

BT4560

BT4560-50

HIOKI

사용설명서

배터리 임피던스 측정기

BATTERY IMPEDANCE METER



사용설명서 최신판



사용 전에 읽어 주십시오.
잘 보관해 주십시오.

안전에 대해서 ▶ p.3
각 부의 명칭과 기능 ▶ p.14
기본 측정 ▶ p.23

문제 해결 ▶ p.119
에러 표시와 대처 방법 ▶ p.123

KO



목차

머리말.....	1
포장 내용물 확인	2
안전에 대해서.....	3
사용 시 주의 사항	6

1 개요 13

1.1 개요와 특징.....	13
1.2 각 부의 명칭과 기능.....	14
1.3 화면 구성	17
■ 측정 화면.....	17
■ 설정 화면.....	17
1.4 측정의 흐름.....	18

2 준비 19

2.1 전원 코드 연결하기.....	19
2.2 측정 프로브•온도 센서(옵션) 연결하기. 20	
■ 4단자 케이블 연결하기	20
■ 온도 센서 연결하기	20
2.3 전원 켜기•끄기	21
2.4 측정 전 점검.....	21

3 기본 측정 23

3.1 측정 평선 선택하기.....	23
3.2 측정 레인지 설정하기	24
3.3 측정 속도 설정하기.....	25
3.4 측정 주파수 설정하기	26
■ 측정 시간이 긴 경우(진행 상태바 표시).....	27
3.5 영점 조정 실행하기(Zero-adjustment).....	28
■ 영점 조정 실행	28
■ 영점 조정 시의 결선	31
3.6 측정 결과 확인하기.....	32
■ 측정 이상 검출 (p.123)	32
■ 온도 측정 표시	34
■ 오버 레인지 표시.....	34
3.7 기본적인 측정 예	35

4 측정조건의 커스터마이징 37

4.1 측정 시작 조건을 설정하기 (트리거 기능).....	37
■ 트리거 설정하기.....	37
■ 외부 트리거 입력하기.....	38
4.2 측정물의 응답이 안정된 후 측정 시작 하기 (샘플 딜레이 기능).....	38
4.3 전압 측정 정밀도를 유지하기 (셀프 캘리브레이션 기능).....	40
4.4 측정값을 안정화시키기(애버리지 기능) 41	
4.5 방전에 의한 전위 구배 보정하기 (Slope Correction 기능)	42
4.6 측정 신호에 의한 과충전을 방지하기 (전압 리밋 기능).....	44
4.7 측정 신호에 의한 총방전을 방지하기 (측정 신호 제로 크로스 정지 기능).....	46

5 측정값 판정하기 (컴퍼레이터 기능) 47

5.1 컴퍼레이터 기능을 ON, OFF 하기.....	48
5.2 상/하한값을 설정하기	49
5.3 전압 판정을 절대값으로 실행하기.....	52
5.4 판정을 부저음으로 확인하기.....	53
5.5 판정 결과 확인하기.....	54

6 측정조건 저장•불러오기 (패널 세이브•로드) 55

6.1 설정조건 저장하기(패널 세이브 기능)..	55
6.2 설정조건 불러오기(패널 로드 기능).....	57
6.3 패널 내용 삭제하기.....	58

7 시스템 설정 59

7.1 키 조작을 유효•무효로 하기.....	59
7.2 키 조작음의 유무 설정하기.....	60
7.3 화면 명암 조정하기.....	61
7.4 백라이트 조정하기.....	62
7.5 시스템 테스트	63
7.6 본 기기의 정보를 확인하기.....	69

7.7 초기화하기(리셋)..... 70
 ■ 초기 설정 일람..... 72

8 외부 제어(EXT.I/O) 75

8.1 외부 입출력 단자와 신호에 대해서..... 76
 ■ 전류 싱크(NPN)/전류 소스(PNP)를 전환하기..... 76
 ■ 사용 커넥터와 신호의 배치..... 76
 ■ 각 신호의 기능..... 78
 8.2 타이밍 차트..... 80
 ■ 측정 시작 후 판정 결과 취득..... 80
 ■ 영점 조정의 타이밍..... 83
 ■ 셀프 캘리브레이션의 타이밍..... 83
 ■ 패널 로드드의 타이밍..... 85
 ■ 전원 투입 시의 출력 신호 상태..... 85
 ■ 외부 트리거에서의 측정값 취득 흐름..... 86
 8.3 내부 회로 구성..... 87
 ■ 전기적 사양..... 88
 ■ 연결 예..... 89
 8.4 외부 제어 확인하기..... 90
 ■ 입출력 테스트하기(EXT.I/O 테스트 기능)..... 90

9 통신(RS-232C, USB, LAN) 91

9.1 인터페이스의 개요와 특징..... 91
 ■ 사양..... 91
 9.2 연결과 설정 방법..... 93
 ■ 인터페이스 선택하기 (BT4560-50만 해당)..... 93
 ■ USB 인터페이스 사용하기..... 94
 ■ RS-232C 케이블 사용하기..... 95
 ■ 전송 속도 설정하기(USB, RS-232C 공통)..... 96
 ■ LAN 인터페이스 사용하기 (BT4560-50만 해당)..... 97
 ■ LAN 인터페이스 설정 (BT4560-50만 해당)..... 98
 ■ 측정 완료 후 측정값 출력하기 (BT4560-50만 해당)..... 101
 9.3 커맨드로 제어 및 데이터 취득하기..... 102
 ■ 리모트 상태·로컬 상태..... 102

10 사양 103

10.1 측정 기능 사양..... 103
 10.2 부가 기능..... 106
 10.3 사용자 인터페이스..... 111
 10.4 외부 인터페이스..... 111
 10.5 정확도..... 114

10.6 일반 사양..... 117
 ■ 적합 규격..... 118
 ■ 부속품..... 118
 ■ 옵션..... 118

11 보수·서비스 119

11.1 문제 해결..... 119
 ■ Q&A(자주하는 질문)..... 119
 ■ 에러 표시와 대처 방법..... 123
 11.2 수리·점검·클리닝..... 125
 11.3 본 기기의 폐기..... 126
 ■ 리튬전지 분리 방법..... 126

부록 부1

부록 1 측정 파라미터와 연산식..... 부1
 부록 2 4단자대법..... 부2
 부록 3 측정 프로브를 자체제작하는 경우의 주의 사항..... 부3
 부록 4 측정 프로브의 구조와 연장..... 부6
 부록 5 4단자 측정에서의 측정값에 대해서(측정 프로브에 의한 측정값의 차이)..... 부6
 부록 6 과전류의 영향에 대해서..... 부7
 부록 7 영점 조정에 대해서..... 부7
 부록 8 측정 프로브 (옵션)..... 부11
 부록 9 전환장치 제작의 주의점..... 부12
 부록 10 전지 측정 시 주의점..... 부13
 부록 11 본 기기의 교정..... 부16
 부록 12 랙 마운트..... 부18
 부록 13 외관도..... 부20
 부록 14 PC 어플리케이션에 의한Cole-Cole plot..... 부22
 부록 15 라이선스 정보..... 부23

색인 색1

머리말

HIOKI BT4560 배터리 임피던스 측정기를 구매해 주셔서 대단히 감사합니다. 이 제품을 충분히 활용하고 오랫동안 사용하기 위해서 사용설명서는 소중하게 보관해 주시고 항상 가까운 곳에 두고 사용해 주십시오.

사용설명서 최신판

사용설명서 내용은 개선, 사양 변경 등을 위해 변경될 수 있습니다.
최신판은 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.
https://www.hiokikorea.com/support/manual_off.html



제품 사용자 등록 요청

제품에 관한 중요한 정보를 보내드리기 위해 제품 사용자 등록을 부탁드립니다.
<https://www.hiokikorea.com/mypage/registration.html>



다음의 사용설명서가 부속되어 있습니다. 용도에 맞춰 참조해 주십시오.

사용설명서의 명칭	제공 형태
사용설명서(본 설명서)	인쇄판
통신 커맨드 사용설명서	CD(PDF)

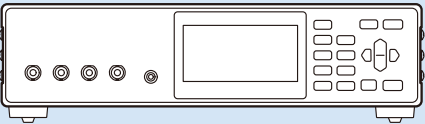

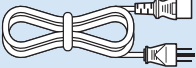

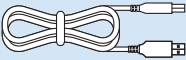
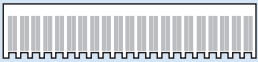
상표에 대해서

Excel, Microsoft Edge 및 Windows는 Microsoft Group 기업의 상표입니다.

포장 내용물 확인

본 기기를 수령하시면 수송 중 이상 또는 파손이 없는지 점검하신 후 사용해 주십시오. 특히 부속품 및 패널 면의 스위치, 단자류에 주의해 주십시오. 만일 파손된 곳이 있거나 사양대로 동작하지 않을 경우는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

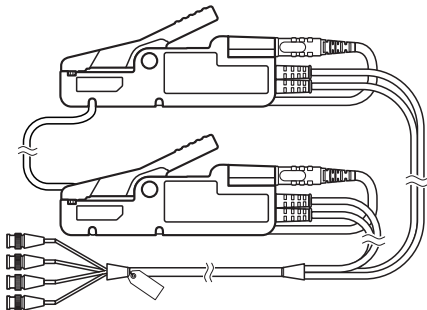
포장 내용물이 맞는지 확인해 주십시오.

<input type="checkbox"/> BT4560, BT4560-50 배터리 임피던스 측정기 	<input type="checkbox"/> 사용설명서 
<input type="checkbox"/> 전원 코드 	<input type="checkbox"/> CD(통신 커맨드 사용설명서, 어플리케이션 소프트웨어 *, USB 드라이버)  *어플리케이션 소프트웨어의 최신 버전은 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.
<input type="checkbox"/> USB 케이블(A-B type) 	
<input type="checkbox"/> 영점 조정 보드 	

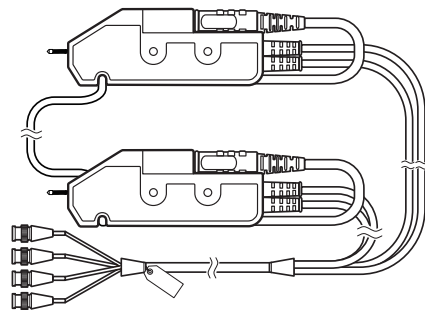
옵션(p.부11)

본 기기에는 다음과 같은 옵션이 있습니다. 구입을 원하시는 경우는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오. 옵션은 변경될 수 있습니다. 당사 웹사이트에서 최신 정보를 확인해 주십시오.

L2002 클립형 프로브



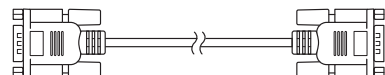
L2003 핀형 프로브



Z2005 온도 센서



9637 RS-232C 케이블(9pin-9pin/1.8 m)



9642 LAN 케이블 (스트레이트 크로스 변환 커넥터 부속, 5 m) (BT4560-50만 해당)

안전에 대해서

본 기기는 IEC 61010 안전규격에 따라 설계되어 시험을 거쳐 안전한 상태로 출하되고 있습니다. 단, 이 사용설명서의 기재사항을 준수하지 않을 경우는 본 기기가 갖추고 있는 안전 확보를 위한 기능이 제대로 작동하지 않을 수 있습니다.

본 기기를 사용하기 전에 다음의 안전에 관한 사항을 주의 깊게 읽어 주십시오.

⚠ 위험



잘못된 방법으로 사용하면 인사사고나 기기의 고장으로 이어질 가능성이 있습니다. 이 사용설명서를 숙독하시고 충분히 내용을 이해하신 후 조작해 주십시오.







⚠ 경고









전기는 감전, 발열, 화재, 단락에 의한 아크방전 등의 위험이 있습니다. 전기 계측기를 처음 사용하시는 분은 전기 계측의 경험이 있는 분의 감독하에서 사용해 주십시오.

표기에 대해서



본 사용설명서는 위험의 중대성 및 위험성의 레벨을 다음과 같이 구분해서 표기합니다.

	위험	작업자가 사망 또는 중상에 이를 절박한 위험성이 있는 경우에 대해서 기술하고 있습니다.
	경고	작업자가 사망 또는 중상을 입을 가능성이 있는 경우에 관해서 기술하고 있습니다.
	주의	작업자가 경상을 입을 가능성이 있는 경우 또는 기기 등에 파손이나 고장을 일으킬 것이 예상되는 경우에 관해서 기술하고 있습니다.
	중요	조작 및 보수 작업상 특별히 알아 두어야 하는 정보나 내용이 있는 경우에 기술합니다.
		고전압에 의한 위험이 있는 것을 나타냅니다. 안전 확인을 소홀히 하거나 잘못 취급하면 감전에 의한 쇼크, 화상 혹은 사망에 이르는 위험을 경고합니다.
		금지되는 행위를 나타냅니다.
		반드시 수행해야 하는 “강제” 사항을 나타냅니다.
	*	설명을 아래에 기재하고 있습니다.
	[]	설정 항목이나 버튼 등의 화면상 명칭은 [] 속에 표기하고 있습니다.
	SET (굵은 글자)	문장 중 굵은 글자로 되어 있는 영숫자는 조작 키에 표시되어 있는 문자를 나타냅니다.

기기상의 기호

	주의나 위험을 나타냅니다. 기기상에 이 기호가 표시되어 있는 경우는 사용설명서의 해당 부분을 참조해 주십시오.
	전원의 “켜기”를 나타냅니다.
	전원의 “끄기”를 나타냅니다.
	접지 단자를 나타냅니다.
	직류(DC)를 나타냅니다.
	교류(AC)를 나타냅니다.

규격에 관한 기호

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

정확도에 대해서

당사에서는 측정값의 한계 오차를 다음에 나타내는 rdg.(reading), dgt.(digit)에 대한 값으로서 정의하고 있습니다.

rdg.	(판독값, 표시값, 지시값) 현재 측정하고 있는 값, 측정기가 현재 표시하고 있는 값을 나타냅니다.
dgt.	(분해능) 디지털 측정기의 최소 표시단위, 최소 자릿수 “1”을 나타냅니다.

측정 카테고리에 대해서

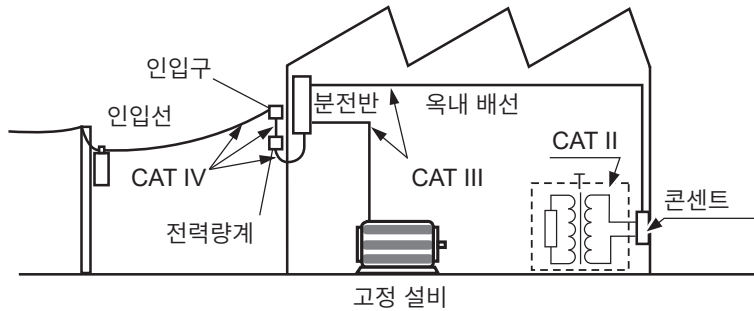
측정기를 안전하게 사용하기 위해서 IEC 61010에서는 측정 카테고리로서 사용하는 장소에 따라 안전 레벨의 기준을 CAT II ~CAT IV로 분류하고 있습니다.

⚠ 위험



- 카테고리의 수치가 작은 클래스의 측정기로 수치가 큰 클래스에 해당하는 장소를 측정하면 중대한 사고로 이어질 우려가 있으므로 절대 하지 마십시오.
- 카테고리가 없는 측정기로 CAT II~CAT IV의 측정 카테고리를 측정하면 중대한 사고로 이어질 우려가 있으므로 절대 하지 마십시오.

- CAT II : 콘센트에 연결하는 전원 코드가 달린 기기(이동형 공구·가정용 전기제품 등)의 1차측 전기회로 콘센트 삽입구를 직접 측정하는 경우.
- CAT III : 직접 분전반에서 전기를 끌어오는 기기(고정 설비)의 1차측 및 분전반에서 콘센트까지의 전기 회로를 측정하는 경우.
- CAT IV : 건축물로의 인입 전기회로, 인입구에서 전력량계 및 1차측 전류 보호장치(분전반)까지의 전기 회로를 측정하는 경우.



사용 시 주의 사항

본 기기를 안전하게 사용하고 기능을 충분히 활용하기 위해서 다음의 주의 사항을 준수해 주십시오. 본 기기의 사양뿐 아니라 사용하는 부속품, 옵션 등의 사양 범위 내에서 본 기기를 사용하십시오.

위험



본 기기는 측정 대상에 최대 **1.5 A**의 측정 전류가 흐르게 합니다. 1차 전지를 측정하면 측정 대상이 파손될 수 있으므로 1차 전지는 측정하지 마십시오.



전지는 과충전·과방전에 의해 발화 및 파손될 우려가 있습니다. 측정할 때에는 전지 전압의 관리를 충분히 해 주십시오.

경고

프로브나 본 기기에 손상이 있으면 감전의 위험이 있습니다. 사용 전에 반드시 다음 사항을 점검해 주십시오.



- 프로브의 피복이 벗겨지거나 금속이 노출되어 있지 않은지 사용하기 전에 확인해 주십시오. 손상이 있을 경우는 감전사고로 이어질 수 있으므로 당사가 지정한 제품으로 교체해 주십시오.
- 보관이나 수송에 의한 고장이 없는지 점검과 동작 확인을 하신 후 사용해 주십시오. 고장이 확인된 경우는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

본 기기의 설치에 대해서

본 기기의 고장, 사고의 원인이 되므로 다음과 같은 장소에는 설치하지 마십시오.
 사용 온도 및 습도 범위에 대해서는 사양(p.117)을 참조해 주십시오.

⚠ 경고



- 직사광선에 노출되는 곳, 고온이 되는 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 띠는 물체 근처
- 먼지가 많은 장소
- 유도가열장치 근처 (고주파 유도가열장치, IH 조리기구 등)
- 기계적 진동이 많은 장소

설치방법

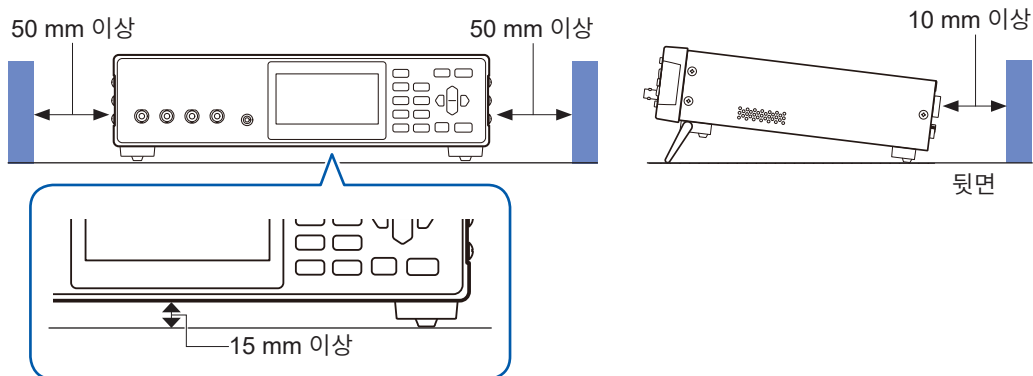
본 기기의 온도 상승을 방지하기 위해 주위로부터 지정된 거리 이상 간격을 두고 설치해 주십시오.

⚠ 주의



- 바닥면을 아래로 해서 설치합니다.
- 본 기기의 측면, 바닥면 및 뒷면에는 방열을 위한 통풍구가 있습니다. 주위에 충분한 공간을 확보하여 통풍구가 막히지 않도록 설치해 주십시오. 통풍구가 막힌 상태로 설치했을 경우 본 기기의 고장이나 화재가 발생할 우려가 있습니다.

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.



스탠드 세우는 방법·접는 방법(p.15)

본 기기의 취급에 대해서

⚠ 위험



감전사고를 방지하기 위해서 본 기기의 케이스는 절대로 분리하지 마십시오. 내부에 고전압이나 고온이 되는 부분이 있습니다.

⚠ 주의



- 불안정한 선반 위나 경사진 곳에 두지 마십시오. 떨어지거나 쓰러지면 부상을 입거나 본 기기의 고장의 원인이 됩니다.
- 본 기기의 손상을 방지하기 위해서 운반 및 취급 시에는 진동, 충격을 피해 주십시오. 특히, 낙하 등에 의한 충격에 주의해 주십시오.

본 기기는 EN 61326 Class A 제품입니다. 주택지 등의 가정환경에서 사용하면 라디오 및 텔레비전 방송 수신을 방해할 수 있습니다. 그런 경우에는 작업자가 적절한 대책을 세워 주십시오.

전원 코드를 연결하기 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 기기의 파손이나 전기사고의 원인이 됩니다.
- 감전사고를 피하기 위해서, 또 본 기기의 안전성을 확보하기 위해서 콘센트에 부착된 전원 코드를 연결해 주십시오.

⚠ 주의



- 단선 방지를 위해서 전원 코드를 콘센트 또는 본 기기에서 뽑을 때에는 삽입 부분(코드 이외)을 잡고 뽑아 주십시오.
- UPS(무정전 전원)나 DC-AC 인버터를 사용하여 본 기기를 구동할 경우는 구형파 및 유사 정현파 출력의 UPS 및 DC-AC 인버터를 사용하지 마십시오. 본 기기가 파손될 우려가 있습니다.

중요

- 전원을 끈 후 전원 코드를 꽂거나 뽑아 주십시오.
- 본 기기를 사용할 때는 반드시 당사가 지정한 전원 코드를 사용해 주십시오. 지정한 것 이외의 코드를 사용하면 접촉 불량 등으로 인해 정확하게 측정할 수 없는 경우가 있습니다.

측정 프로브·온도 센서를 연결하기 전에

⚠ 위험



- 감전사고 및 본 기기의 손상을 피하기 위해서 외부 입력단자에는 최대 입력 전압을 넘는 전압을 입력하지 마십시오.
- **SOURCE-H**단자와 **SENSE-H**단자의 대지간 최대 정격 전압은 **DC±5 V**입니다. **SOURCE-L**단자와 **SENSE-L**단자의 대지간 최대 정격 전압은 **DC 0 V**입니다. 대지에 대하여 이 전압을 넘는 측정은 하지 마십시오. (**SOURCE-L**단자와 **SENSE-L**단자는 내부회로에서 가상 접지되므로 대지간 전압을 입력하지 마십시오.) 본 기기가 파손되어 인사사고가 발생할 수 있습니다.
- 감전사고를 방지하기 위해서 측정 프로브의 선단으로 전압이 가해지고 있는 라인을 단락하지 마십시오.
- 감전사고 방지를 위해 본 기기와 측정 프로브는 본 기기와 측정 프로브 중 낮게 표시된 쪽의 정격에서 사용해 주십시오.

⚠ 경고



- **DC5 V**를 초과하는 전압을 측정하지 마십시오. 또한, 교류 전압은 측정하지 마십시오. 본 기기가 파손되고, 인신사고로 이어질 수 있습니다.

⚠ 주의



- 본 기기의 손상을 피하기 위해서 온도 센서용 단자에 전압이나 전류를 입력하지 마십시오.
- 케이블의 손상을 막기 위해서 밟거나 끼우거나 하지 마십시오. 또, 케이블의 밑부분을 구부리거나 잡아당기지 마십시오.
- 온도 센서에는 백금 박막의 정밀 가공이 되어 있습니다. 과도하게 높은 전압 펄스나 정전기가 가해지면 파손될 수 있습니다.
- 온도 센서 끝에 과도한 충격을 가하거나 센서의 선을 무리하게 구부리지 마십시오. 고장이나 단선의 원인이 됩니다.
- 온도 센서가 지정된 온도 범위를 넘지 않도록 주의해 주십시오.



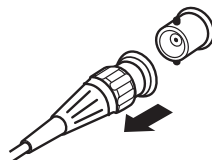
- BNC 커넥터를 뽑을 때는 반드시 로크를 해제한 후 커넥터를 잡고 뽑아 주십시오. 로크를 해제하지 않고 무리하게 당기거나 케이블을 잡고 잡아당기면 BNC 커넥터 또는 접합부가 파손됩니다.

로크 해제 방법

1



2



본 기기를 사용할 때는 반드시 당사가 지정한 측정 프로브 및 온도 센서를 사용해 주십시오. 지정한 것 이외의 제품을 사용하면 접촉 불량 등으로 인해 정확하게 측정할 수 없는 경우가 있습니다.

통신 케이블을 연결하기 전에

경고



- 인터페이스의 커넥터 탈착 시는 각 기기의 전원을 꺼 주십시오. 감전사고의 원인이 됩니다.
- 연결 후에는 반드시 나사를 고정해 주십시오. 나사를 확실하게 고정하지 않으면 사양을 만족시키지 못하거나 고장의 원인이 됩니다.
- 감전사고, 기기의 고장을 방지하기 위해서 커넥터에 연결할 때는 다음 사항을 준수해 주십시오.
- 커넥터의 신호 정격을 넘지 않도록 해 주십시오.
- 동작 중에 연결이 빠져 다른 도전부 등에 접촉되면 위험합니다. RS-232C에 대한 연결은 나사로 확실하게 고정해 주십시오.

주의



- USB, RS-232C 또는 LAN은 접지(어스)로부터 절연되어 있지 않습니다. 측정기와 컨트롤러의 접지(어스)는 공통으로 해주십시오. 접지가 다르면 측정기의 GND와 컨트롤러의 GND 사이에 전위차가 생깁니다. 전위차가 있는 상태에서 통신 케이블을 연결하면 오동작이나 고장의 원인이 됩니다. 접지가 다른 경우 연결하는 기기 및 장치는 절연시켜 주십시오.
- 고장을 피하기 위해 통신 중에는 통신 케이블을 빼지 마십시오.
- 본 기기와 컴퓨터의 접지(어스)는 공통으로 해주십시오. 접지가 다르면 본 기기의 GND와 컴퓨터의 GND 사이에 전위차가 발생합니다. 전위차가 있는 상태에서 통신 케이블을 연결하면 오동작이나 고장의 원인이 됩니다.
- 통신 케이블을 연결하거나 분리할 때는 반드시 본 기기 및 컴퓨터의 전원을 꺼 주십시오. 오동작이나 고장의 원인이 됩니다.
- 통신 케이블 연결 후에는 커넥터에 붙어 있는 나사를 확실하게 고정해 주십시오. 커넥터의 연결을 확실하게 하지 않으면 오동작이나 고장의 원인이 됩니다.

전류 싱크(NPN)와 전류 소스(PNP)를 전환하기 전에

⚠ 주의



본 기기의 전원이 켜진 상태에서 EXT.I/O MODE 전환 스위치(NPN/PNP)를 조작하지 마십시오.



NPN/PNP 설정은 외부에 연결되는 기기에 맞춰 주십시오.

EXT.I/O단자에 연결하기 전에

⚠ 경고



• 본 기기의 EXT.I/O는 외부 전원을 입력할 수 없습니다. 외부에서 전원을 입력하지 마십시오. (EXT.I/O의 ISO_5V 단자는 5 V(NPN)/-5 V(PNP) 전원 출력입니다.)

감전사고, 기기의 고장을 방지하기 위해서 EXT.I/O단자에 연결 시 다음 사항을 준수해 주십시오.



• 본 기기 및 연결할 기기의 메인 전원 스위치를 끈 후 연결해 주십시오.

• EXT.I/O단자의 신호 정격을 초과하지 않도록 해 주십시오.(p.112)

동작 중에 연결이 빠져 다른 도전부 등에 닿으면 위험합니다. 외부 커넥터에 연결할 때는 나사로 확실하게 고정해 주십시오.

수송 시 주의

본 기기를 수송할 때는 다음 사항에 주의해 주십시오.

또, 당사는 수송 중 발생한 파손에 대해서는 보증할 수 없으므로 이 점 양해 부탁드립니다.

주의



본 기기를 수송할 때는 진동이나 충격으로 파손되지 않도록 취급해 주십시오.

CD 사용에 있어서의 주의 사항

중요

- 디스크의 기록면이 더러워지거나 상처가 생기지 않도록 주의해 주십시오. 또, 문자 등을 라벨면에 기재할 때는 끝이 부드러운 필기도구를 사용해 주십시오.
- 디스크는 보호 케이스에 넣어 직사광선이나 고온 다습한 환경에 노출되지 않도록 해 주십시오.
- 이 디스크를 사용함에 있어서 컴퓨터 시스템상에 발생하는 트러블에 대해 당사는 일절 책임을 지지 않습니다.

1.1 개요와 특징

BT4560은 가변 주파수 임피던스 측정기입니다.

고정밀도 전압계, 온도 측정 기능을 갖춘 전지의 품질관리에 최적인 측정기입니다.

노이즈에 강한 회로 구성으로 생산 현장에서도 안정적으로 측정할 수 있습니다.

어떤 측정을 할 수 있나요?

- 교류 4단자법으로 전지 등의 내부 임피던스를 측정할 수 있습니다.
(주파수 0.1 Hz~1050 Hz 또는 0.01 Hz~1050 Hz, 최소 분해능 0.1 $\mu\Omega$)
- 직류 전압(전지의 기전력)도 동시에 측정할 수 있습니다.
(분해능 10 μV , 측정 정확도 $\pm 0.0035\%$ rdg. $\pm 5\text{dgt.}$)
- 전지 관리에 중요한 온도 측정을 할 수 있습니다.
(온도 측정 정확도 $\pm 0.5^\circ\text{C}$)

기존의 배터리 임피던스 측정기와
차이는 무엇인가요?

- 부하 장치가 필요없는 심플한 구조로 시스템을 구축할 필요가 없습니다.
- 이 장치 1대만으로 사용 가능한 콤팩트한 측정기입니다.

생산 라인에서 어떻게 사용하나요?

- 옵션의 측정 프로브는 사용 환경에 따라 최대 4m까지 연장할 수 있습니다.
- 외래 노이즈와 접촉 저항에 강한 측정 구성으로 고정밀도로 측정할 수 있습니다.
- 컴퍼레이터 기능을 갖추고 있어 양불판정이 가능합니다.
- EXT.I/O로 PLC에 의한 제어도 가능합니다.

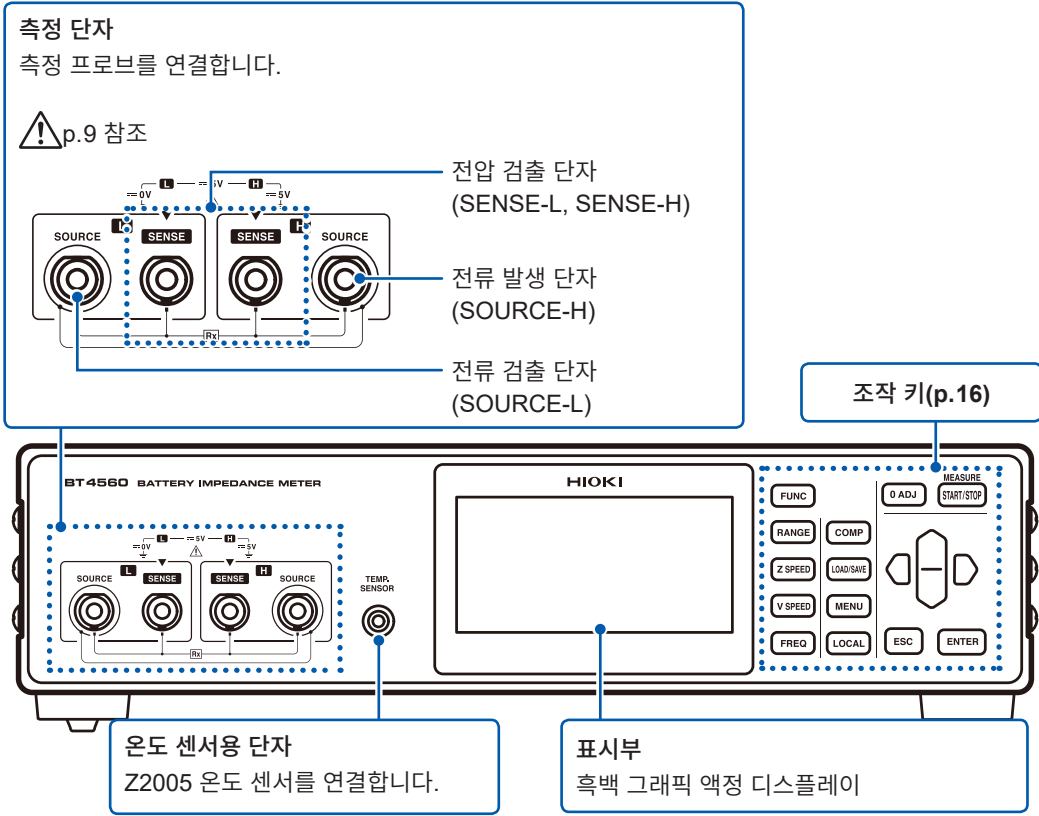
전지의 내부 저항을 분석할 수 있나요?

- PC 접속으로 어플리케이션 소프트웨어를 사용하여 0.1 Hz~1050 Hz 또는 0.01 Hz~1050 Hz까지 임의의 주파수/포인트를 연속 측정할 수 있습니다.
 - Cole-Cole 플롯*을 그림으로 나타낼 수 있습니다. (부속 어플리케이션 소프트웨어)
- 참조: “부록 14 PC 어플리케이션에 의한 Cole-Cole plot” (p.부22)

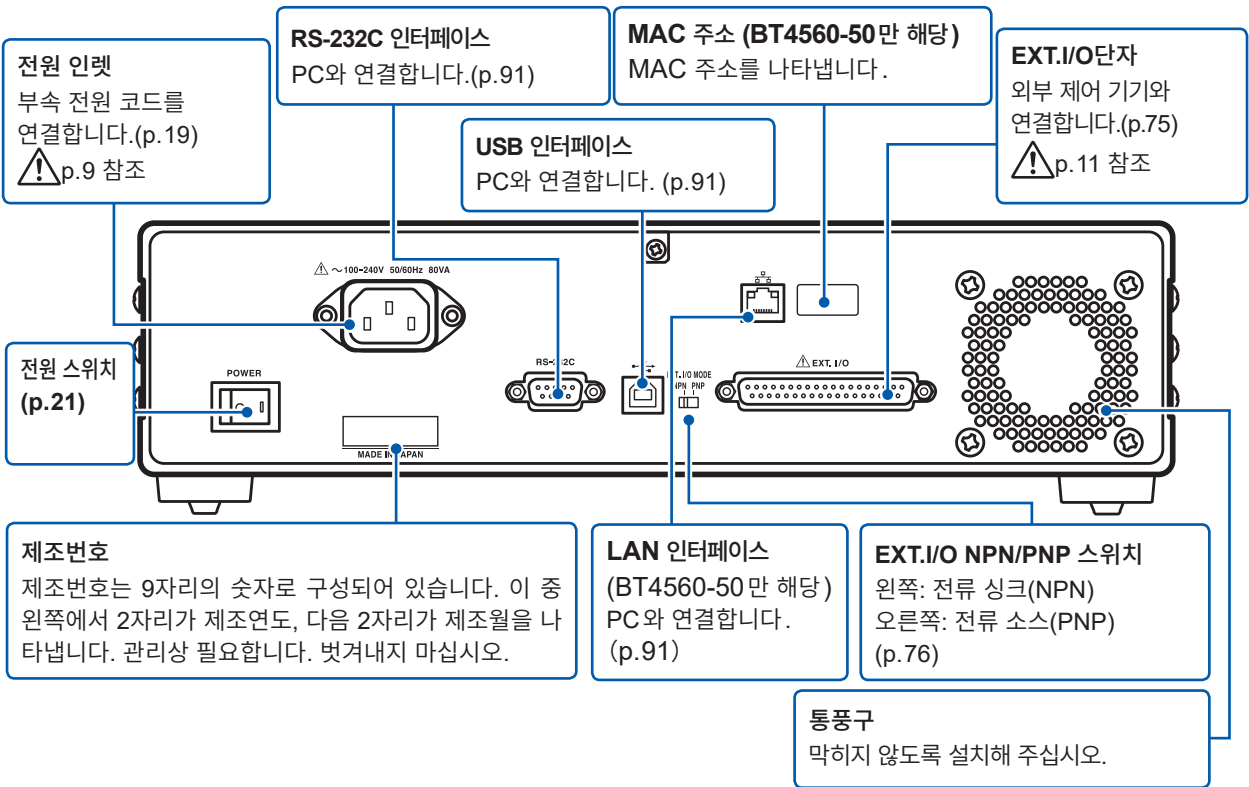
*가로축을 임피던스 실수부, 세로축을 임피던스 허수부로 해서 배터리 임피던스의 주파수 특성을 플롯한 것. 전지의 내부 저항 평가에 사용됩니다.

1.2 각 부의 명칭과 기능

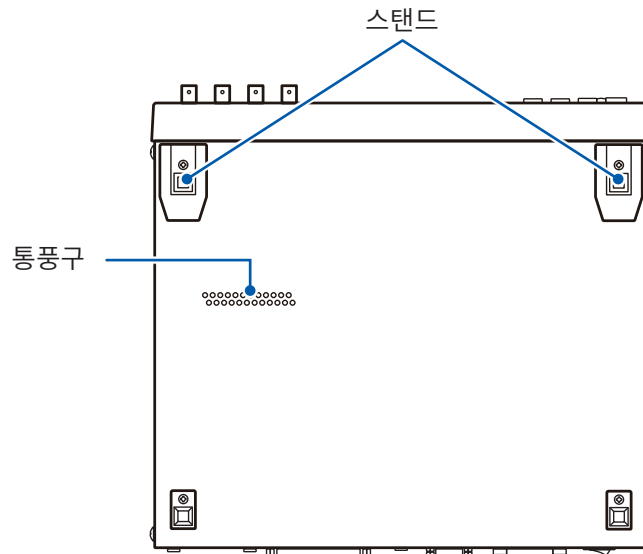
정면



뒷면



바닥면

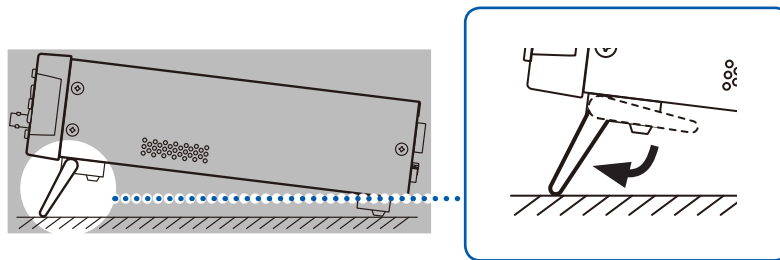


1

개요

측면

스탠드를 세우는 방법•접는 방법

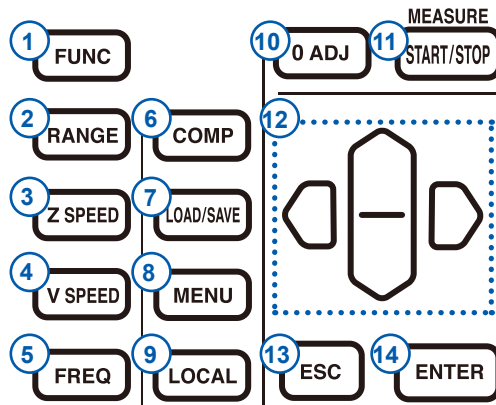


⚠ 주의



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

조작 키



	키	설명
①	FUNC	측정 평선(전압 측정, 임피던스 측정의 조합)을 선택합니다.
②	RANGE	측정 레인지를 설정합니다.
③	Z SPEED	임피던스의 측정 속도를 설정합니다.
④	V SPEED	전압의 측정 속도를 설정합니다.
⑤	FREQ	임피던스의 측정 주파수를 설정합니다.
⑥	COMP	컴퍼레이터 기능의 ON/OFF나 상/하한값 등을 설정합니다.
⑦	LOAD/SAVE	측정조건의 저장과 불러오기를 합니다.
⑧	MENU	각 기능을 설정합니다. (트리거, 샘플 딜레이, 셀프 캘리브레이션 등)
⑨	LOCAL	리모트 상태를 해제하고 키 조작을 가능하게 합니다.
⑩	0 ADJ	영점 조정을 실행합니다.
⑪	MEASURE START/STOP	측정을 시작·정지합니다.
⑫		<ul style="list-style-type: none"> • 설정 항목이나 자릿수를 이동합니다. • 수치를 변경합니다.
⑬	ESC	<ul style="list-style-type: none"> • 설정 중인 내용을 취소합니다. • 표시 메시지를 삭제합니다.
⑭	ENTER	설정을 확정합니다.

1.3 화면 구성

본 기기는 측정 화면과 각 설정 화면으로 구성되어 있습니다.

측정 화면

EXT	10mΩ	Z:SLOW	V:SLOW		
R	9.2466	mΩ			
X	-0.7467	mΩ			
V	3.58888	V	1000 Hz		
			25.6 °C		

설정 화면

FREQ

측정 주파수 설정 화면

FREQUENCY	
1000.00 Hz	

COMP

컴퍼레이터 설정 화면

COMP	SYST				
		Hi		Lo	
R	CLR	---	mΩ	---	mΩ
X	CLR	---	mΩ	---	mΩ
V	CLR	---	V	---	V
EXIT					

[EXIT]를 선택하면 측정 화면으로 돌아갑니다.

COMP	SYST				
		Hi		Lo	
R	CLR	---	mΩ	---	mΩ
X	CLR	---	mΩ	---	mΩ
V	CLR	---	V	---	V
EXIT					

LOAD/SAVE

패널 로드/패널 세이브 설정 화면

LOAD/SAVE	
001	Empty
002	
003 (R,X,V)	1000Hz 10mΩ
004	
005	
[-5 <<] >> +5	
EXIT	

[EXIT]를 선택하면 측정 화면으로 돌아갑니다.

LOAD/SAVE	
001	Empty
002	
003 (R,X,V)	1000Hz 10mΩ
004	
005	
[-5 <<] >> +5	
EXIT	

MENU

메뉴 설정 화면

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY		1.0 waves	
AVERAGE		1	
TRIGGER SOURCE		EXT	
V SELF CALIBRATION		MANUAL	
ZERO CROSS STOP		ON	
SLOPE CORRECTION		OFF	
VOLTAGE LIMIT		OFF	
EXIT			

[EXIT]를 선택하면 측정 화면으로 돌아갑니다.

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY		1.0 waves	
AVERAGE		1	
TRIGGER SOURCE		EXT	
V SELF CALIBRATION		MANUAL	
ZERO CROSS STOP		ON	
SLOPE CORRECTION		OFF	
VOLTAGE LIMIT		OFF	
EXIT			

0 ADJ

영점 조정 설정 화면

0 ADJUST
<div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px;">ON</div> <div style="display: inline-block; border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px; margin-left: 20px;">OFF</div>

1.4 측정의 흐름

사용 전에는 반드시 “사용 시 주의 사항” (p.6)을 참조해 주십시오.

설치•연결•전원 켜기

설치하기 (p.7)

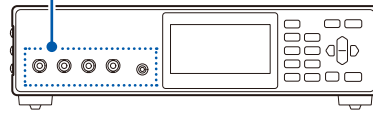
전원 코드 연결하기 (p.19)

측정 프로브 및 온도 센서 연결하기 (p.20)

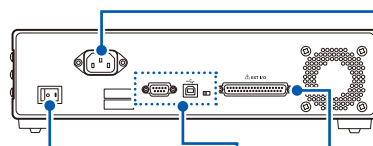
외부 인터페이스 연결하기 (필요에 따라)
• EXT.I/O 사용하기 (p.76)
• USB 또는 RS-232C로 PC와 통신하기 (p.91)

전원 켜기 (p.21)

측정 프로브 및 온도 센서 연결하기 (p.20)



전원 코드 연결하기 (p.19)



전원 켜기 (p.21)

USB 또는 RS-232C로 PC와 통신하기 (p.91)

EXT.I/O 사용하기 (p.75)

본 기기의 설정 (p.23)

측정조건 설정하기 (필요에 따라서)

- 기본 설정 (p.23)
- 측정조건 커스터마이징 설정 (p.37)
- 시스템 관련 설정 (p.59)
- 초기 설정 일람 (p.72)

영점 조정

영점 조정 보드를 사용해서 측정 프로브를 단락시키기 (p.28)

영점 조정 실행하기 (p.28)

측정 시작

측정 프로브를 측정 대상에 연결하기

(EXT 트리거의 경우는 **START/STOP**키를 눌러서 측정을 시작합니다.)

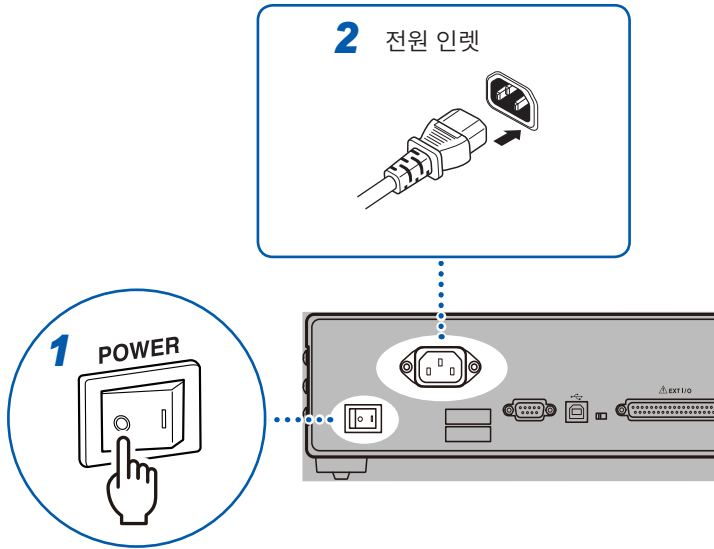
측정값 확인하기

종료

전원 끄기 (p.21)

2 준비

2.1 전원 코드 연결하기



- 1 본 기기의 전원 스위치(뒷면)가 OFF (○)로 되어 있는 것을 확인합니다.
- 2 전원 전압이 뒷면에 기재된 범위 내인 것을 확인하고 전원 코드를 전원 인렛에 연결합니다.
- 3 전원 코드의 삽입 플러그를 콘센트에 연결합니다.

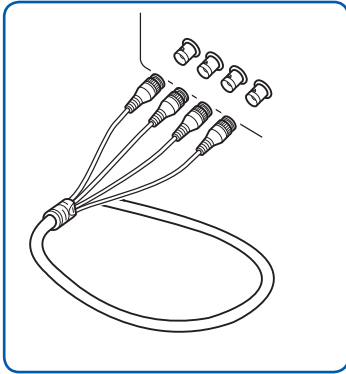
2

준비

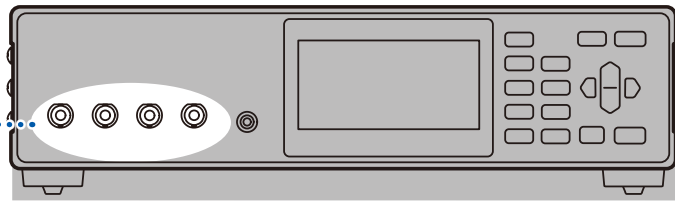
2.2 측정 프로브·온도 센서(옵션) 연결하기

측정 프로브, 온도 센서는 옵션입니다. (p.부11)

4단자 케이블 연결하기

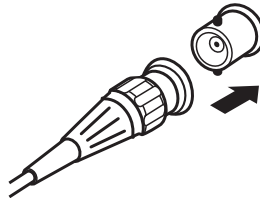
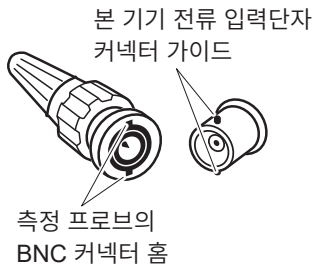


프로브의 SENSE 측 커넥터와 SOURCE 측 커넥터를 본체의 같은 표시가 있는 단자에 연결해 주십시오. (p.14)
검정색 케이블 - 본체의 L 측
빨간색 케이블 - 본체의 H 측

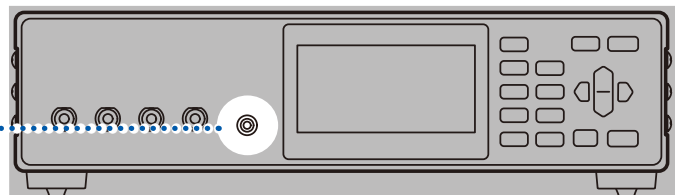
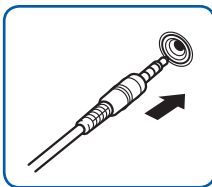


연결방법

- 1 본 기기 측의 커넥터 가이드에 들어가도록 BNC 커넥터 홈의 방향을 확인합니다.
- 2 BNC 커넥터의 홈을 본 기기 측의 커넥터 가이드에 맞춰서 끼웁니다.
- 3 오른쪽으로 돌려서 잠급니다.

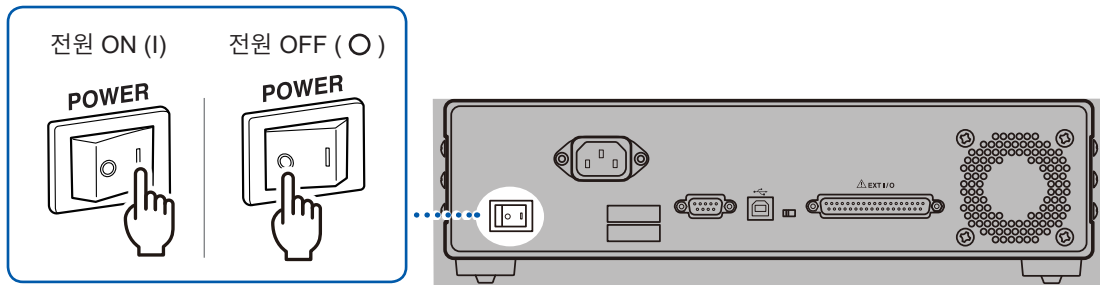


온도 센서 연결하기



2.3 전원 켜기·끄기

뒷면의 전원 스위치로 전원을 켜거나 끕니다.



2
준비

2.4 측정 전 점검

사용 전에는 보관이나 수송에 의한 고장이 없는지 점검과 동작 확인을 한 후 사용해 주십시오. 고장이 확인 된 경우는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

본 기기·주변 기기의 확인

점검 항목	대처
전원 코드의 피복이 벗겨지거나 금속이 노출되어 있지 않습니까?	손상이 있을 경우는 감전사고나 단락사고의 원인이 되므로 사용하지 마시고 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.
연결할 프로브나 연결 코드류의 피복이 벗겨지거나 금속이 노출되어 있지 않습니까?	손상이 있을 경우는 감전사고의 원인이 되므로 사용하지 마시고 지정된 제품으로 교체해 주십시오.
본 기기에 파손된 부분은 없습니까?	손상이 있을 경우는 감전사고의 원인이 되므로 사용하지 마시고 수리를 맡겨 주십시오.

전원 투입 시의 확인

점검 항목	대처
전원을 켰을 때 팬이 회전하고 표시부에 "BT4560" 또는 "BT4560-50" 또는 "버전 번호"가 표시됩니까?	<p>팬이 회전하지 않는 경우, "BT4560" 또는 "BT4560-50" 또는 "버전 번호"가 표시되지 않으면 본 기기가 고장 났을 가능성이 있습니다. 수리를 맡기십시오.</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;"> <p>HIOKI</p> <p>BT 4560</p> <p>BATTERY IMPEDANCE METER</p> <hr/> <p>Version 1.00</p> </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>BT4560 또는 BT4560-50 버전</p> </div> </div>
셀프 테스트 종료 후 측정 화면이 표시됩니까?	표시되지 않을 경우 본 기기 내부가 고장일 가능성이 있습니다. 수리를 맡겨 주십시오.

3 기본 측정

3.1 측정 평선 선택하기

측정 평선을 설정합니다.

파라미터	측정 항목	파라미터	측정 항목
Z	임피던스	X	리액턴스(Reactance)
θ	위상각	V	전압
R	저항	T	온도

FUNC (**FUNC**)을 누르면 측정 평선이 전환됩니다.

선택할 수 있는 측정 평선은 아래 표를 참조해 주십시오.

측정 평선	화면
R, X, V, T	
Z, θ , V, T	
R, X, T	
Z, θ , T	
V, T	

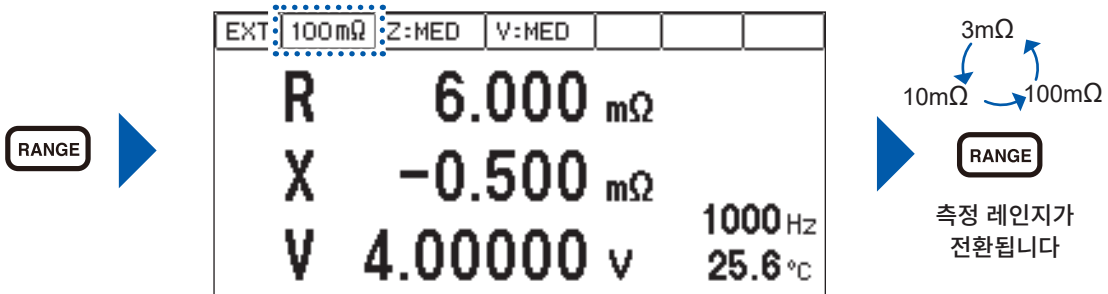
3.2 측정 레인지 설정하기

임피던스의 측정 레인지(3 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ)를 설정합니다.

전압, 온도는 단일 레인지이므로 설정할 수 없습니다. 임피던스 측정값이 오버 레인지인 경우나 측정 정밀도를 변경하고 싶을 때에 사용합니다.

평션(V, T) 기능 선택 시는 설정할 수 없습니다.

RANGE (**RANGE**)를 누르면 측정 레인지가 전환됩니다.



3.3 측정 속도 설정하기

임피던스 측정과 전압 측정의 측정 속도(FAST, MED, SLOW)를 설정합니다.
 측정 속도가 느릴수록 측정 정밀도는 향상됩니다.

임피던스 측정(Z)의 측정 속도 설정하기

Z SPEED (**Z SPEED**)를 누르면 임피던스 측정의 측정 속도가 전환됩니다.

The diagram illustrates the process of switching the impedance measurement speed. On the left, a button labeled 'Z SPEED' is shown with a blue arrow pointing towards the device display. The display shows the following data: EXT 10mΩ, Z:SLOW, V:MED, R 6.0000 mΩ, X -0.5000 mΩ, V 4.00000 v, 1000 Hz, and 25.6 °C. A blue dashed box highlights the 'Z:SLOW' and 'V:MED' labels. To the right, a cycle diagram shows three modes: Z:FAST, Z:MED, and Z:SLOW, connected by arrows in a clockwise direction. Below the cycle diagram is a button labeled 'Z SPEED' with the text '측정 속도가 전환됩니다' (Measurement speed is changed).

설정 항목	내용
Z:FAST	고속 측정을 실시하는 경우에 설정합니다.
Z:MED	보통 속도의 측정을 실시하는 경우에 설정합니다.
Z:SLOW	고정밀도 측정을 실시하는 경우에 설정합니다.

전압 측정(V)의 측정 속도 설정하기

V SPEED (**V SPEED**)를 누르면 전압 측정의 측정 속도가 전환됩니다.

The diagram illustrates the process of switching the voltage measurement speed. On the left, a button labeled 'V SPEED' is shown with a blue arrow pointing towards the device display. The display shows the following data: EXT 10mΩ, Z:MED, V:SLOW, R 6.0000 mΩ, X -0.5000 mΩ, V 4.00000 v, 1000 Hz, and 25.6 °C. A blue dashed box highlights the 'Z:MED' and 'V:SLOW' labels. To the right, a cycle diagram shows three modes: V:FAST, V:MED, and V:SLOW, connected by arrows in a clockwise direction. Below the cycle diagram is a button labeled 'V SPEED' with the text '측정 속도가 전환됩니다' (Measurement speed is changed).

설정 항목	내용
V:FAST	고속 측정을 실시하는 경우에 설정합니다.
V:MED	보통 속도의 측정을 실시하는 경우에 설정합니다.
V:SLOW	고정밀도 측정을 실시하는 경우에 설정합니다.

3.4 측정 주파수 설정하기

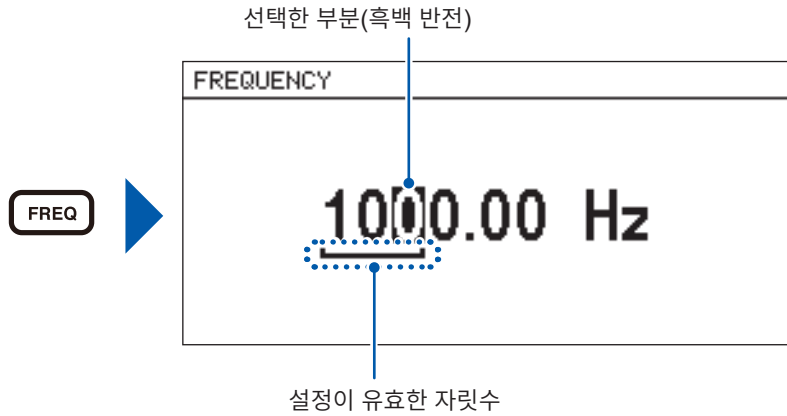
측정 주파수를 설정합니다.

BT4560 : 0.1 Hz ~ 1050 Hz

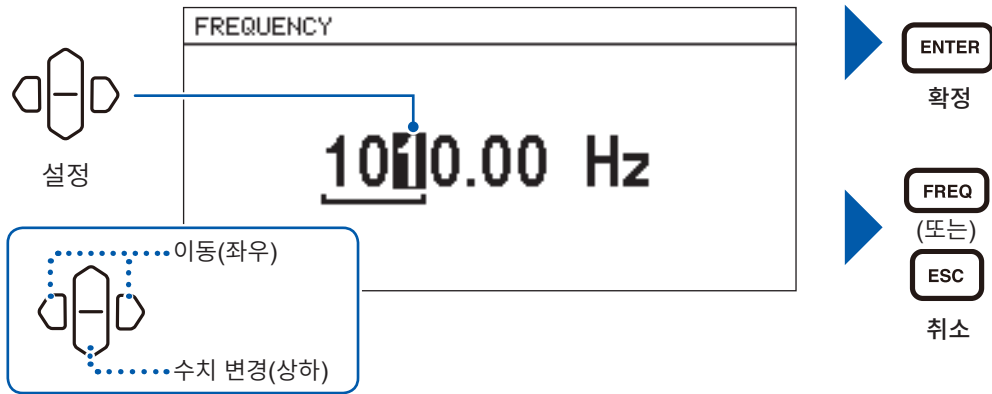
BT4560-50 : 0.01 Hz ~ 1050 Hz

1 **FREQ** (**FREQ**)를 누릅니다. (측정 주파수 설정 화면이 표시됩니다.)

선택한 부분이 흑백 반전되며 설정이 유효한 자릿수 아래에 바가 표시됩니다.



2 측정 주파수를 설정합니다.



설정이 무효한 자릿수는 자동적으로 0이 됩니다.

자릿수 설정이 무효가 되기 때문에 자동적으로 "0"이 됩니다.

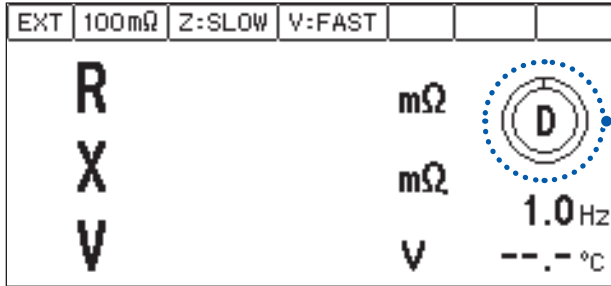


측정 시간이 긴 경우(진행 상태바 표시)

임피던스 측정 시간이 긴(약 1초 이상) 경우 측정 중인 화면의 오른쪽에 진행 상태바가 표시됩니다.

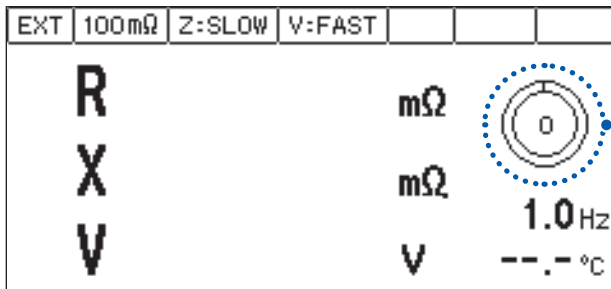
샘플 딜레이 중 (p.38)

진행 상태바의 중심에 **[D]** 문자가 표시됩니다.



임피던스 측정 중

진행 상태바의 중심에 측정 진척 퍼센티지가 표시됩니다.



진척 퍼센티지의 변화

진척 퍼센티지
0%



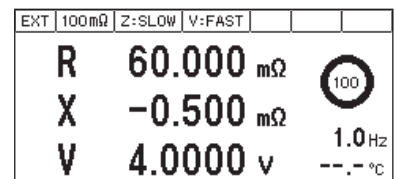
진척 퍼센티지
20%



진척 퍼센티지
80%

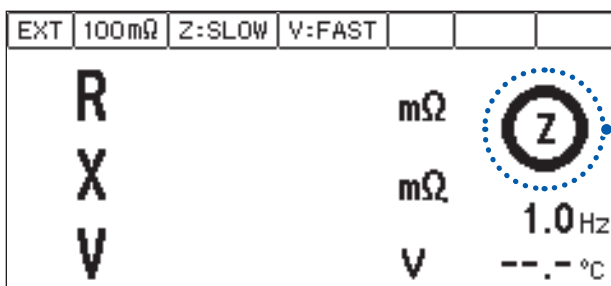


측정 종료(진척 퍼센티지 100%)
측정이 종료되고 측정값이 표시됩니다.



제로 크로스 정지 검출 중(제로 크로스 정지가 ON인 경우) (p.46)

진행 상태바의 중심에 **[Z]** 문자가 표시됩니다.



3.5 영점 조정 실행하기(Zero-adjustment)

오프셋이나 측정 환경에 의한 잔류 성분을 제거합니다.
임피던스 측정과 전압 측정 전에 반드시 실행해 주십시오.

영점 조정 실행

측정 프로브 배치하기 (예: L2002)

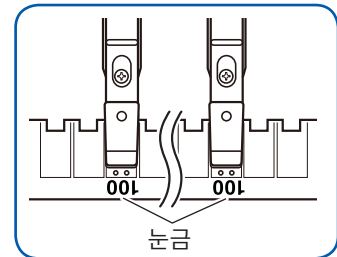
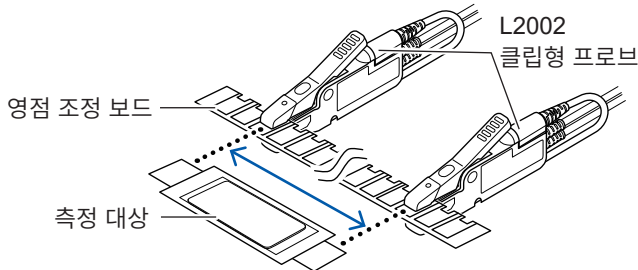
1 측정 프로브를 측정할 때와 동일한 상태로 배치합니다.

측정 프로브의 상태(길이, 형태, 배치 장소 등)에 따라 제로 잔류량이 다르기 때문에 영점 조정을 실행하기 전에 측정 프로브를 실제 측정할 때와 동일한 상태로 배치합니다.

2 부속품인 영점 조정 보드를 준비합니다.

3 프로브를 실제 측정 대상과 같은 쪽으로 배치합니다.

HIGH, LOW 모두 같은 숫자의 눈금이 달린 영점 조정 보드의 패턴을 클립해 주십시오.



L2002 선단의 핀이 영점 조정 보드의 2개 구멍 (Through Hole)에 확실하게 들어가도록 클립해 주십시오. 핀이 구멍에 들어가지 않으면 에러가 표시되고 적절한 영점 조정을 할 수 없습니다.

참조: “에러 표시와 대처 방법” (p.123)

영점 조정 설정하기

영점 조정 방법은 스폿 영점 조정(SPOT)과 올 영점 조정(ALL)의 2종류가 있습니다.

스폿 영점 조정(SPOT)	현재 설정된 레인지와 주파수, 전압 측정의 영점 조정을 실시합니다. 주파수에 따라 소요시간이 다르고 저주파 설정일수록 시간이 걸립니다. (참고: 0.1 Hz에서 약 350 s, 1 Hz에서 약 45 s) 다른 레인지나 주파수로 설정하면 영점 조정은 무효가 됩니다.
올 영점 조정(ALL)	현재 설정된 레인지와 주파수 전역, 전압 측정의 영점 조정을 실시합니다. 측정 주파수를 변경해도 영점 조정은 유효합니다. 단, 레인지를 변경한 경우는 영점 조정이 무효가 됩니다.

- 영점 조정이 유효한 경우는 측정 화면에 0ADJ의 인디케이터가 표시됩니다.
- 영점 조정을 실행한 후 레인지 등을 변경해서 영점 조정이 무효가 되어도 다시 영점 조정 실행 시의 조건으로 되돌리면 영점 조정이 유효해집니다.
- EXT.I/O의 0ADJ_SPOT, 0ADJ_ALL단자에서도 실행할 수 있습니다.

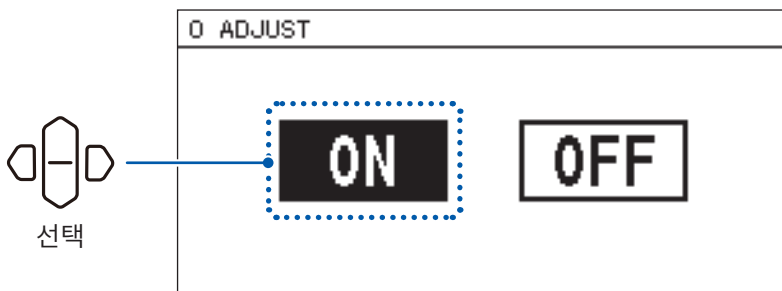
3

기본 측정

1 **[0 ADJ]** (**0 ADJ**)를 누릅니다. (영점 조정 화면이 표시됩니다.)



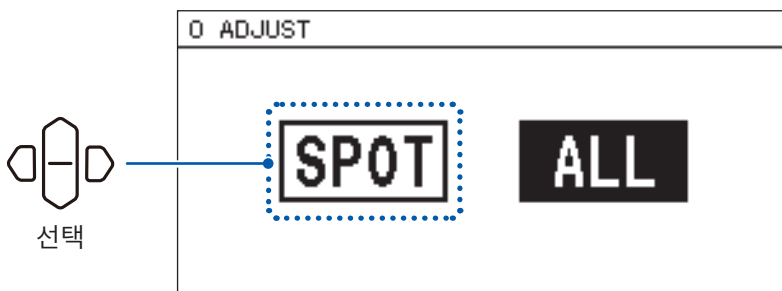
2 **[ON]**을 선택합니다.



[ENTER]
SPOT, ALL 선택 화면으로

[0 ADJ]
(또는)
[ESC]
취소

3 **[SPOT]** 또는 **[ALL]**을 선택합니다.

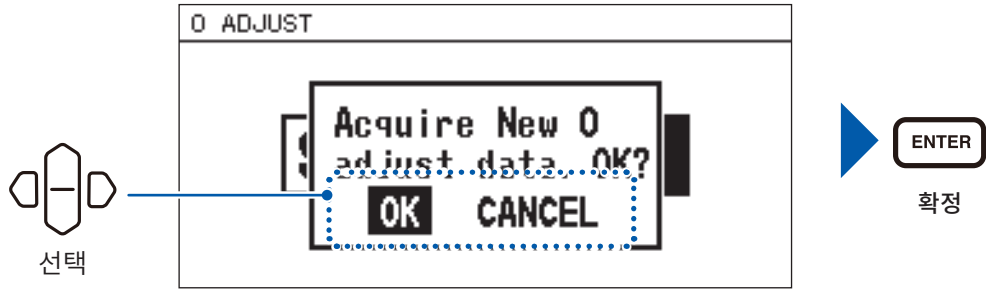


[ENTER]
영점 조정 실행

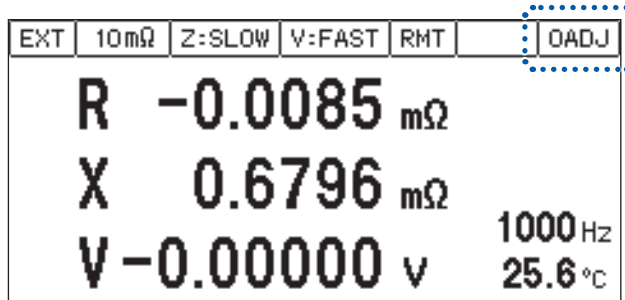
[0 ADJ]
(또는)
[ESC]
취소

[ALL]을 선택한 경우 확인창이 열립니다.

- OK: 올 영점 조정 실행
- CANCEL: 실행하지 않고 측정 화면으로 돌아가기



4 영점 조정이 정상적으로 완료되면 측정 화면으로 돌아갑니다.
(영점 조정이 유효한 경우는 측정 화면의 오른쪽 위에 [0ADJ]가 표시됩니다.)



영점 조정을 실패한 경우

[0 ADJUST ERROR]가 표시된 경우는 적절하게 영점 조정이 되지 않았습니다.
측정 프로브의 단락 방법 등을 확인해서 영점 조정 데이터가 아래 표의 범위 내가 되도록 적절한 방법으로 영점 조정을 실행해 주십시오.



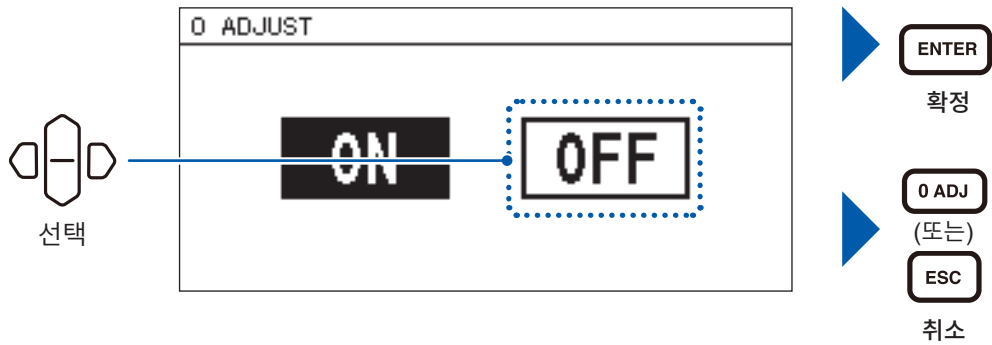
임피던스 측정	R	X
3 mΩ 레인지	-0.1000 mΩ ~ 0.1000 mΩ	-1.5000 mΩ ~ 1.5000 mΩ
10 mΩ 레인지	-0.3000 mΩ ~ 0.3000 mΩ	-1.5000 mΩ ~ 1.5000 mΩ
100 mΩ 레인지	-3.000 mΩ ~ 3.000 mΩ	-1.500 mΩ ~ 1.500 mΩ

전압 측정
-0.10000 V ~ 0.10000 V

영점 조정을 무효로 하기

영점 조정 화면에서 **[OFF]**를 선택해 주십시오.

(**[OFF]**를 선택하면 영점 조정값이 무효가 됩니다. 다시 유효로 하기 위해서는 영점 조정을 다시 실시해 주십시오.)



측정 레인지를 변경하면서 측정할 경우

다음 방법으로 측정하면 레인지를 변경할 때마다 영점 조정을 하지 않아도 됩니다.

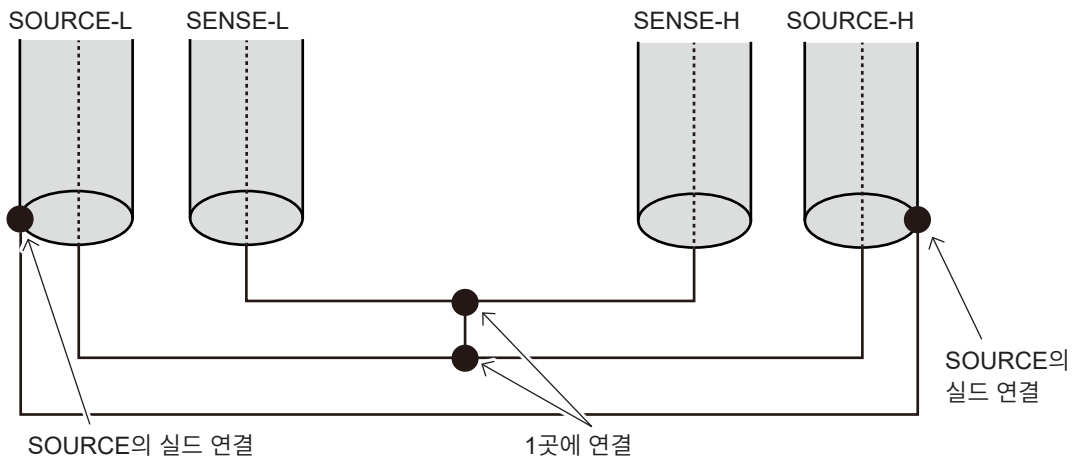
1. 3 mΩ 레인지에서 영점 조정을 실행합니다.
2. 패널 세이브 기능(p.55)으로 현재의 조건을 저장합니다.
(현재 레인지의 영점 조정 데이터가 저장됩니다.)
3. 10 mΩ 레인지로 변경하고 영점 조정을 실행합니다.
4. 패널 세이브 기능(p.55)으로 현재의 조건을 저장합니다.
5. 100 mΩ 레인지로 변경하고 영점 조정을 실행합니다.
6. 패널 세이브 기능(p.55)으로 현재의 조건을 저장합니다.
7. 사용할 레인지의 조건을 패널 로드 기능(p.57)으로 불러와 측정합니다.

영점 조정 시의 결선

영점 조정 보드를 사용한 경우 다음과 같은 결선이 됩니다.

측정 프로브를 자체제작할 경우도 같은 결선 방법으로 영점 조정을 실시해 주십시오. “부록3 측정 프로브를 자체제작할 경우의 주의 사항”(p.부3)을 참조해 주십시오.

- 1** SOURCE-H의 실드와 SOURCE-L의 실드를 연결
(리턴 케이블로 연결되어 있습니다.)
- 2** SENSE-H와 SENSE-L을 연결
- 3** SOURCE-H와 SOURCE-L을 연결
- 4** 위의 2, 3을 1곳에 연결



3.6 측정 결과 확인하기

측정 이상 검출 (p.123)

측정이 정확하게 되지 않았을 경우 화면에 측정 이상을 나타내는 표시가 뜨고 EXT.I/O의 ERR 신호가 출력됩니다.

컨택트 에러

SOURCE-H – SENSE-H 간 또는 SENSE-L – SOURCE-L 간에 있어서 저항값이 클 경우에 표시됩니다. 다음이 원인일 수 있습니다.

- 측정 프로브가 측정 대상에 연결되어 있지 않다.
- 프로브가 단선되어 있다.
- 프로브의 마모나 오염 등으로 접촉 저항이 크거나 배선 저항이 크다.
- 회로 보호 퓨즈가 단선되어 있다.

컨택트 에러 검출의 기준

이상 검출 부분	이상 검출 기준이 되는 저항값			측정 이상 종류	표시
	3 mΩ 레인지	10 mΩ 레인지	100 mΩ 레인지		
SOURCE-H – SENSE-H	10 Ω	15 Ω	50 Ω	H 콘택트 에러	CONTACT ERROR H
SOURCE-L – SENSE-L	10 Ω	15 Ω	50 Ω	L 콘택트 에러	CONTACT ERROR L

- 저항값은 기준값으로 엄밀하게 규정된 값이 아닙니다.
- 측정 프로브의 정전 용량이 20 nF 이상인 경우 측정 이상을 검출할 수 없는 경우가 있습니다.
- 평선(V, T)의 경우는 100 mΩ 레인지와 같은 저항값이 됩니다.

과전압 입력 에러(표시: OVER VOLTAGE)

측정 대상의 전압이 측정 가능 범위를 넘었을 경우에 표시됩니다.

측정 가능 전압 범위는 -5.10000 V ~ 5.10000 V입니다.

또, SENSE-H와 SOURCE-H 단락, 또 SENSE-L과 SOURCE-L 단락의 상태에서 표시되는 경우가 있습니다.

전압 리밋 에러(표시: OVER V LIMIT)

측정 대상의 전압이 전압 리밋 설정 범위를 넘었을 경우에 표시됩니다.

전압 리밋의 설정 방법은 “4.6 측정 신호에 의한 과충전을 방지하기(전압 리밋 기능)”(p.44)를 참조해 주십시오.

또, SENSE-H와 SOURCE-H 단락 그리고 SENSE-L과 SOURCE-L 단락의 상태에서 표시되는 경우가 있습니다.

측정 전류 이상(표시: -----)

측정 전류가 정상적으로 흐르지 못할 경우에 표시됩니다. 다음이 원인일 수 있습니다.

- 프로브의 마모나 오염 등으로 접촉 저항이 크거나 배선 저항이 크다.
- 측정 대상의 저항이 레인지에 대하여 현저하게 크다(예: 1 kΩ을 측정했을 경우).
- 전지를 잘못 연결했을 경우
- 접지된 전지에 연결했을 경우

측정 전류 이상 검출의 기준

이상 검출 부분	이상 검출 기준이 되는 저항값			측정 이상 종류	표시
	3 mΩ 레인지	10 mΩ 레인지	100 mΩ 레인지		
SOURCE-H	1.5 Ω ~ 4.0 Ω	5 Ω ~ 12 Ω	50 Ω ~ 55 Ω	측정 전류 이상	-----
SOURCE-L	1.5 Ω	4 Ω	45 Ω	측정 전류 이상	-----

저항값은 기준값으로 엄밀하게 규정된 값이 아닙니다. SOURCE-H의 검출값은 측정 대상의 전압에 따라 변동됩니다.

전압 드리프트에 의한 임피던스 측정 에러(표시: VOLTAGE DRIFT)

측정 대상의 전압이 측정 중에 크게 변동되고 있습니다.

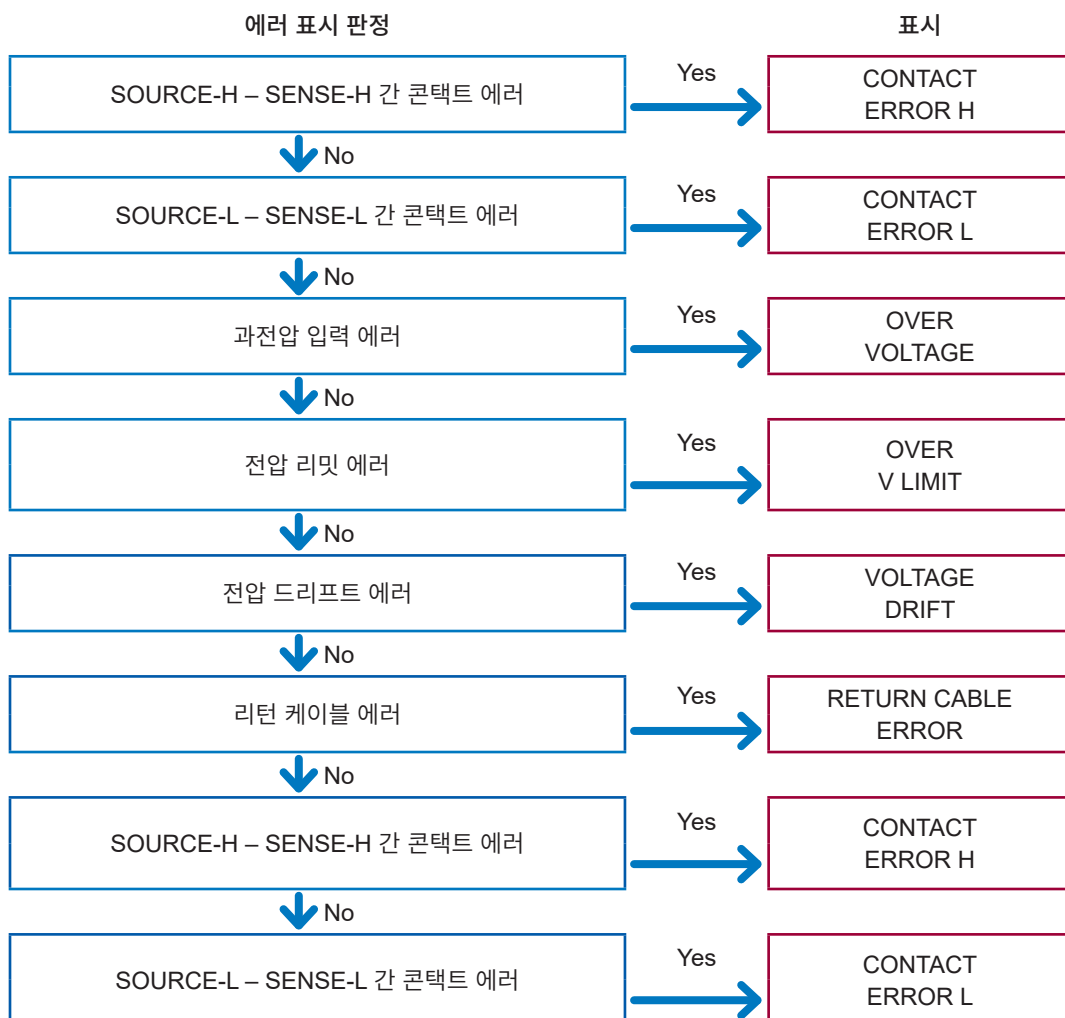
측정 시작 시와 종료 시의 전압값의 변동이 10 mV 이상일 경우에 에러로서 검출됩니다.

리턴 케이블 미접속 에러(표시: RETURN CABLE ERROR)

프로브의 리턴 케이블이 정상적으로 연결되어 있지 않습니다. 단선 또는 잘못된 결선의 우려가 있습니다.

본 기기는 전자기 유도 노이즈를 줄이기 위해서 측정 전류와 반대방향으로 전류를 흘려보내는 리턴 케이블이 필요합니다. 리턴 케이블은 SOURCE-H의 실드선과 SOURCE-L의 실드선을 단락하는 구조로 되어 있습니다. (옵션 프로브는 리턴 케이블에 의해 SOURCE-H의 실드선과 SOURCE-L의 실드선이 단락되어 있습니다.)

측정 이상의 검출순서



측정 이상은 위의 그림과 같은 측정 순서로 판정하여 에러를 표시합니다. (측정 전류 이상 감시는 트리거 접수 직후부터 전압 측정을 실행할 때까지의 사이와 임피던스 측정 중에 실시하고 있습니다.)

온도 측정 표시

온도 센서 미접속(표시: --, -°C)

온도 센서가 연결되어 있지 않아 온도 측정을 할 수 없습니다.
온도 측정이 불필요한 경우 연결하지 않아도 됩니다.

오버 레인지 표시

각 파라미터는 다음과 같은 원인으로 오버 표시됩니다.

파라미터	오버 표시	원인
R	OverRange	Z의 측정값이 현재 레인지의 표시 범위를 넘었습니다.
X		
Z		
θ		
T	+Over°C	측정값이 60.0°C보다도 큼니다.
	-Under°C	측정값이 -10.0°C보다도 작습니다.

3.7 기본적인 측정 예

여기에서는 전지셀의 설정을 예로 설명합니다.

설정 내용 예

측정 평선		R, X, V, T
측정 레인지		100 mΩ
측정 속도	임피던스 측정	FAST
	전압 측정	SLOW
임피던스 측정 주파수		1 Hz
영점 조정		ALL

1 측정 평선을(R, X, V, T)로 설정합니다. (p.23)

EXT	10mΩ	Z:MED	V:MED			
R				mΩ		
X				mΩ		
V				V	1000 Hz	25.6 °C

2 측정 레인지를 100 mΩ으로 설정합니다. (p.24)

EXT	100mΩ	Z:MED	V:MED			
R				mΩ		
X				mΩ		
V				V	1000 Hz	25.6 °C

3 임피던스 측정(Z)의 속도를 [FAST]로 설정합니다. (p.25)

EXT	100mΩ	Z:FAST	V:MED			
R				mΩ		
X				mΩ		
V				V	1000 Hz	25.6 °C

4 전압 측정(V)의 속도를 [SLOW]로 설정합니다. (p.25)

EXT	100mΩ	Z:FAST	V:SLOW			
R				mΩ		
X				mΩ		
V				V	1000 Hz	25.6 °C

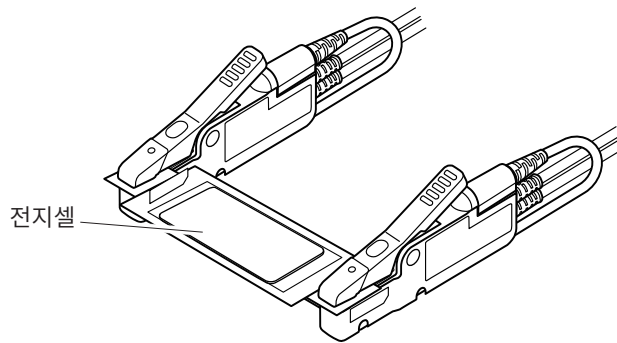
5 임피던스 측정 주파수를 1 Hz로 설정합니다. (p.26)

EXT	100mΩ	Z:FAST	V:SLOW		
R				mΩ	
X				mΩ	1.0 Hz
V				V	25.6 °C

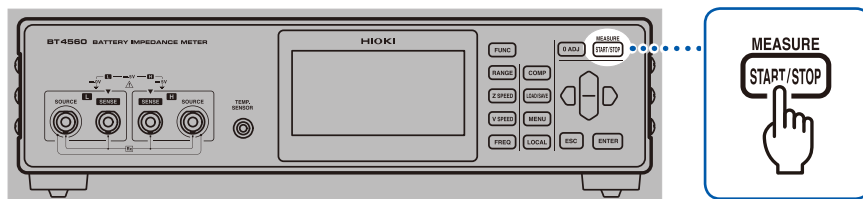
6 영점 조정 결선을 하고 올 영점 조정을 실행합니다. (p.28)

EXT	100mΩ	Z:FAST	V:SLOW		OADJ
R				mΩ	
X				mΩ	1.0 Hz
V				V	25.6 °C

7 전지셀을 연결합니다.



8 START/STOP을 눌러서 측정을 합니다.



9 측정 결과를 확인합니다.

EXT	100mΩ	Z:FAST	V:SLOW		OADJ
R		6.000		mΩ	
X		-0.500		mΩ	1.0 Hz
V		4.00000		V	25.6 °C

4 측정조건의 커스터마이징

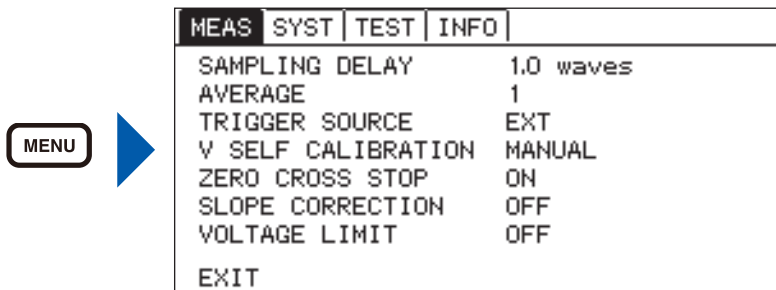
4.1 측정 시작 조건을 설정하기(트리거 기능)

측정 시작 조건에는 다음 2가지 방법이 있습니다.

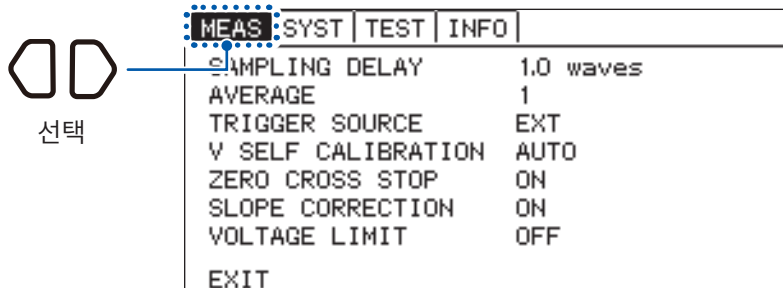
외부 트리거	START/STOP (START/STOP)을 누르거나 외부에서 트리거 신호가 입력되면 측정이 시작됩니다.
내부 트리거	내부에서 자동적으로 트리거가 발생해 자동 측정됩니다.

트리거 설정하기

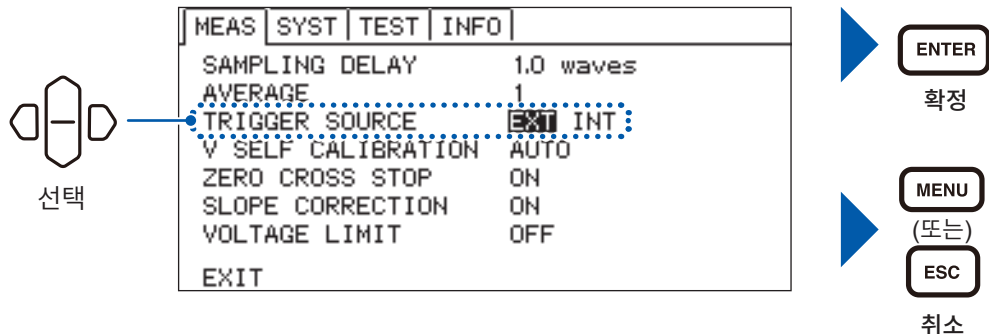
- 1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



- 2 **[MEAS]** 탭을 선택합니다.



- 3 **[EXT]** (외부 트리거) 또는 **[INT]** (내부 트리거)를 선택합니다.



외부 트리거 입력하기

- 키로 입력할 경우
측정 화면에서 **START/STOP** (**START/STOP**)을 누르면 1회 측정됩니다.
- EXT.I/O에서 입력할 경우
뒷면의 EXT.I/O단자의 TRIG단자를 ISO_COM에 단락하면 1회 측정됩니다. (p.76)
- 통신 인터페이스에서 입력할 경우
통신 인터페이스에서 *TRIG 커맨드를 수신하면 1회 측정됩니다.

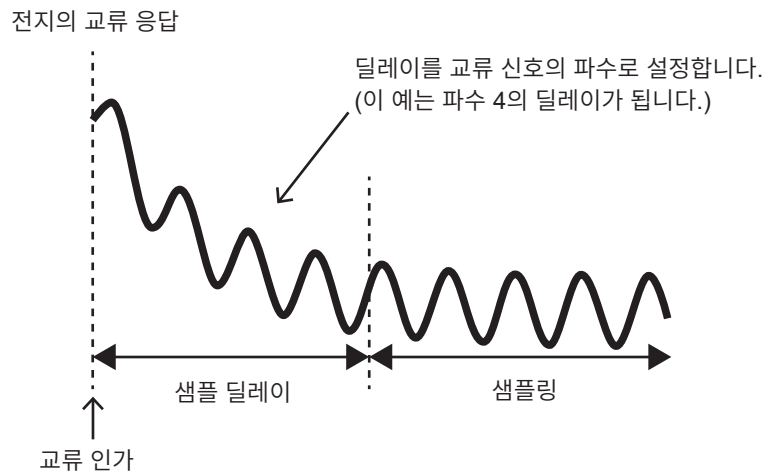
중요

- 내부 트리거로 설정되어 있는 경우 EXT.I/O에서의 입력 및 *TRG 커맨드는 무시되며 전압 리밋 기능이 유효해집니다. 내부 트리거 설정인 채로 측정 대상을 계속해서 연결하면 충전 또는 방전이 계속될 가능성이 있으므로 측정 후에는 측정 대상을 반드시 본 기기에서 분리해 주십시오.
- 측정 중에 **START/STOP** (**START/STOP**)을 누르면 측정이 중단됩니다.

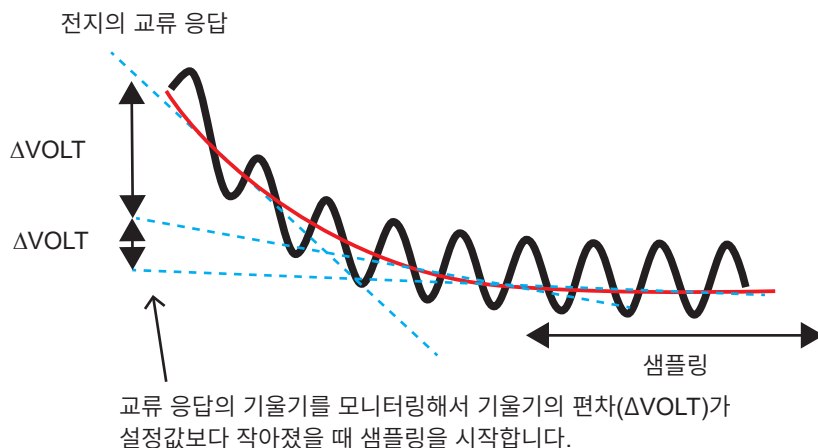
4.2 측정물의 응답이 안정된 후 측정 시작하기 (샘플 딜레이 기능)

임피던스 측정 시 교류 인가에서부터 샘플링 시작까지의 딜레이(지연 시간)를 설정합니다. 딜레이에는 교류 신호의 파수로 설정하는 방법과 오프셋 전압 변동의 편차로 설정하는 방법의 2종류가 있습니다.

파형에 의한 설정(WAVE)



전압 변동의 편차에 의한 설정(ΔVOLT)



1 **[MENU]** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)

[MENU] ▶

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY			1.0 waves
AVERAGE			1
TRIGGER SOURCE			EXT
V SELF CALIBRATION			MANUAL
ZERO CROSS STOP			ON
SLOPE CORRECTION			OFF
VOLTAGE LIMIT			OFF
EXIT			

2 **[MEAS]** 탭을 선택합니다.

선택

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY			1.0 waves
AVERAGE			1
TRIGGER SOURCE			EXT
V SELF CALIBRATION			AUTO
ZERO CROSS STOP			ON
SLOPE CORRECTION			ON
VOLTAGE LIMIT			OFF
EXIT			

3 **[WAVE]** 또는 **[ΔVOLT]**를 선택합니다.

선택

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY			WAVE ΔVOLT
AVERAGE			1
TRIGGER SOURCE			EXT
V SELF CALIBRATION			MANUAL
ZERO CROSS STOP			ON
SLOPE CORRECTION			OFF
VOLTAGE LIMIT			OFF
EXIT			

▶ **[ENTER]** (확인)

▶ **[MENU]** (또는) (취소)

▶ **[ESC]** (취소)

[WAVE]를 선택한 경우 딜레이 파수를 설정합니다. (0.0 waves ~ 9.0 waves)

설정

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY			1.0 waves
AVERAGE			1
TRIGGER SOURCE			EXT
V SELF CALIBRATION			MANUAL
ZERO CROSS STOP			ON
SLOPE CORRECTION			OFF
VOLTAGE LIMIT			OFF
EXIT			

이동(좌우) / 수치 변경(상하)

▶ **[ENTER]** (확인)

▶ **[MENU]** (또는) (취소)

▶ **[ESC]** (취소)

[ΔVOLT]를 선택한 경우 전압을 설정합니다. (00.001 mV ~ 10.000 mV)

설정

MEAS	SYST	TEST	INFO
SAMPLING DELAY			Δ00.010 mV
AVERAGE			1
TRIGGER SOURCE			EXT
V SELF CALIBRATION			MANUAL
ZERO CROSS STOP			ON
SLOPE CORRECTION			OFF
VOLTAGE LIMIT			OFF
EXIT			

이동(좌우) / 수치 변경(상하)

▶ **[ENTER]** (확인)

▶ **[MENU]** (또는) (취소)

▶ **[ESC]** (취소)

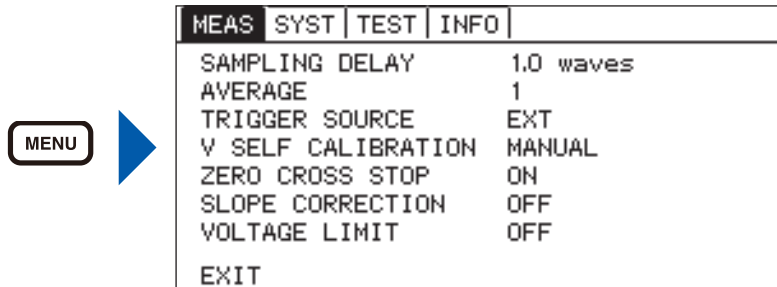
4.3 전압 측정 정밀도를 유지하기 (셀프 캘리브레이션 기능)

본 기기의 회로 내부의 오프셋 전압이나 게인 드리프트 등을 보정하여 전압 측정 정밀도를 향상시킵니다. 본 기기의 측정 정확도는 셀프 캘리브레이션의 실행이 조건이므로 반드시 실행해 주십시오. 특히, 워밍업 후나 주위 온도가 2°C 이상 변화되었을 때에는 반드시 실행해 주십시오.

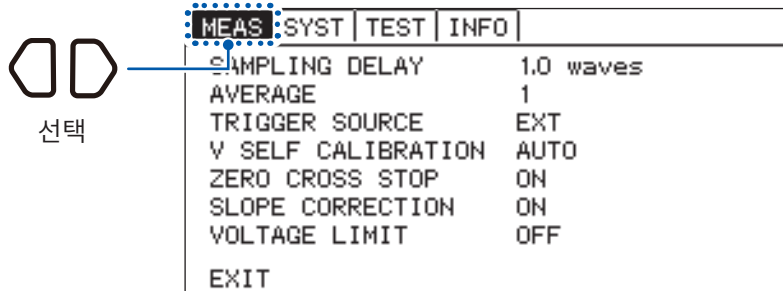
셀프 캘리브레이션의 실행에는 다음의 설정이 있습니다.

AUTO	전압 측정 전에 자동적으로 0.2 s의 셀프 캘리브레이션을 실행합니다. 전압 측정이 없는 평선(R, X, T), (Z, θ, T)에서는 실행하지 않습니다.
MANUAL	EXT.I/O의 입력 신호 CAL 혹은 커맨드에서 캘리브레이션을 실행합니다(TRIG 대기 상태에서 실행. 측정 중에 신호가 입력된 경우 측정 종료 후에 실행합니다).

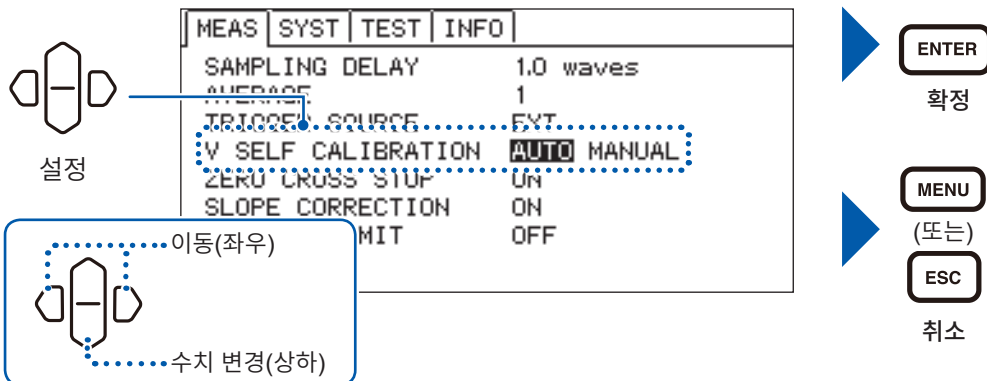
1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **[MEAS]** 탭을 선택합니다.



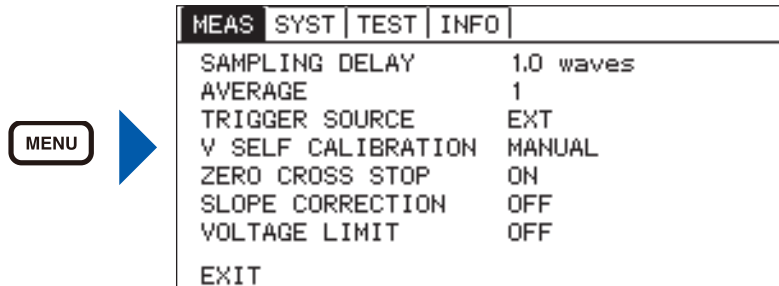
3 **[AUTO]** 또는 **[MANUAL]**을 선택합니다.



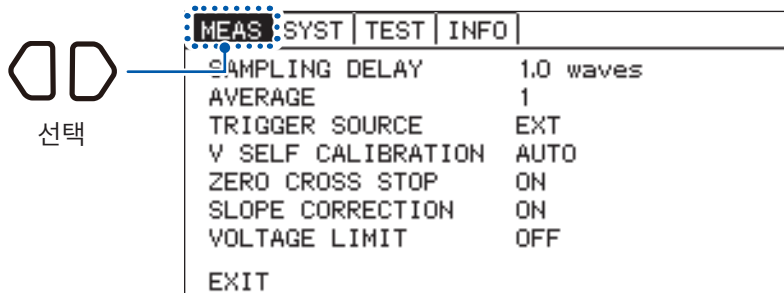
4.4 측정값을 안정화시키기(애버리지 기능)

설정된 수의 측정값을 산술 평균화하여 표시합니다. 이 기능에 의해 측정값의 흔들림을 작게 할 수 있습니다. 이 기능은 임피던스 측정에만 적용됩니다.

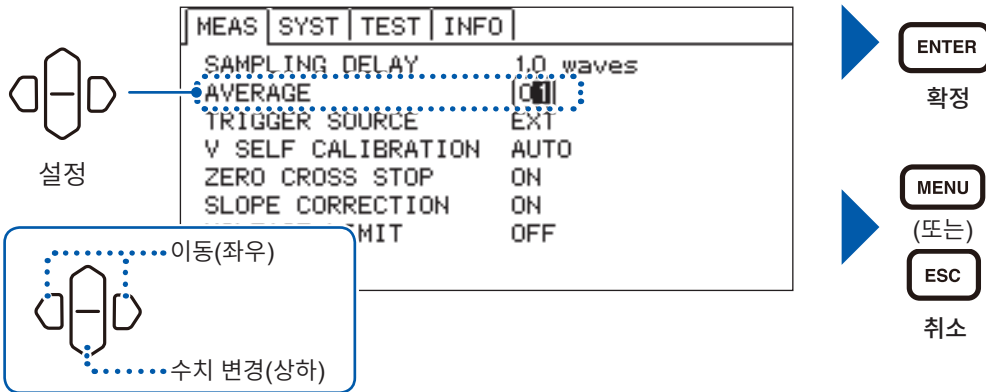
1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **[MEAS]** 탭을 선택합니다.



3 평균화할 측정값의 수를 설정합니다. (1~99)



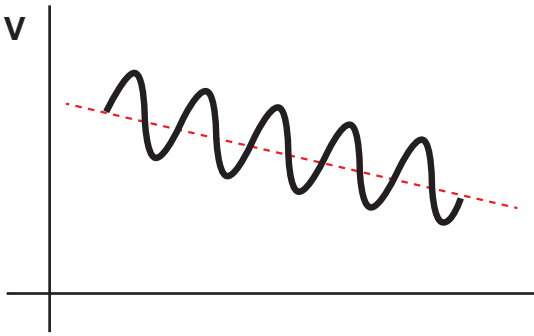
4

측정조건인 커스터마이징

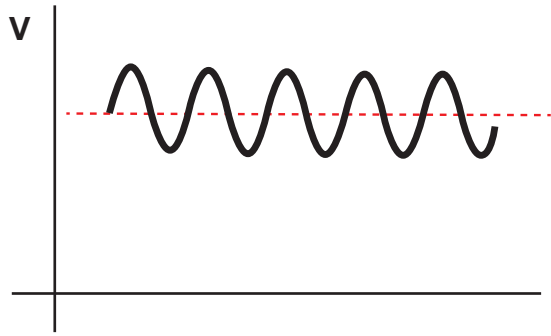
4.5 방전에 의한 전위 구배 보정하기 (Slope Correction 기능)

임피던스 측정 중에 전지의 특성이나 계측기의 입력 임피던스에 의해 측정 신호가 드리프트되는 경우가 있습니다. 직선적인 드리프트에 대하여 보정을 하는 기능입니다.

보정 전



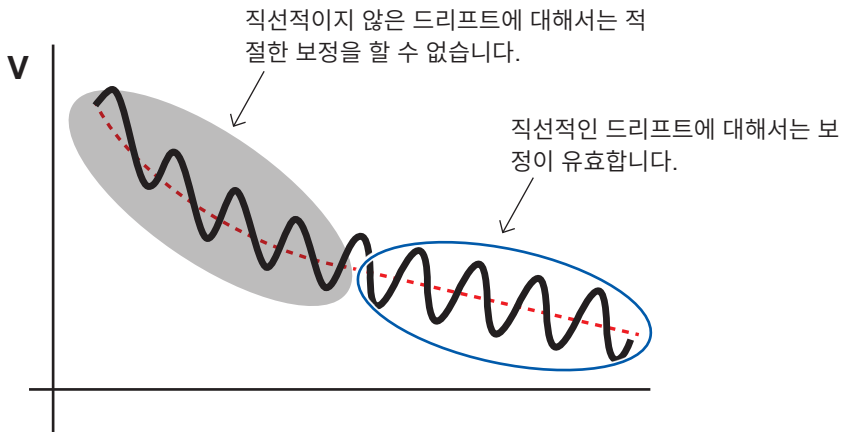
보정 후



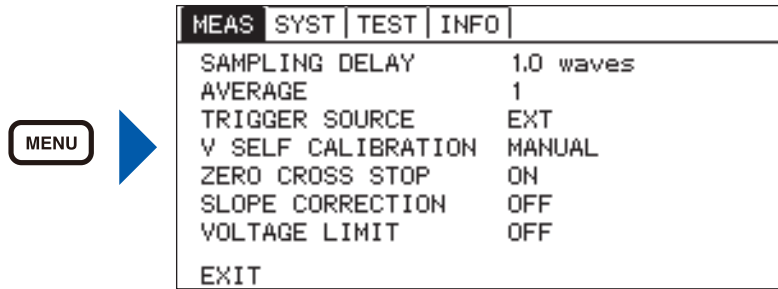
중요

보정은 직선적인 드리프트에 대하여 실행합니다.

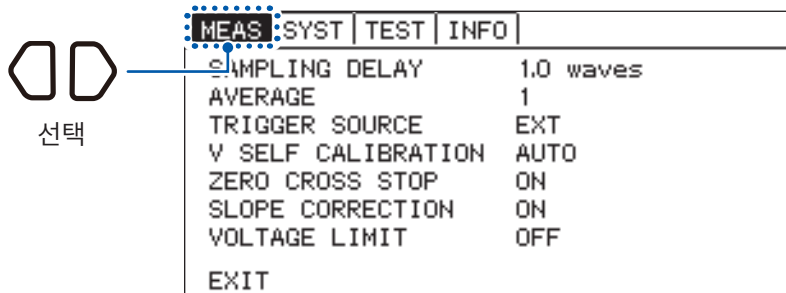
다음과 같이 직선적이지 않은 변동에 대해서는 적절한 보정을 할 수 없습니다. "측정물의 응답이 안정된 후 측정 시작하기(샘플 딜레이 기능)"(p.38)를 사용하여 측정물의 응답이 안정될 때까지 기다린 후 측정해 주십시오.



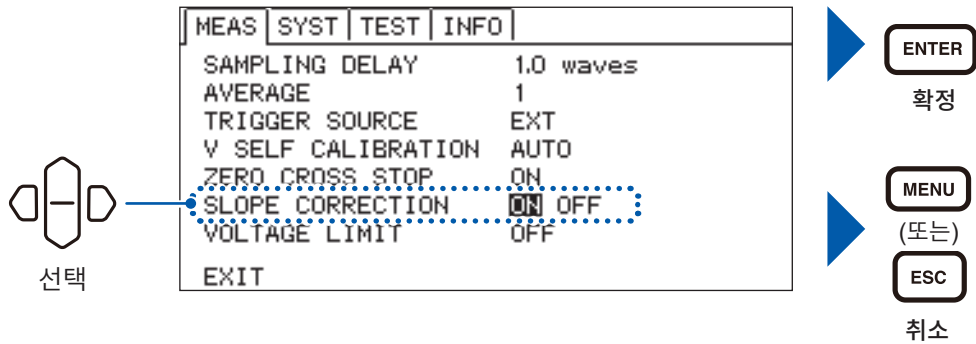
1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **MEAS** 탭을 선택합니다.



3 **ON** 또는 **OFF**를 선택합니다.



4.6 측정 신호에 의한 과충전을 방지하기(전압 리밋 기능)

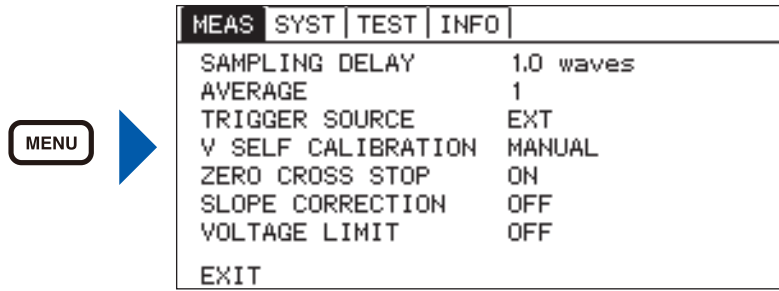
임피던스 측정 시 인가 신호에 의해 전지가 과충전되는 것을 방지하는 기능입니다. 측정 대상의 전압이 설정 전압보다 클 경우 임피던스 측정을 실시하지 않고, **[OVER V LIMIT]**의 메시지가 표시됩니다.

주의

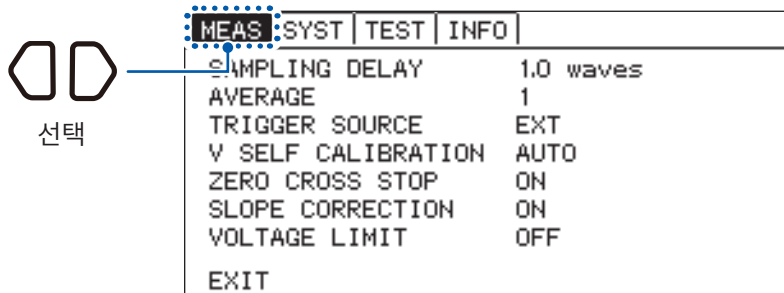


전압 리밋의 값은 측정 대상의 전지가 과충전이 되는 전압값보다 낮게 설정해 주십시오. 높은 전압값으로 설정한 채 측정을 반복하면 전지가 과충전 상태가 될 우려가 있습니다.

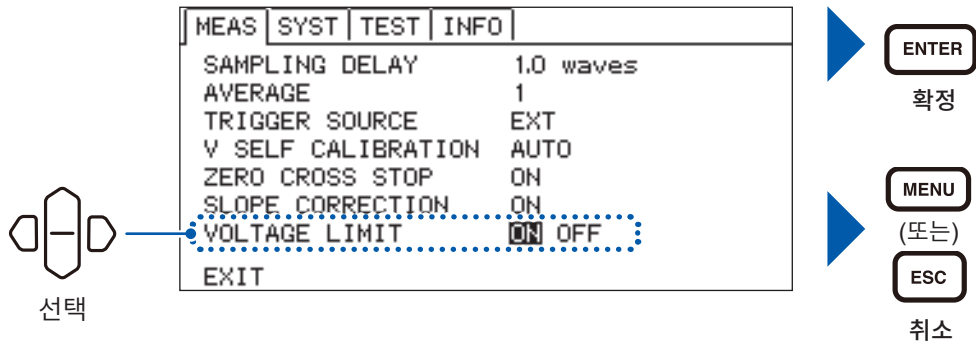
1 **[MENU]** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



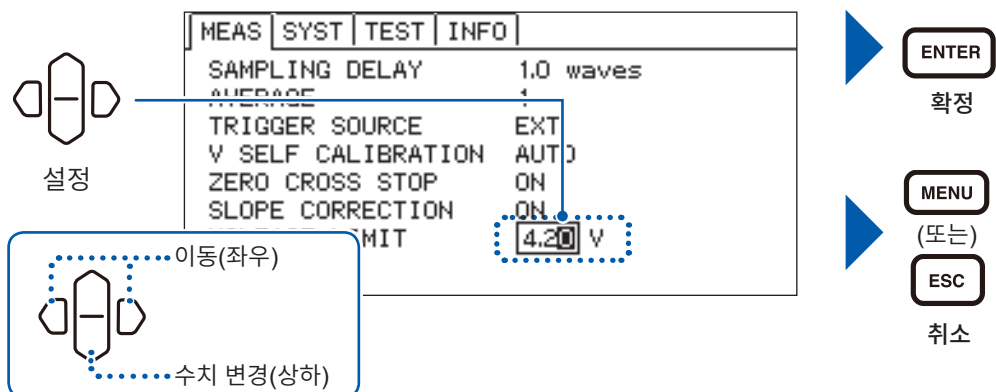
2 **[MEAS]** 탭을 선택합니다.



3 **[ON]** 또는 **[OFF]**를 선택합니다.



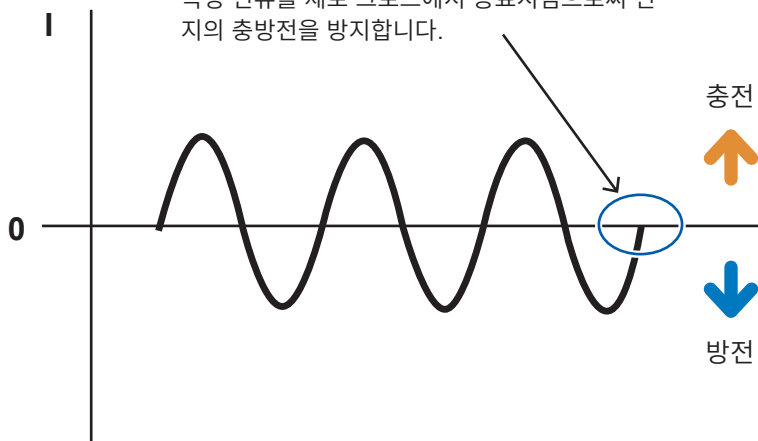
[ON]을 선택한 경우 전압을 설정합니다. (0.01 V~5.00 V)



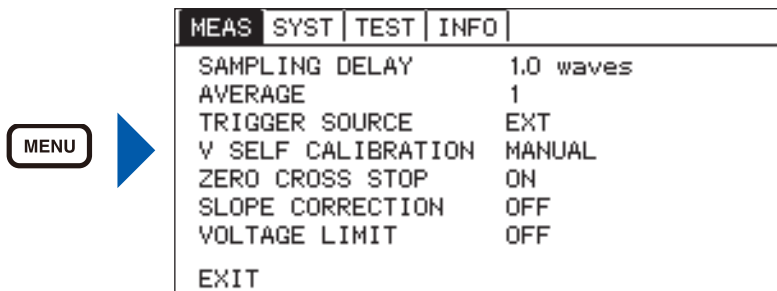
4.7 측정 신호에 의한 총방전을 방지하기 (측정 신호 제로 크로스 정지 기능)

측정 대상의 총방전을 방지하기 위해서 임피던스 측정 시의 인가 측정 신호를 제로 크로스에서 종료시키는 처리를 합니다. 측정 신호 제로 크로스 정지 기능을 유효로 한 경우 측정 시간이 측정 주파수의 약 1주기만큼 길어집니다. 제로 크로스 정지 검출 중에는 측정을 중단할 수 없습니다.

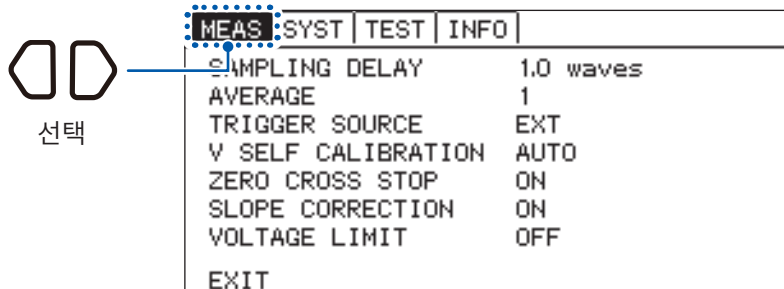
측정 전류를 제로 크로스에서 종료시킴으로써 전지의 총방전을 방지합니다.



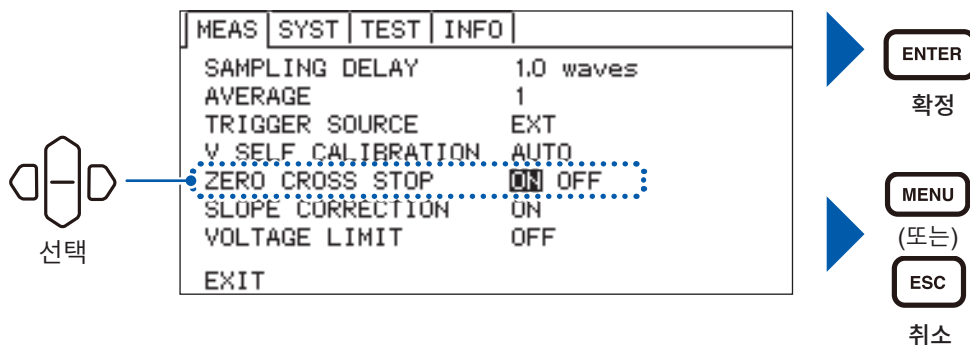
1 **[MENU]** (**[MENU]**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **[MEAS]** 탭을 선택합니다.



3 **[ON]** 또는 **[OFF]**를 선택합니다.



5

측정값 판정하기(컴퍼레이터 기능)

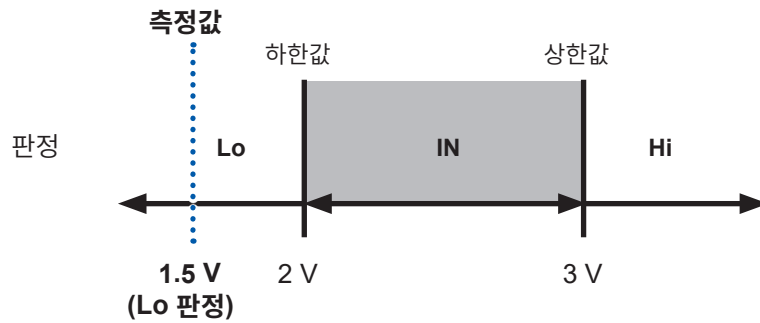
미리 설정한 상/하한값에 대하여 측정값이 Hi(상한값<측정값), IN(하한값≤측정값≤상한값), Lo(측정값<하한값)인가를 판단합니다.

상/하한값과 절대값(절대값 설정은 전압 [V]만)

상/하한값

미리 설정한 상/하한값에 대하여 측정값이 Hi, IN, Lo인지 판단합니다.

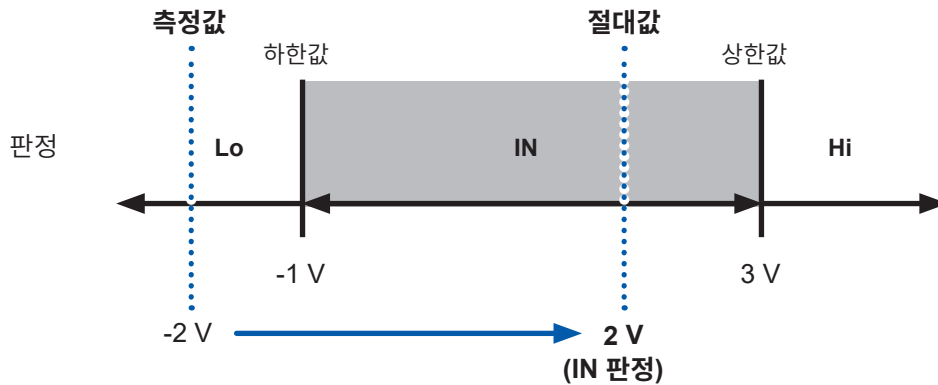
(예: 상한값 3 V, 하한값 2 V, 측정값이 1.5 V인 경우)



절대값

미리 설정한 상/하한값에 대하여 측정값의 절대값이 Hi, IN, Lo인지 판단합니다. 극성을 반대로 연결해 버린 경우에도 정확하게 판정할 수 있습니다.

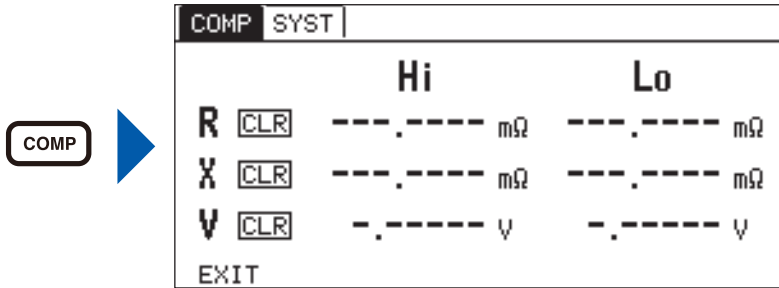
(예: 상한값 3 V, 하한값 -1 V, 측정값이 -2 V인 경우)



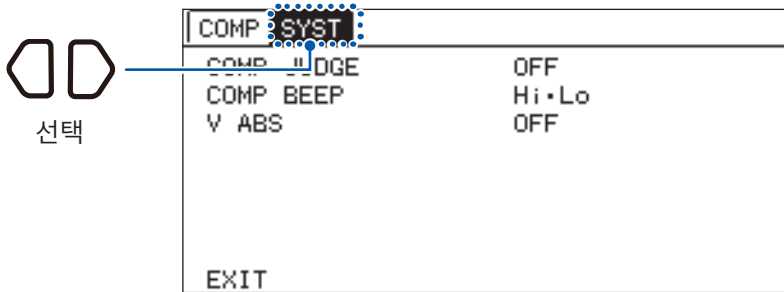
5

5.1 컴퍼레이터 기능을 ON, OFF 하기

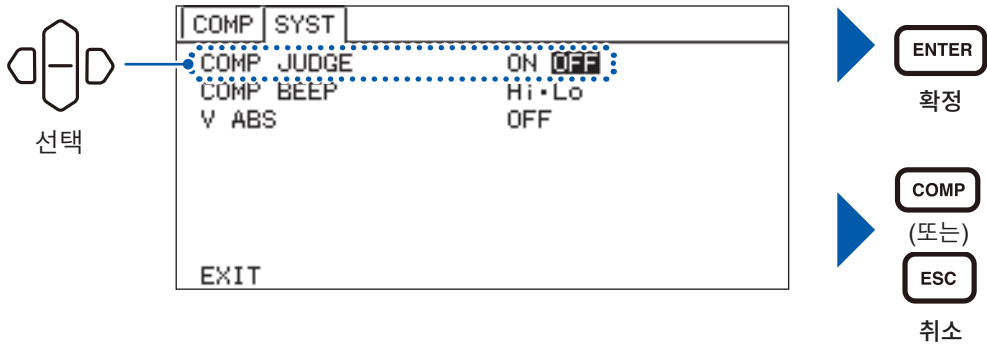
1 **COMP** (**COMP**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



3 **[ON]** 또는 **[OFF]**를 선택합니다.



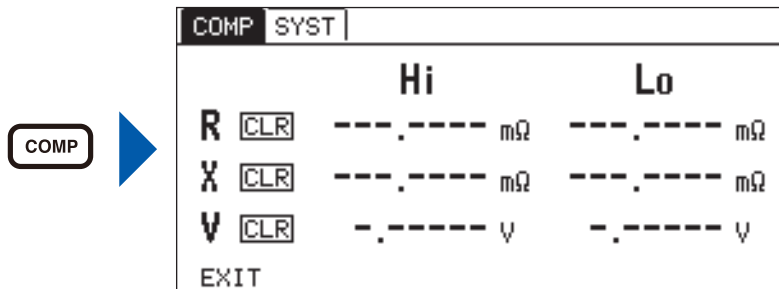
5.2 상/하한값을 설정하기

컴퍼레이터 기능을 유효로 한 경우 판정에 사용되는 상/하한값을 설정합니다. 다음에서는 R, X, V를 예로 설정 방법을 설명합니다.

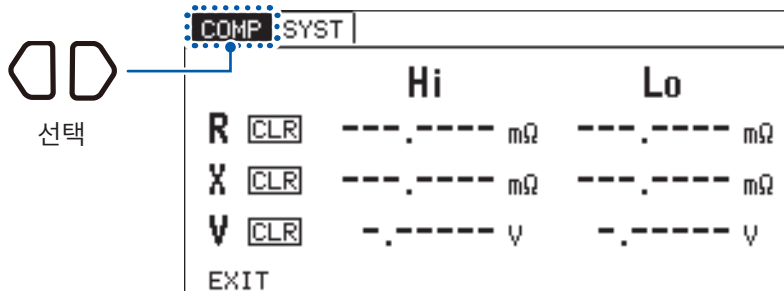
설정 예

R	상한값: 7.5 mΩ	하한값: 7 mΩ
X	판정하지 않음.	
V	상한값: 5 V	하한값: 4 V

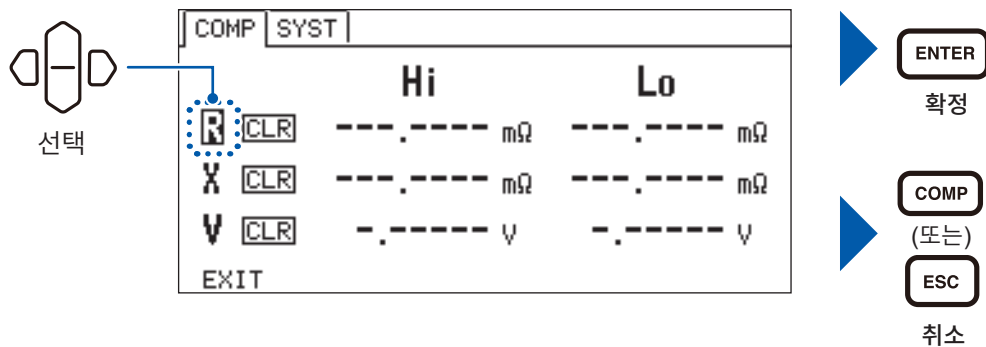
1 **COMP** (**COMP**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **[COMP]** 탭을 선택합니다.



3 파라미터 **[R]**을 선택합니다.



5

측정값 판정하기 (컴퍼레이터 기능)

4 [R]의 상한값을 7.5000 mΩ으로, 하한값을 7.0000 mΩ으로 설정합니다.

상한값 하한값

COMP SYST	Hi	Lo
R [CLR]	+007.5000 mΩ	+007.0000 mΩ
	----- mΩ	----- mΩ
	----- V	----- V

이동(좌우)
수치 변경(상하)

ENTER
확정

COMP
(또는)

ESC
취소

5 파라미터 [X]는 사용하지 않으므로 값을 설정하지 않습니다.
([-----]의 표시는 무효를 나타냅니다.)

COMP SYST	Hi	Lo
R [CLR]	+007.5000 mΩ	+007.0000 mΩ
X [CLR]	----- mΩ	----- mΩ
V [CLR]	----- V	----- V
EXIT		

6 파라미터 [V]를 선택합니다.

선택

COMP SYST	Hi	Lo
R [CLR]	+007.5000 mΩ	+007.0000 mΩ
X [CLR]	----- mΩ	----- mΩ
V [CLR]	----- V	----- V
EXIT		

ENTER
확정

COMP
(또는)

ESC
취소

7 [V]의 상한값을 5.00000 V로, 하한값을 4.00000 V로 설정합니다.

이동(좌우)
수치 변경(상하)

COMP SYST	Hi	Lo
R [CLR]	+007.5000 mΩ	+007.0000 mΩ
X [CLR]	----- mΩ	----- mΩ
V [CLR]	+5.00000 V	+4.00000 V
EXIT		

상한값 하한값

ENTER
확정

COMP
(또는)

ESC
취소

[CLR]를 선택해서 확정하면 설정값이 [-.----]으로 표시되고 설정값이 무효가 됩니다.

무효한 파라미터는 판정되지 않습니다.

선택

	Hi	Lo
R [CLR]	-.---- mΩ	-.---- mΩ
X [CLR]	-.---- mΩ	-.---- mΩ
V [CLR]	-.---- V	-.---- V

ENTER
확정

COMP
(또는)

ESC
취소

100 mΩ 레인지(최소 분해능 0.001 mΩ)로 설정한 경우

설정된 최소 자릿수는 반올림해서 취급됩니다.

반올림해서 상한값 7.500 mΩ, 하한값 7.001 mΩ으로 취급됩니다.

	Hi	Lo
R [CLR]	+007.5001 mΩ	+007.0006 mΩ
X [CLR]	-.---- mΩ	-.---- mΩ
V [CLR]	-.---- V	-.---- V

설정 가능 범위

R	-003.0000 mΩ ~ +120.0000 mΩ
X	-120.0000 mΩ ~ +120.0000 mΩ
Z	+000.0000 mΩ ~ +120.0000 mΩ
θ	-180.000° ~ +180.000°
V	-5.10000 V ~ +5.10000 V
전체 레인지에서 공통	

중요

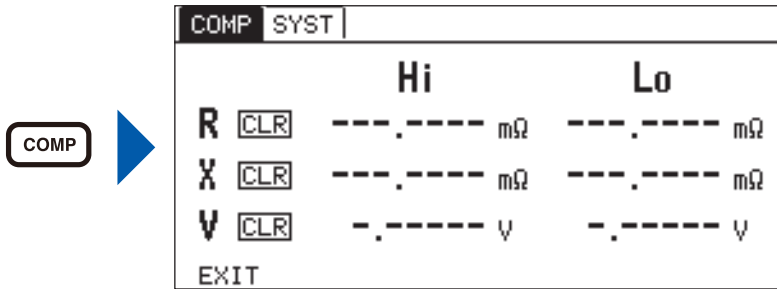
Hi값이 Lo값보다 작게 설정된 경우는 Hi에서 설정한 값을 Lo값으로 합니다.

5.3 전압 판정을 절대값으로 실행하기

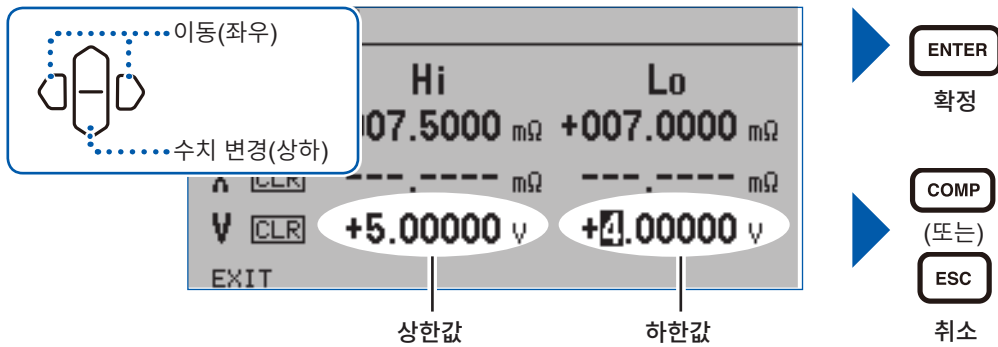
전압의 상/하한 판정을 절대값(p.47)으로 실행합니다.

(R, X, Z, θ 에 대해서는 절대값에서의 판정을 설정할 수 없습니다.)

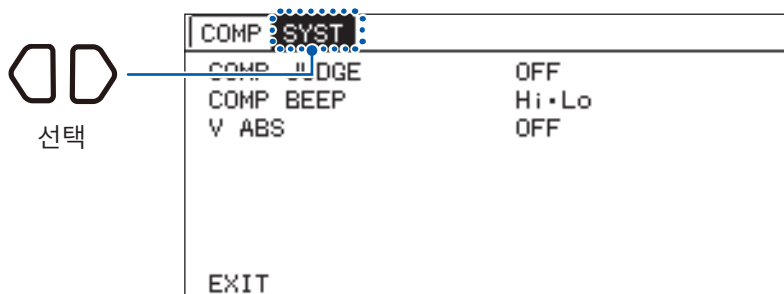
1 **[COMP]** (**COMP**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



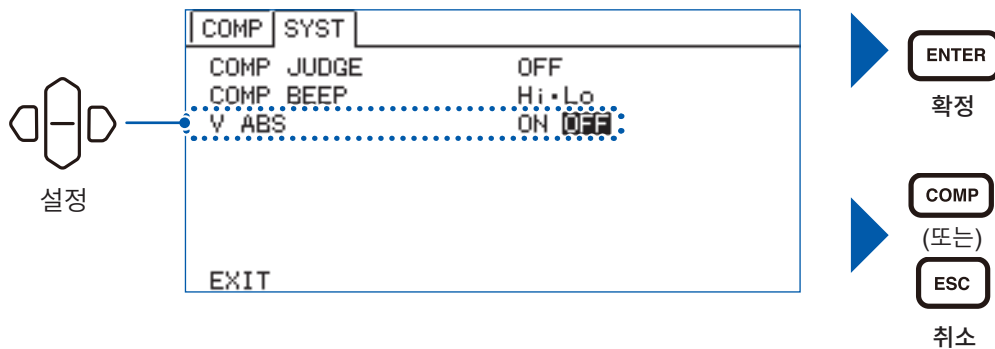
2 **[V]**의 상/하한값을 설정합니다. (p.49)



3 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



4 **[ON]** 또는 **[OFF]**를 선택합니다.



5.4 판정을 부저음으로 확인하기

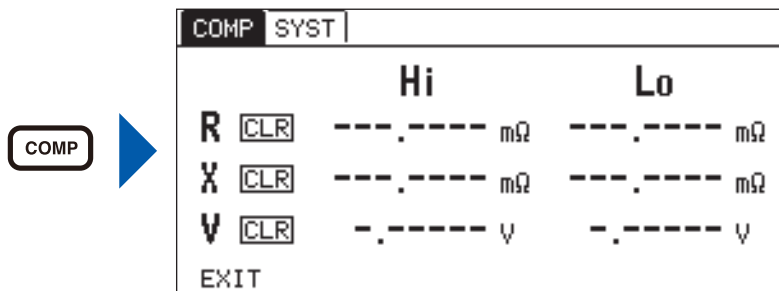
측정 결과의 판정음 유무를 선택할 수 있습니다.

- OFF** : 부저가 울리지 않습니다.
- Hi•Lo** : 판정 결과가 Hi•Lo일 때에 부저가 울립니다. (단음 3회)
- IN** : 판정 결과가 IN일 때에 부저가 울립니다. (장음)
- ALL** : 판정 결과가 Hi•Lo일 때에 부저가 울립니다. (단음 3회)
판정 결과가 IN일 때에 부저가 울립니다. (장음)

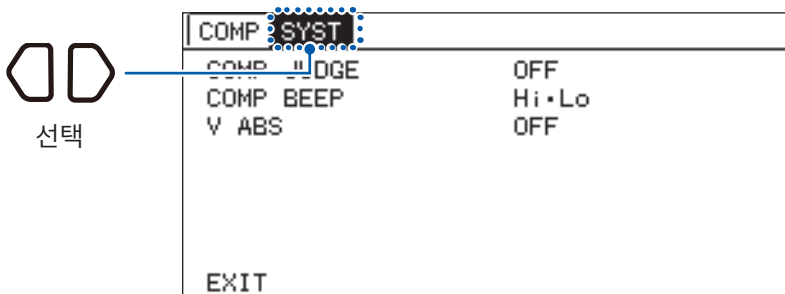
측정 판정 결과	판정음 설정			
	OFF	Hi•Lo	IN	ALL
Hi	—	✓(단음 3회)	—	✓(단음 3회)
IN	—	—	✓(장음)	✓(장음)
Lo	—	✓(단음 3회)	—	✓(단음 3회)

—: 부저가 울리지 않습니다, ✓(장음): 장음의 부저가 울립니다, ✓(단음 3회): 단음의 부저가 3회 울립니다.

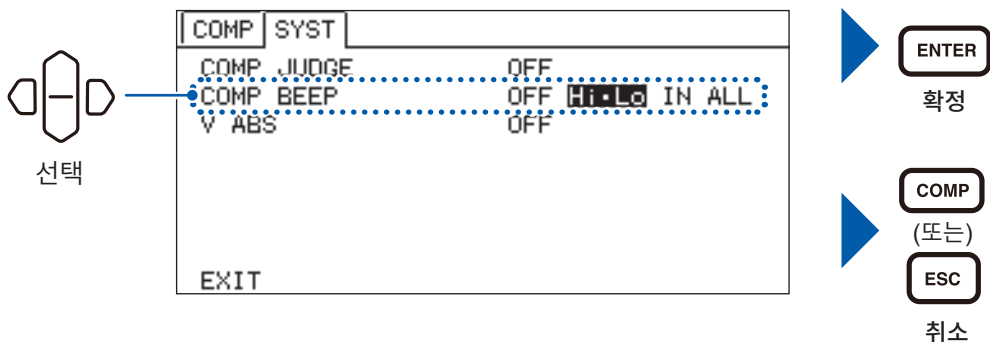
1 **[COMP]** (**COMP**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



3 **[OFF]**, **[Hi•Lo]**, **[IN]**, **[ALL]** 중에서 선택합니다.






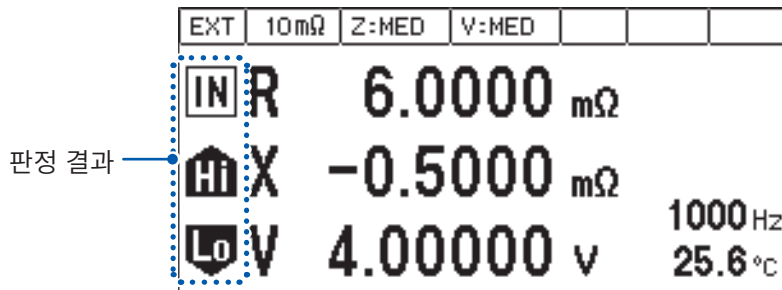
5.5 판정 결과 확인하기

판정 결과에 따라 측정 화면의 파라미터의 왼쪽에 인디케이터가 표시됩니다.

EXT.I/O에는 파라미터 각각의 판정 결과와 종합 판정 결과가 출력됩니다.

종합 판정 PASS가 ON(FAIL이 OFF)이 되는 것은 컴퓨터 판정을 하고 있는 모든 유효한 파라미터가 IN일 때만입니다.

	측정값이 설정한 상한값 이하이면서 하한값 이상일 때
	측정값이 설정한 상한값보다 클 때
	측정값이 설정한 하한값보다 작을 때



측정 결과	판정 결과	EXT.I/O의 출력					
		Hi	IN	Lo	ERR	PASS	FAIL
Hi 설정값 < 측정값	Hi	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Lo 설정값 ≤ 측정값 ≤ Hi 설정값	IN	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
측정값 < Lo 설정값	Lo	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON
OverRange	Hi	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
측정 이상	판정하지 않음	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
측정 중단 시	판정하지 않음	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

6

측정조건 저장·불러오기 (패널 세이브·로드)

현재의 측정조건을 본 기기의 메모리에 저장해(패널 세이브 기능), 키 조작, 통신 커맨드 송신, 외부제어에 의해 저장한 측정조건을 불러올 수 있습니다. (패널 로드 기능)

본 기기는 측정조건을 최대 126가지 저장할 수 있습니다. 저장한 측정조건은 전원을 꺼도 유지되며 패널 로드 기능으로 불러올 수 있습니다.

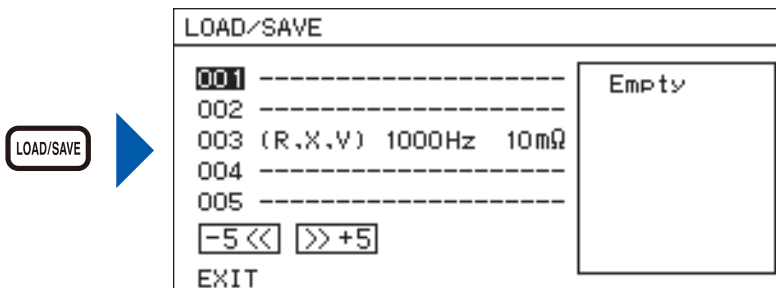
패널 세이브로 저장할 수 있는 항목

저장 내용	• 측정 평선	• 측정 레인지	• 측정 주파수
	• 임피던스 측정 속도	• 전압 측정 속도	• 영점 조정 설정
패널 수	• 영점 조정 데이터	• 샘플 딜레이 설정	• 컴퍼레이터 설정
	• 에버리지	• 전위 구배 보정 설정	• 전압 리밋
	• 셀프 캘리브레이션 설정	• 측정 신호 제로 크로스 정지 기능	• 트리거 소스
패널 수	126		

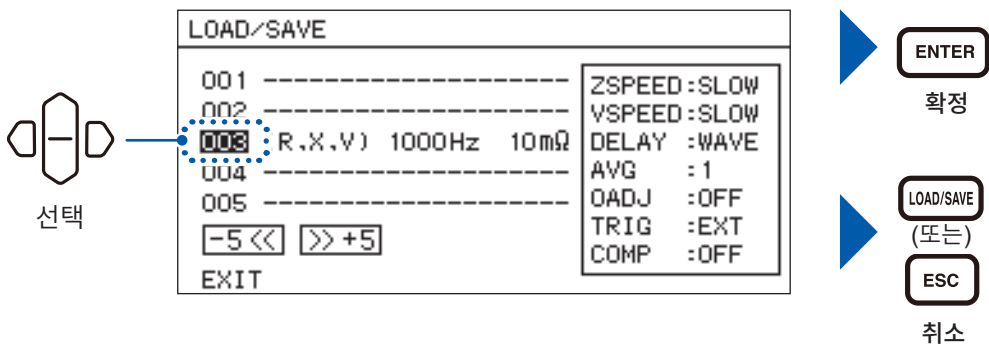
6.1 설정조건 저장하기(패널 세이브 기능)

현재 설정되어 있는 측정조건을 저장합니다.

1 **LOAD/SAVE** (**LOAD/SAVE**)를 누릅니다. (패널 화면이 표시됩니다.)



2 저장할 패널 번호를 선택합니다.



3 [SAVE]를 선택합니다.

선택

ENTER
확인

LOAD/SAVE
(또는)

ESC
취소

이미 저장되어 있는 패널 번호를 선택한 경우는 확인창이 표시됩니다.

OK: 덮어쓰기

CANCEL: 취소

선택

ENTER
확인

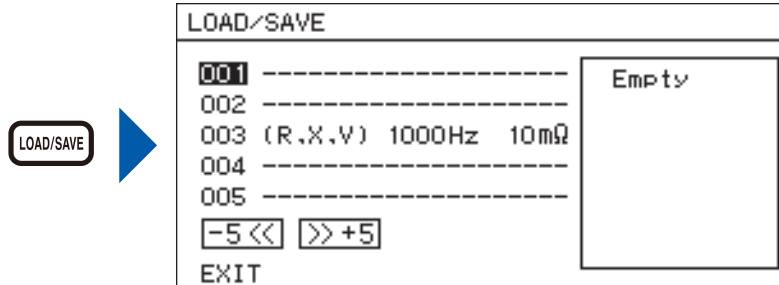
[+5]를 선택하면 다음 패널 번호가 5개 표시됩니다. [-5]를 선택하면 이전 패널 번호가 5개 표시됩니다.

Next 5

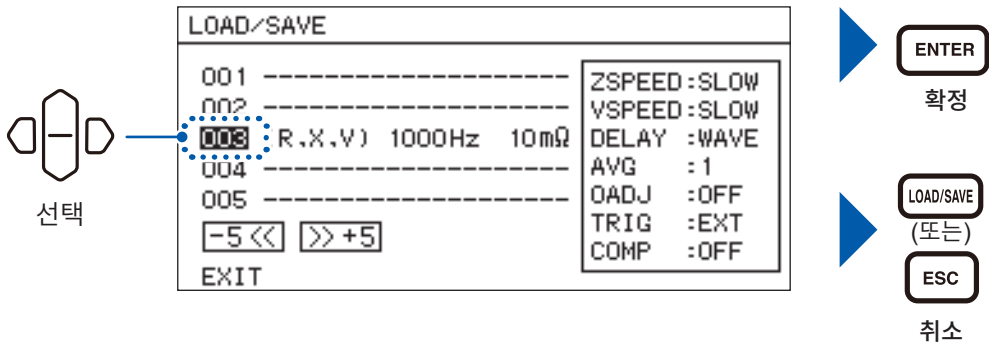
6.2 설정조건 불러오기(패널 로드 기능)

저장되어 있는 측정조건을 불러옵니다.

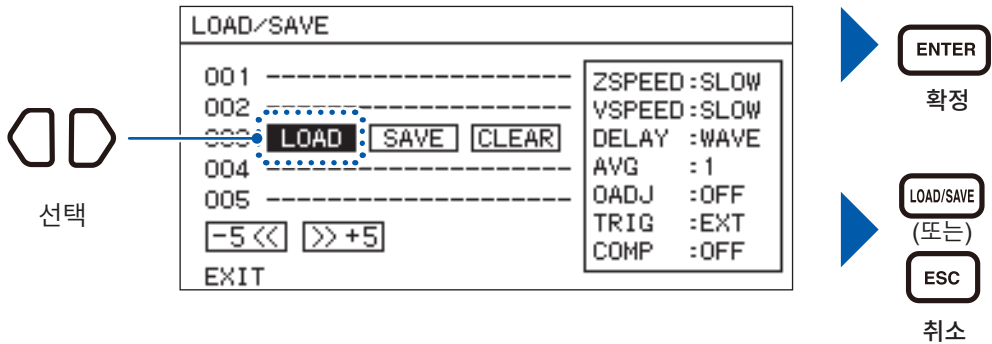
1 **LOAD/SAVE** (**LOAD/SAVE**)를 누릅니다. (패널 화면이 표시됩니다.)



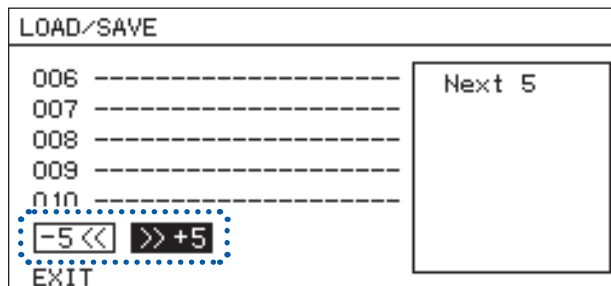
2 불러올 패널 번호를 선택합니다.



3 **[LOAD]**를 선택합니다.



[+5]를 선택하면 다음 패널 번호가 5개 표시됩니다. [-5]를 선택하면 이전 패널 번호가 5개 표시됩니다.

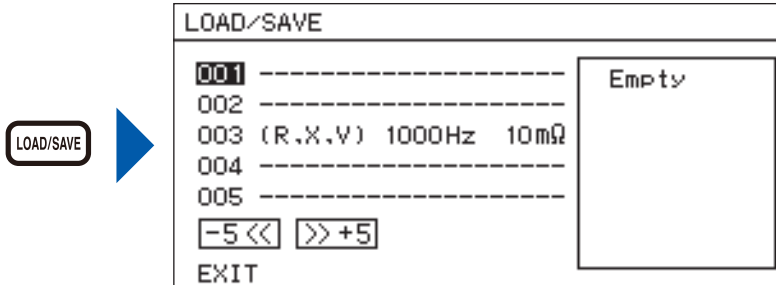


6
측정조건 저장·불러오기 (패널 세이브·로드)

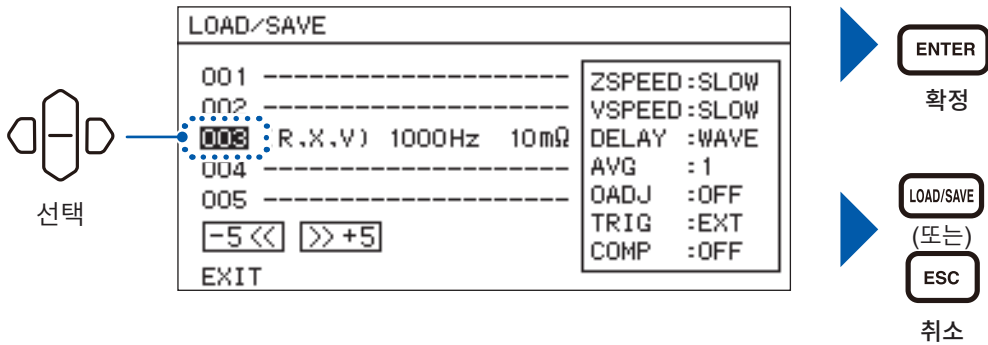
6.3 패널 내용 삭제하기

저장되어 있는 측정조건을 삭제합니다.

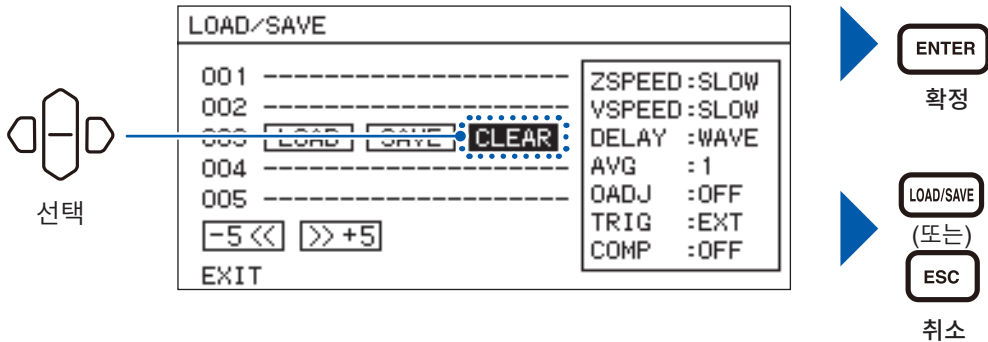
- 1 **LOAD/SAVE** (**LOAD/SAVE**)를 누릅니다. (패널 화면이 표시됩니다.)



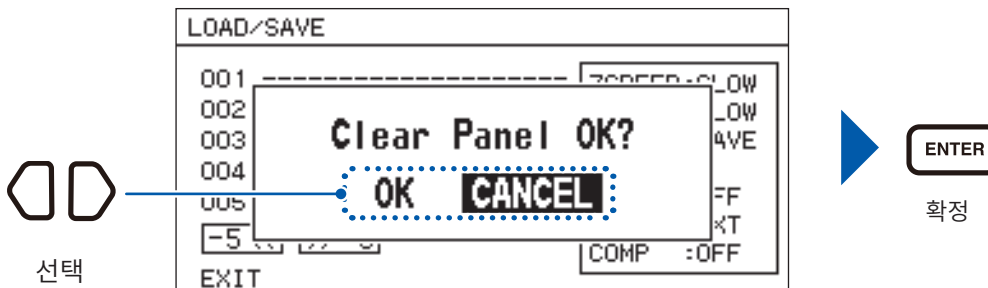
- 2 삭제할 패널 번호를 선택합니다.



- 3 **[CLEAR]**를 선택합니다.



- 4 확인창이 열립니다.
OK: 삭제
CANCEL: 취소



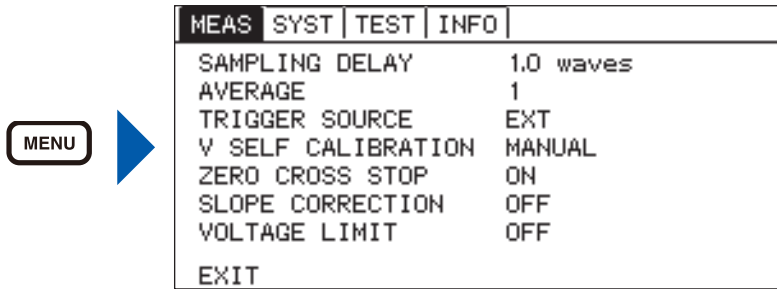
7 시스템 설정

7.1 키 조작을 유효·무효로 하기

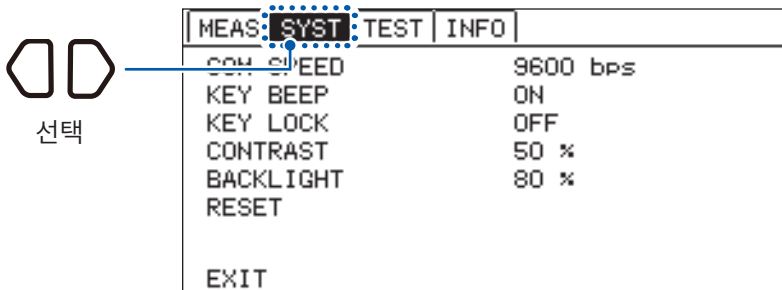
START/STOP (**START/STOP**) 이외의 키 조작을 무효로 합니다.

키 조작을 무효로 하기

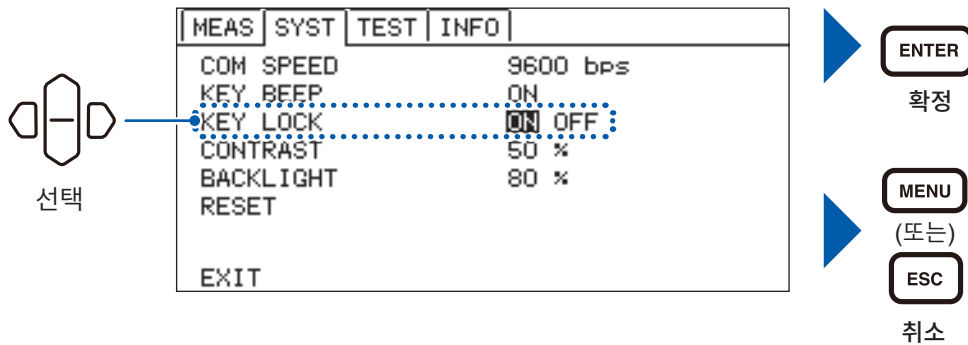
1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



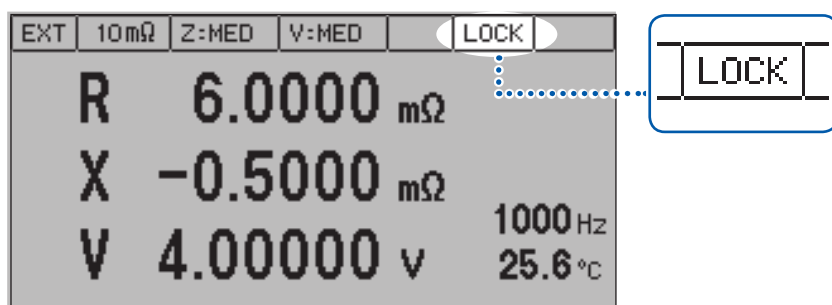
2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



3 **[ON]**을 선택합니다.

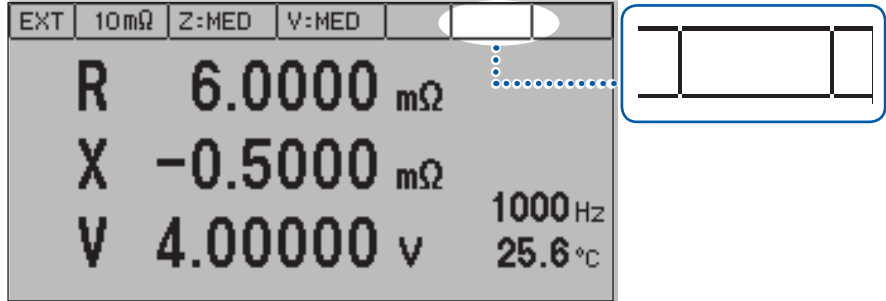


4 측정 화면에 **[LOCK]**이 표시되고 키 조작이 무효가 됩니다.



키 조작을 유효로 하기

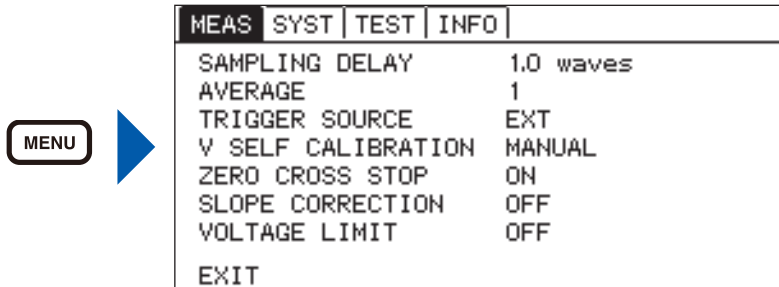
- 1 **LOCAL** (**LOCAL**)을 5초 간 길게 누릅니다.
- 2 측정 화면에서 **[LOCK]** 표시가 사라지고 키 조작이 유효가 됩니다.



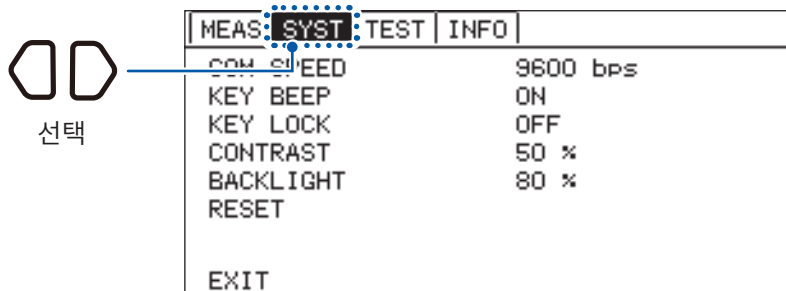
7.2 키 조작음의 유무 설정하기

키 조작음의 유무를 설정합니다.

- 1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)

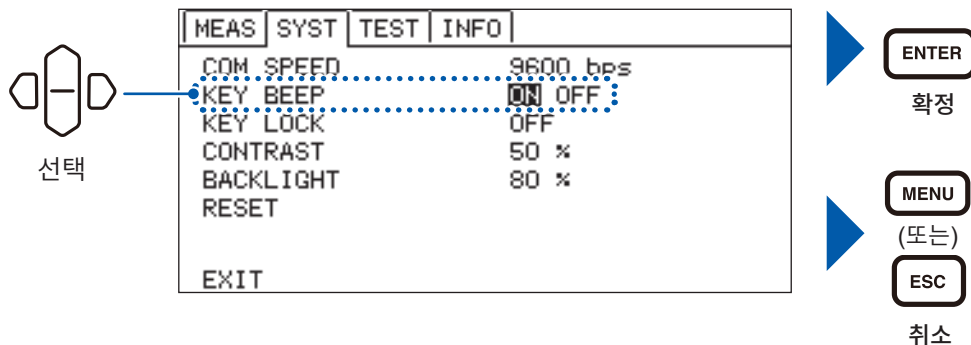


- 2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



- 3 **[ON]** 또는 **[OFF]**를 선택합니다.

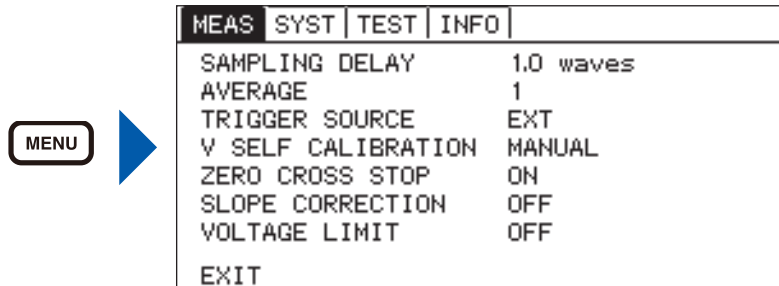
ON : 조작음 울리기
 OFF : 조작음 울리지 않기



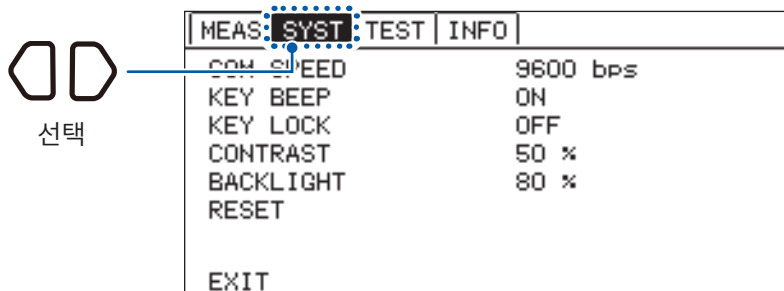
7.3 화면 명암 조정하기

주위 온도에 따라서는 화면 표시가 잘 보이지 않는 경우가 있습니다. 명암을 조정함으로써 화면이 잘 보이게 조정할 수 있습니다.

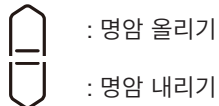
1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



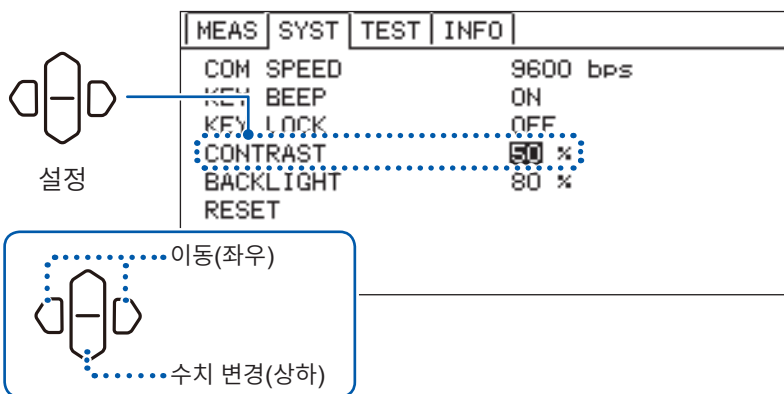
2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



3 명암을 조정합니다.



설정 범위 : 0~100%, 5%씩 (초기 설정: 50%)



7

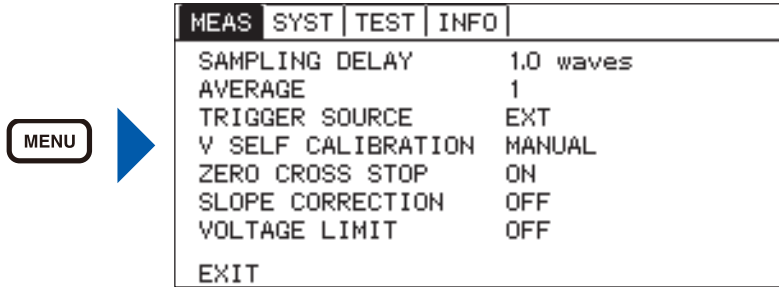
시스템 설정

7.4 백라이트 조정하기

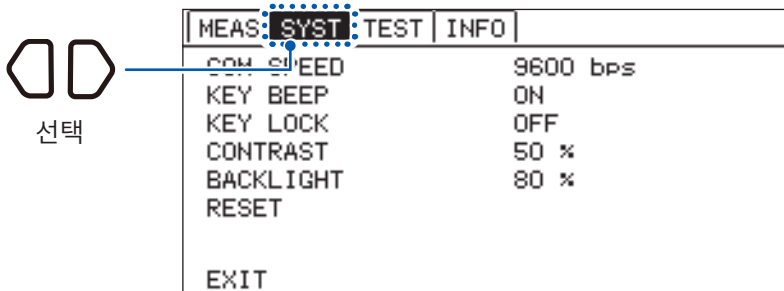
설치 장소의 조도에 맞춰서 백라이트의 휘도를 조정할 수 있습니다.

트리거 소스가 외부 트리거로 설정되어 있을 경우 조작하지 않는 상태가 1분 간 계속되면 자동으로 백라이트의 휘도가 낮아집니다.



1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



3 백라이트를 조정합니다.

-  : 백라이트의 휘도를 올리기
-  : 백라이트의 휘도를 낮추기
- 설정 범위 : 10~100%, 5%씩 (초기 설정: 80%)

MEAS	SYST	TEST	INFO
COM SPEED		9600 bps	
KEY BEEP		ON	
KEY LOCK		OFF	
CONTRAST		50 %	
BACKLIGHT		80 %	
RESET			

ENTER
확인

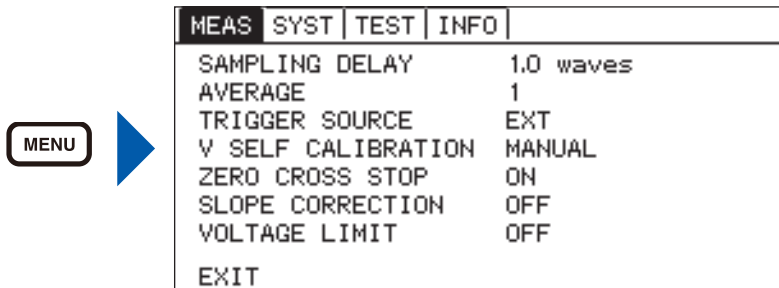
MENU
(또는)
ESC
취소

7.5 시스템 테스트

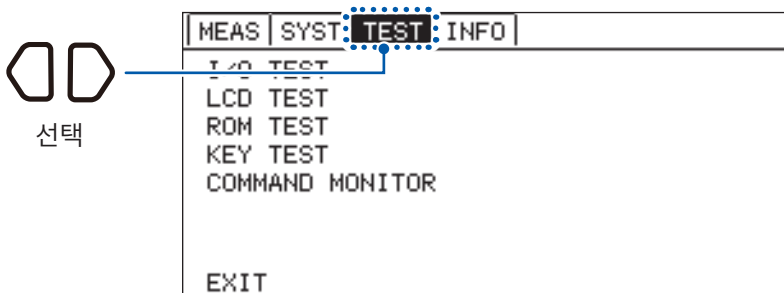
I/O TEST

EXT.I/O의 입출력 테스트를 할 수 있습니다. 출력 신호의 ON, OFF를 수동으로 전환할 수 있는 것 외에도 입력 신호의 상태를 화면에서 볼 수 있습니다.

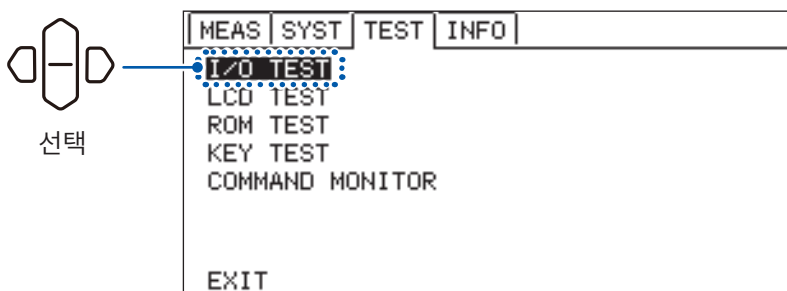
1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



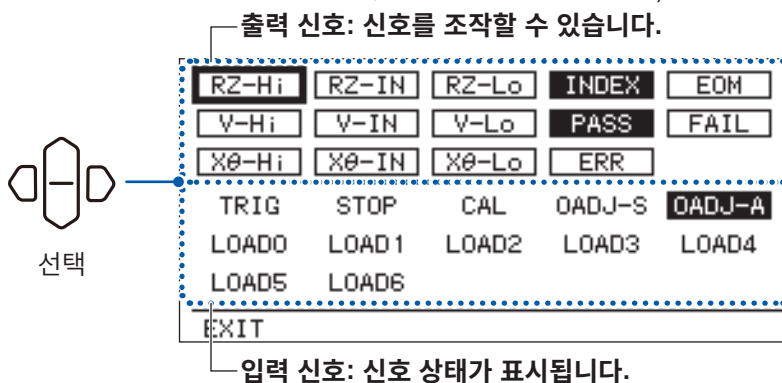
2 **TEST** 탭을 선택합니다.



3 **I/O TEST**를 선택합니다.



4 I/O의 테스트를 합니다.
(I/O 테스트 중에는 통신에 의한 커맨드, 쿼리를 실행할 수 없습니다.)



ENTER
테스트 화면으로

ENTER
신호의 ON/OFF
ON: 반전 표시
OFF: 보통 표시

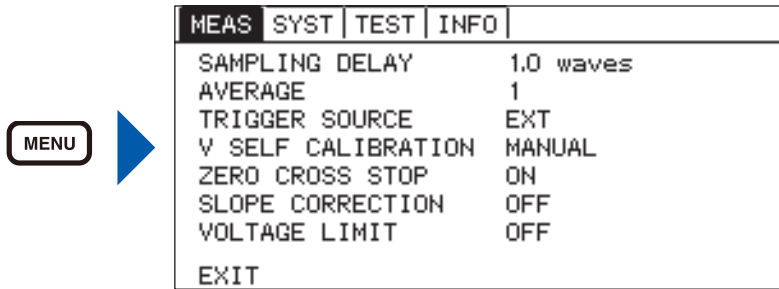
ESC
취소

7
시스템 설정

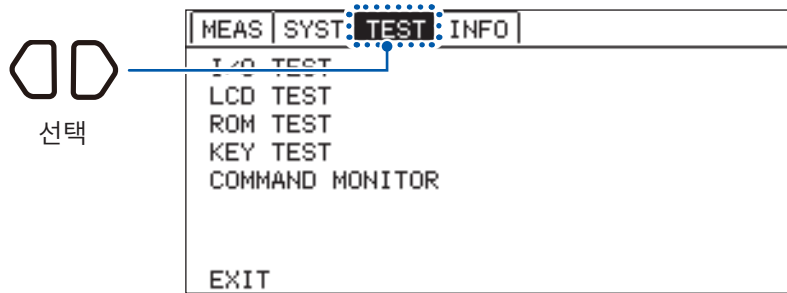
KEY TEST

키가 고장 나지 않은 것을 확인할 수 있습니다.

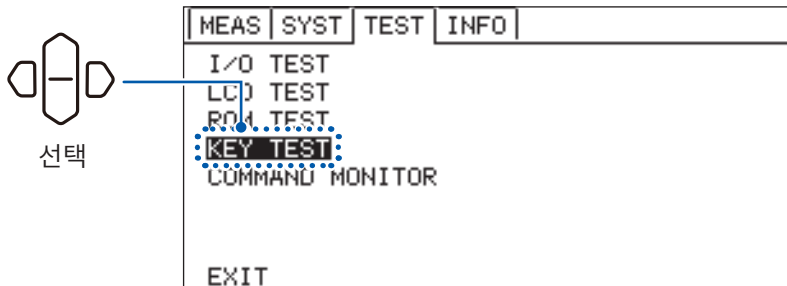
1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



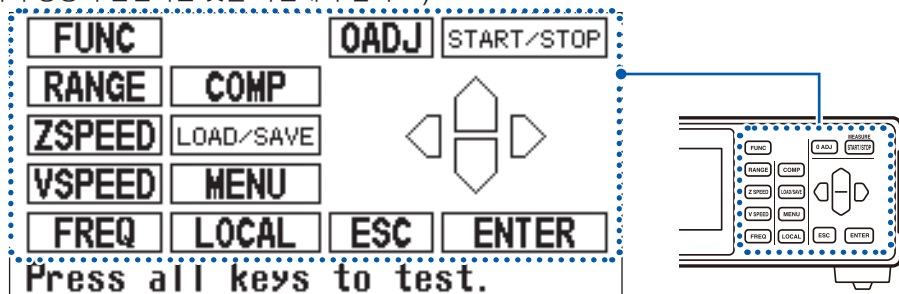
2 **[TEST]** 탭을 선택합니다.



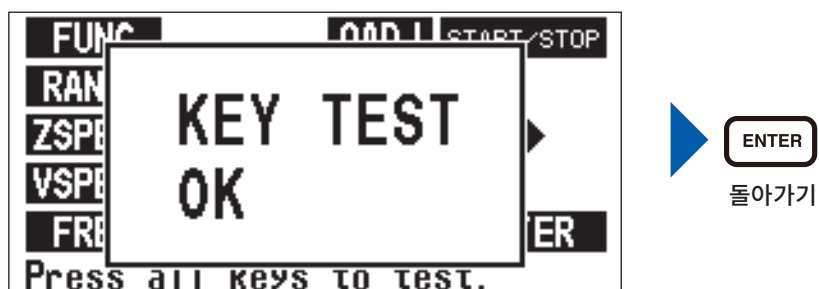
3 **[KEY TEST]**를 선택합니다.



4 본 기기의 키를 눌러서 키 테스트를 합니다.
(화면상의 모든 키의 명칭이 반전되는 것을 확인해 주십시오.)



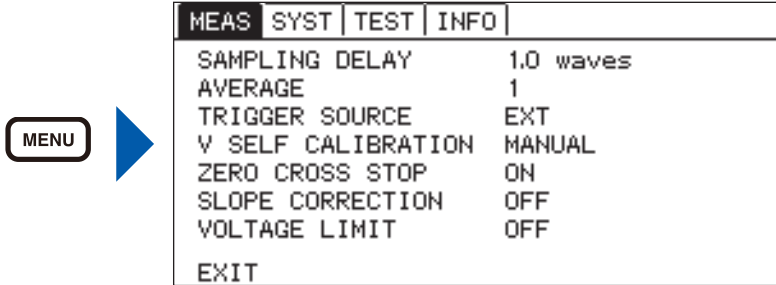
5 키 테스트 설정 화면으로 돌아갑니다.



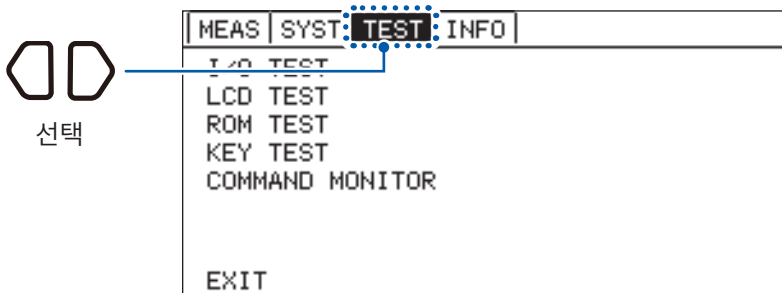
LCD TEST

표시 화면에 불량화소가 없는 것을 확인할 수 있습니다.

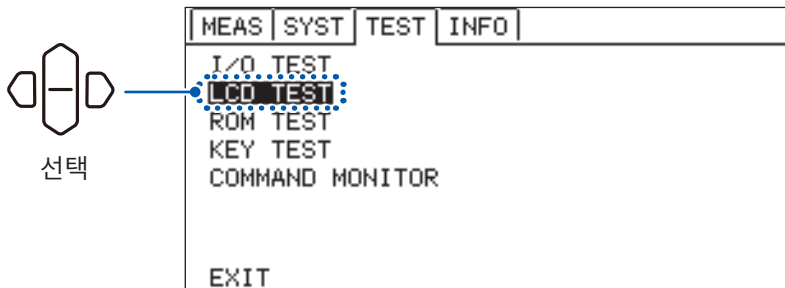
1 **[MENU]** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



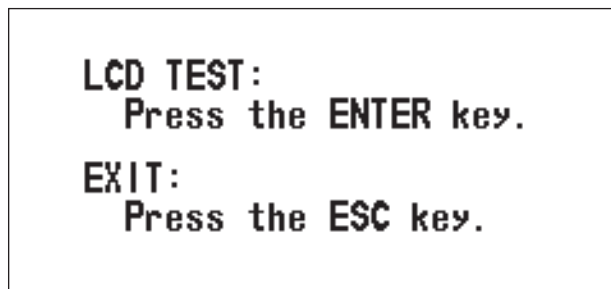
2 **[TEST]** 탭을 선택합니다.



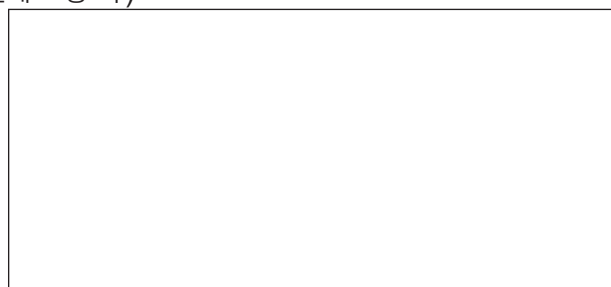
3 **[LCD TEST]**를 선택합니다.



4 테스트의 설명 화면이 표시됩니다.



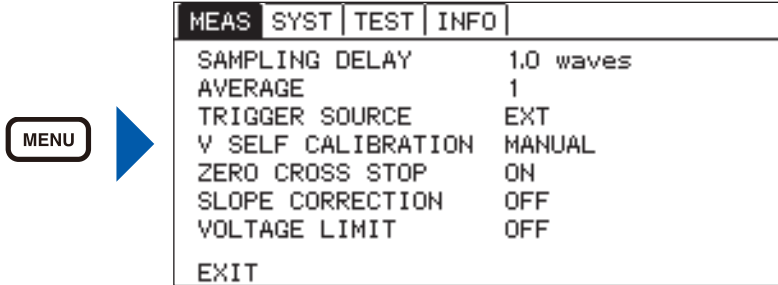
5 **ENTER**를 눌러서 표시부의 화면이 전체점등과 전체소등을 반복하는 것을 확인합니다. (화면의 예는 전체 소등 시)



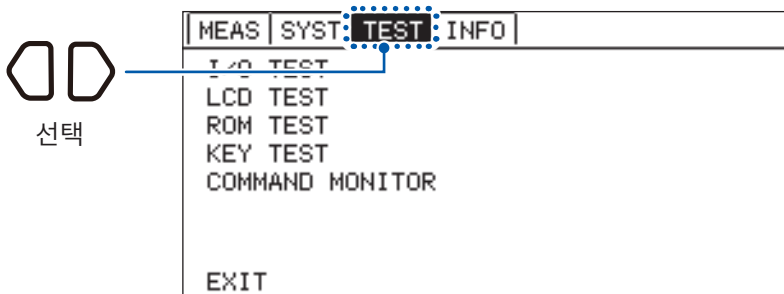
ROM TEST

본 기기의 프로그램 데이터가 정상인지를 확인할 수 있습니다.

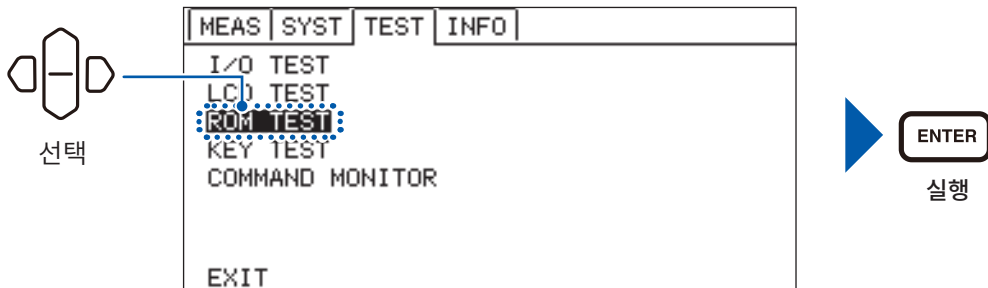
1 **[MENU]** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



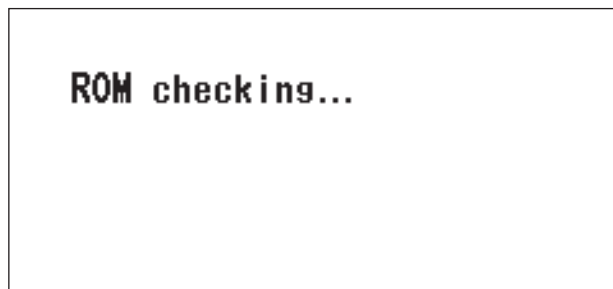
2 **[TEST]** 탭을 선택합니다.



3 **[ROM TEST]**를 선택합니다.



4 ROM 테스트를 합니다.



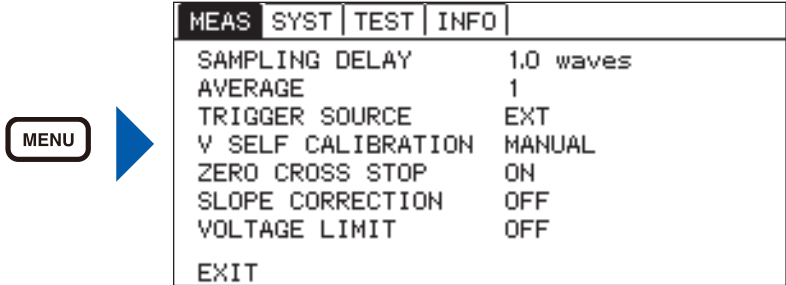
5 ROM 테스트 설정 화면으로 돌아갑니다.



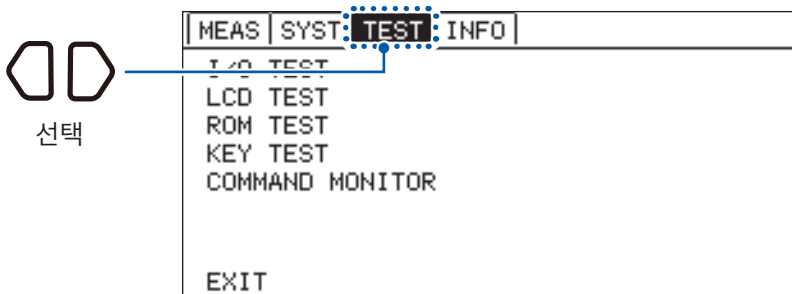
COMMAND MONITOR

통신 커맨드 및 쿼리의 응답을 화면에 표시할 수 있습니다.

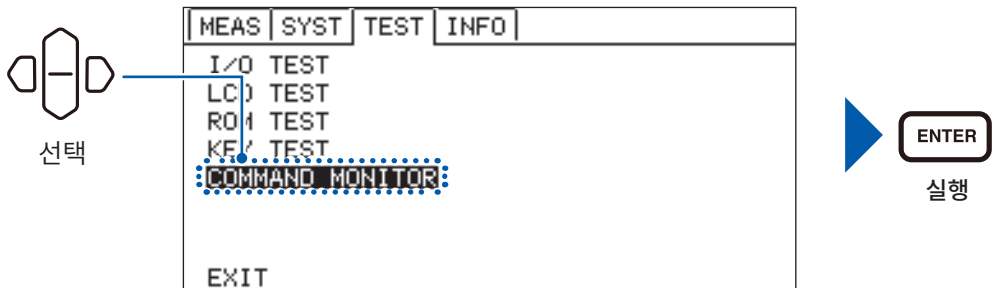
1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



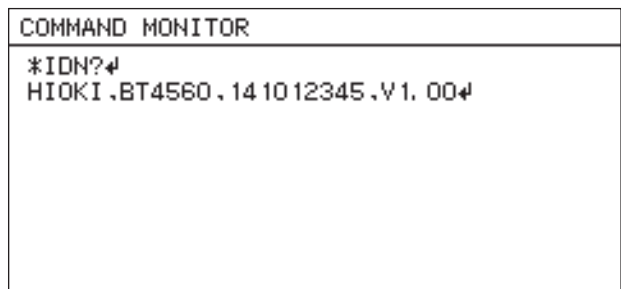
2 **[TEST]** 탭을 선택합니다.



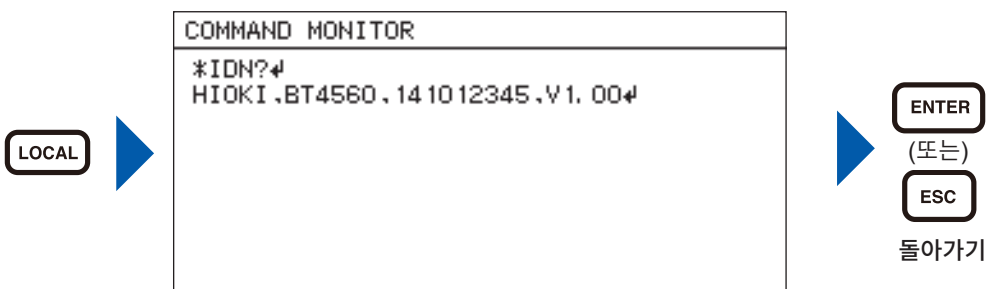
3 **[COMMAND MONITOR]**를 선택합니다.



4 통신 커맨드의 내용을 확인합니다.

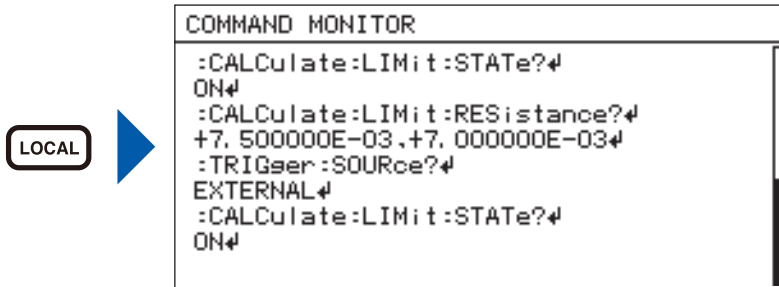


5 **LOCAL** (**LOCAL**)을 누릅니다. (키 조작이 가능해집니다.)

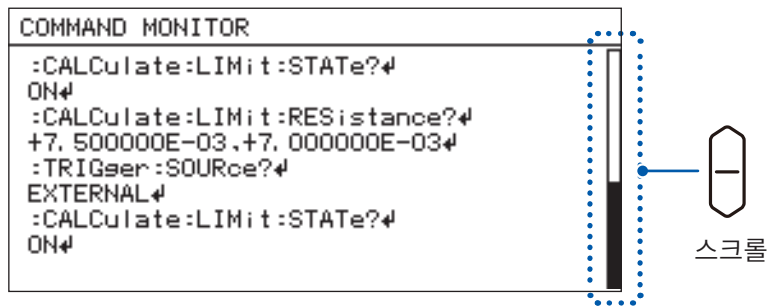


확인 화면이 가득 찬 경우는 화면을 스크롤합니다.

1 **LOCAL** (**LOCAL**)을 누릅니다. (키 조작이 가능해집니다.)



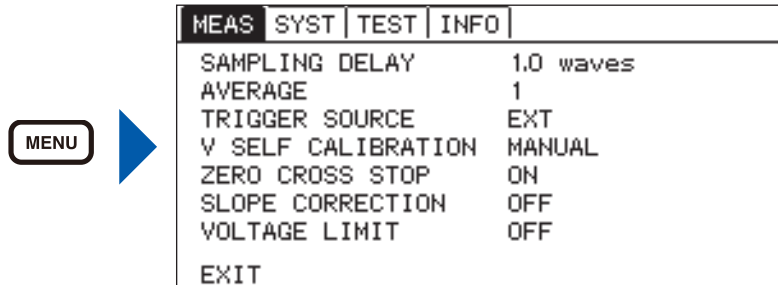
2 스크롤합니다.



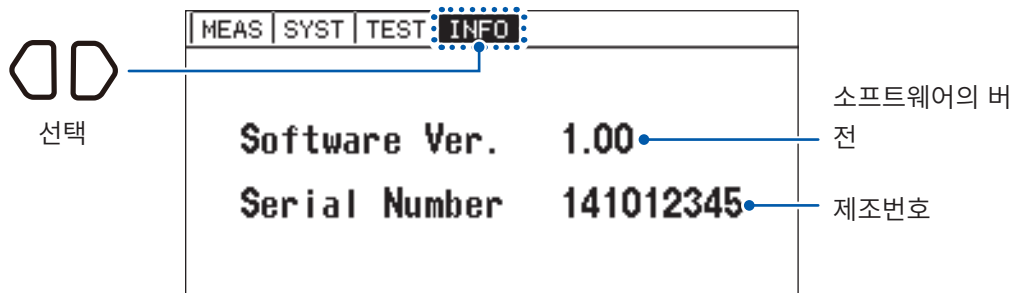
7.6 본 기기의 정보를 확인하기

소프트웨어의 버전과 제조번호를 표시합니다.

- 1 **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



- 2 **INFO** 탭을 선택합니다.
(소프트웨어의 버전과 제조번호가 표시됩니다.)



제조번호는 9자리의 숫자로 구성되어 있습니다. 이 중 왼쪽에서 2자리가 제조연도, 다음 2자리가 제조월을 나타냅니다. 관리상 필요합니다. 벗겨내지 마십시오.

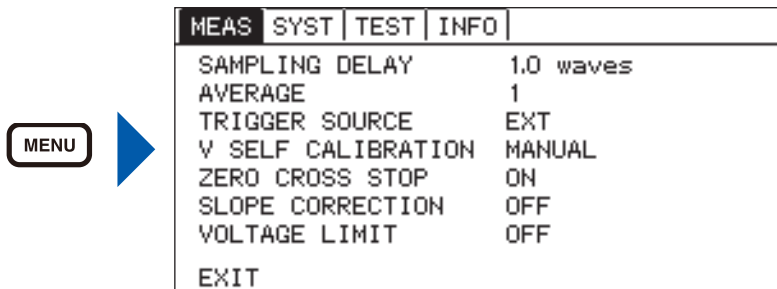
7.7 초기화하기(리셋)

리셋 기능에는 다음 3종류의 방법이 있습니다.

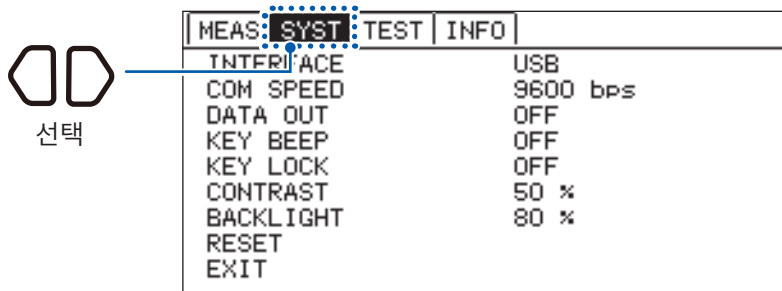
NORMAL	인터페이스 설정, 영점 조정값, 패널 세이브 데이터 이외를 공장 출하 상태로 초기화
SYSTEM	인터페이스 설정 이외를 공장 출하 상태로 초기화
LAN	LAN에 관한 설정을 공장 출하 상태로 초기화

리셋 항목의 상세한 내용은 “초기 설정 일람”(p.72)을 참조해 주십시오.

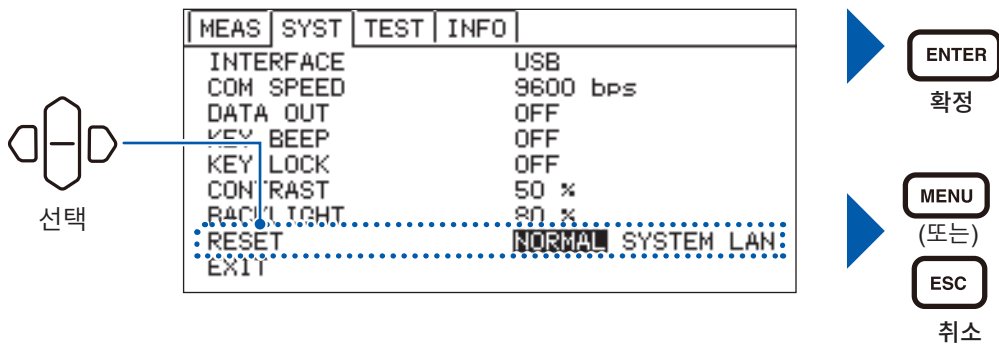
- 1** **MENU** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



- 2** **[SYST]** 탭을 선택합니다.



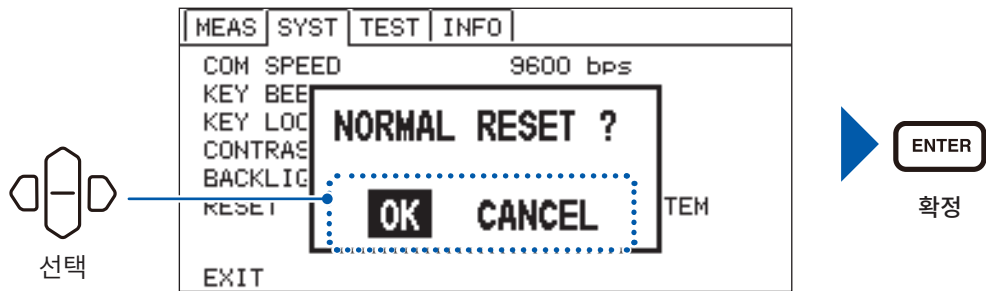
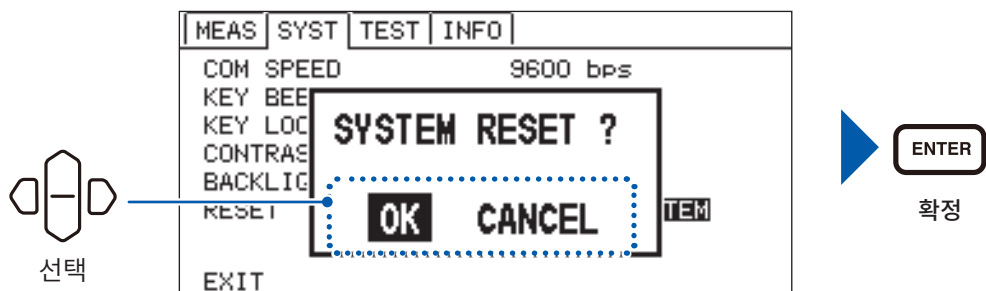
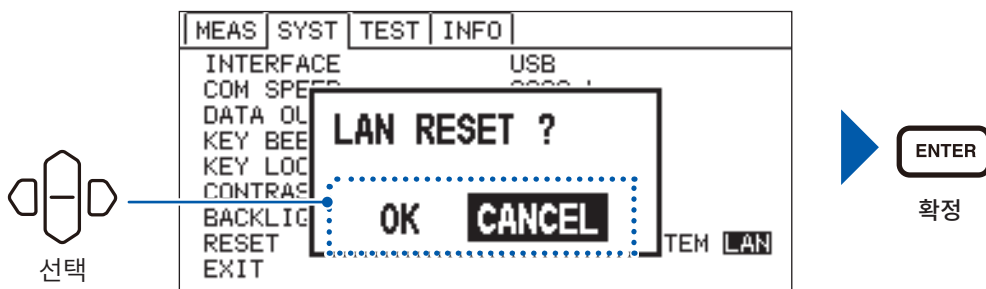
- 3** 리셋 방법을 선택합니다.



4 확인창이 열립니다.

OK: 리셋 실행

CANCEL: 실행하지 않고 측정 화면으로 돌아가기

NORMAL을 선택한 경우**SYSTEM**을 선택한 경우**LAN**을 선택한 경우**5** 리셋이 정상적으로 완료되면 측정 화면으로 돌아갑니다.

초기 설정 일람

항목		초기 설정	Normal 리셋으로 초기화 (통신: *RST)	System 리셋으로 초기화 (통신: SYSTem:RESet)	전원 투입 시에 초기화	패널 세이브/로드
레인지		10 mΩ				
측정 주파수		1000 Hz				
측정 속도	전압 측정	MED				
	임피던스 측정	MED				
평선		(R,X,V,T)				
트리거 소스		EXT				
컴퍼레이터	ON/OFF	OFF	✓	✓	—	✓
	판정 부저음	OFF				
	전압 절대값 판정	OFF				
	R 상한값	OFF				
	R 하한값	OFF				
	X 상한값	OFF				
	X 하한값	OFF				
	Z 상한값	OFF				
	Z 하한값	OFF				
	θ 상한값	OFF				
	θ 하한값	OFF				
	V 상한값	OFF				
	V 하한값	OFF				
	영점 조정	보정 모드				
R 보정값		0.0 mΩ				
X 보정값		0.0 mΩ				
Z 보정값		0.0 V				
셀프 캘리브레이션		AUTO				
샘플 딜레이	딜레이 모드	WAVE				
	지연 시간	1.0 wave				
	편차 허용 범위	10 μV				
애버리지		1				
측정 신호 제로 크로스 정지		ON				
전위 구배 보정		ON	✓			
전압 리미트	ON/OFF	OFF				
	허용 범위	4.2 V				
화면 명암		50%				
화면 휘도		80%				
키 로크		OFF			✓	—
키 조작 부저		ON				
패널 세이브		등록 없음	—		—	✓

항목		초기 설정	Normal 리셋으로초기화 (통신: *RST)	System 리셋으로 초기화 (통신: SYSTem:RESet)	전원 투입 시에 초기화	패널 세이브/ 로드
인터 페이스	연속 측정 (:INITiate:CONTinuous)	ON			✓	—
	측정값의 응답 포맷 (:MEASure:VALid)	1(측정값 만 응답)	✓	✓	—	
	측정값 출력	OFF				
	통신 속도	9,600 bps				
	헤더	OFF				
	스태이터스•바이트•레지 스터	0	—	—	✓	
	이벤트•레지스터	0				
	이네이블•레지스터	0				
인터페이스 (BT4560- 50만 해 당)	종류	USB				—
	IP 주소	192.168.1.1				
	서브넷 마스크	255.255.0.0	—	—	—	
	디폴트 게이트웨이	OFF (0.0.0.0)				
	포트 번호	23				

✓: 해당되는 항목, —: 해당되지 않는 항목

8

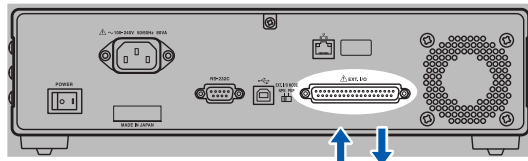
외부 제어(EXT.I/O)

본 기기 뒷면의 EXT.I/O 단자를 사용해서 PLC 등의 외부 기기에서 제어할 수 있습니다.

본 기기 뒷면의 EXT.I/O 커넥터를 사용함으로써 측정 종료 신호나 판정 결과 신호 등을 출력하거나 측정 시작 신호 등을 입력해서 본 기기를 제어할 수 있습니다. 모든 신호는 측정 회로 및 접지(어스)에서 절연되어 있습니다. (입출력의 코먼 단자는 공통)

입력 회로는 스위치에 의해 전류 싱크 출력(NPN) 혹은 전류 소스 출력(PNP)에 대응하도록 전환할 수 있습니다.

입출력의 정격이나 내부 회로 구성을 확인하고 안전에 관한 주의 사항을 이해한 후에 제어 시스템과 연결하여 바르게 사용해 주십시오.



신호 출력 또는 입력

컨트롤러의 입출력 사양을 확인합니다.



본 기기의 NPN/PNP 스위치를 설정합니다. (p.76)



본 기기의 EXT.I/O 커넥터와 제어기기(컨트롤러)를 연결합니다. (p.76)



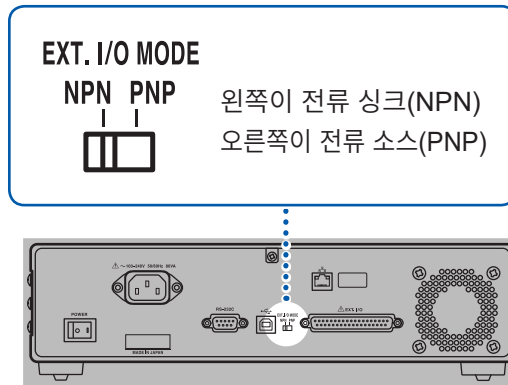
본 기기를 설정합니다.

8.1 외부 입출력 단자와 신호에 대해서

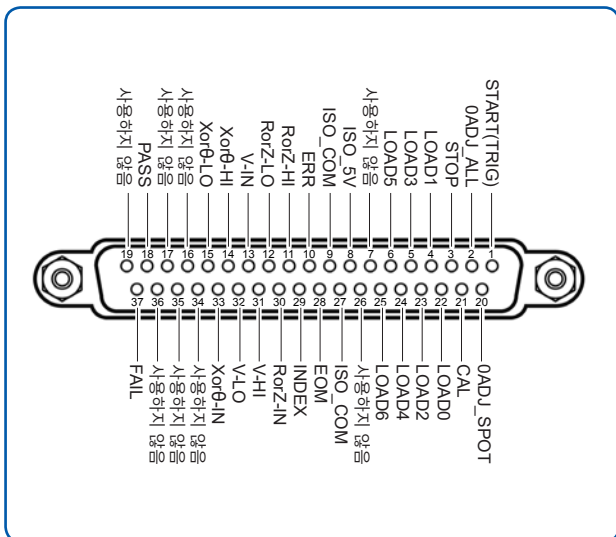
전류 싱크(NPN)/전류 소스(PNP)를 전환하기

전환하기 전에 “전류 싱크(NPN)와 전류 소스(PNP)를 전환하기 전에”(p.11)를 잘 읽어 주십시오.
 NPN/PNP 스위치를 사용해 대응할 수 있는 PLC(프로그램머블 컨트롤러)의 종별을 변경할 수 있습니다. 출
 하 시에는 NPN 쪽으로 설정되어 있습니다.

	NPN/PNP 스위치 설정	
	NPN	PNP
BT4560 입력 회로	싱크 출력에 대응	소스 출력에 대응
BT4560 출력 회로	무극성	무극성
ISO_5 V 출력	+5 V 출력	-5 V 출력



사용 커넥터와 신호의 배치

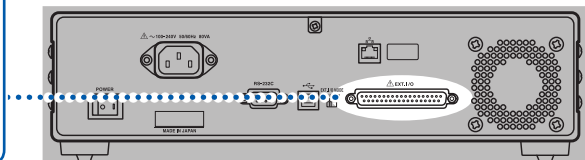


사용 커넥터

- D-SUB 37 Pin socket contact
- #4-40 inch screws

적합 커넥터

- DC-37P-ULR(땀납형)
 - DCSP-JB37PR(압접형)
- Japan Aviation Electronics Industry Ltd. 제품
 기타 상당품



핀	신호명	I/O	기능	논리
1	START(TRIG)	IN	측정 시작(외부 트리거)	edge
2	0ADJ_ALL	IN	올 영점 조정	edge
3	STOP	IN	측정 중지	edge
4	LOAD1	IN	로드 번호 Bit1	레벨
5	LOAD3	IN	로드 번호 Bit3	레벨
6	LOAD5	IN	로드 번호 Bit5	레벨
7	사용하지 않음	-	-	-
8	ISO_5V	-	절연 전원 +5 V(-5 V) 출력	-
9	ISO_COM	-	절연 전원 코먼	-
10	ERR	OUT	측정 이상	레벨
11	RorZ_HI	OUT	저항 판정 결과 Hi 임피던스 판정 결과 Hi	레벨
12	RorZ_LO	OUT	저항 판정 결과 Lo 임피던스 판정 결과 Lo	레벨
13	V_IN	OUT	전압 판정 결과 IN	레벨
14	Xor θ _HI	OUT	리액턴스 판정 결과 Hi 위상각 판정 결과 Hi	레벨
15	Xor θ _LO	OUT	리액턴스 판정 결과 Lo 위상각 판정 결과 Lo	레벨
16	사용하지 않음	-	-	-
17	사용하지 않음	-	-	-
18	PASS	OUT	판정 결과 PASS	레벨
19	사용하지 않음	-	-	-
20	0ADJ_SPOT	IN	스팟 영점 조정	edge
21	CAL	IN	셀프 캘리브레이션 실행	edge
22	LOAD0	IN	로드 번호 Bit0	레벨
23	LOAD2	IN	로드 번호 Bit2	레벨
24	LOAD4	IN	로드 번호 Bit4	레벨
25	LOAD6	IN	로드 번호 Bit6	레벨
26	사용하지 않음	-	-	-
27	ISO_COM	-	절연 전원 코먼	-
28	EOM	OUT	측정 종료	edge
29	INDEX	OUT	측정 참조 신호	레벨
30	RorZ_IN	OUT	저항 판정 결과 IN 임피던스 판정 결과 IN	레벨
31	V_HI	OUT	전압 판정 결과 Hi	레벨
32	V_LO	OUT	전압 판정 결과 Lo	레벨
33	Xor θ _IN	OUT	리액턴스 판정 결과 IN 위상각 판정 결과 IN	레벨
34	사용하지 않음	-	-	-
35	사용하지 않음	-	-	-
36	사용하지 않음	-	-	-
37	FAIL	OUT	판정 결과 FAIL	레벨

중요

커넥터 프레임은 본 기기 케이스(금속부)에 연결되어 있으면서 전원 인렛의 보호 접지 단자에 연결(도통)되어 있습니다. 접지와는 절연되어 있지 않으므로 주의해 주십시오.

각 신호의 기능

입력 신호

START(TRIG)	START(TRIG) 신호를 OFF에서 ON으로 하면 그 edge에서 1회 측정을 합니다. 이것은 TRIGGER SOURCE의 설정이 외부 [EXT]일 때만 유효합니다.																																																																																																																																								
0ADJ_ALL	0ADJ_ALL신호를 OFF에서 ON으로 하면 그 edge에서 올 영점 조정(p.28)을 실행합니다.																																																																																																																																								
STOP	측정 중에 STOP신호를 OFF에서 ON으로 하면 그 edge에서 측정을 중단합니다.																																																																																																																																								
0ADJ_SPOT	0ADJ_ALL신호를 OFF에서 ON으로 하면 그 edge에서 스폿 영점 조정(p.28)을 실행합니다.																																																																																																																																								
CAL	셀프 캘리브레이션 매뉴얼 설정에서 CAL신호를 OFF에서 ON으로 하면 그 edge에서 셀프 캘리브레이션을 시작합니다. 셀프 캘리브레이션 오토 설정의 경우는 무효합니다. 셀프 캘리브레이션에 걸리는 시간은 약 210 ms입니다. 측정 중에 입력한 경우 측정 종료 후에 실행됩니다.																																																																																																																																								
LOAD0 ~ LOAD6	<p>로드할 패널 번호를 선택해 TRIG신호를 입력하면 선택한 패널 번호를 불러와 측정합니다. LOAD0이 LSB, LOAD6이 MSB입니다.</p> <p>TRIG신호 입력 시에 LOAD0 ~ LOAD6이 전회와 동일한 경우는 패널 로드를 실행하지 않습니다. 이 경우 외부 트리거일 때는 보통의 TRIG신호로서 1회 측정을 합니다. 내부 트리거일 때는 LOAD0 ~ LOAD6의 입력은 무효합니다.</p> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>패널 No.</th> <th>LOAD 6</th> <th>LOAD 5</th> <th>LOAD 4</th> <th>LOAD 3</th> <th>LOAD 2</th> <th>LOAD 1</th> <th>LOAD 0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>*</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>.....</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>122</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>123</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>124</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>125</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> <td>ON</td> </tr> <tr> <td>126</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>OFF</td> </tr> <tr> <td>*</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> <td>ON</td> </tr> </tbody> </table> <p>* : LOAD0~LOAD6을 모두 ON 또는 OFF로 해서 START(TRIG)신호를 ON으로 했을 경우 패널 로드는 실행되지 않습니다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 외부 트리거로 설정되어 있는 경우는 로드 완료 후에 1회 측정을 합니다. • 내부 트리거로 설정되어 있는 경우는 패널 로드를 하지 않습니다. 	패널 No.	LOAD 6	LOAD 5	LOAD 4	LOAD 3	LOAD 2	LOAD 1	LOAD 0	*	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	5	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON	6	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	7	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	8	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF								122	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF	123	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON	124	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	125	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	126	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	*	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON
패널 No.	LOAD 6	LOAD 5	LOAD 4	LOAD 3	LOAD 2	LOAD 1	LOAD 0																																																																																																																																		
*	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF																																																																																																																																		
1	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON																																																																																																																																		
2	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF																																																																																																																																		
3	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON																																																																																																																																		
4	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF																																																																																																																																		
5	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	ON																																																																																																																																		
6	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF																																																																																																																																		
7	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON																																																																																																																																		
8	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	OFF																																																																																																																																		
.....																																																																																																																																									
122	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	OFF																																																																																																																																		
123	ON	ON	ON	ON	OFF	ON	ON																																																																																																																																		
124	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF																																																																																																																																		
125	ON	ON	ON	ON	ON	OFF	ON																																																																																																																																		
126	ON	ON	ON	ON	ON	ON	OFF																																																																																																																																		
*	ON	ON	ON	ON	ON	ON	ON																																																																																																																																		

출력 신호

ERR	측정 이상(p.32)일 때에 출력이 ON이 됩니다. (오버 레인지의 경우는 OFF가 됩니다.) EOM신호 직전에 갱신됩니다. ERR이 ON일 때 컴퍼레이터 판정 결과 출력은 모두 OFF가 됩니다. 측정 이상의 경우: ERR출력 ON 정상적으로 측정된 경우: ERR출력 OFF
PASS	판정하고 있는 측정 파라미터의 결과가 모두 IN이었을 때에 ON이 됩니다. 예1: 평선(R, X, V, T)일 때는 R, X, V의 측정 결과 모두가 IN이었을 때에 ON이 됩니다. 예2: 평선(V, T)일 때는 V의 측정 결과가 IN일 때에 ON이 됩니다.
EOM	측정 종료 신호입니다. ON이 되었을 때 컴퍼레이터 판정 결과, ERR출력은 확정되어 있습니다.
INDEX	측정 회로에 있어서 A/D 변환이 종료된 것을 나타내는 신호입니다. 이 신호가 OFF에서 ON이 되면 측정 대상을 프로브에서 분리해도 됩니다.
FAIL	컴퍼레이터의 판정 결과가 Hi 또는 Lo일 때에 ON이 됩니다.
RorZ_HI	저항 또는 임피던스의 컴퍼레이터 판정 결과입니다
RorZ_IN, RorZ_LO	저항 또는 임피던스의 컴퍼레이터 판정 결과입니다.
V_HI, V_IN, V_LO	전압의 컴퍼레이터 판정 결과입니다.
Xor θ _HI, Xor θ _IN, Xor θ _LO	리액턴스 또는 위상각의 컴퍼레이터 판정 결과입니다.

중요

- 본 기기의 내부에서 측정조건을 변경하는 동안은 I/O신호를 사용할 수 없습니다.
- 전원 투입 시에 EOM신호, INDEX신호는 ON으로 초기화됩니다.
- 측정조건을 전환할 필요가 없을 때는 LOAD0 ~ LOAD6을 모두 ON 또는 OFF로 고정해 주십시오.
- 잘못된 판정을 피하기 위해서 컴퍼레이터의 판정은 PASS, FAIL 신호 양쪽에서 확인해 주십시오.

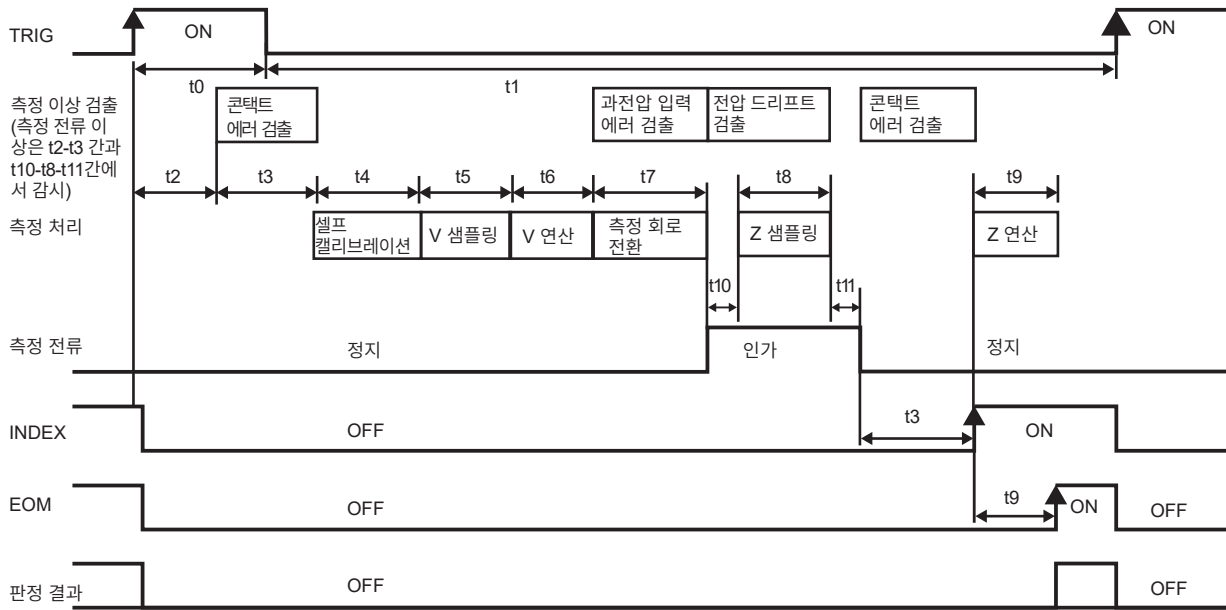
8.2 타이밍 차트

각 신호의 레벨은 접점의 ON/OFF 상태를 나타냅니다. 전류 소스(PNP) 설정에서는 EXT.I/O단자의 전압 레벨과 동일해집니다. 전류 싱크(NPN) 설정에서의 전압 레벨은 High와 Low가 반대가 됩니다.

측정 시작 후 판정 결과 취득

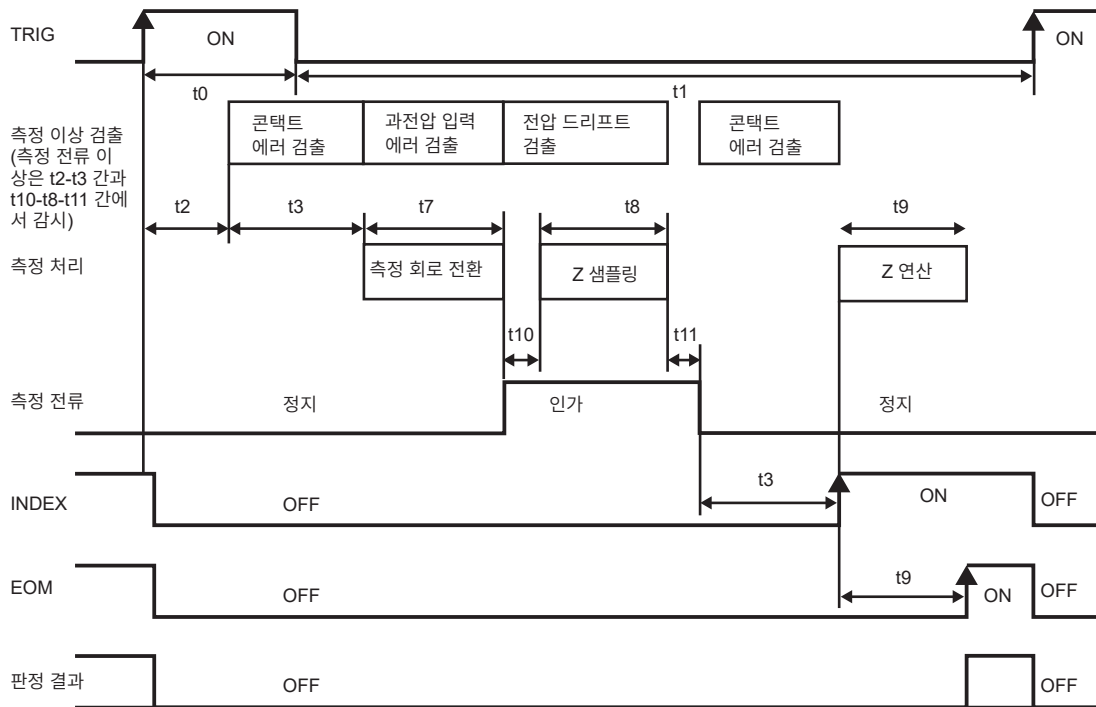
(1) 외부 트리거 [EXT] 설정의 경우

측정 펄스(R, X, V, T), (Z, θ , V, T)일 때

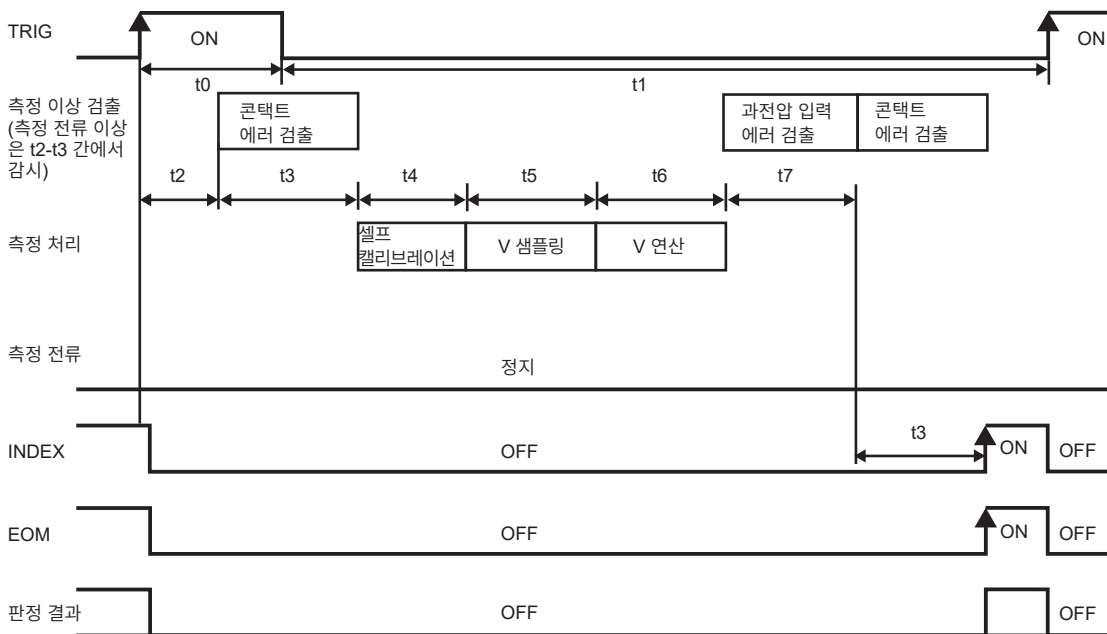


판정 결과: HI, IN, LO, PASS, FAIL, ERR

측정 평선(R, X, T), (Z, θ , T)일 때



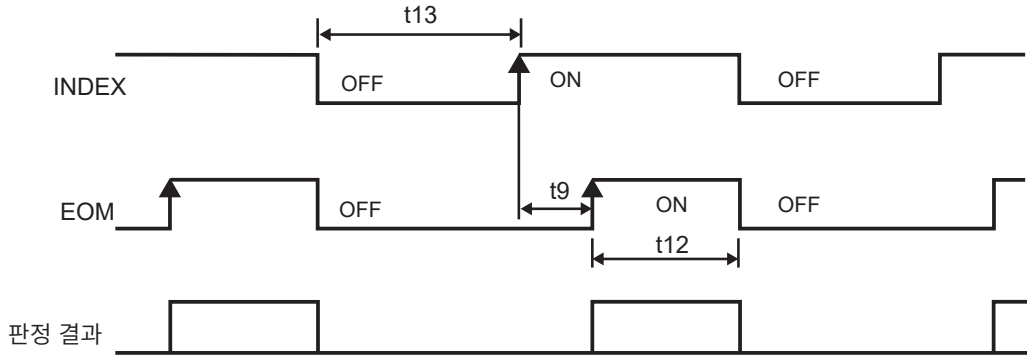
측정 평선(V, T)일 때



- 측정 중(INDEX 신호가 OFF)에는 TRIG신호를 입력하지 마십시오.
- 측정 주파수 등의 설정을 변경한 경우는 처리 시간(약 15 ms)을 두고 나서 TRIG신호를 입력해 주십시오.
- 측정 화면이 아닐 때 혹은 에러 등 메시지 표시 중인 상태에서는 입력 신호가 무효가 됩니다.
- 판정 결과의 출력은 EOM신호가 ON이 되기 전에 확정되어 있습니다. 단, 컨트롤러의 입력 회로의 응답이 늦을 경우에는 EOM신호의 ON을 검출한 후 판정 결과가 인식될 때까지 대기가 필요합니다.

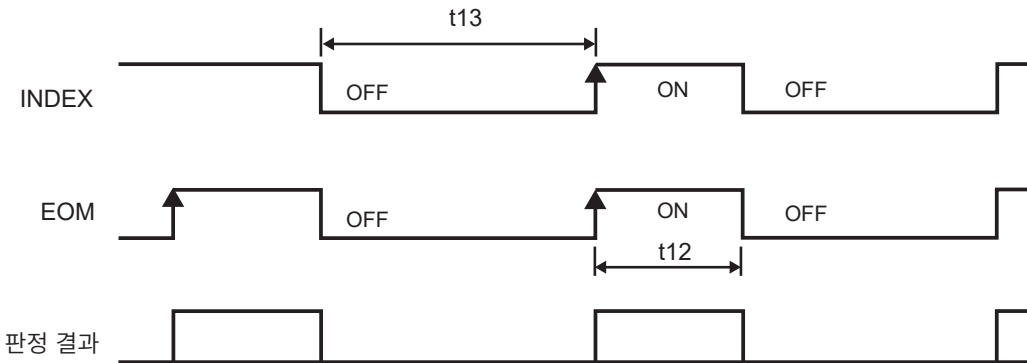
(2) 내부 트리거 [INT] 설정의 경우

측정 평선(R, X, V, T), (Z, θ, V, T), (R, X, T), (Z, θ, T)일 때



판정 결과: HI, IN, LO, PASS, FAIL, ERR

측정 평선(V, T)일 때



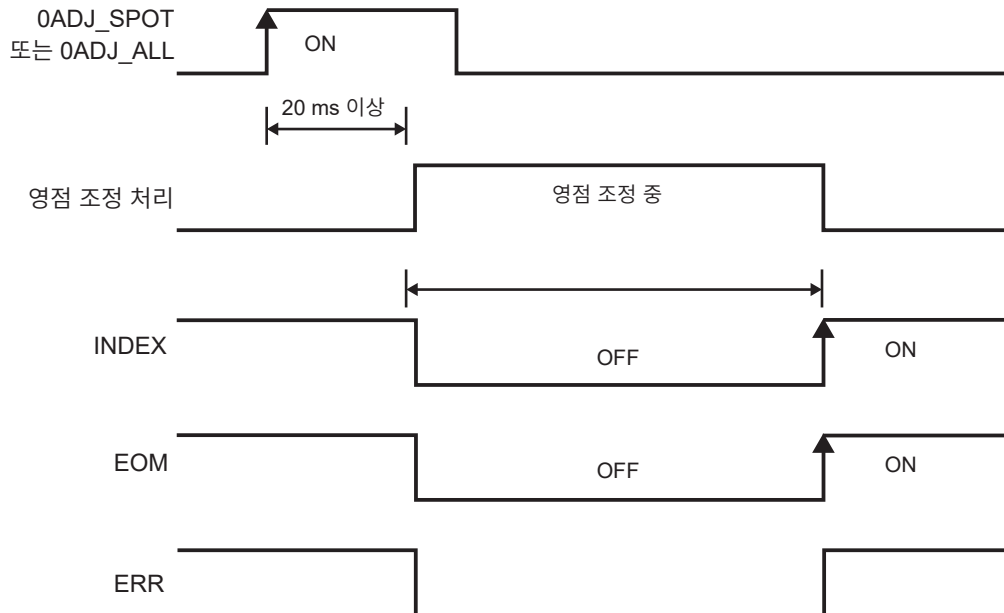
타이밍 차트 각 시간의 설명

항목	내용	시간(약)	비고
t0	트리거 펄스 ON시간	0.1 ms 이상	
t1	트리거 펄스 OFF시간	1 ms 이상	
t2	응답 시간	0.1 ms	
t3	콘택트 체크 시간	10 ms	
t4	셀프 캘리브레이션 시간	210 ms	셀프 캘리브레이션 설정이 AUTO인 경우에 실행됩니다. MANUAL 설정인 경우 CAL신호의 입력이 있었을 경우에 실행됩니다. 상세한 내용은 (p.40)를 참조해 주십시오.
t5	전압 측정 샘플링 시간	100 ms / 400 ms / 1 s	측정 속도: FAST / MED / SLOW
t6	전압 측정 연산 시간	0.1 ms	
t7	측정 회로 전환 시간	58 ms	
t8	임피던스 측정 샘플링 시간	$(1 \div f) \times N + T + 0.016^*$	f: 측정 주파수, N: 측정 파수, T: 샘플링용 제어 시간 측정 파수는 측정 속도와 애버리지 수에 의해 결정됩니다. 상세한 내용은 p.26, p.41, p.104을 참조해 주십시오. 샘플링 제어 시간은 주파수에 따라 변합니다. T=0.088 ÷ f (f:0.1 Hz - 66 Hz) T=0.36 ÷ f (f:67 Hz - 250 Hz) T=1.5 ÷ f (f:260 Hz - 1050 Hz)
t9	임피던스 측정 연산 시간	70 ms	측정 주파수: 1 kHz, Z 측정 속도: SLOW, 전위 구배 보정: ON의 대표값

항목	내용	시간(약)	비고
t10	샘플 딜레이	$(1 \div f) \times M + 0.005 \text{ s}$	f: 측정 주파수, M: 샘플 딜레이 설정 파수 설정 파수에 관해서는 (p.38)를 참조해 주십시오.
t11	측정 신호 제로 크로스 검출	$(1 \div f)$ 이하*	f: 측정 주파수 측정 대상의 총방전을 방지하기 위해서 인가 교류 신호를 제로 크로스에서 종료시키는 처리를 합니다. 측정 신호 제로 크로스 정지 기능이 ON인 경우에 적용됩니다. (p.46)
t12	내부 트리거에서의 EOM 펄스 폭	100 ms	
t13	합계 측정 시간	$t2+t3 \times 2+t4+t5+t6+t7+t8+t9+t10+t11$	평션(Z, θ , V, T) 또는 (R, X, V, T)일 때
		$t2+t3 \times 2+t7+t8+t9+t10+t11$	평션(Z, θ , T) 또는 (R, X, T)일 때
		$t2+t3 \times 2+t4+t5+t6+t7$	평션(V, T)일 때

* 단위는 “s”

영점 조정의 타이밍



ERR 신호는 영점 조정의 결과에 따라 ON, OFF됩니다. 영점 조정이 성공한 경우는 OFF, 실패한 경우는 EOM에 동기해서 ON이 됩니다.

중요

0ADJ_SPOT, 0ADJ_ALL의 신호는 측정하고 있지 않은 상태에서 입력해 주십시오.

셀프 캘리브레이션의 타이밍

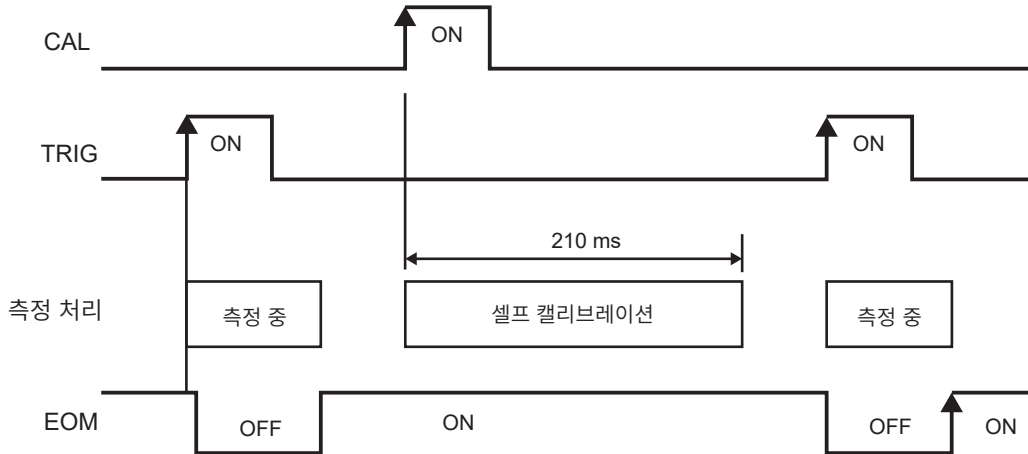
셀프 캘리브레이션 [AUTO] 설정의 경우 전압 측정 전에 반드시 셀프 캘리브레이션을 실행합니다. 셀프 캘리브레이션은 전압 측정의 정확도를 유지하기 위한 것입니다. 전압 측정을 하지 않는 측정 평션(R, X, T), (Z, θ , T)에서는 셀프 캘리브레이션을 실행하지 않습니다. (CAL신호를 입력해도 실행되지 않습니다.)

셀프 캘리브레이션 [MANUAL] 설정에서의 동작

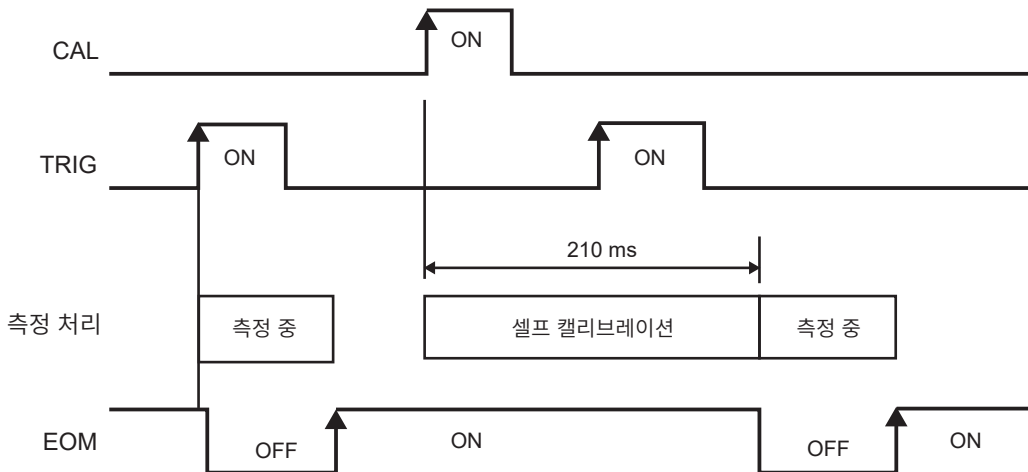
CAL신호를 입력하면 바로 셀프 캘리브레이션이 시작됩니다.

셀프 캘리브레이션 중에 TRIG신호가 입력된 경우에도 셀프 캘리브레이션은 계속됩니다. 이 경우 TRIG신호는 보류되고 셀프 캘리브레이션 완료 후에 측정이 시작됩니다. 측정 중에 CAL신호가 입력된 경우 CAL신호는 보류되고 측정 완료 후에 셀프 캘리브레이션이 시작됩니다.

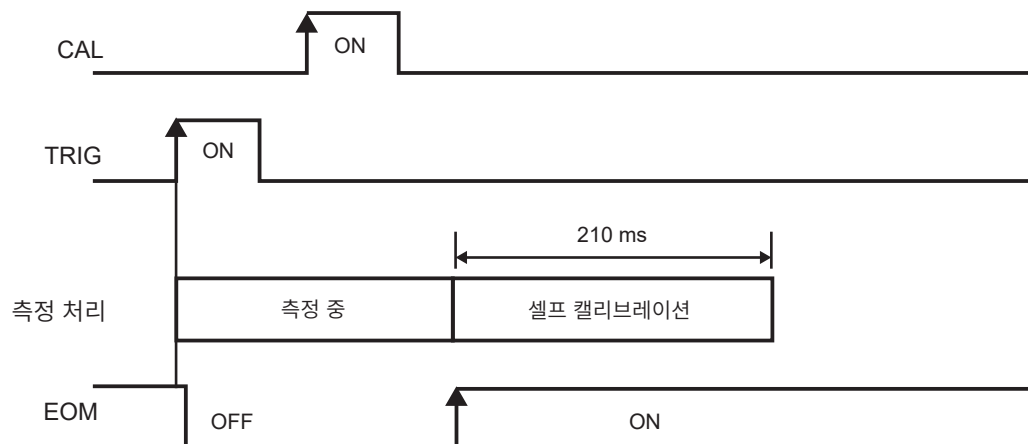
보통의 사용 방법



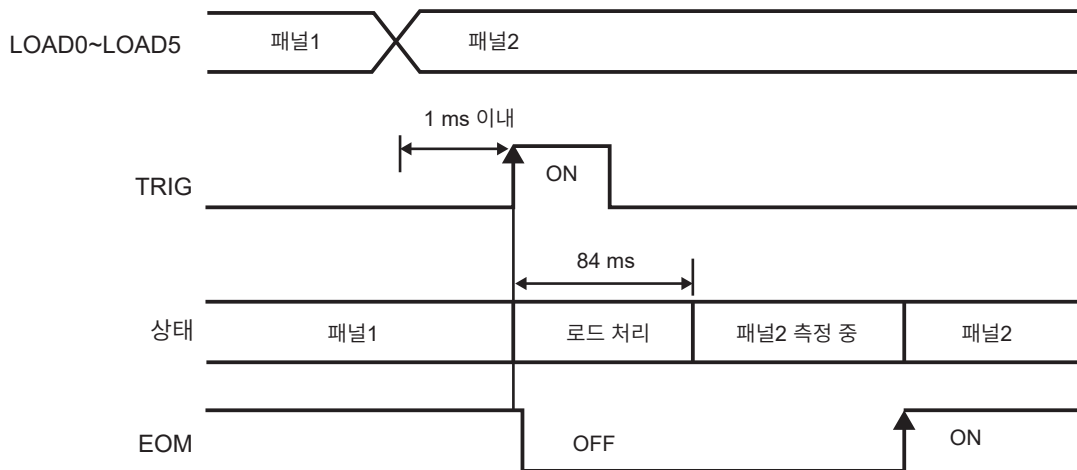
셀프 캘리브레이션 중에 TRIG신호를 입력한 경우



측정 중에 CAL신호를 입력한 경우



패널 로드의 타이밍

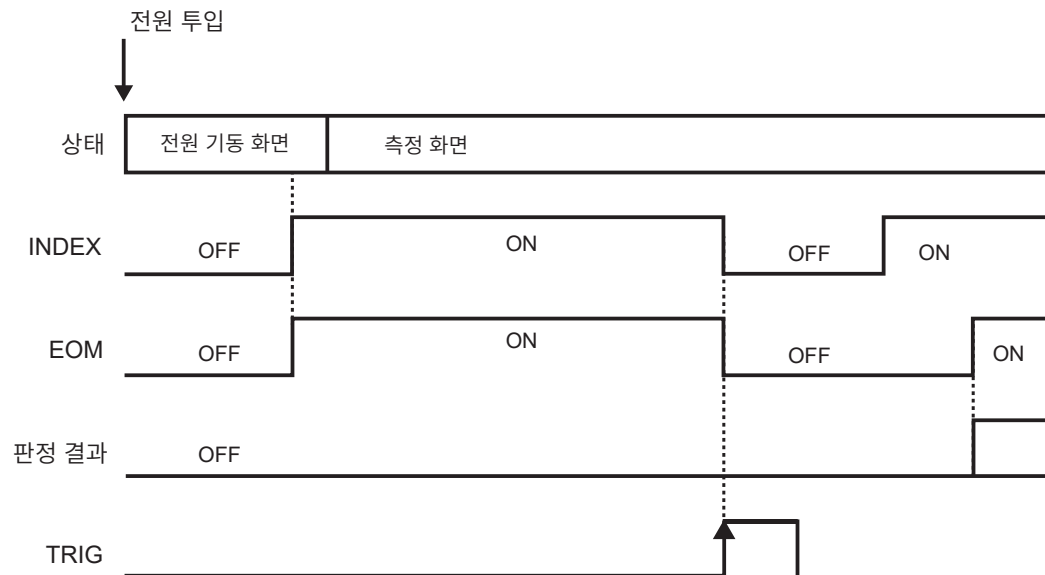


중요

패널 넘버를 인식하는 타이밍은 트리거 입력 시(TRIG: ON)가 아닌, 측정 시작 직전의 LOAD신호를 읽어옵니다. 측정 시작(INDEX: OFF, EOM: OFF)전까지는 LOAD신호를 확정해 주십시오.

전원 투입 시의 출력 신호 상태

전원 투입 후 기동 화면에서 측정 화면으로 바뀌면 EOM신호와 INDEX신호는 ON이 됩니다.

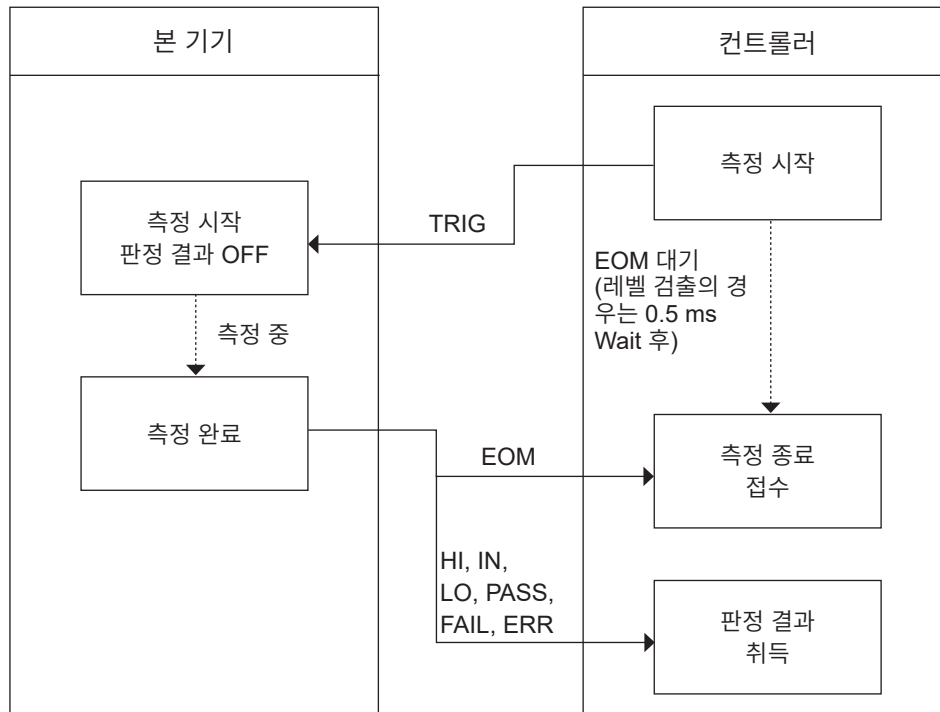


판정 결과: HI, IN, LO, PASS, FAIL, ERR

위의 차트는 트리거 소스 EXT로 설정되어 있을 때의 동작을 나타냅니다.

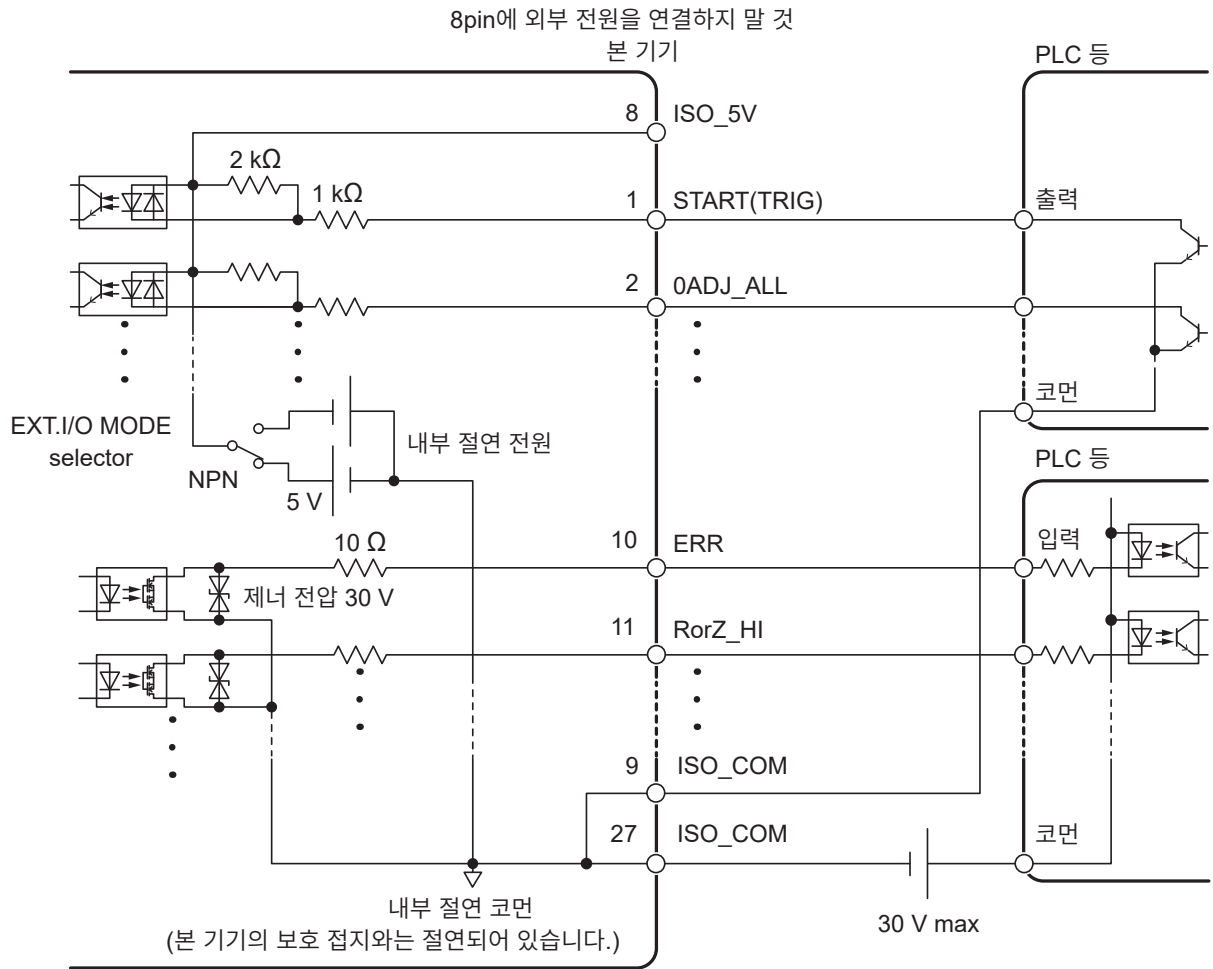
외부 트리거에서의 측정값 취득 흐름

외부 트리거에서 사용하는 경우의 측정 시작에서부터 판정 결과 혹은 측정값 취득까지의 흐름을 나타냅니다. 본 기기는 판정 결과(HI, IN, LO, PASS, FAIL, ERR)가 확정되면 바로 EOM신호를 출력합니다. 컨트롤러의 입력 회로의 응답이 늦을 경우에는 EOM신호의 ON을 검출한 후 판정 결과를 취득할 때까지 대기 시간이 필요합니다.

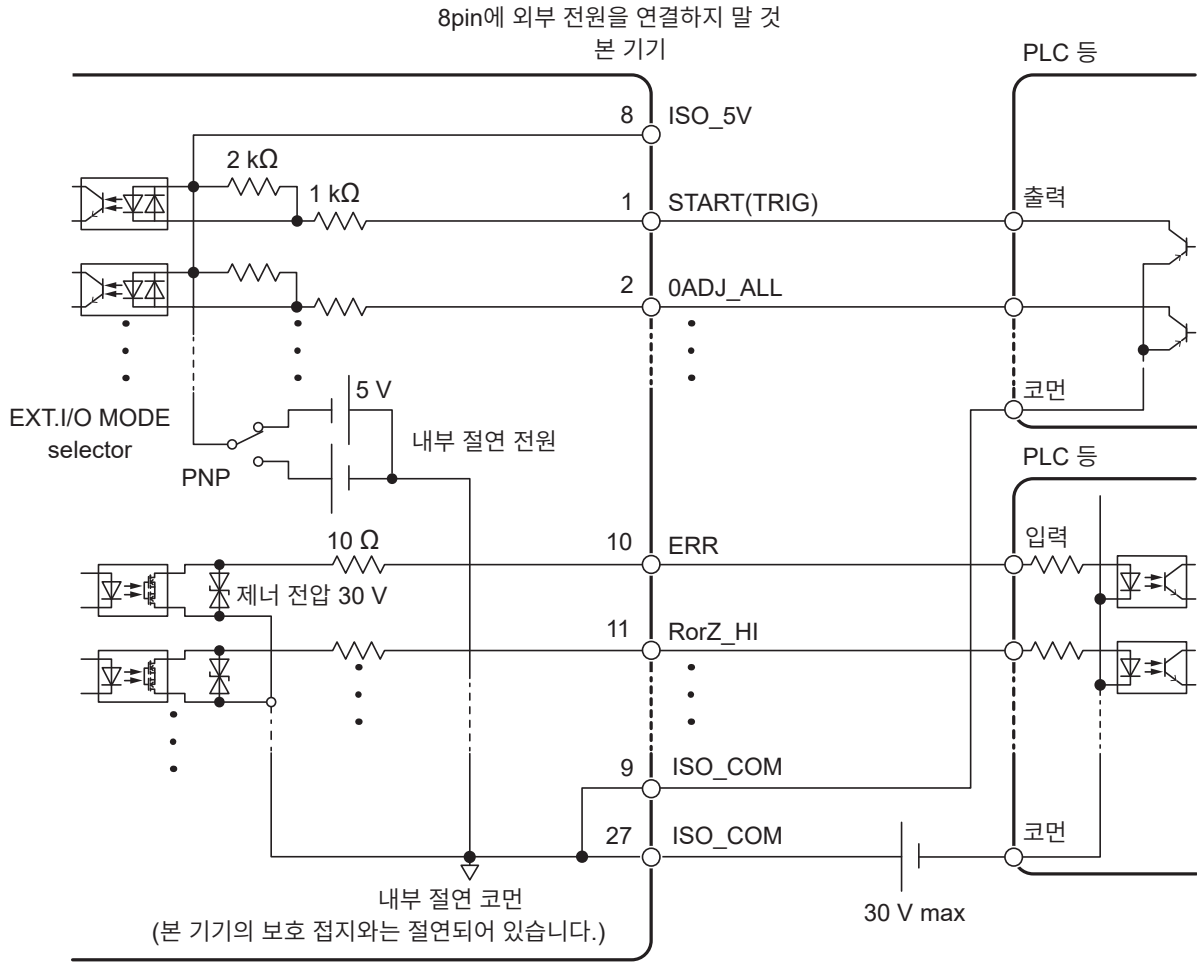


8.3 내부 회로 구성

NPN 설정



PNP 설정



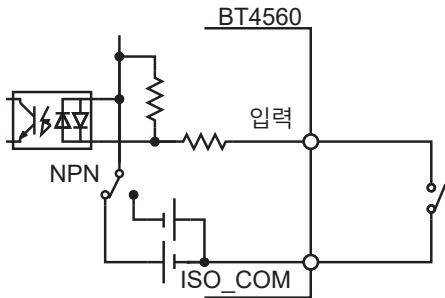
입력 신호와 출력 신호의 코먼 단자는 모두 ISO_COM을 사용해 주십시오.

전기적 사양

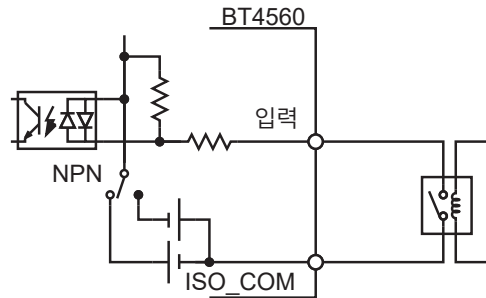
입력 신호	입력 형식	포토 커플러 절연, 무전압 접점 입력(전류 싱크/소스 출력 대응)
	입력 ON	잔류 전압 1 V(입력 ON 전류 4 mA(참고값))
	입력 OFF	OPEN(차단 전류 100 μA 이하)
출력 신호	출력 형식	포토 커플러 절연 오픈 드레인 출력(무극성)
	최대 부하 전압	DC30 V max
	최대 출력 전류	50 mA/ch
	잔류 전압	1 V 이하(부하 전류 50 mA)/0.5 V 이하 (부하 전류 10 mA)
내장 절연 전원	출력 전압	싱크 출력 대응: +5.0 V±10%, 소스 출력 대응: -5.0 V±10%
	최대 출력 전류	100 mA
	외부 전원 입력	없음
	절연	보호 접지 전위 및 측정 회로에서 플로팅
	절연 정격	대시간 전압 DC50 V, AC33 V rms, AC46.7 Vpeak 이하

연결 예

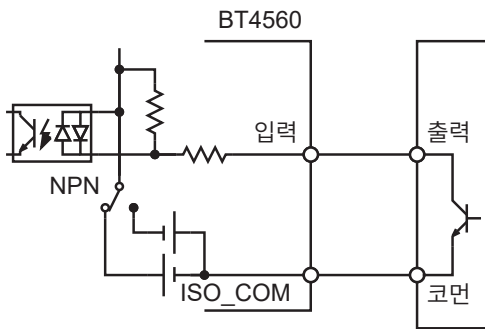
입력 회로의 연결 예



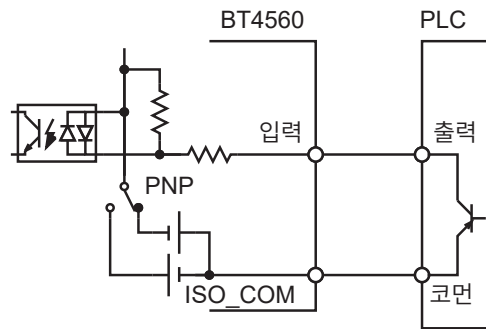
스위치와의 연결



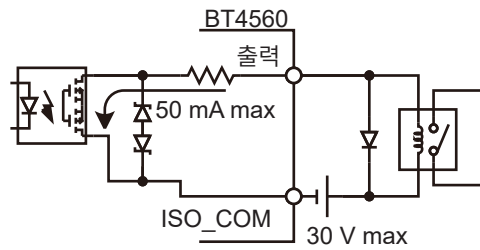
릴레이와의 연결



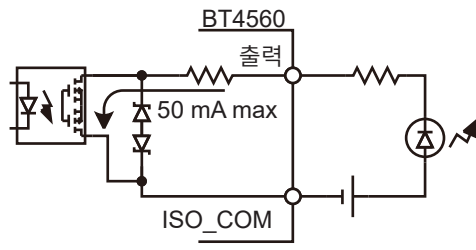
PLC출력(NPN출력)과의 연결



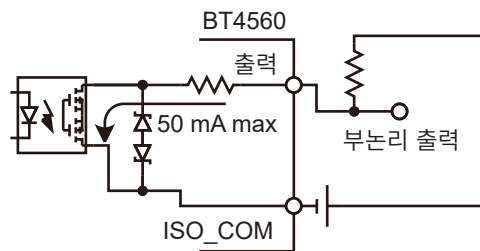
PLC출력(PNP출력)과의 연결



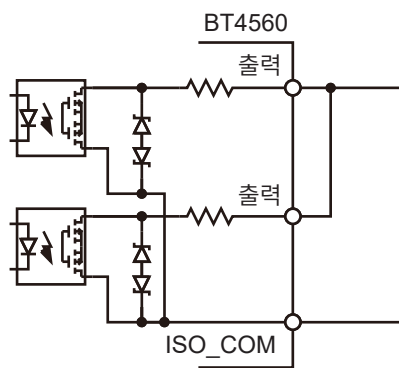
릴레이와의 연결



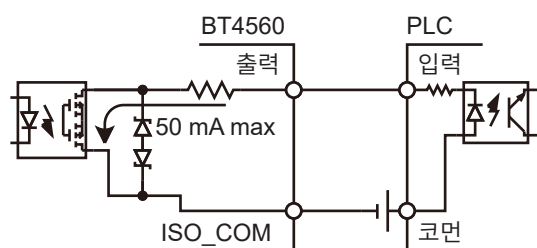
LED와의 연결



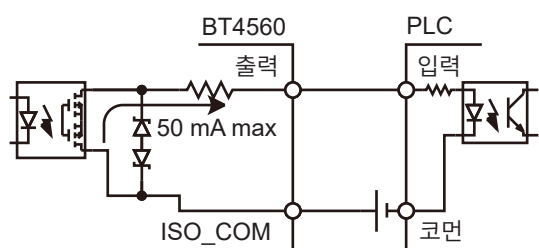
부논리 출력



와이어드 OR



PLC입력(플러스 코먼 입력)과의 연결



PLC입력(마이너스 코먼 입력)과의 연결

8.4 외부 제어 확인하기

입출력 테스트하기(EXT.I/O 테스트 기능)

출력 신호의 ON, OFF를 수동으로 전환하거나 입력 신호의 상태를 화면에서 확인할 수 있습니다.
상세한 내용은 “I/O TEST”(p.63)를 참조해 주십시오.

9.1 인터페이스의 개요와 특징

통신 인터페이스는 다음에서 사용할 수 있습니다.

- 커맨드로 본 기기의 제어 및 데이터 취득하기
- 어플리케이션 소프트웨어 사용하기

커맨드 표, 어플리케이션 소프트웨어는 부속 CD 또는 당사 홈페이지(<http://www.hioki.com/>)에서 다운로드할 수 있습니다.

LAN은 BT4560-50만 사용할 수 있습니다.

사양

USB

커넥터	Series B receptacle
전기적 사양	USB2.0(가상 COM포트)
클래스	CDC 클래스(COM모드)
전송 속도	9,600 bps, 19,200 bps, 38,400 bps
데이터 길이	8비트
패리티 비트	없음
스톱 비트	1비트
메시지 터미네이터 (구분 문자)	수신 시: CR+LF, CR 송신 시: CR+LF

RS-232C

전송방식	통신방식: 전이중, 동기방식: 조보동기식
전송 속도	9,600 bps, 19,200 bps, 38,400 bps
데이터 길이	8비트
패리티 비트	없음
스톱 비트	1비트
메시지 터미네이터 (구분 문자)	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-sub9pin 핀 콘택트 감합 고정대 나사 #4-40) 입출력 커넥터는 터미널(DTE) 사양 권장 케이블: 9637 RS-232C 케이블(PC용)

사용 코드: ASCII 코드

LAN (BT4560-50만)

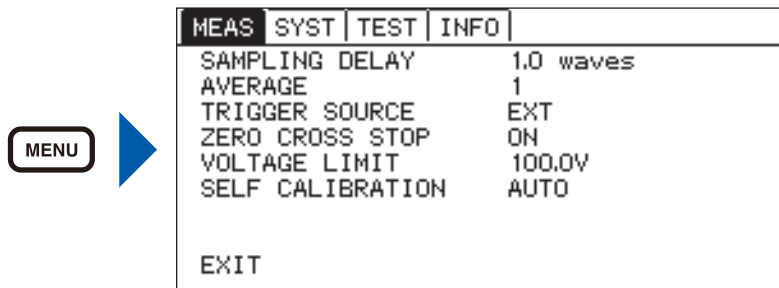
준거 규격	IEEE802.3
전송 방식	10BASE-T/100BASE-TX 자동 인식 Half/Full Duplex, Auto MDI-X
프로토콜	TCP/IP
커넥터	RJ-45
통신 내용	통신 커맨드에 의한 설정, 측정값 취득

9.2 연결과 설정 방법

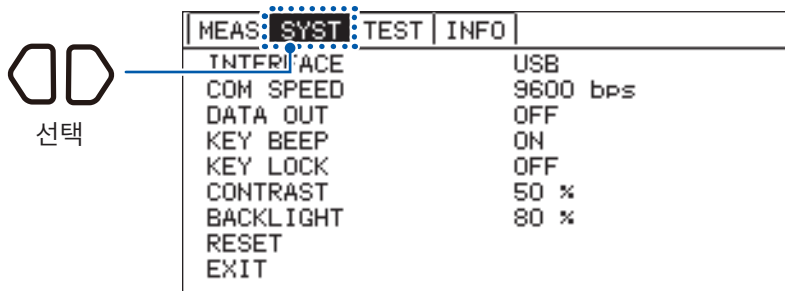
본 기기는 USB, RS-232C를 동시에 통신 제어할 수 없습니다.
 BT4560은 USB, RS-232C가 모두 연결된 경우 USB 통신이 유효가 됩니다. BT4560-50은 “인터페이스 선택하기 (BT4560-50만 해당)” (p.93) 에서 선택한 통신이 유효가 됩니다.

인터페이스 선택하기 (BT4560-50만 해당)

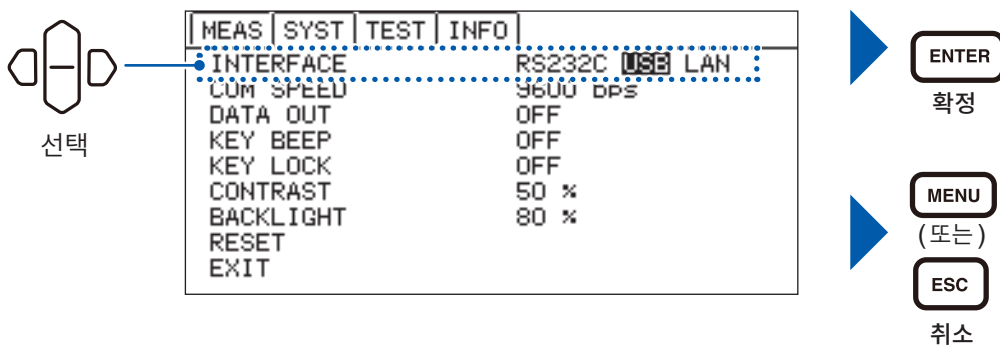
1 **[MENU]** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다)



2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



3 **[INTERFACE]**를 선택하여 사용할 인터페이스를 선택합니다.



중요
 LAN을 선택한 경우 설정을 변경하려면 브라우저에 액세스가 필요합니다.
 액세스 방법은 “LAN 인터페이스 설정 (BT4560-50만 해당)” (p.98)을 참조해 주십시오.

패킷(RS-232C, USB, LAN)

USB 인터페이스 사용하기

처음 측정기를 PC에 연결할 때는 전용 USB드라이버가 필요합니다. 당사 이외의 제품을 사용하고 있는 등 이미 드라이버가 설치되어 있는 경우 다음 순서는 불필요합니다. USB드라이버는 부속 CD 또는 당사 홈페이지(<http://www.hioki.com/>)에서 다운로드할 수 있습니다.

설치 순서

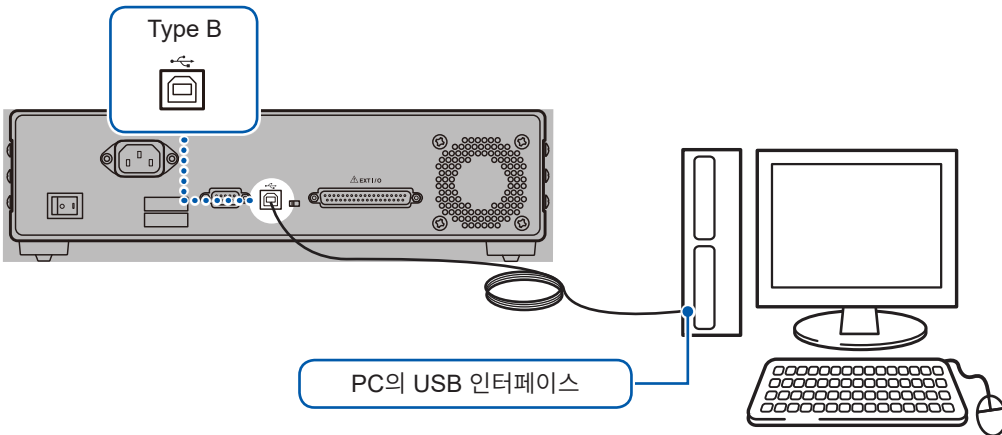
USB케이블로 본 기기와 PC를 연결하기 전에 실시해 주십시오. 이미 연결되어 있는 경우는 일단 USB케이블을 빼 주십시오.

- 1 “administrator” 등의 관리자 권한으로 PC에 로그인합니다.
- 2 설치를 시작하기 전에 PC에서 기동되고 있는 모든 어플리케이션을 종료시켜 주십시오.
- 3 부속 CD의 [X:\USB Driver] 안에 들어있는 드라이버 설치 프로그램을 실행해 주십시오. (X:는 CD-ROM 드라이브)
환경에 따라 대화상자가 나타날 때까지 시간이 걸릴 수 있으나 그대로 기다려 주십시오.
- 4 설치 종료 후 본 기기를 USB로 PC에 연결하면 자동적으로 본 기기가 인식됩니다.
 - 새로운 하드웨어 검색 마법사 화면이 표시되는 경우 Windows Update의 연결 확인에 대해서는 [아니요, 이번에는 연결하지 않습니다.]를 선택하고 [소프트웨어를 자동으로 설치합니다.]를 선택해 주십시오.
 - 다른 제조번호의 본 기기를 연결한 경우에도 새로운 디바이스가 발견되었다는 알림이 뜰 수 있으므로 화면의 지시에 따라서 디바이스 드라이버를 설치해 주십시오.

설치 제거 순서(드라이버가 필요없는 경우는 삭제해 주십시오.)

[컨트롤 패널]- [어플리케이션 추가/삭제]를 사용해서 PL-2303 USB-to-Serial을 삭제해 주십시오.

USB케이블 연결하기



중요

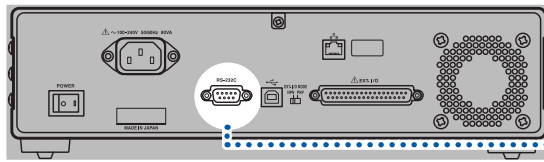
본 기기의 USB포트는 가상 COM포트로 되어 있습니다. 통신 시에는 RS-232C와 동일하게 속도를 설정할 필요가 있습니다. COM포트 설정에서 USB포트에 할당되는 COM포트 번호는 사용되는 PC에 따라 바뀝니다.

다음 방법으로 할당된 COM포트 번호를 확인해 주십시오.

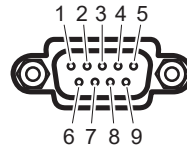
1. 디바이스 매니저를 엽니다.
2. 포트(COM과 LPL) 항목의 Prolific PL2303GC USB Serial COM Port (COMX)의 “X”가 COM포트 번호입니다.

RS-232C 케이블 사용하기

RS-232C 케이블을 RS-232C 커넥터에 연결합니다. 케이블을 연결할 때는 반드시 나사를 고정해 주십시오.



뒷면



D-sub9Pin 핀 콘택트
감합 고정대 나사 #4-40

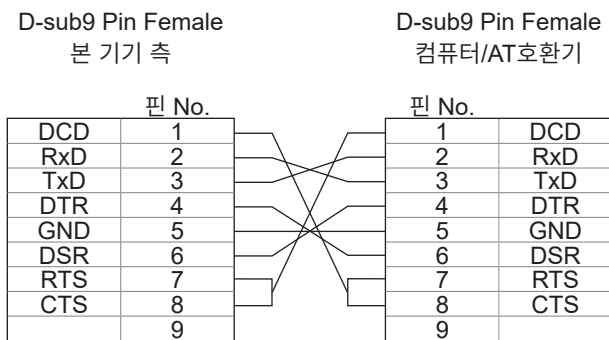
컨트롤러(DTE)와 연결할 때는 본 기기 측 커넥터와 컨트롤러 측 커넥터의 사양에 맞는 크로스 케이블을 준비해 주십시오. 입출력 커넥터는 터미널(DTE) 사양입니다. 본 기기에서는 핀 번호 2, 3, 5를 사용하고 있습니다. 그 밖의 핀은 사용하지 않습니다.

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 PC를 연결하는 경우

D-sub9 Pin Female - D-sub9 Pin Female의 크로스 케이블을 사용합니다.

크로스 결선

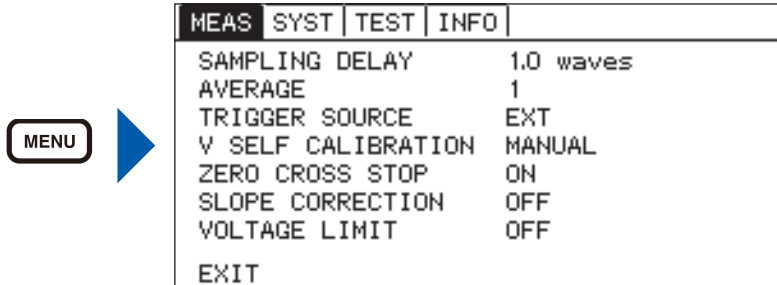


권장 케이블: HIOKI 제품 9637 RS-232C 케이블(1.8 m)

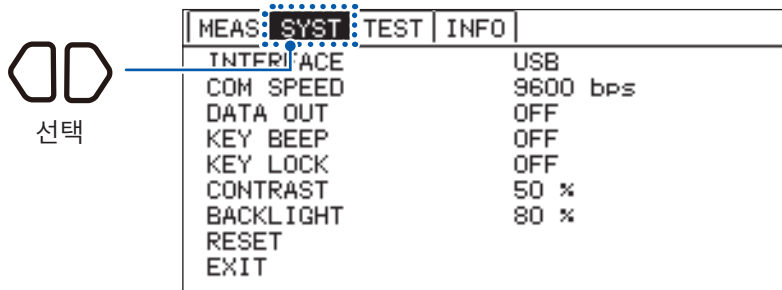
전송 속도 설정하기(USB, RS-232C 공통)

본 기기에서 인터페이스의 전송 속도(보 레이트)를 설정합니다.
 USB통신, RS-232C 통신 중 하나를 사용할 때 설정이 필요합니다.

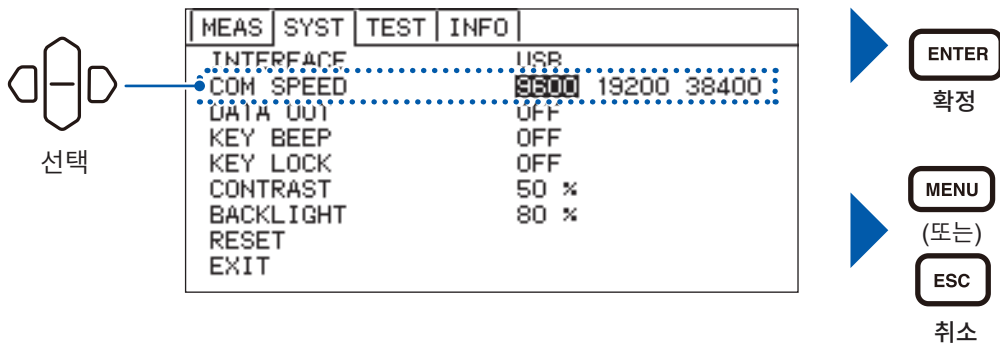
1 **[MENU]** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다.)



2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



3 **[COM SPEED]**를 선택해 SPEED를 설정합니다.



컨트롤러(PC 또는 PLC 등)의 설정

컨트롤러는 반드시 다음과 같이 설정해 주십시오.

- 조보동기방식
- 전송 속도: 9,600 bps, 19,200 bps, 38,400 bps(본 기기의 설정에 맞춰 주십시오.)
- 스톱 비트: 1
- 데이터 길이: 8
- 패리티 체크: 없음
- 플로 제어: 없음

중요

빠른 전송 속도(보 레이트)는 PC에 따라 오차가 크기 때문에 사용할 수 없는 경우가 있습니다.
 이때는 전송 속도를 낮춰서 사용해 주십시오.

LAN 인터페이스 사용하기 (BT4560-50만 해당)

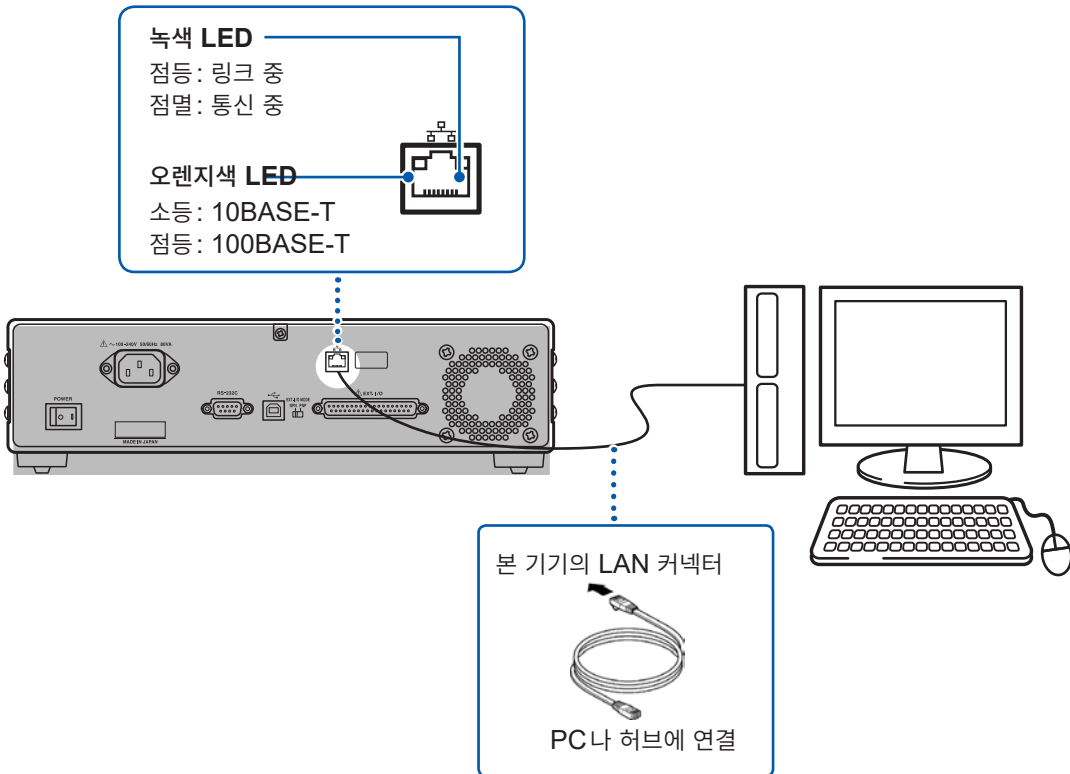
본 기기의 LAN 커넥터에 LAN 케이블을 연결합니다.

⚠ 주의



30 m가 넘는 LAN 케이블로 배선하거나 실외에 LAN 케이블을 배치하는 경우에는 LAN 용 서지 프로텍터를 장착하는 등의 조치를 취해 주십시오. 유도뢰의 영향을 받기 쉬워져 본 기기가 파손될 수 있습니다.

권장 케이블: 9642 LAN 케이블 (옵션)



LAN 인터페이스 설정 (BT4560-50만 해당)

중요

기존 네트워크에 연결하는 경우와 본 기기와 1대의 PC로 신규 네트워크를 구성하는 경우는 본 기기 및 외부기기의 설정 내용이 다르므로 설정 전에 확인해 주십시오.

본 기기를 기존 네트워크에 연결하는 경우

다음의 항목에 대해 사전에 네트워크 시스템 관리자(부서)로부터 할당받을 필요가 있습니다. 반드시 다른 기기와 겹치지 않도록 해주십시오.

• 본 기기의 주소 설정	
IP 주소:	____.____.____.____
서브넷 마스크:	____.____.____.____
• 게이트웨이	
게이트웨이 사용 여부:	사용함 / 사용하지 않음
IP 주소 (사용하는 경우):	____.____.____.____ (사용하지 않는 경우는 0.0.0.0으로 설정)
통신 커맨드에서 사용할 통신 커맨드 포트 번호:	____(초기 설정: 23)

본 기기와 1대의 PC로 신규 네트워크를 구성하는 경우

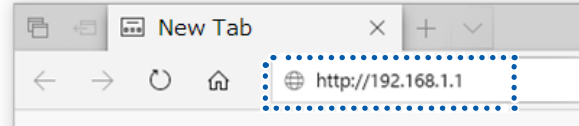
(외부에 연결하지 않는 로컬 네트워크에서 사용한다)
관리자가 없거나 설정을 일임하는 경우 등에는 다음의 주소를 권장합니다.

IP 주소	IP 주소를 다음과 같이 연번으로 설정합니다.
PC:	192.168.1.100
본 기기 1대째:	192.168.1.1 (본 기기 초기값)
본 기기 2대째:	192.168.1.2
본 기기 3대째:	192.168.1.3
	↓
서브넷 마스크:	255.255.0.0 (본 기기 초기값)
게이트웨이:	OFF (본 기기 초기값)
통신 커맨드 포트 번호:	23 (본 기기 초기값)

1 PC에서 웹 브라우저를 기동한다.

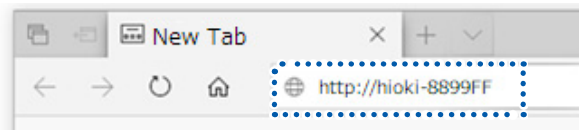
Microsoft Edge 등의 웹 브라우저를 사용하여 본 기기의 LAN 인터페이스 설정을 변경할 수 있습니다. Microsoft Edge를 사용하는 경우를 예로 설명합니다.

1. PC의 시작 버튼을 누르고 메뉴에서 [Microsoft Edge]를 클릭한다
2. 어드레스바에서 [http://] 뒤에 본 기기의 IP 주소를 입력한다
IP 주소 초기 설정은 “192.168.1.1”입니다.



예: 본 기기의 IP 주소가 “192.168.1.1”인 경우 어드레스바에 [http://192.168.1.1]을 입력한다.

IP 주소를 잊어버린 경우 어드레스바에 아래와 같은 주소를 입력해도 설정을 변경할 수 있습니다. 어드레스바에서 [http://hioki-]뒤에 본 기기의 MAC 주소 중 아래 6자리를 입력해 주십시오. MAC 주소는 본체 뒷면에 부착된 스티커에서 확인할 수 있습니다.



예: 본 기기의 MAC 주소가 “11-22-33-88-99-FF”인 경우 어드레스바에 [http://hioki-8899FF]를 입력한다.

2 브라우저에서 본 기기를 설정한다.

각 항목을 입력하고 [SET]을 클릭해 주십시오.

HIOKI Network Setting

IP Address :

Subnet Mask :

Gateway (Off=0.0.0.0) :

Port Number[11-79 or 81-65535] :

설정 항목에 대해서

IP Address	네트워크상에서 연결되는 개별 기기를 식별하기 위한 주소입니다. 다른 기기와 겹치지 않도록 설정해 주십시오.
Subnet Mask	IP 주소를, 네트워크를 나타내는 주소 부분과 기기를 나타내는 주소 부분으로 나누기 위한 설정입니다. 같은 네트워크 내 기기의 서브넷 마스크와 동일하게 설정해 주십시오.
Gateway	네트워크 연결 시 사용할 PC(통신할 기기)가 본 기기를 연결할 네트워크와 다른 네트워크에 있는 경우는 IP 주소를 설정하여 게이트웨이가 되는 기기를 지정합니다. 같은 네트워크상에 PC가 있는 경우는 일반적으로 PC 설정에 있는 디폴트 게이트웨이와 같은 설정을 합니다. 본 기기와 PC를 1대 1로 연결할 경우와 게이트웨이를 사용하지 않을 경우 IP 주소를 0.0.0.0 으로 설정합니다.
Port Number	통신 커맨드용 연결에 사용하는 TCP/IP의 포트 번호를 지정합니다. 80은 사용할 수 없습니다.

3 본 기기의 전원을 다시 켜다.

본체 내부의 LAN 설정값을 확정하고 통신 가능한 상태로 하기 위해 본 기기의 전원을 다시 켜 주십시오. 또한, PC 웹 브라우저의 설명 화면 표시 탭도 일단 닫고 다시 표시하면 본 기기의 설정을 확인할 수 있습니다.

LAN 설정값을 잊어버린 경우

LAN 관련 설정값을 잊어 버린 경우 아래 순서에 따라 본체에서 LAN 관련 설정을 리셋하고 초기값으로 되돌릴 수 있습니다.

MENU (**MENU**) > **[SYST]** > **[RESET]** 을 선택하고 **[LAN]** 을 선택하여 리셋을 실행한다.

MEAS	SYST	TEST	INFO
INTERFACE			USB
COM SPEED			9600 bps
DATA OUT			OFF
KEY BEEP			ON
KEY LOCK			OFF
CONTRAST			50 %
RESET			NORMAL SYSTEM LAN



MEAS	SYST	TEST	INFO
INTERFACE			USB
COM SPEED			9600 bps
DATA OUT			OFF
KEY BEEP			ON
KEY LOCK			OFF
CONTRAST			50 %
BACKLIG			OFF
RESET			NORMAL SYSTEM LAN
EXIT			

LAN RESET ?

LAN을 리셋하면 아래 항목이 초기값으로 돌아갑니다.

IP 주소: 192.168.1.1
 서브넷 마스크: 255.255.0.0
 디폴트 게이트웨이: OFF(0.0.0.0)
 통신 커맨드 포트: 23

측정 완료 후 측정값 출력하기 (BT4560-50만 해당)

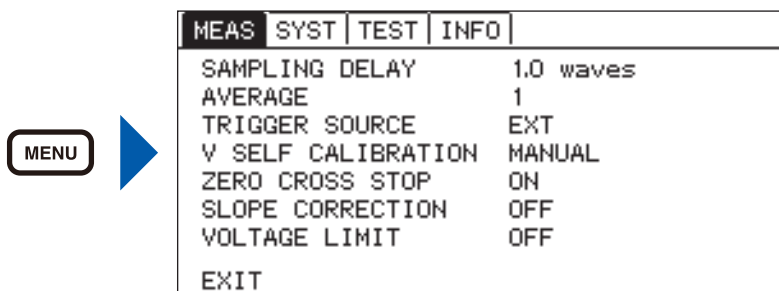
외부 트리거 설정에서 **START/STOP** 키를 누르거나, 통신 커맨드(*TRG)에 의해 측정을 시작한 경우 측정 완료 후 선택되어 있는 인터페이스에 측정값을 출력합니다. 내부 트리거 설정에서는 본 기능을 사용할 수 없습니다.

응답 포맷은 측정값 취득 쿼리(:FETCH?/:READ?)와 같습니다.

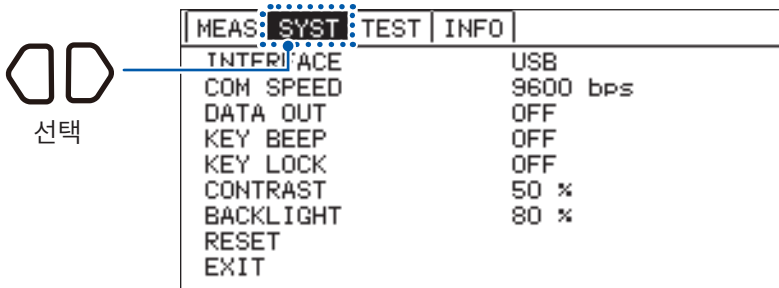
(본 기능을 SW1001 스위치 메인프레임의 스캔 기능과 함께 사용하면 스캔 동작 시간을 단축할 수 있습니다)

측정 시작 전에, 측정값을 취득하는 컨트롤러를 문자열을 수신할 수 있는 상태로 해 주십시오. 측정값 문자열의 마지막을 나타내는 터미네이터(CR+LF)를 컨트롤러가 수신한 후, 필요에 따라 파일 저장이나 표시 등을 하고, 다시 컨트롤러를 문자열을 수신할 수 있는 상태로 해 주십시오.

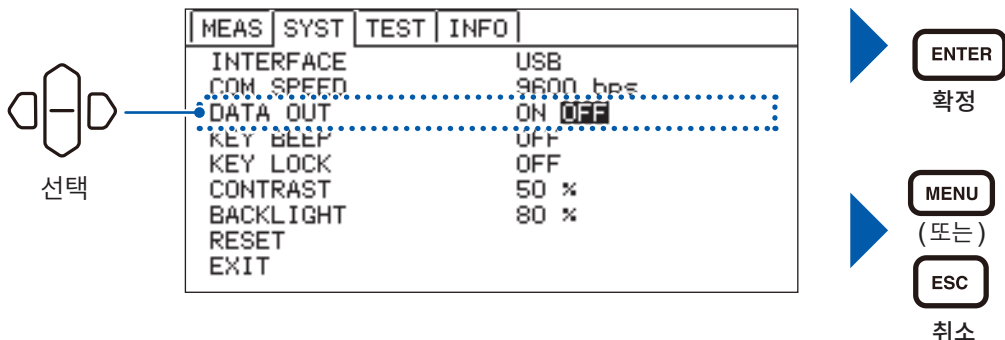
1 **[MENU]** (**MENU**)를 누릅니다. (설정 화면이 표시됩니다)



2 **[SYST]** 탭을 선택합니다.



3 **[DATA OUT]**을 선택하고 **[ON]** 또는 **[OFF]**로 설정한 후 **ENTER** 키를 눌러 확정합니다.



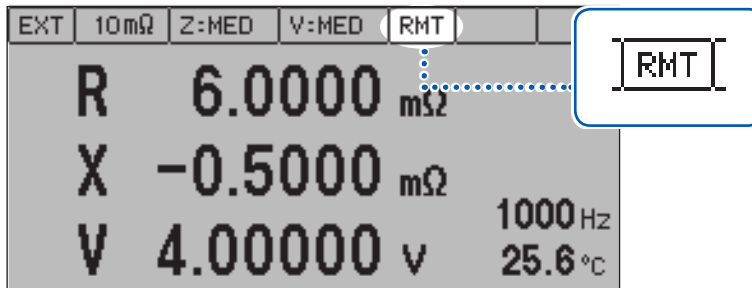
9.3 커맨드로 제어 및 데이터 취득하기

통신 커맨드 및 쿼리의 표기(통신 메시지 레퍼런스)에 대해서는 부속 어플리케이션 소프트웨어의 통신 커맨드 사용설명서를 참조해 주십시오.

리모트 상태•로컬 상태

통신 중에는 리모트 상태가 되어 측정 화면에 **[RMT]**이 표시되고 **LOCAL**키를 제외한 조작 키는 무효가 됩니다.

[LOCAL](**LOCAL**)을 누르면 리모트 상태는 해제되어 키 조작이 가능해집니다.



본 기기가 설정 화면일 때에 리모트 상태가 된 경우는 자동으로 측정 화면으로 이동됩니다.

10 사양

10.1 측정 기능 사양

임피던스 측정

측정 신호	정전류 교류 신호	
측정 방식	4단자대법	
측정 단자 구조	BNC	
측정 단자 기능	SOURCE-H 단자	전류 발생 단자
	SOURCE-L 단자	전류 검출 단자
	SENSE-H 단자	전압 검출 단자
	SENSE-L 단자	전압 검출 단자
측정 항목	저항	(파라미터 표기: R)
	리액턴스	(파라미터 표기: X)
	임피던스	(파라미터 표기: Z)
	위상각	(파라미터 표기: θ)
레인지 구성	3 m Ω / 10 m Ω / 100 m Ω	
측정 속도 설정	FAST / MED / SLOW	
표시 범위/분해능		

		3 m Ω 레인지	10 m Ω 레인지	100 m Ω 레인지
Z	표시 범위	0.0000 m Ω ~ 3.6000 m Ω	0.0000 m Ω ~ 12.0000 m Ω	0.000 m Ω ~ 120.000 m Ω
	분해능	0.1 $\mu\Omega$	0.1 $\mu\Omega$	1 $\mu\Omega$
θ	표시 범위	-180.000° ~ 180.000°	-180.000° ~ 180.000°	-180.000° ~ 180.000°
	분해능	0.001°	0.001°	0.001°
R	표시 범위	-0.1000 m Ω ~ 3.6000 m Ω	-0.3000 m Ω ~ 12.0000 m Ω	-3.000 m Ω ~ 120.000 m Ω
	분해능	0.1 $\mu\Omega$	0.1 $\mu\Omega$	1 $\mu\Omega$
X	표시 범위	-3.6000 m Ω ~ 3.6000 m Ω	-12.0000 m Ω ~ 12.0000 m Ω	-120.000 m Ω ~ 120.000 m Ω
	분해능	0.1 $\mu\Omega$	0.1 $\mu\Omega$	1 $\mu\Omega$

주파수 범위	BT4560	0.10 Hz ~ 1050 Hz
	BT4560-50	0.01 Hz ~ 1050 Hz
주파수 설정 분해능	0.01 Hz ~ 0.99 Hz	0.01 Hz step
	1.0 Hz ~ 9.9 Hz	0.1 Hz step
	10 Hz ~ 99 Hz	1 Hz step
	100 Hz ~ 1050 Hz	10 Hz step

주파수 정확도 설정값에 대해 $\pm 0.01\%$ 이하

측정 전류/직류 부하(직류 부하란 임피던스 측정 시에 측정 대상에 가해지는 오프셋 전류입니다.)

	3 m Ω 레인지	10 m Ω 레인지	100 m Ω 레인지
측정 전류	1.5 A rms $\pm 10\%$	500 mA rms $\pm 10\%$	50 mA rms $\pm 10\%$
직류 부하 전류	1 mA 이하	0.35 mA 이하	0.035 mA 이하

측정 파수		FAST	MED	SLOW
	0.01 Hz ~ 66 Hz	1파	2파	8파
	67 Hz ~ 250 Hz	2파	8파	32파
	260 Hz ~ 1050 Hz	8파	32파	128파

오버 레인지 표시 OverRange

전압 측정

측정 단자 구조	BNC		
측정 단자 기능	SENSE-H 단자	전압 검출 단자	
	SENSE-L 단자	전압 검출 단자	
측정 항목	전압(파라미터 표기: V)		
레인지 구성	5 V(단일 레인지)		
표시 범위	-5.10000 V ~ 5.10000 V		
분해능	10 μ V		
측정 속도 설정	FAST / MED / SLOW		
측정 시간	FAST	0.1 s	
	MED	0.4 s	
	SLOW	1.0 s	
	(셀프 캘리브레이션 AUTO일 때는 측정 시간에 210 ms 추가)		
샘플링 주기	6 kHz		
오버 레인지 표시	OVER VOLTAGE		

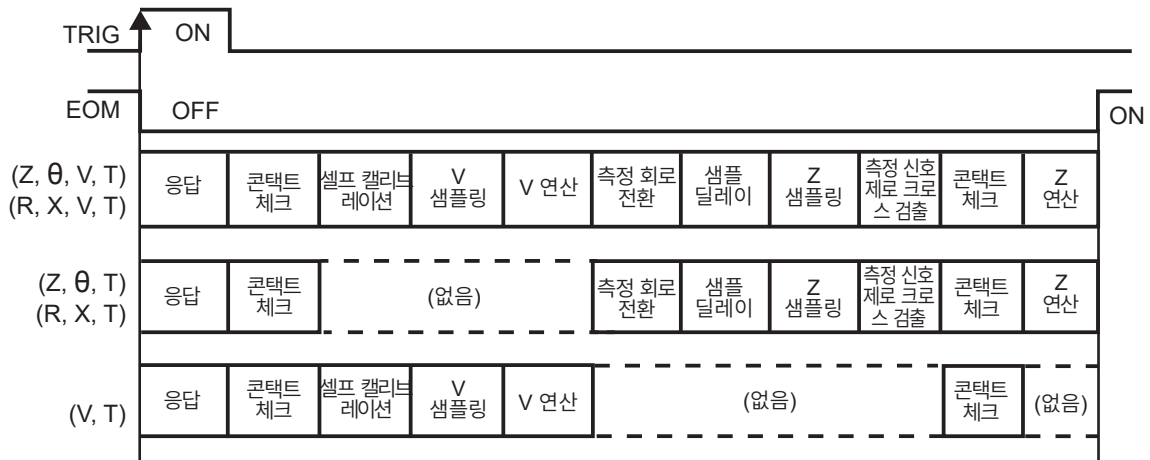
온도 측정

측정 단자 구조	4단자 이어폰 잭 ϕ 3.5 mm		
측정 항목	온도(파라미터 표기: T)		
표시 범위	-10.0°C ~ 60.0°C		
분해능	0.1°C		
샘플링 시간	2.3 s		
오버 레인지 표시	+Over°C, -Under°C		
미접속 시 표시	--.°C		

평선

평선 구성 (R, X, V, T) / (Z, θ , V, T) / (R, X, T) / (Z, θ , T) / (V, T)

측정 시퀀스



셀프 캘리브레이션은 셀프 캘리브레이션 설정 [AUTO]일 때에 실행
 측정 신호 제로 크로스 검출은 측정 신호 제로 크로스 정지 기능 [ON]일 때에 실행

측정 시간

응답 시간	0.1 ms
컨택트 체크 시간	10 ms
셀프 캘리브레이션 시간	210 ms
V 샘플링 시간	0.1 s / 0.4 s / 1.0 s (FAST / MED / SLOW)
V 연산 시간	0.1 ms
측정 회로 전환 시간	58 ms
샘플 딜레이 시간	$(1 \div f) \times M + 5$ ms (f: 측정 주파수, M: 설정 파수)
Z 샘플링 시간	$(1 \div f) \times N + T + 0.016$ (f: 측정 주파수, N: 측정 파수, T: 샘플링용 제어 시간) (단위는 "s") $T = 0.088 \div f$ (f: 0.01 Hz - 66 Hz) $T = 0.36 \div f$ (f: 67 Hz - 250 Hz) $T = 1.5 \div f$ (f: 260 Hz - 1050 Hz)
측정 신호 제로 크로스 검출	$(1 \div f)$ 이하 (f: 측정 주파수) (단위는 "s")
Z 연산 시간	70 ms
전체 측정 시간	평선 (R, X, V, T) / (Z, θ , V, T) 응답 시간 + 콘택트 체크 시간 $\times 2$ + (셀프 캘리브레이션 시간) + V 샘플링 시간 + V 연산 시간 + 측정 회로 전환 시간 + 샘플 딜레이 시간 + Z 샘플링 시간 + (측정 신호 제로 크로스 검출 시간) + Z 연산 시간 <hr/> 평선 (R, X, T) / (Z, θ , T) 응답 시간 + 콘택트 체크 시간 $\times 2$ + 측정 회로 전환 시간 + 샘플 딜레이 시간 + Z 샘플링 시간 + (측정 신호 제로 크로스 검출 시간) + Z 연산 시간 <hr/> 평선 (V, T) 응답 시간 + 콘택트 체크 시간 $\times 2$ + (셀프 캘리브레이션 시간) + V 샘플링 시간 + V 연산 시간 (셀프 캘리브레이션 시간은 셀프 캘리브레이션 설정 [AUTO]일 때에 추가) (측정 신호 제로 크로스 검출 시간은 측정 신호 제로 크로스 정지 기능 [ON]일 때에 추가)

사
양

10

10.2 부가 기능

측정

레인지 설정

기능 개요	임피던스의 측정 레인지 설정(전압, 온도는 단일 레인지이기 때문에 설정 없음)
기능 설정	3 mΩ / 10 mΩ / 100 mΩ(AUTO 설정 없음)
설정 백업	있음

주파수 설정

기능 개요	임피던스 측정의 측정 주파수 설정	
기능 설정	BT4560	0.10 Hz ~ 1050 Hz
	BT4560-50	0.01 Hz ~ 1050 Hz
설정 백업	있음	

측정 속도 설정

기능 개요	임피던스 측정, 전압 측정의 측정 속도 설정	
기능 설정	임피던스 측정	FAST / MED / SLOW
	전압 측정	FAST / MED / SLOW
설정 백업	있음	

평선 설정

기능 개요	측정 평선 설정
기능 설정	(R, X, V, T) / (Z, θ, V, T) / (R, X, T) / (Z, θ, T) / (V, T)
설정 백업	있음

트리거 소스 설정

기능 개요	측정 시작 트리거
기능 설정	EXT / INT EXT: 외부 트리거 INT: 내부 트리거 (내부 트리거 설정 시 전압 리미트를 ON으로 함)
설정 백업	있음

측정 정지

기능 개요	측정 정지
기능 설정	측정 중에 START/STOP키를 누르면 측정이 정지됩니다.

측정 상태의 표시

기능 개요	측정 중인 것을 화면에 표시합니다.
기능 동작	측정 시간이 길 때 (약 1 s 이상)에 LCD 화면에 측정 중인 것을 표시합니다.

패널 세이브·로드

기능 개요	측정조건의 저장·불러오기를 실행합니다.	
적용 조건	측정 평선, 측정 레인지, 임피던스 측정 속도, 전압 측정 속도, 측정 주파수, 컴퍼레이터 설정, 영점 조정 설정, 영점 조정 데이터, 샘플 딜레이 설정, 애버리지, 트리거 소스, 셀프 캘리브레이션 설정, 측정 신호 제로 크로스 정지 설정, 전위 구배 보정 설정, 전압 리밋	
패널 수	126	
기능 설정	세이브	현재의 측정조건을 저장
	로드	저장된 측정조건 불러오기
	클리어	저장된 측정조건 삭제
	상세 표시	저장된 측정조건 표시(적용 조건을 표시)
설정 백업	있음(패널 데이터 백업)	

측정 이상 검출

기능 개요	측정 이상을 검출하여 에러 표시와 에러 출력을 합니다. 검출 시 즉시 측정을 정지합니다.		
이상 검출 내용	검출 내용	검출 타이밍	표시
	측정 전류 이상	트리거 접수 - 전압 측정 간 샘플링 딜레이 - 측정 신호 제로 크로스 정지 간	----
	SOURCE-H와 SENSE-H 간의 콘택트 에러	측정 전/후	CONTACT ERROR H
	SOURCE-L과 SENSE-L 간의 콘택트 에러	측정 전/후	CONTACT ERROR L
	측정물의 전압 드리프트	임피던스 측정 중	VOLTAGE DRIFT
	과전압 입력 에러	전압 측정 시	OVER VOLTAGE
	전압 리밋 에러	전압 측정 시	OVER V LIMIT
	리턴 케이블 미접속 에러	임피던스 측정 후	RETURN CABLE ERROR
검출 타이밍	“8.2 타이밍 차트” (p.80) 참조		
측정 이상 표시	“에러 표시와 대처 방법” (p.123) 참조		

컴퍼레이터(Comparator)

기능 개요	측정값과 기준값의 비교 기능	
기능 설정	ON / OFF(측정 파라미터 각각에 설정)	
적용 측정	임피던스 측정, 전압 측정	
상/하한값 설정 범위	Z : 0.0000 mΩ ~ 120.0000 mΩ	
	θ : -180.000° ~ 180.000°	
	R : -3.0000 mΩ ~ 120.0000 mΩ	
	X : -120.0000 mΩ ~ 120.0000 mΩ	
	V : -5.10000 V ~ 5.10000 V	
부저 모드	OFF / Hi·Lo / IN / ALL	

부저 동작	OFF	부저음 없음
	Hi•Lo	단음 부저음 3회
	IN	장음 부저음
	ALL	Hi•Lo일 때: 단음 부저음 3회 IN일 때: 장음 부저음

V 절대값 판정 ON/OFF

판정 결과 Hi / IN / Lo(임피던스, 전압 각각 독립 판정)

PASS/FAIL 판정 임피던스 판정 결과와 전압 판정 결과를 AND연산하여 PASS / FAIL 출력 (EXT.I/O 출력)

판정 동작

측정 결과	판정 결과	EXT.I/O의 출력					
		Hi	IN	Lo	ERR	PASS	FAIL
Hi 설정값 < 측정값	Hi	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
Lo 설정값 ≤ 측정값 ≤ Hi 설정값	IN	OFF	ON	OFF	OFF	ON	OFF
측정값 < Lo 설정값	Lo	OFF	OFF	ON	OFF	OFF	ON
OverRange	Hi	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	ON
측정 이상	판정하지 않음	OFF	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
측정 중단 시	판정하지 않음	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

설정 백업 있음

영점 조정(Zero-adjustment)

기능 개요 오프셋이나 측정 환경에 의한 잔류 성분을 제거합니다.

적용 측정 임피던스 측정, 전압 측정

기능 설정 ON/OFF

조정 모드 SPOT/ALL

SPOT:
현재 설정되어 있는 레인지에서의 주파수, 전압 측정에 대하여 영점 조정을 합니다.

ALL:
현재 설정되어 있는 레인지에서의 주파수 전역, 전압 측정에 대하여 영점 조정을 합니다.

영점 조정 범위	R	-0.1000 mΩ ~ 0.1000 mΩ(3 mΩ 레인지) -0.3000 mΩ ~ 0.3000 mΩ(10 mΩ 레인지) -3.000 mΩ ~ 3.000 mΩ(100 mΩ 레인지)
	X	-1.5000 mΩ ~ 1.5000 mΩ(전체 레인지 공통)
	V	-0.10000 V ~ 0.10000 V

설정 백업 있음

셀프 캘리브레이션(Self-Calibration)

기능 개요 전압 측정의 정확도를 유지하기 위해서 실행하는 내부 회로의 캘리브레이션

기능 설정 AUTO / MANUAL

실시 타이밍

AUTO 전압 측정 시에는 반드시 실행

MANUAL EXT.I/O 또는 커맨드로 실행
(TRIG 대기 상태에서 실행하고 측정 중에 신호가 들어오면 종료 후에 실행합니다.)

캘리브레이션 시간 210 ms

설정 백업	있음
-------	----

샘플 딜레이(Sample delay)

기능 개요	임피던스 측정 시 교류 인가에서부터 샘플링 시작까지의 대기 파수 설정 (p.38)
기능 설정	WAVE / ΔVOLT WAVE: 설정 파수만 측정 신호 인가 후 샘플링을 합니다. 0파 ~ 9파(분해능 0.1파, 초기값: 1파)로 설정 ΔVOLT: 측정 신호의 구배 편차가 설정 전압 이하가 된 후 샘플링을 합니다. 0.001 mV ~ 10.000 mV로 설정
설정 백업	있음

애버리지(임피던스 측정만 해당)

기능 개요	임피던스 측정값을 지정 횟수만큼 평균화해서 출력
기능 설정	1 ~ 99회
평균화 방법	단순 평균 $R_{avg(n)} = \frac{1}{A} \sum_{k=(n-1)A+1}^{nA} R_k$
설정 백업	있음

임피던스 측정의 전위 구배 보정(Slope Correction)

기능 개요	임피던스 측정 시의 교류 신호의 기울기를 보정합니다. (p.42)
기능 설정	ON / OFF
설정 백업	있음

전압 리미트

기능 개요	임피던스 측정을 하는 전지 전압의 상한값을 설정 전지 전압이 설정 전압보다 클 경우에 임피던스 측정을 실시하지 않습니다. (p.44)
기능 설정	ON / OFF
설정 범위	0.01 V ~ 5.00 V(초기 설정: 4.20 절대값에 의한 설정)
설정 백업	있음

교류 인가 시의 총방전 방지

기능 개요	측정 교류 신호를 0 크로스에서 종료시킴으로써 전지에 대한 총방전을 방지합니다.
기능 설정	ON / OFF
정밀도	±80 μs
설정 백업	있음

시스템

인터페이스 설정

기능 개요	통신 인터페이스 설정	
기능 설정	BT4560	RS-232C / USB(USB 우선 자동 인식. 동시 사용 불가)
	BT4560-50	RS-232C / USB / LAN(수동 선택)
	전송 속도 설정 (송신 구분 문자는 CR+LF로 고정)	9,600 bps / 19,200 bps / 38,400 bps
설정 백업	있음	

디스플레이 설정

기능 개요	디스플레이의 명암과 백라이트 조정
자동 오프	외부 트리거의 경우 1분 간 조작하지 않는 상태가 계속되면 휘도가 10%로 떨어집니다. 프론트 패널의 키 조작으로 휘도를 원래 상태로 되돌릴 수 있습니다.
명암	0% ~ 100%(5%씩, 초기값: 50%)
휘도 조정	10% ~ 100%(5%씩, 초기값: 80%)
설정 백업	있음

EXT.I/O 설정

기능 개요	EXT.I/O의 출력을 싱크 또는 소스로 설정
EXT.I/O 설정	PNP / NPN
설정 방법	뒷면 스위치로 전환

키 로크

기능 개요	트리거 이외의 키 조작을 무효화
기능 설정	ON / OFF(ON일 때 트리거 이외의 키 조작 무효)
해제 방법	LOCAL키를 5초 이상 길게 누릅니다.

키 조작 부저

기능 개요	키 조작 시에 부저가 울립니다.
기능 설정	ON / OFF(ON일 때 부저가 울립니다.)
설정 백업	있음

리셋

기능 개요	설정을 삭제합니다.	
기능 동작	System 리셋	통신 설정 이외의 설정을 공장 출하 상태로 합니다.
	Normal 리셋	통신 설정, 영점 조정값, 패널 세이브 데이터 이외를 공장 출하 상태로 합니다.

인포메이션

기능 개요	시스템 정보 표시
표시 정보	제조번호, 소프트웨어 버전

시스템 테스트

기능 개요	각종 동작 확인	
테스트 항목	키 테스트, LCD 테스트, ROM 테스트, EXT.I/O 테스트	
기능 동작	키 테스트	키가 정상적으로 동작하는지 확인
	LCD 테스트	LCD 백라이트의 ON/OFF 동작 확인
	ROM 테스트	ROM의 내용이 정상인 것을 확인
	EXT.I/O 테스트	EXT.I/O 출력이 정상적으로 출력되는지, 입력 신호를 정상적으로 읽어오는지 확인
	통신 모니터	통신 커맨드 및 쿼리의 응답을 화면에 표시합니다.

에러 표시

“에러 표시와 대처 방법” (p.123)

10.3 사용자 인터페이스

표시

흑백 그래픽	LCD 240 × 110
화면 사이즈	94 W × 55 H mm(View area)
백라이트	백색 LED
	휘도 조정 범위: 10 ~ 100% (5%씩)
명암	조정 범위: 0 ~ 100% (5%씩)

10.4 외부 인터페이스

통신 인터페이스

인터페이스 종류	BT4560	RS-232C / USB(USB 우선 자동 인식. 동시 사용 불가)
	BT4560-50	RS-232C / USB / LAN(수동 선택)

RS-232C

통신 내용	리모트 제어, 측정값 출력
전송방식	조보동기식, 전이중
전송 속도	9,600 bps / 19,200 bps / 38,400 bps
데이터 비트 길이	8비트
스톱 비트	1
패리티 비트	없음
터미네이터	송신: CR+LF 수신: CR, CR+LF
구분 문자	송신: CR+LF 수신: CR, CR+LF
핸드셰이크	X 플로 없음, 하드웨어 플로 없음
프로토콜	비절차(Non-procedure)방식
커넥터	D-sub9 Pin Male 감합 고정대 나사 #4-40 나사

USB

통신 내용	리모트 제어, 측정값 출력
전기적 사양	USB2.0(가상 COM포트)
클래스	CDC 클래스
커넥터	Series B receptacle

LAN(BT4560-50)

브라우저 액세스로 설정 변경 가능

준거 규격	IEEE802.3			
전송 방식	10BASE-T/100BASE-TX 자동 인식 Half/Full Duplex, Auto MDI-X			
프로토콜	TCP/IP			
커넥터	RJ-45			
통신 내용	통신 커맨드에 의한 설정, 측정값 취득			
설정	IP 주소	xxx.xxx.xxx.xxx *1	초기값	192.168.1.1
	서브넷 마스크	xxx.xxx.xxx.xxx *1	초기값	255.255.0.0
	디폴트 게이트웨이	xxx.xxx.xxx.xxx *1	초기값	OFF(0.0.0.0)
	통신 커맨드 포트	11 ~ 65535 (80은 제외)	초기값	23

*1. xxx는 0 ~ 255

EXT.I/O

입력 신호

입력 신호	<ul style="list-style-type: none"> • START(TRIG) • STOP • 0ADJ_SPOT • 0ADJ_ALL • LOAD0 ~ LOAD6 • CAL
포토 커플러 절연	무전압 접점 입력(전류 싱크/소스 출력 대응)
입력 ON	잔류 전압 1 V(입력 ON 전류 4 mA(참고값))
입력 OFF	OPEN(차단 전류 100 μA 이하)

출력 신호

출력 신호	<ul style="list-style-type: none"> • INDEX • EOM • ERR • PASS • FAIL • RorZ_HI • RorZ_IN • RorZ_LO • Xorθ_HI • Xorθ_IN • Xorθ_LO • V_HI • V_IN • V_LO
포토 커플러 절연	오픈 드레인 출력(무극성)
최대 부하 전압	DC 30 V max 잔류 전압 1 V 이하 (부하 전류 50 mA) / 0.5 V 이하 (부하 전류 10 mA)
최대 출력 전류	50 mA max/ch

서비스 전원 출력

출력 전압	싱크 출력 대응	+5.0 V±10%, 100 mA max
	소스 출력 대응	-5.0 V±10%, 100 mA max
절연	보호 접지 전위 및 측정 회로에서 플로팅	
절연 정격	대지간 전압 DC 50 V, AC 30 V rms, AC 42.4 V peak 이하	

구조

커넥터	D-sub37 Pin Female 감합 고정대 나사 #4-40 나사
핀 배치	“8.1 외부 입출력 단자와 신호에 대해서” (p.76)

10.5 정확도

정확도 보증 조건

온도/습도 범위	23°C±5°C, 80%RH 이하(결로 없을 것)
영점 조정	영점 조정 실시 후
측정 상태	영점 조정 시와 동일한 프로브 형태, 배치, 측정 환경에서 측정할 것 측정 중에 프로브의 형태에 변화가 없을 것
웜업 시간	60분 이상
셀프 캘리브레이션	웜업 후에 셀프 캘리브레이션을 실행할 것 셀프 캘리브레이션 후의 환경 온도 변동은 ±2°C 이내가 되도록 할 것

임피던스 측정 정확도

- 3mΩ 레인지(0.01 Hz ~100 Hz), 10 mΩ 레인지, 100 mΩ 레인지

R 정확도 = $\pm(0.004|R| + 0.0017|X|)[m\Omega] \pm \alpha$

X 정확도 = $\pm(0.004|X| + 0.0017|R|)[m\Omega] \pm \alpha$

(R, X의 단위는 [mΩ], α는 아래 표와 같습니다.)

Z 정확도 = $\pm 0.4\% \text{ rdg. } \pm \alpha (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$

θ 정확도 = $\pm 0.1^\circ \pm (57.3\alpha / Z) \times (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$

(α는 아래 표와 같습니다.)

- 3 mΩ 레인지(110 Hz ~ 1050 Hz)

R 정확도 = $\pm(0.004|R| + 0.0052|X|)[m\Omega] \pm \alpha$

X 정확도 = $\pm(0.004|X| + 0.0052|R|)[m\Omega] \pm \alpha$

(R, X의 단위는 [mΩ], α는 아래 표와 같습니다.)

Z 정확도 = $\pm 0.4\% \text{ rdg. } \pm \alpha (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$

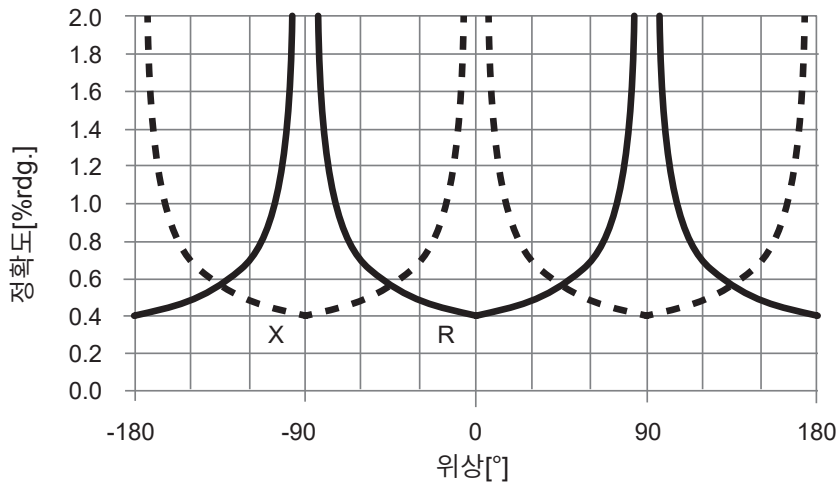
θ 정확도 = $\pm 0.3^\circ \pm (57.3\alpha / Z) \times (|\sin \theta| + |\cos \theta|)$

(α는 아래 표와 같습니다.)

		3 mΩ 레인지	10 mΩ 레인지	100 mΩ 레인지
α	FAST	25 dgt.	60 dgt.	60 dgt.
	MED	15 dgt.	30 dgt.	30 dgt.
	SLOW	8 dgt.	15 dgt.	15 dgt.
온도 계수	R: ±R 정확도 × 0.1/°C X: ±X 정확도 × 0.1/°C Z: ±Z 정확도 × 0.1/°C θ: ±θ 정확도 × 0.1/°C (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C에서 적용)			

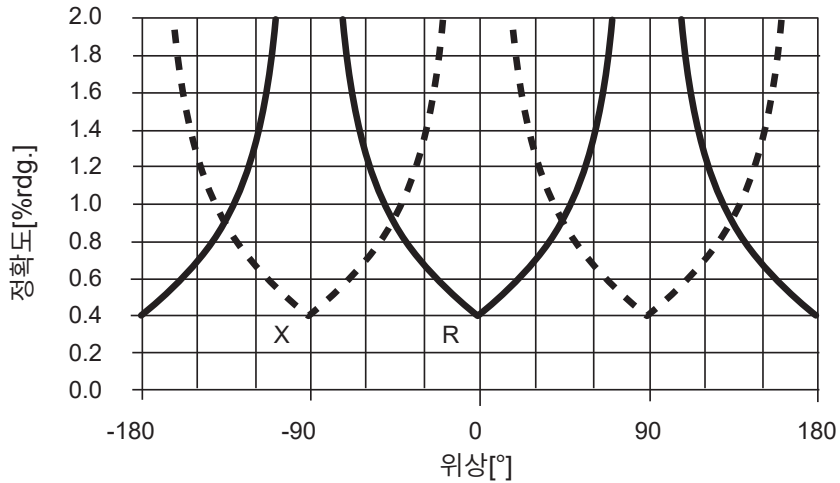
정확도 그래프

- 3 mΩ 레인지(0.01 Hz ~ 100 Hz), 10 mΩ 레인지, 100 mΩ 레인지



α 를 제외한 임피던스 정확도 ($0.004|R|+0.0017|X|$, $0.004|X|+0.0017|R$)

- 3 mΩ 레인지(110 Hz ~ 1050 Hz)



α 를 제외한 임피던스 정확도 ($0.004|R|+0.0052|X|$, $0.004|X|+0.0052|R$)

전압 측정 정확도

전압 측정

V	표시 범위	-5.10000 V ~ 5.10000 V
	분해능	10 μ V
전압 정확도	FAST	$\pm 0.0035\%$ rdg. ± 5 dgt.
	MED	$\pm 0.0035\%$ rdg. ± 5 dgt.
	SLOW	$\pm 0.0035\%$ rdg. ± 5 dgt.
온도 계수	$\pm 0.0005\%$ rdg. ± 1 dgt. /°C (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C에서 적용)	

온도 측정 정확도

온도 측정(본 기기만)	$\pm 0.1^\circ\text{C}$ 온도 계수: $\pm 0.01^\circ\text{C}/^\circ\text{C}$ (본 기기 온도: 0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C에서 적용)
온도 측정 (본 기기+Z2005)	$\pm 0.5^\circ\text{C}$ (측정 온도: 10.0°C ~ 40.0°C) $\pm 1.0^\circ\text{C}$ (측정 온도: -10.0°C ~ 9.9°C, 40.1°C ~ 60.0°C)

정확도의 계산 예

(표시 자릿수 이하는 버림)

1 임피던스 측정 정확도

<측정조건 1>

측정 레인지: 3 mΩ 레인지, 측정 속도: SLOW, 주파수: 0.01 ~ 100 Hz, 측정 대상: R=1 mΩ, X=-0.5 mΩ

R 정확도

$$\begin{aligned} & \pm(0.004 \times |1 \text{ m}\Omega| + 0.0017 \times |-0.5 \text{ m}\Omega|) \pm 8 \text{ dgt.} \\ & = \pm(0.004 \times |1 \text{ m}\Omega| + 0.0017 \times |-0.5 \text{ m}\Omega|) \pm 0.0008 \text{ m}\Omega \\ & = \pm 0.00565 \text{ m}\Omega \text{ (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.0056 \text{ m}\Omega) \end{aligned}$$

X 정확도

$$\begin{aligned} & \pm(0.004 \times |-0.5 \text{ m}\Omega| + 0.0017 \times |1 \text{ m}\Omega|) \pm 8 \text{ dgt.} \\ & = \pm(0.004 \times |-0.5 \text{ m}\Omega| + 0.0017 \times |1 \text{ m}\Omega|) \pm 0.0008 \text{ m}\Omega \\ & = \pm 0.00450 \text{ m}\Omega \text{ (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.0045 \text{ m}\Omega) \end{aligned}$$

<측정조건 2>

측정 레인지: 100 mΩ 레인지, 측정 속도: FAST, 주파수: 0.01 ~ 1050 Hz, 측정 대상: Z=60 mΩ, θ=-20°

Z 정확도

$$\begin{aligned} & \pm 0.4\% \text{ rdg.} \times 60 \text{ m}\Omega \pm 60 \text{ dgt.} \times \{|\cos(-20^\circ)| + |\sin(-20^\circ)|\} \\ & = \pm 0.240 \text{ m}\Omega \pm 0.060 \text{ m}\Omega \times (|0.940| + |-0.342|) \\ & = \pm 0.3169 \text{ m}\Omega \text{ (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.316 \text{ m}\Omega) \end{aligned}$$

θ 정확도

$$\begin{aligned} & \pm 0.1^\circ \pm 57.3^\circ \times 60 \text{ dgt.} \div 60 \text{ m}\Omega \times \{|\cos(-20^\circ)| + |\sin(-20^\circ)|\} \\ & = \pm 0.1^\circ \pm 57.3^\circ \times 0.060 \text{ m}\Omega \div 60 \text{ m}\Omega \times (|0.940| + |-0.342|) \\ & = \pm 0.1734^\circ \text{ (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.173^\circ) \end{aligned}$$

<측정조건 3>

측정 레인지: 3 mΩ 레인지, 측정 속도: SLOW, 주파수: 0.01 ~ 100 Hz, 측정 대상: R=1 mΩ, X=-0.5 mΩ
본 기기 주위 온도: 15°C

R 정확도

$$\begin{aligned} & \pm(0.004 \times |1 \text{ m}\Omega| + 0.0017 \times |-0.5 \text{ m}\Omega|) \pm 8 \text{ dgt.} \\ & + \{\pm(0.004 \times |1 \text{ m}\Omega| + 0.0017 \times |-0.5 \text{ m}\Omega|) \pm 8 \text{ dgt.}\} \times 0.1^\circ\text{C} \times (|18^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}|) \\ & = \pm 0.00565 \text{ m}\Omega + (\pm 0.00565 \text{ m}\Omega) \times 0.1^\circ\text{C} \times 3^\circ\text{C} \\ & = \pm 0.00735 \text{ m}\Omega \text{ (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.0073 \text{ m}\Omega) \end{aligned}$$

X 정확도

$$\begin{aligned} & \pm(0.004 \times |-0.5 \text{ m}\Omega| + 0.0017 \times |1 \text{ m}\Omega|) \text{ m}\Omega \pm 8 \text{ dgt.} \\ & + \{\pm(0.004 \times |-0.5 \text{ m}\Omega| + 0.0017 \times |1 \text{ m}\Omega|) \text{ m}\Omega \pm 8 \text{ dgt.}\} \times 0.1^\circ\text{C} \times (|18^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}|) \\ & = \pm 0.0045 \text{ m}\Omega + (\pm 0.0045 \text{ m}\Omega) \times 0.1^\circ\text{C} \times 3^\circ\text{C} \\ & = \pm 0.00585 \text{ m}\Omega \text{ (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.0058 \text{ m}\Omega) \end{aligned}$$

2 전압 측정 정확도

<측정조건 1>

측정 레인지: 임의, 측정 속도: 임의, 주파수: 임의, 측정 대상: R=임의, X=임의, V=3.6 V

V 정확도

$$\begin{aligned} & \pm 0.0035\% \text{ rdg.} \times 3.6 \text{ V} \pm 5 \text{ dgt.} \\ = & \pm 0.000126 \text{ V} \pm 0.00005 \text{ V} \\ = & \pm 0.000176 \text{ V (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.00017 \text{ V)} \end{aligned}$$

<측정조건 2>

측정 레인지: 임의, 측정 속도: 임의, 주파수: 임의, 측정 대상: R=임의, X=임의, V=3.6 V, 본 기기 주위 온도: 15°C

V 정확도

$$\begin{aligned} & \pm 0.0035\% \text{ rdg.} \times 3.6 \text{ V} \pm 5 \text{ dgt.} + (\pm 0.0005\% \text{ rdg./}^\circ\text{C} \times 3.6 \text{ V} \pm 1 \text{ dgt./}^\circ\text{C}) \times (|18^\circ\text{C} - 15^\circ\text{C}|) \\ = & \pm 0.000176 \text{ V} + (\pm 0.000018 \text{ V/}^\circ\text{C} \pm 0.00001 \text{ V/}^\circ\text{C}) \times 3^\circ\text{C} \\ = & \pm 0.000260 \text{ V (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.00026 \text{ V)} \end{aligned}$$

3 온도 측정 정확도

<측정조건 1>

본 기기+Z2005의 조합, 측정 온도: T=35°C, 본 기기 주위 온도: 0°C

T 정확도

$$\begin{aligned} & \pm 0.5^\circ\text{C} \pm 0.01^\circ\text{C/}^\circ\text{C} \times (|18^\circ\text{C} - 0^\circ\text{C}|) \\ = & \pm 0.68^\circ\text{C (표시 자릿수 이하를 버려 } \pm 0.6^\circ\text{C)} \end{aligned}$$

10.6 일반 사양

사용 온도/습도 범위	0°C ~ 40°C, 80% RH 이하 (결로 없을 것)	
보관 온도/습도 범위	-10°C ~ 50°C, 80% RH 이하 (결로 없을 것)	
정확도 보증 온도/습도 범위	23°C±5°C, 80% RH 이하 (결로 없을 것)	
정확도 보증기간	1년	
제품 보증기간	3년	
사용 장소	실내, 고도 2000 m까지, 오염도2	
정격 전원 전압	AC 100 V ~ AC 240 V(정격 전원 전압에 대하여 ±10%의 전압 변동을 고려하고 있습니다.) 예상되는 과도 과전압 2500 V	
정격 전원 주파수	50/60 Hz	
최대 정격 전력	80 VA	
일반 소비전력 (참고치)	37 W (BT4560-50) 조건: 전원 전압 264 V/60 Hz, 3 mΩ 레인지(측정 전류 1.5 A rms), 주파수 1050 Hz	
최대 입력 전압	±5 V(H단자 - L단자 간)	
대지간 최대 전압	DC ± 5 V (H 단자 - 케이스 간) DC 0 V (L 단자 - 케이스 간)	
개방 단자 전압	50 mV 이하 (비측정 시) 15 V 이하 (측정 시)	
내전압	전원 단자 일괄 - 보호 접지 간	AC 1.62 kV, 1분 간 컷오프 전류 10 mA
외형 치수	약 330 mm (W) × 80 mm (H) × 293 mm (D) (돌출부 불포함)	
질량	BT4560	약 3.7 kg
	BT4560-50	약 3.8 kg

적합 규격

안전성	EN61010	
EMC	EN61326 Class A	
	방사성 무선 주파수 전자계의 영향	80 MHz ~ 1 GHz: 10 V/m, 1 GHz ~ 6 GHz: 3 V/m 에서 임피던스 측정 $\pm 5\%f.s.$ 전압 측정 $\pm 2\%f.s.$
	전도성 무선 주파수 전자계의 영향	BT4560 3 V에서 임피던스 측정 $\pm 2\%f.s.$ BT4560-50 10 V에서 임피던스 측정 $\pm 2\%f.s.$
	외부자계의 영향	400 A/m, 50/60 Hz의 자계 내에서 임피던스 측정 $\pm 6\%f.s.$

부속품

p.2를 참조해 주십시오.

옵션

p.2를 참조해 주십시오.

11 보수·서비스

11.1 문제 해결

- 고장이라고 생각될 때는 “수리를 맡기기 전에”를 확인하신 후 당사 또는 대리점으로 문의해 주십시오.
- 수리를 맡길 경우는 수송 중에 파손되지 않도록 포장해 주십시오. 상자 속에서 본 기기가 움직이지 않도록 쿠션재 등으로 고정시켜 주시고, 고장 내용에 대한 자세한 설명을 첨부해 주십시오. 당사는 수송 중 발생한 파손에 대해서는 보증할 수 없습니다.
- 퓨즈는 본 기기 전원에 내장되어 있습니다. 전원이 켜지지 않을 경우는 퓨즈가 단선되어 있을 가능성이 있습니다. 사용자가 직접 교체 및 수리를 할 수 없으므로 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

Q&A(자주하는 질문)

일반적인 항목

No.	증상	확인해 주십시오.	예상되는 원인 → 대책	참조	
1-1	전원이 켜지지 않습니다. (아무것도 표시 되지 않습니다.)	주전원 스위치 (뒷면)	OFF	전원이 공급되고 있지 않습니다. → 주전원 스위치(뒷면)를 켜 주십시오.	p.21
			ON	전원이 공급되고 있지 않습니다. → 전원 코드의 도통을 확인해 주십시오. → 설비의 브레이커가 켜져 있는 것을 확인해 주십시오.	p.21
				전원 전압, 주파수가 다릅니다. → 전원 정격을 확인해 주십시오. (100 V - 240 V, 50/60 Hz)	—
				화면이 어둡습니다. → 백라이트 휘도와 명암(콘트라스트)을 조정해 주십시오. → 외부 트리거 설정에서는 조작하지 않는 상태가 1분 간 계속되면 자동으로 백라이트의 휘도가 낮아집니다.	p.61
1-2	키 조작을 할 수 없습니다.	표시	[LOCK] 표시가 되어 있음	키 로크되어 있습니다. → 키 로크를 해제해 주십시오.	p.59
			[RMT] 표시가 되어 있음	리모트 상태가 되어 있습니다. → 리모트 상태를 해제해 주십시오.	p.102
1-3	판정 결과가 표시되지 않습니다.	측정값	표시되어 있음	컴퓨터 기능이 OFF로 되어 있습니다. → 기능을 ON으로 해 주십시오.	p.48
			표시되어 있지 않음 (값 이외 표시)	측정값이 표시되어 있지 않을 경우는 판정하지 않고 인디케이터가 표시되지 않습니다.	—
1-4	부저가 들리지 않습니다.	키 조작음 설정	OFF	키 조작음 설정이 OFF로 되어 있습니다. → 기능을 ON으로 해 주십시오.	p.60
		판정음 설정	OFF	판정음 설정이 OFF로 되어 있습니다. → 기능을 ON으로 해 주십시오.	p.53
1-5	부저의 음량을 바꾸고 싶습니다.	본 기기에서는 부저의 음량은 변경할 수 없습니다.		—	

측정에 관한 항목

No.	증상	확인해 주십시오.		예상되는 원인 → 대책	참조
2-1	측정값이 예상되는 값에서 벗어나 있습니다.	영점 조정	ON	영점 조정이 정확하지 않습니다. → 프로브의 배선 형태를 실제 측정 상태에 가깝게 해서 다시 한번 영점 조정을 해 주십시오.	p.28
			OFF	배선 형태의 영향이 제거되지 않았습니다. → 프로브의 배선 형태를 실제 측정 상태에 최대한 가깝게 해서 영점 조정을 해 주십시오.	p.28
2-2	측정값이 안정적이지 않습니다.	측정 프로브의 형태	측정물마다 바뀝니다.	배선 형태의 영향이 제거되지 않았습니다. → 프로브의 배선 형태를 실제 측정 상태에 최대한 가깝게 해서 영점 조정을 해 주십시오.	p.28
			SENSE H-L의 루프가 큼니다.	전자기 유도의 영향을 받고 있습니다. → SENSE-H와 SENSE-L의 배선이 만드는 루프 면적을 작게 해 주십시오.	p.부3
		측정 프로브	자체 제작	측정 위치에 따라 측정값이 바뀌고 있습니다. → 프로빙 위치를 맞춰서 측정해 주십시오. → SENSE와 SOURCE의 프로빙 위치를 최대한 떨어뜨려 주십시오. → 점 접촉되는 프로브를 사용해 주십시오. (크라온형은 다점 접촉이 되어 반복 재현성의 면에서는 떨어집니다.)	p.부3
			부속 프로브	측정 위치에 따라 측정값이 바뀌고 있습니다. → 프로빙 위치를 맞춰서 측정해 주십시오.	—
		측정 대상	온도가 안정적이지 않습니다.	온도에 의해 특성이 변화하고 있습니다. → 온도 변화가 작아진 후 측정해 주십시오.	—
			열 용량이 작습니다.	측정 전류에 의해 측정 대상이 발열되고 있습니다. → 측정 전류가 작은 레인지로 설정해 주십시오.	—
			방전 용량이 작습니다.	직류 부하 전류에 의해 총방전이 일어나고 있습니다. → 측정 전류가 작은 레인지로 설정해 주십시오.	—
		온도 센서	안쪽까지 꽂혀 있지 않습니다.	온도 센서가 정확하게 연결되어 있지 않습니다. → 온도 센서를 안쪽까지 확실히 꽂아 주십시오.	—
2-3	영점 조정을 할 수 없습니다.	영점 조정하기 전 측정값이 허용 범위 내에 들어 있지 않습니다.	배선 형태의 영향이 너무 큼니다. → 리턴 케이블과 측정 대상이 만드는 루프 면적을 작게 해 주십시오. → SENSE-H와 SENSE-L이 만드는 루프 면적을 작게 해 주십시오.	—	
		측정 이상이 표시되어 있습니다.	결선에 문제가 있습니다. → 한번 더 정확한 결선에서 영점 조정을 다시 실시해 주십시오. 자체제작 케이블 등으로 저항값이 높을 경우는 영점 조정을 할 수 없으므로 배선 저항을 낮춰 주십시오.	p.32	

EXT.I/O에 관한 항목

No.	증상	확인해 주십시오.	예상되는 원인 → 대책	참조
3-1	전혀 작동하지 않습니다.	본 기기의 EXT.I/O 테스트에서 표시되는 IN, OUT이 컨트롤러와 맞지 않습니다.	배선 등이 잘못되어 있습니다. → EXT.I/O에 대해서 다시 확인해 주십시오. • 커넥터가 빠짐 • 핀 번호가 잘못됨. • ISO_COM단자의 배선 • NPN/PNP 설정 • 접점(혹은 오픈 컬렉터) 제어 (전압 제어가 아님) • 컨트롤러에의 전원 공급 (본 기기에는 전원 공급이 불필요합니다.)	p.76
3-2	TRIG가 걸리지 않습니다.	트리거 소스는 내부 트리거(INT)	내부 트리거 설정에서는 TRIG신호로 트리거가 걸리지 않습니다. → 외부 트리거 설정으로 해 주십시오.	p.37
		TRIG의 ON시간이 0.1 ms 보다 짧습니다.	TRIG의 ON시간이 짧습니다. → ON시간을 0.1 ms 이상 확보해 주십시오.	—
		TRIG의 OFF시간이 1 ms 보다 짧습니다.	TRIG의 OFF시간이 짧습니다. → OFF시간을 1 ms 이상 확보해 주십시오.	—
3-3	LOAD되지 않습니다.	로드할 패널 번호에 패널이 저장되어 있지 않습니다.	저장되어 있지 않는 패널은 로드할 수 없습니다. → LOAD신호를 변경하거나 LOAD신호에 맞게 패널 세이브를 다시 해 주십시오.	p.78
3-4	EOM이 나오지 않습니다.	측정값이 갱신되지 않습니다.	Q&A의 3-2를 확인해 주십시오.	—
		EOM신호의 논리	EOM신호는 측정이 종료되면 ON이 됩니다.	p.79
3-5	HI, IN, LO 신호가 나오지 않습니다.	본 기기에 판정 결과가 표시되어 있지 않습니다.	Q&A의 1-3을 확인해 주십시오.	p.119

통신에 관한 항목

통신 모니터(p.67)를 사용하면 원활하게 동작을 확인할 수 있습니다.

No.	증상	확인해 주십시오.	예상되는 원인 → 대책	참조
4-1	전혀 반응이 없습니다.	표시	[RMT] 표시가 없습니다. 연결이 확실하지 않습니다. → 커넥터의 삽입을 확인해 주십시오. → 인터페이스의 설정이 맞는지 확인해 주십시오. → RS-232C 사용 시는 USB케이블을 꽂지 마십시오. → USB 사용 시는 제어 기기에 드라이버를 설치해 주십시오. → RS-232C 사용 시는 크로스 케이블을 사용해 주십시오. → 제어 기기의 COM포트 번호를 확인해 주십시오. → 본 기기와 제어 기기의 통신 속도를 맞춰 주십시오.	p.91
			[RMT] 표시되어 있습니다. 커맨드가 접수되지 않았습니다. → 소프트웨어의 구분 문자를 확인해 주십시오.	p.91

No.	증상	확인해 주십시오.		예상되는 원인 → 대책	참조
4-2	에러가 납니다.	표시	커맨드 에러가 납니다.	커맨드가 일치하지 않습니다. → 커맨드의 스펠링을 체크해 주십시오. (스페이스는 x20H입니다.) → 쿼리가 없는 커맨드에 “?”를 달지 마십시오. → 본 기기와 제어 기기의 통신 속도를 맞춰 주십시오.	—
				입력 버퍼(256byte)가 넘치고 있습니다. → 받은 문자열을 처리할 때까지 기다려 주십시오. 예: *OPC? 송신→“1” 수신과 같이 커맨드를 여러 줄 송신할 때마다 더미 쿼리를 삽입합니다.	—
			실행 에러가 납니다.	커맨드의 문자열은 정확하지만 실행할 수 있는 상태가 아닙니다. 예: 데이터부의 스펠링 미스 :SAMP:RATE SLOW2 → 각 커맨드의 사양을 확인해 주십시오.	—
				입력 버퍼(256byte)가 넘치고 있습니다. → 받은 문자열을 처리할 때까지 기다려 주십시오. 예: *OPC? 송신 → “1” 수신과 같이 커맨드를 여러 줄 송신할 때마다 더미 쿼리를 삽입합니다.	—
4-3	쿼리의 응답이 돌아오지 않습니다.	통신 모니터	응답 있음	프로그램이 잘못되어 있습니다. → 본 기기에서는 쿼리를 돌려주고 있습니다. 프로그램의 수신 부분을 확인해 주십시오.	—

에러 표시와 대처 방법

LCD 표시부에 에러가 표시된 경우는 수리가 필요합니다. 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오.

표시	에러 No.	원인	대처
OverRange	없음	임피던스 측정 범위를 상회하고 있습니다.	알맞는 레인지로 설정해 주십시오.
+Over°C	없음	온도 측정 범위를 상회하고 있습니다. 측정 범위는 -10.0°C ~ 60.0°C입니다.	측정 온도가 높아 이 계측기에서는 측정할 수 없습니다.
-Under°C	없음	온도 측정 범위를 하회하고 있습니다. 측정 범위는 -10.0°C ~ 60.0°C입니다.	측정 온도가 낮아 이 계측기에서는 측정할 수 없습니다.
--.°C	없음	온도 센서가 연결되어 있지 않습니다.	온도 센서를 연결해 주십시오.
----	없음	측정 전류를 흘려보낼 수 없습니다.	<ul style="list-style-type: none"> • 측정 대상에 프로브가 확실히 접촉되어 있는지 확인해 주십시오. • 케이블이 단선되어 있지 않은지 프로브가 마모되어 있지 않은지 확인해 주십시오. • 측정 레인지가 적절하지 않을 수 있습니다. 측정 레인지를 크게 설정해 주십시오. • 측정 프로브를 자체제작하신 경우 배선 저항이 너무 큰 경우가 있습니다. 배선을 굵고 짧게 해서 배선 저항을 작게 해 주십시오. • 측정 프로브의 배선이 긴 경우 4단자법으로 측정하는 것을 검토해 주십시오. 4단자 변환기에 대해서는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오. • 측정 대상이 접지되어 있지 않은 것을 확인해 주십시오.
RETURN CABLE ERROR	없음	리턴 케이블이 연결되어 있지 않습니다.	<ul style="list-style-type: none"> • 리턴 케이블을 연결해 주십시오. (리턴 케이블은 SOURCE-H와 SOURCE-L의 실드를 연결하는 케이블입니다.) • 프로브의 결선이 올바른지 확인해 주십시오. • 리턴 케이블을 연결해도 에러가 사라지지 않을 경우 기기 고장의 우려가 있습니다. 수리를 맡겨 주십시오.
CONTACT ERROR H	없음	SOURCE-H와 SENSE-H 간이 적절하게 연결되어 있지 않습니다.	<ul style="list-style-type: none"> • 측정 대상에 프로브가 확실히 접촉되어 있는지 확인해 주십시오. • 케이블이 단선되어 있지 않은지 프로브가 마모되어 있지 않은지 확인해 주십시오.

표시	에러 No.	원인	대처
CONTACT ERROR L	없음	SOURCE-L과 SENSE-L 간에 적절하게 연결되어 있지 않습니다.	<ul style="list-style-type: none"> 측정 대상에 프로브가 확실히 접촉되어 있는지 확인해 주십시오. 케이블이 단선되어 있지 않은지 프로브가 마모되어 있지 않은지 확인해 주십시오.
OVER VOLTAGE	없음	측정 대상의 전압이 측정 가능 범위를 넘었습니다. 측정 가능 전압 범위는 -5.10000 V ~ 5.10000 V입니다.	측정 대상의 전압이 커서 본 기기에서는 측정할 수 없습니다.
OVER V LIMIT	없음	측정 대상의 전압이 전압 리밋 설정값을 넘었습니다. 교류 인가에 의해 과충전의 우려가 있으므로 전지 전압을 낮춘 후 측정해 주십시오. (전압 리밋의 설정 방법은 p.44를 참조해 주십시오.)	전지를 안전한 전압까지 방전한 후 측정해 주십시오.
DRIFT VOLTAGE	없음	측정 대상의 전압이 측정 중에 크게 변동되고 있습니다.	본 기기에서는 측정할 수 없습니다.
0 ADJUST ERROR	ERR:01	영점 조정이 적절하게 이뤄지지 않았습니다.	레인지의 full-scale 범위 내가 되도록 적절한 방법으로 영점 조정을 실행해 주십시오. (p.30)
COMMAND ERROR	ERR:30	커맨드가 정확하지 않습니다.	커맨드가 정확한지 확인해 주십시오. (부속 CD를 참조해 주십시오.)
EXECUTION ERROR	ERR:31	커맨드의 파라미터부분이 정확하지 않습니다.	파라미터가 적절인지 확인해 주십시오. (부속 CD를 참조해 주십시오.)
OVERHEAT ERROR	ERR:60	측정기의 내부 온도가 상승하였습니다.	<ul style="list-style-type: none"> 일단 전원을 끄고 통풍구 부근의 공간이 확보되어 있는지 확인해 주십시오. 통풍구에 막힘이 없는 것을 확인해 주십시오.
SUM ERROR	ERR:90	내부 데이터가 손상되었습니다.	기기 고장입니다. 수리를 맡겨 주십시오.
CALIB ERROR	ERR:91	조정 데이터가 손상되었습니다.	기기 고장입니다. 수리를 맡겨 주십시오.
ROM ERROR	ERR:92	ROM 데이터가 손상되었습니다.	기기 고장입니다. 수리를 맡겨 주십시오.
A/D ERROR	ERR:93	A/D 컨버터 통신을 할 수 없습니다.	기기 고장입니다. 수리를 맡겨 주십시오.
VREF ERROR	ERR:94	전압의 캘리브레이션을 할 수 없습니다.	기기 고장입니다. 수리를 맡겨 주십시오.
FAN STOP ERROR	ERR:95	팬이 동작하지 않습니다.	기기 고장입니다. 수리를 맡겨 주십시오.
OVER CURRENT ERROR	ERR:96	내부 회로가 손상되었습니다.	기기 고장입니다. 수리를 맡겨 주십시오.
VREF B ERROR	ERR:97	본 기기의 내장 전지를 교체할 시기입니다.	당사 또는 대리점으로 문의해 주십시오.

11.2 수리·점검·클리닝

⚠ 경고



본 기기의 내부에는 고전압이 발생되고 있는 부분이 있어 만지면 대단히 위험합니다. 사용자가 직접 개조, 분해, 수리하지 마십시오. 화재나 감전사고, 부상의 원인이 됩니다.

교정에 대해서

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

교체 부품과 수명에 대해서

제품에 사용하고 있는 부품에는 오랜 사용으로 인해 특성이 열화되는 것이 있습니다. 본 기기를 오랫동안 사용하기 위해서 정기적인 교체를 권장합니다.

교체 시에는 당사 또는 대리점으로 연락 주십시오. 또한, 사용 환경이나 사용 빈도에 따라 부품의 수명은 달라집니다. 하기의 권장 교체 주기의 기간을 보증하는 것이 아닙니다.

부품명	권장 교체 주기	비고·조건
전해 콘덴서	약 3년	해당 부품이 탑재된 기판을 교체합니다.
액정 백라이트 (휘도 반감기)	약 6년	24시간/일을 365일 사용한 경우
팬 모터	약 7년	24시간/일을 365일 사용한 경우
리튬전지	약 10년	

수송 시 주의

수송 중에 파손되지 않도록 포장해 주시고 고장 내용에 대한 자세한 설명을 첨부해 주십시오. 당사는 수송 중 발생한 파손에 대해서는 보증할 수 없습니다.

클리닝

- 본 기기의 더러워진 부분을 제거할 때에는 부드러운 천에 물이나 중성 세제를 소량 묻혀 가볍게 닦아 주십시오.
- 표시부는 마른 부드러운 천으로 가볍게 닦아 주십시오.
- 통풍구의 막힘을 방지하기 위해서 정기적으로 청소해 주십시오.
통풍구가 막히면 본 기기 내부의 냉각 효과가 저하되어 고장 등의 원인이 됩니다.

중요

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

11.3 본 기기의 폐기

본 기기는 코인형 리튬전지(CR2032)를 사용하고 있습니다.
본 기기를 폐기할 때는 지역에 규정되어 있는 규칙에 따라 처분해 주십시오.

리튬전지 분리 방법

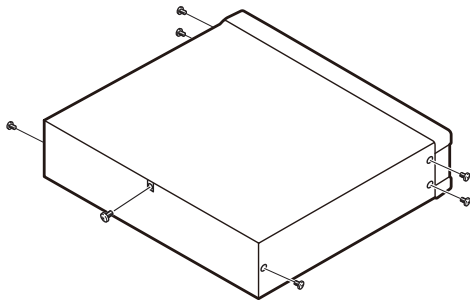
⚠ 경고



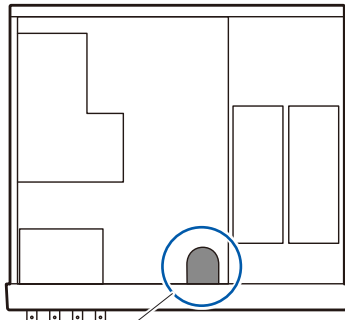
감전사고를 피하기 위해서 전원 스위치를 끄고, 전원 코드와 측정 프로브를 뺀 후 리튬전지를 분리해 주십시오.

필요한 도구

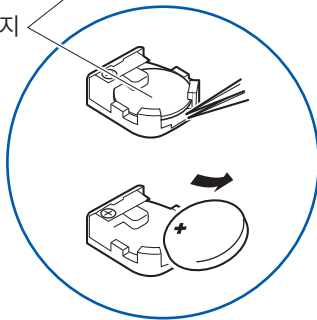
- 십자 드라이버(No.1)
- 핀셋 1개 (리튬전지 분리용)



(위에서 본 그림)



리튬전지



1 전원이 **OFF**인 것을 확인하고 케이블류, 전원 코드를 뺍습니다.

2 측면 6개, 뒷면 1개의 나사를 풀니다.

3 커버를 분리합니다.

4 그림과 같이 핀셋을 전지와 전지 홀더 사이에 꽂아 전지를 들어 올리면서 꺼냅니다.

중요

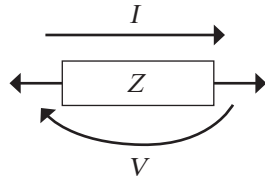
+와 -를 단락시키지 않도록 주의해 주십시오.
단락되면 불꽃이 될 가능성이 있습니다.

부록

부록 1 측정 파라미터와 연산식

일반적으로 회로 부품 등의 특성은 임피던스 Z 로 평가할 수 있습니다.

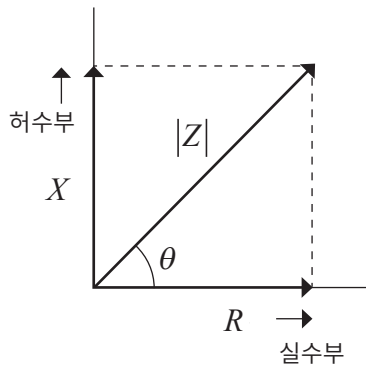
본 기기는 측정 전류 벡터에 대하여 측정 대상에 대한 전압 벡터를 측정하고 이 값에서 임피던스 Z , 위상차 θ 를 구하고 있습니다. 임피던스 Z , 위상차 θ 로부터 다음 식을 사용함으로써 저항값과 리액턴스값을 구할 수 있습니다. 복소평면(complex plane) 상에 나타내면 아래 그림과 같습니다.



$$Z = R + jX$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{X}{R}$$

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X^2}$$



Z : 임피던스 (Ω)

θ : 위상각 (deg)

R : 저항 (Ω)

X : 리액턴스 (Ω)

$|Z|$: 임피던스의 절대값 (Ω)

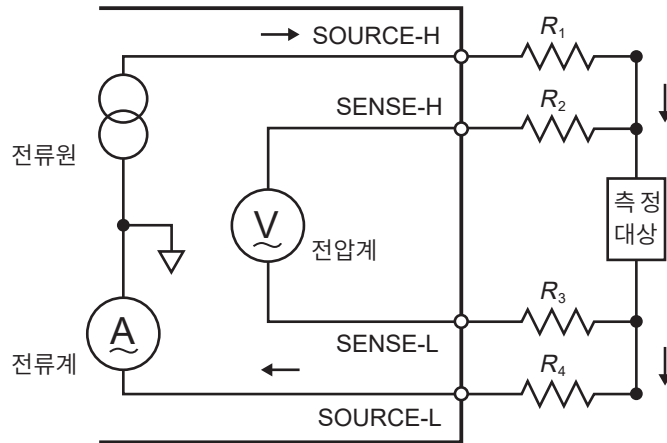
부록 2 4단자대법

본 기기에서는 측정 방법으로서 4단자대법을 채용하고 있습니다.

접촉 저항의 영향을 받지 않는 4단자법의 특성과 더불어 측정 전류에 의한 자계의 영향도 받지 않는 보다 고 정밀도 측정 방법입니다.

아래에 4단자법과 4단자대법에 대한 원리를 소개합니다.

4단자법

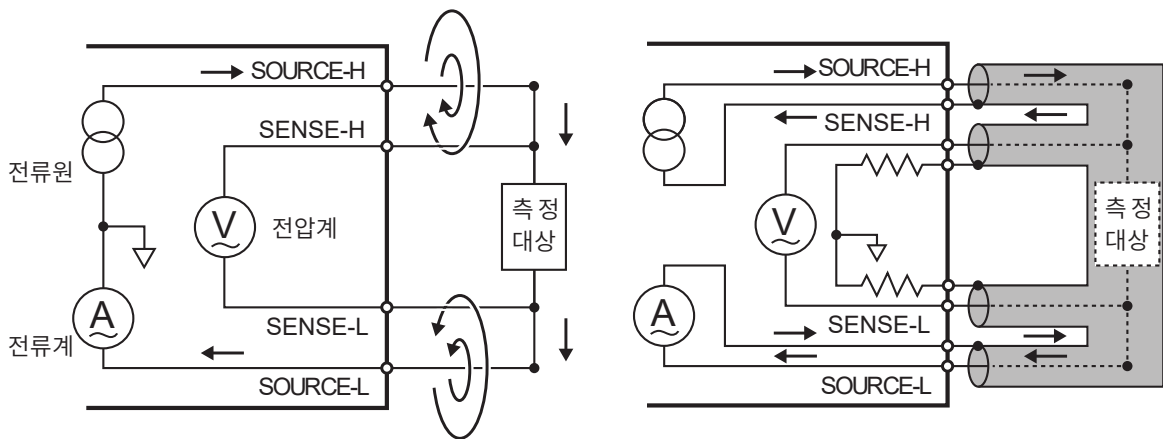


$R_1 \sim R_4$: 측정 프로브의 저항 및 접촉부의 접촉 저항

측정 프로브의 배선 저항과 측정 프로브와 측정 대상 간의 접촉 저항의 영향을 받지 않는 저-저항 측정에 적합한 방법입니다. SOURCE단자로부터 측정 전류를 흘려보내 SENSE단자에서 측정 대상에 생긴 전압을 측정합니다.

전압을 측정하는 전압계는 입력 임피던스가 높기 때문에 전류가 거의 흐르지 않습니다. 따라서 R_2 및 R_3 에 상당하는 부분에 배선 저항이나 접촉 저항이 있는 경우에도 전압 강하가 거의 없어 측정 대상에 생긴 전압만을 측정할 수 있습니다.

4단자대법



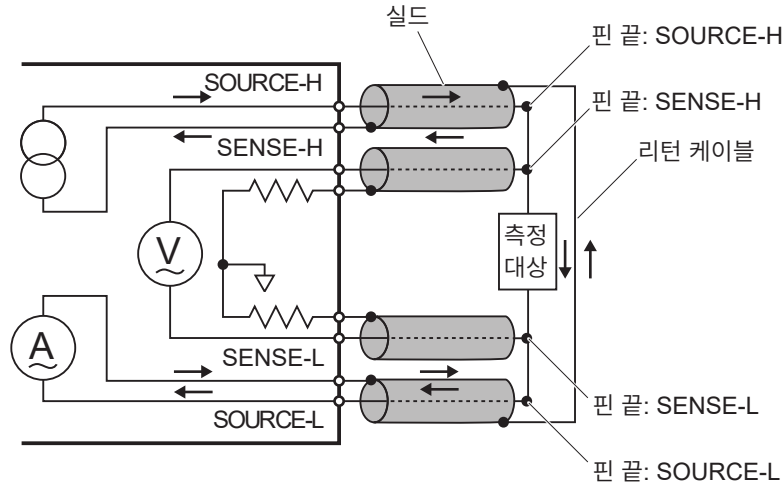
4단자법은 배선 저항이나 접촉 저항의 영향을 받지 않기 때문에 저-저항 측정에 적합합니다. 그러나 측정 전류에 의해 생기는 자계는 SENSE단자에 유도 기전력으로서 영향을 줍니다.

4단자대법에서는 SOURCE선의 실드에 같은 크기로 역방향 전류(리턴 전류)를 흘려보냄으로써 측정 전류에 의해 생기는 자계를 제거합니다. 이것에 의해 SENSE단자에 유도되는 기전력을 억제하고 측정 대상에 생긴 전압만을 검출합니다.

옵션 프로브를 사용했을 때의 4단자대 구조

본 기기의 옵션 프로브 L2002, L2003을 사용한 경우 다음과 같은 구성의 4단자대 측정이 됩니다.

측정 전류와 리턴 전류는 최대한 가까운 위치에서 흐를 필요가 있으므로 리턴 케이블을 측정 대상에 가까이 하기 쉬운 구조로 되어 있습니다. 또, 리턴 케이블의 형태에 따라 자계의 영향이 바뀌기 때문에 리턴 케이블의 형태는 일정하게 유지하는 것이 중요합니다.



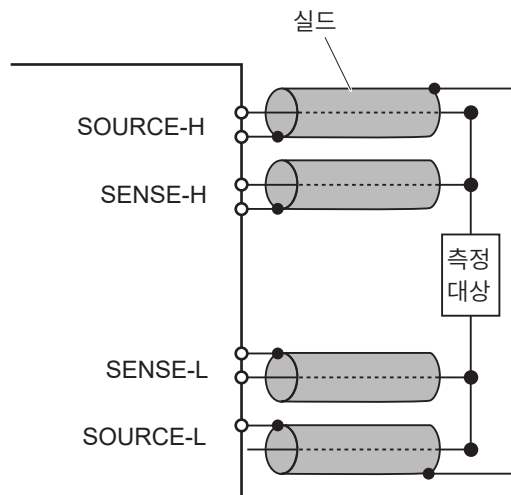
부록 3 측정 프로브를 자체제작하는 경우의 주의 사항

측정 프로브를 사용자가 자체제작할 경우에는 다음 사항에 주의해 주십시오.

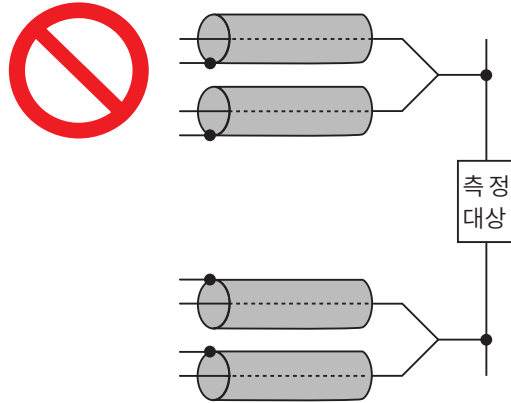
- 반드시 SOURCE-H의 실드와 SOURCE-L의 실드를 연결해 주십시오. 연결하지 않을 경우 임피던스 측정을 할 수 없습니다.
- 측정 대상에 연결할 때는 SOURCE-H, SOURCE-L을 바깥쪽, SENSE-H, SENSE-L을 안쪽으로 해 주십시오. 그렇지 않으면 정확한 측정값을 얻을 수 없을 수 있습니다.
- 측정 프로브를 자체제작할 때는 동축 케이블 사용을 권장합니다.

<권장 동축 케이블 사양>

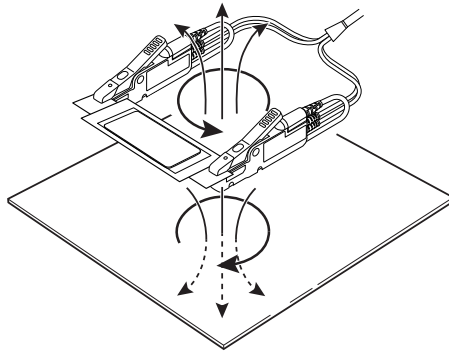
- 도체 저항: 150 mΩ/m 이하
- 정전 용량: 150 pF/m 이하
(예: RG58A/U 등)



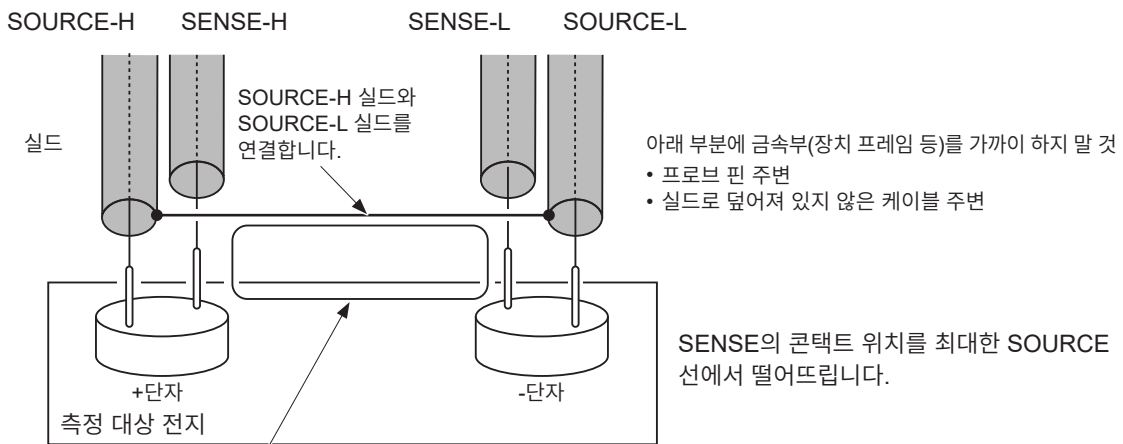
- 각 선을 도중에 모아서 2단자 연결로 측정하면 배선 저항이나 접촉 저항에 의해 정확한 값을 측정할 수 없습니다.



- 측정 프로브는 금속물체에 가까이 하지 마십시오. 특히 4단자대 구조가 아닌 부분은 금속으로부터 떨어뜨려 주십시오. 금속체에서 생기는 과전류에 의해 측정값에 큰 오차가 생기는 경우가 있습니다. 상세한 내용은 “과전류의 영향에 대해서”(p. 부7)를 참조해 주십시오.



- 측정 프로브의 형태, 배치는 아래 그림과 같이 주의해 주십시오. 근접 금속에 의한 과전류나 외래 유도 노이즈에 의해 측정값에 오차나 편차가 생기거나 반복 정밀도가 나빠지는 경우가 있습니다. (아래 대책에 의해 영향을 줄일 수 있습니다.)

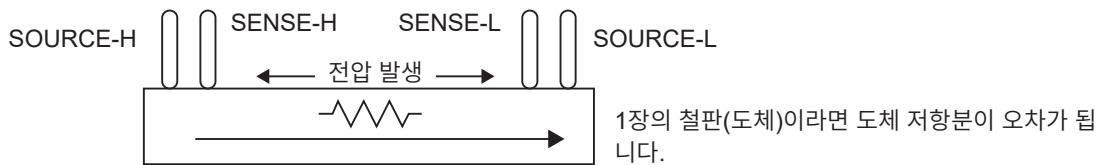
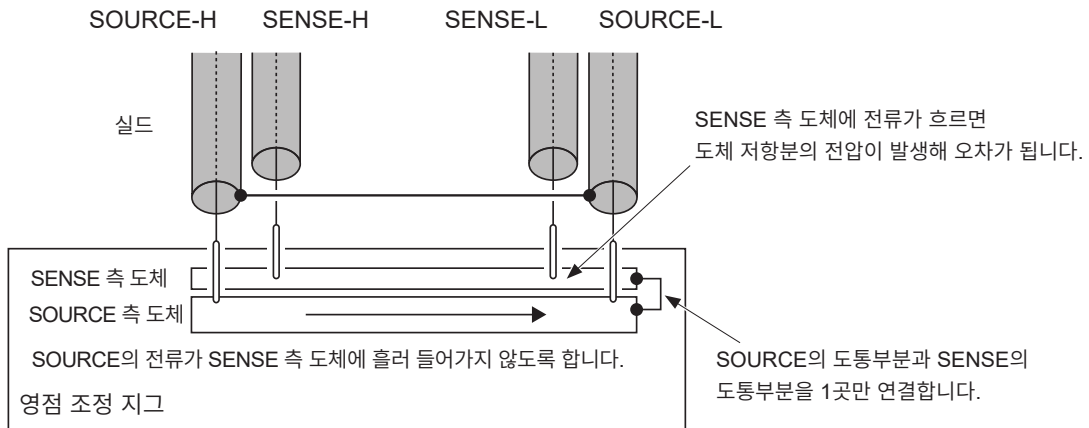


- SOURCE 실드와 측정 전지 사이의 루프 면적을 될 수 있는 한 작게 합니다.
- 루프 형태, 배선 위치(주변 검사 장치 금속부와와의 거리)를 항상 동일하게 합니다.
- 배선은 필요 최소한의 길이로 해 주십시오. (4 m 이내)
배선이 길수록 외래 노이즈의 영향을 받기 쉬워집니다. 또, 양복 배선 저항과 접촉 저항은 허용값 이하가 되도록 해 주십시오.

- 측정 전에 영점 조정을 실시해 주십시오. 영점 조정은 영점 조정 보드를 사용해 측정 대상의 단자 간격에 맞춰서 실시해 주십시오.
- 영점 조정 지그로서 금속판(쇼트 바)은 사용하지 마십시오. 정확하게 영점 조정을 할 수 없어 큰 측정 오차가 생깁니다. 상세한 내용은 “영점 조정에 대해서”(p.부7)를 참조해 주십시오.

다음은 측정 시와 동일하게 합니다.

- 루프 면적
- 루프 형태
- 프로브 간격
- 배선 위치(주변 장치 금속부와와의 거리)



중요

- 측정 프로브를 자체제작하실 경우는 각 신호선의 단락, 심선과 실드선의 단락이 없도록 충분히 주의해 주십시오.
- 단락 사고를 방지하기 위해서 프로브 단자를 본 기기에 연결한 후 전지에 연결해 주십시오.

부록 4 측정 프로브의 구조와 연장

특별 주문으로 프로브를 연장해서 사용하실 수 있습니다. 원하시는 경우에는 당사 또는 대리점으로 문의해 주십시오. 사용자가 직접 측정 프로브를 연장하는 경우에는 다음 사항에 주의해 주십시오.

- 될 수 있는 한 굵은 리드를 사용하고 연장은 필요 최소한으로 해 주십시오.
- 4단자대 구조를 유지한 채 연장해 주십시오. 2단자 구조로 했을 경우에는 배선 저항이나 접촉 저항의 영향 및 유도 전압의 영향을 받게 됩니다. 또한, 4단자 구조로 했을 때에는 유도 전압의 영향을 받게 됩니다.
- 4단자대 구조를 취할 수 없는 부분은 될 수 있는 한 짧게 해 주십시오.
- 영점 조정 시와 측정 시의 측정 프로브의 형태는 최대한 같게 해 주십시오.
- 측정 프로브를 연장하면 리드에서의 전압 강하가 커집니다. 리드의 저항값은 접촉 저항을 포함해 허용값 이내가 되도록 해 주십시오.
- 측정 프로브는 금속 부분에서 떨어뜨려 주십시오. 금속 부분에 가까울 경우 과전류의 영향으로 정확하게 측정할 수 없을 때가 있습니다.
- 측정 프로브 연장 후 동작과 다음 사항을 확인을 해 주십시오.
 1. 영점 조정 보드를 측정해 영점의 정확도가 나오는 것을 확인합니다.
 2. 마스터 워크(양품 샘플)를 측정한 후 관리값과 비교하여 정상적으로 측정할 수 있는 것을 확인합니다.

유도 전압을 줄이는 방법

본 기기는 교류로 미소저항을 측정하고 있기 때문에 유도 전압의 영향을 받습니다. 여기에서의 유도 전압이란 본 기기에서 발생하고 있는 전류가 리드 내에서의 전자결합에 의해 신호계에 영향을 미치는 것을 말합니다. 유도 전압은 교류 전류(기준 신호) 위상에서 90° 벗어나 있기 때문에 이상적으로는 동기 검파 회로로 제거할 수 있지만 과대한 경우에는 신호가 변형되어 동기 검파 회로로도 제거할 수 없습니다.

유도 전압을 작게 하기 위해서는 될 수 있는 한 측정 프로브를 짧게 하는 것이 중요합니다. 특히 4단자대 구조를 취하지 않는 부분을 짧게 하면 효과가 있습니다.

부록 5 4단자 측정에서의 측정값에 대해서 (측정 프로브에 의한 측정값의 차이)

측정 대상물에 따라서는 사용하는 측정 프로브에 의해 다른 측정값이 됩니다.

이 측정값의 차이는 사용하는 4단자 프로브의 선단 형태나 치수에 기인하는 것으로 각 측정값은 각각의 측정 프로브를 사용한 경우가 정확한 측정값입니다.

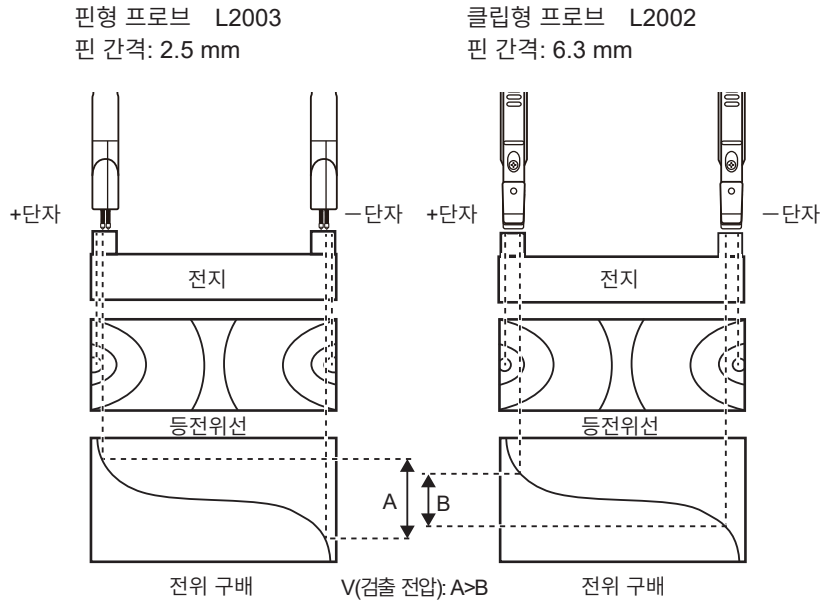
측정값을 비교하는 경우에는 동일한 측정 프로브를 사용해 주십시오.

해설

측정값의 차이는 사용하는 측정 프로브의 전류 인가 핀과 전압 검출 핀의 거리(치수)의 차이에 의한 것입니다.

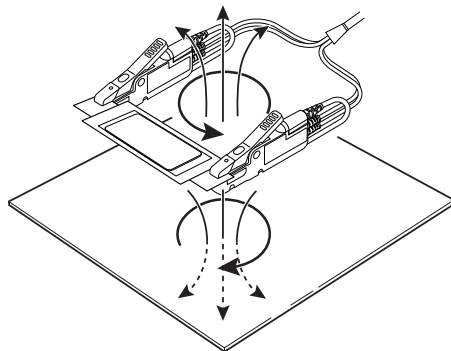
전지의 내부 저항에 비해서 전지단자부의 저항이 클수록 측정값의 차이는 커집니다.

아래 그림은 예로서 대용량 전지를 측정했을 경우에 핀 간격의 차이에 의해 검출 전압에 차이가 생기는 것을 나타냅니다.



부록 6 과전류의 영향에 대해서

금속체의 근처에서 측정을 하면 본 기기의 측정 전류에 의한 동자계(dynamic magnetic field)로 인해 과전류가 생깁니다.
 이 과전류는 측정 프로브에 측정 신호와 역위상의 유도 전압을 발생시켜 동기 검파 회로도 제거할 수 없기 때문에 측정 오차의 원인이 됩니다.
 이렇게 교류 신호를 사용한 측정기에서는 과전류의 영향을 고려할 필요가 있습니다.
 과전류의 영향을 억제하기 위해서 4단자대 구조가 아닌 측정 프로브 부분을 금속체에 가까이 하지 않도록 주의해 주십시오.



부록 7 영점 조정에 대해서

영점 조정은 0 Ω을 측정했을 때에 남게 되는 값을 빼고 영점을 조절하는 기능입니다. 따라서 영점 조정은 0 Ω을 연결한 상태에서 실시할 필요가 있습니다. 그러나 저항값이 전혀 없는 시료를 연결하는 것은 현실적으로 어렵습니다. 그래서 실제 영점 조정 시에는 유사하게 0 Ω을 연결한 상태를 만듦으로써 영점을 조절합니다.

0 Ω을 연결한 상태를 만들기 위해서는

이상적인 0 Ω을 연결한 경우 옴의 법칙 $E=I \times R$ 로부터 SENSE-H와 SENSE-L 간의 전압은 0 V가 됩니다. 즉, SENSE-H와 SENSE-L 간의 전압을 0 V로 하면 0 Ω을 연결한 상태와 같은 상태로 할 수 있습니다.

본 기기에서 영점 조정을 할 경우에는

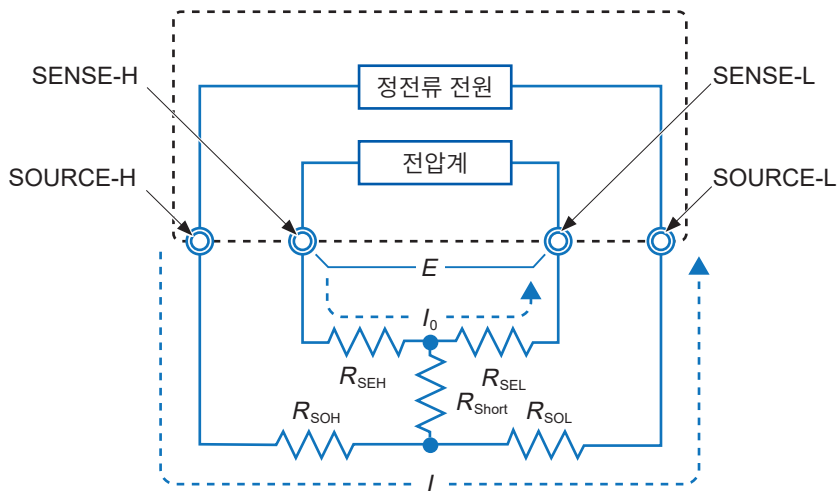
본 기기에서는 측정 이상 검출 기능에 의해 4개의 각 측정 단자 간의 연결 상태를 감시하고 있습니다. 따라서 영점 조정을 할 경우에는 각 단자 간을 적절하게 연결해 둘 필요가 있습니다. (그림. 유사하게 0 Ω을 연결한 상태)

우선, SENSE-H와 SENSE-L 간의 전압을 0 V로 하기 위해서 SENSE-H와 SENSE-L 간을 단락합니다. 사용하는 케이블의 배선 저항 $R_{SEH}+R_{SEL}$ 은 수 Ω 이하라면 문제가 없습니다. 이것은 SENSE단자가 전압 측정 단자이며 전류 I_0 가 거의 흐르지 않기 때문에 $E=I_0 \times (R_{SEH}+R_{SEL})$ 의 관계식이 있어서 $I_0 \approx 0$ 이 되고, 배선 저항 $R_{SEH}+R_{SEL}$ 이 수 Ω이라면 SENSE-H와 SENSE-L 간의 전압은 거의 제로가 되기 때문입니다.

그 다음에 SOURCE-H와 SOURCE-L 간을 연결합니다.

이것은 측정 전류가 흐르지 못할 경우에 표시되는 에러를 방지하기 위해서입니다. 사용하는 케이블의 배선 저항 $R_{SOH}+R_{SOL}$ 은 측정 전류가 흐를 수 있는 저항 이하일 필요가 있습니다. 또, SENSE와 SOURCE 간의 연결 상태도 감시하고 있는 경우에는 SENSE와 SOURCE 간도 연결할 필요가 있습니다. 사용하는 케이블의 배선 저항 R_{Short} 은 수 Ω 정도로 문제없습니다.

위와 같이 배선함으로써 SOURCE-H에서 흘러나온 측정 전류 I는 SOURCE-L에 흘러들어 SENSE-H나 SENSE-L의 배선에 흘러드는 일은 없어집니다. SENSE-H와 SENSE-L 간의 전압을 정확하게 0 V로 유지할 수 있게 되어 적절하게 영점 조정하는 것이 가능하게 됩니다.



$$\begin{aligned}
 E &= (I_0 \times R_{SEL}) + (I_0 \times R_{SEH}) \\
 &= (0 \times R_{SEL}) + (0 \times R_{SEH}) \\
 &= 0 \text{ [V]}
 \end{aligned}$$

그림. 유사하게 0 Ω을 연결한 상태

적절하게 영점 조정하기 위해서는

“표.연결방법”에 나타난 것은 올바른 연결방법과 잘못된 연결방법입니다. 그림 안의 저항은 배선 저항을 나타낸 것으로 각각 수 Ω 이하라면 문제없습니다.

(a)와 같이 SENSE-H와 SENSE-L 및 SOURCE-H와 SOURCE-L을 각각 연결해서 SENSE와 SOURCE 간을 1개의 경로로 연결했을 경우 SENSE-H와 SENSE-L 간에 전위차가 생기지 않아 0 V가 입력됩니다. 이에 의해 영점 조정은 정확하게 실행됩니다.

한편 (b)와 같이 SENSE-H와 SOURCE-H 및 SENSE-L과 SOURCE-L을 각각 연결해서 Hi와 Lo 간을 1개의 경로로 연결했을 경우 SENSE-H와 SENSE-L 간에는 $I \times R_{Short}$ 의 전압이 생깁니다. 따라서 유사하게 0 Ω 을 연결한 상태가 되지 않아 영점 조정이 정확하게 실행되지 않습니다.

표. 연결방법

	(a) SENSE-SOURCE 간을 각각 한 점으로 연결	(b) Hi-Lo 간을 각각 한 점으로 연결
SENSE-H와 SENSE-L 간의 저항	$R_{SEH} + R_{SEL}$	$R_{SEH} + R_{Short} + R_{SEL}$
측정 전류 I의 흐름 경로	$R_{SOH} \rightarrow R_{SOL}$	$R_{SOH} \rightarrow R_{Short} \rightarrow R_{SOL}$
SENSE-H와 SENSE-L 간에 생기는 전압	0	$I \times R_{Short}$
영점 조정 시 연결방법으로서	올바름.	잘못됨.

부속품인 영점 조정 보드를 사용해서 영점 조정을 할 경우에는

영점 조정을 할 때 부속품인 영점 조정 보드 대신에 금속판 등을 사용할 수 없습니다. 영점 조정 보드는 SENSE단자와 SOURCE단자가 한 점으로 연결되는 구조로 되어 있습니다. 영점 조정 보드는 옵션인 클립형 프로브 L2002와 핀형 프로브 L2003을 영점 조정할 때에 사용합니다.

영점 조정 보드에 연결한 경우와 금속판 등에 연결한 경우의 등가 회로는 “표. 영점 조정 시의 연결방법”과 같습니다. 이러한 방식으로 영점 조정 보드에 연결한 경우 “표. 연결방법” (a)와 같은 연결이 되어 SENSE-H와 SENSE-L 간은 0 V가 됩니다. 그러나 금속판 등으로 연결한 경우 “표. 연결방법” (b)와 같은 연결이 되어 SENSE-H와 SENSE-L간이 0 V가 되지 않습니다.

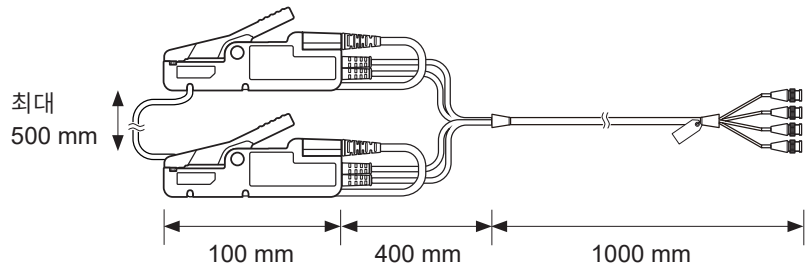
표. 연결 방법

	(a)	(b)
연결방법	<p>L2002 영점 조정 보드</p> <p>L2003 영점 조정 보드</p>	<p>L2002 금속판</p> <p>L2003 금속판</p>
등가 회로		
변형한 등가 회로		
영점 조정 시 연결방법으로서	올바름.	잘못됨.

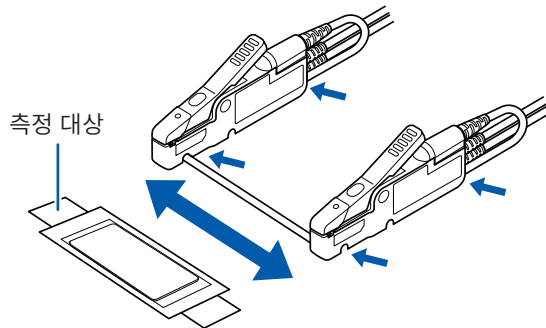
부록 8 측정 프로브 (옵션)

L2002 클립형 프로브

전체 길이: 약 1500 mm

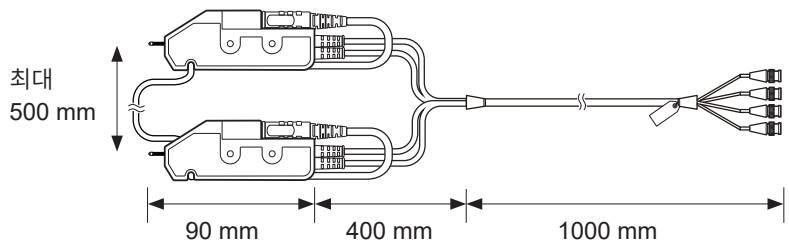


1. 프로브의 SENSE 측을 안쪽으로 향하게 하여(빨강, 검정 양쪽) 프로브의 SENSE 간이 실제 측정 대상과 같은 폭이 되도록 배치합니다.
2. 프로브 간의 리턴 케이블이 쳐지지 않는 길이가 되도록 프로브의 위치를 조정하고 프로브의 홈에 리턴 케이블을 끼워서 고정합니다.

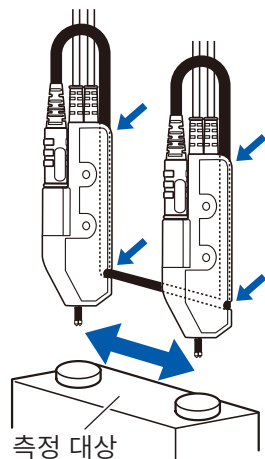


L2003 핀형 프로브

전체 길이: 약 1490 mm



1. 프로브의 SENSE 측을 안쪽으로 향하게 하여(빨강, 검정 양쪽) 프로브의 선단핀이 실제 측정 대상의 단자 사이와 같은 폭이 되도록 배치합니다.
2. 프로브 간의 리턴 케이블이 쳐지지 않는 길이가 되도록 프로브의 위치를 조정하고 프로브의 홈에 리턴 케이블을 끼워서 고정합니다.



(보기 쉽도록 리턴 케이블을 검정색으로 표시하였습니다.)

부록 9 전환장치 제작의 주의점

본 기기와 측정 대상 사이에 전환장치를 둘 경우 전환장치를 4단자대 연결로 할 필요가 있습니다. 여기에서는 4단자대 구조로 하는 방법을 포함해 전환장치를 제작할 경우에 유의해야 하는 점을 소개합니다.

본 기기의 측정 단자는 4단자대 구조로 되어 있습니다. (그림. 4단자대 구조) 따라서 측정 전류에 의한 자계가 거의 발생하지 않고 전압 측정 단자에 대한 유도 기전력이 억제되어 있습니다. 유도 기전력은 측정 전압에 대하여 노이즈가 되므로 될 수 있는 한 작게 억제할 필요가 있고 전환장치의 경우에서도 마찬가지입니다.

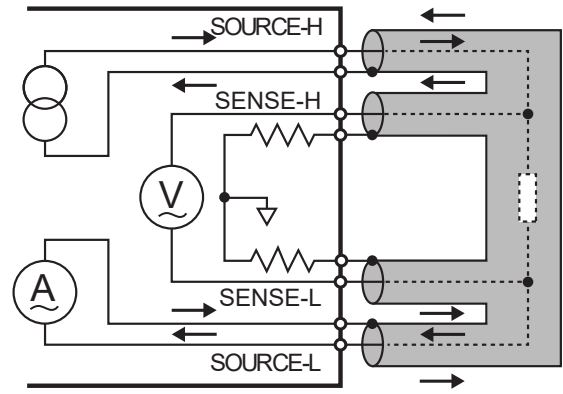


그림. 4단자대 구조

유도 기전력을 억제하기 위해서 다음 방법을 취해 주십시오.

- SOURCE-H단자의 유출선(심선)과 유입선(실드선)이 만드는 루프의 면적을 작게 합니다.
- SOURCE-L단자의 유입선(심선)과 유출선(실드선)이 만드는 루프의 면적을 작게 합니다.
- SENSE-H단자의 검출선(심선)과 SENSE-L단자의 검출선(심선)이 만드는 루프의 면적을 작게 합니다.
- SOURCE의 선이 만드는 루프와 SENSE의 선이 만드는 루프를 떨어뜨립니다.
- SOURCE의 선이 만드는 루프와 SENSE의 선이 만드는 루프를 대향시키지 않습니다.

또, 전환장치에 사용하는 릴레이에 대해서도 다음과 같이 주의해 주십시오.

- 2a 접점 또는 2c 접점의 릴레이를 사용하고 각 루프의 면적을 작게 하여 연결합니다.
- SOURCE단자의 전환에는 정격 전류가 본 기기의 측정 전류를 상회하는 것을 사용합니다. (측정 전류 1.5 A rms에서는 최대 2.12 A가 흐릅니다.)
- SENSE단자의 전환에는 래칭 릴레이(latching relay)를 사용해 열기전력의 영향을 억제합니다.
- SENSE단자의 전환에는 Au clad cross-bar twin 접점이나 AgPd 접점을 채용하고 있는 릴레이를 사용하여 접점의 신뢰성을 확보합니다.

이상의 내용을 “그림. 전환장치의 패턴 레이아웃 예(단면 기판의 경우)”에 나타내었습니다. 2층 이상의 층을 사용해서 패턴을 설계할 경우에는 한 쌍인 패턴을 포갠으로써 루프 면적을 더욱 작게 할 수 있습니다. (그림. 전환장치의 패턴 레이아웃 예(2층 이상의 기판의 경우))

전선을 사용해서 배선할 경우에는 한 쌍의 전선을 꼬는 것으로 루프 면적을 줄일 수 있습니다. (그림. 전환장치의 배선 예(전선으로 연결할 경우))

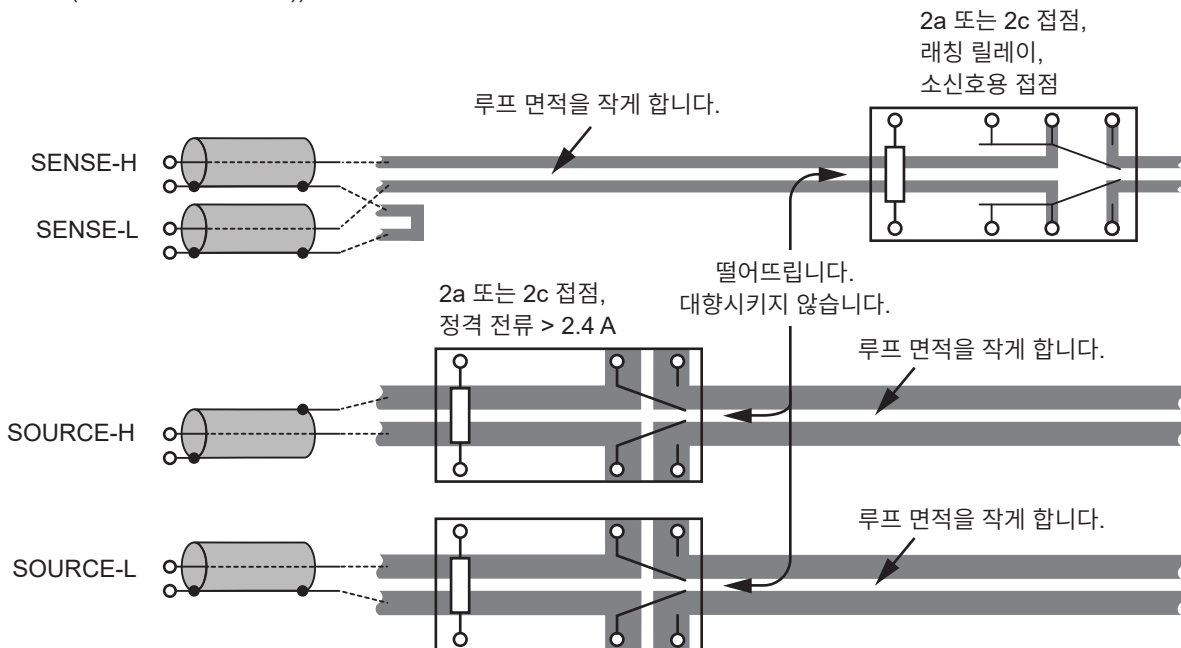


그림. 전환장치의 패턴 레이아웃 예(단면 기판의 경우)

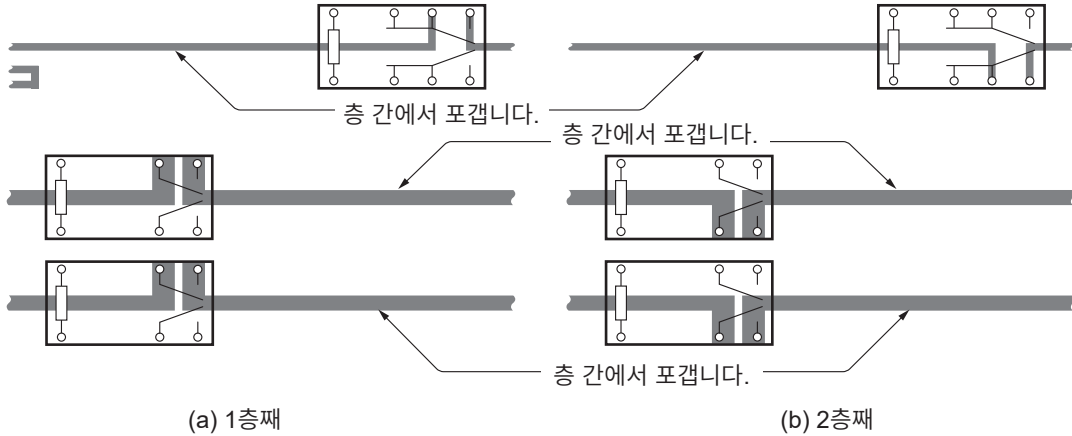


그림. 전환장치의 패턴 레이아웃 예(2층 이상의 기판의 경우)

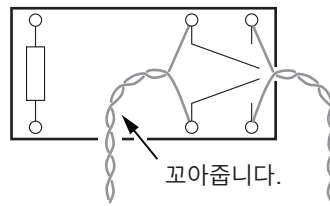
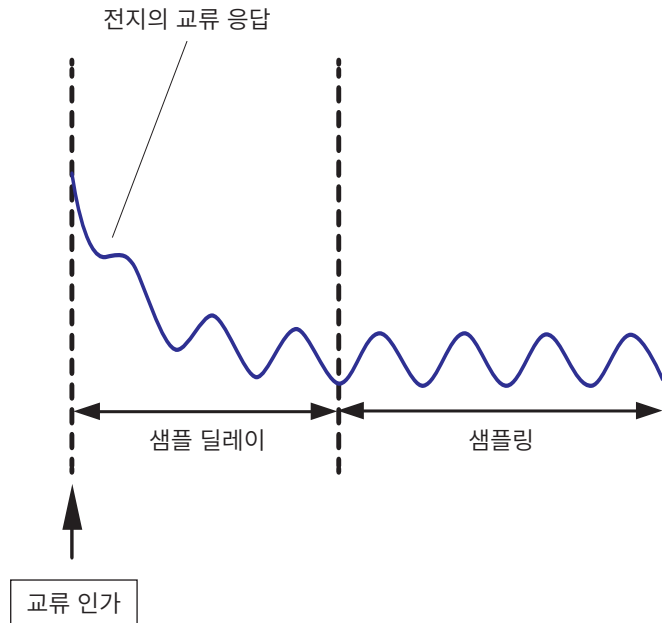


그림. 전환장치의 배선 예(전선으로 연결할 경우)

부록 10 전지 측정 시 주의점

교류 응답의 안정

임피던스를 측정할 때 교류 인가 직후는 응답이 안정적이지 않을 경우가 있습니다. 샘플 딜레이 기능을 사용해서 교류 응답이 안정된 후 샘플링함으로써 정확한 임피던스를 측정할 수 있습니다.



SOC(충전 상태)의 조정

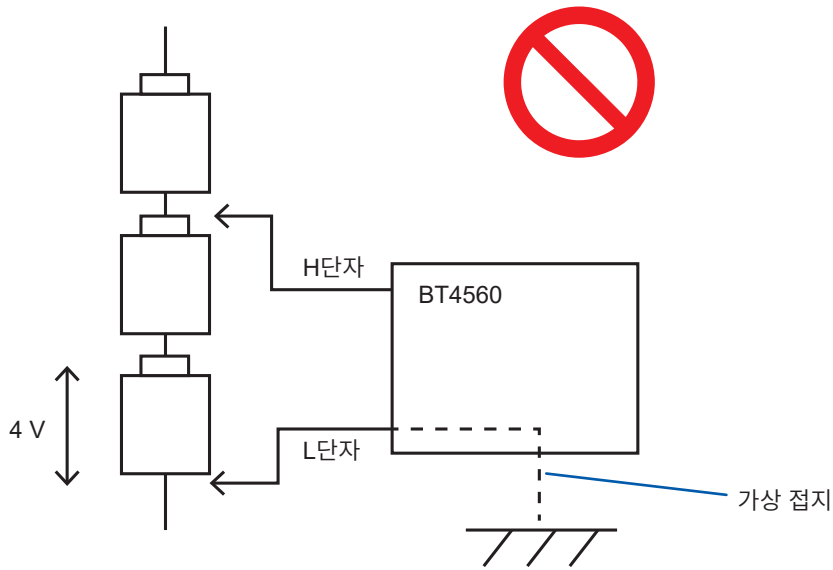
전지는 그 SOC(State Of Charge: 충전 상태)에 따라 임피던스가 다를 경우가 있습니다. 저주파수에서의 측정에서는 그 영향이 현저해지는 경향이 있으므로 SOC의 조정이 필요합니다. 일반적으로 SOC 30% ~ 80%가 적절하다고 여겨지고 있습니다.

연결 시 주의

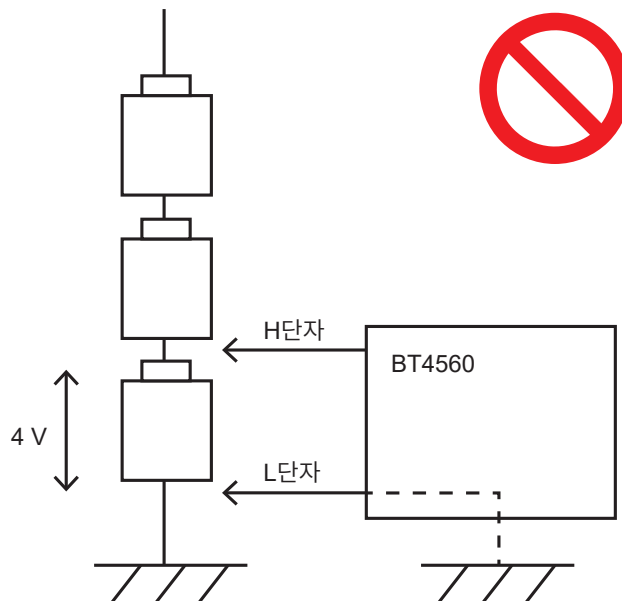
본 기기의 L단자는 접지 전위가 되도록 제어되고 있습니다. (가상 접지)
 L단자가 접지에 대하여 전위를 가지도록 입력을 하면 회로 파손의 우려가 있습니다.
 측정 시에는 본 기기 이외의 장치를 연결하지 마십시오. 장치의 접지 상태에 따라 회로 파괴의 우려가 있습니다.
 아래 그림을 참고해 주십시오.

측정할 수 없는 케이스

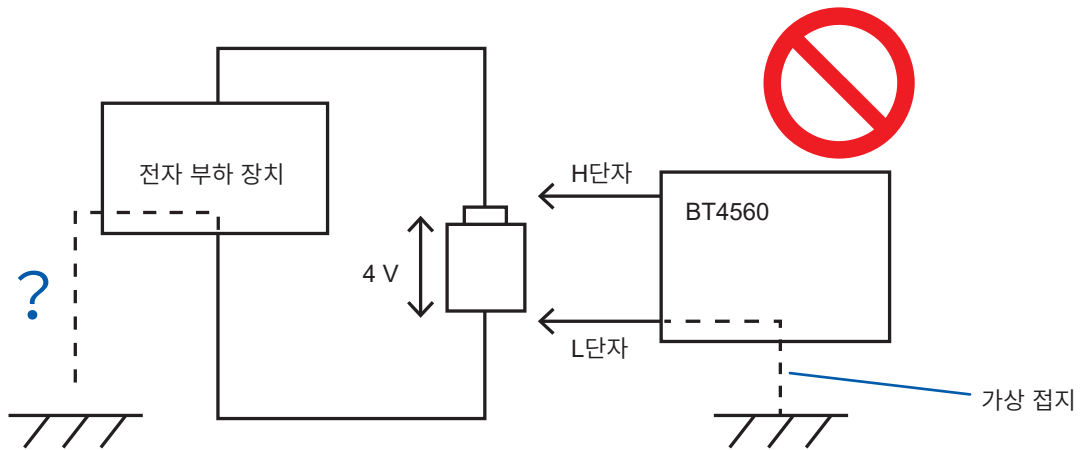
전압이 5V를 넘는 경우



접지되어 있는 셀을 측정하는 경우



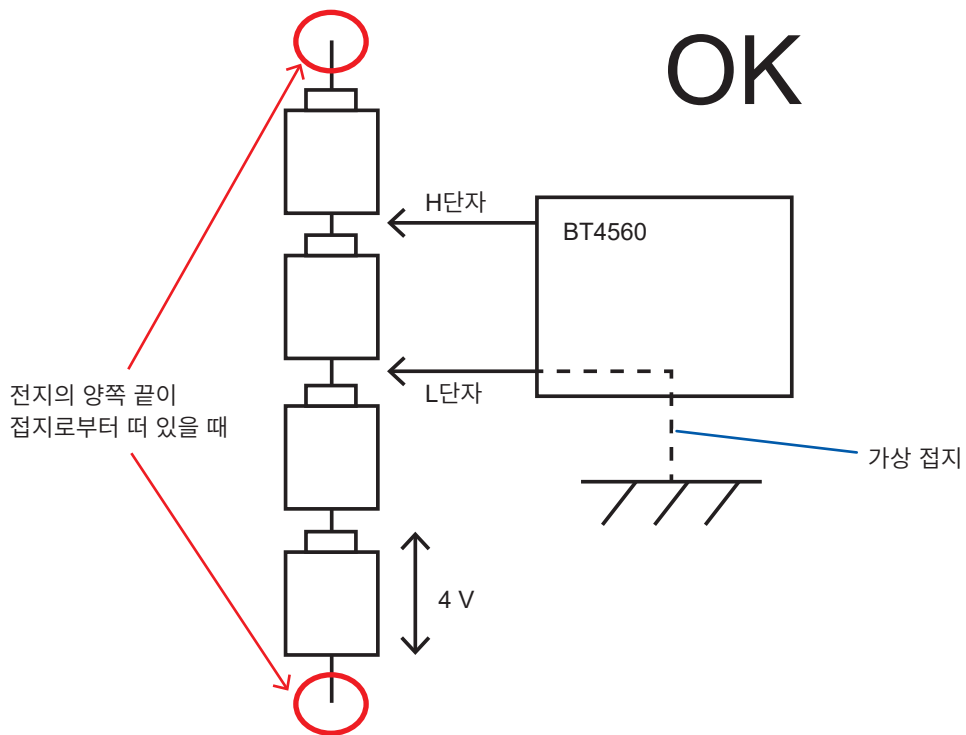
본 기기 이외의 기기를 연결하는 경우



연결하는 기기가 내부에서 접지되어 있을 경우 또는 접지 간의 용량이 클 경우

측정할 수 있는 케이스

전지 모듈이 접지되어 있지 않을 경우



부록 11 본 기기의 교정

교정 환경에 대해서는 정확도 보증 조건(p.114)을 참조해 주십시오.

임피던스 측정의 교정

- 경년(aging) 변화가 적고 온도 특성이 좋은 표준 저항기를 사용해 주십시오.
- 저항기 리드선의 영향을 받지 않도록 4단자대 구조를 취할 수 있는 저항기를 사용해 주십시오.
- 본 기기와 표준 저항기의 연결은 아래 그림을 참조해 주십시오.

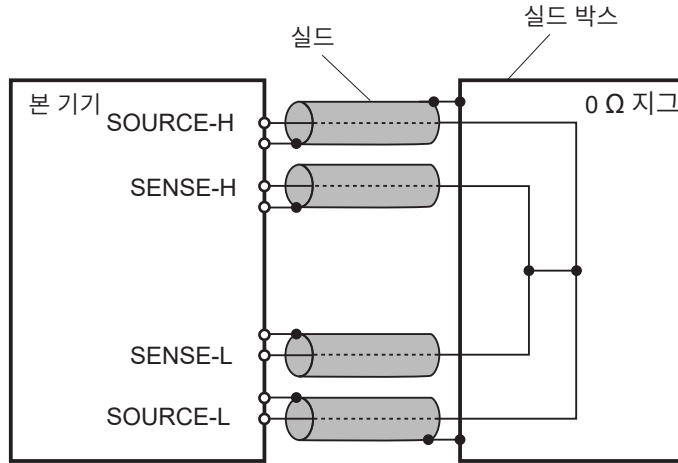


그림. 0 Ω의 교정

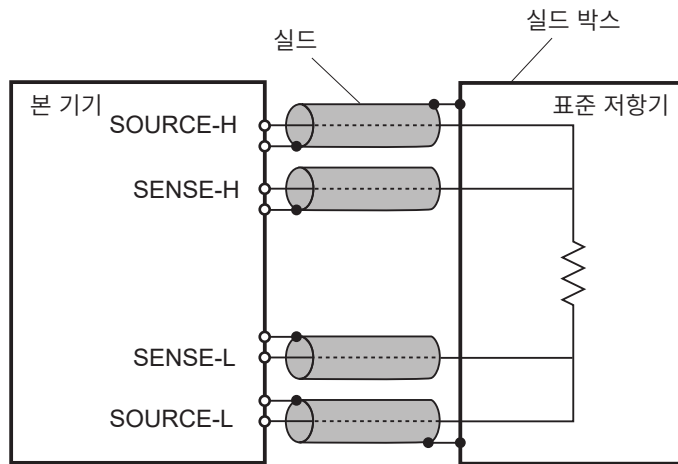


그림. 표준 저항기와의 연결

전압 측정의 교정

- DC7 V를 출력할 수 있는 발생기를 사용해 주십시오.
- 본 기기와 발생기의 연결은 아래 그림을 참조해 주십시오.
- 발생기에는 본 기기의 교류 전류를 입력하지 마십시오. 발생기 오동작의 원인이 됩니다.
- 발생기에는 출력 임피던스가 작은 것을 사용해 주십시오.
- 발생기에 따라서는 정상적으로 동작하지 않는 경우가 있습니다.

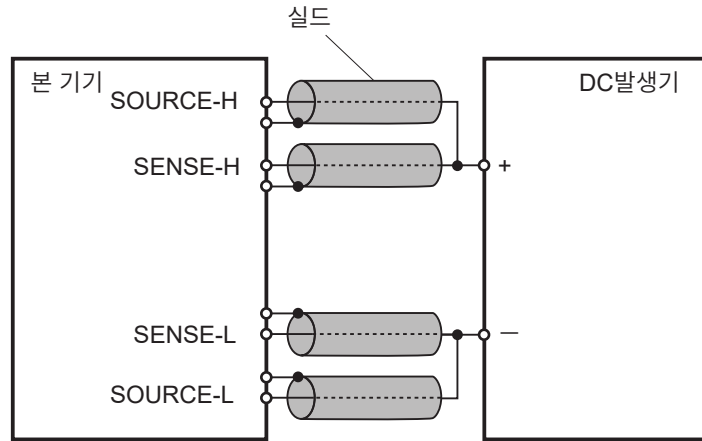


그림. 발생기와의 연결

온도 측정의 교정

- 표준 저항기는 Pt100 IEC A급 상당의 저항을 사용해서 교정을 실시해 주십시오.
- 본 기기와 발생기의 연결은 아래 그림을 참조해 주십시오.
- 배선 저항은 왕복으로 10 Ω 이하로 해 주십시오.
- 연결 단자에는 φ 3.5 4극 구조인 것을 사용해 주십시오.(4극의 신호선은 아래 그림을 참조해 주십시오.)

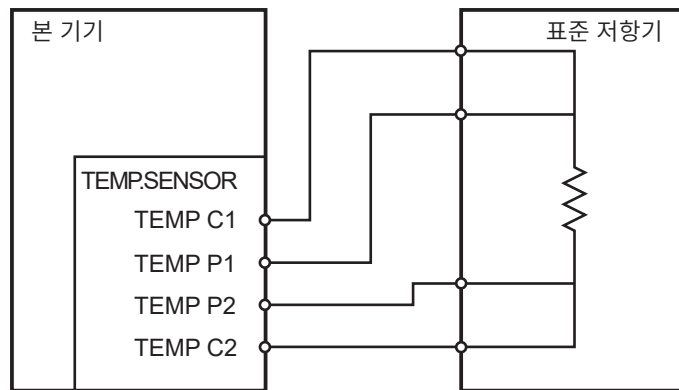


그림. 표준 저항기와의 연결

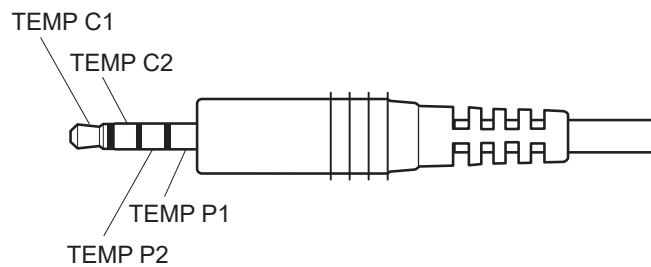


그림. 연결 단자의 구조

부록 12 랙 마운트

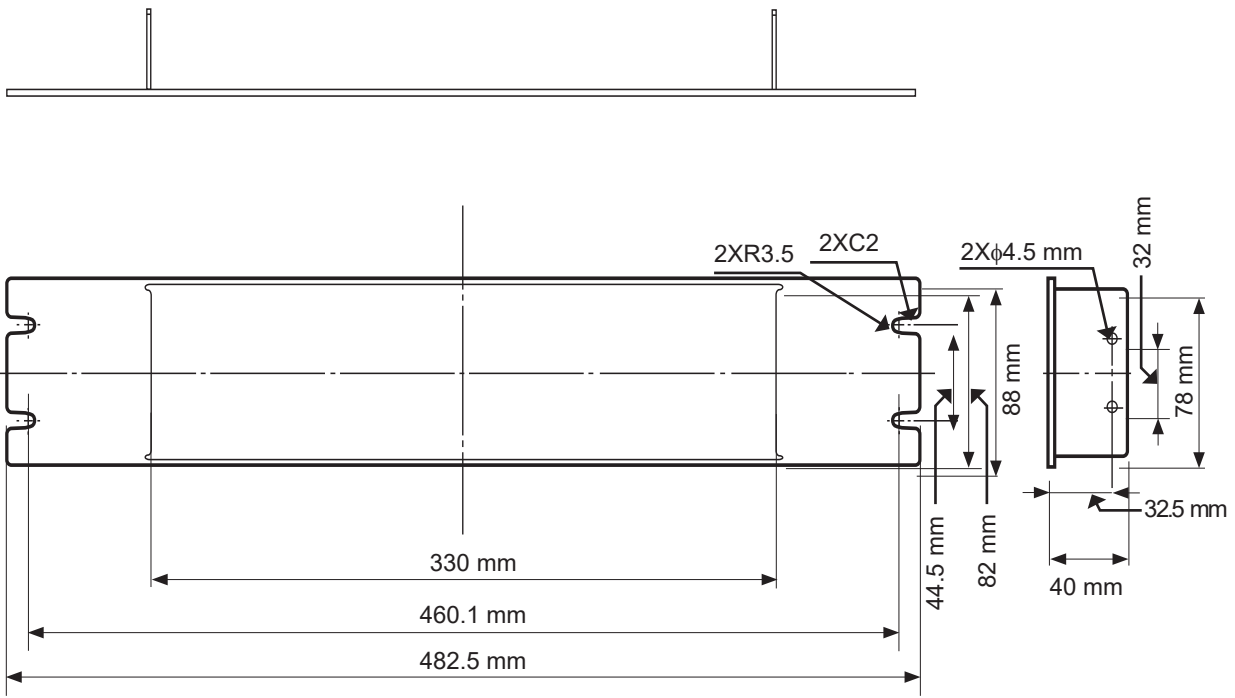
본 기기는 측면의 나사를 풀어 랙 마운트 키트 등을 장착할 수 있습니다.

⚠ 경고

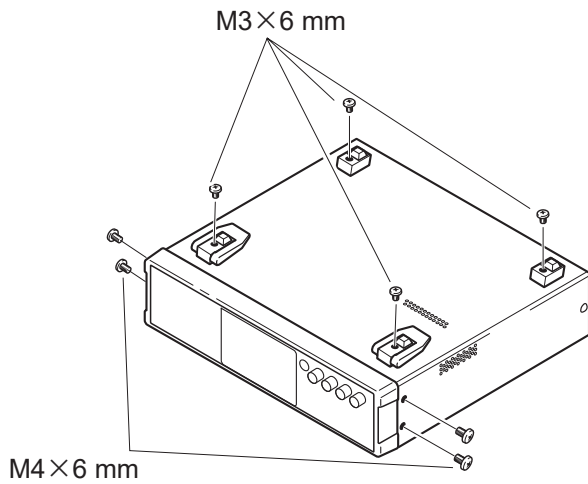
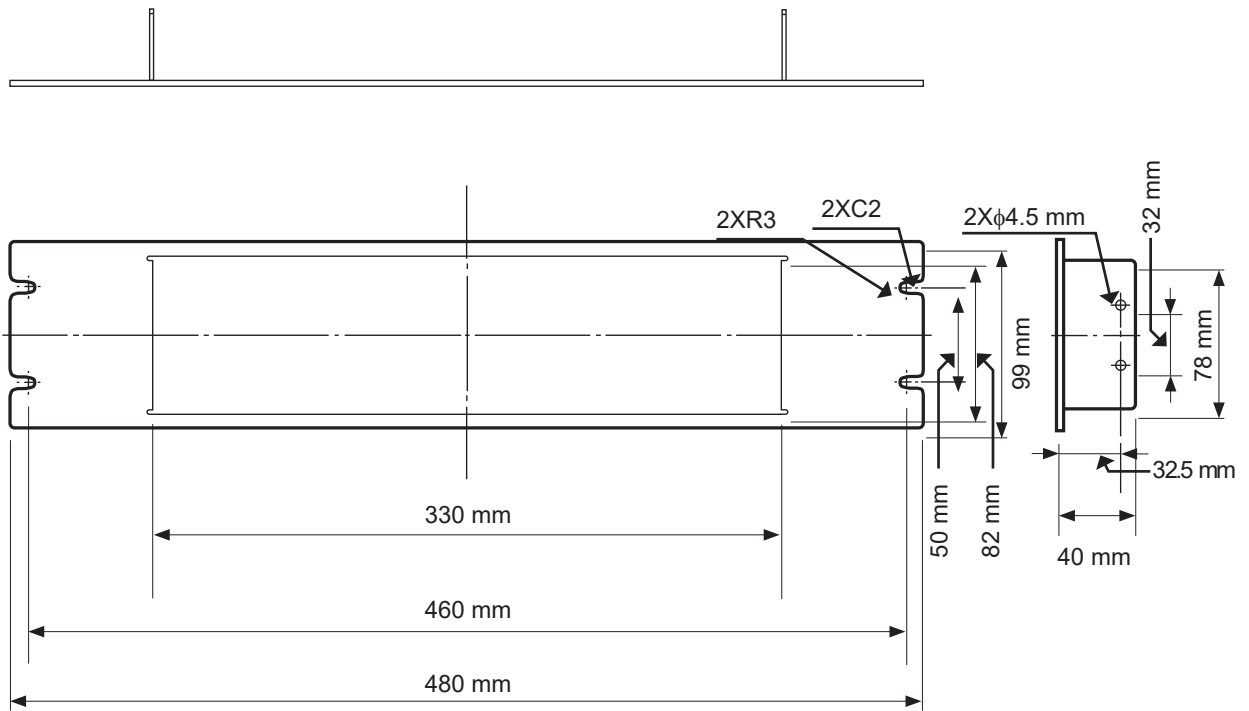


본 기기의 파손이나 감전사고를 방지하기 위해 나사는 공장 출하 시에 장착되어 있던 것을 사용해 주십시오. (스탠드: M3×6 mm, 측면: M4×6 mm, 랙 마운트 키트 장착 시: M4×10 mm) 나사를 분실, 파손한 경우는 당사 또는 대리점으로 문의해 주십시오.

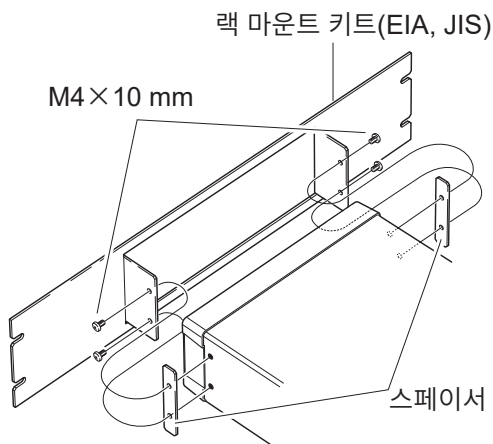
랙 마운트 키트(EIA)



랙 마운트 키트(JIS)



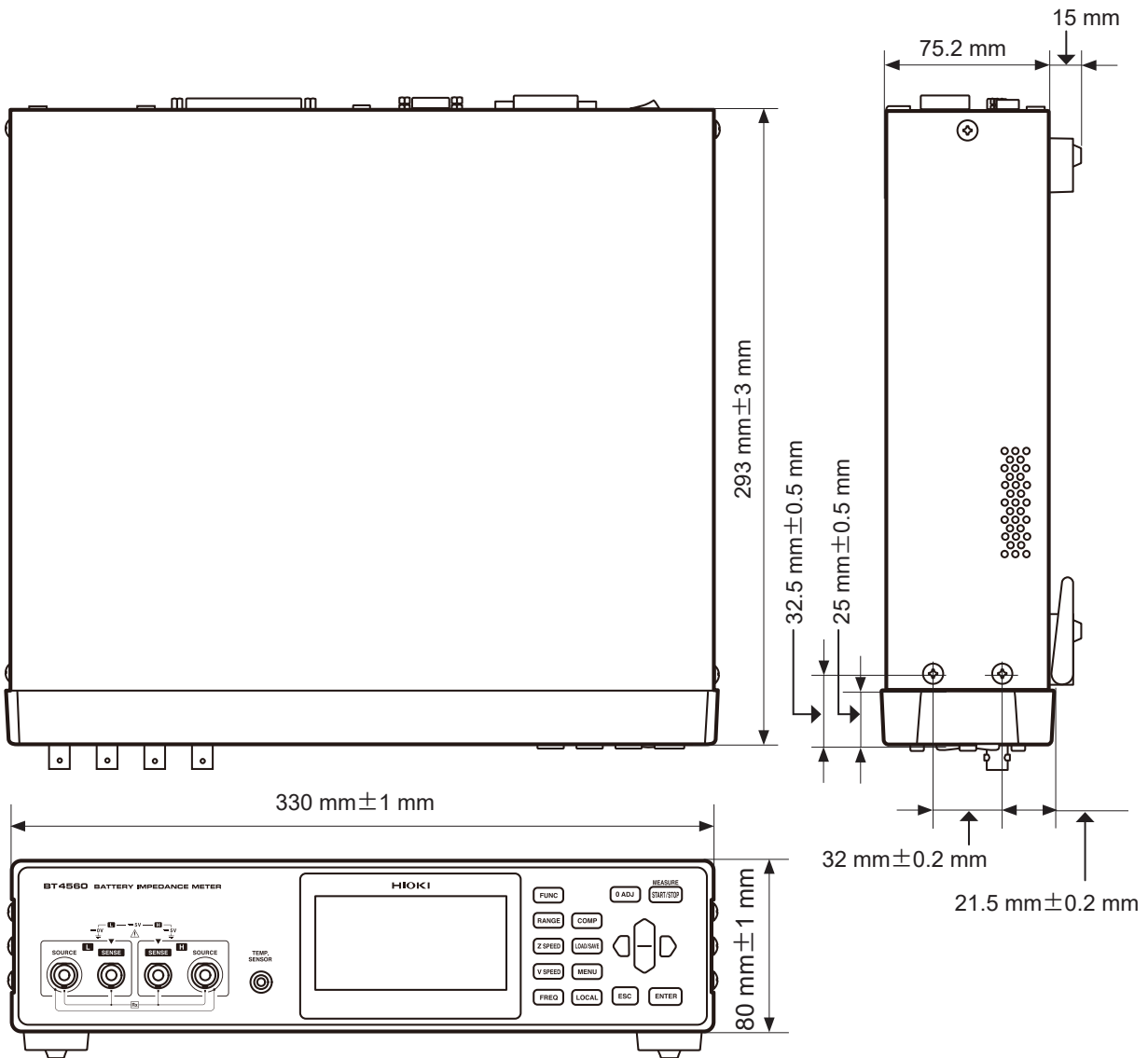
1 본 기기 바닥면의 지지 다리, 측면 커버의 나사(앞 양쪽 4개)를 풀습니다.

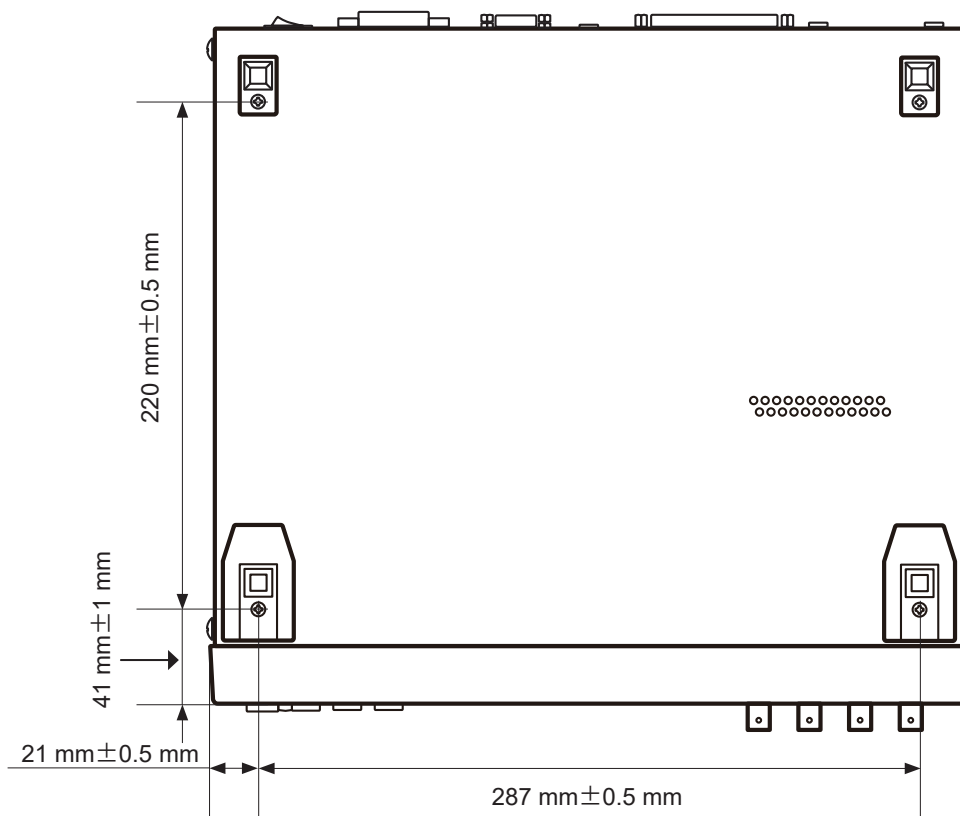


2 본 기기의 측면 양쪽에 스페이서를 넣고 랙 마운트 키트를 M4x10의 나사로 장착합니다.

- 랙에 장착할 때는 시판되고 있는 받침대 등으로 보강해 주십시오.
- 측면, 뒷면, 바닥면의 통풍구를 막지 않도록 주의해 주십시오.

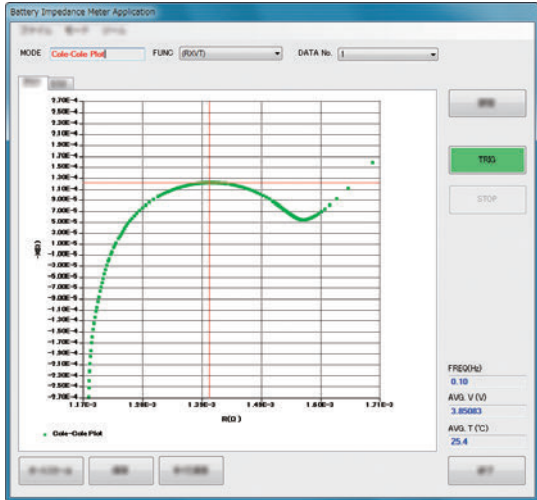
부록 13 외관도





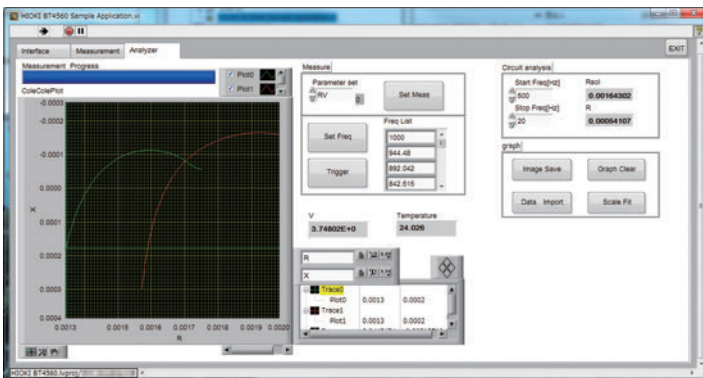
부록 14 PC 어플리케이션에 의한 Cole-Cole plot

부속의 어플리케이션 소프트웨어를 사용하여 측정을 하거나 Cole-Cole plot의 내보내기가 가능합니다. 또한, Scribner Associates Inc. 제품인 ZView® (타사 상표)를 사용하면 등가회로 해석에 의한 상세 해석이 가능해집니다.



(1) 부속의 어플리케이션 소프트웨어

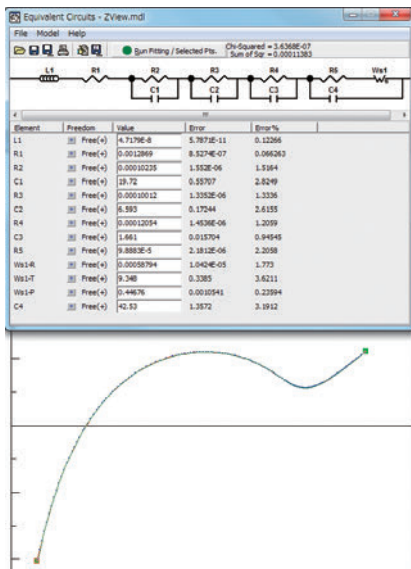
Cole-Cole plot을 확인할 수 있습니다. Excel® 또는 CSV 파일로 측정 결과를 출력할 수도 있습니다.



(2) LabView 드라이버 *부속 어플리케이션 소프트웨어

여러 개의 그래프를 겹쳐서 비교할 수 있습니다. 간이 등가회로 해석 기능을 가지며 전해액 저항, 반응 저항을 확인할 수 있습니다.

* LabView 드라이버는 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.



(3) 교류 임피던스 해석 소프트웨어 ZView®

(1) 에서 출력한 CSV 파일을 이용하여 임의의 등가회로를 작성하고 각 소자를 수치화하면 전지의 열화 부분을 해석할 수 있습니다.

부록 15 라이선스 정보

본 기기에서는 아래의 오픈 소스를 사용하고 있습니다.

Amazon FreeRTOS

Copyright (C) 2020 Amazon.com, Inc. or its affiliates. All Rights Reserved.

Permission is hereby granted, free of charge, to any person obtaining a copy of this software and associated documentation files (the “Software”), to deal in the Software without restriction, including without limitation the rights to use, copy, modify, merge, publish, distribute, sublicense, and/or sell copies of the Software, and to permit persons to whom the Software is furnished to do so, subject to the following conditions:

The above copyright notice and this permission notice shall be included in all copies or substantial portions of the Software.

THE SOFTWARE IS PROVIDED “AS IS”, WITHOUT WARRANTY OF ANY KIND, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO THE WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE AND NONINFRINGEMENT. IN NO EVENT SHALL THE AUTHORS OR COPYRIGHT HOLDERS BE LIABLE FOR ANY CLAIM, DAMAGES OR OTHER LIABILITY, WHETHER IN AN ACTION OF CONTRACT, TORT OR OTHERWISE, ARISING FROM, OUT OF OR IN CONNECTION WITH THE SOFTWARE OR THE USE OR OTHER DEALINGS IN THE SOFTWARE.

lwIp

lwIP is licenced under the BSD license:

Copyright (c) 2001-2004 Swedish Institute of Computer Science.
All rights reserved.

Redistribution and use in source and binary forms, with or without modification, are permitted provided that the following conditions are met:

1. Redistributions of source code must retain the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer.
2. Redistributions in binary form must reproduce the above copyright notice, this list of conditions and the following disclaimer in the documentation and/or other materials provided with the distribution.
3. The name of the author may not be used to endorse or promote products derived from this software without specific prior written permission.

THIS SOFTWARE IS PROVIDED BY THE AUTHOR “AS IS” AND ANY EXPRESS OR IMPLIED WARRANTIES, INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE ARE DISCLAIMED.

IN NO EVENT SHALL THE AUTHOR BE LIABLE FOR ANY DIRECT, INDIRECT, INCIDENTAL, SPECIAL, EXEMPLARY, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES (INCLUDING, BUT NOT LIMITED TO, PROCUREMENT OF SUBSTITUTE GOODS OR SERVICES; LOSS OF USE, DATA, OR PROFITS; OR BUSINESS INTERRUPTION) HOWEVER CAUSED AND ON ANY THEORY OF LIABILITY, WHETHER IN CONTRACT, STRICT LIABILITY, OR TORT (INCLUDING NEGLIGENCE OR OTHERWISE) ARISING IN ANY WAY OUT OF THE USE OF THIS SOFTWARE, EVEN IF ADVISED OF THE POSSIBILITY OF SUCH DAMAGE

숫자

4 단자대법 부2

B

BT4560 2
BT4560-50 2

C

Cole-Cole plot 13, 부22

E

EXT.I/O NPN/PNP 스위치 14
EXT.I/O 테스트 기능 90
EXT.I/O 단자 14

L

LAN 인터페이스
사양 92
사용하기 97

Q

Q&A 119

R

RS-232C 인터페이스 14
사양 91
사용하기 95

U

USB 인터페이스 14
사양 91
사용하기 94, 97

ㄱ

과전류 부7
교정 부16
교체 부품 125

L

내부 회로 구성 87
연결 예 89
전기적 사양 88

ㄴ

랙 마운트 부18
리셋 70
리튬전지 126

ㅂ

백라이트 62
부속품 118

ㄷ

사양 103
샘플 딜레이 기능 38
설정 조건
불러오기 57
삭제하기 58
저장하기 55
설정하기
측정 레인지 24
측정 속도 25
설정 화면 17
설치 7
셀프 캘리브레이션 기능 40
스탠드 15
시스템 테스트 63, 69
I/O TEST 63
KEY TEST 64
LCD TEST 65
ROM TEST 66

ㅇ

애버리지 기능 41
에러 표시와 대처 방법 123
연결하기
4 단자 케이블 20
온도 센서 20
전원 코드 19
연산식 부1
영점 조정 부7
결선 28
설정 29
실패 30, 31
실행 28
온도 센서용 단자 14
옵션 2, 118
오버 레인지 34
외관도 부20
입력 신호 78, 79

ㅈ

전류 소스 (PNP) 76
전류 싱크 (NPN) 76

전압 리밋 기능 44

전원

- 끄기 21
- 켜기 21

전원 스위치 14

전원 인렛 14

전원 코드 19

전위 구배 보정 기능 (Slope Correction)..... 42

전지 측정

- 주의점 부 13

전환장치 부 12

절대값..... 47, 52

정확도..... 114

제조번호 14

조작 키..... 14, 16

진행 상태바 27

㉠

초기 설정 일람 72

초기화하기

- NORMAL 70
- SYSTEM..... 70

출력 신호 79

측정 단자 14

측정 레인지 24

측정 속도 25

- 임피던스 측정 (Z) 25
- 전압 측정 (V)..... 25

측정 신호 제로 크로스 정지 기능 46

측정 예..... 35

측정 이상 검출 32

- 측정 전류 이상 32
- 콘택트 에러 32

측정 전 점검 21

측정 주파수 26

측정 평선 23

측정 프로브 부 11

- 연장 부 6
- 자체제작하기 부 3

측정 화면 17

ㅋ

컴퍼레이터 (comparator) 기능

- OFF 48
- ON 48
- 부저음으로 확인 53
- 상/하한값..... 49
- 판정 결과 54

커맨드..... 91, 102

클리닝..... 125

키 조작

- 무효로 하기 59
- 유효로 하기 60

키 조작음

- OFF 60
- ON 60

ㅅ

타이밍 차트 80

통풍구..... 14

트리거 기능 37

- 설정하기 37
- 외부 트리거 입력하기 37

ㅇ

판정 결과 54

패널 로드 기능 57

패널 세이브 기능 55

폐기..... 126

표시부..... 14

ㅎ

화면 구성 17

화면 명암 61

보증서

HIOKI

모델명	제조번호	보증 기간 구매일 년 월로부터 3년간
-----	------	-------------------------------

고객 주소: _____

이름: _____

요청 사항

- 보증서는 재발급할 수 없으므로 주의하여 보관하십시오.
- “모델명, 제조번호, 구매일” 및 “주소, 이름”을 기입하십시오.
- ※ 기입하신 개인정보는 수리 서비스 제공 및 제품 소개 시에만 사용됩니다.

본 제품은 당사 규격에 따른 검사에 합격했음을 증명합니다. 본 제품이 고장 난 경우는 구매처에 연락 주십시오. 아래 보증 내용에 따라 본 제품을 수리 또는 신제품으로 교환해 드립니다. 연락하실 때는 본 보증서를 제시해 주십시오.

보증 내용

1. 보증 기간 중에는 본 제품이 정상으로 동작하는 것을 보증합니다. 보증 기간은 구매일로부터 3년간입니다. 구매일이 불확실한 경우는 본 제품의 제조연월(제조번호의 왼쪽 4자리)로부터 3년간을 보증 기간으로 합니다.
2. 본 제품에 AC 어댑터가 부착된 경우 그 AC 어댑터의 보증 기간은 구매일로부터 1년간입니다.
3. 측정치 등의 정확도 보증 기간은 제품 사양에 별도로 규정되어 있습니다.
4. 각각의 보증 기간 내에 본 제품 또는 AC 어댑터가 고장 난 경우 그 고장 책임이 당사에 있다고 당사가 판단했을 때 본 제품 또는 AC 어댑터를 무상으로 수리 또는 신제품으로 교환해 드립니다.
5. 이하의 고장, 손상 등은 무상 수리 또는 신제품 교환의 보증 대상이 아닙니다.
 - 1. 소모품, 수명이 있는 부품 등의 고장과 손상
 - 2. 커넥터, 케이블 등의 고장과 손상
 - 3. 구매 후 수송, 낙하, 이전설치 등에 의한 고장과 손상
 - 4. 사용 설명서, 본체 주의 라벨, 각인 등에 기재된 내용에 반하는 부적절한 취급으로 인한 고장과 손상
 - 5. 법령, 사용 설명서 등에서 요구된 유지보수 및 점검을 소홀히 해서 발생한 고장과 손상
 - 6. 화재, 풍수해, 지진, 낙뢰, 전원 이상(전압, 주파수 등), 전쟁 및 폭동, 방사능 오염, 기타 불가항력으로 인한 고장과 손상
 - 7. 외관 손상(외함의 스크래치, 변형, 퇴색 등)
 - 8. 그 외 당사 책임이라 볼 수 없는 고장과 손상
6. 이하의 경우는 본 제품 보증 대상에서 제외됩니다. 수리, 교정 등도 거부할 수 있습니다.
 - 1. 당사 이외의 기업, 기관 또는 개인이 본 제품을 수리한 경우 또는 개조한 경우
 - 2. 특수한 용도(우주용, 항공용, 원자력용, 의료용, 차량 제어용 등)의 기기에 본 제품을 조립하여 사용한 것을 사전에 당사에 알리지 않은 경우
7. 제품 사용으로 인해 발생한 손실에 대해서는 그 손실의 책임이 당사에 있다고 당사가 판단한 경우, 본 제품의 구매 금액만큼을 보상해 드립니다. 단, 아래와 같은 손실에 대해서는 보상하지 않습니다.
 - 1. 본 제품 사용으로 인해 발생한 측정 대상물의 손해에 기인하는 2차적 손해
 - 2. 본 제품에 의한 측정 결과에 기인하는 손해
 - 3. 본 제품과 연결된(네트워크 경유 연결을 포함) 본 제품 이외의 기기에 발생한 손해
8. 제조 후 일정 기간이 지난 제품 및 부품의 생산 중지, 예측할 수 없는 사태의 발생 등으로 인해 수리할 수 없는 제품은 수리, 교정 등을 거부할 수 있습니다.

HIOKI E.E. CORPORATION

<http://www.hioki.com>

18-08 KO-3

HIOKI

www.hiokikorea.com/

Headquarters

81 Koizumi
Ueda, Nagano 386-1192 Japan

히오키코리아주식회사

서울특별시 강남구 테헤란로 322 (역삼동 707-34)
한신인터밸리24빌딩 동관 1705호

TEL 02-2183-8847 FAX 02-2183-3360

info-kr@hioki.co.jp

2103 KO

문의처



편집 및 발행 히오키전기주식회사

Printed in Japan

- CE 적합 선언은 당사 홈페이지에서 다운로드할 수 있습니다.
- 본서의 기재 내용은 예고없이 변경될 수 있습니다.
- 본서에는 저작권에 의해 보호되는 내용이 포함되어 있습니다.
- 본서의 내용을 무단으로 복사·복제·수정함을 금합니다.
- 본서에 기재되어 있는 회사명·상품명은 각 사의 상표 또는 등록상표입니다.