(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0099982
(43) 공개일자 2020년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/367 (2019.01) *G01R 31/3842* (2019.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/367 (2019.01)
G01R 31/3648 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0015882
(22) 출원일자 2020년02월10일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020190018105 2019년02월15일 대한민국(KR)

(71) 출원인
주식회사 엘지화학
서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)
(72) 발명자
김영진
대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술연구원)
(74) 대리인
특허법인필앤온지

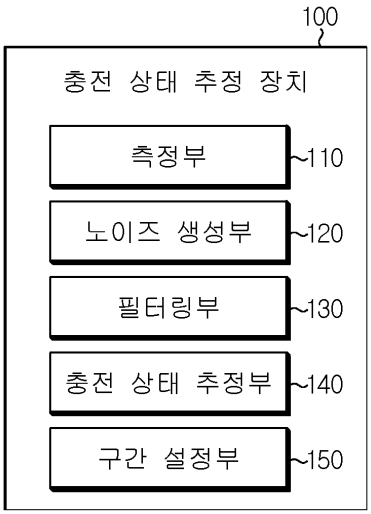
전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 **충전 상태 추정 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치는 배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 측정하도록 구성된 측정부; 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되는 노이즈를 생성하도록 구성된 노이즈 생성부; 상기 노이즈 생성부로부터 생성된 노이즈를 수신하고, 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되도록 상기 생성된 노이즈를 필터링하도록 구성된 필터링부; 및 상기 배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 상기 필터링부에 의해 필터링된 노이즈에 기반하여 상기 배터리의 충전 상태를 추정하도록 구성된 충전 상태 추정부를 포함한다.

대 표 도 - 도1



(52) CPC특허분류
G01R 31/3842 (2019.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 측정하도록 구성된 측정부;

미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되는 노이즈를 생성하도록 구성된 노이즈 생성부;

상기 노이즈 생성부로부터 생성된 노이즈를 수신하고, 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되도록 상기 생성된 노이즈를 필터링하도록 구성된 필터링부; 및

상기 배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 상기 필터링부에 의해 필터링된 노이즈에 기반하여 상기 배터리의 충전 상태를 추정하도록 구성된 충전 상태 추정부를 포함하는 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 미리 설정된 복수의 전압 구간은,

제1 기준 전압 미만의 노이즈 생성 구간, 상기 제1 기준 전압 이상 제2 기준 전압 미만의 히스테리시스 구간, 제2 기준 전압 이상 제3 기준 전압 미만의 필터링 구간, 및 제3 기준 전압 이상의 노말 구간으로 설정된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 노이즈 생성부는,

상기 배터리의 전압이 상기 노이즈 생성 구간에 속하면, 소정의 크기를 갖는 노이즈를 생성하도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 노이즈 생성부는,

상기 배터리의 전압이 증가하여 상기 배터리의 전압이 속하는 구간이 상기 노이즈 생성 구간에서 상기 히스테리시스 구간으로 변경된 경우, 상기 생성된 노이즈의 크기를 상기 소정의 크기로 유지시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 노이즈 생성부는,

상기 배터리의 전압이 증가하여 상기 배터리의 전압이 속하는 구간이 상기 노이즈 생성 구간에서 상기 히스테리

시스 구간을 거쳐 상기 필터링 구간으로 변경된 경우, 상기 생성된 노이즈의 크기를 상기 소정의 크기로 유지시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 필터링부는,

상기 배터리의 전압이 속하는 구간이 상기 필터링 구간으로 변경된 경우, 상기 배터리의 전압이 상기 필터링 구간에 속하는 동안 상기 노이즈의 크기를 감소시킴으로써 상기 노이즈를 필터링하도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 필터링부는,

상기 배터리의 전압이 상기 필터링 구간에 속하는 동안, 적어도 일부 구간에서 상기 노이즈의 크기의 감소율을 낮추도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 8

제2항에 있어서,

상기 배터리의 전압, 전류, 온도 및 충전 상태 중 적어도 하나에 기반하여 상기 복수의 전압 구간을 설정하도록 구성된 구간 설정부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 구간 설정부는,

상기 배터리의 전압, 전류 및 충전 상태 중 적어도 하나에 기반하여 상기 배터리의 퇴화도를 추정하고, 추정된 배터리의 퇴화도와 기준 퇴화도를 비교하여 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 변경시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 구간 설정부는,

상기 추정된 배터리의 퇴화도가 상기 기준 퇴화도 이상인 경우, 상기 추정된 배터리의 퇴화도와 상기 기준 퇴화도 간의 차이에 비례하게 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 증가시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 구간 설정부는,

상기 배터리의 온도와 기준 온도를 비교하여 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 변경시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 구간 설정부는,

상기 배터리의 온도가 상기 기준 온도 이상인 경우, 상기 배터리의 온도와 상기 기준 온도 간의 차이에 비례하게 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 증가시키도록 구성된 것을 특징으로 하는 충전 상태 추정 장치.

청구항 13

제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 충전 상태 추정 장치를 포함하는 배터리 팩.

청구항 14

배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 측정하는 측정 단계;

미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되는 노이즈를 생성하는 노이즈 생성 단계;

상기 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되도록 상기 노이즈 생성 단계에서 생성된 노이즈를 필터링하는 노이즈 필터링 단계; 및

상기 배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 상기 노이즈 필터링 단계에서 필터링된 노이즈에 기반하여 상기 배터리의 충전 상태를 추정하는 충전 상태 추정 단계를 포함하는 충전 상태 추정 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 출원은 2019년 02월 15일자로 출원된 한국 특허 출원번호 제10-2019-0018105에 대한 우선권주장출원으로서, 해당 출원의 명세서 및 도면에 개시된 모든 내용은 인용에 의해 본 출원에 원용된다.

[0002] 본 발명은 배터리의 충전 상태를 정확하게 추정할 수 있는 충전 상태 추정 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 배터리는 반복적인 충전과 방전이 가능하므로 다양한 분야에서 전력 소스로 사용된다.

[0004] 예를 들어, 배터리는, 휴대 전화, 랩탑 컴퓨터, 디지털 카메라, 비디오 카메라, 태블릿 컴퓨터, 전동 공구 등과 같이 사람의 손에 휴대할 수 있는 장치에 사용된다.

[0005] 또한, 배터리는, 전기 자전거, 전기 오토바이, 전기 자동차, 하이브리드 자동차, 전기 배, 전기 비행기 등과 같은 각종 전기구동 동력 장치에 사용된다.

[0006] 또한, 배터리는, 신재생 에너지를 통해 발전된 전력이나 잉여 발전 전력을 저장하는데 사용되는 전력 저장 장치 또는 서버 컴퓨터와 통신용 기지국을 비롯한 각종 정보 통신 장치에 전력을 안정적으로 공급하기 위한 무정전 전원 공급 장치(UPS; Uninterruptible Power System) 등에 이르기까지 사용 영역이 점차 확대되고 있다.

[0007] 배터리의 충전 상태(State Of Charge)는 전지가 완전히 충전되었을 때의 용량을 기준으로 현재 남아 있는 용량의 상대적 비율을 의미하고, 퍼센트 또는 0에서 1사이의 이하의 수로 나타낸다.

[0008] 충전 상태는 배터리에 남아 있는 에너지의 량을 나타내므로 배터리의 충전과 방전을 제어할 때 반드시 필요한 파라미터이다. 만약, 충전 상태가 100%이면 충전을 중단해야 하고, 충전 상태가 0%이면 방전을 중단해야 한다. 또한, 충전 상태는 배터리의 출력을 제어하거나 배터리의 건강 상태(State Of Health)를 추정할 때에도 활용된다.

[0009] 충전 상태는, 전류 적산법(Ampere counting)에 의해 추정할 수 있다. 여기서, 전류 적산법은 충전 전류와 방전 전류를 시간에 따라 적분하여 충전 상태를 결정한다. 그런데, 전류 센서에 의해 측정된 전류와 실제 전류 사이에는 차이가 존재하기 때문에, 전류 적산법만을 이용하여 추정된 충전 상태는 시간이 경과할수록 정확도가 떨어진다.

[0010] 전류 적산법 외에, 배터리의 전기화학적 특성을 모사하도록 설계된 등가 회로 모델(ECM: Equivalent Circuit Model)을 이용하는 알고리즘들이 존재하며, 그 중 하나가 확장 칼만 필터(Extended kalmann filter)이다. 확장 칼만 필터는 측정 가능한 파라미터를 이용하여 시스템 내부의 상태를 추정하는 확률 통계적인 기법이다.

[0011] 그런데, 확장 칼만 필터는 배터리가 퇴화될수록 정확도가 점점 떨어진다. 예를 들어, 확장 칼만 필터의 등가 회로 모델은 배터리의 용량과 저항과 관련된 파라미터들 포함하고 있는데, 배터리의 퇴화에 따른 용량 저하 및 저항 증가 현상에 따라 등가 회로 모델의 파라미터들을 적절히 업데이트하기가 어렵기 때문이다.

[0012] 또한, 확장 칼만 필터의 등가 회로 모델은, 배터리의 선형 동작 특성(linear operational characteristics)을 모사하도록 설계되는 것이어서, 배터리의 비선형 동작 특성(non-linear operational characteristics)을 정확하게 모사하도록 등가 회로 모델을 설계하는 것은 대단히 어려운 일이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0013] 본 발명은 위와 같은 종래 기술의 배경하에 창안된 것으로서, 배터리의 전압에 기반하여 프로세스 노이즈를 생성 및 필터링하여, 배터리의 충전 상태를 보다 정확하게 추정할 수 있는 장치 및 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

[0014] 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

[0015] 본 발명의 일 측면에 따른 충전 상태 추정 장치는 배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 측정하도록 구성된 측정부; 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되는 노이즈를 생성하도록 구성된 노이즈 생성부; 상기 노이즈 생성부로부터 생성된 노이즈를 수신하고, 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되도록 상기 생성된 노이즈를 필터링하도록 구성된 필터링부; 및 상기 배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 상기 필터링부에 의해 필터링된 노이즈에 기반하여 상기 배터리의 충전 상태를 추정하도록 구성된 충전 상태 추정부를 포함할 수 있다.

[0016] 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간은, 제1 기준 전압 미만의 노이즈 생성 구간, 상기 제1 기준 전압 이상 제2 기준 전압 미만의 히스테리시스 구간, 제2 기준 전압 이상 제3 기준 전압 미만의 필터링 구간, 및 제3 기준 전압 이상의 노말 구간으로 설정될 수 있다.

[0017] 상기 노이즈 생성부는, 상기 배터리의 전압이 상기 노이즈 생성 구간에 속하면, 소정의 크기를 갖는 노이즈를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0018] 상기 노이즈 생성부는, 상기 배터리의 전압이 증가하여 상기 배터리의 전압이 속하는 구간이 상기 노이즈 생성 구간에서 상기 히스테리시스 구간으로 변경된 경우, 상기 생성된 노이즈의 크기를 상기 소정의 크기로 유지시키도록 구성될 수 있다.

[0019] 상기 노이즈 생성부는, 상기 배터리의 전압이 증가하여 상기 배터리의 전압이 속하는 구간이 상기 노이즈 생성 구간에서 상기 히스테리시스 구간을 거쳐 상기 필터링 구간으로 변경된 경우, 상기 생성된 노이즈의 크기를 상기 소정의 크기로 유지시키도록 구성될 수 있다.

[0020] 상기 필터링부는, 상기 배터리의 전압이 속하는 구간이 상기 필터링 구간으로 변경된 경우, 상기 배터리의 전압이 상기 필터링 구간에 속하는 동안 상기 노이즈의 크기를 감소시킴으로써 상기 노이즈를 필터링하도록 구성될 수 있다.

[0021] 상기 필터링부는, 상기 배터리의 전압이 상기 필터링 구간에 속하는 동안, 적어도 일부 구간에서 상기 노이즈의 크기의 감소율을 낮추도록 구성될 수 있다.

[0022] 본 발명의 다른 측면에 따른 충전 상태 추정 장치는 상기 배터리의 전압, 전류, 온도 및 충전 상태 중 적어도 하나에 기반하여 상기 복수의 전압 구간을 설정하도록 구성된 구간 설정부를 더 포함할 수 있다.

[0023] 상기 구간 설정부는, 상기 배터리의 전압, 전류 및 충전 상태 중 적어도 하나에 기반하여 상기 배터리의 퇴화도를 추정하고, 추정된 배터리의 퇴화도와 기준 퇴화도를 비교하여 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 변경시키도록 구성될 수 있다.

[0024] 상기 구간 설정부는, 상기 추정된 배터리의 퇴화도가 상기 기준 퇴화도 이상인 경우, 상기 추정된 배터리의 퇴화도와 상기 기준 퇴화도 간의 차이에 비례하게 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0025] 상기 구간 설정부는, 상기 배터리의 온도와 기준 온도를 비교하여 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 변경시키도록 구성될 수 있다.

[0026] 상기 구간 설정부는, 상기 배터리의 온도가 상기 기준 온도 이상인 경우, 상기 배터리의 온도와 상기 기준 온도 간의 차이에 비례하게 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0027] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리 팩은 본 발명에 따른 충전 상태 추정 장치를 포함할 수 있다.

[0028] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 충전 상태 추정 방법은 배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 측정하는 측정 단계; 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되는 노이즈를 생성하는 노이즈 생성 단계; 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리의 전압에 대응되도록 상기 노이즈 생성 단계에서 생성된 노이즈를 필터링하는 노이즈 필터링 단계; 및 상기 배터리의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 상기 노이즈 필터링 단계에서 필터링된 노이즈에 기반하여 상기 배터리의 충전 상태를 추정하는 충전 상태 추정 단계를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0029] 본 발명에 따르면, 배터리의 전압에 대응되도록 생성 및 필터링되는 노이즈에 의해서, 추정되는 배터리의 충전 상태에 대한 정확도가 향상될 수 있다.

[0030] 또한, 배터리의 전압에 대응되도록 노이즈가 생성 및 필터링되어, 충전 상태 오차의 등락폭이 현저하게 감소될 수 있다. 따라서, 추정되는 배터리의 충전 상태에 대한 높은 정확도가 지속적으로 유지될 수 있다.

[0031] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0032] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 한 실시예를 예시하는 것이며, 후술하는 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 충전 상태 추정 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치를 포함하는 배터리 팩을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치의 데이터 흐름도를 개략적으로 도시한 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치에서 필터링된 노이즈의 일 실시예와 비교예를 예시적으로 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치에 의해서 딜레이되는 시간에 대한 일 실시예를 개략적

으로 도시한 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치에 의해 추정된 충전 상태 오차와 비교예에 의해 추정된 충전 상태의 오차를 비교 도시한 도면이다.

도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 충전 상태 추정 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0033] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 출원을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 발명시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0034] 이하에서 설명되는 실시 예에 있어서, 배터리는 이차 전지를 일컫는다. 여기서, 이차 전지는 충전과 방전이 이루어지는 동안 양극과 음극에서 전기화학적 반응을 유발하는 이차 전지를 총칭한다. 예컨대, 이차 전지는 리튬 이온이 작동 이온으로 작용하는 리튬 이차 전지를 의미할 수 있다.

[0035] 한편, 리튬 이차 전지에 사용된 전해질이나 분리막의 종류, 이차 전지를 포장하는데 사용된 포장재의 종류, 리튬 이차 전지의 내부 또는 외부의 구조 등에 따라 이차 전지의 명칭이 변경되더라도 리튬 이온이 작동 이온으로 사용되는 이차 전지라면 모두 리튬 이차 전지의 범주에 포함되는 것으로 해석하여야 한다.

[0036] 본 발명의 배터리에는 리튬 이차 전지 이외의 다른 이차 전지도 적용이 가능하다. 따라서 작동 이온이 리튬 이온이 아니더라도 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있는 이차 전지라면 그 종류에 상관 없이 모두 본 발명의 범주에 포함되는 것으로 해석하여야 한다.

[0037] 또한, 배터리는 그것을 구성하는 요소의 수에 의해 한정되지 않는다. 따라서 배터리는 하나의 포장재 내에 양극/분리막/음극의 조립체 및 전해질이 포함된 단일 셀을 비롯하여 단일 셀의 어셈블리, 다수의 어셈블리가 직렬 및/또는 병렬로 연결된 모듈, 다수의 모듈이 직렬 및/또는 병렬로 연결된 팩, 다수의 팩이 직렬 및/또는 병렬로 연결된 전지 시스템 등도 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

[0039] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)를 개략적으로 도시한 도면이다. 또한, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)를 포함하는 배터리 팩(1)을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0040] 도 1 및 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)는 측정부(110), 노이즈 생성부(120), 필터링부(130) 및 충전 상태 추정부(140)를 포함할 수 있다.

[0041] 측정부(110)는 배터리(10)의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 측정하도록 구성될 수 있다.

[0042] 측정부(110)는 센싱 라인을 통해서 배터리(10)의 전압을 측정할 수 있다. 구체적으로, 측정부(110)는 제1 센싱 라인(SL1) 및 제2 센싱 라인(SL2)을 통해서 배터리(10)의 전압을 측정할 수 있다.

[0043] 예컨대, 도 2의 실시예에서, 측정부(110)는 제1 센싱 라인(SL1)을 통해 배터리(10)의 양극 전압을 측정하고, 제2 센싱 라인(SL2)을 통해 배터리(10)의 음극 전압을 측정할 수 있다. 그리고, 측정부(110)는 배터리(10)의 양극 전압 및 음극 전압에 기반하여, 배터리(10)의 전압을 측정할 수 있다.

[0044] 또한, 측정부(110)는 배터리(10)의 충방전 경로에 구비된 전류 센싱 유닛(A)과 연결되어, 배터리(10)의 전류를 측정할 수 있다. 여기서, 배터리(10)의 전류란 배터리(10)로부터 출력되는 방전 전류 및 배터리(10)로 유입되는 충전 전류를 통칭함을 유의한다.

[0045] 구체적으로, 측정부(110)는 제3 센싱 라인(SL3)을 통해서 전류 센싱 유닛(A)과 연결되어, 전류 센싱 유닛(A)을 통해서 충방전 경로를 흐르는 배터리(10)의 전류를 측정할 수 있다.

[0046] 여기서, 충방전 경로란 배터리(10)의 대전류 경로를 의미한다. 예컨대, 도 2의 실시예에서, 배터리(10)의 양극 단자와 배터리 팩(1)의 양극 단자(P+)는 서로 연결되고, 배터리(10)의 음극 단자와 배터리 팩(1)의 음극 단자(P-)는 서로 연결될 수 있다. 그리고, 배터리 팩(1)의 양극 단자(P+), 배터리(10), 및 배터리 팩(1)의 음극 단

자(P-)가 연결된 경로가 배터리(10)의 충방전 경로, 즉, 대전류 경로일 수 있다. 도 2의 실시예에서는 배터리(10)의 음극 단자와 배터리 팩(1)의 음극 단자(P-) 사이에 전류 센싱 유닛(A)이 구비된 예시가 도시되었지만, 전류 센싱 유닛(A)은 배터리(10)의 양극 단자와 배터리 팩(1)의 양극 단자(P+) 사이에도 구비될 수 있음을 유의한다.

[0047] 또한, 측정부(110)는 센싱 라인을 통해서 배터리(10)의 온도를 측정할 수 있다. 구체적으로, 측정부(110)는 온도 센서를 구비하고, 센싱 라인을 통해 전도되는 배터리(10)의 열을 통해서 배터리(10)의 온도를 측정할 수 있다.

[0048] 예컨대, 도 2의 실시예에서, 측정부(110)는 제4 센싱 라인(SL4)을 통해서 배터리(10)와 연결되어, 배터리(10)의 온도를 측정할 수 있다. 바람직하게, 제4 센싱 라인(SL4)은 열 전도가 용이하게 이루어질 수 있는 소재로 구성될 수 있다.

[0049] 노이즈 생성부(120)는 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리(10)의 전압에 대응되는 노이즈를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0050] 구체적으로, 노이즈 생성부(120)에서 생성되는 노이즈는 충전 상태 추정부(140)에서 배터리(10)의 충전 상태를 추정하는 과정에서 이용될 수 있는 프로세스 노이즈에 해당할 수 있다. 즉, 노이즈 생성부(120)는 미리 설정된 복수의 전압 구간과 측정부(110)에서 측정된 배터리(10)의 전압을 비교하여 프로세스 노이즈를 생성할 수 있다.

[0051] 예컨대, 복수의 전압 구간은 제1 기준 전압 미만의 노이즈 생성 구간, 상기 제1 기준 전압 이상 제2 기준 전압 미만의 히스테리시스 구간, 제2 기준 전압 이상 제3 기준 전압 미만의 필터링 구간, 및 제3 기준 전압 이상의 노말 구간으로 미리 설정될 수 있다. 여기서, 제1 기준 전압, 제2 기준 전압 및 제3 기준 전압 중에서 제1 기준 전압의 크기가 가장 작고, 제3 기준 전압의 크기가 가장 클 수 있다.

[0052] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)의 데이터 흐름도를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0053] 도 3의 실시예에서, 노이즈 생성부(120)는 측정부(110)와 통신 가능하게 연결될 수 있다. 그리고, 노이즈 생성부(120)는 측정부(110)로부터 배터리(10)의 전압을 수신하여, 배터리(10)의 전압이 미리 설정된 복수의 전압 구간 중 어느 구간에 속하는지 여부를 판단할 수 있다.

[0054] 그리고, 노이즈 생성부(120)는 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간, 히스테리시스 구간, 필터링 구간 및 노멀 구간 중 어느 구간에 속하는지를 판단하고, 배터리(10)의 전압이 속하는 구간에 대응되는 노이즈를 생성할 수 있다.

[0055] 필터링부(130)는 상기 노이즈 생성부(120)로부터 생성된 노이즈(W)를 수신하도록 구성될 수 있다.

[0056] 예컨대, 도 2의 실시예에서, 노이즈 생성부(120)와 필터링부(130)는 서로 연결될 수 있다. 그리고, 노이즈 생성부(120)에서 생성된 노이즈(W)는 필터링부(130)에게 송신될 수 있다.

[0057] 보다 구체적으로, 도 3의 실시예에서, 노이즈 생성부(120)와 필터링부(130)는 서로 통신 가능하게 연결될 수 있다. 그리고, 필터링부(130)는 노이즈 생성부(120)로부터 노이즈(W)를 수신할 수 있다.

[0058] 필터링부(130)는 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리(10)의 전압에 대응되도록 상기 생성된 노이즈(W)를 필터링하도록 구성될 수 있다.

[0059] 예컨대, 필터링부(130)는 노이즈 생성부(120)로부터 노이즈(W)를 수신할 때, 배터리(10)의 전압(V)을 함께 수신할 수 있다. 그리고, 필터링부(130)는 노이즈 생성부(120)로부터 수신한 배터리(10)의 전압(V)이 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간 중 어느 구간에 속하는지를 판단할 수 있다.

[0060] 다른 실시예로, 필터링부(130)는 노이즈 생성부(120)로부터 노이즈(W)를 수신할 때, 배터리(10)의 전압(V)이 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간 중 어느 구간에 속하는지에 대한 정보를 함께 수신할 수 있다.

[0061] 또 다른 실시예로, 측정부(110)는 측정한 배터리(10)의 전압을 노이즈 생성부(120)와 필터링부(130)에 송신할 수 있다. 그리고, 필터링부(130)는 측정부(110)로부터 수신한 배터리(10)의 전압(V)이 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간 중 어느 구간에 속하는지를 판단할 수 있다.

[0062] 이후, 필터링부(130)는 노이즈 생성부(120)로부터 수신한 노이즈(W)를 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간 중에서 배터리(10)의 전압(V)이 속한 구간에 대응되도록 필터링함으로써 노이즈(W)의 크기를 변경시킬 수 있다.

[0063] 충전 상태 추정부(140)는 상기 배터리(10)의 전압(V), 전류(I) 및 온도(T) 중 적어도 하나와 상기 필터링부

(130)에 의해 필터링된 노이즈(Wf)에 기반하여 상기 배터리(10)의 충전 상태(SOC)를 추정하도록 구성될 수 있다.

[0064] 예컨대, 충전 상태 추정부(140)는 배터리(10)의 선형 동작 특성을 모사하도록 설계된 등가 회로 모델을 이용하여, 배터리(10)의 충전 상태(SOC)를 추정하도록 구성된 칼만 필터가 적용될 수 있다. 바람직하게, 충전 상태 추정부(140)는 확장 칼만 필터가 적용될 수 있다. 칼만 필터 또는 확장 칼만 필터는 배터리(10)의 충전 상태(SOC)를 추정하기 위해 일반적으로 이용되는 기법이므로, 이하에서 자세한 설명은 생략함을 유의한다.

[0065] 도 3의 실시예에서, 충전 상태 추정부(140)는 측정부(110)로부터 배터리(10)의 전압(V), 배터리(10)의 전류(I) 및 배터리(10)의 온도(T)를 수신할 수 있다. 또한, 충전 상태 추정부(140)는 필터링부(130)로부터 필터링된 노이즈(Wf)를 더 수신할 수 있다. 이후, 충전 상태 추정부(140)는 수신한 배터리(10)의 전압(V), 전류(I) 및 온도(T) 중 적어도 하나와 필터링된 노이즈(Wf)를 이용하여 배터리(10)의 충전 상태(SOC)를 추정할 수 있다.

[0066] 이 과정에서, 충전 상태 추정부(140)에서 이용되는 등가 회로 모델은 배터리(10)가 선형 동작 상태에 있는 동안에는 배터리(10)의 실제 분극 전압을 잘 모사할 수 있다. 즉, 배터리(10)가 선형 동작 상태에 있는 동안에는 등가 회로 모델을 이용하여 추정된 배터리(10)의 충전 상태(SOC)의 정확도가 높을 수 있다.

[0067] 하지만, 배터리(10)가 비선형 동작 상태에 있는 동안에는, 등가 회로 모델을 이용하여 계산된 분극 전압과 배터리(10)의 실제 분극 전압 간의 차이가 허용 범위를 넘어설 수 있다. 이는, 충전 상태 추정부(140)에서 추정되는 충전 상태(SOC)의 정확도가 낮아지는 원인이 될 수 있다.

[0068] 따라서, 필터링부(130)에 의해 필터링된 노이즈(Wf)는 충전 상태 추정부(140)에서 이용되는 프로세스 노이즈로서, 배터리(10)의 충전 상태 추정의 정확도를 향상시키기 위하여 이용될 수 있는 파라미터라고 볼 수 있다.

[0069] 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)는 미리 설정된 복수의 전압 구간 중에서 측정된 배터리(10)의 전압(V)이 속하는 구간에 대응되도록 상기 노이즈(W)를 생성하고 필터링할 수 있다. 따라서, 배터리(10)가 비선형 동작 상태에 있더라도, 배터리(10)의 충전 상태(SOC)를 추정하는 과정에서 필터링된 노이즈(Wf)가 이용됨으로써, 배터리(10)의 충전 상태 추정의 정확도가 향상될 수 있다.

[0071] 이하에서는, 도 4를 이용하여 복수의 전압 구간 중 배터리(10)의 전압이 속하는 구간에 대응되도록 생성 및 필터링되는 노이즈에 대한 실시예 및 비교예를 구체적으로 설명한다.

[0072] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)에서 필터링된 노이즈의 일 실시예와 비교예를 예시적으로 도시한 도면이다.

[0073] 여기서, 필터링된 노이즈의 일 실시예는, 제1 전압, 제2 전압 및 제3 전압에 의해 구획된 복수의 전압 구간과 배터리(10)의 전압을 비교하여 노이즈를 생성 및 필터링하는 실시예이다. 즉, 도 4에서의 실시예는, 노이즈 생성부(120) 및 필터링부(130)에 의해 필터링된 노이즈를 나타낸다.

[0074] 그리고, 비교예는 제1 전압에만 기반하여 구획된 2개의 전압 구간과 배터리(10)의 전압을 비교하여 노이즈를 생성하는 비교예이다. 즉, 도 4에서의 비교예는, 노이즈 생성부(120)에 의해 생성되고, 별도의 필터링 과정을 거치지 않은 노이즈를 나타낸다.

[0075] 도 4의 실시예에서, 상기 제1 전압은 V1[V]이고, 상기 제2 전압은 V2[V]이며, 상기 제3 전압은 V3[V]이다. 즉, V1[V] 미만의 전압 구간은 노이즈 생성 구간이고, V1[V] 이상 V2[V] 미만의 전압 구간은 히스테리시스 구간이며, V2[V] 이상 V3[V] 미만의 전압 구간은 필터링 구간일 수 있다. 그리고, V3[V] 이상의 전압 구간은 노멀 구간일 수 있다.

[0076] 한편, 비교예에서, V1[V] 미만의 전압 구간은 실시예의 노이즈 생성 구간에 대응되고, V1[V] 이상의 전압 구간은 실시예의 노멀 구간에 대응될 수 있다.

[0077] 도 4의 실시예 및 비교예에서, 생성되는 노이즈의 크기는 배터리(10)의 전압이 속하는 전압 구간에 따라 0.1 또는 2의 크기를 갖도록 생성될 수 있다. 다만, 도 4에 도시된 노이즈의 크기는 설명의 편의를 위하여 설정된 크기로서, 노이즈의 크기가 도 4에 도시된 크기로만 한정되지 않음을 유의한다.

[0078] 다른 실시예에서, 노이즈 생성부(120)는 배터리(10)의 전압이 속하는 전압 구간에 따라 소정의 크기(예컨대, 2)를 갖는 노이즈를 생성하거나, 노이즈를 생성하지 않을 수도 있다.

[0079] 다만, 이하에서는, 도 4에 도시된 바와 같이, 노이즈 생성부(120)에 의해 0.1 또는 2의 크기를 갖는 노이즈가 생성되는 것으로 가정하여 설명한다.

[0081] < t1 시점 이전 구간 >

[0082] 도 4의 실시예에서, t1 시점 이전에, 노이즈 생성부(120)는 0.1의 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다. 예컨대, 도 3의 실시예에서, 노이즈 생성부(120)는 측정부(110)로부터 배터리(10)의 전압 및 배터리(10)의 온도를 수신하고, 미리 설정된 노이즈 생성 테이블에 배터리(10)의 전압 및 배터리(10)의 온도를 대입하여 0.1의 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다. 구체적으로, 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간을 향해 감소되는 과정에서는, 노이즈 생성부(120)가 0.1의 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다.

[0083] 또한, 비교예에서도, t1 시점 이전에는 0.1의 크기를 갖는 노이즈가 생성될 수 있다.

[0085] < t1 시점 내지 t2 시점 이전 구간 >

[0086] 상기 노이즈 생성부(120)는, 상기 배터리(10)의 전압이 상기 노이즈 생성 구간에 속하면, 소정의 크기를 갖는 노이즈를 생성하도록 구성될 수 있다.

[0087] 예컨대, 도 4의 실시예에서, t1 시점에 배터리(10)의 전압이 V1[V] 미만의 전압 구간에 속하게 되었다고 가정한다. 노이즈 생성부(120)는 t1 시점에서 즉시 2의 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다.

[0088] 또한, 비교예에서도, t1 시점에서 배터리(10)의 전압이 V1[V] 미만의 전압 구간에 속하게 되었으므로, 2의 크기를 갖는 노이즈가 생성될 수 있다.

[0090] < t2 시점 내지 t3 시점 이전 구간 >

[0091] 상기 노이즈 생성부(120)는, 상기 배터리(10)의 전압이 증가하여 상기 배터리(10)의 전압이 속하는 구간이 상기 노이즈 생성 구간에서 상기 히스테리시스 구간으로 변경된 경우, 상기 생성된 노이즈의 크기를 상기 소정의 크기로 유지시키도록 구성될 수 있다.

[0092] 예컨대, 도 4의 실시예에서, t2 시점에 배터리(10)의 전압이 V1[V] 이상의 전압 구간에 속하게 되었다고 가정한다. 즉, t2 시점에 배터리(10)의 전압은 히스테리시스 구간에 속하도록 변경될 수 있다. 노이즈 생성부(120)는 t2 시점 내지 t3 시점 사이에서도, t1 시점에 생성한 노이즈의 크기를 유지할 수 있다. 즉, 노이즈 생성부(120)는 배터리(10)의 전압이 히스테리시스 구간에 속하는 동안에도 노이즈 생성 구간에서 생성된 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다.

[0093] 반면, 비교예에서는, t2 시점부터 0.1의 크기를 갖는 노이즈가 생성될 수 있다. 구체적으로, 비교예는 복수의 전압 구간을 제1 전압인 V1[V]을 기준으로 2개의 구간으로 구획하였기 때문에, V1[V] 미만이었던 배터리(10)의 전압이 V1[V] 이상으로 증가된 경우, 생성되는 노이즈의 크기를 변경시킬 수 있다.

[0094] 즉, t2 시점부터, 본 발명에 따른 실시예에서는 노이즈 생성부(120)에 의해 2의 크기를 갖는 노이즈가 생성되지만, 비교예에서는 0.1의 크기를 갖는 노이즈가 생성될 수 있다.

[0096] < t3 시점 내지 t4 시점 이전 구간 >

[0097] 상기 노이즈 생성부(120)는, 상기 배터리(10)의 전압이 증가하여 상기 배터리(10)의 전압이 속하는 구간이 상기 노이즈 생성 구간에서 상기 히스테리시스 구간을 거쳐 상기 필터링 구간으로 변경된 경우, 상기 생성된 노이즈의 크기를 상기 소정의 크기로 유지시키도록 구성될 수 있다.

[0098] 예컨대, 도 4의 실시예에서, t3 시점에 배터리(10)의 전압이 V2[V] 이상의 전압 구간에 속하게 되었다고 가정한다. 즉, t3 시점에 배터리(10)의 전압은 필터링 구간에 속하도록 변경될 수 있다. 노이즈 생성부(120)는 t3 시점 내지 t4 시점 사이에서도, t1 시점에 생성한 노이즈의 크기를 유지할 수 있다. 즉, 노이즈 생성부(120)는 배터리(10)의 전압이 필터링 구간에 속하는 동안에도 노이즈 생성 구간에서 생성된 크기를 갖는 노이즈를 생성할

수 있다.

[0099] 그리고, 상기 필터링부(130)는, 상기 배터리(10)의 전압이 속하는 구간이 상기 필터링 구간으로 변경된 경우, 상기 배터리(10)의 전압이 상기 필터링 구간에 속하는 동안 상기 노이즈의 크기를 감소시킴으로써 상기 노이즈를 필터링하도록 구성될 수 있다.

[0100] 즉, 배터리(10)의 전압이 필터링 구간에 속하는 동안, 노이즈 생성부(120)에서 생성되는 노이즈의 크기는 2이지만, 필터링부(130)에 의해서 노이즈의 크기가 필터링되어 감소될 수 있다.

[0101] 반면, 비교예에서는, t2 시점부터 0.1의 크기를 갖는 노이즈가 계속해서 생성될 수 있다.

[0103] < t4 시점 내지 t5 시점 이전 구간 >

[0104] 그리고, 상기 노이즈 생성부(120)는, 상기 배터리(10)의 전압이 증가하여 상기 배터리(10)의 전압이 속하는 구간이 상기 노이즈 생성 구간에서 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간을 거쳐 상기 노멀 구간으로 변경된 경우, 상기 노이즈 생성 테이블에 기반하여 노이즈를 생성할 수 있다. 즉, 도 4의 실시예에서, 노이즈 생성부(120)는 노이즈 생성 테이블에 기반하여 0.2의 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다.

[0105] 또한, t1 시점 이전 구간과 마찬가지로, 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간을 향해 감소되는 과정에서는, 노이즈 생성부(120)가 0.1의 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다.

[0106] 즉, t4 시점부터, 실시예 및 비교예에서 모두 0.1의 크기를 갖는 노이즈가 생성될 수 있다.

[0108] < t5 시점 이후 구간 >

[0109] 예컨대, 도 4의 실시예에서, t1 시점과 마찬가지로, t5 시점에 배터리(10)의 전압이 V1[V] 미만의 전압 구간에 속하게 되었다고 가정한다. 노이즈 생성부(120)는 t5 시점에서 즉시 2의 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다.

[0110] 또한, 비교예에서도, t5 시점에서 배터리(10)의 전압이 V1[V] 미만의 전압 구간에 속하게 되었으므로, 2의 크기를 갖는 노이즈가 생성될 수 있다.

[0112] 정리하면, 배터리(10)의 전압이 히스테리시스 구간에 속할 때 생성되는 노이즈의 크기는, 실시예에서는 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간에 속할 때 생성된 노이즈의 크기와 같을 수 있다. 반면, 비교예에서는 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간에 속하지 않을 때 생성된 노이즈의 크기와 같을 수 있다.

[0113] 또한, 배터리(10)의 전압이 필터링 구간에 속할 때 생성되는 노이즈의 크기는, 실시예에서는 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간에 속할 때 생성된 노이즈의 크기와 같을 수 있다. 그리고, 필터링부(130)에 의해서 생성된 노이즈의 크기가 필터링되어 감소될 수 있다. 반면, 비교예에서는 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간에 속하지 않을 때 생성된 노이즈의 크기와 같을 수 있다.

[0114] 실시예에서 생성 및 필터링되는 노이즈의 크기와 비교예에서 생성되는 노이즈의 크기의 차이에 의해, 실시예와 비교예의 노이즈에 기반하여 추정되는 충전 상태의 오차가 크게 달라지는 점은 이하에서 구체적으로 후술한다.

[0116] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)에 의해서 딜레이되는 시간에 대한 일 실시예를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0117] 구체적으로, 도 5는 배터리(10)의 전압이 히스테리시스 구간 및 필터링 구간에 속하는 동안 소요되는 딜레이를 도시한 도면이다.

[0118] 도 5의 실시예에서, V1[V] 이상 V2[V] 미만의 전압 구간은 히스테리시스 구간이고, V2[V] 이상 V3[V] 미만의 전압 구간은 필터링 구간이다. 그리고, 배터리(10)의 전압이 V3[V]가 되는 시점에서, 배터리(10)의 전압은 노멀 구간에 속할 수 있다.

[0119] 먼저, 도 5에서의 딜레이란, 배터리(10)의 전압이 히스테리시스 구간 및 필터링 구간에 속하는 동안, 노이즈 생성부(120)에 의해 생성되고 필터링부(130)에 의해 필터링된 노이즈의 크기가 배터리(10)의 전압이 노멀 구간에

속할 때 생성되는 노이즈의 크기와 같아지기 까지 소요되는 시간적 딜레이일 수 있다.

[0120] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 배터리(10)의 전압이 히스테리시스 구간에 속하는 경우에는 노이즈 생성부(120)에서 생성되는 노이즈가 필터링부(130)에 의해 필터링되지 않기 때문에, 시간 딜레이가 점점 증가될 수 있다.

[0121] 그리고, 배터리(10)의 전압이 필터링 구간에 속하는 경우에는 노이즈 생성부(120)에 의해 생성되는 노이즈가 필터링부(130)에 의해 필터링되기 때문에, 시간 딜레이가 점점 감소될 수 있다.

[0122] 하지만, 배터리(10) 전압이 히스테리시스 구간 및 필터링 구간에 속하는 동안의 시간 딜레이의 총합은 배터리(10) 전압이 커질수록 증가될 수 있다.

[0124] 바람직하게, 상기 필터링부(130)는, 상기 배터리(10)의 전압이 상기 필터링 구간에 속하는 동안, 적어도 일부 구간에서 상기 노이즈의 크기의 감소율을 낮추도록 구성될 수 있다.

[0125] 구체적으로, 필터링부(130)는 배터리(10)의 전압이 필터링 구간에 속하는 동안, 노이즈 생성부(120)에 의해 생성된 노이즈의 크기가 완만하게 감소될 수 있게 노이즈의 크기의 감소율을 낮출 수 있다.

[0126] 예컨대, 필터링부(130)는 배터리(10)의 전압이 필터링 구간에 속하는 동안, 노이즈의 크기를 지수적으로 감소시킬 수 있다.

[0127] 도 4의 실시예에서, 배터리(10)의 전압이 필터링 구간에 속하는 t3 시점 내지 t4 시점에서, 필터링부(130)는 노이즈의 크기의 감소율을 시간이 흐름에 따라 점점 감소시킬 수 있다. 따라서, t3 시점 내지 t4 시점 동안, 노이즈의 크기가 급격하지 않고 완만하게 감소될 수 있다.

[0128] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)는 노이즈의 크기를 유지시키는 히스테리시스 구간 및 노이즈의 크기를 완만하게 감소시키는 필터링 구간을 이용하여 배터리(10)의 전압에 따라 노이즈의 크기가 급격하게 변하는 것을 방지할 수 있다. 결과적으로, 노이즈의 크기의 급격한 변화가 방지되기 때문에, 충전 상태 추정 장치(100)에서 추정되는 배터리(10)의 충전 상태의 정확도가 향상되고, 추정되는 배터리(10)의 충전 상태의 오차율의 등락폭이 작아질 수 있다.

[0130] 이하에서는, 도 6을 참조하여, 실시예와 비교예에서 추정된 충전 상태의 오차를 비교 설명한다.

[0131] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)에 의해 추정된 충전 상태 오차와 비교예에 의해 추정된 충전 상태의 오차를 비교 도시한 도면이다.

[0132] 도 6에서, 기준선은 실시예 및 비교예와 달리 배터리(10)의 전압을 고려하지 않고, 미리 설정된 노이즈 생성 테이블과 배터리(10)의 온도에만 기반하여 생성된 노이즈에 기반하여 추정된 배터리(10)에 대한 충전 상태 오차를 나타낸다.

[0133] 또한, 실시예는 도 4의 실시예와 같이, 노이즈 생성부(120)에 의해 생성되고, 필터링부(130)에 의해 필터링된 노이즈에 기반하여 추정된 배터리(10)에 대한 충전 상태 오차를 나타낸다.

[0134] 또한, 비교예는 도 4의 비교예와 같이, 1개의 기준 전압에 기반하여 생성된 노이즈에 기반하여 추정된 배터리(10)에 대한 충전 상태 오차를 나타낸다.

[0135] 구체적으로, 도 6에서, “☆" 표시는 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간에 속하게 된 시점을 나타내고, "■" 표시는 배터리(10)의 전압이 히스테리시스 구간에 속하게 된 시점을 나타내며, "●" 표시는 실시예에 의해 추정된 충전 상태와 비교예에 의해 추정된 충전 상태 간의 차이가 가장 큰 시점을 나타낸다.

[0136] 즉, "☆" 표시가 나타내는 시점은 도 4의 t1 시점에 대응되고, "■" 표시가 나타내는 시점은 도 4의 t2 시점에 대응될 수 있다.

[0137] 도 6의 비교예와 같이, 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간을 벗어나는 시점("■" 표시가 나타내는 시점)에 노이즈의 크기를 급감시키면, 추정되는 배터리(10)의 충전 상태의 오차가 실시예에 비해 증가될 수 있다.

[0138] 즉, 충전 상태 추정부(140)에 적용되는 확장 칼만 필터는 측정 가능한 파라미터를 이용하여 등가 회로 모델의 상태를 추정하는 확률 통계적인 기법이다. 따라서, 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간을 벗어났다고 하여 노이즈의 크기를 급감시키면, 도 6에 도시된 바와 같이 “■”로 표시된 시점에 추정되는 배터리(10)의 충전 상

태에 대한 오차의 절대값이 급증할 수 있다.

[0139] 또한, 비교예와 같이 노이즈의 크기를 급증 및 급감시키는 것이 반복적으로 지속되면, 충전 상태 오차는 실시예 및 기준선보다 큰 폭으로 변경될 수 있다. 즉, 확장 칼만 필터와 같은 확률 통계적인 기법에서, 프로세스 노이즈의 크기를 반복적으로 급증 및 급감시키면, 충전 상태 오차의 등락폭이 커질 수 있다. 도 6에 도시된 비교예를 참조하면, 추정되는 배터리(10)의 충전 상태 오차는 약 -8[%] 내지 +9[%]임을 알 수 있다.

[0140] 반면, 도 6에 도시된 실시예를 참조하면, 추정되는 배터리(10)의 충전 상태 오차는 약 ±2[%]로, 실시예에 의해 추정되는 충전 상태의 정확도가 비교예 및 기준선보다 정확하고, 충전 상태 오차의 등락폭 또한 가장 낮은 것을 확인할 수 있다.

[0141] 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)는 노이즈의 크기를 유지시키는 히스테리시스 구간과 노이즈의 크기를 완만하게 감소시키는 필터링 구간을 설정함으로써, 추정되는 배터리(10)의 충전 상태에 대한 정확도를 향상시킬 수 있다. 또한, 충전 상태 추정 장치(100)에 의해 추정되는 배터리(10)의 충전 상태 오차의 등락폭이 낮기 때문에, 지속적으로 높은 정확도를 갖는 배터리(10)의 충전 상태가 추정될 수 있는 장점이 있다.

[0143] 상기 배터리(10)의 전압, 전류, 온도 및 충전 상태 중 적어도 하나에 기반하여 상기 복수의 전압 구간을 설정하는 구간 설정부(150)를 더 포함할 수 있다.

[0144] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)는 구간 설정부(150)를 더 포함할 수 있다.

[0145] 예컨대, 도 3의 실시예에서, 구간 설정부(150)는 측정부(110)로부터 배터리(10)의 전압, 전류 및 온도를 수신할 수 있다. 그리고, 구간 설정부(150)는 충전 상태 추정부(140)에서 추정된 충전 상태를 참조할 수 있다.

[0146] 그리고, 구간 설정부(150)는 배터리(10)의 전압, 전류, 온도 및 충전 상태 중 적어도 하나에 기반하여, 노이즈 생성 구간, 히스테리시스 구간 및 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 변경시킬 수 있다.

[0148] 한편, 도 3을 참조하면, 충전 상태 추정부(140)에서 추정된 충전 상태는 노이즈 생성부(120)에게 송신될 수 있다.

[0149] 노이즈 생성부(120)는 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성부(120)를 향해 감소되고 있는 경우 및 노멀 구간에 속하는 경우에 미리 설정된 노이즈 테이블을 이용하여 노이즈를 생성할 수 있다. 예컨대, 도 4의 실시예에서, t1 시점 이전 구간 및 t4 내지 t5 시점 구간에서, 노이즈 생성부(120)는 노이즈 테이블과 배터리(10)의 온도를 이용하여 노이즈를 생성할 수 있다.

[0150] 여기서, 노이즈 테이블은 배터리(10)의 온도와 배터리(10)의 충전 상태에 기반하여, 대응되는 노이즈가 미리 설정되어 있는 테이블이다.

[0151] 따라서, 노이즈 생성부(120)는 충전 상태 추정부(140)로부터 수신한 충전 상태를 이용하여 상기 노이즈 테이블을 갱신하도록 구성될 수 있다. 따라서, 예컨대, 배터리(10)의 전압이 노멀 구간에 속하더라도, 배터리(10)의 충전 상태에 대응되는 노이즈가 생성되어 이후 단계에서의 배터리(10)의 충전 상태가 보다 정확하게 추정될 수 있다.

[0153] 먼저, 구간 설정부(150)가 배터리(10)의 퇴화도에 기반하여, 복수의 전압 구간의 크기를 변경시키는 실시예를 설명한다.

[0154] 상기 구간 설정부(150)는, 상기 배터리(10)의 전압, 전류 및 충전 상태 중 적어도 하나에 기반하여 상기 배터리(10)의 퇴화도를 추정하도록 구성될 수 있다.

[0155] 예컨대, 구간 설정부(150)는 배터리(10)의 전압, 전류 및 충전 상태를 이용하여 배터리(10)의 내부 저항을 산출하고, 산출된 내부 저항과 기준 저항을 비교하여 배터리(10)의 퇴화도를 추정할 수 있다.

[0156] 다만, 구간 설정부(150)가 배터리(10)의 전압, 전류 및 충전 상태 중 적어도 하나를 이용하여 배터리(10)의 퇴화도를 추정하는 방식은, 상술한 내부 저항을 이용하는 방식에만 국한되지 않음을 유의한다.

[0157] 구간 설정부(150)는 추정된 배터리(10)의 퇴화도와 기준 퇴화도를 비교하여 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 변경시키도록 구성될 수 있다.

[0158] 충전 상태 추정부(140)에 적용될 수 있는 확장 칼만 필터는 배터리(10)가 퇴화될수록 정확도가 점점 떨어질 수 있다. 예컨대, 확장 칼만 필터에서 이용되는 등가 회로 모델은 배터리(10)의 용량과 저항 관련 파라미터들을 포함하고 있는데, 배터리(10)의 퇴화에 따른 용량 저하 및 저항 증가 현상에 의해 등가 회로 모델의 파라미터들을 적절히 업데이트하기 어렵기 때문이다.

[0159] 구간 설정부(150)는 배터리(10)의 퇴화도에 기반하여 히스테리시스 구간 및 필터링 구간의 크기를 변경함으로써, 노이즈 생성부(120)에 의해 생성되고, 필터링부(130)에 의해 필터링되는 노이즈의 크기를 조절할 수 있다. 이로 인해, 필터링부(130)에 의해 필터링된 노이즈는 충전 상태 추정부(140)가 배터리(10)의 충전 상태를 추정하는 과정에서 배터리(10)의 퇴화도를 고려한 프로세스 노이즈로 이용될 수 있다.

[0160] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)는 배터리(10)의 퇴화도를 고려한 프로세스 노이즈를 이용함으로써, 배터리(10)의 충전 상태를 보다 정확하게 추정할 수 있다.

[0162] 바람직하게, 상기 구간 설정부(150)는, 상기 추정된 배터리(10)의 퇴화도가 상기 기준 퇴화도 이상인 경우, 상기 추정된 배터리(10)의 퇴화도와 상기 기준 퇴화도 간의 차이에 비례하게 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0163] 예컨대, 구간 설정부(150)는 배터리(10)의 퇴화도가 기준 퇴화도 이상이면, 히스테리시스 구간의 크기 및 필터링 구간의 크기를 모두 증가시킬 수 있다. 이 경우, 도 4의 실시예에서, V2[V]의 크기 및 V3[V]의 크기가 모두 증가될 수 있다. 따라서, 히스테리시스 구간에서 노이즈의 크기가 더 오래 유지되고, 필터링 구간에서 노이즈가 더 오랜 기간 동안 보다 완만하게 감소될 수 있다. 즉, 충전 상태 추정부(140)로 입력되는 필터링된 노이즈의 크기가 일정 크기(예컨대, 도 4의 0.1의 크기) 보다 크게 유지되기 때문에, 배터리(10)의 퇴화도를 고려하여 추정되는 충전 상태의 정확도가 향상될 수 있다.

[0165] 다음으로, 구간 설정부(150)가 배터리(10)의 온도에 기반하여, 복수의 전압 구간의 크기를 변경시키는 실시예를 설명한다.

[0166] 상기 구간 설정부(150)는, 상기 배터리(10)의 온도와 기준 온도를 비교하여 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 변경시키도록 구성될 수 있다.

[0167] 배터리(10)는 양극과 음극에서 전기화학적 반응을 유발하는 이차 전지이므로, 배터리(10)의 온도가 기준 온도 이상으로 높아지면 배터리(10)의 비선형 동작 특성이 나타날 수 있는 문제가 있다.

[0168] 즉, 충전 상태 추정부(140)에서 이용되는 등가 회로 모델은 배터리(10)의 선형 동작 성을 모사하도록 설계되었기 때문에, 배터리(10)의 온도 증가에 의한 배터리(10)의 비선형 동작 특성을 정확하게 모사하기 어렵다는 문제가 있다.

[0169] 따라서, 구간 설정부(150)는 배터리(10)의 온도와 기준 온도를 비교하여 히스테리시스 구간 및 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 변경시킴으로써, 노이즈 생성부(120)에 의해 생성되고, 필터링부(130)에 의해 필터링되는 노이즈의 크기를 조절할 수 있다. 이로 인해, 필터링부(130)에 의해 필터링된 노이즈는 충전 상태 추정부(140)가 배터리(10)의 충전 상태를 추정하는 과정에서 배터리(10)의 온도에 따른 비선형 동작 특성을 고려한 프로세스 노이즈로 이용될 수 있다.

[0171] 상기 구간 설정부(150)는, 상기 배터리(10)의 온도가 상기 기준 온도 이상인 경우, 상기 배터리(10)의 온도와 상기 기준 온도 간의 차이에 비례하게 상기 히스테리시스 구간 및 상기 필터링 구간 중 적어도 하나의 크기를 증가시키도록 구성될 수 있다.

[0172] 예컨대, 구간 설정부(150)는 배터리(10)의 온도가 기준 온도 이상이면, 히스테리시스 구간의 크기 및 필터링 구간의 크기를 모두 증가시킬 수 있다.

[0173] 즉, 구간 설정부(150)는 배터리(10)의 퇴화도가 기준 퇴화도 이상인 경우와 마찬가지로, 배터리(10)의 온도가

기준 온도 이상이면 히스테리시스 구간의 크기 및 필터링 구간의 크기를 모두 증가시킬 수 있다.

[0174] 따라서, 히스테리시스 구간에서 노이즈의 크기가 더 오래 유지되고, 필터링 구간에서 노이즈가 더 오랜 기간 동안 보다 완만하게 감소될 수 있다. 또한, 충전 상태 추정부(140)에 의해서 배터리(10)의 온도를 고려하여 추정되는 충전 상태의 정확도가 향상될 수 있다.

[0176] 본 발명에 따른 충전 상태 추정 장치(100)는, BMS(Battery Management System)에 적용될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 BMS는, 상술한 충전 상태 추정 장치(100)를 포함할 수 있다. 이러한 구성에 있어서, 충전 상태 추정 장치(100)의 각 구성요소 중 적어도 일부는, 종래 BMS에 포함된 구성의 기능을 보완하거나 추가함으로써 구현될 수 있다. 예를 들어, 측정부(110), 노이즈 생성부(120), 필터링부(130), 충전 상태 추정부(140), 및 구간 설정부(150)는 BMS의 구성요소로서 구현될 수 있다.

[0178] 또한, 본 발명에 따른 충전 상태 추정 장치(100)는, 배터리 팩(1)에 구비될 수 있다. 예컨대, 도 2의 실시예와 같이, 본 발명에 따른 배터리 팩(1)은, 상술한 충전 상태 추정 장치(100) 및 하나 이상의 배터리(10)를 포함할 수 있다. 또한, 배터리 팩(1)은, 전장품(릴레이, 퓨즈 등) 및 케이스 등을 더 포함할 수 있다.

[0180] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 충전 상태 추정 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0181] 여기서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 충전 상태 추정 방법은 본 발명의 일 실시예에 따른 충전 상태 추정 장치(100)에 의해 동작될 수 있다. 이하에서는, 앞서 설명한 내용과 중복되는 내용은 간략하게 설명한다.

[0182] 도 7을 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 충전 상태 추정 방법은 측정 단계(S100), 노이즈 생성 단계(S200), 노이즈 필터링 단계(S300) 및 충전 상태 추정 단계(S400)를 포함할 수 있다.

[0183] 측정 단계(S100)는 배터리(10)의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나를 측정하는 단계로서, 측정부(110)에 의해 수행될 수 있다.

[0184] 바람직하게, 측정부(110)는 복수의 센싱 유닛을 이용하여, 배터리(10)의 전압, 전류 및 온도를 모두 측정하도록 구성될 수 있다.

[0185] 노이즈 생성 단계(S200)는 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리(10)의 전압에 대응되는 노이즈를 생성하는 단계로서, 노이즈 생성부(120)에 의해 수행될 수 있다.

[0186] 노이즈 생성부(120)는 측정부(110)로부터 수신한 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간에 속하게 되면 소정의 크기를 갖는 노이즈를 생성할 수 있다.

[0187] 이후, 배터리(10)의 전압이 증가하여 속하는 전압 구간이 노이즈 생성 구간에서 히스테리시스 구간으로 변경된 경우, 노이즈 생성부(120)는 노이즈의 크기를 소정의 크기로 유지시킬 수 있다.

[0188] 또한, 배터리(10)의 전압이 더 증가하여 속하는 전압 구간이 노이즈 생성 구간에서 히스테리시스 구간을 거쳐 필터링 구간으로 변경된 경우에도, 노이즈 생성부(120)는 노이즈의 크기를 소정의 크기로 유지시킬 수 있다.

[0189] 노이즈 필터링 단계(S300)는 상기 미리 설정된 복수의 전압 구간에 기반하여 상기 배터리(10)의 전압에 대응되도록 상기 노이즈 생성 단계(S200)에서 생성된 노이즈를 필터링하는 단계로서, 필터링부(130)에 의해 수행될 수 있다.

[0190] 필터링부(130)는 배터리(10)의 전압이 노이즈 생성 구간 및 히스테리시스 구간을 거쳐 필터링 구간에 속하게 된 경우, 노이즈 생성부(120)에 의해 생성된 노이즈의 크기를 필터링할 수 있다.

[0191] 충전 상태 추정 단계(S400)는 상기 배터리(10)의 전압, 전류 및 온도 중 적어도 하나와 상기 노이즈 필터링 단계(S300)에서 필터링된 노이즈에 기반하여 상기 배터리(10)의 충전 상태를 추정하는 단계로서, 충전 상태 추정부(140)에 의해 수행될 수 있다.

[0192] 예컨대, 충전 상태 추정부(140)는 확장 칼만 필터가 적용될 수 있다. 바람직하게, 충전 상태 추정부(140)는 배터리(10)의 전압, 전류 및 온도와 필터링된 노이즈를 입력 파라미터로 이용하여, 배터리(10)의 충전 상태를 추정할 수 있다.

[0194] 본 발명의 다양한 실시 양태를 설명함에 있어서, '~부', '~유닛'라고 명명된 구성 요소들은 물리적으로 구분되는 요소들이라고 하기 보다 기능적으로 구분되는 요소들로 이해되어야 한다. 따라서 각각의 구성요소는 다른 구성요소와 선택적으로 통합되거나 각각의 구성요소가 제어 로직(들)의 효율적인 실행을 위해 서브 구성요소들로 분할될 수 있다. 하지만 구성요소들이 통합 또는 분할되더라도 기능의 동일성이 인정될 수 있다면 통합 또는 분할된 구성요소들도 본 발명의 범위 내에 있다고 해석되어야 함은 당업자에게 자명하다.

[0195] 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.

부호의 설명

[0196] 1: 배터리 팩

10: 배터리

100: 충전 상태 추정 장치

110: 측정부

120: 노이즈 생성부

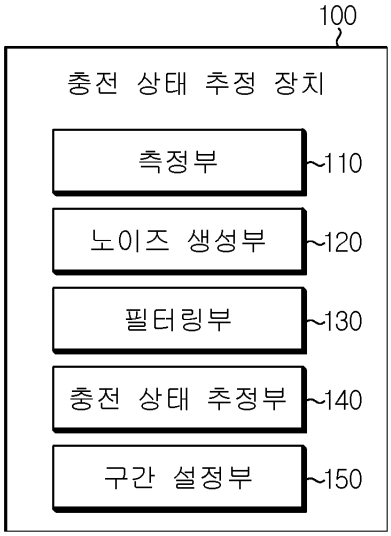
130: 필터링부

140: 충전 상태 추정부

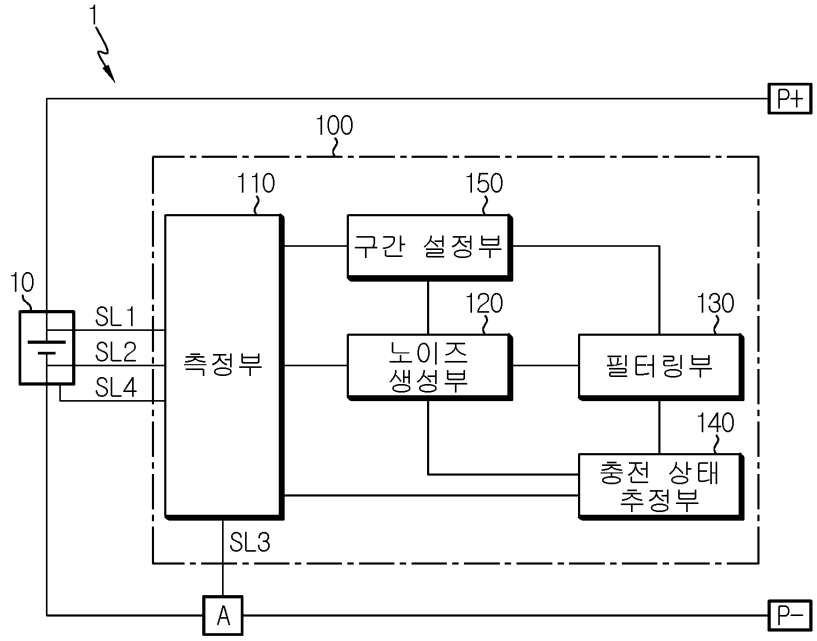
150: 구간 설정부

도면

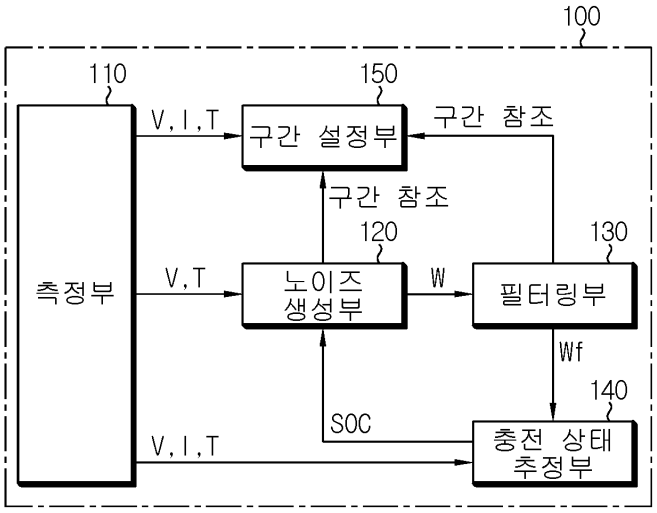
도면1



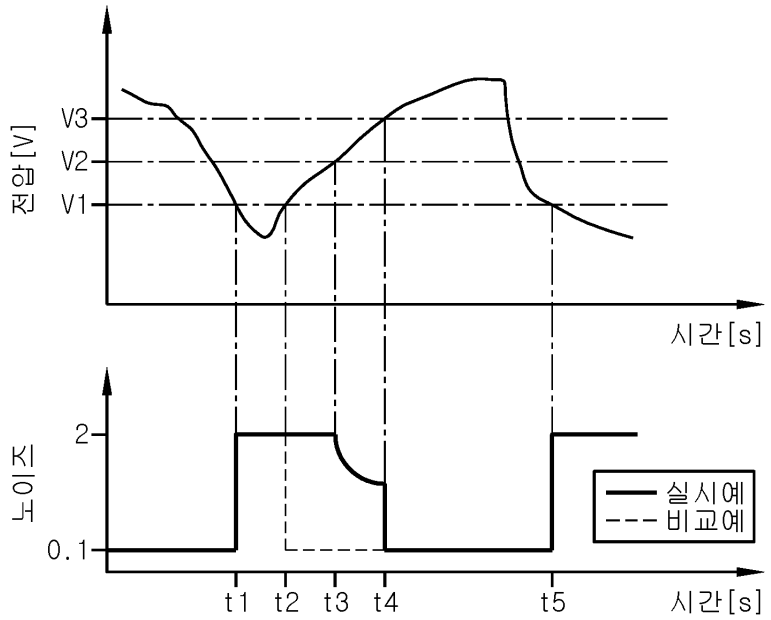
도면2


1
P+
100
110
150
구간 설정부
10
SL1
SL2
SL4
측정부
120
130
노이즈
생성부
필터링부
140
충전 상태
추정부
SL3
A
P-

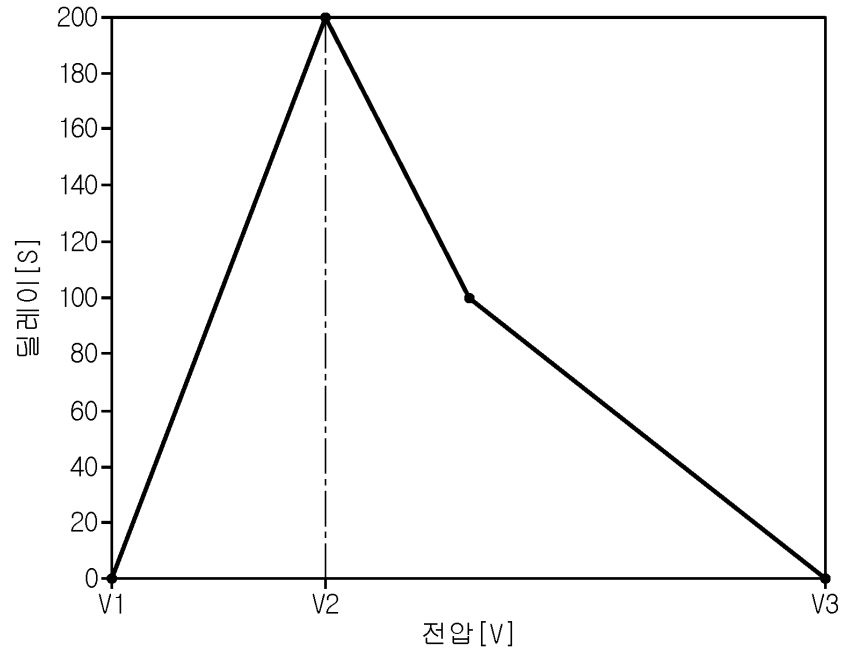
도면3


100
110
150
V,I,T
구간 설정부
구간 참조
구간 참조
120
130
측정부
V,T
노이즈
생성부
W
필터링부
Wf
140
SOC
V,I,T
충전 상태
추정부

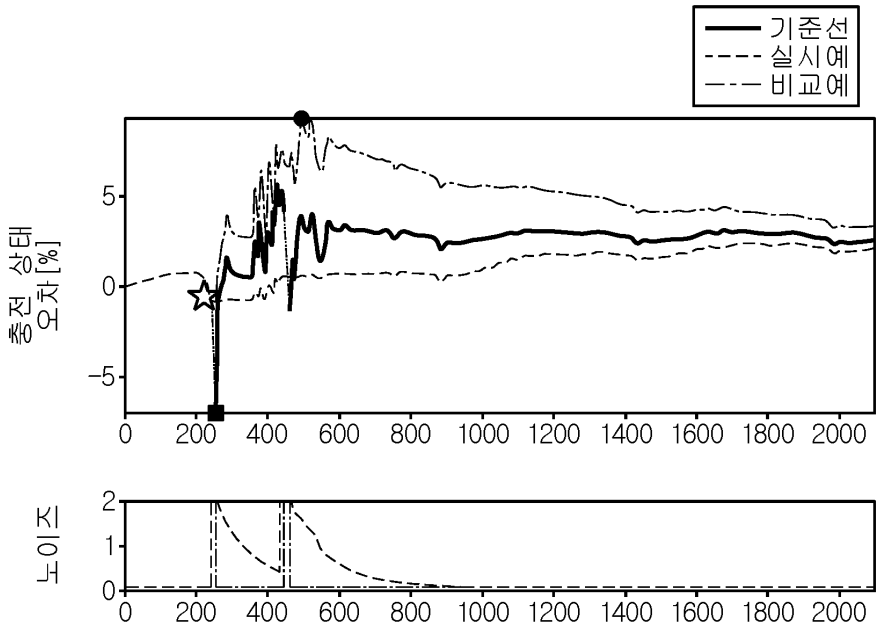
도면4


V3
V2
V1
전압[V]
시간[s]
2
0.1
노이즈
실시예
비교예
t1
t2
t3
t4
t5
시간[s]

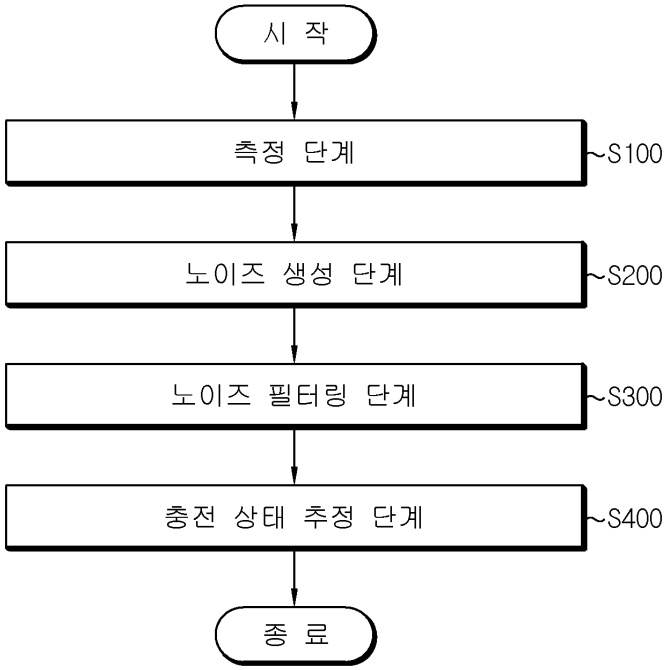
도면5


200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0
딜레이[S]
V1
V2
V3
전압[V]

도면6


기준선
실시예
비교예
충전 상태 오차[%]
5
0
-5
0
200
400
600
800
1000
1200
1400
1600
1800
2000
노이즈
2
1
0

도면7


시 작
측정 단계
S100
노이즈 생성 단계
S200
노이즈 필터링 단계
S300
충전 상태 추정 단계
S400
종 료