

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일

2025 년 7 월 10 일 (10.07.2025)



WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2025/147152 A1

(51) 국제특허분류:

G01R 31/392 (2019.01)

G01R 31/396 (2019.01)

G01R 31/382 (2019.01)

G01R 31/367 (2019.01)

H01M 10/42 (2006.01)

H01M 10/052 (2010.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2025/000156

(22) 국제출원일:

2025 년 1 월 3 일 (03.01.2025)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2024-0001587 2024 년 1 월 4 일 (04.01.2024) KR

(71) 출원인: 주식회사 엘지에너지솔루션 (LG ENERGY SOLUTION, LTD.) [KR/KR]; 07335 서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (KR).

(72) 발명자: 송희석 (SONG, Hee-Seok); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기술연구원 (KR). 박현주 (PARK, Hyun-Joo); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기술연구원 (KR). 최순주 (CHOI, Soon-Ju); 34122 대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기술연구원 (KR).

(74) 대리인: 특허법인 필앤온지 (PHIL & ONZI INT'L PATENT & LAW FIRM); 06643 서울특별시 서초구 서초중앙로 36, 3층 (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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

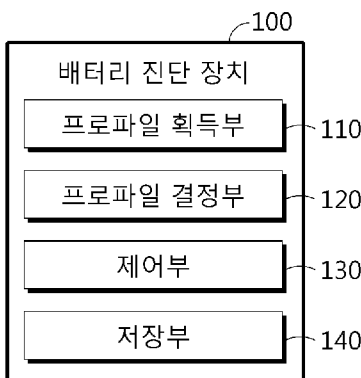
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, 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))

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR MANAGING BATTERY

(54) 발명의 명칭: 배터리 관리 장치 및 방법



100 ... Battery diagnosis device
110 ... Profile acquisition unit
120 ... Profile determination unit
130 ... Control unit
140 ... Storage unit

(57) Abstract: According to an embodiment of the present invention, the battery management apparatus comprises: a profile acquisition unit configured to acquire a battery profile indicating the correspondence between the voltage and capacity of a battery; a profile determination unit configured to determine a positive electrode profile and a negative electrode profile of the battery by adjusting a preconfigured reference positive electrode profile and a preconfigured reference negative electrode profile to correspond to the battery profile; and a control unit configured to calculate a lithium loss rate of the battery on the basis of the positive electrode profile of the battery, calculate a negative electrode side reaction rate of the battery on the basis of the battery profile, and calculate a positive electrode side reaction rate of the battery on the basis of the lithium loss rate and the negative electrode side reaction rate.

(57) 요약서: 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치는 배터리의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 배터리 프로파일을 획득하도록 구성된 프로파일 획득부; 미리 설정된 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 상기 배터리 프로파일에 대응되도록 조정하여 상기 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하도록 구성된 프로파일 결정부; 및 상기 배터리의 양극 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 리튬 손실률을 산출하고, 상기 배터리 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 음극 부반응률을 산출하며, 상기 리튬 손실률과 상기 음극 부반응률에 기반하여 상기 배터리의 양극 부반응률을 산출하도록 구성된 제어부를 포함한다.

WO 2025/147152 A1

발명의 설명

발명의 명칭: 배터리 관리 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 배터리 관리 장치 및 방법에 관한 것이다.
- [2] 본 출원은 2024년 1월 4일자로 한국 특허청에 출원되었으며, 여기에 인용하는 것에 의해 그 내용이 전체적으로 본 출원에 포함되는 한국 특허 출원 제10-2024-0001587호에 기초하며, 그 우선권을 주장한다.

[3]

배경기술

- [4] 최근, 노트북, 비디오 카메라, 휴대용 전화기 등과 같은 휴대용 전자 제품의 수요가 급격하게 증대되고, 전기 자동차, 에너지 저장용 축전지, 로봇, 위성 등의 개발이 본격화됨에 따라, 반복적인 충방전이 가능한 고성능 배터리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.
- [5] 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.
- [6] 이러한 배터리는 고용량화 및 고밀도화 측면에서 많은 연구가 진행되고 있지만 수명과 안전성 향상 측면도 중요하다. 배터리의 안전성을 향상하기 위하여, 다양한 연구가 진행되고 있으며 이를 위해 배터리의 현재 상태를 정확하게 진단하는 기술이 요구된다.

[7]

발명의 내용

기술적 과제

- [8] 본 발명은, 배터리의 리튬 손실률, 음극 부반응률 및 양극 부반응률을 구분하여 산출할 수 있는 배터리 관리 장치 및 방법을 제공한다.
- [9] 본 발명의 여러 양태들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 다양한 양태들은 특허청구범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 알 수 있을 것이다.

[10]

과제 해결 수단

- [11] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 장치는 배터리의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 배터리 프로파일을 획득하도록 구성된 프로파일 획득부; 미리 설정된 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 상기 배터리 프로파일에 대응되도록 조정하여 상기 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하도록

록 구성된 프로파일 결정부; 및 상기 배터리의 양극 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 리튬 손실률을 산출하고, 상기 배터리 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 음극 부반응률을 산출하며, 상기 리튬 손실률과 상기 음극 부반응률에 기반하여 상기 배터리의 양극 부반응률을 산출하도록 구성된 제어부를 포함할 수 있다.

- [12] 상기 제어부는, 상기 음극 부반응률과 상기 리튬 손실률의 차이를 계산하여 상기 양극 부반응률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [13] 상기 배터리 프로파일은, 상기 배터리의 충전 과정에서의 상기 전압과 상기 용량 간의 대응 관계를 나타내는 충전 프로파일 및 상기 배터리의 방전 과정에서의 상기 전압과 상기 용량 간의 대응 관계를 나타내는 방전 프로파일을 포함하도록 구성될 수 있다.
- [14] 상기 제어부는, 상기 충전 프로파일로부터 상기 배터리의 충전 용량을 산출하고, 상기 방전 프로파일로부터 상기 배터리의 방전 용량을 산출하며, 상기 충전 용량과 상기 방전 용량에 기반하여 상기 음극 부반응률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [15] 상기 제어부는, 상기 충전 용량과 상기 방전 용량의 용량 차이를 산출하고, 산출된 용량 차이를 미리 설정된 누적 용량 차이에 가산하여 상기 누적 용량 차이를 갱신하며, 갱신된 누적 용량 차이에 기반하여 상기 음극 부반응률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [16] 상기 제어부는, 상기 갱신된 누적 용량 차이를 미리 설정된 기준 용량으로 나누어서 상기 음극 부반응률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [17] 상기 제어부는, 상기 배터리의 이전의 충방전 사이클 각각에서 결정된 용량 차이를 합산하여 상기 누적 용량 차이를 미리 설정하도록 구성될 수 있다.
- [18] 상기 프로파일 결정부는, 상기 방전 프로파일에 대응되도록 상기 기준 양극 프로파일 및 상기 기준 음극 프로파일을 조정하도록 구성될 수 있다.
- [19] 상기 제어부는, 상기 배터리의 양극 프로파일에서 양극 참여 개시점을 진단 인자로 추출하고, 추출된 진단 인자, 미리 설정된 기준 개시점 및 미리 설정된 기준 종료점에 기반하여 상기 배터리의 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [20] 상기 기준 개시점은 양극 기준 개시점을 포함하고, 상기 기준 종료점은 양극 기준 종료점을 포함할 수 있다.
- [21] 상기 제어부는, 상기 추출된 진단 인자의 타겟값, 상기 양극 기준 개시점의 양극 기준 개시값 및 상기 양극 기준 종료점의 양극 기준 종료값에 기반하여 상기 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [22] 상기 기준 개시점은 양극 기준 개시점 및 음극 기준 개시점을 포함하고, 상기 기준 종료점은 음극 기준 종료점을 포함할 수 있다.
- [23] 상기 제어부는, 상기 추출된 진단 인자의 타겟값, 상기 양극 기준 개시점의 양극 기준 개시값, 상기 음극 기준 개시점의 음극 기준 개시값 및 상기 음극 기준 종료

점의 음극 기준 종료값에 기반하여 상기 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.

- [24] 상기 제어부는, 상기 양극 부반응률, 상기 음극 부반응률 및 상기 리튬 손실률 중 적어도 하나에 기반하여 상기 배터리에 대한 사용 조건을 설정하도록 구성될 수 있다.
- [25] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리 팩은 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 장치를 포함할 수 있다.
- [26] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 자동차는 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 장치를 포함할 수 있다.
- [27] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리 관리 방법은 배터리의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 배터리 프로파일을 획득하는 프로파일 획득 단계; 미리 설정된 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 상기 배터리 프로파일에 대응되도록 조정하여 상기 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하는 프로파일 결정 단계; 상기 배터리의 양극 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 리튬 손실률을 산출하고, 상기 배터리 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 음극 부반응률을 산출하는 리튬 손실률 및 음극 부반응률 산출 단계; 및 상기 리튬 손실률과 상기 음극 부반응률에 기반하여 상기 배터리의 양극 부반응률을 산출하는 양극 부반응률 산출 단계를 포함할 수 있다.

[28]

발명의 효과

- [29] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 장치는 충방전이 반복됨에 따라 퇴화된 배터리에 대하여 리튬 손실률, 음극 부반응률 및 양극 부반응률을 구분하여 산출할 수 있다.
- [30] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 장치는 산출된 리튬 손실률, 음극 부반응률 및 양극 부반응률 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 사용 조건을 적절하게 설정함으로써, 배터리의 퇴화 또는 퇴화 가속화를 방지 또는 억제할 수 있다.
- [31] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[32]

도면의 간단한 설명

- [33] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 후술되는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.
- [34] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치를 개략적으로 도시한 도면이다.

- [35] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [36] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [37] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [38] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 프로파일 및 기준 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [39] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 배터리 프로파일과의 비교용으로 이용되는 비교 프로파일을 생성하는 절차의 일 예를 설명하는 데에 참조되는 도면이다.
- [40] 도 9 내지 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 배터리 프로파일과의 비교용으로 이용되는 비교 프로파일을 생성하는 절차의 다른 예를 설명하는 데에 참조되는 도면이다.
- [41] 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 배터리 팩의 예시적 구성을 도시한 도면이다.
- [42] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 자동차를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [43] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.

[44]

발명의 실시를 위한 형태

- [45] 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.
- [46] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 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.
- [47] 또한, 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [48] 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.

- [49] 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.
- [50] 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.
- [51] 배터리의 퇴화에 따른 가용 용량 손실은 가용 리튬 손실과 관련 되고, 배터리의 가용 리튬 손실은 음극 또는 양극에서 발생하는 부반응에 기인한다. 예를 들면, 음극에서 리튬 이온이 소모되는 음극 부반응(ASR, Anode Side Reaction) 및 분해된 전해질로부터 양극이 리튬 이온을 얻는 양극 부반응(CSR, Cathode Side Reaction)은 배터리의 가용 리튬 손실과 직접적으로 관련된다.
- [52] 또한, 양극 또는 음극에서 부반응이 발생하면, 리튬 이온과 전해액의 반응으로 가스가 발생될 수 있다. 음극 부반응의 일 예로, 전해질 일부가 환원 분해되어 음극에 리튬이 석출되는 과정에서, 수소(H₂) 및 탄화수소(C_xH_y) 등의 환원가스가 발생할 수 있다. 양극 부반응의 일 예로, 전해질의 일부가 산화 분해되어 일산화탄소(CO) 및 이산화탄소(CO₂) 등의 산화가스가 발생할 수 있다. 한편, 배터리 내부에서 발생하는 가스는, 배터리의 온도 증가를 수반한 압력 상승을 가져오기 때문에 폭발 등 안전상의 문제를 야기할 수 있다.
- [53] 앞서 설명한 바와 같이, 가용 리튬 손실, 양극 부반응 및 음극 부반응은 배터리의 퇴화 및 내부 가스 발생과 직접적으로 관련이 있다. 예를 들면, 가용 리튬 손실, 양극 부반응 및 음극 부반응이 발생한 정도를 정량적으로 산출할 수 있다면, 그 값은 퇴화 진단 및 가스량 예측 등에 있어 중요한 지표로 사용될 수 있다. 본 발명에서는, 가용 리튬 손실로부터 양극 부반응에 기인한 가용 리튬 손실과 음극 부반응에 기인한 가용 리튬 손실을 정량적으로 분리해낼 수 있는 기술, 방법 및 장치를 제공한다.
- [54] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [55] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [56] 도 1을 참조하면, 배터리 관리 장치(100)는 프로파일 획득부(110), 프로파일 결정부(120) 및 제어부(130)를 포함할 수 있다.
- [57] 여기서, 배터리는 음극 단자와 양극 단자를 구비하며, 물리적으로 분리 가능한 하나의 독립된 셀을 의미한다. 일 예로, 리튬 이온 전지 또는 리튬 폴리머 전지가 배터리로 간주될 수 있다. 또한, 배터리의 종류는 원통형(cylindrical type), 각형(prismatic type) 또는 파우치형(pouch type)일 수 있다. 또한, 배터리는 복수의 셀이 직렬 및/또는 병렬로 연결된 배터리 뱅크(battery bank), 배터리 모듈(battery module) 또는 배터리 팩(battery pack)을 의미할 수도 있다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해, 배터리가 하나의 독립된 셀을 의미하는 것으로 설명한다.

- [58] 프로파일 획득부(110)는 배터리의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 배터리 프로파일을 획득하도록 구성될 수 있다.
- [59] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 프로파일을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [60] 도 2의 실시예에 있어서, 가로축(X축)은 용량(capacity, Ah)을 나타내고, 세로축(Y축)은 전압(voltage, V)을 나타낸다.
- [61] 배터리 프로파일(BP)은 배터리가 충전될 때의 전압(V)과 용량(Q) 간의 대응 관계를 나타내는 프로파일이다. 또한, 배터리 프로파일(BP)은 배터리가 방전될 때의 전압(V)과 용량(Q) 간의 대응 관계를 나타낼 수도 있다.
- [62] 예컨대, 프로파일 획득부(110)는 외부로부터 모니터링 하고자 하는 배터리 프로파일(BP)을 직접 수신할 수 있다. 즉, 프로파일 획득부(110)는 외부와 유선 및/또는 무선으로 연결되어 배터리 프로파일(BP)을 수신함으로써, 모니터링 하고자 하는 배터리 프로파일(BP)을 획득할 수 있다.
- [63] 다른 예로, 프로파일 획득부(110)는 배터리 프로파일(BP)을 직접 수신하는 대신 배터리의 전압(V)과 용량(Q)에 대한 배터리 정보를 수신하고, 수신한 배터리 정보에 기반하여 배터리 프로파일(BP)을 생성할 수 있다. 예를 들면, 프로파일 획득부(110)는 배터리의 전압(V)과 용량(Q) 등과 같은 배터리 정보에 기반하여 배터리 프로파일(BP)을 직접 생성함으로써, 배터리 프로파일(BP)을 획득할 수 있다.
- [64] 프로파일 획득부(110)는 프로파일 결정부(120)와 통신 가능하도록 연결될 수 있다. 예컨대, 프로파일 획득부(110)는 프로파일 결정부(120)와 유선 및/또는 무선으로 연결될 수 있다. 프로파일 획득부(110)는 획득한 배터리 프로파일(BP)을 프로파일 결정부(120)로 송신할 수 있다.
- [65] 프로파일 결정부(120)는 미리 설정된 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 배터리 프로파일(BP)에 대응되도록 조정하여 상기 배터리의 양극 프로파일 및 상기 배터리의 음극 프로파일을 결정하도록 구성될 수 있다.
- [66] 기준 양극 프로파일이란, 배터리의 양극에 대응되도록 미리 설정된 기준 양극 셀의 용량 및 전압 간의 대응 관계를 나타내는 프로파일일 수 있다. 예컨대, 기준 양극 셀은 양극 코인 하프 셀 또는 3 전극 셀의 양극일 수 있다. 그리고, 기준 음극 프로파일이란, 배터리의 음극에 대응되도록 미리 설정된 기준 음극 셀의 용량 및 전압 간의 대응 관계를 나타내는 프로파일일 수 있다. 예컨대, 기준 음극 셀은 음극 코인 하프 셀 또는 3 전극 셀의 음극일 수 있다.
- [67] 먼저, 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일에 기반하여 비교 프로파일을 생성하도록 구성될 수 있다.
- [68] 예를 들면, 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 배터리 프로파일(BP)에 대응되도록 조정하여 조정 양극 프로파일 및 조정 음극 프로파일을 생성할 수 있다. 그리고, 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일 및 조정 음극 프로파일로부터 비교 프로파일을 생성할 수 있다. 프로파일

결정부(120)는 비교 프로파일이 배터리 프로파일(BP)에 대응될 때까지 기준 양극 프로파일과 기준 음극 프로파일을 조정할 수 있다.

[69] 예컨대, 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일과 기준 음극 프로파일에 대한 조정 절차(프로파일을 쉬프트(shift) 또는 용량 스케일링(scaling)) 및 합성 절차를 반복하여 복수의 비교 프로파일을 생성할 수 있다. 프로파일 결정부(120)는 복수의 비교 프로파일 중에서 배터리 프로파일(BP)과의 오차가 최소가 되는 비교 프로파일을 특정할 수 있다. 그리고, 프로파일 결정부(120)는 특정된 비교 프로파일을 생성하는 데 이용된 조정 양극 프로파일 및 조정 음극 프로파일을 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일로 결정할 수 있다.

[70] 특정된 비교 프로파일을 생성하는 데 이용된 조정 양극 프로파일과 조정 음극 프로파일은 배터리의 현재 상태를 나타내는 양극 프로파일과 음극 프로파일로 추정될 수 있다. 현재의 기술로서는, 배터리를 직접 분해하지 않고는 배터리의 현재 상태를 나타내는 양극 프로파일과 음극 프로파일을 직접 획득할 수 없는 문제가 있다. 그러나, 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)에 의하면, 특정된 비교 프로파일의 기초가 되는 조정 양극 프로파일과 조정 음극 프로파일이 배터리의 현재 상태를 반영하는 양극 프로파일과 음극 프로파일로 추정할 수 있다.

[71] 관련하여, 프로파일 결정부(120)가 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 조정하여, 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하는 실시예에 대해서는 도 4 내지 도 11을 참조하여 후술한다.

[72] 제어부(130)는 배터리의 양극 프로파일에 기반하여 배터리의 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.

[73] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리의 양극 프로파일(PP) 및 음극 프로파일(NP)을 개략적으로 도시한 도면이다.

[74] 일 실시예에 따라, 제어부(130)는 배터리의 양극 프로파일(PP)에서 양극 참여 개시점(pi)을 진단 인자로 추출하고, 추출된 진단 인자, 미리 설정된 기준 개시점 및 미리 설정된 기준 종료점에 기반하여 배터리의 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.

[75] 일 실시예에 따라, 기준 개시점 및 기준 종료점은 배터리가 BOL(Beginning of Life) 상태일 때 획득된 배터리 프로파일에 대응되도록 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 조정한 결과에 기반하여 미리 설정될 수 있다. BOL은 배터리의 초기상태를 의미하며, 제조 후 첫 사용 시점으로, 배터리가 최대 용량과 성능을 발휘할 수 있는 상태를 의미한다.

[76] 기준 개시점 및 기준 종료점은 제어부(130)에 의해 미리 설정될 수 있다. 예컨대, 프로파일 결정부(120)는 배터리가 BOL 상태일 때 획득된 배터리 프로파일에 대응되도록 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 조정할 수 있다. 그리고, 프로파일 결정부(120)는 조정 결과에 기반하여 BOL 상태의 배터리에 대응되는 초기 양극 프로파일 및 초기 음극 프로파일을 결정할 수 있다. 프로파일 결정부(120)가 초기 양극 프로파일 및 초기 음극 프로파일을 결정하는 방식은 배터리

의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하는 방식과 동일하다. 제어부(130)는 초기 양극 프로파일 및/또는 초기 음극 프로파일로부터 기준 개시점 및 기준 종료점을 미리 설정할 수 있다.

- [77] 예컨대, 기준 개시점은 양극 기준 개시점 및/또는 음극 기준 개시점을 포함하고, 기준 종료점은 양극 기준 종료점 및/또는 음극 기준 종료점을 포함하도록 구성될 수 있다. 여기서, 양극 기준 개시점은 초기 양극 프로파일의 양극 참여 개시점을 의미한다. 양극 기준 종료점은 초기 양극 프로파일의 양극 참여 종료점을 의미한다. 그리고, 음극 기준 개시점은 초기 음극 프로파일의 음극 참여 개시점을 의미한다. 음극 기준 종료점은 초기 음극 프로파일의 음극 참여 종료점을 의미한다.
- [78] 일 실시예에 따라, 제어부(130)는 추출된 진단 인자의 타겟값, 양극 기준 개시점의 양극 기준 개시값 및 양극 기준 종료점의 양극 기준 종료값에 기반하여 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [79] 여기서, 진단 인자의 타겟값, 기준 개시점의 기준 개시값 및 기준 종료점의 기준 종료값은 용량에 기반하여 산출될 수 있다.
- [80] 일 실시예에 따라, 제어부(130)는 진단 인자의 용량을 현재 용량차로 나누어서 진단 인자의 타겟값을 산출할 수 있다. 여기서, 진단 인자는 양극 참여 개시점(pi)일 수 있다. 제어부(130)는 양극 참여 개시점(pi)의 용량을 현재 용량차로 나누어서 양극 참여 개시점(pi)의 타겟값을 산출할 수 있다.
- [81] 예컨대, 도 3의 실시예에서, 현재 용량차는 배터리의 양극 프로파일(PP)의 최소 용량(시작 용량)과 최대 용량(종료 용량)의 차이(Qp)일 수 있다. 이 경우, 양극 참여 개시점(pi)의 타겟값은 " $Q_{ix}Q_p$ "의 수식에 따라 계산된 값일 수 있다.
- [82] 다른 예로, 도 3의 실시예에서, 현재 용량차는 배터리의 음극 프로파일(NP)의 최소 용량과 최대 용량의 차이(Qn)일 수 있다. 이 경우, 음극 참여 개시점(ni)의 타겟값은 " $Q_{ix}Q_n$ "의 수식에 따라 계산된 값일 수 있다.
- [83] 또 다른 예로, 도 3의 실시예에서, 현재 용량차는 배터리 프로파일(BP)의 최소 용량과 최대 용량의 차이(Qb)일 수 있다. 이 경우, 양극 참여 개시점(pi)의 타겟값은 " $Q_{ix}Q_b$ "의 수식에 따라 계산된 값일 수 있다.
- [84] 그리고, 양극 기준 개시값은 양극 기준 개시점의 용량을 초기 용량차로 나눈 값으로 미리 설정될 수 있다. 양극 기준 종료값은 양극 기준 종료점의 용량을 초기 용량차로 나눈 값으로 미리 설정될 수 있다. 일 예로, 초기 용량차는 초기 양극 프로파일의 최소 용량과 최대 용량의 차이일 수 있다. 다른 예로, 초기 용량은 초기 음극 프로파일의 최소 용량과 최대 용량의 차이일 수 있다. 또 다른 예로, 초기 용량은 BOL 상태의 배터리에 대해 획득된 배터리 프로파일의 최소 용량과 최대 용량의 차이일 수 있다.
- [85] 한편, 현재 용량차 및 초기 용량차를 산출하는 데 사용되는 프로파일은 대응되는 것일 수 있다. 예컨대, 현재 용량차를 산출하는 데 배터리의 양극 프로파일(PP)이 사용된다면, 초기 용량차를 산출하는 데에는 초기 양극 프로파일이 사용

될 수 있다. 다른 예로, 현재 용량차를 산출하는 데 배터리의 음극 프로파일(NP)이 사용된다면, 초기 용량차를 산출하는 데에는 초기 음극 프로파일이 사용될 수 있다. 또 다른 예로, 현재 용량차를 산출하는 데 배터리 프로파일(BP)이 사용된다면, 초기 용량차를 산출하는 데에는 BOL 상태의 배터리에 대해 획득된 배터리 프로파일이 사용될 수 있다. 즉, 양극 기준 개시값이 초기 양극 프로파일에 대한 초기 용량차에 대응되도록 설정된 경우, 진단 인자의 타겟값은 배터리의 양극 프로파일(PP)에 대한 현재 용량차에 대응되도록 설정되어야 한다.

[86] 제어부(130)는 양극 참여 개시점(pi)의 타겟값과 양극 기준 개시값의 차이인 제1 차이를 산출하고, 양극 기준 종료값과 양극 기준 개시값의 차이인 제2 차이를 산출할 수 있다. 제어부(130)는 제2 차이에 대한 제1 차이의 비율을 계산하여 리튬 손실률을 산출할 수 있다.

[87] 예컨대, 제어부(130)는 아래의 수식 1을 이용하여 리튬 손실률을 산출할 수 있다.

[88] [수식 1]

$$[89] \quad K_{Li} = \frac{pi_{MOL} - pi_{BOL}}{pf_{BOL} - pi_{BOL}}$$

[90] 여기서, K_{Li} 은 리튬 손실률을 나타내고, pi_{MOL} 은 양극 참여 개시점의 타겟값을 나타내고, pi_{BOL} 은 양극 기준 개시값을 나타내고, pf_{BOL} 은 양극 기준 종료값을 나타낸다. MOL (Middle of Life)은 배터리가 어느정도 사용된 상태로, 초기성능(BOL) 대비 저하가 발생하지만 여전히 정상적으로 작동하는 단계를 의미한다.

[91] 다른 예로, 기준 개시점은 양극 기준 개시점 및 음극 기준 개시점을 포함하고, 기준 종료점은 음극 기준 종료점을 포함하도록 구성될 수 있다.

[92] 여기서, 양극 기준 개시점은 초기 양극 프로파일의 양극 참여 개시점을 의미한다. 음극 기준 개시점은 초기 음극 프로파일의 음극 참여 개시점을 의미한다. 음극 기준 종료점은 초기 음극 프로파일의 음극 참여 종료점을 의미한다.

[93] 제어부(130)는 추출된 진단 인자의 타겟값, 양극 기준 개시점의 양극 기준 개시값, 음극 기준 개시점의 음극 기준 개시값 및 음극 기준 종료점의 음극 기준 종료값에 기반하여 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.

[94] 일 실시예에 따라, 양극 참여 개시점(pi)이 진단 인자로 추출된 경우, 양극 참여 개시점의 타겟값은 양극 참여 개시점의 용량을 현재 용량차로 나누어 산출될 수 있다.

[95] 그리고, 양극 기준 개시값은 양극 기준 개시점의 용량을 초기 용량차로 나누어 산출될 수 있다. 음극 기준 개시값은 음극 기준 개시점의 용량을 초기 용량차로 나누어 산출될 수 있다. 음극 기준 종료값은 음극 기준 종료점의 용량을 초기 용량차로 나누어 산출될 수 있다. 앞서 설명한 바와 같이, 초기 용량차는 초기 양극 프로파일, 초기 음극 프로파일 또는 BOL 상태의 배터리의 배터리 프로파일의 최소 용량과 최대 용량의 차이일 수 있다.

- [96] 제어부(130)는 양극 참여 개시점의 타겟값과 양극 기준 개시값의 차이인 제1 차이를 산출하고, 음극 기준 종료값과 음극 기준 개시값의 차이인 제3 차이를 산출할 수 있다. 제어부(130)는 제3 차이에 대한 제1 차이의 비율을 계산하여 리튬 손실률을 산출할 수 있다.
- [97] 예컨대, 제어부(130)는 아래의 수식 2를 이용하여, 리튬 손실률을 산출할 수 있다.
- [98] [수식 2]
- [99]
$$K_{Li} = \frac{pi_{MOL} - pi_{BOL}}{nf_{BOL} - ni_{BOL}}$$
- [100] 여기서, K_{Li} 은 리튬 손실률을 나타내고, pi_{MOL} 은 양극 참여 개시점의 타겟값을 나타내고, pi_{BOL} 은 양극 기준 개시값을 나타내고, ni_{BOL} 은 음극 기준 개시값을 나타내고, nf_{BOL} 은 음극 기준 종료값을 나타낸다.
- [101] 제어부(130)는 배터리 프로파일(BP)에 기반하여 배터리의 음극 부반응률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [102] 배터리 프로파일(BP)은 배터리의 충전 과정에서의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 충전 프로파일 및 배터리의 방전 과정에서의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 방전 프로파일을 포함하도록 구성될 수 있다.
- [103] 제어부(130)는 충전 프로파일로부터 배터리의 충전 용량을 산출하고, 방전 프로파일로부터 배터리의 방전 용량을 산출하며, 충전 용량과 방전 용량에 기반하여 음극 부반응률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [104] 충전 용량은 배터리의 충전이 시작되는 시점부터 충전이 종료되는 시점까지 충전된 배터리의 용량을 의미할 수 있다. 방전 용량은 배터리의 방전이 시작되는 시점부터 방전이 종료되는 시점까지 방전된 배터리의 용량을 의미할 수 있다.
- [105] 제어부(130)는 충전 용량과 방전 용량의 차이에 기반하여 음극 부반응률을 산출할 수 있다.
- [106] 예를 들면, 제어부(130)는 충전 용량과 방전 용량 간의 용량 차이를 산출할 수 있다. 그리고, 제어부(130)는 산출된 용량 차이를 미리 설정된 누적 용량 차이에 가산하여 누적 용량 차이를 갱신하도록 구성될 수 있다. 제어부(130)는 배터리의 이전의 충방전 사이클 각각에서 결정된 용량 차이를 누적 합산하여 누적 용량 차이를 미리 설정할 수 있다. 즉, 누적 용량 차이는 이전의 충방전 사이클에서 결정된 하나 이상의 용량 차이에 대한 합산값일 수 있다.
- [107] 예컨대, n 은 2 이상의 자연수이고, 현재 충방전 사이클이 제 n 충방전 사이클이라고 가정한다. 제1 내지 제 $n-1$ 충방전 사이클 각각에서 결정된 $n-1$ 개의 용량 차이에 대한 합산값이 누적 용량 차이로 미리 설정될 수 있다. 제어부(130)는 제 n 충방전 사이클에서 결정된 용량 차이를 누적 용량 차이에 가산하여, 누적 용량 차이를 갱신할 수 있다.
- [108] 제어부(130)는 갱신된 누적 용량 차이에 기반하여 음극 부반응률을 산출하도록 구성될 수 있다.

- [109] 여기서, 음극 부반응물은 배터리의 음극에서 발생한 부반응을 정량적으로 나타내는 지표이다. 음극 부반응(ASR, Anode Side Reaction)은 배터리의 음극에서 리튬 이온이 소모되는 반응이다. 예컨대, 음극 부반응은 전해질 중 일부의 환원 분해에 따른 리튬 플레이팅(Lithium plating), 리튬 이온과 전해액의 반응, 음극 활물질의 불안정성 및 음극 활물질의 구조 붕괴 등에 의해 발생할 수 있다. 그리고, 음극 부반응에 의해 소모된 리튬 이온의 전부 또는 일부는 전해액과의 반응을 통해 수소(H_2) 및 탄화수소(C_xH_y) 등의 환원가스를 발생시킬 수 있다.
- [110] 배터리의 충전 과정은 리튬 이온이 양극에서 음극으로 이동하는 과정이고, 방전 과정은 리튬 이온이 음극에서 양극으로 이동하는 과정이다. 따라서, 양극에서 음극으로 이동한 리튬 이온의 양은 배터리의 충전 용량에 관련되며, 음극에서 양극으로 이동한 리튬 이온의 양은 배터리의 방전 용량에 관련된다. 배터리의 이상적인 충방전 사이클에서는 충전 용량과 방전 용량이 동일하게 나타난다. 그러나, 배터리의 실제 충방전 사이클에서는 내부 저항 등의 요인으로 인해 충전 용량과 방전 용량이 다르게 나타날 수 있다. 즉, 배터리의 실제 충방전 사이클에서는 히스테리시스(hysteresis) 현상이 나타날 수 있다.
- [111] 요약하면, 배터리의 연속하는 충방전 사이클 동안 양극에서 음극으로 이동하는 리튬 이온의 양(충전 용량)과 음극에서 양극으로 이동하는 리튬 이온의 양(방전 용량)은 동일해야 한다. 하지만 실제 충방전 사이클에서는, 충전 과정 동안 음극이 양극으로부터 받은 리튬 이온 중 방전 과정에서 음극이 다시 양극으로 돌려주지 못하는 리튬 이온이 존재한다. 그리고, 이는 음극에서의 리튬 이온의 가역적 손실 및 비가역적 손실을 야기한다. 즉, 배터리의 충전 용량과 방전 용량 간의 차이는 음극 부반응으로 소모된 리튬 이온의 양과 관련된다.
- [112] 제어부(130)는 갱신된 누적 용량 차이를 미리 설정된 기준 용량으로 나누어서 음극 부반응률을 산출할 수 있다.
- [113] 여기서, 기준 용량은 배터리의 첫 번째 충방전 사이클에서의 충전 용량 또는 방전 용량을 나타낼 수 있다.
- [114] 배터리의 충방전 과정에서 발생하는 히스테리시스 현상 및 충방전시 리튬 이온의 이동 방향을 고려하면, 배터리의 첫 번째 충방전 사이클에서의 방전 용량이 기준 용량으로 미리 설정될 수 있다.
- [115] 이 경우 음극 부반응률은, 배터리의 BOL(Beginning of Life) 상태에서 음극이 양극에 제공할 수 있는 리튬 이온의 양에 대한 음극 부반응량(음극 부반응을 통해 소모된 리튬 이온의 양)의 비율을 의미할 수 있다.
- [116] 예컨대, 제어부(130)는 수식 3 및 수식 4를 이용하여 음극 부반응률을 산출할 수 있다.

[117] [수식 3]

[118]
$$Q_{\text{accum_n}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{ch_i}} - Q_{\text{ach_i}})$$

[119] 여기서, $Q_{\text{accum},n}$ 은 누적 용량 차이를 나타낸다. 그리고, n 은 현재(음극 부반응물 산출 시점)의 충방전 사이클 횟수를 나타내고, Q_{ch} 는 충전 용량을 나타내고, Q_{dch} 는 방전 용량을 나타내고, $(Q_{\text{ch},i} - Q_{\text{dch},i})$ 는 i 번째 충방전 사이클에서의 용량 차이를 나타낸다.

[120] [수식 4]

$$[121] \quad K_{\text{ASR}} = \frac{Q_{\text{accum},n}}{Q_1}$$

[122] 여기서, K_{ASR} 은 음극 부반응물을 나타내고, Q_1 은 기준 용량을 나타낸다.

[123] 제어부(130)는 리튬 손실률과 음극 부반응물에 기반하여 배터리의 양극 부반응물을 산출하도록 구성될 수 있다. 예를 들면, 제어부(130)는 음극 부반응물과 리튬 손실률의 차이를 계산하여 양극 부반응물을 산출할 수 있다.

[124] 여기서, 리튬 손실률은 배터리의 퇴화에 따른 가용 리튬 손실을 정량적으로 나타내는 지표이고, 양극 부반응물은 배터리의 양극에서 발생한 부반응을 정량적으로 나타내는 지표이다. 양극 부반응(CSR, Cathode Side Reaction)은 분해된 전해질로부터 양극이 리튬 이온을 얻는 반응이다. 예를 들면, 배터리에 포함된 전해질의 일부가 산화 분해된 경우, 분해된 전해질에서 방출된 리튬 이온이 양극에 공급될 수 있다. 이 경우 고SOC 구간(예컨대, SOC90% 내지 100% 구간)에서 양극이 자가 방전되기 때문에, 배터리 충전 시 양극의 고SOC 구간이 사용되지 못하는 현상이 발생될 수 있다.

[125] 예컨대, 제어부(130)는 수식 5를 이용하여 양극 부반응물을 산출할 수 있다.

[126] [수식 5]

$$[127] \quad K_{\text{CSR}} = K_{\text{ASR}} - K_{\text{Li}}$$

[128] 여기서, K_{CSR} 은 양극 부반응물을 나타내고, K_{ASR} 은 음극 부반응물을 나타내고, K_{Li} 은 리튬 손실률을 나타낸다. 예컨대, K_{ASR} 은 수식 4에 따른 음극 부반응물이고, K_{Li} 은 수식 1 또는 수식 2에 따른 리튬 손실률이다.

[129] 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)는 충방전이 반복됨에 따라 퇴화된 배터리에 대하여 리튬 손실률, 음극 부반응물 및 양극 부반응물을 정량적으로 산출할 수 있다는 장점이 있다. 즉, 배터리의 리튬 손실률을 음극 부반응물 및 양극 부반응물로 정량적 분리가 가능하다.

[130]

[131] 한편, 배터리 관리 장치(100)에 구비된 프로파일 획득부(110), 프로파일 결정부(120) 및 제어부(130)는 본 발명에서 수행되는 다양한 제어 로직들을 실행하기 위해 당업계에 알려진 프로세서, ASIC(application-specific integrated circuit), 다른 칩셋, 논리 회로, 레지스터, 통신 모듈, 데이터 처리 장치 등을 선택적으로 포함할 수 있다. 또한, 상기 제어 로직이 소프트웨어로 구현될 때, 프로파일 획득부(110), 프로파일 결정부(120) 및 제어부(130)는 프로그램 모듈의 집합으로 구현될 수 있다. 이때, 프로그램 모듈은 메모리에 저장되고, 프로파일 획득부(110), 프로파일 결정부(120) 및 제어부(130)에 의해 실행될 수 있다. 상기 메모리는 배터리 관리

장치(100)의 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로파일 획득부(110), 프로파일 결정부(120) 및 제어부(130)와 연결될 수 있다.

[132] 또한, 배터리 관리 장치(100)는 저장부(140)를 더 포함할 수 있다. 저장부(140)는 배터리 관리 장치(100)의 각 구성요소가 동작 및 기능을 수행하는데 필요한 데이터나 프로그램 또는 동작 및 기능이 수행되는 과정에서 생성되는 데이터 등을 저장할 수 있다. 저장부(140)는 데이터를 기록, 소거, 갱신 및 도출할 수 있다고 알려진 공지 정보 저장 수단이라면 그 종류에 특별한 제한이 없다. 일 예시로서, 정보 저장 수단에는 RAM, 플래쉬 메모리, ROM, EEPROM, 레지스터 등이 포함될 수 있다. 또한, 저장부(140)는 프로파일 획득부(110), 프로파일 결정부(120) 및 제어부(130)에 의해 실행 가능한 프로세스들이 정의된 프로그램 코드들을 저장할 수 있다.

[133] 저장부(140)는 프로파일 획득부(110)가 배터리 프로파일을 획득하는데 필요한 정보들을 저장할 수 있다. 저장부(140)는 프로파일 결정부(120)가 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하는 데 필요한 정보들을 저장할 수 있다. 또한, 저장부(140)는 제어부(130)가 배터리의 리튬 손실률, 음극 부반응률 및 양극 부반응률을 산출하는 데에 필요한 정보들을 저장할 수 있다. 예컨대, 저장부(140)는 기준 양극 프로파일, 기준 음극 프로파일, 누적 용량 차이, 기준 용량, 기준 개시점 및 기준 종료점 등을 저장할 수 있다. 그리고, 프로파일 획득부(110), 프로파일 결정부(120) 및 제어부(130)는 저장부(140)에 접근(access)하여 필요한 정보들을 획득할 수 있다.

[134]

[135] 한편, 프로파일 결정부(120)는 방전 프로파일에 대응되도록 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 조정하도록 구성될 수 있다. 이에 따라 결과적으로 제어부(130)는 방전 프로파일에 기반하여 배터리의 리튬 손실률을 산출하게 된다.

[136] 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)는 충전 후 방전 과정을 거쳐 충전 용량에서 방전 용량을 공제하는 방식으로 음극 부반응률을 산출한다. 그리고, 양극 부반응률은 음극 부반응률 및 리튬 손실률에 기반하여 산출된다. 따라서, 양극 부반응률을 산출하는 시점에서 방전 프로파일이 충전 프로파일보다 배터리의 현재 상태를 보다 정확하게 나타낸다. 즉, 양극 부반응률을 산출하는 시점을 기준으로 마지막 충전 프로파일이 획득된 시점은 마지막 방전 프로파일이 획득된 시점보다 과거이다. 따라서, 방전 프로파일에 기반하여 배터리의 리튬 손실률을 산출하고, 그에 기반하여 양극 부반응률을 산출한다면, 배터리의 현재 상태를 보다 정확하게 진단할 수 있다는 장점이 있다.

[137]

[138] 제어부(130)는 양극 부반응률, 음극 부반응률 및 리튬 손실률 중 적어도 하나에 기반하여 배터리에 대한 사용 조건을 설정하도록 구성될 수 있다.

- [139] 양극 부반응률, 음극 부반응률 및 리튬 손실률은 배터리의 퇴화 정도를 나타내는 지표이다. 예를 들면, 배터리가 퇴화될수록 양극 부반응률, 음극 부반응률 및 리튬 손실률은 증가한다. 따라서, 제어부(130)는 양극 부반응률, 음극 부반응률 및 리튬 손실률 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 퇴화와 관련된 사용 조건을 적절하게 설정할 수 있다.
- [140] 제어부(130)는 양극 부반응률, 음극 부반응률 및 리튬 손실률 중 적어도 하나를 미리 설정된 기준값과 비교하고, 비교 결과에 따라 배터리의 사용 조건을 설정할 수 있다.
- [141] 일 실시예에서, 제어부(130)는 양극 부반응률과 양극 부반응률에 대응되도록 미리 설정된 제1 기준값을 비교할 수 있다. 만약, 양극 부반응률이 제1 기준값 이상이면, 제어부(130)는 배터리의 사용 조건을 변경할 수 있다. 반대로, 양극 부반응률이 제1 기준값 미만이면, 제어부(130)는 배터리의 사용 조건을 변경하지 않을 수 있다.
- [142] 다른 실시예에서, 제어부(130)는 음극 부반응률과 음극 부반응률에 대응되도록 미리 설정된 제2 기준값을 비교할 수 있다. 만약, 음극 부반응률이 제2 기준값 이상이면, 제어부(130)는 배터리의 사용 조건을 변경할 수 있다. 반대로, 음극 부반응률이 제2 기준값 미만이면, 제어부(130)는 배터리의 사용 조건을 변경하지 않을 수 있다.
- [143] 또 다른 실시예에서, 제어부(130)는 리튬 손실률과 리튬 손실률에 대응되도록 미리 설정된 제3 기준값을 비교할 수 있다. 만약, 리튬 손실률이 제3 기준값 이상이면, 제어부(130)는 배터리의 사용 조건을 변경할 수 있다. 반대로, 리튬 손실률이 제3 기준값 미만이면, 제어부(130)는 배터리의 사용 조건을 변경하지 않을 수 있다.
- [144] 제어부(130)는 산출한 양극 부반응률, 음극 부반응률 및 리튬 손실률 각각이 기준값들을 초과할 경우, 다음과 같이 사용 조건을 변경할 수 있다. 예를 들면, 제어부(130)는 배터리에 대한 충방전율(C-rate) 범위를 조정할 수 있다. 예컨대, 제어부(130)는 배터리에 대한 충방전율 범위의 상한을 감소시킬 수 있다. 다른 예로, 제어부(130)는 배터리에 대한 충방전율 범위의 하한을 증가시킬 수 있다. 또 다른 예로, 제어부(130)는 배터리에 대한 충방전율 범위의 상한을 감소시키고, 충방전율 범위의 하한을 증가시킬 수 있다.
- [145] 또는, 제어부(130)는 배터리에 대한 가용 SOC 범위를 조정할 수 있다. 예컨대, 제어부(130)는 배터리에 대한 가용 SOC 범위의 상한을 감소시킬 수 있다. 다른 예로, 제어부(130)는 배터리에 대한 가용 SOC 범위의 하한을 증가시킬 수 있다. 또 다른 예로, 제어부(130)는 배터리에 대한 가용 SOC 범위의 상한을 감소시키고, 가용 SOC 범위의 하한을 증가시킬 수 있다.
- [146] 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)는 각각 산출된 양극 부반응률, 음극 부반응률 및 리튬 손실률 중 적어도 하나에 기반하여 배터리의 사용 조건을 적절하게 설정함으로써, 배터리의 퇴화 또는 퇴화 가속화를 방지 또는 억제

할 수 있다. 또한, 이 같이 배터리를 일정기간 사용한 후에 퇴화정도에 대한 비파괴 진단을 통해 필요한 경우 설정을 변경함으로써 배터리의 안전성 또한 실질적으로 향상될 수 있다.

[147]

[148] 이하에서는, 프로파일 결정부(120)가 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 배터리 프로파일에 대응되도록 조정하여, 배터리의 양극 프로파일 및 프로파일을 결정하는 실시예를 설명한다.

[149] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준 양극 프로파일(Rp) 및 기준 음극 프로파일(Rn)을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 4의 실시예에 있어서, 가로축(X축)은 용량(capacity, Ah)을 나타내고 세로축(Y축)은 전압(voltage, V)을 나타낸다.

[150] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 프로파일(BP) 및 기준 프로파일(R)을 개략적으로 도시한 도면이다. 도 5의 실시예에 있어서, 가로축(X축)은 용량(capacity, Ah)을 나타내고 세로축(Y축)은 전압(voltage, V)을 나타낸다.

[151] 프로파일 결정부(120)는 배터리 프로파일(BP)과 적어도 하나의 비교 프로파일을 비교하도록 구성될 수 있다. 여기서, 비교 프로파일이란, 저장부(140)에 저장된 기준 양극 프로파일(Rp) 및 기준 음극 프로파일(Rn) 각각을 조정하여 조정 양극 프로파일 및 조정 음극 프로파일을 생성한 다음, 상기 조정 양극 프로파일 및 상기 조정 음극 프로파일을 합성(조합)한 결과일 수 있다.

[152] 예를 들면, 기준 프로파일(R)이 기준 양극 프로파일(Rp)의 일부분으로부터 기준 음극 프로파일(Rn)의 일부분을 차감한 결과라고 할 때, 비교 프로파일은 상기 조정 양극 프로파일의 일부분으로부터 상기 조정 음극 프로파일의 일부분을 차감한 결과라고 할 수 있다.

[153] 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(Rp) 및 기준 음극 프로파일(Rn)을 직접 조정하여 적어도 하나의 비교 프로파일을 생성할 수 있다. 대안적으로, 적어도 하나의 비교 프로파일은, 기준 양극 프로파일(Rp) 및 기준 음극 프로파일(Rn)을 기초로 미리 확보되어 저장부(140)에 저장될 수 있다. 이 경우, 프로파일 결정부(120)는 저장부(140)에 액세스하여 비교 프로파일을 읽어오는 형태로 획득할 수도 있다.

[154] 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(Rp)과 기준 음극 프로파일(Rn) 각각을 여러 레벨로 조정한 다음 합성하는 조정 절차를 반복함으로써, 기준 양극 프로파일(Rp)과 기준 음극 프로파일(Rn)로부터 복수의 비교 프로파일을 생성할 수 있다. 비교 프로파일을 '조정된 기준 프로파일'이라고 칭할 수도 있다.

[155] 프로파일 결정부(120)는 복수의 비교 프로파일 중에서 배터리 프로파일(BP)과의 오차가 최소가 되는 어느 한 비교 프로파일을 특정할 수 있다.

[156] 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 특정된 비교 프로파일에 매핑된 조정 양극 프로파일 및 조정 음극 프로파일, 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일인 것으로 결정할 수 있다.

- [157] 관련하여, 각각 2차원 좌표계로 표현 가능한 두 프로파일 간의 오차를 결정하는 데에는 본 발명의 출원 시점에 공지된 다양한 방식이 채용될 수 있다. 이를테면, 두 프로파일 사이의 영역에 대한 절대값의 적분값 또는 RMSE(Root Mean Square Error) 등이 두 프로파일 간의 오차로서 이용될 수 있다.
- [158] 본 발명의 이러한 구성에 의하면, 최종적으로 결정된 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 기초로, 배터리에 대한 다양한 상태 정보가 획득될 수 있다. 최종적으로 결정된 양극 프로파일 및 음극 프로파일은, 최소 오차에 매핑된 비교 프로파일에 매핑된 것일 수 있다. 특히, 최종적으로 결정된 양극 프로파일 및 음극 프로파일에 의한 비교 프로파일은, 배터리 프로파일(BP)과 개형 등이 거의 일치한다고 할 수 있다.
- [159] 그러므로, 본 발명에 의할 경우, 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일이 비교파괴적으로 획득될 수 있다. 따라서, 배터리가 신품 배터리인 경우, 배터리의 양극 프로파일과 음극 프로파일을 분석하여, 배터리에 불량 발생하였는지, 불량이 발생하였다면 어떠한 종류의 불량인지 등에 대하여 진단하는 데 보다 용이하게 활용될 수 있다.
- [160] 배터리가 양품인 것으로 검증된 후 사용 중인 배터리인 경우, 배터리의 양극 프로파일과 음극 프로파일을 통해, 퇴화 항목별로 배터리가 어느 정도로 퇴화되었는지 등을 파악할 수 있다.
- [161] 더욱이, 본 발명의 일 실시예에 의하면, 배터리의 양극 프로파일과 음극 프로파일이 비교적 간단한 방식으로 얻어질 수 있다. 예를 들면, 저장부(140)에 다수의 기준 양극 프로파일(Rp)과 기준 음극 프로파일(Rn)이 저장될 필요가 없이 각각 1개씩만이 저장되더라도 본 발명의 구현이 가능할 수 있다. 따라서, 저장부(140)의 저장 용량이 높을 필요가 없으며, 다수의 기준 양극 프로파일(Rp) 및/또는 다수의 기준 음극 프로파일(Rn)을 확보하는 데에 요구되는 수많은 사전 테스트의 진행 필요성도 없다.
- [162]
- [163] 도 6 내지 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 배터리 프로파일(BP)과의 비교용으로 이용되는 비교 프로파일(S)을 생성하는 절차의 일 예를 설명하는 데에 참조되는 도면이다.
- [164] 도 6 내지 도 8을 참조하여 설명될 비교 프로파일(S)의 생성 절차는, 관심 전압 범위에 대응하도록 4개의 지점(양극 참여 개시점(pi), 양극 참여 종료점(pf), 음극 참여 개시점(ni), 음극 참여 종료점(nf))을 설정하는 제1 루틴(도 6 참조), 프로파일 쉬프트를 실시하는 제2 루틴(도 7 참조), 및 용량 스케일링을 실시하는 제3 루틴(도 8 참조)의 순서로 진행된다. 즉, 본 발명의 일 실시예에 따른 비교 프로파일(S)의 생성 절차는 제1 내지 제3 루틴을 포함한다.
- [165] 먼저, 도 6을 참조하면, 기준 양극 프로파일(Rp)과 기준 음극 프로파일(Rn)은 도 4에 도시된 것과 동일하다.

- [166] 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(R_p)과 기준 음극 프로파일(R_n) 상에서 양극 참여 개시점(pi), 양극 참여 종료점(pf), 음극 참여 개시점(ni) 및 음극 참여 종료점(nf)을 결정한다.
- [167] 양극 참여 개시점(pi) 및 음극 참여 개시점(ni) 중 어느 하나는 다른 하나에 의존한다.
- [168] 일 실시예에 따라, 양극 참여 개시점(pi)의 전압과 음극 참여 개시점(ni)의 전압간의 차이는 배터리 프로파일(BP)의 시작 전압(최저 전압)과 동일하게 설정될 수 있다.
- [169] 일 예로, 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(R_p)의 시작점부터 종료점까지의 양극 전압 범위를 복수의 미소 전압 구간으로 구획한 다음, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점을, 양극 참여 개시점(pi)으로 설정할 수 있다. 각 미소 전압 구간은, 소정 사이즈(예, 0.01V)를 가질 수 있다. 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 기준 음극 프로파일(R_n) 상에 존재하고, 양극 참여 개시점(pi)의 전압보다 제1 설정 전압(예, 3V)만큼 작은 지점을 음극 참여 개시점(ni)으로 설정할 수 있다.
- [170] 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 기준 음극 프로파일(R_n)의 시작점부터 종료점까지의 음극 전압 범위를 소정 사이즈의 복수의 미소 전압 구간으로 구획한 다음, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점을, 음극 참여 개시점(ni)으로 설정할 수 있다. 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(R_p) 상에 존재하고, 음극 참여 개시점(ni)의 전압보다 제1 설정 전압만큼 큰 지점을 양극 참여 개시점(pi)으로 설정할 수 있다.
- [171] 양극 참여 종료점(pf) 및 음극 참여 종료점(nf) 중 어느 하나는 다른 하나에 의존한다.
- [172] 일 실시예에 따라, 양극 참여 종료점(pf)의 전압과 음극 참여 종료점(nf)의 전압간의 차이는 배터리 프로파일(BP)의 종료 전압(최고 전압)과 동일하게 설정될 수 있다.
- [173] 일 예로, 프로파일 결정부(120)는 제2 설정 전압부터 기준 양극 프로파일(R_p)의 종료점까지의 양극 전압 범위를 소정 사이즈의 복수의 미소 전압 구간으로 구획한 다음, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점을, 양극 참여 종료점(pf)으로 설정할 수 있다. 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 기준 음극 프로파일(R_n) 상에 존재하고, 양극 참여 종료점(pf)의 전압보다 제2 설정 전압(예, 4V)만큼 작은 지점을 음극 참여 종료점(nf)으로 설정할 수 있다.
- [174] 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 기준 음극 프로파일(R_n)의 시작점부터 종료점까지의 음극 전압 범위를 소정 사이즈의 복수의 미소 전압 구간으로 구획한 다음, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점을, 음극 참여 종료점(nf)으로 설정할 수 있다. 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(R_p) 상에 존재하고, 음극 참여 종료점(nf)보다 제2 설정 전압만큼 큰 지점을 양극 참여 종료점(pf)으로 설정할 수 있다.

- [175] 양극 참여 개시점(pi), 양극 참여 종료점(pf), 음극 참여 개시점(ni) 및 음극 참여 종료점(nf)의 결정이 완료되면, 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(Rp) 및 기준 음극 프로파일(Rn) 중 적어도 하나를 가로축을 따라 좌측 또는 우측으로 쉬프트한다.
- [176] 일 실시예에 따라, 양극 참여 개시점(pi)의 용량값과 양극 참여 종료점(pf)의 용량값 간의 차이, 음극 참여 개시점(ni)의 용량값과 음극 참여 종료점(nf)의 용량값 간의 차이 및 배터리 프로파일(BP)의 시작 용량과 배터리 프로파일(BP)의 종료 용량 간의 차이는 동일하게 설정될 수 있다.
- [177] 도 7을 참조하면, 예컨대, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 개시점(pi) 및 음극 참여 개시점(ni)의 용량값이 일치하도록, 기준 양극 프로파일(Rp)을 좌측(저용량측)으로 쉬프트시키거나, 기준 음극 프로파일(Rn)을 우측(고용량측)으로 쉬프트시키거나, 둘 다 실시할 수 있다.
- [178] 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 종료점(pf) 및 음극 참여 종료점(nf)의 용량값이 일치하도록, 기준 양극 프로파일(Rp)을 좌측으로 쉬프트시키거나, 기준 음극 프로파일(Rn)을 우측으로 쉬프트시키거나, 둘 다 실시할 수 있다.
- [179] 도 7은, 기준 양극 프로파일(Rp)만을 좌측으로 쉬프트시켜 조정 양극 프로파일(Rp')이 생성된 결과로 양극 참여 개시점(pi')의 용량값이 음극 참여 개시점(ni)의 용량값에 일치된 상황을 예시하고 있다. 조정 양극 프로파일(Rp')은, 양극 참여 개시점(pi)과 음극 참여 개시점(ni)의 용량값차만큼 좌측으로 쉬프트하는 조정 절차를 기준 양극 프로파일(Rp)에 적용한 결과이다. 따라서, 두 지점(pi, pi')은 단지 용량값만이 상이하고, 전압이 동일하다. 두 지점(pf, pf')은 단지 용량값만이 상이하고, 전압이 동일하다.
- [180] 기준 양극 프로파일(Rp) 및 기준 음극 프로파일(Rn) 중 적어도 하나가 쉬프트된 조정 결과 프로파일들(Rp', Rn)이 확보되면, 프로파일 결정부(120)는 조정 결과 프로파일들(Rp', Rn) 중 적어도 하나의 용량 범위를 스케일링한다.
- [181] 일 실시예에 따라, 조정 양극 프로파일(Rp')의 양극 참여 개시점과 양극 참여 종료점 간의 용량 범위, 조정 음극 프로파일(Rn)의 음극 참여 개시점과 음극 참여 종료점 간의 용량 범위 및 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위가 동일하도록 용량 스케일링을 실시할 수 있다.
- [182] 도 8에 도시된 예에 따르면, 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(Rp') 및 기준 음극 프로파일(Rn) 중 적어도 하나를, 가로축을 따라 수축 또는 확대시키는 추가적인 조정 절차(용량 스케일링)를 실시한다. 즉, 조정 양극 프로파일(Rp')의 전압 범위는 일정하게 유지하면서, 용량 범위를 수축 또는 확대시킬 수 있다. 또는, 기준 음극 프로파일(Rn)의 전압 범위는 일정하게 유지하면서, 용량 범위를 수축 또는 확대시킬 수 있다.
- [183] 도 8을 참조하면, 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(Rp')의 두 지점(pi', pf') 간의 용량 범위가 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위에 일치되도록, 조정 양극 프로파일(Rp')을 수축 또는 확대하여, 조정 양극 프로파일(Rp'')을 생성할 수

있다. 이때, 두 지점(pi' , pf') 중 어느 한 지점(pi')은 고정될 수 있다. 이에 따라, 조정 양극 프로파일(Rp'')의 두 지점(pi' , pf') 간의 용량 범위는 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위에 일치하게 될 수 있다.

[184] 또한, 프로파일 결정부(120)는 기준 음극 프로파일(Rn)의 두 지점(ni , nf) 간의 용량 범위도 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위에 일치하도록, 기준 음극 프로파일(Rn)을 수축 또는 확대하여, 조정 음극 프로파일(Rn')을 생성할 수 있다. 이때, 두 지점(ni , nf) 중 어느 한 지점(ni)은 고정될 수 있다. 이에 따라, 조정 음극 프로파일(Rn')의 두 지점(ni , nf') 간의 용량 범위는 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위에 일치하게 될 수 있다.

[185] 도 8에 있어서, 조정 양극 프로파일(Rp'')은 도 7에 도시된 조정 양극 프로파일(Rp')이 용량축을 따라 수축된 결과이고, 조정 음극 프로파일(Rn')은 도 7에 도시된 기준 음극 프로파일(Rn)이 용량축을 따라 확대된 결과이다.

[186] 조정 양극 프로파일(Rp'') 상의 양극 참여 종료점(pf'')은 조정 양극 프로파일(Rp') 상의 양극 참여 종료점(pf')에 대응한다. 조정 음극 프로파일(Rn') 상의 음극 참여 종료점(nf')은 기준 음극 프로파일(Rn) 상의 음극 참여 종료점(nf)에 대응한다.

[187] 조정 양극 프로파일(Rp'')의 양극 참여 개시점(pi')과 양극 참여 종료점(pf'') 간의 용량 범위는, 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위에 일치한다. 마찬가지로, 조정 음극 프로파일(Rn')의 음극 참여 개시점(ni)과 음극 참여 종료점(nf') 간의 용량 범위는, 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위에 일치한다.

[188] 또한, 조정 양극 프로파일(Rp'')의 두 지점(pi' , pf'') 간의 용량 범위는 조정 음극 프로파일(Rn')의 두 지점(ni , nf') 간의 용량 범위에 일치한다. 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(Rp'')의 두 지점(pi' , pf'') 사이의 프로파일을 조정 음극 프로파일(Rn')의 두 지점(ni , nf') 사이의 프로파일로부터 차감하여, 비교 프로파일(S)을 생성할 수 있다.

[189] 프로파일 결정부(120)는 비교 프로파일(S)과 배터리 프로파일(BP) 간의 오차(프로파일 오차)를 연산할 수 있다.

[190] 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(Rp''), 조정 음극 프로파일(Rn'), 양극 참여 개시점(pi'), 양극 참여 종료점(pf''), 음극 참여 개시점(ni), 음극 참여 종료점(nf'), 제1 스케일 팩터, 제2 스케일 팩터, 비교 프로파일(S) 및 프로파일 오차 중 적어도 둘을 상호 매핑하여, 저장부(140)에 기록할 수 있다. 제1 스케일 팩터는, 두 지점(pi_0 , pf_0) 간의 용량차에 대한 두 지점(pi' , pf'') 간의 용량차의 비율을 나타낼 수 있다. 제2 스케일 팩터는, 두 지점(ni_0 , nf_0) 간의 용량차에 대한 두 지점(ni , nf') 간의 용량차의 비율을 나타낼 수 있다.

[191] 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(Rp) 및 조정 양극 프로파일(Rp'')에 기초하여 양극 변경 비율(ps)을 산출할 수 있다. 여기서, 양극 변경 비율(ps)은 기준 양극 프로파일에 대해 조정 양극 프로파일이 변경된 비율을 의미한다. 그리고, 프로파일 결정부(120)는 기준 음극 프로파일(Rn) 및 조정 양극 프로파일(Rn')

에 기초하여 음극 변경 비율(ns)을 산출할 수 있다. 여기서, 음극 변경 비율(ns)은 기준 음극 프로파일에 대해 조정 음극 프로파일이 변경된 비율을 의미한다.

[192] 예컨대, 프로파일 결정부(120)는 제1 스케일 팩터를 양극 변경 비율(ps)로 결정하고, 제2 스케일 팩터를 음극 변경 비율(ns)로 결정할 수 있다.

[193] 전술된 바와 같이, 기준 양극 프로파일(Rp)의 양극 전압 범위가 복수의 미소 전압 구간으로 구획되는 경우, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점이, 양극 참여 개시점(pi)으로 설정될 수 있다.

[194] 가령, 기준 양극 프로파일(Rp)의 양극 전압 범위를 100개의 미소 전압 범위로 구획한다면, 양극 참여 개시점(pi)으로 설정 가능한 경계 지점은 100개일 수 있다. 또한, 기준 양극 프로파일(Rp)에서 제2 설정 전압 이상인 전압 범위를 40개의 미소 전압 범위로 구획한다면, 양극 참여 종료점(pf)으로 설정 가능한 경계 지점은 40개일 수 있다. 이 경우, 최대 4000개의 서로 다른 비교 프로파일이 생성될 수 있다.

[195] 물론, 미소 전압 구간의 사이즈가 감소할수록 최대 생성 가능한 비교 프로파일의 개수는 증가하고, 반대로 미소 전압 구간의 사이즈가 증가할수록 최대 생성 가능한 비교 프로파일의 개수는 감소할 것임을 당업자라면 쉽게 이해할 수 있을 것이다.

[196] 프로파일 결정부(120)는 전술된 바와 같이 생성되는 복수의 비교 프로파일의 프로파일 오차들 중에서 최소치를 식별한 다음, 최소 프로파일 오차에 매핑된 정보(예, 양극 참여 개시점, 양극 참여 종료점, 음극 참여 개시점, 음극 참여 종료점, 제1 스케일 팩터, 제2 스케일 팩터 중 적어도 하나)를 저장부(140)으로부터 획득할 수 있다.

[197]

[198] 도 9 내지 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 배터리 프로파일(BP)과의 비교 용으로 이용되는 비교 프로파일(U)을 생성하는 절차의 다른 예를 설명하는 데에 참조되는 도면이다. 참고로, 도 9 내지 도 11에 따른 실시예는 도 6 내지 도 8에 따른 실시예와는 독립적이다. 따라서, 도 6 내지 도 8에 따른 실시예와 도 9 내지 도 11에 따른 실시예를 설명하는 데에 공통적으로 기재된 용어나 부호는, 각 실시예에 한정되는 것으로 이해되어야 한다.

[199] 도 9 내지 도 11을 참조하여 설명될 비교 프로파일(U)의 생성 절차는, 용량 스케일링을 실시하는 제4 루틴(도 9 참조), 4개의 지점(양극 참여 개시점, 양극 참여 종료점, 음극 참여 개시점, 음극 참여 종료점)을 설정하는 제5 루틴(도 10 참조), 및 프로파일 쉬프트를 실시하는 제6 루틴(도 11 참조)의 순서로 진행된다. 즉, 본 발명의 다른 실시예에 따른 비교 프로파일(U)의 생성 절차는 제4 내지 제6 루틴을 포함한다.

[200] 도 9를 참조하면, 기준 양극 프로파일(Rp)과 기준 음극 프로파일(Rn)은 도 4에 도시된 것과 동일하다.

- [201] 프로파일 결정부(120)는 스케일링 수치 범위로부터 선택된 제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터를, 기준 양극 프로파일(R_p)과 기준 음극 프로파일(R_n)에 각각 적용하여, 조정 양극 프로파일(R_p') 및 조정 음극 프로파일(R_n')을 생성한다.
- [202] 스케일링 수치 범위는 미리 정해진 것이거나, 기준 프로파일(R)의 용량 범위의 사이즈에 대한 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈의 비율에 따라 가변될 수 있다. 일 예로, 스케일링 수치 범위(예, 90~99%)의 0.1%씩 간격을 둔 값들(즉, 90%, 90.1%, 90.2%, ..., 98.9%, 99%) 중에서 제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터로 선택 가능하다고 할 때, 91개의 값이 각각 제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터로 선택될 수 있다. 이 경우, $91 \times 91 = 8,281$ 개의 조정 레벨(제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터의 조합)에 따라 최대 8,281개의 조정된 프로파일 쌍이 생성될 수 있다. 조정된 프로파일 쌍은, 조정 양극 프로파일 및 조정 음극 프로파일의 조합을 의미한다.
- [203] 도 9에 도시된 조정 양극 프로파일(R_p') 및 조정 음극 프로파일(R_n')은, 각각 100% 미만인 제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터를 기준 양극 프로파일(R_p)과 기준 음극 프로파일(R_n)에 적용한 결과를 예시하고 있다.
- [204] 제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터가 100% 미만이므로, 조정 양극 프로파일(R_p')은 기준 양극 프로파일(R_p)이 가로축을 따라 수축된 것이고, 조정 음극 프로파일(R_n') 역시 기준 음극 프로파일(R_n)이 가로축을 따라 수축되어 있다. 이해를 돕기 위해, 양극 프로파일(R_p)과 기준 음극 프로파일(R_n) 각각의 시작점은 고정시킨 채로 나머지 부분만을 가로축을 따라 좌측으로 축소시킨 개형으로 예시하였다.
- [205]
- [206] 도 10을 참조하면, 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(R_p')과 조정 음극 프로파일(R_n') 상에서 양극 참여 개시점(pi'), 양극 참여 종료점(pf'), 음극 참여 개시점(ni') 및 음극 참여 종료점(nf')을 결정한다.
- [207] 양극 참여 개시점(pi') 및 음극 참여 개시점(ni') 중 어느 하나는 다른 하나에 의존할 수 있다. 또한, 양극 참여 종료점(pf') 및 음극 참여 종료점(nf') 중 어느 하나는 다른 하나에 의존할 수 있다. 또한, 양극 참여 개시점(pi') 및 양극 참여 종료점(pf') 중 어느 하나는, 다른 하나를 기초로 설정될 수 있다.
- [208] 즉, 양극 참여 개시점(pi'), 양극 참여 종료점(pf'), 음극 참여 개시점(ni') 및 음극 참여 종료점(nf') 중 어느 하나가 설정되면, 나머지 3개의 지점들은 제1 설정 전압, 제2 설정 전압 및/또는 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈(예, SOC 0~100%의 충전 용량)에 의해 자동적으로 설정될 수 있다.
- [209] 일 예로, 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(R_p')의 시작점부터 종료점(또는, 제2 설정 전압)까지의 양극 전압 범위를 복수의 미소 전압 구간으로 구획한 다음, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점을, 양극 참여 개시점(pi')으로 설정할 수 있다. 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 조정

음극 프로파일(R_n) 상에 존재하며, 양극 참여 개시점(pi')의 전압보다 제1 설정 전압(예, 3V)만큼 지점을 음극 참여 개시점(ni')으로 설정할 수 있다.

[210] 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 조정 음극 프로파일(R_n')의 시작점부터 종료점까지의 음극 전압 범위를 소정 사이즈의 복수의 미소 전압 구간으로 구획한 다음, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점을, 음극 참여 개시점(ni')으로 설정할 수 있다. 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(R_p') 상에 존재하며, 음극 참여 개시점(ni')보다 제1 설정 전압만큼 큰 지점을 양극 참여 개시점(pi')으로 설정할 수 있다.

[211] 또 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 제2 설정 전압부터 조정 양극 프로파일(R_p')의 종료점까지의 전압 범위를 소정 사이즈의 복수의 미소 전압 구간으로 구획한 다음, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점을, 양극 참여 종료점(pf')으로 설정할 수 있다. 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 조정 음극 프로파일(R_n') 상에 존재하며, 양극 참여 종료점(pf')의 전압보다 제2 설정 전압(예, 4V)만큼 작은 지점을 음극 참여 종료점(nf')으로 설정할 수 있다.

[212] 또 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 조정 음극 프로파일(R_n')의 시작점부터 종료점까지의 음극 전압 범위를 소정 사이즈의 복수의 미소 전압 구간으로 구획한 다음, 복수의 미소 전압 구간 중 인접한 두 미소 전압 구간의 경계 지점을, 음극 참여 종료점(nf')으로 설정할 수 있다. 그 다음, 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(R_p') 상에 존재하며, 음극 참여 종료점(nf')의 전압보다 제2 설정 전압만큼 큰 지점을 양극 참여 종료점(pf')으로 설정할 수 있다.

[213]

[214] 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 개시점(pi'), 양극 참여 종료점(pf'), 음극 참여 개시점(ni') 및 음극 참여 종료점(nf') 중 어느 하나가 결정되면, 결정된 지점을 기초로 나머지 3개 지점을 추가적으로 결정할 수 있다.

[215] 일 예로, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 개시점(pi')이 가장 먼저 결정되면, 양극 참여 개시점(pi')의 용량값보다 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈만큼 큰 용량값을 갖는 조정 양극 프로파일(R_p') 상의 지점을 양극 참여 종료점(pf')으로 설정할 수 있다. 또한, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 개시점(pi')의 전압보다 제1 설정 전압만큼 낮은 지점을 조정 음극 프로파일(R_n')으로부터 탐색하여, 탐색된 지점을 음극 참여 개시점(ni')으로 설정할 수 있다. 또한, 프로파일 결정부(120)는 음극 참여 개시점(ni')의 용량값보다 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈만큼 큰 용량값을 갖는 조정 음극 프로파일(R_n') 상의 지점을 음극 참여 종료점(nf')으로 설정할 수 있다.

[216] 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 종료점(pf')이 가장 먼저 결정되면, 양극 참여 종료점(pf')의 용량값보다 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈만큼 작은 용량값을 갖는 조정 양극 프로파일(R_p') 상의 지점을 양극 참여 개시점(pi')으로 설정할 수 있다. 또한, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 종료점(pf')의 전압보다 제2 설정 전압만큼 낮은 지점을 조정 음극 프로파일(R_n')으로부터

터 탐색하여, 탐색된 지점을 음극 참여 종료점(nf')으로 설정할 수 있다. 또한, 프로파일 결정부(120)는 음극 참여 종료점(nf')의 용량값보다 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈만큼 작은 용량값을 갖는 조정 음극 프로파일(Rn') 상의 지점을 음극 참여 개시점(ni')으로 설정할 수 있다.

[217] 또 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 음극 참여 개시점(ni')이 결정되면, 음극 참여 개시점(ni')의 용량값보다 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈만큼 큰 용량값을 갖는 조정 음극 프로파일(Rn') 상의 지점을 음극 참여 종료점(nf')으로 설정할 수 있다. 또한, 프로파일 결정부(120)는 음극 참여 개시점(ni')의 전압보다 제1 설정 전압만큼 높은 지점을 조정 양극 프로파일(Rp')으로부터 탐색하여, 탐색된 지점을 양극 참여 개시점(pi')으로 설정할 수 있다. 또한, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 개시점(pi')의 용량값보다 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈만큼 큰 용량값을 갖는 조정 양극 프로파일(Rp') 상의 지점을 양극 참여 종료점(pf')으로 설정할 수 있다.

[218] 또 다른 예로, 프로파일 결정부(120)는 음극 참여 종료점(nf')이 결정되면, 음극 참여 종료점(nf')의 용량값보다 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈만큼 작은 용량값을 갖는 조정 음극 프로파일(Rn') 상의 지점을 음극 참여 개시점(ni')으로 설정할 수 있다. 또한, 프로파일 결정부(120)는 음극 참여 종료점(nf')의 전압보다 제2 설정 전압만큼 높은 지점을 조정 양극 프로파일(Rp')으로부터 탐색하여, 탐색된 지점을 양극 참여 종료점(pf')으로 설정할 수 있다. 또한, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 종료점(pf')의 용량값보다 배터리 프로파일(BP)의 용량 범위의 사이즈만큼 작은 용량값을 갖는 조정 양극 프로파일(Rp') 상의 지점을 양극 참여 개시점(pi')으로 설정할 수 있다.

[219]

[220] 제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터의 쌍을 기초로 양극 참여 개시점(pi'), 양극 참여 종료점(pf'), 음극 참여 개시점(ni') 및 음극 참여 종료점(nf')의 결정이 완료되면, 프로파일 결정부(120)는 양극 참여 개시점(pi') 및 음극 참여 개시점(ni')의 용량값이 일치하도록 또는 양극 참여 종료점(pf') 및 음극 참여 종료점(nf')의 용량값이 일치하도록, 조정 양극 프로파일(Rp') 및 조정 음극 프로파일(Rn') 중 적어도 하나를 가로축을 따라 좌측 또는 우측으로 쉬프트시킬 수 있다.

[221] 도 11에 도시된 조정 음극 프로파일(Rn'')은, 도 10에 도시된 조정 음극 프로파일(Rn')만을 우측으로 쉬프트시킨 것이다. 이에 따라, 양극 참여 개시점(pi') 및 음극 참여 개시점(ni'')의 용량값이 서로 일치되어 있다. 관련하여, 양극 참여 개시점(pi')과 양극 참여 종료점(pf') 간의 용량차는 음극 참여 개시점(ni') 및 음극 참여 종료점(nf') 간의 용량차와 동일하므로, 양극 참여 개시점(pi') 및 음극 참여 개시점(ni'')의 용량값이 서로 일치하게 되면, 양극 참여 종료점(pf')과 음극 참여 종료점(nf'')의 용량값도 서로 일치하게 된다.

- [222] 도 11을 참조하면, 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(R_p')의 두 지점(pi' , pf') 사이의 부분 프로파일을 조정 음극 프로파일(R_n'')의 두 지점(ni'' , nf'') 사이의 부분 프로파일로부터 차감하여, 비교 프로파일(U)을 생성할 수 있다.
- [223] 프로파일 결정부(120)는 비교 프로파일(U)과 배터리 프로파일(BP) 간의 오차(프로파일 오차)를 연산할 수 있다.
- [224] 프로파일 결정부(120)는 조정 양극 프로파일(R_p'), 조정 음극 프로파일(R_n''), 양극 참여 개시점(pi'), 양극 참여 종료점(pf'), 음극 참여 개시점(ni''), 음극 참여 종료점(nf''), 제1 스케일 팩터, 제2 스케일 팩터, 비교 프로파일(U) 및 프로파일 오차 중 적어도 둘을 상호 매핑하여, 저장부(140)에 기록할 수 있다.
- [225] 프로파일 결정부(120)는 기준 양극 프로파일(R_p) 및 조정 양극 프로파일(R_p')에 기초하여 양극 변경 비율(ps)을 산출할 수 있다. 여기서, 양극 변경 비율(ps)은 기준 양극 프로파일에 대해 조정 양극 프로파일이 변경된 비율을 의미한다. 그리고, 프로파일 결정부(120)는 기준 음극 프로파일(R_n) 및 조정 양극 프로파일(R_n'')에 기초하여 음극 변경 비율(ns)을 산출할 수 있다. 여기서, 음극 변경 비율(ns)은 기준 음극 프로파일에 대해 조정 음극 프로파일이 변경된 비율을 의미한다.
- [226] 예컨대, 프로파일 결정부(120)는 제1 스케일 팩터를 양극 변경 비율(ps)로 결정하고, 제2 스케일 팩터를 음극 변경 비율(ns)로 결정할 수 있다.
- [227] 전술된 바와 같이, 프로파일 결정부(120)는 스케일링 수치 범위로부터 선택된 제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터의 쌍 별로 그에 대응되는 비교 프로파일을 생성할 수 있다. 제1 스케일 팩터 및 제2 스케일 팩터의 쌍은 복수이므로, 비교 프로파일 또한 복수로 생성될 것임은 자명하다. 프로파일 결정부(120)는 복수의 비교 프로파일의 프로파일 오차들 중에서 최소치를 식별한 다음, 최소 프로파일 오차에 매핑된 정보를 저장부(140)으로부터 획득할 수 있다.
- [228]
- [229] 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)는 BMS(Battery Management System)에 적용될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 BMS는, 상술한 배터리 관리 장치(100)를 포함할 수 있다. 이러한 구성에 있어서, 배터리 관리 장치(100)의 각 구성요소 중 적어도 일부는, 종래 BMS에 포함된 구성의 기능을 보완하거나 추가함으로써 구현될 수 있다. 예를 들어, 배터리 관리 장치(100)의 프로파일 획득부(110), 프로파일 결정부(120), 제어부(130) 및 저장부(140)는 BMS의 구성요소로서 구현될 수 있다.
- [230] 또한, 본 발명에 따른 배터리 관리 장치(100)는 배터리 팩에 구비될 수 있다. 즉, 본 발명에 따른 배터리 팩은, 상술한 배터리 관리 장치(100) 및 하나 이상의 배터리 셀을 포함할 수 있다. 또한, 배터리 팩은, 전장품(릴레이, 퓨즈 등) 및 케이스 등을 더 포함할 수 있다.
- [231] 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 배터리 팩(10)의 예시적 구성을 도시한 도면이다.

- [232] 배터리(11)의 양극 단자는 배터리 팩(10)의 양극 단자(P+)와 연결되고, 배터리(11)의 음극 단자는 배터리 팩(10)의 음극 단자(P-)와 연결될 수 있다.
- [233] 측정부(20)는 제1 센싱 라인(SL1), 제2 센싱 라인(SL2) 및 제3 센싱 라인(SL3)과 연결될 수 있다. 예를 들면, 측정부(20)는 제1 센싱 라인(SL1)을 통해 배터리(11)의 양극 단자에 연결되고, 제2 센싱 라인(SL2)을 통해 배터리(11)의 음극 단자에 연결될 수 있다. 측정부(20)는 제1 센싱 라인(SL1)과 제2 센싱 라인(SL2) 각각에서 측정된 전압에 기반하여, 배터리(11)의 전압을 측정할 수 있다.
- [234] 그리고, 측정부(20)는 제3 센싱 라인(SL3)을 통해 전류 측정 유닛(A)과 연결될 수 있다. 예컨대, 전류 측정 유닛(A)은 배터리(11)의 충전 전류 및 방전 전류를 측정할 수 있는 전류계 또는 셉트 저항일 수 있다. 측정부(20)는 제3 센싱 라인(SL3)을 통해서 배터리(11)의 충전 전류를 측정하여 충전량을 산출할 수 있다. 또한, 측정부(20)는 제3 센싱 라인(SL3)을 통해서 배터리(11)의 방전 전류를 측정하여 방전량을 산출할 수 있다.
- [235] 외부 장치(미도시)는 일단이 배터리 팩(10)의 양극 단자(P+)와 연결되고, 타단이 배터리 팩(10)의 음극 단자(P-)와 연결될 수 있다. 따라서, 배터리(11)의 양극 단자, 배터리 팩(10)의 양극 단자(P+), 외부 장치, 배터리 팩(10)의 음극 단자(P-) 및 배터리(11)의 음극 단자는 전기적으로 연결될 수 있다.
- [236] 예컨대, 외부 장치는 충전기일 수도 있고, 배터리(11)로부터 전원을 공급받는 전기차의 모터 등의 부하일 수도 있다.
- [237]
- [238] 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 자동차(1)를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [239] 도 13을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 배터리 팩(10)은 전기 자동차(Electric vehicle, EV)나 하이브리드 자동차(Hybrid vehicle, HV)와 같은 자동차(1)에 포함될 수도 있다. 여기서, 배터리 팩(10)은 앞서 설명한 배터리 팩(10)이 적용될 수 있다. 그리고, 배터리 팩(10)은 자동차(1)에 구비된 인버터를 통해 모터에 전력을 공급함으로써, 자동차(1)를 구동시킬 수 있다. 여기서, 배터리 팩(10)에는 본 발명의 실시예에 따른 배터리 관리 장치(100)가 포함될 수 있다. 즉, 자동차(1)에는 배터리 관리 장치(100)가 포함될 수 있다.
- [240]
- [241] 도 14는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [242] 도 14를 참조하면, 배터리 관리 방법은 프로파일 획득 단계(S100), 프로파일 결정 단계(S200), 리튬 손실률 및 음극 부반응률 산출 단계(S300) 및 양극 부반응률 산출 단계(S400), 산출값 비교단계(S500) 및 배터리 사용조건 설정 단계(S600)를 포함할 수 있다.

- [243] 상술한 배터리 관리 방법의 각 단계는 배터리 관리 장치(100)에 의해 수행될 수 있다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해, 앞서 설명한 내용과 중복되는 내용은 생략하거나 간략히 설명한다.
- [244] 프로파일 획득 단계(S100)는 배터리의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 배터리 프로파일을 획득하는 단계로서, 프로파일 획득부(110)에 의해 수행될 수 있다.
- [245] 프로파일 결정 단계(S200)는 미리 설정된 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 배터리 프로파일에 대응되도록 조정하여 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하는 단계로서, 프로파일 결정부(120)에 의해 수행될 수 있다.
- [246] 리튬 손실률 및 음극 부반응률 산출 단계(S300)는 배터리의 양극 프로파일에 기반하여 배터리의 리튬 손실률을 산출하고, 배터리 프로파일에 기반하여 배터리의 음극 부반응률을 산출하는 단계로서, 제어부(130)에 의해 수행될 수 있다.
- [247] 일 실시예에 따라, 제어부(130)는 배터리의 양극 프로파일(PP)에서 양극 참여 개시점(pi)을 진단 인자로 추출하고, 추출된 진단 인자, 미리 설정된 기준 개시점 및 미리 설정된 기준 종료점에 기반하여 배터리의 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [248] 일 실시예에 따라, 제어부(130)는 진단 인자로 추출된 양극 참여 개시점의 타겟값, 양극 기준 개시점의 양극 기준 개시값 및 양극 기준 종료점의 양극 기준 종료값에 기반하여 리튬 손실률을 산출하도록 구성될 수 있다.
- [249] 예컨대, 제어부(130)는 아래의 수식 6을 이용하여 리튬 손실률을 산출할 수 있다. 수식 6은 위에서 설명한 수식 1과 실질적으로 같을 수 있다.
- [250] [수식 6]
- [251]
$$K_{Li} = \frac{pi_{MOL} - pi_{BOL}}{pf_{BOL} - pi_{BOL}}$$
- [252] 여기서, K_{Li} 은 리튬 손실률을 나타내고, pi_{MOL} 은 양극 참여 개시점의 타겟값을 나타내고, pi_{BOL} 은 양극 기준 개시값을 나타내고, pf_{BOL} 은 양극 기준 종료값을 나타낸다.
- [253] 다른 예로, 제어부(130)는 아래의 수식 7을 이용하여, 리튬 손실률을 산출할 수 있다. 수식 7은 위에서 설명한 수식 2와 실질적으로 같을 수 있다.
- [254] [수식 7]
- [255]
$$K_{Li} = \frac{pi_{MOL} - pi_{BOL}}{nf_{BOL} - ni_{BOL}}$$
- [256] 여기서, K_{Li} 은 리튬 손실률을 나타내고, pi_{MOL} 은 양극 참여 개시점의 타겟값을 나타내고, pi_{BOL} 은 양극 기준 개시값을 나타내고, ni_{BOL} 은 음극 기준 개시값을 나타내고, nf_{BOL} 은 음극 기준 종료값을 나타낸다.
- [257] 일 실시예에 따라, 제어부(130)는 충전 용량과 방전 용량 간의 용량 차이를 산출할 수 있다. 그리고, 제어부(130)는 산출된 용량 차이를 미리 설정된 누적 용량 차

이에 가산하여 누적 용량 차이를 갱신하도록 구성될 수 있다. 제어부(130)는 배터리의 이전의 충방전 사이클 각각에서 결정된 용량 차이를 누적 합산하여 누적 용량 차이를 미리 설정할 수 있다. 제어부(130)는 갱신된 누적 용량 차이를 미리 설정된 기준 용량으로 나누어서 음극 부반응률을 산출할 수 있다.

[258] 예컨대, 제어부(130)는 수식 8 및 수식 9를 이용하여 음극 부반응률을 산출할 수 있다. 수식 8 및 9는 위에서 설명한 수식 3 및 4와 각각 실질적으로 같을 수 있다.

[259] [수식 8]

$$[260] \quad Q_{\text{accum_n}} = \sum_{i=1}^n (Q_{\text{ch_i}} - Q_{\text{dch_i}})$$

[261] 여기서, $Q_{\text{accum_n}}$ 은 누적 용량 차이를 나타낸다. 그리고, n 은 현재(음극 부반응률 산출 시점)의 충방전 사이클 횟수를 나타내고, Q_{ch} 는 충전 용량을 나타내고, Q_{dch} 는 방전 용량을 나타내고, $(Q_{\text{ch_i}} - Q_{\text{dch_i}})$ 는 i 번째 충방전 사이클에서의 용량 차이를 나타낸다.

[262] [수식 9]

$$[263] \quad K_{\text{ASR}} = \frac{Q_{\text{accum_n}}}{Q_1}$$

[264] 여기서, K_{ASR} 은 음극 부반응률을 나타내고, Q_1 은 기준 용량을 나타낸다.

[265] 양극 부반응률 산출 단계(S400)는 리튬 손실률과 음극 부반응률에 기반하여 배터리의 양극 부반응률을 산출하는 단계로서, 제어부(130)에 의해 수행될 수 있다.

[266] 일 실시예에 따라, 제어부(130)는 음극 부반응률과 리튬 손실률의 차이를 계산하여 양극 부반응률을 산출하도록 구성될 수 있다.

[267] 예컨대, 제어부(130)는 수식 10을 이용하여 양극 부반응률을 산출할 수 있다. 수식 10은 위에서 설명한 수식 5와 실질적으로 같을 수 있다.

[268] [수식 10]

$$[269] \quad K_{\text{CSR}} = K_{\text{ASR}} - K_{\text{Li}}$$

[270] 여기서, K_{CSR} 은 양극 부반응률을 나타내고, K_{ASR} 은 음극 부반응률을 나타내고, K_{Li} 은 리튬 손실률을 나타낸다. 예컨대, K_{ASR} 은 수식 9에 따른 음극 부반응률이고, K_{Li} 은 수식 6 또는 수식 7에 따른 리튬 손실률이다.

[271] 이후, 제어부(130)는 산출된 양극 부반응률, 음극 부반응률 및 리튬 손실률을 미리 설정한 각각의 기준값들과 비교하고, 비교 결과 각각의 기준값들을 초과할 경우(S500; YES) 배터리 사용조건을 설정할 수 있다(S600). 이 같은 배터리 사용조건에 대한 적절한 설정을 통해 배터리의 퇴화 또는 퇴화 가속화를 방지 또는 억제할 수 있다. 또한, 이 같이 배터리를 일정기간 사용한 후에 퇴화정도에 대한 비파괴 진단을 통해 필요한 경우 설정을 변경함으로써 배터리의 안전성 또한 실질적으로 향상될 수 있다. 한편, 산출된 양극 부반응률, 음극 부반응률, 및 리튬 손실률이 각각의 기준값들을 초과하지 않을 경우(S500; NO), 이전 단계(예컨대, 단계 S100)로 되돌아가 새로운 배터리 프로파일을 획득하여 상기 단계들을 반복한다.

[272]

[273] 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.

[274] 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.

[275] 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.

[276]

[277] [부호의 설명]

[278] 1: 자동차

[279] 10: 배터리 팩

[280] 100: 배터리 관리 장치

[281] 110: 프로파일 획득부

[282] 120: 프로파일 결정부

[283] 130: 제어부

[284] 140: 저장부

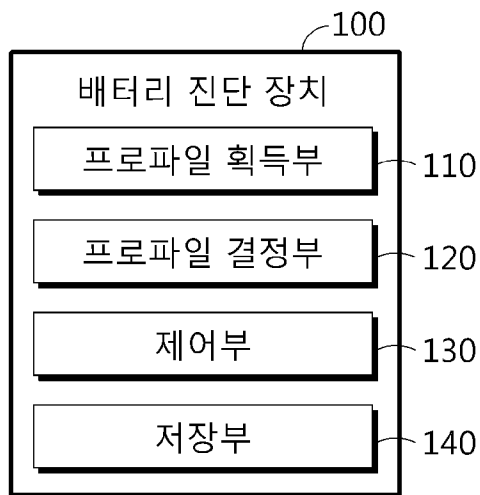
청구범위

- [청구항 1] 배터리의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 배터리 프로파일을 획득하도록 구성된 프로파일 획득부;
 미리 설정된 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 상기 배터리 프로파일에 대응되도록 조정하여 상기 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하도록 구성된 프로파일 결정부; 및
 상기 배터리의 양극 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 리튬 손실률을 산출하고, 상기 배터리 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 음극 부반응률을 산출하며, 상기 리튬 손실률과 상기 음극 부반응률에 기반하여 상기 배터리의 양극 부반응률을 산출하도록 구성된 제어부를 포함하는 배터리 관리 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 음극 부반응률과 상기 리튬 손실률의 차이를 계산하여 상기 양극 부반응률을 산출하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서,
 상기 배터리 프로파일은,
 상기 배터리의 충전 과정에서의 상기 전압과 상기 용량 간의 대응 관계를 나타내는 충전 프로파일 및 상기 배터리의 방전 과정에서의 상기 전압과 상기 용량 간의 대응 관계를 나타내는 방전 프로파일을 포함하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 충전 프로파일로부터 상기 배터리의 충전 용량을 산출하고, 상기 방전 프로파일로부터 상기 배터리의 방전 용량을 산출하며, 상기 충전 용량과 상기 방전 용량에 기반하여 상기 음극 부반응률을 산출하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 충전 용량과 상기 방전 용량의 용량 차이를 산출하고, 산출된 용량 차이를 미리 설정된 누적 용량 차이에 가산하여 상기 누적 용량 차이를 갱신하며, 갱신된 누적 용량 차이에 기반하여 상기 음극 부반응률을 산출하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 6] 제5항에 있어서,
 상기 제어부는,
 상기 갱신된 누적 용량 차이를 미리 설정된 기준 용량으로 나누어서 상기 음극 부반응률을 산출하도록 구성된 배터리 관리 장치.

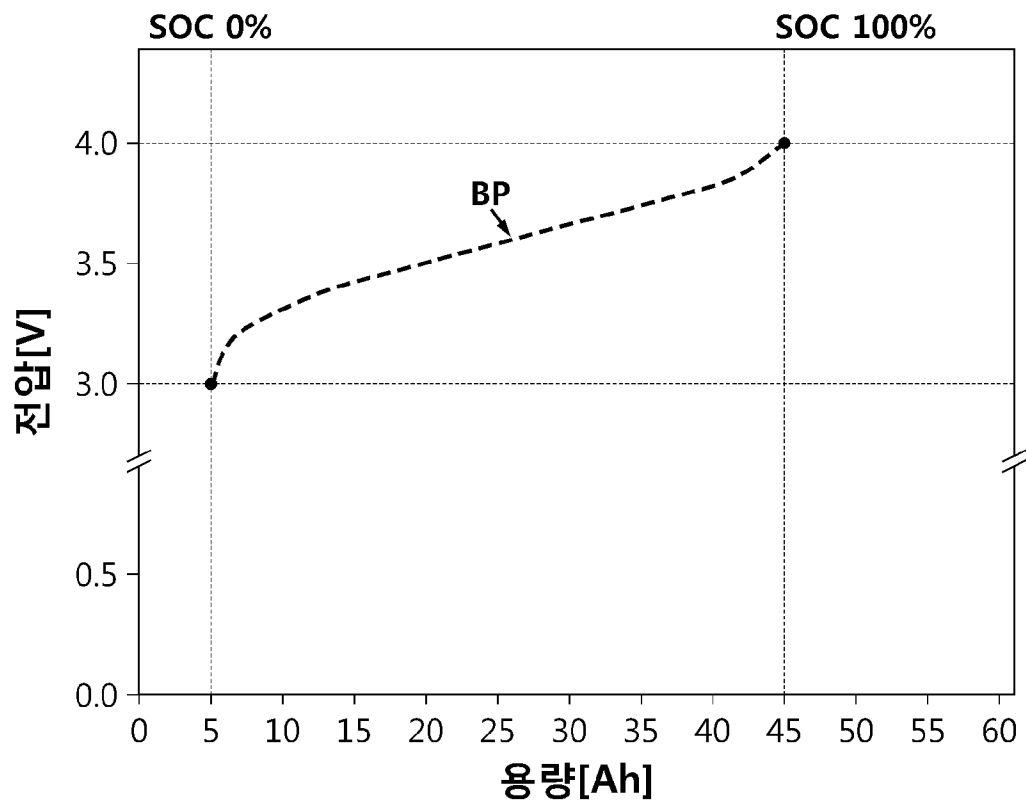
- [청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 배터리의 이전의 충방전 사이클 각각에서 결정된 용량 차이를 합산하여 상기 누적 용량 차이를 미리 설정하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 8] 제3항에 있어서,
상기 프로파일 결정부는,
상기 방전 프로파일에 대응되도록 상기 기준 양극 프로파일 및 상기 기준 음극 프로파일을 조정하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 9] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 배터리의 양극 프로파일에서 양극 참여 개시점을 진단 인자로 추출하고, 추출된 진단 인자, 미리 설정된 기준 개시점 및 미리 설정된 기준 종료점에 기반하여 상기 배터리의 리튬 손실률을 산출하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 기준 개시점은 양극 기준 개시점을 포함하고, 상기 기준 종료점은 양극 기준 종료점을 포함하며,
상기 제어부는,
상기 추출된 진단 인자의 타겟값, 상기 양극 기준 개시점의 양극 기준 개시값 및 상기 양극 기준 종료점의 양극 기준 종료값에 기반하여 상기 리튬 손실률을 산출하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 기준 개시점은 양극 기준 개시점 및 음극 기준 개시점을 포함하고,
상기 기준 종료점은 음극 기준 종료점을 포함하며,
상기 제어부는,
상기 추출된 진단 인자의 타겟값, 상기 양극 기준 개시점의 양극 기준 개시값, 상기 음극 기준 개시점의 음극 기준 개시값 및 상기 음극 기준 종료점의 음극 기준 종료값에 기반하여 상기 리튬 손실률을 산출하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 양극 부반응률, 상기 음극 부반응률 및 상기 리튬 손실률 중 적어도 하나에 기반하여 상기 배터리에 대한 사용 조건을 설정하도록 구성된 배터리 관리 장치.
- [청구항 13] 제1항 내지 제12항에 중 어느 한 항에 따른 배터리 관리 장치를 포함하는 배터리 팩.
- [청구항 14] 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 따른 배터리 관리 장치를 포함하는 자동차.

- [청구항 15] 배터리의 전압과 용량 간의 대응 관계를 나타내는 배터리 프로파일을 획득하는 프로파일 획득 단계;
- 미리 설정된 기준 양극 프로파일 및 기준 음극 프로파일을 상기 배터리 프로파일에 대응되도록 조정하여 상기 배터리의 양극 프로파일 및 음극 프로파일을 결정하는 프로파일 결정 단계;
- 상기 배터리의 양극 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 리튬 손실률을 산출하고, 상기 배터리 프로파일에 기반하여 상기 배터리의 음극 부반응률을 산출하는 리튬 손실률 및 음극 부반응률 산출 단계; 및
- 상기 리튬 손실률과 상기 음극 부반응률에 기반하여 상기 배터리의 양극 부반응률을 산출하는 양극 부반응률 산출 단계를 포함하는 배터리 관리 방법.

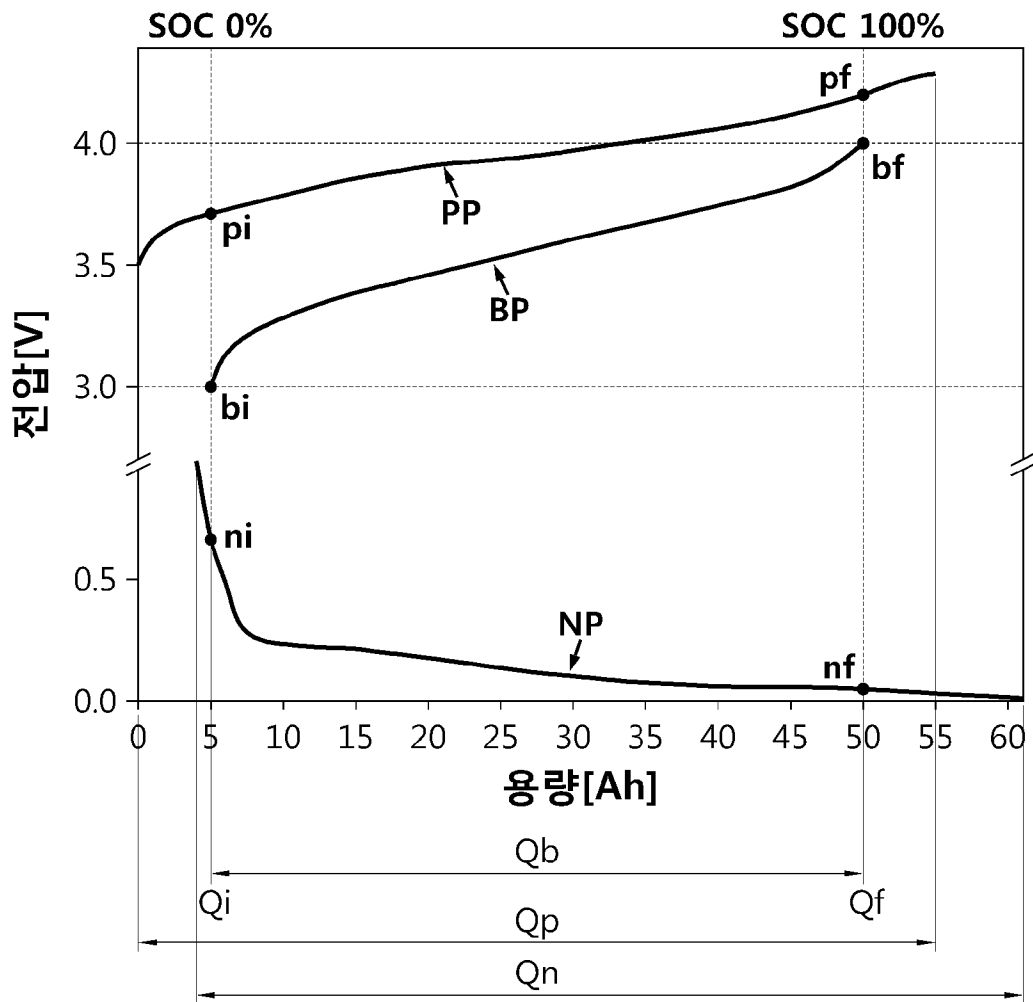
[도1]



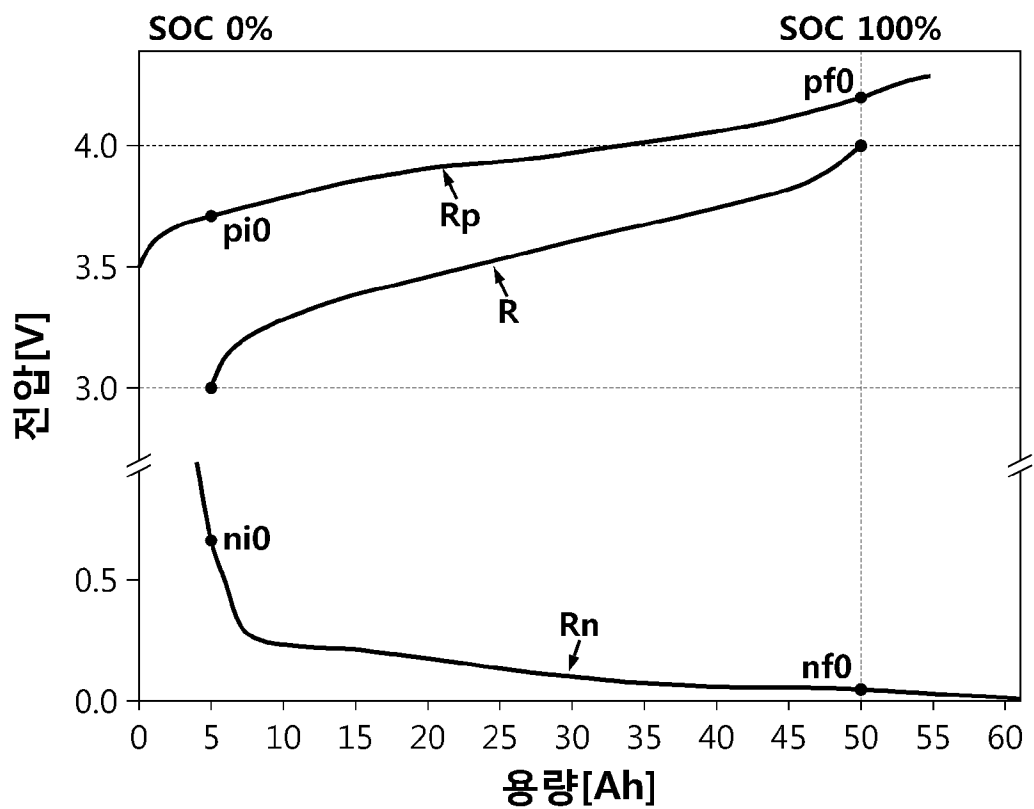
[도2]



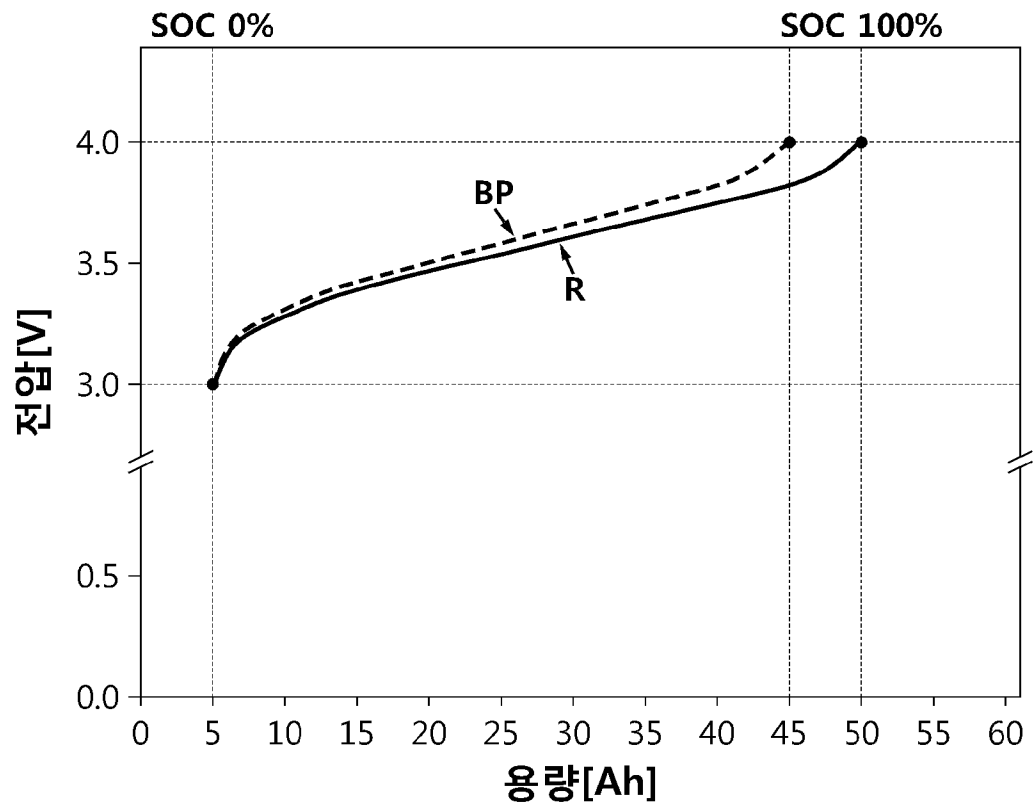
[도3]



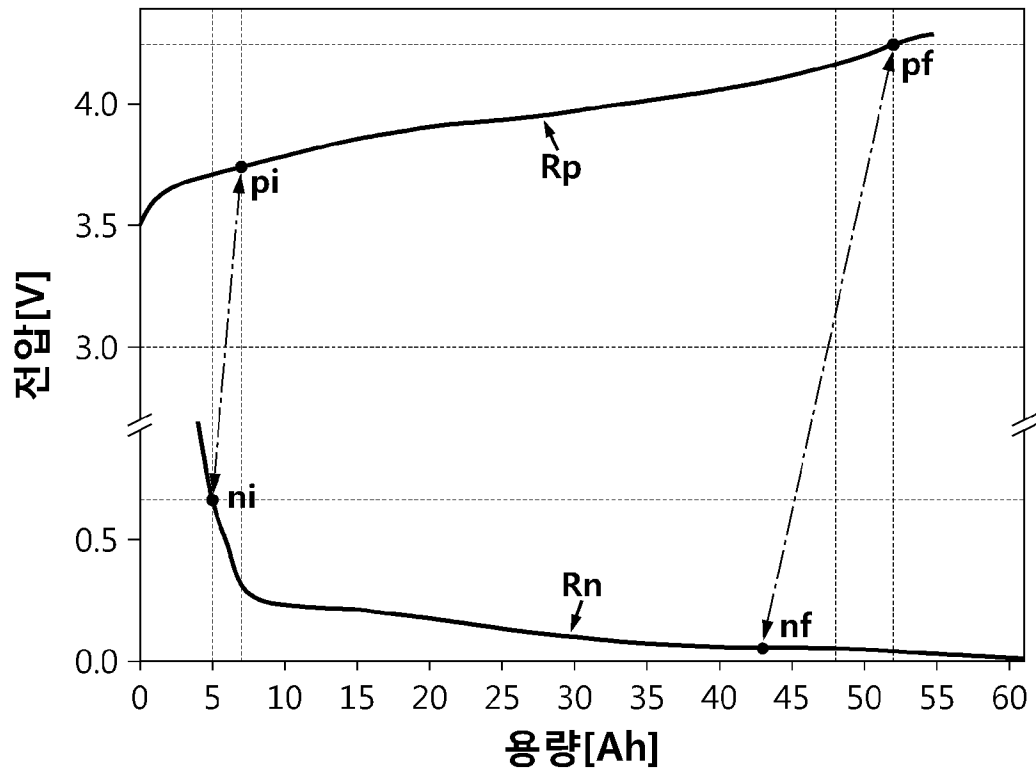
[도4]



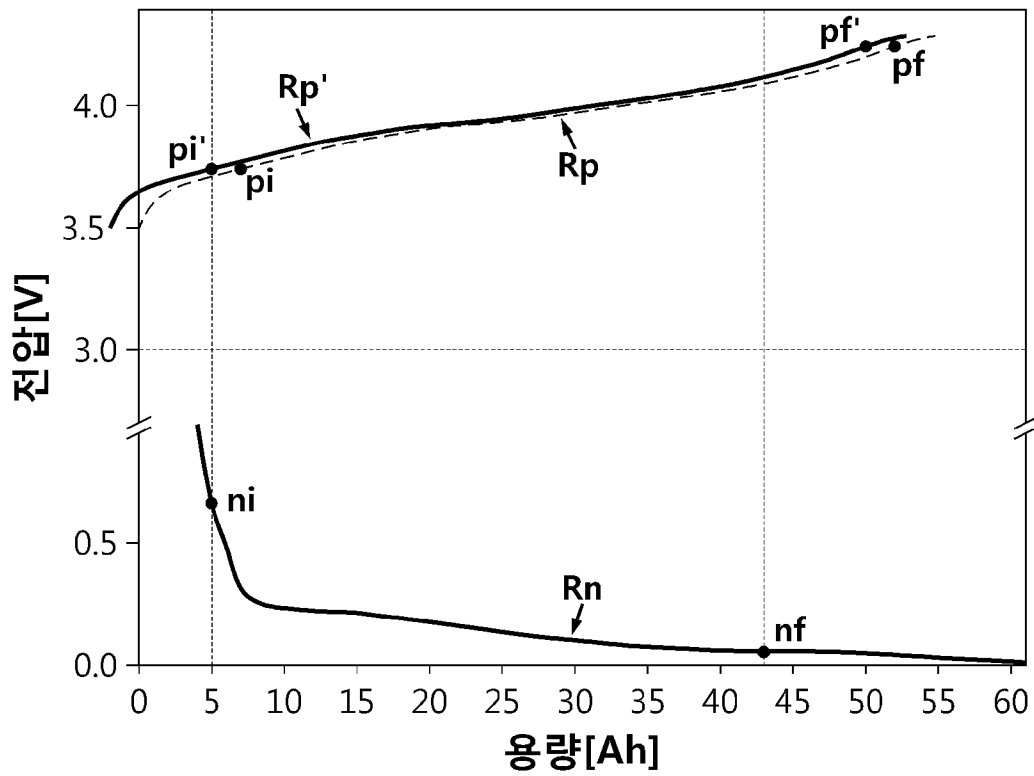
[도5]



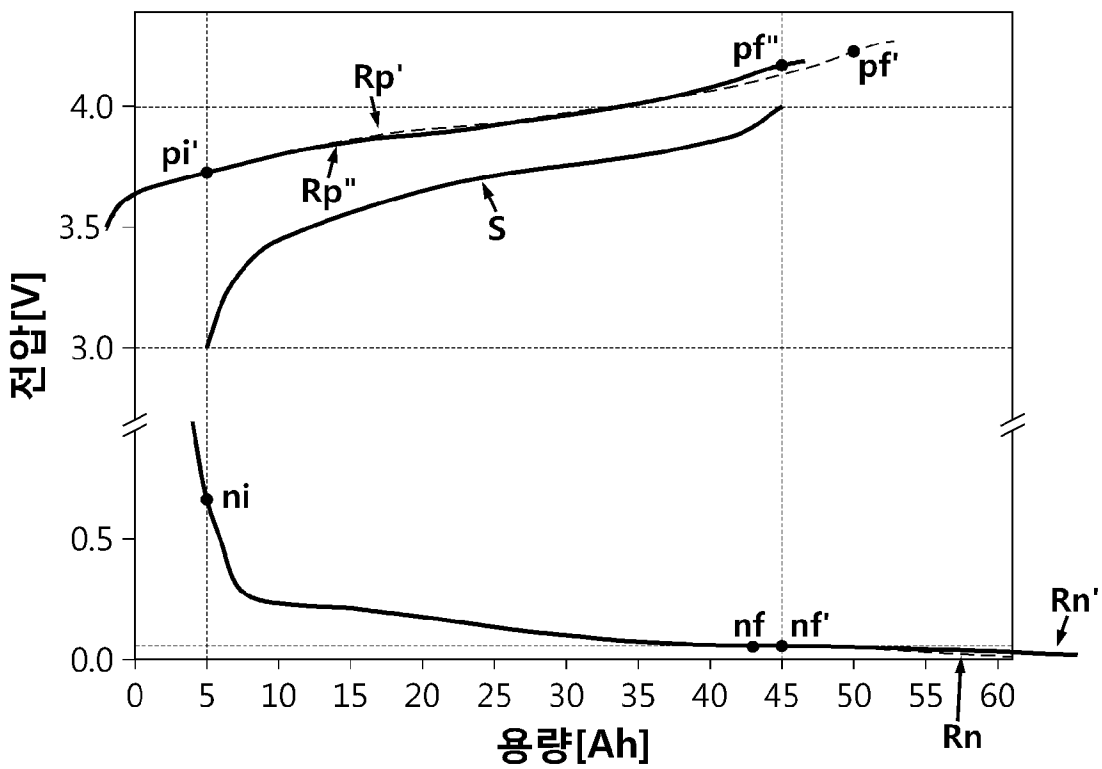
[도6]



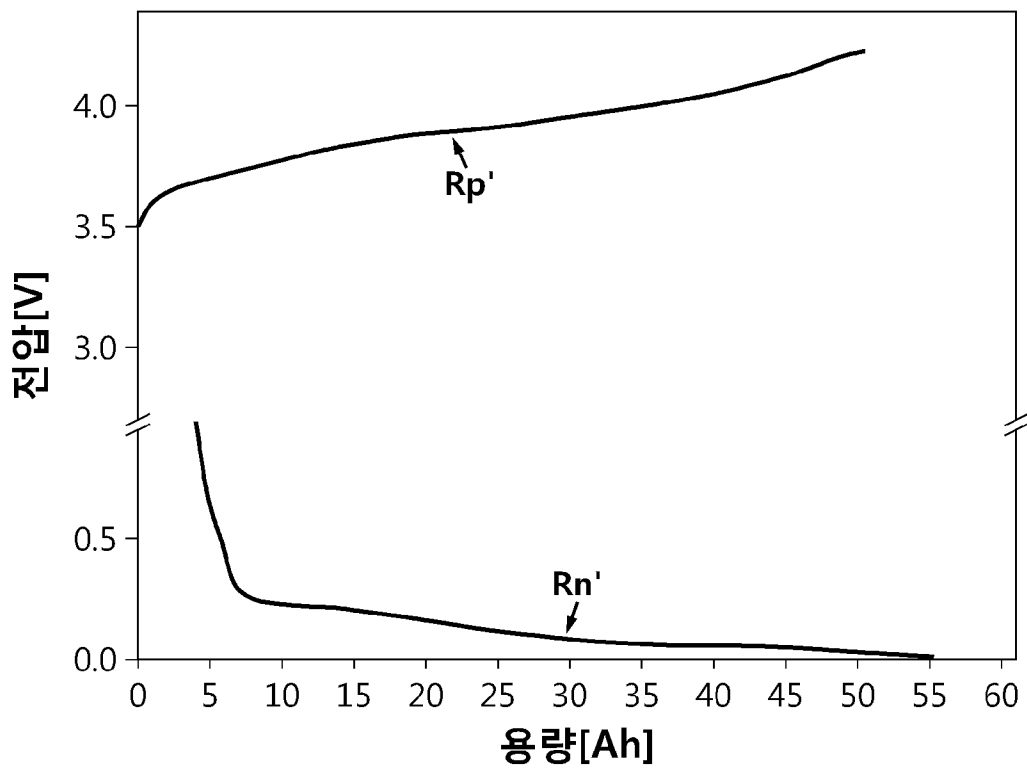
[도7]



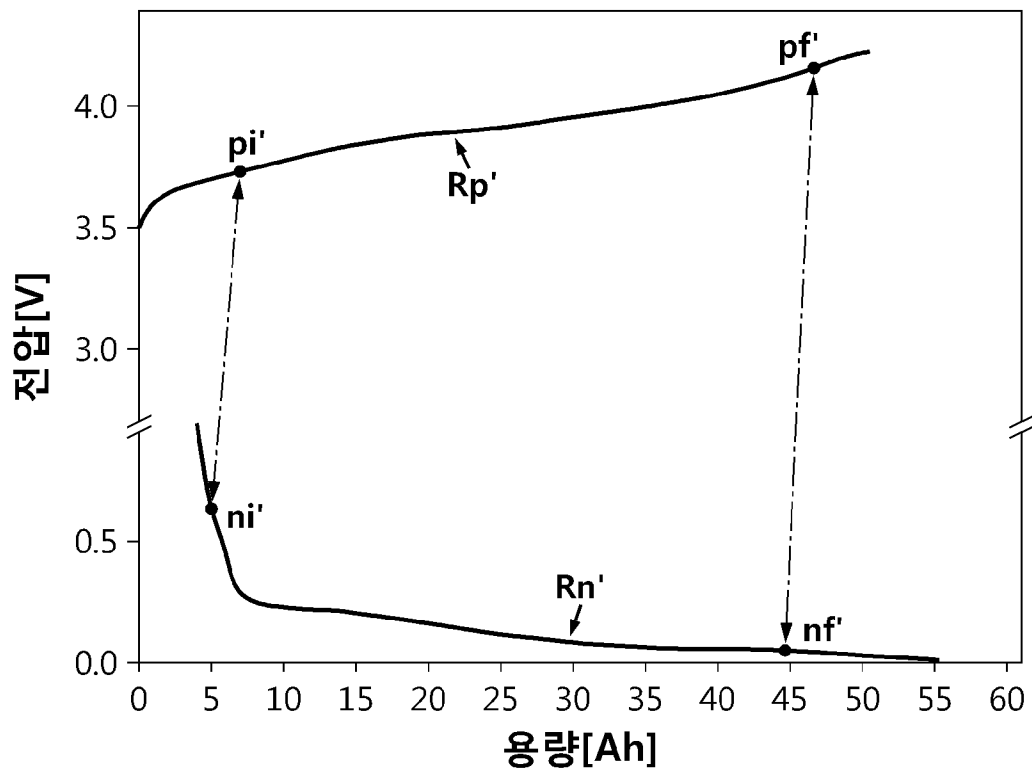
[도8]



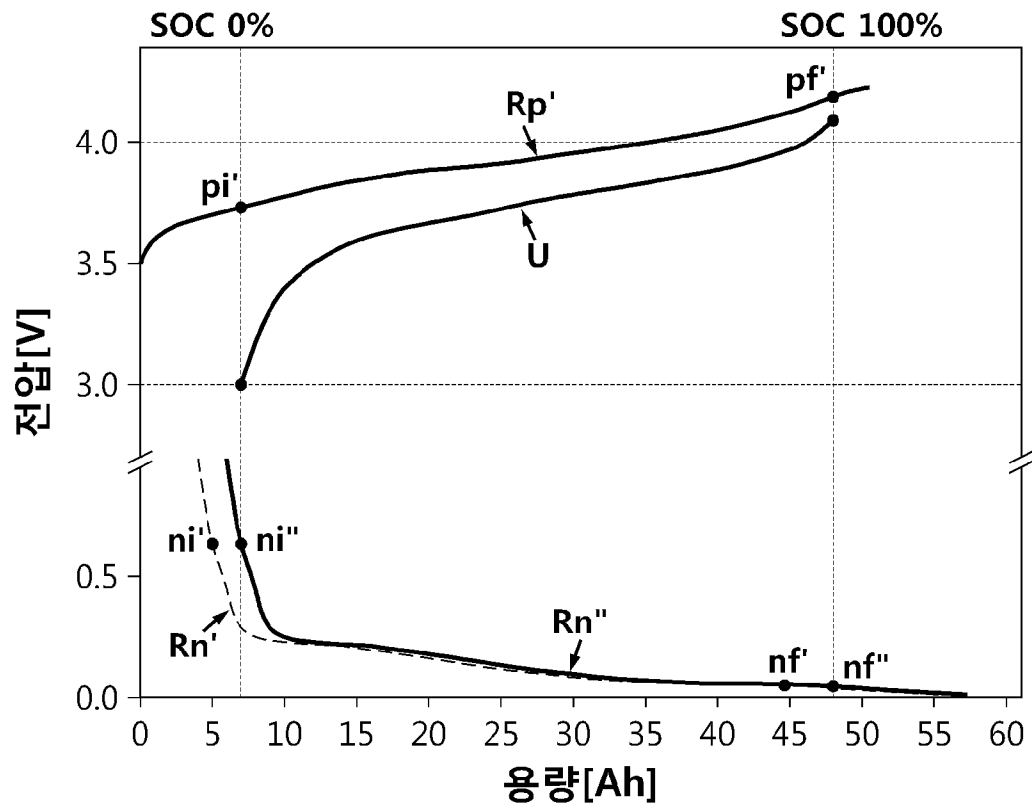
[도9]



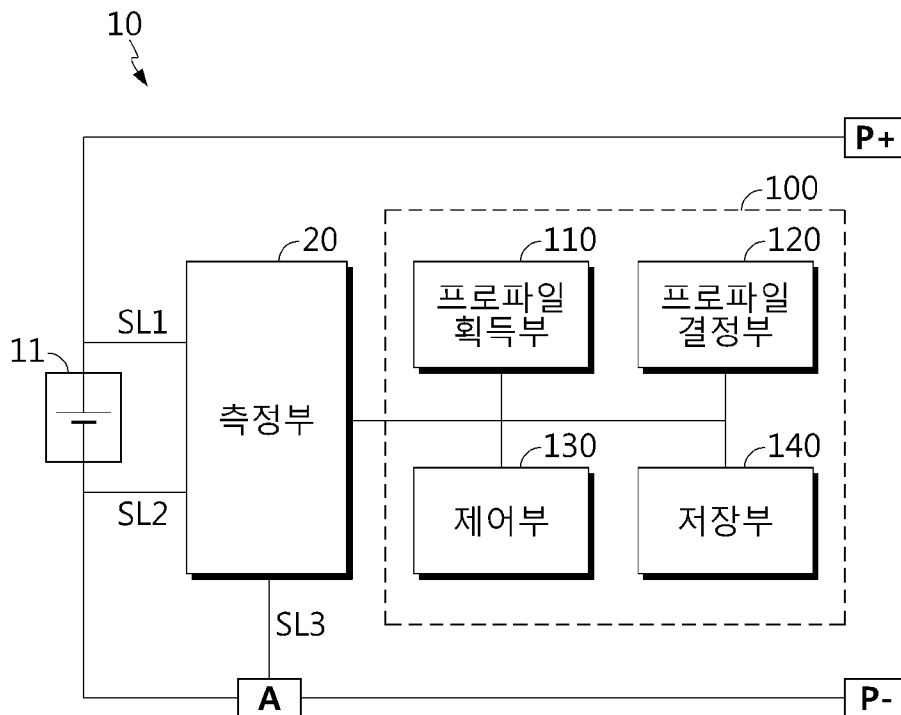
[도10]



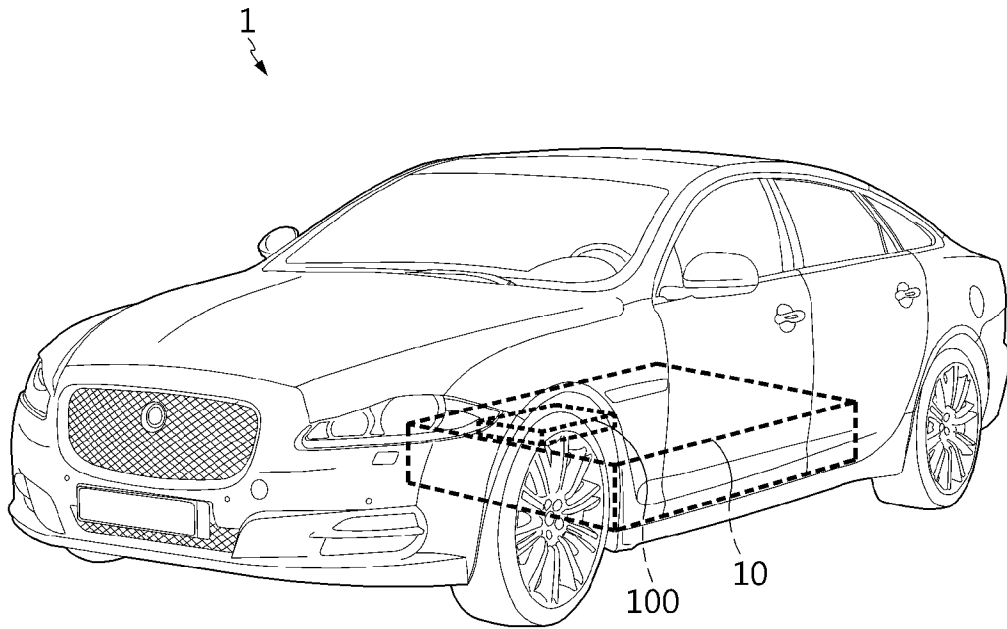
[도11]



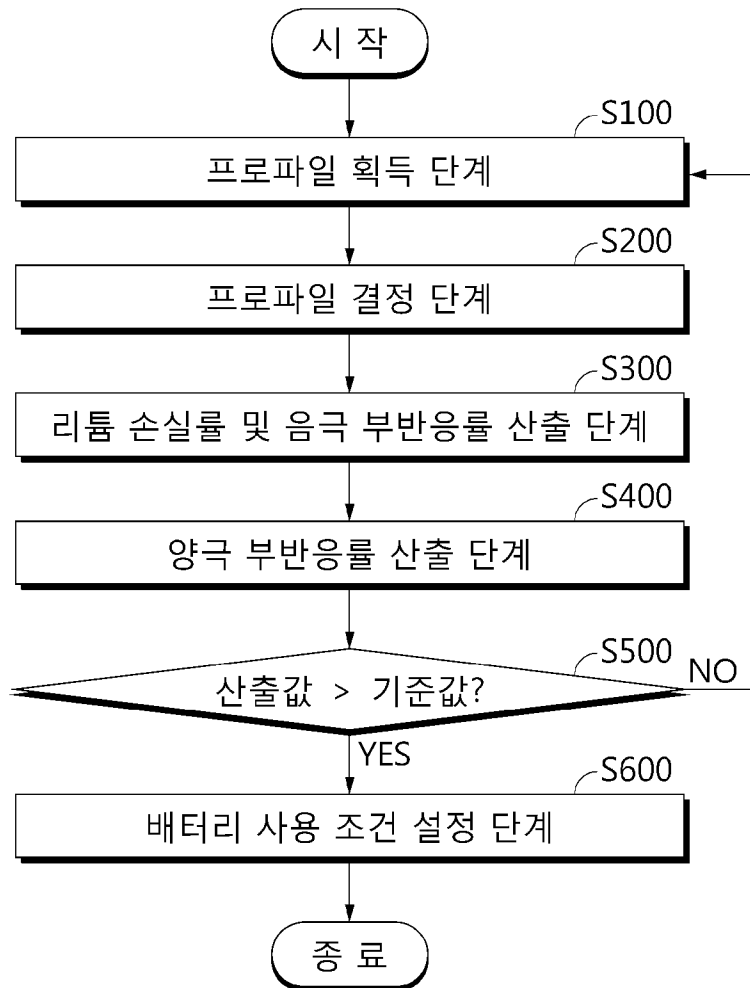
[도12]



[도13]



[도14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2025/000156

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/392(2019.01)i; **G01R 31/396**(2019.01)i; **G01R 31/382**(2019.01)i; **G01R 31/367**(2019.01)i; **H01M 10/42**(2006.01)i; **H01M 10/052**(2010.01)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 31/392(2019.01); G01N 27/42(2006.01); G01R 19/00(2006.01); G01R 31/367(2019.01); G01R 31/382(2019.01); H01M 10/42(2006.01); H01M 10/48(2006.01)

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: 배터리(battery), 관리(management), 프로파일(profile), 양극(positive electrode), 음극(negative electrode), 부반응(side reaction)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2022-0031412 A (LG ENERGY SOLUTION, LTD.) 11 March 2022 (2022-03-11) See claim 1 and figures 1-11.	1-15
A	KR 10-2022-0094042 A (LG ENERGY SOLUTION, LTD.) 05 July 2022 (2022-07-05) See claim 1 and figures 1-16.	1-15
A	KR 10-2022-0056150 A (LG ENERGY SOLUTION, LTD.) 04 May 2022 (2022-05-04) See claims 1-8 and figures 1-7.	1-15
A	KR 10-2022-0009918 A (LG ENERGY SOLUTION, LTD.) 25 January 2022 (2022-01-25) See claims 1-3 and figures 1-10.	1-15
A	US 10511050 B1 (SF MOTORS, INC.) 17 December 2019 (2019-12-17) See claims 1-20 and figures 1-6.	1-15



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
“D” document cited by the applicant in the international application
“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

14 April 2025

Date of mailing of the international search report

14 April 2025

Name and mailing address of the ISA/KR

**Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208**

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2025/000156

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
KR	10-2022-0031412	A	11 March 2022	CN	115516695	A	23 December 2022
				EP	4135099	A1	15 February 2023
				EP	4135099	A4	22 November 2023
				JP	2023-524580	A	12 June 2023
				JP	7409597	B2	09 January 2024
				US	2023-0318057	A1	05 October 2023
				WO	2022-050540	A1	10 March 2022
KR	10-2022-0094042	A	05 July 2022	CN	115398256	A	25 November 2022
				EP	4119963	A1	18 January 2023
				EP	4119963	A4	22 November 2023
				JP	2023-515831	A	14 April 2023
				JP	7395808	B2	12 December 2023
				US	12085623	B2	10 September 2024
				US	2023-0160970	A1	25 May 2023
				US	2024-0402259	A1	05 December 2024
				WO	2022-145777	A1	07 July 2022
KR	10-2022-0056150	A	04 May 2022	CN	115443416	A	06 December 2022
				EP	4148444	A1	15 March 2023
				EP	4148444	A4	11 December 2024
				JP	2023-519692	A	12 May 2023
				JP	7400172	B2	19 December 2023
				KR	10-2688015	B1	24 July 2024
				US	12117501	B2	15 October 2024
				US	2023-0140094	A1	04 May 2023
				WO	2022-092827	A1	05 May 2022
KR	10-2022-0009918	A	25 January 2022	CN	114846673	A	02 August 2022
				EP	4064412	A1	28 September 2022
				EP	4064412	A4	19 July 2023
				EP	4064412	B1	22 January 2025
				JP	2023-503971	A	01 February 2023
				JP	7293569	B2	20 June 2023
				US	2023-0039356	A1	09 February 2023
				WO	2022-015116	A1	20 January 2022
US	10511050	B1	17 December 2019	CN	110658464	A	07 January 2020
				CN	110658464	B	05 November 2021

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 31/392(2019.01)i; G01R 31/396(2019.01)i; G01R 31/382(2019.01)i; G01R 31/367(2019.01)i; H01M 10/42(2006.01)i; H01M 10/052(2010.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 31/392(2019.01); G01N 27/42(2006.01); G01R 19/00(2006.01); G01R 31/367(2019.01); G01R 31/382(2019.01); H01M 10/42(2006.01); H01M 10/48(2006.01)

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: 배터리(battery), 관리(management), 프로파일(profile), 양극(positive electrode), 음극(negative electrode), 부반응(side reaction)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2022-0031412 A (주식회사 엘지에너지솔루션) 2022.03.11 청구항 1 및 도면 1-11	1-15
A	KR 10-2022-0094042 A (주식회사 엘지에너지솔루션) 2022.07.05 청구항 1 및 도면 1-16	1-15
A	KR 10-2022-0056150 A (주식회사 엘지에너지솔루션) 2022.05.04 청구항 1-8 및 도면 1-7	1-15
A	KR 10-2022-0009918 A (주식회사 엘지에너지솔루션) 2022.01.25 청구항 1-3 및 도면 1-10	1-15
A	US 10511050 B1 (SF MOTORS, INC.) 2019.12.17 청구항 1-20 및 도면 1-6	1-15

☐ 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 이후에 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

2025년04월14일(14.04.2025)

국제조사보고서 발송일

2025년04월14일(14.04.2025)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김연경

전화번호 +82-42-481-3325

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2022-0031412 A	2022/03/11	CN 115516695 A	2022/12/23
		EP 4135099 A1	2023/02/15
		EP 4135099 A4	2023/11/22
		JP 2023-524580 A	2023/06/12
		JP 7409597 B2	2024/01/09
		US 2023-0318057 A1	2023/10/05
		WO 2022-050540 A1	2022/03/10
KR 10-2022-0094042 A	2022/07/05	CN 115398256 A	2022/11/25
		EP 4119963 A1	2023/01/18
		EP 4119963 A4	2023/11/22
		JP 2023-515831 A	2023/04/14
		JP 7395808 B2	2023/12/12
		US 12085623 B2	2024/09/10
		US 2023-0160970 A1	2023/05/25
		US 2024-0402259 A1	2024/12/05
KR 10-2022-0056150 A	2022/05/04	WO 2022-145777 A1	2022/07/07
		CN 115443416 A	2022/12/06
		EP 4148444 A1	2023/03/15
		EP 4148444 A4	2024/12/11
		JP 2023-519692 A	2023/05/12
		JP 7400172 B2	2023/12/19
		KR 10-2688015 B1	2024/07/24
		US 12117501 B2	2024/10/15
		US 2023-0140094 A1	2023/05/04
KR 10-2022-0009918 A	2022/01/25	WO 2022-092827 A1	2022/05/05
		CN 114846673 A	2022/08/02
		EP 4064412 A1	2022/09/28
		EP 4064412 A4	2023/07/19
		EP 4064412 B1	2025/01/22
		JP 2023-503971 A	2023/02/01
		JP 7293569 B2	2023/06/20
		US 2023-0039356 A1	2023/02/09
US 10511050 B1	2019/12/17	WO 2022-015116 A1	2022/01/20
		CN 110658464 A	2020/01/07
		CN 110658464 B	2021/11/05