



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년09월25일
(11) 등록번호 10-2710437
(24) 등록일자 2024년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/392 (2019.01) G01R 31/367 (2019.01)
H01M 10/48 (2021.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/392 (2019.01)
G01R 31/367 (2019.01)
(21) 출원번호 10-2020-0058254
(22) 출원일자 2020년05월15일
심사청구일자 2022년05월13일
(65) 공개번호 10-2021-0141096
(43) 공개일자 2021년11월23일
(56) 선행기술조사문헌
JP2013247003 A*
KR101878538 B1*
KR1020190118535 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 엘지에너지솔루션
서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의도동, 파크원)
(72) 발명자
최현준
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술연구원)
김대수
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술연구원)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인필엔은지

전체 청구항 수 : 총 13 항

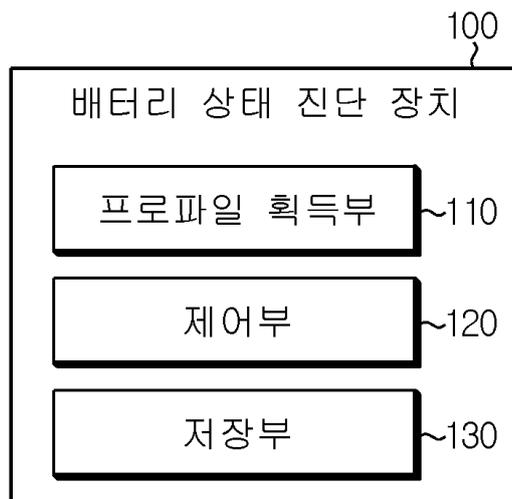
심사관 : 정윤석

(54) 발명의 명칭 배터리 상태 진단 장치 및 방법

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치는 배터리의 전압과 용량에 대한 상기 배터리의 전압 프로파일을 획득하도록 구성된 프로파일 획득부; 및 상기 프로파일 획득부에 의해 획득된 전압 프로파일로부터 상기 전압과 상기 용량에 대한 미분 프로파일을 획득하고, 획득된 미분 프로파일에서 소정의 전압 구간에 포함된 복수의 피크를 선택하며, 선택된 복수의 피크 중 음극과 관련된 제1 피크 및 양극과 관련된 제2 피크를 결정하고, 상기 제1 피크와 상기 제2 피크를 미리 설정된 기준 프로파일의 제1 기준 피크와 제2 기준 피크를 각각 비교하며, 상기 제1 기준 피크에 대한 상기 제1 피크의 거동 변화 및 상기 제2 기준 피크에 대한 상기 제2 피크의 거동 변화 중 적어도 하나를 고려하여 상기 배터리의 상태를 진단하도록 구성된 제어부를 포함한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류
H01M 10/48 (2023.08)

(72) 발명자
김영덕
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술
연구원)

임보미

대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술
연구원)

명세서

청구범위

청구항 1

배터리의 전압과 용량에 대한 상기 배터리의 전압 프로파일을 획득하도록 구성된 프로파일 획득부; 및

상기 프로파일 획득부에 의해 획득된 전압 프로파일로부터 상기 전압과 상기 용량에 대한 미분 프로파일을 획득하고, 획득된 미분 프로파일에서 소정의 전압 구간에 포함된 복수의 피크를 선택하며, 선택된 복수의 피크 중 음극과 관련된 제1 피크 및 양극과 관련된 제2 피크를 결정하고, 상기 제1 피크와 상기 제2 피크를 미리 설정된 기준 프로파일의 제1 기준 피크와 제2 기준 피크를 각각 비교하며, 상기 제1 기준 피크에 대한 상기 제1 피크의 거동 변화 및 상기 제2 기준 피크에 대한 상기 제2 피크의 거동 변화 중 적어도 하나를 고려하여 상기 배터리의 상태를 진단하도록 구성된 제어부를 포함하고,

상기 기준 프로파일은,

상기 배터리에 대응되는 기준 셀이 소정의 씨레이트 이상의 씨레이트 범위 내에서 충전되는 동안 측정된 상기 기준 셀의 전압과 미분 용량에 대한 프로파일로 미리 설정되고,

상기 제1 기준 피크는 상기 기준 프로파일에서 상기 미분 용량이 가장 큰 피크로 설정되고,

상기 제2 기준 피크는 상기 기준 프로파일에서 상기 미분 용량이 두 번째로 큰 피크로 설정된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 피크는,

상기 기준 프로파일 및 상기 미분 프로파일에서 기울기가 0인 지점으로, 전압에 따른 순간 변화율이 양에서 음으로 변하는 지점인 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 미분 프로파일에서 상기 제1 기준 피크에 대응되는 피크를 상기 제1 피크로 결정하고, 상기 미분 프로파일에서 상기 제2 기준 피크에 대응되는 피크를 상기 제2 피크로 결정하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 기준 프로파일은,

상기 배터리에 대응되는 기준 셀이 소정의 씨레이트 범위 내에서 충전되는 동안 측정된 상기 기준 셀의 전압과

미분 용량에 대한 프로파일인 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제2 피크와 상기 제2 기준 피크를 비교하여 제2 피크 변화값을 산출하고, 상기 제2 피크 변화값에 따라 상기 배터리의 퇴화 여부를 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 배터리가 퇴화된 것으로 진단된 경우, 상기 제1 피크와 상기 제1 기준 피크를 비교하여 제1 피크 변화값을 산출하고, 상기 제1 피크 변화값 및 상기 제2 피크 변화값에 따라 상기 배터리의 퇴화 원인을 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 피크 변화값과 상기 제2 피크 변화값이 소정의 크기 이상인 경우, 상기 배터리의 퇴화 원인을 음극 퇴화 및 양극 퇴화로 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 제1 피크 변화값이 소정의 크기 미만이고, 상기 제2 피크 변화값이 상기 소정의 크기 이상인 경우, 상기 배터리의 퇴화 원인을 양극 퇴화로 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 배터리가 퇴화된 것으로 진단된 경우, 상기 배터리의 충전 상태의 상한, 충전 상태의 하한, 및 충전 전 씨레이트의 상한 중 적어도 하나를 조절하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 배터리가 충전되는 충전 사이클마다 상기 프로파일 획득부에 의해 획득된 전압 프로파일을 저장하도록 구성된 저장부를 더 포함하고,

상기 제어부는,

상기 저장부에 저장된 복수의 전압 프로파일로부터 복수의 미분 프로파일을 획득하고, 상기 복수의 미분 프로파일에서 복수의 제1 피크 및 복수의 제2 피크를 결정하며, 결정된 복수의 제1 피크의 거동 변화 및 복수의 제2 피크의 거동 변화 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 퇴화 진행 여부를 진단하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 장치.

청구항 13

제1항, 제3항 내지 제5항 및 제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 배터리 상태 진단 장치를 포함하는 배터리 팩.

청구항 14

제1항, 제3항 내지 제5항 및 제7항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 배터리 상태 진단 장치를 포함하는 자동차.

청구항 15

배터리의 전압과 용량에 대한 상기 배터리의 전압 프로파일을 획득하는 전압 프로파일 획득 단계;

상기 전압 프로파일 획득 단계에서 획득된 전압 프로파일로부터 상기 전압과 상기 용량에 대한 미분 프로파일을 획득하는 미분 프로파일 획득 단계;

상기 미분 프로파일 획득 단계에서 획득된 미분 프로파일에서 소정의 전압 구간에 포함된 복수의 피크를 선택하고, 선택된 복수의 피크 중 음극과 관련된 제1 피크 및 양극과 관련된 제2 피크를 결정하는 피크 결정 단계;

상기 제1 피크와 상기 제2 피크를 미리 설정된 기준 프로파일의 제1 기준 피크와 제2 기준 피크와 각각 비교하는 피크 비교 단계; 및

상기 제1 기준 피크에 대한 상기 제1 피크의 거동 변화 및 상기 제2 기준 피크에 대한 상기 제2 피크의 거동 변화 중 적어도 하나를 고려하여 상기 배터리의 상태를 진단하는 배터리 상태 진단 단계를 포함하고,

상기 기준 프로파일은,

상기 배터리에 대응되는 기준 셀이 소정의 씨레이트 이상의 씨레이트 범위 내에서 충전되는 동안 측정된 상기 기준 셀의 전압과 미분 용량에 대한 프로파일로 미리 설정되고,

상기 제1 기준 피크는 상기 기준 프로파일에서 상기 미분 용량이 가장 큰 피크로 설정되고,

상기 제2 기준 피크는 상기 기준 프로파일에서 상기 미분 용량이 두 번째로 큰 피크로 설정된 것을 특징으로 하는 배터리 상태 진단 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리 상태 진단 장치 및 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 실시간 사이클 데이터를 이용하여 배터리의 퇴화를 진단하는 배터리 상태 진단 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [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 퇴화될 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 빨라지는 경우가 있다. 따라서, 종래에는 배터리 셀의 전압과 용량에 대한 미분 프로파일에 기반하여, 배터리 셀의 퇴화를 진단하는 기술이 개시되었다.
- [0005] 도 1은 종래 기술에 따른 전압 프로파일(10)을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0006] 도 1을 참조하면, 전압 프로파일(10)은 배터리 셀에 대한 용량(Q)과 전압을 나타낸 프로파일이다. 이러한, 전압 프로파일(10)에서, 배터리 프로파일(13)은 양극 프로파일(11)과 음극 프로파일(12)의 차이로 나타낼 수 있다.
- [0007] 도 2는 종래 기술에 따른 미분 프로파일(20)을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0008] 도 2를 참조하면, 미분 프로파일(20)은 배터리 셀의 용량을 전압으로 미분하여 나타낸 프로파일이다. 도 2에 도시된 전압 프로파일(10)에서, 제1 피크(21), 제2 피크(22), 제4 피크(24), 제5 피크(25), 및 제6 피크(26) 중 적어도 하나를 이용하여 배터리의 퇴화를 진단하였다. 예컨대, 종래에는 제1 피크(21) 및/또는 제2 피크(22)를 이용하여 배터리의 음극 퇴화를 진단하고, 제4 피크(24), 제5 피크(25), 및 제6 피크(26) 중 적어도 하나를 이용하여 배터리의 양극 퇴화를 진단하였다.
- [0009] 한편, 미분 프로파일(20)의 제3 피크(23)는 배터리 셀의 양극 피크와 음극 피크가 혼재된 피크이다. 즉, 종래에는 양극 피크와 음극 피크가 혼재된 제3 피크(23)에 기반하여 배터리의 양극 퇴화 또는 음극 퇴화를 구체적으로 진단할 수 없는 문제가 있었다. 따라서, 종래에는 미분 프로파일(20)에 포함된 복수의 피크 중 제3 피크(23)를 제외한 피크들을 이용하여 배터리의 양극 퇴화 및 음극 퇴화를 진단하였다.
- [0010] 또한, 종래 기술은, 도 2에 도시된 바와 같이 복수의 피크가 구분될 수 있는 미분 프로파일(20)을 획득하기 위하여, 배터리 셀을 저율로 충전 및/또는 방전해야 하는 문제점이 있다. 예컨대, 도 1의 전압 프로파일(10)은 0.05C(C-rate)로 배터리 셀을 충전하면서 획득된 것이고, 도 2의 미분 프로파일(20)은 도 1의 전압 프로파일(10)에 기반하여 획득된 것일 수 있다.
- [0011] 즉, 배터리 셀이 저율로 충전 또는 방전되어야만 미분 프로파일(20)에 포함된 각각의 피크가 명확하게 표현될 수 있는 한계가 있기 때문에, 종래 기술은 배터리 셀의 테스트 과정 등 매우 한정적인 상황에서만 적용될 수 있는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0012] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 고율 충전 또는 고율 방전을 통해 획득된 미분 프로파일에 포함된 특정 피크를 해석하여 배터리의 퇴화를 진단할 수 있는 배터리 상태 진단 장치 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 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

- [0014] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 상태 진단 장치는 배터리의 전압과 용량에 대한 상기 배터리의 전압 프로파일을 획득하도록 구성된 프로파일 획득부; 및 상기 프로파일 획득부에 의해 획득된 전압 프로파일로부터 상기 전압과 상기 용량에 대한 미분 프로파일을 획득하고, 획득된 미분 프로파일에서 소정의 전압 구간에 포함된 복수

의 피크를 선택하며, 선택된 복수의 피크 중 음극과 관련된 제1 피크 및 양극과 관련된 제2 피크를 결정하고, 상기 제1 피크와 상기 제2 피크를 미리 설정된 기준 프로파일의 제1 기준 피크와 제2 기준 피크를 각각 비교하며, 상기 제1 기준 피크에 대한 상기 제1 피크의 거동 변화 및 상기 제2 기준 피크에 대한 상기 제2 피크의 거동 변화 중 적어도 하나를 고려하여 상기 배터리의 상태를 진단하도록 구성된 제어부를 포함할 수 있다.

- [0015] 상기 제어부는, 상기 기준 프로파일에서 가장 큰 피크를 제1 기준 피크로 설정하고, 두 번째로 큰 피크를 제2 기준 피크로 설정하도록 구성될 수 있다.
- [0016] 상기 피크는, 상기 기준 프로파일 및 상기 미분 프로파일에서 기울기가 0인 지점으로, 전압에 따른 순간 변화율이 양에서 음으로 변하는 지점일 수 있다.
- [0017] 상기 제어부는, 상기 미분 프로파일에서 상기 제1 기준 피크에 대응되는 피크를 상기 제1 피크로 결정하고, 상기 미분 프로파일에서 상기 제2 기준 피크에 대응되는 피크를 상기 제2 피크로 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0018] 상기 기준 프로파일은, 상기 배터리에 대응되는 기준 셀이 소정의 씨레이트 범위 내에서 충전되는 동안 측정된 상기 기준 셀의 전압과 미분 용량에 대한 프로파일일 수 있다.
- [0019] 상기 미분 프로파일은, 상기 배터리가 상기 기준 셀과 동일한 씨레이트 범위 내에서 충전되는 동안 측정된 상기 배터리의 전압과 미분 용량에 대한 프로파일일 수 있다.
- [0020] 상기 제어부는, 상기 제2 피크와 상기 제2 기준 피크를 비교하여 제2 피크 변화값을 산출하고, 상기 제2 피크 변화값에 따라 상기 배터리의 퇴화 여부를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0021] 상기 제어부는, 상기 배터리가 퇴화된 것으로 진단된 경우, 상기 제1 피크와 상기 제1 기준 피크를 비교하여 제1 피크 변화값을 산출하고, 상기 제1 피크 변화값 및 상기 제2 피크 변화값에 따라 상기 배터리의 퇴화 원인을 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0022] 상기 제어부는, 상기 제1 피크 변화값과 상기 제2 피크 변화값이 소정의 크기 이상인 경우, 상기 배터리의 퇴화 원인을 음극 퇴화 및 양극 퇴화로 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0023] 상기 제어부는, 상기 제1 피크 변화값이 소정의 크기 미만이고, 상기 제2 피크 변화값이 상기 소정의 크기 이상인 경우, 상기 배터리의 퇴화 원인을 양극 퇴화로 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0024] 상기 제어부는, 상기 배터리가 퇴화된 것으로 진단된 경우, 상기 배터리의 충전 상태의 상한, 충전 상태의 하한, 및 충전 전 씨레이트의 상한 중 적어도 하나를 조절하도록 구성될 수 있다.
- [0025] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리 상태 진단 장치는 상기 배터리가 충전되는 충전 사이클마다 상기 프로파일 획득부에 의해 획득된 전압 프로파일을 저장하도록 구성된 저장부를 더 포함할 수 있다.
- [0026] 상기 제어부는, 상기 저장부에 저장된 복수의 전압 프로파일로부터 복수의 미분 프로파일을 획득하고, 상기 복수의 미분 프로파일에서 복수의 제1 피크 및 복수의 제2 피크를 결정하며, 결정된 복수의 제1 피크의 거동 변화 및 복수의 제2 피크의 거동 변화 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 퇴화 진행 여부를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0027] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리 팩은 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 상태 진단 장치를 포함할 수 있다.
- [0028] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 자동차는 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 상태 진단 장치를 포함할 수 있다.
- [0029] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리 상태 진단 방법은 배터리의 전압과 용량에 대한 상기 배터리의 전압 프로파일을 획득하는 전압 프로파일 획득 단계; 상기 전압 프로파일 획득 단계에서 획득된 전압 프로파일로부터 상기 전압과 상기 용량에 대한 미분 프로파일을 획득하는 미분 프로파일 획득 단계; 상기 미분 프로파일 획득 단계에서 획득된 미분 프로파일에서 소정의 전압 구간에 포함된 복수의 피크를 선택하고, 선택된 복수의 피크 중 음극과 관련된 제1 피크 및 양극과 관련된 제2 피크를 결정하는 피크 결정 단계; 상기 제1 피크와 상기 제2 피크를 미리 설정된 기준 프로파일의 제1 기준 피크와 제2 기준 피크와 각각 비교하는 피크 비교 단계; 및 상기 제1 기준 피크에 대한 상기 제1 피크의 거동 변화 및 상기 제2 기준 피크에 대한 상기 제2 피크의 거동 변화 중 적어도 하나를 고려하여 상기 배터리의 상태를 진단하는 배터리 상태 진단 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명의 일 측면에 따르면, 배터리의 미분 프로파일에 포함된 제1 피크 및 제2 피크의 거동을 고려하여 배터리의 퇴화 여부가 진단될 수 있다.
- [0031] 또한, 배터리의 양극이 퇴화했는지 또는 음극이 퇴화했는지가 구체적으로 진단됨으로써, 배터리의 퇴화 원인이 보다 정확하게 진단될 수 있다.
- [0032] 또한, 본 발명의 일 측면에 따르면, 배터리가 0.1C 이상의 고율로 충전되더라도, 미분 프로파일 해석을 통해 배터리의 퇴화 여부 및/또는 퇴화 원인이 진단될 수 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 종래 기술에 따른 전압 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 2는 종래 기술에 따른 미분 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치의 기준 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치의 기준 프로파일과 미분 프로파일의 일 예시를 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치의 기준 프로파일과 미분 프로파일의 다른 예시를 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치에서 획득한 복수의 미분 프로파일의 일 예시를 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치에서 획득한 복수의 미분 프로파일의 다른 예시를 개략적으로 도시한 도면이다.
 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 상태 진단 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.
- [0040] 또한, 명세서에 기재된 제어부와 같은 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0041] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있

는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

- [0043] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0044] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0045] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는 프로파일 획득부(110) 및 제어부(120)를 포함할 수 있다.
- [0046] 프로파일 획득부(110)는 배터리의 전압과 용량에 대한 상기 배터리의 전압 프로파일을 획득하도록 구성될 수 있다.
- [0047] 여기서, 배터리는 음극 단자와 양극 단자를 구비하며, 물리적으로 분리 가능한 하나의 독립된 배터리 셀을 의미할 수 있다. 일 예로, 파우치형 리튬 폴리머 셀 하나가 배터리로 간주될 수 있다. 또한, 배터리는 하나 이상의 배터리 셀이 직렬 및/또는 병렬로 연결되어 구비된 배터리 모듈을 의미할 수도 있다.
- [0048] 구체적으로, 프로파일 획득부(110)는 배터리가 충전 및/또는 방전되는 동안 측정된 배터리의 전압 및 용량에 대한 전압 프로파일을 획득할 수 있다.
- [0049] 예컨대, 프로파일 획득부(110)는 도 1의 전압 프로파일(10)과 같은 배터리의 전압 프로파일을 획득할 수 있다. 즉, 프로파일 획득부(110)가 획득한 전압 프로파일은 배터리의 용량에 대한 배터리의 전압을 나타낼 수 있다.
- [0050] 제어부(120)는 상기 프로파일 획득부(110)에 의해 획득된 전압 프로파일로부터 상기 전압과 상기 용량에 대한 미분 프로파일(300)을 획득하도록 구성될 수 있다.
- [0051] 구체적으로, 제어부(120)는 프로파일 획득부(110)와 통신 가능하도록 연결될 수 있다. 예컨대, 프로파일 획득부(110)는 획득한 전압 프로파일을 제어부(120)로 송신하고, 제어부(120)가 전압 프로파일을 수신할 수 있다. 다른 예로, 제어부(120)는 프로파일 획득부(110)에 접근(Access)하여, 전압 프로파일을 획득할 수도 있다.
- [0052] 제어부(120)는 전압 프로파일을 획득한 이후, 전압 프로파일에 기반하여 미분 프로파일(300)을 획득할 수 있다.
- [0053] 구체적으로, 제어부(120)는 배터리의 용량(Q)을 배터리의 전압(V)으로 미분하여 배터리의 미분 용량(dQ/dV)을 산출하고, 배터리의 전압에 대한 배터리의 미분 용량을 나타내는 미분 프로파일(300)을 획득할 수 있다.
- [0054] 또한, 제어부(120)는 획득된 미분 프로파일(300)에서 소정의 전압 구간에 포함된 복수의 피크를 선택하도록 구성될 수 있다.
- [0055] 여기서, 소정의 전압 구간이란, 미리 설정된 전압 구간으로서, 기준 프로파일(200)의 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)가 속하는 전압 구간일 수 있다. 즉, 제어부(120)는 획득한 미분 프로파일(300)에서, 기준 프로파일(200)의 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)가 속하는 전압 구간에 포함된 복수의 피크를 선택할 수 있다.
- [0056] 여기서, 기준 프로파일(200)이란 기준 셀에 대한 미분 프로파일(300)로서, 기준 셀의 전압에 대한 기준 셀의 미분 용량을 나타내는 프로파일일 수 있다. 그리고, 기준 셀은 배터리에 대응되는 셀일 수 있다.
- [0057] 예컨대, 기준 셀은 BOL(Beginning of Life) 상태의 배터리 자체일 수도 있고, 상기 배터리와 동일한 사양을 가진 별도의 배터리일 수도 있다. 그리고, 기준 프로파일(200)은 기준 셀로부터 획득된 최초의 미분 프로파일(300)일 수 있다. 다른 예로, 기준 프로파일(200)은 이전 시점에서 미리 획득된 배터리의 미분 프로파일(300)일 수도 있다. 즉, 기준 프로파일(200)은 배터리의 미분 프로파일(300)과 비교되기 위한 기준이 되는 프로파일로서, 제어부(120)가 배터리의 상태를 진단하기 위하여 미분 프로파일(300)을 획득하기 이전에 미리 획득된 프로파일이라면 상기 미분 프로파일(300)에 대한 기준 프로파일(200)로 여겨질 수 있다.
- [0058] 바람직하게, 기준 셀이 대상 배터리의 BOL 상태이고, 기준 프로파일(200)이 기준 셀에 대한 최초의 미분 프로파일(300)일 수 있다. 이러한 기준 프로파일(200)이 배터리의 상태를 진단하기 위해 이용될 경우, 제어부(120)는 BOL 상태와 현재 배터리의 상태 간의 차이를 보다 더 정확하게 진단할 수 있다. 따라서, 이하에서는, 설명의 편의 및 배터리 상태 진단의 정확도 향상을 위하여, 기준 셀은 BOL 상태의 대상 배터리를 의미하고, 기준 프로파일(200)은 기준 셀에 대한 최초의 미분 프로파일(300)인 것으로 설명한다.
- [0059] 그리고, 제어부(120)는 선택된 복수의 피크 중 음극과 관련된 제1 피크(310) 및 양극과 관련된 제2 피크(320)를 결정하도록 구성될 수 있다.

- [0060] 바람직하게, 미분 프로파일(300)에서 소정의 전압 구간에 포함된 복수의 피크는 음극과 관련된 제1 피크(310)와 양극과 관련된 제2 피크(320)를 포함할 수 있다.
- [0061] 예컨대, 소정의 전압 구간에는 2개의 피크가 포함될 수 있다. 이 경우, 제어부(120)는 소정의 전압 구간에 포함된 2개의 피크 중에서 저전위측 피크를 제1 피크(310)로 결정하고, 고전위측 피크를 제2 피크(320)로 결정할 수 있다.
- [0062] 제어부(120)는, 상기 제1 피크(310)와 상기 제2 피크(320)를 미리 설정된 기준 프로파일(200)의 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)를 각각 비교하도록 구성될 수 있다.
- [0063] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)의 기준 프로파일(200)을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)의 기준 프로파일(200)과 미분 프로파일(300)의 일 예시를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0064] 도 4 및 도 5를 참조하면, 3.6[V] 내지 3.8[V]의 전압 구간 내에 제1 기준 피크(R1) 및 제2 기준 피크(R2)가 포함될 수 있다. 또한, 도 5를 참조하면, 3.6[V] 내지 3.8[V]의 전압 구간 내에 제1 피크(310)와 제2 피크(320)가 포함될 수 있다.
- [0065] 여기서, 피크란 상기 기준 프로파일(200) 및 상기 미분 프로파일(300)에서 기울기가 0인 지점으로, 전압에 따른 순간 변화율이 양에서 음으로 변하는 지점을 의미한다.
- [0066] 예컨대, 도 5의 실시예에서, 제1 기준 피크(R1), 제2 기준 피크(R2), 제1 피크(310), 및 제2 피크(320)는 기울기가 0일 수 있다. 즉, 제1 기준 피크(R1), 제2 기준 피크(R2), 제1 피크(310), 및 제2 피크(320)는 위로 볼록한 지점일 수 있다.
- [0067] 바람직하게, 제1 피크(310)는 제1 기준 피크(R1)에 대응되는 피크이고, 제2 피크(320)는 제2 기준 피크(R2)에 대응되는 피크이다. 이를 위해, 제어부(120)는 상기 미분 프로파일(300)에서 상기 제1 기준 피크(R1)에 대응되는 피크를 상기 제1 피크(310)로 결정하고, 상기 미분 프로파일(300)에서 상기 제2 기준 피크(R2)에 대응되는 피크를 상기 제2 피크(320)로 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0068] 제어부(120)는 상기 제1 기준 피크(R1)에 대한 상기 제1 피크(310)의 거동 변화 및 상기 제2 기준 피크(R2)에 대한 상기 제2 피크(320)의 거동 변화 중 적어도 하나를 고려하여 상기 배터리의 상태를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0069] 여기서, 거동 변화란 기준 피크(R1, R2)의 미분 용량값으로부터 피크(310, 320)의 미분 용량값으로의 변화를 의미할 수 있다. 예컨대, 기준 피크(R1, R2)의 미분 용량값과 피크(310, 320)의 미분 용량값의 대소 비교 및 차이 산출을 통해 피크(310, 320)의 거동 변화가 결정될 수 있다. 도 5의 실시예에서, 제1 기준 피크(R1)의 미분 용량값보다 제1 피크(310)의 미분 용량값이 작기 때문에, 제1 피크(310)의 거동 변화는 미분 용량값이 감소된 것으로 결정될 수 있다. 또한, 제2 기준 피크(R2)의 미분 용량값보다 제2 피크(320)의 미분 용량값이 작기 때문에, 제2 피크(320)의 거동 변화는 미분 용량값이 감소된 것으로 결정될 수 있다.
- [0070] 예컨대, 제어부(120)는 제1 피크(310)의 거동 변화 및 제2 피크(320)의 거동 변화 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 퇴화 여부를 진단할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 배터리의 양극 퇴화 여부 및/또는 배터리의 음극 퇴화 여부를 구체적으로 진단할 수 있다.
- [0071] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는 배터리의 미분 프로파일(300)에 포함된 제1 피크(310) 및 제2 피크(320)의 거동을 고려하여 배터리의 퇴화를 진단할 수 있다. 특히, 배터리 상태 진단 장치(100)는 배터리의 양극이 퇴화했는지 또는 음극이 퇴화했는지를 구체적으로 진단함으로써, 배터리의 퇴화 원인을 보다 정확하게 진단할 수 있다.
- [0073] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)에 구비된 제어부(120)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(120)는 프로그램 모듈의 집합으로 구현될 수 있다. 이때, 프로그램 모듈은 메모리에 저장되고, 제어부(120)에 의해 실행될 수 있다. 상기 메모리는 제어부(120) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 제어부(120)와 연결될 수 있다.
- [0075] 상기 제어부(120)는, 상기 기준 프로파일(200)에서 가장 큰 피크를 제1 기준 피크(R1)로 설정하고, 두 번째로

큰 피크를 제2 기준 피크(R2)로 설정하도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 제어부(120)는, 상기 기준 프로파일(200)에서 미분 용량값이 가장 큰 피크를 제1 기준 피크(R1)로 설정하고, 미분 용량값이 두 번째로 큰 피크를 제2 기준 피크(R2)로 설정하도록 구성될 수 있다.

- [0076] 예컨대, 도 4의 기준 프로파일(200)에서, 가장 큰 피크가 제1 기준 피크(R1)로 설정될 수 있다. 또한, 도 4의 기준 프로파일(200)에서 두 번째로 큰 피크가 제2 기준 피크(R2)로 설정될 수 있다.
- [0077] 그리고, 제어부(120)는 상기 미분 프로파일(300)에서 상기 제1 기준 피크(R1)에 대응되는 피크를 상기 제1 피크(310)로 결정하고, 상기 미분 프로파일(300)에서 상기 제2 기준 피크(R2)에 대응되는 피크를 상기 제2 피크(320)로 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0078] 예컨대, 제어부(120)는 미분 프로파일(300)에서 제1 기준 피크(R1)의 전압값과 가장 가까운 전압값을 갖는 피크를 제1 피크(310)로 결정할 수 있다. 마찬가지로, 제어부(120)는 미분 프로파일(300)에서 제2 기준 피크(R2)의 전압값과 가장 가까운 전압값을 갖는 피크를 제2 피크(320)로 결정할 수 있다.
- [0079] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는, 서로 대응되는 기준 프로파일(200)의 기준 피크(R1, R2)와 미분 프로파일(300)의 피크(310, 320) 간의 거동 변화에 기반하여 배터리의 상태를 보다 정확하게 진단할 수 있다.
- [0081] 또한, 기준 프로파일(200)은 상기 배터리에 대응되는 기준 셀이 소정의 씨레이트(C-rate) 범위 내에서 충전되는 동안 측정된 상기 기준 셀의 전압과 미분 용량에 대한 프로파일일 수 있다. 그리고, 상기 미분 프로파일(300)은, 상기 배터리가 상기 기준 셀과 동일한 씨레이트 범위 내에서 충전되는 동안 측정된 상기 배터리의 전압과 미분 용량에 대한 프로파일일 수 있다.
- [0082] 여기서, 소정의 씨레이트 범위란 0.1C 이상의 범위일 수 있다. 즉, 기준 프로파일(200)은 기준 셀을 0.1C 이상의 씨레이트 범위에서 고율로 충전하는 동안 획득된 프로파일일 수 있다. 바람직하게, 기준 프로파일(200)은 기준 셀을 0.2C 이상 1C 이하의 씨레이트로 충전하는 동안 획득된 프로파일일 수 있다. 보다 바람직하게, 기준 프로파일(200)은 기준 셀을 0.33C 이상 1C 이하의 씨레이트로 충전하는 동안 획득된 프로파일일 수 있다. 이하에서는, 설명의 편의를 위하여, 기준 프로파일(200) 및 미분 프로파일(300)이 0.33C의 씨레이트로 기준 셀 및 배터리를 각각 충전하는 동안 획득된 것으로 설명한다.
- [0083] 한편, 도 2의 미분 프로파일(20)은 배터리 셀이 0.05C의 씨레이트로 충전되는 동안 획득된 프로파일일 수 있다. 이하에서는, 도 2의 미분 프로파일(20)은 상기 기준 셀이 0.05C의 씨레이트로 충전되는 동안 획득된 프로파일이라고 설명한다.
- [0084] 즉, 도 2의 미분 프로파일(20)은, 제1 피크(21) 내지 제6 피크(26)가 선명하게 포함될 수 있도록, 0.05C 정도의 씨레이트로 기준 셀을 저율 충전하면서 획득된 프로파일이다. 따라서, 도 2의 미분 프로파일(20)에는 제1 피크(21) 내지 제6 피크(26)가 명확하게 구분되어 포함될 수 있다.
- [0085] 이와 달리, 도 4의 기준 프로파일(200)은 0.33C의 씨레이트로 기준 셀을 고율 충전하는 동안 획득된 것이다. 따라서, 기준 프로파일(200)에서 도 2의 미분 프로파일(20)에 포함된 제1 피크(21) 내지 제6 피크(26)가 명확하게 구분되지 않는다. 구체적으로, 기준 셀이 0.33C의 씨레이트로 고율 충전되면, 도 2의 미분 프로파일(20)에 포함된 제3 피크(23)가 도 4의 기준 프로파일(200)에 포함된 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)로 나뉘어질 수 있다. 이는, 저율 충전의 경우에는 양극 피크 및 음극 피크가 혼재되어 제3 피크(23)가 형성되지만, 고율 충전의 경우에는 양극 및 음극의 거동이 달라져서 양극 피크와 음극 피크가 형성되는 전위대가 달라지기 때문이다. 따라서, 도 2의 미분 프로파일(20)에 포함된 제3 피크(23)는, 기준 셀이 고율 충전(예컨대, 0.33C의 씨레이트로 충전)되는 경우 도 4의 기준 프로파일(200)에 포함된 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)로 나뉘게 될 수 있다.
- [0086] 그리고, 도 5의 실시예의 미분 프로파일(300)에서, 제어부(120)는 제1 기준 피크(R1)에 대응되는 피크를 제1 피크(310)로 결정하고, 제2 기준 피크(R2)에 대응되는 피크를 제2 피크(320)로 결정할 수 있다. 이후, 제어부(120)는, 제1 피크(310)의 거동 변화 및/또는 제2 피크(320)의 거동 변화에 기반하여 배터리의 상태를 진단할 수 있다.
- [0087] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는, 저율 충전을 통해 획득된 미분 프로파일(20)을 이용하여 배터리의 상태를 진단하는 종래 기술과 달리, 고율 충전을 통해 획득된 미분 프로파일(300)을 이용하여 배터리의 상태를 진단할 수 있는 장점이 있다. 특히, 배터리가 고율 충전되는 경우에도 배터리의 상태

진단이 가능해지기 때문에, 배터리의 상태 진단이 보다 신속하게 진행될 수 있는 장점이 있다.

- [0088] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는, 고율 충전을 통해 획득된 미분 프로파일(300)에 포함된 복수의 피크(310, 320)의 거동을 통해서, 배터리의 상태를 진단할 수 있는 새로운 피크 해석을 제공할 수 있는 장점이 있다.
- [0089] 즉, 배터리 상태 진단 장치(100)는, 종래에는 배터리 상태 진단에 활용되지 않았던 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)를 이용하여 배터리의 상태를 진단할 수 있다.
- [0090] 예컨대, 종래에는 저율 충전이 요구되었기 때문에, 배터리의 테스트 단계 등과 같이 저율 충전이 가능한 한정적인 상황에서만 배터리의 상태를 진단하여야 하는 제한이 있었다. 하지만, 배터리 상태 진단 장치(100)는 고율 충전에서도 배터리의 상태를 진단할 수 있기 때문에, 배터리가 전자 장치(전자 제품, 자동차, 또는 에너지 저장 시스템(Energy storage system, ESS) 등)에서 구동되는 등의 다양한 상황에서도 배터리의 상태를 진단할 수 있는 장점이 있다.
- [0092] 상기 제어부(120)는, 상기 제2 피크(320)와 상기 제2 기준 피크(R2)를 비교하여 제2 피크 변화값을 산출하도록 구성될 수 있다. 그리고, 제어부(120)는, 상기 제2 피크 변화값에 따라 상기 배터리의 퇴화 여부를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0093] 예컨대, 제어부(120)는 제2 피크(320)의 미분 용량과 제2 기준 피크(R2)의 미분 용량 간의 차이를 토대로 제2 피크 변화값을 산출할 수 있다. 구체적으로, 제어부(120)는 제2 기준 피크(R2)의 미분 용량값에서 제2 피크(320)의 미분 용량값을 뺀 값을 제2 피크 변화값으로 산출할 수 있다.
- [0094] 그리고, 산출된 제2 피크 변화값이 소정의 크기 이상이면, 제어부(120)는 배터리가 퇴화된 것으로 진단할 수 있다. 반대로, 산출된 제2 피크 변화값이 소정의 크기 미만이면, 제어부(120)는 배터리가 퇴화되지 않은 것으로 진단할 수 있다. 이 경우, 바람직하게, 소정의 크기는 초기 설정값으로 고정된 값일 수 있다.
- [0095] 구체적으로, 소정의 크기는 배터리의 퇴화 여부를 진단하기 위하여 피크 변화값(기준 피크의 미분 용량값과 피크의 미분 용량값 간의 차이)과 비교되는 기준값이기 때문에, 배터리가 퇴화된 정도에 무관하게 고정 설정된 값일 수 있다.
- [0096] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는, 제2 기준 피크(R2)와 제2 피크(320) 간의 피크 변화값만을 고려하여, 배터리의 퇴화 여부를 신속하게 진단할 수 있는 장점이 있다.
- [0098] 상기 제어부(120)는, 상기 배터리가 퇴화된 것으로 진단된 경우, 상기 제1 피크(310)와 상기 제1 기준 피크(R1)를 비교하여 제1 피크 변화값을 산출하도록 구성될 수 있다. 구체적으로, 제어부(120)는 제1 기준 피크(R1)의 미분 용량값에서 제1 피크(310)의 미분 용량값을 뺀 값을 제1 피크 변화값으로 산출할 수 있다.
- [0099] 그리고, 제어부(120)는, 상기 제1 피크 변화값 및 상기 제2 피크 변화값에 따라 상기 배터리의 퇴화 원인을 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0100] 구체적으로, 제어부(120)는, 상기 제1 피크 변화값 및 상기 제2 피크 변화값에 따라, 상기 배터리의 퇴화 원인을 양극 퇴화 및/또는 음극 퇴화로 진단할 수 있다. 여기서, 음극 퇴화란 가용 리튬이 손실되어, 배터리의 음극 측에서 퇴화가 진행된 것을 의미한다. 또한, 양극 퇴화란 양극 반응 면적이 손실되어, 배터리의 양극 측에서 퇴화가 진행된 것을 의미한다.
- [0101] 예컨대, 제어부(120)는 제2 피크 변화값에 기반하여 배터리의 퇴화 여부를 진단한 후, 배터리의 퇴화 원인을 진단하기 위하여 제1 피크(310)의 미분 용량값과 제1 기준 피크(R1)의 미분 용량값 간의 차이를 토대로 제1 피크 변화값을 산출할 수 있다. 그리고, 산출된 제1 피크 변화값이 소정의 크기 이상이면, 제어부(120)는 배터리의 퇴화 원인이 음극 퇴화 및 양극 퇴화인 것으로 진단할 수 있다. 반대로, 산출된 제1 피크 변화값이 소정의 크기 미만이면, 제어부(120)는 배터리의 퇴화 원인이 양극 퇴화인 것으로 진단할 수 있다.
- [0102] 구체적으로, 산출된 제1 피크 변화값이 소정의 크기 이상인 경우, 제어부(120)는 제1 피크 변화값과 제2 피크 변화값의 크기를 비교하여 배터리의 주된 퇴화 원인을 진단할 수 있다. 예컨대, 제1 피크 변화값이 제2 피크 변화값보다 큰 경우, 제어부(120)는 배터리의 주된 퇴화 원인을 음극 퇴화로 진단할 수 있다. 반대로, 제1 피크 변화값이 제2 피크 변화값보다 작은 경우, 제어부(120)는 배터리의 주된 퇴화 원인을 양극 퇴화로 진단할 수 있다.
- [0103] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)의 기준 프로파일(200)과 미분 프로파일(300)의

다른 예시를 개략적으로 도시한 도면이다.

- [0104] 구체적으로, 도 5는 음극 및 양극이 퇴화된 배터리의 미분 프로파일(300)을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 6은 양극이 퇴화된 배터리의 미분 프로파일(300)을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0105] 도 5 및 도 6을 참조하면, 배터리의 양극이 퇴화된 경우, 제2 기준 피크(R2)와 제2 피크(320) 간의 제2 피크 변화값이 소정의 크기 이상일 수 있다. 즉, 배터리의 양극이 퇴화된 경우, 제2 피크(320)의 미분 용량값은 제2 기준 피크(R2)의 미분 용량값보다 소정의 크기 이상으로 작을 수 있다.
- [0106] 그리고, 도 5 및 도 6을 다시 참조하면, 배터리의 음극이 퇴화된 경우에는 제1 기준 피크(R1)와 제1 피크(310) 간의 제1 피크 변화값이 소정의 크기 이상일 수 있다. 즉, 배터리의 음극이 퇴화된 경우, 제1 피크(310)의 미분 용량값은 제1 기준 피크(R1)의 미분 용량값보다 소정의 크기 이상으로 작을 수 있다.
- [0107] 즉, 상기 제어부(120)는, 상기 제1 피크 변화값과 상기 제2 피크 변화값이 소정의 크기 이상인 경우, 상기 배터리의 음극 및 양극이 손실된 것으로 진단하도록 구성될 수 있다. 이와 달리, 상기 제어부(120)는, 상기 제1 피크 변화값이 소정의 크기 미만이고, 상기 제2 피크 변화값이 상기 소정의 크기 이상인 경우, 상기 배터리의 양극이 손실된 것으로 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0108] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는, 제2 피크 변화값에 기반하여 배터리의 퇴화 여부를 신속하게 진단하고, 제1 피크 변화값에 기반하여 배터리의 퇴화 원인을 구체적으로 진단할 수 있는 장점이 있다.
- [0110] 다른 예로, 배터리의 제1 피크 변화값 및 제2 피크 변화값에 대하여 복수의 기준 범위가 미리 설정될 수 있다. 예컨대, 복수의 기준 범위는 제1 기준 범위, 제2 기준 범위 및 제3 기준 범위를 포함할 수 있다. 다만, 복수의 기준 범위는 이하에서 설명하는 바와 같이 3개의 범위로만 구분되지 않고, 보다 세부적으로 구분될 수 있음을 유의한다.
- [0111] 제어부(120)는 제1 피크 변화값 및 제2 피크 변화값을 복수의 기준 범위와 비교하고, 비교 결과에 따라 배터리의 퇴화 여부를 진단할 수 있다.
- [0112] 제어부(120)는 제2 피크 변화값을 산출한 후, 복수의 기준 범위 중 제2 피크 변화값이 속하는 제2 타겟 범위를 결정할 수 있다. 그리고, 제어부(120)는 제2 타겟 범위에 설정된 내용에 기반하여, 배터리의 퇴화 여부를 진단할 수 있다. 예컨대, 제2 타겟 범위가 제1 기준 범위인 경우, 제어부(120)는 배터리가 퇴화되지 않은 것으로 진단할 수 있다. 반대로, 제2 타겟 범위가 제2 기준 범위 또는 제3 기준 범위인 경우, 제어부(120)는 배터리가 퇴화된 것으로 진단할 수 있다.
- [0113] 만약, 배터리가 퇴화된 것으로 진단된 경우, 제어부(120)는 제1 기준 피크(R1)와 제1 피크(310) 간의 제1 피크 변화값을 산출할 수 있다. 그리고, 제어부(120)는 복수의 기준 범위 중 제1 피크 변화값이 속하는 제1 타겟 범위를 결정할 수 있다. 그리고, 제어부(120)는 제1 타겟 범위에 설정된 내용에 기반하여, 배터리의 퇴화 원인을 진단할 수 있다.
- [0114] 예컨대, 제1 타겟 범위가 제1 기준 범위인 경우, 제어부(120)는 배터리의 퇴화 원인이 양극 퇴화인 것으로 진단할 수 있다. 반대로, 제1 타겟 범위가 제2 기준 범위 또는 제3 기준 범위인 경우, 제어부(120)는 배터리의 퇴화 원인이 양극 퇴화 및 음극 퇴화인 것으로 진단할 수 있다. 제1 타겟 범위 및 제2 타겟 범위의 조합에 따른 제어부(120)의 판단 결과는 아래의 표 1을 토대로 구체적으로 설명한다.
- [0116] 보다 구체적으로, 제어부(120)는 제1 피크 변화값 및 제2 피크 변화값과 복수의 기준 범위를 비교하고, 비교 결과에 따라 배터리의 퇴화 정도를 진단할 수 있다.
- [0117] 앞서 설명한 바와 같이, 제1 기준 범위는 허용될 수 있는 오차 범위로 설정될 수 있다. 즉, 제1 기준 범위는 정상 범위를 의미할 수 있다. 제2 기준 범위는 배터리가 퇴화되어, 배터리의 상태가 경고 상태임을 나타내는 경고 범위를 의미할 수 있다. 제3 기준 범위는 배터리가 퇴화되어, 배터리의 상태가 위험 상태임을 나타내는 위험 범위를 의미할 수 있다.
- [0118] 제1 피크 변화값과 제2 피크 변화값이 복수의 기준 범위 중 어느 범위에 속하는지에 따른 제어부(120)의 진단 결과는 아래의 표 1과 같다.

[0119] [표 1]

제2 타겟 범위 \ 제1 기준 범위	제1 기준 범위	제2 기준 범위	제3 기준 범위
제1 기준 범위	배터리가 퇴화되지 않음	양극 퇴화(경고)	양극 퇴화(위험)
제2 기준 범위		양극 퇴화(경고) 음극 퇴화(경고)	양극 퇴화(위험) 음극 퇴화(경고)
제3 기준 범위		양극 퇴화(경고) 음극 퇴화(위험)	양극 퇴화(위험) 음극 퇴화(위험)

[0120]

[0121] 앞서 설명한 바와 같이, 제1 타겟 범위는 복수의 기준 범위 중에서 제1 피크 변화값이 속하는 범위를 의미한다. 마찬가지로, 제2 타겟 범위는 복수의 기준 범위 중에서 제2 피크 변화값이 속하는 범위를 의미한다. 그리고, 표 1에서 괄호에 포함되는 내용은 상술한 경고 상태 또는 위험 상태를 의미한다.

[0122] 구체적으로, 제2 타겟 범위가 제1 기준 범위이면, 제어부(120)는 배터리가 퇴화되지 않은 것으로 진단할 수 있다.

[0123] 그리고, 제1 타겟 범위가 제1 기준 범위이면, 제어부(120)는 배터리의 퇴화 원인이 음극 퇴화가 아닌 것으로 진단할 수 있다. 즉, 제어부(120)는 배터리가 퇴화되지 않았거나, 배터리의 양극이 퇴화된 것으로 진단할 수 있다. 바람직하게, 제어부(120)는 제2 타겟 범위를 먼저 결정한 후 제1 타겟 범위를 결정하기 때문에, 제1 타겟 범위가 제1 기준 범위이면 제어부(120)는 배터리의 퇴화 원인이 양극 퇴화인 것으로 진단할 수 있다.

[0124] 제2 타겟 범위가 제2 기준 범위이면, 제어부(120)는 배터리가 퇴화되었으며, 퇴화의 원인은 양극 퇴화라고 진단할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 배터리의 양극 퇴화 정도를 경고 상태라고 진단할 수 있다.

[0125] 그리고, 제2 타겟 범위가 제3 기준 범위이면, 제어부(120)는 배터리가 퇴화되었으며, 퇴화의 원인은 양극 퇴화라고 진단할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 배터리의 양극 퇴화 정도를 위험 상태라고 진단할 수 있다.

[0126] 제2 타겟 범위가 제2 기준 범위 또는 제3 기준 범위이고, 제1 타겟 범위가 제2 기준 범위이면, 제어부(120)는 배터리가 퇴화되었으며, 퇴화의 원인은 음극 퇴화라고 진단할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 배터리의 음극 퇴화 정도를 경고 상태라고 진단할 수 있다.

[0127] 그리고, 제2 타겟 범위가 제2 기준 범위 또는 제3 기준 범위이고, 제1 타겟 범위가 제3 기준 범위이면, 제어부(120)는 배터리가 퇴화되었으며, 퇴화의 원인은 음극 퇴화라고 진단할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 배터리의 음극 퇴화 정도를 위험 상태라고 진단할 수 있다.

[0128] 즉, 표 1을 참조하면, 제어부(120)는 제1 타겟 범위와 제2 타겟 범위의 조합에 따라 배터리의 퇴화 여부, 퇴화 원인, 및 퇴화 정도를 진단할 수 있다.

[0129] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는 배터리의 상태를 다양한 측면에서 상세하게 진단할 수 있다. 또한, 배터리가 고율 충전되는 경우에도 배터리의 상태가 진단될 수 있기 때문에, 배터리의 상태가 보다 신속하게 진단될 수 있다.

[0130] 또한, 앞서 상술한 바와 같이, 복수의 기준 범위는 표 1의 3개의 범위로만 구분되지 않고, 보다 세분화되어 설정될 수도 있다. 이 경우, 제어부(120)는 배터리의 퇴화 정도를 보다 구체적으로 진단할 수 있다.

[0132] 상기 제어부(120)는, 상기 배터리가 퇴화된 것으로 진단된 경우, 상기 배터리의 충전 상태(State of charge, SOC)의 상한, 충전 상태의 하한, 및 충전 시퀀스의 상한 중 적어도 하나를 조절하도록 구성될 수 있다.

[0133] 제어부(120)는 배터리의 퇴화가 진행되는 속도를 지연시키기 위하여, 배터리가 최대 충전될 수 있는 충전 상태의 상한, 배터리가 최대 방전될 수 있는 충전 상태의 하한, 배터리의 충전 시퀀스의 상한, 및 배터리의 방전 시퀀스의 하한 중 적어도 하나를 조절하도록 구성될 수 있다.

[0134] 구체적으로, 제어부(120)는 배터리의 충전 상태의 상한을 낮출 수 있다. 제어부(120)는 배터리의 충전 상태의 하한을 높일 수 있다. 제어부(120)는 충전 시퀀스의 상한을 낮출 수 있다. 제어부(120)는 방전 시퀀스의 상한을 낮출 수 있다.

- [0135] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는 배터리의 퇴화 여부를 진단한 후, 진단 결과에 따라 배터리의 퇴화 속도를 늦출 수 있는 조치를 취할 수 있는 장점이 있다.
- [0137] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는 저장부(130)를 더 포함할 수 있다.
- [0138] 여기서, 저장부(130)는 제어부(120)가 배터리의 상태를 진단하는데 필요한 프로그램 및 데이터 등을 저장할 수 있다. 즉, 저장부(130)는 배터리 상태 진단 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(130)는 데이터를 기록, 소거, 갱신 및 독출할 수 있다고 알려진 공지의 정보 저장 수단이라면 그 종류에 특별한 제한이 없다. 일 예시로서, 정보 저장 수단에는 RAM, 플래쉬 메모리, ROM, EEPROM, 레지스터 등이 포함될 수 있다. 또한, 저장부(130)는 제어부(120)에 의해 실행 가능한 프로세스들이 정의된 프로그램 코드들을 저장할 수 있다.
- [0139] 저장부(130)는 상기 배터리가 충전되는 충전 사이클마다 상기 프로파일 획득부(110)에 의해 획득된 전압 프로파일을 저장하도록 구성될 수 있다.
- [0140] 바람직하게, 저장부(130)는 충전 사이클마다 전압 프로파일을 구분하여 저장할 수 있다. 예컨대, 저장부(130)는 저장되는 전압 프로파일에 충전 사이클에 대한 인덱스를 설정할 수 있다.
- [0141] 상기 제어부(120)는, 상기 저장부(130)에 저장된 복수의 전압 프로파일로부터 복수의 미분 프로파일(300)을 획득하도록 구성될 수 있다. 즉, 제어부(120)와 저장부(130)는 통신 가능하도록 연결될 수 있다. 제어부(120)는 저장부(130)에 접근(Access)하여, 저장부(130)에 저장된 하나 이상의 전압 프로파일을 획득할 수 있다. 바람직하게, 제어부(120)는 저장부(130)에 저장된 복수의 전압 프로파일을 획득할 수 있다.
- [0142] 또한, 제어부(120)는 저장부(130)에 저장된 복수의 전압 프로파일 중 일부를 선택적으로 획득할 수도 있다. 이 경우, 제어부(120)는 전압 프로파일에 설정된 인덱스를 통해서 획득할 전압 프로파일을 선택할 수 있다.
- [0143] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)에서 획득한 복수의 미분 프로파일(300)의 일 예시를 개략적으로 도시한 도면이다. 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)에서 획득한 복수의 미분 프로파일(300)의 다른 예시를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [0144] 바람직하게, 기준 프로파일(200), 제1 미분 프로파일(300a), 제2 미분 프로파일(300b), 제3 미분 프로파일(300c), 제4 미분 프로파일(300d), 및 제5 미분 프로파일(300e)은 저장부(130)에 저장될 수 있다.
- [0145] 예컨대, 도 7의 실시예에서, 제어부(120)는 저장부(130)로부터 제1 미분 프로파일(300a), 제2 미분 프로파일(300b), 및 제3 미분 프로파일(300c)을 선택적으로 획득할 수 있다. 다른 예로, 도 8의 실시예에서, 제어부(120)는 저장부(130)로부터 제4 미분 프로파일(300d) 및 제5 미분 프로파일(300e)을 선택적으로 획득할 수 있다.
- [0146] 이하에서는, 설명의 편의를 위하여, 제1 미분 프로파일(300a), 제2 미분 프로파일(300b), 및 제3 미분 프로파일(300c) 순으로 배터리의 충방전 사이클 횟수가 증가된 것으로 가정한다. 예컨대, 제1 미분 프로파일(300a)은 충방전 사이클 횟수가 100인 배터리에 대한 미분 프로파일(300)이고, 제2 미분 프로파일(300b)은 충방전 사이클 횟수가 200인 배터리에 대한 미분 프로파일(300)이며, 제3 미분 프로파일(300c)은 충방전 사이클 횟수가 300인 배터리에 대한 미분 프로파일(300)이다. 또한, 제4 미분 프로파일(300d)의 배터리의 충방전 사이클 횟수가 제5 미분 프로파일(300e)의 배터리의 충방전 사이클 횟수보다 적은 것으로 가정한다.
- [0147] 또한, 제어부(120)는 상기 복수의 미분 프로파일(300)에서 복수의 제1 피크(310) 및 복수의 제2 피크(320)를 결정하도록 구성될 수 있다.
- [0148] 제어부(120)는 복수의 미분 프로파일(300) 각각에서 기준 프로파일(200)의 제1 기준 피크(R1)에 대응되는 피크를 제1 피크(310)로 결정하고, 제2 기준 피크(R2)에 대응되는 피크를 제2 피크(320)로 결정할 수 있다.
- [0149] 도 7을 참조하면, 제어부(120)는 제1 미분 프로파일(300a), 제2 미분 프로파일(300b), 및 제3 미분 프로파일(300c)에서 제1 피크(310a, 310b, 310c) 및 제2 피크(320a, 320b, 320c)를 결정할 수 있다. 또한, 도 8을 참조하면, 제어부(120)는 제4 미분 프로파일(300d) 및 제5 미분 프로파일(300e) 각각에서 제1 피크(310d, 310e) 및 제2 피크(320d, 320e)를 결정할 수 있다.
- [0150] 즉, 제1 미분 프로파일(300a)의 제1 피크(310a), 제2 미분 프로파일(300b)의 제1 피크(310b), 제3 미분 프로파일(300c)의 제1 피크(310c), 제4 미분 프로파일(300d)의 제1 피크(310d), 및 제5 미분 프로파일(300e)의 제1

피크(310e)는 모두 기준 프로파일(200)의 제1 기준 피크(R1)에 대응되는 피크일 수 있다.

- [0151] 마찬가지로, 제1 미분 프로파일(300a)의 제2 피크(320a), 제2 미분 프로파일(300b)의 제2 피크(320b), 제3 미분 프로파일(300c)의 제2 피크(320c), 제4 미분 프로파일(300d)의 제2 피크(320d), 및 제5 미분 프로파일(300e)의 제2 피크(320e)는 모두 기준 프로파일(200)의 제2 기준 피크(R2)에 대응되는 피크일 수 있다.
- [0152] 제어부(120)는 결정된 복수의 제1 피크(310)의 거동 변화 및 복수의 제2 피크(320)의 거동 변화 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 퇴화 진행 여부를 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0153] 예컨대, 도 7의 실시예에서, 제어부(120)는 배터리의 충방전 사이클 횟수에 기반하여 복수의 제2 피크(320)의 미분 용량별 차이를 산출할 수 있다. 구체적으로, 제어부(120)는 제1 미분 프로파일(300a)의 제2 피크(320a)의 미분 용량값과 제2 미분 프로파일(300b)의 제2 피크(320b)의 미분 용량값 간의 차이를 토대로 피크 변화값을 산출할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 제2 미분 프로파일(300b)의 제2 피크(320b)의 미분 용량값과 제3 미분 프로파일(300c)의 제2 피크(320c)의 미분 용량값 간의 차이를 토대로 피크 변화값을 산출할 수 있다.
- [0154] 배터리의 충방전 사이클 횟수가 증가할수록 복수의 제2 피크(320) 간의 피크 변화값이 증가하는 경우, 제어부(120)는 배터리의 퇴화가 가속되고 있는 것으로 진단할 수 있다. 이와 반대로, 배터리의 충방전 사이클 횟수가 증가할수록 복수의 제2 피크(320) 간의 피크 변화값이 감소하는 경우, 제어부(120)는 배터리의 퇴화가 감속되고 있는 것으로 진단할 수 있다.
- [0155] 예컨대, 제2 미분 프로파일(300b)의 제2 피크(320b)와 제3 미분 프로파일(300c)의 제2 피크(320c) 간의 피크 변화값이 제1 미분 프로파일(300a)의 제2 피크(320a)와 제2 미분 프로파일(300b)의 제2 피크(320b) 간의 피크 변화값보다 큰 경우, 제어부(120)는 배터리의 퇴화가 가속되고 있다고 진단할 수 있다. 이 경우, 기준 프로파일(200)의 제2 기준 피크(R2)와 제1 미분 프로파일(300a)의 제2 피크(320a) 간의 제2 피크 변화값, 제2 기준 피크(R2)와 제2 미분 프로파일(300b)의 제2 피크(320b) 간의 제2 피크 변화값, 및 제2 기준 피크(R2)와 제3 미분 프로파일(300c)의 제2 피크(320c) 간의 제2 피크 변화값 중 적어도 하나는 소정의 크기 이상일 수 있다. 즉, 제어부(120)는 획득한 복수의 미분 프로파일(300a, 300b, 300c) 중 적어도 하나에 기반하여 배터리가 퇴화된 것으로 진단한 경우, 배터리의 퇴화 진행 여부를 진단할 수 있다.
- [0156] 이상에서는, 도 7의 실시예를 참조하여, 제1 미분 프로파일(300a), 제2 미분 프로파일(300b), 및 제3 미분 프로파일(300c)에 기반하여 제어부(120)가 배터리의 퇴화 진행 여부를 진단하는 실시예를 설명하였다. 다만, 제어부(120)는 도 7의 실시예와 달리 보다 많은 수의 미분 프로파일(300)에 기반하여 배터리의 퇴화 진행 여부를 진단할 수 있다. 이러한 경우, 배터리의 퇴화 진행 여부가 보다 정확하게 진단될 수 있다.
- [0158] 이하에서는, 제어부(120)가 제1 피크(310)의 거동 변화 및 복수의 제2 피크(320)의 거동 변화 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 퇴화 진행의 원인을 진단하는 실시예를 설명한다. 다만, 설명의 편의를 위하여, 앞서 설명한 내용에 대한 중복 설명은 배제되었음을 유의한다. 또한, 이하에서 설명하는 복수의 제1 피크(310)의 거동 변화는 상술한 복수의 제2 피크(320)의 거동 변화를 토대로 설명될 수 있다.
- [0159] 제어부(120)는 결정된 복수의 제1 피크(310)의 거동 변화 및 복수의 제2 피크(320)의 거동 변화 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 퇴화 진행의 원인을 진단하도록 구성될 수 있다.
- [0160] 예컨대, 제어부(120)가 복수의 제2 피크(320)의 거동 변화에 기반하여 배터리의 퇴화가 가속되는 것으로 진단하였다고 가정한다. 즉, 배터리의 충방전 사이클 횟수가 증가할수록 복수의 제2 피크(320) 간의 피크 변화값이 증가하여, 제어부(120)가 배터리의 퇴화가 가속되고 있는 것으로 진단하였다고 가정한다. 도 7의 실시예와 같이, 배터리의 충방전 사이클 횟수가 증가할수록 복수의 제1 피크(310) 간의 피크 변화값이 증가하는 경우, 제어부(120)는 배터리의 퇴화가 가속되는 원인을 배터리의 양극 퇴화 및 음극 퇴화로 진단할 수 있다. 반대로, 도 8의 실시예와 같이, 배터리의 충방전 사이클 횟수가 증가하더라도 복수의 제1 피크(310) 간의 피크 변화값이 증가하지 않는 경우, 제어부(120)는 배터리의 퇴화가 가속되는 원인을 배터리의 양극 퇴화로 진단할 수 있다.
- [0161] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는 배터리의 퇴화 진행 여부뿐만 아니라, 배터리의 퇴화가 진행되는 원인을 진단하여, 배터리의 상태를 보다 구체적으로 진단할 수 있는 장점이 있다.
- [0163] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는, BMS(Battery Management System)에 적용될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 BMS는, 배터리 상태 진단 장치(100)를 포함할 수 있다. 이러한 구성에 있어서, 배터리 상태 진단 장치(100)의 각 구성요소 중 적어도 일부는, 종래 BMS에 포함된 구성의 기능을 보완하거나 추가함으로써 구현될 수 있다. 예를 들어, 프로파일 획득부(110), 제어부(120), 및 저장부(130)는 BMS의 구성요소로서

구현될 수 있다.

- [0164] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 장치(100)는, 배터리 팩에 구비될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 배터리 팩은, 배터리 상태 진단 장치(100) 및 하나 이상의 배터리 셀을 포함할 수 있다. 또한, 배터리 팩은, 전장품(릴레이, 퓨즈 등) 및 케이스 등을 더 포함할 수 있다.
- [0166] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 상태 진단 방법을 개략적으로 도시한 도면이다. 배터리 상태 진단 방법의 각 단계는 배터리 상태 진단 장치(100)에 의해서 수행될 수 있다.
- [0167] 도 9를 참조하면, 배터리 상태 진단 방법은 전압 프로파일 획득 단계(S100), 미분 프로파일 획득 단계(S200), 피크 결정 단계(S300), 피크 비교 단계(S400), 및 배터리 상태 진단 단계(S500)를 포함할 수 있다.
- [0168] 전압 프로파일 획득 단계(S100)는 배터리의 전압과 용량에 대한 상기 배터리의 전압 프로파일을 획득하는 단계로서, 프로파일 획득부(110)에 의해서 수행될 수 있다. 예컨대, 배터리가 0.33C의 씨레이트로 충전되는 동안, 전압 프로파일이 획득될 수 있다.
- [0169] 미분 프로파일 획득 단계(S200)는 상기 전압 프로파일 획득 단계(S100)에서 획득된 전압 프로파일로부터 상기 전압과 상기 용량에 대한 미분 프로파일(300)을 획득하는 단계로서, 제어부(120)에 의해서 수행될 수 있다.
- [0170] 여기서, 전압 프로파일은 용량(Q)과 전압(V)에 대한 프로파일이고, 미분 프로파일(300)은 전압(V)과 미분 용량(dQ/dV)에 대한 프로파일이다.
- [0171] 피크 결정 단계(S300)는 상기 미분 프로파일 획득 단계(S200)에서 획득된 미분 프로파일(300)에서 소정의 전압 구간에 포함된 복수의 피크를 선택하고, 선택된 복수의 피크 중 음극과 관련된 제1 피크(310) 및 양극과 관련된 제2 피크(320)를 결정하는 단계로서, 제어부(120)에 의해서 수행될 수 있다.
- [0172] 소정의 전압 구간이란, 기준 프로파일(200)의 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)가 속하도록 미리 설정된 전압 구간일 수 있다. 예컨대, 도 5 및 6의 실시예에서, 제어부(120)는 기준 프로파일(200)에서 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)를 결정할 수 있다. 바람직하게, 제1 기준 피크(R1)는 기준 프로파일(200)에서 가장 미분 용량값을 갖는 피크이고, 제2 기준 피크(R2)는 기준 프로파일(200)에서 두 번째로 큰 미분 용량값을 갖는 피크이다. 그리고, 제어부(120)는 미분 프로파일(300)에서 제1 기준 피크(R1)에 대응되는 피크를 제1 피크(310)로 결정하고, 제2 기준 피크(R2)에 대응되는 피크를 제2 피크(320)로 결정할 수 있다.
- [0173] 피크 비교 단계(S400)는 상기 제1 피크(310)와 상기 제2 피크(320)를 미리 설정된 기준 프로파일(200)의 제1 기준 피크(R1)와 제2 기준 피크(R2)와 각각 비교하는 단계로서, 제어부(120)에 의해 수행될 수 있다.
- [0174] 구체적으로, 제어부(120)는 미분 용량값의 변화를 기준으로, 제1 기준 피크(R1)에 대한 제1 피크(310)의 거동 변화를 결정하고, 제2 기준 피크(R2)에 대한 제2 피크(320)의 거동 변화를 결정할 수 있다.
- [0175] 배터리 상태 진단 단계(S500)는 상기 제1 기준 피크(R1)에 대한 상기 제1 피크(310)의 거동 변화 및 상기 제2 기준 피크(R2)에 대한 상기 제2 피크(320)의 거동 변화 중 적어도 하나를 고려하여 상기 배터리의 상태를 진단하는 단계로서, 제어부(120)에 의해서 수행될 수 있다.
- [0176] 예컨대, 제어부(120)는 제1 피크(310)의 거동 변화 및 제2 피크(320)의 거동 변화 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 퇴화 여부를 진단할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 배터리의 양극 퇴화 여부 및/또는 배터리의 음극 퇴화 여부를 구체적으로 진단할 수 있다.
- [0177] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 진단 방법은 배터리의 미분 프로파일(300)에 포함된 제1 피크(310) 및 제2 피크(320)의 거동을 고려하여 배터리의 퇴화를 진단할 수 있다. 특히, 배터리 상태 진단 방법은 배터리의 양극이 퇴화했는지 또는 음극이 퇴화했는지를 구체적으로 진단함으로써, 배터리의 퇴화 원인을 보다 정확하게 진단할 수 있다.
- [0179] 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.
- [0180] 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 기재된 특허청구범

위의 균등범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

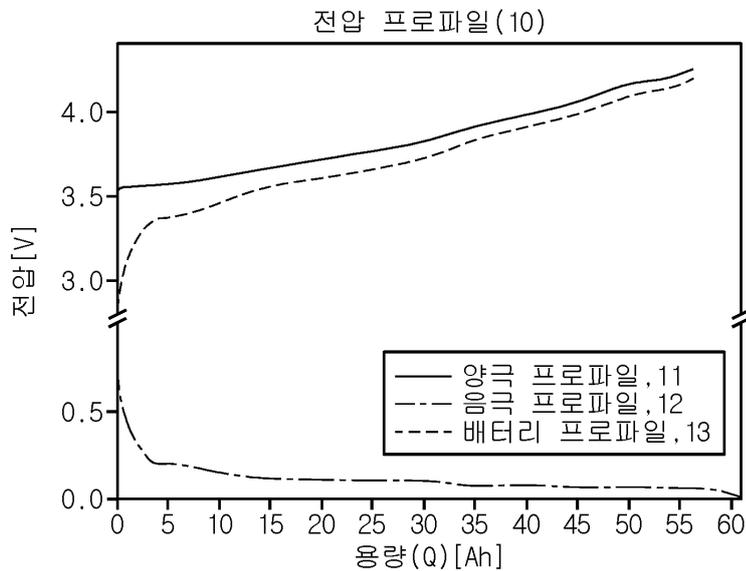
[0181] 또한, 이상에서 설명한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니라, 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수 있다.

부호의 설명

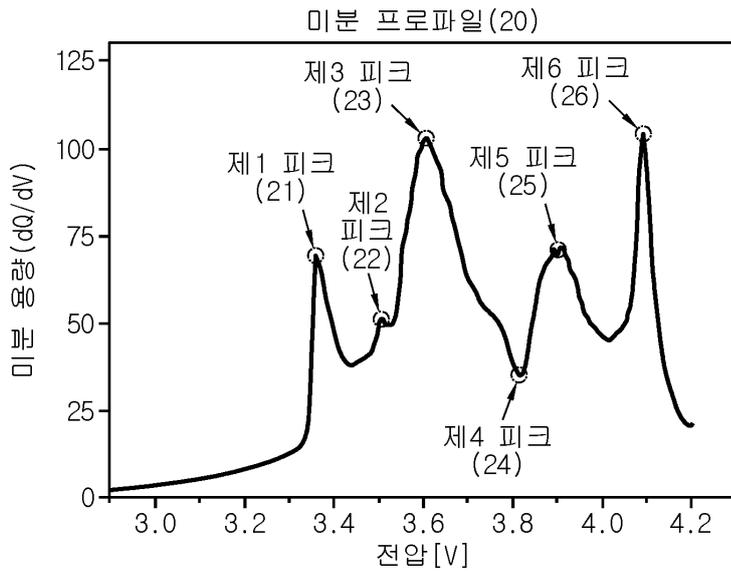
- [0182] 10: 전압 프로파일
- 20: 미분 프로파일
- 100: 배터리 상태 진단 장치
- 110: 프로파일 획득부
- 120: 제어부
- 130: 저장부
- 200: 기준 프로파일
- 300: 미분 프로파일
- 310: 제1 피크
- 320: 제2 피크
- R1, R2: 기준 피크

도면

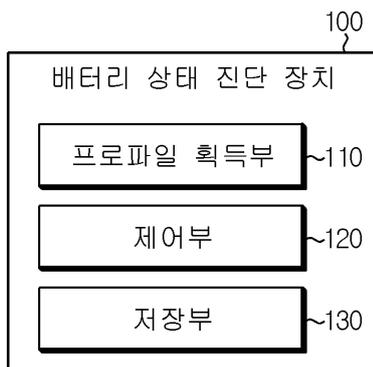
도면1



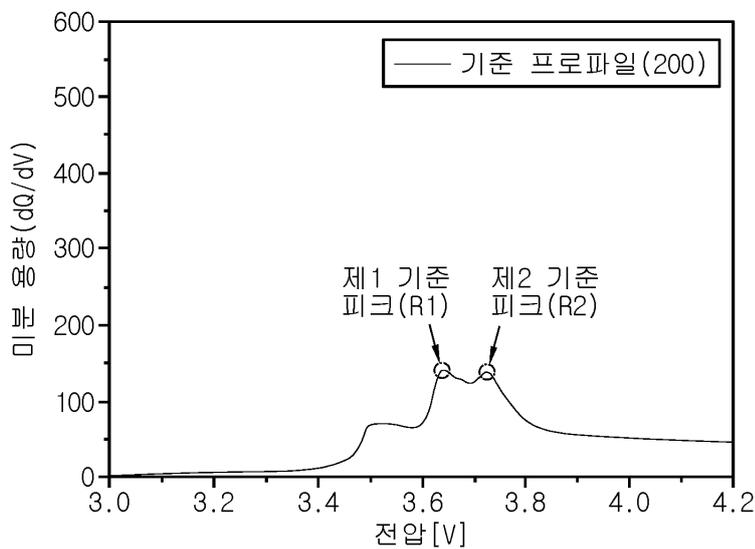
도면2



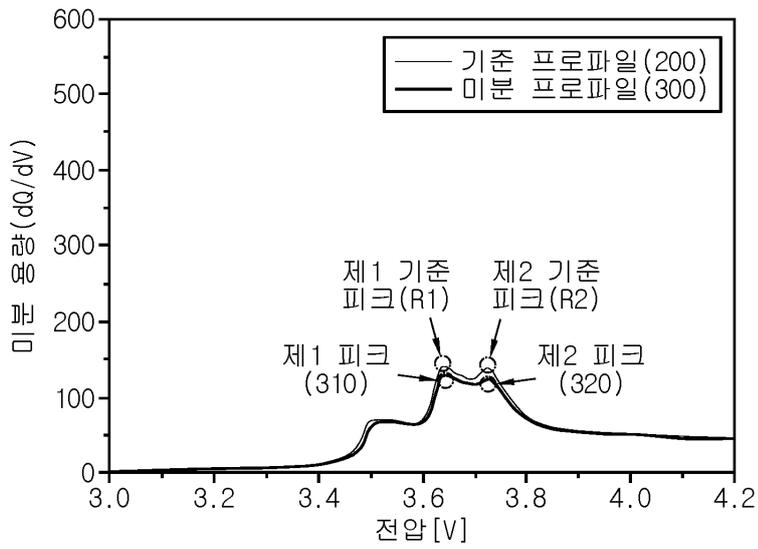
도면3



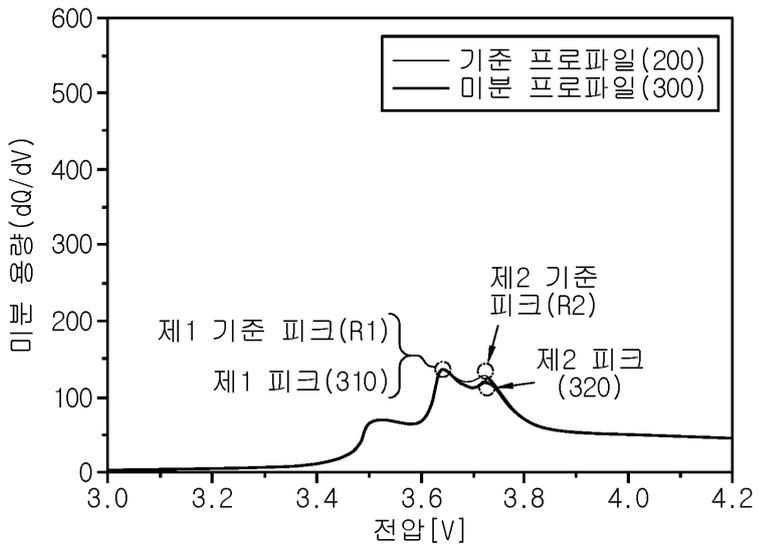
도면4



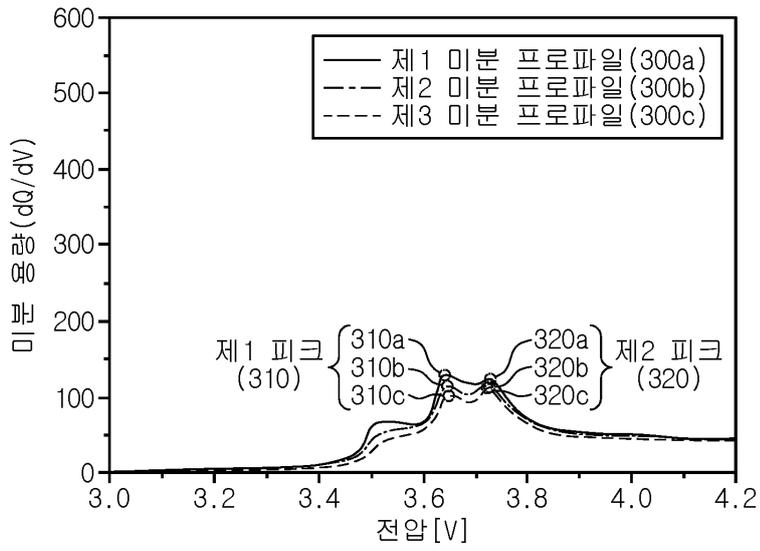
도면5



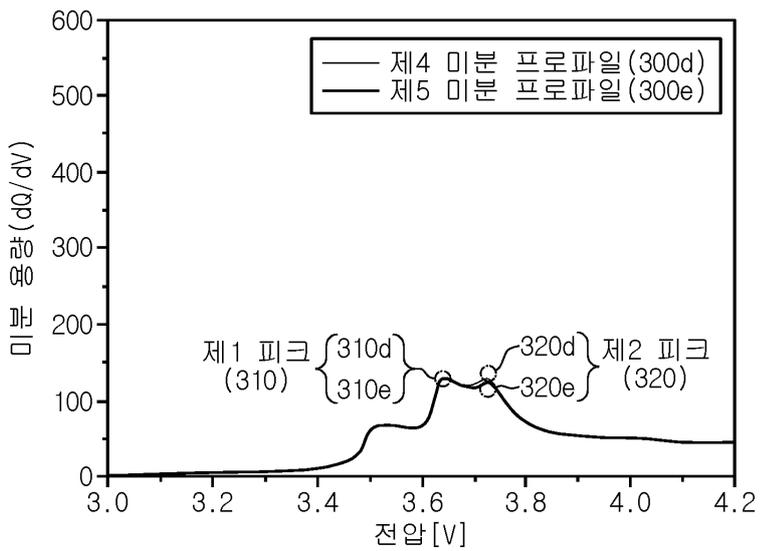
도면6



도면7



도면8



도면9

