



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0077409  
(43) 공개일자 2023년06월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G01R 31/392 (2019.01) B60L 58/16 (2019.01)  
G01R 19/10 (2006.01) G01R 19/175 (2006.01)  
G01R 31/382 (2019.01) G01R 31/52 (2020.01)  
H01M 10/42 (2014.01) H01M 10/48 (2021.01)  
H01M 4/58 (2015.01)

(52) CPC특허분류

G01R 31/392 (2019.01)  
B60L 58/16 (2019.02)

(21) 출원번호 10-2021-0164631

(22) 출원일자 2021년11월25일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

에스케이온 주식회사

서울특별시 종로구 종로 51 (종로2가, 종로타워빌딩)

(72) 발명자

황규민

대전광역시 유성구 엑스포로 325 SK온

한해찬

대전광역시 유성구 엑스포로 325 SK온

(74) 대리인

특허법인씨엔에스

전체 청구항 수 : 총 10 항

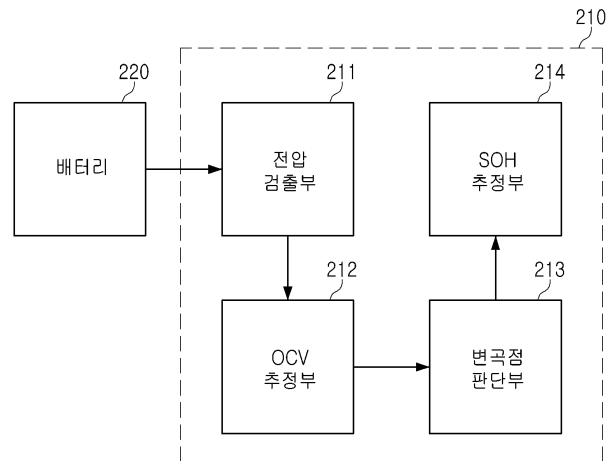
(54) 발명의 명칭 **배터리의 상태 추정 방법 및 제어 장치**

**(57) 요약**

본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법은, 배터리로부터 단자 전압을 검출하는 단계, 상기 단자 전압에 기초하여 개방 회로 전압(Open Circuit Voltage, OCV)을 추정하는 단계, 상기 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단하는 단계, 및 상기 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 상기 배터리의 SOH(State Of Health)를 추정하는 단계를 포함한다.

**대표도** - 도2

200



(52) CPC특허분류

*G01R 19/10* (2013.01)

*G01R 19/175* (2013.01)

*G01R 31/382* (2019.01)

*G01R 31/52* (2022.01)

*H01M 10/48* (2022.01)

*H01M 4/5825* (2013.01)

*H01M 2010/4271* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

배터리로부터 단자 전압을 검출하는 단계;

상기 단자 전압에 기초하여 개방 회로 전압(Open Circuit Voltage, OCV)을 추정하는 단계;

상기 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단하는 단계; 및

상기 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 상기 배터리의 SOH(State Of Health)를 추정하는 단계; 를 포함하는 배터리의 상태 추정 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 배터리의 전류 사용량 대비 상기 개방 회로 전압의 변화량 및 상기 배터리의 상기 개방 회로 전압의 변화량 대비 전류 사용량 중 적어도 하나에 기초하여 상기 변곡점들을 판단하는 배터리의 상태 추정 방법.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 변곡점들은 제1 변곡점 및 제2 변곡점을 포함하고, 상기 제1 변곡점에서의 제1 개방 회로 전압에 대한 상기 제2 변곡점에서의 제2 개방 회로 전압의 비율은, 상기 제1 변곡점에서의 제1 SOC 값에 대한 상기 제2 변곡점에서의 제2 SOC 값의 비율보다 작은 배터리의 상태 추정 방법.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 배터리가 동작하는 동안 실시간으로 상기 단자 전압을 검출하여 상기 개방 회로 전압을 추정하는, 배터리의 상태 추정 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 배터리를 탑재한 전기차가 주행하는 동안 실시간으로 상기 단자 전압을 검출하는, 배터리의 상태 추정 방법.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 상기 변곡점들에 대응하는 상기 배터리의 제1 SOC 값과 제2 SOC 값을 추정하고, 상기 변곡점들 사이의 구간에서 상기 배터리의 용량 변화를 추정하는 단계; 및

상기 제1 SOC 값과 제2 SOC 값, 및 상기 변곡점들 사이의 구간에서 상기 배터리의 용량 변화를 이용하여 상기

배터리의 SOH를 추정하는 단계; 를 더 포함하는 배터리의 상태 추정 방법.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 배터리는 인산철 배터리인, 배터리의 상태 추정 방법.

#### 청구항 8

배터리의 사용 중에 상기 배터리의 단자 전압을 검출하는 전압 검출부;

상기 단자 전압에 기초하여 개방 회로 전압을 추정하는 OCV 추정부;

상기 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단하는 변곡점 판단부; 및

상기 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 상기 배터리의 SOH를 추정하는 SOH 추정부; 를 포함하는 배터리의 제어 장치.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

상기 SOH 추정부는, 상기 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 상기 변곡점들 사이의 구간에서 상기 배터리의 전류 적산량을 획득하고,

상기 변곡점들에 대응하는 SOC 값들과, 상기 변곡점들 사이의 구간에서 상기 배터리의 전류 적산량을 이용하여 상기 배터리의 SOH를 추정하는 배터리의 제어 장치.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

상기 배터리는 인산철 배터리인, 배터리의 제어 장치.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리의 상태 추정 방법 및 제어 장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0003] 배터리의 상태를 나타내는 주요 파라미터로 SOH(State Of Health)와 SOC(State Of Charge)가 있다. SOH와 SOC는 배터리를 탑재한 전기차의 주행 환경과 충전 환경, 전기차 소유자의 운전 습관, 배터리를 탑재한 에너지 저장 장치의 사용 환경과 충전 환경 등에 따라 달라지므로, SOH와 SOC를 정확하게 측정하기 위한 다양한 방법이 제안되는 추세이다. 일반적으로 배터리로부터 전압/전류 등을 검출하여 SOH와 SOC를 판단하나, 여러 요인에 의해 SOH와 SOC 판단의 정확도가 저하될 수 있다.

#### 발명의 내용

**해결하려는 과제**

[0005] 본 발명의 해결하고자 하는 과제 중 하나는, 별도의 대기 시간 없이 전기차 또는 에너지 저장 장치 등에 장착된 상태로 사용 중인 배터리로부터 상시 검출이 가능한 단자 전압을 이용하여 배터리의 SOH와 SOC를 정확하게 측정할 수 있는, 배터리의 상태 추정 방법 및 제어 장치를 제공하고자 하는 데 있다.

**과제의 해결 수단**

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법은, 배터리로부터 단자 전압을 검출하는 단계, 상기 단자 전압에 기초하여 개방 회로 전압(Open Circuit Voltage, OCV)을 추정하는 단계, 상기 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단하는 단계, 및 상기 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 상기 배터리의 SOH(State Of Health)를 추정하는 단계를 포함한다.

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 제어 장치는, 배터리의 사용 중에 상기 배터리의 단자 전압을 검출하는 전압 검출부, 상기 단자 전압에 기초하여 개방 회로 전압을 추정하고, 상기 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단하는 OCV 판단부, 및 상기 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 상기 배터리의 SOH를 추정하는 SOH 추정부를 포함한다.

**발명의 효과**

[0011] 본 발명의 기술적 사상에 따른 배터리의 상태 추정 방법에서는, 개방 회로 전압 대신 배터리에서 상시 측정 가능한 단자 전압을 검출하고, 단자 전압에 기초하여 개방 회로 전압을 추정하며, 개방 회로 전압의 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 배터리의 SOH를 추정할 수 있다. 따라서, 배터리가 사용 중인 상태에서도 배터리의 SOH를 추정할 수 있다. 또한, 개방 회로 전압의 변곡점들 사이의 구간이 길게 나타나고 정확한 상태 추정이 어려운 인산철 배터리에서도 SOH 등의 상태를 정확하게 판단할 수 있다.

[0012] 본 발명의 다양하면서도 유익한 장점과 효과는 상술한 내용에 한정되지 않으며, 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하는 과정에서 보다 쉽게 이해될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리가 장착된 전기차를 간단하게 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 제어 장치를 간단하게 나타낸 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 그래프이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0015] 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 도면들에 포함되어 있다.

[0016] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있으며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성 요소를 지칭할 수 있다.

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리가 장착된 전기차를 간단하게 나타낸 도면이다.
- [0019] 도 1을 참조하면, 전기차(100)는 배터리(110)와 제어 장치(120)를 포함할 수 있다. 제어 장치(120)는 BMS(Battery Management System) 등을 포함하며, 배터리(110)의 충방전을 제어할 수 있다. 또한 제어 장치(120)는 배터리(110)의 충전 상태와 잔존 수명 등을 모니터링하여 전기차(100)의 운전자에게 디스플레이 등으로 출력할 수 있다.
- [0020] 배터리(110)는 복수의 배터리 모듈들을 갖는 배터리 팩으로 구현될 수 있으며, 복수의 배터리 모듈들 각각은 복수의 배터리 셀들을 포함할 수 있다. 일례로, 복수의 배터리 셀들 각각은 케이스와 양극, 음극을 포함하며, 케이스 내부에서 양극과 음극 사이에는 전해액 및 분리막이 배치될 수 있다. 배터리(110)가 리튬 이온 배터리인 경우, 충전 동작에서는 양극에서 방출된 리튬 이온들이 분리막을 통해 음극에 집중될 수 있으며, 방전 동작에서는 음극에서 방출된 리튬 이온들이 분리막을 통과하여 양극에 집중될 수 있다.
- [0021] 전기차(100)에 탑재되는 배터리(110)는 수명을 가지며, 배터리(110)의 수명은 배터리(110)의 SOH가 미리 정해진 하한값으로 감소할 때까지의 시간일 수 있다. 일례로, 배터리(110)의 SOH는 전기차(100)가 출고되는 시점에서 100%일 수 있으며, 배터리(110)의 하한값은 80%로 미리 정의될 수 있다. 이 경우, 배터리(110)의 잔존 수명은, 배터리(110)의 SOH가 80%로 감소할 때까지 남은 시간으로 결정될 수 있다. 따라서, 배터리(110)의 잔존 수명을 정확하게 예측하기 위해서는, SOH 판단의 정확도를 높일 필요가 있다.
- [0022] 한편, 배터리(110)로 주행하는 전기차(100)의 주행 가능 거리는 배터리의 열화도에 대응하는 SOH와 함께, 배터리가 얼마나 충전되어 있는지를 나타내는 SOC에 의해 결정될 수 있다. SOH가 낮아도 SOC가 높으면 전기차(100)의 주행 가능 거리가 길 수 있으며, SOH가 높아도 SOC가 낮으면 전기차(100)의 주행 가능 거리가 짧을 수 있다. 따라서, 전기차(100)의 주행 가능 거리를 판단하고 운전자에게 충전 필요 여부 등을 정확하게 알려주기 위해서는, 배터리(110)의 SOC를 정확하게 판단할 필요가 있다.
- [0023] 다만, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법은, 전기차용 배터리로 그 적용 분야가 한정되지 않는다. 예를 들어, 에너지 저장 장치(Energy Storage System, ESS)에 탑재되는 배터리에도 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 상태 추정 방법을 적용함으로써, 에너지 저장 장치의 충전 필요 여부, 사용 가능한 잔여 용량 등을 사용자에게 정확하게 알려줄 수 있다.
- [0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 제어 장치를 간단하게 나타낸 블록도이다.
- [0026] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전기차(200)는 제어 장치(210)와 배터리(220)를 포함할 수 있다. 제어 장치(210)는 전압 검출부(211), OCV 추정부(212), 변곡점 판단부(213), 및 SOH 추정부(214) 등을 포함할 수 있다. 다만, 앞서 설명한 바와 같이 제어 장치(210)와 배터리(220)는 전기차(200)가 아닌 에너지 저장 장치 등의 다른 장치에 포함될 수도 있다.
- [0027] 배터리(220)는 리튬 이온 배터리일 수 있으며, 앞서 설명한 바와 같이 배터리(220)의 양극과 음극에 인가되는 전압에 의해 리튬 이온이 양극과 음극 사이에서 이동하며 충전과 방전이 발생할 수 있다. 일례로 배터리(220)는 리튬인산철 배터리(LFP), 리튬산화코발트 배터리(LCO), 삼원계 배터리 등으로 구현될 수 있으며, 삼원계 배터리는 니켈코발트알루미늄 배터리(NCA) 및 니켈코발트망간 배터리(NCM) 등으로 구현될 수 있다. 상기 배터리들 중에서, 리튬인산철 배터리는 다른 배터리들에 비해 용량이 부족한 단점에도 불구하고, 저렴한 가격으로 제조가 가능하며 높은 안정성을 가지므로 전기차(200), 에너지 저장 장치 등을 포함하는 다양한 제품에 폭넓게 적용될 수 있다.
- [0028] 일반적으로 배터리(220)의 SOH와 SOC를 측정하기 위해 배터리(220)의 개방 회로 전압(Open Circuit Voltage, OCV)를 측정하는 데, 배터리(220)의 개방 회로 전압을 정확하게 측정하기 위해서는 배터리(220)를 충전한 후 전압이 안정화될 때까지 기다리거나, 또는 배터리(220)를 방전시켜 이용한 후 역시 전압이 안정화될 때까지 기다려야 할 수 있다. 결과적으로, 배터리(220)의 개방 회로 전압을 측정하기 위해서는 소정의 대기 시간이 필요하므로, 개방 회로 전압을 이용하여 SOH와 SOC를 추정하는 방법은, 전기차(200)에 적용하기에 적절하지 않을 수 있다. 에너지 저장 장치의 경우에도, 에너지 저장 장치가 충전 중이거나 또는 사용자에게 의해 사용 중인 동안에는 개방 회로 전압을 정확하게 측정하기 어려울 수 있으며, 따라서 개방 회로 전압을 이용하여 SOH와 SOC를 추정하는 방법은, 에너지 저장 장치에 적용하는 데에 한계가 있을 수 있다.

- [0029] 본 발명의 일 실시예에서는, 제어 장치(210)가, 개방 회로 전압 대신 배터리(220)로부터 상시 측정 가능한 단자 전압을 검출하고, 단자 전압으로부터 개방 회로 전압을 추정함으로써 SOH와 SOC 등을 판단하는 방법을 제안한다. 따라서, 전기차(200)의 충전 및/또는 전기차(200) 주행 이후의 대기 시간 없이, 배터리(220)의 SOH와 SOC를 원하는 시점에 추정할 수 있으므로, 전기차(200) 및 배터리(220)의 사용성을 크게 개선할 수 있다. 에너지 저장 장치의 경우에도, 에너지 저장 장치의 충전 및/또는 에너지 저장 장치의 사용 종료 이후의 대기 시간 없이, 배터리(220)의 SOH와 SOC를 원하는 시점에 추정할 수 있다.
- [0030] 전압 검출부(211)는 배터리(220)로부터 상시 측정 가능한 단자 전압을 검출하고, 이를 OCV 추정부(212)에 전달할 수 있다. OCV 추정부(212)는 단자 전압을 이용하여 개방 회로 전압을 추정할 수 있다. 일례로, 개방 회로 전압과 단자 전압의 차이는, 충전 전류 및 방전 전류에 비례하는 분극 전압에 따라 결정될 수 있다.
- [0031] 분극 전압은 배터리의 내부 임피던스에 의해 발생하는 전압일 수 있다. 따라서 내부 임피던스를 추정할 수 있는 모델, 예를 들어 칼만(Kalman) 필터를 적용한 모델이나 전기화학적 모델을 이용하여 배터리의 내부 임피던스를 추정하고, 이에 기초하여 분극 전압을 결정함으로써, 전압 검출부(211)가 측정한 단자 전압으로부터 배터리(220)의 개방 회로 전압을 추정할 수 있다.
- [0032] 변곡점 판단부(213)는 배터리(220)의 SOC에 따른 개방 회로 전압의 분포에서 변곡점들을 찾을 수 있으며, SOH 추정부(214)는 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산함으로써 배터리(220)의 SOH를 추정할 수 있다. 일례로 변곡점은, SOC에 따른 개방 회로 전압의 변화율이 급격하게 달라지는 지점일 수 있으며, 일 실시예에서 적어도 두 번의 변곡점들이 개방 회로 전압에서 나타날 수 있다. 변곡점 판단부(213)는, 배터리(220)의 전류 사용량 대비 개방 회로 전압의 변화량, 및/또는 배터리(220)의 개방 회로 전압의 변화량 대비 전류 사용량 등을 이용하여, 변곡점들을 찾을 수 있다.
- [0033] 변곡점들을 찾으면, SOH 추정부(214)는 변곡점들 사이의 구간에서 전류를 적산하여 SOH를 추정할 수 있다. 일례로, 변곡점들 사이의 구간에서, 개방 회로 전압은 크게 변하지 않는 반면, 배터리(220)의 SOC는 크게 변할 수 있다. 일례로 변곡점들 사이의 구간에서 전기차(200)가 주행하는 동안 전류를 적산함으로써, SOC의 변화에 대응하는 주행 가능 거리를 판단할 수 있으며, 그로부터 역으로 배터리(220)의 SOH를 판단할 수 있다.
- [0035] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 흐름도이다.
- [0036] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법은, 배터리가 탑재된 전기차가 주행을 시작하고(S10), 배터리로부터 단자 전압을 검출하는 것으로 시작될 수 있다(S11). 앞서 설명한 바처럼, 개방 회로 전압과 달리 단자 전압은 배터리로부터 상시 검출 가능한 전압이므로, 전기차가 주행 중인 상태에서도 검출할 수 있다. 에너지 저장 장치에 배터리가 탑재되는 경우에, S10 단계 및 S11 단계는 에너지 저장 장치의 사용이 시작된 후 배터리로부터 단자 전압을 검출하는 것으로 대체될 수 있을 것이다.
- [0037] 단자 전압이 검출되면, 배터리의 제어 장치에 포함된 OCV 추정부가 단자 전압으로부터 개방 회로 전압을 추정할 수 있다. 단자 전압으로부터 개방 회로 전압을 추정하는 방법에는 여러 방법들이 있으나, 본 발명의 일 실시예에서는 칼만 필터를 적용한 모델 및/또는 전기화학적 모델을 이용하여 배터리의 내부 임피던스와 그에 따른 분극 전압을 판단하는 방식으로 개방 회로 전압을 추정할 수 있다.
- [0038] 개방 회로 전압이 추정되면, 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단할 수 있다(S13). 일례로, 배터리의 제어 장치에 포함되는 OCV 추정부 또는 SOH 추정부가 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단할 수 있다. 배터리의 제어 장치는 배터리의 전류 사용량 대비 개방 회로 전압의 변화량, 및/또는 배터리의 개방 회로 전압의 변화량 대비 전류 사용량 등을 이용하여, 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단할 수 있다.
- [0039] 변곡점들이 결정되면, 그 사이의 구간에서 전기차 또는 에너지 저장 장치 등이 소모하는 전류를 적산할 수 있다(S14). 전기차 또는 에너지 저장 장치 등이 소모하는 전류를 적산하여 전류 적산량을 획득하고, 전류 적산량으로부터 변곡점들 사이의 구간에서 배터리의 용량 변화를 산출함으로써 해당 시점에서 배터리의 SOH를 추정할 수 있다(S15).
- [0040] 이하, 도 4 내지 도 6을 참조하여, 배터리의 상태를 추정하는 방법을 더욱 상세히 설명하도록 한다.
- [0042] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 그래프이다.

- [0043] 도 4는 배터리에서 측정된 단자 전압( $V_T$ )을 SOC에 따라 나타낸 그래프일 수 있다. SOC는 완전 충전 상태인 100%부터 완전 방전 상태인 0%까지 감소할 수 있으며, 단자 전압( $V_T$ )은 SOC가 100%일 때 최대 단자 전압( $V_{T_{MAX}}$ )을 갖고, SOC가 0%일 때 최소 단자 전압( $V_{T_{MIN}}$ )을 가질 수 있다. 전반적으로, 단자 전압( $V_T$ )은 SOC가 감소함에 따라 함께 감소하는 추세를 나타낼 수 있다. 다만, SOC가 완전 방전 상태에 접근하면서 단자 전압( $V_T$ )이 급격하게 감소하는 추세를 보일 수 있다.
- [0044] 도 4에 도시한 바와 같이, 단자 전압( $V_T$ )은 일정한 경향성을 갖기 어려울 수 있으며, 이는 내부 임피던스에 따른 분극 전압, 및 배터리를 충전시키는 전류의 크기 변화에 따른 영향일 수 있다. 일례로, 배터리를 충전하는 전류가 높으면 같은 SOC에서 단자 전압( $V_T$ )이 높게 나타나고, 배터리를 충전하는 전류가 낮으면 같은 SOC에서도 단자 전압( $V_T$ )이 낮게 나타날 수 있다. 따라서, 도 4에 도시한 바와 같이, SOC가 증가함에도 단자 전압( $V_T$ )이 감소하거나, SOC가 감소함에도 단자 전압( $V_T$ )이 증가하는 구간이 나타날 수 있다.
- [0045] 본 발명의 일 실시예에서는, 단자 전압( $V_T$ )을 그대로 이용하여 SOH를 추정하지 않으며, 내부 임피던스, 충전 전류 등의 영향을 단자 전압( $V_T$ )에 반영하여 산출한 개방 회로 전압에 기초하여 SOH를 추정할 수 있다. 따라서, 원하는 시점에 별도의 대기 시간 없이 SOH를 추정하면서도, SOH를 정확하게 추정할 수 있다.
- [0047] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 그래프이다.
- [0048] 도 5에 도시한 일 실시예에서, 제1 그래프(OCV)는 배터리의 개방 회로 전압을 나타낸 그래프일 수 있다. 제1 그래프(OCV)에 도시한 바와 같이, 배터리의 개방 회로 전압은 SOC가 높을수록 큰 레벨을 갖고, SOC가 낮을수록 낮은 레벨을 가질 수 있다. 다만, 특정 구간에서는 SOC의 증가 또는 감소와 관계없이, 개방 회로 전압의 레벨이 거의 일정하게 유지될 수 있다. 해당 구간은 플랫폼(FLAT) 구간으로 정의될 수 있으며, 도 5에 도시한 일 실시예에서는 SOC가 20% 이상 80% 이하인 구간일 수 있다.
- [0049] 한편, 제2 그래프( $V_{T1}$ )는 제1 단자 전압을 나타낸 그래프이며, 제3 그래프( $V_{T2}$ )는 제2 단자 전압을 나타낸 그래프일 수 있다. 같은 스펙의 인산철 배터리를 채용한 같은 스펙의 전기차라 해도, 주행 중에 발생하는 방전 전류의 패턴 및/또는 충전 중에 인산철 배터리에 입력되는 충전 전류의 패턴에 따라 단자 전압이 다르게 측정될 수 있다. 에너지 저장 장치의 경우에도, 사용 중에 발생하는 방전 전류의 패턴 및/또는 충전 전류의 패턴 등에 따라, 배터리의 단자 전압이 다르게 측정될 수 있다.
- [0050] 일례로, 제2 그래프( $V_{T1}$ )와 제3 그래프( $V_{T2}$ ) 각각에서 제1 그래프(OCV)보다 위에 위치하는 그래프는 인산철 배터리의 충전 중에 나타나는 단자 전압을 도시한 그래프일 수 있다. 반면, 제2 그래프( $V_{T1}$ )와 제3 그래프( $V_{T2}$ ) 각각에서 제1 그래프(OCV)보다 아래에 위치하는 그래프는 인산철 배터리의 방전 중에 나타나는 단자 전압을 도시한 그래프일 수 있다.
- [0051] 도 5에 도시한 바와 같이, 제2 그래프( $V_{T1}$ )에 해당하는 실시예에서 단자 전압과 개방 회로 전압의 차이( $\Delta V_1$ )는, 제3 그래프( $V_{T2}$ )에 해당하는 실시예에서 단자 전압과 개방 회로 전압( $\Delta V_2$ )의 차이보다 작을 수 있다. 이는, 전기차의 예시에서 주행 중의 방전 전류와 충전 중의 충전 전류의 크기가, 제2 그래프( $V_{T1}$ )에 해당하는 실시예에서 더 작게 발생하기 때문일 수 있다. 또한 도 5에 도시한 일 실시예와 달리, 제2 그래프( $V_{T1}$ ) 및 제3 그래프( $V_{T2}$ ) 중 적어도 하나에 해당하는 실시예에서, 배터리를 충전하는 동안 단자 전압과 개방 회로 전압의 차이가, 배터리를 방전하는 동안 단자 전압과 개방 회로 전압의 차이와 다르게 나타날 수도 있다.
- [0052] 본 발명의 일 실시예에서는, 앞서 설명한 바와 같이, 제2 그래프( $V_{T1}$ ) 또는 제3 그래프( $V_{T2}$ )와 같은 형태로 단자 전압을 먼저 측정 후, 이를 갈만 필터를 적용한 모델 및/또는 전기화학적 모델에 적용하여 개방 회로 전압을 나타내는 제1 그래프(OCV)를 추정할 수 있다. 제1 그래프(OCV)가 결정되면, SOC 대비 개방 회로 전압의 변화율이 급변하는 변곡점들(P1, P2)을, 배터리의 제어 장치가 찾을 수 있다.
- [0053] 도 5에 도시한 일 실시예에서, 변곡점들(P1, P2)은 제1 변곡점(P1)과 제2 변곡점(P2)을 포함할 수 있다. 전기차가 주행 중인 경우를 가정하면, 제1 변곡점(P1)은 SOC에 따라 개방 회로 전압이 감소하다가 그 감소 추세가 둔화되는 지점일 수 있다. 반면 제2 변곡점(P2)은 SOC에 따라 개방 회로 전압이 변하지 않고 거의 일정하게 유지되다가 갑자기 감소하기 시작하는 지점일 수 있다. 따라서, 변곡점들(P1, P2) 사이에서 플랫폼 구간이 정의될 수

있다.

- [0054] 제1 변곡점(P1)에서의 제1 개방 회로 전압은, 제2 변곡점(P2)에서의 제2 개방 회로 전압보다 클 수 있다. 다만, 제1 변곡점(P1)에서 제1 SOC 값이 약 80%이고, 제2 변곡점(P2)에서 제2 SOC 값이 약 20%인 것과 비교하여, 제1 개방 회로 전압과 제2 개방 회로 전압의 차이는 매우 작을 수 있다. 따라서, 상기 제1 개방 회로 전압에 대한 상기 제2 개방 회로 전압의 비율은, 상기 제1 SOC 값에 대한 상기 제2 SOC 값의 비율보다 클 수 있다.
- [0055] 변곡점들(P1, P2)이 결정되면, 변곡점들(P1, P2) 사이의 구간에서 배터리의 전류를 적산하여 배터리의 SOH를 추정할 수 있다. SOH는 전기차가 첫 번째 소유자에게 인도되는 시점에 100%로 가정되며, 이후 소유자가 전기차를 이용함에 따라 점차 감소할 수 있다. 따라서, 시간이 경과함에 따라 SOH가 감소하므로, 동일한 SOC만큼 배터리가 충전되는 경우에도 배터리의 용량 변화 및 전기차의 주행 가능 거리는 점차 짧아질 수 있다.
- [0056] 일례로, SOH가 100%인 시점에서 완충 상태인 배터리의 용량이 500Ah인 것을 가정하자. 본 발명의 일 실시예에 따른 상태 추정 방법이 적용된 시점에서, 변곡점들(P1, P2) 사이의 구간 동안 전류를 적산하여 획득한 전류 적산량은, SOC가 60%만큼 감소하는 동안 배터리에서 감소하는 용량에 대응할 수 있다. 일 실시예에서, 변곡점들(P1, P2) 사이의 구간 동안 전류를 적산하여 획득한 전류 적산량이 270Ah인 경우, 배터리의 제어 장치는 해당 시점에서 완충 상태인 배터리의 용량을 450Ah로 판단할 수 있다. 따라서, 배터리의 제어 장치는, 해당 시점에서 배터리의 SOH를 90%로 판단할 수 있다.
- [0057] 위의 실시예와 다른 시점에서, 변곡점들(P1, P2) 사이의 구간 동안 전류를 적산하여 산출한 전류 적산량이 250Ah인 경우, 배터리의 제어 장치는 해당 시점에서 완충 상태의 배터리가 갖는 용량을 약 417Ah라고 판단할 수 있다. 따라서, 배터리의 제어 장치는, 해당 시점에서 배터리의 SOH를 약 83%라고 판단할 수 있다.
- [0058] 이와 같이 본 발명의 일 실시예에서는, 전기차에 탑재된 배터리의 충전 및/또는 방전 후 대기 시간과 관계없이 상시 측정 가능한 단자 전압을 이용하여 개방 회로 전압을 추정하고, 개방 회로 전압의 변곡점들 사이에서 획득한 전류 적산량을 이용하여 배터리의 SOH를 판단할 수 있다. 따라서, 원하는 시점, 예를 들어 전기차의 주행 중에도 배터리의 SOH를 정확하게 추정할 수 있다. 또한, 삼원계 배터리 등에 비해 상대적으로 플랫폼 구간이 길게 나타나고 변곡점들(P1, P2)을 기준으로 SOC에 따른 개방 회로 전압이 크게 변하는 인산철 배터리에 대해서도, SOH를 정확하게 판단할 수 있다.
- [0060] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 상태 추정 방법을 설명하기 위해 제공되는 그래프이다.
- [0061] 도 6은 배터리로 인산철 배터리(LFP)를 선택한 제1 실시예(300)와 니켈코발트망간 배터리(NCM)를 선택한 제2 실시예(400) 각각에서 SOC에 따른 개방 회로 전압의 변화를 나타낸 그래프일 수 있다. 도 6을 참조하면, 인산철 배터리(LFP)의 경우, 니켈코발트망간 배터리(NCM)에 비해 상대적으로 플랫폼 구간이 더 길게 나타나며, 플랫폼 구간 양측에서 개방 회로 전압이 더 빠르게 변할 수 있다.
- [0062] 변곡점들 역시 제1 실시예(300)와 제2 실시예(400)에서 서로 다르게 정의될 수 있으며, 플랫폼 구간에서 발생할 수 있는 오차 역시 다를 수 있다. 일례로, 더 긴 플랫폼 구간을 갖는 제1 실시예(300)에서, 개방 회로 전압에 기초하여 판단하는 SOC의 오차가 제2 실시예(400)에 비해 더 크게 나타날 수 있다.
- [0063] 결국, 개방 회로 전압을 직접 배터리로부터 측정하고, 이에 기초하여 SOC와 SOH를 판단하는 방법을 인산철 배터리(LFP)와 연결된 제어 장치에 적용할 경우, 개방 회로 전압으로부터 판단한 SOC 값에 오차가 발생할 가능성이 높고 오차가 크게 나타날 수 있다. 따라서, 개방 회로 전압을 배터리로부터 측정하고 그에 따라 SOC를 추정하며, SOC로부터 SOH를 판단하는 방법은 인산철 배터리(LFP)에 적용하기 어려울 수 있다.
- [0064] 본 발명의 일 실시예에서는, 개방 회로 전압 대신 단자 전압을 측정하며, 단자 전압에 특정 모델, 예를 들어 칼만 필터를 적용한 모델이나 전기화학적 모델을 적용하여 내부 임피던스에 따른 분극 전압을 보상하고 개방 회로 전압을 추정할 수 있다. 또한 개방 회로 전압의 변곡점들 사이의 플랫폼 구간에서 전류를 적산하고, 전류 적산값에 기초하여 SOC에 따른 배터리의 용량 변화, 및/또는 주행 가능 거리를 결정할 수 있다. SOC에 따른 배터리의 용량 변화, 및/또는 주행 가능 거리로부터 역으로 SOH를 판단할 수 있으며, 개방 회로 전압을 인산철 배터리(LFP)로부터 직접 측정하는 방법과 비교하여, 인산철 배터리(LFP)의 SOH를 더 정확하게 판단할 수 있다. 또한, 개방 회로 전압을 직접 측정하지 않으므로 충전/방전 후 대기 시간이 필요 없으며, 주행 중이나 충전 중에 상시 검출한 단자 전압으로 SOH를 판단할 수 있다.

[0066] 다만, 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 SOH 추정 방법이 반드시 인산철 배터리에만 적용 가능한 것은 아니다. SOC에 따른 개방 회로 전압의 변화는, 인산철 배터리가 아닌 다른 배터리, 예를 들어 삼원계 배터리에서 상대적으로 짧은 플랫폼 구간을 갖고, 플랫폼 구간의 양측에서 상대적으로 완만한 기울기를 갖지만, 전체적인 그래프의 형태는 유사할 수 있다. 따라서, 본 발명의 일 실시예와 같이, 단자 전압을 검출하여 개방 회로 전압을 추정하고, 개방 회로 전압의 변곡점들을 판단하여 그 사이의 구간에서 전류를 적산함으로써 배터리의 SOH를 추정하는 방법은, 인산철 배터리가 아닌 다른 다양한 배터리들에도 적용될 수 있다.

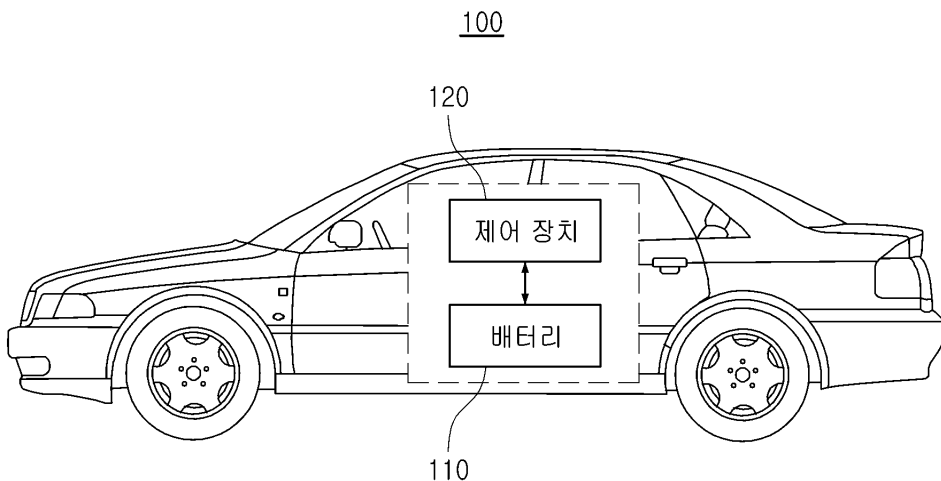
[0068] 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구의 범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구의 범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

**부호의 설명**

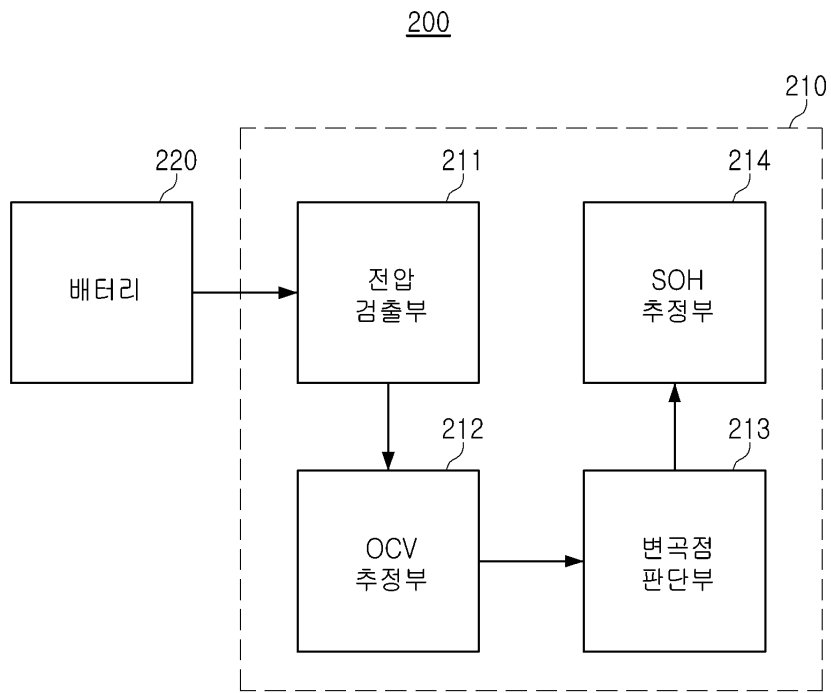
- [0070] 100, 200: 전기차
- 110, 220: 배터리
- 120, 210: 배터리 제어 장치
- 211: 전압 검출부
- 212: OCV 판단부
- 213: SOH 추정부

**도면**

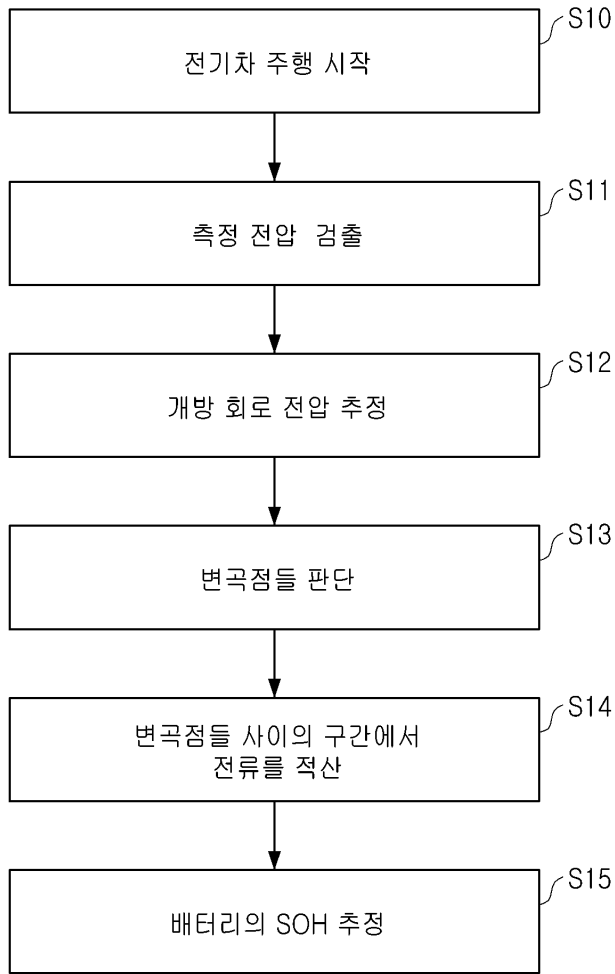
**도면1**



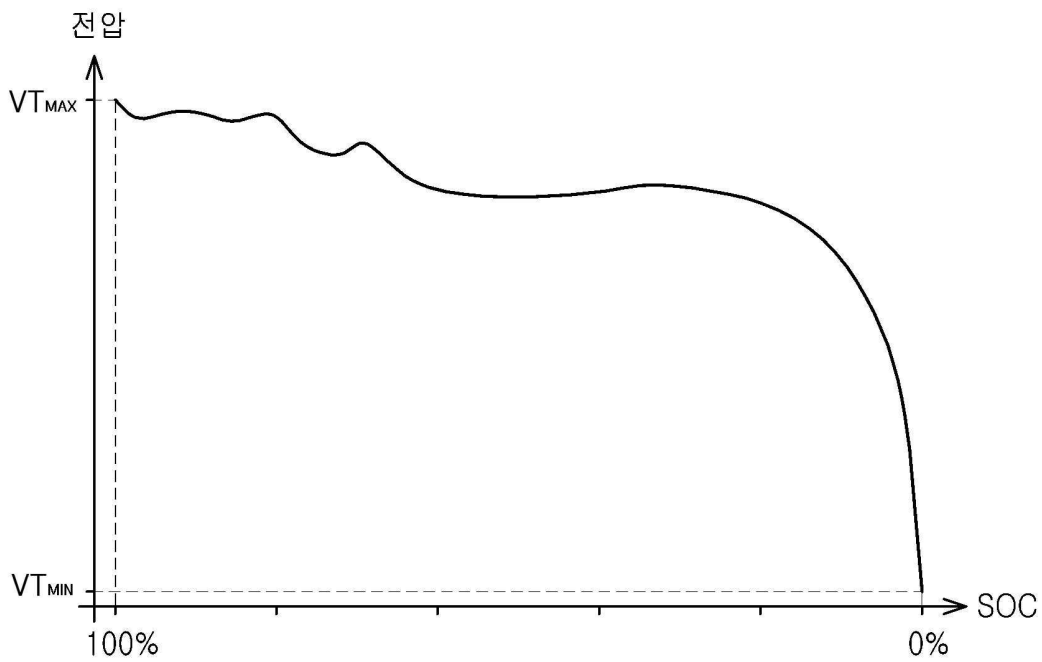
도면2



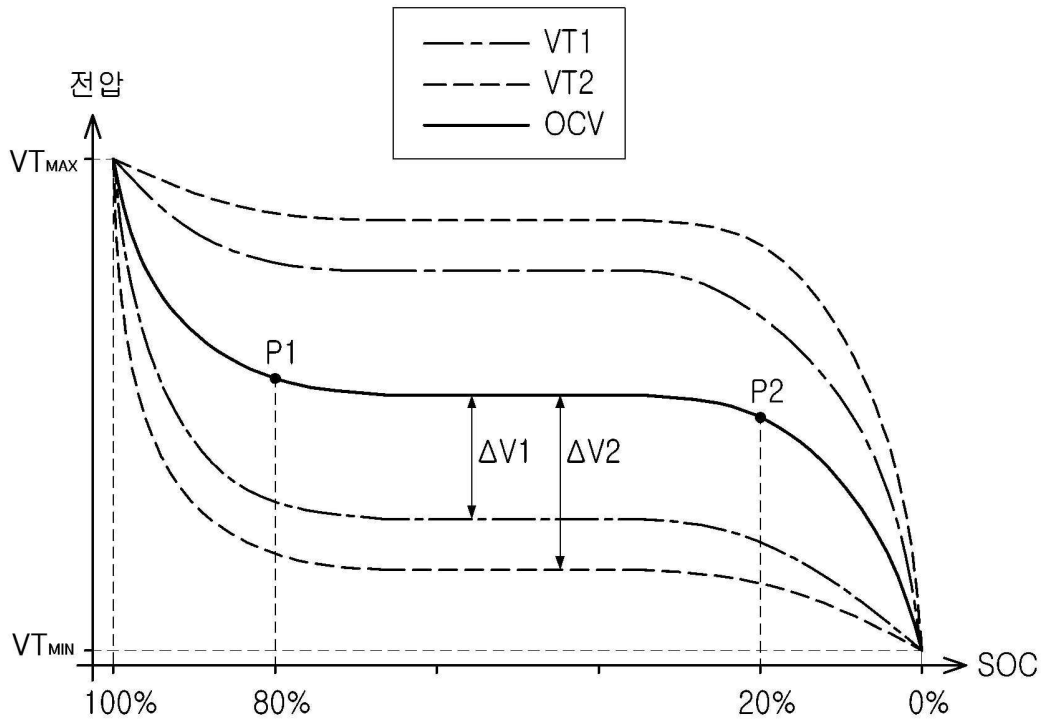
도면3



도면4



도면5



도면6

