



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0010545  
(43) 공개일자 2023년01월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G01R 31/392* (2019.01) *B60L 58/10* (2019.01)  
*G01R 19/00* (2021.01) *G01R 19/10* (2006.01)  
*G01R 19/165* (2006.01) *G01R 19/30* (2006.01)  
*G01R 31/382* (2019.01) *G01R 31/396* (2019.01)  
 (52) CPC특허분류  
*G01R 31/392* (2019.01)  
*B60L 58/10* (2019.02)  
 (21) 출원번호 10-2021-0091231  
 (22) 출원일자 2021년07월12일  
 심사청구일자 없음

(71) 출원인  
**주식회사 엘지에너지솔루션**  
 서울특별시 영등포구 여의대로 108, 타워1 (여의도동, 파크원)  
 (72) 발명자  
**이순중**  
 대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술연구원)  
**김철택**  
 대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술연구원)  
**성용철**  
 대전광역시 유성구 문지로 188(문지동, LG화학기술연구원)  
 (74) 대리인  
**특허법인필앤은지**

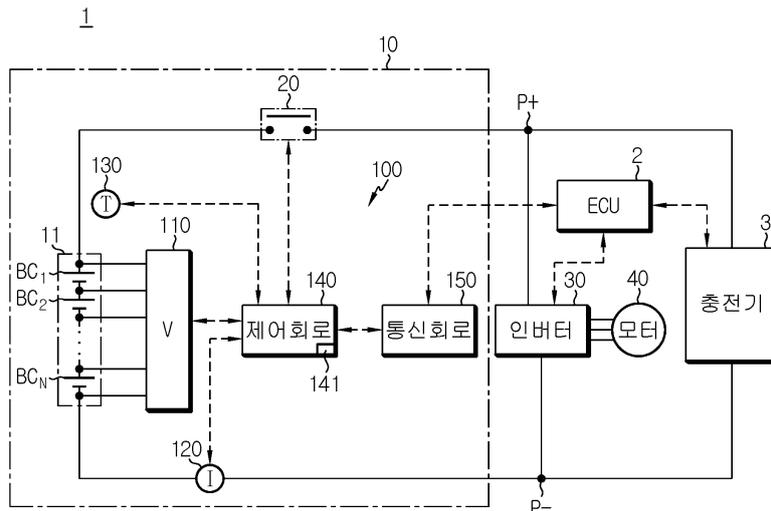
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 **배터리 진단 장치, 배터리 팩, 전기 차량 및 배터리 진단 방법**

**(57) 요약**

본 발명에 따른 배터리 진단 장치는, 배터리 셀의 셀 전압을 측정하는 전압 검출기; 및 소정 기간 동안 샘플링 시간마다 측정된 상기 셀 전압을 나타내는 복수의 전압값의 시계열인 기준 전압 커브에 제1 시간 길이의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브를 결정하는 제어 회로를 포함한다. 상기 제어 회로는, 각 서브 전압 커브에 대해, 상기 제1 시간 길이의 제1 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 장기 평균 전압값을 결정하고, 상기 제1 시간 길이보다 짧은 제2 시간 길이의 제2 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 단기 평균 전압값을 결정하고, 상기 장기 평균 전압값 및 상기 단기 평균 전압값 중 하나에서 다른 하나를 차감하여, 전압 편차를 결정한다. 상기 제어 회로는, 상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 복수의 상기 전압 편차 각각을 제1 임계 편차 및 제2 임계 편차 중 적어도 하나와 비교하여, 상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정한다.

**대표도 - 도1**



(52) CPC특허분류

*G01R 19/003* (2013.01)

*G01R 19/10* (2013.01)

*G01R 19/16542* (2013.01)

*G01R 19/30* (2021.05)

*G01R 31/382* (2019.01)

*G01R 31/396* (2019.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

배터리 셀의 셀 전압을 측정하도록 구성되는 전압 검출기; 및

소정 기간 동안 샘플링 시간마다 측정된 상기 셀 전압을 나타내는 복수의 전압값의 시계열인 기준 전압 커브에 제1 시간 길이의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브를 결정하도록 구성되는 제어 회로를 포함하고,

상기 제어 회로는, 각 서브 전압 커브에 대해, 상기 제1 시간 길이의 제1 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 장기 평균 전압값을 결정하고, 상기 제1 시간 길이보다 짧은 제2 시간 길이의 제2 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 단기 평균 전압값을 결정하고, 각 서브 전압 커브의 상기 장기 평균 전압값 및 상기 단기 평균 전압값 중 하나에서 다른 하나를 차감하여, 상기 서브 전압 커브에 연관된 전압 편차를 결정하고,

상기 제어 회로는, 상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 복수의 상기 전압 편차 각각을 제1 임계 편차 및 제2 임계 편차 중 적어도 하나와 비교하여, 상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정하도록 구성되는 배터리 진단 장치.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 임계 편차는 양수이고,

상기 제2 임계 편차는 상기 제1 임계 편차와 절대값이 동일한 음수인 배터리 진단 장치.

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어 회로는,

상기 복수의 서브 전압 커브 중 소정 개수 이상의 서브 전압 커브의 상기 전압 편차가, 상기 제1 임계 편차보다 크거나 상기 제2 임계 편차보다 작은 경우, 상기 배터리 셀이 비정상인 것으로 판정하도록 구성되는 배터리 진단 장치.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어 회로는,

상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 상기 복수의 전압 편차 중 어느 두 전압 편차가 제1 조건, 제2 조건 및 제3 조건을 만족하는 경우, 상기 배터리 셀이 비정상인 것으로 판정하도록 구성되되,

상기 제1 조건은, 상기 두 전압 편차 중 하나가 상기 제1 임계 편차 이상인 경우에 만족되고,

상기 제2 조건은, 상기 두 전압 편차 중 다른 하나가 상기 제2 임계 편차 이하인 경우에 만족되고,

상기 제3 조건은, 상기 두 전압 편차 간의 시간 간격이 임계 시간 이하인 경우에 만족되는 배터리 진단 장치.

**청구항 5**

제1항에 있어서,

상기 배터리 셀을 통해 흐르는 배터리 전류를 측정하도록 구성되는 전류 검출기를 더 포함하는 배터리 진단 장치.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 제어 회로는,

상기 소정 기간 동안 상기 샘플링 시간마다 측정된 상기 배터리 전류를 나타내는 복수의 전류값의 시계열인 기준 전류 커브에 대해 상기 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전류 커브를 결정하도록 구성되되,

상기 복수의 서브 전류 커브는, 상기 복수의 서브 전압 커브에 일대일로 연관되는 배터리 진단 장치.

**청구항 7**

제6항에 있어서,

상기 제어 회로는, 각 서브 전류 커브에 대해,

상기 서브 전류 커브의 최대 전류값과 최소 전류값 간의 차이인 전류 변화량을 결정하고,

상기 전류 변화량이 임계 변화량 미만인 것을 조건으로, 상기 서브 전류 커브에 연관된 상기 서브 전압 커브의 상기 장기 평균 전압값 및 상기 단기 평균 전압값을 결정하도록 구성되는 배터리 진단 장치.

**청구항 8**

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 따른 상기 배터리 진단 장치를 포함하는 배터리 팩.

**청구항 9**

제8항에 따른 상기 배터리 팩을 포함하는 전기 차량.

**청구항 10**

소정 기간 동안 샘플링 시간마다 배터리 셀의 셀 전압을 측정하여, 상기 셀 전압을 나타내는 복수의 전압값의 시계열인 기준 전압 커브에 제1 시간 길이의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브를 결정하는 단계;

상기 복수의 서브 전압 커브의 각 서브 전압 커브에 대해, 상기 제1 시간 길이의 제1 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 장기 평균 전압값을 결정하고, 상기 제1 시간 길이보다 짧은 제2 시간 길이의 제2 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 단기 평균 전압값을 결정하고, 각 서브 전압 커브상기 장기 평균 전압값 및 상기 단기 평균 전압값 중 하나에서 다른 하나를 차감하여, 상기 서브 전압 커브에 연관된 전압 편차를 결정하는 단계; 및

상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 복수의 상기 전압 편차 각각을 제1 임계 편차 및 제2 임계 편차 중 적어도 하나와 비교하여, 상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정하는 단계를 포함하는 배터리 진단 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정하는 단계는,

상기 복수의 서브 전압 커브 중 소정 개수 이상의 서브 전압 커브의 상기 전압 편차가, 상기 제1 임계 편차보다 크거나 상기 제2 임계 편차보다 작은 경우, 상기 배터리 셀이 비정상인 것으로 판정하는 단계인 배터리 진단 방법.

**청구항 12**

제10항에 있어서,

상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정하는 단계는,

상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 상기 복수의 전압 편차 중 어느 두 전압 편차가 제1 조건, 제2 조건 및 제3 조건을 만족하는 경우, 상기 배터리 셀이 비정상인 것으로 판정하는 단계이되,

상기 제1 조건은, 상기 두 전압 편차 중 하나가 상기 제1 임계 편차 이상인 경우에 만족되고,

상기 제2 조건은, 상기 두 전압 편차 중 다른 하나가 상기 제2 임계 편차 이하인 경우에 만족되고,

상기 제3 조건은, 상기 두 전압 편차 간의 시간 간격이 임계 시간 이하인 경우에 만족되는 배터리 진단 방법.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 배터리 셀의 이상정 여부를 진단하는 기술에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0003] 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.

[0004] 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.

[0005] 최근, 고전압이 요구되는 애플리케이션(예, 전기 차량, 에너지 저장 시스템)이 널리 보급됨에 따라, 배터리 팩 내에 직렬 연결된 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 정확하게 검출해내는 진단 기술의 필요성이 증대되고 있다.

[0006] 종래에는, 각 배터리 셀의 상태 파라미터(예, 셀 전압)를 나머지 배터리 셀들 중 적어도 하나의 배터리 셀의 상태 파라미터와 비교함으로써, 각 배터리 셀의 이상을 검출하는 방식을 주로 채용하고 있다. 그러나, 해당 방식은, (i)복수의 배터리 셀의 개수만큼의 비교 과정들을 거쳐야만 하므로, 모든 배터리 셀들의 이상을 개별적으로 진단하는 데에 많은 소프트웨어적 자원(연산 부하)과 시간이 요구되는 단점 및 (ii)복수의 배터리 셀 중 이상 배터리 셀의 개수가 늘어날수록 오진단이 발생할 가능성이 높아진다는 단점이 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은, 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 단일의 배터리 셀 또는 직렬 연결된 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 진단함에 있어서, 각 배터리 셀의 셀 전압을 다른 배터리 셀(들)의 셀 전압과 비교하

는 과정없이, 각 배터리 셀의 셀 전압의 경시적 변화를 활용하여 해당 배터리 셀의 비정상을 진단하는 배터리 진단 장치, 배터리 팩, 전기 차량 및 배터리 진단 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 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.

**과제의 해결 수단**

[0011] 본 발명의 일 측면에 따른 배터리 진단 장치는, 배터리 셀의 셀 전압을 측정하도록 구성되는 전압 검출기; 및 소정 기간 동안 샘플링 시간마다 측정된 상기 셀 전압을 나타내는 복수의 전압값의 시계열인 기준 전압 커브에 제1 시간 길이의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브를 결정하도록 구성되는 제어 회로를 포함한다. 상기 제어 회로는, 각 서브 전압 커브에 대해, 상기 제1 시간 길이의 제1 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 장기 평균 전압값을 결정하고, 상기 제1 시간 길이보다 짧은 제2 시간 길이의 제2 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 단기 평균 전압값을 결정하고, 각 서브 전압 커브의 상기 장기 평균 전압값 및 상기 단기 평균 전압값 중 하나에서 다른 하나를 차감하여, 상기 서브 전압 커브에 연관된 전압 편차를 결정하도록 구성된다. 상기 제어 회로는, 상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 복수의 상기 전압 편차 각각을 제1 임계 편차 및 제2 임계 편차 중 적어도 하나와 비교하여, 상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정하도록 구성된다.

[0012] 상기 제1 임계 편차는 양수이고, 상기 제2 임계 편차는 상기 제2 임계 편차와 절대값이 동일한 음수일 수 있다.

[0013] 상기 제어 회로는, 상기 복수의 서브 전압 커브 중 소정 개수 이상의 서브 전압 커브의 상기 전압 편차가, 상기 제1 임계 편차보다 크거나 상기 제2 임계 편차보다 작은 경우, 상기 배터리 셀이 비정상인 것으로 판정하도록 구성될 수 있다.

[0014] 상기 제어 회로는, 상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 상기 복수의 전압 편차 중 어느 두 전압 편차가 제1 조건, 제2 조건 및 제3 조건을 만족하는 경우, 상기 배터리 셀이 비정상인 것으로 판정하도록 구성될 수 있다. 상기 제1 조건은, 상기 두 전압 편차 중 하나가 상기 제1 임계 편차 이상인 경우에 만족된다. 상기 제2 조건은, 상기 두 전압 편차 중 다른 하나가 상기 제2 임계 편차 이하인 경우에 만족된다. 상기 제3 조건은, 상기 두 전압 편차 간의 시간 간격이 임계 시간 이하인 경우에 만족된다.

[0015] 상기 배터리 진단 장치는, 상기 배터리 셀을 통해 흐르는 배터리 전류를 측정하도록 구성되는 전류 검출기를 더 포함할 수 있다.

[0016] 상기 제어 회로는, 상기 소정 기간 동안 상기 샘플링 시간마다 측정된 상기 배터리 전류를 나타내는 복수의 전류값의 시계열인 기준 전류 커브에 대해 상기 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전류 커브를 결정하도록 구성될 수 있다. 상기 복수의 서브 전류 커브는, 상기 복수의 서브 전압 커브에 일대일로 연관된다.

[0017] 상기 제어 회로는, 각 서브 전류 커브에 대해, 상기 서브 전류 커브의 최대 전류값과 최소 전류값 간의 차이인 전류 변화량을 결정하고, 상기 전류 변화량이 임계 변화량 미만인 것을 조건으로, 상기 서브 전류 커브에 연관된 상기 서브 전압 커브의 상기 장기 평균 전압값 및 상기 단기 평균 전압값을 결정하도록 구성될 수 있다.

[0018] 본 발명의 다른 측면에 따른 배터리 팩은 상기 배터리 진단 장치를 포함한다.

[0019] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 전기 차량은 상기 배터리 팩을 포함한다.

[0020] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 배터리 진단 방법은, 소정 기간 동안 샘플링 시간마다 측정된 배터리 셀의 셀 전압을 나타내는 복수의 전압값의 시계열인 기준 전압 커브에 제1 시간 길이의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브를 결정하는 단계; 상기 복수의 서브 전압 커브의 각 서브 전압 커브에 대해, 상기 제1 시간 길이의 제1 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 장기 평균 전압값을 결정하고, 상기 제1 시간 길이보다 짧은 제2 시간 길이의 제2 평균 필터를 이용하여, 상기 서브 전압 커브의 단기 평균 전압값을 결정하고, 각 서브 전압 커브상기 장기 평균 전압값 및 상기 단기 평균 전압값 중 하나에서 다른 하나를 차감하여, 상기 서브 전압 커브에 연관된 전압 편차를 결정하는 단계; 및 상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 복수의 상기 전압 편차 각각을 제1 임계 편차 및 제2 임계 편차 중 적어도 하나와 비교하여, 상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정하는 단계를 포함한다.

[0021] 상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정하는 단계는, 상기 복수의 서브 전압 커브 중 소정 개수 이상의 서브 전압 커브의 상기 전압 편차가, 상기 제1 임계 편차보다 크거나 상기 제2 임계 편차보다 작은 경우, 상기 배터리 셀이 비정상인 것으로 판정하는 단계일 수 있다.

[0022] 상기 배터리 셀이 비정상인지 여부를 판정하는 단계는, 상기 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 상기 복수의 전압 편차 중 어느 두 전압 편차가 제1 조건, 제2 조건 및 제3 조건을 만족하는 경우, 상기 배터리 셀이 비정상인 것으로 판정하는 단계일 수 있다. 상기 제1 조건은, 상기 두 전압 편차 중 하나가 상기 제1 임계 편차 이상인 경우에 만족될 수 있다. 상기 제2 조건은, 상기 두 전압 편차 중 다른 하나가 상기 제2 임계 편차 이하인 경우에 만족될 수 있다. 상기 제3 조건은, 상기 두 전압 편차 간의 시간 간격이 임계 시간 이하인 경우에 만족될 수 있다.

**발명의 효과**

[0024] 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 단일의 배터리 셀 또는 직렬 연결된 복수의 배터리 셀 각각의 이상을 진단함에 있어서, 각 배터리 셀의 셀 전압을 다른 배터리 셀(들)의 셀 전압과 비교하는 과정없이, 각 배터리 셀의 셀 전압의 경시적 변화를 활용하여 해당 배터리 셀의 비정상을 진단할 수 있다. 따라서, 각 배터리 셀의 이상을 진단하는 데에 필요한 소프트웨어적 자원과 시간을 절약할 수 있음과 아울러, 복수의 배터리 셀 중 이상 배터리 셀의 개수가 증가함에 따른 오진단의 가능성이 저하된다.

[0025] 본 발명의 실시예들 중 적어도 하나에 의하면, 각 배터리 셀의 셀 전압의 장기적 추세와 단기적 추세 간의 차이를 구함으로써, 해당 배터리 셀의 셀 전압의 측정값들에 포함된 측정 노이즈가 효과적으로 제거되어 해당 배터리 셀의 셀 전압의 비정상적 변화를 정밀하게 검출해낼 수 있다.

[0026] 본 발명의 효과들은 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 효과들은 청구범위의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**도면의 간단한 설명**

[0028] 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.

도 1은 본 발명에 따른 전기 차량의 구성을 예시적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 배터리 셀의 셀 전압의 실제 전압값들의 원시 시계열(raw time series)에 대응하는 전압 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

도 3은 도 2의 전압 커브에 대응하는 원시 시계열에 측정 노이즈를 합성하여 취득된 측정 전압 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

도 4는 도 3의 전압 커브에 제1 평균 필터를 적용하여 취득되는 제1 이동 평균 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

도 5는 도 3의 전압 커브에 제2 평균 필터를 적용하여 취득되는 제2 이동 평균 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

도 6은 도 4의 제1 이동 평균 커브와 도 5의 제2 이동 평균 커브 간의 차이인 전압 편차 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0029] 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.

- [0030] 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.
- [0031] 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.
- [0032] 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 <제어 회로>와 같은 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0033] 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.
- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 전기 차량의 구성을 예시적으로 나타낸 도면이다.
- [0035] 도 1을 참조하면, 전기 차량(1)은, 차량 컨트롤러(2), 배터리 팩(10), 인버터(30) 및 전기 모터(40)를 포함한다. 배터리 팩(10)의 충전 단자(P+, P-)는, 충전 케이블 등을 통해 충전기(3)에 전기적으로 결합될 수 있다. 충전기(3)는, 전기 차량(1)에 포함된 것이거나, 충전 스테이션에 마련된 것일 수 있다.
- [0036] 차량 컨트롤러(2)(예, ECU: Electronic Control Unit)는, 전기 차량(1)에 마련된 시동 버튼(미도시)이 사용자에 의해 ON-위치로 전환된 것에 응답하여, 키-온 신호를 배터리 진단 장치(100)에게 전송하도록 구성된다. 차량 컨트롤러(2)는, 시동 버튼이 사용자에 의해 OFF-위치로 전환된 것에 응답하여, 키-오프 신호를 배터리 진단 장치(100)에게 전송하도록 구성된다. 충전기(3)는, 차량 컨트롤러(2)와 통신하여, 배터리 팩(10)의 충전 단자(P+, P-)를 통해 정전류 또는 정전압의 충전 전력을 공급할 수 있다. 충전기(3)는, 방전 기능을 가질 수 있으며, 후술된 제1 충전 스테이지(S1)를 개시하기에 앞서서, 차량 컨트롤러(2)의 요청에 따라 배터리(11)의 배터리 전압(예, OCV)이 소정의 기준 전압 이하가 되도록 배터리(11)를 방전시킬 수 있다.
- [0037] 배터리 팩(10)은, 배터리(11), 릴레이(20) 및 배터리 진단 장치(100)를 포함한다.
- [0038] 배터리(11)는, 적어도 하나의 배터리 셀(BC)을 포함한다. 도 1에서는, 배터리(11)가 직렬 연결된 복수의 배터리 셀(BC<sub>1</sub>~BC<sub>N</sub>, N은 2 이상의 자연수)을 포함하는 것으로 예시적으로 도시하였다. 복수의 배터리 셀(BC<sub>1</sub>~BC<sub>N</sub>)은, 서로 동일한 전기화학적 사양을 가지도록 제공된 것일 수 있다. 이하에서는, 복수의 배터리 셀(BC<sub>1</sub>~BC<sub>N</sub>)에 공통된 내용을 설명함에 있어서, 배터리 셀에 대해 부호 'BC'를 부여하였다.
- [0039] 배터리 셀(BC)은, 예컨대 리튬 이온 셀과 같이 반복적인 충방전이 가능한 것이라면, 그 종류는 특별히 한정되지 않는다.
- [0040] 릴레이(20)는, 배터리(11) 및 인버터(30)를 연결하는 전력 경로를 통해, 배터리(11)에 전기적으로 직렬 연결된다. 도 1에서는, 릴레이(20)가 배터리(11)의 양극 단자와 충전 단자(P+) 사이에 연결된 것으로 예시되어 있다. 릴레이(20)는, 배터리 진단 장치(100)로부터의 스위칭 신호에 응답하여, 온오프 제어된다. 릴레이(20)는, 코일의 자기력에 의해 온오프되는 기계식 컨택터이거나, MOSFET(Metal Oxide Semiconductor Field Effect transistor)과 같은 반도체 스위치일 수 있다.
- [0041] 인버터(30)는, 배터리 진단 장치(100) 또는 차량 컨트롤러(2)로부터의 명령에 응답하여, 배터리 팩(10)에 포함된 배터리(11)로부터의 직류 전류를 교류 전류로 변환하도록 제공된다. 전기 모터(40)는, 인버터(30)로부터의 교류 전력을 이용하여 구동한다. 전기 모터(40)로는, 예컨대 3상 교류 모터를 이용할 수 있다. 인버터(30) 및 전기 모터(40)를 비롯하여, 배터리(11)의 방전 전력을 공급받는 전기 차량(1) 내의 구성들을 전기 부하라고 통칭할 수 있다.
- [0042] 배터리 진단 장치(100)는, 전압 검출기(110) 및 제어 회로(140)를 포함한다. 배터리 진단 장치(100)는, 전류 검출기(120), 온도 검출기(130) 및 통신 회로(150) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [0043] 전압 검출기(110)는, 배터리 셀(BC)의 양극 단자 및 음극 단자에 연결되어, 배터리 셀(BC)의 양단에 걸친 전압

인 셀 전압을 측정하고, 측정된 셀 전압을 나타내는 전압 신호를 생성하도록 구성된다. 전압 검출기(110)는, 전압 측정 IC 등과 같은 공지의 전압 검출 소자들 중 하나 또는 둘 이상의 조합으로 구현될 수 있다.

[0044] 전류 검출기(120)는, 배터리(11)와 인버터(30) 간의 전류 경로를 통해 배터리(11)에 직렬로 연결된다. 전류 검출기(120)는, 배터리(11)를 통해 흐르는 배터리 전류('충방전 전류'라고 칭할 수도 있음)를 측정하고, 측정된 배터리 전류를 나타내는 전류 신호를 생성하도록 구성된다. 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ )는 직렬 연결되어 있으므로, 복수의 배터리 셀( $BC_1 \sim BC_N$ ) 중 어느 하나에 흐르는 배터리 전류는 나머지 배터리 셀들에 흐르는 배터리 전류와 동일하다. 전류 검출기(120)는, 션트 저항, 홀 효과 소자 등과 같은 공지의 전류 검출 소자들 중 하나 또는 둘 이상의 조합으로 구현될 수 있다.

[0045] 온도 검출기(130)는, 배터리(11)의 온도인 배터리 온도를 측정하고, 측정된 배터리 온도를 나타내는 온도 신호를 생성하도록 구성된다. 온도 검출기(130)는, 열전대, 서미스터, 바이메탈 등과 같은 공지의 온도 검출 소자들 중 하나 또는 둘 이상의 조합으로 구현될 수 있다.

[0046] 통신 회로(150)는, 제어 회로(140)와 차량 컨트롤러(2) 간의 유선 통신 또는 무선 통신을 지원하도록 구성된다. 유선 통신은 예컨대 캔(CAN: controller area network) 통신일 수 있고, 무선 통신은 예컨대 지그비나 블루투스 통신일 수 있다. 물론, 제어 회로(140)와 차량 컨트롤러(2) 간의 유무선 통신을 지원하는 것이라면, 통신 프로토콜의 종류는 특별히 한정되는 것은 아니다. 통신 회로(150)는, 제어 회로(140) 및/또는 차량 컨트롤러(2)로부터 수신된 정보를 사용자(운전자)가 인식 가능한 형태로 제공하는 출력 디바이스(예, 디스플레이, 스피커)를 포함할 수 있다.

[0047] 제어 회로(140)는, 릴레이(20), 전압 검출기(110) 및 통신 회로(150)에 동작 가능하게 결합된다. 두 구성이 동작 가능하게 결합된다는 것은, 단방향 또는 양방향으로 신호를 송수신 가능하도록 두 구성이 직간접적으로 연결되어 있음을 의미한다.

[0048] 제어 회로(140)는, 전압 검출기(110)로부터의 전압 신호, 전류 검출기(120)로부터의 전류 신호 및/또는 온도 검출기(130)로부터의 온도 신호를 수집할 수 있다. 즉, 제어 회로(140)는, 내부에 마련된 ADC(Analog to Digital Converter)를 이용하여, 센서들(110, 120, 130)로부터 수집된 각각의 아날로그 신호를 디지털 값으로 변환 및 기록할 수 있다. 대안적으로, 전압 검출기(110), 전류 검출기(120) 및 온도 검출기(130) 각각은 그 내부에 ADC를 포함하고, 디지털 값을 제어 회로(140)에 전송할 수 있다.

[0049] 제어 회로(140)는, '배터리 컨트롤러'라고 칭할 수 있으며, 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.

[0050] 메모리(141)는, 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. 메모리(141)는, 제어 회로(140)에 의한 연산 동작에 요구되는 데이터 및 프로그램을 저장할 수 있다. 메모리(141)는, 제어 회로(140)에 의한 연산 동작의 결과를 나타내는 데이터를 저장할 수 있다. 메모리(141)는, 배터리 셀(BC)의 비정상 여부를 판정하는 데에 이용되는, 데이터 세트들 및 소프트웨어들을 저장할 수 있다. 메모리(141)는, 제어 회로(140) 내에 집적화될 수 있다.

[0051] 전기 부하(30, 40) 및/또는 충전기(3)의 동작 중 릴레이(20)가 턴 온되는 경우, 배터리(11)는 충전 모드 또는 방전 모드가 된다. 배터리(11)가 충전 모드 또는 방전 모드에서 사용 중에 릴레이(20)가 턴 오프되는 경우, 배터리(11)는 휴지 모드로 전환된다.

[0052] 제어 회로(140)는, 키-온 신호에 응답하여, 릴레이(20)를 턴 온시킬 수 있다. 제어 회로(140)는, 키-오프 신호에 응답하여, 릴레이(20)를 턴 오프시킬 수 있다. 키-온 신호는, 휴지로부터 충전 또는 방전으로의 전환을 요청하는 신호이다. 키-오프 신호는, 충전 또는 방전으로부터 휴지로의 전환을 요청하는 신호이다. 대안적으로, 릴레이(20)의 온오프 제어는, 제어 회로(140) 대신 차량 컨트롤러(2)가 담당할 수 있다.

[0053] 도 1에서는, 배터리 진단 장치(100)가 전기 차량(1)을 위한 배터리 팩(10)에 포함되는 것으로 도시하였으나, 이

는 일례로서 이해되어야 한다. 즉, 배터리 진단 장치(100)는, 배터리 셀(BC)의 제조 공정에서 비정상 배터리 셀을 선별하는 데에 이용되는 테스트 시스템에 포함될 수도 있다.

[0054] 도 2는 배터리 셀의 셀 전압의 실제 전압값들의 원시 시계열(raw time series)에 대응하는 전압 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이고, 도 3은 도 2의 전압 커브에 대응하는 원시 시계열에 측정 노이즈를 합성하여 취득된 측정 전압 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이고, 도 4는 도 3의 전압 커브에 제1 평균 필터를 적용하여 취득되는 제1 이동 평균 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이고, 도 5는 도 3의 전압 커브에 제2 평균 필터를 적용하여 취득되는 제2 이동 평균 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이며, 도 6은 도 4의 제1 이동 평균 커브와 도 5의 제2 이동 평균 커브 간의 차이인 전압 편차 커브를 예시적으로 보여주는 그래프이다.

[0055] 먼저, 도 2를 참조하면, 전압 커브(200)는, 소정 기간( $t_1 \sim t_M$ )에 걸쳐 충전 시에 배터리 셀(BC)의 셀 전압의 실제 전압값들을 포함하는 원시 시계열의 일 예이다. 이해를 돕기 위해, 셀 전압은 선형적으로 증가하고,  $t_1$  전 기간과  $t_M$  후의 기간에 대한 실제 전압값들의 도시는 생략하였다.

[0056] 배터리 셀(BC)이 정상인 경우, 충전 중에는 셀 전압이 지속적으로 완만하게 상승해나간다. 반면, 배터리 셀(BC)이 그 내부에 어떠한 고장 상태(예, 미세 단락, 전극탭의 일부분이 찢어짐)를 가지는 비정상인 경우, 충전 중 임에도 셀 전압이 일시적으로 급하강하거나 급상승하는 이상 거동이 불규칙하게 관측될 수 있다. 도 2의 전압 커브(200)는 배터리 셀(BC)이 비정상인 예 연관된 것으로서, 영역(X)는 셀 전압이 비정상적으로 급하강하는 시간 범위를, 영역(Y)는 셀 전압이 비정상적으로 급상승하는 시간 범위를 나타내고 있다. 도 2는 충전 중의 셀 전압을 예시하고 있으나, 비정상 배터리 셀은 방전 중 또는 휴지 중에도 셀 전압이 비정상적으로 변화할 수 있다. 예컨대, 방전 중에 있어서, 정상 배터리 셀의 셀 전압은 지속적으로 완만하게 하강해나가는 반면, 비정상 배터리 셀의 셀 전압은 일시적으로 급상승하거나 급하강할 수 있다.

[0057] 다음으로, 도 3을 참조하면, 전압 커브(300)는 도 2의 전압 커브(200)의 실제 셀 전압에 측정 노이즈가 합성된 결과 즉, 측정된 셀 전압을 나타내는 전압값들을 시간순으로 정렬한 시계열을 나타낸다. M은 소정의 총 샘플링 횟수(예, 300)를 나타내는 자연수이고, K는 M 이하의 자연수라고 할때,  $t_k$ 는 전압 커브(300)에 포함된 총 M개의 전압값들 중 시간순으로 K번째 전압값( $V_m[K]$ )의 측정 타이밍(제K 측정 타이밍  $t_k$ )이며, 인접한 두 측정 타이밍 간의 시간 간격은 소정의 샘플링 시간(예, 0.1초)만큼 이격되어 있다. 전압값( $V_m[K]$ )는, 전압 커브(300)에 포함된 총 M개의 전압값들 중, 측정 타이밍( $t_k$ )에 인덱스된 데이터 포인트이다.

[0058] 측정 노이즈는, 전압 검출기(110)의 내외부적 요인들(예, 전압 측정기의 온도, 샘플링 레이트, 전자기파 등)로 인해 시간에 따라 불규칙적으로 발생될 수 있다. 전류 커브(310)는, 소정 기간( $t_1 \sim t_M$ )에 걸쳐 측정된 배터리 전류의 전류값들을 포함하는 시계열이다. 설명의 편의를 위해, 배터리 전류는 소정 기간( $t_1 \sim t_M$ ) 동안 일정한 것으로 예시하였다.

[0059] 도 3의 전압 커브(300)를 도 2의 전압 커브(200)와 비교해보면, 도 2의 측정 노이즈가 없는 전압 커브(200)로부터는 이상 거동(X, Y)를 쉽게 식별 가능한 반면, 도 3의 소정 기간( $t_1 \sim t_M$ ) 전체에 걸쳐 측정 노이즈가 혼재된 전압 커브(300)로부터는 이상 거동(X, Y)을 식별하기 어렵다는 과제가 있다.

[0060] 본 발명의 발명자는, 셀전압의 측정 타이밍에서 발생된 측정 노이즈가 포함된 전압값들(측정값들)의 시계열(300)에 제1 평균 필터 및 제2 평균 필터를 적용함으로써, 전술된 과제가 해결될 수 있음을 확인하였다. 진단 대상인 배터리 셀(BC)에 대해 과거 소정 기간에 걸쳐 취득된 전압값들의 시계열을 '기준 전압 커브'라고 칭하고, 전류값들의 시계열을 '기준 전류 커브'라고 칭할 수 있다. 이하에서는, 전압 커브(300) 및 전류 커브(310)를 각각 기준 전압 커브와 기준 전류 커브로 가정하여 설명하겠다.

[0061] 먼저, 제어 회로(140)는, 기준 전압 커브(300)에 대해 제1 시간 길이의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브를 결정할 수 있다. 아울러, 제어 회로(140)는, 기준 전류 커브(310)에 대해 제1 시간 길이의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브에 일대일 연관된 복수의 서브 전류 커브를 결정할 수 있다.

[0062] K는 M 이하의 자연수라고 할때, 기준 전압 커브(300)로부터 총 M개의 서브 전압 커브(즉, 제1 내지 제M 서브 전압 커브)가 결정될 수 있다. 기준 전압 커브(300)는, 샘플링 시간(W)마다 순차적으로 측정된 총 M개의 전압값들(즉, 제1 내지 제M 전압값)을 포함한다. 서브 전압 커브( $S_k$ )는 기준 전압 커브(300)의 부분집합으로서 시간순으로 연속된 (A/W+1)개의 전압값들을 포함한다. 일 예로, 샘플링 시간 W = 0.1초, 제1 시간 길이 A = 10초인

경우, 서브 전압 커브( $S_k$ )는 총 101개의 전압값 즉, 제(K-P) 전압값부터 제(K+P) 전압값까지의 시계열이다.  $P=A/2W=50$ .

[0063] 도 3에서,  $R_k$ 는 서브 전압 커브( $S_k$ )에 연관된 서브 전류 커브이다. 따라서, 서브 전류 커브( $R_k$ ) 역시 시간순으로 연속된  $(A/W+1)$ 개의 데이터 포인트들(전류값들)을 포함할 수 있다.

[0064] 배터리 전류가 크게 변동할수록, 셀 전압 역시 크게 변동한다. 배터리 전류로 인한 셀 전압의 급격한 변동은, 기준 전압 커브(300)로부터 셀 전압의 비정상적인 거동을 식별하는 데에 방해 요소가 된다. 따라서, 제어 회로(140)는, 서브 전류 커브( $R_k$ )의 전류 변화량이 임계 변화량 이하인 것을 조건으로, 서브 전압 커브( $S_k$ )에 대한 후술된 연산 과정들을 실행할 수 있다. 서브 전류 커브( $R_k$ )의 전류 변화량은, 서브 전류 커브( $R_k$ )의 최대 전류값과 최소 전류값 간의 차이일 수 있다. 본 발명은, 정전류 충전 또는 휴지와 같이 배터리 전류의 변동이 작은 동안에 측정된 셀 전압의 시계열로부터 배터리 셀의 비정상상을 진단하는 데에 적합하다.

[0065] 도 4를 참조하면, 제1 평균 전압 커브(400)는, 기준 전압 커브(300)에 제1 시간 길이(A)의 제1 평균 필터를 적용하여 취득된다. 제1 평균 필터는, 로우 패스 필터의 일종으로서, 제1 시간 길이(A)에 대응하는 부분집합 크기(subset size,  $A/W+1$ )를 가지는 중심 이동 평균(centered moving average)일 수 있다. 일 예로, 제어 회로(140)는, 서브 전압 커브( $S_k$ )에 포함된  $(A/W+1)$ 개의 전압값들 즉, 제(K-P) 전압값 내지 제(K-1) 전압값, 제K 전압값 및 제(K+1) 전압값 내지 제(K+P) 전압값을 평균하여, 측정 타이밍( $t_k$ )에 인덱스되는 장기 평균 전압값( $V_{av1}[K]$ )을 결정한다. 아래의 수식 1은 제1 평균 필터를 나타낸다.

[0066] <수식 1>

$$V_{av1}[k] = \frac{\sum_{i=k-P}^{k+P} V_m[i]}{\frac{A}{W} + 1}$$

[0067]

[0068] 수식 1에서,  $V_m[i]$ 는 기준 전압 커브(300)에 포함된 제i 전압값, A는 제1 시간 길이, W는 샘플링 시간,  $P=A/2W$ ,  $V_{av1}[K]$ 는 측정 타이밍( $t_k$ )에서의 장기 평균 전압값이다. 제어 회로(140)는, 수식 1의 K에 1부터 M을 대입함으로써, 도 4의 제1 평균 전압 커브(400)를 결정할 수 있다. 제1 시간 길이 A는 샘플링 시간 W의 정수배로서 미리 정해져 있다. 따라서, 제1 시간 길이 A는 장기 평균 전압값( $V_{av1}[K]$ )을 구하는 데에 이용되는 부분집합의 크기  $(A/W+1)$ 를 나타낸다.

[0069] 도 5를 참조하면, 제2 평균 전압 커브(500)는, 기준 전압 커브(300)에 제1 시간 길이(A)보다 짧은 제2 시간 길이(B)의 제2 평균 필터를 적용하여 취득된다. 제2 평균 필터는, 로우 패스 필터의 일종으로서, 제2 시간 길이(B)에 대응하는 부분집합 크기( $B/W+1$ )를 가지는 중심 이동 평균일 수 있다. 일 예로, 제어 회로(140)는, 서브 전압 커브( $S_k$ )에 포함된  $(B/W+1)$ 개의 전압값들 즉, 제(K-Q) 전압값 내지 제(K-1) 전압값, 제K 전압값 및 제(K+1) 전압값 내지 제(K+Q) 전압값을 평균하여, 측정 타이밍( $t_k$ )에 인덱스되는 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ )을 결정한다.  $Q=B/2W$ . 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ )은, 서브 전압 커브( $S_k$ )의 부분집합( $U_k$ )의 평균이다. 부분집합( $U_k$ )은, 서브 전압 커브( $S_k$ )의 시간 범위( $t_{k-P} \sim t_{k+P}$ ) 내에 위치하면서 시간 범위( $t_{k-P} \sim t_{k+P}$ )와 중심( $t_k$ )이 동일한 시간 범위( $t_{k-Q} \sim t_{k+Q}$ )의 전압 커브이다. 아래의 수식 2는 제2 평균 필터를 나타낸다.

[0070] <수식 2>

$$V_{av2}[k] = \frac{\sum_{i=k-Q}^{k+Q} V_m[i]}{\frac{B}{W} + 1}$$

[0071]

[0072] 수식 2에서,  $V_m[i]$ 는 기준 전압 커브(300)에 포함된 제i 전압값, B는 제2 시간 길이, W는 샘플링 시간,  $Q=B/2W$ ,  $V_{av2}[K]$ 는 측정 타이밍( $t_k$ )에서의 단기 평균 전압값이다. 제어 회로(140)는, 수식 2의 K에 1부터 M을 한번씩 대입함으로써, 도 5의 제2 평균 전압 커브(500)를 결정할 수 있다. 제2 시간 길이 B는 샘플링 시간 W의 정수배로서 미리 정해져 있다. 따라서, 제2 시간 길이 B는 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ )을 구하는 데에 이용되는 부분집합의 크기( $B/W+1$ )를 나타낸다.

- [0073] 제1 시간 길이 A > 제2 시간 길이 B, 제1 평균 전압 커브(400)의 각 데이터 포인트(즉, 장기 평균 전압값)을 '장기 평균값'이라고 칭하고, 제2 평균 전압 커브(500)의 각 데이터 포인트(즉, 단기 평균 전압값)을 '단기 평균값'이라고 칭할 수 있다. 일 예로, A는 B의 10배일 수 있다.
- [0074] 도 6을 참조하면, 전압 편차 커브(600)는, 제1 평균 전압 커브(400) 및 제2 평균 전압 커브(500) 중 하나에서 다른 하나를 차감한 결과이다. 즉, 전압 편차 커브(600)는, 소정 기간( $t_1 \sim t_M$ )에 대한 총 M개의 전압 편차들의 시계열이다. 서브 전압 커브( $S_k$ )에 연관된 전압 편차( $\Delta V[K]$ )는, 장기 평균 전압값( $V_{av1}[K]$ ) 및 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ ) 중 하나에서 다른 하나를 차감한 값이다. 일 예로,  $\Delta V[K] = V_{av2}[K] - V_{av1}[K]$ .
- [0075] 전술된 바와 같이, 장기 평균 전압값( $V_{av1}[K]$ )은 측정 타이밍( $t_k$ )을 중심으로 하는 제1 시간 길이 A의 장기간에 대한 평균 셀 전압이고, 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ )은 측정 타이밍( $t_k$ )을 중심으로 하는 제2 시간 길이 B의 단기간에 대한 평균 셀 전압이다. 따라서, 장기 평균 전압값( $V_{av1}[K]$ ) 및 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ ) 중 하나에서 다른 하나를 차감하여 전압 편차( $\Delta V[K]$ )를 구함으로써, 측정 타이밍( $t_k$ ) 전후의 일정 기간에 걸쳐 발생된 측정 노이즈가 효과적으로 제거되는 효과가 있다.
- [0076] 장기 평균 전압값( $V_{av1}[K]$ ) 및 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ ) 중 하나에서 다른 하나를 차감하는 과정을 통해, 측정 타이밍( $t_k$ ) 전후의 일정 기간에 걸쳐 발생된 측정 노이즈가 상당 수준 상쇄되는 장점이 있다.
- [0077] 제어 회로(140)는, 전압 편차( $\Delta V[K]$ )를 제1 임계 편차( $TH_1$ ) 및 제2 임계 편차( $TH_2$ )와 비교할 수 있다. 제1 임계 편차( $TH_1$ )는 소정의 양수(예, +0.001 V)이고, 제2 임계 편차( $TH_2$ )는 제1 임계 편차( $TH_1$ )와 절대값이 동일한 소정의 음수(예, -0.001 V)일 수 있다.
- [0078] 제어 회로(140)는, 전압 편차 커브(600)에 포함된 모든 전압 편차들 중 소정 개수(예, 10) 이상의 전압 편차들이, 제1 임계 편차( $TH_1$ ) 이상이거나 제2 임계 편차( $TH_2$ ) 이하인 경우, 배터리 셀(BC)이 비정상인 것으로 판정할 수 있다.
- [0079] 제어 회로(140)는, 전압 편차 커브(600)에 포하된 총 M개의 전압 편차들 중, 어느 두 전압 편차가 제1 조건, 제2 조건 및 제3 조건을 만족하는 경우, 배터리 셀(BC)이 비정상인 것으로 판정할 수 있다. 제1 조건은, 두 전압 편차 중 하나가 제1 임계 편차( $TH_1$ ) 이상인 경우에 만족된다. 제2 조건은, 두 전압 편차 중 다른 하나가 제2 임계 편차( $TH_2$ ) 이하인 경우에 만족된다. 제3 조건은, 두 전압 편차 간의 시간 간격이 임계 시간 이하인 경우에 만족된다. 임계 시간은, 제1 시간 길이(A) 미만으로 미리 정해질 수 있다. 도 6을 참조하면, 전압 편차( $\Delta V[a]$ )는 제2 임계 편차( $TH_2$ ) 이하이고(제2 조건 만족), 전압 편차( $\Delta V[b]$ )는 제1 임계 편차( $TH_1$ ) 이상이다(제1 조건 만족). 따라서, 두 전압 편차( $\Delta V[a]$ ,  $\Delta V[b]$ ) 간의 시간 간격( $\Delta t = t_b - t_a$ )이 임계 시간 이하인 경우, 배터리 셀(BC)은 비정상인 것으로 판정된다.
- [0080] 도 7은 본 발명의 제1 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.
- [0081] 도 1 내지 도 7을 참조하면, 단계 S710에서, 제어 회로(140)는, 기준 전압 커브(300)에 제1 시간 길이(A)의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브를 결정한다. 기준 전압 커브(300)는, 소정 기간( $t_1 \sim t_M$ ) 동안 샘플링 시간마다 측정된 배터리 셀(BC)의 셀 전압을 나타내는 복수의 전압값의 시계열이다.
- [0082] 단계 S720에서, 제어 회로(140)는, 복수의 서브 전압 커브의 각 서브 전압 커브( $S_k$ )에 연관된 전압 편차( $\Delta V[K]$ )를 결정한다. 단계 S720는, 하위 단계들로서 단계 S722, S724 및 S726을 포함할 수 있다.
- [0083] 단계 S722에서, 제어 회로(140)는, 제1 시간 길이(A)의 제1 평균 필터를 이용하여, 서브 전압 커브( $S_k$ )의 장기 평균 전압값( $V_{av1}[K]$ )을 결정한다(수식 1 참조).
- [0084] 단계 S724에서, 제어 회로(140)는, 제2 시간 길이(B)의 제2 평균 필터를 이용하여, 서브 전압 커브( $S_k$ )의 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ )을 결정한다(수식 2 참조).
- [0085] 단계 S726에서, 제어 회로(140)는, 장기 평균 전압값( $V_{av1}[K]$ )과 단기 평균 전압값( $V_{av2}[K]$ ) 중 하나에서 다른 하

나를 차감하여, 전압 편차( $\Delta V[K]$ )를 결정한다.

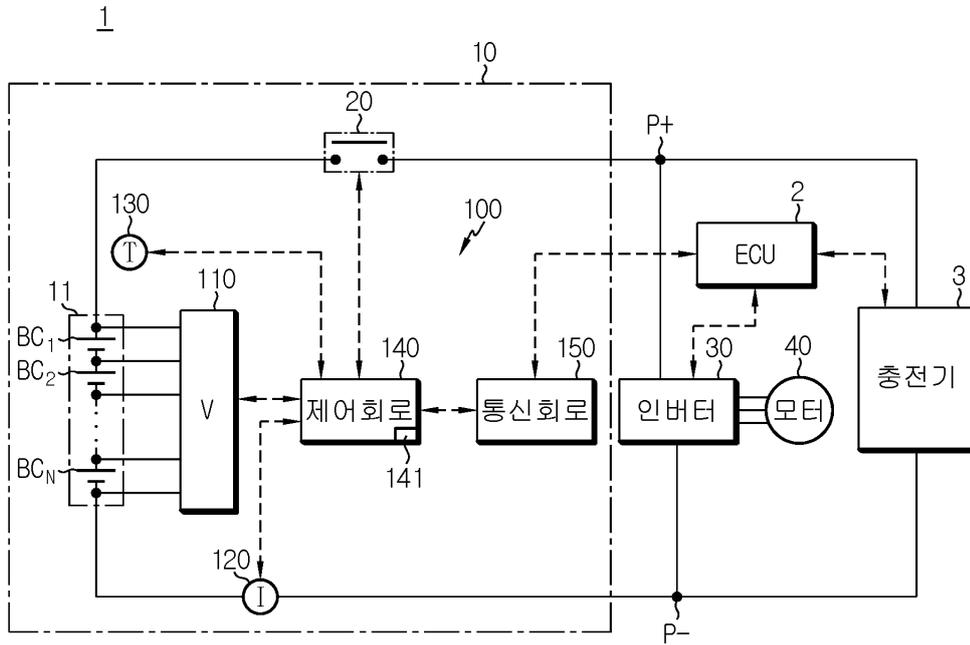
- [0086] 단계 S730에서, 제어 회로(140)는, 복수의 서브 전압 커브에 대해 결정된 복수의 전압 편차 각각을 제1 임계 편차 및 제2 임계 편차 중 적어도 하나와 비교하여, 배터리 셀(BC)이 비정상인지 여부를 판정한다. 단계 S730의 값이 "예"인 경우, 단계 S740로 진행된다.
- [0087] 단계 S740에서, 제어 회로(140)는, 배터리 셀(BC)이 비정상임을 알리는 진단 메시지를 생성한다. 진단 메시지는 차량 컨트롤러(2) 및/또는 사용자 디바이스로 유무선을 통해 전송될 수 있다.
- [0088] 도 8은 본 발명의 제2 실시예에 따른 배터리 진단 방법을 예시적으로 보여주는 순서도이다.
- [0089] 도 1 내지 도 6 및 도 8을 참조하면, 단계 S800에서, 제어 회로(140)는, 기준 전류 커브(310)에 제1 시간 길이(A)의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전류 커브를 결정한다. 기준 전류 커브(310)는, 소정 기간( $t_1 \sim t_M$ ) 동안 샘플링 시간마다 측정된 배터리 셀(BC)의 배터리 전류를 나타내는 복수의 전류값의 시계열이다.
- [0090] 단계 S810에서, 제어 회로(140)는, 기준 전압 커브(300)에 제1 시간 길이(A)의 무빙 윈도우를 적용하여, 복수의 서브 전압 커브를 결정한다. 단계 S810은 단계 S710과 동일하다.
- [0091] 단계 S812에서, 제어 회로(140)는, 제어 회로(140)는, 복수의 서브 전류 커브의 각 서브 전류 커브( $R_k$ )의 전류 변화량을 결정한다.
- [0092] 단계 S820에서, 제어 회로(140)는, 복수의 서브 전압 커브 중, 전류 변화량이 임계 변화량 이하인 각 서브 전류 커브( $R_k$ )에 연관된 각 서브 전압 커브( $S_k$ )의 전압 편차( $\Delta V[K]$ )를 결정한다. 단계 S820는, 도 7의 단계 S722, S724, S726을 포함할 수 있다.
- [0093] 단계 S830에서, 제어 회로(140)는, 단계 S820에서 결정된 각 전압 편차를 제1 임계 편차 및 제2 임계 편차 중 적어도 하나와 비교하여, 배터리 셀(BC)이 비정상인지 여부를 판정한다. 단계 S830의 값이 "예"인 경우, 단계 S840로 진행된다.
- [0094] 단계 S840에서, 제어 회로(140)는, 배터리 셀(BC)이 비정상임을 알리는 진단 메시지를 생성한다.
- [0095] 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.
- [0096] 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.
- [0097] 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.

**부호의 설명**

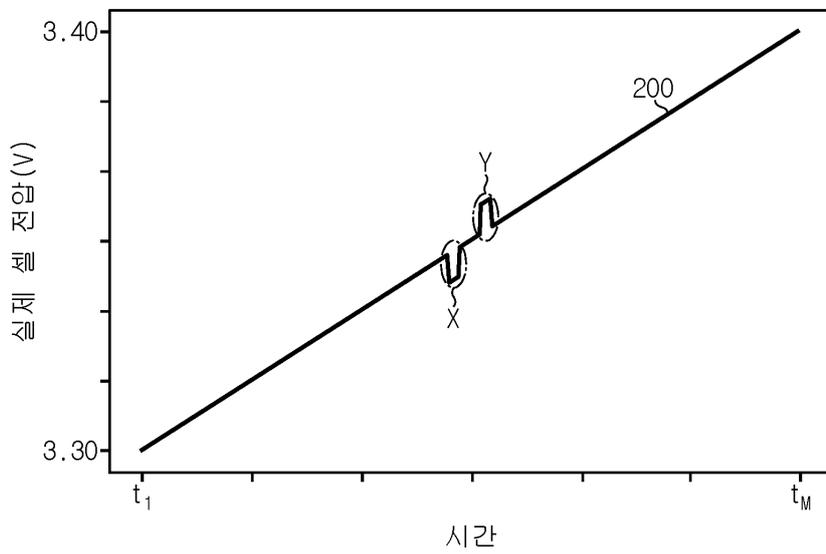
- [0099] 1: 전기 차량                      2: 차량 컨트롤러
- 10: 배터리 팩                      11: 배터리                      BC: 배터리 셀
- 100: 배터리 진단 장치
- 110: 전압 검출기                      120: 전류 검출기
- 140: 제어 회로

도면

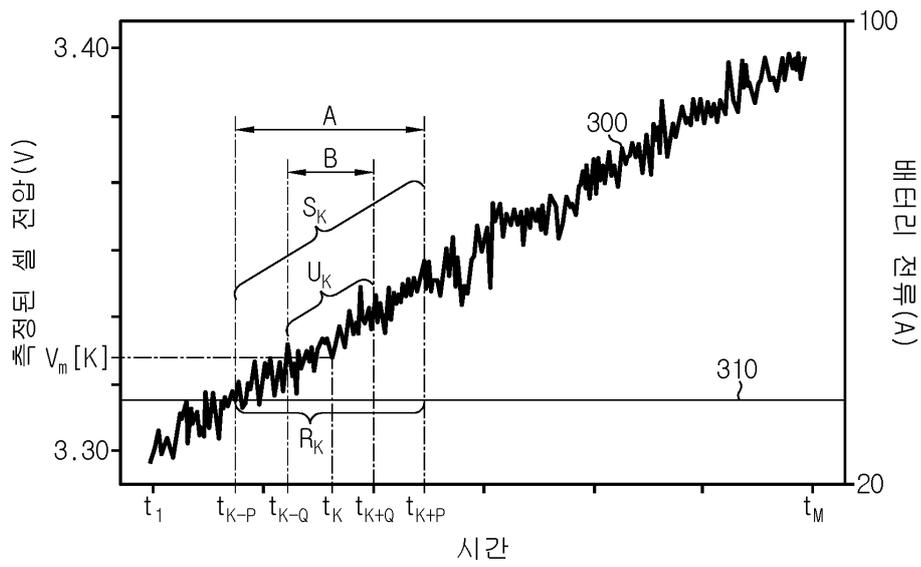
도면1



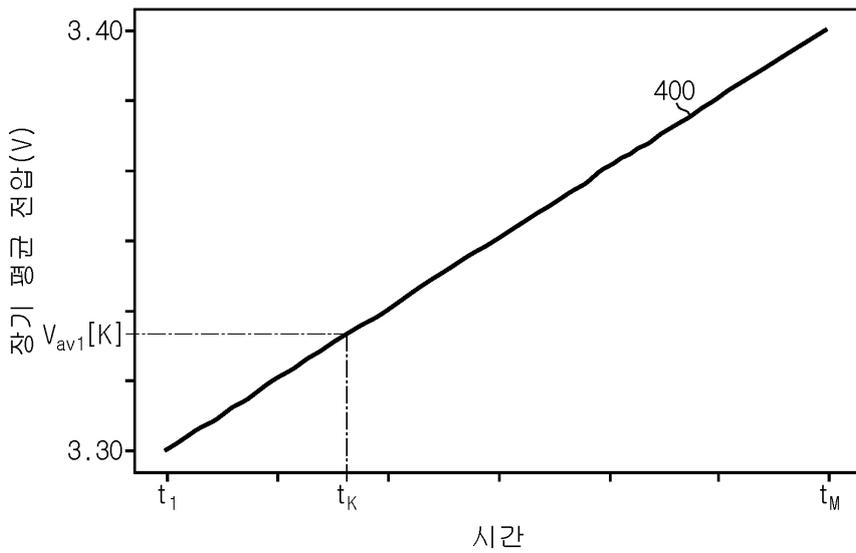
도면2



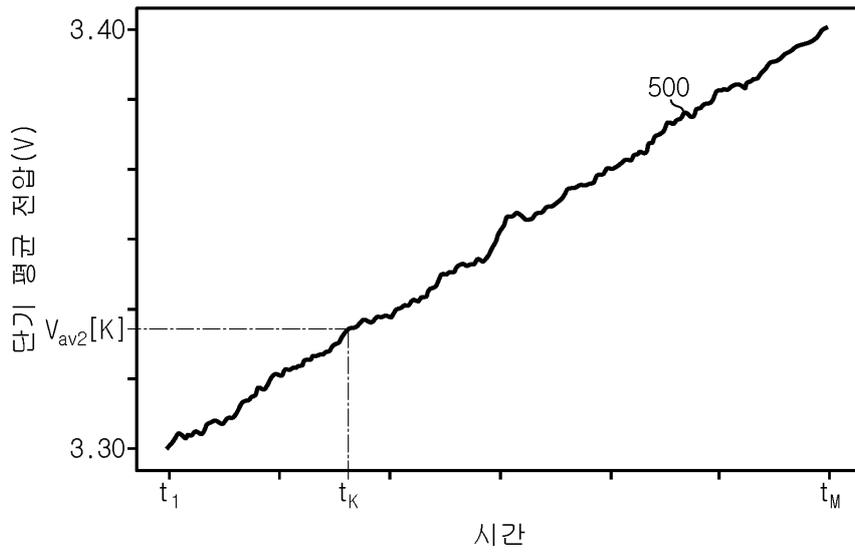
도면3



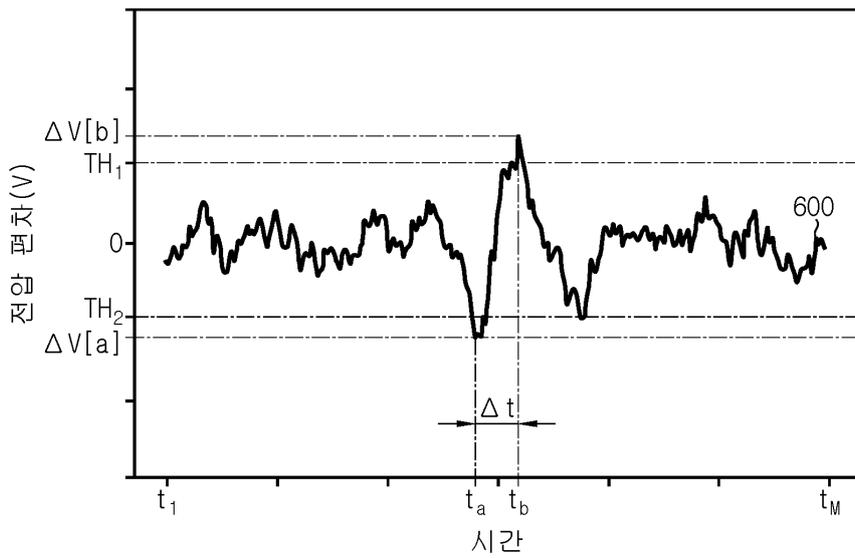
도면4



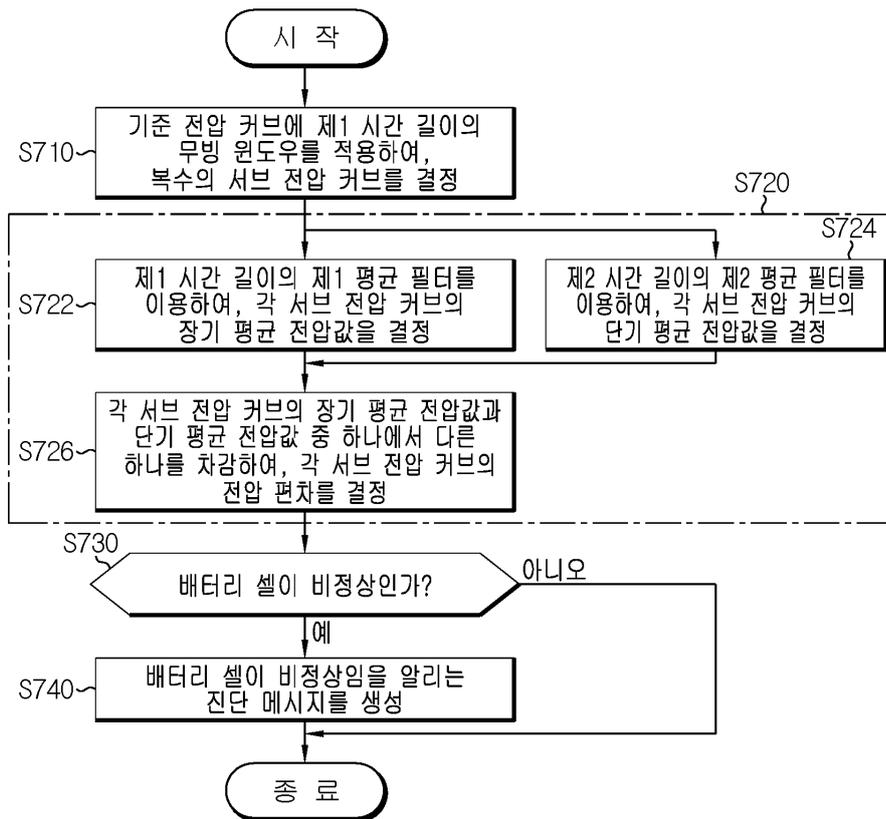
도면5



도면6



도면7



도면8

