

리튬이온배터리
공정별 측정 솔루션

측정비법

제작 : 히오키코리아



버튼을 클릭하시면 해당페이지로 이동합니다

절연저항검사 >

p.1-3

내부저항검사 >

p.4-6

생산과 검사 >

p.7-9

개방전압(OCV)검사 >

p.10-12

용접저항검사 >

p.13-15

발화요인 검출 >

p.16-18

팩조립검사 >

p.19-21



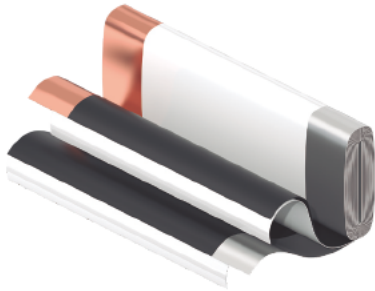
홈페이지



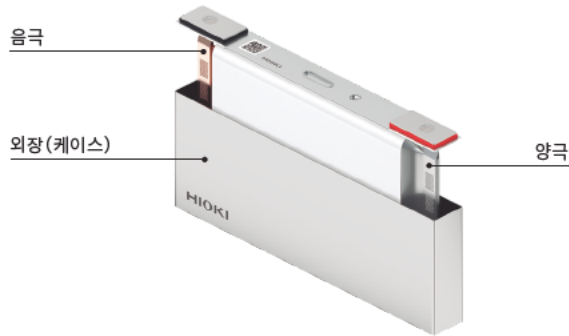
문의하기

리튬 이온 배터리의 절연저항검사란?

리튬 이온 배터리의 셀 생산라인에서는 불량품을 검출하는 중요한 검사 중 하나로 절연저항을 측정합니다. 구조상, 리튬 이온 배터리의 양극과 음극 간, 전극과 외장(케이스)간은 절연을 유지해야 합니다. 절연이 유지되지 않으면, 즉 절연저항이 부족하면 발화 사고로 이어질 위험이 있습니다.



음극과 양극은 세퍼레이터에 의해 절연되어 있음



절연불량의 요인은 다양한데, 배터리셀의 생산공정에서는 특히 “내부 단락”을 요인으로 하는 불량을 검출합니다.

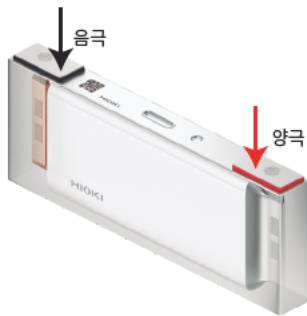
어느 타이밍에서 검사를 실시하는가?

배터리셀의 절연저항검사는 일반적으로 다음과 같이 실시합니다.*

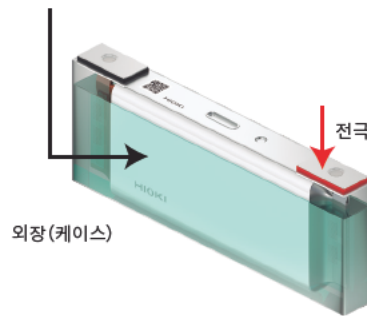
-배터리셀에 전해액을 주액하기 전 - 배터리셀의 “음극과 양극 간”에 직류전압을 인가해 절연저항을 측정합니다.

-배터리셀에 전해액을 주액한 후 -배터리셀의 “전극과 외장 간”에 직류전압을 인가해 절연저항을 측정합니다.

*검사의 타이밍과 측정 위치는 제조사에 따라 다릅니다.



전해액을 주액하기 전

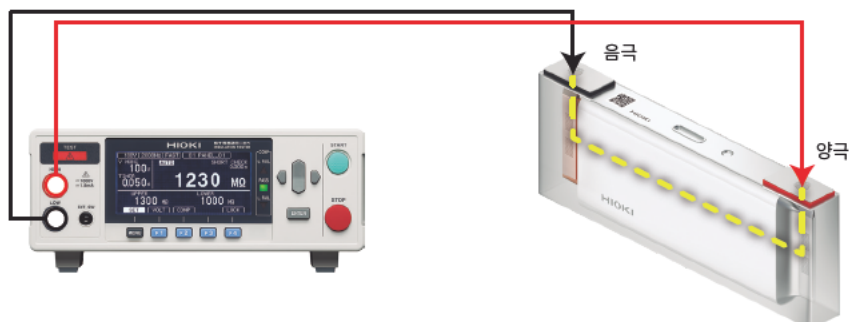


전해액을 주액한 후

절연저항의 측정방법

배터리셀의 절연저항을 측정하는 경우, 고저항 측정에 특화된 절연저항계를 사용합니다. 절연저항계는 검사대상에 직류전압을 인가합니다.

전압을 인가했을 때 흐르는 미세한 전류를 검출해 저항값을 산출합니다. 절연저항계는 미소전류를 정확하게 검출하는 고감도 전류계를 내부에 탑재하고 있습니다.



절연저항계의 선정 포인트

절연저항계의 선정 포인트는 다음과 같습니다.

-절연저항값의 측정범위와 정확도

-시험전압

-충전전류

-자동 방전 기능

-콘택트 체크 기능

-절연저항값의 측정범위와 정확도

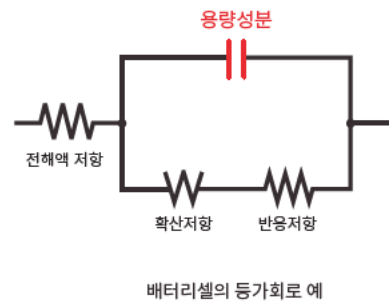
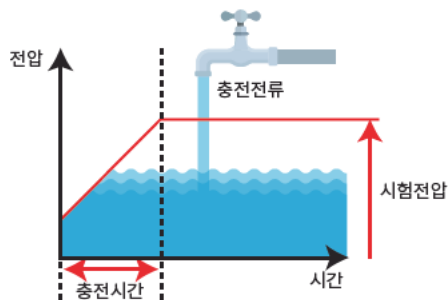
셀의 절연저항검사에서는 고저항 측정에 특화된 절연저항계를 사용합니다. 양품과 불량품을 선별하는 기준값(저항값)은 배터리에 따라 다릅니다. 검사대상의 기준값과 절연저항계의 측정범위를 확인합니다.

-시험전압

시험전압은 절연저항계가 검사대상에 인가하는 전압의 레벨입니다. 적절한 시험전압은 배터리에 따라 다릅니다. 배터리셀의 절연저항검사에서는 일반적으로 100V에서 200V의 직류전압을 인가합니다. 최근에는 5V나 50V와 같은 저전압을 인가하는 케이스도 늘어나고 있습니다.

-충전전류

검사시간을 단축하기 위해 충전전류가 중요합니다. 충전전류는 절연저항계가 출력하는 전류의 크기를 나타냅니다. 배터리셀은 구조상 용량성분을 포함하고 있습니다. 따라서 설정한 시험전압으로 승압되기까지 시간(용량의 충전시간)이 걸립니다. 충전전류가 크면 클수록 충전시간도 빨라지기 때문에 검사시간을 단축할 수 있습니다.



-자동 방전 기능

자동 방전 기능은 배터리에 축적된 전하를 방전시키는 기능입니다. 시험전압을 인가하면 배터리의 용량성분에 전하가 축적됩니다. 배터리에 전하가 남아 있는 상태에서 다음 공정의 검사설비 등에 연결한 경우, 설비가 고장날 우려가 있습니다. 절연저항계에 탑재되는 방전 기능에는 2가지 방식이 있습니다. “저항 방식”과 “정전류 방식”입니다. 배터리셀의 경우, “정전류 방식”이 더 빠르게 전하를 방전할 수 있어 검사시간을 단축할 수 있습니다.

-콘택트 체크 기능

콘택트 체크 기능은 신뢰성이 높은 검사를 실시하기 위해 중요한 기능입니다. 측정 프로브와 검사대상의 접촉 상태를 확인합니다. 측정 프로브가 검사 대상에 접촉되지 않은 경우, 불량품을 양품으로 잘못 판정할 우려가 있습니다. (접촉되지 않은 경우, 절연저항값은 높아지기 때문입니다)



HIOKI 절연저항계

당사 절연저항계는 세계 각국의 배터리 제조사에서 널리 사용되고 있습니다.

배터리셀 생산공정의 절연저항검사에 채택된 모델은 다음과 같습니다.

제품 형명	BT5525	ST5520	SM7110	SM7120
측정범위	0.050 MΩ ~ 9999 MΩ	0.002 MΩ ~ 9990 MΩ	0.001 MΩ ~ 10000 PΩ	0.001 MΩ ~ 20000 PΩ
시험 전압 (DC)	25 V ~ 500 V	25 V ~ 1000 V	0.1 V ~ 1000.0 V	0.1 V ~ 2000.0 V
대표 정확도	± 1.5% rdg. ±2 dgt.	± 5% rdg.	± 0.53% rdg. ±12 dgt.	± 0.53% rdg. ±12 dgt.
측정 전류	50 μA ~ 50 mA	1.8 mA	1.8 mA ~ 50 mA	1.8 mA ~ 50 mA
자동 방전 기능	정전류 방식	정전류 방식	정전류 방식	정전류 방식
콘택트 체크 기능	○	○	○	○



절연 저항 시험기 BT5525 >



절연 저항 시험기 ST5520 >



초절연계 SM7110 >



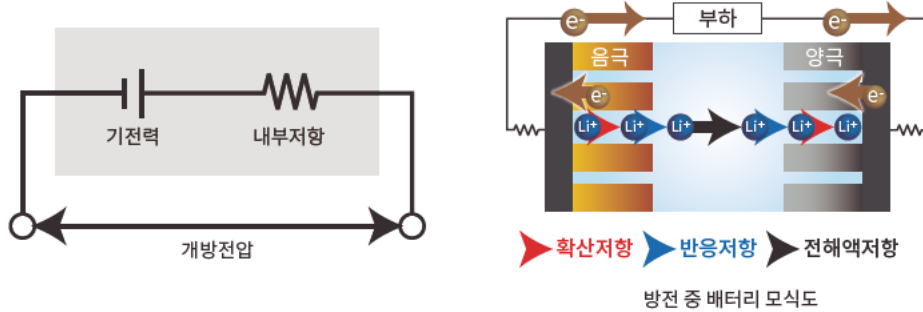
초절연계 SM7120 >



자동 절연 내압 시험기 3153 >

리튬 이온 배터리의 내부저항검사란?

배터리의 내부저항은 제로인 것이 이상적이지만 여러가지 요인들로 인해 내부저항이 존재합니다. 배터리가 열화되면 내부저항이 커지게 됩니다. 배터리셀의 생산라인에서는 양품과 검사품의 내부저항을 비교해 불량품을 검출합니다.



어느 타이밍에서 검사를 실시하는가?

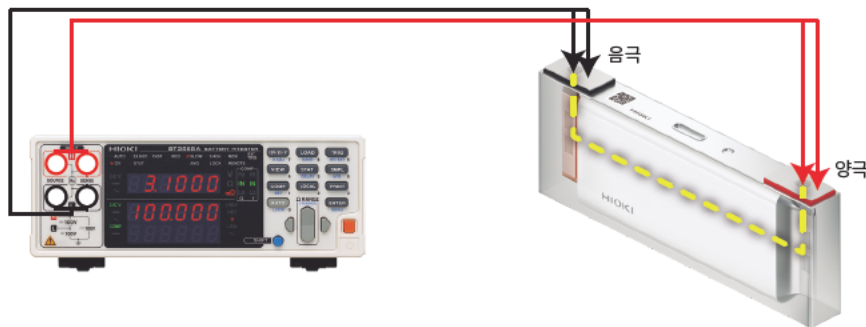
배터리셀에 전해액을 주입하고, 조립이 완료된 후의 각 공정 (충방전 시험, 에이징 시험, 출하 검사 등)에서 내부저항검사를 실시합니다.



내부저항의 측정방법

내부저항의 측정방법에는 “교류법(AC-IR)”과 “직류법(DC-IR)”의 2가지가 있습니다. 생산라인의 검사에는 교류법이 적합합니다. 여기서는 “교류법(AC-IR)”에 대해 소개합니다.

교류법에서는 배터리셀의 내부저항을 측정하는 경우, 저저항 측정에 특화된 교류저항계(배터리 테스터)를 사용합니다. 교류저항계는 검사대상에 정전류의 교류신호를 인가합니다. 정전류를 인가했을 때 발생하는 미소전압을 검출해 저항값을 산출합니다.



저항계에는 “교류저항계”와 “직류저항계”가 있습니다. 기전력이 있는 배터리는 직류저항계로는 측정할 수 없습니다.

[직류식과 교류식 저항계의 차이는?\(클릭\)](#)

-교류법(AC-IR)과 직류법(DC-IR) : 설비 구성에 따라 측정방법이 다름

-교류저항계와 직류저항계 : 검사대상에 인가하는 측정신호가 교류인지 직류인지에 따라 측정방법이 다름

교류저항계 (배터리 테스터)의 선정 포인트

배터리셀의 내부저항검사가 목적인 경우, “저저항을 정확하게 측정할 수 있는 것”이 중요합니다. (배터리셀은 대형일수록 내부저항이 작아집니다. 자동차에 탑재되는 배터리의 경우, 내부저항은 1 mΩ을 밑돕니다)

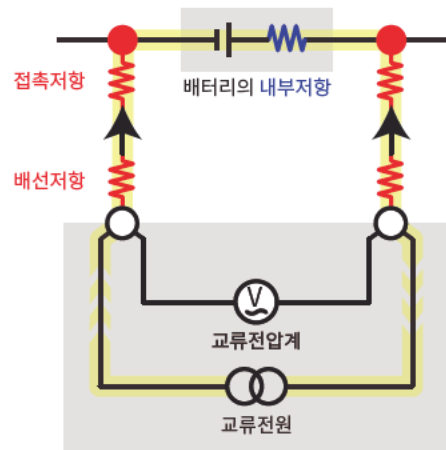
선정 포인트는 다음과 같습니다.

- 4단자법
- 측정 레인지와 분해능
- 노이즈 내성
- 측정 전류의 주파수

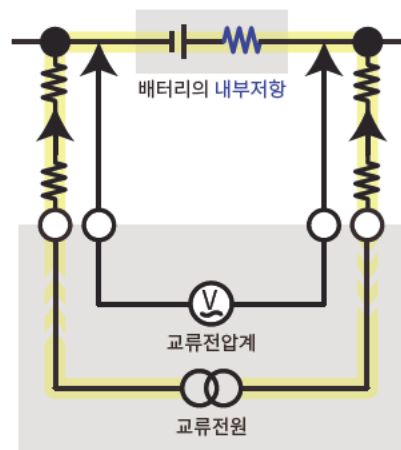
- 4단자법

1Ω 이하의 저저항을 측정하는 경우, 4단자법으로 내부저항을 측정합니다. 저항의 측정방법에는 “4단자법”과 “2단자법”이 있습니다. 2단자법의 측정값은 배선저항과 접촉저항과 같은 “경로저항”을 포함하기 때문에 mΩ 단위의 저저항을 정확하게 측정할 수 없습니다.

[4단자 저항 측정법에 대해서\(클릭\)](#)



검출 전압 = 정전류 × (배터리의 내부저항 + 접촉저항 + 배선저항)
 검출 전압으로부터 저항값을 산출, 여분의 저항성분을 포함



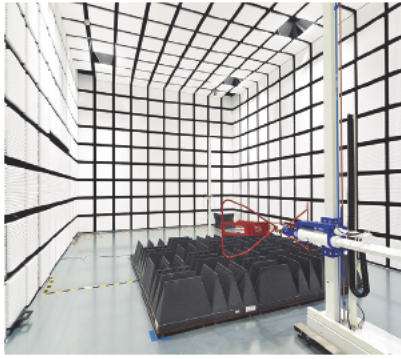
검출 전압 = 정전류 × 배터리의 내부저항
 검출 전압으로부터 저항값을 산출, 여분의 저항성분을 미포함

- 측정 레인지와 분해능

1Ω 이하의 저저항을 측정하는 경우, “mΩ 단위의 측정 레인지”와 “μΩ 단위의 분해능”이 필요합니다. 레인지와 분해능의 설정을 잘못하면 mΩ 단위의 저저항이 정확하게 측정되지 않습니다.

- 노이즈 내성

사양에서 측정 레인지 · 분해능 · 측정 정확도가 좋더라도 저항값을 정확하게 측정할 수 없는 경우가 있습니다. 노이즈에 의해 측정값이 안정되지 않거나, 정확한 값이 표시되지 않는 등의 트러블이 발생하기 때문입니다. (노이즈의 발생원은 전원 및 생산기기 등 다양합니다.) 제품 설계 시에 노이즈를 제품에 인가해 정상적으로 동작하는지 테스트합니다. 이러한 테스트를 실시하지 않은 제품은 생산라인에서 측정 사양을 만족하지 않을 우려가 있습니다.



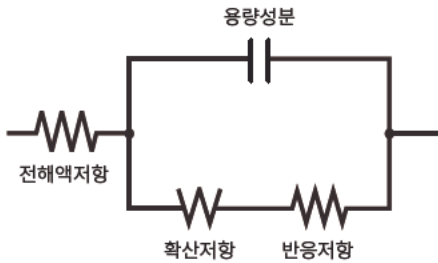
HIOKI의 EMS 시험실



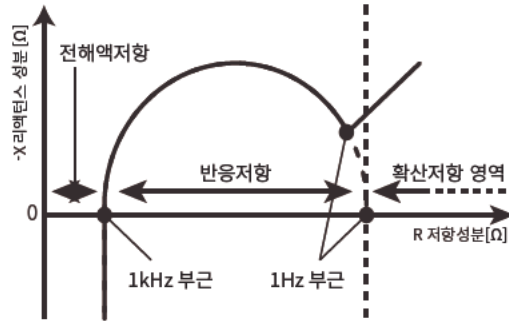
노이즈 시험을 규정하는 국제규격

- 측정전류의 주파수

교류저항계 (배터리 테스터)는 검사대상에 정전류의 교류신호를 인가합니다. 이 교류신호는 일반적으로 1 kHz의 고정 주파수입니다. 주파수를 가변할 수 있는 제품도 있습니다. 주파수를 스위치 측정된 임피던스에서 Nyquist 플롯을 작성하면 배터리의 내부저항을 “확산저항” “반응저항” “전해액저항” 등의 요소로 구분하여 파악할 수 있습니다. 최근에는 불량품의 검출 레벨을 높이기 위해서 여러 주파수에서 내부저항검사를 실시하는 케이스도 늘어나고 있습니다.



배터리셀의 등가회로 예



주파수를 스위치 측정된 임피던스에서 Nyquist 플롯을 작성

HIOKI 배터리 테스터

당사 배터리 테스터는 세계 각국의 배터리 제조사에서 사용되고 있습니다. 배터리셀 생산공정의 내부저항검사에 채택된 주요 모델은 다음과 같습니다.

제품 형명	BT3561A		BT3562A		BT4560	
측정 방식	교류 4 단자법		교류 4 단자법		교류 4 단자페어법 ^(*)	
측정 레인지 / 분해능	—	—	3.1000 mΩ	0.1 μΩ	3.6000 mΩ	0.1 μΩ
	31.000 mΩ	1 μΩ	31.000 mΩ	1 μΩ	12.0000 mΩ	0.1 μΩ
	310.00 mΩ	10 μΩ	310.00 mΩ	10 μΩ	120.000 mΩ	1 μΩ
	3.1000 Ω	100 μΩ	3.1000 Ω	100 μΩ	— ^(**)	— ^(**)
	31.000 Ω	1 mΩ	31.000 Ω	1 mΩ	— ^(**)	— ^(**)
	310.00 Ω	10 mΩ	310.00 Ω	10 mΩ	—	—
	3.1000 kΩ	100 mΩ	3.1000 kΩ	100 mΩ	—	—
CE 대응	○		○		○	
CSA 대응	○		○		취득 예정	
측정 전류 주파수	1 kHz ±0.2 Hz		1 kHz ±0.2 Hz		0.10 Hz ~ 1050 Hz ^(***)	
개방전압 측정 ^(*)	○		○		○	

- *1: 변환 플러그로 4단자법에 의한 측정도 가능
- *2: 특주로 3 Ω, 30 Ω 레인지 대응 가능
- *3: 특주로 0.01 Hz부터 10 kHz 대응 가능
- *4: 배터리 테스터는 내부저항과 동시에 개방전압을 측정할 수 있습니다.



배터리 하이테스터 BT3561A >



배터리 하이테스터 BT3562A >



배터리 임피던스 미터 BT4560 >

리튬 이온 배터리의 생산과 검사

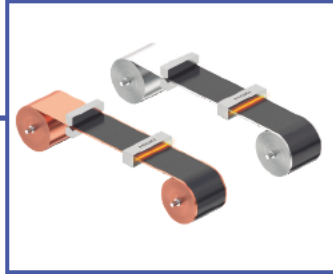
리튬 이온 배터리의 생산 공정과 검사방법을 소개합니다.

리튬 이온 배터리의 생산 공정



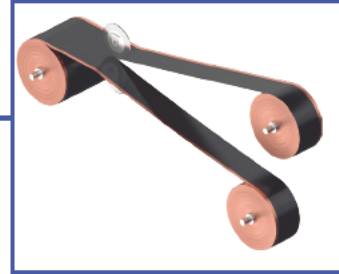
믹싱

활물질, 도전보조제, 고분자 바인더 및 유기용제를 섞어 전극 슬러리를 만듭니다.



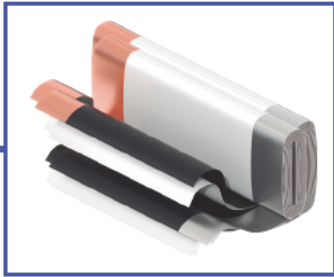
도공·건조·프레스

동박과 알루미늄박에 전극 슬러리를 도공하고, 건조, 프레스합니다.



절단

배터리의 크기에 맞춰 전극 시트를 절단합니다.



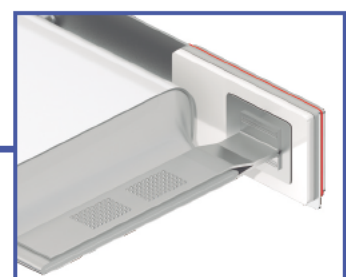
winding·적층

양극 시트와 음극 시트 사이에 세퍼레이터를 끼우고 전극 시트를 winding 또는 적층합니다.



탭과 집전체의 용접

겹친 전극 시트의 탭을 용접하고, 탭에 집전체를 용접합니다.

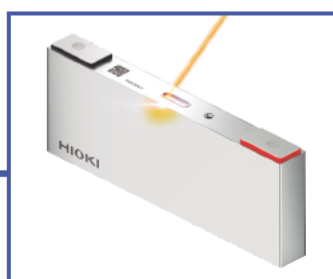


집전체와 출력단자의 용접

덮개와 집전체를 용접합니다.



케이스에 수납



케이스 용접

케이스와 덮개를 용접합니다.



주액 전 셀



주액

주액구에 전해액을 주입합니다.



주액 후 셀

주액구를 닫습니다.



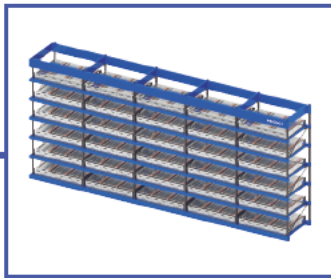
첫 충전

주액이 완료된 셀에 처음으로 충전전류를 흘려보냅니다.



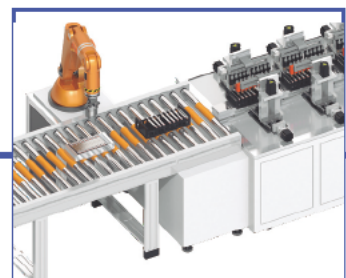
화성·충방전

셀에 대한 충전과 방전을 반복합니다.



에이징

일정 기간 셀을 보관합니다.



출하 검사

출하 전에 품질을 검사합니다.

리튬 이온 배터리의 검사방법

배터리셀의 절연저항 검사

구조상, 리튬 이온 배터리의 양극과 음극 간, 각 전극과 외장(케이스)간은 절연을 유지해야 합니다. 절연이 유지되지 않으면, 즉 절연저항이 부족하면 발화사고로 이어질 수 있습니다.



절연저항시험기 ST5520

초절연계 SM7110

초절연계 SM7120

절연저항시험기 BT5525

배터리셀의 양극과 음극 간, 전극과 외장 간의 절연저항을 측정합니다.

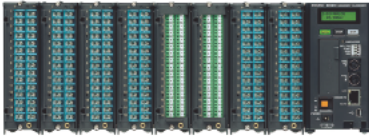
부품 간의 용접 품질을 검사

탭이나 집전체 등의 용접이 불완전한 경우, 부품 간의 전기적 저항이 커지게 됩니다. 저항에 의해 전기 에너지가 손실되어 배터리가 발열합니다. 발열은 배터리 수명 저하 및 발화사고를 일으키는 요인이 될 수 있습니다.



저항계 RM3545-02, 멀티플렉서 유닛 Z3003

용접한 부품 간의 전기적 저항을 측정합니다.



리튬 이온 배터리셀의 충방전 시험에서 전압과 온도를 기록

충방전 공정에서는 배터리의 상태 변화를 감시하기 위해 전압과 온도를 기록합니다. 기록한 데이터를 해석해 불량품 검출과 배터리 랭크 분류를 실시합니다.

메모리 하이로거 8423

배터리셀의 전압과 온도의 변동을 다채널로 기록합니다.



배터리셀의 내부저항 검사

배터리의 내부저항은 제로인 것이 이상적이지만, 여러가지 요인들로 인해 내부저항이 존재합니다. 배터리가 열화되면 내부저항이 커지게 됩니다.

배터리 하이테스터 BT3561A

배터리 하이테스터 BT3562A

배터리 임피던스 미터 BT4560

배터리셀의 내부저항을 측정합니다.



배터리셀의 개방전압 검사

부하에 연결되지 않았을 때의 배터리 전압을 개방전압(Open Circuit Voltage)이라고 합니다. 배터리의 특성인 자가방전에 의해 개방전압값은 서서히 저하됩니다. 배터리 내부에 불량이 있는 경우, 자가방전이 더 커져서 규정값 이상으로 방전전압이 저하됩니다.

직류전압계 DM7276

배터리 임피던스 미터 BT4560

배터리 하이테스터 BT3561A

배터리 하이테스터 BT3562A

배터리셀의 개방전압을 측정합니다.



다채널 측정으로 검사시간을 단축

측정의 채널 수를 늘려서 검사시간을 줄여서 리드 타임을 단축할 수 있습니다.

스위칭 메인 프레임 SW1002

DM7276에서 최대 264ch, BT3562A에서 최대 132ch, BT4560에서 최대 72ch, 채널 수를 증설할 수 있습니다. 또한, SW1002와 2종류의 측정기를 연결해 측정을 자동 전환하는 것도 가능합니다.



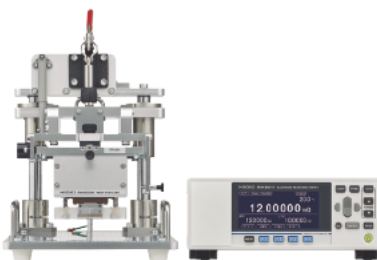
슬러리의 품질을 관리

전극 슬러리는 활물질, 도전보조제, 고분자 바인더 및 유기용제로 구성됩니다. 각 물질을 균일하게 분산시킴으로써 좋은 특성의 배터리를 생산할 수 있습니다.

슬러리 해석 시스템

전극 슬러리의 임피던스 정보를 가지고 독자적인 알고리즘을 통해 도전 재료의 혼합 정도를 추정하는 파라미터를 얻을 수 있습니다.

양산품의 랜덤 샘플링 검사에서 제조 품질의 정량 관리도 가능합니다.



전극 시트의 제조 품질을 관리

균일성이 높은 전극 시트를 제조하는 것은 셀 품질의 안정성으로 이어집니다. 전극 시트 상태에서 합재부 저항, 합재와 집전박의 접착부 저항을 수치 정보로 확인합니다.

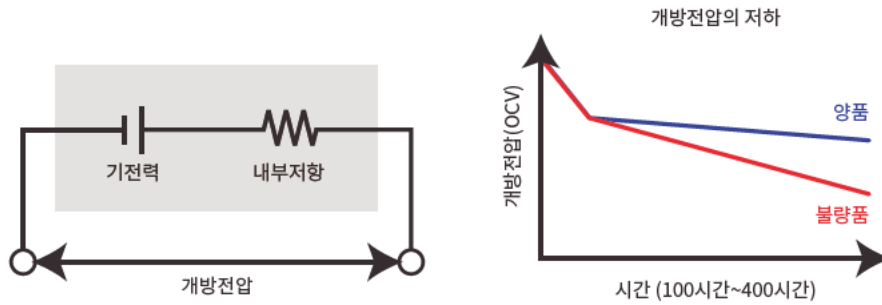
전극저항 측정 시스템 RM2610

전극 시트의 합재면에 미세한 다점 프로브를 접촉해 독자적인 알고리즘으로 합재부 저항과 합재와 집전박의 용접부 저항을 구할 수 있습니다.

건조 후, 랜덤 샘플링 검사로 제조 편차를 확인할 수 있습니다.

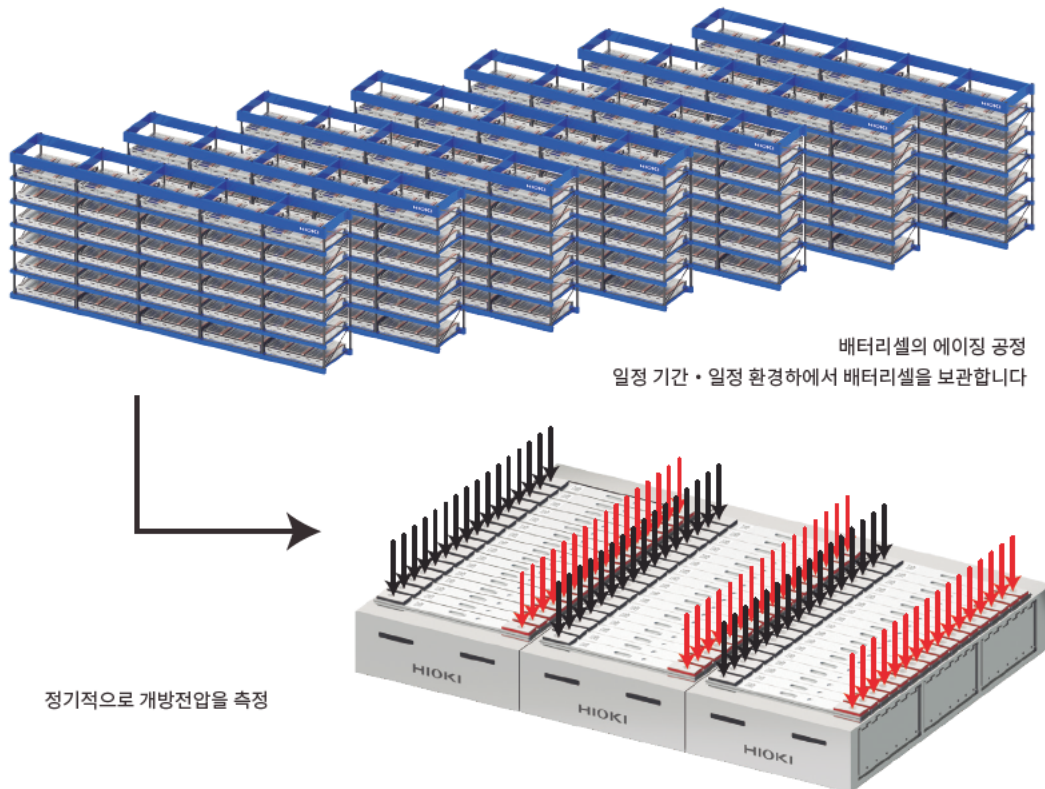
리튬 이온 배터리의 개방전압(OCV) 검사란?

리튬 이온 배터리의 셀 생산라인에서는 불량품을 검출하는 중요한 검사 중 하나로 개방전압을 측정합니다. 부하에 연결되지 않았을 때의 배터리 전압을 개방전압(Open Circuit Voltage)이라고 합니다. 배터리는 자기방전 특성을 지니고 있습니다. 이 특성에 의해 개방전압값은 서서히 저하됩니다. 배터리의 내부에 불량인 경우, 자기방전이 더욱 커지게 됩니다. 생산라인에서는 규정값 이상으로 개방전압이 저하된 배터리를 검출해 불량품으로 분류합니다.



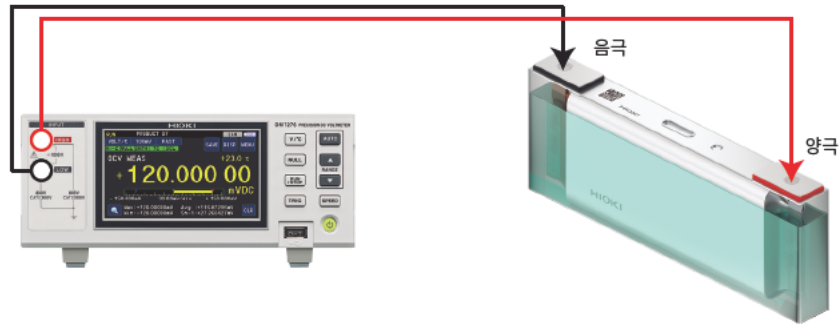
어느 타이밍에서 검사를 실시하는가?

배터리셀에 대한 첫 충전이 완료된 후 각 공정에서 개방전압검사를 실시합니다. 그중에서도 에이징 공정에서는 일정한 간격으로 개방전압을 측정해 변화량을 확인합니다. 자기방전에 의한 개방전압값의 변화량은 아주 작습니다. 에이징 공정에서는 적어도 100시간에서 400시간을 들여 불량품을 검출합니다.



개방전압의 측정방법

배터리셀의 개방전압을 측정하는 경우, 직류전압계를 사용합니다. 직류전압계는 배터리셀의 양극과 음극 간 전압을 검출합니다.



직류전압계의 선정 포인트

전압계의 선정 포인트는 다음과 같습니다.

- 분해능
- 정확도의 계산
- 온도 보정 기능

-분해능

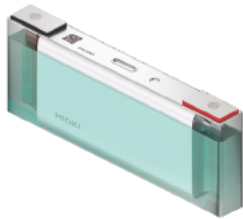
배터리셀의 생산라인에서는 개방전압의 근소한 차이로 불량품을 검출합니다. 분해능이 높은 직류전압계를 사용하면 빠른 타이밍에 불량품을 검출해 검사시간을 단축할 수 있습니다.

-정확도의 계산

계측기의 성능을 올바르게 파악하기 위해서 정확도 계산이 중요합니다. 대부분의 계측기는 “reading 오차”와 “digit 오차”로 정확도를 규정하고 있습니다.

측정값이 4V인 경우의 측정 정확도

$$(4V \times \underbrace{\pm 0.0009\%}_{\text{reading 오차}}) \pm \underbrace{12 \mu V}_{\text{digit 오차}} = \pm 48 \mu V$$



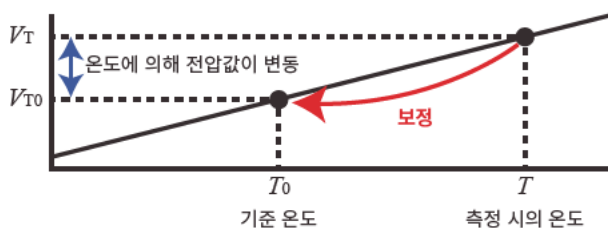
배터리셀의 개방전압이 4V 정도인 경우
최적의 측정 레인지는 “10V 레인지”

측정기의 사양 예 (DM7276)

측정 레인지	분해능	측정 정확도
100 mV	10 nV	$\pm 0.0015\% \text{ rdg.} \pm 2 \mu V$
1000 mV	100 nV	$\pm 0.0011\% \text{ rdg.} \pm 3 \mu V$
10 V	1 μV	$\pm 0.0009\% \text{ rdg.} \pm 12 \mu V$
100 V	10 μV	$\pm 0.0020\% \text{ rdg.} \pm 0.8 \text{ mV}$
1000 V	100 μV	$\pm 0.0025\% \text{ rdg.} \pm 2 \text{ mV}$

-온도 보정 기능

배터리의 개방전압은 온도에 의해 변동합니다. 측정 시의 온도가 1°C 만 바뀌어도 개방전압값이 수백 μV 변하는 경우도 있습니다. 측정 시의 온도 환경을 균일하게 유지하는 것이 중요합니다. 온도 보정 기능은 측정값을 기준 온도의 전압으로 환산합니다.



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

V_T : 실측한 전압값 [V]
 T : 현재의 주위 온도 [°C]
 V_{T0} : 보정 후의 전압값 [V]
 T_0 : 기준 온도 [°C]
 α_{T0} : T0일 때의 온도 계수 [1/°C]

HIOKI 직류전압계

당사 직류전압계는 세계 각국의 배터리 제조사에서 사용되고 있습니다.
배터리셀 생산공정의 개방전압검사에 채택된 모델은 다음과 같습니다.

제품 형명	DM7276		BT4560		BT3561A		BT3562A	
표시 자릿수	7 1/2 자리, 12.000 000		5 1/2 자리, 5.100 00		5 1/2 자리, 6.000 00		5 1/2 자리, 6.000 00	
측정 레인지/분해능 *4V측정 권장 레인지	120.000 00 mV	10 nV	5.100 00 V*	10 μ V	6.000 00 V*	10 μ V	6.000 00 V*	10 μ V
	1200.000 0 mV	100 nV	—	—	60.000 0 V	100 μ V	60.000 0 V	100 μ V
	12.000 000 V*	1 μ V	—	—	—	—	100.000 V	1 mV
	120.000 00 V	10 μ V	—	—	—	—	—	—
	1010.000 0 V	100 μ V	—	—	—	—	—	—
측정 정확도*	$\pm 0.0009\%$ rdg $\pm 12 \mu$ V		$\pm 0.0035\%$ rdg ± 5 dgt		$\pm 0.01\%$ rdg ± 3 dgt		$\pm 0.01\%$ rdg ± 3 dgt	
측정 오차*	$\pm 48 \mu$ V		$\pm 190 \mu$ V		$\pm 430 \mu$ V		$\pm 430 \mu$ V	
온도 보정 기능	○		—		—		—	
온도 측정	○		○		—		—	
배터리의 내부저항측정	—		○		○		○	

* 4V 측정 권장 레인지에서 4V의 리튬 이온 배터리를 측정한 경우의 측정 정확도와 측정 오차를 기재했습니다.

BT3561A, BT3562A, BT4560은 개방전압과 동시에 내부저항을 측정할 수 있습니다.

[배터리의 내부저항검사\(클릭\)](#)



직류전압계 DM7276 >



배터리 테스터 BT3561A >



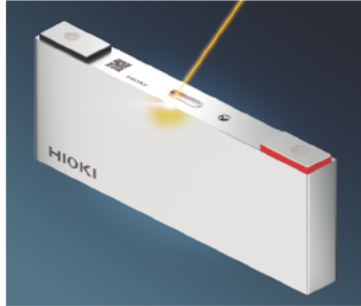
배터리 테스터 BT3562A >



배터리 임피던스 미터 BT4560 >

리튬 이온 배터리의 용접저항검사란?

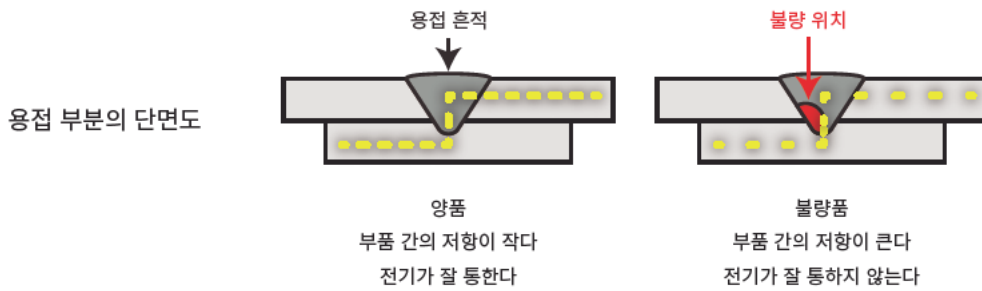
리튬 이온 배터리의 부품인 전극 시트와 집전체, 출력단자는 레이저나 초음파 등에 의해 용접됩니다. 용접이 제대로 되어 있지 않으면, 부품 간의 저항이 커지게 됩니다. 용접저항검사에서는 부품 간의 저항값을 측정해 용접 품질을 검사합니다.



레이저 용접

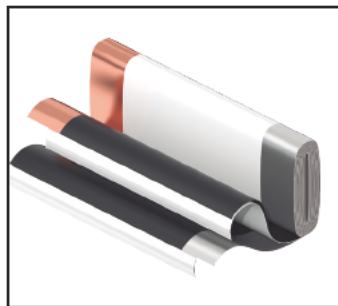


집전체와 출력단자의 용접



어느 타이밍에서 검사를 실시하는가?

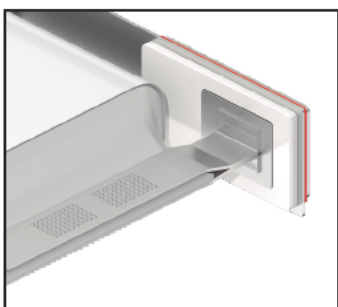
전극 시트의 탭 용접 및 집전체와 출력단자의 용접 등, 용접을 실시하는 각 공정에서 용접 품질 검사를 실시합니다.



전극 시트의 탭



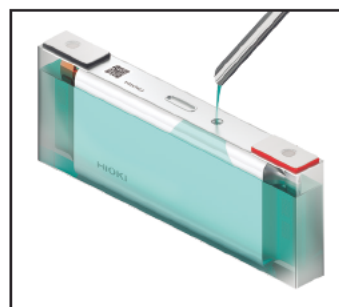
전극 시트와 집전체



집전체와 출력단자



덮개와 케이스



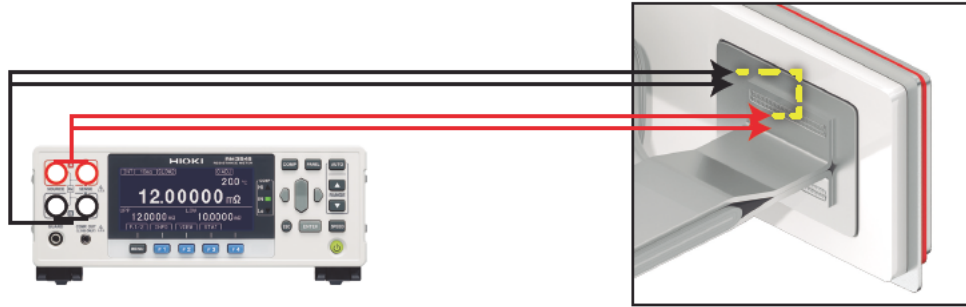
전해액과 주액구

용접저항의 측정방법

용접저항을 측정하는 경우, 저저항 측정에 특화된 직류저항계를 사용합니다. 직류저항계는 검사대상에 정전류의 직류신호를 인가합니다. 정전류를 인가했을 때에 발생하는 미소전압을 검출해 저항값을 산출합니다.

저항계에는 “직류저항계”와 “교류저항계”가 있습니다. 직류저항계는 교류저항계보다 고정확도로 저저항을 측정할 수 있습니다. (배터리의 내부저항을 측정할 경우는 교류저항계를 사용합니다)

[직류식과 교류식 저항계의 차이? \(클릭\)](#)



집전체와 출력단자 간의 용접저항

직류저항계의 선정 포인트

부품 간의 용접저항검사를 목적으로 하는 경우, “저저항을 정확하게 측정할 수 있는 것”이 중요합니다.

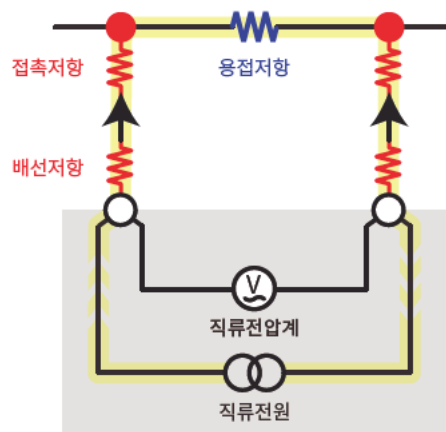
선정 포인트는 다음과 같습니다.

- 4단자법
- 측정 레인지와 분해능
- 노이즈 내성

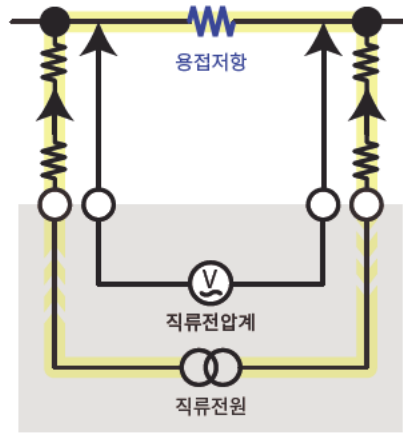
- 4단자법

1Ω 이하의 저저항을 측정할 경우, 4단자법으로 내부저항을 측정합니다. 저항의 측정방법에는 “4단자법”과 “2단자법”이 있습니다. 2단자법의 측정값은 배선저항과 접촉저항과 같은 “경로저항”을 포함하기 때문에 mΩ 단위의 저저항을 정확하게 측정할 수 없습니다.

[4단자 저항 측정법에 대해서\(클릭\)](#)



검출전압 = 정전류 × (용접저항 + 접촉저항 + 배선저항)
 검출전압으로부터 저항값을 산출, 여분의 저항성분을 포함



검출전압 = 정전류 × 용접저항
 검출전압으로부터 저항값을 산출, 여분의 저항성분을 포함하지 않음

-측정 레인지와 분해능

1Ω 이하의 저저항을 측정할 경우, “mΩ 단위의 측정 레인지”와 “μΩ 단위의 분해능”이 필요합니다. 레인지와 분해능을 잘못 설정하면 mΩ 단위의 저저항이 정확하게 측정되지 않습니다.

-노이즈 내성

사양에서 측정 레인지 · 분해능 · 측정 정확도가 좋더라도 저항값을 정확하게 측정하지 못하는 경우가 있습니다. 노이즈에 의해 측정값이 불안정하거나, 정확한 값이 표시되지 않는 등 트러블이 발생하기 때문입니다. (노이즈의 발생원은 전원 및 생산기기 등 다양합니다.) 제품 설계 시에 노이즈를 제품에 인가해 정상적으로 동작하는지 테스트합니다. 이러한 테스트를 실시하지 않은 제품은 생산라인에서 측정 사양을 만족하지 않을 우려가 있습니다.



HIOKI EMS시험실



노이즈 시험을 규정하는 국제규격

HIOKI 직류저항계

당사 직류저항계는 세계 각국의 배터리 제조사에서 사용되고 있습니다. 배터리셀 생산 공정의 용접저항검사에 채택된 주요 모델은 다음과 같습니다.

제품 형명	RM3545-02	
측정 방식	직류 4 단자법	
측정 레인지/ 분해능	12.000 00 mΩ	10 nΩ
	120.000 0 mΩ	100 nΩ
	1200.000 mΩ	1 μΩ
	12.000 00 Ω	10 μΩ
	120.000 0 Ω	100 μΩ
	1200.000 Ω	1 mΩ
	12.000 00 kΩ	10 mΩ
	120.000 0 kΩ	100 mΩ
	1200.000 kΩ	1 Ω
	12.000 00 MΩ	10 Ω
120.00 MΩ	10 kΩ	
1200.0 MΩ	100 kΩ	
CE 대응	○	
측정 채널 수	최대 20 ch*	

*Z3003을 2대 장착한 경우



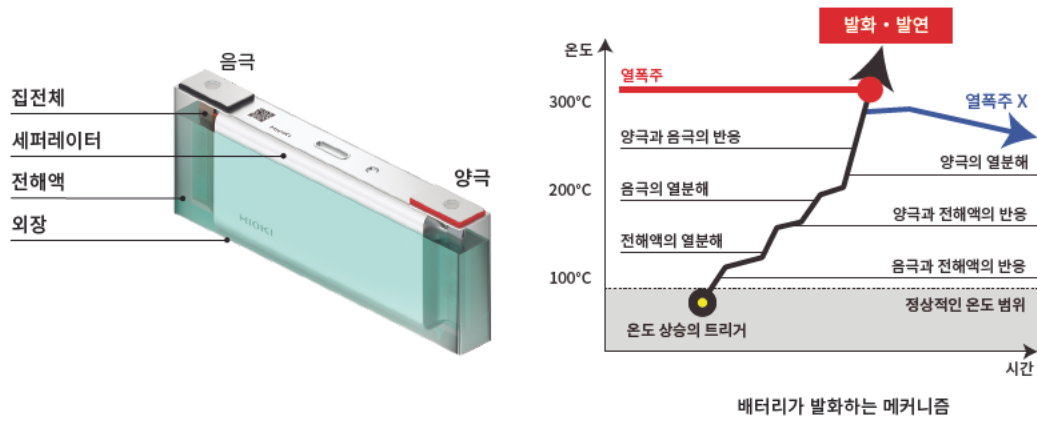
저항계 RM3545-02 >

발화 요인이 있는 리튬 이온 배터리의 검출 방법

리튬 이온 배터리가 발화하는 요인과, 발화 요인이 있는 배터리를 검출하기 위해 제조 공정에서 실시되는 대표적인 검사 방법을 소개합니다.

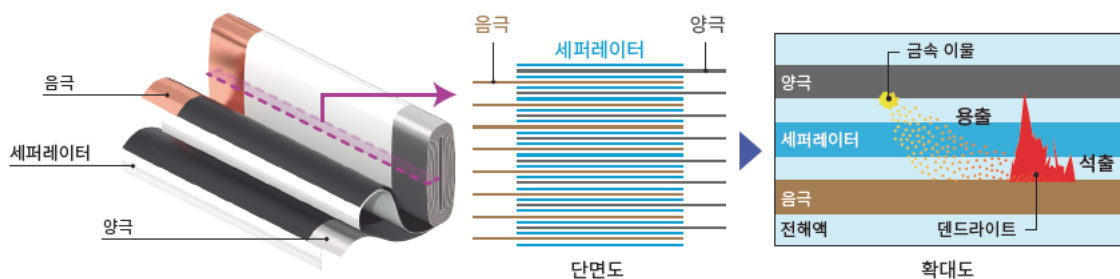
리튬 이온 배터리가 발화하는 요인

리튬 이온 배터리는 양극과 음극, 세퍼레이터, 전해액, 집전체, 외장으로 구성됩니다. 구조상, 양극과 음극 사이는 세퍼레이터에 의해 절연되어 있습니다. 이 절연이 파괴된 상태, 즉 단락된 상태가 배터리의 온도 상승을 일으킵니다. 온도 상승이 “열폭주”라는 현상에 이르러 배터리가 발화합니다. 또한, 재료끼리의 용접이 불충분한 상태에서 충방전을 반복하면, 용접 부분이 발열해 발화에 이를 수도 있습니다.



단락이 발생하는 요인

외부로부터의 충격, 과충전, 재료의 열화, 미세한 금속 이물의 혼입(오염) 등에 의해 양극과 음극의 단락이 발생합니다. 또한, 미세한 금속 이물이 배터리 내부에 혼입되면 서서히 전해액 속으로 용출되고 용출된 금속이 수지상으로 석출됩니다. 수지상으로 석출된 금속을 덴드라이트(Dendrite)라고 부릅니다. 시간이 지남에 따라 덴드라이트가 성장하여 세퍼레이터를 파괴해 단락되는 경우도 있습니다.



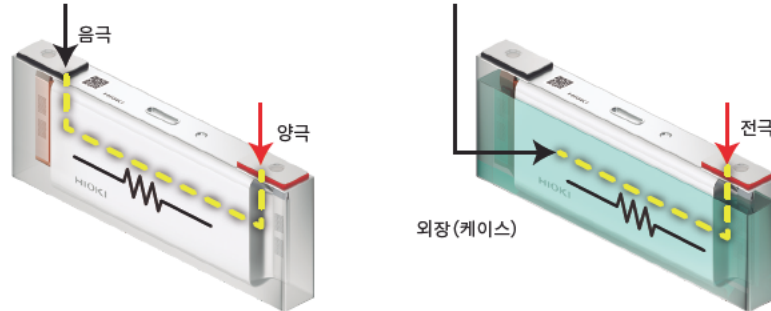
발화 요인이 있는 배터리를 검출

발화 요인이 있는 배터리를 검출하기 위해 배터리 제조 공정에서는 다양한 검사가 실시됩니다. 그 중에서도 대부분의 배터리 제조사가 “절연저항 검사”와 “개방전압 검사”를 실시하고 있습니다. 이 두 검사는 안전한 배터리를 제조하기 위해 꼭 필요한 검사입니다.

절연저항 검사

양극과 음극 사이는 세퍼레이터에 의해 절연되어 있습니다. 일반적으로 절연을 확인하기 위해 전극 간의 저항값으로 판단합니다. 절연이 좋은 것, 즉 저항값이 높아 전류가 흐르지 않는 상태인지를 확인합니다. 또한, 각 전극과 케이스 간도 절연을 유지해야 합니다. 각 전극과 케이스 간에서도 절연저항 검사가 실시됩니다.

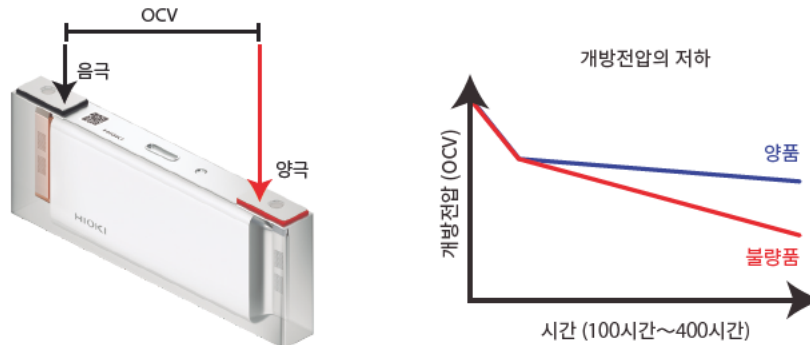
[절연저항 검사\(클릭\)](#)



개방전압 검사

부하에 연결되지 않았을 때의 배터리 전압을 개방전압(Open Circuit Voltage)이라고 합니다. 배터리는 자기방전 특성을 지니고 있습니다. 이 특성에 의해 개방전압값은 서서히 저하됩니다. 단락이 발생한 경우, 자기방전이 더욱 커지게 됩니다. 규정값 이상으로 개방전압이 저하된 배터리를 불량품으로 검출합니다.

[개방전압 검사\(클릭\)](#)



측정기 : 절연저항 검사용



절연저항 시험기 BT5525 >



절연저항 시험기 ST5520 >



초정밀계 SM7110 >



초정밀계 SM7120 >

측정기 : 개방전압(OCV) 검사용



직류 전압계 DM7276 >



배터리 임피던스 미터 BT4560 >



배터리 하이테스터 BT3561A >

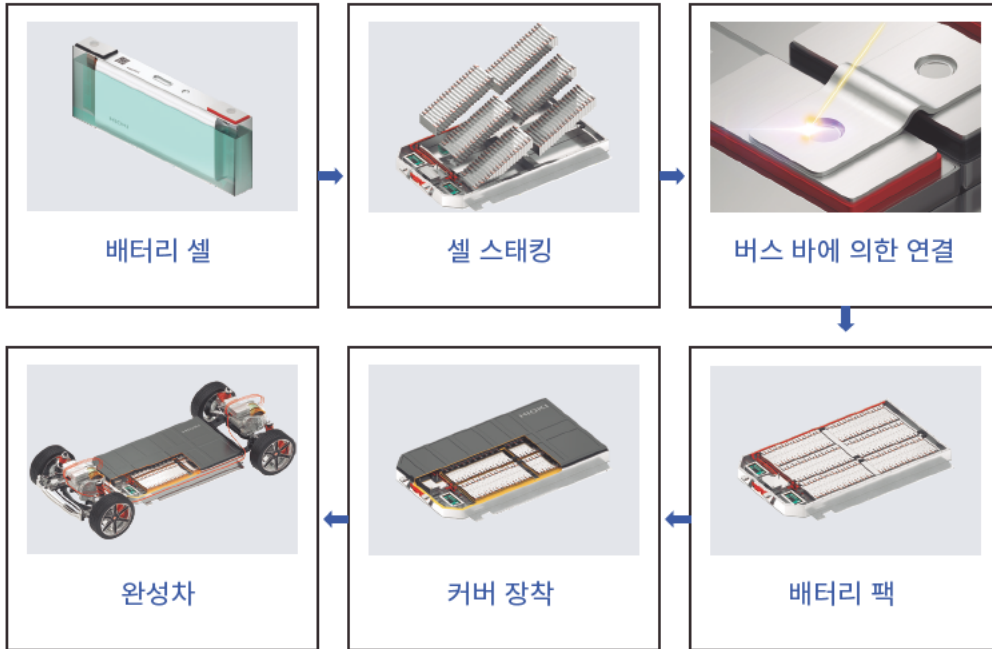


배터리 하이테스터 BT3562A >

EV용 리튬 이온 배터리 팩 조립 검사

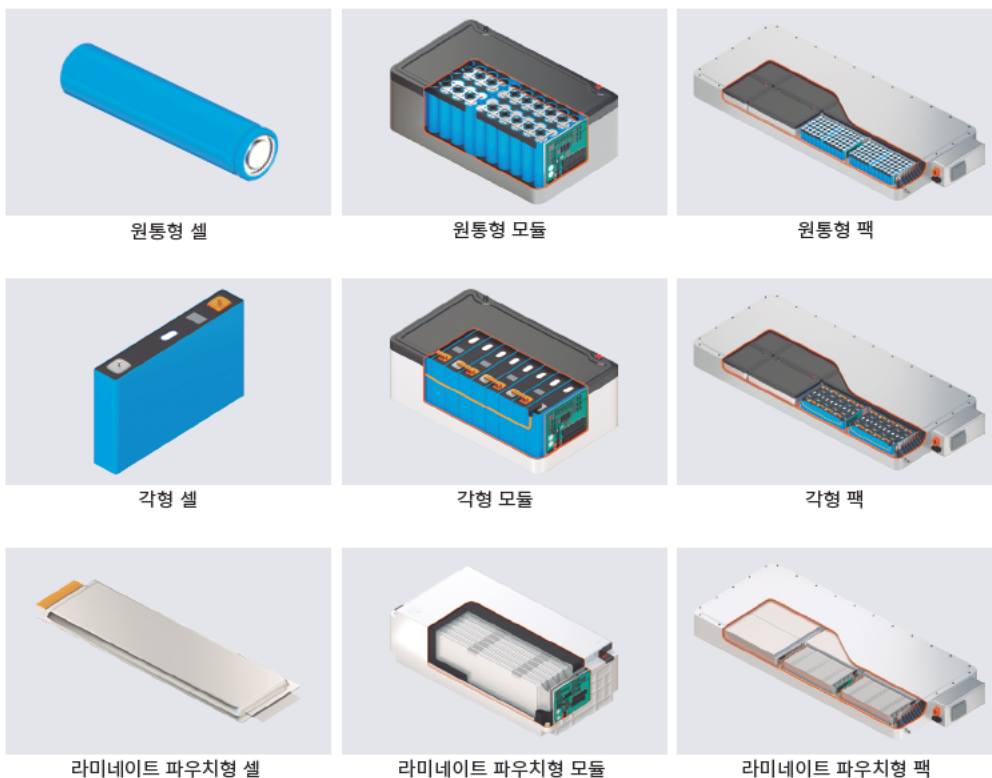
배터리 팩의 조립 및 검사에 대해 소개합니다.

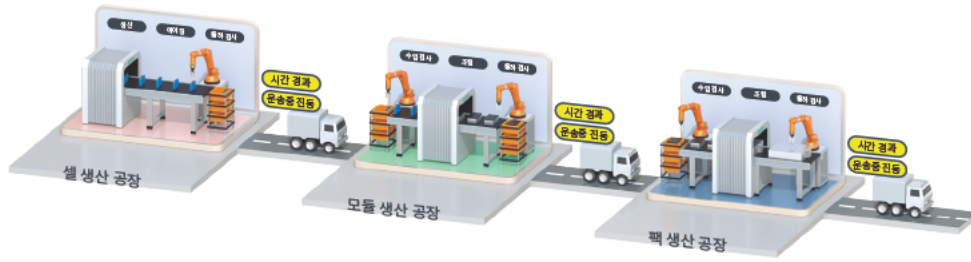
EV용 리튬 이온 배터리 팩 조립 공정



셀 배터리에서 팩 배터리로 조립

배터리의 최소 단위를 셀이라고 합니다. 또한, 셀에는 “원통형” “각형” “라미네이트 파우치형”이라는 형상이 있습니다. 이 셀을 직렬로 접속한 상태를 “모듈”, 모듈을 직렬로 접속한 상태를 “팩”이라고 합니다. “Cell to Pack”과 같은 모듈을 통하지 않는 형태의 팩도 있습니다.





셀 생산 공장에서 생산된 셀은 출하 검사를 거쳐 모듈의 생산 공장으로 운송됩니다. 시간 경과 및 운송 중의 진동 등으로 인해 불량품이 발생할 우려가 있으므로, 수입 검사를 실시하고 모듈이나 팩에 조립됩니다.

리튬 이온 배터리 팩 검사



BT5525

절연 저항 검사

리튬 이온 배터리의 전극과 외장(케이스) 사이에는 절연을 유지해야 합니다. 절연이 유지되지 않는 경우, 즉 절연 저항이 부족하면 발화 사고로 이어질 우려가 있습니다.

- > 절연 저항 시험기 BT5525
- > 절연 저항 시험기 ST5520
- > 초절연계 SM7110
- > 초절연계 SM7120

위의 측정기는 전극과 외장(케이스) 사이의 절연 저항을 측정합니다.



3153

내압 시험

배터리 팩은 용도에 따라 충분한 절연 내력을 가져야 합니다. 절연내력이 부족하면 감전 등의 사고로 이어질 우려가 있습니다.

- > 자동 절연 내압 시험기 3153

위의 측정기는 일정 시간 전압을 인가하여 절연 내력을 검사합니다.

절연 저항 검사와 내압 시험의 차이

절연 저항 시험은 절연의 강도를 보는 것이 아니라 시험 전압으로 저항값을 측정합니다. 내압 시험은 절연 내력, 절연 파괴를 일으키는지 확인합니다.



BT3562A



DM7276

내부 저항 검사

내부 저항이 큰 배터리는 발열이 증가하고 빠르게 열화하는 경향이 있습니다. 열화하면 배터리 용량이 저하되고 내부 저항이 증가합니다. 내부 저항은 시간의 경과나 운송 중의 진동에도 변합니다. 출하 시 또는, 수입 시에는 매회 검사를 실시하여 내부 저항이 큰 배터리를 제거할 필요가 있습니다.

개방 전압 검사

부하에 연결되어 있지 않을 때의 전기 전압을 개방 전압(Open Circuit Voltage)이라고 합니다. 배터리의 특성인 자기 방전으로 인해 개방 전압 값이 점차 감소합니다. 배터리 내부에 불량이 있으면 자기 방전이 보다 커지고, 규정값 이상으로 개방 전압이 저하됩니다.

- > 배터리 하이테스터 BT3561A
- > 배터리 하이테스터 BT3562A
- > 배터리 하이테스터 BT3563A
- > 배터리 하이테스터 BT3564

위의 측정기는 배터리의 "내부 저항"과 "OCV"를 동시에 측정합니다. BT3564A 또는 BT3564는 고전압 팩 배터리의 OCV 측정에 이상적입니다.

- > 직류 전압계 DM7275
- > 직류 전압계 DM7276

DM7275와 DM7276은 "OCV"를 측정하고 측정값을 7-1/2자리까지 표시하므로 OCV의 변화를 보다 정확하게 확인할 수 있습니다.



RM3546-02, Z3003

용접 저항 검사

용접이 불충분하면 부품 간의 전기 저항이 커집니다. 저항으로 인해 전기 에너지가 손실되고 배터리가 발열합니다. 발열은 배터리 수명의 저하나 발화 사고가 발생할 우려가 있습니다.

- > 저항계 RM3545-02, 멀티플렉서 유닛 Z3003

위의 계측기는 용접된 부품 사이의 저항값을 측정합니다.



SW1002

다채널 측정으로 검사 시간 단축

측정 채널 수를 늘려 검사 시간을 단축하고 리드 타임을 단축할 수 있습니다.

- > 스위치 메인 프레임 SW1002

위의 장치는 BT356x, DM727x 시리즈의 채널 수를 늘릴 수 있으며, 두 종류의 측정기를 동시에 제어할 수 있습니다.