

# 리튬 이온 배터리 산업을 위한 애질런트 솔루션



## 번창하고 있는 리튬 이온 배터리 산업

고전압, 높은 비에너지, 긴 수명주기, 환경 친화성, 우수한 에너지 밀도와 전력 밀도 등은 전력 배터리를 전반적 최상의 성능을 제공하는 리튬 이온 배터리가 가진 몇 가지 장점들입니다. 리튬 이온 배터리는 가전 제품(휴대폰 및 노트북), 이동수단(철도 운송 및 신에너지 차량), 에너지 저장(소규모 전원 공급 장치, 무정전 전원 공급 장치(UPS), 통신 기지국, 신에너지)등과 같은 분야에서 널리 사용됩니다.

최근 몇 년 전부터 리튬 이온 배터리 산업의 제품 생산량이 급격히 증가하고 있습니다. 신에너지 차량 시장이 급성장함에 따라 전력용 배터리는 점차 리튬 이온 배터리의 주요 응용 분야로 자리잡고 있습니다. 또한 신에너지 및 리튬 이온 배터리 산업에 대한 관심이 높아지고 있습니다. 결과적으로 높은 안전성, 긴 수명 및 높은 에너지 밀도 측면에서 리튬 이온 배터리의 기술 혁신에 대한 새로운 요구가 생겨나고 있습니다.

리튬 이온 배터리 산업의 초기 및 중간 생산 단계에서 원료와 제품의 품질을 관리하기 위해서는 양극과 음극 재료, 전해액, 분리막 및 기타 원료를 테스트하기 위한 기기 분석법이 요구됩니다. 또한, 리튬 이온 산업의 중간 단계에서는 제품 성능과 안전성을 조사하고 개발하기 위해 기기(원자 분광법, 분자 분광법, 크로마토그래피 및 질량 분석 등)를 이용하여 배터리 각부에 대한 포괄적인 물리화학적 분석을 실시해야 합니다. 폐 리튬 이온 배터리를 재활용 및 재사용할 때는 원자 분광기와 같은 기기를 사용하여 귀중한 금속 원소에 대한 정량 분석을 수행해야 합니다.

분석 기술의 글로벌 선구자인 애질런트는 리튬 이온 배터리 재료 테스트와 관련한 광범위한 경험과 데이터를 보유하고 있습니다. 애질런트는 원료를 테스트하거나 과학 연구를 수행하는 모든 경우에 대해 여러분의 목표가 실현되도록 도와드릴 수 있습니다.



# 리튬 이온 배터리의 주요 원료

리튬 이온 배터리는 양극 및 음극 재료에서 리튬 이온이 반복적이고 가역적으로 흡수 및 방출되어 화학 에너지와 전기 에너지 간의 변환을 완료하는 식으로 작동합니다.

충전할 때 리튬 이온은 음극 물질에서 빠져나와 전해액과 분리막을 통과하여 양극 물질로 들어가고 전자는 외부 회로를 통해 음극에서 양극 물질로 전달됩니다. 반대로 방전 과정에서는 전자가 양극에서 음극 물질로 이동하여 외부 부하 장비에 전력을 공급합니다.

## 리튬 이온 배터리의 4가지 핵심 재료는 양극 및 음극 재료, 전해액 및 분리막입니다

### 음극 재료

배터리가 가역적이고 제어 가능한 방식으로 에너지를 저장하고 변환할 수 있으려면 음극 재료는 산화 환원 전위가 높고 화학 반응이 일어나기 쉬우며 구조적으로 안정적인 활성 재료여야 합니다. 현재, 리튬 이온 배터리에 일반적으로 사용되는 음극 재료에는 lithium cobaltate(LCO), lithium titanate(LTO), lithium iron phosphate(LFP), lithium manganese(LMO) 및 lithium nickel cobalt manganese(NCM, 리튬 이온 삼원계 소재) 등이 포함됩니다.

음극 재료의 성능은 주로 에너지 밀도, 안전성 및 수명 측면에서 리튬 이온 배터리에 영향을 미칠 수 있습니다.

### 양극 재료

리튬 이온 배터리에 리튬 이온의 가역적인 흡수 및 방출을 가능하게 하는 재료가 양극 재료로 사용됩니다. 양극 재료는 음극 재료에 비해 상대적으로 안정성이 높은 좋은 에너지 운반체가 되려면 낮은 전위를 가져야 합니다. 리튬 이온 배터리에 여러 종류의 양극 재료가 사용되며 화학적 조성에 따라 금속(합금 포함), 무기 비금속(탄소, 실리콘 및 기타 재료) 및 금속 산화물로 나눌 수 있습니다. 그 중에서 보다 발전된 기술은 탄소 함유 양극 재료를 포함하는 기술입니다.

리튬 이온 양극 재료의 성능은 리튬 이온 배터리의 에너지 밀도를 결정하는 주된 요인입니다.

### 전해액

리튬 이온 배터리의 전해액은 고순도 유기 용매, 전해질 리튬염 및 첨가제로 구성됩니다. 전해액은 리튬 이온 배터리의 충전 및 방전 과정에서 리튬 이온이 흐르는 비수성 매체 역할을 합니다. 전해액의 성능은 리튬 이온 배터리의 안전을 보장하는 데 매우 중요합니다.

일반적인 전해질 리튬염에는 hexafluorophosphate(LiPF<sub>6</sub>), lithium perchlorate(LiClO<sub>4</sub>), lithium tetrafluoroborate(LiBF<sub>4</sub>) 및 lithium bisoxalate borate(LiBOB)가 포함되며, 이 중에서 LiPF<sub>6</sub>는 요즘 더 발전된 리튬염 제품입니다.

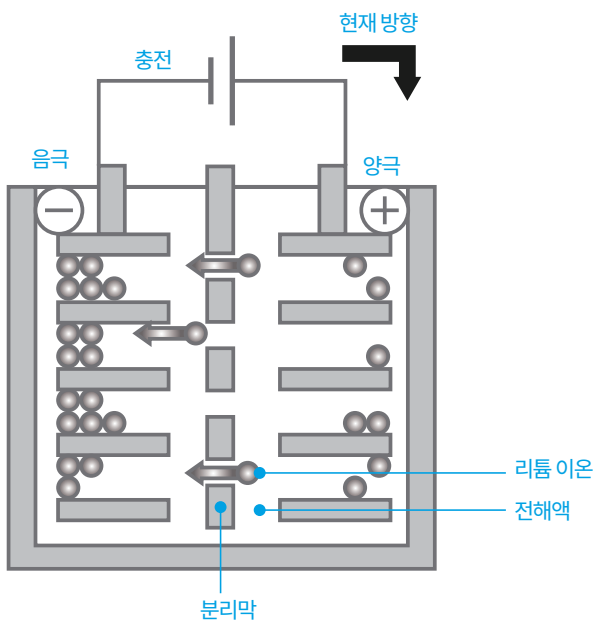
리튬 이온 배터리에 일반적으로 사용되는 용매에는 ethylene carbonate (EC), dimethyl carbonate(DMC), diethyl carbonate(DEC), ethyl methyl carbonate(EMC) 및 propylene carbonate(PC)와 같은 기존의 탄산염 용매와 더불어 에테르 및 히드록시산 에스테르와 같은 새로운 유기 용매가 포함됩니다.

Vinylene carbonate(VC), fluoroethylene carbonate(FEC), vinyl ethylene carbonate(VEC) 및 biphenyl(BP)과 같은 전해액 첨가제는 기능적으로 SEI 멤브레인 최적화제, 과충전 방지제, 난연제, 전해액 전도도 개선을 위한 첨가제, 및 전해질의 물과 산 함량을 제어하는 첨가제로 분류될 수 있습니다.

### 분리막

리튬 이온 배터리의 분리막은 양극과 음극의 활물질을 분리하는 미세 다공성 구조 필름입니다. 분리막은 전해액의 이온이 자유롭게 통과할 수 있도록 우수한 이온 투과성을 가져야 하고, 두 전극 사이의 접촉으로 인한 쇼트가 방지되도록 안전하게 절연되어야 합니다. 현재 리튬 이온 배터리의 대량 생산 분야에 사용되는 분리막에는 주로 PP, PE 및 다층 복합 멤브레인이 포함됩니다.

분리막의 성능은 배터리의 계면 구조를 직접 결정하므로 용량, 사이클 성능, 충전 및 방전의 전류 밀도, 그리고 기타 배터리의 주요 전기적 특성에 영향을 미칩니다.



리튬 이온 배터리의 충전 원리를 보여주는 구성도.

# 리튬 배터리 산업의 일반적 분석 항목

**리튬 배터리 회사 원료(초기 단계의 재료) 테스트 또는 리튬 배터리 생산 관리(음극 및 양극 재료, 분리막, 전해액 등): 물리 화학적 특성, 전기 화학적 성능 및 화학적 조성에 대한 식별 및 분석을 포함합니다.**

- 금속 또는 자성 불순물 분석(AA, ICP-OES 및 ICP-MS)
- $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  및 기타 음이온과 Si와 같은 비금속 원소 분석(UV-Vis)
- 전해액과 같은 원료 식별(FTIR)
- 흑연 기반 양극 재료의 유기물 분석(GC/MS)
- 전해액(첨가제 포함)의 조성 분석 및 용매 성분 분석(GC 및 GC/MS)

**리튬 이온 배터리의 연구 및 개발: 안전성, 사이클 수명, 전력 밀도 및 에너지 밀도와 같은 제품의 주요 지표를 개선하는 것을 목표로 합니다**

## 배터리 팽창시 발생하는 가스 조성 분석(GC 및 마이크로 GC)

리튬 이온 배터리의 노화 과정을 평가할 때는 배터리 열화 중에 발생하는 가스를 분석해야 합니다.

셀 사이클에서 전해액과 양극/음극 사이의 접촉으로 인해 화학 반응이 발생하면 배터리가 부풀어 올라 안전 위험이 커집니다. 배터리 팽창 가스의 조성은 일반적으로 가스 크로마토그래피(GC)를 사용하여 분석합니다.

## 전해액 및 첨가제 분석(GC 및 GC/MS)

전해액에서 에스테르 화합물의 조성 및 함량은 배터리 사이클 성능에 중요합니다.

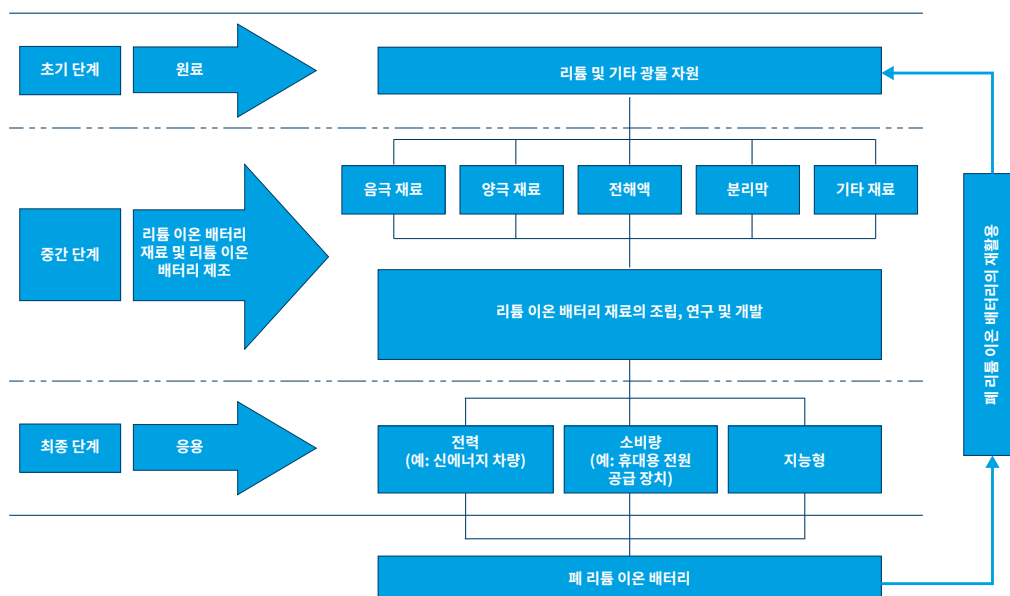
리튬 이온 배터리용 유기 전해액 첨가제는 소비량과 비용이 적지만 여러 측면에서 성능을 향상시킬 수 있습니다. 고온 및 저온에서 배터리의 안정적 작동 전압과 우수한 성능을 보장하려면 일반적으로 GC 또는 GC/MS로 분석되는 각 첨가제의 함량에 더욱 주의를 기울여야 합니다.

## 미지의 전해액 성분 분석(GC/Q-TOF 및 LC/Q-TOF)

순환 실험에서 생성된 미지의 극미량 성분을 분석하려면 GC/Q-TOF 또는 LC/Q-TOF를 선택하는 것이 좋습니다.

## 폐 리튬 이온 배터리 재활용: 폐 리튬 이온 배터리에서 귀중한 금속 원소 추출 및 재활용

귀중한 금속 원소(Ni, Co, Mn, Li 등)의 분석(AA 및 ICP-OES).



# 리튬 이온 배터리 산업을 위한 애질런트 원자 분광기

극한의 시료 조건을 견딜 수 있는 견고한 매트릭스

## 산업 전반의 분석 요구

리튬 이온 배터리 산업에서는 원료를 관리하는 과정에서 양극 및 음극 재료, 전해액 및 기타 리튬 이온 배터리 관련 재료의 원소를 검출하는 것이 중요하며 원료 관리 중에 Li, Co 및 Mn과 같은 대량 원소를 분석해야 합니다. 또한 불순물이 배터리 제품의 소재 품질과 성능에 심각한 영향을 미치는 만큼 그 함량을 엄격하게 관리해야 합니다.

GB/T 20252-2014 “리튬 코발트 산화물”, GB/T 24533-2009 “리튬이온 배터이용 흑연 음극 재료” 및 기타 관련 표준에 설명된 대로 ICP-OES 또는 이와 대등한 다른 분석 기기를 이용해 대량 원소와 극미량 불순물 원소를 검출하고 자성 물질을 분석해야 합니다. GB/T 30835-2014 “리튬 이온 배터이용 인산 철 리튬-탄소 복합 음극 재료”, GB/T 24533-2009 “리튬 이온 배터이용 흑연 음극 재료”, GB/T 30836-2014 “리튬 이온 배터이용 리튬 티타늄 산화물 및 탄소 복합 양극 재료” 및 다른 관련 표준에 따르면 IEC 62321 분석법에 따라 AA, ICP-OES 또는 ICP-MS와 같은 기기를 사용하여 재료에서 Cd, Pb, Hg, Cr 및 기타 제한 물질을 검출해야 합니다.



5800/5900 ICP-OES

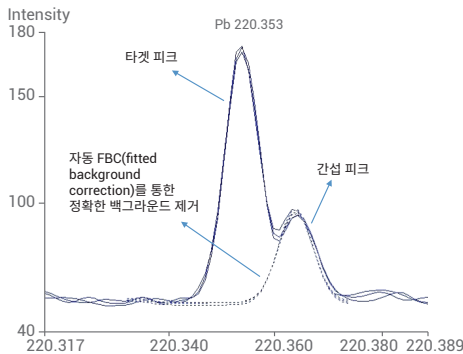
## ICP-OES의 응용

### 해결 과제

리튬 이온 배터리 전해액 시료의 복잡한 매트릭스(높은 리튬염, 유기물 또는 불소 성분 포함)에 의해 생성된 이온화, 물리적 또는 기타 간섭은 ICP-OES의 매트릭스 견고성과 간섭 방지에 큰 어려움을 초래합니다. 또한 리튬 이온 배터리 재료의 복잡한 매트릭스로 인해 소프트웨어로 간섭을 제거해야 하는 어려움이 따릅니다.

### 애질런트 솔루션

- Cooled cone interface(CCI) 특허 기술을 탑재한 애질런트의 5800/5900 SVDV(Synchronous Vertical Dual View) ICP-OES는 특히 복잡한 매트릭스에서의 견고성과 간섭 방지 성능이 뛰어나 매트릭스 유형에 관계없이 안정적인 분석을 보장하고, 양극 및 음극 재료, 전해액을 포함한 복잡한 리튬 이온 배터리 재료의 불순물을 정확하게 분석합니다
- 특허받은 VistaChip II CCD 검출기는 각 픽셀에 대한 오버플로 보호 기능을 제공하여 5800/5900 ICP-OES가 리튬 이온 배터리 음극 재료 중 대량(Li, Co, Ni 등) 및 극미량(Cu, Mg Ba 등) 원소를 동시에 분석 할 수 있는 초고도의 선형 범위를 획득하게 합니다
- 고유한 FBC(Fitted Background Correction)를 갖춘 ICP Expert 소프트웨어는 시료가 아무리 복잡하더라도 손쉽게 완전한 자동 백그라운드 보정을 할 수 있는 고급 수학 피팅 알고리즘을 제공합니다. 리튬 이온 배터리 재료의 복잡한 매트릭스로부터 백그라운드 신호를 보면 사용자는 간단히 “FBC”로 정확한 결과를 얻을 수 있습니다. 많은 시간이 소요되는 수동 조정 없이 진정한 자동 백그라운드 보정을 수행합니다



고유의 자동 FBC(Fitted Background Correction)를 통한 백그라운드 제거.

### 일반적인 응용 데이터

리튬 니켈 코발트 망간산염(삼원계 소재)의 분해 용액에 포함된 대량 및 극미량 원소를 동시에 분석합니다. 다음 두 표는 극미량 및 대량 원소의 테스트 결과와 스파이크 회수율을 보여줍니다.

리튬 니켈 코발트 망간산염의 극미량 원소 분석 결과.

극미량 원소	Al	Ba	Be	Cu	Mg	Na	Sr
파장	167.019nm	493.408nm	313.107nm	324.754nm	279.553nm	589.592nm	407.771nm
테스트 결과(mg/L)	0.004	0.001	0.001	0.0003	0.0823	0.277	0.0003
스파이크 양(mg/L)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
스파이크 결과(mg/L)	0.097	0.099	0.09333	0.09933	0.17567	0.3703	0.09643
회수율(%)	93%	98%	92%	99%	94%	93%	96%

리튬 니켈 코발트 망간산염의 대량 원소 분석 결과.

대량 원소	Co	Li	Mn	Ni
파장	236.379nm	670.783nm	280.108nm	222.486nm
테스트 결과	19.7%	7.7%	18.6%	20.5%
RSD%, n = 6	0.21%	0.51%	0.27%	0.25%
표식된 함량(%)	20 ± 2	7.6 ± 0.5	18.5 ± 2	20 ± 2

Lithium hexafluorophosphate 전해액의 불순물 원소 분석을 위해 시료를 유기 용매로 희석합니다. 다음 표는 시료의 테스트 결과 및 회수율을 보여줍니다.

Lithium hexafluorophosphate 전해액의 불순물 원소 분석 결과.

불순물 원소	Ca	Cd	Cr	Fe	Hg	K	Mg	Na	Pb
파장	396.847nm	226.502nm	267.716nm	259.940nm	253.652nm	766.491nm	279.553nm	588.995nm	283.305nm
테스트 결과(mg/L)	0.0016	N.D.*	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
스파이크 양(mg/L)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.05	0.1	0.02	0.02	0.05
스파이크 결과(mg/L)	0.021	0.019	0.020	0.018	0.056	0.104	0.019	0.020	0.045
스파이크 회수율	98%	97%	98%	91%	111%	104%	97%	98%	90%

\* N.D.: 미검출

## ICP-MS의 응용

### 해결 과제

리튬 이온 배터리 재료는 일반적으로 복잡한 매트릭스와 함께 높은 농도의 염을 포함합니다. 매트릭스에 대한 견고성이 제한적인 기존 ICP-MS의 경우 시료 주입 전에 여러 번 희석해야 하므로 작업이 번거롭고, 오염되기 쉽습니다.

### 애질런트 솔루션

애질런트 ICP-MS의 특허받은 HMI/UHMI(high/ultra-high matrix introduction) 시스템은 고순도 가스를 사용하여 전체 시료 배치의 온라인 희석을 가능하게 함으로써 시스템에서 복잡한 매트릭스 시료를 직접 분석하는 능력을 크게 향상시키고 번거로운 시료 분류와 수동 희석을 해소하여 생산성을 높이는 동시에 물의 산화물 간섭을 크게 줄여 검출 한계를 상당히 낮춰줍니다. 애질런트 ICP-MS의 총 용존 고형물(TDS) 내성은 기존 용기의 TDS<0.2%에 비해 3%(HMI) 및 최대 25%(UHMI)에 이를 수 있습니다.

### 일반적인 응용 데이터

7900 ICP-MS를 사용하여 cobalt manganate(NCM; 삼원계 소재); lithium nickel cobalt aluminate(NCA; 삼원계 소재) 및 lithium iron phosphate(LFP)의 3가지 음극 물질을 분석합니다. 시료 분해 용액의 TDS 함량이 0.5-1%임을 고려하여 UHMI를 낮은 범위로 설정합니다. 시료를 주입하는 동안 7900 ICP-MS에 의해 온라인 에어로졸 희석이 자동으로 완료됩니다. 아래 표에 테스트 결과 및 스파이크 회수율이 나와 있습니다.

7800 ICP-MS



7900 ICP-MS

7900 ICP-MS를 사용하여 3가지 유형의 음극 재료에 대한 테스트 결과 및 스파이크 회수율을 분석합니다.

시료	<sup>52</sup> Cr [He]	<sup>63</sup> Cu [He]	<sup>66</sup> Zn [He]	<sup>75</sup> As [He]	<sup>78</sup> Se [He]	<sup>95</sup> Mo [He]	<sup>111</sup> Cd [He]	<sup>208</sup> Pb [He]
NCA 결과(ng/mL)	0.368	0.299	2.243	2.532	1.341	N.D.	0.019	0.297
NCA+5 결과(ng/mL)	5.259	5.36	6.613	7.018	5.886	4.94	4.999	5.464
회수율(%)	97.8%	101.2%	87.4%	89.7%	90.9%	98.8%	99.6%	103.3%
NCM 결과(ng/mL)	2.186	1.123	1.512	3.81	0.626	0.164	0.551	0.355
NCM+5 결과(ng/mL)	7.514	6.427	7.224	9.092	5.459	5.668	6.098	5.917
회수율(%)	106.6%	106.1%	114.2%	105.6%	96.7%	110.1%	110.9%	111.2%
LFP 결과(ng/mL)	69.41	0.119	0.764	0.577	0.125	1.377	0.02	0.135
LFP+5 결과(ng/mL)	74.133	4.782	5.975	5.478	4.47	6.531	5.461	5.461
회수율(%)	94.5%	93.3%	104.2%	98.0%	86.9%	103.1%	108.8%	106.5%

# 리튬 이온 배터리 산업을 위한 애질런트 분자 분광기

효율성. 정확성. 견고성



광섬유를 사용한 Agilent Cary 60 UV-Vis

## 산업 전반의 분석 요구

YS/T 582-2013 “배터리 등급 Lithium Carbonate” 및 GB/T 26008-2010 “배터리 등급 Lithium Hydroxide Monohydrate”에 따르면 분광 광도법을 통해  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  및 Si와 같은 물질을 검출해야 합니다.

GB/T 19282-2014 “Lithium Hexafluorophosphate 분석 방법” 및 기타 관련 표준에 따르면 적외선 분광법(또는 이와 동등한 방법)에 의한 제품 식별 분석을 수행해야 합니다.

## Cary 60 UV-Vis

- 수명이 매우 길고 고유한 펄스를 방출하는 Xenon 플래시 램프는 자외선-가시광 영역의 파장을 포괄하며 기존 UV-가시광 분광 광도계의 2개 광원(중수소 및 텅스텐 램프)을 직접 대체하는 데 사용할 수 있습니다
- 보다 안정적이고 정확한 결과를 제공하는 즉각적인 고에너지 출력
- 실내 조명에 의해 측정 영향을 받지 않으므로 시료 챔버 커버를 닫을 필요가 없어 시약을 추가하거나 다른 액세서리를 구성하기가 더 편리합니다
- 독보적인 기술력의 광섬유는 풀(pool)에서 시료를 자주 변경할 필요성을 없애 생산성을 크게 높입니다



Agilent Cary 630 FTIR

## Cary 630 FTIR 분광기

- 컴팩트한 디자인과 사용 편리성을 갖춘 Cary 630은 세계에서 가장 작은 벤치탑 FTIR입니다
- 그래픽 작업 인터페이스를 갖추고 있어 조작이 매우 간편합니다
- 습기 및 충격 저항성, 견고성 및 작동 안정성이 뛰어납니다
- 짧은 광학 경로로 설계되어 대기 중 수증기 및 이산화탄소의 간섭을 최소화합니다
- 기존 시스템보다 검출 속도가 2배 이상 빨라 결과를 더욱 빠르게 얻을 수 있습니다

# 리튬 이온 배터리 산업을 위한 Agilent Micro GC

언제 어디서나 측정. 필요한 결과를 몇 초만에 제공



Agilent 990 Micro GC



Agilent 990 Micro GC 필드 케이스

리튬 이온 배터리 팽창 가스의 정량 결과

성분	피크 면적	농도(%) (외부 표준 분석법)	농도(%) (정규화)
H <sub>2</sub>	716.3	23.6108	21.7778
O <sub>2</sub>	15.68	4.2114	3.8844
N <sub>2</sub>	78.42	21.1097	19.4708
CH <sub>4</sub>	4.309	0.5974	0.5510
CO	105.2	41.6783	38.4425
CO <sub>2</sub>	169.6	16.7355	15.4362
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> /C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2.247	0.2355	0.2172
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2.437	0.2203	0.2032
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	0.1158	0.0088	0.0081
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.1252	0.0092	0.0085

## 산업 전반의 분석 요구

리튬 이온 배터리를 재활용하거나 보관하는 과정에서 SEI 멤브레인이 분해되어 전해액 성분의 막 형성 및 산화, 배터리의 과충전 및 과방전, 내부 마이크로쇼트 등의 현상이 나타나 가스가 생성될 수 있습니다. 또한 높은 수분 함량에서 전기 분해로 인한 가스로 인해 배터리 팽창이 발생할 수 있으며, 이 경우 안전 위험이 높습니다. 일반적으로 가스를 생성하는 성분에는 영구 가스(예: H<sub>2</sub>, CO 및 CO<sub>2</sub>)와 알케인(예: CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> 및 C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)이 포함됩니다.

## Micro GC의 응용

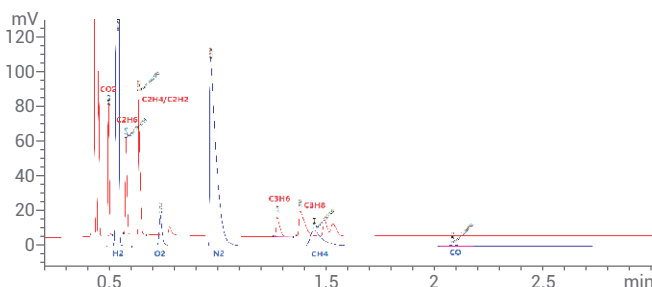
### 애질런트 솔루션

Agilent 990 Micro GC로 배터리 팽창 가스의 조성 분석을 권장합니다.

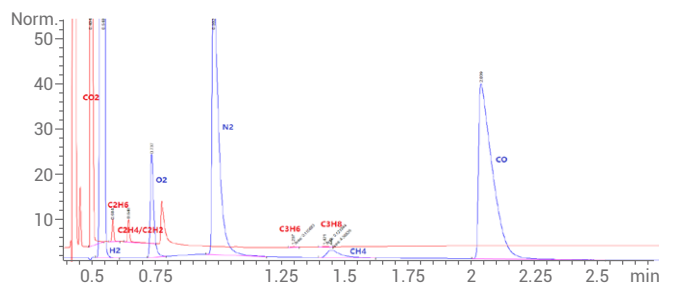
- 990 Micro GC는 가스 조성 분석을 위해 특별히 설계된 분석 기기로, 마이크로 기계식 샘플러 및 고감도 TCD 검출기가 기본으로 함께 구성되므로 배터리 팽창 가스의 저함량 성분 분석에 적합합니다. 최대 4개의 독립적인 분석 채널을 선택하여 다양한 팽창 가스를 동시에 분석할 수 있습니다. 각 채널은 공압, 샘플러, 컬럼 및 검출기가 있는 별도의 GC입니다. 채널 모듈은 구성이 쉽고 바로 사용할 수 있습니다
- 리튬 이온 배터리 팽창 가스의 경우, 990 micro GC 사용시 수동 샘플링용 10-20mL 시린지를 일반적으로 선택하며, 주입 후 단 몇 분만에 결과를 얻을 수 있으므로 리튬 이온 배터리의 연구, 개발 및 테스트 과정에서 효율이 크게 향상됩니다
- 일반 벤치탑 GC에 비해 990은 더 견고하고 콤팩트하며 소비량도 적습니다. 이 장비는 실험실, 온라인 및 현장의 가스 분석에 적합하며 서로 다른 테스트 지점 사이에서 쉽게 전송할 수 있습니다. 운반 가스 공급 장치와 충전식 배터리가 장착된 휴대용 필드 케이스(옵션)는 시스템의 유연성을 더욱 향상시킵니다

## 일반적인 응용 데이터

이 실험에서는 990 micro GC를 사용하여 리튬 이온 배터리 팽창 가스의 조성을 분석하며 2개 채널(PPQ 및 MS5A)을 선택합니다. 아래 표는 배터리 팽창 가스의 정량 분석 결과를 보여줍니다. 다음 그림은 각각 실제 배터리 시료에 대한 혼합 표준 가스 스펙트럼 및 팽창 가스 분석 스펙트럼입니다.



혼합 표준 가스 스펙트럼



실제 배터리 시료에 대한 팽창 가스 분석 스펙트럼

# 리튬이온 배터리 산업을 위한 Agilent GC 및 GC/MS

믿을 수 있고 입증된 성능 통찰력을 얻는 지름길



Agilent 8890 GC

## 산업 전반의 분석 요구

- 리튬 이온 전해액 원료를 테스트하고 개발할 때 리튬 이온 배터리 용매(제형 성분) 및 첨가제를 정성 및 정량 분석하기 위해 GC/MS를 일반적으로 선택합니다
- GB/T 24533-2009 “리튬 이온 배터이용 흑연 음극 재료” 및 기타 리튬 이온 배터리 관련 표준에 따르면, GC/MS를 사용하여 polychlorinated biphenyls(PCB), polybrominated biphenyl(PBB) 및 acetone과 같은 유기물을 검출해야 합니다

## GC 및 GC/MS의 응용

### 애질런트 솔루션

애질런트는 GC-FID 또는 GC/MS를 정확한 정량 분석에 권장하고, GC/MS를 제형 성분의 정성 분석에 권장합니다. Agilent MassHunter 툴킷은 데이터를 과학적 통찰력으로 효과적으로 변환하여 복잡한 시료 매트릭스에서 얻은 데이터를 빠르게 해석하고 결과를 도출할 수 있도록 도와줍니다.

- MassHunter Unknowns Analysis 소프트웨어: 스펙트럼을 빠르고 지능적으로 분석합니다. 내장된 자동 deconvolution 소프트웨어를 사용하면 화합물 피크를 문제없이 판별하여 검출된 화합물의 매칭과 저함량 화합물의 검출 속도를 개선할 수 있습니다. 또한 이 장비는 백그라운드에서 매트릭스 간섭을 효과적으로 제거하고 시료의 화합물 분석 중에 자동 라이브러리 매칭을 가능하게 하므로 복잡한 시료에서 대상 물질의 정성 결과를 쉽게 지능적으로 수집할 수 있습니다
- MassHunter 라이브러리 편집기: 전해액 분석의 경우, 첨단 기술 또는 혁신적인 화합물로 인한 일부 화합물은 NIST 라이브러리에 포함되지 않으므로 기존 ICP/MS로 해당 정성 분석을 관리할 수 없습니다. MassHunter 소프트웨어의 사용하기 쉬운 라이브러리 편집기를 사용하면 시장에 나와 있는 일반적인 리튬 이온 배터리 전해액 성분에 대한 표준 프로파일 및 정보가 이제 특수 데이터베이스로 정리되므로 차후의 전해액의 유기물 함량을 정량 분석할 수 있습니다



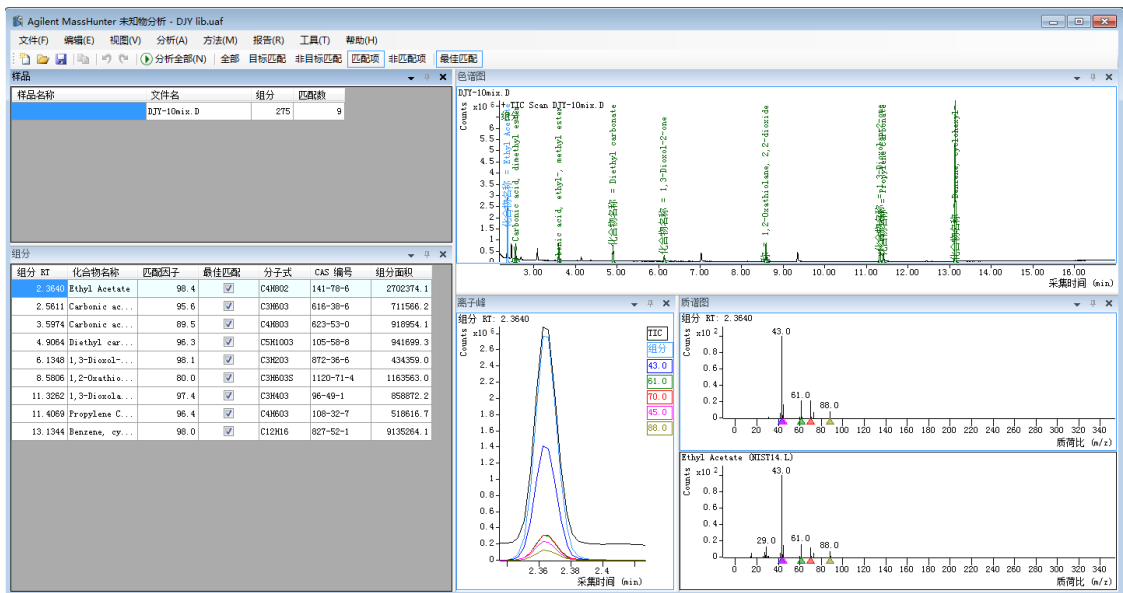
Agilent Intuvo 9000 GC 및 5977B MS

### 일반적인 응용 데이터

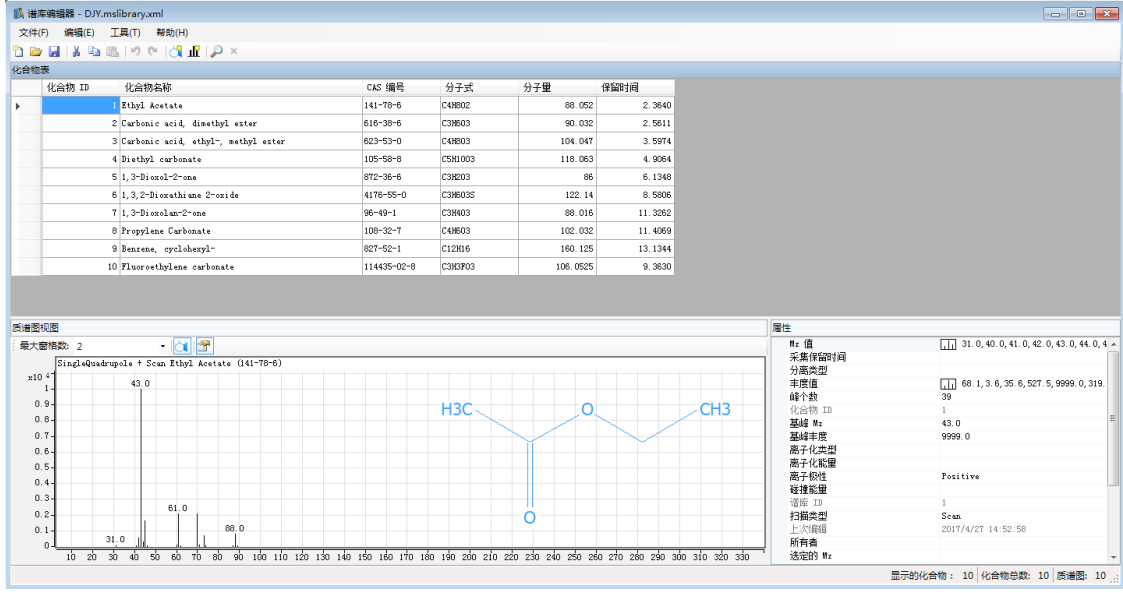
이 실험에서는 애질런트 GC/MS 플랫폼을 MassHunter 소프트웨어와 함께 사용하여 10개의 유기 전해액 성분을 분석합니다. 아래 표와 그림은 각각 분석 중 이온 모니터링 모드 파라미터 및 소프트웨어 작동 인터페이스를 어떻게 선택했는지 보여줍니다.

10가지 유기 전해액 성분에 대한 이온 모니터링 모드 파라미터 선택

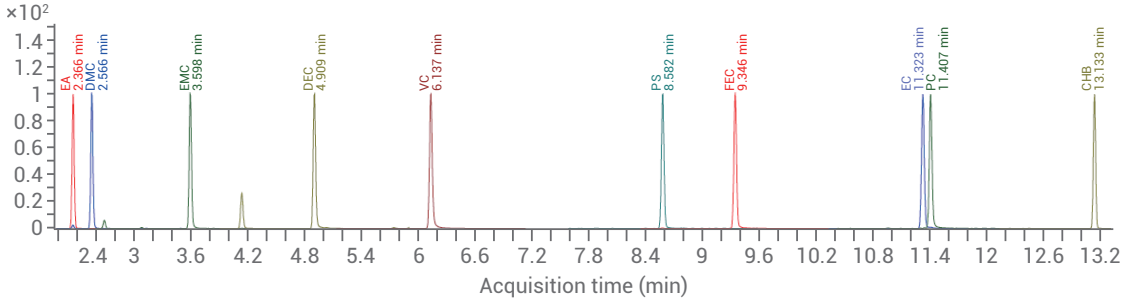
화합물 명칭	머무름 시간	정량 이온	정성 이온 1	정성 이온 2
EA	2.329	88	70	61
DMC	2.526	90	62	59
EMC	3.601	77	45	59
DEC	4.928	91	45	63.31
VC	6.141	86	58	42.87
PS	8.593	92	58	65.57
FEC	9.363	62	106	43.29
EC	11.453	88	58	43.29
PC	11.503	87	102	57.43
CHB	13.151	160	117	104.91



MassHunter Unknowns Analysis 소프트웨어: 전해액 시료 분석의 결과 인터페이스.



MassHunter 라이브러리 편집기: 전해액 분석 데이터베이스의 정보 인터페이스.



“스캔” 모드에서 10가지 유기 전해액 성분의 TIC 크로마토그램.

# 리튬 이온 배터리 산업을 위한 Agilent LC/Q-TOF 및 GC/Q-TOF

높은 품질, 높은 정확도 및 고분해능. 미지 물질을 해석하기 위한 이상적 도구



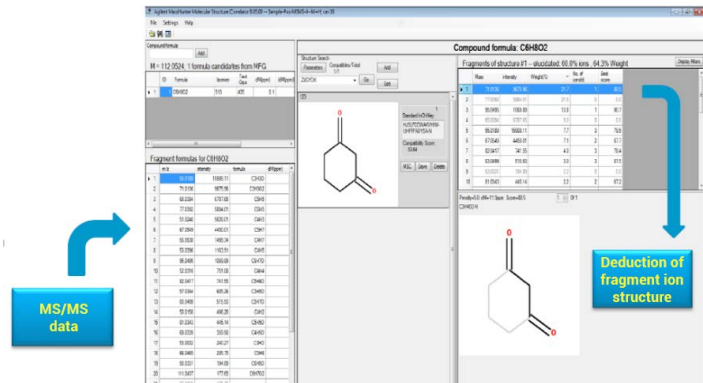
Agilent 6545 LC/Q-TOF

## 산업 전반의 분석 요구

리튬 이온 배터리를 개발할 때는 미지의 유기물에 대한 정성 분석을 수행해야 합니다. 예를 들어, 사이클 성능 연구에서 셀 사이클에 의해 도입된 미지의 전해액 화합물은 배터리 성능에 영향을 미칠 수 있으므로 분석이 필요합니다. 애질런트는 미지 화합물의 정확한 정성 분석을 위해 LC/Q-TOF 또는 GC/Q-TOF를 권장합니다.

## LC/Q-TOF 및 GC/Q-TOF의 응용

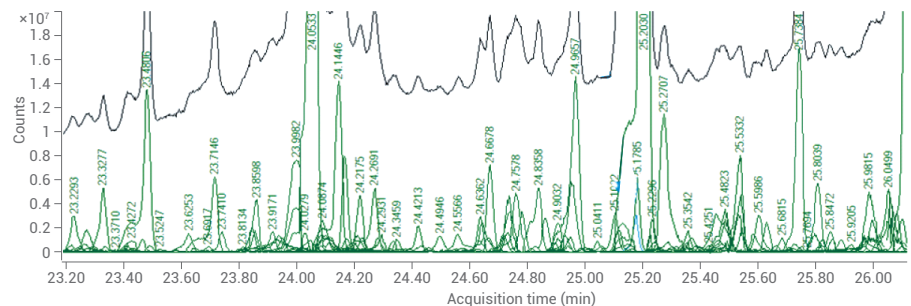
- MassHunter MSC(MS/MS Structure Correlation, 미지의 구조 도출 및 분석을 위한 소프트웨어): 복합적인 조각 이온 데이터는 있지만 데이터베이스에는 2차 질량 분석법에 대한 데이터가 없는 화합물의 경우, 미지의 구조 추론 및 분석을 위한 소프트웨어를 사용하여 미지 화합물의 구조를 추정할 수 있습니다



- 분자 정보 추출을 위한 MassHunter MFE(분자 특징 추출): LC/Q-TOF 데이터 특징을 통해 특별히 개발된 분자 특징 추출 기능(MFE)은 스펙트럼에서 모든 화합물을 자동으로 신속하게 분류하고 정확한 질량, 동위 원소 정보, 정확한 2차 질량 분석법 및 구조 지원 해석 소프트웨어를 이용해 이를 식별할 수 있습니다



Agilent 7250 GC/Q-TOF



- Mass Profiler Professional(MPP; MS 데이터용 통계 분석 소프트웨어): GC/Q-TOF, LC/Q-TOF, ICP-MS 및 기타 질량 분석 제품 데이터와 호환되는 이 소프트웨어는 시료의 모든 성분을 분석할 수 있으며, 동시에 주성분 분석(PCA), 무감독 클러스터 분석, 분산 분석, 벤다이어그램 및 기타 통계 분석 알고리즘을 이용해 차이의 유의성도 분석할 수 있습니다
- Q-TOF 데이터베이스 및 라이브러리: 정확한 질량 검색을 위한 개별 화합물 데이터베이스(PCD)와 개별 화합물 데이터베이스 및 라이브러리(PCDL)를 사용하여 업계에서 가장 포괄적인 데이터베이스와 라이브러리를 제공합니다

국가별 애질런트 고객센터 찾기 :

[www.agilent.com/chem/contactus](http://www.agilent.com/chem/contactus)

미국 및 캐나다

**1-800-227-9770**

**agilent\_inquiries@agilent.com**

유럽

**info\_agilent@agilent.com**

아시아 태평양 :

**inquiry\_lsca@agilent.com**

[www.agilent.com](http://www.agilent.com)

애질런트는 이 문서에 포함된 오류나 이 문서의 제공, 이행 또는 사용과 관련하여 발생한 부수적인 또는 결과적인 손해에 대해 책임을 지지 않습니다.

이 발행물의 정보, 설명 및 사양은 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2018

2018년 4월 6일 한국에서 인쇄

5991-9282KO

DE.17777778

한국애질런트테크놀로지스㈜

대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,

A+ 에셋타워 9층, 06621

전화: 82-80-004-5090 (고객지원센터)

팩스: 82-2-3452-2451

이메일: [korea-inquiry\\_lsca@agilent.com](mailto:korea-inquiry_lsca@agilent.com)

