(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022 년 1 월 20 일 (20.01.2022)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2022/015062 A1

(51) 국제특허분류:
G01R 31/3835 (2019.01) *G01R 31/364* (2019.01)
G01R 31/396 (2019.01) *H01M 10/48* (2006.01)
G01R 31/367 (2019.01) *H01M 10/42* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/009065

(22) 국제출원일: 2021 년 7 월 14 일 (14.07.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0087749 2020 년 7 월 15 일 (15.07.2020) KR

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

(72) 발명자: 이현준 (**LEE, Hyun-Jun**); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR).

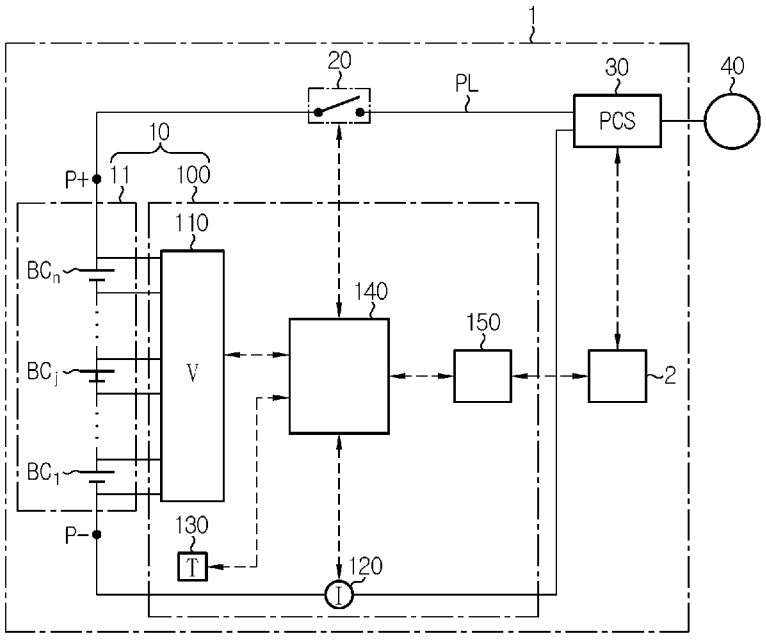
(74) 대리인: 특허법인 필앤온지 (**PHIL & ONZI INT'L PATENT & LAW FIRM**); 06643 서울시 서초구 서초중앙로 36, 3층, Seoul (KR).

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

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

(54) **Title:** BATTERY MANAGEMENT DEVICE, BATTERY PACK, ENERGY STORAGE SYSTEM AND BATTERY MANAGEMENT METHOD

(54) **발명의 명칭:** 배터리 관리 장치, 배터리 팩, 에너지 저장 시스템 및 배터리 관리 방법



(57) **Abstract:** A battery management system according to the present invention comprises: a voltage measurement circuit configured to generate a voltage signal indicating the respective cell voltage of a plurality of serially-connected battery cells; and a control unit. The control unit determines, on the basis of the voltage signal, an observation matrix comprising a plurality of observation voltage vectors indicating the respective voltage history of the plurality of battery cells within a moving window having a predetermined size. The control unit determines a restoration matrix comprising a plurality of restoration voltage vectors in one-to-one correspondence with the plurality of observation voltage vectors. The control unit detects abnormalities from each of the plurality of battery cells on the basis of a plurality of absolute error vectors indicating a differential between the plurality of observation voltage vectors and plurality of restoration voltage vectors.

WO 2022/015062 A1

[다음 쪽 계속]

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

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 본 발명에 따른 배터리 관리 시스템은, 직렬 연결된 복수의 배터리 셀의 각각의 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 생성하도록 구성되는 전압 측정 회로; 및 제어부를 포함한다. 상기 제어부는, 상기 전압 신호를 기초로, 소정의 사이즈를 가지는 무빙 윈도우 내에서의 상기 복수의 배터리 셀 각각의 전압 이력을 나타내는 복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 관측 행렬을 결정한다. 상기 제어부는, 상기 복수의 관측 전압 벡터에 일대일 대응하는 복수의 복원 전압 벡터를 포함하는 복원 행렬을 결정한다. 상기 제어부는, 상기 복수의 관측 전압 벡터 및 상기 복수의 복원 전압 벡터 간의 차이를 나타내는 복수의 절대 오차 벡터를 기초로, 상기 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출한다.

명세서

발명의 명칭: 배터리 관리 장치, 배터리 팩, 에너지 저장 시스템 및 배터리 관리 방법

기술분야

[1] 본 출원은 2020년 7월 15일자로 출원된 한국 특허출원 번호 제10-2020-0087749호에 대한 우선권주장출원으로서, 해당 출원의 명세서 및 도면에 개시된 모든 내용은 인용에 의해 본 출원에 원용된다.

[2] 본 발명은 배터리 셀의 이상을 검출하기 위한 기술에 관한 것이다.

배경기술

[3] 최근, 노트북, 비디오 카메라, 휴대용 전화기 등과 같은 휴대용 전자 제품의 수요가 급격하게 증대되고, 전기 자동차, 에너지 저장용 축전지, 로봇, 위성 등의 개발이 본격화됨에 따라, 반복적인 충방전이 가능한 고성능 배터리에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

[4] 현재 상용화된 배터리로는 니켈 카드뮴 전지, 니켈 수소 전지, 니켈 아연 전지, 리튬 배터리 등이 있는데, 이 중에서 리튬 배터리는 니켈 계열의 배터리에 비해 메모리 효과가 거의 일어나지 않아 충방전이 자유롭고, 자가 방전율이 매우 낮으며 에너지 밀도가 높은 장점으로 각광을 받고 있다.

[5] 최근, 고전압이 요구되는 애플리케이션이 널리 보급됨에 따라, 배터리 팩 내에 복수의 배터리 셀을 직렬로 연결한 구조가 널리 이용되고 있다. 배터리 팩에 포함된 배터리 셀의 개수가 많아질수록, 배터리 셀의 이상이 발생할 가능성도 높아진다. 따라서, 배터리 셀의 이상을 정확하게 검출해내는 진단 기술의 필요성이 증대되고 있다.

[6] 종래에는, 배터리 셀의 상태에 연관된 복수의 파라미터를 포함하는 셀 정보(예, 전압, 전류, 온도)를 모니터링하고, 배터리 셀의 사용 상태(예, 충전, 방전, 휴지)와 모니터링된 셀 정보를 기초로, 배터리 셀의 이상 여부를 검출하는 방식을 이용하고 있다.

[7] 그러나, 위와 같은 이상 검출 방식은, 배터리 관리 시스템이 여러 가지의 센서들을 이용하여 배터리 셀의 셀 정보를 모니터링하는 과정이 필수적이므로, 이상 검출에 요구되는 연산량이 과도하고, 오랜 시간이 소요된다. 특히, 배터리 관리 시스템의 전원이 배터리 셀로부터 공급되는 구조 하에서는, 이상 검출을 위한 배터리 관리 시스템의 동작 중에 배터리 셀의 전기 에너지가 지속적으로 소모될 우려가 있다.

[8] 아울러, 종래에는, 배터리 셀의 셀 정보가 단기간에 급격히 변화하는지를 기초로, 배터리 셀의 이상을 검출하고 있다. 하지만, 이상인 배터리 셀의 셀 정보는, 반드시 단기간에 급격히 변화하는 것은 아니며, 장기간에 걸쳐 서서히 변화하는 경향을 보일 수도 있으므로, 배터리 셀의 이상을 적정 시점에 검출하지

못할 수 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[9] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 배터리 팩에 포함된 복수의 배터리 셀 각각의 셀 전압을 이상 검출을 위한 단일의 파라미터로서 이용하는 배터리 관리 시스템, 배터리 관리 방법, 배터리 팩 및 에너지 저장 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[10] 또한, 본 발명은, 복수의 배터리 셀 각각의 셀 전압의 변화를 나타내는 복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 데이터 세트인 관측 행렬을 생성한 다음, 관측 행렬의 복수의 주성분(principal components) 중 적어도 하나의 주성분을 이용하여 관측 행렬을 복원한 다음, 복원 전의 데이터 세트와 복원 후의 데이터 세트 간의 차이로부터 각 배터리 셀의 이상을 정확하게 검출해내는 배터리 관리 시스템, 배터리 관리 방법, 배터리 팩 및 에너지 저장 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[11] 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있으며, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 알게 될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허청구범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

기술적 해결방법

[12] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 관리 시스템은, 직렬 연결된 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출하기 위한 것이다. 상기 배터리 관리 시스템은, 각 배터리 셀의 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 생성하도록 구성되는 전압 측정 회로; 및 제어부를 포함한다. 상기 제어부는, 상기 전압 신호를 기초로, 소정의 사이즈를 가지는 무빙 윈도우 내에서 시계열적으로 복수회 측정된 상기 복수의 배터리 셀 각각의 전압 이력을 나타내는 복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 관측 행렬을 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 복수의 관측 전압 벡터에 일대일 대응하는 복수의 복원 전압 벡터를 포함하는 복원 행렬을 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 복수의 관측 전압 벡터 및 상기 복수의 복원 전압 벡터 간의 차이를 나타내는 복수의 절대 오차 벡터를 결정하도록 구성된다. 상기 제어부는, 상기 복수의 절대 오차 벡터를 기초로, 상기 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출하도록 구성된다.

[13] 상기 제어부는, 행렬 분해 알고리즘을 이용하여, 상기 관측 행렬로부터 제1 서브 행렬, 제2 서브 행렬 및 제3 서브 행렬을 추출하도록 구성될 수 있다. 상기 제1 서브 행렬은, 상기 관측 행렬의 분산 정보를 나타내는 복수의 주성분 벡터를 포함하는 직교 행렬이다. 상기 제2 서브 행렬은, 상기 분산 정보에 대한 상기 복수의 주성분 벡터의 설명력 정보를 나타내는 복수의 특이값을 포함하는 대각 행렬이다. 상기 제3 서브 행렬은, 상기 복수의 주성분 벡터에 대한 상기 복수의

관측 전압 벡터의 의존도 정보를 나타내는 복수의 계수 벡터를 포함하는 직교 행렬이다. 상기 제어부는, 소정의 복원 조건을 이용하여, 상기 복수의 특이값 중 적어도 하나의 특이값을 선택하도록 구성될 수 있다. 상기 제어부는, 선택된 적어도 하나의 특이값을 기초로, 상기 제1 서브 행렬, 상기 제2 서브 행렬 및 상기 제3 서브 행렬을 각각 제1 근사 행렬, 제2 근사 행렬 및 제3 근사 행렬로 변환하도록 구성될 수 있다. 상기 제어부는, 상기 제1 근사 행렬, 상기 제2 근사 행렬 및 상기 제3 근사 행렬을 곱하여, 상기 복수의 복원 전압 벡터를 결정하도록 구성될 수 있다.

[14] 상기 제어부는, 상기 복수의 특이값 중 크기가 큰 순서로 임계 개수의 각 특이값을 선택하도록 구성될 수 있다.

[15] 상기 제어부는, 상기 복수의 특이값의 총합에 대한 제k 특이값의 비율이 제1 임계 비율 이상이고, 상기 복수의 특이값의 총합에 대한 제u 특이값의 비율이 상기 제1 임계 비율 미만인 경우, 상기 복수의 특이값 중 제1 내지 제k 특이값을 선택하도록 구성될 수 있다. k는 n 미만의 자연수이고, u는 k+1이며, n은 상기 복수의 배터리 셀의 총 개수이고, 상기 제k 특이값은 상기 복수의 특이값 중 k번째로 큰 특이값이다.

[16] 상기 제어부는, 상기 복수의 특이값의 총합에 대한 제1 내지 제q 특이값의 합의 비율이 제2 임계 비율 이상이고, 상기 복수의 특이값의 총합에 대한 제1 내지 제p 특이값의 합의 비율이 상기 제2 임계 비율 미만인 경우, 상기 복수의 특이값 중 상기 제1 내지 제q 특이값을 선택하도록 구성될 수 있다. q는 2 이상 n 미만의 자연수이고, p는 q-1이고, n은 상기 복수의 배터리 셀의 총 개수이고, 상기 제q 특이값은 상기 복수의 특이값 중 q번째로 큰 특이값이다.

[17] 상기 제어부는, 상기 복수의 절대 오차 벡터 중, 소정의 절대 오차 범위를 벗어나는 적어도 하나의 성분을 포함하는 각 절대 오차 벡터에 대응하는 각 배터리 셀이 이상인 것으로 검출하도록 구성될 수 있다.

[18] 상기 제어부는, 상기 복수의 절대 오차 벡터를 기초로, 상대 오차 범위를 결정하도록 구성될 수 있다. 상기 제어부는, 상기 복수의 절대 오차 벡터 중, 상기 상대 오차 범위를 벗어나는 적어도 하나의 성분을 포함하는 각 절대 오차 벡터에 대응하는 각 배터리 셀이 이상인 것으로 검출하도록 구성될 수 있다.

[19] 상기 제어부는, 상기 복수의 특이값 중 최소값에 대한 최대값의 비율이 설정 비율 미만인 경우, 복원 불능 상황임을 나타내는 폴트 메시지를 출력하도록 구성될 수 있다.

[20] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리 팩은, 상기 배터리 관리 시스템을 포함한다.

[21] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 에너지 저장 시스템은, 상기 배터리 팩을 포함한다.

[22] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리 관리 방법은, 직렬 연결된 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출하기 위한 것이다. 상기 배터리 관리 방법은, 소정의 사이즈를 가지는 무빙 윈도우 내에서 시계열적으로 복수회 측정된 상기 복수의

배터리 셀 각각의 전압을 나타내는 복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 관측 행렬을 결정하는 단계; 상기 복수의 관측 전압 벡터에 일대일 대응하는 복수의 복원 전압 벡터를 포함하는 복원 행렬을 결정하는 단계; 상기 복수의 관측 전압 벡터 및 상기 복수의 복원 전압 벡터 간의 차이를 나타내는 복수의 절대 오차 벡터를 결정하는 단계; 및 상기 복수의 절대 오차 벡터를 기초로, 상기 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[23] 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 배터리 팩에 포함된 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출함에 있어서, 전류나 온도를 제외한 셀 전압만을 이용함으로써, 이상 검출에 요구되는 연산량, 시간 및 전력을 저감할 수 있다.

[24] 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 각 배터리 셀의 이상을 검출함에 있어서, 복수의 배터리 셀 각각의 셀 전압의 경시적 변화를 나타내는 복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 데이터 세트인 관측 행렬을 생성한 다음, 관측 행렬의 복수의 주성분 중 적어도 하나의 주성분을 이용하여 관측 행렬을 복원한 다음, 복원 전의 데이터 세트와 복원 후의 데이터 세트 간의 차이를 활용하여 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 정확하게 검출할 수 있다.

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

도면의 간단한 설명

[26] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 후술되는 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.

[27] 도 1은 본 발명에 에너지 저장 시스템의 구성을 예시적으로 나타낸 도면이다.

[28] 도 2는 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

[29] 도 3은 도 2에 도시된 배터리 셀의 전압 이력을 나타내는 데이터 세트로서의 예시적인 관측 행렬을 설명하는 데에 참조되는 도면이다.

[30] 도 4는 도 3의 관측 행렬을 복원한 결과로서 예시적인 복원 행렬을 설명하는 데에 참조되는 도면이다.

[31] 도 5는 관측 행렬이 나타내는 전압 변화 및 복원 행렬이 나타내는 전압 변화를 설명하는 데에 참조되는 도면이다.

[32] 도 6은 도 5에 도시된 관측 행렬과 복원 행렬 간의 오차를 설명하는 데에 참조되는 도면이다.

[33] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.

[34] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.

[35]

발명의 실시를 위한 형태

[36] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.

[37] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[38] 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.

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

[40] 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.

[41] 도 1은 본 발명에 에너지 저장 시스템(1)의 구성을 예시적으로 나타낸 도면이다.

[42] 도 1을 참조하면, 에너지 저장 시스템(1)은, 배터리 팩(10), 스위치(20) 및 전력 변환 시스템(30)을 포함한다.

[43] 배터리 팩(10)은, 양극 단자(P+), 음극 단자(P-), 셀 그룹(11) 및 배터리 관리 시스템(100)을 포함한다. 셀 그룹(11)은, 양극 단자(P+)와 음극 단자(P-) 간에 전기적으로 직렬로 연결되는 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n)을 포함한다. 참조부호 n은, 복수의 배터리 셀의 총 개수를 나타내는 2 이상의 자연수이다. 이하에서는, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n)의 공통된 내용을 설명함에 있어서, 참조부호 'BC'를 배터리 셀을 지칭하는 것으로 사용하겠다.

[44] 각 배터리 셀(BC)의 양극 단자와 음극 단자는, 버스바 등과 같은 전도체를 통해

다른 배터리 셀(BC)에 전기적으로 결합된다. 배터리 셀(BC)은, 리튬 이온 배터리 셀일 수 있다. 물론, 반복적인 충방전이 가능한 것이라면, 배터리 셀(BC)의 종류는 특별히 한정되지 않는다.

[45] 스위치(20)는, 배터리 팩(10)을 위한 전력 라인(PL)에 설치된다. 스위치(20)가 온되어 있는 동안, 배터리 팩(10)과 전력 변환 시스템(30) 중 어느 하나로부터 다른 하나로의 전력 전달이 가능하다. 스위치(20)는, 릴레이, 전계효과 트랜지스터(FET: Field Effect Transistor) 등과 같은 공지의 스위칭 디바이스 중 어느 하나 또는 둘 이상을 조합함으로써 구현될 수 있다. 제어부(140)는, 셀 그룹(11)의 상태에 따라 스위치(20)를 온오프 제어할 수 있다.

[46] 전력 변환 시스템(power conversion system, 30)은, 상위 컨트롤러(2)를 통해 배터리 관리 시스템(100)에 동작 가능하게 결합된다. 두 구성이 동작 가능하게 결합된다는 것은, 단방향 또는 양방향으로 신호를 송수신 가능하도록 두 구성이 직간접적으로 연결되어 있음을 의미한다. 전력 변환 시스템(30)은, 전기 계통(40)에 의해 공급되는 교류 전력으로부터 셀 그룹(11)의 충전을 위한 직류 전력을 생성할 수 있다. 전력 변환 시스템(30)은, 배터리 팩(10)으로부터의 직류 전력으로부터 교류 전력을 생성할 수 있다.

[47] 배터리 관리 시스템(100)는, 전압 측정 회로(110) 및 제어부(140)를 포함한다. 배터리 관리 시스템(100)는, 전류 센서(120), 온도 측정부(130) 및 인터페이스부(150) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.

[48] 전압 측정 회로(110)는, 각 배터리 셀(BC)의 양극 단자와 음극 단자에 전기적으로 연결 가능하도록 제공된다. 전압 측정 회로(110)는, 각 배터리 셀(BC)의 양단에 걸친 전압을 측정하고, 측정된 전압을 나타내는 신호를 제어부(140)에게 출력하도록 구성된다.

[49] 전류 센서(120)는, 전력 라인(PL)을 통해 셀 그룹(11)에 전기적으로 직렬 연결된다. 예컨대, 션트 저항이나 홀 효과 소자 등이 전류 센서(120)로서 이용될 수 있다. 전류 센서(120)는, 셀 그룹(11)을 통해 흐르는 전류를 측정하고, 측정된 전류를 나타내는 신호를 제어부(140)에게 출력하도록 구성된다.

[50] 온도 센서(130)는, 셀 그룹(11)으로부터 소정 거리 내의 영역에 배치된다. 예컨대, 열전대 등이 온도 센서(130)로서 이용될 수 있다. 온도 센서(130)는 셀 그룹(11)의 온도를 측정하고, 측정된 온도를 나타내는 신호를 제어부(140)에게 출력하도록 구성된다.

[51] 제어부(140)는, 스위치(20), 전압 측정 회로(110), 전류 센서(120), 온도 센서(130) 및/또는 인터페이스부(150)에 동작 가능하게 결합된다.

[52] 제어부(140)는, 하드웨어적으로, ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 마이크로 프로세서(microprocessors), 기타 기능 수행을 위한 전기적 유닛 중 적어도 하나를 이용하여 구현될 수 있다.

[53] 제어부(140)에는 메모리가 내장될 수 있다. 메모리에는, 후술할 실시예들에 따른 배터리 관리 방법들을 실행하는 데에 필요한 프로그램 및 각종 데이터가 미리 저장될 수 있다. 메모리는, 예컨대 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), SDD 타입(Silicon Disk Drive type), 멀티미디어 카드 마이크로 타입(multimedia card micro type), 램(random access memory; RAM), SRAM(static random access memory), 롬(read-only memory; ROM), EEPROM(electrically erasable programmable read-only memory), PROM(programmable read-only memory) 중 적어도 하나의 타입의 저장매체를 포함할 수 있다.

[54] 인터페이스부(150)는, 에너지 저장 시스템(1)의 상위 컨트롤러(2)와 통신 가능하게 결합될 수 있다. 인터페이스부(150)는, 상위 컨트롤러(2)로부터의 메시지를 제어부(140)로 전송하고, 제어부(140)로부터의 메시지를 상위 컨트롤러(2)로 전송할 수 있다. 제어부(140)로부터의 메시지는, 각 배터리 셀(BC)의 이상을 통지하기 위한 정보를 포함할 수 있다. 인터페이스부(150)와 상위 컨트롤러(2) 간의 통신에는, 예를 들어, LAN(local area network), CAN(controller area network), 데이지 체인과 같은 유선 네트워크 및/또는 블루투스, 지그비, 와이파이 등의 근거리 무선 네트워크가 활용될 수 있다. 인터페이스부(150)는, 제어부(140) 및/또는 상위 컨트롤러(2)로부터 수신된 정보를 사용자가 인식 가능한 형태로 제공하는 출력 디바이스(예, 디스플레이, 스피커)를 포함할 수 있다. 상위 컨트롤러(2)는, 배터리 관리 시스템(100)과의 통신을 통해 수집되는 셀 정보(예, 각 배터리 셀의 셀 전압, 전류, 온도, SOC, 이상)를 기초로, 전력 변환 시스템(30)을 제어할 수 있다.

[55] 제어부(140)는, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n)의 이상을 검출하기 위한 진단 모드를 실행할 수 있다. 제어부(140)가 진단 모드를 실행하는 기간을 '진단 기간'이라고 칭할 수 있다. 제어부(140)는, 셀 그룹(11)이 소정의 진단 가능 상태(예, 휴지 상태, 정전류 충전 상태, 정전압 충전 상태)로 유지되는 동안, 진단 모드를 실행할 수 있다.

[56] 도 2는 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 예시적으로 보여주는 그래프이고, 도 3은 도 2에 도시된 배터리 셀의 전압 이력을 나타내는 데이터 세트로서의 예시적인 관측 행렬을 설명하는 데에 참조되는 도면이다.

[57] 제어부(140)는, 전압 측정 회로(110)로부터의 전압 신호를 기초로, 설정 시간마다, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n) 각각의 셀 전압의 전압값을 결정하고, 결정된 전압값을 메모리에 기록한다. 설정 시간은, 후술할 이상 검출을 위한 주기(타이밍)의 시간 길이와 동일할 수 있다.

[58] 제어부(140)는, 소정의 사이즈를 가지는 무빙 윈도우(200)를 이용하여, 무빙 윈도우(200) 내의 설정 시간마다 측정된 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n) 각각의 셀 전압의 변화를 나타내는 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)를 포함하는 관측 행렬(X)을 결정한다. 무빙 윈도우(200)의 사이즈는, 미리 정해진 것이거나,

제어부(140)에 의해 조절 가능한 것일 수 있다.

[59] 무빙 윈도우(200) 내에서, 배터리 셀(BC)의 셀 전압은 전압 측정 회로(110)에 의해 시계열적으로 총 m(m은 2 이상의 자연수)회 측정되고, 셀 전압의 측정치들을 제어부(140)에 의해 메모리에 기록될 수 있다. 예컨대, 무빙 윈도우(200)의 사이즈 = 200초, 설정 시간 = 1초인 경우, m=200이므로, 각 배터리 셀(BC)의 셀 전압은 무빙 윈도우(200) 내에서 200번 측정된다.

[60] 도 2를 참조하면, 커브(210)는, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n) 중 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 예시적으로 보여준다. 도 2의 t_1과 t_m은 각각 무빙 윈도우(200)의 시작 시점과 종료 시점이다. 커브(210)는 제j 배터리 셀(BC_j)이 이상 상태인 경우에 측정된 셀 전압에 기초한 것일 수 있다. 이상 상태는, 예컨대, 내부 단락(internal short circuit) 등과 같이, 셀 전압의 비정상적인 거동을 유발하는 상태일 수 있다.

[61] 이하에서는, 제j 배터리 셀(BC_j)을 기준으로, 본 발명에 따른 이상 검출 동작을 설명하겠다. 제j 배터리 셀(BC_j)에 관한 설명은, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n)의 나머지 배터리 셀(BC)에도 공통적으로 적용될 수 있다.

[62] 도 3을 참조하면, 관측 행렬(X)은 m개의 행 및 n개의 열을 포함하는 m×n 행렬이다. 이하에서는, 설명의 편의를 위해, m은 n보다 크고, i는 1 이상 m 이하의 자연수, j는 1 이상 n 이하의 자연수라고 가정하겠다.

[63] 관측 행렬(X)의 n개의 열 벡터는, 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)에 일대일 대응할 수 있다. 즉, 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n) 각각은, m개의 원소(셀 전압의 측정치)를 가지는, 관측 행렬(X)의 열 벡터이다. 제j 관측 전압 벡터(X_j)는, 무빙 윈도우(200) 내에서 m회 측정된 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압을 시간 순으로 정렬한 것, 즉 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압의 측정치들의 시계열이다. 제j 관측 전압 벡터(X_j)는 관측 행렬(X)의 j번째 열 벡터일 수 있다. 도 2를 참조하면, 관측 행렬(X)에 있어서, 'x_{ij}'는 무빙 윈도우(200) 내에서 i번째로 측정된 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압을 나타내는 원소('데이터' 또는 '성분'이라고 칭할 수 있음)이다. 즉, x_{ij}는, 무빙 윈도우(200)의 i번째 측정 시점에 인덱스된 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압의 측정치라고 할 수 있다.

[64] 제어부(140)는, 행렬 분해(matix decompsition)를 이용하여, 관측 행렬(X)로부터 제1 서브 행렬(A), 제2 서브 행렬(B) 및 제3 서브 행렬(C^T)을 추출할 수 있다. 행렬 분해 알고리즘으로는, 예컨대, 특이값 분해(SVD : Singular Value Decomposion), 주성분 분석(PCA : Principal Component Analysis) 등을 이용할 수 있다. 본 명세서에서, 행렬의 우측에 윗첨자로 기재된 기호 'T'는 전치 행렬을 의미한다. 도시된 바와 같이, 제1 서브 행렬(A), 제2 서브 행렬(B) 및 제3 서브 행렬(C^T)의 곱은 관측 행렬(X)과 동일하다.

[65] 제1 서브 행렬(A)은 m×m 행렬이다. 제2 서브 행렬(B)은 m×n 행렬이다. 제3 서브 행렬(C^T)은 n×n 행렬이다.

[66] 제1 서브 행렬(A)은, 직교 행렬(orthogonal matrix)로서, 복수의 주성분 벡터(A_1

~A_m)를 포함한다. 복수의 주성분 벡터(A_1~A_m)의 각 주성분 벡터는, '좌특이 벡터(left singular vector)'라고 칭할 수도 있으며, m개의 원소를 가지는, 제1 서브 행렬(A)의 열 벡터일 수 있다. 즉, 제1 서브 행렬(A)는 다음과 같이 표현될 수 있다.

[67] $A = [A_1\ A_2\ ...\ A_m],\ A_i = [a_{1i}\ a_{2i}\ ...\ a_{mi}]^T$

[68] 복수의 주성분 벡터(A_1~A_m) 중에서 주성분 벡터(A_1~A_n)는, 관측 행렬(X)의 분산 정보를 나타낸다. 복수의 주성분 벡터(A_1~A_m)의 나머지 주성분 벡터(A_{n+1}~A_m)는 관측 벡터(X)의 분산 정보의 설명에 있어서 불필요(redundant)할 수 있다. 제j 주성분 벡터(A_j)는, 관측 행렬(X)의 원소들의 분산이 j번째로 크게 나타나는 축의 방향에 대응한다. 즉, 관측 행렬(X)의 원소들을 복수의 주성분 벡터(A_1~A_m) 각각의 축으로 1회씩 사상시켰을 때, 제j 주성분 벡터(A_j)의 축에 대한 관측 행렬(X)의 원소들의 분산이 j번째로 클 수 있다.

[69] 제j 주성분 벡터(A_j)의 분산의 크기가 클수록, 제j 주성분 벡터(A_j)가 관측 행렬(X)의 원소들의 분포 상태에 대한 설명력이 크다는 것을 의미한다. 제j 주성분 벡터(A_j)의 설명력이 클수록, 제j 주성분 벡터(A_j)가 무빙 윈도우(200) 내에서의 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n)의 공통된 전압 거동 특성(예, 정상적인 전압 거동 특성)에 대한 정보를 많이 보유하게 된다. 반대로, 제j 주성분 벡터(A_j)의 분산의 크기가 작을수록 설명력이 약화 즉, 노이즈성 특성(예, 이상 상태)에 대한 정보를 많이 보유하게 된다.

[70] 제2 서브 행렬(B)은, 대각 행렬(diagonal matrix)로서, 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})을 주대각선의 원소로서 포함한다. 즉, 제2 서브 행렬(B)은, 다음과 같이 표현될 수 있다.

[71] $B = [B_1\ B_2\ ...\ B_n],\ B_j = [b_{1j}\ b_{2j}\ ...\ b_{mj}]^T$

[72] $i \neq j$인 경우, b_{ij}는 0이다. b_{jj}는 j번째 특이값이다.

[73] 즉, 제2 서브 행렬(B)의 총 m×n 개의 원소들 중 주대각선의 n개의 원소를 제외한 원소들은 모두 0이다. 제2 서브 행렬(B)의 특이값 b_{jj}은, 제j 주성분 벡터(A_j)의 설명력을 나타낸다. 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})은 다음의 관계를 만족할 수 있다. $b_{11} \geq b_{22} \geq ... \geq b_{nn} \geq 0$. 즉, 복수의 특이값($b_{11}$~$b_{nn}$)은 크기가 큰 순서로 제1 내지 제n 특이값이라고 칭할 수 있으며, b_{jj}은 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중에서 j번째로 큰 특이값일 수 있다.

[74] 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})은 복수의 주성분 벡터(A_1~A_n)의 설명력 정보를 나타낸다.

[75] 제3 서브 행렬(C^T)은, 직교 행렬로서, 복수의 계수 벡터(C_1^T~C_n^T)를 포함한다. 복수의 계수 벡터(C_1^T~C_n^T)의 각 계수 벡터는, '우특이 벡터(right singular vector)'라고 칭할 수 있으며, n개의 성분을 가지는, 제3 서브 행렬(C^T)의 행 벡터일 수 있다. 제3 서브 행렬(C^T)은, 다음과 같이 표현될 수 있다.

[76] $C^T = [C_1\ C_2\ ...\ C_n]^T = [C_1^T\ ;\ C_2^T\ ;\ ...\ ;\ C_n^T]$

[77] 복수의 계수 벡터(C_1^T~C_n^T)는, 복수의 주성분 벡터(A_1~A_n)에 대한 복수의 관측

전압 벡터(X_1~X_n)의 의존도 정보를 나타낸다. 즉, 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압이 복수의 주성분 백터(A_1~A_n) 중 제j 주성분 벡터(A_j)에 의해 얼마나 크게 영향을 받는지는, 제j 계수 벡터(C_j^T)에 의해 정해진다.

[78] 관측 행렬(X)은, 제1 서브 행렬(A), 제2 서브 행렬(B) 및 제3 서브 행렬(C^T)의 곱과 동일하며, 다음의 수식 1에 의한 관계를 만족할 수 있다.

[79] <수식 1>

[80]
$$X = [X_1\ X_2\ \dots\ X_n] = \sum_{j=1}^{n} (b_{jj} \times A_j \times C_j^T)$$

[81] 수식 1에서, A_j는 (m×1) 행렬로 취급되고, C_j^T는 (1×n) 행렬로 취급된다.

[82] 제어부(140)는, 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)를 기초로, 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)에 일대일 대응하는 복수의 복원 전압 벡터(X_1'~X_n')를 결정한다.

[83] 구체적으로, 제어부(140)는, 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중에서 소정의 복원 조건(들)을 만족하는 1개 이상 n개 미만의 특이값을 선택한다. 복원 조건은, n개의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중에서, 관측 행렬(X)을 근사화(복원)하는 데에 이용될 적어도 하나의 특이값을 획득하기 위한 것이다. 복원 조건은, 다음과 같을 수 있다.

[84] (1) 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중 크기가 큰 순서로 임계 개수의 특이값

[85] 예컨대, 임계 개수가 n 미만의 자연수인 r이라고 할 때, 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중 특이값(b_{11}~b_{rr})이 선택될 수 있다.

[86] (2) 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})의 총합에 대한 비율(설명력)이 제1 임계 비율(예, 0.04) 이상인 특이값

[87] 예컨대, k는 n 미만의 자연수이고, u=k+1라고 할 때, $b_{kk}/(b_{11} + b_{22} + \dots + b_{nn}) \geq$ 제1 임계 비율 $> b_{uu}/(b_{11} + b_{22} + \dots + b_{nn})$인 경우, 특이값($b_{11}$~$b_{kk}$)이 선택될 수 있다.

[88] (3) 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})을 크기가 큰 순서로 합산한 값의 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})의 총합에 대한 비율이 제2 임계 비율(예, 0.997) 이상인 특이값

[89] 예컨대, q은 n 미만 2 이상의 자연수이고, p=q-1이라고 할 때, $(b_{11} + b_{22} + \dots + b_{pp} + b_{qq})/(b_{11} + b_{22} + \dots + b_{nn}) \geq$ 제2 임계 비율 $> (b_{11} + b_{22} + \dots + b_{pp})/(b_{11} + b_{22} + \dots + b_{nn})$인 경우, 특이값($b_{11}$~$b_{qq}$)이 선택될 수 있다.

[90] 제어부(140)는, 위 (1), (2) 및 (3)의 복원 조건 중 하나 또는 둘 이상을 만족하는 적어도 하나의 특이값이 선택되는 경우, 선택된 특이값의 집합을 활용하여 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)를 근사화함으로써, 복수의 복원 전압 벡터(X_1'~X_n')를 결정할 수 있다.

[91] 제어부(140)는, 복원 조건(들)을 만족하는 특이값을 선택하기에 앞서서, 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})의 최소값(b_{nn})에 대한 최대값(b_{11})의 비율을 연산할 수 있다. 제어부(140)는, 최소값(b_{nn})에 대한 최대값(b_{11})의 비율이 소정의 설정 비율(예, 200%) 미만인 경우, 복원 불능 상황임을 나타내는 폴트 메시지를 출력할 수 있다. 복원 불능 상황이란, 복수의 주성분 벡터(A_1~A_n)간의 설명력의 차이가 뚜렷하지

않은 상황이다, 즉, 복원 불능 상황에서는, 복수의 주성분 벡터(A_1~A_n) 중 어느 것도, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n)의 공통된 전압 거동 특성에 대한 정보를 충분히 포함하지 않는다. 복원 불능 상황의 원인은, 예컨대 전압 측정 회로의 오동작, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n) 중 일정 비율을 초과하는 개수의 배터리 셀(BC)에 이상이 발생한 것일 수 있다.

[92] 제어부(140)는, 최소값(b_{nn})에 대한 최대값(b_{11})의 비율이 소정의 설정 비율 미만인 경우, 다음 주기에 무빙 윈도우(200)의 사이즈를 소정 시간만큼 증가시킬 수 있다. 무빙 윈도우(200)의 사이즈를 증가시키는 이유는, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n)의 공통된 전압 거동 특성을 관측 벡터(X) 내에 충분히 반영시키기 위함이다.

[93] 이하에서는, w가 n 미만의 자연수라고 할 때, 복원 조건(들)에 의해 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중 특이값(b_{11}~b_{ww})가 선택된 것으로 가정한다. 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중에서 선택된 특이값(b_{11}~b_{ww}) 각각을 관심 특이값이라고 칭할 수 있다. 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중에서, 관심 특이값을 제외한 나머지 특이값은, 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n)의 공통된 전압 거동 특성과의 상관관계가 부족한 특이값이다.

[94] 도 4는 도 3의 관측 행렬을 복원한 결과로서 예시적인 복원 행렬을 설명하는 데에 참조되는 도면이고, 도 5는 관측 행렬이 나타내는 전압 변화 및 복원 행렬이 나타내는 전압 변화를 설명하는 데에 참조되는 도면이고, 도 6은 도 5에 도시된 관측 행렬과 복원 행렬 간의 오차를 설명하는 데에 참조되는 도면이다.

[95] 도 4를 참조하면, 제어부(140)는, 관심 특이값(b_{11}~b_{ww})을 기초로, 제1 서브 행렬(A), 제2 서브 행렬(B) 및 제3 서브 행렬(C^T)을 각각 제1 근사 행렬(A'), 제2 근사 행렬(B') 및 제3 근사 행렬($C^{T'}$)로 변환할 수 있다.

[96] 제1 근사 행렬(A')은, 제1 서브 행렬(A)의 제1 내지 제w 주성분 벡터(A_1~A_w) 각각을 열 벡터로서 포함하는, m×w 행렬이다. 즉, 제1 근사 행렬(A')은, 제1 서브 행렬(A)로부터 주성분 벡터(A_{w+1}~A_n)가 제거된 결과와 같다.

[97] 제2 근사 행렬(B')은, 관심 특이값(b_{11}~b_{ww})을 주대각 성분으로서 포함하는, w×w 행렬이다. 즉, 제2 근사 행렬(B')은, 관심 특이값(b_{11}~b_{ww})을 제외한 제2 서브 행렬(B)의 나머지 주대각 성분이 0으로 변경된 결과와 같다

[98] 제3 근사 행렬($C^{T'}$)은, 제3 서브 행렬(C^T)의 제1 내지 제w 계수 벡터(C_1^T~C_w^T) 각각을 행 벡터로서 포함하는, w×n 행렬이다. 즉, 제3 근사 행렬($C^{T'}$)은, 제3 서브 행렬(C^T)로부터 행 벡터(C_{w+1}^T~C_n^T)가 제거된 결과와 같다.

[99] 제어부(140)는, 제1 근사 행렬(A'), 제2 근사 행렬(B') 및 제3 근사 행렬($C^{T'}$)을 기초로, 복수의 복원 전압 벡터(X_1'~X_n')를 결정할 수 있다. 구체적으로, 제어부(140)는, 제1 근사 행렬(A'), 제2 근사 행렬(B') 및 제3 근사 행렬($C^{T'}$)을 곱하여, 복원 행렬(X')을 결정할 수 있다. 복원 행렬(X')은, 제1 내지 제m 주성분 벡터(A_1~A_m) 중에서 관심 특이값(b_{11}~b_{ww})에 대응하는 제1 내지 제w 주성분 벡터(A_1~A_w)만을 이용하여 관측 행렬(X)을 복원한 결과이다.

[100] 복원 행렬(X')은, m×n 행렬로서, 복수의 복원 전압 벡터(X_1'~X_n')를 열 벡터로서 포함한다. 복원 행렬(X')은, 다음의 수식 2에 의한 관계를 만족할 수 있다.

[101] <수식 2>

[102]
$$X' = [X_1' \; X_2' \; \dots \; X_n'] = \sum_{j=1}^{w} \left(b_{jj} \times A_j \times C_j^T \right)$$

[103] 수식 2에서, A_j는 (m×1) 행렬로 취급되고, C_j^T는 (1×n) 행렬로 취급된다.

[104] 제어부(140)는, 서로 대응하는 관측 전압 벡터(X_j) 및 복원 전압 벡터(X_j')를 기초로, 제j 배터리 셀(BC_j)의 이상을 검출한다.

[105] 도 5를 참조하면, 커브(510)는 나타내는 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압의 시간에 따른 변화로서, 도 2의 커브(210)와 동일하다. 커브(520)는 복원 전압 벡터(X_j')가 나타내는 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 보여준다.

[106] 제어부(140)는, 제1 내지 제n 배터리 셀(BC_1~BC_n)에 일대일 대응하는 제1 내지 제n 절대 오차 벡터를 결정할 수 있다. 제j 절대 오차 벡터는, 제j 관측 전압 벡터(X_j) 및 제j 복원 전압 벡터(X_j') 간의 차이에 대응한다. 도 6의 커브(610)는 제j 절대 오차 벡터를 나타낸다. 즉, 커브(610)는 커브(510)와 커브(520) 간의 차이의 시간에 따른 변화를 보여준다.

[107] 제j 절대 오차 벡터(610)는, 제1 내지 제m 전압차(ΔV_{1j}~ΔV_{mj}) 각각을 성분으로서 포함한다. 제i 전압차(ΔV_{ij})는, 관측 전압 벡터(X_j)의 제i 원소(x_{ij})와 복원 전압 벡터(X_j')의 제i 원소(x_{ij}') 간의 차이 즉, (x_{ij}- x_{ij}')이다. 제i 원소(x_{ij})은, 무빙 윈도우(200) 내에서 i번째로 측정된 제j 배터리 셀(BC_j)의 셀 전압을 나타낸다. 제i 원소(x_{ij}')은, 제i 원소(x_{ij})의 복원 결과를 나타낸다.

[108] 제어부(140)는, 제1 내지 제n 절대 오차 벡터를 기초로, 무빙 윈도우(200) 내에서의 셀 전압이 측정 타이밍마다의 상대 오차 범위(R_2)를 결정할 수 있다.

[109] 각 측정 타이밍(예, 시점 t_i)에 있어서, 상대 오차 범위(R_2)의 중심은, 해당 측정 타이밍에 인덱스된 제1 내지 제n 절대 오차 벡터의 원소들의 평균일 수 있다. 상대 오차 범위(R_2)의 상한은, 제1 내지 제n 절대 오차 벡터의 원소들의 표준 편차와 소정의 가중치(예, 3)의 곱을 중심에 합산한 값일 수 있다. 상대 오차 범위(R_2)의 하한은, 중심으로부터 제1 내지 제n 절대 오차 벡터의 성분들의 표준 편차와 소정의 가중치(예, 3)의 곱을 차감한 값일 수 있다. 예컨대, 가중치=3이고, σ_i는 시점 t_i에 인덱스된 제1 내지 제n 절대 오차 벡터의 성분들의 표준 편차라고 해보자. 그러면, 시점 t_i에서, 상대 오차 범위(R_2)의 중심 = (ΔV_{i1} + ΔV_{i2} +... +ΔV_{in})/n = ΔV_i, 상대 오차 범위(R_2)의 상한 = ΔV_i+3σ_i, 상대 오차 범위(R_2)의 하한 = ΔV_i -3σ_i이다.

[110] 제어부(140)는, 제j 절대 오차 벡터의 각 원소를 소정의 절대 오차 범위(R_1) 및 상대 오차 범위(R_2) 중 적어도 하나와 비교하여, 제j 배터리 셀(BC_j)이 이상인지 여부를 판정할 수 있다.

[111] 일 예로, 제어부(140)는, 제j 절대 오차 벡터의 제1 내지 제m 원소(ΔV_{1j}~ΔV_{mj}) 중

적어도 하나가 절대 오차 범위(R_1) 를 벗어나는 경우, 제j 배터리 셀(BC_j)이 이상인 것으로 검출할 수 있다. 절대 오차 범위(R_1)는, 전압 측정 회로(110)의 전압 분해능을 고려하여, -1.0 ~ 1.0 mV 등으로 미리 정해진 것일 수 있다.

[112] 다른 예로, 제어부(140)는, 제j 절대 오차 벡터의 제1 내지 제m 원소(ΔV_{1j}~ΔV_{mj}) 중 적어도 하나가 상대 오차 범위(R_2)를 벗어나는 경우, 제j 배터리 셀(BC_j)이 이상인 것으로 검출할 수 있다.

[113] 또 다른 예로, 제어부(140)는, 제j 절대 오차 벡터의 제1 내지 제m 원소(ΔV_{1j}~ΔV_{mj}) 중 적어도 하나가 절대 오차 범위(R_1) 및 상대 오차 범위(R_2)를 동시에 벗어나는 경우, 제j 배터리 셀(BC_j)이 이상인 것으로 검출할 수 있다.

[114] 제어부(140)는, 적어도 하나의 배터리 셀(BC)의 이상이 검출되는 경우, 소정이 보호 동작을 실행할 수 있다. 예컨대, 제어부(140)는, 제j 배터리 셀(BC_j)이 이상인 것으로 판정되는 경우, 스위치(20)를 턴 오프시킬 수 있다.

[115] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다. 도 7의 방법은, 설정 시간마다 반복될 수 있다.

[116] 도 1 내지 도 7을 참조하면, 단계 S710에서, 제어부(140)는, 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)를 포함하는 관측 행렬(X)을 결정한다. 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)는, 소정의 사이즈를 가지는 무빙 윈도우(200) 내에서의 복수의 배터리 셀(BC_1~BC_n) 각각의 전압 이력을 나타낸다.

[117] 단계 S720에서, 제어부(140)는, 행렬 분해 알고리즘을 이용하여, 관측 행렬(X)로부터 복수의 주성분 벡터(A_1~A_m)를 포함하는 제1 서브 행렬(A), 복수의 주성분 벡터(A_1~A_n) 각각의 설명력을 나타내는 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})을 포함하는 제2 서브 행렬(B) 및 복수의 계수 벡터(C_1^T~C_n^T)를 포함하는 제3 서브 행렬(C^T)을 추출한다. 즉, 제어부(140)는, 관측 행렬(X)에 행렬 분해 알고리즘을 적용하여, 관측 행렬(X)을 제1 서브 행렬(A), 제2 서브 행렬(B) 및 제3 서브 행렬(C^T)의 곱의 형태로 분해한다.

[118] 단계 S730에서, 제어부(140)는, 제2 서브 행렬(B)의 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중 적어도 하나를 선택한다. 특이값의 선택에는, 전술된 복원 조건들 중 적어도 하나가 이용될 수 있다.

[119] 단계 S740에서, 제어부(140)는, 선택된 적어도 하나의 특이값(b_{11}~b_{ww})을 기초로, 제1 서브 행렬(A), 제2 서브 행렬(B) 및 제3 서브 행렬(C^T)을 각각 제1 근사 행렬(A'), 제2 근사 행렬(B') 및 제3 근사 행렬($C^{T'}$)로 변환한다.

[120] 단계 S750에서, 제어부(140)는, 제1 근사 행렬(A'), 제2 근사 행렬(B') 및 제3 근사 행렬($C^{T'}$)을 곱하여, 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)에 일대일 대응하는 복수의 복원 전압 벡터(X_1'~X_n')를 포함하는 복원 행렬(X')을 결정한다.

[121] 단계 S760에서, 제어부(140)는, 복수의 관측 전압 벡터(X_1~X_n)와 복수의 복원 전압 벡터(X_1'~X_n') 간의 차이를 나타내는 복수의 절대 오차 벡터를 결정한다. 복수의 절대 오차 벡터는, 복수의 복원 전압 벡터(X_1~X_n)에 일대일 대응한다.

[122] 단계 S762에서, 제어부(140)는, 복수의 절대 오차 벡터를 기초로, 상대 오차

범위(R_2)를 결정한다. 각 절대 오차 벡터는 m개의 원소를 가지므로, 제어부(140)는 각 절대 오차 벡터의 m개의 원소에 대응하는 m개의 상대 오차 범위(R_2), 즉 상대 오차 범위(R_2)의 벡터를 결정할 수 있다. 단계 S762는 도 7의 방법으로부터 선택적으로 제거될 수 있다.

[123] 단계 S770에서, 제어부(140)는, 각 절대 오차 벡터의 적어도 하나의 원소가 소정의 절대 오차 범위(R_1) 및/또는 상대 오차 범위(R_2)를 벗어나는지 여부를 판정한다. 단계 S770의 값이 "예"인 것은, 적어도 하나의 배터리 셀(BC)이 이상인 것으로 검출되었음을 나타낸다. 예컨대, 도 6에서와 같이 무빙 윈도우(200) 내의 시점 t_i에서 제j 절대 오차 벡터(610)의 원소(ΔV_{ij})가 절대 오차 범위(R_1) 및 상대 오차 범위(R_2)를 둘 다 벗어나므로, 제어부(140)는 제j 배터리 셀(BC_j)이 이상인 것으로 판정할 수 있다.

[124] 단계 S780에서, 제어부(140)는, 소정의 보호 동작을 활성화한다. 일 예로, 제어부(140)는, 스위치(20)를 턴 오프시킨다. 다른 예로, 제어부(140)는, 이상인 것으로 검출된 각 배터리 셀(BC)의 정보(예, 식별 번호)를 나타내는 진단 메시지를 출력한다. 인터페이스부(150)는, 진단 메시지를 상위 컨트롤러(2)에 전달하거나, 진단 메시지에 대응하는 시각적 및/또는 청각적 정보를 출력할 수 있다.

[125] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 배터리 관리 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.

[126] 도 8의 방법에 있어서, 단계 S810 내지 단계 S880은 도 7의 단계 S710 내지 단계 S780과 동일한바, 반복된 설명은 생략하기로 한다.

[127] 도 8의 방법은, 단계 S822 및 단계 S824를 더 포함한다는 점에서 도 7의 방법과 상이하다.

[128] 단계 S822에서, 제어부(140)는, 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn})의 최대 비율이 설정 비율 이상인지 여부를 판정한다. 최대 비율은, 복수의 특이값(b_{11}~b_{nn}) 중 최소값(b_{nn})에 대한 최대값(b_{11})의 비율이다. 단계 S822의 값이 "아니오"인 것은, 복수의 주성분 벡터(A_1~A_n) 중 관측 행렬(X)로부터 복원 행렬(X')로의 전압 복원에 활용한만큼 충분히 큰 설명력을 가지는 주성분 벡터가 존재하지 않음을 의미한다. 단계 S822의 값이 "아니오"인 경우, 방법은 단계 S824으로 진행한다. 단계 S822의 값이 "예"인 경우, 방법은 단계 S830으로 진행한다.

[129] 단계 S824에서, 제어부(140)는, 폴트 메시지를 출력한다. 폴트 메시지는, 복수의 관측 전압 벡터에 대한 복원 불능 상황임을 나타낸다. 인터페이스부(150)는, 폴트 메시지를 상위 컨트롤러(2)에 전달하거나, 폴트 메시지에 대응하는 시각적 및/또는 청각적 정보를 출력할 수 있다.

[130] 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.

[131] 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.

[132] 또한, 이상에서 설명한 본 발명은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니라, 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수 있다.

청구범위

[청구항 1] 직렬 연결된 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출하기 위한 배터리 관리 시스템이 있어서,
각 배터리 셀의 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 생성하도록 구성되는 전압 측정 회로; 및
상기 전압 신호를 기초로, 소정의 사이즈를 가지는 무빙 윈도우 내에서 시계열적으로 복수회 측정된 상기 복수의 배터리 셀 각각의 전압 이력을 나타내는 복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 관측 행렬을 결정하도록 구성되는 제어부를 포함하되,
상기 제어부는,
상기 복수의 관측 전압 벡터에 일대일 대응하는 복수의 복원 전압 벡터를 포함하는 복원 행렬을 결정하고,
상기 복수의 관측 전압 벡터 및 상기 복수의 복원 전압 벡터 간의 차이를 나타내는 복수의 절대 오차 벡터를 결정하고,
상기 복수의 절대 오차 벡터를 기초로, 상기 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출하도록 구성되는 배터리 관리 시스템.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
행렬 분해 알고리즘을 이용하여, 상기 관측 행렬로부터 제1 서브 행렬, 제2 서브 행렬 및 제3 서브 행렬을 추출하도록 구성되되,
상기 제1 서브 행렬은, 상기 관측 행렬의 분산 정보를 나타내는 복수의 주성분 벡터를 포함하는 직교 행렬이고,
상기 제2 서브 행렬은, 상기 분산 정보에 대한 상기 복수의 주성분 벡터의 설명력 정보를 나타내는 복수의 특이값을 포함하는 대각 행렬이고,
상기 제3 서브 행렬은, 상기 복수의 주성분 벡터에 대한 상기 복수의 관측 전압 벡터의 의존도 정보를 나타내는 복수의 계수 벡터를 포함하는 직교 행렬이고,
상기 제어부는,
소정의 복원 조건을 이용하여, 상기 복수의 특이값 중 적어도 하나의 특이값을 선택하고,
선택된 적어도 하나의 특이값을 기초로, 상기 제1 서브 행렬, 상기 제2 서브 행렬 및 상기 제3 서브 행렬을 각각 제1 근사 행렬, 제2 근사 행렬 및 제3 근사 행렬로 변환하고,
상기 제1 근사 행렬, 상기 제2 근사 행렬 및 상기 제3 근사 행렬을 곱하여, 상기 복수의 복원 전압 벡터를 결정하도록 구성되는 배터리 관리 시스템.

[청구항 3] 제2항에 있어서,
상기 제어부는,

상기 복수의 특이값 중 크기가 큰 순서로 임계 개수의 특이값을 선택하도록 구성되는 배터리 관리 시스템.

[청구항 4] 제2항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 복수의 특이값의 총합에 대한 제k 특이값의 비율이 제1 임계 비율 이상이고, 상기 복수의 특이값의 총합에 대한 제u 특이값의 비율이 상기 제1 임계 비율 미만인 경우, 상기 복수의 특이값 중 제1 내지 제k 특이값을 선택하도록 구성되되,
k는 n 미만의 자연수이고, u는 k+1이며, n은 상기 복수의 배터리 셀의 총 개수이고, 상기 제k 특이값은 상기 복수의 특이값 중 k번째로 큰 특이값인 배터리 관리 시스템.

[청구항 5] 제2항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 복수의 특이값의 총합에 대한 제1 내지 제q 특이값의 합의 비율이 제2 임계 비율 이상이고, 상기 복수의 특이값의 총합에 대한 제1 내지 제p 특이값의 합의 비율이 상기 제2 임계 비율 미만인 경우, 상기 복수의 특이값 중 상기 제1 내지 제q 특이값을 선택하도록 구성되되,
q는 2 이상 n 미만의 자연수이고, p는 q-1이고, n은 상기 복수의 배터리 셀의 총 개수이고, 상기 제q 특이값은 상기 복수의 특이값 중 q번째로 큰 특이값인 배터리 관리 시스템.

[청구항 6] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 복수의 절대 오차 벡터 중, 소정의 절대 오차 범위를 벗어나는 적어도 하나의 성분을 포함하는 각 절대 오차 벡터에 대응하는 각 배터리 셀이 이상인 것으로 검출하도록 구성되는 배터리 관리 시스템.

[청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 복수의 절대 오차 벡터를 기초로, 상대 오차 범위를 결정하고,
상기 복수의 절대 오차 벡터 중, 상기 상대 오차 범위를 벗어나는 적어도 하나의 성분을 포함하는 각 절대 오차 벡터에 대응하는 각 배터리 셀이 이상인 것으로 검출하도록 구성되는 배터리 관리 시스템.

[청구항 8] 제1항에 있어서,
상기 제어부는,
상기 복수의 특이값 중 최소값에 대한 최대값의 비율이 설정 비율 미만인 경우, 복원 불능 상황임을 나타내는 폴트 메시지를 출력하도록 구성되는 배터리 관리 시스템.

[청구항 9] 제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 따른 상기 배터리 관리 시스템을 포함하는 배터리 팩.

[청구항 10] 제9항에 따른 상기 배터리 팩을 포함하는 에너지 저장 시스템.

[청구항 11] 직렬 연결된 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 검출하기 위한 배터리 관리 방법이 있어서,

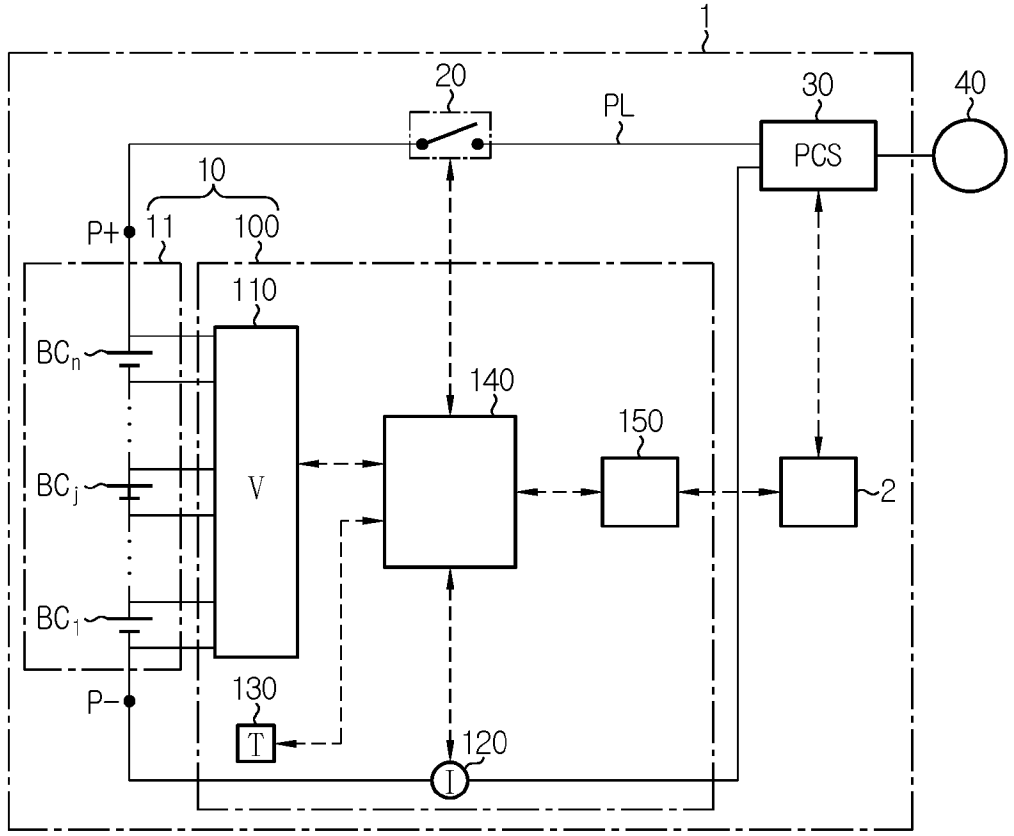
소정의 사이즈를 가지는 무빙 윈도우 내에서 시계열적으로 복수회 측정된 상기 복수의 배터리 셀 각각의 전압을 나타내는 복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 관측 행렬을 결정하는 단계;

상기 복수의 관측 전압 벡터에 일대일 대응하는 복수의 복원 전압 벡터를 포함하는 복원 행렬을 결정하는 단계;

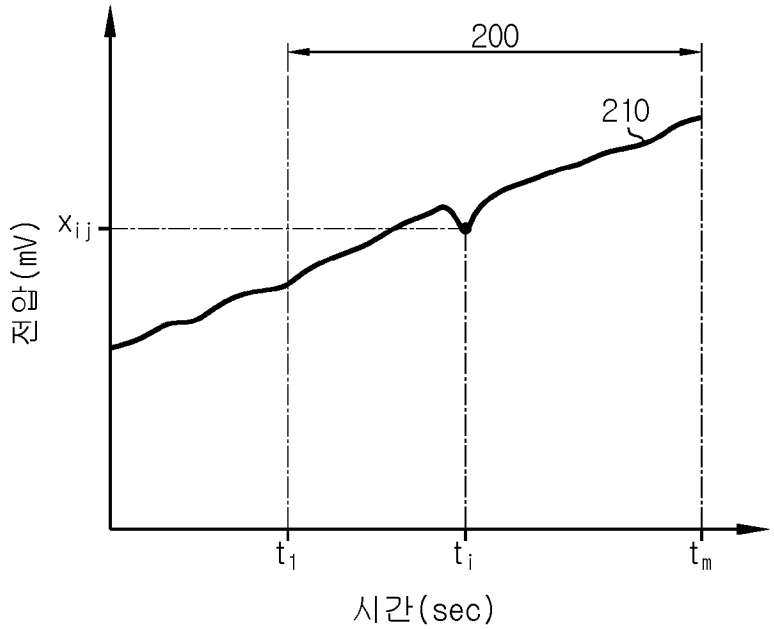
상기 복수의 관측 전압 벡터 및 상기 복수의 복원 전압 벡터 간의 차이를 나타내는 복수의 절대 오차 벡터를 결정하는 단계; 및

상기 복수의 절대 오차 벡터를 기초로, 상기 복수의 배터리 각각의 이상을 검출하는 단계를 포함하는 배터리 관리 방법.

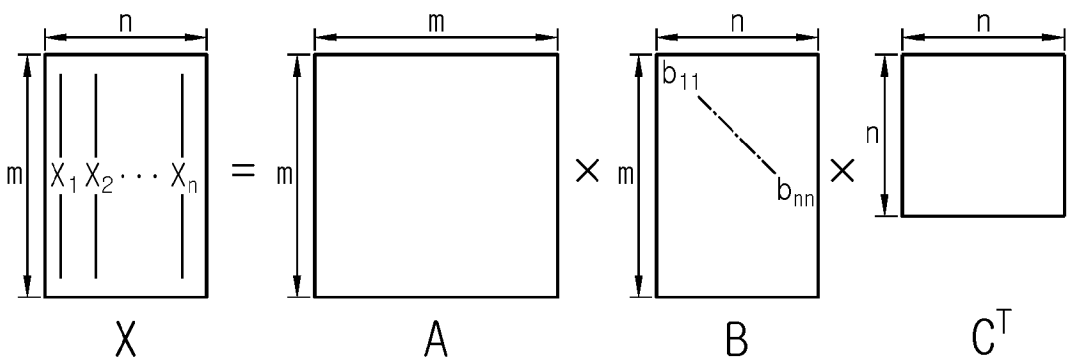
[도1]


1
20
PL
30
40
PCS
10
P+
11
100
110
BCn
BCj
BC1
V
140
150
2
P-
130
T
120

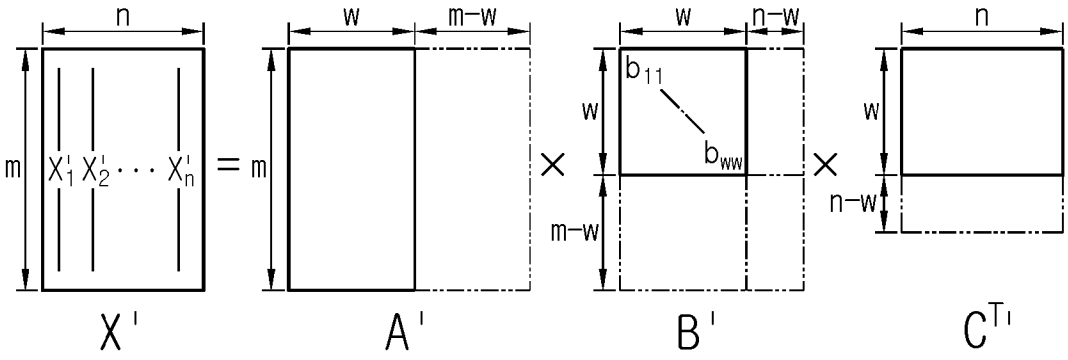
[도2]


200
210
Xij
전압(mV)
t1
ti
tm
시간(sec)

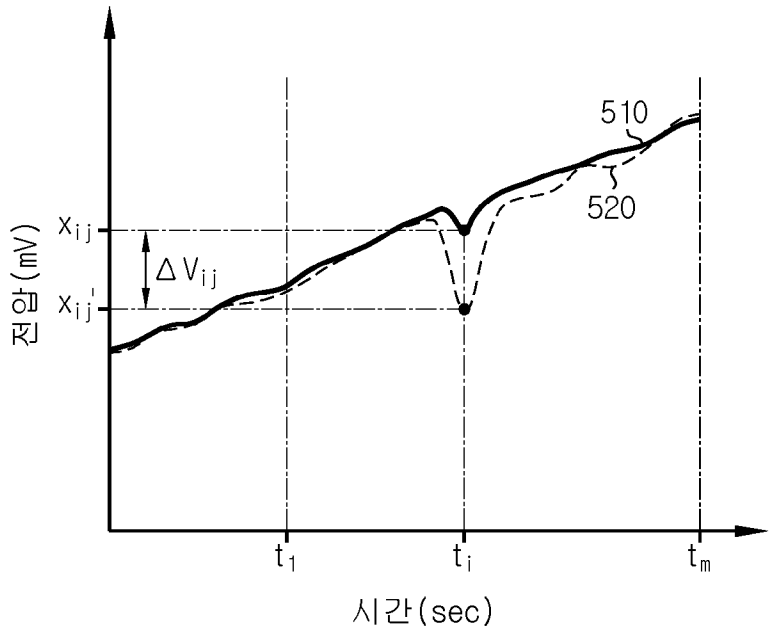
[도3]


n
m
X1 X2 ··· Xn
=
m
n
m
b11
bnn
n
n
X
A
B
CT

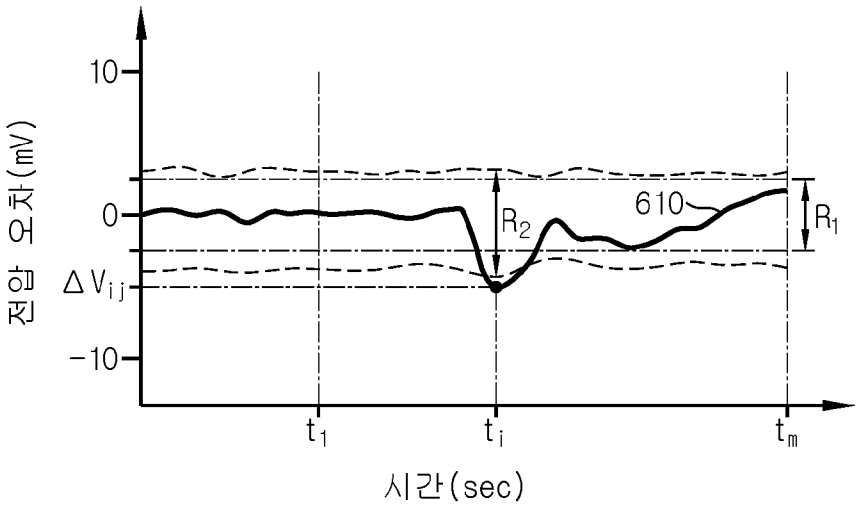
[도4]


n
w
m-w
w
n-w
n
m
$X'_1 X'_2 \cdots X'_n$
= m
×
b_{11}
b_{ww}
w
m-w
×
w
n-w
X'
A'
B'
$C^{T'}$

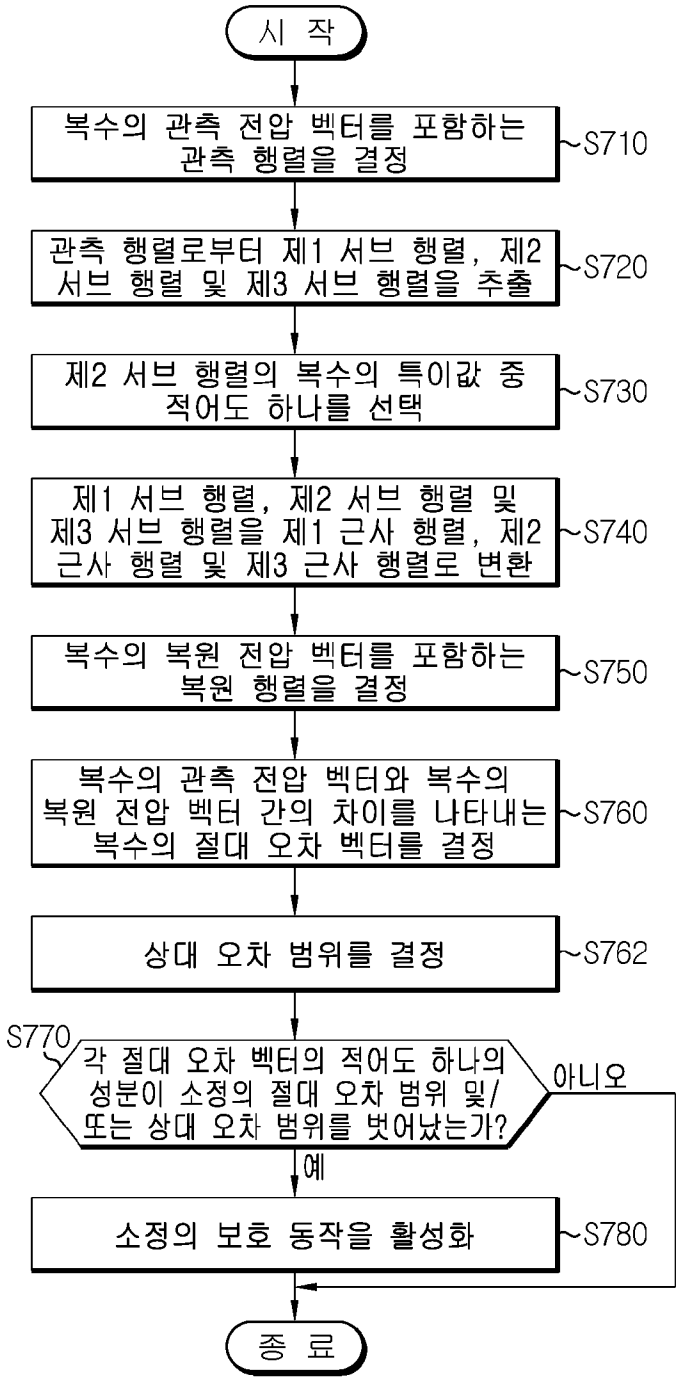
[도5]


510
520
x_{ij}
ΔV_{ij}
x_{ij}'
전압(mV)
t_1
t_i
t_m
시간(sec)

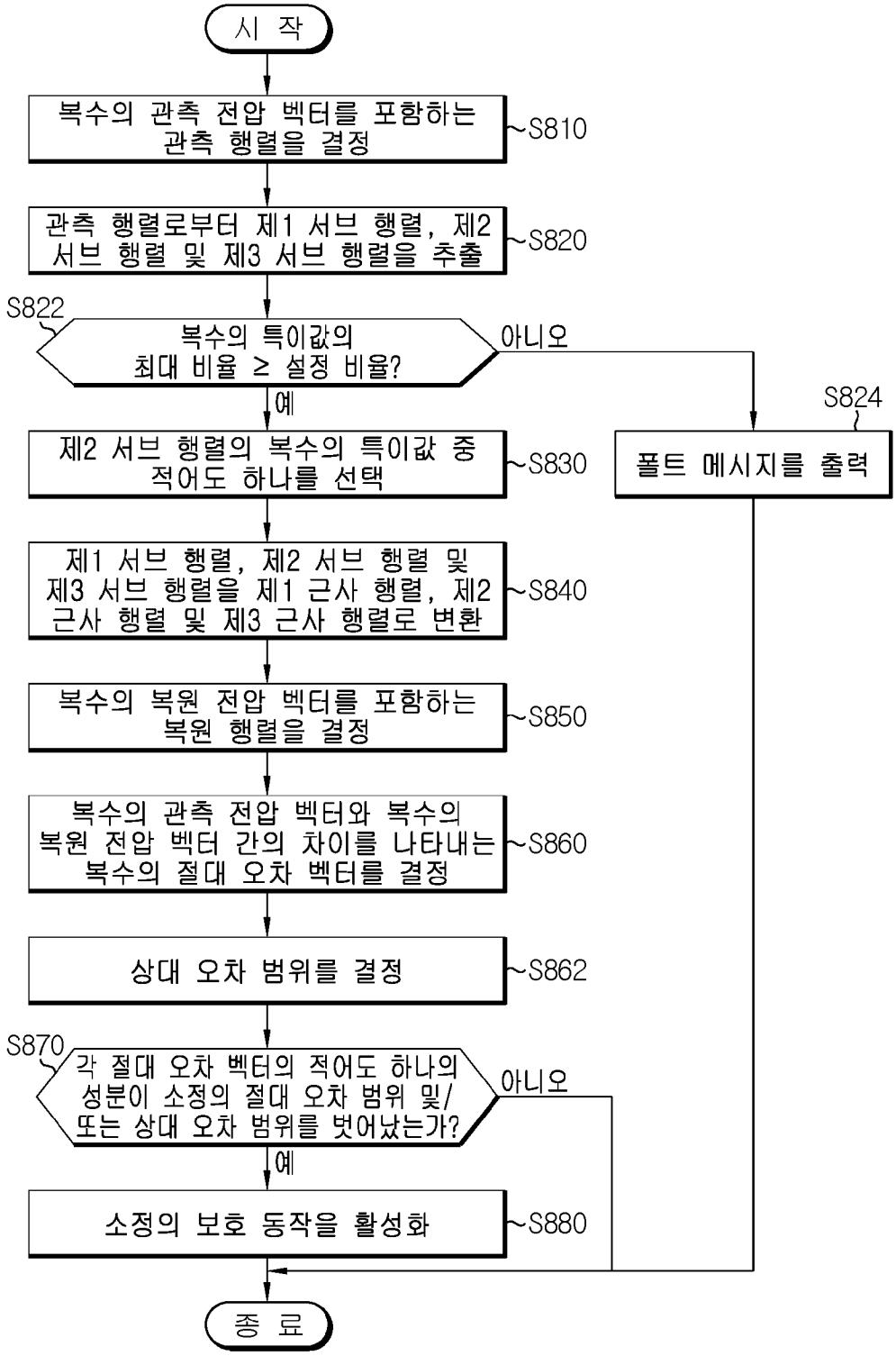
[도6]


10
0
-10
ΔV_{ij}
R_2
610
R_1
전압 오차(mV)
t_1
t_i
t_m
시간(sec)

[도7]


시 작
복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 관측 행렬을 결정
S710
관측 행렬로부터 제1 서브 행렬, 제2 서브 행렬 및 제3 서브 행렬을 추출
S720
제2 서브 행렬의 복수의 특이값 중 적어도 하나를 선택
S730
제1 서브 행렬, 제2 서브 행렬 및 제3 서브 행렬을 제1 근사 행렬, 제2 근사 행렬 및 제3 근사 행렬로 변환
S740
복수의 복원 전압 벡터를 포함하는 복원 행렬을 결정
S750
복수의 관측 전압 벡터와 복수의 복원 전압 벡터 간의 차이를 나타내는 복수의 절대 오차 벡터를 결정
S760
상대 오차 범위를 결정
S762
S770
각 절대 오차 벡터의 적어도 하나의 성분이 소정의 절대 오차 범위 및/또는 상대 오차 범위를 벗어났는가?
아니오
예
소정의 보호 동작을 활성화
S780
종 료

[도8]


시 작
복수의 관측 전압 벡터를 포함하는 관측 행렬을 결정
S810
관측 행렬로부터 제1 서브 행렬, 제2 서브 행렬 및 제3 서브 행렬을 추출
S820
S822
복수의 특이값의 최대 비율 ≥ 설정 비율?
아니오
예
S824
폴트 메시지를 출력
제2 서브 행렬의 복수의 특이값 중 적어도 하나를 선택
S830
제1 서브 행렬, 제2 서브 행렬 및 제3 서브 행렬을 제1 근사 행렬, 제2 근사 행렬 및 제3 근사 행렬로 변환
S840
복수의 복원 전압 벡터를 포함하는 복원 행렬을 결정
S850
복수의 관측 전압 벡터와 복수의 복원 전압 벡터 간의 차이를 나타내는 복수의 절대 오차 벡터를 결정
S860
상대 오차 범위를 결정
S862
S870
각 절대 오차 벡터의 적어도 하나의 성분이 소정의 절대 오차 범위 및/또는 상대 오차 범위를 벗어났는가?
아니오
예
소정의 보호 동작을 활성화
S880
종 료

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/009065

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 31/3835(2019.01)i; **G01R 31/396**(2019.01)i; **G01R 31/367**(2019.01)i; **G01R 31/364**(2019.01)i; **H01M 10/48**(2006.01)i; **H01M 10/42**(2006.01)i

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R 31/3835(2019.01); G01R 19/00(2006.01); G01R 31/36(2006.01); H01M 10/48(2006.01); H02J 7/00(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: 배터리관리시스템(battery management system), 셀 전압(cell voltage), 감시(monitoring), 이상(abnormality), 시계열(time series), 행렬(matrix), 파라미터(parameter), 벡터(vector), 이력(history)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2019-138286 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. et al.) 18 July 2019 (2019-07-18) See claim 1 and figure 2.	1-11
A	US 2007-0236182 A1 (PLETT, Gregory L.) 11 October 2007 (2007-10-11) See claim 1 and figures 1-16.	1-11
A	KR 10-2019-0123172 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 31 October 2019 (2019-10-31) See claims 1-18 and figures 1-2 and 4.	1-11
A	KR 10-2019-0093409 A (LG CHEM, LTD.) 09 August 2019 (2019-08-09) See claim 1 and figures 1, 3 and 5.	1-11
A	KR 10-2014-0111920 A (SAMSUNG SDI CO., LTD.) 22 September 2014 (2014-09-22) See claim 1 and figure 1.	1-11

☐ 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
01 November 2021	**01 November 2021**

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
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2021/009065

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2019-138286 A1	18 July 2019	CN 111542759 A	14 August 2020
		DE 112018006835 T5	15 October 2020
		KR 10-2020-0107987 A	16 September 2020
		TW 201930910 A	01 August 2019
		US 2020-0355749 A1	12 November 2020
US 2007-0236182 A1	11 October 2007	CN 101395489 A	25 March 2009
		CN 101395489 B	02 November 2011
		EP 1989563 A1	12 November 2008
		EP 1989563 B1	23 April 2014
		JP 2009-528662 A	06 August 2009
		JP 5036733 B2	26 September 2012
		KR 10-1355959 B1	03 February 2014
		KR 10-2008-0104296 A	02 December 2008
		TW 200809242 A	16 February 2008
		TW I337663 B	21 February 2011
		US 7521895 B2	21 April 2009
		WO 2007-100189 A1	07 September 2007
KR 10-2019-0123172 A	31 October 2019	CN 112005124 A	27 November 2020
		EP 3786653 A1	03 March 2021
		JP 2021-520178 A	12 August 2021
		US 2021-0048480 A1	18 February 2021
		WO 2019-208924 A1	31 October 2019
KR 10-2019-0093409 A	09 August 2019	CN 110741267 A	31 January 2020
		EP 3671242 A1	24 June 2020
		JP 2020-524264 A	13 August 2020
		JP 6896965 B2	30 June 2021
		US 2020-0182939 A1	11 June 2020
		WO 2019-151679 A1	08 August 2019
KR 10-2014-0111920 A	22 September 2014	CN 104049213 A	17 September 2014
		EP 2778700 A2	17 September 2014
		US 2014-0278169 A1	18 September 2014

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/009065

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 31/3835(2019.01)i; **G01R 31/396**(2019.01)i; **G01R 31/367**(2019.01)i; **G01R 31/364**(2019.01)i; **H01M 10/48**(2006.01)i; **H01M 10/42**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 31/3835(2019.01); G01R 19/00(2006.01); G01R 31/36(2006.01); H01M 10/48(2006.01); H02J 7/00(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: 배터리관리시스템(battery management system), 셀 전압(cell voltage), 감시(monitoring), 이상(abnormality), 시계열(time series), 행렬(matrix), 파라미터(parameter), 벡터(vector), 이력(history)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	WO 2019-138286 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD. 등) 2019.07.18 청구항 1 및 도면 2 참조.	1-11
A	US 2007-0236182 A1 (GREGORY L. PLETT) 2007.10.11 청구항 1 및 도면 1-16 참조.	1-11
A	KR 10-2019-0123172 A (삼성에스디아이 주식회사) 2019.10.31 청구항 1-18 및 도면 1-2, 4 참조.	1-11
A	KR 10-2019-0093409 A (주식회사 엘지화학) 2019.08.09 청구항 1 및 도면 1, 3, 5 참조.	1-11
A	KR 10-2014-0111920 A (삼성에스디아이 주식회사) 2014.09.22 청구항 1 및 도면 1 참조.	1-11

☐ 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
2021년11월01일(01.11.2021)	**2021년11월01일(01.11.2021)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

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

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

박혜련

전화번호 **+82-42-481-3463**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2021/009065

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2019-138286 A1	2019/07/18	CN 111542759 A	2020/08/14
		DE 112018006835 T5	2020/10/15
		KR 10-2020-0107987 A	2020/09/16
		TW 201930910 A	2019/08/01
		US 2020-0355749 A1	2020/11/12
US 2007-0236182 A1	2007/10/11	CN 101395489 A	2009/03/25
		CN 101395489 B	2011/11/02
		EP 1989563 A1	2008/11/12
		EP 1989563 B1	2014/04/23
		JP 2009-528662 A	2009/08/06
		JP 5036733 B2	2012/09/26
		KR 10-1355959 B1	2014/02/03
		KR 10-2008-0104296 A	2008/12/02
		TW 200809242 A	2008/02/16
		TW I337663 B	2011/02/21
		US 7521895 B2	2009/04/21
		WO 2007-100189 A1	2007/09/07
KR 10-2019-0123172 A	2019/10/31	CN 112005124 A	2020/11/27
		EP 3786653 A1	2021/03/03
		JP 2021-520178 A	2021/08/12
		US 2021-0048480 A1	2021/02/18
		WO 2019-208924 A1	2019/10/31
KR 10-2019-0093409 A	2019/08/09	CN 110741267 A	2020/01/31
		EP 3671242 A1	2020/06/24
		JP 2020-524264 A	2020/08/13
		JP 6896965 B2	2021/06/30
		US 2020-0182939 A1	2020/06/11
		WO 2019-151679 A1	2019/08/08
KR 10-2014-0111920 A	2014/09/22	CN 104049213 A	2014/09/17
		EP 2778700 A2	2014/09/17
		US 2014-0278169 A1	2014/09/18