

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2022년 6월 2일 (02.06.2022)

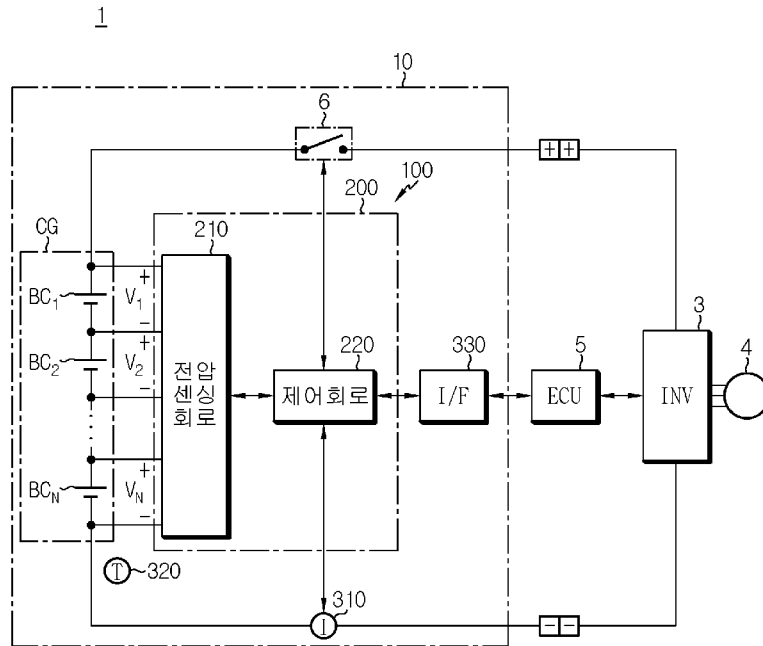


(10) 국제공개번호  
WO 2022/114871 A1

- (51) 국제특허분류: *G01R 31/36* (2006.01) *G01R 19/10* (2006.01)  
*G01R 31/392* (2019.01) *G01R 19/165* (2006.01)  
*G01R 31/382* (2019.01) *B60L 3/00* (2006.01)  
*G01R 19/00* (2006.01) *B60L 58/18* (2019.01)  
*G01R 31/396* (2019.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2021/017684
- (22) 국제출원일: 2021년 11월 26일 (26.11.2021)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2020-0163366 2020년 11월 27일 (27.11.2020)KR
- (71) 출원인: 주식회사 엘지에너지솔루션 (LG ENERGY SOLUTION, LTD.) [KR/KR]; 07335 서울시 영등포구 여의대로 108, 타워1, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 성용철 (SUNG, Yong-Chul); 34122 대전시 유성구 문지로 188 LG화학기술연구원, Daejeon (KR). 안양수 (AN, Yang-Soo); 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,

(54) Title: BATTERY DIAGNOSIS DEVICE, BATTERY DIAGNOSIS METHOD, BATTERY PACK, AND VEHICLE

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



210 ... Voltage sensing circuit

220 ... Control circuit

(57) Abstract: A battery diagnosis device according to the present invention is for diagnosis of a cell group including multiple battery cells connected in series, and comprises: a voltage sensing circuit configured to periodically generate a voltage signal indicating a cell voltage of each battery cell; and a control circuit configured to generate time series data indicating a change in the cell voltage of each battery cell over time on the basis of the voltage signal. The control circuit is configured to: (i) determine a first average cell voltage and a second average cell voltage of each battery cell on the basis of the time series data [wherein the first average cell voltage corresponds to a short-term moving average, and the second average cell voltage corresponds to a long-term moving average]; and (ii) detect an anomaly in the voltage of each battery cell on the basis of a difference between the first average cell voltage and the second average cell voltage.

[다음 쪽 계속]



WO 2022/114871 A1

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, 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 진단 장치는, 직렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함하는 셀 그룹의 진단을 위한 것으로서, 주기적으로 각 배터리 셀의 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 생성하도록 구성되는 전압 센싱 회로; 및 상기 전압 신호를 기초로, 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 생성하도록 구성된 제어 회로를 포함한다. 제어 회로는, (i) 상기 시계열 데이터를 기초로 각 배터리 셀의 제1 평균 셀 전압과 제2 평균 셀 전압을 결정하고[여기서, 상기 제1 평균 셀 전압은 단기 이동 평균이고, 상기 제2 평균 셀 전압은 장기 이동 평균임], (ii) 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이를 기초로 각 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성된다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 배터리 진단 장치, 배터리 진단 방법, 배터리 팩 및 자동차

#### 기술분야

- [1] 본 발명은, 배터리의 전압 이상을 진단하는 기술에 관한 것이다.
- [2] 본 출원은 2020년 11월 27일자로 출원된 한국 특허 출원번호 제10-2020-0163366호에 대한 우선권주장출원으로서, 해당 출원의 명세서 및 도면에 개시된 모든 내용은 인용에 의해 본 출원에 원용된다.

#### 배경기술

- [3] 최근, 노트북, 비디오 카메라, 휴대용 전화기 등과 같은 휴대용 전자 제품의 수요가 급격하게 증대되고, 전기 차량, 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 애플리케이션(예, 에너지 저장 시스템, 전기 차량)이 널리 보급됨에 따라, 배터리 팩 내에 직렬 연결된 복수의 배터리 셀 각각의 전압 이상을 정확하게 검출해내는 진단 기술의 필요성이 증대되고 있다.
- [6] 배터리 셀의 전압 이상이란, 내부 단락, 외부 단락, 전압 센싱 라인의 고장, 충방전 라인과의 접속 불량 등으로 인하여, 셀 전압이 비정상적으로 강하 및/또는 상승하는 고장 상태를 의미한다.
- [7] 종래에는, 특정 시점에서의 각 배터리 셀의 양단에 걸친 전압인 셀 전압을 상기 특정 시점과 동일 시점에서의 복수의 배터리 셀의 평균 셀 전압과 비교함으로써, 각 배터리 셀의 전압 이상을 진단하고자 하는 시도가 있다. 그러나, 각 배터리 셀의 셀 전압은 해당 배터리의 셀의 온도, 전류 및/또는 SOH(State Of Health) 등에도 의존하는 것이기 때문에, 단순히 특정 시점에서 복수의 배터리 셀에 대해 측정된 셀 전압들을 비교하는 과정만으로는 각 배터리 셀의 전압 이상을 정확하게 진단해내기 어렵다. 예컨대, 전압 이상이 없는 배터리 셀이더라도 나머지 배터리 셀과의 온도 편차나 SOH 편차가 크다면, 해당 배터리 셀의 셀 전압과 평균 셀 전압 간의 차이 역시 클 수 있다.
- [8] 이러한 문제를 해결하기 위해, 각 배터리 셀의 전압 이상을 진단함에 있어서, 각 배터리 셀의 셀 전압과 함께, 충방전 전류, 각 배터리 셀의 온도 및/또는 각 배터리 셀의 SOC(State Of Charge) 등과 같은 추가적인 파라미터를 활용하는 것을 상정할 수 있다. 그러나, 추가적인 파라미터를 활용하는 진단 방식은 각

파라미터의 검출 과정 및 상호 비교 과정이 동반되어야 하므로, 셀 전압을 단일 파라미터로서 활용하는 진단 방식에 비하여 상대적으로 복잡하고 긴 시간이 필요하다는 제약이 따른다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [9] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 단위 시간마다, 미리 주어진 시간 길이를 가지는 적어도 하나의 무빙 윈도우 각각에 대해, 복수의 배터리 셀 각각의 셀 전압의 이동 평균을 결정하고, 각 배터리 셀의 각 이동 평균을 기초로, 각 배터리 셀의 전압 이동을 효율적이면서 정확하게 진단하기 위한 배터리 진단 장치, 배터리 진단 방법, 배터리 팩 및 자동차를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [10] 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.

### 과제 해결 수단

- [11] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 배터리 진단 장치는, 직렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함하는 셀 그룹을 위한 배터리 진단 장치로서, 주기적으로 각 배터리 셀의 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 생성하도록 구성되는 전압 센싱 회로; 및 상기 전압 신호를 기초로, 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 생성하도록 구성되는 제어 회로를 포함할 수 있다.
- [12] 바람직하게, 상기 제어 회로는, (i) 상기 시계열 데이터를 기초로 각 배터리 셀의 제1 평균 셀 전압과 제2 평균 셀 전압을 결정하고[여기서, 상기 제1 평균 셀 전압은 단기 이동 평균이고, 상기 제2 평균 셀 전압은 장기 이동 평균임], (ii) 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이를 기초로 각 배터리 셀의 전압 이동을 검출하도록 구성될 수 있다.
- [13] 일 측면에서, 상기 제어 회로는, 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하고, 각 배터리 셀에 대해서, 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값과 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 편차에 해당하는 셀 진단 편차를 결정하고, 셀 진단 편차가 진단 임계치를 초과하는 조건을 충족하는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 검출하도록 구성될 수 있다.
- [14] 바람직하게, 상기 제어 회로는, 각 배터리 셀에 대해서, 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하고, 셀 진단 편차가 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 셀 진단 편차의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이동을 검출하도록 구성될 수 있다.
- [15] 다른 측면에서, 상기 제어 회로는, 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀

전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하고, 각 배터리 셀에 대해서, 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값과 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 편차를 산출하여 셀 진단 편차를 결정하고, 전체 배터리 셀의 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하고, 각 배터리 셀의 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하고, 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성될 수 있다.

[16] 또 다른 측면에서, 상기 제어 회로는, 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하고, 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로서 결정하고, 전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하고, 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하고, 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성될 수 있다.

[17] 바람직하게, 상기 제어 회로는, 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이를 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값으로 나눗셈 연산하여 장단기 평균 차이를 정규화할 수 있다.

[18] 대안적으로, 상기 제어 회로는, 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 로그 연산을 통해 장단기 평균 차이를 정규화할 수 있다.

[19] 또 다른 측면에서, 상기 제어 회로는, 단위 시간 마다 측정된, 전체 배터리 셀의 셀 전압 평균값과 각 배터리 셀의 셀 전압 차이에 해당하는 전압을 이용하여 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 생성하도록 구성될 수 있다.

[20] 또 다른 측면에서, 제1항에 있어서, 상기 제어 회로는, 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하고, 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로서 결정하고, 각 배터리 셀에 대해서, 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하고, 다음 (i) 내지 (iv)를 적어도 1회 이상 재귀적으로 반복하여 각 배터리 셀에 대해 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하고,

[21] (i) 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터에 대해 제1 이동 평균 및 제2 이동 평균을 결정[여기서, 제1 이동 평균은 단기 이동 평균이고, 제2 이동 평균은 장기 이동 평균임], (ii) 각 배터리 셀에 대해, 제1 이동 평균과 제2 이동 평균의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정, (iii) 각 배터리 셀에 대해, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로 결정, (iv) 각

배터리 셀에 대해 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성

- [22] 전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하고, 각 배터리 셀의 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하고, 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성될 수 있다.
- [23] 상기 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명에 따른 배터리 진단 방법은, 직렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함하는 셀 그룹을 위한 배터리 진단 방법으로서, (a) 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 주기적으로 생성하는 단계; (b) 상기 시계열 데이터를 기초로 각 배터리 셀의 제1 평균 셀 전압과 제2 평균 셀 전압을 결정하는 단계[여기서, 상기 제1 평균 셀 전압은 단기 이동 평균이고, 상기 제2 평균 셀 전압은 장기 이동 평균임]; 및 (c) 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이를 기초로 각 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [24] 일 측면에서, 상기 (c) 단계는, (c1) 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하는 단계; (c2) 각 배터리 셀에 대해서, 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값과 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 편차에 해당하는 셀 진단 편차를 결정하는 단계; 및 (c3) 셀 진단 편차가 진단 임계치를 초과하는 조건을 충족하는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 검출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [25] 바람직하게, 상기 (c) 단계는, (c1) 각 배터리 셀에 대해서 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및 (c2) 셀 진단 편차가 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 셀 진단 편차의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [26] 다른 측면에서, 상기 (c) 단계는, (c1) 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하는 단계; (c2) 각 배터리 셀에 대해서, 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값과 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 편차를 산출하여 셀 진단 편차를 결정하는 단계; (c3) 전체 배터리 셀의 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하는 단계; (c4) 각 배터리 셀의 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 각 배터리 셀에 대해 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및 (c5) 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [27] 또 다른 측면에서, 상기 (c) 단계는, (c1) 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하는 단계; (c2) 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 정규화 값을

정규화된 셀 진단 편차로서 결정하는 단계; (c3) 전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하는 단계; (c4) 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및 (c6) 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함할 수 있다.

- [28] 바람직하게, 상기 (c3) 단계는, 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이를 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값으로 나눴셈 연산하여 장단기 평균 차이를 정규화하는 단계일 수 있다.
- [29] 대안적으로, 상기 (c3) 단계는, 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 로그 연산을 통해 장단기 평균 차이를 정규화하는 단계일 수 있다.
- [30] 또 다른 측면에서, 상기 (a) 단계는, 단위 시간 마다 측정된, 전체 배터리 셀의 셀 전압 평균값과 각 배터리 셀의 셀 전압 차이에 해당하는 전압을 이용하여 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 생성하는 단계일 수 있다.
- [31] 또 다른 측면에서, 상기 (c) 단계는, (c1) 각 배터리에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하는 단계; (c2) 각 배터리에 대해서, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로서 결정하는 단계; (c3) 각 배터리 셀에 대해서, 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하는 단계; (c4) 다음 (i) 내지 (iv)를 적어도 1회 이상 재귀적으로 반복하여 각 배터리 셀에 대해 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하는 단계;
- [32] (i) 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터에 대해 제1 이동 평균 및 제2 이동 평균을 결정[여기서, 제1 이동 평균은 단기 이동 평균이고, 제2 이동 평균은 장기 이동 평균임], (ii) 각 배터리 셀에 대해, 제1 이동 평균과 제2 이동 평균의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정, (iii) 각 배터리 셀에 대해, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로 결정, (iv) 각 배터리 셀에 대해 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성
- [33] (c5) 전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하는 단계; (c6) 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및 (c7) 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [34] 상기 기술적 과제는 상술한 배터리 진단 장치를 포함하는 배터리 팩과 이를 포함하는 자동차에 의해서도 달성될 수 있다.

### 발명의 효과

- [35] 본 발명의 일 측면에 따르면, 단위 시간마다, 서로 다른 두 시간 길이에 대한 각 배터리 셀의 셀 전압의 두 이동 평균을 결정하고, 복수의 배터리 셀 각각의 두 이동 평균 간의 차이를 기초로, 각 배터리 셀의 전압 이상을 효율적이면서 정확하게 진단할 수 있다.
- [36] 본 발명의 다른 측면에 따르면, 각 배터리 셀의 두 이동 평균의 변화 경향 차이를 분석함에 있어서 정규화 및/또는 통계적 가변 임계치 등의 고도화된 기법을 적용함으로써 각 배터리 셀의 전압 이상을 정확하게 진단할 수 있다.
- [37] 본 발명의 또 다른 측면에 따르면, 통계적 가변 임계치를 기준으로 결정된 필터 진단 값의 시계열 데이터를 분석하여 각 배터리 셀의 전압 이상이 발생된 시간 구간 및/또는 전압 이상 검출 카운트 등을 정밀하게 검출하는 것이 가능하다.
- [38] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

### 도면의 간단한 설명

- [39] 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.
- [40] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 차량의 구성을 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [41] 도 2a 내지 도 2h는 도 1에 도시된 복수의 배터리 셀 각각의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터로부터 각 배터리 셀의 전압 이상을 진단하는 과정을 설명하는 데에 참조되는 그래프들이다.
- [42] 도 3은 본 발명의 제1 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.
- [43] 도 4는 본 발명의 제2 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.
- [44] 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.
- [45] 도 6는 본 발명의 제4 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.
- [46] 도 7은 본 발명의 제5 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [47] 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.

- [48] 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.
- [49] 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.
- [50] 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.
- [51] 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.
- [52] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기 차량의 구성을 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [53] 도 1을 참조하면, 전기 차량(1)은, 배터리 팩(2), 인버터(3), 전기 모터(4) 및 차량 컨트롤러(5)를 포함한다.
- [54] 배터리 팩(2)은, 셀 그룹(CG), 스위치(6) 및 배터리 관리 시스템(100)을 포함한다.
- [55] 셀 그룹(CG)은, 배터리 팩(2)에 마련된 한 쌍의 전원 단자를 통해 인버터(3)에 결합될 수 있다. 셀 그룹(CG)은, 직렬 연결된 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ , N은 2 이상의 자연수)을 포함한다. 각 배터리 셀( $BC_i$ )은, 리튬 이온 배터리 셀과 같이 재충전이 가능한 것이라면, 그 종류는 특별히 제한되지 않는다. i는 셀 식별을 위한 인덱스이다. i는 자연수로서 1 내지 N이다.
- [56] 스위치(6)는, 셀 그룹(CG)에 직렬로 연결된다. 스위치(6)는, 셀 그룹(CG)의 충방전을 위한 전류 경로에 설치된다. 스위치(6)는, 배터리 관리 시스템(100)으로부터의 스위칭 신호에 응답하여, 온오프 제어된다. 스위치(6)는, 코일의 자기력에 의해 온오프되는 기계식 릴레이이거나 MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect transistor)과 같은 반도체 스위치일 수 있다.
- [57] 인버터(3)는, 배터리 관리 시스템(100)로부터의 명령에 응답하여, 셀 그룹(CG)로부터의 직류 전류를 교류 전류로 변환하도록 제공된다. 전기

- 모터(4)는, 예컨대 3상 교류 모터일 수 있다. 전기 모터(4)는, 인버터(3)로부터의 교류 전력을 이용하여 구동한다.
- [58] 배터리 관리 시스템(100)은, 셀 그룹(CG)의 충방전과 관련된 전반적인 제어를 담당하도록 제공된다.
- [59] 배터리 관리 시스템(100)은, 배터리 진단 장치(200)를 포함한다. 배터리 관리 시스템(100)은, 전류 센서(310), 온도 센서(320) 및 인터페이스부(330) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [60] 배터리 진단 장치(200)는, 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ ) 각각의 전압 이상을 진단하도록 제공된다. 배터리 진단 장치(200)는, 전압 센싱 회로(210) 및 제어 회로(220)를 포함한다.
- [61] 전압 센싱 회로(210)는, 복수의 전압 센싱 라인을 통해, 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ ) 각각의 양극 및 음극에 연결된다. 전압 센싱 회로(210)는, 각 배터리 셀(BC)의 양단에 걸친 셀 전압을 측정하고, 측정된 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 생성하도록 구성된다.
- [62] 전류 센서(310)는, 전류 경로를 통해 셀 그룹(CG)에 직렬로 연결된다. 전류 센서(310)는, 셀 그룹(CG)를 통해 흐르는 배터리 전류를 검출하고, 검출된 배터리 전류를 나타내는 전류 신호를 생성하도록 구성된다.
- [63] 온도 센서(320)는, 셀 그룹(CG)의 온도를 검출하고, 검출된 온도를 나타내는 온도 신호를 생성하도록 구성된다.
- [64] 제어 회로(220)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.
- [65] 제어 회로(220)는, 메모리부를 가질 수 있다. 메모리부는, 플래시 메모리 타입(flash memory type), 하드디스크 타입(hard disk type), SSD 타입(Solid State Disk type), HDD 타입(Hard 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. 메모리부는, 제어 회로(220)에 의한 연산 동작에 요구되는 데이터 및 프로그램을 저장할 수 있다. 메모리부는, 제어 회로(220)에 의한 연산 동작의 결과를 나타내는 데이터를 저장할 수 있다. 특히, 제어 회로(220)는, 후술할 단위 시간마다 연산되는 여러 가지 파라미터들 중 적어도 한가지를 메모리부에 기록할 수 있다.
- [66] 제어 회로(220)는, 전압 센싱 회로(210), 온도 센서(320), 전류 센서(310), 인터페이스부(330) 및/또는 스위치(6)에 동작 가능하게 결합될 수 있다. 제어 회로(220)는, 센싱 신호를 전압 센싱 회로(210), 전류 센서(310) 및 온도

- 센서(320)로부터 수집할 수 있다. 센싱 신호는, 동기 검출된 전압 신호, 전류 신호 및/또는 온도 신호를 지칭한다.
- [67] 인터페이스부(330)는, 제어 회로(220)와 차량 컨트롤러(5)(예, ECU: Electronic Control Unit) 간의 유선 통신 또는 무선 통신을 지원하도록 구성되는 통신 회로를 포함할 수 있다. 유선 통신은 에컨대 캔(CAN: controller area network) 통신일 수 있고, 무선 통신은 에컨대 지그비나 블루투스 통신일 수 있다. 물론, 제어 회로(220)와 차량 컨트롤러(5) 간의 유무선 통신을 지원하는 것이라면, 통신 프로토콜의 종류는 특별히 한정되는 것은 아니다.
- [68] 인터페이스부(330)는, 차량 컨트롤러(5) 및/또는 제어 회로(220)로부터 수신된 정보를 사용자가 인식 가능한 형태로 제공하는 출력 디바이스(예, 디스플레이, 스피커)와 결합될 수 있다. 차량 컨트롤러(5)는, 배터리 관리 시스템(100)과의 통신을 통해 수집되는 배터리 정보(예, 전압, 전류, 온도, SOC)를 기초로, 인버터(3)를 제어할 수 있다.
- [69] 도 2a 내지 도 2h는 도 1에 도시된 복수의 배터리 셀 각각의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터로부터 각 배터리 셀의 전압 이상을 진단하는 과정을 예시적으로 보여주는 그래프들이다.
- [70] 도 2a는, 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ ) 각각의 전압 커브를 보여준다. 배터리 셀의 수량은 14개이다. 제어 회로(220)는, 단위 시간마다, 전압 센싱 회로(210)로부터의 전압 신호를 수집하여, 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압의 전압값을 메모리부에 기록한다. 단위 시간은, 전압 센싱 회로(210)의 전압 측정 주기의 정수배일 수 있다.
- [71] 제어 회로(220)는, 메모리부에 기록된 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압의 전압값을 기초로, 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 이력을 나타내는 셀 전압 시계열 데이터를 생성할 수 있다. 셀 전압이 측정될 때마다 셀 전압 시계열 데이터의 수는 1씩 증가한다.
- [72] 도 2a에 도시된 복수의 전압 커브는 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ )에 일대일로 연관된 것이다. 따라서, 각 전압 커브는 그에 연관된 어느 한 배터리 셀(BC)의 셀 전압의 변화 이력을 나타낸다.
- [73] 제어 회로(220)는, 1개의 무빙 윈도우 또는 2개의 무빙 윈도우를 이용하여, 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ ) 각각의 이동 평균을 단위 시간마다 결정할 수 있다. 2개의 무빙 윈도우를 이용하는 경우, 어느 한 무빙 윈도우에 대한 시간 길이는 다른 무빙 윈도우에 대한 시간 길이와 상이하다.
- [74] 여기서, 각 무빙 윈도우의 시간 길이는 단위 시간의 정수 배이고, 각 무빙 윈도우의 종료점은 현 시점이고, 각 무빙 윈도우의 시작점은 현 시점으로부터 미리 주어진 시간 길이만큼 앞선 시점이다.
- [75] 이하에서는, 설명의 편의를 위해, 두 무빙 윈도우 중 더 짧은 시간 길이에 연관된 것을 제1 무빙 윈도우라고 칭하고, 더 긴 시간 길이에 연관된 것을 제2 무빙 윈도우라고 칭하기로 한다.

[76] 제어 회로(220)는, 제1 무빙 윈도우만을 이용하거나, 제1 무빙 윈도우 및 제2 무빙 윈도우를 둘 다 이용하여, 각 배터리 셀(BC<sub>i</sub>)의 전압 이상을 진단할 수 있다.

[77] 제어 회로(220)는, 단위 시간마다 수집되는 제i 배터리 셀(BC<sub>i</sub>)의 셀 전압을 기초로, 제i 배터리 셀(BC<sub>i</sub>)의 셀 전압의 단기적 변화 경향 및 장기적 변화 경향을 단위 시간마다 비교할 수 있다.

[78] 제어 회로(220)는, 다음의 수식 1 또는 수식 2를 이용하여, 제1 무빙 윈도우에 의한 제i 배터리 셀(BC<sub>i</sub>)의 이동 평균인 제1 평균 셀 전압을 단위 시간마다 결정할 수 있다.

[79] 수식 1은 산술 평균 방식에 의한 이동 평균 계산식이고, 수식 2는 가중 평균 방식에 의한 이동 평균 계산식이다.

[80]

[81] <수식 1>

$$[82] \quad SMA_i[k] = \frac{\sum_{j=1}^S V_i[k-S+j]}{S}$$

[83] <수식 2>

$$[84] \quad SMA_i[k] = \frac{SMA_i[k-1] \times (S-1) + V_i[k]}{S}$$

[85] 수식 1 및 수식 2에 있어서, k는 현 시점을 나타내는 시간 인덱스, SMA<sub>i</sub>[k]는 현 시점의 제i 배터리 셀(BC<sub>i</sub>)의 제1 평균 셀 전압, S는 제1 무빙 윈도우의 시간 길이를 단위 시간으로 나눈 값, V<sub>i</sub>[k]는 현 시점의 제i 배터리 셀(BC<sub>i</sub>)의 셀 전압이다. 일 예로, 단위 시간이 1초이고, 제1 무빙 윈도우의 시간 길이가 10초이면, S는 10이다. x가 k 이하의 자연수라고 할 때, V<sub>i</sub>[k-x]와 SMA<sub>i</sub>[k-x]는 각각 시간 인덱스가 k-x였을 때의 제i 배터리 셀(BC<sub>i</sub>)의 셀 전압과 제1 평균 셀 전압을 나타낸다. 참고로, 제어 회로(220)는, 단위 시간마다, 시간 인덱스를 1씩 증가시키도록 설정되어 있을 수 있다.

[86] 제어 회로(220)는, 다음의 수식 3 또는 수식 4를 이용하여, 제2 무빙 윈도우에 의한 제i 배터리 셀(BC<sub>i</sub>)의 이동 평균인 제2 평균 셀 전압을 단위 시간마다 결정할 수 있다.

[87] 수식 3은 산술 평균 방식에 의한 이동 평균 계산식이고, 수식 4는 가중 평균 방식에 의한 이동 평균 계산식이다.

[88]

[89] <수식 3>

$$[90] \quad LMA_i[k] = \frac{\sum_{j=1}^L V_i[k-L+j]}{L}$$

[91] <수식 4>

[92]

$$LMA_i[k] = \frac{LMA_i[k-1] \times (L-1) + V_i[k]}{L}$$

[93] 수식 3 및 수식 4에 있어서,  $k$ 는 현 시점을 나타내는 시간 인덱스,  $LMA_i[k]$ 는 현 시점의 제 $i$  배터리 셀( $BC_i$ )의 제2 평균 셀 전압,  $L$ 는 제2 무빙 윈도우의 시간 길이를 단위 시간으로 나눈 값,  $V_i[k]$ 는 현 시점의 제 $i$  배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압이다. 일 예로, 단위 시간이 1초이고, 제2 무빙 윈도우의 시간 길이가 100초이면,  $L$ 는 100이다.  $x$ 가  $k$  이하의 자연수라고 할 때,  $LMA_i[k-x]$ 는 시간 인덱스가  $k-x$ 였을 때의 제2 평균 셀 전압을 나타낸다.

[94] 일 실시예에서, 제어 회로(220)는, 수식 1 내지 4의  $V_i[k]$ 로서, 현 시점에서의 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압 대신, 현 시점에서의 셀 그룹(CG)의 기준 셀 전압과 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압 간의 차이를 입력할 수 있다.

[95] 현 시점에서의 셀 그룹(CG)의 기준 셀 전압은, 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ )로부터 결정된 현 시점의 복수의 셀 전압의 평균값이다. 변형예에서, 복수의 셀 전압의 평균값은 중앙값으로 대체 가능하다.

[96] 구체적으로, 제어 회로(220)는, 다음의 수식 5의  $VD_i[k]$ 를 수식 1 내지 4의  $V_i[k]$ 로 설정할 수 있다.

[97]

[98] &lt;수식 5&gt;

$$[99] \quad VD_i[k] = V_{av}[k] - V_i[k]$$

[100] 수식 5에서,  $V_{av}[k]$ 는, 현 시점에서의 셀 그룹(CG)의 기준 셀 전압으로서 복수의 셀 전압의 평균값이다.

[101] 제1 무빙 윈도우의 시간 길이가 제2 무빙 윈도우의 시간 길이보다 짧은 경우, 제1 평균 셀 전압을 셀 전압의 '단기 이동 평균'이라고 칭하고, 제2 평균 셀 전압을 셀 전압의 '장기 이동 평균'이라고 칭할 수 있다.

[102] 도 2b는, 도 2a에 도시된 복수의 전압 커브로부터 결정되는 제 $i$  배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압에 대한 단기 이동 평균선과 장기 이동 평균선을 보여준다. 도 2b에 있어서, 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 셀 전압의 단기 이동 평균과 장기 이동 평균을 나타낸다.

[103] 도 2b를 참조하면, 점선으로 도시된 복수의 이동 평균선( $S_i$ )은 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ )에 일대일로 연관된 것으로서, 각 배터리 셀( $BC$ )의 제1 평균 셀 전압( $SMA_i[k]$ )의 시간에 따른 변화 이력을 나타낸다. 또한, 실선으로 도시된 복수의 이동 평균선( $L_i$ )은 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ )에 일대일로 연관된 것으로서, 각 배터리 셀( $BC$ )의 제2 평균 셀 전압( $LMA_i[k]$ )의 시간에 따른 변화 이력을 나타낸다.

[104] 점선 그래프와 실선 그래프는 각각 수식 2 및 수식 4를 이용하여 얻은 것이다. 또한, 수식 2 및 수식 4의  $V_i[k]$ 로서 수식 5의  $VD_i[k]$ 를 사용하였고,  $V_{av}[k]$ 는 복수의 셀 전압의 평균으로 설정하였다. 제1 무빙 윈도우의 시간 길이는

- 10초이고, 제2 무빙 윈도우의 시간 길이는 100초이다.
- [105] 도 2c는 도 2b에 도시된 각 배터리 셀의 제1 평균 셀 전압( $SMA_i[k]$ )과 제2 평균 셀 전압( $LMA_i[k]$ )의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이(절대값)의 시간에 따른 변화를 나타낸다. 도 2c에 있어서, 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이를 나타낸다.
- [106] 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이는, 단위 시간마다의, 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 제1 평균 셀 전압( $SMA_i$ )과 제2 평균 셀 전압( $LMA_i$ ) 간의 차이이다. 일 예로, 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이는,  $SMA_i[k]$ 과  $LMA_i[k]$  중 하나(예, 더 큰 것)로부터 다른 하나(예, 더 작은 것)를 차감한 값과 동일할 수 있다.
- [107] 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이는, 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압의 단기적인 변화 이력 및 장기적인 변화 이력에 의존한다.
- [108] 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 온도나 SOH는, 단기적으로는 물론 장기적으로 꾸준히 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압에 영향을 준다. 따라서, 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 전압 이상이 없다면, 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이는, 나머지 배터리 셀들의 장단기 평균 차이와는 유의미한 차이를 띄지 않는다.
- [109] 반면, 제i 배터리 셀( $BC_i$ )에 내부 단락 및/또는 외부 단락 등으로 인해 갑자기 발생한 전압 이상은, 제2 평균 셀 전압( $LMA_i[k]$ )보다 제1 평균 셀 전압( $SMA_i[k]$ )에 많은 영향을 준다. 그 결과, 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이는 전압 이상이 없는 나머지 배터리 셀들의 장단기 평균 차이와는 큰 편차를 가진다.
- [110] 제어 회로(220)는, 단위 시간마다, 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|$ )를 결정할 수 있다. 또한, 제어 회로(220)는 장단기 평균 차이( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|$ )의 평균값을 결정할 수 있다. 이하, 평균값은  $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|_{av}$ 로 나타낸다. 제어 회로(220)는 또한 장단기 평균 차이의 평균값( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|_{av}$ ) 대비 장단기 평균 차이( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|$ )에 대한 편차를 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )로 결정할 수 있다. 또한, 제어 회로(220)는 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )를 기초로 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 전압 이상을 진단할 수 있다.
- [111] 일 실시예에서, 제어 회로(220)는 제i 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )가 미리 설정된 진단 임계치(예컨대, 0.015)를 넘으면, 해당 제i 배터리 셀( $BC_i$ )에 전압 이상이 생긴 것으로 진단할 수 있다.
- [112] 바람직하게, 제어 회로(220)는 전압 이상 진단을 위해 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|$ )를 정규화 기준값을 이용하여 정규화할 수 있다. 바람직하게, 정규화 기준값은 장단기 평균 차이의 평균값( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|_{av}$ )이다.
- [113] 구체적으로, 제어 회로(220)는 제1 내지 제N 배터리 셀( $BC_1-BC_N$ )의 장단기 평균 차이의 평균값( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|_{av}$ )을 정규화 기준값으로 설정할 수 있다. 제어 회로(220)는 또한 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|$ )를 정규화 기준값으로 나눴셈 연산하여 장단기 평균 차이( $|ISMA_i[k]-LMA_i[k]|$ )를 정규화할 수 있다.

[114] 하기 수식 6은 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )를 정규화하는 수식을 나타낸다. 실시예에서, 수식 6에 의해 산출되는 값은 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )라고 명명할 수 있다.

[115]

[116] <수식 6>

$$[117] D_{diag,i}^*[k] = (ISMA_i[k]-LMA_i[k]) \div (ISMA_i[k]-LMA_i[k]_{av})$$

[118]

[119] 수식 6에서,  $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ 는 현 시점의 제  $i$  배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이,  $ISMA_i[k]-LMA_i[k]_{av}$ 는 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값(정규화 기준값),  $D_{diag,i}^*[k]$ 는 현 시점의 제  $i$  배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차다. 기호 '\*'는 파라미터가 정규화되었음을 나타낸다.

[120] 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )는 하기 수식 7의 로그 연산을 통해 정규화하는 것도 가능하다. 실시예에서, 수식 7에 의해 산출되는 값 또한 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )라고 명명할 수 있다.

[121]

[122]

[123] <수식 7>

$$[124] D_{diag,i}^*[k] = \text{Log}|SMA_i[k]-LMA_i[k]|$$

[125]

[126] 도 2d는 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )의 시간에 따른 변화를 보여준다. 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )는 수식 6을 이용하여 산출하였다. 도 2d에 있어서, 가로축은 시간을 나타내고, 세로축은 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )를 나타낸다.

[127] 도 2d를 참조하면, 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )가 정규화된으로써 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이의 변화가 평균값을 기준으로 증폭되었음을 알 수 있다. 이로써, 배터리 셀의 전압 이상 진단이 보다 정확하게 이루어질 수 있다.

[128] 바람직하게, 제어 회로(220)는, 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )와 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}[k]$ )를 비교하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 전압 이상 진단을 수행할 수 있다.

[129] 바람직하게, 제어 회로(220)는 하기 수식 8을 이용하여 단위 시간 마다 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}[k]$ )를 설정할 수 있다.

[130]

[131] <수식 8>

$$[132] D_{threshold}[k] = \beta * \text{Sigma}(D_{diag,i}^*[k])$$

[133] 수식 8에서,  $\text{Sigma}$ 는 시간 인덱스  $k$ 에서 전체 배터리 셀( $BC$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 표준 편차를 연산하는 함수이다. 그리고,  $\beta$ 는 실험적으로 결정되는 상수이다.  $\beta$ 는 진단 감도를 결정하는 팩터이다.  $\beta$ 는 실제

전압 이상이 생긴 배터리 셀을 포함하고 있는 셀 그룹을 대상으로 본 발명을 실시했을 때, 해당 배터리 셀이 전압 이상 셀로서 검출될 수 있도록 시행착오에 의해 적절하게 결정될 수 있다. 일 예에서,  $\beta$ 는 적어도 5 이상, 또는 적어도 6 이상, 또는 적어도 7 이상, 또는 적어도 8 이상, 또는 적어도 9 이상으로 설정될 수 있다. 수식 8에 의해 생성되는  $D_{\text{threshold}}[k]$ 는 복수이므로 시계열 데이터를 구성한다.

- [134] 한편, 전압 이상이 있는 배터리 셀은 정규화된 셀 진단 편차( $D_{\text{diag},i}^*[k]$ )가 정상 배터리 셀보다 상대적으로 크다. 따라서, 진단의 정확도와 신뢰성을 향상시키기 위해 시간 인덱스  $k$ 에서  $\text{Sigma}(D_{\text{diag},i}^*[k])$ 를 연산함에 있어서 최대값에 해당하는  $\max(D_{\text{diag},i}^*[k])$ 는 제외시키는 것이 바람직하다. 여기서,  $\max$ 는 복수의 입력 변수에 대한 최대값을 반환하는 함수로서, 입력 변수는 전체 배터리 셀들의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{\text{diag},i}^*[k]$ )들이다.
- [135] 도 2d에 있어서, 통계적 가변 임계치( $D_{\text{threshold}}[k]$ )의 시간 변화를 나타내는 시계열 데이터는 전체 프로파일들 중에서 가장 짙은 색으로 표시한 프로파일에 해당한다.
- [136] 제어 회로(220)는, 시간 인덱스  $k$ 에서 통계적 가변 임계치( $D_{\text{threshold}}[k]$ )를 결정한 후 하기 수식 9를 이용하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{\text{diag},i}^*[k]$ )를 필터링함으로써 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )을 결정할 수 있다.
- [137] 각 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )에는 2가지 값이 할당될 수 있다. 즉, 셀 진단 편차( $D_{\text{diag},i}^*[k]$ )가 통계적 가변 임계치( $D_{\text{threshold}}[k]$ )보다 크면, 셀 진단 편차( $D_{\text{diag},i}^*[k]$ )와 통계적 가변 임계치( $D_{\text{threshold}}[k]$ )의 차이 값이 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )에 할당된다. 반면, 셀 진단 편차( $D_{\text{diag},i}^*[k]$ )가 통계적 가변 임계치( $D_{\text{threshold}}[k]$ )보다 같거나 작으면, 0이 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )에 할당된다.
- [138]
- [139] <수식 9>
- [140]  $D_{\text{filter},i}[k] = D_{\text{diag},i}^*[k] - D_{\text{threshold}}[k]$  (IF  $D_{\text{diag},i}^*[k] > D_{\text{threshold}}[k]$ )
- [141]  $D_{\text{filter},i}[k] = 0$  (IF  $D_{\text{diag},i}^*[k] \leq D_{\text{threshold}}[k]$ )
- [142] 도 2e는 시간 인덱스  $k$ 에서 셀 진단 편차( $D_{\text{diag},i}^*[k]$ )의 필터링을 통해 얻은 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )의 시계열 데이터를 나타낸 도면이다.
- [143] 도 2e를 참조하면, 특정 배터리 셀의 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )이 3000초를 전후로 하여 양수 값을 가지는 불규칙한 패턴이 확인된다. 참고로, 불규칙한 패턴을 가지는 특정 배터리 셀은 도 2d에서 A로 지시된 시계열 데이터를 가지는 배터리 셀이다.
- [144] 일 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간을 적산하고, 적산 시간이 미리 설정된 기준 시간보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [145] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{\text{filter},i}[k]$ )이 진단 임계치보다 큰



조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간마다 적산 시간을 독립적으로 산출할 수 있다.

[146] 다른 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀(BC<sub>-i</sub>)에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}$ [k])의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}$ [k])이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간에 포함된 데이터 수를 적산하고, 데이터 적산치가 미리 설정된 기준 카운트보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.

[147] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}$ [k])이 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간에 포함된 데이터 수만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간의 데이터 수를 독립적으로 적산할 수 있다.

[148] 한편, 제어 회로(220)는 수식 1 내지 5의  $V_i$ [k]를 도 2d에 나타낸 각 배터리 셀(BC<sub>-i</sub>)의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k])로 대체할 수 있다. 또한, 제어 회로(220)는, 시간 인덱스 k에서, 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k])의 장단기 평균 차이( $ISMA_i$ [k]- $LMA_i$ [k]) 계산, 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k])의 장단기 평균 차이( $ISMA_i$ [k]- $LMA_i$ [k])의 평균값 계산, 장단기 평균 차이( $ISMA_i$ [k]- $LMA_i$ [k])의 평균값 대비 차이에 해당하는 셀 진단 편차( $D_{diag,i}$ [k]) 계산, 수식 6을 이용한 장단기 평균 차이( $ISMA_i$ [k]- $LMA_i$ [k])에 대한 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k]) 계산, 수식 8을 이용하여 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k])에 대한 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}$ [k]) 결정, 수식 9를 이용하여 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k])의 필터링을 통한 필터 진단 값  $D_{filter,i}$ [k] 결정, 및 필터 진단 값  $D_{filter,i}$ [k]의 시계열 데이터를 이용한 배터리 셀의 전압 이상 진단을 재귀적으로 실행할 수 있다.

[149] 도 2f는 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k])의 시계열 데이터(도 2d)에 대한 장단기 평균 차이( $ISMA_i$ [k]- $LMA_i$ [k])의 시간 변화를 나타낸 그래프이다. 장단기 평균 차이( $ISMA_i$ [k]- $LMA_i$ [k])의 계산에 사용되는 수식 2, 수식 4 및 수식 5에 있어서,  $V_i$ [k]는  $D_{diag,i}^*$ [k]로 대체될 수 있고,  $V_{av}$ [k]는  $D_{diag,i}^*$ [k]의 평균값으로 대체될 수 있다.

[150] 도 2g는 수식 6을 이용하여 계산된 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k])의 시계열 데이터를 나타낸 그래프이다. 도 2g에 있어서, 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}$ [k])의 시계열 데이터는 가장 짙은 색으로 표시한 프로파일에 해당한다.

[151] 도 2h는 수식 9를 이용하여 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*$ [k])의 시계열 데이터를 필터링함으로써 얻은 필터 진단 값( $D_{filter,i}$ [k])의 시계열 데이터를 나타낸 프로파일이다.

[152] 일 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀(BC<sub>-i</sub>)에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}$ [k])의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}$ [k])이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간을 적산하고, 적산 시간이 미리 설정된 기준 시간보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.

[153] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}$ [k])이 진단 임계치보다 큰

조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간마다 적산 시간을 독립적으로 산출할 수 있다.

[154] 다른 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀(BC-)에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}$  [k])의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간에 포함된 데이터 수를 적산하고, 데이터 적산치가 미리 설정된 기준 카운트보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.

[155] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간에 포함된 데이터 수만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간의 데이터 수를 독립적으로 적산할 수 있다.

[156] 제어 회로(220)는, 전술한 재귀적 연산 과정을 기준 횟수만큼 추가로 반복할 수 있다. 즉, 제어 회로(220)는 도 2a에 나타난 전압 시계열 데이터를 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )의 시계열 데이터(예를 들어 도 2g의 데이터)로 대체할 수 있다. 또한, 제어 회로(220)는, 시간 인덱스 k에서, 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ ) 계산, 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )의 평균값 계산, 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )의 평균값 대비 차이에 해당하는 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ ) 계산, 수식 6을 이용한 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )에 대한 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ ) 계산, 수식 8을 이용하여 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}[k]$ ) 결정, 수식 9를 이용한 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 필터링을 통한 필터 진단 값  $D_{filter,i}[k]$  결정, 및 필터 진단 값  $D_{filter,i}[k]$ 의 시계열 데이터를 이용한 배터리 셀의 전압 이상 진단을 재귀적으로 실행할 수 있다.

[157] 상기와 같은 재귀적 연산 과정이 반복되면, 배터리 셀의 전압 이상 진단이 보다 정밀하게 이루어질 수 있다. 즉, 도 2e를 참조하면, 전압 이상이 생긴 배터리 셀의 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 2개의 시간 구간에서만 양의 프로파일 패턴이 관찰된다. 하지만, 도 2h를 참조하면, 전압 이상이 생긴 배터리 셀의 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 도 2e에서보다 많은 시간 구간에서 양의 프로파일 패턴이 관찰된다. 따라서 재귀적 연산 과정이 반복되면, 배터리 셀의 전압 이상이 발생된 시점을 보다 정확하게 검출할 수 있다.

[158] 이하에서는, 상술한 본 발명의 배터리 진단 장치(200)를 이용한 배터리 진단 방법을 상세히 설명한다. 제어 회로(220)의 동작은 배터리 진단 방법의 다양한 실시예(들)에서 보다 구체적으로 설명될 것이다.

[159] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다. 도 3의 방법은, 제어 회로(220)에 의해 단위 시간마다 주기적으로 실행될 수 있다.

[160] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 단계 S310에서, 제어 회로(220)는, 전압 측정

회로(210)로부터 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ ) 각각의 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 수집하여, 각 배터리 셀( $BC$ )의 셀 전압의 시계열 데이터를 생성한다(도 2a 참조). 셀 전압의 시계열 데이터는 단위 시간이 경과될 때마다 데이터의 수가 1씩 증가한다.

- [161] 바람직하게, 셀 전압으로서  $V_i[k]$  또는 수식 5의  $VD_i[k]$ 가 사용될 수 있다.
- [162] 단계 S320에서, 제어 회로(220)는, 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압의 시계열 데이터를 기초로, 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 제1 평균 셀 전압( $SMA_i[k]$ , 수식 1 및 수식 2 참조) 및 제2 평균 셀 전압( $LMA_i[k]$ , 수식 3 및 수식 4 참조)을 결정한다(도 2b 참조). 제1 평균 셀 전압( $SMA_i[k]$ )은, 제1 시간 길이를 가지는 제1 무빙 윈도우에 걸친 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압의 단기 이동 평균이다. 제2 평균 셀 전압( $LMA_i[k]$ )은, 제2 시간 길이를 가지는 제2 무빙 윈도우에 걸친 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 전압의 장기 이동 평균이다. 제1 평균 셀 전압( $SMA_i[k]$ ) 및 제2 평균 셀 전압( $LMA_i[k]$ )의 산출 시  $V_i[k]$  또는  $VD_i[k]$ 가 사용될 수 있다.
- [163] 단계 S330에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k] - LMA_i[k]$ )를 결정한다(도 2c 참조).
- [164] 단계 S340에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )를 결정한다. 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )는 전체 배터리 셀에 대한 장단기 평균 차이의 평균값( $ISMA_i[k] - LMA_i[k]_{av}$ )과 제i 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k] - LMA_i[k]$ )의 편차이다.
- [165] 단계 S350에서, 제어 회로(220)는 진단 시간이 경과되었는지 판단한다. 진단 시간은 미리 설정된다. 단계 S350의 판단이 YES이면 단계 S360이 진행되고, 단계 S350의 판단이 NO이면, 단계 S310 내지 단계 S340이 다시 반복된다.
- [166] 단계 S360에서, 제어 회로(220)는 진단 시간 동안 수집된 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )에 대한 시계열 데이터를 생성한다.
- [167] 단계 S370에서, 제어 회로(220)는 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )에 대한 시계열 데이터를 분석하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 전압 이상을 진단한다.
- [168] 일 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )에 대한 시계열 데이터에서 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )가 진단 임계치(예컨대, 0.015)보다 큰 시간 구간을 적산하고, 적산 시간이 미리 설정된 기준 시간보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [169] 바람직하게, 제어 회로(220)는 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )가 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간마다 적산 시간을 독립적으로 산출할 수 있다.
- [170] 다른 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )에 대한 시계열 데이터에서 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )가 진단 임계치(예컨대, 0.015)보다 큰 데이터 수를 적산하고, 데이터 적산치가 미리 설정된 기준 카운트보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.

- [171] 바람직하게, 제어 회로(220)는 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )가 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간에 포함된 데이터 수만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간의 데이터 수를 독립적으로 적산할 수 있다.
- [172] 도 4은 본 발명의 제2 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다. 도 4의 방법은, 제어 회로(220)에 의해 단위 시간마다 주기적으로 실행될 수 있다.
- [173] 제2 실시예의 배터리 진단 방법에 있어서, 단계 S310 내지 단계 S360은 제1 실시예와 실질적으로 동일하므로 이에 대한 설명은 생략한다. 단계 S360 이후에, 단계 S380이 진행된다.
- [174] 단계 S380에서, 제어 회로(220)는 수식 8을 이용하여 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}[k]$ )의 시계열 데이터를 생성한다. 수식 8의 Sigma 함수의 입력은 단계 S360에서 생성된 전체 배터리 셀의 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )에 대한 시계열 데이터들이다. 바람직하게, 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )의 최대값은 Sigma 함수의 입력값에서 제외될 수 있다. 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )는 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )에 대한 평균값 대비 편차이다.
- [175] 단계 S390에서, 제어 회로(220)는 수식 9를 이용하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 진단 편차( $D_{diag,i}[k]$ )를 필터링함으로써 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터를 생성한다.
- [176] 수식 9를 이용함에 있어서,  $D_{diag,i}^*[k]$ 는  $D_{diag,i}[k]$ 로 대체될 수 있다.
- [177] 단계 S400에서, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터를 분석하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 전압 이상을 진단한다.
- [178] 일 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간을 적산하고, 적산 시간이 미리 설정된 기준 시간보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [179] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간마다 적산 시간을 독립적으로 산출할 수 있다.
- [180] 다른 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간에 포함된 데이터 수를 적산하고, 데이터 적산치가 미리 설정된 기준 카운트보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [181] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간에 포함된 데이터 수만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간의 데이터 수를

- 독립적으로 적산할 수 있다.
- [182] 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다. 도 5의 방법은, 제어 회로(220)에 의해 단위 시간마다 주기적으로 실행될 수 있다.
- [183] 제3 실시예에 따른 배터리 진단 방법은 제 1 실시예와 비교하여 단계 S340, S360 및 S370이 각각 단계 S340', 360' 및 단계 S370'으로 변경된 점만 제외하고 나머지 구성은 실질적으로 동일하다. 따라서, 제3 실시예에 대해서는 차이가 있는 구성에 대해서만 설명한다.
- [184] 단계 S340'에서, 제어 회로(220)는 수식 6을 이용하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )에 대한 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )를 결정한다. 정규화 기준값은 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )의 평균값이다. 수식 6은 수식 7로 대체 가능하다.
- [185] 단계 S360'에서, 제어 회로(220)는 진단 시간 동안 수집된 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 시계열 데이터를 생성한다(도 2d 참조).
- [186] 단계 S370'에서, 제어 회로(220)는 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 시계열 데이터를 분석하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 전압 이상을 진단한다.
- [187] 일 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 시계열 데이터에서 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )가 진단 임계치(예컨대, 4)보다 큰 시간 구간을 적산하고, 적산 시간이 미리 설정된 기준 시간보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [188] 바람직하게, 제어 회로(220)는 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )가 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간마다 적산 시간을 독립적으로 산출할 수 있다.
- [189] 다른 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 시계열 데이터에서 셀 진단 편차가 진단 임계치(예컨대, 4)보다 큰 데이터 수를 적산하고, 데이터 적산치가 미리 설정된 기준 카운트보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [190] 바람직하게, 제어 회로(220)는 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )가 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간에 포함된 데이터 수만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간의 데이터 수를 독립적으로 적산할 수 있다.
- [191] 도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다. 도 6의 방법은, 제어 회로(220)에 의해 단위 시간마다 주기적으로 실행될 수 있다.
- [192] 제4 실시예에 따른 배터리 진단 방법은 제 2 실시예와 비교하여 단계 S340, S360, S380, S390 및 S400이 각각 단계 S340', S360', S380', S390' 및 S400'으로 변경된 점만 제외하고 나머지 구성은 실질적으로 동일하다. 따라서, 제4

- 실시예에 대해서는 제2 실시예와 차이가 있는 구성에 대해서만 설명한다.
- [193] 단계 S340'에서, 제어 회로(220)는 수식 6을 이용하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )에 대한 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )를 결정한다. 정규화 기준값은 장단기 평균 차이( $ISMA_i[k]-LMA_i[k]$ )의 평균값이다. 수식 6은 수식 7로 대체 가능하다.
- [194] 단계 S360'에서, 제어 회로(220)는 진단 시간 동안 수집된 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 시계열 데이터를 생성한다(도 2d 참조).
- [195] 단계 S380'에서, 제어 회로(220)는 수식 8을 이용하여 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}[k]$ )의 시계열 데이터를 생성한다. 수식 8의 Sigma 함수의 입력은 단계 S360'에서 생성된 전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 시계열 데이터들이다. 바람직하게, 각 시간 인덱스에서, 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )의 최대값은 Sigma 함수의 입력 값에서 제외될 수 있다.
- [196] 단계 S390'에서, 제어 회로(220)는 수식 9를 이용하여 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}[k]$ )를 기준으로 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )를 필터링함으로써 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터를 생성한다.
- [197] 단계 S400'에서, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터를 분석하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 전압 이상을 진단한다.
- [198] 일 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간을 적산하고, 적산 시간이 미리 설정된 기준 시간보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [199] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간마다 적산 시간을 독립적으로 산출할 수 있다.
- [200] 다른 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간에 포함된 데이터 수를 적산하고, 데이터 적산치가 미리 설정된 기준 카운트보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [201] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간에 포함된 데이터 수만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간의 데이터 수를 독립적으로 적산할 수 있다.
- [202] 도 7은 본 발명의 제5 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.
- [203] 제5 실시예에 있어서, 단계 S310 내지 단계 S360'까지는 제4 실시예와 실질적으로 동일하다. 따라서, 제5 실시예에 대해서는 제4 실시예와 차이가 있는

구성에 대해서만 설명한다.

- [204] 단계 S410에서, 제어 회로(220)는, 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ ) 시계열 데이터를 이용하여 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 제1 이동 평균( $SMA_i[k]$ ) 시계열 데이터 및 제2 이동 평균( $LMA_i[k]$ ) 시계열 데이터를 생성한다(도 2f 참조).
- [205] 단계 S420에서, 제어 회로(220)는 수식 6을 이용하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 제1 이동 평균( $SMA_i[k]$ ) 시계열 데이터 및 제2 이동 평균( $LMA_i[k]$ ) 시계열 데이터를 이용하여 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ ) 시계열 데이터를 생성한다(도 2g 참조).
- [206] 단계 S430에서, 제어 회로(220)는 수식 8을 이용하여 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}[k]$ )의 시계열 데이터를 생성한다(도 2g 참조).
- [207] 단계 S440에서, 제어 회로(220)는 수식 9를 이용하여 통계적 가변 임계치( $D_{threshold}[k]$ )를 기준으로 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )에 대한 시계열 데이터 생성한다(도 2h 참조).
- [208] 단계 S450에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터를 분석하여 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 전압 이상을 진단한다.
- [209] 일 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간을 적산하고, 적산 시간이 미리 설정된 기준 시간보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [210] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간마다 적산 시간을 독립적으로 산출할 수 있다.
- [211] 다른 예에서, 제어 회로(220)는 각 배터리 셀( $BC_i$ )에 대한 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )의 시계열 데이터에서 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치(예컨대, 0)보다 큰 시간 구간에 포함된 데이터 수를 적산하고, 데이터 적산치가 미리 설정된 기준 카운트보다 큰 조건이 성립되는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 진단할 수 있다.
- [212] 바람직하게, 제어 회로(220)는 필터 진단 값( $D_{filter,i}[k]$ )이 진단 임계치보다 큰 조건이 연속적으로 충족되는 시간 구간에 포함된 데이터 수만을 적산할 수 있다. 해당 시간 구간이 복수이면, 제어 회로(220)는 각 시간 구간의 데이터 수를 독립적으로 적산할 수 있다.
- [213] 제5 실시예에 있어서, 제어 회로(220)는 단계 S410 및 단계 S420을 2회 이상 재귀적으로 실시할 수 있다. 즉, 제어 회로(220)는 단계 S420에서 생성된 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ ) 시계열 데이터를 이용하여 또 다시 단계 S410에서 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ )에 대한 제1 이동 평균( $SMA_i[k]$ ) 시계열 데이터 및 제2 이동 평균( $LMA_i[k]$ ) 시계열 데이터를 생성할 수 있다. 그런 다음, 제어

회로(220)는 단계 S420에서 또 다시 각 배터리 셀( $BC_i$ )의 제1 이동 평균( $SMA_i[k]$ ) 시계열 데이터 및 제2 이동 평균( $LMA_i[k]$ ) 시계열 데이터를 이용하여 수식 6을 기초로 정규화된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ ) 시계열 데이터 생성할 수 있다. 이러한 재귀적 알고리즘은 정해진 횟수만큼 반복될 수 있다.

- [214] 재귀적 알고리즘에 따라 단계 S410 및 단계 S420이 실시될 때, 단계 S430 내지 단계 S450은 재귀적 알고리즘을 통해 최종 산출된 셀 진단 편차( $D_{diag,i}^*[k]$ ) 시계열 데이터를 이용하여 실시될 수 있다.
- [215] 본 발명의 실시예에 있어서, 제어 회로(220)는 전체 배터리 셀들에 대한 전압 이상 진단을 실시한 후, 특정 배터리 셀(들)에서 전압 이상이 진단되면, 진단 결과 정보를 디스플레이부(미도시)를 통해 출력할 수 있다. 또한, 제어 회로(220)는 전압 이상이 진단된 배터리 셀의 식별정보(ID), 전압 이상이 진단된 시점 및 진단 flag를 메모리부에 기록할 수 있다.
- [216] 바람직하게, 진단 결과 정보는 셀 그룹에서 전압 이상이 생긴 셀이 있음을 나타내는 메시지를 포함할 수 있다. 선택적으로, 진단 결과 정보는 배터리 셀들의 정밀 점검이 필요하다는 내용의 경고 메시지를 포함할 수 있다.
- [217] 일 예에서, 디스플레이부는 셀 그룹(CG)으로부터 전력을 공급 받는 부하장치에 포함될 수 있다. 부하장치가 전기 자동차, 하이브리드 자동차, 플러그인 하이브리드 자동차 등인 경우, 진단 결과 정보는 자동차의 통합정보 디스플레이를 통해 출력될 수 있다. 다른 예에서, 본 발명에 따른 배터리 진단 장치(200)가 진단 시스템에 포함될 때, 진단 결과는 진단 시스템에 구비된 디스플레이를 통해 출력될 수 있다.
- [218] 바람직하게, 본 발명의 실시예에 따른 배터리 진단 장치(200)는 배터리 관리 시스템(100) 또는 부하장치의 제어 시스템(미도시)에 포함될 수 있다.
- [219] 상술한 실시예들에 따르면, 단위 시간마다, 서로 다른 두 시간 길이에 대한 각 배터리 셀의 셀 전압의 두 이동 평균을 결정하고, 복수의 배터리 셀 각각의 두 이동 평균 간의 차이를 기초로, 각 배터리 셀의 전압 이상을 효율적이면서 정확하게 진단할 수 있다.
- [220] 다른 측면에 따르면, 각 배터리 셀의 두 이동 평균의 변화 경향 차이를 분석함에 있어서 정규화 및/또는 통계적 가변 임계치 등의 고도화된 기법을 적용함으로써 각 배터리 셀의 전압 이상을 정확하게 진단할 수 있다.
- [221] 또 다른 측면에 따르면, 통계적 가변 임계치를 기준으로 결정된 필터 진단 값의 시계열 데이터를 분석하여 각 배터리 셀의 전압 이상이 발생된 시간 구간 및/또는 전압 이상 검출 카운트 등을 정밀하게 검출하는 것이 가능하다.
- [222] 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.



- [223] 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.
- [224] 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 셀을 포함하는 셀 그룹을 위한 배터리 진단 장치에 있어서,  
 주기적으로 각 배터리 셀의 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 생성하도록 구성되는 전압 센싱 회로; 및  
 상기 전압 신호를 기초로, 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 생성하도록 구성되는 제어 회로를 포함하고, 상기 제어 회로는,  
 (i) 상기 시계열 데이터를 기초로 각 배터리 셀의 제1 평균 셀 전압과 제2 평균 셀 전압을 결정하고[여기서, 상기 제1 평균 셀 전압은 단기 이동 평균이고, 상기 제2 평균 셀 전압은 장기 이동 평균임],  
 (ii) 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이를 기초로 각 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 제어 회로는,  
 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하고,  
 각 배터리 셀에 대해서, 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값과 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 편차에 해당하는 셀 진단 편차를 결정하고,  
 셀 진단 편차가 진단 임계치를 초과하는 조건을 충족하는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 검출하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 제어 회로는,  
 각 배터리 셀에 대해서, 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하고, 셀 진단 편차가 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 셀 진단 편차의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.
- [청구항 4] 제1항에 있어서, 상기 제어 회로는,  
 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하고,  
 각 배터리 셀에 대해서, 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값과 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 편차를 산출하여 셀 진단 편차를 결정하고,  
 전체 배터리 셀의 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하고,  
 각 배터리 셀의 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를

생성하고,

필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성된 것을 특징으로 한하는 배터리 진단 장치.

[청구항 5]

제1항에 있어서, 상기 제어 회로는,

각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하고,

각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로서 결정하고, 전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하고,

각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하고,

필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성된 것을 특징으로 한하는 배터리 진단 장치.

[청구항 6]

제5항에 있어서, 상기 제어 회로는,

각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이를 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값으로 나눗셈 연산하여 장단기 평균 차이를 정규화하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

[청구항 7]

제5항에 있어서, 상기 제어 회로는,

각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 로그 연산을 통해 장단기 평균 차이를 정규화하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

[청구항 8]

제1항에 있어서, 상기 제어 회로는,

단위 시간 마다 측정된, 전체 배터리 셀의 셀 전압 평균값과 각 배터리 셀의 셀 전압 차이에 해당하는 전압을 이용하여 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 생성하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

[청구항 9]

제1항에 있어서, 상기 제어 회로는,

각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하고,

각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로서 결정하고, 각 배터리 셀에 대해서, 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하고,

다음 (i) 내지 (iv)를 적어도 1회 이상 재귀적으로 반복하여 각 배터리 셀에 대해 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하고,

(i) 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터에 대해 제1 이동 평균 및 제2 이동 평균을 결정[여기서, 제1 이동 평균은 단기 이동

평균이고, 제2 이동 평균은 장기 이동 평균임], (ii) 각 배터리 셀에 대해, 제1 이동 평균과 제2 이동 평균의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정, (iii) 각 배터리 셀에 대해, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로 결정, (iv) 각 배터리 셀에 대해 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성

전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하고,

각 배터리 셀의 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하고,

필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하도록 구성된 것을 특징으로 하는 배터리 진단 장치.

[청구항 10] 제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 따른 상기 배터리 진단 장치를 포함하는 배터리 팩.

[청구항 11] 제10항에 따른 상기 배터리 팩을 포함하는 자동차.

[청구항 12] 직렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함하는 셀 그룹을 위한 배터리 진단 방법에 있어서,

(a) 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 주기적으로 생성하는 단계;

(b) 상기 시계열 데이터를 기초로 각 배터리 셀의 제1 평균 셀 전압과 제2 평균 셀 전압을 결정하는 단계[여기서, 상기 제1 평균 셀 전압은 단기 이동 평균이고, 상기 제2 평균 셀 전압은 장기 이동 평균임]; 및

(c) 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이를 기초로 각 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

[청구항 13] 제12항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하는 단계;

(c2) 각 배터리 셀에 대해서, 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값과 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 편차에 해당하는 셀 진단 편차를 결정하는 단계; 및

(c3) 셀 진단 편차가 진단 임계치를 초과하는 조건을 충족하는 배터리 셀을 전압 이상 셀로 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

[청구항 14] 제13항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 각 배터리 셀에 대해서 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및

- (c2) 셀 진단 편차가 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 셀 진단 편차의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한하는 배터리 진단 방법.
- [청구항 15] 제12항에 있어서, 상기 (c) 단계는,
- (c1) 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하는 단계;
- (c2) 각 배터리 셀에 대해서, 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값과 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 편차를 산출하여 셀 진단 편차를 결정하는 단계;
- (c3) 전체 배터리 셀의 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하는 단계;
- (c4) 각 배터리 셀의 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 각 배터리 셀에 대해 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및
- (c5) 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.
- [청구항 16] 제12항에 있어서, 상기 (c) 단계는,
- (c1) 각 배터리 셀에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하는 단계;
- (c2) 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로서 결정하는 단계;
- (c3) 전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하는 단계;
- (c4) 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및
- (c5) 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한하는 배터리 진단 방법.
- [청구항 17] 제16항에 있어서, 상기 (c2) 단계는,
- 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이를 전체 배터리 셀의 장단기 평균 차이의 평균값으로 나눗셈 연산하여 장단기 평균 차이를 정규화하는 단계임을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.
- [청구항 18] 제16항에 있어서, 상기 (c2) 단계는,
- 각 배터리 셀에 대해서, 장단기 평균 차이의 로그 연산을 통해 장단기 평균 차이를 정규화하는 단계임을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.
- [청구항 19] 제12항에 있어서, 상기 (a) 단계는,

단위 시간마다 측정된, 전체 배터리 셀의 셀 전압 평균값과 각 배터리 셀의 셀 전압 차이에 해당하는 전압을 이용하여 각 배터리 셀의 셀 전압의 시간에 따른 변화를 나타내는 시계열 데이터를 생성하는 단계임을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

[청구항 20]

제1항에 있어서, 상기 (c) 단계는,

(c1) 각 배터리에 대해서, 상기 제1 평균 셀 전압과 상기 제2 평균 셀 전압의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정하는 단계;

(c2) 각 배터리에 대해서, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된 셀 진단 편차로서 결정하는 단계;

(c3) 각 배터리 셀에 대해서, 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하는 단계;

(c4) 다음 (i) 내지 (iv)를 적어도 1회 이상 재귀적으로 반복하여 각 배터리 셀에 대해 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성하는 단계;

(i) 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터에 대해 제1 이동 평균 및 제2 이동 평균을 결정[여기서, 제1 이동 평균은 단기 이동 평균이고, 제2 이동 평균은 장기 이동 평균임], (ii) 각 배터리 셀에 대해,

제1 이동 평균과 제2 이동 평균의 차이에 해당하는 장단기 평균 차이를 결정, (iii) 각 배터리 셀에 대해, 장단기 평균 차이의 정규화 값을 정규화된

셀 진단 편차로 결정, (iv) 각 배터리 셀에 대해 정규화된 셀 진단 편차의 시계열 데이터를 생성

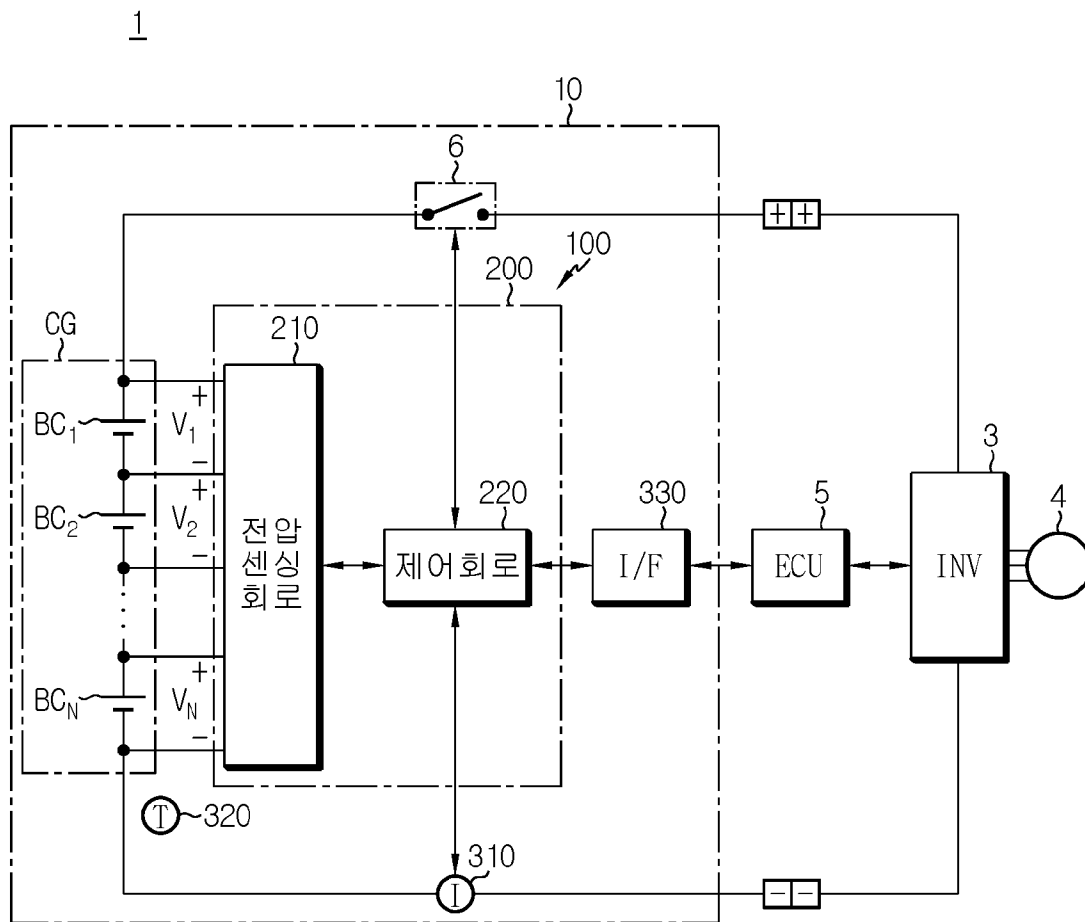
시계열 데이터를 생성

(c5) 전체 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 대한 표준편차에 의존하는 통계적 가변 임계치를 결정하는 단계;

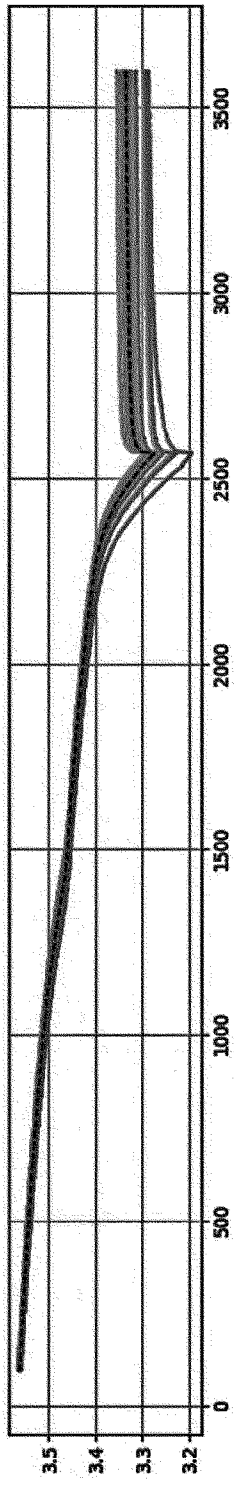
(c6) 각 배터리 셀의 정규화된 셀 진단 편차에 관한 시계열 데이터를 통계적 가변 임계치를 기준으로 필터링하여 필터 진단 값의 시계열 데이터를 생성하는 단계; 및

(c7) 필터 진단 값이 진단 임계치를 초과하는 시간 또는 진단 임계치를 초과하는 필터 진단 값의 데이터 수로부터 배터리 셀의 전압 이상을 검출하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 배터리 진단 방법.

[도 1]

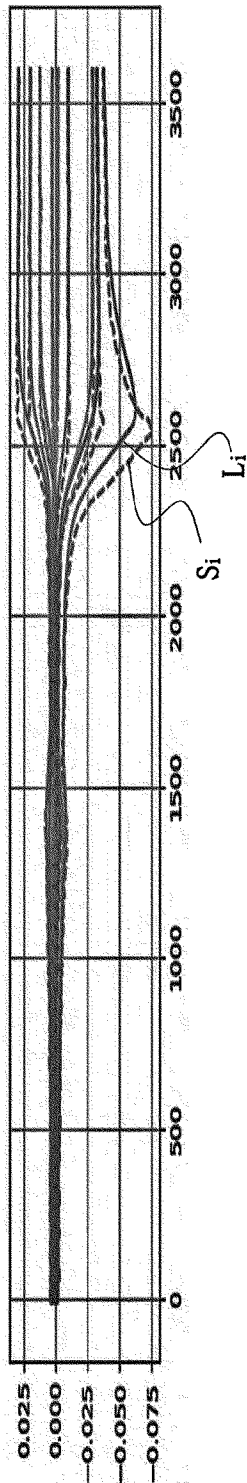


[도2a]

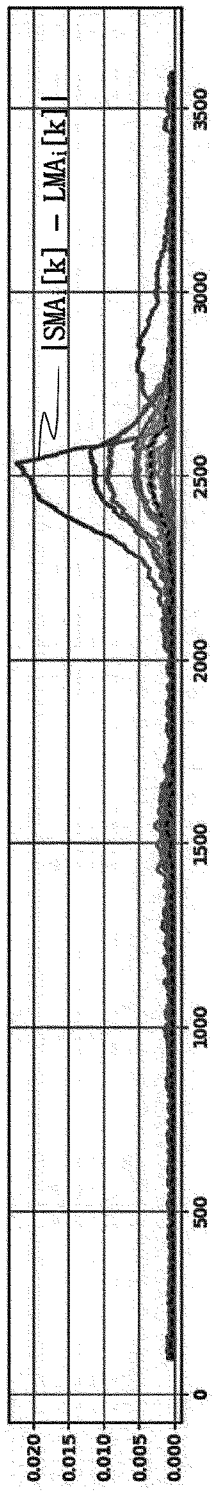




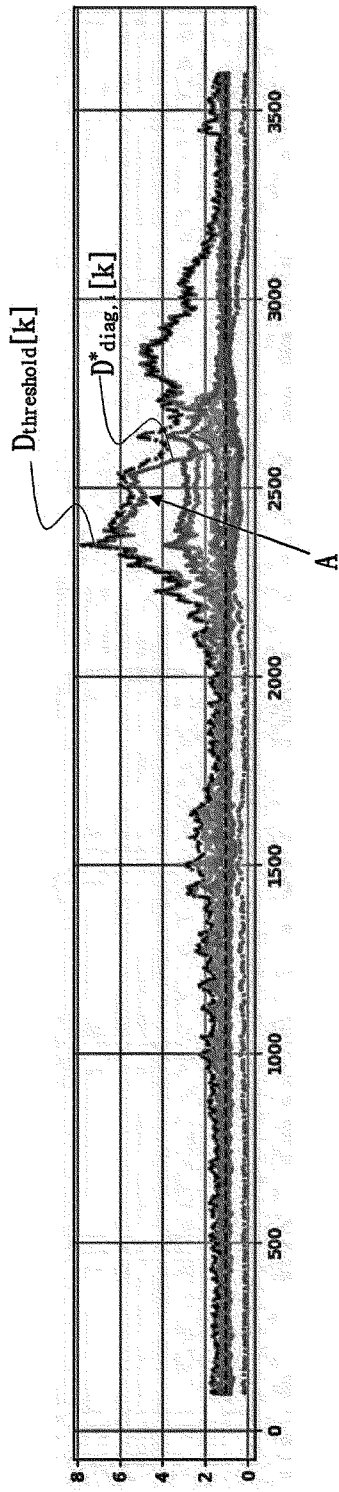
[도2b]



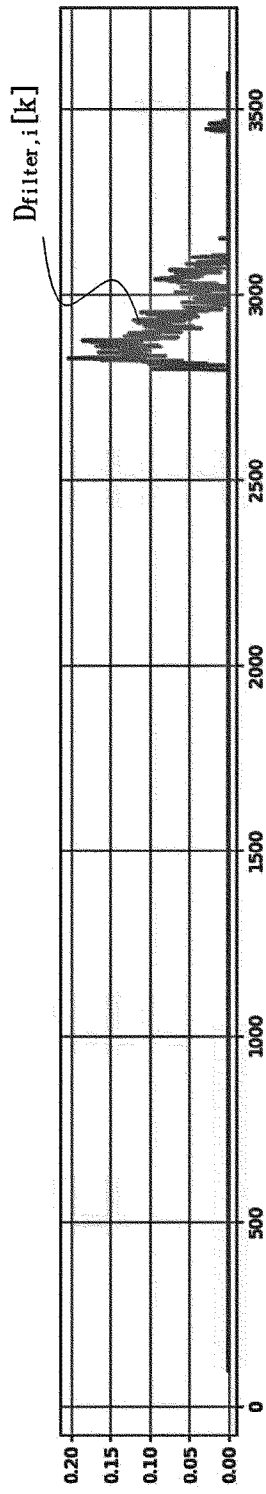
[도2c]



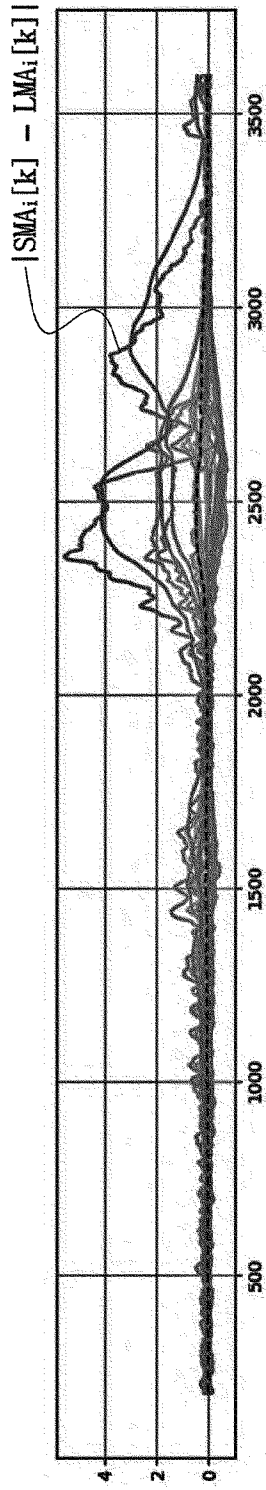
[도2d]



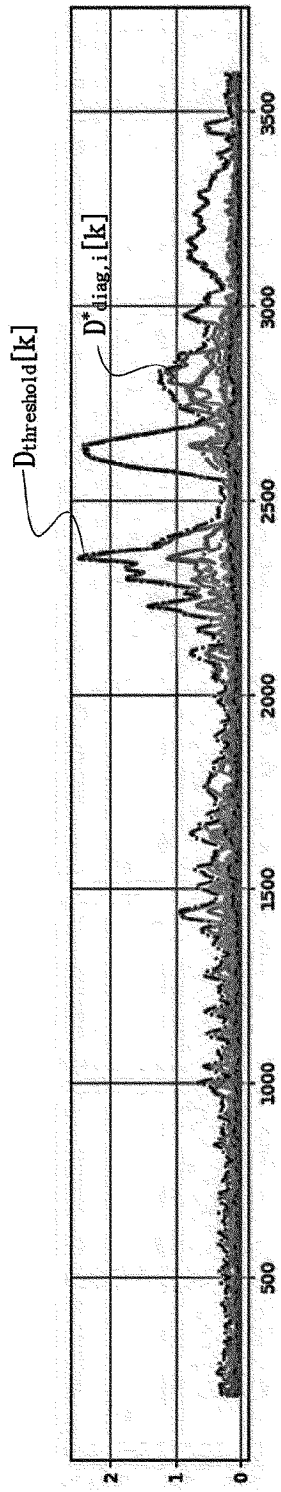
[도2e]



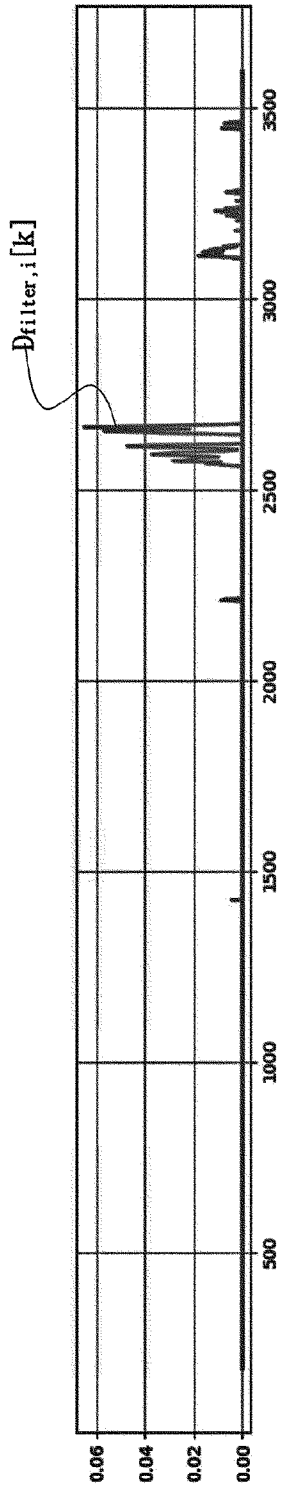
[도 2f]



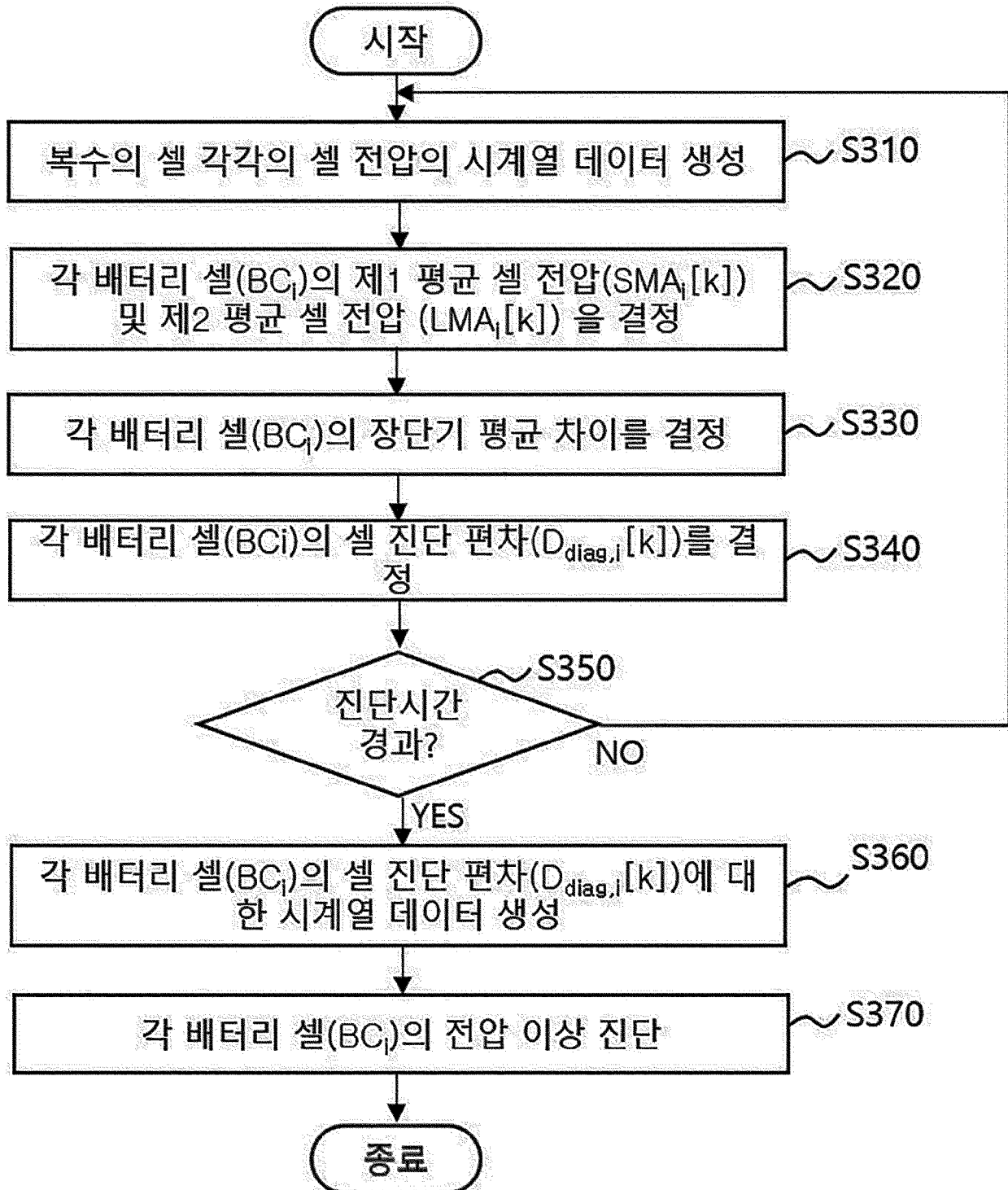
[도2g]



[도2h]

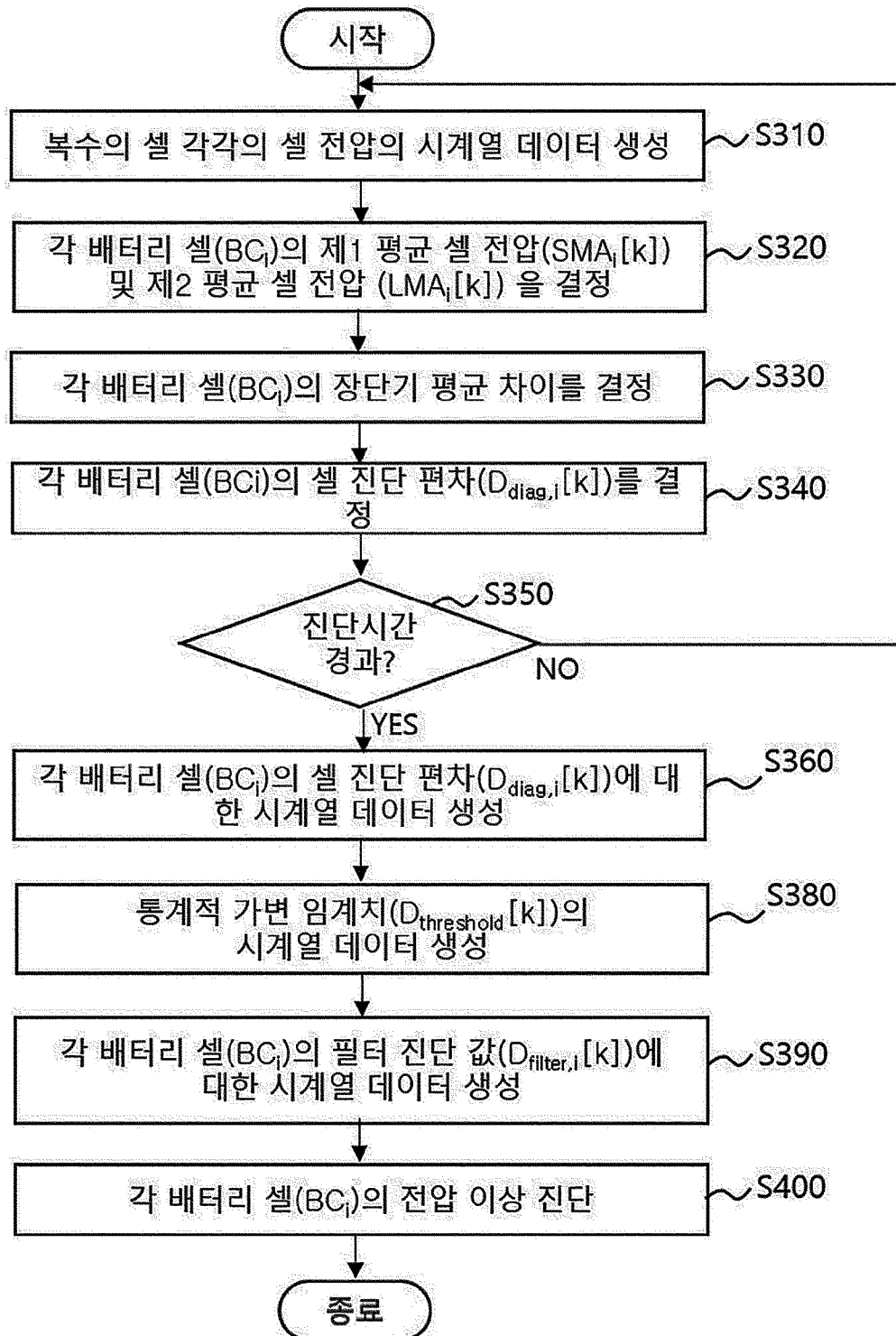


[도3]

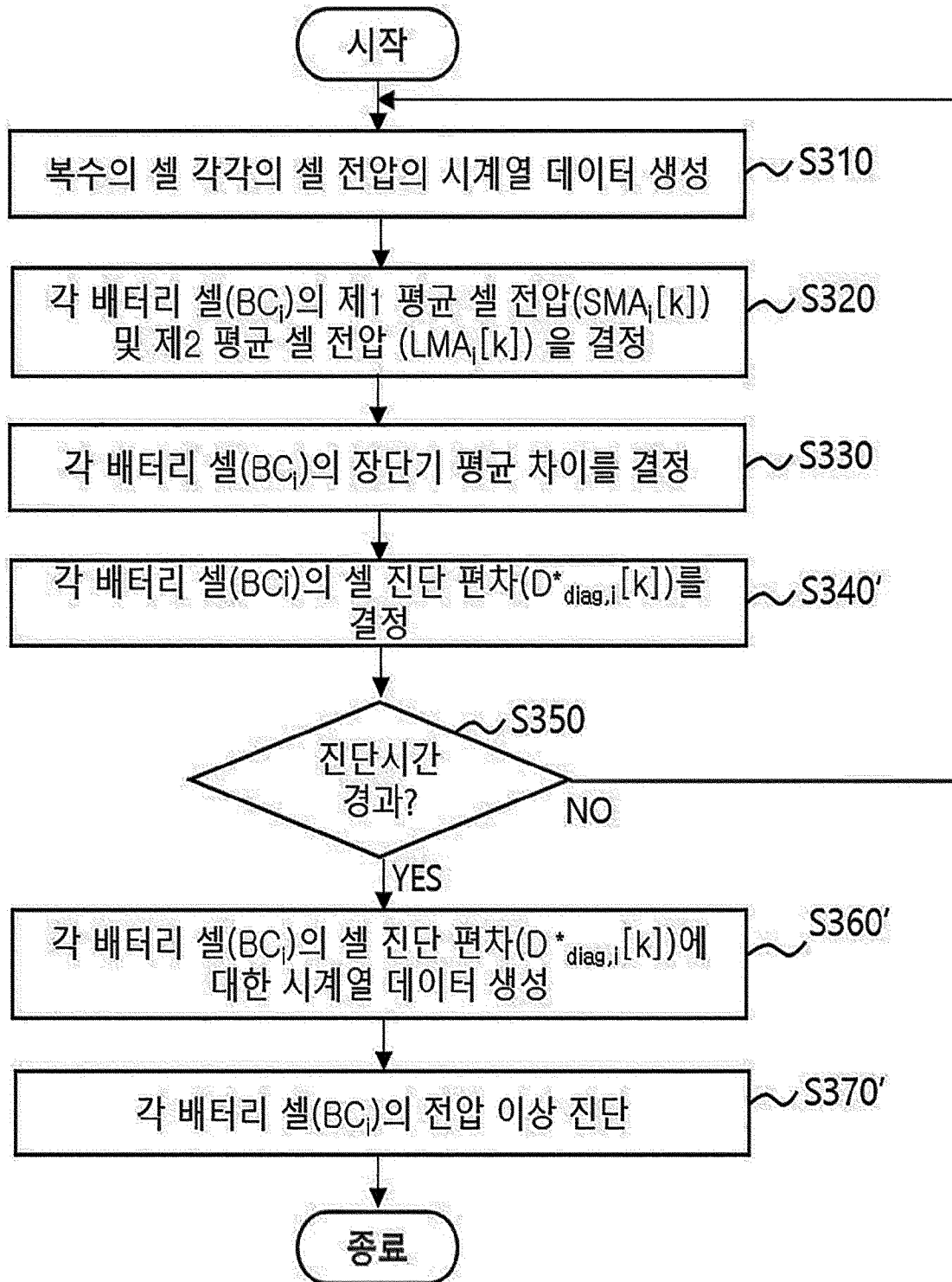




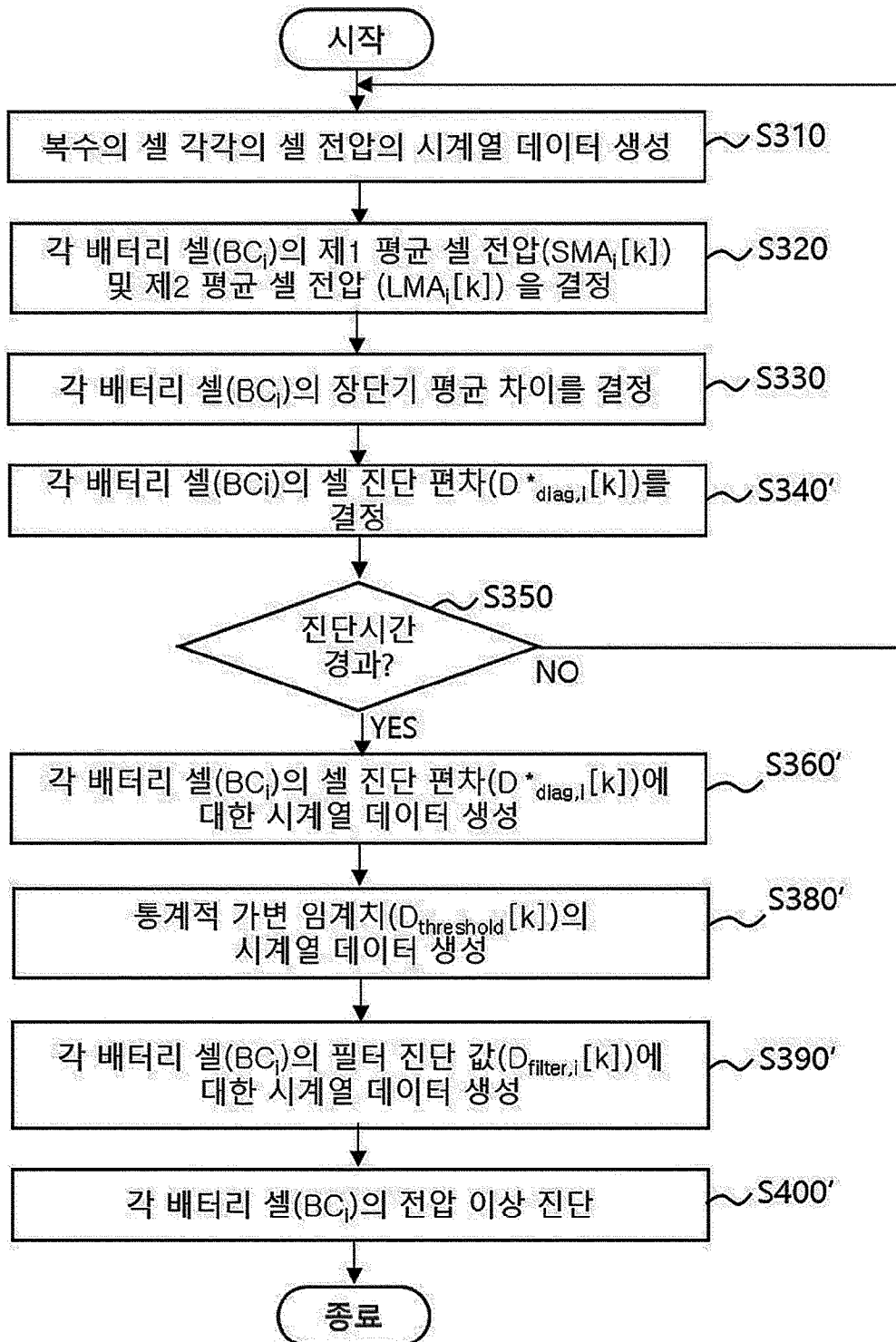
[도4]



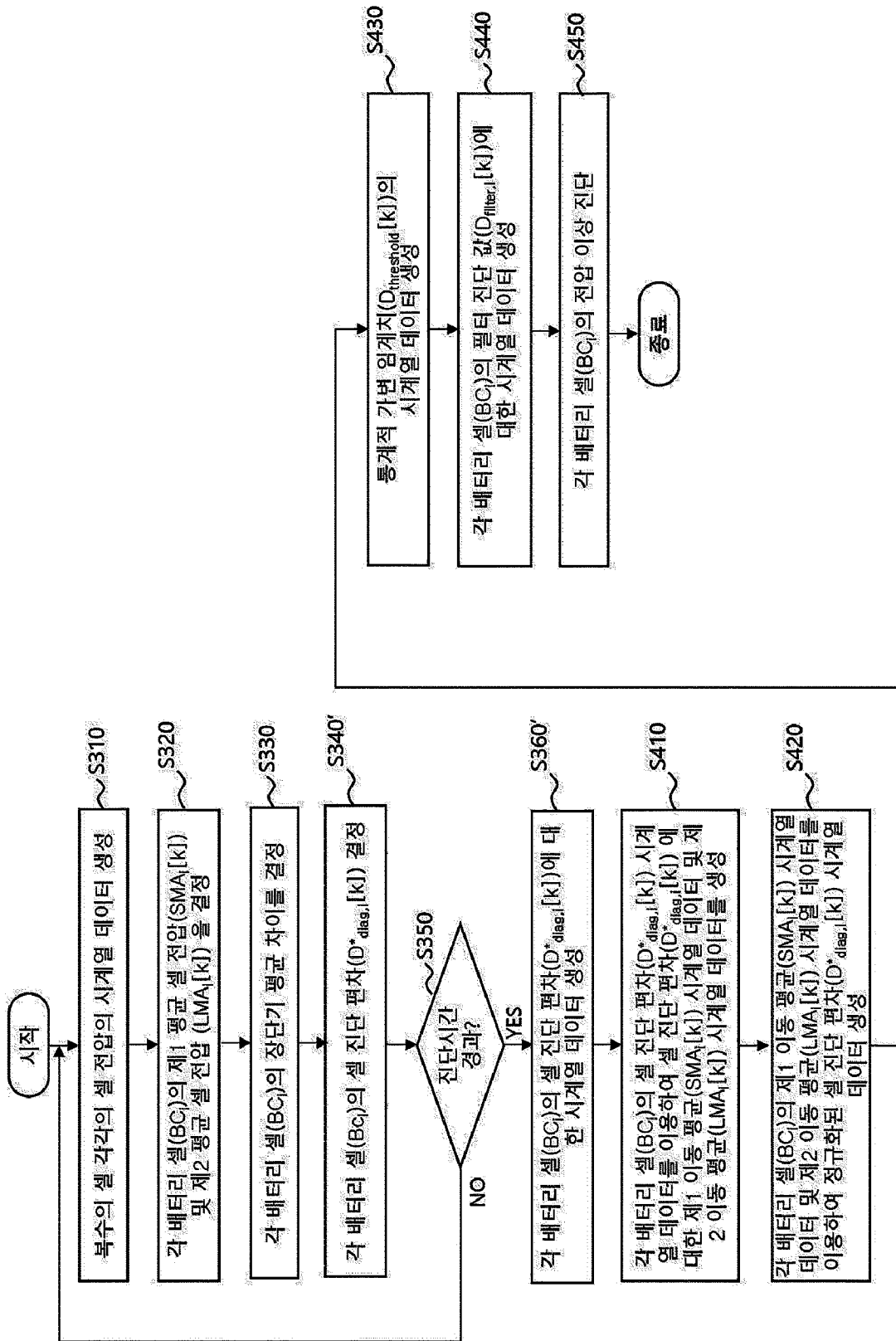
[도5]



[도6]



[도7]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/017684

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>		
G01R 31/36(2006.01)i; G01R 31/392(2019.01)i; G01R 31/382(2019.01)i; G01R 19/00(2006.01)i; G01R 31/396(2019.01)i; G01R 19/10(2006.01)i; G01R 19/165(2006.01)i; B60L 3/00(2006.01)i; B60L 58/18(2019.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b>		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01R 31/36(2006.01); B60R 16/04(2006.01); H01M 10/42(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: 전압(voltage), 이동 평균(moving average), 시 계열(time series), 차이(difference), 임계(threshold)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-119712 A (TOSHIBA CORP. et al.) 06 August 2020 (2020-08-06) See claims 1-2 and 5 and figure 1.	1-20
A	JP 2001-027663 A (DAIKIN IND. LTD.) 30 January 2001 (2001-01-30) See claims 1-4 and figure 2.	1-20
A	JP 2017-156268 A (TOSHIBA CORP.) 07 September 2017 (2017-09-07) See claim 3 and figure 2.	1-20
A	JP 2019-039825 A (YAZAKI CORP.) 14 March 2019 (2019-03-14) See claims 1 and 4 and figure 3.	1-20
A	KR 10-1619657 B1 (HYUNDAI AUTRON CO., LTD.) 11 May 2016 (2016-05-11) See claims 1 and 6.	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 <b>16 March 2022</b>		Date of mailing of the international search report <b>16 March 2022</b>
Name and mailing address of the ISA/KR <b>Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208</b> Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer  Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No. <b>PCT/KR2021/017684</b>
---

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2020-119712	A	06 August 2020	US	2020-0233037	A1	23 July 2020
JP	2001-027663	A	30 January 2001	None			
JP	2017-156268	A	07 September 2017	None			
JP	2019-039825	A	14 March 2019	JP	6969934	B2	24 November 2021
KR	10-1619657	B1	11 May 2016	CN	105680503	A	15 June 2016
				CN	105680503	B	03 August 2018
				DE	102015120458	A1	09 June 2016
				DE	102015120458	A9	13 October 2016
				DE	102015120458	B4	21 March 2019
				US	2016-0159242	A1	09 June 2016
				US	9878633	B2	30 January 2018

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b> <b>G01R 31/36(2006.01)i; G01R 31/392(2019.01)i; G01R 31/382(2019.01)i; G01R 19/00(2006.01)i; G01R 31/396(2019.01)i; G01R 19/10(2006.01)i; G01R 19/165(2006.01)i; B60L 3/00(2006.01)i; B60L 58/18(2019.01)i</b>		
<b>B. 조사된 분야</b> 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) G01R 31/36(2006.01); B60R 16/04(2006.01); H01M 10/42(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: 전압(voltage), 이동 평균(moving average), 시계열(time series), 차이(difference), 임계(threshold)		
<b>C. 관련 문헌</b>		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	JP 2020-119712 A (TOSHIBA CORP. 등) 2020.08.06 청구항 1-2, 5 및 도면 1 참조.	1-20
A	JP 2001-027663 A (DAIKIN IND. LTD.) 2001.01.30 청구항 1-4 및 도면 2 참조.	1-20
A	JP 2017-156268 A (TOSHIBA CORP.) 2017.09.07 청구항 3 및 도면 2 참조.	1-20
A	JP 2019-039825 A (YAZAKI CORP.) 2019.03.14 청구항 1, 4 및 도면 3 참조.	1-20
A	KR 10-1619657 B1 (현대오트론 주식회사) 2016.05.11 청구항 1, 6 참조.	1-20
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 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	
2022년03월16일(16.03.2022)	2022년03월16일(16.03.2022)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소	심사관	
대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)	김연경	
팩스 번호 +82-42-481-8578	전화번호 +82-42-481-3325	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2020-119712 A	2020/08/06	US 2020-0233037 A1	2020/07/23
JP 2001-027663 A	2001/01/30	없음	
JP 2017-156268 A	2017/09/07	없음	
JP 2019-039825 A	2019/03/14	JP 6969934 B2	2021/11/24
KR 10-1619657 B1	2016/05/11	CN 105680503 A	2016/06/15
		CN 105680503 B	2018/08/03
		DE 102015120458 A1	2016/06/09
		DE 102015120458 A9	2016/10/13
		DE 102015120458 B4	2019/03/21
		US 2016-0159242 A1	2016/06/09
		US 9878633 B2	2018/01/30