



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2021-0031226
(43) 공개일자 2021년03월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/396 (2019.01) G01R 31/36 (2019.01)
G01R 31/382 (2019.01) G01R 31/392 (2019.01)
HO1M 10/42 (2014.01) HO1M 10/48 (2021.01)

(52) CPC특허분류
G01R 31/396 (2019.01)
G01R 31/3648 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2019-0112936
(22) 출원일자 2019년09월11일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 엘지화학
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)

(72) 발명자
김지연
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기
술연구원)

김대수
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기
술연구원)

김영덕
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기
술연구원)

(74) 대리인
특허법인필엔은지

전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 배터리 관리 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치는 용량-전압 미분 프로파일에 기반하여 배터리 셀의 상태를 진단하도록 구성된 것을 특징으로 한다. 구체적으로, 배터리 관리 장치는 용량-전압 미분 프로파일에서 양극 반응 면적과 관련된 피크 및 가용 리튬 손실과 관련된 피크의 변화 양상에 따라 배터리 셀의 상태를 진단한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01R 31/382 (2019.01)

G01R 31/392 (2019.01)

H01M 10/48 (2021.01)

H01M 2010/4271 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배터리 셀의 충방전 사이클에서, 상기 배터리 셀이 충전 또는 방전되는 중에 상기 배터리 셀의 전압 및 전류를 측정하도록 구성된 측정부;

상기 측정부에 의해 측정된 배터리 셀의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀의 용량을 추정하도록 구성된 제어부; 및

상기 측정부에 의해 측정된 상기 배터리 셀의 전압 및 상기 제어부에 의해 추정된 배터리 셀의 용량에 기반하여 생성된 용량-전압 미분 프로파일 및 상기 충방전 사이클 각각의 충방전 씨레이트를 저장하도록 구성된 저장부를 포함하고,

상기 제어부는,

상기 저장부에 저장된 충방전 씨레이트가 동일한 충방전 사이클끼리 그룹을 생성하고, 동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각을 비교하여, 상기 배터리 셀의 상태를 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

신규 충방전 사이클이 진행되는 과정에서 상기 측정부에 의해 측정된 배터리 셀의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀의 용량을 추정하고, 상기 측정부에 의해 측정된 전압과 추정된 용량에 기반하여 신규 용량-전압 미분 프로파일을 생성하며,

상기 생성된 그룹 중 소정의 그룹을 선택하고, 선택된 소정의 그룹의 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일과 상기 신규 용량-전압 미분 프로파일 간의 변화 유형에 따라 상기 배터리 셀의 상태를 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 소정의 그룹은,

상기 생성된 그룹 중 충방전 씨레이트가 상기 신규 충방전 사이클의 충방전 씨레이트와 동일한 그룹인 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각에서, 상기 배터리 셀에 구비된 배터리 셀의 양극 반응 면적과 연관된 제1 피크 및 가용 리튬 손실 여부와 관련된 제2 피크 중 적어도 하나를 추출하고,

추출된 복수의 제1 피크 및 복수의 제2 피크 중 적어도 하나의 변화 유형에 따라 상기 배터리 셀의 상태를 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 충방전 사이클이 증가함에 따라 상기 복수의 제1 피크의 전압이 고전위 측으로 이동된 경우, 상기 배터리 셀의 상태를 상기 구비된 배터리 셀의 가용 리튬이 손실된 상태로 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 충방전 사이클이 증가함에 따라 상기 복수의 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량이 감소한 경우, 상기 배터리 셀의 상태를 상기 구비된 배터리 셀의 양극 반응 면적이 감소된 상태로 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 용량-전압 미분 프로파일 각각에서 복수의 피크를 추출하고,

추출된 복수의 피크 중 소정의 조건을 만족하는 기준 피크를 선택하며,

선택된 기준 피크의 전압 및 단위 전압당 용량 변화량을 기준으로 제1 피크 및 제2 피크 중 적어도 하나를 추출하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 기준 피크는,

상기 용량-전압 미분 프로파일에서, 상기 배터리 셀의 양극 피크 및 음극 피크가 혼재되어 겹쳐진 피크인 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 추출된 복수의 피크 중 상기 기준 피크의 전압보다 저전위 구간에서, 상기 제1 피크를 선택하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 추출된 복수의 피크 중 상기 저전위 구간에서 상기 기준 피크의 단위 전압당 용량 변화량과 가장 근사한 단위 전압당 용량 변화량을 갖는 피크를 상기 제1 피크로 선택하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 추출된 복수의 피크 중 상기 기준 피크의 전압보다 고전위 구간에서, 상기 제2 피크를 선택하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 고전위 구간에 속한 복수의 피크 중 기울기가 양에서 음으로 변하는 피크이고, 대응되는 전압이 가장 큰 피크를 상기 제2 피크로 선택하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 배터리 셀의 상태를 진단한 결과에 기반하여, 상기 배터리 셀의 충전 또는 방전 씨레이트의 임계값 및 상기 배터리 셀의 가동 전압 범위 중 적어도 하나를 변경하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 관리 장치.

청구항 14

제1항 내지 제13항 중 어느 한 항에 따른 배터리 관리 장치를 포함하는 배터리 팩.

청구항 15

배터리 셀의 충방전 사이클에서, 상기 배터리 셀이 충전 또는 방전되는 중에 상기 배터리 셀의 전압 및 전류를 측정하는 전압 및 전류 측정 단계;

상기 측정 단계에서 측정된 배터리 셀의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀의 용량을 추정하는 용량 추정 단계;

충방전 씨레이트가 동일한 충방전 사이클끼리 그룹을 생성하는 그룹 생성 단계; 및

동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각을 비교하여, 상기 배터리 셀의 상태를 진단하는 상태 진단 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 관리 방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 배터리 관리 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 용량-전압 미분 프로파일에 기반하여 배터리 셀의 상태를 진단하고, 배터리 셀을 관리하는 배터리 관리 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근, 노트북, 비디오 카메라, 휴대용 전화기 등과 같은 휴대용 전자 제품의 수요가 급격하게 증대되고, 전기 자동차, 에너지 저장용 축전지, 로봇, 위성 등의 개발이 본격화됨에 따라, 반복적인 충방전이 가능한 고성능 배터리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0003] 현재 상용화된 배터리로는 니켈 카드뮴 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 아연 전지, 리튬 배터리 등이 있는데, 이 중에서 리튬 배터리는 니켈 계열의 배터리에 비해 메모리 효과가 거의 일어나지 않아 충방전이 자유롭고, 자가 방전율이 매우 낮으며 에너지 밀도가 높은 장점으로 각광을 받고 있다.

[0004] 배터리 셀은 충전이나 방전이 반복되면서 퇴화가 진행될 수 있다. 예컨대, 배터리 셀의 양극 측에서는 전해액이 산화되거나 결정 구조가 파괴되어, 배터리 셀이 퇴화될 수 있다. 음극 측에서는 금속 리튬이 석출되어 배터리 셀이 퇴화될 수 있다. 또한, 일반적으로, 리튬 이온 이차전지의 제조 조건에 따라, 상기 이차전지의 용량 열화가 빨라질 경우가 있다.

[0005] 따라서, 종래에는 배터리 셀의 제조 단계에서 장기 용량 신뢰성을 확보할 수 있도록, 용량-전압 미분 프로파일에 기반하여, 배터리 셀의 이상을 검지하기 위한 발명이 개시되었다(특허문헌 1).

[0006] 다만, 특허문헌 1은 배터리 셀의 제조 단계에서 배터리 셀의 장기 용량 신뢰성을 검지하기 위한 것이어서, 배터리 셀의 충전이 동일한 충전 씨레이트를 통해서만 수행되는 제한이 있다.

[0007] 예컨대, 특허문헌 1은 미리 설정된 충전 씨레이트와 상이한 충전 씨레이트로 배터리 셀이 충전되는 경우에는, 배터리 셀의 상태를 진단할 수 없는 문제가 있다. 즉, 특허문헌 1은 배터리 셀이 차량 등에 구비되어 실제 운용되는 과정에서는 활용될 수 없으며, 배터리 셀을 제조하는 단계에서 테스트 용도로만 활용될 수 있는 한계가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) KR 10-2013-0142884 A

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 용량-전압 미분 프로파일에 기반하여, 배터리 셀이 운용되는 과정에서도 실시간으로 배터리 셀의 상태를 진단할 수 있는 배터리 관리 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허청구범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 장치는 배터리 셀의 충방전 사이클에서, 상기 배터리 셀이 충전 또는 방전되는 중에 상기 배터리 셀의 전압 및 전류를 측정하도록 구성된 측정부; 상기 측정부에 의해 측정된 배터리 셀의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀의 용량을 추정하도록 구성된 제어부; 및 상기 측정부에 의해 측정된 상기 배터리 셀의 전압 및 상기 제어부에 의해 추정된 배터리 셀의 용량에 기반하여 생성된 용량-전압 미분 프로파일 및 상기 충방전 사이클 각각의 충방전 씨레이트를 저장하도록 구성된 저장부를 포함할 수 있다.

- [0012] 상기 제어부는, 상기 저장부에 저장된 충방전 씨레이트가 동일한 충방전 사이클끼리 그룹을 생성하고, 동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각을 비교하여, 상기 배터리 셀의 상태를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0013] 상기 제어부는, 신규 충방전 사이클이 진행되는 과정에서 상기 측정부에 의해 측정된 배터리 셀의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀의 용량을 추정하고, 상기 측정부에 의해 측정된 전압과 추정된 용량에 기반하여 신규 용량-전압 미분 프로파일을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0014] 상기 제어부는, 상기 생성된 그룹 중 소정의 그룹을 선택하고, 선택된 소정의 그룹의 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일과 상기 신규 용량-전압 미분 프로파일 간의 변화 유형에 따라 상기 배터리 셀의 상태를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0015] 상기 소정의 그룹은, 상기 생성된 그룹 중 충방전 씨레이트가 상기 신규 충방전 사이클의 충방전 씨레이트와 동일한 그룹일 수 있다.
- [0016] 상기 제어부는, 상기 동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각에서, 상기 배터리 셀에 구비된 배터리 셀의 양극 반응 면적과 연관된 제1 피크 및 가용 리튬 손실 여부와 관련된 제2 피크 중 적어도 하나를 추출하도록 구성될 수 있다.
- [0017] 상기 제어부는 추출된 복수의 제1 피크 및 복수의 제2 피크 중 적어도 하나의 변화 유형에 따라 상기 배터리 셀의 상태를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0018] 상기 제어부는, 상기 충방전 사이클이 증가함에 따라 상기 복수의 제1 피크의 전압이 고전위 측으로 이동된 경우, 상기 배터리 셀의 상태를 상기 구비된 배터리 셀의 가용 리튬이 손실된 상태로 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0019] 상기 제어부는, 상기 충방전 사이클이 증가함에 따라 상기 복수의 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량이 감소한 경우, 상기 배터리 셀의 상태를 상기 구비된 배터리 셀의 양극 반응 면적이 감소된 상태로 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0020] 상기 제어부는, 상기 용량-전압 미분 프로파일 각각에서 복수의 피크를 추출하고, 추출된 복수의 피크 중 소정의 조건을 만족하는 기준 피크를 선택하며, 선택된 기준 피크의 전압 및 단위 전압당 용량 변화량을 기준으로 제1 피크 및 제2 피크 중 적어도 하나를 추출하도록 구성될 수 있다.
- [0021] 상기 기준 피크는, 상기 용량-전압 미분 프로파일에서, 상기 배터리 셀의 양극 피크 및 음극 피크가 혼재되어 겹쳐진 피크일 수 있다.
- [0022] 상기 제어부는, 상기 추출된 복수의 피크 중 상기 기준 피크의 전압보다 저전위 구간에서 상기 제1 피크를 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0023] 상기 제어부는, 상기 추출된 복수의 피크 중 상기 저전위 구간에서 상기 기준 피크의 단위 전압당 용량 변화량과 가장 근사한 단위 전압당 용량 변화량을 갖는 피크를 제1 피크로 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0024] 상기 제어부는, 상기 추출된 복수의 피크 중 상기 기준 피크의 전압보다 고전위 구간에서 상기 제2 피크를 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0025] 상기 제어부는, 상기 고전위 구간에 속한 복수의 피크 중 기울기가 양에서 음으로 변하는 피크이고, 대응되는 전압이 가장 큰 피크를 상기 제2 피크로 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0026] 상기 제어부는, 상기 배터리 셀의 상태를 진단한 결과에 기반하여, 상기 배터리 셀의 충전 또는 방전 씨레이트의 임계값 및 상기 배터리 셀의 가동 전압 범위 중 적어도 하나를 변경하도록 구성될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리 팩은 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 장치를 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리 관리 방법은 배터리 셀의 충방전 사이클에서, 상기 배터리 셀이 충전 또는 방전되는 중에 상기 배터리 셀의 전압 및 전류를 측정하는 전압 및 전류 측정 단계; 상기 측정 단계에서 측정된 배터리 셀의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀의 용량을 추정하는 용량 추정 단계; 충방전 씨레이트가 동일한 충방전 사이클끼리 그룹을 생성하는 그룹 생성 단계; 및 동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각을 비교하여, 상기 배터리 셀의 상태를 진단하는 상태 진단 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0029] 본 발명의 일 측면에 따르면, 배터리 셀이 구동되는 중에도 배터리 셀의 상태가 실시간으로 진단될 수 있는 장점이 있다.
- [0030] 또한, 배터리 셀의 양극 반응 면적의 감소 여부 및 가용 리튬 손실 여부가 독립적으로 진단될 수 있는 장점이 있다.
- [0031] 또한, 배터리 셀의 전압-용량 프로파일 및 용량-전압 미분 프로파일을 고려하여 선택된 피크에 의해 배터리 셀의 상태가 진단되기 때문에, 배터리 셀의 상태 진단의 정확도 및 신뢰도가 향상될 수 있는 장점이 있다.
- [0032] 또한, 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일이 누적될수록 배터리 셀의 상태 진단의 정확도 및 신뢰도가 향상될 수 있는 장점이 있다.
- [0033] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 후술되는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.
 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치가 포함된 배터리 팩의 구성을 예시적으로 도시한 도면이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치에서 생성한 제1 용량-전압 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치에서 생성한 제2 용량-전압 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치에서 생성된 전압-용량 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 6은 충전 사이클에 따른 제1 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 7은 충전 사이클에 따른 제2 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 8은 충전 사이클에 따른 제3 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.
- [0036] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0037] 또한, 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0038] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어들은, 다양한 구성요소들 중 어느 하나를 나머지와 구별하는 목적으로 사용되는 것이고, 그러한 용어들에 의해 구성요소들을 한정하기 위해 사용되는 것은 아니다.
- [0039] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 제어부(130)와 같은 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

- [0040] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.
- [0042] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0043] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)가 포함된 배터리 팩(1)의 구성을 예시적으로 도시한 도면이다.
- [0044] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 측정부(110), 저장부(120) 및 제어부(130)를 포함할 수 있다.
- [0045] 또한, 도 2를 참조하면, 배터리 관리 장치(100)는 배터리 팩(1) 내부에 구비되어, 배터리 셀(10)과 연결될 수 있다. 다만, 도 2는 단일 배터리 셀(10)이 배터리 팩(1)에 구비된 예시를 도시한 도면이지만, 배터리 팩(1)에는 하나 이상의 배터리 셀(10)이 직렬 및/또는 병렬로 연결된 배터리 모듈이 구비될 수도 있다. 이 경우, 배터리 관리 장치(100)는 배터리 모듈 및 배터리 모듈에 포함된 복수의 배터리 셀(10) 각각과 연결될 수 있다.
- [0046] 배터리 관리 장치(100)에 포함된 측정부(110)와 저장부(120)는 각각 제어부(130)와 연결되어 통신할 수 있다. 예컨대, 측정부(110)는 배터리 셀(10)에 대해 측정된 결과를 제어부(130)에게 송신할 수 있다. 또한, 제어부(130)는 저장부(120)에 저장된 데이터를 추출하고, 신규 데이터를 저장부(120)에 저장할 수도 있다.
- [0047] 이하에서는 배터리 관리 장치(100)의 각 구성요소에 대해 구체적으로 설명한다.
- [0048] 측정부(110)는 배터리 셀(10)의 충방전 사이클에서, 상기 배터리 셀(10)이 충전 또는 방전되는 중에 상기 배터리 셀(10)의 전압 및 전류를 측정하도록 구성될 수 있다.
- [0049] 도 2를 참조하면, 측정부(110)는 배터리 셀(10)의 전압을 측정하는 전압 측정 유닛 및 배터리 셀(10)의 충방전 전류를 측정하는 전류 측정 유닛을 포함할 수 있다.
- [0050] 전압 측정 유닛은 배터리 셀(10)의 양극 전위 및 음극 전위를 측정하고, 측정된 양극 전위 및 음극 전위 간의 차이를 구하여 배터리 셀(10)의 전압을 측정할 수 있다.
- [0051] 전류 측정 유닛은 배터리 셀(10)의 충방전 경로 상에 구비된 전류계(A)를 통해 배터리 셀(10)의 충방전 전류를 측정할 수 있다.
- [0052] 측정부(110)는 측정된 배터리 셀(10)의 전압 및 전류에 대한 정보를 신호화하여 제어부(130)에게 전송할 수 있다.
- [0053] 제어부(130)는 상기 측정부(110)에 의해 측정된 배터리 셀(10)의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀(10)의 용량을 추정하도록 구성될 수 있다. 여기서, 배터리 셀(10)의 용량은 배터리 셀(10)의 충전 상태일 수 있다.
- [0054] 예컨대, 제어부(130)는 배터리 셀(10)이 충전되는 과정에서, 전류 측정 유닛을 통해 측정된 충전 전류량을 적산하여 배터리 셀(10)의 용량을 추정할 수 있다. 또한, 제어부(130)는 배터리 셀(10)이 방전되는 과정에서, 전류 측정 유닛을 통해 측정된 방전 전류량을 적산하여서 배터리 셀(10)의 용량을 추정할 수 있다.
- [0055] 즉, 제어부(130)는 전류 적산법을 이용하여 배터리 셀(10)의 용량을 추정할 수 있다.
- [0056] 저장부(120)는 상기 측정부(110)에 의해 측정된 상기 배터리 셀(10)의 전압 및 상기 제어부(130)에 의해 추정된 배터리 셀(10)의 용량에 기반하여 생성된 용량-전압 미분 프로파일 및 상기 충방전 사이클 각각의 충방전 씨레이트를 저장하도록 구성될 수 있다.
- [0057] 즉, 저장부(120)는 배터리 셀(10)의 용량-전압 미분 프로파일 및 충방전 사이클 각각의 씨레이트(Current rate) 정보를 저장하도록 구성될 수 있다.
- [0058] 여기서, 용량-전압 미분 프로파일이란 배터리 셀(10)의 용량-전압 프로파일을 전압에 대해 미분한 프로파일로서, 배터리 셀(10)의 전압에 대한 단위 전압당 용량 변화량에 관한 프로파일일 수 있다.
- [0059] 예컨대, 저장부(120)는 배터리 셀(10)의 전압마다 단위 전압당 용량 변화량이 기록된 테이블 형태로 용량-전압 미분 프로파일을 저장할 수 있다. 또는, 저장부(120)는 X축이 배터리 셀(10)의 전압이고, Y축이 배터리 셀(10)의 단위 전압당 용량 변화량인 좌표에 기록된 그래프의 형태로 용량-전압 미분 프로파일을 저장할 수도 있다.

- [0060] 또한, 저장부(120)는 배터리 셀(10)의 충방전 사이클 각각에서의 충방전 씨레이트를 저장할 수 있다. 즉, 저장부(120)는 배터리 셀(10)의 충방전 사이클 마다 충방전 씨레이트 및 용량-전압 미분 프로파일을 매칭하여 저장할 수 있다.
- [0061] 예컨대, 저장부(120)는 배터리 셀(10)의 각각의 충방전 사이클에서의 충방전 씨레이트 및 용량-전압 미분 프로파일을 저장할 수 있다. 바람직하게, 저장부(120)는 배터리 셀(10)의 제1 충전 사이클에서의 충전 씨레이트 및 용량-전압 미분 프로파일을 저장하고, 제1 방전 사이클에서의 방전 씨레이트 및 용량-전압 미분 프로파일을 저장할 수 있다.
- [0062] 용량-전압 미분 프로파일의 예시는 도 3을 이용하여 설명한다.
- [0063] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)에서 생성한 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0064] 설명의 편의를 위하여, 도 3에 도시된 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)은 배터리 셀(10)의 충전 사이클에서 측정된 배터리 셀(10)의 전압 및 추정된 배터리 셀(10)의 용량에 기반하여 생성되었음을 유의한다. 즉, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 충전 사이클 및/또는 방전 사이클에서의 용량-전압 미분 프로파일을 생성할 수 있다.
- [0065] 이하에서는, 설명의 편의를 위하여, 충방전 사이클은 충전 사이클 및/또는 방전 사이클을 의미하고, 충방전 씨레이트는 충전 씨레이트 및/또는 방전 씨레이트를 의미하는 것으로 설명한다.
- [0066] 구체적으로, 도 3은 배터리 셀(10)이 초기 상태(Beginning of Life)일 때 생성한 기준 프로파일(PB)과 퇴화가 진행된 배터리 셀(10)의 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)을 2차원 좌표 평면 상에 함께 도시한 도면이다.
- [0067] 즉, 용량-전압 미분 프로파일은 배터리 셀(10)의 전압에 대한 단위 전압당 용량 변화량에 관한 프로파일로서, 저장부(120)에는 도 3에 도시된 바와 같이 그래프의 형태로 저장될 수도 있고, 전압값 및 단위 전압당 용량 변화량이 기록된 테이블의 형태로 저장될 수도 있다.
- [0068] 제어부(130)는, 상기 저장부(120)에 저장된 충방전 씨레이트가 동일한 충방전 사이클끼리 그룹을 생성할 수 있다.
- [0069] 저장부(120)에는 충방전 사이클마다 충방전 씨레이트 및 용량-전압 미분 프로파일이 매칭되어 저장될 수 있다. 제어부(130)는 씨레이트가 동일한 충방전 사이클끼리 그룹을 생성할 수 있다. 그리고, 제어부(130)는 생성한 그룹에 대한 정보를 저장부(120)에 저장할 수 있다. 즉, 저장부(120)에는 충방전 씨레이트별로 그룹 정보가 저장되어 있으며, 이 그룹 정보에는 충방전 사이클 정보가 포함될 수 있다.
- [0070] 바람직하게, 제어부(130)는 저장부(120)에 저장된 충방전 사이클 중 씨레이트가 동일한 사이클끼리 그룹을 생성할 수 있다.
- [0071] 예컨대, 제1 충전 사이클, 제100 충전 사이클 및 제200 충전 사이클의 충전 씨레이트가 0.33C이고, 제50 충전 사이클, 제150 충전 사이클 및 제250 충전 사이클의 충전 씨레이트가 0.05C라고 가정한다. 제어부(130)는 충전 씨레이트가 동일한 제1 충전 사이클, 제100 충전 사이클 및 제200 충전 사이클을 하나의 그룹으로 그룹화할 수 있다. 또한, 제어부(130)는 제50 충전 사이클, 제150 충전 사이클 및 제250 충전 사이클 하나의 그룹으로 그룹화할 수 있다. 즉, 생성된 그룹에는 동일한 충전 씨레이트로 충전이 수행된 충전 사이클에 대한 정보가 포함될 수 있다.
- [0072] 도 3에서, 기준 프로파일(PB)과 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)은 동일한 충전 씨레이트로 충전된 충전 사이클에서 측정된 배터리 셀(10)의 전압 및 추정된 배터리 셀(10)의 용량에 기반하여 생성된 것일 수 있다.
- [0073] 또한, 제어부(130)는 동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각을 비교하여, 상기 배터리 셀(10)의 상태를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0074] 바람직하게, 제어부(130)는 동일한 씨레이트로 충전된 사이클 또는 동일한 씨레이트로 방전된 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일을 비교하여, 배터리 셀(10)의 상태 진단의 정확도 및 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0075] 예컨대, 배터리 셀(10)의 충방전이 저율 씨레이트(예컨대, 0.1C 이하의 씨레이트)에서 진행되는 경우, 충전 또는 방전 시간은 오래 걸리지만, 획득된 용량-전압 미분 프로파일에서의 배터리 셀(10)의 상태를 진단하기 위한 피크가 보다 명확하게 나타날 수 있다. 하지만, 배터리 셀(10)이 자동차 등 배터리 셀(10)로부터 전원을 공급받는 장치에 구비된 경우, 상기 장치를 구동하는 과정에서 배터리 셀(10)을 저율 씨레이트로 충전 또는 방전할 수

없는 문제가 있다.

- [0076] 반대로, 배터리 셀(10)의 충방전이 고율 씨레이트(예컨대, 0.1C 초과 씨레이트)에서 수행되는 경우, 충전 또는 방전 시간은 단축되지만, 획득된 용량-전압 미분 프로파일에서의 배터리 셀(10)의 상태를 진단하기 위한 피크가 저율 충방전의 경우보다는 불명확하게 나타날 수 있다. 즉, 상이한 충전 씨레이트로 충전된 복수의 충전 사이클에서의 용량-전압 미분 프로파일을 비교하여 배터리 셀(10)의 상태를 진단하면, 배터리 셀(10)의 진단 결과에 대한 정확도 및 신뢰도가 매우 낮아질 수밖에 없다.
- [0077] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 동일한 씨레이트로 충방전된 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일끼리 비교하여, 배터리 셀(10)의 상태를 보다 정확하게 진단할 수 있는 장점이 있다
- [0079] 한편, 배터리 관리 장치(100)에 구비된 제어부(130)는 본 발명에서 수행되는 다양한 제어 로직들을 실행하기 위해 당업계에 알려진 프로세서, ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로, 레지스터, 통신 모듈, 데이터 처리 장치 등을 선택적으로 포함할 수 있다. 또한, 상기 제어 로직이 소프트웨어로 구현될 때, 상기 제어부(130)는 프로그램 모듈의 집합으로 구현될 수 있다. 이때, 프로그램 모듈은 메모리에 저장되고, 프로세서에 의해 실행될 수 있다. 상기 메모리는 프로세서 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서와 연결될 수 있다.
- [0080] 또한, 저장부(120)는 제어부(130)가 배터리 셀(10)의 상태를 진단하는데 필요한 프로그램 및 데이터 등을 저장할 수 있다. 즉, 저장부(120)는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)의 각 구성요소가 동작 및 기능을 수행하는데 필요한 데이터나 프로그램 또는 동작 및 기능이 수행되는 과정에서 생성되는 데이터 등을 저장할 수 있다. 저장부(120)는 데이터를 기록, 소거, 갱신 및 독출할 수 있다고 알려진 공지 정보 저장 수단이 라면 그 종류에 특별한 제한이 없다. 일 예시로서, 정보 저장 수단에는 RAM, 플래쉬 메모리, ROM, EEPROM, 레지스터 등이 포함될 수 있다. 또한, 저장부(120)는 제어부(130)에 의해 실행 가능한 프로세스들이 정의된 프로그램 코드들을 저장할 수 있다.
- [0082] 제어부(130)는, 신규 충방전 사이클이 진행되는 과정에서 상기 측정부(110)에 의해 측정된 배터리 셀(10)의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀(10)의 용량을 추정하도록 구성될 수 있다.
- [0083] 즉, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 신규 충방전 사이클이 진행될 때, 전류 측정 유닛에 의해 측정된 배터리 셀(10)의 전류에 기반하여, 배터리 셀(10)의 용량을 실시간으로 추정할 수 있다.
- [0084] 또한, 제어부(130)는, 상기 측정부(110)에 의해 측정된 전압과 추정된 용량에 기반하여 신규 용량-전압 미분 프로파일을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [0085] 즉, 신규 충방전 사이클이 진행되는 과정에서, 전압 측정 유닛은 배터리 셀(10)의 전압을 측정하고, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 용량을 추정할 수 있다.
- [0086] 제어부(130)는 측정된 배터리 셀(10)의 전압 및 추정된 배터리 셀(10)의 용량에 기반하여, 진행 중인 신규 충방전 사이클에서의 신규 용량-전압 미분 프로파일을 생성할 수 있다. 그리고, 제어부(130)는 생성한 신규 용량-전압 미분 프로파일을 저장부(120)에 저장할 수 있다.
- [0087] 또한, 제어부(130)는, 상기 생성된 그룹 중 소정의 그룹을 선택하고, 선택된 소정의 그룹의 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일과 상기 신규 용량-전압 미분 프로파일 간의 변화 유형에 따라 상기 배터리 셀(10)의 상태를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0088] 바람직하게, 제어부(130)는 충방전 씨레이트에 따라 생성된 그룹 중 소정의 그룹에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일과 신규 용량-전압 미분 프로파일 간의 변화 유형을 파악하고, 파악된 변화 유형에 따라 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다.
- [0089] 따라서, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 상태를 진단하기 위해 미리 저장된 용량-전압 미분 프로파일뿐만 아니라, 배터리 셀(10)이 구동되는 중에 생성되는 신규 용량-전압 미분 프로파일에 기반하여 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다.
- [0090] 즉, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 상태를 실시간으로 진단할 수 있다.

- [0091] 예컨대, 배터리 셀(10) 및 배터리 관리 장치(100)가 자동차에 구비되었고, 현재 자동차가 운행 중이며, 배터리 셀(10)은 충전 중이라고 가정한다. 설명의 편의를 위해 자동차에 하나의 배터리 셀(10)이 포함되었다고 가정한다. 측정부(110)는 배터리 셀(10)의 전압 및 전류를 측정하고, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 용량을 추정할 수 있다. 그리고 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 전압 및 용량에 기반하여, 신규 전압-용량 미분 프로파일을 생성할 수 있다. 그리고 제어부(130)는 생성한 그룹 중 소정의 그룹을 선택하고, 선택한 소정의 그룹의 충전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일과 생성한 신규 전압-용량 미분 프로파일을 비교할 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 자동차 운행 중에도 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다.
- [0092] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 배터리 셀(10)이 사용되는 과정에서도 배터리 셀(10)의 상태를 실시간으로 진단할 수 있는 장점이 있다.
- [0094] 바람직하게, 상기 소정의 그룹은, 상기 생성된 그룹 중 충방전 씨레이트가 상기 신규 충방전 사이클의 충방전 씨레이트와 동일한 그룹일 수 있다.
- [0095] 구체적으로, 제어부(130)는 생성한 그룹 중에서 신규 충방전 사이클의 충방전 씨레이트와 동일한 씨레이트로 그룹화된 그룹을 선택할 수 있다. 여기서, 선택된 그룹이 상기 소정의 그룹일 수 있다.
- [0096] 제어부(130)는 선택한 소정의 그룹에 포함된 용량-전압 미분 프로파일과 신규 용량-전압 미분 프로파일을 비교하여, 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다.
- [0097] 즉, 제어부(130)는 동일한 씨레이트로 충방전될 때 생성된 용량-전압 미분 프로파일끼리 비교하여 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다. 이 경우, 상이한 충방전 씨레이트로 충방전될 때 생성된 용량-전압 미분 프로파일을 비교하여 배터리 셀(10)의 상태를 진단하는 경우보다, 배터리 셀(10)의 상태 진단의 정확도 및 신뢰도가 향상될 수 있다.
- [0098] 예컨대, 앞선 예시와 같이, 배터리 셀(10) 및 배터리 관리 장치(100)가 자동차에 구비되었고, 현재 자동차가 운행 중이며, 배터리 셀(10)은 충전 중이라고 가정한다. 제어부(130)는 생성한 그룹 중 충전 씨레이트가 신규 충전 사이클의 씨레이트와 동일한 그룹을 선택할 수 있다. 즉, 선택된 그룹의 충전 사이클 및 신규 충전 사이클의 충전 씨레이트는 모두 동일할 수 있다. 제어부(130)는 선택한 그룹의 충전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일과 신규 용량-전압 미분 프로파일을 비교하여, 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다.
- [0099] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 배터리 셀(10)이 각각의 상황마다 상이한 씨레이트로 충전 또는 방전되더라도, 동일한 씨레이트에서의 전압-용량 미분 프로파일끼리 비교함으로써, 배터리 셀(10)의 상태 진단의 정확도 및 신뢰도를 향상시킬 수 있는 장점이 있다.
- [0101] 제어부(130)는, 상기 동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각에서, 상기 배터리 셀(10)에 구비된 배터리 셀(10)의 가용 리튬 손실 여부와 연관된 제1 피크 및 양극 반응 면적과 관련된 제2 피크 중 적어도 하나를 추출하도록 구성될 수 있다.
- [0102] 예컨대, 제어부(130)는 용량-전압 미분 프로파일에서 배터리 셀(10)의 양극측 피크에 기반하여, 양극 반응 면적이 감소하는지 여부를 진단할 수 있다. 또한, 제어부(130)는 용량-전압 미분 프로파일에서 배터리 셀(10)의 음극측 피크에 기반하여, 가용 리튬 손실 여부를 진단할 수 있다. 즉, 제어부(130)는 용량-전압 미분 프로파일에서 배터리 셀(10)이 음극측 피크에 기반하여, 가용 리튬의 손실로 인해 리튬 플레이팅(Li Plating)이 발생하였는지 여부를 진단할 수 있다. 여기서, 가용 리튬이 손실되었는지 여부를 판단하기 위한 음극측 피크가 상기 제1 피크이다. 또한, 양극의 반응 면적이 감소하였는지를 판단하기 위한 양극측 피크가 상기 제2 피크이다.
- [0103] 제어부(130)는, 추출된 복수의 제1 피크 및 복수의 제2 피크 중 적어도 하나의 변화 유형에 따라 상기 배터리 셀(10)의 상태를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0104] 예컨대, 제어부(130)는 제1 피크에 기반하여 가용 리튬의 손실 여부를 진단하거나, 제2 피크에 기반하여 양극 반응 면적의 감소 여부를 진단할 수 있다. 또한, 제어부(130)는 제1 피크 및 제2 피크를 모두 고려하여, 배터리 셀(10)의 가용 리튬 손실 여부 및 양극 반응 면적 감소 여부를 모두 진단할 수도 있다.
- [0105] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 배터리 셀(10)의 음극측 피크 및 양극측 피크를 각각 고려하여, 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다. 따라서, 배터리 셀(10)의 양극측 상태 및 음극측 상태가 각

각 독립적으로 진단되기 때문에, 배터리 셀(10)의 상태가 보다 구체적이고 정확하게 진단될 수 있는 장점이 있다.

- [0107] 상기 제어부(130)는, 상기 충방전 사이클이 증가함에 따라 상기 복수의 제1 피크의 전압이 고전위 측으로 이동된 경우, 상기 배터리 셀(10)의 상태를 상기 구비된 배터리 셀(10)의 가용 리튬이 손실된 상태로 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0108] 예컨대, 각각의 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일에서, 충방전 사이클이 증가함에 따라 제1 피크의 전압이 고전위 측으로 이동되는 경우는, 배터리 셀(10)의 음극 상에 고체 리튬이 석출되어 리튬 플레이팅이 발생된 경우일 수 있다.
- [0109] 즉, 리튬 플레이팅이 발생되어 음극 표면에 금속 리튬 도금막이 형성됨으로써, 초기 상태의 배터리 셀(10)과 동일한 전압이더라도 배터리 셀(10)의 가용 용량이 줄어들 수 있다. 따라서, 가용 리튬이 손실될수록 제1 피크의 전압이 고전위 측으로 이동될 수 있다.
- [0110] 구체적으로, 음극 표면에 금속 리튬 도금막이 형성되면, 음극 표면의 반응 면적이 감소하고, 가용 리튬이 줄어들기 때문에, 음극 하프 셀(Half Cell)의 전압 거동이 달라질 수 있다. 반면, 리튬 플레이팅이 발생하더라도, 상대적으로 양극 하프 셀의 전압 거동은 달라지지 않기 때문에, 결과적으로는 음극 하프 셀의 달라진 전압 거동에 의하여, 완전 셀(Full Cell)의 제1 피크의 전압의 고전위 측으로 이동될 수 있다.
- [0111] 제어부(130)는 이러한 점에 기반하여, 충방전 사이클이 증가함에 따라 제1 피크의 전압이 고전위 측으로 이동되면, 가용 리튬이 손실되었다고 진단할 수 있다.
- [0112] 예컨대, 도 3을 참조하면, 기준 프로파일(PB)의 제1 피크는 약 3.36V에 위치하고, 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)의 제1 피크는 약 3.42V에 위치한다. 이는, 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)에 대응되는 충전 사이클에서, 배터리 셀(10)의 가용 리튬이 초기 상태보다 감소된 것을 의미할 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)의 제1 피크의 전압이 기준 프로파일(PB)의 제1 피크의 전압보다 고전위 측으로 이동했기 때문에, 배터리 셀(10)의 가용 리튬이 손실된 것으로 진단할 수 있다.
- [0113] 또한, 리튬 플레이팅은 리튬 금속이 석출되는 것이고, 리튬 금속은 물과 격렬히 반응하기 때문에, 배터리 셀(10)이 폭발할 가능성이 있다. 즉, 리튬 플레이팅의 발생은 배터리 셀(10)뿐만 아니라 배터리 셀(10)이 포함된 배터리 팩(1)에도 큰 문제를 일으킬 수 있다.
- [0114] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 용량-전압 미분 프로파일의 제1 피크에 기반하여, 실시간으로 배터리 셀(10)의 가용 리튬 손실 여부를 확인함으로써, 배터리 셀(10)의 상태를 빠르고 정확하게 진단할 수 있다. 또한, 배터리 관리 장치(100)는 배터리 셀(10)에 리튬 플레이팅이 발생하였는지 여부를 빠르게 진단함으로써, 리튬 플레이팅의 발생에 따른 예기치 못한 사고를 미연에 방지할 수 있는 장점이 있다.
- [0116] 제어부(130)는, 상기 충방전 사이클이 증가함에 따라 상기 복수의 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량이 감소한 경우, 상기 배터리 셀(10)의 상태를 상기 구비된 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적이 감소된 상태로 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0117] 각각의 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일에서, 충방전 사이클이 증가함에 따라 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량이 감소된 경우는, 부반응 등에 의하여 배터리 셀(10)의 양극 상의 반응 가용 면적이 감소된 경우일 수 있다. 예컨대, 양극 활물질이 퇴화하거나, 입자 피막 저항의 증가 등의 이유로도 양극 반응 면적이 감소될 수 있다. 또한, Pore clogging 또는 Contact loss 현상에 의해서도 양극 반응 면적이 감소될 수 있다.
- [0118] 양극 반응 면적이 감소한 경우, 양극 활물질 표면과 전해액과의 반응 면적이 감소하기 때문에, 배터리 셀(10)의 출력이 감소될 수 있다. 즉, 양극 반응 면적이 감소될수록 배터리 셀(10)의 단위 전압당 용량 변화량이 감소할 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 용량-전압 미분 프로파일의 제2 피크의 변화 유형에 따라 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적의 감소 여부를 진단할 수 있다.
- [0119] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)에서 생성한 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)을 개

략적으로 도시한 도면이다.

- [0120] 설명의 편의를 위하여, 도 4에 도시된 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)은 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)과 마찬가지로, 배터리 셀(10)의 충전 사이클에서 측정된 배터리 셀(10)의 전압 및 추정된 배터리 셀(10)의 용량에 기반하여 생성되었음을 유의한다.
- [0121] 구체적으로, 도 4는 배터리 셀(10)이 초기 상태(Beginning of Life)일 때 생성한 기준 프로파일(PB)과 수회의 충방전이 진행된 이후 생성된 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)을 2차원 좌표 평면 상에 함께 도시한 도면이다.
- [0122] 즉, 용량-전압 미분 프로파일은 배터리 셀(10)의 전압에 대한 단위 전압당 용량 변화량에 관한 프로파일로서, 저장부(120)에는 도 4에 도시된 바와 같이 그래프의 형태로 저장될 수도 있고, 전압값 및 단위 전압당 용량 변화량이 기록된 테이블의 형태로 저장될 수도 있다.
- [0123] 도 4를 참조하면, 기준 프로파일(PB)과 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)의 제2 피크는 약 4.11V 지점에 위치한다. 다만, 기준 프로파일(PB)의 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량은 97인 반면, 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)의 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량은 92이다. 즉, 용량-전압 미분 프로파일의 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량이 기준 프로파일(PB)의 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량 보다 감소하였다. 상술한 바와 같이, 이렇듯 단위 전압당 용량 변화량, 즉, 배터리 셀(10)의 출력이 감소한 경우는, 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적이 감소한 경우이다. 따라서, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 상태를 양극 반응 면적이 감소된 상태로 진단할 수 있다.
- [0124] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 용량-전압 미분 프로파일의 제2 피크에 기반하여, 실시간으로 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적의 감소 여부를 확인함으로써, 배터리 셀(10)의 상태를 빠르고 정확하게 진단할 수 있다.
- [0126] 제어부(130)는, 상기 용량-전압 미분 프로파일 각각에서 복수의 피크를 추출하도록 구성될 수 있다.
- [0127] 여기서, 피크는 용량-전압 프로파일에서의 변곡점에 대응되는 지점이다. 즉, 피크는 용량-전압 미분 프로파일에서 기울기가 양에서 음으로 변하는 지점이거나, 음에서 양으로 변하는 지점일 수 있다. 예컨대, 복수의 피크에서는 용량-전압 미분 프로파일의 순간 기울기가 0일 수 있다.
- [0128] 제어부(130)는 추출된 복수의 피크 중 소정의 조건을 만족하는 기준 피크(Ref P)를 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0129] 일반적으로, 배터리 셀(10)의 용량-전압 미분 프로파일에서는 복수의 피크가 추출될 수 있다. 예컨대, 도 3 및 도 4를 참조하면, 각각의 용량-전압 미분 프로파일에는 복수의 피크가 존재할 수 있다.
- [0130] 제어부(130)는 추출한 복수의 피크 중 소정의 조건을 만족하는 기준 피크(Ref P)를 선택할 수 있다.
- [0131] 예컨대, 도 3 및 도 4에 도시된 기준 프로파일(PB), 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1) 및 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)에서의 기준 피크(Ref P)는 모두 약 3.6V 지점에 위치한 피크일 수 있다.
- [0132] 또한, 제어부(130)는 선택된 기준 피크(Ref P)의 전압 및 단위 전압당 용량 변화량을 기준으로 제1 피크(Ea(1)) 및 제2 피크(Ec(4)) 중 적어도 하나를 추출하도록 구성될 수 있다.
- [0133] 즉, 제어부(130)는 먼저 용량-전압 미분 프로파일에 포함된 복수의 피크 중 기준 피크(Ref P)를 선택하고, 기준 피크(Ref P)의 전압 및 단위 전압당 용량 변화량에 기반하여 제1 피크(Ea(1)) 및 제2 피크(Ec(4)) 중 적어도 하나를 추출할 수 있다. 기준 피크(Ref P)는 음극 및 양극을 포함하는 배터리 셀(10)에서는 항상 선택될 수밖에 없는 피크이므로, 제어부(130)는 이러한 기준 피크(Ref P)를 이용하여 제1 피크(Ea(1)) 및 제2 피크(Ec(4)) 선택의 정확도 및 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- [0134] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 기준 피크(Ref P)에 기반하여 선택된 제1 피크(Ea(1)) 및/또는 제2 피크(Ec(4))에 기반하여 배터리 셀(10)의 상태를 보다 정확하게 진단할 수 있는 장점이 있다.
- [0136] 바람직하게, 상기 기준 피크(Ref P)는, 상기 용량-전압 미분 프로파일에서, 상기 배터리 셀(10)의 양극 피크 및 음극 피크가 혼재되어 겹쳐진 피크일 수 있다.

- [0137] 제어부(130)는 기준 피크(Ref P)를 기준으로 제1 피크(Ea(1)) 및 제2 피크(Ec(4))를 선택할 수 있다. 즉, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 음극측 피크인 제1 피크(Ea(1))에 기반하여 배터리 셀(10)의 가용 리튬 손실 여부를 진단하고, 배터리 셀(10)의 양극측 피크인 제2 피크(Ec(4))에 기반하여 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적 감소 여부를 진단할 수 있다.
- [0138] 예컨대, 예컨대, 도 3 및 도 4에 도시된 기준 프로파일(PB), 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1) 및 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)에서의 기준 피크(Ref P)는 모두 약 3.6V 지점에 위치한 피크일 수 있다.
- [0139] 구체적으로, 기준 피크(Ref P)는 배터리 셀(10)의 전압-용량 프로파일 및 용량-전압 미분 프로파일에 기반하여 선택될 수 있다. 여기서, 전압-용량 프로파일은 용량에 대한 전압 프로파일로서, X축이 용량이고 Y축이 전압인 좌표 평면에 도시될 수 있는 프로파일이다. 즉, 전압-용량 프로파일과 용량-전압 프로파일은 서로 대칭일 수 있다.
- [0140] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)에서 생성된 전압-용량 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다. 구체적으로 도 5는 충전 사이클에서, 배터리 셀(10)의 전압-용량 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0141] 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 전압-용량 프로파일에서 복수의 평탄부를 파악할 수 있다. 그리고, 제어부는 파악된 복수의 평탄부 중 하나 이상의 평탄부를 선택할 수 있다. 여기서, 평탄부란 전압이 일정한 구간을 의미할 수 있다. 즉, 평탄부는 용량이 증가하더라도 전압이 일정하거나 전압 변화가 소정 수준 이하인 구간을 의미한다고 할 수 있다.
- [0142] 도 5를 참조하면, 제어부(130)는 배터리 셀(10)의 음극에 대한 전압-용량 프로파일의 0.2V, 0.11V 및 0.08V 부분에서 복수의 평탄부가 형성된 것으로 판단할 수 있다. 그리고, 제어부(130)는 선택한 복수의 평탄부 중에서 대응되는 전압의 크기가 두 번째로 큰 평탄부의 용량 구간을 선택할 수 있다. 선택된 용량 구간은 17Ah 내지 26Ah일 수 있다.
- [0143] 제어부(130)는 선택한 용량 구간에 대응되는 배터리 셀(10)의 전압 구간을 파악할 수 있다. 도 5를 참조하면, 선택된 용량 구간 17Ah 내지 26Ah에 대응되는 배터리 셀(10)의 전압 구간은 3.58V 내지 3.7V일 수 있다.
- [0144] 마지막으로, 제어부(130)는 용량-전압 미분 프로파일에서 포함된 복수의 피크 중 상기 선택한 전압 구간에 포함된 피크를 기준 피크(Ref P)로 선택할 수 있다. 예컨대, 도 3 및 도 4를 참조하면, 용량-전압 미분 프로파일에 포함된 복수의 피크 중 전압 구간 3.58V 내지 3.7V에 하나의 피크가 포함될 수 있다. 제어부(130)는 이 전압 구간에 포함된 피크를 기준 피크(Ref P)로 선택할 수 있다.
- [0145] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리장치는, 양극 피크 및 음극 피크가 혼재된 피크를 기준 피크(Ref P)로 선택함으로써, 제1 피크(Ea(1)) 및 제2 피크(Ec(4))를 선택하는 정확도를 향상시킬 수 있다.
- [0147] 제어부(130)는, 상기 추출된 복수의 피크 중 상기 기준 피크의 전압보다 저전위 구간에서 상기 제1 피크(Ea(1))를 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0148] 도 3 및 도 4를 참조하면, 기준 피크(Ref P)의 기준 피크의 전압보다 저전위 구간에는 복수의 피크가 포함될 수 있다. 제어부(130)는 저전위 구간에 포함된 복수의 피크 중 가용 리튬 손실과 관련된 제1 피크(Ea(1))를 선택할 수 있다.
- [0149] 예컨대, 도 3을 참조하면, 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)에서의 제1 피크(Ea(1))는 전압이 3.42V인 지점의 피크이다. 또한, 도 4를 참조하면, 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)에서의 제1 피크(Ea(1))는 전압이 3.36V인 지점의 피크이다.
- [0150] 제어부(130)는 충방전 사이클마다 생성된 용량-전압 미분 프로파일 각각에서, 제1 피크(Ea(1))를 추출할 수 있다. 그리고, 제어부(130)는 추출한 제1 피크(Ea(1))의 전압이 충방전 사이클이 증가될수록 고전위 측으로 이동되는지에 따라 배터리 셀(10)의 가용 리튬 용량의 손실 여부를 진단할 수 있다.
- [0151] 예컨대, 제어부(130)는, 상기 추출된 복수의 피크 중 상기 저전위 구간에서 상기 기준 피크(Ref P)의 단위 전압당 용량 변화량과 가장 근사한 단위 전압당 용량 변화량을 갖는 피크를 제1 피크(Ea(1))로 선택하도록 구성될 수 있다.

- [0152] 즉, 도 3을 참조하면, 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)에서, 기준 피크(Ref P)는 전압이 약 3.6V인 지점의 피크이다. 제어부(130)는 3.6V 미만의 전압에서 단위 전압당 용량 변화량이 기준 피크(Ref P)의 단위 전압당 용량 변화량과 가장 근사한 피크를 제1 피크(Ea(1))로 선택할 수 있다.
- [0153] 다른 예로, 제어부(130)는, 배터리 셀(10)의 음극에 대한 전압-용량 프로파일에서 선택한 복수의 평탄부 중에서 대응되는 전압의 크기가 가장 큰 평탄부의 용량 구간을 선택할 수 있다. 도 5를 참조하면, 선택된 용량 구간은 4Ah 내지 7Ah일 수 있다.
- [0154] 제어부(130)는 선택한 용량 구간에 대응되는 배터리 셀(10)의 전압 구간을 선택할 수 있다. 도 5를 참조하면, 선택된 용량 구간 4Ah 내지 7Ah에 대응되는 배터리 셀(10)의 전압 구간은 3.35V 내지 3.45V일 수 있다.
- [0155] 마지막으로, 제어부(130)는 용량-전압 미분 프로파일에서 포함된 복수의 피크 중 상기 선택한 전압 구간에 포함된 피크를 제1 피크(Ea(1))로 선택할 수 있다. 예컨대, 도 3 및 도 4를 참조하면, 용량-전압 미분 프로파일에 포함된 복수의 피크 중 전압 구간 3.35V 내지 3.45V에 하나의 피크가 포함될 수 있다. 제어부(130)는 이 전압 구간에 포함된 피크를 제1 피크(Ea(1))로 선택할 수 있다.
- [0156] 이처럼, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 전압-용량 프로파일과 용량-전압 미분 프로파일을 이용하여 기준 피크(Ref P) 및 제1 피크(Ea(1))를 선택함으로써, 보다 명확한 기준에 따라 피크가 선택할 수 있는 장점이 있다. 또한 이를 통해서, 배터리 셀(10)의 상태가 보다 정확하게 진단될 수 있다.
- [0158] 제어부(130)는, 상기 추출된 복수의 피크 중 상기 기준 피크의 전압보다 고전위 구간에서, 상기 제2 피크(Ec(4))를 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0159] 도 3 및 도 4를 참조하면, 기준 피크(Ref P)의 전압보다 고전위 구간에는 복수의 피크가 포함될 수 있다. 제어부(130)는 고전위 구간에 포함된 복수의 피크 중 양극 반응 면적 손실과 관련된 제2 피크(Ec(4))를 선택할 수 있다.
- [0160] 예컨대, 도 3을 참조하면, 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)에서의 제2 피크(Ec(4))는 전압이 4.11V인 지점의 피크이다. 또한, 도 4를 참조하면, 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)에서의 제2 피크(Ec(4))는 전압이 4.11V인 지점의 피크이다. 즉, 제2 피크(Ec(4))는 용량-전압 미분 프로파일에서 약 4.1V 부근의 충전 말단 부근에 위치한 피크이다.
- [0161] 제어부(130)는 충방전 사이클마다 생성된 용량-전압 미분 프로파일 각각에서, 제2 피크(Ec(4))를 추출할 수 있다. 그리고, 제어부(130)는 추출한 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량이 충방전 사이클이 증가될수록 감소하는지에 따라 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적의 손실 여부를 진단할 수 있다.
- [0162] 예컨대, 도 3을 참조하면, 기준 프로파일(PB)과 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)의 제2 피크(Ec(4))의 전압 및 단위 전압당 용량 변화량이 동일하다. 즉, 기준 프로파일(PB)에서의 제2 피크와 제1 용량-전압 미분 프로파일(P1)의 제2 피크의 전압 및 단위 전압당 용량 변화량이 동일하다. 이는, 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적이 감소되지 않고, 초기 상태 그대로인 것으로 볼 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 도 3의 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적이 감소되지 않은 것으로 진단할 수 있다.
- [0163] 다른 예로, 도 4를 참조하면, 기준 프로파일(PB)과 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)의 제2 피크(Ec(4))의 전압은 동일하지만, 단위 전압당 용량 변화량은 상이하다. 즉, 기준 프로파일(PB)에서의 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량이 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)의 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량보다 크다.
- [0164] 구체적으로, 기준 프로파일(PB)에서의 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량은 97인 반면, 제2 용량-전압 미분 프로파일(P2)의 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량은 92이다. 즉, 배터리 셀(10)이 사용되면서 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량이 5 감소하였고, 이는 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적이 감소된 경우라고 볼 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 도 4의 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적이 감소된 것으로 진단할 수 있다.
- [0165] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 용량-전압 미분 프로파일에서 기준 피크(Ref P)보다 고전위 구간(양극 구간)에 위치한 피크의 변화 양상에 기반하여 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적의 손실 여부를 독립적으로 진단할 수 있다. 따라서, 부반응 등에 의한 배터리 셀(10)의 양극 면적 감소 여부가 보다 정확하게 진단될 수 있다.

- [0167] 제어부(130)는, 상기 고전위 구간에 속한 복수의 피크 중 기울기가 양에서 음으로 변하는 피크이고, 대응되는 전압이 가장 큰 피크를 상기 제2 피크(Ec(4))로 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0168] 구체적으로, 제2 피크(Ec(4))는 용량-전압 미분 프로파일의 기준 피크(Ref P)보다 고전위 구간에 속한다. 또한, 제2 피크(Ec(4))는 용량-전압 미분 프로파일에서 기울기가 양에서 음으로 변하는 피크이다. 즉, 제2 피크(Ec(4))는 용량-전압 미분 프로파일에서 국부 최대값에 해당하는 피크 중 어느 하나일 수 있다. 여기서, 국부 최대값이란 용량-전압 미분 프로파일에서 기울기가 양에서 음으로 변하는 지점이다. 예컨대, 도 3 및 4를 참조하면, 제1 피크(Ea(1)), 기준 피크(Ref P) 및 제2 피크(Ec(4))가 모두 국부 최대값에 해당하는 피크일 수 있다.
- [0169] 또한, 제2 피크(Ec(4))는 대응되는 전압이 가장 큰 피크일 수 있다. 즉, 제2 피크(Ec(4))는 배터리 셀(10)의 충전 말단 부근에서 나타나는 피크이기 때문에, 고전위 구간에서도 대응되는 전압이 가장 큰 피크일 수 있다.
- [0170] 예컨대, 배터리 셀(10)의 최대 가동 전압이 4.2V라고 가정하면, 제2 피크(Ec(4))는 약 4.1V 부근에서 나타날 수 있다. 이는, 배터리 셀(10)의 충전 과정에서 리튬 이온이 양극에서 음극으로 이동하게 되는데, 양극 반응 면적이 감소할 때의 변화 양상이 배터리 셀(10)의 충전 말단 부근에서 가장 잘 나타날 수 있기 때문이다.
- [0171] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 양극 반응 면적의 감소를 가장 잘 나타내는 제2 피크(Ec(4))의 변화 양상에 기반하여, 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적의 감소 여부를 진단할 수 있는 장점이 있다. 따라서, 배터리 셀(10)의 상태가 보다 독립적이고 정확하게 진단될 수 있다.
- [0173] 도 6은 충전 사이클에 따른 제1 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0174] 설명의 편의를 위해, 도 6에 도시된 제1 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일에서, 제1 피크(Ea(1))는 전압을 기준으로 약 3.45V 내지 3.5V 부근에 위치한 피크이고, 기준 피크(Ref P)는 전압을 기준으로 약 3.65V 부근에 위치한 피크라고 가정한다. 또한, 제2 피크(Ec(4))는 전압을 기준으로 약 4.14V 부근에 위치한 피크라고 가정한다.
- [0175] 제1 배터리 셀은 음극 활물질에 흑연 및 실리콘이 혼합된 배터리 셀(10)이다. 따라서, 도 6에서, 제1 배터리 셀에 포함된 실리콘에 기반하여 실리콘 피크 (Ea(Si))가 나타날 수 있다.
- [0176] 제1 배터리 셀의 충전 사이클이 증가할수록 용량-전압 미분 프로파일의 제1 피크(Ea(1))의 전압이 고전위 측으로 이동된 것을 확인할 수 있다. 예컨대, 제1 배터리 셀의 제1 충전 사이클에서는 제1 피크(Ea(1))의 전압이 약 3.45V이지만, 제50 충전 사이클에서는 제1 피크(Ea(1))의 전압이 약 3.5V이다. 제1 피크(Ea(1))의 전압이 고전위 측으로 이동된 것은 제1 배터리 셀의 가용 리튬이 손실된 결과로 볼 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 제1 배터리 셀의 가용 리튬이 손실되었다고 진단할 수 있다.
- [0177] 다만, 제1 배터리 셀의 충전 사이클이 증가하더라도 용량-전압 미분 프로파일의 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량은 일정한 것을 확인할 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 제1 배터리 셀의 양극 반응 면적은 감소되지 않은 것으로 진단할 수 있다.
- [0178] 정리하면, 제어부(130)는 제1 배터리 셀의 상태를, 가용 리튬은 손실되었지만, 양극 반응 면적은 감소되지 않은 상태로 진단할 수 있다.
- [0180] 도 7은 충전 사이클에 따른 제2 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0181] 설명의 편의를 위해, 도 7에 도시된 제2 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일에서, 제1 피크(Ea(1))는 전압을 기준으로 약 3.46V 부근에 위치한 피크이고, 기준 피크(Ref P)는 전압을 기준으로 약 3.67V 부근에 위치한 피크라고 가정한다. 또한, 제2 피크(Ec(4))는 전압을 기준으로 약 4.15V 내지 4.16V 부근에 위치한 피크라고 가정한다.
- [0182] 제2 배터리 셀은 제1 배터리 셀과 마찬가지로, 음극 활물질에 흑연 및 실리콘이 혼합된 배터리 셀(10)이다. 따라서, 도 7에서, 제2 배터리 셀에 포함된 실리콘에 기반하여 Ea(Si) 피크가 나타날 수 있다.
- [0183] 제2 배터리 셀의 충전 사이클이 증가하더라도 용량-전압 미분 프로파일의 제1 피크(Ea(1))의 전압은 일정한 것

을 확인할 수 있다. 예컨대, 제2 배터리 셀의 제1 충전 사이클 및 제100 충전 사이클에서 제1 피크(Ea(1))의 전압은 약 3.46V로 동일하다. 따라서, 제어부(130)는 제2 배터리 셀의 가용 리튬이 손실되지 않은 것으로 진단할 수 있다.

[0184] 다만, 제2 배터리 셀의 충전 사이클이 증가할수록 용량-전압 미분 프로파일의 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량이 감소한 것을 확인할 수 있다. 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량의 감소는 제2 배터리 셀의 양극 반응 면적이 감소한 결과로 볼 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 제2 배터리 셀의 양극 반응 면적이 감소된 것으로 진단할 수 있다.

[0185] 정리하면, 제어부(130)는 제2 배터리 셀의 상태를, 가용 리튬은 손실되지 않았지만, 양극 반응 면적은 감소된 상태로 진단할 수 있다.

[0187] 도 8은 충전 사이클에 따른 제3 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0188] 설명의 편의를 위해, 도 8에 도시된 제3 배터리 셀의 용량-전압 미분 프로파일에서, 제1 피크(Ea(1))는 전압을 기준으로 약 3.5V 내지 3.55V 부근에 위치한 피크이고, 기준 피크(Ref P)는 전압을 기준으로 약 3.7V 부근에 위치한 피크라고 가정한다. 또한, 제2 피크(Ec(4))는 전압을 기준으로 약 4.18V 부근에 위치한 피크라고 가정한다.

[0189] 제3 배터리 셀은 제1 배터리 셀 및 제2 배터리 셀과 마찬가지로, 음극 활물질에 흑연 및 실리콘이 혼합된 배터리 셀(10)이다. 따라서, 도 8에서, 제3 배터리 셀에 포함된 실리콘에 기반하여 Ea(Si) 피크가 나타날 수 있다.

[0190] 제3 배터리 셀의 충전 사이클이 증가할수록 용량-전압 미분 프로파일의 제1 피크(Ea(1))의 전압이 고전위 측으로 이동된 것을 확인할 수 있다. 예컨대, 제3 배터리 셀의 제1 충전 사이클에서는 제1 피크(Ea(1))의 전압이 약 3.5V이지만, 제400 충전 사이클에서는 제1 피크(Ea(1))의 전압이 약 3.55V이다. 제1 피크(Ea(1))의 전압이 고전위 측으로 이동된 것은 제3 배터리 셀의 가용 리튬이 손실된 결과로 볼 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 제3 배터리 셀의 가용 리튬이 손실되었다고 진단할 수 있다.

[0191] 또한, 제3 배터리 셀의 충전 사이클이 증가할수록 용량-전압 미분 프로파일의 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량이 감소한 것을 확인할 수 있다. 제2 피크(Ec(4))의 단위 전압당 용량 변화량의 감소는 제3 배터리 셀의 양극 반응 면적이 감소한 결과로 볼 수 있다. 따라서, 제어부(130)는 제3 배터리 셀의 양극 반응 면적이 감소된 것으로 진단할 수 있다.

[0192] 정리하면, 제어부(130)는 제3 배터리 셀의 상태를, 가용 리튬이 손실되었으며, 양극 반응 면적이 감소된 상태로 진단할 수 있다.

[0194] 제어부는, 상기 배터리 셀의 상태를 진단한 결과에 기반하여, 상기 배터리 셀의 충전 또는 방전 씨레이트의 임계값 및 상기 배터리 셀의 가동 전압 범위 중 적어도 하나를 변경하도록 구성될 수 있다.

[0195] 구체적으로, 제어부는 배터리 셀의 가용 리튬이 손실되었거나 양극 반응 면적이 감소된 것으로 진단한 경우, 충방전 씨레이트의 상한 임계값을 변경 설정하여 배터리 셀의 퇴화 속도를 늦출 수 있다. 바람직하게, 제어부는 배터리 셀의 충방전 씨레이트의 상한값을 변경할 수 있다. 예컨대, 초기에 배터리 셀의 충방전 씨레이트가 최대치로 설정된 경우, 제어부는 배터리 셀의 충방전 씨레이트의 상한 임계값을 최대치의 90% 수준으로 변경할 수 있다.

[0196] 또한, 제어부는 배터리 셀의 가용 리튬이 손실되었거나 양극 반응 면적이 감소된 것으로 진단한 경우, 배터리 셀의 가동 전압 범위를 변경할 수 있다. 예컨대, 초기에 3.6V 내지 4.2V로 배터리 셀의 가동 전압 범위가 설정된 경우, 제어부는 배터리 셀의 가동 전압 범위를 3.7V 내지 4.1V로 변경할 수 있다. 이로 인해, 퇴화가 진행되는 배터리 셀의 과충전 및/또는 과방전이 미연에 방지될 수 있다.

[0198] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는, BMS(Battery Management System)에 적용될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 BMS는, 상술한 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)를 포함할 수 있다. 이러한 구성에 있어서, 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)의 각 구성요소 중 적어도 일부는, 종래 BMS에 포함된 구성의 기능

을 보완하거나 추가함으로써 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)의 측정부(110), 저장부(120) 및 제어부(130)는 BMS의 구성요소로서 구현될 수 있다.

- [0199] 또한, 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)는, 배터리 팩(1)에 구비될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 배터리 팩(1)은, 상술한 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)를 포함할 수 있다. 여기서, 배터리 팩(1)은, 하나 이상의 배터리 셀(10), 상기 배터리 관리 장치(100), 전장품(BMS나 릴레이, 퓨즈 등 구비) 및 케이스 등을 포함할 수 있다.
- [0202] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0203] 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 관리 방법은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치에 의해 수행될 수 있다.
- [0204] 도 9를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 관리 방법은 전압 및 전류 측정 단계(S100), 용량 추정 단계(S200), 그룹 생성 단계(S300) 및 상태 진단 단계(S400)를 포함할 수 있다.
- [0205] 전압 및 전류 측정 단계(S100)는 배터리 셀의 충방전 사이클에서, 상기 배터리 셀이 충전 또는 방전되는 중에 상기 배터리 셀의 전압 및 전류를 측정하는 단계로서, 측정부(110)에 의해 수행될 수 있다.
- [0206] 측정부(110)는 배터리 셀(10)의 양극 전위 및 음극 전위를 측정하고, 측정한 양극 전위 및 음극 전위의 차이를 구하여 배터리 셀(10)의 전압을 측정할 수 있다.
- [0207] 또한, 측정부(110)는 배터리 셀(10)의 충방전 경로 상에 구비된 전류계(A)를 통해 배터리 셀(10)의 충방전 전류를 측정할 수 있다.
- [0208] 용량 추정 단계(S200)는 상기 측정 단계(S100)에서 측정된 배터리 셀의 전류에 기반하여 상기 배터리 셀의 용량을 추정하는 단계로서, 제어부(130)에 의해 수행될 수 있다.
- [0209] 제어부(130)는 전류 적산법을 이용하여 배터리 셀(10)의 용량을 추정할 수 있다. 여기서, 배터리 셀(10)의 용량은 배터리 셀(10)의 충전 상태일 수 있다.
- [0210] 그룹 생성 단계(S300)는 충방전 씨레이트가 동일한 충방전 사이클끼리 그룹을 생성하는 그룹 생성 단계로서, 제어부(130)에 의해 수행될 수 있다.
- [0211] 먼저, 저장부(120)에는 배터리 셀(10)의 충방전 사이클마다 용량-전압 미분 프로파일 및 충방전 씨레이트가 저장될 수 있다. 제어부(130)는 저장부(120)에 저장된 충방전 사이클 중 충방전 씨레이트가 동일한 충방전 사이클끼리 그룹을 생성할 수 있다.
- [0212] 예컨대, 제1 충전 사이클, 제2 충전 사이클 및 제3 충전 사이클의 충전 씨레이트가 0.33C이고, 제4 충전 사이클, 제5 충전 사이클 및 제6 충전 사이클이 충전 씨레이트가 0.2C라고 가정한다. 제1 내지 제6 충전 사이클의 용량-전압 미분 프로파일 및 충전 씨레이트는 저장부(120)에 저장될 수 있다. 제어부(130)는 충전 씨레이트가 동일한 제1 충전 사이클, 제2 충전 사이클 및 제3 충전 사이클이 포함된 제1 그룹을 생성하고, 제4 충전 사이클, 제5 충전 사이클 및 제6 충전 사이클이 포함된 제2 그룹을 생성할 수 있다. 즉, 한 그룹에 속한 충방전 사이클은 동일한 충방전 씨레이트로 충방전된 사이클이다.
- [0213] 상태 진단 단계(S400)는 동일한 그룹에 포함된 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일 각각을 비교하여, 상기 배터리 셀의 상태를 진단하는 단계로서, 제어부(130)에 의해 수행될 수 있다.
- [0214] 제어부(130)는 동일한 충방전 씨레이트로 충전 또는 방전된 충방전 사이클을 선택하기 위하여, 그룹별로 그룹에 포함된 충방전 사이클을 선택할 수 있다.
- [0215] 제어부(130)는 저장부(120)에 저장된 용량-전압 미분 프로파일 중 선택한 충방전 사이클에 대응되는 용량-전압 미분 프로파일을 선택할 수 있다. 그리고, 제어부(130)는 선택한 용량-전압 미분 프로파일을 각각 비교하여, 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다.
- [0216] 구체적으로, 제어부(130)는 선택한 용량-전압 미분 프로파일 각각에서, 배터리 셀(10)의 가용 리튬 손실 여부와 관련된 제1 피크를 추출할 수 있다. 제어부(130)는 충방전 사이클이 증가할수록 선택한 용량-전압 미분 프로파일

일에서 제1 피크의 전압이 고전위 측으로 이동되는지 여부에 따라 배터리 셀(10)의 가용 리튬이 손실되었는지를 진단할 수 있다.

[0217] 또한, 제어부(130)는 선택한 용량-전압 미분 프로파일 각각에서, 배터리 셀(10)의 양극 반응 면적과 관련된 제2 피크를 추출할 수 있다. 제어부(130)는 충방전 사이클이 증가할수록 선택한 용량-전압 미분 프로파일에서 제2 피크의 단위 전압당 용량 변화량이 감소하는지 여부에 따라 배터리 셀(10)의 가용 리튬이 손실되었는지를 진단할 수 있다.

[0218] 바람직하게 제어부(130)는 저장부(120)에 미리 저장된 용량-전압 프로파일을 비교하여 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있을 뿐만 아니라, 배터리 셀(10)이 구동 중인 상태에서 생성한 신규 용량-전압 프로파일을 이용하여 배터리 셀(10)의 현재 상태를 실시간으로 진단할 수 있다.

[0219] 즉, 제어부(130)는 생성한 신규 용량-전압 프로파일과 저장부(120)에 미리 저장된 용량-전압 프로파일을 비교하여, 배터리 셀(10)의 가용 리튬 손실 여부 및 양극 반응 면적 감소 여부를 진단할 수 있다.

[0220] 따라서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 관리 방법은 배터리 셀(10)이 구동되는 중에도 배터리 셀(10)의 상태를 진단할 수 있다. 또한, 배터리 셀(10)에 대한 용량-전압 프로파일이 많이 누적될수록, 배터리 셀(10)의 진단의 정확도 및 신뢰도가 향상될 수 있는 장점이 있다.

[0222] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예는 장치 및 방법을 통해서만 구현이 되는 것은 아니며, 본 발명의 실시예의 구성에 대응하는 기능을 실현하는 프로그램 또는 그 프로그램이 기록된 기록 매체를 통해 구현될 수도 있으며, 이러한 구현은 앞서 설명한 실시예의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야의 전문가라면 쉽게 구현할 수 있는 것이다.

[0223] 이상에서 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술사상과 아래에 기재될 특허청구범위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

[0224] 또한, 이상에서 설명한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니라, 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수 있다.

부호의 설명

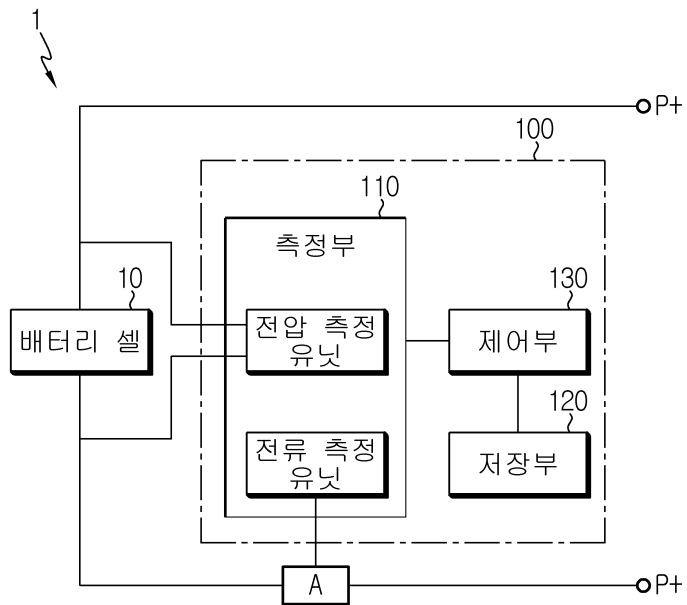
- [0225] 1: 배터리 팩
- 10: 배터리 셀
- 100: 배터리 관리 장치
- 110: 측정부
- 120: 저장부
- 130: 제어부
- A: 전류계
- PB: 기준 프로파일
- P1: 제1 용량-전압 미분 프로파일
- P2: 제2 용량-전압 미분 프로파일
- Ea(1): 제1 피크
- Ec(4): 제2 피크
- Ref P: 기준 피크

도면

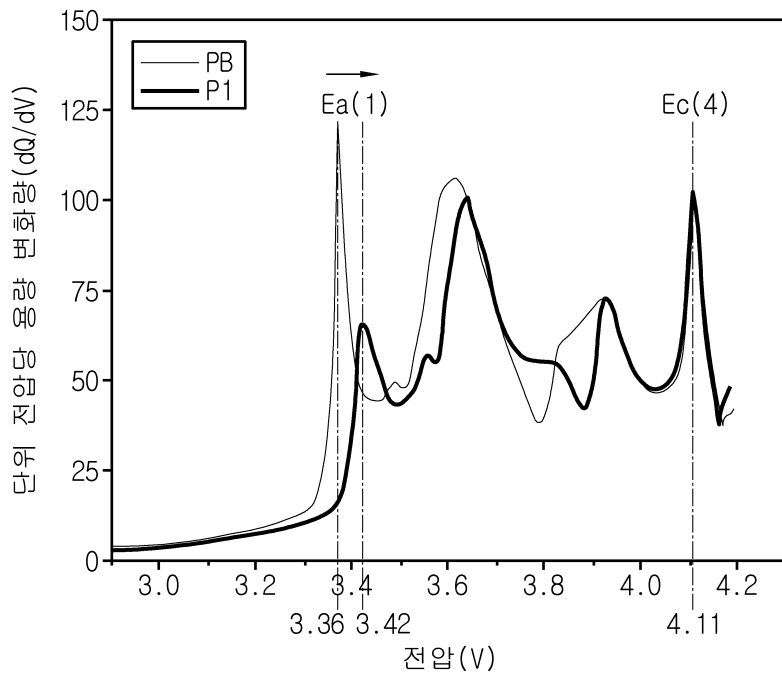
도면1



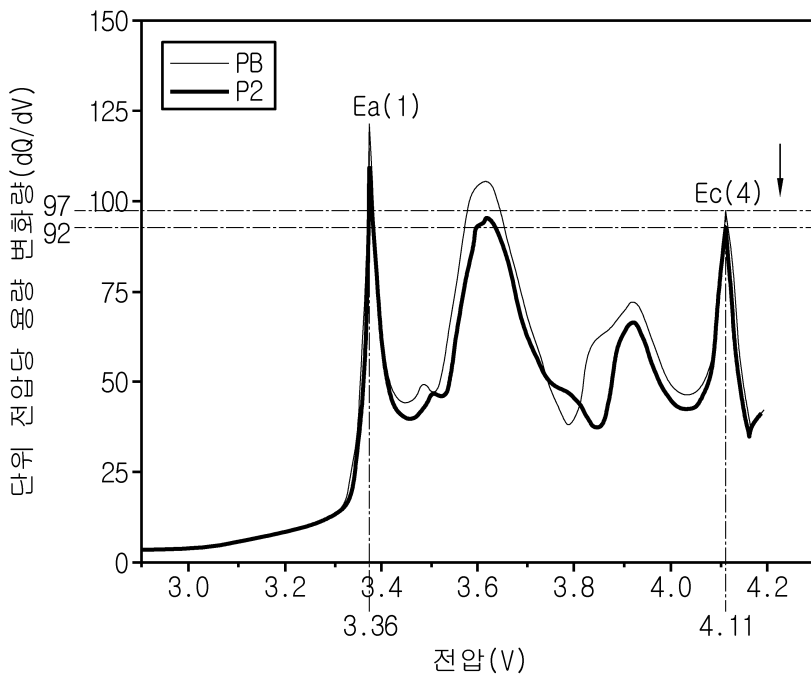
도면2



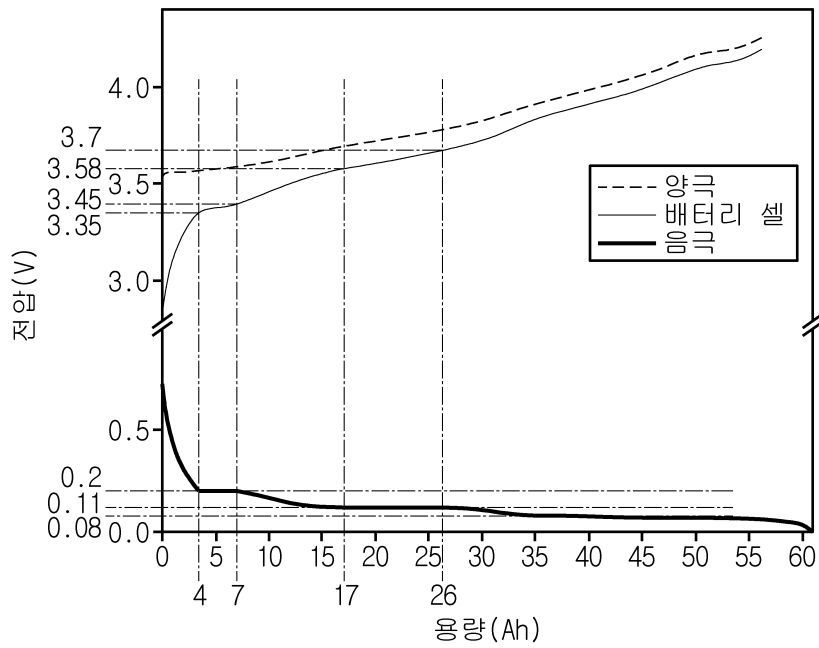
도면3



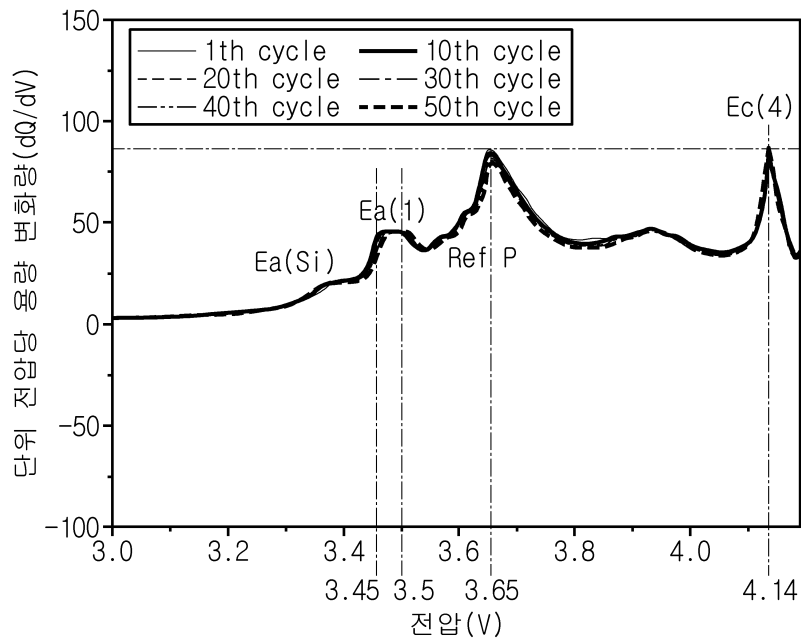
도면4



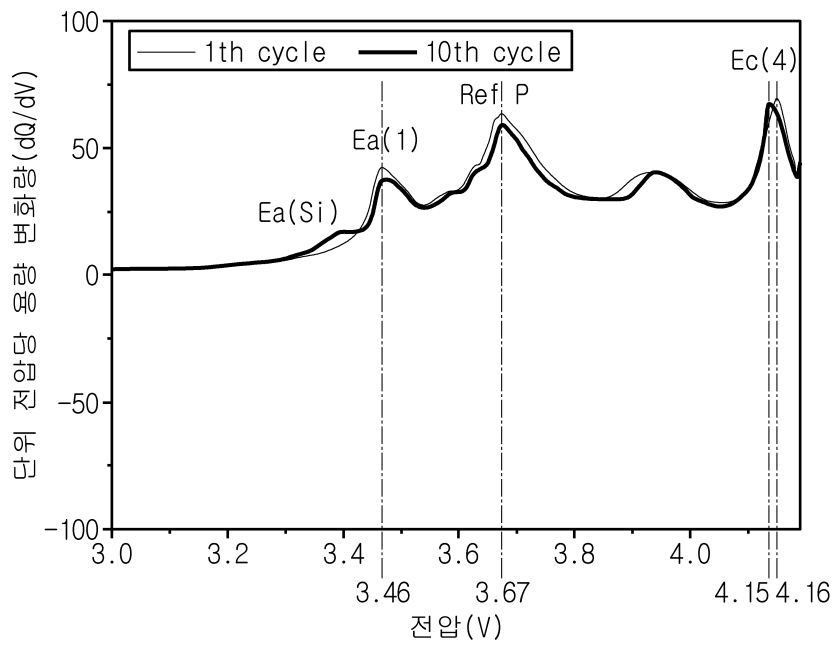
도면5



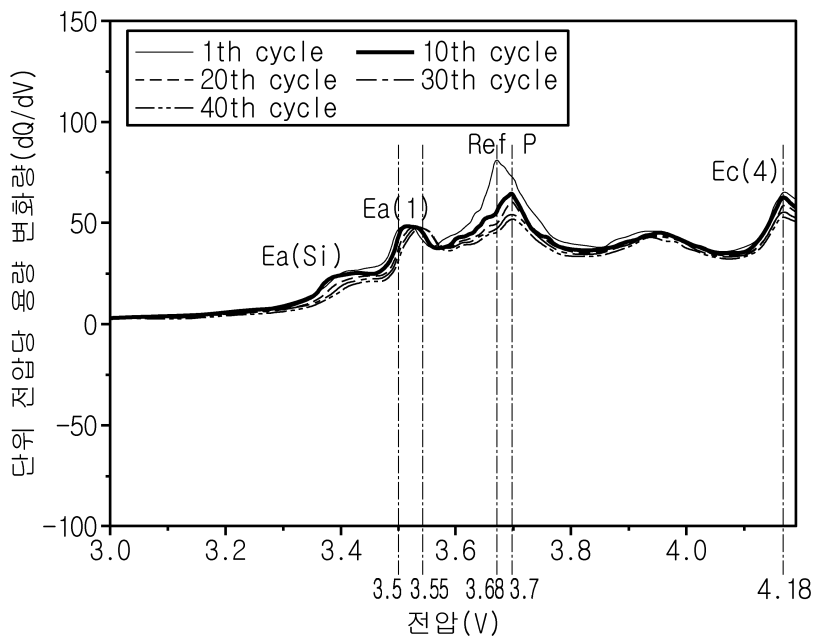
도면6



도면7



도면8



도면9

