

# HIOKI

배터리 임피던스 미터 BT4560-50  
BT4560-60

BATTERY IMPEDANCE METER BT4560-50  
BT4560-60

NEW



홈페이지



문의하기

Laboratory  
&  
Production line



## EIS 측정 및 등가 회로 해석의 플랫폼

EV&ESS용 대용량 배터리

연구개발 및 생산라인을 위한 계측 솔루션



# BATTERY IMPEDANCE METER BT4560 series

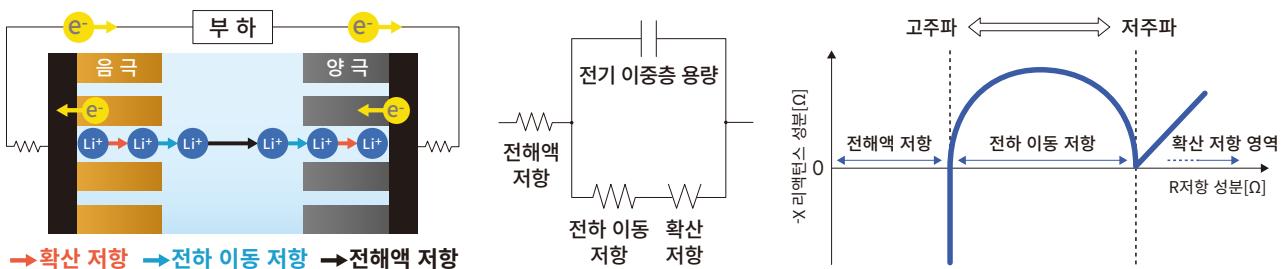


## R&D부터 생산라인까지 사용 가능한 신뢰할 수 있는 EIS 측정기

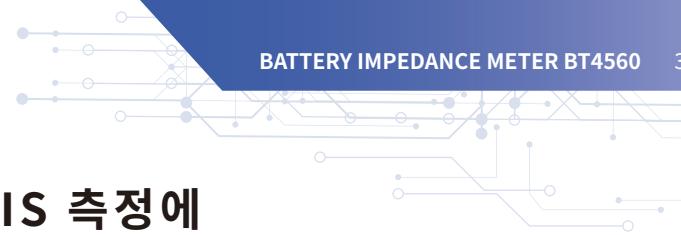
배터리 임피던스 측정기 BT4560 시리즈는 연구 개발부터 생산 라인까지 신속하고 간편하게 EIS 측정이 가능합니다. 또한 스위치 메인프레임 SW1001/SW1002를 증설하면 다채널 평가 시스템으로 쉽게 확장할 수 있으며, 이를 통해 여러 배터리의 고정밀 EIS 측정을 자동화하고 효율화할 수 있습니다. 또한 LAN 인터페이스를 탑재하고 있어 검사 시스템 구축이 용이합니다.



### 배터리 EIS 측정이란



EIS(Electrochemical Impedance Spectroscopy, 전기화학 임피던스 분광법)는 작은 AC 신호를 사용하여 광범위한 주파수 범위에서 배터리의 임피던스를 측정하는 방법입니다. 이를 통해 배터리 내부의 저항과 반응성 등에 대한 자세한 통찰력을 얻을 수 있으며, 배터리 거동과 성능을 이해하는데 있어 연구개발 및 품질 관리에 유용합니다.



# EV 및 ESS용 대용량 배터리의 EIS 측정에 HIOKI가 선택받는 이유

## 벤치탑 EIS 측정기



배터리 임피던스 미터 BT4560 시리즈

- R&D부터 생산 라인까지 사용 가능한 신뢰할 수 있는 EIS 측정기
- 임피던스와 전압, 온도를 동시 측정
- R&D에 편리한 평가 어플리케이션 소프트웨어
- 서드 파티의 등가 회로 해석 소프트웨어와 데이터 호환

### BT4560 기본 성능

임피던스	최고분해능 0.1 $\mu\Omega$
전압 레인지	$\pm 5\text{ V}$ , 분해능 10 $\mu\text{V}$
측정 전류	최대 1.5 A rms
EIS 측정 주파수	BT4560-50 : 0.01 Hz ~ 1050 Hz BT4560-60 : 0.01 Hz ~ 10.00 kHz

## 전용 스캐너 옵션



- 임피던스 측정을 고려한 멀티플렉서 회로 설계로 측정 오차 감소
- 채널 전환 시간 11 ms
- 검사 시간 단축 및 신뢰성 있는 검사 시스템 구축에 최적

### SW1001 기본 성능

멀티플렉서 슬롯	3
채널	최대 18 (4 단자 페어 측정)

### SW1002 기본 성능

멀티플렉서 슬롯	12
채널	최대 72 (4 단자 페어 측정)

## 계측 셋업

### 다양한 EIS 측정 장면에 유연하게 대응

#### 단일 채널



BT4560-60 단독 사용 예시 (1 채널)

#### 멀티 채널

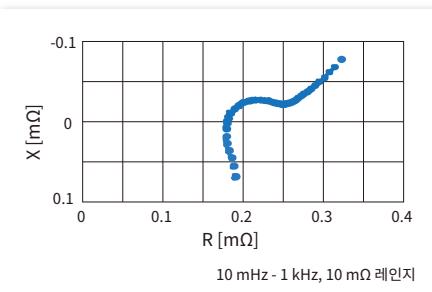


BT4560-60 + SW1001 사용 예시 (6 채널)

# 고정밀, 고안정의 측정 성능

## EV, ESS용 대용량 배터리에 최적

### 0.1 $\mu\Omega$ 분해능의 임피던스 측정



BT4560 시리즈는 내부 임피던스가  $1\text{ m}\Omega$  이하인 대용량 배터리를 정확하게 측정할 수 있습니다. 재현성 있는 데이터를 제공하여 해석 평가의 신뢰성을 높입니다.

### 고정밀 DC 전압 측정

정확도 :  $\pm 0.0035\% \text{ rdg. } \pm 5 \text{ dgt.}$

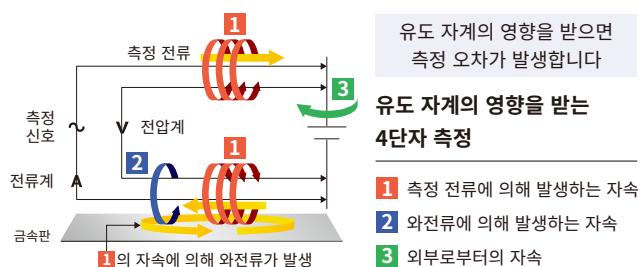
4V Li-ion 셀을  $\pm 190\mu\text{V}$ 의 정확도로 측정 가능

EXT | 10mΩ | Z-SLOW | V:FAST | RMT | LOCK | OADJ |

**R 1.0000 mΩ**  
**X -0.5000 mΩ**  
**V 4.00000 V** 1000Hz  
23.0 °C

6 1/2 자리 고정밀 전압계에 필적하는 정밀도입니다. 배터리 전압과 임피던스를 동시에 측정할 수 있습니다.

### 4단자 페어 측정으로 고주파 측정시 안정성을 향상



4 단자 페어 측정은 측정 전류에 의해 발생하는 자속을 상쇄하는 리턴선을 이용한 측정 방법입니다. 주변 금속에서 발생하는 와전류의 영향을 받지 않고 안정적인 측정이 가능하기 때문에 측정 중에 배선이 움직였을 때 측정값의 편차를 크게 줄일 수 있습니다. 일반적인 4 단자 측정에 비해 특히 고주파 ( 대략 200Hz 이상 정도 )에서 효과를 발휘합니다.

### 4단자 페어 측정 프로브

#### 배터리 형태에 따라 2가지 종류에서 선택 가능

##### 클립형 프로브 L2002

라미네이트 타입 배터리 측정용



##### 핀형 프로브 L2003

생산라인 내장형 등 다양한 유형의 배터리 측정용



자동화 기기에 탑재를 검토 중인 고객님께

옵션의 측정 프로브는 사용 환경에 따라 최대 4m 까지 연장할 수 있습니다. 프로브 및 배선 자체 제작 방법 등 시스템 구축에 대한 상담이 필요한 경우, HIOKI의 글로벌 지원 네트워크가 신속하고 효율적으로 해결책을 제시해 드립니다.

# R&D에 편리한 데이터 수집 소프트웨어



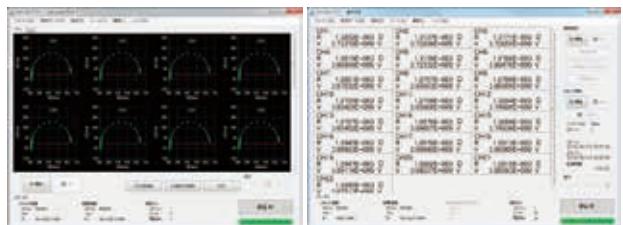
## PC 어플리케이션 소프트웨어

### EIS 측정 데이터를 손쉽게 취득



표준으로 제공되는 PC 어플리케이션 소프트웨어로 EIS 측정 데이터를 간단하게 취득할 수 있습니다. 온도 변화와 내부 임피던스의 상관관계 평가 등 일정 시간마다 측정하는 인터벌 측정에도 대응하고 있습니다.

### 여러 개의 배터리 측정 가능



전용 스캐너 SW1001, SW1002를 제어하여 여러 배터리의 EIS를 측정할 수 있는 소프트웨어를 제공하고 있습니다. 최대 72 채널의 EIS 측정과 나이키스트 플롯의 실시간 표시 및 단일 측정 주파수에서의 로깅 측정이 가능합니다.



## Web 어플 간편 해석 도구 "Circuit Fitting"

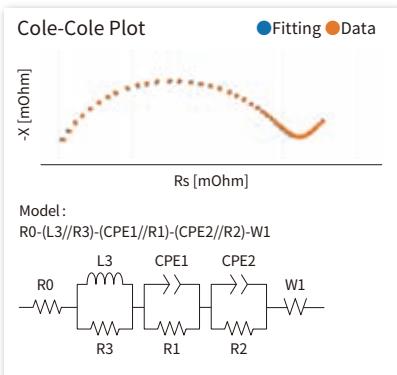
아플은 이쪽으로▼

<https://www.circuitfitting.net>



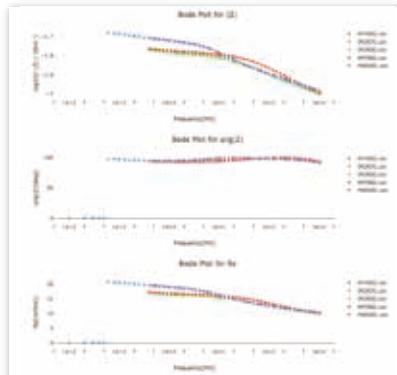
등가 회로 해석과 나이키스트 플롯의 2 차원, 3 차원 비교 그래프를 작성할 수 있는 무료 Web 어플입니다.

### 자동 등가 회로 해석 결과 표시



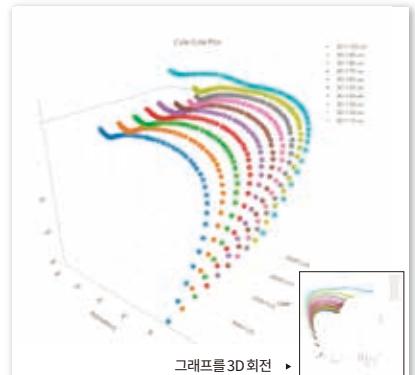
정의된 모델을 사용하여 배터리의 임피던스를 해석합니다. 파일을 불러오기만 하면 자동으로 해석 결과를 표시합니다.

### Bode 플롯 작성



나이키스트 플롯과 동시에 Bode 플롯을 작성합니다. Bode 플롯을 통해 위상 특성을 파악할 수 있습니다.

### 3D그래프로 특성 해석



'시간'과 '날짜'를 세 번째 축으로 하여 나이키스트 플롯과 Bode 플롯을 작성할 수 있습니다. 3D 그래프를 임의의 방향으로 회전하여 확인하거나 이미지를 내보낼 수도 있습니다.



## 서드파티 소프트웨어와의 연동

### 등가 회로 해석 소프트웨어 『ZView®』와의 데이터 호환



가져오기

BT4560 표준 제공되는 어플리케이션 소프트웨어로 취득한 데이터를 서드파티 등가 회로 해석 소프트웨어 'ZView®\*' 가져오면 상세한 해석이 가능합니다. \*ZView®는 Scribner Associates Inc.의 상표입니다.

### LabVIEW driver for BT4560



항온조 및 총방전 시험기를 포함한 평가 시스템 구축에 LabVIEW 드라이버를 제공하고 있습니다. 샘플 어플리케이션 소프트웨어가 함께 제공되며, 그래프의 겹쳐 그리기 및 간이 등가 회로 해석 기능을 이용할 수 있습니다.

# 품질 관리 & 인라인 검사

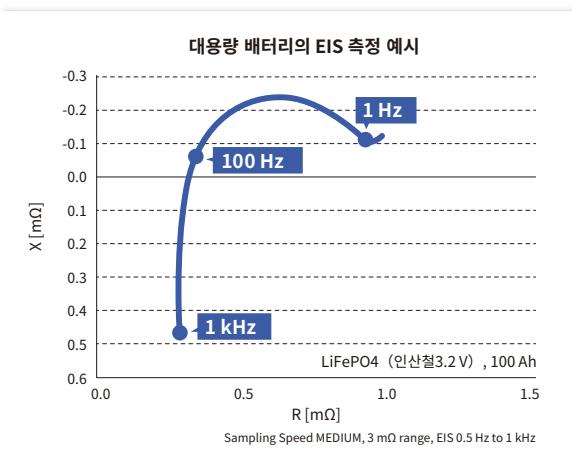
대용량 배터리의 특성에 맞게  
저주파 임피던스 검사가 가능합니다.



## 저주파 임피던스 측정의 목적과 장점

- Zero cross point<sup>1</sup>로 셀 스크리닝
- 노후화 진단을 위한 데이터 촉적
- 셀-모듈의 불량 원인 해석
- 검사 재현성 향상(와전류의 영향을 줄일 수 있는 저주파에서 측정)

\* 1: \* 나이키스트 풀롯에서  $X = 0 \Omega$ 의 주파수 포인트. 대용량 배터리의 경우,  
1kHz 보다 저주파 쪽으로 이동하는 경향이 있습니다.



## 스캐너를 이용한 자동 검사 시스템 구성 예시

효율적으로 여러 배터리를 측정하는 자동 검사 시스템을 구축할 수 있습니다. 임피던스 측정용으로 설계된 6 채널 멀티플렉서 모듈 SW9002 와 멀티플렉서 모듈을 장착하기 위한 스위치 메인 프레임 SW1001/SW1002 를 사용하여 검사 시스템 규모에 따라 유연하게 채널을 확장할 수 있습니다.



## 스캔 측정 시간(참고값)

채널 수	측정 주파수	측정 스피드	총 시간(전 채널)	조건
6	1 kHz	FAST	0.75 s 약 123 ms/ch	
6	1 kHz	MEDIUM	0.95 s 약 158 ms/ch	SW1001+SW9002
6	100 Hz	FAST	0.84 s 약 140 ms/ch	RX 측정 기능
6	100 Hz	MEDIUM	1.25 s 약 208 ms/ch	샘플 딜레이 : 0 ms (0 wave)
6	1 Hz	FAST	7.50 s 약 1250 ms/ch	LAN 통신
6	1 Hz	MEDIUM	13.54 s 약 2257 ms/ch	

## 각종 기능과 인터페이스

### 자동 검사에 적합한 기능

통신 인터페이스에 LAN, RS-232C, USB 를 탑재하여 자동 검사에 필요한 각종 판정 및 데이터 출력 기능을 갖추고 있습니다.

#### 컨택트 체크 기능

측정 전후에 프로브의 접촉 저항을 모니터링하여 측정 대상에 프로브가 올바르게 접촉하고 있는지 확인할 수 있습니다.



#### 콤파레이터 기능

- 임피던스와 전압을 동시에 판정
- 종합 판정 결과 출력
- 2 음 부저로 판정 확인



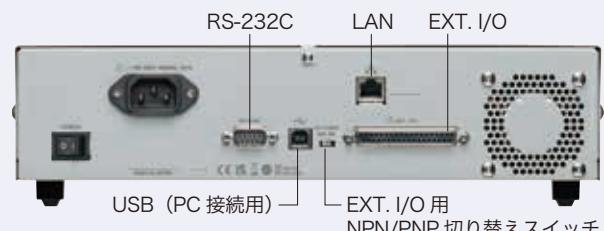
#### NPN/PNP 전환 스위치

EXT. I/O 의 입출력 회로를 전류 싱크 출력 (NPN) 또는 전류 소스 출력 (PnP) 으로 전환할 수 있습니다.



#### 패널 저장 및 불러오기 기능

최대 126 가지의 측정 조건을 본체에 저장할 수 있으며, EXT. I/O 에서 불러올 수 있습니다.



## BT4560 제품사양

### 정확도 사양

#### 임피던스 측정 정확도( $\alpha$ 는 아래 표 참조)

- 레인지:  $3\text{m}\Omega$  (0.01Hz ~ 100Hz),  $10\text{m}\Omega$ ,  $100\text{m}\Omega$
- R 정확도 =  $\pm(0.004|R| + 0.0017|X|) [\text{m}\Omega] \pm \alpha$
- X 정확도 =  $\pm(0.004|X| + 0.0017|R|) [\text{m}\Omega] \pm \alpha$   
(R, X의 단위는 [ $\text{m}\Omega$ ],  $\alpha$ 는 아래 표 참조)
- Z 정확도 =  $\pm 0.4\% \text{rdg.} \pm \alpha(|\sin\theta| + |\cos\theta|)$
- $\theta$  정확도 =  $\pm 0.1^\circ \pm 57.3 (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$

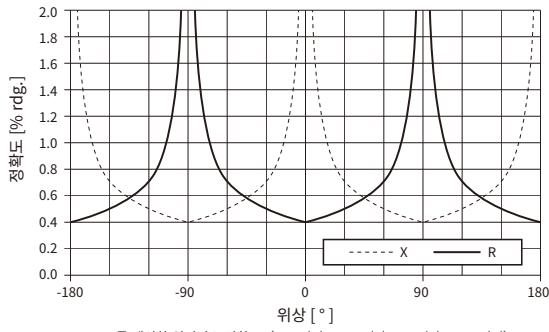
- 레인지:  $3\text{m}\Omega$  (110 Hz ~ 1050 Hz)
- R 정확도 =  $\pm(0.004|R| + 0.0052|X|) [\text{m}\Omega] \pm \alpha$
- X 정확도 =  $\pm(0.004|X| + 0.0052|R|) [\text{m}\Omega] \pm \alpha$   
(R, X의 단위는 [ $\text{m}\Omega$ ],  $\alpha$ 는 아래 표 참조)
- Z 정확도 =  $\pm 0.4\% \text{rdg.} \pm \alpha(|\sin\theta| + |\cos\theta|)$
- $\theta$  정확도 =  $\pm 0.3^\circ \pm 57.3 (|\sin\theta| + |\cos\theta|)$

	샘플링 스피드	3 mΩ 레인지	10 mΩ 레인지	100 mΩ 레인지
$\alpha$	FAST	25 dgt.	60 dgt.	60 dgt.
	MED	15 dgt.	30 dgt.	30 dgt.
	SLOW	8 dgt.	15 dgt.	15 dgt.
온도 계수	$R: \pm R \text{정확도} \times 0.1^\circ\text{C}, X: \pm X \text{정확도} \times 0.1^\circ\text{C}, Z: \pm Z \text{정확도} \times 0.1^\circ\text{C}, \theta: \pm \theta \text{정확도} \times 0.1^\circ\text{C}$ (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C에서 적용)			

※ 1.06 kHz ~ 10 kHz의 경우, 3 mΩ 레인지, 10 mΩ 레인지에서는 1 mΩ 미만, 100 mΩ 레인지에서는 10 mΩ 미만은 정확도 보증 대상이 아닙니다. 자세한 내용은 사용 설명서를 참조하십시오.

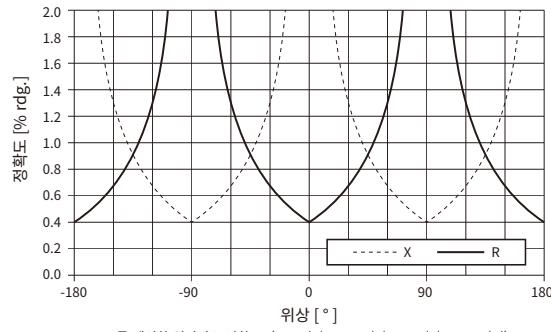
#### 정확도 그래프

- 레인지 :  $3\text{m}\Omega$  (0.01 Hz ~ 100 Hz) ,  $10\text{m}\Omega$  ,  $100\text{m}\Omega$



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

- 레인지 :  $3\text{m}\Omega$  (110 Hz ~ 1050 Hz)



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

#### 전압 측정 정확도(셀프 캘리브레이션 실행 시)

V	표시범위	- 5.10000 V ~ 5.10000 V 10 μV
	분해능	
전압 정확도	FAST/MED/SLOW	$\pm 0.0035\% \text{rdg.} \pm 5 \text{dgt.}$
온도계수		$\pm 0.0005\% \text{rdg.} \pm 1 \text{dgt.} / ^\circ\text{C}$ (0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C에서 적용)

#### 온도 측정 정확도 (BT4560 시리즈 + 온도 센서 Z2005)

정확도	± 0.5°C (측정 온도 : 10.0°C ~ 40.0°C) ± 1.0°C (측정 온도 : - 10.0°C ~ 9.9°C, 40.1°C ~ 60.0°C)
온도계수	온도 계수 : ± 0.01°C / °C (본 기기 온도 : 0°C ~ 18°C, 28°C ~ 40°C에서 적용)

#### 기본 사양 (정확도 보증기간: 1년)

측정 항목	임피던스, 전압, 온도
<b>임피던스 측정</b>	
측정 파라미터	
측정 주파수	0.01 Hz ~ 1050 Hz
주파수 설정 분해능	0.01 Hz ~ 0.99 Hz 0.01 Hz 스텝 1.0 Hz ~ 9.9 Hz 0.1 Hz 스텝 10 Hz ~ 99 Hz 1 Hz 스텝 100 Hz ~ 1050 Hz 10 Hz 스텝 (BT4560-60) 100 Hz ~ 10.00 kHz 10 Hz 스텝 (BT4560-60)
측정 레인지	3.0000 mΩ, 10.0000 mΩ, 100.000 mΩ
입력 가능 전압	최대 5 V
측정 전류/직류 부하(직류 부하: 임피던스 측정 시 측정 대상에 가해지는 오프셋 전류)	
측정 전류	3 mΩ 레인지 : 1.5 Arms ± 10% 10 mΩ 레인지 : 500 mA rms ± 10% 100 mΩ 레인지 : 50 mA rms ± 10%
직류 부하 전류	1 mA 이하

#### 측정 파형

	FAST	MED	SLOW	비고
0.01 Hz ~ 66 Hz	1 파	2 파	8 파	BT4560-50,
67 Hz ~ 250 Hz	2 파	8 파	32 파	BT4560-60 공통
260 Hz ~ 1050 Hz	8 파	32 파	128 파	BT4560-50 만
260 Hz ~ 1.00 kHz	8 파	32 파	128 파	
1.01 kHz ~ 2.00 kHz	128 파	128 파	128 파	BT4560-60 만
2.01 kHz ~ 4.00 kHz	256 파	256 파	512 파	
4.01 kHz ~ 8.00 kHz	512 파	512 파	512 파	
8.01 kHz ~ 10.00 kHz	1024 파	1024 파	1024 파	

#### 전압 측정

측정 레인지	5.00000 V (단일 레인지)
분해능	10 μV
측정 시간	FAST : 0.1 s, MED : 0.4 s, SLOW : 1.0 s 셀프 캘리브레이션 실행 시 0.21s 가산

#### 온도 측정

표시범위	-10.0°C ~ 60.0°C
분해능	0.1°C
측정 시간	2.3 s
측정 기능	$(R, X, V, T) / (Z, \theta, V, T) / (R, X, T) / (Z, \theta, T) / (V, T)$
기능	콤파리터, 셀프 캘리브레이션, 샘플 딜레이, 평균값, 전압 리미트, 임피던스 측정 시 전위구배 보정, 임피던스 측정 시 전위구배 보정, 교류 인가 시 충방전 방지, 키 잠금, 시스템 테스트, 패널 세이브 • 로드 (최대 12 시간)
측정 이상 검출	컨택트 체크, 측정 전류 이상, 측정을 전압 드리프트, 과전압 입력, 전압 리미트, 전압
인터페이스	LAN (TCP/IP, 10BASE-T/100BASE-TX) RS-232C (전송 속도 9,600 bps/19,200 bps/38,400 bps) USB (가상 COM 포트)
EXT. I/O	TRIG, LOAD, Hi, IN, Lo 외 (NPN/PNP 전환 가능)
사용 온습도 범위	0°C ~ 40°C, 80% rh 이하 (결露하지 않을 것)
보존온습도 범위	-10°C ~ 50°C, 80% rh 이하 (결露하지 않을 것)
사용 장소	실내 사용, 오염도 2, 고도 2,000m 까지
전원	정격 전원 전압 : AC 100 V ~ 240 V 정격 전원 주파수 : 50 Hz/60 Hz
정격 전	80 VA
절연 내력	AC 1.62 kV, 1 min, 컷오프 전류 10 mA ([전원 단자 일괄] - [보호 접지] 사이)
적합 규격	안전성 : EN61010 EMC EN61326 Class A
치수 • 질량	약 330W × 80H × 293D mm (돌출부 제외) 약 3.8 kg
부속품	전원 코드 × 1, 사용 설명서 × 1, 영점 조정 보드 × 1, USB 케이블 (A-B 타입) × 1

## 스캐너 사양

### 스위치 메인 프레임 SW1001, SW1002

슬롯 수	3 슬롯 (SW1001), 12 슬롯 (SW1002)
BT4560 대응 모듈	멀티플렉서 모듈 SW9002 (4 단자 페어, 2 선식)
최대 입력 전압	DC 60 V, AC 30 V rms, 42.4 V peak
인터페이스	LAN, USB, RS-232C (호스트용), RS-232C (카랜드 전송 기능용)
EXT. I/O	SCAN 입력, SCAN_RESET 입력, CLOSE 출력 (스캔 제어용)

### 멀티플렉서 모듈 SW9002

결선 방식	4 단자 페어 (6 선식) 또는 2 선식
채널 수	6 채널 (4 단자 페어, 2 선식)
접점 방식	기계식 릴레이
채널 전환 시간	11 ms (측정 시간 제외)
최대 허용 전압	DC 60 V, AC 30 V rms, 42.4 V peak
최대 허용 전류	소스 : HIGH – LOW 사이 DC 2 A, AC 2 A rms 센스 : HIGH – LOW 사이 DC 1 A, AC 1 A rms
사용 커넥터	D-sub 37 핀 핀 헤더

### SW9002 사용 시 조합 정확도 영향량\*1

레인지	BT4560-50, BT4560-60 (L2004로 연결)			조건 · 비고
	영향량			
	주파수 범위 0.1Hz ~ 100Hz	주파수 범위 110Hz ~ 1050Hz	주파수 범위 1060Hz ~ 10.00kHz	
3 mΩ	R ± 0.05% f.s.	± 0.1% f.s.		(본기기의 측정 정확도) × 1
	X ± 0.1% f.s.	± 1.0% f.s.		
10 mΩ	R ± 0.015% f.s.	± 0.03% f.s.		1060Hz ~ 10.00kHz: BT4560-60에 적용
	X ± 0.03% f.s.	± 0.3% f.s.		
100 mΩ	R ± 0.01% f.s.	± 0.01% f.s.		
	X ± 0.015% f.s.	± 0.03% f.s.		
V 전체 레인지	± 5 μV (사용 환경 온도 안정화 후, 접점 클로즈 후 1 분 이내)			

\*1: ゼロアジャスト実行前の影響量



SW1001



SW1002



SW9002



접속 케이블 L2004  
BNC, 0.91 m

## 제품



### 제품명 : 배터리 임피던스 미터

모델명(발주 코드) **BT4560-50**

**BT4560-60**

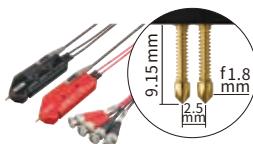
측정용 프로브는 포함되어 있지 않습니다.  
측정 용도에 따라 옵션 프로브를 구입해 주십시오.

## 옵션

### 프로브·센서



클립형 프로브 L2002  
케이블 길이 1.5 m



핀형 프로브 L2003  
케이블 길이 1.5 m



선단핀 9772-90  
핀형 프로브 L2003의  
선단교체용 (1 개)



온도 센서 Z2005  
케이블 길이 1 m



4 단자 프로브 L2000  
나사 단자 클립에 최적, 케이블 길이 1 m,  
BT4560 연결 시 3m Ω 레인지 사용 불가,  
조합 정확도 규정 없음

### PC 연결



LAN 케이블 9642  
스트레이트, 크로스 변환  
커넥터 부속, 5 m



RS-232C 케이블 9637  
9pin - 9pin, 크로스, 1.8 m

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

**HIOKI**  
HIOKI KOREA CO., LTD.

HEADQUARTERS  
81 Koizumi, Ueda, Nagano 386-1192 Japan  
TEL +81-268-28-0562 FAX +81-268-28-0568  
http://www.hioki.com / E-mail: os-com@hioki.co.jp

DISTRIBUTED BY

**TAISHIN**

**HIOKI FMI 총판**  
태신상사(주)

서초 본사 | 02-3474-0070 종로영업소 | 02-3474-0070  
구로영업소 | 02-2689-4343 성남영업소 | 031-733-1090  
부산영업소 | 051-806-9591 광주영업소 | 062-955-0057  
대구영업소 | 053-384-3447