

RM3546

RM3545A-1

RM3545A-2

HIOKI

사용설명서

저항계

RESISTANCE METER



사용설명서 최신판



사용 전에 읽어 주십시오.
잘 보관해 주십시오.

안전에 대해서

▶ p.7

유지보수 및 서비스

▶ p.311

각부의 명칭과 기능

▶ p.19

에러 표시

▶ p.324

기본 측정

▶ p.49

KO

Dec. 2025 Revised edition 1
RM3545E963-01 (E960-01)



사용설명서 (본 설명서) 보는 방법

이럴 때는

이쪽을 참조해 주십시오

기존 제품과의 차이점이나
기종별 차이점을 알고 싶다

▶ “기존 제품과의 비교” (다음 페이지)

반드시 읽어 주십시오

▶ 안전에 대해서 (p.7)
▶ 사용 시 주의사항 (p.8)

바로 사용하고 싶다

▶ 개요 (p.13)

각 기능에 대해 자세히 알고 싶다

▶ 다음 중에서 해당 기능을 찾아 주십시오
• 목차 (p.i)
• “4 측정 조건 커스터마이징”(p.65)
• 색인 (p. 색 1)

제품 사양을 알고 싶다

▶ 사양 (p.275)

생각대로 동작하지 않는다

▶ 문제가 발생했을 경우 (p.313)

저항 측정에 관해 자세히 알고 싶다

▶ 부록 (p.331)

통신 커맨드를 알고 싶다

▶ 통신 커맨드 사용설명서 (PDF)
▶ 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다 .
참조 : “ 다운로드 사이트 안내 ”(p.1)

기존 제품과의 비교

기존 제품 (RM3545 시리즈) 과 본 기기 (RM3545A-1, RM3545A-2, RM3546) 의 비교는 다음과 같습니다.

대응 : ✓, 비대응 : -

사양 , 기능		RM3545 시리즈			RM3545A-1	RM3545A-2	RM3546	
		RM3545	RM3545-01	RM3545-02				
최대 허용 전압		-					DC ±60 V 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak	
최소 측정 레인지		10 mΩ			1000 μΩ			
최소 분해능		10 nΩ			1 nΩ			
측정 범위		0.000 00 mΩ (10 mΩ 레인지) ~ 1200.0 MΩ (1000 MΩ 레인지), 12 레인지			0.000 μΩ (1000 μΩ 레인지) ~ 1200.0 MΩ (1000 MΩ 레인지), 13 레인지			
측정 전류		1 A						
		-					500 mA	
		100 mA, 10 mA, 1 mA, 500 μA, 100 μA, 50 μA, 10 μA, 5 μA, 1 μA, 1 μA 이하 , 100 nA						
오프셋 전압 보정 기 능		OVC					OVC 또는 A-OVC	
온도 보정 기능		TC					TC 또는 A-TC	
최대 허용 경로 저항 (참고값) 1 A 레인지		1.5 Ω			3.5 Ω (PR:ON) 2.6 Ω (PR: OFF)			
500 mA 레인지		-					9 Ω (PR: ON) 6.1 Ω (PR: OFF)	
순저항 모드 (PR)		-			1000 μΩ, 10 mΩ, 100 mΩ 레인지			
저전력 모드 (LP)		1000 mΩ, 10 Ω, 100 Ω, 1000 Ω 레인지					-	
인터 페이스	USB	✓						
	RS-232C	✓						
	LAN	-			✓			
	GP-IB	-	✓	-				
EXT. I/O		✓						
멀티플렉서		-		최대 2 유닛 *1	-	최대 2 유닛 *1		
퓨즈		F1.6AH / 250 V (교체 가능)						내부 회로에 의한 보 호 (교체 불가)
외형 치수		약 215W × 80H × 306.5D mm						
질량		약 2.5 kg		약 3.2 kg	약 2.7 kg	약 3.4 kg		

*1. 2 선식 : 최대 21 개 채널 / 유닛, 4 선식 : 최대 10 개 채널 / 유닛

목 차

머리말.....	1
포장 내용물 확인	2
옵션	3
표기에 대해서.....	5
안전에 대해서.....	7
사용 시 주의사항	8

제 1 장 개 요 13

1.1 제품 개요	13
■측정 원리	13
1.2 특징점	14
1.3 각부의 명칭과 기능	19
1.4 측정 순서	23
1.5 화면 구성과 조작 개요	24

제 2 장 측정 전 준비 33

2.1 측정 전 점검	34
2.2 전원 코드 연결하기	35
2.3 측정 리드 연결하기	36
2.4 Z2001 온도 센서 및 아날로그 출력 장착 온도계를 연결하기 (TC, ΔT 를 사용하는 경우)	38
■Z2001 온도 센서를 연결한다	38
■아날로그 출력 장착 온도계 연결하기	41
2.5 멀티플렉서 유닛 장착하기	45
2.6 전원 켜기, 끄기	47
■주전원 스위치로 전원 켜기.....	47
■주전원 스위치로 전원 끄기.....	47
■스탠바이 상태 해제하기	47
■스탠바이 상태로 하기	48

제 3 장 기본 측정 49

3.1 측정 대상 확인하기	50
3.2 측정 레인지 설정하기	52
3.3 측정 속도 설정하기	53
3.4 측정 리드를 측정 대상에 연결하기 ...	55
3.5 측정값 확인하기	56

■표시 전환하기	56
■측정 이상 확인하기	59
■측정값 홀드하기	64

제 4 장 측정 조건 커스터마이즈 65

4.1 저전력 모드 (LP) 로 전환하기	67
4.2 측정 전류 전환하기 (1000 μΩ ~ 100 Ω 레인지)	69
4.3 영점 조정 실행하기	71
4.4 측정값 안정시키기 (애버리지 기능)	76
4.5 온도의 영향 보정하기 (온도 보정 기능 (TC))	78
4.6 온도 변화의 영향 보정하기 (고도 온도 보정 기능 (A-TC))	80
■A-TC 를 수동으로 실행하기	89
4.7 측정값 보정하기 , 저항값 이외의 물리량으로 표시하기 (스케일링 기능)	91
4.8 측정값의 자릿수 변경하기	95
4.9 열기전력에 의한 측정값 오프셋 보정하기 (OVC 기능 , A-OVC 기능)	96
■오프셋 전압 보정 기능 : OVC (Offset Voltage Compensation) 기능	96
■고도 오프셋 전압 보정 기능 : A-OVC(Advanced Offset Voltage Compensation) 기능	98
4.10 순저항 모드 (PR) 로 전환하기	99
4.11 측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)	100
4.12 접촉 불량 및 접촉 상태 확인하기 (콘택트 체크 기능)	104
4.13 프로브의 접촉 상태 개선하기 (접촉 개선 기능)	106
4.14 측정 정밀도 유지하기 (셀프 캘리브레이션 기능)	108
4.15 100 MΩ 레인지의 정밀도 높이기 (100 MΩ 레인지 고정밀도 모드) ...	112

- 4.16 측정값 판정하기 113
 - (콤퍼레이터 기능) 113
 - 콤퍼레이터 기능 ON/OFF 하기 115
 - 상하한값으로 판정하기 (ABS 모드) ... 116
 - 기준값과 허용 범위로 판정하기 (REF% 모드)..... 118
 - 판정을 소리로 확인하기 (판정음 설정 기능)..... 120
 - 바로 판정 결과 확인하기 (L2105 전면 콤퍼레이터 램프 : 옅은)..... 122
- 4.17 측정 결과 분류하기 (BIN 측정 기능) 123
- 4.18 측정 데이터를 통계 연산하기 126
 - 통계 연산 기능 사용하기 127
 - 통계 연산 결과 확인 , 인쇄 , 삭제하기 129
- 4.19 온도 상승 시험하기 (온도 환산 기능 (ΔT)) 131

제 5 장 패널 세이브, 로드
 (측정 조건의 저장,
 불러오기) 135

- 5.1 측정 조건 저장하기
(패널 세이브 기능) 136
- 5.2 측정 조건 불러오기
(패널 로드 기능) 137
 - 영점 조정 값을 로드하지 않기..... 138
- 5.3 패널명 변경하기 139
- 5.4 패널 내용 삭제하기 140

제 6 장 시스템 설정 141

6.1	측정값을 절대값으로 표시하기	142
6.2	키 조작을 유효 / 무효로 하기	143
	■키 조작을 무효로 하기 (키 록 기능) ...	143
	■키 조작을 유효로 하기 (키 록 해제) ...	144
6.3	키 조작음의 유무 설정하기	145
6.4	공급 전원의 주파수를 수동으로 설정하기	146
6.5	화면 콘트라스트 조정하기	147
6.6	백라이트 조정하기	148
6.7	시계 맞추기	149
6.8	초기화하기 (리셋)	150

■ 초기 설정 일람..... 152

제 7 장 멀티플렉서 157

7.1	멀티플렉서에 대해서	158
	■멀티플렉서 유닛을 사용할 경우의 제한 사항	160
	■사용 커넥터와 단자의 배치	161
	■멀티플렉서의 배선에 대해서	163
7.2	내부 회로 구성	164
	■전기적 사양	165
7.3	멀티플렉서 관련 설정	166
	■멀티플렉서 설정하기	166
	■채널의 핀 할당을 커스터마이징하기 ...	170
	■각 채널의 기본 측정 조건 및 종합 판정 조건 설정하기	174
	■각 채널의 측정 조건을 커스터마이징하기	179
7.4	멀티플렉서로 측정하기	180
	■수동 조작으로 채널을 전환하여 측정하기	180
	■스캔 측정하기	181
7.5	영점 조정하기 (멀티플렉서 유닛 장착 시)	182
	■영점 조정 실행하기	182
	■영점 조정 해제하기	183
7.6	멀티플렉서 유닛의 동작 확인	185
7.7	연결과 설정 예	187

제 8 장 D/A 출력 195

8.1	D/A 출력 연결하기	195
8.2	D/A 출력 사양	196

제 9 장 외부 제어
(EXT. I/O) 197

9.1	외부 입출력 단자와 신호에 대해서	199
	■전류 싱크 (NPN)/ 전류 소스 (PNP) 를 전환한다.....	199
	■사용 커넥터와 신호의 배치	200
	■각 신호의 기능	202
9.2	타이밍 차트	208
	■측정 스타트에서 판정 결과 취득.....	208

■BCD 신호의 타이밍	213
■영점 조정의 타이밍	213
■셀프 캘리브레이션의 타이밍	214
■접촉 개선의 타이밍	217
■패널 로드 타이밍	218
■멀티플렉서의 타이밍	219
■전원 투입 시의 출력 신호 상태	222
■외부 트리거에서의 가져오기 절차	223
9.3 내부 회로 구성	225
■전기적 사양	227
■연결 예	227
9.4 외부 입출력에 관한 설정	229
■측정 시작 조건 설정하기 (트리거 소스)	229
■TRIG 신호의 논리 설정하기	231
■TRIG/PRINT 신호의 채터링 제거하기 (필터 기능)	233
■EOM 신호 설정하기	235
■출력 모드 (판정 모드 / BCD 모드) 전환하기	237
■오버 레인지 에러 출력	238
9.5 외부 제어 확인하기	239
■입출력 테스트하기 (EXT. I/O 테스트 기능)	239
9.6 부속 커넥터 조립 방법	241

제 10 장 통신 (USB / RS-232C / LAN 인터페이스) 243

10.1 인터페이스의 개요와 특징점	244
10.2 USB 인터페이스	245
■통신 조건 설정하기	245
■USB 드라이버 설치하기	246
■USB 케이블 연결하기	246
10.3 RS-232C 인터페이스	247
■통신 조건 설정하기	247
■RS-232C 케이블 연결하기	249
10.4 LAN 인터페이스	250
■통신 조건의 설정	251
■통신 조건 설정하기	253
■LAN 케이블 연결하기	255
10.5 커맨드로 제어 및 데이터 취득하기	256
■리모트 상태 · 로컬 상태	256
■통신 커맨드 표시하기 (커맨드 모니터 기능)	257

■측정값을 한꺼번에 취득하기 (데이터 메모리 기능)	259
10.6 커맨드로 제어하지 않고 측정값을 외부 출력하기 (데이터 출력 기능)	260

제 11 장 인쇄 (RS-232C 프린터 사용) 263

11.1 본 기기와 프린터 연결하기	263
11.2 인쇄하기	265
■측정값, 판정 결과 인쇄하기	265
■측정 조건 및 설정 일람 인쇄하기	266
■통계 연산 결과 인쇄하기	269

제 12 장 사양 275

12.1 일반 사양	275
12.2 입력 사양 / 출력 사양 / 측정 사양 ...	276
■기본 사양	276
■정확도 사양	283
■정확도에 대해서	287
12.3 기능 사양	288
12.4 인터페이스 사양	299
12.5 통신 인터페이스 사양	300
12.6 Z3003 멀티플렉서 유닛 사양	306
■일반 사양	306
■측정 사양	308
■정확도에 대해서	309
■기능	310
■환경 및 안전 사양	310
■부속품	310

제 13 장 유지보수 및 서비스 311

13.1 수리, 점검, 클리닝	311
13.2 문제가 발생했을 경우	313
■수리를 의뢰하기 전에	313
■에러 표시	324
■메시지 표시	326
13.3 측정 회로 보호용 퓨즈의 교체	327
13.4 본 기기의 폐기	328
■리튬 전지 분리 방법	328

제 14 장 부록 331

14.1	블록도	331
14.2	4 단자법 (전압 강하법)	332
14.3	직류 방식과 교류 방식에 대해서	333
14.4	온도 보정 기능 (TC) 에 대해서	334
14.5	고도 온도 보정 기능 (A- TC) 에 대해서	336
14.6	온도 환산 기능 (ΔT) 에 대해서	339
14.7	영점 조정에 대해서	340
14.8	측정값이 안정되지 않을 때	345
14.9	본 기기를 여러 대 사용하려면	352
14.10	노이즈 대책에 대해서	353
14.11	열기전력의 영향에 대해서	357
14.12	프린트 기판의 단락 위치 검출	359
14.13	접촉 저항 측정에 대해서	360
14.14	JEC 2137 유도기에 대응한 저항 측정	362
14.15	측정 리드를 자체 제작하기 , 멀티플렉서에 배선하기	363
14.16	측정 이상 시 확인 방법	365
14.17	내압 시험기와의 조합	366
14.18	측정 리드 (옵션) 에 대해서	367
14.19	랙 마운트	370
14.20	외관도	372
14.21	교정에 대해서	373
14.22	조정에 대해서	378
14.23	본 기기의 설정 상태 (MEMO)	379

제 15 장 라이선스 정보 381

색인 색 1

머리말

저희 HIOKI RM3545A-1, RM3545A-2, RM3546 저항계를 구매해 주셔서 대단히 감사합니다. 이 제품을 충분히 활용하여 오래 사용할 수 있도록 사용설명서는 조심스럽게 다루고 소중하게 보관해 주십시오.

RM3545A-2, RM3546 는 멀티플렉서 슬롯이 있습니다.

RM3545A-1•RM3545A-2•RM3546 를 이후 “ 본 기기 ” 또는 “ 본체 ” 라고 표기합니다.

<div>RM3545A-1</div> <div>RM3545A-2</div> <div>RM3546</div>	각각의 기능을 사용할 수 있는 모델명을 아이콘으로 표시하고 있습니다.
---	--

다운로드 사이트 안내

제품용 어플리케이션, 본체 버전업 파일, 사용설명서 등의 자료는 당사 홈페이지에서 확인해 주세요.

<https://cloud.gennect.net/dl>



제품 사용자 등록 요청

제품에 관한 중요한 정보를 보내드리기 위해 제품 사용자 등록을 부탁드립니다.

<https://www.hiokikorea.com/mypage/registration.html>



다음 사용설명서를 용도에 맞춰 참조해 주십시오.

사용설명서의 명칭	내용	제공 형태
사용설명서 (본 설명서)*	본 기기의 제품 개요, 조작 방법, 기능 설명, 사양에 대해 기재되어 있습니다.	다운로드 (PDF)
스타트업 가이드	본 기기를 안전하게 사용하기 위한 정보와 기본적인 조작 방법, 사양(발체)이 기재되어 있습니다.	인쇄
사용 시 주의사항	본 기기를 안전하게 사용하기 위한 정보입니다. 본 기기를 사용하기 전에 별지 “사용 시 주의사항” 을 잘 읽어 주십시오.	인쇄
통신 커맨드 사용설명서	본 기기를 제어하는 통신 커맨드에 대한 설명이 기재되어 있습니다.	다운로드 (PDF)

사용설명서의 대상 독자

이 사용설명서는 제품을 사용하시는 분과 제품 사용법을 지도하는 분을 대상으로 합니다.

전기에 관한 지식이 있다는 것 (공업고교의 전기계 학과 졸업 정도) 을 전제로 제품 사용법을 설명합니다.

상표

Windows 는 마이크로소프트 그룹 기업의 상표입니다.

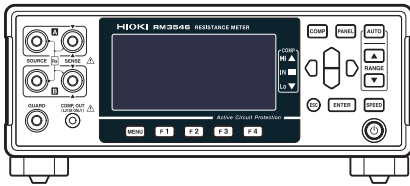
포장 내용물 확인

본 기기를 받으시면 이상이나 손상이 발생하지 않았는지 점검한 후에 사용해 주십시오. 만일 파손된 경우 또는 사양대로 작동하지 않는 경우에는 당사 또는 대리점으로 연락해 주십시오.

포장 내용물이 맞는지 확인해 주십시오.

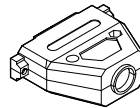
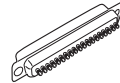
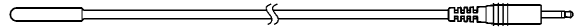
본체

- RM3545A-1, RM3545A-2, RM3546 저항계
(RM3545A-2, RM3546 는 멀티플렉서 슬롯 포함)



부속품

- 전원 코드 (p.35)
- Z2001 온도 센서
- EXT. I/O용 커넥터 (male)(p.241)
- EXT. I/O용 커넥터 커버
- 예비 퓨즈 (F1.6AH / 250V)
 - RM3545A-1 부속
 - RM3545A-2 부속
 - RM3546..... 부속 없음
- 스타트업 가이드
- 사용 시 주의사항 (0990A905)



옵션

본 기기에는 다음과 같은 옵션이 있습니다. 구매하실 때는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.
옵션은 예고 없이 변경될 수 있습니다. 당사 웹사이트에서 최신 정보를 확인해 주십시오.

측정 리드의 상세는 “14.18 측정 리드 (옵션) 에 대해서”(p.367)를 참조해 주십시오.

□ L2100 핀형 리드 (저저항 전용 *)



□ L2104 4 단자 리드



□ L2101 클립형 리드



□ RM9010-01 4 탐침 프로브 (핀 간격 5.0 mm)



RM3545A-1

RM3545A-2

□ L2102 핀형 리드



□ RM9010-02 4 탐침 프로브 (핀 간격 1.5 mm)



RM3545A-1

RM3545A-2

□ L2103 핀형 리드



□ L2105 전면 콤퍼레이터 램프



*: 저저항은 측정 전류가 100 mA 이상인 다음 레인지입니다. 그 이외는 정확도 보증에서 제외됩니다.
1000 $\mu\Omega$ 레인지 (HIGH, LOW), 10 m Ω 레인지 (HIGH, LOW), 100 m Ω 레인지 (HIGH, LOW),
1000 m Ω 레인지 (HIGH 만 해당)

- Z5038 영점 조정 보드



- L9637 RS-232C 케이블
(9 pin-9 pin, 3.0 m, 크로스 , 이중 실드)



- Z2001 온도 센서



- 9642 LAN 케이블



- Z3003 멀티플렉서 유닛
(RM3545A-2, RM3546 만)



- L1002 USB 케이블 (A-B 타입)



- Z5056 퓨즈 세트 (5 개입)

- L9773 프로브 키트
(L9773-01, L9773-02, L9773-03 동봉)

- L9773-01 프로브 칩 (10 개)






- L9773-02 프로브 소켓 (10 개)

- L9773-03 소켓 어댑터 (10 개)






표기에 대해서

안전에 관한 표기



본 설명서에서는 위험의 중대성 및 위험성 정도를 아래와 같이 구분하여 표기합니다.

 위험	회피하지 않으면 사망 또는 심각한 상해를 입을 수 있는 절박한 위험 상황을 나타냅니다.
 경고	회피하지 않으면 사망 또는 심각한 상해를 입을 수 있는 잠재적인 위험 상황을 나타냅니다.
 주의	회피하지 않으면 경도 또는 중도의 상해를 입을 수 있는 잠재적인 위험 상황 또는 대상 제품 (또는 기타 재산) 이 파손될 잠재적인 위험을 나타냅니다.
중요	조작 및 유지보수 작업상 특별히 알아 두어야 할 정보나 내용을 나타냅니다.
	금지된 행위를 나타냅니다.
	반드시 실시해야 하는 행위를 나타냅니다.

기기상의 기호

	잠재적인 위험요소가 있음을 나타냅니다. 사용설명서의 “사용 시 주의사항”(p.8) 및 각 사용 설명 서두에 기재된 경고 메시지, 그리고 부속된 “사용 시 주의사항”을 참조해 주십시오.
	교류 (AC) 를 나타냅니다.
	전원 스위치의 ON 측을 나타냅니다.
	전원 스위치의 OFF 측을 나타냅니다.
	퓨즈를 나타냅니다.

규격에 관한 기호

	EU 지령이 제시하는 규제에 적합하다는 것을 나타냅니다.
	EU 가맹국의 전기전자기기 폐기물 지령 (WEEE 지령) 의 대상 제품임을 나타냅니다. 지역에서 정한 규칙에 따라 처분해 주십시오.

기타 기호

(p.)	참조 페이지 번호를 나타냅니다 .
*	하부에 설명이 기재되어 있음을 나타냅니다 .
[]	화면상의 사용자 인터페이스 명칭은 꺾쇠 괄호 ([]) 로 묶어 표기하고 있습니다 .
SET (굵은체)	화면상의 명칭 및 키를 나타냅니다 .

정확도 표기

측정기의 정확도는 리딩 (reading) 에 대한 비율 , 풀 스케일 (full scale) 에 대한 비율 및 디지털 (digits) 로 오차의 한계값을 규정하는 것으로 표현됩니다 .

리딩 (표시값)	측정기가 표시하고 있는 값을 나타냅니다. 리딩 오차의 한계값은 “% of reading (% rdg)” 을 이용하여 표시됩니다 .
풀 스케일 (측정 레인지 값)	각 측정 레인지의 값을 나타냅니다 . 최대 표시값이 아닙니다 . 본 기기는 측정 레인지 값을 초과하는 측정값을 표시할 수 있습니다 . 풀 스케일 오차의 한계값은 “% of full scale (% f.s.)” 을 이용하여 표시됩니다 .
디지털 (분해능)	디지털 측정기의 최소 표시 단위 , 즉 최소 자릿수인 1 을 나타냅니다 . 디지털 오차의 한계값은 “digits” 를 이용하여 표시됩니다 .

참조 : “정확도 계산 예”(p.287)(본 기기)

참조 : “정확도 계산 예”(p.309)(Z3003 사용 시)

안전에 대해서

본 기기는 국제 규격 IEC 61010에 따라 설계되었으며 안전성은 출하 전 검사에서 확인되었습니다. 단, 이 사용설명서의 기재 사항을 따르지 않을 경우 본 기기의 안전성이 저해될 수 있습니다.

본 기기를 사용하기 전에 다음의 안전에 관한 주의사항을 잘 읽어 주십시오.

위험



■ 사용설명서의 내용을 잘 이해한 후에 본 기기를 사용한다

잘못 사용하면 중대한 인신사고 또는 본 기기의 파손을 일으킬 수 있습니다.

경고



■ 전기 계측기를 처음 사용하는 경우는 경험자의 감독 하에 계측한다

사용자가 감전될 우려가 있습니다.

또한, 발열, 화재, 단락에 의한 아크 방전 등의 중대한 사고를 일으킬 우려가 있습니다.

사용 시 주의사항

본 기기를 안전하게 사용하고, 기능을 충분히 활용하기 위해 다음 주의사항을 지켜 주십시오.
본 기기의 사양뿐 아니라 사용하는 부속품, 옵션 등의 사양 범위 내에서 본 기기를 사용하십시오.

본 기기의 설치

⚠ 경고



- 본 기기를 다음과 같은 장소에 설치하지 않는다
 - 직사광선에 노출되는 장소, 고온이 되는 장소
 - 부식성 가스나 폭발성 가스가 발생하는 장소
 - 강력한 전자파가 발생하는 장소, 전기를 띠는 물체 근처
 - 유도기열장치 (고주파 유도기열장치, IH 조리기구 등) 근처
 - 기계적 진동이 많은 장소
 - 물, 기름, 약품, 용제 등에 접촉할 수 있는 장소
 - 다습하고 결로가 생기는 장소
 - 먼지가 많은 장소

본 기기가 파손되거나 오동작을 하여 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다.



- 전원 코드의 플러그를 뽑을 수 있도록 본 기기 주위에 충분한 공간을 두고 설치한다.
주위에 충분한 공간을 확보하지 않으면 긴급 시 즉시 전원 공급을 차단할 수 없습니다. 인신사고, 화재 또는 본 기기의 파손을 일으킬 수 있습니다.

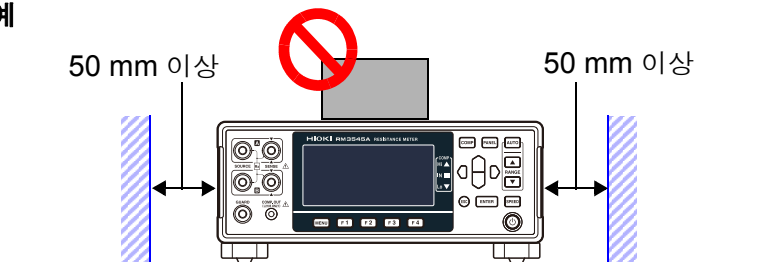
⚠ 주의



- 불안정한 받침대 위나 기울어진 장소에 본 기기를 두지 않는다
본 기기가 떨어지거나 쓰러지면 인신사고를 일으키거나 본 기기가 파손될 수 있습니다.

- 바닥면을 아래로 가게 하여 설치한다.
- 본 기기의 온도 상승을 방지하기 위해 다음 중 어느 하나의 조건으로 설치해 주십시오.
 - 좌우 측면은 주위에서 100 mm 이상 간격을 둔다.
 - 좌우 측면은 주위에서 50 mm 이상 간격을 두고, 상부에 방열을 방해하는 물건을 놓지 않는다.
 - 본 기기의 주위에 열이 차지 않도록 팬으로 환기하면서 사용한다.

설치 예



- 본 기기는 스탠드를 세워서 사용할 수 있습니다 (p.22).
- 랙에 설치할 수 있습니다 (p.370).

본 기기의 취급에 대해서

주의



- 본 기기를 운반하거나 취급할 때는 진동이나 충격을 주지 않는다
- 본 기기를 바닥 등에 떨어뜨리지 않는다
- 측정 단자 *1, TEMP. 단자, COMP.OUT 단자, D/A OUTPUT 단자에 전압이나 전류를 입력하지 않는다
본 기기가 파손될 수 있습니다.

*1. RM3546 은 DC ± 60 V, 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak 까지 보호 기능이 있습니다.

본 기기는 EN 61326 Class A 제품입니다.

주택지 등의 가정환경에서 사용하면 라디오 및 텔레비전 방송 수신을 방해할 수 있습니다.

그런 경우에는 작업자가 적절한 대책을 세워 주십시오.

수송 시의 주의

포장재는 개봉 후에도 보관해 주십시오. 본 기기를 수송할 때는 배송 시의 포장재를 사용해 주십시오.

측정하기 전에

⚠ 경고



■ 측정 단자*1 에 전압을 입력하지 않는다

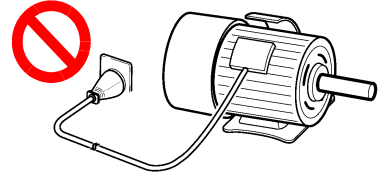
본 기기가 파손되거나 감전 사고를 일으킬 우려가 있습니다.

*1. RM3546 은 DC ± 60 V, 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak 까지 보호 기능이 있습니다.



■ 측정 대상의 전원을 끈 후에 측정한다

전기사고를 일으킬 우려가 있습니다.



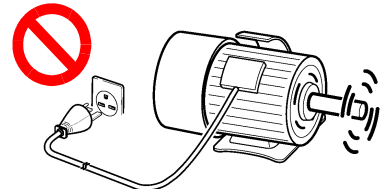
측정 대상이 전원에 연결되어 있다

⚠ 주의



■ 전압이 가해지는 부분은 측정하지 않는다

모터의 전원을 꺼도 모터가 관성 회전하는 상태에서는 단자에 큰 기전력이 발생합니다. 트랜스나 모터를 내압 시험 직후에 측정하면 잔류 전하로 인해 본 기기가 파손될 수 있습니다.



관성 회전 중

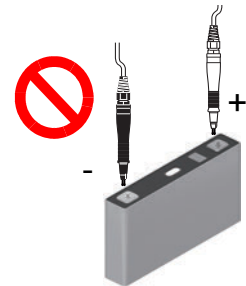
■ 배터리의 전압이 걸리는 부분은 측정하지 않는다

본 기기는 전압이 발생하는 부분은 측정할 수 없습니다. 본 기기가 파손될 수 있습니다*2.

■ 배터리의 내부 저항은 측정하지 않는다

본 기기가 파손됩니다*2.

배터리의 내부 저항을 측정할 경우는 당사의 “배터리 테스터” 등을 이용해 주십시오.



*2. RM3546 은 DC ± 60 V, 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak 까지 보호 기능이 있습니다.



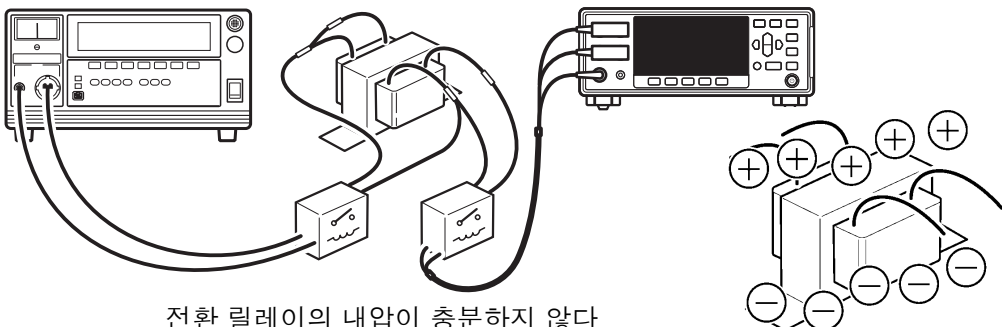
■ 릴레이로 내압 시험기와 본 기기를 전환하여 사용하는 경우는 다음 사항에 유의하여 설비를 설계한다

참조 : “14.17 내압 시험기와의 조합”(p.366)

- 전환에 사용하는 릴레이의 접점 내압은 내압 시험의 피크 전압에 대해 충분한 여유가 있어야 한다
- 내압 시험 중에는 본 기기의 모든 측정 단자를 접지한다
릴레이 접점에서 발생하는 아크 방전에 의해 본 기기가 파손될 수 있습니다.
- 가장 먼저 저항을 측정하고 마지막으로 내압 시험을 한다
잔류 전하로 인해 본 기기가 파손될 수 있습니다.

3153 자동 절연 내압 시험기

본 기기



전환 릴레이의 내압이 충분하지 않다

내압 시험으로 인한 전하가 남아 있다

중요

- 측정 정확도를 만족하도록 60 분 이상 워밍업을 실시해 주십시오 .
- 인덕턴스가 큰 전원 트랜스나 개방형 솔레노이드 코일 등을 측정하는 경우에는 측정값이 안정되지 않을 수 있습니다 . 그러한 경우는 다음과 같은 방법을 시도해 보십시오 .
 - SOURCE A - B 사이에 1 μ F 정도의 필름 콘덴서를 연결한다
 - 딜레이 기능 (p.100) 을 사용하여 측정 시작까지의 지연 시간을 설정한다
- SOURCE A, SENSE A, SENSE B, SOURCE B 배선은 각각 확실하게 절연해 주십시오 . 심선이나 실드가 접촉하면 정확한 4 단자 측정을 유지할 수 없어 오차가 발생합니다 .
- SOURCE 단자는 퓨즈로 보호됩니다 . 퓨즈가 단선된 경우 **[Blown FUSE.]** 라고 표시되며 , 저항값을 측정할 수 없습니다 . 퓨즈가 단선된 경우는 퓨즈를 교체해 주십시오 .
RM3546 은 퓨즈의 교체가 불가능하므로 수리를 의뢰해 주십시오 .
참조 : “13.3 측정 회로 보호용 퓨즈의 교체 ”(p.327)
- 본 기기는 직류 전류로 측정하기 때문에 열기전력의 영향을 받아 측정 오차가 발생할 수 있습니다 . 이러한 경우에는 오프셋 전압 보정 기능 (OVC) 또는 고도 오프셋 전압 보정 기능 (A- OVC) 을 이용해 주십시오 .
참조 : “4.9 열기전력에 의한 측정값 오프셋 보정하기 (OVC 기능 , A-OVC 기능)”(p.96),
“14.11 열기전력의 영향에 대해서 ”(p.357)

1 개요

1

1.1 제품 개요

본 기기는 다음과 같은 저항을 4 단자법으로 빠르고 정확하게 측정할 수 있는 저항계입니다 .

- 배터리 , 모터 등의 용접 저항
- 모터 , 트랜스 등의 권선 저항
- 릴레이 , 스위치의 접촉 저항
- 프린트 기판의 패턴 저항
- 퓨즈 , 저항기 , 전도성 고무 등 각종 소재의 직류 저항

본 기기에는 온도 보정 기능이 탑재되어 있어 온도에 따라 저항값이 변하는 측정 대상의 측정에 특히 적합합니다 . 또한 , 콤퍼레이터 , 통신 , 외부 제어 , 멀티플렉서 *¹ 등의 기능을 갖추고 있어 개발 및 생산 라인 등 모든 상황에서 사용할 수 있습니다 .

*1: 멀티플렉서는 RM3545A-2, RM3546 에서 사용할 수 있습니다 .

측정 원리

측정 대상에 전류 (I) 를 인가하면 저항 (R) 과 해당 저항 (R) 에 전압 (V) 이 발생합니다 .
이것이 $R=V/I$ 의 관계가 됩니다 . 이 관계식으로부터 저항 (R) 을 구합니다 .

2 단자법에 의한 측정

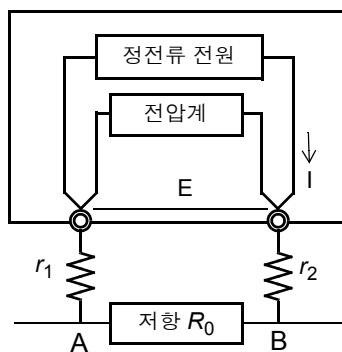


그림 1

4 단자법에 의한 측정

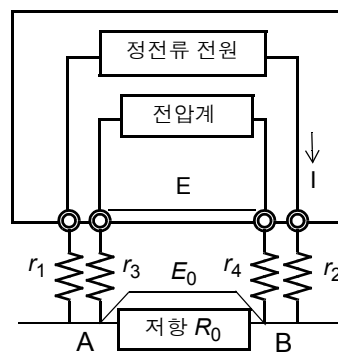


그림 2

1.2 특징점

첨단 개발 및 생산에 대응할 수 있는 여유로운 하이스펙

폭넓은 측정 레인지 1000 $\mu\Omega$ ~ 1000 M Ω

최고 정확도 0.006% of reading + 0.001% of full scale

최고 분해능 1 n Ω

전류검출저항기, 리액터, 용접부 등의 저저항 측정에 대응하고 있습니다.

최대 1 G Ω 레인지

개방전압 20 mV 이하 RM3545A-1 RM3545A-2

저전력 측정으로 IEC60512-2 등 접점의 규격에 따른 시험이 가능합니다.

영점 조정 없이도 정확도를 규정

저저항 레인지에서의 경로 저항*¹ 허용값 3.5 Ω (PR 모드 ON 일 때)

측정 전류 1 A 레인지에서도 측정 케이블을 쉽게 연장할 수 있습니다.

자동화 시스템에 더욱 도입하기 쉬운 경로 저항*¹ 허용값 9 Ω (500 mA 레인지, PR 모드 ON 일 때)

RM3546

온도가 변화해도 정확하게 측정할 수 있는 A-OVC 기능 RM3546

기존의 OVC 기능보다도 성능이 향상되었습니다.

고온 상태에서도 상온에서의 저항값으로 환산할 수 있는 고도 온도 보정 기능 (A-TC) RM3546

용접 후 등 온도가 높은 상태에서도 온도 측정을 하지 않고 상온의 측정값으로 환산할 수 있습니다.

*1: 경로 저항은 측정기부터 앞쪽의 모든 저항 성분의 합계값 (배선 저항 + 접촉 저항) 입니다.

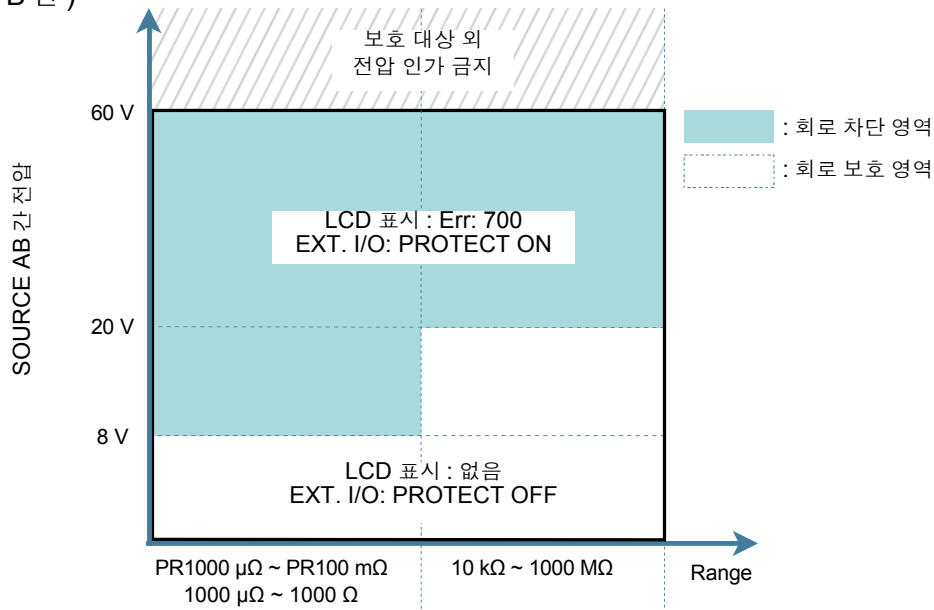
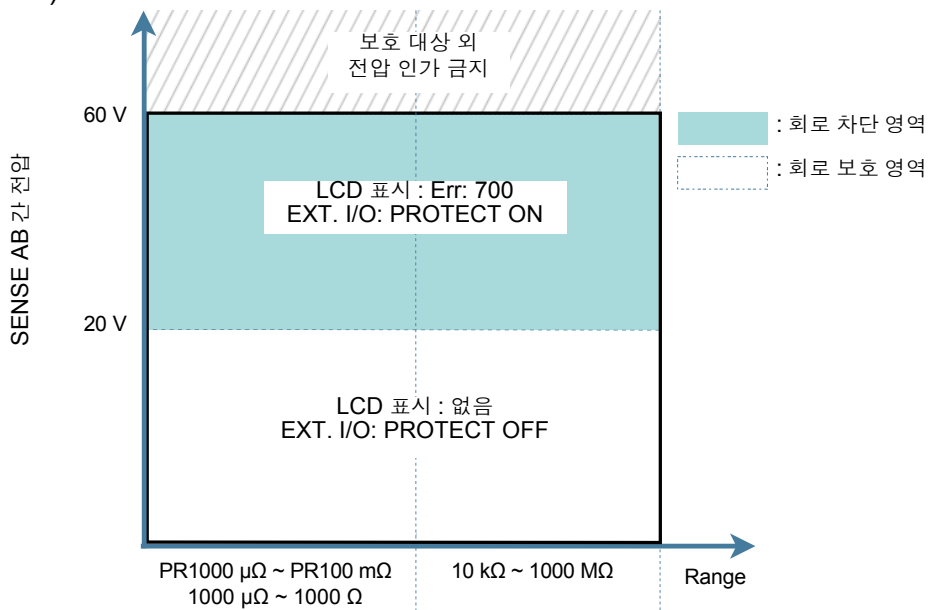
배터리 팩 측정에 안심하고 사용할 수 있는 ACP 기능 (60 V 내압) RM3546

과입력을 검출하면 보호 회로가 작동하여 측정을 정지함으로써 고장에 의한 다운타임을 방지합니다.

ACP(Active Circuit Protection) 기능

측정 단자 간에 차단 전압을 초과하는 과전압이 걸리면 본 기기 내부의 측정 회로를 자동으로 차단하여 보호합니다.

그러므로 잘못하여 측정 단자 A-B 간에 최대 DC ± 60 V, 또는 AC ± 30 V rms 및 AC 42.4 V peak 의 전압이 인가 되어도 고장 나지 않습니다 (배터리 전압이나 모터의 역기전력이 잘못 인가된 경우에도 고장 나지 않습니다). 잘못하여 전압이 인가된 경우는 화면에 [Err: 700] 표시와 EXT. I/O 에 “PROTECT” 신호가 출력됩니다. 측정 단자 A-B 간에 걸리는 전압이 재접속 전압 이하가 되면 측정을 재개합니다.

SOURCE (A-B 간)**SENSE (A-B 간)**

중요

- 측정 전류에 의해 배터리 등이 과충전되지 않도록 연결에 주의해 주십시오 . 개방 단자 전압은 $1\text{ k}\Omega$ 레인지 이하는 8 V , $10\text{ k}\Omega$ 레인지 이상은 20 V 입니다 .
- ACP 기능은 상시 유효에서 “Protect” 의 I/O 출력도 마찬가지로지만 , 타이밍에 따라서는 화면 표시 **[Err: 700]** 이 동기하지 않는 경우가 있습니다 .
- 본 기기의 온도가 이상 상승한 경우에도 ACP 기능이 작동합니다 .

연구 개발, 생산 라인, 입고 검사 등 모든 장면에서 사용하기 쉬운 기능

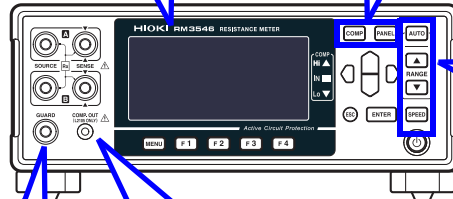
1

그래픽 LCD

조작이 기억하기 쉽고 직관적으로 사용 가능

컴퍼레이터 및 패널 로드를 간단히 설정

생산 라인 전환도 원활하게



기본적인 설정은 간단한 조작

레인지와 측정 속도는 직접 조작

가드 단자 포함

가드 단자를 연결하여 외래 노이즈의 영향 저감

전면 컴퍼레이터 램프 (옵션)

화면을 볼 필요가 없어서 작업 효율 향상

올리는 방식을 선택할 수 있는 판정음

옆의 오퍼레이터음과 혼동 방지

프리 전원 100 V ~ 240 V, 주파수 자동 인식

해외 생산라인으로 원활한 이전 설치 가능

풍부한 인터페이스

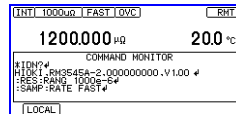
LAN, USB, RS-232C, EXT. I/O, D/A 출력 표준 장착

다양한 온도 센서 대응

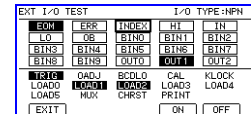
부속된 센서 외에 아날로그 출력 장착 방사 온도계에도 연결 가능

모니터, 테스트 기능

통신 및 EXT. I/O 를 화면으로 확인하여 라인 구축을 강력하게 지원



커맨드 모니터 화면 예



EXT. I/O 테스트 화면 예

다점 측정 , 종합 판정이 가능한 멀티플렉서 대응 **RM3545A-2** **RM3546**

최대 4 단자 20 곳 , 2 단자 42 곳 (Z3003 2 대 사용 시)

다점 측정

네트워크 저항기 , 스티어링 스위치 , 3 상 모터 등에 대응할 수 있습니다 .

종합 판정

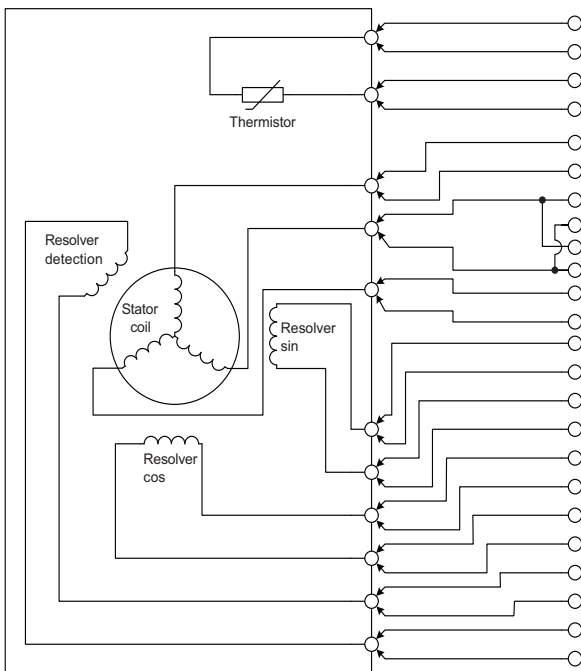
각 부분의 측정 결과에서 종합 판정을 출력합니다 .

측정 결과를 기준으로 콤퍼레이터 판정

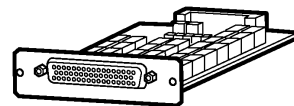
서미스터 등 온도의 영향을 받기 쉬운 측정 대상은 기준 소자와의 비교 판정이 가능합니다 .

외부 측정기 연결

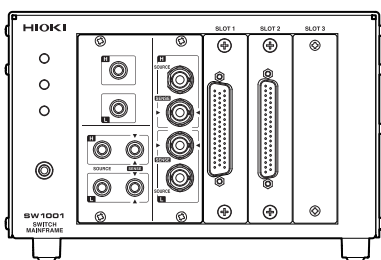
LCR 미터 등 외부 계측기도 포함한 다점 측정이 가능합니다 .



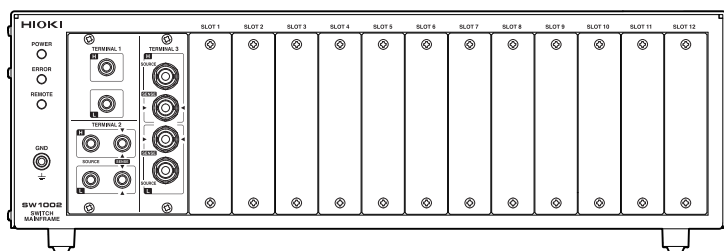
Z3003 멀티플렉서 유닛



SW1001 스위치 메인프레임

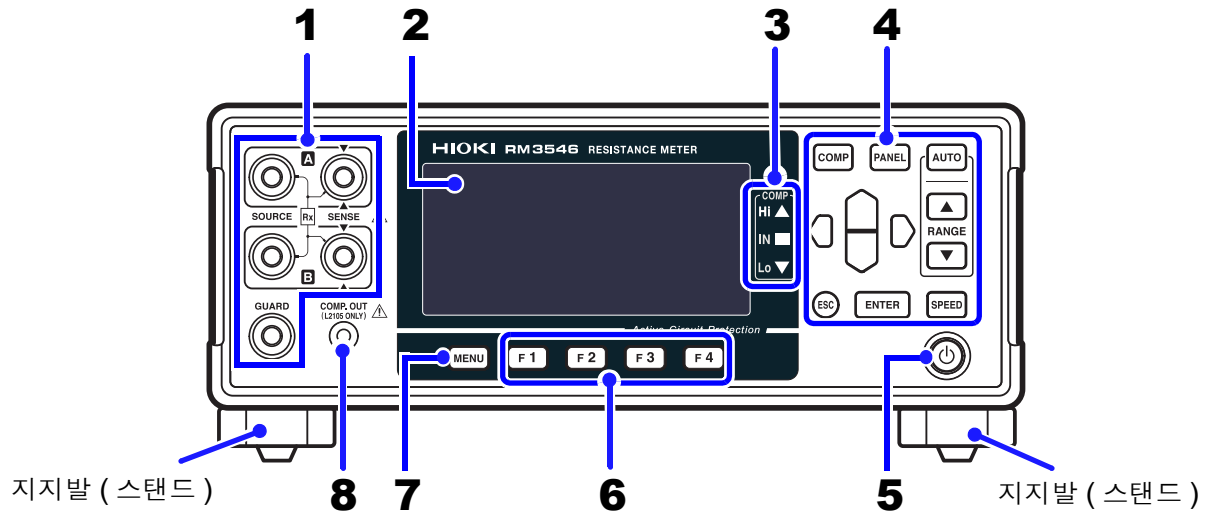


SW1002 스위치 메인프레임



1.3 각부의 명칭과 기능

정면 (일러스트는 RM3546)

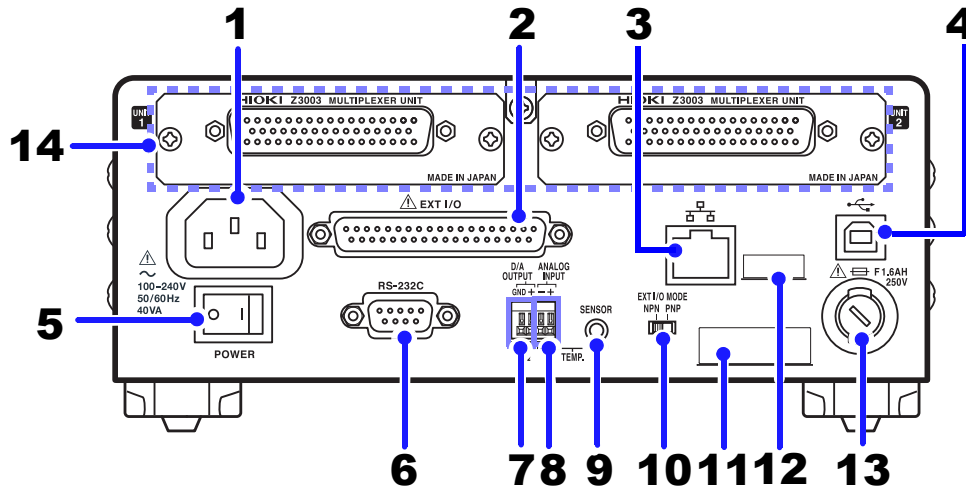


번호	명칭	기능	참조
1	측정 단자	측정 리드를 연결합니다. <ul style="list-style-type: none"> • SOURCE A 단자 : 전류 검출 단자 • SOURCE B 단자 : 전류 발생 단자 • SENSE A 단자 : 전압 검출 단자 • SENSE B 단자 : 전압 검출 단자 • GUARD 단자 : 가드 단자 	p.36
2	표시부	설정 항목이나 측정값을 표시합니다.	p.24
3	COMP 램프	컴퍼레이터 기능 사용 시 측정값의 판정 결과를 표시합니다. Hi 상한값 < 측정값 IN 판정 기준 이내 Lo 하한값 > 측정값	p.113
4	조작 키	다음 페이지를 참조해 주십시오.	p.20
5	스탠바이 키	스탠바이 상태로 하거나 스탠바이 상태를 해제합니다. 소등 : 전원 OFF (전원이 공급되고 있지 않음) 빨간색 점등 : 스탠바이 상태 (전원이 공급되고 있음) 녹색 점등 : 전원 ON	p.47
6	F 키 (F1 ~ F4)	화면에 표시된 항목을 선택합니다.	-
7	MENU 키	설정 화면을 표시하거나 페이지를 전환합니다.	-
8	COMP.OUT 단자	L2105 전면 컴퍼레이터 램프를 연결합니다.	p.122

조작 키

키	명칭	기능	참조
	COMP 키	컴퍼레이터 기능을 설정합니다.	p.113
	PANEL 키	설정 조건의 저장과 불러오기를 합니다. (패널 저장 기능, 패널 로드 기능)	p.136
	AUTO 키	자동 레인지와 수동 레인지를 전환합니다.	p.52
 	RANGE 키	수동 레인지 선택 시 측정 레인지를 전환합니다.	
	커서 키	화면에 표시된 항목을 이동합니다.	-
	ESC 키	화면에 표시된 항목을 취소합니다.	-
	ENTER 키	화면에 표시된 항목을 확정합니다.	-
		외부 트리거 [EXT] 설정 시 수동으로 측정할 수 있습니다.	p.229
	SPEED 키	측정 속도를 전환합니다.	p.53

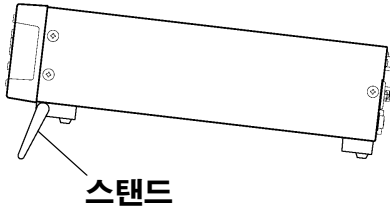
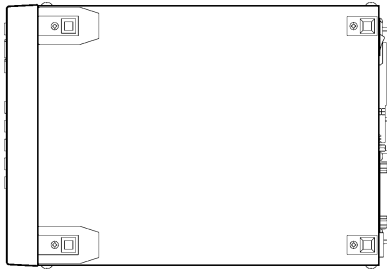
뒷면 (일러스트는 RM3545A-2)



번호	명칭	기능	참조
1	전원 인렛	본 기기에 부착된 전원 코드를 연결합니다.	p.35
2	EXT. I/O 커넥터	본 기기를 외부에서 제어할 때 사용합니다.	p.197
3	LAN 커넥터	LAN 통신 (소켓 통신) 으로 PC 또는 PLC* ¹ 에서 본 기기를 제어할 수 있습니다. 측정 데이터를 PC 에 전송할 수 있습니다.	p.250
4	USB 커넥터	USB 통신 (가상 COM 포트) 으로 PC 또는 PLC* ¹ 에서 본 기기를 제어할 수 있습니다. 측정 데이터를 PC에 전송할 수 있습니다.	p.245
5	주전원 스위치	본 기기 주전원의 ON/OFF 를 전환합니다.	p.47
6	RS-232C 커넥터	RS-232C 통신 (시리얼 통신) 으로 PC 또는 PLC* ¹ 에서 본 기기를 제어할 수 있습니다. 측정 데이터를 PC에 전송할 수 있습니다.	p.247
		본 기기와 프린터를 연결합니다.	p.263
7	D/A OUTPUT 단자	저항값에 따른 전압 레벨을 출력합니다. 메모리 하이코더 등 전압을 입력할 수 있는 기기에 연결합니다.	p.195
8	TEMP. ANALOG INPUT 단자	아날로그 출력 장착 온도계를 연결합니다.	p.41
9	TEMP. SENSOR 단자	Z2001 온도 센서를 연결합니다.	p.38
10	EXT. I/O MODE 전환 스위치 (NPN/PNP)	EXT. I/O 커넥터에 연결할 PLC* ¹ 의 종류를 변경할 수 있습니다. 좌측 : 전류 싱크 (NPN) 우측 : 전류 소스 (PNP)	p.199
11	제조번호 (시리얼 넘버)	당사 홈페이지에서 최신 정보를 확인해 주십시오. 관리상 필요하므로 떼어내지 마십시오.	-
12	MAC 주소	LAN 의 MAC 주소	-
13	퓨즈 홀더 RM3545A-1 RM3546	퓨즈 교체 시에 사용합니다.	p.327
14	멀티플렉서 슬롯 RM3545A-2 RM3546	Z3003 멀티플렉서 유닛을 장착합니다. (최대 2 유닛)	p.45

*1: 프로그래머블 로직 컨트롤러

바닥면



본 기기는 랙에 설치할 수 있습니다.

참조 : 랙 마운트 (p.370)

스탠드를 세울 때

도중에 멈추지 말고 끝까지 열어 주십시오.
반드시 양쪽 스탠드를 세워 주십시오.

스탠드를 닫을 때

도중에 멈추지 말고 끝까지 닫아 주십시오.

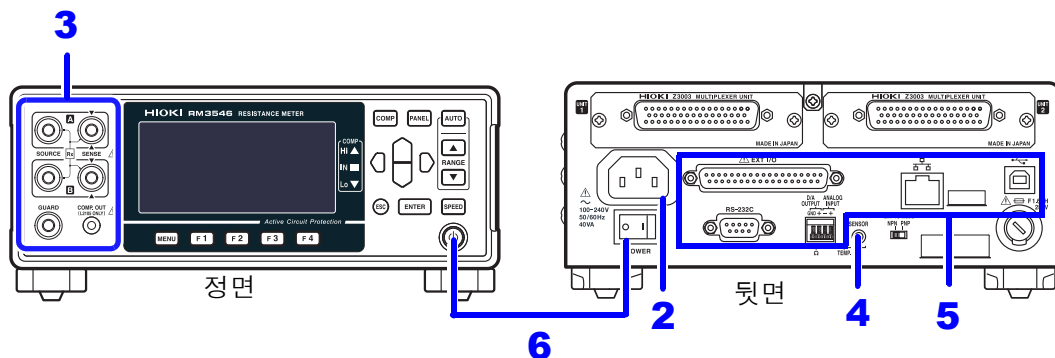
⚠ 주의



- 스탠드를 세운 채 위에서 강한 힘을 가하지 않는다
스탠드가 파손될 수 있습니다.

1.4 측정 순서

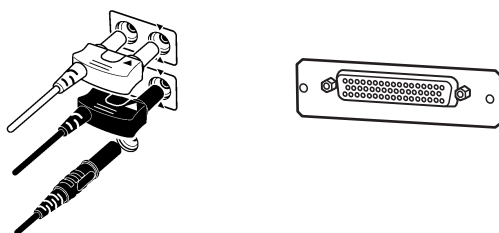
1



1 측정 전 점검을 한다 (p.34)

2 전원 코드의 플러그를 콘센트에 연결한다 (p.35)

3 측정 리드를 측정 단자에 연결한다 (p.36)
Z3003 멀티플렉서 유닛을 사용하는 경우는 멀티플렉서에 커넥터를 연결한다 (정면의 측정 단자에 측정 리드를 연결하지 마십시오)



4 온도 센서 또는 아날로그 출력 장착 온도계 연결하기
(온도 보정 기능 및 온도 환산 기능을 사용하는 경우)
(p.38)

5 외부 인터페이스로 본 기기와 기기를 연결한다
(필요에 따라)

- 프린터를 사용한다 (p.263)
- USB, RS-232C 또는 LAN 을 사용한다 (p.243)
- EXT. I/O 를 사용한다 (p.197)
- D/A 출력을 사용한다 (p.195)

6 전원을 켜고 스탠바이를 해제한다 (p.47)

주전원 스위치 : 뒷면

스탠바이 키 : 정면



7 측정 대상을 확인한다 (p.50)

8 본 기기를 설정한다

- 측정 레인지 (p.52)
- 측정 속도 (p.53)
- 측정 대상에 맞춘 설정 (p.65)
(저전력 모드, 측정 전류, TC, ΔT , OVC, A-OVC, 순저항 모드, 콘택트 체크 등)
- (멀티플렉서 유닛을 사용하는 경우) 멀티플렉서의 설정 (p.166)

9 영점 조정을 실행한다 (p.71)
(필요에 따라)

- 2 단자 측정에서는 반드시 영점 조정을 실행해 주십시오.
- 4 단자 측정에서는 영점 조정이 필요하지 않습니다. 단, OVC 기능 또는 A-OVC 기능이 OFF 일 때는 영점 조정이 필요합니다.

10 측정 대상에 측정 리드를 연결한다 (p.55)

11 측정한다

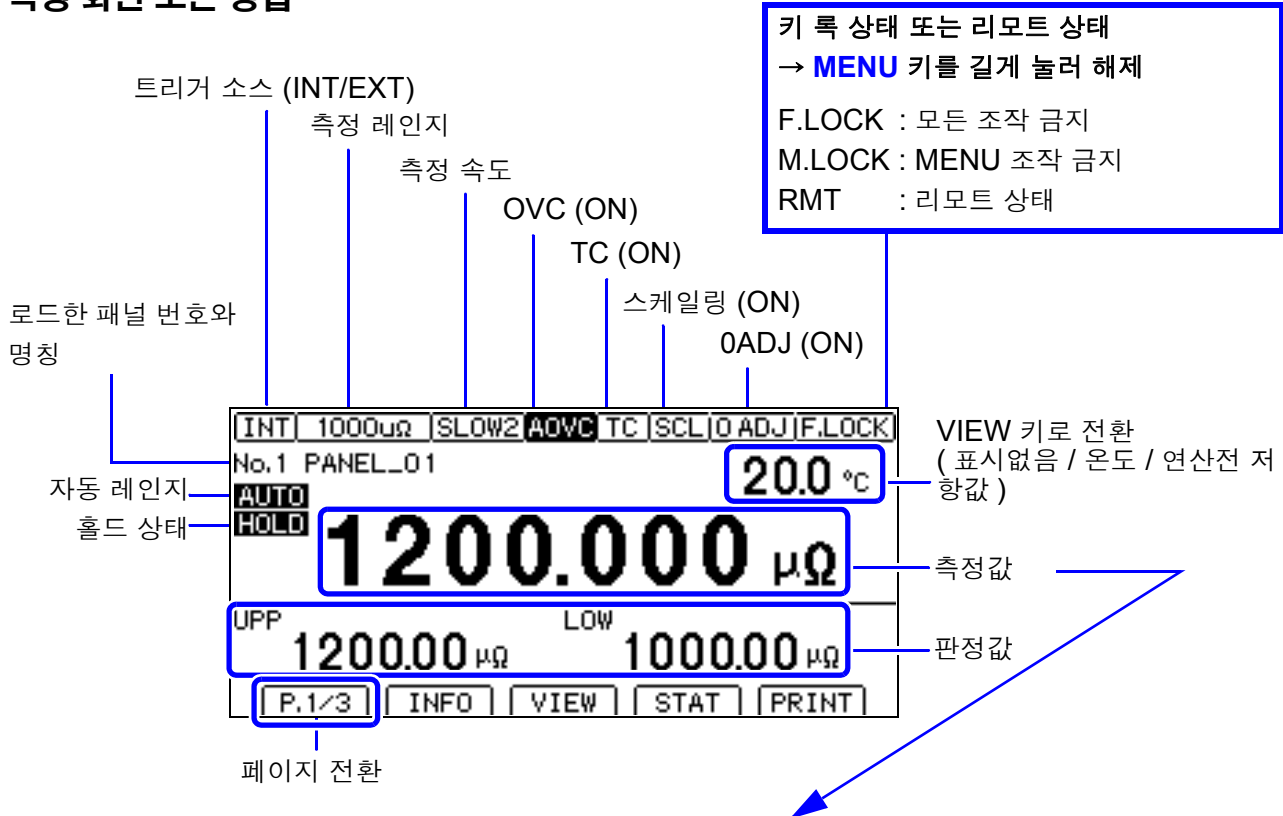
12 사용 후 전원을 끈다 (p.47)

1.5 화면 구성과 조작 개요

본 기기는 측정 화면과 각 설정 화면으로 구성되어 있습니다.

본 설명서의 화면 설명에서는 보기 쉽도록 화면을 흑백으로 반전시켜 기재하고 있습니다. 본 기기에서는 표시를 반전할 수 없습니다.

측정 화면 보는 방법

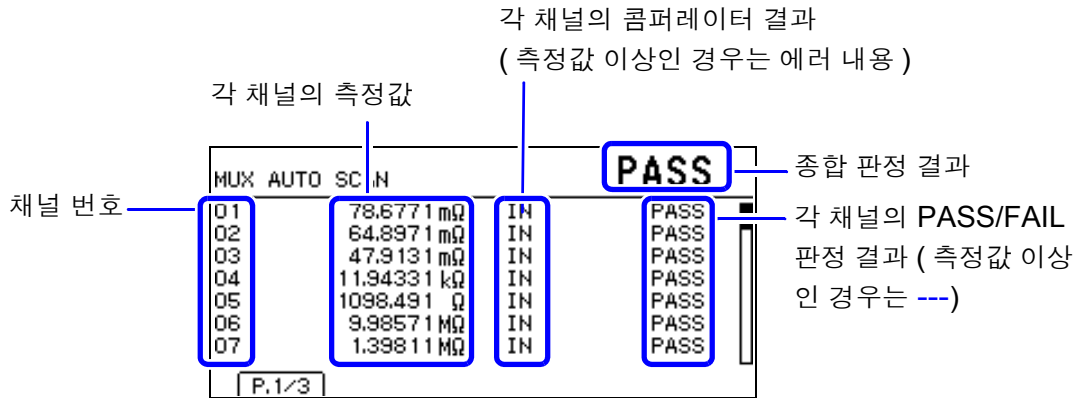


측정값 이외의 표시 (상세는 “측정 이상 확인하기”(p.59)를 참조하십시오)

표시	내용
+OvrRng -OvrRng	오버 레인지
CONTACT TERM.A CONTACT TERM.B	콘택트 에러
-----	미측정 또는 측정 대상이 단선되어 있다 *1

*1: 전류 이상 (SOURCE 배선이 오픈)을 오버 레인지로 취급하려는 경우는 전류 이상 출력 모드의 설정을 변경해 주십시오.(p.63)

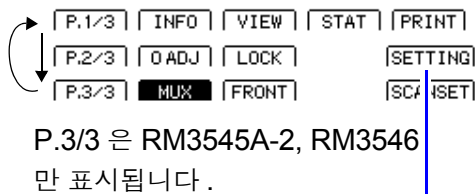
스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우 **RM3545A-2** **RM3546**



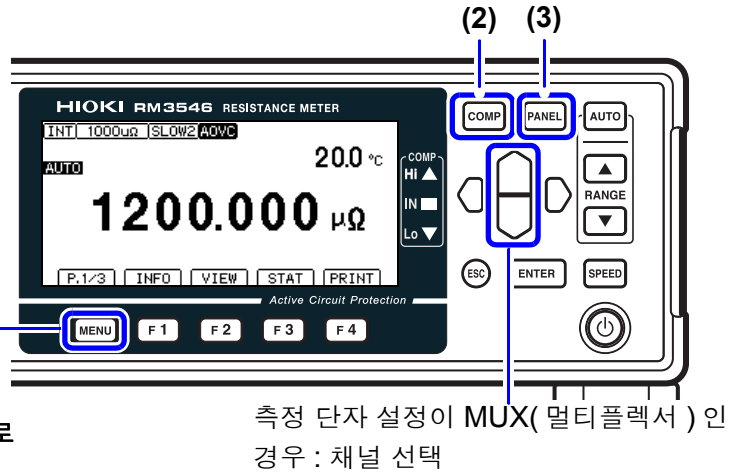
각 화면의 조작 개요

(1) 측정 화면

메뉴 전환

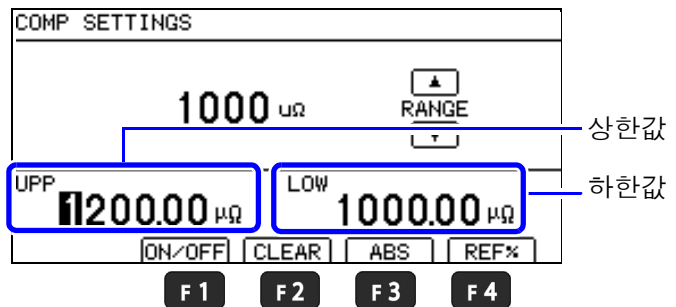


(4) 설정 화면으로



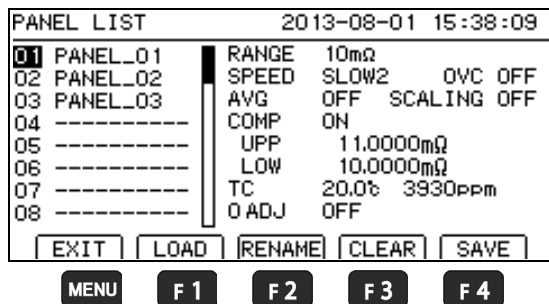
(2) 콤파레이터 설정 화면

- 1 F 키로 모드 선택
- 2 ▲ ▼로 레인지 변경
- 3 ◀ ▶ 자릿수 이동 ▶ 수치 변경
- 4 ENTER 로 확정, ESC 로 취소



(3) 패널 세이브 / 로드 화면

- 1 ◀ ▶ 패널 번호 선택
- 2 F 키로 실행
- 3 MENU 로 측정 화면으로 돌아간다







(4) 설정 화면

- 1  **[MUX1]*1 [MUX2]*1 [MEAS] [SYS] [I/O] [IF] [BIN]**

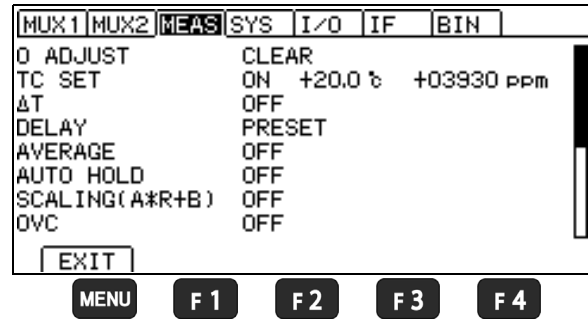
탭 이동

*1: RM3545A-2, RM3546 만 표시됩니다.

- 2   설정 항목 선택   항목 이동

- 3 F 키로 기능 전환 또는 수치 설정

- 4 **MENU** 로 측정 화면으로 돌아간다

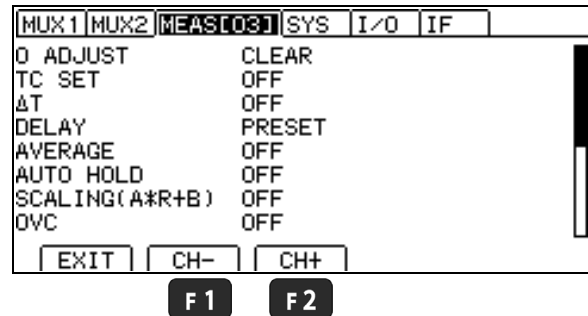


측정 단자 설정이 MUX(멀티플렉서) 인 경우

측정 조건을 채널별로 설정





- F1 [CH-]**: 채널을 변경 (감소)

- F2 [CH+]**: 채널을 변경 (증가)

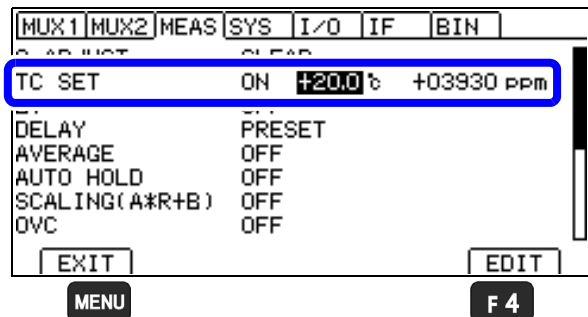


< 수치 설정 방법 >

- 1 **F4** 로 수치 편집이 가능하도록 한다

- 2   자릿수 이동   수치 변경

- 3 **ENTER** 로 결정, **ESC** 로 취소



설정 일람

RM3545A-1

화면		설정 및 키	개요	참조
측정 화면		COMP	컴퍼레이터 기능	p.113
		PANEL	패널 세이브 , 로드	-
		AUTO	측정 레인지	p.52
		▲▼ (RANGE)		
		SPEED	측정 속도	p.53
측정 화면 (P.1/2)		INFO (F1)	설정 조건 표시	p.58
		VIEW (F2)	측정 화면 표시 전환	p.56
		STAT (F3)	통계 연산 결과 표시	p.126
		STOP (F3)	스캔 정지	-
		PRINT (F4)	인쇄	p.264
측정 화면 (P.2/2)		0 ADJ (F1)	영점 조정	p.71
		LOCK (F2)	키 록	p.143
		SETTING (F4)	설정 화면으로 이동	
설정 화면 (SETTING)	측정 설정 화면 (MEAS)	0 ADJUST	영점 조정 클리어	p.74
		TC SET	온도 보정 (TC)	p.78
		ΔT	온도 환산 (ΔT)	p.131
		R0, T0		
		k		
		DELAY	딜레이	p.100
		AVERAGE	에버리지	p.76
		AUTO HOLD	측정값을 홀드한다	p.64
		SCALING(A*R+B)	스케일링	p.91
		A:		
		B:		
		UNIT:		
		OVC	오프셋 전압 보정 기능 (OVC)	p.96
		LOW POWER	저전력 모드 (LP)	p.67
		PURE RESISTANCE	순저항 모드 (PR)	p.99
		MEAS CURRENT	전류 전환	p.69
		Ω DIGITS	표시 자릿수 설정	p.95
		CURR ERROR MODE	전류 이상 출력 포맷	p.63
		CONTACT CHECK	콘택트 체크 기능	p.104
		CONTACT IMPRV	접촉 개선 기능	p.106
		100 MΩ PRECISION	100 MΩ 고정밀도 모드	p.112

1.5 화면 구성과 조작 개요

화면		설정 및 키	개요	참조
설정 화면 (SETTING)	시스템 설정 화면 (SYS)	STATISTICS	통계 연산 기능	p.127
		TEMP INPUT	온도 센서 설정	p.38
		ANALOG SET1		
		ANALOG SET2		
		CALIBRATION	셀프 캘리브레이션	p.108
		KEY CLICK	조작음 설정	p.145
		COMP BEEP Hi	판정음 설정	p.120
		IN		
		Lo		
		PANEL LOAD 0ADJ	영점 조정 값의 로드	p.138
		CONTRAST	콘트라스트 설정	p.147
		BACK LIGHT	백라이트 밝기 설정	p.148
		POWER FREQ	전원 주파수 설정	p.146
		CLOCK	시계 설정	p.149
		RESET	리셋	p.150
		ADJUST	본 기기의 조정	p.378
	EXT. I/O 설정 화면 (I/O)	TRIG SOURCE	트리거 소스	p.229
		TRIG EDGE	트리거 신호 논리	p.231
		TRIG/PRINT FILT	트리거 / 프린트 필터 기능	p.233
		EOM MODE	EOM 신호 설정	p.235
		JUDGE/BCD MODE	EXT. I/O 출력 모드	p.237
		OVERRNG ERR OUT	오버 레인지 에러 출력	p.238
		EXT. I/O TEST	EXT. I/O 테스트	p.239
	통신 인터페이스 설정 화면 (IF)	INTERFACE	인터페이스 설정	p.244
		SPEED	통신	p.243
		LAN		
		DATA OUT		
		CMD MONITOR		
		PRINT INTRVL	인쇄	p.263
		PRINT COLUMN		
		STAT CLEAR		
	BIN 설정 화면 (BIN)	BIN	BIN 측정 설정	p.123

RM3545A-2, RM3546

화면		설정 및 키	개요	참조
측정 화면		COMP	컴퍼레이터 기능	p.113
		PANEL	패널 세이브 , 로드	-
		AUTO	측정 레인지	p.52
		▲▼ (RANGE)		
		SPEED	측정 속도	p.53
측정 화면 (P.1/3)		INFO (F1)	설정 조건 표시	p.58
		VIEW (F2)	측정 화면 표시 전환	p.56
		STAT (F3)	통계 연산 결과 표시	p.126
		STOP (F3)	스캔 정지	-
		PRINT (F4)	인쇄	p.264
측정 화면 (P.2/3)		0 ADJ (F1)	영점 조정	p.71
		LOCK (F2)	키 록	p.143
		ATC (F3) <div>RM3546</div> (ATC SET 가 ON 인 경 우만 표시)	ATC 실행	p.89
		SETTING (F4)	설정 화면으로 이동	-
		측정 화면 (P.3/3)		FRONT (F1)
MUX (F2)	정면 측정 단자 사용			
SCANSET (F3)	스캔 기능			
설정 화면 (SETTING)	멀티플렉서 채널 설정 화면 (MUX1)	CH	각 채널의 사용	p.171
		TERM A B	각 채널의 단자	
		INST	각 채널의 측정 기기	
		0 ALL	각 채널의 스캔 영점 조정 설정	p.182
		0 ADJ	각 채널의 영점 조정 상태	
	멀티플렉서 기본 측정 면 (MUX2)	SPD	각 채널의 측정 속도	p.175
		RANGE	각 채널의 레인지	
		UPP/REF	각 채널의 콤퍼레이터 설정	
		LOW/%		
		PASS	각 채널의 PASS 조건	

1.5 화면 구성과 조작 개요

화면		설정 및 키	개요	참조
설정 화면 (SETTING)	측정 설정 화면 (MEAS)* ¹	0 ADJUST	영점 조정 클리어	p.74
		TC SET	온도 보정 (TC)	p.78
		ΔT	온도 환산 (ΔT)	p.131
		R0, T0		
		k		
		ATC SET RM3546	고도 온도 보정 기능 (A- TC)	p.80
		R1,T1		
		TCR		
		TERM		
		A		
		B		
		SPEED		
		RANGE		
		DELAY		
		AVERAGE		
		A-OVC		
		LOW POWER		
		PURE RES		
		MEAS CURRENT		
		CONTACT CHECK		
		CONTACT IMPRV		
		DELAY	딜레이	p.100
		AVERAGE	애버리지	p.76
		AUTO HOLD	측정값을 홀드한다	p.64
		SCALING(A*R+B)	스케일링	p.91
		A:		
		B:		
		UNIT:		
		OVC	오프셋 전압 보정 기능 (OVC)	p.96
		A-OVC RM3546	고도 오프셋 전압 보정 기능 (A-OVC)	
		LOW POWER RM3545A-1 RM3545A-2	저전력 모드 (LP)	p.67
		PURE RESISTANCE	순저항 모드 (PR)	p.99
		MEAS CURRENT	전류 전환	p.69
		Ω DIGITS	표시 자릿수 설정	p.95
		CURR ERROR MODE	전류 이상 출력 포맷	p.63
		CONTACT CHECK	콘택트 체크 기능	p.104
		CONTACT IMPRV	접촉 개선 기능	p.106
		100 M Ω PRECISION	100 M Ω 고정밀도 모드	p.112

화면		설정 및 키	개요	참조
설정 화면 (SETTING)	시스템 설정 화면 (SYS)	TERMINAL	측정 단자 설정	p.166
		WIRE	멀티플렉서 측정 방식	
		SCAN MODE	스캔 기능	
		FAIL STOP	스캔 시 FAIL 정지	
		UNIT TEST	Z3003 유닛 테스트	p.185
		STATISTICS	통계 연산 기능	p.127
		TEMP INPUT	온도 센서 설정	p.38
		ANALOG SET1		
		ANALOG SET2		
		CALIBRATION	셀프 캘리브레이션	p.108
		KEY CLICK	조작음 설정	p.145
		COMP BEEP Hi	판정음 설정	p.120
		IN		
		Lo		
		PASS		
		FAIL		
		PANEL LOAD 0ADJ	영점 조정 값의 로드	p.138
		CONTRAST	콘트라스트 설정	p.147
		BACK LIGHT	백라이트 밝기 설정	p.148
		POWER FREQ	전원 주파수 설정	p.146
		CLOCK	시계 설정	p.149
		RESET	리셋	p.150
		ADJUST	본 기기의 조정	p.378
	EXT. I/O 설정 화면 (I/O)	TRIG SOURCE	트리거 소스	p.229
		TRIG EDGE	트리거 신호 논리	p.231
		TRIG/PRINT FILT	트리거 / 프린트 필터 기능	p.233
		EOM MODE	EOM 신호 설정	p.235
		JUDGE/BCD MODE	EXT. I/O 출력 모드	p.237
		OVRRNG ERR OUT	오버 레인지 에러 출력	p.238
		EXT. I/O TEST	EXT. I/O 테스트	p.239
	통신 인터페이스 설정 화면 (IF)	INTERFACE	인터페이스 설정	p.244
		SPEED	통신	p.243
		LAN		
		DATA OUT		
		CMD MONITOR		
		PRINT INTRVL	인쇄	p.263
		PRINT COLUMN		
		STAT CLEAR		
	BIN 설정 화면 (BIN)	BIN	BIN 측정 설정	p.123

*1: 멀티플렉서 사용 시는 “MEAS” 옆에 선택된 채널 번호가 표시됩니다.

1.5 화면 구성과 조작 개요

2 측정 전 준비

랙 마운트에 대해서는 “14.19 랙 마운트”(p.370)를 참조해 주십시오.

이 장에서는 측정을 시작하기 전에 필요한 준비에 관하여 설명합니다.

“2.1 측정 전 점검”(p.34)



“2.2 전원 코드 연결하기”(p.35)



“2.3 측정 리드 연결하기”(p.36)



“2.4 Z2001 온도 센서 및 아날로그 출력 장착 온도계를 연결하기 (TC, ΔT 를 사용하는 경우)”(p.38)



“2.5 멀티플렉서 유닛 장착하기”(p.45)



“2.6 전원 켜기, 끄기”(p.47)

2.1 측정 전 점검

⚠ 위험



■ 사용 전에 측정 리드의 피복이 벗겨졌거나 금속이 노출되지 않았는지 확인한다

■ 사용 전에 본 기기의 점검과 동작을 확인한다

파손된 측정 리드나 본 기기를 사용하면 중대한 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다. 손상이 있는 경우에는 당사 지정 제품으로 교체해 주십시오.

부속품 및 옵션 점검

점검 항목	대처
전원 코드의 피복이 벗겨지지 않았다. 전원 코드의 금속이 노출되지 않았다.	손상이 있는 경우 감전 사고나 단락사고의 원인이 되므로 사용하지 마십시오. 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.
측정 리드의 피복이 벗겨지지 않았다. 측정 리드의 금속이 노출되지 않았다.	손상이 있는 경우 감전 사고가 발생할 수 있으므로 당사 지정 제품으로 교체해 주십시오.

본 기기의 점검

점검 항목	대처
본 기기에 파손된 곳이 없다.	손상이 있는 경우 수리를 의뢰해 주십시오.
전원을 켰을 때 스탠바이 키가 녹색 또는 빨간색으로 점등된다.	점등되지 않는 경우 전원 코드가 단선되었거나 본 기기 내부가 고장 났을 우려가 있습니다. 수리를 의뢰해 주십시오.
셀프 테스트 종료 (모델명 표시) 후 측정 화면이 표시된다.	에러가 표시되는 경우 본 기기 내부가 고장 났을 우려가 있습니다. 수리를 의뢰해 주십시오. 참조 : “13.2 문제가 발생했을 경우”(p.313), “에러 표시”(p.324)

2.2 전원 코드 연결하기

⚠ 경고



■ 전원 코드는 접지형 2극 콘센트에 연결한다

접지할 수 없는 콘센트에 전원 코드를 연결하면 사용자가 감전될 우려가 있습니다.

■ 사용 전에 케이블의 피복이 벗겨졌거나 내부 금속이 노출되지 않았는지 확인한다

파손된 케이블을 사용하면 중대한 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다. 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

■ 전원 코드를 연결하기 전에 사용할 전원 전압이 본 기기의 전원 연결부에 기재된 전압 범위 안에 있는지를 확인한다

전압 범위를 벗어난 전압을 입력하면 본 기기가 파손되거나 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다.

⚠ 주의



■ 본 기기에 전원을 공급하기 위해 구형파 출력 또는 유사 정현파 출력의 전원 장치(무정전 전원장치, DC/AC 인버터 등)를 사용하지 않는다

본 기기가 파손되거나 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다.

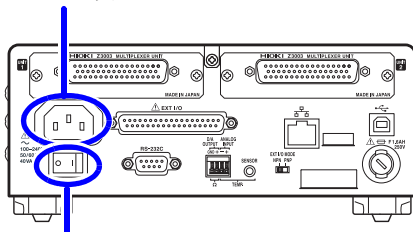


■ 전원 코드를 콘센트 또는 본 기기에서 뽑을 때는 플러그 (코드 이외)를 잡고 뽑는다 전원 코드가 단선될 수 있습니다.

전원을 끄고 나서 전원 코드를 탈착해 주십시오.

뒷면

전원 인렛



주전원 스위치

1 본 기기의 주전원 스위치 (뒷면)가 OFF(○)로 되어 있는지를 확인합니다.

2 전원 전압이 일치하는지를 확인하고 전원 코드를 전원 인렛에 연결합니다.

3 전원 코드의 플러그를 콘센트에 연결합니다.

본 기기의 전원이 켜진 상태에서 전원을 차단한 경우 (브레이커 차단 등) 다시 전원을 공급하면 스탠바이 키를 누르지 않아도 기동합니다.

2.3 측정 리드 연결하기

측정 단자에 옵션의 측정 리드를 연결합니다.

참조 : “ 옵션 ”(p.3)

⚠ 위험



- 피복이 파손되어 금속부가 노출된 코드류를 사용하지 않는다
중대한 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다.
- 측정 리드의 선단으로 전압이 인가되고 있는 2 선 사이를 단락하지 않는다
단락에 의해 중대한 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다.

⚠ 경고



- 본 기기에 옵션인 측정 리드를 연결하여 사용하는 경우는 각각에 표기된 정격 중 낮은 쪽을 초과하는 측정에 사용하지 않는다



- 어느 한쪽이든 정격을 초과한 측정에 사용하면 사용자가 감전될 우려가 있습니다.
- 측정 단자에 결선하기 전에 측정 라인의 전원을 차단한다
사용자가 감전되거나 단락을 일으킬 우려가 있습니다.

⚠ 주의



- 코드류를 다른 물건 사이에 끼우거나 밟지 않는다
피복이 파손되어 사용자가 감전될 우려가 있습니다.
- 케이블이나 케이블 연결부위를 과도하게 구부리거나 잡아당기거나 꼬지 않는다
케이블이 단선될 수 있습니다.
- 편형 리드의 선단을 만지지 않는다
편형 리드의 선단이 뾰족하므로 사용자가 다칠 수 있습니다.

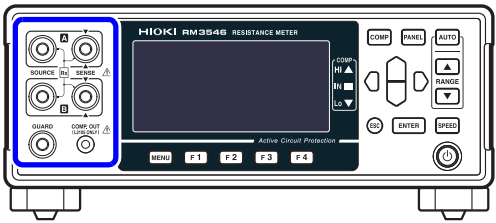
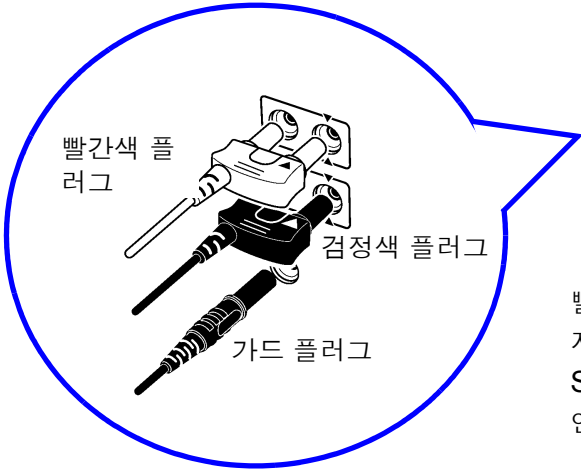


- 커넥터를 뽑을 때는 삽입 부분 (코드 이외) 을 잡고 뽑는다
케이블이 단선될 수 있습니다.

중요

- 본 기기를 사용할 때는 당사가 지정한 측정 리드류를 사용할 것을 권장합니다. 지정 이외의 측정 리드류를 사용하면 접촉 불량 등으로 정확한 측정을 할 수 없는 경우가 있습니다.
- 측정 리드를 자체 제작하거나 연장하려면 “14.15 측정 리드를 자체 제작하기, 멀티플렉서에 배선하기”(p.363)를 참조해 주십시오.
- 멀티플렉서를 사용하는 경우는 반드시 측정 리드를 분리해 주십시오.

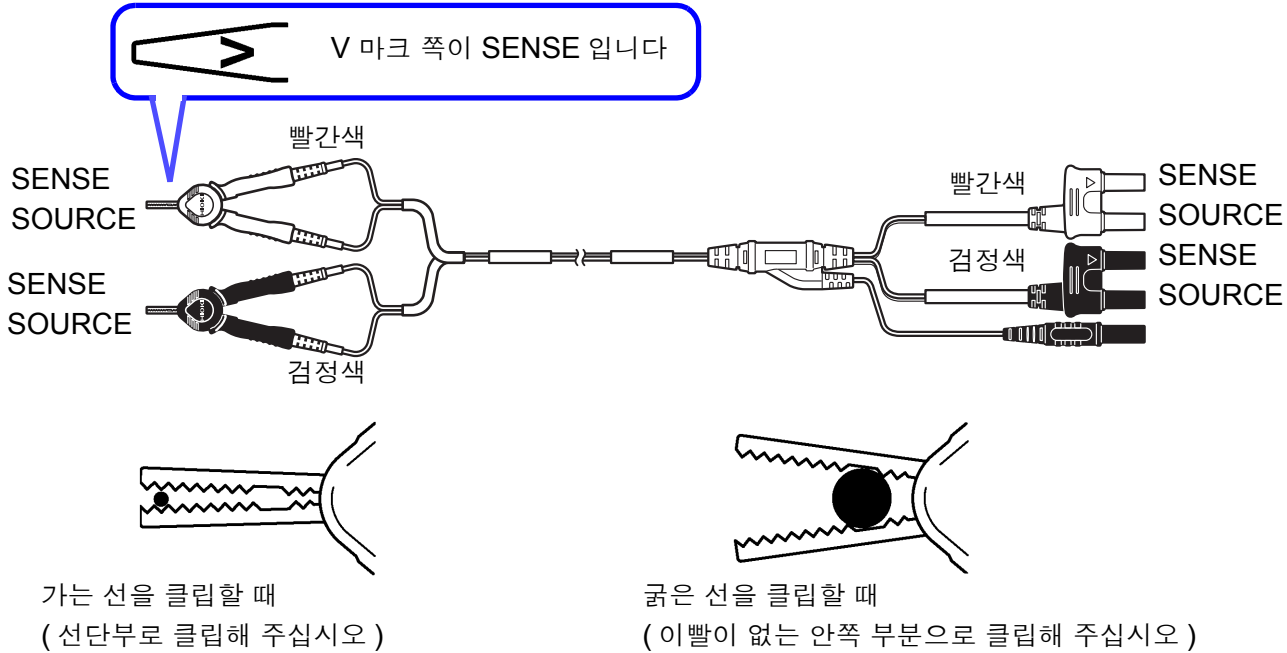
참조 : “7.3 멀티플렉서 관련 설정”(p.166)



빨간색 플러그를 SOURCE A 단자와 SENSE A 단자에 , 검정색 플러그를 SOURCE B 단자와 SENSE B 단자에 , 가드 플러그를 GUARD 단자에 연결합니다 .

측정 리드에 대해서

(예 : L2101 클립형 리드의 경우)



2.4 Z2001 온도 센서 및 아날로그 출력 장착 온도계를 연결하기 (TC, ΔT 를 사용하는 경우)

Z2001 온도 센서를 연결한다

⚠ 주의



- 온도 센서에 고전압 펄스나 정전기를 인가하지 않는다
전압 펄스나 정전기가 인가되면 파손될 우려가 있습니다.
- 온도 센서의 선단에 과도한 충격을 가하거나 리드선을無理하게 구부리지 않는다
온도 센서가 파손될 수 있습니다.
- 먼지가 많거나 물에 접촉할 수 있는 환경에서 온도 센서를 사용하지 않는다
온도 센서는 방진 및 방수 구조가 아닙니다. 먼지나 물이 들어가면 파손될 수 있습니다.



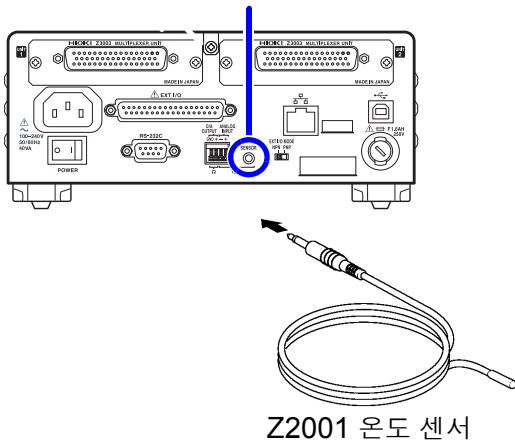
- 온도 센서의 손잡이 부분 및 보상 도선이 지정 온도 범위를 넘지 않도록 한다
온도 센서가 파손될 수 있습니다.
- 커넥터는 확실하게 연결한다
본 기기가 파손되거나 사양을 만족하지 못할 우려가 있습니다.
- 온도 센서는 본 기기의 주전원 스위치의 전원을 끈 후에 연결한다
본 기기나 온도 센서가 파손될 수 있습니다.

중요

- 온도 센서는 TEMP.SENSOR 단자에 깊숙이 확실하게 꽂아 주십시오. 연결이 불충분한 경우 측정값에 큰 오차가 발생할 수 있습니다.
- 온도 센서의 본 기기 연결부가 오염된 경우는 닦아내 주십시오. 오염된 경우 접촉 저항이 증가하여 온도 측정값에 영향을 미칩니다.
- 온도 센서의 커넥터가 빠지지 않도록 주의해 주십시오. (빠지면 온도 보정, 온도 환산 기능을 사용할 수 없습니다)
- 온도 센서를 연결할 경우 TEMP.ANALOG INPUT 단자에는 아무것도 연결하지 마십시오. 잘못된 측정값이 표시됩니다.
- 온도를 보정할 측정 대상과 온도 센서가 주위 온도에 충분히 익숙해진 후에 측정해 주십시오 (10 분 이상). 익숙해지지 않은 상태에서 측정하면 큰 오차가 발생합니다.
- 온도 센서를 맨손으로 잡으면 유도 노이즈를 포착하여 측정값이 안정되지 않을 수 있습니다.
- 온도 센서는 주위 온도를 측정하는 용도로 쓰입니다. 온도 센서를 측정 대상 표면 등에 장착해도 측정 대상 자체의 온도는 바르게 측정할 수 없습니다. 주위 환경과 측정 대상의 온도 차이가 큰 경우에는 방사 온도계에 의한 보정이 적합합니다.

뒷면

TEMP.SENSOR 단자



1 본 기기의 주전원 스위치 (뒷면) 가 OFF(○)로 되어 있는지를 확인합니다 .

2 Z2001 온도 센서를 본 기기 뒷면의 TEMP.SENSOR 단자에 연결합니다 .

중요

- 깊숙하게 확실히 삽입해 주십시오 .
- TEMP.ANALOG INPUT 단자에는 아무것도 연결하지 마십시오 .

3 온도 센서의 선단을 측정 대상 가까이에 배치합니다 .

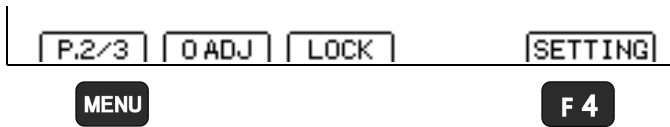
4 온도 측정의 설정을 합니다 .

2

2.4 Z2001 온도 센서 및 아날로그 출력 장착 온도계를 연결하기 (TC, ΔT 를 사용하는 경우)

전원 투입 후 온도 측정의 설정이 올바른지 확인해 주십시오 . 필요한 경우 변경해 주십시오 .

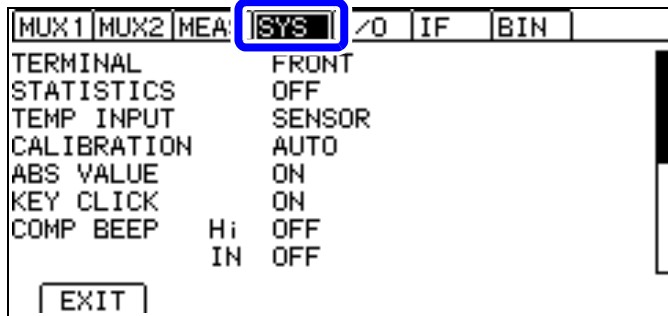
1 설정 화면을 엽니다 .



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

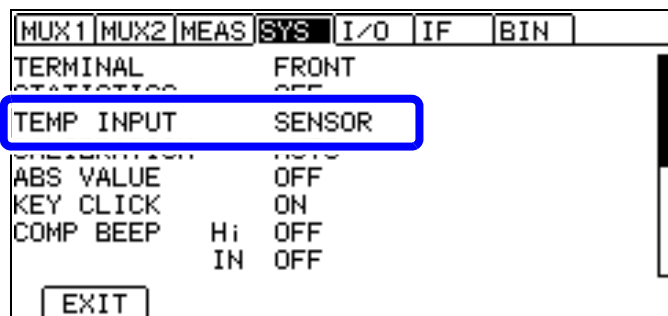
2 **F 4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다 .



좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 [TEMP INPUT] 을 선택하고 **F 3** [SENSOR] 를 누릅니다 .



1  선택

2 **F 3** 서미스터 센서
(Z2001)

MENU

F 3

MENU 측정 화면으로 돌아가기

아날로그 출력 장착 온도계 연결하기

본 기기에 아날로그 출력이 있는 온도계를 연결하면 온도를 측정할 수 있습니다.

⚠ 경고



- 온도 측정 회로는 접지되어 있으므로 본 기기 뒷면의 TEMP.ANALOG INPUT 단자에는 대지에서 절연된 아날로그 출력 온도계를 연결한다
사용자가 감전되거나 본 기기가 파손될 우려가 있습니다.

⚠ 주의



- 아날로그 출력 장착 온도계를 사용하여 0 V ~ 2 V (단자 간) 범위를 초과하는 전압을 입력하지 않는다
본 기기가 파손될 수 있습니다.
- 커넥터는 확실하게 연결한다
본 기기가 파손되거나 사양을 만족하지 못할 우려가 있습니다.
- 본 기기에 연결하기 전에 본 기기와 온도계의 전원이 꺼졌는지 확인한다
본 기기가 파손될 수 있습니다.

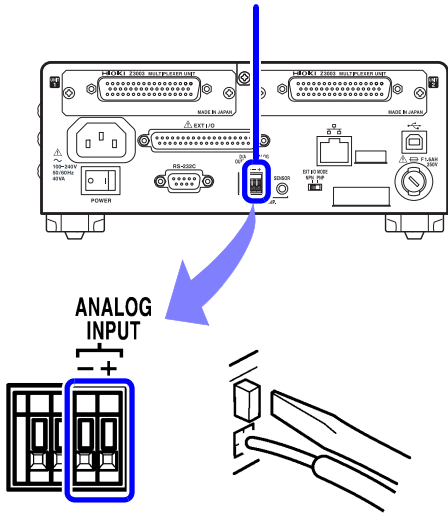
중요

- 4 mA ~ 20 mA 출력 온도계의 경우는 50 Ω 정도의 셉트 저항을 온도계의 +/- 단자 사이에 연결하여 전압으로 변환한 후 본 기기의 TEMP. ANALOG INPUT 단자에 연결해 주십시오. 50 Ω 을 연결한 경우, 기준 전압 (V_1 , V_2) 의 설정은 V_1 : 0.20 V, V_2 : 1.00 V 입니다.
- 온도계를 연결할 경우는 TEMP.SENSOR 단자에 아무것도 연결하지 마십시오. 잘못된 측정값이 표시됩니다.

2.4 Z2001 온도 센서 및 아날로그 출력 장착 온도계를 연결하기 (TC, ΔT 를 사용하는 경우)

뒷면

TEMP.ANALOG INPUT 단자



- 1** 본 기기의 주전원 스위치 (뒷면) 가 OFF(○)로 되어 있는지를 확인합니다 .
- 2** 온도계의 아날로그 출력 단자와 본 기기 뒷면의 TEMP.ANALOG INPUT 단자를 케이블로 연결합니다 .

중요

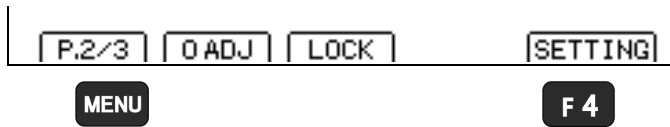
- 깊숙하게 확실히 삽입해 주십시오 .
- TEMP.SENSOR 단자에는 아무것도 연결하지 마십시오 .

- 3** 온도 측정의 설정을 합니다 .

적합 도선	단선	AWG22 (Ø0.65 mm)
	연선	AWG22 (0.32 mm ²)
	소선 지름	Ø0.12 mm 이상
사용 가능 도선	단선	AWG28 (Ø0.32 mm) ~ AWG22 (Ø0.65 mm)
	연선	AWG28 (0.08 mm ²) ~ AWG22 (0.32 mm ²)
	소선 지름	Ø0.12 mm 이상
표준 벗긴 선 길이 : 9 mm ~ 10 mm		

전원 투입 후 온도 측정의 설정이 올바른지 확인해 주십시오. 필요한 경우 변경해 주십시오.

1 설정 화면을 엽니다.

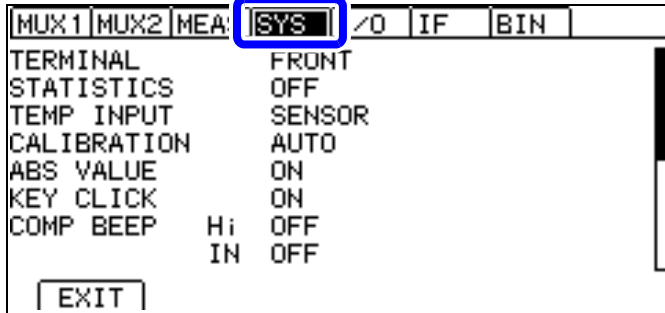


1 MENU 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 F4 설정 화면 표시

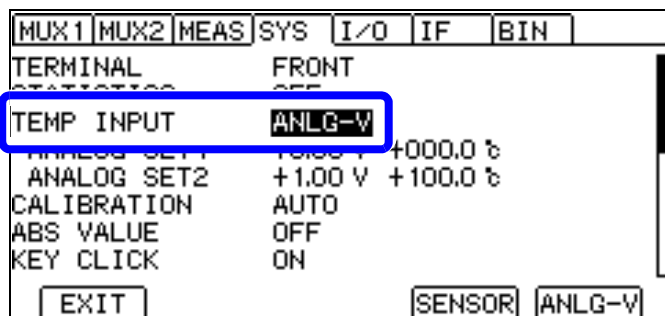
2

2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 TEMP INPUT 을 선택하고 F4 (ANLG-V) 를 누릅니다.



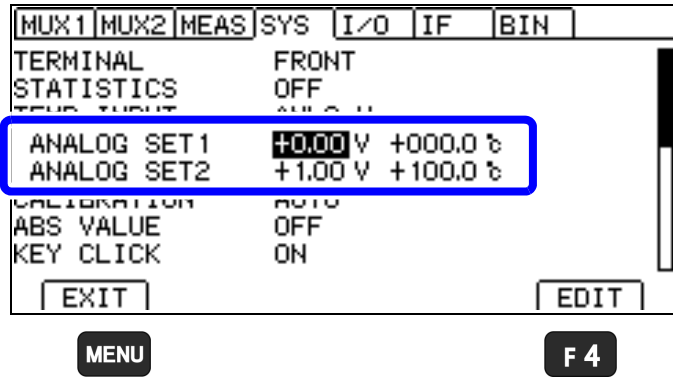
1 선택

2 F4 아날로그 입력

F4

4 2 점의 기준 전압과 이에 대응하는 기준 온도를 설정합니다 .

(기준 전압 V_1 , V_2 와 기준 온도 T_1 , T_2 를 1 ~ 3 순서로 설정합니다)



- 1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다
- 2 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경
- 3 **ENTER** 확정
(**ESC** 취소)

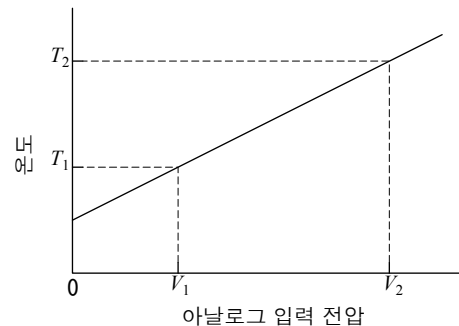
설정 범위기준 전압 (V_1 , V_2): 00.00 ~ 02.00 V (초기 설정 V_1 : 0 V, V_2 : 1 V)

기준 온도 (T_1 , T_2): -99.9 ~ 999.9°C (초기 설정 T_1 : 0°C, T_2 : 100°C)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

표시값은 다음 연산식으로 계산합니다 .

$$\frac{T_2 - T_1}{V_2 - V_1} \times (\text{입력 전압}) + \frac{T_1 V_2 - T_2 V_1}{V_2 - V_1}$$



2.5 멀티플렉서 유닛 장착하기

멀티플렉서 유닛을 사용하는 경우는 Z3003 멀티플렉서 유닛을 장착해 주십시오.

경고



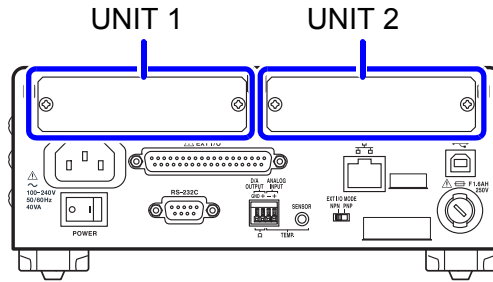
- 멀티플렉서 유닛을 탈착하기 전에 본 기기의 전원을 끄고 케이블류를 분리한다
사용자가 감전되거나 본 기기 및 멀티플렉서 유닛이 파손될 우려가 있습니다.
- 기전력을 지닌 측정 대상 (배터리 , 전원) 을 연결하는 경우에는 단락 보호를 한다
본 기기 및 측정 대상의 파손이나 화재를 일으킬 수 있습니다.
- 멀티플렉서 유닛을 연결하지 않을 때는 블랙 패널을 장착해 둔다
사용자가 감전되거나 본 기기가 파손될 우려가 있습니다.

주의



- 멀티플렉서 유닛에 내압 시험기나 절연 저항계를 직접 연결하지 않는다
Z3003 멀티플렉서 유닛의 접점 최대 허용 전압은 DC ± 60 V 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak 입니다 . 최대 허용 전압을 초과하는 전압을 입력하면 본 기기가 파손될 수 있습니다 .
- 멀티플렉서 유닛을 장착한 후 나사를 확실하게 조인다
- 커넥터는 확실하게 연결한다
멀티플렉서 유닛이 파손되거나 사양을 만족하지 못할 우려가 있습니다 .
- 멀티플렉서 유닛을 삽입할 때는 판금 부분을 잡고 삽입한다
기판을 직접 만지면 정전기의 영향으로 고장이 나거나 , 고저항 레인지에서 정확도 불량
의 원인이 될 수 있습니다 . 정전기 방지 장갑 사용과 함께 정전기 대책 (정전기 대책용 손목 스트랩 등 사용) 을 마련할 것을 권장합니다 .
- 멀티플렉서 유닛을 사용하지 않을 때는 배송 시의 포장 재료를 사용하여 보관한다
멀티플렉서 유닛이 파손될 우려가 있습니다 .

뒷면



멀티플렉서 유닛을 1 개만 사용하는 경우는 UNIT 1, UNIT 2 중 어느 쪽에 설치해도 무방합니다.

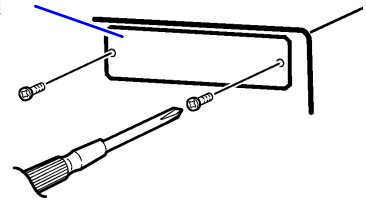
준비물 : 십자 드라이버

- 1** 본 기기의 주전원 스위치를 끄고 코드와 리드선류를 분리합니다.
- 2** 2 개의 고정 나사를 십자 드라이버로 분리하고 블랭크 패널을 분리합니다.
- 3** 멀티플렉서 유닛의 방향에 주의해서 깊숙이 확실하게 삽입합니다. 가이드 레일을 따라 삽입해 주십시오.
기판을 손으로 직접 만지지 마십시오.
유닛을 삽입할 때는 정전기 방지 장갑 사용과 함께 대책 (정전기 대책용 손목 스트랩 등 사용) 을 마련할 것을 권장합니다.
- 4** 멀티플렉서 유닛의 고정나사 2 개를 십자 드라이버로 단단히 조입니다.

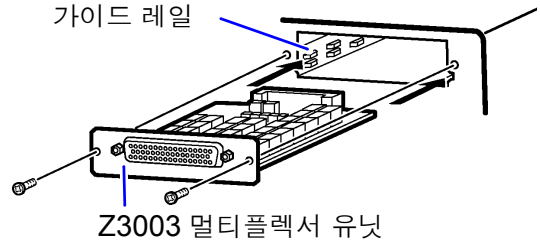
설치 UNIT 번호와 일치하도록 설정해 주십시오.

참조 : “ 채널의 핀 할당을 커스터마이징하기 ”(p.170)

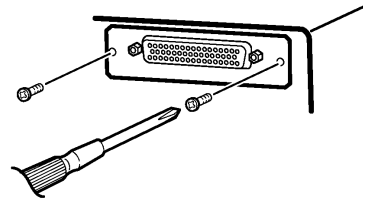
블랭크 패널



가이드 레일



Z3003 멀티플렉서 유닛

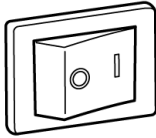


멀티플렉서 유닛을 분리한다

본 기기의 주전원 스위치를 끄고 코드 및 리드선류를 분리한 후, 위의 역순으로 멀티플렉서 유닛을 분리하고 블랭크 패널을 장착합니다.

2.6 전원 켜기, 끄기

주전원 스위치로 전원 켜기

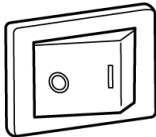


전원 ON |

뒷면의 주전원 스위치를 ON(|)으로 합니다.

스탠바이 상태가 해제된 상태에서 주전원 스위치를 OFF로 한 후 주전원 스위치를 ON으로 하면 스탠바이 상태가 자동으로 해제됩니다.

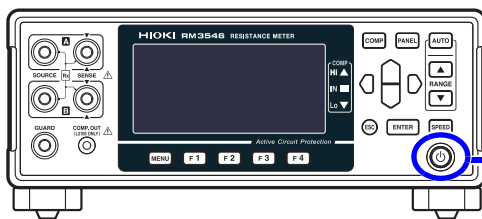
주전원 스위치로 전원 끄기



전원 OFF ○

뒷면의 주전원 스위치를 OFF(○)로 합니다.

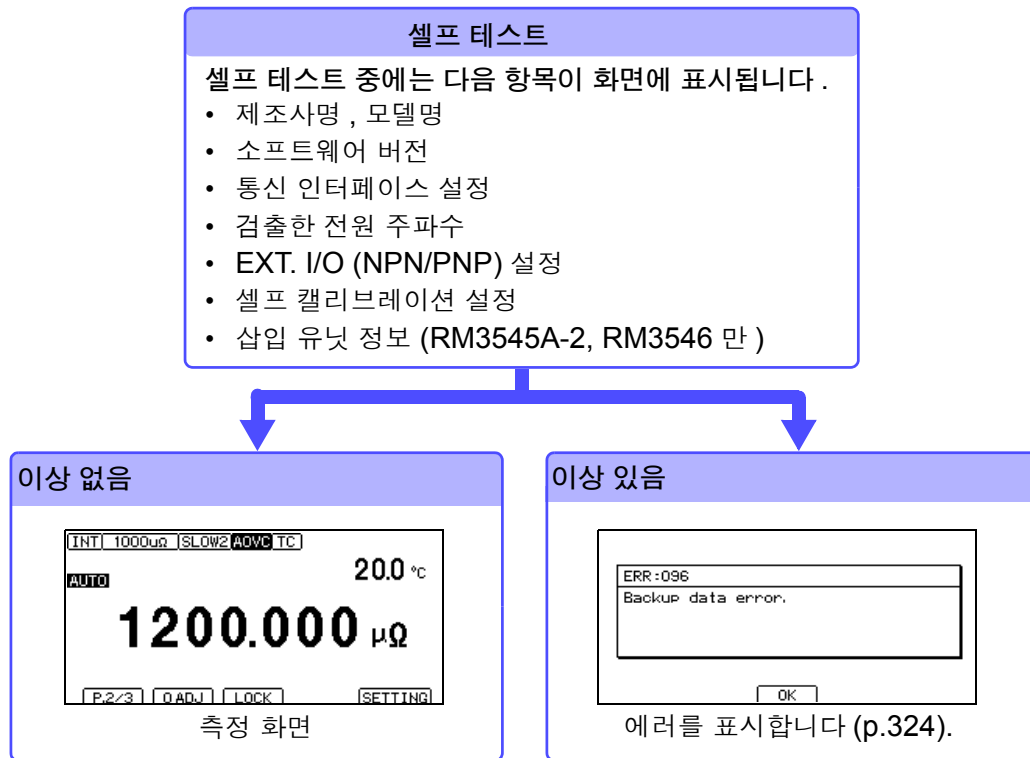
스탠바이 상태 해제하기



스탠바이 키를 누릅니다.

(스탠바이 키가 빨간색에서 녹색 점등으로 바뀝니다)

스탠바이 해제 후 셀프 테스트 (기기의 자가진단) 를 시작합니다 .
셀프 테스트 중에는 표시부에 다음 정보를 표시하며 , 하드웨어를 확인합니다 .



중요

Z3003 멀티플렉서 유닛의 테스트는 기동 시의 셀프 테스트에서는 하지 않습니다 .

참조 : “7.6 멀티플렉서 유닛의 동작 확인”(p.185)

측정 시작 전에

높은 정확도로 측정을 하기 위해 전원을 켜 후 60 분 이상 윹업을 해주십시오 .

SOURCE 단자는 퓨즈로 보호됩니다 . 퓨즈가 단선된 경우에는 **[Blown FUSE.]** 라고 표시되며 , 저항값을 측정할 수 없습니다 . 그 경우에는 퓨즈를 교체해 주십시오 .

참조 : “13.3 측정 회로 보호용 퓨즈의 교체”(p.327)

측정 조건은 전회 전원을 껐을 때의 조건으로 설정됩니다 (백업).

스탠바이 상태로 하기

스탠바이 키를 누릅니다 (1 초 누르기).

(스탠바이 키가 녹색에서 빨간색 점등으로 바뀝니다)

전원 코드를 전원 인렛에서 분리하면 스탠바이 키가 꺼집니다 .

다시 전원을 켜면 전원을 끄기 직전의 상태에서 기동합니다 .

본 기기의 전원이 켜진 상태에서 전원을 차단한 경우 (브레이커 차단 등) 다시 전원을 공급하면 스탠바이 키를 누르지 않아도 기동합니다 .

3 기본 측정

측정하기 전에 “측정하기 전에”(p.10)를 잘 읽어 주십시오.

이 장에서는 본 기기를 사용하기 위한 기본적인 조작 방법에 관해 설명합니다.

“3.1 측정 대상 확인하기”(p.50)



“3.2 측정 레인지 설정하기”(p.52)



“3.3 측정 속도 설정하기”(p.53)



“3.4 측정 리드를 측정 대상에 연결하기”(p.55)

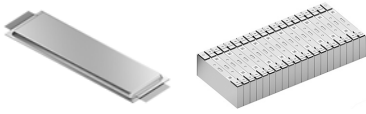
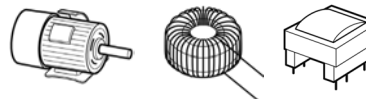
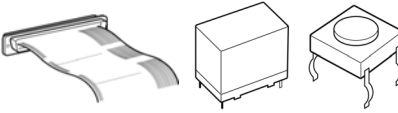
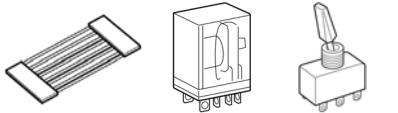

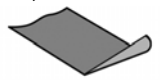
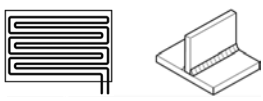



“3.5 측정값 확인하기”(p.56)

측정 조건의 커스터마이징에 대해서는 “4 측정 조건 커스터마이징”(p.65)를 참조해 주십시오.

3.1 측정 대상 확인하기

적절한 저항 측정을 위해 측정 대상에 따라 측정 조건을 변경해야 합니다. 아래 표의 권장 예를 참고하여 본 기기의 설정을 한 후 측정을 시작해 주십시오.

측정 대상	권장 설정 (굵은 글씨는 초기 설정에서 변경)					
	저전력 모드 (p.67)	측정 전류 (p.69)	TC (p.78) ΔT (p.131)	OVC (p.96) A-OVC (p.98)	콘택트 체크 (p.104)	순저항 모드 (p.99)
용접 저항 배터리 셀의 탭 용접, 배터리 팩의 버스 바 용접부, 차량용 배터리 용접부, 인버터 용접부 	OFF	High	TC	ON	ON	ON
모터, 솔레노이드, 초크 코일, 트랜스 	OFF	High	TC	OFF	ON	OFF
신호용 접점 와이어 하네스, 커넥터, 릴레이 접점, 스위치 	ON	—	TC	ON	OFF*3	—
전력용 접점 와이어 하네스, 커넥터, 릴레이 접점, 스위치 	OFF	High	TC	ON	ON	ON
퓨즈, 저항기 	OFF	Low *1	—	ON	ON	OFF
도전성 도료, 도전성 고무 	OFF	High	—	OFF	OFF	OFF
기타, 일반적인 저항 측정 히터, 전선 	OFF	High	*2	ON	ON	OFF
온도 상승 시험 모터, 초크 코일, 트랜스 	OFF	High	ΔT	OFF	ON	OFF

*1: 정격 전력에 여유가 있는 경우는 High 를 선택

*2: 측정 대상의 온도 의존성이 큰 경우에는 온도 보정을 사용

*3: 허용 인가 전압에 여유가 있는 경우에는 ON 을 선택

중요

상용 전원 트랜스를 외부 트리거로 측정하는 경우 딜레이 설정 프리셋으로는 측정할 수 없습니다 . 딜레이를 충분히 길게 하거나 내부 트리거로 측정해 주십시오 .(p.100)

3.2 측정 레인지 설정하기

측정 레인지를 선택합니다. 또한 자동 선택 (자동 레인지)도 가능합니다.

수동 레인지로 하기



사용하고자 하는 레인지를 선택합니다. ([**AUTO**] 소등)
누를 때마다 소수점 위치와 단위가 바뀝니다.

자동 레인지로 하기



수동 레인지 상태에서 누릅니다. ([**AUTO**] 점등)
최적의 측정 레인지를 자동으로 선택합니다.

자동 레인지에서 수동 레인지로 변경하기

다시, [**AUTO**] 를 누릅니다. 선택된 레인지에서 수동 레인지가 됩니다.

중요

- 콤퍼레이터 기능 및 BIN 측정 기능을 ON으로 하면 레인지가 고정되어 변경할 수 없게 됩니다 (자동 레인지로도 전환할 수 없음). 레인지를 변경할 경우는 콤퍼레이터 기능 및 BIN 측정 기능을 OFF로 하거나 콤퍼레이터 설정 및 BIN 번호 설정 중에 레인지를 변경해 주십시오.
- 모터, 트랜스 및 코일 등 측정 대상에 따라서는 자동 레인지가 안정되지 않을 수 있습니다. 이때는 수동으로 레인지를 선택하거나 딜레이 시간을 길게 해주십시오.

참조: “4.11 측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)”(p.100)

- 측정 대상 전력은 각 레인지의 측정 범위 내에서는 저항값 \times (측정 전류)²입니다. 측정 범위를 초과하면 최대로 개방전압 \times 측정 전류의 경우가 있습니다. 측정 레인지를 확인한 후 측정 대상을 연결해 주십시오. 측정 전류 High의 경우, 100 Ω 이하의 저항 레인지에서는 측정 대상에 큰 전력이 인가되는 경우가 있습니다. 특히 100 m Ω 레인지 이하 (측정 전류가 1 A가 되는 레인지)에서는 최대 2 W 정도의 전력이 인가될 가능성이 있습니다. 측정 레인지, 전류 전환을 확인한 후 측정 대상을 연결해 주십시오.

참조: “4.2 측정 전류 전환하기 (1000 $\mu\Omega$ ~ 100 Ω 레인지)”(p.69)

- 깨지기 쉬운 소자를 측정할 경우는 저전력 모드를 ON으로 하고 측정해 주십시오.
(RM3545A 만 해당)

참조: “4.1 저전력 모드 (LP)로 전환하기”(p.67)

- 각 레인지의 측정 정확도는 “측정 정확도”(p.284)를 참조해 주십시오.
- 트리거 소스 INT의 경우 콘택트 에러 시 (측정 대상 미연결 시) 전류를 정지합니다. 한편, 트리거 소스 INT에서 콘택트 체크 기능이 OFF인 경우 측정 대상이 연결되지 않았을 때는 최대 개방전압이 단자 사이에 발생합니다. 따라서 측정 대상에 연결한 순간에는 돌입전류가 흐릅니다.
(예 : 측정 전류 1 A 레인지에서 순저항을 측정한 경우, RM3545A에서는 최대 6 A, 수렴 시간 최대 2 ms, RM3546에서는 최대 3 A, 수렴 시간 최대 1 ms)

돌입 전류량은 레인지에 따라 달라집니다. 깨지기 쉬운 소자를 측정할 경우는 콘택트 체크를 ON으로 하거나, 작은 레인지의 측정 전류를 사용해 주십시오. 단, 콘택트 체크를 ON으로 해도 채터링이 있는 경우에는 돌입 전류를 완전히 방지할 수 없습니다.

- 멀티플렉서에서 2 선식으로 설정한 경우는 10 Ω 레인지 이하를 사용할 수 없습니다.

3.3 측정 속도 설정하기

측정 속도를 다음의 4 단계로 설정할 수 있습니다.

[FAST], [MED] (MEDIUM), [SLOW1], [SLOW2]

[FAST] 보다도 [MED] (MEDIUM), [SLOW1], [SLOW2] 쪽이 측정 정밀도가 높고 외부 환경의 영향을 잘 받지 않습니다.

설정	FAST	MED	SLOW1	SLOW2
측정 속도	빠름 ← → 느림			
측정값의 안정성	낮음 ← → 높음			

외부 환경의 영향을 받기 쉬운 경우 측정 대상 및 측정 리드를 충분히 실드하고 케이블을 꼬아주십시오.

참조 : “14.10 노이즈 대책에 대해서”(p.353)

SPEED

누를 때마다 측정 속도가 바뀝니다.

측정과 측정 사이에 약 5 ms 동안 셀프 캘리브레이션을 실행합니다. 측정 간격을 짧게 하려면 셀프 캘리브레이션 수동 설정으로 해주십시오.

참조 : “4.14 측정 정밀도 유지하기 (셀프 캘리브레이션 기능)”(p.108)

적분 시간 (단위 : ms) (검출 전압의 데이터 수집 시간)

LP	레인지	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
OFF	1000 k Ω 이하	0.3* ¹		20.0	16.7	100	200
	10 M Ω 이상	20.0	16.7	20.0	16.7	100	200
ON	모든 레인지	20.0	16.7	40.0	33.3	200	300

*1: 측정 단자가 MUX 인 경우 1000 $\mu\Omega$ 및 10 m Ω 레인지일 때는 1.0 ms

참조 : “12.2 입력 사양 / 출력 사양 / 측정 사양”(p.276)

- OVC가 ON 일 때는 적분을 2 회 실행합니다. LP가 ON 일 때 OVC는 ON 고정입니다.
- A-OVC*²가 ON 일 때는 적분을 4 회 실행합니다. LP가 ON 또는 1000 $\mu\Omega$ 레인지일 때는 OVC 또는 A-OVC*²는 ON 으로 고정됩니다(RM3546의 경우 둘 다 설정 가능합니다).
- LP가 ON 이고 측정 속도가 SLOW2 인 경우는 애버리지 기능이 OFF로 설정되어 있어도 평균화는 2 회입니다.

*2: RM3546 만 해당

트리거 소스 INT 및 연속 측정 ON(프리런) 에서의 최단 측정 시간

LP OFF (단위 : ms) 허용차 $\pm 10\%$ ± 0.2 ms

레인지	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
1000 k Ω 이하	1.0* ¹		20.7	17.4	101	201
10 M Ω 이상	20.7	17.4	20.7	17.4	101	201

*1: 측정 단자가 MUX 인 경우 1000 $\mu\Omega$ 및 10 m Ω 레인지일 때는 1.7 msLP ON (단위 : ms) 허용차 $\pm 10\%$ ± 0.2 ms OVC ON 인 경우만 해당 (RM3545A 만 해당)

레인지	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
LP1000 m Ω	71	65	111	98	431	631
LP10 Ω	111	105	151	138	471	671
LP100 Ω	111	105	151	138	471	671
LP1000 Ω	113	107	153	140	473	673

최단 조건

딜레이 : 0 ms, OVC: OFF, 애버리지 : OFF, 셀프 캘리브레이션 : MANUAL,

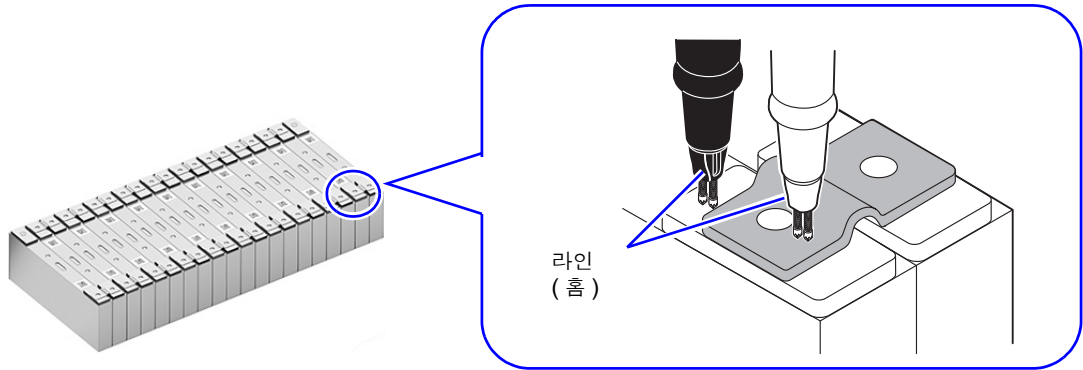
접촉 개선 : OFF, 스케일링 : OFF

측정값 표시 전환 : 없음

3.4 측정 리드를 측정 대상에 연결하기

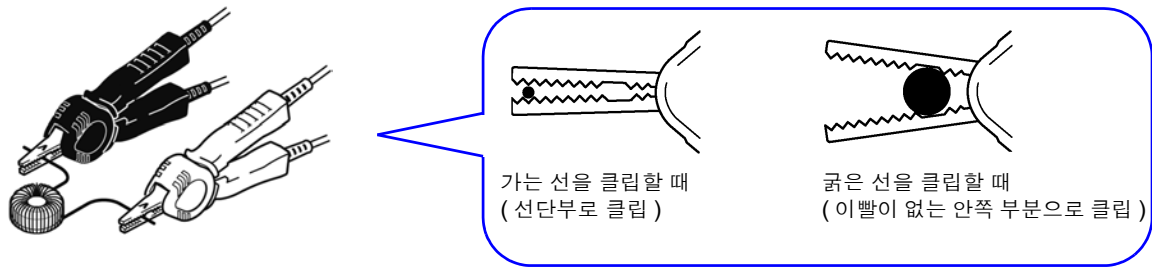
연결하기 전에 “ 측정하기 전에 ”(p.10) 를 잘 읽어 주십시오 .

L2100 의 예

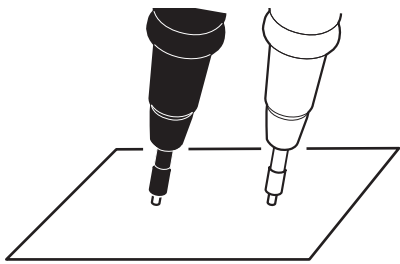


베이스 부분의 라인 (홈) 이 서로 안쪽을 향하도록 연결한다

L2101 의 예

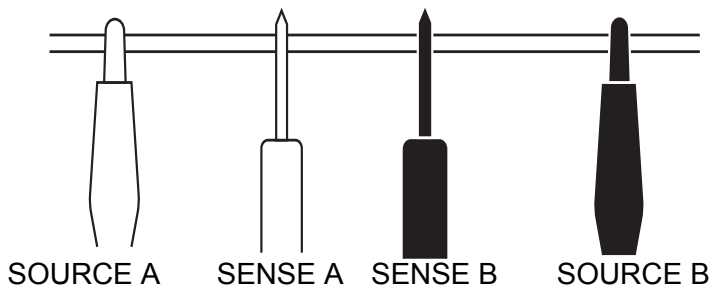


L2102 의 예



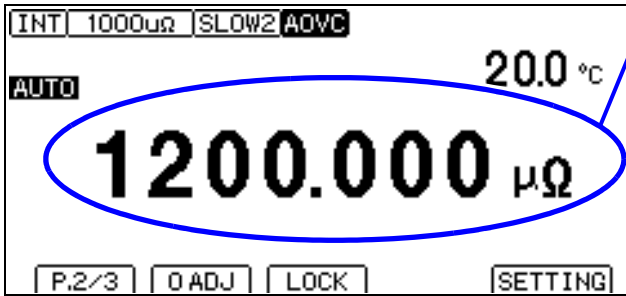
갓다 댄다

L2104 의 예



SENSE 단자는 SOURCE 단자보다 안쪽에 배치한다

3.5 측정값 확인하기



저항값이 표시됩니다.

- 측정값 이외의 것이 표시될 때는 “ 측정 이상 확인하기 ”(p.59) 를 참조해 주십시오 .
- 저항 이외의 측정값으로 환산하고자 하는 경우는 다음을 참조하십시오 .

참조 : “4.19 온도 상승 시험하기 (온도 환산 기능 (ΔT))”(p.131)

참조 : “4.7 측정값 보정하기 , 저항값 이외의 물리량으로 표시하기 (스케일링 기능)”(p.91)

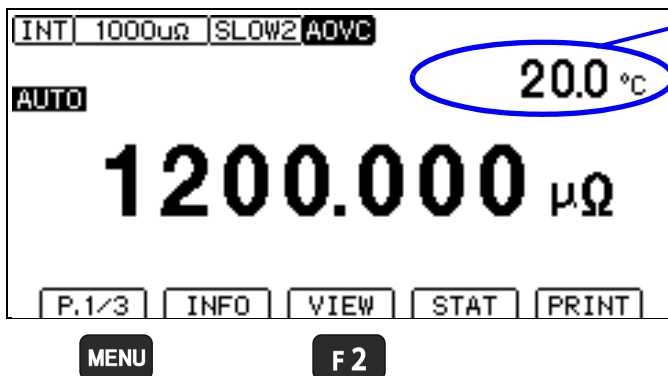
0 Ω 부근을 측정하면 측정값이 마이너스가 될 수 있습니다 . 그 외의 경우에 측정값이 마이너스가 되는 경우는 다음 항목을 확인해 주십시오 .

- SOURCE 선 또는 SENSE 선의 결선이 반대로 되어 있다 .
→ 바르게 배선해 주십시오 .
- 영점 조정을 한 후 접촉 저항이 작아져 있다 .
→ 다시 한번 영점 조정을 해주십시오 .
- 스케일링 연산 결과가 마이너스로 되어 있다 .
→ 스케일링 설정을 변경해 주십시오 .

표시 전환하기

측정 화면에 표시할 정보를 변경할 수 있습니다 .

온도 및 연산 전의 측정값을 표시한다



표시 없음 / 온도 표시 / 연산 전의 측정값으로 전환됩니다 .

참조 : “ 표시 예 ”(p.57)

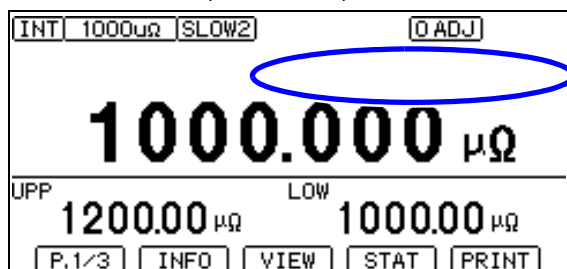
1 **MENU** 기능 메뉴를 P.1/3 으로 전환

2 **F2** **[VIEW]**
측정 화면을 전환

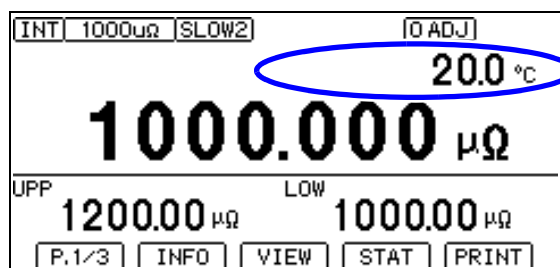
표시 예

연산 전 측정값에 대해서는 설정에 따라 표시되는 값이 달라집니다.

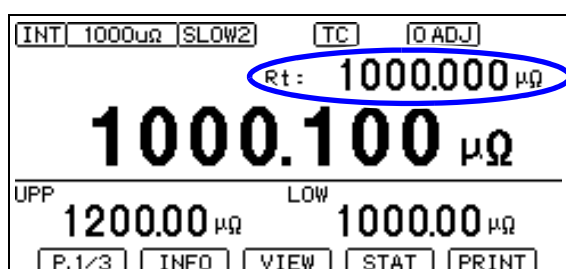
(표시 없음)



(온도 표시)

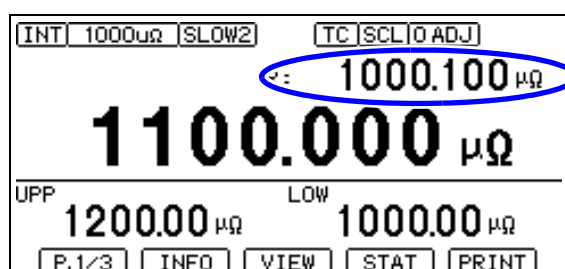


(TC 연산 전의 값 : TC 가 ON 인 경우)



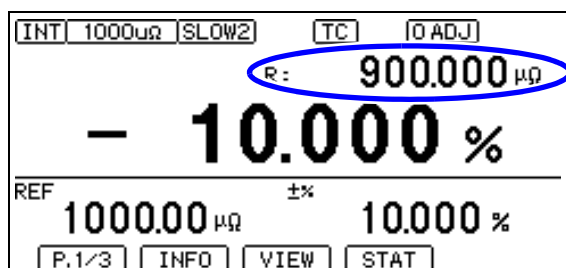
Rt: TC 연산 전의 저항 측정값

(스케일링 연산 전의 값 : 스케일링이 ON 인 경우)



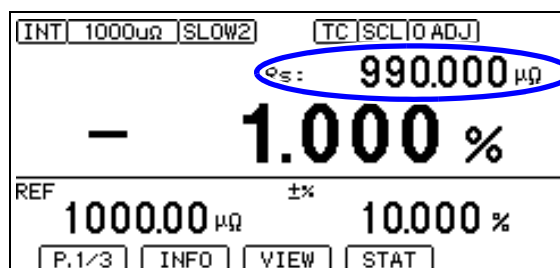
R: 스케일링 전의 저항 측정값

(REF% 연산 전의 값 : 콤퍼레이터 설정이 REF% 이고 스케일링이 OFF 인 경우)



R: 저항 측정값 (상대 연산 전)

(REF% 연산 전의 값 : 콤퍼레이터 설정이 REF% 이고 스케일링이 ON 인 경우)



RS: 스케일링 후의 저항 측정값
(상대 연산 전)

모델명 및 측정 조건을 일람 표시한다

1 측정 조건을 표시합니다.

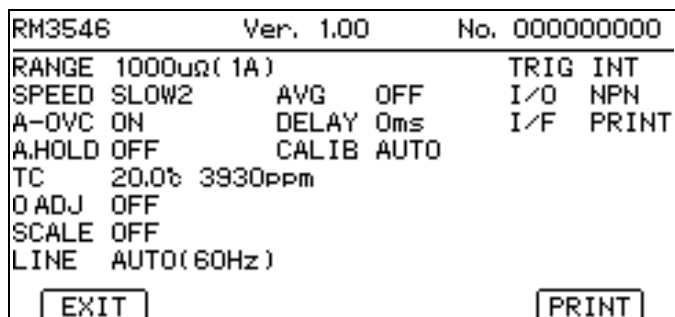


F1

1 **MENU** 기능 메뉴를 P.1/3 으로 전환

2 **F1** **[INFO]**
측정 조건을 표시

2 측정 조건을 확인합니다.



MENU

F4

인터페이스 종류를 프린터로 한 경우는 **F4** 로 설정을 인쇄할 수 있습니다.

MENU 측정 화면으로 돌아가기

중요

스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우는 측정 조건 및 설정 일람을 표시할 수 없습니다.

측정 이상 확인하기

측정이 바르게 이루어지지 않은 경우 화면에 측정 이상을 나타내는 표시를 하고 EXT. I/O의 ERR 신호를 출력합니다 (오버 레인지나 미측정 시에는 ERR 신호가 출력되지 않습니다). 또한, 전류 이상 시의 동작은 설정에서 변경할 수 있습니다.

참조 : “14.16 측정 이상 시 확인 방법”(p.365)

오버 레인지

표시
+OvrRng
-OvrRng

다음 2 가지 경우에 표시합니다.

(1) 측정 범위 및 표시 범위를 초과했을 때 표시합니다.

참조 : “오버 레인지 검출 기능”(p.61)

(2) 측정 이상 (전류 이상 모드 설정이 “오버 레인지”인 경우)

SOURCE B 단자에서 SOURCE A 단자로 측정 전류를 흘려보내지 못하는 상태

참조 : “전류 이상 검출 기능”(p.61)

온도 측정도 마찬가지로 측정 범위를 초과하면 **[OvrRng]**가 표시됩니다.

[+OvrRng] 표시 시의 콤퍼레이터 판정은 “Hi”, **[-OvrRng]** 표시 시의 콤퍼레이터 판정은 “Lo”입니다. 외부로 ERR 신호는 출력되지 않습니다.

콘택트 에러

참조 : “블록도”(p.331)

표시
CONTACT
TERM.A/B

(스캔 기능 자동 또는 스텝인 경우는 **[CONTACT A]** 또는 **[CONTACT B]**, 커맨드 모니터 기능이 ON인 경우는 **[CA]** 또는 **[CB]**로 표시됩니다)

SENSE A-SOURCE A 단자 간 및 SENSE B-SOURCE B 단자 간 저항값을 측정하여 약 50 Ω 이상이 되는 경우 에러 표시를 합니다.

이 에러 상태가 지속되는 경우 프로브의 마모, 케이블의 단선을 생각할 수 있습니다. 측정 대상이 도전성 도료, 도전성 고무 등 SENSE - SOURCE 간 저항값이 큰 경우는 항상 에러가 발생하여 측정할 수 없습니다. 그 경우는 콘택트 체크 기능을 OFF로 해주십시오.

참조 : “4.12 접촉 불량 및 접촉 상태 확인하기 (콘택트 체크 기능)”(p.104)

전류 이상 또는 미측정

표시
- - - - -

다음 2 가지 경우에 표시합니다. **[- - - - -]** 표시의 경우는 콤퍼레이터 판정을 하지 않습니다.

(1) 전류 이상 (전류 이상 모드 설정이 “전류 이상”인 경우)

SOURCE B 단자에서 SOURCE A 단자로 측정 전류를 흘려보내지 못하는 상태

참조 : “전류 이상 검출 기능”(p.61)

(2) 측정 조건을 변경한 후 한 번도 측정하지 않은 경우.

멀티플렉서 채널 에러

표시
SW.ERR

멀티플렉서 릴레이의 핫 스위칭 방지 기능이 비정상적입니다. 측정 대상의 전류가 작아지지 않기 때문에 릴레이를 전환할 수 없습니다. 트랜스 등은 역기전력의 영향을 받을 수 있으므로 릴레이를 길게 설정해 주십시오. 또한, 측정 단자에는 전류나 전압을 가하지 마십시오.

참조 : “4.11 측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)”(p.100)

표시
NO UNIT

멀티플렉서 유닛을 검출할 수 없습니다. 유닛의 삽입을 확인해 주십시오. 삽입되지 않은 유닛을 채널에 할당하지 마십시오.

온도 센서 미연결

표시

---. °C

온도 센서가 연결되지 않아서 온도를 측정할 수 없습니다. TC 나 ΔT 를 사용하지 않는 경우는 온도 센서를 연결할 필요가 없습니다. 온도를 표시하고 싶지 않은 경우는 표시를 전환해 주십시오.

참조 : “ 표시 전환하기 ”(p.56)

과전압 검출 RM3546

표시

Err:700

측정 단자 간의 과전압을 검출했을 때 표시됩니다.

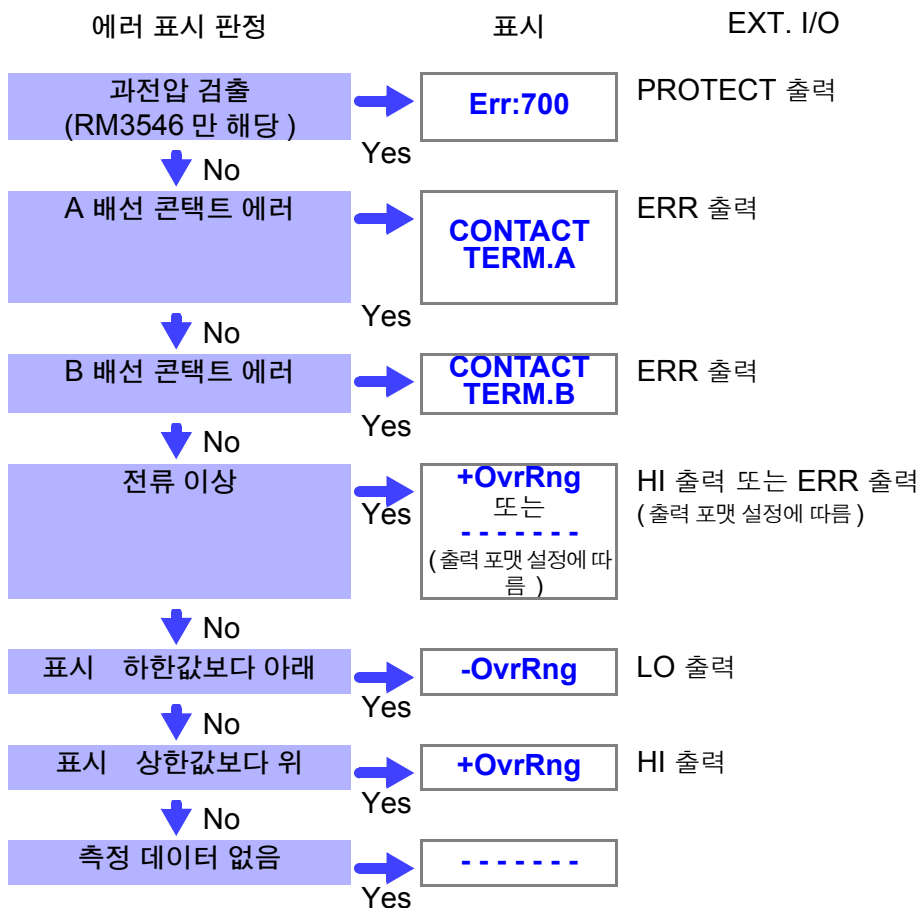
측정 단자 간에 일정한 과전압이 걸리면 본 기기 내부의 측정 회로를 자동으로 차단하여 보호합니다. 측정 단자 간에 걸리는 전압이 복귀 전압 이하가 되면 측정을 재개합니다. (ACP 기능)

참조 : “ACP(Active Circuit Protection) 기능” (p.15)

표시 예 : 프로브 개방 상태 또는 측정 대상이 오픈된 경우의 표시 및 출력

전류 이상 검출 시의 표시 및 출력		전류 이상 모드 설정 (p.63)	
		전류 이상	오버 레인지
콘택트 체크 결과	정상 (에러 없음)	표시 : ----- COMP 램프 : 무판정 EXT. I/O: ERR 신호 출력	표시 : +OvrRng COMP 램프 : Hi EXT. I/O: ERR 신호 출력 없음, HI 신호 출력
	이상 (에러)	표시 : [CONTACT TERM.A] 또는 [CONTACT TERM.B] COMP 램프 : 무판정 EXT. I/O: ERR 신호 출력	

측정 이상 검출 순서



중요

측정 이상은 왼쪽 그림의 순서대로 판정하며, 가장 먼저 검출한 에러를 표시합니다.

오버 레인지 검출 기능

오버 레인지로 검출되는 예

오버 검출	측정 예
측정 범위를 초과했을 때	10 k Ω 레인지에서 13 k Ω 을 측정
측정값 상대 표시 (% 표시) 가 표시 범위 (999.999%) 를 초과했을 때	기준값 20 Ω 에서 500 Ω (+2400%) 을 측정
영점 조정 연산 결과가 표시 범위를 초과했을 때	1 Ω 레인지에서 0.5 Ω 을 영점 조정 \rightarrow 0.1 Ω 을 측정 \rightarrow 연산 결과 -0.4 Ω 이 되어 표시 범위를 초과
측정 중에 A/D 컨버터의 입력이 범위를 초과했을 때	외래 노이즈가 큰 환경에서 고저항 측정을 한 경우 등
측정 대상에 정상적으로 전류가 흐르지 않을 때 (전류 이상 모드 설정이 오버 레인지 출력일 때만)	<ul style="list-style-type: none"> • 측정 대상이 오픈 불량일 때 • SOURCE A 단자 또는 SOURCE B 단자가 접촉 불량일 때 <p>전류 이상을 [- - - - -] 로 표시하려면 전류 이상 모드 설정을 전류 이상으로 설정하십시오 .(p.63)</p>

3

전류 이상 검출 기능

전류 이상이 되는 예

- SOURCE A, SOURCE B 프로브가 개방되어 있다
- 측정 대상이 단선되어 있다 (오픈 워크)
- SOURCE A, SOURCE B 배선의 단선 , 연결 불량

중요

SOURCE 의 경로 저항이 규정된 값을 초과하면 전류 이상이 되어 측정할 수 없게 됩니다 . 전류 이상이 되는 경로 저항의 참고값은 “전류 이상이 되는 경로 저항 (배선 저항 + 접촉 저항) 의 참고값”(p.62) 을 참조해 주십시오 .

전류 1A 레인지에서는 경로 저항을 낮게 억제해 주십시오 .

전류 이상이 되는 경로 저항 (배선 저항 + 접촉 저항) 의 참고값

LP: OFF

레인지	100 MΩ 레인지 고정밀도 모드	전류 전환	측정 전류	SOURCE B - SOURCE A (측정 대상 이외)*2
1000 μΩ	—	High	1 A	2.6 Ω
1000 μΩ	—	Low*1	500 mA	6.1 Ω
10 mΩ	—	High	1 A	2.6 Ω
10 mΩ	—	Low*1	500 mA	6.1 Ω
100 mΩ	—	High	1 A	2.6 Ω
100 mΩ	—	Low	100 mA	15 Ω
1000 mΩ	—	High	100 mA	15 Ω
1000 mΩ	—	Low	10 mA	150 Ω
10 Ω	—	High	10 mA	150 Ω
10 Ω	—	Low	1 mA	1 kΩ
100 Ω	—	High	10 mA	100 Ω
100 Ω	—	Low	1 mA	1 kΩ
1000 Ω	—	—	1 mA	500 Ω
10 kΩ	—	—	1 mA	500 Ω
100 kΩ	—	—	100 μA	1 kΩ
1000 kΩ	—	—	10 μA	1 kΩ
10 MΩ	—	—	1 μA	1 kΩ
100 MΩ	ON	—	100 nA	1 kΩ
100 MΩ	OFF	—	1 μA 이하	1 kΩ
1000 MΩ	OFF	—	1 μA 이하	1 kΩ

PR: ON

레인지	전류 전환	측정 전류	SOURCE B - SOURCE A (측정 대상 이외)*2
PR1000 μΩ	High	1 A	3.5 Ω
PR1000 μΩ	Low*1	500 mA	9 Ω
PR10 mΩ	High	1 A	3.5 Ω
PR10 mΩ	Low*1	500 mA	9 Ω
PR100 mΩ	—	1 A	3.5 Ω

LP: ON (RM3545A 만 해당)

레인지	측정 전류	SOURCE B - SOURCE A (측정 대상 이외)*2
LP1000 mΩ	1 mA	2 Ω
LP10 Ω	500 μA	5 Ω
LP100 Ω	50 μA	50 Ω
LP1000 Ω	5 μA	500 Ω

*1: RM3546 만 해당

*2: Z3003 멀티플렉서 유닛을 사용하는 경우는 유닛 내부의 경로 저항(릴레이 포함)과 커넥터에서 측정 대상
까지의 경로 저항 합계가 위 표의 값을 초과하지 않도록 해주십시오.

유닛 테스트에서 유닛 내부의 경로 저항이 1 Ω 이하임을 확인할 수 있습니다.

참조 : “7.6 멀티플렉서 유닛의 동작 확인”(p.185)

오픈 시의 측정 방법을 설정한다 (전류 이상 모드 설정)

전류 이상 출력을 검출했을 때의 동작을 설정합니다.

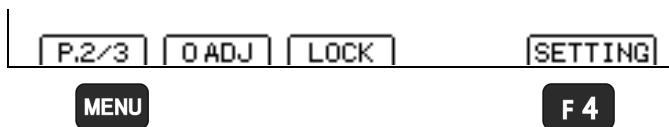
전류 이상으로 설정한 경우는 측정 대상의 단선을 예러로 판정하며, 콤퍼레이터 판정은 무판정이 됩니다. 오버 레인지로 설정한 경우는 측정 리드의 단선이나 개방 상태를 오버 레인지로 판정하며, 콤퍼레이터 판정은 Hi 판정이 됩니다. 용도에 따라 구분하여 사용해 주십시오.

중요

전류 이상 모드의 설정은 모든 채널에서 공통입니다. (Z3003 사용 시)

3

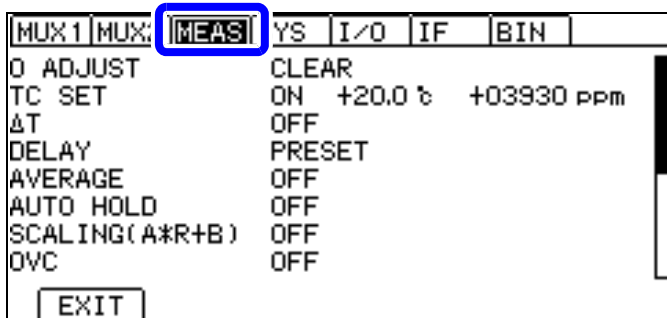
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

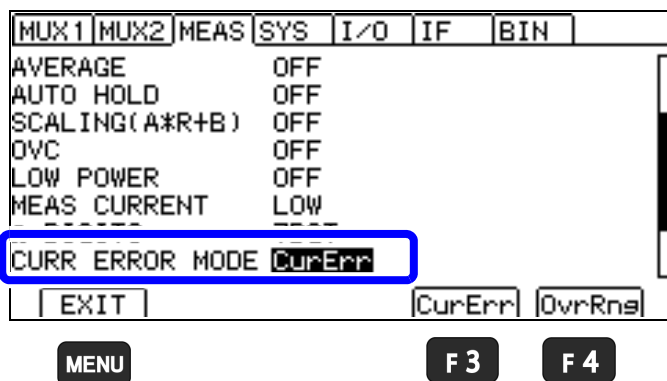
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 전류 이상 모드를 선택합니다.



1 **선택**

2 **F3** 전류 이상 (초기 설정)

F4 오버 레인지

MENU 측정 화면으로 돌아가기

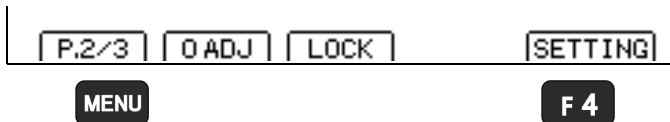
측정값 홀드하기

측정값을 확인할 경우에는 자동 홀드 기능이 편리합니다. 측정값이 안정되면 버저가 울리고 자동으로 홀드합니다.

중요

자동 홀드 기능의 설정은 모든 채널에서 공통입니다. (Z3003 사용 시)

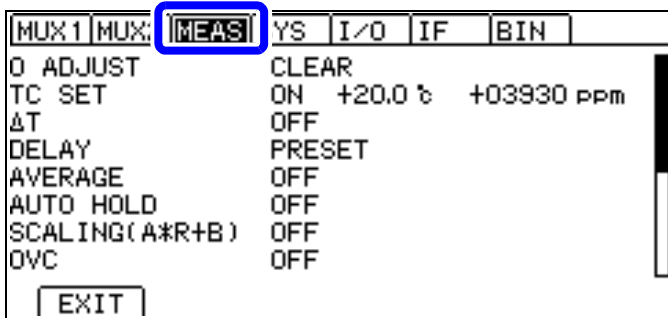
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

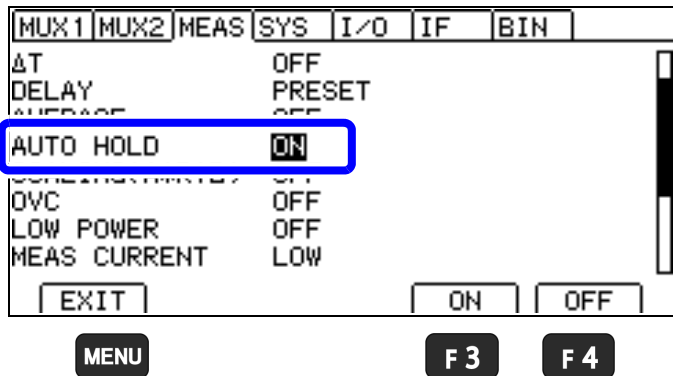
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 자동 홀드 기능을 ON 으로 합니다.



1  선택

2
F3 ON
F4 OFF(초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

홀드 중에는 **[HOLD]** 인디케이터가 점등합니다.

자동 홀드 해제에 대해서

일단 측정 대상에서 리드를 떼었다가 다시 측정 대상에 측정 리드를 접촉시키면 홀드는 자동으로 해제됩니다. 레인지 및 측정 속도를 변경하거나 **[ESC]** 키를 눌러도 홀드가 해제됩니다. 홀드가 해제되면 **[HOLD]** 인디케이터가 소등됩니다.

4 측정 조건 커스터마이징

이 장에서는 보다 고도의 측정, 정확한 측정을 하기 위한 기능에 대해 설명합니다.
각 기능과 사용 예는 다음과 같습니다.

사용 예	기능	참조
경로 저항 (배선 저항 + 접촉 저항)의 허용값을 확대하고 싶다	▶ 측정 전류 전환 (Tolerance 확대 모드)	p.69
온도가 변화하고 있는 측정 대상을 안정적으로 측정하고 싶다	▶ 고도 오프셋 전압 보정 기능 (A-OVC) RM3546	p.98
	▶ 고도 온도 보정 기능 (A-TC) RM3546	p.80
측정 시간을 단축하고 싶다 (측정 대상이 저항 성분 뿐인 경우)	▶ 순저항 모드 (PR)	p.99
저항값을 기준 온도에서의 값으로 환산하고 싶다	▶ 온도 보정 (TC)	p.78
측정 정밀도를 높이고 싶다	▶ 영점 조정	p.71
	▶ 오프셋 전압 보정 기능 (OVC)	p.96
	▶ 고도 오프셋 전압 보정 기능 (A-OVC) RM3546	p.98
	▶ 100 MΩ 레인지 고정밀도 모드	p.112
표시 자릿수를 변경하고 싶다	▶ 측정값의 자릿수 변경	p.95
2 단자 배선의 잉여 저항을 취소하고 싶다	▶ 영점 조정	p.71
열기전력의 영향을 보정하고 싶다	▶ 영점 조정	p.71
	▶ 오프셋 전압 보정 기능 (OVC)	p.96
	▶ 고도 오프셋 전압 보정 기능 (A-OVC) RM3546	p.98
측정값을 보정하고 싶다	▶ 스케일링 기능	p.91
측정을 안정적으로 하고 싶다	▶ 애버리지 기능	p.76
	▶ 딜레이 기능	p.100
자동 레인지를 빠르게 하고 싶다	▶ 딜레이 기능	p.100
개방전압을 억제하고 싶다	▶ 저전력 모드 (LP) RM3545A-1 RM3545A-2	p.67
전류를 제한하고 싶다	▶ 저전력 모드 (LP) RM3545A-1 RM3545A-2	p.67
	▶ 측정 전류 전환	p.69
	▶ 저전력 모드 (LP) RM3545A-1 RM3545A-2	p.67

사용 예	기능	참조
접촉 불량 및 측정 케이블의 단선 상태를 검출하고 싶다	▶ 콘택트 체크 기능	p.104
저항 이외의 물리량 (예 : 길이) 등으로 환산하고 싶다	▶ 스케일링 기능	p.91
프로브 및 전환 릴레이의 접촉을 개선하고 싶다	▶ 접촉 개선 기능	p.106
가장 빠른 속도로 측정하고 여유 시간에 셀프 캘리브레이션을 하고 싶다	▶ 셀프 캘리브레이션 기능	p.108
측정값을 판정하고 싶다	▶ 콤퍼레이터 기능	p.113
측정 결과를 분류하고 싶다	▶ BIN 측정 기능	p.123
측정 데이터를 통계 연산하고 싶다	▶ 통계 연산 기능	p.126
온도 상승 시험을 하고 싶다	▶ 온도 환산 기능 (ΔT)	p.131

4.1 저전력 모드 (LP) 로 전환하기 RM3545A-1 RM3545A-2

저전력 모드에서는 개방 단자 전압을 20 mV 로 억제하고 , 미세한 전류로 측정합니다 .

신호용 접점 (와이어 하네스 , 커넥터 , 릴레이 접점 , 스위치) 을 측정할 경우에는 저전력 모드를 사용하여 접점의 상태에 영향을 주지 않도록 측정합니다 .

신호용 접점을 저전력 모드 OFF 에서 측정하면 접점의 산화피막이 파괴되기 쉽습니다 . 접점의 산화피막이 파괴되면 저항값이 낮게 나오는 경향이 있습니다 .

한편 , 전력용 접점 (대전류용 접점) 에서는 실사용 상태에서 산화피막은 제거됩니다 . 저전력 모드 ON 에서 측정하면 산화피막을 파괴할 수 없어 측정값이 높게 나올 수 있습니다 .

참조 : “3.1 측정 대상 확인하기”(p.50)

참조 : “14.13 접촉 저항 측정에 대해서”(p.360)

저전력 모드 ON 에서 사용할 수 있는 레인지 및 측정 전류와 개방전압

레인지	최대 측정 범위	측정 전류	개방 전압
LP1000 mΩ	1200.00 mΩ	1 mA	20 mV max.
LP10 Ω	12.0000 Ω	500 μA	
LP100 Ω	120.000 Ω	50 μA	
LP1000 Ω	1200.00 Ω	5 μA	

중요

- 저전력 모드 ON 에서는 검출 전압이 작아지기 때문에 외래 노이즈의 영향을 받기 쉽습니다 . 측정값이 안정되지 않는 경우에는 “14.8 측정값이 안정되지 않을 때”(p.345) 를 참고하여 노이즈 대책을 세워 주십시오 . 특히 효과적인 대책은 다음 4 가지입니다 .
 - 측정 케이블을 실드한다 (실드는 본 기기의 GUARD 단자에 연결)
 - 측정 케이블을 트위스트한다
 - 측정 대상을 실드한다 (실드는 본 기기의 GUARD 단자에 연결)
 - 측정 속도를 느리게 하거나 애버리지 기능을 이용한다
- 저전력 모드 ON 에서는 열기전력의 영향을 배제하기 위해 자동으로 OVC ON 으로 설정됩니다 . 측정 대상의 리액턴스 성분이 큰 경우에는 딜레이를 길게 해야 합니다 .

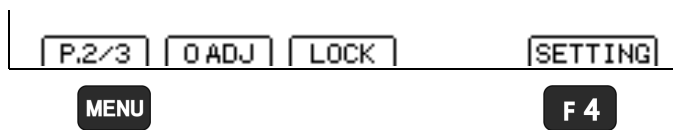
참조 : “4.9 열기전력에 의한 측정값 오프셋 보정하기 (OVC 기능 , A-OVC 기능)”(p.96)

참조 : “4.11 측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)”(p.100)

- 저전력 모드가 ON 이고 측정 속도가 SLOW2 인 경우는 애버리지 기능이 OFF 로 설정되어 있어도 내부에서 평균화를 2 회 실행합니다 . 애버리지 기능이 ON 으로 설정된 경우는 설정 횟수로 평균화를 실행합니다 .
- 저전력 모드 ON 에서는 접촉 개선 기능은 OFF 가 됩니다 .
- 저전력 모드 ON 에서는 콘택트 체크 기능의 초기 설정은 OFF 입니다 .

4.1 저전력 모드 (LP) 로 전환하기

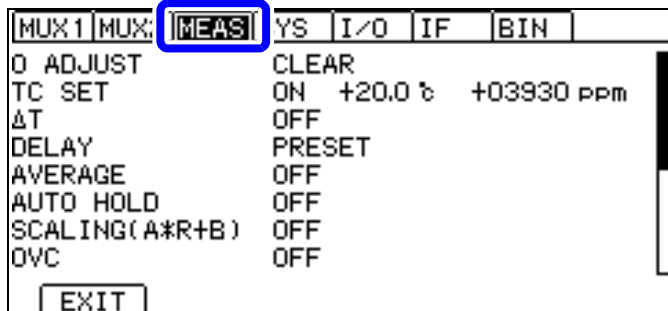
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F 4** 설정 화면 표시

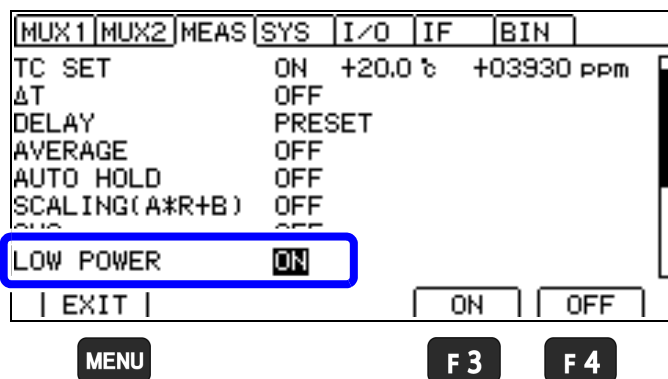
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 저전력 모드에서 측정할지 여부를 선택합니다.



1 선택

2

F 3 저전력 모드

F 4 통상의 저항 측정 (초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4.2 측정 전류 전환하기 (1000 $\mu\Omega$ ~ 100 Ω 레인지)

1000 $\mu\Omega$ ~ 100 Ω 레인지에서는 측정 전류를 전환할 수 있습니다 (High, Low). 측정 대상에 따라 선택해 주십시오.

참조 : “3.1 측정 대상 확인하기”(p.50)

측정 대상에는 저항값 \times (측정 전류)²의 전력이 인가됩니다. 측정 전류로 인해 다음과 같은 우려가 있는 경우 측정 전류를 Low로 설정해 주십시오.

- 측정 대상이 용단된다 (퓨즈, 인플레이터).
- 측정 대상이 발열하여 저항값이 변화한다.
- 측정 대상이 자화 (magnetization) 되어 인덕턴스가 변화한다.

측정 전류를 작게 (Low로 설정) 하면 배선 케이블 및 프로브에서의 경로 저항 허용값을 크게 할 수 있습니다.*1
각 레인지의 배선 저항 허용값은 “전류 이상이 되는 경로 저항 (배선 저항 + 접촉 저항)의 참고값”(p.62)을 참조해 주십시오.

*1: RM3546에서는 측정 전류가 절반(500 mA)이 되지만(Tolerance 확대 모드), 용접 저항의 양부 판정에는 충분한 성능을 유지합니다.

측정 전류 설정	High		Low	
레인지	측정 전류	최대 측정 범위에서의 전력	측정 전류	최대 측정 범위에서의 전력
1000 $\mu\Omega$	1 A	1.2 mW	500 mA*2	300 μW *2
10 m Ω	1 A	12 mW	500 mA*2	3 mW
100 m Ω	1 A	120 mW	100 mA	1.2 mW
1000 m Ω	100 mA	12 mW	10 mA	120 μW
10 Ω	10 mA	1.2 mW	1 mA	12 μW
100 Ω	10 mA	12 mW	1 mA	120 μW
1000 Ω	1 mA	1.2 mW	—	—
10 k Ω	1 mA	12 mW	—	—
100 k Ω	100 μA	1.2 mW	—	—
1000 k Ω	10 μA	120 μW	—	—
10 M Ω	1 μA	12 μW	—	—
100 M Ω (고정밀도 모드 ON)	100 nA	1.2 μW	—	—
100 M Ω , 1000 M Ω (고정밀도 모드 OFF)	1 μA 이하	1.3 μW	—	—

*2: RM3546 만 해당

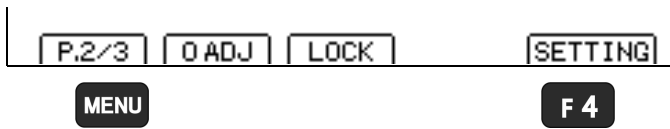
중요

측정 전류 Low에서는 검출 전압이 작아지기 때문에 외래 노이즈의 영향을 받기 쉽습니다. 측정값이 안정되지 않는 경우에는 “14.8 측정값이 안정되지 않을 때”(p.345)를 참고하여 노이즈 대책을 세워 주십시오. 특히 효과적인 대책은 다음 4 가지입니다.

- 측정 케이블을 실드한다 (실드는 본 기기의 GUARD 단자에 연결)
- 측정 케이블을 트위스트한다
- 측정 대상을 실드한다 (실드는 본 기기의 GUARD 단자에 연결)
- 측정 속도를 느리게 하거나 애버리지 기능을 이용한다

4.2 측정 전류 전환하기 (1000 $\mu\Omega$ ~ 100 Ω 레인지)

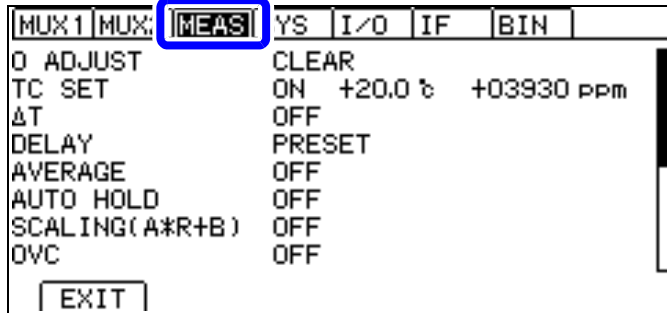
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

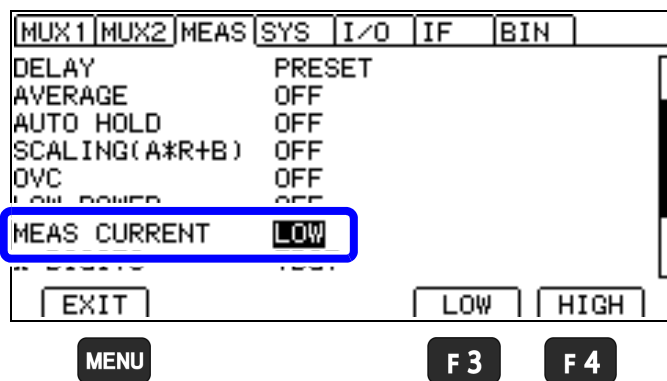
2 **F4** 설정 화면 표시

2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[MEAS] 탭으로 이동

3 100 m Ω 레인지의 측정 전류를 선택합니다.



1 선택

2
F3 LOW
F4 HIGH (초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

중요

- 측정 전류를 전환하면 영점 조정은 초기화됩니다. 다시 영점 조정을 실행해 주십시오.
- 트리거 소스 INT의 경우 콘택트 에러 시 (측정 대상 미연결 시) 전류를 정지합니다. 하지만, 트리거 소스 INT에서 콘택트 체크 기능이 OFF인 경우 측정 대상이 연결되지 않았을 때는 최대 개방전압이 단자 사이에 발생합니다. 따라서 측정 대상에 연결한 순간에 돌입전류가 흐릅니다.
(예 : 측정 전류 1 A 레인지에서 순저항을 측정한 경우, RM3545A에서는 최대 6 A, 수렴 시간 최대 2 ms, RM3546에서는 최대 2 A, 수렴 시간 최대 1 ms)
돌입 전류량은 레인지에 따라 달라집니다. 깨지기 쉬운 소자를 측정할 경우는 콘택트 체크를 ON으로 하거나, 작은 레인지의 측정 전류를 사용해 주십시오. 단, 콘택트 체크를 ON으로 해도 채터링이 있는 경우는 돌입 전류를 완전히 방지할 수 없습니다.

4.3 영점 조정 실행하기

다음의 경우에는 영점 조정을 해주십시오 .

- 측정 정확도를 높이하고자 하는 경우
→ 레인지에 따라서는 영점 조정이 없는 경우에 가산 정확도가 있습니다 .
참조 : “ 측정 정확도 ”(p.284)
- 열기전력 등의 영향으로 표시 잔재가 신경 쓰이는 경우
→ 표시가 0 으로 보정됩니다 . *1
- 4 단자 배선 (켈빈 배선) 이 어려운 경우
→ 2 단자 배선되어 있는 부분의 경로 저항을 뺍니다 .

*1: 열기전력은 OVC (p.96) 또는 A-OVC (p.98) 에서 취소할 수도 있습니다 .

올바른 영점 조정 방법에 대해서는 “14.7 영점 조정에 대해서 ”(p.340) 를 참조해 주십시오 .

영점 조정 전에

- 100 MΩ 레인지 이상은 영점 조정이 불가능합니다 .
- 영점 조정 후 환경 온도에 변화가 있거나 측정 리드를 바꾼 경우는 다시 영점 조정을 해주십시오 .
- 사용할 모든 레인지에서 영점 조정을 실행해 주십시오 . 수동 레인지일 때는 현재 레인지만 , 자동 레인지일 때는 모든 레인지에서 영점 조정을 합니다 .
- 자동 레인지로 영점 조정을 할 경우 , 딜레이 시간이 부족하면 영점 조정이 정상적으로 완료되지 않습니다 . 이때는 수동 레인지로 영점 조정을 해주십시오 .

참조 : “3.2 측정 레인지 설정하기 ”(p.52)

“4.11 측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)”(p.100)

- 영점 조정의 값은 전원을 꺼도 내부에 유지됩니다 . 또한 , 패널에도 저장됩니다 . 패널에서 영점 조정 값을 불러오지 않도록 설정할 수도 있습니다 .

참조 : “5.1 측정 조건 저장하기 (패널 세이브 기능)”(p.136)

“5.2 측정 조건 불러오기 (패널 로드 기능)”(p.137)

- EXT. I/O 의 0ADJ 신호를 ON (EXT. I/O 커넥터의 ISO_COM 단자와 단락한다) 으로 하여도 영점 조정이 가능합니다 .
- 오프셋 전압 보정 기능 (OVC), 측정 전류 , 저전력 모드를 전환한 경우는 영점 조정이 자동으로 해제됩니다 . 필요한 경우에는 다시 영점 조정을 실시해 주십시오 .
- 각 레인지 -1% of full scale ~ 50% of full scale의 저항을 취소할 수 있지만 , 가급적 1% of full scale에 들어가도록 해주십시오 .

LP	full scale
OFF	1,000,000 digits
ON	100,000 digits

- 영점 조정했을 때의 저항값보다 작은 저항을 측정하면 측정값이 마이너스가 됩니다 .
예 : 100 mΩ 레인지에서 50 mΩ 을 연결하여 영점 조정
→ 30 mΩ 을 측정하면 -20 mΩ 이 표시된다 .

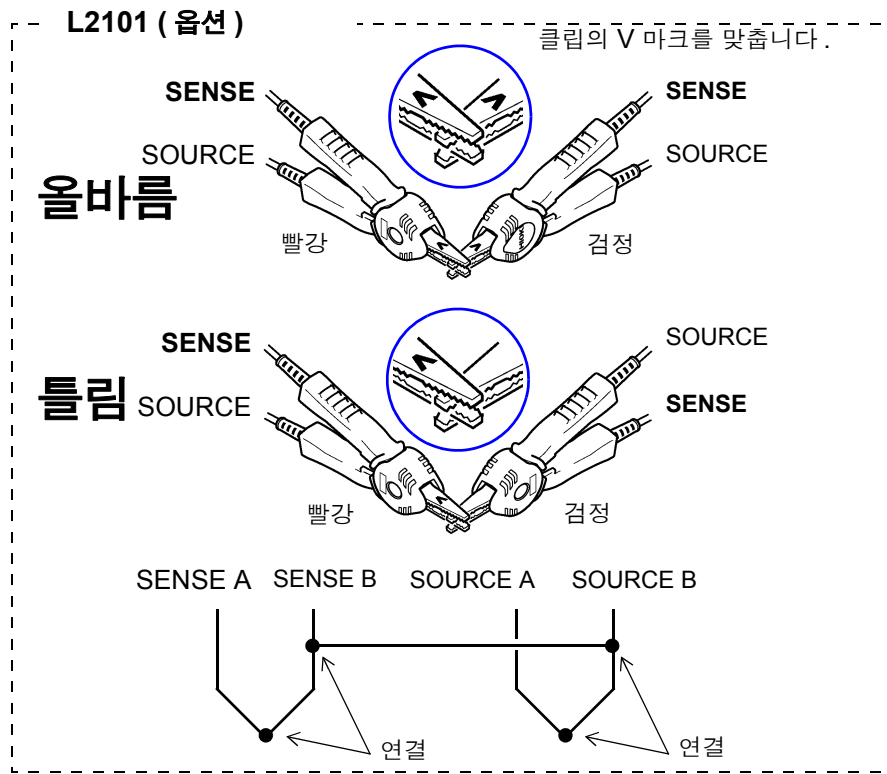
- 멀티플렉서 사용 시는 모든 채널을 스캔하여 영점 조정할 수 있습니다 .

참조 : “7.5 영점 조정하기 (멀티플렉서 유닛 장착 시)”(p.182)

영점 조정은 60 분의 유휴 시간이 완료된 후에 실행해 주십시오 .

영점 조정 실행하기

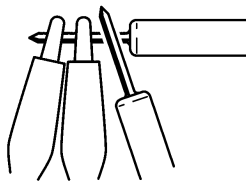
1 측정 리드를 단락합니다.



L2102, L2103 (옵션)

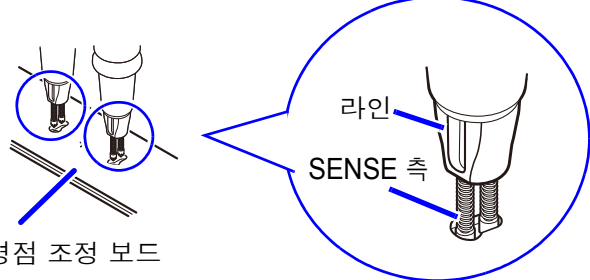
L2102, L2103 은 영점 조정이 불가능합니다. 영점 조정이 가능한 L2101 클립형 리드 (옵션) 등으로 영점 조정을 하고 핀형 리드로 교체한 후 측정해 주십시오.

L2104 (옵션)



악어클립을 바깥쪽, 리드봉을 안쪽으로 해서 영점 조정을 해주십시오.

L2100 (옵션)



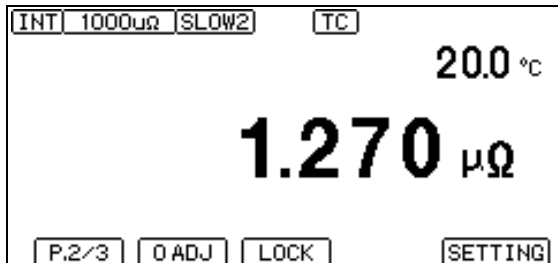
SENSE 측의 핀은 베이스 부분에 라인이 달려 있습니다. 영점 조정을 할 때는 이 라인을 같은 방향으로 맞춰 주십시오. 영점 조정 보드 중심의 +에 대해 대칭으로 바깥 대주십시오. 각각의 긴 구멍의 큰 지름 측에 **SENSE** 측 (라인이 있는 쪽) 핀을 삽입해 주십시오.

2 측정값이 $\pm 1\%$ of full scale 이내인지 확인합니다.

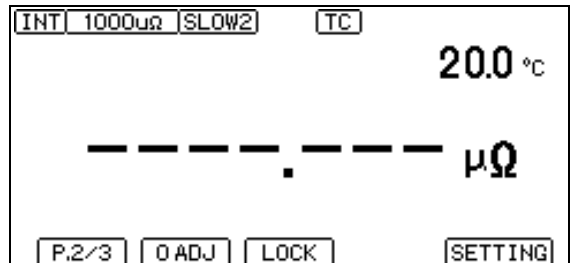
측정값이 각 레인지 50% of full scale 이하인 경우 영점 조정이 가능하지만, 1% of full scale 을 초과한 경우에는 경고가 나옵니다 (p.74).

측정값이 표시되지 않는 경우는 측정 리드의 결선 방법이 올바른지 확인해 주십시오.

결선이 올바른 경우



결선이 잘못된 경우

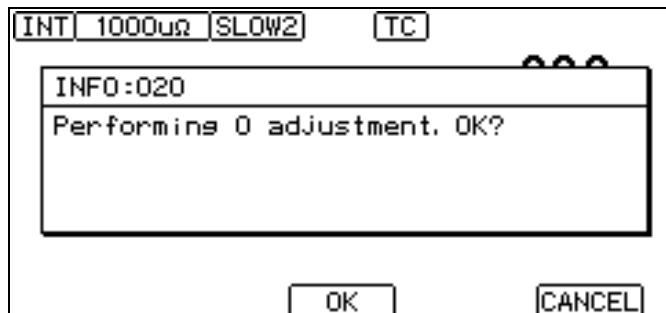
**3** 영점 조정을 실행한다

MENU

F 1

1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F 1** 영점 조정 실행의 확인 메시지를 표시



F 2

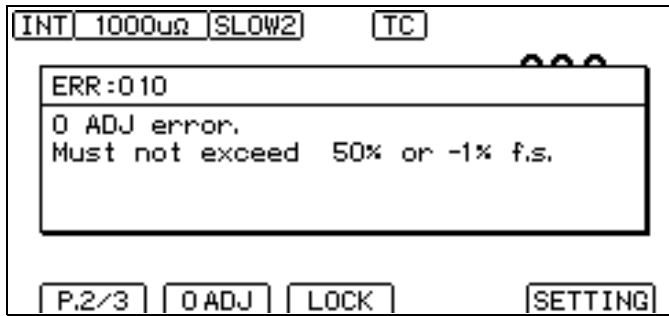
F 4

3 **F 2** 영점 조정을 실행하고 측정 화면으로 돌아갑니다.

F 4 영점 조정을 실행하지 않고 측정 화면으로 돌아갑니다.

영점 조정을 할 수 없을 때는

영점 조정을 할 수 없을 때는 다음의 예러가 표시됩니다.



영점 조정을 실행하기 전에 다음 사항을 확인하고 다시 영점 조정을 해주십시오.

- 측정값이 각 레인지 -1% of full scale ~ 50% of full scale 인지 확인해 주십시오.
- 자체 제작 측정 리드의 경우 경로 저항이 작아지도록 해주십시오.
- 바르게 배선되었는지 확인해 주십시오.

참조 : “전류 이상 검출 기능”(p.61)

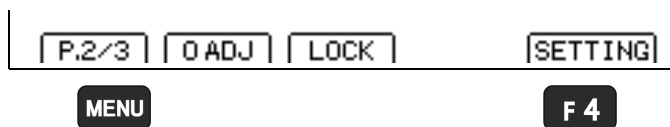
중요

- 자동 레인지에서 영점 조정에 실패한 경우 모든 레인지의 영점 조정이 해제됩니다.
- 수동 레인지에서 영점 조정에 실패한 경우 현재 레인지의 영점 조정이 해제됩니다.

영점 조정 해제하기

모든 레인지의 영점 조정이 해제됩니다.

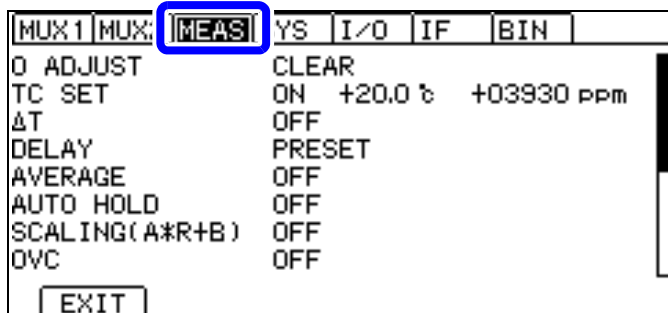
- 1** 설정 화면을 엽니다.



- 1** **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 로 전환

- 2** **F4** 설정 화면 표시

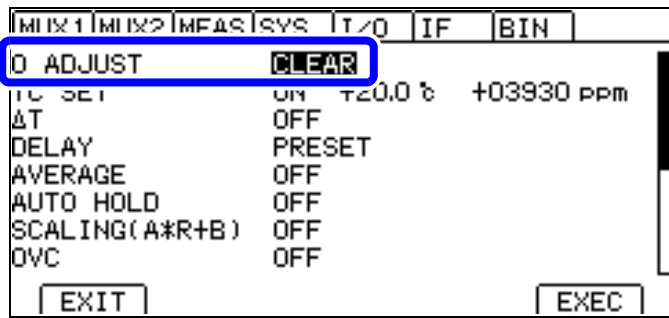
- 2** 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 0 ADJUST 를 선택하고 **F4** 키를 누릅니다.



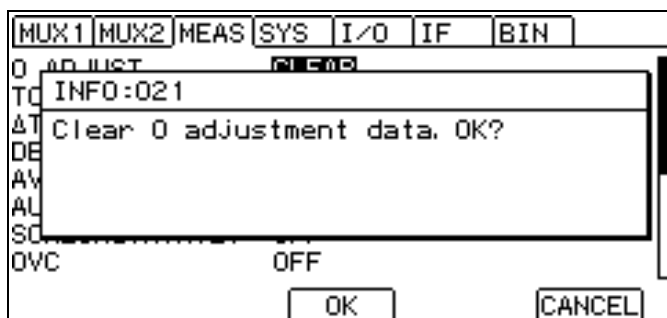
F4

1 선택

2

F4 영점 조정 해제
확인 메시지가 표시됩니다.

4 메시지를 확인하고 영점 조정을 해제합니다.



MENU

F2

F4

F2 영점 조정을 해제한다
메시지가 표시되고 영점 조정이 해제
됩니다.

F4 취소하고 이전 화면으로 돌아간다

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4

4.4 측정값 안정시키기 (애버리지 기능)

여러 대의 측정값을 평균해서 표시합니다. 이 기능에 의해 측정값의 편차를 줄일 수 있습니다.

내부 트리거 측정인 경우 (프리런) 는 이동 평균으로 계산합니다.

외부 트리거 (및 : **READ?** 커맨드) 의 경우 (프리런 이외) 는 단순 평균이 됩니다.

통신 커맨드에 대해서는 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오. 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

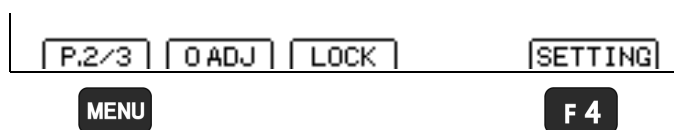
참조 : “ 다운로드 사이트 안내 ”(p.1)

애버리지 횟수를 2 회로 설정한 경우의 평균값 (D1 ~ D6: 측정값)

	1 회째	2 회째	3 회째
프리런 (이동 평균)	$(D1+D2)/2$	$(D2+D3)/2$	$(D3+D4)/2$
프리런 이외 (단순 평균)	$(D1+D2)/2$	$(D3+D4)/2$	$(D5+D6)/2$

저전력 모드가 ON 이고 측정 속도가 SLOW2 인 경우는 애버리지 기능이 OFF 로 설정되어 있어도 내부에서 평균화를 2 회 실행합니다. 애버리지 기능이 ON 으로 설정된 경우는 설정 횟수로 평균화를 실행합니다.

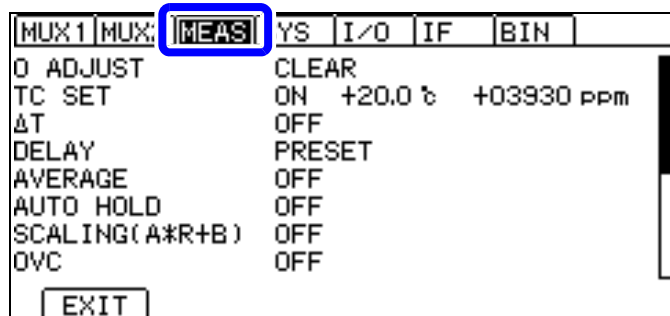
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 로 전환

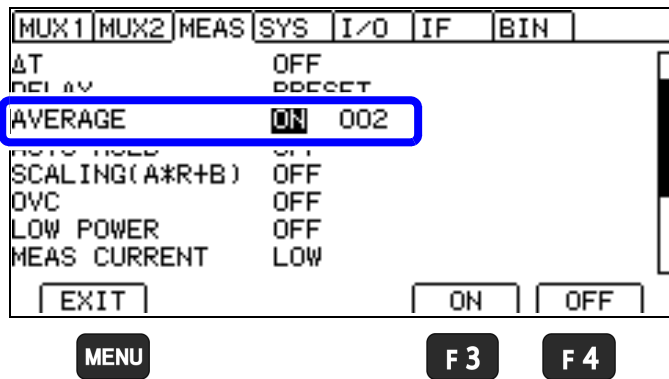
2 **F4** 설정 화면 표시

2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[MEAS] 탭으로 이동

3 애버리지 기능을 ON(OFF)으로 합니다.



1 선택

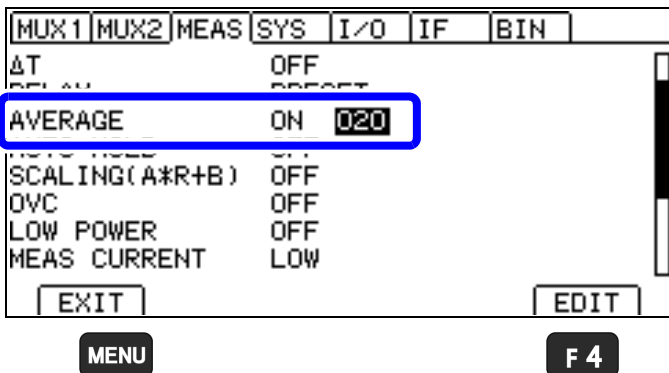
2

F3 애버리지 기능을 ON 으로 한다

F4 애버리지 기능을 OFF 로 한다
(초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4 애버리지 횟수를 설정합니다.



설정 범위 : 2 회 ~ 100 회 (초기 설정 2 회)

1

설정 할 항목으로 커서를 이동하여

F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2

자릿수 이동 수치 변경

좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동

상하 커서 키로 수치 변경

3 **ENTER** 확정

(**ESC** 취소)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4.5 온도의 영향 보정하기 (온도 보정 기능 (TC))

저항값을 기준 온도에서의 저항값으로 환산하여 표시합니다 .

온도 보정의 원리에 대해서는 “14.4 온도 보정 기능 (TC) 에 대해서”(p.334) 를 참조해 주십시오 .

온도 보정을 할 경우는 온도 센서 또는 아날로그 출력 장착 온도계를 본 기기 뒷면의 TEMP. 단자에 연결해 주십시오 .

참조: “2.4 Z2001 온도 센서 및 아날로그 출력 장착 온도계를 연결하기 (TC, ΔT 를 사용하는 경우)”(p.38)

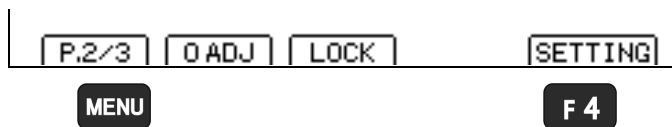
참조: “3.1 측정 대상 확인하기”(p.50)

중요

ΔT 를 ON 으로 하면 TC 는 자동으로 OFF 가 됩니다 (RM3545A-1, RM3545A-2).

ΔT 또는 A-TC 를 ON 으로 하면 TC 는 자동으로 OFF 가 됩니다 (RM3546).

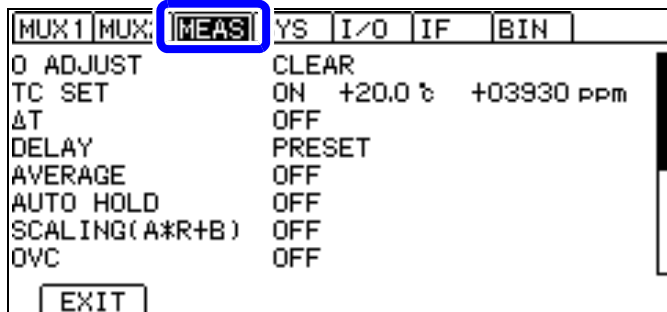
1 설정 화면을 엽니다 .



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

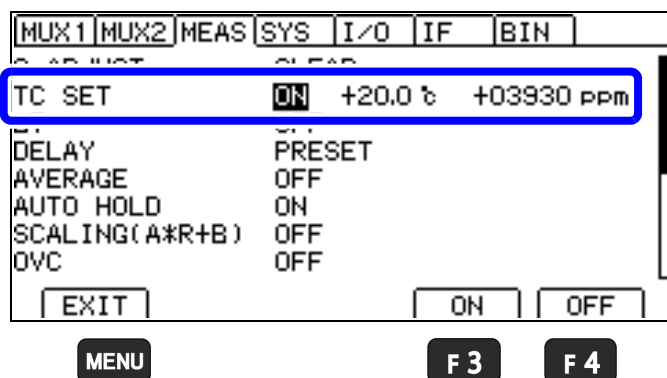
2 측정 설정 화면을 엽니다 .



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 온도 보정 기능 (TC) 을 ON(OFF) 으로 합니다 .

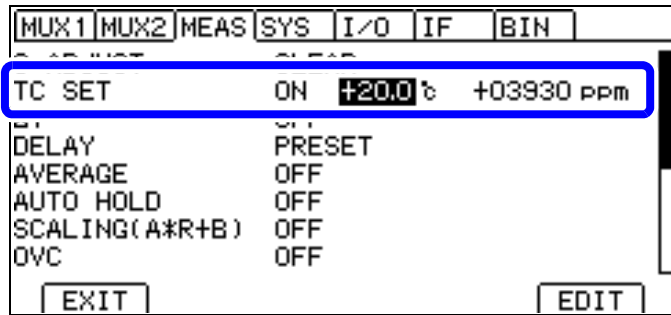


1 선택

2 **F3** TC 기능을 ON 으로 한다

F4 TC 기능을 OFF로 한다(초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4 기준 온도와 온도 계수를 설정합니다.(기준 온도와 온도 계수 각각 **1 ~ 3** 순서대로 설정합니다)

MENU

F 4

1

설정할 항목으로 커서를 이동하여
F 4 수치 편집이 가능하도록 한다

2

자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동

상하 커서 키로 수치 변경

3

ENTER 확정

(ESC 취소)

MENU

측정 화면으로 돌아가기

설정 범위 기준 온도 : -10.0 ~ 99.9°C (초기 설정 : 20°C)

온도 계수 : -99999 ~ 99999ppm/°C (초기 설정 : 3930ppm/°C)

4

4.6 온도 변화의 영향 보정하기 (고도 온도 보정 기능 (A-TC))

RM3546

온도 변화가 큰 용접 저항 측정 시 등 측정 대상이 고온인 경우, 온도를 측정하지 않고 기준 온도에서의 저항값으로 환산하여 표시할 수 있습니다.

온도 보정의 원리에 대해서는 “ 고도 온도 보정 기능 (A- TC) 에 대해서 ”(p.336) 를 참조해 주십시오.

A-TC 기능을 사용하려면 Z3003 멀티플렉서 유닛이 필요합니다.

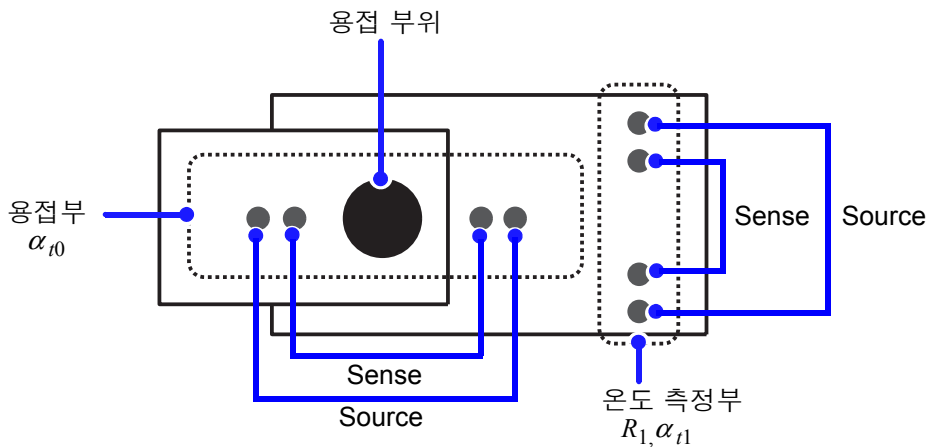
멀티플렉서 유닛을 장착할 때는 반드시 “2.5 멀티플렉서 유닛 장착하기”(p.45) 를 읽어 주십시오.

A-TC 기능을 사용할 때는 측정값을 보정하고자 하는 부위 외에 온도를 측정할 부위의 저항 측정이 필요합니다.

온도 측정 부위 → 보정 부위 → 온도 측정 부위의 순으로 총 3 번 측정하여 보정을 합니다.

A-TC 기능을 사용한 측정 예

다음과 같은 용접 샘플에서 A-TC 기능을 사용하여 기준 온도 시의 저항값으로 환산하는 방법을 나타냅니다. 용접부를 사이에 둔 4 단자 측정부를 용접부로 하고, 온도 측정 부위의 4 단자 측정부를 온도 측정부로 합니다.



측정 순서

사전 준비
(양품 샘플로 측정)

- 1** 온도 측정부의 기준 온도 $t_1[^\circ\text{C}]$ 에서의 저항값 $R_1[\Omega]$ 과 온도 계수 $\alpha_{t1}[1/^\circ\text{C}]$ 을 측정합니다.
온도 계수는 항온조 등을 이용하여 서로 다른 2점 이상의 온도에서 저항값을 측정합니다. 이러한 측정값을 바탕으로 온도가 변화했을 때의 저항 변화율을 계산하여 온도 계수를 산출합니다.
- 2** 멀티플렉서를 설정합니다.
온도 측정부
 - 핀 할당
 - 기준 온도 $t_1[^\circ\text{C}]$
 - $t_1[^\circ\text{C}]$ 에서의 온도 측정부 저항값 $R_1[\Omega]$
 - $t_1[^\circ\text{C}]$ 에서의 온도 계수 $TCR_{t1} [\text{ppm}/^\circ\text{C}] (= \alpha_{t1}[1/^\circ\text{C}] \times 10^6)$
 용접부 (보정 부위)
 - 핀 할당
 - 기준 온도 $t_0[^\circ\text{C}]$
- 3** 양품 샘플을 이용하여 용접부의 온도 계수 $\alpha_{t0}[1/^\circ\text{C}]$ 을 측정합니다.
히트건, 항온조 등으로 가열 후 식어가는 과정의 저항값을 측정합니다.
온도 측정부로부터 산출한 온도와 용접부 저항값의 관계에서 용접부의 온도 계수를 산출합니다.
무상 소프트웨어 “RM3546 애플리케이션”의 TCR 측정 모드를 사용하여 측정할 수 있습니다.
- 4** 측정된 $TCR_{t0} [\text{ppm}/^\circ\text{C}] (= \alpha_{t0}[1/^\circ\text{C}] \times 10^6)$ 을 입력합니다.



측정

- 5** 본 기기의 A-TC 기능을 설정하고 측정 대상의 저항값을 측정합니다.
고온 상태의 저항값이라도 임의 온도 $t_0[^\circ\text{C}]$ 에서의 저항값 $R_{t0}[\Omega]$ 을 산출합니다.

설정 방법

중요

ΔT , TC를 ON으로 하면 A-TC는 자동으로 OFF가 됩니다.

- 1** 사용할 측정 단자를 멀티플렉서 유닛으로 전환합니다.

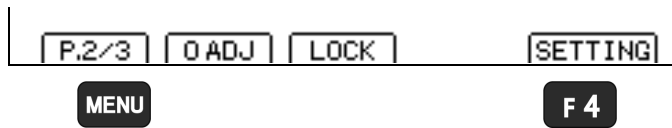


- 1** **MENU** 기능 메뉴를 P.3/3으로 전환

- 2** **F2** 멀티플렉서 유닛을 사용한다

4.6 온도 변화의 영향 보정하기 (고도 온도 보정 기능 (A-TC))

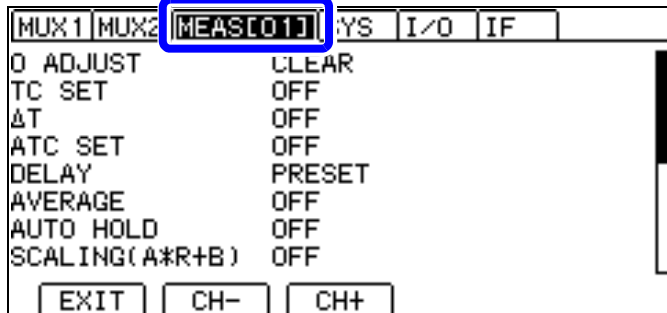
2 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

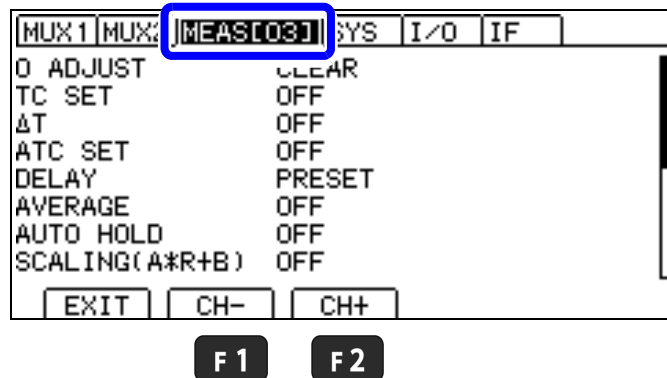
2 **F 4** 설정 화면 표시

3 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 MEAS
[MEAS[xx]] 탭으로 이동

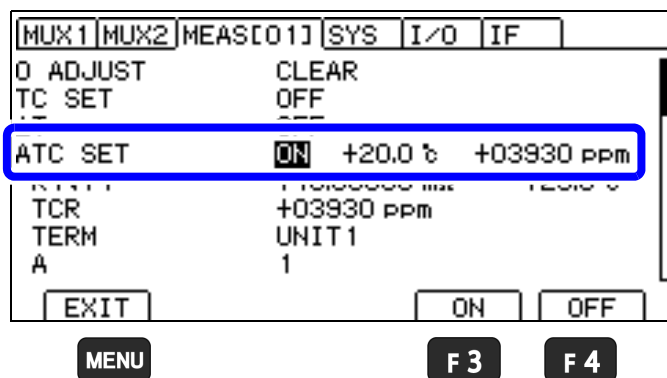
4 측정 조건을 설정할 채널을 선택합니다.



F 1 CH-:
채널 번호 변경 (감소)

F 2 CH+:
채널 번호 변경 (증가)

5 고도 온도 보정 (A-TC) 을 ON(OFF) 으로 합니다.



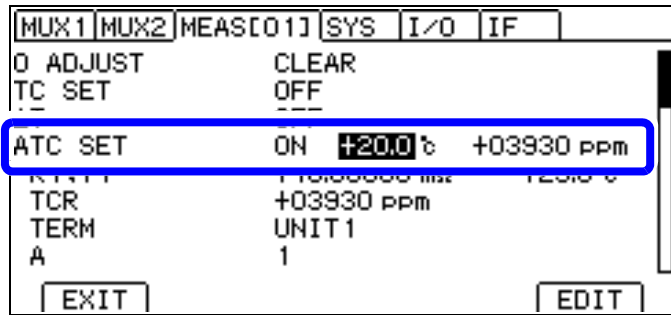
1 선택

2 **F 3** A-TC 기능을 ON 으로 한다

F 4 A-TC 기능을 OFF 로 한다
(초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

- 6** 용접 부위의 기준 온도와 온도 계수를 설정합니다.
(기준 온도와 온도 계수 각각 **1 ~ 3** 순서대로 설정합니다)



MENU

F 4

- 1** 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F 4 수치 편집이 가능하도록 한다

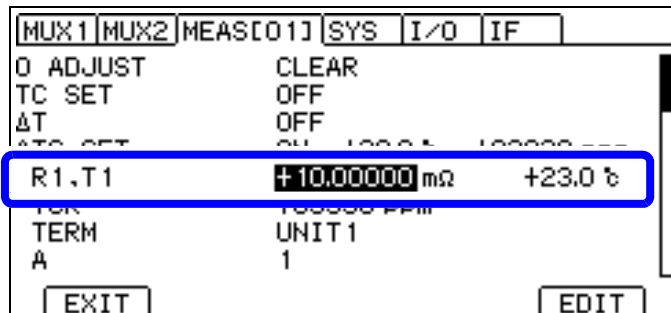
- 2** 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

- 3** **ENTER** 확정
(**ESC** 취소)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

설정 범위 기준 온도 : -10.0 ~ 99.9°C (초기 설정 : 20°C)
온도 계수 : -99999 ~ 99999ppm/°C (초기 설정 : 3930ppm/°C)

- 7** 온도 측정 대상의 저항값과 기준 온도를 입력합니다.
(저항값과 기준 온도를 각각 **1~3** 순서대로 설정합니다.)



MENU

F 4

- 1** 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F 4 수치 편집이 가능하도록 한다

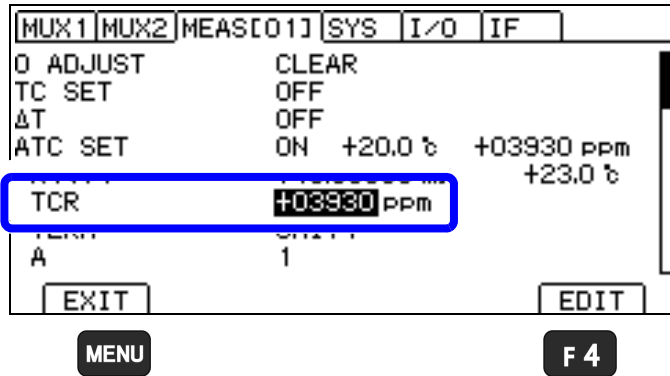
- 2** 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

- 3** **ENTER** 확정
(**ESC** 취소)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

설정 범위 저항값 : 0.001 μΩ ~ 9000.000 MΩ (초기 설정 : 10.00000 mΩ)
기준 온도 : -10°C ~ 99.9°C (초기 설정 : 23°C)

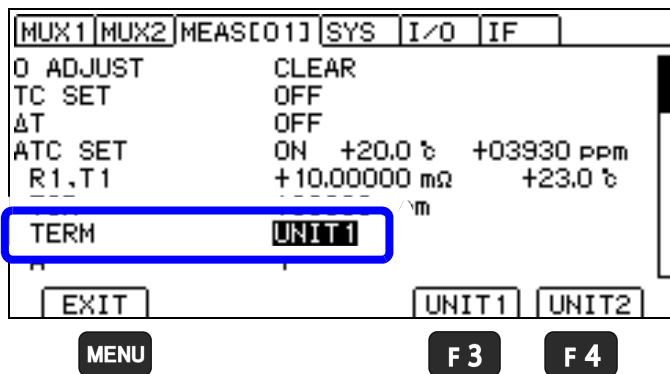
8 온도 측정 대상의 온도 계수를 입력합니다.



- 1** 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다
- 2** 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경
- 3** **ENTER** 확정
(**ESC** 취소)
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

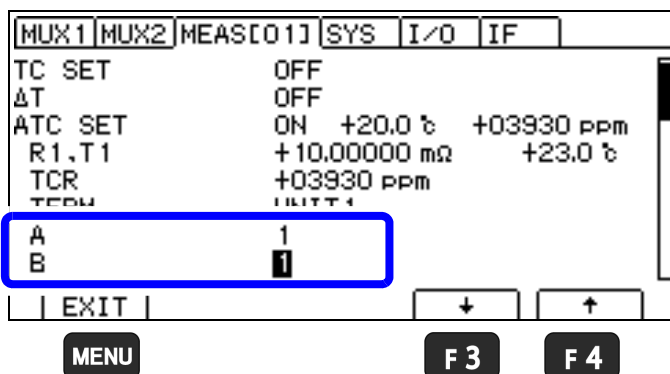
설정 범위 온도 계수 : -99999 ~ 99999ppm/°C (초기 설정 : 3930ppm/°C)

9 온도 측정 대상을 연결할 유닛을 선택합니다.



- 1** 선택
- 2** **F3** 멀티플렉서 유닛 1
F4 멀티플렉서 유닛 2
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

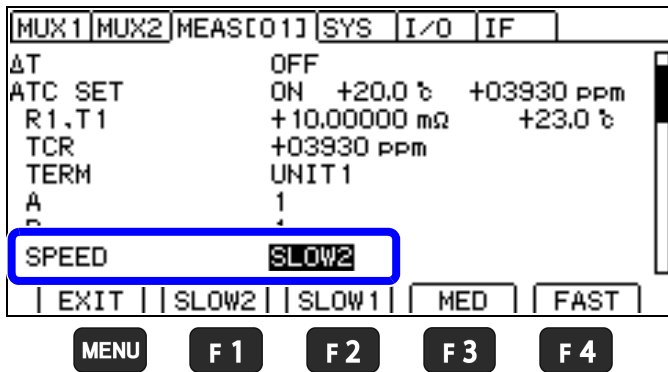
10 온도 측정 대상을 연결할 핀을 설정합니다.
(A 단자와 B 단자를 각각 **1~2** 순서대로 설정합니다)



- 1** 선택
- 2** **F3** 단자 번호를 설정한다
F4
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

11 온도 측정 대상의 측정 속도를 설정합니다.

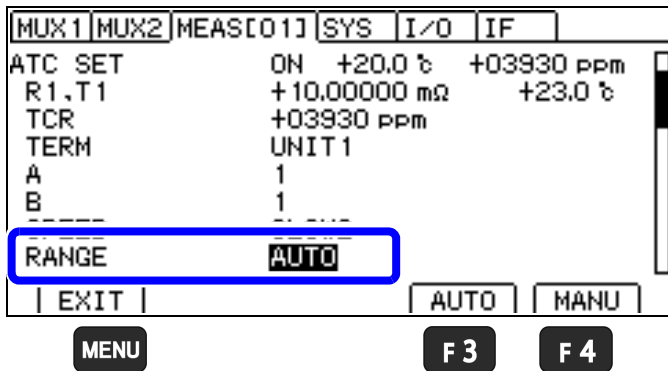
참조 : “측정 속도 설정하기”(p.53)



- 1 선택
- 2 **F1** SLOW2 (초기 설정)
F2 SLOW1
F3 MED(MEDIUM)
F4 FAST
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

12 온도 측정 대상의 측정 레인지를 설정합니다.

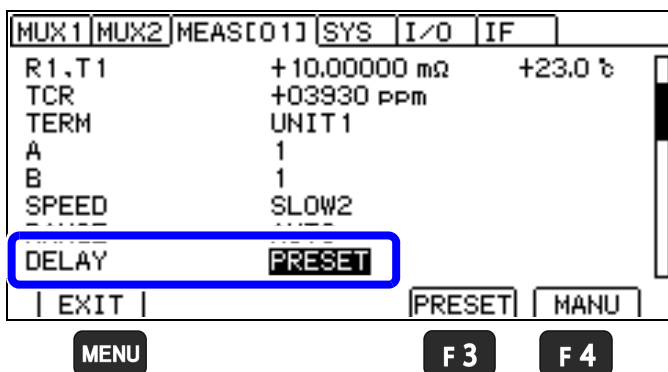
참조 : “측정 레인지 설정하기”(p.52)



- 1 선택
- 2 **F3** 자동 레인지 (초기 설정)
F4 수동 레인지
- 3 수동 레인지로 설정한 경우 사용하고 자 하는 레인지를 선택한다
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

13 온도 측정 대상의 딜레이를 설정합니다.

참조 : “측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)”(p.100)



- 1 선택
- 2 **F3** 프리셋 (내부 고정값)
(초기 설정)
F4 임의 설정
- 3 임의 설정인 경우 지연 시간을 설정한다
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

14 온도 측정 대상의 애버리지를 설정합니다 .

참조 : “ 측정값 안정시키기 (애버리지 기능)”(p.76)

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF
TCR		+03930 ppm			
TERM		UNIT1			
A		1			
B		1			
SPEED		SLOW2			
RANGE		AUTO			
AVERAGE		ON	002		
EXIT		ON		OFF	

MENU

F3

F4

1  선택

2 **F3** ON(초기 설정)

F4 OFF

MENU 측정 화면으로 돌아가기

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF
TCR		+03930 ppm			
TERM		UNIT1			
A		1			
B		1			
SPEED		SLOW2			
RANGE		AUTO			
AVERAGE		ON	002		
EXIT		EDIT			

MENU

F4

3 설정이 ON 인 경우 ,
F4 를 선택 하고 애버리지 횟수
를 설정한다

MENU 측정 화면으로 돌아가기

15 온도 측정 대상의 고도 오프셋 전압 보정 (A-OVC) 을 설정합니다 .

참조 : “ 열기전력에 의한 측정값 오프셋 보정하기 (OVC 기능 , A-OVC 기능)”(p.96)

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF
TERM		UNIT1			
A		1			
B		1			
SPEED		SLOW2			
RANGE		AUTO			
DELAY		PRESET			
A-OVC		ON			
EXIT		ON		OFF	

MENU

F3

F4

1  선택

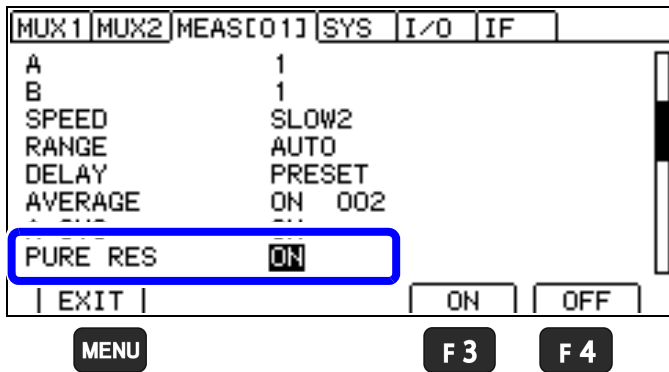
2 **F3** ON (초기 설정)

F4 OFF

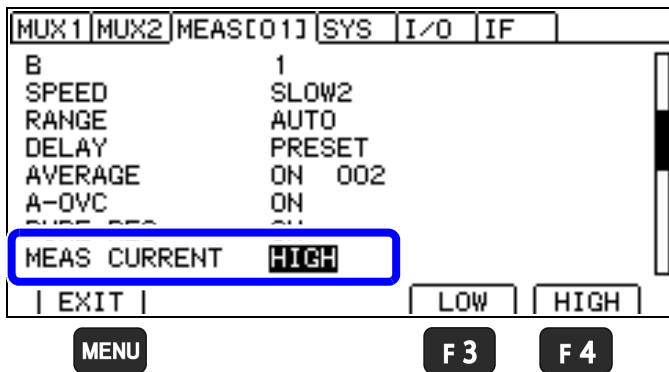
MENU 측정 화면으로 돌아가기

16 온도 측정 대상의 순저항 모드 (PR) 를 설정합니다.

참조 : “순저항 모드 (PR) 로 전환하기”(p.99)



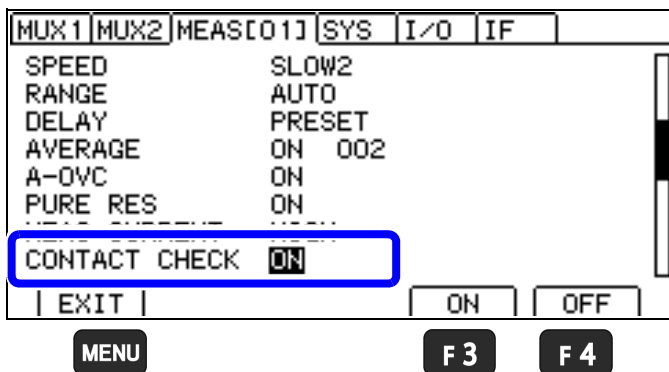
- 1 선택
- 2 **F3** ON (초기 설정)
- F4** OFF
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

17 온도 측정 대상의 측정 전류를 전환합니다.참조 : “측정 전류 전환하기 (1000 $\mu\Omega$ ~ 100 Ω 레인지)”(p.69)

- 1 선택
- 2 **F3** LOW
- F4** HIGH (초기 설정)
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

18 온도 측정 대상의 콘택트 체크를 설정합니다.

참조 : “접촉 불량 및 접촉 상태 확인하기 (콘택트 체크 기능)”(p.104)



- 1 선택
- 2 **F3** ON (초기 설정)
- F4** OFF
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

19 온도 측정 대상의 프로브 접촉 개선을 설정합니다.

참조 : “ 프로브의 접촉 상태 개선하기 (접촉 개선 기능)”(p.106)

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF
RANGE		AUTO			
DELAY		PRESET			
AVERAGE		ON 002			
A-OVC		ON			
PURE RES		ON			
MEAS CURRENT		HIGH			
CONTACT IMPRV		OFF			
EXIT		ON		OFF	

MENU
F 3
F 4

1 선택

2 F 3 ON

F 4 OFF (초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

A-TC 를 수동으로 실행하기

A-TC 기능을 사용한 보정값을 수동으로 확인합니다.

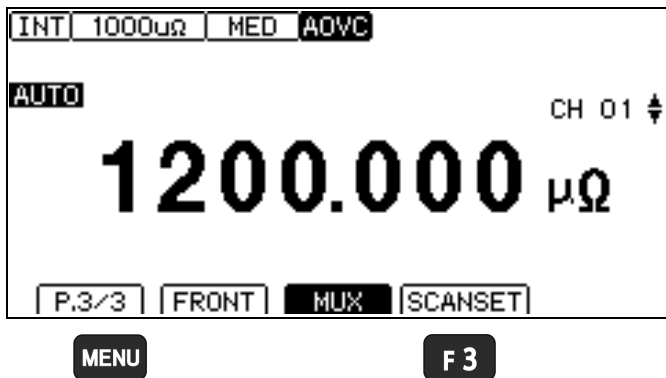
- 1** 사용할 측정 단자를 멀티플렉서 유닛으로 전환합니다.



- 1** **MENU** 기능 메뉴를 P.3/3 으로 전환

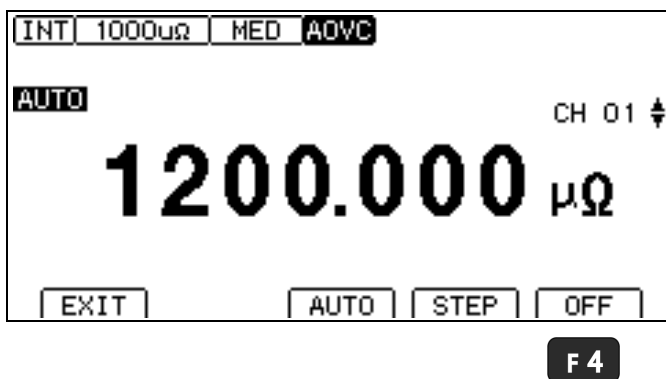
- 2** **F2** 멀티플렉서 유닛을 사용한다

- 2** 스캔 기능을 OFF 로 합니다.



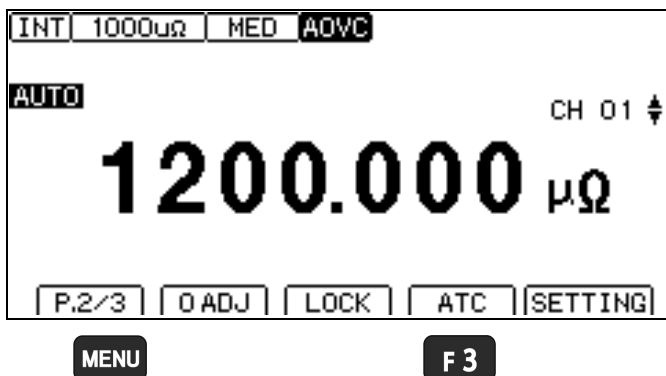
- 1** **MENU** 기능 메뉴를 P.3/3 으로 전환

- 2** **F3** 스캔 기능 선택 화면



- F4** 스캔하지 않는다

- 3** A-TC 를 선택합니다.



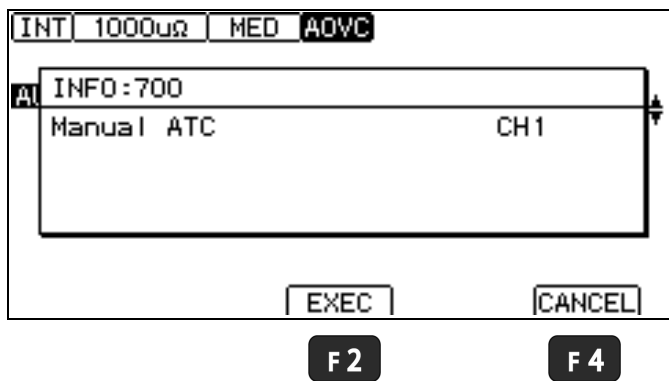
- 1** **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

- 2** **F3** A-TC

4

4.6 온도 변화의 영향 보정하기 (고도 온도 보정 기능 (A-TC))

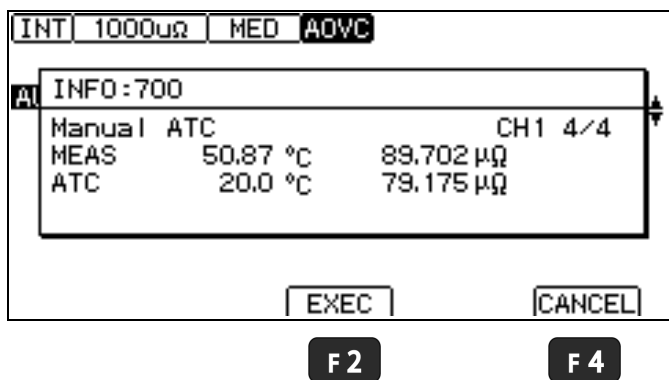
4 A-TC 를 실행합니다 .



F2 실행 한다

F4 A-TC 를 실행하지 않고 측정 화면으로 돌아간다

5 보정 후의 값을 확인한다 .



MEAS : 현재의 온도 현재의 저항값
ATC : 보정 후의 온도 보정 후의 저항값

F2 재실행 한다

F4 측정 화면으로 돌아간다

4.7 측정값 보정하기, 저항값 이외의 물리량으로 표시하기 (스케일링 기능)

측정값에 대해서 보정을 행하는 기능입니다. 프로빙 위치의 영향이나 측정기 간의 차이를 흡수하거나, 영점 조정 대신 임의의 오프셋을 가지게 할 수 있습니다.

그 외 임의로 단위를 입력할 수 있기 때문에 저항 이외의 물리량 (예 : 길이) 등으로 환산하여 표시할 수도 있습니다.

스케일링은 다음과 같은 연산식으로 이루어집니다.

$$R_S = A \times R + B$$

R_S : 스케일링 후의 값

R : 영점 조정, 온도 보정 후의 측정값

A : 게인 계수 설정 범위 : $0.2000 \times 10^{-3} \sim 1.9999 \times 10^3$

B : 오프셋 설정 범위 : $0 \sim \pm 9 \times 10^9$ (최소 분해능 1 nΩ)

게인 계수에 따라 표시 및 통신 측정값, 프린터 출력 형식이 달라집니다.

표시 형식

저전력 모드 (LP): OFF

레인지	게인 계수						
	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-3}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-2}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-1}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 1$ (10^0)	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10$ (10^1)	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^2$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^3$
1000 $\mu\Omega$	0.000 000 μ	00.000 00 μ	000.000 0 μ	0000.000 μ	00.000 00 m	000.000 0 m	0000.000 m
10 mΩ	00.000 μ	000.000 μ	0000.000 μ	00.000 00 m	000.000 0 m	0000.000 m	00.000 00
100 mΩ	000.000 μ	0000.000 μ	00.000 00 m	000.000 0 m	0000.000 m	00.000 00	000.000 0
1000 mΩ	0000.000 μ	00.000 00 m	000.000 0 m	0000.000 m	00.000 00	000.000 0	0000.000
10 Ω	00.000 00 m	000.000 0 m	0000.000 m	00.000 00	000.000 0	0000.000	00.000 00 k
100 Ω	000.000 0 m	0000.000 m	00.000 00	000.000 0	0000.000	00.000 00 k	000.000 0 k
1000 Ω	0000.000 m	00.000 00	000.000 0	0000.000	00.000 00 k	000.000 0 k	0000.000 k
10 kΩ	00.000 00	000.000 0	0000.000	00.000 00 k	000.000 0 k	0000.000 k	00.000 00 M
100 kΩ	000.000 0	0000.000	00.000 00 k	000.000 0 k	0000.000 k	00.000 00 M	000.000 0 M
1000 kΩ	0000.000	00.000 00 k	000.000 0 k	0000.000 k	00.000 00 M	000.000 0 M	0000.000 M
10 MΩ	00.000 00 k	000.000 0 k	0000.000 k	00.000 00 M	000.000 0 M	0000.000 M	00.000 00 G
100 MΩ *	000.000 0 k	0000.000 k	00.000 00 M	000.000 0 M	0000.000 M	00.000 00 G	000.000 0 G
1000 MΩ	0000.0 k	00.000 M	000.00 M	0000.0 M	00.000 G	000.00 G	0000.0 G

*: 100 MΩ 레인지 고정밀도 모드가 OFF 인 경우는 5 자리 표시

순저항 모드 (PR): ON

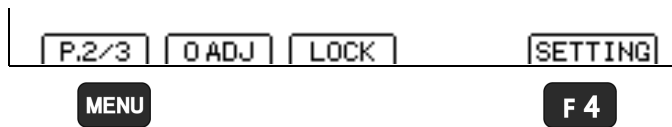
레인지	게인 계수						
	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-3}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-2}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-1}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 1$ (10^0)	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10$ (10^1)	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^2$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^3$
PR1000 $\mu\Omega$	0.000 000 μ	00.000 00 μ	000.000 0 μ	0000.000 μ	00.000 00 m	000.000 0 m	0000.000 m
PR10 mΩ	00.000 μ	000.000 μ	0000.000 μ	00.000 00 m	000.000 0 m	0000.000 m	00.000 00
PR100 mΩ	000.000 μ	0000.000 μ	00.000 00 m	000.000 0 m	0000.000 m	00.000 00	000.000 0

4.7 측정값 보정하기, 저항값 이외의 물리량으로 표시하기 (스케일링 기능)

저전력 모드 (LP): ON (RM3545A 만 해당)

레인지	게인 계수						
	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-3}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-2}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^{-1}$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 1$ (10^0)	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10$ (10^1)	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^2$	(0.2000 ~ 1.9999) $\times 10^3$
LP1000 mΩ	0000.00 μ	00.000 0 m	000.000 m	0000.00 m	00.000 0	000.000	0000.00
LP10 Ω	00.000 0 m	000.000 m	0000.00 m	00.000 0	000.000	0000.00	00.000 0 k
LP100 Ω	000.000 m	0000.00 m	00.000 0	000.000	0000.00	00.000 0 k	000.000 k
LP1000 Ω	0000.00 m	00.000 0	000.000	0000.00	00.000 0 k	000.000 k	0000.00 k

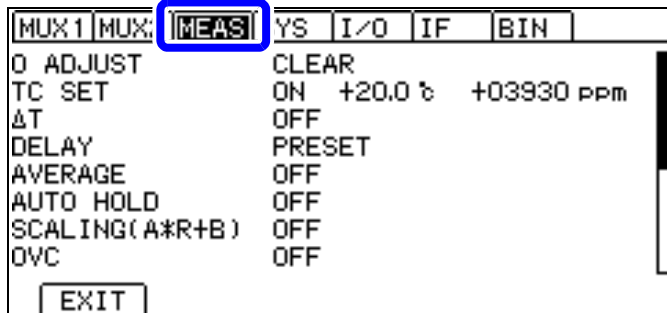
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

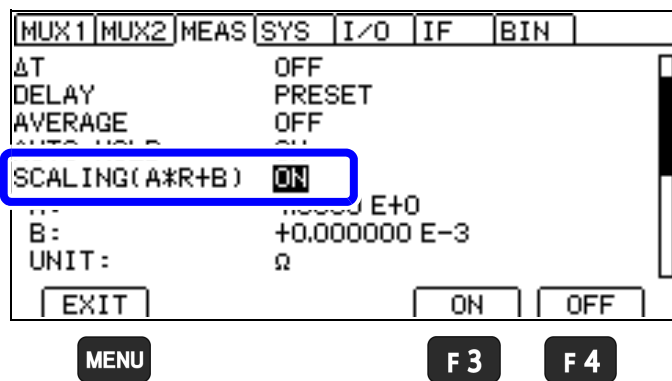
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 스케일링 기능을 ON(OFF)으로 합니다.



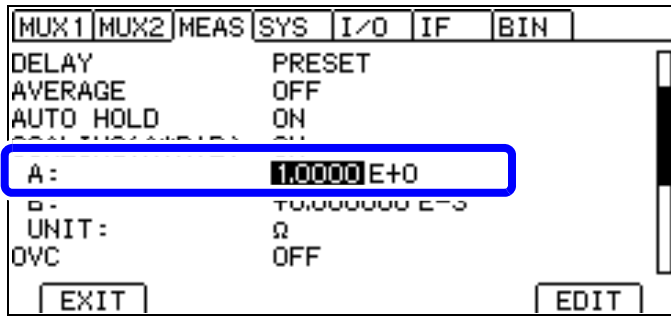
1 선택

2 **F3** 스케일링 기능을 ON 으로 한다

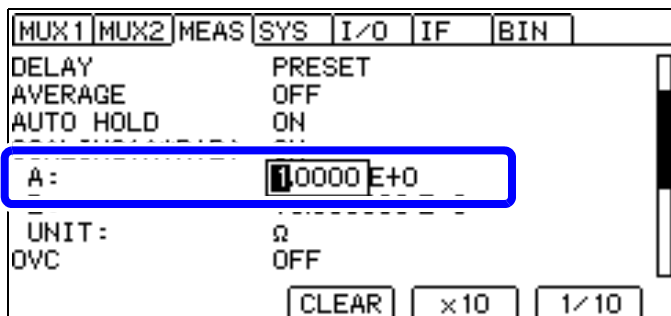
F4 스케일링 기능을 OFF 로 한다 (초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4 게인 계수를 설정합니다.



F4



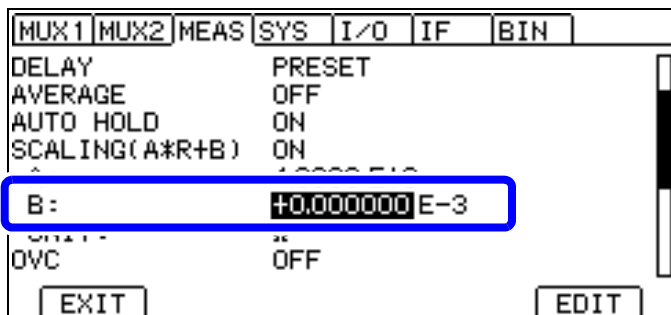
F2

F3

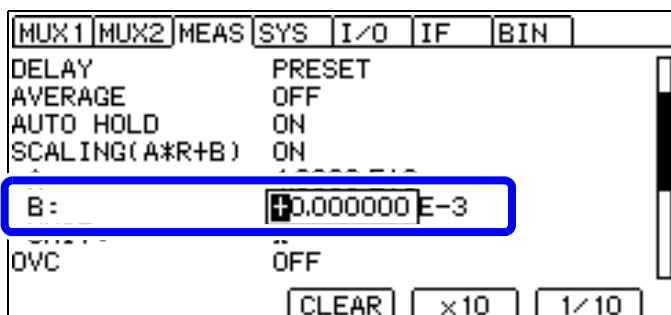
F4

설정 범위 : $0.2000 \times 10^{-3} \sim 1.9999 \times 10^3$

5 오프셋을 설정합니다.



F4



F2

F3

F4

설정 범위 : $0 \sim \pm 9 \times 10^9$ (최소 분해능 1 nΩ, 초기 설정 : 0)



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2 자릿수 이동
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

F3 10 배 한다

F4 1/10 배 한다

F2 값을 클리어한다

지수부 (E+3 등) 는 직접 설정할 수 없습니다. **F3**, **F4** 로 10 배, 1/10 배 해주십시오.

3 **ENTER** 확정

(**ESC** 취소)



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2 자릿수 이동
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

F3 10 배 한다

F4 1/10 배 한다

F2 값을 클리어한다

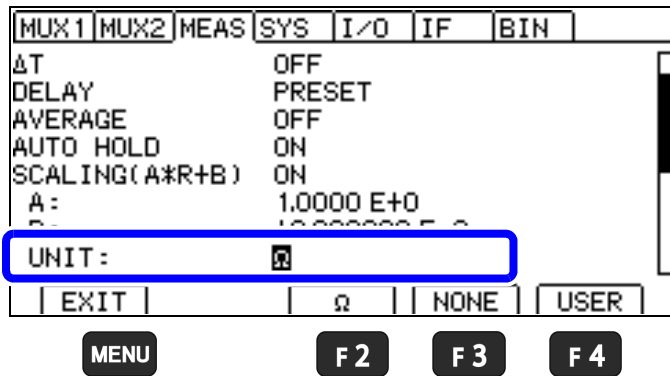
지수부 (E+3 등) 는 직접 설정할 수 없습니다. **F3**, **F4** 로 10 배, 1/10 배 해주십시오.

3 **ENTER** 확정

(**ESC** 취소)

4

6 표시되는 측정값의 단위를 설정합니다.



1 선택

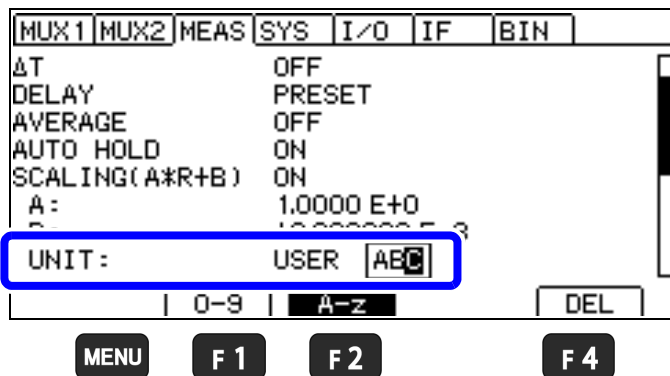
2 **F2** 단위를 Ω 으로 한다 (초기 설정)

F3 단위를 없앤다

F4 임의의 단위로 한다

MENU 측정 화면으로 돌아가기

7 임의의 단위를 편집합니다.



1 **F4** 로 수치 편집이 가능하도록 한다

자릿수 이동 문자 변경

좌우 커서 키로 편집하려는 자릿수로 커서를 이동

상하 커서 키로 문자를 변경

F1 숫자 (0 ~ 9) 입력

F2 알파벳 (A ~ z) 입력

F4 1 문자 삭제

2 **ENTER** 확정

(**ESC**) 취소

MENU 측정 화면으로 돌아가기

중요

스케일링 연산은 영점 조정 연산된 측정값에 대해 수행됩니다. 따라서 영점 조정을 해도 측정값이 0 이 되지 않을 수 있습니다.

- 연산 결과가 표시 범위를 초과하는 경우는 측정값을 풀 스케일까지 표시할 수 없습니다.

예 : 10 Ω 레인지에서 오프셋을 90 Ω 으로 설정한 경우

→ 표시값이 10 Ω 을 초과하면 OvrRng 표시

- 연산 결과가 마이너스가 되는 경우는 표시가 마이너스가 됩니다.

예 : 100 m Ω 레인지에서 오프셋을 -50 m Ω 으로 설정한 경우

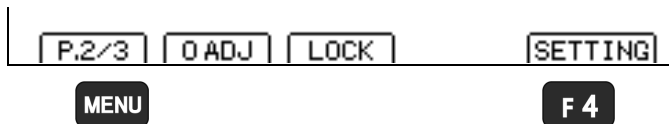
→ 30 m Ω 을 측정하면 표시는 -20 m Ω

4.8 측정값의 자릿수 변경하기

중요

측정값의 자릿수 설정은 모든 채널에서 공통입니다. (Z3003 사용 시)

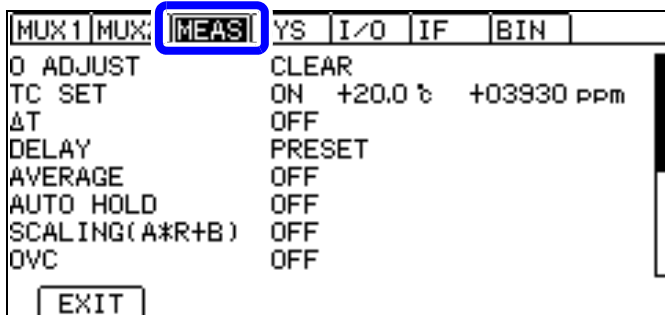
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

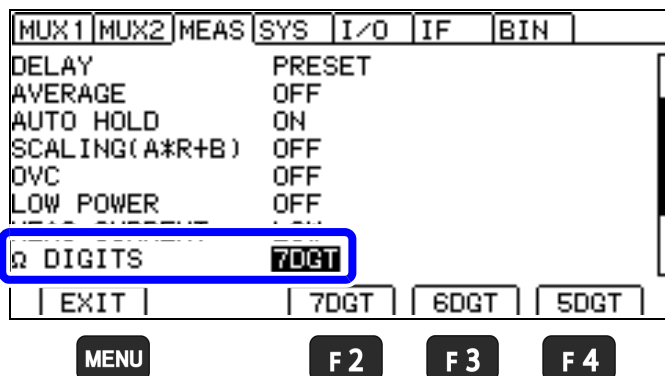
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 측정 자릿수를 선택합니다.



1 **←** 선택

2

F2 7 자리 (1,000,000 digit)
(초기 설정)

F3 6 자리 (100,000 digit)

F4 5 자리 (10,000 digit)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

- 설정보다 full scale 의 자릿수가 작은 경우는 full scale 의 자릿수로 됩니다. full scale 에 대해서는 “기본 사양”(p.276) 을 참조해 주십시오.
- 자릿수를 변경해도 통신 커맨드의 측정값 자릿수는 변하지 않습니다.

4.9 열기전력에 의한 측정값 오프셋 보정하기 (OVC 기능, A-OVC 기능 RM3546)

열기전력 및 본 기기 내부의 오프셋 전압 등을 자동으로 보정합니다.

참조 : “14.11 열기전력의 영향에 대해서”(p.357)

“3.1 측정 대상 확인하기”(p.50)

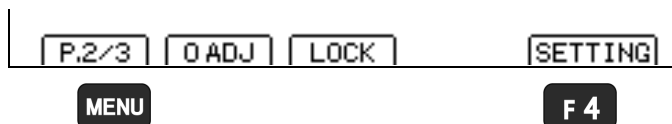
오프셋 전압 보정 기능 : OVC (Offset Voltage Compensation) 기능

정방향으로 측정 전류를 흘렸을 때의 측정값 R_p 와 역방향으로 흘렸을 때의 측정값 R_N 을 사용하여 아래 값을 실제 저항값으로 표시합니다.

$$\frac{R_p - R_N}{2}$$

- 저전력 모드 OFF 일 때
10 mΩ 레인지 ~ 1000 Ω 레인지에서는 OVC 기능을 ON 으로 할 수 있습니다.
10 kΩ 레인지 ~ 1000 MΩ 레인지에는 OVC 기능이 없습니다.
1000 μΩ 레인지에서는 OVC 기능이 자동으로 ON 이 됩니다. 이 기능은 해제할 수 없습니다.
- 저전력 모드 ON 일 때
모든 레인지에서 OVC 기능은 자동으로 ON 이 됩니다. 이 기능은 해제할 수 없습니다.
- RM3546 의 경우 :
애버리지 횟수가 1 회일 때만 OVC 기능을 사용할 수 있습니다. 단, 화면에서는 A-OVC 라고 표시됩니다.
2 회 이상은 A-OVC 기능이 됩니다.

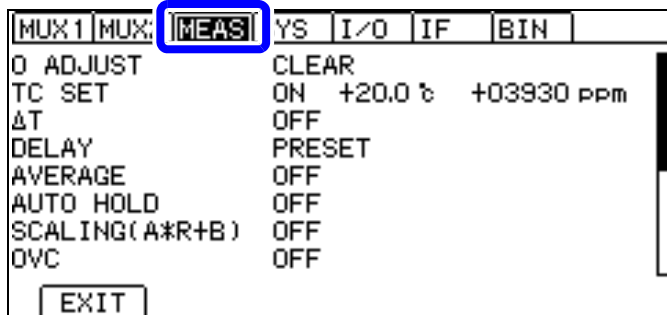
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F 4** 설정 화면 표시

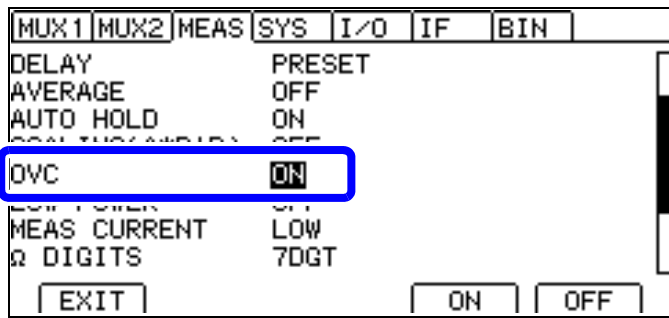
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 오프셋 전압 보정 기능을 ON(OFF)으로 합니다.



MENU

F 3

F 4

MENU

측정 화면으로 돌아가기

1 선택

2

F 3 ON

F 4 OFF(초기 설정)

중요

- 측정 대상의 인덕턴스가 큰 경우 지연 시간 (딜레이 시간) 을 늘려야 합니다 .(p.100)
처음에는 지연 시간을 길게 설정하고 측정값을 보면서 서서히 줄여 주십시오 .
- 영점 조정 기능을 사용하는 경우, 오프셋 전압 보정 기능을 **OFF**로 변경한 후 반드시 영점 조정을 실시해 주십시오 .
- 4 단자 측정에서 오프셋 전압 보정 기능을 **ON** 으로 한 경우는 영점 조정이 필요하지 않습니다 .
- 오프셋 전압 보정 기능이 **ON** 인 경우 (**[OVC]** 점등), 측정 시간이 길어집니다 .(p.277)

4

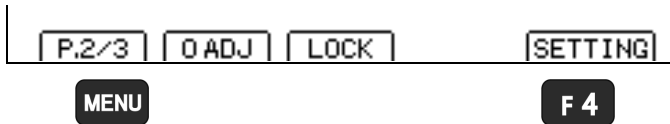
고도 오프셋 전압 보정 기능 :

A-OVC(Advanced Offset Voltage Compensation) 기능 RM3546

전류의 극성을 바꾸어 정방향과 역방향으로 여러 번 인가하여 각 극성의 보정값을 구합니다. 이들 보정값을 사용하여 저항값의 변화분을 추가 보정하여 저항값으로 표시합니다.

[AVERAGE]의 설정을 OFF로 한 경우는 OVC가 됩니다.

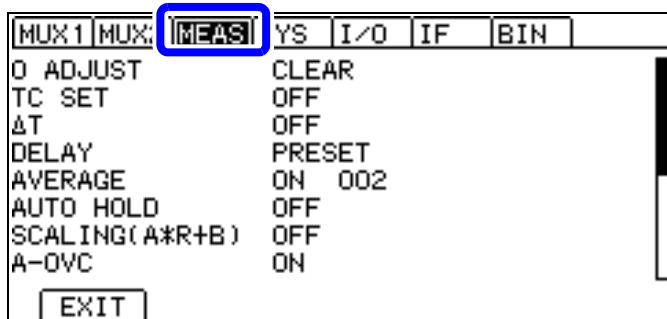
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

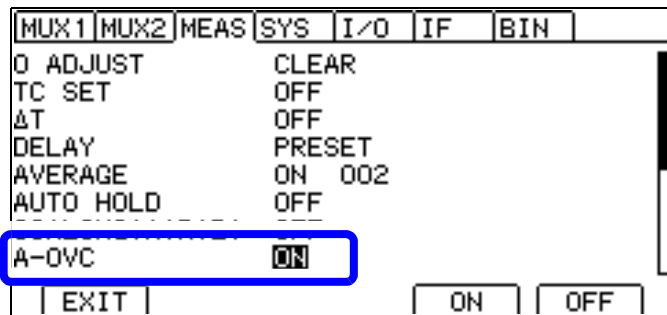
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 고도 오프셋 전압 보정 기능을 ON(OFF)으로 합니다.



1 선택

2 **F3** ON(초기 설정)

F4 OFF

MENU

F3

F4

MENU 측정 화면으로 돌아가기

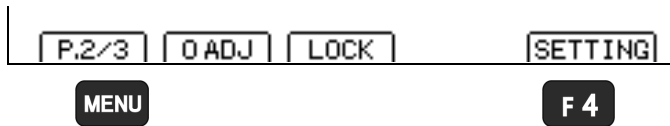
중요

- 측정 대상의 인덕턴스가 큰 경우 지연 시간 (딜레이 시간) 을 늘려야 합니다 .(p.100)
처음에는 지연 시간을 길게 설정하고 측정값을 보면서 서서히 줄여 주십시오 .
- 영점 조정 기능을 사용하는 경우, 고도 오프셋 전압 보정 기능을 OFF로 변경한 후 반드시 영점 조정을 실시해 주십시오 .
- 고도 오프셋 전압 보정 기능을 ON으로 한 경우는 영점 조정이 필요하지 않습니다 .
- 고도 오프셋 전압 보정 기능이 ON인 경우 ([A-OVC] 점등), 측정 시간이 길어집니다 .(p.277)

4.10 순저항 모드 (PR) 로 전환하기

측정 대상이 인덕턴스 성분이 없는 순저항인 경우 순저항 모드를 사용하면 측정 시간을 단축할 수 있습니다.

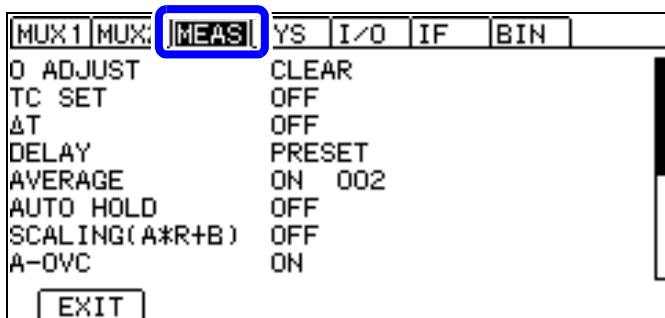
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

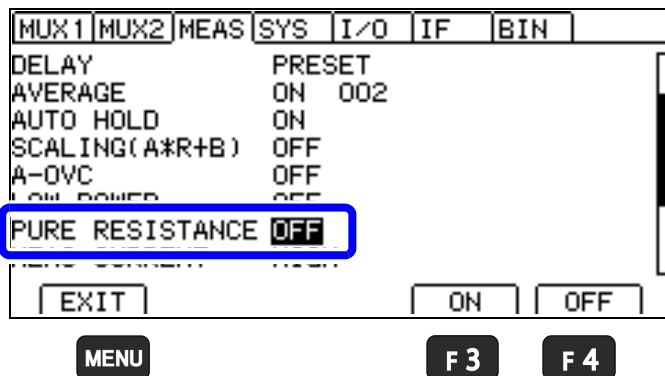
2 **F4** 설정 화면 표시

2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[MEAS] 탭으로 이동

3 순저항 모드를 ON(OFF) 로 합니다.



1 선택

2

F3 ON

F4 OFF(초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

중요

측정 대상에 인덕턴스 성분이 포함되는 경우는 측정이 안정되지 않습니다. 그 경우에는 순저항 모드를 OFF로 하거나, 딜레이 시간을 길게 해주십시오.

4.11 측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)

OVC 및 자동 레인지에서 측정 전류를 변화시킨 후 대기 시간을 두어 측정이 안정되는 시간을 조정합니다. 이 기능을 사용하면 측정 대상의 리액턴스 성분이 큰 경우에도 내부 회로가 안정된 후에 측정을 시작할 수 있습니다.

인덕터 등 측정 전류를 인가한 후 안정될 때까지 시간이 걸려 초기 상태 (기본값)로 측정할 수 없는 경우에는 딜레이를 조정해 주십시오. 딜레이 시간은 다음 계산값의 10 배를 기준으로 리액턴스 성분 (인덕턴스, 커패시턴스)이 측정값에 영향을 미치지 않도록 설정해 주십시오.

$$t = -\frac{L}{R} \ln \left(1 - \frac{IR}{V_O} \right)$$

L : 측정 대상의 인덕턴스
 R : 측정 대상의 저항 + 리드선 저항 + 접촉 저항
 I : 측정 전류 ("측정 정확도"(p.284) 참조)
 V_O : 개방전압 ("측정 정확도"(p.284) 참조)

딜레이 설정은 프리셋 (내부 고정값) 과 임의 설정값 2 가지 중에서 선택할 수 있습니다.

프리셋 (내부 고정값)

레인지 및 오프셋 전압 보정 기능에 따라 값이 달라집니다.

LP: OFF 및 PR: OFF (단위 : ms)

레인지	측정 전류	딜레이		100 MΩ 레인지 고정밀도 모드
		OVC, A-OVC: OFF	OVC, A-OVC: ON	
1000 μΩ	High	-	38	-
	Low* ¹		10	
10 mΩ	High	38	13	
	Low* ¹	25	10	
100 mΩ	High	130	13	
	Low	20	1	
1000 mΩ	High	38	1	
	Low	4	2	
10 Ω	High	20	2	
	Low	5	2	
100 Ω	High	130	1	
	Low	20	2	
1000 Ω	-	130	1	
10 kΩ		180	-	
100 kΩ		95		
1000 kΩ		10		
10 MΩ		1		
100 MΩ		500	ON	
		1	OFF	
1000 MΩ		1	OFF	

LP: ON

딜레이
1

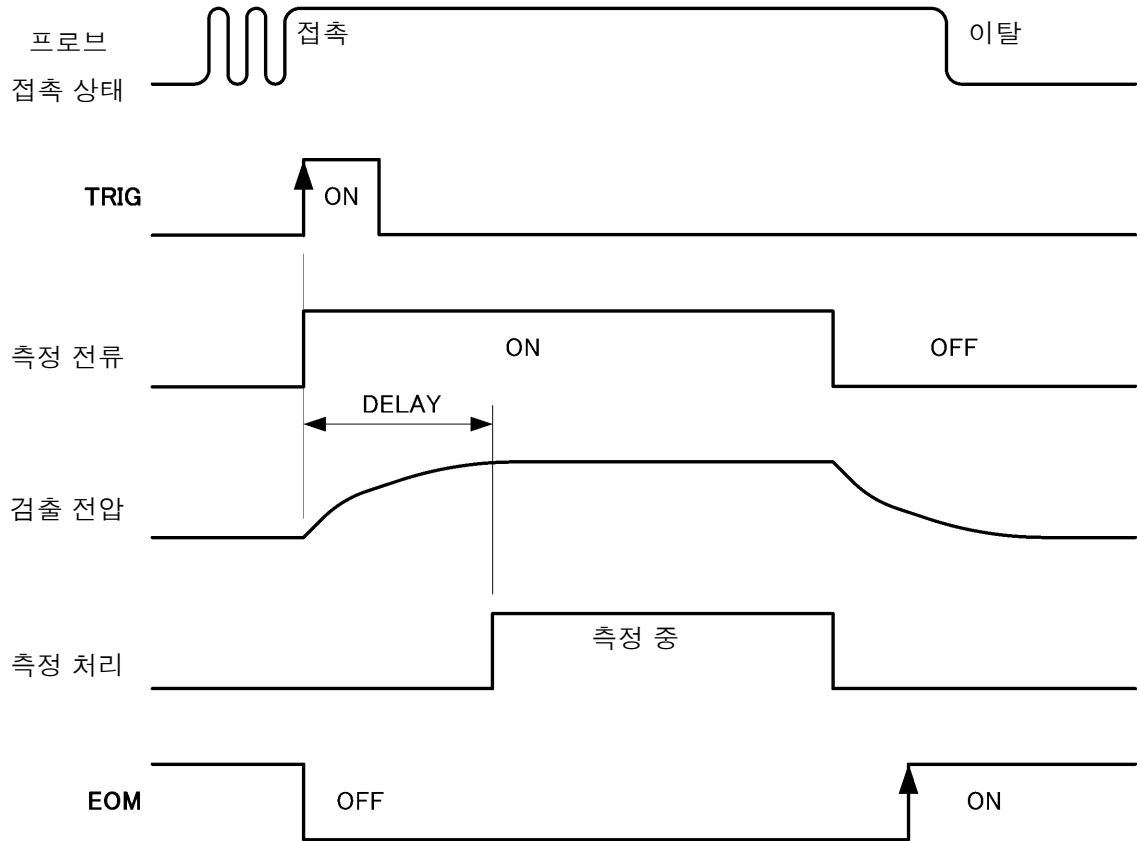
PR: ON

딜레이
1

*1: RM3546 만 해당

임의 설정값

설정 범위는 0 ~ 9999 ms 입니다 .
모든 레인지가 설정한 값이 됩니다 .

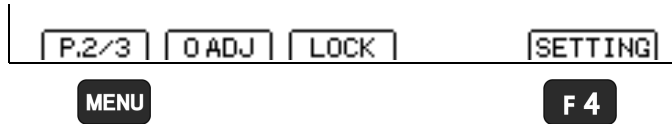
딜레이의 타이밍 차트**중요**

- 프리셋 값은 10 mH (PR 모드에서는 1 mH) 정도의 인덕턴스를 상정하여 설정되어 있으며, 측정 레인지별로 달라집니다 .
- 트리거 소스 EXT 에서 측정 레인지가 10 k Ω 레인지 이상인 경우는 측정 전류를 정지하지 않습니다 (연속 인가).

지연 시간의 설정

지연 시간은 리액턴스 성분 (인덕턴스, 커패시턴스) 이 측정값에 영향을 미치지 않도록 설정해 주십시오.
처음에는 지연 시간을 길게 설정하고 측정값을 보면서 지연 시간을 서서히 줄여 주십시오.

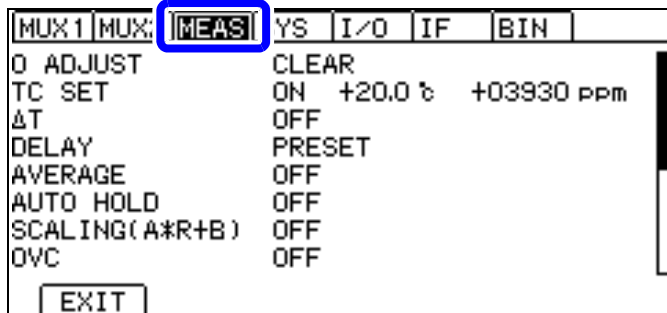
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

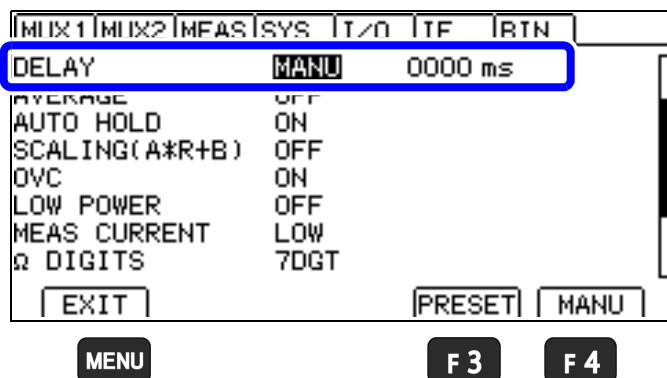
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 프리셋 (초기 설정) 또는 임의 설정 중에서 선택합니다.

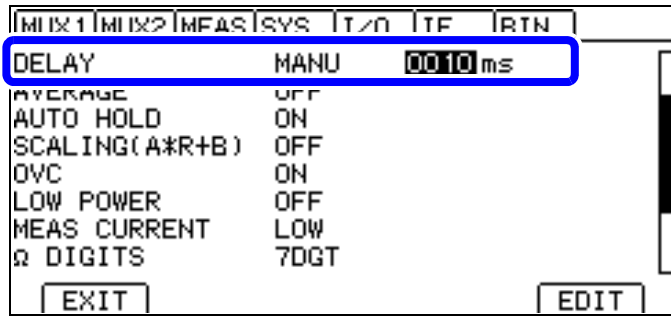


1 선택

2 **F3** 프리셋 (내부 고정값)

F4 임의 설정

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4 임의 설정인 경우 지연 시간을 설정합니다.**F4**

설정 범위 : 0 ms (초기 설정) ~ 9999 ms

1 설정 할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다**2** 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경**3** **ENTER** 확정(**ESC** 취소)**MENU** 측정 화면으로 돌아가기**4**

4.12 접촉 불량 및 접촉 상태 확인하기 (콘택트 체크 기능)

측정 대상과 프로브의 접촉 불량 및 측정 케이블의 단선 상태를 검출합니다.

본 기기에서는 적분 기간 전 (응답 시간) 부터 측정 중에 걸쳐서 SOURCE A – SENSE A 사이 및 SOURCE B - SENSE B 사이의 저항을 상시 모니터링하여 저항값이 역치를 초과한 경우 콘택트 에러로 판단합니다.

콘택트 에러 시에는 **[CONTACT TERM.A]**, **[CONTACT TERM.B]** 에러를 표시합니다.

측정값의 콤퍼레이터 판정은 하지 않습니다.

이 에러가 표시된 경우는 프로브의 접촉, 측정 케이블의 단선 등을 확인해 주십시오.

측정 대상이 도전성 도료, 도전성 고무 등 SENSE - SOURCE 간의 저항값이 큰 경우는 항상 에러가 되어 측정할 수 없습니다. 그 경우 콘택트 체크 기능을 OFF로 해주십시오.

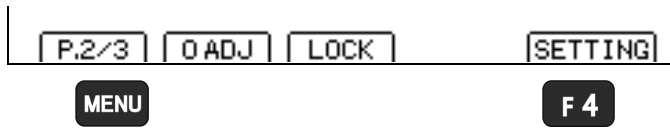
단선되지 않은 측정 케이블의 선단을 단락시켜도 에러 표시가 사라지지 않으면 수리가 필요합니다.

참조: “3.5 측정값 확인하기”(p.56), “14.16 측정 이상 시 확인 방법”(p.365)

중요

- 콘택트 체크의 역치는 대략 $50\ \Omega$ 입니다. 역치는 측정 대상, 연결 케이블, 측정 레인지 등에 의존하므로 $50\ \Omega$ 이 되지 않을 수 있습니다. 또한, SOURCE 측만 저항값이 큰 경우는 콘택트 에러가 아닌 전류 이상이 될 수 있습니다.(p.59)
- $100\ M\Omega$ 레인지 이상은 설정을 OFF로 해도 항상 콘택트 체크 기능이 작동합니다.
- 멀티플렉서에서 2선식으로 설정한 경우 콘택트 체크 기능은 OFF가 됩니다.
- 저저항을 측정하는 경우 SOURCE A 또는 SOURCE B의 접촉 불량을 오버 레인지로 판단하는 경우가 있습니다.
- 콘택트 체크 OFF 설정의 경우, 프로브가 측정 대상에 접촉하지 않아도 측정값을 표시하는 경우가 있습니다.
- 콘택트 체크 OFF 설정의 경우, 접촉 저항이 커지면 측정값의 오차가 커지는 경우가 있습니다.
- 트리거 소스 INT의 경우 콘택트 에러 시 (측정 대상 미연결 시) 전류를 정지합니다. 한편, 트리거 소스 INT에서 콘택트 체크 기능이 OFF인 경우 측정 대상이 연결되지 않았을 때는 최대 개방전압이 단자 사이에 발생합니다. 따라서 측정 대상에 연결한 순간에는 돌입전류가 흐릅니다.
(예: 측정 전류 1 A 레인지에서 순저항을 측정한 경우 최대 6 A, 수렴 시간 최대 2 ms)
돌입 전류량은 레인지에 따라 달라집니다. 깨지기 쉬운 소자를 측정할 경우에는 콘택트 체크를 ON으로 하거나 작은 레인지의 측정 전류를 사용해 주십시오. 단, 콘택트 체크를 ON으로 해도 채터링이 있는 경우에는 돌입 전류를 완전히 방지할 수 없습니다.
- 측정 케이블을 동력선, 신호선 또는 다른 기기의 측정 케이블과 함께 묶어서 배선한 경우 콘택트 에러가 발생할 수 있습니다.
- 저전력 모드에서는 콘택트 체크의 초기 설정은 OFF입니다. 콘택트 체크를 ON으로 했을 때의 개방 단자 전압은 300 mV입니다.

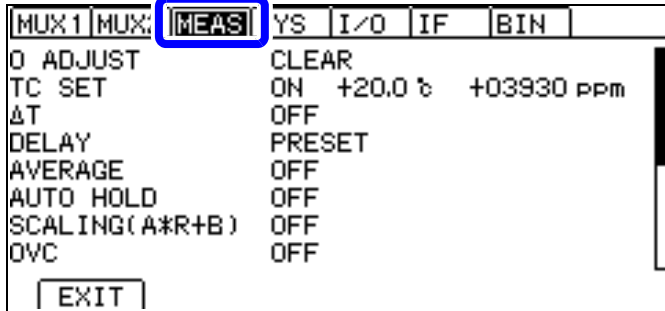
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F 4** 설정 화면 표시

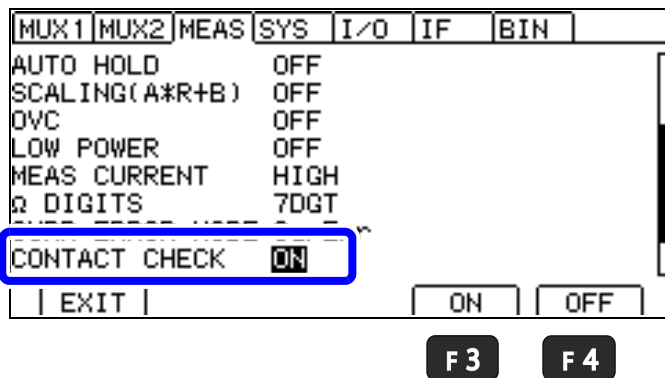
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 콘택트 체크 기능을 ON 으로 합니다.



1 선택

2

F 3 콘택트 체크 기능을 ON 으로 한다 (저전력 모드 OFF 인 경우의 초기 설정)

F 4 콘택트 체크 기능을 OFF 로 한다 (저전력 모드 ON 인 경우의 초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4

4.13 프로브의 접촉 상태 개선하기 (접촉 개선 기능)

측정 시작 전에 SENSE A 단자에서 SENSE B 단자로 전류를 흐르게 하여 프로브의 접촉 상태를 개선합니다.

주의



- 접촉 개선 기능을 사용하면 측정 대상에 전압이 인가되므로 특성이 변화하기 쉬운 측정 대상 (자기 저항 소자, 신호용 릴레이, EMI 필터 등) 을 측정할 경우는 주의한다.
측정 대상의 특성이 변화될 우려가 있습니다.

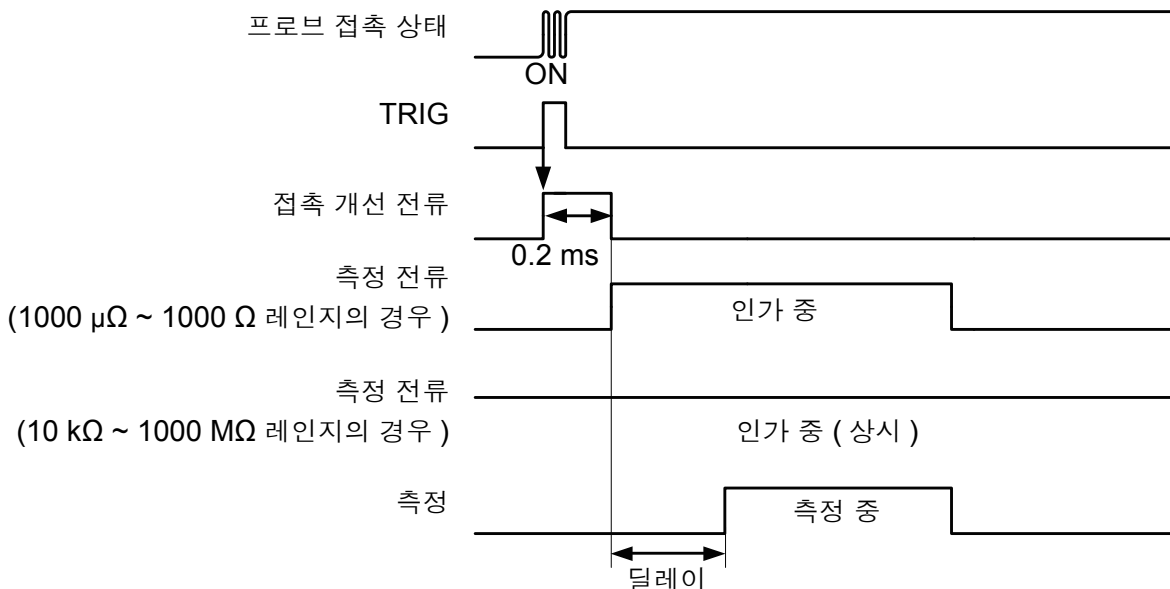
접촉 개선 전류는 최대 10 mA, 인가 전압은 최대 5 V 입니다.

저전력 모드가 ON 인 경우 접촉 개선 기능은 OFF 가 됩니다.

접촉 개선 기능을 사용하면 측정 종료까지의 시간은 0.2 ms 길어집니다.

타이밍 차트 (접촉 개선 전류)

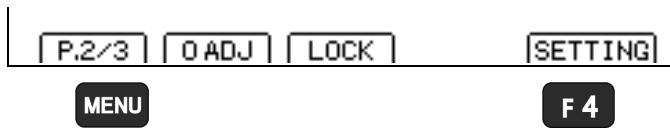
측정 전류는 OVC, A-OVC 가 OFF 인 경우를 나타냅니다.



중요

10 k Ω 를 초과하는 측정 대상을 측정하는 경우 DUT 양단 전압이 안정될 때까지 시간이 걸립니다. 수동 설정에서 딜레이 시간을 입력하여 사용해 주십시오.

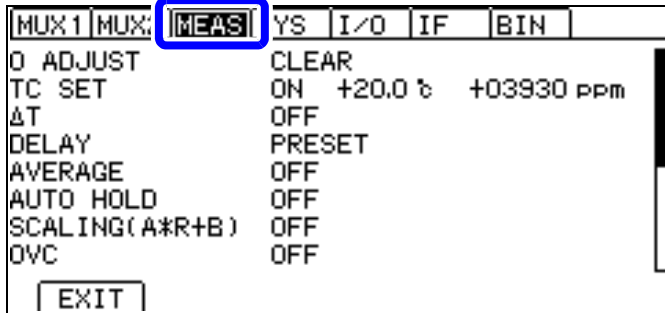
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

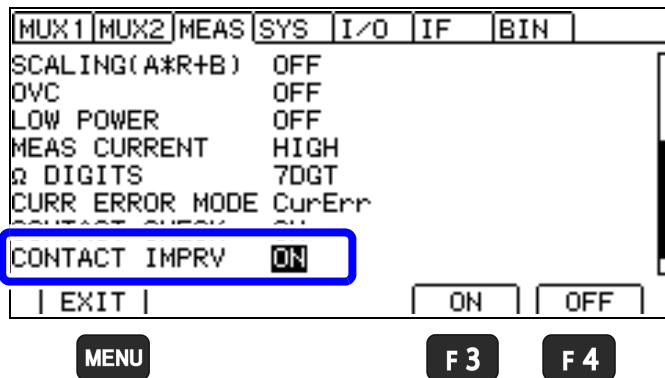
2 **F4** 설정 화면 표시

2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[MEAS] 탭으로 이동

3 접촉 개선 기능을 ON(OFF)으로 합니다.



1 선택

2
F3 접촉 개선 기능을 ON 으로 한다
F4 접촉 개선 기능을 OFF 로 한다
(초기 설정)

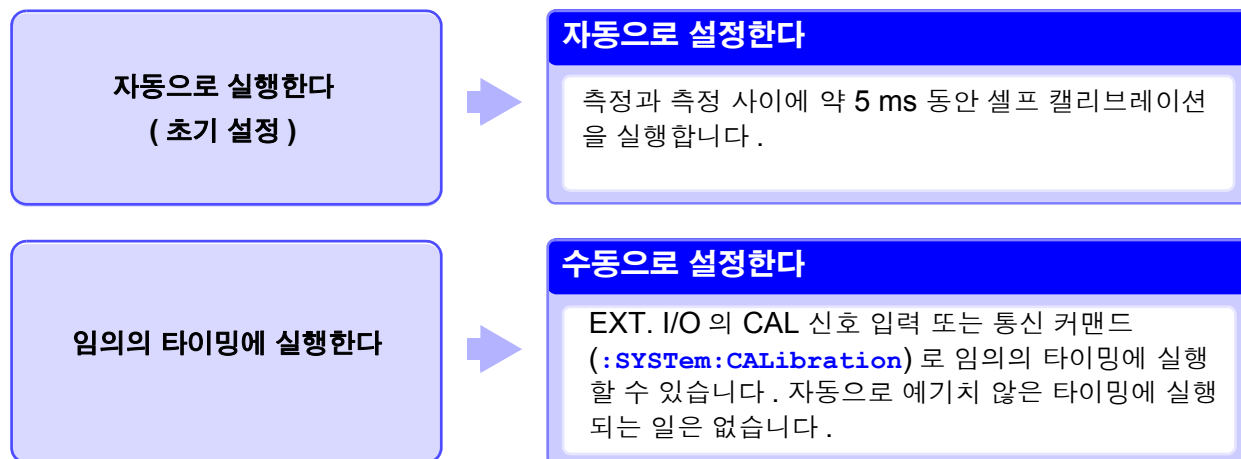
MENU 측정 화면으로 돌아가기

4

4.14 측정 정밀도 유지하기 (셀프 캘리브레이션 기능)

본 기기는 측정 정밀도를 유지하기 위해 셀프 캘리브레이션으로서 회로 내부의 오프셋 전압과 게인 드리프트를 보정합니다 .

셀프 캘리브레이션 기능의 실행은 다음 두 가지 방법 중에서 선택할 수 있습니다 .



셀프 캘리브레이션의 타이밍과 시간

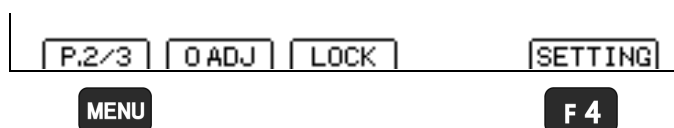
설정	캘리브레이션 타이밍	측정 보류 기간 (캘리브레이션 시간)
자동 *1	측정 후	5 ms
수동	실행 시	400 ms

*1: 자동 설정의 경우

자동 설정의 경우 TRIG 대기 중에는 1 초마다 5 ms 동안 셀프 캘리브레이션을 실행합니다 .

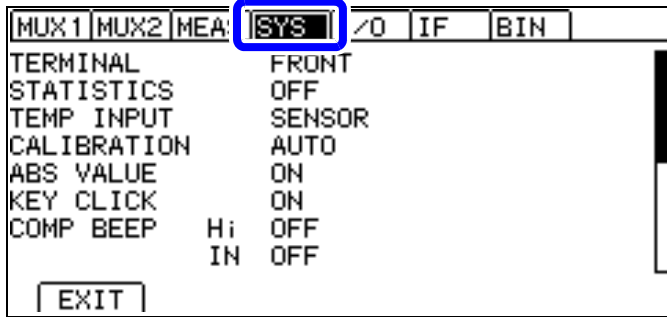
5 ms 동안의 셀프 캘리브레이션 중 TRIG 신호를 수신하면 셀프 캘리브레이션을 중지하고 0.5 ms 후에 측정을 시작합니다 . 측정 시간의 편차가 신경 쓰이는 경우는 수동 설정으로 해주십시오 .

1 설정 화면을 엽니다 .

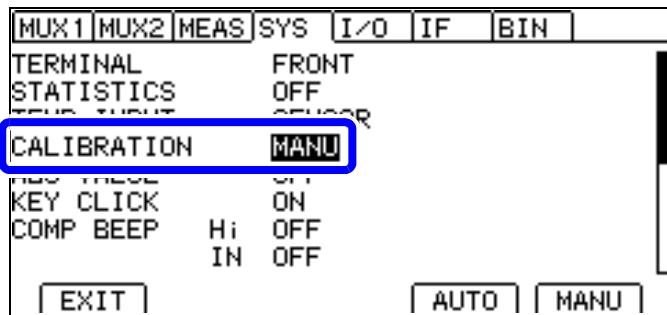


1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다 .

좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 셀프 캘리브레이션 동작을 설정합니다 .

1 선택

2

F3 자동으로 설정한다 (초기 설정)

F4 수동으로 설정한다

F3

F4

MENU 측정 화면으로 돌아가기

중요

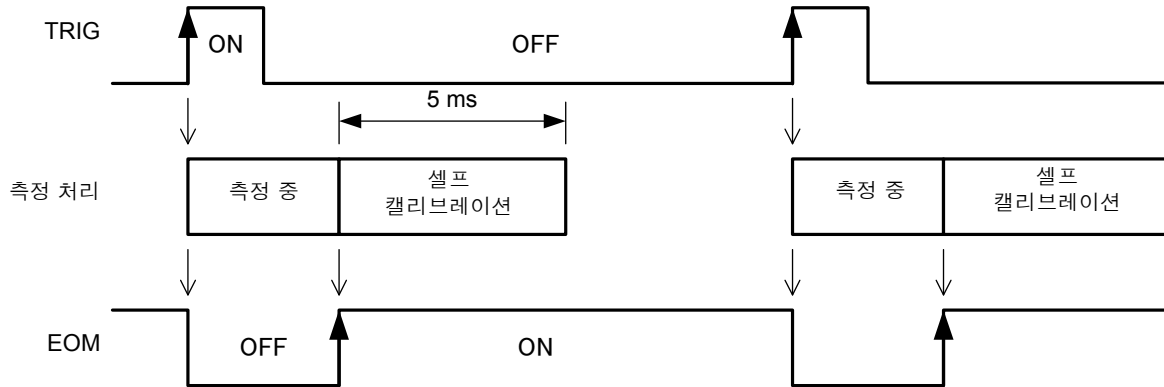
셀프 캘리브레이션 동작을 수동으로 설정한 경우 사용 환경의 온도가 2°C 이상 변화했을 때는 반드시 셀프 캘리브레이션을 실행해 주십시오 . 실행하지 않으면 정확도를 보증할 수 없습니다 .

사용 환경의 온도 변화가 2°C 미만인 경우에도 30 분 이내의 간격으로 셀프 캘리브레이션을 실행해 주십시오 .

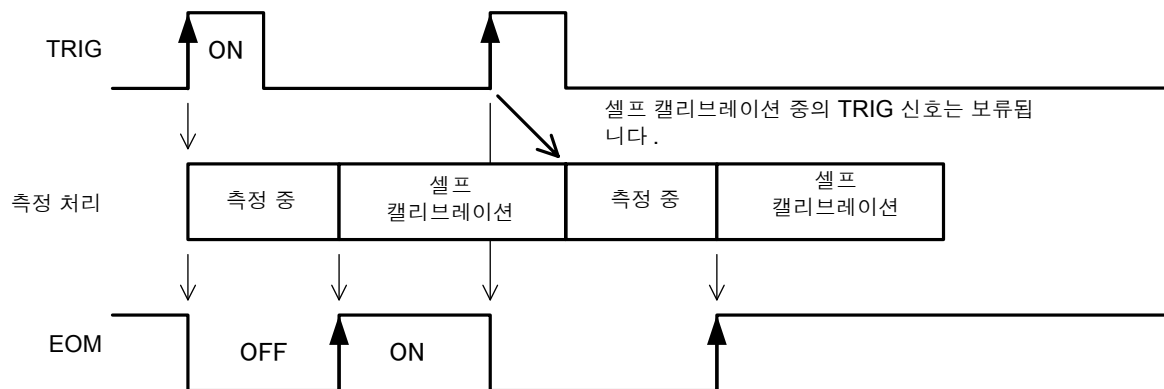
AUTO 설정에서의 동작

측정 종료 후 즉시 셀프 캘리브레이션을 시작하여 5 ms 에 완료합니다 . 셀프 캘리브레이션 중의 TRIG 신호는 1 회 분이 보류되며 , 셀프 캘리브레이션 완료 후에 측정을 시작합니다 .

측정 간격에 5 ms 이상의 여유가 있는 경우



셀프 캘리브레이션 중에 TRIG 신호를 입력한 경우



또한 , TRIG 대기 중에는 1 초마다 셀프 캘리브레이션을 실행합니다 . 셀프 캘리브레이션 중에 TRIG 신호를 수신하면 셀프 캘리브레이션을 중지하고 약 0.5 ms 후에 측정을 시작합니다 .

중요

- 자동 스캔에서는 스캔 종료 후에만 셀프 캘리브레이션이 시작됩니다 . 각 채널의 측정마다 셀프 캘리브레이션을 실시하지는 않습니다 .
- MANUAL 에서 AUTO 로 전환된 직후에는 400 ms 셀프 캘리브레이션을 실시합니다 . 그 동안에는 TRIG 신호를 넣지 마십시오 .

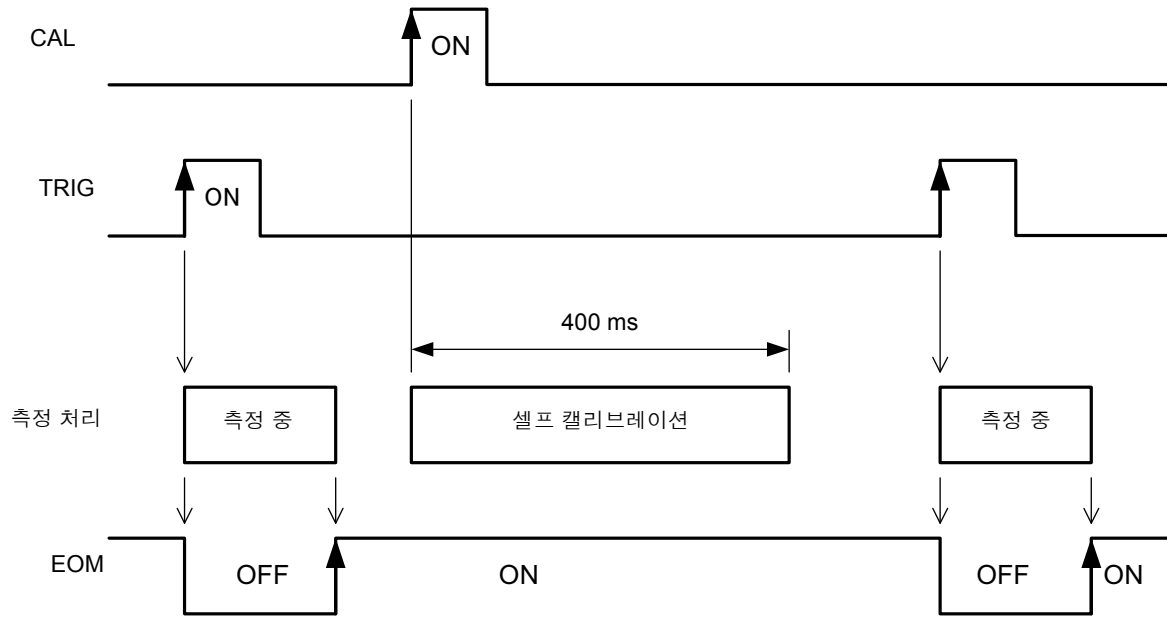
MANUAL 설정에서의 동작

CAL 신호를 입력하면 즉시 셀프 캘리브레이션을 시작합니다.

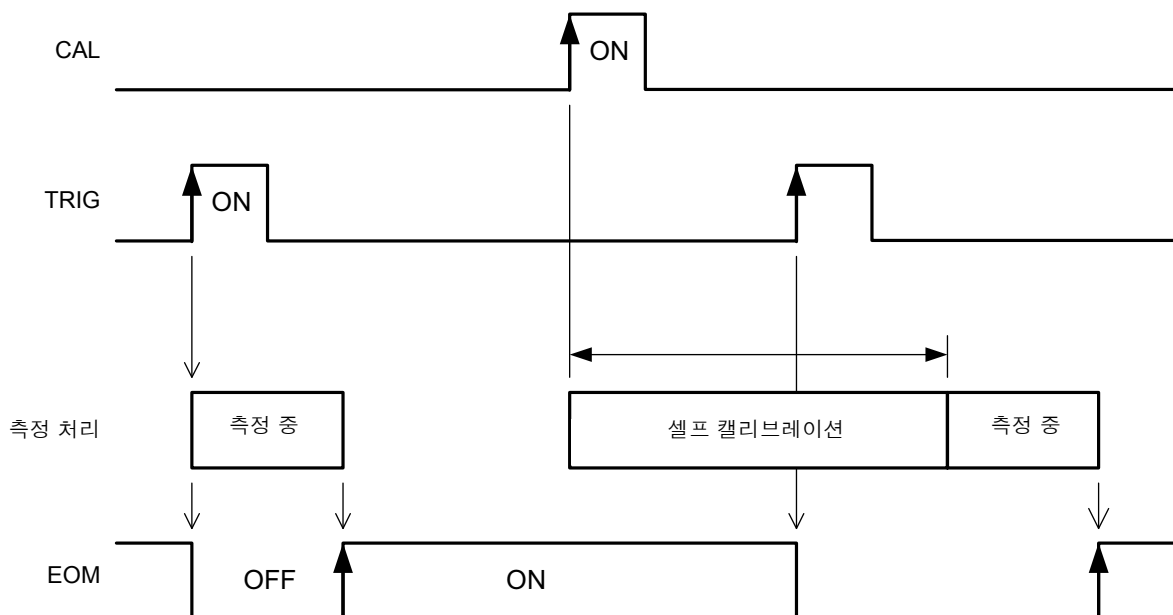
셀프 캘리브레이션 중에 TRIG 신호가 입력된 경우에도 셀프 캘리브레이션을 계속 진행합니다. 이 경우 TRIG 신호는 수리되고 EOM 신호는 OFF가 되며 셀프 캘리브레이션 완료 후에 측정을 시작합니다.

측정 중에 CAL 신호가 입력된 경우 CAL 신호는 수리되고 측정 완료 후에 셀프 캘리브레이션을 시작합니다.

일반적인 사용 방법



셀프 캘리브레이션 중에 TRIG 신호를 입력한 경우



4.15 100 MΩ 레인지의 정밀도 높이기 (100 MΩ 레인지 고정밀도 모드)

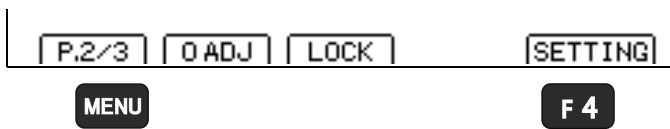
100 MΩ 레인지의 정밀도를 높일 수 있습니다.

단, 고정밀도 모드를 ON으로 하면 다음과 같이 됩니다.

- 1000 MΩ 레인지를 사용할 수 없게 됩니다.
- 측정값이 안정될 때까지 시간이 걸립니다. 안정될 때까지의 시간을 조정할 경우에는 딜레이를 설정해 주십시오.

참조 : “4.11 측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)”(p.100)

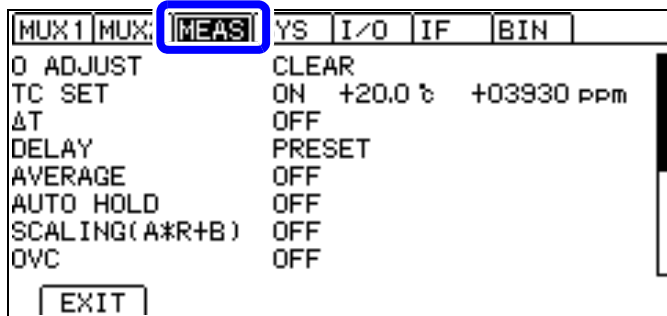
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

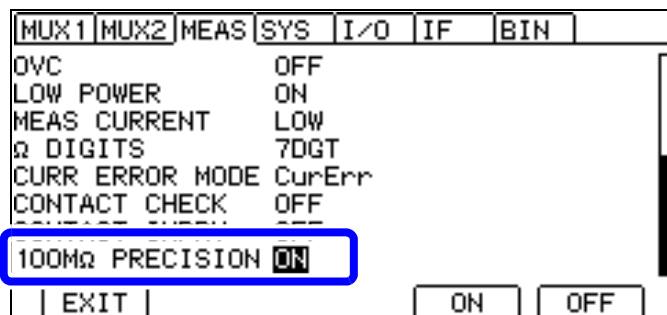
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 100 MΩ 레인지 고정밀도 모드를 ON(OFF)으로 합니다.



1 선택

2 **F3** 고정밀도 모드를 ON으로 한다

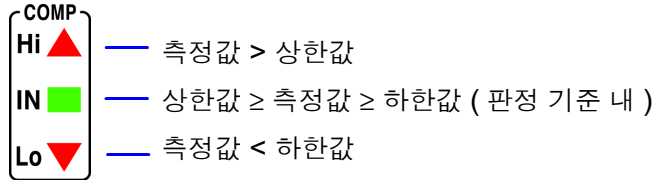
F4 고정밀도 모드를 OFF로 한다

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4.16 측정값 판정하기 (콤퍼레이터 기능)

컴퓨터 기능을 사용하면 다음 사항이 가능합니다.

- 본 기기에서 판정 결과를 표시한다 (COMP 램프 Hi / IN / Lo)



- 버저를 올린다

(초기 설정에서는 버저가 울리지 않습니다)

참조 : “ 판정을 소리로 확인하기 (판정음 설정 기능)”(p.120)

- 판정 결과를 바로 표시한다

L2105 전면 콤퍼레이터 램프는 옵션입니다.

참조 : “ 바로 판정 결과 확인하기 (L2105 전면 콤퍼레이터 램프 : 옵션)”(p.122)

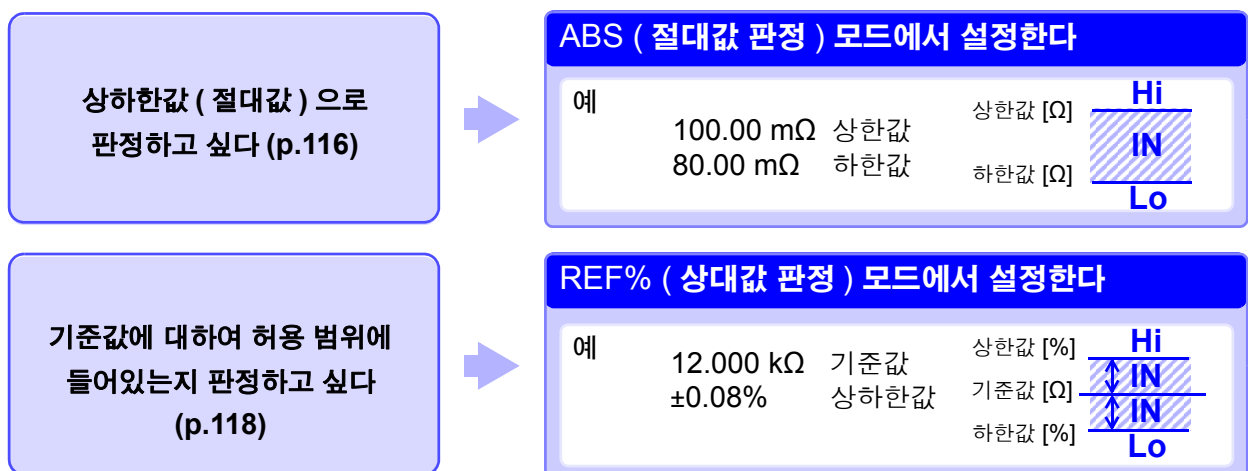
- 판정 결과를 외부 출력한다

참조 : “9 외부 제어 (EXT. I/O)”(p.197)

- 종합 판정을 한다

참조 : “ 종합 판정에 대해서 ”(p.174)

판정 방법에는 다음 2 종류가 있습니다.




콤퍼레이터 기능을 사용하기 전에

- 오버 레인지의 경우 ([OvrRng] 표시) 및 측정 이상 시 ([CONTACT TERM] 표시 또는 [- - - - -] 표시) 콤퍼레이터의 판정 표시는 다음과 같이 됩니다 .

참조 : “ 측정 이상 확인하기 ”(p.59)

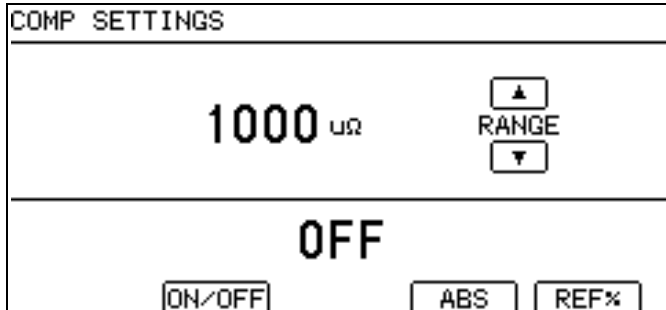
측정값 표시	콤퍼레이터 판정 표시 (COMP 램프)
+OvrRng	Hi
-OvrRng	Lo
CONTACT TERM 또는 - - - - -	소등 (무판정)

- 설정 도중에 전원을 끄면 설정 중인 값은 무효가 되고 이전의 설정값으로 돌아갑니다 . 설정을 확정하고자 할 때는  를 눌러 주십시오 .

컴퍼레이터 기능 ON/OFF 하기

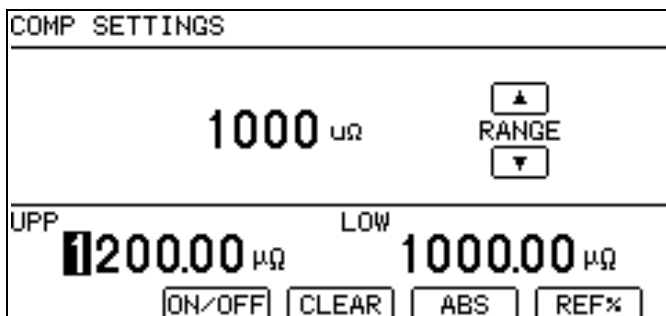
초기 설정에서는 컴퍼레이터 기능이 OFF 로 설정되어 있습니다.
기능을 OFF 로 설정한 경우 컴퍼레이터 역치를 설정해도 무효가 됩니다.

- 1** 컴퍼레이터 설정 화면을 엽니다.



COMP 컴퍼레이터 설정 화면이 표시됩니다.

- 2** 컴퍼레이터 기능의 ON/OFF 를 선택합니다.

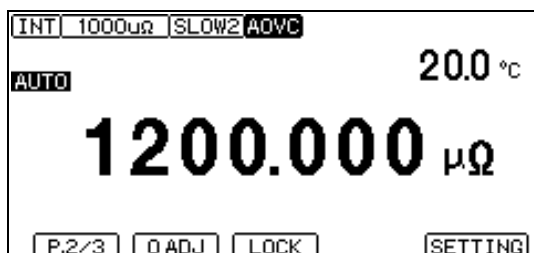


F1 컴퍼레이터 기능의 ON/OFF 를 전환

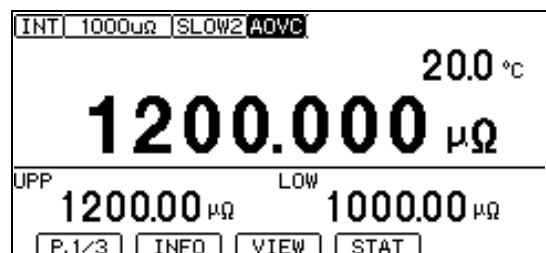
- 3** 측정 화면으로 돌아갑니다.

ENTER

컴퍼레이터 기능이 OFF 일 때



컴퍼레이터 기능이 ON 일 때



컴퍼레이터 기능이 ON 일 때만 화면에 컴퍼레이터 설정값이 표시됩니다.

중요

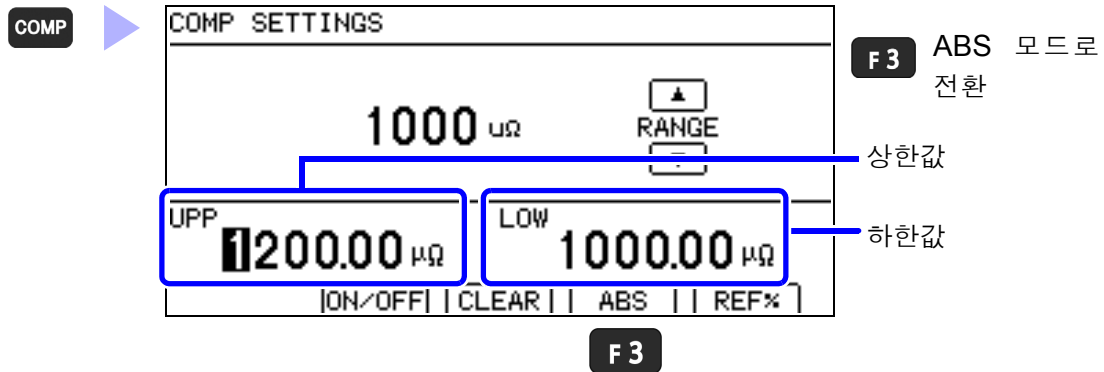
- ΔT 또는 BIN 측정 기능을 ON 으로 하면 컴퍼레이터 기능은 자동으로 OFF 가 됩니다.
- 컴퍼레이터 기능을 사용하는 동안에는 레인지를 변경할 수 없습니다. 레인지를 변경하려면, 컴퍼레이터 설정 화면에서 ▲ ▼ 키로 변경해 주십시오.
자동 레인지를 사용하려면 컴퍼레이터 기능을 OFF 로 해 주십시오.

상하한값으로 판정하기 (ABS 모드)

설정 예 : 상한값 12 mΩ, 하한값 10 mΩ 으로 설정

설정을 중단하고자 할 때는 **ESC** 를 누릅니다 . 설정을 확정 하지 않고 원래 화면으로 돌아갑니다 .

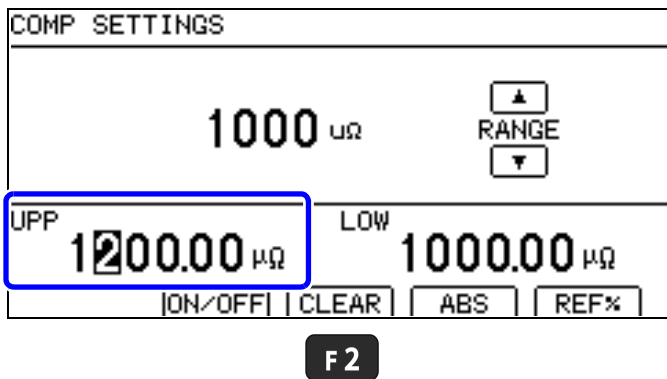
1 절대값 판정의 설정 화면을 엽니다 .



2 레인지를 설정합니다 .

- ▲ 사용하고자 하는 레인지를 선택합니다 .
- ▼ 누를 때마다 소수점 위치와 단위가 바뀝니다 .

3 상한값을 설정합니다 .

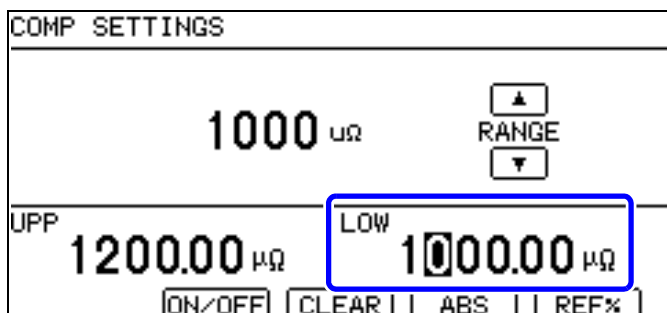


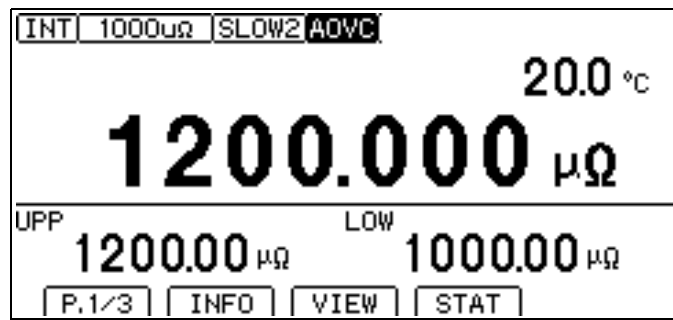
◀ 자릿수 이동 ▶ 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

수치를 다시 설정하고 싶을 때는

F2 를 눌러 상한값을 클리어합니다 .
상한값이 0 이 됩니다 .

4 하한값도 같은 방법으로 설정합니다 .



5 설정을 확정하고 측정 화면으로 돌아갑니다.**4**

기준값과 허용 범위로 판정하기 (REF% 모드)

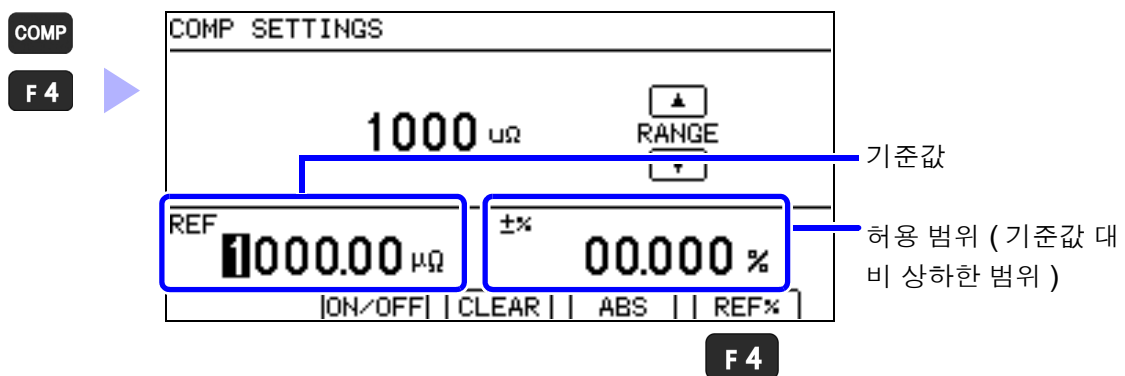
REF% 모드로 하면 측정값은 상대값 표시 [%] 가 됩니다 .

$$\text{상대값} = \left(\frac{\text{측정값}}{\text{기준값}} - 1 \right) \times 100 [\%] \quad \text{표시 범위 : } -999.999\% \sim +99.999\%$$

설정 예 : 기준값 10 mΩ, 기준값에 대한 허용 범위를 ±1% 로 설정한다

설정을 중단하고자 할 때는 **ESC** 를 선택합니다 . 설정을 확정하지 않고 원래 화면으로 돌아갑니다 .

1 상대값 판정의 설정 화면을 엽니다 .

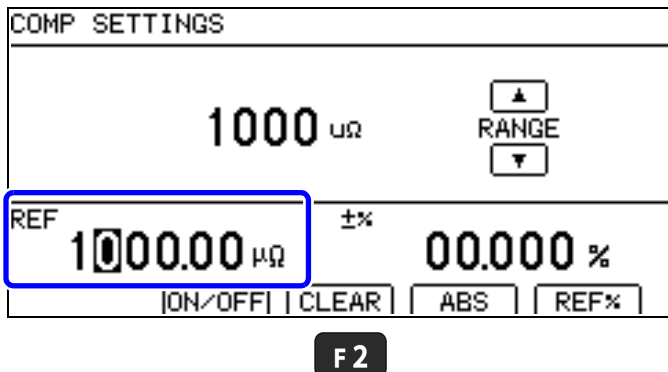


2 레인지를 설정합니다 .

- ▲ 사용하고자 하는 레인지를 선택합니다 .
- ▼ 누를 때마다 소수점 위치와 단위가 바뀝니다 .

3 기준값을 설정합니다 .

설정 중에 사용할 수 없는 키를 누르면 낮은 조작음으로 알려줍니다 (조작음 설정을 ON 으로 한 경우만 유효합니다).

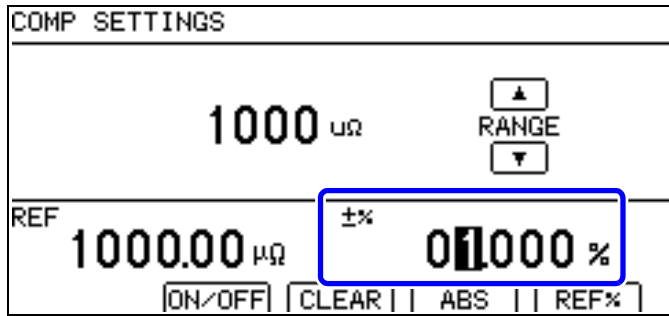


◀ 자릿수 이동 ▶ 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

수치를 다시 설정하고 싶을 때는

F2 를 눌러 기준값을 클리어합니다 .
기준값이 0 이 됩니다 .

멀티플렉서 사용 시 , REF% 모드의 경우는 MENU P.2/2 에서 **F2** 를 눌러 CH1 의 측정 결과를 기준값으로 할 수 있습니다 .

4 허용 범위 (상하한값) 를 설정합니다 .**F2**

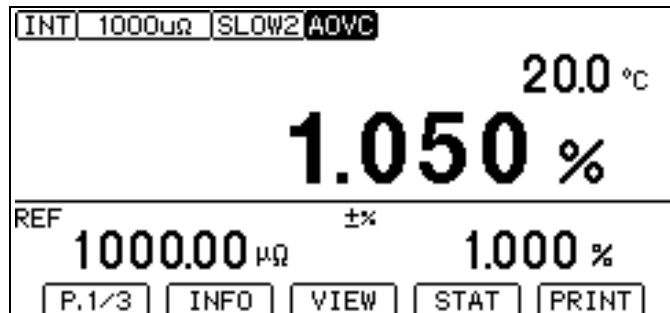
자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

수치를 다시 설정하고 싶을 때는

F2 를 눌러 상하한값을 클리어합니다.
상하한값이 0 이 됩니다 .

5 설정을 확정하고 측정 화면으로 돌아갑니다 .

ENTER

**4**

판정을 소리로 확인하기 (판정음 설정 기능)

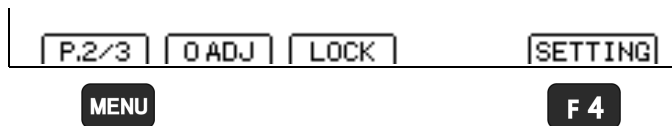
측정 결과의 판정음 유무를 선택할 수 있습니다 .

초기 설정은 판정음이 OFF(울리지 않음)로 설정되어 있습니다 .

Hi / IN / Lo 각각에서 판정음을 설정할 수 있습니다 .

멀티플렉서 사용 시 스캔 기능을 자동 또는 스텝으로 하면 PASS / FAIL 각각에서 판정음을 설정할 수 있습니다 .

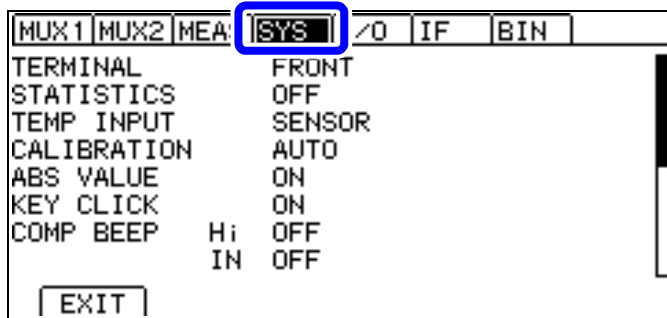
1 설정 화면을 엽니다 .



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

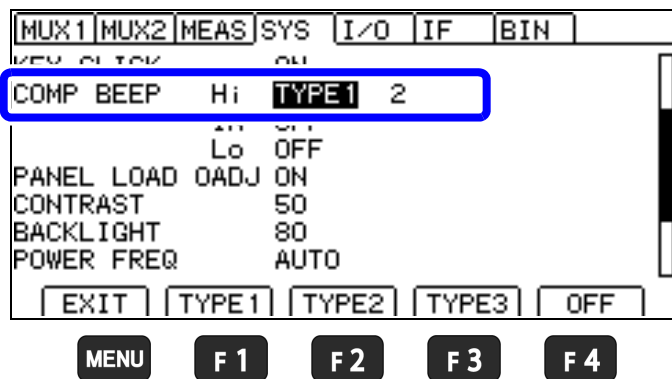
2 시스템 설정 화면을 엽니다 .



좌우 커서 키로

[SYS] 탭으로 이동

3 Hi 판정 시의 소리를 선택합니다 .



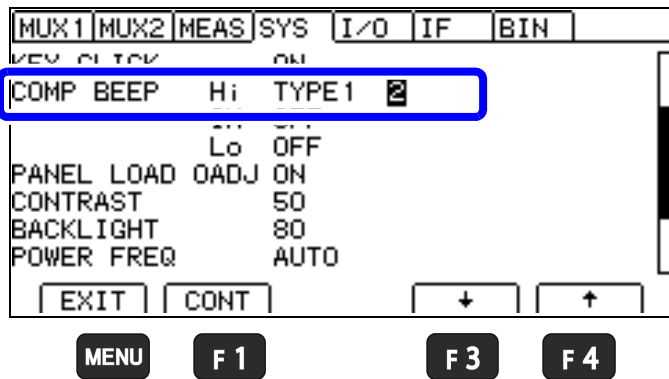
1 선택

2 **F1** ~ **F3**
원하는 소리를 선택

F4

판정음을 울리지 않는다 (초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4 Hi 판정 시 소리를 울릴 횟수를 선택합니다.

설정 범위 : 1 ~ 5 회 , 연속



설정할 항목으로 커서를 이동

F1 연속으로 울리는 경우

울리는 횟수를 설정할 경우 :

F3 **F4** 횟수를 변경

MENU 측정 화면으로 돌아가기

5 IN, Lo 도 같은 방법으로 설정합니다.**중요**

음량은 조절할 수 없습니다.

바로 판정 결과 확인하기 (L2105 전면 콤퍼레이터 램프 : 옵션)

COMP.OUT 단자에 L2105 전면 콤퍼레이터 램프를 연결하여 바로 판정 결과를 확인할 수 있습니다 .
IN 판정일 때는 녹색 , Hi 또는 Lo 판정일 때는 적색이 반짝거립니다 .

⚠ 주의



■ 결속 밴드를 너무 세게 조이지 않는다
측정 리드가 파손될 수 있습니다 .

■ 케이블을 꼬거나 잡아당기지 않는다

■ 램프 부근의 케이블을 작게 구부려서 연결하지 않는다
케이블의 심선이나 피복이 손상될 수 있습니다



■ 본 기기의 전원을 끈 후 L2105 전면 콤퍼레이터 램프를 연결한다
본 기기 또는 L2105 가 파손될 수 있습니다 .

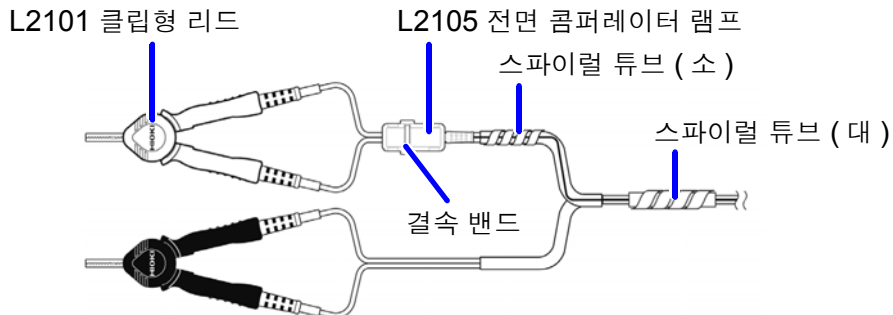
■ COMP.OUT 단자에는 L2105 전면 콤퍼레이터 램프만 연결한다
COMP.OUT 단자는 L2105 전용입니다 . L2105 이외의 것을 연결하면 본 기기가 파손될 수 있습니다

■ 커넥터는 확실하게 연결한다
사양을 충족하지 못할 수 있습니다 .

L2105 전면 콤퍼레이터 램프를 장착한다

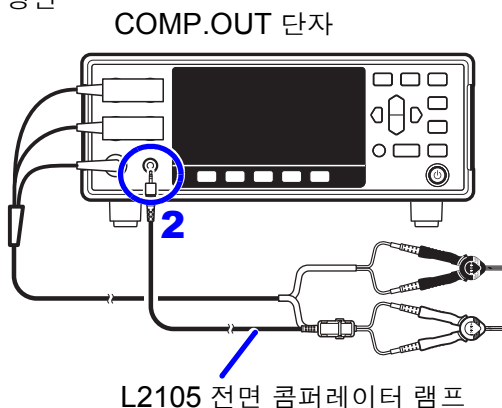
전면 콤퍼레이터 램프는 원하는 곳에 설치해 주십시오 .

예 : L2105 에 부착된 결속 밴드 또는 스파이럴 튜브를 사용하여 측정 리드에 전면 콤퍼레이터 램프를 장착한다



전면 콤퍼레이터 램프를 본 기기와 연결한다

정면



1 본 기기의 주전원 스위치 (뒷면) 가 OFF(○)로 되어 있는지를 확인합니다 .

2 L2105 전면 콤퍼레이터 램프를 본 기기 정면의 COMP.OUT 단자에 연결합니다 .

중요

깊숙하게 확실하게 삽입해 주십시오 .

4.17 측정 결과 분류하기 (BIN 측정 기능)

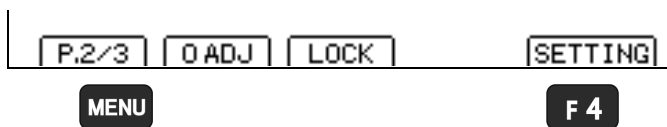
BIN 측정은 1 회 측정으로 최대 10 쌍 (BIN0 ~ BIN9) 의 상하한값과 비교 판정을 하여 측정 결과를 표시합니다. 모든 BIN 에 들어가지 않는 것은 OB(Out of Bin) 로 판정합니다. 비교 결과는 EXT. I/O 단자에서도 출력됩니다.

참조 : “사용 커넥터와 신호의 배치”(p.200)

중요

- BIN 측정 기능이 ON 인 경우는 콤퍼레이터를 ON 으로 할 수 없습니다.
- ΔT 를 ON 또는 측정 단자를 멀티플렉서로 하면 BIN 측정 기능은 자동으로 OFF 가 됩니다.
- BIN 측정 기능을 사용하는 동안에는 레인지를 변경할 수 없습니다. 레인지를 변경하려면 BIN 번호 설정 화면에서 ▲ ▼ 키로 변경해 주십시오.
자동 레인지를 사용하려면 BIN 측정 기능을 OFF 로 해주십시오.

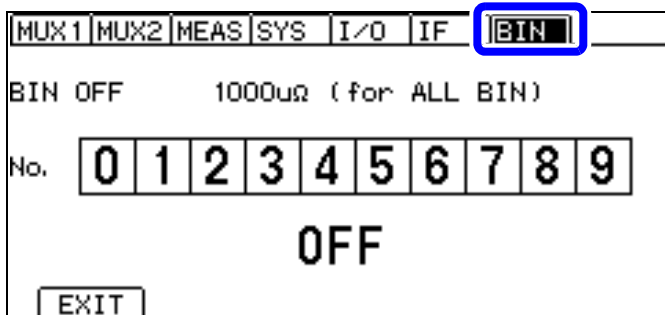
1 설정 화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

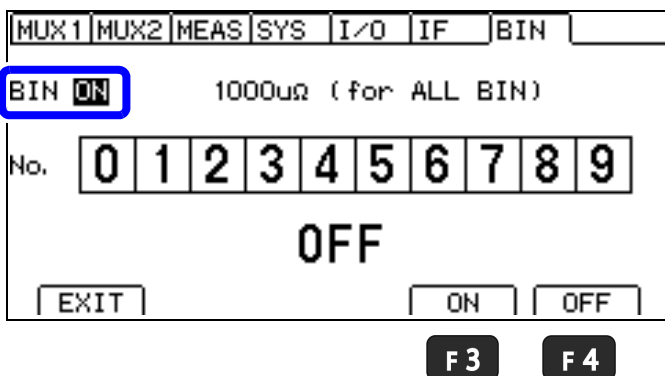
2 F4 설정 화면 표시

2 BIN 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[BIN] 탭으로 이동

3 BIN 기능을 ON(OFF)으로 합니다.

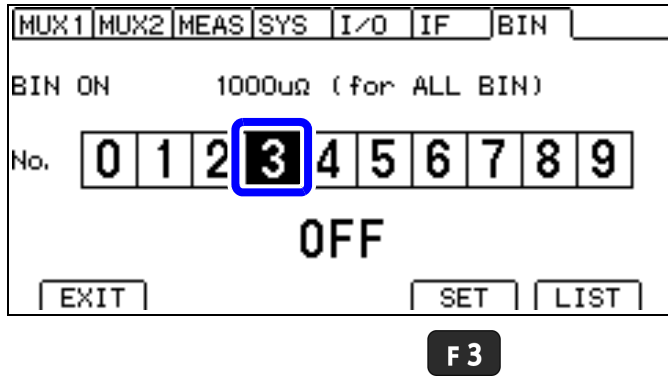


1 선택

2 F3 BIN 기능을 ON 으로 한다

F4 BIN 기능을 OFF 로 한다
(초기 설정)

4 BIN 번호를 설정합니다.

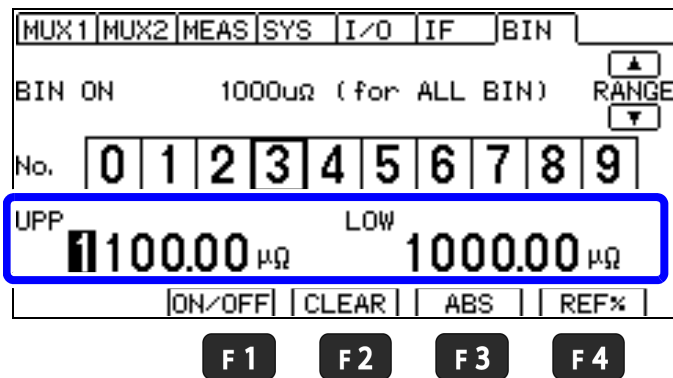


1 선택

2

좌우 커서 키로 BIN 번호를 선택한다

3 선택한 BIN 번호의 설정을 한다



4 자릿수 이동 수치 변경

좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동

상하 커서 키로 수치 변경

ON/OFF 를 전환

커서 항목의 설정값을 클리어

판정 모드를
ABS(UPP, LOW) 로 설정

판정 모드를 REF% 로 설정

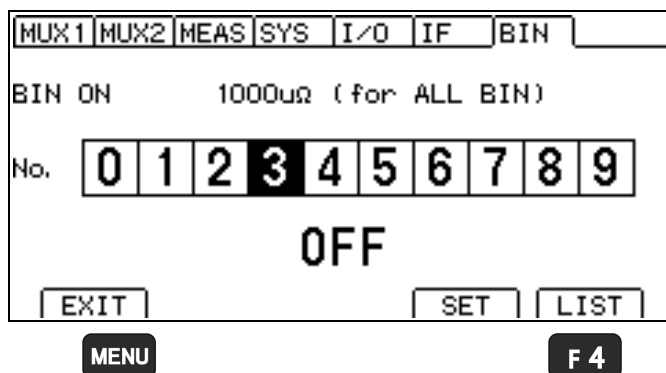
레인지 전환
(레인지는 모든 BIN 번호에서 공통입니다)

5 확정

(취소)

이전 화면으로 되돌아갑니다.

설정한 BIN 의 일람을 표시할 수도 있습니다.



BIN 설정 리스트 표시

측정 화면으로 돌아가기

BIN 설정 리스트 표시

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
BIN0	UPP	1200.00 $\mu\Omega$		LOW		1170.00 $\mu\Omega$
BIN1	UPP	1170.00 $\mu\Omega$		LOW		1150.00 $\mu\Omega$
BIN2	UPP	1150.00 $\mu\Omega$		LOW		1100.00 $\mu\Omega$
BIN3	UPP	1100.00 $\mu\Omega$		LOW		1000.00 $\mu\Omega$
BIN4	OFF					
BIN5	OFF					
BIN6	OFF					
BIN7	OFF					
EXIT						

측정 화면 : BIN 기능이 ON 인 경우

INT	1000 $\mu\Omega$	SLOW2	ADVC
20.0 °C			
1130.120 $\mu\Omega$			
BIN	0	1	2 3
OB			
P.1/3	INFO	VIEW	STAT PRINT

IN 판정이 되는 BIN 번호가 반전 표시됩니다.

4.18 측정 데이터를 통계 연산하기

최대 30,000 개의 측정 데이터에 대해 통계 연산하여 표시합니다 .

또한 , 인쇄할 수도 있습니다 (p.269).

통계 연산 : 평균값 , 최대값 , 최소값 , 모표준편차 , 샘플의 표준편차 , 공정 능력 지수

최대값	$\bar{X}_{\max} = \text{MAX} (x_1, \dots, x_n)$
최소값	$\bar{X}_{\min} = \text{MIN} (x_1, \dots, x_n)$
평균값	$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$
모표준편차	$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n}}$
샘플의 표준편차	$\sigma_{n-1} = \sqrt{\frac{\sum x^2 - n\bar{x}^2}{n-1}}$
공정 능력 지수*1 (편차)	$C_p = \frac{ UPP-LOW }{6\sigma_{n-1}}$
공정 능력 지수*1 (편향)	$C_{pk} = \frac{ UPP-LOW - UPP + LOW - 2\bar{x} }{6\sigma_{n-1}}$

식 안의 n 은 유효 데이터 수를 나타냅니다 .

*1: 공정 능력 지수에 대해서

- 공정 능력 지수란 공정이 만들어내는 품질 달성 능력을 말하는 것으로 “ 공정이 지닌 품질의 편차 및 편향의 폭 ”을 의미합니다 . 일반적으로 C_p , C_{pk} 값에 의해 다음과 같이 공정 능력을 평가할 수 있습니다 .

공정 능력

$C_p, C_{pk} > 1.33$ 충분

$1.33 \geq C_p, C_{pk} > 1.00$ 적당

$1.00 \geq C_p, C_{pk}$ 부족

- UPP, LOW 는 콤퍼레이터의 상하한값을 나타냅니다 .

- BIN** 기능이 **ON** 일 때 공정 능력 지수는 연산되지 않습니다 .

중요

- 내부는 부동소수점으로 연산하며 , 표시 자릿수 이하의 단수도 포함하여 연산합니다 .
- 유효 데이터 수가 1 개인 경우 샘플의 표준편차와 공정 능력 지수는 표시되지 않습니다 .
- σ_{n-1} 이 0 인 경우 C_p, C_{pk} 는 99.99 가 됩니다 .
- C_p, C_{pk} 의 상한은 99.99 입니다 . $C_p, C_{pk} > 99.99$ 인 경우 99.99 로 표시합니다 .
- C_{pk} 가 마이너스인 경우는 $C_{pk} = 0$ 이 됩니다 .
- 통계 연산 기능을 **OFF** 에서 **ON** 으로 바꾸면 연산 결과를 클리어하지 않고 다시 통계 연산을 시작합니다 .
- 통계 연산 기능을 사용하면 측정 속도가 저하합니다 .
- ΔT 를 **ON** 또는 측정 단자를 멀티플렉서로 하면 통계 연산 기능은 자동으로 **OFF** 가 됩니다 .

통계 연산 결과의 삭제에 대해서

다음 타이밍에서 데이터를 자동 삭제 합니다 .

- 측정 조건(저전력 모드, 측정 전류, **OVC**, **A-OVC**, 100 M Ω 레인지 고정밀도 모드, **TC**, **A-TC** 오프셋 이외의 스케일링 설정)을 변경했을 때
- 콤퍼레이터 설정을 변경했을 때 (p.113)
- BIN** 측정 기능을 변경했을 때 (p.123)
- 통계 연산 결과를 인쇄했을 때 (p.269)
(인쇄 시에 삭제 여부를 설정할 수 있습니다 (p.270))
- 시스템을 리셋했을 때 (p.150)
- 전원을 껐을 때

통계 연산 기능 사용하기

통계 연산 기능을 ON으로 하면 EXT. I/O의 TRIG 신호에 의해 통계 연산합니다. 측정값을 통계 연산하는 타이밍은 트리거 소스의 설정에 따라 달라집니다.

- 외부 트리거 [EXT] 일 때 : TRIG 신호가 입력되면 1 회 측정하여 측정 결과를 통계 연산합니다.
- 내부 트리거 [INT] 일 때 : TRIG 신호가 입력된 후 바로 직후에 갱신한 측정값을 통계 연산합니다.
자동 홀드 기능을 사용하는 경우는 홀드한 측정값을 통계 연산합니다.

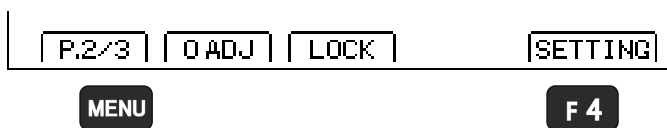
다음의 경우에도 동일하게 동작합니다 (자동 홀드 사용 시를 제외).

- [ENTER] 를 눌렀을 때
- *TRG 커맨드를 송신했을 때

또한 EXT. I/O의 PRINT 신호를 입력했을 때는 트리거 소스에 따라 동작이 달라집니다.

- 외부 트리거 [EXT] 일 때 : 최신 측정 결과를 인쇄합니다.
- 내부 트리거 [INT] 일 때 : PRINT 신호를 입력한 후 바로 직후에 갱신한 측정값을 통계 연산하여 인쇄합니다.
- MENU [P.1/3] 표시 상태에서 F4 [PRINT] 를 눌렀을 때도 마찬가지로 동작합니다.

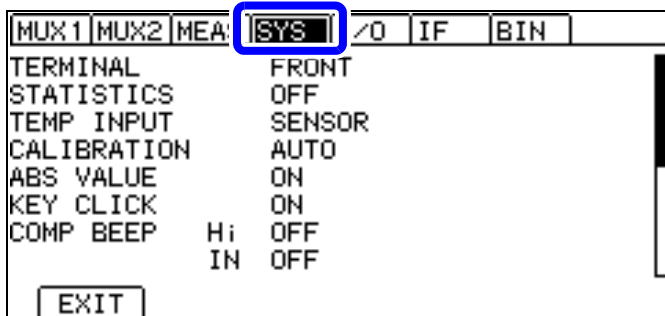
1 설정 화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

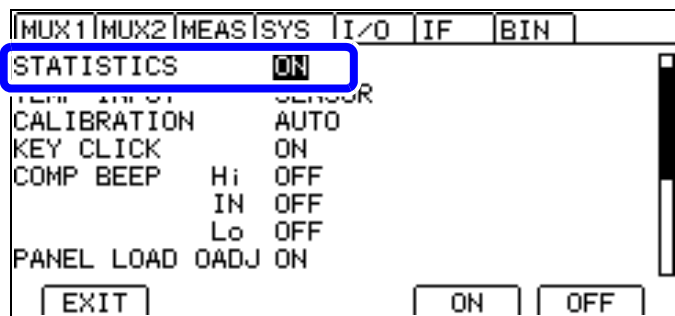
2 F4 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 통계 연산 기능을 ON 으로 합니다 .



MENU

F 3

F 4

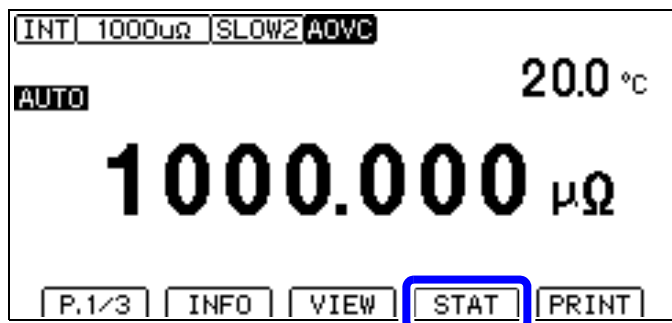
1 선택

2

F 3 통계 연산한다

F 4 통계 연산하지 않는다(초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기



통계 연산을 ON 으로 하면
MENU [P.1/3] 표시일 때 **F3 [STAT]** 가
표시됩니다 .

참조 : 연산 결과를 확인하고 싶을 때는
(p.129)

통계 연산 결과 확인, 인쇄, 삭제하기

통계 연산 결과를 화면에서 확인할 수 있습니다.

또한, RS-232C 프린터로 인쇄할 수 있습니다. 통계 연산 결과를 인쇄한 후 자동으로 데이터를 삭제할 수 있습니다.

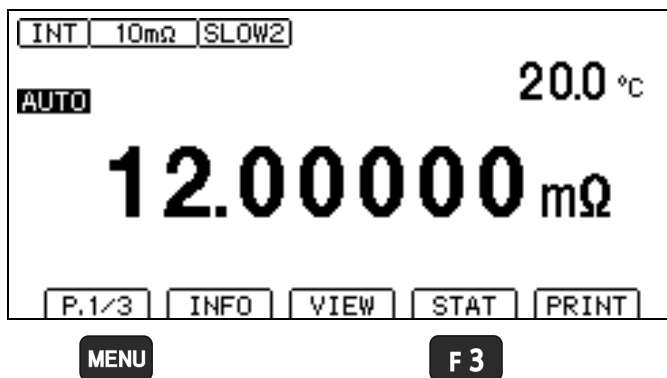
인쇄할 경우는 미리 인터페이스 설정을 **[PRINT]** 로 설정해 주십시오.

참조: “11 인쇄 (RS-232C 프린터 사용)”(p.263)

통계 연산 결과 화면 아래에서 유효 데이터 수를 확인할 수 있습니다.

- 유효 데이터 수 (Val 표시) 가 0 인 경우 연산 결과는 표시되지 않습니다.
- 유효 데이터 수가 1 인 경우 샘플의 표준편차와 공정 능력 지수는 표시되지 않습니다.

1 연산 결과 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.1/3 으로 전환

2 **F3** 연산 결과 화면이 표시됩니다.
(통계 연산 기능을 ON 으로 한 경우에만)

STATISTICS		2023-10-01 11:15:35	
NUM	15	Sn	1.00000mΩ
VAL	10	Sn-1	1.00000mΩ
AVG	1.00000mΩ	Cp	0.50
MAX	1.20000mΩ	Cpk	0.50
	No = 1	Hi	0
MIN	0.50000mΩ	IN	10
	No = 5	Lo	0
EXIT		UNDO	
CLEAR		BIN	
		PRINT	

[NUM] 총 데이터 수

[VAL] 에러를 제외한 유효 데이터 수 (Valid)

[AVG] 평균값

[MAX] 최대값

[MIN] 최소값

F3

통계 결과 / BIN 결과의 전환

STATISTICS		2023-10-01 11:15:35	
BIN0	12.0000mΩ - 11.7000mΩ		5
BIN1	11.7000mΩ - 11.5000mΩ		7
BIN2	11.5000mΩ - 11.0000mΩ		0
BIN3	11.0000mΩ - 10.0000mΩ		0
BIN4	OFF		-
BIN5	OFF		-
BIN6	OFF		-
BIN7	OFF		-
EXIT		UNDO	
CLEAR		BIN	

[Sn] 모표준편차

[Sn-1] 샘플의 표준편차

[Cp] 공정 능력 지수 (편차)

[Cpk] 공정 능력 지수 (편향)

(컴퍼레이터가 ON 일 때)

[Hi] 컴퍼레이터 Hi 설정 수

[IN] 컴퍼레이터 IN 설정 수

[Lo] 컴퍼레이터 Lo 설정 수

F3

(BIN 이 ON 인 경우)

[BIN] BIN 설정 범위 및 IN 판정 수

2 인쇄하고자 할 때

인쇄에 대한 상세는 “11 인쇄 (RS-232C 프린터 사용)”(p.263) 를 참조해 주십시오 .

STATISTICS			
NUM	15	Sn	1.00000mΩ
VAL	10	Sn-1	1.00000mΩ
AVG	1.00000mΩ	Cp	0.50
MAX	1.20000mΩ	Cpk	0.50
	No = 1	Hi	0
MIN	0.50000mΩ	IN	10
	No = 5	Lo	0
<div> <div>EXIT</div> <div>UNDO</div> <div>CLEAR</div> <div>BIN</div> <div>PRINT</div> </div>			

F4 프린터로 출력됩니다 .
“인쇄 예”(p.271)

F4

삭제하고자 할 때

STATISTICS			
NUM	15	Sn	1.00000mΩ
VAL	10	Sn-1	1.00000mΩ
AVG	1.00000mΩ	Cp	0.50
MAX	1.20000mΩ	Cpk	0.50
	No = 1	Hi	0
MIN	0.50000mΩ	IN	10
	No = 5	Lo	0
<div> <div>EXIT</div> <div>UNDO</div> <div>CLEAR</div> <div>BIN</div> <div>PRINT</div> </div>			

F1 직전 메모리 및 연산을 삭제 (1회만 유효)

F2 모든 메모리 및 통계 연산을 삭제

F1

F2

4.19 온도 상승 시험하기 (온도 환산 기능 (ΔT))

온도 환산 원리에 따라 온도 상승값을 환산합니다. 통전 정지 시의 온도 등을 추정할 수 있습니다.

참조 : “14.6 온도 환산 기능 (ΔT)에 대해서”(p.339)

온도 환산을 할 경우는 Z2001 온도 센서를 본 기기 뒷면의 TEMP. 단자에 연결해 주십시오. 또한, 연결할 때는 다음 내용을 읽어 주십시오.

참조 : “Z2001 온도 센서를 연결한다”(p.38)

“아날로그 출력 장착 온도계 연결하기”(p.41)

“3.1 측정 대상 확인하기”(p.50)

중요

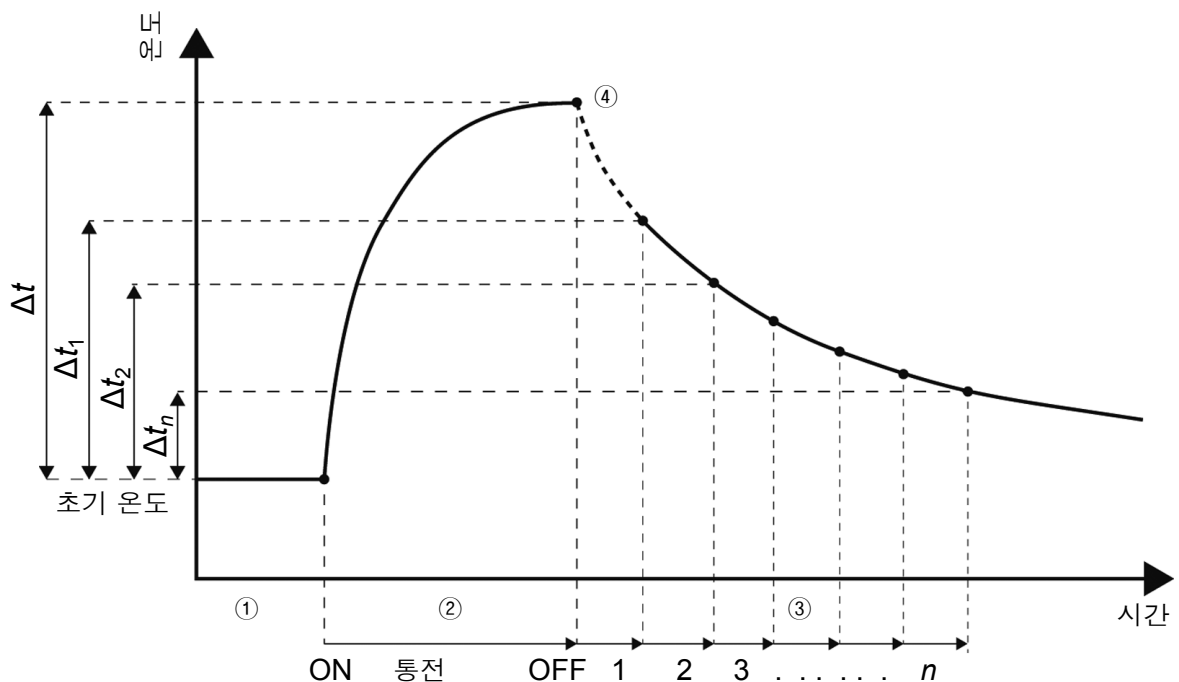
ΔT 가 ON인 경우는 콤퍼레이터를 ON으로 할 수 없습니다.

TC, BIN 측정 기능, 통계 연산 기능을 ON으로 하면 ΔT 는 자동으로 OFF가 됩니다(RM3545A-1, RM3545A-2).

TC, BIN 측정 기능, 통계 연산 기능, A-TC를 ON으로 하면 ΔT 는 자동으로 OFF가 됩니다(RM3546).

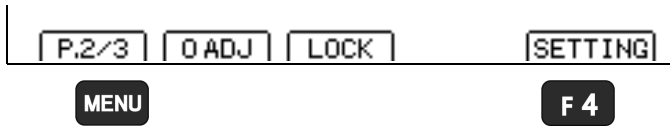
온도 상승 시험의 예

- ① 모터, 코일을 실온에 충분히 적응시킨 후, 통전 전의 저항값(R_1) 및 주위 온도(t_1)를 측정하고 그 값을 본 기기에 입력합니다.(p.132)
- ② 측정 리드를 측정 대상에서 분리합니다.
- ③ 통전 OFF 후 다시 측정 대상에 측정 리드를 연결하고, 일정 시간마다 온도 상승값($\Delta t_1 \sim \Delta t_n$)을 측정합니다.
- ④ 수집한 온도 데이터($\Delta t_1 \sim \Delta t_n$)를 결합하여 최대 온도 상승값(Δt)을 추측해 주십시오.



4.19 온도 상승 시험하기 (온도 환산 기능 (ΔT))

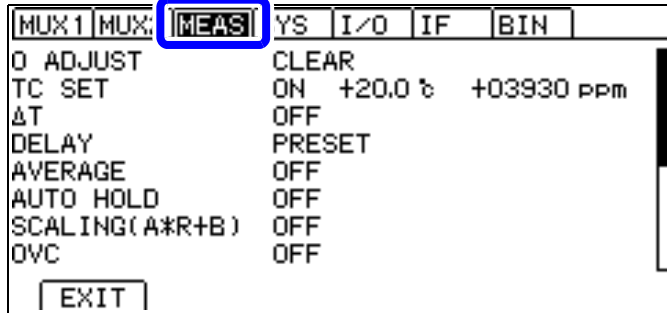
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

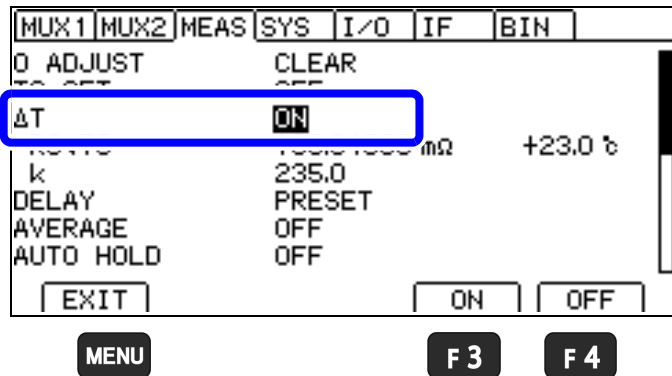
2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MEAS] 탭으로 이동

3 온도 환산 기능 (ΔT) 을 ON 으로 합니다.



1 선택

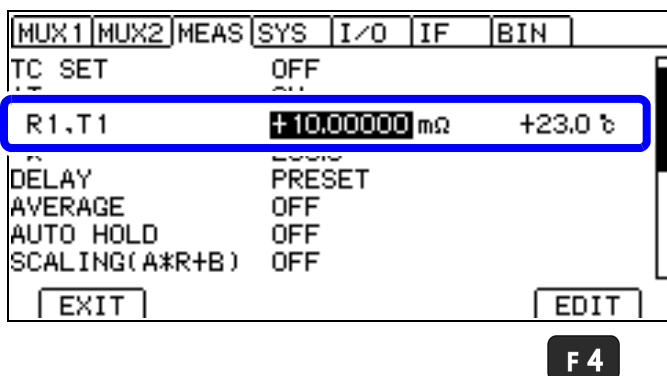
2 **F3** 온도 환산 기능을 ON 으로 한다

F4 온도 환산 기능을 OFF 로 한다
(초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4 초기 저항값과 초기 온도를 설정합니다.

(초기 저항값과 초기 온도를 각각 1 ~ 3 순서대로 설정합니다.)



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

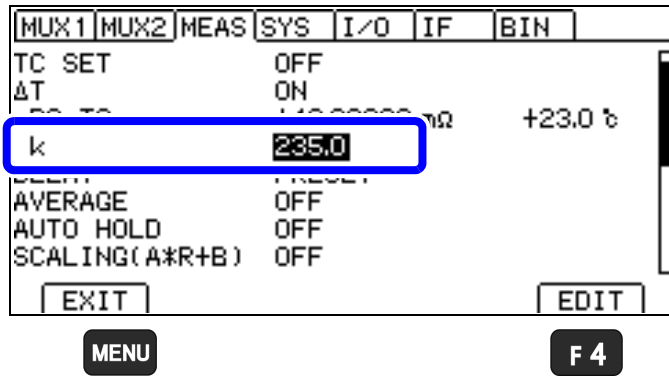
3 **ENTER** 확정

(**ESC** 취소)

설정 범위 초기 저항 : 0.001 $\mu\Omega$ ~ 9000.000 M Ω (초기 설정 : 1.0000 Ω)

초기 온도 : -10.0 ~ 99.9 $^{\circ}\text{C}$ (초기 설정 : 23.0 $^{\circ}\text{C}$)

초기 저항값 범위는 스케일링 설정에 따라 달라집니다.

5 0°C 에서 온도 계수의 역수 (k) 를 설정합니다 .

설정 범위 : -999.9 ~ 999.9 (초기 설정 : 235.0)

 k 의 참고값

JIS C4034-1 에서는 아래와 같이 권장하고 있습니다 .

- 구리 : $k = 235$
- 알루미늄 : $k = 225$

참조 : “14.6 온도 환산 기능 (ΔT) 에 대해서 ”(p.339)

1 설정 할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

3 **ENTER** 확정
(**ESC** 취소)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4

4.19 온도 상승 시험하기 (온도 환산 기능 (ΔT))

5 패널 세이브 , 로드 (측정 조건의 저장 , 불러오기)

패널 세이브 기능으로 현재의 측정 조건을 본 기기의 내부 메모리에 저장할수 있습니다 .


- 멀티플렉서 미사용 시 : 최대 30 가지 (패널 1 ~ 30)
- 멀티플렉서 사용 시 : 최대 8 가지 (패널 31 ~ 38)

본 기기의 전원을 꺼도 패널 세이브의 설정 조건을 유지합니다 .

멀티플렉서의 설정은 “ 멀티플렉서 관련 설정 ”(p.166) 을 참조해 주십시오 .

저장한 측정 조건은 패널 로드 기능을 사용하여 불러올 수 있습니다 .

아래 방법 중 하나를 사용하여 패널 로드를 실행할 수 있습니다 .

- 키 조작  키
- 통신 커맨드 : **SYSTem:PAneL:LOAD <Table No>**
- EXT. I/O LOAD0 ~ LOAD5

패널 세이브로 저장할 수 있는 항목

- | | |
|---|------------------------|
| • 패널명 | • 스케일링 |
| • 저장일시 | • 셀프 캘리브레이션 설정 |
| • 저항 레인지 | • 접촉 개선 |
| • 100 MΩ 레인지 고정밀도 모드 | • 콘택트 체크 |
| • 저전력 모드 (LP)   | • 콤퍼레이터 |
| • 순저항 모드 (PR) | • BIN 설정 |
| • 측정 전류 전환 | • 판정음 |
| • 측정 속도 | • 자동 홀드 |
| • 영점 조정 (로드하지 않는 것도 가능) (p.138) | • 온도 환산 (ΔT) |
| • 애버리지 | • 통계 연산 설정 |
| • 딜레이 | • 멀티플렉서 설정 (각 채널 포함) |
| • 온도 보정 (TC) | |
| • 고도 온도 보정 기능 (A- TC)  | |
| • 오프셋 전압 보정 (OVC) | |
| • 고도 오프셋 전압 보정 기능 (A-OVC)  | |

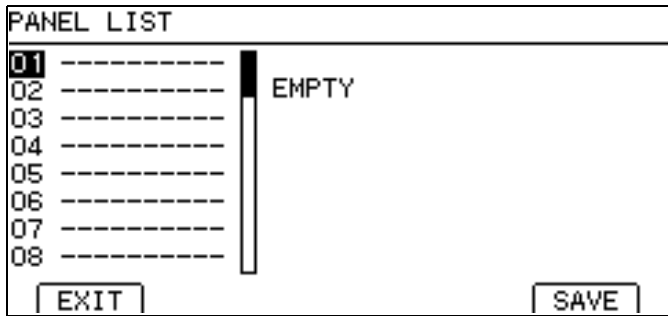
5.1 측정 조건 저장하기 (패널 세이프 기능)

패널 세이프 기능으로 현재의 측정 조건을 본 기기의 내부 메모리에 저장합니다.

멀티플렉서 설정에 따라 저장하는 패널 번호가 달라집니다.

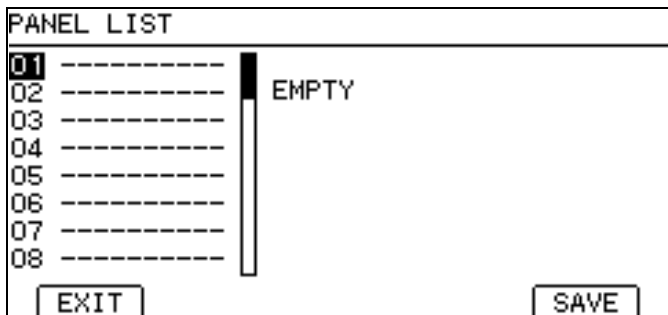
- 멀티플렉서 미사용 시 : 패널 1 ~ 30
- 멀티플렉서 사용 시 : 패널 31 ~ 38

1 패널 리스트 화면을 엽니다.



PANEL 패널 리스트 화면을 표시

2 저장을 실행합니다.



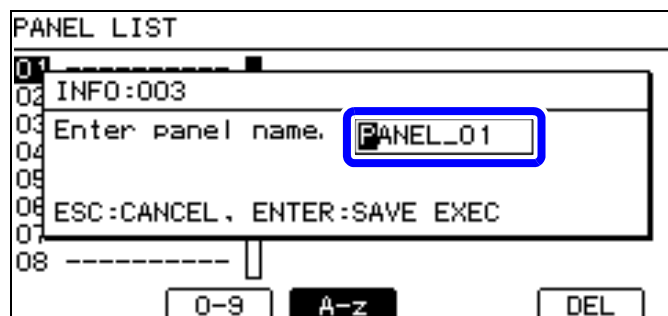
1 선택

2 **F4** 저장을 실행

F4

3 패널명을 입력합니다.

(이미 저장되어 있는 패널 번호인 경우에는 경고 메시지가 표시됩니다)



F1

F2

F4

1 문자 이동 문자 변경

좌우 커서 키로 편집하려는 문자로 커서를 이동

상하 커서 키로 문자를 변경

F1 숫자 (0 ~ 9) 입력

F2 알파벳 (A ~ z) 및 언더바 (_) 입력

F4 1 문자 삭제

2 **ENTER** 확정

(**ESC** 취소)

5.2 측정 조건 불러오기 (패널 로드 기능)

패널 로드 기능으로 본 기기의 내부 메모리에 저장된 측정 조건을 불러옵니다.

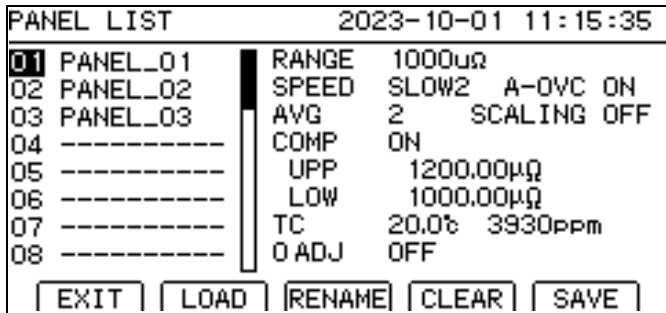
키 조작, 통신 커맨드 또는 EXT. I/O 로 패널 로드를 실행할 수 있습니다.

패널 로드 시 영점 조정 값도 불러옵니다.

설정을 변경하면 영점 조정 값을 불러오지 않고 패널 로드를 실행할 수 있습니다.

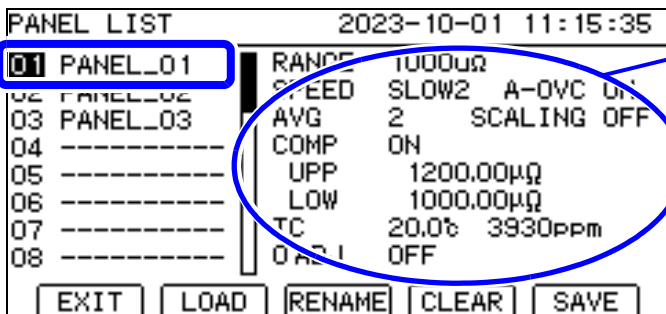
참조 : “영점 조정 값을 로드하지 않기”(p.138)

1 패널 리스트 화면을 엽니다.



PANEL 패널 리스트 화면을 표시

2 패널 번호를 선택합니다.



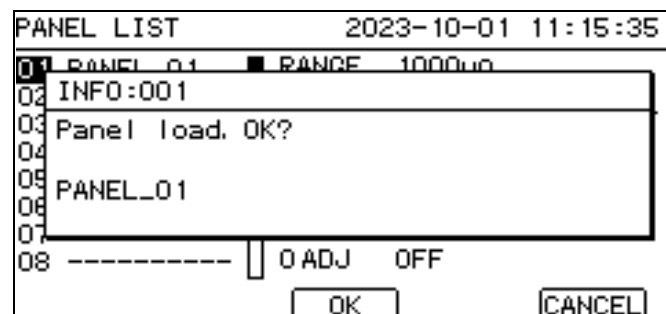
선택된 패널에 저장된 내용

1 선택

2 **F1** 불러오기를 실행
(**ENTER** 로도 불러오기를 실행할 수 있습니다)

F1

3 확인 메시지가 나오면 확인 후 측정 화면으로 돌아갑니다.

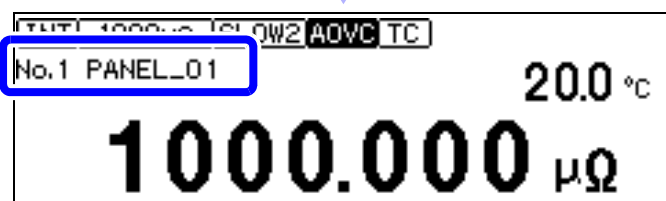


F2 패널 로드를 실행하고
측정 화면으로 이동 (**ENTER** 로도
실행할 수 있습니다)

F4 취소하고 원래 화면으로 이동
(**ESC** 로도 취소할 수 있습니다)

F2

F4



측정 화면에는 불러온 패널명이 표시됩니다.

중요

- EXT. I/O 의 LOAD0 ~ LOAD5 의 제어 , 통신 커맨드로도 불러올 수 있습니다 .

참조 : “9 외부 제어 (EXT. I/O)” ; “입력 신호”(p.202)

통신 커맨드에 대해서는 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오 . 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다 .

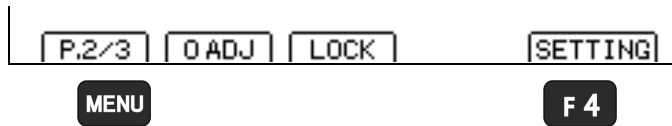
참조 : “다운로드 사이트 안내”(p.1)

- 로드 후에 측정 조건을 변경하면 패널명 표시는 사라집니다 .

영점 조정 값을 로드하지 않기

초기 상태에서는 패널 로드를 통해 영점 조정 값도 로드됩니다 . 영점 조정 값을 로드하지 않을 경우는 다음 순서에 따라 설정합니다 .

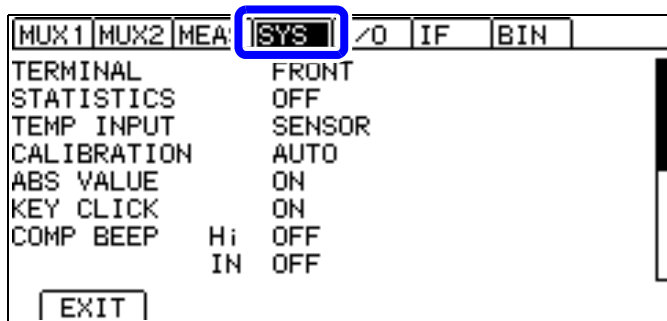
- 1 설정 화면을 엽니다 .



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

- 2 **F4** 설정 화면 표시

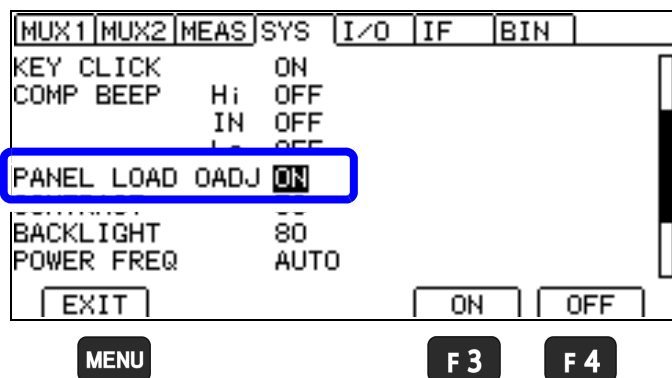
- 2 시스템 설정 화면을 엽니다 .



좌우 커서 키로

[SYS] 탭으로 이동

- 3 영점 조정을 로드할지 여부를 선택합니다 .



- 1 선택

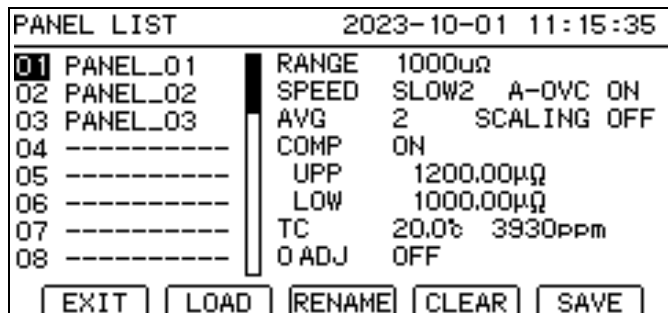
- 2 **F3** 패널 로드 시 영점 조정 값이 패널 세이브 했을 때의 값이 됩니다 . (초기 설정)

- F4** 패널 로드를 해도 영점 조정 값은 변경되지 않습니다 .

MENU 측정 화면으로 돌아가기

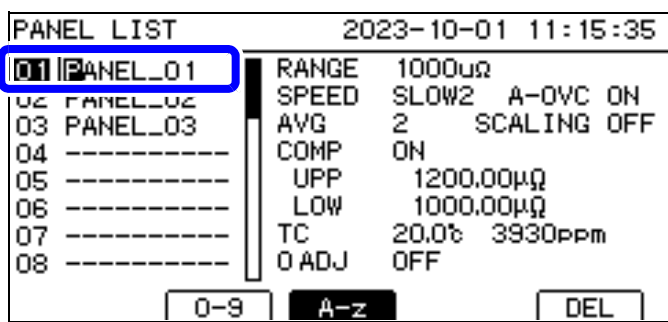
5.3 패널명 변경하기

- 1 패널 리스트 화면을 엽니다.



PANEL 패널 리스트 화면을 표시

- 2 패널 번호를 선택합니다.

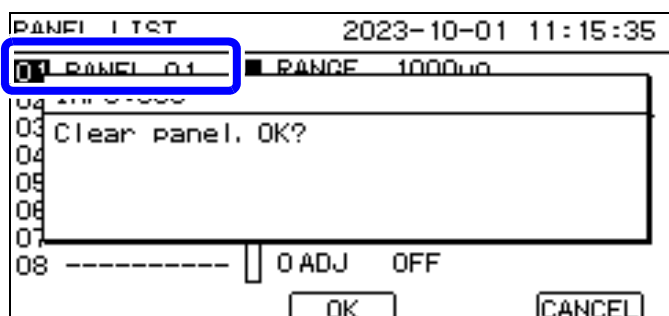


F2

1 선택

2 **F2** 패널명을 편집

- 3 패널명을 편집합니다.



MENU

F1

F2

F4

1 문자 이동 문자 변경

좌우 커서 키로 편집하려는 문자로 커서를 이동

상하 커서 키로 문자를 변경

F1 숫자 (0 ~ 9) 입력

F2 알파벳 (A ~ z) 및 언더바 (_) 입력

F4 1 문자 삭제

2 **ENTER** 확정

(**ESC**) 취소

MENU 측정 화면으로 돌아가기

5.4 패널 내용 삭제하기

1 패널 리스트 화면을 엽니다.

PANEL LIST		2023-10-01 11:15:35	
01	PANEL_01	RANGE	1000uΩ
02	PANEL_02	SPEED	SLOW2 OVC OFF
03	PANEL_03	AVG	OFF SCALING OFF
04	-----	COMP	ON
05	-----	UPP	1200.00μΩ
06	-----	LOW	1000.00μΩ
07	-----	TC	20.0% 3930ppm
08	-----	O ADJ	OFF
		[EXIT] [LOAD] [RENAME] [CLEAR] [SAVE]	

PANEL 패널 리스트 화면을 표시

2 패널 번호를 선택합니다.

PANEL LIST		2023-10-01 11:15:35	
01	PANEL_01	RANGE	1000uΩ
02	PANEL_02	SPEED	SLOW2 OVC OFF
03	PANEL_03	AVG	OFF SCALING OFF
04	-----	COMP	ON
05	-----	UPP	1200.00μΩ
06	-----	LOW	1000.00μΩ
07	-----	TC	20.0% 3930ppm
08	-----	O ADJ	OFF
		[EXIT] [LOAD] [RENAME] [CLEAR] [SAVE]	

1    선택

2 **F3** 패널을 삭제

F3

3 확인 메시지가 나오면 확인 후 측정 화면으로 돌아갑니다.

PANEL LIST		2023-10-01 11:15:35	
01	PANEL_01	RANGE	1000uΩ
02	INFO:006		
03	Clear panel. OK?		
04			
05			
06			
07			
08	-----	O ADJ	OFF
		[OK] [CANCEL]	

MENU

F2

F4

F2 패널을 삭제하고 원래 화면으로 이동 (**ENTER** 로도 실행할 수 있습니다)

F4 취소하고 원래 화면으로 이동 (**ESC** 로도 취소할 수 있습니다)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

중요

삭제 한 패널의 내용은 원래대로 되돌릴 수 없습니다.

6 시스템 설정

이 장에서는 시스템 관련 설정에 관해 설명합니다 .

“6.1 측정값을 절대값으로 표시하기 ”(p.142)

“6.2 키 조작을 유효 / 무효로 하기 ”(p.143)

“6.3 키 조작음의 유무 설정하기 ”(p.145)

“6.4 공급 전원의 주파수를 수동으로 설정하기 ”(p.146)

“6.5 화면 콘트라스트 조정하기 ”(p.147)

“6.6 백라이트 조정하기 ”(p.148)

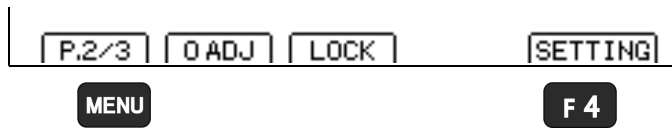
“6.7 시계 맞추기 ”(p.149)

“6.8 초기화하기 (리셋)”(p.150)

6.1 측정값을 절대값으로 표시하기

미세한 저항을 측정했을 때 측정값이 마이너스로 표시되는 경우 측정값을 절대값으로 표시할 수 있습니다.

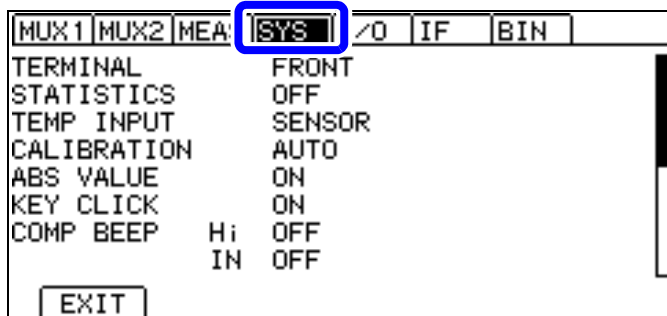
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F 4** 설정 화면 표시

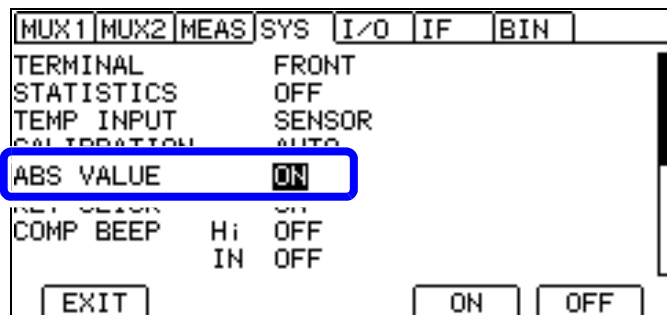
2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[SYS] 탭으로 이동

3 절대값 표시를 ON(OFF)으로 합니다.



1 선택

2 **F 3** 절대값으로 표시한다

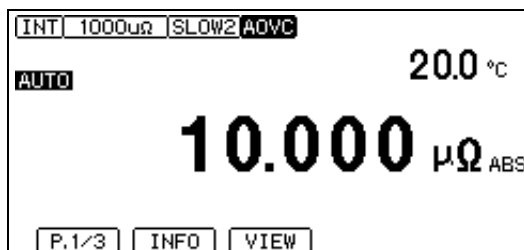
F 4 절대값으로 표시하지 않는다 (초기 설정)

F 3

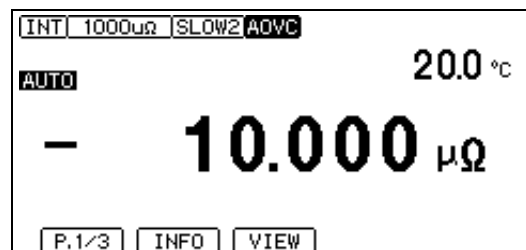
F 4

MENU 측정 화면으로 돌아가기

절대값 표시를 ON 으로 한 경우 측정 화면에 **[ABS]** 를 표시합니다.



절대값 표시 **[ON]** 화면



절대값 표시 **[OFF]** 화면

6.2 키 조작을 유효 / 무효로 하기

키 조작을 무효로 하기 (키 록 기능)

키 록 기능을 실행하면 본 기기 정면 패널의 키 조작을 무효로 할 수 있습니다.

키 록은 목적에 따라 다음 3 가지 레벨 중에서 선택할 수 있습니다.

조작자에게 기본 설정
(레인지 , 속도 , 콤퍼레
이터 , 패널 로드) 만 허
가한다

기본 설정 이외의 조작을 무효로 한다

AUTO, 레인지 ▲▼, **SPEED**, **COMP**, **PANEL**, **0ADJ**, **PRINT**, **ENTER** (트리거), **MENU [UNLOCK]** (키 록 해제) 키 외에는 조작할 수 없습니다.

키 록 기능 선택 : **[MENU]** 측정 화면으로 돌아가면 **[M.LOCK]** 이 표시됩니다.

조작자에게 일체의 설정
변경을 허가하지 않는다
(키 록 해제 는 가능)

모든 설정 조작을 무효로 한다

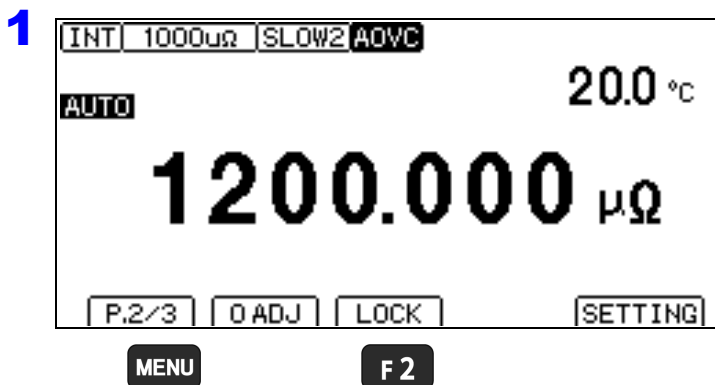
ENTER (트리거), **MENU [UNLOCK]** (키 록 해제) 키 외에는 조작할 수 없습니다.

키 록 기능 선택 : **[FULL]** 측정 화면으로 돌아가면 **[F.LOCK]** 이 표시됩니다.

모든 키 조작을
무효로 한다

패널상에서의 조작을 모두 무효로 한다

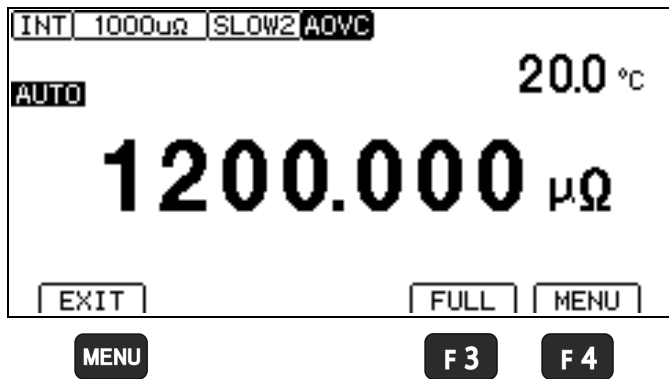
EXT. I/O 의 KEY_LOCK 신호를 ON 으로 하면 **MENU [UNLOCK]** 키 (키 록 해제), **MENU [LOCAL]** 키 (원격 상태 해제) 를 포함한 모든 키 조작이 무효가 됩니다 . 단 , **ENTER** (트리거) 키만 유효합니다 . (p.197)
키 록 해제 방법 : EXT. I/O 의 KEY_LOCK 신호를 OFF 로 해주십시오 .



1 **[MENU]** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **[F2]** 키 록 선택 화면

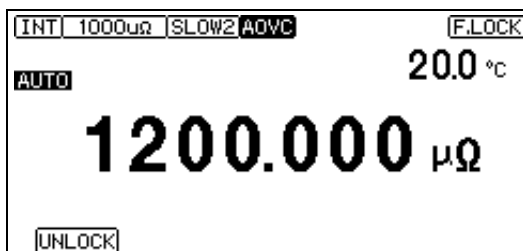
2 키 조작의 유효, 무효를 선택합니다.



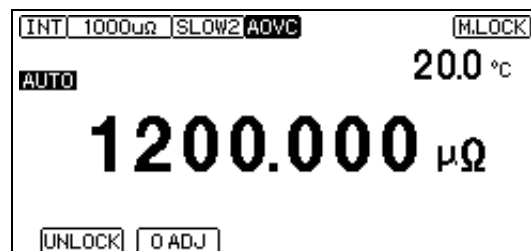
- F3** 키 록 해제 키 이외
무효로 하고, 측정 화면으로 돌아간다
- F4** 키 록 해제 키와 기본 설정 변경
외에는 무효로 하고 측정 화면으
로 돌아간다
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

[UNLOCK] 이 표시됩니다.

(EXT. I/O 의 KEY_LOCK 신호에 의한 키 록에서는 표시되지 않습니다)



전체 잠금 [FULL] 화면

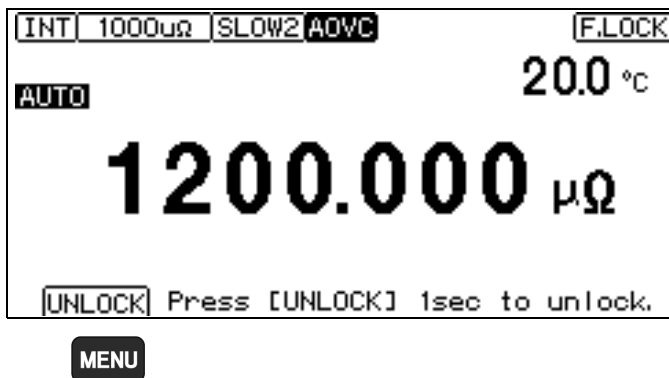


메뉴 잠금 [MENU] 화면

키 조작을 유효로 하기 (키 록 해제)

[UNLOCK] 이 표시되어 있을 때만 해제할 수 있습니다.

MENU [UNLOCK] 을 누릅니다 (1 초 누르기).



중요

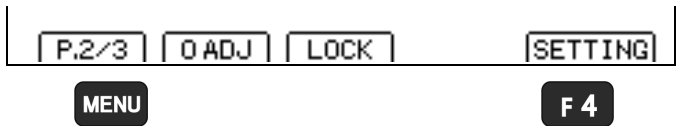
EXT. I/O 의 KEY_LOCK 신호가 ON 일 때는 본 기기의 키 조작으로 키 록을 해제할 수 없습니다 .
KEY_LOCK 신호를 OFF 로 해주십시오 .

참조 : “ 각 신호의 기능 ” 의 “KEY_LOCK”(p.202).

6.3 키 조작음의 유무 설정하기

키 조작음의 유무를 선택할 수 있습니다.
초기 설정은 키 조작음 ON(울림) 으로 설정되어 있습니다.

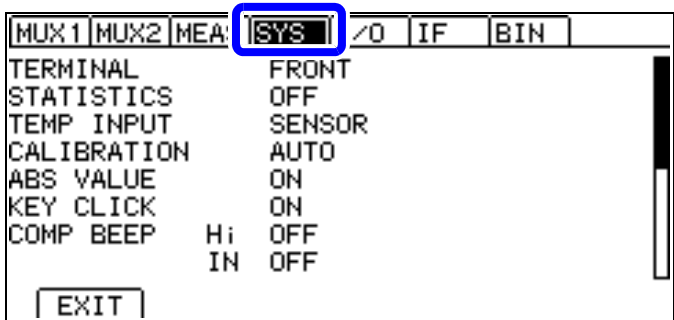
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

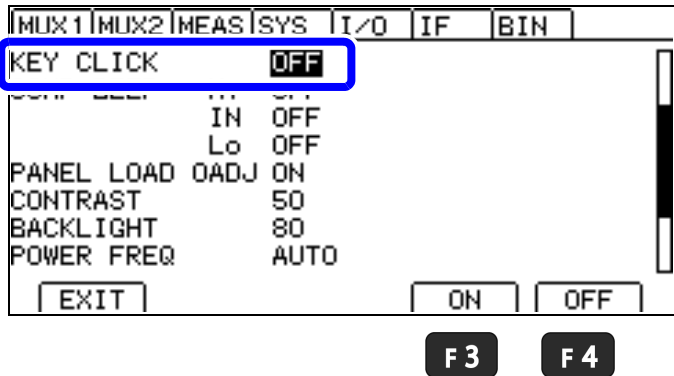
2 **F4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 키 조작음의 유무를 선택합니다.



1  선택

2
F3 조작음을 울린다 (초기 설정)
F4 조작음을 울리지 않는다

MENU 측정 화면으로 돌아가기

조작음과 함께 에러음 및 자동 홀드음도 울리지 않게 하려면 전원을 끄고 **F1** 키와 **ENTER** 키를 누르면서 전원을 다시 켜 주십시오. **[KEY CLICK]** 설정에 **[(ERR, AUTO HOLD)]** 라고 표시되며 , 에러음과 자동 홀드음도 조작음과 동일하게 설정됩니다.
단 , 과전압 검출을 나타내는 **[Err:700]** 표시의 에러음 (RM3546 만 해당) 은 OFF 로 할 수 없습니다.

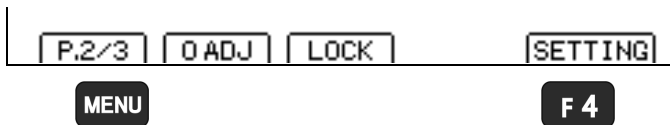
6.4 공급 전원의 주파수를 수동으로 설정하기

초기 상태에서는 공급 전원 주파수를 자동으로 인식하는 설정 (AUTO) 으로 되어 있지만 , 수동으로 설정할 수도 있습니다 .

중요

- 전원 주파수가 바르게 설정되어 있지 않은 경우 측정값은 안정되지 않습니다 .
전원 노이즈가 커서 전원 주파수를 올바르게 검출하지 못하는 경우는 에러가 표시됩니다 . (ERR:097 (p.324)) 이 경우는 공급 전원에 맞춰서 수동으로 설정해 주십시오 .
- 자동 설정 [AUTO] 의 경우는 전원 투입 시 및 리셋 시에 공급 전원의 주파수가 50 Hz / 60 Hz 중 어느 것인지를 자동 판별합니다 .
전원 투입 시 및 리셋 시 이외에 공급 전원 주파수가 변동한 경우는 검출할 수 없습니다 .
50 Hz / 60 Hz 에서 주파수가 어긋난 경우에는 가까운 주파수로 설정됩니다 .
예 : 공급 전원 주파수 50.8 Hz → 계측기 설정 50 Hz
공급 전원 주파수 59.3 Hz → 계측기 설정 60 Hz

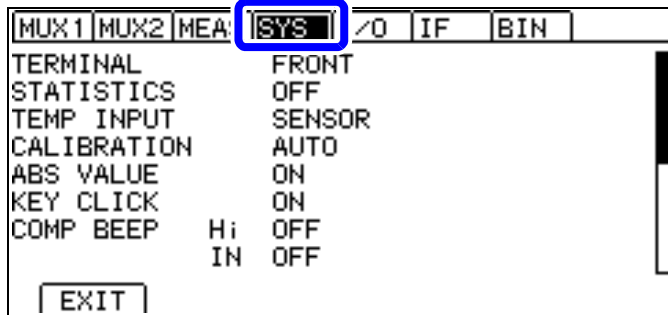
1 설정 화면을 엽니다 .



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

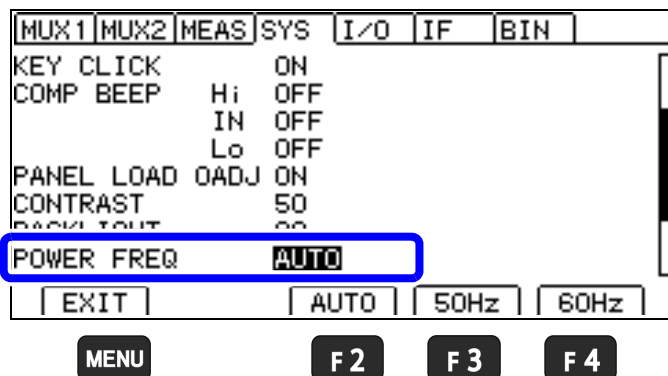
2 **F4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다 .



좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 사용할 전원 주파수를 선택합니다 .



1 선택

2 **F2** 사용하는 장소에 따라 자동으로 설정한다 (초기 설정)

F3 공급 전원의 주파수가 50 Hz 일 때

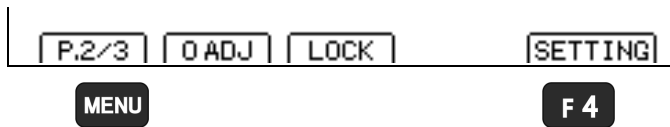
F4 공급 전원의 주파수가 60 Hz 일 때

MENU 측정 화면으로 돌아가기

6.5 화면 콘트라스트 조정하기

주위 온도가 변동된 경우에 화면이 잘 안 보이는 경우가 있습니다. 그럴 때는 콘트라스트를 조정해 주십시오.

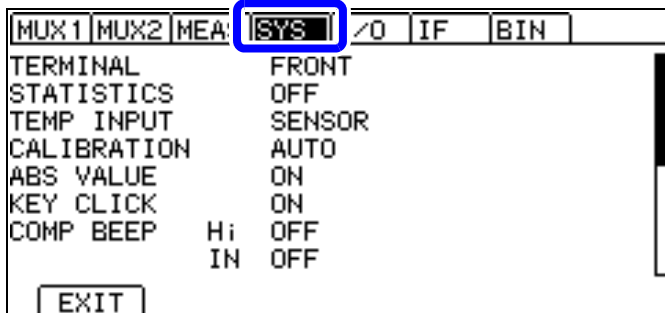
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

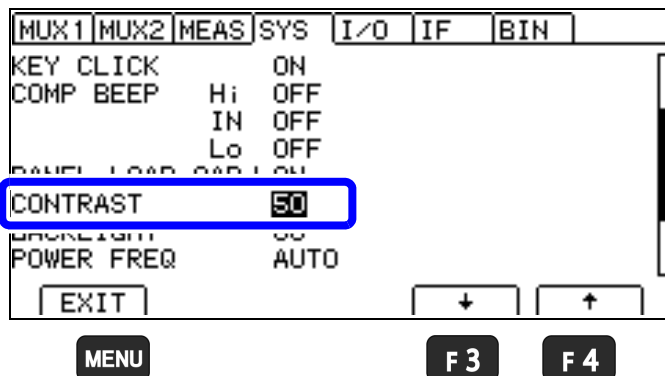
2 **F4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 콘트라스트를 조정합니다.



1 선택

2

F3 콘트라스트를 낮춘다

F4 콘트라스트를 높인다

설정 범위 : 0% ~ 100%, 5% 단위
(초기 설정 : 50%)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

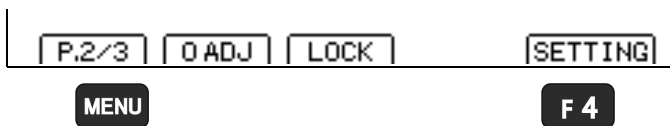
6.6 백라이트 조정하기

설치 장소의 조도에 맞춰 백라이트의 밝기를 조정할 수 있습니다.

중요

- 트리거 소스가 외부 트리거 [TRG: EXT] 설정인 경우 조작하지 않는 상태가 1 분간 계속되면 자동으로 백라이트의 휘도가 떨어집니다.
백라이트의 휘도가 떨어지지 않도록 하고자 하는 경우는 전원을 끄고 **F1** 키와 **ENTER** 키를 누르면서 전원을 다시 켜 주십시오.
- 휘도를 0%로 설정하면 표시가 잘 보이지 않습니다.

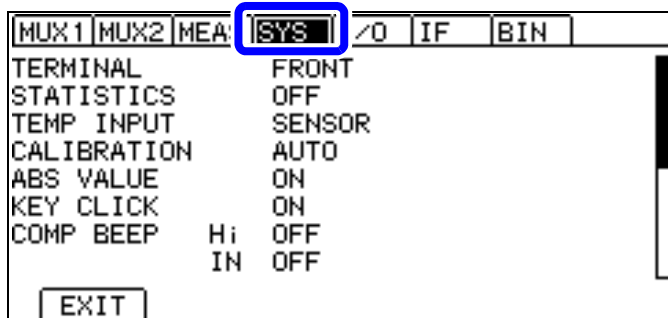
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3으로 전환

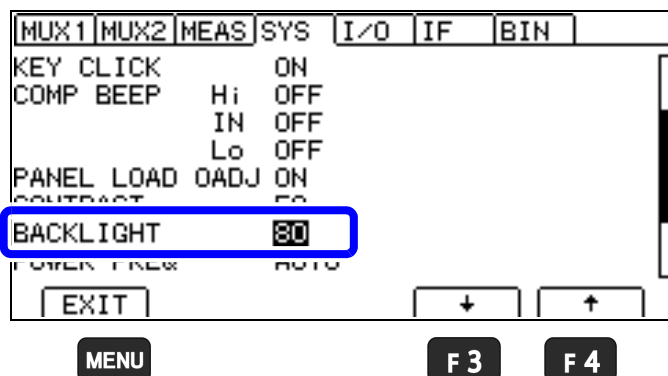
2 **F4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 백라이트를 조정합니다.



1 선택

2 **F3** 백라이트의 휘도를
낮춘다

F4 백라이트의 휘도를
높인다

설정 범위 : 0% ~ 100%, 5% 단위
(초기 설정 : 80%)

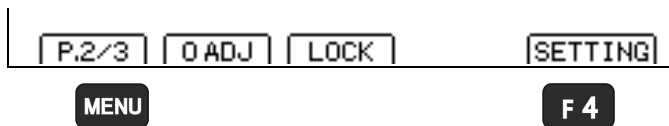
MENU 측정 화면으로 돌아가기

6.7 시계 맞추기

통계 연산 기능 (p.126) 을 사용할 때는 올바른 시각을 기록, 인쇄하기 위해 시계를 정확하게 맞추어 두어야 합니다.

또한, 통계 연산 결과를 인쇄할 때는 인쇄 시각도 출력합니다.

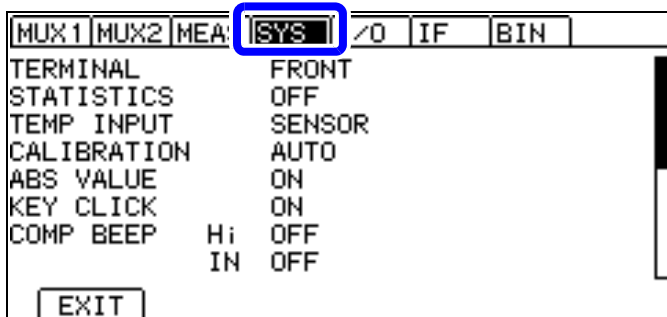
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

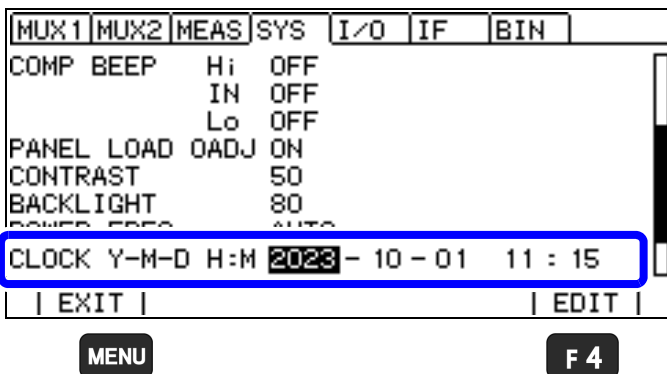
2 **F4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS] 탭으로 이동

3 날짜, 시각을 설정합니다.



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

3 **ENTER** 확정
(**ESC** 취소)

년 (아래 2 자리), 월 , 일 , 시 , 분의 순서로 입력합니다.

MENU 측정 화면으로 돌아가기

6.8 초기화하기 (리셋)

리셋 기능에는 다음 3 가지가 있습니다 .

통신 커맨드에 대해서는 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오 . 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다 .

참조 : “ 다운로드 사이트 안내 ”(p.1)

1. 리셋 : 패널 데이터를 제외한 측정 조건을 공장 출하 상태로 초기화

리셋하는 방법은 3 가지가 있습니다 .

•시스템 설정 화면에서 리셋한다

• **ESC** 와 **ENTER** 를 동시에 누르면서 전원을 켜다

•통신 커맨드로 리셋한다

***RST** 커맨드 (인터페이스 설정은 초기화되지 않습니다)

2. 시스템 리셋 : 모든 측정 조건과 패널 데이터를 공장 출하 상태로 초기화

시스템을 리셋하는 방법은 3 가지가 있습니다 .

•시스템 설정 화면에서 시스템을 리셋한다

• **ESC** , **ENTER** , **▶** 를 동시에 누르면서 전원을 켜다

•통신 커맨드로 리셋한다

:SYSTEM:RESet 커맨드 (인터페이스 설정은 초기화되지 않습니다)

3. 멀티플렉서 채널 리셋 : 멀티플렉서의 채널 설정을 공장 출하 상태로 초기화

멀티플렉서 채널을 리셋하는 방법은 2 가지가 있습니다 .

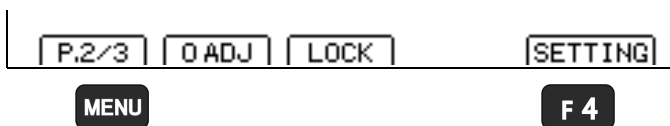
•시스템 설정 화면에서 시스템을 리셋한다

•통신 커맨드로 리셋한다

[:SENSe:]CHReset 커맨드

여기서는 시스템 설정 화면에서 리셋하는 방법을 설명합니다 .

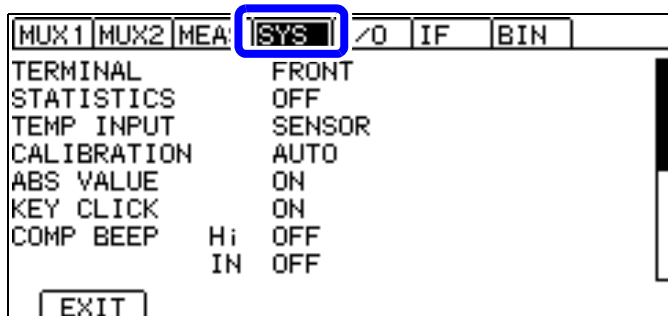
1 설정 화면을 엽니다 .



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

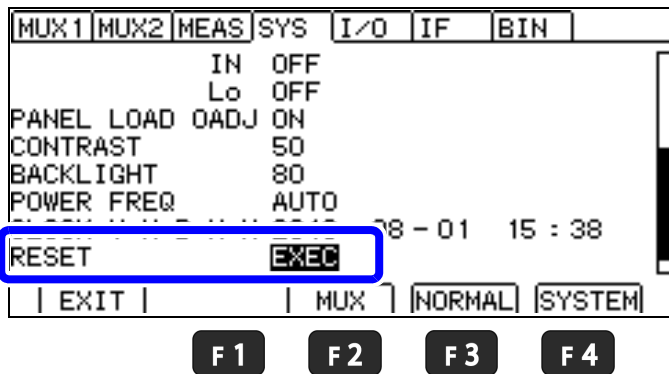
2 **F4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다 .



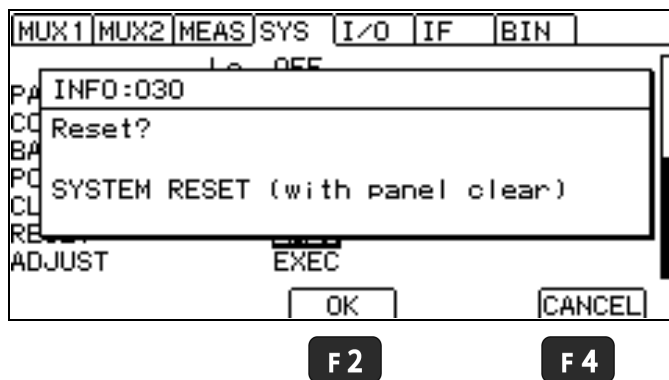
좌우 커서 키로

[SYS] 탭으로 이동

3 초기화를 선택합니다.**1** 선택

- 2**
- F2** 멀티플렉서 채널을 리셋한다
 - F3** 리셋한다
 - F4** 시스템을 리셋한다

확인 메시지가 표시됩니다.

4 초기화 실행 여부를 선택합니다.**F2** 실행한다**F4** 실행하지 않는다

초기화 후 측정 화면이 표시됩니다.

초기 설정 일람

RM3545A-1

리셋한다 : ✓, 리셋하지 않는다 : -

화면		설정 및 키	초기 설정	멀티플렉서 채널 리셋	참조
측정 화면		COMP	OFF	✓	p.115
		AUTO	AUTO	✓	p.52
		▲▼ (RANGE)		✓	
		SPEED	SLOW2	✓	p.53
측정 화면 (P.1/2)		VIEW (F2)	OFF	-	p.56
측정 화면 (P.2/2)		0 ADJ (F2)	OFF	✓	p.71
		LOCK (F3)	OFF	-	p.143
설정 화면 (SETTING)	측정 설정 화면 (MEAS)	TC SET	OFF	✓	p.78
		ΔT	OFF	✓	p.131
		DELAY	PRESET	✓	p.100
		AVERAGE	OFF	✓	p.76
		AUTO HOLD	OFF	-	p.64
		SCALING(A*R+B)	OFF	✓	p.91
		OVC	OFF	✓	p.96
		LOW POWER	OFF	✓	p.67
		PURE RESISTANCE	OFF	✓	p.99
		MEAS CURRENT	HIGH	✓	p.69
		Ω DIGITS	7DGT	-	p.95
		CURR ERROR MODE	CurErr	-	p.63
		CONTACT CHECK	ON	✓	p.104
		CONTACT IMPRV	OFF	✓	p.106
		100 MΩ PRECISION	OFF	✓	p.112
	시스템 설정 화면 (SYS)	STATISTICS	OFF	-	p.127
		TEMP INPUT	SENSOR	-	p.38
		CALIBRATION	AUTO	-	p.108
		KEY CLICK	ON	-	p.145
		COMP BEEP Hi	OFF	-	p.120
		IN	OFF	-	
		Lo	OFF	-	
		PASS	OFF	-	
		FAIL	OFF	-	
		PANEL LOAD 0ADJ	ON	-	p.138
		CONTRAST	50	-	p.147
		BACK LIGHT	80	-	p.148
		POWER FREQ	AUTO	-	p.146

리셋한다 : ✓, 리셋하지 않는다 : -

화면		설정 및 키	초기 설정	멀티플렉서 채널 리셋	참조
설정 화면 (SETTING)	EXT. I/O 설정 화면 (I/O)	TRIG SOURCE	INT	-	p.229
		TRIG EDGE	OFF → ON (ON 에지)	-	p.231
		TRIG/PRINT FILT	OFF	-	p.233
		EOM MODE	HOLD	-	p.235
		JUDGE/BCD MODE	JUDGE	-	p.237
		OVRNG ERR OUT	OFF	-	p.238
	통신 인터페이스 설정 화면 (IF)	INTERFACE	RS232C	-	p.244
		SPEED	9600bps	-	p.247
		DATA OUT	OFF	-	p.260
		CMD MONITOR	OFF	-	p.257
	BIN 설정 화면 (BIN)	BIN	OFF	-	p.123

RM3545A-2, RM3546

리셋한다 : ✓, 리셋하지 않는다 : -

화면		설정 및 키	초기 설정	멀티플렉서 채널 리셋	참조
측정 화면		COMP	OFF	✓	p.115
		AUTO	AUTO	✓	p.52
		▲▼ (RANGE)		✓	
		SPEED	SLOW2	✓	p.53
측정 화면 (P.1/3)		VIEW (F2)	OFF	-	p.56
측정 화면 (P.2/3)		0 ADJ (F2)	OFF	✓	p.71
		LOCK (F3)	OFF	-	p.143
측정 화면 (P.3/3)		FRONT (F1)	FRONT	-	p.169
		MUX (F2)		-	
		SCANSET (F3)	OFF	-	
설정 화면 (SETTING)	멀티플렉서 채널 설정 화면 (MUX1)	CH	OFF	✓	p.171
		TERM		✓	
		INST	제품 모델명	✓	
		0ALL	ON	✓	p.182
		0ADJ	-	✓	
	멀티플렉서 기본 측정 화면 (MUX2)	SPD	SLOW2	✓	p.175
		RANGE	AUTO	✓	
		UPP/REF	OFF	✓	
		LOW%	OFF	✓	
		PASS	IN	✓	
	측정 설정 화면 (MEAS) *1	TC SET	OFF	✓	p.78
		ΔT	OFF	✓	p.131
		ATC SET	OFF	✓	p.80
		DELAY	PRESET	✓	p.100
		AVERAGE	OFF	✓	p.76
		AUTO HOLD	OFF	-	p.64
		SCALING(A*R+B)	OFF	✓	p.91
		OVC	OFF	✓	p.96
		A-OVC RM3546	OFF	✓	p.98
		LOW POWER RM3545A-2	OFF	✓	p.67
		PURE RESISTANCE	OFF	✓	p.99
		MEAS CURRENT	HIGH	✓	p.69
		Ω DIGITS	7DGT	-	p.95
		CURR ERROR MODE	CurErr	-	p.63
		CONTACT CHECK	ON	✓	p.104
		CONTACT IMPRV	OFF	✓	p.106
		100 MΩ PRECISION	OFF	✓	p.112

리셋한다 : ✓, 리셋하지 않는다 : -

화면		설정 및 키	초기 설정	멀티플렉서 채널 리셋	참조
설정 화면 (SETTING)	시스템 설정 화면 (SYS)	TERMINAL	FRONT	-	p.166
		STATISTICS	OFF	-	p.127
		TEMP INPUT	SENSOR	-	p.38
		CALIBRATION	AUTO	-	p.108
		KEY CLICK	ON	-	p.145
		COMP BEEP Hi	OFF	-	p.120
		IN	OFF	-	
		Lo	OFF	-	
		PASS	OFF	-	
		FAIL	OFF	-	
		PANEL LOAD 0ADJ	ON	-	p.138
		CONTRAST	50	-	p.147
		BACK LIGHT	80	-	p.148
		POWER FREQ	AUTO	-	p.146
	EXT. I/O 설정 화면 (I/O)	TRIG SOURCE	INT	-	p.229
		TRIG EDGE	OFF → ON (ON 에지)	-	p.231
		TRIG/PRINT FILT	OFF	-	p.233
		EOM MODE	HOLD	-	p.235
		JUDGE/BCD MODE	JUDGE	-	p.237
		OVERRNG ERR OUT	OFF	-	p.238
	통신 인터페이스 설정 화면 (IF)	INTERFACE	RS232C	-	p.244
		SPEED	9600bps	-	p.247
		DATA OUT	OFF	-	p.260
		CMD MONITOR	OFF	-	p.257
	BIN 설정 화면 (BIN)	BIN	OFF	-	p.123

*1: 멀티플렉서 사용 시는 “MEAS” 옆에 선택된 채널 번호가 표시됩니다 .

6.8 초기화하기 (리셋)

멀티플렉서의 각 채널 초기값

4 선식인 경우

CH		UNIT	TERM A	TERM B
1	유효	1	TERM A1	TERM B1
2	무효	1	TERM A2	TERM B2
:	:	:	:	:
10	무효	1	TERM A10	TERM B10
11	무효	2	TERM A1	TERM B1
12	무효	2	TERM A2	TERM B2
:	:	:	:	:
20	무효	2	TERM A10	TERM B10
21	무효	1	TERM A1	TERM B1
22	무효	1	TERM A1	TERM B1
:	:	:	:	:
42	무효	1	TERM A1	TERM B1

2 선식인 경우

CH		UNIT	TERM A	TERM B
1	유효	1	TERM A1	TERM B1
2	무효	1	TERM A2	TERM B2
:	:	:	:	:
21	무효	1	TERM A21	TERM B21
22	무효	2	TERM A1	TERM B1
23	무효	2	TERM A2	TERM B2
:	:	:	:	:
42	무효	2	TERM A21	TERM B21

7 멀티플렉서

RM3545A-2

RM3546

RM3545A-2, RM3546 는 Z3003 멀티플렉서 유닛과 조합하여 4 선식에서는 최대 20 개 지점 , 2 선식에서는 최대 42 개 지점을 전환하여 측정할 수 있습니다 .

멀티플렉서 유닛을 장착할 때는 반드시 “2.5 멀티플렉서 유닛 장착하기”(p.45) 를 읽어 주십시오 .

중요

- Z3003 멀티플렉서 유닛의 접점에는 기계식 릴레이를 사용하고 있습니다 . 기계식 릴레이는 수명이 있는 부품이므로 접점 개폐 횟수가 적게 되도록 프로그램을 작성해 주십시오 .

특히 2 선식의 경우는 TERM An (TERM Bn) → Am (TERM Bm) 으로 전환할 경우 n 과 m 이 홀수 번호 → 짝수 번호 또는 짝수 번호 → 홀수 번호로 하는 것보다 홀수 번호 → 홀수 번호 또는 짝수 번호 → 짝수 번호로 하는 것이 접점 개폐 횟수가 적어집니다 (4W / 2W 전환 릴레이의 개폐를 줄일 수 있습니다) . 참조 : “7.2 내부 회로 구성”(p.164)

(예 1) TERM A1/B1 → TERM A2/B2 → TERM A3/B3 → TERM A4/B4

(예 2) TERM A1/B1 → TERM A3/B3 → TERM A2/B2 → TERM A4/B4

(예 1) 보다 (예 2) 쪽이 접점의 개폐가 적어집니다 .

접점 수명의 참고값

4 선식인 경우 : 5,000 만 회 , 2 선식인 경우 : 500 만 회

- 유닛 테스트 기능은 측정 단자를 단락시켜 쇼트 검사 및 오픈 검사를 실행합니다 . 쇼트 검사에서는 2 단자 저항 측정 상태에서 각 핀의 왕복 경로 저항값을 측정하여 1 Ω 이하인 경우 합격으로 판정합니다 . 측정 전류가 1 A 인 경우에는 유닛 테스트에서 합격하더라도 1 A 의 측정 전류를 흘려보내지 못해 측정하지 못하는 경우가 있습니다 . 전류 이상 ([-----] 또는 [OvrRng] 표시) 이 발생하는 경우 경로 저항을 낮게 억제해 주십시오 . (p.61)

7.1 멀티플렉서에 대해서

RM3545A-2, RM3546 는 Z3003 멀티플렉서 유닛을 최대 2 대까지 장착할 수 있습니다 .

측정할 수 있는 지점

유닛 수	2 선식	4 선식
1 유닛	21 곳	10 곳
2 유닛	42 곳	20 곳

멀티플렉서 유닛을 사용하여 할 수 있는 일

- 각 채널의 A 단자 및 B 단자를 각각 임의의 단자에 할당할 수 있어 다양한 측정 대상의 배선을 간소화할 수 있습니다 .

참조 : “7.7 연결과 설정 예 ”(p.187)

예 : Δ 결선 또는 Y 결선된 3 상 모터
네트워크 저항과 같은 시리즈 소자
독립 소자

- 채널별로 다른 측정 조건을 설정할 수 있습니다 .

참조 : “7.3 멀티플렉서 관련 설정 ”(p.166)

- 임의의 채널을 일괄 영점 조정할 수 있습니다 .

참조 : “7.5 영점 조정하기 (멀티플렉서 유닛 장착 시)”(p.182)

- 측정한 값을 기준으로 판정할 수 있습니다 .

참조 : “ 각 채널의 기본 측정 조건 및 종합 판정 조건 설정하기 ”(p.174)

- 최대 42 개 채널을 등록할 수 있습니다 .

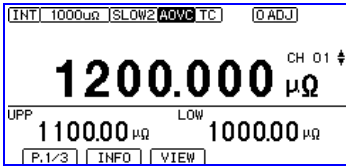
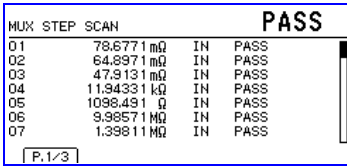
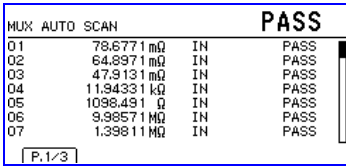
- 패널 세이브는 멀티플렉서를 사용하지 않을 경우 (정면 측정 단자 사용 시) 의 측정 조건과는 별도로 최대 8 가지 (패널 번호 31 ~ 38) 를 설정할 수 있습니다 .

- 다음 3 가지 스캔을 선택할 수 있습니다 . 용도에 따라 구분하여 사용해 주십시오 .

(1) 스캔 기능 : OFF

(2) 스캔 기능 : 스텝

(3) 스캔 기능 : 자동

스캔 기능	OFF	스텝	자동
개요	<p>측정 지점을 자유롭게 전환하여 측정합니다 (사용 예)</p> <ul style="list-style-type: none"> 수동으로 멀티플렉서를 사용한다 특정 채널만 측정을 반복한다 외부 제어로 채널을 전환한다 	<p>미리 설정된 순서대로 측정 지점을 전환하며 측정합니다 TRIG 당 1 채널을 측정합니다 (사용 예)</p> <ul style="list-style-type: none"> 스위치 등, 검사 중에 측정 대상을 제어한다 각 채널의 측정 결과로 동작을 변경한다 	<p>미리 설정된 순서대로 측정 지점을 전환하며 측정합니다 한 번의 TRIG 로 모든 채널을 측정합니다 (사용 예)</p> <ul style="list-style-type: none"> 3상 모터의 권선, 네트워크 저항기 등 검사 중 측정 대상의 제어가 필요 없이 가장 빠른 속도로 스캔을 수행한다
측정 화면			
트리거 소스	내부 [INT]/ 외부 [EXT]	외부 [EXT] 만	외부 [EXT] 만
채널 전환	위아래 커서 조작, 커맨드, LOAD 신호	트리거에 의한 자동 전환 (1 채널당)	트리거에 의한 자동 전환 (모든 채널)
TRIG 동작	<pre> graph TD A[TRIG 신호 입력] --> B[현재의 CH 측정] B --> C[판정, EOM 신호 ON 출력] </pre>	<pre> graph TD A[TRIG 신호 입력] --> B[CH1 측정] B --> C[CH1 판정, EOM 신호 ON 출력] C --> D[TRIG 신호 입력] D --> E[CH2 측정] E --> F[CH2 판정, EOM 신호 ON 출력] F --> G[...] G --> H[TRIG 신호 입력] H --> I[CHn 측정] I --> J[CHn 판정, 종합 판정, EOM 신호 ON 출력] </pre>	<pre> graph TD A[TRIG 신호 입력] --> B[CH1 측정] B --> C[CH2 측정] C --> D[...] D --> E[CHn 측정] E --> F[종합 판정, EOM 신호 ON 출력] </pre>
각 채널의 측정 값 및 판정 결과 취득	표시, 통신 커맨드, EXT. I/O	표시, 통신 커맨드, EXT. I/O	표시, 통신 커맨드
종합 판정	없음	있음	있음

멀티플렉서를 사용하기까지의 흐름

사전 준비

- 1** 멀티플렉서 커넥터에 측정 케이블을 연결합니다
참조 : “사용 커넥터와 단자의 배치”(p.161)
- 2** 멀티플렉서를 유효로 하고 스캔 기능을 설정합니다
참조 : “멀티플렉서 설정하기”(p.166)
- 3** 채널의 핀 할당을 설정합니다
참조 : “채널의 핀 할당을 커스터마이징하기”(p.170)
- 4** 각 채널의 측정 조건을 설정합니다
참조 : “각 채널의 측정 조건을 커스터마이징하기”(p.179)



영점 조정

- 5** 영점 조정을 설정합니다
참조 : “7.5 영점 조정하기 (멀티플렉서 유닛 장착 시)”(p.182)
- 6** 각 채널에 0 Ω 을 연결합니다
- 7** 영점 조정을 실행합니다



측정

- 8** 측정 대상을 연결하여 측정합니다
참조 : “7.4 멀티플렉서로 측정하기”(p.180)

멀티플렉서의 EXT. I/O 제어에 대해서는 “9 외부 제어 (EXT. I/O)”(p.197) 을 참조해 주십시오 .
멀티플렉서의 커맨드 제어에 대해서는 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오 . 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다 .

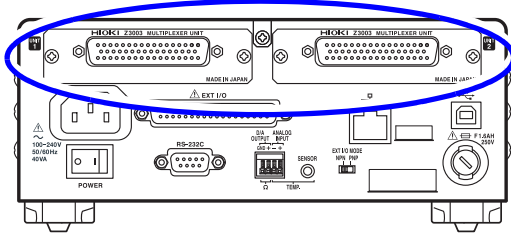
참조 : “다운로드 사이트 안내”(p.1)

멀티플렉서 유닛을 사용할 경우의 제한 사항

- 측정 단자를 MUX(멀티플렉서) 로 설정한 경우
정면의 측정 단자는 사용할 수 없습니다 . 정면의 측정 단자에 측정 리드를 연결하지 마십시오 .
BIN 측정 기능 , 통계 연산 기능은 자동으로 OFF 가 됩니다 .
데이터 메모리 기능은 사용할 수 없습니다 .
- 멀티플렉서의 측정 방식을 2 선식으로 설정한 경우
10 Ω 레인지 이하는 사용할 수 없습니다 .
콘택트 체크 기능은 사용할 수 없습니다 .
- 릴레이의 핫 스위칭 방지 기능
트랜스 등을 측정하면 역기전력이 남아 있기 때문에 릴레이의 핫 스위칭 방지 기능이 작동합니다 . 역기전력이 작아질 때까지 다음 채널로 전환할 수 없습니다 .
전환을 빠르게 하려면 고저항 레인지나 전류 전환 Low 설정 등 측정 전류를 낮추도록 설정해 주십시오 .
참조 : “3.2 측정 레인지 설정하기”(p.52)
“4.2 측정 전류 전환하기 (1000 μΩ ~ 100 Ω 레인지)”(p.69)

사용 커넥터와 단자의 배치

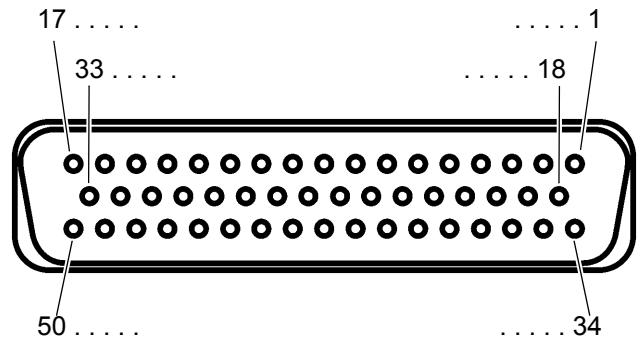
핀 배치 (사용 커넥터 D-SUB 50 핀 리셉터클)



사용 커넥터 (본 기기 측)

- D-SUB 50 pin 3 열 타입
female #4-40 인치 나사
- 적합 전선 (최대)
단선 : AWG22 상당
연선 : AWG24 상당

참조 : “14.15 측정 리드를 자체 제작하기, 멀티플렉서에 배선하기”(p.363)



멀티플렉서 커넥터 (본 기기 측)

적합 커넥터

- DD-50P-ULR (납땜형)
일본항공전자공업사 제품

측정 방식 (4 선식 / 2 선식)에 따라 핀 배치가 달라집니다.

참조 : “멀티플렉서 설정하기”(p.166)

4 선식인 경우

No.	단자명		No.	단자명		No.	단자명	
1	—	—	18	TERM B5	SOURCE	34	TERM B9	SOURCE
2	TERM B1	SOURCE	19	TERM A5	SENSE	35	TERM A9	SENSE
3		SENSE	20		SOURCE	36		SOURCE
4	TERM A1	SOURCE	21	TERM B6	SENSE	37	TERM B10	SENSE
5		SENSE	22		SOURCE	38		SOURCE
6	TERM B2	SOURCE	23	TERM A6	SENSE	39	TERM A10	SENSE
7		SENSE	24		SOURCE	40		SOURCE
8	TERM A2	SOURCE	25	TERM B7	SENSE	41		SENSE
9		SENSE	26		SOURCE	42	—	—
10	TERM B3	SOURCE	27	TERM A7	SENSE	43	GUARD	
11		SENSE	28		SOURCE	44	GUARD	
12	TERM A3	SOURCE	29	TERM B8	SENSE	45	EX SOURCE B (EX Cur Hi)	
13		SENSE	30		SOURCE	46	EX SENSE B (EX Pot Hi)	
14	TERM B4	SOURCE	31	TERM A8	SENSE	47	EX SENSE A (EX Pot Lo)	
15		SENSE	32		SOURCE	48	EX SOURCE A (EX Cur Lo)	
16	TERM A4	SOURCE	33		SENSE	49	EX GUARD	
17		SENSE				50	EARTH	

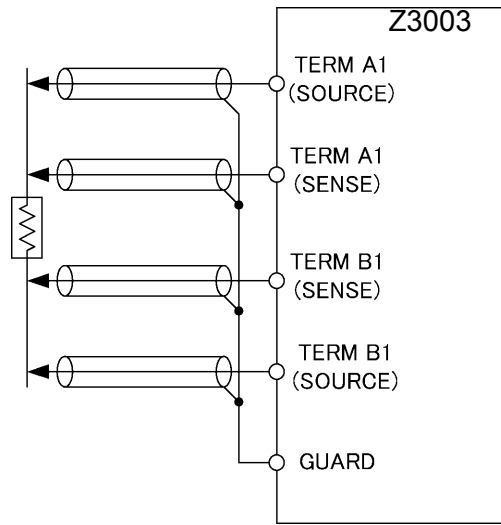
7.1 멀티플렉서에 대해서

2 선식인 경우

No.	단자명	No.	단자명	No.	단자명
1	TERM A1	18	TERM B9	34	TERM B17
2	TERM B1	19	TERM B10	35	TERM B18
3	TERM B2	20	TERM A10	36	TERM A18
4	TERM A2	21	TERM A11	37	TERM A19
5	TERM A3	22	TERM B11	38	TERM B19
6	TERM B3	23	TERM B12	39	TERM B20
7	TERM B4	24	TERM A12	40	TERM A20
8	TERM A4	25	TERM A13	41	TERM A21
9	TERM A5	26	TERM B13	42	TERM B21
10	TERM B5	27	TERM B14	43	GUARD
11	TERM B6	28	TERM A14	44	GUARD
12	TERM A6	29	TERM A15	45	EX B (EX Hi)
13	TERM A7	30	TERM B15	46	EX B (EX Hi)
14	TERM B7	31	TERM B16	47	EX A (EX Lo)
15	TERM B8	32	TERM A16	48	EX A (EX Lo)
16	TERM A8	33	TERM A17	49	EX GUARD
17	TERM A9			50	EARTH

멀티플렉서의 배선에 대해서

- 멀티플렉서와 측정 대상은 다음 그림과 같이 연결해 주십시오 . 구체적인 배선 예는 “7.7 연결과 설정 예”(p.187)를 참조해 주십시오 .



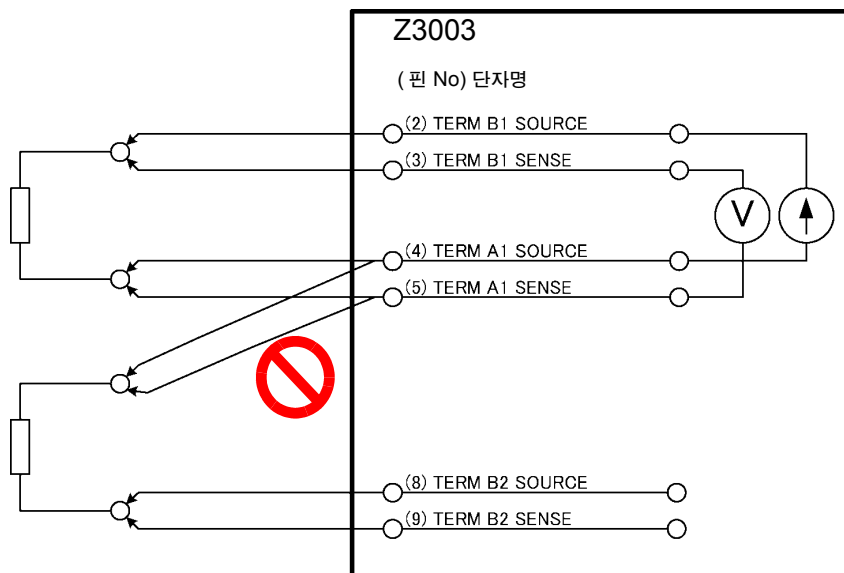
- 멀티플렉서 커넥터에 연결하는 케이블에는 실드선을 사용해 주십시오 . 실드선을 사용하지 않는 경우 노이즈의 영향으로 측정값이 불안정해질 수 있습니다 .
- 케이블의 실드부는 GUARD 단자에 연결해 주십시오 .

참조 : “14.15 측정 리드를 자체 제작하기 , 멀티플렉서에 배선하기 ”(p.363)

중요

2 개 이상의 측정 대상을 동시에 1 쌍의 SOURCE, SENSE 단자에 연결하면 올바른 4 단자 계측을 할 수 없습니다 . 1 쌍의 단자에는 1 개의 측정 대상만 연결해 주십시오 .

잘못된 연결 예



중요

멀티플렉서 유닛 간을 넘어서 연결 및 측정하는 것은 불가능합니다 .

측정할 수 없는 예 : UNIT1의 TERM1 - UNIT2의 TERM1 간

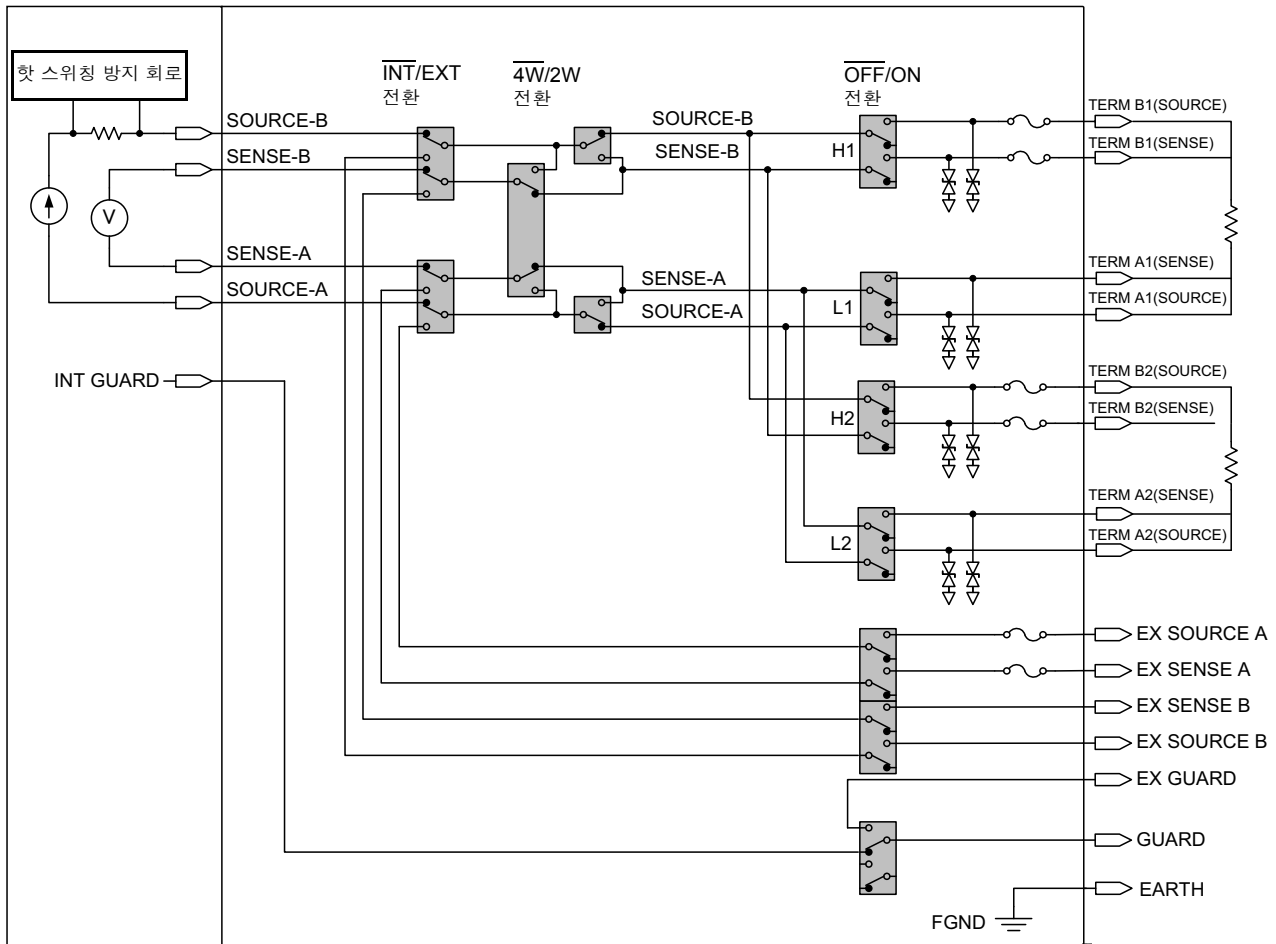
7.2 내부 회로 구성

- Z3003 멀티플렉서 유닛은 A 단자 / B 단자 각각에서 임의의 핀 사이 저항을 측정할 수 있습니다.
- 각 측정 단자는 코일의 역기전력에 대한 보호가 내장되어 있습니다.
- 각 단자에는 보호용으로 퓨즈(정격 전류 1.6 A)가 내장되어 있습니다(고객이 교체할 수 없음). 과입력으로 인해 퓨즈가 단선된 경우는 측정할 수 없습니다. 그 경우는 본 기기의 수리를 의뢰해 주십시오.
- Z3003 멀티플렉서 유닛은 릴레이의 개폐 횟수를 기억하고 있습니다. 키 조작을 통한 유닛 테스트 시 또는 커맨드를 사용하여 개폐 횟수를 참조할 수 있으므로, 유지보수 시기에 참고하시기 바랍니다.
- 유닛 테스트 기능은 측정 단자를 단락시켜 쇼트 검사 및 오픈 검사를 실행합니다. 쇼트 검사에서는 특정한 동일 핀에 대해 왕복 저항을 측정하여 $1\ \Omega$ 이하를 합격으로 판정하고 있습니다.
- 멀티플렉서의 커맨드 제어에 대해서는 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오. 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

참조 : “다운로드 사이트 안내”(p.1)

RM3545A-2 RM3546

Z3003



전기적 사양

참조 : “12.6 Z3003 멀티플렉서 유닛 사양”(p.306)

(1) 측정 대상 (결선 순서는 임의로 선택 가능)

4 선식	10 곳 (Z3003 2 대 사용 시는 20 곳)
2 선식	21 곳 (Z3003 2 대 사용 시는 42 곳)

(2) 측정 가능 범위

측정 전류	Z3003 을 탑재한 기기 : DC 1 A 이하 외부 연결 기기 : DC 1 A 이하, AC 100 mA 이하
측정 주파수	외부 연결 기기 : DC, 10 Hz ~ 1 kHz

(3) 접점 사양

접점 형식	기계식 릴레이
최대 허용 전압	DC ± 60 V 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak
최대 허용 전력	30 W (DC) (저항 부하)
접점 수명	4 선식인 경우 : 5000 만 회, 2 선식인 경우 : 500 만회 (참고값)

7.3 멀티플렉서 관련 설정

멀티플렉서의 설정은 본 기기의 키 조작, 통신 커맨드 외에 샘플 애플리케이션 소프트웨어가 준비되어 있습니다.

샘플 애플리케이션 소프트웨어는 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

참조: “다운로드 사이트 안내”(p.1)

멀티플렉서 설정하기

멀티플렉서 전체 동작을 설정합니다.

측정 단자 설정 및 스캔 기능은 측정 화면에서도 설정할 수 있습니다.

참조: “측정 화면에서 측정 단자 설정 및 스캔 기능을 변경하는 경우”(p.169)

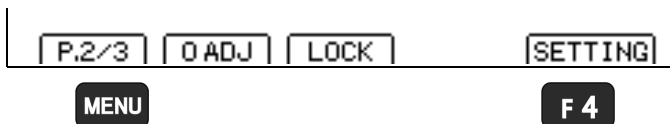
멀티플렉서의 채널 설정을 초기화하려는 경우

참조: “6.8 초기화하기 (리셋)”(p.150)

중요

- 정면 측정 단자에 측정 리드를 연결한 상태에서는 멀티플렉서로 전환할 수 없습니다 ([ERR:60] 이 표시됨). 멀티플렉서를 사용하는 경우는 반드시 측정 리드를 분리해 주십시오.
- 멀티플렉서에서 정면 측정 단자로 전환하면 채널의 측정 조건은 유지됩니다. 반대로 정면 측정 단자에서 멀티플렉서로 전환하면 채널의 측정 조건으로 전환됩니다.

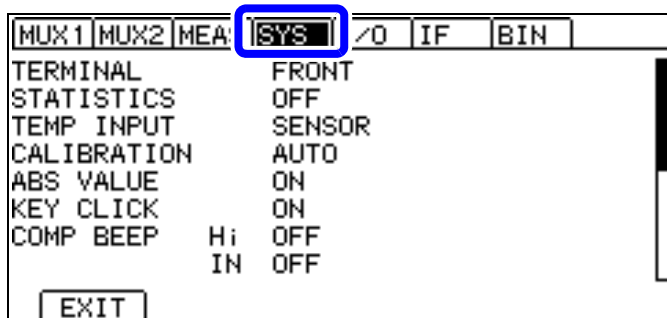
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

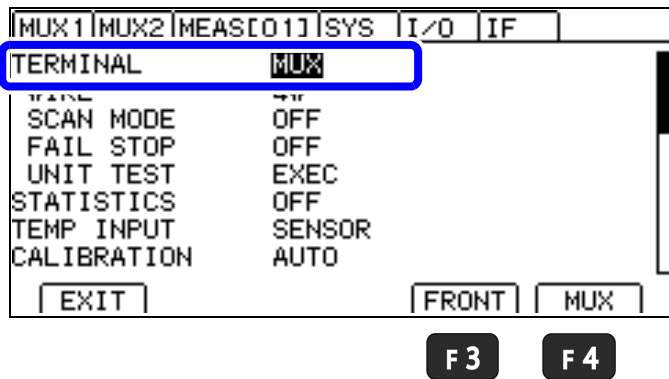
2 **F4** 설정 화면 표시

2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

SYS 탭으로 이동

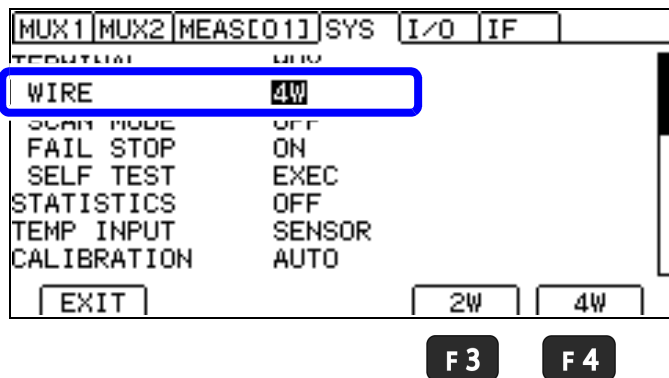
3 측정 단자를 설정합니다.

1 선택

2

F3 정면 측정 단자에서 측정한다
(멀티플렉서 미사용)
(초기 설정)

F4 멀티플렉서를 사용한다

4 측정 방식을 선택합니다.

1 선택

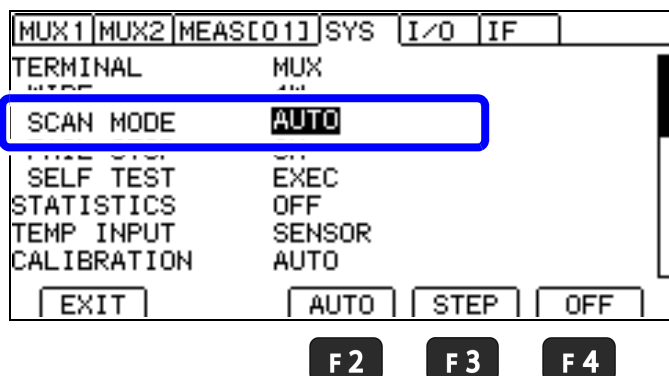
2

F3 2 선식 (초기 설정)

F4 4 선식

중요

측정 방식을 전환하면 멀티플렉서의 채널 설정이 초기화됩니다 (멀티플렉서 채널 리셋이 걸립니다). 반드시 핀 할당이나 영점 조정 전에 측정 방식을 확정해 주십시오.

5 스캔 기능을 설정합니다.

1 선택

2

F2 자동 스캔한다 (한 번의 TRIG 로 모든 채널을 측정) (초기 설정)

F3 스텝 스캔한다
(TRIG 당 1 채널을 측정)

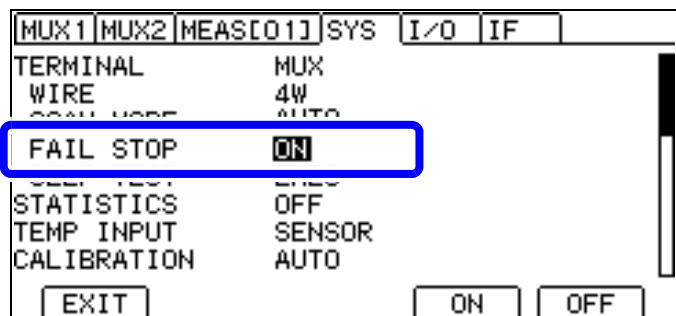
F4 스캔하지 않는다

중요

스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우, 트리거 소스의 설정에 관계없이 외부 트리거 동작이 됩니다.

6 FAIL 정지를 선택합니다.

스캔 기능이 ON 인 경우만 유효합니다.

**F3****F4****1** 선택**2**

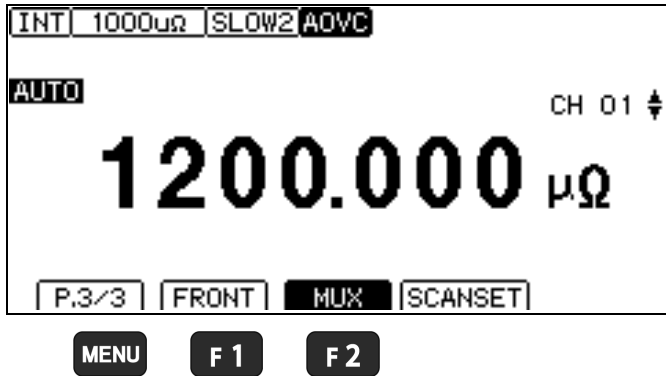
F3 어느 한 채널이 FAIL 판정을 받으면 스캔을 정지한다

F4 어느 한 채널이 FAIL 판정을 받아도 스캔을 정지하지 않는다 (초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

측정 화면에서 측정 단자 설정 및 스캔 기능을 변경하는 경우

1 측정 단자를 설정합니다.

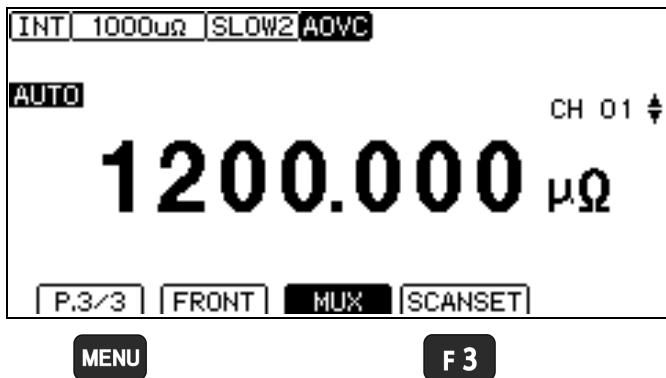


1 **MENU** 기능 메뉴를 P.3/3 으로 전환

2 **F1** 정면 측정 단자에서 측정한다
(멀티플렉서 미사용)
(초기 설정)

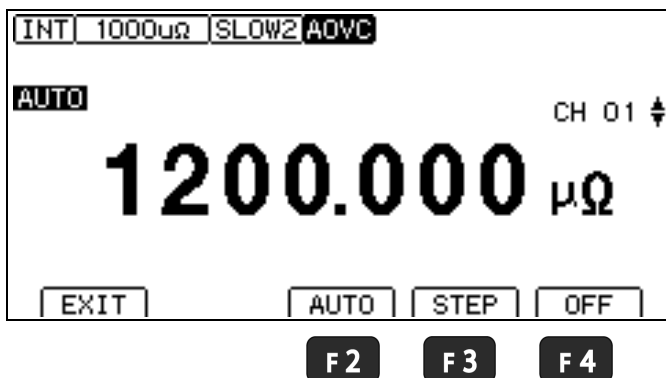
F2 멀티플렉서를 사용한다

2 스캔 기능을 설정합니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.3/3 으로 전환

2 **F3** 스캔 기능 선택 화면



F2 자동 스캔한다
(한 번의 TRIG 로 모든 채널을
측정)(초기 설정)

F3 스텝 스캔한다
(TRIG 당 1 채널을 측정)

F4 스캔하지 않는다

채널의 핀 할당을 커스터마이징하기

멀티플렉서 유닛은 채널의 핀 할당을 변경하여 임의의 핀 사이의 저항을 측정할 수 있습니다. 최대 42 개 채널을 설정할 수 있습니다.

멀티플렉서의 채널 설정을 초기화하려는 경우

참조 : “6.8 초기화하기 (리셋)”(p.150)

채널 초기 설정

4 선택인 경우

CH		UNIT	TERM A	TERM B
1	유효	1	TERM A1	TERM B1
2	무효	1	TERM A2	TERM B2
:	:	:	:	:
10	무효	1	TERM A10	TERM B10
11	무효	2	TERM A1	TERM B1
12	무효	2	TERM A2	TERM B2
:	:	:	:	:
20	무효	2	TERM A10	TERM B10
21	무효	1	TERM A1	TERM B1
22	무효	1	TERM A1	TERM B1
:	:	:	:	:
42	무효	1	TERM A1	TERM B1

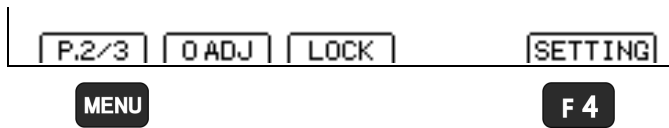
2 선택인 경우

CH		UNIT	TERM A	TERM B
1	유효	1	TERM A1	TERM B1
2	무효	1	TERM A2	TERM B2
:	:	:	:	:
21	무효	1	TERM A21	TERM B21
22	무효	2	TERM A1	TERM B1
23	무효	2	TERM A2	TERM B2
:	:	:	:	:
42	무효	2	TERM A21	TERM B21

참조 : “7.7 연결과 설정 예”(p.187)

각 채널의 연결 및 측정 방법을 설정한다
(화면은 RM3546 의 경우)

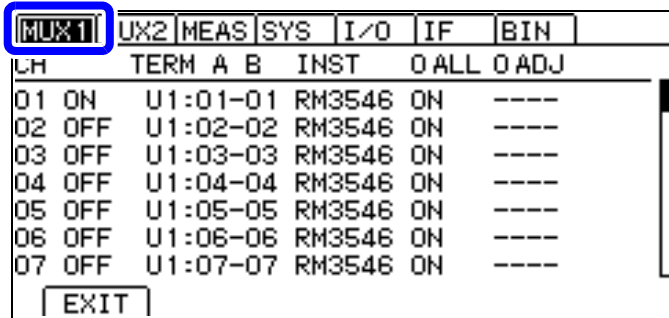
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

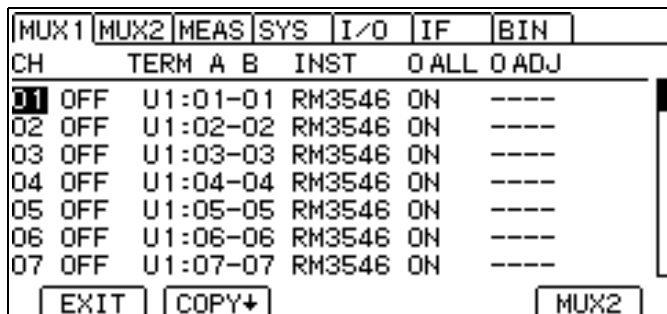
2 멀티플렉서 채널 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[MUX1] 탭으로 이동

3 설정할 채널로 이동합니다.



설정 채널을 선택

F1

F4

< 편리한 사용법 >

F1 으로 선택한 채널의 설정을 다음 채널로 복사할 수 있습니다. (복사되는 설정은 화면에 표시된 항목만입니다. 단, 유닛과 핀은 복사되지 않습니다)

F4 로 **[MUX2]** 탭으로 이동할 수 있습니다.

4 사용할 채널을 ON 으로 합니다 .

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
CH	TERM	A B	INST	O ALL	O ADJ	
01	ON	U1:01-01	RM3546	ON	----	
02	OFF	U1:02-02	RM3546	ON	----	
03	OFF	U1:03-03	RM3546	ON	----	
04	OFF	U1:04-04	RM3546	ON	----	
05	OFF	U1:05-05	RM3546	ON	----	
06	OFF	U1:06-06	RM3546	ON	----	
07	OFF	U1:07-07	RM3546	ON	----	

EXIT ON OFF

F3 F4

- 1 CH 설정으로 이동
- 2 **F3** 채널을 사용한다
F4 채널을 사용하지 않는다

측정 화면에서는 OFF 로 설정한 채널을 선택할 수 없습니다 . 또한 , OFF 로 설정한 채널은 스캔에서는 무시되므로 측정하지 않습니다 .

5 측정 대상을 연결할 유닛을 선택합니다 .

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
CH	TERM	A B	INST	O ALL	O ADJ	
01	ON	U1 :01-01	RM3546	ON	----	
02	OFF	U1:02-02	RM3546	ON	----	
03	OFF	U1:03-03	RM3546	ON	----	
04	OFF	U1:04-04	RM3546	ON	----	
05	OFF	U1:05-05	RM3546	ON	----	
06	OFF	U1:06-06	RM3546	ON	----	
07	OFF	U1:07-07	RM3546	ON	----	

EXIT UNIT1 UNIT2

F3 F4

- 1 유닛 선택으로 이동
- 2 **F3** 멀티플렉서 유닛 1
F4 멀티플렉서 유닛 2

6 측정 대상을 연결할 핀을 선택합니다 .

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
CH	TERM	A B	INST	O ALL	O ADJ	
01	ON	U1: 01 -01	RM3546	ON	----	
02	OFF	U1:02-02	RM3546	ON	----	
03	OFF	U1:03-03	RM3546	ON	----	
04	OFF	U1:04-04	RM3546	ON	----	
05	OFF	U1:05-05	RM3546	ON	----	
06	OFF	U1:06-06	RM3546	ON	----	
07	OFF	U1:07-07	RM3546	ON	----	

EXIT + ↑

F3 F4

- 1 **[TERM A]** (전류 검출 측) 선택으로 이동
- 2 **F3** 단자 번호를 설정한다
F4

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
CH	TERM	A B	INST	O ALL	O ADJ	
01	ON	U1:01- 01	RM3546	ON	----	
02	OFF	U1:02-02	RM3546	ON	----	
03	OFF	U1:03-03	RM3546	ON	----	
04	OFF	U1:04-04	RM3546	ON	----	
05	OFF	U1:05-05	RM3546	ON	----	
06	OFF	U1:06-06	RM3546	ON	----	
07	OFF	U1:07-07	RM3546	ON	----	

EXIT + ↑

F3 F4

- 1 **[TERM B]** (전류 인가 측) 선택으로 이동
- 2 **F3** 단자 번호를 설정한다
F4

7 각 채널에 측정기를 설정합니다.

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
CH	TERM	A B	INST	O ALL	O ADJ	
01	ON	U1:01-01	RM3546	ON	----	
02	OFF	U1:02-02	RM3546	ON	----	
03	OFF	U1:03-03	RM3546	ON	----	
04	OFF	U1:04-04	RM3546	ON	----	
05	OFF	U1:05-05	RM3546	ON	----	
06	OFF	U1:06-06	RM3546	ON	----	
07	OFF	U1:07-07	RM3546	ON	----	
EXIT			RM3546	EXT		

MENU

F 3

F 4

MENU

1 ◀ ▶ [INST] 선택으로 이동**2**

F 3 본 기기에 의한 저항 측정

F 4 외부 연결 기기에 의한 측정

MENU 측정 화면으로 돌아가기

8 다른 채널의 설정에 대해 위의 **3** ~ **7** 조작을 반복합니다.**중요**

스캔 기능이 자동인 경우 외부 연결 기기에 설정된 채널은 무시됩니다.

각 채널의 기본 측정 조건 및 종합 판정 조건 설정하기

각 채널의 기본 측정 조건을 일람에서 설정할 수 있습니다.

종합 판정에 대해서

스캔 측정을 실행한 후 각 채널의 판정 결과 (컴퍼레이터 판정)로부터 종합 판정을 합니다.

각 채널의 패스 조건을 설정하고 모든 채널의 판정 결과가 패스 조건을 만족하면 종합 판정 결과는 **[PASS]**가 되고 EXT. I/O 출력의 T_PASS 신호가 ON이 됩니다. 측정 이상일 경우는 **[-----]**(판정 불능)이 되고 EXT. I/O의 T_ERR 신호가 ON이 됩니다. **[PASS]**도 **[-----]**도 아닌 경우는 **[FAIL]**이 되고 EXT. I/O의 T_FAIL 신호가 ON이 됩니다.

패스 조건	내용
OFF	무조건 PASS가 됩니다. 측정 이상인 경우에도 PASS가 됩니다.
IN	채널의 판정 결과가 IN인 경우 PASS가 됩니다.(초기 설정)
HI	채널의 판정 결과가 HI인 경우 PASS가 됩니다.
LO	채널의 판정 결과가 LO인 경우 PASS가 됩니다.
HI / LO	채널의 판정 결과가 HI 또는 LO인 경우 PASS가 됩니다.
ALL	채널의 판정 결과가 HI, LO 또는 IN인 경우에 PASS가 됩니다. 측정 이상인 경우에는 PASS가 되지 않습니다.

종합 판정 결과	판정 기준	EXT. I/O 출력
PASS	모든 채널의 판정 결과가 패스 조건을 만족한 경우	T_PASS
FAIL	채널의 판정 결과 중 하나라도 패스 조건을 만족시키지 못한 경우	T_FAIL
----- (판정 불능)	어느 하나의 채널이 측정 이상이나 에러인 경우 (FAIL보다 우선)	T_ERR

중요

- 스캔 모드가 OFF인 경우는 종합 판정이 불가능합니다.
- 측정기기를 EXT(외부기기)로 설정한 채널은 종합 판정에 포함되지 않습니다.

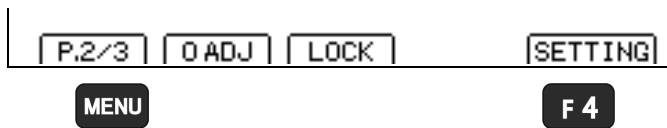
컴퍼레이터의 판정 방법이 REF%인 경우, 기준값으로 채널 1의 측정값을 사용할 수 있습니다(p.177).

멀티플렉서의 채널 설정을 초기화하려는 경우

참조: “6.8 초기화하기 (리셋)”(p.150)

기본 측정 조건을 설정한다

- 1 설정 화면을 엽니다 .



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

- 2 **F4** 설정 화면 표시

- 2 멀티플렉서 기본 측정 화면을 엽니다 .

MUX1	MUX2	EAS[01]	SYS	I/O	IF	
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS	
01	SL2	AUTO		OFF	OFF	
02	SL2	AUTO		OFF	OFF	
03	SL2	AUTO		OFF	OFF	
04	SL2	AUTO		OFF	OFF	
05	SL2	AUTO		OFF	OFF	
06	SL2	AUTO		OFF	OFF	
07	SL2	AUTO		OFF	OFF	
EXIT						



좌우 커서 키로

[MUX2] 탭으로 이동

- 3 설정할 채널로 이동합니다 .

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF	
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS	
01	SL2	AUTO		OFF	OFF	
02	SL2	AUTO		OFF	OFF	
03	SL2	AUTO		OFF	OFF	
04	SL2	AUTO		OFF	OFF	
05	SL2	AUTO		OFF	OFF	
06	SL2	AUTO		OFF	OFF	
07	SL2	AUTO		OFF	OFF	
EXIT		COPY+		MUX1		



설정 채널을 선택

F1

F4

< 편리한 사용법 >

F1 으로 선택한 채널의 설정을 다음 채널로 복사할 수 있습니다 . (복사되는 설정은 화면에 표시된 항목 및 **MEAS** 탭의 모든 항목입니다)

F4 로 **[MUX1]** 탭으로 이동할 수 있습니다 .

- 4 측정 속도를 설정합니다 .

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF	
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS	
01	SL2	AUTO		OFF	OFF	
02	SL2	AUTO		OFF	OFF	
03	SL2	AUTO		OFF	OFF	
04	SL2	AUTO		OFF	OFF	
05	SL2	AUTO		OFF	OFF	
06	SL2	AUTO		OFF	OFF	
07	SL2	AUTO		OFF	OFF	
EXIT		FAST	MED	SLOW1	SLOW2	

- 1 **SPD (SPEED)** 로 이동

- 2 **F1** 측정 속도를 FAST 로 한다
F2 측정 속도를 MEDIUM 으로 한다
F3 측정 속도를 SLOW1 로 한다
F4 측정 속도를 SLOW2 로 한다

F1

F2

F3

F4

5 측정 레인지를 설정합니다.

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS
01	SL2	1000uΩ	OFF		OFF
02	SL2	AUTO	OFF		OFF
03	SL2	AUTO	OFF		OFF
04	SL2	AUTO	OFF		OFF
05	SL2	AUTO	OFF		OFF
06	SL2	AUTO	OFF		OFF
07	SL2	AUTO	OFF		OFF
EXIT		AUTO	↓	↑	

F2 F3 F4

1 ◀ ▶ **[RANGE]** 로 이동

2

F2

자동 레인지로 한다

F3

F4

사용하고자 하는 레인지를
선택한다


중요

자동 레인지를 선택한 경우 콤퍼레이터 설정을 ON 으로 할 수 없습니다 . 콤퍼레이터를 사용할 경우에는 미리 측정 레인지를 설정해 주십시오 .

6 콤퍼레이터를 설정합니다.

1. 판정 방법을 결정합니다.

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF	
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS	
01	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
02	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	00.000 %	IN	
03	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
04	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
05	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
06	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
07	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
P.1/2 ON/OFF ABS REF% EDIT						
MENU F1 F2 F3 F4						

- 1  UPP/REF 로 이동
- 2 **F1** ON/OFF 를 전환
F2 판정 모드를 ABS(UPP, LOW)로 설정
F3 판정 모드를 REF%로 설정
- 3 **F4** 수치 편집이 가능하도록 한다

REF% 모드에서 CH2 이후의 채널은 MENU P.2/2 에서 **F2** 를 눌러 CH1의 측정 결과를 기준값으로 할 수 있습니다.

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF	
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS	
01	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
02	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	00.000 %	IN	
03	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
04	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
05	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
06	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
07	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
P.2/2 NUM CH1						
MENU F2						

- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/2 로 전환
- 2 **F2** 기준값을 CH1 의 판정 결과로 설정

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF	
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS	
01	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
02	SL2	1000uΩ	CH1	00.000 %	IN	
03	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
04	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
05	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
06	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
07	SL2	1000uΩ	1000.00 uΩ	0000.00 uΩ	IN	
P.2/2 NUM CH1						

CH2의 기준값이 CH1의 판정 결과로 설정되었습니다.

7

2. 상한값 또는 기준값을 설정합니다.

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS
01	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
02	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	00.000 %	IN
03	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
04	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
05	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
06	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
07	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN

F2

- 1 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

- 2 **ENTER** 확정
(**ESC**) 취소)

수치를 다시 설정하고 싶을 때는

F2 를 눌러 클리어합니다. 값이 0 이 됩니다.

3. 하한값 또는 허용 범위를 설정합니다.

좌우 커서 키로 LOW/ \pm % 로 이동하여 하한값 또는 상대값도 마찬가지로 설정합니다.

7 패스 조건을 설정합니다. (스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우에만)

MUX1	MUX2	MEAS[01]	SYS	I/O	IF
CH	SPD	RANGE	UPP/REF	LOW/%	PASS
01	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
02	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	00.000 %	IN
03	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
04	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
05	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
06	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN
07	SL2	1000 $\mu\Omega$	1000.00 $\mu\Omega$	0000.00 $\mu\Omega$	IN

MENU

F1

F3

F4

- 1 PASS CONDITION 항목으로 커서를 이동

- 2 **F1** 패스 조건을 OFF 로 한다
F3 **F4** 패스 조건을 선택

MENU 측정 화면으로 돌아가기

각 채널의 측정 조건을 커스터마이징하기

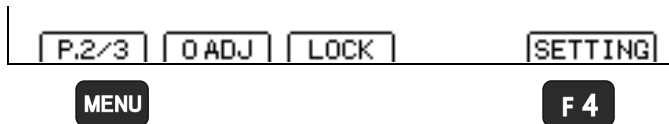
각 채널의 측정 조건을 설정합니다.

참조 : “채널의 핀 할당을 커스터마이징하기”(p.170)

멀티플렉서의 채널 설정을 초기화하려는 경우

참조 : “6.8 초기화하기 (리셋)”(p.150)

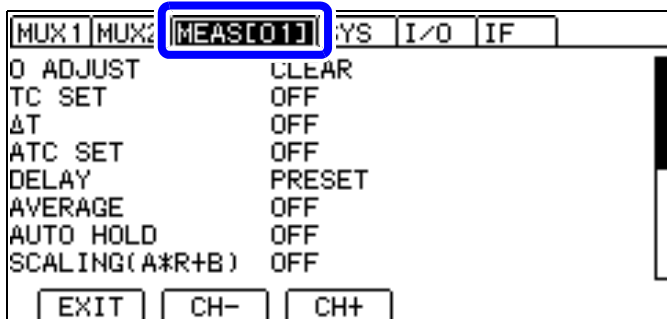
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

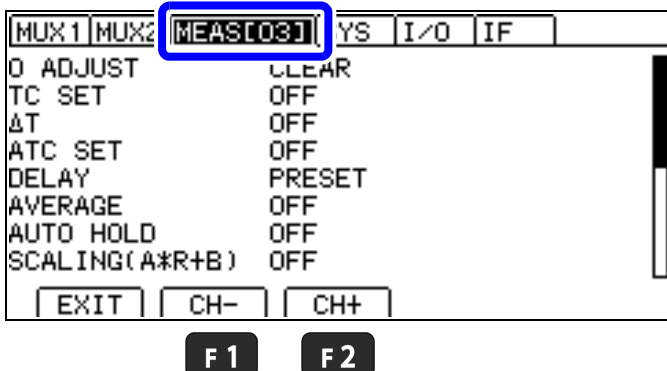
2 **F4** 설정 화면 표시

2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
MEAS 탭으로 이동

3 측정 조건을 설정할 채널을 선택합니다.



1 **F1** CH-:
채널 번호 변경 (감소)

2 **F2** CH+:
채널 번호 변경 (증가)

4 측정 조건을 설정합니다.

< 편리한 사용법 >

각 항목에서 ▲ ▼ 을 누르면 채널을 변경할 수 있습니다.

각 측정 조건을 다음 채널에 복사할 수 있습니다. (**참조 :** p.175)

MENU 측정 화면으로 돌아간다

7.4 멀티플렉서로 측정하기

수동 조작으로 채널을 전환하여 측정하기

수동 조작으로 채널을 변경하면서 측정합니다.

미리 “멀티플렉서 설정하기”(p.166), “각 채널의 측정 조건을 커스터마이징하기”(p.179)를 참조하여 설정해 두십시오.

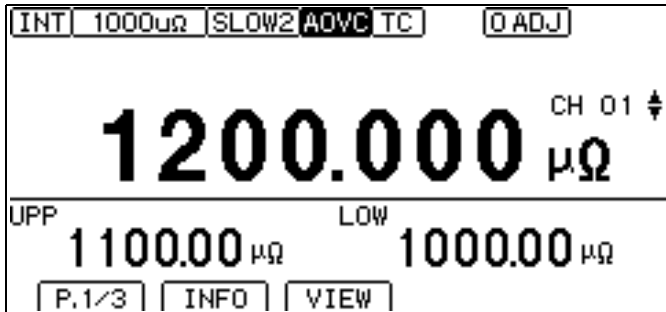
- 1 스캔 기능을 OFF로 합니다.

참조 : “멀티플렉서 설정하기”(p.166)

- 2 수동 조작으로 채널을 변경합니다.

변경한 채널의 측정 조건이 적용되어 측정합니다.

또한, 측정 화면에서 직접 측정 레인지, 속도 및 콤퍼레이터 설정을 변경할 수 있습니다.



채널 조작이 가능하다는 것 외에는 정면 단자의 측정과 동일합니다.

스캔 측정하기

각 채널을 순서대로 연속 측정합니다.

미리 “멀티플렉서 설정하기”(p.166), “각 채널의 측정 조건을 커스터마이징하기”(p.179)를 참고하여 설정해 두십시오.

1 스캔 기능을 자동 또는 스텝으로 합니다.

참조 : “멀티플렉서 설정하기”(p.166)

중요

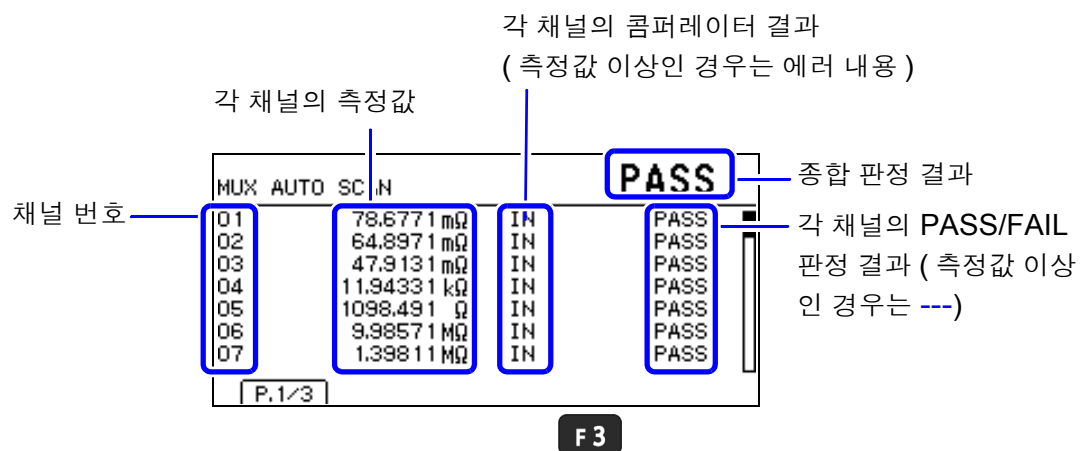
스캔 기능이 스텝인 경우는 채널마다 트리거를 입력해야 합니다. 스캔 기능이 자동인 경우는 1회 트리거로 모든 채널을 측정합니다.

외부 트리거를 입력하여 측정합니다. (트리거 입력 : EXT. I/O의 TRIG 신호, ENTER (트리거) 키, *TRG 커맨드)

중요

- 스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우 트리거 소스는 외부 트리거 [EXT]가 됩니다.
- 스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우는 측정 화면에서 레인지, 콤퍼레이터, 속도를 변경할 수 없습니다. 레인지, 콤퍼레이터, 속도 변경은 설정 화면에서 수행해 주십시오.
- 스캔 기능이 자동인 경우 외부 연결 기기에 설정된 채널은 무시됩니다.

측정 결과가 표시됩니다.



스캔 중에 **F3 [STOP]**으로 스캔 측정을 정지합니다.

- 스캔 기능이 자동인 경우
스캔 도중인 경우 스캔 측정을 정지합니다.
- 스캔 기능이 스텝인 경우
스캔 도중인 경우 최초 채널로 돌아갑니다.

중요

스캔 측정 중에는 스탠바이 키와 **F3 [STOP]** 외에는 사용할 수 없습니다.

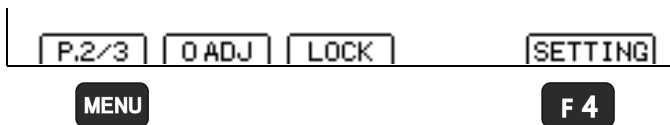
7.5 영점 조정하기 (멀티플렉서 유닛 장착 시)

영점 조정 실행하기

스캔 영점 조정을 한다 (스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우에만)

선택한 모든 채널의 영점 조정을 실행합니다. 유효 채널이 많은 경우 수십 초가 걸리지만, 측정 레인지를 수동 레인지로 하면 시간을 단축할 수 있습니다.

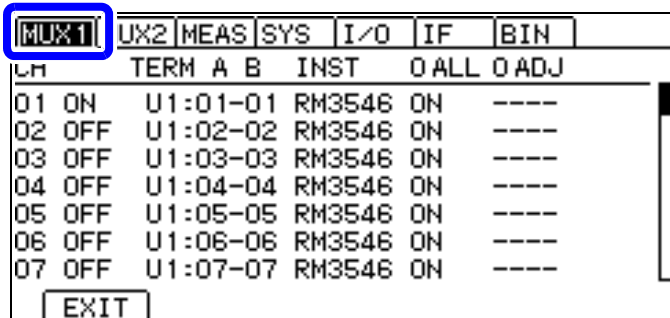
- 1 설정 화면을 엽니다.
(이미 설정을 마친 경우는 절차 4로 이동)



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3으로 전환

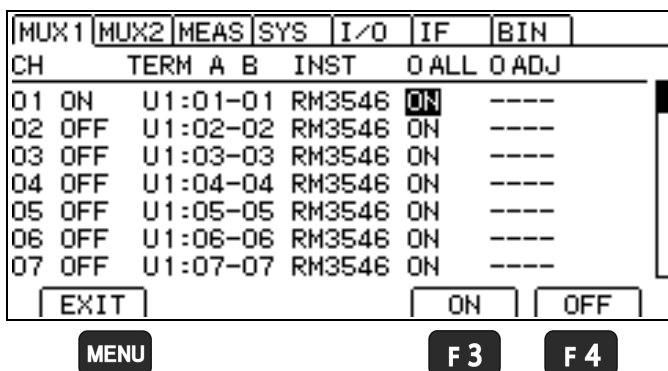
- 2 **F4** 설정 화면 표시

- 2 멀티플렉서 채널 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[MUX1] 탭으로 이동

- 3 영점 조정을 실행할 채널을 설정합니다.



- 1 **←** 설정 채널을 선택
- 2 **→** [OALL] 항목으로 이동
- 3 **F3** 영점 조정을 한다
F4 영점 조정을 하지 않는다

영점 조정이 실행 완료된 채널은 [OALL]가 [DONE]이 됩니다.

영점 조정이 실행되지 않은 채널은 [OALL]가 [---]이 됩니다.

- 4 **MENU** 측정 화면으로 돌아가기

- 4 각 채널에 0 Ω을 연결합니다.
참조: “14.7 영점 조정에 대해서”(p.340)

- 5 **F1** 영점 조정을 실행합니다.
참조: “4.3 영점 조정 실행하기”(p.71)

중요

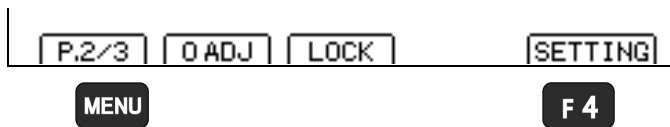
측정기가 외부 기기로 설정된 채널은 영점 조정을 할 수 없습니다.

영점 조정 해제하기

영점 조정 해제 방법은 멀티플렉서 채널 설정 화면에서 해제하는 방법과 측정 설정 화면에서 해제하는 방법의 두 가지가 있습니다.

멀티플렉서 채널 설정 화면에서 해제하기

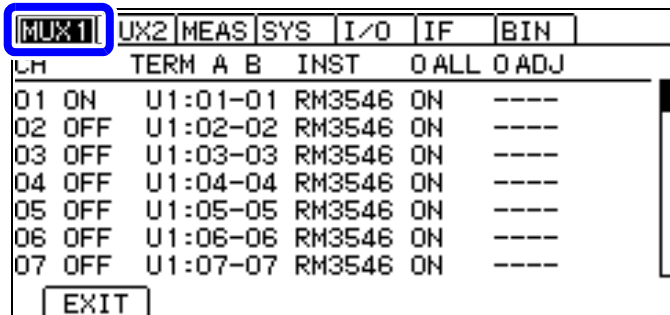
- 1 설정 화면을 엽니다.



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3으로 전환

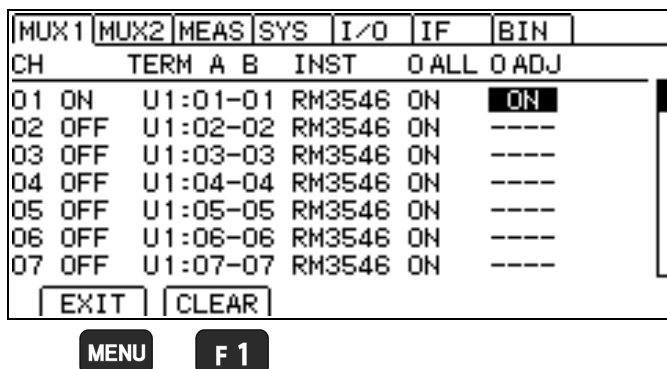
- 2 **F4** 설정 화면 표시

- 2 멀티플렉서 채널 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[MUX1] 탭으로 이동

- 3 영점 조정을 해제할 채널을 선택하고 **F1** 키를 누릅니다.



- 1 **[MUX1]** 설정 채널을 선택

- 2 **[O ADJ]** 항목으로 이동

영점 조정이 실행 완료된 채널은
[DONE], 영점 조정이 실행되지 않은
채널은 **[--]**로 표시됩니다.

- 3 **F1** 영점 조정을 해제한다
확인 메시지가 표시됩니다.

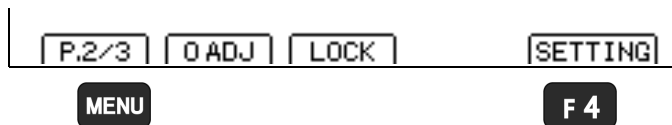
- 4 메시지를 확인하고 **F2** **[OK]**를 선택합니다.

메시지가 표시되고 영점 조정이 해제됩니다.

MENU 측정 화면으로 돌아갑니다.

측정 설정 화면에서 해제하기

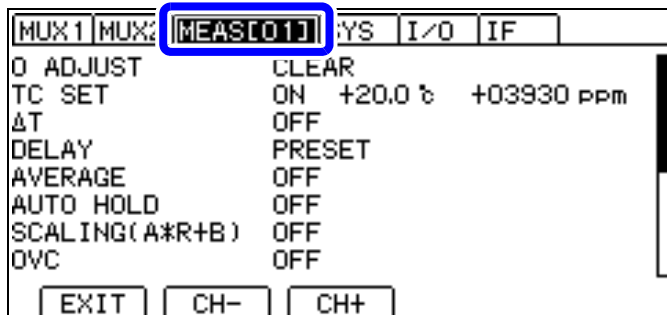
- 1 설정 화면을 엽니다.



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

- 2 **F 4** 설정 화면 표시

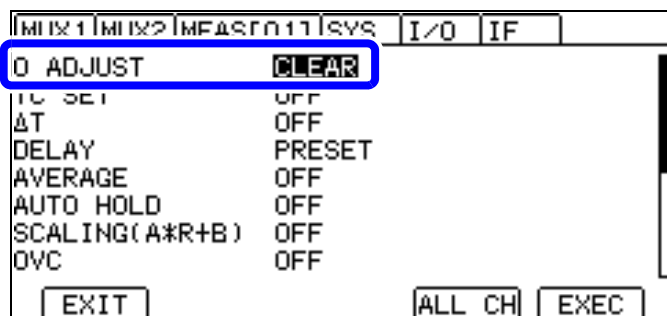
- 2 측정 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

MEAS 탭으로 이동

- 3 0 ADJUST 를 선택하고 해제할 채널을 선택합니다.



- 1 선택

- 2 **F 3** 모든 채널의
영점 조정 해제

- F 4** 선택 채널의
영점 조정 해제

확인 메시지가 표시됩니다.

- 4 메시지를 확인하고 **F 2** **[OK]** 를 선택합니다.

메시지가 표시되고 영점 조정이 해제됩니다.

MENU 측정 화면으로 돌아갑니다.

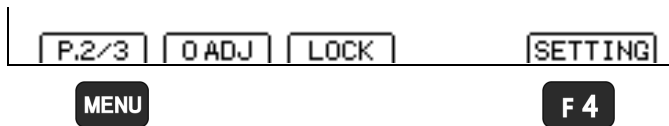
7.6 멀티플렉서 유닛의 동작 확인

멀티플렉서 유닛의 동작 확인을 실행합니다.

중요

정면의 측정 단자에 측정 리드를 연결하지 마십시오.

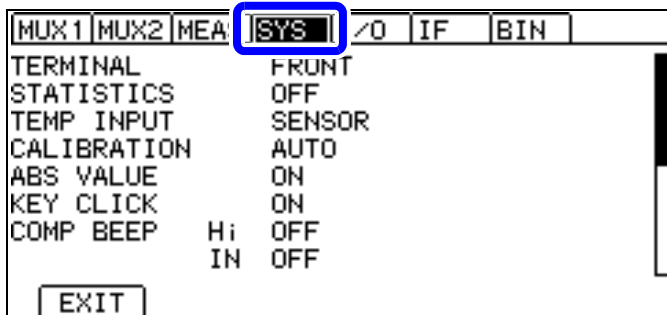
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F 4** 설정 화면 표시

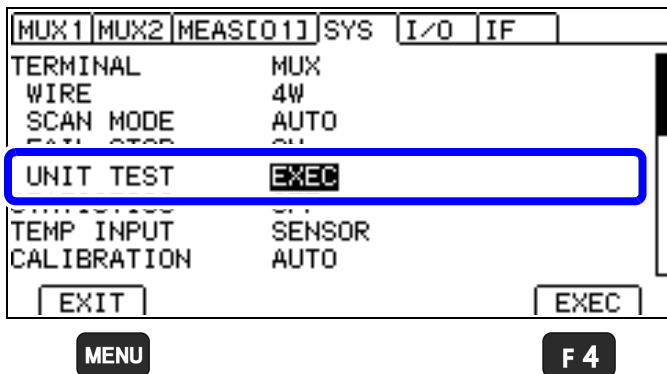
2 시스템 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

SYS 탭으로 이동

3 유닛 테스트를 실행합니다.



1 **[UNIT TEST]** 를 선택
(UNIT TEST 는 **[TERMINAL]** 을
[MUX] 로 설정한 경우에만 표시됩니다)

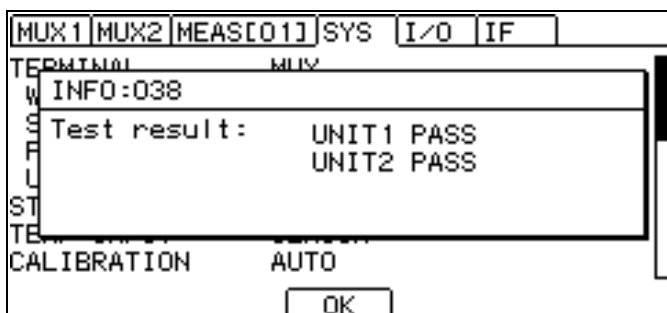
2 핀 1 ~ 핀 42 를 단락

참조 : “유닛 테스트의 연결”(p.186)

3 **F 4** 실행

확인 메시지 및 릴레이의 개폐 횟수를 표시한 후 단락 저항값을 체크하여 결과를 표시합니다.

테스트 결과 예



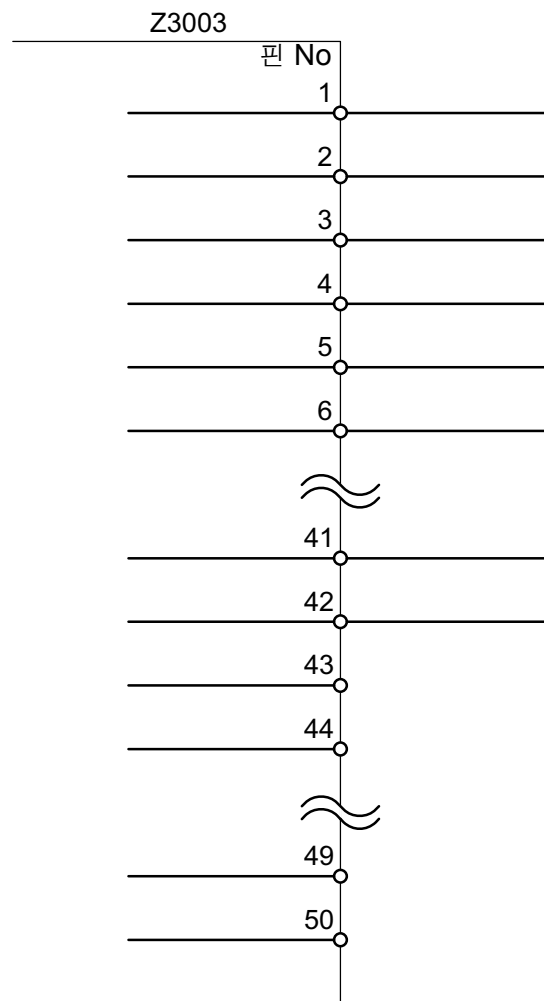
[Blown FUSE.]가 표시되는 경우는 측정 회로 보호용 퓨즈가 끊어진 것입니다. 퓨즈를 교체해 주십시오.

참조 : “13.3 측정 회로 보호용 퓨즈의 교체”(p.327)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

유닛 테스트의 연결

유닛 테스트를 할 때는 다음과 같이 No.1 ~ No.42 핀을 단락시켜 주십시오 .

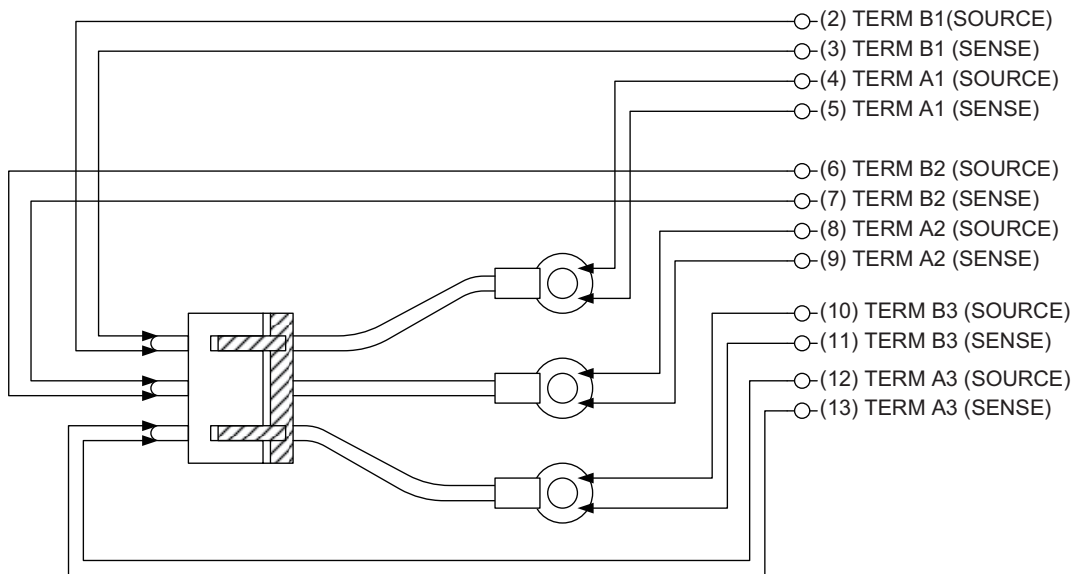


중요

- 단락 배선의 저항도 테스트에 포함됩니다 . 커넥터의 핀에 가까운 위치에서 단락시켜 배선이 짧아지도록 해주십시오 .
- No.43 및 No.44 핀은 단락시키지 마십시오 . 가드 단자이므로 단락시키면 제대로 테스트할 수 없습니다 .

7.7 연결과 설정 예

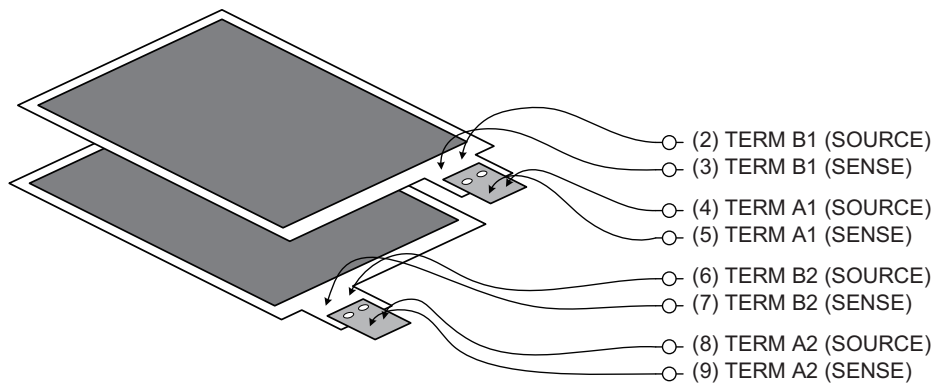
케이블 어셈블리 (와이어 하네스) 의 설정 예



MUX 설정

CH	INST.	UNIT	TERM A	TERM B
1	RM3545* ¹	UNIT1	1	1
2	RM3545* ¹	UNIT1	2	2
3	RM3545* ¹	UNIT1	3	3

배터리 단자 용접부의 설정 예

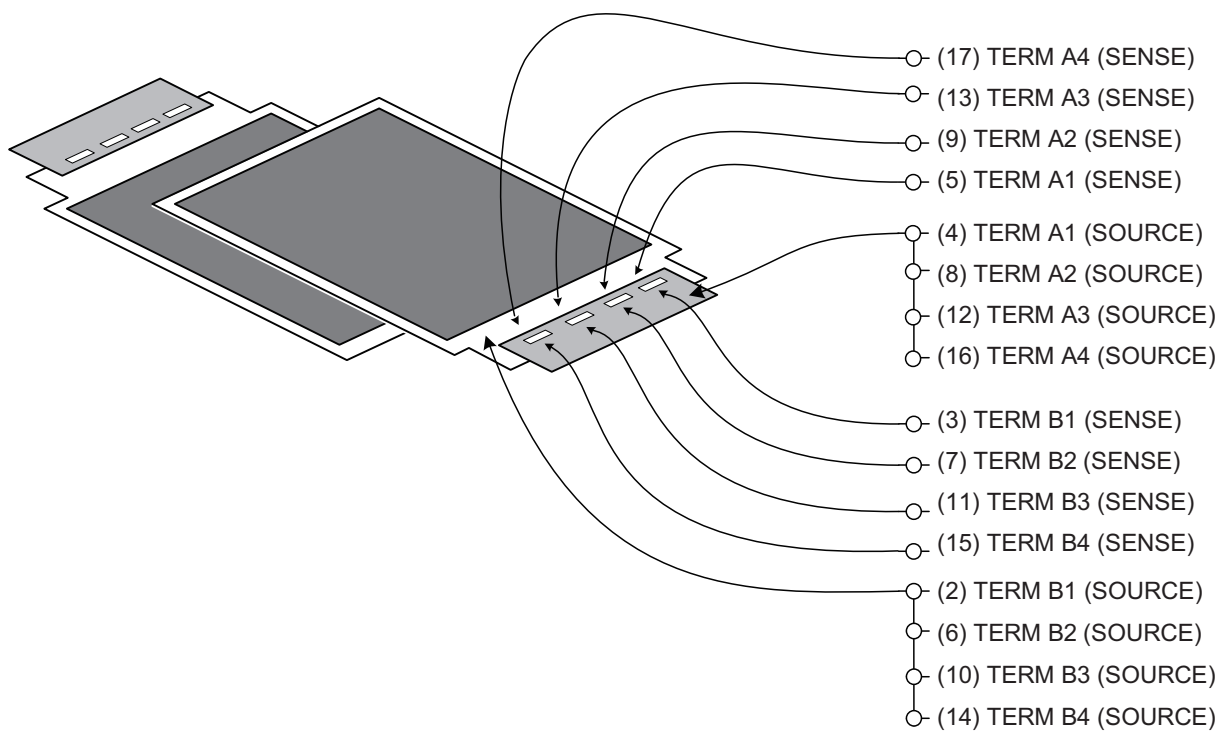


MUX 설정

CH	INST.	UNIT	TERM A	TERM B
1	RM3545* ¹	UNIT1	1	1
2	RM3545* ¹	UNIT1	2	2

*1: RM3545A 의 경우 (RM3546 의 경우는 “RM3546”)

배터리 단자 용접부가 여러 개 있는 경우의 설정 예

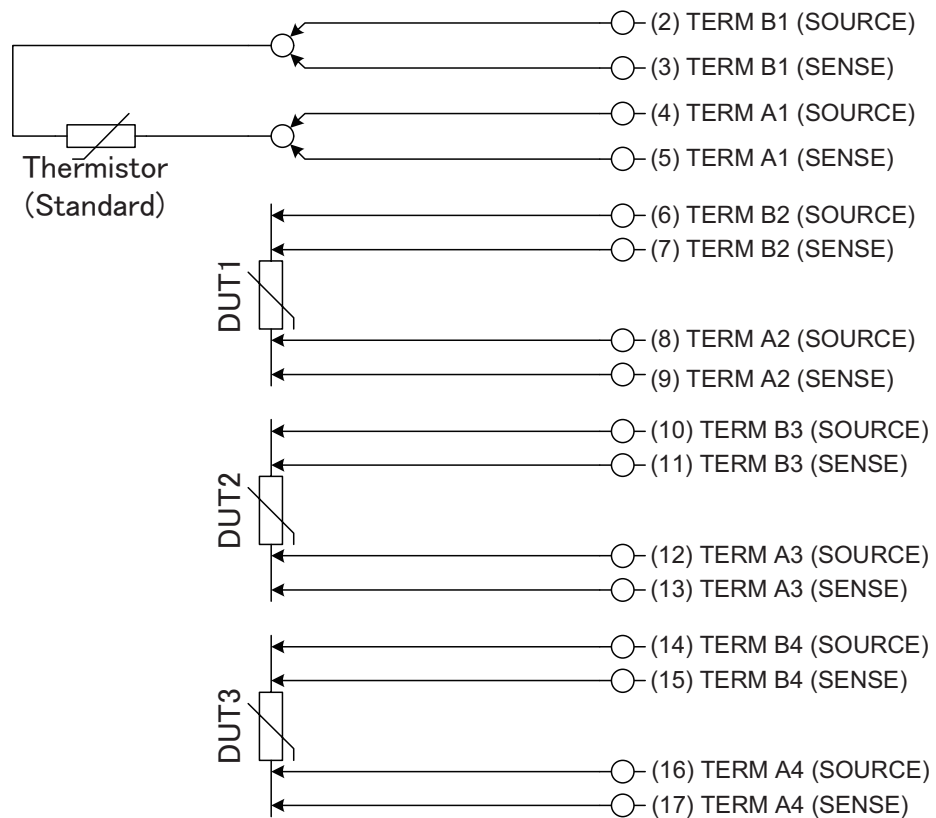


MUX 설정

CH	INST.	UNIT	TERM A	TERM B
1	RM3545* ¹	UNIT1	1	1
2	RM3545* ¹	UNIT1	2	2
3	RM3545* ¹	UNIT1	3	3
4	RM3545* ¹	UNIT1	4	4

*1: RM3545A 의 경우 (RM3546 의 경우는 “RM3546”)

온도 의존성이 큰 측정 대상의 설정 예



채널 1(서미스터) 의 측정 결과를 콤퍼레이터 기준값으로 한다

MUX 설정

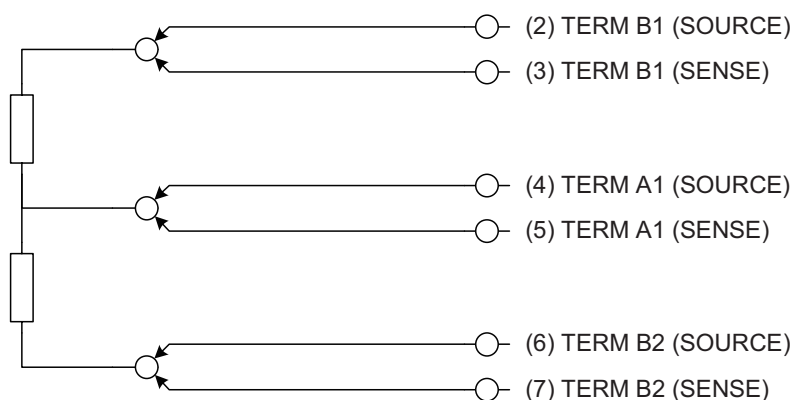
CH	INST.	UNIT	TERM A	TERM B
1	RM3545* ¹	UNIT1	1	1
2	RM3545* ¹	UNIT1	2	2
3	RM3545* ¹	UNIT1	3	3
4	RM3545* ¹	UNIT1	4	4

MEAS 설정

MEAS 탭	COMP	REF	%
MEAS [01]	OFF		
MEAS [02]	REF%	CH01	5.0
MEAS [03]	REF%	CH01	5.0
MEAS [04]	REF%	CH01	5.0

*1: RM3545A 의 경우 (RM3546 의 경우는 “RM3546”)

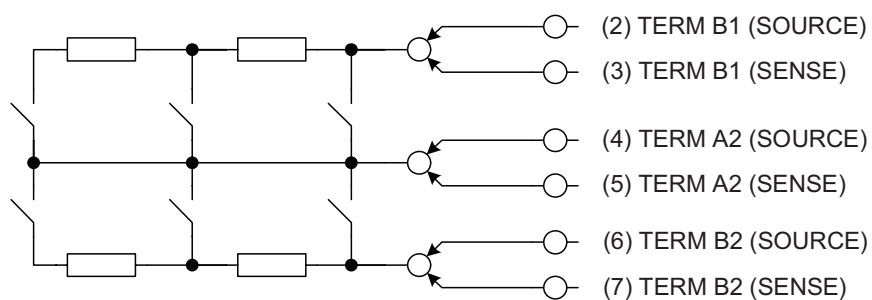
네트워크 저항기의 설정 예



MUX 설정

CH	INST.	UNIT	TERM A	TERM B
1	RM3545* ¹	UNIT1	1	1
2	RM3545* ¹	UNIT1	1	2

스티어링 스위치의 설정 예



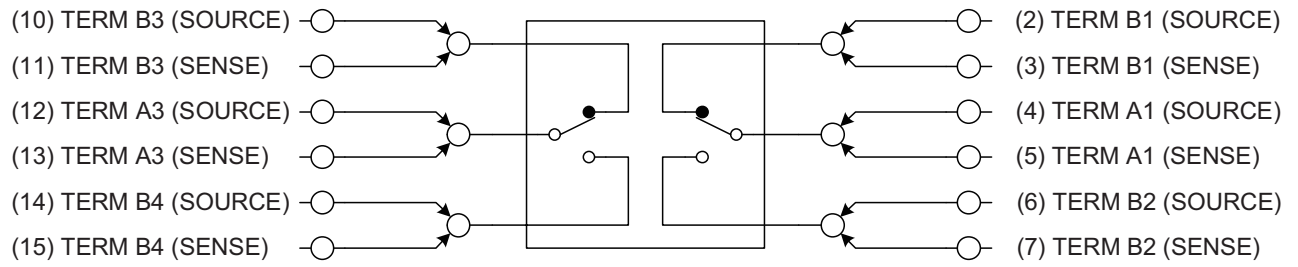
MUX 설정

CH	INST.	UNIT	TERM A	TERM B
1	RM3545* ¹	UNIT1	2	1
2	RM3545* ¹	UNIT1	2	1
3	RM3545* ¹	UNIT1	2	1
4	RM3545* ¹	UNIT1	2	2
5	RM3545* ¹	UNIT1	2	2
6	RM3545* ¹	UNIT1	2	2

(스텝 스캔을 사용하여 채널 사이에서 각 스위치를 ON/OFF)

*1: RM3545A 의 경우 (RM3546 의 경우는 “RM3546”)

전력용 스위치의 설정 예



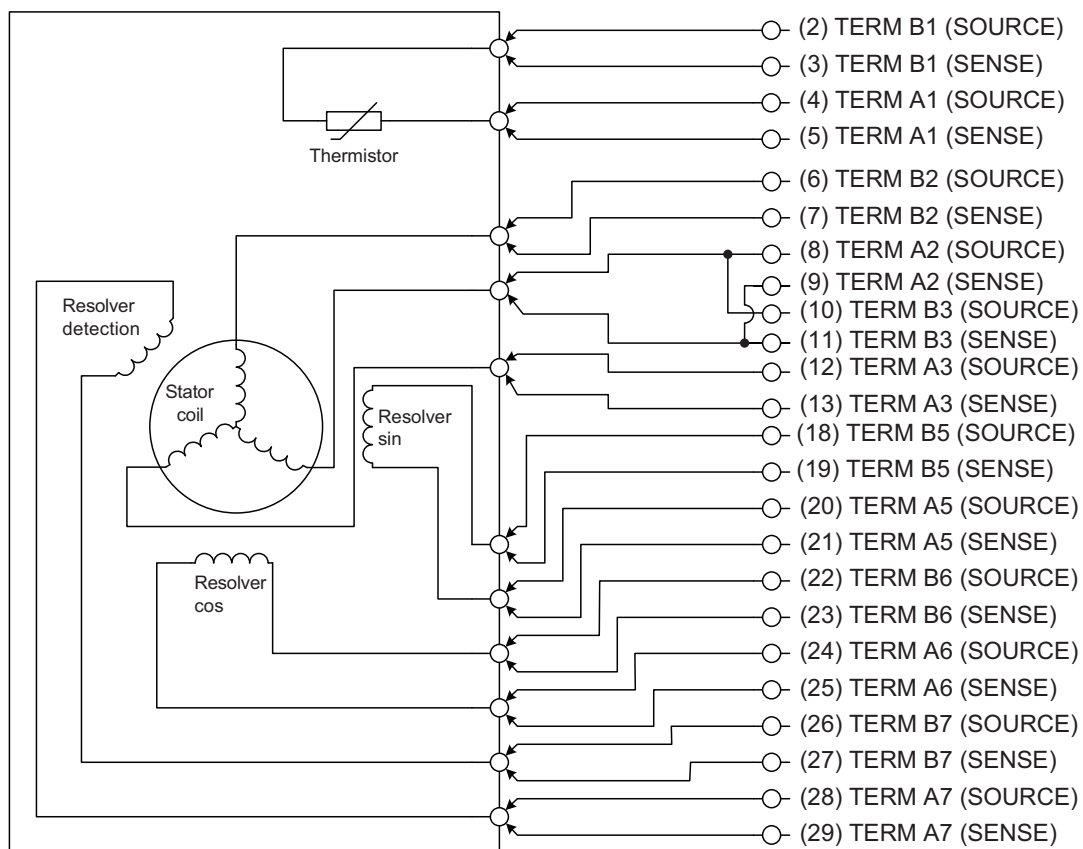
MUX 설정

CH	INST.	UNIT	TERM A	TERM B
1	RM3545* ¹	UNIT1	1	1
2	RM3545* ¹	UNIT1	1	2
3	RM3545* ¹	UNIT1	1	1
4	RM3545* ¹	UNIT1	1	2
5	RM3545* ¹	UNIT1	3	3
6	RM3545* ¹	UNIT1	3	4
7	RM3545* ¹	UNIT1	3	3
8	RM3545* ¹	UNIT1	3	4

(스텝 스캔을 사용하여 채널 2, 3 사이 , 채널 6, 7 사이에서
 각 스위치를 전환하고 , 채널 2, 3, 6, 7 은 1000 MΩ 레인지에
 따른 개방 저항 측정)

*1: RM3545A 의 경우 (RM3546 의 경우는 “RM3546”)

모터의 설정 예

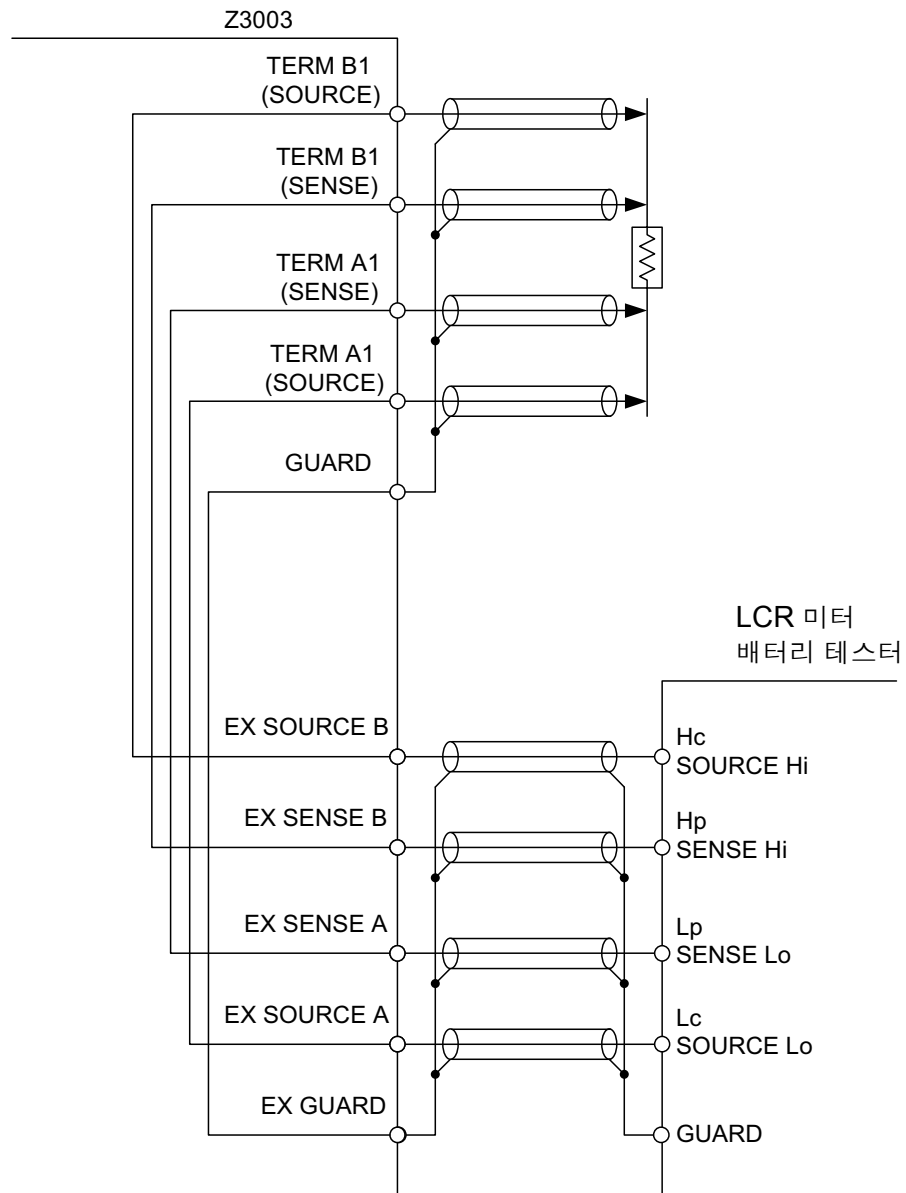


MUX 설정

CH	INST.	UNIT	TERM A	TERM B
1	RM3545* ¹	UNIT1	1	1
2	RM3545* ¹	UNIT1	2	2
3	RM3545* ¹	UNIT1	3	3
4	RM3545* ¹	UNIT1	3	2
5	RM3545* ¹	UNIT1	5	5
6	RM3545* ¹	UNIT1	6	6
7	RM3545* ¹	UNIT1	7	7

*1: RM3545A 의 경우 (RM3546 의 경우는 “RM3546”)

외부기기의 연결



외부 기기 사용 시에도 정면 패널, 통신, EXT. I/O 로 채널을 전환할 수 있습니다.

8 D/A 출력

본 기기는 저항 측정값의 D/A 출력이 가능합니다.

D/A 출력을 로거 등으로 연결하면 저항값의 변화를 간단히 기록할 수 있습니다.

8.1 D/A 출력 연결하기

⚠ 경고



- D/A 출력 단자에 기기를 연결하기 전에 본 기기 및 연결 기기의 주전원 스위치를 끄고 측정 리드를 측정 대상에서 분리한다

사용자가 감전되거나 기기가 파손될 우려가 있습니다.

⚠ 주의



- D/A 출력에는 정격 전압이 5.5 V 이상인 기기를 연결한다

D/A 출력의 최대 출력 전압은 5 V입니다. 연결하는 기기의 정격 전압이 5.5 V 보다 작으면 연결하는 기기가 고장 날 수 있습니다.

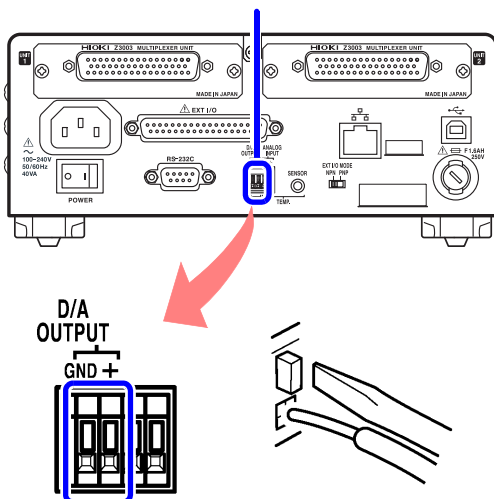
중요

D/A 출력 단자는 접지되어 있습니다. 정확도 오차가 커지지 않도록 접지로부터 절연된 기기를 D/A 출력에 연결해 주십시오.

본 기기 뒷면의 D/A OUTPUT 단자에 케이블을 연결합니다.

뒷면

D/A OUTPUT 단자

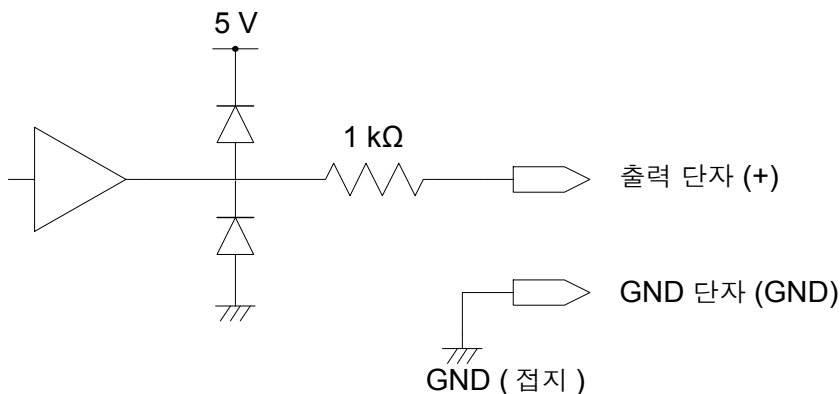


- 1 버튼을 일자 드라이버 등의 공구로 눌러 내립니다.
- 2 버튼을 눌러 내린 상태에서 연결 구멍에 도선을 삽입합니다.
- 3 버튼에서 손을 떼면 도선이 록 상태가 됩니다. 도선을 분리하는 경우도 마찬가지로 순서로 실시합니다.

적합 도선	단선	AWG22 (ø0.65 mm)
	연선	AWG22 (0.32 mm ²)
	소선 지름	ø0.12 mm 이상
사용 가능 도선	단선	AWG28 (ø0.32 mm) ~ AWG22 (ø0.65 mm)
	연선	AWG28 (0.08 mm ²) ~ AWG22 (0.32 mm ²)
	소선 지름	ø0.12 mm 이상
표준 벗긴 선 길이 : 9 mm ~ 10 mm		

8.2 D/A 출력 사양

출력 내용	저항 측정값 (영점 조정 및 온도 보정 후, 스케일링 및 ΔT 연산 전 표시값)
출력 전압	DC 0 V (0 digit 에 대응) ~ 1.5 V* 측정값 이상인 경우는 1.5 V, 측정값이 음수가 되는 경우는 0 V *: 1,200,000 digits 표시의 경우는 1.2 V (1,200,000 digits) 에 대응 120,000 digits 표시의 경우는 1.2 V (120,000 digits) 에 대응 12,000 digits 표시의 경우는 1.2 V (12,000 digits) 에 대응 1.5 V 를 초과하는 표시의 경우는 1.5 V 고정
최대 출력 전압	5 V
출력 임피던스	1 k Ω
비트 수	12 bit
출력 정확도	저항 측정 정확도 $\pm 0.2\%$ of full scale (온도 계수 $\pm 0.02\%$ of full scale/ $^{\circ}\text{C}$)
응답 시간	측정 시간 + 최대 1 ms 최단 2.0 ms (허용차 $\pm 10\% \pm 0.2$ ms) 최단 조건 트리거 소스 INT, LP: OFF, 1000 k Ω 레인지 이하, 측정 속도: FAST, 딜레이: 0 ms, 셀프 캘리브레이션: MANUAL



중요

- D/A 출력의 GND 단자는 접지 (케이스 금속부)에 연결되어 있습니다 .
- 출력 임피던스는 1 k Ω 입니다 . 연결할 기기의 입력 임피던스는 10 M Ω 이상의 것을 사용해 주십시오 . (출력 전압이 출력 저항과 입력 임피던스로 분압됩니다 . 예를 들어 , 입력 임피던스가 1 M Ω 인 경우 출력 전압이 0.1% 낮아집니다)
- 케이블을 연결하면 외래 노이즈가 포착될 수 있습니다 . 필요에 따라 연결할 기기에서 대역 제한 필터 등을 사용해 주십시오 .
- 저항 측정의 샘플링 타이밍에서 출력 전압이 갱신됩니다 .
- 출력 전압 파형은 계단 모양이 됩니다 . (갱신 주기에 대해 출력 회로 응답이 매우 빠르기 때문)
- 자동 레인지에서는 레인지의 전환에 따라 같은 저항값이라도 출력 전압은 1/10 또는 10 배입니다 . 수동 레인지에서 사용하기를 권장합니다 .
- 레인지 전환 등의 설정 변경 시 또는 전원 OFF인 경우는 출력이 0 V로 설정됩니다 . 또한, 뒷면의 주전원 스위치를 ON 으로 한 순간은 최대 출력 전압 내에서 일정하지 않은 전압이 출력됩니다 .
- D/A 출력의 응답 시간을 가장 빠르게 하려면 측정 속도를 FAST 로 하고 셀프 캘리브레이션을 수동으로 해 주십시오 .

참조 : “3.3 측정 속도 설정하기”(p.53), “4.14 측정 정밀도 유지하기 (셀프 캘리브레이션 기능)

9 외부 제어 (EXT. I/O)

본 기기 뒷면의 EXT. I/O 커넥터를 사용해 EOM 신호나 판정 결과 신호 등을 출력하거나 TRIG 신호나 KEY_LOCK 신호 등을 입력하여 본 기기를 제어할 수 있습니다.

모든 신호는 측정회로 및 접지 (어스) 로부터 절연되어 있습니다. (입출력 코먼단자는 공통)

입력 회로는 스위치로 전류 싱크 출력 (NPN) 또는 전류 소스 출력 (PNP)에 대응하도록 전환할 수 있습니다.

입출력 정격이나 내부 회로 구성을 확인하고 안전에 관한 주의사항을 이해한 후 제어 시스템과 연결하여 바르게 사용해 주십시오.

위험



- EXT. I/O 커넥터에 최대 입력 전압(전류)를 초과하는 전압(전류)를 입력하지 않는다

본 기기가 파손되거나 중대한 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다.

경고



- 본 기기의 EXT. I/O 커넥터에 외부에서 전원을 입력하지 않는다

본 기기의 EXT. I/O 커넥터는 외부 전원을 입력할 수 없습니다. EXT. I/O의 ISO_5V 단자는 5 V (NPN) / -5 V (PNP) 전원 출력 단자입니다. 본 기기가 파손될 수 있습니다.



- 본 기기의 EXT. I/O 커넥터에 기기를 연결할 때는 나사로 커넥터를 확실하게 고정한다

동작 중에 커넥터가 분리되어 다른 도전부 등에 접촉하면 감전 사고를 일으킬 우려가 있습니다.

- EXT. I/O 커넥터에 배선하기 전에 아래 순서에 따른다

1. 본 기기 및 연결할 기기의 전원을 차단한다
2. 몸의 정전기를 제거한다
3. 신호가 외부 입출력의 정격을 초과하지 않는 것을 확인한다
4. 연결할 기기 및 장치를 적절하게 절연한다

주의



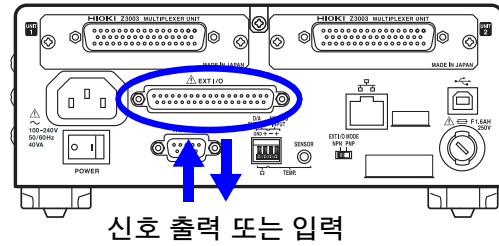
- ISO_5V와 ISO_COM을 단락하지 않는다

본 기기가 파손될 수 있습니다.



- EXT. I/O의 출력 커넥터에 릴레이의 코일을 연결하는 경우는 역기전력 흡수용 다이오드를 연결한다

본 기기가 파손될 수 있습니다.



컨트롤러의 입출력 사양을 확인한다



본 기기의 NPN/PNP 스위치를 설정한다 (p.199)



본 기기의 EXT. I/O 커넥터와 제어기기 (컨트롤러) 를 연결한다 (p.200)




본 기기 설정하기 (p.229)

9.1 외부 입출력 단자와 신호에 대해서

전류 싱크 (NPN)/ 전류 소스 (PNP) 를 전환한다

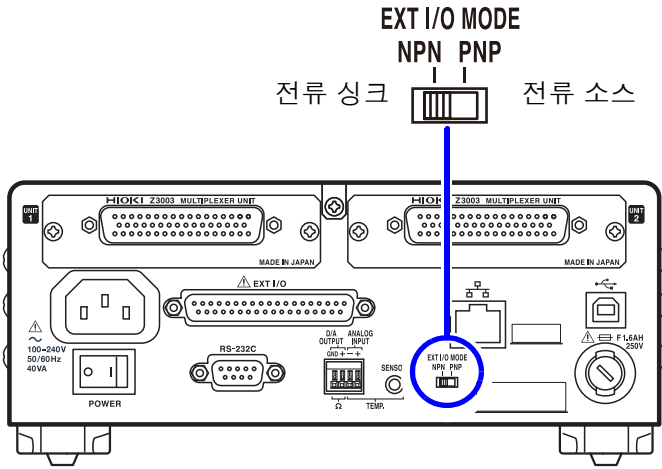
NPN/PNP 스위치로 대응 가능한 PLC(프로그래머블 로직 컨트롤러) 의 종별을 변경할 수 있습니다 . 출하 시에는 NPN 측에 설정되어 있습니다 .

참조 : “9.3 내부 회로 구성 ”(p.225)

**주의**

- 본 기기의 전원을 끈 후 NPN/PNP 스위치를 전환한다
- NPN/PNP 의 설정을 외부에 연결하는 기기에 맞춘다
EXT. I/O 커넥터에 연결된 기기가 파손될 수 있습니다 .

	NPN/PNP 스위치 설정	
	NPN	PNP
입력회로	싱크 출력에 대응	소스 출력에 대응
출력 회로	무극성	무극성
ISO_5V 출력	+5V 출력	-5V 출력

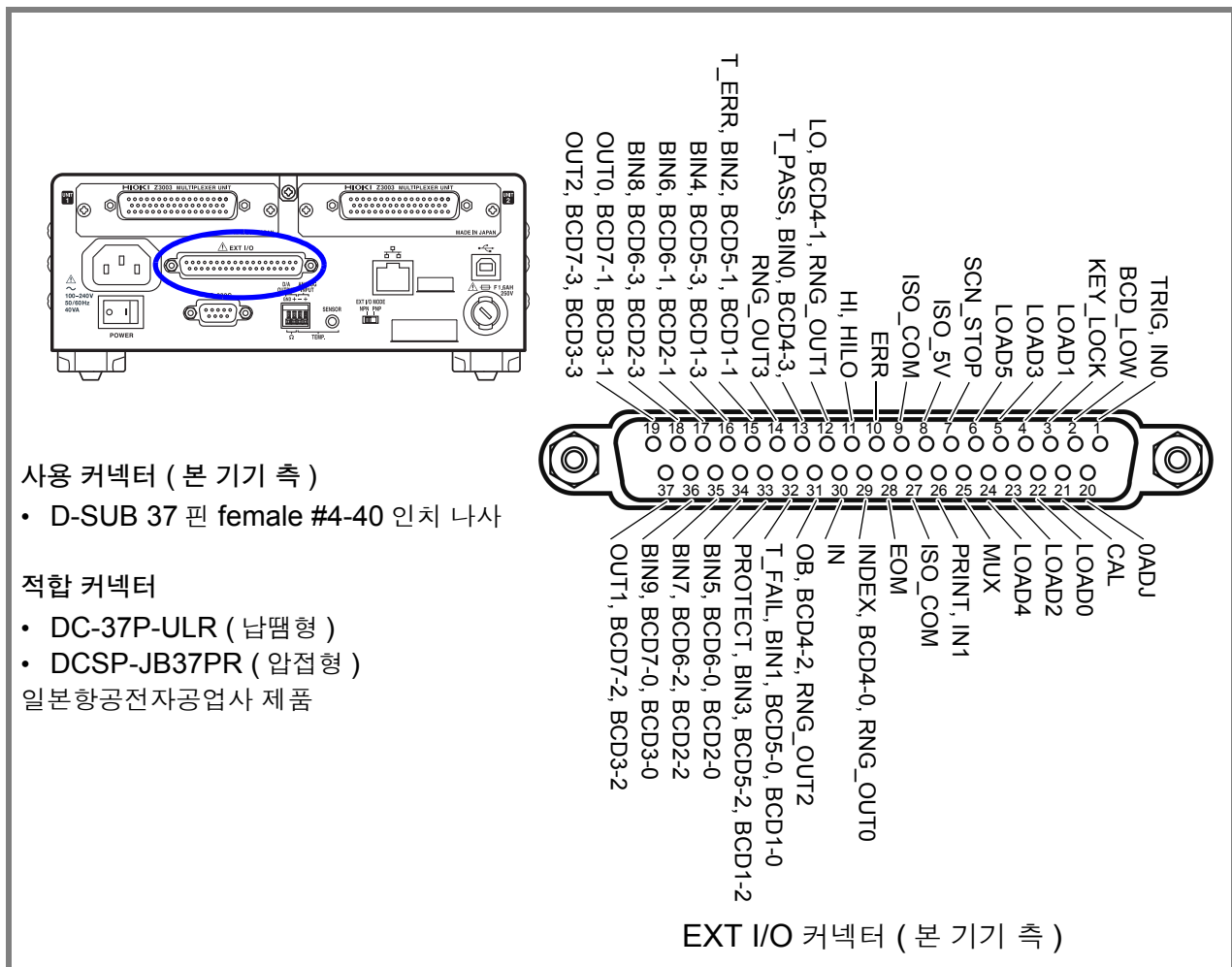


사용 커넥터와 신호의 배치

EXT. I/O 를 사용하면 다음과 같은 제어를 할 수 있습니다.

- 측정 시작 (TRIG) → 측정 종료 (EOM, INDEX)
 - 판정 결과 취득 (HI, IN, LO, ERR, T_ERR, T_PASS, T_FAIL)
 - (T_PASS, T_FAIL, T_ERR 은 스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우에만 해당)
- 측정 시작 (TRIG) → 측정 종료 (EOM, INDEX)
 - 측정값 취득 (BCD_LOW, BCDm-n, RNG_OUTn)
- 패널 로드 (LOAD0 ~ LOAD5, TRIG)
- 멀티플렉서의 채널 지정 (MUX, LOAD0 ~ 5, TRIG)
- 범용 입출력 (IN0, IN1, OUT0, OUT1, OUT2)

EXT. I/O 의 입출력 확인에는 “입출력 테스트하기 (EXT. I/O 테스트 기능)”(p.239) 가 편리합니다.



핀	신호명	I/O	기능	논리	핀	신호명	I/O	기능	논리
1	TRIG, IN0	IN	외부 트리거 범용 입력	에지	20	0ADJ	IN	영점 조정	에지
2	BCD_LOW	IN	BCD 하위 바이트 출력	레벨	21	CAL	IN	셀프 캘리브레이션 실행	에지
3	KEY_LOCK	IN	키 록	레벨	22	LOAD0	IN	패널 로드, 채널 지정	레벨
4	LOAD1	IN	패널 로드, 채널 지정	레벨	23	LOAD2	IN	패널 로드, 채널 지정	레벨
5	LOAD3	IN	패널 로드, 채널 지정	레벨	24	LOAD4	IN	패널 로드, 채널 지정	레벨
6	LOAD5	IN	패널 로드, 채널 지정	레벨	25	MUX	IN	멀티플렉서 선택	레벨
7	SCN_STOP	IN	스캔 정지	에지	26	PRINT, IN1	IN	측정값 인쇄 범용 입력	에지
8	ISO_5V	-	절연 전원 +5 V (-5 V) 출력	-	27	ISO_COM	-	절연 전원 코먼	-
9	ISO_COM	-	절연 전원 코먼	-	28	EOM	OUT	측정 종료	레벨
10	ERR	OUT	측정 이상	레벨	29	INDEX, BCD4-0, RNG_OUT0	OUT	아날로그 계측 종료 BCD	레벨
11	HI, HILO	OUT	컴퍼레이터 판정	레벨	30	IN	OUT	컴퍼레이터 판정	레벨
12	LO, BCD4-1, RNG_OUT1	OUT	컴퍼레이터 판정 BCD	레벨	31	OB, BCD4-2, RNG_OUT2	OUT	BIN 판정 BCD	레벨
13	T_PASS, BIN0, BCD4-3, RNG_OUT3	OUT	종합 판정 BIN 판정 BCD	레벨	32	T_FAIL, BIN1, BCD5-0, BCD1-0	OUT	종합 판정 BIN 판정 BCD	레벨
14	T_ERR, BIN2, BCD5-1, BCD1-1	OUT	종합 판정 BIN 판정 BCD	레벨	33	PROTECT, BIN3, BCD5-2, BCD1-2	OUT	과전압 입력, BIN 판정 BCD	레벨
15	BIN4, BCD5-3, BCD1-3	OUT	BIN 판정 BCD	레벨	34	BIN5, BCD6-0, BCD2-0	OUT	BIN 판정 BCD	레벨
16	BIN6, BCD6-1, BCD2-1	OUT	BIN 판정 BCD	레벨	35	BIN7, BCD6-2, BCD2-2	OUT	BIN 판정 BCD	레벨
17	BIN8, BCD6-3, BCD2-3	OUT	BIN 판정 BCD	레벨	36	BIN9, BCD7-0, BCD3-0	OUT	BIN 판정 BCD	레벨
18	OUT0, BCD7-1, BCD3-1	OUT	범용 출력 BCD	레벨	37	OUT1, BCD7-2, BCD3-2	OUT	범용 출력 BCD	레벨
19	OUT2, BCD7-3, BCD3-3	OUT	범용 출력 BCD	레벨					

중요

- 멀티플렉서에 관한 제어는 RM3545A-2, RM3546 만 사용할 수 있습니다.
- 0ADJ 신호는 10 ms 이상 ON 으로 하면 유효해집니다.
- 커넥터의 프레임은 본 기기 뒷면 패널 (금속부)에 연결됨과 동시에 전원 인렛의 보호 접지 단자에 연결되어 있습니다.
- 커맨드나 키 조작으로 패널 로드 및 멀티플렉서 채널을 전환하는 경우는 4 ~ 6 및 22 ~ 24 핀 전부를 ON 또는 OFF 로 고정해 주십시오.

각 신호의 기능**(1) 절연 전원**

핀	신호명	NPN/PNP 스위치 설정	
		NPN	PNP
8	ISO_5V	절연 전원 +5 V	절연 전원 -5 V
9, 27	ISO_COM	절연 전원 코먼	

(2) 입력 신호

TRIG	<p>TRIG 신호는 ON 에지 또는 OFF 에지로 동작합니다. 에지의 방향은 EXT. I/O 설정 화면에서 설정할 수 있습니다. (초기 설정 : ON 에지)</p> <ul style="list-style-type: none"> 트리거 소스가 외부 [EXT] 인 경우 TRIG 신호에 의해 1 회 측정합니다. 트리거 소스가 내부 [INT] 인 경우 TRIG 신호에 의한 측정은 하지 않습니다. <p>레인지 전환이나 패널 로드 후에 측정값이 안정될 때까지 대기 시간이 필요합니다. 대기 시간은 측정 대상에 따라 다릅니다.</p> <p>TRIG 신호가 입력된 직후 갱신한 측정값에 대해 통계 연산 (p.126) 및 데이터 메모리 (p.259) 를 수행합니다. 트리거 입력은 ENTER (트리거) 키나 *TRG 커맨드로도 할 수 있습니다.</p>	<p>p.231</p> <p>p.100</p>
0ADJ	<p>0ADJ 신호를 OFF 에서 ON 으로 하면 , 그 에지에서 1 회 영점 조정을 실행합니다. <u>오동작 방지를 위해 10 ms 이상 ON 을 유지해 주십시오.</u></p> <p>영점 조정에 실패하면 ERR 신호가 ON 됩니다.</p>	p.71
PRINT	<p>PRINT 신호를 OFF 에서 ON 으로 하면 그 에지에서 현재의 측정값을 인쇄합니다.</p>	p.265
CAL	<p>셀프 캘리브레이션 수동 설정에서 CAL 신호를 OFF 에서 ON 으로 하면 그 에지에서 셀프 캘리브레이션을 시작합니다. 셀프 캘리브레이션 자동 설정인 경우는 무효입니다.</p> <p>셀프 캘리브레이션에 걸리는 시간은 약 400 ms 입니다.</p> <p>측정 중 입력한 경우 측정 종료 후에 실행됩니다.</p>	p.108
KEY_LOCK	<p>KEY_LOCK 신호가 ON 일 때 , 본 기기 정면의 키 조작 (스탠바이 키 , ENTER (트리거) 키 이외) 은 모두 무효가 됩니다. 잠금 해제 , 원격 상태 해제 키 조작도 무효입니다.</p>	p.143

MUX	MUX 신호에 따라 LOAD 신호 (4, 5, 6, 22, 23, 24 핀)의 기능이 달라집니다.	p.206
SCN_STOP	<p>채널 리셋 신호입니다. 스캔 기능이 자동 또는 스텝일 때만 유효합니다.</p> <p>스캔 기능이 자동인 경우: SCN_STOP 신호가 ON 이 되면 스캔 중지를 예약하고, 측정 종료 후에 스캔을 중지합니다. 다음 TRIG 신호가 ON 이 되면 최초 채널부터 측정을 시작합니다. 오동작 방지를 위해 5 ms 이상 ON 을 유지해 주십시오.</p> <p>스캔 기능이 스텝인 경우: TRIG 신호 대기 상태에서 SCN_STOP 신호가 ON 이 되면 다음 TRIG 신호 ON 에서 최초 채널을 측정합니다. 오동작 방지를 위해 5 ms 이상 ON 을 유지해 주십시오.</p>	p.166
BCD_LOW	BCD 출력 설정으로 사용할 때 BCD_LOW 를 OFF 로 하면 상위 자릿수를 출력합니다. BCD_LOW 를 ON 으로 하면 하위 자릿수 및 레인지 정보를 출력합니다.	p.205
LOAD0 ~ LOAD5	<p>패널 로드할 패널 번호와 멀티플렉서의 채널을 선택하고 TRIG 신호를 입력하면 선택한 패널 및 채널 번호의 로딩과 채널 전환을 하고 측정합니다. LOAD0 이 LSB, LOAD5 가 MSB 입니다. 상세는 “(4) 신호 대응표”(p.206)를 참조하십시오.</p> <p>TRIG 신호 입력 시 LOAD0 ~ LOAD5 가 전회와 동일한 경우 패널 로드 및 채널 전환을 실행하지 않으며, 외부 트리거의 경우는 통상의 TRIG 신호로 하여 1 회 측정을 실행합니다.</p> <p>또한, LOAD 신호 중 하나가 유효한 상태로 변하고 이후 10 ms 동안 변경이 없을 경우 TRIG 신호를 입력하지 않아도 패널 로드 및 채널 전환을 실행합니다. 로드 및 전환이 완료될 때까지 LOAD0 ~ 5 의 신호를 변경하지 마십시오.</p> <p>통신으로 제어하는 경우 (리모트 상태)에도 LOAD 신호는 유효합니다. 유효한 패널 번호 및 채널 번호의 LOAD 신호가 ON 인 경우는 키 조작이 모두 무효가 됩니다. 커맨드나 키 조작으로 패널 로드 및 채널 전환을 할 경우는 4 ~ 6 및 22 ~ 24 핀 전부를 ON 또는 OFF 로 고정해 주십시오.</p> <p>스캔 기능이 자동 또는 스텝일 경우는 LOAD0 ~ LOAD5 신호로 채널을 변경할 수 없습니다.</p> <p>멀티플렉서로 전환하려고 했을 때 정면 측정 단자에 측정 리드가 연결되어 있으면 ERR 신호가 ON 이 되어 전환할 수 없습니다. 측정 리드를 분리하고 다시 LOAD 신호를 전환해 주십시오.</p>	p.206
IN0, IN1	<p>범용 입력 단자로서 :IO:INPut? 커맨드로 입력 상태를 감시할 수 있습니다.</p> <p>참조: 통신 커맨드 사용설명서 *</p>	

*: 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

참조: “다운로드 사이트 안내”(p.1)

(3) 출력 신호

EOM	측정 및 영점 조정 종료 신호입니다. 이 시점에서 콤퍼레이터 판정 결과, ERR, BCD, BIN 신호가 확정됩니다.	p.235
INDEX	측정 회로의 A/D 변환이 종료했음을 나타내는 신호입니다. 이 신호가 OFF에서 ON으로 되면 측정 대상을 프로브에서 분리해도 상관없습니다.	
ERR	측정 이상 (오버 검출 제외) 시 출력됩니다. EOM 신호와 동시에 갱신됩니다. 이 때 콤퍼레이터 판정 결과 출력은 모두 OFF가 됩니다.	p.59
HI, IN, LO	콤퍼레이터의 판정 결과입니다.	
HILO	BCD 출력 설정을 한 경우 11 핀은 Hi 판정과 Lo 판정의 OR을 출력합니다.	
T_PASS, T_FAIL, T_ERR	종합 판정 결과입니다. 스캔 기능이 자동 또는 스텝일 때만 유효합니다.	p.174
BCDm-n	BCD 출력 설정을 한 경우 m 자리의 n 비트를 출력합니다. (BCD1-x가 최하위 자릿수, BCDx-0이 LSB입니다.) 측정값 표시가 “OvrRng”, “CONTACT TERM” 또는 “-----”인 경우 BCD 출력은 모든 자릿수가 “9”가 됩니다. 측정값 표시가 마이너스인 경우 BCD 출력은 모든 자릿수가 “0”이 됩니다. 하한값을 0으로 설정하고, 마이너스 측정값이 나온 경우에는 표시부의 결과에 따라 LO 신호를 출력합니다. 단, 콤퍼레이터의 REF% 모드로 되어 있는 경우는 표시된 상대값의 부호가 없는 값 (절대값)을 출력합니다.	p.207
OB, BIN0 ~ BIN9	BIN 출력 설정 시 13 ~ 17, 31 ~ 36 핀에서 BIN 판정 결과를 출력합니다. BIN0 ~ BIN9에 해당하지 않는 경우 OB가 ON이 됩니다.	
OUT0 ~ OUT2	출력 모드가 “판정 모드”일 때 18, 19, 37 핀을 범용 출력 단자로 이용할 수 있습니다. :IO:OUTPut 커맨드로 출력 신호를 제어할 수 있습니다. 참조 : 통신 커맨드 사용설명서 *	p.237
RNG_OUT0 ~ RNG_OUT3	BCD 출력 설정을 한 경우 BCD_LOW를 ON으로 하면 12, 13, 29, 31 핀에서 레인지 정보를 취득할 수 있습니다.	p.207

*: 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

참조 : “다운로드 사이트 안내”(p.1)

중요

- 측정 화면이 아닐 때 에러 등의 메시지 (설정 모니터 에러 제외)를 표시 중인 상태에서는 입력 신호가 무효입니다.
- 본 기기 내부에서 측정 조건을 변경하는 동안에는 EXT. I/O의 입출력 신호를 이용할 수 없습니다.

판정 모드와 BCD 모드

출력 신호에는 판정 모드와 BCD 모드가 있습니다.

판정 모드 : 종합 판정 또는 BIN 판정 (p.123) 결과를 출력한다

BCD* 모드 : 표시된 측정값을 2 진수로 표현한 데이터를 EXT. I/O 커넥터에서 출력한다

판정 모드의 출력 신호는 멀티플렉서 사용 시와 미사용 시가 다릅니다. BCD 모드는 상위 자릿수, 하위 자릿수 (및 레인지 정보) 로 기능을 겸용하고 있습니다.

참조 : “ 출력 모드 (판정 모드 / BCD 모드) 전환하기 ”(p.237)

*: Binary Coded Decimal (이진화 십진 표현)

판정 모드에서의 단자 기능

멀티플렉서 미사용 시

핀	기능	핀	기능
9	ISO_COM	28	EOM
10	ERR	29	INDEX
11	HI	30	IN
12	LO	31	OB
13	BIN0	32	BIN1
14	BIN2	33	BIN3
15	BIN4	34	BIN5
16	BIN6	35	BIN7
17	BIN8	36	BIN9
18	OUT0	37	OUT1
19	OUT2		

멀티플렉서 사용 시

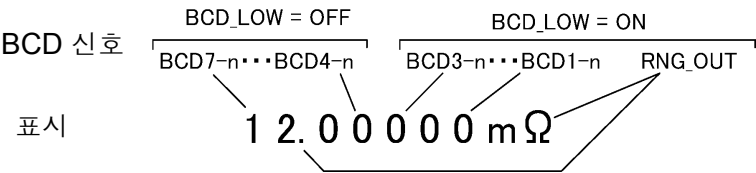
핀	기능	핀	기능
9	ISO_COM	28	EOM
10	ERR	29	INDEX
11	HI	30	IN
12	LO	31	-
13	T_PASS	32	T_FAIL
14	T_ERR	33	-
15	-	34	-
16	-	35	-
17	-	36	-
18	OUT0	37	OUT1
19	OUT2		

BCD 모드에서의 단자 기능

BCD_LOW 를 OFF 로 하면 상위 자릿수를 출력합니다. ON 으로 하면 하위 자릿수 및 레인지 정보를 출력합니다. (p.203)(p.200)

핀	BCD_LOW		핀	BCD_LOW	
	OFF	ON		OFF	ON
9	ISO_COM		28	EOM	
10	ERR		29	BCD4-0	RNG_OUT0
11	HILO		30	IN	
12	BCD4-1	RNG_OUT1	31	BCD4-2	RNG_OUT2
13	BCD4-3	RNG_OUT3	32	BCD5-0	BCD1-0
14	BCD5-1	BCD1-1	33	BCD5-2	BCD1-2
15	BCD5-3	BCD1-3	34	BCD6-0	BCD2-0
16	BCD6-1	BCD2-1	35	BCD6-2	BCD2-2
17	BCD6-3	BCD2-3	36	BCD7-0	BCD3-0
18	BCD7-1	BCD3-1	37	BCD7-2	BCD3-2
19	BCD7-3	BCD3-3			

BCD 신호와 표시의 관계



(4) 신호 대응표

LOAD0 ~ LOAD5

LOAD5	LOAD4	LOAD3	LOAD2	LOAD1	LOAD0	MUX 신호 OFF	MUX 신호 ON
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	패널 1	채널 1
OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	패널 2	채널 2
OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	패널 3	채널 3
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	패널 4	채널 4
OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	패널 5	채널 5
OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	패널 6	채널 6
OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	패널 7	채널 7
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	패널 8	채널 8
OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON	패널 9	채널 9
OFF	OFF	ON	OFF	ON	OFF	패널 10	채널 10
OFF	OFF	ON	OFF	ON	ON	패널 11	채널 11
OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	패널 12	채널 12
OFF	OFF	ON	ON	OFF	ON	패널 13	채널 13
OFF	OFF	ON	ON	ON	OFF	패널 14	채널 14
OFF	OFF	ON	ON	ON	ON	패널 15	채널 15
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	패널 16	채널 16
OFF	ON	OFF	OFF	OFF	ON	패널 17	채널 17
OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF	패널 18	채널 18
OFF	ON	OFF	OFF	ON	ON	패널 19	채널 19
OFF	ON	OFF	ON	OFF	OFF	패널 20	채널 20
OFF	ON	OFF	ON	OFF	ON	패널 21	채널 21
OFF	ON	OFF	ON	ON	OFF	패널 22	채널 22
OFF	ON	OFF	ON	ON	ON	패널 23	채널 23
OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	패널 24	채널 24
OFF	ON	ON	OFF	OFF	ON	패널 25	채널 25
OFF	ON	ON	OFF	ON	OFF	패널 26	채널 26
OFF	ON	ON	OFF	ON	ON	패널 27	채널 27
OFF	ON	ON	ON	OFF	OFF	패널 28	채널 28
OFF	ON	ON	ON	OFF	ON	패널 29	채널 29
OFF	ON	ON	ON	ON	OFF	패널 30	채널 30
OFF	ON	ON	ON	ON	ON	-	채널 31
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-	채널 32
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	-	채널 33
ON	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	-	채널 34
ON	OFF	OFF	OFF	ON	ON	-	채널 35
ON	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	-	채널 36
ON	OFF	OFF	ON	OFF	ON	-	채널 37
ON	OFF	OFF	ON	ON	OFF	-	채널 38
ON	OFF	OFF	ON	ON	ON	-	채널 39
ON	OFF	ON	OFF	OFF	OFF	-	채널 40
ON	OFF	ON	OFF	OFF	ON	-	채널 41
ON	OFF	ON	OFF	ON	OFF	-	채널 42
ON	OFF	ON	OFF	ON	ON	-	-
ON	OFF	ON	ON	OFF	OFF	-	-
ON	OFF	ON	ON	OFF	ON	-	-
ON	OFF	ON	ON	ON	OFF	-	-
ON	OFF	ON	ON	ON	ON	-	-
ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	-	-
ON	ON	OFF	OFF	OFF	ON	-	패널 31
ON	ON	OFF	OFF	ON	OFF	-	패널 32
ON	ON	OFF	OFF	ON	ON	-	패널 33
ON	ON	OFF	ON	OFF	OFF	-	패널 34
ON	ON	OFF	ON	OFF	ON	-	패널 35
ON	ON	OFF	ON	ON	OFF	-	패널 36
ON	ON	OFF	ON	ON	ON	-	패널 37
ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	-	패널 38
ON	ON	ON	OFF	OFF	ON	-	-
ON	ON	ON	OFF	ON	OFF	-	-
ON	ON	ON	OFF	ON	ON	-	-
ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	-	-
ON	ON	ON	ON	OFF	ON	-	-
ON	ON	ON	ON	ON	OFF	-	-
ON	ON	ON	ON	ON	ON	-	-

RNG_OUT0 ~ RNG_OUT3 (BCD_LOW 신호가 ON 인 경우)

RNG_OUT3	RNG_OUT2	RNG_OUT1	RNG_OUT0	레인지
OFF	OFF	OFF	OFF	1000 $\mu\Omega$
				PR1000 $\mu\Omega$
OFF	OFF	OFF	ON	10 m Ω
				PR10 m Ω
OFF	OFF	ON	OFF	100 m Ω
				PR100 m Ω
OFF	OFF	ON	ON	1000 m Ω
				LP1000 m Ω
OFF	ON	OFF	OFF	10 Ω
				LP10 Ω
OFF	ON	OFF	ON	100 Ω
				LP100 Ω
OFF	ON	ON	OFF	1000 Ω
				LP1000 Ω
OFF	ON	ON	ON	10 k Ω
ON	OFF	OFF	OFF	100 k Ω
ON	OFF	OFF	ON	1000 k Ω
ON	OFF	ON	OFF	10 M Ω
ON	OFF	ON	ON	100 M Ω
ON	ON	OFF	OFF	1000 M Ω

BCDm-0 ~ BCDm-3

BCDm-3	BCDm-2	BCDm-1	BCDm-0	측정값
OFF	OFF	OFF	OFF	0
OFF	OFF	OFF	ON	1
OFF	OFF	ON	OFF	2
OFF	OFF	ON	ON	3
OFF	ON	OFF	OFF	4
OFF	ON	OFF	ON	5
OFF	ON	ON	OFF	6
OFF	ON	ON	ON	7
ON	OFF	OFF	OFF	8
ON	OFF	OFF	ON	9

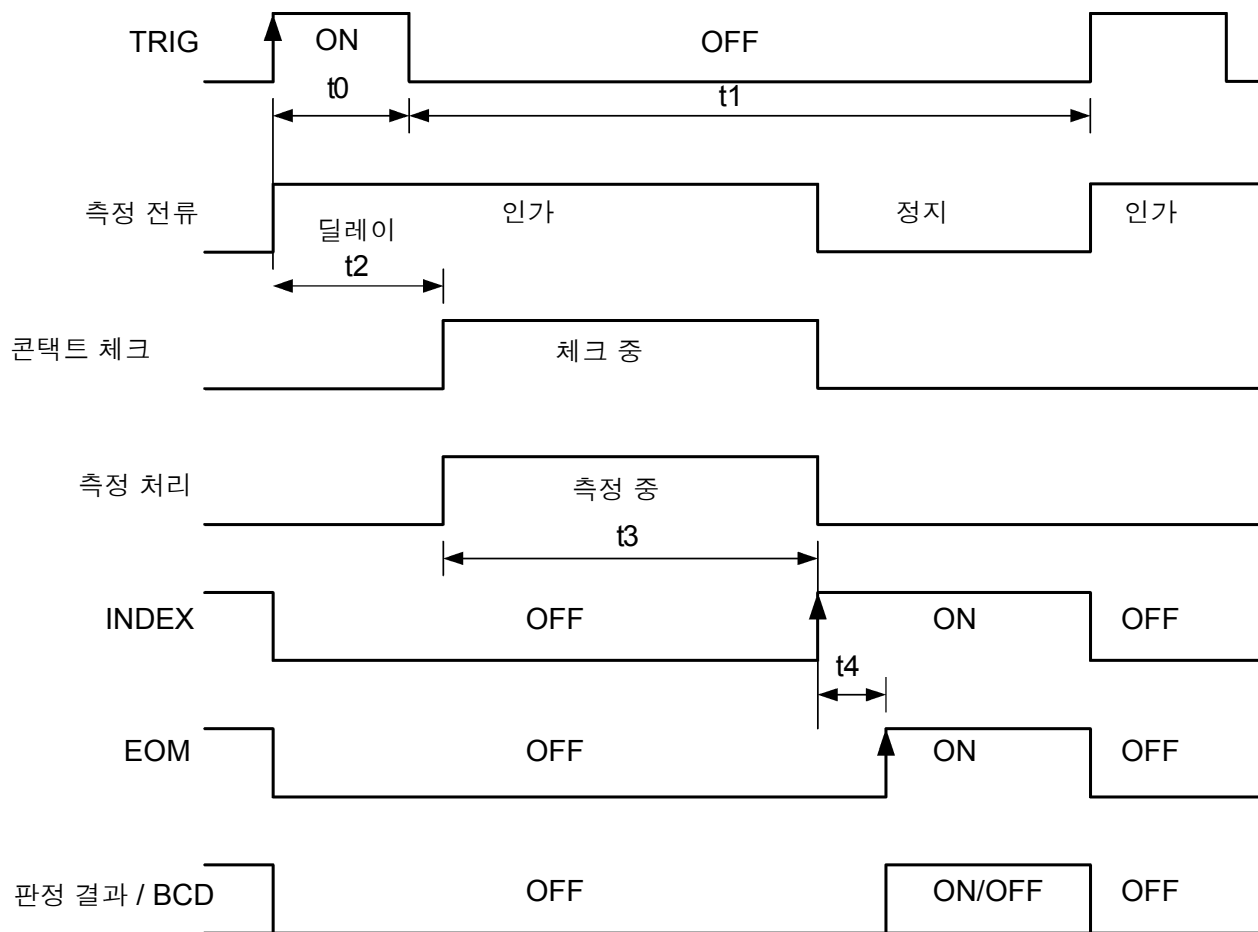
9.2 타이밍 차트

각 신호의 레벨은 접점의 ON/OFF 상태를 나타냅니다. 전류 소스 (PNP) 설정에서는 EXT. I/O 단자의 전압 레벨과 같아집니다. 전류 싱크 (NPN) 설정에서의 전압 레벨은 High 와 Low 가 반대가 됩니다.

측정 스타트에서 판정 결과 취득

(1) 외부 트리거 [EXT] 설정 (EOM 출력 타이밍 설정 : HOLD)

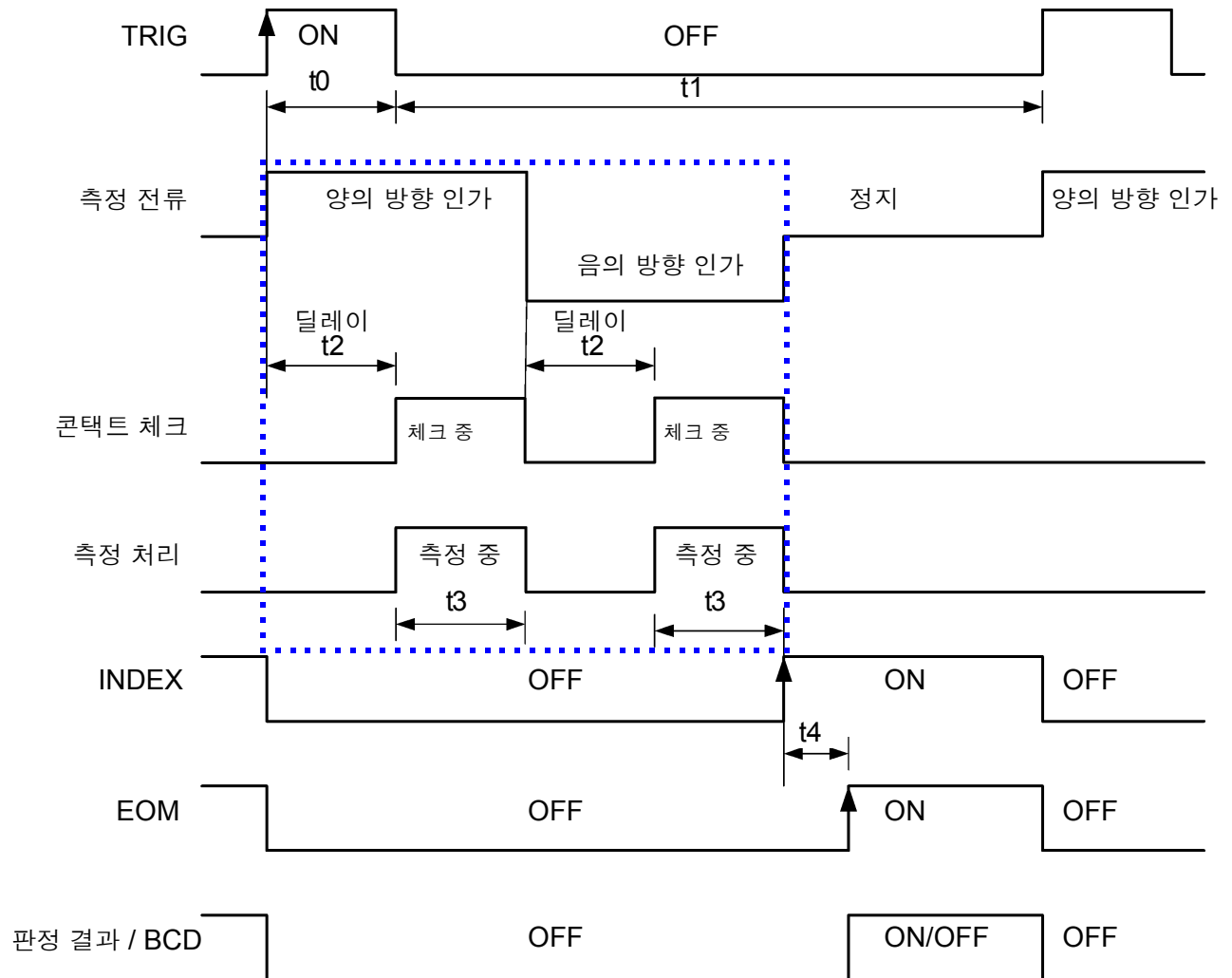
OVC, A-OVC 가 OFF 인 경우



판정 결과 / BCD: HI, IN, LO, ERR, BCDm-n, RNG_OUT0 ~ 3

OVC, A-OVC 가 ON 인 경우

..... 부분은 애버리지 횟수만큼 반복합니다.



판정 결과 / BCD: HI, IN, LO, ERR, BCDm-n, RNG_OUT0 ~ 3

중요

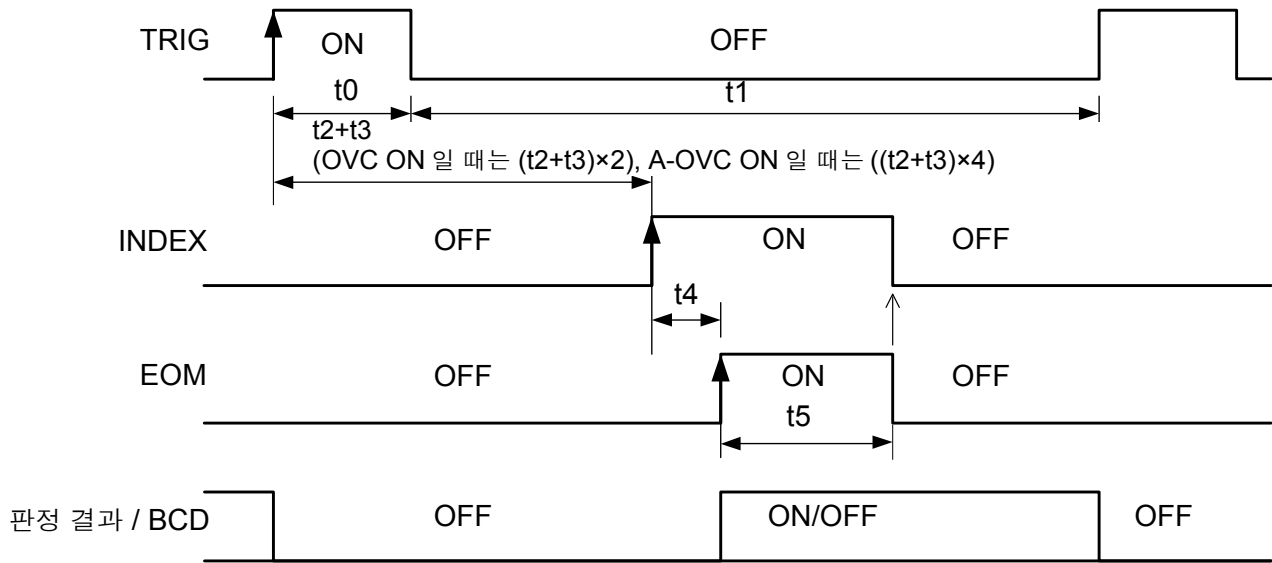
- 측정 레인지가 10 k Ω 레인지 이상인 경우 측정 전류는 멈추지 않습니다 (연속 인가).
- 측정 중(EOM 신호가 OFF인 동안)에 TRIG 신호를 입력한 경우 1회만 보류됩니다. EOM 신호가 ON 이 되면 보류된 측정을 시작합니다. 셀프 캘리브레이션 중에는 TRIG 신호가 보류됩니다.

참조 : “셀프 캘리브레이션의 타이밍”(p.214)

- 레인지 전환 등 설정을 변경한 경우는 처리 시간 (100 ms) 이 지난 후 TRIG 신호를 입력해 주십시오.
- 측정 화면이 아닐 때 또는 에러 등의 메시지를 표시 중인 상태에서는 입력 신호가 무효입니다.
- 판정 결과와 BCD의 출력은 EOM 신호가 ON 이 되기 전에 확정됩니다. 단, 컨트롤러 입력 회로의 응답이 느린 경우에는 EOM 신호의 ON 을 검출한 후 판정 결과를 가져오기까지 대기 시간이 필요합니다.

(2) 외부 트리거 [EXT] 설정 (EOM 출력 타이밍 설정 : PULSE)

측정 종료 시 EOM 신호가 ON 이 되고 , EOM 펄스 폭으로 설정한 시간 (t_5) 이 지나면 OFF 로 돌아갑니다 .

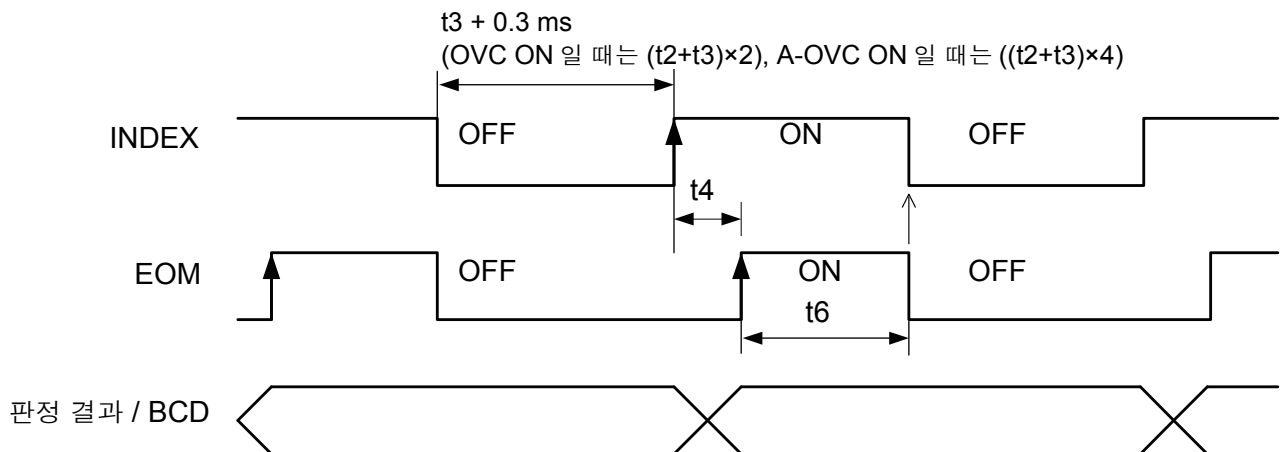


판정 결과 / BCD: HI, IN, LO, ERR, BCDm-n, RNG_OUT0 ~ 3

참조 : “EOM 신호 설정하기”(p.235)

EOM 신호가 ON 인 기간에 TRIG 신호를 입력한 경우 TRIG 신호를 접수하여 측정 처리를 시작한 시점에 EOM 신호는 OFF 가 됩니다 .

(3) 내부 트리거 [INT] 설정



판정 결과 / BCD: HI, IN, LO, ERR, BCDm-n, RNG_OUT0 ~ 3

내부 트리거 [INT] 일 때 EOM 신호는 폭 5 ms 의 펄스 출력입니다 . 단 , ERR 이 ON 인 동안에는 EOM 도 ON 을 유지합니다 . 또한 , 판정 결과 및 ERR 신호는 측정 시작 시 OFF 로는 되지 않습니다 .

중요

셀프 캘리브레이션을 수동으로 하면 가장 빠르게 측정할 수 있습니다 .
 $t_6=0$ ms 가 되고 , EOM 은 항상 OFF 가 됩니다 .

타이밍 차트 각 시간의 설명

항목	내용	시간	비고
t0	트리거 펄스 ON 시간	0.1 ms 이상	ON/OFF 에지 선택 가능
t1	트리거 펄스 OFF 시간	1 ms 이상	
t2	딜레이	0 ~ 9999 ms	설정에 따름
t3	가져오기 처리 시간	적분 시간 + 내부 대기 시간 (다음 페이지에 참고값이 있습니다)	
t4	연산 시간	0.1 ms	통계 연산 , 메모리 기능이 ON 인 경우 느려집니다 .
t5	EOM 펄스 폭	1 ms ~ 100 ms	설정에 따름
t6	내부 트리거에서의 EOM 펄스 폭	5 ms	변경 불가

측정 시간 (트리거 입력에서 EOM 이 ON 될 때까지) 은 다음과 같이 계산할 수 있습니다 .

- OVC: OFF 인 경우

$$td+t2+t3 \times na+t4$$

- OVC 또는 A-OVC: ON 인 경우

$$td+(t2+t3+t2+t3) \times na+t4$$

td: 트리거 검출 시간 (ON 에지의 경우는 최대 0.1 ms, OFF 에지의 경우는 최대 0.3 ms)

na: 애버리지 횟수 (단 , 트리거 소스 INT 에서 프리런 * 의 경우는 1)

또한 , 저전력 모드가 ON 이고 측정 속도가 SLOW2 인 경우는 애버리지 기능이 OFF 로 설정되어 있어도 내부에서 평균화를 2 회 실행합니다 . 애버리지 기능이 ON 으로 설정된 경우는 설정 횟수로 평균화를 실행합니다 .

셀프 캘리브레이션의 타이밍에 따라 측정 시간이 달라질 수 있습니다 .

참조 : “ 셀프 캘리브레이션의 타이밍 ”(p.214)

*: **INITiate:CONTinuous OFF**, **:READ?** 커맨드 미사용 시

커맨드에 관해서는 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오 . 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다 .

참조 : “ 다운로드 사이트 안내 ”(p.1)

적분 시간의 참고값 (단위 : ms)

LP	레인지	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
OFF	1000 k Ω 이하	0.3*		20.0	16.7	100	200
	10 M Ω 이상	20.0	16.7	20.0	16.7	100	200
ON	모든 레인지	20.0	16.7	40.0	33.3	200	300

*: 측정 단자가 MUX 인 경우 , 1000 $\mu\Omega$ 및 10 m Ω 레인지일 때는 1.0 ms

내부 대기 시간 (단위 : ms) (적분 측정 전후의 처리 시간)의 참고값

- 트리거 소스 INT, OVC = OFF 또는 A-OVC = OFF 인 경우

시간
0.4

- 그 밖의 경우

LP: OFF 및 PR: OFF

레인지	측정 전류	시간	100 MΩ 레인지 고정밀도 모드
1000 μΩ	High	40	-
	Low*	100	
10 mΩ	High	40	
	Low*	100	
100 mΩ	High	40	
	Low	2.4	
1000 mΩ	High	2.6	
	Low	1.6	
10 Ω	High	1.8	
	Low	2.1	
100 Ω	High	1.9	
	Low	2.4	
1000 Ω	-	2.4	
10 kΩ		6.0	
100 kΩ		16	
1000 kΩ		130	
10 MΩ		500	
100 MΩ		1300	ON
		320	OFF
1000 MΩ		340	OFF

PR: ON

레인지	측정 전류	시간
PR1000 $\mu\Omega$	High	20
	Low*	20
PR10 m Ω	High	20
	Low*	20
PR100 m Ω	-	20

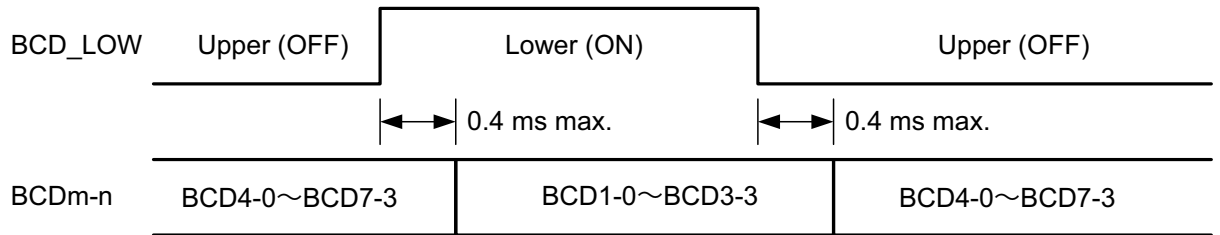
LP: ON

레인지	시간
LP1000 m Ω	15
LP10 Ω	35
LP100 Ω	35
LP 1000 Ω	36

*: RM3546 만 해당

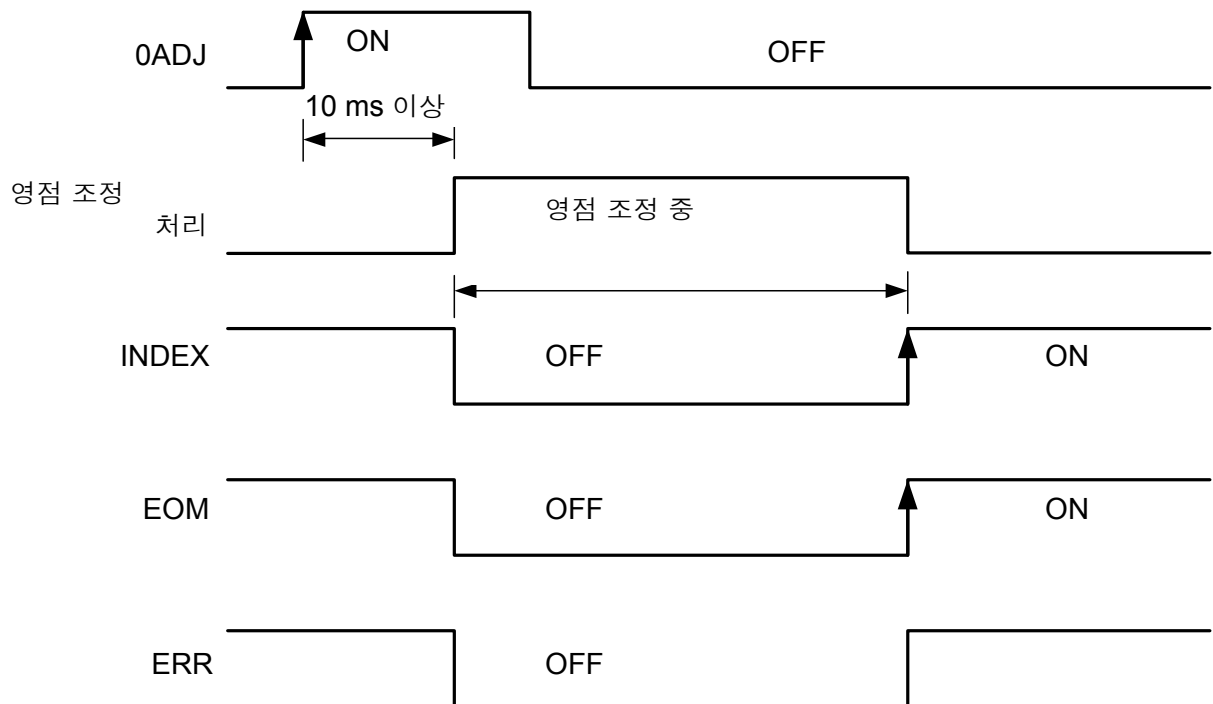
BCD 신호의 타이밍

BCD_LOW 신호에 의한 BCDm-n 신호의 천이 시간



컨트롤러 입력 회로의 응답이 느린 경우에는 BCD_LOW 신호를 제어한 후 0.4 ms 이상의 대기 시간이 필요할 수 있습니다.

영점 조정의 타이밍



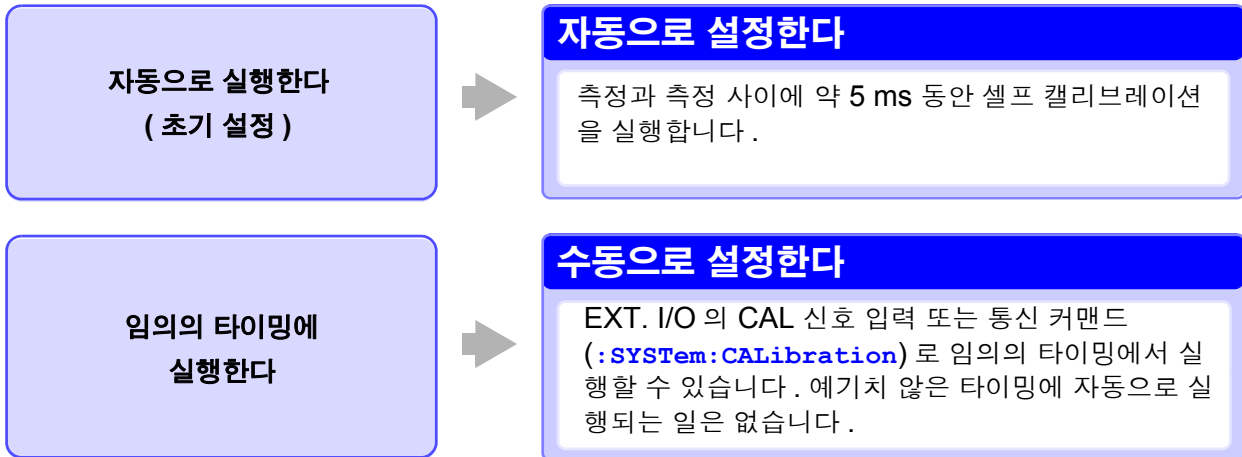
- EOM 출력 PULSE의 경우 EOM 신호는 펄스 폭 시간이 지나면 OFF가 됩니다.
- 내부 트리거 [INT]일 때 EOM 신호는 폭 5 ms의 펄스 출력이 됩니다. 또한, ERR 신호는 측정 시작 시 OFF가 되지 않습니다. 다음 측정 종료 시에 갱신됩니다.
- 영점 조정 시간은 멀티플렉서를 사용하지 않을 경우 수동 레인지에서 약 600 ms, 자동 레인지에서 약 4 s입니다. 멀티플렉서 사용 시의 스캔 영점 조정은 채널 수 만큼의 시간이 걸립니다.

셀프 캘리브레이션의 타이밍

셀프 캘리브레이션 기능에 대해서는 p.108 를 참조해 주십시오 .

본 기기는 측정 정밀도를 유지하기 위해 회로 내부의 오프셋 전압과 계인의 드리프트를 보정합니다 (셀프 캘리브레이션).

셀프 캘리브레이션 기능의 실행은 다음 두 가지 방법 중에서 선택할 수 있습니다 .



셀프 캘리브레이션의 타이밍과 시간

설정	캘리브레이션 타이밍	측정 보류 기간 (캘리브레이션 시간)
자동 *	측정 후	5 ms
수동	실행 시	400 ms

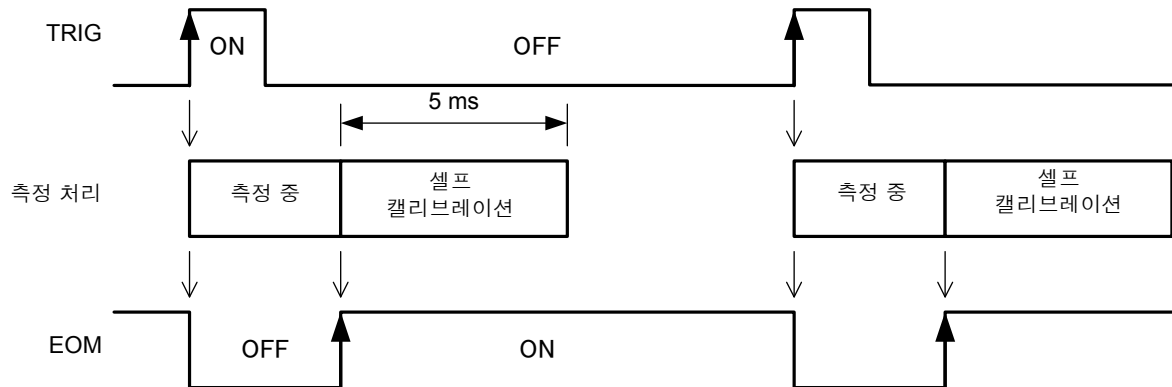
*: 자동 설정의 경우

자동 설정의 경우 TRIG 대기 중에는 1 초마다 5 ms 동안 셀프 캘리브레이션을 실행합니다 . 5 ms 동안의 셀프 캘리브레이션 중 TRIG 신호를 수신하면 셀프 캘리브레이션을 중지하고 0.5 ms 후에 측정을 시작합니다 . 측정 시간의 편차가 신경 쓰이는 경우는 수동 설정으로 해주십시오 .

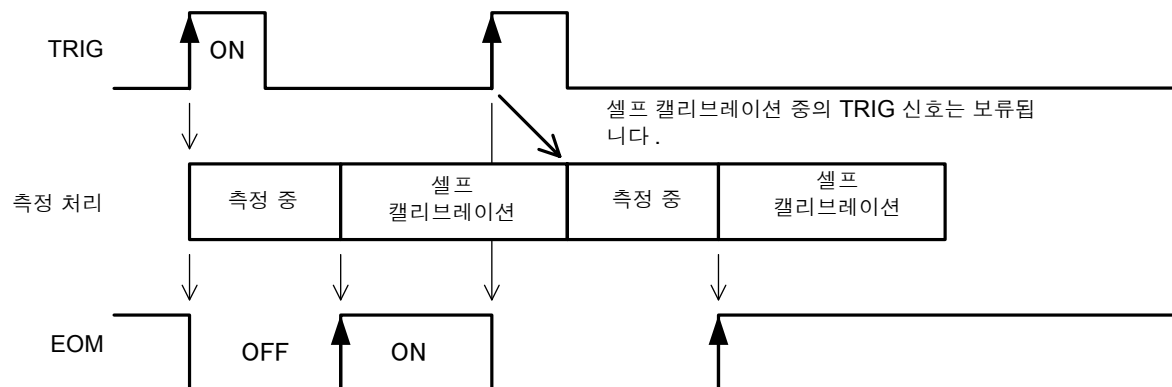
AUTO 설정에서의 동작

측정 종료 후 즉시 셀프 캘리브레이션을 시작하여 5 ms 에 완료합니다. 셀프 캘리브레이션 중의 TRIG 신호는 1 회 분이 보류되며, 셀프 캘리브레이션 완료 후에 측정을 시작합니다.

측정 간격에 5 ms 이상의 여유가 있는 경우



셀프 캘리브레이션 중에 TRIG 신호를 입력한 경우



중요

- 자동 스캔에서는 스캔 종료 후에만 셀프 캘리브레이션이 시작됩니다. 각 채널의 측정마다 셀프 캘리브레이션을 실시하지는 않습니다.
- MANUAL 에서 AUTO 로 전환된 직후에는 400 ms 셀프 캘리브레이션을 실시합니다. 그 동안에는 TRIG 신호를 넣지 마십시오.

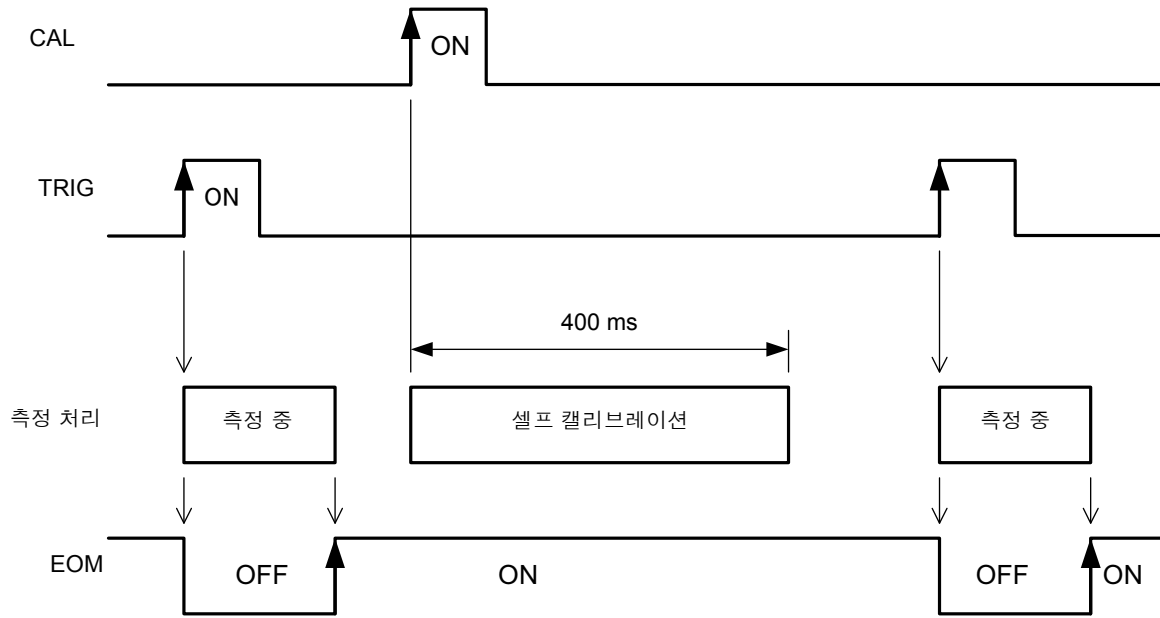
MANUAL 설정에서의 동작

CAL 신호를 입력하면 즉시 셀프 캘리브레이션을 시작합니다.

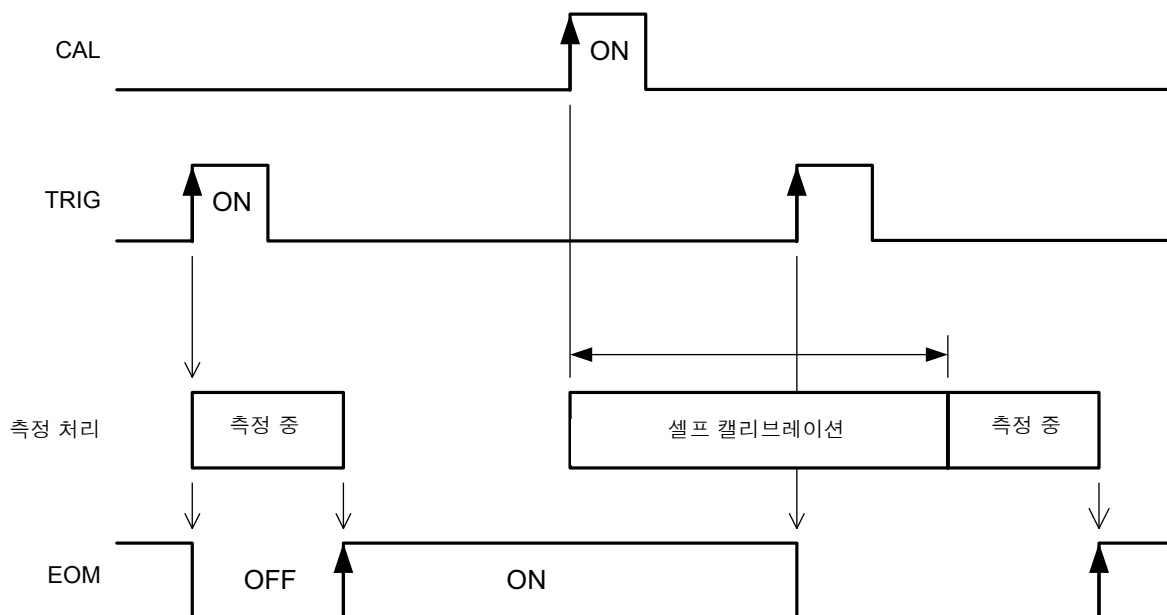
셀프 캘리브레이션 중에 TRIG 신호가 입력된 경우에도 셀프 캘리브레이션을 계속 진행합니다. 이 경우 TRIG 신호는 수리되고 EOM 신호는 OFF 가 되며 셀프 캘리브레이션 완료 후에 측정을 시작합니다.

측정 중에 CAL 신호가 입력된 경우 CAL 신호는 수리되고 측정 완료 후에 셀프 캘리브레이션을 시작합니다.

일반적인 사용 방법



셀프 캘리브레이션 중에 TRIG 신호를 입력한 경우



접촉 개선의 타이밍

접촉 개선 기능의 자세한 내용과 타이밍 차트 (접촉 개선 전류) 는 p.106 를 참조해 주십시오 .

측정 시작 전에 SENSE 단자 사이에 전류를 흐르게 하여 프로브의 접촉 상태를 개선합니다 .

접촉 개선 전류는 최대 10 mA, 인가 전압은 최대 5 V 입니다 .

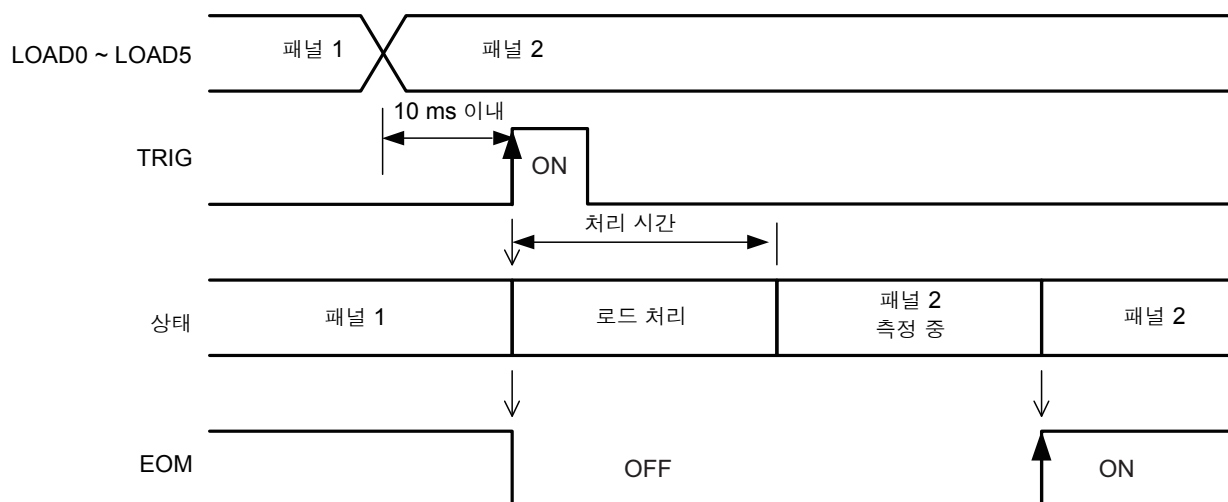
저전력 모드가 ON 인 경우 접촉 개선 기능은 OFF 가 됩니다 .

접촉 개선 기능을 사용하면 측정 종료까지의 시간은 0.2 ms 길어집니다 .

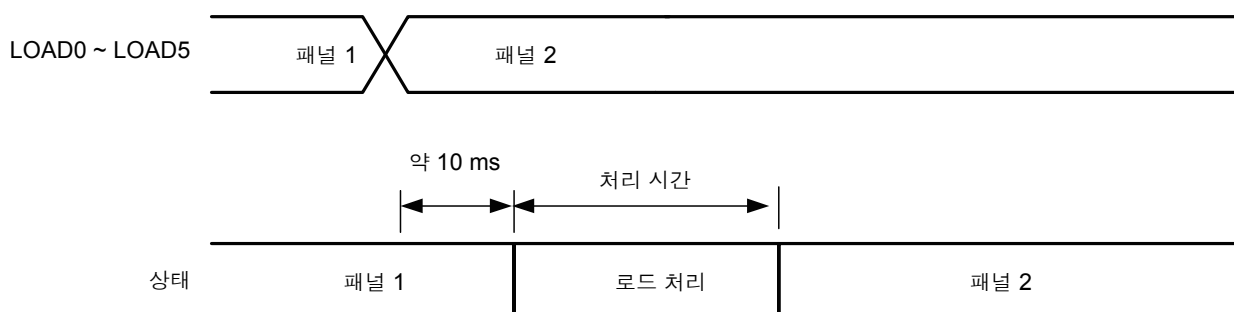
패널 로드의 타이밍

멀티플렉서를 사용하는 경우는 MUX 신호를 ON 으로 해주십시오 .

(1) TRIG 신호를 이용하는 경우



(2) TRIG 신호를 이용하지 않는 경우



처리 시간

패널 1 ~ 30	약 100 ms
패널 31 ~ 38	약 200 ms

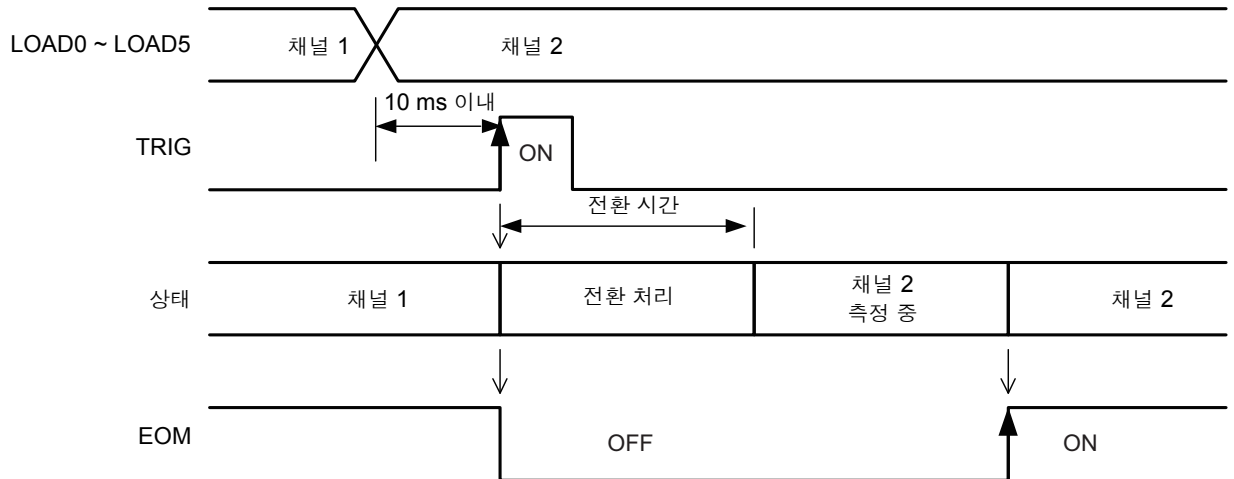
멀티플렉서의 타이밍

참조 : “7.3 멀티플렉서 관련 설정”(p.166)

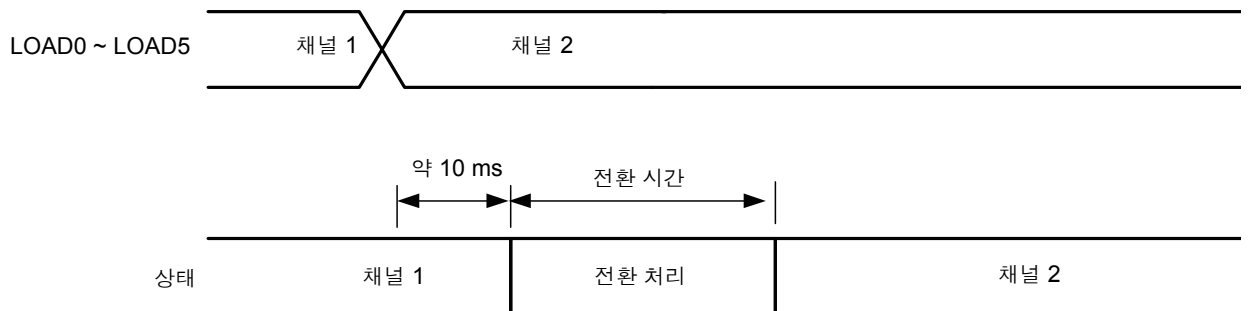
(1) 스캔 기능 OFF

채널을 전환할 때에는 MUX 신호를 ON 으로 해주십시오 .

TRIG 신호를 이용하는 경우



TRIG 신호를 이용하지 않는 경우



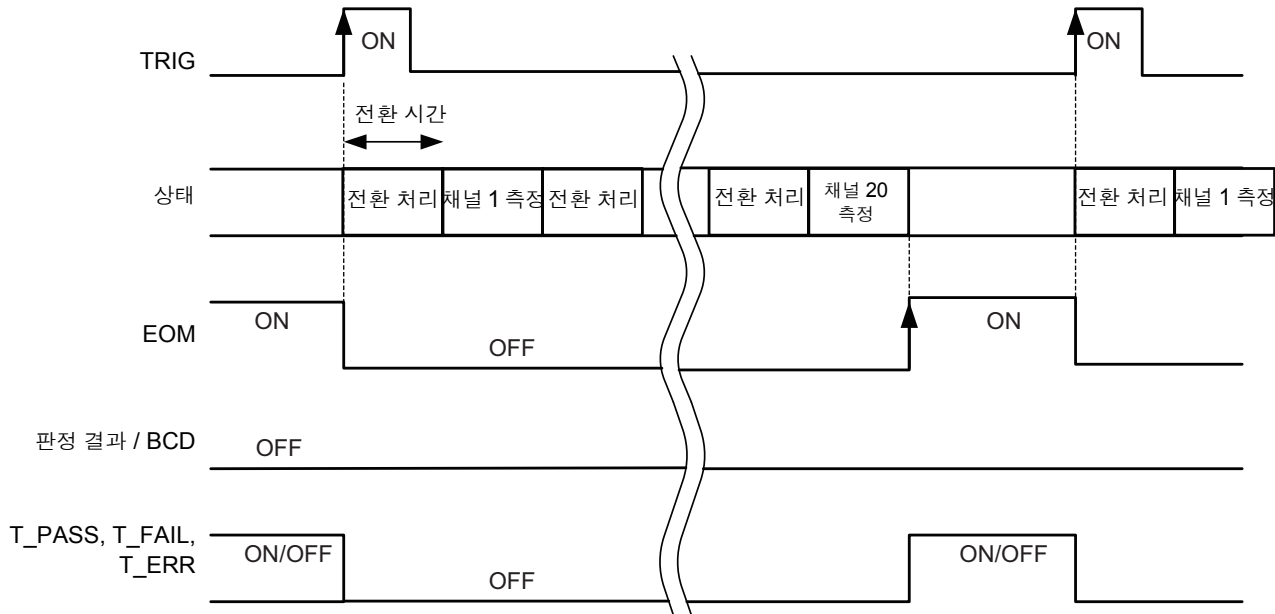
중요

스캔 기능이 OFF 인 경우에 채널을 변경할 수 있습니다 . 스캔 기능이 자동 또는 스텝으로 설정된 경우 외부 입력 신호로는 채널을 변경할 수 없습니다 .

멀티플렉서로 전환할 때 정면의 측정 단자에 측정 리드가 연결되어 있으면 ERR 신호가 ON 이 되어 전환할 수 없습니다 . 측정 리드를 분리하고 다시 LOAD 신호를 전환해 주십시오 .

(2) 스캔 기능 자동

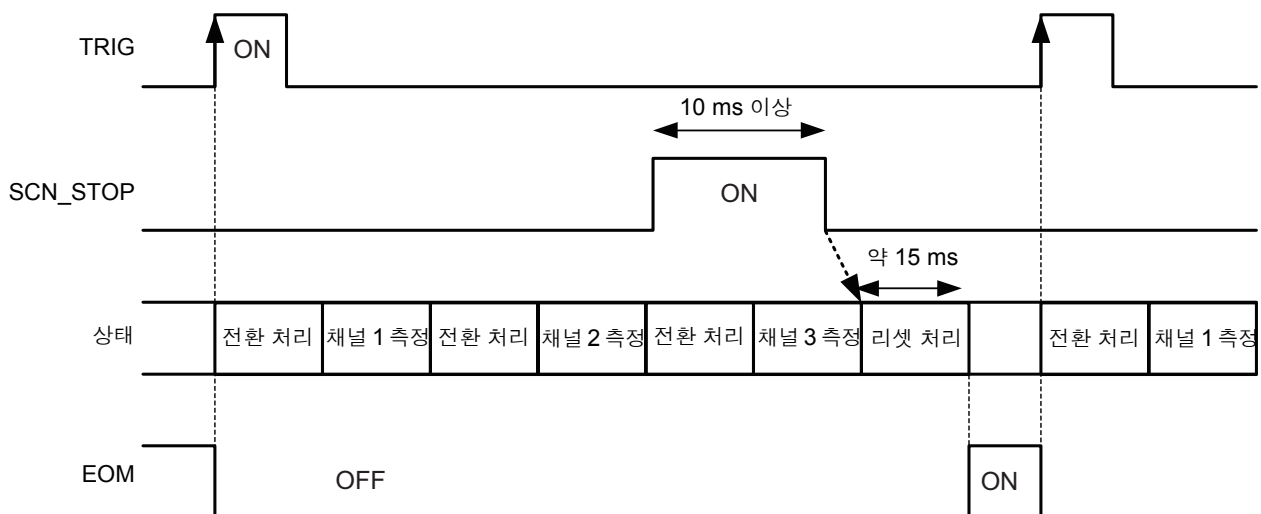
1 회의 트리거로 모든 채널을 전환하면서 측정을 실행합니다.



판정 결과 / BCD: HI, IN, LO, ERR, PASS, FAIL, BCDm-n, RNG_OUT0 ~ 3
이 예에서는 채널 1 ~ 채널 20 을 ON 으로 설정했습니다.

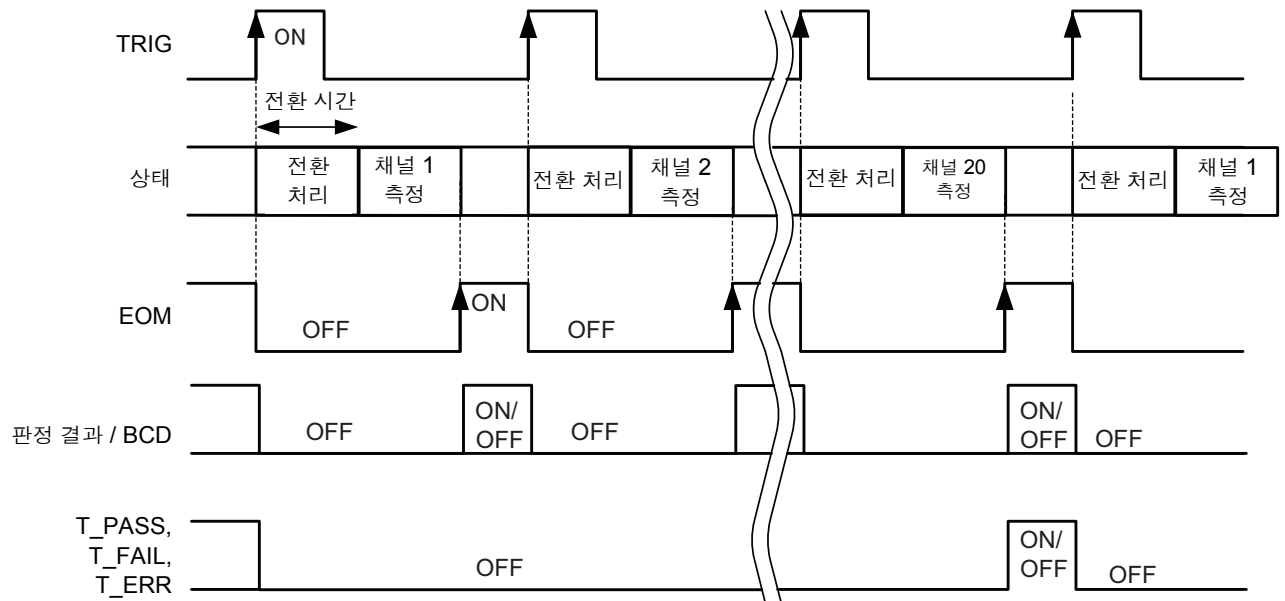
중요

- 각 채널의 판정 결과 (HI, IN, LO, ERR) 신호 및 BCD 신호는 출력하지 않습니다.
종합 판정 결과 (T_PASS, T_FAIL, T_ERR) 신호만 출력합니다.
- INDEX 신호는 채널 별로 ON 이 되지 않습니다. 스캔 종료 후 ON 이 됩니다.
- 스캔 중에는 TRIG, CAL, 0ADJ 신호를 보류하지 않고 무시합니다.

SCN_STOP 동작

(3) 스캔 기능 스텝

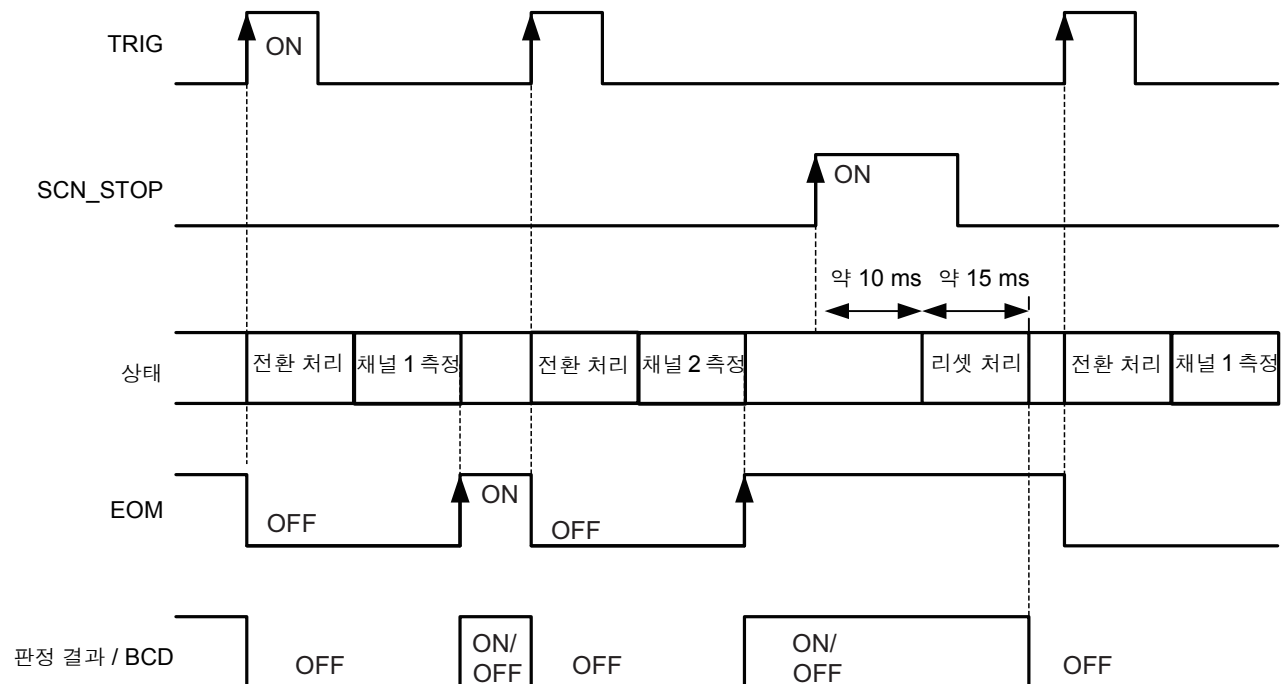
트리거 후에 다음 채널로 전환하여 측정을 실행합니다. 마지막 채널 측정이 종료되었을 때만 종합 판정 (T_PASS, T_FAIL, T_ERR) 신호가 출력됩니다.



판정 결과 / BCD: HI, IN, LO, ERR, PASS, FAIL, BCDm-n, RNG_OUT0 ~ 3
이 예에서는 채널 1 ~ 채널 20 을 ON 으로 설정했습니다.

중요

- 모든 채널의 측정이 종료된 후에 TRIG 신호를 ON 으로 하면 다시 최초 채널부터 측정을 시작합니다.
- 스캔 중에는 TRIG, CAL, 0ADJ 신호를 보류하지 않고 무시합니다.
- 외부 연결 기기가 선택된 채널은 전환 처리가 종료된 후 EOM 이 ON 으로 됩니다.

SCN_STOP 동작

채널 전환 시간

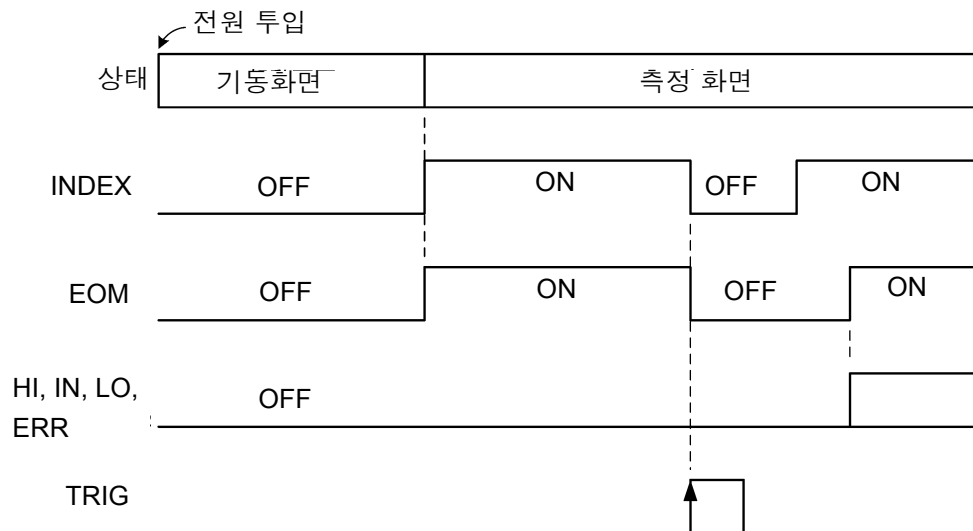
레인지 및 저전력 모드의 전환이 없는 경우	약 30 ms
레인지 및 저전력 모드의 전환이 있는 경우	약 50 ms

중요

트랜스 등의 역기전력이 있는 경우는 릴레이의 핫 스위칭 방지 기능으로 인해 전환 처리가 길어집니다. 핫 스위칭 방지 기능은 역기전력이 없어지거나, 최대 1 초 + 딜레이 설정값에서 해제됩니다. 측정 시간에 대해서는 “측정 스타트에서 판정 결과 취득”(p.208)을 참조해 주십시오.

전원 투입 시의 출력 신호 상태

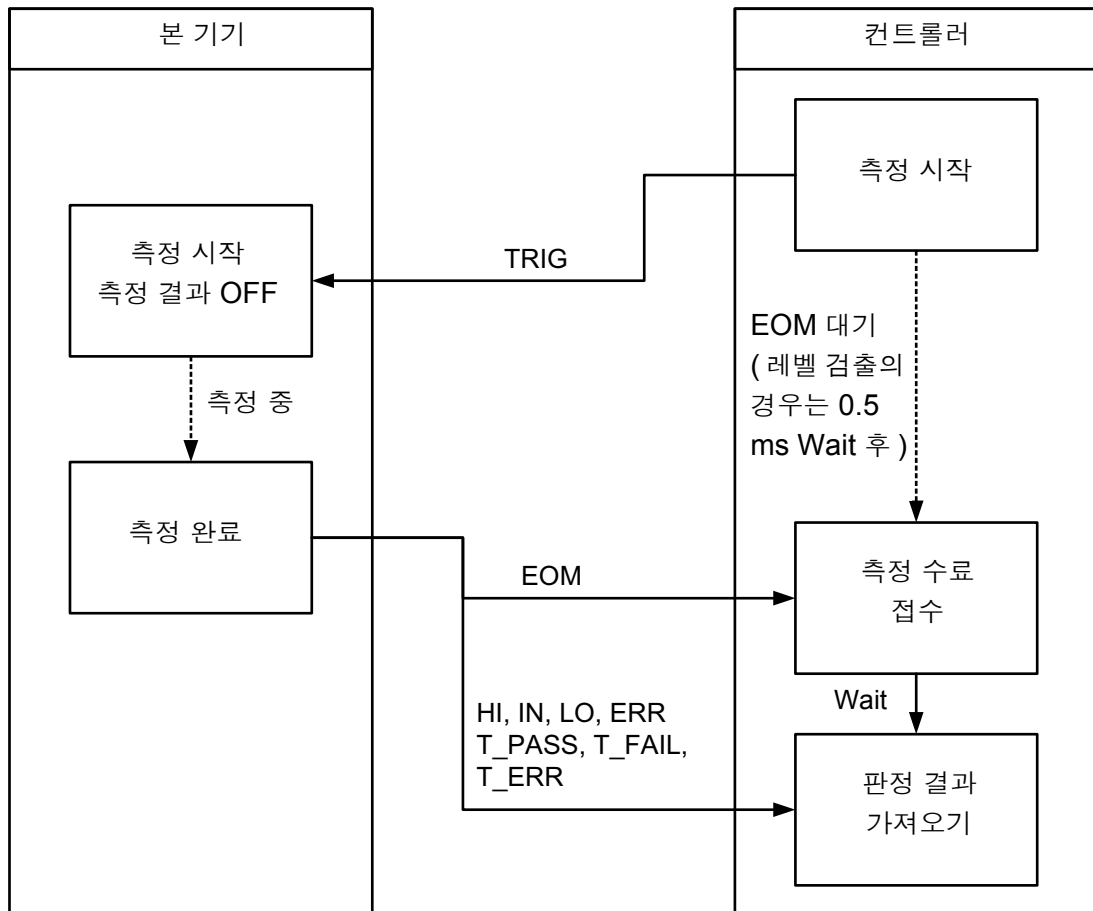
전원 투입 후 기동화면에서 측정 화면으로 이동하면 EOM 신호와 INDEX 신호는 ON 이 됩니다. EOM 출력 PULSE 인 경우는 OFF 상태 그대로입니다.



트리거 소스 EXT, EOM 출력 HOLD 로 설정되었을 때의 동작을 나타냅니다.

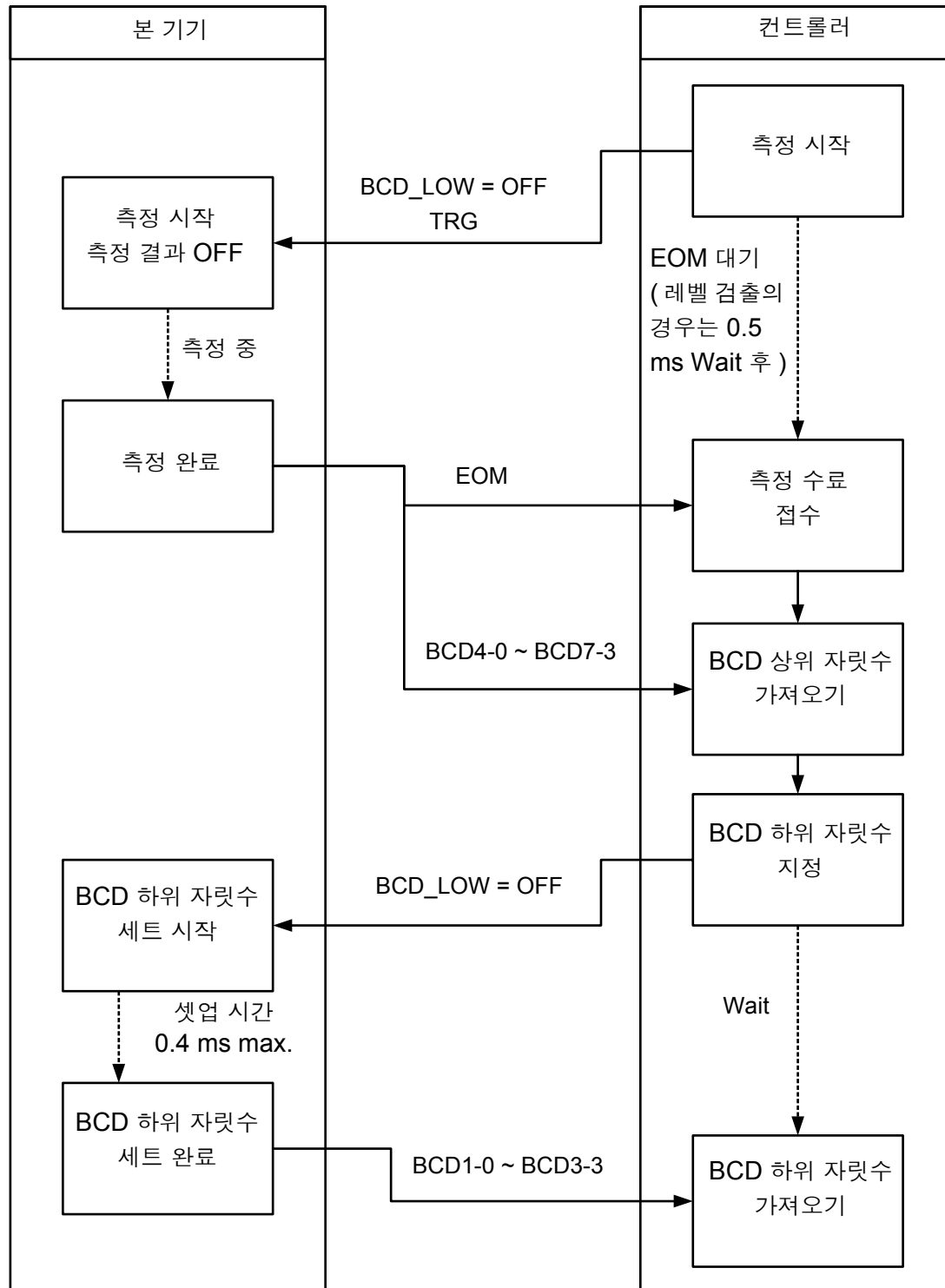
외부 트리거에서의 가져오기 절차

외부 트리거로 사용하는 경우의 측정 시작부터 판정 결과 또는 측정값 취득까지의 흐름을 나타냅니다. 본 기기는 판정 결과 (HI, IN, LO, ERR, T_PASS, T_FAIL, T_ERR) 가 확정되면 즉시 EOM 신호를 출력합니다. 컨트롤러 입력 회로의 응답이 느린 경우에는 EOM 신호의 ON 을 검출한 후 판정 결과를 가져오기까지 대기 시간이 필요합니다.



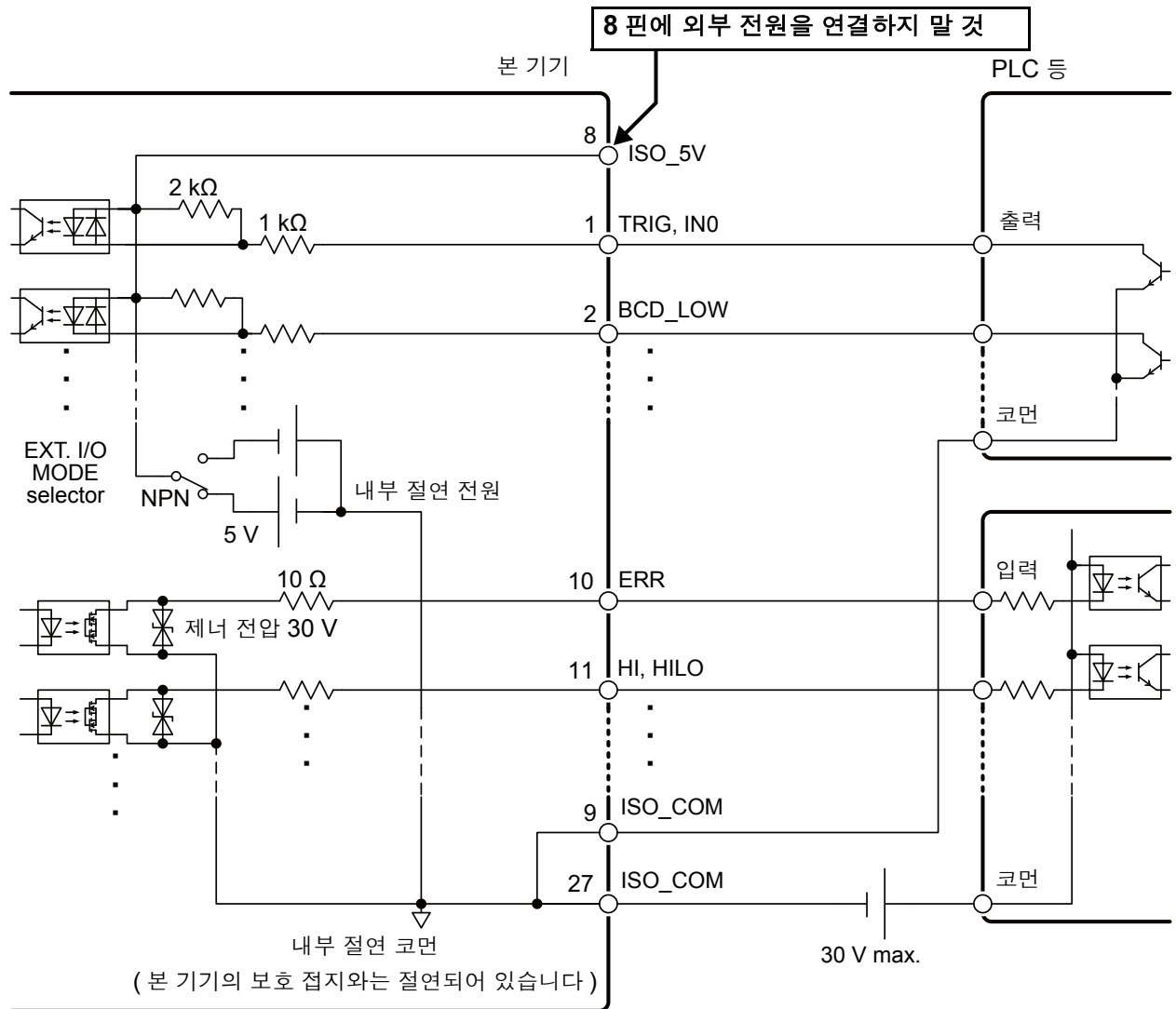
외부 트리거에서의 측정값 (BCD) 가져오기 절차

BCD 출력은 상위 자릿수와 하위 자릿수를 나누어 가져와야 합니다. 상위 자릿수와 하위 자릿수를 가져오는 순서는 어느 쪽이 먼저든 상관없습니다. 아래 예는 상위 자릿수를 먼저 가져온 것입니다. 컨트롤러 입력 회로의 응답이 느린 경우에는 EOM 신호의 ON 을 검출한 후 측정값 (BCD) 을 가져오기까지 대기 시간이 필요합니다. 또한, BCD_LOW 신호를 제어한 후 0.4 ms 이상의 대기 시간이 필요할 수 있습니다.



9.3 내부 회로 구성

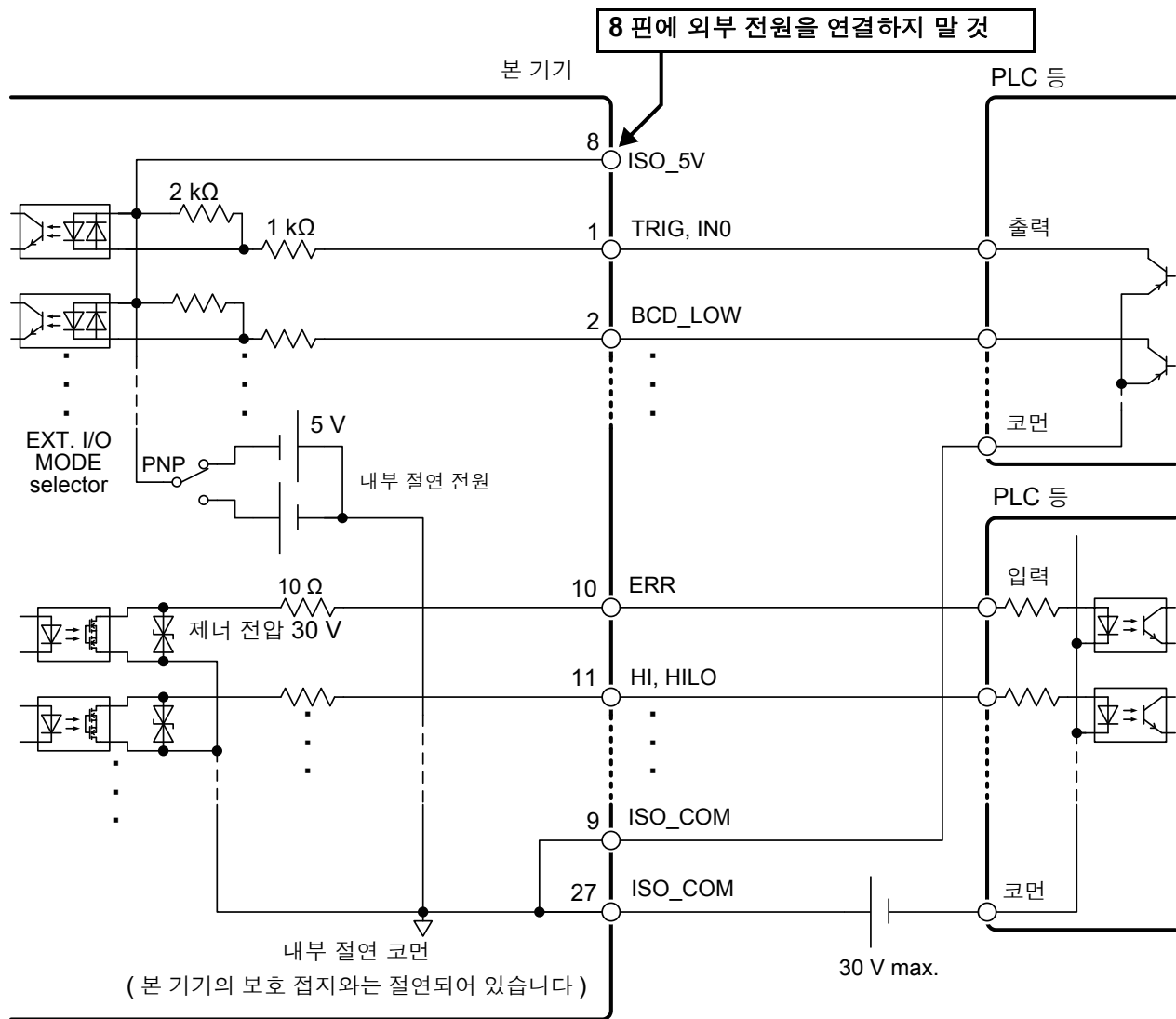
NPN 설정



중요

- 입력 신호와 출력 신호의 코먼단자는 모두 ISO_COM 을 사용해 주십시오 .
- 코먼배선에 대전류가 흐르는 경우에는 출력 신호의 코먼배선과 입력 신호의 코먼배선을 ISO_COM 단자 부근에서 분기해 주십시오 .

PNP 설정



중요

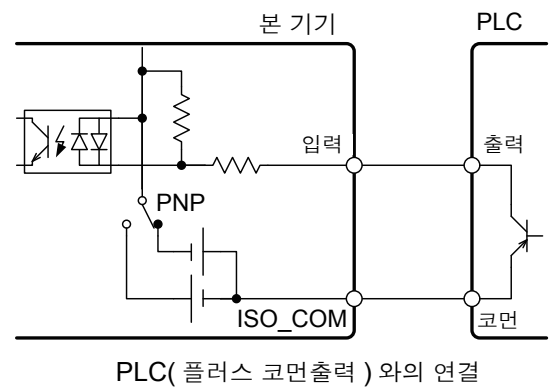
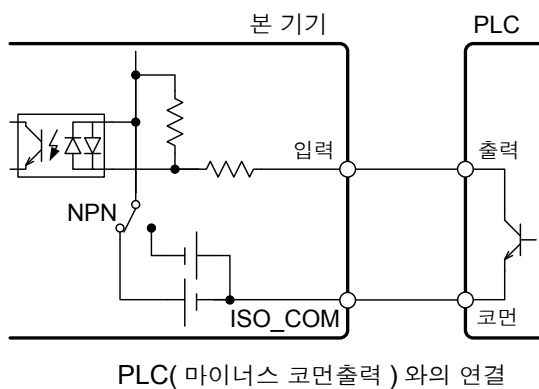
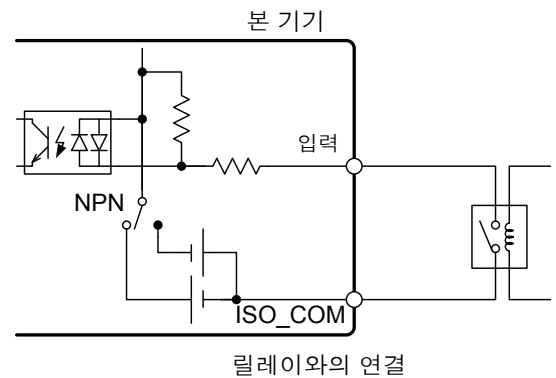
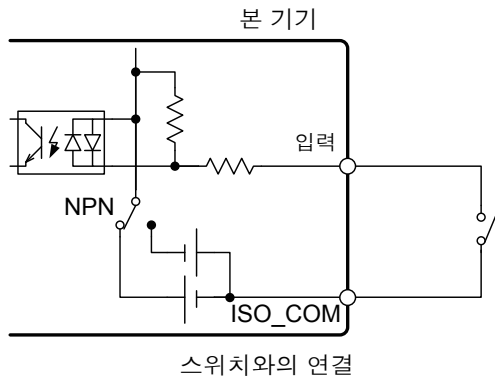
입력 신호와 출력 신호의 코먼단자는 모두 ISO_COM 을 사용해 주십시오 .

전기적 사양

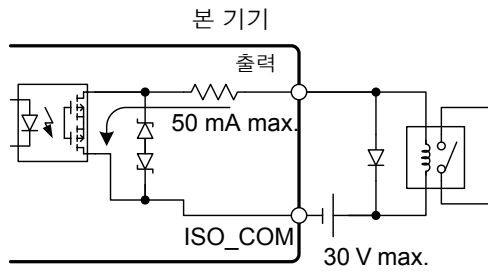
입력 신호	입력 형식	포토크플러 절연 무전압 접점 입력 (전류 싱크 / 소스 출력 대응)
	입력 ON	잔류전압 1 V 이하 (입력 ON 전류 4 mA (참고값))
	입력 OFF	OPEN (차단 전류 100 μ A 이하)
출력 신호	출력 형식	포토크플러 절연 오픈 드레인 출력 (무극성)
	최대부하전압	DC 30 V
	최대출력전류	50 mA / 채널
	잔류전압	1 V 이하 (부하 전류 50 mA) 0.5 V 이하 (부하 전류 10 mA)
내장절연전원	출력 전압	싱크 출력 대응 : 5.0 V \pm 10%, 소스 출력 대응 : -5.0 V \pm 10%
	최대출력전류	100 mA
	외부전원입력	없음
	절연	보호 접지 전위 및 측정 회로에서 플로팅
	절연 정격	대지간 전압 DC 50 V 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V 피크 이하

연결 예

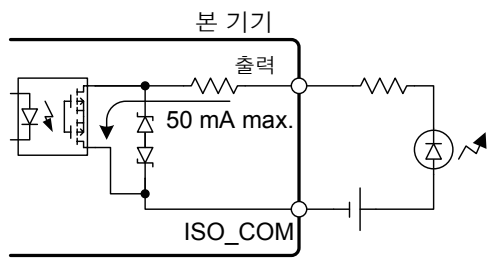
입력회로의 연결 예



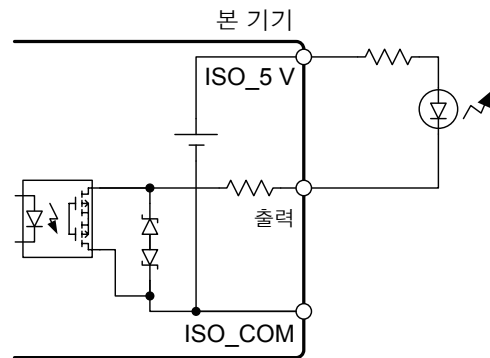
출력 회로의 연결 예



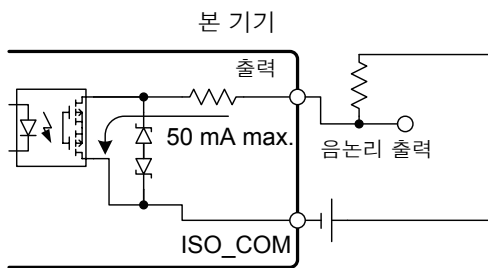
릴레이와의 연결



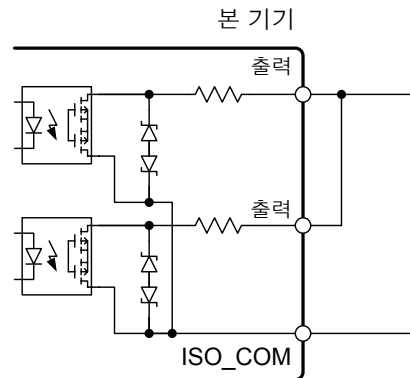
LED 와의 연결



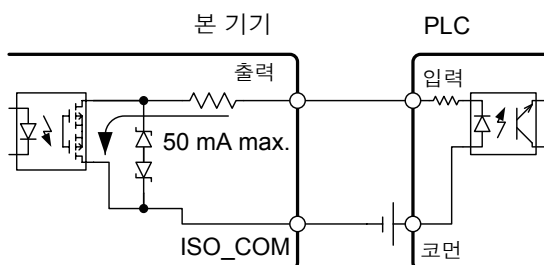
LED 와의 연결 (ISO_5 V 사용)



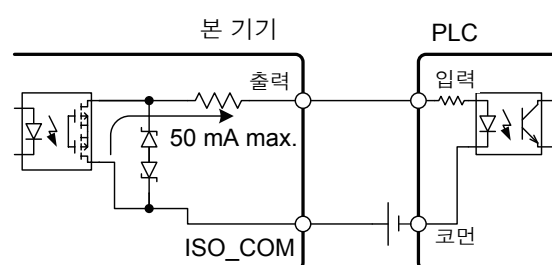
음논리 출력



와이어드 • OR



PLC(플러스 코먼출력) 와의 연결



PLC(마이너스 코먼출력) 와의 연결

9.4 외부 입출력에 관한 설정

외부 입출력은 다음과 같이 설정할 수 있습니다.

입력에 관한 설정

- 측정 시작 조건 설정하기 (트리거 소스) (p.229)
- TRIG 신호의 논리 설정하기 (p.231)
- TRIG/PRINT 신호의 채터링 제거하기 (필터 기능) (p.233)

출력에 관한 설정

- EOM 신호 설정하기 (p.235)
- 출력 모드 (판정 모드 / BCD 모드) 전환하기 (p.237)
- 오버 레인지 에러 출력 (p.238)

측정 시작 조건 설정하기 (트리거 소스)

측정을 시작하려면 다음 2 가지 방법이 있습니다.



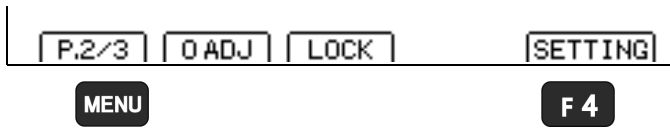
중요

- 내부 트리거로 설정된 경우 EXT. I/O로부터의 TRIG 신호 입력과 *TRG 커맨드는 무시됩니다(메모리 및 통계는 제외).
- 인덕터 등 응답에 시간이 걸리는 측정 대상을 측정하는 경우는 딜레이 시간을 조정해 주십시오. 처음에는 딜레이 시간을 길게 설정하고 측정값을 보면서 서서히 줄여 주십시오.

참조 : “4.11 측정 시작까지의 지연 시간 설정하기 (딜레이 기능)”(p.100)

트리거 소스 전환하기

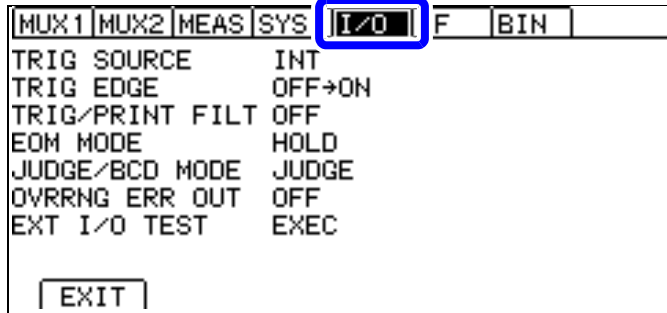
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F 4** 설정 화면 표시

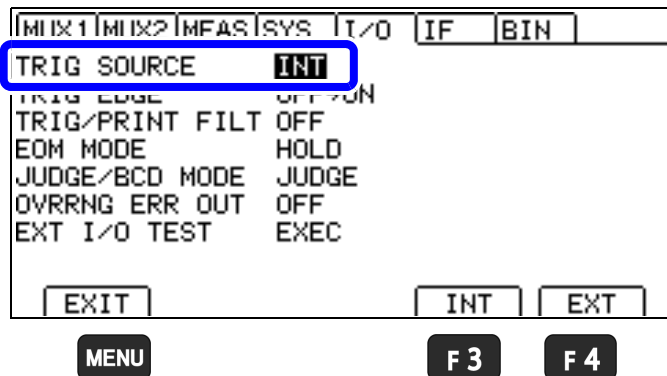
2 EXT. I/O 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[I/O] 탭으로 이동

3 트리거 소스를 선택합니다.



1  선택

2 **F 3** **[INT]** 내부 트리거
(초기 설정)

F 4 **[EXT]** 외부 트리거

MENU 측정 화면으로 돌아가기

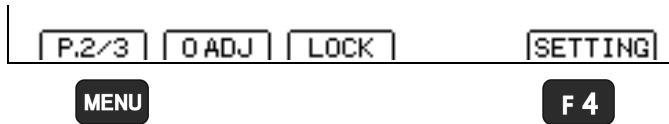
일반적으로 정면 패널에서 키 조작을 할 때는 “연속 측정” 상태 (**:INITIATE:CONTINUOUS ON**)로 되어 있습니다. 트리거 소스가 내부 트리거 **[INT]**로 설정된 경우는 연속해서 트리거가 걸리는 “프리런” 상태가 됩니다. 트리거 소스가 외부 트리거 **[EXT]**로 설정된 경우는 외부에서 트리거를 입력할 때마다 측정합니다. RS-232C 나 USB 를 매개한 설정에서는 연속 측정을 해제할 수 있습니다 (**:INITIATE:CONTINUOUS OFF**). 연속 측정을 해제하면 컨트롤러 (PC 나 PLC) 에서 지정된 타이밍에서만 트리거를 접수하게 됩니다. 트리거 커맨드에 대해서는 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오. 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

참조 : “다운로드 사이트 안내”(p.1)

TRIG 신호의 논리 설정하기

TRIG 신호의 유효가 되는 논리를 ON 에지 / OFF 에지에서 선택합니다.
OFF 에지에서 사용할 경우 측정 시간은 약 0.2 ms 길어집니다.

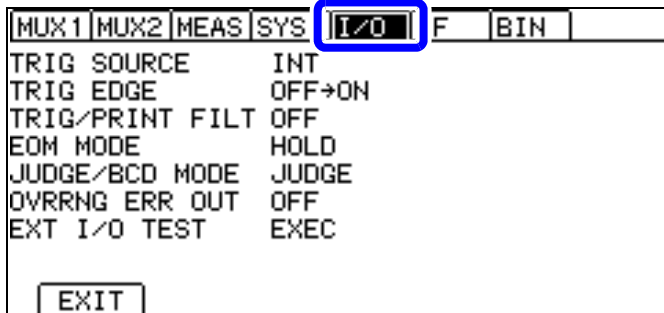
- 1** 설정 화면을 엽니다.



- 1** **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

- 2** **F4** 설정 화면 표시

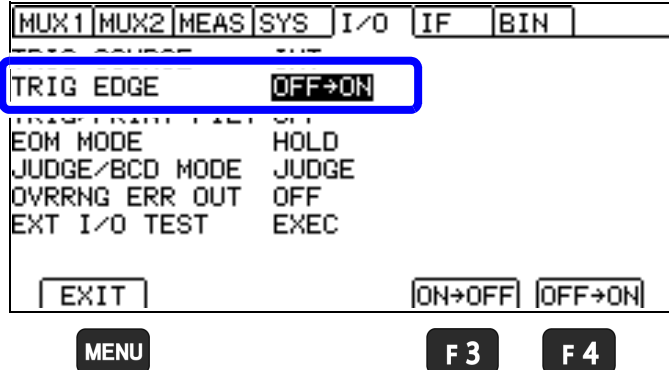
- 2** EXT. I/O 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[I/O] 탭으로 이동

- 3** 트리거 조건을 선택합니다.



- 1** 선택

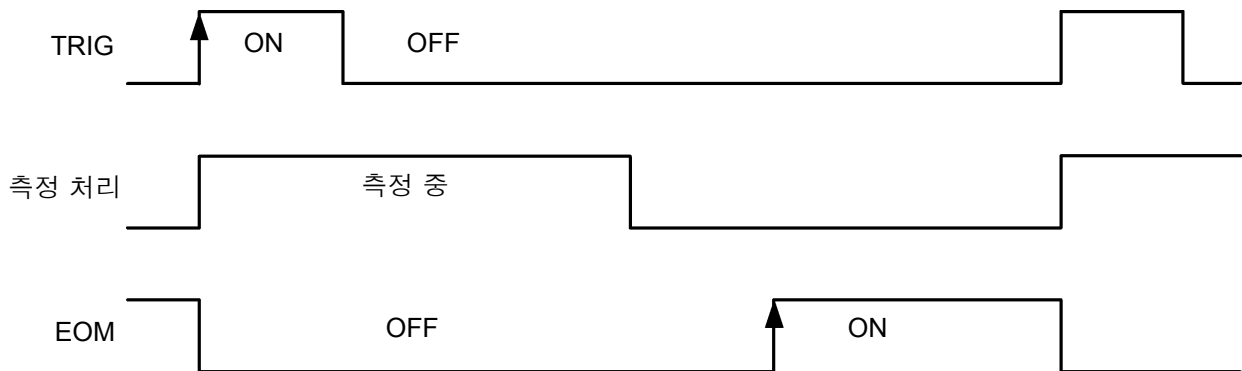
- 2**
F3 **[ON → OFF]**
OFF 에지에서 측정 시작

- F4** **[OFF → ON]**
ON 에지 (초기 설정)

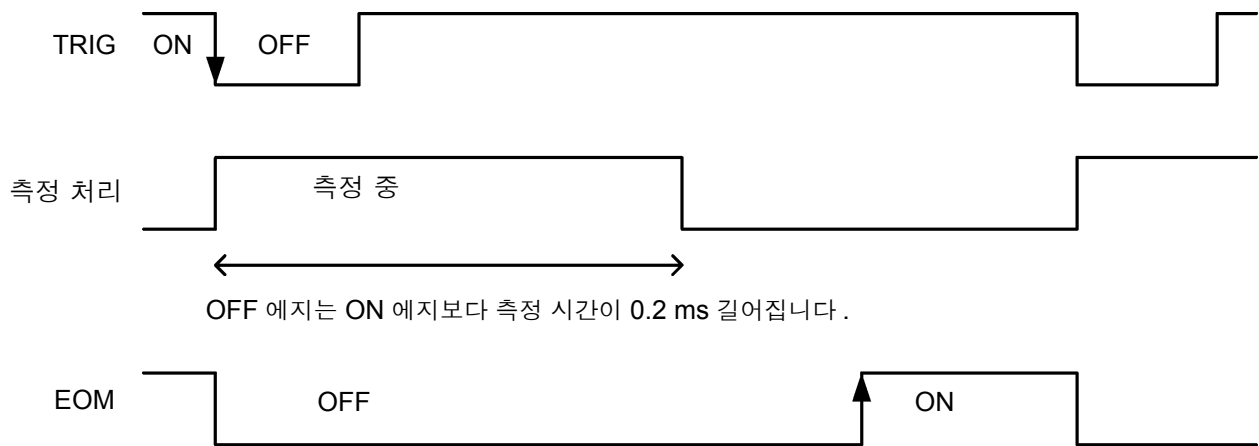
- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

ON 에지와 OFF 에지의 동작

- ON 에지



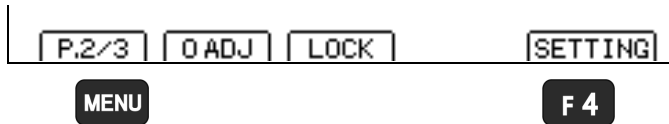
- OFF 에지



TRIG/PRINT 신호의 채터링 제거하기 (필터 기능)

TRIG/PRINT 신호에 풋스위치 등을 연결하는 경우에는 채터링을 제거하는 필터 기능이 유효합니다.

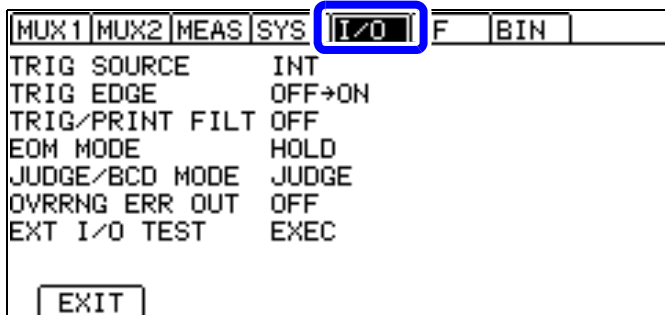
- 1** 설정 화면을 엽니다.



- 1** **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

- 2** **F4** 설정 화면 표시

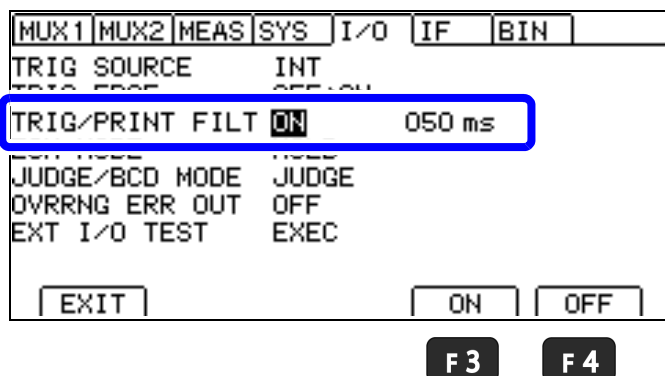
- 2** EXT. I/O 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[I/O] 탭으로 이동

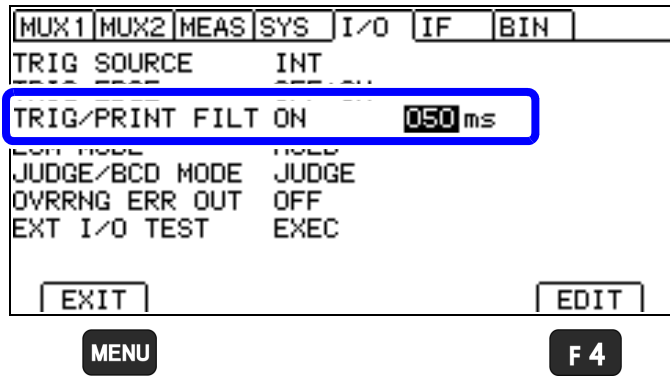
- 3** 필터 기능을 선택합니다.



- 1** 선택

- 2**
F3 ON
F4 OFF (초기 설정)

4 응답 시간을 설정합니다.



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

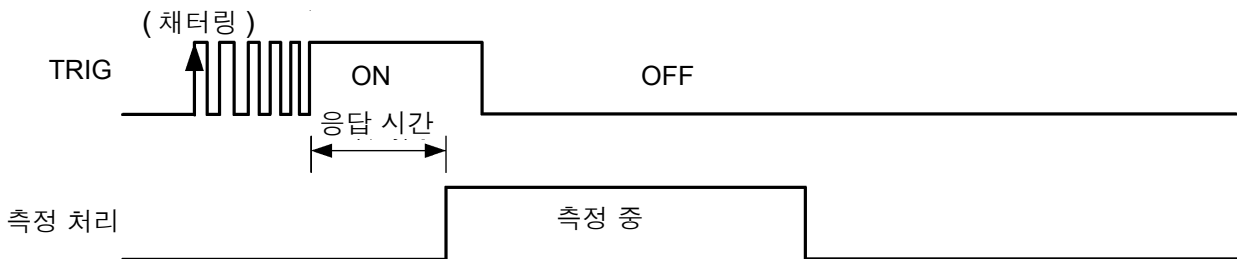
3 **ENTER** 확정
(**ESC**) 취소)

설정 범위 : 50 ms ~ 500 ms (초기 설정 50 ms)

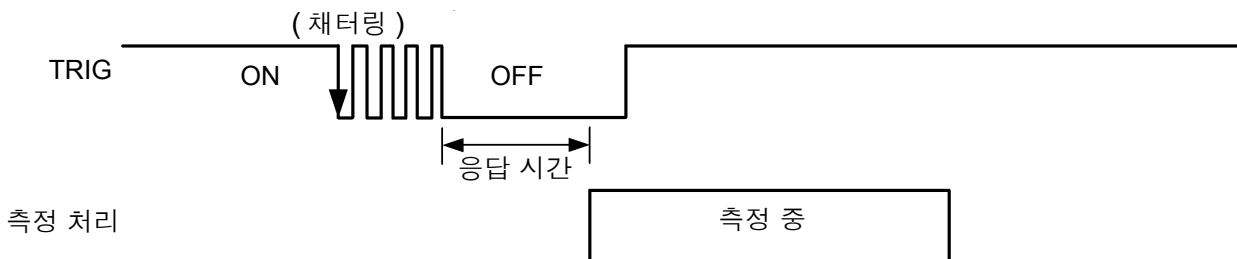
MENU 측정 화면으로 돌아가기

필터 기능 (TRIG 신호의 예)

• ON 에지일 때



• OFF 에지일 때



입력 신호는 응답 시간이 경과할 때까지 유지해 주십시오.

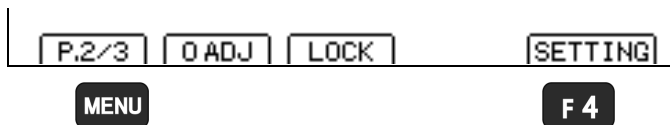
EOM 신호 설정하기

EOM 신호의 출력을 다음 트리거가 들어갈 때까지 유지할지, 펄스 폭으로 설정할지를 선택합니다.

중요

내부 트리거 [INT] 일 때 EOM 펄스 폭은 설정에 관계없이 5 ms 고정입니다.

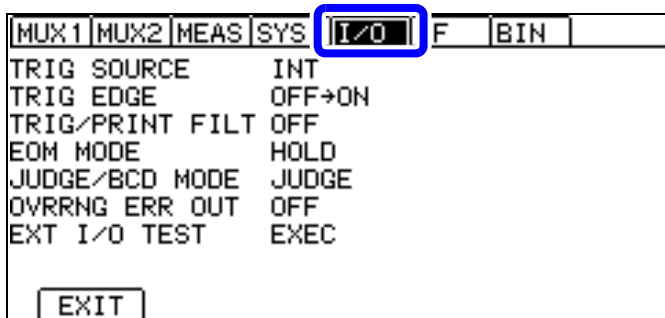
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

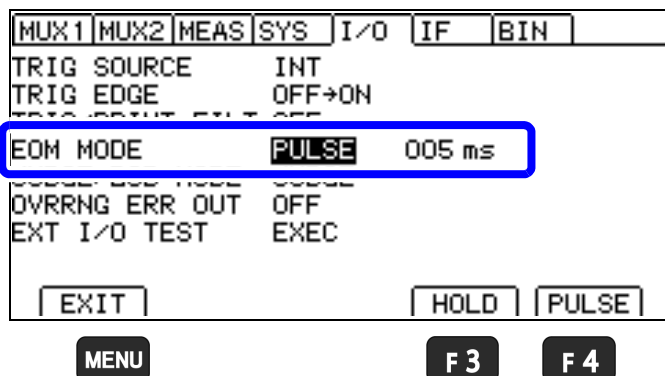
2 EXT. I/O 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[I/O] 탭으로 이동

3 EOM 신호의 출력 형식을 선택합니다.



1 선택

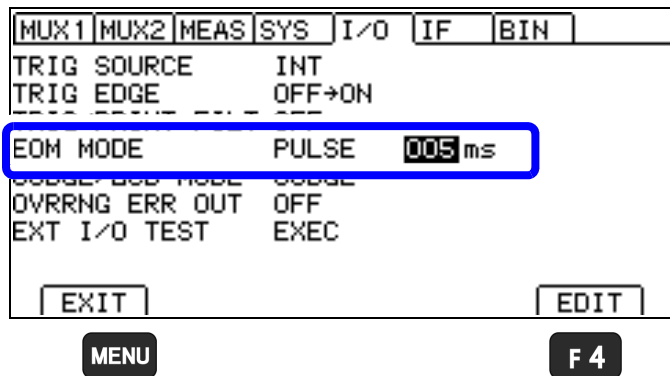
2 **F3** 측정 종료 후 EOM 신호를 유지합니다. (초기 설정)

F4 측정 종료 후 지정한 펄스를 출력합니다.

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4 (PULSE 를 선택한 경우)

펄스 폭을 설정합니다.



설정 범위 : 1 ms ~ 100 ms (초기 설정 5 ms)

1

설정할 항목으로 커서를 이동하여

F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2

자릿수 이동

좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동

상하 커서 키로 수치 변경

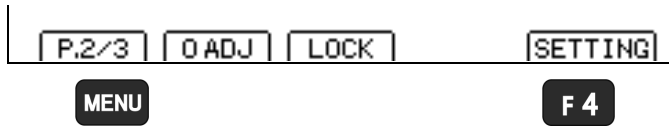
3 **ENTER** 확정

(**ESC** 취소)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

출력 모드 (판정 모드 / BCD 모드) 전환하기

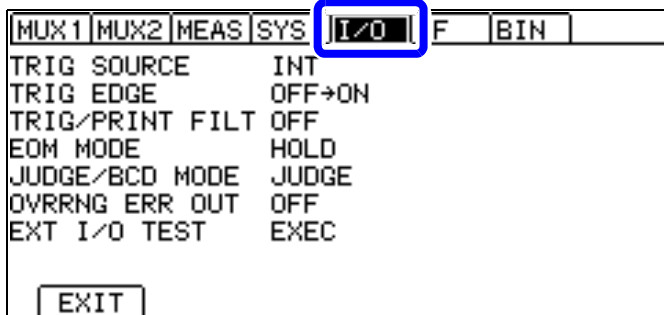
- 1 설정 화면을 엽니다 .



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

- 2 **F4** 설정 화면 표시

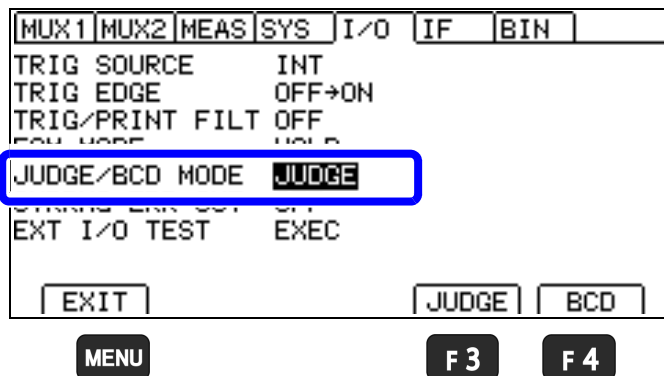
- 2 EXT. I/O 설정 화면을 엽니다 .



좌우 커서 키로

[I/O] 탭으로 이동

- 3 출력 모드를 선택합니다 .



- 1  선택

- 2 **F3** 판정 모드 (초기 설정)

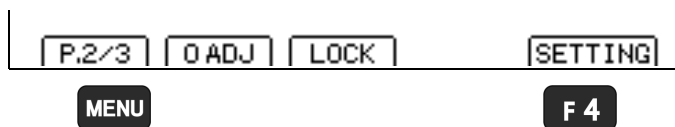
- F4** BCD 모드

- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

오버 레인지 에러 출력

측정값이 레인지 범위 외이거나 정전류 이상 (전류 이상 모드 : 오버 레인지) 일 때 EXT. I/O 출력의 ERR 신호를 출력합니다 .

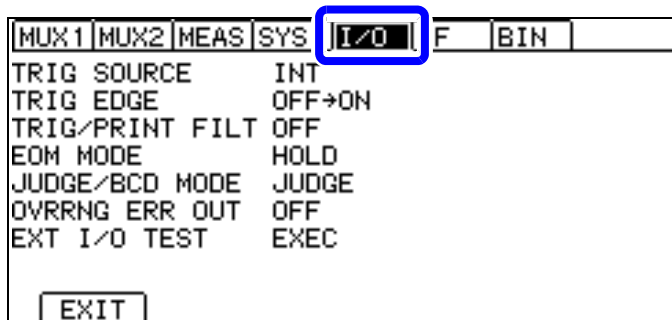
1 설정 화면을 엽니다 .



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

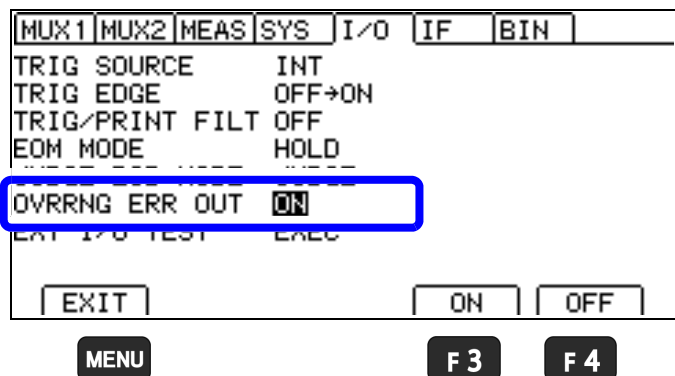
2 EXT. I/O 설정 화면을 엽니다 .



좌우 커서 키로

[I/O] 탭으로 이동

3 **[OVERRNG ERR OUT]** 을 ON 으로 합니다 .



1 선택

2 **F3** ON

F4 OFF(초기 설정)

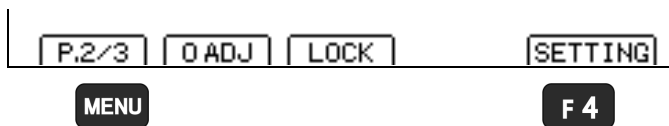
MENU 측정 화면으로 돌아가기

9.5 외부 제어 확인하기

입출력 테스트하기 (EXT. I/O 테스트 기능)

출력 신호의 ON, OFF 를 수동으로 바꿀 수 있을 뿐 아니라, 입력 신호의 상태를 화면에서 볼 수 있습니다.

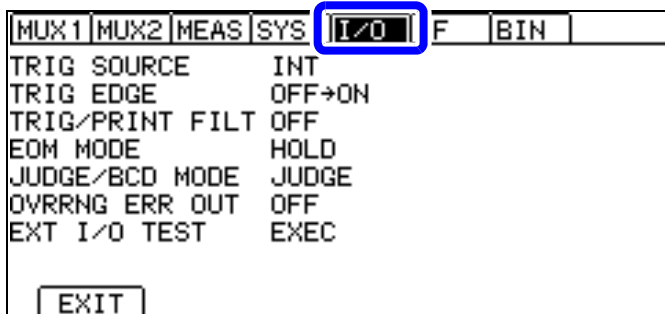
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F 4** 설정 화면 표시

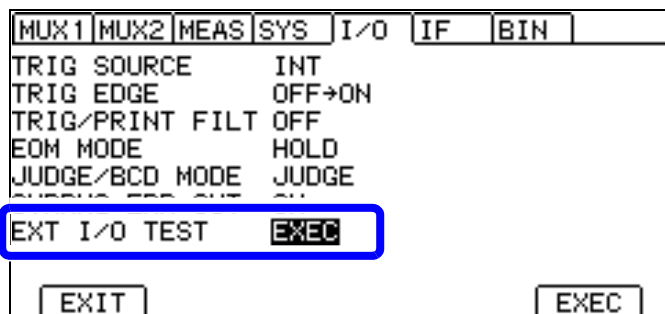
2 EXT. I/O 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[I/O] 탭으로 이동

3 EXT. I/O 테스트 화면을 엽니다.



1 선택

2 **F 4** 테스트 화면을 연다

F 4

4 EXT. I/O 를 테스트합니다.

EXT I/O TEST					I/O TYPE:NPN	
EOM	ERR	INDEX	HI	IN		
LO	OB	BINO	BIN1	BIN2		
BIN3	BIN4	BIN5	BIN6	BIN7		
BIN8	BIN9	OUT0	OUT1	OUT2		
IRIG	OADJ	BCDLO	CAL	KLOCK		
LOAD0	LOAD1	LOAD2	LOAD3	LOAD4		
LOAD5	MUX	CHRST	PRINT			
EXIT			ON	OFF		

MENU **F3** **F4**

출력 신호

신호를 조작할 수 있습니다
(ON: 반전 표시 OFF: 통상 표시)

  : 신호 선택

F3 : 신호를 ON **F4** : 신호를 OFF

입력 신호

신호의 상태가 표시됩니다
(ON: 반전 표시 OFF: 통상 표시)

MENU EXT. I/O 설정 화면으로 되돌아간다

9.6 부속 커넥터 조립 방법

본 기기에는 EXT. I/O 커넥터, 커버 등이 부속되어 있습니다. 아래 그림을 참고하여 조립해 주십시오.

중요

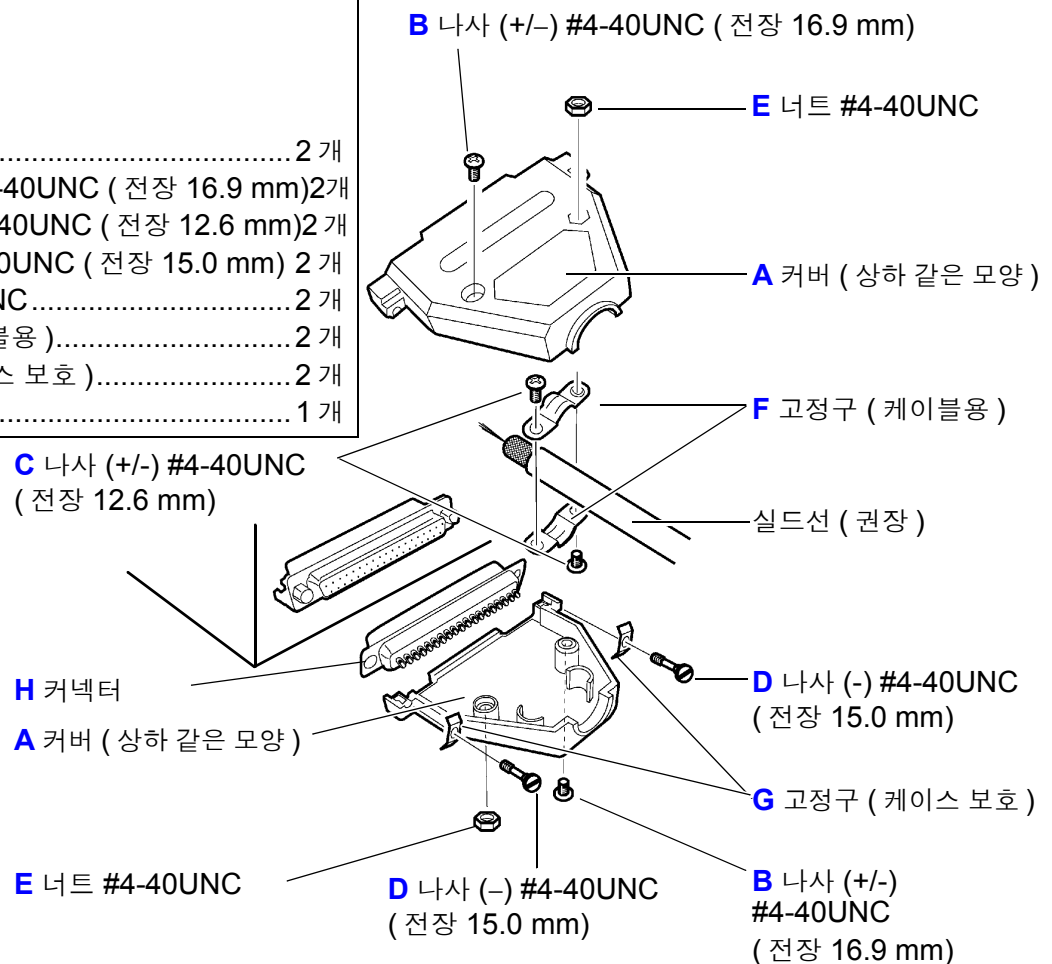
- EXT. I/O 커넥터와 PLC 등을 연결하는 케이블에는 실드선을 사용해 주십시오. 실드선을 사용하지 않는 경우 노이즈의 영향으로 시스템이 오동작할 우려가 있습니다.
- 실드부는 EXT. I/O의 ISO_COM 단자에 연결해 주십시오.

준비물 :

- 드라이버
- 실드선
- 납땜

부속품

- A 커버 2 개
- B 나사 (+/-) #4-40UNC (전장 16.9 mm) 2 개
- C 나사 (+/-) #4-40UNC (전장 12.6 mm) 2 개
- D 나사 (-) #4-40UNC (전장 15.0 mm) 2 개
- E 너트 #4-40UNC 2 개
- F 고정구 (케이블용) 2 개
- G 고정구 (케이스 보호) 2 개
- H 커넥터 1 개



조립 순서

1. 케이블 (실드선) 을 부속품인 EXT. I/O 커넥터 (H) 에 납땜합니다.
2. 고정구 (F) 를 나사 (C) 로 케이블에 장착합니다.
3. 고정구 (F) 를 커버 (A) 의 소정의 위치에 맞도록 조정합니다.
4. 고정구 (G) 에 나사 (D) 를 끼웁니다.
5. 커버 (A) 의 한쪽에 커넥터 (H), 고정구 (F), 고정구 (G), 나사 (D) 를 놓습니다.
6. 커버 (A) 의 다른 한쪽을 위에서 씹습니다.
7. 나사 (B) 와 너트 (E) 로 커버 (A) 를 고정합니다.
나사를 너무 강하게 조이면 커버가 파손되므로 주의하십시오.

10 통신

(USB / RS-232C / LAN 인터페이스)

⚠ 경고



- 인터페이스의 커넥터를 탈착하기 전에 각 기기의 전원을 끈다
사용자가 감전될 우려가 있습니다.

⚠ 주의



- 통신 중에는 통신 케이블을 빼지 않는다
본 기기 또는 PC가 파손될 수 있습니다.
- 커넥터는 확실하게 연결한다
본 기기가 파손되거나 사양을 만족하지 못할 우려가 있습니다.
- 본 기기와 컨트롤러는 공통의 접지 (어스)에 연결한다
본 기기의 GND와 컨트롤러의 GND 사이에 전위차가 있는 상태에서 통신 케이블을 연결하면 본 기기와 PC가 파손되거나 오동작을 일으킬 수 있습니다.
- 통신 케이블을 연결하면 커넥터에 달려 있는 나사를 조인다
정상적으로 데이터가 전송되지 않을 수 있습니다.

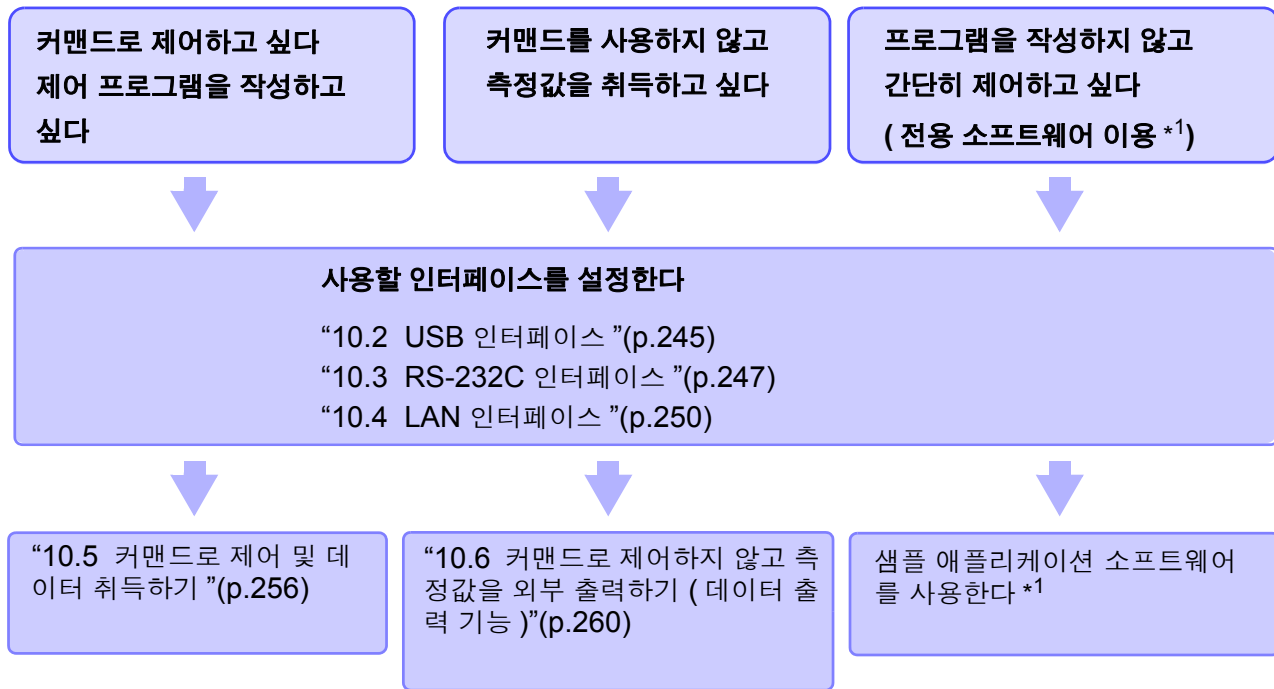
10.1 인터페이스의 개요와 특징점

RS-232C 인터페이스 , LAN 인터페이스 , 또는 USB 인터페이스를 사용하여 본 기기의 제어와 데이터 취득을 할 수 있습니다 .

각 통신 인터페이스는 어느 하나를 선택하여 사용합니다 . 동시에 통신 제어를 할 수는 없습니다 .

사양은 “ 통신 인터페이스 사양 ”(p.300) 을 참조하십시오 .

사용 목적에 따른 항목을 참조해 주십시오 .



통신 시간에 대해서

- 통신 처리의 빈도 , 처리 내용에 따라 표시 처리가 지연될 수 있습니다 .
- 컨트롤러와의 통신에서는 데이터 전송 시간을 추가해야 합니다 .

LAN, USB 의 전송 시간은 컨트롤러에 따라 다릅니다 .

RS-232C 의 전송 시간은 시작 비트 1, 데이터 길이 8, 패리티 없음 , 정지 비트 1 의 총 10bit, 전송 속도 (보율) 설정을 N bps 로 한 경우 대략 다음과 같아집니다 .

$$\text{전송 시간 } T [1 \text{ 문자} / \text{초}] = \text{보율 } N [\text{bps}] / 10 [\text{bit}]$$

측정값은 11 문자이기 때문에 1 데이터의 전송시간은 11/T 입니다 .

(예) 9600 bps 의 경우 : $11 / (9600 / 10) = \text{약 } 11 \text{ ms}$

- 커맨드 실행 시간에 대해서는 통신 커맨드 사용설명서 *1 를 참조해 주십시오 .

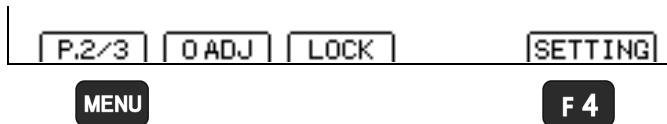
*1. 샘플 애플리케이션 소프트웨어와 통신 커맨드 사용설명서는 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다 .

참조 : “ 다운로드 사이트 안내 ”(p.1)

10.2 USB 인터페이스

통신 조건 설정하기

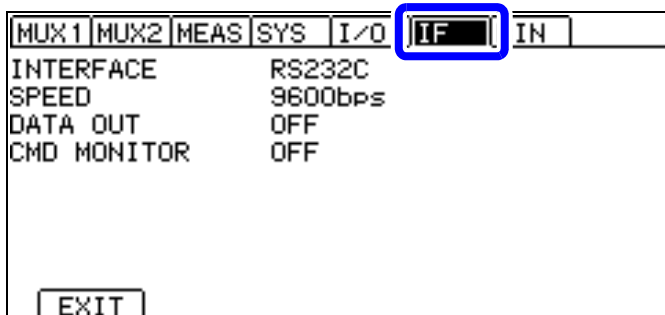
- 1 설정 화면을 엽니다.



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

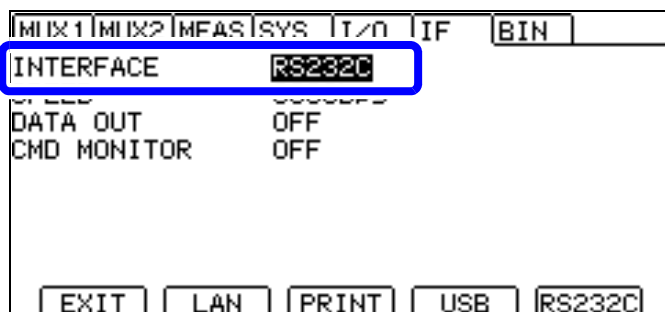
- 2 **F4** 설정 화면 표시

- 2 통신 인터페이스 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF] 탭으로 이동

- 3 인터페이스 종류를 선택합니다.




- 1  선택

- 2 **F3** USB 인터페이스

- 4 USB 연결 모드를 선택합니다.



- 1  설정할 항목으로
커서를 이동

- 2 **F3** USB 키보드 모드 (p.260)
F4 COM 모드 (초기 설정)

F3

F4

- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

중요

- USB 키보드 모드는 데이터 출력 전용입니다. 커맨드를 사용하는 경우는 COM 모드로 해 주십시오.
- USB 키보드 모드에서는 USB 드라이버를 설치할 필요가 없습니다.

USB 드라이버 설치하기

본 기기를 PC에 연결하면 USB 드라이버가 자동으로 설치됩니다. 드라이버는 OS 표준을 사용하므로 별도로 설치할 필요는 없습니다.

USB 키보드 클래스를 사용하는 경우 드라이버를 설치할 필요가 없습니다.

설치 순서

1 “administrator” 등의 관리자 권한으로 PC에 로그인합니다.

2 USB 케이블로 본 기기와 PC를 연결합니다.

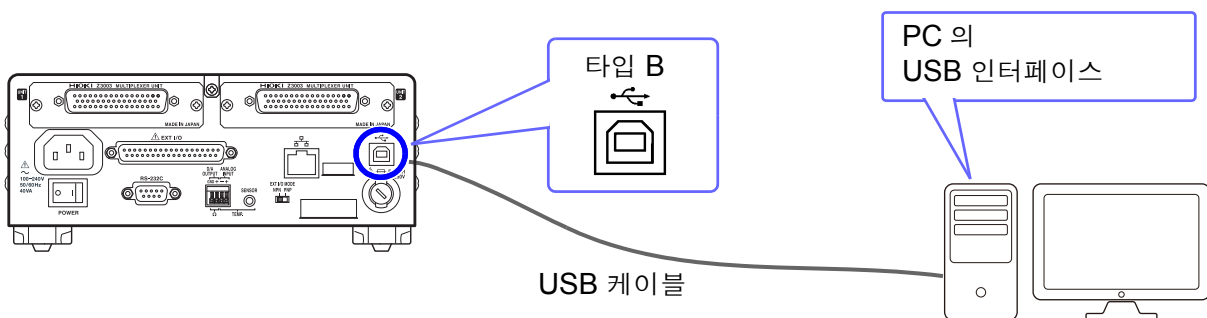
USB 드라이버가 자동으로 설치됩니다.

설치 종료 후 본 기기가 인식됩니다.

- Windows 10 또는 Windows 11인 경우 USB가 정상적으로 인식되면 장치 관리자의 포트 (COM과 LPT)에 [USB Serial Port (COMx)]가 표시됩니다. COM 번호는 환경에 따라 다릅니다.
- 제조번호가 다른 기기를 연결한 경우에도 새로운 디바이스를 검출했다는 사실이 통지되는 경우가 있습니다.

USB 케이블 연결하기

본 기기의 USB 단자에 USB 케이블을 연결합니다.

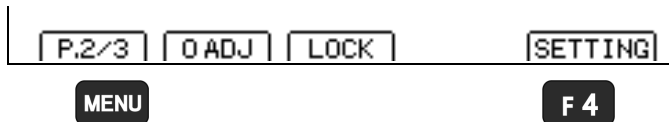


10.3 RS-232C 인터페이스

RS-232C 인터페이스를 사용하여 본 기기를 제어할 수 있습니다. 컨트롤러와 본 기기의 통신 속도가 같아지도록 설정해 주십시오.

통신 조건 설정하기

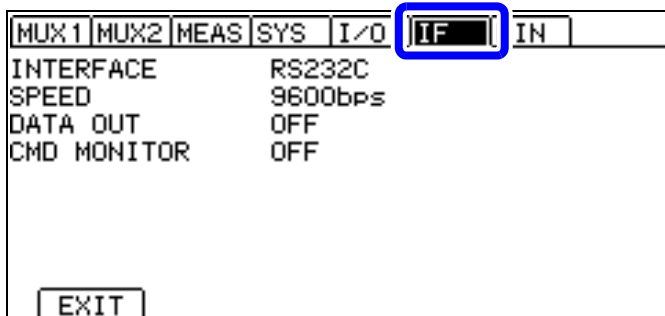
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

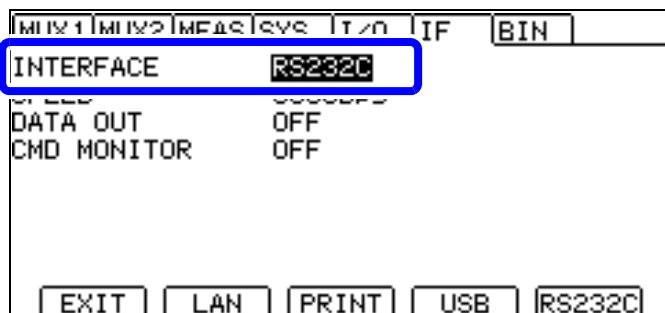
2 **F 4** 설정 화면 표시

2 통신 인터페이스 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF] 탭으로 이동

3 인터페이스 종류를 선택합니다.



1 선택

2 **F 4** RS-232C 인터페이스

F 4

4 인터페이스 전송 속도 (보율) 를 설정합니다 .

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
INTERFACE						
SPEED		9600bps				
CMD MONITOR		OFF				
<div>EXIT</div> <div>9600</div> <div>19200</div> <div>38400</div> <div>115200</div>						

F1

F2

F3

F4

1   선택

2

- F1** 9600 (bps)(초기 설정)
- F2** 19200 (bps)
- F3** 38400 (bps)
- F4** 115200 (bps)

5 자동 송신 기능 (DATA OUT)(p.260) 의 ON/OFF 를 선택합니다 .

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
INTERFACE RS232C						
DATA OUT		ON				
CMD MONITOR						
<div>EXIT</div> <div>ON</div> <div>OFF</div>						

MENU

F3

F4

1   선택

2

- F3** 자동 송신함
- F4** 자동 송신 안 함 (초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

중요

- 전송 속도(보율)는 PC에 따라 오차가 커서 사용할 수 없는 경우가 있습니다. 그 경우는 더 느린 설정으로 변경해 주십시오 .
- 본 기기를 커맨드로 제어하는 경우 자동 전송 기능 (DATA OUT) 을 **[OFF]** 로 설정해 주십시오 . **[ON]** 으로 설정하면 측정값의 응답이 이중으로 중복되거나 , 커맨드를 받지 않을 수 있습니다 .

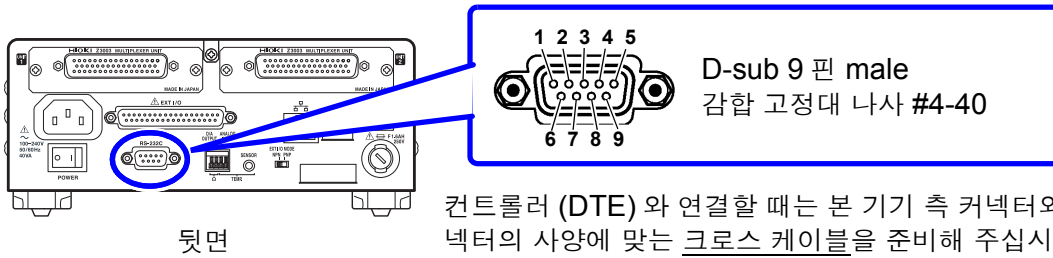
컨트롤러 (PC, PLC 등) 의 설정

컨트롤러는 반드시 다음과 같이 설정해 주십시오 .

- 조보동기 방식
- 전송 속도 : 9600 bps / 19200 bps / 38400 bps / 115200 bps (본 기기의 설정에 맞춰 주십시오)
- 정지 비트 : 1
- 데이터 길이 : 8
- 패리티 체크 : 없음
- 흐름 제어 : 없음

RS-232C 케이블 연결하기

RS-232C 케이블을 RS-232C 커넥터에 연결합니다. 케이블을 연결할 때는 반드시 나사를 고정해 주십시오.



뒷면

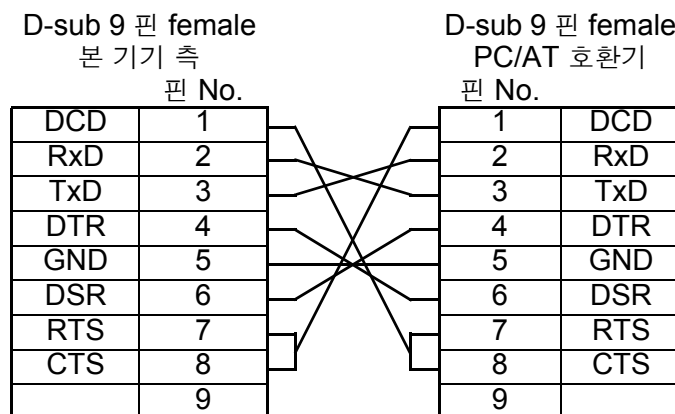
컨트롤러 (DTE) 와 연결할 때는 본 기기 측 커넥터와 컨트롤러 측 커넥터의 사양에 맞는 크로스 케이블을 준비해 주십시오.
입출력 커넥터는 터미널 (DTE) 사양입니다.
본 기기에서는 핀 번호 2, 3, 5 를 사용하고 있습니다. 그 밖의 핀은 사용되지 않습니다.

핀 번호	신호명			신호	비고
	관용	EIA	JIS		
1	DCD	CF	CD	캐리어 검출	미연결
2	RxD	BB	RD	수신 데이터	
3	TxD	BA	SD	송신 데이터	
4	DTR	CD	ER	데이터 단말 레디	ON 레벨 (+5 V ~ +9 V) 고정
5	GND	AB	SG	신호용 접지	
6	DSR	CC	DR	데이터 세트 레디	미연결
7	RTS	CA	RS	송신 요구	ON 레벨 (+5 V ~ +9 V) 고정
8	CTS	CB	CS	송신 가능	미연결
9	RI	CE	CI	피호 표시	미연결

본 기기와 PC 를 연결하는 경우

D-sub 9 핀 female – D-sub 9 핀 female 의 크로스 케이블을 사용합니다.

크로스 결선

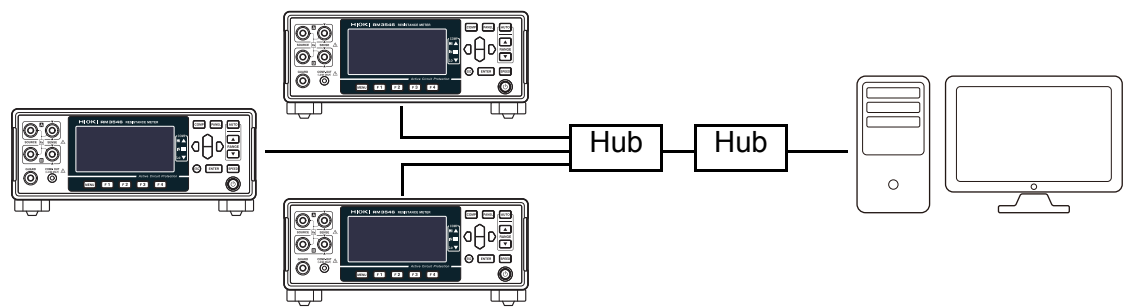


권장 케이블 : HIOKI 제 L9637 RS-232C 케이블 (3.0 m)

10.4 LAN 인터페이스

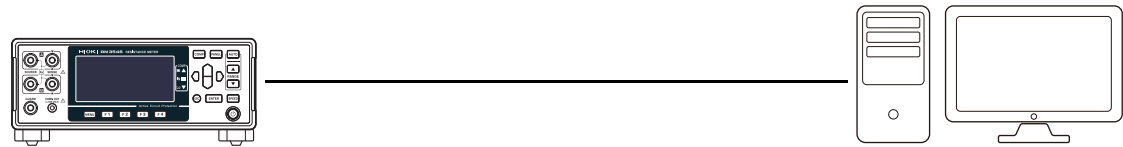
본 기기는 인터페이스로 Ethernet 100BASE-TX 를 장착하고 있습니다 . 10BASE-T 또는 100BASE-TX 대응의 LAN 케이블을 사용해 네트워크에 연결하여 본 기기를 PC 등으로 제어할 수 있습니다 .

본 기기와 PC 를 네트워크로 연결



IP 주소는 각각 다른 주소를 설정해 주십시오 .

본 기기와 PC 를 1 대 1 로 연결



프로그램을 작성하여 통신 커맨드용 포트에 TCP 로 연결하면 통신 커맨드로 본 기기를 제어할 수 있습니다 .

통신 조건의 설정

설정 전에 확인해 둘 사항

기존 네트워크에 연결하는 경우와 본 기기와 1 대의 PC 로 신규 네트워크를 구성하는 경우는 본 기기 및 외부 기기의 설정 내용이 다릅니다.

본 기기를 기존 네트워크에 연결하는 경우

다음의 항목에 대해 사전에 네트워크 시스템 관리자 (부서) 로부터 할당받을 필요가 있습니다 . 다른 기기와 겹치지 않도록 해주십시오 .

- 본 기기의 주소 설정
 IP 주소 :
 서브넷 마스크 :
- 게이트웨이
 게이트웨이 사용 여부 : 사용함 / 사용하지 않음
 IP 주소 (사용하는 경우) :
 (사용하지 않는 경우는 0.0.0.0 으로 설정)
- 통신 커맨드에서 사용할 통신 커맨드 포트 번호 : (초기 설정 : 23)

본 기기와 1 대의 PC 로 신규 네트워크를 구성하는 경우

(외부에 연결하지 않는 로컬 네트워크에서 사용한다)

관리자가 없거나 , 설정을 일임받은 경우 등은 다음의 설정을 권장합니다 .

설정 예

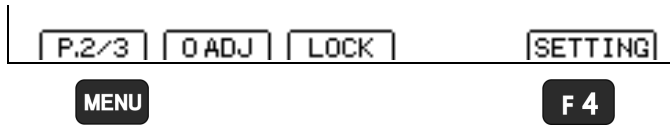
IP 주소	다음과 같이 연번으로 설정합니다 .
PC:	192.168.0.1
본 기기 1 대째 :	192.168.0.2
본 기기 2 대째 :	192.168.0.3
본 기기 3 대째 :	192.168.0.4
	↓
서브넷 마스크 :	255.255.255.0
게이트웨이 :	OFF
통신 커맨드 포트 번호 :	23

설정 항목에 대해서

IP 주소	네트워크상에서 연결되는 개별 기기를 식별하기 위한 주소입니다. 다른 기기와 겹치지 않도록 설정해 주십시오.
서브넷 마스크	IP 주소를 네트워크를 나타내는 주소 부분과 기기를 나타내는 주소 부분으로 나누기 위한 설정입니다. 같은 네트워크 내 기기의 서브넷 마스크와 동일하게 설정해 주십시오.
디폴트 게이트웨이 IP 주소	<p>네트워크 연결 시 사용할 PC(통신할 기기)가 본 기기를 연결할 네트워크와 다른 네트워크에 있는 경우는 디폴트 게이트웨이의 IP 주소를 설정합니다.</p> <p>같은 네트워크상에 PC가 있는 경우는 일반적으로 PC 설정에 있는 디폴트 게이트웨이의 IP 주소와 같은 설정을 합니다.</p> <p>본 기기와 PC를 1대 1로 연결할 경우, 게이트웨이를 사용하지 않을 경우 디폴트 게이트웨이의 IP 주소를 0.0.0.0으로 설정합니다.</p>
통신 커맨드 포트 번호	연결에 사용하는 TCP/IP의 포트 번호를 설정합니다.

통신 조건 설정하기

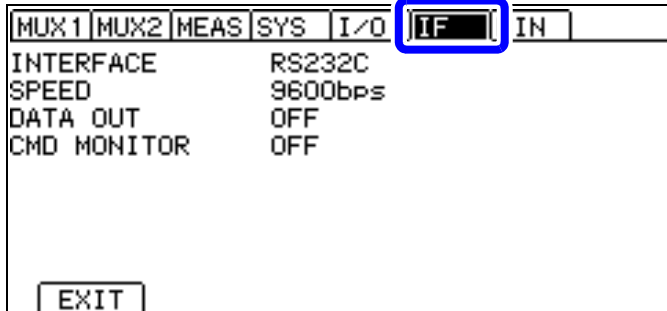
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

2 **F4** 설정 화면 표시

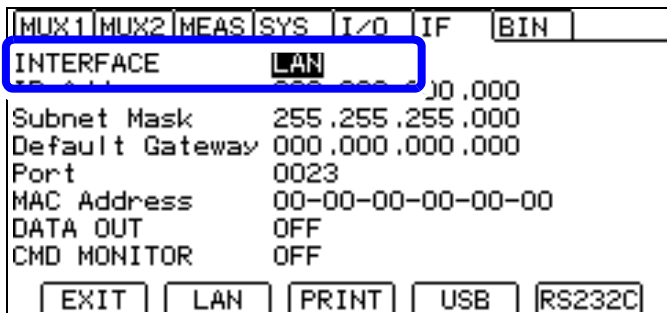
2 통신 인터페이스 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로

[IF] 탭으로 이동

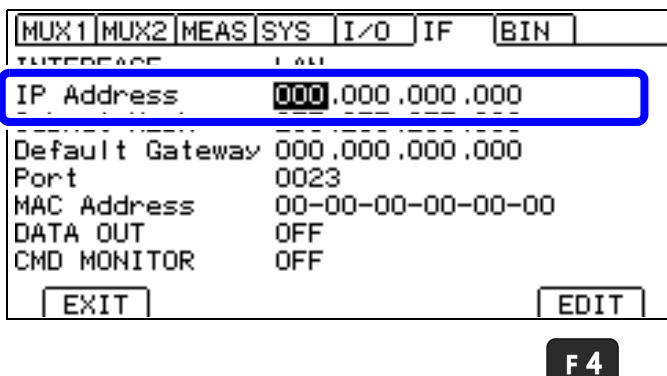
3 인터페이스 종류를 선택합니다.



1 선택

2 **F1** LAN 인터페이스

4 IP 주소를 설정합니다.



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여

F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2 자릿수 이동 수치 변경

좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동

상하 커서 키로 수치 변경

3 **ENTER** 확정

(**ESC**) 취소)

설정 범위 : 000,000,000,000~255,255,255,255
(초기 설정 : 000.000.000.000)

5 서버넷 마스크를 설정합니다.

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
INTERFACE		LAN				
Subnet Mask		255.255.255.000				
Port		0023				
MAC Address		00-00-00-00-00-00				
DATA OUT		OFF				
CMD MONITOR		OFF				
EXIT		EDIT				

F 4

설정 범위 : 000,000,000,000~255,255,255,255
(초기 설정 : 255.255.255.000)

6 디폴트 게이트웨이를 설정합니다.

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
INTERFACE		LAN				
IP Address		000.000.000.000				
Default Gateway		000.000.000.000				
MAC Address		00-00-00-00-00-00				
DATA OUT		OFF				
CMD MONITOR		OFF				
EXIT		EDIT				

F 4

설정 범위 : 000,000,000,000~255,255,255,255
(초기 설정 : 000.000.000.000 (OFF))

7 통신 커맨드 포트를 설정합니다.

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
INTERFACE		LAN				
IP Address		000.000.000.000				
Subnet Mask		255.255.255.000				
Port		0023				
DATA OUT		OFF				
CMD MONITOR		OFF				
EXIT		EDIT				

MENU

F 4

설정 범위 : 11 ~ 65535 (80 은 제외)
(초기 설정 : 23)



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F 4 수치 편집이 가능하도록 한다



2 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경



3 ENTER 확정
(ESC 취소)



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F 4 수치 편집이 가능하도록 한다



2 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경



3 ENTER 확정
(ESC 취소)



1 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F 4 수치 편집이 가능하도록 한다

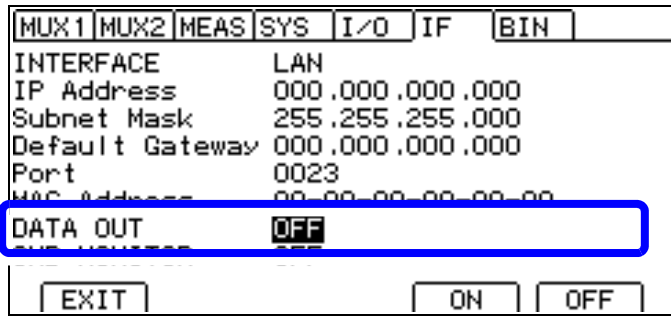


2 자릿수 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경



3 ENTER 확정
(ESC 취소)

8 자동 송신 기능 (DATA OUT)(p.260)의 ON/OFF를 선택합니다.



1 선택

2 **F3** ON

F4 OFF(초기 설정)

MENU

F3

F4

MENU

측정 화면으로 돌아가기

중요

본 기기를 커맨드로 제어하는 경우 데이터 출력 기능(DATA OUT)을 **[OFF]**로 설정해 주십시오(p.248). **[ON]**으로 설정하면 측정값의 응답이 이중으로 중복되거나, 커맨드를 받지 않을 수 있습니다.

LAN 케이블 연결하기

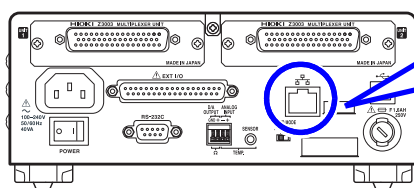
본 기기의 LAN 커넥터에 LAN 케이블을 연결합니다.

주의



- LAN 케이블을 실외에 배치하거나 30 m를 초과하는 LAN 케이블을 사용하여 배선하는 경우는 LAN용 서지 프로텍터를 장착하는 등의 대책을 마련한다
- 유도뢰의 영향을 받기 쉬워져 본 기기가 파손될 수 있습니다.

권장 케이블 : 100BASE-TX 대응 또는 10BASE-T 대응의 LAN 케이블
(스트레이트 케이블 , 크로스 케이블 모두 사용할 수 있습니다)



뒷면

녹색 LED

점등 : 링크 중
점멸 : 통신 중



오렌지색 LED

소등 : 10BASE-T
점등 : 100BASE-TX

LAN에 연결해도 녹색 LED가 켜지지 않는 경우는 본 기기 또는 연결 기기의 고장, LAN 케이블의 단선 등을 생각할 수 있습니다.

10.5 커맨드로 제어 및 데이터 취득하기

통신 커맨드 및 쿼리의 표기 (통신 메시지 레퍼런스)에 관해서는 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오.
당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

참조 : “다운로드 사이트 안내”(p.1)

프로그램 작성 시에는 커맨드 모니터 기능 (p.257)을 사용하면 측정 화면에 커맨드와 응답이 표시되어 편리합니다.

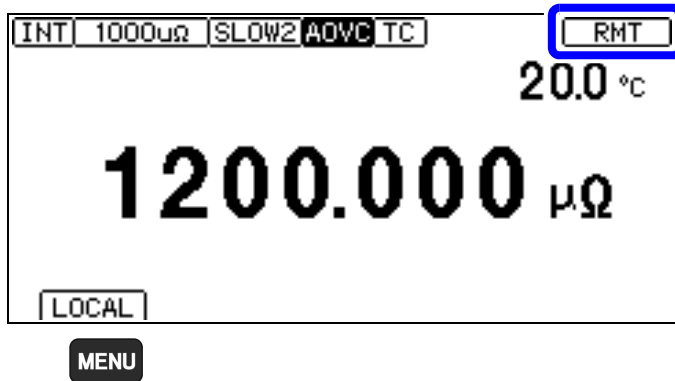
중요

- 인터페이스 설정을 프린터로 한 경우 커맨드 동작은 보증하지 않습니다. 커맨드를 송신하지 마십시오.
- 본 기기를 커맨드로 제어하는 경우 데이터 출력 기능 (DATA OUT)을 **[OFF]**로 설정해 주십시오 (p.248). **[ON]**으로 설정하면 측정값의 응답이 이중으로 중복되거나, 커맨드를 받지 않을 수 있습니다.

리모트 상태 · 로컬 상태

통신 중에는 리모트 상태가 되고 측정 화면에 **[RMT]**가 표시되며, **MENU** 키를 제외한 조작 키는 무효가 됩니다.

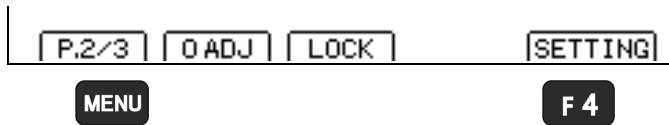
MENU **[LOCAL]**을 누르면 리모트 상태는 해제되고 키 조작이 가능해집니다.



통신 커맨드 표시하기 (커맨드 모니터 기능)

커맨드 모니터 기능을 사용하면 통신 커맨드 및 쿼리의 응답을 화면에 표시할 수 있습니다.

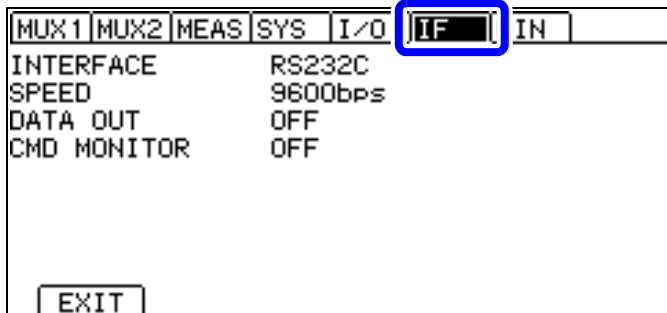
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

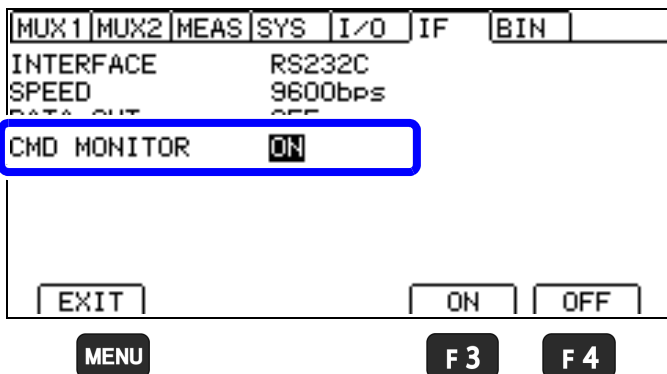
2 **F4** 설정 화면 표시

2 통신 인터페이스 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF] 탭으로 이동

3 커맨드 모니터 기능의 ON/OFF 를 선택합니다.

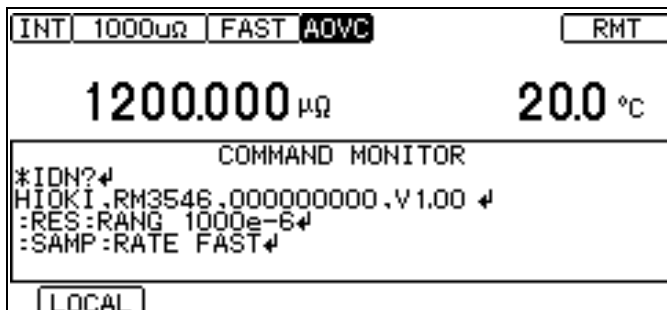


1 선택

2 **F3** ON
F4 OFF(초기 설정)

MENU 측정 화면으로 돌아가기

4 측정 화면 아래에 커맨드나 쿼리 응답이 표시됩니다.



커맨드 모니터에 표시되는 메시지와 의미

커맨드 실행으로 에러가 발생한 경우 다음과 같이 표시됩니다.

- 커맨드 에러인 경우 (커맨드가 바르지 않음 , 인수 형식이 바르지 않음 등)

> #CMD ERROR

- 인수 범위가 바르지 않은 경우

> #PARAM ERROR

- 실행 에러인 경우

> #EXE ERROR

또한 , 에러가 발생한 대강의 위치도 표시됩니다 .

- 인수를 틀린 경우 (-1 이 범위 외)

> :RES:RANG -1

> # ^ PARAM ERROR

- 철자를 틀린 경우 (RANGE 와 RENGGE 를 틀림)

> :RES:RENGE 100

> # ^ CMD ERROR

중요

- 바르지 않은 문자 코드를 수신한 경우는 문자 코드를 “<>” 로 묶어 16 진으로 표시합니다 .

예를 들어 0xFF 문자의 경우는 <FF>, 0x00 의 경우는 <00> 으로 표시합니다 .

RS-232C 인터페이스의 경우 16 진 문자만 표시될 때는 통신 조건을 다시 한 번 확인하거나 통신 속도를 줄여서 시도해 주십시오 .

- RS-232C 인터페이스의 경우

RS-232C 에러가 발생하면 다음과 같이 표시됩니다 .

오버런 에러 (수신 누락 발생) #Overrun Error

브레이크 신호를 수신한 경우 #Break Error

패리티 에러가 발생한 경우 #Parity Error

프레이밍 에러가 발생한 경우 #Framing Error

이러한 문자가 표시된 경우는 통신 조건을 다시 한 번 확인하거나 통신 속도를 줄여서 시도해 주십시오 .

- 커맨드를 연속으로 송신한 때 등은 에러 위치가 어긋날 수 있습니다 .

측정값을 한꺼번에 취득하기 (데이터 메모리 기능)

측정할 때마다 측정값을 취득하면 동작이 느려집니다. 이를 방지하기 위해 최대 50 회 분량의 측정값을 기억해 두었다가 나중에 한꺼번에 취득할 수 있습니다.

측정값 기억하기는 다음과 같은 타이밍에 이루어집니다.

- 외부 트리거 (EXT) 에서의 트리거 측정값 모두
- 내부 트리거 (INT) 측정 중 트리거를 입력했을 때

트리거 입력 방법으로는 다음 세 가지가 있습니다.

- EXT. I/O 의 TRIG 신호로 저장한다 (p.197)
- ★ **TRG** 커맨드로 저장한다
- **ENTER** 를 누른다

중요

- 이 기능은 통신 커맨드만으로 설정할 수 있습니다. 미리 통신 커맨드로 데이터 메모리 기능을 유효로 해주십시오. 정면 패널에서 키 조작으로 설정할 수 없습니다.
- 저장한 메모리 데이터를 본 기기의 화면에서는 확인할 수 없습니다. 통신 커맨드로만 취득할 수 있습니다.
- 측정값이 50 개 저장된 경우 저장 내용을 지우지 않으면 새로운 측정값을 저장할 수 없습니다.
- 측정 단자를 멀티플렉서로 하면 데이터 메모리 기능은 자동으로 OFF 가 됩니다.

또한, 다음 타이밍에서 자동 삭제됩니다.

- 측정 조건(레인지, 저전력 모드, 순저항 모드, 측정 전류, OVC, A-OVC, 100 MΩ 레인지 고정밀도 모드, TC, A-TC) 을 변경했을 때
- 메모리 기능의 설정을 변경했을 때
- 콤퍼레이터를 설정했을 때 (p.113)
- BIN 측정 기능을 변경했을 때 (p.123)
- ΔT 를 설정했을 때 (p.131)
- 시스템을 리셋했을 때 (p.150)
- 전원을 껐을 때

10.6 커맨드로 제어하지 않고 측정값을 외부 출력하기 (데이터 출력 기능)

본 기기를 커맨드로 제어하지 않고 통신 인터페이스를 통해 측정값을 외부 기기에 출력할 수 있습니다 .

데이터 출력 기능에는 다음 2 종류가 있습니다 .

(1) 자동 송신 기능 (DATA OUT): RS-232C, LAN, USB (COM)

시리얼 통신 (COM, RS-232C 통신) 확인 소프트웨어 또는 고객이 작성한 수신 프로그램에 데이터를 출력합니다 .

외부 트리거 설정의 경우 : 측정 종료 후 자동으로 데이터를 송신합니다 .

내부 트리거 설정의 경우 : **ENTER** 를 누르거나 , EXT. I/O 의 TRIG 신호를 입력하면 데이터를 송신합니다 .

자동 송신 기능 (DATA OUT 기능) 이 ON 일 때

	TRIG 설정	
	INT	EXT
ENTER 키 누르기 또는 TRIG 신호 입력 시	최신 측정값 출력	측정을 1 회 실행하고 , 측정 종료 후에 측정값을 출력
자동 홀드 기능이 ON 에서 측정값을 홀드했을 때	홀드한 측정값을 출력	-

설정 방법 :

“RS-232C 인터페이스 ”, “ 통신 조건 설정하기 ” 의 절차 **5** (p.248)

“LAN 인터페이스 ”, “ 통신 조건 설정하기 ” 의 절차 **8** (p.255)

“USB 인터페이스 ”, “ 통신 조건 설정하기 ” 의 절차 **4** (p.245)

(2) USB 키보드 모드 : USB (KEYBD)

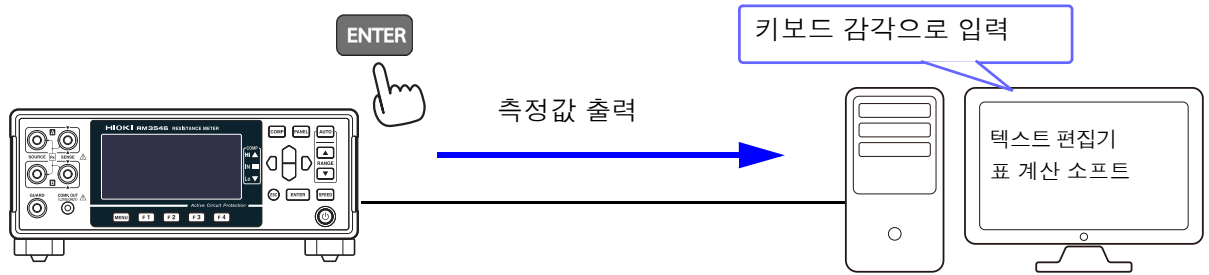
키보드로 타이핑하는 감각으로 텍스트 편집기나 표 계산 소프트로 데이터를 내보냅니다 .

데이터를 출력하기 전에 반드시 텍스트 편집기나 표 계산 소프트를 실행하고 데이터를 쓸 위치에 커서를 올려놓으십시오 . 커서가 의도하지 않은 곳에 있으면 그곳에 데이터가 기록됩니다 . 또한 , PC 의 입력 모드를 반드시 반각으로 해주십시오 .

ENTER 를 누르거나 , EXT. I/O 의 TRIG 신호를 입력하면 데이터를 송신합니다 .

내부 트리거 설정의 경우에만 데이터를 출력할 수 있습니다 .

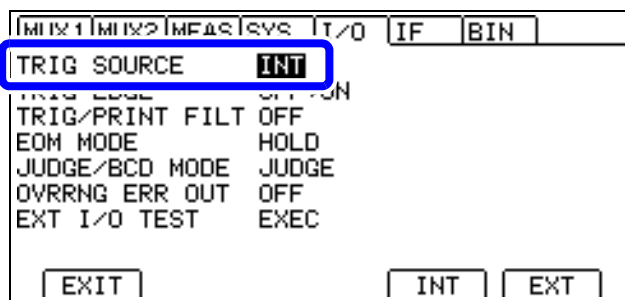
	TRIG 설정	
	INT	EXT
ENTER 키 누르기 또는 TRIG 신호 입력 시	최신 측정값 출력	-
자동 홀드 기능이 ON 에서 측정값을 홀드했을 때	홀드한 측정값을 출력	-



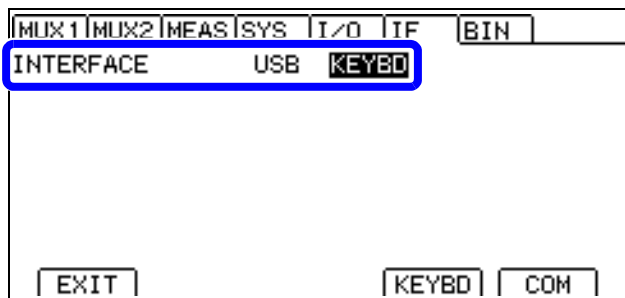
설정 방법 :

트리거 소스를 [INT](내부 트리거) 로 설정하고 , 동시에 USB 인터페이스를 [KEYBD](USB 키보드) 로 설정했을 때 유효합니다 .

“10.4 외부 입출력에 관한 설정 ”의 절차 **3** (p.230)



“USB 인터페이스”, “통신 조건 설정하기”의 절차 **4** (p.245)



중요

측정 단자 MUX 에서 스캔 기능이 자동 또는 스텝일 때는 사용할 수 없습니다 .

출력되는 데이터 형식

스케일링 OFF 시 측정값 형식

(스케일링에 따라 측정값의 형식이 달라집니다 .(p.91))

측정값의 자릿수를 변경해도 형식은 바뀌지 않습니다 . 표시되지 않은 자릿수는 0 이 됩니다 .

- 저항값 (절대값 표시 : 단위 Ω)

저전력 모드	측정값 레인지	측정값	±OvrRng 표시 시	측정 이상 시
OFF	1000 μΩ	± □□□□ . □□□ E-06	±1000.000E+17	+1000.000E+27
	10 mΩ	± □□ . □□□□□ E-03	±10.00000E+19	+10.00000E+29
	100 mΩ	± □□□ . □□□□□ E-03	±100.0000E+18	+100.0000E+28
	1000 mΩ	± □□□□ . □□□□ E-03	±1000.000E+17	+1000.000E+27
	10 Ω	± □□ . □□□□□ E+00	±10.00000E+19	+10.00000E+29
	100 Ω	± □□□ . □□□□□ E+00	±100.0000E+18	+100.0000E+28
	1000 Ω	± □□□□ . □□□□ E+00	±1000.000E+17	+1000.000E+27
	10 kΩ	± □□ . □□□□□ E+03	±10.00000E+19	+10.00000E+29
	100 kΩ	± □□□ . □□□□□ E+03	±100.0000E+18	+100.0000E+28
	1000 kΩ	± □□□□ . □□□□ E+03	±1000.000E+17	+1000.000E+27
	10 MΩ	± □□ . □□□□□ E+06	±10.00000E+19	+10.00000E+29
	100 MΩ	± □□□ . □□□□□ E+06	±100.0000E+18	+100.0000E+28
	1000 MΩ	± □□□□ . □□□□ E+06	±1000.000E+17	+1000.000E+27
ON	1000 mΩ	± □□□□ . □□ E-03	±1000.00E+17	+1000.00E+27
	10 Ω	± □□ . □□□□□ E+00	±10.0000E+19	+10.0000E+29
	100 Ω	± □□□ . □□□□□ E+00	±100.0000E+18	+100.0000E+28
	1000 Ω	± □□□□ . □□ E+00	±1000.00E+17	+1000.00E+27

- 저항값 (상대값 표시 : 단위 %)

측정값	±OvrRng 표시 시	측정 이상 시
± □□□□ . □□□□ E+00	±100.000E+18	+100.000E+28

- 온도 , 온도 환산 표시 (단위 °C)

측정값	±OvrRng 표시 시	측정 이상 시
± □□□□ . □ E+00	±100.0E+18	+100.0E+28

측정값의 “+” 부호는 공백 (ASCII 코드 20H) 으로 반환합니다 .

±OvrRng 표시일 때의 값은 ±1E+20, 측정값 이상일 때의 값은 +1E+30 이 됩니다 .

연결 기기 (PC 또는 PLC 등) 의 준비

COM 포트로 데이터를 출력하는 경우

수신 대기 상태로 둡니다 . PC 경우는 애플리케이션 소프트웨어를 기동하여 수신 대기 상태로 합니다 .

11 인쇄 (RS-232C 프린터 사용)

본 기기와 프린터 연결
하기

본 기기 설정하기
(p.264)

프린터
설정하기

인쇄하기 (p.265)

- 측정값 및 판정 결과
- 측정 조건 및 설정 일람
- 통계 연산 결과

11.1 본 기기와 프린터 연결하기

⚠ 경고



■ 프린터를 연결하기 전에 본체 및 프린터의 전원을 끈다

■ 프린터 케이블은 확실하게 연결한다

전원이 켜진 상태에서 케이블을 연결하면 사용자가 감전되거나 본 기기 또는 프린터가 파손될 우려가 있습니다. 케이블이 빠지면 다른 도전부에 접촉하여 단락되거나 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다.

프린터에 대해서

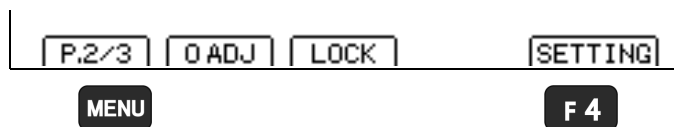
본 기기와 연결해서 사용할 수 있는 프린터의 사양은 다음과 같습니다.
프린터의 사양 및 설정을 확인한 후 연결해 주십시오.

참조 : “본 기기 설정하기”(p.264)

- 인터페이스 RS-232C
- 1 행 문자 수 반각 48 문자 이상
- 통신 속도 9600 bps (초기 설정) / 19,200 bps / 38,400 bps / 115,200 bps
- 데이터 비트 8 bit
- 패리티 없음
- 정지 비트 1 bit
- 흐름 제어 없음
- 제어 코드 일반 텍스트를 직접 인쇄 가능할 것
- 메시지 종료 프로그램 (구분 문자) CR+ LF

본 기기 설정하기

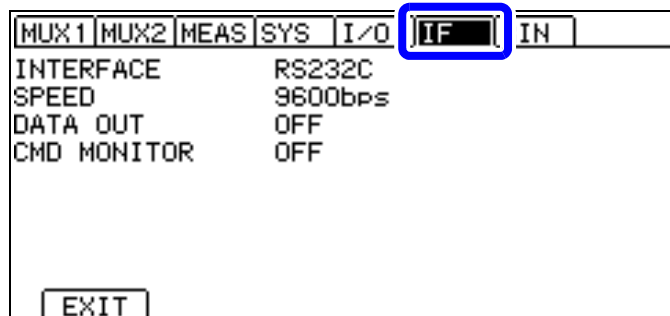
- 1 설정 화면을 엽니다.



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

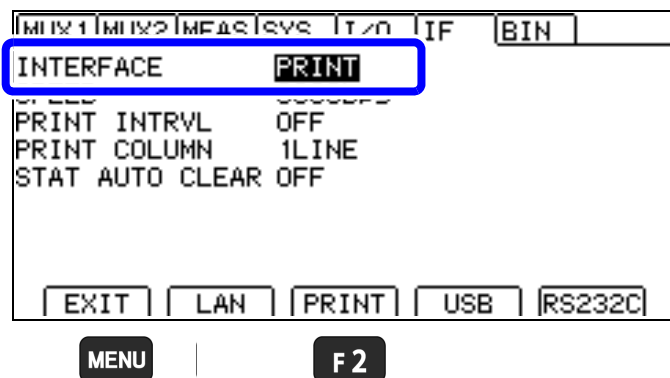
- 2 **F 4** 설정 화면 표시

- 2 통신 인터페이스 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF] 탭으로 이동

- 3 인터페이스 종류에서 프린터를 선택합니다.



- 1  선택

- 2 **F 2** 프린터를 사용한다

MENU 측정 화면으로 돌아가기

11.2 인쇄하기

인쇄하기 전에

본 기기의 설정 (p.264) 이 바른지 확인해 주십시오 .

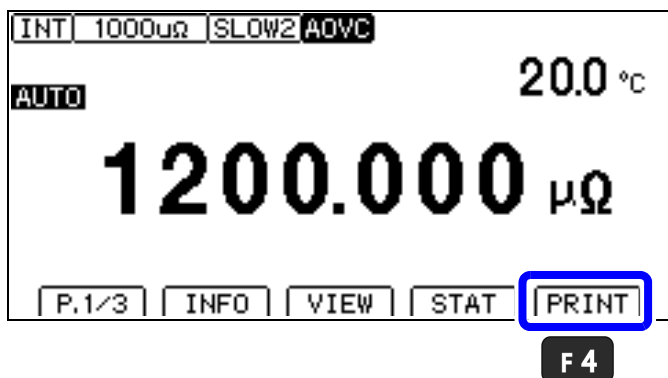
측정값 , 판정 결과 인쇄하기

키 조작으로 인쇄하기

측정 화면 P.1/3 에서 **F4** 를 누르면 현재 측정값이 인쇄됩니다 .

온도를 표시하지 않는 경우는 저항값만 , 온도를 표시하는 경우는 저항값과 온도가 인쇄됩니다 .

참조 : “ 표시 전환하기 ”(p.56)



외부 제어로 인쇄하기

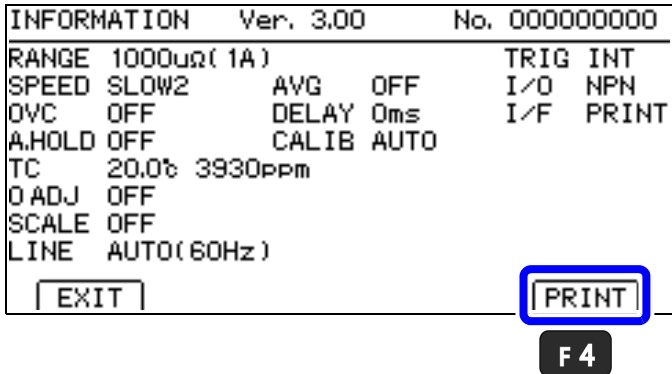
본 기기 EXT. I/O 커넥터의 PRINT 신호를 ON 으로 하면 (EXT. I/O 커넥터의 ISO_COM 단자와 단락함) 측정값 및 판정 결과를 인쇄할 수 있습니다 .

- 측정할 때마다 연속 인쇄하고자 하는 경우는 EOM 신호를 PRINT 신호에 연결하고 내부 트리거로 설정해 주십시오 .
- 외부 트리거로 트리거에 의한 측정 종료 후 인쇄를 하고자 하는 경우는 EXT. I/O의 EOM 신호를 PRINT 신호에 연결해 주십시오 .
- 통계 연산 기능 ON으로 내부 트리거를 설정한 경우, PRINT 신호를 ON으로 하면 바로 직후에 갱신한 측정값을 통계 연산하여 인쇄합니다 .

측정 조건 및 설정 일람 인쇄하기

측정 화면 P.1/3 에서 **F1** [**INFO**] 를 눌러 설정 일람 화면을 표시한 상태에서 **F4** [**PRINT**] 를 누르면 측정 조건 및 설정 일람이 인쇄됩니다.

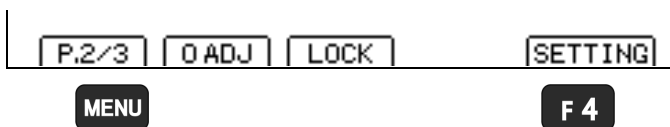
참조 : “ 모델명 및 측정 조건을 일람 표시한다 ”(p.58)



1 행에 인쇄할 열 수 변경하기

보통 1 행 1 열로 인쇄하지만, 1 행 3 열로 인쇄할 수도 있습니다.
1 행 3 열로 인쇄할 경우 온도 및 인터벌 시간은 인쇄할 수 없습니다.

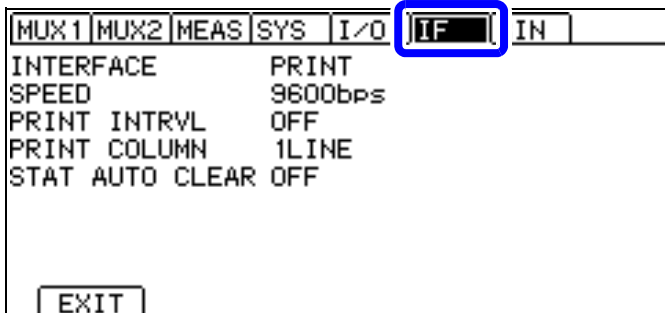
1 설정 화면을 엽니다.



1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

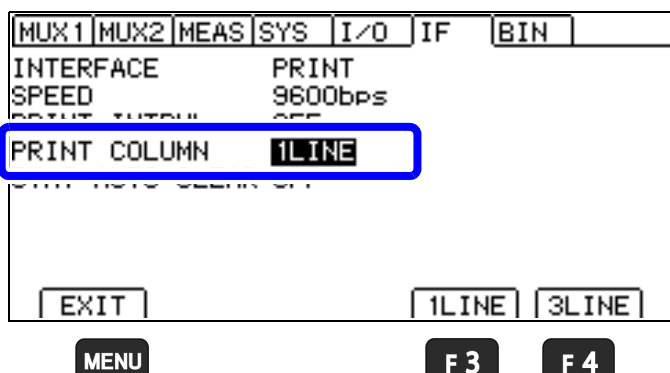
2 **F4** 설정 화면 표시

2 통신 인터페이스 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF] 탭으로 이동

3 인쇄 열 수를 선택합니다.



1 선택

2 **F3** 1 열 (초기 설정)

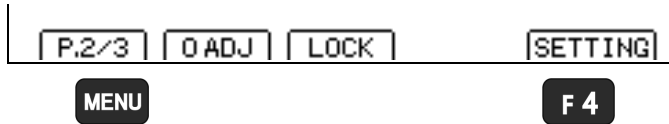
F4 3 열

MENU 측정 화면으로 돌아가기

인터벌 프린트

일정 시간 간격으로 자동으로 측정값을 인쇄할 수 있습니다.

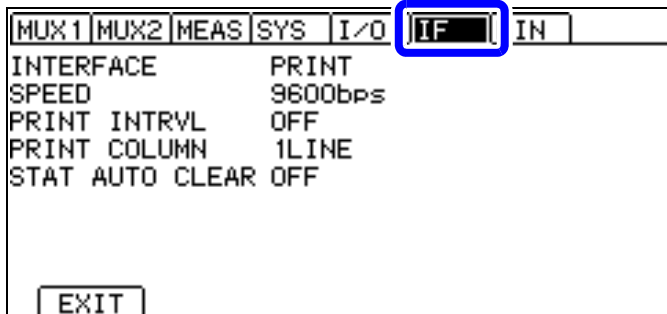
- 1 설정 화면을 엽니다.



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

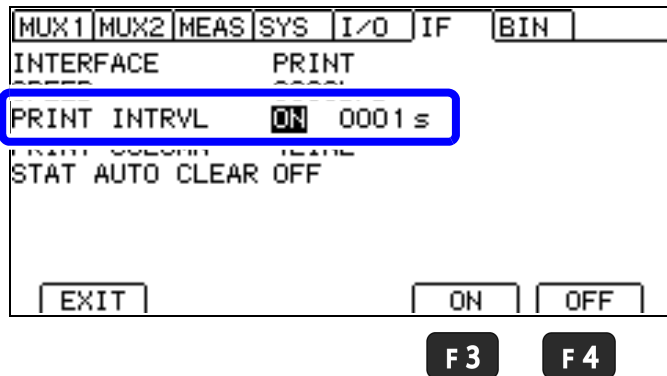
- 2 **F4** 설정 화면 표시

- 2 통신 인터페이스 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF] 탭으로 이동

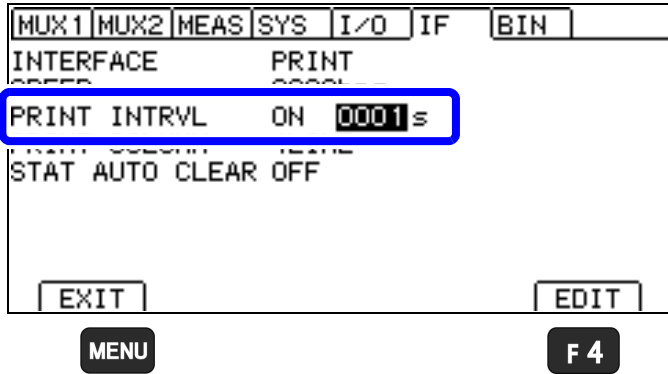
- 3 인터벌 기능을 ON 으로 합니다.



- 1 **선택**

- 2 **F3** ON
F4 OFF(초기 설정)

4 인터벌 간격을 설정합니다.



설정 범위 : 0 초 ~ 3600 초
(0 초로 설정하면 자동 인쇄가 되지 않습니다)

1 [←] [→] 설정할 항목으로 커서를 이동하여
F4 수치 편집이 가능하도록 한다

2 [←] [→] 자릿수 이동 [←] [→] 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하려는 자리로 커서를 이동
상하 커서 키로 수치 변경

3 [ENTER] 확정
([ESC] 취소)

[MENU] 측정 화면으로 돌아가기

인터벌 프린트에서의 인쇄 동작

- 1** **F4** [PRINT] 또는 EXT. I/O 의 PRINT 신호로 인터벌 프린트가 시작됩니다.
- 2** 설정한 인터벌 시간마다 경과 시간 (시분초)*¹ 과 측정값을 인쇄합니다.
또한, [ENTER] 또는 EXT. I/O 의 TRIG 신호를 입력하면 그 때의 경과 시간과 측정값이 표시됩니다.
- 3** 다시 **F4** [PRINT], PRINT 신호로 인터벌 프린트는 중지됩니다.

*1: 경과 시간이 100 시간이 되면 00:00:00 으로 리셋되고 다시 0 부터 카운트합니다.

예 : 99 시간 59 분 50 초 경과 99:59:50
100 시간 2 분 30 초 경과 00:02:30

중요

- 인터벌 프린트 중에 측정 조건을 인쇄하면 측정 조건과 측정값이 혼재할 수 있습니다. 인터벌 프린트 중에는 설정 조건을 인쇄하지 마십시오.
- 멀티플렉서의 스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우, 인터벌 프린트는 사용할 수 없습니다.

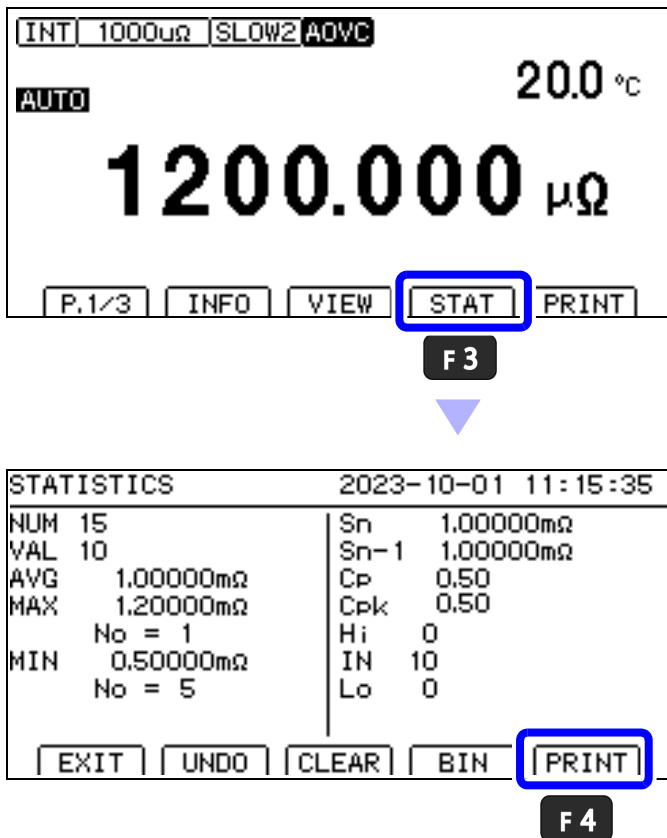
통계 연산 결과 인쇄하기

통계 연산 기능을 ON 으로 설정한 경우 통계 연산 결과를 인쇄할 수 있습니다. 화면상에서 PRINT 를 선택하면 인쇄할 수 있습니다.

연산 기능을 유효로 하려면 :

참조 : “4.18 측정 데이터를 통계 연산하기”(p.126)

(통계 연산 기능이 유효한 경우)

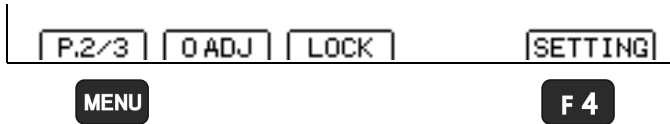


유효한 데이터가 없는 경우에는 데이터 수만 인쇄합니다. 유효한 데이터 수가 1 인 경우 샘플의 표준편차, 공수 능력 지수는 인쇄하지 않습니다.

인쇄 별로 통계 연산 결과 삭제하기

인쇄를 했을 때 자동으로 통계 연산 결과를 삭제할 수 있습니다.

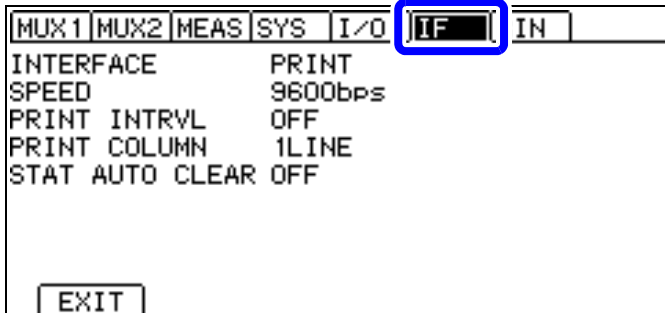
- 1 설정 화면을 엽니다.



- 1 **MENU** 기능 메뉴를 P.2/3 으로 전환

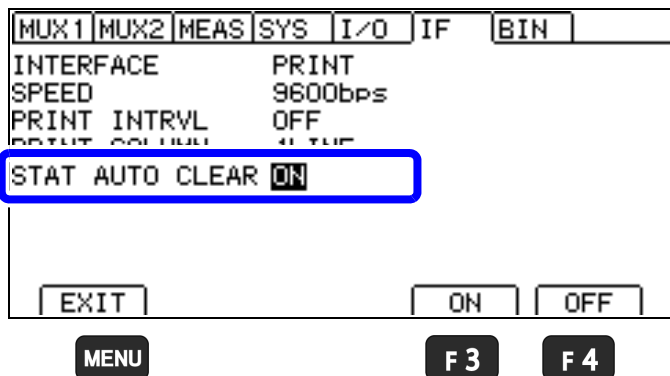
- 2 **F 4** 설정 화면 표시

- 2 통신 인터페이스 설정 화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF] 탭으로 이동

- 3 통계 연산 클리어 기능을 ON 으로 합니다.



- 1 선택

- 2
 - F 3** 통계 연산 클리어 기능을 ON 으로 한다
 - F 4** 통계 연산 클리어 기능을 OFF 로 한다 (초기 설정)

- MENU** 측정 화면으로 돌아가기

인쇄 예

◆저항 측정값, 상대값, 온도 측정값 (1 행 1 열 인쇄)

- 저항 측정값, 온도 측정값

```
2023-10-01 14:24:02 99.9758mOhm
2023-10-01 14:25:54 9.9756mOhm
2023-10-01 14:27:02 -0.0058mOhm, ----
2023-10-01 14:28:02 99.9758kOhm, 25.0 C
2023-10-01 14:29:02 99.9758MOhm, +OvrRng
2023-10-01 14:30:02 +OvrRng
2023-10-01 14:48:40 -----
```

- 컴퍼레이터 ABS

```
2023-10-01 14:49:02 99.9758mOhm Hi , 25.0 C
2023-10-01 14:50:02 10.9008mOhm IN
2023-10-01 14:51:02 9.9758mOhm Lo
```

- 컴퍼레이터 REF%

```
2023-10-01 14:52:11 10.000 % Hi
2023-10-01 14:53:11 -0.010 % IN
2023-10-01 14:55:11 -100.000 % Lo
```

- BIN ON

```
2023-10-01 14:56:31 5.0007mOhm 01
2023-10-01 14:57:25 10.0005mOhm OB
```

- ΔT ON

```
2023-10-01 14:58:52 175.6 C
```

◆저항 측정값 (1 행 3 열 인쇄)

```
10.0004mOhm, 10.0006mOhm, 0.0004mOhm
```

◆인터벌 프린트

```
00:00:00 10.0004mOhm
00:00:01 10.0011mOhm
00:00:02 10.0001mOhm
00:00:03 10.0005mOhm
00:00:04 10.0000mOhm
00:00:05 10.0005mOhm
```

◆멀티플렉서 스캔 결과 RM3545A-2 RM3546

```
2023-10-01 14:00:11 Total judge FAIL
01 99.9758MOhm Hi FAIL
02 9.9758MOhm IN PASS
03 100.9758MOhm Lo PASS
```

스캔 중에 인쇄하지 마십시오.

◆측정 조건 및 설정 일람

```

MODEL  RM3545A-2
NO.     000000000
VER.    1.00
RANGE   10mOhm (1A)
SPEED   FAST
AVG      10
OVC      ON
DELAY   10ms
A.HOLD   OFF
CALIB    AUTO
TC        OFF
0 ADJ    OFF
SCALE    OFF
LINE     AUTO (60Hz)
TRIG     INT
I/O      NPN
I/F      PRINT

```

◆통계 연산 결과 (콤퍼레이터)

```

DATE - TIME  2023-10-01 14:01:11
NUMBER      11
VALID       10
AVERAGE     1200.160mOhm
MAX          1200.200mOhm (No = 9)
MIN          1200.130mOhm (No = 1)
Sn           0.00020mOhm
Sn-1         0.00028mOhm
Cp           0.19
Cpk          0.03
COMP Hi      4
COMP IN      6
COMP Lo      0

```

통계 연산 결과의 “Valid” 는 측정 이상 등 에러를 제외한 수 (유효 데이터 수) 를 나타냅니다 .

◆통계 연산 결과 (BIN)

```

DATE - TIME  2023-10-01 14:01:11
NUMBER      11
VALID       10
AVERAGE    1200.160mOhm
MAX         1200.200mOhm (No = 9)
MIN         1200.130mOhm (No = 1)
Sn          0.00020mOhm
Sn-1        0.00028mOhm
BIN0  10.000mOhm - 0.000mOhm  3
BIN1  20.000mOhm - 10.000mOhm 1
BIN2  30.000mOhm - 20.000mOhm 3
BIN3  40.000mOhm - 30.000mOhm 2
BIN4  50.000mOhm - 40.000mOhm 3
BIN5  60.000mOhm - 50.000mOhm 10
BIN6  70.000mOhm - 60.000mOhm 2
BIN7  80.000mOhm - 70.000mOhm 2
BIN8  90.000mOhm - 80.000mOhm 3
BIN9 100.000mOhm - 90.000mOhm 3
Out of BIN                                5

```

통계 연산 결과의 “Valid” 는 측정 이상 등 에러를 제외한 수 (유효 데이터 수) 를 나타냅니다 .

12 사양

12.1 일반 사양

사용 장소	실내 사용 , 오염도 2, 고도 2000 m 까지	
사용 온습도 범위	0°C ~ 40°C, 80% RH 이하 (결로 없을 것)	
보관 온습도 범위	-10°C ~ 50°C, 80% RH 이하 (결로 없을 것)	
적합 규격	안전성 EN 61010 EMC EN 61326 Class A	
전원	정격 전원 전압 정격 전원 주파수 예상되는 과도 과전압 최대 정격 전력 일반 소비전력 (참고값)	상용 전원 AC 100 V ~ 240 V (정격 전원 전압에 대해 $\pm 10\%$ 의 전압 변동을 고려하고 있습니다) 50 Hz / 60 Hz 2500 V RM3545A : 40 VA RM3546 : 48 VA RM3545A : 16 W (측정 전류 1A, LCD 점등) RM3546 : 20 W (측정 전류 1A, LCD 점등)
백업 전지 수명	약 10 년 (23°C 참고값)	
인터페이스	LAN, USB, RS-232C	
외형 치수	약 215W × 80H × 306.5D mm (돌기물 비포함)	
질량	약 2.7 kg (RM3545A-1) 약 3.4 kg (RM3545A-2, RM3546)	
제품 보증기간	3 년간	
퓨즈	F1.6AH 250 V (본체 내장 , 교체 가능)	
부속품	참조 :p.2	
옵션	참조 :p.3	

12.2 입력 사양 / 출력 사양 / 측정 사양

기본 사양

측정 항목

저항 , 온도

측정 범위

저항

LP*1	PR*2	100 MΩ 레인지 고정밀도	측정 범위와 풀 스케일	레인지 수
OFF	-	OFF	000.000 μΩ (1000 μΩ 레인지) ~ 1200.0 MΩ (1000 MΩ 레인지) 10 MΩ 레인지 이하는 풀 스케일 = 1,000,000 digits 100 MΩ 레인지 이상은 풀 스케일 = 10,000 digits	13
		ON	000.000 μΩ (1000 μΩ 레인지) ~ 120.000 0 MΩ (100 MΩ 레인지) 풀 스케일 = 1,000,000 digits	12
ON	OFF	-	0.00 mΩ (1000 mΩ 레인지) ~ 1200.00 Ω (1000 Ω 레인지) 풀 스케일 = 100,000 digits	4

*1: 저전력 모드 (RM3546 만 해당)

*2: 순저항 모드

온도 -10.0°C ~ 99.9°C

최대 허용 전압 (RM3546 만 해당)

DC ±60 V 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak (단자 간)
전압 인가 시에는 저항 측정 불가

측정 신호

정전류

측정 방식

직류 4 단자법

측정 전류

1 A,

500 mA (RM3546 만 해당),

100 mA, 10 mA, 1 mA,

500 μA, 100 μA, 50 μA, 10 μA, 5 μA, 1 μA, 1 μA 이하 ,

100 nA

측정 레인지에 따라 다름

참조 : “ 측정 정확도 ”(p.284)

측정 단자

바나나 단자

SOURCE A 단자

전류 검출 단자

SOURCE B 단자

전류 발생 단자

SENSE A 단자

전압 검출 단자

SENSE B 단자

전압 검출 단자

GUARD 단자

가드 단자

측정 시간

저항 측정 (허용차 $\pm 10\%$ ± 0.2 ms)

- (1) 트리거 소스 INT 및 연속 측정 ON (프리런): 측정 대상 연결 시 1 회 측정 시간

계산식

OVC* ¹ 또는 A-OVC* ¹	측정 시간
OFF	$E1 + (D + F) \times N + G$
ON	$(C + D + E1 + E2 + F) \times 2 \times N + G$

- (2) 트리거 소스 EXT 또는 연속 측정 OFF (프리런 이외): 트리거 입력에서부터 EOM 이 ON 이 될 때까지

계산식

OVC* ¹ 또는 A-OVC* ¹	측정 시간
OFF	$A + B + C + E2 + (D + E1) \times N + F + G$
ON	$A + B + (C + D + E1 + E2 + F) \times 2 \times N + G$

*1. 1000 $\mu\Omega$ 레인지일 때는 OVC 또는 A-OVC 가 ON 으로 고정

위 (1), (2) 의 측정 시간은 계산식에 다음 A ~ G 및 N의 값을 대입하여 계산해 주십시오 .

A: 트리거 검출 시간 (단위 : ms)

B: 접촉 개선 시간 (단위 : ms)

C: 딜레이 설정값 (단위 : ms)

TRIG 논리 설정	시간
ON 에지	0.1
OFF 에지	0.3

접촉 개선 기능	시간
OFF	0.0
ON	0.2

시간
설정에 따름

D: 적분 시간 (단위 : (ms) (검출 전압의 데이터 가져오기 시간)

LP	레인지	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
		50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
OFF	1000 k Ω 이하	0.3* ¹		20.0	16.7	100	200
	10 M Ω 이상	20.0	16.7	20.0	16.7	100	200
ON* ²	모든 레인지	20.0	16.7	40.0	33.3	200	300

*1. 측정 단자가 MUX 인 경우 , 1000 $\mu\Omega$ 및 10 m Ω 레인지일 때는 1.0 ms

*2. RM3545A 만 해당

E1: 내부 대기 시간 1 (단위 : ms) (적분 측정 전후의 처리 시간)

시간
0.3

E2: 내부 대기 시간 2 (단위 : ms) (적분 측정 전후의 처리 시간)

LP: OFF 및 PR: OFF

레인지	측정 전류	시간	100 MΩ 레인지 고정밀도 모드
1000 μΩ	High	40	-
	Low* ¹	100	
10 mΩ	High	40	
	Low* ¹	100	
100 mΩ	High	40	
	Low	2.1	
1000 mΩ	High	2.3	
	Low	1.3	
10 Ω	High	1.5	
	Low	1.8	
100 Ω	High	1.6	
	Low	2.1	
1000 Ω	-	2.1	
10 kΩ		6.0	
100 kΩ		16	
1000 kΩ		130	
10 MΩ		500	
100 MΩ		1300	ON
		320	OFF
1000 MΩ		340	OFF

*1. RM3546 만 해당

F: 연산 시간 (단위 : ms)

설정	시간
통계 연산 : OFF 스케일링 : OFF 측정값 표시 전환 : 없음	0.1

G: 셀프 캘리브레이션 시간 (단위 : ms)

셀프 캘리브레이션 설정	시간
자동	5.0
수동	0.0

N: 애버리지 횟수 (단위 : 회)*⁴

트리거 소스, 연속 측정	횟수
트리거 소스 INT 및 연속 측정 ON (프리런)	1* ² (이동 평균)
트리거 소스 EXT 또는 연속 측정 OFF (프리런 이외)	설정에 따름 * ³

*2. 애버리지 횟수 설정에 관계없이 N=1로 계산한다

*3. LP ON에서 측정 속도 SLOW2의 경우는 OFF 설정에서도 N=2로 계산한다 (RM3545A 만 해당)

*4. RM3546의 경우 애버리지 횟수가 OFF라도 A-OVC를 ON으로 설정하면 애버리지가 ON이 된다

PR: ON

레인지	측정 전류	시간
PR1000 μΩ	High	20
	Low* ¹	20
PR10 mΩ	High	20
	Low* ¹	20
PR100 mΩ	-	20

LP: ON (RM3545A 만 해당)

레인지	시간
LP1000 mΩ	15
LP10 Ω	35
LP100 Ω	35
LP 1000 Ω	36

(3) 트리거 소스 INT 및 연속 측정 ON(프리런)에서의 최단 측정 시간 (단위 : ms)

LP: OFF (허용차 $\pm 10\%$ ± 0.2 ms)

레인지	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
1000 k Ω 이하	1.0*		20.7	17.4	101	201
10 M Ω 이상	20.7	17.4	20.7	17.4	101	201

*1: 측정 단자가 MUX 인 경우, 1000 $\mu\Omega$ 및 10 m Ω 레인지일 때는 1.7 msLP: ON (허용차 $\pm 10\%$ ± 0.2 ms, OVC 가 ON 인 경우만) (RM3545A 만 해당)

레인지	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
LP1000 m Ω	71	64	111	98	431	631
LP10 Ω	111	104	151	138	471	671
LP100 Ω	111	104	151	138	471	671
LP1000 Ω	113	106	153	140	473	673

최단 조건

딜레이 : 0 ms, OVC: OFF, 셀프 캘리브레이션 : MANUAL, 접촉 개선 : OFF, 스케일링 : OFF, 측정값 표시 전환 : 없음

(4) 트리거 소스 EXT 또는 연속 측정 OFF(프리런 이외)에서의 최단 측정 시간 (단위 : ms)

LP: OFF 및 PR: OFF (허용차 $\pm 10\%$ ± 0.2 ms)

■ RM3546 (AVERAGE 설정 : 2 인 경우)

레인지	측정 전류	A-OVC	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2	100 MΩ 레인지 고정밀도 모드
			50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz			
1000 μΩ	High	OFF	—		—		—	—	—
		ON	163		242	229	562	962	
	Low	OFF	—		—	—	—	—	
		ON	403		482	469	802	1202	
10 mΩ	High	OFF	41		81	74	241	441	
		ON	163		242	229	562	962	
	Low	OFF	101		141	134	301	501	
		ON	403		482	469	802	1202	
100 mΩ	High	OFF	41		81	74	241	441	
		ON	163		242	229	562	962	
	Low	OFF	3.5		43	36	203	403	
		ON	11		90	77	410	810	
1000 mΩ	High	OFF	3.7		43	37	203	403	
		ON	12		91	78	411	811	
	Low	OFF	2.7		42	36	202	402	
		ON	8.1		87	74	407	807	
10 Ω	High	OFF	2.9		42	36	202	402	
		ON	8.9		88	75	408	808	
	Low	OFF	3.2		43	36	203	403	
		ON	10		89	76	409	809	
100 Ω	High	OFF	3.0		42	36	202	402	
		ON	9.3		88	75	408	808	
	Low	OFF	3.5		43	36	203	403	
		ON	11		90	77	410	810	
1000 Ω	—	OFF	3.5		43	36	203	403	
ON		11		90	77	410	810		
10 kΩ		—	7.4		47	40	207	407	
100 kΩ			17		57	50	217	417	
1000 kΩ			131		171	164	331	531	
10 MΩ			541	534	541	534	701	901	
100 MΩ			1341	1334	1341	1334	1501	1701	ON
			361	354	361	354	521	721	OFF
1000 MΩ			381	374	381	374	541	741	OFF

■ RM3545A, RM3546 (AVERAGE 설정 : OFF 인 경우)

레인지	측정 전류	OVC	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2	100 MΩ 레인지 고정밀도 모드
			50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz			
1000 μΩ	High	OFF	—	—	—	—	—	—	—
		ON	82	—	121	114	281	481	
	Low*1	OFF	—	—	—	—	—	—	
		ON	202	—	241	234	401	601	
10 mΩ	High	OFF	41	—	61	57	141	241	
		ON	82	—	121	114	281	481	
	Low*1	OFF	101	—	121	117	201	301	
		ON	202	—	241	234	401	601	
100 mΩ	High	OFF	41	—	61	57	141	241	
		ON	82	—	121	114	281	481	
	Low	OFF	2.9	—	23	19	103	203	
		ON	5.7	—	45	39	205	405	
1000 mΩ	High	OFF	3.1	—	23	20	103	203	
		ON	6.1	—	46	39	206	406	
	Low	OFF	2.1	—	22	19	102	202	
		ON	4.1	—	44	37	204	404	
10 Ω	High	OFF	2.3	—	22	19	102	202	
		ON	4.5	—	44	37	204	404	
	Low	OFF	2.6	—	22	19	102	202	
		ON	5.1	—	45	38	205	405	
100 Ω	High	OFF	2.4	—	22	19	102	202	
		ON	4.7	—	44	38	204	404	
	Low	OFF	2.9	—	23	19	103	203	
		ON	5.7	—	45	39	205	405	
1000 Ω	—	OFF	2.9	—	23	19	103	203	
		ON	5.7	—	45	39	205	405	
10 kΩ		—	6.8	—	27	23	107	207	
100 kΩ			17	—	37	33	117	217	
1000 kΩ			131	—	151	147	231	331	
10 MΩ			521	517	521	517	601	701	
100 MΩ			1321	1317	1321	1317	1401	1501	ON
			341	337	341	337	421	521	OFF
1000 MΩ			361	357	361	357	441	541	OFF

*1: RM3546 만 해당

LP: ON (허용차 $\pm 10\% \pm 0.2$ ms, OVC 가 ON 인 경우에만) (RM3545A 만 해당)

■ RM3545A

레인지	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
LP1000 mΩ	71	64	111	98	431	1262
LP10 Ω	111	104	151	138	471	1342
LP100 Ω	111	104	151	138	471	1342
LP1000 Ω	113	106	153	140	473	1346

PR: ON (허용차 $\pm 10\% \pm 0.2$ ms)

■ RM3546 (AVERAGE 설정 : 2 인 경우)

레인지	측정 전류	A-OVC	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
			50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
PR1000 μΩ	High	OFF	-		-		-	
		ON	83		162	149	482	882
	Low*1	OFF	-		-	-	-	-
		ON	83		162	149	482	882
PR10 mΩ	High	OFF	21		61	54	221	421
		ON	83		162	149	482	882
	Low*1	OFF	21		61	54	221	421
		ON	83		162	149	482	882
PR100 mΩ	-	OFF	21		61	54	221	421
		ON	83		162	149	482	882

■ RM3545A, RM3546 (AVERAGE 설정 : OFF 인 경우)

레인지	측정 전류	OVC	FAST		MEDIUM		SLOW1	SLOW2
			50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz		
PR1000 $\mu\Omega$	High	OFF	-		-		-	-
		ON	42		81	74	241	441
	Low*1	OFF	-		-	-	-	-
		ON	42		81	74	241	441
PR10 mΩ	High	OFF	21		41	37	121	221
		ON	42		81	74	241	441
	Low*1	OFF	21		41	37	121	221
		ON	42		81	74	241	441
PR100 mΩ	-	OFF	21		41	37	121	221
		ON	42		81	74	241	441

*1: RM3546 만 해당

최단 조건

딜레이 : 0 ms, TRIG 논리 설정 : ON, 셀프 캘리브레이션 : MANUAL, 접촉 개선 : OFF,
스케일링 : OFF, 측정값 표시 전환 : 없음

LP: ON 인 경우 (RM3545A 만 해당):

OVC 는 ON 고정 , 측정 속도가 SLOW2 일 때 애버리지는 2 회 고정

저항 D/A 출력 (응답 시간 : 측정 시간 + 최대 1 ms)	최단 최단 조건	2.0 ms (허용차 $\pm 10\%$ ± 0.2 ms) 트리거 소스 INT, LP: OFF, 1000 k Ω 레인지 이하, 측정 속도 : FAST, 딜레이 : 0 ms, 셀프 캘리브레이션 : MANUAL
온도 측정 (서미스터 센서)	2 s (참고값)	
온도 측정 (아날로그 입력)	50 ms (참고값)	이동 평균 없음

정확도 사양

정확도 보증 조건	정확도 보증 기간	1 년간
	정확도 보증 온습도 범위	23°C $\pm 5^\circ\text{C}$, 80% RH 이하
	정확도 사양 조건	셀프 캘리브레이션 기능 AUTO (셀프 캘리브레이션 기능 MANUAL 의 경우는 캘리브레이션 실행 후의 온도 변동 $\pm 2^\circ\text{C}$ 이내 및 간격 30 분 이내)
	온도 계수	0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C 에서는 \pm (측정 정확도의 1/10)/ °C 를 가산
	웜업 시간	60 분 이상 (60 분 미만인 경우 , 측정 정확도는 정확도 표의 2 배)
방사성 무선 주파 전자계의 영향	10 V/m 에서 RM3545A	8% of full scale (10 M Ω 레인지 이하) , 20% of full scale (100 M Ω 레인지 이상)
	RM3546	8% of full scale
전도성 무선 주파 전자계의 영향	10 V 에서	5% of full scale
외부 자계의 영향	30 A/m 에서 RM3545A	3% of full scale
	RM3546	5% of full scale

측정 정확도

저항 측정

LP: OFF 및 PR: OFF

레인지	최대 측정 범위 *1	측정 전류 *3		OVC, A-OVC	측정 정확도 ± (% of reading + % of full scale) *2				0ADJ 없음 가산 정확도 (% of full scale)*2	최대 개방 전압	100 MΩ 레인지 고정밀도 모드
		전환			FAST	MED	SLOW1	SLOW2			
1000 μΩ	1200.000 μΩ	High	1 A	OFF	—				—	8.0 V*4 (20 V)*7	—
				ON	0.045+0.075	0.045+0.020	0.045+0.010				
		Low *6	500 mA	OFF	—						
				ON	0.090+0.150	0.090+0.040	0.090+0.020				
10 mΩ	12.000 00 mΩ	High	1 A	OFF	0.045+0.050	0.045+0.020	0.045+0.020	0.020			
				ON	0.045+0.015	0.045+0.002	0.045+0.001	—			
		Low *6	500 mA	OFF	0.090+0.100	0.090+0.040	0.090+0.040	0.020			
				ON	0.090+0.030	0.090+0.010	0.090+0.005	—			
100 mΩ	120.000 0 mΩ	High	1 A	OFF	0.045+0.010	0.045+0.010	0.045+0.010	0.002			
				ON	0.045+0.003	0.045+0.001	0.045+0.001	—			
		Low	100 mA	OFF	0.014+0.050	0.014+0.020	0.014+0.020	0.020			
				ON	0.014+0.015	0.014+0.002	0.014+0.001	—			
1000 mΩ	1200.000 mΩ	High	100 mA	OFF	0.012+0.010	0.012+0.008	0.012+0.008	0.002			
				ON	0.012+0.003	0.012+0.001	0.012+0.001	—			
		Low	10 mA	OFF	0.008+0.050	0.008+0.020	0.008+0.020	0.020			
				ON	0.008+0.015	0.008+0.002	0.008+0.002	—			
10 Ω	12.000 00 Ω	High	10 mA	OFF	0.008+0.010	0.008+0.008	0.008+0.008	0.002			
				ON	0.008+0.003	0.008+0.001	0.008+0.001	—			
		Low	1 mA	OFF	0.008+0.050	0.008+0.020	0.008+0.020	0.020			
				ON	0.008+0.015	0.008+0.002	0.008+0.002	—			
100 Ω	120.000 0 Ω	High	10 mA	OFF	0.007+0.005	0.007+0.002	0.007+0.001	—			
				ON	0.007+0.005	0.007+0.001	0.007+0.001				
		Low	1 mA	OFF	0.008+0.010	0.008+0.010	0.008+0.010	0.002			
				ON	0.008+0.003	0.008+0.001	0.008+0.001				
1000 Ω	1200.000 Ω	—	1 mA	OFF	0.007+0.005	0.006+0.002	0.006+0.001	—	20 V	—	
ON	0.007+0.005			0.006+0.001	0.006+0.001						
10 kΩ	12.000 00 kΩ		1 mA	—	0.008+0.005	0.007+0.002	0.007+0.001				
100 kΩ	120.000 0 kΩ				100 μA	0.008+0.005	0.007+0.002				0.007+0.001
1000 kΩ	1200.000 kΩ		10 μA			0.015+0.005	0.008+0.002				0.008+0.001
10 MΩ	12.000 00 MΩ				1 μA	0.030+0.005	0.030+0.002				0.030+0.001
100 MΩ	120.000 0 MΩ		100 nA			0.200+0.005	0.200+0.002				0.200+0.001
	120.00 MΩ				1 μA 이하	10.00 MΩ 이하 : 0.50 + 0.02 10.01 MΩ 이상 : 1.00 + 0.02					
1000 MΩ	1200.0 MΩ					100.0 MΩ 이하 : 1.00 + 0.02 100.1 MΩ 이상 : 10.00 + 0.02					

PR: ON

레인지	최대 측정 범위 *1	측정 전류 *3		OVC	측정 정확도 ±(% of reading + % of full scale)*2				0ADJ 없음 가산 정확도 (% of full scale)*2	최대 개방 전압	100 MΩ 레인지 고정밀도 모드
		전환			FAST	MED	SLOW1	SLOW2			
PR1000 μΩ	1200.000 μΩ	High	1 A	OFF	-				-	8.0 V*4 (20 V)*7	-
				ON	0.045+0.075	0.045+0.020	0.045+0.010				
		Low *6	500 mA	OFF	-						
				ON	0.090+0.150	0.090+0.040	0.090+0.020				
PR10 mΩ	12.000 00 mΩ	High	1 A	OFF	0.045+0.050	0.045+0.020	0.045+0.020	0.020			
				ON	0.045+0.015	0.045+0.002	0.045+0.001	-			
		Low *6	500 mA	OFF	0.090+0.100	0.090+0.040	0.090+0.040	0.020			
				ON	0.090+0.030	0.090+0.010	0.090+0.005	-			
PR100 mΩ	120.000 0 mΩ	-	1 A	OFF	0.045+0.010	0.045+0.010	0.045+0.010	0.002			
				ON	0.045+0.003	0.045+0.001	0.045+0.001	-			

LP: ON (RM3545A 만 해당)

레인지	최대 측정 범위 *1	측정 정확도 $\pm(\% \text{ of reading} + \% \text{ of full scale})^{*2}$				측정 전류 *3	최대 개방전압
		FAST	MED	SLOW1	SLOW2		
LP1000 m Ω	1200.00 m Ω	0.200+0.100	0.200+0.010	0.200+0.005	0.200+0.003	1 mA	20 mV*5
LP10 Ω	12.000 0 Ω	0.200+0.050	0.200+0.005	0.200+0.003	0.200+0.002	500 μ A	
LP100 Ω	120.000 Ω	0.200+0.050	0.200+0.005	0.200+0.003	0.200+0.002	50 μ A	
LP1000 Ω	1200.00 Ω	0.200+0.050	0.200+0.005	0.200+0.003	0.200+0.002	5 μ A	

*1: 마이너스 측은 -10% of full scale 까지

최대 표시 범위는 9,999,999 digits 또는 9 G Ω

(최대 측정 범위를 초과하는 경우는 최대 표시 범위 이하에서도 오버 레인지 표시)

*2:

• LP: OFF 인 경우 :

0.001% of full scale = 10 digits

단 , 100 M Ω 레인지 고정밀도 OFF 의 100 M Ω 레인지 이상은 0.01% of full scale = 1 digit

• LP: ON 인 경우 (RM3545A 만 해당):

0.001% of full scale = 1 digit

• 측정 정확도는 영점 조정 후의 정확도 , 영점 조정을 하지 않는 경우는 “0ADJ 없음 가산 정확도 ” 를 가산

• 1000 $\mu\Omega$ 레인지에 대해서 OVC, A-OVC ON 만 , LP 에 대해서는 OVC ON 만

• 온도 보정 시에는 저항 측정 정확도의 reading. 오차에 다음 값을 가산

$$\frac{-\alpha_0 \Delta t}{1 + \alpha_0 \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100 [\%]$$

 t_0 : 기준 온도 [°C] t : 현재의 주위 온도 [°C] Δt : 온도 측정 정확도 α_0 : t_0 일 때의 온도 계수 [1/°C]*3: 측정 전류 정밀도는 $\pm 5\%$ • 트리거 소스 EXT 또는 연속 측정 OFF (프리런 이외) 에서 1000 Ω 레인지 이하의 경우는

측정 시작 (TRIG = ON) 부터 측정 종료 (INDEX = ON) 사이만 측정 전류를 인가하고 , 그 외의 시간에는 측정 전류를 정지

10 k Ω 레인지 이상의 경우는 트리거 소스의 설정에 관계없이 항상 측정 전류를 인가

• 트리거 소스 INT 및 연속 측정 ON(프리런) 에서 콘택트 체크가 에러인 동안은 측정 전류를 정지

*4: 트리거 소스 EXT 또는 연속 측정 OFF(프리런 이외) 의 경우는 측정 종료 (INDEX = ON) 후 7 ms 부터 다음 측정 시작 (TRIG = ON) 까지는 개방 전압을 20 mV 이하로 제한

*5: 콘택트 체크 OFF 의 경우 (콘택트 체크 ON 의 경우 , 300 mV)

*6: RM3546 만 해당

*7: 전류 인가 중 프로브가 분리되었을 때 1 ms 이내의 과도 전압이 발생한다

저항 D/A 출력	저항 측정 정확도 $\pm 0.2\%$ of full scale (온도 계수 $\pm 0.02\%$ of full scale / $^{\circ}\text{C}$)										
온도 측정 (서미스터 센서)	$\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ Z2001 온도 센서와의 조합 정확도 (t : 측정온도 ($^{\circ}\text{C}$)) <table border="1"> <thead> <tr> <th>정확도</th><th>온도 범위</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\pm(0.55 + 0.009 \times t - 10)^{\circ}\text{C}$</td><td>$-10.0^{\circ}\text{C} \sim 9.9^{\circ}\text{C}$</td></tr> <tr> <td>$\pm 0.50^{\circ}\text{C}$</td><td>$10.0^{\circ}\text{C} \sim 30.0^{\circ}\text{C}$</td></tr> <tr> <td>$\pm(0.55 + 0.012 \times t - 30)^{\circ}\text{C}$</td><td>$30.1^{\circ}\text{C} \sim 59.9^{\circ}\text{C}$</td></tr> <tr> <td>$\pm(0.92 + 0.021 \times t - 60)^{\circ}\text{C}$</td><td>$60.0^{\circ}\text{C} \sim 99.9^{\circ}\text{C}$</td></tr> </tbody> </table>	정확도	온도 범위	$\pm(0.55 + 0.009 \times t - 10)^{\circ}\text{C}$	$-10.0^{\circ}\text{C} \sim 9.9^{\circ}\text{C}$	$\pm 0.50^{\circ}\text{C}$	$10.0^{\circ}\text{C} \sim 30.0^{\circ}\text{C}$	$\pm(0.55 + 0.012 \times t - 30)^{\circ}\text{C}$	$30.1^{\circ}\text{C} \sim 59.9^{\circ}\text{C}$	$\pm(0.92 + 0.021 \times t - 60)^{\circ}\text{C}$	$60.0^{\circ}\text{C} \sim 99.9^{\circ}\text{C}$
정확도	온도 범위										
$\pm(0.55 + 0.009 \times t - 10)^{\circ}\text{C}$	$-10.0^{\circ}\text{C} \sim 9.9^{\circ}\text{C}$										
$\pm 0.50^{\circ}\text{C}$	$10.0^{\circ}\text{C} \sim 30.0^{\circ}\text{C}$										
$\pm(0.55 + 0.012 \times t - 30)^{\circ}\text{C}$	$30.1^{\circ}\text{C} \sim 59.9^{\circ}\text{C}$										
$\pm(0.92 + 0.021 \times t - 60)^{\circ}\text{C}$	$60.0^{\circ}\text{C} \sim 99.9^{\circ}\text{C}$										
온도 측정 (아날로그 입력)	$\pm 1\%$ of reading $\pm 3 \text{ mV}$ 온도 정확도로 환산하는 방법 : $1\% \times (T_R - T_{0V}) + 0.3\% \times (T_{1V} - T_{0V})$ T_{1V} : 1 V 입력에서의 온도 T_{0V} : 0 V 입력에서의 온도 T_R : 현재 온도 본체 주위 온도 $0^{\circ}\text{C} \sim 18^{\circ}\text{C}$, $28^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 에서는 온도 계수 ($\pm 0.1\%$ of reading $\pm 0.3 \text{ mV} / ^{\circ}\text{C}$)를 가산 정확도 보증 범위 : 0 V ~ 2 V 최대 허용 전압 : 2.5 V 검출 분해능 : 1 mV 이하 표시 범위 : $-99.9^{\circ}\text{C} \sim 999.9^{\circ}\text{C}$										
연산 순서	영점 조정 \rightarrow 온도 보정 \rightarrow 스케일링										

정확도에 대해서

참조 : “정확도 표기”(p.6)

정확도 계산 예

(표시 자릿수 이하는 절사)

· 저항 측정 정확도

측정 조건 : 100 mΩ 레인지 , 전류 Low, OVC OFF, 0ADJ 없음 , SLOW1, 측정 대상 30 mΩ

저항 측정 정확도 : $\pm (0.014\% \text{ of reading} + 0.020\% \text{ of full scale})$

0ADJ 없음에서의 가산 정확도 : $\pm 0.020\% \text{ of full scale}$

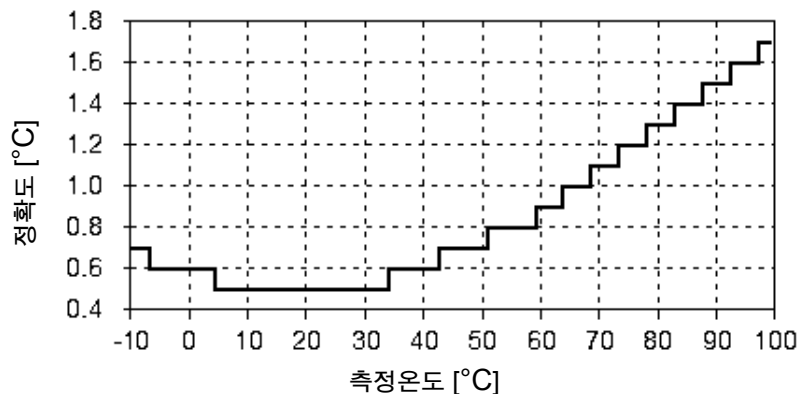
$$\pm (0.014\% \times 30 \text{ m}\Omega + (0.02\% + 0.02\%) \times 100 \text{ m}\Omega) = \pm 0.0442 \text{ m}\Omega$$

· 온도 측정 정확도

측정 조건 : 서미스터 온도 센서 , 측정 온도 35°C

온도 측정 정확도 : $\pm (0.55 + 0.012 \times |t - 30|)$

$$\pm (0.55 + 0.012 \times |35 - 30|) = \pm 0.610^\circ\text{C} \text{ (표시 자릿수 이하를 버려서 } 0.6^\circ\text{C)}$$



· 온도 보정 추가 정확도

측정 조건 : 온도 계수 3930 ppm/°C, 기준 온도 20°C, 측정 온도 35°C

$$\text{추가 오차: } \frac{-\alpha_{t0}\Delta t}{1 + \alpha_{t0} \times (t + \Delta t - t_0)} \times 100 [\%]$$

$$\frac{-0.393\% \times (\pm 0.6)}{1 + 0.393\% \times (35 \pm 0.6 - 20)} = +0.222\% \text{ of reading, } -0.223\% \text{ of reading}$$

12.3 기능 사양

(1) 저항 레인지 전환

모드	AUTO, MANUAL (컴퍼레이터 기능 ON, BIN 기능 ON 에서 자동 MANUAL)
측정 레인지	LP OFF: 1000 $\mu\Omega$, 10 m Ω , 100 m Ω , 1000 m Ω , 10 Ω , 100 Ω , 1000 Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1000 k Ω , 10 M Ω , 100 M Ω , 1000 M Ω LP ON: 1000 m Ω , 10 Ω , 100 Ω , 1000 Ω (RM3545A 만 해당) <ul style="list-style-type: none"> 100 MΩ 레인지 고정밀도 ON 의 경우, 1000 MΩ 레인지는 사용 불가 측정 단자 설정 MUX 에서 측정 방식 2 선택의 경우, 10 Ω 레인지 이하는 사용 불가
초기 설정	모드 : AUTO, 측정 레인지 : 1000 M Ω

(2) 100 M Ω 레인지 고정밀도

설정	ON/OFF
초기 설정	OFF

(3) 측정 자릿수 선택

설정	7 자리, 6 자리, 5 자리 (설정보다 풀 스케일의 자릿수가 적은 경우 풀 스케일의 자릿수로 됨)
초기 설정	7 자리

(4) ACP 기능 (Active Circuit Protection) **RM3546**

동작 내용	측정 단자 간에 차단 전압을 초과하는 과전압이 걸린 경우 또는 본 기기 주변 온도가 동작 온도 범위 상한을 초과한 경우 본 기기 내부의 측정 회로를 자동으로 차단하여 보호한다. 잘못하여 전압이 인가된 경우는 화면에 [Err: 700] 이 표시되고 EXT.I/O 에 "PROTECT" 신호가 출력된다. 측정 단자 간에 걸리는 전압이 재접속 전압 이하가 되면 측정을 재개한다. 참조 : ACP 기능의 차단 전압과 재접속 전압 (직류) 의 그림 (p.15)
최대 허용 전압	DC ± 60 V 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak (단자 간) 전압 인가 시에는 저항 측정 불가 AC 인가는 최대 100 Hz (참고값)

(5) 순저항 모드 (PR)

동작 내용 경로 저항의 허용값 Up 및 내부 대기 시간이 단축될 수 있는 저항만 측정(1000 $\mu\Omega$ ~ 100 m Ω 레인지 (1 A 및 500 mA 레인지 만))

레인지	측정 전류	
	High	Low
PR1000 $\mu\Omega$	1 A	500 mA* ¹
PR10 m Ω	1 A	
PR100 m Ω	1 A	–

*1: RM3546 만 해당

설정 ON/OFF

초기 설정 OFF

(6) 저전력 모드 (LP) RM3545A-1 RM3545A-2

LP 모드 시 , 전압 인가 허용 안 함

동작 내용 측정 전류 및 개방 전압을 억제한 저전력 측정 (1000 m Ω ~ 1000 Ω 레인지)

설정 ON/OFF
LP ON 에서 OVC 또는 A-OVC 가 ON, 접촉 개선 기능 OFF 고정

초기 설정 OFF

(7) 측정 전류 전환

동작 내용 측정 전류를 억제하여 측정한다 (1000 $\mu\Omega$ ~ 100 Ω 레인지).

설정 측정 전류 : High / Low

레인지	측정 전류	
	High	Low
1000 $\mu\Omega$	1 A	500 mA* ¹
PR1000 $\mu\Omega$		
10 m Ω	1 A	
PR10 m Ω		
100 m Ω	1 A	100 mA
PR100 m Ω		—
1000 m Ω	100 mA	10 mA
10 Ω	10 mA	1 mA
100 Ω	10 mA	1 mA

*1: RM3546 만 해당

초기 설정 High

(8) 측정 속도 설정

설정 FAST, MED, SLOW1, SLOW2

초기 설정 SLOW2

(9) 전원 주파수 설정

동작 내용	전원 전압의 주파수를 설정한다
설정	AUTO (50 Hz 또는 60 Hz 자동 검출), 50 Hz, 60 Hz
초기 설정	AUTO (전원 투입 시 및 리셋 시 자동 검출)

(10) 영점 조정

동작 내용	내부 오프셋 전압과 잉여 저항을 취소한다.
설정	ON/OFF (클리어): 레인지별 스캔 영점 조정 ON/OFF: 채널별 (RM3545A-2, RM3546 만)
영점 조정 범위	각 레인지 $\pm 50\%$ of full scale 이내 (각 레인지 $\pm 1\%$ of full scale 이상은 경고 메시지 표시) 100 M Ω 이상은 영점 조정 불가 (강제 OFF)
초기 설정	영점 조정 : OFF, 스캔 영점 조정 : ON

(11) 애버리지

동작 내용	트리거 소스 INT 및 연속 측정 ON(프리런)은 이동 평균, 트리거 소스 EXT 또는 연속 측정 OFF(프리런 이외)는 단순 평균				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>이동 평균</th><th>단순 평균</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td> $R_{\text{avg}(n)} = \frac{1}{A} \sum_{k=n}^{n+A-1} R_k$ </td><td> $R_{\text{avg}(n)} = \frac{1}{A} \sum_{k=(n-1)A+1}^{nA} R_k$ </td></tr> </tbody> </table> <p>R_{avg}: 평균값, A: 평균 횟수, n: 측정 횟수, R_k: k 번째 측정값</p>	이동 평균	단순 평균	$R_{\text{avg}(n)} = \frac{1}{A} \sum_{k=n}^{n+A-1} R_k$	$R_{\text{avg}(n)} = \frac{1}{A} \sum_{k=(n-1)A+1}^{nA} R_k$
이동 평균	단순 평균				
$R_{\text{avg}(n)} = \frac{1}{A} \sum_{k=n}^{n+A-1} R_k$	$R_{\text{avg}(n)} = \frac{1}{A} \sum_{k=(n-1)A+1}^{nA} R_k$				
설정	ON/OFF (LP ON에서 측정 속도 SLOW2의 경우, OFF 설정에서도 내부에서 평균화를 2회 실행한다)				
평균 횟수	2회 ~ 100회				
초기 설정	RM3545A: OFF RM3546: 2회				

(12) 딜레이 설정

동작 내용	OVC, A-OVC 및 자동 레인지에서 측정 전류를 변화시킨 후 또는 TRIG 신호 후에 대기 시간을 두어 측정이 안정되는 시간을 조정한다
설정	프리셋 (내부 고정값), 임의 설정 (설정값)
프리셋	내부 고정 시간 후부터 적분 시작 (각 레인지마다 다른 값)
임의 설정	설정한 시간 후부터 적분 시작 (모든 레인지 공통)
딜레이 설정 범위	0 ms ~ 9999 ms
초기 설정	프리셋 , 0 ms

프리셋의 딜레이 값 (내부 고정) (단위 : ms)

LP: OFF 및 PR: OFF

레인지	측정 전류	딜레이		100 MΩ 레인지 고정밀도 모드
		OVC, A-OVC: OFF	OVC, A-OVC: ON	
1000 μΩ	High	-	38	-
	Low*1		6	
10 mΩ	High	38	13	
	Low*1	19	6	
100 mΩ	High	130	13	
	Low	20	1	
1000 mΩ	High	38	1	
	Low	4	2	
10 Ω	High	20	2	
	Low	5	2	
100 Ω	High	130	1	
	Low	20	2	
1000 Ω	-	130	1	
10 kΩ		180	-	
100 kΩ		95		
1000 kΩ		10		
10 MΩ		1		
100 MΩ		500		ON
		1		OFF
1000 MΩ		1	OFF	

LP: ON (RM3545A 만 해당)

딜레이
1

PR: ON

딜레이
1

*1: RM3546 만 해당

(13) 온도 측정 설정

온도 센서 종류	서미스터 센서 / 아날로그 입력
아날로그 입력 연산식	$t = \frac{T_2 - T_1}{V_2 - V_1} v + \frac{T_1 V_2 - T_2 V_1}{V_2 - V_1}$ <p> t : 표시값 (°C) v : 입력 전압 (V) V_1 : 기준 전압 1 (V) 설정 범위 : 0.00 V ~ 2.00 V T_1 : 기준 온도 1 (°C) 설정 범위 : -99.9°C ~ 999.9°C V_2 : 기준 전압 2 (V) 설정 범위 : 0.00 V ~ 2.00 V T_2 : 기준 온도 2 (°C) 설정 범위 : -99.9°C ~ 999.9°C </p>
초기 설정	센서 종류 : 서미스터 센서 , V_1 : 0 V, T_1 : 0°C, V_2 : 1 V, T_2 : 100°C

(14) 온도 보정 기능 (TC)

동작 내용	저항값을 기준 온도에서의 저항값으로 환산하여 표시한다 (ΔT ON 으로 TC 자동 OFF).
연산식	$R_{t0} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{t0}(t - t_0)}$ <p> R_t : 실측한 저항값 (Ω) R_{t0} : 보정 저항값 (Ω) t_0 : 기준 온도 (°C) 설정 범위 : -10.0°C ~ 99.9°C t : 현재의 주위 온도 (°C) α_{t0} : t_0 시의 온도 계수 (1/°C) 설정 범위 : -99,999 ppm/°C ~ 99,999 ppm/°C </p>
설정	ON/OFF (ΔT ON 또는 A-TC*1 ON 으로 TC 자동 OFF)
초기 설정	OFF, t_0 : 20°C, α_{t0} : 3930 ppm/°C

*1: RM3546 만 해당

(15) 고도 온도 보정 기능 (A- TC) **RM3546**

동작 내용	멀티플렉서 유닛 사용 시 온도 환산 기능 (ΔT) 으로 환산한 온도값을 현재의 주변 온도로 하고 , 온도 보정 기능 (TC) 을 동작시킨다 . 온도 보정을 실시할 CH 의 측정 전후에 온도 환산 기능을 실시할 CH 을 측정하여 측정 전후의 온도값을 취득한다 . 취득한 전후의 온도값으로부터 온도 보정을 실시할 CH 의 온도값을 산출하여 측정 시의 주변 온도로 한다 .
설정	ON/OFF (ΔT ON 또는 TC ON 으로 A-TC 자동 OFF)
초기 설정	OFF, t_0 : +20.0°C, α_{t0} : +3930 ppm/°C, t_1 : +23.0°C, R_t : 10. 00000 mΩ, TCR: 3930 ppm/°C, TERM: UNIT1, A: 1, B: 1, SPEED: SLOW2, RANGE: AUTO, DELAY: PRESET, AVERAGE: ON 002, A-OVC: ON, LOW POWER: OFF, PURE RES: ON, MEAS CURRENT: HIGH, CONTACT CHECK: ON, CONTACT IMPRV: OFF

(16) 오프셋 전압 보정 기능

OVC: Offset Voltage Compensation

A-OVC : Advanced Offset Voltage Compensation **RM3546**

연산식 설정	OVC : 전류의 극성을 반전시켜 오프셋 전압의 영향을 제거한다 A-OVC (RM3546) : 전류의 극성을 반전시켜 각각의 극성 평균값을 사용하여 오프셋 전압의 영향을 제거한다
유효 레인지	LP OFF: 0 $\mu\Omega$ 레인지 ~ 1000 Ω 레인지 LP ON: 모든 레인지 (RM3545A 만 해당)
설정	ON/OFF (LP ON 일 때는 OVC ON 고정)
초기 설정	RM3545A : OFF RM3546 : ON, 애버리지 : 2 회 (애버리지가 OFF 인 경우는 OVC 동작)

(17) 스케일링

동작 내용	측정값을 1 차 함수 $R_S = A \times R + B$ 로 보정한다 R_S : 스케일링 후 값 A : 게인 계수 설정 범위 : $0.2000 \times 10^{-3} \sim 1.9999 \times 10^3$ R : 영점 조정, 온도 보정 후의 측정값 B : 오프셋 설정 범위 : $0 \sim \pm 9 \times 10^9$ (최소 분해능 1 n Ω)
설정	ON/OFF
표시 형식	참조 :p.91 (9 G 를 초과하는 경우는 오버 레인지 표시)
단위	Ω , 없음, 임의 3 문자 (SI 접두사 미포함)
초기 설정	OFF, A : 1.0000 $\times 1$, B : 0, 단위 : Ω

(18) 셀프 캘리브레이션

동작 내용	계측 회로의 오프셋 전압과 게인을 보정한다.
설정	AUTO, MANUAL
보정 타이밍	AUTO : 전원 투입 시, 측정 직후, TRIG 대기 중 (1 s 마다) MANUAL : EXT. I/O CAL 신호 입력 시, 캘리브레이션 커맨드 실행 시
셀프 캘리브레이션 시간	전원 투입 시, AUTO 전환 시 및 MANUAL 실행의 경우 : 400 ms AUTO 의 경우 : 5 ms (이동 평균)
초기 설정	AUTO

(19) 접촉 개선 (Contact Improver)

동작 내용	TRIG 신호 입력 후 SENSE A - SENSE B 단자 간에 전압을 인가하고 접촉 개선 전류를 0.2 ms 동안 흐르게 한다.
설정	OFF/ON (LP ON 일 때는 접촉 개선 기능 OFF 고정)
초기 설정	OFF
인가 전압	최대 5 V
접촉 개선 전류	최대 10 mA (측정 대상에 흐른다)

(20) 측정 이상 검출

■ 오버 검출

동작 내용	다음 조건에서 오버 레인을 표시한다 . <ul style="list-style-type: none">• 측정 범위를 넘음• 측정 중에 A/D 컨버터의 입력이 범위를 넘음• 연산 결과가 표시 자릿수를 초과함
-------	--

■ 콘택트 체크

동작 내용	SOURCE A - SENSE A 단자 간 및 SOURCE B - SENSE B 단자 간 연결을 확인한다 .
설정	ON/OFF (측정 단자 설정 MUX 에서 측정 방식 2 선택의 경우는 OFF 고정 , 100 MΩ 레인지 이상은 ON 고정)
역치	50 Ω (참고값)
초기 설정	ON (LP: OFF 인 경우) , OFF (LP: ON 인 경우)

■ 전류 이상 검출

동작 내용	규정된 측정 전류를 인가할 수 없는 이상을 검출한다 . 해제 기능 없음 .
전류 이상 모드 설정	전류 이상 (ERR 신호 출력) , 오버 레인지 (HI 신호 출력)

전류 이상 검출 시의 표시 및 출력

		전류 이상 모드 설정		
		전류 이상	오버 레인지	
			에러 출력 없음	에러 출력 있음
콘택트 체크	정상 (에러 없음)	전류 이상 표시 ERR 신호 출력	오버 레인지 표시 HI 신호 출력	오버 레인지 표시 HI 신호 출력 ERR 신호 출력
	이상 (에러)	콘택트 에러 표시 ERR 신호 출력		

초기 설정	전류 이상 (ERR 신호 출력)
전류 이상이 되는 경로 저항 (배선 저항 + 접촉 저항) 의 참고값 참조 : p.62	

(21) 콤퍼레이터

동작 내용	설정값과 측정값의 비교 판정
설정	ON/OFF (콤퍼레이터 기능 ON 일 때는 레인지 고정 , ΔT 및 BIN 기능 ON 에서 콤퍼레이터 기능 자동 OFF)
판정 방법	ABS 모드 , REF% 모드
초기 상태	OFF, ABS 모드
판정	digit 값으로 판정 (표시 자릿수까지의 판정) Hi: 측정값 > 상한값 IN: 상한값 ≥ 측정값 ≥ 하한값 Lo: 하한값 > 측정값
종합 판정	RM3545A-2 RM3546
동작 내용	측정 단자 설정 MUX, 스캔 기능 자동 또는 스텝의 경우는 각 채널을 PASS, FAIL 판정하고 종합 판정을 한다 .
PASS, FAIL 판정 (스캔 채널별)	PASS: 콤퍼레이터 판정이 PASS 조건에 합치하는 경우 FAIL: 콤퍼레이터 판정이 PASS 조건에 합치하지 않는 경우
PASS 조건	PASS: 모든 채널이 PASS 또는 PASS 조건 OFF 인 경우 FAIL: 채널 중 하나가 FAIL 인 경우 OFF, Hi, IN, Lo, Hi 또는 Lo, ALL (스캔 채널별)
초기 설정	IN
ABS 모드	
상하한값 범위	0000.00 μΩ ~ 9000.00 MΩ*
초기 설정	0000.00 μΩ
REF% 모드	
표시	절대값 표시 및 상대값 표시
$(\text{상대값}) = \left\{ \frac{ (\text{측정값}) }{ (\text{기준값}) } - 1 \right\} \times 100 [\%]$	
상대값 표시 범위	-999.999% ~ 999.999%
기준값 범위	0000.00 μΩ ~ 9000.00 MΩ* 측정 단자 설정 MUX 의 경우는 스캔 채널 1 의 측정 결과를 기준값으로 사용하는 것이 가능 (RM3545A-2, RM3546 만).
상하한값 범위	0.000% ~ ±99.999%
초기 설정	기준값 : 0000.01 μΩ, 상하한값 범위 : 0.000%

*: 키 조작에 의한 설정에서는 레인지 및 스케일링 계수에 따른 입력 범위가 된다
최소 분해능 1 nΩ, 최대값 9 GΩ

(22) BIN


동작 내용	설정값과 측정값을 비교 판정하여 결과를 표시한다
설정	ON/OFF (BIN 기능 ON 일 때는 레인지 및 콤퍼레이터 기능 OFF 고정 , ΔT 및 측정 단자 설정 MUX 에서 BIN 기능 자동 OFF)
판정 방법	ABS 모드 , REF% 모드
표시	절대값 (저항값) 표시만
BIN 번호	0 ~ 9
초기 상태	OFF
판정	digit 값으로 판정 (표시 자릿수까지의 판정) Hi: 측정값 > 상한값 IN: 상한값 ≥ 측정값 ≥ 하한값 Lo: 하한값 > 측정값
ABS 모드	
상하한값 범위	0000.0 0 μΩ ~ 9000.00 MΩ*
초기 설정	0000.0 0 μΩ
REF% 모드	
기준값 범위	0000.0 1 μΩ ~ 9000.00 MΩ*
상하한값 범위	0.000% ~ ±99.999%
초기 설정	기준값 : 0000.0 1 μΩ, 상하한값 범위 : 0.000%

*: 키 조작에 의한 설정에서는 레인지 및 스케일링 계수에 따른 입력 범위가 된다
최소 분해능 1 nΩ, 최대값 9 GΩ

(23) 판정음 설정

동작 내용	콤퍼레이터 판정 결과 또는 종합 판정에 따라 버저음을 울린다 (Hi, IN, Lo 별 , 측정 단자가 MUX 인 경우는 PASS, FAIL 별로 설정)
설정	음색 : 타입 1, 타입 2, 타입 3, OFF
울림 횟수	1 ~ 5 회 , 연속
초기 설정	OFF, 2 회

(24) 자동 홀드

동작 내용	측정값을 자동 홀드한다 (측정 단자 설정이 정면 단자 , 트리거 소스 INT 및 연속 측정 ON(프리런) 인 경우에만) 다음 조건에서 해제된다 측정 리드를 한 번 개방하고 다음에 측정했을 경우 또는  키를 눌렀을 때
설정	ON/OFF
초기 설정	OFF

(25) 온도 환산 (ΔT)

동작 내용	저항값이 온도에 따라 달라진다는 점을 이용하여 측정한 저항값을 온도로 환산하여 온도 상승값을 표시한다
연산식	$\Delta t = \frac{R_2}{R_1}(k + t_1) - (k + t_2)$ <p> Δt : 온도 상승 (°C) t_1 : 초기 저항 R_1 을 측정했을 때의 권선 (냉간 상태) 온도 (°C) 설정 범위 : -10.0°C ~ 99.9°C t_2 : 온도 상승 시험 종료 시의 냉매 온도 (°C) R_1 : 온도 t_1 (냉간 상태) 에서의 권선 저항 (Ω) 설정 범위 : 0.001 $\mu\Omega$ ~ 9000.000 MΩ* R_2 : 온도 상승 시험 종료 시의 권선 저항 (Ω) k : 도체 재료의 0°C 에서 온도 계수의 역수 (°C) 설정 범위 : -999.9 ~ 999.9 </p> <p>*: 키 조작에 의한 설정에서는 레인지 및 스케일링 계수에 따른 입력 범위가 된다 최소 분해능 1 nΩ, 최대값 9 GΩ</p>
ΔT 표시 범위	-9999.9°C ~ 9999.9°C
설정	ON/OFF (ΔT 기능 ON 일 때는 콤퍼레이터 기능 OFF 고정, TC ON 또는 A-TC* ON, 통계 연산 기능 ON, BIN 기능 ON 으로 ΔT 자동 OFF)
초기 설정	OFF, t_1 : 23.0°C, R_1 : 1.000 0 Ω , k : 235.0

*1: RM3546 만 해당

(26) 통계 연산

동작 내용	측정값에 대한 통계 연산을 한다
설정	ON/OFF (ΔT ON, 측정 단자 설정 MUX 에서 통계 연산 기능 자동 OFF)
최대 데이터 수	30,000 개
연산 내용	<p>총 데이터 수, 유효 데이터 수, 평균값, 최소값 (인덱스 번호), 최대값 (인덱스 번호), 샘플의 표준편차, 모표준편차</p> <ul style="list-style-type: none"> • 콤퍼레이터 기능이 ON 인 경우 : 콤퍼레이터 판정별 수, 공정 능력 지수 (편차, 편향) • BIN 기능이 ON 인 경우 : BIN 번호별 수, 전체 BIN 번호의 OUT (Hi 또는 Lo) 수, BIN 무효 수
연산 클리어	전체 데이터 클리어, 1 데이터 클리어 (측정 직전의 데이터로 되돌린다)
초기 설정	OFF

(27) 패널 세이브, 패널 로드

동작 내용	측정 조건을 패널 번호를 지정하여 저장 및 불러오기
패널 수	측정 단자 설정이 정면 단자인 경우 : 30, 측정 단자 설정이 MUX 인 경우 : 8
패널 명칭	10 문자 (알파벳 또는 숫자)
저장 내용	저장일시, 저항 레인지, 100 MΩ 레인지 고정밀도 모드, 저전력 모드 (LP), 순저항 모드 (PR), 측정 전류 전환, 측정 속도, 영점 조정, 애버리지, 딜레이, 온도 보정 (TC), 고도 온도 보정 (A-TC)*, 오프셋 전압 보정 (OVC), 고도 오프셋 전압 보정 (A-OVC)*, 스케일링, 셀프 캘리브레이션 설정, 접촉 개선, 콘택트 체크, 콤퍼레이터, BIN 설정, 판정음, 자동 홀드, 온도 환산 (ΔT), 통계 연산 설정, 멀티플렉서 설정 (각 채널 포함) *: RM3546 만 해당
영점 조정 로드	ON/OFF
초기 설정	ON

(28) 시계

내용	자동 달력, 윤년 자동 판별, 24 시간계
시계 정밀도	± 약 4 분 / 월
초기 상태	2023 년 10 월 1 일, 0 시 0 분

(29) 리셋

■ 리셋

동작 내용	패널 데이터 이외의 설정을 공장 출하 상태로 되돌린다
-------	-------------------------------

■ 시스템 리셋

동작 내용	패널 데이터를 포함한 모든 설정을 공장 출하 상태로 되돌린다
-------	-----------------------------------

■ 멀티플렉서 채널 리셋 **RM3545A-2** **RM3546**

동작 내용	멀티플렉서의 채널 설정을 공장 출하 상태로 되돌린다
-------	------------------------------

(30) 셀프 테스트

■ 기동 시 셀프 테스트

동작 내용	ROM/RAM 체크, 측정 회로 보호용 퓨즈의 단선 체크를 실시한다
-------	---------------------------------------

■ Z3003 유닛 테스트 **RM3545A-2** **RM3546**

동작 내용	A 단자 및 B 단자를 모두 단락한 상태에서 2 단자 저항 측정 상태로 각 핀의 왕복 경로 저항값을 측정하며, 또한 접점 횟수를 표시한다
판정 기준	쇼트 검사: 단락 상태에서 저항 측정 1 Ω 이상인 경우 불합격 오픈 검사: 개방 상태에서 측정 이상을 검출하지 못하는 경우 불합격

(31) 절대값 표시

동작 내용	측정값이 마이너스일 경우 절대값으로 표시한다. 측정 화면에는 “ABS” 를 표시한다.
설정	ON/OFF
초기 설정	OFF

12.4 인터페이스 사양

(1) 표시

LCD 타입	흑백 그래픽 LCD 240×110
백라이트	백색 LED 밝기 조정 범위 : 0% ~ 100% (5% 단위), 초기 설정 : 80% 트리거 소스 EXT 의 경우 비조작 상태가 이어지면 밝기를 낮춘다 정면 패널의 키 조작으로 밝기 복귀
콘트라스트	조정 범위 : 0% ~ 100% (5% 단위), 초기 설정 : 50%
측정값 표시 전환	통상의 측정값에 더해 다음 표시를 한다. 표시 없음, 온도, 연산 전 저항값 (TC, 스케일링, REF%, ΔT)

(2) 키

COMP, PANEL, ▼, ▲, ►, ◀, MENU, F1, F2, F3, F4, ESC, ENTER, AUTO, ▼, ▲ (레인지), ⏻ (스탠바이), SPEED

■ 키 록

동작 내용	불필요한 키 조작을 금지한다. 통신 커맨드로도 해제 가능
설정	OFF, 메뉴 잠금, 전체 잠금 메뉴 잠금 : 다이렉트 키 (아래) 및 키 록 해제 키 [UNLOCK] 이외 금지 COMP, PANEL, AUTO, ▼, ▲ (레인지), SPEED, 0ADJ, PRINT, STAT, STOP 전체 잠금 : 키 록 해제 키 [UNLOCK] 이외 금지 KEY_LOCK 신호가 입력된 경우는 정면 패널에서의 키 조작을 일체 금지
초기 설정	OFF

■ 키 조작음 설정

설정	ON/OFF
초기 설정	ON

12.5 통신 인터페이스 사양

인터페이스 종류	LAN, RS-232C, PRINTER, USB
초기 설정	RS-232C

(1) LAN

준거 규격	IEEE802.3
전송 방식	10BASE-T/100BASE-TX 자동 인식 , Half/Full Duplex, Auto MDI-X
프로토콜	TCP/IP
커넥터	RJ-45
통신 내용	통신 커맨드에 의한 설정 , 측정값 취득
IP 주소	xxx.xxx.xxx.xxx (xxx 는 0 ~ 255)
서브넷 마스크	xxx.xxx.xxx.xxx (xxx 는 0 ~ 255)
디폴트 게이트웨이	xxx.xxx.xxx.xxx (xxx 는 0 ~ 255)
통신 커맨드 포트	11 ~ 65535 (80 은 제외)
메시지 종료 프로그램 (구분 문자)	수신 시 : CR+LF, CR, LF 송신 시 : CR+LF
초기값	IP 주소 : 0.0.0.0, 서브넷 마스크 : 255.255.255.0, 디폴트 게이트웨이 : OFF (0.0.0.0), 통신 커맨드 포트 : 23

(2) RS-232C

통신 내용	리모트 제어 , 측정값 출력
전송 방식	통신 방식 : 전이중 동기 방식 : 조보동기식
전송 속도	9600 bps (초기 설정) / 19200 bps / 38400 bps / 115200 bps
데이터 비트 길이	8 비트
정지 비트	1
패리티 비트	없음
핸드 셰이크	X 플로 없음 , 하드웨어 플로 없음
프로토콜	무순서 방식
메시지 종료 프로그램 (구분 문자)	수신 시 : CR+LF, CR, LF 송신 시 : CR+LF
커넥터	D-sub 9 핀 male 감합 고정대 나사 #4-40 나사

(3) USB

통신 내용	리모트 제어, 측정값 출력
커넥터	시리즈 B 리셉터클
전기적 사양	USB2.0 (Full Speed)
클래스 (모드)	CDC 클래스 (COM 모드), HID 클래스 (USB 키보드 모드)
메시지 종료 프로그램 (구분 문자)	수신 시 : CR+LF, CR, LF 송신 시 : CR+LF
초기 설정	COM 모드

(4) 프린터

동작 내용	PRINT 신호 입력, 프린트 키를 눌렀을 때에 인쇄
사용 가능 프린터	인터페이스 RS-232C, 1 행 문자 수 반각 48 문자 이상 통신 속도 9600 bps / 19200 bps / 38400 bps / 115200 bps 데이터 비트 8 비트, 패리티 없음, 스톱 비트 1 비트, 흐름 제어 없음, 메시지 종료 프로그램 (구분 문자) CR+LF 제어 코드 및 일반 텍스트를 직접 인쇄할 수 있을 것
인쇄 내용	저항 측정값, 온도 측정값, 판정 결과, 측정 조건, 통계 결과
인터벌	ON/OFF
인터벌 시간	0 s ~ 3600 s
통계 연산 클리어	ON/OFF
1 행 인쇄열 수	1 열 / 3 열
초기 설정	인터벌 : OFF, 인터벌 시간 : 1 s, 통계 연산 클리어 : OFF, 1 행 인쇄열 수 : 1 열

(5) 통신 기능

리모트 기능	USB, RS-232C 또는 LAN 으로 통신한 경우에 리모트 상태로 정면 패널에서의 키 조작을 금지한다. 다음으로 해제한다. • LOCAL 키, 리셋, 전원 투입 시 • USB, RS-232C, LAN 에 의한 :SYSTEM:LOCa1 커맨드
커맨드 모니터 기능	커맨드나 쿼리의 송수신 상황을 표시 설정 : ON/OFF
데이터 출력 기능	트리거 소스 INT 일 때는 TRIG 신호 및 ENTER 키로 측정값을 출력한다. 트리거 소스 EXT 일 때는 측정 종료 시마다 측정값을 자동 출력한다. (USB 키보드 모드는 트리거 소스 INT 일 때만 가능) 설정 : ON/OFF
메모리 기능	메모리에 저장된 측정값을 일괄 송신 (측정 단자 설정 MUX 일 때는 메모리 기능 자동 OFF) 메모리 개수 : 50 개 (휘발성 메모리, 백업 없음) 설정 : ON/OFF
초기 설정	커맨드 모니터 기능 : OFF, 데이터 출력 : OFF, 메모리 기능 : OFF

(6) EXT. I/O

커넥터	D-SUB 37 핀 female 감합 고정대 나사 #4-40
-----	-----------------------------------

■ 입력

전기적 사양	입력 형식	포토커플러 절연 무전압 접점 입력 (전류 싱크 / 소스 출력 대응)
	입력 ON	잔류 전압 1 V 이하 (입력 ON 전류 4 mA (참고값))
	입력 OFF	OPEN (차단 전류 100 μ A 이하)
	응답 시간	ON 에지 : 최대 0.1 ms, OFF 에지 : 최대 1.0 ms
입력 신호	TRIG (IN0), CAL, KEY_LOCK, 0ADJ, PRINT (IN1), MUX, SCN_STOP, LOAD0 ~ LOAD5, BCD_LOW (출력이 BCD 모드일 때만 유효)	

■ 출력

전기적 사양	출력 형식	포토커플러 절연 오픈 드레인 출력 (무극성)
	최대 부하 전압	DC 30 V
	잔류 전압	1 V 이하 (부하 전류 50 mA) 0.5 V 이하 (부하 전류 10 mA)
	최대 출력 전류	50 mA / 채널
출력 신호	출력 모드 전환	판정 모드 , BCD 모드
	판정 모드	EOM, ERR, INDEX, HI, IN, LO, T_ERR, T_PASS, T_FAIL, BIN0 ~ BIN9, OB, OUT0 ~ OUT2, PROTECT
	BCD 모드	EOM, ERR, IN, HILO BCD_LOW 가 ON: BCD1 ~ BCD3 \times 4 자리 , RNG_OUT0 ~ RNG_OUT3
	초기 설정	BCD_LOW 가 OFF: BCD4 ~ BCD7 \times 4 자리 판정 모드

■ 트리거 소스 설정 기능

설정	INT (내부), EXT (외부) 측정 단자 MUX 에서 스캔 기능이 자동 또는 스텝일 때는 EXT 고정
초기 설정	INT (내부)

■ TRIG/PRINT 필터 기능

설정	ON/OFF
동작 내용	응답 시간 중 , 입력 신호 ON 이 유지되는 경우에만 신호를 처리한다 .
응답 시간	50 ms ~ 500 ms
초기 설정	OFF, 50 ms

■ TRIG 논리 설정

설정	OFF 에지 , ON 에지
초기 설정	ON 에지

■ EOM 출력 타이밍 설정

설정	HOLD, PULSE
동작 내용	트리거 소스 EXT, HOLD 설정의 경우, 다음 TRIG 신호 또는 0ADJ 신호 입력 시까지 ON 을 유지 트리거 소스 EXT, PULSE 의 경우, 펄스 폭 설정 경과 후 OFF 를 유지 트리거 소스 INT 의 경우, EOM 출력 타이밍 설정에 관계없이 셀프 캘리브레이션 자동 시에는 EOM 5 ms 폭의 펄스 출력 고정, 셀프 캘리브레이션 수동 시에는 EOM 출력 없음
펄스 폭	1 ms ~ 100 ms
초기 설정	HOLD, 5 ms

■ EXT. I/O 테스트 기능

동작 내용	EXT. I/O 의 입력 신호 상태를 표시하고, 출력 신호를 임의로 출력한다.
-------	---

■ 서비스 전원 출력

출력 전압	싱크 출력 시 : 5.0 V \pm 10% 소스 출력 시 : -5.0 V \pm 10%, 100 mA max.
절연	보호 접지 전위 및 측정 회로에서 플로팅
절연 정격	대지간 전압 DC 50 V, 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak 이하

(7) 멀티플렉서 **RM3545A-2** **RM3546**

참조 : “7 멀티플렉서”(p.157)

탑재 유닛 수	최대 2 유닛
측정 단자 설정	정면 단자, MUX (멀티플렉서) (MUX 설정일 때는 메모리 기능 OFF 고정, 통계 연산 기능 ON 또는 BIN 기능 ON 설정일 때는 자동으로 정면 단자로 전환됨) MUX 설정 시에는 정면 측정 단자에 측정 리드 연결 불가
대응 유닛	Z3003
Z3003 제어 사양	
측정 방법	2 선식, 4 선식 (2 선식의 경우 최소 측정 레인지는 100 Ω 레인지, 2 선식의 경우는 콘택트 체크 OFF 고정)
스캔 기능	OFF, 자동 (한 번의 TRIG 로 모든 채널을 측정), 스텝 (TRIG 당 1 채널을 측정) 자동 및 스텝의 경우는 트리거 소스 EXT 고정 FAIL 정지 ON/OFF
채널 설정	채널의 A 단자 및 B 단자 각각을 임의의 단자에 할당 가능. 측정 전류는 B 단자에서 A 단자로 흐른다. 채널 : 유효 / 무효 A 단자 : 1 유닛당 10 개 단자 (4 선식인 경우) 또는 21 개 단자 (2 선식인 경우) 의 임의 단자 B 단자 : 1 유닛당 10 개 단자 (4 선식인 경우) 또는 21 개 단자 (2 선식인 경우) 의 임의 단자 측정 기기 선택 : 본체 측정 / 외부 기기 측정 다음과 같은 측정 조건을 채널별로 설정 가능 저항 레인지, 100 MΩ 레인지 고정밀도 모드, 저전력 모드 (LP), 측정 전류 전환, 측정 속도, 영점 조정, 애버리지, 딜레이, 온도 보정 (TC, A-TC), 오프셋 전압 보정 (OVC, A-OVC), 순저항 모드 (PR), 스케일링, 접촉 개선, 콘택트 체크, 콤퍼레이터, 온도 환산 (ΔT)
릴레이의 핫 스위칭 방지 기능	전류 발생 단자 간 (SOURCE 간) 전류를 모니터링하고, 전류가 일정 이하가 될 때까지 릴레이의 전환 제어를 하지 않는다.
접점 개폐 횟수 기록 기능	기록 접점 각 접점 최대 기록 횟수 999,999,999 회
설정 가능 채널 수	42
전환 시간	30 ms (참고값, 측정 시간 및 레인지 전환 시간을 포함하지 않음)
초기 설정	측정 방식 : 4 선식, 스캔 기능 : 자동, FAIL 정지 : OFF, 각 채널의 초기 설정은 다음과 같다 (측정 조건에 대해서는 각 측정 조건의 초기값).

4 선식인 경우

채널 번호	채널	유닛	A 단자	B 단자
1	유효	1	TERM A1	TERM B1
2 ~ 10	무효	1	TERM A2 ~ TERM A10	TERM B2 ~ TERM B10
11 ~ 20	무효	2	TERM A1 ~ TERM A10	TERM B1 ~ TERM B10
21 ~ 42	무효	1	TERM A1	TERM B1

2 선식인 경우

채널 번호	채널	유닛	A 단자	B 단자
1	유효	1	TERM A1	TERM B1
2 ~ 21	무효	1	TERM A2 ~ TERM A21	TERM B2 ~ TERM B21
22 ~ 42	무효	2	TERM A1 ~ TERM A21	TERM B1 ~ TERM B21

(8) D/A 출력

출력 내용	저항 측정값 (영점 조정 및 온도 보정 후, 스케일링 및 ΔT 연산 전의 표시값)
출력 전압	DC 0 V (0 digit에 대응) ~ 1.5 V * 측정값 이상인 경우는 1.5 V, 측정값이 음수가 되는 경우는 0 V *: 1,200,000 digits 표시의 경우는 1.2 V (1,200,000 digits)에 대응 120,000 digits 표시의 경우는 1.2 V (120,000 digits)에 대응 12,000 digits 표시의 경우는 1.2 V (12,000 digits)에 대응 1.5 V를 초과하는 표시의 경우는 1.5 V 고정
최대 출력 전압	5 V
출력 임피던스	1 k Ω
비트 수	12 비트

(9) L2105 전면 콤퍼레이터 램프용 출력

출력 내용	콤퍼레이터 결과 출력 (Hi, Lo/IN 의 2 출력)
출력 단자	3 극 이어폰 잭 (\varnothing 2.5 mm)
출력 전압	DC 5 V \pm 0.2 V, 20 mA

12.6 Z3003 멀티플렉서 유닛 사양

일반 사양

(1) 측정 대상 (결선 순서는 임의로 선택 가능)

4 선식	10 곳 (Z3003 2 대 사용 시는 20 곳)
2 선식	21 곳 (Z3003 2 대 사용 시는 42 곳)

(2) 멀티플렉서 입출력 (전류 인가 방향은 고정)

측정 단자 (4 선식)	TERM A1 단자 ~ TERM A10 단자, TERM B1 단자 ~ TERM B10 단자 (TERM 단자는 다음 단자의 조합 SOURCE 단자: 전류 발생 단자, SENSE 단자: 전압 검출 단자) EX SOURCE A, EX SOURCE B: 외부 기기 연결 단자 (전류측) EX SENSE A, EX SENSE B: 외부 기기 연결 단자 (전압측)
측정 단자 (2 선식)	TERM A1 단자 ~ TERM A21 단자, TERM B1 단자 ~ TERM B21 단자 EX A, EX B: 외부 기기 연결 단자
실드 단자	GUARD 단자: 가드 단자 EARTH 단자: 기능 접지 단자 EX GUARD: 외부기기 가드 단자
사용 커넥터	D-SUB 50 핀 리셉터클

(3) 핀 배치

4 선식

No.	단자명		No.	단자명		No.	단자명	
1	—	—	18	TERM B5	SOURCE	34	TERM B9	SOURCE
2	TERM B1	SOURCE	19		SENSE	35		SENSE
3		TERM A1	SENSE	20	TERM A5	SOURCE	36	TERM A9
4	SOURCE		21	SENSE		37	SENSE	
5	TERM B2	SENSE	22	TERM B6	SOURCE	38	TERM B10	SOURCE
6		SOURCE	23		SENSE	39		SENSE
7	TERM A2	SENSE	24	TERM A6	SOURCE	40	TERM A10	SOURCE
8		SOURCE	25		SENSE	41		SENSE
9	TERM B3	SENSE	26	TERM B7	SOURCE	42	—	—
10		SOURCE	27		SENSE	43	GUARD	
11	TERM A3	SENSE	28	TERM A7	SOURCE	44	GUARD	
12		SOURCE	29		SENSE	45	EX SOURCE B (EX Cur Hi)	
13	TERM B4	SENSE	30	TERM B8	SOURCE	46	EX SENSE B (EX Pot Hi)	
14		SOURCE	31		SENSE	47	EX SENSE A (EX Pot Lo)	
15	TERM A4	SENSE	32	TERM A8	SOURCE	48	EX SOURCE A (EX Cur Lo)	
16		SOURCE	33		SENSE	49	EX GUARD	
17	SENSE					50	EARTH	

2 선식

No.	단자명	No.	단자명	No.	단자명
1	TERM A1	18	TERM B9	34	TERM B17
2	TERM B1	19	TERM B10	35	TERM B18
3	TERM B2	20	TERM A10	36	TERM A18
4	TERM A2	21	TERM A11	37	TERM A19
5	TERM A3	22	TERM B11	38	TERM B19
6	TERM B3	23	TERM B12	39	TERM B20
7	TERM B4	24	TERM A12	40	TERM A20
8	TERM A4	25	TERM A13	41	TERM A21
9	TERM A5	26	TERM B13	42	TERM B21
10	TERM B5	27	TERM B14	43	GUARD
11	TERM B6	28	TERM A14	44	GUARD
12	TERM A6	29	TERM A15	45	EX B (EX Hi)
13	TERM A7	30	TERM B15	46	EX B (EX Hi)
14	TERM B7	31	TERM B16	47	EX A (EX Lo)
15	TERM B8	32	TERM A16	48	EX A (EX Lo)
16	TERM A8	33	TERM A17	49	EX GUARD
17	TERM A9			50	EARTH

(4) 측정 가능 범위

측정 전류	Z3003 을 탑재한 기기 : DC 1 A 이하 외부 연결 기기 : DC 1 A 이하 , AC 100 mA 이하
측정 주파수	외부 연결 기기 : DC, 10 Hz ~ 1 kHz

(5) 접점 사양

접점 형식	기계식 릴레이
최대 허용 전압	DC ± 60 V 또는 AC 30 V rms 및 AC 42.4 V peak
최대 허용 전력	30 W (DC) (저항 부하)
접점 수명	4 선식인 경우 : 5000 만 회 , 2 선식인 경우 : 500 만회 (참고값)

측정 사양

(1) 정확도 보증 조건

원업 시간	Z3003 을 탑재한 기기와 같음
정확도 보증 온습도 범위	23°C $\pm 5^\circ\text{C}$, 80% RH 이하
정확도 보증 기간	1 년간
정확도 사양 조건	2 선식의 경우 영점 조정 실시 후에만 정확도를 보증한다
온도 계수	0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C 에서는 온도 계수 \pm (추가 정확도의 1/10)/°C 를 가산

(2) 추가 정확도 (본체의 측정 정확도에 다음 오차를 추가한다)

리크 전류의 영향	측정 전류에 따라 다음의 reading 오차를 가산 (가드 포함) (습도 70% RH 미만 . 70% RH 이상인 경우는 다음 reading 오차 $\times 5$ 를 가산) $\frac{1 \times 10^{-9} [\text{A}]}{I_{\text{MEAS}} [\text{A}]} \times 100 [\% \text{ of reading}]$ I_{MEAS} : 측정 전류
측정 속도의 영향	적분 시간이 전원 주기의 정수배가 아닌 경우 , 다음 full scale 오차를 가산 $A_{\text{fs}} \times 0.5 [\% \text{ of full scale}]$ A_{fs} : Z3003 을 탑재한 기기의 full scale 오차
오프셋 전압의 영향	OVC OFF 의 경우 다음 저항을 오차에 가산 $\frac{10 \times 10^{-6} [\text{V}]}{I_{\text{MEAS}} [\text{A}]} [\Omega]$ I_{MEAS} : 측정 전류
오프셋 저항 변동의 영향	2 선식의 경우 다음 저항을 오차에 가산 0.1 $[\Omega]$

(3) 내부 오프셋 저항

내부 측정 경로의 저항값	0.5 Ω (초기값)
---------------	----------------------

정확도에 대해서

참조 : “ 측정 정확도 ”(p.284)

정확도 계산 예

(표시 자릿수 이하는 절사)

• Z3003 사용 시의 저항 측정 정확도

RM3545A 또는 RM3546 의 측정 조건 :

100 k Ω 레인지 , 측정 전류 100 μ A, OVC 또는 A-OVC OFF, 0ADJ 있음 , FAST, 측정 대상 30 k Ω

저항 측정 정확도 $\pm(0.008\% \text{ of reading} + 0.005\% \text{ of full scale})$

가장 먼저 정확도 오차를 계산한 후 종합 오차를 산출합니다 .

(1)정확도 오차 계산

•리크 전류의 영향

리크 전류의 영향은 측정 전류에 대한 비율로 결정되며 , 리딩 오차에 가산됩니다 .

$$\text{추가 오차 : } A = (1 \times 10^{-9}) / (100 \times 10^{-6}) \times 100 = 0.001\% \text{ of reading}$$

•측정 속도의 영향 (FAST 는 적분 시간이 전원 주기의 정수배가 아님)

적분 시간이 전원 주기의 정수배가 아닌 경우는 상용 전원 노이즈의 영향이 커집니다 .

$$\text{추가 오차 : } B = 0.005 \times 0.5 = 0.0025\% \text{ of full scale}$$

•오프셋 전압의 영향

릴레이 및 커넥터의 열기전력은 측정값의 오프셋으로서 관측됩니다 .

OVC 또는 A-OVC ON 에서 사용하는 경우 가산할 필요가 없습니다 .

$$\text{추가 오차 : } C = (10 \times 10^{-6}) / (100 \times 10^{-6}) = 0.1 \Omega$$

•오프셋 저항 변동의 영향

2 선식의 경우는 내부 오프셋 저항의 변동에 영향을 받습니다 .

$$\text{추가 오차 : } D = +0.1 \Omega$$

(2)종합 오차 산출

$$4 \text{ 선식인 경우 : } E = \pm\{(0.008 + A) \% \times 30 \text{ k}\Omega + (0.005 + B) \% \times 100 \text{ k}\Omega + C\} = \pm 10.3$$

$$2 \text{ 선식인 경우 : } E + D = +10.4 \Omega, -10.3 \Omega$$

기능

(1) 점점 개폐 횟수 기록 기능

Z3003 을 탑재한 기기에서 제어하여 각 점점의 개폐 횟수를 최대 999,999,999 회까지 기록 가능

(2) 유닛 테스트 기능

핀 No.1 부터 No.42 까지를 모두 단락함으로써 Z3003 을 탑재한 기기에서 제어하여 2 단자 저항 측정 상태로 각 측정 단자의 왕복 경로 저항값을 확인 가능

(3) 릴레이의 핫 스위칭 방지 모니터 기능

Z3003 을 탑재한 기기에서 제어하여 전류 발생 단자 간 (SOURCE 간) 전류를 모니터링 가능

환경 및 안전 사양

사용 장소	실내 사용 , 오염도 2, 고도 2000 m 까지
보관 온습도 범위	-10°C ~ 50°C, 80% RH 이하 (결로 없을 것)
사용 온습도 범위	0°C ~ 40°C, 80% RH 이하 (결로 없을 것)
적합 규격 안전성 EMC	EN 61010 EN 61326 Class A 방사성 무선 주파 전자계의 영향 10 V/m 에서 5% of full scale (Z3003 을 탑재한 기기의 영향량에 가산) 전도성 무선 주파 전자계의 영향 3 V 에서 5% of full scale (Z3003 을 탑재한 기기의 영향량에 가산)
외형 치수	약 92W × 24.5H × 182D mm (돌기물 비포함)
질량	약 180 g
제품 보증기간	3 년간 릴레이 : 보증 대상 외

부속품

사용설명서	1 부
D-SUB 50 핀 커넥터	1 개 (핀 헤더 , 솔더컵)

13 유지보수 및 서비스

13.1 수리, 점검, 클리닝

⚠ 경고



■ 본 기기를 개조, 분해 또는 수리하지 않는다

작업자가 감전되거나 화재가 발생할 우려가 있습니다.

교체부품과 수명에 대해서

제품에 사용된 부품에는 오랜 사용으로 인해 특성이 열화되는 것이 있습니다.

본 기기를 오래도록 사용하기 위해 정기적인 교체를 권장합니다.

교체할 때는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

사용 환경이나 사용 빈도에 따라 부품 수명은 달라집니다. 이 부품들이 권장 교체 주기의 기간 동안 동작하는 것을 보증하는 것은 아닙니다.

부품명	권장 교체 주기	비고, 조건
전해 콘덴서	약 10 년	해당 부품이 탑재된 기판을 교체해야 합니다.
액정 백라이트 (밝기 반감기)	약 50,000 시간	
백업용 전지	약 10 년	전원을 켜고 있을 때 시계가 크게 어긋나 있으면 전지 교체 시기입니다.
릴레이	약 5000 만 회	
릴레이 (Z3003 멀티플렉서 유닛)	약 5000 만 회	4 선식인 경우
	약 500 만 회	2 선식인 경우

교정에 대해서

교정 주기는 사용자의 사용 상황이나 환경 등에 따라 다릅니다. 사용자의 사용 상황이나 환경에 맞게 교정 주기를 정해주시고 당사에 정기적으로 교정을 의뢰해 주십시오.

데이터 백업에 관한 부탁의 말씀

수리 또는 교정 시 본 기기를 초기화 (공장 출하 시의 상태) 하는 경우가 있습니다.

의뢰하기 전에 설정 조건, 측정 데이터 등을 백업 (저장, 기록) 하기를 권장합니다.

본 기기의 수송

주의

본 기기를 수송할 때는 다음 사항을 반드시 지켜 주십시오.



- 부속품이나 옵션을 본 기기에서 분리한다
- 고장 내용을 기재하여 첨부한다
- 최초 배송 시의 포장재를 사용해 이중으로 포장한다
수송 중에 본 기기 등이 파손될 수 있습니다.

클리닝

주의



- 본 기기의 오염 제거 시에는 부드러운 천에 물이나 중성세제를 소량 묻혀서 가볍게 닦는다
벤진, 알코올, 아세톤, 에테르, 케톤, 시너, 가솔린계를 포함한 세제 등을 사용하거나 세
게 닦으면 본 기기가 변형, 변색될 수 있습니다.

표시부는 마른 부드러운 천으로 가볍게 닦아 주십시오.

13.2 문제가 발생했을 경우

고장이라 생각되는 경우는 “수리를 의뢰하기 전에”를 확인해 주십시오. 그래도 문제가 해결되지 않는 경우는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

문의하실 때는 권말의 “문의 시트” 내용을 확인해 주십시오.

수리를 의뢰하기 전에

일반적인 항목

No.	발생한 문제	확인이 필요한 항목		생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
1-1	전원이 안 켜진다. (아무 표시도 없음)	스탠바이 키의 색깔	녹색	표시 설정이 바르지 않다. → 백라이트 밝기와 콘트라스트를 조정하십시오.	p.148 p.147
			적색	스탠바이 상태로 되어 있다. → 스탠바이 키를 누르십시오.	p.47
			소등되어 있다.	전원이 공급되고 있지 않다. → 전원 코드의 도통 상태를 확인해 주십시오. → 설비의 브레이커가 켜져 있는지 확인해 주십시오. → 주전원 스위치(뒷면)를 켜 주십시오.	p.47
				전원 전압과 주파수가 바르지 않다. → 전원 정격의 범위 내에서 사용해 주십시오. (100V~240V, 50 Hz/60 Hz)	p.275
1-2	키 조작을 할 수 없다.	표시	[LOCK]	키 록 상태이다. → 키 록을 해제해 주십시오. → EXT. I/O 의 KEY_LOCK 신호를 OFF 로 해주십시오.	p.144
			[RMT]	리모트 상태로 되어 있다. → 리모트 상태를 해제해 주십시오.	p.256
			패널명 표시가 있다.	EXT. I/O 로 패널 로드를 하고 있다. → EXT. I/O 의 LOAD 신호를 OFF 로 해주십시오.	p.105
			[LOCK] 또는 [RMT] 및 패널 이름이 표시되지 않는다.	동시에 사용할 수 없는 기능이 있다. → 기능 제한 일람을 참조해 주십시오.	p.322
1-3	본 기기의 콤퍼레이터 램프가 켜지지 않는다.	측정값	표시되어 있다.	콤퍼레이터 기능이 OFF 로 되어 있다. → 콤퍼레이터 기능을 ON 으로 해주십시오.	p.115
			표시되어 있지 않다. (값 이외의 표시)	측정값이 표시되지 않는 경우는 판정하지 않고 램프는 켜지지 않습니다.	-
1-4	전면 콤퍼레이터 램프가 켜지지 않는다.	본 기기의 콤퍼레이터 램프	점등	연결이 바르지 않다. → 전면 콤퍼레이터 램프를 COMP.OUT 단자에 올바르게 연결해 주십시오.	p.122
				단선되어 있다. → 전면 콤퍼레이터 램프를 교체해 주십시오.	-
			소등	Q&A의 No.1-3 “본 기기의 콤퍼레이터 램프가 켜지지 않는다”를 참조해 주십시오.	p.313
1-5	버저가 들리지 않는다.	키 조작음의 설정		키 조작음 설정이 OFF 로 되어 있다. → 설정을 ON 으로 해주십시오.	p.145
		판정음 설정		판정음 설정이 OFF 로 되어 있다. → 설정을 ON 으로 해주십시오.	p.120

No.	발생한 문제	확인이 필요한 항목	생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
1-6	버저의 음량을 바꾸고 싶다.	본 기기에서는 버저 음량을 변경할 수 없습니다.	-	-

측정 관련 항목

No	발생한 문제	확인이 필요한 항목		생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
2-1	측정값이 안정되지 않는다.	노이즈의 영향		14.10(1)(2) 를 참조해 주십시오.	p.353 p.355
		측정 리드	클립형 리드	14.8(3) 을 참조해 주십시오.	p.346
			중간부터 2 단자 배선	14.8(1) 를 참조해 주십시오.	p.351
		측정 대상	폭이나 두께가 있다.	14.8(4) 를 참조해 주십시오.	p.347
			온도가 안정적이지 못하다 (막 만든 것이거나 막 개봉한 것이거나 손으로 잡는 등).	14.8(5) 를 참조해 주십시오.	p.347
			열용량이 작다.	14.8(6) 을 참조해 주십시오.	p.348
			트랜스, 모터, 초크 코일, 솔레노이드	14.8(9)(10), 14.10(1)을 참조해 주십시오.	p.349 p.349 p.353
		TC	ON	온도센서 배치가 적절하지 않다. → 온도 센서를 측정 대상에 가까이 가져가 주십시오. → 온도 센서에 바람이 닿지 않도록 해주십시오. → 측정 대상의 온도 변화에 대한 응답이 온도 센서의 응답보다 느린 경우는 온도 센서를 원가로 덮어서 응답 시간을 지연시켜 주십시오. 한편, 온도 센서의 응답 시간은 약 10 분입니다 (참고값).	p.11
			OFF	실온이 안정되지 않는 등 온도 변화에 따라 측정 대상의 저항값이 변하고 있다. → 온도 보정 (TC) 을 ON 으로 해주십시오.	p.78
		OVC, A-OVC	OFF	열전력의 영향을 받고 있다. → OVC, A-OVC 를 ON 으로 해주십시오.	p.96
2-2	측정값이 예상되는 값에서 어긋나 있다 (마이너스 표시가 됨).	멀티플렉서 유닛을 사용해 스캔 측정을 하고 있다.		딜레이가 부족하다. → 딜레이를 길게 설정해 주십시오.	p.100 p.349
		영점 조정	ON	영점 조정이 바르지 않다. → 다시 한번 영점 조정을 해주십시오.	p.71 p.56
			OFF	2단자 측정에서 경로 저항과 열기전력의 영향을 받고 있다. → 영점 조정을 해주십시오.	p.71
		스케일링 기능	ON	오프셋 설정이 잘못되어 있다. → 스케일링을 OFF 로 하거나 바르게 다시 설정해 주십시오.	p.91 p.56
		측정 리드		측정 리드가 바르게 연결되지 않았다. → 연결을 확인해 주십시오.	p.55 p.56
		Q&A 의 No.2-1 도 확인해 주십시오.			p.314

No	발생한 문제	확인이 필요한 항목		생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
2-3	측정값이 표시되지 않는다. (측정값의 이상 표시에 대해서는 p.59 도 참조해 주십시오)	측정값	[-----]	측정 리드가 단선되어 있다. → 측정 리드를 교체해 주십시오.	p.36
			(자체 제작 측정 리드의 경우) 접촉 저항이 너무 크다. → 접촉압을 올려 주십시오. → 프로브 선단을 청소하거나 교체해 주십시오. → 측정 전류가 작은 레인지로 하거나 측정 전류를 Low 로 해주십시오.	p.61 p.69	
			(자체 제작 측정 리드의 경우) 경로 저항이 너무 크다. → 굵은 선재를 사용해 주십시오. → 측정 전류가 작은 레인지로 하거나 측정 전류를 Low 로 해주십시오.	p.61 p.69	
		[CONTACT TERM.A], [CONTACT TERM.B]	프로브가 마모되어 있다. 측정 리드가 단선되어 있다. → 측정 리드를 교체해 주십시오.	p.36	
			측정 대상에 프로브가 접촉되어 있지 않다. → 바르게 접촉시켜 주십시오.	-	
			측정 대상이 SENSE - SOURCE 간의 저항값이 커지는 도전성 도로나 도전성 고무 등이다. → 콘택트 체크 기능을 OFF 로 해주십시오.	p.104	
		[OvrRng]	측정 레인지가 낮다. → 고저항 레인지로 하거나 자동 레인지로 해주십시오.	p.52	
		[SW.ERR ERR:061]	멀티플렉서 릴레이의 핫 스위칭 방지 기능이 비정상적입니다. → 측정 대상의 전류가 작아지지 않기 때문에 릴레이를 전환할 수 없습니다. 트랜스는 역기전력의 영향을 받을 수 있으므로 딜레이를 길게 설정해 주십시오. 또한, 측정 단자에는 전류나 전압을 가하지 마십시오.	p.59	
		[NO UNIT]	멀티플렉서 유닛이 삽입되어 있지 않다. → 바르게 삽입해 주십시오. 삽입되지 않은 유닛을 채널에 할당하지 마십시오.	p.45	
		아무것도 표시되지 않는다.	자동 레인지가 확정되지 않는다. → Q&A의 No.2-4 를 참조해 주십시오.	p.316	
측정 리드를 쇼트해도 측정값이 표시되지 않는다.	퓨즈가 단선되었을 가능성이 있다. → 전원을 다시 켜 후 셀프 테스트를 실행하여 퓨즈가 단선되지 않았는지 확인해 주십시오. 단선된 경우는 퓨즈를 교체해 주십시오. RM3546 은 퓨즈의 교체가 불가능하므로 수리를 의뢰해 주십시오. → 멀티플렉서 사용 시 측정용 퓨즈를 전환해도 측정값이 표시되지 않는 경우, 멀티플렉서 유닛의 퓨즈가 끊겼을 가능성이 있습니다. 수리를 의뢰해 주십시오. 측정 단자와 가드 단자가 쇼트되었을 가능성이 있다. → 측정 리드가 고장나지 않았는지 확인해 주십시오.	p.48			

13.2 문제가 발생했을 경우

No	발생한 문제	확인이 필요한 항목		생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
2-4	자동 레인지에서 레인지가 확정되지 않는다 (적절한 레인지가 되지 못함).	측정 대상이 트랜스 또는 모터이다 .		인덕턴스가 큰 측정 대상은 자동 레인지에서는 레인지가 확정되지 않거나 적절한 레인지가 되지 못하기도 한다 . → 고정 레인지로 측정해 주십시오 .	p.52
		노이즈의 영향		14.10(1)(2) 를 참조해 주십시오 .	p.353
2-5	영점 조정을 할 수 없다 .	영점 조정하기 전의 측정값이 각 레인지 풀스케일의 -1% ~ 50% 를 초과하거나 측정 이상이 발생한다 .		결선에 문제가 있다 . → 다시 한 번 올바르게 결선한 후 영점 조정을 다시 해주십시오 . 저항값이 높은 자체 제작 케이블을 사용하고 있는 경우는 영점 조정을 할 수 없습니다 . 경로 저항을 낮게 억제해 주십시오 .	p.340
2-6	자동 홀드 되지 않는다(홀드가 해제되지 않음) .	측정값	안정되지 않는다 .	Q&A No.2-1 “ 측정값이 안정되지 않는다 ” 를 확인해 주십시오 .	p.314
			변화하지 않는다 .	레인지가 맞지 않음 . → 적절한 레인지 또는 자동 레인지로 해주십시오 .	p.52
2-7	온도가 바르게 표시되지 않는다 .	센서와 온도계의 연결		센서와 온도계의 연결에 문제가 있다 . → 온도 센서는 깊숙하게 확실히 삽입해 주십시오 . 설정이 잘못되어 있다 . → 설정을 확인해 주십시오 . 표준 온도 센서가 아닌 것을 사용하고 있다 . → 9451 온도 프로브는 사용할 수 없습니다 . Z2001 온도 센서를 사용해 주십시오 .	p.38 p.41

EXT. I/O 에 관한 항목

EXT. I/O 테스트 기능 (p.239) 을 사용하면 원활하게 동작을 확인할 수 있습니다.

No	발생한 문제	확인이 필요한 항목	생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
3-1	전혀 작동하지 않는다.	본 기기의 EXT. I/O 테스트에서 표시되는 IN, OUT이 컨트롤러와 일치하지 않는다.	배선 등이 잘못되었다. • 커넥터가 빠져 있다. • 핀 번호가 잘못되어 있다. • ISO_COM 단자의 배선 올바르지 않다. • NPN/PNP 설정이 올바르지 않다. • 접점 (또는 오픈 컬렉터) 제어가 아니다 (전압으로 제어하고 있다). • 컨트롤러에 전원이 공급되고 있지 않다. (본 기기에는 전원 공급이 필요 없습니다) → EXT. I/O(p.197)에 대해서 다시 확인해 주십시오.	p.197
3-2	트리거가 걸리지 않는다.	트리거 소스는 내부 트리거 (INT) 이다.	내부 트리거 설정에서는 TRIG 신호로 트리거가 걸리지 않는다. → 외부 트리거 설정으로 해주십시오.	p.229
		TRIG 의 ON 시간이 0.1 ms 보다 짧다.	TRIG 의 ON 시간이 짧다. → ON 시간을 0.1 ms 이상 확보해 주십시오.	-
		TRIG 의 OFF 시간이 1 ms 보다 짧다.	TRIG 의 OFF 시간이 짧다. → OFF 시간을 1 ms 이상 확보해 주십시오.	-
		TRIG/PRINT 신호의 필터 기능이 ON 이다.	신호 제어 시간이 짧다. → 신호의 ON 시간을 길게 해주십시오. → 필터 기능을 OFF 로 해주십시오.	p.233
		: INIT:CONT(명령어) 는 OFF 이다.	트리거 대기 상태가 아니다. → “: INIT” 또는 “: READ?” 를 송신해 주십시오.	-
3-3	인쇄할 수 없다.	인터페이스 설정	인터페이스가 프린터 이외로 설정되어 있다. → 인터페이스를 프린터로 설정해 주십시오.	p.264
		TRIG/PRINT 신호의 필터 기능이 ON 이다.	신호 제어 시간이 짧다. → 기능을 OFF 로 해주십시오.	p.233
3-4	패널을 로드할 수 없다.	로드할 패널 번호에 패널이 저장되어 있다.	저장되지 않은 패널은 로드할 수 없습니다. → LOAD 신호를 변경하거나 LOAD 신호에 맞춰 패널을 다시 저장해 주십시오.	p.206
3-5	LOAD 신호로 채널이 전환되지 않는다.	채널 번호에 채널이 설정되어 있지 않다. 채널이 무효로 설정되어 있다. 스캔 기능이 OFF 로 되어 있다.	스캔 설정이 잘못되어 있다. → 스캔 설정을 올바르게 해주십시오.	p.166
3-6	EOM 이 나오지 않는다.	측정값이 갱신되지 않는다.	Q&A 3-2 를 참조해 주십시오.	p.317
		EOM 신호의 논리	EOM 신호는 측정이 종료되면 ON 이 됩니다.	-
		EOM 신호의 설정	펄스 폭이 짧고 EOM 신호가 켜져 있는 동안 읽을 수 없다. → EOM 신호의 펄스 폭을 길게 하거나 EOM 신호의 설정을 홀드로 해주십시오.	p.235
		홀드	계측 시간이 짧아 EOM 신호가 OFF 가 되는 기간을 인식할 수 없다. → EOM 신호의 설정을 펄스로 해주십시오.	p.235

13.2 문제가 발생했을 경우

No	발생한 문제	확인이 필요한 항목	생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
3-7	Hi, IN, Lo 신호가 나오지 않는다.	본 기기의 콤퍼레이터 램프가 소등되어 있다.	Q&A의 No.1-3을 참조해 주십시오.	p.313
		출력 모드가 BCD 모드이다.	판정 모드로 변경하십시오 (BCD 모드에서는 Hi와 Lo의 OR이 하나의 신호선에서 출력됩니다).	p.237
3-8	T_PASS, T_FAIL, T_ERR 신호가 나오지 않는다.	스캔 기능이 OFF이다. 모든 채널의 측정이 종료되지 않았다.	스캔 설정이 잘못되어 있다. → 스캔 설정을 확인해 주십시오.	p.166
3-9	BCD 신호가 나오지 않는다.	출력 모드의 설정	출력 모드가 판단 모드이다. → BCD 모드로 변경해 주십시오.	p.237
		BCD_LOW 신호의 제어	BCD_LOW 신호를 제어해 주십시오 (제어하지 않으면 상위 자릿수만 출력됩니다).	p.203
3-10	RANGE_OUT 신호가 나오지 않는다.	BCD_LOW 신호의 제어	BCD_LOW 신호를 제어해 주십시오 (제어하지 않으면 RANGE_OUT 신호는 출력되지 않습니다).	p.203
3-11	LOAD 신호로 멀티플렉서의 채널이 전환되지 않는다.	MUX 신호가 ON으로 되어 있지 않다.	MUX 신호를 ON으로 해주십시오.	p.203

통신 관련 항목

커맨드 모니터 기능 (p.257) 을 사용하면 원활하게 동작을 확인할 수 있습니다.

No	발생한 문제	확인	확인이 필요한 항목	생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
4-1	전혀 반응이 없다.	표시	[RMT] 표시가 없다.	연결이 확립되지 않았다. → 커넥터의 삽입 상태를 확인해 주십시오. → 인터페이스 설정이 바른지 확인해 주십시오. → (USB) 제어기기에 드라이버를 설치해 주십시오. → (RS-232C) 크로스 케이블을 사용해 주십시오. → (USB, RS-232C) 제어기기의 COM 포트 번호를 확인해 주십시오. → (RS-232C) 본 기기와 제어기기의 통신 속도를 맞춰 주십시오. → (LAN) 다른 네트워크 기기와 IP 주소가 중복되지 않았는지 확인해 주십시오. 본 기기의 초기 IP 주소는 "0.0.0.0" 입니다.	p.244
4-2	에러가 발생한다.	표시	커맨드 에러가 발생한다.	커맨드가 바르지 않다. → 커맨드의 스펠을 확인해 주십시오 (스페이스는 x20H 입니다). → 물음표가 없는 커맨드에 "?" 를 붙이지 마십시오. → (RS-232C) 본 기기와 제어기기의 통신 속도를 맞춰 주십시오.	-
				입력 버퍼 (256 바이트) 가 넘치고 있다. → 커맨드를 몇 행 송신할 때마다 더미의 쿼리를 삽입해 주십시오. 예 : "*OPC?" 송신 → "1" 수신	-
			실행 에러가 발생한다.	커맨드의 문자열은 바르지만, 실행 가능한 상태가 아니다. 예 • 스캔 중에 설정 • 데이터부의 스펠 오류 ":SAMP:RATE SLOW3" → 각 커맨드의 사양을 확인해 주십시오.	-
				입력 버퍼 (256 바이트) 가 넘치고 있다. → 커맨드를 몇 행 송신할 때마다 더미의 쿼리를 삽입해 주십시오. 예 : "*OPC?" 송신 → "1" 수신	-
4-3	쿼리의 응답이 반환되지 않는다.	커맨드 모니터	응답 없음	:TRIG:SOUR EXT 로 : READ? 를 송신하여 트리거를 기다리고 있다. → 커맨드의 사양을 확인해 주십시오.	-
			응답 있음	프로그램이 잘못되어 있다. → 프로그램의 수신 부분을 확인해 주십시오.	-
4-4	멀티플렉서 채널이 전환되지 않는다. 멀티플렉서를 로드할 수 없다.	정면의 측정 단자		정면 측정 단자에 측정 리드가 연결되어 있다. → 멀티플렉서 사용 시에는 정면의 측정 단자에 측정 리드를 연결하지 마십시오.	p.166

프린터 관련 항목

No	발생한 문제	생각할 수 있는 원인	대책	참조
5-1	인쇄되지 않는다.	본 기기와 프린터가 바르게 연결되지 않았다.	<ul style="list-style-type: none"> 커넥터의 삽입 상태를 확인해 주십시오. 인터페이스 설정이 바른지 확인해 주십시오. PRINT 신호를 사용하는 경우는 Q&A No.3-3 도 참조해 주십시오. 	p.263 p.317
5-2	문자가 깨진다.	프린터와 본 기기의 설정이 맞지 않다.	프린터 설정을 확인해 주십시오.	-

멀티플렉서 관련 항목

No	발생한 문제	표시	생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
6-1	멀티플렉서로 전환되지 않는다.	[ERR:60]	정면 측정 단자에 측정 리드가 연결되어 있다. → 정면 측정 단자에 측정 리드를 연결하지 마십시오. 측정 리드를 연결하지 않은 상태에서도 [ERR:60] 이 표시되는 경우는 본 기기의 주전원을 끄고 Z3003 을 분리해 주십시오. Z3003 을 분리해서 [ERR:60] 이 표시되지 않는 경우는 Z3003 이 고장 났을 가능성이 있습니다. 수리를 의뢰해 주십시오.	p.166
6-2	키 조작으로 채널을 전환할 수 없다.	[CH] 표시가 없다.	측정 단자가 정면 단자로 설정되어 있다. → 측정 단자를 MUX(멀티플렉서) 로 설정해 주십시오	p.166
		스캔 표시 (리스트 표시)	스캔이 자동 또는 스텝으로 되어 있다. → 키 조작으로 채널을 전환하려면 스캔을 OFF 로 해주십시오.	p.166
			설정한 UNIT 번호와 Z3003 이 삽입된 UNIT 번호가 다르다. → 설정이나 뒷면의 UNIT 을 확인해 주십시오.	p.166 p.45
		[RMT]	통신에 의한 리모트 상태로 되어 있다. → 리모트 상태를 해제한 후 조작해 주십시오.	p.256
6-3	EXT. I/O 로 채널을 전환할 수 없다.	-	MUX 신호가 ON 으로 되어 있지 않다. → MUX 신호를 ON 으로 해주십시오.	p.203
6-4	측정값이 안정되지 않는다.	-	Q&A No.2-1 을 참조해 주십시오.	p.314
6-5	측정값이 예상된 저항값에서 벗어났다.	-	다른 채널을 사용하고 있다. → 채널 설정을 변경해 주십시오.	p.170
		-	배선이 단락되어 있다. → 배선이 단락되지 않도록 해주십시오.	-
		-	경로 저항이 크다. → 2 선식의 경우, 경로 저항이 그대로 측정값에 영향을 미칩니다. 영점 조정을 실행해 주십시오.	p.182
		-	정면 측정 단자에 측정 리드가 연결되어 있다. → 멀티플렉서 사용 시에는 정면 측정 단자에 측정 리드를 연결하지 마십시오.	p.166

No	발생한 문제	표시	생각할 수 있는 원인 → 대책	참조
6-6	측정값이 표시되지 않는다	-	채널이 다르다. → 현재 채널과 채널 설정을 확인해 주십시오.	p.170
		[NO UNIT]	설정된 UNIT 번호와 Z3003 이 삽입된 UNIT 번호가 다르다. → 설정이나 뒷면을 확인해 주십시오.	p.166 p.45
			연결 기기가 외부기기로 되어 있다. → 연결 기기를 [RM3545] 또는 [RM3546] 로 해주십시오.	p.173
		-	릴레이의 접점이 마모되어 있다. → 멀티플렉서 유닛을 테스트해 주십시오. FAIL 이 되는 경우는 릴레이가 마모된 것입니다. Z3003 의 수리를 의뢰해 주십시오.	p.185 p.311
		-	배선이 단락되어 있다. → 배선이 단락되지 않도록 해주십시오.	-
		-	→ Q&A No.2-3 을 참조해 주십시오.	p.315
		-	퓨즈가 단선되어 있다. → 내부 보호용 퓨즈가 단선되었을 가능성이 있습니다. Z3003 의 수리를 의뢰해 주십시오.	p.164
6-7	영점 조정이 측정에 반영되지 않는다.	-	채널 별로 영점 조정을 실행하지 않았다. → 멀티플렉서 기본 측정 화면에서 각 채널의 영점 조정이 실행되고 있는지 확인해 주십시오. 영점 조정은 정면 단자 및 각 채널에서 독립되어 있으므로, 채널별로 영점 조정을 실행해 주십시오 (스캔 영점 조정도 가능합니다).	p.182
6-8	영점 조정을 할 수 없다.	-	경로 저항이 크다 (영점 조정하기 전의 측정값이 각 레인지 풀 스케일의 -1% ~ 50% 를 초과하거나 측정 이상이 발생한다). → 경로 저항이 크면 영점 조정을 할 수 없습니다. 경로 저항이 측정 대상의 50% 이하가 되도록 해주십시오.	p.340
		-	연결 기기가 외부기기로 되어 있다. → 연결 기기가 외부인 채널은 영점 조정을 할 수 없습니다. 연결 기기를 [RM3545] 또는 [RM3546] 로 해주십시오.	-
6-9	유닛 테스트에서 FAIL 이 된다.	-	<ul style="list-style-type: none"> 릴레이가 마모되어 있다. 유닛 내부의 퓨즈가 끊겼다. → Z3003 의 수리를 의뢰해 주십시오.	p.311
6-10	전환이 느리다.	-	측정 후의 트랜스에 역기전력이 남아 있기 때문에 릴레이의 핫스위칭 방지 기능이 작동하고 있다. → 고저항 레인지나 전류 전환 Low 설정 등 측정 전류를 낮추어 주십시오.	p.160

기능 제한 일람

✓: 동시 사용 가능, -: 동시 사용 불가

	컴퍼레이터 기능	온도 보정 기능	온도 환산 기능	BIN 측정 기능	멀티플렉서	통계 연산 기능	AUTO RANGE, RANGE 변경
컴퍼레이터 기능		✓	-	-	✓	✓	-
온도 보정 기능	✓		-	✓	✓	✓	✓
온도 환산 기능	-	-		-	✓	-	✓
BIN 측정 기능	-	✓	-		-	✓	-
멀티플렉서	✓	✓	✓	-		-	✓
통계 연산 기능	✓	✓	-	✓	-		✓
AUTO RANGE, RANGE 변경	-	✓	✓	-	✓	✓	

- 저전력 모드가 ON인 경우, OVC는 ON, 접촉 개선은 OFF로 고정됩니다. 또한, SLOW2일 때는 애버리지 기능이 OFF일 때도 2회분의 측정값에서 평균값을 계산합니다.
- 멀티플렉서 스캔 기능이 자동 또는 스텝인 경우, 트리거 소스는 EXT입니다. 또한, 통신 기능의 메모리 기능도 사용할 수 없습니다.
- 멀티플렉서를 2선식으로 사용하는 경우 콘택트 체크 기능은 사용할 수 없습니다. 또한, 10 Ω 이하의 레인지도 사용할 수 없습니다.

외부 제어 (EXT. I/O) 에 관한 Q&A

자주하는 질문	방법
트리거를 입력하려면 어떻게 연결하나요 ?.	TRIG 신호와 ISO_COM 단자를 스위치나 오픈 컬렉터 출력으로 쇼트 (ON) 해주십시오 .
입력 신호 , 출력 신호의 코멘은 어느 것 인가요 ?	ISO_COM 단자입니다 .
코멘단자는 입출력 모두 공통인가요 ?	입력 신호와 출력 신호의 코멘단자에는 모두 ISO_COM 을 사용해 주십시오 . 공통의 코멘단자입니다 .
출력 신호가 나오고 있는지 확인하고 싶은데요 .	오실로스코프로 전압 파형을 확인해 주십시오 . 이때 EOM 신호나 콤퍼레이터 판정 결과 등의 출력 신호는 전원에 풀업 (수 kΩ) 하여 전압 레벨을 확정해 주십시오 .
입력 (제어) 이 잘 안 되는데 어떻게 확인하면 될까요 ?	예를 들어 TRIG 신호가 유효하게 동작하지 않는 경우 PLC 에 의한 제어 대신에 TRIG 단자를 직접 ISO_COM 단자에 쇼트 해보십시오 . 전원의 쇼트 등에는 충분히 주의해 주십시오 .
콤퍼레이터 판정 신호(HI, IN, LO)는 측정 중에도 유지되나요 ? (또는 OFF 가 되는 경우가 있나요 ?)	외부 트리거 [EXT] 설정 시에는 측정 종료 시에 확정하고 측정 시작 시에 일단 OFF 가 됩니다 . 내부 트리거 [INT] 설정에서는 측정 중에도 판정 결과를 유지합니다 .
측정 이상 신호는 어떤 때 발생하나요 ?	다음과 같은 경우 등에 에러가 표시됩니다 . <ul style="list-style-type: none"> • 프로브가 접촉되어 있지 않을 때 • 접촉이 불안정할 때 • 프로브나 측정 대상이 오염되었거나 산화피막이 있을 때 • 측정 대상의 저항값이 측정 레인지보다 극단적으로 클 때
연결용 커넥터나 플랫케이블은 부속되어 있나요 ?	납땜 타입의 커넥터가 표준으로 부속되어 있습니다 . 케이블은 고객께서 준비해 주십시오 .
PLC 와 직접 연결할 수 있나요 ?	PLC 의 출력이 릴레이 또는 오픈 컬렉터에 , PLC 입력회로가 접점 입력에 대응하고 있다면 직접 연결할 수 있습니다 . 연결하기 전에 전압 레벨이나 흐르는 전류가 정격을 넘지 않는지 확인해 주십시오 .
RS-232C 등의 통신과 EXT. I/O 제어를 동시에 사용할 수 있나요 ?	통신으로 측정 조건을 설정한 후 TRIG 신호로 측정하고 거기에 동기하여 측정값을 통신으로 가져올 수 있습니다 .
외부 전원은 어떻게 연결하면 되나요 ?	본 기기 EXT. I/O 의 ISO_5V 단자는 본 기기로부터의 전원 출력 단자입니다 . ISO_5V 단자에는 PLC 등의 외부 전원을 연결하지 마십시오 .
프리런일 때 풋스위치로 측정값을 가져오고 싶은데요 .	샘플 애플리케이션 소프트웨어로 측정값을 가져올 수 있습니다 . 샘플 애플리케이션 소프트웨어는 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다 . 참조 : “ 다운로드 사이트 안내 ”(p.1)

에러 표시

표시부에 에러가 표시된 경우는 확인 또는 수리가 필요합니다. 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

표시	내용	대처 방법
+OvrRng/-OvrRng	오버 레인지 (p.59)	올바른 레인지로 설정해 주십시오.
CONTACT TERM.A (CONTACT A, CA)	측정 단자 A 측 배선 콘택트 에러 (p.59)	케이블이 단선되지 않았는지 프로브가 마모되지 않았는지 확인해 주십시오.
CONTACT TERM.B (CONTACT B, CB)	측정 단자 B 측 배선 콘택트 에러 (p.59)	케이블이 단선되지 않았는지 프로브가 마모되지 않았는지 확인해 주십시오.
SW.ERR	ERR:061 을 참조해 주십시오.(p.325)	
NO UNIT	멀티플렉서 유닛이 삽입되어 있지 않다	바르게 삽입해 주십시오. 삽입되지 않은 유닛을 채널에 할당하지 마십시오.
ERR:001	LOW limit is higher than UPP limit.	상한값보다 하한값이 커서 설정할 수 없습니다.
ERR:002	REF setting is zero.	기준값 설정이 0 이므로 설정할 수 없습니다.
ERR:003	Cannot switch ranges. (comparator or bin is ON)	<p>컴퍼레이터 또는 BIN 이 ON 일 때는 레인지를 전환할 수 없습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 컴퍼레이터 기능과 BIN 측정 기능을 OFF 로 하고 레인지를 설정해 주십시오. • 컴퍼레이터 설정 화면 또는 BIN 번호 설정 화면에서 사용 레인지를 선택해 주십시오. (p.113)(p.124)
ERR:004	Cannot turn auto-ranging ON. (comparator or bin is ON)	컴퍼레이터 기능 또는 BIN 측정 기능이 ON 일 때는 자동 레인지를 ON 으로 할 수 없습니다.
ERR:010	0 ADJ error. Must not exceed 50% or -1% f.s.	영점 조정 범위 외. 레인지의 폴 스케일의 -1% ~ 50% 이내여야 합니다.
ERR:011	Temp. sensor error. Cannot calculate.	온도 센서나 온도계의 에러로 인해 연산할 수 없습니다.
ERR:012	Comparator is invalid. (Delta T or BIN is ON)	온도 환산 기능 또는 BIN 측정 기능이 ON 일 때는 컴퍼레이터 기능은 ON 으로 할 수 없습니다.
ERR:013	0 ADJ is invalid. (Must be lower than 10 MΩ range)	10 MΩ 레인지 이하에서만 영점 조정을 실행할 수 있습니다.
ERR:020	Undo not available.	통계 기능의 취소는 1 회에 한해서만 가능합니다.
ERR:030	Command error.	커맨드 에러
ERR:031	Execution error. (Parameter error)	실행 에러. 파라미터의 값이 범위에서 벗어났습니다.
ERR:032	Execution error.	실행 에러
ERR:060	Cannot enable MUX function. Disconnect cable from front terminal.	멀티플렉서를 사용할 수 없습니다.

표시		내용	대처 방법
ERR:061	MUX switching error.	멀티플렉서 릴레이의 핫 스위칭 방지 기능이 비정상적입니다.	측정 대상의 전류가 작아지지 않기 때문에 릴레이를 전환할 수 없습니다. 트랜스 등은 역기전력의 영향을 받을 수 있으므로 릴레이를 길게 설정해 주십시오. 또한, 측정 단자에는 전류나 전압을 가하지 마십시오.
ERR:090	ROM check sum error.	프로그램 ROM 체크섬 에러	기기 고장입니다. 수리를 의뢰해 주십시오.
ERR:091	RAM error.	CPU RAM 에러	기기 고장입니다. 수리를 의뢰해 주십시오.
ERR:092	Memory access failed. Main power off, restart after 10s.	메모리와의 통신 에러가 발생했습니다.	일단 주전원을 끄고 10 초 이상 기다렸다가 다시 전원을 켜주십시오.
ERR:093	Memory read/write error.	메모리의 리드 / 라이트 테스트 에러	기기 고장입니다. 수리를 의뢰해 주십시오.
ERR:095	Adjustment data error.	조정 데이터 에러	기기 고장입니다. 수리를 의뢰해 주십시오.
ERR:096	Backup data error.	설정 백업 에러	설정은 초기화되었습니다. 측정 조건 등을 다시 설정해 주십시오.
ERR:097	Power line detection error. Select power line cycle.	전원 주파수 검출 에러	공급 전원에 맞춰서 주파수를 설정해 주십시오.
ERR:098	Blown FUSE or measurement lead is broken.	퓨즈가 단선되었습니다.	<p>RM3545A의 경우: 퓨즈를 교체해 주십시오.(p.327) 퓨즈가 끊기지 않은 경우는 측정 단자와 가드 단자가 쇼트되었을 가능성이 있습니다. 측정 리드의 연결을 분리하고 에러 유무를 확인해 주십시오. 그래도 에러가 발생한다면 본 기기의 수리를 의뢰해 주십시오. 또한, 퓨즈 교체 시에는 반드시 당사에서 지정한 퓨즈를 사용해 주십시오. 지정 퓨즈 : F1.6AH / 250V (소호제 (arc-extinguishing material)가 들어가 있음) $\varnothing 5 \times 20$ mm</p> <p>RM3546의 경우: 퓨즈는 교체할 수 없습니다. 60 V가 넘는 과전압 인가에 의한 고장입니다. 수리를 의뢰해 주십시오. 측정 단자와 가드 단자가 쇼트되었을 가능성이 있습니다. 측정 리드의 연결을 분리하고 에러 유무를 확인해 주십시오.</p>
ERR:099	Clock is not set. Reset? (23-10-01 00:00:00) Press F2"	백업 전지가 소모되어 본 기기가 초기화되었습니다.	백업 전지의 교체 시기입니다. 당사 또는 대리점에 수리를 의뢰하십시오.
ERR:100	MUX unit error.	MUX 유닛에 에러가 발생했습니다.	기기 고장입니다. 본 기기의 수리를 의뢰해 주십시오.
ERR:700 (RM3546만 해당)	Over VOLT or Over TEMP detected. Disconnect the DUT from the RM3546. Or cool down the surroundings.	측정 단자에서 과전압이 검출되었거나, 기기의 주위 온도가 사용 온도 범위 상한을 초과하였을 가능성이 있습니다.	DUT 에서 프로브를 분리해 주십시오. 에러가 계속 발생하는 경우는 기기의 주위 온도를 낮춰 주십시오.

메시지 표시

표시부에 표시되는 메시지 내용과 대처 방법은 다음과 같습니다.

표시		내용 → 대처 방법
INFO:001	Panel load. OK?	패널을 로드합니다. 실행할까요?
INFO:002	Panel loading...	패널 로드 중
INFO:003	Enter panel name. ESC: CANCEL, ENTER: SAVE EXEC	저장할 패널 이름을 입력해 주십시오. ESC 키로 저장을 취소하고, ENTER 키로 저장을 실행합니다.
INFO:004	Enter panel name. Panel is used, will be overwritten. ESC: CANCEL, ENTER: SAVE EXEC	저장할 패널 이름을 입력해 주십시오. 저장처의 패널은 사용되고 있습니다. 덮어쓰기 되므로 주의해 주십시오. ESC 키로 저장을 취소하고, ENTER 키로 저장을 실행합니다.
INFO:005	Panel saving...	패널 저장 중
INFO: 006	Clear panel. OK?	패널을 클리어합니다. 실행할까요?
INFO: 007	Panel clearing...	패널 클리어 중
INFO:008	Printing...	인쇄 중
INFO:010	Start interval print.	인터벌 프린트를 시작했습니다.
INFO:011	Stop interval print.	인터벌 프린트를 종료했습니다.
INFO:020	Performing 0 adjustment. OK?	영점 조정을 실행합니다. 실행할까요?
INFO:021	Clear 0 adjustment data. OK?	영점 조정을 클리어합니다. 실행할까요?
INFO:022	Cleared 0 adjustment data.	영점 조정 데이터가 클리어되었습니다.
INFO:023	0 ADJ warning. Adjust within 1% f.s.	영점 조정 데이터가 큼니다. (경고) → 레인지의 풀 스케일의 1% 이내로 하기를 권장합니다.
INFO:025	Undo statistical calculations.	통계 연산을 1 회 취소했습니다.
INFO:026	Self-calibrating...	셀프 캘리브레이션 측정을 실행 중입니다.
INFO:030	Reset? NORMAL RESET (without panel clear) / SYSTEM RESET (with panel clear) / MUX RESET (only CH settings)	초기화를 실행합니다.
INFO:035	MUX CH settings will be reset. Change setting?	4 단자 / 2 단자 전환을 하면 MUX 의 CH 설정이 초기화됩니다.
INFO:036	0 adjusting...	MUX 스캔으로 영점 조정을 실행 중입니다.
INFO:037	Short-circuit pin No.1 to No.42, OK?	유닛 테스트를 위해 No.1 부터 No.42 핀을 단락시켜 주십시오. 실행할까요?
INFO:038	Testing MUX units...	멀티플렉서 유닛의 테스트를 실행 중입니다. → 테스트 종료 후 결과가 표시됩니다.
INFO:040	Enter password for Adjustment Mode.	조정 모드의 패스워드를 입력해 주십시오. → 조정 화면은 당사의 수리 및 조정 시 사용하는 화면입니다. 일반 고객은 이용하실 수 없습니다.
INFO:041	Password is wrong.	조정 모드의 패스워드가 틀렸습니다. 올바른 패스워드를 입력해 주십시오.
INFO:080	Self-calibration is set to "manual".	셀프 캘리브레이션 측정이 MANU 로 설정되어 있습니다.

13.3 측정 회로 보호용 퓨즈의 교체

RM3545A-1

RM3545A-2

RM3546 은 퓨즈를 교체할 수 없습니다.

⚠ 경고

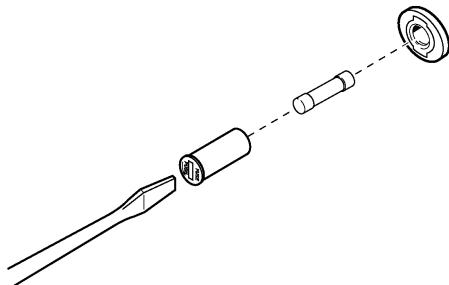
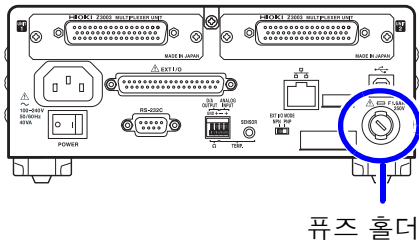


- 퓨즈는 지정된 형상과 특성, 정격 전류, 전압인 것을 사용한다
지정 퓨즈 : F1.6AH / 250V (소호제 (arc-extinguishing material) 가 들어가 있음)
ø5 × 20 mm
Z5056 퓨즈 세트 (5 개입)
- 지정 이외의 퓨즈 (특히 정격 전류가 큰 것) 는 사용하지 않는다
- 퓨즈 홀더의 단자 키트를 단락하고 본 기기를 사용하지 않는다
본 기기가 파손되거나 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다.
- 퓨즈를 교체할 때는 주전원 스위치를 끄고 코드 및 리드선류를 측정 대상에서 분리한다
사용자가 감전될 우려가 있습니다.

중요

교체용 퓨즈를 넣지 않고 퓨즈 홀더를 끼워 넣으면 퓨즈 홀더가 쉽게 빠지지 않습니다. 반드시 퓨즈를 넣은 후에 끼워 넣어 주십시오.

뒷면



- 1 본 기기의 주전원 스위치 (뒷면) 가 OFF(○)로 되어 있는지를 확인하고 전원 코드를 분리합니다.
- 2 일자 드라이버 등으로 본 기기 뒷면의 퓨즈 홀더를 왼쪽으로 돌려 퓨즈 홀더를 제거합니다.
- 3 퓨즈를 지정 정격의 퓨즈로 교체합니다.
- 4 퓨즈 홀더를 다시 끼워 넣은 후 오른쪽으로 돌립니다.

13.4 본 기기의 폐기

본 기기는 시계 백업용으로 리튬 전지를 사용하고 있습니다.

본 기기를 폐기할 때는 리튬 전지를 빼낸 후 지역에서 정한 규칙에 따라 처분해 주십시오.

리튬 전지 분리 방법

⚠ 경고



- 리튬 전지를 분리할 때는 주전원 스위치를 끄고 코드와 리드선류를 측정 대상에서 분리한다

사용자가 감전될 우려가 있습니다.

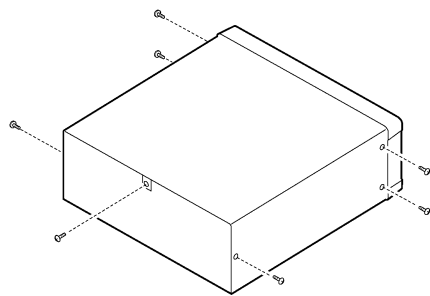
- 꺼낸 전지는 아이의 손이 닿지 않는 곳에 보관한다

아이가 전지를 실수로 삼킬 수 있습니다.

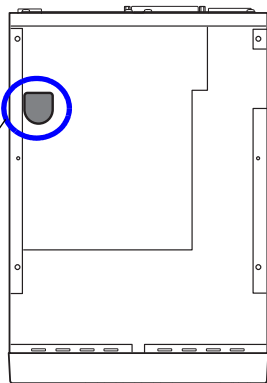
준비물 :

- 십자 드라이버 (No.1) 1 개
- 핀셋 1 개 (리튬 전지 분리용)

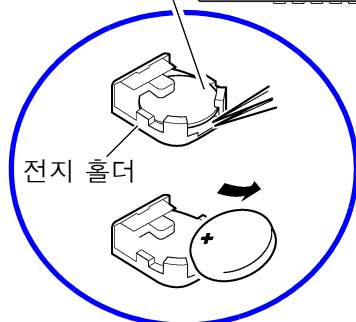
RM3545A-1 의 경우



(위에서 본 그림)



리튬 전지



전지 홀더

- 1 전원이 OFF 되었는지 확인하고 케이블류, 전원 코드를 분리합니다.
- 2 측면 6 개, 뒷면 1 개의 나사를 분리합니다.

- 3 커버를 분리합니다.

- 4 그림과 같이 핀셋을 전지와 전지 홀더 사이에 꽂아 넣고 전지를 끄집어 올리면서 빼냅니다.

⚠ 주의

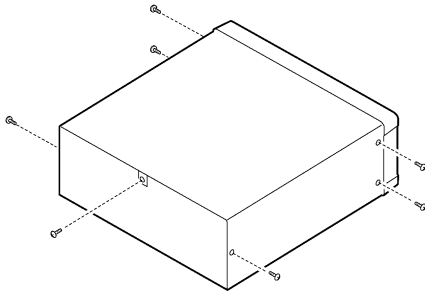
- + 와 - 를 단락시키지 않는다
단락하면 스파크가 일어날 수 있습니다.

CALIFORNIA, USA ONLY

Perchlorate Material - special handling may apply.

See <https://dtsc.ca.gov/perchlorate/>

RM3545A-2, RM3546 의 경우

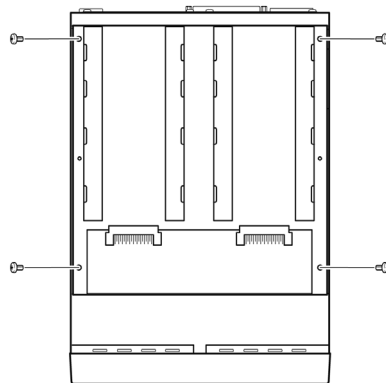


1 전원이 OFF 되었는지 확인하고 멀티플렉서 유닛 , 케이블류 , 전원 코드를 분리합니다 .

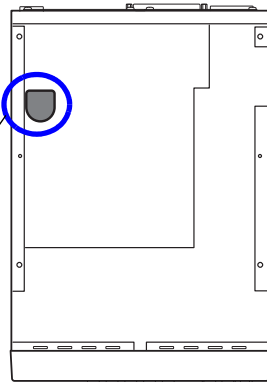
2 측면 6 개 , 뒷면 1 개의 나사를 분리합니다 .

3 커버를 분리합니다 .

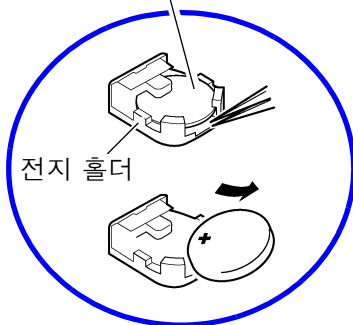
(위에서 본 그림)



4 4 개의 나사를 풀고 멀티플렉서 유닛용의 프레임 을 분리합니다 .



리튬 전지



5 그림과 같이 핀셋을 전지와 전지 홀더 사이에 꽂아 넣고 전지를 꼬집어 올리면서 빼냅니다 .

⚠ 주의

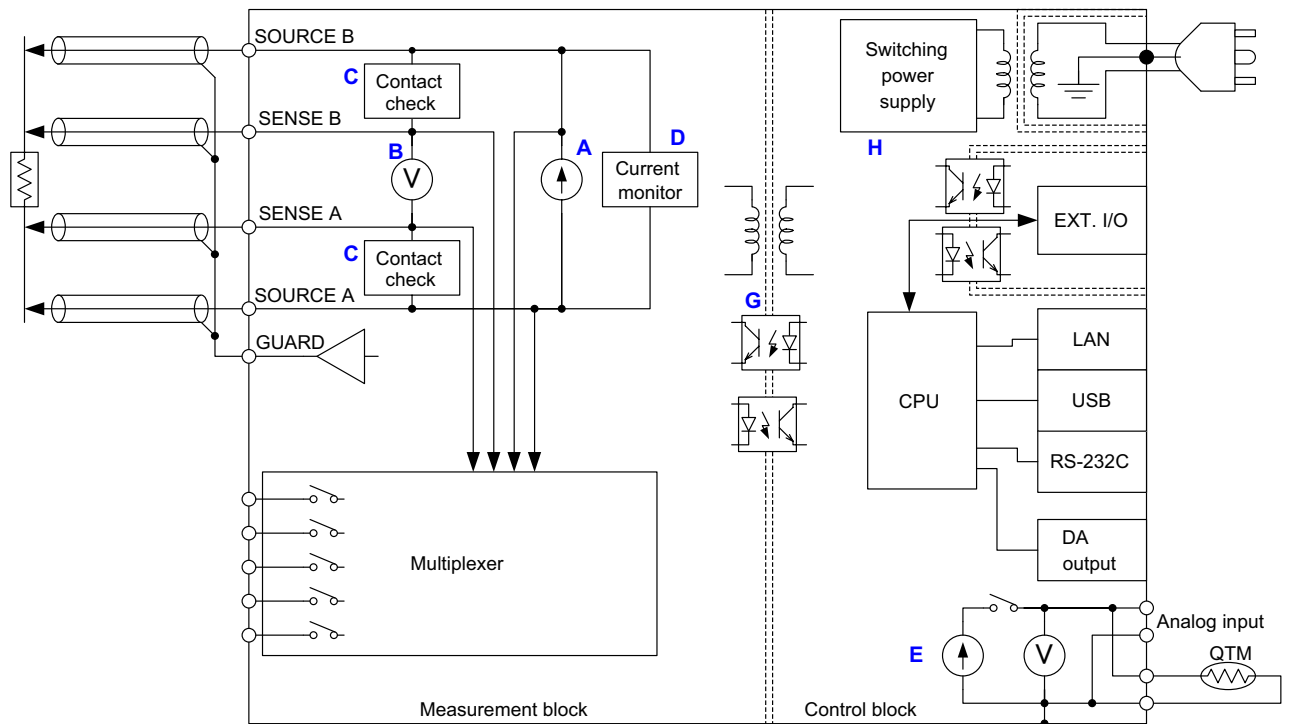
- + 와 - 를 단락시키지 않는다
단락하면 스파크가 일어날 수 있습니다 .

CALIFORNIA, USA ONLY

Perchlorate Material - special handling may apply.

See <https://dtsc.ca.gov/perchlorate/>

14.1 블록도



- 측정 레인지에 따른 정전류를 SOURCE B 단자에서 SOURCE A 단자로 흐르게 하고, SENSE B 단자와 SENSE A 단자 사이의 전압을 측정합니다. 얻어진 전압값을 흐르는 정전류값으로 나누어 저항값을 구합니다. (A, B)
- 열기전력과 같이 오프셋 전압이 큰 상황에서는 측정 전류를 반전시켜 정방향과 역방향으로 2 회 측정하여 오프셋 전압의 영향을 줄일 수 있습니다. (A)
- 저잡음 전압계는 0.3 ms 의 적분 시간에도 안정적인 측정이 가능합니다. (B)
- 측정이 시작되면 콘택트 체크 회로 (Contact Check) 와 정전류 모니터 (Current Monitor) 가 작동하여 측정 중 이상 상태를 계속 감시합니다. (C, D)
- 온도 측정 회로를 내장하고 있으며, 온도 의존성이 높은 측정 대상을 측정할 때는 저항 측정값을 온도에 따라 보정할 수 있습니다.
온도 측정 회로는 정전류원을 분리하여 아날로그 출력 내장 온도계를 연결할 수도 있습니다. (E)
- 고속 CPU 에 의해 초고속 측정과 경쾌한 시스템 응답을 실현합니다. (F)
- 측정부 (Measurement block) 는 제어부 (Control block) 로부터 절연되어 있어 노이즈의 영향을 받기 어렵게 되어 있습니다. (G)
- 전원부에는 100 V ~ 240 V 와 와이드 입력의 스위칭 전원을 사용하므로 전원 사정이 좋지 않은 환경에서도 안정적인 측정이 가능합니다. (H)

14.2 4 단자법 (전압 강하법)

저저항을 높은 정밀도로 측정하는 데 있어 측정기와 프로브를 연결하는 배선의 저항, 프로브와 측정 대상 사이에 발생하는 접촉 저항이 큰 저해요인이 됩니다.

경로 저항은 두께와 길이에 따라 크게 달라집니다. 저항 측정에 사용되는 케이블은 예를 들어 AWG24(0.2sq)의 경우 약 90 mΩ/m, AWG18(0.75sq)의 경우 약 24 mΩ/m 입니다.

접촉 저항은 프로브의 마모 상태, 접촉 압력 및 측정 전류에 따라 달라집니다. 좋은 접촉 상태에서도 수 mΩ, 때로는 수 Ω에 도달하는 것은 드문 일이 아닙니다.

그래서 작은 저항을 확실하게 측정하기 위해서는 4 단자법을 사용합니다.

2단자 측정의 경우(그림 1), 측정 리드 자체의 도체 저항이 측정 대상의 저항에 더해져 오차의 원인이 됩니다.

4 단자 측정(그림 2)은 정전류를 공급하는 전류원 단자(SOURCE A, SOURCE B)와 전압 강하를 검출하는 전압 검출 단자(SENSE A, SENSE B)로 구성되어 있습니다.

측정 대상에 연결된 전압 검출 단자 측 리드선에는 전압계의 입력 임피던스가 높기 때문에 전류가 거의 흐르지 않습니다. 그러므로 측정 리드의 저항이나 접촉 저항의 영향을 받지 않고 정확하게 측정할 수 있습니다.

본 기기의 전압계 입력 임피던스: 10 GΩ 이상 (참고값)

2 단자법에 의한 측정

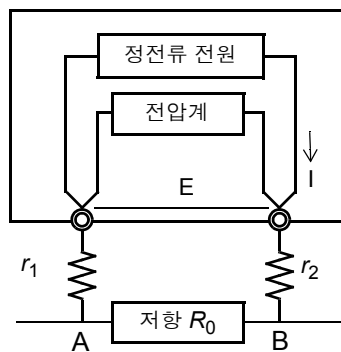


그림 1

전류 I 는 피측정 저항 R_0 , 경로 저항 r_1, r_2 로 흐릅니다. 따라서, 측정하는 전압은 $E = I(r_1 + R_0 + r_2)$ 로 구할 수 있으며, 경로 저항 r_1, r_2 를 포함한 값이 됩니다.

4 단자법에 의한 측정

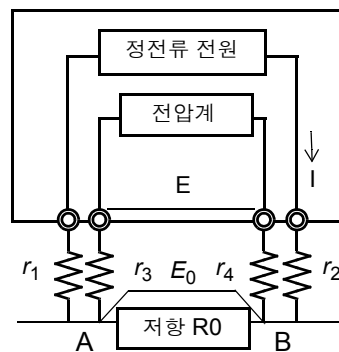


그림 2

전류 I 는 r_2 에서 피측정 저항 R_0 을 거쳐 r_1 로 흐릅니다. 전압계는 입력 저항이 크기 때문에 r_3, r_4 로는 전류가 흐르지 않습니다. 따라서 r_3, r_4 의 전압 강하는 0이 되고, 측정하는 전압 E 와 피측정 저항 R_0 양단의 전압 강하 E_0 이 같아져 $r_1 \sim r_4$ 의 영향을 받지 않고 저항을 측정할 수 있습니다.

14.3 직류 방식과 교류 방식에 대해서

저항 측정 (임피던스 측정)에는 직류 방식과 교류 방식이 있습니다.

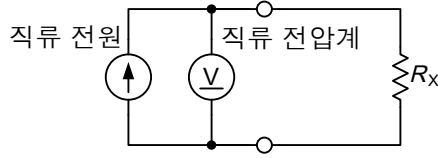
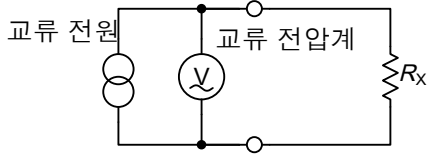
직류 방식

범용 저항기나 권선 저항, 접촉 저항, 절연저항 측정 등에 광범위하게 이용됩니다. 직류 방식은 직류 전원과 직류 전압계로 구성되며, 회로 구성이 간단해 정밀도를 높이기 쉬운 반면, 측정하는 경로에 기전력이 있는 경우 오차가 발생합니다.

참조 : “14.11 열기전력의 영향에 대해서”(p.357)

• 교류 방식

인덕터, 커패시터, 배터리의 임피던스 측정 등 '직류로는 측정할 수 없는' 상황에서 사용됩니다. 교류 방식의 저항계는 교류 전원과 교류 전압계로 구성되어 있기 때문에 본질적으로 직류 기전력의 영향을 받지 않습니다. 반면, 코일의 직렬 등가 저항에는 철손 등이 포함되는 등 직류에서의 측정값과 다를 수 있으므로 주의가 필요합니다.

	직류 저항계	교류 저항계
측정 신호 검출 전압	직류 	교류 
장점	고정밀도 측정 가능	기전력의 영향을 받지 않는다 리액턴스 측정 가능
단점	직류 중첩 측정이 불가능하여 기전력의 영향을 받는다 (OVC, A-OVC 기능을 통해 열기전력 정도라면 보정 가능)	정밀도를 높이기 어렵다
용도	트랜스, 모터 등 권선의 직류 저항, 접촉 저항, 절연 저항, PCB의 경로 저항	배터리의 임피던스, 인덕터, 커패시터 전기화학 측정
측정 범위	$10^{-8} \sim 10^{16}$	$10^{-3} \sim 10^8$
당사 측정기 (예)	저항계 : RM3542 ~ RM3548 시리즈 DMM: DM7275, DM7276 시리즈 절연저항계 : IR4000 시리즈, SM 시리즈	배터리 하이테스터 : 3561, BT3561 ~ BT3564 시리즈 LCR 미터 : IM3570, IM3533, IM3523 등

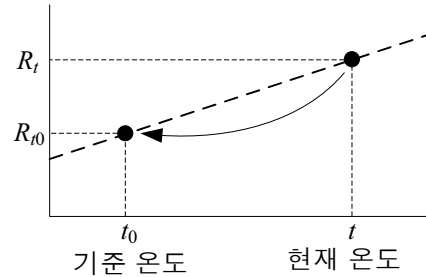
14.4 온도 보정 기능 (TC) 에 대해서

온도 보정은 구리선과 같이 온도 의존성이 있는 측정 대상의 저항값을 특정 온도 (기준 온도) 의 저항값으로 환산하여 표시합니다 .

저항값 R_t , R_{t0} 을 $t^{\circ}\text{C}$ 및 $t_0^{\circ}\text{C}$ 에서 측정 대상 ($t_0^{\circ}\text{C}$ 에서의 저항 온도 계수 : α_{t0}) 의 저항값으로 다음과 같이 표현됩니다 .

$$R_t = R_{t0} \times \{1 + \alpha_{t0} \times (t - t_0)\}$$

R_t	실측한 저항값 [Ω]
R_{t0}	보정 저항값 [Ω]
t_0	기준 온도 [$^{\circ}\text{C}$]
t	현재의 주위 온도 [$^{\circ}\text{C}$]
α_{t0}	t_0 일 때의 온도 계수 [$1/^{\circ}\text{C}$]



예 :

30°C 에서 측정했을 때의 저항값이 $100\ \Omega$ 인 구리선 * 의 경우 , 20°C 일 때의 저항값은 저항 온도 계수를 사용하여 다음과 같이 구할 수 있습니다 .

*: 구리선의 20°C 에서의 저항 온도 계수는 $3930\ \text{ppm}/^{\circ}\text{C}$

$$\begin{aligned} R_{t0} &= \frac{R_t}{1 + \alpha_{t0} \times (t - t_0)} \\ &= \frac{100}{1 + (3930 \times 10^{-6}) \times (30 - 20)} \\ &= 96.22\ \Omega \end{aligned}$$

온도 보정의 설정 , 실행 방법은 다음을 참조해 주십시오 .

참조 : “4.5 온도의 영향 보정하기 (온도 보정 기능 (TC))”(p.78)

참조 : “4.19 온도 상승 시험하기 (온도 환산 기능 (ΔT))”(p.131)

중요

- 온도 센서는 외기온을 검출하기 위한 것으로 표면 온도는 측정할 수 없습니다 .
- 측정하기 전에 본 기기를 충분히 워업해 주십시오 .
- 온도 센서를 측정 대상 가까이 배치하여 온도 센서와 측정 대상을 주위 온도에 충분히 익숙해진 상태에서 사용해 주십시오 (10 분 이상) .

참고

금속 및 합금 도전 재료의 성질

종류	성분 [%]	밀도 ($\times 10^3$) [kg/m ³]	도전율	온도 계수 (20°C) [ppm/°C]
연동선	Cu>99.9	8.89	1.00 ~ 1.02	3810 ~ 3970
경동선	Cu>99.9	8.89	0.96 ~ 0.98	3770 ~ 3850
카드뮴 동선	Cd 0.7 ~ 1.2	8.94	0.85 ~ 0.88	3340 ~ 3460
은동	Ag 0.03 ~ 0.1	8.89	0.96 ~ 0.98	3930
크롬동	Cr 0.4 ~ 0.8	8.89	0.40 ~ 0.50 0.80 ~ 0.85	2000 3000
콜슨합금선	Ni 2.5 ~ 4.0 Si 0.5 ~ 1.0		0.25 ~ 0.45	980 ~ 1770
연알루미늄선	Al>99.5	2.7	0.63 ~ 0.64	4200
경알루미늄선	Al>99.5	2.7	0.60 ~ 0.62	4000
알드레이션	Si 0.4 ~ 0.6 Mg 0.4 ~ 0.5 Al 잔부		0.50 ~ 0.55	3600

구리선의 도전율

지름 [mm]	연동선	주석도금 연동선	경동선
0.01 ~ 0.26 미만	0.98	0.93	-
0.26 ~ 0.29 미만	0.98	0.94	-
0.29 ~ 0.50 미만	0.993	0.94	-
0.50 ~ 2.00 미만	1.00	0.96	0.96
2.00 ~ 8.00 미만	1.00	0.97	0.97

온도 계수는 온도와 도전율에 따라 달라집니다. 20°C 일 때의 온도 계수를 α_{20} , 도전율 C 의 t °C 에서 온도 계수를 α_{Ct} 라고 하면, α_{Ct} 는 상온 부근에서는 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.

$$\alpha_{Ct} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{20} \times C} + (t - 20)}$$

예를 들어, 국제 표준 연동의 온도 계수는 20°C 에서 3930 ppm/°C 입니다. 주석도금 연동선 (직경 0.10 ~ 0.26 미만) 의 경우, 20°C 의 온도 계수 α_{20} 은 다음과 같이 구할 수 있습니다.

$$\alpha_{20} = \frac{1}{\frac{1}{0.00393 \times 0.93} + (20 - 20)} \approx 3650 \text{ ppm/°C}$$

참고 문헌 : “ 전자정보통신핸드북 제 1 분책 ” 전자정보통신학회편

14.5 고도 온도 보정 기능 (A- TC) 에 대해서

A-TC 기능은 온도 의존성이 있는 측정 대상의 저항값을 특정 온도 (기준 온도) 의 저항값으로 환산하는 기능입니다 .

A-TC 기능으로 보정 부위와 온도 측정 부위의 저항값을 측정합니다 .

온도 측정 부위의 저항값에서 현재 온도를 산출하고 , 그 온도를 기준으로 보정 부위의 저항값을 기준 온도에서의 저항값으로 보정합니다 . 저항값에서 온도를 산출하기 때문에 온도계를 사용하지 않아도 온도 산출과 온도 보정이 가능합니다 .

구체적으로는 온도 측정 부위 → 보정 부위 → 온도 측정 부위의 순으로 총 3 번 측정하고 , 보정 부위 측정 전후에 온도 환산을 합니다 . 딜레이 등의 측정 타이밍을 고려하여 전후의 온도에서 보정 부위 측정 시의 온도를 산출합니다 .

다음의 파라미터를 사용합니다 .

t : 현재 온도 [$^{\circ}\text{C}$]($^{\ast 1}$)

R_1 : 현재 온도 t [$^{\circ}\text{C}$] 에서 온도 측정 부위를 실측한 저항값 [Ω]

R_0 : 현재 온도 t [$^{\circ}\text{C}$] 에서 보정 부위를 실측한 저항값 [Ω]

t_1 : 온도 측정 부위의 기준 온도 [$^{\circ}\text{C}$]

α_{t1} : 온도 측정 부위 t_1 [$^{\circ}\text{C}$] 에서의 온도 계수 [$1/^{\circ}\text{C}$]($^{\ast 2}$)

R_{t1} : 온도 측정 부위 t_1 [$^{\circ}\text{C}$] 에서의 저항값 [Ω]

t_0 : 보정 부위를 보정하는 기준 온도 [$^{\circ}\text{C}$]

α_{t0} : 보정 부위 t_0 [$^{\circ}\text{C}$] 에서의 온도 계수 [$1/^{\circ}\text{C}$]

R_{t0} : 보정 부위의 보정된 저항값 [Ω]

*1. 온도 측정 부위의 저항값에서 산출하는 온도입니다 . 온도 측정 부위와 보정 부위의 온도가 일치하지 않는 경우 보정된 저항값에 오차가 발생하는 경우가 있습니다 .

*2. $\alpha[1/^{\circ}\text{C}] = TCR \times 10^{-6} [\text{ppm}/^{\circ}\text{C}]$

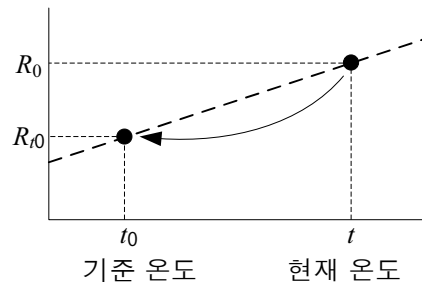
현재 온도 t 에서 보정 부위의 저항값 R_0 과 온도 측정 부위의 저항값 R_1 을 측정하여 기준 온도의 저항값 R_{t0} 으로 환산합니다 .

온도 측정 부위의 저항값에서 온도를 산출하는 식 :

$$t = t_1 + \frac{1}{\alpha_{t1}} \left(\frac{R_1}{R_{t1}} - 1 \right)$$

보정할 부위의 온도 보정식 :

$$R_{t0} = \frac{R_0}{1 + \alpha_{t0} \times (t - t_0)}$$



예

측정 조건 :

- 온도 측정 부위 20°C 에서의 저항값은 1 mΩ, 온도 계수는 3930 ppm/°C
- 기준 온도는 20°C
- 보정 부위의 온도 계수는 3930 ppm/°C
- 현재 온도 측정 부위의 측정값은 1.393 mΩ, 보정 부위의 측정값은 2 mΩ

이때 현재 온도는 다음과 같이 구합니다 .

$$\begin{aligned}
 t &= t_1 + \frac{1}{\alpha_{t_1}} \left(\frac{R_1}{R_{t_1}} - 1 \right) \\
 &= 20 + \frac{1}{3930 \times 10^{-6}} \times \left(\frac{1.393 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-3}} - 1 \right) \\
 &= 120
 \end{aligned}$$

현재 온도가 120°C 로 산출되었습니다 . 120°C 에서의 보정 부위 측정 저항값은 2 mΩ 였으므로 20°C 에서의 저항값은 다음과 같이 구합니다 .

$$\begin{aligned}
 R_{t_0} &= \frac{R_0}{1 + \alpha_{t_0} \times (t - t_0)} \\
 &= \frac{2 \times 10^{-3}}{1 + (3930 \times 10^{-6}) \times (120 - 20)} \\
 &= 1.436 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

따라서 보정 부위 20°C 에서의 저항값은 1.436 mΩ 입니다 .

중요

- 측정하기 전에 본 기기를 충분히 워밍업 주십시오 .
- 온도 측정 부위는 용접부 등 보정 부위와 관계 없이 재료만의 저항값을 측정할 수 있는 부위를 선택해 주십시오 .
- 온도 측정 부위와 보정 부위는 가능한 한 근접시켜 온도차가 없도록 해주십시오 . 온도차가 있으면 보정된 저항값에 오차가 발생하는 경우가 있습니다 .
- 온도 계수를 측정할 때는 실제 측정 온도에 가까운 범위에서 데이터를 취득해 주십시오 . 구체적으로는, 고온 시의 온도가 60°C, 기준 온도가 20°C 인 경우 60°C 에서 20°C 의 범위에서 온도 계수를 측정하면 오차를 최소한으로 억제하고 보다 밀도도가 높은 보정을 할 수 있습니다 .

A-TC 보정 결과에 대한 영향량 (참고값)

A-TC 기능의 입력 파라미터가 A-TC의 보정 결과에 어떻게 영향을 미치는지를 나타냅니다.

영향량은 전술한 2개의 식으로 산출합니다.

변화시키는 파라미터에 따라 영향량은 +, -로 변화합니다.

무상 소프트웨어 “RM3546 애플리케이션”에 영향량 계산 도구 기능이 있습니다.

온도 측정부의 기준 저항값 R_1 이 변화한 경우 :

Z3003 + RM3546(1000 $\mu\Omega$ 레인지, MED)에서 측정했을 때의 정확도 $\pm 0.065\%$

입력 파라미터 :

t_1 20°C
 R_1 1m Ω $\rightarrow \pm 0.065\%$
 TCR_{t1} 3930 ppm/°C
 t_0 20°C
 TCR_{t0} 3930 ppm/°C

온도 측정 결과 t (현재 온도)에 대한 영향량은 보정 시 온도와 기준 온도와의 차이 Δt 에 따라 변화합니다.

$\Delta t = 50^\circ\text{C}$ 일 때 : $t \pm 0.198^\circ\text{C}$, $R_{t0} \pm 0.065\%$

$\Delta t = 100^\circ\text{C}$ 일 때 : $t \pm 0.230^\circ\text{C}$, $R_{t0} \pm 0.065\%$

입력 파라미터가 변화한 경우 :

입력 파라미터 :

t_1 20°C $\rightarrow +0.5^\circ\text{C}$
 R_1 1m Ω $\rightarrow \pm 0.065\%$
 TCR_{t1} 3930 ppm/°C $\rightarrow -100$ ppm/°C
 TCR_{t0} 3930 ppm/°C $\rightarrow +100$ ppm/°C

온도 측정 결과 t (현재 온도)에 대한 영향량은 보정 시 온도와 기준 온도와의 차이 Δt 에 따라 변화합니다.

$\Delta t = 50^\circ\text{C}$ 일 때 : $t + 1.60^\circ\text{C}$, $R_{t0} \pm 0.949\%$

$\Delta t = 100^\circ\text{C}$ 일 때 : $t + 2.87^\circ\text{C}$, $R_{t0} \pm 1.526\%$

14.6 온도 환산 기능 (ΔT) 에 대해서

온도 환산 기능은 저항값이 온도에 따라 달라진다는 점을 이용하여 측정한 저항값을 온도로 환산하여 표시합니다. 여기서는 온도 환산 기능의 방법에 대해 설명합니다.

JIS C 4034 에 따르면, 온도 상승값은 저항법으로 다음과 같이 표현됩니다.

$$\Delta t = \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_a)$$

Δt 온도 상승 [$^{\circ}\text{C}$]

t_1 초기 저항 R_1 을 측정했을 때의 권선 (냉간 상태) 온도 [$^{\circ}\text{C}$]

t_a 온도상승시험 종료 시의 냉매 온도 [$^{\circ}\text{C}$]

R_1 온도 t_1 (냉간 상태) 에서의 권선 저항 [Ω].

R_2 온도상승시험 종료 시의 권선 저항 [Ω]

k 도선 재료의 0°C 에서 온도 계수의 역수 [$^{\circ}\text{C}$]

예

초기 온도 t_1 이 20°C 일 때의 저항값 R_1 이 $200\text{ m}\Omega$ 인 구리선에서, 현재 주위 온도 t_a 가 25°C , 저항 측정값 R_2 가 $210\text{ m}\Omega$ 일 때, 온도 상승 값은 다음과 같습니다.

$$\begin{aligned}\Delta t &= \frac{R_2}{R_1} (k + t_1) - (k + t_a) \\ &= \frac{210 \times 10^{-3}}{200 \times 10^{-3}} (235 + 20) - (235 + 25) \\ &= 7.75^{\circ}\text{C}\end{aligned}$$

따라서 현재 저항체의 온도 t_R 은 다음과 같이 구할 수 있습니다.

$$t_R = t_a + \Delta t = 25 + 7.75 = 32.75^{\circ}\text{C}$$

여기서 측정 대상이 구리 또는 알루미늄이 아닌 경우의 정수 k 는 온도 보정 기능에서 나타낸 식과 위의 식에 의거 온도 계수 α_{t0} 로 하면 다음과 같이 구할 수 있습니다.

$$k = \frac{1}{\alpha_{t0}} - t_0$$

예를 들어, 구리가 20°C 일 때의 온도 계수는 $3930\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ 이므로, 이 때의 정수 k 는 다음과 같아지며, JIS 에서 정한 구리의 정수 235 와 거의 동일한 값을 나타냅니다.

$$k = \frac{1}{3930 \times 10^{-6}} - 20 = 234.5$$

14.7 영점 조정에 대해서

영점 조정은 $0\ \Omega$ 을 측정했을 때 남게 되는 값을 빼고 영점을 조절하는 기능입니다. 따라서 영점 조정은 $0\ \Omega$ 을 연결한 상태에서 실행할 필요가 있습니다. 하지만, 저항값이 전혀 없는 측정 대상을 연결하는 일은 어렵고 현실적이지 않습니다.

그래서 실제 영점 조정 시에는 인위적으로 $0\ \Omega$ 을 연결한 상태를 만듦으로써 영점을 조절합니다.

$0\ \Omega$ 을 연결한 상태를 만들려면

이상적인 $0\ \Omega$ 을 연결한 경우, 옴의 법칙 $E = I \times R$ 의 관계에 의해 SENSE A 와 SENSE B 간의 전압은 $0\ \text{V}$ 가 됩니다. 즉, SENSE A 와 SENSE B 간의 전압을 $0\ \text{V}$ 로 하면 $0\ \Omega$ 을 연결한 상태와 같은 상태로 만들 수 있습니다.

본 기기에서 영점 조정을 실행하는 경우에는

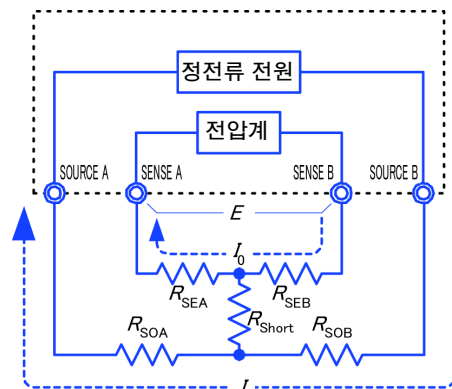
본 기기에서는 측정 이상 검출 기능으로 각 측정 단자 간 연결 상태를 감시하고 있습니다. 따라서 영점 조정을 하는 경우에는 각 단자 간을 적절하게 연결해 둘 필요가 있습니다 (그림 1).

먼저 SENSE A 와 SENSE B 간의 전압을 $0\ \text{V}$ 로 하기 위해 SENSE A 와 SENSE B 간을 단락합니다. 사용하는 케이블의 경로 저항 $R_{SEA} + R_{SEB}$ 는 몇 Ω 이하이면 문제 없습니다. 이것은 SENSE 단자가 전압 측정 단자이고, 전류 I_0 이 거의 흐르지 않아서

$E = I_0 \times (R_{SEA} + R_{SEB})$ 의 관계식에서 $I_0 \approx 0$ 이 되어 경로 저항 $R_{SEA} + R_{SEB}$ 가 수 Ω 이면 SENSE A 와 SENSE B 간의 전압은 거의 제로가 되기 때문입니다.

다음으로 SOURCE A 와 SOURCE B 간을 연결합니다. 이것은 측정 전류를 흘려보내지 못하는 경우에 표시되는 에러를 회피하기 위함입니다. 사용하는 케이블의 경로 저항 $R_{SOA} + R_{SOB}$ 는 측정 전류를 흘려보낼 수 있는 저항 이하일 필요가 있습니다. 게다가 SENSE 와 SOURCE 간의 연결 상태도 감시하고 있는 경우에는 SENSE 와 SOURCE 간도 연결할 필요가 있습니다. 사용하는 케이블의 경로 저항 R_{Short} 는 몇 Ω 정도면 문제 없습니다.

이상과 같이 배선함으로써 SOURCE B 에서 흘러나온 측정 전류 I 는 SOURCE A 로 흘러 들어가고, SENSE A 나 SENSE B 의 배선에 흘러 들어가는 일은 없게 됩니다. SENSE A 와 SENSE B 간의 전압을 정확하게 $0\ \text{V}$ 로 유지할 수 있게 되어 적절하게 영점 조정하는 것이 가능해집니다.



$$\begin{aligned} E &= (I_0 \times R_{SEB}) + (I_0 \times R_{SEA}) \\ &= (0 \times R_{SEB}) + (0 \times R_{SEA}) \\ &= 0\ [\text{V}] \end{aligned}$$

그림 1. 인위적으로 $0\ \Omega$ 을 연결한 상태

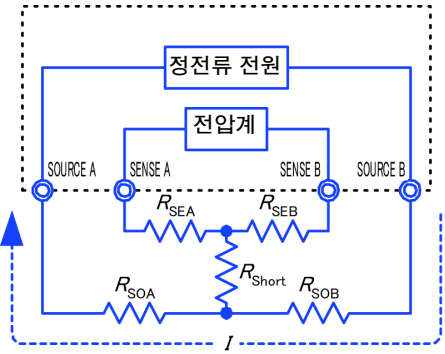
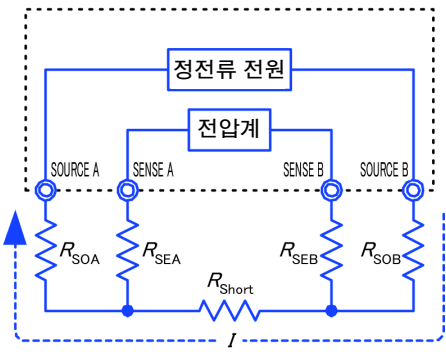
적절하게 영점 조정을 하려면

표 1에 나타낸 것은 올바른 연결 방법과 잘못된 연결 방법입니다. 그림 안의 저항은 경로 저항을 나타내는 것으로 각각 몇 Ω 이하이면 문제없습니다.

(a)와 같이 SENSE A와 SENSE B 및 SOURCE A와 SOURCE B를 각각 연결하고 SENSE와 SOURCE 간을 1개의 경로로 연결한 경우 SENSE A와 SENSE B 간에 전위차는 발생하지 않고 0 V가 입력됩니다. 이로 인해 영점 조정은 올바르게 이루어집니다.

한편 (b)와 같이 SENSE A와 SOURCE A 및 SENSE B와 SOURCE B를 각각 연결하고 A와 B 간을 1개의 경로로 연결한 경우 SENSE A와 SENSE B 간에는 $I \times R_{\text{Short}}$ 의 전압이 발생합니다. 이 때문에 인위적으로 0 Ω 를 연결한 상태가 되지 않고 영점 조정이 올바르게 이루어지지 않습니다.

연결 방법

연결 방법	 <p>(a) SENSE-SOURCE 간을 각각 1 점으로 연결</p>	 <p>(b) A-B 간을 각각 1 점으로 연결</p>
SENSE A와 SENSE B 간의 저항	$R_{\text{SEA}} + R_{\text{SEB}}$	$R_{\text{SEA}} + R_{\text{Short}} + R_{\text{SEB}}$
측정 전류 I 가 흐르는 경로	$R_{\text{SOB}} \rightarrow R_{\text{SOA}}$	$R_{\text{SOB}} \rightarrow R_{\text{Short}} \rightarrow R_{\text{SOA}}$
SENSE A와 SENSE B 간에 발생하는 전압	0	$I \times R_{\text{Short}}$
영점 조정 시의 연결 방법으로	올바름	틀림

측정 리드를 사용해서 영점 조정을 하는 경우에는

실제로 측정 리드를 사용한 상태에서 영점 조정을 할 때 무심코 표 1 (b) 와 같이 연결해버리는 경우가 있습니다. 영점 조정을 할 때는 각 단자의 연결 상태에 충분히 주의할 필요가 있습니다.

L2101 클립형 리드의 연결 방법을 예로 설명합니다. 옳고 그른 각각의 연결 방법에서 리드 선단부의 연결 상태와 그 등가 회로는 표 2 와 같습니다. 이처럼 올바른 연결 방법은 표 1 (a) 와 같은 연결이 되고, SENSE A 와 SENSE B 간은 0 V 가 됩니다만, 틀린 연결 방법은 표 1 (b) 와 같은 연결이 되고 SENSE A 와 SENSE B 간에 0 V 가 되지 않습니다.

영점 조정 시의 클립형 리드 연결 방법

연결 방법	올바름	틀림
리드 선단부		
등가 회로		
변형한 등가 회로		
영점 조정 시의 연결 방법으로	올바름	틀림


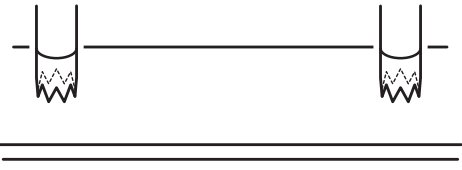
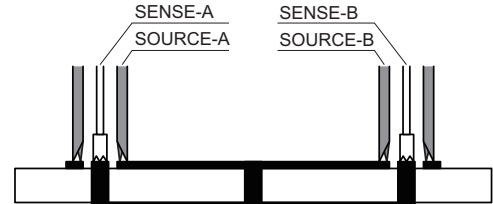
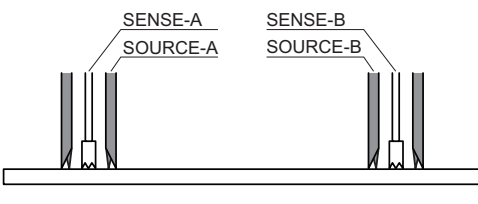
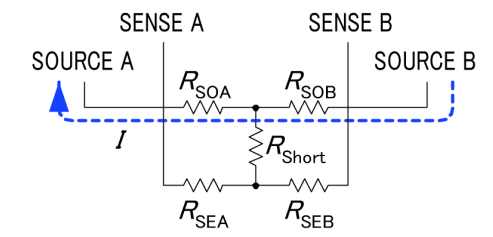
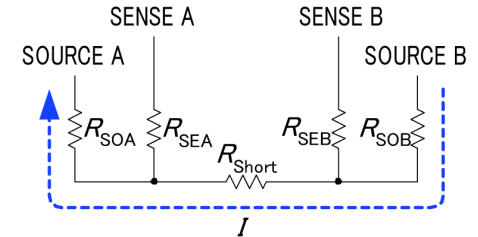
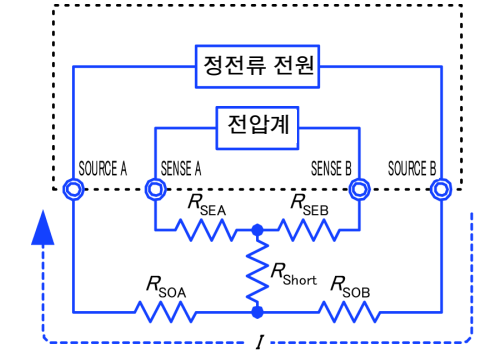
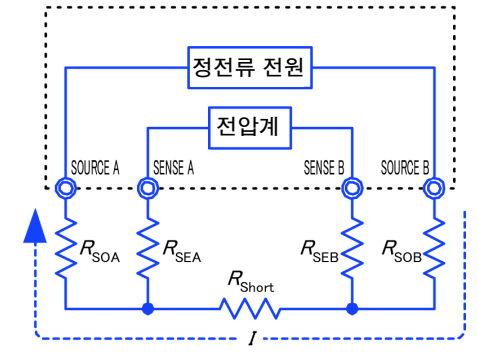
Z5038 영점 조정 보드를 사용해서 영점 조정을 하는 경우에는

영점 조정을 할 때 Z5038 영점 조정 보드 대신에 금속판 등을 사용할 수는 없습니다.

Z5038 영점 조정 보드는 단순한 금속판이 아니라, 2 층의 금속판을 1 점으로 나사 고정 한 구조로 되어 있습니다. 영점 조정 보드는 L2100 편형 리드의 영점 조정을 하는 경우에 사용됩니다.

편형 리드를 영점 조정 보드에 연결한 경우와 금속판 등에 연결한 경우의 단면도 및 등가 회로는 표 3 과 같습니다. 이처럼 영점 조정 보드로 연결한 경우 표 1 (a) 와 같은 연결이 되고 SENSE A 와 SENSE B 간은 0 V 가 됩니다. 그러나 금속판 등으로 연결한 경우 표 1 (b) 와 같은 연결이 되고, SENSE A 와 SENSE B 간이 0 V 가 되지 않습니다.

영점 조정 시의 편형 리드 연결 방법

연결 방법	 Z5038 영점 조정 보드로 연결한 경우	 금속판 등으로 연결한 경우
리드 선단부		
등가 회로		
변형한 등가 회로		
영점 조정 시의 연결 방법으로	올바름	틀림

자체 제작한 측정 리드를 사용하는 측정에서 영점 조정이 어려운 경우에는

자체 제작한 측정 리드를 사용하는 측정계에서 영점 조정을 하려면 자체 제작한 측정 리드의 선단을 표 1 (a)와 같이 연결합니다. 단, 표 1 (a)와 같이 연결하는 것이 곤란한 경우 아래와 같은 방법을 들 수 있습니다.

직류 저항 측정기의 경우

영점 조정을 하는 주요 목적은 측정기 본체의 오프셋을 제거하는 것입니다. 그러므로 영점 조정에 의해 제거되는 값은 거의 측정 리드에 의존하지 않습니다. 따라서 표준 측정 리드를 사용해서 표 1 (a)와 같이 연결하고, 영점 조정을 한 후 자체 제작한 측정 리드로 바꿔 끼움으로써 측정기 본체의 오프셋을 제거한 상태로 측정할 수 있습니다.

교류 저항 측정기의 경우

영점 조정을 하는 주요 목적으로, 측정기 본체의 오프셋을 제거하는 것과 더불어 측정 리드 형상의 영향을 제거하는 것을 들 수 있습니다. 따라서 영점 조정을 하는 경우에는 자체 제작한 측정 리드를 가능한 한 측정 상태에 가까운 형상으로 배치한 후 표 1 (a)와 같이 연결하여 영점 조정을 할 필요가 있습니다.

단, 당사 제품의 경우 교류 저항 측정에서도 필요한 분해능이 $100\ \mu\Omega$ 이상이라면 직류 저항 측정기와 같은 영점 조정 방법으로 충분한 경우가 있습니다.

14.8 측정값이 안정되지 않을 때

측정값이 안정되지 않는 경우는 다음 사항을 확인해 주십시오 .

(1) 4 단자 측정이 되지 않는다

4 단자법에 의한 측정은 측정 대상과 접촉하는 부분까지 4 개의 프로브로 접촉해야 합니다 .

그림 1 과 같이 측정하면 프로브와 측정 대상의 접촉 저항도 함께 측정하게 됩니다 .

접촉 저항은 금도금끼리도 수 $m\Omega$, Ni 도금끼리도 수십 $m\Omega$ 있습니다 . 몇 $k\Omega$ 의 저항 측정이라면 문제가 없을 것 같지만 , 프로브의 선단이 타거나 (산화), 더러워지면 접촉 저항이 $k\Omega$ 의 오더가 되는 경우도 드물지 않습니다 .

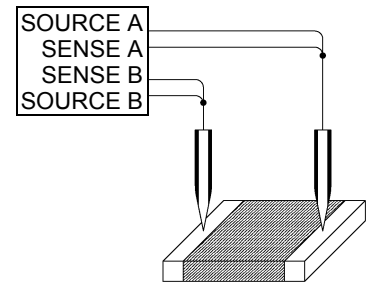


그림 1.2 단자 측정

정확한 측정을 위해서는 측정 대상과 접촉하는 부분까지 확실하게 그림 2 의 4 단자법으로 해 주십시오 .

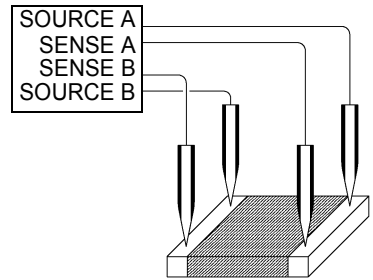


그림 2.4 단자 측정

(2) 외래 노이즈의 영향을 받고 있다

측정 대상으로의 노이즈 혼입 , 측정 케이블이나 전원 케이블 , 통신선 등으로부터의 노이즈 혼입으로 인해 측정값이 불안정해질 수 있습니다 . 또한 , GUARD 선을 연결하지 않은 경우 , 드물게 측정 이상 검출 기능이 반응하는 경우가 있습니다 . 노이즈는 다음 두 가지로 나눌 수 있습니다 .

- 고전압 혹은 대전류 선로에서의 유도 노이즈
- 전원선 등에서 발생하는 전도성 노이즈

노이즈의 원인에 따라 대처 방법이 다릅니다 .

상세는 “14.10 노이즈 대책에 대해서”(p.353) 를 참조하십시오 .

(3) 클립형 리드에 의한 복수 위치의 접촉

4 단자법에서는 그림 3 과 같이 원단에서 측정 전류를 흘려 전류 분포가 갈아진 안쪽에서 전압을 검출하는 것이 바람직합니다 .

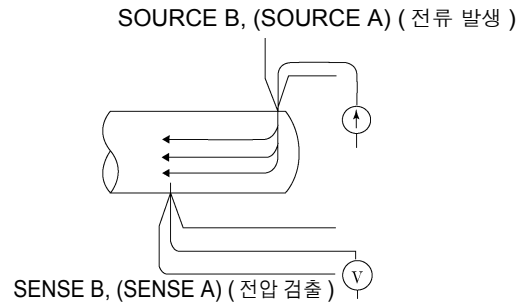


그림 3. 이상적인 4 단자법

측정의 편리성을 위해 HIOKI L2101 클립형 리드의 선단은 톱 날처럼 가공되어 있습니다 . 클립 부분을 확대하면 그림 4 와 같이 측정 전류는 여러 곳에서 흘러나오고 , 전압도 여러 곳에서 검출하도록 되어 있습니다 . 이 때 측정값은 접촉한 쪽의 불확실성을 가지게 됩니다 .

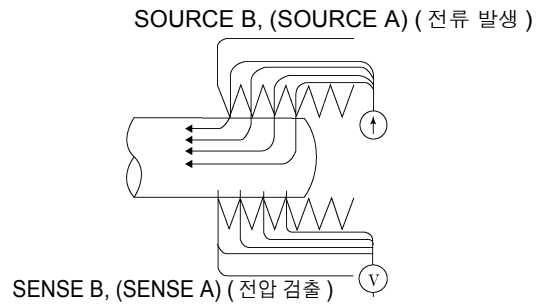


그림 4. L2101 클립형 리드를 사용한 측정

또한, 그림 5와 같이 약 100 mm의 리드선 저항을 측정하는 경우 , 클립 안쪽은 100 mm, 클립 바깥쪽은 110 mm 이며 , 측정값은 10 mm (10%) 의 불확실성을 가지게 됩니다 . 이로 인해 측정값이 안정되지 않는 경우 , 가급적 점접촉으로 측정하면 안정성이 높아집니다 .

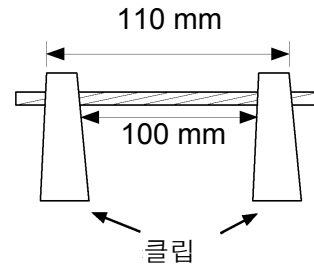


그림 5. 약 100 mm 의 리드선 저항을 측정하는 경우

(4) 측정 대상에 폭이나 두께가 있는 경우

측정 대상이 판자나 블록 등과 같이 폭이나 두께가 있거나 100 mΩ 이하인 전류검출저항기 (선트 저항기)의 경우는 클립형 리드나 핀형 리드로는 정확한 측정이 어려워집니다. 이들을 사용한 경우, 접촉압이나 접촉 각도에 따라 측정값이 몇 % ~ 몇 십 % 나 변동하는 경우가 있습니다.

예를 들면 W300 × L370 × t0.4의 금속판을 측정할 경우 같은 부분을 측정해도

0.2 mm 피치의 핀형 리드 1.1 mΩ

0.5 mm 피치의 핀형 리드 0.92 ~ 0.97 mΩ

L2101 클립형 리드 0.85 ~ 0.95 mΩ

으로 측정값이 크게 달라집니다.

또한, 전류검출저항기에서는 프린트 배선판에 실장된 상태에서 저항값을 규정하기 때문에 전류검출저항기의 단자 부분을 핀형 리드로 측정해도 원하는 저항값을 얻을 수 없습니다.

그 원인은 프로브와 측정 대상의 접촉 저항 등이 아니라 측정 대상의 전류 분포에 있습니다.

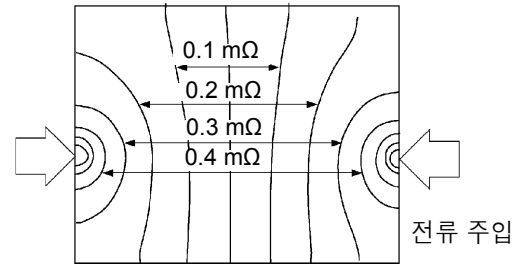


그림 6. 금속판의 등전위선
(W300 mm × L370 mm × t0.4 mm)

끝점에서 1 A의 전류를 주입하고, 50 μV마다 등전위선을 플롯

그림 6은 금속판의 등전위선을 플롯한 예입니다. 마치 일기에보의 기압배치도와 바람의 관계처럼 등전위면 간격이 좁은 부분은 전류 밀도가 높고, 넓은 부분은 전류 밀도가 낮아져 있습니다. 이 그림을 통해 전류 주입점 부근은 전위 경사도가 커져 있음을 확인할 수 있습니다. 이는 전류가 금속판으로 퍼져 나가는 중으로, 전류 밀도가 높아졌기 때문입니다. 따라서, 전압 검출 단자를 전류 주입점 부근에 배치하면 약간의 접촉 위치 차이로 측정값이 크게 바뀌어 버립니다.

이러한 영향을 피하려면 전류 주입점 안쪽에서 전압을 검출하는 것이 바람직합니다. 대체로 측정 대상의 폭(W) 혹은 두께(t)의 3배 이상 안쪽이라면 전류 분포는 같아진다고 생각할 수 있습니다.

그림 7과 같이 SENSE 단자는 SOURCE 단자에서 3W 혹은 3t 이상 안쪽에 배치하는 것이 바람직합니다.

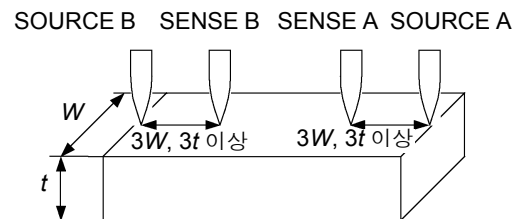


그림 7. 측정 대상에 폭이나 두께가 있는 경우의 프로빙 위치

(5) 측정 대상의 온도가 안정되지 않는 경우

구리선의 저항은 약 0.4%/°C의 온도 계수를 가지고 있습니다. 구리선을 손으로 잡는 것만으로도 측정 대상의 온도가 상승하고 저항값도 상승합니다. 또한 손을 떼면 온도가 내려가고 저항값도 내려갑니다. 권선의 절연 바니시 처리 직후에는 권선 온도가 현저하게 상승하고, 이 경우에도 저항값은 높아집니다.

측정 대상의 온도가 프로브와 다르면 열기전력도 발생하여 오차의 원인이 됩니다.

가급적 측정 대상의 온도가 실온에 익숙해진 후에 측정해 주십시오.

(6) 측정 대상이 따뜻해진다

본 기기의 측정 대상에 대한 최대 인가 전력은 다음과 같습니다.

열용량이 작은 측정 대상은 발열로 인해 저항값이 변할 수 있습니다. 그러한 경우는 저전력 모드를 ON 으로 설정해 주십시오.

- 저전력 모드 OFF 인 경우

측정 전류 설정	High		Low	
레인지	측정 전류	최대 측정 범위에 서의 전력	측정 전류	최대 측정 범위에 서의 전력
1000 $\mu\Omega$	1 A	1.2 mW	500 mA ^{*1}	300 μ W
10 m Ω	1 A	12 mW	500 mA ^{*1}	3 mW
100 m Ω	1 A	120 mW	100 mA	1.2 mW
1000 m Ω	100 mA	12 mW	10 mA	120 μ W
10 Ω	10 mA	1.2 mW	1 mA	12 μ W
100 Ω	10 mA	12 mW	1 mA	120 μ W
1000 Ω	1 mA	1.2 mW	—	—
10 k Ω	1 mA	12 mW	—	—
100 k Ω	100 μ A	1.2 mW	—	—
1000 k Ω	10 μ A	120 μ W	—	—
10 M Ω	1 μ A	12 μ W	—	—
100 M Ω (고정밀도 모드 ON)	100 nA	1.2 μ W	—	—
100 M Ω , 1000 M Ω (고정밀도 모드 OFF)	1 μ A 이하	1.3 μ W	—	—

*1: RM3546 만 해당

- 저전력 모드 ON 인 경우

레인지	측정 전류	최대인가전력 최대 측정 범위에서의 전력
1000 m Ω	1 mA	1.2 μ W
10 Ω	500 μ A	3 μ W
100 Ω	50 μ A	0.3 μ W
1000 Ω	5 μ A	0.03 μ W

(7) 열기전력의 영향을 받고 있다

이종 금속이 접합되어 접합부분과 관측부분 사이에 온도차가 존재하여 열기전력이 발생합니다. 일반적으로 측정 리드에는 구리선이 사용되고, 커넥터 부분에는 니켈 도금이, 납땜 부분에는 주석이 사용되는 등 접합부분의 금속을 동일 재질로 유지하는 것은 현실적이지 않습니다.

열기전력 의한 오차 대응에 대해서는 “14.11 열기전력의 영향에 대해서”(p.357)를 참조해 주십시오.

(8) 저전력 모드를 이용하고 있다

저전력 모드는 일반 저항 측정에 비해 측정 전류가 작습니다. 이 때문에 외래 노이즈나 열기전력의 영향을 받기 쉽습니다.

전원 코드, 형광등, 전자밸브, PC 디스플레이 등 큰 전기장, 자기장을 발산하는 기기에서 가급적 멀리 떨어져 주십시오. 외래 노이즈가 문제가 되는 경우는 “14.10 노이즈 대책에 대해서”(p.353)를 참조해 주십시오. 열기전력이 문제가 될 때는 본 기기의 오프셋 전압 보정 (OVC, A-OVC) 기능을 이용해 주십시오. 빠듯한택트 타임 등의 이유로 오프셋 전압 보정 (OVC, A-OVC) 기능을 이용할 수 없는 경우 배선류는 구리 등 열기전력이 작은 소재를 사용하고, 측정 대상이나 커넥터 등 연결부분에 바람이 닿지 않도록 주의해 주십시오.

(9) 트랜스와 모터를 측정하고 있다

트랜스의 빈 단자에 노이즈가 입력되거나 모터의 축이 움직이면 측정 중인 권선에 전압이 유도되어 측정값이 흔들릴 수 있습니다.

트랜스의 빈 단자를 단락시켜 놓으면 노이즈의 영향을 덜 받게 됩니다.

모터는 진동이 나지 않도록 주의해 주십시오.

(10) 큰 트랜스를 측정하고 있다

대형 트랜스 등 인덕턴스 성분을 가지고 있고, 게다가 Q가 높은 측정 대상을 측정하면 측정값이 흔들릴 수 있습니다. 본 기기는 측정 대상에 정전류를 흐르게 하여 측정합니다. 큰 인덕턴스에 대해서도 안정적인 정전류원은 응답에 많은 시간을 요하게 됩니다. 큰 트랜스를 측정하여 저항값이 흔들리는 경우에는 당사에 문의해 주십시오.

(11) 케이블 형상의 영향

RM3545A, RM3546에서는 열기전력을 최소화하기 위해 측정 전류의 극성을 정기적으로 반전하고 있습니다 (OVC 기능).

또한 발열을 억제하기 위해 측정 시에만 전류를 인가하는 사양으로 되어 있습니다. 이 측정 전류가 급격하게 변동할 때는 자계도 변동하고, SENSE A - SENSE B 간의 전압 검출 배선에는 다음과 같은 전압이 유도됩니다.

$$v = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt}(\mu \frac{I}{l}) = \frac{\mu}{l} \times \frac{dI}{dt}$$

본 기기에서는 이러한 영향을 피하기 위해 측정 전류가 변화하고 일정 시간이 경과한 후 SENSE A - SENSE B 간의 전압을 가져오고 있습니다.

측정 케이블이나 측정 대상 근처에 금속이 있는 경우 주의가 필요합니다. 측정 전류가 변동하면 금속에 와전류가 유도됩니다 (그림 8). 유도된 전류는 톱날 모양의 파형이 되어 SENSE A - SENSE B 간의 전압 검출 배선에 장시간 영향을 계속 미칩니다 (그림 9의 b). 와전류는 금속판의 저항에 의해 서서히 감쇠하므로, 그 영향은 측정 속도가 빠를수록 현저합니다.

대응책으로 다음 5 가지 방법이 효과적입니다 .

1. 금속을 멀리한다
2. SENSE A 와 SENSE B 의 배선을 꼬아준다 .
와전류의 영향을 덜 받도록 합니다 .
3. SOURCE A 와 SOURCE B 의 배선을 꼬아준다 .
와전류 발생을 억제합니다 .
4. 딜레이를 길게 설정한다 .
와전류가 가라앉은 후 측정을 시작할 수 있습니다 .
5. 측정 속도를 느리게 한다 .
영향이 큰 측정 시작 시의 데이터를 평균화하여 영향을 줄일 수 있습니다 .

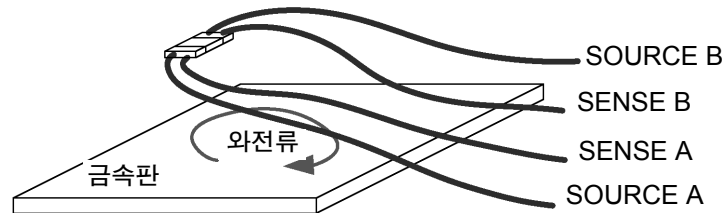
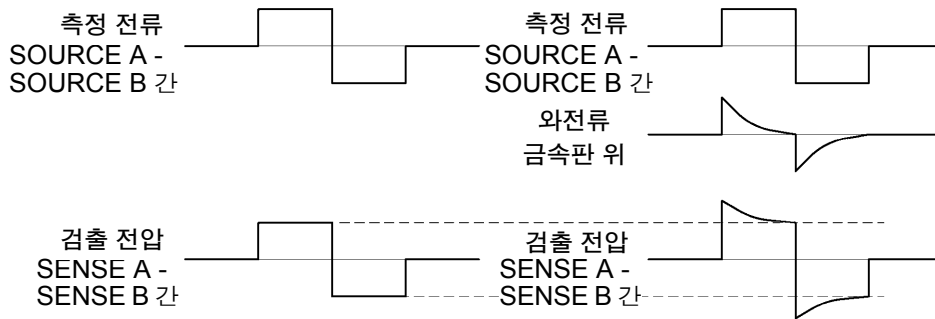


그림 8. 와전류의 발생



a. 와전류의 영향이 없는 경우

b. 와전류의 영향이 있는 경우

그림 9. 와전류에 의한 검출 전압의 변화

(12)전류검출저항기 (셉트 저항기) 의 측정

2 단자 구조의 전류검출저항기를 프린트 배선판에 실장하여 사용할 때는 경로 저항의 영향을 피하기 위해 그림 10 과 같이 전류 배선과 전압 검출 배선을 분리합니다. 전류가 검출 저항기에 균일하게 흐르도록 하기 위해 전류 배선은 전극과 같은 폭만 확보하고, 전극 부근에서 배선이 구부러지지 않도록 주의해야 합니다(그림 11). 한편, 전류검출저항기의 검사에는 일반적으로 와이어 프로브가 이용됩니다(그림 12). 이 경우, 측정 전류는 주입점 (SOURCE B)에서 점차 전류검출저항기 내부로 확산되어 다시 프로브의 한 지점 (SOURCE A)으로 되돌아옵니다(그림 13). 전류 주입점 (SOURCE A, SOURCE B)은 전류 밀도가 높고, 그 근처에 전압 단자 (SENSE A, SENSE B)를 배치하면 실장 상태의 저항값에 비해 높아지는 경향이 있습니다(그림 14).

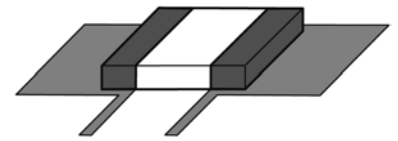


그림 10. 프린트 배선판에 실장된 전류검출저항기

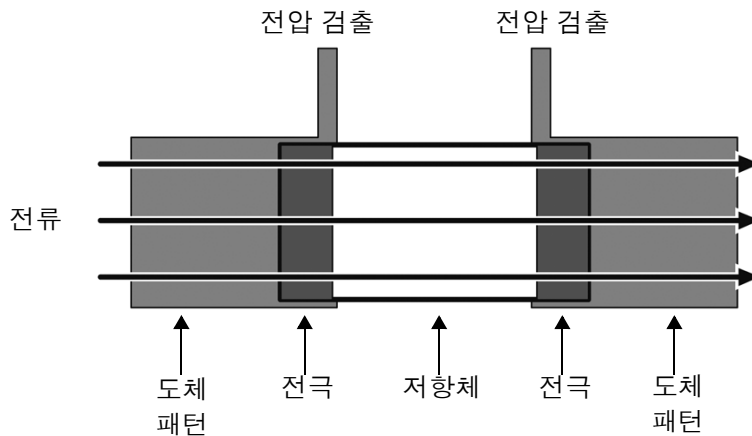


그림 11. 실장 상태에서의 전류 흐름

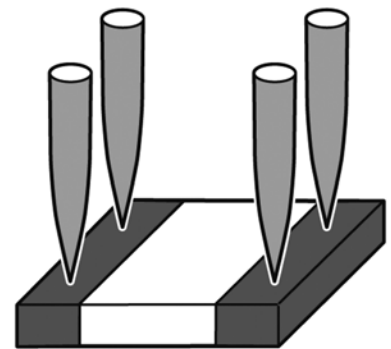


그림 12. 검사 상태의 프로빙

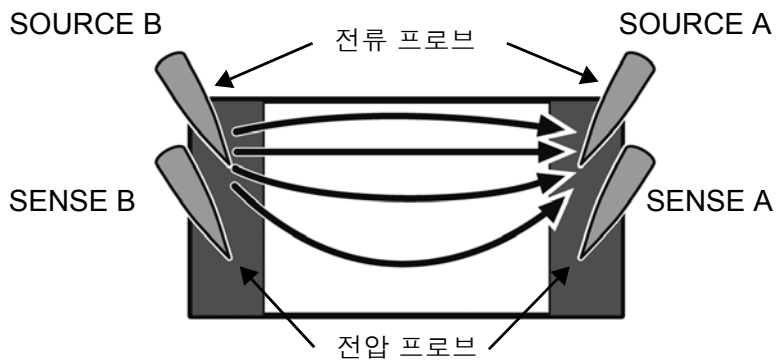


그림 13. 검사 상태의 전류 흐름

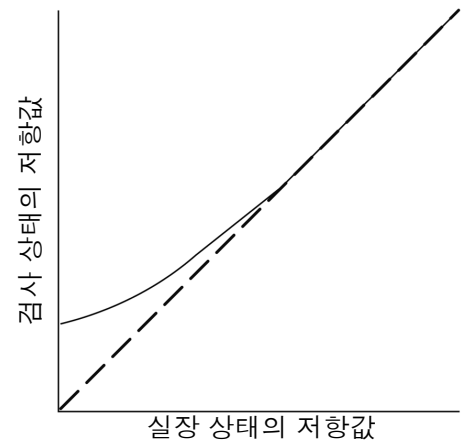


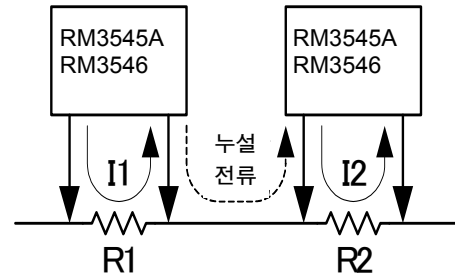
그림 14. 실장 상태와 검사 상태의 차이

14.9 본 기기를 여러 대 사용하려면

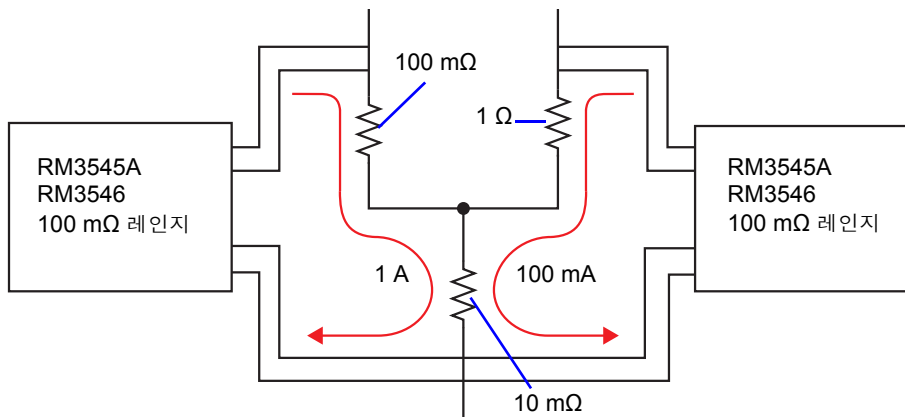
2 개의 측정 대상이 연결된 본 기기를 여러 대 사용하여 로터리 스위치 등 여러 곳을 측정하는 경우에 대해 설명합니다.

본 기기는 측정 대상에 정전류를 흘려 저항을 측정하지만, 여러 개의 프로브가 한 지점에 연결되면 측정 전류가 다른 본 기기의 측정 전류에 중첩되어 정확하게 측정하지 못할 수 있습니다.

예를 들어, 오른쪽 그림과 같이 본 기기 2 대를 사용하여 2 개의 저항을 측정하는 경우 R1 에 흐르는 전류는 I1, R2 에 흐르는 전류는 I2 이지만, 본 기기에서 다른 본 기기로부터 미세한 전류가 누설되어 정확하게 측정하지 못할 수 있습니다.



아래 그림과 같은 경우 10 mΩ 에 대해 2 대의 측정 전류가 공통적으로 흘러 오차를 발생시킵니다.



이 때 왼쪽의 본 기기는 다음과 같이 표시됩니다.

$$\frac{(100 \text{ m}\Omega \times 1 \text{ A} + 10 \text{ m}\Omega \times 1.1 \text{ A})}{1 \text{ A}} = 111 \text{ m}\Omega$$

오른쪽의 본 기기는 다음과 같이 표시됩니다.

$$\frac{(1 \text{ }\Omega \times 100 \text{ mA} + 10 \text{ m}\Omega \times 1100 \text{ mA})}{100 \text{ mA}} = 1.11 \text{ }\Omega$$

14.10 노이즈 대책에 대해서

14

(1) 유도 노이즈의 영향

전원 코드, 형광등, 전자밸브, PC 디스플레이 등에서는 큰 노이즈가 발생합니다. 저항 측정에 영향을 미치는 노이즈원으로는 다음 2가지를 생각할 수 있습니다.

1. 고전압 선로와의 정전 결합
2. 대전류 선로와의 전자 결합

고전압 선로에서의 정전 결합

고전압 선로에서 유입되는 전류는 결합하고 있는 정전 용량에 지배됩니다.

예로서 100 V의 상용 전원 라인과 저항 측정용 배선이 1 pF로 정전 결합하고 있는 경우 약 38 nA의 전류가 유발됩니다.

$$I = \frac{V}{Z} = 2\pi \times 60 \times 1 \text{ pF} \times 100 \text{ V rms} = 38 \text{ nA rms}$$

1 Ω의 저항기를 100 mA로 측정할 경우, 이 영향은 0.4 ppm에 불과하므로 무시해도 무방합니다.

한편, 1 MΩ을 10 μA로 측정하는 경우 0.38%의 영향이 미칩니다. 이처럼 고전압 선로와의 정전 결합은 고저항 측정 시 주의해야 하며, 배선 및 측정 대상을 정전 실드하는 것이 효과적입니다 (그림 1).

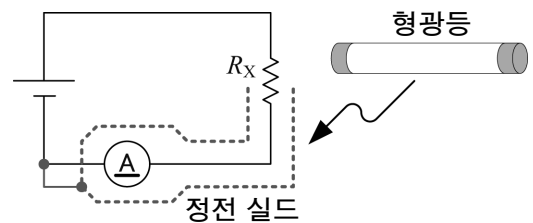


그림 1. 고전압 배선 근처에서는 정전 실드

대전류 선로에서의 전자 결합

대전류 선로에서는 자계가 발생하고 있습니다. 턴 수가 큰 트랜스나 초크 코일에서는 한층 큰 자계가 방출됩니다. 자계에 의해 유발되는 전압은 거리나 면적의 영향을 받습니다. 1 A의 상용 전원선에서 10 cm 떨어진 10 cm²의 루프에는 대략 0.75 μV의 전압이 발생합니다.

$$v = \frac{d\phi}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{\mu_0 I S}{2\pi r} \right) = \frac{4\pi \times 10^{-7} f I S}{r} = \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 60 \text{ Hz} \times 0.001 \text{ m}^2 \times 1 \text{ A rms}}{0.1 \text{ m}} = 0.75 \text{ } \mu\text{V rms}$$

1 mΩ의 저항기를 1 A로 측정할 경우, 그 영향은 0.07%입니다. 반면, 고저항 측정에서는 검출 전압을 크게 하기 쉽기 때문에 큰 문제가 되지 않습니다.

전자 결합의 영향은 노이즈가 발생하는 라인과 저항 측정의 전압 검출 배선을 분리하여 각각을 끄는 것이 효과적입니다 (그림 2).

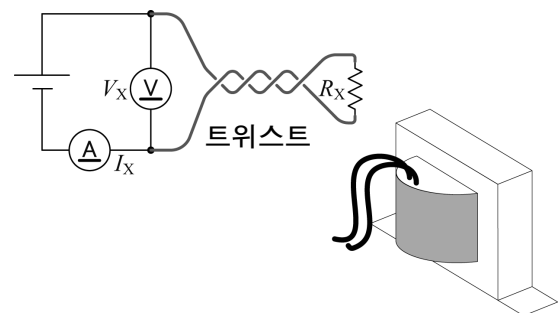


그림 2. 대전류 배선 근처에서는 트위스트

본 기기에서의 유도 노이즈 대책

본 기기에서의 노이즈 대책으로는 그림 3-1 과 같이 측정 리드에 페라이트 코어를 장착하거나 , 그림 3-2 와 같이 실드된 4 개의 배선을 꼬아 측정 대상을 **GUARD** 전위로 실드하는 것이 효과적입니다 . 또한 , 본 기기의 대책뿐만 아니라 노이즈원에 대해서도 동일하게 대처하는 것이 중요합니다 . 노이즈원이 될 수 있는 주위의 대전류 배선은 꼬아주고 , 고전압 배선은 실드하는 것이 더 효과적입니다 .

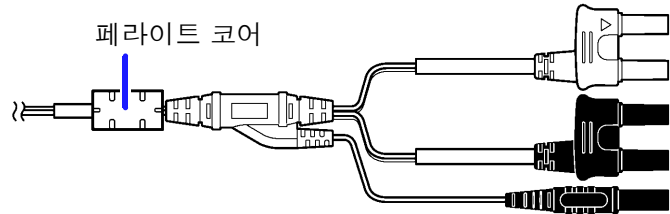


그림 3-1. 측정 리드에서의 노이즈 대책

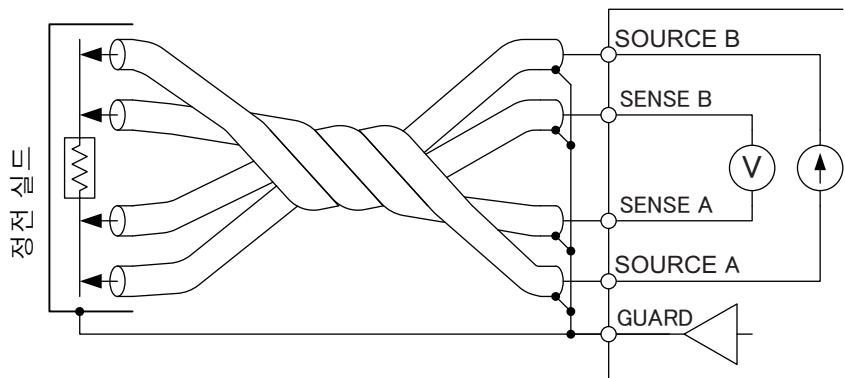


그림 3-2. 본 기기에서의 노이즈 대책

유도 노이즈가 상용 전원에 기인하는 경우

상용 전원에 기인하는 유도 노이즈는 상용 전원 라인이나 전원 콘센트에서뿐 아니라 형광등이나 가전제품에서도 발생합니다 . 상용 전원에 기인하는 노이즈는 사용 중인 상용 전원의 주파수에 의존하며 , 50 Hz 또는 60 Hz 의 주파수에서 발생합니다 . 이 상용 전원에 기인하는 노이즈의 영향을 줄이기 위해 일반적으로 적분 시간을 전원 주기의 정수배로 하는 방식이 취해집니다 (그림 4) .

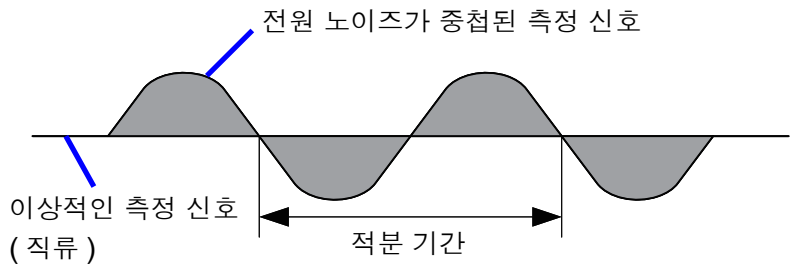


그림 4. 상용 전원에 기인하는 노이즈

본 기기의 측정 속도는 **FAST, MED, SLOW1, SLOW2** 의 4 단계입니다 . 고저항 또는 저저항 측정에서는 측정값이 안정되지 않는 경우가 있습니다 . 그런 경우에는 측정 속도를 늦추거나 노이즈 대책을 충분히 세워 주십시오 . 또한 , 전원 주파수 설정이 60 Hz 인 상태로 전원 주파수 50 Hz 인 지역에서 사용하면 적분 시간이 전원 주파수의 정수배가 되도록 측정 속도를 설정해도 측정값이 흔들립니다 . 본 기기의 전원 주파수 설정을 확인해 주십시오 .

(2) 전도 노이즈의 영향

측정 대상이나 측정 리드에 중첩되는 유도 노이즈와는 다른 경로의 노이즈로서 전도 노이즈가 있습니다. 전도 노이즈란 전원 라인이나 **USB** 등의 제어 라인에 중첩되는 노이즈를 가리킵니다.

전원 라인에는 모터, 용접기, 인버터 등 다양한 기기가 연결되어 있습니다. 이들 설비가 가동 중 또는 기동 및 정지할 때마다 전원에는 커다란 스파이크 전류가 흐릅니다. 이 스파이크 전류와 전원 라인의 배선 임피던스에 의해 전원 라인이나 전원의 어스 라인에는 커다란 스파이크 전압이 발생하여 계측기에 영향을 미치는 경우가 있습니다.

마찬가지로 컨트롤러의 제어선으로부터도 노이즈가 주입되는 경우가 있습니다. 컨트롤러의 전원에서 침입한 노이즈나 컨트롤러 내의 **DC-DC** 컨버터 등에서 발생하는 노이즈가 **USB** 나 **EXT. I/O** 배선을 경유하여 계측기에 침입합니다 (그림 5).

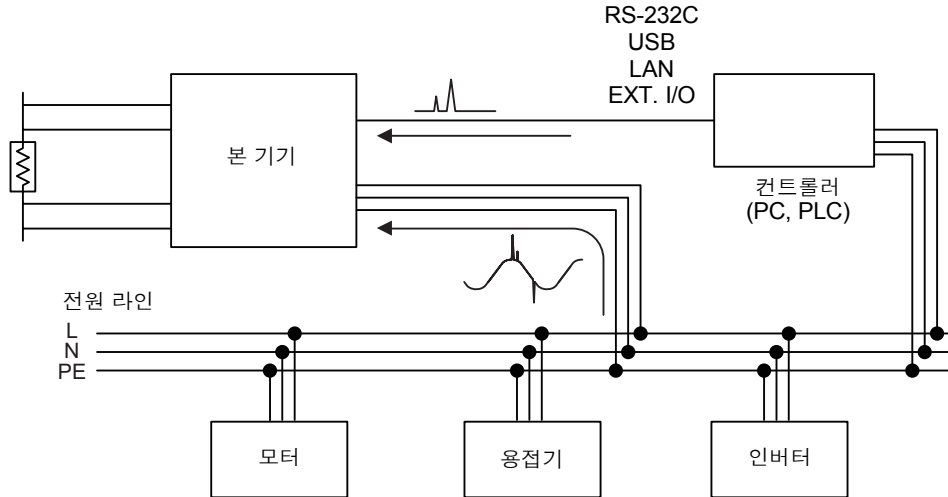


그림 5. 전도성 노이즈의 진입

전도 노이즈의 침입 경로가 특정된 경우에는 그림 6에 나타난 대책이 효과적입니다.

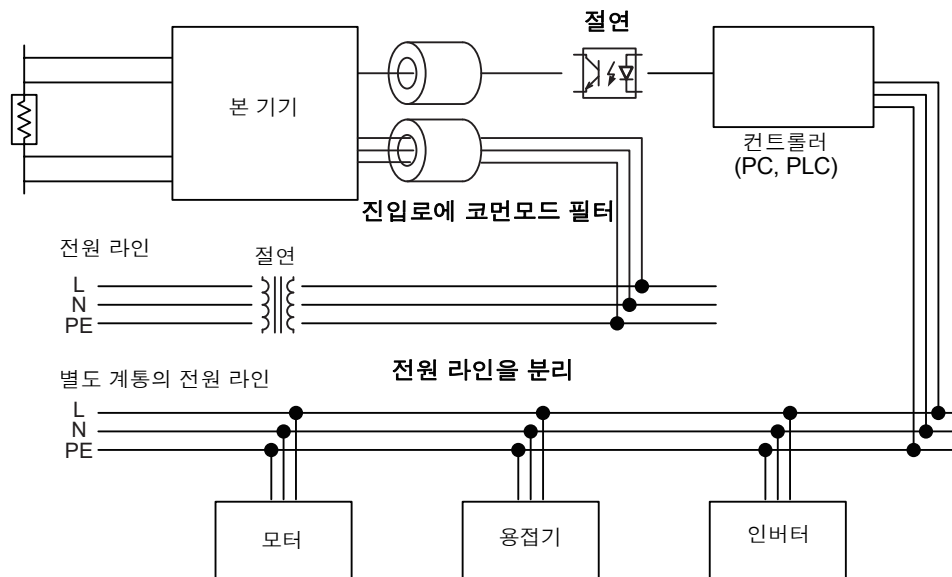


그림 6. 전도성 노이즈의 대책

전원 라인을 분리한다

동력계나 용접기 등은 본 기기와 다른 계통의 전원으로 하는 것이 바람직합니다.

침입로에 코먼모드 필터 (EMI 초크) 를 삽입한다

코먼모드 필터는 가능한 한 임피던스가 높은 것을 선택하고, 여러 개를 넣을수록 효과가 커집니다.

절연한다

제어선은 광 절연을 해야 높은 효과를 얻을 수 있습니다.

전원 라인도 노이즈 컷 트랜스로 절연하면 효과가 있습니다. 단, 절연 전후에 어스 라인을 공통으로 해버리면 효과가 약해지는 경우가 있으므로 주의해 주십시오.

14.11 열기전력의 영향에 대해서

열기전력이란 프로브와 측정 대상의 리드선 간 등 이중 금속의 연결 부분에 생기는 전위차를 말하는 것으로, 이 열기전력이 크면 측정에 오차가 발생합니다 (그림 1). 또한, 열기전력의 크기는 측정 환경의 온도에 따라서도 달라지며 일반적으로 온도차가 클수록 열기전력이 커집니다.

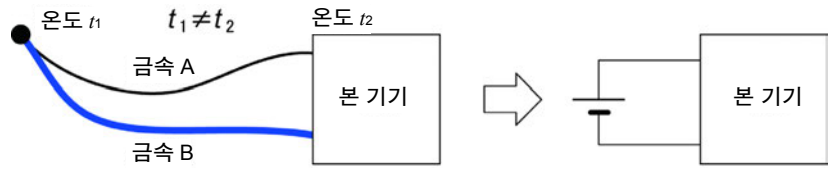


그림 1. 열기전력의 발생

열기전력이 커지는 예

- 측정 대상이 퓨즈, 온도 퓨즈, 서미스터, 바이메탈, 서모스탯.
- 전압 검출 라인에 싱글 스테이블 릴레이의 접점을 사용하고 있는 경우.
- 전압 검출 단자 악어클립을 사용하고 있는 경우.
- 전압 검출 단자를 손으로 잡고 있는 경우.
- 측정 대상과 본 기기의 온도가 크게 다른 경우.
- SENSE A 단자 측의 배선재와 SENSE B 단자 측의 배선재가 다른 경우.

저항 측정에서는 측정 대상 R_X 에 측정 전류 I_M 을 흘려 측정 대상의 전압 강하 $R_X I_M$ 을 검출합니다. 저저항 측정에서는 R_X 가 작기 때문에 검출 전압 $R_X I_M$ 이 필연적으로 작아집니다. 검출 전압이 작은 경우에는 측정 대상과 프로브 간 또는 케이블과 측정기 간에 발생하는 열기전력이나 전압계의 오프셋 전압 V_{EMF} 가 측정에 영향을 미칩니다 (그림 2). 측정 대상을 손으로 잡으면 측정 대상이 따뜻해지고, 프로브가 손에 의해 따뜻해지기도 합니다. 이런 경우 주의를 기울여도 열기전력을 $1 \mu V$ 이하로 제어하기 어렵습니다.

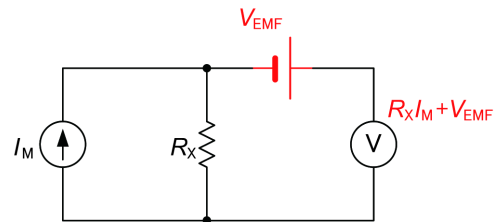


그림 2. 열기전력의 발생

예를 들어, 열기전력이 $10 \mu V$ 인 상황에서 실제 저항값이 $1 m\Omega$ 인 측정 대상을 측정 전류 $1 A$ 로 측정한 경우, 측정값은 다음과 같아지며, 실제 측정값에 대해 1%의 오차를 포함합니다.

$$\frac{1 m\Omega \times 1 A + 10 \mu V}{1 A} = 1.01 m\Omega$$

또한, 전압계의 오프셋 전압도 $1 \mu V \sim 10 mV$ 로 매우 커서 저저항 측정의 큰 오차 요인이 됩니다.

열기전력의 영향을 줄이는 데는 다음과 같은 방법이 있습니다.

1. 큰 측정 전류로 검출 전압을 높인다.
2. 열기전력을 영점 조정한다
3. 검출 신호를 교류로 한다

1. 큰 측정 전류로 검출 전압을 높인다

앞서 열기전력의 예에서 측정 전류를 1 A 에서 100 A 로 하면 오차를 0.01% 로 줄일 수 있습니다 .

$$\frac{1 \text{ m}\Omega \times 100 \text{ A} + 10 \text{ }\mu\text{V}}{100 \text{ A}} = 1.0001 \text{ m}\Omega$$

단 , 측정 대상에는 RI^2 의 전력이 걸리므로 주의가 필요합니다 .

2. 열기전력을 영점 조정한다

측정 대상 R_X 에 전류가 흐르지 않는 상태를 만들면 전압계에는 열기전력 V_{EMF} 만 입력됩니다 . 단 , SOURCE 단자를 개방하면 본 기기는 전류 이상을 검출하여 측정값을 표시하지 않습니다 .

따라서 R_X 에 전류가 흐르지 않도록 SOURCE 선을 단락하고 영점 조정을 실행하여 열기전력을 취소할 수 있습니다 (그림 3).

참조 : “3.5 측정값 확인하기 ”(p.56)

참조 : “14.7 영점 조정에 대해서 ”(p.340)

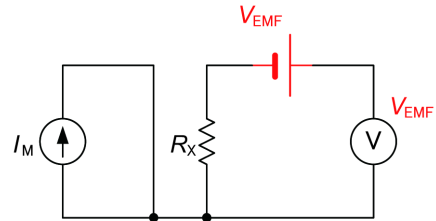


그림 3. R_X 에 전류를 흘리지 않고 영점 조정

3. 검출 신호를 교류로 한다

검출 신호를 교류로 하는 것은 근본적인 해결 방법입니다. 열기전력, 전압계의 오프셋 전압 모두 초 단위의 짧은 시간에서는 안정된 직류로 간주되며 , 검출 신호를 교류로 하면 주파수 영역에서의 분리가 가능합니다 . 본 기기의 OVC 기능 (OVC: Offset Voltage Compensation) 에서는 측정 전류를 펄스 파형으로 하여 열기전력을 배제하고 있습니다 (그림 4). 구체적으로는 , 측정 전류를 양의 방향으로 흘렸을 때의 검출 전압에서 음의 방향으로 흘렸을 때의 검출 전압을 감하여 열기전력의 영향을 받지 않는 저항값을 얻습니다 .

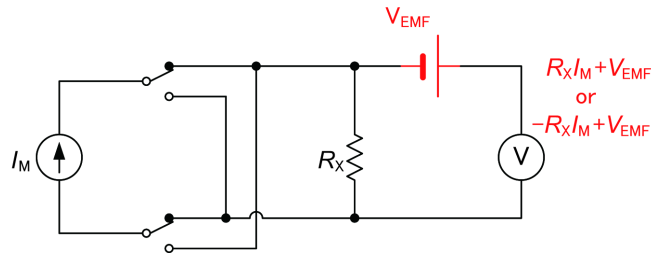


그림 4. 전류반전법에 의한 열기전력 취소

$$\frac{(R_X I_M + V_{EMF}) - (-R_X I_M + V_{EMF})}{2I_M} = R_X$$

측정 대상이 유도성인 경우는 전류를 흘려 보낸 후 측정을 시작하기까지 지연 시간 (딜레이) 설정 (p.100) 이 필요합니다 .

지연 시간은 인덕턴스가 측정값에 영향을 미치지 않도록 설정해 주십시오 . 처음에는 지연 시간을 길게 설정하고 측정값을 보면서 지연 시간을 서서히 줄여 주십시오 .

14.12 프린트 기판의 단락 위치 검출

여러 위치의 저항값을 비교하면 프린트 기판의 단락 위치를 추측하는 데 도움이 됩니다 (부품이 실장되지 않은 경우).

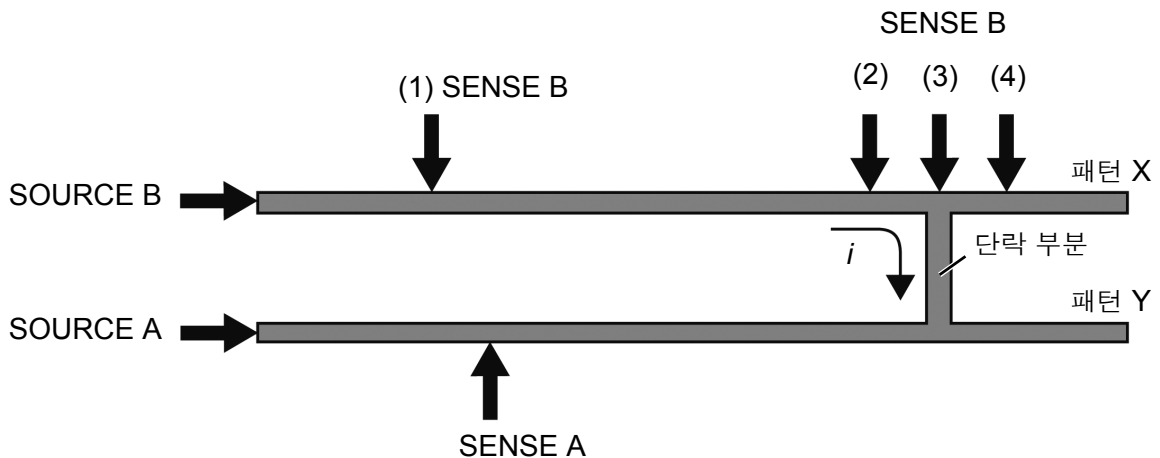
다음에 나타난 것과 같이 패턴 X와 패턴 Y가 단락되어 있다고 가정합니다.

- 1** SOURCE A와 SOURCE B를 각각의 패턴에 연결합니다.
- 2** SENSE A를 SOURCE A 근처에, SENSE B를 (1)의 위치에 연결합니다.
- 3** SENSE B를 (1), (2), (3), (4)로 이동하면서 측정값을 읽습니다. 저항값이 높은 부분은 단락 위치에서 멀리 떨어져 있음을 의미합니다. SOURCE B 단자, SENSE B 단자를 이동하면서 단락 위치를 유추해 주십시오.

예

- (1) 20 mΩ
- (2) 11 mΩ
- (3) 10 mΩ
- (4) 10 mΩ

이상의 측정값에서 ③ 부근이 단락되어 있음을 추측할 수 있습니다.



14.13 접촉 저항 측정에 대해서

(1) 접점의 종류

스위치, 릴레이, 커넥터의 접점은 다음 2 가지입니다.

- 전력용 접점
- 신호용 접점

• 전력용 접점

수십 암페어의 전류가 통전되는 선로는 $1\text{ m}\Omega$ 의 저항만 있어도 와트 단위의 전력을 소비하게 됩니다. 따라서 브레이커 등 대전류 선로의 스위치 접점은 $1\text{ m}\Omega$ 보다 훨씬 낮은 저항값을 갖습니다. 파워 릴레이, 브레이커 등은 대전류 선로에서 사용하는 것을 전제로 합니다. 따라서 통전 전류가 작은 경우(마이크로 암페어 대)에는 접점이 서서히 부식되어 접점이 전혀 통전되지 않을 수 있으므로 주의해야 합니다.

• 신호용 접점

일반 전자 회로용 스위치와 커넥터는 통전 전류가 1 A 이하이기 때문에 접촉 저항은 수십 $\text{m}\Omega$ 입니다. 통전 전류가 마이크로 암페어대에서도 안정적인 접점을 얻을 수 있도록 접점에 금도금 처리가 되어 있는 것이 일반적입니다.

전도성 고무를 이용한 스위치는 누르는 힘에 따라 저항값이 크게 달라집니다. 접촉 저항은 $1\text{ k}\Omega$ 전후로 상당히 높지만, 접점의 내구성이 매우 높은 것이 특징입니다.

(2) 접점 저항의 측정

• 전력용 접점

특별한 규정이 없는 경우 1 A 정도의 전류로 측정하면 충분한 분해능으로 측정할 수 있습니다. 단, 국소적으로 접점 저항이 높은 부분이 있는 경우 실제 사용 상태에 가까운 전류를 흘려서 접점의 발열을 관측해야 합니다.

전력용 접점은 일반적으로 5 V 이상의 비교적 높은 전압에서 사용됩니다. 개방전압이 낮은 저항계로 측정할 경우 일반적인 사용에서는 문제가 되지 않는 접점의 Contamination(산화막이나 오염물)을 관통하지 못해 “접촉 불량”으로 판정되는 경우가 있습니다. 이러한 이유로 전력용 접점을 저전력 저항계로 측정하는 것은 바람직하지 않습니다.

• 신호용 접점

신호용 접점은 연결 대상이 IC의 입력 단자가 되는 경우가 많으며, 통전 전류가 $1\text{ }\mu\text{A}$ 이하인 경우도 드물지 않습니다. 접점의 개폐를 반복하거나 진동으로 인해 접점 표면의 도금이 벗겨지면 접점의 부식(산화, 황화)이 급속하게 진행됩니다.

접점이 부식되어 접촉 저항이 높은 상태인 경우 1 A 와 같은 대전류로 측정하면 접점 저항이 서서히 회복되는 경향을 볼 수 있습니다. 또한, 부식이 진행되어 절연 상태인 접점을 개방전압이 큰 저항계로 측정하면 부식 부분을 관통하여 “접촉 양호”로 판정되는 경우가 있습니다.

이러한 이유로 신호용 접점을 측정할 때는 가능한 한 개방전압을 억제하고, 더 미세한 전류로 측정해야 합니다(Dry circuit test). 본 기기에서 저전력 모드를 ON으로 설정하면 Dry circuit test가 가능합니다.

(3) 개방 상태의 저항

일반적으로 접점이 개방 상태에서는 $10\text{ M}\Omega$ 이상의 저항값이 됩니다. 초기 절연저항은 케이스의 절연재질에 따라 달라지는 부분이 크며, 사용하면서 접점의 찌꺼기나 주위의 먼지로 인해 열화되는 경향이 있습니다. 개방 상태의 저항은 개방된 접점에 인가될 수 있는 가장 높은 전압으로 저항값을 측정해야 합니다. 따라서 배전설비 점검에 사용되는 절연저항계는 $25\text{ V} \sim 5\text{ kV}$ 의 고전압을 인가할 수 있도록 설계되어 있습니다.

(4) 접점 저항에 관한 규격

저항 측정과 관련하여 기재되어 있는 대표적인 규격을 열거합니다. 내용은 각각의 규격을 참조해 주십시오.

JIS C 2525 금속 저항 재료의 도체 저항 및 체적 저항률 시험 방법

JIS C 3001 전기용 구리 소재의 전기저항

JIS C 3002 전기용 구리선 및 알루미늄선 시험 방법

JIS C 3005 고무·플라스틱 절연 전선 시험 방법

JIS C 3101 전기용 경동선

JIS C 3102 전기용 연동선

JIS C 3152 주석도금 연동선

JIS C 4034 회전 전기 기계

JIS C 5012 프린트 배선판 시험 방법

JIS C 5402 전자기기용 커넥터

JIS C 5442 제어용 소형 전자 릴레이의 시험 방법

JIS C 8306 배선기구의 시험 방법

JIS H 0505 비철금속 재료의 체적 저항률 및 도전을 측정 방법

JIS K 7194 도전성 플라스틱의 4 탐침법에 의한 저항률 시험 방법

참고 URL: <https://www.jisc.go.jp/>

14.14 JEC 2137 유도기에 대응한 저항 측정

“JEC 2137 유도기” 규격에서는 다음 식에 따라 저항값을 보정하도록 규정하고 있습니다.

$$R_{tR} = R_{tT} \times \frac{t_R + k}{t_T + k} \quad \dots\dots\dots \text{식 1}$$

R_{tR} 기준 온도 t_R 에서의 권선 저항값
 R_{tT} 온도 t_T 에서 측정했을 때의 권선 저항값
 t_R 기준 온도 [°C]
 t_T 권선 저항을 측정했을 때의 온도 [°C]
 k 정수 (구리선의 경우는 235)

식 1 을 변형하면 다음과 같이 됩니다.

$$\frac{R_{tR}}{R_{tT}} = \frac{t_R + k}{t_T + k} = \frac{1}{1 + \frac{1}{t_R + k} (t_T - t_R)} \quad \dots\dots\dots \text{식 2}$$

한편, 본 기기의 온도 보정은 식 3 과 같습니다.

온도 계수는 식 4 와 같이 설정해 주십시오.

$$R_{tR} = \frac{R_{tT}}{1 + \alpha_{tR} \times (t_T - t_R)} \quad \dots\dots\dots \text{식 3}$$

$$\alpha_{tR} = \frac{1}{t_R + k} \quad \dots\dots\dots \text{식 4}$$

예를 들어, 기준 온도를 20°C 로 하는 경우 본 기기의 온도 계수를 다음과 같이 설정해 주십시오.

$$\alpha_{tR} = \frac{1}{t_R + k} = \frac{1}{20 + 235} = 3922 \text{ [ppm/°C]}$$

14.15 측정 리드를 자체 제작하기 , 멀티플렉서에 배선하기

권장 측정 리드 사양

도체 저항	500 mΩ/m 이하
정전 용량	150 pF/m 이하
케이블 유전체 재질	폴리에틸렌 (PE), 테플론 * (TFE), 발포 폴리에틸렌 (PEF) 절연 저항 100 GΩ 이상 (실력값)

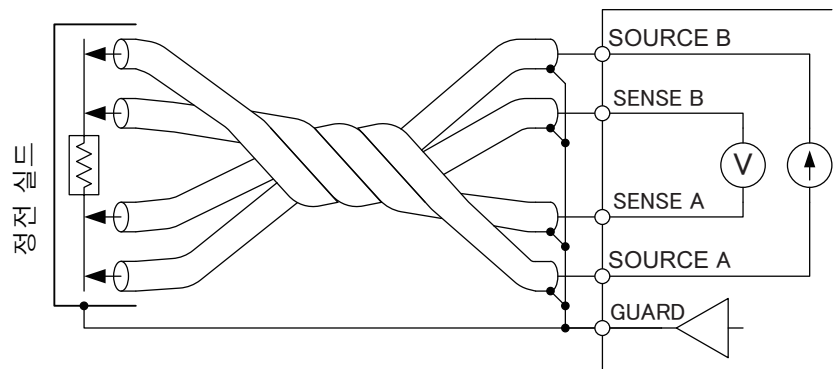
*: 타사 상표

예 : 히타치금속 , 후루카와전기공업 , 스미토모전기공업 : UL1354, UL1631, UL1691

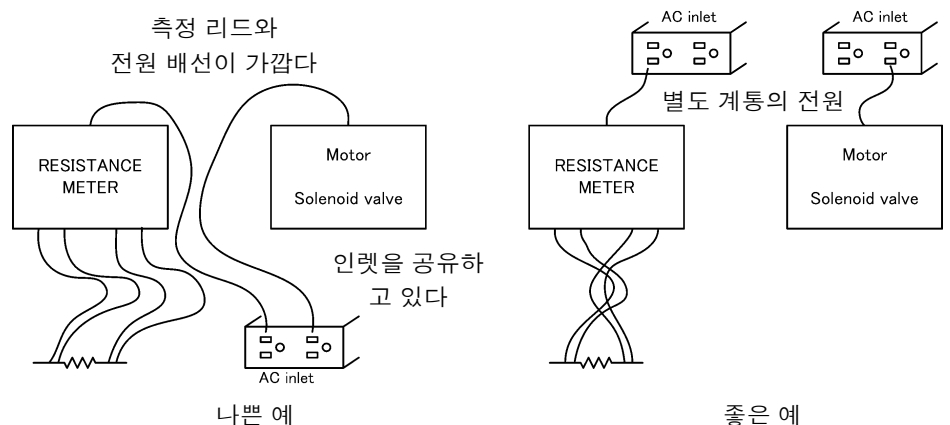
배선 전에

참조 : “14.8 측정값이 안정되지 않을 때”(p.345)

- 측정 리드에는 실드선을 사용하고 , **연결 예**
실드 전위는 본 기기의 **GUARD** 단자에 연결해 주십시오 . 프로브 부분과 측정 대상 주변도 **GUARD** 전위로 실드해 주십시오 .
4개의 배선을 꼬아 루프 면적을 줄여 주십시오 .



- 측정 리드와 측정 대상은 대전류, 고전압, 고주파수 배선 (내압 시험기 , 전원 코드 , 모터 , 솔레노이드 밸브) 으로부터 멀리 떨어져 뜨려 주십시오 .



- 1000 $\mu\Omega$ 레인지, 10 mΩ 레인지, 100 mΩ 레인지(측정 전류 1 A 설정 시)에서는 유도 현상의 영향이 현저하게 나타납니다 . 리드 위치나 형상이 변하면 측정값이 달라질 수 있습니다 . 가급적 위치나 형상이 변하지 않도록 주의해 주십시오 . 또한 , 측정 리드와 측정 대상에서 금속을 멀리 떨어뜨려 주십시오 .
- 본 기기를 2 대 이상 사용하는 경우 여러 대의 배선을 하나로 묶지 마십시오 . 유도 현상으로 인해 측정값이 불안정해지거나 , 콘택트 체크 회로가 오검출하는 경우가 있습니다 .
- 내부 회로에 대해서는 블록도 (p.331) 를 참조해 주십시오 .

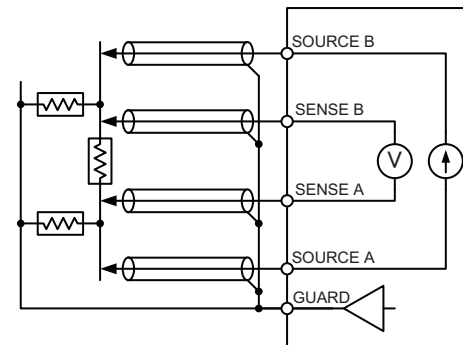
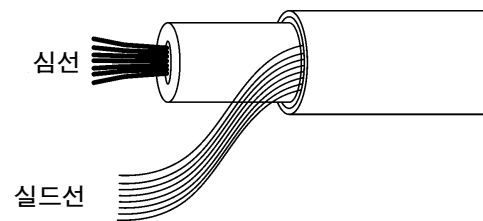
14.15 측정 리드를 자체 제작하기 , 멀티플렉서에 배선하기

- 경로 저항이 “전류 이상이 되는 경로 저항 (배선 저항 + 접촉 저항)의 참고값”(p.62)의 값을 초과하면 전류 이상 상태가 되어 측정할 수 없습니다. 측정 전류 1 A의 레인지에서는 경로 저항을 낮게 억제해 주십시오.
- 전압 검출 회로의 입력 저항은 충분히 크기 때문에 SENSE 선의 경로 저항이 1 k Ω 정도라도 측정값에 영향을 미치지 않습니다. 단, 노이즈의 영향을 받기 쉬우므로 가능한 한 경로 저항을 작게 해 주십시오. 또한, 경로 저항이 커서 콘택트 체크 에러가 발생하는 경우는 경로 저항을 작게 하거나 콘택트 체크 기능을 OFF로 해 주십시오.
- 배선의 길면 노이즈가 발생하기 쉬워 측정값이 안정되지 않을 수 있습니다.
- 4 단자 구조를 유지한 상태로 연장해 주십시오. 도중에 2 단자 구조가 되면 경로 저항의 영향이 나타나 올바른 측정을 할 수 없게 됩니다.

오차 발생 예시 :

본 기기에서 릴레이까지 4 단자 구조로 배선하고, 릴레이에서 2 단자 배선으로 되어 있다

- 측정 리드 연장 후에는 동작과 정확도 (p.283)를 확인해 주십시오.
- 당사의 측정 리드 선단을 분리하여 사용하는 경우 SOURCE A, SENSE A, SENSE B, SOURCE B의 실드선과 심선이 접촉하지 않도록 주의해 주십시오. 접촉하면 정확한 측정을 할 수 없게 됩니다.
- 실드선 끝은 접지 등에 연결하지 마십시오. 그라운드 루프가 발생하여 노이즈의 영향을 받기 쉬워집니다. 분리한 상태에서 주위 금속에 닿지 않도록 처리해 주십시오.
- GUARD 단자에는 1 mA 이상의 전류를 흘려보내지 마십시오. 네트워크 저항기의 가딩 측정에는 사용할 수 없습니다.



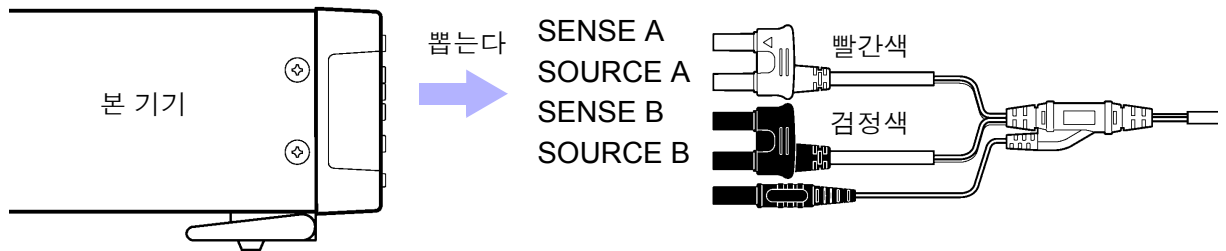
가딩 측정이 불가능한 예

14.16 측정 이상 시 확인 방법

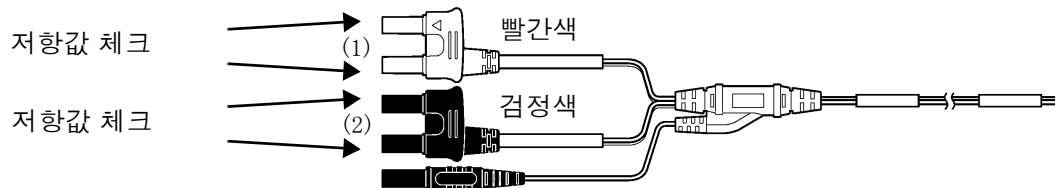
본 기기에서는 SOURCE A, SOURCE B, SENSE A, SENSE B 4 개의 연결 상태를 모니터링하고 있습니다.

의도하지 않은 측정 이상이 발생한 경우 다음 사항을 확인해 주십시오.

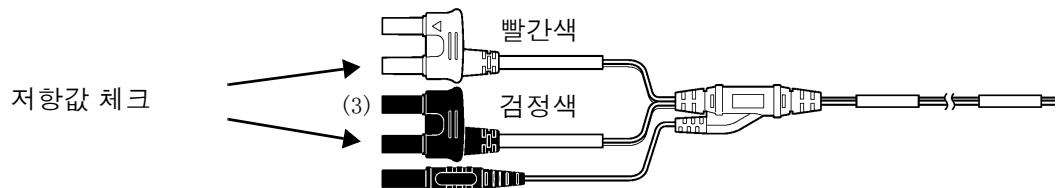
- 1** 측정 대상에 프로브를 접촉시킨 상태에서 측정 리드의 플러그 부분을 본 기기에서 분리합니다.



- 2** (1) SOURCE A - SENSE A 간의 저항을 테스터 등으로 확인합니다.
 (2) SOURCE B - SENSE B 간의 저항을 테스터 등으로 확인합니다.
 접촉이 양호한 경우 일반적으로 1 Ω 이하입니다.



- 3** (3) SOURCE A - SOURCE B 간의 저항을 테스터 등으로 확인합니다.
 접촉이 양호한 경우 “측정 대상의 저항값 + 경로 저항” 이 됩니다.



위의 저항값이 높게 되어 있는 경우 다음 사항을 확인해 주십시오.

- 프로브가 오염되거나 마모되지 않았는가?
- 프로브의 접촉압이 낮지 않은가?
- 배선 전환에 파워 릴레이를 사용하고 있지 않은가? (특히 SENSE 선)
 파워 릴레이의 접점에 전류가 흐르지 않는 상태에서 계속 사용하면 접촉 저항이 점차 높아집니다.
- 배선이 가늘지 않은가?
 특히 측정 전류가 1 A 인 경우 왕복 경로 저항은 3.0 Ω 이내로 해 주십시오.

참조 : “전류 이상 검출 기능”(p.61)

- 측정 리드가 끊어져 있지 않은가?
 다른 측정 리드로 교체하거나 배선을 흔들어 저항값을 확인해 주십시오.

14.17 내압 시험기와의 조합

본 기기는 권선 시험 장비로서 내압 시험기와 함께 사용되는 경우가 있습니다. 본 기기를 내압 시험기와 조합하여 사용하면 권선에 축적된 전하가 본 기기를 연결하는 순간 본 기기에 유입되어 고장을 일으킬 수 있습니다.

조합하여 사용할 때는 다음 사항에 유의하여 라인을 설계해 주십시오.

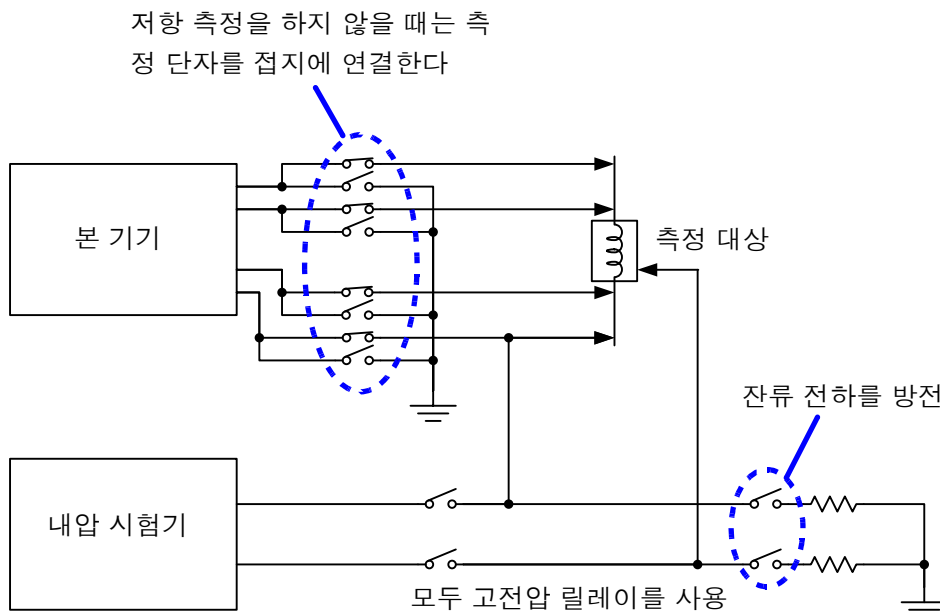
- 전환에 사용하는 릴레이의 접점 내압은 내압 시험 전압에 대해 충분한 여유가 있어야 한다 (최소한 피크 전압의 2 배 이상).

고압 릴레이의 예 :

오키타제작소	LRL-101-50PC (접점간 DC 5 kV)
	LRL-101-100PC (접점간 DC 10 kV)
산유공업	USM-11524 (접점간 DC 5 kV)
	USM-13624SB (접점간 DC 10 kV)

- 내압 시험 중에는 본 기기의 측정 단자를 모두 지락 (Grounding) 한다.
- 가장 먼저 저항을 측정하고 내압 시험은 마지막에 한다.

부득이하게 저항 측정 전에 내압 시험을 해야 하는 경우는 내압 시험 후에 측정 대상의 양쪽 끝을 지락 (Grounding) 하고 내압 시험으로 축적된 전하를 방전시킨 후 저항을 측정해 주십시오.



내압 시험기와의 조합

14.18 측정 리드 (옵션) 에 대해서

구매하시려면 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오 .

L2101 클립형 리드

선단이 클립형인 리드입니다 . 클립하기만 해도 4 단자 측정을 할 수 있습니다 .

전체 길이 : 약 1500 mm

분기 - 리드 간 : 약 250 mm

클립 가능 지름 : $\varnothing 0.3 \text{ mm} \sim 5.0 \text{ mm}$

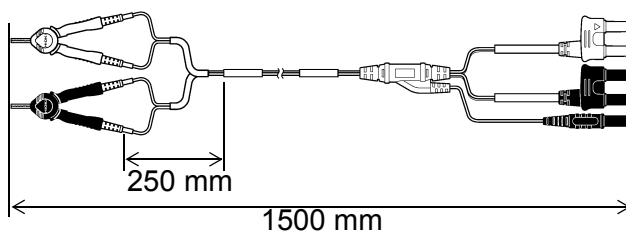
대지간 최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

최대 정격 전류 : AC/DC 3 A



L2102 핀형 리드

클립 할 수 없는 평면상의 접촉부나 릴레이의 단자, 커넥터 등 접촉 부분이 작은 측정 대상이라도 갖다 대기만 하면 4 단자 측정을 할 수 있습니다 .

전체 길이 : 약 1500 mm

분기 - 리드 간 : 약 250 mm

핀 끝 : $\varnothing 1.8 \text{ mm}$

첫 접촉압 : 약 70 g

전체 압축압 : 약 100 g (스트로크 약 2 mm)

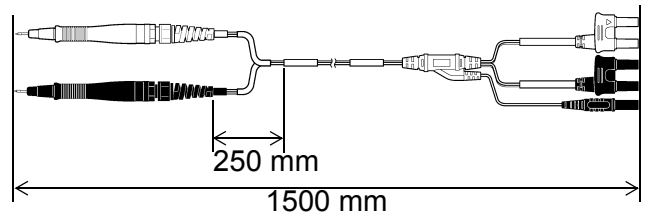
대지간 최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

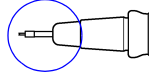
최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

최대 정격 전류 : AC/DC 3 A



선단 핀*



*: 선단 핀 교체 가능

9770-90 선단 핀

L2103 핀형 리드

선단은 실장 기판 상 IC 의 floating-foot 검사용으로 개발한 4 단자 구조로 되어 있습니다 . 작은 모양의 측정 대상이라도 정확하게 저항을 측정할 수 있습니다 .

전체 길이 : 약 1500 mm

분기 - 리드 간 : 약 250 mm

핀 간격 : 0.2 mm

첫 접촉압 : 약 60 g

전체 압축압 : 약 140 g (스트로크 약 1.3 mm)

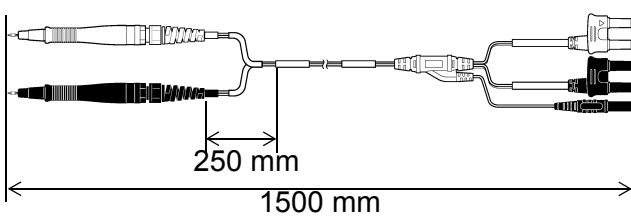
대지간 최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

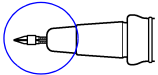
최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

최대 정격 전류 : AC/DC 2 A



선단 핀*



*: 선단 핀 교체 가능

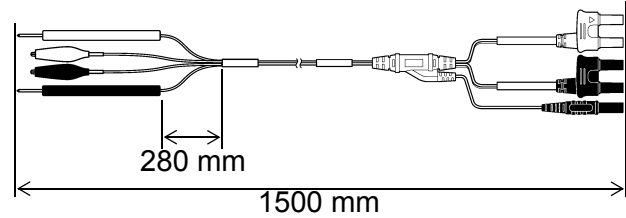
9771-90 선단 핀

L2104 4 단자 리드

SOURCE 단자가 집게형 클립 , SENSE 단자가 테스트 리드봉인 4 단자 리드입니다 . 프린트 기판의 패턴 저항이나 SOURCE 단자와 SENSE 단자를 분리하여 측정하는 경우에 사용해 주십시오 .

전체 길이 : 약 1500 mm

분기 - 리드 간 : 약 280 mm



L2100 핀형 리드

4 단자 구조의 핀형 리드입니다 . 용접부 등의 저항 측정에 최적입니다 . 선단은 평행 2 핀 타입으로 안정적인 접촉으로 측정할 수 있습니다 .

전체 길이 : 약 1400 mm

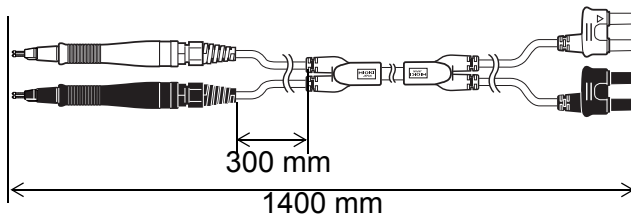
분기 - 리드 간 : 약 300 mm

핀 간격 : 2.5 mm

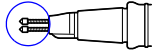
대지간 최대 정격 전압 : DC 1000 V

최대 정격 전압 : DC 1000 V

최대 정격 전류 : DC 2 A



선단 핀*



*: 선단 핀 교체 가능
9772-90 선단 핀

RM9010-01 4 탐침 프로브

RM3545A-1 RM3545A-2

RM3545A 전용 PC 애플리케이션을 사용하면 4 탐침법으로 저항률과 도전율을 측정할 수 있습니다 .

전체 길이 : 약 1500 mm

핀 간격 : 5.0 mm

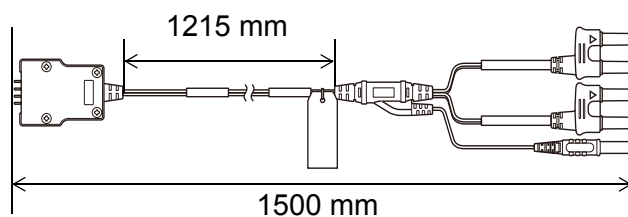
대지간 최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

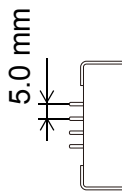
최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

최대 정격 전류 : AC/DC 3 A



선단 확대도

**RM9010-02 4 탐침 프로브**

RM3545A-1 RM3545A-2

RM3545A 전용 PC 애플리케이션을 사용하면 4 탐침법으로 저항률과 도전율을 측정할 수 있습니다 .

전체 길이 : 약 1500 mm

핀 간격 : 1.5 mm

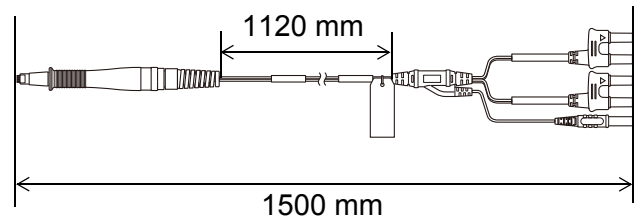
대지간 최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

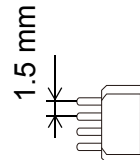
최대 정격 전압 :

AC 30 V rms, 42.4 V peak, DC 60 V

최대 정격 전류 : AC/DC 1.5 A



선단 확대도



14.19 랙 마운트

본 기기의 측면 또는 바닥면 나사를 분리하면 랙 마운트 키트 등을 설치할 수 있습니다.

⚠ 경고



- 측면 또는 바닥면에 랙 마운트 키트를 설치할 때는 본 기기 내부에 나사 3.5 mm 이상 들어가지 않도록 한다

본 기기가 파손되어 사용자가 감전될 우려가 있습니다.

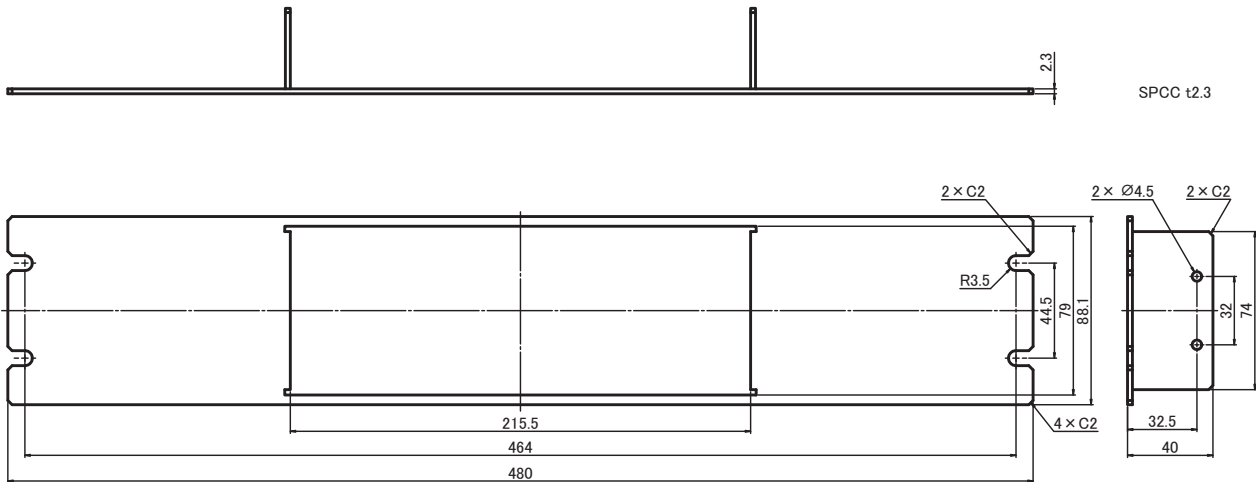
- 랙 마운트 키트를 본 기기에 설치할 때는 지정된 나사를 사용한다 (M4 × 8 mm)
- 랙 마운트 키트를 본 기기에서 분리한 후 원래 상태로 되돌릴 때는 처음에 장착되어 있던 나사와 같은 것을 사용한다 (지지발 : M3 × 6 mm, 측면 : M4 × 6 mm)

다른 나사로 고정하면 본 기기가 파손되거나 인신사고를 일으킬 우려가 있습니다. 나사를 분실하거나 나사가 파손된 경우는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

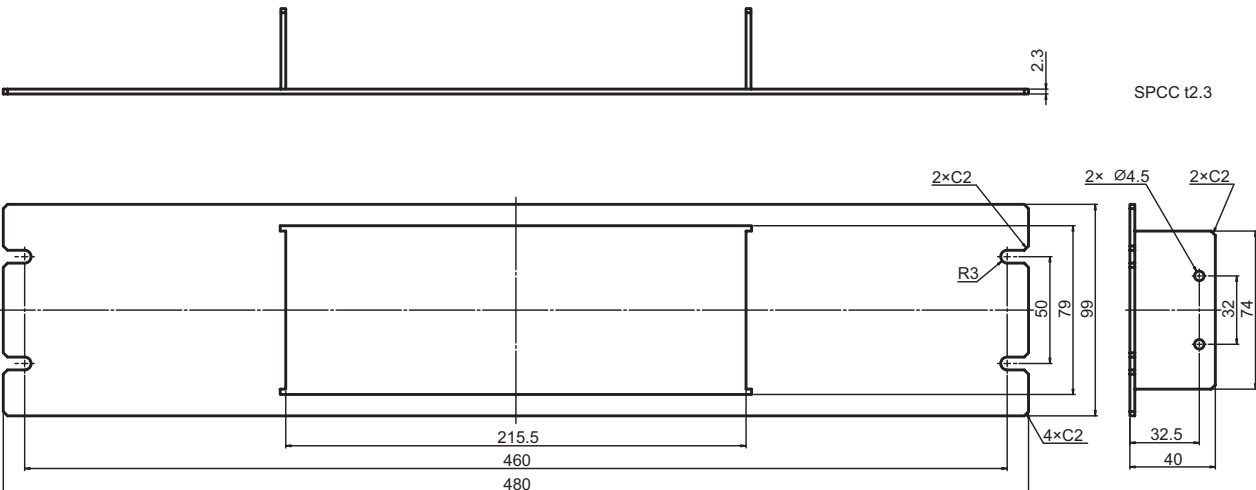
본 기기에서 분리한 부품은 다시 사용할 경우를 위해 소중히 보관해 주십시오.

랙 마운트 키트의 참고도 (단위 : mm)

랙 마운트 키트 (EIA)

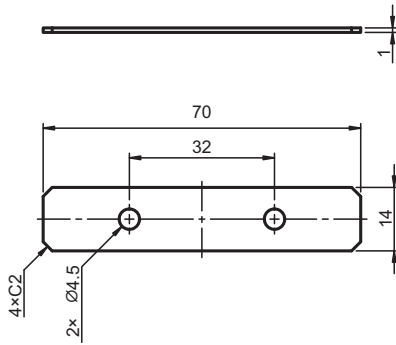


랙 마운트 키트 (JIS)



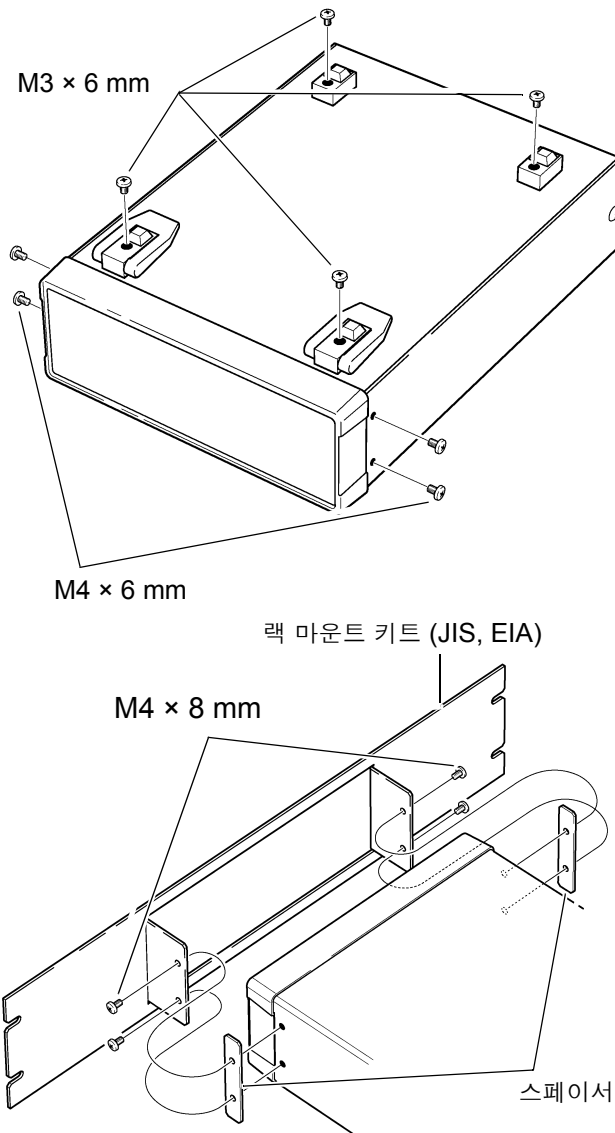
스페이서 (2 개 사용)

SPCC t1



랙 마운트 키트 설치 방법

준비물 : 십자 드라이버 (No. 2), 랙 마운트 키트 (EIA 또는 JIS), 스페이서 × 2 개



1 본 기기의 바닥면을 위로 가게 하여 지지 발과 측면의 나사 8 개를 분리합니다 .

2 지지발을 본 기기에서 분리합니다 .

3 본 기기의 측면 양쪽에 스페이서를 끼워 넣고 랙 마운트 키트를 M4 × 8 mm 나사 4 개로 장착합니다 .

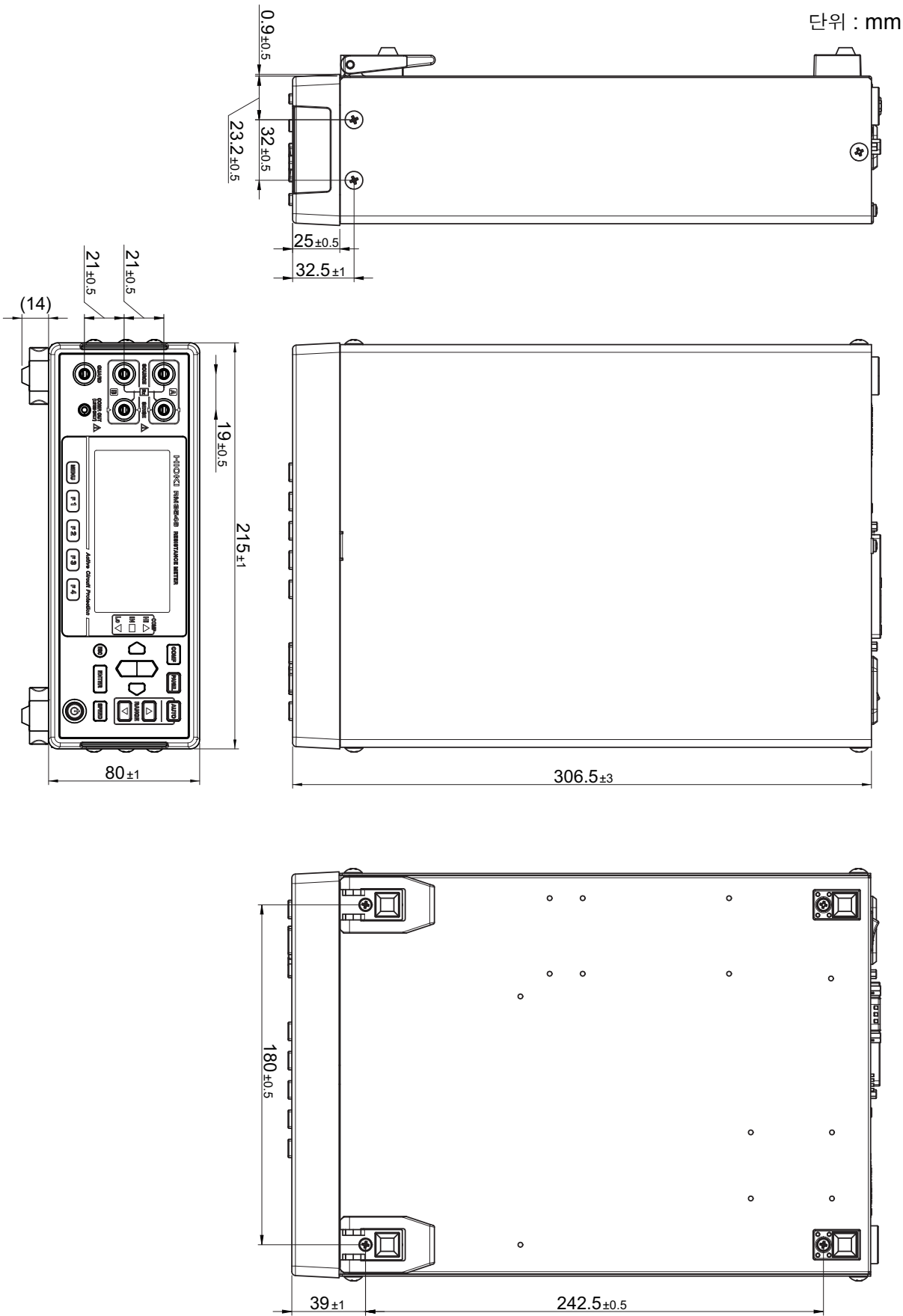
남은 4 개의 나사는 보관해 주십시오 .

중요

본 기기를 랙에 설치할 때는 시판되는 받침대 등을 사용해 보강해 주십시오 .

14.20 외관도

일러스트는 RM3546 입니다 . 치수는 3 가지 모델 모두 공통입니다 .



14.21 교정에 대해서

교정 조건

- 환경 온습도 : $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, 80% RH 이하
- 워업 시간 : 60 분
- 전원 : 100 V ~ 240 V $\pm 10\%$, 50 Hz / 60 Hz, 왜곡률 5% 이하
- 외부 자계 : 지자기에 가까운 환경
- 리셋으로 설정 초기화

교정 설비

교정 설비로 다음 사항을 준비해 주십시오 .

저항 측정 기능

설비	교정점	제조사	규격 모델명
표준 저항기	1 G Ω	일본 파인켄사 제품	RH1 / 2HV (1 G Ω)
표준 저항기	10 Ω ~ 100 M Ω	FLUKE 사 제품	5700A 상당품
표준 저항기	1 Ω	알파 일렉트로닉스사 제품	CSR-1R0 상당품
표준 저항기	100 m Ω	알파 일렉트로닉스사 제품	CSR-R10 상당품
표준 저항기	10 m Ω	알파 일렉트로닉스사 제품	CSR-10N 상당품
표준 저항기	1 m Ω	알파 일렉트로닉스사 제품	CSR-1N0 상당품
저항 측정 리드		HIOKI	L2104 4 단자 리드

FLUKE 사 제품 5700A 를 준비할 수 없는 경우는 다음 설비를 이용해 주십시오 .

알파 일렉트로닉스사 제품

- CSR-100 (10 Ω)
- CSR-101 (100 Ω)
- CSR-102 (1 k Ω)
- CSR-103 (10 k Ω)
- CSR-104 (100 k Ω)
- CSR-105 (1 M Ω)
- CSR-106 (10 M Ω)
- CSR-107 (100 M Ω)

온도 측정 (서미스터)

설비	교정점	제조사	규격 모델명
멀티제품 교정기	25°C , 2186.0 Ω	FLUKE 사 제품	5520A 상당품

온도 (아날로그 입력)

설비	교정점	제조사	규격 모델명
발생기	10°C : 0.1 V 100°C : 1 V	HIOKI	SS7012 상당품
온도 측정 케이블			경로 저항 왕복 500 m Ω 이하

D/A 출력

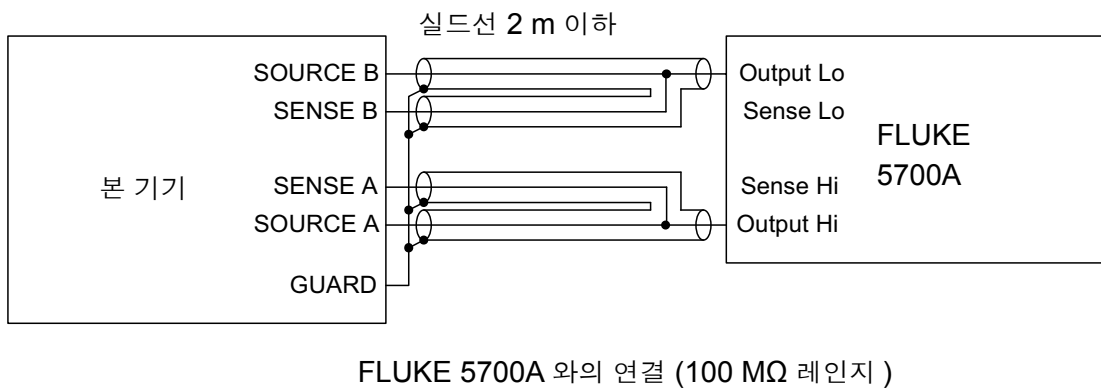
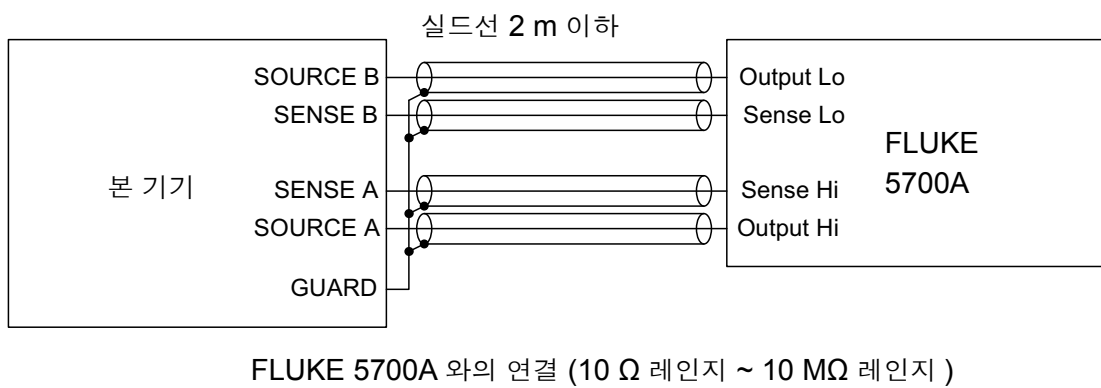
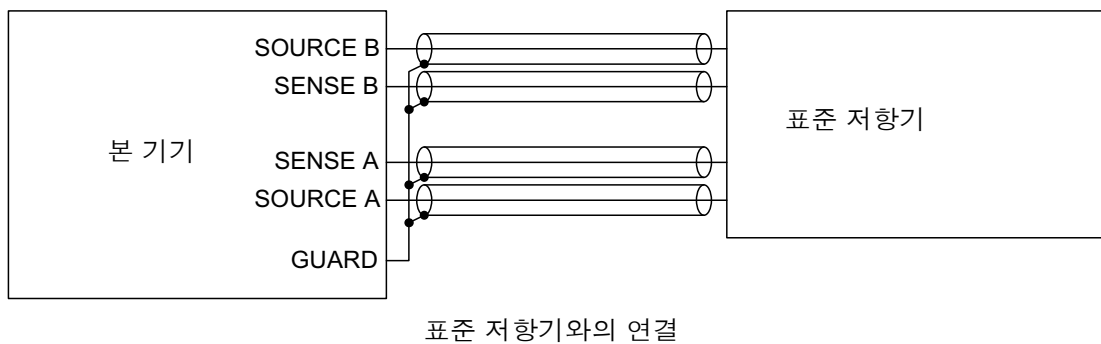
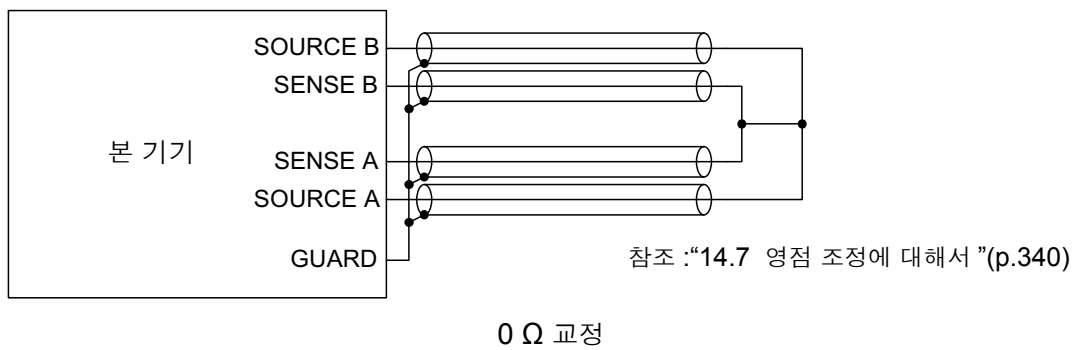
설비	교정점	제조사	규격 모델명
전압계	0 Ω : 0 V 1 Ω : 1 V	HIOKI	DM7275, DM7276 상당품
출력 케이블			경로 저항 왕복 500 m Ω 이하

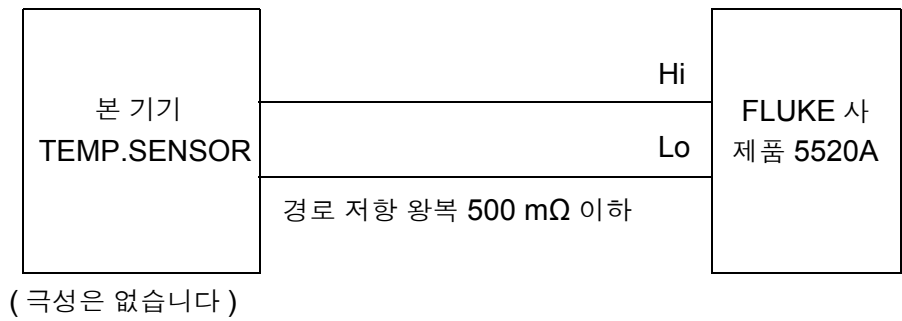
교정점

	레인지	교정점	OVC	측정 전류	100 MΩ 고정밀도 모드	0ADJ
저항 측정 (저전력 모드 OFF)	1000 μΩ	0 Ω, 1000 μΩ	ON	High, Low	-	있음, 없음 *1
	10 mΩ	0 Ω, 10 mΩ	ON, OFF	High, Low	-	있음, 없음 *1
	100 mΩ	0 Ω, 100 mΩ	ON, OFF	High, Low	-	있음, 없음 *1
	1 Ω	0 Ω, 1 Ω	ON, OFF	High, Low	-	있음, 없음 *1
	10 Ω	0 Ω, 10 Ω	ON, OFF	High, Low	-	있음, 없음 *1
	100 Ω	0 Ω, 100 Ω	ON, OFF	High, Low	-	있음, 없음 *1
	1000 Ω	0 Ω, 1 kΩ	ON, OFF	-	-	있음, 없음 *1
	10 kΩ	0 Ω, 10 kΩ	OFF	-	-	-
	100 kΩ	0 Ω, 100 kΩ	OFF	-	-	-
	1000 kΩ	0 Ω, 1 MΩ	OFF	-	-	-
	10 MΩ	0 Ω, 10 MΩ	OFF	-	-	-
	100 MΩ	0 Ω, 100 MΩ	OFF	-	ON, OFF	-
	1000 MΩ	0 Ω, 1000 MΩ	OFF	-	OFF	-
저항 측정 (저전력 모드 ON)	1000 mΩ	0 Ω, 1 Ω	ON	-	-	-
	10 Ω	0 Ω, 10 Ω	ON	-	-	-
	100 Ω	0 Ω, 100 Ω	ON	-	-	-
	1000 Ω	0 Ω, 1 kΩ	ON	-	-	-
저항 측정 (PR 모드 ON)	1000 μΩ	0 Ω, 1000 μΩ	ON	High, Low	-	있음, 없음 *1
	10 mΩ	0 Ω, 10 mΩ	ON, OFF	High, Low	-	있음, 없음 *1
	100 mΩ	0 Ω, 100 mΩ	ON, OFF	High	-	있음, 없음 *1
온도 (서미스터)		25°C: 2186.0 Ω 입력				
온도 (아날로그 입력)		10°C : 0.1 V 입력				
		100°C : 1 V 입력				
D/A 출력	1 Ω	0 Ω : 0 V 출력				
		1 Ω : 1 V 출력				

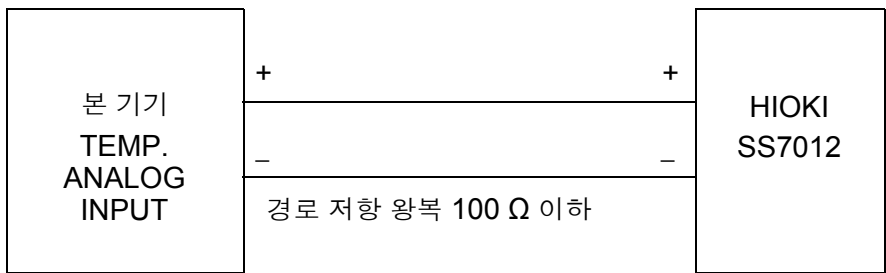
*1: 0ADJ 없음은 OVC, A-OVC: OFF 인 경우에만 해당

연결 방법

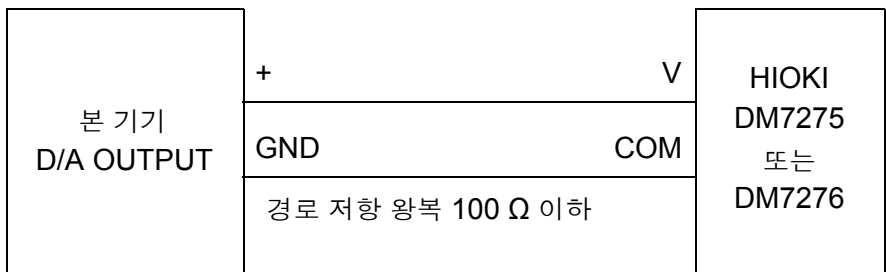




온도 측정 (서미스터)



온도 (아날로그 입력)



D/A 출력

중요

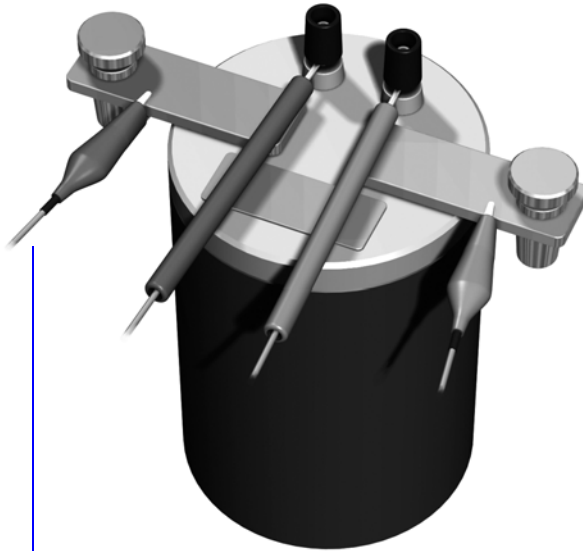
- 0 Ω 교정의 결선에 대해서는 “14.7 영점 조정에 대해서”(p.340)를 참조해 주십시오.
- 고저항, 저저항, 측정 전류 Low 설정, 저전력 모드에서는 충분한 노이즈 대책이 필요합니다. 노이즈가 큰 상황에서는 측정값의 편차나 어긋남이 발생하거나 측정 이상 검출 기능이 반응하여 측정값이 표시되지 않을 수 있습니다. 표준 저항기나 다이얼 저항기의 금속 외장은 본 기기의 GUARD 전위에 연결해 주십시오.
- 참조 : “14.8 측정값이 안정되지 않을 때”(p.345)
- 전압 검출 단자에 악어클립을 사용하지 마십시오. 열기전력의 영향으로 측정값이 어긋나는 경우가 있습니다.

YOKOGAWA 사 제품 2792 를 이용하여 교정하는 경우

4 단자 리드를 이용해 주십시오 .

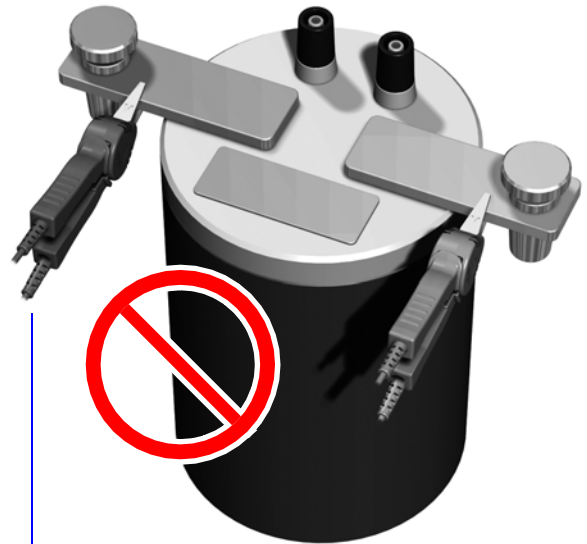
클립형 리드로는 연결할 수 없으므로 주의하십시오 .

올바름



4 단자 리드

틀림



클립형 리드

14.22 조정에 대해서

시스템 설정 화면에는 조정 화면이 준비되어 있습니다.

조정 화면은 당사의 수리 및 조정 시 사용하는 화면으로 일반 고객은 이용하실 수 없습니다.

MUX1	MUX2	MEAS	SYS	I/O	IF	BIN
			Lo	OFF		
			PANEL LOAD OADJ	ON		
			CONTRAST	50		
			BACKLIGHT	80		
			POWER FREQ	AUTO		
			CLOCK Y-M-D H:M	2023 - 10 - 01 11 : 15		
			RESET	EXEC		
			ADJUST	EXEC		
[EXIT]				[EXEC]		

F4

누르지 마십시오.

14.23 본 기기의 설정 상태 (MEMO)

본 기기의 교정과 수리를 의뢰하시면 본 기기의 설정을 초기 상태로 되돌립니다.
교정과 수리를 의뢰하시기 전에 아래 표를 이용하여 본 기기의 설정을 기록해 둘 것을 권장합니다. 또한, 샘플 애플리케이션 소프트웨어를 사용하여 PC에 설정값을 저장할 수도 있습니다.
샘플 애플리케이션 소프트웨어는 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

참조 : “다운로드 사이트 안내”(p.1)

화면		설정 및 키	설정값
측정 화면		COMP	
		PANEL	
		AUTO	
		▲▼ (RANGE)	
		SPEED	
측정 화면 (P.1/2) (RM3545A-2, RM3546 는 P.1/3)		VIEW (F2)	
측정 화면 (P.2/2) (RM3545A-2, RM3546 는 P.2/3)		0 ADJ (F2)	
		LOCK (F3)	
측정 화면 (P.3/3)*		FRONT (F1)	
		MUX (F2)	
		SCANSET (F3)	
설정 화면 (SETTING)	멀티플렉서 채널 설정 화면 (MUX1) *	CH	
		TERM	
		INST	
		0ALL	
		0ADJ	
	멀티플렉서 기본 측정 화면 (MUX2) *	SPD	
		RANGE	
		UPP/REF	
		LOW%	
		PASS	
	측정 설정 화면 (MEAS)	TC SET	
		ΔT	
		ATC SET	
		DELAY	
		AVERAGE	
		AUTO HOLD	
		SCALING(A*R+B)	
		OVC	
		A-OVC (RM3546 만 해당)	
		LOW POWER	
		PURE RESISTANCE	
		MEAS CURRENT	
		Ω DIGITS	
		CURR ERROR MODE	
		CONTACT CHECK	
		CONTACT IMPRV	
		100 MΩ PRECISION	

14.23 본 기기의 설정 상태 (MEMO)

화면		설정 및 키	설정값
설정 화면 (SETTING)	시스템 설정 화면 (SYS)	TERMINAL *	
		STATISTICS	
		TEMP INPUT	
		CALIBRATION	
		KEY CLICK	
		COMP BEEP Hi	
		IN	
		Lo	
		PASS	
		FAIL	
		PANEL LOAD 0ADJ	
		CONTRAST	
		BACK LIGHT	
		POWER FREQ	
	EXT. I/O 설정 화면 (I/O)	TRIG SOURCE	
		TRIG EDGE	
		TRIG/PRINT FILT	
		EOM MODE	
		JUDGE/BCD MODE	
		OVERRNG ERR OUT	
	통신 인터페이스 설정 화면 (IF)	INTERFACE	
		SPEED	
		DATA OUT	
		CMD MONITOR	
		PRINT INTRVL	
		PRINT COLUMN	
		STAT CLEAR	
		IP Address	
		Subnet Mask	
		Default Gateway	
		Port	
		MAC Address	
	BIN 설정 화면 (BIN)	BIN	

*: RM3545A-2, RM3546 만

15 라이선스 정보

본 기기는 아래의 오픈 소스를 사용하고 있습니다.

15

Amazon FreeRTOS

Copyright (C) 2020 Amazon.com, Inc. or its affiliates. All Rights Reserved.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the "Software"), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED "AS IS", WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

lwip

LwIP is licenced under the BSD license:

Copyright (c) 2001-2004 Swedish Institute of Computer Science.

All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. The name of the author may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR ``AS IS AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED. IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE

색인

기호

ΔT 131, 339

숫자

0ADJ 71, 202, 340

100 M Ω 레인지 고정밀도 모드 112

4 단자법 332

A

ABS 모드 113, 116

ACP 기능 15

A-OVC 50, 98

A-TC 80, 336

AUTO 20, 52

B

BCD_LOW 203

BCDm-n 204

BIN 측정 기능 123

BIN0 ~ BIN9 123, 204

C

CA 59, 324

CAL 108, 202

CB 59, 324

COMP 20, 115

CONTACT A 59, 324

CONTACT B 59, 324

CONTACT TERM.A 59, 60, 104, 324

CONTACT TERM.B 59, 60, 104, 324

D

D/A 출력 195

E

ENTER 20

EOM 204

ERR 59, 204, 323, 365

ESC 20

EXT I/O 커넥터 200

EXT. I/O

연결 예 227

EXT. I/O 용 커넥터 241

F

F 키 19

F.LOCK 143

FULL 143

H

HI 113, 204

HILO 113, 204

J

IN 113, 204

IN0, IN1 203

INDEX 204

INT 229

IP 주소 251

K

KEY_LOCK 143, 202

L

LAN 인터페이스 250

LO 113, 204

LOAD0 ~ LOAD5 137, 157, 203

LP 67

M

M.LOCK 143

MENU 키 19

MUX 137, 157, 203

N

NO UNIT 59

O

OB 123, 204

OVC 50, 96

OvrRng 60, 114, 324

OUT0 ~ OUT2 204

P

PANEL 20, 135

PR 99

PRINT 202, 265, 269

Q

Q&A 313

R

RANGE 20, 52
 REF% 모드 113, 118
 RMT 256
 RNG_OUT0 ~ RNG_OUT3 204
 RS-232C 인터페이스 247
 RS-232C 커넥터 21

S

SCN_STOP 157, 203
 SPEED 20, 53
 STAT 128
 SW.ERR 59

T

TC 78, 334
 T_ERR 157, 204
 T_FAIL 204
 T_PASS 204
 TRG 127
 TRIG 202, 231

U

UNLOCK 144
 USB 인터페이스 245
 USB 키보드 모드 245, 260

V

VIEW 24

ㄱ

고도 온도 보정 기능 80, 336
 고도 오프셋 전압 보정 기능 98
 공정 능력 지수
 편차 126
 편향 126
 교류 방식 333
 교정 311, 373
 기준값 113, 118

ㄴ

내부 트리거 229
 내부 회로 구성 225
 노이즈 353, 354, 364

ㄷ

단선 104
 데이터 메모리 기능 259
 데이터 출력 기능 260

딜레이 기능 100

ㄹ

랙 마운트 370
 레인지 52
 레인지 오버 59
 리셋 150

ㅁ

마이너스 측정값 56
 멀티플렉서 157
 멀티플렉서 에러 59
 멀티플렉서 유닛 45
 멀티플렉서 유닛 테스트 185
 멀티플렉서 채널 리셋 150
 멀티플렉서 커넥터 161
 모표준편차 126

ㅂ

백라이트 148
 백업 48
 배선 363
 블록도 331

ㅅ

상대값 판정 113
 상한값 116
 상하한값 113, 116
 샘플의 표준편차 126
 셀프 캘리브레이션 108, 202
 셀프 테스트 48
 셉트 저항 351
 순저항 모드 99
 수동 레인지 52
 스캔 영점 조정 182
 스케일링 91
 스탠바이 키 47
 시계 149
 신호의 배치 200
 시스템 리셋 150
 스캔 기능 159

ㅇ

아날로그 출력 장착 온도계 41
 애버리지 76
 에지 231
 연속 측정 230
 열기전력 96, 357
 영점 조정 71, 202, 340
 영점 조정을 할 수 없을 때는 74
 온도 보정 78, 80, 334
 온도 상승 시험 131
 온도 센서 38
 온도 환산 131, 339
 오버 레인지 검출 기능 61
 오픈 워크 61

오프셋 전압 보정 기능	96
외관도	372
외부 트리거	229
용접부	50
유닛 테스트	185
음의 측정값	56
인쇄	265

ㄷ

자동 레인지	52
자동 측정	229
자동 홀드	64
전류 이상 검출 기능	61
전류검출 저항	351
전송 속도	300
전압 강하법	332
전원	47
전원 인렛	35
전원 주파수	146
전원 코드	35
전자 결합	353
절대값 판정	113
점검	34
접촉 개선 기능	106
접촉 불량	104
정전 결합	353
정확도	287, 309
계산 예	287, 309
저항 측정	283
저전력 모드	67, 349
조정	378
주파수	146
직류 방식	333
지연 시간	100
지연 시간의 설정	102

ㄹ

초기 설정	152
초기화	150
출력 신호	204
측정 대상	347
따뜻해진다	348
온도가 안정되지 않는다	347
측정 레인지	52, 284
측정 리드	
연결하기	36
옵션	367
자체 제작	363
측정 속도	53
측정 순서	23
측정 이상	59, 204, 365
측정 이상 신호	323
측정 전류	69
측정 조건	135
불러오기	137
저장하기	136
측정값	
기억하기	259
안정되지 않는다	314, 345

판정하기	113
편차와 오차	332, 363
표시되지 않는다	315
홀드하기	64
확인하기	56
자릿수 변경하기	95

ㅋ

캘리브레이션	108, 202
커맨드 모니터 기능	257
콘택트 에러	59
콘택트 체크 기능	104
컴퍼레이터	
켜지지 않는다	313
컴퍼레이터 기능	113
클립형 리드	346
크로스 케이블	249
키 록 기능	143
키 록 해제	144
키 조작음	145
키보드	245

ㅌ

타이밍 차트	208
EXT. I/O	208
딜레이	101
통계 연산	126
통계 연산 결과	129
인쇄	269
통계 연산 기능	127
트랜스	349
트리거 소스	229

ㅍ

판정	113
판정 방법	113
판정음	120
패널	
내용 삭제하기	140
패널명 변경하기	139
패널 로드	137
패널 세이브	136
평균값	126
폐기	328
퓨즈	327
프린터	263
프린트 기판	359
프리런	230, 323

ㅎ

허용 범위	113, 118
홀드	64
화면 구성	24
화면 콘트라스트	147

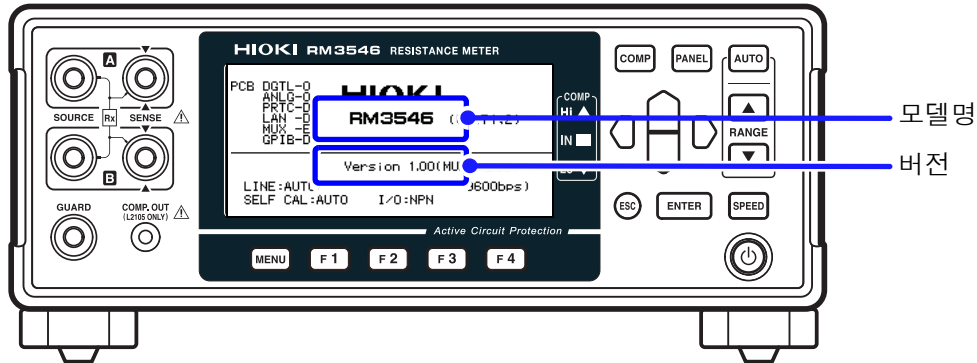
문의 시트에 대해서

문의 시에는 사전에 다음 페이지의 “ 문의 시트 ” 내용을 확인해 주십시오 .

모델명 , 버전 및 제조번호 확인 방법

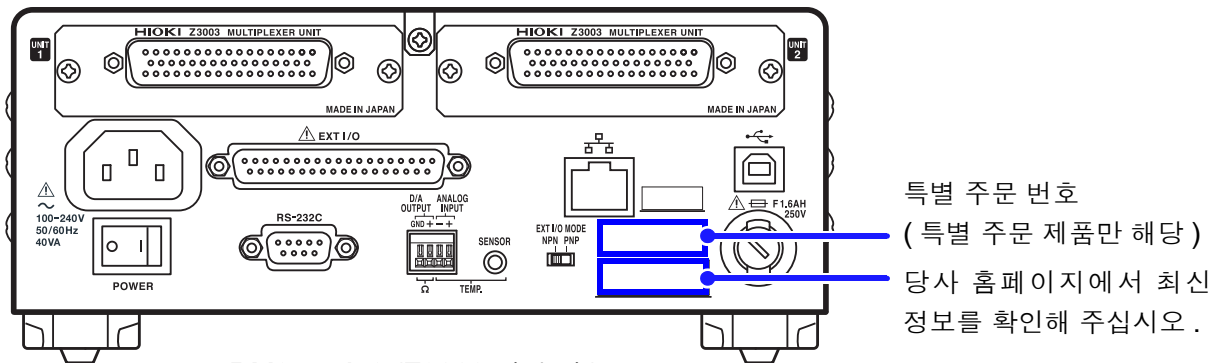
정면

전원 투입 시에 모델명과 버전이 표시됩니다 .



본 기기 뒷면

제조번호의 라벨이 있습니다 . 특별 주문 제품인 경우는 특별 주문 번호의 라벨도 있습니다 .

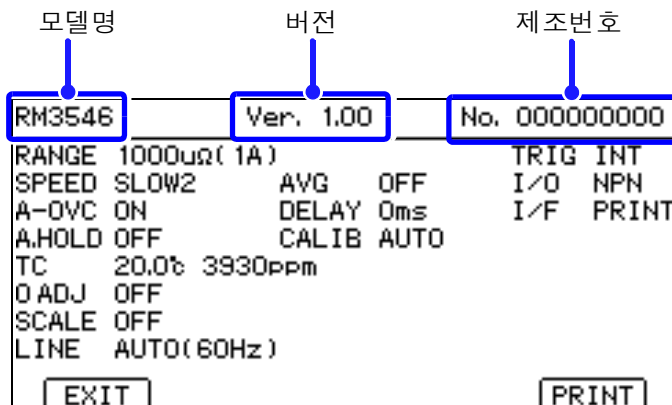


RM3545A-2 (Z3003 장착 시)

INFO 화면

모델명 , 버전 및 제조번호는 [INFO] 화면에서도 확인할 수 있습니다 .

참조 : “ 모델명 및 측정 조건을 일람 표시한다 ”(p.58)



문의 시트

모델명

- ☐ RM3545A-1
- ☐ RM3545A-2
- ☐ RM3546

버전

측정 대상 (DUT)

예 : 모터의 상간

문의 내용

- ☐ 기동하지 않는다
- ☐ 제어할 수 없다
- ☐ 조작할 수 없다
- ☐ 측정할 수 없다
- ☐ 값이 표시되지 않는다 ☐ 값이 변화하지 않는다
- ☐ 기타 :
- ☐ 값이 불안정하다 _____ Ω ~ _____ Ω
- ☐ 값이 다르다 기대하는 값: _____ Ω
- 표시되는 값: _____ Ω
- ☐ 기타 :

사용 상황

- ☐ 장치에 내장
- ☐ 단독 사용
- ☐ 기타 :

측정 리드

- ☐ 순정품 모델명 :
- ☐ 순정품을 개조 모델명 :
- ☐ 자체 제작 케이블 실드 ☐ 있음 ☐ 없음
- 케이블 길이: _____ m

측정 대상의 연결

- ☐ 2단자 연결
- ☐ 4단자 연결
- ☐ 도중까지 4단자 연결
- ☐ 기타 :

기타 사용 기기

- ☐ 없음
- ☐ Z2001 온도 센서
- ☐ Z3003 멀티플렉서
- ☐ 방사온도계
- ☐ 내압 시험기
- ☐ 전압계
- ☐ DMM
- ☐ 기타 :

특별 주문의 유무

- ☐ 표준품
- ☐ 특별 주문 제품 (특별 주문 번호도 알려 주십시오)
- 특별 주문 번호 :

버전 제조번호

전원

전압: _____ V 주파수: _____ Hz

설정조건

- 측정 레인지 (RANGE) ☐ AUTO ☐ _____ Ω 레인지
- 측정 속도 (SPEED) ☐ SLOW1 ☐ MED ☐ SLOW2 ☐ FAST
- 저전력 모드 (LP) ☐ OFF ☐ ON
- 온도 보정 (TC, A-TC) ☐ OFF ☐ ON
- 온도 계수: _____ ppm/ $^{\circ}$ C
- 기준 온도: _____ $^{\circ}$ C
- 측정값의 자릿수 ☐ 7자리 ☐ 6자리 ☐ 5자리
- 전원의 주파수 설정 ☐ AUTO ☐ 50 Hz ☐ 60 Hz

기능 설정

- 애버리지 기능 (AVG) ☐ OFF ☐ ON : _____ 회
- OVC, A-OVC 기능 ☐ OFF ☐ ON
- 딜레이 기능 (DELAY) ☐ 초기 설정 ☐ 변경: _____ ms
- 트리거 소스 (TRIG) ☐ EXT (외부 트리거) ☐ INT (내부 트리거)

인터페이스

- ☐ RS-232C
- ☐ USB
- ☐ LAN
- ☐ EXT. I/O

제어 이상

- ☐ 트리거를 접수하지 않는다
- ☐ EOM 신호가 출력되지 않는다
- ☐ 콤퍼레이터 결과가 출력되지 않는다
- ☐ 설정이 반영되지 않는다
- ☐ 퀘리가 반환되지 않는다
- ☐ 커맨드가 동작하지 않는다
- 커맨드명 :
- ☐ 기타 :

HIOKI

www.hiokikorea.com/

Headquarters

81 Koizumi
Ueda, Nagano 386-1192 Japan

히오키코리아주식회사

서울특별시 강남구 테헤란로 322 (역삼동 707-34)
한신인터밸리24빌딩 동관 1705호
TEL 02-2183-8847 FAX 02-2183-3360
info-kr@hioki.co.jp

문의처



편집 및 발행 히오키전기주식회사

2103 KO
Printed in Japan

- CE 적합 선언은 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.
- 본서의 기재 내용은 예고없이 변경될 수 있습니다.
- 본서에는 저작권에 의해 보호되는 내용이 포함되어 있습니다.
- 본서의 내용을 무단으로 복사·복제·수정함을 금합니다.
- 본서에 기재되어 있는 회사명·상품명은 각 사의 상표 또는 등록상표입니다.