

배터리의 품질을 측정

셀 · 모듈 · 팩

품질 검사
보수 점검
R & D

3561,3561-01



BT3561A



BT3562A



BT3563A



BT3562-01, BT3563-01



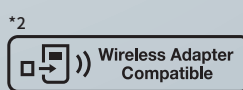
BT3564



BT4560



BT3554-51, BT3554-52



*1: BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3562-01, BT3563-01만 해당 *2: BT3554-51, BT3554-52만 해당

배터리의 품질을 측정한다

배터리가 완성품이 되기까지에는 여러 공정들이 있으며
공정에 따라 적절한 계측방법이 다릅니다.

HIOKI 배터리 테스터는
“셀 완성 이후”의 검사 · 개발 · 점검에 최적입니다.



셀 완성 이후의 공정



리튬이온 배터리의 제조공정

수입검사 / 출하검사

생산라인에서 완성한 셀, 모듈, 팩의 품질을 검사합니다.
내부저항 (AC-IR) 과 개방전압 (OCV) 을 측정해 배터리의 품질을 확인할 수 있습니다.

품질
검사
P.6 - P.16



고정밀도로 개방전압 (OCV) 을 측정
고정밀도 OCV 측정으로
더 앞 단계에서 불량품 검출이 가능합니다.



상세 P.9
직류전압계
DM7276

검사 채널 수를 증설
검사 채널 수 증설 및
측정 자동 전환이 가능해집니다.



상세 P.14 - 15
스위치 메인 프레임
SW1002

축전지의 열화 진단

UPS 등에 탑재된 축전지가 열화되지 않았는지 진단할 수 있습니다.

보수
점검
P.17



BT3554-51 (9465-10 세트품) BT3554-52 (L2020 세트품)

무선 어댑터
Z3210

GENNECT
Cross

배터리를 해석

개발 중인 배터리 특성을 임피던스 측정에 의한
Cole-Cole Plot 으로 해석할 수 있습니다.

R & D
P.18 - P.21



BT4560

연료 전지 (FC) 를 해석

사이클 시험 중에 연료 전지의 내부저항 (1 kHz) 을
측정할 수 있습니다.



BT3564-FC(특주 사양)

더 넓은 주파수대역에서 임피던스 측정
측정 주파수 범위를 넓혀 측정할 수 있습니다.



상세 P.19
케미컬 임피던스
아날라이저
IM3590

동적 임피던스 측정
사이클 시험 중에 연료 전지 및 LIB 의
임피던스를 측정할 수 있습니다.






상세 P.20-21
파워 아날라이저
PW6001

배터리 테스터 라인업

용도		수입검사 · 출하검사				
		범용 소형셀 고속 선별	동력용 소형셀 60 V까지의 소형팩	xEV용 대형셀 100 V까지의 중형팩	xEV용 대형팩 300 V까지의 대형팩	
형명		3561, 3561-01	BT3561A	BT3562A	BT3563A	
외관						
측정방식		교류 4 단자법	교류 4 단자법	교류 4 단자법	교류 4 단자법	
측정 전류 주파수		1 kHz ±0.2 Hz	1 kHz ±0.2 Hz	1 kHz ±0.2 Hz	1 kHz ±0.2 Hz	
정격 입력 전압		DC ±22 V	DC ±60 V	DC ±100 V	DC ±300 V	
대지간 최대 정격전압		DC ±60 V	DC ±60 V	DC ±100 V	DC ±300 V	
측정	저항 측정 레인지	3 mΩ	—	—	3.1000 mΩ, 0.1 μΩ, 100 mA	3.1000 mΩ, 0.1 μΩ, 100 mA
		30 mΩ	—	31.000 mΩ, 1 μΩ, 100 mA	31.000 mΩ, 1 μΩ, 100 mA	31.000 mΩ, 1 μΩ, 100 mA
		300 mΩ	310.00 mΩ, 10 μΩ, 10 mA	310.00 mΩ, 10 μΩ, 10 mA	310.00 mΩ, 10 μΩ, 10 mA	310.00 mΩ, 10 μΩ, 10 mA
		3 Ω	3.1000 Ω, 100 μΩ, 1 mA	3.1000 Ω, 100 μΩ, 1 mA	3.1000 Ω, 100 μΩ, 1 mA	3.1000 Ω, 100 μΩ, 1 mA
		30 Ω	—	31.000 Ω, 1 mΩ, 100 μA	31.000 Ω, 1 mΩ, 100 μA	31.000 Ω, 1 mΩ, 100 μA
	최대 표시, 분해능, 측정 전류	300 Ω	—	310.00 Ω, 10 mΩ, 10 μA	310.00 Ω, 10 mΩ, 10 μA	310.00 Ω, 10 mΩ, 10 μA
		3 kΩ	—	3.1000 kΩ, 100 mΩ, 10 μA	3.1000 kΩ, 100 mΩ, 10 μA	3.1000 kΩ, 100 mΩ, 10 μA
	기본 정확도	3 mΩ 레인지	—	—	±0.5% rdg ±10 dgt	±0.5% rdg ±10 dgt
		30 mΩ 레인지 이상	±0.5% rdg ±5 dgt	±0.5% rdg ±5 dgt	±0.5% rdg ±5 dgt	±0.5% rdg ±5 dgt
	전압 측정 레인지	6 V	—	6.000 00 V, 10 μV	6.000 00 V, 10 μV	6.000 00 V, 10 μV
		20 V	19.999 9 V, 100 μV	—	—	—
		60 V	—	60.000 0 V, 100 μV	60.000 0 V, 100 μV	60.000 0 V, 100 μV
		100 V	—	—	100.000 V, 1 mV	—
		300 V	—	—	—	300.000 V, 1 mV
	최대 표시, 분해능	1000 V	—	—	—	—
기본 정확도		±0.01% rdg ±3 dgt	±0.01% rdg ±3 dgt	±0.01% rdg ±3 dgt	±0.01% rdg ±3 dgt	
측정 응답시간 ^{*1}		3 ms	10 ms	10 ms	10 ms	
샘플링 시간 ^{*2} EX.FAST, FAST, MEDIUM, SLOW	Ω 또는 V	4 ms, 12 ms, 35 ms, 150 ms	4 ms, 12 ms, 35 ms, 150 ms	4 ms, 12 ms, 35 ms, 150 ms	4 ms, 12 ms, 35 ms, 150 ms	
	ΩV	7 ms, 23 ms, 69 ms, 252 ms	8 ms, 24 ms, 70 ms, 253 ms	8 ms, 24 ms, 70 ms, 253 ms	8 ms, 24 ms, 70 ms, 253 ms	
경로 저항의 허용치 ^{*3} (에러 검출) 레인지 : 3 mΩ, 30 mΩ, 300 mΩ, 3 Ω	SENSE 측	—, —, 20 Ω, 20 Ω	—, 6.5 Ω, 30 Ω, 30 Ω	6.5 Ω, 6.5 Ω, 30 Ω, 30 Ω	6.5 Ω, 6.5 Ω, 30 Ω, 30 Ω	
	SOURCE 측	—, —, 50 Ω, 500 Ω	—, 5.5 Ω, 15 Ω, 150 Ω	5.5 Ω, 5.5 Ω, 15 Ω, 150 Ω	5.5 Ω, 5.5 Ω, 15 Ω, 150 Ω	
개방 단자 전압 레인지 : 30 mΩ 이하, 300 mΩ, 3 Ω 이상		—, 7 V, 7 V peak	25 V, 7 V, 4 V peak	25 V, 7 V, 4 V peak	25 V, 7 V, 4 V peak	
인터페이스	LAN (TCP/IP, 10BASE-T/100BASE-TX)	—	○	○	○	
	RS-232C ^{*4} (최대 38400 bps)	○	○	○	○	
	USB	—	—	—	—	
	GP-IB	○ (3561-01 만)	—	—	—	
	EXT I/O (37-pin Handler interface)	○ (36-pin)	○	○	○	
	아날로그 출력 (DC 0 V ~ 3.1 V)	—	○	○	○	
기능	콘택트 체크	○	○	○	○	
	영점 조정 (±1000 카운트)	○	○	○	○	
	펄스 측정 기능	—	○	○	○	
	컴퍼레이터	Hi/ IN/ Lo	Hi/ IN/ Lo	Hi/ IN/ Lo	Hi/ IN/ Lo	
	통계 연산 기능	최대 30,000 데이터	최대 30,000 데이터	최대 30,000 데이터	최대 30,000 데이터	
	딜레이 기능	○	○	○	○	
	애버리지 기능	2 ~ 16 회	2 ~ 16 회	2 ~ 16 회	2 ~ 16 회	
	설정 저장 (패널 세이브)	126 패널	126 패널	126 패널	126 패널	
	메모리 기능	400 개	400 개	400 개	400 개	
	LabVIEW [®] 드라이버 지원 ^{*5}	○	○	○	○	
적합규격	안전성 : EN61010 EMC : EN61326 Class A	안전성 : EN61010 EMC : EN61326 Class A	안전성 : EN61010 EMC : EN61326 Class A	안전성 : EN61010 EMC : EN61326 Class A		
방사성 무선주파수 전자계의 영향	적합 ^{*6}	적합 ^{*6}	적합 ^{*6}	적합 ^{*6}		
전도성 무선주파수 전자계의 영향	10 V	—	적합	적합	적합	
	3 V	적합	적합	적합	적합	
CE 대응	○	○	○	○		
CSA ^{*7} 대응	—	○	○	○		
치수 및 질량	215W × 80H × 295D mm 2.4 kg	215W × 80H × 295D mm 2.4 kg	215W × 80H × 295D mm 2.4 kg	215W × 80H × 295D mm 2.4 kg		

*1: 참고값 *2: 전원주파수 : 60Hz 일 때 *3: 경로 저항 = (배선 저항+접촉 저항+시료의 저항) *4: 프린터 I/F 검출
 *5: LabVIEW 드라이버는 National Instruments 사의 상표 및 등록상표입니다 *6: 시험조건 80 MHz ~ 1 GHz : 10 V/m, 1 GHz ~ 6 GHz : 3 V/m
 *7: Canadian Standards Association

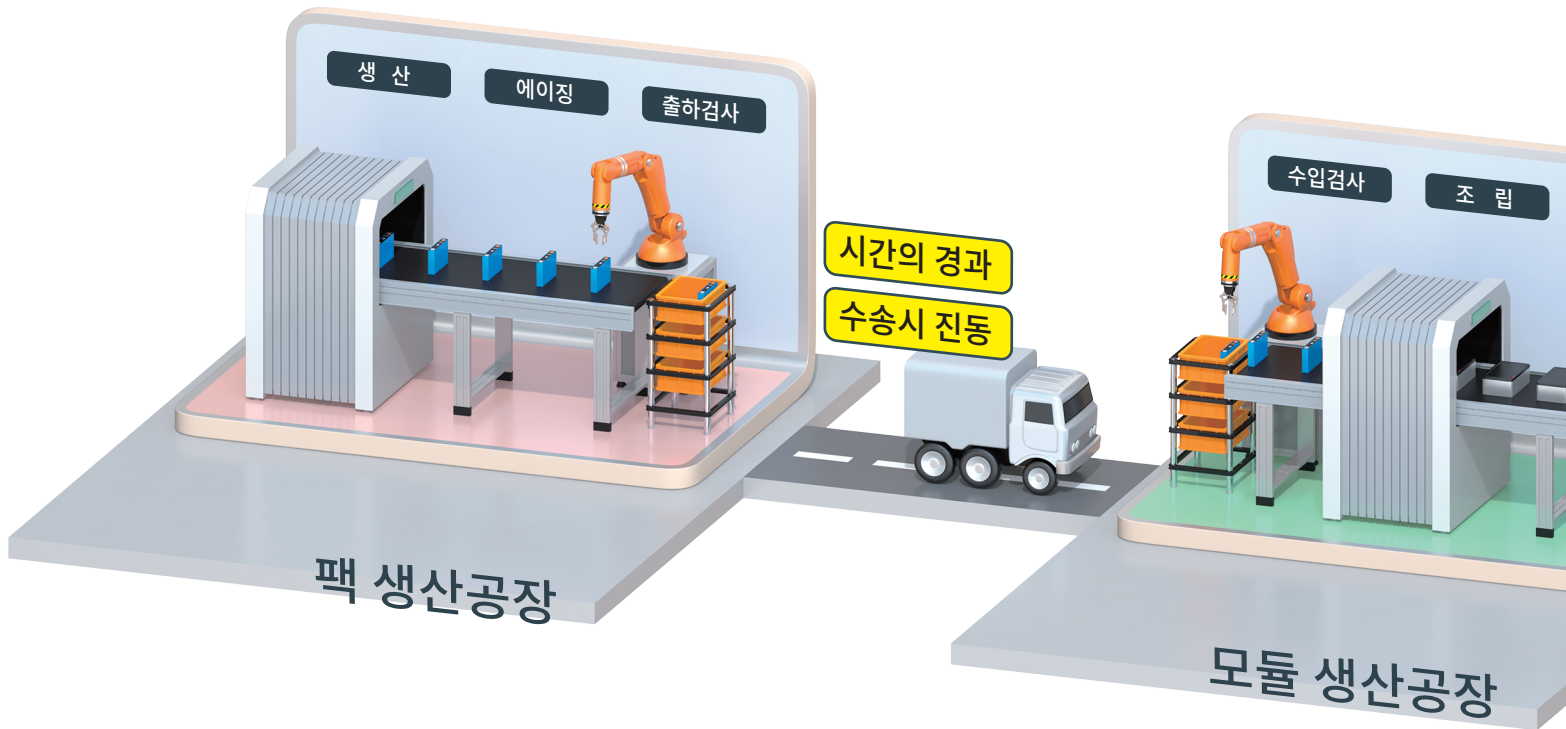
용도	수입검사 · 출하검사		연구 · 개발	유지보수		
	xEV, ESS 용 초대형팩 1000 V 고전압 모델		GP-IB 모델	셀 또는 20 V 까지의 팩 재사용을 위한 열화 정도	대형 UPS	
형명	BT3564		BT3562-01 BT3563-01	BT4560	BT3554-51 BT3554-52	
외관	연료 전지용 특수 사양 있음 		10 kHz 특수 사양 있음 (상세 P.19) 	NEW 		
측정방식	교류 4 단자법		교류 4 단자법	교류 4 단자법		
측정 전류 주파수	1 kHz ±0.2 Hz		1 kHz ±0.2 Hz	0.10 Hz ~ 1050 Hz	1 kHz ±80 Hz	
정격 입력 전압	DC ±1000 V		BT3562-01: DC ±60 V BT3563-01: DC ±300 V	DC ±5 V (특수 사양으로 DC ±20 V 까지 대응)	DC ±60 V	
대지간 최대 정격전압	DC ±1000 V		BT3562-01: DC ±70 V BT3563-01: DC ±300 V	SOURCE-H, SENSE-H: DC ±5 V SOURCE-L, SENSE-L: DC 0 V	DC ±60 V	
측정	저항 측정 레인지	3 mΩ	3.1000 mΩ, 0.1 μΩ, 100 mA	3.1000 mΩ, 0.1 μΩ, 100 mA	저항 (R) 3.6000 mΩ, 0.1 μΩ, 1.5 A 12.0000 mΩ, 0.1 μΩ, 500 mA 120.000 mΩ, 1 μΩ, 50 mA [측정 주파수 범위] 주파수 : FAST, MEDIUM, SLOW 0.10 Hz~66Hz: 1 파, 2 파, 8 파 67 Hz~250 Hz: 2 파, 8 파, 32 파 260 Hz~1050 Hz: 8 파, 32 파, 128 파 리액턴스 (X) ±3.6000 mΩ, 0.1 μΩ, 1.5 A ±12.0000 mΩ, 0.1 μΩ, 500 mA ±120.000 mΩ, 1 μΩ, 50 mA 임피던스 (Z) 3.6000 mΩ, 0.1 μΩ, 1.5 A 12.0000 mΩ, 0.1 μΩ, 500 mA 120.000 mΩ, 1 μΩ, 50 mA 위상각 (θ) ±180.000°, 0.001° [기본 정확도] P.19 참조 전압 (V) ±5.10000 V, 10 μV [기본 정확도] ±0.0035% rdg ±5 dgt [샘플링 시간] FAST, MEDIUM, SLOW 0.1 s, 0.4 s, 1.0 s 온도 (°C) -10.0°C ~ 60.0°C, 0.1°C 경로 저항의 허용치 ^{*1*} (에러 검출) 3 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ SENSE 측 : 10 Ω, 15 Ω, 50 Ω SOURCE 측 : 1.5 Ω, 4 Ω, 45 Ω	저항 (R) 3.100 mΩ, 1 μΩ, 160 mA 31.00 mΩ, 10 μΩ, 160 mA 310.0 mΩ, 100 μΩ, 16 mA 3.100 Ω, 1 mΩ, 1.6 mA [기본 정확도] ±1.0% rdg ±8 dgt (3 mΩ 레인지) ±0.8% rdg ±6 dgt (30 mΩ 레인지 이상)
		30 mΩ	31.000 mΩ, 1 μΩ, 100 mA	31.000 mΩ, 1 μΩ, 100 mA		
		300 mΩ	310.00 mΩ, 10 μΩ, 10 mA	310.00 mΩ, 10 μΩ, 10 mA		
		3 Ω	3.1000 Ω, 100 μΩ, 1 mA	3.1000 Ω, 100 μΩ, 1 mA		
		30 Ω	31.000 Ω, 1 mΩ, 100 μA	31.000 Ω, 1 mΩ, 100 μA		
		300 Ω	310.00 Ω, 10 mΩ, 10 μA	310.00 Ω, 10 mΩ, 10 μA		
	기본 정확도	3 mΩ 레인지	±0.5% rdg ±10 dgt ^{*8}	±0.5% rdg ±10 dgt		
		30 mΩ 레인지 이상	±0.5% rdg ±5 dgt ^{*8}	±0.5% rdg ±5 dgt		
		6 V	—	6.000 0 V, 10 μV		
	전압 측정 레인지	10 V	9.999 99 V, 10 μV	—		
		60 V	—	60.000 0 V, 100 μV		
		100 V	99.999 9 V, 100 μV	—		
		300 V	—	300.000 V, 1 mV (BT3563-01のみ)		
	최대 표시, 분해능	1000 V	1100.00 V, 1 mV ^{*9}	—		
		기본 정확도	±0.01% rdg ±3 dgt ^{*8}	±0.01% rdg ±3 dgt		
측정 응답 시간 ^{*1}	700 ms		10 ms	1.6 s		
샘플링 시간 ^{*2}	Ω 또는 V	—, 12 ms, 35 ms, 253 ms	4 ms, 12 ms, 35 ms, 150 ms	—		
	EX.FAST, FAST, MEDIUM, SLOW	—, 28 ms, 74 ms, 359 ms	8 ms, 24 ms, 70 ms, 253 ms	100 ms		
경로 저항의 허용치 ^{*1*} (에러 검출) 레인지 : 3 mΩ, 30 mΩ, 300 mΩ, 3 Ω	SENSE 측	3 Ω, 3 Ω, 20 Ω, 20 Ω	2 Ω, 2 Ω, 15 Ω, 15 Ω	—		
	SOURCE 측	3 Ω, 3 Ω, 20 Ω, 200 Ω	2 Ω, 2 Ω, 15 Ω, 150 Ω	—		
개방 단자 전압 레인지 : 30 mΩ 이하, 300 mΩ, 3 Ω 이상	25 V, 7 V, 4 V peak		25 V, 7 V, 4 V peak	5 V max		
인터페이스	LAN (TCP/IP, 10BASE-T/100BASE-TX)	—	—	—		
	RS-232C ^{*4} (최대 38400 bps)	○	○	○		
	USB	—	—	○		
	GP-IB	○	○	—		
	EXT I/O (37-pin Handler interface)	○	○	○		
기능	아날로그 출력 (DC 0 V ~ 3.1 V)	○	○	—		
	콘택트 체크	○	○	○		
	영점 조정 (범위 : ±1000 카운트)	○	○	○ ^{*11}		
	펄스 측정 기능	○	○	○		
	컴퍼레이터	Hi/ IN/ Lo	Hi/ IN/ Lo	Hi/ IN/ Lo		
	통계 연산 기능	최대 30,000 데이터	최대 30,000 데이터	—		
	딜레이 기능	○	○	○		
	애버리지 기능	2 ~ 16 회	2 ~ 16 회	1 ~ 99 회		
	설정 저장 (패널 세이브)	126 패널	126 패널	126 패널		
	메모리 기능	400 개	400 개	—		
LabVIEW [®] 드라이버 지원 ^{*5}	—	○	○			
적합규격	안전성 : EN61010 EMC: EN61326 Class A		안전성 : EN61010 EMC: EN61326 Class A	안전성 : EN61010 EMC: EN61326-1		
방사성 무선주파수 전자계의 영향	적합 ^{*6}		적합 ^{*6}	적합 (3 V/m)		
전도성 무선주파수 전자계의 영향	10 V	—	—	—		
	3 V	적합	적합	적합		
CE 대응	○		○	○		
CSA ^{*7} 대응	—		—	—		
치수 및 질량	215W × 80H × 329D mm 2.6 kg	215W × 80H × 295D mm 2.4 kg	330W × 80H × 293D mm 3.7 kg	199W × 132H × 60.6D mm 960 g		

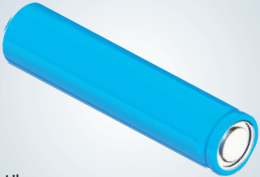
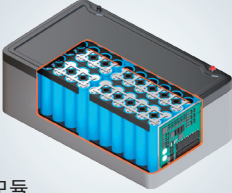
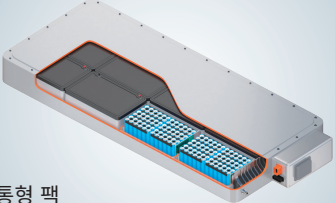

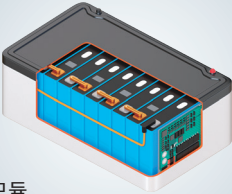
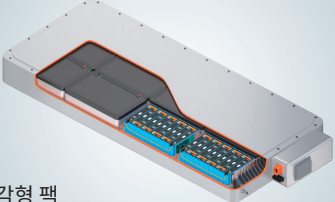
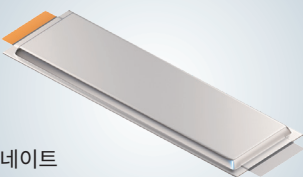
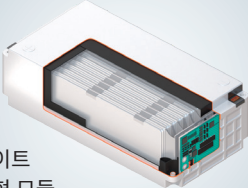
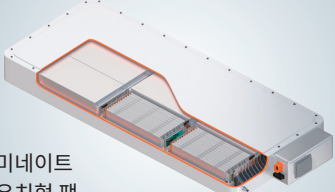
*8: 애버리지 기능 : ON 4 회 설정 시 *9: 1000.00 V 이상은 분해능 10 mV *10: -51: 9465-10 부속, -52: L2020 부속
*11: 영점 조정 범위 R: ± 0.1000 mΩ (3 mΩ 레인지), ± 0.3000 mΩ (10 mΩ 레인지), ± 3.000 mΩ (100 mΩ 레인지), X: ± 1.5000 mΩ (전 레인지 공통), V: ± 0.10000 V

수입검사 / 출하검사

3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560

배터리의 성능과 안전성을 측정



셀 생산공장	모듈 생산공장	팩 생산공장
 <p>원통형 셀</p>	 <p>원통형 모듈</p>	 <p>원통형 팩</p>
 <p>사각형 셀</p>	 <p>사각형 모듈</p>	 <p>사각형 팩</p>
 <p>라미네이트 파우치형 셀</p>	 <p>라미네이트 파우치형 모듈</p>	 <p>라미네이트 파우치형 팩</p>



배터리의 성능과 안전성을 내부저항 (AC-IR) 과 개방전압 (OCV) 으로 측정

안전한 고성능 배터리를 만들어내기 위해 생산공정에서의 검사가 중요합니다.
출하 및 수입검사에서는 “내부저항” 측정으로 배터리의 성능을 검사하고,
“개방전압” 측정으로 배터리의 안전성을 검사합니다.

이러한 경우에 대응합니다

안정된 성능의 배터리를 생산하고 싶다

안전성이 높은 배터리를 생산하고 싶다

셀 전지부터 팩 전지의 조립 공정

셀 생산공장에서 생산된 셀은 출하검사를 거쳐 모듈의 생산공장에 수송됩니다. 시간 경과와 수송 시 진동 등의 요인으로 불량품이 발생할 수 있기 때문에 수입검사를 실시해 모듈과 팩에 탑재할 수 있습니다.

배터리의 성능과 안전성을 측정

안정된 성능의 배터리를 생산

해설 배터리 품질과 내부저항 (AC-IR)

내부저항이 크다

- 발열이 크다
- 열화가 빠르다
- 용량이 감소

셀의 내부저항이 불균일

배터리팩 전체의 성능이 저하

내부저항이 큰 셀

내부저항과 배터리셀의 용량 저하
 내부저항이 큰 배터리셀은 발열이 커져 빨리 열화되는 경향이 있습니다. 열화가 되면 셀 용량이 저하되고 내부저항이 증가합니다. 내부저항은 시간의 경과와 수송 시 진동에 의해서도 변화합니다. 출하 시나 수입 시에는 매번 검사를 실시해 내부저항이 큰 셀을 제거할 필요가 있습니다.

내부저항이 적정하다

- 발열이 작다
- 열화가 느리다

내부저항과 배터리팩의 성능

배터리팩 내의 각 셀의 내부저항이 균일한 것도 중요합니다. 내부 저항이 큰 셀이나 열화되기 시작한 셀이 있으면 그 셀이 병목 현상 (bottleneck) 의 주범이 되어 배터리팩 용량이 제한됩니다. 특히 열화되어 용량이 저하된 셀을 과충전과 과방전으로부터 보호하려는 BMS* 제어에 의해 배터리팩의 성능이 급속도로 떨어집니다. 전체 셀이 균일한 내부저항을 가지고 또 균일하게 열화되어가도록 셀을 선정한 배터리팩의 품질이 향상됩니다.

■ 열화에 의해 배터리 용량이 감소
 ■ 배터리 용량 ■ 충전량 ■ % 충전률

*BMS: Battery Management System

내부저항 측정 (AC-IR 측정) 3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560

배터리의 내부저항 측정에는 “교류법”과 “직류법”의 2 가지 측정법이 있습니다. 교류법 측정에 의한 저항값을 AC-IR, 직류법 측정에 의한 저항값을 DC-IR 이라 부릅니다. AC-IR 과 DC-IR 은 상호 보완 관계에 있습니다. 목적에 따라 구분해서 사용하거나 양쪽 모두 측정할 것을 추천합니다. HIOKI 배터리 테스터는 4 단자방식 AC-IR 측정을 실시할 수 있습니다.

직류법 (DC-IR)

실가동에 가까운 상태에서 배터리 성능을 확인하고 싶을 때

DC-IR 에서의 애로사항

- 측정에 시간이 걸린다
- 측정의 재현성이 낮다
- 배터리의 충전률이 달라진다
- 충방전기 등 대형 설비가 필요하다
- 대전력 공급라인이 필요하다

부하를 연결해 전압과 전류의 변화로부터 저항값을 산출합니다.

교류법 (AC-IR)

출하 및 수입검사 등 단시간에 정확하게 불량품을 선별하고 싶을 때

AC-IR 로 해결

- 단시간에 측정할 수 있다
- 측정의 재현성이 높다
- 배터리의 충전률이 달라지 않는다
- 설비가 소형이라 에너지 소비를 줄일 수 있다

측정 주파수 1kHz 의 측정 전류를 주어 교류전압계의 전압값으로부터 배터리의 내부저항을 구합니다.

LIB 의 기본 성능 시험 규격인 “JIS C8711, IEC61960-3(소형기용) ” “JIS C8715-1, IEC 62620(산업용) ” 에서 교류법 (AC-IR) 에 의한 내부저항 측정이 기재되어 있습니다. 또한 고성능, 고안전성이 요구되는 자동차용 LIB 셀의 제조공정에서도 교류법 (AC-IR) 이 채택되고 있습니다.

대형 배터리 1mΩ 이하의 저저항 측정 BT4560

배터리는 크기가 커질수록 내부저항이 작아집니다. 자동차나 인프라용 대형 배터리는 내부저항이 1mΩ을 밑도는 경우가 있습니다. 이러한 저저항을 정확하게 측정하려면 “유도 자계의 영향”을 줄이는 BT4560 의 4 단자페어측정이 최적입니다.

유도 자계의 영향을 받으면 측정 오차가 됩니다

유도 자계의 영향을 받는 4 단자법 측정

- 1 측정 전류에 의해 발생하는 자속
- 2 와전류에 의해 발생하는 자속
- 3 외부로부터의 자속

BT4560

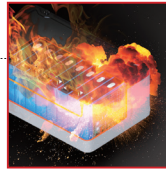
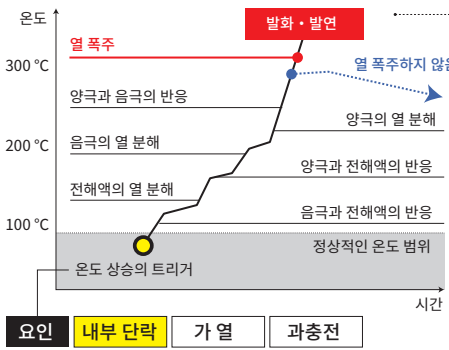
4 단자 “페어” 법에 의한 고정밀도 안정된 측정

측정 전류와 반대방향의 전류를 흘려보내 발생하는 자속을 억제함으로써 유도 자계의 영향을 줄일 수 있습니다.

안전성이 높은 배터리를 생산

해설 내부 단락 발생과 개방전압 (OCV)

배터리 발화의 메커니즘

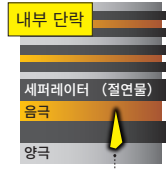


내부 단락의 발생

시간 경과와 수송 시 진동 등이 원인으로 절연 불량이 발생할 수 있습니다. 절연 불량은 발화 등 위험한 사고로 이어질 수 있습니다. 개방전압값을 확인해 불량품과 양품을 선별하는 것이 중요합니다.

개방전압 (OCV)

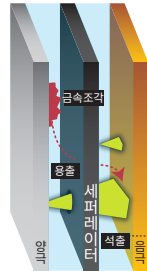
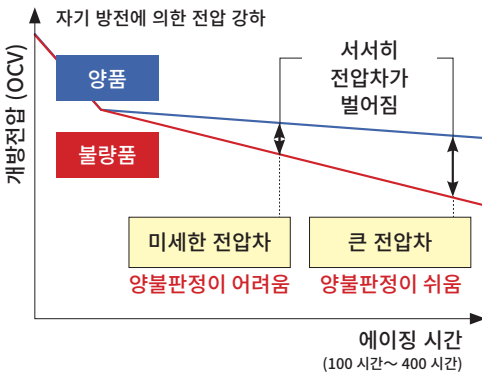
부하에 연결되지 않았을 때의 배터리 전압을 개방전압 (Open-Circuit-Voltage) 이라 부릅니다. 배터리 내부에서 내부 단락 등 절연 불량이 발생하면 자기 방전을 일으켜 개방전압값이 떨어집니다.



이물과 dendrite (dendrite: 수지상으로 석출되는 금속)

개방전압측정 (OCV 측정)

3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560, DM7276



자기 방전에 의한 OCV의 변화량은 매우 작기 때문에 양품과 불량품을 정확하게 판별하려면 최소한 100 시간~ 400 시간의 에이징 시간이 필요합니다. 또한 에이징 중에 여러 차례 OCV를 측정할 필요가 있습니다. 정확도가 좋은 측정기를 사용하면 초기 단계에 불량품을 검사라인에서 제거할 수 있어 관리와 검사 비용을 대폭 줄일 수 있습니다.

혼입된 작은 금속조각이 용출되어 시간이 지나면서 dendrite가 성장해 내부 단락이 발생한다

고정확도 OCV 측정

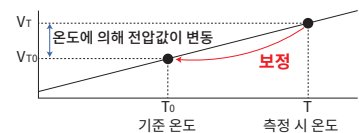
3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560, DM7276

측정 정확도 높음			
형명	BT356x series	BT4560	DM7276 (직류전압계)
외관			
4V 측정 추천 레인지	6V 레인지	5V 레인지	10V 레인지
자릿수, 최대 표시	5 1/2 자리, 6.000 00	5 1/2 자리, 5.100 00	7 1/2 자리, 12.000 000
최소 분해능 ^{*1}	10 μV	10 μV	1 μV
대표 정확도 ^{*1}	±0.01% rdg ±3 dgt	±0.0035% rdg ±5 dgt	±0.0009% rdg ±12 μV
측정 오차 ^{*1,2}	±430 μV	±190 μV	±48 μV
정확도 보증기간	1년 간	1년 간	1년 간
온도 측정	—	○	○
온도 보정 기능	—	—	○

*1: 4V 측정 추천 레인지일 때 *2: 4V의 LIB 셀 측정 시

주위 온도에 의해 변동하는 OCV

배터리의 OCV는 주위 온도가 1°C 변동한 것만으로도 수백 μV나 변동하는 특성을 지니는 경우가 있습니다. 온도 보정 기능에서는 기준 온도의 전압으로 환산한 값을 표시할 수 있습니다.



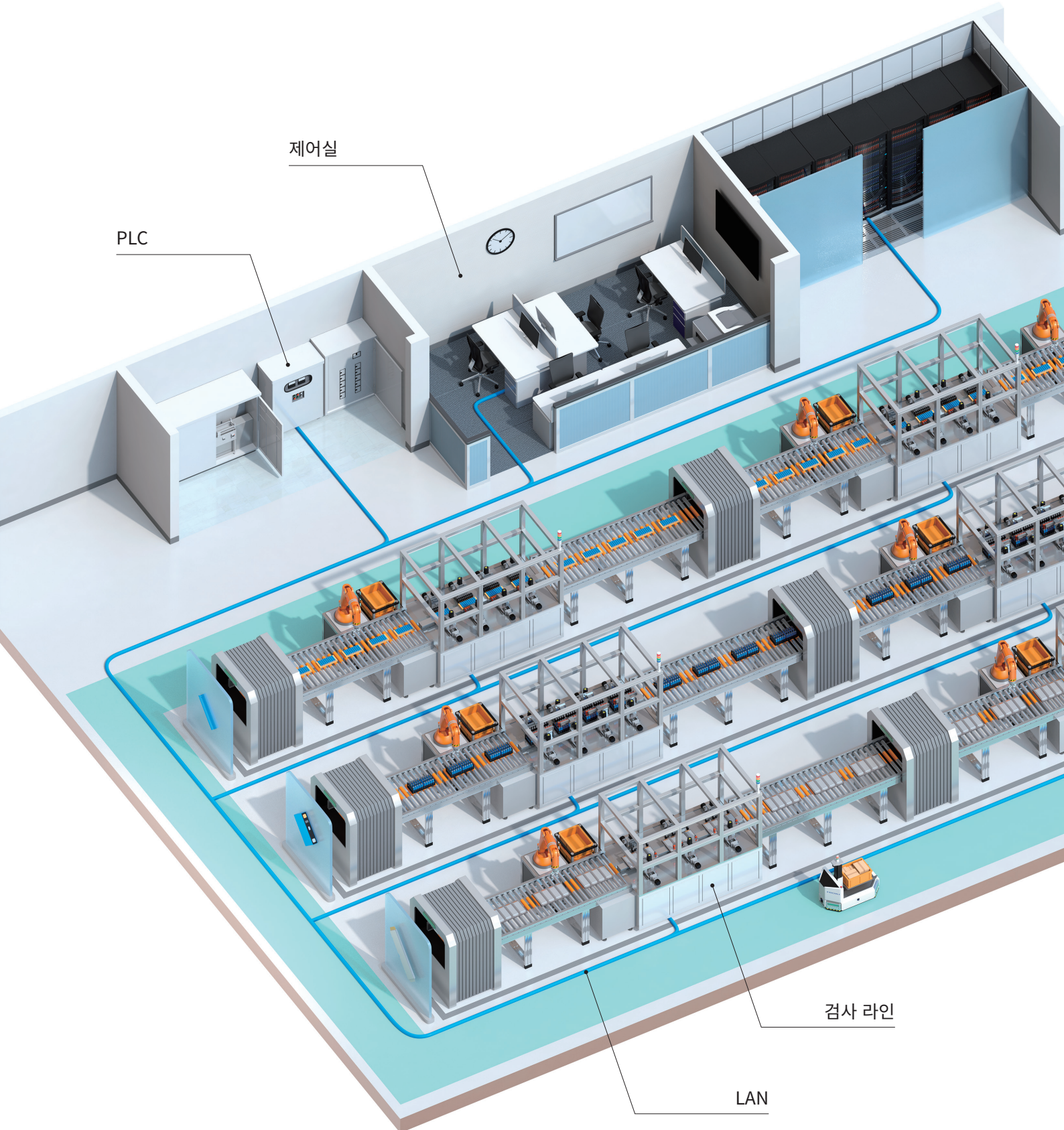
$$V_{T0} = \frac{V_T}{1 + \alpha_{TO}(T - T_0)}$$

V_T : 실측한 전압값 [V]
 T : 현재의 주위 온도 [°C]
 V_{T0} : 보정 후 전압값 [V]
 T₀ : 기준 온도 [°C]
 α_{TO} : T₀ 일 때의 온도 계수 [1/°C]

수입검사 / 출하검사

3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560

자동 검사 시스템에 탑재



다운타임을 줄이고 검사시간을 단축해 생산비용을 절감

HIOKI 배터리 테스터는
“다운타임과 검사시간을 단축”하고 안정된 고정밀도 측정으로
생산 시스템 구축 시 과제를 해결합니다

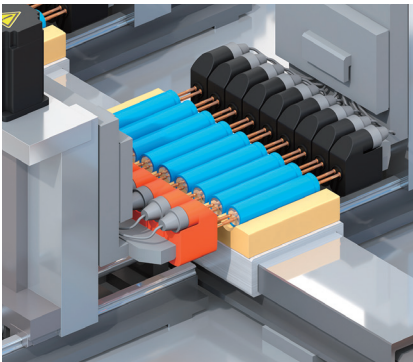
이러한 경우에 대응합니다

검사 시스템의 구축 비용 · 관리 공수를 줄이고 싶다

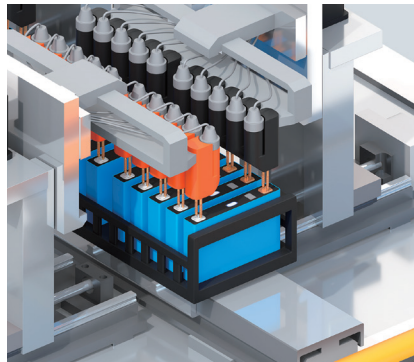
검사시간을 단축해 생산성을 향상시키고 싶다

예를 들어

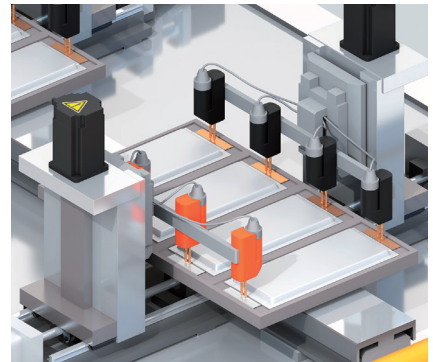
- 측정 에러에 의한 다운타임을 없애고 싶다
- 측정기 고장에 의한 다운타임을 없애고 싶다
- 프로브의 교체 사이클을 길게 하고 싶다
- 릴레이를 탑재해 제어하고 싶다
- 측정 케이블을 길게 배선하고 싶다
- 측정 케이블을 얇은 선으로 배선하고 싶다
- PLC와 검사라인을 LAN으로 연결하고 싶다
- 측정기를 여러 대 동시에 사용하고 싶다
- 검사 채널 수를 증설하고 싶다



원통형 셀 검사



사각형 셀 검사



라미네이트 파우치형 셀 검사

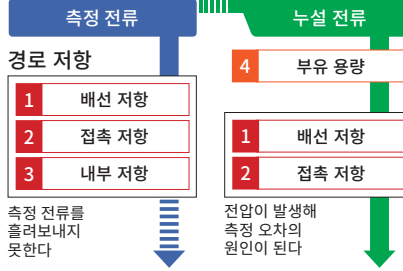
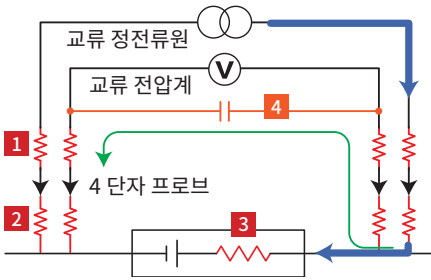
수입검사 / 출하검사

3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560

시스템에 탑재

검사 시스템의 구축 비용 · 관리 공수를 줄인다

해설 경로 저항과 측정 전류 · 경로 저항과 누설 전류

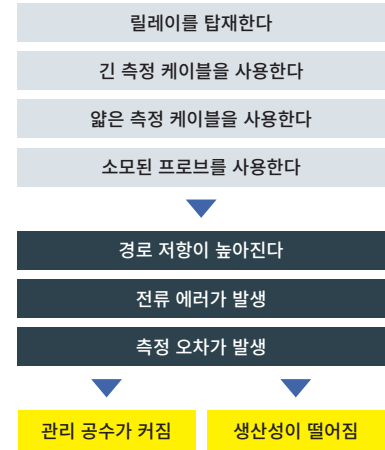


“경로 저항”이 크면 전류 에러와 측정 오차가 발생해 정확한 검사를 할 수 없게 됩니다.

정전류 에러
측정 전류를 흘려보내지 못하고 전류 에러가 발생하기 때문에 측정이 불가능합니다.

측정 오차
케이블 간의 부유 용량에 의한 누설 전류가 경로 저항에 흐릅니다. 측정 오차의 원인이 되는 전압이 발생합니다.

해설 경로 저항의 요인과 과제

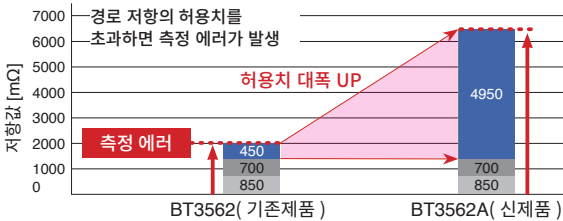


경로 저항의 허용치 UP

BT3561A, BT3562A, BT3563A **NEW**

신제품 BT356xA는 기존제품에 비해 경로 저항에 대한 허용치가 크게 개선되어 릴레이를 사용한 다채널 검사 시스템 구축이 간편합니다. 또한 가동 중인 시스템의 유지보수 주기가 길어지기 때문에 관리 공수를 줄일 수 있고 기존제품보다 얇은 케이블로 배선할 수 있어³ 케이블 설치가 용이합니다.

(3 mΩ, 30 mΩ 레인지일 때의 SENSE 측)



- 측정 에러가 발생하는 임계값까지의 마진
- 릴레이 회로에 의한 경로 저항 (SW1001+SW9001의 경우)
- 측정 케이블 4m의 경로 저항 (AWG25 케이블의 경우)

허용치 UP에 의한 과제 해결

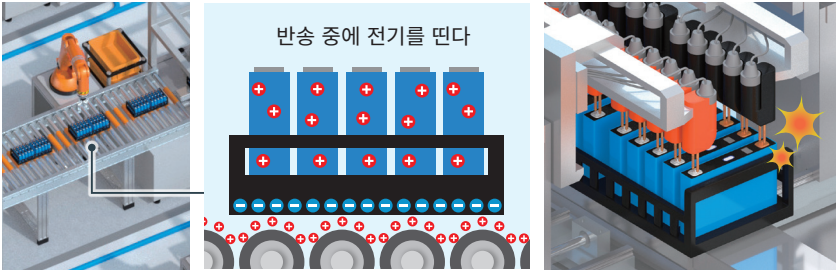
- 릴레이의 선택지가 많아진다
- 긴 측정 케이블을 사용할 수 있다³
- 얇은 측정 케이블을 사용할 수 있다³
- 프로브의 교체 횟수가 줄어든다

형명	3561, 3561-01			BT3561A			BT3562A, BT3563A			BT3562-01, BT3563-01, BT3564						
레인지	3 mΩ	30 mΩ	300 mΩ	3 Ω	3 mΩ	30 mΩ	300 mΩ	3 Ω	3 mΩ	30 mΩ	300 mΩ	3 Ω	3 mΩ	30 mΩ	300 mΩ	3 Ω
측정 전류	-	-	10 mA	1 mA	-	100 mA	10 mA	1 mA	100 mA	100 mA	10 mA	1 mA	100 mA	100 mA	10 mA	1 mA
경로 저항의 허용치 (에러 검출) ^{1,2}	SENSE 측	-	-	20 Ω	20 Ω	6.5 Ω	30 Ω	30 Ω	6.5 Ω	6.5 Ω	30 Ω	30 Ω	2 Ω	2 Ω	15 Ω	15 Ω
	SOURCE 측	-	-	50 Ω	500 Ω	5.5 Ω	15 Ω	150 Ω	5.5 Ω	5.5 Ω	15 Ω	150 Ω	2 Ω	2 Ω	15 Ω	150 Ω

*1: 참고값 *2: 경로 저항 = (배선 저항 + 접촉 저항 + 시료의 저항) *3: 30 mΩ 레인지에서, 왕복 8 m에서 2.2 Ω 정도가 되는 AWG29를 사용 가능

정전기에 의한 측정기의 고장을 방지

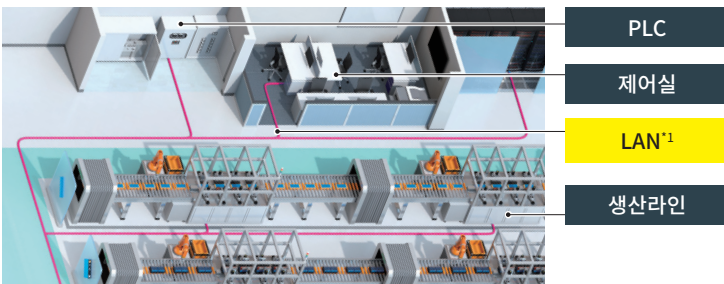
BT3561A, BT3562A, BT3563A **NEW**



생산라인에서는 컨베이어 벨트에서 반송 중에 배터리가 전기를 띤다 (대전). 배터리에 프로브를 콘택트하면 측정기에 정전기가 인가되어 측정기의 고장으로 이어집니다.
BT356xA 시리즈는 접촉 ± 30 kV의 정전기에 견디도록 설계되어 있습니다 * 정전기에 의한 고장을 방지해 생산라인의 다운타임을 줄입니다.
* ± 30 kV IEC 61000-4-2 접촉 방전

LAN 을 표준 탑재

BT3561A, BT3562A, BT3563A **NEW**



BT356xA 시리즈는 LAN 인터페이스가 표준 탑재되어 있어 PLC² 를 이용한 제어 시스템의 연동이 간편합니다. 손쉽게 구할 수 있는 LAN 케이블을 사용할 수 있어 시스템 구축과 유지보수 비용을 줄일 수 있습니다. 또한 노이즈 내성과 정전기 내성이 뛰어나 시스템 트러블을 방지합니다.

*1: 최대 30m
*2: Programmable Logic Controller, 기계를 자동으로 제어하는 장치

콘택트 체크

3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560

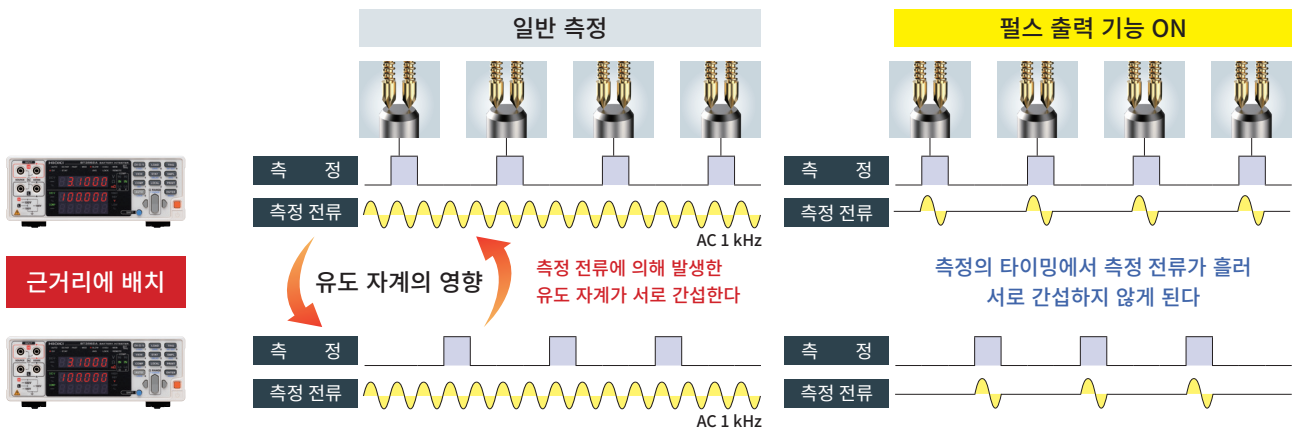


정확한 측정에는 정확한 프로빙이 필요합니다. HIOKI 배터리 테스터는 프로브의 접촉상태를 감시하는 기능이 탑재되어 있어 고 신뢰성 검사를 실현합니다.

측정기를 여러 대 동시에 사용

BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560

배터리 테스터를 여러 대 동시에 사용하면 유도 자계가 서로 간섭하여 측정 오차가 발생합니다. 측정 전류는 항상 흐르기 때문에 측정의 타이밍을 어긋나게 해도 서로 간섭합니다. 펄스 출력 기능에서는 측정 전류를 측정 시에만 흐르도록 할 수 있습니다. 펄스 출력 기능을 사용해 교대로 측정하면 측정 전류에 의한 유도 자계의 간섭을 받지 않고 측정할 수 있습니다.



근거리에 배치

수입검사 / 출하검사

3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560

시스템에 탑재

검사시간을 단축해 생산성을 향상

측정 채널 증설과 자동 전환

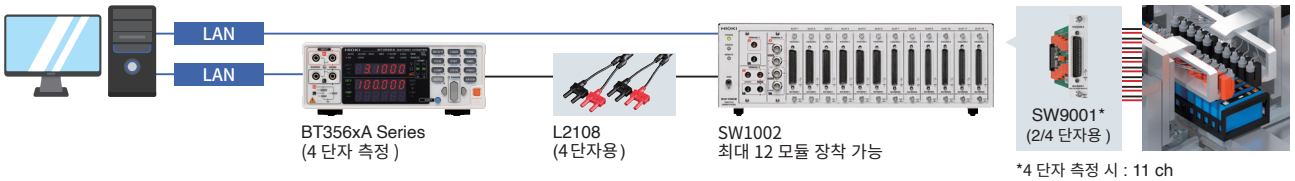
3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560

스위치 메인 프레임 SW1001, SW1002 를 사용하면 측정 채널 수를 증설할 수 있습니다 .

또한 “BT356xA 시리즈와 DM7276” , “BT4560 과 DM7276” 등 2 종류의 측정기를 일괄 제어하여 스캔 측정할 수 있습니다 .

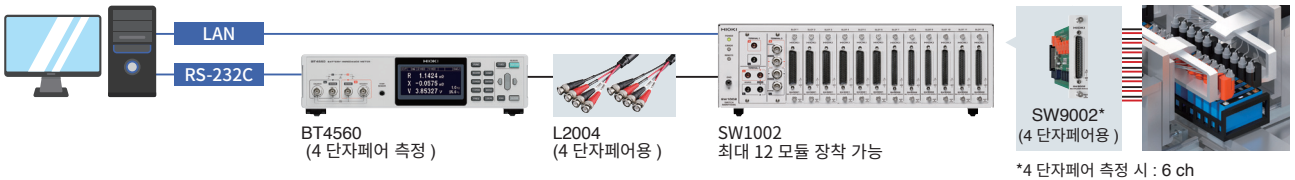
BT356xA 132 ch

AC-IR 측정 (1 kHz), OCV 측정



BT4560 72 ch

AC-IR 측정 (주파수 스위칭), OCV 측정



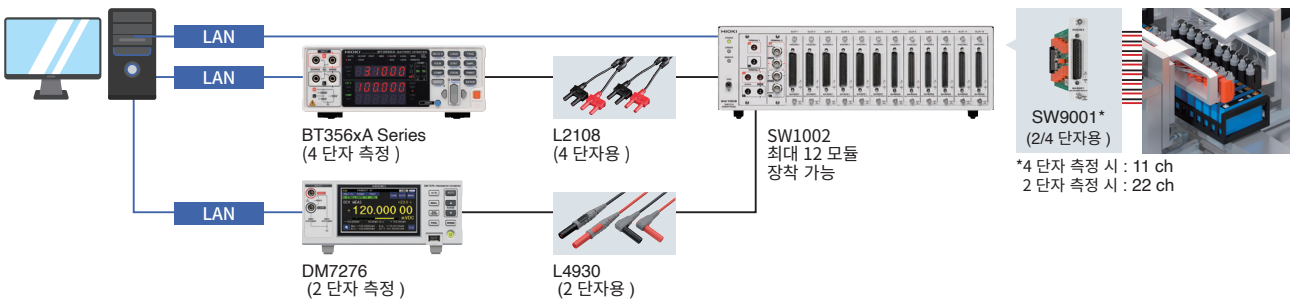
DM7276 264 ch

고정밀도 OCV 측정 , 온도 보정 기능 탑재



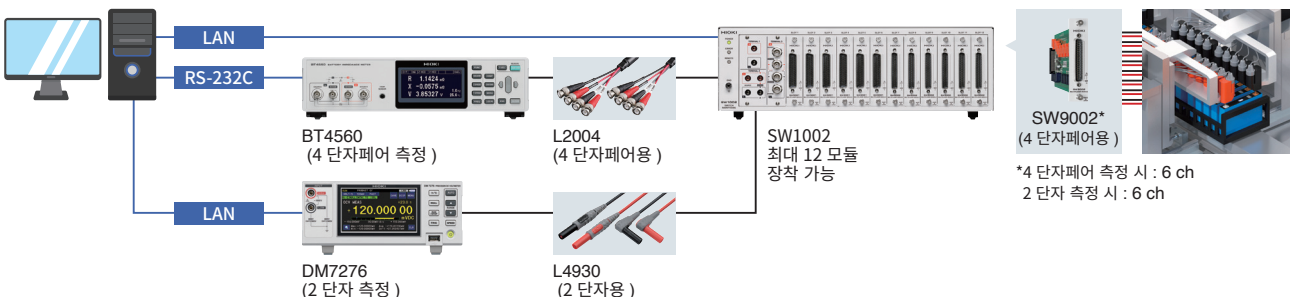
2 대를 전환해 측정

AC-IR 측정 (1 kHz) • 고정밀도 OCV 측정 , 온도 보정 기능 탑재



2 대를 전환해 측정

고정밀도 AC-IR 측정 • 고정밀도 OCV 측정 , 온도 보정 기능 탑재



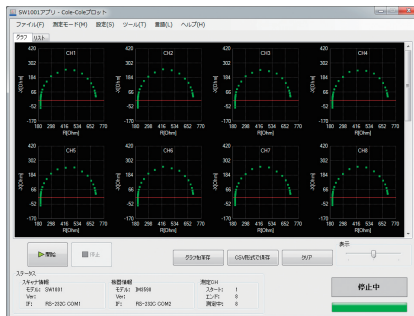
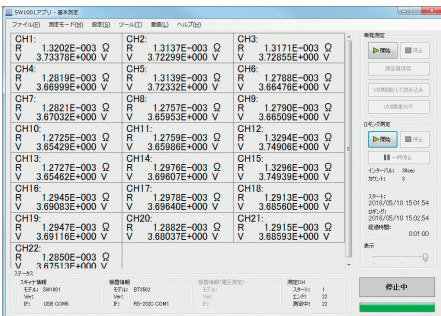
[다채널 검사의 구성 예]

측정기	사용 대수	AC-IR 측정 1 kHz	AC-IR 측정 주파수 스위	OCV 측정	고정밀도 OCV 측정 온도 보정 기능	접속 코드	스위치 메인 프레임	모듈	최대 채널 수
BT356xA	1 대	○	—	○	—	L2108	SW1002	SW9001	132 ch
BT4560	1 대	○	○	○	—	L2004	SW1002	SW9002	72 ch
DM7276	1 대	—	—	—	○	L4930	SW1002	SW9001	264 ch
BT356xA	2 대 전환 사용	○	—	○	—	L2108	SW1002 측정 전환	SW9001	132 ch
DM7276		—	—	—	○	L4930			
BT4560	2 대 전환 사용	○	○	○	—	L2004	SW1002 측정 전환	SW9002	72 ch
DM7276		—	—	—	○	L4930			



전용 PC 어플리케이션으로 기록 *

3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3562-01, BT3563-01, BT4560, DM7276



로깅 기능
 최대 264 ch 의 로깅 측정이 가능합니다.

OCV 측정 기능
 전압 측정과 더불어 초기 전압과 변화율을 기록할 수 있습니다.

다채널 Cole-Cole plot
 최대 72 ch 에 대해 주파수를 바꿔가며 임피던스를 측정해 Cole-Cole plot 으로써 표시할 수 있습니다.

*SW1001, SW1002 전용 PC 어플리케이션입니다

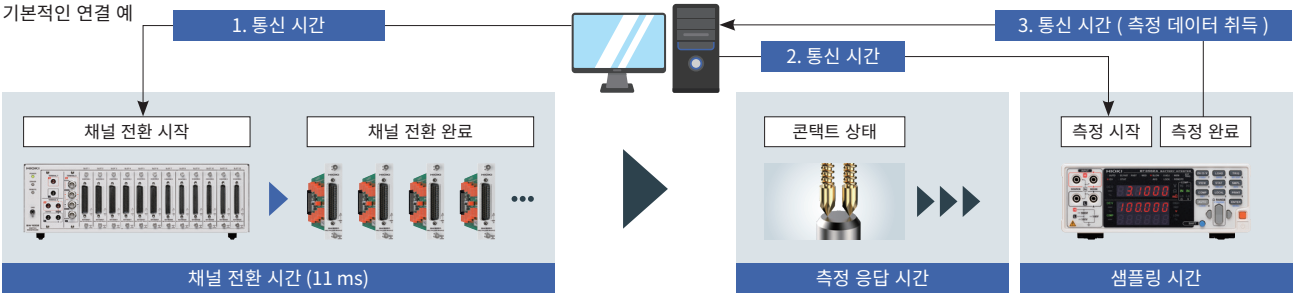
로깅 기능 (인터벌 설정 1 초 ~ 60 분)

다채널 Cole-Cole plot

측정 시간 예

3561, 3561-01, BT3561A, BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01, BT4560, DM7276




기본적인 연결 예



택트타임 계산 총 시간 = (통신 시간 + 채널 전환 시간 + 측정 응답 시간 + 샘플링 시간) × 채널 수

측정기	모듈	채널 수	기능	측정 속도	측정 응답 시간	총 시간 (전채널)	조건
BT3562A	SW9001	11	ΩV	EX. FAST	10 ms	0.45 s 약 41 ms/ch	BT3562A 와 RS-232C (38400bps) 로 통신
				MEDIUM	10 ms	1.1 s 약 100 ms/ch	
BT4560	SW9002	6	RX	FAST	0 ms	1.0 s 약 167 ms/ch	BT4560 과 USB(9600bps) 로 통신 측정 주파수 1 kHz
				MEDIUM	0 ms	1.2 s 약 200 ms/ch	
DM7276	SW9001	22	V	0.02 PLC	0 ms	0.45 s 약 20 ms/ch	DM7276 과 USB 로 통신 콘택트 체크 OFF
				FAST	0 ms	0.85 s 약 39 ms/ch	
				MEDIUM	0 ms	4.9 s 약 223 ms/ch	

각종 배터리의 내부저항 · 개방전압과 대응 측정기

배터리 테스트 전압 측정 레인지	BT3564	레인지 구성 10 V 100 V 1000 V	1000 V		EV 버스 800 V-1000 V, < 0.2 m Ω			
	BT3563A BT3563-01	레인지 구성 6 V 60 V 300 V	400 V		가정용 축전지 200 V-400 V, 0.3 m Ω - 1 m Ω		EV 승용차 200 V-400 V, 0.3 m Ω - 1 m Ω	
	BT3562A	레인지 구성 6 V 60 V 100 V	96 V					지게차 72 V-96 V, < 1 m Ω
	BT3562-01 BT3561A	레인지 구성 6 V 60 V	48 V					5G 기지국 24 V-48 V, < 10 m Ω
	3561 3561-01 BT4560*	레인지 구성 20 V * 특수 사양	12 V		전동 공구 12 V-24 V, < 10 m Ω			전동 자전거 전동 보조 자전거 24 V, < 10 m Ω
	BT4560	레인지 구성 5 V	3.7 V		태블릿 3.7 V, < 10 m Ω			노트북 7 V-12 V, < 100 m Ω

0.1 m Ω	1 m Ω	10 m Ω	100 m Ω	1 Ω
배터리셀의 내부저항				
3 m Ω 측정 전류 1.5 A	3 m Ω 100 mA	30 m Ω 100 mA	300 m Ω 10 mA	3 Ω - 3 k Ω 1 mA - 10 μA
BT4560 BT3562A, BT3563A, BT3564, BT3562-01, BT3563-01 (3561, 3561-01: 300 m Ω , 3 Ω range) (BT3561A: 30 m Ω - 3 k Ω range)				
배터리 테스터 저항 측정 레인지				

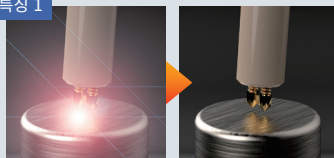
고전압 배터리팩을 안전하게 검사



BT3564
최대 입력 전압
1000 V

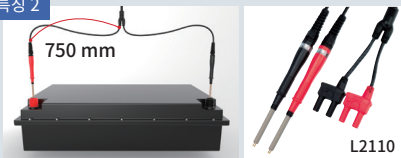
BT3564 는 EV 및 인프라용 축전지 등 고전압 팩전지를 안전하게 검사합니다.

특징 1



배터리팩에 콘택트하는 순간에 흐르는 전류를 제한하여 고전압 측정에서 발생하기 쉬운 스파크 방전의 발생을 줄입니다.

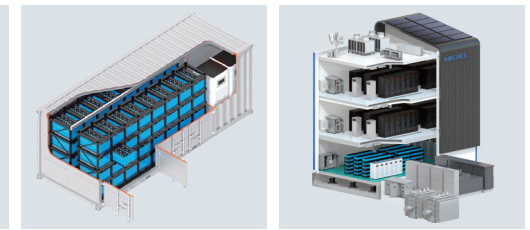
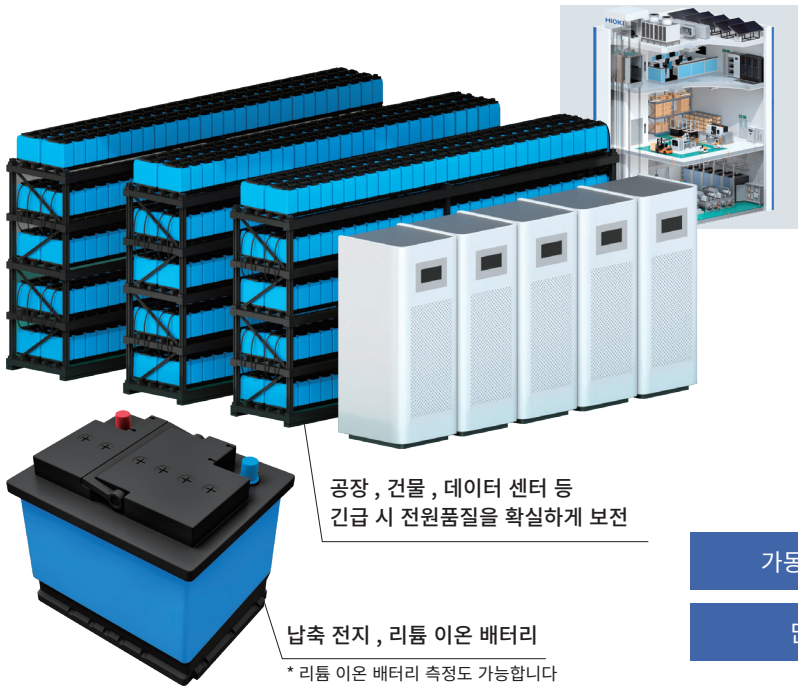
특징 2



BT3564 전용 프로브 L2110(옵션) 은 1000 V 내압으로 안전하게 측정할 수 있습니다. 단자 간 거리가 넓은 팩전지에 대응합니다.

축전지의 열화 진단

BT3554-51, BT3554-52



가동 중인 UPS 에서 축전지의 열화를 정확하게 진단

배터리의 내부저항과 전압을 측정함으로써 배터리의 열화 여부를 진단할 수 있습니다

이러한 경우에 대응합니다

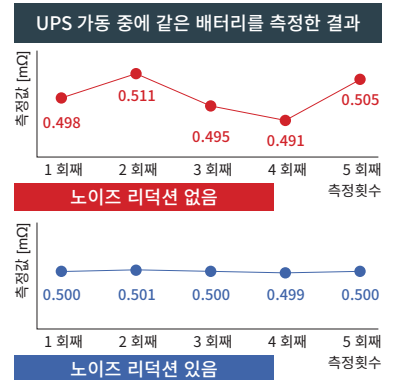
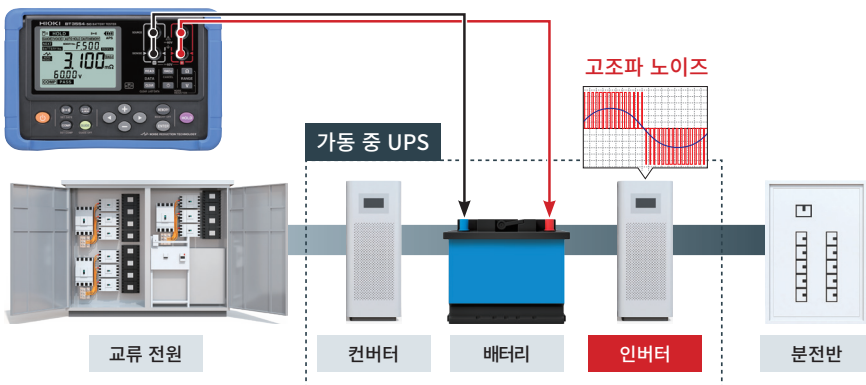
가동 중인 UPS 에서 배터리 열화를 검출하고 싶다

많은 점검 작업을 효율적으로 실시하고 싶다

노이즈 환경하에서도 정확하게 측정

BT3554-51, BT3554-52

UPS 가동 중에는 인버터에서 고조파 노이즈가 발생합니다. 일반적으로 측정기가 노이즈의 영향을 받으면 정확하게 측정하기가 어렵습니다. “노이즈 리덕션 기술” 이 탑재된 BT3554-5x 에서는 인버터의 노이즈 내에서도 정확하게 측정할 수 있습니다.



방대한 점검 작업을 효율적으로 실시

BT3554-51, BT3554-52

UPS 와 같은 많은 양의 배터리를 무상 전용 앱 GENNECT Cross 를 사용해 효율적으로 점검할 수 있습니다.

현장의 정보를 사전에 등록합니다

1 2 3 4 5 ... 500

프로파일 정보로써 등록

- 위치정보 : 사무실 빌딩 동관
- 디바이스 정보 : 서버용 UPS
- 배터리 번호 : 1 ~ 500

BT3554-50 #201200001

프로파일 번호 1

위치정보 Hoki 1F UPS ROOM

디바이스명칭 UPS L-1

측정 데이터 전송

“ No.1 PASS ” 측정결과를 음성으로 안내

“ Next 배터리 No.2 ” ... “ No.2 PASS ”

“ Next 배터리 No.3 ” ... “ No.3 PASS ”

“ Next 배터리 No.4 ” ... “ No.4 FAIL ”

“ Next 배터리 No.1 ” 측정할 배터리 번호를 음성으로 안내

측정 데이터 전송

Z3210

“ No.1 PASS ” 측정결과를 음성으로 안내

측정 데이터를 사전에 등록한 프로파일 정보와 관련지어 기록할 수 있습니다

프로파일 정보	
프로파일 번호	1
위치정보	사무실 빌딩 동관
디바이스 정보	서버용 UPS
배터리 번호	1
측정 데이터	
메모리 번호	A.001
날짜시각	2021/4/20 13:00:00
저항값	●●●● mΩ
전압값	●●●● V
온도	●●●● °C
컴퍼레이터 임계값	● mΩ / ● mΩ / ● V
판정결과	PASS/WARNING/FAIL

프로파일 정보는 BT3554-5x 에 최대 100 건을 등록할 수 있습니다. 1 개 프로파일에 최대 500 개 데이터를 기록합니다. (BT3554-5x 의 최대 기록 데이터 수는 6,000 개 데이터입니다)

GENNECT Cross 를 이용하려면 별매 제품인 무선 어댑터 Z3210 과 휴대형 단말기용 앱 GENNECT Cross 의 설치가 필요합니다. BT3554-5x 에 프로파일 정보를 등록할 때는 GENNECT Cross 또는 PC 어플리케이션 소프트웨어 GENNECT ONE 에서 등록합니다.



Cole-Cole plot 으로 배터리의 특성을 파악

주파수 스위프로 측정된 임피던스의 Cole-Cole plot 을 해석함으로써 배터리의 특성을 파악할 수 있습니다

이러한 경우에 대응합니다

주파수 스위프해 임피던스를 측정하고 싶다

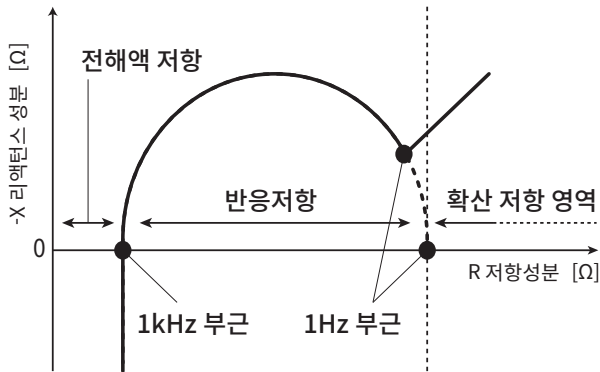
Cole-Cole plot 으로 배터리 특성을 파악하고 싶다

배터리 특성 파악

BT4560

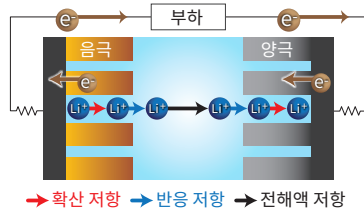
배터리 내부의 화학반응 속도는 과정마다 다릅니다. 따라서 주파수를 스위프해 임피던스를 측정하면 각 부위의 특성을 구분해 평가할 수 있습니다. 측정 데이터를 Cole-Cole plot 에 나타냄으로써 특성을 간단히 구분할 수 있습니다.

주파수 스위프해 측정된 임피던스로 Cole-Cole plot 을 작성

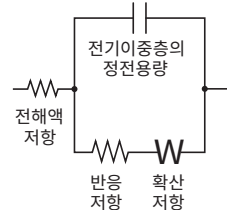


< 1 Hz	저주파	이온의 전극 내 확산 (확산 저항)
1 Hz ~ 수백 Hz	중간 주파수	전극계면의 이온 수수 (授受) 반응 (반응 저항)
~ 1 kHz	고주파	전해액 속 이온의 이동 (전해액 저항)

방전 중인 배터리 모식도



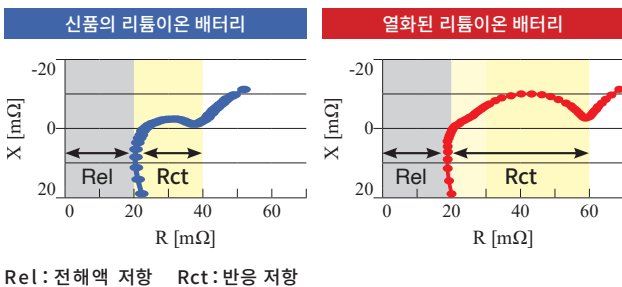
배터리의 등가회로 예



배터리 열화 정도를 확인

신품과 열화된 리튬이온 배터리 사이에는 반응 저항값이 크게 차이납니다. 저온도에서의 총방전, 깊은 총방전 (SOC:0% 근 100%) 을 반복하는 용도에 서는 전극 반응 부분의 열화가 반응 저항으로써 그래프에 나타납니다.

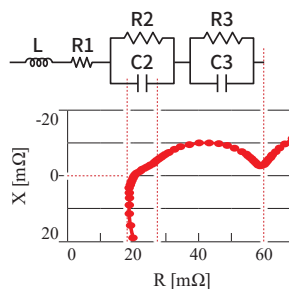
신품과 열화된 리튬이온 배터리의 측정 데이터를 Cole-Cole plot 으로 비교



Rel : 전해액 저항 Rct : 반응 저항

배터리의 열화 요인을 구분

등가회로 모델을 구성하면 등가회로 해석 소프트웨어 (ZView®)*를 이용한 곡선 맞춤 (curve fitting) 으로 각 소자의 회로정수를 구할 수 있습니다. 신제품 때와 열화되었을 때의 각 소자의 정수 변화를 수치화함으로써 배터리 내부의 어느 부분에 변화가 생겼는지 해석할 수 있어 열화 요인을 구분하는데 활용할 수 있습니다.



유사 등가회로의 일례

R1	전해액 및 탭 용접부의 저항
R2//C2	배터리 내의 음극의 전극 반응
R3//C3	배터리 내의 양극의 전극 반응
L	리드부 등의 인덕턴스

*『ZView®』의 상세는 TOYO Corporation. 측에 문의해 주십시오.

측정 주파수와 저 임피던스 측정

BT4560, IM3590

BT4560 은 액형 LIB 의 Cole-Cole plot 에 최적인 주파수로 측정할 수 있으며 , EV 및 인프라용 축전지 등 대형 저 임피던스 배터리를 정확하게 측정할 수 있는 레인지를 탑재하고 있습니다 . IM3590 에서는 주파수 범위를 넓혀 임피던스를 측정할 수 있습니다 .

형명	측정 주파수	임피던스 측정 레인지	최대전압
IM3590	1 mHz ~ 200 kHz	100 mΩ ~ 100 MΩ	5 V
BT4560 (10 kHz 사양)	0.01 Hz ~ 10 kHz	3 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ	5 V
BT4560 (표준 사양)	0.1 Hz ~ 1050 Hz	3 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ	5 V
BT4560 (특수 사양 1)	0.1 Hz ~ 1050 Hz	30 mΩ, 300 mΩ	10 V
BT4560 (특수 사양 2)	0.1 Hz ~ 1050 Hz	30 mΩ, 300 mΩ, 3 Ω	20 V
BT4560 (특수 사양 3)	0.01 Hz ~ 1050 Hz	3 mΩ, 10 mΩ, 100 mΩ	5 V
BT4560 (특수 사양 4)	0.01 Hz ~ 1050 Hz	30 mΩ, 300 mΩ	10 V
BT4560 (특수 사양 5)	0.01 Hz ~ 1050 Hz	30 mΩ, 300 mΩ, 3 Ω	20 V



IM3590
케미컬 임피던스 아날라이저



BT4560
배터리 임피던스 미터

BT4560 측정 정확도

임피던스 측정 정확도

3 mΩ 레인지 (0.1 Hz ~ 100 Hz)
10 mΩ 레인지 , 100 mΩ 레인지

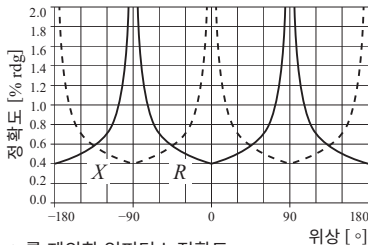
$$R \text{ 정확도} = \pm(0.004 |R| + 0.0017 |X|) [m\Omega] \pm \alpha$$

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

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

$$\theta \text{ 정확도} = \pm 0.1^\circ \pm 57.3 \frac{\alpha}{(|\sin\theta| + |\cos\theta|)}$$

정확도 그래프



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

3 mΩ 레인지 (110 Hz ~ 1050 Hz)

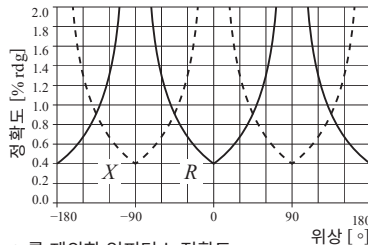
$$R \text{ 정확도} = \pm(0.004 |R| + 0.0052 |X|) [m\Omega] \pm \alpha$$

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

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

$$\theta \text{ 정확도} = \pm 0.3^\circ \pm 57.3 \frac{\alpha}{(|\sin\theta| + |\cos\theta|)}$$

정확도 그래프



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

R, X 의 단위는 [mΩ], α 는 아래표와 같음

레인지	3 mΩ	10 mΩ	100 mΩ
α	FAST	25 dgt	60 dgt
	MED	15 dgt	30 dgt
	SLOW	8 dgt	15 dgt
온도계수	R: $\pm R$ 정확도 $\times 0.1 / ^\circ C$, X: $\pm X$ 정확도 $\times 0.1 / ^\circ C$, Z: $\pm Z$ 정확도 $\times 0.1 / ^\circ C$, θ : $\pm \theta$ 정확도 $\times 0.1 / ^\circ C$ 0 $^\circ C$ ~ 18 $^\circ C$, 28 $^\circ C$ ~ 40 $^\circ C$ 에서 적용		

전압 측정 정확도 (셀프 캘리브레이션 실행 시)

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

온도 측정 정확도 (BT4560 + 온도 센서 Z2005)

정확도	측정 온도 10.0 $^\circ C$ ~ 40.0 $^\circ C$:	$\pm 0.5^\circ C$
	측정 온도 -10.0 $^\circ C$ ~ 9.9 $^\circ C$, 40.1 $^\circ C$ ~ 60.0 $^\circ C$:	1.0 $^\circ C$
온도계수		온도계수: $\pm 0.01^\circ C / ^\circ C$ 본 기기 온도: 0 $^\circ C$ ~ 18 $^\circ C$, 28 $^\circ C$ ~ 40 $^\circ C$ 에서 적용

측정 주파수

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

측정 프로브 및 지그 소개

케이블의 특수 사양도 주문 가능합니다. 별도로 문의해 주십시오.

BT4560 의 4 단자페어 측정을 4 단자 측정으로 변환할 수 있습니다

원통형 배터리셀과 핀형 프로브 L2003 을 고정할 수 있습니다



L2000



9500-10



BNC - 바나나 플러그
변환기 ¹⁾²⁾



셀 1 개용 ²⁾³⁾
(18650, 21700, 26650, 4680 크기에 대응합니다)



셀 6 개용 ²⁾³⁾



장착 이미지



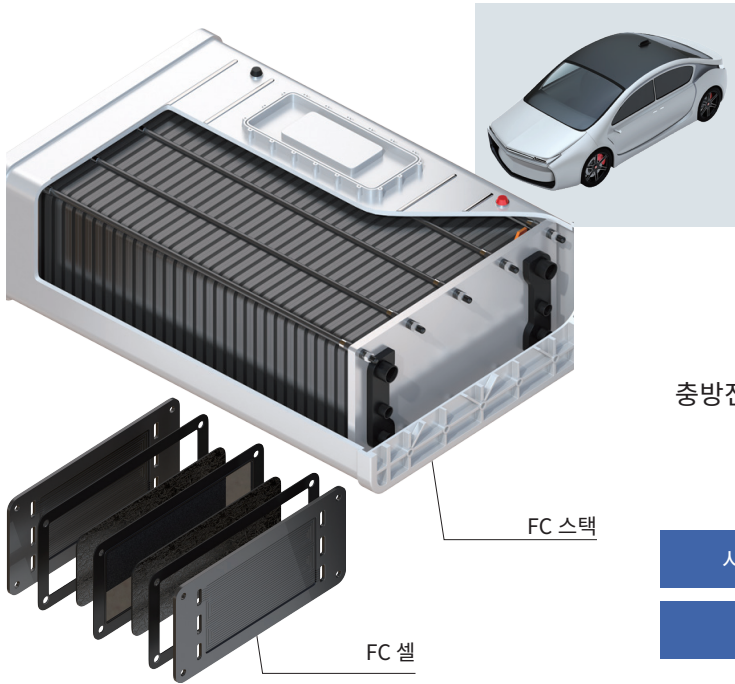
접속 코드 ²⁾³⁾

*1: 대응 프로브는 P22, 23 을 참조하십시오

*2: 특수품입니다. *3: BT4560 과 SW1001 또는 SW1002 및 SW9002 를 결합해 사용할 수 있습니다.

연료 전지 (FC) 를 해석

BT3564-FC (특주 사양), PW6001



사이클 시험 중 연료 전지와 LIB 상태를 파악

충방전 장치 등에서 발생하는 노이즈의 영향을 받지 않고 정확하게 임피던스와 전압을 측정할 수 있습니다

이러한 경우에 대응합니다

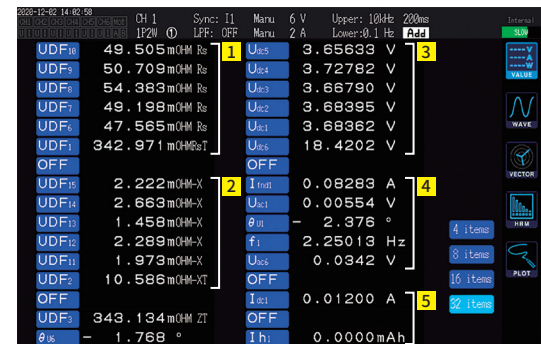
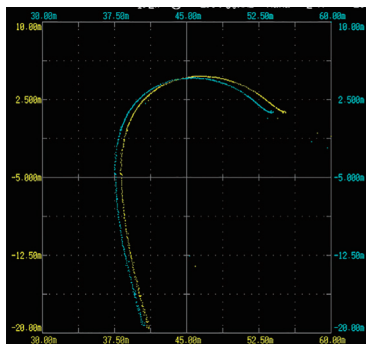
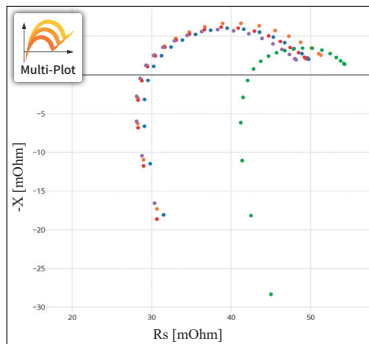
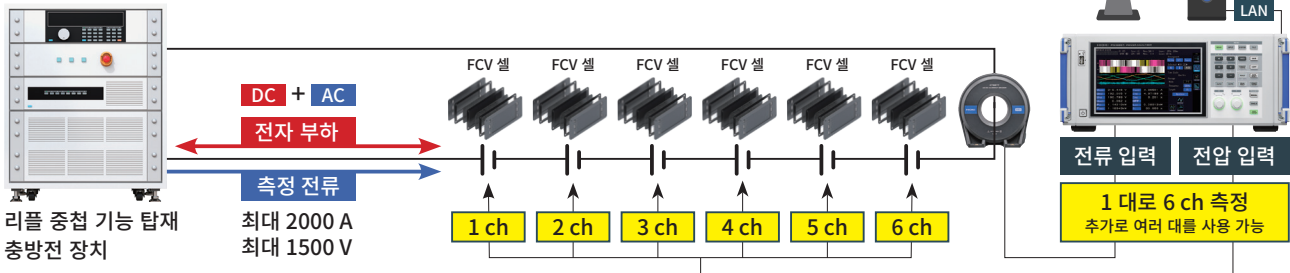
사이클 시험 중에 Cole-Cole plot 을 취득하고 싶다

사이클 시험 중의 전압 변화를 기록하고 싶다

임피던스 측정과 전압 측정

BT3564-FC (특주 사양), PW6001

동작상태의 FC 스택, 각 셀의 Cole-Cole plot 을 취득할 수 있습니다.
동작상태의 FC 스택, 각 셀의 전압값도 Cole-Cole plot 과 함께 측정할 수 있습니다.



(좌) PW6001 로 측정된 데이터에서 “Multi plot” 으로 Cole-Cole plot 을 작성
(우) PW6001 의 모니터에서 Cole-Cole plot (2 ch 까지 표시 가능)

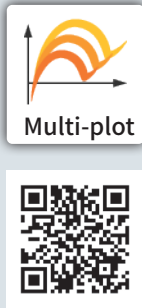
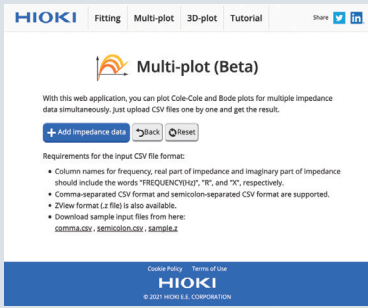
- 1 Rs 값 (각 셀, 전체)
- 2 X 값 (각 셀, 전체)
- 3 전압값 (각 셀, 전체)
- 4 리플의 전류값, 전압값, 위상각, 주파수
- 5 부하 전류값, 부하 전류 적산값

형명	BT3564-FC, BT3563-FC (특주 사양)	PW6001 (Active Line Battery Analyzer)
외관	CE 미대응	
측정 주파수	1 kHz	0.1 Hz ~ 300 kHz*2
최대 측정 전압	1000 V (BT3564-FC) / 300 V (BT3563-FC)	1500 V (1000 V 대기전)
최대 부하 전류	규정 없음	2000 A
측정 채널 수 *1	1 ch	1 ch ~ 6 ch (×사용 대수)

*1: SW1001, SW1002 를 사용해 채널 수를 증설할 수 있습니다.
(최대 허용 전압 DC 60 V 까지)
*2: 0.01 Hz 대응 예정

전류 센서 라인업

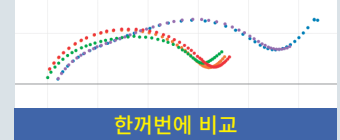
형식	형명	정격	주파수 특성	도체경
관통식	CT6904-60	800 A	DC - 4 MHz	φ32 mm
	CT6904	500 A	DC - 4 MHz	φ32 mm
	CT6877	2000 A	DC - 1 MHz	φ80 mm
	CT6876	1000 A	DC - 1.5 MHz	φ36 mm
	CT6875	500 A	DC - 2 MHz	φ36 mm
클램프식	CT6841-05	20 A	DC - 1 MHz	φ20 mm
	CT6843-05	200 A	DC - 500 kHz	φ20 mm
	CT6844-05	500 A	DC - 200 kHz	φ20 mm
	CT6845-05	500 A	DC - 100 kHz	φ50 mm
	CT6846-05	1000 A	DC - 20 kHz	φ50 mm



WEB 어플리케이션 “Multi-plot” 측정 데이터를 Cole-Cole plot 으로 변환

브라우저에서 접속
<https://www.circuitfitting.net/multiplot>

무상 WEB 어플리케이션 “Multi-plot”에서는
 브라우저상에서 파일을 불러오는 것만으로 Cole-Cole plot 을 작성할 수 있습니다.
 지원 파일 : CSV 파일 형식, ZView®*(.z) 파일 형식
 지원 제품 : BT4560, PW6001, IM3536, IM3570, IM3590, IM758x



파일에서 표시할 포인트 수와 겹쳐서 표시할 그래프 수에 제한이 없어 자유롭게 Cole-Cole plot 을 작성할 수 있습니다. 그려낼 그래프에 맞춰서 가로축, 세로축의 스케일을 자동으로 조절합니다. 서로 다른 측정기로 취득한 파일도 겹쳐서 표시할 수 있어 비교하며 해석할 수 있습니다.

파일을 불러와 Cole-Cole plot 을 겹쳐 그리기

(서로 다른 측정기로 취득한 파일도 겹쳐 그릴 수 있습니다)

+Add impedance data +Add impedance data +Add impedance data

BT4560.csv IM3590.csv PW6001.csv

Cole-Cole Plot

작성한 그래프를 이미지, CSV, ZView®*(.z)의 형식으로 저장 가능

커서를 댄 포인트의 데이터를 수치로 표시

*『ZView®』의 상세는 TOYO Corporation. 측에 문의해 주십시오.

비교할 그래프만 표시

지정 영역을 확대해 표시

해석 기능

자동으로 등가회로 해석결과를 표시

Model :

$$R0-(L3/R3)-(CPE1/R1)-(CPE2/R2)-W1$$

$$Z_{CPE} = \frac{1}{(j2\pi f)^{\alpha} Q}$$

$$Z_W = \frac{R}{\sqrt{j2\pi f T}} \coth\sqrt{j2\pi f T}$$

rmse_score[Ohm] : 6.93e-5
 R0[Ohm] : 9.17e-3
 L3[H] : 1.07e-7
 R3[Ohm] : 1.00e+1
 CPE1_Q[Ohm^-1 sec^alpha] : 3.25e+0
 CPE1_p[] : 6.01e-1
 R1[Ohm] : 7.57e-3
 CPE2_Q[Ohm^-1 sec^alpha] : 3.35e+2
 CPE2_p[] : 1.00e+0
 R2[Ohm] : 3.13e-3
 W1_R[Ohm] : 1.98e-5
 W1_T[sec] : 5.00e+0

위상 특성을 파악하는 Bode plot 을 작성

3D 그래프로 특성을 해석

그래프를 3D 회전

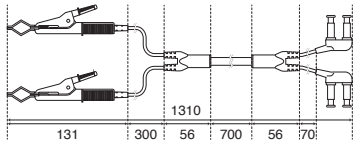
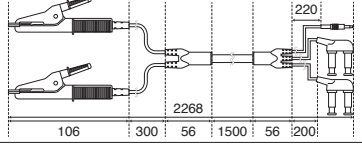
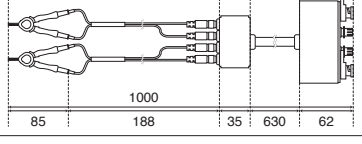
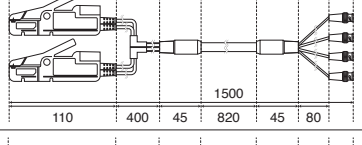
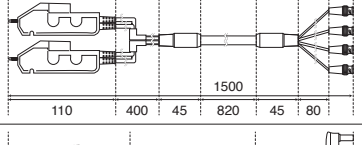
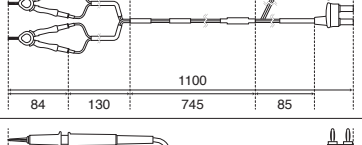
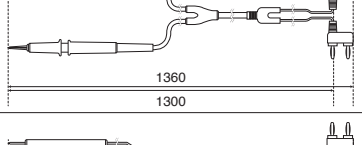
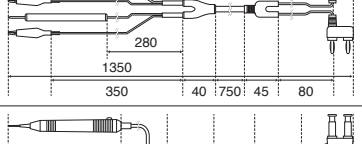
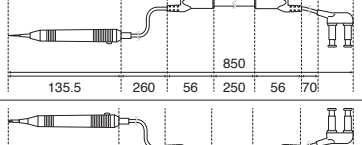
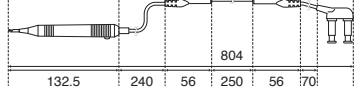
정의된 모델을 사용해 배터리의 임피던스를 해석합니다. 파일을 불러오는 것만으로 자동으로 해석결과를 표시합니다.

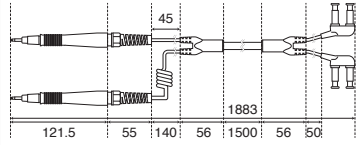
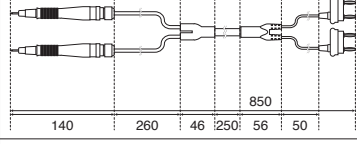
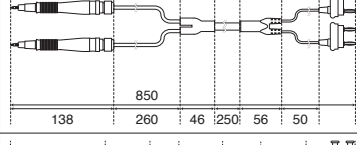
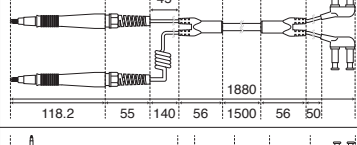
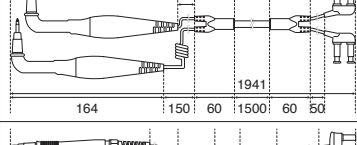
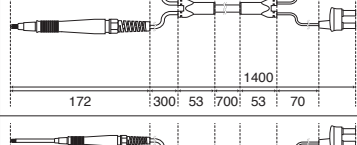
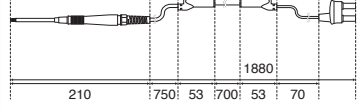
Cole-Cole plot 과 동시에 Bode plot 을 작성합니다. Bode plot 에 의해 위상 특성을 파악할 수 있습니다.

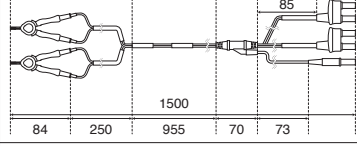
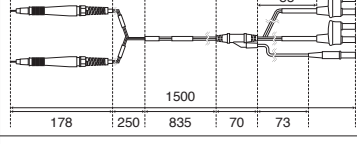
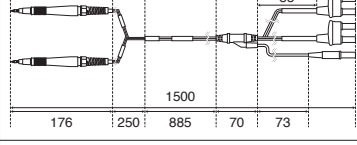
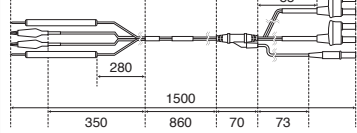
“시간” “날짜” 를 3 번째 축에 두어 Cole-Cole plot 과 Bode plot 을 작성할 수 있습니다. 3D 그래프를 임의의 방향으로 회전시켜 확인하거나 이미지를 내보내기 할 수도 있습니다.

측정 리드 및 측정 프로브 대응표

- : 카탈로그에 기재된 추천 측정 리드 또는 측정 프로브
- × : 연결할 수 없어 사용 불가능합니다.
- *1 : 정확도가 보증되지 않습니다.
- *2 : 외래 노이즈의 영향을 받기 쉬워질 수 있습니다. 특히 측정 전류가 10mA 이하인 경우에 주의가 필요합니다.
- *3 : BNC-바나나 플러그 변환기를 중계하는 것으로 연결 가능합니다.
*3 : 외래 노이즈의 영향을 억제하기 위해 검정 바나나 플러그를 Hcur 와 Hpot 단자측에 연결해 주십시오.
- *4 : 온도 센서는 연결할 수 없습니다.
- *5 : 4 단자페어구조가 아니기 때문에 배선형상에 따라 측정값에 주는 영향이 커집니다.
- *6 : 정격 전류 제한에 의해 사용 불가능한 측정 레인지가 있습니다.

외관	치수 *1	형명 · 내압	3561 3561-01	BT3561A BT3562A BT3563A	BT3562-01 BT3563-01 BT3564	BT4560	BT3554-5x
Clips		9467 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	○	○	○	*1 *2 *3 *5	○
Clips		9460 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*1 *4	*1 *4	*1 *4	*1 *2 *3 *5	○
Clips		L2000 ± 42 V peak AC+DC (Hi-Lo 간) ± 42 V peak AC+DC (대지간)	×	×	×	*6	×
Clips		L2002 ± 30 V peak AC+DC (Hi-Lo 간) ± 30 V peak AC+DC (대지간)	×	×	×	○	×
Pins		L2003 ± 30 V peak AC+DC (Hi-Lo 간) ± 30 V peak AC+DC (대지간)	×	×	×	○	×
Clips		L2107 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	○	○	○	*1 *2 *3 *5	*1
Pins		9452 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	○	*1	*1	*1 *2 *3 *5	*1
Clips · Pins		9453 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	○	○	○	*1 *2 *3 *5	*1
Pins		9455 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	○	*1	*1	*1 *2 *3 *5 *6	*1
Pins		9461 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*1	*1	*1	*1 *2 *3 *5	*1

외관	치수 *1	형명 · 내압	3561 3561-01	BT3561A BT3562A BT3563A	BT3562-01 BT3563-01 BT3564	BT4560	BT3554-5x
Pins		9465-10 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*1	*1	*1	*1 *2 *3 *5	○
Pins		9770 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	○	○	○	*1 *2 *3 *5	*1
Pins		9771 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	○	○	○	*1 *2 *3 *5	*1
Pins		9772 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*1	*1	*1	*1 *2 *3 *5	○
Pins		L2020 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*1	*1	*1	*1 *2 *3 *5	○
Pins		L2100 1000 V DC (Hi-Lo 간) 1000 V DC (대지간)	*1	○	○	*2 *3 *5	*2
Pins		L2110 1000 V DC (Hi-Lo 간) 1000 V DC (대지간)	*1	○	○	×	×

외관	치수 *1	형명 · 내압	3561 3561-01	BT3561A BT3562A BT3563A	BT3562-01 BT3563-01 BT3564	BT4560	BT3554-5x
Clips		L2101*2 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*2	*2	*2	*2 *3 *5	*2
Pins		L2102*2 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*2	*2	*2	*2 *3 *5	*2
Pins		L2103*2 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*2	*2	*2	*2 *3 *5	*2
Pins		L2104*2 60 V DC (Hi-Lo 간) 60 V DC (대지간)	*2	*2	*2	*2 *3 *5	*2

*1: 전체길이 이외의 치수에는 참고값이 포함됩니다.

*2: 가드 단자가 분리되어 있지 않은 측정 리드 사용을 권장합니다. : L2101 → L2107, L2102 → 9770, L2103 → 9771, L2104 → 9453

지속 가능한 사회로, 다양한 이노베이션의 원동력이 되는 배터리

배터리는 여러 분야에서 활약하며 다양한 이노베이션과 새로운 생활 스타일을 창출해내는 원동력이 되었습니다. 지속 가능한 사회를 만들기 위해 고품질 배터리 개발과 생산이 반드시 필요했습니다. 한편, 배터리의 전과정평가 (LCA, Life Cycle Assessment)의 개선은 큰 과제가 되어 제조 프로세스 개선과 고품질 배터리 재사용에 따른 Life Cycle 전체의 CO₂ 배출량 절감이 주목받고 있습니다. HIOKI 배터리 테스터는 전기계측의 접근으로 이 과제를 해결하는데 공헌합니다.

 FCV 800 V - 1000 V, 0.2 m Ω	 EV 트럭 800 V - 1000 V, 0.2 m Ω	 EV 버스 800 V - 1000 V, 0.2 m Ω	 EV 승용차 200 V - 400 V, 0.3 m Ω - 1 m Ω
 가정용 축전지 200 V - 400 V, 0.3 m Ω - 1 m Ω	 자동 배송 시스템 72 V - 96 V, 1 m Ω	 지게차 72 V - 96 V, 1 m Ω	 5G 기지국 48 V, < 1 m Ω
 전동 바이크 48 V - 96 V, 10 m Ω	 전동 트라이클 48 V - 96 V, < 10 m Ω	 대형 드론 24 V - 48 V, 10 m Ω	 자동 반송 로봇 24 V - 48 V, 10 m Ω
 전동 자전거 전동 보조 자전거 24 V, 10 m Ω	 전동 공구 12 V - 24 V, 10 m Ω	 청소기 12 V - 24 V, < 10 m Ω	 노트북 7 V - 12 V, 100 m Ω
 태블릿 3.7 V, 10 m Ω	 스마트폰 3.7 V, 100 m Ω	 스마트 워치 3.7 V, 300 m Ω	 코인 배터리, 전고체 셀 3.7 V, < 100 Ω

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

HIOKI

히오키코리아 주식회사

www.hiokikorea.com

대표메일 info-kr@hioki.co.jp

서울사무소 서울특별시 강남구 역삼동 707-34 한신인터밸리 24 동관 1705 호
TEL 02-2183-8847 FAX 02-2183-3360
대전사무소 대전광역시 유성구 테크노 2로 187, 314호 (용산동, 미전테크노월드 2차)
TEL 042-936-1281 FAX 042-936-1284
대구사무소 대구광역시 동구 동대구로 457 809호 (대구상공회의소 건물)
TEL 053-752-8847 FAX 053-752-8848
부산사무소 부산광역시 동구 중앙대로 240 현대해상 부산사옥 10층
TEL 051-464-8847 FAX 051-462-3360
수리센터 직통번호 TEL 042-936-1283