



리튬-이온 배터리의 재활용을 위한 소재 변형 측정 - 라만 분광법을 이용한 방법

라만 분광법이란

라만 분광법은 분자의 진동 특성을 측정하는 광학 분석 기술입니다. 라만 분광법은 특히 높은 분해능의 구성 데이터, 농도에 대한 선형 반응, 비파괴적 검사 방식, 샘플링 시스템이나 운반 기체 없이도 실시간으로 샘플을 측정할 수 있는 기능을 통해 공정 분석을 대폭 개선한 기술로 꼽히고 있습니다.

라만 분광법의 특징점

상세한 구성 관련 정보
정량적 및 선형적 반응
비파괴적 측정
별도 샘플 준비 불필요
모든 샘플 유형을 측정
<ul style="list-style-type: none"> 고체/분말/슬러리 액체/가스 이중 샘플
신속한 측정
분, 초 단위를 넘어 밀리 초 단위 측정
신호가 약한 물 성분 측정

리튬-이온 배터리 재활용 사례

라만 분광기는 배터리를 구성하는 여러 요소 내의 복잡한 화학적 및 물리적 변화를 측정함으로써 배터리 관련 연구소, 기업 등이 재활용 프로세스를 모니터링하고 최적화할 수 있도록 지원합니다. 단 몇 초면 빠른 결과를 제공하는 온라인 분석 기술을 통해 라만 분광기는 배터리 수율을 최적화하고 리튬, 망간, 코발트 등과 같은 필수 배터리 소재의 습식 제련 전환을 실시간으로 제어할 수 있게 도와 주기도 합니다.



샘플을 위한 강력한 샘플링 광학 기기인 Performance BallProbe®를 탑재한 Thermo Scientific™ MarqMetrix™ All-In-One Process Raman Analyzer

라만 분광법을 통한 습식 제련 공정의 효율성 및 수율 향상

미국에 본사를 한 유명 배터리 재활용 기업은 습식 제련 플랫폼과 사용하기 위해 여러 라만 분광기 시스템을 활용하고 있습니다. 가용 기간이 지났거나 사용이 끝난 리튬-이온 전지의 양극 활물질(CAM)로부터 코발트(Co), 리튬(Li), 망간(Mn) 등 필수 원소를 효율적으로 회수하는 데 집중한 해당 기업은 재활용 프로세스에서 상당한 발전을 이룰 수 있었습니다.

고객 요구 사항

배터리 재활용에 활용되는 분광 시스템에는 다음과 같은 특징이 요구되었습니다.

- 프로세스 제어를 위한 온라인 시스템: 재활용 프로세스를 실시간으로 통제하고 제어하기 위해 해당 기업은 온라인 라만 분광 시스템을 찾고 있었습니다. 온라인 시스템을 구축하면 반응이 발생했을 때 면밀히 모니터링하고 조정할 수 있어 전반적인 효율성이 향상되는 효과를 기대할 수 있습니다.
- 수율 개선을 위한 지속적인 반응 모니터링: 가장 핵심적인 목표는 재활용 공정의 수율을 최적화하는 것이었습니다. 이에, 해당 기업은 라만 분광법을 사용하여 반응을 지속적으로 모니터링함으로써 더 높은 회수율을 달성하고 폐기물을 최소화할 수 있었습니다.
- 폐기물 및 시약 사용을 최소화하기 위한 정밀한 반응 제어: 회사는 폐기물 발생과 과도한 시약 사용을 최소화하는 것 또한 핵심 목표로 삼았습니다. 각종 반응의 진행 상황에 대해 정확하고 즉각적인 정보를 제공하는 라만 분광법의 특징 덕분에 해당 기업은 반응을 더 효과적으로 제어할 수 있게 되었고, 그 결과 폐기물과 시약 소비를 줄였습니다.

결과

배터리 재활용 기업으로서 라만 분광 시스템을 도입한 해당 고객은 다음과 같은 효과를 누릴 수 있었습니다.

라만 분광법을 이용해 더욱 개선된 실시간 모니터링 및 제어 기능 덕분에 해당 기업은 수율을 크게 높이고 그에 따른 비용까지 절감하였습니다. 해당 기업은 실시간으로 제공되는 분광 정보에 대응하여 반응을 정밀하게 조정함으로써 시약 낭비를 방지하고 전반적인 효율성 개선, 비용 절감 등 다방면의 효과를 볼 수 있었습니다.

리튬코발트산화물(LCO), 리튬니켈망간코발트산화물(NMC), 리튬망간산화물(LMO), 리튬니켈코발트알루미늄산화물(NCA), 리튬철인산염(LFP), 니켈금속하이브리드(NiMH)를 포함해 다양한 양극 활물질(CAM)의 변형 분석을 위해 회사는 프로세스 볼프로브(Process BallProbe)®를 활용하였습니다. 내구성까지 탄탄한 이 제품은 열악한 환경 조건에서도 효과적으로 작동할 수 있는 능력과 지속적인 모니터링을 지원하는 탁월한 기능 때문에 솔루션으로 채택되었습니다. 또한, 동일한 장치 내의 여러 모델을 설치함으로써 해당 기업은 다양한 화학종을 처리하고 분석 프로세스를 간소화 하였습니다.

고급 화학계량학을 바탕으로 이제는 실시간 분석 모델의 개발 및 배포 역시 가능해졌습니다. 시스템은 프로세스 설정에 원활하게 통합되도록 설계되었으며, 현장에 설치하는 인클로저 옵션을 사용해 까다로운 환경 조건(IP 등급 부여)에서도 설비를 더욱 철저히 보호하였습니다.

라만 분광 시스템이 양극재 및 음극재 모두에 대한 신속한 온라인 계측을 제공함에 따라, 그 활용 분야는 재활용 산업을 넘어 더 넓은 분야로까지 확장되었습니다. 특히, 폴리머, 흑연, 니켈, 망간 및 코발트 소재의 정확한 측정은 배터리 관련 산업 전반에 걸쳐 기술의 다양성을 더욱 강조하고 있습니다.

기타 활용 사례

- 양극재 및 음극재를 대상으로 하는 신속한 온라인 계측.
- 흑연, 니켈, 망간, 코발트 측정.

더 자세히 알아보기 thermofisher.com/marqmetrixAI0

thermo scientific

Thermo Fisher Scientific 써모피셔사이언티픽코리아 주식회사
서울시 강남구 광평로 281 수서 오피스빌딩 10층, 06349 | 대표번호 : 1661-9555