(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0162255
(43) 공개일자 2023년11월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01R 31/396 (2019.01) *G01R 27/08* (2006.01)
G01R 31/36 (2019.01) *G01R 31/374* (2019.01)
G01R 31/3842 (2019.01) *G01R 31/389* (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01)
(52) CPC특허분류
G01R 31/396 (2019.01)
G01R 27/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0061920
(22) 출원일자 2022년05월20일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
주식회사 엘지에너지솔루션
서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의도동,파크원)
(72) 발명자
김동현
대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기술연구원
안효성
대전광역시 유성구 문지로 188 LG에너지솔루션 기술연구원
(74) 대리인
유미특허법인

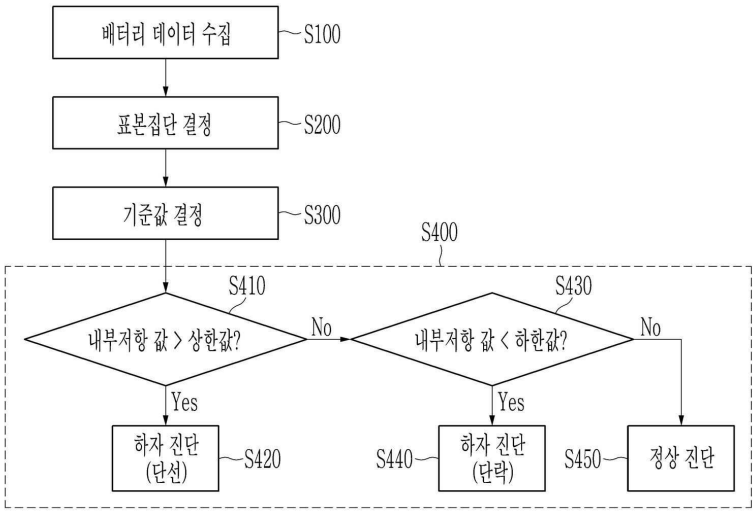
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 **배터리 진단 방법, 그 방법을 제공하는 배터리 진단 장치 및 배터리 시스템**

(57) 요 약

본 발명은, 병렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리의 상태를 진단할 수 있는 배터리 진단 방법, 그 방법을 제공하는 배터리 진단 장치 및 배터리 시스템에 관한 것으로, 본 발명의 배터리 진단 장치는, 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류를 측정하는 측정부, 상기 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다, 상기 배터리 전압 및 상기 배터리 전류에 기초하여 산출되는 상기 배터리의 내부저항 값을 저장하는 저장부, 그리고 상기 진단시점마다, 상기 진단시점을 기준으로 이전에 저장한 표본 개수에 대응하는 복수의 내부저항 값의 평균인 이동 평균값을 산출하고, 상기 진단시점마다 산출한 내부저항 값을 상기 이동 평균값보다 소정 값이 큰 상한값 및 상기 이동 평균값보다 소정 값이 작은 하한값과 비교하여 상기 배터리의 하자를 진단하는 제어부를 포함한다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
G01R 31/3648 (2013.01)
G01R 31/374 (2019.01)
G01R 31/3842 (2019.01)
G01R 31/389 (2019.01)
G01R 31/392 (2019.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류를 측정하는 측정부,

상기 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다, 상기 배터리 전압 및 상기 배터리 전류 중 적어도 하나에 기초하여 산출되는 상기 배터리의 내부저항 값을 저장하는 저장부, 그리고

상기 진단시점마다, 상기 진단시점을 기준으로 소정의 표본 개수에 대응하는 이전의 복수의 진단시점을 추출하고, 상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값의 평균인 이동 평균값을 산출하고, 상기 내부저항 값을 상기 이동 평균값보다 소정 값이 큰 상한값 및 상기 이동 평균값보다 소정 값이 작은 하한값과 비교하여 상기 배터리의 하자를 진단하는 제어부

를 포함하는 배터리 진단 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 표준편차의 평균인 표준편차 평균값에 소정의 배수를 곱하여 오차값을 산출하고,

상기 이동 평균값에 상기 오차값을 플러스하여 상기 상한값을 산출하며,

상기 이동 평균값에서 상기 오차값을 마이너스하여 상기 하한값을 산출하는, 배터리 진단 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 내부저항 값이 상기 상한값을 초과하면,

상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자가 발생한 것으로 진단하는, 배터리 진단 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 내부저항 값이 상기 하한값 미만이면,

상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자가 발생한 것으로 진단하는, 배터리 진단 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 내부저항 값이 상기 하한값 이상 상기 상한값 이하의 범위에 속하면,

상기 복수의 배터리 셀이 정상 상태인 것으로 진단하는, 배터리 진단 장치.

청구항 6

복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리,

상기 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류를 측정하는 측정부,

상기 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다, 상기 배터리 전압 및 배터리 전류에 기초하여 산출되는 상기 배터리의 내부저항 값을 저장하는 저장부, 그리고

상기 진단시점마다, 상기 진단시점을 기준으로 소정의 표본 개수에 대응하는 이전의 복수의 진단시점을 추출하고, 상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값의 평균인 이동 평균값을 산출하고, 상기 내부저항 값을 상기 이동 평균값보다 소정 값이 큰 상한값 및 상기 이동 평균값보다 소정 값이 작은 하한값과 비교하여 상기 배터리의 하자를 진단하는 제어부

를 포함하는 배터리 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 표준편차의 평균인 표준편차 평균값에 소정의 배수를 곱하여 오차값을 산출하고,

상기 이동 평균값에 상기 오차값을 플러스하여 상기 상한값을 산출하며,

상기 이동 평균값에 상기 오차값을 마이너스하여 상기 하한값을 산출하는, 배터리 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 내부저항 값이 상기 상한값을 초과하면,

상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자가 발생한 것으로 진단하는, 배터리 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 제어부는,

상기 내부저항 값이 상기 하한값 미만이면,

상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자가 발생한 것으로 진단하는, 배터리 시스템.

청구항 10

복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류 각각의 측정값을 수집하는 배터리 데이터 수집 단계,

소정의 진단시점에서, 상기 진단시점을 기준으로 표본 개수에 대응하는 이전의 복수의 진단시점을 추출하는 표본집단 결정 단계,

상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값의 평균인 이동 평균값, 상기 이동 평균값보다 소정 값이 큰 상한값, 및 상기 이동 평균값보다 소정 값이 작은 하한값을 산출하는 기준값 결정 단계, 그리고

상기 진단시점에 대응하는 내부저항 값을 상기 상한값 및 상기 하한값과 비교하여 상기 배터리의 하자를 진단하는 하자 진단 단계

를 포함하는, 배터리 진단 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 기준값 결정 단계는,

상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 표준편차의 평균인 표준편차 평균값과 소정의 배수를 곱하여 오차값을 산출하고,

상기 이동 평균값에 상기 오차값을 플러스하여 상기 상한값을 산출하고,

상기 이동 평균값에 상기 오차값을 마이너스하여 상기 하한값을 산출하는, 배터리 진단 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 하자 진단 단계는,

상기 내부저항 값이 상기 상한값을 초과하면,

상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자가 발생한 것으로 진단하는, 배터리 진단 방법.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 하자 진단 단계는,

상기 내부저항 값이 상기 하한값 미만이면,

상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자가 발생한 것으로 진단하는, 배터리 진단 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은, 병렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리의 상태를 진단할 수 있는 배터리 진단 방법, 그 방법을 제공하는 배터리 진단 장치 및 배터리 시스템에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 전기 자동차, 에너지 저장용 축전지, 로봇, 위성 등에 탑재되는 대형 배터리는, 휴대용 단말, 노트북 등에 탑재되는 소형 배터리보다 고 용량의 배터리일 것이 요구된다. 고 용량의 배터리는, 복수의 배터리를 직렬 및/또는 병렬 연결하여 구성될 수 있다. 이때, 복수의 배터리는, 병렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함할 수 있다.

[0003] 한편, 배터리에 포함되는 배터리 셀의 개수가 많아지면, 배터리 셀 자체의 문제 및/또는 배터리 셀 간의 연결 문제로 인하여 배터리에 하자(defect)가 발생할 수 있다. 예를 들어, 배터리 셀 간의 단선(disconnection), 단락(short) 등의 하자가 발생할 수 있다. 배터리에 하자가 발생하는 경우, 빠른 진단과 하자 수정으로, 배터리가 탑재되는 시스템(예를 들어, 자동차, 에너지 저장 장치 등)이 정상적으로 운영될 수 있도록 할 필요가 있다.

[0004] 그러나, 복수의 배터리 셀이 병렬로 연결되는 경우, 연결 상의 구조적인 문제 등으로 인해, 개별 배터리 셀의 셀 전압 등을 직접 측정(sensing)하는 것은 쉽지 않다. 즉, 배터리 셀 자체의 하자를 직접 추정하여, 전체 배터리의 하자를 진단하는 것은 어렵다.

[0005] 또한, 배터리 단위로 직류내부저항(DCIR; Direct Current Internal Resistance)을 추정하고, 추정된 직류내부저항(DCIR) 값을 기 설정된(고정된) 기준값과 비교하여 배터리의 하자를 진단하는 기술은, 배터리 내에 다수의 배터리 셀이 동시에 단선 또는 단락되는 경우에는 하자를 검출하지 못하는 한계가 있다. 그리고, 노화에 따라 직류내부저항 값이 변화한 정도를 하자가 발생한 것으로 오 진단하는 문제가 발생할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 병렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리의 상태를 정밀하게 진단할 수 있는 배터리 진단 방법 및 그 방법을 제공하는 배터리 시스템을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 특징에 따른 배터리 진단 장치는, 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류를 측정하는 측정부, 상기 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다, 상기 배터리 전압 및 상기 배터리 전류 중 적어도 하나에 기초하여 산출되는 상기 배터리의 내부저항 값을 저장하는 저장부, 그리고 상기 진단시점마다, 상기 진단시점을 기준으로 소정의 표본 개수에 대응하는 이전의 복수의 진단시점을 추출하고, 상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값의 평균인 이동 평균값을 산출하고, 상기 내부저항 값을 상기 이동 평균값보다 소정 값이 큰 상한값 및 상기 이동 평균값보다 소정 값이 작은 하한값과 비교하여 상기 배터리의 하자를 진단하는 제어부를 포함한다.

[0008] 상기 제어부는, 상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 표준편차의 평균인 표준편차 평균값에 소정의 배수를 곱하여 오차값을 산출하고, 상기 이동 평균값에 상기 오차값을 플러스하여 상기 상한값을 산출하며, 상기 이동 평균값에서 상기 오차값을 마이너스하여 상기 하한값을 산출할 수 있다.

[0009] 상기 제어부는, 상기 내부저항 값이 상기 상한값을 초과하면, 상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자가 발생한 것으로 진단할 수 있다.

[0010] 상기 제어부는, 상기 내부저항 값이 상기 하한값 미만이면, 상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자가 발생한 것으로 진단할 수 있다.

[0011] 상기 제어부는, 상기 내부저항 값이 상기 하한값 이상 상기 상한값 이하의 범위에 속하면, 상기 복수의 배터리 셀이 정상 상태인 것으로 진단할 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 특징에 따른 배터리 시스템은, 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리, 상기 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류를 측정하는 측정부, 상기 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다, 상기 배터리 전압 및 배터리 전류에 기초하여 산출되는 상기 배터리의 내부저항 값을 저장하는 저장부, 그리고 상기 진단시점마다, 상기 진단시점을 기준으로 소정의 표본 개수에 대응하는 이전의 복수의 진단시점을 추출하고, 상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값의 평균인 이동 평균값을 산출하고, 상기 내부저항 값을 상기 이동 평균값보다 소정 값이 큰 상한값 및 상기 이동 평균값보다 소정 값이 작은 하한값과 비교하여 상기 배터리의 하자를 진단하는 제어부를 포함한다.

[0013] 상기 제어부는, 상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 표준편차의 평균인 표준편차 평균값에 소정의 배수를 곱하여 오차값을 산출하고, 상기 이동 평균값에 상기 오차값을 플러스하여 상기 상한값을 산출하며, 상기 이동 평균값에 상기 오차값을 마이너스하여 상기 하한값을 산출할 수 있다.

[0014] 상기 제어부는, 상기 내부저항 값이 상기 상한값을 초과하면, 상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자가 발생한 것으로 진단할 수 있다.

[0015] 상기 제어부는, 상기 내부저항 값이 상기 하한값 미만이면, 상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자가 발생한 것으로 진단할 수 있다.

[0016] 본 발명의 또 다른 특징에 따른 배터리 진단 방법은, 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류 각각의 측정값을 수집하는 배터리 데이터 수집 단계, 소정의 진단시점에서, 상기 진단시점을 기준으로 표본 개수에 대응하는 이전의 복수의 진단시점을 추출하는 표본 집단 결정 단계, 상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값의 평균인 이동 평균값, 상기 이동 평균값보다 소정 값이 큰 상한값, 및 상기 이동 평균값보다 소정 값이 작은 하한값을 산출하는 기준값 결정 단계, 그리고 상기 진단시점에 대응하는 내부저항 값을 상기 상한값 및 상기 하한값과 비교하여 상기 배터리의 하자를 진단하는 하자 진단 단계를 포함한다.

[0017] 상기 기준값 결정 단계는, 상기 복수의 진단시점 각각에 대응하는 복수의 표준편차의 평균인 표준편차 평균값과 소정의 배수를 곱하여 오차값을 산출하고, 상기 이동 평균값에 상기 오차값을 플러스하여 상기 상한값을 산출하

고, 상기 이동 평균값에 상기 오차값을 마이너스하여 상기 하한값을 산출할 수 있다.

[0018] 상기 하자 진단 단계는, 상기 내부저항 값이 상기 상한값을 초과하면, 상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자가 발생한 것으로 진단할 수 있다.

[0019] 상기 하자 진단 단계는, 상기 내부저항 값이 상기 하한값 미만이면, 상기 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자가 발생한 것으로 진단할 수 있다.

발명의 효과

[0020] 본 발명은, 복수의 배터리 셀이 병렬 연결되는 경우에도, 배터리의 하자를 정밀도 높게 진단할 수 있다.

[0021] 본 발명은, 고정된 기준값을 사용하여 배터리의 하자를 진단하는 종래와 달리, 배터리의 하자를 진단하는 진단 시점마다, 배터리의 내부저항 값의 변화를 반영하는 기준값을 설정하여 배터리의 하자를 진단하기 때문에, 배터리의 사용 기간에 따른 노후 정도가 고려됨으로써 배터리의 하자를 정밀도 높게 진단할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0022] 도 1은 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치를 설명하는 도면이다.

도 2는 다른 실시예에 따른 배터리 시스템을 설명하는 도면이다.

도 3은 복수의 진단시점마다 산출된 이동 평균값, 상한값, 및 하한값을 누적하여 표시한 일 예시도이다.

도 4는 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 설명하는 흐름도이다.

도 5는 도 4의 기준값 결정 단계(S300)를 상세하게 설명하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0023] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 명세서에 개시된 실시예를 상세히 설명하되, 동일하거나 유사한 구성요소에는 동일, 유사한 도면부호를 부여하고 이에 대한 중복되는 설명은 생략하기로 한다. 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및/또는 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다. 또한, 본 명세서에 개시된 실시예를 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 명세서에 개시된 실시예의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0024] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0025] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0026] 본 출원에서, "포함한다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0028] 도 1은 일 실시예에 따른 배터리 진단 장치를 설명하는 도면이다.

[0029] 도 1을 참고하면, 배터리 진단 장치(1)는, 측정부(110), 저장부(130), 그리고 제어부(150)를 포함한다.

[0030] 측정부(110)는, 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류 등을 측정할 수 있다. 배터리 전압 및 배터리 전류는 배터리의 내부저항을 산출하는 데에 필요한 배터리 데이터일 수 있다. 예를

들어, 내부저항은, 직류내부저항(DCIR; Direct Current Internal Resistance)을 포함할 수 있다.

[0031] 측정부(110)는, 배터리의 양단에 전기적으로 연결되어 배터리 전압을 측정하는 전압센서(미도시) 및 배터리와 직렬 연결되어 배터리 전류를 측정하는 전류센서(미도시)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 측정부(110)는, 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다 배터리 전압 및 배터리 전류를 측정하고, 측정 결과를 제어부(150)에 전달할 수 있다.

[0032] 저장부(130)는, 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다, 배터리 전압 및 배터리 전류 중 적어도 하나에 기초하여 제어부(150)가 산출하는 내부저항 값이 저장될 수 있다. 또한, 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다, 제어부(150)는, 측정부(110)로부터 수신한 배터리 전압 값 및 배터리 전류 값을 저장부(130)에 저장할 수 있다.

[0033] 제어부(150)는, 기 설정된 조건에 따른 진단시점(N)이 도래하면, 이동 평균값(MA; Moving Average), 이동 평균값 보다 소정 값이 큰 상한값(UB_Th; Upper Band Threshold), 이동 평균값보다 소정 값이 작은 하한값(LB_Th; Lower Band Threshold), 그리고 진단시점(N)에 대응하는 내부저항 값을 산출한다.

[0034] 실시예에 따라, 배터리의 충전이 시작되는 시점 또는 배터리의 방전이 종료되는 시점이 배터리의 하자를 진단하는 진단시점(N)일 수 있다. 진단시점(N)이 도래하면, 측정부(110)는, 소정의 기간동안 소정의 주기로 배터리 전압 및 배터리 전류 각각을 측정하고, 측정 결과를 제어부(150)에 전달할 수 있다.

[0035] 우선, 제어부(150)는, 현재 진단시점(N)을 기준으로 이전 진단시점 방향으로 진단시점을 카운트할 때 기 설정된 표본 개수(the number of sample, SN)에 포함되는 복수의 진단시점을 추출하여, 표본 집단을 결정할 수 있다. 이때, 표본 개수(SN)는, 표본 집단에 포함되는 복수의 진단시점의 개수로, 실험 등에 기초하여 최적의 개수로 결정될 수 있다. 표본 집단은, 모집단인 과거 복수의 진단시점의 부분 집단으로, 이하 설명할 이동 평균값(MA) 및 표준편차 평균값(σ_ave) 등을 산출하기 위한 집단일 수 있다.

[0036] 이하, 표 1은, 복수의 진단시점 각각에서 산출된 내부저항(DCIR) 값, 이동 평균값(MA), 상한값(UB_Th), 및 하한값(LB_Th)에 대한 일 예시이다. 표본 개수(SN)는, 5인 것으로 가정한다.

[0037] 참고로, 표 1에서 최초 진단시점(1)의 이동 평균값(MA), 표준편차(σ), 표준편차 평균값(σ_ave), 상한값(UB_Th), 및 하한값(LB_Th)들은 직접 산출이 어려울 수 있다(이에, 표 1에서 대응하는 값들은 빈칸으로 표시됨) 뿐만 아니라, 최초 진단시점(1)에 인접한 진단시점(2, 3, …)에서의 이동 평균값(MA), 표준편차(σ), 표준편차 평균값(σ_ave), 상한값(UB_Th), 및 하한값(LB_Th)들 또한 산출하기 위한 과거 진단값들이 없거나 부족하여 직접 산출이 어려울 수 있다. 이 경우, 실험에 따라 평균적으로 산출되는 값들을 초기 진단시점(1, 2, 3, …)에서의 이동 평균값(MA), 표준편차(σ), 표준편차 평균값(σ_ave), 상한값(UB_Th), 및 하한값(LB_Th)으로 대체할 수 있다.

표 1

[0038]

진단주기	1	…	N-7	N-6	N-5	N-4	N-3	N-2	N-1	N
내부저항(DCIR)		…	25	27	23	24	20	21	23	①
이동 평균(MA)		…	22.5	21	22	23.5	23	22	24	②
표준편차(σ)		…	1.56	1.60	1.70	1.60	1.82	1.73	1.63	③
표준편차 평균(σ_ave)		…	1.55	1.62	1.65	1.62	1.70	1.65	1.55	④
상한값(UB_Th)		…	27.15	26.20	26.95	27.90	28.1	26.95	28.65	⑤
하한값(LB_Th)		…	17.85	15.8	17.05	19.1	17.9	17.05	19.35	⑥
진단결과			정상	비정상	정상	정상	정상	정상	정상	⑦

[0039] 제어부(150)는, 현재 진단시점(N)을 기준으로 이전 진단시점 방향으로 진단시점을 카운트할 때 표본 개수(SN)인 5개에 대응하는 제N-1 진단시점, 제N-2 진단시점, 제N-3 진단시점, 제N-4 진단시점, 및 제N-5 진단시점을 추출하여, 표본 집단을 결정할 수 있다.

[0040] 제어부(150)는, 복수의 진단시점(N-1, N-2, N-3, N-4, N-5)을 추출하여 표본 집단을 결정하고, 표본 집단 내에 속하는 복수의 진단시점 각각에서 산출된 내부저항 값에 기초하여 하자 진단에 사용되는 기준값(이하 설명할 상한값 및 하한값)을 결정할 수 있다. 그러면, 배터리를 장기간 사용함에 따른 노화 정도 및/또는 일시적인 내부저항 값의 변동을 배터리의 하자로 오진단하는 문제를 해결할 수 있다.

[0041] 다음으로, 제어부(150)는, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에서 산출된 내부저항 값에 기초하여 제N 진단시점에서 배터리의 하자를 진단하는 기준값(상한값 및 하한값)을 결정한다.

[0042] 일 실시예에 따라, 제어부(150)는, 제N 진단시점(N)에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값을 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)과 비교하여, 배터리의 하자를 진단한다. 예를 들어, 표 1을 참고하면, 제N 진단시점(N)에서, 제어부(150)는, 내부저항 값(①), 상한값(⑤) 및 하한값(⑥)을 산출하고, 산출한 내부저항 값(①)을 상한값(⑤) 및 하한값(⑥)과 비교하여 배터리의 하자를 진단한다. 이때, 상한값(⑤) 및 하한값(⑥)을 산출하기 위해, 이동 평균값(②) 및 표준편차 평균값(④)이 필요하다. 단, 표준편차(③)는, 제N 진단시점(N)의 하자 진단시에 필요한 값은 아니지만, 이후 진단시점(N+1, N+2, …)의 하자 진단시에 필요하므로, 제N 진단시점에서 산출되어 저장부(130)에 저장될 수 있다.

[0043] 이하, 표 1의 제N 진단시점(N)에서 제어부(150)가 산출하는 내부저항 값(①), 이동 평균값(②), 표준편차(③), 표준편차 평균값(④), 상한값(⑤) 및 하한값(⑥)을 설명한다.

[0044] 제어부(150)는, 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류에 기초하여 제N 진단시점(N)에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값을 산출할 수 있다. 예를 들어, 하기 식(1)에 의해, 내부저항($DCIR_N$, ①) 값은 산출될 수 있다.

[0045] $$DCIR_N = \frac{\Delta V}{I}$$ - 식(1)

[0046] 예를 들어, 제어부(150)는, 충전이 시작되는 제1 시점에 대응하는 배터리 전압(V1) 및 제1 시점으로부터 소정의 시간이 경과한 제2 시점에 대응하는 배터리 전압(V2) 간의 전압차($\Delta V = |V1 - V2|$)를 산출할 수 있다. 제어부(150)는, 배터리에 흐르는 충전전류(I) 및 전압차(ΔV)에 기초하여 내부저항($DCIR_N$) 값을 산출할 수 있다. 예를 들어, 제N 진단시점(N)에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값은 30Ω으로 산출되는 것으로 가정한다.

[0047] 제어부(150)는, 상기 표 1을 참고하면, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값(23Ω, 24Ω, 20Ω, 21Ω, 23Ω)을 평균(23Ω+ 24Ω+ 20Ω+ 21Ω+ 23Ω/5 = 22.2Ω)하여 진단시점(N)에 대응하는 이동 평균값(MA_N, ②)을 산출할 수 있다. 즉, 제N 진단시점에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값은 22.2Ω일 수 있다.

[0048] $$MA_N = \frac{DCIR_{N-5} + DCIR_{N-4} + DCIR_{N-3} + DCIR_{N-2} + DCIR_{N-1}}{SN}$$ - 식(2)

[0049] 제어부(150)는, 하기 표 2를 참고하면, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 내부저항 값(DCIR) 및 이동평균 값(MA)에 기초하여 진단시점(N)에 대응하는 표준편차(σ_N, ③)를 산출할 수 있다.

표 2

[0050]

	N-5	N-4	N-3	N-2	N-1	N
내부저항(DCIR)	23	24	20	21	23	
|DCIR-MA|	|23-22.2| = 0.8	|24-22.2| = 1.8	|20-22.2| = 2.2	|21-22.2| = 1.2	|23-22.2| = 0.8	
$(DCIR-MA)^2$	$(0.8)^2 = 0.64$	$(1.8)^2 = 3.24$	$(2.2)^2 = 4.84$	$(1.2)^2 = 1.44$	$(0.8)^2 = 0.64$	
분산	(0.64 + 3.24 + 4.84 + 1.44 + 0.64)/5 = 2.16					
표준편차(σ_N)	$\sqrt{2.16}$ = 1.4696938457(≒1.47)					1.47

[0051] 앞서 설명한 바와 같이, 제N 진단시점(N)에 대응하는 표준편차(σ_N, ③)는, 제N 진단시점(N)의 하자 진단시에 필요한 값은 아니지만, 이후 진단시점(N+1, N+2, …)의 하자 진단시에 필요하다. 따라서, 제N 진단시점(N)에 대응하는 표준편차(σ_N, ③)는, 제N 진단시점(N)에서 산출되어 저장부(130)에 저장될 수 있다.

[0052] 제어부(150)는, 하기 표 3을 참고하면, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 복수의 표준편차(σ_{N-5}, σ_{N-4}, σ_{N-3}, σ_{N-2}, σ_{N-1})에 기초하여 제N 진단시점(N)에 대응하는 표준편차 평균값(σ_{N_ave},④)을 산출할 수 있다.

표 3

[0053]

	N-5	N-4	N-3	N-2	N-1	N
표준편차(σ)	1.70	1.60	1.82	1.73	1.63	
표준편차 평균값 (σ_{N_ave})	(1.70 + 1.60 + 1.82 + 1.73 + 1.63)/5 = 1.696					1.70

[0054] 제어부(150)는, 이동 평균값(MA_N)보다 소정 값이 큰 상한값(UB_N_Th) 및 이동 평균값(MA)보다 소정 값이 작은 하한값(LB_N_Th)을 산출할 수 있다. 실시예에 따라, 제어부(150)는, 표준편차 평균값(σ_{N_ave})에 소정의 제1 배수를 곱한 제1 오차값을 산출하고, 이동 평균값(MA_N)에 제1 오차값을 플러스 연산하여 상한값(UB_N_Th)을 산출할 수 있다. 또한, 제어부(150)는, 표준편차 평균값(σ_{N_ave})에 소정의 제2 배수를 곱한 제2 오차값을 산출하고, 이동 평균값(MA_N)에 제2 오차값을 마이너스 연산하여 하한값(LB_N_Th)을 산출할 수 있다. 이때, 제1 배수 및 제2 배수는 동일할 수 있으나 이에 한정되지 않고, 다양한 배수로 산정될 수 있다.

[0055] 일 실시예에 따라, 제어부(150)는, 표준편차 평균값(σ_{N_ave})과 소정의 배수(Q)를 곱하여 오차값($E = \sigma_{N_ave} \times Q$)을 산출할 수 있다. 이때, 배수(Q)는, 소정의 오차를 반영하기 위한 값으로, 실험에 의해 다양한 값으로 결정될 수 있다. 예를 들어, 배수(Q)는, 자연수 3으로 가정한다.

[0056] 제어부(150)는, 하기 식(3)과 같이, 표본 집단의 이동 평균값(MA_N = 22.2)에 오차값((E = $\sigma_{N_ave} \times Q$ = 1.70 × 3 = 5.1)을 플러스 계산하여 상한값(UB_N_Th) 27.3을 산출할 수 있다. 또한, 제어부(150)는, 하기 식(4)와 같이, 표본 집단의 이동 평균값(MA_N= 22.2)에 오차값(E= $\sigma_{N_ave} \times Q$ = 1.70 × 3 = 5.1)을 마이너스 계산하여 하한값(LB_N_Th) 17.1을 산출할 수 있다.

[0057] $$UB_N_Th = MA_N + (\sigma_N_ave \times Q)$$ _ 식(3)

[0058] $$LB_N_Th = MA_N - (\sigma_N_ave \times Q)$$ _ 식(4)

[0059] 다음으로, 제어부(150)는 제N 진단시점(N)에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값을 제N 진단시점에 대응하는 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)과 비교하여 배터리의 하자를 진단할 수 있다.

[0060] 일 실시예에 따라, 내부저항($DCIR_N$) 값이 상한값(UB_N_Th)을 초과하면, 제어부(150)는 배터리에 포함된 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자(disconnection defect, DD)가 발생한 것으로 진단할 수 있다. 내부저항($DCIR_N$) 값이 하한값(LB_N_Th) 미만이면, 제어부(150)는 배터리에 포함된 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자(short defeat, SD)가 발생한 것으로 진단할 수 있다. 즉, 내부저항($DCIR_N$) 값이 하한값(LB_N_Th) 이상 상한값(UB_N_Th) 이하에 대응하는 정상 범위를 벗어나면, 제어부(150)는 배터리에 하자(단선 하자 또는 단락 하자)가 발생한 것으로 진단할 수 있다. 또한, 내부저항($DCIR_N$) 값이 정상 범위에 속하면, 제어부(150)는 배터리의 상태를 정상으로 진단할 수 있다.

[0061] 예를 들어, 앞서 표 1 및 표 3, 그리고 식(1) 내지 식(4)를 통해 설명한 바와 같이, 제N 진단시점(N)에 대응하는 내부저항 값($DCIR_N$), 상한값(UB_N_Th), 및 하한값(LB_N_Th) 각각은, 30(Ω), 27.3, 17.1로 산출될 수 있다. 이 경우, 제어부(150)는 내부저항 값($DCIR_N$= 30)이 상한값(UB_N_Th=27.3)을 초과함을 근거로, 배터리의 하자(단선, disconnection defect)를 진단할 수 있다.

[0063] 도 2는 다른 실시예에 따른 배터리 시스템을 설명하는 도면이다.

[0064] 도 2를 참고하면, 배터리 시스템(2)은, 배터리(10), 릴레이(20), 전류센서(30), 그리고 배터리 관리 시스템(Battery Management System, 이하 BMS)(40)을 포함한다.

[0065] 배터리(10)는, 직렬 및/또는 병렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함할 수 있다. 도 2에서는, 병렬 연결된 3개의 배터리 셀이 도시되어 있으나 이에 한정되는 것은 아니며, 배터리(10)는, 직렬 및/또는 병렬 연결된 다양한 개수의 배터리 셀을 포함할 수 있다. 어떤 실시예에서, 배터리 셀은 충전 가능한 2차 전지일 수 있다. 또한,

[0066] 예를 들어, 배터리(10)는, 소정 개수의 배터리 셀이 병렬 연결되어 배터리 뱅크(battery bank)를 구성하고, 소정 개수의 배터리 뱅크가 직렬 연결되어 배터리 팩(battery pack)을 구성하여, 원하는 전력을 외부장치에 공급할 수 있다. 다른 예를 들어, 배터리(10)는, 소정 개수의 배터리 셀이 병렬 연결되어 배터리 뱅크(battery bank)를 구성하고, 소정 개수의 배터리 뱅크가 병렬 연결되어 배터리 팩(battery pack)을 구성하여, 원하는 전력을 외부장치에 공급할 수 있다. 그러나, 이러한 연결에 한정되는 것은 아니며, 배터리(10)는, 직렬 및/또는 병렬 연결된 복수의 배터리 셀을 포함하는 배터리 뱅크를 복수 개 포함하고, 복수의 배터리 뱅크 또한 직렬 및/또는 병렬 연결될 수 있다.

[0067] 도 2에서는, 배터리(10)는, 배터리 시스템(2)의 두 출력단(OUT1, OUT2) 사이에 연결되어 있다. 또한, 배터리 시스템(2)의 양극과 제1 출력단(OUT1) 사이에 릴레이(20)가 연결되어 있고, 배터리 시스템(2)의 음극과 제2 출력단(OUT2) 사이에 전류센서(30)가 연결되어 있다. 도 2에 도시된 구성들 및 구성들 간의 연결 관계는 일 예로 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0068] 릴레이(20)는, 배터리 시스템(2)과 외부장치 간의 전기적 연결을 제어한다. 릴레이(20)가 온 되면, 배터리 시스템(2)과 외부장치가 전기적으로 연결되어 충전 또는 방전이 수행되고, 릴레이(20)가 오프 되면, 배터리 시스템(2)과 외부장치가 전기적으로 분리된다. 이때, 외부장치는 배터리(10)에 전력을 공급하여 충전하는 충전 사이클에서는 충전기이고, 배터리(10)가 외부장치로 전력을 방전하는 방전 사이클에서는 부하일 수 있다.

[0069] 전류센서(30)는 배터리(10)와 외부장치간 전류 경로에 직렬 연결되어 있다. 전류센서(30)는 배터리(10)에 흐르는 배터리 전류 즉, 충전 전류 및 방전 전류를 측정하고, 측정 결과를 BMS(40)에 전달할 수 있다.

[0070] BMS(40)는, 측정부(41), 저장부(43), 제어부(45)를 포함한다. 도 1에 도시된 배터리 진단 장치(1)는 도 2에 도시된 BMS(40)에 대응할 수 있다. 구체적으로 설명하면, 배터리 진단 장치(1)의 측정부(110), 저장부(130), 제어부(150) 각각이 수행하는 기능은 BMS(40)의 측정부(41), 저장부(43), 및 제어부(45) 각각이 수행하는 기능에 대응할 수 있다. 예를 들어, 배터리 진단 장치(1)는 배터리 시스템(1)과 별개로 구성될 수 있다. 다른 예를 들어,

도 2에서와 같이 배터리 시스템(1)에서, BMS(40)가 배터리 진단 장치(1)의 기능을 수행할 수 있다.

[0071] 측정부(41)는 배터리(10)의 양단에 전기적으로 연결되어, 배터리 전류 및 배터리 전압을 측정할 수 있다. 예를 들어, 측정부(41)는 배터리(10)를 모니터링하고, 배터리(10)의 상태에 대응하는 배터리 데이터(전압, 전류 등)를 측정하는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)으로 구현될 수 있다.

[0072] 예를 들어, 측정부(41)는 배터리(10)의 양단 전압값을 센싱하여 배터리 전압을 수집할 수 있다. 측정부(41)는 전류센서(30)로부터 배터리 전류값을 수신할 수 있다. 측정부(41)는 배터리 전압 값 및 배터리 전류 값을 제어부(150)에 전달할 수 있다.

[0073] 저장부(43)는, 배터리(10)의 하자를 진단하는 진단시점마다, 배터리 전압 및 배터리 전류 중 적어도 하나에 기초하여 제어부(45)에 의해 산출되는 내부저항 값을 저장할 수 있다. 또한, 제어부(45)는, 배터리의 하자를 진단하는 진단시점마다, 측정부(41)로부터 수신한 배터리 전압 값 및 배터리 전류 값을 저장부(43)에 저장할 수 있다.

[0074] 제어부(45)는, 기 설정된 조건에 따른 진단시점(N)이 도래하면, 이동 평균값(MA_N; Moving Average), 상한값(UB_N_Th; Upper Band Threshold), 및 하한값(LB_N_Th; Lower Band Threshold), 그리고 내부저항($DCIR_N$) 값을 산출한다. 그리고, 제어부(45)는, 내부저항($DCIR_N$) 값을 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)과 비교하여, 배터리(10)의 상태를 진단할 수 있다.

[0075] 우선, 제어부(45)는, 현재 진단시점(N)을 기준으로 이전 진단시점 방향으로 진단시점을 카운트할 때 기 설정된 표본 개수(the number of sample, SN)에 포함되는 복수의 진단시점을 추출하여, 표본 집단을 결정할 수 있다. 이때, 표본 개수(SN)는, 표본 집단에 포함되는 복수의 진단시점의 개수로, 실험 등에 기초하여 최적의 개수로 결정될 수 있다. 표본 집단은, 모집단인 과거 복수의 진단시점의 부분 집단으로, 이하 설명할 이동 평균값(MA) 및 표준편차 평균값(σ_ave) 등을 산출하기 위한 집단일 수 있다.

[0076] 예를 들어, 표본 개수(SN)는 5인 경우라고 가정하자. 상기 표 1에서, 제어부(45)는, 현재 진단시점(N)을 기준으로 이전 진단시점 방향으로 진단시점을 카운트할 때 표본 개수(SN)인 5개에 대응하는 제N-1 진단시점, 제N-2 진단시점, 제N-3 진단시점, 제N-4 진단시점, 및 제N-5 진단시점을 추출하여, 표본 집단을 결정할 수 있다.

[0077] 제어부(45)는, 표본 집단의 내부저항 값의 평균인 이동 평균값(MA_N)을 산출할 수 있다. 예를 들어, 상기 표 1 및 상기 식(2)를 참고하면, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값(23Ω, 24Ω, 20Ω, 21Ω, 23Ω)을 평균하여 현재 진단시점(N)에 대응하는 이동 평균값(MA_N) 22.2를 산출할 수 있다.

[0078] 제어부(45)는, 예를 들어, 상기 표1 및 상기 표 3을 참고하면, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 표준편차(σ_{N-5}, σ_{N-4}, σ_{N-3}, σ_{N-2}, σ_{N-1})에 기초하여 현재 진단시점(N)에 대응하는 표준편차 평균값(σ_{N_ave},1.70)을 산출할 수 있다.

[0079] 제어부(45)는, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에서 산출된 내부저항 값($DCIR_N$)에 기초하여 현재 진단시점(N), 즉, 제N 진단시점에서 배터리의 하자를 진단하는 기준값을 결정할 수 있다. 이때, 기준값은 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)을 포함할 수 있다.

[0080] 제어부(45)는, 이동 평균값(MA_N)보다 소정 값이 큰 상한값(UB_N_Th) 및 이동 평균값(MA)보다 소정 값이 작은 하한값(LB_N_Th)을 산출할 수 있다. 실시예에 따라, 제어부(45)는, 표준편차 평균값(σ_{N_ave})에 소정의 제1 배수를 곱하여 제1 오차값을 산출하고, 이동 평균값(MA_N)에 제1 오차값을 플러스하여 상한값(UB_N_Th)을 산출할 수 있다. 또한, 제어부(45)는, 표준편차 평균값(σ_{N_ave})에 소정의 제2 배수를 곱하여 제2 오차값을 산출하고, 이동 평균값(MA_N)에서 제2 오차값을 마이너스 연산하여 하한값(LB_N_Th)을 산출할 수 있다. 이때, 제1 배수 및 제2 배수는 동일할 수 있으나 이에 한정되지 않고, 다양한 배수로 산정될 수 있다.

[0081] 일 실시예에 따라, 제어부(45)는, 표본 집단의 표준편차의 평균인 표준편차 평균값(σ_{N_ave})과 소정의 배수(Q)를

곱하여 오차값(E = $\sigma_{N_ave} \times Q$)을 산출할 수 있다. 예를 들어, 배수(Q)는, 자연수 3으로 가정한다. 제어부(45)는, 상기 식(3)과 같이, 표본 집단의 이동 평균값(MA_N = 22.2)에 오차값((E = $\sigma_{N_ave} \times Q$ = 1.70 × 3 = 5.1)을 플러스 연산하여 상한값(UB_N_Th) 27.3을 산출할 수 있다. 또한, 제어부(45), 상기 식(4)과 같이, 표본 집단의 이동 평균값(MA_N= 22.2)에 오차값(E= $\sigma_{N_ave} \times Q$ = 1.70 × 3 = 5.1)을 마이너스 연산하여 하한값(LB_N_Th) 17.1을 산출할 수 있다. 이때, 배수(Q)는, 소정의 오차를 반영하기 위한 값으로, 실험에 의해 다양한 값으로 결정될 수 있다.

[0082] 다음으로, 제어부(45)는, 제N 진단시점(N)에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값을 제N 진단시점(N)에 대응하는 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)과 비교하여 배터리(10)의 하자를 진단할 수 있다.

[0083] 일 실시예에 따라, 내부저항($DCIR_N$) 값이 상한값(UB_N_Th)을 초과하면, 제어부(45)는, 배터리(10)에 포함된 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자(disconnection defect, DD)가 발생한 것으로 진단할 수 있다. 내부저항($DCIR_N$) 값이 하한값(LB_N_Th) 미만이면, 제어부(45)는, 배터리(10)에 포함된 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자(short defeat, SD)가 발생한 것으로 진단할 수 있다. 즉, 내부저항($DCIR_N$) 값이 하한값(LB_N_Th) 이상 상한값(UB_N_Th) 이하에 대응하는 정상 범위를 벗어나면, 제어부(45)는, 배터리(10)에 하자(단선 하자 또는 단락 하자)가 발생한 것으로 진단할 수 있다. 또한, 내부저항($DCIR_N$) 값이 정상 범위에 속하면, 제어부(45)는, 배터리(10)의 상태를 정상으로 진단할 수 있다.

[0084] 예를 들어, 앞서 표 1 및 표 3, 그리고 식(1) 내지 식(4)를 통해 설명한 바와 같이, 제N 진단시점(N)에 대응하는 내부저항 값($DCIR_N$), 상한값(UB_N_Th), 및 하한값(LB_N_Th) 각각은, 30(Ω), 27.3, 17.1로 산출될 수 있다. 이 경우, 제어부(45)는 내부저항 값($DCIR_N$= 30)이 상한값(UB_N_Th=27.3)을 초과함을 근거로, 배터리(10)의 하자(단선, disconnection defect)를 진단할 수 있다.

[0086] 도 3은 복수의 진단시점마다 산출된 이동 평균값, 상한값, 및 하한값을 누적하여 표시한 일 예시도이다.

[0087] 이하, 도 1 내지 도 3, 그리고 표 1, 표 3에 기초하여, 이동 평균값(MA_N), 상한값(UB_N_Th), 및 하한값(LB_N_Th)을 산출하는 일 예시를 설명한다.

[0088] BMS(40)는, 소정의 진단시점(N)과 유사한 환경에 있으면서 동시에 진단시점(N)과 인접한 복수의 진단시점을 추출하여 표본 집단을 결정할 수 있다. BMS(40)는, 표본집단에 속하는 복수의 내부저항 값들의 평균인 이동 평균값(MA_N) 및 복수의 표준편차들의 평균인 표준편차 평균값(σ_{N_ave})에 기초하여, 진단시점(N)에 대응하는 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)을 산출할 수 있다.

[0089] 일 실시예에 따라, 우선 BMS(40)는, 소정의 진단시점(N)을 기준으로 이전 진단시점 방향으로 진단시점을 카운트할 때 표본 개수(SN)인 5개에 대응하는 제N-1 진단시점, 제N-2 진단시점, 제N-3 진단시점, 제N-4 진단시점, 및 제N-5 진단시점을 추출할 수 있다.

[0090] 다음으로, BMS(40)는, 추출한 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값(23Ω, 24Ω, 20Ω, 21Ω, 23Ω)을 평균하여 진단시점(N)에 대응하는 이동 평균값(23Ω+ 24Ω+ 20Ω+ 21Ω+ 23Ω)/5 = 22.2Ω을 산출할 수 있다.

[0091] 앞서 설명한 표 3, 식(3), 식(4)를 통해, BMS(40)는, 상한값(27.3) 및 하한값(17.1)을 산출할 수 있다.

[0092] 다음으로, BMS(40)는 내부저항($DCIR_N$) 값을 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)과 비교하여 배터리(10)의 하자를 진단할 수 있다. 이때, 예를 들어, 내부저항($DCIR_N$)은 30Ω로 가정하자. BMS(40)는 내부저항 값($DCIR_N$=30)이 상한값(UB_N_Th=27.3)을 초과함을 근거로, 배터리의 하자(단선, disconnection defect)를 진단할 수 있다.

[0093] 도 3에 도시된 내부저항 밴드(DCIR Band)는, 복수의 진단시점마다 산출되는 이동 평균(MA), 상한값(UB_Th) 및 하한값(LB_Th)을 연결하여 도출될 수 있다. 내부저항 밴드(DCIR Band)는, 배터리(10)를 사용함에 따라 변하는

내부저항 값의 추세를 보여줄 수 있다.

[0095] 도 4는 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 설명하는 흐름도이다.

[0096] 이하, 도 1 내지 도 4를 참고하여, 배터리 진단 방법, 그 방법을 제공하는 배터리 진단 장치 및 배터리 시스템을 설명한다. 이하, 설명하는 배터리 시스템(2)에서 수행되는 배터리 진단 방법은, 배터리 진단 장치(1)에서도 동일하게 적용될 수 있다.

[0097] 우선, BMS(40)는, 배터리 데이터를 수집한다(S100). 이때, 배터리 데이터는 배터리(10)의 양단 전압인 배터리 전압 및 배터리(10)에 흐르는 전류인 배터리 전류를 포함할 수 있다.

[0098] 예를 들어, 배터리 전압 및 배터리 전류는 배터리의 내부저항(DCIR; Direct Current Internal Resistance)을 산출하는 데에 필요한 배터리 데이터일 수 있다.

[0099] 다음으로, BMS(40)는, 소정의 진단시점(N)에 인접한 복수의 진단시점을 추출하여, 표본 집단을 결정한다(S200).

[0100] BMS(40)는, 소정의 진단시점(N), 즉, 제N 진단시점을 기준으로 이전 진단시점 방향으로 진단시점을 카운트할 때 기 설정된 표본 개수(SN)에 대응하는 복수의 진단시점을 추출하여 표본 집단을 결정할 수 있다.

[0101] 예를 들어, 표본 개수(SN)는 5인 경우라고 가정하자. 상기 표 1에서, BMS(40)는, 제N 진단시점을 기준으로 이전 진단시점 방향으로 진단시점을 카운트할 때 표본 개수(SN)인 5개에 대응하는 제N-1 진단시점, 제N-2 진단시점, 제N-3 진단시점, 제N-4 진단시점, 및 제N-5 진단시점을 추출하여, 표본 집단을 결정할 수 있다.

[0102] 다음으로, BMS(40)는, 배터리(10)의 하자 진단의 기준값을 결정한다(S300). 일 실시예에 따라, 기준값은, 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)을 포함할 수 있다.

[0103] S300단계에서, 도 5를 참고하면, BMS(40)는, 표본집단에 속하는 복수의 진단시점 각각에 대응하는 내부저항 값을 평균하여 표본집단의 이동 평균값(MA_N)을 산출한다(S310).

[0104] 상기 표 1 및 상기 식(2)를 참고하면, BMS(40)는, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 복수의 내부저항 값(23Ω, 24Ω, 20Ω, 21Ω, 23Ω)을 평균하여 진단시점(N)에 대응하는 이동 평균값(MA_N) 22.2를 산출할 수 있다.

[0105] S300단계에서, BMS(40)는, 표본집단의 표준편차 평균값(σ_{N_ave})에 기초하여 오차값(E)을 산출한다(S320).

[0106] 예를 들어, 표본집단의 표준편차 평균값(σ_{N_ave})은, 표본집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 복수의 표준편차(σ_{N-5}, σ_{N-4}, σ_{N-3}, σ_{N-2}, σ_{N-1})를 평균하여 산출될 수 있다.

[0107] 상기 표1 및 상기 표 3을 참고하면, BMS(40)는, 표본 집단에 속하는 복수의 진단시점(N-5, N-4, N-3, N-2, N-1) 각각에 대응하는 복수의 표준편차(σ_{N-5}, σ_{N-4}, σ_{N-3}, σ_{N-2}, σ_{N-1})에 기초하여 제N 진단시점(N)에 대응하는 표준편차 평균값(σ_{N_ave},1.70)을 산출할 수 있다. 또한, BMS(40)는, 표준편차 평균값(σ_{N_ave})과 소정의 배수(Q)를 곱하여 오차값(E= $\sigma_{N_ave} \times Q$ = 1.70 × 3 = 5.1)을 산출할 수 있다. 이때, 배수(Q)는, 소정의 오차를 반영하기 위한 값으로, 실험에 의해 다양한 값으로 결정될 수 있다. 예를 들어, 배수(Q)는, 자연수 3으로 가정한다.

[0108] S300단계에서, BMS(40)는, 이동 평균값(MA_N) 및 오차값((E)에 기초하여, 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)을 산출한다(S330).

[0109] 상기 식(3)을 참고하면, BMS(40)는, 표본 집단의 이동 평균값(MA_N = 22.2)에 오차값((E = $\sigma_{N_ave} \times Q$ = 1.70 × 3 = 5.1)을 플러스 연산하여 상한값(UB_N_Th) 27.3을 산출할 수 있다. 또한, 상기 식(4)를 참고하면, BMS(40)는, 표본 집단의 이동 평균값(MA_N= 22.2)에 오차값(E= $\sigma_{N_ave} \times Q$ = 1.70 × 3 = 5.1)을 마이너스 계산하여 하한값(LB_N_Th) 17.1을 산출할 수 있다.

[0110] 다음으로, BMS(40)는, 현재 진단시점(N)에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값을 현재 진단시점(N)에 대응하는 상한값(UB_N_Th) 및 하한값(LB_N_Th)과 비교하여 배터리(10)의 하자를 진단한다(S400).

[0111] BMS(40)는, 배터리의 양단 전압인 배터리 전압 및 상기 배터리에 흐르는 전류인 배터리 전류에 기초하여 제N 진단시점에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값을 산출할 수 있다. 또한, 내부저항($DCIR_N$) 값은 S200 단계 또는 S300 단계에서 산출될 수 있다.

[0112] 예를 들어, BMS(40)는, 충전이 시작되는 제1 시점에 대응하는 배터리 전압(V1) 및 제1 시점으로부터 소정의 시간이 경과한 제2 시점에 대응하는 배터리 전압(V2) 간의 전압차($\Delta V = |V1 - V2|$)를 산출할 수 있다. BMS(40)는, 배터리(10)에 흐르는 충전전류(I) 및 전압차(ΔV)에 기초하여 내부저항($DCIR_N$) 값을 산출할 수 있다. 예를 들어, 제N 진단시점에 대응하는 내부저항($DCIR_N$) 값은 30Ω으로 산출되는 것으로 가정한다.

[0113] S400 단계에서, BMS(40)는, 내부저항($DCIR_N$) 값이 상한값(UB_N_Th)을 초과하는지 여부를 판단한다(S410).

[0114] S400 단계에서, 판단결과 초과하면(S410, Yes), BMS(40)는, 배터리(10)에 포함된 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단선 하자(disconnection defect)가 발생한 것으로 진단한다(S420).

[0115] 예를 들어, 병렬 연결되어 있는 복수의 배터리 셀 중 일부 배터리 셀의 병렬 연결이 끊어지면, 배터리(10)의 내부저항 값이 증가할 수 있다.

[0116] S400 단계에서, 판단결과 초과하지 않으면(S410, No), BMS(40)는, 내부저항 값($DCIR_N$)이 하한값(LB_N_Th) 미만인지 여부를 판단한다(S430).

[0117] S400 단계에서, 판단결과 미만이면(S430, Yes), BMS(40)는, 배터리(10)에 포함된 복수의 배터리 셀 중 적어도 하나에 단락 하자(short defect)가 발생한 것으로 진단한다(S440).

[0118] 예를 들어, 병렬 연결되어 있는 복수의 배터리 셀 중 일부 배터리 셀들끼리 서로 접촉(short)하면, 배터리(10)의 전체 저항인 내부저항 값이 감소할 수 있다.

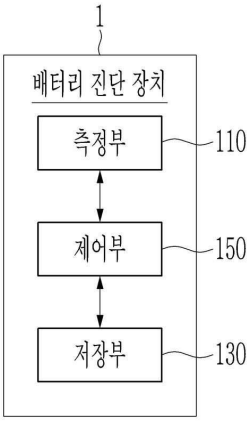
[0119] S400 단계에서, 판단결과 이상이면(S430, No), BMS(40)는, 배터리(10)의 상태를 정상으로 진단한다(S450).

[0120] 내부저항($DCIR_N$) 값이 하한값(LB_N_Th) 이상 상한값(UB_N_Th) 이하에 대응하는 정상 범위를 벗어나면, BMS(40)는, 배터리(10)의 상태를 하자(단선 하자 또는 단락 하자)로 진단할 수 있다. 또한, 내부저항($DCIR_N$) 값이 정상 범위에 속하면, BMS(40)는, 배터리(10)의 상태를 정상으로 진단할 수 있다.

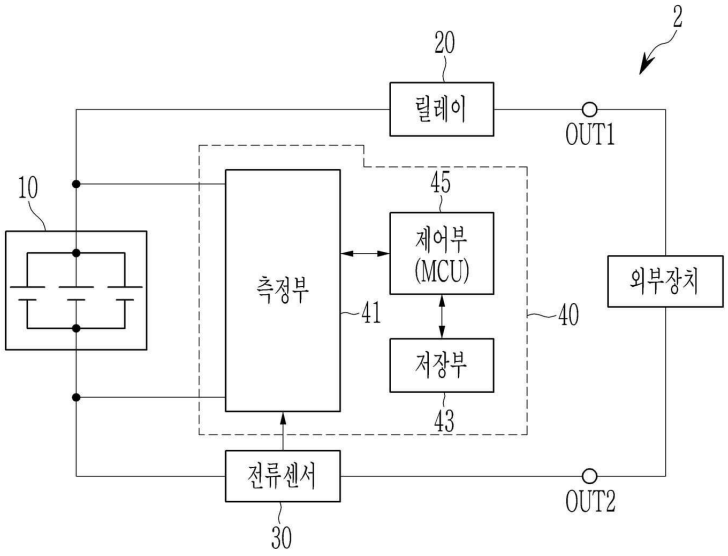
[0121] 이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명의 권리범위가 이에 한정되는 것은 아니며 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 여러 가지로 변형 및 개량한 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속한다.

도면

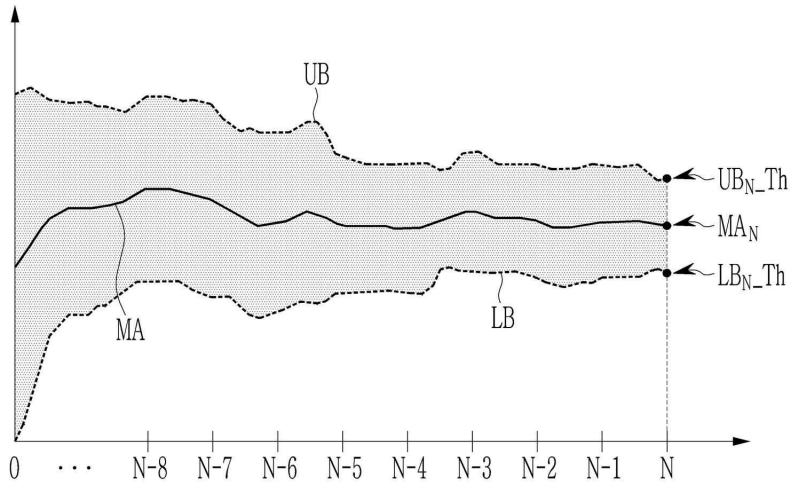
도면1



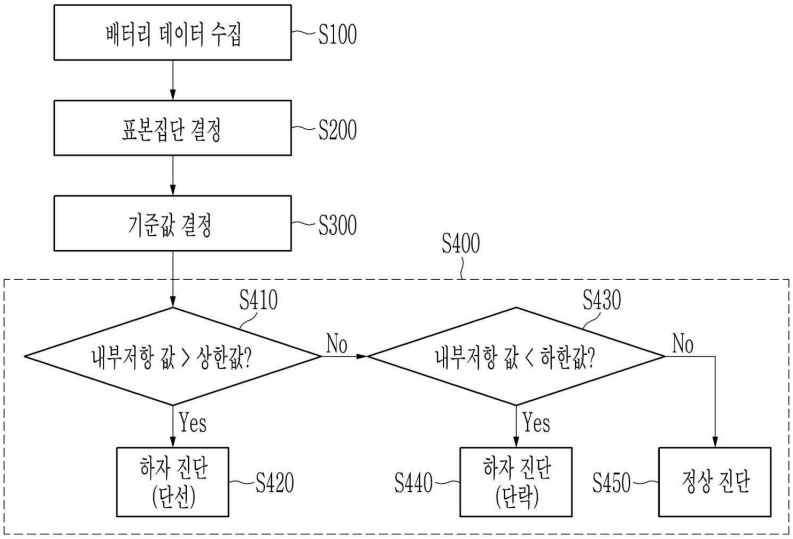
도면2



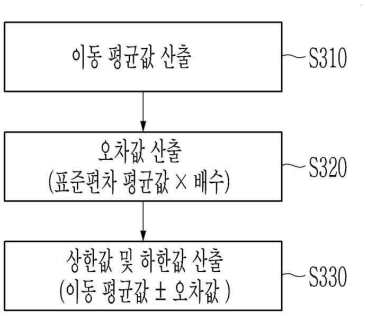
도면3



도면4


배터리 데이터 수집
S100
표본집단 결정
S200
기준값 결정
S300
S400
S410
내부저항 값 > 상한값?
No
Yes
하자 진단
(단선)
S420
S430
내부저항 값 < 하한값?
No
Yes
S440
하자 진단
(단락)
S450
정상 진단

도면5


이동 평균값 산출
S310
오차값 산출
(표준편차 평균값 × 배수)
S320
상한값 및 하한값 산출
(이동 평균값 ± 오차값)
S330