



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0081832
(43) 공개일자 2017년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/36 (2006.01) G01R 19/165 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/3606 (2013.01)
G01R 19/16542 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0000757
(22) 출원일자 2016년01월05일
심사청구일자 2016년01월05일

(71) 출원인
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김병환
서울특별시 강남구 광평로10길 15, 102동 406호
(일원동, 상록수아파트)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

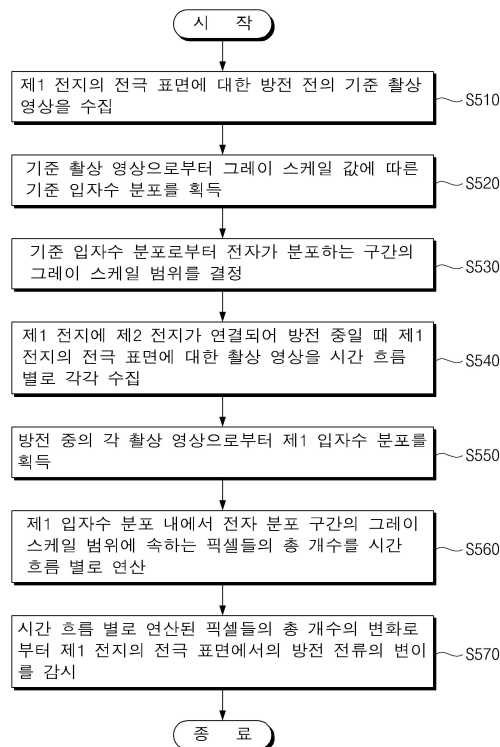
(54) 발명의 명칭 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법 및 그 장치

(57) 요약

본 발명은 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법 및 그 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 제1 전지의 전극 표면에 대한 방전 전의 기준 활상 영상을 수집하는 단계와, 상기 기준 활상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 이용하여, 상기 기준 활상 영상으로부터 각각의 그레이 스케일 값에 대응하는 픽셀수의 분포에

(뒷면에 계속)

대표도 - 도5



해당하는 기준 입자수 분포를 획득하는 단계와, 상기 기준 입자수 분포로부터 전자가 분포하는 구간의 그레이 스케일 범위를 결정하는 단계와, 상기 제1 전지의 전류가 제2 전지로 방전 중일 때 상기 제1 전지의 전극 표면에 대한 촬상 영상을 시간 흐름 별로 각각 수집하는 단계와, 상기 방전 중의 각 촬상 영상으로부터 제1 입자수 분포를 획득하는 단계와, 상기 제1 입자수 분포 내에서 상기 그레이 스케일 범위에 속하는 픽셀들의 총 개수를 상기 시간 흐름 별로 연산하는 단계, 및 상기 시간 흐름 별로 연산된 상기 픽셀들의 총 개수의 변화로부터 상기 제1 전지의 전극 표면에서의 방전 전류의 변이를 감시하는 단계를 포함하는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법을 제공한다.

본 발명에 따르면, 광학현미경에 의한 전극 표면의 촬상 영상으로부터 입자수 분포를 획득한 후 이를 이용하여 방전 전류와 관계하는 전자 분포 구간을 결정하여 방전 전류의 변이를 효과적으로 감시할 수 있는 이점이 있다.

(52) CPC특허분류

G01R 31/3648 (2013.01)

G01R 31/3696 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

제1 전지의 전극 표면에 대한 방전 전의 기준 활상 영상을 수집하는 단계;

상기 기준 활상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 이용하여, 상기 기준 활상 영상으로부터 각각의 그레이 스케일 값에 대응하는 픽셀수의 분포에 해당하는 기준 입자수 분포를 획득하는 단계;

상기 기준 입자수 분포로부터 전자가 분포하는 구간의 그레이 스케일 범위를 결정하는 단계;

상기 제1 전지의 전류가 제2 전지로 방전 중일 때 상기 제1 전지의 전극 표면에 대한 활상 영상을 시간 흐름 별로 각각 수집하는 단계;

상기 방전 중의 각 활상 영상으로부터 제1 입자수 분포를 획득하는 단계;

상기 제1 입자수 분포 내에서 상기 그레이 스케일 범위에 속하는 픽셀들의 총 개수를 상기 시간 흐름 별로 연산하는 단계; 및

상기 시간 흐름 별로 연산된 상기 픽셀들의 총 개수의 변화로부터 상기 제1 전지의 전극 표면에서의 방전 전류의 변이를 감시하는 단계를 포함하는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 그레이 스케일 범위는 제1 내지 제2 그레이 스케일 값 범위이고,

상기 제1 그레이 스케일 값은,

상기 기준 입자수 분포에서 상기 픽셀수의 피크 값에 대응하는 그레이 스케일 값 또는 상기 피크 값이 발생한 이후 상기 픽셀 수의 변화가 불규칙적인 전이 구간의 종료점에 대응하는 그레이 스케일 값으로 결정되고,

상기 제2 그레이 스케일 값은,

상기 기준 입자수 분포에서 상기 피크 값이 발생한 이후 상기 픽셀수의 변화가 평탄해지기 시작하는 지점에 대응하는 그레이 스케일 값으로 결정되는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 픽셀들의 총 개수를 연산하는 단계는,

상기 제1 입자수 분포에 상기 기준 입자수 분포를 차감한 제2 입자수 분포 내에서 상기 그레이 스케일 범위에 속하는 픽셀들의 총 개수를 상기 시간 흐름 별로 연산하는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법.

청구항 4

제1 전지의 전극 표면에 대한 방전 전의 기준 활상 영상을 수집하고, 상기 제1 전지의 전류가 제2 전지로 방전 중일 때 상기 제1 전지의 전극 표면에 대한 활상 영상을 시간 흐름 별로 각각 수집하는 영상 수집부;

상기 기준 활상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 이용하여 상기 기준 활상 영상으로부터 각각의 그레이 스케일 값에 대응하는 픽셀수의 분포에 해당하는 기준 입자수 분포를 획득하고, 상기 방전 중의 각 활상 영상으로부터 제1 입자수 분포를 획득하는 입자 분포 획득부;

상기 기준 입자수 분포로부터 전자가 분포하는 구간의 그레이 스케일 범위를 결정하는 전자 범위 결정부;

상기 제1 입자수 분포 내에서 상기 그레이 스케일 범위에 속하는 픽셀들의 총 개수를 상기 시간 흐름 별로 연산하는 픽셀수 연산부; 및

상기 시간 흐름 별로 연산된 상기 픽셀들의 총 개수의 변화로부터 상기 제1 전지의 전극 표면에서의 방전 전류의 변이를 감시하는 변이 감시부를 포함하는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 장치.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 그레이 스케일 범위는 제1 내지 제2 그레이 스케일 값 범위이고,

상기 제1 그레이 스케일 값은,

상기 기준 입자수 분포에서 상기 픽셀수의 피크 값에 대응하는 그레이 스케일 값 또는 상기 피크 값이 발생한 이후 상기 픽셀 수의 변화가 불규칙적인 천이 구간의 종료점에 대응하는 그레이 스케일 값으로 결정되고,

상기 제2 그레이 스케일 값은,

상기 기준 입자수 분포에서 상기 피크 값이 발생한 이후 상기 픽셀수의 변화가 평탄해지기 시작하는 지점에 대응하는 그레이 스케일 값으로 결정되는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 장치.

청구항 6

청구항 4에 있어서,

상기 픽셀수 연산부는,

상기 제1 입자수 분포에 상기 기준 입자수 분포를 차감한 제2 입자수 분포 내에서 상기 그레이 스케일 범위에 속하는 픽셀들의 총 개수를 상기 시간 흐름 별로 연산하는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법 및 그 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 광학현미경에 의한 전극 표면의 활상 영상으로부터 방전 전류의 변이를 모니터링할 수 있는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법 및 그 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 전극의 전하 전달과정은 충방전 초기단계에서 수집하는 전기화학적 임피던스 분석법(Electrochemical Impedance Spectra) 또는 임피던스 분석(impedance spectra)에 대한 나이키스트 선도(Nyquist diagram)를 이용하여 분석한다. 여기서, 주파수별 분석을 통해 전하전달 메커니즘을 유추한다.

[0003] 이러한 과정은 n차 사이클링(nth cycling) 충전과정, 교류 임피던스 측정, 측정 자료의 임피던스 등가 회로를 이용한 나이키스트 분석으로 이루어진다. 그리고 실시간 감시 시스템의 경우 실시간 임피던스, 나이키스트 분석 결과, 전압 및 전류 결과를 제공한다. 그런데, 이러한 기존의 방법들은 전극물질 자체의 전자 분포를 이용하여 충방전 전류를 감시하는 기법에는 해당되지 않는다.

[0004] 기존에는 전지의 충방전 전류의 측정을 위하여 복잡한 전자기 회로를 구성하여 측정하고 있다. 이 경우 시간에 따른 전류의 값을 계산할 수는 있지만 충방전 전류에 관여하는 물질 표면의 전자 분포를 측정할 수는 없다.

[0005] 또한 본 출원인에 의한 이하의 등록특허에서는 방전 전압의 추이를 모니터링하기 위해 낮은 그레이 스케일 구간의 음의 에너지 분포를 측정하지만 이는 충방전 전류와 관계하는 전자 분포를 측정하는 것에는 해당되지 않는다. 따라서 전지의 충방전 전류에 직접적으로 관여하는 전자의 분포를 제공하는 기법이 요구된다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제1418982호(2014.07.14 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은, 광학현미경에 의한 전극 표면의 활상 영상으로부터 방전 전류의 변이를 직접적(Direct)으로 감시할

수 있는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법 및 그 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명은, 제1 전지의 전극 표면에 대한 방전 전의 기준 활상 영상을 수집하는 단계와, 상기 기준 활상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 이용하여, 상기 기준 활상 영상으로부터 각각의 그레이 스케일 값에 대응하는 픽셀수의 분포에 해당하는 기준 입자수 분포를 획득하는 단계와, 상기 기준 입자수 분포로부터 전자가 분포하는 구간의 그레이 스케일 범위를 결정하는 단계와, 상기 제1 전지의 전류가 제2 전지로 방전 중일 때 상기 제1 전지의 전극 표면에 대한 활상 영상을 시간 흐름 별로 각각 수집하는 단계와, 상기 방전 중의 각 활상 영상으로부터 제1 입자수 분포를 획득하는 단계와, 상기 제1 입자수 분포 내에서 상기 그레이 스케일 범위에 속하는 픽셀들의 총 개수를 상기 시간 흐름 별로 연산하는 단계, 및 상기 시간 흐름 별로 연산된 상기 픽셀들의 총 개수의 변화로부터 상기 제1 전지의 전극 표면에서의 방전 전류의 변이를 감시하는 단계를 포함하는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법을 제공한다.
- [0009] 여기서, 상기 그레이 스케일 범위는 제1 내지 제2 그레이 스케일 값 범위이고, 상기 제1 그레이 스케일 값은, 상기 기준 입자수 분포에서 상기 픽셀수의 피크 값에 대응하는 그레이 스케일 값 또는 상기 피크 값이 발생한 이후 상기 픽셀 수의 변화가 불규칙적인 천이 구간의 종료점에 대응하는 그레이 스케일 값으로 결정되고, 상기 제2 그레이 스케일 값은, 상기 기준 입자수 분포에서 상기 피크 값이 발생한 이후 상기 픽셀수의 변화가 평탄해지기 시작하는 지점에 대응하는 그레이 스케일 값으로 결정될 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 픽셀들의 총 개수를 연산하는 단계는, 상기 제1 입자수 분포에 상기 기준 입자수 분포를 차감한 제2 입자수 분포 내에서 상기 그레이 스케일 범위에 속하는 픽셀들의 총 개수를 상기 시간 흐름 별로 연산할 수 있다.
- [0011] 그리고, 본 발명은 제1 전지의 전극 표면에 대한 방전 전의 기준 활상 영상을 수집하고, 상기 제1 전지의 전류가 제2 전지로 방전 중일 때 상기 제1 전지의 전극 표면에 대한 활상 영상을 시간 흐름 별로 각각 수집하는 영상 수집부와, 상기 기준 활상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 이용하여 상기 기준 활상 영상으로부터 각각의 그레이 스케일 값에 대응하는 픽셀수의 분포에 해당하는 기준 입자수 분포를 획득하고, 상기 방전 중의 각 활상 영상으로부터 제1 입자수 분포를 획득하는 입자 분포 획득부와, 상기 기준 입자수 분포로부터 전자가 분포하는 구간의 그레이 스케일 범위를 결정하는 전자 범위 결정부와, 상기 제1 입자수 분포 내에서 상기 그레이 스케일 범위에 속하는 픽셀들의 총 개수를 상기 시간 흐름 별로 연산하는 픽셀수 연산부, 및 상기 시간 흐름 별로 연산된 상기 픽셀들의 총 개수의 변화로부터 상기 제1 전지의 전극 표면에서의 방전 전류의 변이를 감시하는 변이 감시부를 포함하는 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 장치를 제공한다.

발명의 효과

- [0012] 본 발명에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법 및 그 장치에 따르면, 광학현미경에 의한 전극 표면의 활상 영상으로부터 입자수 분포를 획득한 후 이를 이용하여 방전 전류와 관계하는 전자 분포 구간을 결정하여 방전 전류의 변이를 직접적으로 감시할 수 있는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 실시예를 위한 광학현미경의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링을 위한 개념도이다.
- 도 3은 도 2에서 스위치가 off 모드일 때의 제1 전극의 활상 영상을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 장치의 구성도이다.
- 도 5는 도 4의 장치를 이용한 본 발명의 실시예에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 획득한 기준 입자수 분포를 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 획득한 기준 입자수 분포로부터 전자 분포 구간의 그레이 스케일 범위를 결정하는 예를 나타낸 도면이다.
- 도 8은 도 6의 일부를 확대한 것으로 최저 그레이 스케일 값을 결정하는 다른 예를 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따라 획득한 시간 흐름 별 방전 전류의 변이를 나타낸 도면이다.

도 10은 일반적인 전지의 충전 전류의 변이를 나타낸 도면이다.

도 11은 본 발명의 실시예에서 방전 중의 제1 입자수 분포에 기준 입자수 분포를 차감하여 얻은 제2 입자수 분포를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예를 위한 광학현미경의 구성도이다. 광학현미경은 레이저(Laser), 빔 분할기(Beam splitter), 마이크로 렌즈(Microscope Lens), 그리고 CCD(Charge Coupled Device) 센서로 구성된다. 레이저는 파장 532 nm의 Nd:YAG 모델을 이용하며, 이외의 다른 파장 대의 레이저를 사용해도 된다. 전자수 분포의 측정을 위해 100배(x100) 이상의 배율을 가진 마이크로 렌즈를 사용하며 더 낮거나 높은 배율의 렌즈를 사용해도 된다. 스테이지에 놓인 샘플(측정 대상)과 마이크로 렌즈 사이의 간격은 1 mm 이내로 조정한다.
- [0016] 이하에서는 상기 광학현미경을 통해 촬상된 영상을 이용한 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법 및 그 장치에 관하여 상세히 설명한다.
- [0017] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링을 위한 개념도이다. 도 2에서 제1 전지(10)와 제2 전지(20)는 서로 병렬 연결되어 있다. 제1 전지(10)로부터 전류가 방전되도록 제1 전지(10)는 제2 전지(20)보다 높은 전압을 가지고 있다. 제1 및 제2 전지(10,20) 간의 전기적 연결 및 해제는 스위치 등으로 제어 가능하다.
- [0018] 광학현미경(30)은 제1 전지(10)의 전극 표면을 촬상한다. 이때, 제1 전지(10)는 피복이 제거된 상태로 존재한다. 즉, 제1 전지(10)는 피복이 제거되어 음극 몸체(ex, 음극 아연판; 음극 전극)가 외부로 노출된 상태를 의미한다. 일반적으로 전지(ex, 건전지)의 피복을 벗기면 전지의 모양에 대응하는 음극 몸체와, 이 음극 몸체의 일단부에 돌출형으로 작은 크기로 노출된 양극 부분이 확인 가능함은 자명하다.
- [0019] 제1 전지(10)가 제2 전지(20)보다 고용량 또는 고전압인 경우라 할 때, 만일 스위치가 on되어 두 전지(10,20)가 연결되면 제1 전지(10)는 제2 전지(20)에 전자를 제공하게 된다. 즉, 제1 전지(10)의 전류가 제2 전지(20)로 흐르면서 제1 전지(10)는 방전된다.
- [0020] 이러한 방전 과정에서 광학현미경(30)은 제1 전지(10)의 전극 표면(음극 전극)에서의 입자 분포를 모니터링하는 역할을 한다. 물론, 본 발명은 전지의 음극뿐만 아니라 양극 표면에서 촬상된 영상을 활용할 수도 있으며 전극을 구성하는 금속의 종류가 아연으로 반드시 한정되지 않는다.
- [0021] 도 3은 도 2에서 스위치가 off 모드일 때의 제1 전극의 촬상 영상을 나타낸 도면이다. 촬상 영상 내의 검은색과 흰색으로 이루어진 패턴은 관련 연구에 의하면 스펙클(speckle)이라 정의될 수 있고 스펙클은 표면에서의 빛의 산란에 의해 생성되는 것으로 알려져 있다. 최근의 연구에서는 도 3의 밝은 영역이 레이저 빛을 구성하는 양의 에너지를 가지는 물질을 나타내고 짙거나 옅은 검정색의 영역이 양의 에너지를 흡수하는 표면 플라즈몬 캐리어(carrier)임이 밝혀졌다.
- [0022] 따라서, 도 3은 빛물질과 표면 플라즈몬 캐리어(carrier)가 혼합된 스펙클 패턴으로 볼 수 있으며 이 패턴을 이용하면 전자가 존재하는 그레이 스케일의 범위를 일차적으로 추정해볼 수 있다.
- [0023] 도 3의 이미지에서 붉은색 지점(흰색 부분)은 레이저 빛과 관련한 물질로서 양의 에너지에 해당하여 밝은 색으로 나타난다. 빛은 양의 에너지를 가진 물질이므로 빛이 전극 표면에 입사되면 그 물질들이 표면에 존재하여 나타나게 된다.
- [0024] 노란색 지점(검은색 부분)은 음의 에너지에 해당하여 검은 색상으로 나타난다. 파란색 지점(회색 부분)은 노란색 지점보다는 덜 검으면서 붉은색 지점보다는 어두운 영역으로서 플라즈몬 캐리어를 구성하는 전자들이 분포한 영역에 해당한다.
- [0025] 양의 에너지를 가진 빛물질이 어떤 물체의 표면에 입사될 경우 표면 상에 존재하는 음의 에너지를 가진 표면 플라즈몬 캐리어(surface plasmon carrier)에게 그 에너지를 전달하게 된다. 결국 빛물질이 입사한 전극 표면에는 전자기 에너지 필드가 형성되어 외부에서 인가한 전자기 에너지의 변화를 모니터링할 수 있는 통로를 만들어준다.

다.

- [0026] 이하의 본 발명의 실시예는 두 전극이 연결되기 이전 즉, 스위치 off 모드에서 촬상한 제1 전극에 대한 도 3의 이미지로부터 파란색 지점 즉, 전자들이 존재하는 영역의 그레이 스케일 범위를 결정하고, 추후 스위치 on 모드에서 촬상한 제1 전극의 이미지로부터 전극물질 표면의 방전 전류를 감시하는 방법을 제시한다. 이하에서는 본 발명의 실시예에 관하여 더욱 상세히 설명한다.
- [0027] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 장치의 구성도이고, 도 5는 도 4의 장치를 이용한 본 발명의 실시예에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법을 나타낸 도면이다.
- [0028] 본 발명의 실시예에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 장치(100)는 영상 수집부(110), 입자 분포 획득부(120), 전자 범위 결정부(130), 픽셀수 연산부(140), 변이 감시부(150)를 포함한다.
- [0029] 먼저, 영상 수집부(110)는 제1 전지(10)의 전극 표면에 대한 방전 전의 기준 촬상 영상을 수집한다(S510). 이러한 기준 촬상 영상은 앞서의 도 3과 같이 스위치가 off된 상태 즉, 제1 전지(10)와 제2 전지(20)가 접속되지 않은 상태에서 촬영된 전극 표면의 초기 영상에 해당된다.
- [0030] 다음, 입자 분포 획득부(120)는 기준 촬상 영상을 구성하는 픽셀들의 그레이 스케일 값을 이용하여, 기준 촬상 영상으로부터 각각의 그레이 스케일 값에 대응하는 픽셀수의 분포에 해당하는 기준 입자수 분포를 획득한다(S520).
- [0031] 도 6은 본 발명의 실시예에 따라 획득한 기준 입자수 분포를 나타낸 도면이다. 이러한 도 6은 기준 촬상 영상을 구성하는 픽셀들을 그레이 스케일 값 별로 분류하고, 각 그레이 스케일 값에 해당하는 픽셀들의 개수를 분포 형태로 나타낸 것이다. 따라서, 가로 축은 그레이 스케일 값을 나타내고 세로 축은 기준 촬상 영상 내에서 해당 그레이 스케일 값을 갖는 픽셀들의 개수(입자수)를 나타낸다.
- [0032] 본 실시예의 경우 픽셀의 그레이 스케일 값을 8 비트로 사용하므로 표현 가능한 그레이 스케일 값은 0~255 사이의 값을 가진다. 0은 최소 그레이 스케일 값이고 255는 최대 그레이 스케일 값(G_{max})이다. 도 6은 설명의 편의를 위해 그 중에서 0~200의 그레이 스케일 범위의 데이터를 도시한 것이다.
- [0033] 도 3의 영상에서 어두운 지점(음의 에너지)일수록 도 6의 입자수 분포상에 0에 가까운 낮은 그레이 스케일 값으로 나타나고, 밝은 지점(양의 에너지)일수록 높은 그레이 스케일 값으로 나타난다. 그런데, 실제로 전자들이 분포하는 지점은 음의 에너지와 양의 에너지 사이의 밝기에 해당하는 열은 검정색으로 나타나므로 이러한 점을 이용하면 도 6에서 전자들이 분포하는 구간의 그레이 스케일 범위를 결정할 수 있다.
- [0034] 전자 범위 결정부(130)는 도 6에 도시된 기준 입자수 분포로부터 전자가 분포하는 구간의 그레이 스케일 범위를 결정한다(S530). 본 발명의 실시예는 전자가 분포하는 구간을 두 가지 실시예의 방법으로 결정할 수 있다. 그 구체적인 방법은 다음과 같다.
- [0035] 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 획득한 기준 입자수 분포로부터 전자 분포 구간의 그레이 스케일 범위를 결정하는 예를 나타낸 도면이다. 본 발명의 실시예는 전자가 분포하는 구간을 A($G1 \sim G2$) 또는 B($G1' \sim G2$)의 범위로 결정할 수 있다.
- [0036] 그 한가지 방법으로서, A 구간(19~140 범위)의 경우, 그레이 스케일 범위의 결정 시 그 시작 값인 제1 그레이 스케일 값은 $G1(=19)$ 으로 결정하고, 마지막 값인 제2 그레이 스케일 값은 $G2(=140)$ 로 결정한 것이다.
- [0037] 여기서, $G1$ 은 도 7에 도시된 기준 입자수 분포에서 픽셀수의 피크(Peak) 값에 대응하는 그레이 스케일 값($G1=19$)을 나타낸다. $G2$ 는 도 7에 도시된 기준 입자수 분포에서 상기 피크 값이 발생한 이후 픽셀수의 변화가 평탄해지기 시작하는 지점에 대응하는 그레이 스케일 값($G2=140$)을 나타낸다.
- [0038] B 구간(34~140 범위)의 경우, 그레이 스케일 범위의 결정 시, 그 시작 값인 제1 그레이 스케일 값은 $G1'(=34)$ 으로 결정하고, 마지막 값은 앞서와 동일한 $G2(=140)$ 로 결정한 것이다. 여기서 $G1'$ 은 상기 피크 값이 발생한 이후 픽셀 수의 변화가 불규칙적인 천이 구간의 종료점에 대응하는 그레이 스케일 값을 나타낸다.
- [0039] 도 8은 도 6의 일부를 확대한 것으로 최저 그레이 스케일 값을 결정하는 다른 예를 나타낸 도면이다. 이러한 도 8은 B 구간의 $G1'$ 을 결정하는 방법을 구체적으로 도시한 것이다. 천이 구간이란 피크값 발생 이후 그레이 스케일 값에 따른 픽셀수의 변화가 불규칙적인 구간(27~33)을 의미한다. 예를 들어, 피크값 발생 이후 그레이 스케일 값의 변화에 따른 픽셀수의 감소율이나 감소폭이 소정 범위 이내로 일정하지 않고 불규칙적인 구간에 해당할 수 있다. 여기서, 본 발명의 실시예에서 천이 구간의 경계에 대응하는 $G1'$ 값으로 33을 사용할 수도 있고 경계

바로 다음의 34를 사용할 수도 있는데, 본 발명의 실시예는 34를 이용하는 것으로 한다.

- [0040] S530 단계에서 결정된 전자 분포 구간의 그레이 스케일 범위(34~140)는 추후 스위치 on 모드에서 방전 중인 제1 전지(10)에 대한 전극 표면의 활상 영상에서 방전 전류의 변이를 감시하기 위한 범위로 사용된다.
- [0041] 다음은 스위치 on 모드에 의한 방전 전류 모니터링 방법을 설명한다. 스위치가 on 되면 제1 전지(10)에 제2 전지(20)가 연결되고 제1 전지(10)의 전류가 제2 전지(20)로 방전된다.
- [0042] 영상 수집부(110)는 제1 전지(10)의 전류가 제2 전지(20)로 방전 중일 때 제1 전지(10)의 전극 표면에 대한 활상 영상을 시간 흐름 별로 각각 수집한다(S540). 즉 S540 단계에서 수집한 활상 영상은 스위치가 on된 상태 즉, 제1 전지(10)와 제2 전지(20)가 접속된 상태에서 시간 흐름 별로 촬영된 전극 표면 영상으로서 복수 개가 존재한다.
- [0043] 이후, 입자 분포 획득부(120)는 방전 중의 각 활상 영상으로부터 제1 입자수 분포를 획득한다(S550). 앞서 촬영 영상이 복수 개이므로 제1 입자수 분포 또한 시간 흐름에 따라 여러 개가 획득된다. 제1 입자수 분포의 획득 원리는 앞서 기준 입자수 분포의 획득 방법과 동일하므로 상세한 설명은 생략한다.
- [0044] 다음, 픽셀수 연산부(140)는 앞서 획득한 제1 입자수 분포 내에서, 전자 분포 구간의 그레이 스케일 범위(34~140 범위)에 속하는 픽셀들의 총 개수를 시간 흐름 별로 연산한다(S560). 전자 분포 구간의 그레이 스케일 범위는 앞서 S530 단계에서 결정된 바 있다. 또한 시간에 따른 픽셀들의 총 개수의 변이는 실제 방전 전류의 추이와 대응된다.
- [0045] 이후, 변이 감시부(150)는 S560 단계에서 시간 흐름 별로 연산된 픽셀들의 총 개수의 변화로부터 제1 전지(10)의 전극 표면에서의 방전 전류의 변이를 감시한다(S570).
- [0046] 도 9는 본 발명의 실시예에 따라 획득한 시간 흐름 별 방전 전류의 변이를 나타낸 도면이다. 도 9와 같이, 방전 중인 제1 전지(10)의 전극 표면의 영상에서 전자 분포 구간에 해당하는 픽셀들의 총 개수는 시간 흐름에 따라 변화하는 것을 알 수 있으며 초기에 완만히 증가하다가 다시 급격히 증가한 후 포화 상태에 도달하는 패턴을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 이러한 추이는 전형적인 방전 전류의 시간 변이 패턴과 동일하며 이는 이하의 도 10을 통하여 확인할 수 있다.
- [0047] 도 10은 일반적인 전지의 충전 전류의 변이를 나타낸 도면이다. 도 10은 전지의 충전 상태에 대한 시간에 따른 충전 전압, 전류의 추이를 도시한 것이다. 충전 전류(current 곡선 참조)의 경우, 붉은색 보조 선과 같이 초기의 포화 상태의 패턴과 이후 급격히 감소하는 패턴, 그리고 서서히 감소하는 패턴을 가지는 것을 알 수 있다.
- [0048] 여기서, 방전 전류의 경우는 충전 전류와는 반대 패턴을 가지는데 즉, 초기에 서서히 증가하는 구간, 급격히 증가하는 구간, 그리고 포화 구간의 패턴을 가지며, 이는 도 9에서 방전 전류의 변이 특성과 일치하는 것을 알 수 있다.
- [0049] 한편, 본 발명의 실시예에서 S560 단계의 경우, 앞서와 같이 제1 입자수 분포를 이용하여 수행할 수도 있으나, 제1 입자수 분포에서 기준 입자수 분포를 차감한 제2 입자수 분포를 이용하여 수행할 수도 있다.
- [0050] 즉, 픽셀수 연산부(140)는 제1 입자수 분포에서 기준 입자수 분포를 차감한 제2 입자수 분포 내에서, 전자 분포 구간의 그레이 스케일 범위(34~140 범위)에 속하는 픽셀들의 총 개수를 시간 흐름 별로 연산하여 수행할 수도 있다.
- [0051] 도 11은 본 발명의 실시예에서 방전 중의 제1 입자수 분포에 기준 입자수 분포를 차감하여 얻은 제2 입자수 분포를 나타낸 도면이다. 도 11은 스위치 on 상태(ex, 스위치 on 이후 120초 경과 시점)에서 얻은 제1 입자수 분포에 스위치 off 상태에서 얻은 기준 입자수 분포를 차감하여 얻은 제2 입자수 분포를 도시한 것이다.
- [0052] 도 11과 같은 제2 입자수 분포에 도 6 내지 도 8에서 결정된 전자 분포 구간의 그레이 스케일 범위(34~140 범위)를 적용하여 계산한 픽셀들의 총 개수를 시간 흐름 별로 도시하면 도 9와 일치하는 패턴을 얻을 수 있게 된다. 이상과 같은 제2 입자수 분포를 이용할 경우에도 도 9와 같은 형태의 방전 전류의 시간 변이 패턴을 획득할 수 있기 때문에, 본 발명의 실시예는 상술한 두 가지 실시예 모두 사용 가능하다.
- [0053] 이상과 같은 본 발명에 따른 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 방법 및 그 장치에 따르면, 광학현미경에 의한 전극 표면의 활상 영상으로부터 입자수 분포를 획득한 후 이를 이용하여 방전 전류와 관계하는 전자 분포 구간을 결정하여 방전 전류의 변이를 직접적으로 감시할 수 있는 이점이 있다.

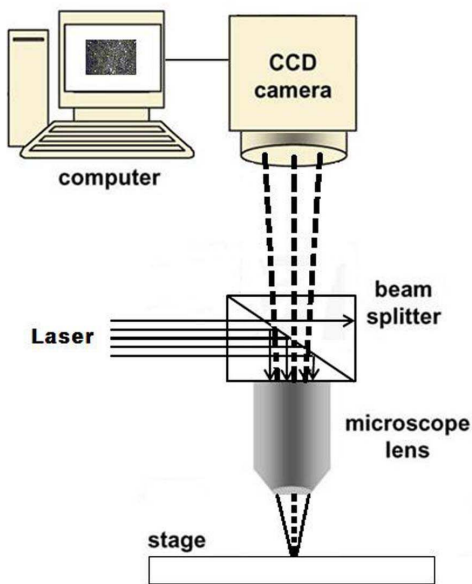
[0054] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

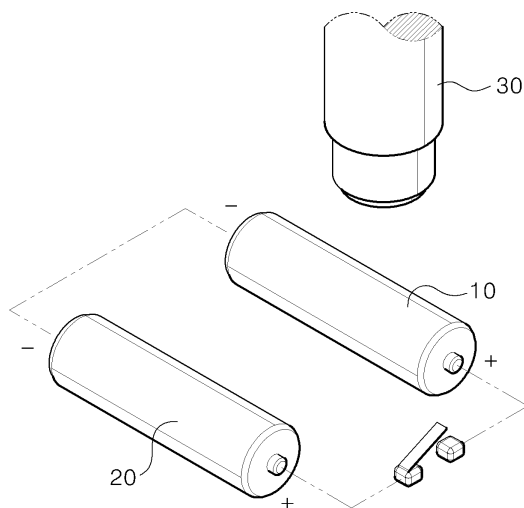
[0055] 100: 전극물질 표면의 방전 전류 모니터링 장치
 110: 영상 수집부 120: 입자 분포 획득부
 130: 전자 범위 결정부 140: 픽셀수 연산부
 150: 변이 감시부

도면

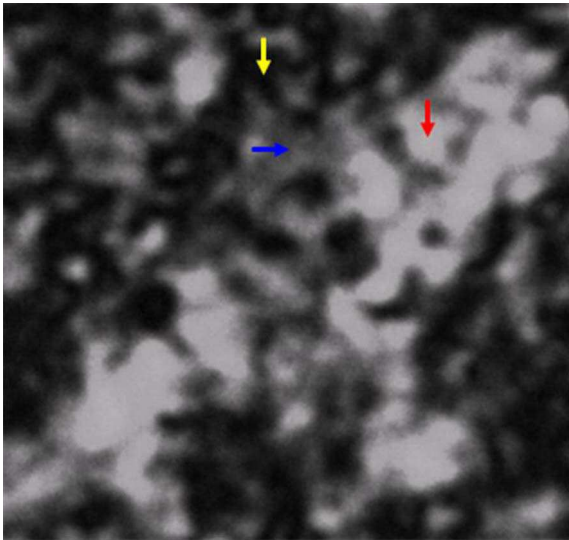
도면1



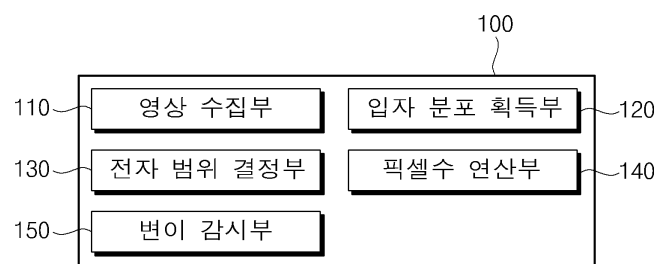
도면2



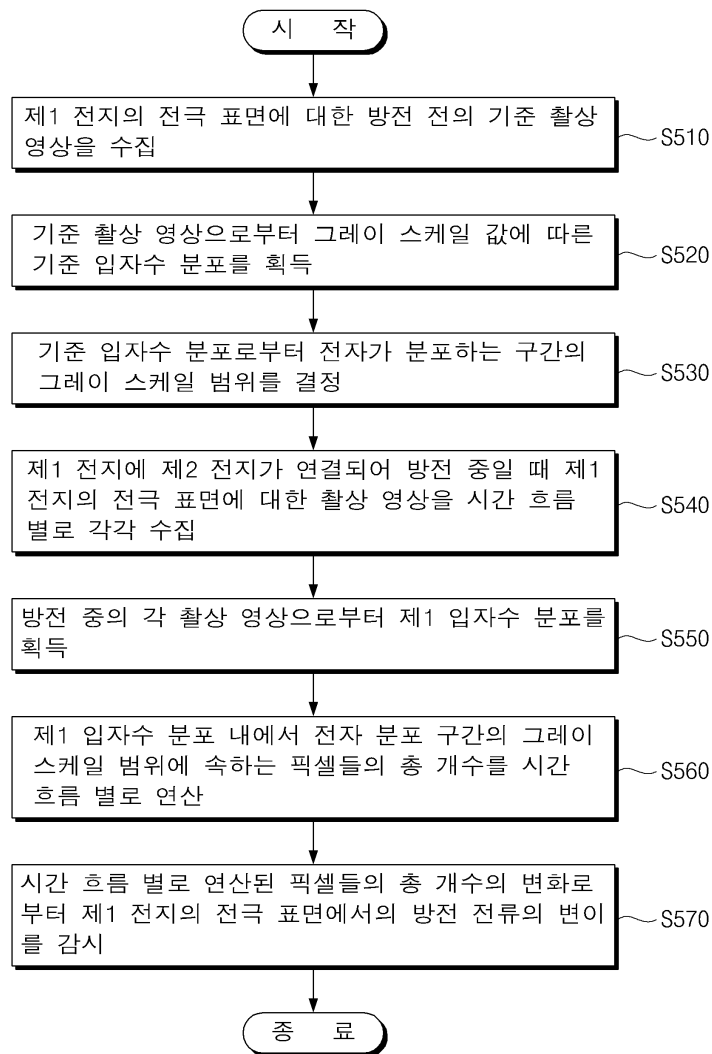
도면3



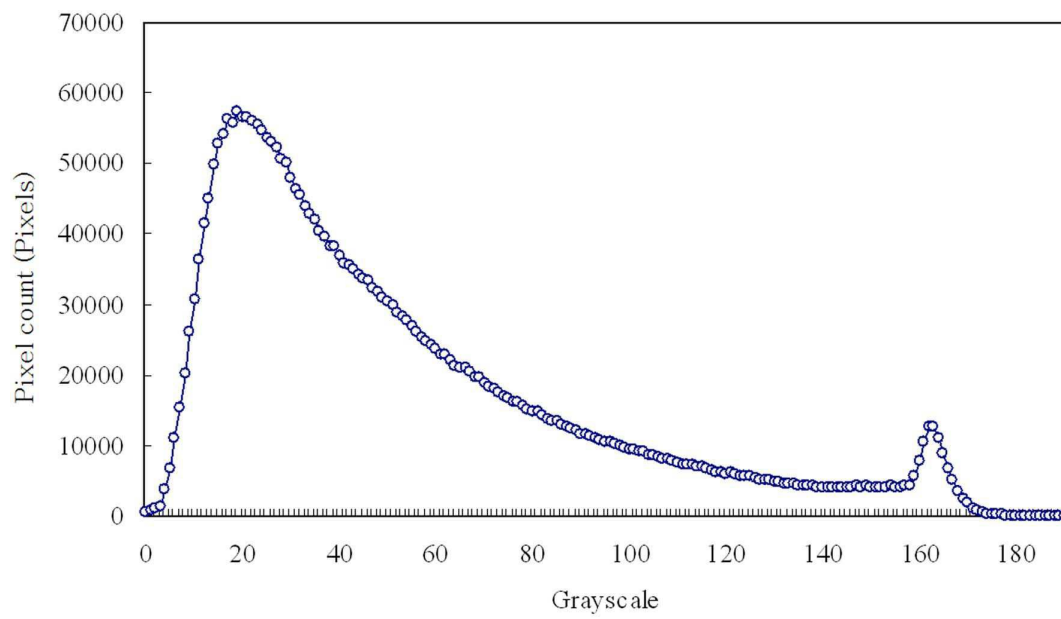
도면4



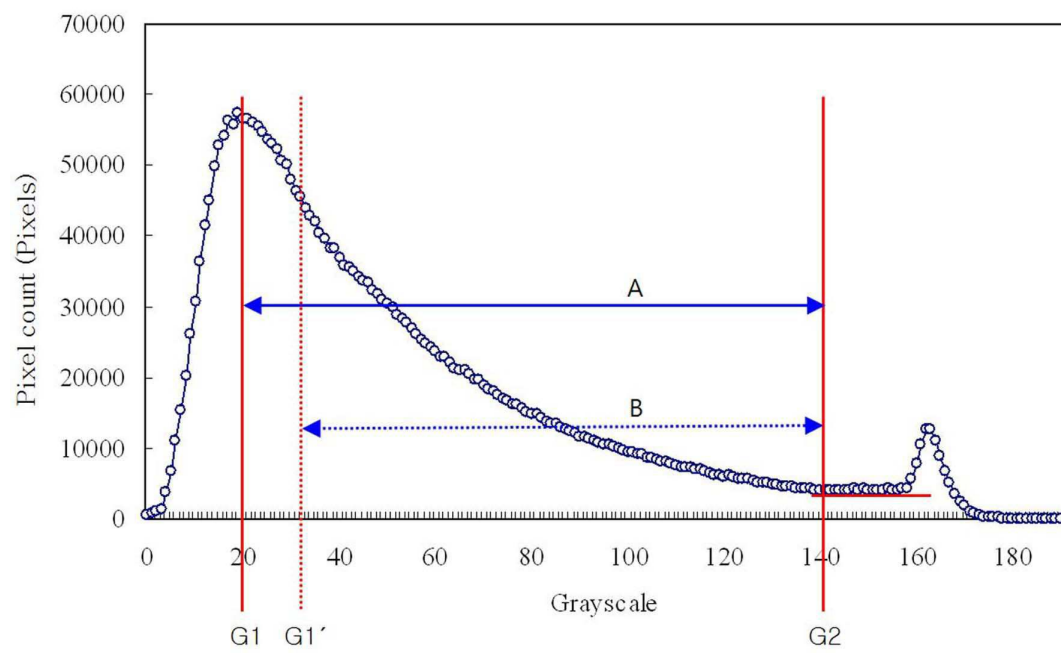
도면5



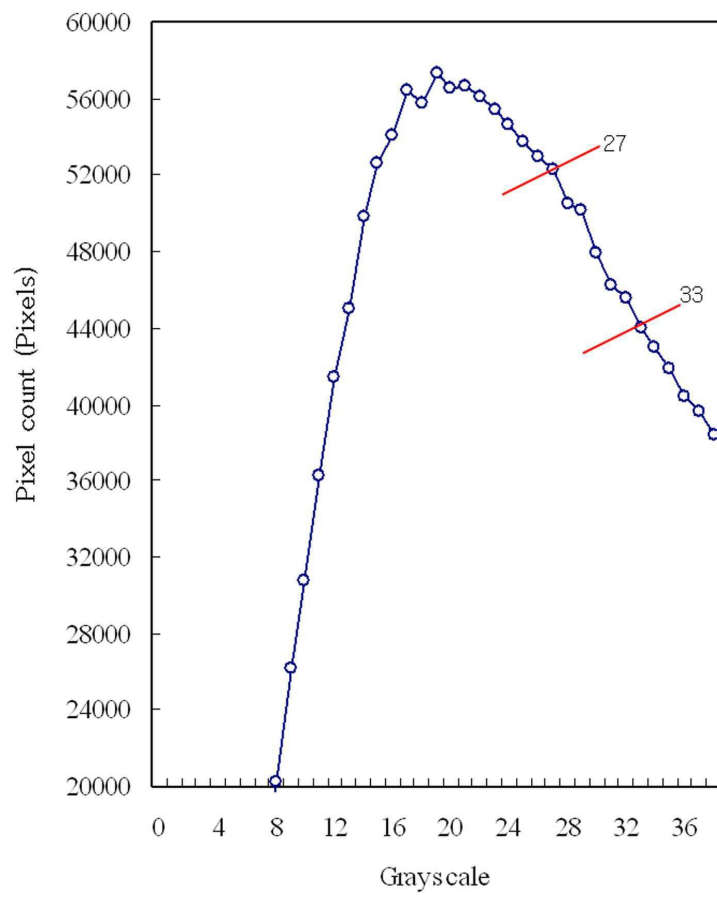
도면6



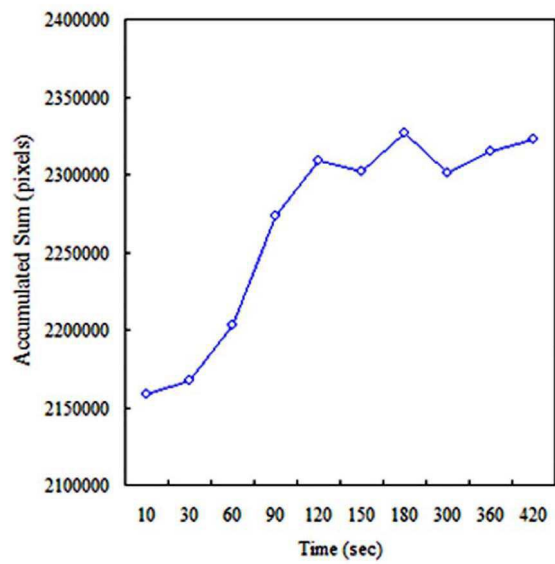
도면7



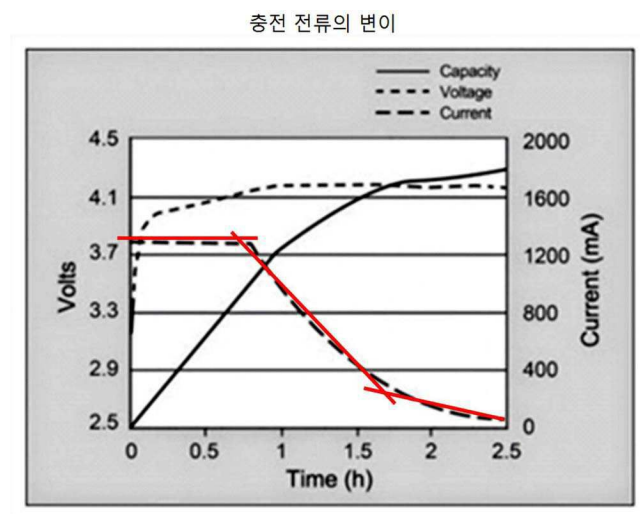
도면8



도면9



도면10



도면11

