



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0100331
(43) 공개일자 2022년07월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 31/367 (2019.01) G01R 19/10 (2006.01)
G01R 19/165 (2006.01) G01R 31/36 (2019.01)
G01R 31/382 (2019.01) G01R 31/387 (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01)

(52) CPC특허분류

G01R 31/367 (2019.01)
G01R 19/10 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0002662

(22) 출원일자 2021년01월08일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

주식회사 엘지에너지솔루션

서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의도동, 파크원)

(72) 발명자

이순중

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

김철택

대전광역시 유성구 문지로 188 LG화학 기술연구원

(74) 대리인

유미특허법인

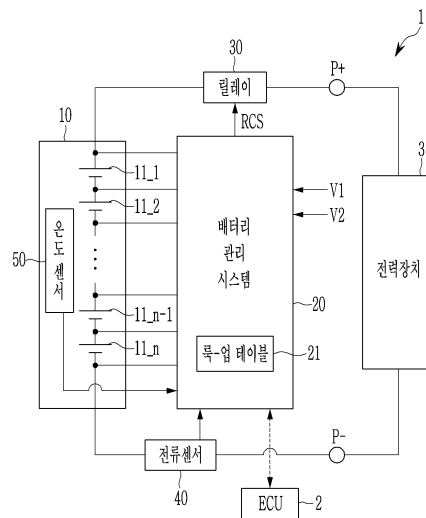
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 최대 방전 전류 예측 방법 및 이를 이용한 배터리 시스템

(57) 요약

배터리 셀에 대한 최대 방전 전류를 예측하는 방법은, 방전 시간과 방전 한계 전압을 수신하는 단계, 방전 기준 전압을 설정하는 단계, 상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하는 단계 - 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터는 방전시의 정전류와 방전 시간 간의 관계에 적용됨 -, 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 이용하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하는 단계, 및 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 정전류와 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

G01R 19/16542 (2013.01)
G01R 19/16566 (2019.05)
G01R 31/3648 (2013.01)
G01R 31/382 (2019.01)
G01R 31/387 (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01)
H01M 10/48 (2022.01)
H01M 2010/4271 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

배터리 셀에 대한 최대 방전 전류를 예측하는 방법에 있어서,

방전 시간과 방전 한계 전압을 수신하는 단계;

방전 기준 전압을 설정하는 단계;

상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하는 단계 - 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터는 방전시의 정전류와 방전 시간 간의 관계에 적용됨 -;

상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 이용하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하는 단계; 및

상기 방전 기준 전압으로부터 상기 정전류와 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계를 포함하는, 최대 방전 전류 예측 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계는,

상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 클 때, 상기 방전 기준 전압을 소정의 오프셋 전압만큼 차감하는 단계; 및

상기 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는 단계를 포함하는, 최대 방전 전류 예측 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계는,

상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 크지 않을 때, 소정의 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는 단계를 포함하는, 최대 방전 전류 예측 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계 이후,

상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하는 단계가 반복 수행되고,

상기 반복 수행에 의해 산출된 정전류에 기초한 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 상기 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계가 반복 수행되는, 최대 방전 전류 예측 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계는,

상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 클 때, 상기 방전 기준 전압을 소정의 오프셋 전압만큼

차감한 후, 상기 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는 단계; 및

상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 크지 않을 때, 소정의 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는 단계를 포함하는, 최대 방전 전류 예측 방법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 오프셋 전압이 소정의 임계 전압 이하일 때의 상기 산출된 정전류를 상기 방전 시간에 대한 최대 방전 전류로 예측하는 단계를 포함하는, 최대 방전 전류 예측 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하는 단계는,

복수의 비례 상수 및 복수의 지수 파라미터 중 상기 방전 기준 전압에 대응하는 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 선택하는 단계를 포함하고,

상기 복수의 비례 상수 및 상기 복수의 지수 파라미터는,

제1 정전류 방전에 의해 상기 배터리 셀 전압이 제1 방전 한계 전압까지 감소하는데 소요되는 제1 시간을 측정하고, 제2 정전류 방전에 의해 상기 배터리 셀 전압이 제2 방전 한계 전압까지 감소하는데 소요되는 제2 시간을 측정하며, 상기 제1 정전류 및 상기 제1 시간, 그리고 상기 제2 정전류 및 상기 제2 시간에 기초하여 비례 상수 및 지수 파라미터를 산출하는 단계가 상기 방전 기준 전압의 레벨을 변경하면서 수행됨으로써 획득되고,

상기 제1 방전 한계 전압은 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 제1 정전류 및 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 전압이고, 상기 제2 방전 한계 전압은 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 제2 정전류 및 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 전압인, 최대 방전 전류 예측 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하는 단계는,

상기 배터리 셀의 SOC 및 온도 조건에 따라 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 선택하는 단계를 포함하는, 최대 방전 전류 예측 방법.

청구항 9

복수의 배터리 셀; 및

상기 복수의 배터리 셀에 연결되어, 상기 복수의 배터리 셀의 SOC를 추정하고, 상기 복수의 배터리 셀 각각의 온도에 대한 정보를 수신하며, 외부에서 방전 시간과 방전 한계 전압을 수신하는 배터리 관리 시스템을 포함하고,

상기 배터리 관리 시스템은,

방전 기준 전압을 설정하고, 상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 이용하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하고, 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 정전류와 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절하며,

상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터는 방전시의 정전류와 방전 시간 간의 관계에 적용되는, 배터리 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 배터리 관리 시스템은,

상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 클 때, 상기 방전 기준 전압을 소정의 오프셋 전압만큼 차감한 후, 상기 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는, 배터리 시스템.

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 배터리 관리 시스템은,

상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 크지 않을 때, 소정의 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는, 배터리 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서,

상기 배터리 관리 시스템은, 상기 방전 기준 전압을 조절한 후,

상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 이용하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하고, 상기 산출된 정전류에 기초한 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 상기 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절하는, 배터리 시스템.

청구항 13

제9항에 있어서,

상기 배터리 관리 시스템은,

상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 클 때, 상기 방전 기준 전압을 소정의 오프셋 전압만큼 차감한 후, 상기 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하고,

상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 크지 않을 때, 소정의 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는, 배터리 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 배터리 관리 시스템은,

상기 오프셋 전압이 소정의 임계 전압 이하일 때의 상기 산출된 정전류를 상기 방전 시간에 대한 최대 방전 전류로 예측하는, 배터리 시스템.

청구항 15

제9항에 있어서,

상기 배터리 관리 시스템은,

상기 방전 기준 전압의 레벨에 따른 복수의 비례 상수 및 복수의 지수 파라미터를 저장한 룩-업 테이블 포함하고,

상기 복수의 비례 상수 및 상기 복수의 지수 파라미터는,

제1 정전류 방전에 의해 상기 배터리 셀 전압이 제1 방전 한계 전압까지 감소하는데 소요되는 제1 시간을 측정하고, 제2 정전류 방전에 의해 상기 배터리 셀 전압이 제2 방전 한계 전압까지 감소하는데 소요되는 제2 시간을 측정하며, 상기 제1 정전류 및 상기 제1 시간, 그리고 상기 제2 정전류 및 상기 제2 시간에 기초하여 비례 상수

및 지수 파라미터를 산출하는 단계가 상기 방전 기준 전압의 레벨을 변경하면서 수행됨으로써 획득되고,

상기 제1 방전 한계 전압은 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 제1 정전류 및 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 전압이고, 상기 제2 방전 한계 전압은 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 제2 정전류 및 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 전압인, 배터리 시스템.

청구항 16

제9항에 있어서,

상기 배터리 관리 시스템은,

상기 방전 기준 전압, 상기 배터리 셀의 SOC 및 온도 조건에 따라 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 선택하는, 배터리 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 최대 방전 전류 예측 방법 및 이를 이용한 배터리 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 리튬 이온 이차전지를 사용할 때, 임의의 시간 후에 리튬 이온 전지 셀이 임의의 전압에 도달하는 전류를 찾는 것은 매우 중요하다. 배터리 셀 전압이 하한 전압보다 낮게 배터리 셀이 사용될 경우, 배터리 셀의 안전성 및 수명에 문제가 발생할 수 있다.

[0003] 이와 같이, 특정 SOC 및 온도에서, 얼마의 전류로 방전할 때, 얼마의 시간 후에 배터리 셀 전압이 방전 한계 전압에 도달하는지 예측하는 기술(이하, 최대 방전 전류 예측 방법)이 필요하다.

[0004] 위와 같이 최대 방전 전류 예측 방법이 없을 경우에는, 소정의 방전 시간을 소정 단위로 구분하여 복수의 방전 시간이 설정되고, 각 방전 시간에서 복수의 SOC 및 복수의 온도에 대한 복수의 방전 전류 값이 배터리 관리 시스템에 저장되어 있어야 한다. 즉, 배터리 관리 시스템은 위와 같은 정보를 룩-업 테이블 형식으로 저장하고, 배터리 셀의 방전 시에 룩-업 테이블에서 현재 방전 조건에 부합하는 방전 전류값을 찾는다. 룩-업 테이블의 용량이 매우 크고, 룩-업 테이블을 생성하기 위해 다수의 방전 실험이 수행되어야 하고, 실험에는 상당한 시간이 소요된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 임의의 SOC 및 온도에서 소정의 방전 기간 경과 후에 배터리 셀이 방전 한계 전압에 도달하는 최대 방전 전류를 예측할 수 있는 최대 방전 전류 예측 방법 및 이를 이용한 배터리 시스템을 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 배터리 셀에 대한 최대 방전 전류를 예측하는 방법은, 방전 시간과 방전 한계 전압을 수신하는 단계, 방전 기준 전압을 설정하는 단계, 상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하는 단계 - 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터는 방전시의 정전류와 방전 시간 간의 관계에 적용됨 -, 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 이용하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하는 단계, 및 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 정전류와 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계를 포함한다.

[0007] 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계는, 상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 클 때, 상기 방전 기준 전압을 소정의 오프셋 전압만큼 차감하는 단계 및 상기 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는 단계를 포함할 수 있다.

[0008] 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계는, 상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 크지 않을 때, 소정의 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는 단계

를 포함할 수 있다.

- [0009] 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계 이후, 상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하는 단계가 반복 수행되고, 상기 반복 수행에 의해 산출된 정전류에 기초한 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 상기 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계가 반복 수행될 수 있다.
- [0010] 상기 방전 기준 전압을 조절하는 단계는, 상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 클 때, 상기 방전 기준 전압을 소정의 오프셋 전압만큼 차감한 후, 상기 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는 단계 및 상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 크지 않을 때, 소정의 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0011] 최대 방전 전류 예측 방법은, 상기 오프셋 전압이 소정의 임계 전압 이하일 때의 상기 산출된 정전류를 상기 방전 시간에 대한 최대 방전 전류로 예측하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하는 단계는, 복수의 비례 상수 및 복수의 지수 파라미터 중 상기 방전 기준 전압에 대응하는 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 선택하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 복수의 비례 상수 및 상기 복수의 지수 파라미터는, 제1 정전류 방전에 의해 상기 배터리 셀 전압이 제1 방전 한계 전압까지 감소하는데 소요되는 제1 시간을 측정하고, 제2 정전류 방전에 의해 상기 배터리 셀 전압이 제2 방전 한계 전압까지 감소하는데 소요되는 제2 시간을 측정하며, 상기 제1 정전류 및 상기 제1 시간, 그리고 상기 제2 정전류 및 상기 제2 시간에 기초하여 비례 상수 및 지수 파라미터를 산출하는 단계가 상기 방전 기준 전압의 레벨을 변경하면서 수행됨으로써 획득될 수 있다. 상기 제1 방전 한계 전압은 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 제1 정전류 및 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 전압이고, 상기 제2 방전 한계 전압은 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 제2 정전류 및 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 전압일 수 있다.
- [0013] 상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 획득하는 단계는, 상기 배터리 셀의 SOC 및 온도 조건에 따라 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 선택하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0014] 발명의 다른 특징에 따른 배터리 시스템은, 복수의 배터리 셀 및 상기 복수의 배터리 셀에 연결되어, 상기 복수의 배터리 셀의 SOC를 추정하고, 상기 복수의 배터리 셀 각각의 온도에 대한 정보를 수신하며, 외부에서 방전 시간과 방전 한계 전압을 수신하는 배터리 관리 시스템을 포함한다. 상기 배터리 관리 시스템은, 방전 기준 전압을 설정하고, 상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 이용하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하고, 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 정전류와 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절하며, 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터는 방전시의 정전류와 방전 시간 간의 관계에 적용될 수 있다.
- [0015] 상기 배터리 관리 시스템은, 상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 클 때, 상기 방전 기준 전압을 소정의 오프셋 전압만큼 차감한 후, 상기 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더할 수 있다.
- [0016] 상기 배터리 관리 시스템은, 상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 크지 않을 때, 소정의 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더할 수 있다.
- [0017] 상기 배터리 관리 시스템은, 상기 방전 기준 전압을 조절한 후, 상기 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 이용하여 상기 방전 시간에 대한 정전류를 산출하고, 상기 산출된 정전류에 기초한 임시 방전 한계 전압과 상기 방전 한계 전압 간의 차가 상기 소정의 오차를 벗어날 때, 상기 방전 기준 전압을 조절할 수 있다.
- [0018] 상기 배터리 관리 시스템은, 상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 클 때, 상기 방전 기준 전압을 소정의 오프셋 전압만큼 차감한 후, 상기 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더하고, 상기 임시 방전 한계 전압이 상기 방전 한계 전압 보다 크지 않을 때, 소정의 오프셋 전압을 소정 비율로 감소시키고, 상기 감소된 오프셋 전압을 상기 방전 기준 전압에 더할 수 있다.
- [0019] 상기 배터리 관리 시스템은, 상기 오프셋 전압이 소정의 임계 전압 이하일 때의 상기 산출된 정전류를 상기 방

전 시간에 대한 최대 방전 전류로 예측할 수 있다.

[0020] 상기 배터리 관리 시스템은, 상기 방전 기준 전압의 레벨에 따른 복수의 비례 상수 및 복수의 지수 파라미터를 저장한 룩-업 테이블 포함한다. 상기 복수의 비례 상수 및 상기 복수의 지수 파라미터는, 제1 정전류 방전에 의해 상기 배터리 셀 전압이 제1 방전 한계 전압까지 감소하는데 소요되는 제1 시간을 측정하고, 제2 정전류 방전에 의해 상기 배터리 셀 전압이 제2 방전 한계 전압까지 감소하는데 소요되는 제2 시간을 측정하며, 상기 제1 정전류 및 상기 제1 시간, 그리고 상기 제2 정전류 및 상기 제2 시간에 기초하여 비례 상수 및 지수 파라미터를 산출하는 단계가 상기 방전 기준 전압의 레벨을 변경하면서 수행됨으로써 획득될 수 있다. 상기 제1 방전 한계 전압은 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 제1 정전류 및 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 전압이고, 상기 제2 방전 한계 전압은 상기 방전 기준 전압으로부터 상기 제2 정전류 및 상기 배터리 셀의 내부 저항에 의한 전압이 강하된 전압일 수 있다.

[0021] 상기 배터리 관리 시스템은, 상기 방전 기준 전압, 상기 배터리 셀의 SOC 및 온도 조건에 따라 상기 비례 상수 및 상기 지수 파라미터를 선택할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 임의의 SOC 및 온도에서 소정의 방전 기간 경과 후에 배터리 셀이 방전 한계 전압에 도달하는 최대 방전 전류를 예측할 수 있는 최대 방전 전류 예측 방법 및 이를 이용한 배터리 시스템을 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 일 실시예에 따른 예측 방법을 설명하기 위한 그래프이다.
 도 2는 일 실시예에 따른 배터리 시스템 및 이를 장착한 차량의 일부 구성을 나타낸 도면이다.
 도 3은 일 실시예에 따른 최대 방전 전류를 예측하는 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 4는 일 실시예에 따른 방전 전압 그래프 예측 방법을 설명하기 위한 그래프이다.
 도 5는 일 실시예에 따른 정전류 및 방전 시간 간의 비례 상수 및 지수 파라미터를 결정하는 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 6은 일 실시예에 따른 최대 방전 전류를 예측하는 방법을 나타낸 순서도이다.
 도 7은 일 실시예에 따른 예측 방전 전압 그래프와 실제 실험 결과에 따른 방전 전압 그래프를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 일 실시예에 따른 방전 전류 예측 방법은 배터리 관리 시스템(Battery Management System, BMS)에 적용될 수 있다. BMS는 차량으로부터 소정 시간 동안 배터리 셀 전압이 방전 한계 전압에 도달할 수 있는 최대 방전 전류를 요청 받고, 요청을 충족할 수 있는 최대 방전 전류를 예측할 수 있다.

[0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일, 유사한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및/또는 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0026] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0027] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있

다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

- [0028] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 도 1은 일 실시예에 따른 예측 방법을 설명하기 위한 그래프이다.
- [0030] 도 1의 상단 그래프는, 정전류(Constant Current, CC) 방전 실험을 통해 획득된 방전 전압 그래프이다. 세로축은 배터리 셀 전압이고, 가로축은 방전 시간이다. 두 개의 실선 곡선은 정전류(I1, I2)으로 방전을 수행할 때의 방전 전압 그래프이다. 2개의 정전류(I1, I2)를 이용한 CC 방전 실험을 통해, 방전시 정전류와 방전 시간 간의 관계에 있어서의 비례 상수와 지수 파라미터를 획득할 수 있다.
- [0031] 도 1의 하단 그래프에서는, 획득된 비례 상수와 지수 파라미터를 이용하여, 실험을 수행하지 않은 정전류들(I3-I5)에 대한 CC 방전 시 방전 시간의 경과에 따른 방전 전압 그래프가 점선으로 도시되어 있다. 즉, 획득된 비례 상수와 지수 파라미터를 이용하여, 정전류들(I3-I5)에 대한 CC 방전 시 방전 시간의 경과에 따른 방전 전압 그래프가 예측될 수 있다.
- [0032] 종래에는 소정의 방전 기간에 대한 최대 방전 전류를 획득하기 위해서 다양한 정전류 방전 실험을 수행해 왔다. 실험하지 않은 정전류 방전에 대해서는, 실험하지 않은 정전류 방전의 정전류의 크기에 인접한 적어도 두 개의 정전류를 이용한 방전 실험 결과들을 보간(interpolation)하여, 실험하지 않은 정전류 방전 결과가 예측되어 왔다. 본 발명은 종래와 다르게 두 개의 정전류를 이용한 방전 실험에서 비례 상수와 지수 파라미터를 획득하고, 이들을 이용하여 임의의 방전 시간에 대해서 최대 방전 전류를 예측할 수 있다.
- [0033] 도 2는 일 실시예에 따른 배터리 시스템 및 이를 장착한 차량의 일부 구성을 나타낸 도면이다.
- [0034] 배터리 시스템(1)은 차량에 장착되어, 차량을 운영하기 위해 필요한 다양한 전원을 생성하고 배터리 시스템(1)을 충전하기 위한 전력 장치(3)에 연결되어 있을 수 있다. 차량의 운영을 제어하는 전자 제어 부(Electronic Control Unit, ECU)(2)는 배터리 관리 시스템(Battery Management System, BMS)(20)과 CAN 통신을 통해 정보를 송수신할 수 있다.
- [0035] 배터리 시스템(1)은 배터리(10), 배터리 관리 시스템(Battery Management System, BMS)(20), 릴레이(30), 전류 센서(40), 온도 센서(50)를 포함할 수 있다.
- [0036] 배터리(10)는 직렬 연결된 복수의 배터리 셀(11_1-11_n, n은 자연수)을 포함한다.
- [0037] 릴레이(30)는 배터리(10)의 양극과 출력단(P+) 사이에 연결되어, BMS(20)의 제어에 의해 개방 또는 닫힌다. 예를 들어, 릴레이(30)는 BMS(20)로부터 수신되는 온 레벨의 릴레이 제어 신호(RCS)에 따라 닫히고, 오프 레벨의 릴레이 제어 신호(RCS)에 따라 개방될 수 있다. 도 1에서는 하나의 릴레이만 도시되어 있으나, 이는 일 예로 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 배터리(10)의 음극과 출력단(-) 사이에 릴레이가 더 연결될 수 있다.
- [0038] 전류센서(40)는 배터리(10)에 흐르는 전류(이하, 배터리 전류)를 감지하고, 전류센서(40)는 감지된 전류를 지시하는 신호를 BMS(20)에 전송할 수 있다.
- [0039] 온도 센서(50)는 배터리(10) 내부에 설치되어 복수의 배터리 셀(11_1-11_n) 각각의 온도를 측정할 수 있다. 온도 센서(50)는 측정된 복수의 배터리 셀(11_1-11_n)의 온도를 지시하는 신호를 BMS(20)에 전송할 수 있다.
- [0040] BMS(20)는 복수의 배터리 셀(11_1-11_n)에 연결되어, 복수의 배터리 셀(11_1-11_n)의 셀 전압 및 배터리(10) 전압을 측정하고, 배터리 전류 및 복수의 배터리 셀(11_1-11_n)의 온도에 관한 정보를 수신하며, 복수의 배터리 셀(11_1-11_n)의 셀 전압, 배터리 전류 등에 기초하여 배터리(10)의 충방전 전류를 제어하고, 복수의 배터리 셀(11_1-11_n)에 대한 셀 밸런싱 동작을 제어할 수 있다.
- [0041] BMS(20)는 배터리(10)의 충방전 제어를 위해서, 릴레이(30)의 개방 및 닫힘을 제어한다. BMS(20)는 릴레이(30)의 개방 및 닫힘을 제어하는 제어 신호(RCS)를 생성하여 공급할 수 있다.
- [0042] BMS(20)는 복수의 배터리 셀 전압, 배터리 전류, 및 배터리 셀 온도에 기초하여 복수의 배터리 셀(11_1-11_n) 각각의 SOC(State of Charge)를 추정하고, 복수의 배터리 셀(11_1-11_n) 각각의 내부 저항을 추정할 수 있다. SOC 및 내부 저항을 추정하는 방법은 공지된 기술로서, 다양한 방식이 본 발명에 적용될 수 있다.
- [0043] BMS(20)는 ECU(2)로부터 소정의 방전 시간에 배터리 셀 전압이 방전 한계 전압에 도달할 수 있는 방전 전류를

요청 받고, 요청을 충족할 수 있는 방전 전류를 예측한다. BMS(20)는 SOC 및 셀 온도 별로 비례 상수 및 지수 파라미터가 기록된 룩-업 테이블(look-up table)(21)을 저장할 수 있다.

[0044] 이하, 일 실시예에 따른 BMS(20)의 방전 전류 예측 방법에 대해서 상세히 설명한다.

[0045] 도 3은 일 실시예에 따른 최대 방전 전류를 예측하는 방법을 나타낸 순서도이다.

[0046] 먼저, SOC 및 온도 조건마다 두 개의 정전류 I1 및 I2 각각을 이용하여 방전 실험을 수행한다. 이렇게 수행된 실험으로부터 얻은 결과 데이터는 방전시 정전류와 방전 시간 간의 관계에 있어서의 비례 상수와 지수 파라미터를 포함하고, BMS(20)의 룩-업 테이블(21)에 저장될 수 있다(S1).

[0047] 배터리 시스템(1)이 장착된 차량의 상위 제어기는 방전 시간(Dt)과 방전 한계 전압(V_{cut-off})을 설정한다(S2). 방전 시간(Dt)은 방전을 시작하여 배터리 셀 전압이 방전 한계 전압까지 도달하는데 소요되는 시간을 의미하고, 방전 한계 전압은 배터리 셀 전압이 방전 시에 감소할 수 있는 최소 전압을 의미한다. 배터리 셀 전압이 방전 한계 전압 보다 낮은 전압까지 배터리 셀이 방전되면, 배터리 셀이 손상될 수 있다.

[0048] BMS(20)는 상위 제어기로부터 방전 시간(Dt)과 방전 한계 전압(V_{cut-off})을 수신한다(S3).

[0049] 예를 들어, ECU(2)는 방전 시간(Dt) 및 방전 한계 전압(V_{cut-off})을 설정하고, BMS(20)에 CAN 통신을 통해 전송하고, BMS(20)는 방전 시간(Dt) 및 방전 한계 전압(V_{cut-off})을 수신할 수 있다.

[0050] BMS(20)는 복수의 배터리 셀 각각의 SOC 및 온도 정보를 획득한다(S4). BMS(20)는 온도 센서(50)로부터 복수의 배터리 셀(11_1-11_n) 각각의 온도를 지시하는 신호를 수신하여 온도 정보를 획득할 수 있고, 배터리 전류, 복수의 배터리 셀(11_1-11_n) 각각의 셀 전압 및 온도 등에 기초하여 복수의 배터리 셀(11_1-11_n) 각각의 SOC를 추정할 수 있다.

[0051] BMS(20)는 복수의 배터리 셀(11_1-11_n) 각각의 SOC 및 온도에 대응하는 비례 상수 및 지수 파라미터를 룩-업 테이블(21)에서 도출하고, 도출된 비례 상수 및 지수 파라미터를 이용하여 정전류 방전을 방전 시간(Dt) 동안 진행했을 때, 셀 전압이 방전 한계 전압에 도달하는 정전류를 예측한다(S5). 이하, S5 단계에 의해 예측된 정전류를 방전 시간(Dt)에 대한 최대 방전 전류라 한다.

[0052] BMS(20)는 방전 시간(Dt)에 대한 최대 방전 전류를 상위 제어기 예를 들어, ECU(2)에 CAN 통신을 통해 전송한다(S6).

[0053] 이하, 일 실시예에 따른 방전 전류와 방전 시간 간의 관계에 있어서의 비례 상수와 지수 파라미터를 산출하는 방법을 설명한다.

[0054] 도 4는 일 실시예에 따른 방전 전압 그래프 예측 방법을 설명하기 위한 그래프이다.

[0055] 도 4에서, 동일한 배터리 셀에 대해서 소정의 시작 SOC(State Of Charge) 및 소정의 시작 온도 조건에서, 서로 다른 정전류로 방전을 수행할 때, 시간의 경과에 따른 배터리 셀 전압 변화가 도시되어 있다.

[0056] 먼저, 도 4의 방전 전압 그래프(DV1)는 정전류 I1으로 방전할 때, 배터리 셀 전압(VC)의 변화를 나타낸 그래프이고, 방전 전압 그래프(DV2)는 정전류 I2로 방전할 때, 배터리 셀 전압(VC)의 변화를 나타낸 그래프이다.

[0057] 도 4에서 “VCO”는 방전 전류가 0일 때의 방전 기준 전압으로 임의적으로 선택될 수 있다. “VCO1”은 배터리 셀에 정전류 I1이 흐를 때의 전압 강하(VIR1 = R*I1)를 방전 기준 전압(VCO)에서 차감한 전압(VCO-VIR1)이고, “VCO2”는 배터리 셀에 정전류 I2가 흐를 때의 전압 강하(VIR2 = R*I2)를 방전 기준 전압(VCO)에서 차감한 전압(VCO-VIR2)이다. 즉, VCO1은 방전 전류가 I1일 때의 방전 한계 전압이고, VCO2는 방전 전류가 I2일 때의 방전 한계 전압이다. 시작 SOC와 시작 온도가 동일한 조건에서 CC 방전할 때, VCO1, VCO2, 및 VCO는 수학식 1과 같은 관계를 가진다.

[0058] [수학식 1]

[0059] $VCO1 + R \cdot I1 = VCO2 + R \cdot I2 = VCO$

[0060] 도 4에 도시된 바와 같이, 방전이 시작하면 배터리 셀 전압(VC)은 개방 회로 전압(VOCV)에서 해당 정전류 및 배터리 셀의 저항에 의한 전압 강하만큼 급격히 감소한 후, 시간의 경과에 따라 감소한다. 정전류(I1) 및 배터리 셀 저항(R)에 의한 전압 강하(R*I1)만큼 방전 시작 시에 배터리 셀 전압이 감소하고, 시간의 경과에 따라 배터리 셀 전압은 감소하여 시간 t1이 경과하면 방전 한계 전압(VCO1)에 도달한다. 정전류(I2) 및 배터리 셀 저항(R)에 의한 전압 강하(R*I2)만큼 방전 시작 시에 배터리 셀 전압이 감소하고, 시간의 경과에 따라 배터리 셀 전

압은 감소하여 시간 t_2 이 경과하면 방전 한계 전압(VCO2)에 도달한다.

[0061] 배터리 셀이 방전할 때의 정전류 “I”와 방전 시간 “t”간의 관계는 아래 수학적 2를 만족한다.

[0062] [수학적 2]

[0063]
$$I = a \cdot t^b$$

[0064] 수학적 2에서 a 및 b는 방전시의 정전류와 방전 시간 간의 비례 상수 및 지수 파라미터이다.

[0065] 수학적 2를 시간에 대해서 정리하면, 수학적 3과 같다.

[0066] [수학적 3]

[0067]
$$t = \left(\frac{I}{a}\right)^{\frac{1}{b}}$$

[0068] 도 5는 일 실시예에 따른 정전류 및 방전 시간 간의 비례 상수 및 지수 파라미터를 결정하는 방법을 나타낸 순서도이다.

[0069] 먼저, 두 개의 정전류 I1, I2를 설정한다(S10).

[0070] 이어서, 방전 기준 전압(VCO)을 선택한다(S11).

[0071] 정전류(I1)로 방전할 때, 배터리 셀 전압(VC)이 감소하여 방전 한계 전압(VCO1)에 도달하는데 소요되는 시간 t1을 측정한다(S12).

[0072] 이어서, 정전류(I2)로 방전할 때, 배터리 셀 전압(VC)이 감소하여 방전 한계 전압(VCO2)에 도달하는데 소요되는 시간 t2를 측정한다(S13).

[0073] 단계 S12 및 단계 S13를 통해 획득한 (I1, t1) 및 (I2, t2)를 수학적 2에 대입하여 2 개의 연립 방정식을 획득하고, 2개의 연립 방정식을 풀어 비례 상수 a 및 지수 파라미터 b를 획득한다(S14).

[0074] 방전 기준 전압(VCO)을 변경하고(S15), 다시 단계 S12부터 S15를 반복한다.

[0075] 이와 같이, 방전 기준 전압(VCO)을 변화시키면서, 방전 기준 전압(VCO) 별로 비례 상수와 지수 파라미터를 획득한다. 또한, SOC 및 온도 조건을 변화시키면서, 도 5에 도시된 방식에 따라 방전 기준 전압(VCO) 별 비례 상수와 지수 파라미터를 획득한다. 위와 같은 방식으로 획득된 비례 상수와 지수 파라미터는 룩-업 테이블(21)에 복수의 SOC 및 온도 조건 각각에 대해서 방전 기준 전압(VCO) 별로 비례 상수와 지수 파라미터가 저장되어 있다.

[0076] 이하, 일 실시예에 따른 방전 시간(Dt)에 대한 최대 방전 전류를 예측하는 방법에 대해서 도 6을 참조하여 설명한다.

[0077] 도 6은 일 실시예에 따른 최대 방전 전류를 예측하는 방법을 나타낸 순서도이다.

[0078] BMS(20)는 초기 전압(Vinit) 및 오프셋 전압(V_offset)을 설정하고, 초기 전압(Vinit) 및 오프셋 전압(V_offset)의 합을 방전 기준 전압(VCO)으로 설정한다(S51).

[0079] BMS(20)는 룩-업 테이블(21)에서 S4 단계에서 획득된 SOC 및 온도, 그리고 S51 단계에서 설정된 방전 기준 전압에 대응하는 비례 상수와 지수 파라미터를 도출한다(S52).

[0080] BMS(20)는 S52 단계에서 도출된 비례 상수와 지수 파라미터 그리고 S3 단계에서 수신한 방전 시간(Dt)을 수학적 2에 대입하여 방전시의 정전류(Ix)를 계산한다(S53).

[0081] BMS(20)는 방전 기준 전압(VCO)에서 정전류(Ix) 및 배터리 셀의 내부 저항(R)에 의한 전압 강하(R*Ix)를 차감한 전압(VCO-R*Ix)이 방전 한계 전압(V_cut-off)보다 큰지 판단한다(S54). 이하, 방전 기준 전압(VCO)에서 정전류(Ix) 및 배터리 셀의 내부 저항(R)에 의한 전압 강하(R*Ix)를 차감한 전압을 임시 방전 한계 전압(VCO-R*Ix)이라 한다.

[0082] BMS(20)는 단계 S54의 판단 결과, 임시 방전 한계 전압(VCO-R*Ix)이 방전 한계 전압(x)보다 크면, 방전 기준 전압(VCO)에서 오프셋 전압(V_offset)을 차감한다(S55). S55 단계에 이어서, S56 단계가 진행된다.

[0083] BMS(20)는 단계 S54의 판단 결과, 임시 방전 한계 전압(VCO-R*Ix)이 방전 한계 전압(x)보다 크지 않으면, 오프셋 전압(V_offset)에 소정 비율(예를 들어, 0.5)을 곱하여 오프셋 전압(V_offset)을 변경하고, 방전 기준 전압

(VCO)에 오프셋 전압(V_{offset})을 더한다(S56).

- [0084] BMS(20)는 오프셋 전압(V_{offset})이 소정의 임계 전압(V_{th}) 보다 큰지 판단한다(S57).
- [0085] BMS(20)는 S57의 판단 결과, 오프셋 전압(V_{offset})이 임계 전압(V_{th}) 보다 크지 않으면, S53 단계에서 계산된 정전류(I_x)를 방전 시간(Dt)에 대한 최대 방전 전류로 결정한다(S58).
- [0086] BMS(20)는 S57의 판단 결과, 오프셋 전압(V_{offset})이 임계 전압(V_{th}) 보다 크면, BMS(20)는 S56 단계에서 변경된 방전 기준 전압(VCO)에 대해서, 단계 S52부터 반복한다.
- [0087] 즉, 도 6에 도시된 방전 시간(Dt)에 대한 최대 방전 전류를 예측하는데 있어, 방전 기준 전압(VCO)에서 정전류(I_x) 및 배터리 셀의 내부 저항(R)에 의해 전압 강하된 임시 방전 한계 전압과 방전 한계 전압($V_{cut-off}$) 간의 차가 소정 오차 내에 속할 때의 정전류(I_x)를 최대 방전 전류로 예측한다. 소정 오차를 작게 설정할수록 임시 방전 한계 전압이 방전 한계 전압($V_{cut-off}$)에 근접하게 된다. 즉, 임계 전압을 작게 할수록 오프셋 전압이 더 낮아져 방전 기준 전압(VCO)이 더욱 미세하게 조절되고, 그러면, 임시 방전 한계 전압 역시 미세하게 조절되므로, 방전 한계 전압($V_{cut-off}$)에 더 근접할 수 있다. 다만, S52~S57의 단계를 반복할 수록, BMS(20)의 연산량 및 연산 시간이 증가하게 된다. 따라서, 최대 방전 전류를 예측하기 위해서 수행되는 연산량과 허용되는 오차 마진을 고려하여 임계 전압을 적절히 설정할 수 있다.
- [0088] 도 7은 일 실시예에 따른 예측 방전 전압 그래프와 실제 실험 결과에 따른 방전 전압 그래프를 나타낸 도면이다.
- [0089] 도 7에 도시된 방전 전압 그래프들은 SOC 5% 및 25° C 조건에서 수행된 방전 실험에 의해 획득되었고, 동일한 조건에서 최대 방전 전류들이 예측되었다.
- [0090] 도 7에서 실선은 그래프는, 방전 전류 즉, 정전류(2.5C, 3.0C, 3.5C, 4.0C, 4.5C, 5.0C) 별 실제 방전 실험 결과에 따른 방전 전압 그래프(71~76)이다.
- [0091] 방전 한계 전압이 2.5V 일 때, 도 7에 도시된 5.0C 정전류에 의한 방전 전압 그래프(76) 및 4.5C 정전류에 의한 방전 전압 그래프(75)에 기초하여 정전류 및 방전 시간 간의 비례 상수 및 지수 파라미터가 획득된다.
- [0092] 일 실시예에 따른 방전 전류 예측 방법에 따라, 획득된 비례 상수와 지수 파라미터를 이용하여 방전 시간 1초~10초 각각(1초 단위로 구분)에 대한 최대 방전 전류가 예측될 수 있다. 도 7에는 예측된 최대 방전 전류에 따른 10개의 방전 전압 그래프(81~90)가 도시되어 있다.
- [0093] 예를 들어, 방전 시간 1초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 6.3C이고, 방전 전압 그래프는 “81” 이고, 방전 시간 2초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 5.42C이고, 방전 전압 그래프는 “82” 이며, 방전 시간 3초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 4.8C이고, 방전 전압 그래프는 “83” 이고, 방전 시간 4초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 4.37C이고, 방전 전압 그래프는 “84” 이며, 방전 시간 5초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 4.07C이고, 방전 전압 그래프는 “85” 이고, 방전 시간 6초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 3.77C이고, 방전 전압 그래프는 “86” 이며, 방전 시간 7초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 3.55C이고, 방전 전압 그래프는 “87” 이고, 방전 시간 8초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 3.36C이고, 방전 전압 그래프는 “88” 이며, 방전 시간 9초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 3.18C이고, 방전 전압 그래프는 “89” 이고, 방전 시간 10초에 대해서 예측된 최대 방전 전류는 3.05C이고, 방전 전압 그래프는 “90” 이다.
- [0094] 도 7에서, 방전 시간 3초에 대해서 예측된 최대 방전 전류 4.8C에 따른 방전 전압 그래프(83)과 방전 시간 2초에 대해서 예측된 최대 방전 전류 5.42C에 따른 방전 전압 그래프(82) 사이에 실험에 의한 정전류 5C에 따른 방전 전압 그래프(76)이 위치한다. 또한, 방전 시간 3초에 대해서 예측된 최대 방전 전류 4.8C에 따른 방전 전압 그래프(83)과 방전 시간 4초에 대해서 예측된 최대 방전 전류 4.37C에 따른 방전 전압 그래프(84) 사이에 실험에 의한 정전류 4.5C에 따른 방전 전압 그래프(75)이 위치한다. 즉, 예측 결과에 따른 방전 전압 그래프들과 실험에 따른 방전 전압 그래프들 간의 배열이 정전류 및 최대 방전 전류 순서에 따라 적절히 배열되어 있음을 알 수 있다.
- [0095] 이와 같이, 본 발명을 통해서는 두 가지 전류로 CC 방전한 결과로 임의의 방전 시간(x 초)에 대한 최대 방전 전류 예측이 가능하므로, 최대 방전 전류를 획득하기 위한 실험을 줄일 수 있다. 또한, 차량에서 방전 시간(x 초)에 대한 최대 방전 전류를 요구할 때 BMS에서 실시간으로 예측하여 최대 방전 전류를 제공할 수 있다.
- [0096] 종래 기술은 방전 시간 별로 최대 방전 전류를 획득하기 위해서 다양한 CC 방전 실험을 수행해야 했고, 그 실험

결과를 보간(interpolation) 하여 실험하지 않은 방전 시간에 대한 최대 방전 전류를 예측 하였다. 이를 위해서, BMS는 방전 시간 별로, SOC 및 온도에 따른 최대 방전 전류를 저장한 룩-업 테이블을 가지고 있어야 한다. 본 발명은 이와 달리 비례 상수와 지수 파라미터에 대한 정보만 저장하고 있으면 된다. 본 발명은 상위 제어기인 차량으로부터 방전 시간에 대한 최대 방전 전류 요청을 받으면, 실시간으로 계산하여 상위 제어기에 제공할 수 있다.

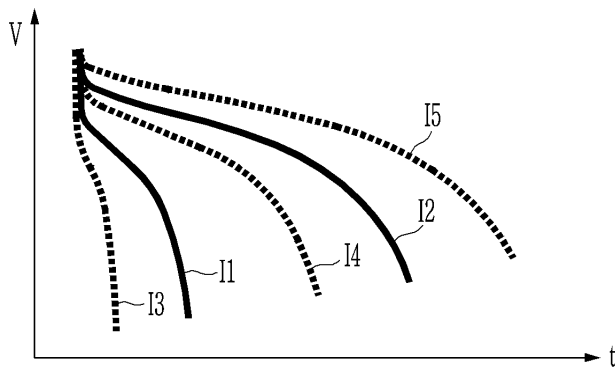
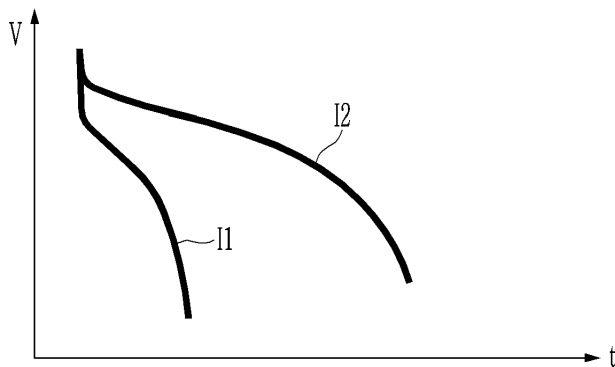
[0097] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니며 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지로 변형 및 개량한 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

부호의 설명

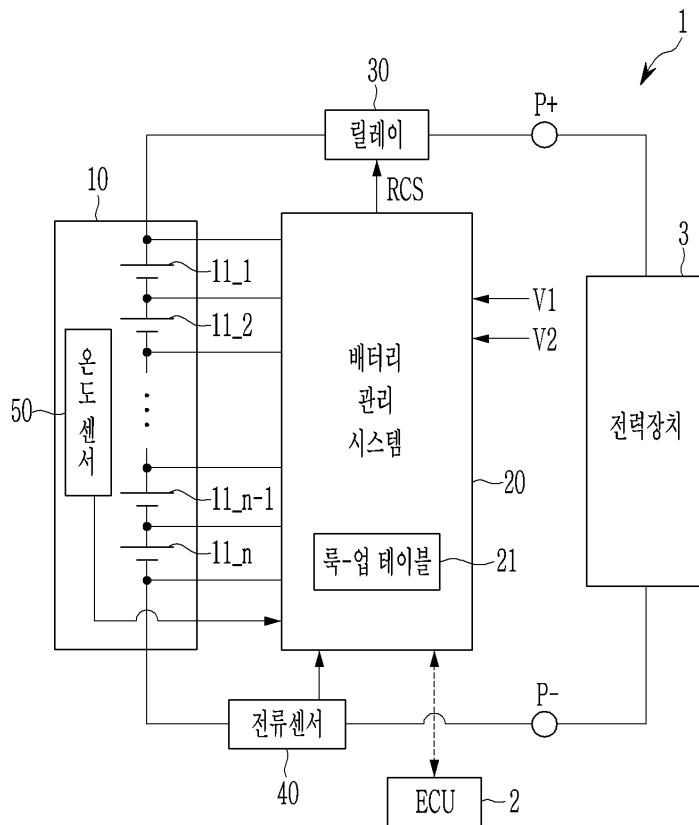
[0098] 1: 배터리 시스템
10: 배터리
11_1-11_n: 배터리 셀
20: 배터리 관리 시스템(Battery Management System, BMS)
30: 릴레이
40: 전류 센서
50: 온도 센서

도면

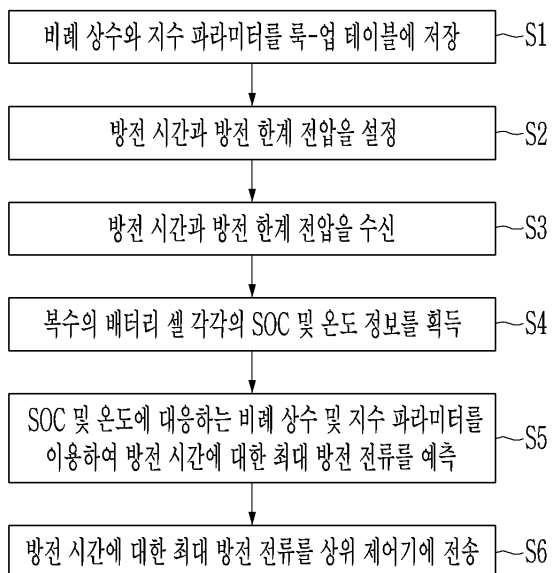
도면1



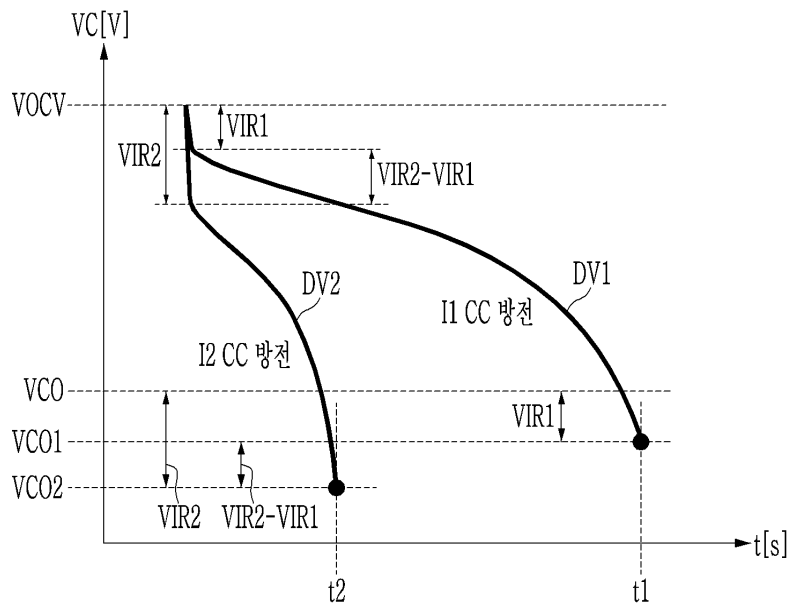
도면2



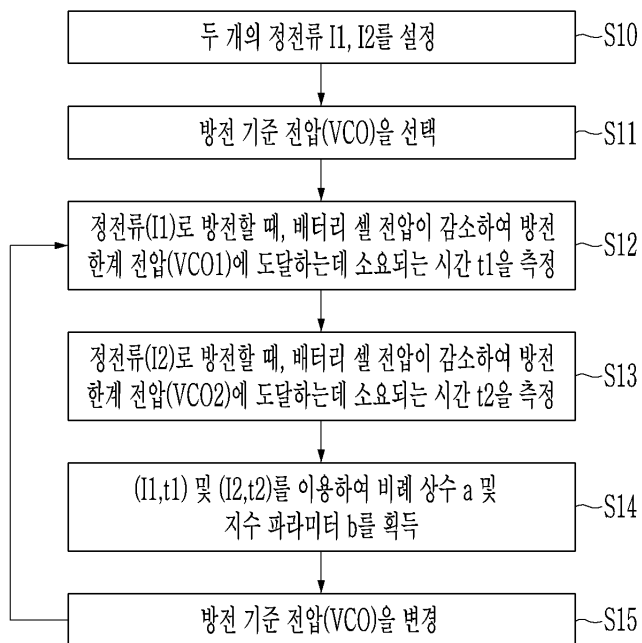
도면3



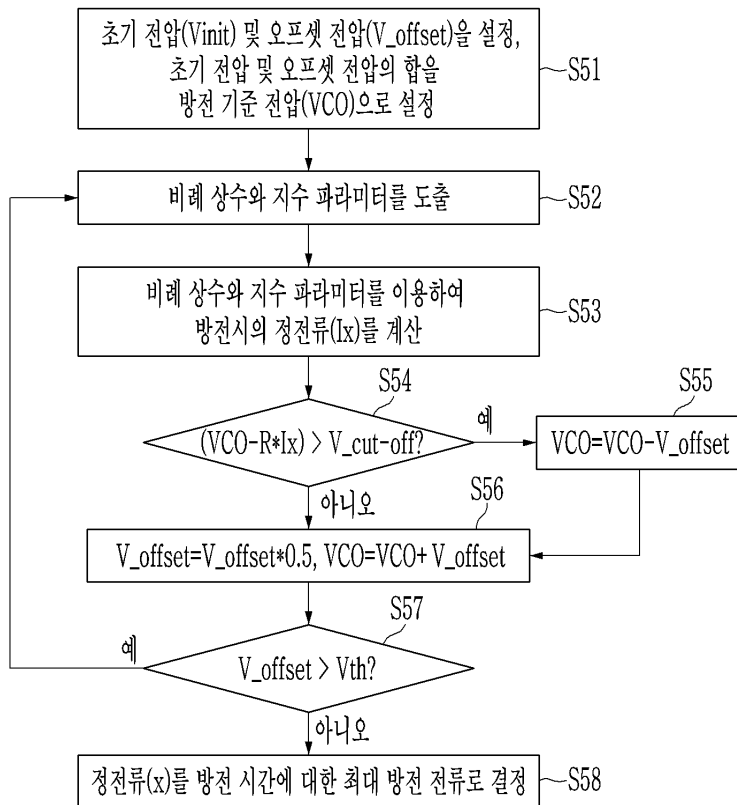
도면4



도면5



도면6



도면7

