



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0111364
(43) 공개일자 2022년08월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) G01J 3/28 (2006.01)
H01M 4/00 (2015.01) H01M 50/40 (2021.01)
(52) CPC특허분류
G01N 21/88 (2013.01)
G01J 3/28 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0014509
(22) 출원일자 2021년02월02일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 엘지에너지솔루션
서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의
도동, 파크원)
(72) 발명자
유시재
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원
임대봉
대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김홍균

전체 청구항 수 : 총 14 항

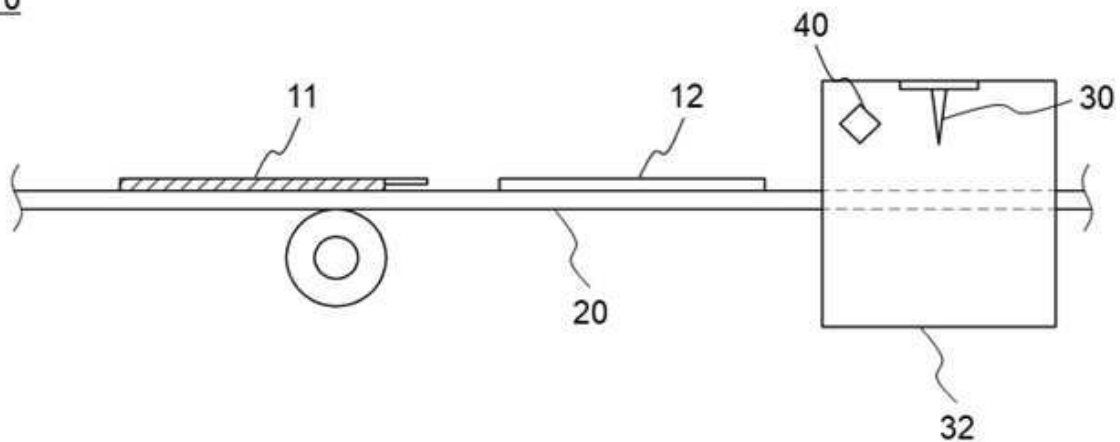
(54) 발명의 명칭 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법에 관한 것으로, 전지셀을 분해하여 전극 및 분리막을 분리하는 단계; 레이저 조사부로 분리된 전극 또는 분리막에 각각 레이저를 조사하는 단계; 전극 또는 분리막에서 발생하는 플라즈마의 빛을 수집하는 단계; 및 수집된 빛의 스펙트럼을 분석하여 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계; 를 포함한다.

대표도 - 도2

10



(52) CPC특허분류

H01M 4/00 (2022.01)

H01M 50/40 (2021.01)

G01N 2201/06 (2013.01)

(72) 발명자

이신화

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

윤종민

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

명세서

청구범위

청구항 1

전지셀을 분해하여 내부의 전극 및 분리막들을 분리하는 단계;
레이저 조사부로 분리된 전극 또는 분리막들에 각각 레이저를 조사하는 단계;
전극 또는 분리막에서 발생하는 플라즈마의 빛을 수집하는 단계; 및
수집된 빛의 스펙트럼을 분석하여 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계; 를 포함하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 검사 대상 전지셀은 저전압 불량이 발생한 전지셀인 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 레이저를 조사하는 단계는,
분리된 전극 또는 분리막을 각각 이송 컨베이어 상에 올려놓고 이송시키면서 수행되는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 레이저를 조사하는 단계는, 상기 레이저 조사부와 분리된 전극 또는 분리막 중 적어도 하나를 수평으로 이동시키면서 전극 또는 분리막의 각 부위에 레이저를 조사하고,
이로부터 발생하는 플라즈마의 빛을 실시간으로 수집한 후 이물을 검출하는 것을 특징으로 하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 레이저를 조사하는 단계는, 전극 또는 분리막을 각각 다수개의 구획으로 분획하고, 각 구획마다 레이저를 조사하며,
각 구획별로 발생하는 플라즈마의 빛을 수집한 후 이물을 검출하는 것을 특징으로 하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계는,
스펙트럼에 나타난 피크의 위치로부터 이물의 종류를 검출하고,
스펙트럼에 나타난 피크의 면적으로부터 이물의 함량을 검출하는 것을 특징으로 하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 이물의 종류 검출은 전극 또는 분리막에 대한 스펙트럼을 기준이 되는 전극 또는 분리막에 대한 스펙트럼과 비교하여 수행되는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,
상기 이물의 함량은 이물의 함량에 따른 피크 면적에 대한 추세선으로부터 검출되는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계는,
이물의 위치 및 이물의 위치에 따른 이물의 종류 및 함량을 검출하는 것을 특징으로 하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법.

청구항 10

전지셀을 분해하여, 전지셀로부터 전극 및 분리막들을 분리하는 전지셀 분해부;
분리된 전극 또는 분리막들을 이송하는 이송 컨베이어;
전극 또는 분리막들에 각각 레이저를 조사하는 레이저 조사부;
전극 또는 분리막들에서 발생하는 플라즈마의 빛을 수집하는 센서; 및
수집된 빛의 스펙트럼을 분석하여 전극 또는 분리막의 표면에 부착된 이물을 검출하는 검출부를 포함하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,
상기 레이저 조사부는 전극 또는 분리막 상에서 수평 이동하면서 전극 또는 분리막에 레이저를 조사하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 검출부는 스펙트럼에 나타난 피크의 위치로부터 이물의 종류를 검출하고, 스펙트럼에 나타난 피크의 면적으로부터 이물의 함량을 검출하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 검출부는 기 저장된 기준 스펙트럼 및 이물의 함량에 따른 피크 면적에 대한 추세선으로부터 이물의 종류 및 함량을 검출하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치.

청구항 14

제10항에 있어서,

상기 검출부는 이물의 위치 및 이물의 위치에 따른 이물의 종류 및 함량을 검출하는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법 및 장치에 관한 것으로, 상세하게는 레이저 분광 유도법을 사용한 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근, 충방전이 가능한 이차전지는 와이어리스 모바일 기기의 에너지원으로 광범위하게 사용되고 있다. 또한, 이차전지는, 화석 연료를 사용하는 기존의 가솔린 차량, 디젤 차량 등의 대기오염 등을 해결하기 위한 방안으로 제시되고 있는 전기자동차, 하이브리드 전기자동차 등의 에너지원으로서도 주목받고 있다. 따라서, 이차전지를 사용하는 애플리케이션의 종류는 이차전지의 장점으로 인해 매우 다양화되고 있으며, 향후에는 지금보다는 많은 분야와 제품들에 이차전지가 적용될 것으로 예상된다.

[0004] 이러한 이차전지는 전극과 전해액의 구성에 따라 리튬이온 전지, 리튬이온 폴리머 전지, 리튬 폴리머 전지 등으로 분류되기도 하며, 그 중 전해액의 누액 가능성이 적으며, 제조가 용이한 리튬이온 폴리머 전지의 사용량이 늘어나고 있다. 일반적으로, 이차전지는 전지케이스의 형상에 따라, 전극조립체가 원통형 또는 각형의 금속 캔에 내장되어 있는 원통형 전지 및 각형 전지와, 전극조립체가 알루미늄 라미네이트 시트의 파우치형 케이스에 내장되어 있는 파우치형 전지로 분류되며, 전지케이스에 내장되는 전극조립체는 양극, 음극, 및 상기 양극과 상기 음극 사이에 개재된 분리막 구조로 이루어져 충방전이 가능한 발전소자로서, 활물질이 도포된 긴 시트형의 양극과 음극 사이에 분리막을 개재하여 권취한 젤리-롤형과, 소정 크기의 다수의 양극과 음극을 분리막에 개재된 상태에서 순차적으로 적층한 스택형으로 분류된다.

[0005] 상기 양극 및 음극은 각각 양극 집전체 및 음극 집전체에 양극 활물질을 포함하는 양극 슬러리 및 음극 활물질을 포함하는 음극 슬러리를 도포하여 양극 활물질층 및 음극 활물질층을 형성한 후, 이를 건조 및 압연하여 형성된다. 또한 이차전지는 일반적으로 전극 조립체가 전지 케이스에 수납된 상태에서 액체 상태의 전해질, 즉 전해액이 주입되고, 전지 케이스가 실링되는 과정을 통해 제조된다.

[0006] 이러한 이차전지는, 제조 공정 또는 사용 중에 다양한 원인에 의해 다양한 형태의 불량 발생 수 있다. 특히, 제조가 완료된 이차전지 중 일부는, 자가방전을 이상의 전압 강하 거동을 나타내는 현상을 보이기도 하는데, 이러한 현상을 저전압이라 한다.

[0007] 이러한 이차전지의 저전압 불량 현상은, 대표적으로 내부에 위치한 금속 이물에 기인한 경우가 많다. 특히, 이차전지의 양극판에 철이나 구리와 같은 금속 이물이 존재할 경우, 이러한 금속 이물은 음극에서 덴드라이트

(dendrite)로 성장할 수 있다. 그리고, 이와 같은 덴드라이트는 이차전지의 내부 단락을 일으켜, 이차전지의 고장이나 손상, 심한 경우에는 발화의 원인이 될 수 있다.

- [0008] 종래에는 이러한 저전압 불량이 발생한 전지셀에 대하여 이물의 종류 및 위치를 확인하기 위해, 작업자기 전지셀을 분해한 후 전극 표면 및 분리막 표면을 육안으로 확인하여 분석을 진행해야 했는데, 이 경우 작업자 간의 편차가 크며, 반복성 및 재현성이 낮다는 문제가 있었다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2018-0071798호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 상기와 같은 과제를 해결하기 위해 안출된 것으로, 분석 차이를 줄이고, 반복성 및 재현성을 높여 정확하고 신뢰성 있는 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0013] 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법은 전지셀을 분해하여 내부의 전극 및 분리막들을 분리하는 단계; 레이저 조사부로 분리된 전극 또는 분리막에 각각 레이저를 조사하는 단계; 전극 또는 분리막에서 발생하는 플라즈마의 빛을 수집하는 단계; 및 수집된 빛의 스펙트럼을 분석하여 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계;를 포함한다.
- [0014] 구체적인 예에서, 상기 검사 대상 전지셀은 저전압 불량이 발생한 전지셀일 수 있다.
- [0015] 구체적인 예에서, 상기 레이저를 조사하는 단계는, 분리된 전극 또는 분리막을 각각 이송 컨베이어 상에 올려놓고 이송시키면서 수행될 수 있다.
- [0016] 하나의 예에서, 상기 레이저를 조사하는 단계는, 상기 레이저 조사부와 분리된 전극 또는 분리막 중 적어도 하나를 수평으로 이동시키면서 전극 또는 분리막의 각 부위에 레이저가 조사되고, 이로부터 발생하는 플라즈마의 빛을 실시간으로 수집한 후 이물을 검출하는 것일 수 있다.
- [0017] 다른 하나의 예에서, 상기 레이저를 조사하는 단계는, 전극 또는 분리막을 각각 다수개의 구획으로 분획하고, 각 구획마다 레이저가 조사되며, 각 구획별로 발생하는 플라즈마의 빛을 수집한 후 이물을 검출하는 것일 수 있다.
- [0018] 한편, 상기 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계는, 스펙트럼에 나타난 피크의 위치로부터 이물의 종류를 검출하고, 스펙트럼에 나타난 피크의 면적으로부터 이물의 함량을 검출하는 것일 수 있다.
- [0019] 이 때, 상기 이물의 종류 검출은 전극 또는 분리막에 대한 스펙트럼을 기준이 되는 전극 또는 분리막에 대한 스펙트럼과 비교하여 수행될 수 있다.
- [0020] 또한, 상기 이물의 함량은 이물의 함량에 따른 피크 면적에 대한 추세선으로부터 검출될 수 있다.
- [0021] 또한, 상기 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계는, 이물의 위치 및 이물의 위치에 따른 이물의 종류 및 함량을 검출하는 것일 수 있다.
- [0022] 또한 본 발명은 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치를 제공한다.
- [0023] 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치는 전지셀을 분해하여, 전지셀로부터 전극 및 분리막들을 분리하는 전지셀 분해부; 분리된 전극 또는 분리막들을 이송하는 이송 컨베이어; 전극 또는 분리막들에 각각 레이저를 조사하는 레이저 조사부; 전극 또는 분리막들에서 발생하는 플라즈마의 빛을 수집하는 센서; 및 수집된 빛

의 스펙트럼을 분석하여 전극 또는 분리막의 표면에 부착된 이물을 검출하는 검출부를 포함한다.

- [0024] 상기 레이저 조사부는 전극 또는 분리막 상에서 수평 이동하면서 전극 또는 분리막에 레이저를 조사할 수 있다.
- [0025] 상기 검출부는 스펙트럼에 나타난 피크의 위치로부터 이물의 종류를 검출하고, 스펙트럼에 나타난 피크의 면적으로부터 이물의 함량을 검출할 수 있다.
- [0026] 상기 검출부는 기 저장된 기준 스펙트럼 및 이물의 함량에 따른 피크 면적에 대한 추세선으로부터 이물의 종류 및 함량을 검출할 수 있다.
- [0027] 상기 검출부는 이물의 위치 및 이물의 위치에 따른 이물의 종류 및 함량을 검출할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명은 전지셀을 분해하여 얻어진 전극 및 분리막에 대하여 레이저 분광 유도법을 통해 이물을 검출 및 분석함으로써, 작은 크기의 이물도 검출 및 분석이 가능하며, 작업자 간 분석 차이를 줄이고, 반복성 및 재현성을 높여 전지셀 내 이물 검출 및 분석의 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0031] 도 1은 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법의 순서를 나타낸 흐름도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법 및 장치를 나타낸 개략도이다.
- 도 3은 레이저 분광 유도법의 과정을 나타낸 개략도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저의 조사 방법을 나타낸 개략도이다.
- 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 레이저의 조사 방법을 나타낸 개략도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0032] 이하, 본 발명에 대하여 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 특허청구범위에 사용된 용어 또는 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.
- [0033] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다. 또한, 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "상에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 위에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 반대로 층, 막, 영역, 판 등의 부분이 다른 부분 "하에" 있다고 할 경우, 이는 다른 부분 "바로 아래에" 있는 경우뿐만 아니라 그 중간에 또 다른 부분이 있는 경우도 포함한다. 또한, 본 출원에서 "상에" 배치된다고 하는 것은 상부뿐 아니라 하부에 배치되는 경우도 포함하는 것일 수 있다.
- [0035] 이하 본 발명에 대해 자세히 설명한다.
- [0036] 도 1은 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법의 순서를 나타낸 흐름도이다.
- [0037] 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법은 전지셀을 분해하여 내부의 전극 및 분리막들을 분리하는 단계(S10); 레이저 조사부로 분리된 전극 또는 분리막들에 각각 레이저를 조사하는 단계(S20); 전극 또는 분리막에서 발생하는 플라즈마의 빛을 수집하는 단계(S30); 및 수집된 빛의 스펙트럼을 분석하여 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계(S40); 를 포함한다.
- [0038] 앞서 설명한 바와 같이, 종래에는 이물의 종류 및 위치를 확인하기 위해, 작업자기 전지셀을 분해한 후 전극 표

면 및 분리막 표면을 육안으로 확인하여 분석을 진행해야 했는데, 이 경우 작업자 간의 편차가 크며, 반복성 및 재현성이 낮다는 문제가 있었다.

[0039] 본 발명은 전지셀을 분해하여 얻어진 전극 및 분리막들에 대하여 레이저 분광 유도법을 통해 이물을 검출 및 분석함으로써, 작은 크기의 이물도 검출 및 분석이 가능하며, 작업자 간 분석 차이를 줄이고, 반복성 및 재현성을 높여 전지셀 내 이물 검출 및 분석의 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0041] 이하 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법의 각 단계에 대해 상세히 설명한다.

[0042] <전지셀의 분해>

[0043] 먼저, 검사 대상 전지셀을 분해한다. 상기 전지셀은 통상의 리튬 이차전지라면 그 형태 및 구조에 특별한 제한은 존재하지 않는다. 구체적으로, 원통형, 각형 또는 파우치형 전지셀이 모두 사용될 수 있다. 전지셀은 전지 케이스 내에 전해액 및 전극 조립체가 수납되어 있는 구조이다. 기타 전지셀을 구성하는 구성품에 관한 구체적인 내용은 통상의 기술자에게 공지된 사항이므로 자세한 설명을 생략한다.

[0044] 이 때, 상기 전지셀은 저전압 불량인 전지셀일 수 있다. 전지셀의 저전압 불량 판별은 다양한 방법에 의해 수행될 수 있으며, 예를 들어 전지셀의 개방회로전압(open circuit voltage, OCV) 측정을 통해 수행될 수 있다. 구체적으로, 전지셀을 일정 횟수 충방전한 후 이를 에이징하면서 나타나는 개방회로전압의 변화값이 소정 값 이상일 경우 저전압 불량인 것으로 판별할 수 있다. 또는 전지셀을 가압하면서 소정의 전압 또는 전류를 인가하고, 전지셀에서 측정되는 누설 전류값을 측정하는 방식을 통해 수행될 수 있다. 그 밖에 전지셀의 저전압 불량 여부를 판별하는 구체적인 방법은 통상의 기술자에게 공지된 사항이므로 자세한 설명을 생략한다.

[0045] 이와 같이 전지셀이 저전압 불량인 것으로 판별되면, 이물 검출을 위해 전지셀을 분해한다. 본 발명에서 전지셀의 분해는 전지 케이스를 도구 등을 이용해 개구하고, 전지 케이스 내부의 전극 조립체를 전지 케이스 외부로 취출하는 방식으로 수행될 수 있다. 그리고, 상기 전극 조립체를 전극 및 분리막과 같은 개별 단위로 분해할 수 있다. 젤리-롤 형태의 전극 조립체는 권취된 전극 조립체를 풀어서 개별 단위로 분해하여야 한다. 이 때 전극과 분리막 사이의 이물을 검출할 수 있도록 전지셀을 최소 단위로 분해하며, 전지셀로부터 개별 전극 및 분리막을 분리하게 된다. 이 때, 작업자의 안전을 위해 전지셀의 분해는 밀폐된 공간에서 작업자와 분리되어 수행될 수 있다.

[0046] 전극 및 분리막이 전지셀로부터 분리되면 분리된 전극 및 분리막의 표면에 남아있는 전해액을 제거하기 위해 건조 과정이 추가로 수행될 수 있다.

[0048] <이물 검출>

[0049] 도 2는 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 방법 및 장치를 나타낸 개략도이며, 도 3은 레이저 분광 유도법의 과정을 나타낸 개략도이다.

[0050] 전지셀이 분해되어 내부의 전극과 분리막들이 분리되면, 각각의 개별 전극 또는 분리막에 대하여 레이저 분광 유도법을 통해 이물을 검출하게 된다. 레이저 분광 유도법은 레이저 유도 붕괴 분광법(Laser Induced Breakdown Spectroscopy, LIBS)이라고도 하며, 레이저를 사용하여 일종의 방전현상인 붕괴(breakdown)를 발생시켜 생성되는 플라즈마를 분석하는 분광분석 기술이다. 구체적으로 레이저 유도 분광법은 고출력 펄스 레이저(pulsed laser)를 이용하여 레이저 빔을 시료 표면에 조사하여 시료가 소량 제거되는 레이저 어블레이션 과정을 작용을 원리로 하며, 이러한 과정을 통해 시료의 표면에 순간적으로 초고온의 플라즈마를 생성시키고, 이 플라즈마로부터 방출되는 빛을 분광학적으로 분석하여 정성 및 정량 분석을 수행하는 것이다.

[0051] 레이저 유도 분광법은 측정에 소요되는 시간이 짧고, 측정을 위한 별도의 샘플링 및 전처리 과정이 필요없으며, 측정에 매우 작은 양의 재료만이 도모되고, 측정을 위한 별도의 환경이 필요하지 않으며, 불활성 기체를 제외한 모든 원소를 ppm 수준의 정밀도로 분석할 수 있다는 장점이 있다.

[0052] 도 2를 참조하면, 레이저 조사부(30)로 분리된 전극(11) 또는 분리막(12)들에 각각 레이저를 조사한다. 이 때, 레이저를 조사하는 단계는 분리된 전극(11) 또는 분리막(12)을 각각 이송 컨베이어(20) 상에 올려놓고 이송시키면서 수행될 수 있다. 하나의 전지셀에 대하여 분리막 및 전극은 다수 개가 탑재되므로, 다수 개의 전극 및 분리막들을 각각 개별적으로 이송 컨베이어(20) 상에 올려놓은 이후 이송시키면서 순차적으로 레이저를 조사할 수

있다. 상기 이송 컨베이어(20)는 전극(11) 또는 분리막(12)들 중 어느 하나가 검사 중일 때는 작동을 정지하고 있으며, 검사가 완료되면 작동하여 다음에 배치된 전극 또는 분리막에 대해 레이저가 조사될 수 있도록 한다.

[0053] 도 3을 참조하면, 레이저 조사부(30)는 전극 또는 분리막을 향하여 레이저를 조사한다. 도 3에는 레이저 조사부(30)가 전극(11)에 대해 레이저를 조사하는 것을 나타내었다. 이 때 레이저는 펄스 형태의 레이저일 수 있다. 방출된 레이저는 경로 상에 위치한 적어도 하나의 렌즈(31)에 의해 전극 또는 분리막의 표면에 초점이 형성되도록 경로가 조절될 수 있다. 전극 또는 분리막의 표면 상에 초점이 형성될 때 시료로부터 가장 많은 플라스마가 발생될 수 있다. 이와 같이 초점이 전극 또는 분리막의 표면 상에 형성될 경우 레이저는 전극 또는 분리막에 대해 스팟 형태로 조사된다. 이 때 스팟의 크기는 통상의 기술자에 의해 적절히 조절될 수 있다. 다만 스팟의 크기가 지나치게 커질 경우 플라스마를 발생시키기 위해 필요한 레이저의 출력이 커질 수 있으며, 측정의 변별력이 저하될 수 있다. 반대로, 스팟의 크기가 지나치게 작을 경우 측정에 많은 시간이 소요될 수 있다. 상기 스팟의 크기는 예를 들어 70 내지 110 μ m, 또는 95 내지 105 μ m의 크기로 설정될 수 있다.

[0054] 이와 같이 레이저 조사에 의해 전극(11) 또는 분리막(12)의 표면에서 플라스마가 발생하면, 센서(40)를 통해 전극(11) 또는 분리막(12)에서 발생하는 플라스마의 빛을 수집하는 단계가 수행될 수 있다. 상기 센서(40)로는 예를 들어 UV-Vis Spectrometer가 사용될 수 있다.

[0055] 한편, 이물의 위치를 파악하기 위해서는 전극(11) 또는 분리막(12)의 전면에 대해 검사가 수행되어야 한다. 그러나 전술한 바와 같이 레이저는 전극(11) 또는 분리막(12)에 대해 스팟 형태로 조사되며, 이 때 스팟의 크기는 분리막 또는 전극의 면적에 의해 지나치게 작다. 따라서, 본 발명에서는 레이저 조사부 및 전극/분리막을 적절히 이동시켜 측정 위치를 변경해가면서 이물을 검출하게 된다. 또한, 본 발명에서, 전극 또는 분리막의 양면에 대해 모두 검사가 수행될 수 있는바, 일면의 검사가 완료된 전극 또는 분리막은 뒤집어진 후 타면에 대해 검사가 수행될 수 있다.

[0056] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 레이저의 조사 방법을 나타낸 개략도이다.

[0057] 도 4를 참조하면, 상기 레이저를 조사하는 단계에서 상기 레이저 조사부(30)와 분리된 전극(11) 또는 분리막(12) 중 적어도 하나를 수평으로 이동시키면서 전극의 각 부위에 레이저가 조사된다. 도 4에는 레이저 조사부(30)가 전극(11) 상에 레이저를 조사하는 것을 나타내었다. 구체적으로, 도 4를 참조하면, 레이저 조사부(30)는 전극(11) 상에서 수평 이동하면서 전극(11) 표면에 레이저를 연속적으로 조사하게 된다. 이 경우, 레이저 조사부(30)는 도 4의 (b)와 같이 전극 상에서 지그재그 방향으로 움직이면서 전극(11)의 전면에 레이저를 조사하게 된다. 또는 도 4의 (a)와 같이 전극(11)이 일 방향으로 이동하고, 레이저 조사부(30)는 이에 대해 수직인 방향으로 왕복 운동하면서 같은 효과를 달성할 수도 있다. 이 때 전극(11)의 이동은 이송 컨베이어(20)에 의해 수행될 수 있다. 구체적으로 이송 컨베이어(20)가 전극(11)의 측정 지점을 레이저 조사부(30)의 하부로 이송한 후 작동을 중지하면 레이저 조사부(30)가 전극(10)의 이동 방향과 수직인 방향으로 왕복 운동하면서 레이저를 조사하는 과정이 반복될 수 있다.

[0058] 이 경우 레이저 조사부(30)의 이동에 따라 플라스마가 연속적으로 발생하며, 센서는 이로부터 발생하는 플라스마의 빛을 실시간으로 수집함으로써 이물을 검출하게 된다.

[0059] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 레이저의 조사 방법을 나타낸 개략도이다.

[0060] 도 5를 참조하면, 상기 레이저를 조사하는 단계에서, 전극(11) 또는 분리막을 각각 다수 개의 구획으로 분획하고, 각 구획마다 레이저를 조사된다. 도 5에는 레이저 조사부(30)가 전극(11) 상에 레이저를 조사하는 것을 나타내었다. 이 경우 각 구획의 크기는 레이저 스팟의 크기에 따라 적절히 설계될 수 있다. 이 때, 레이저 조사부(30)의 동작 방식은 앞서 설명한 바와 동일하다. 즉 레이저 조사부(30)와 분리된 전극 또는 분리막 중 적어도 하나를 수평으로 이동시키면서 구획 별로 레이저가 조사될 수 있다. 마찬가지로, 전극 또는 분리막이 이송 컨베이어에 의해 일 방향으로 이동하고, 레이저 조사부는 이에 대해 수직인 방향으로 왕복 운동하면서 구획 별로 레이저가 조사될 수 있다.

[0061] 이 때, 각 구획별로 플라스마가 발생하게 되며, 센서는 각 구획별로 발생하는 플라스마의 빛을 수집한 후 이물을 검출하게 된다.

[0062] 센서에 의해 플라스마의 빛이 수집되면, 수집된 빛의 스펙트럼을 분석하여 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하며, 구체적으로 이물의 종류 및 함량을 검출하게 된다.

[0063] 본 발명에서, 이물의 종류는 스펙트럼에 나타난 피크의 위치로부터 검출된다. 레이저에 의해 형성된 플라스마

속에서 시료는 증기화되어 원자화 및 이온화되며, 흡수된 에너지에 의해 원자 및 이온은 여기상태로 존재하게 된다. 여기상태의 원자 및 이온은 일정 시간이 지나면 에너지를 방출하면서 다시 바닥상태로 돌아가는데, 이 때 방출되는 에너지는 원소의 종류 및 여기상태에 따라 고유의 파장을 방출한다. 즉 본 발명은 전극 또는 분리막 등의 시료와 상이한 종류의 이물이 있을 경우 이물의 종류를 정성적으로 평가할 수 있다. 또한 레이저 유도 분광법은 시료의 형태와 무관하며, 각 원소의 특성 신호를 분석하므로 모든 원소를 동시에 측정할 수 있다는 장점이 있다.

[0064] 이 때, 이물의 종류 검출은 전극 또는 분리막에 대한 스펙트럼을 기준이 되는 전극 또는 분리막에 대한 스펙트럼과 비교하여 수행될 수 있다. 여기서, 기준이 되는 전극 또는 분리막이란 이물이 검출되지 않은 정상 전극 또는 정상 분리막을 의미한다. 측정된 스펙트럼을 기준 스펙트럼과 비교하고, 미지의 피크가 발견될 경우 이물이 검출된 것으로 결정할 수 있으며, 미지의 피크가 나타내는 파장으로부터 이물의 종류를 검출할 수 있다.

[0065] 또한, 본 발명에서, 이물의 함량은 스펙트럼에 나타난 피크의 면적으로부터 검출된다. 이는 원소의 개수에 따라 빛의 강도에 차이가 난다는 점을 이용한 것이다. 이 경우, 이물의 종류 별 함량에 따른 피크 면적에 대한 데이터를 미리 수집하고 저장한 후, 이로부터 추세선을 작성한다. 추세선은 다양한 회귀 분석 방법에 의해 작성될 수 있다. 이후 스펙트럼에 나타난 피크 면적 값을 추세선에 대입하면 이물의 함량을 정량적으로 측정할 수 있다.

[0066] 또한, 본 발명에서, 상기 전극 또는 분리막 표면에 부착된 이물을 검출하는 단계는 이물의 위치 및 이물의 위치에 따른 이물의 종류 및 함량을 검출하는 것일 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 레이저 조사부는 전극 또는 분리막 상에서 수평 이동하면서 전극 또는 분리막의 전면에 레이저를 조사하게 된다. 즉 스펙트럼 데이터는 전극 또는 분리막의 위치 별 또는 구획 별로 저장된다. 이를 분석하면 어떠한 전극 또는 분리막에서 이물이 발생하였는지 여부, 전극 또는 분리막 상의 어느 위치에 어떤 종류의 이물이 위치하는지를 분석 가능하다.

[0067] 이와 같이, 본 발명은 이물의 위치 및 이물의 위치에 따른 이물의 종류 및 함량을 검출하고 이를 분석함으로써 이물이 발생한 원인을 파악할 수 있다는 장점이 있다. 또한, 본 발명은 레이저 유도 분광법을 통해 작은 크기의 이물도 검출 및 분석이 가능하며, 작업자 간 분석 차이를 줄이고, 반복성 및 재현성을 높여 전지셀 내 이물 검출 및 분석의 정확성 및 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0069] 또한 본 발명은 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치를 제공한다.

[0070] 도 2 및 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치(10)는 전지셀을 분해하여, 전지셀로부터 전극(11) 및 분리막(12)들을 분리하는 전지셀 분해부(미도시); 분리된 전극(11) 또는 분리막(12)들을 이송하는 이송 컨베이어(20); 전극(11) 또는 분리막(12)들에 각각 레이저를 조사하는 레이저 조사부(30); 전극(11) 또는 분리막(12)들에서 발생하는 플라즈마의 빛을 수집하는 센서(40); 및 수집된 빛의 스펙트럼을 분석하여 전극 또는 분리막의 표면에 부착된 이물을 검출하는 검출부(50)를 포함한다.

[0071] 상기 전지셀 분해부는 저전압 불량 검사 후 저전압 불량으로 판별된 전지셀을 분해하는 장소를 제공한다. 전지셀 분해부는 별도의 밀폐된 공간으로 형성될 수 있으며, 전지셀 분해부에서 작업자가 직접 전지셀을 분해할 수도 있고, 별도의 분해 장치로 구성되어 있어 전지셀을 자동으로 분해할 수도 있다.

[0072] 상기 레이저 조사부(30)는 전극(11) 또는 분리막(12) 상에서 수평 이동하면서 전극(11) 또는 분리막(12)에 레이저를 조사할 수 있다. 이 때, 레이저에 의해 발생하는 플라즈마가 외부로 튀어 작업자의 안전을 저해하는 것을 방지하기 위해, 레이저 조사부(30)는 별도의 격막(32) 내부에 위치하여 격막(32) 내부로 이송된 전극(11) 또는 분리막(12)에 대하여 레이저를 조사할 수 있다. 전극(11) 또는 분리막(12)의 이송은 이송 컨베이어(20)에 의해 수행될 수 있다.

[0073] 상기 레이저 조사부(30)에서 조사된 레이저는 렌즈에 의해 전극(11) 또는 분리막(12)의 표면에 초점이 형성되도록 경로가 조절되며, 이에 의해 전극(11) 또는 분리막(12) 표면의 활물질 또는 이물이 플라즈마 환경에서 여기상태가 되었다가, 안정화되면서 빛 형태로 에너지를 방출하게 된다.

[0074] 센서(40)는 이와 같은 과정을 통해 전극 또는 분리막에서 발생하는 플라즈마의 빛을 수집하고, 스펙트럼을 검출부로 전송한다.

[0075] 상기 검출부(50)는 스펙트럼에 나타난 피크의 위치로부터 이물의 종류를 검출하고, 스펙트럼에 나타난 피크의

면적으로부터 이물의 함량을 검출할 수 있다.

[0076] 구체적으로, 상기 검출부(50)는 기 저장된 기준 스펙트럼과 측정된 스펙트럼을 비교하여 이물의 종류를 검출하고, 이물의 함량에 따른 피크 면적에 대한 추세선으로부터 함량을 검출할 수 있다. 이물의 종류 및 함량을 검출하는 방법은 전술한 바와 동일하다.

[0077] 또한, 상기 검출부(50)는 이물의 위치 및 이물의 위치에 따른 이물의 종류 및 함량을 검출할 수 있다. 본 발명은 이물의 종류 및 함량뿐만 아니라 이물의 위치를 정확히 파악할 수 있으므로, 이물이 발생한 원인을 파악하는 것이 가능하다.

[0079] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

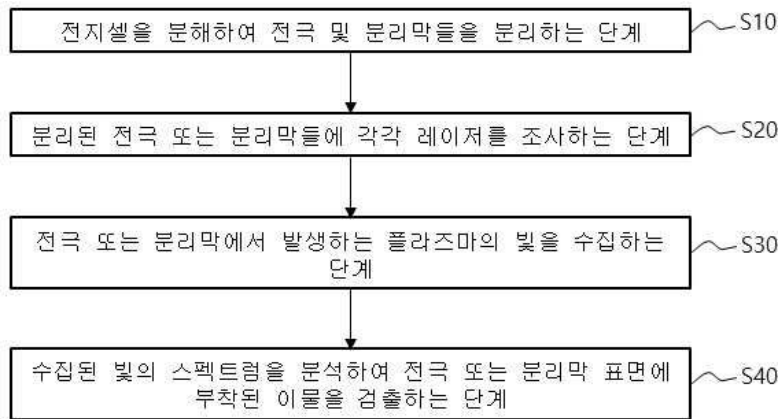
[0081] 한편, 본 명세서에서 상, 하, 좌, 우, 전, 후와 같은 방향을 나타내는 용어가 사용되었으나, 이러한 용어들은 설명의 편의를 위한 것일 뿐, 대상이 되는 사물의 위치나 관측자의 위치 등에 따라 달라질 수 있음은 자명하다.

부호의 설명

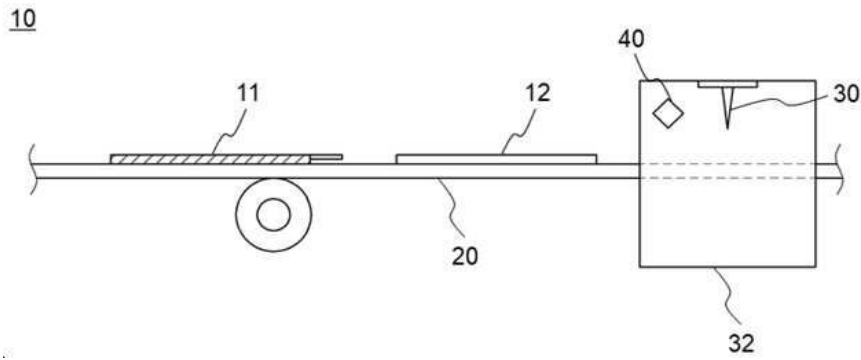
[0083] 10: 전지셀 내 이물 검출 및 분석 장치
11: 전극
12: 분리막
20: 이송 컨베이어
30: 레이저 조사부
31: 렌즈
32: 격막
40: 센서
50: 검출부

도면

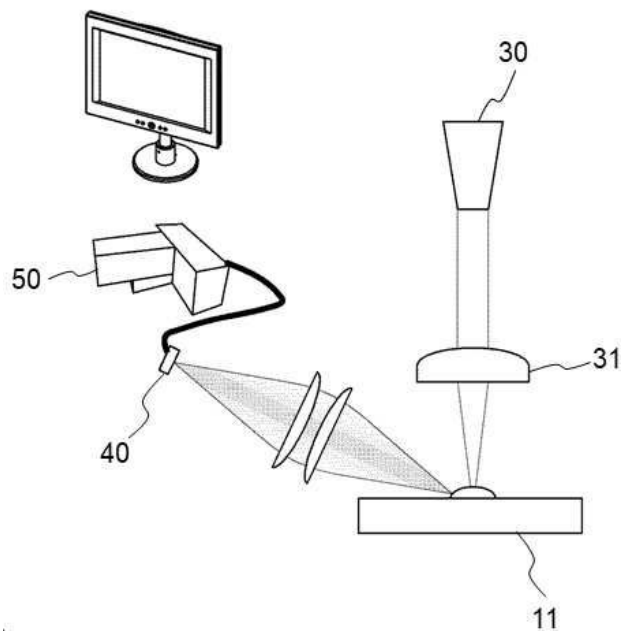
도면1



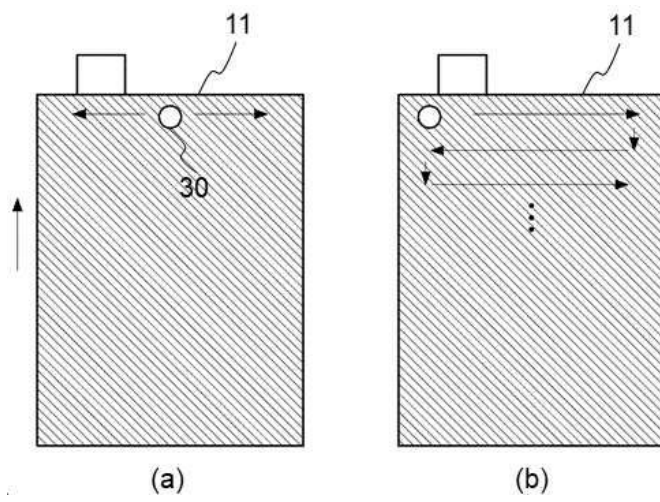
도면2



도면3



도면4



도면5

