RM3544
RM3544-01

HIOKI

사용설명서

저항계
RESISTANCE METER

KO

Oct. 2016 Edition 1
RM3544A983-00 (A980-03) 16-10H

* 6 0 0 4 8 1 1 0 0 *

사용설명서(본 문서) 보는 법

이런 경우에는	여기를 참조해 주십시오.
반드시 읽어 주십시오.	안전에 대해서 (p.3) 사용 시 주의사항 (p.5)
바로 사용하고 싶다.	개요 (p.13)
각 기능의 상세를 알고 싶다.	목차(p.i), 색인(p.색1)에서 해당 기능을 찾으십시오.
제품의 사양을 알고 싶다.	사양 (p.141)
생각대로 동작하지 않는다.	문제 해결 (p.156)
저항측정에 관해 자세한 내용을 알고 싶다.	부록 (p.부1)
통신 코맨드를 알고 싶다.	통신 코맨드 사용설명서 (애플리케이션 디스크)

목 차

머리말.....1
포장 내용물 확인.....1
안전에 대해서.....3
사용 시 주의사항.....5

제1장 개요 13

1.1 제품 개요와 특장점 13
1.2 각부의 명칭과 기능 14
1.3 측정의 순서 16
1.4 화면구성과 조작의 개요 18

제2장 측정 전 준비 21

2.1 전원 코드 연결하기 21
2.2 측정리드 연결하기 22
2.3 Z2001 온도센서 연결하기 (TC를 사용하는 경우) 23
2.4 전원 켜기, 끄기 24
■ 주 전원 스위치로 전원 켜기 24
■ 주 전원 스위치로 전원 끄기 24
■ 스탠바이 상태를 해제한다 24
■ 스탠바이 상태로 한다 25
2.5 측정 전 점검 26

제3장 기본 측정 27

3.1 측정 레인지 설정하기 28
3.2 측정 속도 설정하기 29
3.3 측정대상에 측정리드 연결하기 30
3.4 측정치 확인하기 31
■ 표시를 전환하기 31
■ 측정이상을 확인하기 34
■ 측정치 홀드하기 37

제4장 측정조건의 커스터마이즈 39

4.1 영점 조정하기 40
4.2 측정치를 안정시키기 (애버리지 기능) ...46
4.3 온도의 영향을 보정하기 (온도 보정 기능(TC)) 48
4.4 측정치 보정하기, 저항치 이외의 물리량으로 표시하기 (스케일링 기능) 50
4.5 측정치의 자릿수 바꾸기 54

제5장 판정 기능 55

5.1 측정치를 판정하기 (콤퍼레이터 기능) ...56
■ 콤퍼레이터 기능을 ON/OFF하기 57
■ 상하한치로 판정하기(ABS모드) 58
■ 기준치와 허용범위로 판정하기(REF% 모드) ..60
■ 판정하는 타이밍을 늦추기 62
■ 판정을 소리로 확인하기(판정음 설정 기능) ...64
■ 판정을 전면에서 확인하기 (L2105 전면 콤퍼레이터 램프: 옵션) 66

제6장 패널 저장, 로드 (측정조건의 저장, 로딩) 67

6.1 측정조건 저장하기(패널 저장 기능) 68
6.2 측정조건 로딩하기(패널 로드 기능) 69
■ 영점 조정값을 로딩하지 않기 70
6.3 패널명 변경하기 71
6.4 패널 내용 삭제하기 72

제7장 시스템 설정 73

7.1 키 조작을 유효, 무효화하기 74
■ 키 조작을 무효화하기(KEY LOCK 기능) 74
■ 키 조작을 유효화하기(KEY LOCK 해제) 75
7.2 공급전원의 주파수를 수동 설정하기 76
7.3 키 조작음의 유무 설정하기 78
7.4 화면 콘트라스트를 조정하기 79
7.5 백라이트 조정하기 80
7.6 초기화하기(리셋) 81
■ 초기설정 일람 83

제8장 외부 제어(EXT I/O) 85

8.1 외부 입출력단자와 신호에 대해서..... 86
■ 전류싱크(NPN)/전류소스(PNP)를 전환하기 ...86
■ 사용 커넥터와 신호 배치 87
■ 각 신호의 기능 89
8.2 타이밍 차트 93
■ 측정 시작에서부터 판정결과의 취득 93
■ 영점 조정의 타이밍 95
■ 패널 로드의 타이밍 96
■ BCD신호의 타이밍 96
■ 전원 투입 시 출력신호 상태 97
■ 외부 트리거의 취득 흐름 98
8.3 내부 회로 구성 100
■ 전기적 사양 102
■ 연결 예 103
8.4 외부 입출력에 관한 설정 105
■ 측정 시작 조건 설정하기(트리거 소스) 105
■ TRIG 신호의 논리 설정하기 107
■ TRIG/ PRINT 신호의 채터링을 제거하기 (필터 기능) 109
■ EOM 신호 설정하기 111
■ 출력 모드(판정 모드/ BCD 모드)를 전환하기 113
8.5 외부 제어 확인하기 114
■ 입출력 테스트하기(EXT I/O 테스트 기능) 114
8.6 부속 커넥터 조립 방법 116

제9장 통신 (USB/ RS-232C 인터페이스) 117

9.1 인터페이스의 개요와 특징 117
■ 사양 118
9.2 사용 전 준비 (연결과 설정) 119
■ USB 인터페이스 사용하기 119
■ RS-232C 인터페이스 사용하기 122
9.3 코맨드로 제어 및 데이터를 취득하기 ..126
■ 리모트 상태, 로컬 상태 126
■ 통신 코맨드를 표시하기(통신 모니터 기능) 127
9.4 측정 종료 때마다 측정치를 자동 송신하기 (데이터 출력 기능) 129

제10장 인쇄 (RS-232C 프린터 사용하기) 133

10.1 본 기기와 프린터 연결하기 133
10.2 인쇄하기 136
■ 측정치, 판정결과를 인쇄하기 136
■ 측정조건이나 설정 일람을 인쇄하기 136

제11장 사양 141

11.1 본체 사양 141
■ 측정범위 141
■ 측정방식 141
■ 측정 사양 142
■ 정확도에 대해서 144
■ 기능 145
■ 인터페이스 150
■ 환경·안전 사양 154
■ 부속품 154
■ 옵션 154

제12장 보수·서비스 155

12.1 문제 해결 156
■ Q&A(자주 하는 질문) 156
■ 에러 표시와 대처방법 163
12.2 측정회로 보호용 퓨즈의 교체..... 165
12.3 수리·점검 166

부록 부1

부록1 블록도..... 부1
부록2 4 단자법(전압 강하법)..... 부2
부록3 직류방식과 교류방식에 대해서..... 부3
부록4 온도 보정 기능 (TC)에 대해서..... 부4
부록5 열기전력의 영향에 대해서..... 부6
부록6 영점 조정에 대해서 부8
부록7 측정치가 안정되지 않을 때 부13
부록8 여러 대의 RM3544를 사용하려면.....부21
부록9 프린트 기판의 단락 위치를 검출 부22
부록10 JEC 2137 유도기에 대응한 저항측정.....부23
부록11 측정 리드를 자체제작한다.....부24
부록12 측정 이상 시의 확인방법 부26
부록13 내압시험기와의 조합.....부27
부록14 측정 리드(옵션)에 대해서.....부28
부록15 랙마운트 부29
부록16 외관도.....부33
부록17 교정에 대해서 부34
부록18 조정에 대해서 부38
부록19 본 기기의 설정상태(MEMO).....부39

색인 색1

머리말

저희 Hioki RM3544, RM3544-01 저항계를 구매해주셔서 진심으로 감사합니다. 이 제품을 충분히 활용하고 오랫동안 사용하시기 위해서 사용설명서는 소중하게 보관해 주시고 항상 가까운 곳에 두고 사용해 주십시오.

RM3544-01은 RM3544의 USB, RS-232 C, EXT I/O이 탑재되어 있습니다.

등록상표에 대해서

Windows는 미국 마이크로소프트사의 등록상표입니다.

포장 내용물 확인

점검

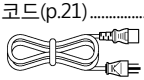
본 기기가 도착하면 수송 중 이상 또는 파손이 없었는지 점검한 후에 사용하십시오. 특히 부속품 및 패널면의 스위치 및 단자류에 주의해 주십시오. 만일 파손된 곳이 있거나 사양대로 동작하지 않는 경우는 대리점 또는 가까운 영업소로 연락 주시기 바랍니다.

포장 내용물

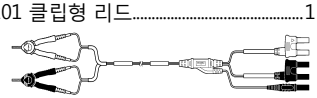
포장 내용물이 맞는지 확인해 주십시오.

☐ RM3544 또는 RM3544-01 ..... 1대

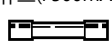
☐ 전원코드(p.21) 1



☐ L2101 클립형 리드 1



☐ 예비퓨즈(F500mAH/250V) 1



☐ 사용설명서(본서) 1

사용설명서는 다른 언어로도 이용 가능합니다.
http://www.hioki.com을 방문해 주십시오.

RM3544-01만

☐ 애플리케이션 디스크* 1

(통신 코맨드 사용설명서, USB 드라이브)

☐ USB 케이블(A-B 타입) 1

☐ EXT I/O용 커넥터 (수) 1
(p.116)

*애플리케이션 디스크의 최신 버전은 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.

옵션에 대해서

상세한 내용은 공인 Hioki 대리점 또는 영업소로 문의해 주십시오.
참조: "부록14 측정 리드(옵션)에 대해서"(p.부28)

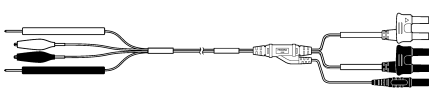
측정 관련

□ L2101 클립형 리드

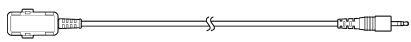
□ L2102 핀형 리드

□ L2103 핀형 리드

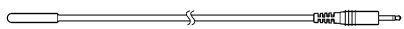
□ L2104 4단자 리드



□ L2105 전면 콤퍼레이터 램프



□ Z2001 온도센서



인터페이스 통신 관련

□ 9637 RS-232C케이블(9pin-9pin/1.8m/크로스)
□ 9638 RS-232C케이블(9pin-25pin/1.8m/크로스)

안전에 대해서

본 기기는 IEC 61010 안전규격에 따라 설계되어 시험을 거쳐 안전한 상태로 출하되었습니다.
단, 이 사용설명서의 기재사항을 준수하지 않을 경우, 본 기기가 갖추고 있는 안전 확보를 위한 기능이 제대로 작동하지 않을 수 있습니다.
본 기기를 사용하기 전에 다음 안전에 관한 사항을 주의 깊게 읽어 주십시오.

⚠위험 **잘못된 방법으로 사용하면 인명사고나 기기의 고장으로 이어질 가능성이 있습니다. 이 사용설명서를 숙지하시고 충분히 내용을 이해하고 나서 조작하시기 바랍니다.**

⚠경고 **전기는 감전, 발열, 화재, 단락에 의한 아크방전 등의 위험이 있습니다. 전기 계측기를 처음 사용하시는 분은 전기 계측 경험자의 감독하에서 사용해 주십시오.**

이 사용설명서에는 본 기기를 안전하게 조작하여, 안전한 상태를 유지하는데 필요한 정보와 주의사항이 기재되어 있습니다. 본 기기를 사용하기 전에 다음 안전에 관한 사항을 주의 깊게 읽어 주십시오.

안전 기호

⚠	사용자는 사용설명서 내의 ⚠마크가 있는 곳을 반드시 읽고 주의할 필요가 있음을 나타냅니다. 사용자는 기기상에 표시되어 있는 ⚠ 마크의 위치에 대해서, 사용설명서의 ⚠마크의 해당 부분을 참조하여 기기를 조작해 주십시오.
~	교류(AC)를 나타냅니다.
I	전원의 "켜기"를 나타냅니다.
○	전원의 "끄기"를 나타냅니다.
⊟	퓨즈를 나타냅니다.

사용설명서의 주의사항에는 중요도에 따라 다음과 같은 표기가 있습니다.

⚠위험	조작이나 취급을 잘못하면 사용자가 사망 또는 중상으로 이어질 위험성이 매우 높다는 것을 의미합니다.
⚠경고	조작이나 취급을 잘못하면 사용자가 사망 또는 중상으로 이어질 가능성이 있음을 의미합니다.
⚠주의	조작이나 취급을 잘못하면 사용자가 상해를 입거나 기기가 손상될 가능성이 있음을 의미합니다.
주의 사항	제품 성능 및 조작상의 도움말을 의미합니다.

규격에 관한 기호

CE	유럽공동체 각료이사회 지령(EC 지령)이 제시하는 규제에 적합하다는 것을 나타냅니다.
	EU 가맹국의 전자, 전기기기의 폐기에 관한 법 규제(WEEE 지령) 마크입니다.

표기에 대해서

	해서는 안 되는 행위를 나타냅니다.
(p.)	참조 페이지를 나타냅니다.
*	설명을 아래에 기술하고 있습니다.
[ ]	설정 항목 등 화면상의 이름은 [ ]로 표기하고 있습니다.
SET (굵은 글자)	문장 중에 굵은 글자로 된 영숫자는 조작 키에 표시되어 있는 문자를 나타냅니다.

따로 단서가 없으면 Windows XP, Windows Vista, Windows 7, Windows 8을 "Windows"라고 표기했습니다.

정확도에 대해서

당사에서는 측정치의 한계 오차를 다음에 나타내는 f.s.(full-scale), rdg.(reading), dgt.(digit)에 대한 값으로서 정의하고 있습니다.

f.s.	(최대 표시치) 일반적으로는 최대 표시치를 나타냅니다. 본 기기에서는 현재 사용 중인 레인지를 나타냅니다.
rdg.	(측정치, 표시치, 지시치) 현재 측정하고 있는 값, 측정기가 현재 표시하고 있는 값을 나타냅니다.
dgt.	(분해능) 디지털 측정기의 최소 표시단위, 즉 최소 자릿수 "1"을 나타냅니다.

참조: "정확도 계산 예"(p.144)

사용 시 주의사항

본 기기를 안전하게 사용하기 위해, 또한 기능을 충분히 활용하기 위해 다음 주의사항을 지켜 주십시오.

사용 전 확인

사용 전에는 보관이나 수송에 따른 고장은 없는지, 점검과 동작 확인을 한 뒤에 사용해 주십시오. 고장이 확인된 경우는 대리점 또는 가까운 영업소에 연락을 주십시오.

⚠위험 **전원 코드, 리드선, 케이블의 피복이 벗겨지거나 금속이 노출되지 않았는지 사용하기 전에 확인해 주십시오. 손상된 경우 감전사고로 이어질 수 있으므로 당사가 지정한 제품으로 교체해 주십시오.**

본 기기의 설치에 대해서

사용 온습도 범위: 0℃~40℃, 80% RH 이하(결로 없을 것)
보관 온습도 범위: -10℃~50℃, 80% RH 이하(결로 없을 것)

본 기기의 고장, 사고의 원인이 되므로 다음과 같은 장소에는 설치하지 마십시오.

직사광선에 노출되는 장소
온도가 높은 장소

부식성 가스나 폭발성 가스가 발생하는 장소

물, 기름, 약품, 용제 등에 노출되는 장소
습도가 높거나 결로 현상이 일어나는 장소

강력한 전자파를 발생시키는 장소
전기를 띤 물체 근처

먼지가 많은 장소

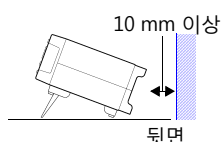
유도가열장치 근처
(고주파 유도가열장치, IH 조리기구 등)

기계적인 진동이 많은 장소

주의 사항 변압기나 대전류로 등 강한 자계(magnetic field)가 발생하고 있는 장소, 또는 무선기 등 강한 전계(electromagnetic field)가 발생하는 근처에서는 정확하게 측정할 수 없는 경우가 있습니다.

설치 방법

- **바닥면 이외의 부분을 아래로 설치하지 않는다.**
- **불안정한 받침대 위나 기울어진 곳에 두지 않는다.**



본 기기는 스탠드를 세워서 사용할 수 있습니다 (p.15).
또 랙에 설치할 수도 있습니다 (p. 부 29).

주의 사항 본 기기의 전원 공급을 차단하는 수단은 전원 코드의 플러그입니다. 긴급 상황 시 전원 코드의 플러그를 뽑아 신속하게 전원 공급을 차단할 수 있도록 조작의 방해가 되지 않는 충분한 공간을 확보해 주십시오.

본 기기의 취급에 대해서

⚠경고

- **본 기기를 물에 적시거나 젖은 손으로 측정하지 마십시오. 감전사고의 원인이 됩니다.**
- **개조, 분해, 수리는 하지 마십시오. 화재나 감전사고, 부상의 원인이 됩니다.**

⚠주의

- 본 기기의 손상을 방지하기 위해서 운반 및 취급 시 진동, 충격을 피해 주십시오. 특히, 낙하 등에 의한 충격에 주의해 주십시오.
- 본 기기의 손상을 피하기 위해서 측정단자, TEMP.SENSOR단자, COMP.OUT단자에 전압이나 전류를 입력하지 마십시오.

주의 사항

본 기기를 수송할 경우, 받았을 당시의 포장 재료를 사용하십시오.
본 기기는 Class A 제품입니다.
주택지 등 가정환경에서 사용하면 라디오나 텔레비전의 방송 수신을 방해할 수 있습니다.
그럴 때에는 작업자가 적절히 대책을 세워 주십시오.

코드 , 리드선 등의 취급에 대해서

⚠위험

감전사고를 방지하기 위해 측정 리드의 선단으로 전압이 걸려있는 선을 단락하지 마십시오.

⚠주의

- 코드류의 피복에 손상을 주지 않기 위해서 밟거나 끼우거나 하지 마십시오.
- 단선에 의한 고장을 방지하기 위해서 케이블이나 리드선의 밑부분을 구부리거나 잡아당기지 마십시오.
- 단선 방지를 위해서 전원 코드를 콘센트 또는 본 기기에서 뽑을 때는 삽입구 부분(코드 이외)을 잡고 뽑으십시오.
- 단선 방지를 위해서 커넥터를 뽑을 때는 삽입구 부분(케이블 이외)을 잡고 뽑으십시오.
- 핀형 리드의 선단은 뾰족하기 때문에 위험합니다. 다치지 않도록 취급에는 충분히 주의하십시오.
- 코드가 녹으면 금속 부분이 노출되어 위험합니다. 발열부에 닿지 않도록 주의해 주십시오.
- 온도센서에는 정밀가공이 되어 있습니다. 지나치게 높은 전압 펄스나 정전기가 걸리면 파손될 가능성이 있습니다.
- 온도센서 선단에 지나친 충격을 가하거나 리드선을 무리하게 구부리지 마십시오. 고장이나 단선의 원인이 됩니다.

주의 사항
- 본 기기를 사용할 때는 반드시 당사가 지정한 코드, 리드선류를 사용하십시오. 지정 이외의 코드, 리드선류를 사용하면 접촉불량 등으로 정확한 측정을 할 수 없는 경우가 있습니다.
- 온도센서의 본 기기 연결 부분이 오염된 경우는 닦아 주십시오. 오염이 있는 경우, 접촉저항의 증가에 의해 온도 측정치에 영향을 줍니다.
- 온도센서의 커넥터가 빠지지 않도록 주의하십시오. (빠지면 온도보정을 할 수 없습니다)

CD-R 사용 시 주의사항

⚠주의
- 디스크 기록면에 먼지가 묻거나 상처가 나지 않도록 주의하십시오. 또 레이블면에 글자를 기입할 때에는 끝이 부드러운 필기구를 사용하십시오.
- 디스크는 보호케이스에 넣고 직사광선이나 고온 다습한 환경에 노출하지 마십시오.
- 디스크를 사용함에 있어서 일어나는 컴퓨터 시스템 상의 문제에 대해 당사는 일체 책임을 지지 않습니다.

전원 코드를 연결하기 전에

⚠경고
- **감전사고를 피하고 본 기기의 안전성을 확보하기 위해서 접지형 2극 콘센트에 부속되어 있는 전원 코드를 연결하십시오.**
- **본 기기를 사용할 때는 반드시 지정된 전원 코드를 사용해 주십시오. 지정 이외의 전원 코드를 사용하면, 화재의 우려가 있습니다.**
- **코드류의 피복이 벗겨지거나 금속이 노출되지 않았는지 사용하기 전에 확인해 주십시오. 손상된 경우 감전사고가 일어날 수 있으므로 대리점 또는 가까운 영업소에 연락을 주십시오.**

⚠주의
단선 방지를 위해서 전원 코드를 콘센트 또는 본 기기에서 뽑을 때는 삽입구 부분(코드 이외)을 잡고 뽑으십시오.

측정 리드를 연결하기 전에

⚠위험
감전, 단락 사고를 방지하기 위해 측정 리드를 연결하기 전에 측정대상의 전원을 꺼 주십시오.

전면 콤퍼레이터 램프를 연결하기 전에

⚠ 주의

- 기기와 전면 콤퍼레이터 램프의 고장을 방지하기 위해 본 기기의 전원을 끄고 나서 연결해 주십시오.
- COMP.OUT 단자는 L2105 전용 단자입니다. L2105 이외의 것을 연결하지 마십시오.
- 커넥터를 확실하게 연결하지 않으면 사양을 만족시키지 못할 경우가 있습니다.
- 측정 리드에 결속밴드를 너무 강하게 조이지 마십시오. 측정 리드를 파손할 우려가 있습니다.
- 케이블의 심선이나 피복이 손상될 가능성이 있으므로 아래의 내용은 하지 마십시오.
  케이블을 꼬거나 잡아당긴다.
  램프 부근의 케이블을 작게 구부려서 연결한다.

온도센서를 연결하기 전에

⚠ 경고

커넥터를 확실하게 연결하지 않으면 사양을 만족시키지 못하거나 고장의 원인이 됩니다.

⚠ 주의

본 기기의 손상을 피하기 위해 다음 사항에 주의하시기 바랍니다.

- 기기와 온도센서의 고장을 방지하기 위해 본 기기의 주 전원 스위치를 끄고 나서 연결해 주십시오.
- 온도센서는 TEMP.SENSOR 단자에 안쪽까지 제대로 꽂으십시오. 연결이 불충분할 경우, 측정치에 큰 오차가 생길 수 있습니다.

주의 사항

온도센서의 잭이 오염된 경우는 닦아 주십시오. 오염되어 있으면 온도 측정치에 오차가 발생합니다.

통신 케이블을 연결하기 전에 (USB, RS-232C)

⚠ 주의

본 기기와 컨트롤러를 연결할 때는 다음 사항에 주의해 주십시오.

- 고장을 피하기 위해 조작 중에는 USB케이블을 꽂거나 빼지 마십시오.
- USB, RS-232C는 접지(어스)로부터 절연되어 있지 않습니다. 본 기기와 컨트롤러의 접지(어스)는 공통으로 해 주십시오. 접지가 다르면 본 기기의 GND와 컨트롤러의 GND 간에 전위차가 발생합니다. 전위차가 있는 상태에서 통신 케이블을 연결하면 오동작이나 고장의 원인이 됩니다.
- RS-232C 케이블을 연결하거나 분리할 때는 반드시 본 기기 및 컨트롤러의 전원을 꺼 주십시오. 오동작이나 고장의 원인이 됩니다.
- RS-232C 케이블을 연결한 후에는 커넥터에 달려 있는 나사를 단단히 고정해 주십시오. 커넥터를 확실하게 연결하지 않으면 오동작이나 고장의 원인이 됩니다.

프린터를 연결하기 전에

⚠경고 **감전의 위험이나 기기의 고장으로 이어질 가능성이 있으므로 프린터 연결은 다음 사항을 준수하십시오.**

- **본 기기 및 프린터의 전원을 반드시 끄고 나서 연결해 주십시오.**
- **동작 중에 연결이 빠져 다른 도전부에 접촉되면 위험합니다. 확실하게 연결하십시오.**

전류싱크 (NPN)/ 전류소스 (PNP) 를 전환하기 전에

⚠주의

- NPN/PNP 설정은 외부에 연결할 기기에 맞춰 주십시오.
- 본 기기의 전원이 들어간 상태에서 NPN/PNP의 스위치를 조작하지 마십시오.

EXT I/O 커넥터에 연결하기 전에

⚠경고 **감전사고, 기기 고장을 방지하기 위해 EXT I/O 커넥터에 연결할 때는 다음 사항을 준수해 주십시오.**

- **본 기기 및 연결할 기기의 주 전원 스위치를 끄고 나서 연결해 주십시오.**
- **EXT I/O 커넥터 신호의 정격을 넘지 않도록 해 주십시오(p.102).**
- **동작 중에 연결이 빠져 다른 도전부에 접촉되면 위험합니다. 외부 커넥터에 대한 연결은 나사로 단단하게 고정해 주십시오.**
- **EXT I/O의 ISO_5V 단자는5V (NPN)/ -5V (PNP) 전원출력입니다. 외부에서 전원을 입력하지 마십시오. (본 기기의 EXT I/O는 외부 전원을 입력할 수 없습니다.)**

⚠주의 본 기기의 손상을 피하기 위해 다음 사항에 주의하시기 바랍니다.

- EXT I/O 커넥터에 정격 이상의 전압 또는 전류를 입력하지 마십시오.
- 릴레이 사용 시는 역기전력 흡수용 다이오드를 반드시 부착하십시오.
- ISO_5V와 ISO_COM을 단락하지 마십시오.
- NPN/PNP 설정은 외부에 연결할 기기에 맞춰 주십시오.
- 본 기기의 전원이 들어간 상태에서 NPN/PNP의 스위치를 조작하지 마십시오.

참조: "사용 커넥터와 신호 배치"(p.87)

전원을 켜기 전에

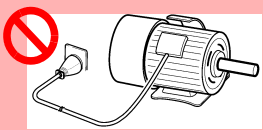
⚠경고 **전원을 켜기 전에 본 기기의 전원 접속부에 기재되어 있는 전원 전압과 사용하시는 전원 전압이 일치하는지를 확인해 주십시오. 지정 전원 전압 범위 외에서 사용하면 본 기기가 파손되거나 전기 사고가 나는 원인이 됩니다.**

⚠주의 UPS(무정전 전원)나 DC-AC 인버터를 사용해서 본 기기를 구동할 경우는 구형파 및 유사 정현파 출력의 UPS 또는 DC-AC 인버터를 사용하지 마십시오. 본 기기가 파손될 수 있습니다.

측정하기 전에

⚠경고

- **감전사고나 본 기기의 손상을 방지하기 위해 측정 단자부에 전압을 입력하지 마십시오. 또, 전기사고를 방지하기 위해 측정대상의 전원을 끄고 나서 측정해 주십시오.**

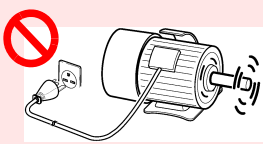


측정대상이 전원에 연결되어 있다.

- **측정대상에 연결하는 순간 또는 제거하는 순간에는 스파크가 발생할 경우가 있습니다. 화재나 인명사고를 피하기 위해 폭발성 가스가 발생하는 장소에서는 사용하지 마십시오.**

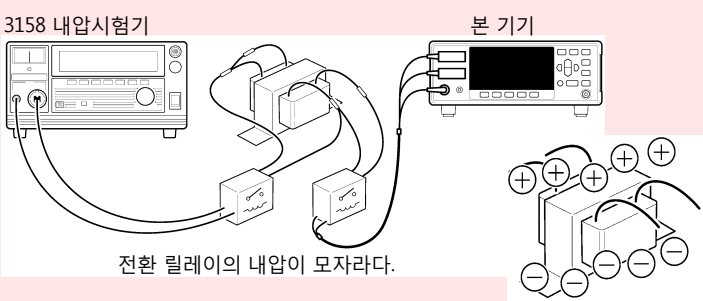
⚠주의

- 전압이 가해진 부분의 측정은 하지 마십시오. 모터의 전원을 꺼도 모터가 타성회전하고 있는 상태에서는 단자에 큰 기전력이 발생하고 있습니다. 변압기나 모터를 내압시험 직후에 측정하면, 유기 전압이나 잔류전하에 의해 본체에 손상을 줍니다.



타성회전중

- 릴레이에 의해 내압시험기와 본 기기를 전환하여 사용할 경우에는 다음 사항에 유의하여 설비의 설계를 진행하십시오.
  참조: "부록13 내압시험기와의 조합"(p.부27)
  (1) 전환에 사용할 릴레이의 접점 내압은 내압시험의 피크전압에 대해서 충분히 여유를 갖게 해 주십시오.
  (2) 릴레이 접점에서 발생하는 아크방전에 의한 고장을 방지하기 위해, 내압시험 중에는 본 기기의 측정 단자를 모두 접지해 주십시오.
  (3) 잔류전하에 의한 고장을 방지하기 위해, 처음 저항측정을 실시하고 마지막에 내압시험을 해 주십시오.



- 배터리 내부저항의 측정은 할 수 없습니다. 본 기기가 파손됩니다.
  배터리 내부저항을 측정할 경우는, Hioki 3555, BT3562, BT3563, 3561 배터리 하이테스터, BT3554, BT3554-01 배터리 테스터 등을 이용하십시오.

주의 사항

- 인덕턴스가 큰 전원 변압기나 개방형 솔레노이드 코일 등을 측정할 경우 측정치가 안정되지 않는 경우가 있습니다. 그런 경우 SOURCE A - B사이 1μF 정도의 필름 콘덴서를 연결해 주십시오.
- SOURCE A, SENSE A, SENSE B, SOURCE B 배선은 각각 확실하게 절연해 주십시오. 심선이나 실드가 서로 닿으면 정확한 4단자 측정을 유지할 수 없게 되어 오차가 발생합니다.
- SOURCE 단자는 퓨즈로 보호 되어 있습니다. 퓨즈가 단선된 경우에는 "**Blown FUSE**"라고 표시되어 저항치를 측정할 수 없습니다. 퓨즈가 단선된 경우에는 퓨즈를 교체해 주십시오.
  참조: "12.2 측정회로 보호용 퓨즈의 교체"(p.165)

온도센서를 사용할 경우

⚠ 주의 온도센서는 방수구조로 되어 있지 않습니다. 물 속에 넣지 마십시오.

주의 사항

- 온도 보정할 측정대상과 온도센서가 주위 온도와 충분히 같아지고 나서 측정해 주십시오. 같아지지 않는 상태에서 측정하면 큰 오차가 발생합니다.
- 온도센서를 맨손으로 잡으면, 유도 노이즈가 들어가 측정치가 안정되지 않게 되는 경우가 있습니다.
- 온도센서는 주위 온도를 측정하는 용도입니다. 온도센서를 측정대상의 표면 등에 부착해도 측정대상 그 자체의 온도는 올바르게 측정할 수 없습니다.
- 온도센서는 TEMP.SENSOR 단자에 안쪽까지 제대로 꽂으십시오. 연결이 불충분할 경우, 측정치에 큰 오차가 생길 수 있습니다.

개요 제 1 장

1.1 제품 개요와 특장점

모터, 변압기 등의 권선저항, 릴레이 스위치의 접촉저항, 프린트 기반의 패턴저항, 퓨즈와 저항기, 전도성 고무 등 각종 소재의 직접저항을 4단자법 따라 고속, 고 정밀도로 측정할 수 있습니다. 본 기기에는 온도 보정 기능이 탑재되어 있으므로, 온도에 의해 저항치가 변화하는 측정대상의 측정에 특히 적합합니다.

콤팩트하면서도 확실한 사양

- **설치 공간 215 mm×166 mm**
  전면에 작업공간이 만들어지는 콤팩트한 깊이
- **측정 레인지 30.000 mΩ~3.0000 MΩ ／기본정확도0.02%rdg.**
- **측정전류 최대 300 mA**
  외부 노이즈가 커도 안정적인 측정
- **웜업 시간, 영점 조정 불필요**
  불필요한 대기시간 없이 기동 뒤 곧바로 측정 가능
- **선택 가능한 인터페이스**
  RM3544(인터페이스 없음), RM3544-01(USB, RS-232C, EXT I/O 탑재)

연구개발, 생산라인, 수입검사의 모든 상황에서 사용하기 쉬운 기능

그래피컬 LCD
외우기 쉬운 조작, 직감으로 사용 가능

콤퍼레이터와 패널 로드를 간단히 설정
생산라인 전환도 원활

GUARD단자 장착
GUARD단자를 연결함으로써 외부 노이즈의 영향을 경감

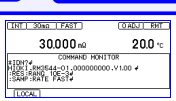
기본적인 설정은 간단 조작
레인지와 측정 속도는 다이렉트 조작

전면 콤퍼레이터 램프(옵션)
화면을 볼 필요가 없어져 작업효율 향상

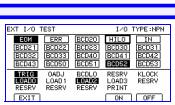
울리는 방식이 선택 가능한 판정음
다른 오퍼레이터의 음을 잘못 듣는 일을 방지

프리 전원 100~240 V, 주파수 자동 인식
해외 생산라인으로 원활하게 이설 가능

모니터, 테스트 기능
통신이나 EXT I/O를 화면으로 확인함으로써 라인 구축을 강력하게 지원



통신 모니터 화면의 예



EXT I/O 테스트 화면의 예

1.2 각부의 명칭과 기능

정 면(정면패널)

측정치, 설정 보기

표시부 (흑백그래픽 액정디스플레이)

측정, 설정 표시(p.18)

판정결과 보기

COMP 램프

측정치의 판정결과를 표시 (p.56)

Hi 상한치 < 측정치
IN 판정 기준 이내
Lo 하한치 > 측정치

설정하기

PANEL키
패널 저장, 로드(p.68)

COMP키
콤퍼레이터 설정(p.56)

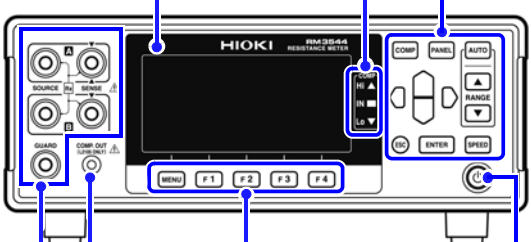
AUTO, RANGE키
레인지 전환(p.28)

SPEED키
측정 속도 전환(p.29)

커서 키
항목, 자릿수 선택

ENTER키
결정, 수동 트리거 입력

ESC키
취소



MENU키
F키의 페이지 전환

F키
화면에 표시된 항목 선택

전면 콤퍼레이터 램프 연결하기

COMP.OUT 단자
전면에서 판정결과를 볼 때 L2105 전면 콤퍼레이터 램프를 연결(p.66)

측정리드 연결하기

측정 단자
측정리드를 연결(p.22)

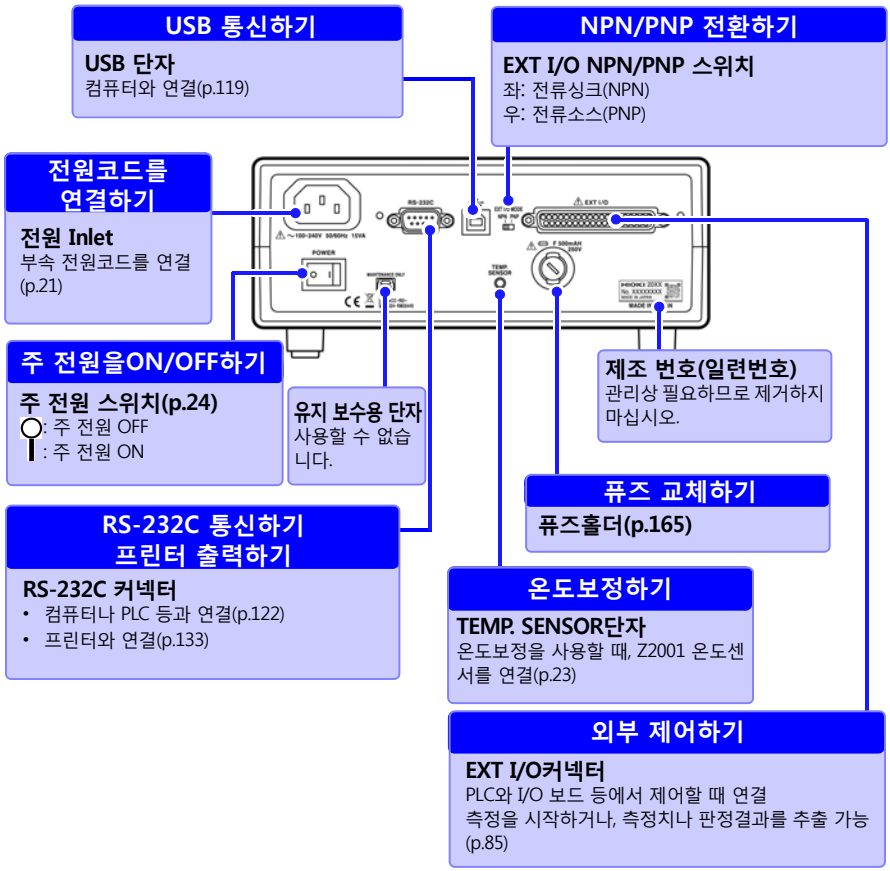
- SOURCE A단자: 전류검출 단자
- SOURCE B단자: 전류발생 단자
- SENSE A단자: 전압검출 단자
- SENSE B단자: 전압검출 단자
- GUARD단자: GUARD단자

스탠바이 상태로 하기, 해제하기

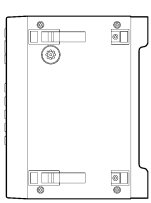
스탠바이 키
스탠바이 및 해제(p.24)

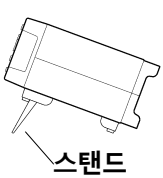
- 소등: 전원 OFF(전원이 공급 안됨)
- 빨간색 점등: 스탠바이 상태(전원이 공급됨)
- 녹색 점등: 전원 ON

뒷 면



바닥 면





본 기기는 랙에 설치할 수도 있습니다.

참조 : 랙 마운트 (p. 부 29)

본 기기에서 분리한 부품은 다시 사용할 때를 위해 소중히 보관해 주십시오.

스탠드를 세울 때

도중에서 멈추지 말고 반드시 마지막까지 여십시오.
반드시 양쪽의 스탠드를 세워 주십시오.

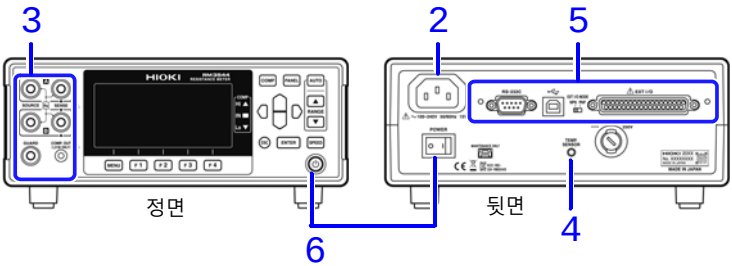
스탠드를 닫을 때

도중에서 멈추지 말고 반드시 마지막까지 닫으십시오.

⚠ 주의

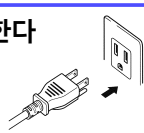
스탠드를 세운 채로 위에서 강한 힘을 가하지 마십시오. 스탠드가 손상됩니다.

1.3 측정의 순서

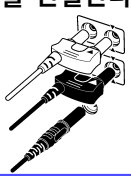


1 본 기기를 설치한다(p.6)

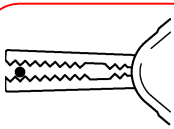
2 전원코드를 연결한다 (p.21)



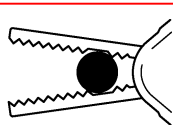
3 측정리드를 연결한다(p.22)



4 온도센서를 연결한다(p.23)
(온도 보정 기능을 사용할 때)



가는 선을 클립할 때
(선단부로 클립하십시오)



굵은 선을 클립할 때
(이가 없는 부분에 클립하십시오)

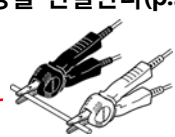
5 외부 인터페이스와 연결한다
(RM3544-01만, 필요에 따라서)

- 프린터를 사용한다(p.133)
- USB, RS-232C 인터페이스를 사용한다(p.117)
- EXT I/O를 사용한다(p.85)

6 전원을 켜고, 스탠바이 상태를 해제한다(p.24)

7 본 기기를 설정한다*1

8 측정대상을 연결한다(p.30)



사용 후 전원을 끈다(p.24)

* 1 영점 조정에 대해서

다음 경우는 영점 조정을 하십시오.

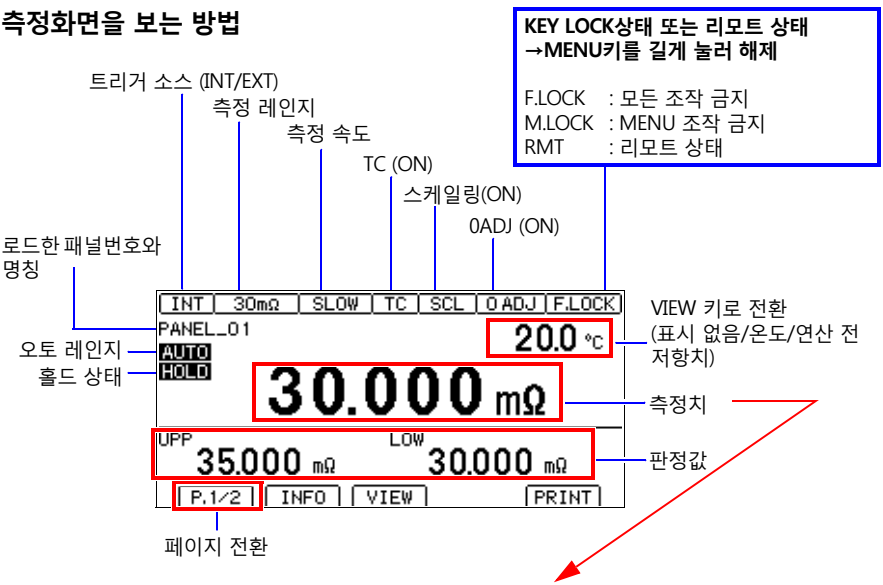
- 열기전력 등의 영향으로 잔류 표시가 신경 쓰이는 경우
  →표시가 0으로 조정됩니다. (영점 조정을 한 경우와 안 한 경우에서 정확도 사양은 바뀌지 않습니다.)
- 4단자에서 배선(켈빈배선)이 어려운 경우
  →2단자 배선되어 있는 잉여저항을 취소합니다.

참조: "4.1 영점 조정하기"(p.40)
"부록6 영점 조정에 대해서"(p. 부8)

1.4 화면구성과 조작의 개요

본 기기는 측정화면, 각 설정화면으로 구성되어 있습니다.
본서의 화면 설명에서는 인쇄 상 보기 쉽도록 화면을 흑백 반전시켜 기재했지만, 본 기기에서는 표시반전은 할 수 없으므로 그 점 양해바랍니다.

측정화면을 보는 방법



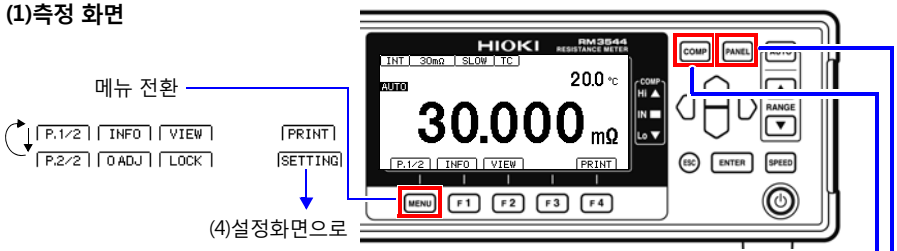
측정치 이외의 표시(자세한 내용은 "측정이상을 확인하기"(p.34)를 참조하십시오.)

표시	내용
+OvrRng **-OvrRng**	오버 레인지
- - - - -	미측정 또는 측정대상이 단선되어 있음*

* 전류 이상(SOURCE배선이 오픈)을 오버 레인지로 취급하고 싶은 경우는 전력이상 출력 모드의 설정을 변경해 주십시오.(p.36)

각 화면의 조작 개요

(1)측정 화면



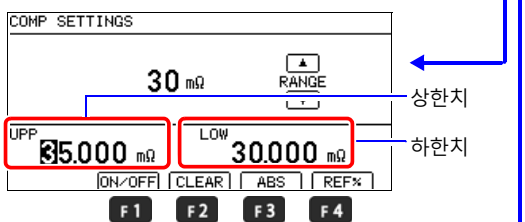
(2)콤퍼레이터 설정화면

1 F키로 모드 선택

2 ▲ ▼로 레인지 변경

3 ◀ ▶자리 이동 ◀ ▶수치 변경

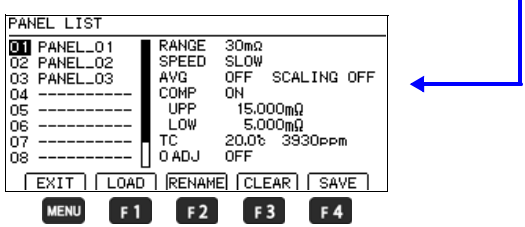
4 ENTER로 확정, ESC로 취소



(3)패널 저장/로드 화면

1 ◀ ▶패널번호 선택

2 F키로 실행



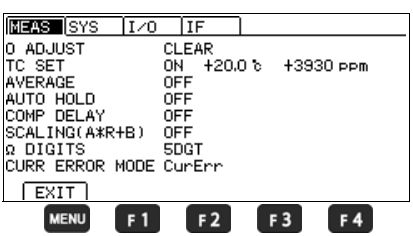
(4)설정화면

1 ◀ ▶[MEAS] [SYS] [I/O] [IF] 탭 이동
([I/O] [IF]는 RM3544-01만입니다.
RM3544에서는 표시되지 않습니다.)

2 ◀ ▶설정항목 선택 ◀ ▶항목 이동

3 F키로 기능 전환 또는 수치 설정

4 MENU로 측정화면으로 돌아감

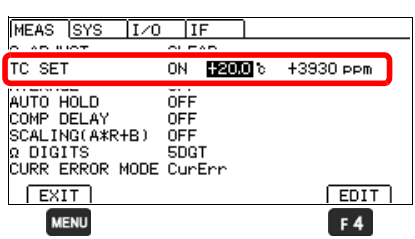


<수치 설정 방법>

1 F4로 수치 편집을 할 수 있게 한다

2 ◀ ▶자리 이동 ◀ ▶수치 변경

3 ENTER로 결정, ESC로 취소



설정 일람

화면		설정 및 키	개요	참조
측정화면		COMP	콤퍼레이터 기능	(p.57)
		PANEL	패널 저장, 로드	(p.67)
		AUTO	측정 레인지	(p.28)
		▲ (RANGE)		
		▼ (RANGE)		
		SPEED	측정 속도	(p.29)
측정화면 (P.1/2)		INFO (F1)	측정조건 표시	(p.33)
		VIEW (F2)	측정화면 표시 전환	(p.31)
		PRINT (F4)	인쇄	(p.135)
측정화면 (P.2/2)		0 ADJ (F1)	영점 조정	(p.40)
		LOCK (F2)	KEY LOCK	(p.74)
		SETTING (F4)	설정화면으로 이동	
설정화면 (SETTING)	측정 설정화면 (MEAS)	0 ADJUST	영점 조정 clear	(p.44)
		TC SET	온도 보정	(p.48)
		AVERAGE	애버리지	(p.46)
		AUTO HOLD	측정치 홀드하기	(p.37)
		COMP DELAY	판정 지연	(p.62)
		SCALING(A*R+B)	스케일링	(p.50)
		A:		
		B:		
		UNIT:		
		Ω DIGITS	표시 자릿수 설정	(p.54)
		CURR ERROR MODE	전류 이상 출력 모드 설정	(p.36)
	시스템 설정화면 (SYS)	KEY CLICK	조작음 설정	(p.78)
		COMP BEEP Hi	판정음 설정	(p.64)
		IN		
		Lo		
		PANEL LOAD 0ADJ	영점 조정값 로드	(p.70)
		0ADJ RANGE	영점 조정 범위	(p.43)
		CONTRAST	콘트라스트 설정	(p.79)
		BACKLIGHT	백라이트 휘도 설정	(p.80)
		POWER FREQ	전원 주파수 설정	(p.76)
		RESET	리셋	(p.81)
		ADJUST	본 기기의 설정	(p.부38)
	EXT I/O 설정화면 (I/O)*1	TRIG SOURCE	트리거 소스	(p.105)
		TRIG EDGE	트리거 신호 논리	(p.107)
		TRIG/PRINT FILT	트리거/프린트 필터 기능	(p.109)
		EOM MODE	EOM 신호 설정	(p.111)
		JUDGE/BCD MODE	EXT I/O 출력 모드	(p.113)
		EXT I/O TEST	EXT I/O 테스트	(p.114)
	통신 인터페이스 설정화면(IF) *1	INTERFACE	인터페이스 설정	(p.119)
		SPEED	통신	(p.117)
		DATA OUT		
		CMD MONITOR		
		PRINT INTRVL	인쇄	(p.133)
		PRINT COLUMN		

*1: RM3544-01만

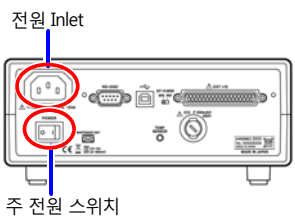
측정 전 준비 제 2 장

본 기기를 설치, 연결하기 전에, "사용 시 주의사항"(p.5)을 주의 깊게 읽어 주십시오.
랙 마운트에 대해서는 "부록15 랙마운트"(p. 부29)를 참조해 주십시오.

2.1 전원 코드 연결하기

전원을 끈 후 전원 코드를 꽂거나 뽑아 주십시오.

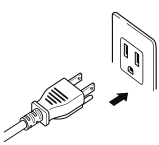
뒷면



1 **본 기기의 주 전원 스위치(뒷면)가 OFF(◯)로 되어 있는 것을 확인합니다.**

2 **전원 전압이 일치하는 것을 확인하고, 전원 코드를 전원 Inlet에 연결합니다.**

3 **전원 코드의 삽입플러그를 콘센트에 연결합니다.**



전원이 켜진 상태로 전원 공급이 차단되고(브레이커 차단 등), 다음에 전원을 공급한 경우는 스탠바이 키를 누르지 않아도 기동합니다.

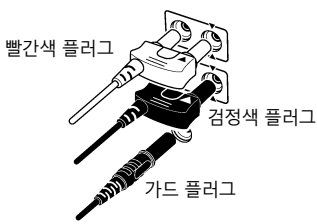
2.2 측정리드 연결하기

측정 단자에 부속 또는 당사 옵션인 측정리드를 연결합니다.
측정리드를 연결하기 전에, "사용 시 주의사항"(p.5)을 주의 깊게 읽어 주십시오.
당사 옵션에 대해서는 "옵션에 대해서"(p.2)를 참조해 주십시오.

주의 사항 측정리드(옵션)은 Hioki 제품을 사용해 주십시오.

연결방법

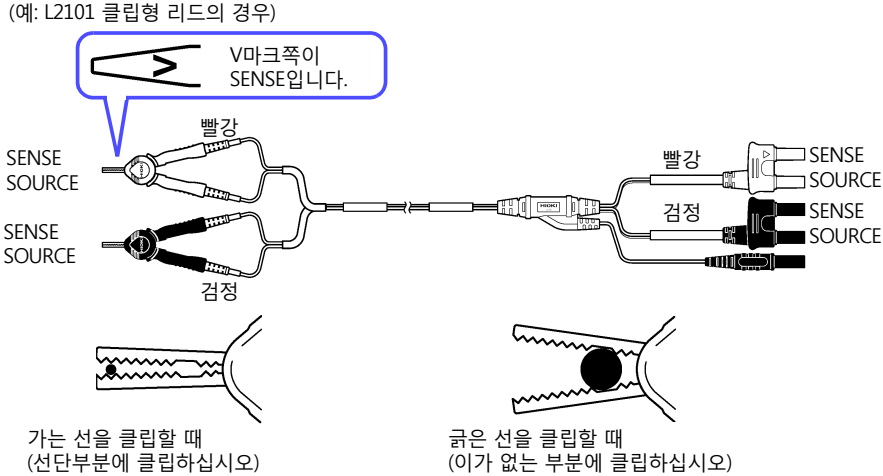
측정리드를 연결한다



빨간색 플러그를 SOURCE A단자와 SENSE A 단자에, 검정색 플러그를 SOURCE B단자와 SENSE B단자에, 가드 플러그를 GUARD 단자에 연결합니다.

측정리드에 대해서

(예: L2101 클립형 리드의 경우)



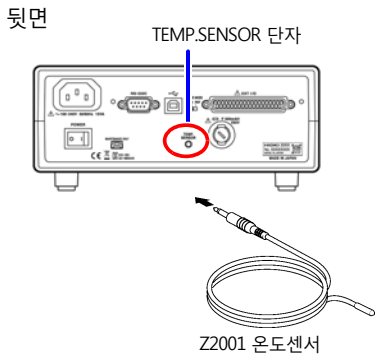
주의 사항 측정리드를 자체제작, 연장하는 경우는 "부록11 측정 리드를 자체제작한다"(p.부24)를 참조해 주십시오.

2.3 Z2001 온도센서 연결하기 (TC를 사용하는 경우)

온도센서를 연결하기 전에, "사용 시 주의사항"(p.5)을 주의 깊게 읽어 주십시오.

연결방법

Z2001 온도센서를 연결한다



1 본 기기의 주 전원 스위치(뒷면)가 OFF(○)로 되어 있는 것을 확인합니다.

2 Z2001 온도센서를 본 기기 뒷면의 TEMP.SENSOR 단자에 연결합니다.

안쪽까지 제대로 꽂으십시오.

3 온도센서 선단을 측정대상 근처에 배치해 주십시오.

2.4 전원 켜기, 끄기

주 전원 스위치로 전원 켜기

전원 ON ❙

뒷면의 주 전원 스위치를 ON(❙)으로 합니다.

스탠바이 상태가 해제되어 있는 상태에서 주 전원 스위치를 OFF로 한 뒤 주 전원 스위치를 ON으로 하면 스탠바이 상태는 자동으로 해제됩니다.

주 전원 스위치로 전원 끄기

전원 OFF ○

뒷면의 주 전원 스위치를 OFF (○)로 합니다.

스탠바이 상태를 해제한다

스탠바이 키를 누릅니다.

(스탠바이 키가 빨간색에서 녹색 점등으로 바뀝니다.)

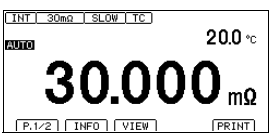
스탠바이 해제 뒤, 셀프테스트(기기의 자가진단)를 시작합니다.
셀프테스트 중에는 표시부에 이하의 정보를 표시하며, 하드웨어 확인을 실시합니다.

셀프테스트

셀프테스트 중에는 이하의 항목이 화면에 표시됩니다.

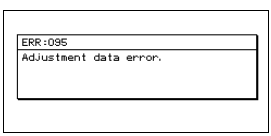
- 제조사명, 제품명
- 소프트웨어 버전
- 통신 인터페이스 설정
- 검출한 전원 주파수
- EXT I/O (NPN/PNP) 설정

이상 없음



측정화면

이상 있음



에러를 표시합니다(p.163).

처음으로 사용하시는 경우는 초기설정으로 표시됩니다.
참조: "초기설정 일람"(p.83)

측정을 시작하기 전에

SOURCE 단자는 퓨즈로 보호되어 있습니다. 퓨즈가 단선된 경우에는 "**Blown FUSE.**"라고 표시되어 저항치를 측정할 수 없습니다. 그 경우에는 퓨즈를 교체해 주십시오.
참조: "12.2 측정회로 보호용 퓨즈의 교체"(p.165)

측정조건은 전회 전원을 껐을 때의 조건으로 설정됩니다(백업).

스탠바이 상태로 한다

스탠바이 키를 누릅니다. (스탠바이 키가 녹색에서 빨간색 점등으로 바뀝니다.)

전원 코드를 전원 Inlet에서 분리하면 스탠바이 키는 불이 꺼집니다.
다시 전원을 켜면 전원을 끄기 직전의 상태로 기동합니다.

전원이 켜진 상태로 전원 공급이 차단되고(브레이커 차단 등), 다음에 전원을 공급한 경우는 스탠바이 키를 누르지 않아도 기동합니다.

2.5 측정 전 점검

사용전에는 보관이나 수송에 따른 고장은 없는지, 점검과 동작 확인을 한 뒤에 사용해 주십시오. 고장이 확인된 경우는 대리점 또는 가까운 영업소에 연락을 주십시오.

1 주변기기의 점검

전원 코드의 피복이 벗겨지거나 금속이 노출되어 있지 않습니까?

- 노출되어 있다 → **손상된 경우 감전사고와 단락사고의 원인이 되므로 사용하지 마십시오. 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.**
- 노출되지 않았다 ↓

측정리드류의 피복이 벗겨지거나 금속이 노출되어 있지 않습니까?

- 노출되어 있다 → **손상된 경우 측정치가 불안정해지거나 오차가 발생할 가능성이 있습니다. 손상되지 않는 것으로 교체할 것을 권장합니다.**
- 노출되지 않았다 ↓

2 본 기기의 점검

본 기기에 파손된 곳은 없습니까?

- 있다 → **손상된 경우 수리를 요청하십시오.**
- 없다 ↓

전원을 켰을 때

스탠바이 키가 녹색 또는 빨간색으로 점등되어 있습니까?

- 점등되어 있다 → **전원 코드가 단선되거나, 혹은 본 기기 내부가 고장났을 가능성이 있습니다. 수리를 요청하십시오.**
- 점등되어 있지 않다 ↓

셀프테스트 종료(제품명 표시) 후 측정화면이 표시됩니까?

- 에러가 표시된다 → **본 기기 내부가 고장났을 가능성이 있습니다. 수리를 요청하십시오.**
  참조: "12.1 문제 해결"(p.156)
  "에러 표시와 대처방법"(p.163)
- 표시된다 ↓

점검 완료

기본 측정 제 3 장

측정하기 전에 "사용 시 주의사항"(p.11)을 주의 깊게 읽어 주십시오.

이 장에서는 본 기기를 사용하는데 있어서의 기본적인 조작방법에 대해서 설명합니다.

"3.1 측정 레인지 설정하기"(p.28)
"3.2 측정 속도 설정하기"(p.29)
"3.3 측정대상에 측정리드 연결하기"(p.30)
"3.4 측정치 확인하기"(p.31)

측정조건의 커스터마이즈에 대해서는 "제4장 측정조건의 커스터마이즈"(p.39)를 참조해 주십시오.

3.1 측정 레인지 설정하기

측정 레인지를 선택합니다. 또 자동선택(오토 레인지)도 할 수 있습니다.

수동 레인지로 하기

▲ ▼

사용하고 싶은 레인지를 선택합니다. (AUTO 소등)
누를 때마다 소수점의 위치와 단위가 바뀝니다.

오토 레인지로 하기

AUTO

수동 레인지 상태에서 누릅니다. (AUTO 점등)
적절한 측정 레인지를 자동으로 선택합니다.

오토 레인지에서 수동 레인지로 하고 싶을 때는
다시 AUTO를 누릅니다. 선택되어 있는 레인지에서 수동 레인지가 됩니다.

주의 사항

- 콤퍼레이터 기능을 ON으로 하면 레인지가 고정되어 변경할 수 없게 됩니다. (오토 레인지로도 전환할 수 없습니다) 레인지를 변경하는 경우는, 콤퍼레이터 기능을 OFF로 하거나 콤퍼레이터 설정 내에서 레인지를 변경해 주십시오.
- 모터나 변합기, 코일 등 측정대상에 따라서는 오토 레인지가 안정되지 않는 경우가 있습니다. 이때는 수동 레인지로 사용해 주십시오.
- 측정대상의 전력은 각 레인지의 측정범위 내라면 저항치×(측정전류)^{2}가 됩니다. 측정범위를 넘으면 최대로 개방전압×측정전류가 되는 경우가 있습니다. 측정 레인지를 확인하고 나서 측정대상을 연결해 주십시오.
  또 측정대상에 연결한 순간에는 최대 500 mA의 돌입전류가 흐릅니다.
  (수습시간: 순저항의 경우 약 1 ms)
- 각 레인지의 측정 정확도는 "저항측정 정확도"(p.142)를 참조해 주십시오.

3.2 측정 속도 설정하기

설정 속도를 FAST, MED(MEDIUM), SLOW 3단계로 변경할 수 있습니다. FAST보다도 MED(MEDIUM)나 SLOW 쪽이 측정 정밀도가 향상되고, 외부환경의 영향을 잘 받지 않게 됩니다. 외부 환경의 영향을 받기 쉬운 경우는 측정대상 및 측정리드를 충분히 실드하고, 케이블을 트위스트해 주십시오.

참조 : " 부록 7 측정치가 안정되지 않을 때 "(p.13)

SPEED 누를 때마다 측정 속도가 바뀝니다.

측정 레인지와 측정 속도의 관계(측정시간)

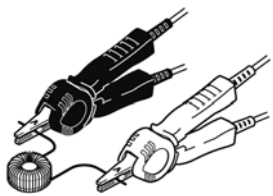
측정 속도	FAST		MEDIUM	SLOW
	50 Hz	60 Hz		
측정시간	21 ms	18 ms	101 ms	401 ms

TC: ON, 콤퍼레이터: ON설정, 허용차 ±10%±2 ms
적분시간(검출 전압의 데이터 취득 시간)의 참고값
FAST(50 Hz): 20.0 ms, FAST(60 Hz): 16.7 ms, MEDIUM: 100 ms, SLOW: 400 ms

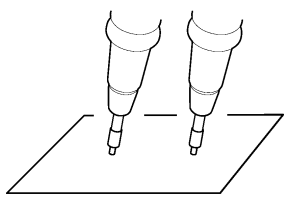
3.3 측정대상에 측정리드 연결하기

측정하기 전에 "사용 시 주의사항"(p.5)을 주의 깊게 읽어 주십시오.

L2101 의 예

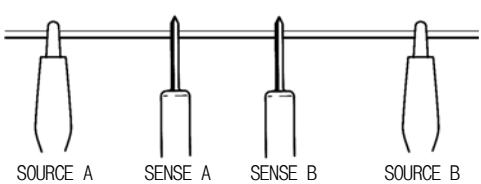


L2102 의 예



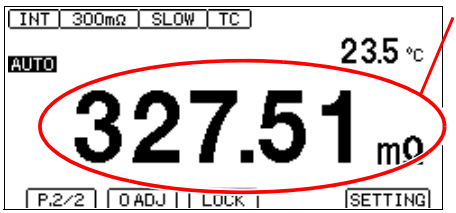
(대고 누른다)

L2104 의 예



SENSE단자는 SOURCE단자보다 안쪽으로 배치

3.4 측정치 확인하기



저항치가 표시됩니다.

- 측정치 이외가 표시될 때는 "측정이상을 확인하기"(p.34)를 참조해 주십시오.
- 저항 이외의 측정치로 환산하고 싶은 경우는, 이하를 참조해 주십시오.

참조 : "4.4 측정치 보정하기, 저항치 이외의 물리량으로 표시하기 (스케일링 기능)"(p.50)

주의 사항

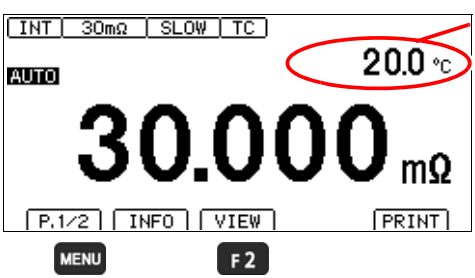
0 Ω 부근을 측정하고 있으면 측정치가 마이너스가 되는 경우가 있습니다. 그 이외의 경우에 측정치가 마이너스가 되는 경우는 이하를 확인해 주십시오.

- SOURCE 선 또는 SENSE 선의 결선이 반대로 되어 있다.
  →올바르게 배선해 주십시오.
- 영점 조정을 한 뒤 접촉저항이 작아져 있다.
  →다시 영점 조정해 주십시오.
- 스케일링 연산 결과가 마이너스로 되어 있다.
  →스케일링 설정을 변경해 주십시오.

표시를 전환하기

측정화면에 표시할 정보를 변경할 수 있습니다.

온도와 연산 전의 측정치를 표시한다.



표시 없음/온도 표시/연산 전의 측정치로 전환됩니다.

참조: **"표시 예"(p.32)**

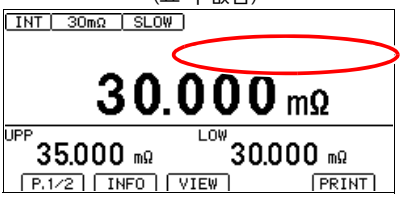
1 MENU 기능 메뉴를 P.1/2로 전환

2 F2 [VIEW]
측정화면을 전환

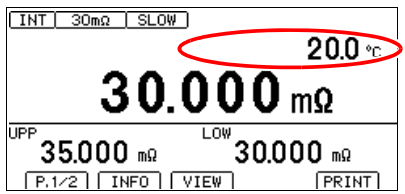
표시 예

연산 전의 측정치에 대해서는 설정에 따라서 표시되는 항목이 바뀝니다.

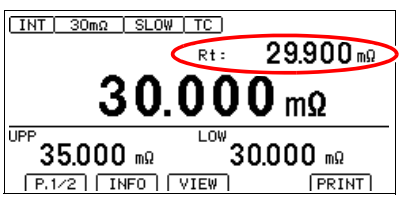
(표시 없음)



(온도 표시)

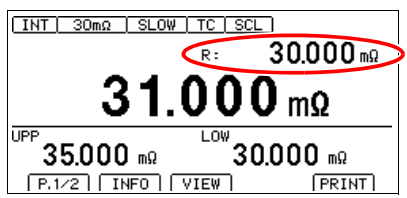


(TC 연산 전의 값: TC가 ON인 경우)



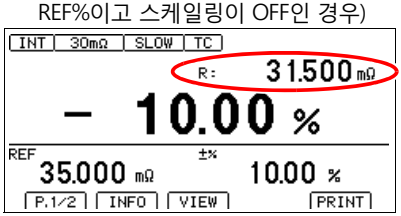
Rt: TC 연산 전의 저항 측정치

(스케일링 연산 전의 값: 스케일링이 ON인 경우)



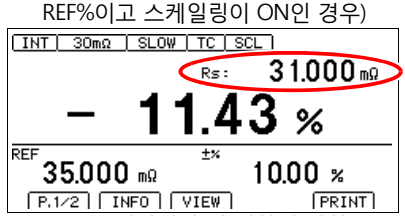
R: 스케일링 전의 저항 측정치

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



R: 저항 측정치(상대연산 전)

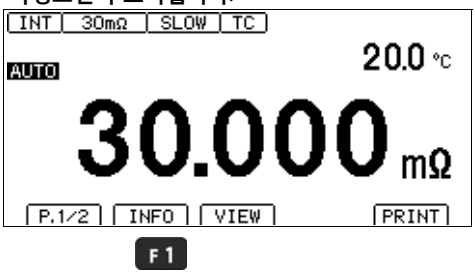
(REF% 연산 전의 값: 콤퍼레이터 설정이 REF%이고 스케일링이 ON인 경우)



RS: 스케일링 후의 저항 측정치
(상대연산 전)

측정조건이나 설정을 일람 표시한다.

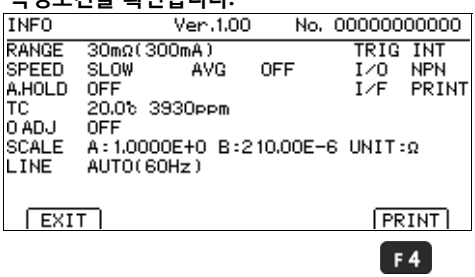
1 측정조건이 표시됩니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.1/2로 전환

2 F 1 [INFO]
측정조건을 표시

2 측정조건을 확인합니다.



인터페이스의 종류를 프린터로 설정한 경우는 F 4 로 설정을 인쇄할 수 있습니다.

3 측정화면으로 돌아갑니다.

MENU 측정화면으로 돌아감

측정이상을 확인하기

측정이 올바르게 이루어지지 않는 경우, 화면에 측정이상을 나타내는 표시를 하고, EXT I/O의 ERR 신호를 출력합니다(오버 레인지나 미측정에서는 ERR 신호가 출력되지 않습니다). 또, 전류 이상일 때의 동작은 설정에서 변경할 수 있습니다.

주의 사항

측정대상에 SOURCE 단자가 연결되어 있고, SENSE 단자가 접촉불량인 경우에는 측정치가 일정하지 않게 표시되는 경우가 있습니다.

오버 레인지

표시	
+OvrRng **-OvrRng**	다음 2가지 경우에 표시합니다. (1) 측정범위와 표시범위를 넘었을 때 표시합니다. (*1) (2) 측정이상(*2) (전류 이상 모드 설정이 "오버 레인지"인 경우) SOURCE A단자로부터 SOURCE B단자로 측정전류를 흘려보낼 수 없는 상태 온도 측정도 마찬가지로 측정범위을 넘으면 **OvrRng** 표시가 됩니다. **+OvrRng** 표시 시의 콤퍼레이터 판정은 "Hi", **- OvrRng** 표시 시의 콤퍼레이터 판정은 "Lo"가 됩니다. 외부로 ERR 신호는 출력되지 않습니다.

전류 이상 또는 미측정

표시	
- - - - -	다음 2가지 경우에 표시합니다. "**- - - - -**" 표시의 경우는 콤퍼레이터 판정을 하지 않습니다. (1) 전류 이상(*2) (전류 이상 모드 설정이 "전류 이상"인 경우) SOURCE A단자로부터 SOURCE B단자로 측정전류를 흘려보낼 수 없는 상태 (2) 측정조건을 변경하고나서 한번도 측정이 실시되지 않았다.

온도센서 미연결

표시	
- - . - ℃	온도센서가 연결되어있지 않기 때문에 온도 측정을 할 수 없습니다. TC를 사용하지 않는 경우는 온도센서를 연결할 필요가 없습니다. 온도를 표시하고 싶지 않은 경우는 표시를 전환해 주십시오. **참조: "표시를 전환하기"(p.31)**

표시 예: 프로브 개방 상태 또는 측정대상이 오픈일 때의 표시 및 출력

전류 이상 모드 설정(p.36)	
전류 이상	오버 레인지
표시: **- - - - -** COMP 램프: 무판정 EXT I/O: ERR 신호 출력, HI 신호출력 없음	표시: **+OvrRng** COMP 램프: **Hi** EXT I/O: ERR 신호 출력 없음, HI 신호 출력

*1 오버 레인지 검출 기능

오버 레인지로써 검출되는 예

오버 검출	측정 예
측정범위를 넘었을 때	30 mΩ 레인지로 40 mΩ을 측정
측정치의 상대표시(%표시)가 표시범위(999.99%)를 넘었을 때	기준치 20 Ω으로 500 Ω(+ 2400%)을 측정
영점 조정 연산의 결과가 표시범위를 넘었을 때	300 mΩ 레인지에서 50 mΩ을 연결하여 영점 조정 →10 mΩ을 측정하면 - 40 mΩ이 되어 표시범위를 넘는다
측정 중 A/D 컨버터 입력이 범위를 넘었을 때	외부 노이즈가 큰 환경에서 고저항 측정을 한 경우 등
측정대상에 정상적으로 전류를 흘려보낼 수 없을 때 (전류 이상 모드 설정이 오버 레인지 출력일 때만)	측정대상이 오픈 불량일 때 SOURCE A 단자 또는 SOURCE B 단자가 접촉불량일 때 * 전류 이상을 "-----"로 표시하고 싶은 경우는 전류 이상 모드 설정을 전류 이상으로 해 주십시오.(p.36)

*2 전류 이상 검출 기능

전류 이상이 되는 예

- SOURCE A, SOURCE B 프로브를 개방하고 있다
- 측정대상이 단선되어 있다(오픈 워크)
- SOURCE A, SOURCE B 배선 단선, 연결 불량

주의 사항

- SOURCE 배선의 저항이 이하의 값을 넘으면, 전류 이상이 되어 측정할 수 없게 됩니다.
  측정전류 300 mA의 레인지에서는 배선저항 및 측정대상과 측정리드와의 접촉저항을 낮게 잡으십시오.

(참고값)

레인지	배선저항 및 접촉저항 (SOURCE B-SOURCE A의 저항치: 측정대상을 제외)
30 mΩ, 300 mΩ	2 Ω
3 Ω	70 Ω
30 Ω	100 Ω
300 Ω	2 kΩ
3 kΩ	700 Ω
30 kΩ~3 MΩ	2 kΩ

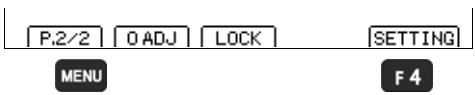
- 고저항 레인지의 경우, 실제로 개방상태가 되고 나서 정전류 에러가 출력되기까지 시간이 걸립니다.
  예) 300 kΩ 레인지 20 ms
  3 MΩ 레인지 250 ms

오픈 시의 측정방법을 설정하기 (전류 이상 모드의 설정)

전류 이상 출력을 검출했을 때의 동작을 설정합니다.

전류 이상으로 설정한 경우는 측정대상의 단선을 에러라고 판정하고, 콤퍼레이터 판정은 무판정이 됩니다. 오버 레인지로 설정한 경우는 측정리드의 단선이나 개방상태를 오버 레인지로 판정하고, 콤퍼레이터 판정은 Hi판정이 됩니다. 용도에 따라서 적절히 사용하십시오.

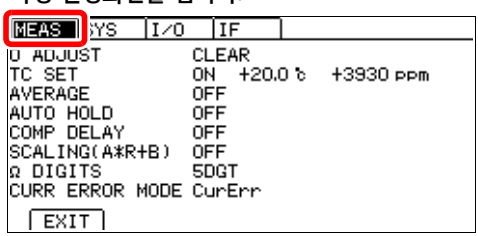
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

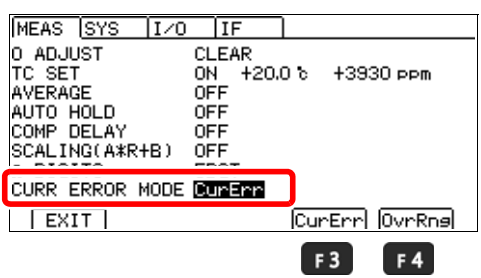
2 F 4 설정화면을 표시

2 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [MEAS] 탭으로 이동

3 전류 이상 모드를 선택합니다.



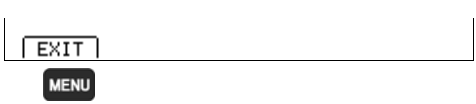
1 선택

2

F 3 전류 이상(초기설정)

F 4 오버 레인지

4 측정화면으로 돌아갑니다.

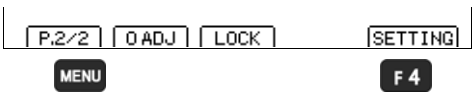


MENU 측정화면으로 돌아감

측정치 홀드하기

측정치를 확인하는 경우에는 오토 홀드 기능이 편리합니다. 측정치가 안정되면 부저가 울리고 자동으로 홀드합니다.

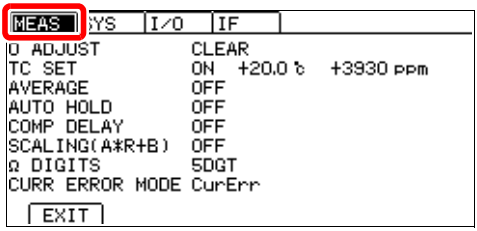
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

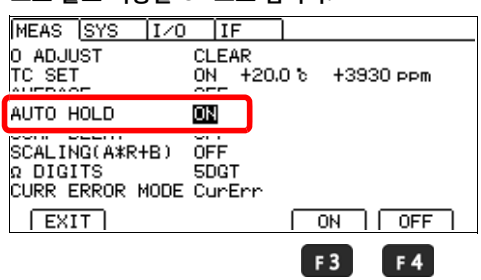
2 F 4 설정화면을 표시

2 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [MEAS] 탭으로 이동

3 오토 홀드 기능을 ON으로 합니다.



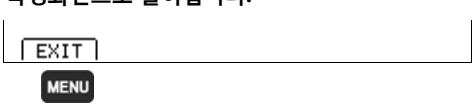
1 선택

2

F 3 ON

F 4 OFF(초기설정)

4 측정화면으로 돌아갑니다.



MENU 측정화면으로 돌아감

5 홀드 중에는 HOLD 인디케이터가 점등됩니다.

오토 홀드 해제에 대해서

한번 측정대상에서 측정리드를 분리하여 다시 측정대상에 측정리드를 연결시키면 홀드는 자동적으로 해제됩니다. 레인지 및 측정 속도 변경이나 ESC를 눌러도 홀드가 해제됩니다. 홀드가 해제되면 HOLD 인디케이터가 소등됩니다.

측정조건의 커스터마이즈 제 4 장

측정하기 전 "사용 시 주의사항"(p.11)을 주의 깊게 읽어 주십시오.

이 장에서는 좀더 고도의 측정, 정확한 측정을 하는데 있어서 유용한 기능에 대해서 설명합니다.

"4.1 영점 조정하기"(p.40)
"4.2 측정치를 안정시키기 (애버리지 기능)"(p.46)
"4.3 온도의 영향을 보정하기(온도 보정 기능(TC))"(p.48)
"4.4 측정치 보정하기, 저항치 이외의 물리량으로 표시하기(스케일링 기능)"(p.50)
"4.5 측정치의 자릿수 바꾸기"(p.54)

4.1 영점 조정하기

다음 경우는 영점 조정을 하십시오.

- **열기전력 등의 영향으로 잔류 표시가 신경 쓰이는 경우**
  →표시가 0으로 조정됩니다. (영점 조정을 한 경우와 안 한 경우에서 정확도 사양은 바뀌지 않습니다)
- **4단자에서 배선(켈빈배선)이 어려운 경우**
  →2단자 배선되어 있는 잉여저항을 취소합니다.

올바른 영점 조정 방법에 대해서는 "부록6 영점 조정에 대해서"(p. 부8)를 참조해 주십시오.

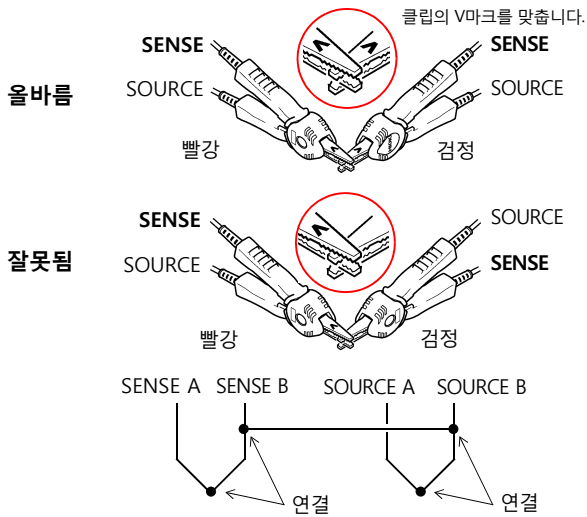
영점 조정하기 전에

- 한번 영점 조정한 뒤에 환경온도에 변화가 있었을 때나, 측정 리드를 바꿨을 때도 영점 조정을 해 주십시오. 단, L2102, L2103 핀형 리드 등, 영점 조정이 어려운 경우에는 표준 부속된 L2101 클립형 리드 등으로 영점 조정을 하고, 핀형 리드로 교체하고 나서 측정을 해 주십시오.
- 사용하는 전체 레인지에서 영점 조정을 실행해 주십시오. 수동 레인지의 경우는 현재의 레인지만, 오토 레인지의 경우는 모든 레인지에서 영점 조정을 합니다.
- 영점 조정의 값은 전원을 꺼도 내부에서 유지됩니다. 또 패널에도 저장됩니다. 패널에서 영점 조정값을 로딩하지 않을 수도 있습니다.
  참조 : "6.1 측정조건 저장하기 (패널 저장 기능)"(p.68)
  "6.2 측정조건 로딩하기 (패널 로드 기능)"(p.69)
- EXT I/O의 0ADJ 신호를 ON (EXT I/O 커넥터의 ISO_COM 단자와 단락한다)으로 해도 영점 조정이 가능합니다.
- 각 레인지 -3%f.s.~50%f.s.의 저항을 취소할 수 있지만, 되도록 3%f.s.내가 되도록 해 주십시오. (f.s.=30,000dgt.) 영점 조정의 범위를 -3%f.s.~3%f.s.로 변경할 수도 있습니다.
  참조 : " 영점 조정의 범위를 변경하기 "(p.43)
- 영점 조정했을 때의 저항치보다도 작은 저항을 측정하면 측정치가 마이너스가 됩니다.
  예) 300 mΩ 레인지로 20 mΩ을 연결하여 영점 조정
  →10 mΩ을 측정하면, -10 mΩ이 표시된다

영점 조정을 실행하기

1 측정 리드를 단락합니다. 배선을 틀리게 하면 올바르게 영점 조정할 수 없습니다.

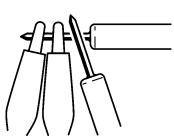
L2101



L2102, L2103 (옵션)

L2102, L2103는 영점 조정할 수 없으므로 영점 조정은 L2101 클립형 리드 등을 사용하여 실행해 주십시오.

L2104 (옵션)



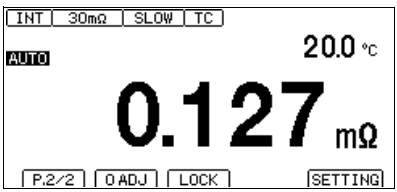
악어클립을 바깥쪽,
리드봉을 안쪽으로 하여
영점 조정을 해 주십시오.

2

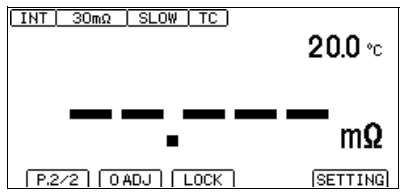
측정치가 ±3%f.s. 이내인 것을 확인합니다. 영점 조정의 범위를 NORMAL(-3%f.s.~50%f.s.)로 설정한 경우는 측정치가 각 레인지의 50%f.s.이하라면 영점 조정할 수 있지만, 3% f.s.를 넘는 경우에는 경고가 표시됩니다.

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

결선이 올바른 경우



결선이 잘못된 경우



3

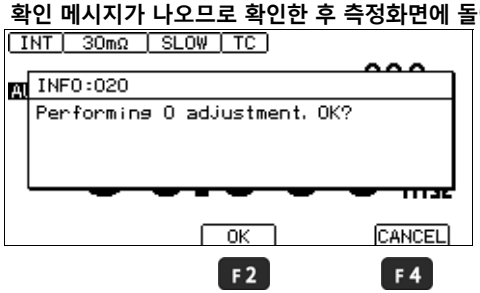
영점 조정을 실행한다

1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

2 F 1 [0ADJ]
영점 조정 실행

4

확인 메시지가 나오므로 확인한 후 측정화면에 돌아갑니다.

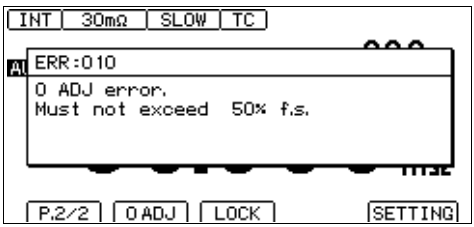


F 2 영점 조정을 실행하고
측정화면으로

F 4 취소하여 원래 화면으로

영점 조정 할 수 없을 때는

영점 조정할 수 없을 때는 다음 에러가 표시됩니다.



영점 조정을 실행하기 전에 다음 사항을 확인한 후 다시 영점 조정 해 주십시오.

- 측정치가 각 레인지의 범위 내(NORMAL: -3%f.s.~50%f.s., TIGHT: -3%f.s.~3%f.s.)인 것을 확인해 주십시오.
- 자체제작 측정리드의 경우, 배선저항이 작아지도록 해 주십시오.
- 올바르게 배선되어 있는지 확인해 주십시오.

참조 : "*2 전류 이상 검출 기능 "(p.35)

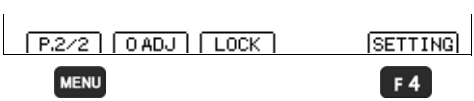
주의 사항

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

영점 조정의 범위를 변경하기

초기설정으로는 -3%f.s.~50%f.s.(3%f.s.보다 큰 경우는 경고표시)로 되어 있지만, 경고표시를 내지 않고 3%f.s 보다 큰 경우를 에러로 설정할 수 있습니다.

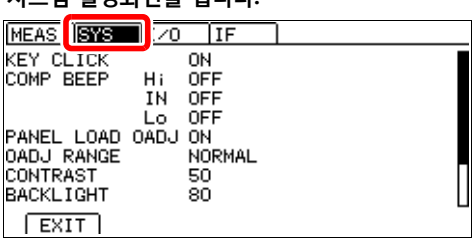
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

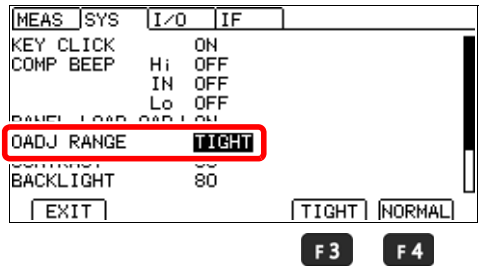
2 F 4 설정화면을 표시

2 시스템 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS]탭으로 이동

3 영점조정 범위설정 기능을 TIGHT로 합니다.



1 선택

2
F3 범위 -3%f.s.~3%f.s.
F4 범위 -3%f.s.~50%f.s.
(초기설정)

4 측정화면으로 돌아갑니다.

MENU 측정화면으로 돌아감

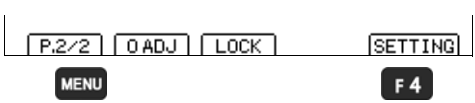
주의 사항

설정을 변경하고 나서 실행하는 영점 조정에 적용됩니다. 이미 실시된 영점 조정 및 패널 저장된 영점 조정은 그대로 유지됩니다. 필요에 따라 다시 한번 영점 조정을 실행해 주십시오.

영점 조정을 해제하기

전체 레인지의 영점 조정이 해제됩니다.

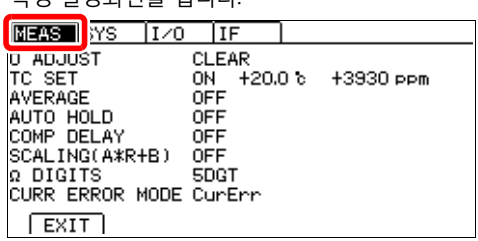
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

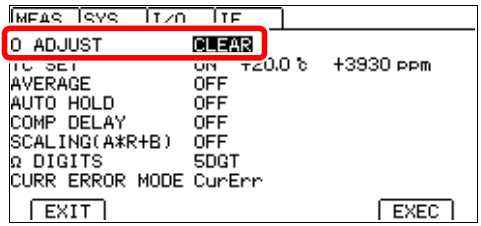
2 F4 설정화면을 표시

2 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [MEAS] 탭으로 이동

3 0 ADJUST를 선택합니다.

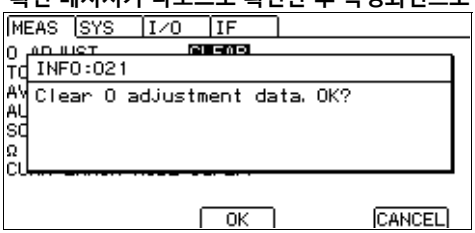


F4

1 선택

2 F4 영점 조정 해제

4 확인 메시지가 나오므로 확인한 후 측정화면으로 돌아갑니다.

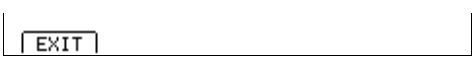


F2 F4

F2 영점 조정을 해제하고 설정화면으로

F4 취소하여 원래 화면으로

5 측정화면으로 돌아갑니다.



MENU

MENU 측정화면으로 돌아감

4.2 측정치를 안정시키기 (애버리지 기능)

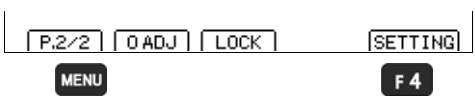
복수의 측정치를 평균화하여 표시합니다. 이 기능에 의해 측정치의 편차를 줄일 수 있습니다.

내부 트리거 측정의 경우(프리 런)는 이동평균으로 연산합니다.
외부 트리거(및 **:READ?** 코맨드)의 경우(프리 런 이외)는 단순평균이 됩니다.
통신 코맨드에 대해서는 부속 애플리케이션 디스크를 참조해 주십시오.

애버리지 횟수를 2회로 설정한 경우의 평균치(D1~D6: 측정치)

	1회째	2회째	3회째
프리 런(이동평균)	(D1+D2)/2	(D2+D3)/2	(D3+D4)/2
프리 런 이외(단순평균)	(D1+D2)/2	(D3+D4)/2	(D5+D6)/2

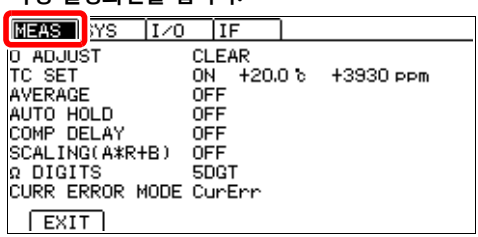
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

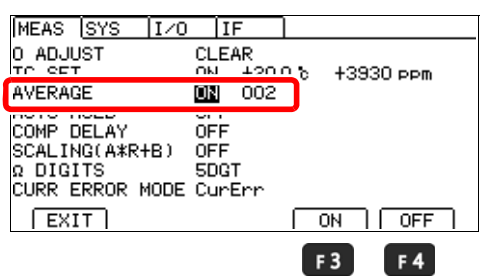
2 F 4 설정화면을 표시

2 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [MEAS] 탭으로 이동

3 애버리지 기능을 ON으로 합니다.



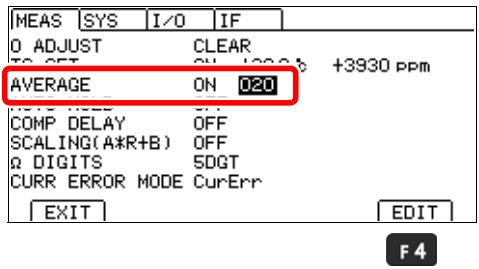
1 선택

2

F 3 애버리지 기능을 ON으로 한다.

F 4 애버리지 기능을 OFF로 한다. (초기설정)(스텝5로)

4 애버리지 횟수를 설정합니다.



설정 범위: 2회~ 100회 (초기설정 2회)

1 ◀ ▶
설정할 항목에 커서를 이동
F 4 로 수치 편집할 수 있게 한다.

2 ◀ ▶ 자리 이동 ◀ ▶ 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

3 ENTER 확정
(ESC 취소)

5 측정화면으로 돌아갑니다.

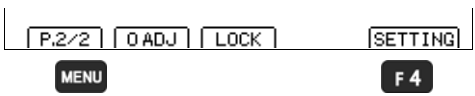
MENU 측정화면으로 돌아감

4.3 온도의 영향을 보정하기(온도 보정 기능(TC))

저항치를 기준 온도의 저항치로 환산하여 표시합니다.

온도 보정의 원리에 대해서는, "부록4 온도 보정 기능 (TC)에 대해서"(p. 부4)를 참조해 주십시오.
온도 보정을 하는 경우는, 온도센서를 본체 뒷면의 TEMP.SENSOR 단자에 연결해 주십시오.
참조 : "2.3 Z2001 온도센서 연결하기 (TC 를 사용하는 경우)"(p.23)

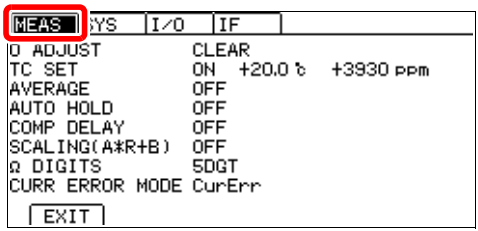
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

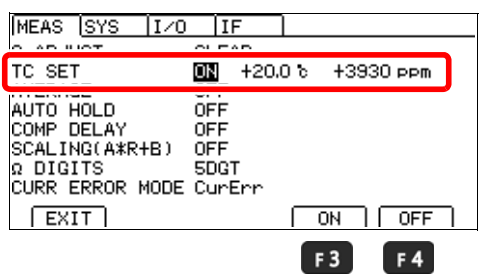
2 F 4 설정화면을 표시

2 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [MEAS] 탭으로 이동

3 온도 보정 기능(TC)을 ON으로 합니다.



1 선택

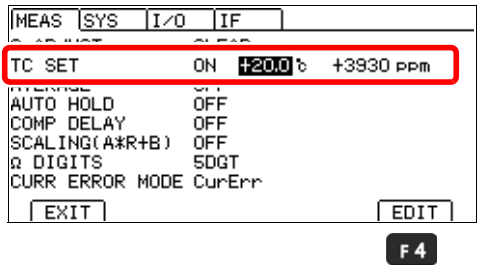
2

F 3 TC기능을 ON으로 한다

F 4 TC기능을 OFF로 한다 (초기설정) (스텝 5로)

4 기준 온도와 온도계수를 설정합니다.

(기준 온도와 온도계수 각각 1~3의 순서로 설정합니다)



1 설정할 항목에 커서를 이동
F 4 로 수치 편집할 수 있게 한다.

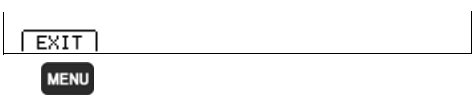
2 자리 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

3 ENTER 확정

(ESC 취소)

설정 범위 기준 온도 : -10.0~99.9℃ (초기설정 : 20℃)
온도계수 : -9999~9999ppm/℃ (초기설정: 3930ppm/℃)

5 측정화면으로 돌아갑니다.



MENU 측정화면으로 돌아감

4.4 측정치 보정하기, 저항치 이외의 물리량으로 표시하기(스케일링 기능)

측정치에 대해 보정을 거는 기능입니다. 프로빙 위치의 영향과 측정기 간의 차이를 흡수하거나, 영점 조정 대신 임의의 오프셋을 갖게 할 수 있습니다.
그외에도 임의로 단위를 넣을 수 있으므로 저항 이외의 물리량(예를 들면 길이) 등으로 환산하여 표시할 수 있습니다.

스케일링은 이하의 연산식으로 실행됩니다.

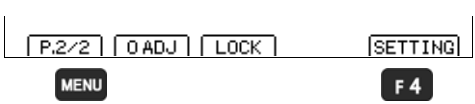
$$R_S = A \times R + B$$

R_S : 스케일링 후 값
R : 영점 조정, 온도 보정 뒤의 측정치
A : 게인계수 설정 범위: 0.2000×10^{-3} ~1.9999×10^{3}
B : 오프셋 설정 범위: 0~$\pm1\times10^{9}$ (최소 분해능 1 nΩ)

게인계수에 의해 표시나 통신 측정치, 프린터 출력의 포맷이 바뀝니다.

레인지	게인계수						
	(0.2000~1.9999) $\times10^{-3}$	(0.2000~1.9999) $\times10^{-2}$	(0.2000~1.9999) $\times10^{-1}$	(0.2000~1.9999) ×1	(0.2000~1.9999) ×10	(0.2000~1.9999) $\times10^{2}$	(0.2000~1.9999) $\times10^{3}$
30 mΩ	00.000 μ	000.00 μ	0.0000 m	00.000 m	000.00 m	0.0000	00.000
300 mΩ	000.00 μ	0.0000 m	00.000 m	000.00 m	0.0000	00.000	000.00
3 Ω	0.0000 m	00.000 m	000.00 m	0.0000	00.000	000.00	0.0000 k
30 Ω	00.000 m	000.00 m	0.0000	00.000	000.00	0.0000 k	00.000 k
300 Ω	000.00 m	0.0000	00.000	000.00	0.0000 k	00.000 k	000.00 k
3 kΩ	0.0000	00.000	000.00	0.0000 k	00.000 k	000.00 k	0.0000 M
30 kΩ	00.000	000.00	0.0000 k	00.000 k	000.00 k	0.0000 M	00.000 M
300 kΩ	000.00	0.0000 k	00.000 k	000.00 k	0.0000 M	00.000 M	000.00 M
3 MΩ	0.0000 k	00.000 k	000.00 k	0.0000 M	00.000 M	000.00 M	0.0000 G

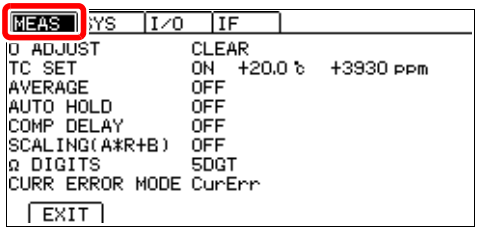
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

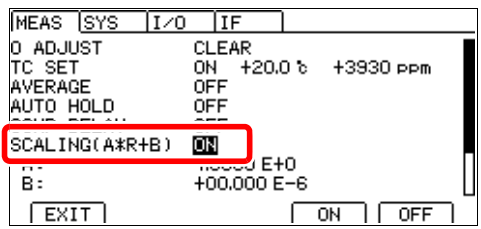
2 F 4 설정화면을 표시

2 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [MEAS] 탭으로 이동

3 스케일링 기능을 ON으로 합니다.



F3 F4

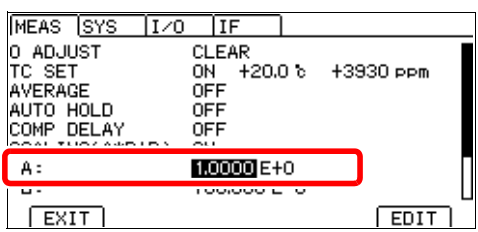
1 선택

2

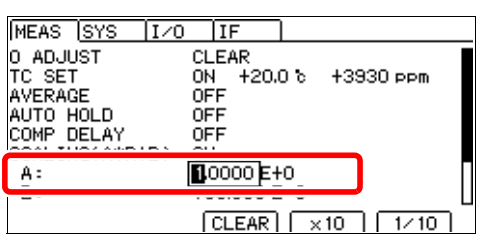
F3 스케일링 기능을 ON으로 한다

F4 스케일링 기능을 OFF로 한다(초기설정) (스텝 8로)

4 게인계수를 설정합니다.



F4



F2 F3 F4

설정 범위: 0.2000×10^{-3}~1.9999×10^{3}

1

설정할 항목에 커서를 이동
F4 로 수치 편집할 수 있게 한다.

2 자리 이동 수치 변경

좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

F3 10배한다

F4 1/10배한다

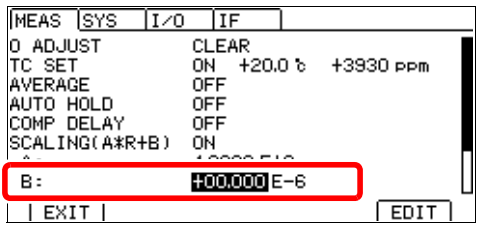
F2 값을 clear한다

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

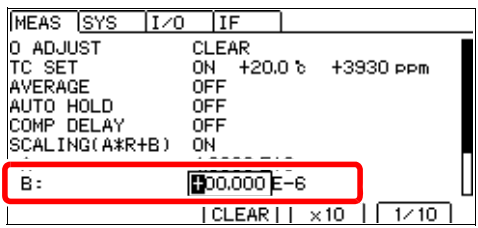
3 ENTER 확정

(ESC 취소)

5 오프셋을 설정합니다.



F4



F2 F3 F4

1 ◀ ▶ ◀ ▶
설정할 항목에 커서를 이동
F4 로 수치 편집할 수 있게 한다

2 ◀ ▶ 자리 이동 ◀ ▶ 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

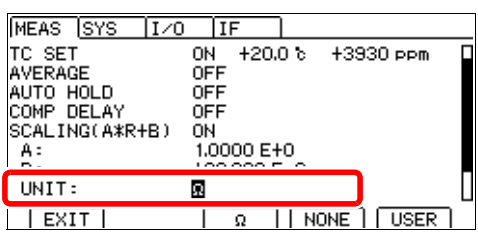
F3 10배한다
F4 1/10배한다
F2 값을 clear한다

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

3 ENTER 확정
(ESC 취소)

설정 범위: 0~±1×10^9(최소 분해능 1 nΩ, 초기설정: 0)

6 표시되는 측정치의 단위를 설정합니다.



F2 F3 F4

1 ◀ ▶ 선택

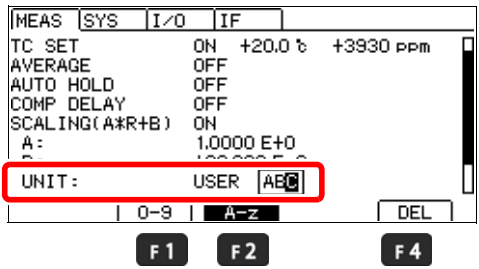
2

F2 단위를 Ω으로 한다 (초기설정) (스텝 8로)

F3 단위를 없앤다 (스텝 8로)

F4 임의의 단위로 한다

7 임의의 단위를 편집합니다.



1 F4 로 수치 편집할 수 있게 한다

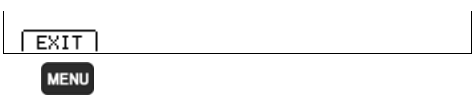
좌우 커서 키로 편집하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 문자를 변경

F1 숫자(0~9) 입력
F2 알파벳(A~z) 입력
F4 1 문자 삭제

2 ENTER 확정

(ESC 취소)

8 측정화면으로 돌아갑니다.



MENU 측정화면으로 돌아감

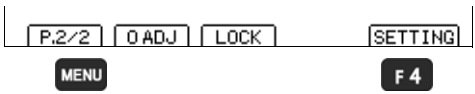
주의 사항

스케일링 연산은 영점 조정 연산된 측정치에 대해서 이루어집니다. 따라서 영점 조정하더라도 측정치가 0이 되지 않는 경우가 있습니다.

- 연산 결과가 표시범위를 넘는 경우는, 측정치를 풀 스케일까지 표시할 수 없습니다.
  예) 3 Ω 레인지에서 오프셋을 9 Ω으로 설정
  → 1 Ω을 넘으면 OvrRng 표시
- 연산 결과가 마이너스가 되는 경우는, 표시가 마이너스가 됩니다.
  예) 300 mΩ 레인지에서 오프셋을 -50 mΩ으로 설정
  → 30 mΩ을 측정하면 -20 mΩ 표시

4.5 측정치의 자릿수 바꾸기

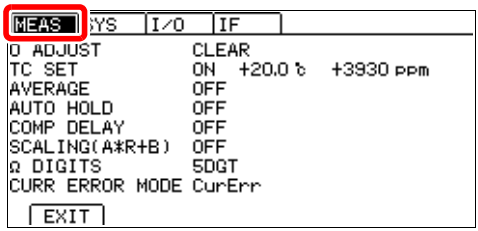
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

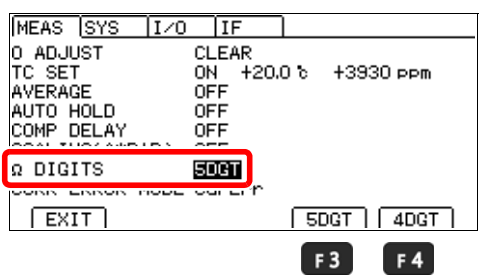
2 F 4 설정화면을 표시

2 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [MEAS] 탭으로 이동

3 측정 자릿수를 선택합니다.



1 선택

2

F 3 5 자리(35,000 dgt.) (초기설정)

F 4 4 자리(3,500 dgt.)

4 측정화면으로 돌아갑니다.

MENU 측정화면으로 돌아감

판정 기능 제 5 장

이 장에서는 측정치의 판정(콤퍼레이터 기능)에 대해서 설명합니다.

콤퍼레이터 기능을 사용함으로써 다음이 가능합니다.

- 본 기기의 표시(COMP 램프 Hi/IN/Lo)

— 측정치>상한치
— 상한치≧측정치≧하한치
— 측정치<하한치

- 부저를 울린다
  (초기설정에서는 부저를 울리지 않습니다)
  참조:"판정을 소리로 확인하기(판정음 설정 기능)"(p.64)

- 전면에서 표시하게 한다
  L2105 전면 콤퍼레이터 램프는 옵션입니다.
  참조:"판정을 전면에서 확인하기(L2105 전면 콤퍼레이터 램프: 옵션)"(p.66)

- 판정결과를 외부출력한다
  참조:"제8장 외부 제어(EXT I/O)"(p.85)

또 판정 타이밍을 늦출 수 있습니다.
참조: "판정하는 타이밍을 늦추기"(p.62)

5.1 측정치를 판정하기 (콤퍼레이터 기능)

판정 방법에는 다음 2종류가 있습니다.

상하한치(절대치)로 판정하고 싶다(p.58)

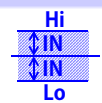
ABS(절대치 판정) 모드로 설정한다

예
100.00 mΩ 상한치
80.00 mΩ 하한치

기준치에 대해서 허용범위에 들어 있는지 판정하고 싶다 (p.60)

REF% (상대치 판정) 모드로 설정한다

예
12.000 kΩ 기준치
±0.08% 상하한치



콤퍼레이터 기능을 사용하기 전에

- 오버 레인지의 경우(**OvrRng**표시), 및 측정이상 시(**-----**표시)는 콤퍼레이터의 판정 표시가 다음과 같습니다.
  참조:"측정이상을 확인하기"(p.34)

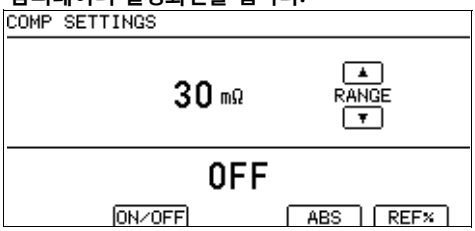
측정치 표시	콤퍼레이터 판정 표시 (COMP램프)
+OvrRng	**Hi**
-OvrRng	**Lo**
-----	소등(무판정)

- 설정의 도중에 전원을 끄면 설정 중의 값은 무효가 되어 이전의 설정값이 됩니다. 설정을 확정하고 싶을 때는 ENTER 를 눌러 주십시오.

콤퍼레이터 기능을 ON/OFF하기

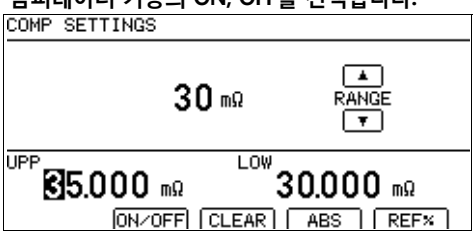
초기설정에서는 콤퍼레이터 기능이 OFF로 설정되어 있습니다.
기능을 OFF로 설정한 경우, 콤퍼레이터의 기준치를 설정해도 무효가 됩니다.

1 콤퍼레이터 설정화면을 엽니다.



COMP 콤퍼레이터 설정화면이 표시됩니다.

2 콤퍼레이터 기능의 ON, OFF를 선택합니다.



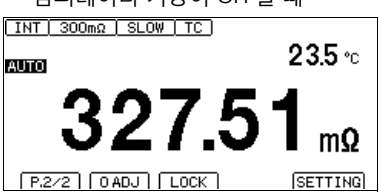
F 1

F 1 콤퍼레이터 기능의 ON/OFF를 전환

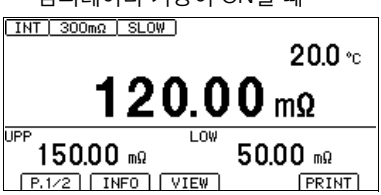
3 측정화면으로 돌아옵니다.

ENTER

콤퍼레이터 기능이 OFF일 때



콤퍼레이터 기능이 ON일 때



콤퍼레이터 기능이 ON일 때만 화면에 콤퍼레이터 설정값이 표시됩니다.

주의 사항

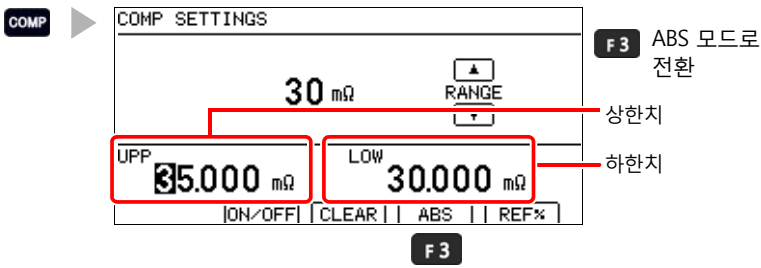
콤퍼레이터 기능을 사용하고 있는 동안은 레인지를 변경 할 수 없습니다. 레인지를 변경하고 싶은 경우는 콤퍼레이터 설정화면에서 ▲ ▼ 으로 변경해 주십시오.
오토 레인지를 사용하고 싶은 경우는 콤퍼레이터 기능을 OFF로 해 주십시오.

상하한치로 판정하기(ABS모드)

설정 예: 상한치 150 mΩ, 하한치 50 mΩ으로 설정

설정을 중단하고 싶을 때는 ESC 를 누릅니다. 설정을 확정하지 않고 원래 화면으로 돌아옵니다.

1 절대치 판정의 설정화면을 엽니다.

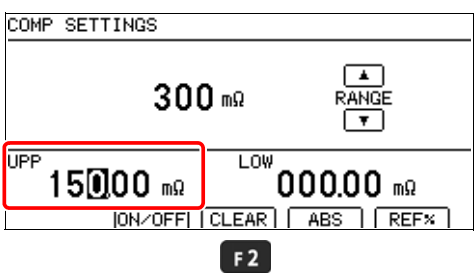


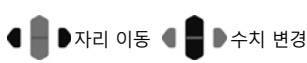
2 레인지를 설정합니다.

▲ 사용할 레인지를 선택합니다.

▼ 누를 때마다 소수점의 위치와 단위가 바뀝니다.

3 상한치를 설정합니다.

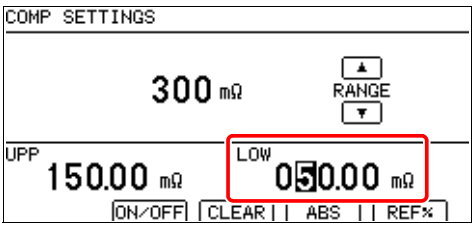




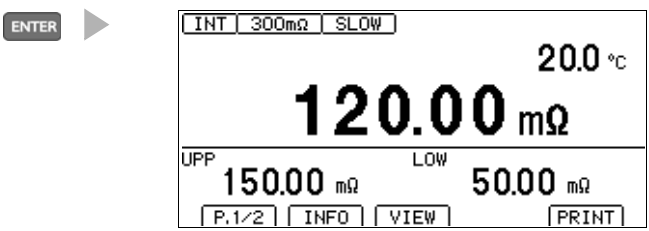
좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

수치를 다시 설정하고 싶을 때는
F2 를 눌러 상한치를 clear 합니다.
상한치가 0이 됩니다.

4 하한치도 마찬가지로 설정합니다.



5 설정을 확정하고 측정화면으로 돌아옵니다.



기준치와 허용범위로 판정하기(REF% 모드)

REF%모드로 하면 측정치는 상대치 표시[%]가 됩니다.

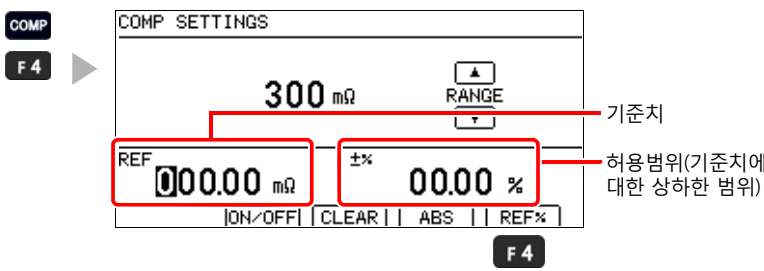
$$\text{상대치} = \left(\frac{\text{측정치}}{\text{기준치}} - 1 \right) \times 100\ [\%]$$

표시 범위: -999.99%~+999.99%

설정 예: 기준치 100 mΩ, 기준치에 대한 허용범위를 ±1%로 설정한다

설정을 중단하고 싶을 때는 ESC 을 선택합니다. 설정을 확정하지 않고 원래 화면으로 돌아옵니다.

1 상대치 판정의 설정화면을 엽니다.

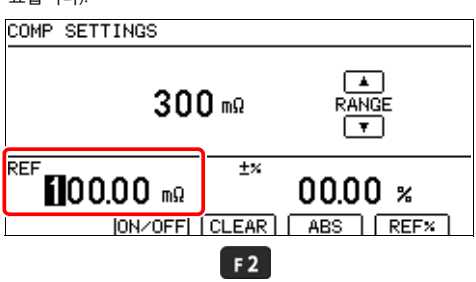


2 레인지를 설정합니다.

▲ ▼ 사용할 레인지를 선택합니다.
누를 때마다 소수점의 위치와 단위가 바뀝니다.

3 기준치를 설정합니다.

설정 중 사용할 수 없는 키를 누르면 낮은 조작음으로 알립니다(조작음의 설정을 ON으로 한 경우에만 유효합니다).

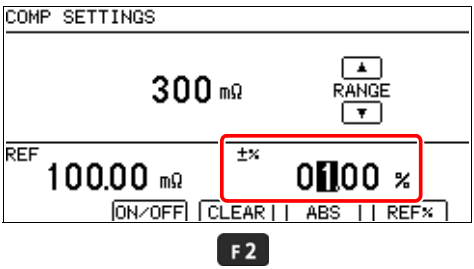


◀▶자리 이동 ◀▶수치 변경

좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

수치를 다시 설정하고 싶을 때는
F 2 를 눌러 기준치를 clear 합니다.
기준치가 0이 됩니다.

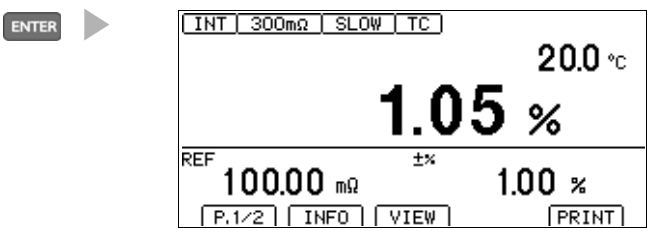
4 허용범위(상하한치)를 설정합니다.



좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

수치를 다시 설정하고 싶을 때는 F2 를 눌러 상하한치를 clear 합니다. 상하한치가 0이 됩니다.

5 설정을 확정하고 측정화면으로 돌아옵니다.

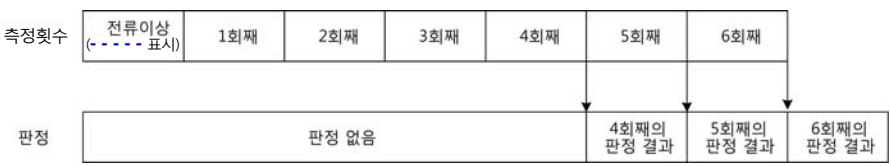


판정하는 타이밍을 늦추기

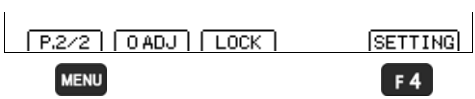
측정치가 안정될 때까지 판정을 하지 않도록, 판정하는 타이밍을 늦출 수 있습니다.

판정 지연 기능이 OFF인 예

판정 지연 기능이 ON, 미판정 횟수 3회인 예



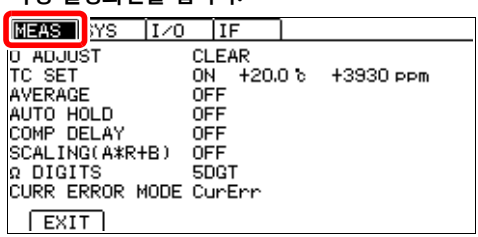
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

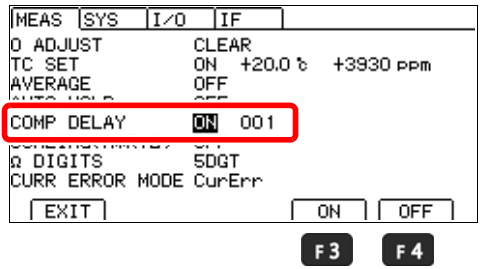
2 F 4 설정화면을 표시

2 측정 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [MEAS] 탭으로 이동

3 판정 지연 기능을 ON으로 합니다.



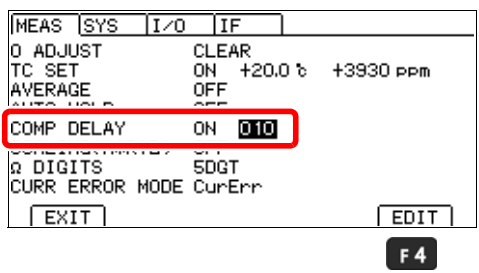
1 ◀ ▮ ▶ 선택

2

F3 판정 지연 기능을 ON으로 한다

F4 판정 지연 기능을 OFF로 한다 (초기설정)(스텝 5로)

4 미판정 횟수를 설정합니다.



설정 범위: 1회~100회 (초기설정 1회)

1 ◀ ▮ ▶

설정할 항목에 커서를 이동

F4 로 수치 편집할 수 있도록 한다.

2 ◀ ▮ ▶ 자리 이동 ◀ ▮ ▶ 수치 변경

좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동

상하 커서 키로 수치를 변경

3 ENTER 확정

(ESC 취소)

5 측정화면으로 돌아옵니다.

MENU 측정화면에 되돌아가기

주의 사항

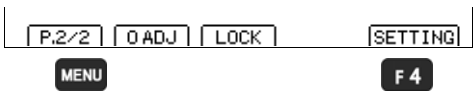
- 오토 홀드 ON인 경우는 자동적으로 OFF가 됩니다.
- 프리 런 이외에서는 자동적으로 OFF가 됩니다.

판정을 소리로 확인하기(판정음 설정 기능)

측정결과의 판정음 유무를 선택할 수 있습니다.
초기설정은 판정음 OFF(울리지 않는다)로 설정되어 있습니다.

Hi/ IN/ Lo 각각에서 판정음을 설정할 수 있습니다.

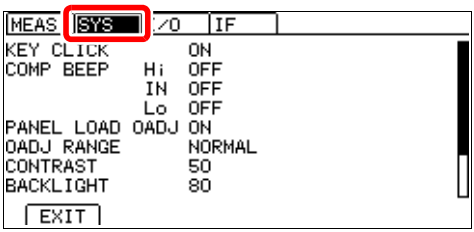
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

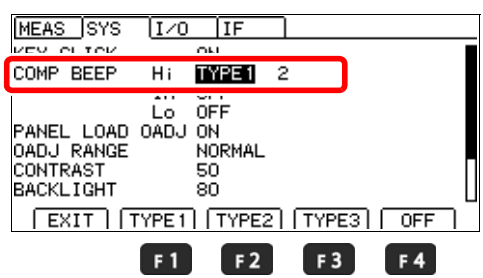
2 F 4 설정화면을 표시

2 시스템 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS]탭으로 이동

3 Hi 판정 시의 소리를 선택합니다.

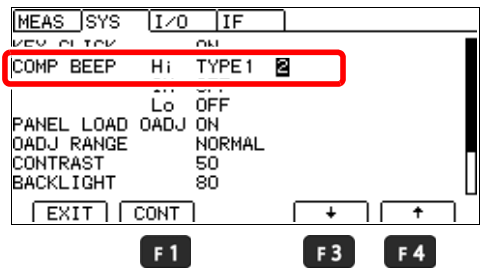


1 선택

2 F 1 ~ F 3
원하는 소리를 선택

F 4
판정음을 울리지 않는다
(초기설정)(스텝5로)

4 Hi 판정 시의 소리를 울리는 횟수를 선택합니다.



설정 범위: 1~5회, 연속

설정할 항목에 커서를 이동

F1 연속으로 울리는 경우

울리는 횟수를 설정하는 경우:

F3 F4 횟수를 변경

5 IN, Lo도 마찬가지로 설정합니다.

6 측정화면으로 돌아옵니다.

MENU 측정화면에 되돌아가기

주의 사항

음량은 조절할 수 없습니다.
소리가 너무 클 경우에는 바닥면의 개구부를 테이프 등으로 막아 주십시오.

판정을 전면에서 확인하기(L2105 전면 콤퍼레이터 램프: 옵션)

COMP.OUT 단자에 L2105 전면 콤퍼레이터 램프를 연결함으로써 전면에서 판정결과를 알 수 있습니다. IN 판정의 경우 녹색, Hi 또는 Lo 판정의 경우 빨간색으로 빛납니다.

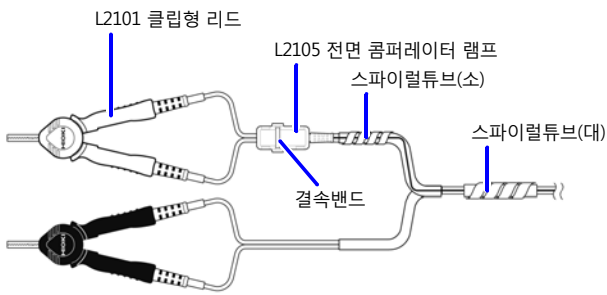
연결방법

전면 콤퍼레이터 램프를 연결하기 전에, "사용 시 주의사항"(p.5)을 주의 깊게 읽어 주십시오.

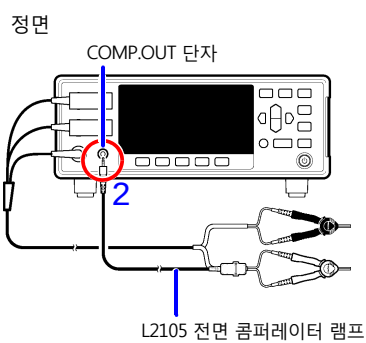
전면 콤퍼레이터 램프를 장착한다

전면 콤퍼레이터 램프는 원하는 곳에 설치해 주십시오.

예: L2105 부속인 결속밴드나 스파이럴튜브를 사용하여 측정 리드에 전면 콤퍼레이터 램프를 장착한다.



전면 콤퍼레이터 램프를 본 기기와 연결한다



1 본 기기의 주 전원 스위치(뒷면)가 OFF(○)로 되어 있는 것을 확인합니다.

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

안쪽까지 제대로 꽂으십시오.

패널 저장, 로드
(측정조건의 저장, 로딩)

제 6 장

현재의 측정조건을 저장하여 패널 로드 기능을 통해 키 조작, 통신 코맨드, EXT I/O에서 로딩할 수 있습니다.

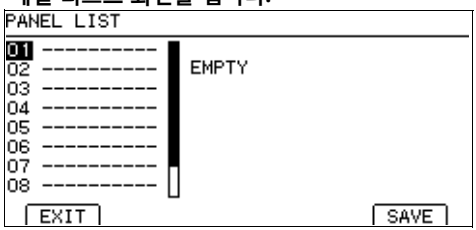
본 기기에서는 측정조건을 최대 10가지 저장하며 전원을 꺼도 유지합니다.

패널 저장으로 저장할 수 있는 항목

- 패널명
- 저항측정 레인지
- 측정 속도
- 애버리지
- 콤퍼레이터
- 판정음
- 스케일링
- 온도 보정(TC)
- 오토 홀드
- 영점 조정(로드 안 할 수도 있음)

6.1 측정조건 저장하기(패널 저장 기능)

1 패널 리스트 화면을 엽니다.



PANEL 패널 리스트 화면을 표시

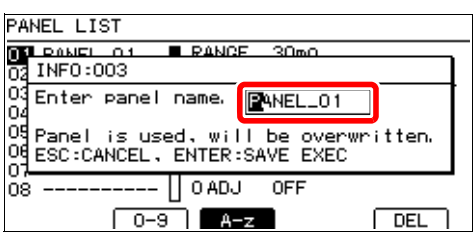
2 저장을 실행합니다.

F4

1 ◀ ▶ 선택

2 F4 저장을 실행

3 패널명을 입력합니다.
(이미 저장되어 있는 패널 번호의 경우에는 경고 메시지가 나옵니다)



F1 F2 F4

1 ◀ ▶ 문자 이동 ◀ ▶ 문자 변경

좌우 커서 키로 편집하고 싶은 문자에 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

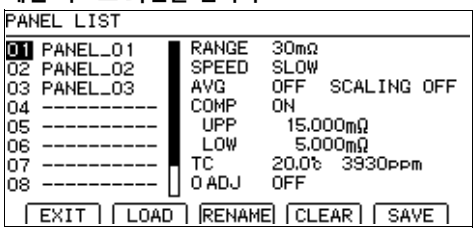
(ESC 취소)

6.2 측정조건 로딩하기(패널 로드 기능)

패널 저장 기능으로 저장한 측정조건을 로딩합니다.

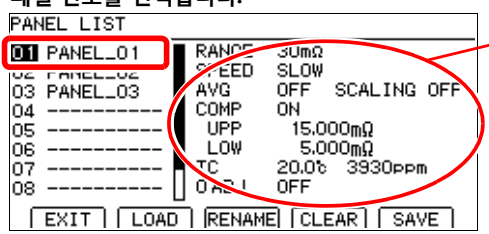
초기상태로는 패널 로드하면 영점 조정값도 로딩됩니다. 영점 조정을 로딩하고 싶지 않은 경우는 "영점 조정값을 로딩하지 않기"(p.70)를 참조해 주십시오.

1 패널 리스트 화면을 엽니다.



PANEL 패널 리스트 화면을 표시

2 패널 번호를 선택합니다.



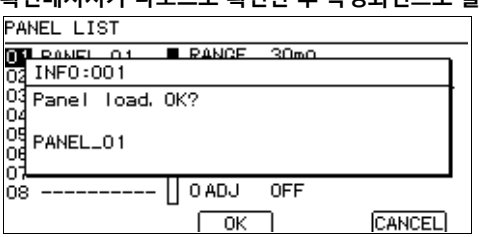
F1

선택된 패널에 저장되어 있는 내용

1 선택

2 F1 로딩을 실행
(ENTER 로도 로딩을 실행할 수 있습니다)

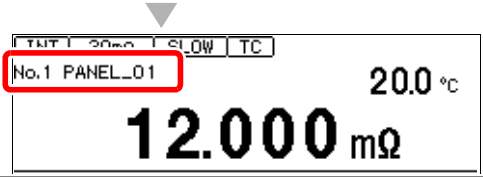
3 확인메시지가 나오므로 확인한 후 측정화면으로 돌아옵니다.



F2 F4

F2 패널 로드를 실행하여, 측정화면으로(ENTER 로도 실행할 수 있습니다)

F4 취소하고 원래 화면으로
(ESC 로도 취소할 수 있습니다)



측정화면에는 로딩한 패널 명이 표시됩니다.

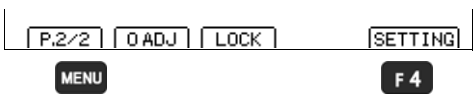
주의 사항

- EXT I/O의 LOAD 0~LOAD3의 제어, 통신 코맨드로도 로딩할 수 있습니다.
  참조: "제8장 외부 제어(EXT I/O)"; "입력 신호"(p.89)
  코맨드의 상세에 대해서는 부속 애플리케이션 디스크를 참조해 주십시오.
- 로드 후 측정조건을 변경하면, 패널명의 표시는 사라집니다.

영점 조정값을 로딩하지 않기

초기상태로는 패널 로드에 의해 영점 조정값도 로딩됩니다. 영점 조정값을 로딩하지 않는 경우는 다음 순서로 설정합니다.

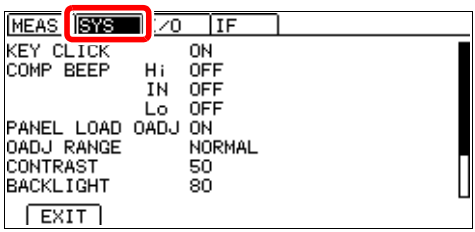
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

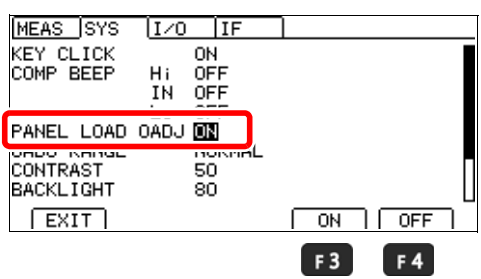
2 F 4 설정화면을 표시

2 시스템 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS]탭으로 이동

3 영점 조정을 로딩할지 여부를 선택합니다.



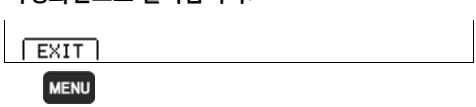
1 선택

2

F 3 패널 로드 시에 영점 조정값이 패널 저장했을 때의 값이 됩니다.
(초기설정)

F 4 패널 로드해도 영점 조정값은 변경되지 않습니다.

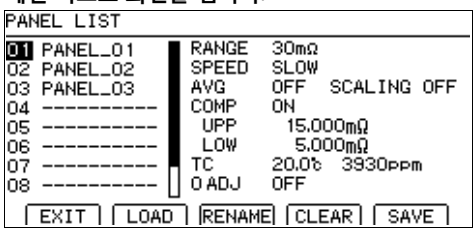
4 측정화면으로 돌아옵니다.



MENU 측정화면에 되돌아가기

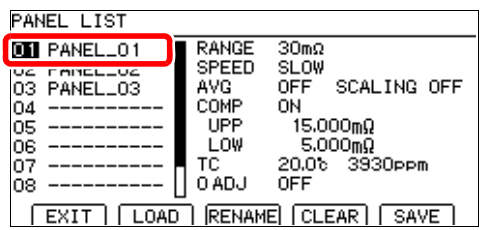
6.3 패널명 변경하기

1 패널 리스트 화면을 엽니다.



PANEL 패널 리스트 화면을 표시

2 패널 번호를 선택합니다.

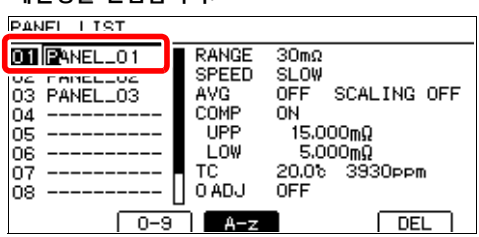


F2

1 ◀ ▶ 선택

2 F2 패널명을 편집

3 패널명을 편집합니다.



F1 F2 F4

1 ◀ ▶ 문자 이동 ◀ ▶ 문자 변경

좌우 커서 키로 편집하고 싶은 문자에 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)

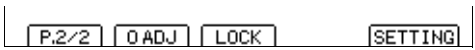
4 측정화면으로 돌아옵니다.

MENU

MENU 측정화면에 되돌아가기

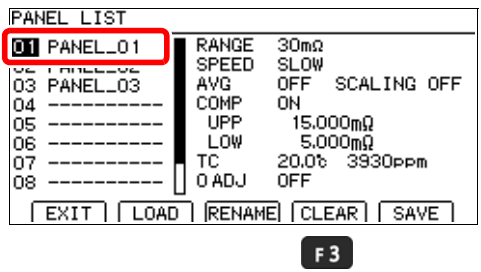
6.4 패널 내용 삭제하기

1 패널 리스트 화면을 엽니다.



PANEL 패널 리스트 화면을 표시

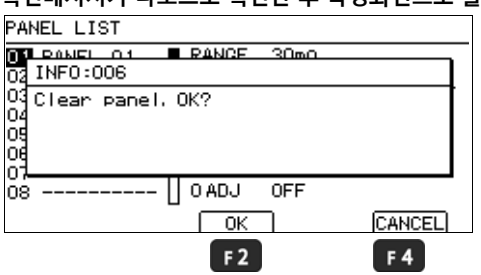
2 패널 번호를 선택합니다.



1 ◀ ▮ ▶ 선택

2 F3 패널을 삭제

3 확인메시지가 나오므로 확인한 후 측정화면으로 돌아옵니다.



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

F4 취소하고 원래 화면으로 (ESC 로도 취소할 수 있습니다)

4 측정화면으로 돌아옵니다.

MENU 측정화면에 되돌아가기

주의 사항

한번 삭제한 패널 내용은 원래대로 되돌릴 수 없습니다.

시스템 설정 제 7 장

이 장에서는 시스템에 관한 설정에 대해서 설명합니다.

"7.1 키 조작을 유효, 무효화하기"(p.74)
"7.2 공급전원의 주파수를 수동 설정하기"(p.76)
"7.3 키 조작음의 유무 설정하기"(p.78)
"7.4 화면 콘트라스트를 조정하기"(p.79)
"7.5 백라이트 조정하기"(p.80)
"7.6 초기화하기(리셋)"(p.81)

7.1 키 조작을 유효, 무효화하기

키 조작을 무효화하기(KEY LOCK 기능)

KEY LOCK 기능을 실행하면 본 기기 정면의 키 조작을 무효화 할 수 있습니다.
KEY LOCK은 목적에 따라서 다음 3가지 레벨에서 선택할 수 있습니다.

조작자에게 기본설정(레인지, 속도, 콤퍼레이터, 패널 로드)만 허가한다.

콤퍼레이터 설정 이외를 무효화한다

AUTO, **Range▲▼**, **SPEED**, **COMP**, **PANEL**, **0ADJ**, **PRINT**, **ENTER**(트리거), **MENU** [UNLOCK](KEY LOCK 해제)키 이외는 조작할 수 없습니다.
KEY LOCK 기능 선택: [MENU] 측정화면에 되돌아오면 [M.LOCK]이 표시됩니다.

조작자에게 일체 설정 변경을 허가하지 않는다. (KEY LOCK 해제는 가능)

콤퍼레이터 설정을 포함한 설정변경을 무효화한다

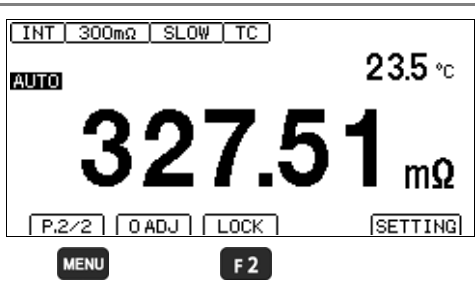
ENTER(트리거), **MENU** [UNLOCK](KEY LOCK 해제)키 이외는 조작할 수 없습니다.
KEY LOCK 기능 선택: [FULL] 측정화면에 되돌아오면 [F.LOCK]이 표시됩니다

모든 키 조작을 무효로 한다

패널 상에서 하는 모든 조작을 무효화한다

EXT I/O의 KEY_LOCK 신호를 ON으로 하면, **MENU** [UNLOCK]키(KEY LOCK 해제), **MENU**[LOCAL]키(리모트 상태 해제)를 포함한 모든 키 조작이 무효가 됩니다. 단, **ENTER**(트리거) 키만 유효합니다. (p.85)
KEY LOCK 해제 방법: EXT I/O의 KEY_LOCK 신호를 OFF로 하십시오.

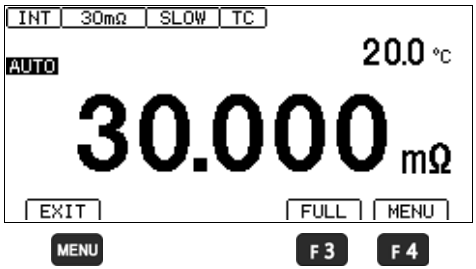
1



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

2 F 2 KEY LOCK 선택 화면

2 키 조작의 유효, 무효를 선택합니다.



F 3 KEY LOCK 해제 키 이외는 무효화하여, 측정화면으로 돌아간다

F 4 KEY LOCK 해제 키와 기본설정 변경 이외를 무효화하여, 측정화면으로 돌아간다

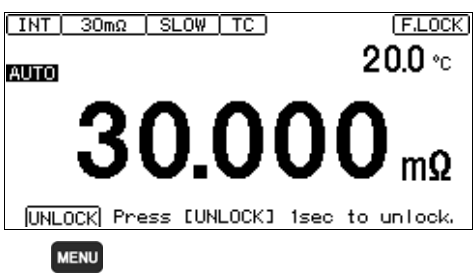
MENU 측정화면으로 돌아감

[UNLOCK]가 표시됩니다.
(EXT I/O의 KEY_LOCK 신호를 통한 KEY LOCK에서는 표시되지 않습니다)

키 조작을 유효화하기(KEY LOCK 해제)

[UNLOCK]이 표시되어 있을 때만 해제할 수 있습니다.

MENU [UNLOCK]을 누릅니다(1초 누름).



주의 사항

KEY_LOCK 신호에 의해 키 조작이 무효화되어 있는 경우는 KEY_LOCK 신호를 OFF로 해 주십시오.

7.2 공급전원의 주파수를 수동 설정하기

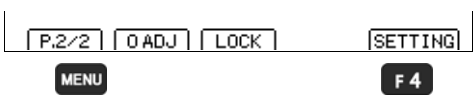
초기상태에서는 공급 전원 주파수를 자동 인식하는 설정(AUTO)으로 되어 있지만, 수동으로도 설정할 수 있습니다.

주의 사항

- 전원 주파수가 올바르게 설정되어 있지 않은 경우, 측정치가 안정되지 않습니다.
  전원 노이즈가 커서 전원 주파수를 올바르게 검출할 수 없는 경우는 에러가 표시됩니다. (ERR:097 (p.163)) 이 경우는 공급 전원에 맞춰서 수동으로 설정해 주십시오.
- 자동 설정[AUTO]의 경우, 전원 투입 시 및 리셋 시에 공급 전원의 주파수가 50/60 Hz 어느 쪽인가를 자동 판별합니다.
  전원 투입 시나 리셋 시 이외에 공급 전원 주파수가 변동한 경우는 검출할 수 없습니다.
  50Hz/60Hz에서 주파수가 어긋나있는 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

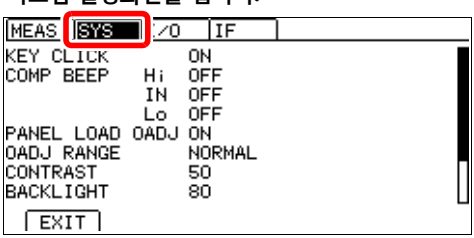
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

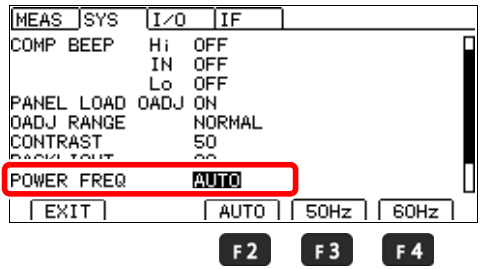
2 F4 설정화면을 표시

2 시스템 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS]탭으로 이동

3 사용할 전원 주파수를 선택합니다.



1 선택

2

F2 사용할 장소에 따라서 자동 설정한다(초기설정)

F3 공급 전원 주파수가 50Hz일 때

F4 공급 전원 주파수가 60Hz일 때

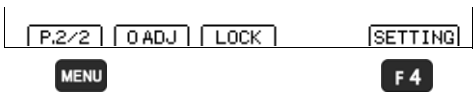
4 측정화면으로 돌아갑니다.

MENU 측정화면으로 돌아감

7.3 키 조작음의 유무 설정하기

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

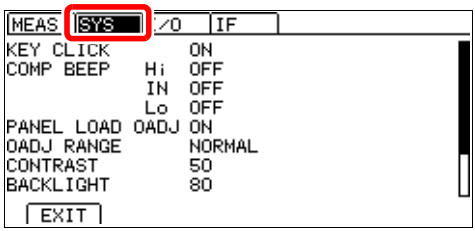
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

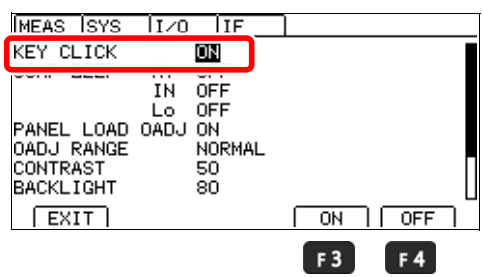
2 F 4 설정화면을 표시

2 시스템 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS]탭으로 이동

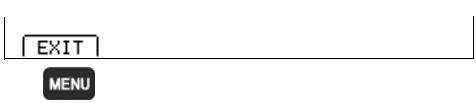
3 키 조작음의 유무를 선택합니다.



1 ◀▶ 선택

2
F 3 조작음을 울린다(초기설정)
F 4 조작음을 울리지 않는다

4 측정화면으로 돌아갑니다.



MENU 측정화면으로 돌아감

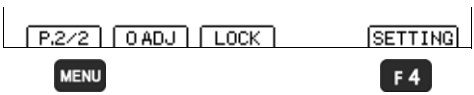
주의 사항

(버전 2.00 이후만)
조작음과 함께 에러음이나 오토 홀드음을 울리고 싶지 않을 경우는, 일단 전원을 끄고 **F1** 키와 **ENTER** 키를 누르면서 전원을 켜십시오.
KEY CLICK 설정에 **[ERR, AUTO HOLD]**라고 표시되고, 에러음이나 오토 홀드음도 조작음과 같은 설정이 됩니다.

7.4 화면 콘트라스트를 조정하기

주위 온도가 변동했을 때 화면이 잘 안보이게 되는 경우가 있습니다. 그 경우에는 콘트라스트를 조정해 주십시오.

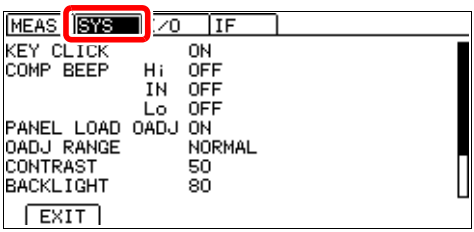
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

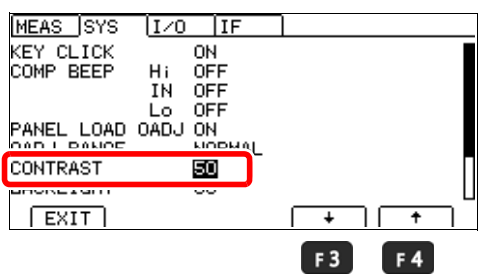
2 F 4 설정화면을 표시

2 시스템 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS]탭으로 이동

3 콘트라스트를 조정합니다.



1 선택

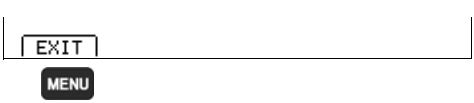
2

F 3 콘트라스트를 내린다

F 4 콘트라스트를 올린다

설정 범위: 0~100%, 5%씩
(초기설정: 50%)

4 측정화면으로 돌아갑니다.



MENU 측정화면으로 돌아감

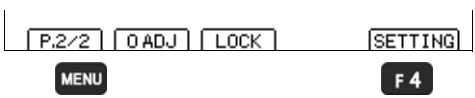
7.5 백라이트 조정하기

설치 장소의 조도에 맞춰서 백라이트의 휘도를 조정할 수 있습니다.

주의 사항

- 트리거 소스가 외부 트리거 [TRG: EXT] 설정의 경우, 조작하지 않는 상태가 1분간 계속되면 자동적으로 백라이트의 휘도가 떨어집니다.
  (버전 2.00 이후만)
  휘도를 낮추고 싶지 않은 경우는, 일단 전원을 끄고 **F1**키와 **ENTER** 키를 누르면서 전원을 켜십시오. 휘도를 낮추지 않는 상태가 됩니다. 아울러, 이 설정을 하면 조작음을 OFF로 한 경우에 에러음, 오토 홀드음과 조작음도 OFF가 됩니다.
  참조 : (p.78)
- 휘도를 0%로 설정하면 표시가 잘 보이지 않게 되므로 주의해 주십시오.

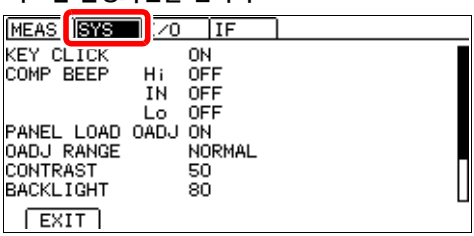
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

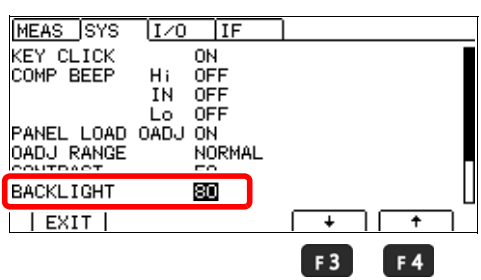
2 F 4 설정화면을 표시

2 시스템 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS]탭으로 이동

3 백라이트를 조정합니다.



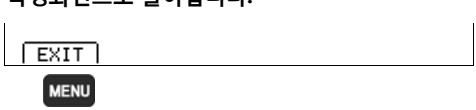
1 선택

2 F 3 백라이트의 휘도를 내린다

F 4 백라이트의 휘도를 올린다

설정 범위: 0~100%, 5%씩
(초기설정: 80%)

4 측정화면으로 돌아갑니다.



MENU 측정화면으로 돌아감

7.6 초기화하기(리셋)

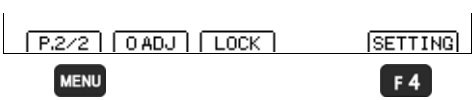
리셋 기능에는 아래 2가지 리셋이 있습니다.
통신 코맨드에 대해서는 부속 애플리케이션 디스크를 참조해 주십시오.

리셋: 패널 데이터를 제외한 설정 조건을 공장출하 상태로 초기화
리셋 방법은 3가지가 있습니다.
- 시스템 설정화면에서 리셋하기
- ESC와 ENTER를 동시에 누르면서 전원을 켠다
- 통신 코맨드로 리셋하기
  *RST코맨드(인터페이스 설정은 초기화되지 않습니다)

시스템 리셋: 모든 측정조건과 패널 데이터를 공장출하 상태로 초기화
시스템 리셋 방법은 3가지가 있습니다.
- 시스템 설정화면에서 시스템 리셋하기
- ESC, ENTER, ▶를 동시에 누르면서 전원을 켠다
- 통신 코맨드로 리셋하기
  :SYSTem:RESet 코맨드(인터페이스 설정은 초기화되지 않습니다)

여기에서는 시스템 설정화면에서 리셋하는 방법을 설명합니다.

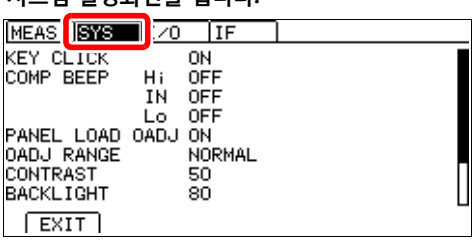
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

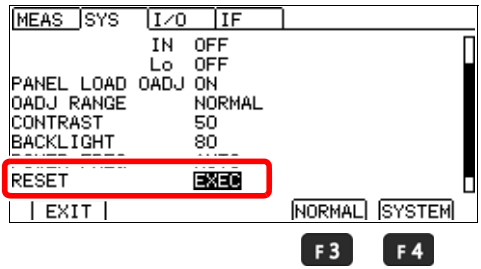
2 F 4 설정화면을 표시

2 시스템 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[SYS]탭으로 이동

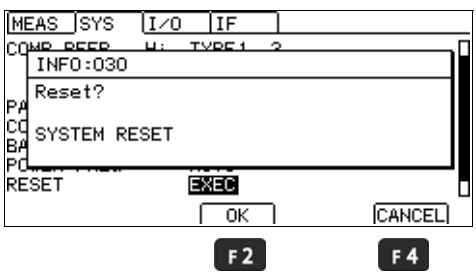
3 초기화를 선택합니다.



1 선택

2 F3 리셋을 한다
F4 시스템 리셋을 한다

4 초기화를 실행할지 안 할지를 선택합니다.



F2 실행한다

F4 실행하지 않는다

초기화 후 측정화면이 표시됩니다.

초기설정 일람

화면		설정 및 키	초기설정	참조
측정화면		COMP	OFF	(p.57)
		AUTO	AUTO	(p.28)
		▲▼(RANGE)	3MΩ	
		SPEED	SLOW	(p.29)
측정화면 (P1/2)		VIEW (F2)	OFF	(p.31)
측정화면 (P2/2)		0 ADJ (F1)	OFF	(p.40)
		LOCK (F2)	OFF	(p.74)
설정화면 (SETTING)	측정 설정화면 (MEAS)	TC SET	OFF	(p.48)
		AVERAGE	OFF	(p.46)
		AUTO HOLD	OFF	(p.37)
		COMP DELAY	OFF	(p.62)
		SCALING(A*R+B)	OFF	(p.50)
		A:	+1.0000E+0	
		B:	+0.0000E+0	
		UNIT:	Ω	
		Ω DIGITS	5DGT	(p.54)
		CURR ERROR MODE	CurErr	(p.36)
	시스템 설정화면 (SYS)	KEY CLICK	ON	(p.78)
		COMP BEEP Hi	OFF	(p.64)
		IN	OFF	
		Lo	OFF	
		PANEL LOAD 0ADJ	ON	(p.70)
		0ADJ RANGE	NORMAL	(p.43)
		CONTRAST	50	(p.79)
		BACKLIGHT	80	(p.80)
		POWER FREQ	AUTO	(p.76)
	EXT I/O 설정화면 (I/O)*1	TRIG SOURCE	INT	(p.105)
		TRIG EDGE	OFF→ON (ON엣지)	(p.107)
		TRIG/PRINT FILT	OFF	(p.109)
		EOM MODE	HOLD	(p.111)
		JUDGE/BCD MODE	JUDGE	(p.113)
	통신 인터페이스 설정화면 (IF) *1	INTERFACE	RS232C	(p.119)
		SPEED	9600bps	(p.122)
		DATA OUT	OFF	(p.129)
		CMD MONITOR	OFF	(p.127)
		PRINT INTRVL	OFF	(p.138)
		PRINT COLUMN	1LINE	(p.137)

*1: RM3544-01만

외부 제어(EXT I/O) 제 8 장

본 기기 뒷면의 EXT I/O커넥터를 이용함으로써 EOM 신호나 판정결과 신호 등을 출력하거나 TRIG 신호와 KEY_LOCK 신호 등을 입력하여 본 기기를 제어할 수 있습니다.
모든 신호는 측정회로 및 접지(어스)로부터 절연되어 있습니다. (입출력 코먼단자는 공통)
입력회로는 스위치를 이용해 전류싱크출력(NPN) 혹은 전류소스출력(PNP)에 대응하도록 전환할 수 있습니다.

입출력의 정격이나 내부회로 구성을 확인하고 안전에 관한 주의사항을 이해하신 후에 제어시스템과 연결하여 올바르게 사용해 주십시오.

신호 출력 또는 입력

컨트롤러의 입출력 사양을 확인한다

↓

본 기기의 NPN/PNP 스위치를 설정한다(p.86)

↓

본 기기의 EXT I/O 커넥터와 제어 기기(컨트롤러)를 연결한다(p.87)

↓

본 기기를 설정한다(p.105)

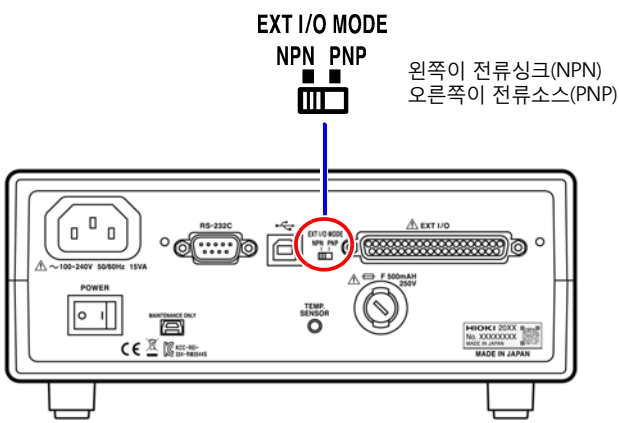
8.1 외부 입출력단자와 신호에 대해서

전류싱크(NPN)/전류소스(PNP)를 전환하기

전환하기 전에 "전류싱크(NPN)/ 전류소스(PNP)를 전환하기 전에"(p.10)를 주의 깊게 읽어 주십시오.

NPN/PNP 스위치에 의해 대응할 수 있는 PLC(programmable controller)의 종별을 변경할 수 있습니다.
출하 시는 NPN 측으로 설정되어 있습니다.
참조: "8.3 내부 회로 구성"(p.100)

	NPN/PNP 스위치 설정	
	NPN	PNP
RM3544 입력회로	싱크 출력에 대응	소스 출력에 대응
RM3544 출력회로	무극성	무극성
ISO_5V 출력	+5V 출력	-5V 출력



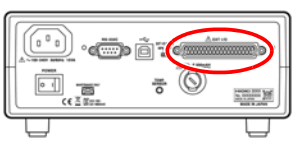
사용 커넥터와 신호 배치

커넥터에 연결하기 전에 "EXT I/O 커넥터에 연결하기 전에"(p.10)를 주의 깊게 읽어 주십시오.

EXT I/O를 사용함으로써 다음 제어가 가능합니다.

- 측정 시작(TRIG) → 측정 종료(EOM, INDEX)
  → 판정결과 취득(HI, IN, LO, ERR)
- 측정 시작(TRIG) → 측정 종료(EOM, INDEX)
  → 측정치 취득(BCD_LOW, BCDm_n, RNG_OUTn)
- 패널 로드(LOAD0~LOAD3, TRIG)
- 범용 입출력(IN0, IN1, OUT0, OUT1, OUT2)

외부 I/O의 입출력 확인에는 "입출력 테스트하기(EXT I/O 테스트 기능)"(p.114)가 편리합니다.



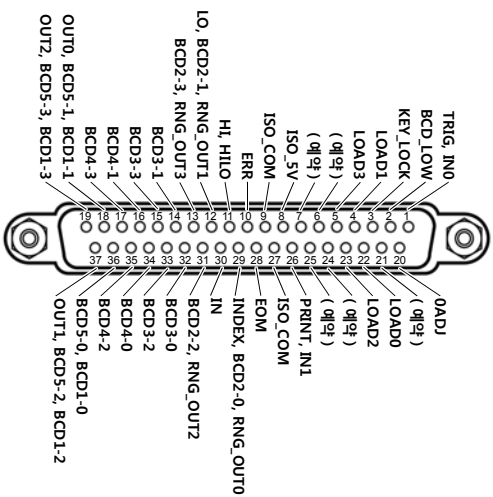
사용 커넥터(본체측)

- D-SUB 37핀 암컷 #4-40인치 나사

적합 커넥터

- DC-37P-ULR(납땜형)
- DCSP-JB37PR(압접형)

일본항공전자공업사 제품



EXT I/O 커넥터(본체측)

8.1 외부 입출력단자와 신호에 대해서

핀	신호명	I/O	기능	논리	핀	신호명	I/O	기능	논리
1	TRIG, IN0	IN	외부 트리거 범용 입력	엣지 (edge)	20	0ADJ	IN	영점 조정	엣지 (edge)
2	BCD_LOW	IN	BCD 하위 바이트 출력	레벨	21	(예약)	-	-	-
3	KEY_LOCK	IN	KEY LOCK	레벨	22	LOAD0	IN	패널 로드	레벨
4	LOAD1	IN	패널 로드	레벨	23	LOAD2	IN	패널 로드	레벨
5	LOAD3	IN	패널 로드	레벨	24	(예약)	-	-	-
6	(예약)	-	-	-	25	(예약)	-	-	-
7	(예약)	-	-	-	26	PRINT, IN1	IN	측정치 인쇄 범용 입력	엣지 (edge)
8	ISO_5V	-	절연전원+5V (-5V) 출력	-	27	ISO_COM	-	절연전원 코먼	-
9	ISO_COM	-	절연전원 코먼	-	28	EOM	OUT	측정 종료	레벨
10	ERR	OUT	측정이상	레벨	29	INDEX, BCD2-0, RNG_OUT0	OUT	아날로그 계측 종료 BCD	레벨
11	HI, HILO	OUT	콤퍼레이터 판정	레벨	30	IN	OUT	콤퍼레이터 판정	레벨
12	LO, BCD2-1, RNG_OUT1	OUT	콤퍼레이터 판정 BCD	레벨	31	BCD2-2, RNG_OUT2	OUT	BCD	레벨
13	BCD2-3, RNG_OUT3	OUT	BCD	레벨	32	BCD3-0	OUT	BCD	레벨
14	BCD3-1	OUT	BCD	레벨	33	BCD3-2	OUT	BCD	레벨
15	BCD3-3	OUT	BCD	레벨	34	BCD4-0	OUT	BCD	레벨
16	BCD4-1	OUT	BCD	레벨	35	BCD4-2	OUT	BCD	레벨
17	BCD4-3	OUT	BCD	레벨	36	BCD5-0, BCD1-0	OUT	BCD	레벨
18	OUT0, BCD5-1, BCD1-1	OUT	범용 출력 BCD	레벨	37	OUT1, BCD5-2, BCD1-2	OUT	범용 출력 BCD	레벨
19	OUT2, BCD5-3, BCD1-3	OUT	범용 출력 BCD	레벨					

주의 사항

- 0ADJ 신호는 10 ms 이상 ON으로 하지 않으면 유효화되지 않습니다.
- 커넥터 프레임은 본 기기 뒷면 패널(금속부)에 연결됨과 동시에 전원 Inlet의 보호접지단자에 연결되어 있습니다.
  코맨드와 키 조작으로 패널 로드를 전환할 경우는 4, 5 및 22, 23핀 모두를 ON 또는 OFF로 고정해 주십시오.

각 신호의 기능

(1) 절연전원

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

(2) 입력 신호

TRIG	TRIG 신호는 ON 엣지 또는 OFF 엣지로 동작합니다. 엣지의 방향은 EXT I/O 설정 화면에서 설정할 수 있습니다. (초기설정: ON 엣지) • 트리거 소스가 외부 [EXT]인 경우 TRIG 신호에 의해 한번 측정합니다. • 트리거 소스가 내부 [INT]인 경우 TRIG 신호에 의해 측정은 하지 않습니다. 레인지 전환과 패널 로드 후에 측정치가 안정될 때까지 대기시간이 필요합니다. 대기 시간은 측정대상에 따라 다릅니다. 트리거 입력은 **ENTER**(트리거) 키와 `*TRG` 코맨드로도 할 수 있습니다.	p.107
0ADJ	0ADJ 신호를 OFF에서 ON으로 하면, 그 엣지에서 한번 영점 조정을 합니다. **오동작 방지를 위해 10 ms이상 ON을 유지해 주십시오.** 영점 조정에 실패하면 ERR 신호가 ON이 됩니다.	p.40
PRINT	PRINT 신호를 OFF에서 ON으로 하면, 그 엣지에서 현재의 측정치를 인쇄합니다.	p.136
KEY_LOCK	KEY_LOCK 신호가 ON일 때, 본 기기 정면의 키 조작(스탠바이 키, **ENTER**(트리거)키 이외)는 모두 무효가 됩니다. (LOCK 해제, 리모트 상태 해제를 위한 키 조작도 무효입니다)	p.74
BCD_LOW	BCD 출력 설정으로 사용하고 있을 때, BCD_ LOW를 OFF로 하면 상위 자리를 출력합니다. BCD_ LOW를 ON으로 하면 하위 자리 및 레인지 정보를 출력합니다.	p.91
LOAD0 ~ LOAD3	LOAD0이 LSB이고, LOAD3이 MSB입니다. 자세히는 "(4) 신호대응표"(p.92)를 참조해 주십시오. LOAD 신호의 어느 하나가 변화하여, 그 뒤 10 ms동안 변경이 없는 경우에는 패널 로드를 실행합니다. 로드가 완료할 때까지 LOAD0~3의 신호는 변경하지 마십시오. 통신으로 컨트롤할 경우(리모트 상태)에도 LOAD신호는 유효합니다. 유효한 패널 번호의 LOAD 신호가 ON일 때는 키 조작이 모두 무효가 됩니다. 코맨드와 키 조작으로 패널 로드할 경우는 4, 5 및 22, 23핀 모두를 ON 또는 OFF로 고정해 주십시오.	p.92
IN0, IN1	범용 입력단자로서 `:IO:INPut?` 코맨드로 입력의 상태를 감시할 수 있습니다. **참조:** 부속 애플리케이션 디스크 내에 있는 통신 코맨드 사용설명서	

(3) 출력 신호

EOM	측정 및 영점 조정 종료신호입니다. 이 시점에서 콤퍼레이터 판정결과, ERR, BCD 신호는 확정되어 있습니다.	p.111
INDEX	측정회로의 A/D변환이 종료되었음을 나타내는 신호입니다. 이 신호가 OFF에서 ON이 되면 측정대상을 프로브로부터 분리해도 됩니다.	
ERR	측정이상(오버 검출을 제외)일 때 출력됩니다. EOM 신호와 동시에 갱신됩니다. 이때 콤퍼레이터 판정 결과 출력은 모두 OFF가 됩니다.	p.34
HI, IN, LO	콤퍼레이터의 판정결과입니다.	
HILO	BCD 출력설정을 한 경우, 11핀은 Hi판정과 Lo판정의 OR을 출력합니다.	
BCDm-n	BCD 출력설정을 한 경우, m자리의 n비트를 출력합니다. (BCD1-x가 최하위 자리, BCDx-0이 LSB입니다) 측정치 표시가 "**OvrRng**" 혹은 "**-----**"인 경우, BCD 출력은 모든 자리가 "9"가 됩니다. 측정치 표시가 마이너스인 경우, BCD 출력은 모든 자리가 "0"이 됩니다. 하한치를 0으로 설정하고 마이너스의 측정치가 된 경우에는 표시부의 결과에 따라 LO 신호를 출력합니다. 단, 콤퍼레이터의 REF%모드로 하고 있는 경우는 표시되어 있는 상대치의 부호가 없는 값(절대치)을 출력합니다.	p.92
OUT0~ OUT2	출력 모드가 "판정 모드"일 때, 18, 19, 37 핀을 범용 출력단자로서 이용할 수 있습니다. `:IO:OUTPut` 코맨드로 출력신호를 제어할 수 있습니다. **참조:** 부속 애플리케이션 디스크 내에 있는 통신 코맨드 사용설명서	p.113
RNG_OUT0 ~ RNG_OUT3	BCD 출력 설정으로 사용하고 있을 때, BCD_ LOW를 ON으로 하면 12, 13, 29, 31 핀으로부터 레인지 정보를 취득할 수 있습니다.	p.92

주의 사항

- 측정화면이 아닐 때, 에러 등 메시지 표시 중인 상태에서는 입력 신호가 무효가 됩니다.
- 본 기기 내부에서 측정조건을 변경하고 있는 동안은, EXT I/O의 입출력 신호를 이용할 수 없습니다.

판정 모드와 BCD 모드

출력신호에는 판정 모드와 BCD모드가 있습니다.
BCD모드는 상위 자리, 하위 자리(및 레인지 정보)에서 기능을 겸용하고 있습니다.
참조: "출력 모드(판정 모드/ BCD 모드)를 전환하기"(p.113)

판정 모드에서의 단자 기능

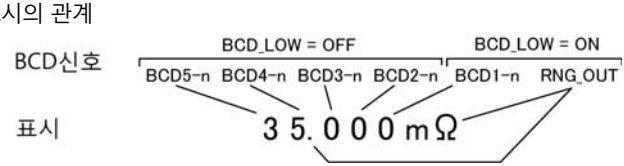
핀	기능	핀	기능
9	ISO_COM	28	EOM
10	ERR	29	INDEX
11	HI	30	IN
12	LO	31	-
13	-	32	-
14	-	33	-
15	-	34	-
16	-	35	-
17	-	36	-
18	OUT0	37	OUT1
19	OUT2		

BCD모드에서의 단자 기능

BCD의 상위 자리, 하위 자리(및 레인지 정보)는 BCD_LOW 신호로 전환합니다.

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

BCD신호와 표시의 관계



(4) 신호대응표

LOAD0~LOAD3

LOAD3	LOAD2	LOAD1	LOAD0	패널 번호
OFF	OFF	OFF	OFF	변화 없음
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
ON	OFF	ON	OFF	10
ON	OFF	ON	ON	변화 없음
ON	ON	OFF	OFF	변화 없음
ON	ON	OFF	ON	변화 없음
ON	ON	ON	OFF	변화 없음
ON	ON	ON	ON	변화 없음

RNG_OUT0~RNG_OUT3

RNG_OUT3	RNG_OUT2	RNG_OUT1	RNG_OUT0	레인지
OFF	OFF	OFF	ON	30 mΩ
OFF	OFF	ON	OFF	300 mΩ
OFF	OFF	ON	ON	3 Ω
OFF	ON	OFF	OFF	30 Ω
OFF	ON	OFF	ON	300 Ω
OFF	ON	ON	OFF	3 kΩ
OFF	ON	ON	ON	30 kΩ
ON	OFF	OFF	OFF	300 kΩ
ON	OFF	OFF	ON	3 MΩ

BCDm-0~BCDm-3

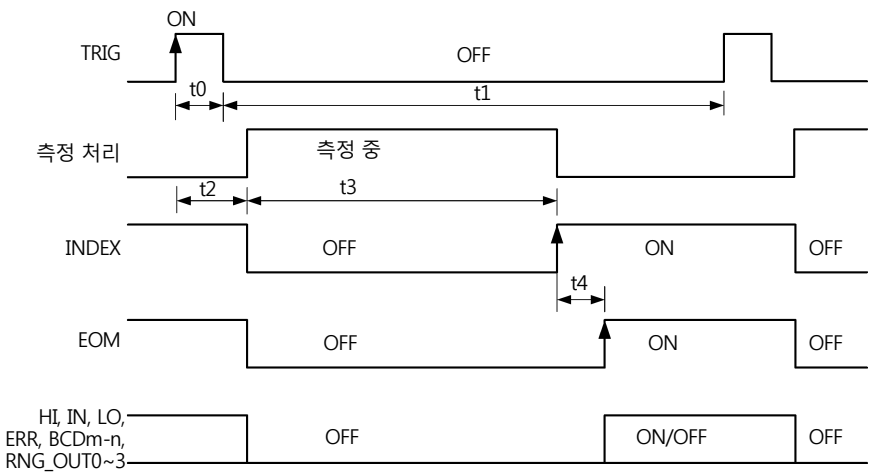
BCDm-3	BCDm-2	BCDm-1	BCDm-0	측정치
OFF	OFF	OFF	OFF	0
OFF	OFF	OFF	ON	1
OFF	OFF	ON	OFF	2
OFF	OFF	ON	ON	3
OFF	ON	OFF	OFF	4
OFF	ON	OFF	ON	5
OFF	ON	ON	OFF	6
OFF	ON	ON	ON	7
ON	OFF	OFF	OFF	8
ON	OFF	OFF	ON	9

8.2 타이밍 차트

각 신호 레벨은 접점의 ON/OFF 상태를 나타냅니다. 전류소스(PNP) 설정에서는 EXT I/O단자의 전압 레벨과 같아집니다. 전류싱크(NPN) 설정에서의 전압 레벨은 High와 Low가 반대가 됩니다.

측정 시작에서부터 판정결과의 취득

(1) 외부 트리거 [EXT] 설정(EOM출력 HOLD)

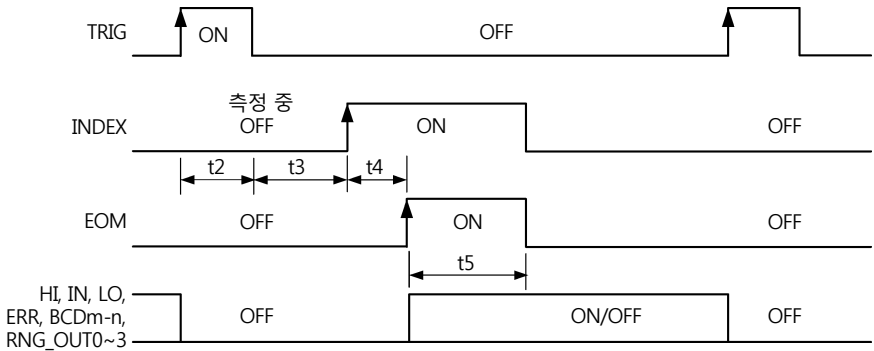


주의 사항

- 측정 중(INDEX 신호가 OFF)은 TRIG 신호를 입력하지 마십시오. (1회만 보류가 됩니다).
- 레인지 전환 등 설정을 변경한 경우, 처리시간 약 300 ms가 지나고 나서 TRIG 신호를 입력해 주십시오.
- 측정화면이 아닐 때, 혹은 에러 등 메시지 표시 중인 상태에서는 입력신호가 무효가 됩니다.
- HI, IN, LO, ERR, BCDm-n 신호의 출력은 EOM 신호가 ON이 되기 전에 확정되어 있습니다.
  단, 컨트롤러의 입력회로 응답이 느린 경우에는, EOM=ON을 수신하고 나서 판정결과를 들여오기까지 대기시간이 필요합니다.

(2) 외부 트리거 [EXT] 설정(EOM출력 PULSE)

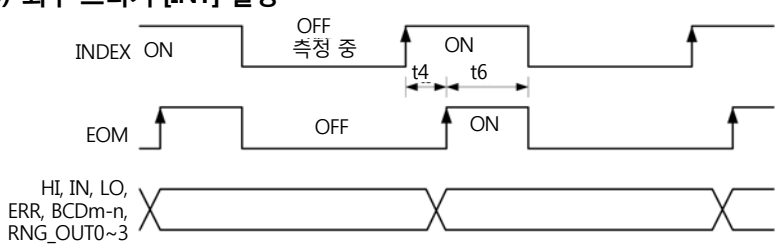
측정 종료 시에 EOM 신호가 ON이 되어 EOM 펄스 폭으로 설정한 시간(t5)이 경과하면 OFF로 돌아옵니다.



참조: "EOM 신호 설정하기"(p.111)

EOM 신호가 ON인 기간에 TRIG 신호를 입력한 경우, TRIG 신호를 받아들여 측정처리를 시작한 시점에서 EOM 신호는 OFF가 됩니다.

(3) 외부 트리거 [INT] 설정



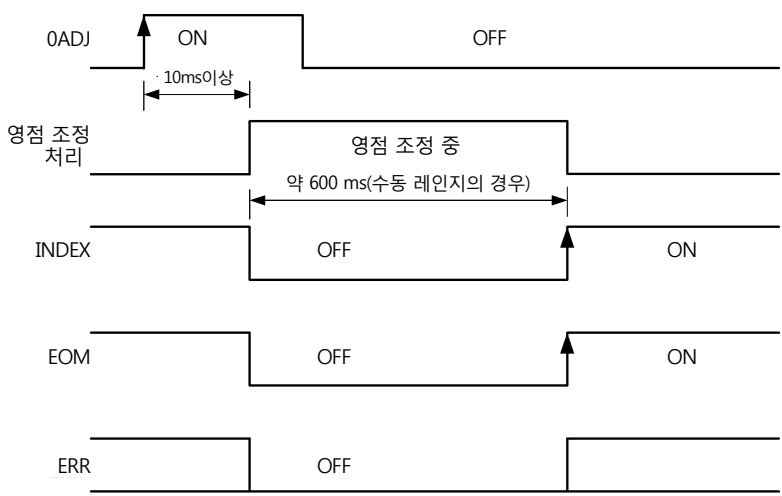
내부 트리거 [INT]일 때, EOM 신호는 폭 5 ms의 펄스출력이 됩니다. 또 판정결과 및 ERR 신호는 측정 시작 시에 OFF가 되지 않습니다.

타이밍 차트 각 시간의 설명

항목	내용	시간	비고
t0	트리거 펄스 ON 시간	0.1 ms 이상	ON/ OFF엣지 선택 가능
t1	트리거 펄스 OFF 시간	1 ms 이상	
t2	측정 시작 시간	1 ms, max	
t3*	취득 처리 시간	FAST (50 Hz) : 20 ms FAST (60 Hz) : 17 ms MEDIUM : 100 ms SLOW : 400 ms	참고값
t4	연산 시간	1 ms, max	
t5	EOM 펄스 폭	1~100 ms	설정에 따른다
t6	내부 트리거에서의 EOM 펄스 폭	5 ms	변경 불가

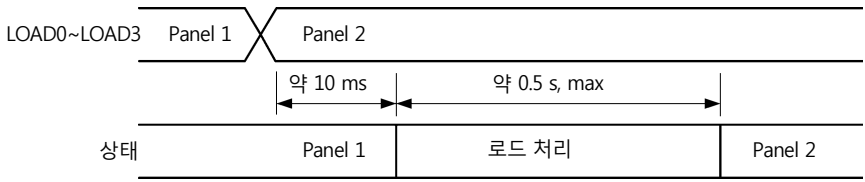
* 외부 트리거 설정(및 **:READ?** 쿼리)에서 애버리지 횟수를 n회로 설정한 경우, t3은 대략 n배가 됩니다. (코맨드에 대해서는 부속 애플리케이션 디스크 내의 통신 코맨드 사용설명서를 참조해 주십시오)
내부 트리거 설정의 경우, 측정 시간은 애버리지 횟수에 따르지 않습니다.

영점 조정의 타이밍



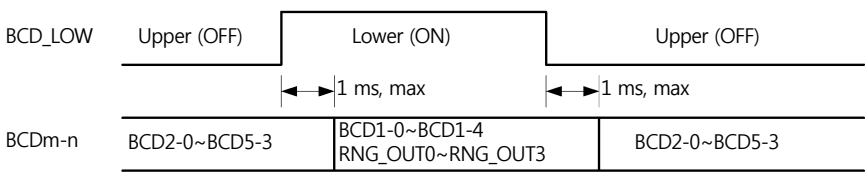
- EOM 출력 PULSE의 경우, EOM 신호는 펄스 폭 시간이 경과하면 OFF가 됩니다.
- 내부 트리거 [INT]일 때, EOM 신호는 폭 5 ms의 펄스출력이 됩니다. 또 ERR 신호는 측정 시작 시 OFF가 되지 않습니다. 다음 측정 종료 시 갱신됩니다.

패널 로드의 타이밍



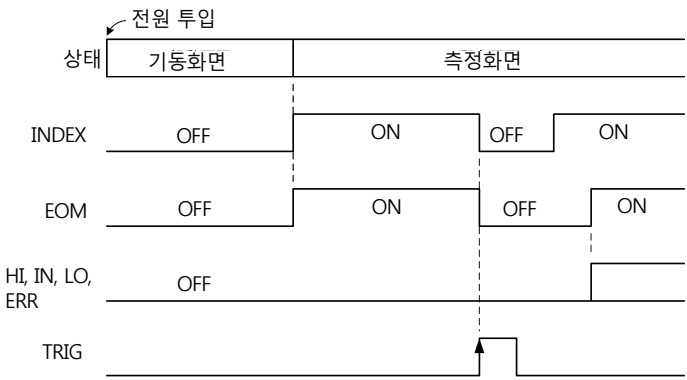
BCD신호의 타이밍

BCD_LOW 신호에 의한 BCDm_n 신호의 천이 시간



전원 투입 시 출력신호 상태

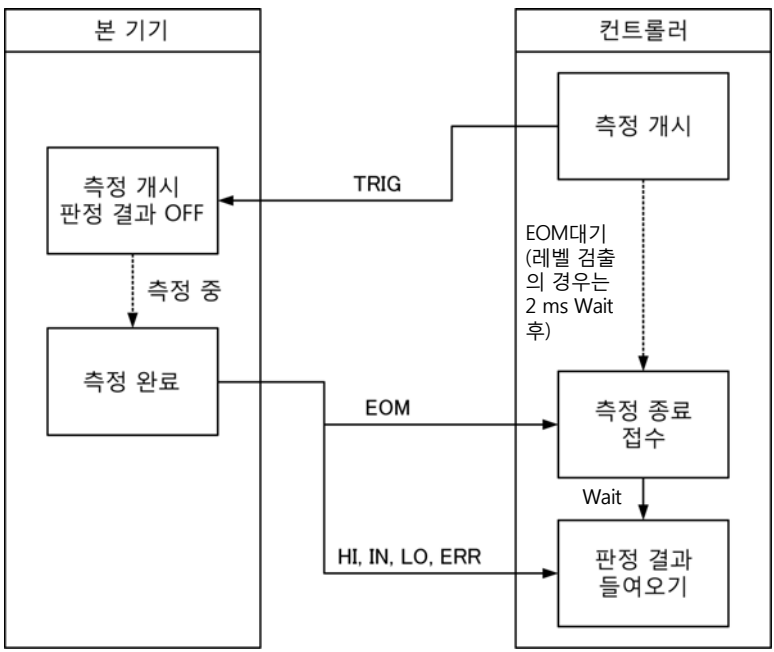
전원 투입 후, 기동화면에서 측정화면으로 바뀌면 EOM 신호와 INDEX 신호는 ON이 됩니다.
EOM 출력 PULSE의 경우는 그대로 OFF입니다.



트리거 소스 EXT, EOM 출력 HOLD로 설정되어 있을 때의 동작을 나타냅니다.

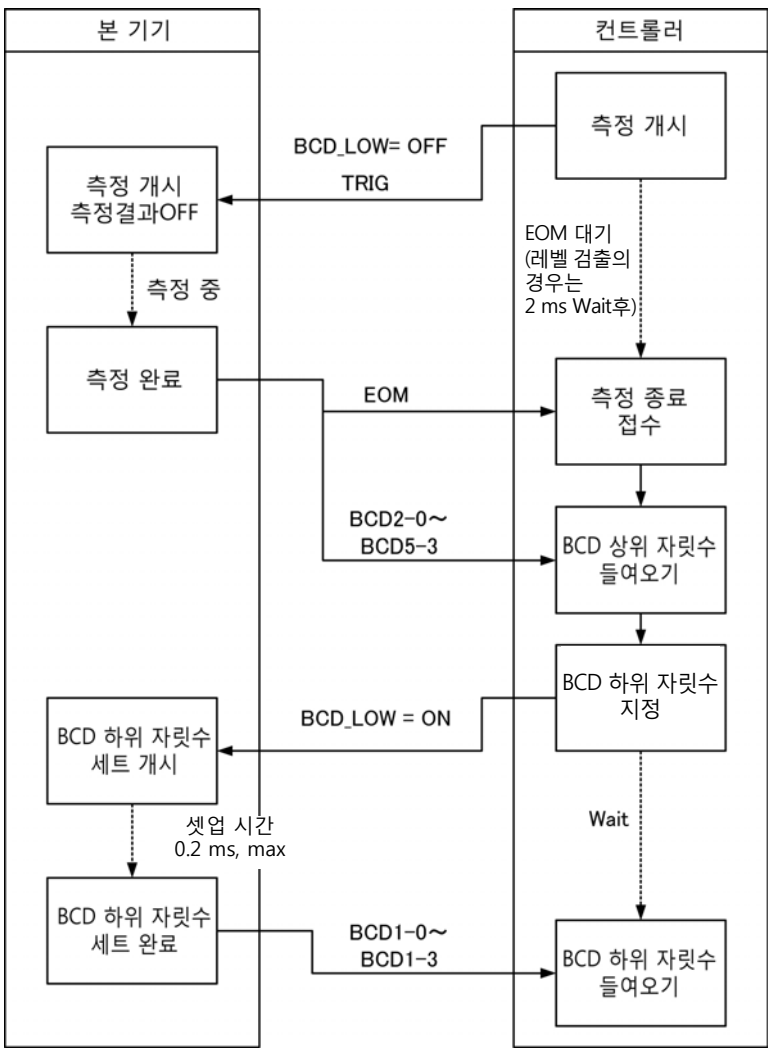
외부 트리거의 취득 흐름

외부 트리거에서 사용할 경우의 측정 시작부터 판정결과 혹은 측정치 취득까지의 흐름을 나타냅니다.
본 기기는 판정결과(HI, IN, LO, ERR)가 확정되면 곧바로 EOM 신호를 출력합니다. 컨트롤러의 입력회로 응답이 느린 경우는 EOM 신호의 ON을 검출하고 나서 판정결과를 들여오기까지 대기시간이 필요합니다.



외부 트리거에서의 측정치(BCD) 취득 흐름

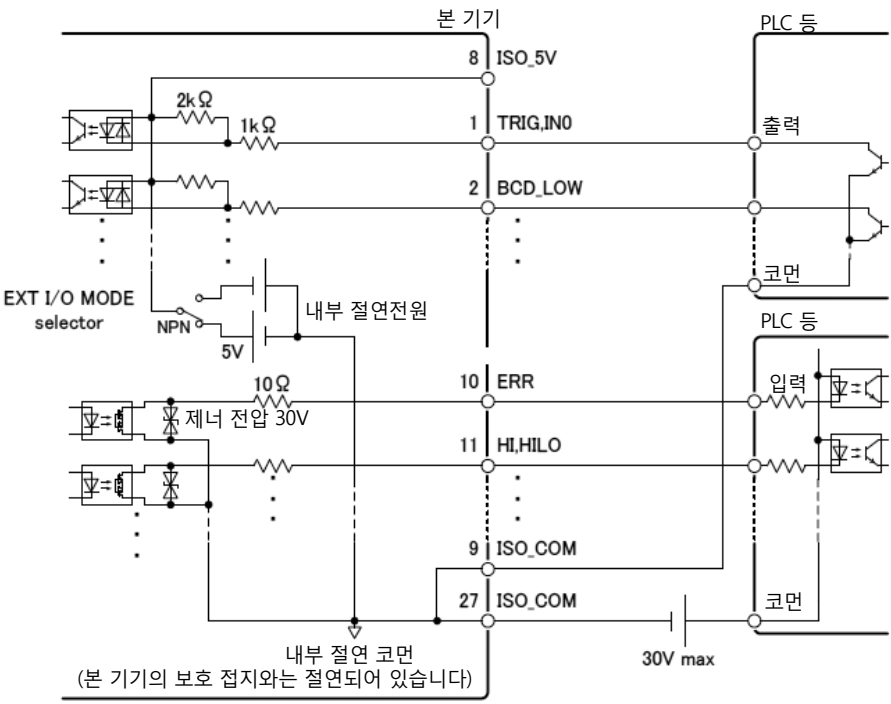
BCD 출력은 상위 자리와 하위 자리를 나누어서 들여올 필요가 있습니다. 상위 자리와 하위 자리를 들여오는 순서는 어느 쪽이 먼저라도 상관없습니다. 아래 예는 상위 자리를 먼저 들여옵니다. 컨트롤러의 입력회로 응답이 느린 경우에는, EOM 신호의 ON을 검출하고 나서 측정치(BCD)를 들여오기까지 대기시간이 필요합니다.



8.3 내부 회로 구성

NPN 설정

8 pin에 외부 전원을 연결하지 말 것

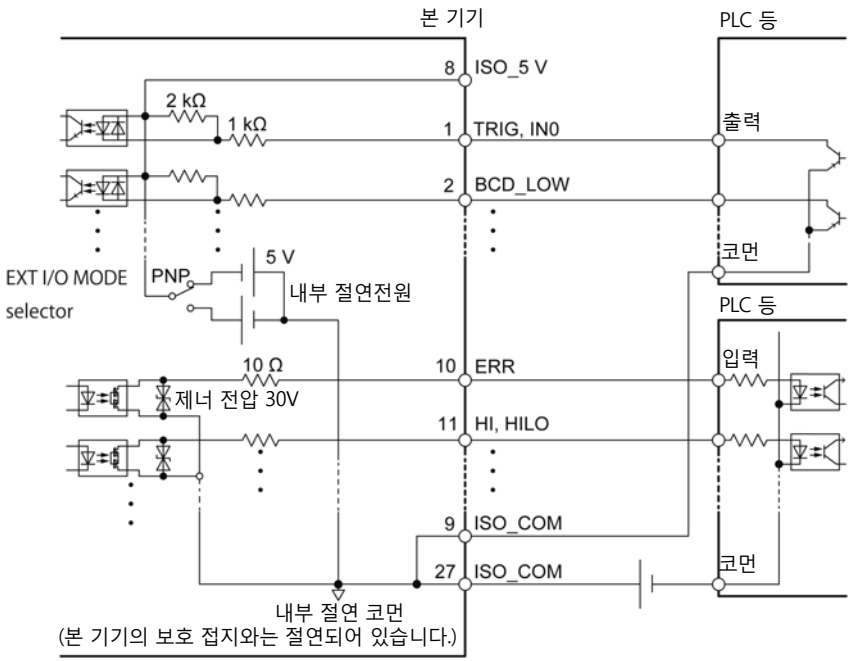


주의 사항

- 입력신호와 출력신호의 코먼단자는 모두 ISO_COM을 사용해 주십시오.
- 코먼 배선에 대전류가 흐르는 경우에는 출력신호의 코먼 배선과 입력신호의 코먼 배선을 ISO_COM 단자 부근에서 분기시켜 주십시오.

PNP 설정

8 pin에 외부 전원을 연결하지 말 것



주의 사항

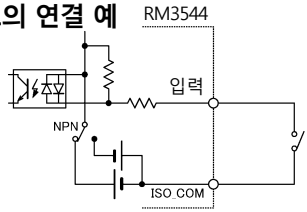
입력신호와 출력신호의 코먼단자는 모두 ISO_COM을 사용해 주십시오.

전기적 사양

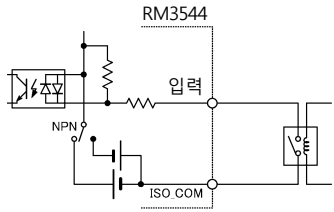
입력 신호	입력 형식	포토커플러 절연 무전압 접점 입력 (전류싱크/소스 출력 대응)
	입력 ON	잔류 전압 1 V (입력 ON 전류 4 mA(참고값))
	입력 OFF	OPEN(차단전류 100 μA이하)
출력 신호	출력 형식	포토커플러 절연 오픈드레인 출력 (무극성)
	최대 부하 전압	DC30 V_{MAX}
	최대 출력 전류	50 mA/ch
	잔류 전압	1 V 이상(부하 전류 50 mA) / 0.5 V 이하(부하 전류 10 mA)
내장 절연전원	출력 전압	싱크 출력 대응: 5.0 V±10%, 소스 출력 대응: -5.0 V±10%
	최대 출력 전류	100 mA
	외부 전원 입력	없음
	절연	보호접지 전위 및 측정회로에서 플로팅
	절연정격	대지간 전압 DC50 V, AC33 Vrms, AC46.7 Vpk 이하

연결 예

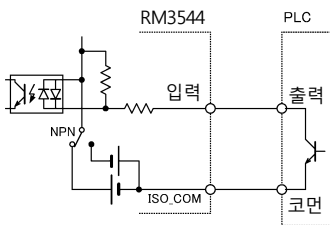
입력회로의 연결 예



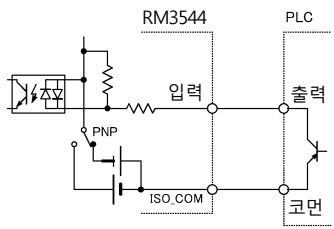
스위치와의 연결



릴레이와의 연결

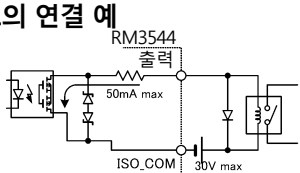


PLC 출력(NPN출력)과의 연결

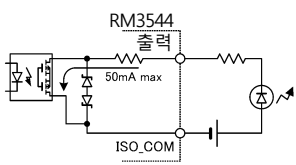


PLC 출력(PNP출력)과의 연결

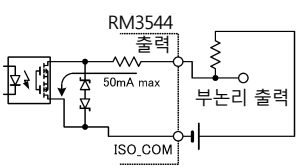
출력회로의 연결 예



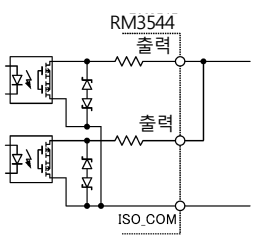
릴레이와의 연결



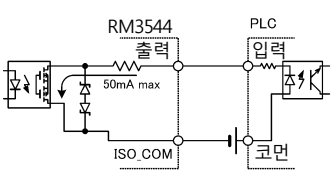
LED와의 연결



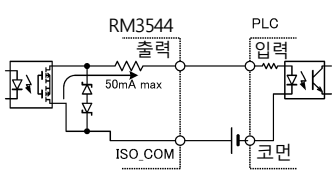
부논리 출력



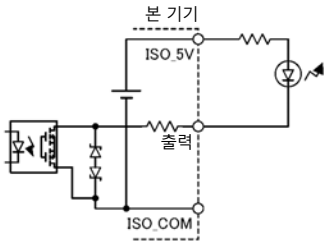
와이어드 OR



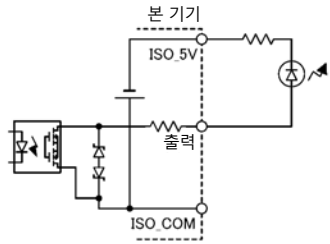
PLC 입력(플러스공통 입력)과의 연결



PLC 입력(마이너스공통 입력)과의 연결



LED와의 연결(ISO_5V 사용, NPN 설정)



LED와의 연결(ISO_5V 사용, PNP 설정)

8.4 외부 입출력에 관한 설정

외부 입출력은 다음 설정을 할 수 있습니다.

입력에 관한 설정
- 측정 시작 조건을 설정하기(트리거 소스)(p.105)
- TRIG 신호의 논리 설정하기(p.107)
- TRIG/ PRINT 신호의 채터링 제거하기(필터 기능)(p.109)

출력에 관한 설정
- EOM 신호 설정하기(p.111)
- 출력 모드(판정 모드/BCD 모드) 전환하기(p.113)

측정 시작 조건 설정하기(트리거 소스)

측정을 시작하려면 다음 2가지 방법이 있습니다.

자동측정하고 싶다 → **내부 트리거 [INT]로 측정하기**

내부에서 자동적으로 트리거를 발생하여 연속 측정합니다.

임의의 타이밍으로 측정하고 싶다 → **외부 트리거 [EXT]로 측정하기**

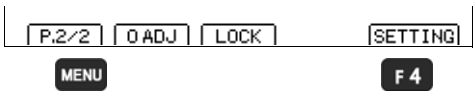
외부에서 제어하여 측정합니다. 수동으로 측정할 수도 있습니다.
- EXT I/O 커넥터를 써서 신호를 보낸다.(p.85)
- 인터페이스로 ***TRG** 코맨드를 송신한다.
- ENTER 를 누른다.

주의 사항

내부 트리거로 설정되어 있는 경우, 외부 I/O로부터의 TRIG 신호 입력과 ***TRG**코맨드는 무시됩니다.

트리거 소스를 전환하기

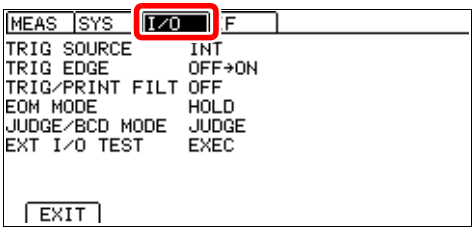
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

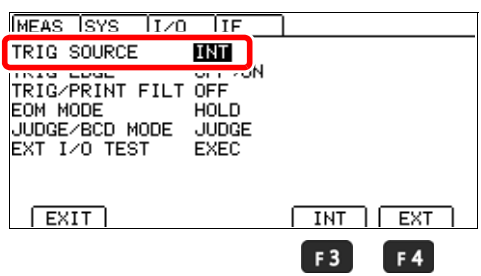
2 F 4 설정화면을 표시

2 EXT I/O 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로 [I/O]탭으로 이동

3 트리거 소스를 선택합니다.



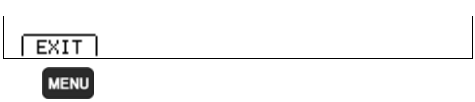
1 선택

2

F 3 (INT) 내부 트리거 (초기설정)

F 4 (EXT) 외부 트리거

4 측정화면으로 돌아옵니다.



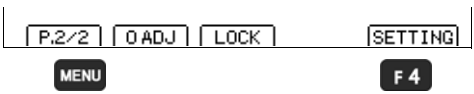
MENU 측정화면에 되돌아가기

일반적으로 정면 패널에서 키 조작을 할 때는 "연속측정" 상태(**:INITIATE:CONTINUOUS ON**)로 되어 있습니다. 트리거 소스가 내부 트리거 [INT]로 설정되어 있을 때는 연속해서 트리거가 걸리는 "프리 런" 상태가 됩니다. 트리거 소스가 외부 트리거 [EXT]로 설정되어 있을 때는 외부에서 트리거를 입력할 때마다 측정합니다.
RS-232C나 USB를 매개로 한 설정에서는 연속측정을 해제할 수 있습니다.
(**:INITIATE:CONTINUOUS OFF**). 연속측정을 해제하면 컨트롤러(컴퓨터나 PLC)로부터 지정된 타이밍일 때만 트리거를 받아들이게 됩니다.
참조: 트리거 코맨드에 대해서는 부속 애플리케이션 디스크를 참조해 주십시오.

TRIG 신호의 논리 설정하기

TRIG 신호가 유효가 될 논리를 ON엣지/ OFF 엣지로 선택합니다.
OFF 엣지로 사용할 경우, 측정시간은 약 1.0 ms 길어집니다.

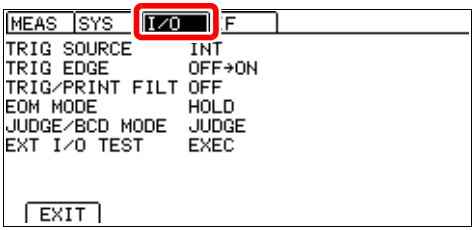
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

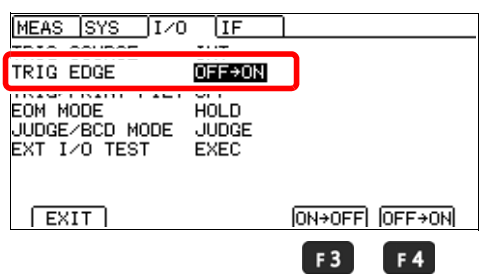
2 F 4 설정화면을 표시

2 EXT I/O 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키 로
[I/O]탭으로 이동

3 트리거조건을 선택합니다.



1 선택

2

F 3 [ON→OFF]
OFF 엣지로 측정을 시작

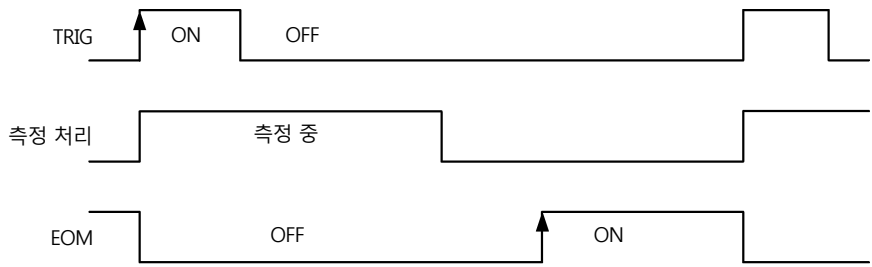
F 4 [OFF→ON]
ON 엣지(초기설정)

4 측정화면으로 돌아옵니다.

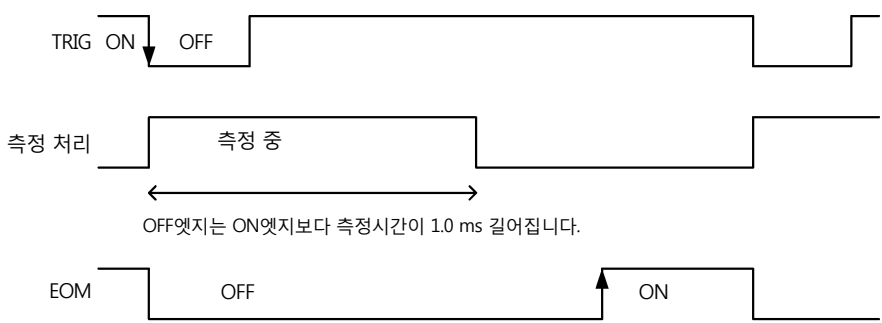
MENU 측정화면에 되돌아가기

ON 엣지와 OFF 엣지의 동작

- ON 엣지



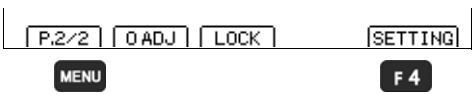
- OFF 엣지



TRIG/ PRINT 신호의 채터링을 제거하기(필터 기능)

TRIG/PRINT 신호에 풋스위치 등을 연결할 경우 채터링을 제거하는 필터 기능이 유효합니다.

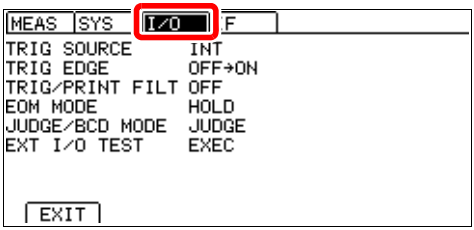
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

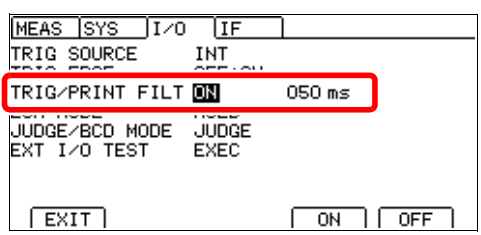
2 F 4 설정화면을 표시

2 EXT I/O 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[I/O]탭으로 이동

3 필터 기능을 선택합니다.



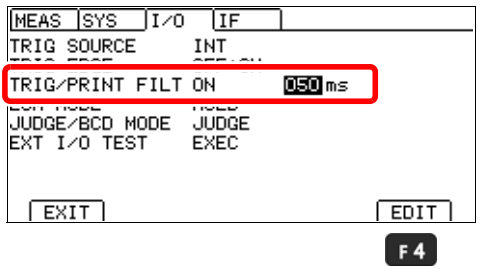
1 선택

2

F 3 ON

F 4 OFF (초기설정)

4 응답시간을 설정합니다.



설정 범위: 50 ms~500 ms (초기설정 50 ms)

1 설정할 항목에 커서를 이동
F 4 로 수치 편집을 할 수 있게 한다.

2 자리 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

3 ENTER 확정
(ESC 취소)

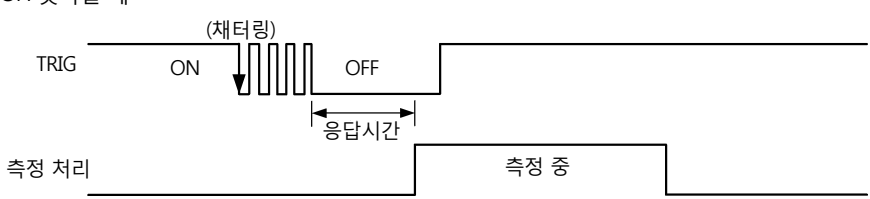
5 측정화면으로 돌아옵니다.

MENU 측정화면에 되돌아가기

필터 기능 (TRIG신호 예)

- ON엣지일 때

- OFF엣지일 때



입력신호는 응답시간이 경과할 때까지 유지해 주십시오.

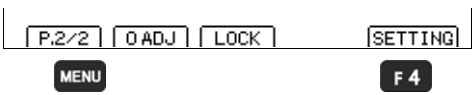
EOM 신호 설정하기

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

주의 사항

내부 트리거[INT]일 때, EOM 펄스 폭은 설정에 상관없이 5 ms 고정입니다.

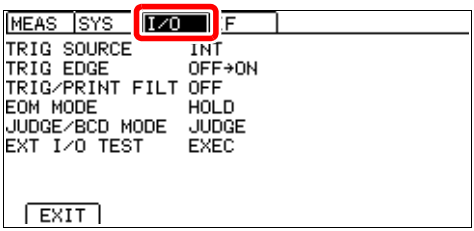
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

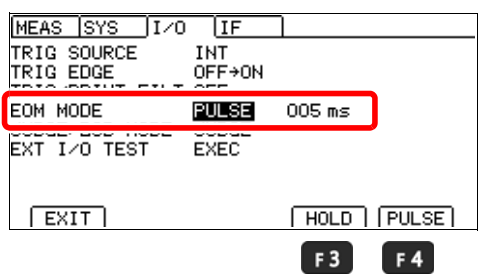
2 F 4 설정화면을 표시

2 EXT I/O 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[I/O]탭으로 이동

3 EOM 신호의 출력형식을 선택합니다.



1 선택

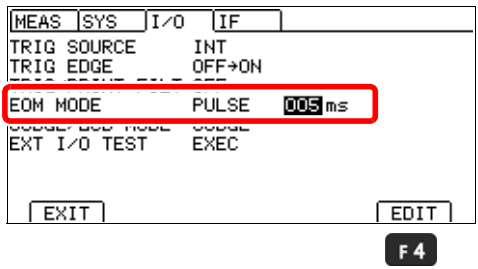
2

F 3 측정 종료 후, EOM 신호를 유지 합니다.(초기설정)
(스텝 5로)

F 4 측정 종료 후, 지정한 펄스를 출력합니다.

4 (PULSE를 선택한 경우)

펄스 폭을 설정합니다.



1 ◀ ▶
설정할 항목에 커서를 이동
F 4 로 수치 편집을 할 수 있게 한다.

2 ◀ ▶ 자리 이동 ◀ ▶ 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

3 ENTER 확정
(ESC 취소)

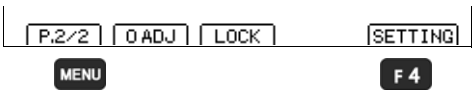
설정 범위: 1 ms~100 ms (초기설정 5 ms)

5 측정화면으로 돌아옵니다.

MENU 측정화면에 되돌아가기

출력 모드(판정 모드/ BCD 모드)를 전환하기

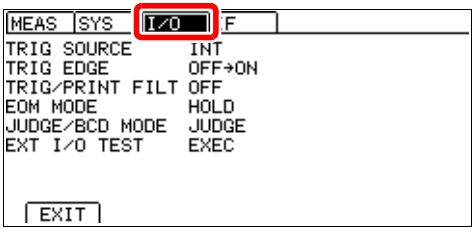
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

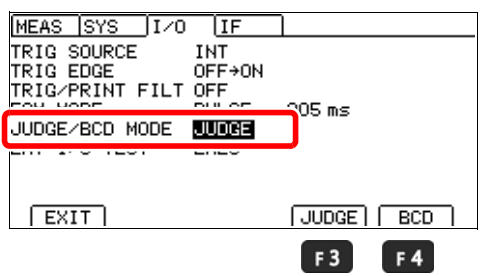
2 F 4 설정화면을 표시

2 EXT I/O 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[I/O]탭으로 이동

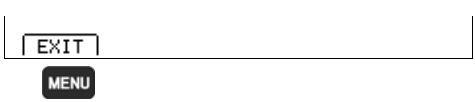
3 출력 모드를 선택합니다.



1 선택

2
F 3 판정 모드(초기설정)
F 4 BCD모드

4 측정화면으로 돌아옵니다.



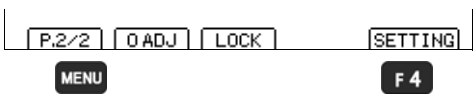
MENU 측정화면에 되돌아가기

8.5 외부 제어 확인하기

입출력 테스트하기(EXT I/O 테스트 기능)

출력신호의 ON, OFF를 수동으로 전환할 수 있고, 입력신호의 상태를 화면에서 확인할 수 있습니다.

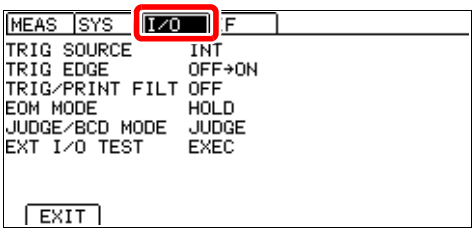
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

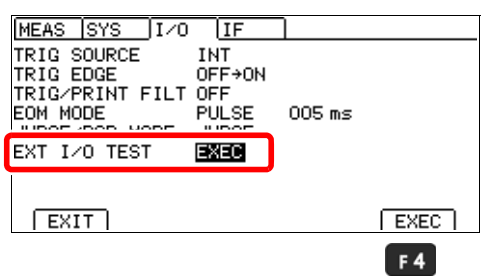
2 F 4 설정화면을 표시

2 EXT I/O 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[I/O]탭으로 이동

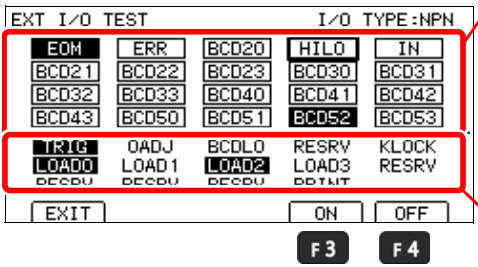
3 EXT I/O 테스트 화면을 엽니다.



1 선택

2 F 4 테스트 화면을 연다

4 EXT/IO의 테스트를 합니다.



출력 신호
신호 조작을 할 수 있습니다
(ON: 반전 표시 OFF: 보통 표시)
◀ ▶: 신호 선택

F3: 신호 ON F4: 신호 OFF

입력 신호
신호 상태가 표시됩니다
(ON: 반전 표시 OFF: 보통 표시)

5 EXT /IO 설정화면으로 돌아옵니다.

MENU EXT /IO 설정화면에 돌아가기

6 측정화면으로 돌아옵니다.

MENU 측정화면에 되돌아가기

8.6 부속 커넥터 조립 방법

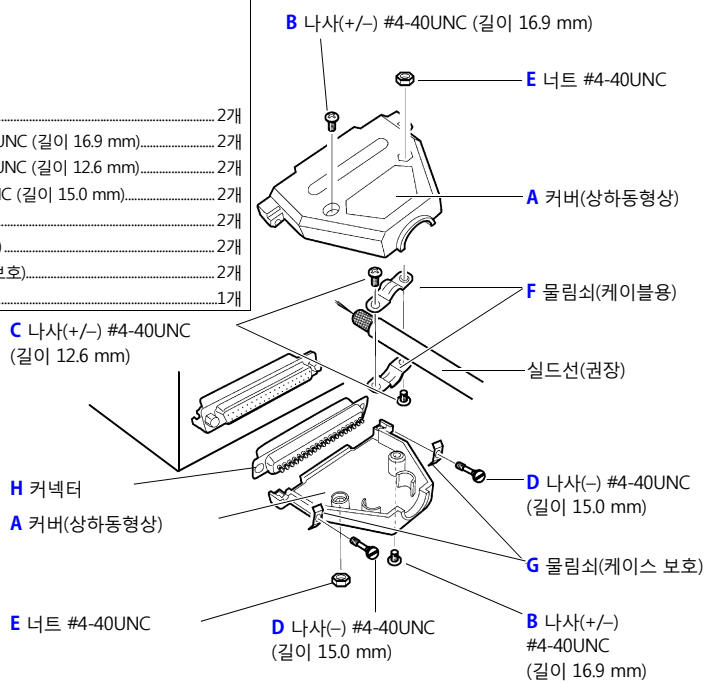
본 기기에는 EXT I/O용 커넥터 및 커버 등이 부속되어 있습니다. 아래 그림을 참고로 조립해 주십시오.

주의 사항

- EXT I/O 커넥터에서 PLC 등에 연결하는 케이블에는 실드선을 사용해 주십시오.
  실드선을 사용하지 않는 경우, 노이즈의 영향으로 시스템이 오동작할 가능성이 있습니다.
- 실드부는 EXT I/O의 ISO_COM 단자에 연결해 주십시오.

준비물:
- 드라이버
- 실드선
- 납땜인두

부속품
- **A** 커버 2개
- **B** 나사(+/-) #4-40UNC (길이 16.9 mm) 2개
- **C** 나사(+/-) #4-40UNC (길이 12.6 mm) 2개
- **D** 나사(-) #4-40UNC (길이 15.0 mm) 2개
- **E** 너트 #4-40UNC 2개
- **F** 물림쇠(케이블용) 2개
- **G** 물림쇠(케이스 보호) 2개
- **H** 커넥터 1개



조립의 순서

1. 케이블(실드선)을 부속 EXT I/O 커넥터(H)에 납땜합니다.
2. 물림쇠(F)를 나사(C)로 케이블에 장착합니다.
3. 물림쇠(F)를 커버(A)의 소정의 위치에 맞도록 조정합니다.
4. 물림쇠(G)에 나사(D)를 끼웁니다.
5. 커버(A) 한편에 커넥터(H), 물림쇠(F), 물림쇠(G), 나사(D)를 둡니다.
6. 커버(A)의 다른 한쪽을 위에서 덮습니다.
7. 나사(B)와 너트(E)로 커버(A)를 고정합니다.
   나사를 너무 강하게 조이면 커버가 파손되므로 주의해 주십시오.

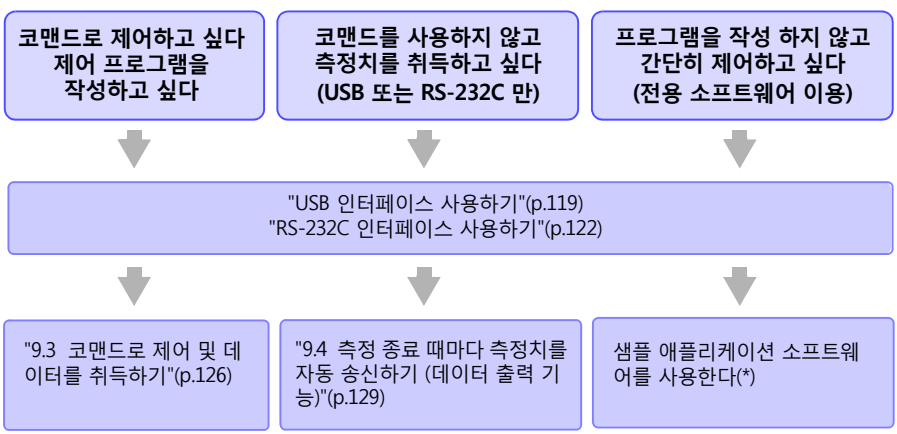
통신
(USB/ RS-232C 인터페이스)

제 9 장

통신 케이블을 연결하기 전에 "사용 시 주의사항"(p.9)을 주의 깊게 읽어 주십시오.

9.1 인터페이스의 개요와 특징

통신 인터페이스를 사용해서 본 기기 제어와 데이터 취득을 할 수 있습니다.
사용 목적에 따른 항목을 참조해 주십시오.



* 샘플 애플리케이션 소프트웨어는 당사 홈페이지(http://www.hioki.com)에서 다운로드해 주십시오.

통신 시간에 대해서

- 통신 처리의 빈도, 처리 내용에 따라 표시 처리에 지연이 발생하는 경우가 있습니다.
- 컨트롤러와의 통신에서는 데이터 전송시간을 추가할 필요가 있습니다.
  USB의 전송시간은 컨트롤러에 따라 다릅니다.
  RS-232C의 전송시간은 스타트 비트 1, 데이터 길이 8, 패리티 없음, STOP비트 1로 합계 10 비트, 전송 속도(보율) 설정을 N bps로 한 경우는 대략적으로 다음과 같습니다.
  전송시간 T [1글자/초] = 보율 N [bps]/10[bit]
  측정치는 11글자이므로 1 데이터의 전송시간은 11/T가 됩니다.
  (예) 9600bps의 경우 11/(9600/10) =약 11 ms
- 코맨드 실행시간에 대해서는 부속 애플리케이션 디스크 내에 있는 통신코맨드 사용설명서를 참조해 주십시오.

사양

주의 사항

각 통신 인터페이스는 하나를 선택해서 사용합니다. 동시에 통신제어 할 수는 없습니다.

USB 사양	
커넥터	시리즈 B 리셉터클
전기적 사양	USB2.0 (Full Speed)
클래스	CDC 클래스, HID 클래스
메시지 터미네이터 (구획문자)	수신 시: CR+LF, CR 송신 시: CR+LF

RS-232C 사양	
전송방식	통신방식: 전이중 동기방식: 조보동기식
전송 속도	9,600bps (초기설정) / 19,200bps / 38,400bps / 115,200bps
데이터 길이	8비트
패리티	없음
스톱 비트	1비트
메시지 터미네이터 (구획문자)	수신 시: CR+LF, CR 송신 시: CR+LF
플로 제어	없음
전기적 사양	입력 전압 레벨 5~15 V : ON, -15~-5 V : OFF 출력 전압 레벨 5~9 V : ON, -9~-5 V : OFF
커넥터	인터페이스 커넥터의 핀 배치 (D-sub9 핀 수컷 감합 고정대 나사 #4-40) 입출력 커넥터는 터미널(DTE) 사양 권장 케이블: 9637 RS-232C 케이블(컴퓨터용) 9638 RS-232C 케이블(D-sub25 핀 커넥터용)

사용 코드: ASCII 코드

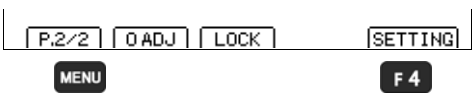
9.2 사용 전 준비 (연결과 설정)

USB 인터페이스 사용하기

1. USB 인터페이스의 통신 조건을 설정한다

본 기기를 설정합니다.

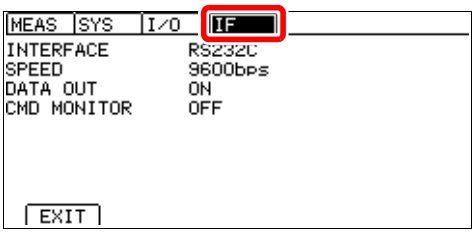
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

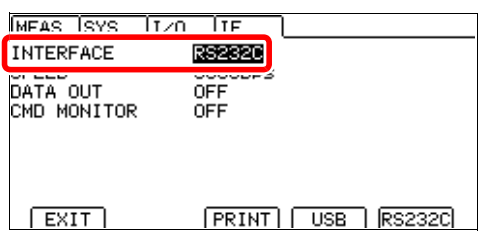
2 F 4 설정화면을 표시

2 통신 인터페이스 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF]탭으로 이동

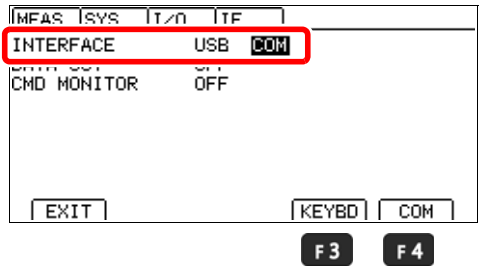
3 인터페이스의 종류를 선택합니다.



1 선택

2 F 3 USB 인터페이스

4 USB 연결 모드를 선택합니다.



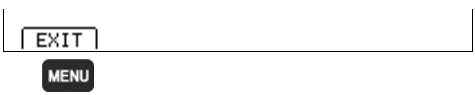
1 설정할 항목에 커서 이동

2

F3 USB 키보드 모드

F4 COM 모드(초기설정)

5 측정화면으로 돌아옵니다.



MENU 측정화면에 되돌아가기

주의 사항

- USB 키보드 모드는 데이터 출력 전용입니다. 코맨드를 사용하는 경우는 COM 모드로 해 주십시오.
- USB 키보드 모드에서는 USB 드라이버를 설치할 필요가 없습니다.
- COM 모드를 처음 사용하는 경우는 USB 드라이버를 설치해 주십시오.
  (p.121)

2. USB 드라이버를 설치한다(COM 모드 선택 시만)

COM 클래스에서 처음 측정기를 컴퓨터에 연결할 때는 전용 USB 드라이버가 필요합니다. 당사 또는 기타 제품을 사용하는 등, 이미 드라이버가 들어있는 경우는 이하의 순서가 필요 없습니다. USB 드라이버는 부속 애플리케이션 디스크 또는 당사 홈페이지(http://www.hioki.com)에서 다운로드할 수 있습니다.
USB 키보드 클래스를 사용하는 경우는 드라이버 설치가 필요없습니다.

설치 순서

USB 케이블로 본 기기와 컴퓨터를 연결하기 전에 실시해 주십시오. 이미 연결되어 있는 경우는 USB 케이블을 분리해 주십시오.

1. **"administrator" 등의 관리자 권한으로 컴퓨터에 로그인합니다.**
2. **설치하기 전 컴퓨터에서 기동하고 있는 모든 애플리케이션을 종료시켜 주십시오.**
3. **HiokiUsbCdcDriver.msi를 실행합니다. 실행 후 화면의 지시에 따라 설치하십시오.**
   부속 애플리케이션 디스크에서 실행하는 경우 이하를 실행합니다.
   X:₩driver₩HiokiUsbCdcDriver.msi(X: 는 CD-ROM 드라이브)
   환경에 따라 대화창이 나오기까지 시간이 걸리지만 그대로 대기해 주십시오.
4. **설치 완료 후 본 기기를 USB로 컴퓨터에 연결하면 자동으로 본 기기가 인식됩니다.**

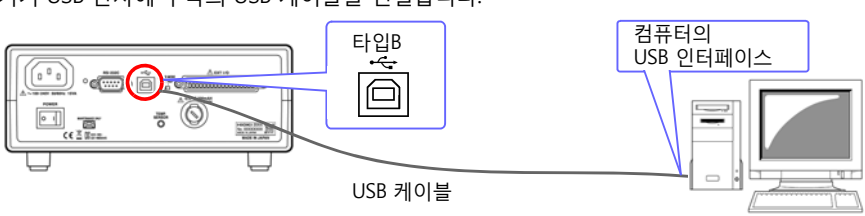
- 새 하드웨어 검색 마법사 화면이 표시되는 경우, Windows Update의 연결확인에 대해서는 [**아니요, 이번에는 연결하지 않습니다**] 를 선택하고, [**소프트웨어를 자동으로 설치하기**]를 선택해 주십시오.
- 서로 다른 제조번호의 본 기기를 연결한 경우에도 새 디바이스를 검출했다는 내용이 통지되는 경우가 있으므로 화면의 지시에 따라 디바이스 드라이버를 설치해 주십시오.
- Windows 로고를 취득하지 않았기 때문에 경고 메시지가 표시되지만, 그대로 진행하십시오.

삭제 순서(드라이버가 필요없게 된 경우에는 삭제해 주십시오)

[**제어판**]-[**프로그램 추가 또는 제거**]를 이용해 Hioki USB CDC Driver를 삭제해 주십시오.

3. USB 케이블을 연결한다

본 기기 USB 단자에 부속의 USB 케이블을 연결합니다.

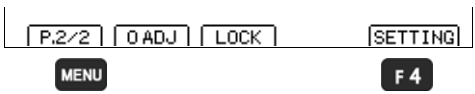


RS-232C 인터페이스 사용하기

1. RS-232C 인터페이스의 통신 조건을 설정한다

본 기기를 설정합니다.

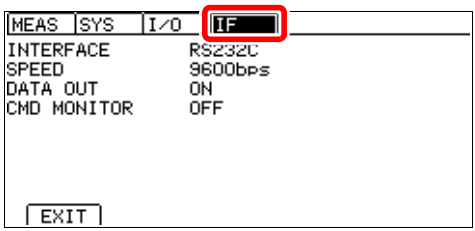
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

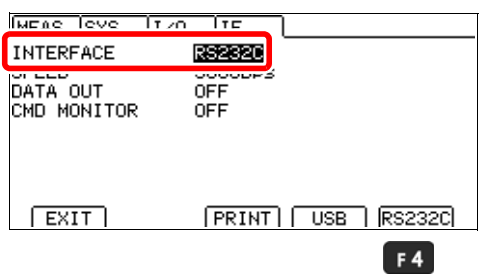
2 F 4 설정화면을 표시

2 통신 인터페이스 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF]탭으로 이동

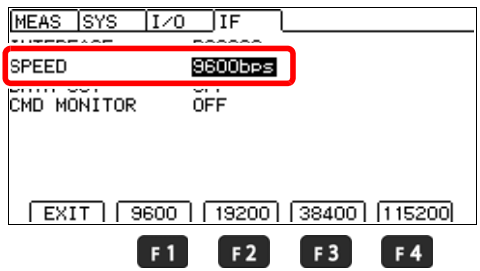
3 인터페이스의 종류를 선택합니다.



1 선택

2
F 4 RS-232C 인터페이스

4 인터페이스 전송속도(보율)를 설정합니다.

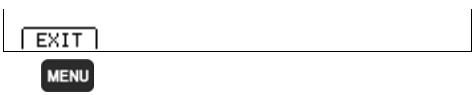


1 선택

2

F1 9600(bps)(초기설정)
F2 19200(bps)
F3 38400(bps)
F4 115200(bps)

5 측정화면으로 돌아옵니다.



MENU 측정화면에 되돌아가기

주의 사항

전송속도(보율)는 컴퓨터에 따라서 오차가 크기 때문에 사용할 수 없는 경우가 있습니다. 그 경우는 보다 느린 설정으로 변경해 주십시오.

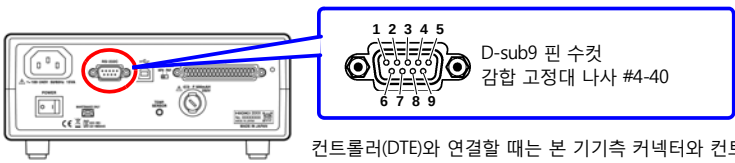
컨트롤러(컴퓨터 또는 PLC 등)의 설정을 합니다.

컨트롤러는 반드시 이하의 설정으로 해 주십시오.

- 조보동기방식
- 전송속도: 9600bps/19200bps/38400bps/115200bps
  (본 기기 설정에 맞춰 주십시오)
- 스톱 비트: 1
- 데이터 길이: 8
- 패리티 체크: 없음
- 플로 제어: 없음

2. RS-232C 케이블을 연결한다

RS-232C 케이블을 RS-232C 커넥터에 연결합니다. 케이블을 연결할 때는 반드시 나사로 고정하십시오.



뒷면

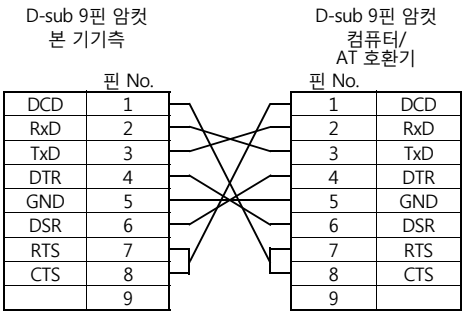
컨트롤러(DTE)와 연결할 때는 본 기기측 커넥터와 컨트롤러측 커넥터 사양에 맞는 크로스케이블을 준비하십시오.
입출력 커넥터는 터미널(DTE) 사양입니다.
본 기기에서는 핀 번호 2, 3, 5를 사용합니다. 기타 핀은 미사용입니다.

핀 번호	신호명			신호	비고
	관용	EIA	JIS		
1	DCD	CF	CD	캐리어 검출	미접속
2	RxD	BB	RD	수신 데이터	
3	TxD	BA	SD	송신 데이터	
4	DTR	CD	ER	데이터 단말 레디	ON 레벨(+5~+9 V)고정
5	GND	AB	SG	신호용 접지	
6	DSR	CC	DR	데이터 · 세트 · 레디	미접속
7	RTS	CA	RS	송신 요구	ON 레벨(+5~+9 V)고정
8	CTS	CB	CS	송신 가능	미접속
9	RI	CE	CI	피호 표시	미접속

본 기기와 컴퓨터를 연결하는 경우

D-sub 9핀(암컷) - D-sub 9핀(암컷)의 크로스케이블을 사용합니다.

크로스 결선

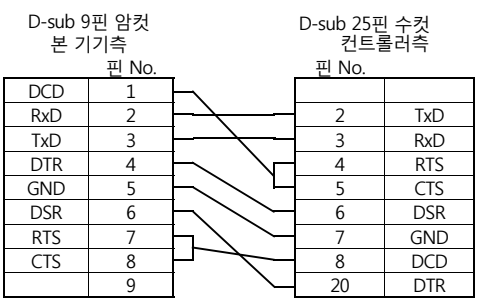


권장 케이블: Hioki 제품 9637 RS-232C 케이블(1.8 m)

D-sub 25핀 커넥터의 기기와 연결하는 경우

D-sub 9핀(암컷) - D-sub 25핀(수컷)의 크로스케이블을 사용합니다.
그림과 같이 RTS와 CTS가 단락되어 DCD에 연결된 크로스케이블을 사용하십시오.

크로스 결선



"D-sub 25핀(수컷) - D-sub 25핀(수컷)의 크로스케이블"과 "9핀 - 25핀 변환어댑터"의 조합으로는 동작하지 않습니다.

권장 케이블:
Hioki 제품 9638 RS-232C 케이블

9.3 코맨드로 제어 및 데이터를 취득하기

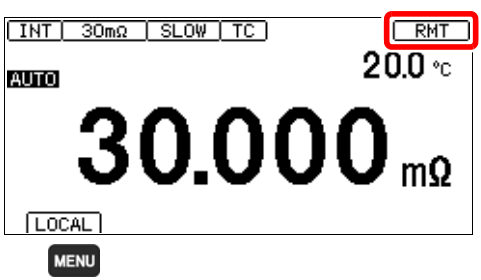
통신 코맨드 및 쿼리의 표기(통신 메시지 참조)에 대해서는 부속 애플리케이션 디스크 내에 있는 통신 코맨드 사용설명서를 참조해 주십시오.
프로그램 작성 시에는 통신 모니터 기능을 사용하면 측정화면에 코맨드와 응답이 표시되어 편리합니다.

주의 사항

출력 큐가 가득 차면 쿼리 에러를 내어 출력 큐를 clear합니다.
인터페이스 설정을 프린터로 한 경우, 코맨드 동작은 보증하지 않습니다. 코맨드는 송신하지 마십시오.

리모트 상태, 로컬 상태

통신 중에는 리모트 상태가 되어 측정화면에 [RMT]가 표시되고 MENU키를 제외한 조작 키는 무효가 됩니다.
MENU [LOCAL]을 누르면 리모트 상태는 해제되고 키 조작이 가능해집니다.

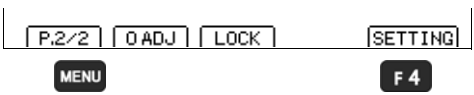


본 기기가 설정화면일 때 리모트 상태가 된 경우는 자동적으로 측정화면으로 이동합니다.

통신 코맨드를 표시하기(통신 모니터 기능)

통신 모니터 기능을 이용함으로써 통신 코맨드 및 쿼리의 응답을 화면에 표시할 수 있습니다.

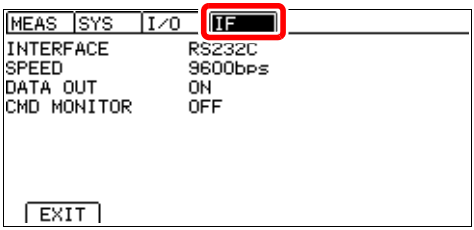
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

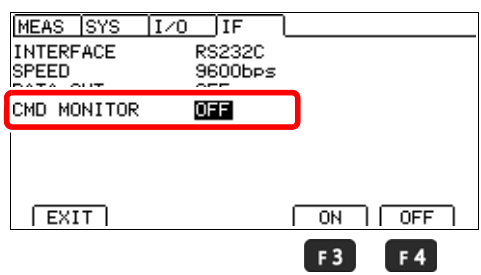
2 F 4 설정화면을 표시

2 통신 인터페이스 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF]탭으로 이동

3 통신 모니터의 ON/OFF를 선택합니다.

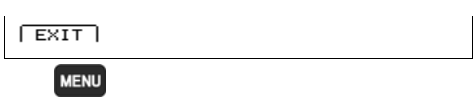


1 선택

2 F 3 ON

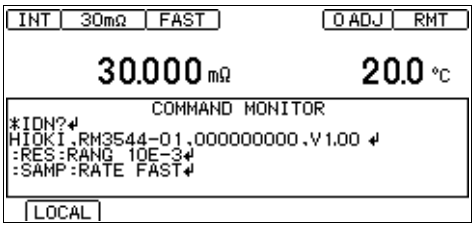
F 4 OFF(초기설정)

4 측정화면으로 돌아갑니다.



MENU 측정화면에 되돌아가기

5 **측정화면 아래에 코맨드와 쿼리 응답이 표시됩니다.**



통신 모니터에 표시되는 메시지와 그 의미

코맨드 실행으로 에러가 발생한 경우, 다음과 같이 표시됩니다.

- 코맨드 에러의 경우(코맨드나 인수의 형식이 올바르지 않을 때)

```
> #CMD ERROR
```

- 인수 범위가 잘못된 경우

```
> #PARAM ERROR
```

- 실행 에러의 경우

```
> #EXE ERROR
```

또 에러가 발생한 대략의 위치도 표시됩니다.

- 인수를 틀린 경우(-1이 범위 외)

```
> :RES:RANG -1
> #           ^ PARAM ERROR
```

- 철자법을 틀린 경우(RANGE를 RENGE로 틀림)

```
> :RES:RENGE 100
> #     ^ CMD ERROR
```

주의 사항

- 잘못된 문자코드를 수신한 경우는 문자코드를 "< >"로 묶어 16진으로 표시합니다.
  예를 들어 0xFF문자의 경우는 **<FF>**, 0x00의 경우는 **<00>**라고 표시합니다.
  RS-232C 인터페이스의 경우 이러한 16진법 문자만 표시될 때는 통신 조건을 다시 확인하시거나, 통신속도를 낮춰서 시도해 주십시오.

- RS-232C 인터페이스의 경우
  RS-232C의 에러가 발생하면 다음과 같이 표시됩니다.
  오버 런 에러(수신 누락이 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 확인하시거나, 통신속도를 낮춰서 시도해 주십시오.

- 코맨드를 연속송신하고 있는 경우 등은 에러 위치가 어긋나는 경우가 있습니다.

9.4 측정 종료 때마다 측정치를 자동 송신하기 (데이터 출력 기능)

측정 종료 후 측정치를 자동으로 USB나 RS-232C를 통해 컴퓨터에 데이터를 송신할 수 있습니다.

송신 방법은 2종류가 있습니다. 전환 방법은 "USB 인터페이스 사용하기"(p.119)을 참조해 주십시오.

(1) COM 모드

시리얼 통신(COM, RS-232C 통신) 확인 소프트웨어나 고객이 작성한 수신 프로그램에 데이터를 출력합니다.

(2) USB 키보드 모드(인터페이스가 USB의 경우만 사용 가능)

텍스트 에디터나 표계산 소프트웨어에 키보드로 치듯이 데이터를 써냅니다.
USB 키보드 모드로 한 경우, 데이터 출력하기 전에 반드시 텍스트 에디터나 표계산 소프트웨어를 기동하여 데이터를 써넣을 위치에 커서를 맞춰 주십시오. 잘못된 곳에 커서가 있으면 그곳에 데이터가 기록되어 버립니다. 또 반드시 입력 모드를 반각으로 해 주십시오.

출력되는 데이터의 포맷

스케일링 OFF일 때의 측정치 포맷
(스케일링에 의해 측정치의 포맷이 바뀝니다.(p.50))
측정치의 자릿수를 변경해도 포맷은 변하지 않습니다. 표시되지 않는 자리는 0이 됩니다.

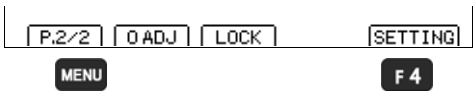
측정 레인지	측정치	±OvrRng 표시	측정이상 표시
30mΩ	± □□ . □□□ E-03	±10.000E+19	+10.000E+29
300mΩ	± □□□ . □□ E-03	±100.00E+18	+100.00E+28
3Ω	± □ . □□□□ E+00	±1.0000E+20	+1.0000E+30
30Ω	± □□ . □□□E+00	±10.000E+19	+10.000E+29
300Ω	± □□□ . □□ E+00	±100.00E+18	+100.00E+28
3kΩ	± □ . □□□□ E+03	±1.0000E+20	+1.0000E+30
30kΩ	± □□ . □□□ E+03	±10.000E+19	+10.000E+29
300kΩ	± □□□ . □□ E+03	±100.00E+18	+100.00E+28
3MΩ	± □ . □□□□ E+06	±1.0000E+20	+1.0000E+30

측정치의 "+" 부호는 공백(아스키 코드 20H)으로 돌려줍니다.
±OvrRng 표시일 때의 값은 ±1E+20, 측정치 이상일 때의 값은 ±1E+30이 됩니다.

주의 사항

- 내부 트리거 [INT]의 경우는 TRIG 신호를 입력 또는 ENTER를 눌렀을 때만 자동 송신합니다.
- 데이터 출력을 ON으로 한 경우 코맨드는 사용하지 마십시오. 측정치가 2중으로 송신되는 경우가 있습니다.

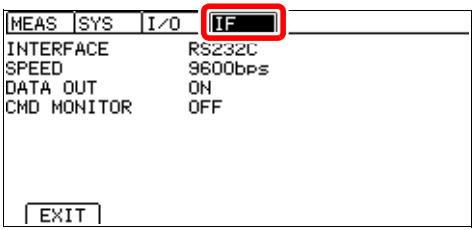
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

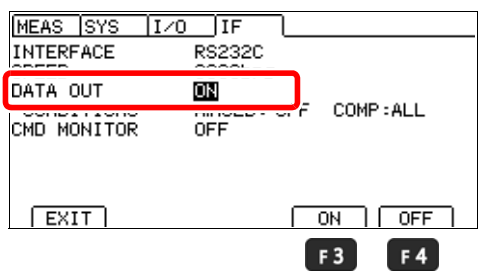
2 F 4 설정화면을 표시

2 통신 인터페이스 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF]탭으로 이동

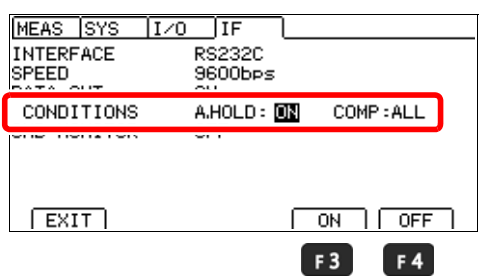
3 데이터를 자동 송신할지 여부를 선택합니다.



1 선택

2
F 3 자동 송신한다
F 4 자동 송신하지 않는다(초기설정)

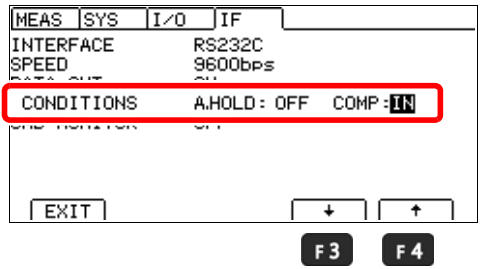
4 데이터 출력 조건(홀드 시)을 선택합니다.



1 선택

2
F 3 오토 홀드 시, 자동으로 출력한다
F 4 오토 홀드해도 출력하지 않는다(초기설정)

5 데이터 출력 조건(판정 시)을 선택합니다.



1 선택

2 F3 F4 판정 조건을 선택한다

ALL 판정결과에 상관없이 출력 (초기설정)
Hi 판정결과가 Hi인 경우만 출력
IN 판정결과가 IN의 경우만 출력
Lo 판정결과가 Lo인 경우만 출력
HL 판정결과가 Hi 또는 Lo의 경우만 출력

USB 키보드 모드일 때는 판정결과에 상관없이 출력됩니다.

6 측정화면으로 돌아옵니다.

MENU 측정화면에 되돌아가기

연결기기(컴퓨터 또는 PLC 등)의 준비

- COM 포트로 데이터를 출력하는 경우
  수신 대기상태로 해둡니다. 컴퓨터의 경우는 애플리케이션 소프트웨어를 기동하여 수신 대기상태로 합니다.
- 키보드처럼 데이터를 출력하는 경우
  애플리케이션 소프트웨어를 기동하여 커서를 텍스트 입력하고 싶은 위치에 맞춰 둡니다.

인쇄
(RS-232C 프린터 사용하기)

제 10 장

본 기기와 프린터를 연결하기 → 본 기기 설정하기 (p.135) → 프린터 설정하기 → 인쇄하기(p.136)
- 측정치 및 판정결과
- 측정조건 및 설정 일람

10.1 본 기기와 프린터 연결하기

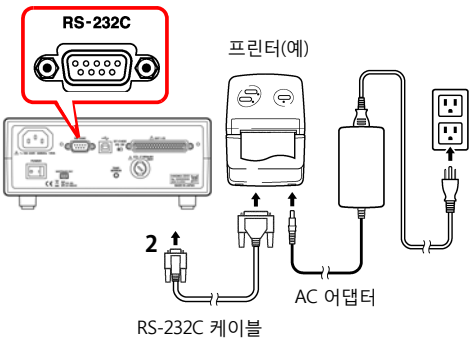
연결하기 전에 "사용 시 주의사항"(p.10)을 주의 깊게 읽어 주십시오.

프린터에 대해서

본 기기와 연결해서 사용할 수 있는 프린터의 사양은 다음과 같습니다.
프린터의 사양과 설정을 확인한 후 연결해 주십시오.
참조: "본 기기 설정하기"(p.135)

- 인터페이스..... RS-232C
- 1줄 문자 수..... 반각 45문자 이상
- 통신 속도..... 9600bps(초기설정)/ 19,200bps/ 38,400bps/ 115,200bps
- 데이터 비트..... 8bit
- 패리티..... 없음
- 스톱 비트..... 1bit
- 플로 제어..... 없음
- 제어 코드.....일반 텍스트를 직접 인쇄 가능할 것
- 메시지 터미네이터(구획문자) .....CR+LF

연결 방법

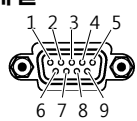


1 본 기기와 프린터의 전원이 OFF 임을 확인한다.

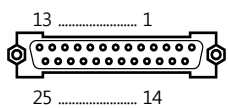
2 RS-232C 케이블을 본 기기와 프린터의 RS-232C 커넥터 단자에 연결한다.

3 본 기기 및 프린터의 전원을 켠다.

커넥터 핀 배열



본 기기 (9 핀) 커넥터



프린터 (25 핀) 커넥터(예)

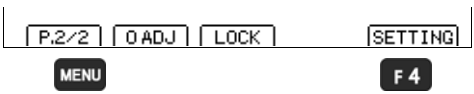
회로 명칭	신호명	핀 번호
수신 데이터	RxD	2
송신 데이터	TxD	3
신호용 접지 또는 공통 귀선	GND	5

핀 번호	신호명	회로 명칭
2	TxD	송신 데이터
3	RxD	수신 데이터
7	GND	신호용 접지 또는 공통 귀선
4	RTS	송신 요구
5	CTS	송신 가능

사용하시는 프린터의 커넥터 핀 배치를 반드시 확인해 주십시오.

본 기기 설정하기

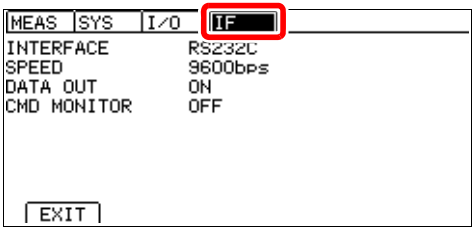
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

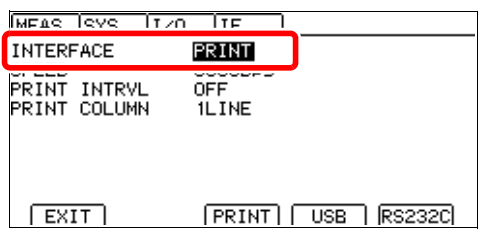
2 F 4 설정화면을 표시

2 통신 인터페이스 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF]탭으로 이동

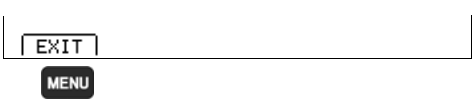
3 인터페이스의 종류에서 프린터를 선택합니다.



1 선택

2 F 2 프린터 사용하기

4 측정화면에 돌아갑니다.



MENU 측정화면에 돌아감

10.2 인쇄하기

인쇄하기 전에

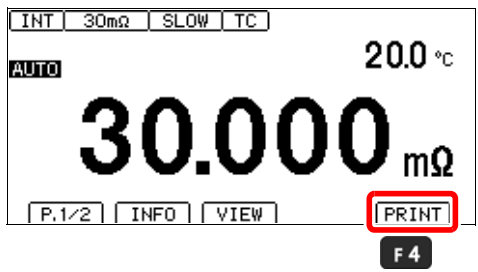
본 기기의 설정(p.135)이 올바른지 확인해 주십시오.

측정치, 판정결과를 인쇄하기

키 조작으로 인쇄하기

측정화면 P.1/2에서 F4 를 누르면, 현재의 측정치가 인쇄됩니다. ENTER 로 트리거를 걸면 1회 측정하여 인쇄됩니다.
온도를 표시하지 않는 경우는 저항치만, 온도를 표시하는 경우는 저항치와 온도가 인쇄됩니다.

참조: "표시를 전환하기"(p.31)



외부 제어로 인쇄하기

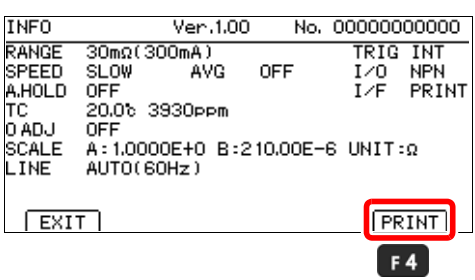
본 기기 EXT I/O 커넥터의 PRINT 신호를 ON으로 하면(EXT I/O 커넥터의 ISO_COM 단자와 단락한다) 측정치 및 판정결과를 인쇄할 수 있습니다.

- 측정 때마다 연속해서 인쇄하고 싶은 경우는 EOM 신호를 PRINT 신호에 연결하고, 내부 트리거로 설정해 주십시오.
- 외부 트리거로 트리거에 의한 측정 종료 후에 인쇄를 하고 싶은 경우는 외부 I/O의 EOM 신호를 PRINT 신호에 연결해 주십시오.

측정조건이나 설정 일람을 인쇄하기

측정화면 P.1/2에서 F1 [INFO]를 눌러서 설정리스트 화면을 표시한 상태에서 F4 를 누르면 측정조건이나 설정의 일람이 인쇄됩니다.

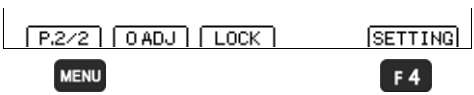
참조: "측정조건이나 설정을 일람 표시한다."(p.33)



1행에 인쇄하는 열수를 변경하기

보통 1행 1열로 인쇄하지만 1행 3열로 인쇄할 수도 있습니다.
1행 3열로 인쇄하는 경우는 온도 및 인터벌 시간을 인쇄할 수 없습니다.

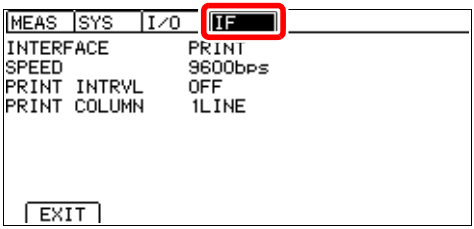
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

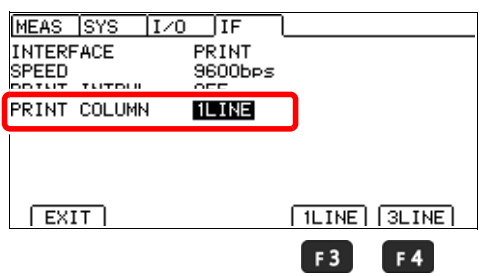
2 F 4 설정화면을 표시

2 통신 인터페이스 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF]탭으로 이동

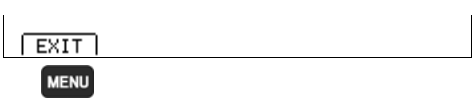
3 인쇄 열수를 선택합니다.



1 선택

2 F 3 1 열(초기설정)
F 4 3 열

4 측정화면에 돌아갑니다.

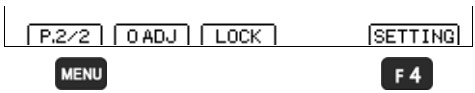


MENU 측정화면에 돌아감

인터벌 프린트

일정한 시간간격으로 측정치를 자동으로 인쇄할 수 있습니다.

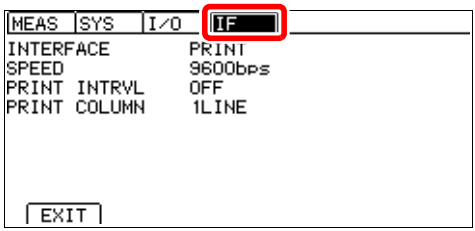
1 설정화면을 엽니다.



1 MENU 기능 메뉴를 P.2/2로 전환

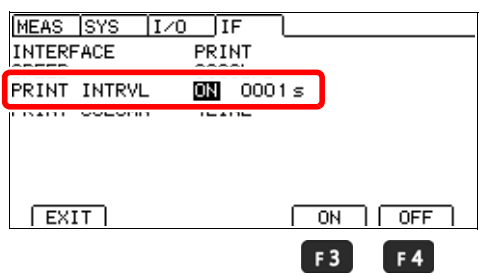
2 F 4 설정화면을 표시

2 통신 인터페이스 설정화면을 엽니다.



좌우 커서 키로
[IF]탭으로 이동

3 인터벌 기능을 ON으로 합니다.

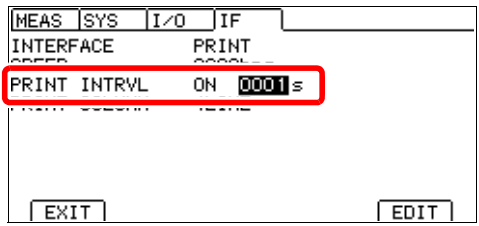


1 선택

2 F 3 ON

F 4 OFF(초기설정)

4 인터벌 간격을 설정합니다.



F 4

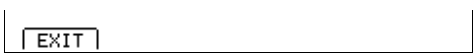
설정 범위: 0초~3600초

1 설정할 항목에 커서를 이동
F 4 로 수치 편집할 수 있게 한다

2 자리 이동 수치 변경
좌우 커서 키로 설정하고 싶은 자리에 커서를 이동
상하 커서 키로 수치를 변경

3 ENTER 확정
(ESC 취소)

5 측정화면에 돌아갑니다.



MENU

MENU 측정화면에 돌아감

인터벌 프린트에서의 인쇄 동작

1 **F 4 [PRINT] 또는 EXT I/O의 PRINT 신호로 인터벌 프린트가 START 합니다.**

2 **설정한 인터벌 시간마다, 경과시간(시분초)*1과 측정치를 인쇄합니다. 또한 ENTER 또는 EXT I/O의 TRIG 신호를 입력하면 그때의 경과시간과 측정치가 표시됩니다.**

3 **다시 F 4 [PRINT] 키, PRINT 신호로 인터벌 프린트가 STOP합니다.**

*1: 경과시간이 100 시간이 되면, 00:00:00으로 리셋되어 다시 0부터 카운트합니다.

(예) 99시간 59분 50초 경과 99:59:50
100시간 2분 30초 경과 00:02:30

주의 사항

인터벌 프린트 중에 측정조건을 인쇄하면 측정조건과 측정치가 혼재되는 경우가 있으므로, 인터벌 프린트 중에는 설정 조건을 인쇄하지 않도록 하십시오.

인쇄 예

저항 측정치, 상대치, 온도측정치(1행1열 인쇄)

```
2.8725mOhm  Lo,  ----
 0.484mOhm  Lo,  25.0 C
10.999 Ohm  IN, +OvrRng
 9.998 Ohm  Hi
+OvrRng     Hi
-OvrRng     Lo
 -----      ERR
-10.00 Ohm
 9.996 Ohm
 0.010kOhm
 0.200MOhm
 -10.25 %
  25.25 %
```

저항 측정치(1행3열 인쇄)

```
10.999 Ohm IN , 11.998 Ohm Hi , 11.998 Ohm Hi
```

인터벌 프린트

```
00:00:00   21.597mOhm
00:00:01   21.600mOhm
00:00:02   21.605mOhm
00:00:03   21.608mOhm
00:00:04   21.612mOhm
00:00:05   21.615mOhm
```

측정조건 및 설정 일람

```
MODEL   RM3544-01
NO.     000000000
RANGE   300Ohm(1mA)
SPEED   SLOW
AVG     OFF
A.HOLD  OFF
TC      OFF
0 ADJ   OFF
SCALE   OFF
LINE    AUTO(60Hz)
TRIG    INT
I/O     PNP
I/F     PRINT
```

사양 제 11 장

11.1 본체 사양

측정범위

0.000 mΩ(30 mΩ 레인지)~3.500 0 MΩ(3 MΩ 레인지) 9 레인지 구성

측정방식

측정 신호	정전류	
측정방식	직류4 단자법	
측정 단자	바나나 단자	
	SOURCE A단자	전류검출 단자
	SOURCE B단자	전류발생 단자
	SENSE A단자	전압검출 단자
	SENSE B단자	전압검출 단자
	GUARD 단자	가드 단자

측정 사양

(1) 저항측정 정확도

정확도 보증 조건	
정확도 보증 온습도 범위	23℃±5℃, 80% RH 이하
정확도 보증기간	1년간
온도계수	0~18℃, 28~40℃에서는 ±(측정 정확도의 1/10)/℃를 가산

■ 정확도 %rdg. + %f.s. (f.s.=30,000dgt.로 계산 0.010%f.s.=3dgt.)

레인지	최대 측정범위*1*2	FAST	MED/ SLOW	측정 전류*3	개방 전압
30 mΩ	35.000 mΩ	0.030+0.080	0.030+0.070	300 mA	5.5 V_{MAX}
300 mΩ	350.00 mΩ	0.025+0.017	0.025+0.014	300 mA	
3 Ω	3.5000 Ω	0.025+0.017	0.025+0.014	30 mA	
30 Ω	35.000 Ω	0.020+0.010	0.020+0.007	10 mA	
300 Ω	350.00 Ω	0.020+0.010	0.020+0.007	1 mA	
3 kΩ	3.5000 kΩ	0.020+0.010	0.020+0.007	1 mA	
30 kΩ	35.000 kΩ	0.020+0.010	0.020+0.007	100 μA	
300 kΩ	350.00 kΩ	0.040+0.010	0.040+0.007	5 μA	
3 MΩ	3.5000 MΩ	0.200+0.010	0.200+0.007	500 nA	

*1. 마이너스 측은 -10%f.s.까지
*2. 최대 표시범위는 99,999dgt.
(최대 측정범위를 넘는 경우는 최대 표시범위 이하라도 오버 레인지 표시)
*3. 측정전류 정밀도는 ±5%

* 온도 보정 시는 저항측정 정확도의 rdg. 오차에 다음 값을 가산

$$\frac{-\alpha_{t0}\Delta t}{1+\alpha_{t0}\times(t+\Delta t-t_0)}\times 100\ [\%]$$

t_0 : 기준 온도(℃)
t : 현재의 주위 온도(℃)
Δt : 온도 측정 정확도
α_{t0} : t_0시의 온도계수(1/℃)

■ 측정 시간 (단위: ms) TRIG입력부터 EOM출력까지

측정 속도	FAST		MEDIUM	SLOW
	50 Hz	60 Hz		
측정 시간	21	18	101	401

TC: ON, 콤퍼레이터: ON설정, 허용차 ±10%±2 ms

■ 적분시간(검출 전압의 데이터 취득 시간)의 참고값

FAST (50 Hz): 20.0 ms, FAST (60 Hz): 16.7 ms, MEDIUM: 100 ms, SLOW: 400 ms

(2) 온도 측정 정확도(서미스터 센서)

정확도 보증 범위	-10.0~99.9℃
표시 범위	-10.0~99.9℃
측정 주기(속도)	2 ± 0.2 s
정확도 보증기간	1년간

Z2001 온도센서와 조합 정확도

정확도	온도 범위
±(0.55 + 0.009×|*t* -10|)℃	-10.0℃~9.9℃
± 0.50 ℃	10.0℃~30.0℃
±(0.55 + 0.012×|*t* -30|)℃	30.1℃~59.9℃
±(0.92 + 0.021×|*t* -60|)℃	60.0℃~99.9℃

t: 측정 온도 (℃)
본체만의 정확도는 ±0.2℃

(3) 연산 순서

①영점 조정 ②온도 보정 ③ 스케일링

정확도에 대해서

당사에서는 측정치의 한계오차를 다음에 나타내는 f.s.(full-scale), rdg.(reading), dgt.(digit)에 대한 값으로서 정의하고 있습니다.

f.s.	(최대 표시치) 일반적으로는 최대 표시치를 나타냅니다. 본 기기에서는 현재 사용중인 레인지를 나타냅니다.
rdg.	(측정치, 표시치, 지시치) 현재 측정하고 있는 값, 측정기가 현재 표시하고 있는 값을 나타냅니다.
dgt.	(분해능) 디지털 측정기의 최소 표시단위, 즉 최소 자릿수 "1"을 나타냅니다.

정확도 계산 예

(표시 자릿수 이하는 버림)

- **저항측정 정확도**

  측정조건 300 mΩ 레인지, SLOW, 측정대상 100 mΩ
  저항측정 정확도 ±(0.025%rdg.+0.014%f.s.)

  ±(0.025%×100 mΩ + 0.014%×300 mΩ) = **±0.067 mΩ**
  (표시 자릿수 이하를 버림 0.06 mΩ)

- **온도 측정 정확도**

  측정조건 서미스터 온도센서, 측정온도 35℃
  온도 측정 정확도 ±(0.55+0.012×|t-30|)

  ±(0.55+0.012×|35-30|) = **±0.610℃** (표시 자릿수 이하를 버림 0.6℃)

- **온도 보정 추가 정확도**

  측정조건 온도계수 3930ppm/℃, 기준 온도 20℃, 측정 온도 35℃
  추가 오차 $\dfrac{-\alpha_{t0}\Delta t}{1+\alpha_{t0}\times(t+\Delta t-t_0)}\times 100\ [\%]$

  $$\frac{-0.393\%\times(\pm 0.6)}{1+0.393\%\times(35\pm 0.6-20)} = \mathbf{+0.222\%rdg.\ ,\ -0.223\%rdg.}$$

기능

(1) 저항 레인지 전환 기능

모드	AUTO / MANUAL(콤퍼레이터 기능이 ON일 때는 MANUAL 고정)
초기설정	AUTO

(2) 측정 자릿수 선택 기능

측정 자릿수 선택	5자리/ 4자리
초기설정	5자리

(3) 측정 속도

설정	FAST/ MED/ SLOW
초기설정	SLOW

(4) 전원 주파수 설정

동작내용	전원 전압의 주파수를 설정한다
설정	AUTO (50 Hz 또는 60 Hz 자동검출)/ 50 Hz / 60 Hz
초기설정	AUTO (전원 투입 시 및 리셋 시에 자동 검출)

(5) 영점 조정 기능

동작내용	내부 오프셋 전압과 잉여저항을 취소한다
설정	ON/ OFF (Clear) : 레인지마다
범위설정 기능	NORMAL/ TIGHT
영점 조정 범위	범위 설정 기능에 의해 선택 가능 • NORMAL: 각 레인지 -3%f.s.~50%f.s.이내(각 레인지 3%f.s.이상은 경고 표시) (f.s.=30,000dgt.) • TIGHT: 각 레인지 -3%f.s.~3%f.s.이내(f.s.=30,000dgt.)
초기설정	영점 조정: OFF, 범위 설정 기능: NORMAL

(6) 애버리지 기능

동작내용	트리거 소스 INT 그리고 연속 측정 ON(프리 런)은 이동평균, 트리거 소스 EXT 또는 연속 측정 OFF(프리 런 이외)는 단순평균 이동평균: $R_{\mathrm{avg}(n)} = \frac{1}{A}\sum_{k=n}^{n+A-1} R_k$ 단순 평균: $R_{\mathrm{avg}(n)} = \frac{1}{A}\sum_{k=(n-1)A+1}^{nA} R_k$ R_{avg} : 평균치, A : 평균 횟수, n : 측정 횟수, R_k : k번째의 측정치
설정	ON/ OFF
평균 횟수	2~100회
초기설정	OFF, 평균 횟수: 2회

(7) 온도 보정 기능(TC)

동작내용	임의 온도계수의 저항치를 임의 온도의 저항치로 환산하여 표시한다
연산식	$R_{t0} = \frac{R_t}{1+\alpha_{t0}(t-t_0)}$ R_t : 실측한 저항치(Ω) R_{t0} : 보정 저항치(Ω) t_0 : 기준 온도(℃) 설정 범위: -10.0~99.9℃ t : 현재의 주위 온도(℃) α_{t0} : t_0시의 온도계수(1/℃) 설정 범위: -9999~9999ppm/℃
설정	ON/ OFF
초기설정	OFF, t_0 : 20℃, α_{t0} : 3930ppm/℃

(8) 스케일링 기능

동작내용	측정치를 일차함수 $R_S = A \times R + B$ 로 보정한다. R_S : 스케일링 후 값 A : 게인 계수 설정 범위: 0.2000×10^{-3}~1.9999×10^{3} R : 영점 조정, 온도 보정 후의 측정치 B : 오프셋 설정 범위: 0~$\pm1\times10^{9}$ (최소 분해능 1 nΩ)
설정	ON/ OFF
표시 포맷	**아래 표에 따름**

레인지	게인계수						
	(0.2000~1.9999) $\times10^{-3}$	(0.2000~1.9999) $\times10^{-2}$	(0.2000~1.9999) $\times10^{-1}$	(0.2000~1.9999) ×1	(0.2000~1.9999) ×10	(0.2000~1.9999) $\times10^{2}$	(0.2000~1.9999) $\times10^{3}$
30 mΩ	00.000 μ	000.00 μ	0.0000 m	00.000 m	000.00 m	0.0000	00.000
300 mΩ	000.00 μ	0.0000 m	00.000 m	000.00 m	0.0000	00.000	000.00
3 Ω	0.0000 m	00.000 m	000.00 m	0.0000	00.000	000.00	0.0000 k
30 Ω	00.000 m	000.00 m	0.0000	00.000	000.00	0.0000 k	00.000 k
300 Ω	000.00 m	0.0000	00.000	000.00	0.0000 k	00.000 k	000.00 k
3 kΩ	0.0000	00.000	000.00	0.0000 k	00.000 k	000.00 k	0.0000 M
30 kΩ	00.000	000.00	0.0000 k	00.000 k	000.00 k	0.0000 M	00.000 M
300 kΩ	000.00	0.0000 k	00.000 k	000.00 k	0.0000 M	00.000 M	000.00 M
3 MΩ	0.0000 k	00.000 k	000.00 k	0.0000 M	00.000 M	000.00 M	0.0000 G

단위	Ω/ 없음/ 임의 3글자(SI접두사 미포함)
초기설정	OFF, A : 1.0000×1, B : 0, 단위: Ω

(9) 측정 이상 검출 기능

■ 오버 레인지 검출 기능

동작내용	아래 조건에서 오버 레인지를 표시 • 측정범위를 넘었다 • 측정 중 A/D 컨버터 입력이 범위를 넘었다 • 연산 결과가 표시가능 자릿수를 넘었다

■ 전류 이상 검출 기능

동작내용	규정의 측정 전류를 인가할 수 없는 이상을 검출한다. 해제 기능 없음
전류 이상 모드 설정	전류 이상(ERR신호 출력) / 오버 레인지(HI 신호 출력)
초기설정	전류 이상(ERR신호 출력)

(10) 콤퍼레이터 기능

동작내용	설정치와 측정치의 비교 판정
설정	ON/ OFF(콤퍼레이터 기능 ON일 때는 레인지 고정)
판정 방법	REF% 모드/ ABS모드
초기상태	OFF, ABS모드
판정	Hi 측정치>상한치 IN 상한치≧측정치≧하한치 Lo 하한치>측정치

■ ABS모드

상하한치 범위	0.000 mΩ~9.9999 MΩ (스케일링 기능: ON의 경우는 스케일링의 표시 포맷에 따른 최소 분해능 1 nΩ, 최대치 1 GΩ)
초기설정	0.000 mΩ

■ REF%모드

표시	상대치 표시 $상대치 = \left(\frac{측정치}{기준치} - 1 \right) \times 100\ [\%]$
상대치 표시범위	-999.99%~+999.99%
기준치 범위	0.001 mΩ~9.9999 MΩ (스케일링 기능: ON의 경우는 스케일링의 표시 포맷에 따름, 최소 분해능 1 nΩ, 최대치 1GΩ)
상하한치 범위	0.00%~±99.99%
초기설정	기준치: 0.001 mΩ, 상하한치 범위: 0.00%

(11) 판정 지연 기능

동작내용	전류 이상에서 회복한 뒤(측정리드에 접촉 뒤), 미판정 횟수 분의 측정치에 대해서는 판정하지 않고 다음 측정부터 판정을 출력한다.
설정	ON/ OFF(오토 홀드 OFF 이면서 INT 트리거 그리고 연속측정 ON(프리 런)의 경우만 유효)
미판정 횟수	1~100 회

(12) 판정음 설정 기능

동작내용	콤퍼레이터 판정 결과에 따라서 부저를 울린다
동작 설정, 음색	Hi : 타입1/ 타입2/ 타입3/ OFF IN : 타입1/ 타입2/ 타입3/ OFF Lo : 타입1/ 타입2/ 타입3/ OFF
울리는 횟수	Hi : 1~5회/ 연속 IN : 1~5회/ 연속 Lo : 1~5회/ 연속
초기설정	Hi: OFF, 2회, IN: OFF, 2회, Lo: OFF, 2회

(13) 오토 홀드 기능

동작내용	측정치를 자동 홀드한다. (트리거 소스 INT 그리고 연속측정 ON(프리 런)의 경우만) 이하의 조건에서 해제됨 일단 측정리드를 개방하여 다음에 측정했을 때, 레인지 변경을 했을 때, 또는 ESC 를 눌렀을 때
동작 설정	ON/ OFF
초기설정	OFF

(14) 패널 저장, 패널 로드

동작내용	측정조건을 패널 번호를 지정하여 저장, 로딩
패널 수	10
패널 명칭	10문자 (알파벳 또는 수치)
저장 내용	저항측정 레인지, 측정 속도, 영점 조정, 애버리지, 콤퍼레이터, 판정음, 스케일링, 온도 보정, 오토 홀드
영점 조정 로드	ON/ OFF
초기설정	ON

(15) 리셋 기능

■ 리셋

동작내용	패널 데이터 이외의 설정을 공장출하 상태로 되돌린다

■ 시스템 리셋

동작내용	패널 데이터를 포함한 모든 설정을 공장출하 상태로 되돌린다

(16) 셀프테스트 기능

전원 투입 시	ROM/RAM 체크, 측정회로 보호용 퓨즈에 대한 단선 체크

인터페이스

(1) 표시

LCD타입	흑백그래픽 LCD 240×110
백라이트	백색 LED 휘도 조정 범위: 0~100% (5%씩), 초기설정: 80% 트리거 소스 EXT의 경우, 비조작 상태가 계속되면 휘도를 낮춘다 정면 패널의 키 조작으로 휘도 복귀
콘트라스트	조정 범위: 0~100% (5%씩), 초기설정: 50%

(2) 키

COMP, PANEL, ▼, ▲, ▶, ◀, MENU, F1, F2, F3, F4, ESC, ENTER, AUTO, ▼, ▲(레인지), ⏻, SPEED

■ KEY LOCK 기능

동작내용	불필요한 키를 조작 금지시킨다. 통신 코맨드로도 해제 가능.
설정	OFF/ 메뉴 LOCK/ 전체 LOCK 메뉴 LOCK : 다이렉트 키 (하기) 및 해제 키 이외 금지 COMP, PANEL, AUTO, ▼, ▲(레인지), SPEED, 0ADJ, PRINT 전체 LOCK : 해제 키 이외 금지 KEY_LOCK 신호가 입력된 경우는 정면패널에서 하는 조작을 일체 금지
초기설정	OFF

■ 키 조작음 설정 기능

설정	ON/ OFF
초기설정	ON

(3) 통신 인터페이스(RM3544-01만)

인터페이스 종류	RS-232C/ PRINTER/ USB
초기설정	RS-232C

■ RS-232C, 프린터 통신 설정

통신 내용	리모트 제어, 측정치 출력
전송방식	조보동기식 전이중
전송 속도	9,600bps(초기설정)/ 19,200bps/ 38,400bps/ 115,200bps
데이터 비트 길이	8비트
스톱 비트	1
패리티 비트	없음
구획문자	송신 CR+LF, 수신 CR, CR+LF
핸드 셰이크(handshake)	X플로 없음, 하드웨어 플로 없음
프로토콜	무순서 방식
커넥터	D-sub9 핀(수) 감합 고정대 나사 #4-40 나사

■ USB

통신 내용	리모트 제어, 측정치 출력
커넥터	시리즈 B 리셉터클
전기적 사양	USB2.0(Full Speed)
클래스(모드)	CDC클래스(COM모드) / HID클래스(USB키보드 모드)
초기설정	COM 모드

■ 프린터

동작내용	PRINT신호입력, 프린트키를 눌렀을 때 인쇄
사용 가능 프린터	인터페이스 RS-232C, 1행 문자 수 반각45문자 이상 통신속도 9,600bps / 19,200bps/ 38,400bps/ 115,200bps 데이터 비트 8 bit, 패리티 없음, 스톱 비트 1 bit, 플로 제어 없음, 메시지 터미네이터(구획문자) CR+LF 제어 코드 일반 텍스트를 직접 인쇄 가능할 것
인쇄 내용	저항 측정치, 온도 측정치, 판정결과, 측정조건
인터벌	ON/ OFF
인터벌 시간	0~3,600 s
1행 인쇄 열 수	1열/ 3열
초기설정	인터벌: OFF, 인터벌 시간: 1s, 1행 인쇄 열 수: 1열

■ 통신 기능

리모트 기능	USB, RS-232C로 통신했을 경우, 리모트 상태로서 정면 패널에서 하는 조작을 금지한다. 이하에서 해제한다. • LOCAL 키, 리셋, 전원 투입 시 • USB, RS-232C를 통한 **:SYSTem:LOCal** 코맨드
통신 모니터 기능	코맨드나 쿼리 송수신 상황을 표시 ON/ OFF
데이터 출력 기능	트리거 소스 INT 시는 TRIG 신호 및 **ENTER**키로 측정치를 출력한다. 트리거 소스 EXT 시는 측정 종료 때 마다 측정치를 자동 출력한다. (USB 키보드 모드는 트리거 소스 INT 시만) 설정 ON/ OFF 홀드 시 출력 ON/ OFF 판정 시 출력 Hi/ IN/ Lo/ Hi 또는 Lo/ ALL
초기설정	통신 모니터 기능: OFF, 데이터 출력 기능: OFF, 홀드 시 출력: OFF, 판정 시 출력: ALL

■ 유지 보수용 단자

기능	유지 보수용이므로 미사용

(4) EXT I/O (RM3544-01만)

입력 신호	TRIG (IN0), KEY_LOCK, 0ADJ, PRINT (IN1), LOAD0~LOAD3 출력이 BCD 모드일 때만 유효: BCD_ LOW 포토커플러 절연 무전압 접점 입력(전류 싱크/소스 출력 대응) 입력ON 잔류전압 1 V이하(입력 ON 전류 4 mA(참고값)) 입력OFF OPEN (차단전류 100 μA 이하) 응답시간 ON엣지: 최대 0.1 ms, OFF엣지: 최대 1.0 ms
출력 신호	출력 모드 전환: 판정 모드/ BCD 모드 1. 판정 모드 : EOM, ERR, INDEX, HI, IN, LO, OUT0~OUT2 2. BCD 모드 : EOM, ERR, IN, HILO BCD_LOWER가 ON 일 때: BCD 1× 4 자릿수, RNG_OUT0~RNG_OUT3 BCD_LOWER가 OFF 일 때: BCD2~BCD 5×4 자릿수 포토커플러 절연 오픈드레인 출력 (무극성) 최대 부하 전압 DC30 V_{MAX} 잔류전압 1 V 이하(부하전류 50 mA) / 0.5 V 이하(부하전류 10 mA) 최대 출력 전류 50 mA_{MAX}/ch 초기설정: 판정 모드

■ 트리거 소스 설정 기능

설정	INT(내부)/ EXT(외부)
초기설정	INT(내부)

■ TRIG/ PRINT 필터 기능

설정	ON/ OFF
응답시간	50~500 ms
초기설정	OFF, 50 ms

■ START 논리 설정

설정	OFF 엣지/ ON 엣지
초기설정	ON 엣지

■ EOM 출력 타이밍 설정

설정	HOLD/ PULSE
펄스 폭	1 ms~100 ms
초기설정	HOLD, 5 ms

■ EXT I/O 테스트 기능

동작내용	EXT I/O의 입력신호 상태 표시, 출력신호를 임의로 출력한다.

■ 서비스 전원 출력

출력 전압	싱크 출력 시: 5 V±10%, 소스 출력 시: -5 V±10%, 100 mA_{MAX}
절연	보호접지 전위 및 측정회로에서 플로팅
절연정격	대지간 전압 DC 50 V, AC33 Vrms, AC46.7 Vpk 이하

(5) L2105 전면 콤퍼레이터 램프용 출력

출력 내용	콤퍼레이터 결과 출력(HiLo/ IN의 2출력)
출력단자	3극 이어폰잭 (φ2.5 mm)
출력 전압	DC5 V ±0.2 V, 20 mA

환경·안전 사양

사용 장소	실내사용, 오염도2, 고도 2,000 m까지
보관 온습도 범위	-10℃~50℃, 80% RH 이하(결로 없을 것)
사용 온습도 범위	0℃~40℃, 80% RH 이하(결로 없을 것)
내전압	AC 1.62 kV, 1 min. 컷오프 전류 10 mA [전원 단자 일괄] - [보호접지, 인터페이스, 측정단자] 간
적합 규격 **안전성** **EMC**	 EN61010 EN61326 Class A 방사성 무선주파 전자계의 영향 10 V/m에서 3% f.s. 전도성 무선주파 전자계의 영향 3 V에서 2%f.s. (f.s.=30,000dgt.)
전원	정격 전원 전압: AC100 V~240 V (±10%의 변동을 고려) 정격 전원 주파수: 50/60 Hz 예상되는 과도과전압: 2,500 V
최대 정격 전력	15 VA
외형 치수	약 215W × 80H × 166D mm
질량	약 0.9 kg (RM3544) 약 1.0 kg (RM3544-01)
제품 보증기간	1년간

부속품

• 전원 코드	1개
• L2101 클립형 리드	1개
• EXT I/O용 수컷 커넥터	1개(RM3544-01만)
• 사용설명서	1부
• 애플리케이션 디스크	1장(RM3544-01만)
• USB케이블 (A - B타입)	1개(RM3544-01만)
• 예비퓨즈 (F500mAH/250V)	1개

옵션

- L2101 클립형 리드
- L2102 핀형 리드
- L2103 핀형 리드
- L2104 4단자 리드
- L2105 전면 콤퍼레이터 램프
- Z2001 온도센서
- 9637 RS-232C 케이블 (9pin-9pin/1.8m/크로스)
- 9638 RS-232C 케이블 (9pin-25pin/1.8m/크로스)

보수·서비스 제 12 장

교정에 대해서

중요
측정기가 규정된 정확도 내에서 정확한 측정 결과를 얻기 위해서는 정기적인 교정이 필요합니다.

교정 주기는 사용자의 사용 상황이나 환경 등에 따라 다릅니다. 사용자의 사용 상황이나 환경에 맞게 교정 주기를 정해주시고 당사에 정기적으로 교정을 의뢰하실 것을 권장합니다.

주의 사항

고장이라고 생각될 때는 "Q&A(자주 하는 질문)"(p.156)을 확인하신 후, 당사 또는 대리점으로 문의해 주십시오.

본 기기를 수송할 때

- 본 기기를 수송할 경우 수령했을 당시의 포장 재료를 사용하십시오.
- 수송 중에는 파손되지 않도록 포장하고, 고장 내용도 첨부해 주십시오. 수송 중에 발생한 파손에 대해서는 보증할 수 없습니다.

클리닝

본 기기 및 옵션 종류의 더러워진 부분을 제거할 때에는 부드러운 천에 물이나 중성 세제를 소량 묻혀 가볍게 닦아 주십시오.
표시부는 부드럽고 마른 헝겊으로 가볍게 닦으십시오.

중요
벤젠, 알코올, 아세톤, 에테르, 케톤, 시너, 가솔린계가 포함된 세제는 절대로 사용하지 마십시오. 변형, 변색될 수 있습니다.

폐기에 대해서

본 기기 및 옵션 종류를 폐기할 때는 지역에서 정해진 규칙에 따라 처분하십시오.

12.1 문제 해결

Q&A(자주 하는 질문)

일반적인 문의사항에 대해 정리했습니다.
측정치나 외부 인터페이스에 대해서는 다음 페이지 이후를 참조해 주십시오.

해당하는 항목이 없는 경우는 대리점 또는 가까운 영업소로 문의하시기 바랍니다.

1. 일반적인 사항

No	문의사항	확인 바랍니다.		생각할 수 있는 원인, 대책	참조
1-1	전원이 켜지지 않는다.(아무것도 표시되지 않음)	스탠바이 키의 색은	녹색	표시 설정이 올바르지 않다. →백라이트의 휘도와 콘트라스트를 조정하십시오.	p.80 p.79
			빨간색	스탠바이 상태가 되어 있다. →스탠바이 키를 누르십시오.	p.24
			색이 들어오지 않는다 . (소등)	전원이 공급 안됨 →전원 코드의 도통을 확인해 주십시오. →설비의 차단기가 켜져있는지 확인해 주십시오. →주 전원 스위치(뒷면)를 켜 주십시오.	p.24
				전원전압, 주파수가 상이하다. →전원의 정격을 확인 바랍니다. (100V-240V, 50/60Hz)	
1-2	키 조작을 할 수 없다.	표시는	LOCK 표시가 있다.	KEY LOCK 되어 있다. →키 로크 상태를 해제해 주십시오. →EXT I/O의 KEY_LOCK신호를 OFF로 하십시오.	p.75
			RMT 표시가 있다.	리모트 상태로 되어 있다. →리모트 상태를 해제해 주십시오.	p.126
			패널명 표시가 있다.	EXT I/O로 패널 로드하고 있다. →EXT I/O의 LOAD신호를 OFF로 하십시오.	p.89
			LOCK와 RMT 표시 및 패널명이 비표시	콤퍼레이터 기능이 ON일 때는 레인지를 변경할 수 없다. →콤퍼레이터 기능을 OFF로 하십시오.	p.57
1-3	본체의 콤퍼레이터 램프가 점등하지 않는다.	측정치는	표시되어 있다.	콤퍼레이터 기능이 OFF로 되어 있다. →기능을 ON으로 해 주십시오.	p.57
			표시되지 않았다. (값 이외의 표시)	측정치가 표시되지 않는 경우는, 판정하지 않고 램프는 점등되지 않습니다.	-
1-4	전면 콤퍼레이터 램프가 점등하지 않는다.	본 기기의 콤퍼레이터 램프는	점등	연결이 올바르지 않다. →전면 콤퍼레이터 램프를 COMP.OUT에 올바르게 연결해 주십시오.	p.66
				단선되어 있다. →전면 콤퍼레이터 램프를 교체해 주십시오.	-
			소등	Q&A의 No.1-3 "본체의 콤퍼레이터 램프가 점등하지 않는다"를 참조해 주십시오.	p.156
1-5	부저음이 들리지 않는다.	키 조작음 설정은	OFF	기능이 OFF로 되어 있다. →기능을 ON으로 해 주십시오.	p.78
		판정음 설정은	OFF	기능이 OFF로 되어 있다. →기능을 ON으로 해 주십시오.	p.64
1-6	부저 음량을 바꾸고 싶다.	본 기기에서는 부저 음량을 변경할 수 없습니다.		-	-

2. 측정에 관한 항목

No	문의사항	확인 바랍니다.		생각할 수 있는 원인, 대책	참조
2-1	측정치가 안정되지 않는다.	노이즈의 영향을 받고 있을 가능성이 있다.		부록7(1)(2)을 참조해 주십시오.	p. 부13 p. 부15
		측정리드는	클립형 리드	부록7(3)을 참조해 주십시오.	p. 부16
			도중에서 2단자배선	부록7(10)을 참조해 주십시오.	p. 부19
		측정대상은	폭과 두께가 있다.	부록7(4)을 참조해 주십시오.	p. 부17
			온도가 안정되지 않는다. (갓 만든 것, 갓 포장을 뜯은 것, 손으로 드는 경우 등)	부록7(5)을 참조해 주십시오.	p. 부17
			열용량이 작다.	부록7(6)을 참조해 주십시오.	p. 부18
			변압기, 모터, 초크코일, 솔레노이드	부록7(1)(7)(8)을 참조해 주십시오.	p. 부13 p. 부18 p. 부18
		TC는	ON	온도센서 배치가 적절하지 않다. →온도센서를 측정대상에 가까이 두십시오. →온도센서가 바람에 맞지 않도록 해 주십시오. →측정대상의 온도변화에 대한 응답이 온도센서의 응답보다 느린 경우, 온도센서를 뭔가로 덮어서 응답시간을 지연시키십시오. 온도센서의 응답시간은 대략 10분입니다. (참고값)	p.12
			OFF	실내 온도가 안정되지 않는 등 온도에 따라 측정대상의 저항치가 변화하고 있다. →온도보정(TC)을 ON으로 해 주십시오.	p.48
2-2	측정치가 예상되는 값과 어긋나있다. (마이너스 표시가 나온다.)	영점 조정은	ON	영점 조정이 올바르지 않다. →한번 더 영점 조정을 해 주십시오.	p.40 p.31
			OFF	2단자 측정일 때의 배선저항이나 열기전력의 영향을 받고 있다. →영점 조정을 해 주십시오.	p.40
		스케일링 기능은	ON	오프셋 설정을 잘못했다. →스케일링을 OFF로 하거나 올바르게 다시 설정해 주십시오.	p.50 p.31
				측정리드가 올바르게 연결되어 있지 않다. →연결을 확인해 주십시오.	p.30 p.31
		기타, Q&A의 No.2-1도 확인 바랍니다.			p.157

No	문의사항	확인 바랍니다.		생각할 수 있는 원인, 대책	참조
2-3	측정치가 표시되지 않는다. (측정치의 이상 표시에 대해서는 p.34도 참조해 주십시오.)	측정치는	- - - - -	측정리드가 단선되어 있다. →측정리드를 교체해 주십시오.	p.22
				(자체제작 측정리드의 경우) 접촉저항이 너무 크다. →접촉압을 올려 주십시오. →프로브 선단을 청소, 교체해 주십시오.	-
				(자체제작 측정리드의 경우) 배선저항이 너무 크다. →배선을 굵고 짧게 해 주십시오.	-
			OvrRng	측정 레인지가 낮다. →고저항 레인지로 하거나 오토 레인지로 해 주십시오.	p.28
			아무것도 표시되지 않는다.	오토 레인지가 확정되지 않는다. →Q&A의 No.2-4를 참조해 주십시오.	p.158
			측정리드를 단락해도 측정치가 표시되지 않는다.	퓨즈 단선의 가능성이 있다. →전원을 껐다가 다시 켜서 셀프테스트를 실시하고, 퓨즈가 단선되지 않았는지 확인해 주십시오. 측정단자와 가드단자가 단락되어 있을 가능성이 있다. →측정리드가 고장나지 않았는지 확인해 주십시오.	p.25
2-4	오토 레인지가 확정되지 않는다.	측정대상은	변압기, 모터	인덕턴스가 큰 측정대상은 오토 레인지가 확정되지 않는다. →고정 레인지로 사용해 주십시오.	p.28
		노이즈의 영향을 받고 있을 가능성이 있다.		부록7(1)(2)을 참조해 주십시오.	p. 부13
2-5	영점 조정을 할 수 없다.	영점 조정하기 전의 측정치가 각 레인지 Full Scale의 -3%~50%를 넘어섰거나 측정 이상인 상태이다.		결선에 문제가 있다. →다시 한번 올바른 결선으로 영점 조정해 주십시오. 자체제작 케이블 등으로 저항치가 큰 경우, 영점 조정할 수 없으므로 배선저항을 낮게 억제해 주십시오.	p. 부8
2-6	오토 홀드 되지 않는다. (홀드가 해제되지 않는다.)	측정치가	안정되지 않는다.	Q&A No.2-1 "측정치가 안정되지 않는다"를 확인 바랍니다.	p.157
			변화하지 않는다.	레인지가 맞지 않는다. →적절한 레인지 또는 오토 레인지로 해 주십시오.	p.28
2-7	온도가 올바르게 표시되지 않는다.			센서나 온도계 연결에 문제가 있다. →온도센서는 안쪽까지 제대로 꽂으십시오. 설정이 잘못되었다. →설정을 확인 바랍니다. 표준 온도센서 이외를 사용하고 있다. →9451 온도 프로브를 사용할 수 없습니다.	p.23

3. EXT I/O에 관한 항목

【EXT I/O테스트】(p.114)를 사용하면 순조롭게 동작을 확인할 수 있습니다.

No	문의사항	확인 바랍니다.	생각할 수 있는 원인, 대책	참조
3-1	전혀 동작하지 않는다.	본 기기의 EXT I/O테스트에서 표시되는 IN, OUT이 컨트롤러와 맞지 않는다.	배선 등이 잘못되었다. →EXT I/O(p.85)에 대해서 다시 확인 바랍니다. • 커넥터 빠짐 • 핀 번호가 잘못되지 않았는지 • ISO_COM단자 배선 • NPN/PNP 설정 • 접점(혹은 오픈 컬렉터)제어 (전압으로 제어는 아닙니다.) • 컨트롤러에 대한 전원공급 (본 기기에는 전원공급이 필요 없습니다.)	p.85
3-2	TRIG 걸리지 않는다.	트리거 소스는 내부 트리거(INT)	내부 트리거 설정으로는 TRIG 신호로 트리거가 걸리지 않습니다. →외부 트리거 설정으로 해 주십시오.	p.105
		TRIG의 ON시간은 0.1 ms보다 짧다.	TRIG의 ON시간이 짧다. →ON시간을 0.1 ms 이상 확보해 주십시오.	
		TRIG의 OFF시간은 1 ms보다 짧다.	TRIG의 OFF시간이 짧다. →OFF시간을 1 ms 이상 확보해 주십시오.	
		TRIG / PRINT 신호의 필터기능은 ON	보다 긴 신호 제어시간이 필요해진다. →신호의 ON시간을 길게 해 주십시오. →필터기능을 OFF로 해 주십시오.	p.109
		:INIT:CONT(코맨드)는 OFF	트리거 대기가 되어 있지 않습니다. →"**:INIT**"혹은 "**:READ?**"를 보내 주십시오.	
3-3	PRINT되지 않는다.	인터페이스 설정 프린터 이외	설정이 필요 →인터페이스를 프린터로 해 주십시오.	p.135
		TRIG / PRINT 신호의 필터 기능 ON	보다 긴 신호 제어시간이 필요해진다. →기능을 OFF로 해 주십시오.	p.109
3-4	LOAD되지 않는다.	로드할 패널 번호에 패널이 저장되어 있지 않다.	저장되지 않은 패널은 로딩할 수 없다. →LOAD 신호를 변경하거나 LOAD 신호에 맞춰서 다시 패널 저장해 주십시오.	
3-5	EOM이 나오지 않는다.	측정치가 갱신되지 않는다.	Q&A의 No.3-2를 참조해 주십시오.	p.159
		EOM 신호의 논리	(EOM 신호는 측정 종료하면 ON이 됩니다.)	-
		EOM 신호 설정이 펄스	펄스 폭이 짧아 EOM 신호가 ON인 동안에 읽지 못했다. →EOM 신호의 펄스 폭 설정을 늘리거나 EOM 신호 설정을 홀드로 해 주십시오.	p.111
		EOM 신호 설정이 홀드(HOLD)	계측시간이 짧고, EOM 신호가 OFF가 되는 기간을 인식할 수 없다. →EOM 신호 설정을 홀드로 해 주십시오.	p.111
3-6	Hi, IN, Lo 신호가 나오지 않는다.	본 기기의 콤퍼레이터 램프는 소등	Q&A의 No.1-3을 참조해 주십시오.	p.156
		출력 모드가 BCD 모드	판정 모드로 변경해 주십시오(BCD 모드에서는 Hi와 Lo의 OR이 하나의 신호선에서 출력됩니다.)	p.113
3-7	BCD 신호가 나오지 않는다.	출력 모드가 판정 모드	BCD모드로 변경해 주십시오.	p.113
		BCD_LOW 신호를 제어하고 있지 않다.	BCD_LOW 신호를 제어해 주십시오. (제어하지 않으면 상위의 자릿수밖에 출력되지 않습니다.)	p.89
3-8	RANGE_OUT 신호가 나오지 않는다.	BCD_LOW 신호를 제어하고 있지 않다.	BCD_LOW 신호를 제어해 주십시오. (제어하지 않으면 레인지 신호는 출력되지 않습니다.)	p.89

4. 통신에 관한 항목

【통신 모니터】(p.127)를 사용하면 순조롭게 동작을 확인할 수 있습니다.

No	문의사항	확인 바랍니다.		생각할 수 있는 원인, 대책	참조
4-1	전혀 반응이 없다	표시는	RMT 표시가 없다	연결이 확립되어 있지 않습니다. →커넥터 삽입을 확인해 주십시오 →인터페이스의 설정이 올바른지 확인해 주십시오 →(USB)제어 기기에 드라이버를 설치해 주십시오 →(RS-232C)크로스케이블을 사용해 주십시오 →(USB, RS-232C)제어 기기의 COM포트 번호를 확인 바랍니다 →(RS-232C)본 기기와 제어 기기의 통신속도를 맞춰 주십시오	p.119
			RMT 표시되어 있다	코맨드를 받아들이고 있지 않습니다. →소프트웨어의 구획문자를 확인해 주십시오.	
4-2	에러가 난다	표시는	코맨드 에러가 난다	코맨드가 일치하지 않는다. →코맨드의 철자를 체크해 주십시오. (스페이스는 x20H입니다.) →쿼리가 없는 코맨드에 ? 를 붙이지 마십시오. →(RS-232C)본 기기와 제어 기기의 통신속도를 맞춰 주십시오.	
				입력버퍼(256byte)가 넘치고 있다. →코맨드를 몇 행 송신할 때마다 더미 쿼리를 삽입한다. 예 "`*OPC?`" 송신 → "`1`"수신	
			실행 에러가 난다	코맨드 문자열은 올바르지만 실행할 수 있는 상태가 아니다. 예 데이터부의 맞춤법 실수 "`:SAMP:RATE SLOW3`" →각 코맨드의 사양을 확인 바랍니다.	
				입력버퍼(256byte)가 넘치고 있다. →코맨드를 몇 행 송신할 때마다 더미 쿼리를 삽입해 주십시오. 예 "`*OPC?`" 송신 → "`1`"수신	
4-3	쿼리 응답이 돌아오지 않는다	통신 모니터에서	응답 없음	`:TRIG:SOUR EXT`에서 `:READ?`를 송신하고, 트리거 대기를 하고 있다. →코맨드의 사양을 확인 바랍니다.	
			응답 있음	프로그램이 잘못되었다. →프로그램 수신부분을 확인 바랍니다.	

5. 프린터에 관한 항목

No	문의사항	확인 바랍니다.	생각할 수 있는 원인, 대책	참조
5-1	인쇄가 안 된다		연결이 되어 있지 않다. →커넥터 삽입을 확인해 주십시오. →인터페이스의 설정이 올바른지 확인해 주십시오. PRINT 신호를 사용하는 경우는 Q&A No. 3-3도 참조해 주십시오.	p.133 p.159
5-2	문자가 깨진다		프린터와 본 기기의 설정이 맞지 않는다. →프린터 설정을 다시 확인 바랍니다.	

외부제어(EXT I/O)에 관한 Q&A

자주하는 질문	방법
트리거를 넣으려면 어떻게 연결하면 좋은가	TRIG 신호와 ISO_COM 단자를 스위치나 오픈 컬렉터 출력에서 단락(ON)해 주십시오.
입력신호, 출력신호의 코먼은 어느 것인가	ISO_COM단자입니다.
코먼단자는 입출력 모두 공통인가	입력신호와 출력신호의 코먼단자로는 모두 ISO_COM을 사용해 주십시오. 공통의 코먼단자로 되어 있습니다.
출력 신호가 나오고 있는지 확인하고 싶다	오실로스코프로 전압 파형을 확인해 주십시오. 이때, EOM 신호나 콤퍼레이터 판정결과 등의 출력신호는 전원에 풀업(수 k Ω)하여 전압 레벨을 확정해 주십시오.
입력(제어)을 잘 못하는데 어떻게 확인하면 좋은가	예를 들어 TRIG신호가 유효하게 동작하지 않는 경우, PLC에 의한 제어 대신에 TRIG단자를 직접 ISO_COM단자에 단락해보십시오. 전원의 단락 등에는 충분히 조심하시기 바랍니다.
콤퍼레이터 판정 신호(HI, IN, LO)는 측정 중에도 유지되는가(또는 OFF가 되는 일이 있는가)	외부 트리거 [EXT] 설정에서는 측정 종료 시에 확정하고, 측정시작 시에 일단 OFF가 됩니다. 내부 트리거 [INT] 설정에서는 측정 중에도 판정결과를 유지합니다.
측정 이상 신호는 어떨 때 나오는가	다음 경우 등에 에러가 표시됩니다. • 프로브가 접촉되지 않았다 • 접촉이 불안정 • 프로브나 측정대상의 오염, 산화피막이 있다 • 측정대상의 저항치가 측정 레인지보다도 지나치게 크다.
연결용 커넥터와 플랫 케이블은 부속품인가	납땜 타입의 커넥터가 표준으로 부속되어 있습니다. 케이블은 고객께서 준비해 주십시오.
PLC와 직접 연결할 수 있는가	PLC의 출력이 릴레이 또는 오픈 컬렉터, PLC의 입력 회로가 접점 입력에 대응하고 있으면 직접 연결할 수 있습니다. (연결하기 전에 전압 레벨이나 흐르는 전류가 정격을 넘지 않은 것을 확인해 주십시오)
RS-232C 등의 통신과 외부 I/O제어를 동시에 사용할 수 있는가	통신으로 측정조건을 설정한 뒤, TRIG 신호로 측정하여 그것과 동기하여 측정치를 통신으로 들여올 수 있습니다.
외부 전원은 어떻게 연결하면 좋은가	본 기기의 외부 I/O의 입력 및 출력신호는 모두 본 기기 내부의 절연전원으로 구동됩니다. 따라서 PLC측에서의 전원공급은 불필요(금지)합니다.
프리 런에서 풋스위치로 측정치를 들여오고 싶다	샘플 애플리케이션 소프트웨어로 측정치를 들여올 수 있습니다. 샘플 애플리케이션 소프트웨어는 당사 홈페이지(http://www.hioki.com)에서 다운로드해 주십시오.

에러 표시와 대처방법

본 기기와 측정상태가 정상이 아닌 경우 등, 이하의 메시지가 화면에 표시됩니다.
수리가 필요할 경우는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

- 고장이라고 생각될 때는 "Q&A(자주 하는 질문)"(p.156)을 확인하신 후, 당사 또는 대리점으로 문의 주십시오.
- LCD 표시부에 에러가 표시되어 수리가 필요할 경우는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

표시		의미	대처 방법
+OvrRng/-OvrRng		오버 레인지(p.34)	올바른 레인지로 설정해 주십시오.
ERR:001	LOW limit is higher than UPP limit.	상한치보다 하한치 쪽이 크기 때문에 설정할 수 없습니다.	상한치를 하한치보다 큰 값으로 설정해 주십시오(p.58).
ERR:002	REF setting is zero.	기준치 설정이 0(영)이기 때문에 설정할 수 없습니다.	기준치는 0(영)보다 큰 값으로 설정해 주십시오(p.60).
ERR:003	Cannot enable while comparator is ON.	콤퍼레이터=ON일 때는 레인지를 변경할 수 없습니다.	콤퍼레이터를 OFF로 하여 레인지를 설정하거나 콤퍼레이터 설정화면에서 사용 레인지를 선택해 주십시오(p.56).
ERR:004	Cannot enable while comparator is ON.	콤퍼레이터=ON일 때는 오토 레인지를 ON으로 할 수 없습니다.	콤퍼레이터=OFF로 사용하십시오(p.57).
ERR:010	0 ADJ error. Must not exceed 50% f.s.	영점 조정 범위 외. 레인지 Full Scale의 50%이내여야 합니다.	영점 조정 방법을 확인해 주십시오(p.40).
ERR:011	Temp. sensor error. Cannot calculate.	온도센서의 에러 때문에 연산할 수 없습니다.	온도센서의 상태를 확인해 주십시오.
ERR:030	Command error.	코맨드 에러	코맨드가 올바른지 확인해 주십시오 (부속 애플리케이션 디스크).
ERR:031	Execution error. (Parameter error)	실행 에러. 파라미터 값이 범위를 벗어났습니다.	파라미터 범위가 올바른지 확인해 주십시오.
ERR:032	Execution error.	실행 에러	각 코맨드에서 실행 에러 조건이 되어 있지 않는지 확인해 주십시오.
ERR:090	ROM check sum error.	프로그램 ROM Check Sum 에러	기기 고장입니다. 수리를 요청하십시오.
ERR:091	RAM error.	CPU RAM 에러	기기 고장입니다. 수리를 요청하십시오.
ERR:092	Memory access failed. Main power off, restart after 10s.	메모리와 통신 에러가 발생했습니다.	일단 주 전원을 끄고 10초 이상 기다리고 나서 다시 전원을 투입해 주십시오.
ERR:093	Memory read/write error.	메모리의 read/write 테스트 에러	기기 고장입니다. 수리를 요청하십시오.
ERR:095	Adjustment data error.	조정 데이터 에러	기기 고장입니다. 수리를 요청하십시오.
ERR:096	Backup data error.	설정 백업 에러	설정이 초기화되었습니다. 측정조건 등을 다시 설정하십시오.
ERR:097	Power line detection error. Select power line cycle.	전원 주파수 검출 에러	공급 전원에 맞춰서 주파수를 설정하십시오.
ERR:098	Blown FUSE. Or measurement lead is broken.	퓨즈가 끊어졌습니다.	퓨즈를 교체해 주십시오. 퓨즈가 끊어지지 않는 경우는, 측정단자와 가드단자가 단락되었을 가능성이 있습니다. 측정리드가 고장 나지 않았는지 확인해 주십시오.
INFO:001	Panel load. OK?	패널 로드합니다. 실행하시겠습니까?	–
INFO:002	Panel loading...	패널 로드 중	–

표시		의미	대처 방법
INFO:003	**Enter panel name. ESC: CANCEL, ENTER: SAVE EXEC**	저장할 패널명을 입력해 주십시오. **ESC**로 저장을 취소, **ENTER**로 저장을 실행합니다.	–
INFO:004	**Enter panel name. Panel is used, will be overwritten. ESC: CANCEL, ENTER: SAVE EXEC**	저장할 패널명을 입력해 주십시오. 저장 위치의 패널은 사용되고 있습니다. 덮어쓰기 되므로 주의해 주십시오. **ESC**로 저장을 취소, **ENTER**로 저장을 실행합니다.	–
INFO:005	**Panel saving...**	패널저장 중	–
INFO:006	**Clear panel. OK?**	패널을 clear 합니다. 실행하시겠습니까?	–
INFO:007	**Panel clearing...**	패널을 clear 중	–
INFO:008	**Printing...**	인쇄 중	–
INFO:010	**Start interval print.**	인터벌 인쇄를 시작했습니다.	–
INFO:011	**Stop interval print.**	인터벌 인쇄를 종료했습니다.	–
INFO:020	**Performing 0 adjustment. OK?**	영점 조정을 실행합니다. 실행하시겠습니까?	–
INFO:021	**Clear 0 adjustment data. OK?**	영점 조정을 clear합니다. 실행하시겠습니까?	–
INFO:022	**Cleared 0 adjustment data.**	영점 조정 데이터가 clear 되었습니다.	–
INFO:023	**0 ADJ warning. Adjust within 3% f.s.**	영점 조정 데이터가 큽니다. (경고)	레인지 Full Scale의 3%이내로 할 것을 권장합니다.
INFO:030	**Reset? NORMAL RESET (or SYSTEM RESET)**	초기화를 실행합니다.	–
INFO:040	**Enter password for Adjustment Mode.**	조정 모드에 대한 패스워드를 입력해 주십시오.	조정화면은 당사가 수리, 조정 시에 사용하는 화면이므로 일반 고객께서는 이용하실 수 없습니다.

12.2 측정회로 보호용 퓨즈의 교체

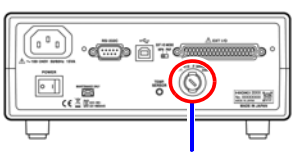
⚠경고

- **퓨즈는 지정된 형상과 특성, 정격전류, 전압인 것을 사용해 주십시오.**
  지정 이외의 퓨즈(특히 정격전류가 큰 것)를 사용하거나, 퓨즈홀더를 단락한 채로 사용하지 마십시오. 본 기기가 파손되고 인명사고가 발생할 우려가 있습니다.
  지정 퓨즈: F500mAH/250V (소호제 충전) φ5×20 mm
- **감전사고를 피하기 위해 주 전원 스위치를 끄고, 코드와 리드류를 분리한 뒤 퓨즈를 교체해 주십시오.**

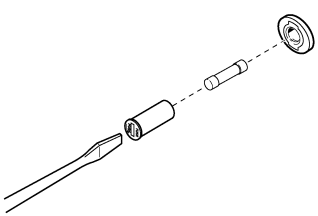
주의 사항

교체용 퓨즈를 넣지 않고 퓨즈홀더를 끼워 넣으면 퓨즈홀더가 잘 안 빠지게 됩니다. 반드시 퓨즈를 넣고 끼우십시오.

뒷면



퓨즈홀더



1 **본 기기의 주 전원 스위치(뒷면)가 OFF(○)로 되어 있는 것을 확인하고, 전원 코드를 분리합니다.**

2 **마이너스 드라이버 등으로 본 기기 뒷면의 퓨즈홀더 고정부분을 돌려 퓨즈홀더를 분리합니다.**

3 **퓨즈를 지정 정격의 퓨즈와 교체합니다.**
(퓨즈홀더의 형상에 따라 교체 방법이 다릅니다)

4 **퓨즈홀더를 다시 끼워넣습니다.**

12.3 수리·점검

⚠경고 **개조, 분해, 수리하지 마십시오. 화재나 감전사고, 부상의 원인이 됩니다.**

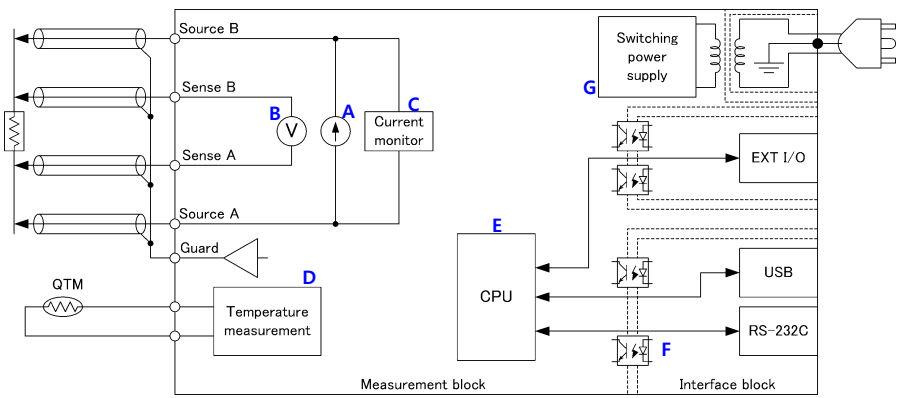
교체 부품과 수명에 대해서

사용 환경이나 사용 빈도에 따라 부품의 수명이 달라집니다. 아래 기간동안 동작을 보증하는 것이 아닙니다. 교체할 때에는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

부품	수명
전해 콘덴서	약 10년
릴레이	약 5,000만 번
액정 백라이트 (휘도 반감기)	약 50,000 시간

부록

부록1 블록도



- 측정 레인지에 대응한 정전류를 SOURCE B 단자로부터 SOURCE A 단자에 흘려보내, SENSE B 단자와 SENSE A 단자 간의 전압을 측정합니다. 얻어진 전압치를 흘려보낸 정전류값으로 나눔으로써 저항치를 구합니다. (**A, B**)
- 저잡음 전압계는 17 ms의 적분시간이라도 안정적인 측정이 가능합니다. (**B**)
- 측정을 시작하면 정전류 모니터(Current Monitor)가 기능하여 측정 중인 이상 상태를 계속 감시합니다. (**C**)
- 온도 측정회로를 내장하고 있어 온도에 대한 의존성이 높은 측정대상을 측정할 때에는 저항 측정치를 온도에 따라 보정할 수 있습니다. (**D**)
- 고속 CPU를 사용함으로써 초고속 측정과 원활한 시스템 응답을 실현했습니다. (**E**)
- 측정부(Measurement block)는 인터페이스 회로(Interface)에서 절연되어 있어서 노이즈의 영향을 잘 받지 않게 되어 있습니다.
  EXT I/O는 USB 및 RS-232C로부터 절연되어 있습니다.
  USB 및 RS-232C는 보호접지와 같은 전위입니다. (**F**)
- 전원부에는 100~240 V와 와이드 입력의 스위칭 전원을 사용하고 있으므로 전원 환경이 나쁜 환경에서도 안정적인 측정이 가능합니다. (**G**)

부록2　4 단자법(전압 강하법)

낮은 저항을 고정밀도로 측정하는데 있어서 측정기와 프로브를 연결하는 배선의 저항, 프로브와 측정대상 간에 발생하는 접촉 저항이 큰 저해요인이 됩니다.
배선 저항은 굵기와 길이에 따라 크게 차이가 납니다. 저항 측정에 사용되는 케이블은, 참고로 AWG24 (0.2sq)일 때 대략 90 mΩ/m, AWG18(0.75sq)일 때 약 24 mΩ/m입니다.
접촉 저항은 프로브의 마모 상태와 접촉압, 측정 전류에 좌우됩니다. 접촉이 좋은 상태라도 수 mΩ이고, 때로는 수 Ω에 달하는 경우도 있습니다.
그래서 작은 저항을 확실하게 측정하기 위해서는 4단자법이 이용됩니다.

2단자 측정의 경우(그림1)는 측정 리드 그 자체의 도체저항이 측정대상의 저항에 가산되어 오차의 원인이 됩니다.
4단자 측정(그림2)은 정전류를 공급하는 전류원 단자(SOURCE A, SOURCE B)와 전압강하를 검출하는 전압 검출단자(SENSE A, SENSE B)로 구성되어 있습니다.
측정대상에 연결된 전압 검출단자 측의 리드선에는 전압계의 입력 임피던스가 높기 때문에 전류가 거의 흐르지 않습니다. 이 때문에 측정 리드의 저항과 접촉 저항의 영향을 받지 않고 정확하게 측정할 수 있습니다.
*본 기기 전압계의 입력 임피던스: 약 1 GΩ(참고치)

2 단자법을 이용한 측정

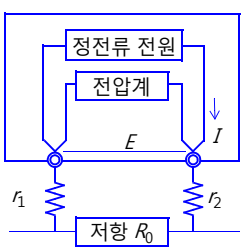


그림 1

전류I는 피측정저항R_0, 배선저항r_1, r_2에 흐릅니다. 따라서 측정할 전압은,
$E = I(r_1+R_0+r_2)$로 구할 수 있고, 배선저항r_1, r_2을 포함한 값이 됩니다.

4단자법을 이용한 측정

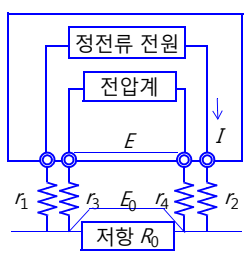


그림 2

전류I는 r_2로부터 피측정저항R_0을 지나 r_1로 흘러갑니다. 전압계는 입력저항이 크기 때문에 r_3, r_4로는 전류가 흐르지 않습니다. 따라서 r_3, r_4의 전압강하는 0이 되어 측정하는 전압 E와 피측정저항 R_0 양단의 전압강하 E_0는 같아져 r_1~r_4의 영향을 받지 않고 저항측정을 할 수 있습니다.

부록3　직류방식과 교류방식에 대해서

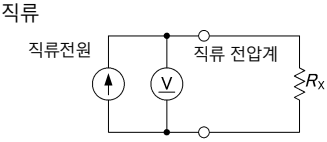
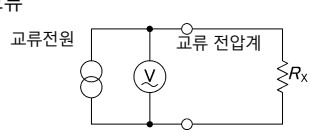
저항측정(임피던스 측정)에는 직류방식과 교류방식이 있습니다.

- 직류방식
  저항계　RM3542, RM3543, RM3544, RM3545, RM3548
  일반적인 디지털 멀티미터
  일반적인 절연저항계

- 교류방식
  배터리 하이테스터　3561, BT3562, BT3563
  배터리 테스터　BT3554, BT3554-01
  일반적인 LCR 미터

직류의 측정방식은, 범용 저항기와 권선저항, 접촉저항, 절연저항 측정 등에 폭넓게 이용됩니다. 직류방식은 직류 전원과 직류 전압계로 구성되어 있고, 회로구성이 간단하기 때문에 정밀도를 올리기 쉬운 반면, 측정할 경로에 기전력이 있는 경우 오차가 발생합니다.
참조: "부록5　열기전력의 영향에 대해서"(p.부6)

교류방식은 인덕터와 커패시터, 배터리의 임피던스 측정 등 '직류로는 측정할 수 없는' 상황에서 사용됩니다. 교류방식의 저항계는 교류 전원과 교류 전압계로 구성되어 있으므로 본질적으로 직류 기전력의 영향을 받지 않습니다. 그 반면, 코일의 직렬등가저항에는 철손 등이 포함되는 등 직류에서의 측정치와 상이할 경우가 있어 주의가 필요합니다.

	직류 저항계	교류 저항계
측정 신호 검출 전압	직류 	교류 
장점	고정밀도 측정이 가능	기전력의 영향을 받지 않는다 리액턴스 측정이 가능
단점	직류 중첩 측정을 할 수 없기 때문에 기전력의 영향을 받는다 (OVC 기능에 의해 열기전력 정도라면 보정 가능)	정밀도를 올리기 힘들다
용도	변압기, 모터 등 권선의 직류저항, 접촉저항, 절연저항, PCB의 배선저항	배터리의 임피던스, 인덕터, 커패시터 전기 화학 측정
측정범위	10^{-8}~10^{16}	10^{-3}~10^{8}
당사 측정기	저항계　: RM3542~RM3548 DMM　: 3237~3238 절연저항계　: IR4000 시리즈, DSM 시리즈	배터리 하이테스터 : 3561, BT3562, BT3563 LCR 미터: IM3570, IM3533, IM3523 등

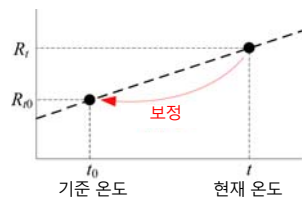
부록4 온도 보정 기능 (TC)에 대해서

온도 보정은 동선처럼 온도 의존성이 있는 측정대상의 저항치를 특정온도(기준온도)의 저항치로 환산하여 표시합니다.

저항치R_t , R_{t0}를 t℃ 및 t_0℃의 측정대상(t_0℃의 저항온도계수: α_{t0})의 저항치로서 아래와 같이 표시합니다.

$$R_t = R_{t0} \times \{ 1 + \alpha_{t0} \times (t - t_0) \}$$

R_t	실측한 저항치[Ω]
R_{t0}	보정 저항치[Ω]
t_0	기준 온도[℃]
t	현재의 주위 온도[℃]
α_{t0}	t_0일 때의 온도계수[1/℃]



예

현재의 온도=30℃, 그 때의 저항치=100 Ω의 동선(20℃일때의 저항온도계수=3930 ppm/℃)의 경우, 20℃일 때의 저항치는 다음과 같이 구할 수 있습니다.

$$R_{t0} = \frac{R_t}{1 + \alpha_{t0} \times (t - t_0)}$$

$$= \frac{100}{1 + (3930 \times 10^{-6}) \times (30 - 20)}$$

$$= 96.22\ \Omega$$

온도 보정의 설정, 실행 방법은 아래를 참조해 주십시오.

참조: "4.3 온도의 영향을 보정하기(온도 보정 기능(TC))"(p.48)

주의 사항

- 온도센서는 바깥 기온을 검출할 뿐, 표면온도를 측정할 수는 없습니다.
- 온도센서를 측정대상 가까이 배치하여 온도센서와 측정대상을 주위 온도에 충분히 익숙해지도록 한 뒤에 사용하십시오.

참고

금속 및 합금 도전재료의 성질

종류	성분 [%]	밀도($\times 10^3$) [kg/m^3]	전도율	온도계수 (20℃) [ppm/℃]
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
은 동	Ag 0.03~0.1	8.89	0.96~0.98	3930
크롬 동	Cr 0.4~ 0.8	8.89	0.40~0.50 0.80~0.85	2000 3000
콜슨 합금선	Ni 2.5~4.0 Si 0.5~1.0		0.25~0.45	980~1770
연 알루미늄선	Al>99.5	2.7	0.63~0.64	4200
경 알루미늄선	Al>99.5	2.7	0.60~0.62	4000
알드레이선	Si 0.4~0.6 Mg 0.4~0.5 Al 잔부		0.50~0.55	3600

동선의 전도율

직경 [mm]	연동선	주석 도금 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

온도계수는 온도 및 전도율에 따라서 바뀝니다. 20℃일 때의 온도계수를 α_{20}, 도전율 C의/ t℃에서의 온도계수를 α_{Ct}로 한다면 α_{Ct}는 상온 부근에서 다음과 같이 나타낼 수 있습니다.

$$\alpha_{Ct} = \frac{1}{\dfrac{1}{\alpha_{20} \times C} + (t - 20)}$$

예를 들어 국제표준 연동의 온도계수는 20℃에서 3930 ppm/℃입니다. 주석 도금 연동선(직경 0.10~0.26미만)에서는 20℃의 온도계수 α_{20}는 다음과 같이 구할 수 있습니다.

$$\alpha_{20} = \frac{1}{\dfrac{1}{0.00393 \times 0.93} + (20 - 20)} \fallingdotseq 3650\ \text{ppm/℃}$$

참고 문헌: 일본<전자정보통신지침서 제1분책> 전자정보통신학회편

부록5　열기전력의 영향에 대해서

열기전력은 프로브와 측정대상의 리드선과의 사이 등 이종금속의 연결 부분에 발생하는 전위차를 말하며, 이 열기전력이 크면 측정에 오차가 생깁니다(그림 1). 또 열기전력의 크기는 측정 환경의 온도에 따라서도 달라지는데, 일반적으로 온도차가 클수록 열기전력은 커집니다.

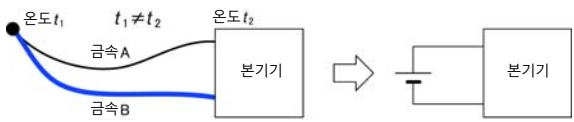


그림 1. 열기전력의 발생

열기전력이 커지는 예

- 측정대상이 퓨즈, 온도퓨즈, 서미스터, 바이메탈, 서모스탯.
- 전압 검출 라인에 single stable relay의 접점을 사용하고 있다.
- 전압 검출 단자에 악어클립을 사용하고 있다.
- 전압 검출 단자를 손으로 잡고 있다.
- 측정대상과 본 기기의 온도가 크게 상이하다.
- SENSE A단자 측의 배선재와 SENSE B단자 측의 배선재가 상이하다.

저항측정에서는 측정대상 R_X에 측정전류 I_M를 흘려 보내 측정대상의 전압강하 $R_X I_M$을 검출합니다. 저 저항측정에서는 R_X가 작기 때문에 검출전압 $R_X I_M$가 필연적으로 작아집니다. 검출 전압이 작은 경우에는 측정대상과 프로브간이나, 케이블과 측정기 사이에 발생하는 열기전력이나 전압계의 오프셋 전압 V_{EMF}가 측정에 영향을 미치게 됩니다.
(그림 2). 측정대상을 손으로 잡으면 측정대상이 따뜻해지고, 프로브가 손에 의해 따뜻해지는 경우가 있습니다. 이와 같은 영향 때문에 주의를 기울여도 열기전력을 1 μV 이하로 제어하기는 어렵습니다.

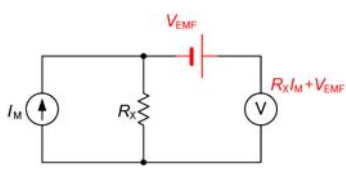


그림 2. 열기전력의 발생

예로서 열기전력이 10 μV 있는 상황에서 진짜 저항치가 1 mΩ인 측정대상을 측정전류 100 mA로 측정한 경우, 측정기는

$$\frac{1\ \mathrm{m\Omega} \times 100\ \mathrm{mA} + 10\ \mu\mathrm{V}}{100\ \mathrm{mA}} = 1.1\ \mathrm{m\Omega}$$

로 표시하고 참 측정치에 대해 10%나 되는 오차를 포함하게 됩니다. 또 전압계 오프셋 전압도 1 μV~10 mV로 매우 커져 저 저항측정에서의 큰 오차 요인이 됩니다.

열기전력의 영향을 경감시키는 방법으로서

1. 큰 측정전류로 검출 전압을 올린다
2. 열기전력을 영점 조정한다
3. 검출 신호를 교류로 한다

를 고려할 수 있습니다.

1. 큰 측정전류로 검출 전압을 올린다

앞서 말한 열기전력의 예로 측정전류를 100 mA에서 1 A로 하면 오차를 1%로 경감할 수 있습니다.

$$\frac{1\ \mathrm{m\Omega} \times 1\ \mathrm{A} + 10\ \mu\mathrm{V}}{1\ \mathrm{A}} = 1.01\ \mathrm{m\Omega}$$

단, 측정대상에는 RI^2의 전력이 걸리므로 주의가 필요합니다.

2. 열기전력을 영점 조정한다

측정대상 R_X에 전류를 흘리지 않는 상태를 만들어 전압계에는 열기전력 V_{EMF} 만 입력되게 됩니다. 단, SOURCE 단자를 개방해버리면, 본 기기는 전류 이상을 검출하여 측정치를 표시하지 않게 됩니다. 따라서 R_X에 전류가 흐르지 않도록 SOURCE선을 단락하여 영점 조정을 실행함으로써 열기전력을 취소할 수 있습니다(그림 3).

참조: "3.4 측정치 확인하기"(p.31)
참조: "부록6 영점 조정에 대해서"(p.부8)

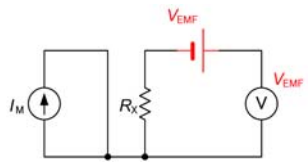


그림3. R_X에 전류를 흘리지 않고 영점 조정

3. 검출 신호를 교류로 한다

검출 신호를 교류로 하는 것은 근본적인 해결방법입니다. 열기전력, 전압계의 오프셋 전압 모두, 초단위의 짧은 시간에서는 안정적인 직류로 여겨져 검출 신호를 교류로 함으로써 주파수 영역에서의 분리가 가능해집니다. RM3542, RM3543, RM3548 등의 OVC기능(OVC: Offset Voltage Compensation)을 탑재한 저항계에서는 측정전류를 펄스 파형으로 하여 열기전력을 배제하는 것이 가능하게 되어 있습니다.

부록6　영점 조정에 대해서

영점 조정은 0 Ω을 측정했을 때 남게 되는 값을 빼기를 하여 영점을 조절하는 기능입니다. 이 때문에 영점 조정은 0 Ω을 연결한 상태에서 실시할 필요가 있습니다. 그러나 저항치가 전혀 없는 측정대상을 연결하기란 쉽지 않아 현실적이지 않습니다.
그래서 실제 영점 조정 시에는 유사하게 0 Ω을 연결한 상태를 만듦으로써 영점을 조절합니다.

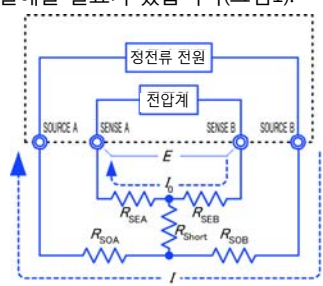
0 Ω을 연결한 상태를 만들려면

이상적인 0 Ω을 연결한 경우, 옴의 법칙 $E = I \times R$에 따라 SENSE A와 SENSE B 간의 전압은 0 V가 됩니다. 즉 SENSE A와 SENSE B간의 전압을 0 V로 하면 0 Ω을 연결한 상태와 같은 상태로 만들 수 있습니다.

본 기기에서 영점 조정을 실시할 경우에는

본 기기에서는 측정이상 검출기능에 의해 각 측정 단자간의 연결상태를 감시하고 있습니다. 이 때문에 영점 조정을 실시할 경우 각 단자간을 적절히 연결해둘 필요가 있습니다(그림1).

우선 SENSE A와 SENSE B간의 전압을 0 V로 하기 위해 SENSE A와 SENSE B간을 단락합니다. 사용할 케이블의 배선저항 $R_{SEA} + R_{SEB}$은 몇Ω 이하라면 문제없습니다. 왜냐하면 SENSE 단자가 전압 측정단자이며, 전류 I_0가 거의 흐리지 않기 때문에 $E = I_0 \times (R_{SEA} + R_{SEB})$의 관계식에서 $I_0 \fallingdotseq 0$이 되어, 배선저항 $R_{SEA} + R_{SEB}$가 몇 Ω만 되면 SENSE A와 SENSE B간의 전압은 거의 0이 되기 때문입니다.
다음으로 SOURCE A와 SOURCE B간을 연결합니다. 이는 측정전류를 흘릴 수 없는 경우에 표시되는 에러를 회피하기 위함입니다. 사용할 케이블의 배선저항 $R_{SOA} + R_{SOB}$은 측정전류를 흘릴 수 있는 저항 이하일 필요가 있습니다.
나아가 SENSE와 SOURCE 간의 연결상태도 감시하고 있는 경우에는 SENSE와 SOURCE 간도 연결할 필요가 있습니다. 사용할 케이블의 배선저항 R_{Short}은 몇 Ω 정도면 문제없습니다.



$$E = (I_0 \times R_{SEB}) + (I_0 \times R_{SEA}) = (0 \times R_{SEB}) + (0 \times R_{SEA}) = 0\ [V]$$

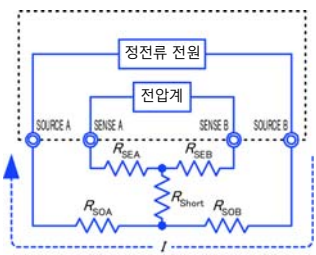
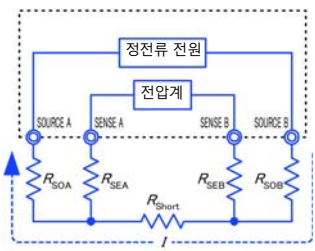
그림 1. 유사하게 0 Ω을 연결한 상태

이와 같이 배선하면 SOURCE B에서 흘러나온 측정전류 I는 SOURCE A에 흘러 들어가, SENSE A나 SENSE B 배선에 흘러 들어가는 일이 없어집니다. SENSE A와 SENSE B간의 전압을 정확하게 0 V로 유지할 수 있게 되어 적절히 영점 조정할 수 있게 됩니다.

적절히 영점 조정하려면

표1에 나타낸 것은 올바른 연결방법과 잘못된 연결방법입니다. 그림 중의 저항은 배선저항을 나타내는 것으로, 각각 몇 Ω 이하라면 문제없습니다.
(a)처럼 SENSE A와 SENSE B 및 SOURCE A와 SOURCE B를 각각 연결하여, SENSE와 SOURCE 간을 하나의 경로로 연결한 경우, SENSE A와 SENSE B간에 전위차는 발생하지 않고 0 V가 입력됩니다. 이로써 영점 조정이 올바르게 실행됩니다.
한편, (b)처럼 SENSE A와 SOURCE A 및 SENSE B와 SOURCE B를 각각 연결하여, A와 B 간을 하나의 경로로 연결한 경우, SENSE A와 SENSE B 간에는 $I \times R_{Short}$의 전압이 발생합니다. 이 때문에 유사하게 0 Ω을 연결한 상태가 되지 않아 영점 조정이 올바르게 실행되지 않습니다.

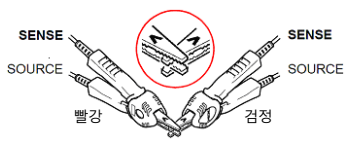
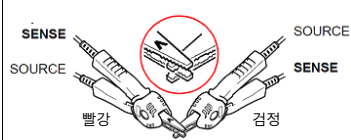
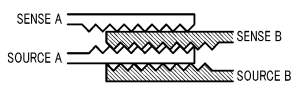
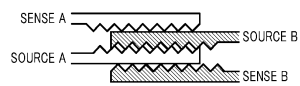
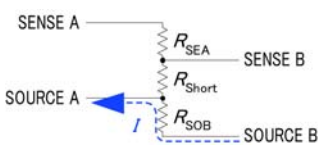
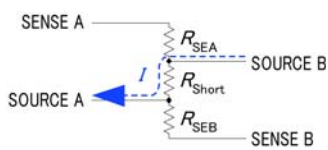
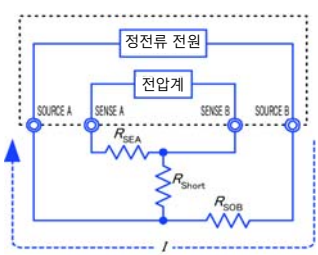
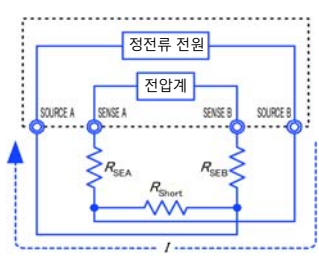
표 1 : 연결방법

연결방법	 (a) SENSE-SOURCE간을 각각 하나의 점으로 연결	 (b) A-B간을 각각 하나의 점으로 연결
SENSE A와 SENSE B간의 저항	$R_{SEA} + R_{SEB}$	$R_{SEA} + R_{Short} + R_{SEB}$
측정전류 I가 흐르는 경로	$R_{SOB} \rightarrow R_{SOA}$	$R_{SOB} \rightarrow R_{Short} \rightarrow R_{SOA}$
SENSE A와 SENSE B간에 발생하는 전압	0	$I \times R_{Short}$
영점 조정시의 연결방법으로써	올바름	잘못됨

측정 리드를 사용해 영점 조정을 실시할 경우에는

실제로 측정 리드를 사용한 상태에서 영점 조정을 실시할 때, 실수로 표1 (b)와 같이 연결해버리는 경우가 있습니다. 영점 조정을 실행할 때는 각 단자의 연결상태에 충분히 주의할 필요가 있습니다.
L2101 클립형 리드의 연결방법을 예로 설명합니다. 각각의 연결방법에서 리드 선단 부분의 연결상태와 그 등가회로는 표2와 같습니다. 이와 같이 올바른 연결방법에서는 표1 (a)와 같은 연결이 되어, SENSE A와 SENSE B간은 0 V가 되지만, 잘못된 연결방법은 표1 (b)와 같은 연결이 되어 SENSE A와 SENSE B간이 0 V가 되지 않습니다.

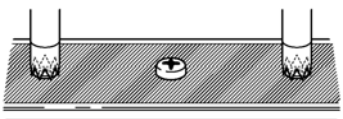
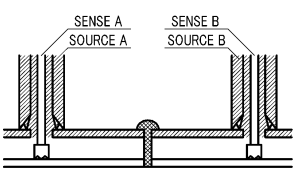
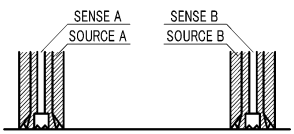
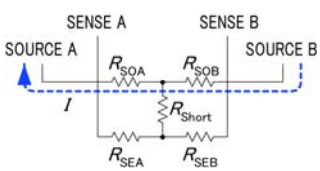
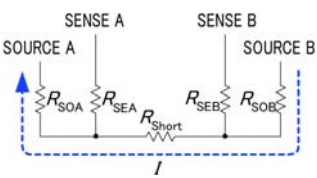
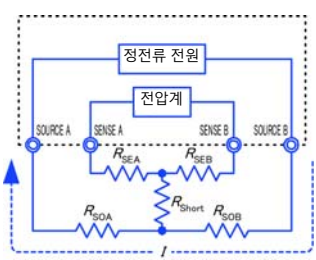
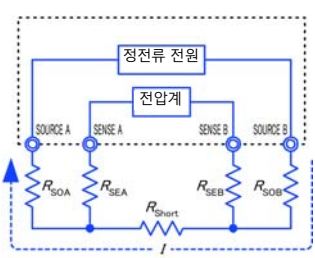
표 2 : 영점 조정시의 클립형 리드 연결방법

	올바름	잘못됨
연결방법		
리드 선단 부분		
등가회로		
변형한 등가회로		
영점 조정시의 연결방법으로써	올바름	잘못됨

9454 영점 조정 보드를 사용하여 영점 조정을 실시할 경우에는

영점 조정을 실시할 때, 9454 영점 조정 보드 대신에 금속판 등을 사용할 수 없습니다.
9454 영점 조정 보드는 단순한 금속판이 아니라, 2겹의 금속판을 하나의 점으로 나사 고정한 구조로 되어 있습니다. 영점 조정 보드는 9465 핀형 리드의 영점 조정을 실시할 경우에 사용합니다. 핀형 리드를 영점 조정 보드에 연결한 경우와 금속판 등에 연결한 경우의 단면도 및 등가회로는 표3과 같습니다. 이와 같이 영점 조정 보드로 연결한 경우, 표1 (a)와 같은 연결이 되어, SENSE A와 SENSE B간은 0 V가 됩니다. 그러나 금속판 등으로 연결한 경우, 표1 (b)와 같은 연결이 되어 SENSE A와 SENSE B간이 0 V가 되지 않습니다.

표 3 : 영점 조정시의 핀형 리드 연결방법

연결방법	 9454 영점 조정 보드로 연결한 경우	 금속판 등으로 연결한 경우
리드 선단 부분		
등가회로		
변형한 등가회로		
영점 조정시의 연결방법으로써	올바름	잘못됨

자체제작 측정 리드를 사용하는 측정에서 영점 조정이 어려운 경우에는

자체제작한 측정 리드를 사용한 측정계통에서 영점 조정을 실행하려면, 자체제작 측정 리드의 선단을 표1 (a)처럼 연결합니다. 단, 표1 (a)처럼 연결하는 것이 어려울 경우, 아래와 같은 방법을 이용할 수 있습니다.

직류 저항 측정기의 경우

영점 조정을 실시하는 주된 목적은 측정기 본체의 오프셋을 제거하는 것입니다. 그러므로 영점 조정으로 차감되는 값은 거의 측정 리드에 의존하지 않습니다. 따라서 표준 측정 리드를 사용해서 표1 (a)처럼 연결하여 영점 조정을 실시한 뒤, 자체제작 측정 리드와 교체함으로써 측정기 본체의 오프셋을 제거한 상태로 측정할 수 있습니다.

교류 저항 측정기의 경우(Hioki 3561, BT3562, BT3563 등의 경우)

영점 조정을 실시하는 주된 목적으로서 측정기 본체의 오프셋을 제거하는 것과 더불어 측정 리드 형상의 영향을 제거하는 것을 들 수 있습니다. 따라서 영점 조정을 하는 경우에는 자체제작 측정 리드를 가능한 한 측정상태에 가까운 형상으로 배치한 뒤, 표1 (a)처럼 연결하여 영점 조정을 실시할 필요가 있습니다.
단, 당사 제품의 경우, 교류 저항 측정에 있어서 필요한 분해능이 100 μΩ 이상이라면 직류 저항 측정기와 동일한 영점 조정 방법으로 충분한 경우가 있습니다.

부록7　측정치가 안정되지 않을 때

측정치가 안정되지 않을 때는 다음 사항을 확인해 주십시오.

(1) 유도 노이즈의 영향

전원 코드나 형광등, 전자 밸브, 컴퓨터 디스플레이 등에서는 큰 노이즈가 발생합니다. 저항측정에 영향을 미치는 노이즈원으로는

1. 고전압선로에서의 정전결합
2. 대전류선로에서의 전자결합

을 들 수 있습니다.

고전압선로에서의 정전결합

고전압선로에서 유입되는 전류는 결합하는 정전용량의 지배를 받습니다.
예를 들어, 100 V의 상용전원선과 저항측정용 배선이 1 pF로 정전결합하는 경우, 대략 38 nA의 전류가 유기됩니다.

$$I = \frac{V}{Z} = 2\pi \cdot 60 \cdot 1\mathrm{pF} \cdot 100\mathrm{V}_{\mathrm{RMS}} = 38\mathrm{nA}_{\mathrm{RMS}}$$

1 Ω의 저항기를 100 mA로 측정할 경우, 그 영향은 겨우 0.4ppm이므로 무시해도 무방할 것입니다.
한편, 1 MΩ을 10 μ A로 측정할 경우 0.38%의 영향이 됩니다. 이와 같이 고전압선로에서의 정전결합은 고저항 측정에 있어서 주의해야 하며, 배선 및 측정대상을 정전실드하는 것이 유효합니다(그림 1).

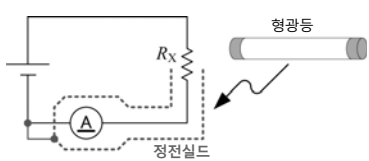


그림1. 고전압배선 가까이에서는 정전실드

대전류선로에서의 전자결합

대전류선로에서는 자계가 발생합니다. 턴 수가 큰 변압기와 초크 코일에서는 더욱 큰 자계가 방출됩니다. 자계로 인해 유기되는 전압은 거리나 면적에 영향을 받습니다. 1 A의 상용전원선에서 10 cm 떨어진 10 cm^{2}의 루프에는 대략 0.75 μV의 전압이 발생합니다.

$$v = \frac{\mathrm{d}\phi}{\mathrm{d}t} = \frac{\mathrm{d}}{\mathrm{d}t}\left(\frac{\mu_0 IS}{2\pi r}\right) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \mathrm{fI}}{r}$$

$$= \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 60\mathrm{Hz} \cdot 0.001\mathrm{m}^2 \cdot 1\mathrm{A}_{\mathrm{RMS}}}{0.1\mathrm{m}} = 0.75\mu\ \mathrm{V}_{\mathrm{RMS}}$$

1 mΩ의 저항기를 1 A로 측정할 경우, 그 영향은 0.07%입니다. 한편으로 고저항 측정에서는 검출전압을 크게 하기 쉬우므로 그다지 문제가 되지 않습니다.
전자결합의 영향은 노이즈가 발생하는 라인과 저항 측정의 전압 검출 배선을 격리시켜 각각을 트위스트(꼬임)하는 것이 유효합니다(그림2).

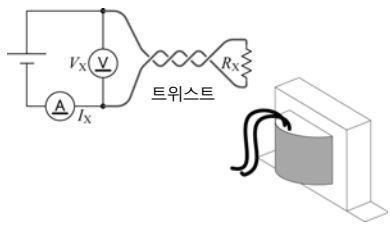


그림2. 대전류배선 가까이에서는 트위스트

본 기기의 유도 노이즈 대책

본 기기의 노이즈 대책은 그림 3-1처럼 측정 리드에 페라이트 코어를 장착하거나, 그림 3-2처럼 실드된 4개의 배선을 트위스트하여 측정대상을 GUARD전위로 실드하는 것이 유효합니다.
또 본 기기의 대책뿐만 아니라 노이즈원에 대해서도 동일하게 대책을 세우는 것이 중요합니다. 노이즈원이 될 수 있는 주위의 대전류 배선은 트위스트하고, 고전압 배선은 실드를 하면 보다 더 효과적입니다.

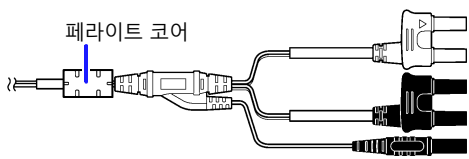


그림3-1.

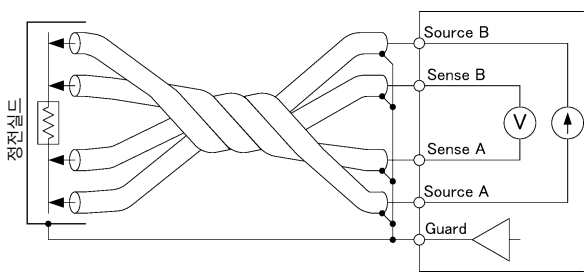


그림3-2. 본 기기의 노이즈 대책

유도 노이즈가 상용전원에 기인하는 경우

상용전원에 기인하는 유도 노이즈는, 상용전원선이나 전원 콘센트에서뿐만 아니라, 형광등이나 가전제품에서도 발생합니다. 상용전원에 기인하는 노이즈는 사용하고 있는 상용전원의 주파수에 의존하며, 50 Hz 혹은 60 Hz의 주파수에서 발생합니다.
이 상용전원에 기인하는 노이즈의 영향을 줄이기 위해 일반적으로는 적분시간을 전원 주기의 정수배하는 수법이 취해집니다(그림4).

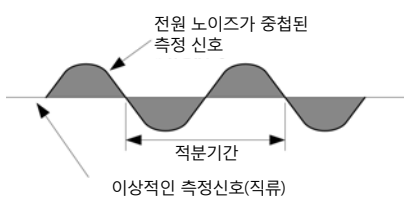


그림 4. 상용전원에 기인하는 노이즈

본 기기의 측정 속도는 FAST, MED, SLOW의 3단계입니다. 고저항 혹은 저저항 측정에서는 측정치가 안정되지 않는 경우가 있습니다. 그 경우는 측정 속도를 느리게 하거나, 노이즈 대책을 충분히 세워 주십시오.
그리고 전원 주파수 설정이 60 Hz인 채로 전원 주파수 50 Hz의 지역에서 사용하면, 적분시간이 전원 주파수의 정수배가 되도록 측정속도를 설정해놓아도 측정치가 불안정해집니다. 본 기기의 전원 주파수 설정을 확인해 주십시오.

(2) 전도 노이즈의 영향

측정대상이나 측정 리드에 중첩되는 유도 노이즈와는 다른 경로의 노이즈로서 전도 노이즈가 있습니다. 전도 노이즈란, 전원선이나 USB 등의 제어선에 중첩되는 노이즈를 가리킵니다.
전원선에는 모터, 용접기, 인버터 등 여러가지 기기가 연결되어 있습니다. 이러한 설비가 가동 중 혹은 기동, 정지할 때마다 전원에는 큰 스파이크 전류가 흐릅니다. 이 스파이크 전류와 전원선의 배선 임피던스로 인해 전원선이나 전원의 접지선에는 큰 스파이크 전압이 발생하여 계측기에 영향을 미치는 경우가 있습니다.
마찬가지로 컨트롤러의 제어선에서도 노이즈가 주입되는 경우가 있습니다. 컨트롤러의 전원에서 침입한 노이즈나, 컨트롤러 내의 DC-DC 컨버터 등에서 발생하는 노이즈가 USB나 EXT I/O 배선 경유로 계측기에 침입합니다(그림5).

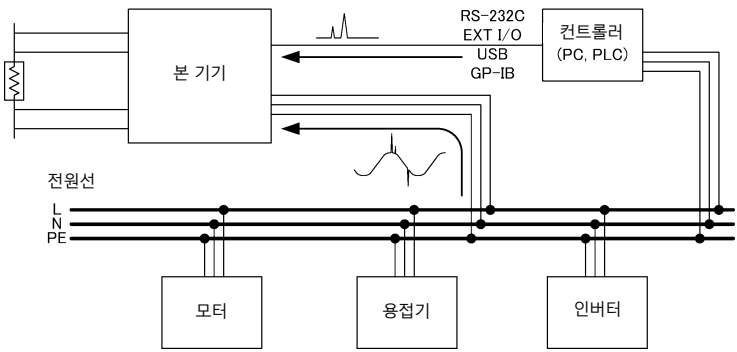


그림5. 전도성 노이즈의 진입

전도 노이즈는 Hioki 3145 노이즈 하이로거 등으로 모니터링하면서 대책을 세우는 것이 효과적입니다. 그리고 침입 경로가 특정된 경우에는 그림6에 나타낸 대책이 유효합니다.

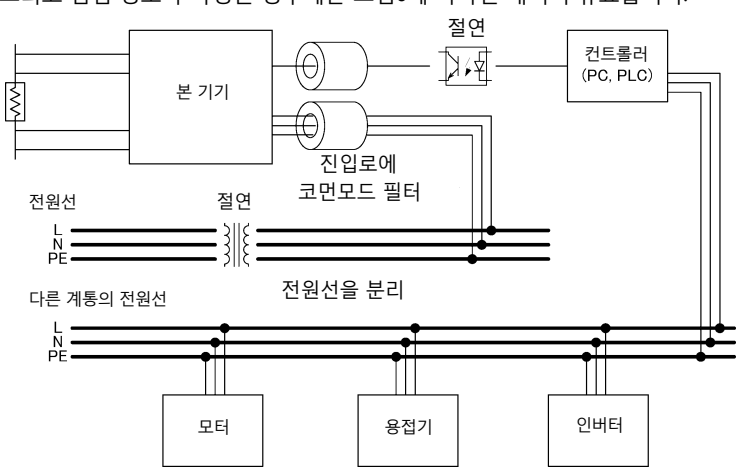


그림6. 전도성 노이즈의 대책

전원선을 분리한다
동력계와 용접기 등은 본 기기와 다른 계통의 전원을 사용하는 것이 좋습니다.

침입로에 코먼모드 필터(EMI 초크)를 삽입한다
코먼모드 필터는 가능한 한 임피던스가 높은 것을 선택하고, 여러 개 넣을수록 효과가 커집니다.

절연한다
제어선은 광절연함으로써 높은 효과를 얻을 수 있습니다.
전원선도 노이즈컷 변압기로 절연하면 효과가 있습니다. 단, 절연 전후에 접지선을 공통으로 해버리면 효과가 약해지는 경우가 있으므로 주의해주십시오.

(3) 클립형 리드를 통한 여러 군데의 접촉

4단자법에서는 그림7처럼 원단(遠端)에서 측정 전류를 흐르게 하여 전류 분포가 똑같아진 안쪽에서 전압을 검출하는 것이 바람직하다고 여겨집니다.

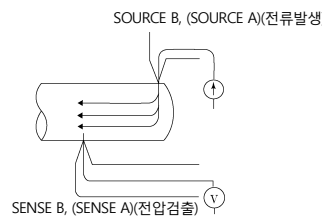


그림 7. 이상적인 4 단자법

측정의 편의를 위해 Hioki L2101 클립형 리드의 선단은 톱니 모양으로 가공해놓았습니다. 클립 부분을 확대하면 그림8처럼 측정전류가 여러 곳에서 흘러나와 전압도 여러 곳에서 검출하게 됩니다. 이때 측정치는 접촉한 폭의 불확실성을 갖게 됩니다.

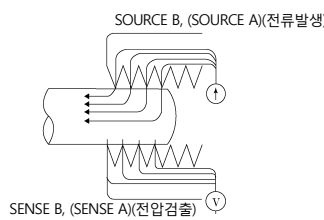


그림 8. L2101 클립형 리드를 사용한 측정

또, 그림9처럼 약 100 mm의 리드선 저항을 측정할 경우, 클립의 안쪽은 100 mm, 한편 클립의 바깥쪽은 110 mm가 되어 측정치는 10 mm (10%)의 불확실성을 갖게 됩니다. 이것이 원인이 되어 측정치가 안정되지 않는 경우는 가능한 한 점접촉으로 측정하면 안정성이 높아집니다.

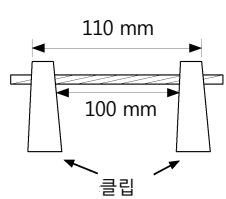


그림 9. 약 100 mm 의 리드선 저항을 측정할 경우

(4) 측정대상에 폭과 두께가 있는 경우

측정대상이 판자나 블록과 같이 폭과 두께를 가지고 있는 경우와 100 mΩ을 밑도는 전류 검출 저항기(션트저항기)에서는 클립형 리드나 핀형 리드로는 정확한 측정이 어렵습니다. 이를 사용한 경우, 접촉압이나 접촉각도에 따라 측정치가 수%에서 수십%나 변동할 수 있습니다.
예를 들어 W300 × L370 × t0.4의 금속판을 측정할 경우, 같은 곳을 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
로 측정치가 크게 달라집니다.
또, 전류 검출 저항기에서는 프린트 배선반에 실장한 상태에서 저항치를 규정하고 있으므로 전류 검출 저항기의 단자 부분을 핀형 리드로 측정해도 원하는 저항치를 얻을 수 없습니다.
그 원인은 프로브와 측정대상의 접촉저항 등이 아니라, 측정대상의 전류 분포에 있습니다.

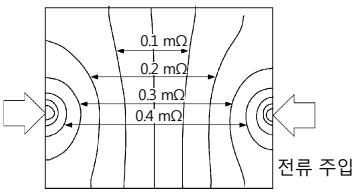


그림 10. 금속판의 등전위선
(W300 mm × L370 mm× t0.4 mm)

* 끝점에 1 A의 전류를 주입하여 50 μV 마다 등전위선을 플롯

그림10은 금속판의 등전위선을 플롯한 예입니다. 마치 일기예보의 기압배치도와 바람의 관계처럼 등전위면의 간격이 좁은 곳은 전류밀도가 높고, 넓은 곳은 전류밀도가 낮아져있습니다. 이 그림을 통해 전류의 주입점 부근에는 전위 Slope이 커져 있음을 확인할 수 있습니다. 이는 전류가 금속판에 퍼져나가는 도중이라 전류밀도가 높아져있기 때문입니다. 이 때문에 전압 검출 단자를 전류 주입점 부근에 배치하면 사소한 접촉 위치의 차이로 측정치가 크게 달라져버립니다.

이와 같은 영향을 피하기 위해서는 전류 주입점의 안쪽에서 전압을 검출하는 것이 바람직합니다. 대체로 측정대상의 폭(*W*) 혹은 두께(*t*)의 3배이상 안쪽이면, 전류 분포가 같아진다고 여겨집니다.
그림11처럼, SENSE 단자는 SOURCE 단자로부터 3*W* 혹은 3*t* 이상 안쪽에 배치하는 것이 바람직합니다.

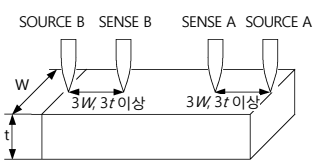


그림 11. 측정대상에 폭이나 두께가 있는 경우의 프로빙 위치

(5) 측정대상의 온도가 안정되지 않는다

동선의 저항은 약 0.4%/℃의 온도계수를 갖고 있습니다. 동선을 손으로 잡는 것만으로도 측정대상의 온도가 상승하여 저항치도 상승합니다. 또 손을 떼면 온도가 내려가 저항치도 내려갑니다. 권선을 절연 니스 처리한 직후는 권선 온도가 현저하게 상승해 있어서 이 경우도 저항치가 비교적 높아집니다.
측정대상의 온도가 프로브와 상이하면 열기전력도 발생하여 오차의 원인이 됩니다.
가능한 한 측정대상의 온도가 실온과 같아진 다음에 측정하십시오.

(6) 측정대상이 열을 받는다

본 기기의 측정대상에 대한 최대 인가전력은 아래와 같습니다.
열용량이 작은 측정대상은 발열하여 저항치가 달라지는 경우가 있습니다. 그러한 경우는 측정전류가 작은 레인지로 전환하십시오.

레인지	측정 전류	최대 인가전력 (측정대상 저항치) × (측정전류)^2
30 mΩ	300 mA	3.2 mW
300 mΩ	300 mA	32 mW
3 Ω	30 mA	3.2 mW
30 Ω	10 mA	3.5 mW
300 Ω	1 mA	350 μW
3 kΩ	1 mA	3.5 mW
30 kΩ	100 μA	350 μW
300 kΩ	5 μA	8.8 μW
3 MΩ	500 nA	0.88 μW

(7) 변압기나 모터를 측정한다

변압기의 빈 단자에 노이즈가 들어가거나 모터의 축이 움직이거나 하면, 측정하고 있는 권선에 전압이 유도되어 측정치가 불안정한 경우가 있습니다.
변압기의 빈 단자는 단락해두면 노이즈의 영향을 잘 받지 않게 됩니다.
모터는 진동시키지 않도록 주의하십시오.

(8) 대형 변압기나 모터를 측정한다

대형 변압기와 모터 등 큰 인덕턴스 성분을 가진데다가 Q가 높은 측정대상을 측정하면 측정치가 불안정한 경우가 있습니다. 본 기기는 측정대상에 정전류를 흘려보내 측정합니다. 큰 인덕턴스에 대해서도 안정적인 정전류원은 응답시간이 희생됩니다. 큰 변압기나 모터를 측정하여 저항치가 불안정한 경우에는 당사에 문의하십시오.

(9) 4단자 측정이 되어 있지 않다

4단자법을 이용한 측정은 측정대상에 접촉하는 부분까지 4개의 프로브로 접촉할 필요가 있습니다.

그림12처럼 측정하면 프로브와 측정대상 사이의 접촉저항도 포함해서 측정해버립니다.
접촉저항은 금도금끼리라도 수 mΩ, Ni도금끼리면 수십 mΩ 존재합니다.
수kΩ의 저항측정이라면 문제없겠지만, 프로브 선단이 타(산화)거나 오염되면 접촉저항이 kΩ수준이 되는 일도 종종 있습니다.

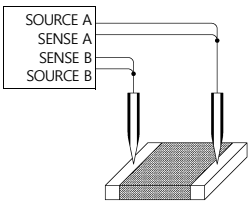


그림 12. 2 단자 측정

정확한 측정을 위해서는 측정대상에 접촉하는 부분까지 확실하게 그림13의 4단자법으로 하십시오.

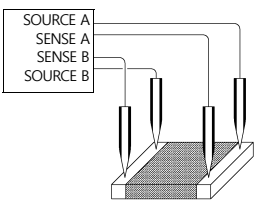


그림 13. 4 단자 측정

(10)전류 검출 저항기(션트저항기)의 측정

2단자 구조의 전류 검출 저항기를 프린트 배선반에 실장하여 사용할 때에는 배선저항의 영향을 피하기 위해 그림14처럼 전류 배선과 전압 검출 배선을 분리합니다. 전류가 검출 저항기에 고르게 흐르도록 하기 위해 전류배선은 전극과 같은 폭만큼 확보하고, 나아가 전극의 근방에서 배선이 구부러지지 않도록 고안할 필요가 있습니다(그림15). 한편, 전류 검출 저항기의 검사에는 일반적으로 와이어 프로브가 이용됩니다(그림16). 이 경우, 측정전류는 주입점(SOURCE B)에서 서서히 전류 검출 저항기 내에 퍼져나가, 다시 프로브의 한 점(SOURCE A)으로 돌아옵니다(그림17). 전류 주입점(SOURCE A, SOURCE B)은 전류 밀도가 높고 그 근처에 전압단자(SENSE A, SENSE B)를 배치하면 실장 상태의 저항치에 비해 높아지는 경향에 있습니다(그림18).

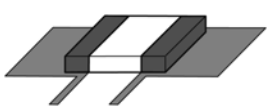


그림 14. 프린트 배선반에 실장된 전류 검출 저항기

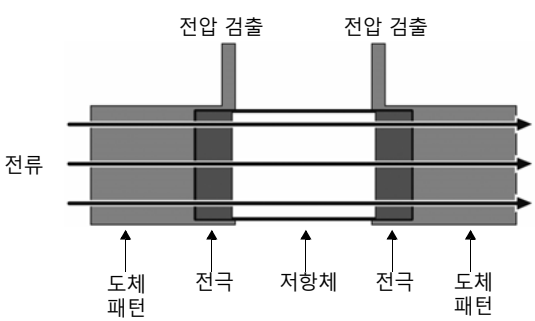


그림 15. 실장 상태에서의 전류의 흐름

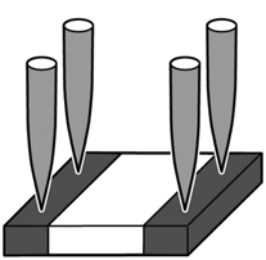


그림 16. 검사 상태의 프로빙

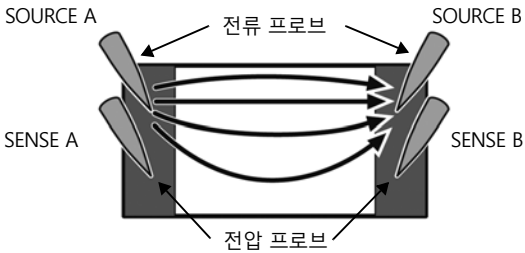


그림 17. 검사 상태의 전류의 흐름

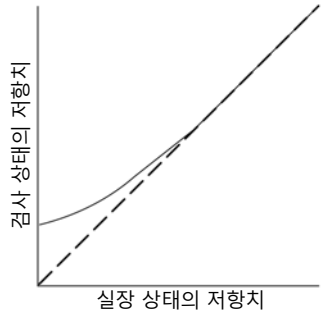


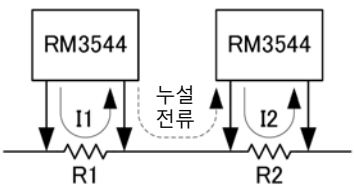
그림 18. 실장 상태와 검사 상태의 차이

부록8　여러 대의 RM3544를 사용하려면

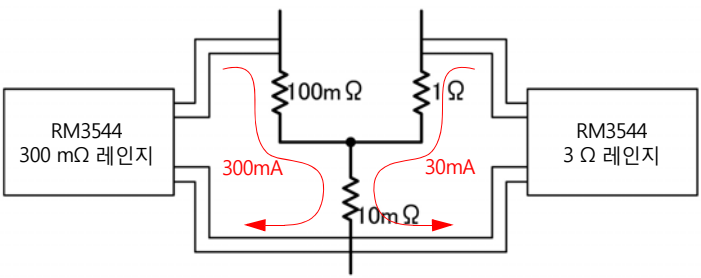
두 측정대상이 연결된 RM3544를 여러 대 사용하여 회전 스위치 등의 여러 곳을 측정할 필요가 있을 경우에 대해서 설명합니다.

RM3544는 시료에 정전류를 흐르게 하여 저항을 측정하는데, 여러 프로브가 1점으로 연결되면, 측정전류가 다른 RM3544의 측정전류에 중첩되어 정확한 측정을 할 수 없는 경우가 있습니다.

예를 들면 오른쪽 그림처럼 2대의 RM3544를 사용하여 2개의 저항을 측정하는 경우, R1에 흐르는 전류가 I1, R2에 흐르는 전류가 I2인데, 한쪽의 RM3544에서 다른 쪽의 RM3544에 미세한 전류가 새는 경우가 있어 정확한 측정을 할 수 없는 경우도 있습니다.



아래 그림과 같은 경우, 10 mΩ에 대해서 2 대의 측정전류가 공통적으로 흘러 오차가 발생합니다.



이때 좌측의 RM3544는 다음과 같이 표시됩니다.

$$\frac{(100\mathrm{m}\Omega \times 300\mathrm{mA} + 10\mathrm{m}\Omega \times 330\mathrm{mA})}{300\mathrm{mA}} = 111\mathrm{m}\Omega$$

우측의 RM3544는 다음과 같이 표시됩니다.

$$\frac{(1\Omega \times 30\mathrm{mA} + 10\mathrm{m}\Omega \times 330\mathrm{mA})}{30\mathrm{mA}} = 1.1\Omega$$

부록9　프린트 기판의 단락 위치를 검출

여러 곳의 저항치를 비교함으로써 프린트 기판의 단락 위치 추측에 도움이 됩니다. (부품이 실장되지 않은 것)
아래에 나타내듯 패턴X와 패턴Y가 단락되어 있다고 가정합니다.

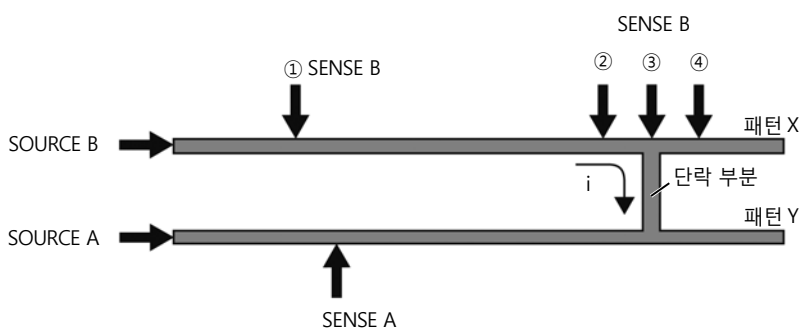
1 **SOURCE A와 SOURCE B를 각각의 패턴에 연결합니다.**

2 **SENSE A를 SOURCE A 근처에, SENSE B를 ① 장소에 연결합니다.**

3 **SENSE B를 ①, ②, ③, ④로 이동하면서 측정치를 읽습니다. 저항치가 높은 부분은 단락의 위치에서 멀다는 것을 의미합니다. SOURCE B단자, SENSE B단자를 이동시키면서 단락 위치를 유추하십시오.**

예
① 20 mΩ
② 11 mΩ
③ 10 mΩ
④ 10 mΩ

이상의 측정치에서 ③ 부근에서 단락된 것을 추측할 수 있습니다.



부록10 JEC 2137 유도기에 대응한 저항측정

"JEC 2137 유도기" 규격에서는 다음 식에 따라 저항치를 보정하도록 정해놓았습니다.

$$R_{tR} = R_{tT} \times \frac{t_R + k}{t_T + k} \quad \text{식1}$$

R_{tR}	기준온도t_R에서의 권선저항치
R_{tT}	온도t_T로 측정했을 때의 권선저항치
t_R	기준온도 [℃]
t_T	권선저항을 측정했을 때의 온도 [℃]
k	정수(동선의 경우는 235)

식1을 변형하면 다음과 같습니다.

$$\frac{R_{tR}}{R_{tT}} = \frac{t_R + k}{t_T + k} = \frac{1}{1 + \frac{1}{t_R + k}(t_T - t_R)} \quad \text{식2}$$

한편, 본 기기의 온도 보정은 식3과 같습니다.
온도계수는 식4와 같이 설정하십시오.

$$R_{tR} = \frac{R_{tT}}{1 + \alpha_{tR} \times (t_T - t_R)} \quad \text{식3}$$

$$\alpha_{tR} = \frac{1}{t_R + k} \quad \text{식4}$$

예를 들면 기준온도를 20℃로 하는 경우는 본 기기의 온도계수를 아래와 같이 설정해 주십시오.

$$\alpha_{tR} = \frac{1}{t_R + k} = \frac{1}{20 + 235} = 3922 \text{ [ppm/℃]}$$

부록11 측정 리드를 자체제작한다

권장 측정 리드 사양

도체저항	500 mΩ/m이하
정전용량	150 pF/m이하
케이블 유전체 재질	폴리에틸렌(PE), 테플론* (TFE), 발포 폴리에틸렌(PEF) 절연 저항 10 GΩ 이상 (실력값)

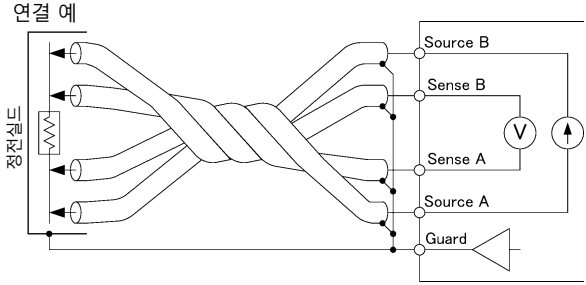
예: Hitachi Metals, Ltd, FURUKAWA ELECTRIC CO.,LTD, Sumitomo Electric Industries, Ltd : UL1354, UL1631, UL1691
*. 테플론은 DUPON사의 등록상표입니다.

배선 전에

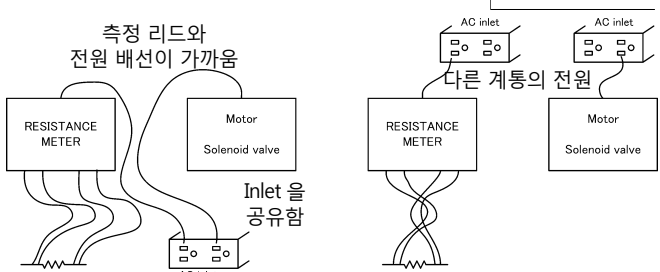
참조: "부록7 측정치가 안정되지 않을 때"(p.부13)

- 측정 리드에는 실드선을 사용하고, 실드 전위는 본 기기의 GUARD 단자에 연결해 주십시오. 프로브 부분이나 측정대상 주변도 GUARD전위로 실드해 주십시오.
  4개의 배선은 트위스트하여 루프 면적을 작게 하십시오.

연결 예



- 측정 리드 및 측정대상은 대전류, 고전압, 고주파수의 배선(내압시험기, 전원 코드, 모터, 솔레노이드밸브)로부터 떨어뜨려 주십시오.



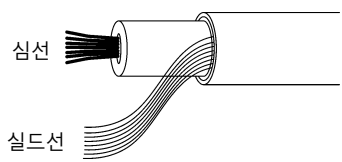
- 본 기기를 2대 이상 사용할 경우, 여러 대의 배선을 하나로 묶지 마십시오. 유도 현상으로 인해 측정치가 불안정해질 경우가 있습니다.
- 내부회로에 대해서는 블록도(p.부1)를 참조해 주십시오.

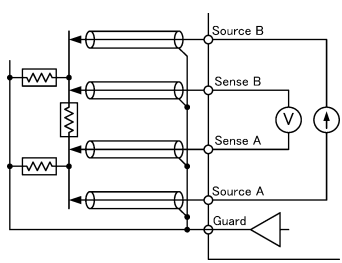
- 배선저항이 우측 표의 값을 넘으면, 전류 이상 상태가 되어 측정할 수 없게 됩니다. 측정 전류 300 mA의 레인지에서는 배선저항(케이블선 저항, 릴레이 ON 저항) 및 측정대상과 프로브와의 접촉저항을 낮게 억제하십시오.

레인지	배선저항 및 접촉저항
30 mΩ, 300 mΩ	2 Ω
3 Ω	70 Ω
30 Ω	100 Ω
300 Ω	2 kΩ
3 kΩ	700 Ω
30 kΩ~3 MΩ	2 kΩ

- 전압 검출 회로의 입력 저항은 1 GΩ 이상 확보되어 있으므로 SENSE선의 배선저항이 1 kΩ 정도가 되어도 측정치에 영향을 주지 않습니다. 단, 노이즈의 영향을 받기 쉬워지므로 가능한 한 배선저항을 작게 해 주십시오.
- 배선이 길면 노이즈가 들어오기 쉬워 측정치가 안정되지 않는 경우가 있습니다.
- 4단자구조를 유지한 채로 연장하십시오. 도중에서 2단자구조가 되면 배선저항과 접촉저항의 영향으로 인해 올바른 측정을 할 수 없게 됩니다.
  오차가 발생하는 예:
  본 기기에서 릴레이까지 4단자구조로 배선하고 릴레이부터 2단자 배선으로 되어 있는 경우

- 측정 리드 연장 후에는 동작과 정확도("측정 사양"(p.142))를 확인해 주십시오.
- 당사의 측정 리드의 선단을 잘라내어 사용할 경우, SOURCE A, SENSE A, SENSE B, SOURCE B의 실드선과 심선이 닿지 않도록 주의해 주십시오.
  접촉하면 올바른 측정을 할 수 없게 됩니다.
- 실드선의 말단은 접지 등에 연결하지 마십시오. 그라운드 루프가 생겨 노이즈의 영향을 받기 쉬워집니다.
  잘라낸 채로 주변 금속에 접촉하지 않도록 처리해 주십시오.
- GUARD 단자에는 1 mA 이상의 전류를 흘리지 마십시오.
  네트워크 측정기의 가딩 측정에는 사용할 수 없습니다.



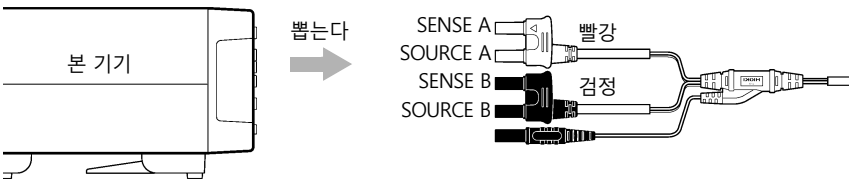


가딩 측정을 할 수 없는 예

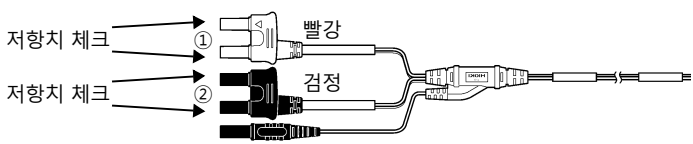
부록12 측정 이상 시의 확인방법

본 기기에서는 SOURCE A, SOURCE B, SENSE A, SENSE B 4개의 연결 상태를 모니터링합니다.
생각지못한 측정 이상이 발생한 경우에는 다음을 확인해 주십시오.

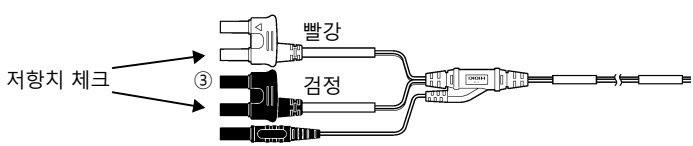
1 **측정대상에 프로브를 접촉한 상태로 측정 리드의 플러그 부분을 본 기기에서 분리합니다.**



2 **SOURCE A - SENSE A 간의 저항을 테스터 등으로 확인합니다(아래 그림 ①).**
SOURCE B - SENSE B 간의 저항을 테스터 등으로 확인합니다(아래 그림 ②).
접촉이 양호하면 보통 1 Ω 이하가 됩니다.



3 **SOURCE A - SOURCE B 간의 저항을 테스터 등으로 확인합니다(아래 그림 ③).**
접촉이 양호하면 "측정대상의 저항치 + 배선저항"이 됩니다.



상기 저항치가 높은 경우에는 다음을 확인해 주십시오.
- 프로브가 오염되거나 마모되지 않았는가
- 프로브의 접촉압이 낮지 않은가
- 배선 전환을 위해 파워 릴레이를 사용하고 있지 않는가(특히 Sense선)
  파워 릴레이의 접점에 전류를 흐르게 하지 않는 상태로 계속 사용하면, 접촉저항은 점차 높아집니다.
- 배선이 가늘지 않은가
- 측정 리드가 끊어지려고 하지 않는가
  다른 측정 리드로 교체하거나 배선을 흔들거나 해서 저항치를 확인해 주십시오.

부록13 내압시험기와의 조합

본 기기는 권선의 시험 장치로서 내압시험기와 함께 사용되는 경우가 있습니다. 본 기기를 내압시험기와 조합해서 사용하면, 권선에 축적된 전하가 본 기기를 연결한 순간 본 기기로 흘러 들어와 고장을 일으킬 수 있습니다.
조합해서 사용할 때는 다음 사항에 유의하여 라인을 설계해 주십시오.

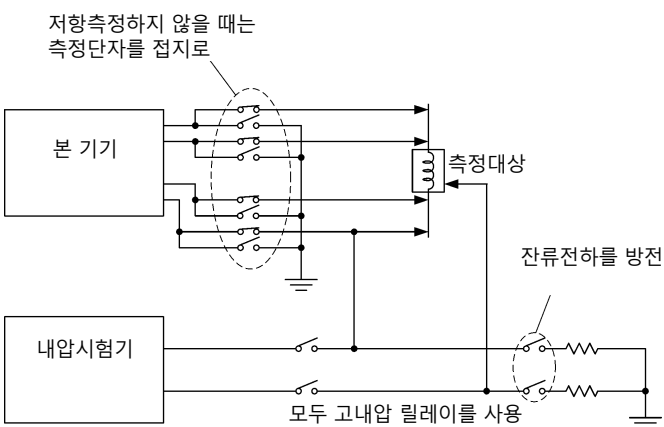
(1) 전환에 사용할 릴레이의 접점 내압은 내압시험전압에 대해서 충분히 여유를 갖게한다(최소 피크전압의 2배 이상).
고압 릴레이의 예

OKITA Works Co., Ltd.	LRL-101-50PC (접점간 DC5 kV)
	LRL-101-100PC (접점간 DC10 kV)
SANYU SWITCH Co.,Ltd.	USM-11524 (접점간 DC5 kV)
	USM-13624SB (접점간 DC10 kV)

(2) 내압시험 중에는 본 기기의 측정단자를 모두 접지로 떨어뜨린다.

(3) 처음에 저항측정을 하고, 내압시험은 제일 마지막에 한다.

저항측정 전에 내압시험을 해야만 하는 경우는 내압시험 후에 측정대상의 양끝을 접지로 내리고, 내압시험으로 축적된 전하를 방전시키고 나서 저항을 실시하십시오.



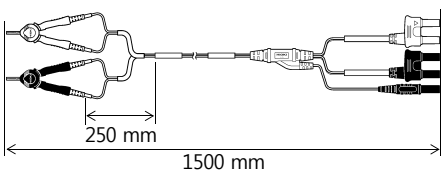
내압시험기와의 조합

부록14 측정 리드(옵션)에 대해서

구매를 원하시면 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

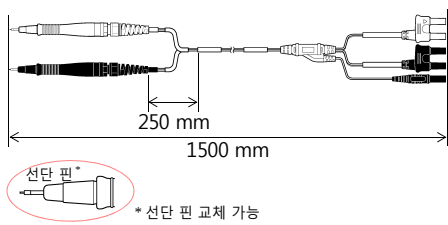
L2101 클립형 리드

선단이 클립형인 리드입니다. 클립을 하면 4단자측정을 할 수 있습니다.
전체 길이: 약 1500 mm
분기 - 리드 간: 약 250 mm
클립 가능경: φ0.3~5.0 mm



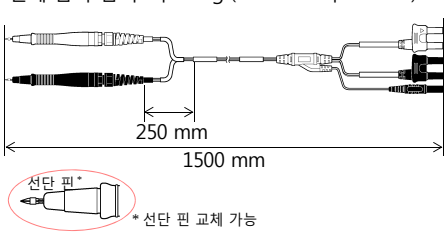
L2102 핀형 리드

클립할 수 없는 평면 상의 접촉부와 릴레이의 단자, 커넥터 등 접촉 부분이 작은 측정대상이라도 갖다 대기만 하면 4단자 측정을 할 수 있습니다.
전체 길이: 약 1500 mm
분기 - 리드 간: 약 250 mm
핀 끝: φ1.8 mm
첫 접촉압: 약 70 g
전체 압축 압력: 약 100 g (스트로크 약 2 mm)



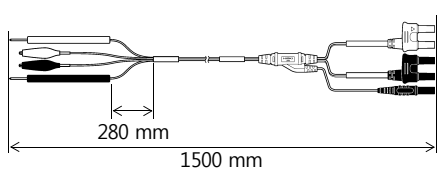
L2103 핀형 리드

선단은 실장 기판 상의 IC의 floating-foot 검사용으로 개발된 4단자구조로 되어 있습니다. 작은 측정대상이라도 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 압축 압력: 약 140 g (스트로크 약 1.3 mm)



L2104 4단자 리드

SOURCE 단자가 악어클립(소), SENSE 단자가 테스트 리드봉인 4단자 리드입니다. 프린트 기반의 패턴 저항이나 SOURCE 단자와 SENSE 단자를 떨어뜨려 측정할 경우에 사용해 주십시오.
전체 길이: 약1500 mm
분기 - 리드 간: 약280 mm



부록15 랙마운트

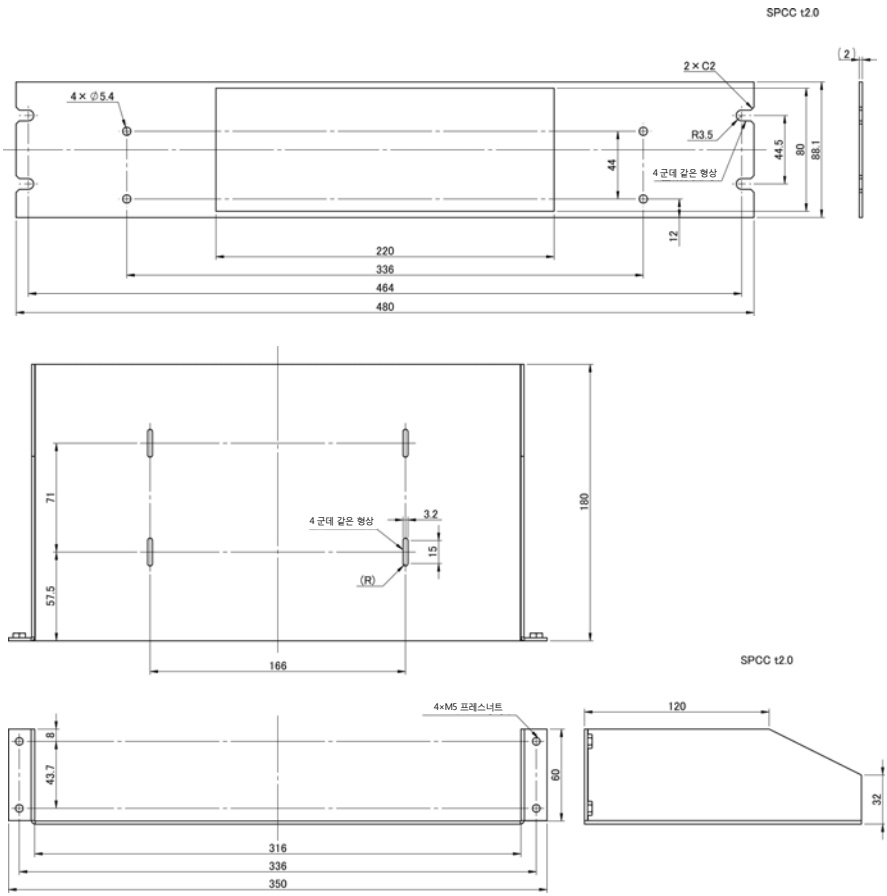
본 기기는 측면의 나사를 풀어 랙마운트 키트 등을 장착할 수 있습니다.

⚠경고 **본 기기의 파손이나 감전사고를 방지하기 위해 사용하는 나사는 다음 사항에 주의해 주십시오.**

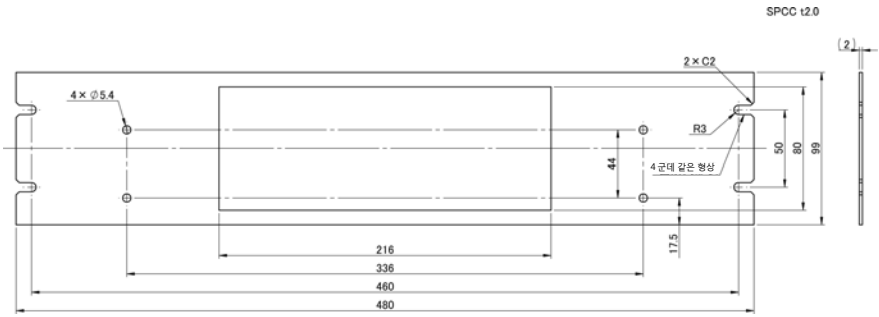
- **랙마운트 키트를 떼어내고 원래대로 되돌리는 경우는 처음에 장착되어 있던 나사와 같은 것을 사용해 주십시오.**
  (지지다리: M3×6 mm)
  나사를 분실, 파손한 경우는 대리점 또는 가까운 영업소로 문의하시기 바랍니다.

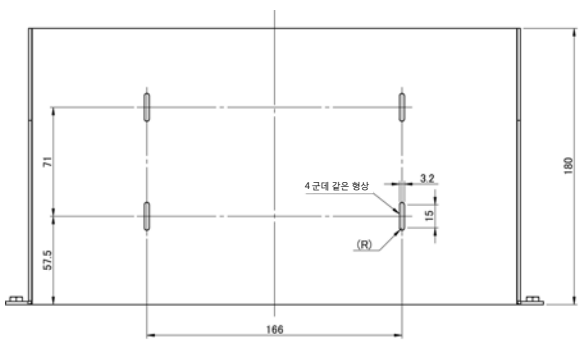
랙마운트 키트 참고도와 장착 방법

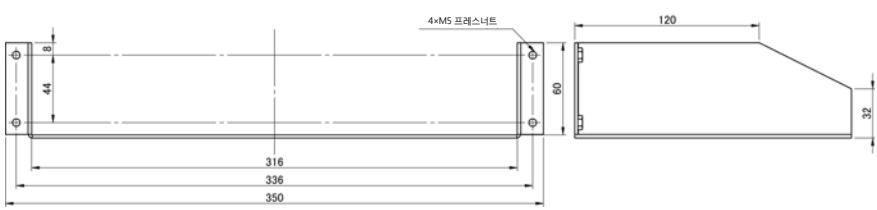
랙마운트 키트(EIA)

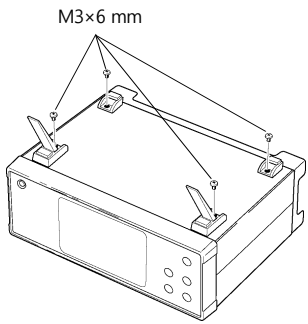


랙마운트 키트(JIS)

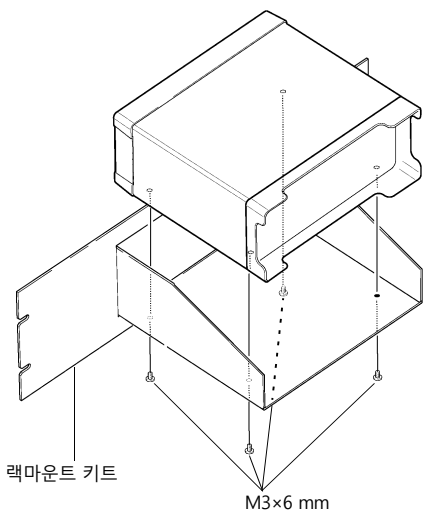

SPCC t2.0
2
2 × C2
4 × ∅5.4
R3
4 군데 같은 형상
44
50
80
99
17.5
216
336
460
480


71
57.5
4 군데 같은 형상
3.2
15
(R)
180
166


SPCC t2.0
4×M5 프레스너트
120
8
44
60
32
316
336
350



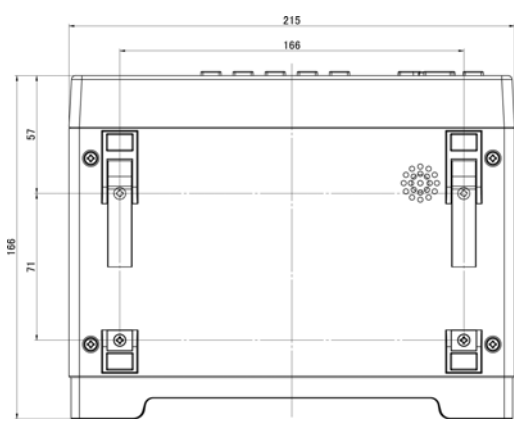
1 **본 기기 바닥면의 지지 다리를 세워, 나사(4개)를 풉니다.**



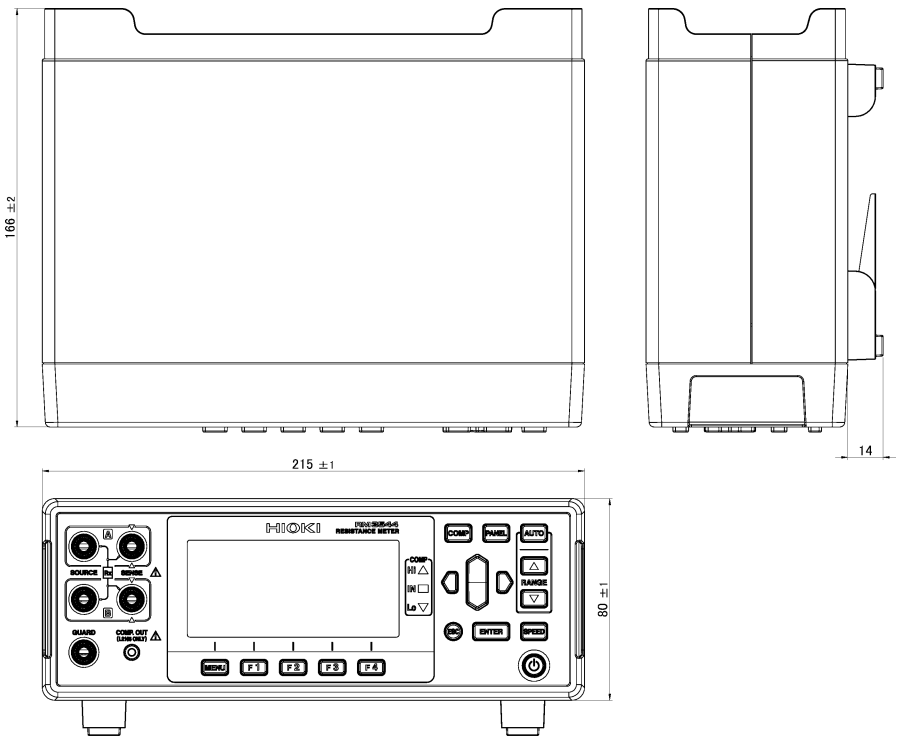
2 **랙마운트 키트를 M3×6 mm의 나사로 고정시킵니다.**

랙에 장착할 때는 시판되는 받침대 등으로 보강해 주십시오.

나사 위치 규격도



부록16 외관도


166 ±2
14
215 ±1
80 ±1
HIOKI
RESISTANCE METER
SOURCE
SENSE
GUARD
COMP. OUT
COMP
Hi
IN
Lo
COMP
PANEL
AUTO
RANGE
ESC
ENTER
SPEED
MENU
F1
F2
F3
F4

부록17 교정에 대해서

교정조건

- 환경온습도 23℃±5℃, 80% RH 이하
- 전원 100~240 V±10%, 50/60 Hz, 왜곡률 5%이하
- 외부 자계 지구 자기장에 가까운 환경
- 리셋으로 설정 초기화

교정 설비

교정 설비로서 아래를 준비해 주십시오.

저항측정 기능

설비	교정점	제조자	규격형명
표준 저항기	10 mΩ	Alpha Electronics사	CSR-10N 상당품
표준 저항기	100 mΩ	Alpha Electronics사	CSR-R10 상당품
멀티프로덕트 교정기	3 Ω	FLUKE사	5520A 상당품
멀티프로덕트 교정기	30 Ω	FLUKE사	5520A 상당품
멀티프로덕트 교정기	300 Ω	FLUKE사	5520A 상당품
멀티프로덕트 교정기	3 kΩ	FLUKE사	5520A 상당품
멀티프로덕트 교정기	30 kΩ	FLUKE사	5520A 상당품
멀티프로덕트 교정기	300 kΩ	FLUKE사	5520A 상당품
멀티프로덕트 교정기	3 MΩ	FLUKE사	5520A 상당품
저항측정 리드		Hioki	L2104 4단자 리드

FLUKE사의 5520A를 준비할 수 없는 경우는 아래 설비를 이용하십시오.

설비	교정점	제조자	규격형명
표준 저항기	1 Ω	Alpha Electronics사	CSR-1R0 상당품
표준 저항기	10 Ω	Alpha Electronics사	CSR-100 상당품
표준 저항기	100 Ω	Alpha Electronics사	CSR-101 상당품
표준 저항기	1 kΩ	Alpha Electronics사	CSR-102 상당품
표준 저항기	10 kΩ	Alpha Electronics사	CSR-103 상당품
표준 저항기	100 kΩ	Alpha Electronics사	CSR-104 상당품
표준 저항기	1 MΩ	Alpha Electronics사	CSR-105 상당품

설비	교정점	제조자	규격형명
다이얼식 저항기	30 Ω~300 kΩ	Alpha Electronics사	ADR-6105M 상당품
다이얼식 저항기	3 MΩ	Alpha Electronics사	ADR-6106M 상당품

온도 측정(서미스터)

설비	교정점	제조자	규격형명
멀티프로덕트 교정기	25℃, 2186.0 Ω	FLUKE사	5520A 상당품

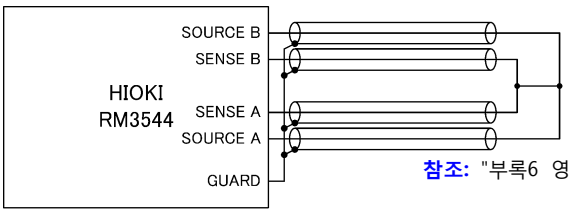
FLUKE사의 5520A를 준비할 수 없는 경우는 아래 설비를 이용하십시오.

설비	교정점	제조자	규격형명
다이얼식 저항기	25℃, 2186.0 Ω	Alpha Electronics사	ADR-6105M 상당품

교정점

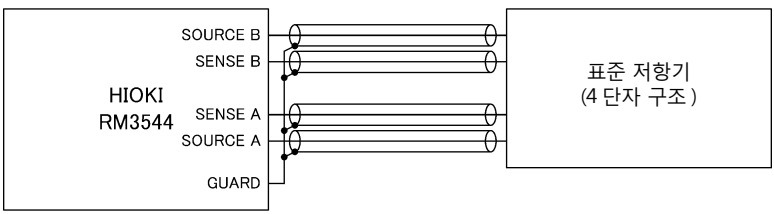
	레인지	교정점
저항측정	30 mΩ	0 Ω, 10 mΩ
	300 mΩ	0 Ω, 100 mΩ
	3 Ω	0 Ω, 1 Ω 또는 3 Ω
	30 Ω	0 Ω, 10 Ω 또는 30 Ω
	300 Ω	0 Ω, 100 Ω 또는 300 Ω
	3 kΩ	0 Ω, 1 kΩ 또는 3 kΩ
	30 kΩ	0 Ω, 10 kΩ 또는 30 kΩ
	300 kΩ	0 Ω, 100 kΩ 또는 300 kΩ
	3 MΩ	0 Ω, 1 MΩ 또는 3 MΩ
온도(서미스터)		25℃ : 2186.0 Ω 입력

연결방법

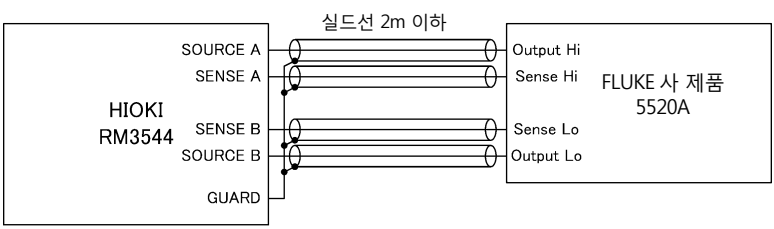


참조: "부록6 영점 조정에 대해서"(p.부8)

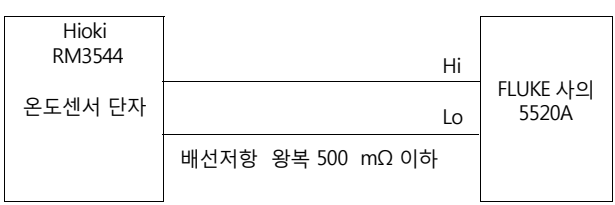
0 Ω 의 교정



표준 저항기와의 연결(30 mΩ 레인지~ 300 mΩ 레인지)



FLUKE사 제품 5520A와의 연결(3 Ω 레인지~ 3 MΩ 레인지)



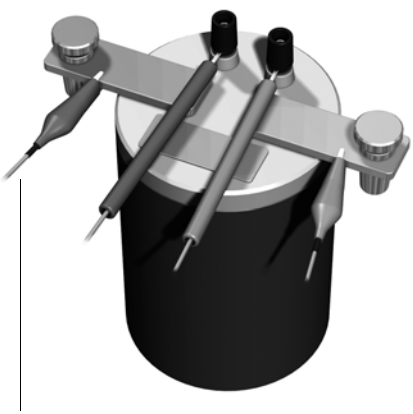
(극성은 없습니다)

주의 사항
- 0 Ω 교정의 결선에 대해서는 "부록6 영점 조정에 대해서"(p.부8)를 참조해 주십시오.
- 교정 시에는 충분한 노이즈 대책이 필요합니다.
  노이즈가 큰 상황에서는 측정치가 불안정하거나 어긋남이 발생할 수 있습니다.
  표준 저항기나 다이얼 저항기의 금속 외장은 본 기기의 GUARD전위에 연결해 주십시오.
  참조: "부록7 측정치가 안정되지 않을 때"(p.부13)
- 전압 검출 단자에 악어클립을 사용하지 마십시오. 열기전력의 영향으로 측정치가 어긋나는 경우가 있습니다.

YOKOGAWA사 2792를 이용해서 교정할 경우

4단자 리드를 이용해 주십시오.
클립형 리드로는 연결할 수 없으므로 주의해 주십시오.

올바름



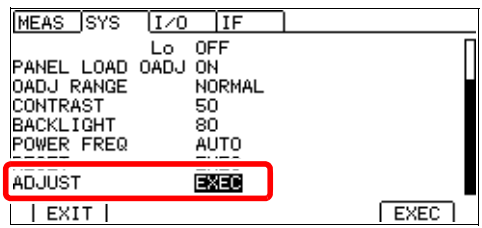
4단자 리드

잘못됨

클립형 리드

부록18 조정에 대해서

시스템 설정화면에는 조정화면이 준비되어 있습니다.
조정화면은 당사가 수리, 조정 시에 사용하는 화면이므로 일반고객께서는 이용할 수 없습니다.



F4 누르지 마십시오.

부록19 본 기기의 설정상태(MEMO)

본 기기를 교정, 수리하러 맡기시면 본 기기의 설정을 초기상태로 되돌려놓게 됩니다.
교정, 수리를 맡기기 전에 아래 표를 이용하여 본 기기의 설정을 기록해둘 것을 권장합니다.

화면		설정 및 키	설정값
측정화면		COMP	
		AUTO	
		▲▼(RANGE)	
		SPEED	
측정화면 (P.1/2)		VIEW (F2)	
측정화면 (P.2/2)		0 ADJ (F1)	
		LOCK (F2)	
설정화면 (SETTING)	측정 설정화면 (MEAS)	TC SET	
		AVERAGE	
		AUTO HOLD	
		COMP DELAY	
		SCALING(A*R+B)	
		A:	
		B:	
		UNIT:	
		Ω DIGITS	
		CURR ERROR MODE	
	시스템 설정화면 (SYS)	KEY CLICK	
		COMP BEEP Hi	
		IN	
		Lo	
		PANEL LOAD 0ADJ	
		0ADJ RANGE	
		CONTRAST	
		BACKLIGHT	
		POWER FREQ	
	EXT I/O 설정화면 (I/O)*1	TRIG SOURCE	
		TRIG EDGE	
		TRIG/PRINT FILT	
		EOM MODE	
		JUDGE/BCD MODE	
	통신 인터페이스 설정화면 (IF) *1	INTERFACE	
		SPEED	
		DATA OUT	
		CMD MONITOR	
		PRINT INTRVL	
		PRINT COLUMN	

*1: RM3544-01만

색인

숫자

0ADJ 89
4 단자법 ..... 부 2
4 단자 측정 ..... 부 19

A

ABS 모드 56, 58
AUTO 14, 28

B

BCD_LOW 89
BCDm-n 90

C

COMP 14, 57
COMP.OUT 단자 14

E

ENTER 14
EOM 90
ERR ..... 90, 부 26
ESC 14
EXT I/O 85
  연결 예 103
EXT I/O 커넥터 15, 87
EXT I/O 용 커넥터 116

F

F.LOCK 74
FULL 74
F 키 14

H

HI 90
HILO 90

I

IN 90
IN0, IN1 89
INDEX 90
INT 105

K

KEY LOCK 기능 74
KEY LOCK 해제 75
KEY_LOCK 89

L

LO 90
LOAD0~LOAD3 89

M

M.LOCK 74
MENU 키 14

O

OUT0~OUT2 90
OvrRng 34, 56, 163

P

PANEL 14, 67
PRINT 89, 136

Q

Q&A 156

R

REF% 모드 56, 60
RNG_OUT0~RNG_OUT3 90
RS-232C 151
RS-232C 인터페이스 122
RS-232C 커넥터 15

S

SPEED 14, 29

T

TC ..... 48, 부 4
TRIG 89, 107

U

UNLOCK 75
USB 단자 15
USB 인터페이스 119

V

VIEW 18

가

교류방식 .....부 3
교정 .....155, 부 34
기준치 56, 60

나

내부 트리거 105
내부 회로 구성 100
노이즈 .....부 13, 부 14, 부 25

다

데이터 출력 기능 129

라

랙마운트 .....부 29
레인지 14, 28
레인지 오버 34
리셋 81

마

마이너스 측정치 31
문의 156

바

배선 .....부 24
백라이트 80
백업 25
변압기 .....부 18
분로저항 .....부 19
블록도 .....부 1

사

상대치 판정 56
상하한치 56
상한치 58
설정 순서 16
셀프테스트 25, 26
션트저항 .....부 19
수동 레인지 28
스케일링 50
스탠바이 키 24
시스템 리셋 81
신호 배치 87

아

애버리지 46
엣지 (edge) 107
연속측정 106
열기전력 .....부 6
영점 조정 .....40, 89, 부 8
영점 조정 할 수 없을 때는 43
오버 레인지 검출기능 35
오토 레인지 28
오토 홀드 37
오픈 워크 35
온도 보정 .....48, 부 4
온도센서 23
외관도 .....부 33
외부 제어 85
외부 트리거 105
인쇄 133, 136

자

자동측정 105
저항측정 142
전류 검출 저항기 .....부 19
전류 이상 검출 기능 35
전송 속도 118
전압 강하법 .....부 2
전원 24
전원 Inlet 21
전원 주파수 76
전원 코드 21
전자결합 .....부 13
절대치 판정 56
점검 26
정전결합 .....부 13
정확도 144
  계산 예 144
  온도 측정 143
  저항 측정 142
조정 .....부 38
주파수 76
직류방식 .....부 3

차

초기설정 83
초기화 81
출력 신호 90
측정 대상
  열이 받는다 부18
  온도가 안정되지 않는다 부17
측정 레인지 28, 142

측정 리드
옵션 부28
자체제작하기 부24
측정 속도 29
측정 이상 34, 90
측정 이상 신호 162
측정대상 ..... 부 17
열을 받는다 부18
온도가 안정되지 않는다 부17
측정리드
연결하기 22, 30
옵션 부28
자체제작하기 부24
측정범위 141
측정시간 29
측정이상 ..... 34, 90, 부 26
측정조건 39, 67
로딩하기(패널 로드 기능) 69
저장하기(패널 저장 기능) 68
측정치
측정치 판정(콤퍼레이터 기능) 56
측정치 확인하기 31
측정치가 안정되지 않을 때 157, 부13
측정치가 표시되지 않을 때 158
측정치의 자릿수 바꾸기 54
편차 및 오차 부2, 부24
홀드하기 37

카

커서 키 14
콤퍼레이터
램프가 점등되지 않을 때 156
콤퍼레이터 기능 56
크로스 케이블 125
클리닝 155
클립형 리드 ..... 부 16
키 조작음 78

타

타이밍 차트 93
EXT I/O 93

파

판정 56
판정 방법 56
판정음 64
패널
패널 내용 삭제 72
패널명 변경 71
패널 로드 69
패널 저장 68
퓨즈 165
퓨즈홀더 15
프리 런 106, 162
프린터 133, 151
프린트 기반 ..... 부 21, 부 22

하

허용범위 56, 60
홀드 37
화면 콘트라스트 79
화면구성 18

보증서

HIOKI

모델	시리얼 번호	보증 기간 구매일(___ / ___)로부터 1년

본 제품은 당사의 엄격한 검사에 합격하여 출하된 제품입니다.

만일, 사용 중에 문제가 발생할 경우, 제품을 구매한 대리점에 문의하시면 본 보증서의 조항에 따라 무상 수리가 제공됩니다. 본 보증은 구매일로부터 1년 간 유효합니다.
구매일이 불확실한 경우, 본 보증은 제품 제조일로부터 1년 간 유효한 것으로 간주합니다. 대리점에 문의 시, 본 보증서를 제시하여 주십시오.
정확도는 별도로 표시된 정확도 보증기간 동안 보증됩니다.

1. 사용 설명서, 본체 주의 라벨 (각인 표시 등 포함) 및 기타 주의 정보에 따른 정상 사용조건내에서 보증 기간 동안 발생하는 고장은 구매한 가격 한도까지 무상으로 수리 받을 수 있습니다. 또한, 당사는 제품 제조일로부터의 일정 기간 경과, 부품 생산 중단 또는 불가피한 상황 등을 이유로 수리가 불가능할 경우, 수리, 교정 및 기타 서비스 제공을 거부할 수 있습니다.
2. 하기 사항에 해당하는 경우는 보증 기간 내 발생한 고장이라 하더라도 당사의 판단하에 보증 범위를 벗어나는 것으로 간주합니다.
   a. 측정중인 대상물의 손상 또는 제품 사용 및 그 측정 결과로 인한 다른 2차 또는 3차 손상
   b. 부적절한 취급 또는 사용 설명서의 조항을 따르지 않아 생긴 고장
   c. 당사가 승인하지 않은 회사, 조직 또는 개인의 제품 수리, 조정 및 개조로 인한 고장 또는 손상
   d. 소모품 (예: 잉크, 배터리, 기록지 등)
   e. 구매 후 운반, 낙하 등으로 인한 고장 또는 손상
   f. 제품 외관의 변형(외함의 스크래치 등)
   g. 화재, 강풍 또는 홍수 피해, 지진, 낙뢰, 전원 공급 이상(전압, 주파수 등 포함), 전쟁 또는 내전, 방사능 오염 및 기타 천재지변 등 불가항력으로 인한 고장 또는 손상
   h. 제품을 네트워크로 연결하여 발생한 손상
   i. 본 보증서를 제시하지 못하는 경우
   j. 특수한 용도(우주용 장비, 항공 장비, 원자력 장비, 생명 관련 의료 장비 또는 차량 제어 장비 등)로 사용된 경우, 이를 사전에 당사에 알리지 않았을 때
   k. 그 외 당사 책임이라 볼 수 없는 기타 고장

*요청사항
- 당사는 본 보증서를 재발급할 수 없으므로, 주의하여 보관하십시오.
- 본 양식에 모델명, 시리얼 번호 그리고 구매일을 기입하십시오.

16-01 KO

HIOKI E.E. CORPORATION
81 Koizumi, Ueda, Nagano 386-1192, Japan
TEL: +81-268-28-0555
FAX: +81-268-28-0559

- 사용설명서는 히오키 홈페이지에서 다운로드 가능합니다.
  www.hioki.com
- 본 매뉴얼의 내용에 관해서는 만전을 기하였으나, 의문사항이나 틀린 부분 등이 있을 경우에는 당사로 연락 주시기 바랍니다
- 본서는 내용 개선을 위하여 예고 없이 기재 내용이 변경될 수 있습니다.
- 본서에는 저작권법에 의하여 보호받는 내용이 포함되어 있습니다.
  본서의 내용을 당사의 허락없이 전재·복제·개변함을 금합니다.

HIOKI
HIOKI E. E. CORPORATION

HEAD OFFICE
81 Koizumi, Ueda, Nagano 386-1192, Japan
TEL +81-268-28-0562 FAX +81-268-28-0568
os-com@hioki.co.jp **www.hioki.com**

히오키코리아주식회사
서울시 강남구 테헤란로 322 (역삼동 707-34)
한신인터밸리24빌딩 동관 1705호
TEL 02-2183-8847 FAX 02-2183-3360
info-kr@hioki.co.jp **www.hiokikorea.com**

1601KO

편집 및 발행 히오키전기주식회사 개발지원과

Printed in Japan