

HIOKI

부분 방전 검출기 ST4200 고전압 릴레이박스 SW2001

PARTIAL DISCHARGE DETECTOR ST4200
HIGH VOLTAGE MULTIPLEXER SW2001

NEW



모터 내부의 잠재적 절연 결함 검출

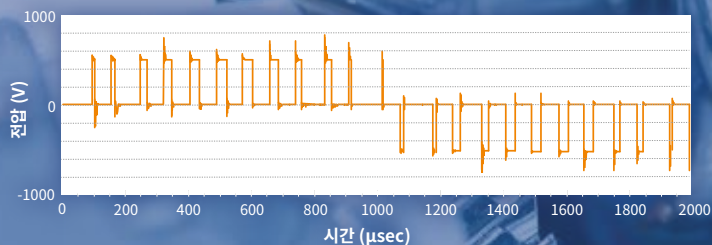
Enhance PD Detection, Elevate Your Motor Inspection

CE 3^{year} Warranty

부분 방전 시험이 필요한 이유

EV 등에 사용되는 인버터 구동 모터는 스위칭 동작으로 인해 순간적으로 고전압이 발생합니다. 권선의 부분 방전이 장시간 지속되면 절연이 열화되어 단락이나 절연 파괴로 인한 심각한 사고 (화재 등) 로 이어질 수 있습니다. 절연 파괴 및 절연 열화의 원인을 검출함으로써 모터의 품질과 안전성을 향상시킬 수 있습니다. 이를 위해서는 일반 시험과 함께 부분 방전 시험을 실시하는 것이 효과적입니다. 이를 통해 잠재적 결함이 있는 모터나 부품을 생산 라인에서 검출하여 유출을 방지할 수 있습니다.

인버터 전압 파형



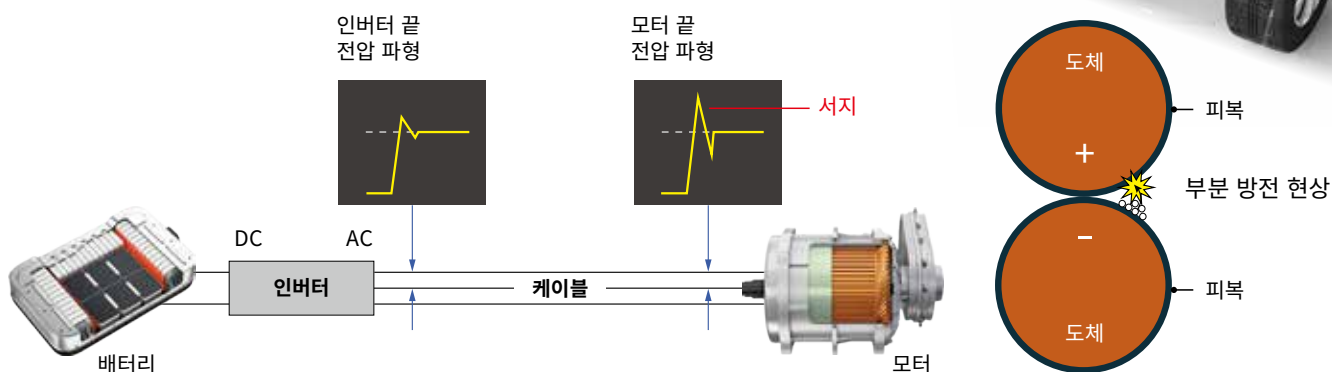
모터를 구동하는 인버터 전압은 고속으로 스위칭 동작을 반복하는 파형입니다. 스위칭 동작을 할 때마다 스위칭 전압의 2 배 이상의 서지 전압이 발생하여 모터 내 권선 사이에 순간적인 고전압이 가해집니다. 이러한 인버터 서지 전압의 반복은 권선의 절연 열화를 가속화합니다.



잠재적 결함은 중대 사고로 이어진다

일반적으로 적절하게 절연되지 않은 권선에 350V 이상의 전압이 가해지면 부분방전이 발생한다고 알려져 있습니다.

모터 권선에 절연 성능이 저하된 부분이 있으면 부분방전이 발생하며, 장기간 지속되면 절연 열화가 진행됩니다. 이 부분 방전에 의한 절연 열화는 단락이나 절연 파괴로 인한 중대한 사고 (발화 등) 로 이어질 수 있습니다.



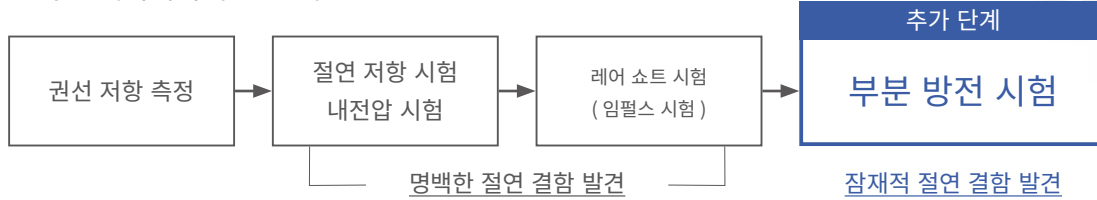
절연 파괴에 이르기 전에 잠재적 결함을 발견한다

모터의 절연 저항과 내전압 (내압) 을 검사하는 목적은 명백한 절연 결함을 발견하는 것입니다.

그러나 이러한 테스트는 잠재적인 절연 결함을 발견할 수 없습니다.

잠재적인 절연 결함은 부분 방전 시험으로 발견할 수 있습니다.

모터 스테이터의 주요 검사



부분 방전 시험 포인트

부분 방전 시험은 각 상 사이에 고전압을 인가하면서 부분 방전을 검출하는 시험입니다.

권선간 (Turn to Turn), 상간 (Phase to Phase), 각 상과 스테이터 코어간 (Phase to Core) 을 시험합니다.



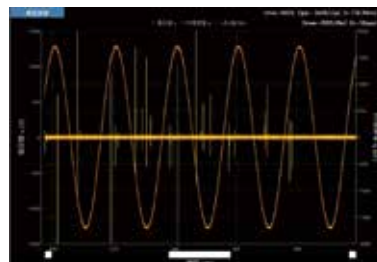
- 1 권선간 : 동상 코일간과 코일과 대지간에 발생하는 전압 차이에 의한 방전입니다. 임펄스 전압을 사용합니다.
- 2 상간 : 서로 다른 상 권선간의 접촉 또는 절연지 이탈 및 찢어짐에 의한 방전입니다. 중성점이 열린 상태에서 고전압 AC 전원을 사용하여 테스트하는 것이 이상적입니다.
- 3 각 상과 스테이터 코어간 : 권선과 스테이터 코어의 접촉 또는 절연지 이탈 및 찢어짐에 의한 방전입니다. 고전압 AC 전원을 사용합니다.

부분 방전을 확실하게 검출하는 인가 파형 선택

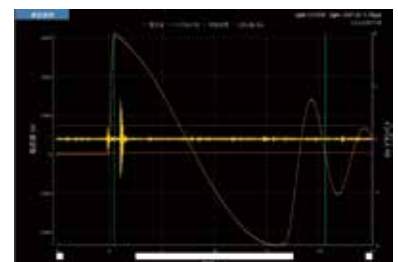
권선간 시험은 인버터 서지에 대한 내성 시험이므로 임펄스 파형을 사용하여 임펄스 부분 방전 시험을 수행합니다.

상간 및 각 상과 고정자 코어간의 시험은 반복적으로 고전압을 인가하는 AC PD 시험을 수행하는 것이 이상적입니다.

그러나 중성점이 닫힌 상간 시험에서는 AC PD 시험을 할 수 없으므로 임펄스 파형을 사용합니다.



AC PD 시험



임펄스 PD 시험

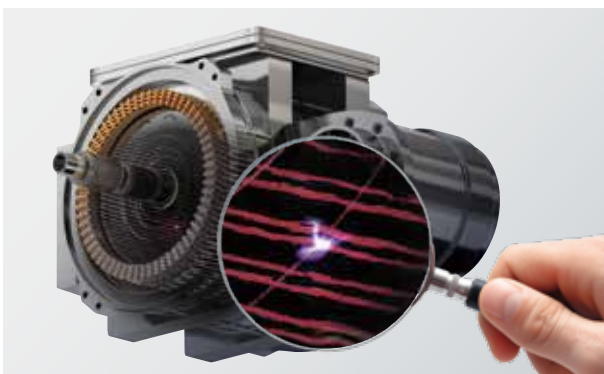
HIOKI 는 스테이터의 부분 방전 시험에서 AC PD 시험과 임펄스 PD 시험을 구분하여 사용할 것을 권장하고 있습니다. 이 두 가지 부분 방전 검출을 1 대로 할 수 있는 것이 「부분 방전 검출기 ST4200」 입니다.

부분방전검출기 ST4200

Partial Discharge Detector ST4200



검사를 업그레이드하여
모터의 신뢰성 향상



부분 방전 검출력 극대화

- 듀얼 모드 부분 방전 검출
AC PD 및 임펄스 PD 를 통한 확실한 검사

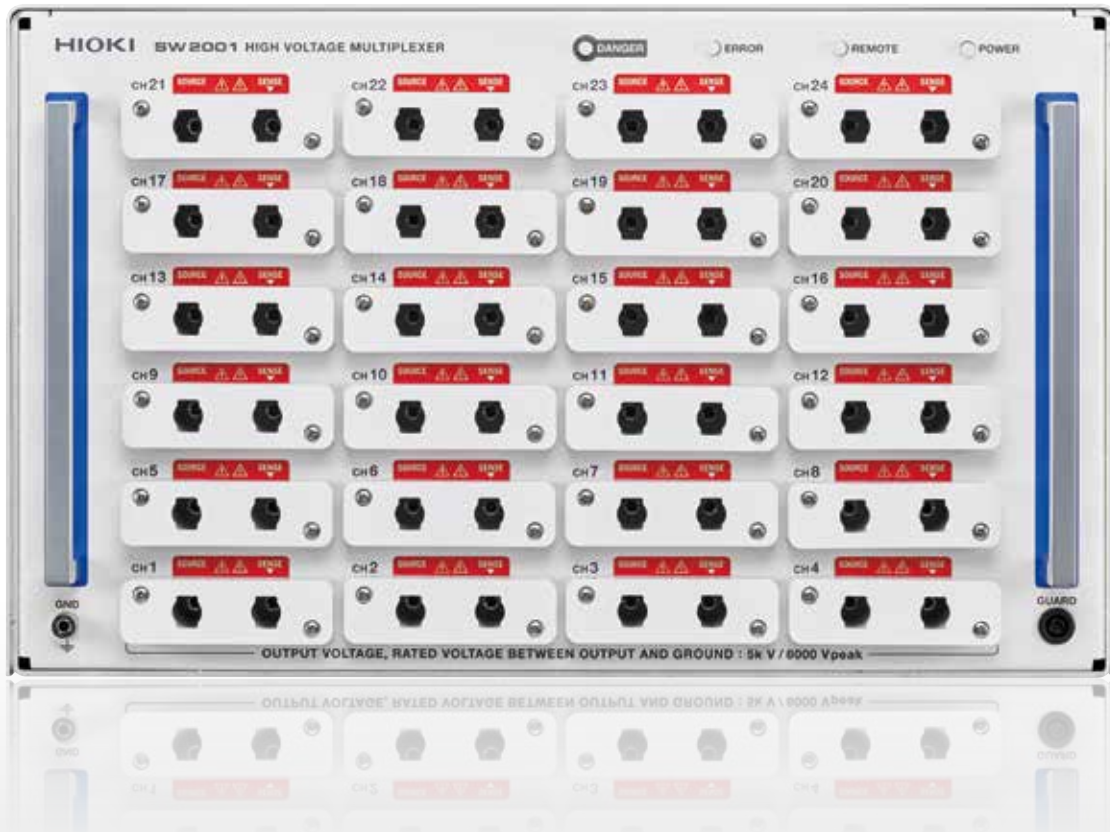


생산 라인에서 고정밀 부분 방전 시험

- 고주파 CT 를 이용한 노이즈에 강한 부분방전 검출
- SW2001 과의 연계로 복합 검사 시스템에서도 안정적인 부분방전 검출

고전압 릴레이박스 SW2001

High Voltage Multiplexer SW2001



6 가지 시험의 통합으로 모터의 생산 효율성 향상



다양한 모터 스테이터 시험기를
하나의 릴레이 박스에 통합

- 검사에 필요한 채널 수에 맞춰
4, 8, 16, 24 채널 라인업 중 선택 가능



생산 라인의 가동 중단을 크게 감소
높은 신뢰도의 검사 시스템 구축 가능

- 수명이 길고 신뢰성이 높은 멀티플렉서 설계



Benefit

장점

- 01 부분 방전 검출력을 극대화하여 잠재적 결함을 발견
- 02 다양한 데이터 분석 기능으로 부분 방전 현상을 파악
- 03 생산 라인에서도 신뢰할 수 있는 부분 방전 시험 가능
- 04 노이즈의 영향을 감소시키는 간단한 시스템 설계
- 05 6 가지 시험을 하나의 릴레이 박스에 통합하여 생산성을 향상
- 06 생산라인 중단을 크게 줄일 수 있는 신뢰성 높은 검사 시스템 구축 가능

Challenge & Solution

과제 및 솔루션

생산 라인의 부분 방전 시험은 노이즈 간섭으로 인한 재현성 문제에 직면해 있습니다. 이 문제는 부분 방전 검출 방법의 선택과 모터 검사 시스템의 설계에서 비롯됩니다. 모터 생산 검사의 효율성을 높이기 위해 멀티플렉서 (릴레이 박스) 의 사용이 증가하고 있지만, 고전압과 저전압 측정을 안전하고 확실하게 전환할 수 있는 시스템을 설계하는 것은 어렵습니다. 또한, 멀티플렉서가 측정 성능에 미치는 영향을 최소화하면서 시스템의 견고성을 향상시키고 유지보수 다운타임을 최소화하는 것도 어려운 과제입니다. 이러한 설계 요구 사항의 균형을 맞추는 것은 매우 복잡한 작업입니다.



Benefit 01

부분 방전 검출력을 극대화하여 잠재적 결함을 발견

과제

- ⊖ AC PD 시험은 임펄스 PD 시험보다 장시간 고전압을 인가하여 시험하기 때문에 상간 및 각 상과 스테이터간 시험에 적합하지만, 상간 시험은 중성점 접속 후에는 실시할 수 없습니다.
- ⊖ 임펄스 PD 시험은 중성점 연결과 관계없이 시험이 가능하지만, 중성점 부근에서는 시험 신호 강도가 제한됩니다.

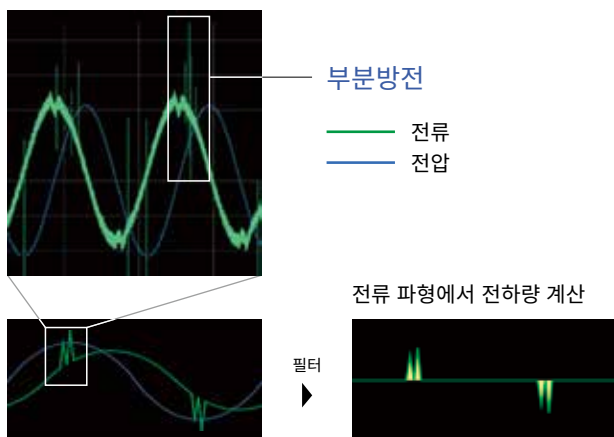
솔루션

듀얼 모드 부분 방전 검출

AC PD 시험과 임펄스 PD 시험을 모두 활용하여 잠재적 결함을 발견하기 위한 부분 방전 검출력을 극대화할 수 있습니다.
중성점 연결 유무와 시험 부위에 따라 최적의 시험 방법을 선택할 수 있습니다.

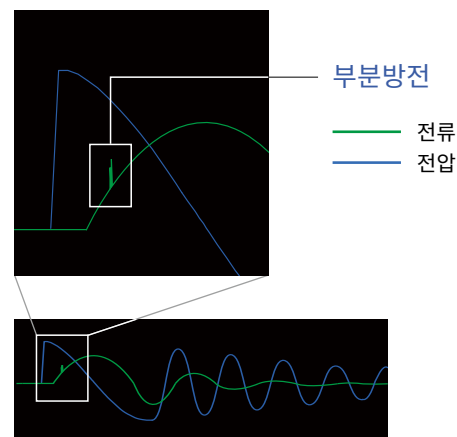
AC PD 시험

교류 고전압을 반복적으로 인가하고 전류 파형에서 방전의 전하량 (pC) 을 측정하여 부분 방전을 검출합니다.
IEC 60270 및 IEC 60034-27-1 을 준수합니다.

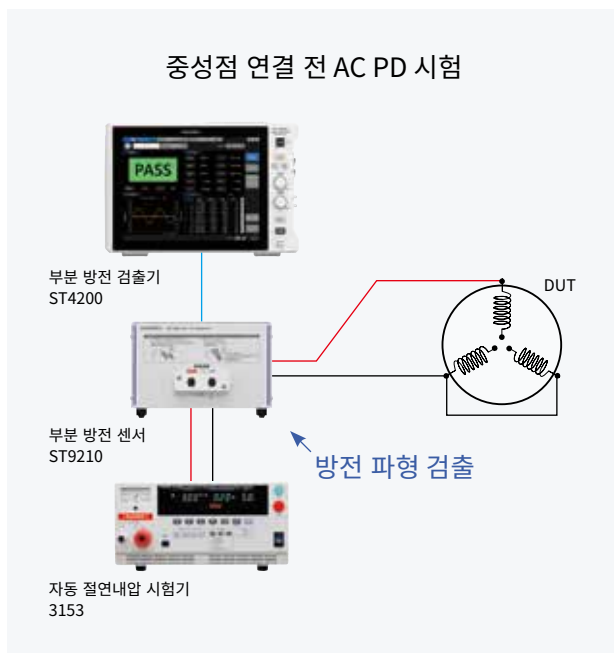


임펄스 PD 시험

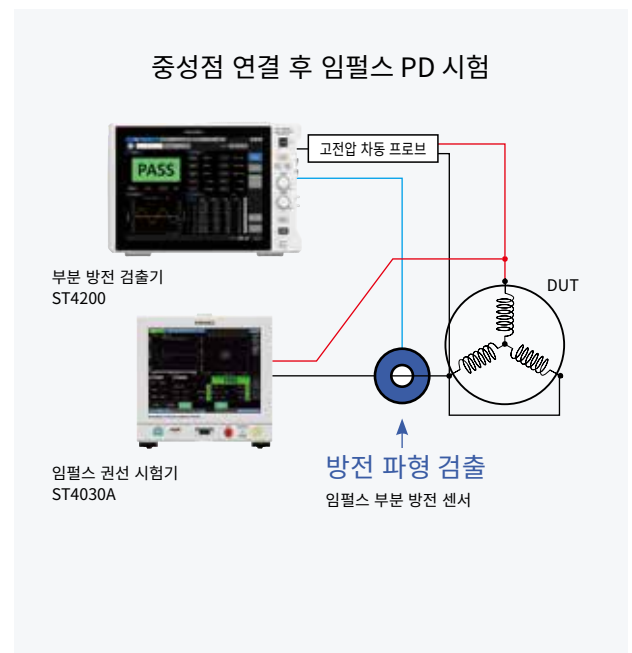
임펄스를 인가하여 전류 파형에 나타나는 방전 파형에서 부분 방전을 검출합니다. 서지 전압에 대한 내성을 테스트합니다.
IEC 61934 Edition 2.0 및 IEC 60034-27-5 를 준수합니다.



중성점 연결 전 AC PD 시험



중성점 연결 후 임펄스 PD 시험



Benefit 02

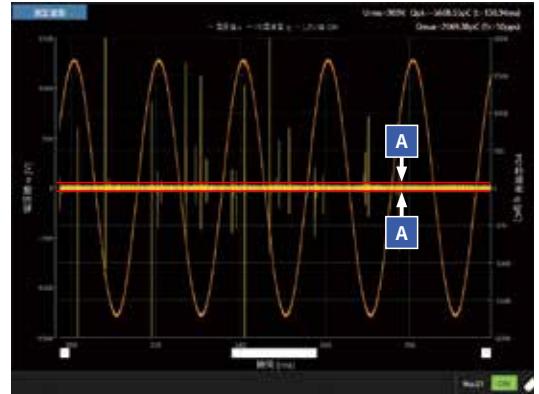
다양한 데이터 분석 기능으로 부분 방전 현상 파악

AC PD 시험 (일반 모드)

AC PD 일반 모드의 AC PD 시험은 일정한 시험 전압에서 실시합니다. 빨간색 선 (그림 중앙 A) 는 부분 방전 검출 임계값 (Q_{th}) 을 나타냅니다. 이 임계값을 초과하는 펄스를 모두 부분 방전으로 기록합니다.

PD 시험의 합격 기준은 Q_{max} (최대 PD 전하량), $n(1 \text{ 초 동안 발생하는 부분 방전 펄스 수})$ 등의 파라미터로 결정됩니다.

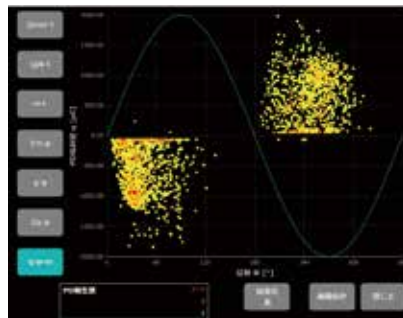
위상 분해 부분 방전 (PRPD) 분석 외에도 Q_{max-t} , Q_{pk-t} , $m-t$, $\Sigma m-\Phi$, $q-\Phi$, $\Sigma q-\Phi$, $\Sigma q-\Phi$ 등의 분석 함수를 사용할 수 있습니다.



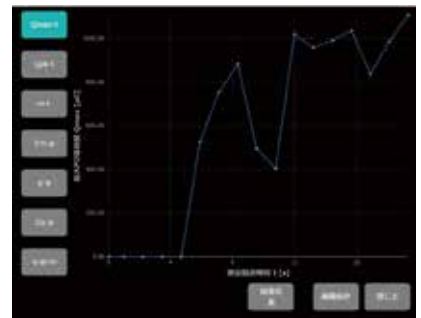
부분 방전 검출 임계값 설정



AC PD 일반 모드 측정



q-Φ-m 분석 그래프



Qmax-t 분석 그래프

AC PD 시험 (PDIV 모드)

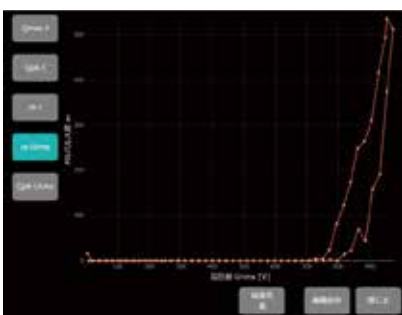
PDIV 모드에서는 시험전압을 올리거나 내림으로써 부분방전 시작전압 (PDIV) 과 부분방전 소멸 전압 (PDEV) 을 측정합니다. (그림에서 B 는 PDIV 값, C 는 PDEV 값)

각 측정 사이클에서 발생 시간, 충전량, 순간 전압, 전압 위상 등의 PD 데이터를 표시하고 기록합니다. (표 D)

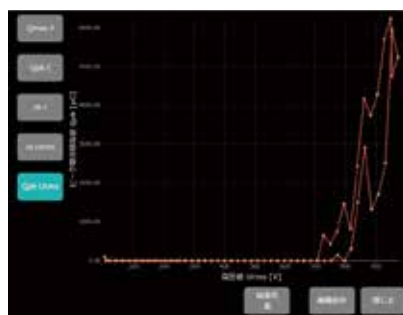
전압 대 최대 충전량 (Q_{max}) 은 그래프 (그림 E) 에 실시간으로 표시합니다. 그 외 펄스 수 대 전압 그래프 등 다양한 분석 기능이 있습니다.



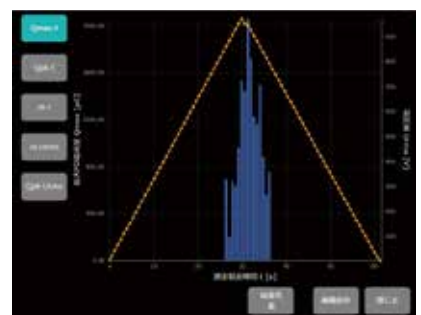
AC PD PDIV 모드 측정



m-Urms 분석 그래프



Qpk Urms 분석 그래프



Qmax-t 분석 그래프

임펄스 PD 시험 (일반 모드)

임펄스 PD 노멀 모드의 PD 시험은 고정된 시험 전압으로 수행됩니다 . 빨간색 선 (그림에서 F) 은 PD 임계값 (Qth) 을 나타냅니다 . 이 임계값을 초과하는 펄스는 모두 부분 방전으로 기록됩니다 .

또한 , 임펄스 파형의 상승 에지 중에 발생할 수 있는 비 PD 펄스의 영향을 완화하기 위해 판단 구간 (그림에서 G) 을 설정할 수 있습니다 .



부분 방전 검출의 임계값과 판정 구간 설정



임펄스 PD 일반 모드 측정

임펄스 PD 시험 (PDIV 모드)

PDIV 모드에서는 시작 전압, 최대 전압, 전압 단계를 설정할 수 있습니다 . 이 모드에서는 주요 부분 방전 파라미터를 표시하고 기록합니다 . (그림에서 I)

PDIV (부분방전 시작 전압)

RPDIV (반복 부분방전 시작 전압)

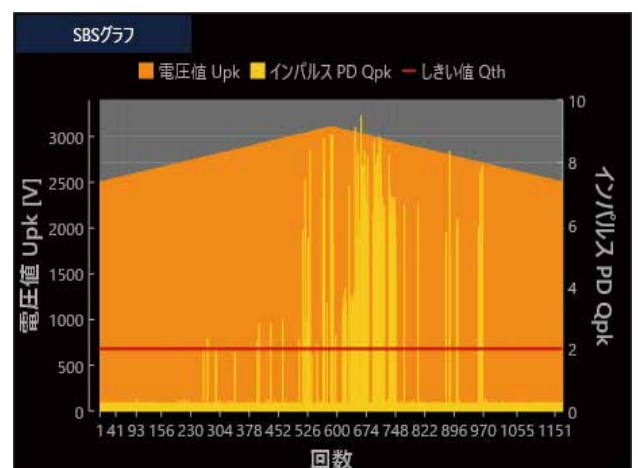
RPDEV (반복 부분방전 소멸 전압)

PDEV (부분방전 소멸 전압)

또한 SBS 그래프 (그림에서 J) 는 시험 중 인가 전압과 해당 PD 펄스 크기를 실시간으로 모니터링하고 표시합니다 .



임펄스 PD PDIV 모드 측정



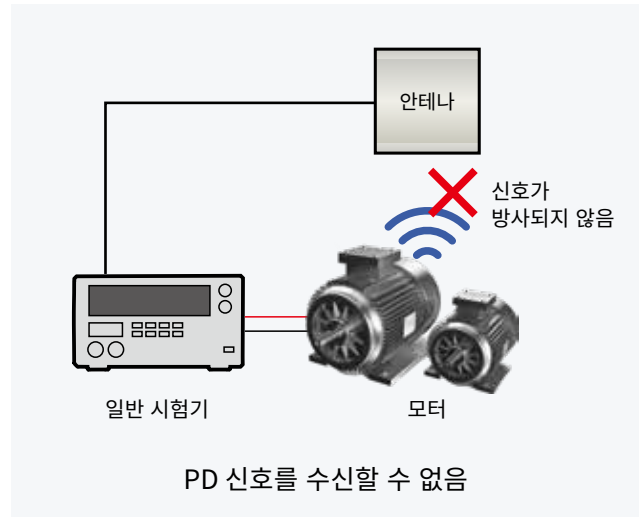
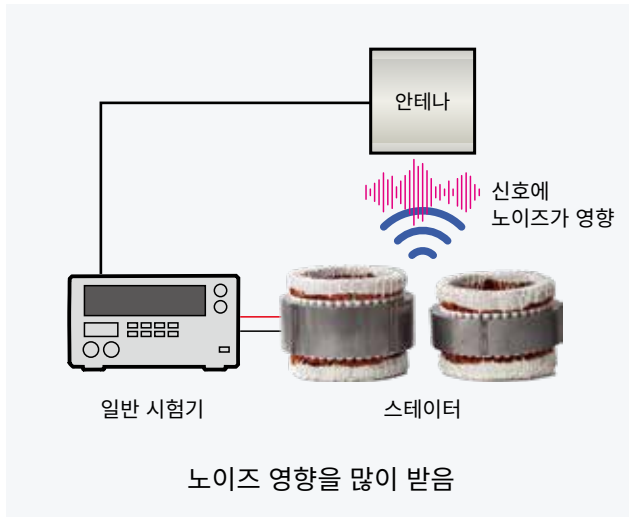
SBS 분석 그래프

Benefit 03

생산 라인에서도 신뢰성 높은 부분 방전 시험 실현

과제

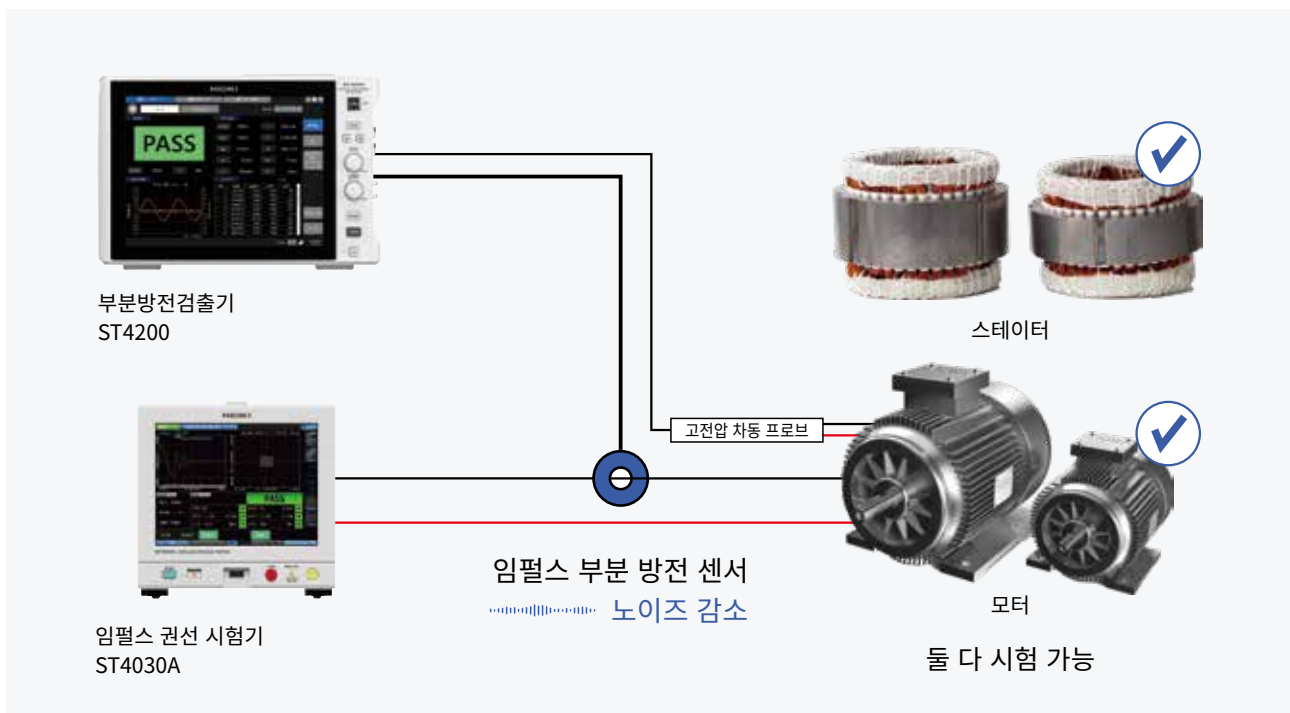
- 생산라인에서 마이크로파 안테나를 이용한 임펄스 PD 시험은 공장 설비나 전원 라인의 노이즈를 포착하여 측정값에 영향을 미친다.
- 마이크로파 안테나의 검출 지향성이 부분 방전 시험 결과에 영향을 미친다.
- 완성된 모터의 경우, 케이싱이 차폐 역할을 하여 부분 방전 신호가 방사되지 않는다.



솔루션

고주파 CT 에 의한 내노이즈성 부분방전 검출

고주파 CT 를 이용한 부분 방전 시험은 마이크로파 안테나를 이용한 생산 라인의 PD 시험에서 노이즈 간섭 및 환경적 요인에 의한 측정 결과에 대한 영향을 줄여줍니다. 이 시험 방법은 완제품 모터의 임펄스 PD 시험도 가능합니다.



Benefit 04

노이즈의 영향을 줄이는 간단한 시스템 설계

과제

⊘ 부분 방전 시험 시스템의 복잡한 배선으로부터 전달되는 노이즈로 인해 시험이 안정적이지 못함 .



복잡한 배선

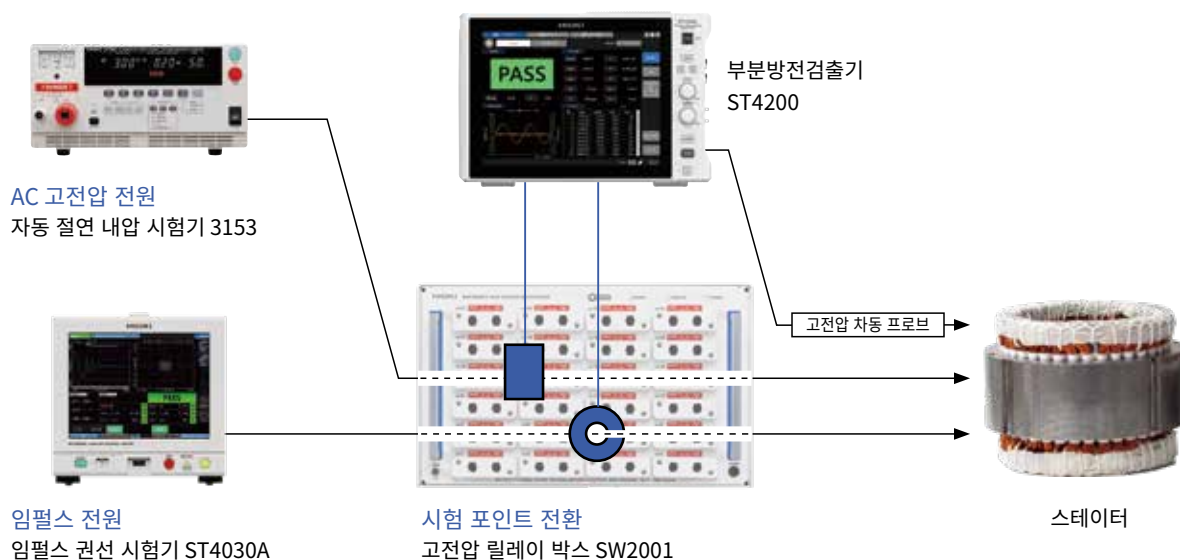


노이즈로 인해 정확한 시험이 불가능

솔루션

고전압 릴레이 박스 SW2001 에 통합

복잡한 시험 환경에서 노이즈의 영향을 최소화하기 위해 ST4200 이 탑재된 부분 방전 시험 시스템은 SW2001 을 내장한 멀티플렉서를 기반으로 구축할 수 있습니다 . 이 설계에서는 여러 입력 신호를 통합하여 배선의 복잡성을 크게 줄이고 , 케이블 정리와 상호 연결을 최소화합니다 . 전자기 간섭 (EMI), 접지 루프 , 용량성 커플링과 같은 잠재적인 노이즈 소스를 효과적으로 줄여 보다 정확하고 신뢰할 수 있는 측정을 제공합니다 .



주문 시 지정 옵션

SW2001 제조 공정에서 본체에 내장되므로 주문 시 지정해 주십시오 .



AC 부분방전 검출

부분 방전 센서 ST9200



임펄스 부분방전 검출

부분 방전 센서 ST9201

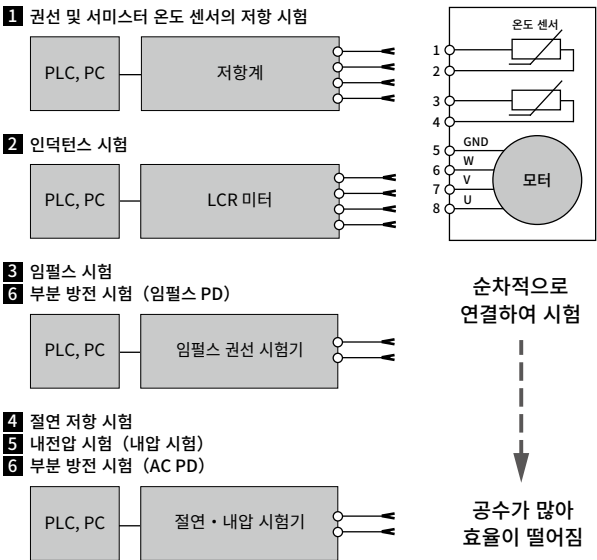
6 가지 시험을 하나의 릴레이 박스에 통합하여 생산성 향상

기존 모터 검사 라인에서는 각기 다른 시험 항목마다 모터를 이동시켜야 했습니다 .
최신형 모터 검사 라인은 여러 시험을 한 곳에 집약해 효율적이고 공간 절약이 가능해졌습니다 .

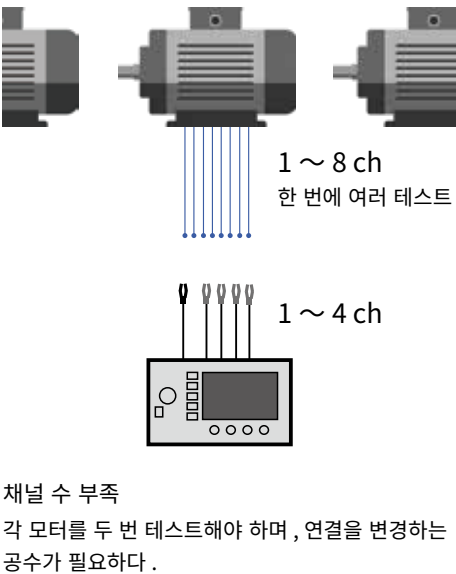
과제

- ❌ 기존의 모터 검사 라인은 한 번에 시험할 수 있는 모터가 1 개로 제한되는 경우가 많으며 , 여러 개의 모터를 검사할 경우 테스트 리드를 자주 재연결해야 하므로 효율성이 떨어진다 .
- ❌ 완성된 모터를 시험하려면 4 개의 연결 지점 외에 2 개의 시험용 서미스터 온도 센서를 연결해야 하는 번거로움이 있다 .

기존형 모터 검사 라인



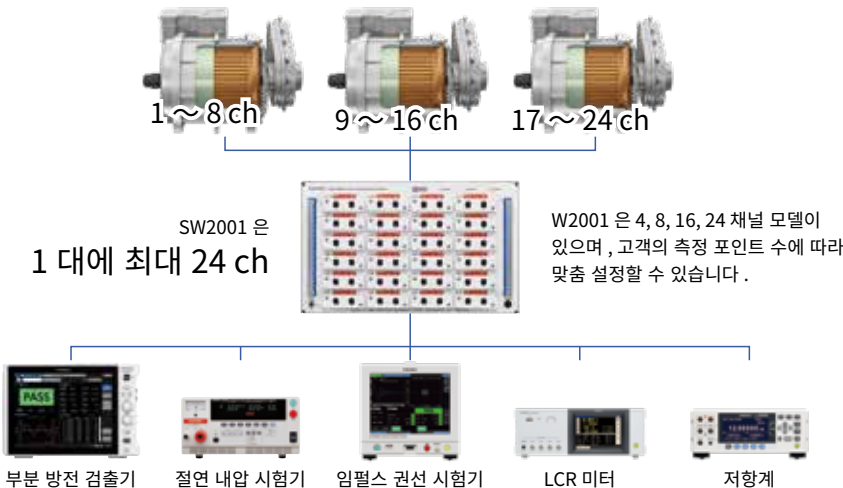
최신형 모터 검사 라인



솔루션

측정 포인트에 따라 채널 수 선택 가능

저항 시험 , 인덕턴스 시험 , 레어 쇼트 시험 , 내전압 시험 , 절연 저항 시험 , 부분 방전 시험 (AC PD 및 임펄스 PD) 의 6 가지 시험에 대해 여러 장비를 SW2001 에 연결하여 모터 검사를 간소화할 수 있습니다 . 직렬 모터 시험 라인 (기존형 시험 라인) 과 병렬 모터 시험 라인 (최신형 시험 라인) 양쪽에 발생했던 잦은 재연결로 인한 공수를 줄일 수 있습니다 . SW2001 은 두 개의 서미스터 온도 센서가 내장된 3 상 모터를 최대 3 개까지 동시에 시험할 수 있습니다 .



Benefit 06

생산 라인의 가동 중단을 크게 절감 신뢰도 높은 검사 시스템 구축 가능

모터 / 스테이터의 복합 시험 시스템에서 내전압 시험 (코일과 코어 사이에 몇 kV의 전압을 적용) 과 같은 고전압 시험과, 권선 저항 시험과 같은 저전압 시험이 일반적으로 이루어집니다 . 따라서 시험 장비와 측정 대상 (DUT) 간에 측정 회로를 전환해야 합니다 .

과제

1. 릴레이 박스 설계가 측정에 미치는 영향

❌ 절연 성능의 과제

필요한 절연 성능을 충족하지 못하는 설계로 인해 내전압 시험 및 절연 저항 시험에서 습도로 인한 누설 전류의 영향을 크게 받는다 .

❌ 릴레이 접점 저항 상승

일반 릴레이의 경우 , 반복 사용으로 인해 릴레이 접점의 저항값이 상승하여 측정값이 변동한다 .

❌ 하드웨어 설계의 문제점

부적절한 릴레이 박스 설계로 인해 내부에서 노이즈 및 방전이 발생하여 신뢰할 수 있는 부분 방전 검출 및 기타 모터 검사가 불가능하다 .

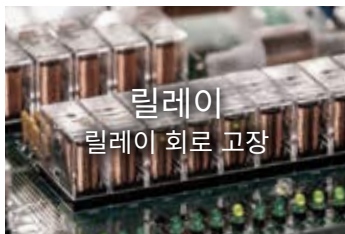
2. 측정기의 갑작스러운 고장

❌ 잔류 에너지에 의한 고장

측정 대상 권선 내에 축적되는 고전압 시험 시 에너지를 충분히 방출하지 않은 상태에서 저항계 등 저전압 계측기를 측정 대상에 연결하면 권선 사이에 발생한 고전압으로 인해 저전압 계측기가 고장날 수 있다 .

❌ 잘못된 고전압 릴레이 교체

릴레이 박스 내에서 사용하는 고전압 릴레이의 정격 전압이 요구 사양을 충분히 충족하지 못하면 열화가 빠르게 진행되어 잘못된 릴레이 교체가 필요해진다 . 생산 라인의 가동 중단으로 이어져 생산성이 저하된다 .

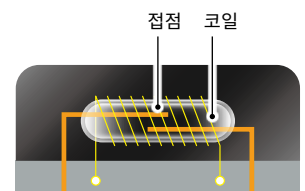


솔루션

수명이 길고 신뢰할 수 있는 멀티플렉서 설계의 SW2001

SW2001은 유지보수 빈도를 줄이기 위해 내구성이 높은 고전압 리드 릴레이를 채택하고 있습니다 . 이 릴레이는 유리관 내의 접점을 ON/OFF 하기 위해 인접한 여자 코일에 전류를 흘려 자기장을 발생시켜 동작합니다 . 이러한 동작 방식을 가진 고전압 리드 릴레이는 고전압 회로에서 안전하게 스위칭을 할 수 있고 (최대 피크 전압 8 kV), 누설 전류에 의한 측정에 미치는 영향을 줄일 수 있습니다 .

이러한 리드 릴레이의 채택과 더불어 , 보다 정확한 측정을 보장하기 위해 릴레이 사이의 공간 절연 거리 최적화 , 적절한 절연 재료 선택 , 릴레이와 접지 사이의 절연 강화를 위한 고내전압 기판 사용 등 고도의 절연 설계를 채택하고 있습니다 . 또한 , 측정 대상 권선 내에 축적된 에너지로 인한 측정기 손상 위험을 최소화하기 위해 보호 방전 기능을 탑재하고 있습니다 .



고전압 리드 릴레이 채택



절연 설계 최적화

SW2001이 보장하는 측정 성능과 높은 내구성

정밀도에 미치는 영향

절연 저항 측정 : 2%(1M~1G Ω)

AC PD 측정에 미치는 영향의 크기 40 pC 이하 (3 kV 인가 시)

내구성

최대 허용 임펄스 전류 : 피크 100 A

주회로 릴레이 수명 : 500 만회 이상 (참고값)



SW2001

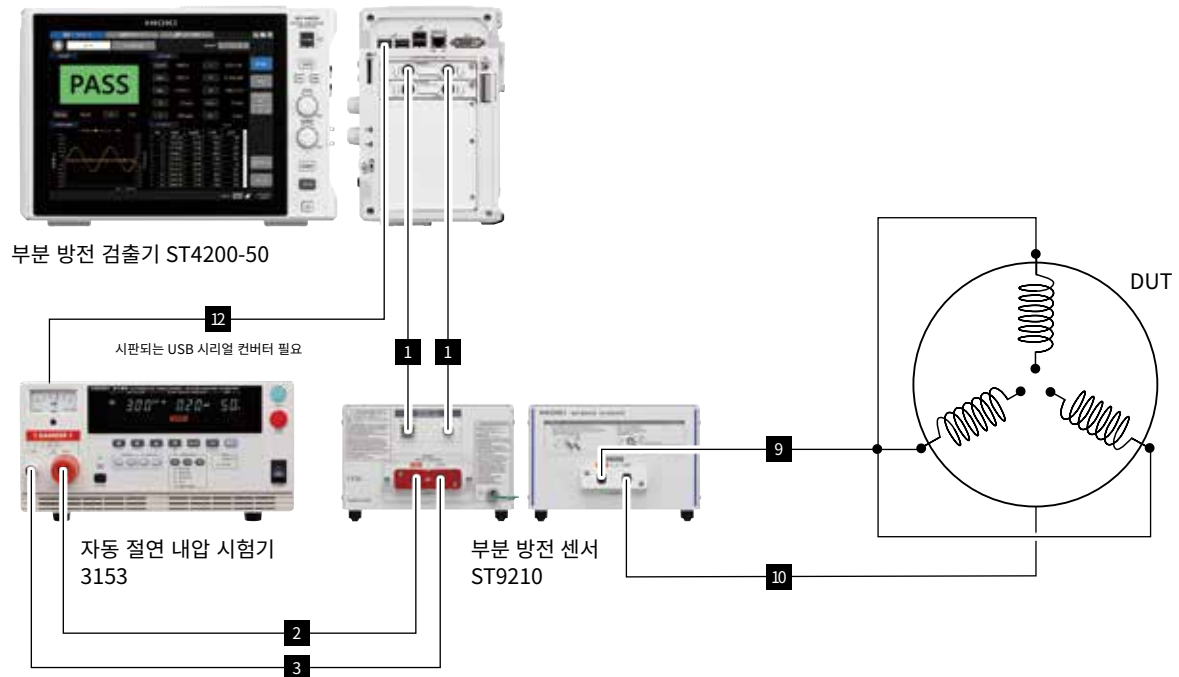
신뢰할 수 있는 스위칭

AC/DC 내전압 시험 (최대 5kV rms) 및 레어 쇼트 시험 (최대 8kV peak) 외에도 모터 권선 저항 및 인덕턴스 등의 특성을 측정하는 안전하고 포괄적인 기능을 제공합니다 .

보호 방전 기능

보호 방전 기능은 I/O 릴레이의 주 회로를 닫기 전에 출력 측의 주 회로를 접지하여 잔류 에너지를 방전시킬 수 있습니다 . 축적된 에너지로 인한 저압 계량기의 손상을 방지할 수 있습니다 .

AC PD 측정

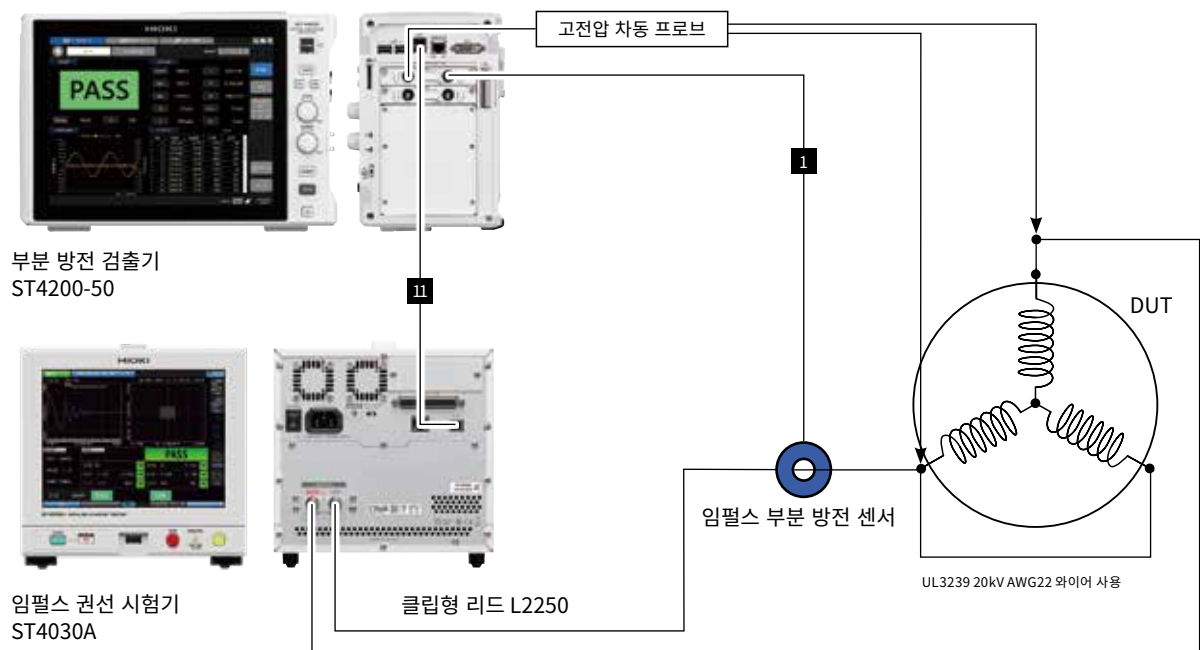


제품 구성

ST4200-50 (× 1), 3153 (× 1), ST9210 (× 1), 1 L9218 (× 2), 2 L2270 (× 1), 3 L2271 (× 1), 9 클립형 리드 (빨강) (× 1), 10 클립형 리드 (검정) (× 1), 12 L9637 (× 1)

※ PD 테스트 시스템의 교정을 위해서는 PD 교정기가 필요합니다. 별도로 구입해 주십시오.

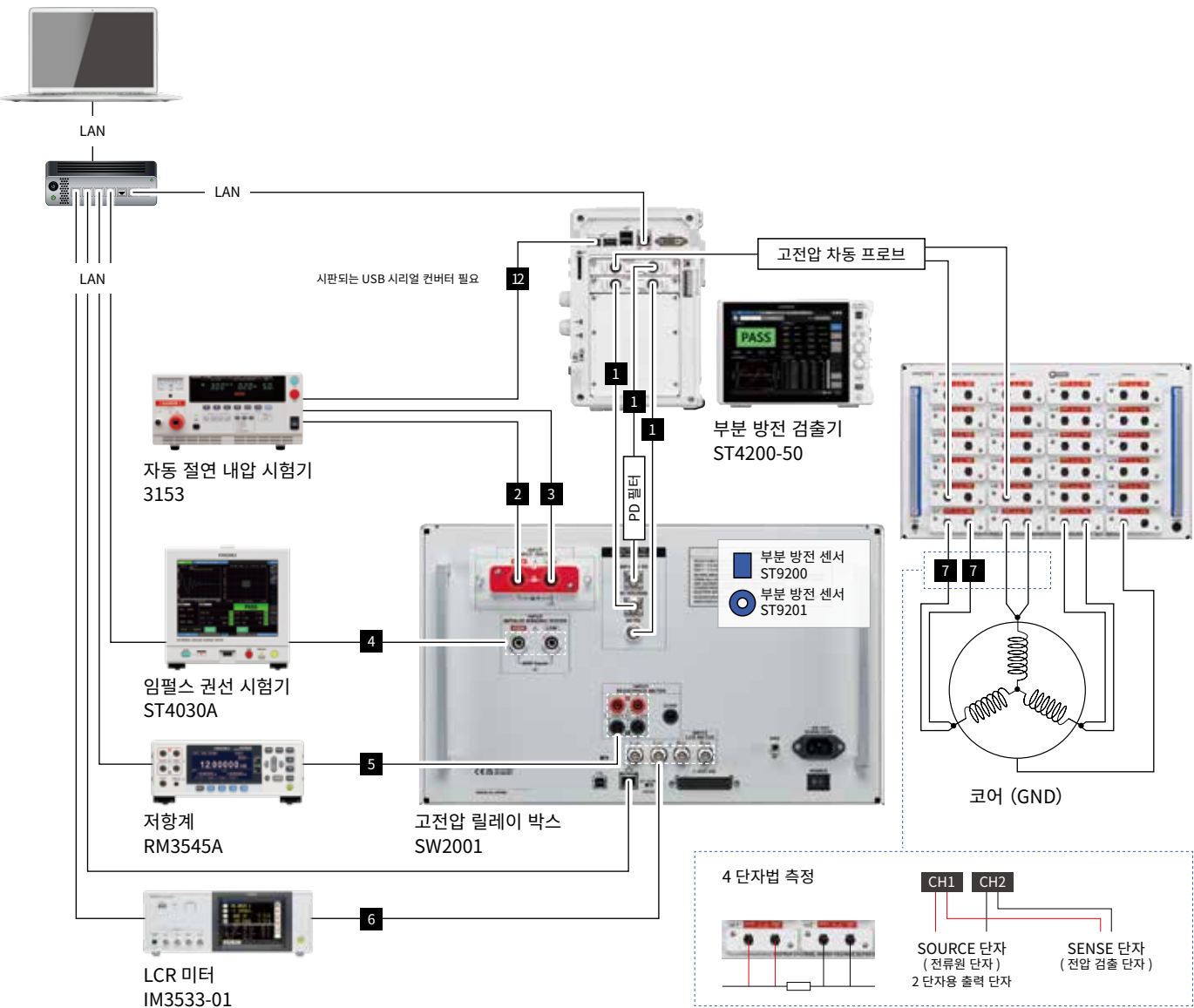
임펄스 PD 측정



제품 구성

ST4200-50 (× 1), ST4030A (× 1), 임펄스 부분방전 센서 (× 1), L2250 (× 1), L9218 (× 1), L1002 (× 1), ST4200-50 (× 1) 고전압 차동 프로브 (× 1), PD 필터 (× 1), 1 L9218 (× 1), 11 L1002 (× 1)

SW2001 을 이용한 모터 시험 시스템

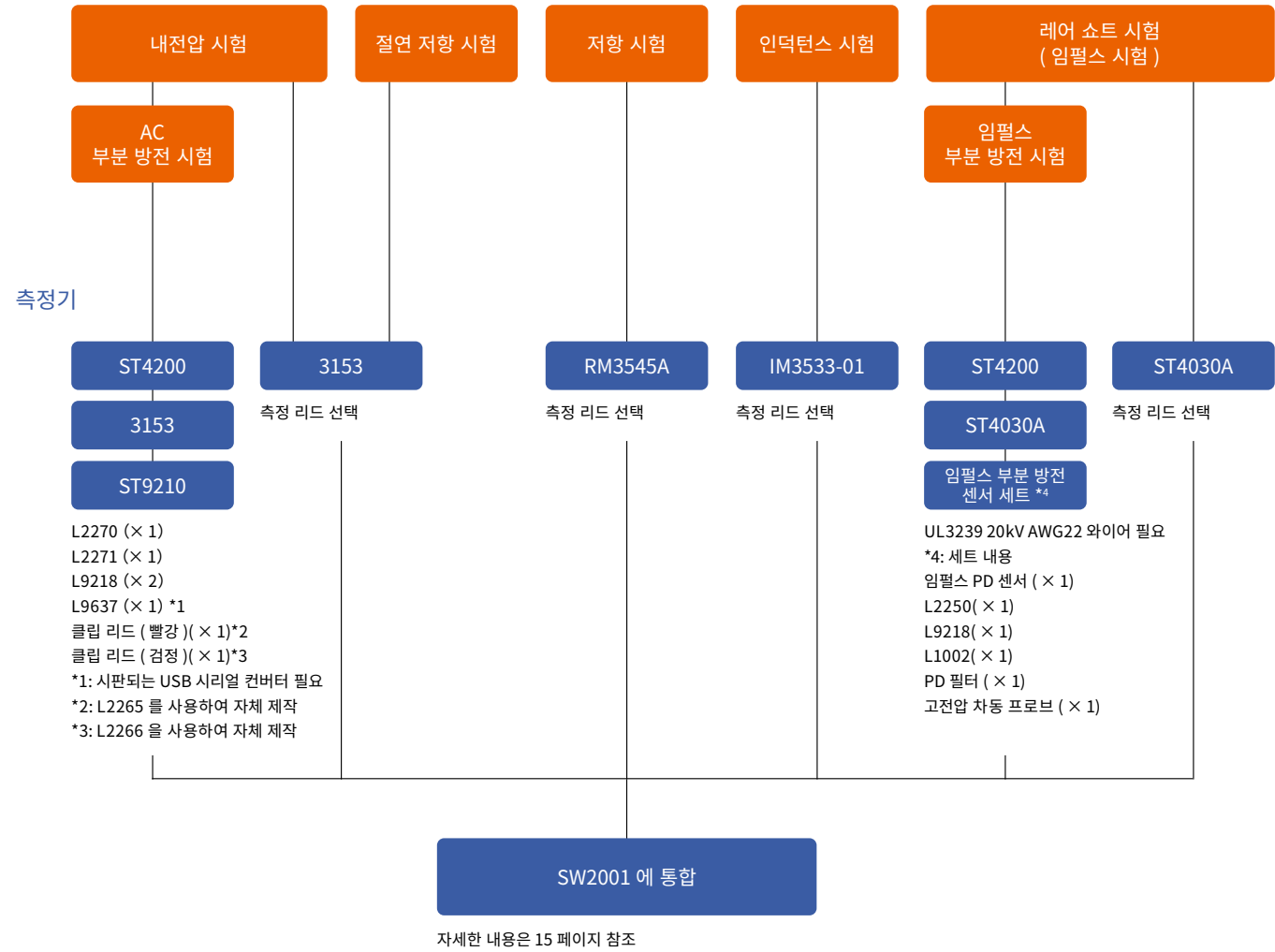


연결 케이블 및 측정 리드

- | | | | | | |
|--|---|--|--|--|---|
| <p>1</p> <p>연결 케이블 L9218
ST4200 과 SW2001 연결용</p> | <p>2</p> <p>연결 케이블 L2270
빨강 High 용 : 3153 연결용</p> | <p>3</p> <p>연결 케이블 L2271
검정 Low 용 : 3153 연결용</p> | <p>4</p> <p>연결 케이블 L2255
빨강 세트 : ST4030A 연결용</p> | <p>5</p> <p>연결 케이블 L2111
4 단자 : RM3545A 연결용</p> | <p>6</p> <p>연결 케이블 L2005
4 단자 : IM3533-01 연결용</p> |
| <p>7</p> <p>가공용 리드 L2265
빨강, 고전압 커넥터 - 끼진 상태</p> | <p>8</p> <p>가공용 리드 L2266
검정, 고전압 커넥터 - 끼진 상태</p> | <p>9</p> <p>L2265 를 사용하여 자체 제작</p> <p>10</p> <p>L2266 를 사용하여 자체 제작</p> | <p>11</p> <p>USB 케이블 (A-B) L1002</p> | <p>12</p> <p>RS-232C 케이블 L9637
ST4200 과 측정기를 연결하려면 시판되는 USB 시리얼 컨버터를 사용하십시오.</p> | |

선정 가이드

시험 내용



AC PD 시험 , 임펄스 PD 시험을 함께 실시할 때 필요한 장비



- 필요 기기
- ST4200-50
3153, ST4030A
ST9210
임펄스 부분방전 센서 세트
L2270
L2271
L2265
L2266
L9218 (× 2)
L9637
※ ST4200 과 측정기를 연결하려면 시판되는 USB 시리얼
컨버터를 사용하십시오 .
※ PD 테스트 시스템의 교정에는 PD 교정기가 필요합니
다 . 별도로 구입해 주십시오 .
※ UL3239 20kV AWG22 와이어가 필요합니다 .



제품명 : 부분 방전 검출기 ST4200

제품번호 (발주코드)

ST4200-50

부속품 : 전원 코드 × 1, 스타트업 가이드 × 1

주문 시 지정 옵션

SSD 유닛 U8332
내장 드라이브 , 256 GB



ST4200 제조 공정에서
본체에 내장하기 위해
주문 시 지정해 주십시오 .

ST4200 옵션



부분 방전 센서
ST9210
AC 부분방전 시험용



임펄스 부분 방전 센서
세트
임펄스 부분방전센서 , L225
0, L9218, L1002, L1002, L2
250, L9218, L1002, L1002,
PD 필터 , 고전압 차동 프로브



USB 케이블 (A-B)
L1002



RS-232C
케이블 L9637
ST4200 과 측정기를 연결하려면 시
판되는 USB 시리얼 컨버터를 사용하
십시오 .



USB 메모리
(16 GB) Z4006



SD 메모리카드
(2GB) Z4001
(8GB) Z4003

저장 매체

당사 옵션 제품을 반드시 사용해 주십시오 .
당사 옵션 제품 외에는 작동을 보증할 수 없습니다 .

제품명 : 고전압 릴레이 박스 SW2001

제품번호 (발주코드)

4 ch 모델 SW2001-04
8 ch 모델 SW2001-08
16 ch 모델 SW2001-16
24 ch 모델 SW2001-24

부속품 : 전원 코드 × 1, 스타트업 가이드 × 1, 발침대 × 4, EXT I/O 커넥터



SW2001-24

주문 시 지정 옵션

부분방전 센서 ST9200
AC 부분 방전 검출용 ,
SW2001 에 내장

부분 방전 센서 ST9201
임펄스 부분방전 검출용 ,
SW2001 에 내장

SW2001 제조 공정에서
본체에 내장되므로 주문
시 지정해 주십시오 .

SW2001 옵션



연결 케이블
L9218
ST4200 과 SW2001 연결
용



연결 케이블
L2270
빨강 High 용 : 3153
연결용



연결 케이블
L2271
검정 Low 용 : 3153 연결
용



연결 케이블
L2255
빨강 세트 : ST4030A 연
결용



연결 케이블
L2111
4 단자 : RM3545A 연결용



연결 케이블
L2005
4 단자 : IM3533-01 연결
용



가공용 리드
L2265
빨강 , 고전압 커넥터 -
꺼진 상태



가공용 리드
L2266
검정 , 고전압 커넥터 -
꺼진 상태



USB 케이블 (A-B)
L1002

관련제품



자동 절연 내압 시험기
3153



임펄스 권선 시험기
ST4030A



저항계
RM3545A



LCR 미터
IM3533-01

ST4200 사양

■ AC PD 측정

검출 방식	IEC 60270 및 IEC 60034-27-1 에 따른 검출 임피던스 및 밴드패스 필터를 이용한 방전 전하량 측정 방식	
샘플링 속도	100 MS/s	
전하량 측정 범위	시료 정전용량 C	전하량 측정 범위 Q
	$200\text{ pF} \leq C < 2\text{ nF}$	$10\text{ pC} \leq Q \leq 500\text{ pC}$
	$2\text{ nF} \leq C \leq 10\text{ nF}$	$10\text{ pC} \leq Q \leq 2500\text{ pC}$
샘플링 윈도우 시간 폭	100 ms ~ 1000 ms	
시험 주파수 범위 (인가 전압)	45 Hz ~ 1.1 kHz	
측정 항목	【일반 모드】 반복적으로 발생하는 최대 PD 강도 (Q max), PD 펄스 발생 횟수 (m, m+, m-), PD 펄스 발생률 (n), 전압 실효값 (U rms), 전압 파고값 (Up+, Up-), 평균 방전 전류 (I), 방전 전력 (P), 2 차 레이트 (D), PD 펄스 겉보기 전하 (q), PD 펄스 위상각 (ϕ) 【PDIV 모드】 (일반 모드의 값에 추가하여 다음 값) PD 시작 전압 (Ui), PD 소실 전압 (Ue)	

■ 임펄스 PD 측정

검출 방식	IEC 61934 Edition 2.0 및 IEC 60034-27-5 에 기반한 CT 및 디지털 필터를 통한 방전 전류 검출	
샘플링 속도	200 MS/s	
파형 기록 길이	2000~200000 포인트 * 샘플링 윈도우 시간 폭에 따라 달라집니다 .	
측정 항목	【노멀 모드】 일반 모드 PD 피크 방전량 (Qpk), 펄스열 중 PD 발생 횟수 (m) 【PDIV 모드】 (일반 모드의 값에 추가하여 다음 값) PD 발생 시작 전압 (PDIV), 반복 PD 발생 시작 전압 (RPDIV), 반복 PD 소멸 전압 (RPDEV), PD 소멸 전압 (PDEV), 반복 PD 피크 방전량 (RQpk)	

■ AC PD 측정 , 임펄스 PD 측정 공통

측정 모드	일반 모드 : 일정한 전압을 인가하여 단발 또는 연속 측정 PDIV 모드 : 준거 규격에 따라 인가 전압을 변경하면서 측정	
입력 채널	AC VOLTAGE : 전압 모니터 신호 (BNC 단자), AC PD : AC 부분 방전 전류 센서 신호 (BNC 단자) IMPULSE PD : 임펄스 부분 방전 전류 센서 신호 (BNC 단자)	
그래프 표시 항목	AC PD	【전압 파형 , PD 펄스 모니터】 X 축 : 시간 Y 축 : 전압 , PD 펄스 (각각 다른 스케일에서) 【전압 ~ 방전 전하량 특성 (Q=f(U) 그래프)】 X 축 : 전압 실효값 , Y 축 : 반복적으로 발생하는 최대 PD 강도
	임펄스 PD	【전류 파형 , PD 펄스 모니터】 X 축 : 시간 Y 축 : 전류 , PD 펄스 (각각 다른 스케일에서) 【반복 임펄스 인가 시 임펄스 전압 , PD 펄스 추이】 X 축 : 횟수 Y 축 : 임펄스 전압 , PD 펄스 (각각 다른 스케일에서)
판정 기능	판정 내용	측정 결과가 판정값 이상일 경우 FAIL, 그렇지 않을 경우 PASS. 단, 판정값이 마이너스인 경우, 측정 결과가 판정값 이하인 경우 FAIL, 그렇지 않은 경우 PASS
	판정 가능한 측정 항목	AC PD 【노멀 모드】 반복적으로 발생하는 최대 PD 강도 (Q max), PD 펄스 발생 횟수 (m, m+, m-), PD 펄스 발생률 (n), PD 펄스 발생률 (n), 평균 방전 전류 (I), 방전 전력 (P), 2 차 레이트 (D) 【PDIV 모드】 (일반 모드의 값에 추가하여 다음 값) PD 시작 전압 (Ui), PD 소멸 전압 (Ue)
		임펄스 PD 【일반 모드】 PD 피크 방전량 (Q pk), 펄스열 중 PD 발생 횟수 (m) 【PDIV 모드】 (일반 모드의 값에 추가하여 다음 값) PD 발생 시작 전압 (PDIV), 반복 PD 발생 시작 전압 (RPDIV), 반복 PD 소멸 전압 (PPDEV), PD 소멸 전압 (RDEV), 반복 PD 피크 방전량 (RPDEV)

■ 정확도 사양

PD 펄스 위상각 측정 정확도 (참고값)	전압 입력 주파수	PD 펄스 위상각 오차 ± (°)
	$45\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ Hz}$	± 0.4
	$100\text{ Hz} < f \leq 400\text{ Hz}$	± 1.0
	$400\text{ Hz} < f \leq 1\text{ kHz}$	± 2.5
방사성 무선 주파수 전자기장 영향	50 pC 이하 (10 V/m 에서)	
전도성 무선 주파수 전자기장 영향	50 pC 이하 (10 V 에서)	
전원에 중첩되는 펄스 노이즈 영향	50 pC 이하 (1 kV, 펄스 폭 50 ns 의 펄스 노이즈 중첩 시)	

■ 고전압 발생원 제어

제어 내용	부분 방전 시험 부분 방전 시험의 고전압 발생원으로서 내압 시험기 , 임펄스 권선 시험기를 연계 제어
대응 기기 (2025 년 2 월 현재)	자동 절연 내전압 시험기 3153, 임펄스 권선 시험기 ST4030A, 그 외

■ 일반 사양

사용 장소	屋内내 사용 , 오염도 2, 고도 2000m 까지
사용온습도 범위	0℃~ 40℃、 80 % RH 이하 (결로가 없을 것)
보관온습도 범위	-10℃~ 50℃、 80 % RH 이하 (결로가 없을 것)
적합 규격	안전성 IEC 61010, EMC EN 61326
전원	정격 전원 전압 : AC 100 V ~ 240 V, 정격 전력 : 300 VA
크기	약 353(W) × 약 235(H) × 약 154.8(D) mm (돌출부 제외)
무게	약 7.3kg(U8332 장착 시), 약 7.1kg(U8332 미장착 시)

■ 저장 기능

저장 장소	SD 메모리 카드	Z4001 (2 GB)、Z4003 (8 GB)
	USB 메모리	Z4006 (16 GB)
	SSD	U8332 SSD 유닛 (256 GB)
파일 시스템	FAT32、NTFS、exFAT	
파일명	영숫자, 일본어 입력	
동일 파일명 처리	마지막에 연속번호를 붙여서 저장	
자동 저장	다음 내용을 자동 저장한다. 데이터 시리즈 (임펄스 PD 와 AC PD), SBS 그래프 이미지, AC PD 의 Q=f(U) 그래프 이미지	
수동 저장	SAVE 키 조작으로 다음을 저장합니다. 데이터 시리즈 (임펄스 PD 와 AC PD), AC PD 실시간 파형 이미지, 임펄스 PD 실시간 파형 이미지, SBS 그래프 이미지, AC PD 의 Q=f(U) 그래프 이미지	
저장 종류	표시 그래프 이미지	.BMP、.PNG、.JPEG
	측정 데이터	.CSV ※각 모드의 고정된 포맷으로 저장
파일 지정	신규 파일 또는 기존 파일 ※측정 시작 시 파일을 새로 생성할 것인지, 기존 파일에 추가할 것인지를 선택	
SAVE 키 동작	SAVE 키 조작으로 미리 설정된 저장 장소, 파일명, 저장 설정에 따라 저장을 실행한다.	

■ 데이터 로딩 기능

로딩 소스	SD 메모리 카드	Z4001 (2 GB)、Z4003 (8 GB)
	USB 메모리	Z4006 (16 GB)
	SSD	U8332 SSD 유닛 (256 GB)
로딩 데이터 종류	측정 데이터 (.CSV)	

■ 인터페이스

인터페이스	LAN, USB, RS-232C* (시판되는 USB 시리얼 변환 케이블 사용), 모니터 출력, EXT I/O (측정 시작, 측정 취소, PASS 및 FAIL 판정) EXT. I/O (측정 시작, 측정 취소, PASS 판정 및 FAIL 판정) *Secondary 가 되는 계측기 (예: 자동절연내압시험기 3153) 에 연결한다.	
-------	--	--



- 1 본체 내장 SSD 유닛
주문 시 지정 옵션
- 2 USB2.0 커넥터× 4
- 3 USB3.0 커넥터× 2
- 4 LAN (100BASE-TX) 커넥터
- 5 DVI-I 단자
- 6 SD 메모리 카드 삽입구
반드시 당사 옵션 저장매체를 사용해 주십시오. 당사 옵션 이외의 저장매체를 사용하면 정상적으로 저장, 읽기가 불가능할 수 있으며, 작동을 보장할 수 없습니다.
- 7 외부 제어 단자
- 8 측정 신호 입력 단자

시험 데이터, 파형 이미지를 ST4200 본체 스토리지 및 외부 저장 매체에 저장할 수 있습니다.
검사 결과를 보충하기 위한 데이터로 활용할 수 있습니다.

SW2001 사양

■ 기본 사양

입력 채널	고전압 2 단자 입력 2 채널 : 절연 내압 시험기 입력, 임펄스 권선 시험기 입력 저전압 4 단자 입력 2 채널 : LCR 미터 입력, 저항계 입력
출력 채널	CH1 ~ CH4(SW2001-04), CH1 ~ CH8(SW2001-08), CH1 ~ CH16(SW2001-16), CH1 ~ CH24(SW2001-24) 각 채널에 SOURCE 단자 (또는 2 단자용 출력 단자) 와 SENSE 단자
부분 방전 센서 출력	AC 전압 모니터 (BNC 단자), AC 부분 방전 전류 센서 출력 (BNC 단자), 임펄스 부분 방전 전류 센서 출력 (BNC 단자) * ST9200 또는 ST9201 탑재 시에만 해당 (주문 시 지정 옵션)
최대 입력 전압	고전압 2 단자 입력 - 내전압 시험기 입력 단자 : AC 5 kV rms, DC 5 kV, 7.07 kV peak 고전압 2 단자 입력 - 임펄스 입력 단자 : 8kV peak (임펄스) 저전압 4 단자 입력 - LCR 미터 입력 단자, 저항계 입력 단자 : AC 30V rms, DC 60V, 42.4V peak
출력 정격 전압	AC 5 kV rms, DC 5 kV, 8 kV peak(임펄스)
대지 간 최대 정격 전압	고전압 2 단자 입력 - 내전압 시험기 입력 단자 : AC 5 kV rms, DC 5 kV, 7.07 kV peak 고전압 2 단자 입력 - 임펄스 입력 단자 : 8kV peak(임펄스) 저전압 4 단자 입력 - LCR 미터 입력 단자, 저항계 입력 단자 : AC 30 V rms, DC 60 V, 42.4 V peak 출력 단자 : AC 5 kV rms, DC 5 kV, 8 kV peak(임펄스)
허용 최대 임펄스 전류	100 A peak
주회로 릴레이 수명	개폐회수 : 500 만회 이상 (참고값)
측정 정확도 영향 (측정기 정확도에 추가)	LCR 측정 : 측정 주파수 DC~10kHz 미만 ($\pm 3\%$), 10kHz 이상 ~100kHz($\pm 5\%$), 측정 임피던스 1M Ω 이상은 $\pm 5\%$. 직류 저항 측정 : $\pm 5\%$ (1 Ω 미만), $\pm 2\%$ (1 Ω 이상) 절연 저항 측정 : 1M Ω 이상 ~1G Ω 미만 ($\pm 2\%$) 1G Ω 이상 ~10G Ω 미만 ($\pm 5\%$) 임펄스 전압 : 영향량 규정 없음 (내부 배선 인덕턴스 최대 150 uH) 기생 용량 500pF 고려 무부하 누설 전류 : 1.5mA 이하 AC5kV 에서 (23°C 50%RH)
AC PD 측정에 미치는 영향량 (참고값)	환경 온도 23°C , 50 % RH, 측정 프로브 개방 상태 (용량성 부하 없음) 에서 인가 전압 3 kV 일 때 40 pC 이하 인가 전압 4 kV 일 때 100 pC 이하

■ 기능 사양

채널 전환	채널 전환 EXT. I/O 또는 통신 커맨드로 지정된 입력 채널 및 출력 채널을 버스에 연결
인터록	인터록 EXT. I/O 에서 모든 릴레이를 최우선이자 무조건적으로 오픈
채널 딜레이	모든 릴레이 전환 실행 완료 후 SWITCHED 신호를 출력할 때까지의 딜레이 시간 설정 가능 딜레이 시간 : 0.000 s ~ 9.999 s (초기 설정 : 0.000 s)
설정 백업	통신 설정을 비휘발성 메모리로 백업
패널 기능	채널 전환 설정 내용을 비휘발성 메모리에 저장 (최대 1000 가지)
통신 설정 모드 전환	슬라이드 스위치로 LAN 의 통신 설정 선택, 고정 설정 모드 (DFLT) 또는 사용자 설정 모드 (USER) 전원 인가 시 선택 내용 반영
보호 방전 기능	입출력 릴레이 주회로 폐쇄 시, 미리 출력측 주회로를 접지하여 방전 방전 시간 (출력측 주회로 접지→입력측 주회로 폐쇄 대기 시간) 설정값 : 0.000~1.000 s(초기값 : 0.000 s)
가속 방전 기능	절연 내압 시험 후, 외부 방전 저항에 의해 검사 대상의 잔류 전하를 방전시켜 방전 시간을 단축 ※방전 저항 접속을 위해 출력 채널을 2 채널 사용

■ 일반 사양

사용장소	실내 사용, 오염도 2, 고도 2000m 까지
사용온습도 범위	0°C~ 40°C, 80% RH 이하 (결로가 없을 것)
보관온습도 범위	-10°C~ 50°C, 80% RH 이하 (결로가 없을 것)
적합 규격	안전성 IEC 61010, EMC EN 61326
인터페이스	LAN, USB, EXT. I/O
전원	정격 전원 전압 : AC 100 V~240 V, 정격 전력 : 120 VA
크기	약 439.2(W) × 약 265.9(H) × 약 770(D) mm(돌출부 제외)
무게	SW2001-04: 약 20.5 kg, SW2001-08: 약 22.5 kg, SW2001-16: 약 27.0 kg, SW2001-24: 약 31.5 kg (모두 주문 시 지정 옵션 ST9200, ST9201 을 포함하지 않음) ST9200 을 포함한 경우 : 1.2 kg 추가, ST9201 을 포함한 경우 : 139g 추가

Note: Company names and Product names appearing in this catalog are trademarks or registered trademarks of various companies.

HIOKI

히오키코리아 주식회사

www.hiokikorea.com

대표메일 info-kr@hioki.co.jp

서울사무소 서울특별시 강남구 역삼동 707-34 한신인터밸리 24 동관 1705 호
TEL 02-2183-8847 FAX 02-2183-3360
대전사무소 대전광역시 유성구 테크노 2 로 187, 314 호 (용산동, 미건테크노월드 2 차)
TEL 042-936-1281 FAX 042-936-1284
대구사무소 대구광역시 동구 동대구로 489 대구무역회관 7 층 708 호
TEL 053-752-8847 FAX 053-752-8848
부산사무소 부산광역시 동구 중앙대로 240 현대해상 부산사옥 10 층
TEL 051-464-8847 FAX 051-462-3360
수리센터 직통번호 TEL 042-936-1283