



(51) 국제특허분류:

G01R 31/367 (2019.01)

H01M 10/48 (2006.01)

G01R 31/382 (2019.01)

H01M 10/42 (2006.01)

G01R 31/36 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2020/000480

(22) 국제출원일:

2020 년 1 월 10 일 (10.01.2020)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2019-0008921 2019 년 1 월 23 일 (23.01.2019) KR

(71) 출원인: 주식회사 엘지화학 (LG CHEM, LTD.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).

(72) 발명자: 임보미 (LIM, Bo-Mi); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR).

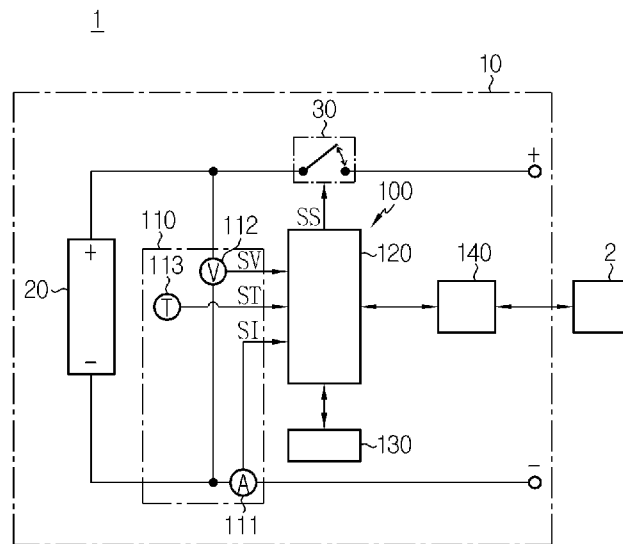
(74) 대리인: 특허법인 필앤온지 (PHIL & ONZI INT'L PATENT & LAW FIRM); 06643 서울시 서초구 서초중앙로 36, 3층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,

(54) Title: BATTERY MANAGEMENT DEVICE, BATTERY MANAGEMENT METHOD, AND BATTERY PACK

(54) 발명의 명칭: 배터리 관리 장치, 배터리 관리 방법 및 배터리 팩



(57) Abstract: Provided are a battery management device, a battery management method, and a battery pack. The battery management device generates a first data set including a first current value, a first voltage value, and a first temperature value which represent the current, voltage, and temperature of a battery. The battery management device generates a second data set from the first data set by using an error generator. The battery management device determines a first candidate value, a second candidate value, and a third candidate value with respect to a state of charge, from each of the first current value, the first data set, and the second data set. If a second difference value between the first candidate value and the third candidate value is less than a first difference value between the first candidate value and the second candidate value, a control unit updates a correction value.

FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 배터리 관리 장치, 배터리 관리 방법 및 배터리 팩이 제공된다. 상기 배터리 관리 장치는, 배터리의 전류, 전압 및 온도를 나타내는 제1 전류값, 제1 전압값 및 제1 온도값을 포함하는 제1 데이터 세트를 생성한다. 상기 배터리 관리 장치는, 에러 발생기를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트로부터 제2 데이터 세트를 생성한다. 상기 배터리 관리 장치는, 상기 제1 전류값, 상기 제1 데이터 세트 및 상기 제2 데이터 세트 각각으로부터, 상기 충전 상태에 대한 제1 후보값, 제2 후보값 및 제3 후보값을 결정한다. 상기 제어부는, 상기 제1 후보값과 상기 제2 후보값 간의 제1 차이값보다 상기 제1 후보값과 상기 제3 후보값 간의 제2 차이값이 작은 경우, 상기 보정값을 업데이트한다.

명세서

발명의 명칭: 배터리 관리 장치, 배터리 관리 방법 및 배터리 팩 기술분야

[1] 본 발명은, 배터리의 충전 상태를 추정하는 기술에 관한 것이다.

[2] 본 출원은 2019년 01월 23일자로 출원된 한국 특허출원 번호 제10-2019-0008921호에 대한 우선권주장출원으로서, 해당 출원의 명세서 및 도면에 개시된 모든 내용은 인용에 의해 본 출원에 원용된다.

배경기술

[3] 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 배터리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[4] 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.

[5] 배터리의 충방전을 제어하는 데에 요구되는 중요한 파라미터들 중 하나는 충전 상태(SOC: state of charge)이다. 충전 상태는, 배터리가 완전히 충전된 때에 배터리에 저장된 전기 에너지를 나타내는 최대 용량(maximum capacity)에 대한 현재 남아있는 용량의 상대적 비율을 나타내는 파라미터로서, 0~1 또는 0%~100%로 표현될 수 있다. 예컨대, 배터리의 최대 용량이 1000Ah(ampere-hour)이고, 배터리에 현재 남아있는 용량이 750Ah인 경우, 배터리의 충전 상태는 0.75(또는 75%)이다.

[6] 배터리의 충전 상태를 추정하는 데에는 암페어 카운팅과 등가 회로 모델이 대표적으로 이용되고 있다. 암페어 카운팅은, 배터리를 통해 흐르는 전류를 시간에 대해 누적한 전류 적산값을 기초로, 배터리의 충전 상태를 추정한다. 그러나, 전류 센서의 측정 오차 및/또는 외부로부터의 노이즈로 인해, 암페어 카운팅에 의해 추정된 충전 상태와 실제의 충전 상태 간의 차이가 발생할 수 있다는 문제가 있다. 등가 회로 모델은, 배터리의 전기화학적 특성을 모사하도록 설계된 것이다. 다만, 배터리는 동작 상태에 따라 비선형적인 특성을 가지는데, 배터리의 비선형적인 특성을 완벽하게 모사하도록 등가 회로 모델을 설계하는 것은 매우 어려운 일이다.

[7] 전술한 암페어 카운팅과 등가 회로 모델 각각의 단점을 해결하기 위해, 확장 칼만 필터를 이용하여 배터리의 충전 상태를 추정하는 기술이 존재한다. 확장 칼만 필터는, 암페어 카운팅과 등가 회로 모델을 조합함으로써, 암페어 카운팅 및 등가 회로 모델 중 하나만을 이용할 때보다 충전 상태를 정확하게 추정할 수

있다.

- [8] 확장 칼만 필터를 이용하여 배터리의 충전 상태를 추정하기 위해서는, 등가 회로 모델에 포함된 RC 페어의 시상수를 결정함과 아울러, 적어도 하나의 상태 변수(예, 충전 상태, 오버포텐셜) 각각과 관련된 두 프로세스 노이즈 역시 설정될 것이 요구된다.
- [9] 그런데, 종래에는, 시상수가 배터리의 충전 상태 및 온도 중 적어도 하나에만 의존하고, 각 프로세스 노이즈에 고정된 값이 할당되기 때문에, 배터리의 동작 상태나 사용 환경에 맞춰 암페어 카운팅과 등가 회로 모델 각각의 신뢰도를 적절히 조절하지 못하였다.

[10]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 매 주기마다 배터리의 충전 상태에 대한 복수의 후보값을 결정한 다음, 복수의 후보값 간의 관계를 기초로 배터리의 충전 상태를 결정할 수 있는 배터리 관리 장치, 배터리 관리 방법 및 배터리 팩을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [12] 또한, 본 발명은, 복수의 후보값 간의 관계에 따라, 확장 칼만 필터 내에서의 암페어 카운팅과 등가 회로 모델 각각의 신뢰도를 조절할 수 있는 배터리 관리 장치, 배터리 관리 방법 및 배터리 팩을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [13] 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.

[14]

과제 해결 수단

- [15] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 장치는, 배터리의 전류, 전압 및 온도를 검출하도록 구성된 센싱부; 및 제어부를 포함한다. 상기 제어부는, 상기 검출된 전류를 나타내는 제1 전류값, 상기 검출된 전압을 나타내는 제1 전압값 및 상기 검출된 온도를 나타내는 제1 온도값을 포함하는 제1 데이터 세트를 생성하도록 구성된다. 상기 제어부는, 에러 발생기를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트로부터 제2 전류값, 제2 전압값 및 제2 온도값을 포함하는 제2 데이터 세트를 생성하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 제1 온도값 및 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 확장 칼만 필터의 등가 회로 모델의 제1 시상수를 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 제2 온도값 및 상기 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 상기 등가 회로 모델의 제2 시상수를 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 암페어 카운팅을 이용하여, 상기 제1 전류값을 기초로, 상기 배터리의 충전 상태에 대한 제1 후보값을 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 확장

칼만 필터를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트, 상기 제1 시상수 및 보정값을 기초로, 상기 충전 상태에 대한 제2 후보값을 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 확장 칼만 필터를 이용하여, 상기 제2 데이터 세트, 상기 제2 시상수 및 상기 보정값을 기초로, 상기 충전 상태에 대한 제3 후보값을 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 제1 후보값과 상기 제2 후보값 간의 제1 차이값을 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 제1 후보값과 상기 제3 후보값 간의 제2 차이값을 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 제2 차이값이 상기 제1 차이값보다 작은 경우, 상기 보정값을 업데이트하도록 구성된다. 상기 업데이트된 보정값은, 소정의 초기값보다 크다.

[16] 상기 제1 전류값과 상기 제2 전류값의 제1 쌍, 상기 제1 전압값과 상기 제2 전압값의 제2 쌍 및 상기 제1 온도값과 상기 제2 온도값의 제3 쌍 중 적어도 하나의 쌍 각각에 포함된 두 값은 서로 상이하다.

[17] 상기 업데이트된 보정값과 상기 초기값 간의 차이는, 상기 제1 차이값에 비례할 수 있다.

[18] 상기 업데이트된 보정값과 상기 초기값 간의 차이는, 상기 제1 차이값과 상기 제2 차이값 간의 차이에 비례할 수 있다.

[19] 상기 제어부는, 하기의 수식을 이용하여, 상기 보정값을 업데이트하도록 구성될 수 있다.

$$[20] \quad E_{\text{correct}} = \frac{M_1(D_1 - D_2) + M_2 D_1}{M_1 + M_2}$$

[21] D_1 은 상기 제1 차이값, D_2 은 상기 제2 차이값, M_1 은 제1 가중치, M_2 은 제2 가중치, E_{correct} 은 상기 업데이트된 보정값을 나타낼 수 있다.

[22] 상기 제어부는, 상기 제2 차이값이 상기 제1 차이값 이상인 경우, 상기 보정값을 상기 초기값과 동일하게 업데이트하도록 구성될 수 있다.

[23] 상기 제어부는, 상기 제1 차이값이 임계값보다 큰 경우, 상기 제1 후보값을 상기 충전 상태로서 결정하도록 구성될 수 있다.

[24] 상기 제어부는, 상기 제1 차이값이 상기 임계값 이하인 경우, 상기 제2 후보값을 상기 충전 상태로서 결정하도록 구성될 수 있다.

[25] 상기 제어부는, 상기 배터리의 전류 경로에 설치된 스위치를 제어하기 위한 스위칭 신호를 선택적으로 출력하도록 구성될 수 있다. 상기 제어부는, 상기 제2 차이값이 상기 제1 차이값보다 작은 경우, 상기 스위칭 신호의 듀티비를 기준 듀티비 이하로 제한하도록 구성될 수 있다.

[26] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리팩은, 상기 배터리 관리 장치를 포함한다.

[27] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리 관리 방법은, 배터리의 전류, 전압 및 온도를 검출하는 단계; 상기 검출된 전류를 나타내는 제1 전류값, 상기 검출된 전압을 나타내는 제1 전압값 및 상기 검출된 온도를 나타내는 제1 온도값을 포함하는 제1 데이터 세트를 생성하는 단계; 에러 발생기를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트로부터 제2 전류값, 제2 전압값 및 제2 온도값을 포함하는 제2

데이터 세트를 생성하는 단계; 상기 제1 온도값 및 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 확장 칼만 필터의 등가 회로 모델의 제1 시상수를 결정하는 단계; 상기 제2 온도값 및 상기 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 상기 등가 회로 모델의 제2 시상수를 결정하는 단계; 암페어 카운팅을 이용하여, 상기 제1 전류값을 기초로, 상기 배터리의 충전 상태에 대한 제1 후보값을 결정하는 단계; 상기 확장 칼만 필터를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트, 상기 제1 시상수 및 보정값을 기초로, 상기 충전 상태에 대한 제2 후보값을 결정하는 단계; 상기 확장 칼만 필터를 이용하여, 상기 제2 데이터 세트, 상기 제1 시상수 및 상기 보정값을 기초로, 상기 충전 상태에 대한 제3 후보값을 결정하는 단계; 상기 제1 후보값과 상기 제2 후보값 간의 제1 차이값을 결정하는 단계; 상기 제1 후보값과 상기 제3 후보값 간의 제2 차이값을 결정하는 단계; 및 상기 제2 차이값이 상기 제1 차이값보다 작은 경우, 상기 보정값을 업데이트하는 단계를 포함한다. 상기 업데이트된 보정값은, 소정의 초기값보다 크다.

[28] 상기 업데이트된 보정값과 상기 초기값 간의 차이는, 상기 제1 차이값 또는 상기 제1 차이값과 상기 제2 차이값 간의 차이에 비례할 수 있다.

[29] 상기 배터리 관리 방법은, 상기 제1 차이값이 임계값보다 큰 경우, 상기 제1 후보값을 상기 충전 상태로서 결정하는 단계; 및 상기 제1 차이값이 상기 임계값 이하인 경우, 상기 제2 후보값을 상기 충전 상태로서 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[30]

발명의 효과

[31] 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 매 주기마다 배터리의 충전 상태에 대한 복수의 후보값을 결정한 다음, 복수의 후보값 간의 관계를 기초로 배터리의 충전 상태를 보다 정확하게 결정할 수 있다.

[32] 또한, 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나에 의하면 복수의 후보값 간의 관계에 따라, 확장 칼만 필터 내에서의 암페어 카운팅과 등가 회로 모델 각각의 신뢰도를 조절할 수 있다.

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

[34]

도면의 간단한 설명

[35] 도 1은 본 발명에 따른 배터리 팩의 구성을 예시적으로 나타낸 도면이다.

[36] 도 2는 배터리의 등가 회로 모델의 회로 구성을 예시적으로 나타낸 도면이다.

[37] 도 3은 배터리의 OCV-SOC 커브를 예시적으로 나타낸 도면이다.

[38] 도 4 및 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.

[39] 도 6 및 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.

[40]

발명의 실시를 위한 형태

[41] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 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.

[42] 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.

[43] 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.

[44] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 <제어부>와 같은 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

[45] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다.

[46] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 팩의 구성을 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 2는 배터리의 등가 회로 모델의 회로 구성을 예시적으로 나타낸 도면이고, 도 3은 배터리의 OCV-SOC 커브를 예시적으로 보여준다.

[47] 도 1을 참조하면, 배터리 팩(10)은, 전기 차량(1) 등과 같은 전력 구동 장치에 요구되는 전기 에너지를 공급하기 위한 것으로서, 배터리(20), 스위치(30) 및 배터리 관리 장치(100)를 포함한다.

[48] 배터리(20)는, 적어도 하나의 배터리 셀을 포함한다. 각 배터리 셀은, 예컨대 리튬 이온 셀일 수 있다. 물론, 배터리 셀의 종류가 리튬 이온 셀에 한정되는 것은 아니며, 반복적인 충방전이 가능한 것이라면 특별히 한정되지 않는다. 배터리(20)에 포함된 각 배터리 셀은, 다른 배터리 셀과 직렬 또는 병렬로 전기적으로 연결된다.

- [49] 스위치(30)는, 배터리(20)의 충방전을 위한 전류 경로에 설치된다. 스위치(30)의 제어 단자는 제어부(120)에 전기적으로 연결 가능하게 제공된다. 스위치(30)는, 제어부(120)에 의해 출력되는 스위칭 신호(SS)가 제어 단자에 인가되는 것에 응답하여, 스위칭 신호(SS)의 듀티비에 따라 온오프 제어된다. 스위치(30)는, 스위칭 신호(SS)가 하이-레벨인 경우에 턴 온되고, 스위칭 신호(SS)가 로우-레벨인 경우에 턴 오프될 수 있다.
- [50] 배터리 관리 장치(100)는, 배터리(20)의 충전 상태를 주기적으로 결정하기 위해, 배터리(20)에 전기적으로 연결 가능하도록 제공된다. 배터리 관리 장치(100)는, 센싱부(110), 제어부(120), 메모리부(130) 및 통신부(140)를 포함한다.
- [51] 센싱부(110)는, 배터리(20)의 전압, 전류 및 온도를 검출하도록 구성된다. 센싱부(110)는, 전류 센서(111), 전압 센서(112) 및 온도 센서(113)를 포함한다.
- [52] 전류 센서(111)는, 배터리(20)의 충방전 경로에 전기적으로 연결 가능하도록 제공된다. 전류 센서(111)는, 배터리(20)를 통해 흐르는 전류를 검출하고, 검출된 전류를 나타내는 신호(SI)를 제어부(120)에게 출력하도록 구성된다.
- [53] 전압 센서(112)는, 배터리(20)의 양극 단자와 음극 단자에 전기적으로 연결 가능하도록 제공된다. 전압 센서(112)는, 배터리(20)의 양극 단자와 음극 단자 사이에 걸친 전압을 검출하고, 검출된 전압을 나타내는 신호(SV)를 제어부(120)에게 출력하도록 구성된다.
- [54] 온도 센서(113)는, 배터리(20)로부터 소정 거리 내의 영역의 온도를 검출하고, 검출된 온도를 나타내는 신호(ST)를 제어부(120)에게 출력하도록 구성된다.
- [55] 제어부(120)는, 센싱부(110), 메모리부(130), 통신부(140) 및 스위치(30)에 동작 가능하게 결합된다. 제어부(120)는, 하드웨어적으로, ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 마이크로 프로세서(microprocessors), 기타 기능 수행을 위한 전기적 유닛 중 적어도 하나를 이용하여 구현될 수 있다.
- [56] 제어부(120)는, 센싱부(110)에 의해 출력되는 신호(SI), 신호(SV) 및 신호(ST)를 주기적으로 수신하도록 구성된다. 제어부(120)는, 제어부(120)에 포함된 ADC(analog-to-digital converter)를 이용하여, 신호(SI), 신호(SV) 및 신호(ST) 각각으로부터 제1 전류값, 제1 전압값 및 제1 온도값을 결정한 다음, 제1 전류값, 제1 전압값 및 제1 온도값을 포함하는 제1 데이터 세트를 메모리부(130)에 저장하도록 구성된다.
- [57] 메모리부(130)는, 제어부(120)에 동작 가능하게 결합된다. 메모리부(130)에는, 후술할 단계들을 실행하는 데에 필요한 프로그램 및 각종 데이터가 저장될 수 있다. 메모리부(130)는, 예컨대 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), SDD 타입(Silicon Disk Drive type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card

micro type), 램(random access memory; RAM), SRAM(static random access memory), 롬(read-only memory; ROM), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), PROM(programmable read-only memory) 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.

[58] 통신부(140)는, 전기 차량(1)의 ECU(Electronic Control Unit)와 같은 외부 디바이스(2)와 통신 가능하게 결합될 수 있다. 통신부(140)는, 외부 디바이스(2)로부터의 명령 메시지를 수신하고, 수신된 명령 메시지를 제어부(130)에게 제공할 수 있다. 명령 메시지는, 배터리 관리 장치(100)의 특정 기능(예, 충전 상태의 추정, 스위치(30)에 대한 온오프 제어)의 활성화를 요구하는 메시지일 수 있다. 통신부(140)는, 제어부(130)로부터의 통지 메시지를 외부 디바이스(2)에게 전달할 수 있다. 통지 메시지는, 제어부(130)에 의해 실행된 기능의 결과(예, 추정된 충전 상태)를 외부 디바이스(2)에게 알리기 위한 메시지일 수 있다. 예를 들어, 통신부(140)는, 외부 디바이스(2)와 LAN(local area network), CAN(controller area network), 테이지 체인과 같은 유선 네트워크 및/또는 블루투스, 지그비, 와이파이 등의 근거리 무선 네트워크를 통해 통신할 수 있다.

[59] 제어부(120)는, 배터리(20)의 SOH(state of health) 또는 최대 용량을 결정하도록 구성된다. 최대 용량은, 배터리(20)에 현재 최대로 저장 가능한 전하량을 나타내는 용어로서, '완전 충전 용량'이라고 칭할 수도 있다. 즉, 최대 용량은, 충전 상태가 1(=100%)인 배터리(20)를 충전 상태가 0(=0%)가 될 때까지 방전시키는 동안에 흐르는 전류의 적산값과 동일하다. 일 예로, 제어부(120)는, 배터리(20)의 내부 저항(internal resistance)을 연산한 다음, 연산된 내부 저항과 기준 저항 간의 차이를 기초로 배터리(20)의 SOH 또는 최대 용량을 결정할 수 있다. 다른 예로, 제어부(120)는, 다음의 수식 1을 이용하여, 배터리(20)가 충방전되는 서로 다른 두 시점 각각에서의 충전 상태 및 두 시점 사이의 기간 동안에 적산된 전류 적산값을 기초로, 배터리(20)의 SOH 또는 최대 용량을 결정할 수 있다. 두 시점 중 앞의 시점을 t_1 , 뒤의 시점을 t_2 라고 해보자.

[60] <수식 1>

$$[61] \quad SOH_{new} = \frac{\int_{t_1}^{t_2} i_t dt}{SOC_2 - SOC_1} = \frac{\Delta C}{\Delta SOC} = \frac{Q_{est}}{Q_{ref}}$$

[62] 수식 1에서, Q_{ref} 는 기준 용량, SOC_1 은 시점 t_1 에서 추정된 충전 상태, SOC_2 은 시점 t_2 에서 추정된 충전 상태, ΔSOC 는 SOC_1 과 SOC_2 간의 차이, i_t 는 시점 t_1 과 시점 t_2 사이의 시점 t 에서 검출된 전류를 나타내는 전류값, ΔC 은 시점 t_1 부터 시점 t_2 까지의 기간 동안에 적산된 전류 적산값, Q_{est} 는 시점 t_2 에서의 최대 용량의 추정치, SOH_{new} 는 시점 t_2 에서의 SOH의 추정치를 나타낸다. Q_{ref} 는, 배터리(20)의 SOH가 1이었을 때의 최대 용량을 나타내는 미리 정해진 값으로서, 메모리부(130)에 미리 저장되어 있을 수 있다.

- [63] 수식 1과 관련하여, ΔSOC 가 지나치게 작은 경우, Q_{est} 가 실제와는 큰 차이를 보일 수 있다. 따라서, 제어부(120)는, ΔSOC 가 소정값(예, 0.5) 이상인 경우에 한하여, 수식 1을 이용하여 배터리(20)의 SOH 또는 최대 용량을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [64] 지금부터는, 제어부(120)에 의해 실행되는, 배터리(20)의 SOC를 추정하기 위한 동작을 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [65] 제어부(120)는, 암페어 카운팅을 이용하여, 제1 전류값을 기초로, 제1 후보값을 결정한다. 제1 후보값은, 현 주기의 배터리(20)의 충전 상태의 추정치를 나타낸다. 제1 후보값을 결정하는 데에는, 다음의 수식 2가 이용될 수 있다.
- [66] <수식 2>
- [67]
$$SOC[k+1] = SOC_e[k] + \frac{i[k+1]\Delta t}{Q_{est}}$$
- [68] 수식 2에 사용된 기호들에 대해 설명하면 다음과 같다. Δt 는 주기 당 시간 길이를 나타낸다. k 는 Δt 의 시간이 경과할 때마다 1씩 증가하는 시간 인덱스로서, 소정의 이벤트가 발생한 시점으로부터 현재까지 경과된 주기의 수를 나타낸다. 이벤트는, 예컨대 배터리(20)의 전압이 안정화된 상태에서 배터리(20)의 충전이 시작되는 이벤트일 수 있다. 배터리(20)의 전압이 안정화된 상태란, 배터리(20)를 통해 전류가 흐르지 않으면서 배터리(20)의 전압이 일정하게 유지되는 무부하 상태일 수 있다. 이 경우, $SOC_e[0]$ 는, 이벤트가 발생한 시점에서의 배터리(20)의 개방 전압을 인덱스로서 이용하여, 배터리(20)의 개방 전압(OCV: open circuit voltage)과 충전 상태 간의 대응 관계를 규정하는 OCV-SOC 커브로부터 결정될 수 있다. OCV-SOC 커브는, 메모리부(130)에 저장되어 있다.
- [69] 수식 2에서, $i[k+1]$ 는 현 주기에서 검출된 전류, $SOC_e[k]$ 는 암페어 카운팅 또는 확장 칼만 필터에 의해 이전 주기에서 결정된 충전 상태를 나타낸다. $SOC[k+1]$ 는 제1 후보값으로서, 수식 2를 이용하여 결정된 충전 상태이다. 수식 2에서, $i[k+1]$ 은 $i[k]$ 로 대체될 수도 있다.
- [70] 제어부(120)는, 확장 칼만 필터를 이용하여, 제2 후보값 및 제3 후보값을 더 결정한다. 제2 후보값은, 현 주기의 배터리(20)의 충전 상태의 추정치를 나타낸다. 제2 후보값 및 제3 후보값에 대해 설명하기에 앞서서 확장 칼만 필터에 대하여 설명하겠다.
- [71] 확장 칼만 필터는, 수식 2로 표현되는 암페어 카운팅과 함께, 배터리(20)의 등가 회로 모델(200)을 추가적으로 활용하여, 배터리(20)의 충전 상태를 주기적으로 갱신하기 위한 알고리즘이다.
- [72] 도 2를 참조하면, 등가 회로 모델(200)은, 개방 전압원(210), 옴 저항(R_1) 및 RC 패어(220)를 포함한다.
- [73] 개방 전압원(210)은, 전기화학적으로 장시간 동안 안정화된 배터리(20)의 양극과 음극 사이의 전압인 개방 전압을 모사하는 것이다. 개방 전압원(210)에

의해 출력되는 개방 전압은, 배터리(20)의 충전 상태와 비선형적인 함수 관계를 가진다. 즉, $OCV = f_1(SOC)$ 이고, $SOC = f_2(OCV)$ 로서, f_1 및 f_2 는 서로의 역함수이다. 예를 들어, 도 3을 참조하면, $3.3 \text{ V} = f_1(0.5)$ 이고, $0.7 = f_2(3.47 \text{ V})$ 이다.

- [74] 개방 전압원(210)에 의해 출력되는 개방 전압(OCV)은, 사전 실험을 통해 다양한 충전 상태와 온도별로 미리 정해져 있을 수 있다.
- [75] 옴 저항(R_1)은, 배터리(20)의 IR 드롭(V_1)에 연관된다. IR 드롭은, 배터리(20)가 무부하 상태에서부터 충방전 상태로 전환 시 또는 충방전 상태에서부터 무부하 상태로 전환 시에, 배터리(20)의 양단에 걸친 전압의 순간적인 변화를 칭한다. 예컨대, 무부하 상태의 배터리(20)에 대한 충전이 개시되는 시점에 측정되는 배터리(20)의 전압은 개방 전압보다 크다. 다른 예로, 무부하 상태의 배터리(20)에 대한 방전이 개시되는 시점에 측정되는 배터리(20)의 전압은 개방 전압보다 작다. 옴 저항(R_1)의 저항값 역시, 사전 실험을 통해 다양한 충전 상태와 온도별로 미리 정해져 있을 수 있다.
- [76] RC 페어(220)는, 배터리(20)의 전기 이중층(electric double layer) 등에 의해 유도되는 오버 포텐셜('분극 전압'이라고 칭할 수도 있음)(V_2)을 출력하는 것으로서, 서로 병렬 연결된 저항(R_2)과 커패시터(C_2)를 포함한다. 오버 포텐셜(V_2)은 '분극 전압'이라고 칭할 수도 있다. RC 페어(220)의 시상수(time constant)는, 저항(R_2)의 저항값과 커패시터(C_2)의 커패시턴스의 곱이며, 사전 실험을 통해 다양한 충전상태 및 온도별로 미리 정해져 있을 수 있다.
- [77] V_{ecm} 은, 등가 회로 모델(200)의 출력 전압으로서, 개방 전압원(210)에 의한 개방 전압(OCV), 옴 저항(R_1)에 의한 IR 드롭(V_1) 및 RC 페어(220)에 의한 오버 포텐셜(V_2)의 합과 동일하다.
- [78] RC 페어(220)의 시상수가 작을수록, 배터리(20)를 통해 흐르는 전류에 의한 등가 회로 모델(200)의 전류 민감도는 크다. 반대로, RC 페어(220)의 시상수가 클수록, 배터리(20)를 통해 흐르는 전류에 의한 등가 회로 모델(200)의 전류 민감도는 작다. 동일 조건에서, 등가 회로 모델(200)의 전류 민감도가 클수록 V_{ecm} 은 빠르게 변화한다. 반면, 등가 회로 모델(200)의 전류 민감도가 작을수록 V_{ecm} 은 느리게 변화한다.
- [79] 등가 회로 모델(200)에서, 현 주기의 오버 포텐셜은 아래의 수식 3과 같이 정의될 수 있다.
- [80] <수식 3>
- [81]
$$V_2[k+1] = V_2[k]e^{-\frac{\Delta t}{\tau[k+1]}} + R_2[k+1]i[k+1]\left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau[k+1]}}\right)$$
- [82] 수식 3에서, $R_2[k+1]$ 는 현 주기의 저항(R_2)의 저항값, $\tau[k+1]$ 는 현 주기의 RC 페어(220)의 시상수, $V_2[k]$ 은 이전 주기의 오버 포텐셜, $V_2[k+1]$ 은 현 주기의 오버 포텐셜을 나타낸다. 수식 3에서, $i[k+1]$ 은 $i[k]$ 로 대체될 수도 있다. 이벤트가

발생된 시점의 오버 포텐셜 $V_2[0]$ 은, 0 V(volt)일 수 있다.

[83] 다음의 수식 4는, 확장 칼만 필터의 시간 업데이트 과정에 연관된 제1 상태 방정식으로서, 수식 2 및 수식 3의 조합으로부터 유도되는 것이다.

[84] <수식 4>

$$[85] \quad \hat{x}_{k+1}^- = \begin{pmatrix} SOC[k+1] \\ V_2[k+1] \end{pmatrix} = A\hat{x}_k + Bi[k+1]$$

$$\hat{x}_k = \begin{pmatrix} SOC_e[k] \\ V_2[k] \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-\frac{\Delta t}{\tau[k+1]}} \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} \frac{\Delta t}{Q_{est}} \\ R_2[k+1] \left(1 - e^{-\frac{\Delta t}{\tau[k+1]}} \right) \end{pmatrix}$$

[86] 수식 4 및 아래의 수식 5 내지 수식 8에서, 윗첨자로 표시된 기호 ^은, 시간 업데이트에 의해 예측된 값을 나타내는 기호이다. 또한, 윗첨자로 표시된 기호 -은, 후술될 측정 업데이트에 의해 보정되기 전의 값을 나타내는 기호이다.

[87] 다음의 수식 5는, 확장 칼만 필터의 시간 업데이트 과정에 연관된 제2 상태 방정식이다.

[88] <수식 5>

$$[89] \quad P_{k+1}^- = AP_k A^T + Q_k$$

$$Q_k = \begin{pmatrix} W1_k & 0 \\ 0 & W2_k \end{pmatrix}$$

[90] 수식 5에서, P_k 는 이전 주기에서 보정된 오차 공분산 행렬(error covariance matrix), Q_k 는 이전 주기에서의 프로세스 노이즈 공분산 행렬(process noise

covariance matrix), T는 전치 행렬 연산자, P_{k+1} 는 현 주기의 오차 공분산 행렬을 나타낸다. $k=0$ 에서, $P_0 = [1 \ 0; 0 \ 1]$ 일 수 있다. $W1_k$ 은, 이전 주기에서 설정된 제1 프로세스 노이즈로서, 암페어 카운팅의 신뢰도에 연관된다. 즉, $W1_k$ 은, 암페어 카운팅을 이용하여 연산된 전류 적산값의 부정확도를 나타내는 양수이다. $W2_k$ 은, 이전 주기에서 설정된 제2 프로세스 노이즈로서, 등가 회로 모델(200)의 신뢰도에 연관된다. 즉, $W2_k$ 은, 등가 회로 모델(200)에 연관된 파라미터들의 부정확도를 나타내는 양수이다. 따라서, 제어부(120)는, 암페어 카운팅의 부정확도가 높아질수록, 제1 프로세스 노이즈를 증가시킬 수 있다. 제어부(120)는, 등가 회로 모델(200)의 부정확도가 높아질수록, 제2 프로세스 노이즈를 증가시킬 수 있다.

[91] 제어부(120)는, 수식 4 및 수식 5를 이용한 시간 업데이트 과정이 완료되면, 측정 업데이트 과정을 실행한다.

[92] 다음의 수식 6은, 확장 칼만 필터의 측정 업데이트 과정에 연관된 제1 관측 방정식이다.

[93] <수식 6>

$$[94] \quad K_{k+1} = P_{k+1}^- H_{k+1}^T (H_{k+1} P_{k+1}^- H_{k+1}^T + R)^{-1}$$

$$H_{k+1}^T = \begin{pmatrix} \frac{f_1(SOC[k+1] + 0.01n) - f_1(SOC[k+1] - 0.01n)}{2n} \\ 1 \end{pmatrix}$$

[95] 수식 6에서, K_{k+1} 는 현 주기의 칼만 게인을 나타낸다. 또한, R은 측정 노이즈 공분산 행렬(measurement noise covariance matrix)로서, 미리 정해진 성분들을 가진다. H_{k+1} 는 시스템 행렬로서, 배터리(20)의 충전 상태를 추정할 때에, OCV-SOC 커브에 따른 배터리(20)의 개방 전압의 변화 추이를 반영하기 위한 것이다. n은, 미리 정해진 양의 정수(예, 1)이다.

[96] 다음의 수식 7은, 확장 칼만 필터의 측정 업데이트 과정에 연관된 제2 관측 방정식이다.

[97] <수식 7>

$$[98] \quad \begin{aligned} \hat{x}_{k+1} &= \hat{x}_{k+1}^- + K_{k+1} \{z_{k+1} - V_{ecm}[k+1]\} \\ &= \hat{x}_{k+1}^- + K_{k+1} \{z_{k+1} - (f_1(SOC[k+1]) + V_1[k+1] + V_2[k+1])\} \end{aligned}$$

[99] 수식 7에서, z_{k+1} 은 현 주기에서 측정된 배터리(20)의 전압이고, $V_{ecm}[k+1]$ 은 현 주기에서의 등가 회로 모델(200)의 출력 전압을 나타낸다. $f_1(SOC[k+1])$ 은, 현 주기의 개방 전압을 나타낸다(도 2에 관한 설명 참조). $V_1[k+1]$ 은, 현 주기에서 음 저항(R_1)에 걸친 전압을 나타내는 것으로서, $i[k+1]$ 및 $i[k]$ 중 어느 하나와 $R_1[k+1]$ 의 곱과 동일할 수 있다. $R_1[k+1]$ 은, 현 주기의 음 저항(R_1)의 저항값이다.

제어부(120)는, 제1 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태를 기초로, $R_1[k+1]$ 을 결정할 수 있다. 이를 위해, 메모리부(130)에는, 충전 상태, 온도값 및 음저항(R_1)의 저항값 간의 대응 관계가 정의된 제1 룩업 테이블이 기록되어 있다. 제어부(120)는 특정 온도값(예, 제1 온도값) 및 특정 충전 상태를 인덱스로서 이용하여, 제1 룩업 테이블로부터 특정 온도값 및 특정 충전 상태에 매핑된 저항값을 획득할 수 있다. 수식 4로부터 얻은 $SOC[k+1]$ 및 $V_2[k+1]$ 은 수식 7에 의해 각각 보정된다.

[100] 다음의 수식 8은, 확장 칼만 필터의 측정 업데이트 과정에 연관된 제3 관측 방정식이다.

[101] <수식 8>

$$[102] \quad P_{k+1} = (E - K_{k+1}H_{k+1})P_{k+1}^-$$

[103] 수식 8에서, E는 단위 행렬을 나타낸다. 수식 5로부터 얻은 P_{k+1}^- 은 수식 8에 의해 P_{k+1} 로 보정된다.

[104] 제어부(120)는, 시간 인덱스 k가 1씩 증가할 때마다, 수식 4 내지 수식 8에 따른 각 연산 단계를 적어도 한 번씩 실행함으로써, 현 주기의 배터리(20)의 충전 상태를 주기적으로 갱신한다.

[105] 지금부터, 전술한 확장 칼만 필터에 대한 설명을 참조하여, 제2 후보값 및 제3 후보값을 결정하는 동작에 대하여 설명하기로 한다.

[106] 제어부(120)는, 제1 데이터 세트를 기초로, 제2 후보값을 결정한다. 제1 데이터 세트는, 제1 전류값, 제1 전압값 및 제1 온도값을 포함한다는 점은 앞서 기술하였다. 제어부(120)는, 제1 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태를 기초로, 수식 4의 $R_2[k+1]$ 및 $\tau[k+1]$ 를 결정한다.

[107] 이를 위해, 메모리부(130)에는, 충전 상태, 온도값 및 저항(R_2)의 저항값 간의 대응 관계가 정의된 제2 룩업 테이블이 기록되어 있을 수 있다. 제어부(120)는 제1 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태를 인덱스로서 이용하여, 제2 룩업 테이블로부터, 제1 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태에 매핑된 저항값을 수식 4의 $R_2[k+1]$ 으로서 획득할 수 있다. 또한, 메모리부(130)에는, 충전 상태, 온도값 및 시상수 간의 대응 관계가 정의된 제3 룩업 테이블이 기록되어 있을 수 있다. 제어부(120)는, 제1 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태를 인덱스로서 이용하여, 제3 룩업 테이블로부터, 제1 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태에 매핑된 시상수를 제1 시상수로서 획득할 수 있다. 제어부(120)는, 제1 시상수에 이전 주기에서 결정된 보정값을 더한 값을 수식 4의 $\tau[k+1]$ 으로 설정할 수 있다. k=0인 경우, 소정의 초기값(예, 0)이 보정값으로서 이용될 수 있다. 보정값의 결정에 대해서는 후술하기로 한다.

[108] 제어부(120)는, 수식 4의 $i[k+1]$ (또는 $i[k]$)를 제1 전류값과 동일하게 설정하고, 수식 7의 z_{k+1} 을 제1 전압값과 동일하게 설정한다. 이에 따라, 제어부(120)는, 수식 7에 의해 보정된 $SOC[k+1]$ 를 제2 후보값으로서 결정할 수 있다.

- [109] 제어부(120)는, 제1 데이터 세트를 제2 데이터 세트로 변환한 다음, 제2 데이터 세트를 기초로 제3 후보값을 결정한다. 구체적으로, 제어부(120)는, 에러 발생기를 이용하여, 제1 데이터 세트로부터 제2 데이터 세트를 생성할 수 있다. 에러 발생기는, 외부로부터의 노이즈나 센싱부(110)의 검출 정확도 등을 고려하여 제1 데이터 세트에 포함된 제1 전류값, 제1 전압값 및 제1 온도값 중 적어도 하나를 강제적으로 변화시키기 위해, 제어부(120)에 의해 실행된다. 제2 데이터 세트는, 제2 전류값, 제2 전압값 및 제2 온도값을 포함한다. 즉, 에러 발생기는, 제1 전류값으로부터 제2 전류값으로의 변화, 제1 전압값으로부터 제2 전압값으로의 변화 및 제1 온도값으로부터 제2 온도값으로의 변화 중 적어도 하나를 선택적으로 실행하도록 코딩된 소정의 함수일 수 있다. 예를 들어, 제2 전류값 = (제1 전류값 $\times X_1$) + X_2 이고, 제2 전압값 = (제1 전압값 $\times X_3$) + X_4 이고, 제2 온도값 = (제1 온도값 $\times X_5$) + X_6 일 수 있다. X_1 내지 X_6 은, 서로 같거나 다르게 미리 정해진 상수일 수 있다.
- [110] 제1 전류값과 제2 전류값의 제1 쌍, 제1 전압값과 제2 전압값의 쌍 및 제1 온도값과 제2 온도값의 쌍 중 적어도 하나의 쌍 각각에 포함된 두 값은 서로 상이하다. 예를 들어, 제1 전류값과 제2 전류값은 서로 동일한 반면, 제1 전압값과 제2 전압값은 서로 다르고, 제1 온도값과 제2 온도값 역시 서로 다를 수 있다. 다른 예를 들어, 제1 전류값과 제2 전류값은 서로 다르고, 제1 전압값과 제2 전압값은 서로 다르며, 제1 온도값과 제2 온도값 역시 서로 다를 수 있다.
- [111] 제2 데이터 세트가 생성되면, 제어부(120)는 제2 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태를 기초로, 수식 4의 $R_2[k+1]$ 및 $\tau[k+1]$ 를 결정할 수 있다.
- [112] 구체적으로, 제어부(120)는, 제2 룩업 테이블로부터, 제2 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태에 매핑된 저항값을 수식 4의 $R_2[k+1]$ 으로서 획득할 수 있다. 제어부(120)는, 제3 룩업 테이블로부터, 제2 온도값 및 이전 주기에서 결정된 충전 상태에 매핑된 제2 시상수를 획득할 수 있다. 제어부(120)는, 제2 시상수에 보정값을 더한 값을 수식 4의 $\tau[k+1]$ 으로 설정할 수 있다.
- [113] 제어부(120)는, 수식 4의 $i[k+1]$ (또는 $i[k]$)를 제1 전류값 대신 제2 전류값과 동일하게 설정한다. 또한, 제어부(120)는, 수식 7의 z_{k+1} 을 제1 전압값 대신 제2 전압값과 동일하게 설정한다. 이에 따라, 제어부(120)는, 수식 7에 의해 보정된 SOC[k+1]를 제3 후보값으로서 결정할 수 있다.
- [114] 현 주기에서 배터리(20)의 충전 상태에 대한 제1 후보값, 제2 후보값 및 제3 후보값의 결정이 완료되면, 제어부(120)는 지금부터 설명할 과정을 거쳐, 제1 후보값 및 제2 후보값 중 어느 하나를 선택하고, 선택된 후보값을 현 주기의 충전 상태로서 결정하도록 구성된다.
- [115] 제어부(120)는, 제1 후보값과 제2 후보값 간의 차이의 절대값인 제1 차이값을 결정한다. 예컨대, 제1 후보값이 0.51이고 제2 후보값이 0.52인 경우, 제1 차이값은 0.01이다. 다른 예로, 제1 후보값이 0.77이고 제2 후보값이 0.75인 경우, 제1 차이값은 0.02이다.

- [116] 제어부(120)는, 제1 후보값과 제3 후보값 간의 차이의 절대값인 제2 차이값을 결정한다. 예컨대, 제1 후보값이 0.61이고 제3 후보값이 0.64인 경우, 제2 차이값은 0.03이다. 다른 예로, 제1 후보값이 0.38이고 제2 후보값이 0.36인 경우, 제2 차이값은 0.02이다.
- [117] 제어부(120)는, 제1 차이값을 소정의 임계값과 비교할 수 있다. 임계값은, 메모리부(130)에 저장된 것으로서, 예컨대 0.03일 수 있다.
- [118] 제어부(120)는, 제1 차이값이 임계값보다 큰 경우, 제1 후보값을 배터리(20)의 충전 상태로서 결정할 수 있다.
- [119] 제어부(120)는, 제1 차이값이 임계값 이하인 경우, 제1 후보값 대신 제2 후보값을 배터리(20)의 충전 상태로서 결정한다.
- [120] 제어부(120)는, 제1 차이값과 제2 차이값을 비교할 수 있다. 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값 이상인 경우, 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 소정의 기준 비율(예, 0.1)과 동일하게 설정할 수 있다. 예를 들어, 제1 프로세스 노이즈는 소정의 제1 기준값(예, 0.1)과 동일하게 설정되고, 제2 프로세스 노이즈는 소정의 제2 기준값(예, 0.01)과 동일하게 설정될 수 있다. 즉, 기준 비율은, 제2 기준값을 제1 기준값으로 나눈 값과 동일할 수 있다.
- [121] 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값 이상인 경우, 보정값을 초기값과 동일하게 설정할 수 있다. 제어부(120)는, 초기값과 동일하게 설정된 보정값을 메모리부(130)에 저장할 수 있다.
- [122] 한편, 암페어 카운팅에 관한 수식 2를 참조하면, 제1 후보값은 배터리(20)의 전류, 전압 및 온도 중에서 전류에만 의존한다. 반면, 확장 칼만 필터에 관한 수식 3 내지 수식 8을 참조하면, 제2 후보값은 배터리(20)의 전류는 물론 배터리(20)의 전압 및 온도에도 의존한다. 이러한 점을 고려할 때, 등가 회로 모델(200)의 부정확도가 높아질수록, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작아질 가능성이 높아짐을 알 수 있다.
- [123] 따라서, 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우, 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 기준 비율보다 증가시킬 수 있다. 예를 들어, 제1 프로세스 노이즈는 제1 기준값보다 작은 값(예, 0.07)으로 설정되고, 제2 프로세스 노이즈는 제2 기준값과 동일하게 설정될 수 있다. 다른 예로, 제1 프로세스 노이즈는 제1 기준값과 동일하게 설정되고, 제2 프로세스 노이즈는 제2 기준값보다 큰 값(예, 0.02)으로 설정될 수 있다. 또 다른 예로, 제1 프로세스 노이즈는 제1 기준값보다 작은 값으로 설정되고, 제2 프로세스 노이즈는 제2 기준값보다 큰 값으로 설정될 수 있다.
- [124] 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우, 제1 차이값에 비례하게 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 결정할 수 있다. 일 예로, 제1 차이값이 0.01인 경우 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 0.11로 결정하고, 제1 차이값이 0.013인 경우 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 0.112로 결정하며, 제1

차이값이 0.008인 경우 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 0.103으로 결정할 수 있다.

[125] 대안적으로, 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우, 제1 차이값과 제2 차이값 간의 차이의 절대값에 비례하게 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 결정할 수 있다.

[126] 전술한 바에 따라 설정된 제1 프로세스 노이즈 및 제2 프로세스 노이즈는, 다음 주기의 충전 상태를 추정하는 과정에서 수식 5의 $W1_k$ 및 $W2_k$ 에 각각 할당될 수 있다. 이에 따라, 다음 주기에서 확장 칼만 필터가 실행되는 경우, 등가 회로 모델(200)에 대한 신뢰도(즉, 영향도)가 일시적으로 낮아지고, 암페어 카운팅에 대한 신뢰도는 일시적으로 높아지는 효과가 있다.

[127] 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우, 보정값을 초기값보다 큰 값으로 업데이트할 수 있다. 제어부(120)는, 업데이트된 보정값을 메모리부(130)에 저장할 수 있다.

[128] 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우, 업데이트된 보정값과 초기값 간의 차이가 제1 차이값에 비례하도록, 업데이트된 보정값을 결정할 수 있다. 일 예로, 제1 차이값이 0.01인 경우 업데이트된 보정값은 초기값보다 5만큼 크게 결정되고, 제1 차이값이 0.013인 경우 업데이트된 보정값은 초기값보다 6만큼 크게 결정될 수 있다.

[129] 대안적으로, 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우, 업데이트된 보정값과 초기값 간의 차이가 제1 차이값과 제2 차이값 간의 차이에 비례하도록, 업데이트된 보정값을 결정할 수 있다. 일 예로, 제1 차이값이 제2 차이값보다 0.01만큼 큰 경우 업데이트된 보정값은 초기값보다 4만큼 크게 결정되고, 제1 차이값이 제2 차이값보다 0.013만큼 큰 경우 업데이트된 보정값은 초기값보다 4.5만큼 크게 결정될 수 있다.

[130] 대안적으로, 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우, 하기의 수식 9를 이용하여, 보정값을 업데이트할 수도 있다.

[131] <수식 9>

$$[132] \quad E_{\text{correct}} = \frac{M_1(D_1 - D_2) + M_2 D_1}{M_1 + M_2}$$

[133] 수식 9에서, D_1 은 제1 차이값, D_2 은 제2 차이값, M_1 은 제1 가중치, M_2 은 제2 가중치, E_{correct} 은 업데이트된 보정값을 나타낸다. M_1 및 M_2 각각은 미리 정해진 양수이고, 서로 같거나 상이할 수 있다.

[134] 전술한 바에 따라 업데이트된 보정값은, 메모리부(130)에 저장되고, 다음 주기의 충전 상태를 추정하는 과정에서 다음 주기에서 획득될 제1 시상수 및 제2 시상수 각각에 더해질 수 있다.

[135] 구체적으로, 다음 주기에서 제1 데이터 세트를 기초로 제2 후보값을 결정하는 과정에서, 업데이트된 보정값과 다음 주기에서의 제1 시상수의 합이 수식 4의 $\tau[k+1]$ 에 할당될 수 있다. 또한, 다음 주기에서 제2 데이터 세트를 기초로 제3

후보값을 결정하는 과정에서, 업데이트된 보정값과 다음 주기에서의 제2
시상수의 합이 수식 4의 $\tau[k+1]$ 에 할당될 수 있다.

- [136] 앞서 설명한 바와 같이, RC 페어(220)의 시상수가 클수록, 등가 회로
모델(200)의 전류 민감도는 낮다. 다음 주기에서 확장 칼만 필터가 실행되는
경우, 업데이트된 보정값과 초기값 간의 차이만큼 수식 4의 $\tau[k+1]$ 도 커지므로,
등가 회로 모델(200)에 대한 신뢰도(즉, 영향도)가 일시적으로 낮아지고, 암페어
카운팅에 대한 신뢰도는 상대적으로 높아지는 효과가 있다.
- [137] 제어부(120)는, 스위치(30)를 제어하기 위해, 스위칭 신호(SS)를 선택적으로
출력할 수 있다. 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은 경우, 스위칭
신호(SS)의 듀티비를 소정의 기준 듀티비(예, 0.2) 이하로 제한할 수 있다. 스위칭
신호(SS)의 듀티비가 기준 듀티비 이하로 제한되는 경우, 배터리(20)를 통해 흐를
수 있는 전류의 최대치가 감소함에 따라, 배터리(20)의 전압과 온도의 급격한
변화가 억제될 수 있다.
- [138] 도 4 및 도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 예시적으로
보여주는 순서도이다. 도 4 및 도 5의 방법은, 이벤트가 발생된 시점부터
주기적으로 실행될 수 있다. 도 4 및 도 5의 방법은, 배터리(20)의 충방전이
중단되는 경우에 종료될 수 있다.
- [139] 도 1 내지 도 5를 참조하면, 단계 S400에서, 제어부(120)는, 배터리(20)의 최대
용량(또는 SOH)을 결정한다(수식 1 참조).
- [140] 단계 S405에서, 제어부(120)는, 센싱부(110)를 이용하여, 배터리(20)의 전류,
전압 및 온도를 검출한다. 센싱부(110)는, 검출된 전류를 나타내는 신호(SI),
검출된 전압을 나타내는 신호(SV) 및 검출된 온도를 나타내는 신호(ST)를
제어부(120)에게 출력한다.
- [141] 단계 S410에서, 제어부(120)는, 신호(SI), 신호(SV) 및 신호(ST)를 수신하여,
배터리(20)의 전류를 나타내는 제1 전류값, 배터리(20)의 전압을 나타내는 제1
전압값 및 배터리(20)의 온도를 나타내는 제1 온도값을 포함하는 제1 데이터
세트를 생성한다.
- [142] 단계 S412에서, 제어부(120)는, 에러 발생기를 이용하여, 제1 데이터
세트로부터 제2 데이터 세트를 생성한다. 제2 데이터 세트는, 제2 전류값, 제2
전압값 및 제2 온도값을 포함한다.
- [143] 단계 S420에서, 제어부(120)는, 암페어 카운팅을 이용하여, 제1 전류값을
기초로, 배터리(20)의 충전 상태에 대한 제1 후보값을 결정한다(수식 2 참조).
- [144] 단계 S430에서, 제어부(120)는, 확장 칼만 필터를 이용하여, 제1 데이터 세트를
기초로, 배터리(20)의 충전 상태에 대한 제2 후보값을 결정한다(수식 3 내지 수식
8 참조).
- [145] 단계 S440에서, 제어부(120)는, 확장 칼만 필터를 이용하여, 제2 데이터 세트를
기초로, 배터리(20)의 충전 상태에 대한 제3 후보값을 결정한다(수식 3 내지 수식
8 참조). 도 4에 도시된 바와는 달리, 단계 S420, 단계 S430 및 단계 S440 중 어느

둘 또는 모두는 동시에 실행될 수 있다. 단계 S420, 단계 S430 및 단계 S440 간의 선후 관계는 필요에 따라 변경될 수 있다.

- [146] 단계 S450에서, 제어부(120)는, 제1 후보값과 제2 후보값 간의 제1 차이값을 결정한다.
- [147] 단계 S460에서, 제어부(120)는, 제1 후보값과 제3 후보값 간의 제2 차이값을 결정한다. 도 4에 도시된 바와는 달리, 단계 S450 및 단계 S460은 동시에 실행될 수 있다. 단계 S450 및 단계 S460 간의 선후 관계는 필요에 따라 변경될 수 있다.
- [148] 단계 S500에서, 제어부(120)는, 제1 차이값이 임계값보다 큰지 여부를 판정한다. 단계 S500의 값이 "YES"인 경우, 단계 S510이 진행된다. 단계 S500의 값이 "NO"인 경우, 단계 S520이 진행된다.
- [149] 단계 S510에서, 제어부(120)는, 제1 후보값을 배터리(20)의 충전 상태로서 결정한다.
- [150] 단계 S520에서, 제어부(120)는, 제2 후보값을 배터리(20)의 충전 상태로서 결정한다.
- [151] 단계 S530에서, 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은지 여부를 판정한다. 단계 S530의 값이 "NO"인 경우, 단계 S540이 진행된다. 단계 S530의 값이 "YES"인 경우, 단계 S550 및 단계 S560 중 적어도 하나가 진행된다.
- [152] 단계 S540에서, 제어부(120)는, 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 기준 비율과 동일하게 설정한다. 예를 들어, 제1 프로세스 노이즈는 제1 기준값과 동일하게 설정되고, 제2 프로세스 노이즈를 제2 기준값과 동일하게 설정될 수 있다. 기준 비율은, 제2 기준값을 제1 기준값으로 나눈 값이다.
- [153] 단계 S550에서, 제어부(120)는, 제1 프로세스 노이즈에 대한 제2 프로세스 노이즈의 비율을 기준 비율보다 증가시킨다.
- [154] 단계 S560에서, 제어부(120)는, 스위치(30)에게 출력되는 스위칭 신호(SS)의 듀티비를 기준 듀티비 이하로 제한한다. 제한된 듀티비와 기준 듀티비 간의 차이는, 제1 차이값과 제2 차이값 간의 차이에 비례할 수 있다.
- [155] 도 6 및 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다. 도 6 및 도 7의 방법은, 이벤트가 발생된 시점부터 주기적으로 실행될 수 있다. 도 6 및 도 7의 방법은, 배터리(20)의 충방전이 중단되는 경우에 종료될 수 있다.
- [156] 도 1 내지 도 3, 도 6 및 도 7을 참조하면, 단계 S600에서, 제어부(120)는, 배터리(20)의 최대 용량(또는 SOH)을 결정한다(수식 1 참조).
- [157] 단계 S605에서, 제어부(120)는, 센싱부(110)를 이용하여, 배터리(20)의 전류, 전압 및 온도를 검출한다. 센싱부(110)는, 검출된 전류를 나타내는 신호(SI), 검출된 전압을 나타내는 신호(SV) 및 검출된 온도를 나타내는 신호(ST)를 제어부(120)에게 출력한다.
- [158] 단계 S610에서, 제어부(120)는, 신호(SI), 신호(SV) 및 신호(ST)를 수신하여,

배터리(20)의 전류를 나타내는 제1 전류값, 배터리(20)의 전압을 나타내는 제1 전압값 및 배터리(20)의 온도를 나타내는 제1 온도값을 포함하는 제1 데이터 세트를 생성한다.

- [159] 단계 S612에서, 제어부(120)는, 에러 발생기를 이용하여, 제1 데이터 세트로부터 제2 데이터 세트를 생성한다. 제2 데이터 세트는, 제2 전류값, 제2 전압값 및 제2 온도값을 포함한다.
- [160] 단계 S614에서, 제어부(120)는, 제1 온도값 및 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 등가 회로 모델(200)의 제1 시상수를 결정한다.
- [161] 단계 S616에서, 제어부(120)는, 제2 온도값 및 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 등가 회로 모델(200)의 제2 시상수를 결정한다. 단계 S614의 제1 시상수 및 단계 S616의 제2 시상수 각각은, 제3 룩업 테이블로부터 획득될 수 있음은 앞서 설명하였다. 도 6에 도시된 바와는 달리, 단계 S614 및 단계 S616은 동시에 실행되거나, 단계 S616이 단계 S614보다 먼저 실행될 수도 있다.
- [162] 단계 S620에서, 제어부(120)는, 암페어 카운팅을 이용하여, 제1 전류값을 기초로, 배터리(20)의 충전 상태에 대한 제1 후보값을 결정한다(수식 2 참조).
- [163] 단계 S630에서, 제어부(120)는, 확장 칼만 필터를 이용하여, 제1 데이터 세트, 제1 시상수 및 보정값을 기초로, 배터리(20)의 충전 상태에 대한 제2 후보값을 결정한다(수식 3 내지 수식 8 참조).
- [164] 단계 S640에서, 제어부(120)는, 확장 칼만 필터를 이용하여, 제2 데이터 세트, 제2 시상수 및 보정값을 기초로, 배터리(20)의 충전 상태에 대한 제3 후보값을 결정한다(수식 3 내지 수식 8 참조). 도 6에 도시된 바와는 달리, 단계 S620, 단계 S630 및 단계 S640 중 어느 둘 또는 모두는 동시에 실행될 수 있다. 단계 S620, 단계 S630 및 단계 S640 간의 선후 관계는 필요에 따라 변경될 수 있다.
- [165] 단계 S650에서, 제어부(120)는, 제1 후보값과 제2 후보값 간의 제1 차이값을 결정한다.
- [166] 단계 S660에서, 제어부(120)는, 제1 후보값과 제3 후보값 간의 제2 차이값을 결정한다. 도 6에 도시된 바와는 달리, 단계 S650 및 단계 S660은 동시에 되거나, 단계 S660이 단계 S650보다 먼저 실행될 수도 있다.
- [167] 단계 S700에서, 제어부(120)는, 제1 차이값이 임계값보다 큰지 여부를 판정한다. 단계 S700의 값이 "YES"인 경우, 단계 S710이 진행된다. 단계 S700의 값이 "NO"인 경우, 단계 S720이 진행된다.
- [168] 단계 S710에서, 제어부(120)는, 제1 후보값을 배터리(20)의 충전 상태로서 결정한다.
- [169] 단계 S720에서, 제어부(120)는, 제2 후보값을 배터리(20)의 충전 상태로서 결정한다.
- [170] 단계 S730에서, 제어부(120)는, 제2 차이값이 제1 차이값보다 작은지 여부를 판정한다. 단계 S730의 값이 "NO"인 경우, 단계 S740이 진행된다. 단계 S730의 값이 "YES"인 경우, 단계 S750 및 단계 S760 중 적어도 하나가 진행된다.

- [171] 단계 S740에서, 제어부(120)는, 보정값을 초기값과 동일하게 설정한다.
- [172] 단계 S750에서, 제어부(120)는, 보정값을 초기값보다 큰 값으로 업데이트한다(수식 9 참조). 단계 S750에서 업데이트된 보정값은, 다음 주기의 단계 S630 및 단계 S640가 실행되는 경우, 제2 후보값과 제3 후보값을 결정하는데에 이용될 것이다.
- [173] 단계 S760에서, 제어부(120)는, 스위치(30)에게 출력되는 스위칭 신호(SS)의 듀티비를 기준 듀티비 이하로 제한한다. 제한된 듀티비와 기준 듀티비 간의 차이는, 제1 차이값과 제2 차이값 간의 차이에 비례할 수 있다.
- [174] 도 4 및 도 5의 배터리 관리 방법과 도 6 및 도 7의 배터리 관리 방법은, 구분하여 설명하였으나, 두 배터리 관리 방법 중 어느 하나의 특정 단계가 실행되는 경우, 다른 배터리 관리 방법의 특정 단계가 함께 실행될 수 있다. 일 예로, 단계 S740의 실행 시 단계 S540가 함께 실행될 수 있다. 다른 예로, 단계 S750의 실행 시 단계 S550가 함께 실행될 수 있다.
- [175] 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.
- [176] 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.
- [177] 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.

청구범위

- [청구항 1] 배터리의 전류, 전압 및 온도를 검출하도록 구성된 센싱부; 및
 상기 검출된 전류를 나타내는 제1 전류값, 상기 검출된 전압을 나타내는 제1 전압값 및 상기 검출된 온도를 나타내는 제1 온도값을 포함하는 제1 데이터 세트를 생성하도록 구성된 제어부를 포함하되,
 상기 제어부는,
 에러 발생기를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트로부터 제2 전류값, 제2 전압값 및 제2 온도값을 포함하는 제2 데이터 세트를 생성하도록 구성되고,
 상기 제1 온도값 및 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 확장 칼만 필터의 등가 회로 모델의 제1 시상수를 결정하도록 구성되고,
 상기 제2 온도값 및 상기 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 상기 등가 회로 모델의 제2 시상수를 결정하도록 구성되고,
 압페어 카운팅을 이용하여, 상기 제1 전류값을 기초로, 상기 배터리의 충전 상태에 대한 제1 후보값을 결정하도록 구성되고,
 상기 확장 칼만 필터를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트, 상기 제1 시상수 및 보정값을 기초로, 상기 충전 상태에 대한 제2 후보값을 결정하도록 구성되고,
 상기 확장 칼만 필터를 이용하여, 상기 제2 데이터 세트, 상기 제2 시상수 및 상기 보정값을 기초로, 상기 충전 상태에 대한 제3 후보값을 결정하도록 구성되고,
 상기 제1 후보값과 상기 제2 후보값 간의 제1 차이값을 결정하도록 구성되고,
 상기 제1 후보값과 상기 제3 후보값 간의 제2 차이값을 결정하도록 구성되고,
 상기 제2 차이값이 상기 제1 차이값보다 작은 경우, 상기 보정값을 업데이트하도록 구성되되,
 상기 업데이트된 보정값은, 소정의 초기값보다 큰 배터리 관리 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제1 전류값과 상기 제2 전류값의 제1 쌍, 상기 제1 전압값과 상기 제2 전압값의 제2 쌍 및 상기 제1 온도값과 상기 제2 온도값의 제3 쌍 중 적어도 하나의 쌍 각각에 포함된 두 값은 서로 상이한 배터리 관리 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 업데이트된 보정값과 상기 초기값 간의 차이는, 상기 제1 차이값에 비례하는 배터리 관리 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서,
 상기 업데이트된 보정값과 상기 초기값 간의 차이는, 상기 제1 차이값과

- 상기 제2 차이값 간의 차이에 비례하는 배터리 관리 장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
하기의 수식을 이용하여, 상기 보정값을 업데이트하도록 구성되며,

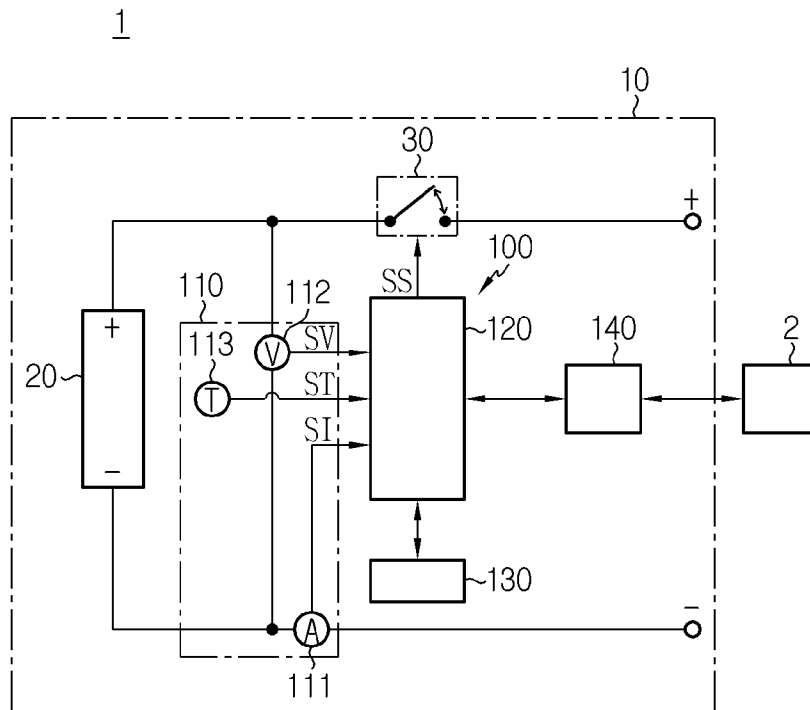
$$E_{\text{correct}} = \frac{M_1(D_1 - D_2) + M_2 D_1}{M_1 + M_2}$$
 D_1 은 상기 제1 차이값, D_2 은 상기 제2 차이값, M_1 은 제1 가중치, M_2 은 제2 가중치, E_{correct} 은 상기 업데이트된 보정값을 나타내는 배터리 관리 장치.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 제2 차이값이 상기 제1 차이값 이상인 경우, 상기 보정값을 상기 초기값과 동일하게 업데이트하도록 구성되는 배터리 관리 장치.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 제1 차이값이 임계값보다 큰 경우, 상기 제1 후보값을 상기 충전 상태로서 결정하도록 구성되는 배터리 관리 장치.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 제1 차이값이 상기 임계값 이하인 경우, 상기 제2 후보값을 상기 충전 상태로서 결정하도록 구성되는 배터리 관리 장치.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 배터리의 전류 경로에 설치된 스위치를 제어하한 스위칭 신호를 선택적으로 출력하고,
상기 제2 차이값이 상기 제1 차이값보다 작은 경우, 상기 스위칭 신호의 듀티비를 기준 듀티비 이하로 제한하도록 구성되는 배터리 관리 장치.
- [청구항 10] 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 상기 배터리 관리 장치를 포함하는 배터리팩.
- [청구항 11] 배터리의 전류, 전압 및 온도를 검출하는 단계;
상기 검출된 전류를 나타내는 제1 전류값, 상기 검출된 전압을 나타내는 제1 전압값 및 상기 검출된 온도를 나타내는 제1 온도값을 포함하는 제1 데이터 세트를 생성하는 단계;
에러 발생기를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트로부터 제2 전류값, 제2 전압값 및 제2 온도값을 포함하는 제2 데이터 세트를 생성하는 단계;
상기 제1 온도값 및 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 확장 칼만 필터의 등가 회로 모델의 제1 시상수를 결정하는 단계;
상기 제2 온도값 및 상기 이전 주기의 충전 상태를 기초로, 상기 등가 회로

모델의 제2 시상수를 결정하는 단계;
 암페어 카운팅을 이용하여, 상기 제1 전류값을 기초로, 상기 배터리의
 충전 상태에 대한 제1 후보값을 결정하는 단계;
 상기 확장 칼만 필터를 이용하여, 상기 제1 데이터 세트, 상기 제1 시상수
 및 보정값을 기초로, 상기 충전 상태에 대한 제2 후보값을 결정하는 단계;
 상기 확장 칼만 필터를 이용하여, 상기 제2 데이터 세트, 상기 제1 시상수
 및 상기 보정값을 기초로, 상기 충전 상태에 대한 제3 후보값을 결정하는
 단계;
 상기 제1 후보값과 상기 제2 후보값 간의 제1 차이값을 결정하는 단계;
 상기 제1 후보값과 상기 제3 후보값 간의 제2 차이값을 결정하는 단계; 및
 상기 제2 차이값이 상기 제1 후보값과 상기 제1 차이값보다 작은 경우,
 상기 보정값을 업데이트하는 단계를 포함하되,
 상기 업데이트된 보정값은, 소정의 초기값보다 큰 배터리 관리 방법.

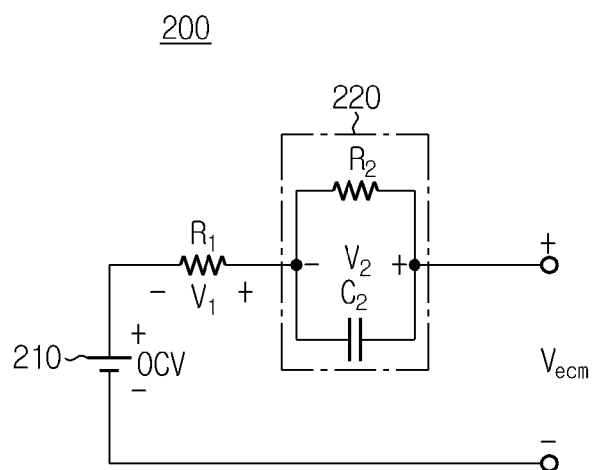
[청구항 12] 제11항에 있어서,
 상기 업데이트된 보정값과 상기 초기값 간의 차이는, 상기 제1 차이값
 또는 상기 제1 차이값과 상기 제2 차이값 간의 차이에 비례하는 배터리
 관리 방법.

[청구항 13] 제11항에 있어서,
 상기 제1 차이값이 임계값보다 큰 경우, 상기 제1 후보값을 상기 충전
 상태로서 결정하는 단계; 및
 상기 제1 차이값이 상기 임계값 이하인 경우, 상기 제2 후보값을 상기
 충전 상태로서 결정하는 단계를 더 포함하는 배터리 관리 방법.

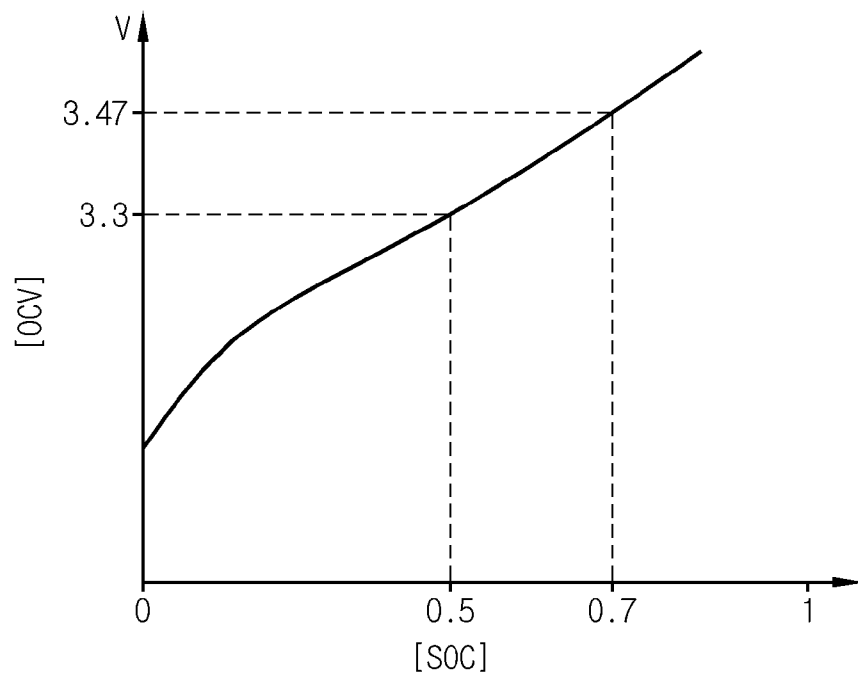
[도1]



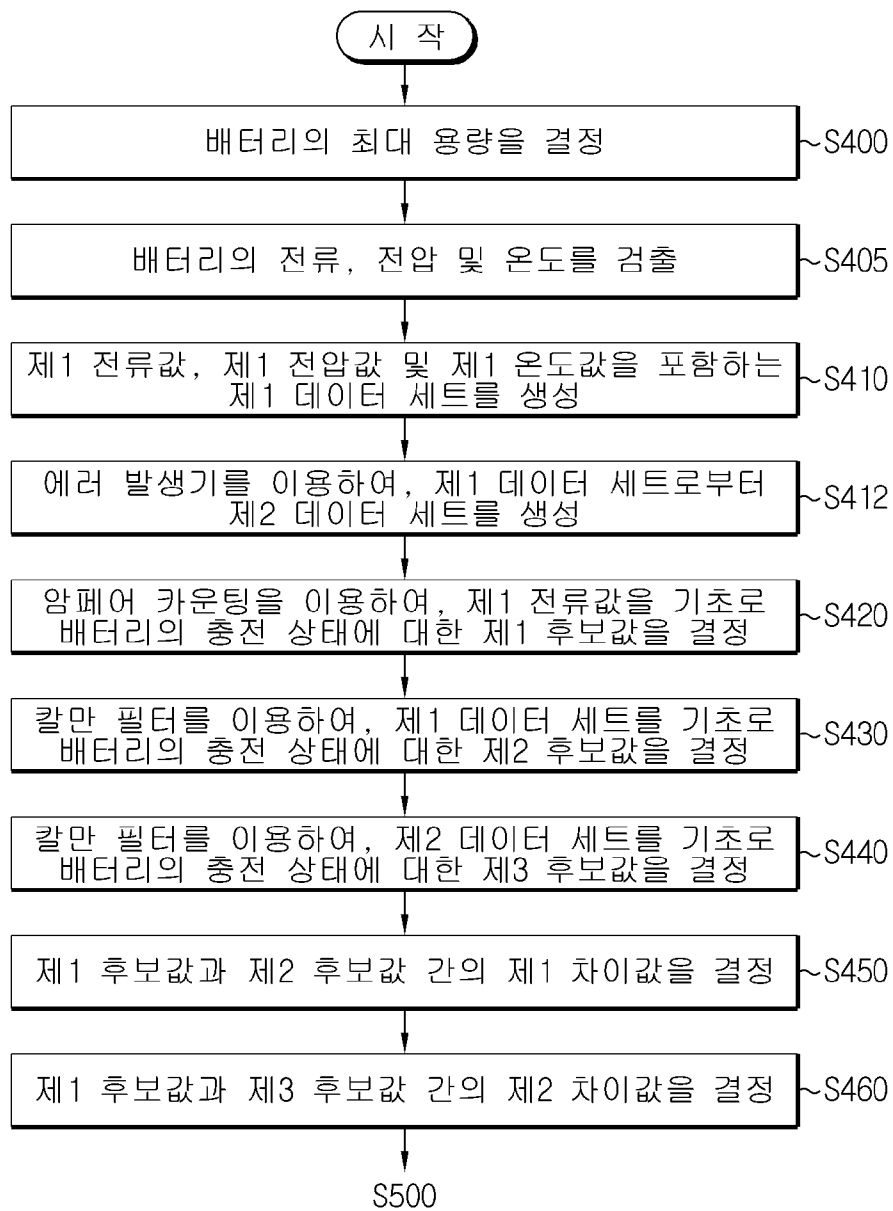
[도2]



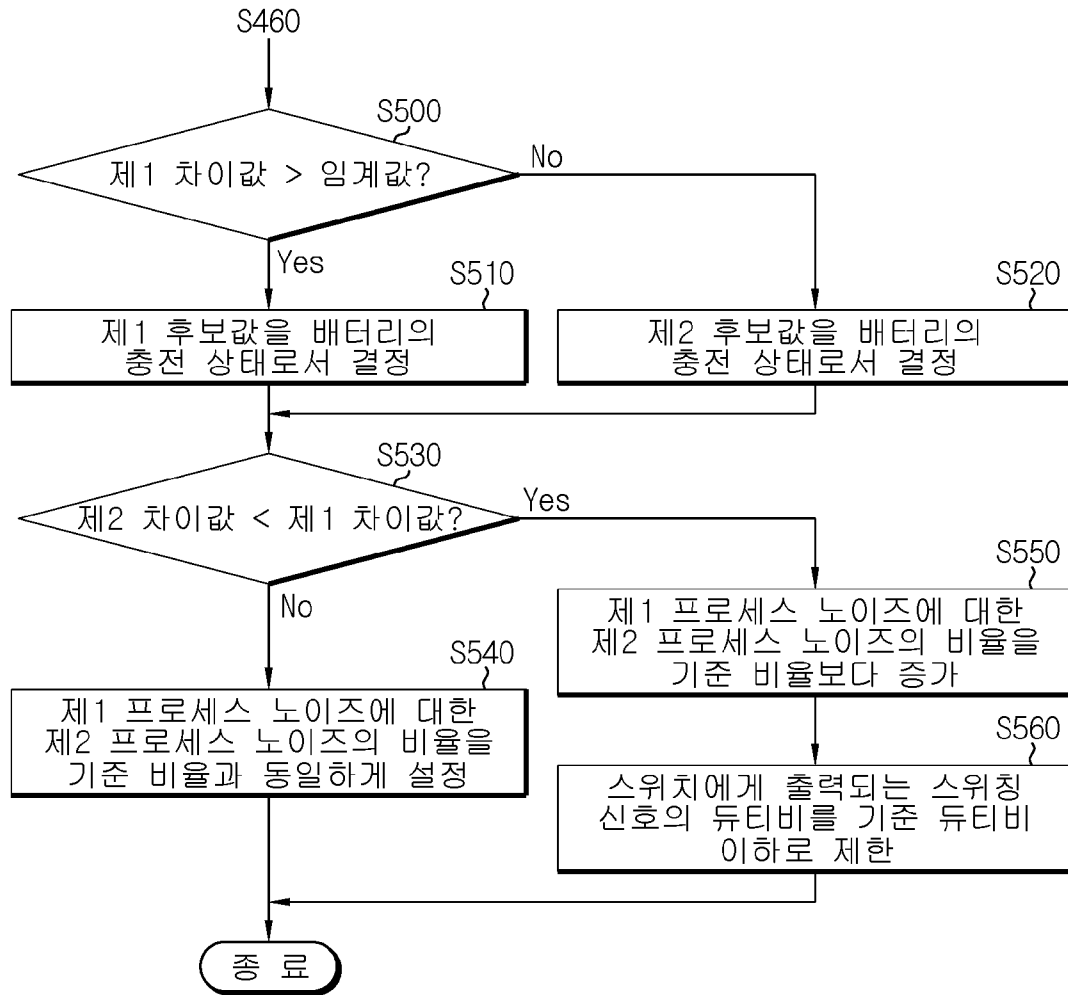
[도3]



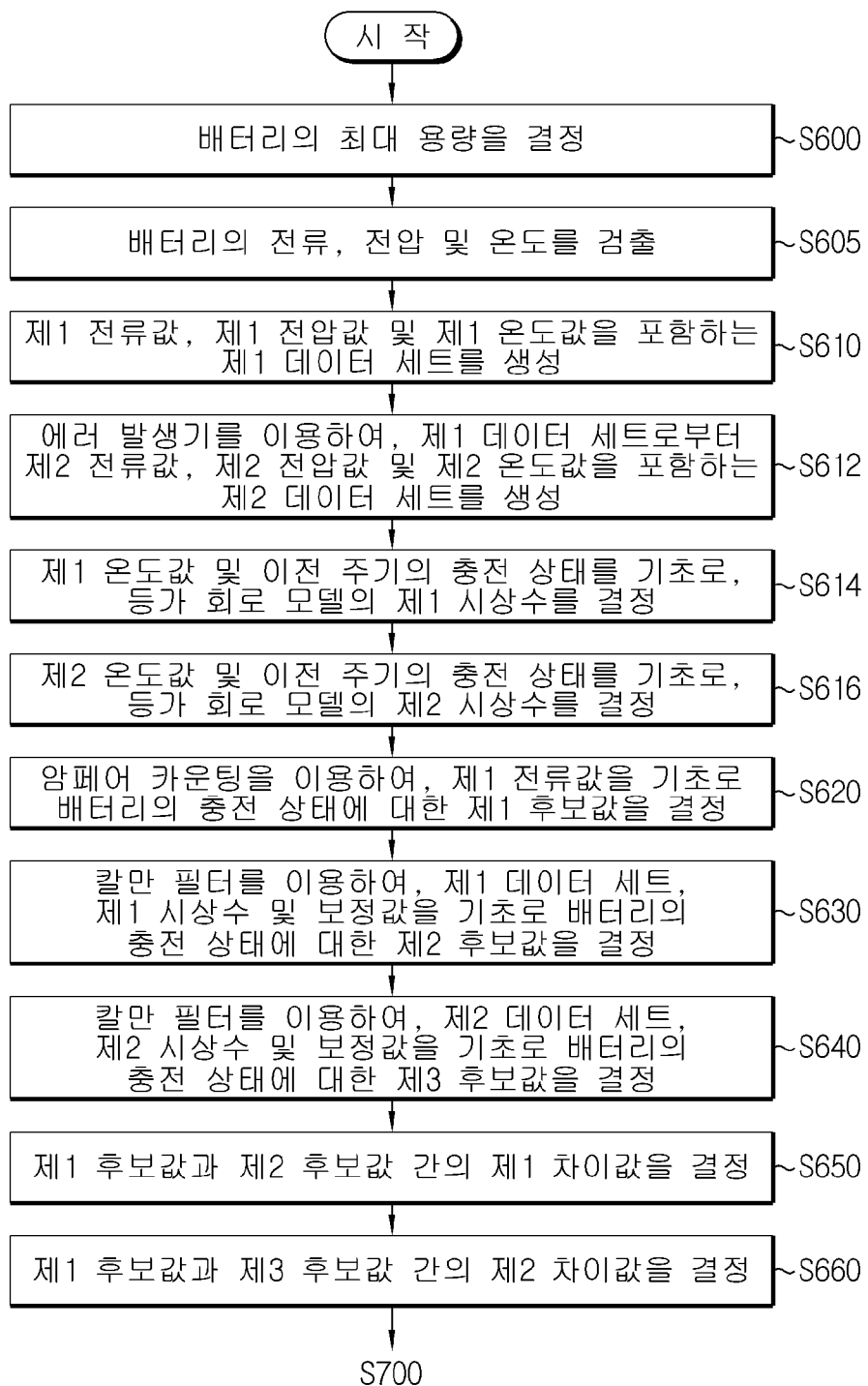
[도4]



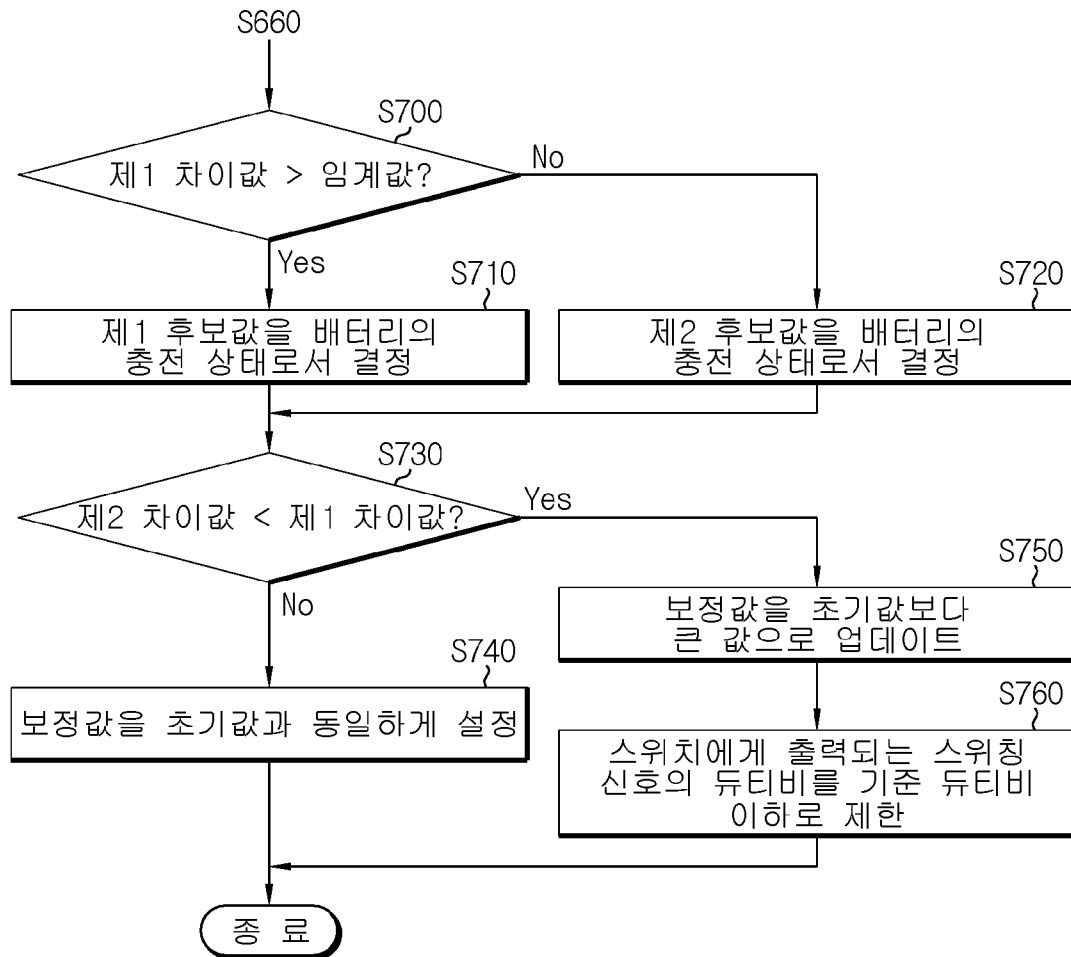
[도5]



[도6]



[도7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2020/000480

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/367(2019.01)i, G01R 31/382(2019.01)i, G01R 31/36(2006.01)i, H01M 10/48(2006.01)i, H01M 10/42(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R 31/367; B60W 20/13; G01R 31/36; H01M 10/0525; H01M 10/48; H02J 7/00; G01R 31/382; H01M 10/42

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above

Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: state of charge, current, voltage, equivalent circuit model, kalman filter

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2017-0244137 A1 (JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY COMPANY) 24 August 2017 See paragraph [41], claims 1-5 and figure 3.	1-13
A	KR 10-2009-0077657 A (SK ENERGY CO., LTD.) 15 July 2009 See paragraphs [30], [31] and figure 4.	1-13
A	JP 2017-194284 A (SUMITOMO ELECTRIC IND. LTD.) 26 October 2017 See paragraphs [44]-[55] and figures 1, 2.	1-13
A	US 2018-0111599 A1 (WANG et al.) 26 April 2018 See claims 1, 4, 9.	1-13
A	KR 10-2013-0110355 A (SK INNOVATION CO., LTD.) 10 October 2013 See the entire document.	1-13



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 APRIL 2020 (21.04.2020)

Date of mailing of the international search report

21 APRIL 2020 (21.04.2020)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex Daejeon Building 4, 189, Cheongsu-ro, Seo-gu,
Daejeon, 35208, Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2020/000480

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 2017-0244137 A1	24/08/2017	CN 108885239 A EP 3417304 A1 US 10367235 B2 WO 2017-142587 A1	23/11/2018 26/12/2018 30/07/2019 24/08/2017
KR 10-2009-0077657 A	15/07/2009	AT 551612 T CN 101965522 A CN 101971043 A CN 101971043 B EP 2233938 A2 EP 2233938 A4 EP 2233939 A2 EP 2233939 A4 EP 2233939 B1 JP 2011-515651 A JP 2011-515652 A JP 5483236 B2 KR 10-1189150 B1 KR 10-2009-0077656 A US 2010-0280777 A1 US 2010-0283471 A1 US 8548761 B2 WO 2009-088271 A2 WO 2009-088271 A3 WO 2009-088272 A2 WO 2009-088272 A3	15/04/2012 02/02/2011 09/02/2011 19/06/2013 29/09/2010 29/12/2010 29/09/2010 29/12/2010 28/03/2012 19/05/2011 19/05/2011 07/05/2014 10/10/2012 15/07/2009 04/11/2010 11/11/2010 01/10/2013 16/07/2009 29/10/2009 16/07/2009 29/10/2009
JP 2017-194284 A	26/10/2017	CN 109073711 A EP 3447511 A1 JP 2017-194282 A JP 2017-194283 A JP 6631377 B2 JP 6672976 B2 US 2019-0094305 A1 WO 2017-183241 A1	21/12/2018 27/02/2019 26/10/2017 26/10/2017 15/01/2020 25/03/2020 28/03/2019 26/10/2017
US 2018-0111599 A1	26/04/2018	US 10099679 B2	16/10/2018
KR 10-2013-0110355 A	10/10/2013	KR 10-1908412 B1	17/10/2018

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 31/367(2019.01)i, G01R 31/382(2019.01)i, G01R 31/36(2006.01)i, H01M 10/48(2006.01)i, H01M 10/42(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 31/367; B60W 20/13; G01R 31/36; H01M 10/0525; H01M 10/48; H02J 7/00; G01R 31/382; H01M 10/42

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 충전상태(state of charge), 전류(current), 전압(voltage), 등가 회로 모델(equivalent circuit model), 칼만 필터(kalman filter)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 2017-0244137 A1 (JOHNSON CONTROLS TECHNOLOGY COMPANY) 2017.08.24 단락 [41], 청구항 1-5 및 도면 3	1-13
A	KR 10-2009-0077657 A (에스케이에너지 주식회사) 2009.07.15 단락 [30], [31] 및 도면 4	1-13
A	JP 2017-194284 A (SUMITOMO ELECTRIC IND. LTD.) 2017.10.26 단락 [44]-[55] 및 도면 1, 2	1-13
A	US 2018-0111599 A1 (WANG 등) 2018.04.26 청구항 1, 4, 9	1-13
A	KR 10-2013-0110355 A (에스케이이노베이션 주식회사) 2013.10.10 전체 문헌	1-13

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후 “X”에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일

2020년 04월 21일 (21.04.2020)

국제조사보고서 발송일

2020년 04월 21일 (21.04.2020)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김연정

전화번호 +82-42-481-3325



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2017-0244137 A1	2017/08/24	CN 108885239 A EP 3417304 A1 US 10367235 B2 WO 2017-142587 A1	2018/11/23 2018/12/26 2019/07/30 2017/08/24
KR 10-2009-0077657 A	2009/07/15	AT 551612 T CN 101965522 A CN 101971043 A CN 101971043 B EP 2233938 A2 EP 2233938 A4 EP 2233939 A2 EP 2233939 A4 EP 2233939 B1 JP 2011-515651 A JP 2011-515652 A JP 5483236 B2 KR 10-1189150 B1 KR 10-2009-0077656 A US 2010-0280777 A1 US 2010-0283471 A1 US 8548761 B2 WO 2009-088271 A2 WO 2009-088271 A3 WO 2009-088272 A2 WO 2009-088272 A3	2012/04/15 2011/02/02 2011/02/09 2013/06/19 2010/09/29 2010/12/29 2010/09/29 2010/12/29 2012/03/28 2011/05/19 2011/05/19 2014/05/07 2012/10/10 2009/07/15 2010/11/04 2010/11/11 2013/10/01 2009/07/16 2009/10/29 2009/07/16 2009/10/29
JP 2017-194284 A	2017/10/26	CN 109073711 A EP 3447511 A1 JP 2017-194282 A JP 2017-194283 A JP 6631377 B2 JP 6672976 B2 US 2019-0094305 A1 WO 2017-183241 A1	2018/12/21 2019/02/27 2017/10/26 2017/10/26 2020/01/15 2020/03/25 2019/03/28 2017/10/26
US 2018-0111599 A1	2018/04/26	US 10099679 B2	2018/10/16
KR 10-2013-0110355 A	2013/10/10	KR 10-1908412 B1	2018/10/17