



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0047584  
(43) 공개일자 2020년05월07일

- |  |  |
|--|--|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br/>G01R 31/396 (2019.01) G01R 31/3835 (2019.01)<br/>G01R 31/58 (2020.01) G01R 31/66 (2020.01)</p> <p>(52) CPC특허분류<br/>G01R 31/396 (2019.01)<br/>G01R 31/3835 (2019.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2020-7007656</p> <p>(22) 출원일자(국제) 2018년07월09일<br/>심사청구일자 없음</p> <p>(85) 번역문제출일자 2020년03월16일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP2018/068565</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2019/042636<br/>국제공개일자 2019년03월07일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>1758138 2017년09월04일 프랑스(FR)</p> | <p>(71) 출원인<br/>르노 에스.아.에스.<br/>프랑스공화국, 에프-92100 블로뉴-비앙꾸르, 게르 갈로 13-15</p> <p>(72) 발명자<br/>말리우 줄리앙<br/>프랑스 78280 기양쿠르 클로스 레망 1</p> <p>(74) 대리인<br/>리엔목특허법인</p> |
|--|--|

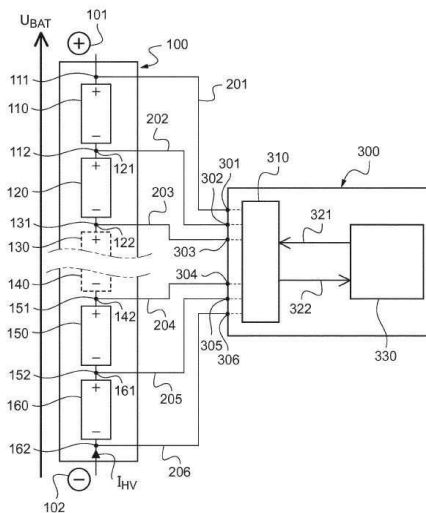
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 배터리 셀을 모니터링 유닛에 연결하는 전선의 상태를 판단하는 방법 및 대응 모니터링 유닛

(57) 요약

본 발명은 배터리 셀(120)을 전자 유닛(300)에 연결하는 전선(202, 203)의 상태를 판단하기 위한 방법에 관한 것으로, 상기 전선은 상기 셀의 양극 단자(121)를 상기 유닛의 제1 입력 단자(302)에 연결하는 제1 전기 브랜치(202) 및 상기 셀의 음극 단자(122)를 상기 유닛의 제2 입력 단자(303)에 연결하는 제2 전기 브랜치(203)를 포함하며, 상기 방법은 상기 전선의 저항( $R_{1,n}$ )을 계산하는 단계 및 상기 계산된 저항에 따라 상기 전선의 상태를 판단하는 단계를 포함한다. 본 발명은 또한 상기 전선의 상태에 관한 경보를 제공하는 방법에 관한 것이다. 마지막으로, 본 발명은 배터리 셀들의 충전 상태를 모니터링하기 위한 유닛 그리고 이러한 유닛을 포함하는 자동차용 시스템에 관한 것이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

*G01R 31/58* (2020.01)

*G01R 31/66* (2020.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

배터리(100)의 모니터링 유닛(300)에 상기 배터리(100)의 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)을 연결하는 전선의 상태를 판단하는 방법으로서,

상기 전선은 상기 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 양극 단자(111, 121, 131, 151, 161)를 상기 모니터링 유닛(300)의 제1 입력 단자(301, 302, 303, 304, 305)에 연결하는 제1 전기 브랜치(201, 202, 203, 204, 205) 및 상기 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 음극 단자(112, 122, 142, 152, 162)를 상기 모니터링 유닛(300)의 제2 입력 단자(302, 303, 304, 305, 306)에 연결하는 제2 전기 브랜치(202, 203, 204, 205, 206)를 포함하며,

상기 방법은 :

- 상기 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)의 선 저항의 값( $R_{l,n}$ )을 계산하는 단계(B); 및
- 상기 계산된 선 저항 값( $R_{l,n}$ )에 따라 상기 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)의 상태를 판단하는 단계(C)를 포함하는, 방법.

#### 청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 선 저항 값( $R_{l,n}$ )을 계산하는 단계(B)는 :

- 상기 배터리(100)의 셀이 충전 또는 방전 중이 아닐 때, 상기 제1 입력 단자(301, 302, 303, 304, 305)와 상기 제2 입력 단자(302, 303, 304, 305, 306) 사이의 개방 회로의 제1 전압 값( $V_{m1,n}$ )을 측정하는 제1 측정 서브단계(B1);
- 제1 시점( $t_1$ )에서, 미리 결정된 전기 저항 값( $R_{ba1,n}$ )을 갖는 저항성 전기 브랜치(312, 313, 342-343)를 통해 상기 모니터링 유닛(300)이 상기 제1 입력 단자(301, 302, 303, 304, 305)와 상기 제2 입력 단자(302, 303, 304, 305, 306)를 연결하는 폐쇄 서브단계(B2);
- 미리 결정된 최소 지속 시간( $\Delta t_{min}$ )과 미리 결정된 최대 지속 시간( $\Delta t_{max}$ ) 사이의 지속 시간( $\Delta t$ )만큼 상기 제1 시점( $t_1$ )으로부터 분리된 제2 시점( $t_2$ )에서, 상기 제1 입력 단자(301, 302, 303, 304, 305)와 상기 제2 입력 단자(302, 303, 304, 305, 306) 사이의 폐쇄 회로의 제2 전압 값( $V_{m2,n}$ )을 측정하는 제2 서브단계(B3); 및
- 상기 미리 결정된 전기 저항 값( $R_{ba1,n}$ ) 및 측정된 제1 전압 값( $V_{m1,n}$ ) 및 측정된 제2 전압 값( $V_{m2,n}$ )에 따라 상기 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)의 선 저항 값( $R_{l,n}$ )을 추정하는 서브단계(B4)를 포함하는, 방법.

#### 청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제2 측정 서브단계(B3)가 정적 전기적 조건들 하에서 수행되도록 상기 최소 지속 시간( $\Delta t_{min}$ )이 미리 결정되며,

- 상기 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 양극 단자(111, 121, 131, 151, 161) 및 음극 단자(112, 122, 142, 152, 162) 사이의 전압( $V_{cell,n}$ )의 절대값이 상기 제1 측정 서브단계(B1)와 상기 제2 측정 서브단계(B3) 사이에서 1% 이상 변하지 않도록 상기 최대 지속 시간( $\Delta t_{max}$ )이 미리 결정되는, 방법.

#### 청구항 4

청구항 2 또는 청구항 3에 있어서,

상기 폐쇄 서브단계(B2) 동안, 각 저항성 전기 브랜치(312, 313)는 셀(120)을 밸런싱하는 전기 브랜치인, 방법.

#### 청구항 5

청구항 1 내지 청구항 4 중 어느 한 항에 있어서,

계산된 선 저항 값( $R_{I,n}$ )을 전기 저항 임계값( $RL_{max}$ )과 비교하는 단계(C1)를 포함하며,

상기 전선의 상태는 상기 비교(C1)의 결과에 따라 판단되는(C2, C3), 방법.

#### 청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 전선(21, 22)의 주변 온도를 나타내는 온도( $TL_n$ )를 측정하는 단계(A1)를 더 포함하며,

상기 전기 저항 임계값( $RL_{max}$ )은 상기 온도( $TL_n$ )에 따라 미리 결정되는, 방법.

#### 청구항 7

배터리(100)의 모니터링 유닛(300)에 상기 배터리(100)의 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)을 연결하는 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)의 상태에 관하여 경보를 발행하는 방법으로서,

상기 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)은 상기 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 양극 단자(111, 121, 131, 151, 161)를 상기 모니터링 유닛(300)의 제1 입력 단자(301, 302, 303, 304, 305)에 연결하는 제1 전기 브랜치(201, 202, 203, 204, 205) 및 상기 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 음극 단자(112, 122, 142, 152, 162)를 상기 모니터링 유닛(300)의 제2 입력 단자(302, 303, 304, 305, 306)에 연결하는 제2 전기 브랜치(202, 203, 204, 205, 206)를 포함하며,

상기 경보를 발행하는 방법은 :

- 청구항 5 또는 청구항 6의 판단 방법을 사용하여 상기 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)의 상태를 판단하는 단계; 및
- 상기 선 저항 값( $R_{I,n}$ )이 상기 전기 저항 임계값( $RL_{max}$ ) 보다 크다면 경고 신호를 발송하는 단계를 포함하는, 경보를 발행하는 방법.

#### 청구항 8

배터리(100)의 다수의 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 충전 상태를 모니터링하는 유닛(300)으로서,

각각의 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)은 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)에 의해 상기 모니터링 유닛(300)에 연결되며,

상기 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)은 상기 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 양극 단자(111, 121, 131, 151, 161)를 상기 모니터링 유닛(300)의 제1 입력 단자(301, 302, 303, 304, 305)에 연결하는 제1 전기 브랜치(201, 202, 203, 204, 205) 및 상기 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 음극 단자(112, 122, 142, 152, 162)를 상기 모니터링 유닛(300)의 제2 입력 단자(302, 303, 304, 305, 306)에 연결하는 제2 전기 브랜치(202, 203, 204, 205, 206)를 포함하며,

상기 모니터링 유닛(30)은 :

각각의 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)의 선 저항 값( $R_{I,n}$ )을 계산하도록 설계되며; 그리고

계산된 선 저항 값( $R_{I,n}$ )에 따라 상기 전선들(201, 202, 203, 204, 205, 206)의 상태를 판단하도록 설계되는, 모니터링 유닛.

#### 청구항 9

전기 또는 하이브리드 자동차용 시스템(100, 300)으로서,  
 다수의 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)을 포함하는 배터리(100); 및  
 상기 배터리(100)를 위한 청구항 8에 따른 모니터링 유닛(300)을 포함하는, 시스템.

**청구항 10**

청구항 9에 따른 시스템(100, 300); 및  
 상기 시스템(100, 300)의 배터리(100)에 의해 전류( $I_{HV}$ )를 공급받는 전기 모터를 포함하는, 전기 또는 하이브리드 자동차.

**발명의 설명**

**기술 분야**

- [0001] 본 발명은 일반적으로 배터리 분야에 관한 것이다.
- [0002] 더 구체적으로, 본 발명은 배터리의 셀들의 전기 관리 분야에 관한 것이다.
- [0003] 특히, 본 발명은 배터리의 셀을 상기 배터리를 모니터링하기 위한 유닛에 연결하는 전선의 상태를 판단하기 위한 방법에 관한 것이다.
- [0004] 또한, 본 발명은 상기 전선의 상태에 관한 경보를 발행하는 방법에 관한 것이다.
- [0005] 마지막으로, 본 발명은 배터리의 셀들의 충전 상태를 모니터링하기 위한 유닛 및 그러한 유닛을 포함하는 자동차용 시스템에 관한 것이다.

**배경 기술**

- [0006] 특히 전기 셀들의 단자들에서의 과전압 또는 부족전압을 방지하기 위해, 배터리(예를 들어, 리튬-이온(Li-Ion) 배터리들)가 안전한 범위에서 기능하게 하려면 배터리의 전기 화학 셀들이 모니터링되어야 한다.
- [0007] 이를 위해, 각 셀의 양극과 음극 단자 사이의 전압은 배터리가 충전 중인지 또는 방전 중인지 또는 휴지 상태(배터리가 어느 정도 충전되었지만 전류를 전달하지 않음)에 있는지에 관계없이 정기적으로 모니터링되어야 한다.
- [0008] 상기 셀들의 단자들에서 전압을 측정하는 것은 강한 안전 제약(과전압 또는 부족전압 감시) 및 성능 제약(충전 상태의 측정 정확도)의 영향을 받는다.
- [0009] 배터리의 셀들은 일반적으로 전선에 의해 각각의 셀에 연결된 전자 유닛에 의해 모니터링되며, 각각의 전선은 각 셀의 2 개의 단자들을 전자 유닛의 2 개의 입력 단자들에 연결하는 2 개의 전기 브랜치들을 포함한다.
- [0010] 특히, 배터리의 작동(충전 또는 방전) 여부에 관계없이, 배터리의 모든 전기 셀들의 충전 상태를 동일하게 함으로써 배터리의 최적 작동을 가능하게 하는 소위 밸런싱 전자 유닛들(배터리 관리 시스템(battery management system: BMS))이 알려져 있다.
- [0011] 전선들이 길거나(예를 들어, 모니터링 유닛이 배터리에서 멀리 떨어진 곳에 설치된 경우) 전선들의 상태(즉, 전기 브랜치들의 상태)가 저하될 수 있는 경우, 각 전선의 선 저항을 판단해야 한다.
- [0012] 선 "저항"은 전선의 임피던스의 실수부를 의미하며, 이 때, 임피던스는 용어의 수학적 의미에서 복소수이다(즉, 실수부와 허수부를 갖는다). 선 저항의 값은  $\omega$  단위로 측정된다.
- [0013] 예를 들어, 전기 브랜치들 중 하나와 셀의 단자들 중 하나 사이의 배선에서 접촉의 열화만으로도 전선의 저항에 심각한 영향을 줄 수 있으며, 그 결과 모니터링 유닛에 의해 영향을 받는 전압 측정이 위조된다(falsified).
- [0014] 결과적으로, 전선에 결함이 있고 예를 들어 선 저항이 너무 높은 경우, 셀들의 밸런싱을 제어하면 배터리의 비-최적 작동(예를 들어, 자율성 감소)으로 이어질 수 있다.
- [0015] 또한, 모니터링 유닛에 의해 영향을 받는 전압 측정이 위조되면, 온보드 진단 기능 또한 위조되어, 전자 유닛에

허위 진단을 공급할 수 있다. 능동(active) 셀 밸런싱의 경우, 이는 예를 들어 좋지 않은 밸런싱 전압 보상을 야기할 수 있다.

**발명의 내용**

- [0016] 전술한 종래 기술의 단점을 해결하기 위해, 본 발명은 전선들 중 하나의 결함 여부를 검출할 수 있게 하는 전선 상태를 판단하는 방법을 제안한다.
- [0017] 본 발명에 따르면, 배터리의 모니터링 유닛에 상기 배터리의 셀을 연결하는 전선의 상태를 판단하는 방법이 특히 제안되며, 상기 전선은 상기 셀의 양극 단자를 상기 모니터링 유닛의 제1 입력 단자에 연결하는 제1 전기 브랜치 및 상기 셀의 음극 단자를 상기 모니터링 유닛의 제2 입력 단자에 연결하는 제2 전기 브랜치를 포함하며, 상기 방법은 :
  - [0018] - 상기 전선의 선 저항의 값을 계산하는 단계; 및
  - [0019] - 상기 계산된 선 저항 값에 따라 상기 전선의 상태를 판단하는 단계를 포함한다.
- [0020] 이에 따라, 상기 배터리의 각 사용 사이클에서 전선의 상태를 판단함으로써, 전선(즉, 셀)에 결함이 있는지 전선의 연결이 끊어져야 하는지 감지할 수 있으며, 이로써, 배터리의 안전하고 효율적인 작동을 유지할 수 있고, 영향을 받을 수 있는 온보드 진단 기능들을 비활성화할 수 있다.
- [0021] 본 발명의 의미에서, 선 저항은 상기 전선을 형성하는 제1 전기 브랜치 및 제2 전기 브랜치의 저항들(즉, 임피던스들의 실수부들)의 합이라는 것이 이해된다.
- [0022] 유리하게는, 상기 선 저항 값을 계산하는 단계는 :
  - [0023] - 상기 배터리의 셀이 충전 또는 방전 중이 아닐 때, 제1 측정 시점에서, 상기 제1 입력 단자와 상기 제2 입력 단자 사이의 제1 개방 회로 전압 값을 측정하는 제1 측정 서브단계;
  - [0024] - 제1 시점에서, 전기 저항 값이 미리 결정된 저항성 전기 브랜치를 통해 상기 모니터링 유닛이 상기 제1 입력 단자와 상기 제2 입력 단자를 연결하는 폐쇄 서브단계;
  - [0025] - 미리 결정된 최소 지속 시간과 미리 결정된 최대 지속 시간 사이의 지속 시간만큼 상기 제1 측정 시점으로부터 분리된 제2 측정 시점에서, 상기 제1 입력 단자와 상기 제2 입력 단자 사이의 제2 폐쇄 회로 전압 값을 측정하는 제2 서브단계; 및
  - [0026] - 상기 미리 결정된 전기 저항 값 및 상기 제1 측정 전압 값 및 상기 제2 측정 전압 값에 따라 상기 전선의 선 저항 값을 추정하는 서브단계를 포함한다.
- [0027] 이에 따라, 특정 셀과 관련된 두 입력 단자들 사이의 전기 회로를 개방하고 폐쇄할 수 있는 모니터링 유닛 덕분에, 알려진 저항에 대해 개방 회로와 폐쇄 회로에서 이 입력 단자들에서 2 개의 전압 측정들을 수행할 수 있으며, 이로부터, 해당 전선의 선 저항의 값을 추론할 수 있고, 그리고 해당 전선의 상태를 판단할 수 있다.
- [0028] 바람직하게는, 상기 폐쇄 서브단계(B2) 동안, 각 저항성 전기 브랜치는 셀을 밸런싱하기 위한 전기 브랜치이다.
- [0029] 더 바람직하게는, 상기 제2 측정 서브단계가 정적 전기적 조건들 하에서 수행되도록 상기 최소 지속 시간이 미리 결정된다.
- [0030] 정적 전기 조건들은 갑작스런 전압 또는 전류 변동으로 인한 일시적인 조건들 후에 설정되는 전기적 조건들을 의미한다.
- [0031] 제2 서브단계를 정적 전기적 조건들 하에서 실행하기 위해, 입력 지역 통과 필터를 갖는 전압 측정 장치를 사용하여 모니터링 유닛의 입력 단자들에서 폐쇄 회로 전압 측정을 실행하는 것이 예상될 수 있으며, 입력 지역 통과 필터는 예를 들어 "RC 필터"로 지칭되는 (R값(옴 단위)의) 저항 및 (커패시턴스 C(단위는 farad)의) 커패시터를 갖는 간단한 1차 분할 회로(simple first order divider circuit)이며, 이것의 차단 주파수( $f_c$ 로 표기됨 (단위는 hertz 또는  $s^{-1}$ ))는  $1/(2*\pi*R*C)$ 이다.
- [0032] 즉, 제1 측정 시점과 제2 측정 시점 사이의 간격이  $2*\pi*R*C$ 보다 5 배, 즉  $10*\pi*R*C$  보다 큰 경우, 제2 서브단계는 정적 전기적 조건들 하에서 실행되는 것으로 간주될 것이다. 실제로, 이 간격은 수 밀리초(ms) 정도이며, 예를 들어 1 ms 내지 100 ms 사이(1 ms와 100 ms 포함)이며, 바람직하게는 10 ms 미만이다.

- [0033] 또한, 바람직하게는, 상기 셀의 양극 단자 및 음극 단자 사이의 전압의 절대값이 상기 제1 측정 서브단계와 상기 제2 측정 서브단계 사이에서 1 % 이상 변하지 않도록 상기 최대 지속 시간이 미리 결정된다.
- [0034] 즉, 폐쇄 회로 전압 측정은 제1 측정 서브단계와 제2 측정 서브단계 사이의 전기 부하 변동을 무시할 수 있도록 충분히 일찍 수행된다. 이러한 방식으로, 관련 셀의 양극 단자 및 음극 단자 사이의 전압은 두 측정들 사이에서 사실상 일정하게(최대 1 % 이내) 유지된다.
- [0035] 일 특정 실시예에서, 상기 판단 방법은 계산된 선 저항 값을 전기 저항 임계값과 비교하는 단계를 포함하며, 그리고 판단 단계에서, 상기 전선의 상태는 상기 비교의 결과에 따라 판단된다.
- [0036] 실제로, 상기 셀을 상기 모니터링 유닛에 연결하는 전선은 계산된 선 저항 값이 전기 저항 임계값보다 큰 경우 결함이 있는 것으로 판단될 것이며, 따라서 최대 임계값이 초과되지 않아야 한다.
- [0037] 반대로, 계산된 선 저항 값이 전기 저항 임계값보다 작다면, 이는 전선에 문제가 없음을 의미하고, 특히, 셀과 유닛 간의 연결이 배터리의 셀들의 모니터링에 크게 영향을 미치지 않음을 의미한다.
- [0038] 유리하게는, 상기 판단 방법은 상기 전선의 주변 온도를 나타내는 온도를 측정하는 단계를 더 포함하며, 그리고 상기 전기 저항 임계값은 상기 온도에 따라 미리 결정된다.
- [0039] 이것은 전압 측정의 정확도를, 한편으로는 선 저항, 그리고 다른 한편으로는 관련 셀의 내부 저항이 전선의 주변 온도에 따라 변하는 정도로 개선할 수 있게 한다. 셀의 내부 저항의 변화는 일반적으로 온도 변화에 반비례하지만, 선 저항은 온도가 증가함에 따라 증가하는 경향이 있다.
- [0040] 실제로, 전선의 주변 온도는 각 셀의 내부 저항이 선 저항 보다 훨씬 낮은 온도 범위에서 변한다.
- [0041] 본 발명은 또한 모니터링 유닛에 의해 배터리 셀을 제어하는 방법을 제안하며, 전선은 상기 배터리 셀을 상기 배터리의 모니터링 유닛에 연결하며, 상기 전선(201, 202, 203, 204, 205, 206)은 상기 셀의 양극 단자를 상기 제어 유닛의 제1 입력 단자에 연결하는 제1 전기 브랜치 및 상기 셀의 음극 단자를 상기 모니터링 유닛의 제2 입력 단자에 연결하는 제2 전기 브랜치를 포함하며, 상기 제어 방법은 :
  - [0042] - 전술한 판단 방법을 사용하여 상기 전선의 상태를 판단하는 단계; 및
  - [0043] - 상기 전선의 선 저항 값이 상기 전기 저항 임계값보다 크다면, 상기 전선의 선 저항 값의 변화에 의해 영향을 받는 진단 기능을 비활성화하는 단계를 포함한다.
- [0044] 실제로, 너무 높은 선 저항 값은 연결 불량 또는 전선의 접촉 열화의 징후일 수 있다. 이 경우, 셀을 밸런싱할 때, 셀이 동작할 때 그 셀의 단자들에서의 전압 측정이 위조될 가능성이 있으며, 이로써 셀들을 밸런싱할 때 측정 오류를 잘못 보상하거나, 또는 모니터링 유닛의 밸런싱 기능을 사용하여 잘못된 내장(built-in) 진단을 제공할 수 있다.
- [0045] 이 제어 방법은 배터리의 다수의 셀들 또는 모든 셀들에 유리하게 적용될 수 있다.
- [0046] 배터리 셀을 모니터링 유닛에 연결하는 전선에 결함이 검출된다면, 셀의 밸런싱을 "비활성화"하는 것이 아니라 단순히 배터리의 사용자에게 조언하기 위한 선택도 동일하게 이루어질 수 있다.
- [0047] 따라서, 본 발명은 배터리의 모니터링 유닛에 상기 배터리의 셀을 연결하는 전선의 상태에 관하여 경보를 발행하는 방법에 관한 것이며, 상기 전선은 상기 셀의 양극 단자를 상기 모니터링 유닛의 제1 입력 단자에 연결하는 제1 전기 브랜치 및 상기 셀의 음극 단자를 상기 모니터링 유닛의 제2 입력 단자에 연결하는 제2 전기 브랜치를 포함하며, 상기 경보를 발행하는 방법은 :
  - [0048] - 전술한 판단 방법을 사용하여 상기 전선의 상태를 판단하는 단계; 및
  - [0049] - 상기 선 저항 값이 상기 전기 저항 임계값 보다 크다면 경보 신호를 발송하는 단계를 포함한다.
- [0050] 또한, 본 발명은 배터리의 다수의 셀들의 충전 상태를 모니터링하는 유닛도 제안하며, 각각의 셀은 전선에 의해 상기 모니터링 유닛에 연결되며, 상기 전선은 상기 셀의 양극 단자를 상기 모니터링 유닛의 제1 입력 단자에 연결하는 제1 전기 브랜치 및 상기 셀의 음극 단자를 상기 모니터링 유닛의 제2 입력 단자에 연결하는 제2 전기 브랜치를 포함하며, 상기 모니터링 유닛은 :
  - [0051] - 각각의 전선의 선 저항 값을 계산하도록 설계되며; 그리고

- [0052] - 계산된 선 저항 값에 따라 상기 전선들의 상태를 판단하도록 설계된다.
- [0053] 본 발명의 모니터링 유닛은 예를 들어 다음을 수행하도록 특별히 설계된 ASSP(application-specific standard product)를 포함할 수 있다 :
- [0054] - 셀과 관련된 제1 입력 단자와 제2 입력 단자 사이의 회로를 개방함으로써, 배터리의 전기 셀들 각각과 관련된 회로를 개방하는 것;
- [0055] - 동일한 전기 셀들 각각과 관련된 회로를 폐쇄하여, 정적 조건들 하에서 순수하게 저항성인(purely resistive) 전기 브랜치를 통해 유닛의 제1 입력 단자와 제2 입력 단자가 서로 연결되게 하는 것, 이 때, 브랜치의 저항은 알려져있고 고정되어 있음;
- [0056] - 상술한 조건들 하에서 각 제1 입력 단자 및 각 제2 입력 단자 사이의 개방 회로 또는 폐쇄 회로 전압 값들을 측정하는 것; 그리고
- [0057] - 측정된 값들 그리고 알려진 저항에 대한 사전 지식에 따라, 배터리의 셀과 관련된 각 전선의 선 저항을 계산하는 것.
- [0058] 마지막으로, 본 발명은 다음을 포함하는 전기 또는 하이브리드 자동차용 시스템을 제한한다 :
- [0059] - 다수의 셀들을 포함하는 배터리; 및
- [0060] - 상기 배터리를 위한 전술한 모니터링 유닛.
- [0061] 또한, 본 발명은 다음을 포함하는 전기 또는 하이브리드 자동차를 제안한다 :
- [0062] - 전술한 시스템; 및
- [0063] - 상기 시스템의 배터리에 의해 전류를 공급받는 전기 모터.

**도면의 간단한 설명**

- [0064] 비제한적인 예로서 제공된 첨부 도면을 참조하여 다음의 설명은 본 발명의 구성 그리고 본 발명이 어떻게 실용화될 수 있는지에 대해 명확하게 설명한다.  
 도 1은 배터리 및 상기 배터리를 모니터링하기 위한 유닛의 개략도이다.  
 도 2는 도 1의 유닛의 인쇄된 회로 카드에 연결된 도 1의 배터리 셀의 정적 조건 하에서의 등가 전기 회로도이다.  
 도 3은 본 발명에 따른 판단 방법의 개략도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0065] 독자가 이해하기 쉽도록 설명을 보다 구체적이고 쉽게 만들기 위해, 이하에서는, 도 1 내지 도 3을 참조하여, 자동차 분야에서, 특히 전기 또는 하이브리드 자동차에 장비된 배터리(100)(도 1 참조)의 모니터링 유닛(300)에 의한 전기 관리를 위한 본 발명의 일 특정 실시예가 설명될 것이다.
- [0066] 그러나, 이하에 설명되는 본 발명의 방법들 및 제품들은 이러한 유형의 응용에 제한되지 않으며, 다른 기술 분야(예를 들어, 조명, 전자 전원, 난방 또는 에어컨 등)의 배터리와 동일하게 구현되거나 다른 기술 분야의 배터리와 함께 사용될 수 있다.
- [0067] 여기에 도시되지 않은 자동차는 다음을 포함한다 :
- [0068] - 상기 배터리(100) 및 상기 배터리(100)의 다수의 전기 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 충전 상태를 모니터링하고 제어하도록 구성되는, 배터리(100)를 모니터링하기 위한 유닛(300)을 포함하는 시스템; 및
- [0069] - 상기 시스템의 배터리(100)에 의해 전류( $I_{HV}$ )(도 1)를 공급받을 때 상기 자동차를 추진시키도록 설계된 전기 모터 및 배터리(100)를 충전하기 위한 수단.
- [0070] 여기서, 배터리(100)를 충전하기 위한 이들 수단은 한쪽은 가정용 메인 전원 공급 장치(domestic electrical mains supply)의 전기 소켓 콘센트의 단자들에 그리고 다른 한쪽은 배터리(100)의 양극 단자(101) 및 음극 단자(102)에 연결되도록 구성된 간단한 전기 충전기를 포함한다.

- [0071] 대안적으로 또는 부가적으로, 충전 수단은 배터리(100)를 충전하기 위해 자동차를 제동함으로써 생성된 에너지의 회수를 가능하게 하는 회생 제동 수단도 포함할 수 있다.
- [0072] 여기서, 배터리(100)는 차량의 전기 네트워크에 연결된 전기 모터 및 다양한 보조 장치들에 전류( $I_{HV}$ )(도 1 참조)를 공급하기 위한 "트랙션(traction)" 배터리이다.
- [0073] 그것은 통상적으로 양극 단자(101) 및 음극 단자(102)가 나오는 저장 박스(미도시)를 포함한다.
- [0074] 이 저장 박스는 다수의 전기 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)을 수용하며, 이러한 다수의 전기 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 공칭 전압 및 개수는 전기 모터가 미리 정해진 시간 동안 또는 미리 정해진 거리에 걸쳐 자동차를 추진시키기에 충분한 토크(뉴턴 미터 또는 N.m로 측정됨) 및/또는 전력(와트 또는 마력으로 측정됨)을 발생시킬 수 있도록 계산된다.
- [0075] 일반적으로, 배터리(100)의 양극 단자(101) 및 음극 단자(102)에서의 전압이 400 V 정도이고 충분한 용량을 가지도록 연결된 100 내지 200 개의 셀들이 사용된다.
- [0076] 각 셀은 일반적으로 단자들에서 약 2 V 내지 5 V 정도의 공칭 전압을 갖는다. 여기서, 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)은 리튬-이온(Li-Ion) 유형이고, 각각은 완전히 충전될 때 대략 3.7V의 공칭 전압을 갖는다.
- [0077] 따라서, 도 1의 예에서, 배터리(100)는 직렬로 연결된 108 개의 단일 리튬-이온 셀들을 포함하지만, 도면을 명확하게 하기 위해, 도면에는 이들 셀들 중 6 개(110, 120, 130, 140, 150, 160)만이 도시되어 있다 :
- [0078] - 처음 2 개의 셀들(150, 160) : 1번 및 2번 셀들(rank 1, rank 2);
- [0079] - 마지막 2 개의 셀들(110, 120) : 107번 및 108번 셀들(rank 107, rank 108); 및
- [0080] - 셀들(130, 140) : 3번 및 106번 셀들(rank 3, rank 106)(도 1에서 점선으로 일부 표시됨).
- [0081] 실제로, 사용주기가 시작될 때, 트랙션 배터리(100)의 다양한 개별 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)은 모두 동일한 충전 상태를 갖지 않는다 : 이것은 "셀 밸런싱 문제"로 지칭된다.
- [0082] 이는 다양한 셀들이 모두 완전히 동일하지는 않고(제조 공장에서 나올 때 용량과 내부 저항이 정확히 동일하지 않음) 시간이 지남에 따라 동일한 방식으로 변하지 않기 때문이다. 즉, 셀들이 모두 동일한 방식으로 방전되지 않기 때문이다(자기 방전 분산(self-discharge dispersion)). 또한, 다양한 셀들은 다소 냉각되거나 환기되는 구역에서 배터리(100)의 박스 내에 배치되며, 각 셀 주위의 온도는 서로 다르다.
- [0083] 따라서, 트랙션 배터리의 일부 셀들은 다른 셀들보다 많은 스트레스를 받고, 이는 트랙션 배터리의 전체 용량 및 수명을 감소시킨다.
- [0084] 도 1에 도시된 바와 같이, 배터리(100)의 각 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)은 양극 단자(111, 121, 131, 151, 161) 및 음극 단자(112, 122, 142, 152, 162)를 포함한다(셀(130)의 음극 단자 및 셀(140)의 양극 단자는 도 1에서 볼 수 없다).
- [0085] 배터리(100)의 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)은 직렬로 연결되고,  $n$ 번 셀의 양극 단자( $n = 1, \dots, N-1$ , 여기서,  $N = 108$ ), 예를 들어 (107번) 셀(120)의 단자(121)는  $n+1$ 번의 인접 셀의 음극 단자, 여기서는 (108번) 셀(110)의 음극 단자(112)와 공통된다.
- [0086] 또한, (108번) 셀(110)의 양극 단자(111)는 배터리(100)의 양극 단자(111)와 공통되고 전기적으로 연결된다. 마찬가지로, (1번) 셀(160)의 음극 단자(162)는 배터리(100)의 음극 단자(102)와 공통되고 전기적으로 연결된다.
- [0087] 배터리(100)의 모든 전기 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 충전 상태를 모니터링하고 동일하게 하기 위해, 이러한 충전 상태를 모니터링하기 위한 유닛(300)이 제공된다.
- [0088] 일반적으로, 이 유닛(300)은 주요 기능이 다음과 같은 전자 배터리 관리 시스템(BMS)(100)으로서 작용하며, 그것의 주요 기능들은 다음과 같다 :
- [0089] - 다양한 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 단자들의 전압(이하  $V_{cell,1}, V_{cell,2}, \dots, V_{cell,n}, \dots, V_{cell,108}$ 로 표시됨; 전압  $V_{cell,n}$ 의 경우 도 2 참조) 및/또는 배터리(100)의 양극 단자(101)와 음극 단자(102) 사이의 충전 전압( $U_{BAT}$ )을 판단하는 것;

- [0090] - 각 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 충전 상태(SoC)를 독립적으로 판단하는 것;
- [0091] - 배터리(100)에 의해 전기 모터에 공급되는 총 전류( $I_{HV}$ )를 판단하는 것;
- [0092] - 배터리(100)의 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160) 각각의 개별 온도( $T_{cell,n}$ )( $n = 1 \dots N$ ) 또는 배터리(100)의 평균 온도( $T_{BAT}$ )를 판단하는 것.
- [0093] 유닛(300)은 또한 각각의 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 전기 용량의 레벨들의 밸런싱을 가능하게 한다.
- [0094] 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 밸런싱은 능동적이거나 수동적일 수 있다.
- [0095] 능동 밸런싱의 경우, 모니터링 유닛은 가장 많이 충전된 셀 또는 셀들에 저장된 에너지 중 일부를 가져가서 가장 적게 충전된 셀 또는 셀들에게 제공한다. 따라서, 다양한 전기 셀들 간의 실제 전하가 실제로 전달된다.
- [0096] 수동 밸런싱의 경우, 모니터링 유닛은 가장 많이 충전된 셀 또는 셀들에 저장된 에너지 중 일부를 가져가서, 일반적으로 열 형태로 소산시킨다. 실제로, 가장 많이 충전된 셀들의 과잉 충전은 단순히 상기 유닛의 전기 저장에서 줄 효과(Joule effect)에 의해 비워진다.
- [0097] 본 발명을 제한하지 않으면서, 상황은 배터리(100)의 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 수동 밸런싱을 수행하도록 의도된 유닛(300)의 상황이다. 설명의 나머지 부분은 이러한 셀 밸런싱을 수행하기 위해 유닛(300)에서 사용된 수단을 상세히 설명할 것이다.
- [0098] 유닛(300)이 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 충전 상태의 균형을 맞추기 위해, 배터리(100)의 각 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)은 전선에 의해 유닛(300)에 연결된다.
- [0099] "전선에 의해 유닛(300)에 연결된 셀"은 각각의 전선이 다음과 같이 나뉘질 수 있다는 것을 의미한다(도 1 참조) :
- [0100] - 유닛(300)의 제1 입력 단자(301, 302, 303, 304, 305)에 관련 셀(110, 120, 130, 150, 160)의 양극 단자(111, 121, 131, 151, 161)를 연결하는 제1 전기 브랜치(201, 202, 203, 204, 205); 및
- [0101] - 유닛(300)의 제2 입력 단자(302, 303, 304, 305, 306)에 관련 셀(110, 120, 140, 150, 160)의 음극 단자(112, 122, 142, 152, 162)를 연결하는 제2 전기 브랜치(202, 203, 204, 205, 206).
- [0102] 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 단자들에 대해 동일한 방식으로,  $n$ 번 셀을 유닛(300)에 연결하는 제1 전기 브랜치는 ( $n+1$ 번의) 더 높은 인접 셀을 유닛(300)에 연결하는 제2 전기 브랜치이기도 하다는 것에 유의한다.
- [0103] 예를 들어, (107번의) 셀(120)의 양극 단자(121)를 유닛(300)에 연결하는 107번째 전선의 제1 브랜치(202)는 또한 (108번의) 셀(110)의 음극 단자(셀(120)과 공통되는 단자)를 유닛(300)에 연결하는 108번째 전선의 제2 전기 브랜치(202)이다.
- [0104] 따라서, 전기 셀들만큼 많은 전선들이 존재하며, 각각의 전선(이하 " $n$ 번" 전선이라고 지칭됨)은 특정 전기 셀( $n$ 번 셀)과 관련된다.
- [0105] 즉, 공통(양극 또는 음극) 단자를 함께 갖는 인접한 순서(예를 들어,  $n$  및  $n+1$ , 또는  $n$  및  $n-1$ )의 2개의 인접 셀들과 관련된 2 개의 인접한 전선들은 유닛(300)의 (제1 또는 제2) 입력 단자에 상기 공통 단자를 연결하는 (제1 또는 제2) 전기 브랜치를 공유한다.
- [0106] 여기에 설명된 "전선들"은 (도 1에 도시된 바와 같이) 그것들이 각각 배터리 셀의 양극 단자 및 음극 단자를 모니터링 유닛의 2 개의 입력 단자들에 연결하는 단일 전선으로 구성되지 않는다는 점에서 가상의 것임을 주목할 것이다.
- [0107] 실제로, 여기서 "전선"은 오히려 유닛(300) 그리고 그 라인과 관련된 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160) 사이의 전류의 순환 및 라우팅을 가능하게 하는 임의의 전기 수단을 의미한다.
- [0108] 따라서, 본 발명의 의미에서 전선은 오히려 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)과 유닛(300) 사이의 케이블, 와이어, 연결부, 커넥터, 퓨즈, 납땜 연결 및 전도성 트랙의 존재를 고려하기 위한 전기 모델이다.
- [0109] 각각의 전선은 시간이 지남에 따라 전개(evolver)되고 유닛(300)에 의해 수행된 측정 결과에 영향을 미칠 수 있는(그리고 이에 따라 셀 밸런싱에 영향을 미칠 수 있음) 상태를 갖는다.

- [0110] 본 발명에 따르면, 그 상태는 관련 전선의 전기 저항에 전체적으로 대응하는 "선 저항"이라는 파라미터의 도움으로 평가된다.
- [0111] 선 저항 값들을 계산하는 방법을 더 잘 이해하기 위해, 도 2에는 n번째 전선(n번 전선)에 의해 유닛(300)에 연결된 n번째 전기 셀(120)(여기서,  $n = 107$ 번의 셀)의 정적 조건들 하의 등가 전기 회로도가 도시되어 있으며, n번째 전선은 셀(120)의 양극 단자(121)와 유닛(300)의 입력 단자(302) 사이의 제1 전기 브랜치(202) 및 셀(120)의 음극 단자(122)와 유닛(300)의 입력 단자(303) 사이의 제2 전기 브랜치(203)를 포함한다.
- [0112] 정적 조건들에서, n번 전선은 다음과 같이 모델링된다(107번 전선의 경우 도 2 참조) :
- [0113] - 상기 전선의 제1 브랜치(202)의 등가 전기 저항( $RL_n$ ); 및
- [0114] - 상기 전선의 제2 브랜치(203)의 등가 전기 저항( $RL_{n-1}$ ).
- [0115] 도 1에 도시된 바와 같이, 상기 유닛(300)은 2 개의 전기 버스들에 의해 인쇄 회로 카드(310)와 상호작용하기 위한 마이크로컨트롤러(330)를 포함한다 :
- [0116] - 마이크로컨트롤러(330)에서 카드(310)로 연장하는 제1 전기 버스(321); 및
- [0117] - 카드(310)에서 마이크로컨트롤러(330)로 연장하는 제2 전기 버스(322).
- [0118] 이 마이크로컨트롤러(330)는 유리하게는 자동차의 전자 제어 유닛(즉, 온보드 컴퓨터)일 수 있고 다음을 포함한다 :
- [0119] - 마이크로프로세서(CPU);
- [0120] - 랜덤 액세스 메모리(RAM);
- [0121] - 읽기 전용 메모리(ROM);
- [0122] - 아날로그-디지털 변환기(ADC) 또는 디지털-아날로그 변환기(DAC); 및
- [0123] - 다양한 입력 및 출력 인터페이스.
- [0124] 마이크로프로세서는 읽기 전용 메모리에 저장된 다양한 프로그램들을 실행할 수 있다.
- [0125] 입력 인터페이스는 마이크로컨트롤러(330)가 특히 랜덤 액세스 메모리에 저장하기 위해 제2 버스(322)를 통해 트랙션 배터리(100)의 셀들(110, 12, 130, 140, 150, 160), 충전기 및 전기 모터에 관한 데이터를 획득할 수 있게 한다.
- [0126] 출력 인터페이스는 마이크로컨트롤러(330)가 제1 버스(321)를 통해 인쇄 회로 카드(310) 상의 집적 회로(340)(도 2 참고)를 제어할 수 있게 한다.
- [0127] 집적 회로(340)는 다음의 것들 사이의 전압들( $V_{m,n}$ )(도 2 참고)을 측정하도록 의도된다 :
- [0128] - 부하 저항( $R_c$ )(전압  $V_{Rc,n}$ , 전류  $I_{c_n}$ )을 통해 상기 유닛(300)의 제1 입력 단자(302)에 연결된 집적 회로(340)의 제1 측정 핀(341); 및
- [0129] - 부하 저항( $R_c$ )(전압  $V_{Rc,n-1}$ , 전류  $I_{c_{n-1}}$ )을 통해 상기 유닛(300)의 제2 입력 단자(303)에 연결된 집적 회로(340)의 제2 측정 핀(342).
- [0130] 따라서, 이들 2 개의 측정 핀들(341, 344)은, 부하 저항들을 통해, 배터리(100)의 셀(120)을 유닛(300)에 연결하는 전선(202, 203)과 연관된다.
- [0131] 집적 회로(340)는 예를 들어 MAX17823 또는 MAX1785x 제품 범위에서 Maxim Integrated 사에 의해 판매되는 집적 회로 또는 동일한 아키텍처를 사용하는 임의의 다른 ASSP 회로일 수 있다.
- [0132] 또한, 집적 회로(340)는, 각각의 전선(202, 203)에 대해, 제1 버스(321)(도 2에서 트랜지스터(345)를 가리키는 화살표 참고)를 통해 마이크로컨트롤러(330)에 의해 제어되고 제1 밸런싱 핀(342) 및 제2 밸런싱 핀(343) 사이에 연결되는 트랜지스터(345)(도 2 참고)를 가지며, 트랜지스터(345)는 정적 조건들 하에서, 다음을 갖는다 :
- [0133] - 저항( $R_{sw}$ )과 동등한 통과 상태(passing state); 및

- [0134] - 개방 회로(두 밸런싱 핀들 사이의 제로 전류)와 동등한 차단 상태(blocking state).
- [0135] 마이크로컨트롤러(330)는 또한 배터리(100)의 수명과 차량의 1회 충전 후 주행 거리(range)를 손상시킬 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160) 간의 임의의 불균형을 방지하기 위해, 인쇄 회로 카드(310)를 통해 다양한 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 충전 상태를 동일한 레벨로 유지하도록 프로그래밍된다.
- [0136] 이를 위해, 마이크로컨트롤러(330)는, 다음을 수행하기 위해, 각각의 측정 핀 쌍 사이에서 측정된 전압들( $V_{m,1}$ ,  $V_{m,2}$ , ...,  $V_{m,n}$ , ...,  $V_{m,N}$ )에 따라, 전선들(예를 들어, 2 개의 브랜치들(202, 203)로 형성된 전선)과 관련된 트랜지스터들(예를 들어, 트랜지스터(345))을 제어한다 :
  - [0137] - 하나 이상의 트랜지스터들을 차단 상태로 두기 : 해당 트랜지스터들에 대해 밸런싱 비활성화(밸런싱 "OFF");
  - [0138] - 하나 이상의 트랜지스터들을 통과 상태로 두기 : 해당 트랜지스터들에 대해 밸런싱 활성화(밸런싱 "ON").
- [0139] 셀(120)에 대해, 즉 전선에 대해(예를 들어, 도 2의 전선(202, 203)에 대해) 밸런싱이 활성화될 때, 셀(여기서는 도 2의 셀(120))의 전하 중 일부는 2 개의 전기 밸런싱 저항( $R_{bal}$ )(여기서는, 동일하지만 상이할 수 있음)을 통해 상기 유닛(300)의 2 개의 입력 단자들(302, 303) 사이에서 소산되며, 여기서 상기 2 개의 전기 밸런싱 저항( $R_{bal}$ )은 각각 제1 입력 단자(302)와 제1 밸런싱 핀(342) 사이의 밸런싱 브랜치(312), 그리고 제2 입력 단자(303)와 제2 밸런싱 핀(343) 사이의 밸런싱 브랜치(313)에 위치한다.
- [0140] 본 발명의 하나의 목적은 시스템의 각 전선의 전기 저항(옴 단위)을 판단하는 것이며, 이하 "선 저항"이라고 하며,  $R_{I,1}$ ,  $R_{I,2}$ , ...,  $R_{I,n}$ , ...,  $R_{I,N}$ 로 표기된다.
- [0141] 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)을 유닛(300)에 연결하는 전선들의 선 저항의 이러한 판단은 측정된 값이 교정될 수 있는 임계값에 비해 너무 높은 경우 경보를 트리거링하는데 유리하게 사용될 수 있다.
- [0142] 또한, 이 판단은 모니터링 프로세스의 일부로서 밸런싱 기능을 사용하여 결함 진단을 비활성화하는 역할을 할 수 있다.
- [0143] 또한, 선 저항( $R_{I,1}$ ,  $R_{I,2}$ , ...,  $R_{I,n}$ , ...,  $R_{I,N}$ )을 판단하면, 배터리(100)의 하나 이상의 셀들(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 충전 또는 방전 중에 유닛(300)에 의해 측정될 수 있는 셀(110, 120, 130, 140, 150, 160)의 단자들의 전압 값들( $V_{cell,1}$ ,  $V_{cell,2}$ , ...,  $V_{cell,n}$ , ...,  $V_{cell,N}$ )의 보정이 가능하다.
- [0144] 선 저항의 값은 그 방법이 사용될 때 전압 밸런싱 보상 모델들을 다시 초기화하기 위해 배터리의 사용 사이클의 시작시 기준값으로서 더 작용할 수 있다. 실제로, 공칭 사용 주기에서, 전압 측정과 동시에 밸런싱을 활성화하도록 선택하면, 셀의 단자들에서 전압을 측정하는 정확도를 고려할 때, 전선을 따르는 전압 강하를 무시할 수 없으며, 이러한 전압 강하는 보상되어야 한다. 이를 위해, 이러한 전압을 재구성하기 위해 각 전선의 정확한 선 저항 값을 알아야 한다.
- [0145] 각각의 전선은 2 개의 전기 브랜치들(201, 202, 203, 204, 205, 206)로 형성되고,  $n$ 번 전선의 선 저항 값( $R_{I,n}$ )은 그 저항과 동일하다. 즉,  $R_{I,n} = R_{Ln} + R_{Ln1}$ .
- [0146] 이제, 도 3을 참조하여, 선로 저항 값들, 그리고 그로부터 도출될 각 전선의 상태의 정확한 판단을 가능하게 하는 판단 방법이 설명될 것이다.
- [0147] 이 방법은 유닛(300)에 의해 실행되고 그리고 상기 유닛(300)의 마이크로컨트롤러(330)에 의해 보다 정밀해진다.
- [0148] 따라서, 모니터링 유닛(300)은 :
  - [0149] - 각 전선(201-202, 202-203, 204-205, 205-206)의 선 저항 값( $R_{I,n}$ )을 계산하도록 설계되며; 그리고
  - [0150] - 상기 계산된 선 저항 값들( $R_{I,n}$ )에 따라 상기 전선들(201-202, 202-203, 204-205, 205-206)의 상태를 판단하도록 설계된다.
- [0151] 본 발명에 따르면, 전선의 상태를 판단하기 위해, 상기 방법은 다음의 단계들을 포함한다 :
  - [0152] - 상기 전선의 선 저항 값을 계산하는 단계(도 3의 블록 B); 및

- [0153] - 계산된 선 저항 값에 따라 상기 전선의 상태를 판단하는 단계(도 3의 블록 C).
- [0154] 본 발명에 따른 방법을 설명하기 위해, 설명의 나머지 부분은 도 2에 도시된 바와 같이 (단자들(121, 302) 사이에 형성된 전기 브랜치(202) 및 단자들(122, 303) 사이에 형성된 전기 브랜치(203)에 의해 형성되는)  $n$ 번 전선의 상태의 판단에 특정될 것이다(선 저항 값  $R_{I,n} = R_{L_n} + R_{L_{n-1}}$ , 트랜지스터(345)는 상기 유닛(300)의 마이크로제어기(330)에 의해 제어됨).
- [0155] 유리하게는, 상기 방법은 전선들(201-202, 202-203, 204-205, 205-206) 주위의 온도를 나타내는 온도들( $TL_1, TL_2, \dots, TL_n, \dots, TL_N$ )(이하에서, "선 온도"로 지칭됨)을 측정하는 단계(도 3의 블록 A의 서브블록 A1)를 더 포함한다.
- [0156] 실제로, 모든 전기 시스템의 전기 저항 값들은 온도에 크게 의존하며, 그리고 선 저항 측정을 주변 온도 값에 관련시키는 것이 좋다.
- [0157] 선 온도 값들( $TL_1, TL_2, \dots, TL_n, \dots, TL_N$ )은 유닛(300)의 마이크로컨트롤러(330)의 랜덤 액세스 메모리로 전송되어 저장된다.
- [0158] 선 온도 값들( $TL_1, TL_2, \dots, TL_n, \dots, TL_N$ ) 중 하나가 온도 임계값( $TL_{min}$ ) 미만인 경우, 후속 계산에서, 해당 셀의 내부 저항을 고려해야 한다.
- [0159] 바람직한 실시예에 따르면, 선 저항 값( $R_{I,n}$ )은 밸런싱 없이(밸런싱 OFF, 차단 상태의 트랜지스터(345) :  $I_{bal,n} = 0$  A) 제1 측정을 수행한 후, 유닛(300)의 제1 입력 단자(302) 및 제2 입력 단자(303)의 각 쌍 사이의 전압( $V_{bal,n}$ )(도 2 참조)을 밸런싱하여(밸런싱 ON, 통과 상태의 트랜지스터(345) :  $I_{bal,n} > 0$  A) 제2 측정을 수행하여 계산된다.
- [0160] 보다 정확하게는, 본 발명에 따른 판단 방법의 이러한 특정 실시예에 따르면, 선 저항 값( $R_{I,n}$ )을 계산하는 단계(도 3의 블록 B)는 다음의 단계들을 포함한다 :
- [0161] - 배터리(100)의 셀(120)이 충전 또는 방전 중이 아니라면, 제1 입력 단자(302)와 제2 입력 단자(303) 사이에서 제1 개방 회로 전압 값( $V_{m1,n}$ )을 측정하는 제1 서브단계(서브블록 B1);
- [0162] - 제1 시점( $t_1$ )에서, 전기 저항 값( $R_{bal,n}$ )이 미리 결정된 저항성 전기 브랜치(여기서, 밸런싱 브랜치들(312, 313) 및 트랜지스터(345)의 통과 브랜치(342-343)에 의해 형성됨)에 의해 유닛(300)이 제1 입력 단자(302)와 제2 입력 단자(303)를 연결하는 폐쇄 서브단계(서브블록 B2);
- [0163] - 미리 결정된 최소 지속 시간( $\Delta t_{min}$ )과 미리 결정된 최대 지속 시간( $\Delta t_{max}$ ) 사이의(미리 결정된 최소 지속 시간( $\Delta t_{min}$ ) 및 미리 결정된 최대 지속 시간( $\Delta t_{max}$ ) 포함) 지속 시간( $\Delta t$ )만큼 상기 제1 측정 시점( $t_1$ )으로부터 분리된 제2 측정 시점( $t_2$ )에서, 상기 제1 입력 단자(302)와 상기 제2 입력 단자(303) 사이의 폐쇄 회로 제2 전압 값( $V_{m2,n}$ )을 측정하는 제2 서브단계(서브블록 B3); 및
- [0164] - 상기 미리 결정된 전기 저항 값( $R_{bal,n}$ ) 및 상기 제1 측정 전압 값( $V_{m1,n}$ ) 및 상기 제2 측정 전압 값( $V_{m2,n}$ )의 함수로 해당 전선(202, 203)의 선 저항 값( $R_{I,n}$ )을 추정하는 서브단계(서브블록 B4).
- [0165] 이제, 서브단계 B1 및 서브단계 B3의 측정에 기초하여 서브단계 B4에서 이 선 저항 값( $R_{I,n}$ )을 어떻게 실제로 추정할 수 있는지가 상세히 설명될 것이다.
- [0166] 서브단계 B1
- [0167] 제1 측정 서브단계동안, 정적 조건들이 적용되고 배터리(10)의 전력 계전기(power relay)가 여전히 개방되어 있다고 가정하며, 이는 배터리(10)의 무부하 전압값( $U_{BAT}$ ) 및 0 암페어와 동일한 출력 전류( $I_{HV}$ )를 보장한다.
- [0168] 또한, 이 서브단계(B1) 동안, 유닛(300)의 트랜지스터(345)는 마이크로컨트롤러(330)에 의해 차단 모드(밸런싱 OFF)에 있도록 명령되며, 이로써, 2 개의 밸런싱 핀들(342, 343) 사이의 전기 회로가 개방된다 :  $I_{bal,n} = 0$ , 그리고  $I_{c_n} = I_{L_n}$ .

- [0169] 이하에서, 2 개의 측정 핀들(341, 344) 사이의 입력 저항이 매우 높은 것으로, 즉 2 개의 측정 브랜치들(311, 314)의 2 개의 부하 저항들(Rc)에 대해 유사-무한(quasi-infinite)한 것으로 가정된다.
- [0170] 따라서, 밸런싱이 비활성화될 때( $I_{bal,n} = 0$ ), 다음의 방정식이 적용된다 :  $IL_n = IC_n \approx 0$  A.
- [0171] 실제로, 부하 저항 값(Rc)은 1 kΩ 내지 2 kΩ 정도이고,  $IC_n$ 는 1 μA이하(집적 회로(340)에 의해 설정되고 일반적으로 약 200 nA)이며, 이로써, 부하 저항을 통해 흐르는 전류로 인해 전압( $V_{bal,n}$ )을 측정할 때의 오차는 2 개의 측정 핀들(341, 344) 사이의 전압 값( $V_{m1,n}$ )과 비교하여 무시할 만하다.
- [0172] 이러한 방식으로, 다음과 같이 쓸 수 있다 :  $V_{cell,n} = V_{bal,n}$  (왜냐하면  $IL_n \approx 0$  이고 셀의 내부 저항이 매우 작기 때문) 그리고  $V_{bal,n} \approx V_{m1,n}$  (왜냐하면  $IC_n \approx 0$ 이기 때문), 그러므로,  $V_{m1,n} \approx V_{cell,n}$ .
- [0173] 서브단계 B2
- [0174] 제1 시점(이하에서,  $t_1$ 로 표기)에서, 유닛(300)은  $n$ 번( $n = 107$ ) 셀(120)의 밸런싱을 트리거링하며, 이로써, 인쇄 회로(340)의 트랜지스터(345)는 통과 상태가 되고, 값( $R_{sw,n}$ )의 전기 저항과 동등해진다(이하에서, 2 개의 밸런싱 단자들 사이에 배치된 인쇄 회로(340) 상의 모든 트랜지스터들이 동일하고, 그리고 동일한 저항( $R_{sw}$ )을 갖는 것으로 가정될 수 있다). 그 다음, 유닛(300)의 2 개의 입력 단자들(302, 303)을 연결하는 전기 브랜치의 전기 저항 값( $R_{bal,n}$ )은 다음과 같다 :  $R_{bal,n} = 2R_{bal} + R_{sw}$ . 다음 단계 B3 전에 제2 시점( $t_2$ )까지 대기한다.
- [0175] 서브단계 B3
- [0176] 제2 시점( $t_2$ )은 제1 시점( $t_1$ )과 제2 시점( $t_2$ ) 사이의 시간 간격( $\Delta t = t_2 - t_1$ )이 미리 결정된 최소 간격( $\Delta t_{min}$ ) 및 미리 결정된 최대 간격( $\Delta t_{max}$ ) 사이(미리 결정된 최소 간격 및 미리 결정된 최대 간격 포함)가 되도록 선택되며, 이로써, 바람직하게는 :
- [0177] - 상기 제2 측정 서브단계(B3)는 정적 전기적 조건들 하에서 수행된다 : 정적 조건들이 적용될 수 있도록  $t_1$ 에서 충분히 먼  $t_2$ ; 그리고
- [0178] - 셀(120)의 양극 단자(121) 및 음극 단자(122) 사이의 전압의 절대값( $V_{cell,n}$ )은 제1 측정 서브단계(B1)와 제2 측정 서브단계(B3) 사이에서 1 % 이상 변하지 않는다 : 셀(120)의 단자들에서의 전압 변동(1% 이내)을 무시할 수 있도록  $t_1$ 에서 그리 멀지 않은  $t_2$ .
- [0179] 실제로, 정적 조건들은 수십 밀리 초 후에 달성되며, 즉  $\Delta t_{min} = 10$  ms 내지 50 ms; 그리고 셀 전압의 값( $V_{cell,n}$ )은 몇 분 후에만 떨어지기 시작한다. 즉,  $\Delta t_{max} = 1$  분 내지 3 분.
- [0180] 트랜지스터(345)가 통과 모드에 있고 정적 조건들이 확립되면, 집적 회로(340)의 2 개의 측정 핀들(341, 344) 사이의 전압( $V_{m2,n}$ )은 동시에  $t_2$ 에서 측정된다.
- [0181] 서브단계 B4
- [0182] 2 개의 측정 서브단계들(B1, B3)에 이어서, 밸런싱이 비활성화될 때( $I_{bal,n} = 0$  A) 그리고 활성화될 때( $I_{bal,n} > 0$  A) 집적 회로(340)의 2 개의 측정 핀들(341, 344) 사이의 값들  $V_{m1,n}$  및  $V_{m2,n}$ 이 알려져 있다.
- [0183] 이러한 2 개의 값들은 제2 버스(322)를 통해 상기 유닛(300)으로부터 마이크로컨트롤러(330)로 전송되며, 상기 마이크로컨트롤러(330)는 그 2 개의 값들을 사용하여 선 저항 값( $R_{l,n}$ )을 계산할 것이다.
- [0184] 다음 방정식들은 도 2의 전압 값들에 적용된다 :
- [0185] (a)  $V_{cell,n} = V_{bal,n} + V_{RLn} + V_{RLn-1} = V_{bal,n} + (RL_n + RL_{n-1}) * IL_n = V_{bal,n} + R_{l,n} * IL_n$

- [0186] (b)  $V_{m2,n} \approx V_{bal,n}$
- [0187] (c)  $V_{bal,n} = R_{bal,n} * I_{bal,n} = (2*R_{bal} + R_{sw,n})*I_{Ln}$
- [0188] 위의 세 가지 방정식들 (a), (b) 및 (c)을 방정식  $V_{m1,n} = V_{ce11,n}$ (상기 서브단계 B1 참고)과 결합하면,  $R_{I,n} = (V_{m1,n} - V_{m2,n})/I_{Ln}$ 이 획득된다. 즉 :  $R_{I,n} = (2*R_{bal} + R_{sw,n})*[(V_{m1,n}/V_{m2,n}) - 1]$ .
- [0189] 마이크로컨트롤러(330)는 상기 공식을 사용하여 선 저항을 추정한다. 마이크로컨트롤러(330)의 마이크로프로세서는 모든 전선들에 대해 상기 공식에 따라 계산을 수행하도록 프로그래밍된다.
- [0190] 유리하게는, 마이크로컨트롤러(300)는, 제1 페이즈(phase)에서, 오직 홀수번 전선과 관련된 집적 회로(340)의 트랜지스터들만 제어하여 그러한 홀수번 전선의 선 저항을 계산하도록 프로그래밍되며, 이 때, 짝수번 전선들과 관련된 트랜지스터들은 차단 상태로 유지된다. 이는 홀수번 셀들과 짝수번 셀들에 대한 분리 측정(uncoupled measurement)을 가능하게 한다.
- [0191] 따라서, 제1 페이즈에서, 홀수번 전선들의 선 저항들의 값들( $R_{I,n}$ )(여기서,  $n = 2*k+1$ ,  $k = 0, 1, 2, \dots, Ent(N/2)-1$ )만이 계산된다.
- [0192] 마이크로컨트롤러(330)는, 제2 페이즈에서, 짝수번 전선과 관련된 집적 회로(340)의 트랜지스터들을 제어하여 그러한 짝수번 전선의 선 저항 값들을 계산하도록 프로그래밍된다.
- [0193] 계산 단계 B에 이어서, 유닛(300)은 마이크로컨트롤러(330)의 랜덤 액세스 메모리에 다음을 유지한다 :
- [0194] - 각 전선의 대표 온도의 값들( $TL_1, TL_2, \dots, TL_n, \dots, TL_N$ ); 및
- [0195] - 각 전선의 선 저항의 값들( $R_{I,1}, R_{I,2}, \dots, R_{I,n}, \dots, R_{I,N}$ ).
- [0196] 판단 단계 C(도 3 참고) 동안, 각 전선의 상태는 각 전선의 선 저항의 값들( $R_{I,1}, R_{I,2}, \dots, R_{I,n}, \dots, R_{I,N}$ )에 따라 판단된다.
- [0197] 바람직한 실시예에서, 판단 단계 C는 비교 서브단계(도 3의 서브블록 C1)를 포함하며, 비교 서브단계에서, 유닛(300), 그리고 더 구체적으로는, 마이크로컨트롤러(330)의 마이크로프로세서는 각 전선의 전기 저항 값( $R_{I,n}$ )을 미리 결정된 전기 저항 임계값( $RL_{max}$ )과 비교한다.
- [0198] 바람직하게는,  $n$ 번 전선의 전기 저항 임계값( $RL_{max,n}$ )은 해당 전선의 대표 온도( $TL_n$ )에 따라 미리 결정된다(도 3의 블록 A의 서브블록 A2).
- [0199] 전술한 비교가  $n$ 번 전선의 선 저항 값( $R_{I,n}$ )이 임계값( $RL_{max,n}$ )보다 낮은 것을 나타내면(도 3의 서브블록 C2), 상기 유닛(300)은  $n$ 번 전선이 정상 작동 상태에 있다고 간주한다.
- [0200] 반대로, 전술한 비교가  $n$ 번 전선의 선 저항 값( $R_{I,n}$ )이 임계값( $RL_{max,n}$ )보다 높은 것을 나타내면(도 3의 서브블록 C3), 유닛(300)은  $n$ 번 전선이 비정상 작동 상태에 있고 그  $n$ 번 전선에서 선 임피던스 결함이 검출된다고 간주한다.
- [0201] 이 경우, 유닛(300)은 결함이 있는 전선의 선 저항 값의 변화에 의해 영향을 받는 진단 기능을 비활성화하도록 집적 회로(340)를 제어할 수 있다.
- [0202] 또한, 선 저항 값( $R_{I,n}$ )이 관련 온도( $TL_n$ )에 대한 전기 저항 임계값( $RL_{max,n}$ )보다 크면, 경고 신호가 발송될 수도 있다.
- [0203] 본 발명은 설명되고 도시된 실시예로 제한되지 않으며, 당업자는 본 발명의 사상 내에서 임의의 변형에 도달하는 방법을 알 것이다.
- [0204]



도면3

