(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2023 년 8 월 24 일 (24.08.2023)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2023/158065 A1

(51) 국제특허분류:
H02J 7/00 (2006.01) *G01R 31/382* (2019.01)
B60L 58/22 (2019.01) *H01M 10/42* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2022/018693

(22) 국제출원일: 2022 년 11 월 24 일 (24.11.2022)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2022-0020905 2022 년 2 월 17 일 (17.02.2022) KR

(71) 출원인: 울산대학교 산학협력단 (**UNIVERSITY OF ULSAN FOUNDATION FOR INDUSTRY COOPERATION**) [KR/KR]; 44610 울산광역시 남구 대학로 93 (무거동), Ulsan (KR).

(72) 발명자: 최성진 (**CHOI, Sung-Jin**); 44656 울산광역시 남구 동산로69번길 13, 101동 802호 (신정동), Ulsan (KR). 원원안 (**NGUYEN, Nguyen-Anh**); 44617 울산광역시 남구 대학로43번길 22-2, 103호 (무거동), Ulsan (KR).

(74) 대리인: 김종선 (**KIM, Jong Sun**); 06242 서울특별시 강남구 역삼로3길 11, 12층 (역삼동, 광성빌딩), Seoul (KR).

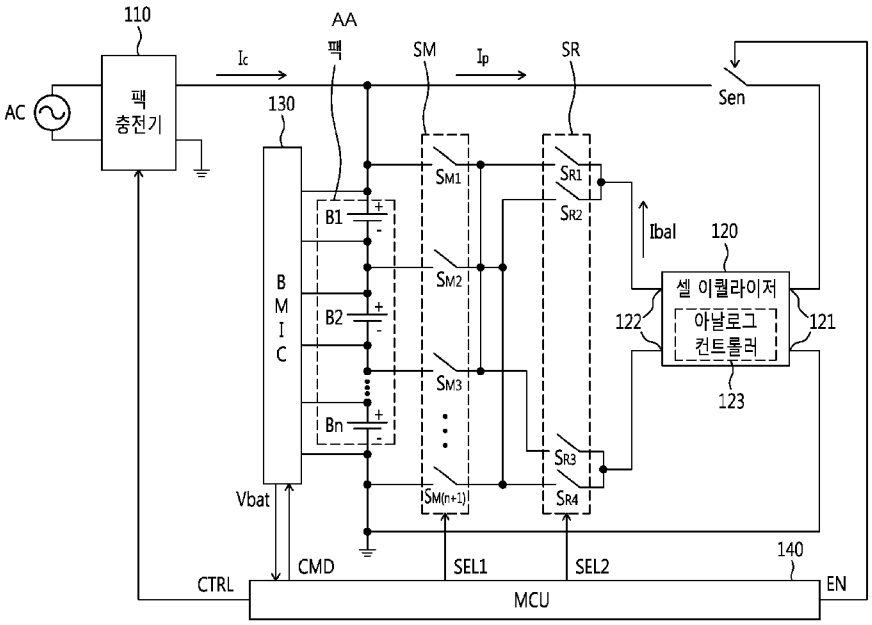
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, 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,

WO 2023/158065 A1

(54) **Title:** SYSTEM AND METHOD FOR RANDOMLY ALIGNING SOC OF REUSABLE BATTERY

(54) **발명의 명칭:** 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템 및 방법



110 ... Pack charger
120 ... Cell equalizer
123 ... Analog controller
AA ... Pack

(57) **Abstract:** A method for randomly aligning an SOC of a reusable battery according to an embodiment of the invention comprises the steps of: determining initial SOC levels of battery cells; sequencing the battery cells in ascending order of the initial SOC levels of the battery cells; in order to achieve a target SOC level, calculating an optimal total processing time by calculating an operation time of a pack charger and each cell-specific processing time of a cell equalizer; and performing a cell balancing operation in the order of the sequencing during the total processing time.

[다음 쪽 계속]

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, 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).

규칙 4.17에 의한 선언서:

— 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 발명의 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법은, 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨을 결정하는 단계와, 상기 배터리 셀들의 상기 초기 SOC 레벨의 오름차순으로 상기 배터리 셀들을 서열화하는 단계와, 목표 SOC레벨을 달성하기 위해 셀 이퀄라이저의 각 셀 별 처리시간 및 팩 충전기의 동작시간을 계산하여 최적의 전체 처리 시간을 계산하는 단계와, 상기 전체 처리 시간 동안 상기 서열화 순서로 셀 밸런싱 동작을 수행하는 단계를 포함한다.

명세서

발명의 명칭: 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템 및 방법

기술분야

[1] 본 발명은 재사용 배터리의 충전량(SOC, state of charge) 임의 정렬 시스템 및 방법에 관한 것으로, 보다 자세하게는 재사용 배터리 팩 내부의 개별 셀들의 SOC 레벨을 목표 SOC 레벨로 조정하면서 균등화하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[2] 최근 배터리 에너지 저장 시스템(battery energy storage system, BESS)에 대한 투자가 크게 증가하고 있다. 전기차의 배터리 팩은 폐기된 후에도 사용 가능한 용량의 80%가 남아 있어서 다른 용도로 재사용할 수 있다. 따라서, 재사용 (second-life)배터리를 이용한 에너지 저장시스템(SL-BESS)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[3] 노후된 배터리 셀들의 특성 차이로 인해 배터리의 재사용은 배터리 유지보수시에 보다 집중적인 관리가 필요하다. 따라서, SOC(state of charge) 임의 정렬은 재사용 배터리의 유지 보수 및 다른 장소로의 운송 등의 전기차 사용 후 배터리의 전반적인 재사용 과정에 필수적이다.

[4] 일반적으로 종래의 배터리 팩 충전기의 경우 개별 셀단위를 선택적으로 충전하지 못하기 때문에, 개별 셀들의 SOC 균등화기능을 제공할 수 없다.

[5] 한편, 개별 셀을 균등화하기 위한 종래의 방법들은 대부분 스위치 매트릭스를 이용한 이른바 최소 셀 균등화 방식을 택하고 있는데, 예를 들어 가장 낮은 SOC레벨의 배터리 셀을 인근 셀들을 방전시킨 후에 충전을 수행하며, 이후 다음 낮은 SOC 레벨의 셀을 다시 선택하여 방전 및 충전의 단계를 반복한다. 배터리 셀들 간 SOC레벨의 차이가 목표 값에 도달할 때까지 배터리 셀들의 전압에 기초하여 충전패턴이 무질서하게 계속 변경되므로 불필요하고 중복적인 스위칭 패턴이 사용될 수 있으며, 이러한 방법으로는 최적의 동작시간을 얻을 수 없다. 게다가 임의로 선정한 목표 SOC레벨에 도달하는 기능을 제공하지도 않는 문제점이 있어 SOC임의 정렬 목적이 부합하지 못한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[6] 본 발명은 상술한 종래기술의 문제점을 극복하기 위한 것으로서, SOC 조정 과정에서 배터리 팩 충전기와 셀 이퀄라이저가 협동하여 동작하도록 하는 시스템 및 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제 해결 수단

[7] 발명의 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법은, 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨을 결정하는 단계와, 상기 배터리 셀들의 상기 초기 SOC 레벨의

오름차순으로 상기 배터리 셀들을 서열화하는 단계와, 목표 SOC레벨을 달성하기 위해 셀 이퀄라이저의 각 셀 별 처리시간 및 팩 충전기의 동작시간을 계산하여 최적의 전체 처리 시간을 계산하는 단계 및 상기 전체 처리 시간 동안 상기 서열화 순서로 셀 밸런싱 동작을 수행하는 단계를 포함한다.

[8] 발명의 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템은, 배터리 팩에 포함된 배터리 셀들을 동시에 충전하거나 방전하는 팩 충전기와, 상기 배터리 셀들 중 하나의 배터리 셀로 전하를 전송하는 셀 이퀄라이저와, 상기 셀 이퀄라이저의 입력 단자쌍과 상기 배터리 셀들 사이에 연결된 제1 스위치 매트릭스 및 제2 스위치 매트릭스와, 상기 배터리 셀들의 개방 회로 전압을 모니터링하는 배터리 모니터링 장치(Battery Monitoring IC, BMIC) 및 상기 BMIC로부터 상기 개방 회로 전압을 수신하고, 상기 개방 회로 전압을 이용하여 상기 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨을 계산하는 연산장치(micro controller unit, MCU)를 포함하고, 상기 MCU는 상기 초기 SOC 레벨에 기초하여 상기 배터리 셀들을 서열화한다.

발명의 효과

[9] 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템 및 방법에 의하면, 셀 밸런싱 시간을 최소화할 수 있고, 목표로 하는 SOC를 임의로 정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[10] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템을 나타내는 도면이다.

[11] 도 2a와 도 2c는 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 원리를 설명하기 위한 회로도들이다.

[12] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법을 설명하기 위한 플로우차트이다.

[13] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법의 SOC-OCV 곡선을 나타낸다.

[14] 도 5 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법의 처리 시간을 계산하는 방법을 설명하기 위한 그래프들이다.

[15] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법의 셀 이퀄라이저의 셀 밸런싱 동작을 설명하기 위한 회로도이다.

[16] 9a와 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법의 처리 시간을 설명하기 위한 도면들이다.

[17] 도 10a 내지 도 10c는 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법의 배터리 셀의 안정성을 설명하기 위한 도면들이다.

[18] 도 11a 내지 도 11c는 본 발명을 검증하기 위한 실험장치의 설정 및 실험결과를

정리한 도표이다.

[19] 도 12a 내지 도 12c는 종래의 방법인 최소 셀 균등화 방식의 동작 파형을 나타내는 도면들이다.

[20] 도 13a 내지 도 13c는 본 발명인 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법의 동작 파형을 나타내는 도면들이다.

발명의 실시를 위한 형태

[21] 본 발명은 다양한 변형 및 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는 바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 보다 상세하게 설명하고자 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[22] 이하, 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[23] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템을 나타내는 도면이다.

[24] 도 1을 참조하면, 배터리 팩(PACK)은 직렬로 연결된 복수의 배터리 셀들(B1~Bn)을 포함할 수 있다. 여기서, n은 1보다 큰 자연수이다. 일례로, 전기 자동차에는 복수의 배터리 팩들을 포함할 수 있다. 전기 자동차 사용 후 배터리의 셀 하나의 전압은 3.6V, 약 4V일 수 있고, 배터리 팩 하나의 전압은 약 80V일 수 있다.

[25] 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템(100)은 팩 충전기(110), 셀 이퀄라이저(120), 배터리 모니터링 장치(Battery Monitoring IC, BMIC; 130), 연산장치 (micro controller unit, MCU; 140), 및 제1 스위치 매트릭스(S_M), 제2 스위치 매트릭스(S_R)를 포함할 수 있다.

[26] 팩 충전기(110)는 외부 전원으로부터 배터리 팩(PACK)을 충전 또는 방전하는 양방향 직류변환장치일 수 있다. 팩 충전기(110)는 배터리 팩(PACK)에 포함된 복수의 배터리 셀들(B1~Bn)을 동시에 충전하거나 또는 방전할 수 있다. 따라서, SOC 정렬 프로세스의 속도를 높일 수 있고, 배터리 셀의 SOC 레벨을 목표 SOC 레벨로 재조정할 수 있다. 팩 충전기(110)는 셀 이퀄라이저(120)의 동작에 따라 배터리 팩(PACK)에 일정한 전류를 충전하거나, 방전할 수도 있다. 이 경우 충전 전류는 양의 전류로 방전 전류는 음의 전류로 정의한다.

[27] 셀 이퀄라이저(120)는 배터리 팩(PACK)으로부터 배터리 셀들(B1~Bn) 중 하나의 배터리 셀로 전하를 전송하는 단방향 DC-DC 컨버터일 수 있다. 일례로, 셀 이퀄라이저(120)는 하나의 배터리 셀만 일정한 전류로 충전할 수 있는 정전류형 충전기일 수 있으며, 셀 이퀄라이저(120)에 의해 배터리 셀들(B1~Bn)이 균등화될 수 있다. 셀 이퀄라이저(120)의 출력 단자쌍은 배터리 팩(PACK)과 연결될 수 있고, 셀 이퀄라이저(120)의 입력 단자쌍은 제1 스위치 매트릭스(S_{M1}~$S_{M(n+1)}$)와 제2 스위치 매트릭스(S_{R1}~S_{R4})를 통해 배터리 셀들(B1~Bn) 중 하나의

배터리 셀과 연결될 수 있다.

[28] BMIC(130)는 개별 배터리 셀들(B1~Bn)의 개방 회로 전압(Vbat)을 항상 모니터링할 수 있다. BMIC(130)는 배터리 셀들(B1~Bn)의 개방 회로 전압(Vbat)을 출력할 수 있다.

[29] MCU(140)는 BMIC(130)로 개별 배터리 셀들(B1~Bn)의 개방 회로 전압(Vbat)을 출력하라는 명령(CMD)을 전송할 수 있다. MCU(140)는 BMIC(130)로부터 배터리 셀들(B1~Bn)의 개방 회로 전압(Vbat)을 입력 받을 수 있다. MCU(140)는 배터리 셀들(B1~Bn)의 개방 회로 전압(Vbat)을 이용하여 배터리 충전량에 해당하는 SOC 레벨을 배터리 셀들(B1~Bn)마다 분석할 수 있다. MCU(140)는 분석 결과에 기초하여 선택 신호들(SEL1, SEL2)을 생성하고, 출력할 수 있다.

[30] 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)는 셀 이퀄라이저(120)의 입력 단자쌍(121)과 배터리 셀들(B1~Bn) 사이에 연결될 수 있다. 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)는 배터리 셀들(B1~Bn) 중 하나의 배터리 셀을 선택하고, 선택된 배터리 셀을 셀 이퀄라이저(120)의 출력 단자쌍(122)에 연결할 수 있다. 제1 스위치 매트릭스(S_M)는 복수의 제1 스위치들(S_{M1}~$S_{M(n+1)}$)을 포함할 수 있고, 제2 스위치 매트릭스(S_R)는 복수의 제2 스위치들(S_{R1}~S_{R4})을 포함할 수 있다. 일례로, 배터리 셀들(B1~Bn)의 개수가 n개일 때, 제1 스위치들의 개수는 n+1개일 수 있고, 제2 스위치들의 개수는 4개일 수 있다. 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)의 구성은 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템에서 스위치들의 개수를 감소시킬 수 있는 효과가 있다.

[31] 제1 선택 신호(SEL1)는 제1 스위치 매트릭스(S_M)의 스위칭 패턴을 결정할 수 있고, 제2 선택 신호(SEL2)는 제2 스위치 매트릭스(S_R)의 스위칭 패턴을 결정할 수 있다. 제1 스위치 매트릭스(S_M)는 제1 선택 신호(SEL1)에 응답하여 배터리 셀들(B1~Bn) 중 하나의 배터리 셀을 선택할 수 있고, 제2 스위치 매트릭스(S_R)는 제2 선택 신호(SEL2)에 응답하여 선택된 배터리 셀의 방향을 결정할 수 있다. 일례로, 제1 배터리 셀(B1)을 셀 이퀄라이저(120)의 출력 단자쌍(122)에 연결하기 위해서, 제1 선택 신호(SEL1)에 응답하여 제1 스위치 중 일부(S_{M1}, S_{M2})가 턴 온 될 수 있고, 제2 선택 신호(SEL2)에 응답하여 제2 스위치 중 일부(S_{R1}, S_{R4})가 턴 온 될 수 있다.

[32] 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템(100)은 활성화 스위치(Sen)를 더 포함할 수 있다. 활성화 스위치(Sen)는 비상상황에서 셀 이퀄라이저(120)로 입력되는 전류를 차단하기 위한 스위치일 수 있다. 활성화 스위치(Sen)는 MCU(140)로부터 출력되는 활성화 신호(EN)에 응답하여 제어될 수 있다.

[33] 본 발명의 일 실시예에 따르면, MCU(140)는 배터리 셀들(B1~Bn)의 초기 SOC 레벨에 기초하여 배터리 셀들(B1~Bn)을 정렬할 수 있다. 일례로, MCU(140)는 배터리 셀들(B1~Bn)의 초기 SOC 레벨의 오름차순으로 배터리 셀들(B1~Bn)을 정렬할 수 있다. 초기 SOC 레벨이 낮을수록 해당 배터리 셀에 충전되는 전하량이

많아져야 하므로, MCU(140)는 배터리 셀의 초기 SOC 레벨이 낮을수록 상기 배터리 셀이 셀 이퀄라이저(120)에 연결되는 시간이 길어지도록 선택 신호들(SEL1, SEL2)을 생성할 수 있다. MCU(140)는 배터리 셀들(B1~Bn)의 초기 SOC 레벨에 기초하여, 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)에 포함된 스위치들이 턴 온 되는 시간을 조절함으로써 배터리 셀이 셀 이퀄라이저(120)에 연결되는 시간을 조절할 수 있다.

[34] 도 2a와 도 2c는 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 원리를 설명하기 위한 회로도들이다.

[35] 먼저, 도 2a는 팩 충전기(110)는 동작하고, 셀 이퀄라이저(120)는 동작하지 않을 때의 동작을 설명한다, 이때 팩 충전기는 제어신호(CTRL)에 의해서 활성화된 반면, 제1 선택 신호(SEL1) 및 제2 선택 신호(SEL1)에 의해 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)에 포함된 스위치들이 모두 턴 오프 되는 상태가 된다. 도 1과 도 2a를 함께 참조하여 상술하면, 팩 충전기(110)는 정전류인 팩 충전기 전류(Ic)로 전체 배터리 팩(PACK)을 직접 충전 또는 방전할 수 있다. 팩 충전기 전류(Ic)는 배터리 팩(PACK)에 포함된 배터리 셀들(B1~Bn)으로 동시에 에너지를 공급하거나, 배터리 팩(PACK)에 포함된 배터리 셀들(B1~Bn)의 에너지를 동시에 방출하기 위한 전류일 수 있다. 따라서, 팩 충전기(110)는 전체 배터리 팩(PACK)의 SOC 레벨을 조절할 수 있다.

[36] 제어 신호(CTRL)는 팩 충전기(110)를 팩 충전기 처리 시간 동안 활성화시키기 위한 활성화 신호일 수 있다. 또한, 제어 신호(CTRL)에 응답하여 팩 충전기(110)는 팩 충전기 전류(Ic)의 방향을 바꿀 수 있다. 다시 말해, 팩 충전기(110)는 제어 신호(CTRL)에 응답하여 전체 배터리 팩(PACK)으로 에너지를 공급하거나, 전체 배터리 팩(PACK)의 에너지를 방출할 수 있다.

[37] MCU(140)는 전체 배터리 팩(PACK)의 가용 용량을 파악하고, 전체 배터리 팩(PACK)을 충전 또는 방전하는데 필요한 용량을 계산할 수 있다. MCU(140)는 계산 결과에 기초하여 제어 신호(CTRL)를 생성하고 출력할 수 있다.

[38] 다음, 도 2b는 셀 이퀄라이저(120)는 동작하고, 팩 충전기(110)는 동작하지 않을 때의 동작을 설명한다. 이때, 제1 선택 신호(SEL1) 및 제2 선택 신호(SEL2)에 의해 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)에 포함된 스위치들이 상기 상술한 패턴으로 턴 온 되어 하나의 셀이 선택되고, 팩 충전기는 제어신호(CTRL)에 의해서 비활성화 된 상태가 된다. 도 1과 도 2b를 함께 참조하여 상술하면, 셀 이퀄라이저(120)의 입력 단자쌍(121)에 연결된 배터리 팩으로부터 에너지를 전달받아 출력 단자쌍(122)을 통해 미리 정해진 셀 밸런싱 전류(Ibal)를 출력할 수 있다. 이때, 셀 이퀄라이저(120)의 입력 단자쌍으로 흘러 들어가는 배터리 팩 방전전류를 Ip라고 정의하면, 선택된 셀에 흐르는 전류는 키르히호프의 전류법칙(Kirchoff's Current Law, KCL)에 의해 Ibal-Ip가 되고 선택되지 않은 나머지 셀에 흐르는 전류는 (-Ip)가 된다. 따라서, 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)를 통해 선택된 배터리 셀은 셀 밸런싱

전류(Ibal)를 통해 SOC 레벨이 조절될 수 있다. 이로 인해 배터리 셀들(B1~Bn) 간 SOC 차이를 균등화할 수 있다. 다시 말해, 셀 이퀄라이저(120)는 전체 배터리 팩(PACK)의 에너지를 개별 배터리 셀에 분배할 수 있다.

[39] 한편, 도 2c는 셀 이퀄라이저(120)와 팩 충전기(110)가 모두 동작하고 있는 보다 일반적인 경우의 동작원리를 설명한다, 이때, 제1 선택 신호(SEL1) 및 제2 선택 신호(SEL1)에 의해 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)에 포함된 스위치들이 상기 상술한 패턴으로 턴 온 되어 하나의 셀이 선택되고, 팩 충전기(110)는 제어신호(CTRL)에 의해서 활성화된 상태가 된다. 도 1과 도 2c를 함께 참조하여 상술하면, 셀 이퀄라이저(120)의 입력 단자쌍(121)에 연결된 배터리 팩(PACK)으로부터 에너지를 전달받아 출력 단자쌍(122)을 통해 미리 정해진 셀 밸런싱 전류(Ibal)를 출력할 수 있다. 또한, 팩 충전기(110)도 정해진 전류인 팩 충전기 전류(Ic)를 배터리 팩에 공급한다. 앞서 상술한 바와 같이, 셀 이퀄라이저의 입력 단자쌍(121)으로 흘러 들어가는 배터리 팩 방전전류를 Ip라고 정의하였기 때문에, 선택된 셀에 흐르는 전류는 키르히호프의 전류법칙(Kirchoff's Current Law, KCL)에 의해 Ibal-Ip+Ic가 되고 선택되지 않은 나머지 셀에 흐르는 전류는 -Ip+Ic가 된다. 따라서, 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)를 통해 선택된 배터리 셀은 팩 충전기 전류(Ic)와 셀 밸런싱 전류(Ibal)를 통해 SOC 레벨이 조절될 수 있다. 이로 인해 배터리 셀들(B1~Bn) 간 SOC 차이를 균등화할 수 있다. 다시 말해, 팩 충전기(110)와 셀 이퀄라이저(120)는 협업 제어하여 전체 배터리 팩(PACK)의 에너지를 개별 배터리 셀에 분배할 수 있다.

[40] 셀 이퀄라이저(120)는 출력 단자쌍(122) 전류인 셀 밸런싱 전류(Ibal)를 일정하게 하기 위한 아날로그 컨트롤러(123)를 셀 이퀄라이저(120) 내부에 포함할 수 있다. 예컨대, 셀 이퀄라이저(120)는 듀티비 제어 내지는 주파수 제어 등을 통하여 셀 밸런싱 전류(Ibal)를 일정하게 할 수 있다. 아날로그 컨트롤러(123)는 셀 이퀄라이저(120) 외부에 존재할 수도 있다.

[41] 본 발명의 일 실시예에 따르면, SOC 조정 과정에서 팩 충전기(110)와 셀 이퀄라이저(120)가 협동하여 동작함으로써 목표 SOC 레벨을 달성할 수 있다. 이로 인해, 배터리 셀들(B1~Bn)의 용량은 균등화될 수 있다. 배터리 셀들(B1~Bn)은 팩 충전기(110)와 셀 이퀄라이저(120)로부터 동시에 전류를 받을 수 있다. 충전 과정에서든 방전 과정에서든 두 전류의 합은 배터리의 허용한계 내에서 유지될 수 있다.

[42] 또한, 팩 충전기(110)와 셀 이퀄라이저(120)는 조정된 동작 알고리즘에 의해 동작할 수 있다. 다시 말해, 배터리 셀 밸런싱과 배터리 팩의 충전 또는 방전 과정이 동시에 수행될 수 있다. 따라서, 셀 밸런싱 시간을 최적화할 수 있다.

[43] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법을 설명하기 위한 플로우차트이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 라 따라 각 셀의 개방 전압을 측정하여 셀의 SOC레벨을 계산할 수 있는 토대가 되는

셀 SOC 레벨과 셀 개방 전압(open circuit voltage, OCV) 간 매핑 곡선(SOC-OCV 곡선)이다.

[44] 먼저 도 1과 도 3을 함께 참조하면, 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작 방법은 충전 전략 수립 동작(S110~S170)과 셀 밸런싱 수행 동작(S180)을 포함할 수 있다.

[45] BMIC(130)는 초기에 배터리 셀들의 개방 회로 전압(Vbat)을 측정할 수 있다(S110).

[46] MCU(140)는 BMIC(130)로부터 배터리 셀들의 개방 회로 전압(Vbat)을 수신할 수 있다. MCU(140)는 배터리의 기 설정된 셀 SOC 레벨과 셀 개방 전압 간 매핑 곡선(SOC-OCV 곡선) (도 4 참조)을 이용하여 배터리 셀들의 개방 회로 전압(Vbat)에 대응하는 초기 SOC 레벨을 결정할 수 있다(S120).

[47] MCU(140)는 배터리 셀들(B1~Bn)의 초기 SOC 레벨의 오름차순으로 배터리 셀들(B1~Bn)을 서열화(ordering) 및 색인화(indexing)할 수 있다(S130). 또한, MCU(140)는 전체 SOC 레벨의 평균값을 계산할 수 있다(S130). 충전 전략 수립 동작 이 후 셀 밸런싱 수행 동작에서 배터리 셀들(B1~Bn)은 상기 정렬 순서로 상기 셀 밸런싱 동작이 수행될 수 있다.

[48] MCU(140)는 셀 밸런싱 동작의 전체 처리 시간을 계산할 수 있다(S140). 상기 전체 처리 시간은 팩 충전기의 처리시간(tc)와 배터리 셀들(B1~Bn) 각각에 대한 셀 이퀄라이저의 처리 시간(ti)(단, i는 서열서열번호로 1에서 n까지의 정수를 가진다. 여기서 1은 가장 서열이 높은 셀이며, n은 직렬 연결된 셀의 개수로서 가장 서열이 낮은 셀을 나타낸다.)을 모두 합한 값일 수 있다(S140). 충전 전략 수립 동작 이 후 셀 밸런싱 수행 동작에서 배터리 셀들(B1~Bn)은 상기 서열 순서로 셀 이퀄라이저(120)의 출력 단자쌍(122)에 하나씩 연결될 수 있고, 셀 이퀄라이저(120)의 출력 단자쌍(122)에 연결된 배터리 셀은 해당 배터리 셀에 대한 셀 이퀄라이저(120)의 처리 시간 동안 충전될 수 있다.

[49] 다시 말해, 상기 충전 전략에 기초하여 제1 스위치 매트릭스(S_M)와 제2 스위치 매트릭스(S_R)의 스위칭 패턴이 결정될 수 있다. 또한, 배터리 셀이 충전되는 시간이 길수록 배터리 셀에 충전되는 전하량이 늘어난다. 따라서, MCU(140)는 SOC 레벨이 상대적으로 낮은 배터리 셀에 대한 셀 이퀄라이저의 처리 시간은 상대적으로 길게 설정하고, SOC 레벨이 상대적으로 높은 배터리 셀에 대한 셀 이퀄라이저의 처리 시간은 상대적으로 짧게 설정할 수 있다.

[50] 도 5 내지 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 처리 시간을 계산하는 방법을 설명하기 위한 그래프들이다.

[51] 도 5를 참조하면, x-축은 현재 정렬된 배터리 셀들(B1~Bn)의 물리적인 셀 연결 순서를 나타내는 배터리 셀 번호를 나타내고, y-축은 대응하는 배터리 셀들(B1~Bn)의 SOC 레벨(%)을 나타낸다. SOC 레벨은 배터리 셀들(B1~Bn)의 개방 회로 전압(Vbat)에 대응하는 초기 SOC 레벨을 의미할 수 있다.

[52] 도 6을 참조하면, x-축은 SOC 레벨의 오름차순으로 서열화한 배터리

셀들(B1~Bn)의 서열번호를 나타내고, y-축은 대응하는 배터리 셀들(B1~Bn)의 SOC 레벨(%)을 나타낸다. 배터리 셀들(B1~Bn)은 SOC 레벨이 낮은 것부터 큰 것 순서대로 서열화(ordering) 및 색인화(indexing)될 수 있다. 여기서 각 셀들의 초기 SOC레벨의 상태에 따라 통상적으로 배터리 셀 번호와 서열번호는 다를 수 있음을 강조한다.

[53] 도 7을 참조하면, x-축은 SOC 레벨의 오름차순으로 서열화한 배터리 셀들(B1~Bn)의 서열번호를 나타내고, y-축은 대응하는 배터리 셀들의 셀 이퀄라이저 처리 시간(ti)을 나타낸다. 도 7에 도시된 바와 같이 SOC 레벨이 상대적으로 낮은 배터리 셀의 충전 시간은 상대적으로 길게 설정될 수 있고, SOC 레벨이 상대적으로 높은 배터리 셀의 충전 시간은 상대적으로 짧게 설정될 수 있다.

[54] 다시 도 1과 도 3을 함께 참조하면, MCU(140)는 목표 SOC와 평균 SOC를 비교하고, 비교의 결과에 따라 팩 충전기(110)로부터 출력되는 팩 충전기 전류의 방향을 결정할 수 있다.

[55] 구체적으로, MCU(140)는 목표 SOC와 평균 SOC를 비교할 수 있다(S150). 목표 SOC가 평균 SOC보다 낮으면(S150의 YES), 배터리 팩(PACK)에 포함된 배터리 셀들(B1~Bn)의 전체 에너지를 방출해야 한다. 따라서, MCU(140)는 팩 충전기 전류(Ic)의 방향을 제1 방향(예컨대, 음의 방향)으로 설정하도록 제어 신호(CTRL)를 생성할 수 있다(S160). 충전 전략 수립 동작 이 후 셀 밸런싱 수행 동작에서 팩 충전기(110)는 제어 신호(CTRL)에 응답하여 배터리 팩(PACK)에 포함된 배터리 셀들(B1~Bn)의 에너지를 동시에 방출할 수 있다.

[56] 목표 SOC가 평균 SOC보다 높으면(S150의 NO), 배터리 팩(PACK)에 포함된 배터리 셀들(B1~Bn)의 전체에 에너지를 공급해야 한다. 따라서, MCU(140)는 팩 충전기(100)는 팩 충전기 전류(Ic)의 방향을 제2 방향(예컨대, 양의 방향)으로 설정하도록 제어 신호(CTRL)를 생성할 수 있다(S170). 충전 전략 수립 동작 이 후 셀 밸런싱 수행 동작에서 팩 충전기(100)는 제어 신호(CTRL)에 응답하여 배터리 팩(PACK)에 포함된 배터리 셀들(B1~Bn)로 동시에 에너지를 공급할 수 있다.

[57] 팩 충전기 전류(Ic)의 방향 설정이 완료되면, 셀 밸런싱 동작이 수행될 수 있다(S180). 셀 밸런싱 동작은 전체 처리 시간 동안 상기 정렬된 순서로 수행될 수 있다. 전체 처리 시간 동안 배터리 셀들(B1~Bn)은 정렬된 순서대로 셀 이퀄라이저(120)의 출력 단자쌍(122)에 하나씩 연결될 수 있고, 팩충전기의 동작은 전체 처리 시간의 마지막에 배치한 팩 충전기의 처리 시간 동안 수행될 수 있다. 알고리즘의 선정에 따라 마지막 배터리 셀의 셀 이퀄라이저 처리 시간은 0초일 수 있다. 따라서, 실질적으로 (n-1)개의 셀 밸런싱 동작 단계(t1~t(n-1))와 하나의 팩 충전기 동작단계(tc)를 고려한다면, 배터리의 SOC를 재정렬하는데 총 n개의 단계만 필요하며, 여기서, n은 배터리 팩(PACK)에 포함된 배터리 셀들의 총 개수를 의미한다.

[58] 셀 밸런싱 동작이 종료되면, 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템의 동작은

종료된다.

[59] 이하에서는, 팩 충전기의 처리 시간(tc)과 임의의 서열번호 i-번째 배터리 셀에 대한 셀 이퀄라이저의 처리 시간(ti, i=1~n)을 계산하는 과정을 설명하기로 한다.

[60] 모든 배터리 셀들이 동일한 공칭 용량을 갖는다고 가정하면, 배터리 셀의 가용 용량(Q(t))은 하기의 [수학식 1]과 같이 정의될 수 있다.

[61] [수식1]

$$Q(t) = SOC(t_0)Q_{nom} + \int_{t_0}^{t} I(\tau)d\tau$$

[62] 여기서 Qnom은 각 배터리 셀의 공칭 용량을 의미할 수 있다.

[63] 배터리 셀의 SOC는 공칭용량 대비 가용용량의 비를 의미하므로, 상기의 [수학식 1]을 통해 다음과 같이 [수학식 2]로 나타낼 수 있다.

[64] [수식2]

$$SOC(t) = SOC(t_0) + \frac{1}{Q_{nom}}\int_{t_0}^{t} I(\tau)d\tau$$

[65] SOC 임의 정렬 프로세스의 각 단계에서, 셀 이퀄라이저(120)는 개별 배터리 셀로 일정한 전류를 제공하여 배터리 셀의 용량을 증가시킬 수 있다. 이로 인해, 배터리 셀들 간 SOC 레벨의 균형을 유지할 수 있다.

[66] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 셀 이퀄라이저(120)의 셀 밸런싱 동작을 설명하기 위한 회로도이다. 셀 이퀄라이저(120)의 출력 전류인 셀 밸런싱 전류(Ibal)가 도 8에 도시된 바와 같이 단극이고 일정하게 유지된다고 가정하면, 셀 이퀄라이저(120)의 입력 단자쌍(121)에 흐르는 전류(Ip)는 하기의 [수학식 3]과 같이 결정될 수 있다.

[67] [수식3]

$$I_p = \frac{v_i \cdot I_{bal}}{\eta \cdot v_{pack}}$$

[68] 여기서, vi는 서열번호 i-번째 배터리 셀의 전압을 의미하고, Vpack은 배터리 팩의 전압을 의미하며, η는 셀 이퀄라이저(120)의 전력변환효율을 의미한다.

[69] 팩 충전기 전류(Ic)가 일정하다고 가정하면, 서열번호 i-번째 배터리 셀을 통해 흐르는 실제 전류 Ii는 하기의 [수학식 4]와 같이 주어진다. 이는 그림 2c에 도식적으로 기술한 바 있다.

[70] [수식4]

$$I_i = I_{bal} - I_p + I_c$$

[71] 이때, 나머지 배터리 셀들에 흐르는 전류는 하기의 [수학식 5]와 같이 계산될 수 있다. 이 또한 그림 2c에 도식적으로 기술한 바 있다.

[72] [수식5]

$$I_1 = .. = I_{i-1} = I_{i+1} = .. = I_n = -I_p + I_c$$

[73] 배터리의 안전을 위해서, 배터리 셀을 통해 흐르는 실제 전류는 데이터 시트의 최대 허용 전류 레벨보다 낮아야 한다.

[74] 각 배터리 셀의 남은 용량은 하기의 [수학식 6]과 같이 나타낼 수 있다.

[75] [수식6]

$$Q_i = SOC_i(t)Q_{nom}$$

[76] 여기서 Qnom은 각 배터리 셀의 공칭 용량을 의미하고, SOCi는 서열번호 i-번째 배터리 셀의 개별 SOC 레벨을 의미한다.

[77] [수학식 7]과 같이, OCVi 정보를 이용하여 서열번호 i-번째 배터리 셀의 초기 SOC 레벨을 추정할 수 있다. 여기서 f는 SOC-OCV 곡선에 의한 매핑 함수를 나타낸다.

[78] [수식7]

$$SOC_i(t_0) = f(OCV_i)$$

[79] ti 시간 후 서열번호 i-번째 배터리 셀의 SOC 레벨은 하기의 [수학식 8]과 같이 주어진다.

[80] [수식8]

$$SOC_i(t_i) = SOC_i(t_0) + \frac{I_i(t_i - t_0)}{Q_{nom}}$$

[81] 여기서, 배터리 자체에서의 에너지 손실이 발생하지 않는 이상적인 조건 하에서, 셀 밸런싱 이후 SOC 레벨은 초기 SOC 레벨들의 평균이다. 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨들의 평균(SOCinit_avg)은 하기의 [수학식 9]와 같이 주어진다.

[82] [수식9]

$$SOC_{init_avg} = \frac{\sum_{i=1}^{n} SOC_i(t_0)}{n}$$

[83] 여기서, 셀 이퀄라이저(120)에서 생기는 회로손실을 나타내는 셀 이퀄라이저(120)의 전력변환효율(η)을 고려하면, 셀 밸런싱이 종료된 후의 평균 SOC레벨은 초기 SOC의 평균보다 낮아지게 된다. 그 차이를 등가 SOC손실(SOC_L)로 정의한다면, 등가 SOC 손실은 하기의 [수학식 10]과 같이 추정된다.

[84] [수식10]

$$SOC_L = \frac{\left(\frac{1}{\eta} - 1\right)\sum_{i=1}^{n} \frac{v_i}{n} I_{bal} t_{total}}{v_{pack} Q_{nom}}$$

[85] 여기서, t_{total}은 하기의 [수학식 11]과 같이 셀 이퀄라이징 단계에서 소요되는 각 셀의 처리 시간의 합을 의미한다.

[86] [수식11]

$$t_{total} = \sum_{i=1}^{n} t_i$$

[87] 이때, 팩 충전기는 상기의 SOC 손실을 추가적으로 보상하고, SOC 레벨을 목표

SOC 레벨인 SOCtarg으로 재정렬하므로, 팩 충전기의 처리 시간(tc)은 하기의 [수학식 12]와 같이 표현된다.

[88] [수식12]

$$t_c = \frac{(SOC_{targ} - SOC_{init_avg} + SOC_L)Q_{nom}}{I_c}$$

[89] 여기서, 처리 시간(tc)이 양의 값을 가지면 팩 충전기 전류가 충전전류(양의 방향)로 동작해야 하고, 처리 시간(tc)이 음의 값을 가지면 팩 충전기 전류(Ic)의 극성을 반전시켜서 동작해야 한다.

[90] 매시간 단계에서, 하나의 배터리 셀만 [수학식4]의 전류에 의해 충전되고, 다른 배터리 셀들은 [수학식5]의 전류의 음의 값에 의해서 방전될 수 있다. 즉, 팩 충전기 전류(Ic)는 배터리 셀들의 전체적인 SOC 레벨을 동시에 조절할 수 있다. 따라서, 전체 처리 시간 이후 첫번째 서열번호를 가진(즉, 오름차순 서열화의 경우 가장 SOC레벨이 작은) 배터리 셀에 대한 초기 SOC 레벨에서 목표 SOC 레벨로의 용량 변화는 하기의 [수학식 13]과 같이 계산된다.

[91] [수식13]

$$(I_{bal} - I_p)t_1 - I_p t_2 - \ldots - I_p t_n + I_c t_c = (SOC_{targ} - SOC_1(t_0))Q_{nom}$$

[92] 마찬가지로, 일반적으로 i-번째 서열번호를 가진 배터리 셀에 대한 용량 변화는 하기의 [수학식 14]와 같이 주어진다.

[93] [수식14]

$$-I_p t_1 - \ldots + (I_{bal} - I_p)t_i - \ldots - I_p t_n + I_c t_c = (SOC_{targ} - SOC_i(t_0))Q_{nom}$$

[94] 이 단계에서, 각 배터리 셀 및 팩 충전기에 대한 최적의 각 단계의 처리 시간(ti)을 얻기 위해서 다음과 같은 방법을 적용할 수 있다.

[95] 즉, 상기의 [수학식 14]에서 각 단계의 처리 시간(ti)이 0보다 크거나 같을 때, [수학식11]과 [수학식12]를 통해 i-번째 서열번호를 가진 배터리 셀의 용량 변화는 하기의 [수학식 15]와 같이 나타낼 수 있다.

[96] [수식15]

$$I_{bal} t_i - I_p t_{total} = (SOC_{init_avg} - SOC_i(t_0) - SOC_L)Q_{nom}$$

[97] 여기서, 셀 이퀄라이저 동작단계의 처리 시간의 합(t_{total})은 [수학식 11]에서 이미 정의된다. 따라서, 각 단계의 처리 시간(ti)은 [수학식 16]과 같이 재정리할 수 있다.

[98] [수식16]

$$t_i = \frac{(SOC_{init_avg} - SOC_i(t_0) - SOC_L)Q_{nom} + I_p t_{total}}{I_{bal}}$$

[99] 이미 배터리 셀의 초기 SOC 레벨은 이미 서열화되어 순서대로 처리되므로, 각 단계의 처리 시간은 t1≥t2≥…≥tn이다. 이는 초기 SOC의 오름차순 서열화의 경우 서열번호 1번인 초기 SOC레벨이 가장 낮은 셀이 가장 오랜 시간 동안 밸런싱 되어야 하기 때문이다.

[100] 도 9a와 도 9b는 본 발명의 일 실시예에 따라 계산된 처리 시간을 설명하기 위한 도면들이다.

[101] 도 9a를 참조하면, 16-번째 단계부터 처리 시간(t16 내지는 t20)이 음의 값을 갖는다는 것은 물리적으로 불가능 하며, 대신 해당 셀 이퀄라이저(120)의 셀 밸런싱 전류가 반전되어야 타당하다.

[102] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 단방향 전류만 제공하는 셀 이퀄라이저(120)는 이러한 전류반전(음의 밸런싱 전류)을 제공하지 않으므로, 음의 처리 시간 문제를 해결하기 위해 시간 오프셋을 도입할 수도 있다. 다시 말해, 각 단계별 처리 시간을 동일한 값으로 더해주어 마지막 단계에 소요되는 시간(tn)을 0으로 함으로써, 나머지 모든 단계의 소요시간을 항상 0보다 크게 보정할 수 있다.

[103] 도 9b는 상기 시간 오프셋을 통해 조정된 단계별 처리시간을 나타낸다. 도 9b를 참조하면, tn은 0으로 설정된다면, 각 단계의 처리 시간(ti, i=1, 2, …,n)은 음의 값이 아니다. 다시 말하면, n-번째 서열번호를 가진 배터리 셀의 처리 시간(tn)은 하기의 [수학식 17]과 같이 계산될 수 있다.

[104] [수식17]

$$t_n = \frac{(SOC_{init_avg} - SOC_n(t_0) - SOC_L)Q_{nom} + I_p t_{total}}{I_{bal}}$$

[105] 여기서, tn=0으로 설정하면 전체 처리 시간(t_{total})은 하기의 [수학식 18]과 같이 나타낼 수 있다.

[106] [수식18]

$$t_{total} = \frac{(SOC_{\max}(t_0) - SOC_{init_avg})Q_{nom}v_{pack}}{v_i I_{bal}}$$

[107] 따라서, 상기 시간 오프셋을 도입한다면, [수학식 1], [수학식 16], 및 [수학식 18]로부터, 서열번호 i-번째 배터리 셀의 처리 시간(ti)은 최종적으로 하기의 [수학식 19]와 같이 유도된다.

[108] [수식19]

$$t_i = \frac{(SOC_{init_avg} - SOC_i(t_0))Q_{nom}}{I_{bal}} + \frac{(SOC_{\max}(t_0) - SOC_{init\ avg})v_i Q_{nom}}{v_{pack} I_{bal}}$$

[109] 여기서, SOCmax(t0)는 배터리 셀의 최대 초기 SOC를 의미한다. 따라서, 각 배터리 셀의 n개 단계의 순차적인 충전은 상기의 [수학식 19]에 따라 목표 SOC 레벨로 SOC 조절을 달성할 수 있다.

[110] 목표 SOC 레벨은 제1 내지 제3 SOC 레벨을 포함할 수 있다. 일례로, 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템은 다른 장소로의 안전한 운송을 위해 각 배터리 셀의 SOC 레벨을 제1 SOC 레벨(예컨대, 통상적으로 25% 이하)로 낮출 수 있다. 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템은 배터리의 유지보수(maintenance) 목적을 위해 제2 SOC 레벨(예컨대, 45%)에서 모든 셀을 균등화 할 수 있다. 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템은 배터리 팩의 거의 완전 충전을 위해 각 배터리 셀의 SOC 레벨을 제3 SOC 레벨(예컨대, 60%)로 조정할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템은 목표 SOC의 자유도를 가질 수 있는 효과가 있다.

[111] 종래의 개별 셀을 균등화하기 위한 종래의 방법들은 대부분 스위치 매트릭스를 이용한 이른바 최소 셀 균등화 방식을 택하고 있는데, 예를 들어 가장 낮은 SOC레벨의 배터리 셀을 인근 셀들을 방전시켜서 충전시키고, 다음 낮은 SOC 레벨의 셀을 다시 선택하여 동일한 단계를 반복한다. 배터리 셀들 간 SOC레벨의 차이가 목표 값에 도달할 때까지 배터리 셀들의 전압에 기초하여 충전패턴이 무질서하게 계속 변경되므로 불필요하고 중복적인 스위칭 패턴이 사용될 수 있으며, 최적의 동작시간을 얻을 수 없었다. 게다가 임의로 선정한 목표 SOC레벨에 도달하는 기능을 제공하지도 않는 문제점이 있어 SOC임의 정렬 목적이 부합하지 못한다.

[112] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 초기 SOC 레벨을 기초로 배터리 셀들을 정렬하고, 셀 이퀄라이저(120)와 팩 충전기(110)가 서로 협동하여 배터리 셀의 SOC 레벨을 목표 SOC 레벨로 균등화하고 조정할 수 있다. 이때 각 셀을 위해서는 단 한번씩의 스위칭 패턴이 할당되고, 총 n번의 단계만으로 전체 프로세스가 종료된다. 다시 말해, 최적의 스위칭 패턴을 제공하여 회로의 전력 손실을 줄일 수 있고, 전체 처리 시간을 단축시킬 수 있다. 또한, 상기 [수학식19]는 반복 계산이 필요 없는 간단한 수식이므로 저가의 MCU로 손쉽게 구현이 가능하다.

[113] 도 10a 내지 도 10c는 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 셀의 안정성을 설명하기 위한 도면들이다.

[114] 셀 이퀄라이저(120)의 전체 처리 시간은 0초부터 t_{total}(=t1+t2+…+tn)초일 수 있다. 전체 처리 시간을 최소화하기 위해, 팩 충전기 동작시간을 셀 이퀄라이저(120)의 동작과 겹쳐서 맨 앞부분인 제1 시간 구간(tc1)에 편성하거나, 중간 부분인 제1 시간 구간(tc1) 이후의 제2 시간 구간(tc2)에 편성하거나, 및 제2 시간 구간(tc2) 이후의 제3 시간 구간(tc3)에 편성할 수 있다. 예컨대, 제1 시간 구간(tc1)의 시작 시점은 0초일 수 있고, 제3 시간 구간(tc3)의 마지막 시점은 t_{total} 초일 수 있다.

[115] 도 10a은 팩 충전기의 동작이 제1 시간 구간(tc1)에서 수행되는 경우를 나타내고, 도 10b은 팩 충전기의 동작이 제2 시간 구간(tc2)에서 수행되는 경우를 나타내며, 도 10c은 팩 충전기의 동작이 제3 시간 구간(tc3)에서 수행되는 경우를

나타낸다.

[116] 도 10a와 도 10b에 도시된 바와 같이, 팩 충전기의 동작이 앞부분이나 중간부분에 편성되면, 일부 배터리 셀의 SOC 레벨이 안전 레벨(safety limitation) 아래로 떨어질 수 있다. 다시 말해, 팩 충전기의 동작이 전체 처리 시간의 처음 또는 중간에 실행될 때, 배터리 셀의 안정성이 손상될 수 있다. 따라서, 배터리 셀의 안정성과 성능을 보장하기 위해 팩 충전기의 전류는 일정 값 이하로 설계할 필요가 있고, 팩 충전기의 동작은 전체 처리 시간의 마지막에 실행됨이 바람직하다.

[117] 도 11a는 본 발명과 기존 방식을 비교 검증하기 위한 파라미터 설정 값을 나타낸 것이다. 유사한 초기SOC 레벨 조건에서, 두가지 방법 각각 제1 SOC 레벨(25%), 제2 SOC 레벨(45%). 제2 SOC 레벨(60%)의 세 가지 목표 SOC레벨을 달성하기 위한 테스트를 진행하였다. 대상은 20개의 18650타입의 원통형 3.6 V/2.9Ah 리튬이온 배터리를 연결하여 배터리 팩을 구성하였으며, 팩 충전기 전류(Ic)는 0.53A, 셀 이퀄라이저 전류(Ibal)는 1.3A으로 설정하였다.

[118] 도 11b 내지 도 11c는 상기 20개의 각 셀에 대해서 초기전압과 초기 SOC, 종래의 방법을 적용한 종착 전압과 종착 SOC, 본 발명의 방법을 적용한 종지 전압과 종지SOC를 정리한 도표이다.

[119] 도 12a는 종래의 방법을 적용하여 제1 SOC 레벨 (25%)의 목표 SOC 레벨을 달성하기 위한 실험 파형이다. 도 12b는 종래의 방법을 적용하여 제2 SOC 레벨 (45%)의 목표 SOC레벨을 달성하기 위한 테스트 파형이다. 도 12c는 종래의 방법을 적용하여 제3 SOC 레벨 (60%)의 목표 SOC레벨을 달성하기 위한 테스트 파형이다. 각각의 그래프는 20개의 셀 전압들의 파형을 나타낸 것으로서, 초기 전압과 목표 SOC를 달성한 이후의 전압파형은 각각 좌/우에 확대하여 추가하였다. 각 셀전압이 불규칙적으로 충반전을 반복하면서 약 8시간 이상이 소요되는 것을 나타낸다.

[120] 도 13a는 본 발명을 적용하여 제1 SOC 레벨 (25%)의 목표 SOC레벨을 달성하기 위한 실험 파형이다. 도 13b는 종래의 방법을 적용하여 제2 SOC 레벨 (45%)의 목표 SOC레벨을 달성하기 위한 테스트 파형이다. 도 13c는 종래의 방법을 적용하여 제3 SOC 레벨 (60%)의 목표 SOC레벨을 달성하기 위한 테스트 파형이다. 각각의 그래프는 20개의 셀 전압들의 파형을 나타낸 것으로서, 초기 전압과 목표 SOC를 달성한 이후의 전압파형은 각각 좌/우에 확대하여 추가하였다. 각 셀전압이 한번씩만 순차적으로 충전되고, 약 6시간 30분으로 처리시간이 줄어드는 것을 나타낸다.

[121] 본 명세서에 기재된 본 발명의 실시 예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 실시 예에 관한 것이고, 발명의 기술적 사상을 모두 포괄하는 것은 아니므로, 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형 예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다. 따라서 본 발명은 상술한 실시 예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이

당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 그와 같은 변경은 청구범위 기재의 권리범위 내에 있게 된다.

서열목록 Free Text

[122] 100; 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템

[123] 110; 팩 충전기 120; 셀 이퀄라이저

[124] 121: 셀 이퀄라이저 입력단자쌍

[125] 122: 셀 이퀄라이저 출력단자쌍

[126] 123: 아날로그 컨트롤러 130; BMIC

[127] 140; MCU

청구범위

[청구항 1] 배터리 팩 내에 포함된 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨을 결정하는 단계;
상기 배터리 셀들의 상기 초기 SOC 레벨의 오름차순으로 상기 배터리 셀들을 서열화하는 단계;
목표 SOC레벨을 달성하기 위해 셀 이퀄라이저의 각 셀 별 처리시간 및 팩 충전기의 동작시간을 계산하여 최적의 전체 처리 시간을 계산하는 단계; 및
상기 전체 처리 시간 동안 상기 서열화 순서로 셀 밸런싱 동작을 수행하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법.

[청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 셀 밸런싱 동작을 수행하는 단계는,
상기 배터리 셀들이 상기 서열화 순서로 셀 이퀄라이저의 출력 단자쌍에 하나씩 연결되는 단계;
상기 셀 이퀄라이저가 상기 출력 단자쌍에 연결된 배터리 셀을 충전하는 단계;
팩 충전기가 상기 배터리 셀들의 에너지를 동시에 방출하거나, 상기 배터리 셀들로 에너지를 동시에 공급하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 전체 처리 시간은 상기 배터리 셀들 각각에 대한 상기 셀 이퀄라이저의 처리 시간을 모두 합한 값이고,
상기 전체 처리 시간은 일부 상기 팩 충전기의 동작 시간을 포함하는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법.

[청구항 4] 제3항에 있어서,
상기 전체 처리 시간을 계산함에 상기 배터리 셀들 각각에 대한 셀 이퀄라이저의 처리 시간은 [수학식 1]로 계산하고,
상기 팩 충전기의 동작 시간은 [수학식 2]로 계산하는 것을 포함하며,
[수학식 1]

$$t_i = \frac{(SOC_{init_avg} - SOC_i(t_0) - SOC_L)Q_{nom} + I_p t_{total}}{I_{bal}}$$

[수학식 2]

$$t_c = \frac{(SOC_{targ} - SOC_{init\ \ avg} + SOC_L)Q_{nom}}{I_c}$$

상기 수학식 1에서 t_i는 상기 배터리 셀들 각각에 대한 처리 시간이고, SOC_{init_avg}는 상기 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨들의 평균이고, SOC_i는 서열번호 i번째 베터리 셀의 개별 SOC 레벨이고, SOC_L은 등가 SOC손실이고, Qnom은 상기 배터리 셀들의 공칭 용량이고, Ip는 상기

배터리 팩의 방전 전류이고, t_{total}은 셀 이퀄라이징 단계에서 소요되는 각 셀의 처리 시간의 합을 의미하며,
상기 수학식 2에서 SOC_{targ}는 목표 SOC 레벨이고, Ic는 상기 팩 충전기의 전류인 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법.

[청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 전체 처리 시간을 계산함에 있어서 상기 배터리 셀들 각각에 대한 상기 셀 이퀄라이저의 처리 시간에 대해 [수학식 3]으로 계산한 시간 오프셋을 인가하여 마지막 처리 단계를 생략하고,
팩 충전기의 동작 시간을 [수학식 4]로 계산하는 것을 포함하며,
[수학식 3]

$$t_i = \frac{(SOC_{init_avg} - SOC_i(t_0))Q_{nom}}{I_{bal}} + \frac{(SOC_{\max}(t_0) - SOC_{init_avg})v_i Q_{nom}}{v_{pack} I_{bal}}$$

[수학식 4]

$$t_c = \frac{(SOC_{targ} - SOC_{init_avg} + SOC_L)Q_{nom}}{I_c}$$

상기 수학식 3에서 t_i는 상기 배터리 셀들 각각에 대한 처리 시간이고, SOC_{init_avg}는 상기 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨들의 평균이고, SOC_i는 서열번호 i번째 베터리 셀의 개별 SOC 레벨이고, Qnom은 상기 배터리 셀들의 공칭 용량이고, SOCmax는 상기 배터리 셀의 최대 초기 SOC를 의미하고, Vt는 서열번호 i-번째 배터리 셀의 전압을 의미하고, Vpack은 배터리 팩의 전압을 의미하고, Ibal은 미리 정해진 셀 밸런싱 전류를 의미하며,
상기 수학식 4에서 SOC_{targ}는 목표 SOC 레벨이고, Ic는 상기 팩 충전기의 전류인 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법.

[청구항 6] 제3항에 있어서,
팩 충전기의 동작시간을 [수학식 5]로 계산함에 있어서 그 결과의 부호에 따라 팩 충전기의 전류방향을 변경하며,
[수학식 5]

$$t_c = \frac{(SOC_{targ} - SOC_{init_avg} + SOC_L)Q_{nom}}{I_c}$$

상기 수학식 5에서 tc는 상기 팩 충전기의 처리 시간이고, SOC_{targ}는 목표 SOC 레벨이고, SOC_{init_avg}는 상기 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨들의 평균이고, SOC_L은 등가 SOC손실이고, Qnom은 상기 배터리 셀들의 공칭 용량이고, Ic는 상기 팩 충전기의 전류인 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법.

[청구항 7] 제3항에 있어서,
상기 팩 충전기의 동작은 상기 전체 처리 시간의 마지막에 상기 팩 충전기의 처리 시간 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법.

[청구항 8] 제3항에 있어서,
상기 배터리 셀들의 상기 초기 SOC 레벨의 평균값과 목표 SOC 레벨을 비교하고, 비교의 결과에 따라 상기 팩 충전기로부터 출력되는 팩 충전기 전류의 방향을 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 방법.

[청구항 9] 배터리 팩에 포함된 배터리 셀들을 동시에 충전하거나 방전하는 팩 충전기;
상기 배터리 셀들 중 하나의 배터리 셀로 전하를 전송하는 셀 이퀄라이저;
상기 셀 이퀄라이저의 입력 단자쌍과 상기 배터리 셀들 사이에 연결된 제1 스위치 매트릭스 및 제2 스위치 매트릭스;
상기 배터리 셀들의 개방 회로 전압을 모니터링하는 배터리 모니터링 장치(Battery Monitoring IC, BMIC); 및
상기 BMIC로부터 상기 개방 회로 전압을 수신하고, 상기 개방 회로 전압을 이용하여 상기 배터리 셀들의 초기 SOC 레벨을 계산하는 연산장치(micro controller unit, MCU)를 포함하고,
상기 MCU는 상기 초기 SOC 레벨에 기초하여 상기 배터리 셀들을 서열화하는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템.

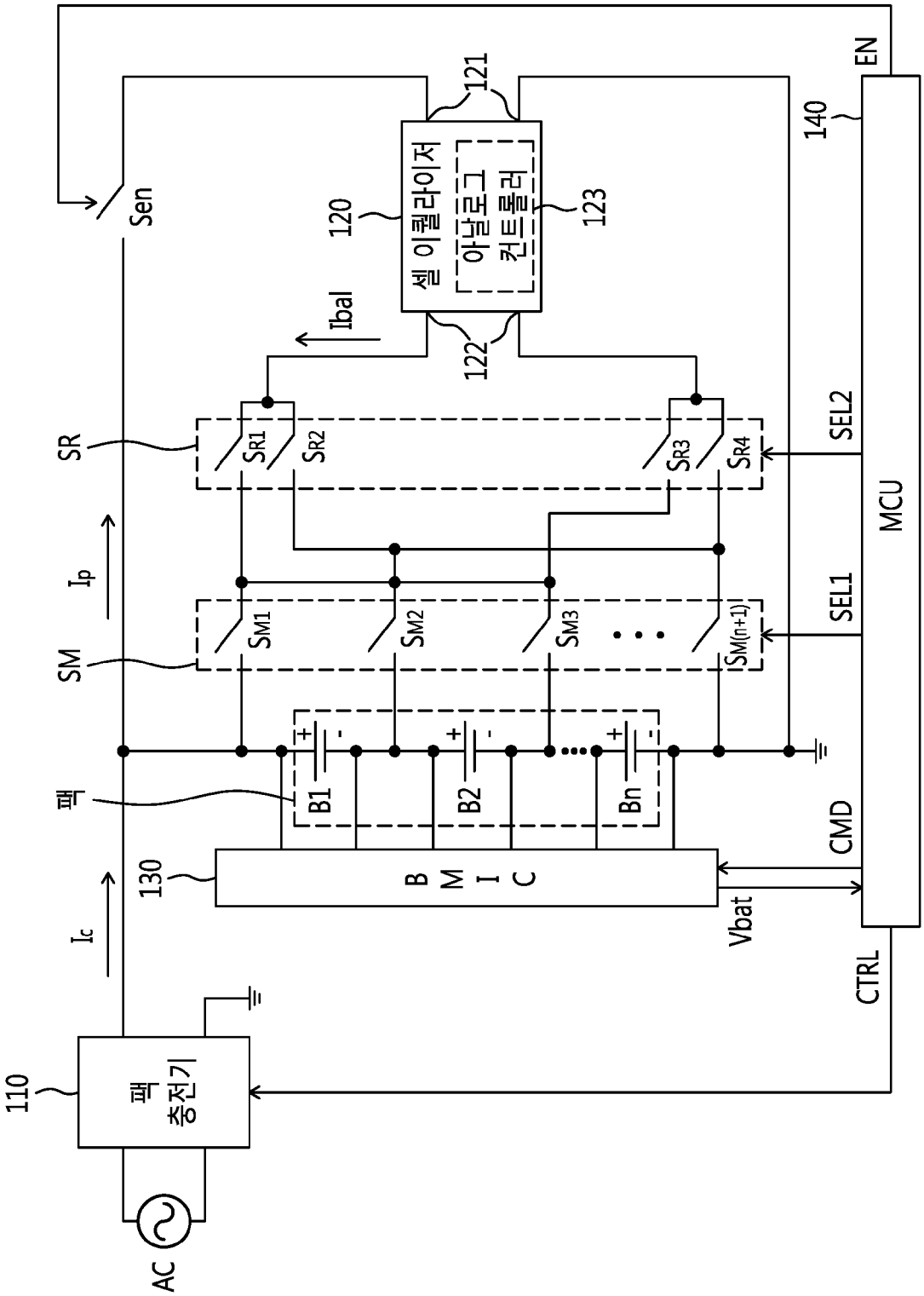
[청구항 10] 제9항에 있어서,
상기 MCU는 상기 초기 SOC 레벨의 오름차순으로 상기 배터리 셀들을 서열화하는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템.

[청구항 11] 제9항에 있어서,
상기 배터리 셀들은 상기 서열 순서대로 상기 셀 이퀄라이저의 출력 단자쌍에 하나씩 연결되는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템.

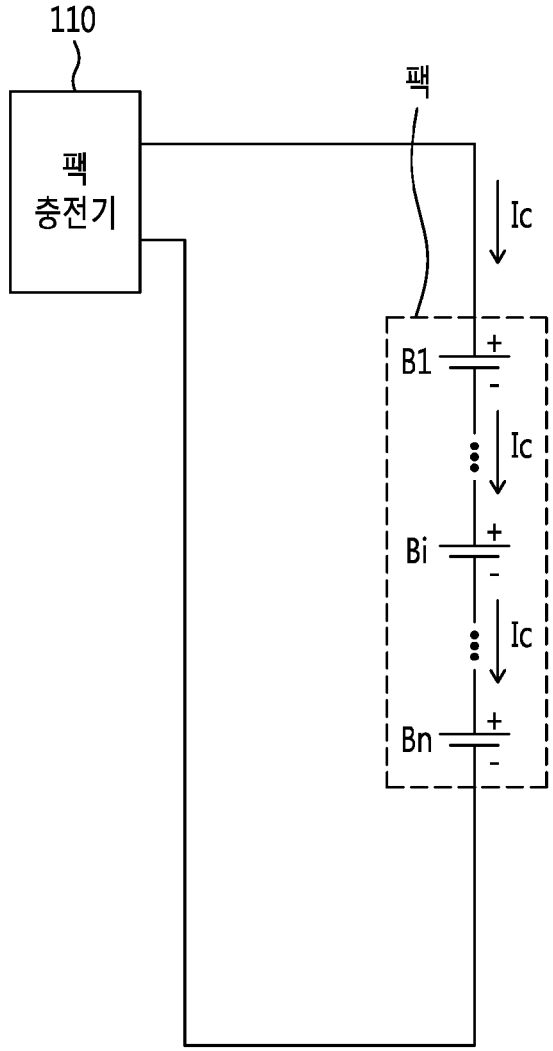
[청구항 12] 제9항에 있어서,
상기 MCU는 상기 초기 SOC 레벨에 기초하여 상기 제1 스위치 매트릭스와 상기 제2 스위치 매트릭스에 포함된 스위치들이 턴 온 되는 시간을 조절함으로써 각 배터리 셀이 셀 이퀄라이저에 연결되는 시간을 조절하는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템.

[청구항 13] 제9항에 있어서,
상기 MCU는 상기 배터리 셀들의 상기 초기 SOC 레벨의 평균값과 목표 SOC 레벨을 비교하고, 비교의 결과에 따라 상기 팩 충전기로부터 출력되는 팩 충전기 전류의 방향을 결정하는 것을 특징으로 하는 재사용 배터리의 SOC 임의 정렬 시스템.

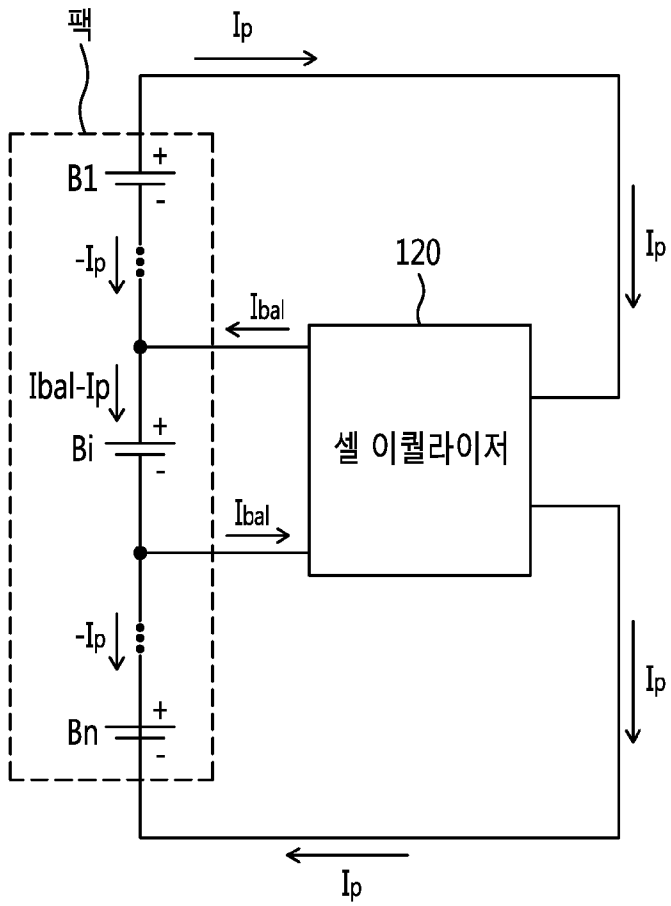
[도1]


EN
121
140
Sen
120
셀 이퀄라이저
아날로그
컨트롤러
123
Ibal
122
SR
SR1
SR2
SR3
SR4
SEL2
MCU
Ip
SM
SM1
SM2
SM3
SM(n+1)
SEL1
팩
B1
B2
Bn
CMD
130
B M I C
Vbat
Ic
CTRL
110
팩
충전기
AC

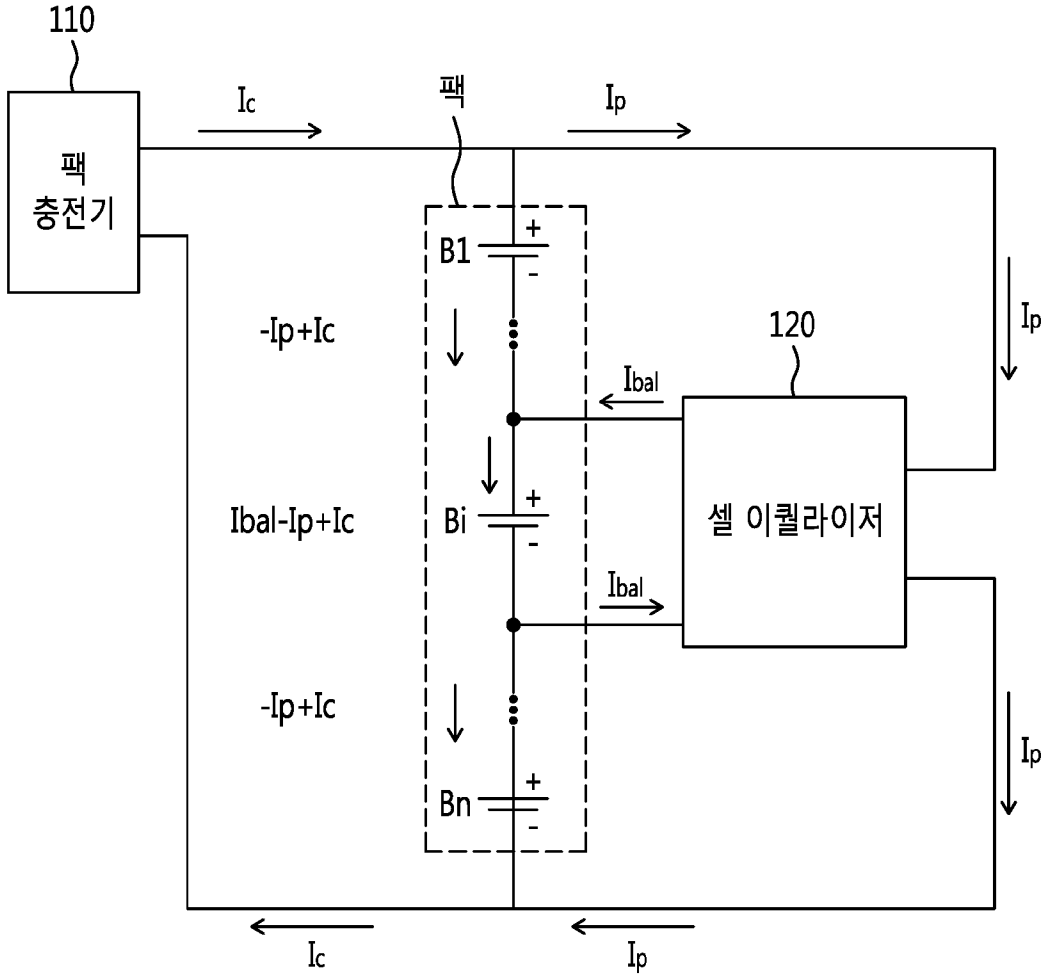
[도2a]



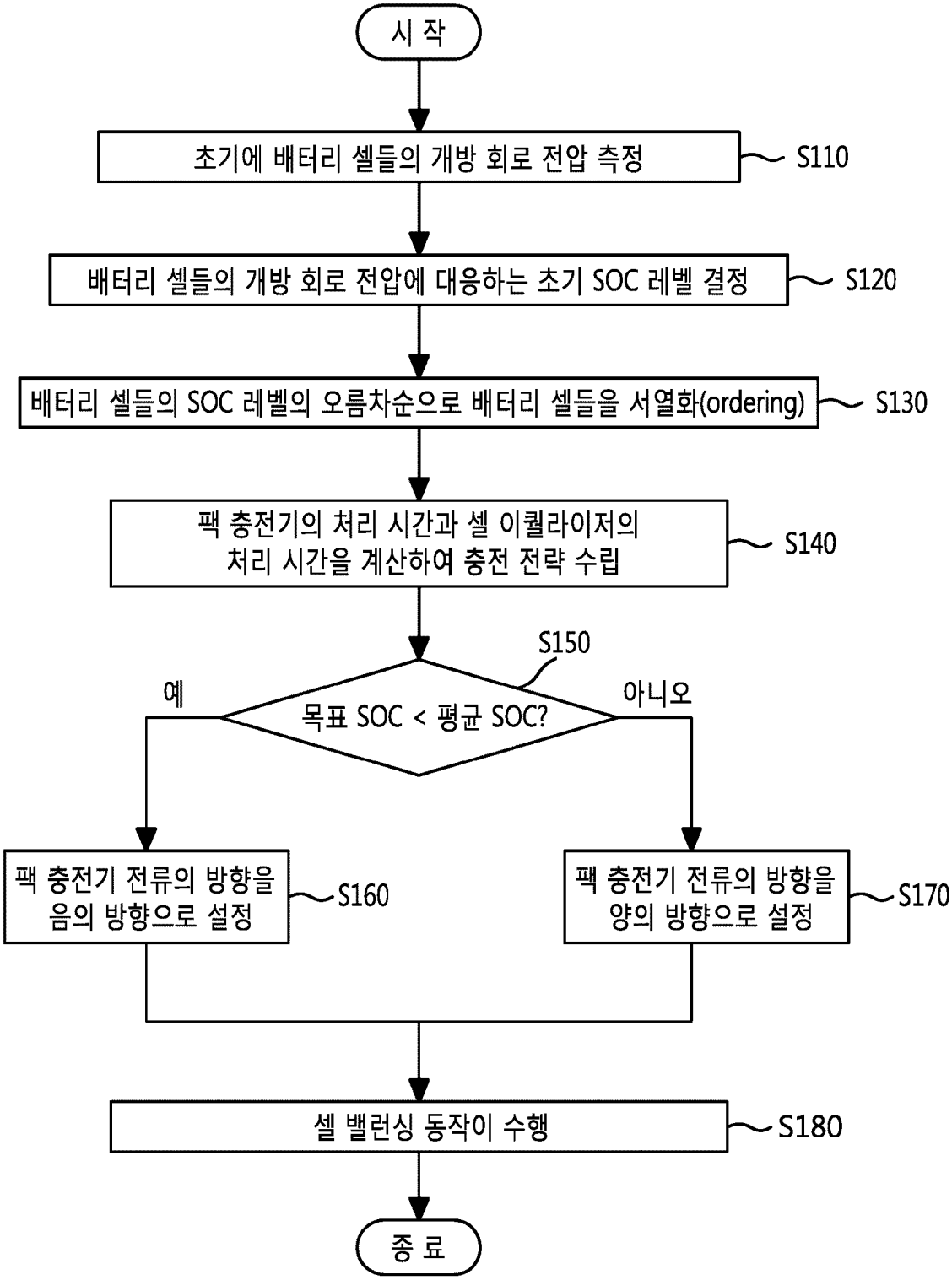
[도2b]



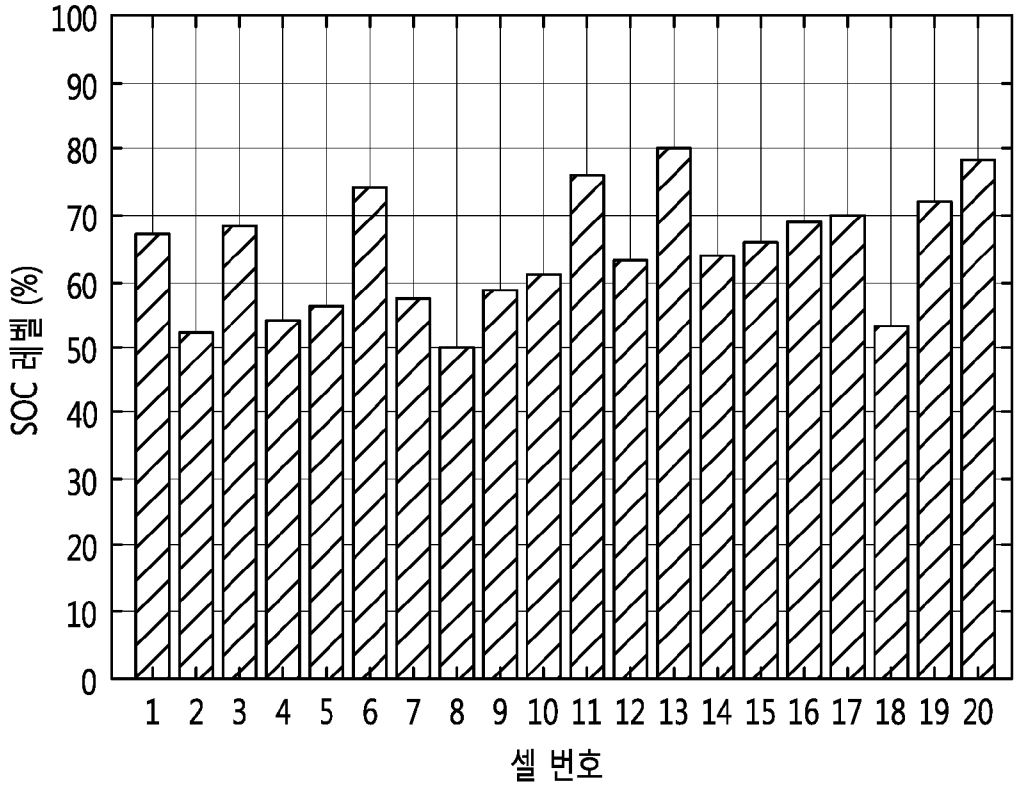
[도2c]


110
팩
충전기
Ic
팩
Ip
B1
-Ip+Ic
120
Ibal
Ip
Ibal-Ip+Ic
Bi
셀 이퀄라이저
Ibal
-Ip+Ic
Ip
Bn
Ic
Ip

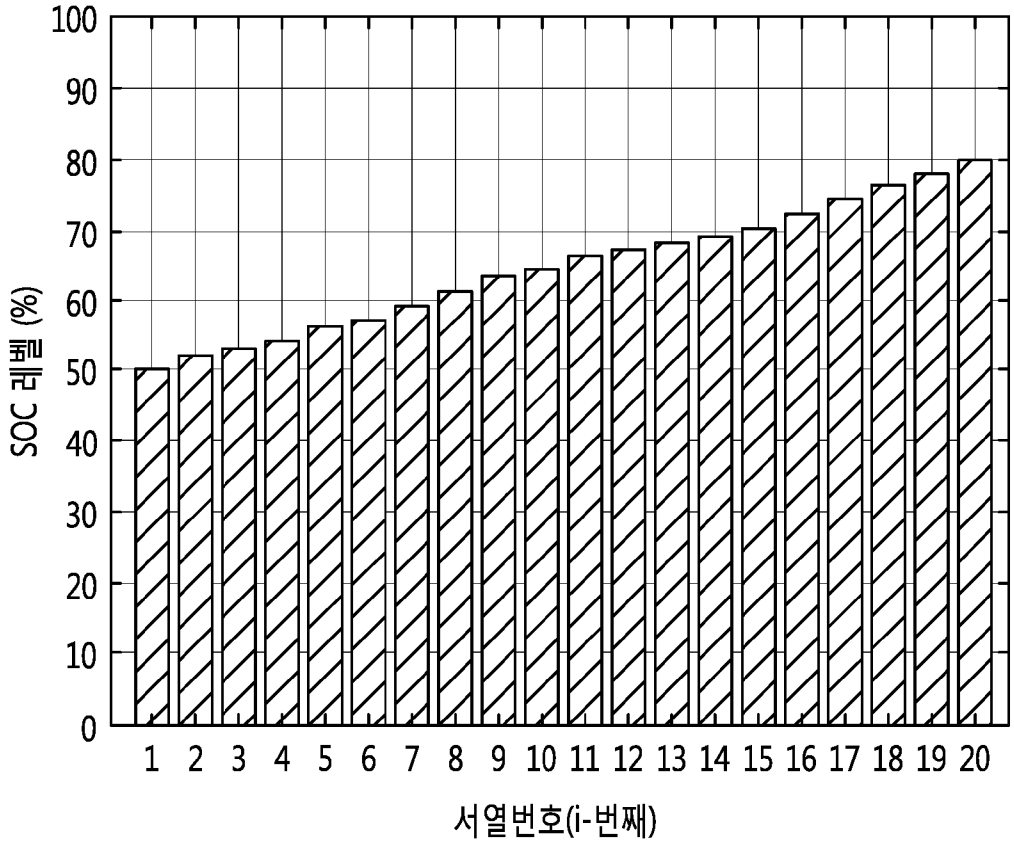
[도3]


시 작
초기에 배터리 셀들의 개방 회로 전압 측정
S110
배터리 셀들의 개방 회로 전압에 대응하는 초기 SOC 레벨 결정
S120
배터리 셀들의 SOC 레벨의 오름차순으로 배터리 셀들을 서열화(ordering)
S130
팩 충전기의 처리 시간과 셀 이퀄라이저의 처리 시간을 계산하여 충전 전략 수립
S140
S150
목표 SOC < 평균 SOC?
예
아니오
팩 충전기 전류의 방향을 음의 방향으로 설정
S160
팩 충전기 전류의 방향을 양의 방향으로 설정
S170
셀 밸런싱 동작이 수행
S180
종 료

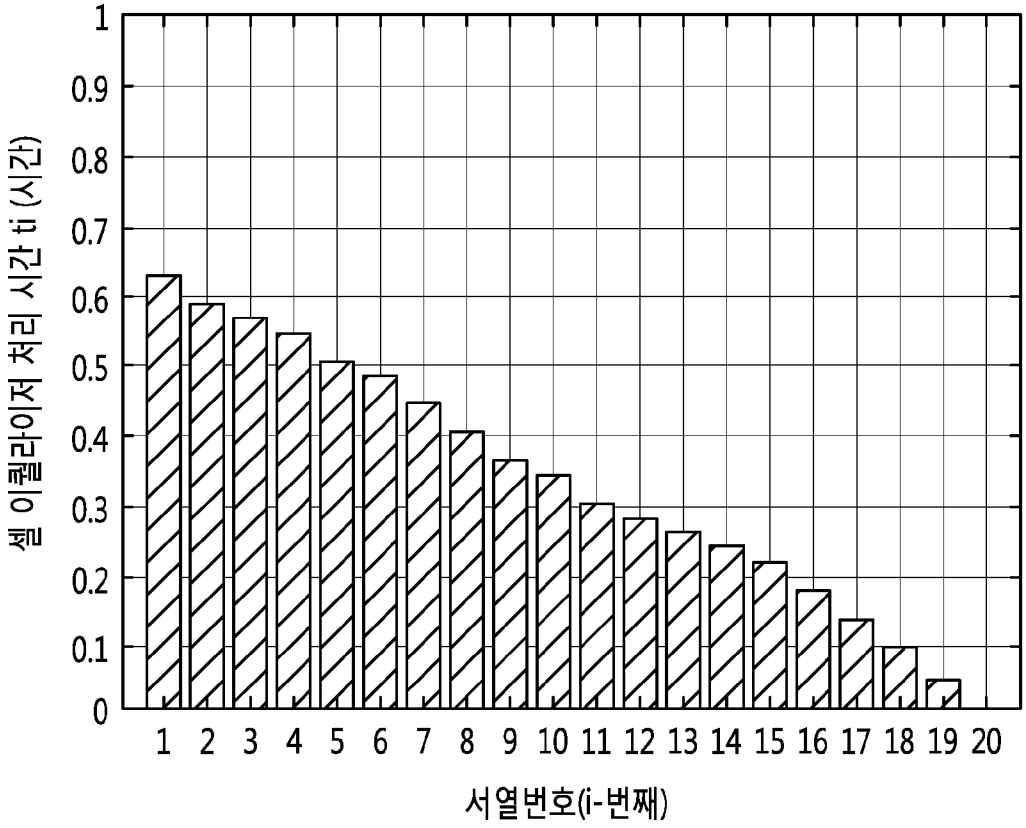
[도4]


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
SOC 레벨 (%)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
셀 번호

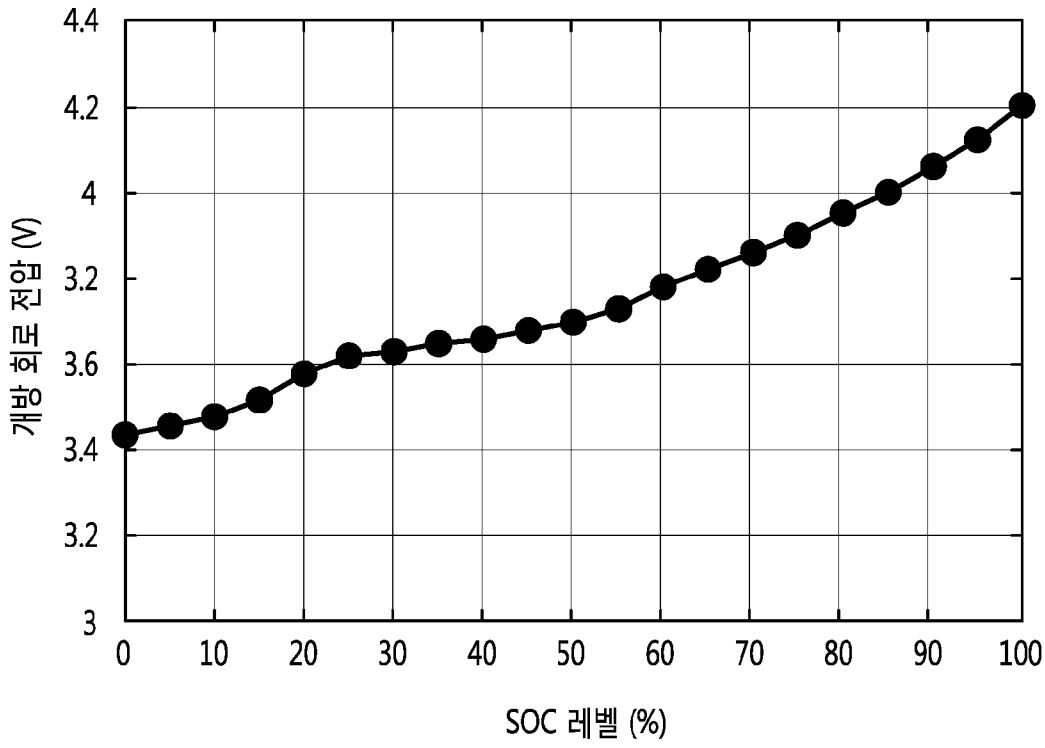
[도5]


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
SOC 레벨 (%)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
서열번호(i-번째)

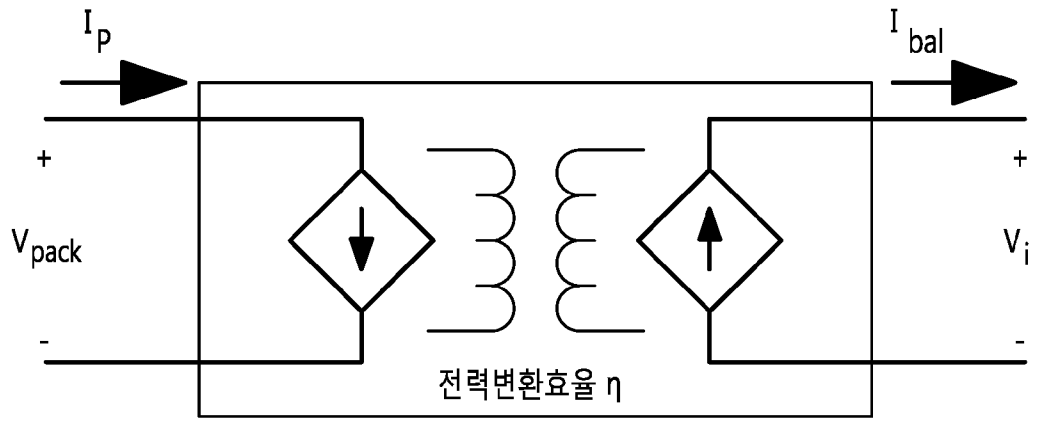
[도6]


셀 이퀄라이저 처리 시간 ti (시간)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
서열번호(i-번째)

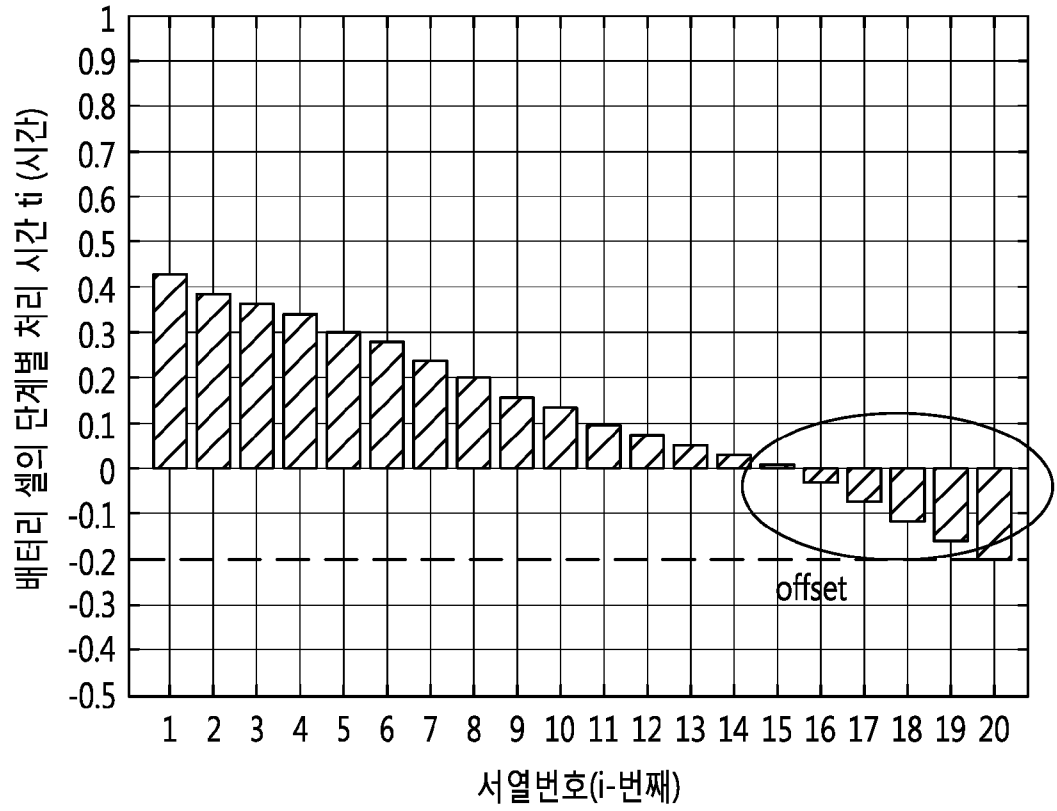
[도7]


개방 회로 전압 (V)
4.4
4.2
4
3.2
3.6
3.4
3.2
3
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100
SOC 레벨 (%)

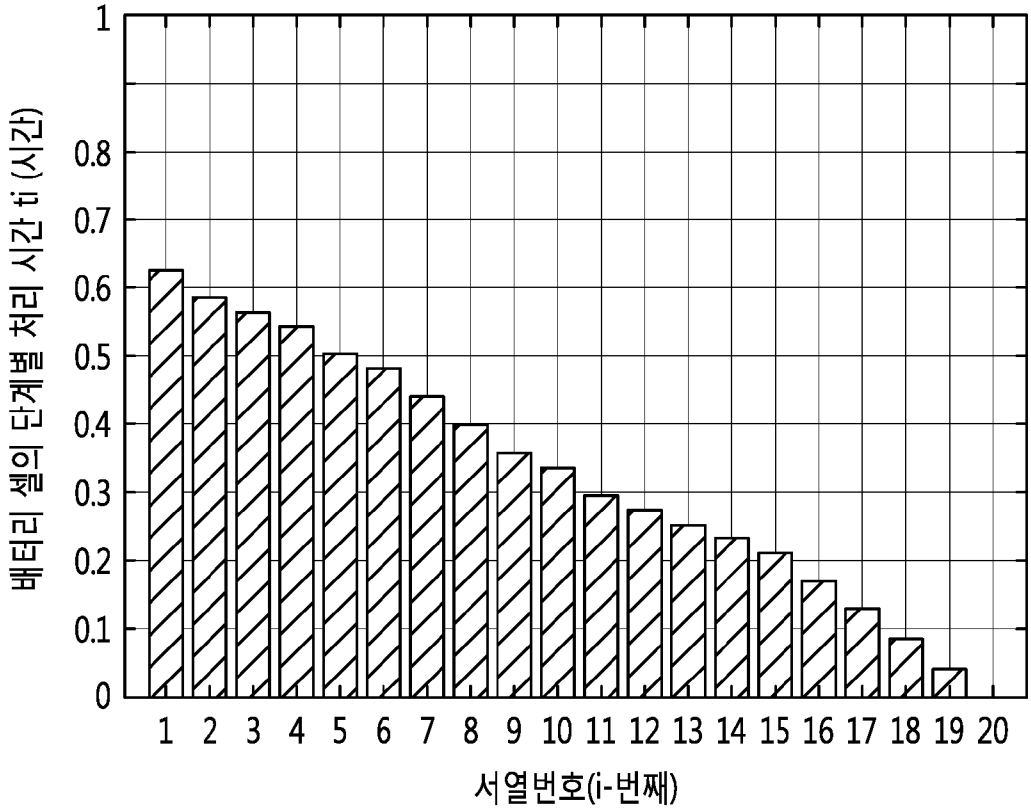
[도8]


I P
I bal
+
V pack
-
+
V i
-
전력변환효율 η

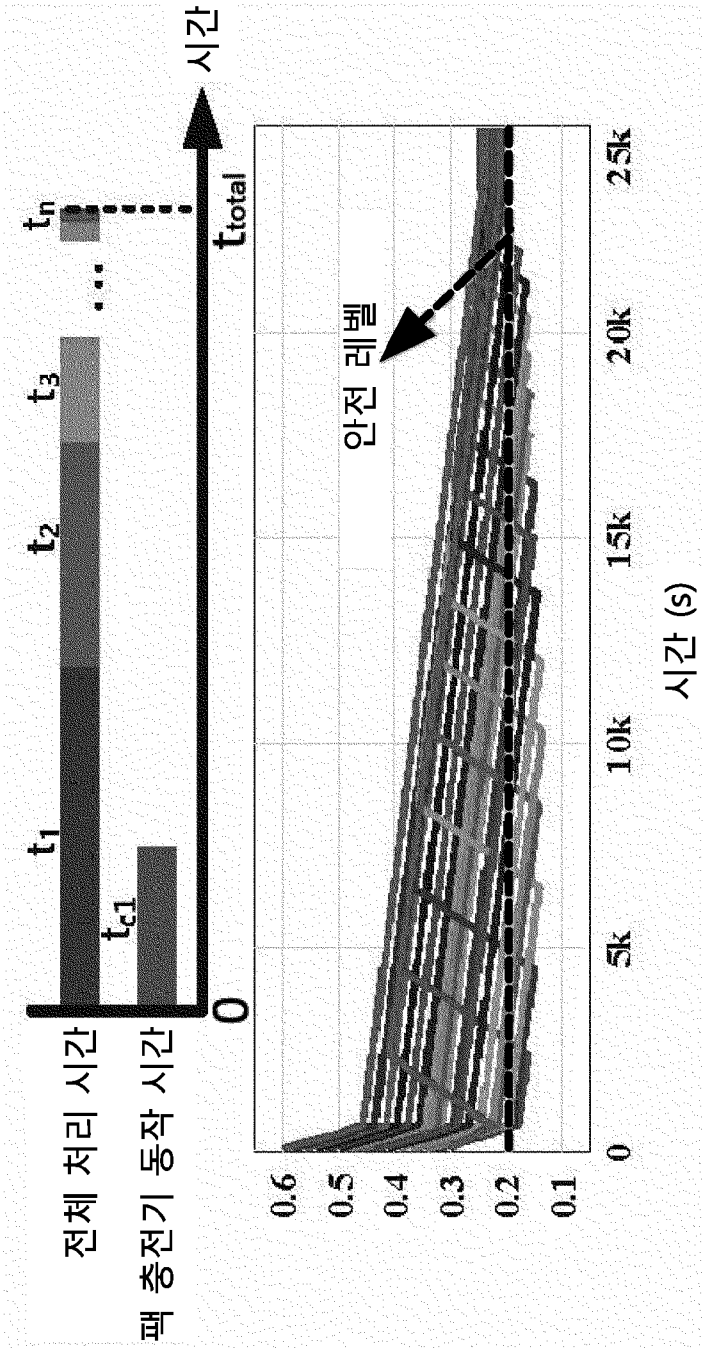
[도9a]


배터리 셀의 단계별 처리 시간 ti (시간)
1
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
-0.1
-0.2
-0.3
-0.4
-0.5
offset
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
서열번호(i-번째)

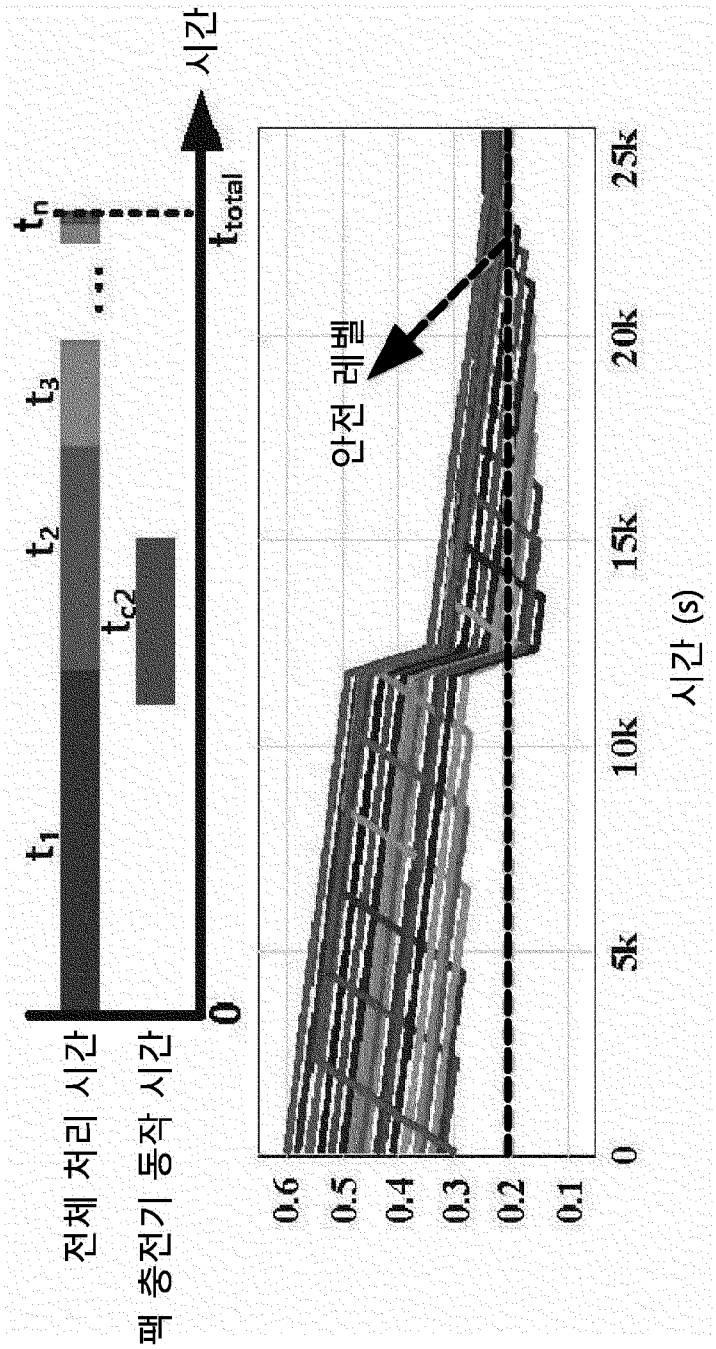
[도9b]


배터리 셀의 단계별 처리 시간 ti (시간)
1
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20
서열번호(i-번째)

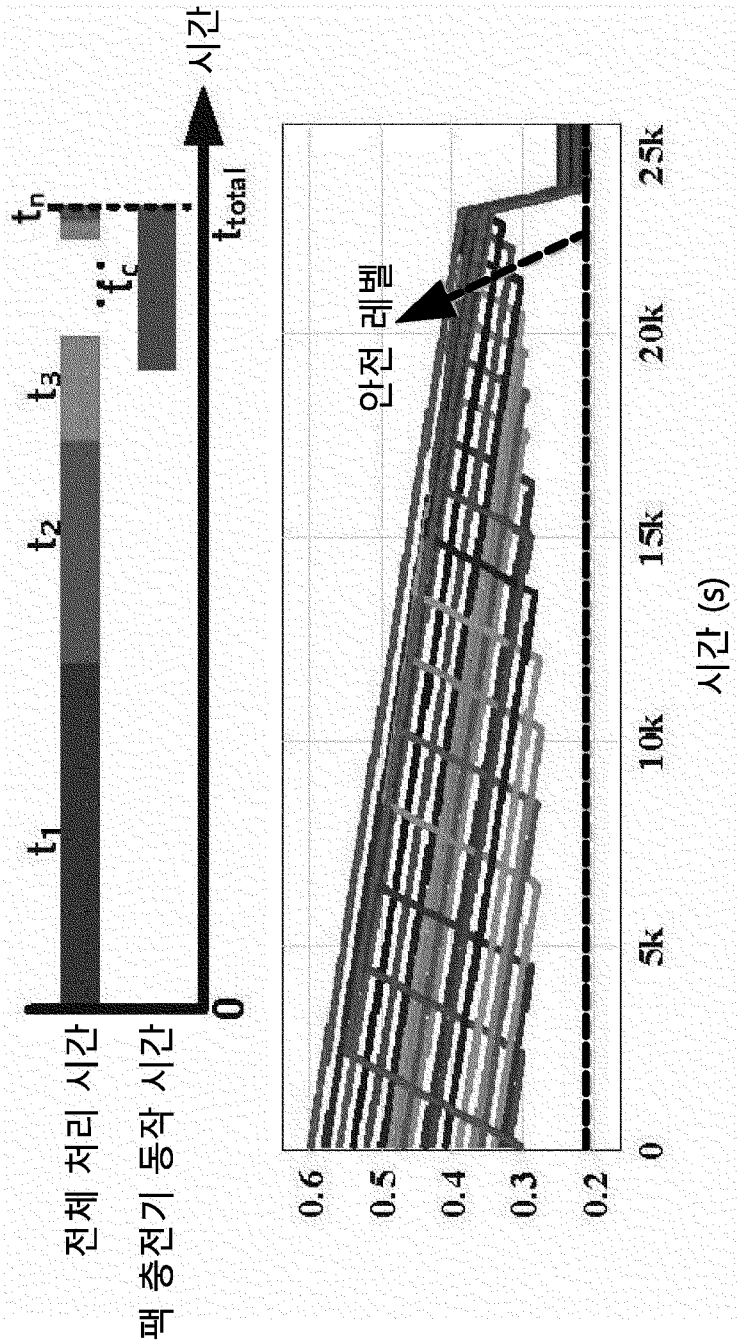
[도10a]


시간
t_{total}
t_n
t_3
t_2
t_1
t_{c1}
0
전체 처리 시간
팩 충전기 동작 시간
안전 레벨
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
5k
10k
15k
20k
25k
시간 (s)

[도10b]


시간
t_n
t_{total}
t_3
t_2
t_{c2}
t_1
0
전체 처리 시간
팩 충전기 동작 시간
안전 레벨
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
5k
10k
15k
20k
25k
시간 (s)

[도10c]



[도11a]

	목표치 설정 #1	목표치 설정 #2	목표치 설정 #3
SOC 목표	25%	45%	60%
시험 배터리사양	*20S1P* (18,650–3.6 *V*/2.9*Ah*)		
I_c	0.53*A*		
I_{bal}	1.3*A*		
I_p	0.1*A*		

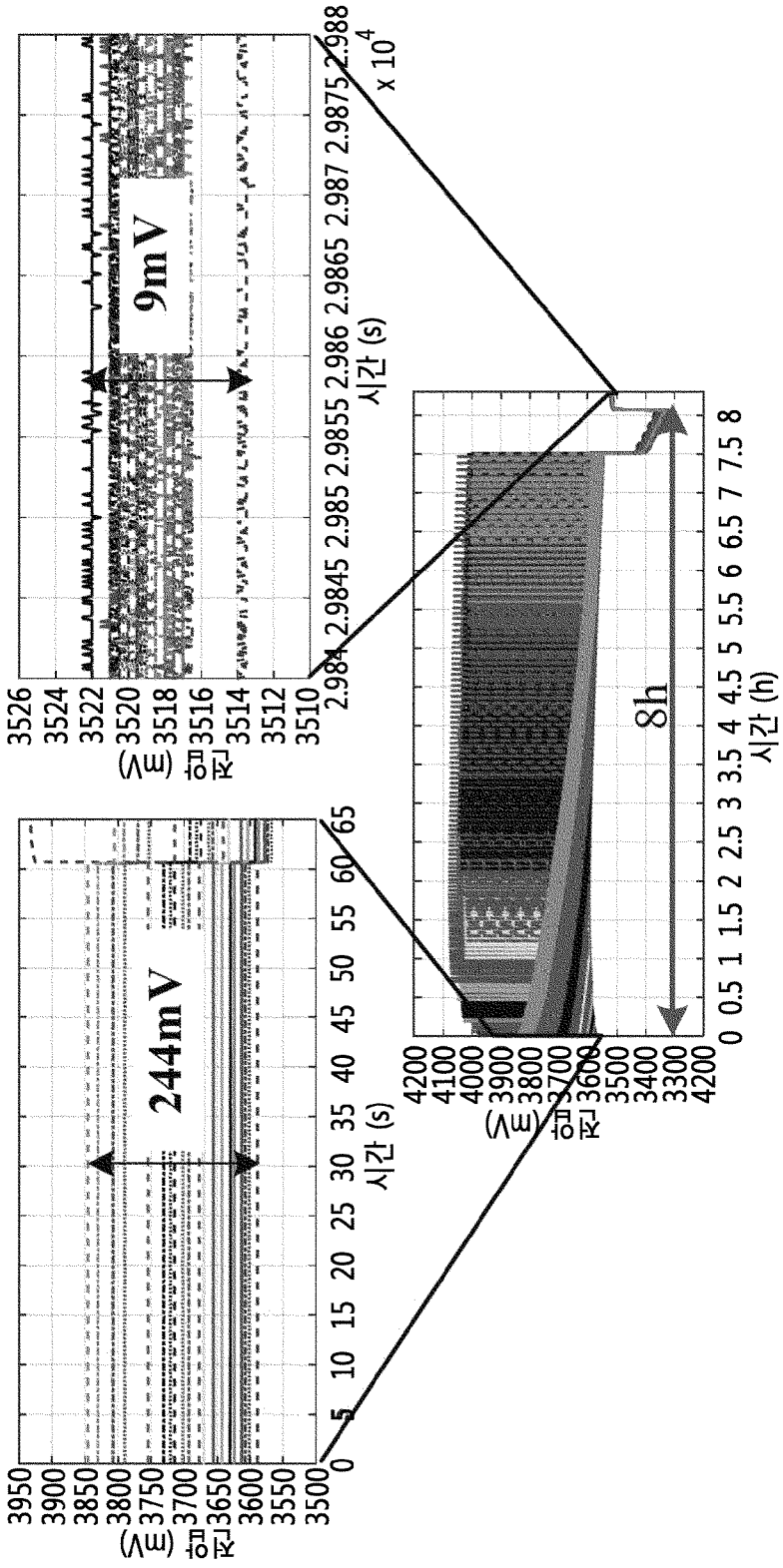
[도11b]

셀번호		#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	#9	#10
$SOC_{init}(\%)$		47	32	48	34	36	54	37	30	39	41
$V_{init}(V)$		3.67	3.57	3.68	3.58	3.59	3.74	3.60	3.56	3.61	3.62
제안 방법											
목표치 설정#1	$SOC_{final}(\%)$	25.5	24.6	25.8	25.3	25.1	25.5	25.2	24.8	24.8	25.0
	$V_{final}(V)$	3.53	3.53	3.54	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53	3.53
목표치 설정#2	$SOC_{final}(\%)$	45.6	45.2	45.8	45.6	45.5	45.6	45.5	45.2	45.2	45.2
	$V_{final}(V)$	3.67	3.66	3.67	3.67	3.66	3.67	3.66	3.66	3.66	3.66
목표치 설정#3	$SOC_{final}(\%)$	63.3	63.1	63.4	63.4	62.9	62.9	62.8	62.3	62.8	62.6
	$V_{final}(V)$	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.82	3.83	3.83
종래 방법											
목표치 설정#1	$SOC_{final}(\%)$	23.0	23.4	23.4	23.6	23.5	24.0	23.7	23.7	23.7	23.7
	$V_{final}(V)$	3.51	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
목표치 설정#2	$SOC_{final}(\%)$	45.4	45.5	45.5	45.6	45.5	45.5	45.4	45.6	45.6	45.5
	$V_{final}(V)$	3.65	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.65	3.66	3.66	3.66
목표치 설정#3	$SOC_{final}(\%)$	62.5	62.7	62.6	63.0	62.9	62.9	63.2	63.3	63.3	63.2
	$V_{final}(V)$	3.82	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83

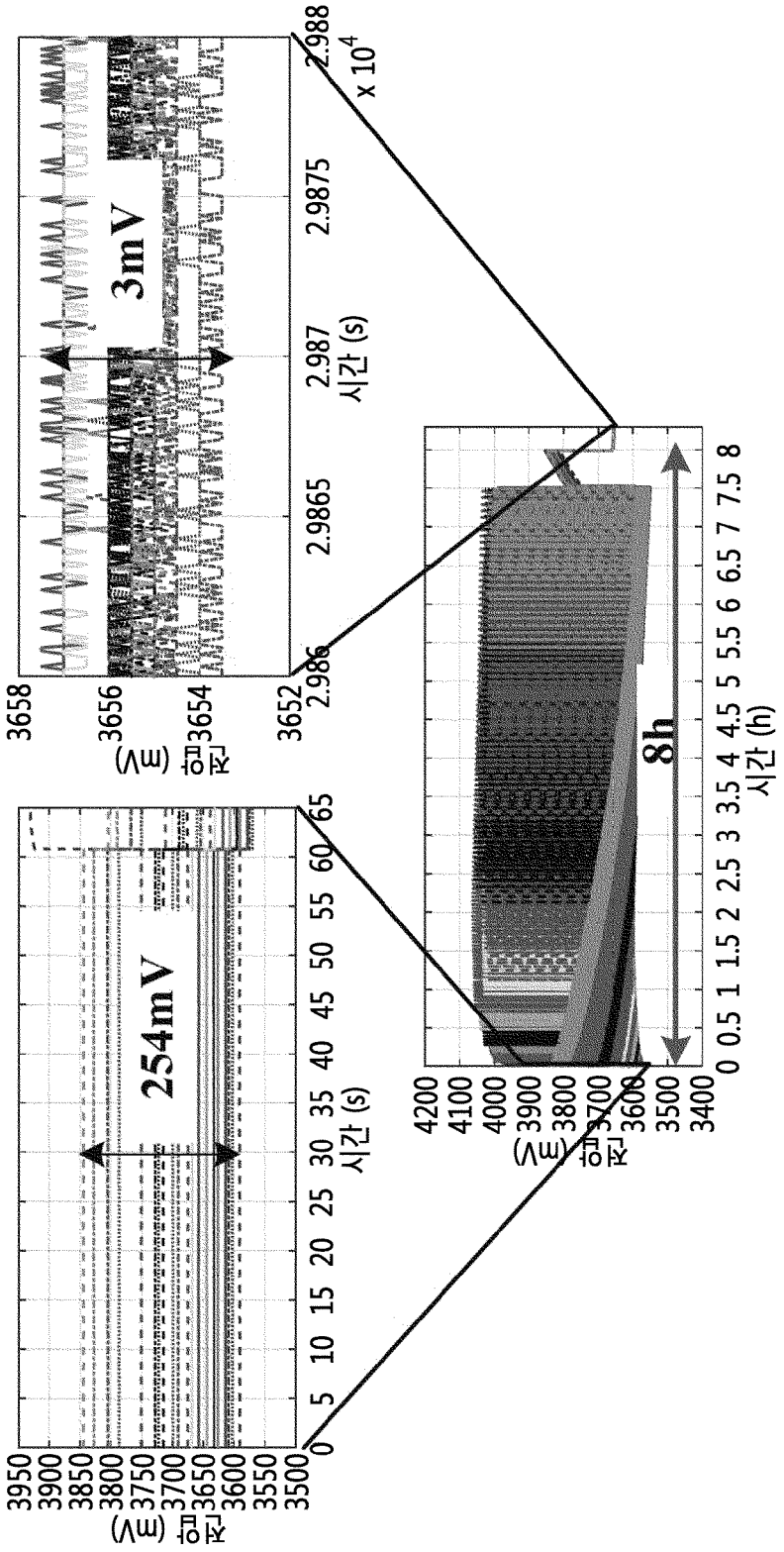
[도11c]

셀번호		#11	#12	#13	#14	#15	#16	#17	#18	#19	#20
$SOC_{init}(\%)$		56	43	60	44	46	49	50	33	52	58
$V_{init}(V)$		3.76	3.64	3.80	3.64	3.66	3.69	3.70	3.58	3.72	3.78
제안 방법											
목표치 설정#1	$SOC_{final}(\%)$	25.1	24.9	25.2	25.1	25.6	25.5	26.0	26.0	26.0	24.8
	$V_{final}(V)$	3.53	3.53	3.53	3.53	3.54	3.53	3.54	3.54	3.54	3.53
목표치 설정#2	$SOC_{final}(\%)$	45.4	45.2	45.2	45.2	45.1	45.5	45.1	45.1	45.1	45.9
	$V_{final}(V)$	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66	3.66
목표치 설정#3	$SOC_{final}(\%)$	62.8	62.1	62.6	62.7	62.2	62.4	63.3	63.3	63.6	63.3
	$V_{final}(V)$	3.83	3.82	3.83	3.83	3.82	3.82	3.83	3.83	3.84	3.83
종래 방법											
목표치 설정#1	$SOC_{final}(\%)$	23.6	23.7	23.8	23.7	23.9	23.7	23.8	23.4	23.3	23.6
	$V_{final}(V)$	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52	3.52
목표치 설정#2	$SOC_{final}(\%)$	45.5	45.4	45.5	45.5	45.5	45.3	45.3	45.2	45.5	45.4
	$V_{final}(V)$	3.66	3.65	3.66	3.66	3.66	3.65	3.65	3.65	3.66	3.65
목표치 설정#3	$SOC_{final}(\%)$	63.3	63.2	63.1	63.2	63.3	63.2	63.3	62.7	62.9	62.8
	$V_{final}(V)$	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83	3.83

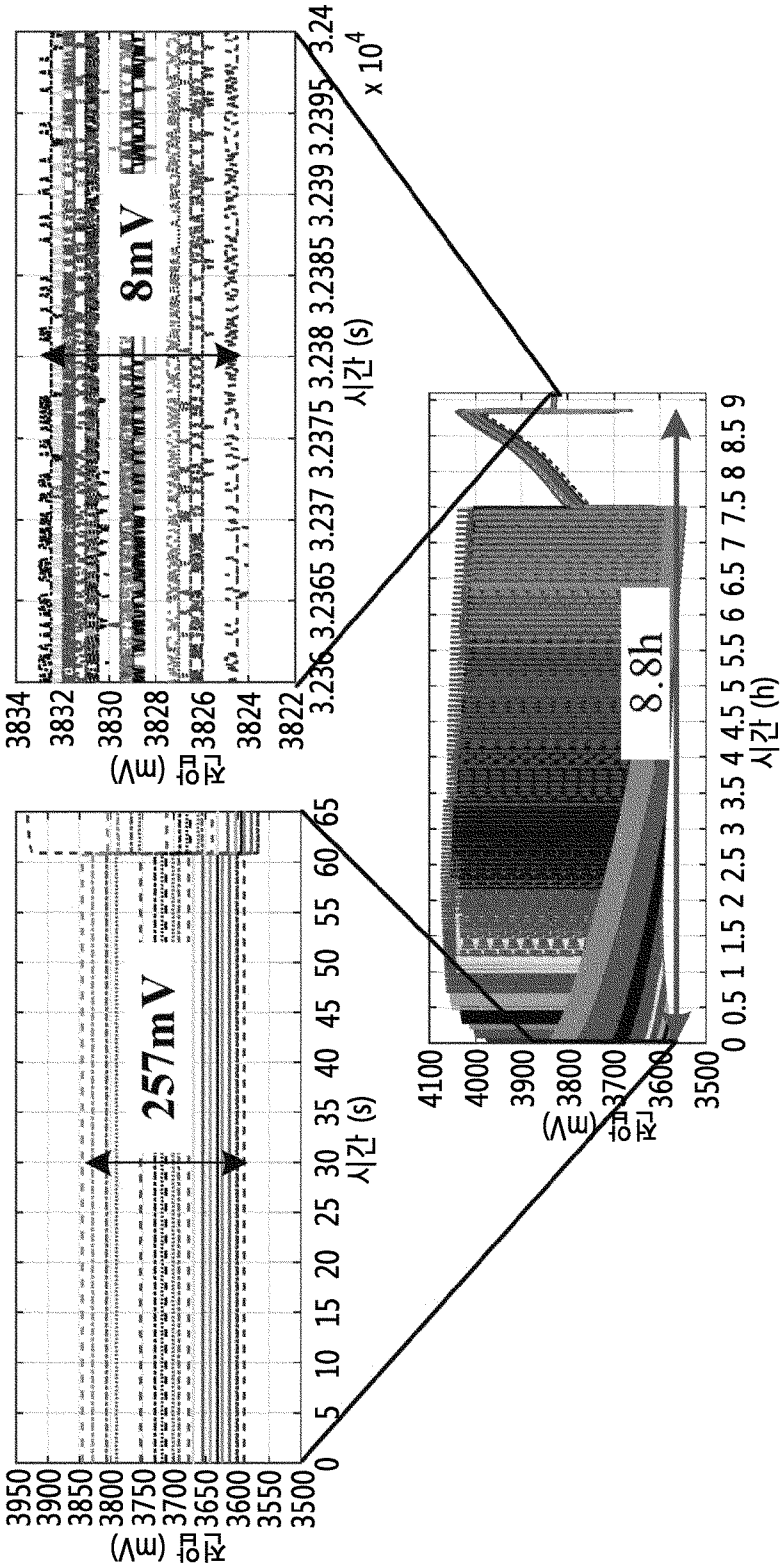
[도12a]



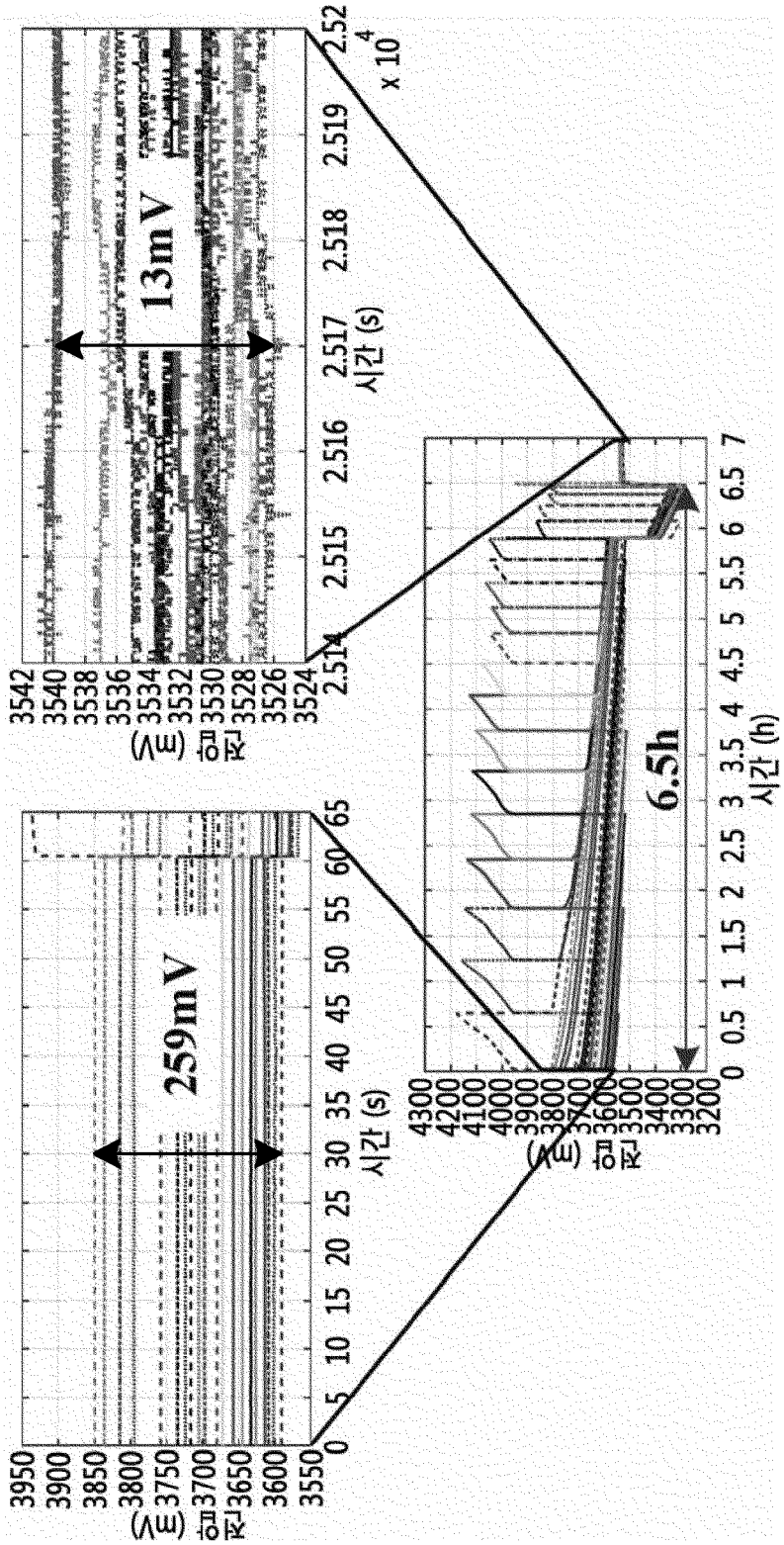
[도12b]


3658
3656
3654
3652
전압 (mV)
2.986
2.9865
2.987
2.9875
2.988
x 10^4
시간 (s)
3mV
3950
3900
3850
3800
3750
3700
3650
3600
3550
3500
전압 (mV)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
65
시간 (s)
254mV
4200
4100
4000
3900
3800
3700
3600
3500
3400
전압 (mV)
0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6 6.5 7 7.5 8
시간 (h)
8h

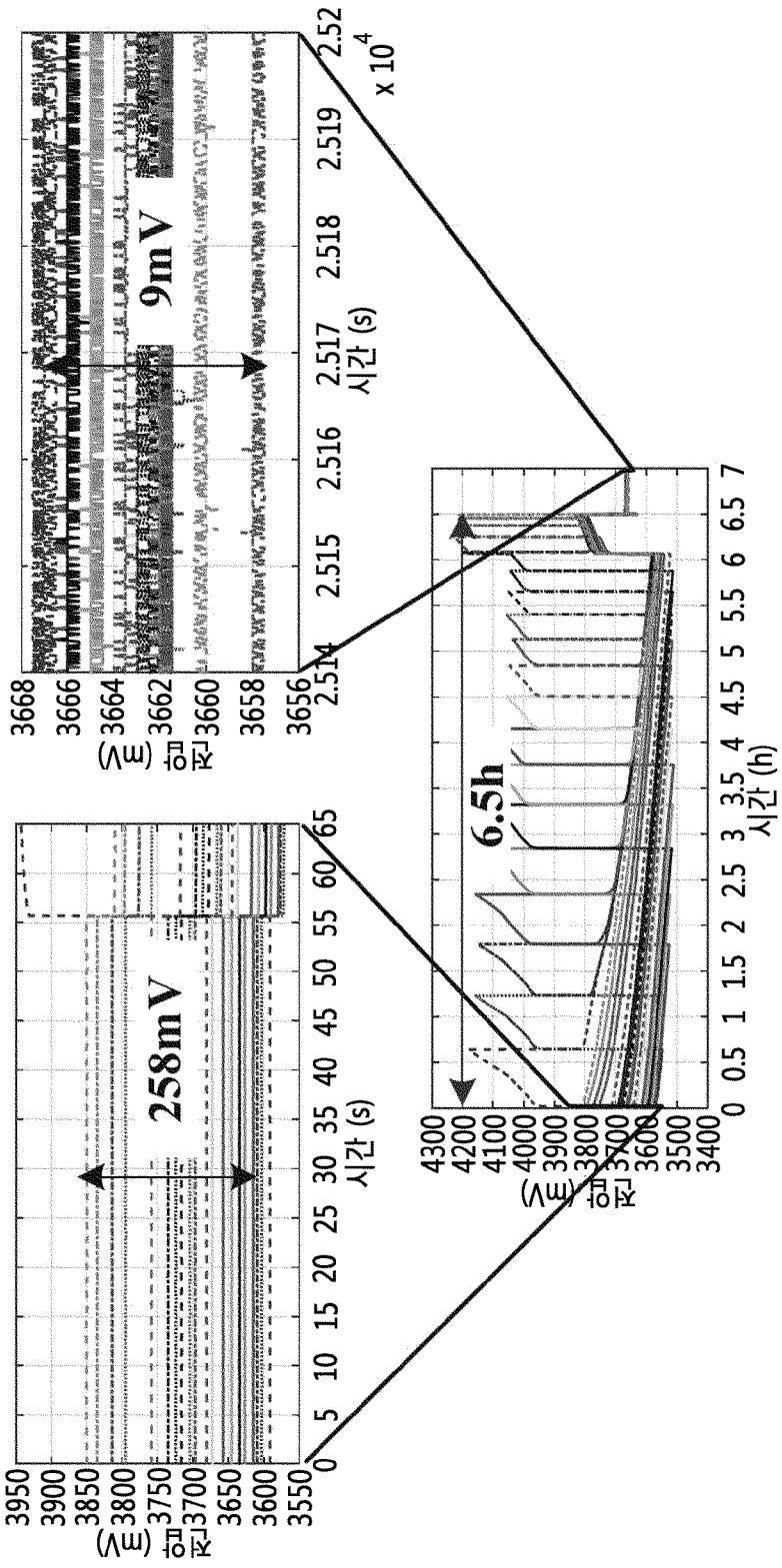
[도12c]



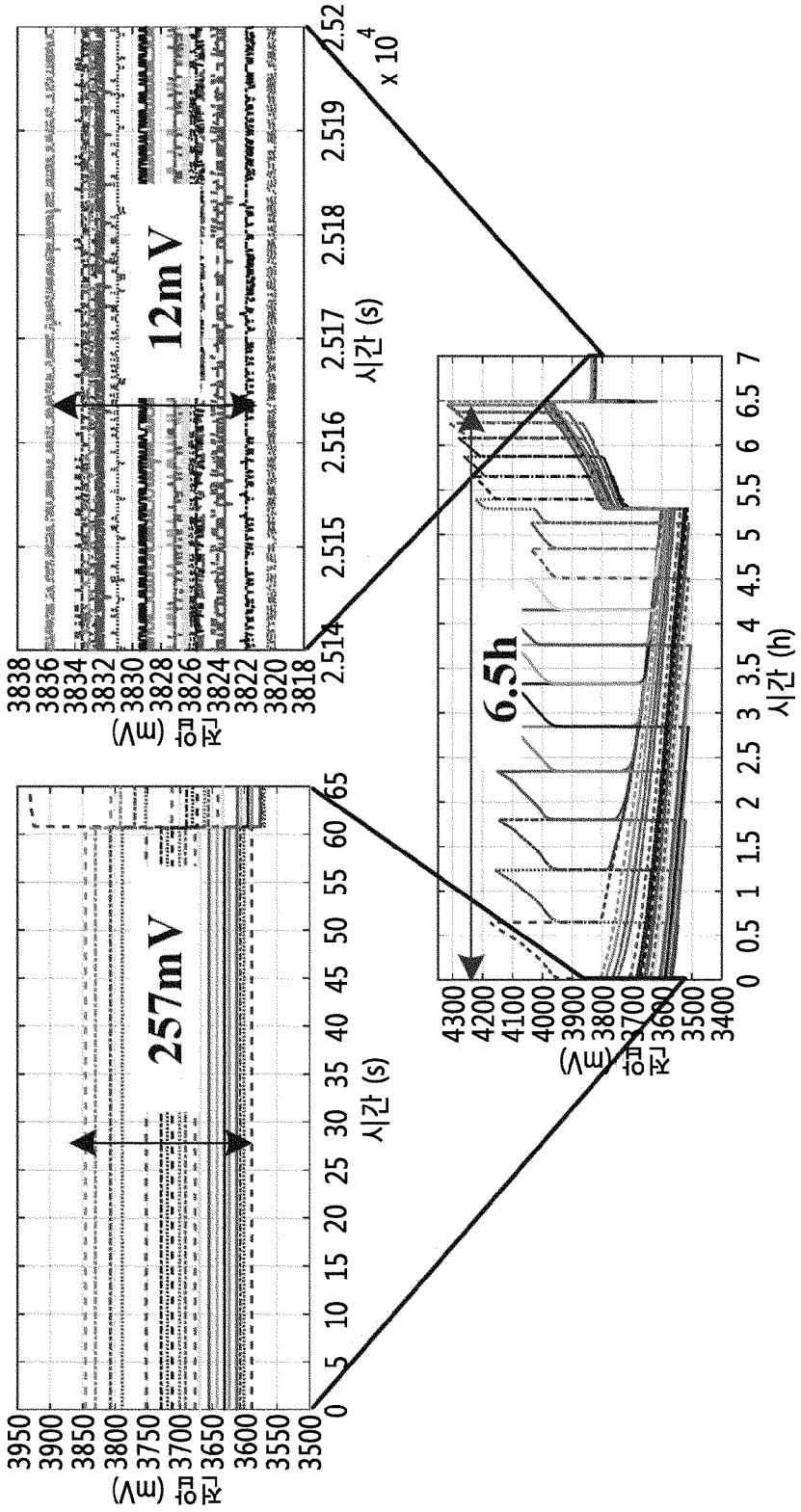
[도13a]



[도13b]



[도13c]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/018693

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 7/00(2006.01)i; **B60L 58/22**(2019.01)i; **G01R 31/382**(2019.01)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)

H02J 7/00(2006.01); H01M 10/42(2006.01); H01M 10/44(2006.01); H02J 7/02(2006.01); H02J 7/04(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), 밸런싱(balancing), 서열화(ordering), SOC(state-of-charge)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	KR 10-2020-0009725 A (BOSUNG POWERTEC CO., LTD.) 30 January 2020 (2020-01-30) See paragraphs [0034]-[0061], and figure 1.	1-3,7-13
A		4-6
Y	KR 10-2018-0044483 A (LG CHEM, LTD.) 03 May 2018 (2018-05-03) See paragraphs [0060]-[0061], and figure 1.	1-3,7-13
Y	KR 10-2011-0117992 A (JANG, Seung Min) 28 October 2011 (2011-10-28) See paragraphs [0027]-[0028], and figure 3.	8,13
A	KR 10-2014-0128468 A (SK INNOVATION CO., LTD.) 06 November 2014 (2014-11-06) See claims 1-3, and figure 1.	1-13
A	JP 2010-004679 A (TAKEUCHI SEISAKUSHO K.K.) 07 January 2010 (2010-01-07) See claims 1-2, and figure 3.	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
"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	Date of mailing of the international search report
15 March 2023	**15 March 2023**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2022/018693

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	NGUYEN, Nguyen-Anh et al. Coordinated operation algorithm of pack-chargers and cell-equalizers for SOC adjustment in second-life batteries. 26 November 2021. Journal of Power Electronics (2022). vol. 22, pp. 105–115. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s43236-021-00342-5>. See pages 105-114. *This document is a document declaring exceptions to lack of novelty in the present international application.	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2022/018693

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-2020-0009725 A	30 January 2020	KR 10-2110043 B1	12 May 2020
KR 10-2018-0044483 A	03 May 2018	CN 108604811 A	28 September 2018
		EP 3404794 A1	21 November 2018
		JP 2019-503640 A	07 February 2019
		JP 6639686 B2	05 February 2020
		US 10629961 B2	21 April 2020
		US 2019-0044194 A1	07 February 2019
		WO 2018-074809 A1	26 April 2018
KR 10-2011-0117992 A	28 October 2011	None	
KR 10-2014-0128468 A	06 November 2014	EP 2793349 A1	22 October 2014
		JP 2014-212691 A	13 November 2014
		US 2014-0312850 A1	23 October 2014
		US 9379557 B2	28 June 2016
JP 2010-004679 A	07 January 2010	JP 5015073 B2	29 August 2012

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/018693

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H02J 7/00(2006.01)i; **B60L 58/22**(2019.01)i; **G01R 31/382**(2019.01)i; **H01M 10/42**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H02J 7/00(2006.01); H01M 10/42(2006.01); H01M 10/44(2006.01); H02J 7/02(2006.01); H02J 7/04(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), 밸런싱(balancing), 서열화(ordering), SOC(state-of-charge)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	KR 10-2020-0009725 A (보성파워텍 주식회사) 2020.01.30 단락 [0034]-[0061], 및 도면 1	1-3,7-13
A		4-6
Y	KR 10-2018-0044483 A (주식회사 엔지화학) 2018.05.03 단락 [0060]-[0061], 및 도면 1	1-3,7-13
Y	KR 10-2011-0117992 A (장승민) 2011.10.28 단락 [0027]-[0028], 및 도면 3	8,13
A	KR 10-2014-0128468 A (에스케이이노베이션 주식회사) 2014.11.06 청구항 1-3, 및 도면 1	1-13
A	JP 2010-004679 A (TAKEUCHI SEISAKUSHO K.K.) 2010.01.07 청구항 1-2, 및 도면 3	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 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	국제조사보고서 발송일
2023년03월15일(15.03.2023)	**2023년03월15일(15.03.2023)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관
대한민국 특허청 **(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)**	**박혜련**
팩스 번호 **+82-42-481-8578**	전화번호 **+82-42-481-3463**

서식 PCT/ISA/210 (두 번째 용지) (2022년 7월)

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2022/018693

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X	NGUYEN-ANH NGUYEN 등. `Coordinated operation algorithm of pack-chargers and cell-equalizers for SOC adjustment in second-life batteries`. 2021.11.26, Journal of Power Electronics (2022), 22권, 페이지 105–115. 출처<https://doi.org/10.1007/s43236-021-00342-5> 페이지 105-114 참조. *위 문헌은 본 국제출원에서 신규성 상실의 예외로 선언된 문헌임	1-13

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2022/018693

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2020-0009725 A	2020/01/30	KR 10-2110043 B1	2020/05/12
KR 10-2018-0044483 A	2018/05/03	CN 108604811 A	2018/09/28
		EP 3404794 A1	2018/11/21
		JP 2019-503640 A	2019/02/07
		JP 6639686 B2	2020/02/05
		US 10629961 B2	2020/04/21
		US 2019-0044194 A1	2019/02/07
		WO 2018-074809 A1	2018/04/26
KR 10-2011-0117992 A	2011/10/28	없음	
KR 10-2014-0128468 A	2014/11/06	EP 2793349 A1	2014/10/22
		JP 2014-212691 A	2014/11/13
		US 2014-0312850 A1	2014/10/23
		US 9379557 B2	2016/06/28
JP 2010-004679 A	2010/01/07	JP 5015073 B2	2012/08/29