

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(43) 국제공개일  
2009년 10월 22일 (22.10.2009)

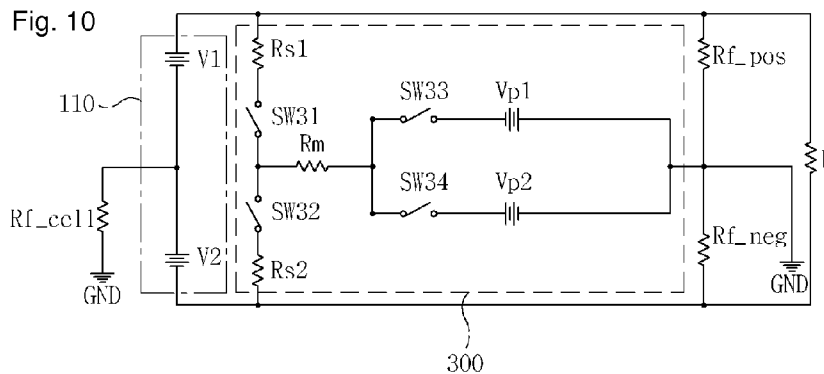
PCT

(10) 국제공개번호  
WO 2009/128641 A2

- (51) 국제특허분류: G01R 31/02 (2006.01) B60L 11/18 (2006.01)
  - (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/001920
  - (22) 국제출원일: 2009년 4월 14일 (14.04.2009)
  - (25) 출원언어: 한국어
  - (26) 공개언어: 한국어
  - (30) 우선권정보: 10-2008-0034108 2008년 4월 14일 (14.04.2008) KR  
10-2008-0119085 2008년 11월 27일 (27.11.2008) KR  
10-2009-0031418 2009년 4월 10일 (10.04.2009) KR
  - (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 케피코 (KEFICO CORPORATION) [KR/KR]; 경기도 군포시 당정동 410번지, 435-833 Gyeonggi-do (KR).
  - (72) 발명자: 곽
  - (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 박현석 (PARK, Hyun-seok) [KR/KR]; 서울특별시 동작구 사당 1동 1006-17, 202호, 156-824 Seoul (KR). 조세봉 (CHO, Sejong) [KR/KR]; 경기도 수원시 장안구 율전동 99-43번 401호, 440-824 Gyeonggi-do (KR). 전윤석 (JEON, Ywun-seok) [KR/KR]; 서울특별시 송파구 송파2동 삼성래미안아파트 104동 1302호, 138-172 Seoul (KR).
  - (74) 대리인: 한양특허법인 (HANYANG PATENT FIRM); 서울특별시 강남구 역삼동 677-25 큰길타워 9층, 135-914 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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
  - (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 공개:  
— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

(54) Title: ELECTRICAL LEAK DETECTING APPARATUS FOR AN ELECTRIC VEHICLE

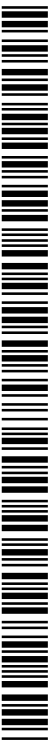
(54) 발명의 명칭: 전기 자동차의 누전 검출 장치



(57) Abstract: The present invention relates to an electrical leak detecting apparatus for an electric vehicle, which is capable of not only detecting an electrical leak generated when a vehicle body is connected to the maximum potential or minimum potential of a battery pack, but also detecting which portion of the battery pack the vehicle body is connected to when an electrical leak is generated through the connection of the vehicle body and an intermediate potential of the battery pack. The electrical leak detecting apparatus for an electric vehicle according to the present invention includes: first and second switches connected to each other in series between a maximum potential terminal and a minimum potential terminal; a detection resistor having one end connected to a common contact of the first and second switches; and first and second measured potential supply units which are connected to each other in parallel between the other end of the detection resistor and the vehicle body, and which selectively provide first and second measured potentials, of different potential, to the battery pack.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2009/128641 A2



---

본 발명은 차체가 전지팩의 최대전위 또는 최저전위에 연결되는 누전을 검출할 뿐만 아니라, 차체가 전지팩의 중간 전위와 연결되어 누전이 발생할 때에 전지팩의 어느 부분에 연결되어 누전이 발생한 것인지를 검출할 수 있는 전기 자동차의 누전 검출 장치에 관한 것이다. 본 발명에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치는, 전지팩의 최대전위단과 최소전위단 사이에 상호 직렬로 연결된 제 1 스위치 및 제 2 스위치와; 제 1 스위치와 제 2 스위치의 공통접점에 일단이 연결된 검출저항과; 검출저항의 타단과 차체 사이에 상호 병렬로 연결되어 전지팩에 서로 다른 전위의 제 1 측정전위와 제 2 측정전위를 선택적으로 제공하는 제 1 측정전위 공급부 및 제 2 측정전위 공급부를 구비한다.

# 명세서

## 전기 자동차의 누전 검출 장치

### 기술분야

- [1] 본 발명은 전기 자동차의 누전 검출 장치에 관한 것으로, 특히 차체가 전지팩의 최대전위 또는 최저전위에 연결되는 누전을 검출할 뿐만 아니라, 차체가 전지팩의 중간 전위와 연결되어 누전이 발생할 때에 전지팩의 어느 부분에 연결되어 누전이 발생한 것인지를 검출할 수 있는 전기 자동차의 누전 검출 장치에 관한 것이다.

### 배경기술

- [2] 전기 자동차는 구동원으로 1000V 정도의 고전압을 사용한다. 따라서, 전기 자동차의 구동원인 전지팩은 차체(vehicle body)와 구조적으로 분리되어 차체와 절연상태를 유지하여야 한다.
- [3] 그러나, 전기 자동차의 전지팩이 사고 또는 알 수 없는 요인 등에 의하여 차체에 누전되면 전지팩의 고전압에 의하여 차량뿐만 아니라 인명 피해까지 발생할 수 있다.
- [4] 따라서, 전기 자동차에는 필수적으로 전지팩이 차체에 누전되는 것을 검출하는 누전 검출 장치가 구비된다.
- [5] 도 1은 종래기술에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치의 구성도이다.
- [6] 종래의 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)과 차체(GND) 사이에 연결되어 전지팩(110)이 차체(GND)에 누전되는지 여부를 검출한다. 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)과 차체(GND) 사이의 저항을 증가화하여 절연저항( $R_f$ )으로 표현한다. 절연저항( $R_f$ )은 전지팩(110)과 차체(GND)가 정상적으로 절연 상태를 유지하면 그 저항값이 무한대로서 전류가 차단되고 누전 검출 장치(120)로도 전류가 흐르지 않는다. 그러나, 절연저항( $R_f$ )은 전지팩(110)에 이상이 발생하여 차체(GND)에 누전되면 저항값이 작아진다. 그에 따라, 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)과 절연저항( $R_f$ )과 누전 검출 장치(120) 및 차체(GND) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐른다. 누전 검출 장치(120)는 이러한 원리를 이용하여 전지팩(110)과 차체(GND)의 누전을 검출한다. 도 1에서 L은 전지팩(110)의 전원을 사용하는 부하이다.
- [7] 종래의 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)의 최소전위단과 차체(GND) 사이에 직렬로 연결되는 전압 분배 저항( $R_s$ ), 검출저항( $R_m$ ), 측정전원( $V_{dc}$ )으로 이루어진다. 누전 검출 장치(120)는 검출저항( $R_m$ )과 측정전원( $V_{dc}$ ) 사이에 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 더 구비된다. 이때, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)는 상호 연동하여 전지팩(110)과 차체(GND) 사이에 연결되는 측정전원( $V_{dc}$ )의 극성을 전환한다. 즉, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 모두 a점에 접속되면 측정전원( $V_{dc}$ )의 양극은 검출저항( $R_m$ )에

연결된다. 또한, 측정전원(Vdc)의 음극은 차체(GND)에 연결되어 전지팩(110)과 측정전원(Vdc)이 순방향으로 연결된다. 한편, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 모두 b점에 접속되면 측정전원(Vdc)의 음극은 검출저항(Rm)에 연결된다. 또한, 측정전원(Vdc)의 양극은 차체(GND)에 연결되어 전지팩(110)과 측정전원(Vdc)이 역방향으로 연결된다.

- [8] 도 2를 참조하면서 이 종래의 누전 검출 장치의 동작을 설명한다.
- [9] 이하에서는, 전지팩(110)의 최대전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우의 종래 누전 검출 장치를 설명하기로 한다. 종래의 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)의 최대전위단과 차체(GND) 사이의 저항을 등가화하여 최대전위 절연저항(Rf1)으로 표현한다. 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)의 최대전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면 최대전위 절연저항(Rf1)을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 이때, 누전 검출 장치(120)는 도 2에 도시된 바와 같이 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 a점에 접속되면, 도 3에 도시된 바와 같이 전지팩(110), 최대전위 절연저항(Rf1), 순방향으로 연결된 측정전원(Vdc), 검출저항(Rm), 전압 배분 저항(Rs) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 누전 검출 장치(120)는 검출저항(Rm)의 양단 전압(Vm)을 측정하여 최대전위 절연저항(Rf1)을 계산함으로써, 전기 자동차의 누전 여부를 검출한다.
- [10] 이때, 누전 검출장치(120)에서 측정된 검출저항(Rm)의 양단 전압(Vm)은 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다. 여기서, 수학적 식 1 및 이하의 수학적식들에서 전지팩(110)의 전압을 (V1 + V2)로 표현하는 것은 이해를 돕기 위함일 뿐, 전지팩(110)의 전압을 (V1 + V2)로 한정하는 것은 아니다.
- [11] 수학적 식 1

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_{f1}} (V_1 + V_2 + V_{dc})$$

- [12] 수학적 식 1에서 알 수 있는 바와 같이, 최대전위 절연저항(Rf1)의 값은 전지팩(110)의 전압인 (V1 + V2)를 알아야 구할 수 있다. 만약, 전지팩(110)의 전압인 (V1 + V2)의 영향을 받지 않고 측정전원(Vdc)만을 이용한 양단 전압(Vm)의 표현식을 구하려면, 하기와 같은 단계를 더 수행해야 한다.
- [13] 상세히 설명하면, 도 4에 도시된 바와 같이, 누전 검출 장치(120)의 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)를 각각 b점으로 접속시킨다. 그러면, 도 5에 도시된 바와 같이 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110), 절연저항(Rf1), 역방향으로 연결된 측정전원(Vdc), 검출저항(Rm), 전압 배분 저항(Rs) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때 검출저항(Rm)에서는 수학적 식 2와 같은 전압(Vm)이 검출된다.
- [14] 수학적 식 2

$$V_{m-} = \frac{R_m}{R_s + R_m + Rf_1} (V_1 + V_2 + V_{dc})$$

[15] 위 수학적 식 1과 수학적 식 2를 통해 알 수 있는 바와 같이, 전지팩(110)의 최대전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면, 검출저항(Rm)의 양단에 인가되는 전압(Vm)은 전지팩(110)의 전압의 합(V1 + V2)에 의한 값으로 비교적 높은 전압이다. 따라서, 누전 검출 장치(120)는 양단 전압(Vm)을 용이하고 정확하게 측정할 수 있다.

[16] 한편, 위 수학적 식 1에서 수학적 식 2를 빼고 2로 나누어 주면, 검출저항(Rm)에 인가되는 전압(Vm)은 하기 수학적 식 3과 같이 표현된다.

[17] 수학적 식 3

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + Rf_1} (V_{dc})$$

[18] 상기한 수학적 식 3을 통해 등가화된 최대전위 절연저항(Rf1)은 하기 수학적 식 4와 같이 계산할 수 있다. 그에 따라, 누전 검출 장치(120)는 등가화된 최대전위 절연저항(Rf1)의 저항값을 이용하여 누전 여부를 판단할 수 있다.

[19] 수학적 식 4

$$Rf_1 = \frac{R_m}{V_m} (V_{dc}) - (R_s + R_m)$$

[20]

[21] 이하에서는, 전지팩(110)의 최소전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우의 종래 누전 검출 장치(120)를 설명하기로 한다. 종래의 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)의 최소전위단과 차체(GND) 사이의 저항을 등가화하여 최소전위 절연저항(Rf2)으로 표현한다. 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)의 최소전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면, 이 등가화된 최소전위 절연저항(Rf2)을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 이때, 누전 검출 장치(120)는 도 6에 도시된 바와 같이 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 a점에 접속되면, 도 7에 도시된 바와 같이 전압 배분 저항(Rs), 검출저항(Rm), 검출저항(Rm)에 순방향으로 접속된 측정전원(Vdc), 최소전위 절연저항(Rf2) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 누전 검출 장치(120)는 검출저항(Rm)의 양단 전압(Vm)을 측정하여 등가화된 최소전위 절연저항(Rf2)을 계산함으로써, 전기 자동차의 누전을 검출한다. 이때, 누전 검출 장치(120)에서 측정된 검출저항(Rm)의 양단 전압(Vm)은 수학적 식 5와 같이 표현된다.

[22] 수학적 식 5

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_s + R_m + Rf_2} (+V_{dc})$$

- [23] 물론, 누전 검출 장치(120)는 도 8에 도시된 바와 같이 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)를 각각 b점으로 접속시키면, 도 9에 도시된 바와 같이 전압 배분 저항( $R_s$ ), 검출저항( $R_m$ ), 검출저항( $R_m$ )에 역방향으로 접속된 측정전원( $V_{dc}$ ), 절연저항( $Rf_2$ ) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때, 검출저항( $R_m$ )에는 수학적 식 6과 같은 양단 전압( $V_m$ )이 측정된다.

- [24] 수학적 식 6

$$V_{m-} = \frac{R_m}{R_s + R_m + Rf_2} (-V_{dc})$$

- [25] 누전 검출 장치(120)에서 측정되는 양단 전압( $V_m$ )은 수학적 식 5에서 수학적 식 6을 빼고 2로 나누어 주면 수학적 식 7과 같이 표현될 수 있다. 수학적 식 7을 통해 등가화된 최소전위 절연저항( $Rf_2$ )은 하기 수학적 식 8과 같이 계산할 수 있다. 누전 검출 장치(120)는 등가화된 최소전위 절연저항( $Rf_2$ )의 값을 이용하여 누전 여부를 판단할 수 있다.

- [26] 수학적 식 7

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + Rf_2} (V_{dc})$$

- [27] 수학적 식 8

$$Rf_2 = \frac{R_m}{V_m} (V_{dc}) - (R_s + R_m)$$

- [28] 여기서, 위 수학적 식 5와 수학적 식 6을 통해 알 수 있는 바와 같이, 전지팩(110)의 최소전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면, 검출저항( $R_m$ )의 양단에 인가되는 전압( $V_m$ )은 오직 측정전원( $V_{dc}$ )에 의한 값일 뿐이다. 이 측정전원( $V_{dc}$ )은 전지팩(110)의 전압보다 매우 작은 값이다. 그리하면, 누전 검출 장치(120)는 낮은 검출 감도로 인해 검출저항( $R_m$ )의 양단 전압( $V_m$ )을 정확하게 측정하기는 매우 어려우며, 이로 인해 누전 여부를 판단하기 매우 곤란한 문제점이 있다.

- [29] 또한, 종래의 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)의 최대전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하던지, 최소전위단에서 누전이 발생하던지, 아니면 중간전위에서 누전이 발생하던지, 무관하게 동일한 방법과 동일한 수식으로 누전 여부를 검출한다. 그리하면, 종래의 누전 검출 장치(120)는 전지팩(110)의

누전 발생 여부는 알 수 있으나, 누전이 발생한 지점을 정확하게 검출해 낼 수 없는 문제점이 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [30] 따라서, 본 발명의 목적은 전지팩의 누전 발생 지점에 상관없이 전지팩이 차체로 누전되는지 여부를 용이하게 검출할 수 있을 뿐만 아니라 전지팩의 누전 발생 지점까지 검출할 수 있는 전기 자동차의 누전 검출 장치를 제공하는 것이다.

### 기술적 해결방법

- [31] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치는, 전지팩의 최대전위단과 최소전위단 사이에 상호 직렬로 연결된 제1스위치 및 제2스위치; 제1스위치와 제2스위치의 공통접점에 일단이 연결된 검출저항; 및 검출저항의 타단과 차체 사이에 연결되어 전지팩으로 전위를 공급하는 측정전위를 구비한다.
- [32] 검출저항의 타단과 차체 사이에 연결되어 측정전위를 전지팩으로 공급 또는 차단하는 제3스위치; 및 검출저항의 타단과 차체 사이에 제3스위치와 상호 병렬로 연결되는 제4스위치를 더 구비한다.
- [33] 검출저항의 타단과 차체 사이에 연결되는 제3스위치; 및 검출저항의 타단과 차체 사이에 제3스위치와 상호 병렬로 연결되어 측정전위를 전지팩으로 공급 또는 차단하는 제4스위치를 더 구비한다.
- [34] 제1스위치와 제2스위치 중 하나를 턴온하고 다른 하나를 턴오프하며, 측정전원을 전지팩으로 제공하면서 검출저항의 양단전압을 측정하여 전지팩이 차체로 누전되는지 여부와 누전 발생 지점을 검출한다.
- [35] 다르게는, 전지팩의 최대전위단과 최소전위단 사이에 상호 직렬로 연결된 제1스위치 및 제2스위치; 제1스위치와 제2스위치의 공통접점에 일단이 연결된 검출저항; 및 전지팩에 공급되는 제1측정전위와 제2측정전위를 구비하되, 제1측정전위 또는 제2측정전위는 검출저항의 타단과 차체 사이에 상호 병렬로 연결되고, 제1측정전위 또는 제2측정전위 중에 어느 하나가 전지팩으로 공급된다.
- [36] 제1측정전위와 제2측정전위는 전압값이 동일하고 극성이 반대이다.
- [37] 제1측정전위를 전지팩으로 공급 또는 차단하는 제3스위치를 더 구비한다.
- [38] 제2측정전위를 전지팩으로 공급 또는 차단하는 제4스위치를 더 구비한다.
- [39] 제1스위치와 제2스위치 중 하나를 턴온하고 다른 하나를 턴오프하며, 제1측정전원과 제2측정전원 중에 어느 하나를 전지팩으로 제공하면서 검출저항의 양단전압을 측정하여 전지팩이 차체로 누전되는지 여부와 누전 발생 지점을 검출한다.
- [40] 전지팩의 최대전위단과 검출저항 사이에 직렬로 연결되는 전압 분배 저항을 더

구비한다.

- [41] 전지팩의 최소전위단과 검출저항 사이에 직렬로 연결되는 전압 분배 저항을 더 구비한다.
- [42] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 다른 실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치는, 전지팩의 양극에 병렬 접속된 제1 스위치 소자와; 상기 전지팩의 음극에 병렬 접속됨과 아울러 상기 제1 스위치 소자에 직렬 접속되는 제2 스위치 소자와; 상기 제1 및 제2 스위치 소자에 직렬 접속된 전압 분배 저항과; 상기 전압 분배 저항과 측정 전원 사이에 직렬 접속된 검출 저항과; 상기 검출 저항에 서로 직렬 접속되어 측정 전원 및 차체와; 상기 검출 저항과 상기 차체 사이에 접속되어 상기 검출 저항과 상기 차체를 접지시키는 접지 스위치를 구비한다.
- [43] 상기 검출 저항과 상기 차체에 상기 측정 전원을 직렬 접속시키는 제1 및 제2 극성 전환 스위치를 더 구비한다.
- [44] 상기 측정 전원은 서로 분리된 제1 및 제2 측정 전원을 포함한다.
- [45] 상기 제1 측정 전원의 양극을 상기 검출 저항에 접속시키고, 상기 제1 측정 전원의 음극을 상기 차체에 접속시키는 제1 측정 전원 접속 스위치와; 상기 제2 측정 전원의 음극을 상기 검출 저항에 접속시키고, 상기 제2 측정 전원의 양극을 상기 차체에 접속시키는 제2 측정 전원 접속 스위치를 더 구비한다.
- [46] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 전기 자동차의 누전 검출 방법은 제1 및 제2 극성 전환 스위치를 제1 극성으로 턴-온, 제1 스위치를 턴-오프, 제2 스위치를 턴-온, 접지 스위치를 턴-오프되어 있을 때, 검출 저항의 제1 전압을 검출하는 제1 단계와; 상기 접지 스위치를 턴-온하여, 상기 검출 저항의 제2 전압을 검출하는 제2 단계와; 상기 검출 저항의 제1 전압에서 상기 검출 저항의 제2 전압을 감산하여 측정전원에 의한 검출 저항의 제3 전압을 구하는 제3 단계와; 제1 및 제2 극성 전환 스위치를 제2 극성으로 턴-온, 제1 스위치를 턴-온, 제2 스위치를 턴-오프, 접지 스위치를 턴-오프되어 있을 때, 검출 저항의 제4 전압을 검출하는 제4 단계와; 상기 접지 스위치를 턴-온하여, 상기 검출 저항의 제5 전압을 검출하는 제5 단계와; 상기 검출 저항의 제4 전압에서 상기 검출 저항의 제5 전압을 감산하여 측정전원에 의한 검출 저항의 제6 전압을 구하는 제6 단계와; 상기 검출 저항의 제3 전압이 검출되면 최대전위 절연 고장으로 판별하고, 상기 검출 저항의 제6 전압이 검출되면 최소전위 절연 고장으로 판별하며, 상기 검출 저항의 제3 전압 및 제6 전압이 모두 절연 고장으로 검출되면 중간전위 절연 고장으로 판별하는 제7 단계를 포함한다.
- [47] 상기 검출 저항의 제3 전압 및 제6 전압이 모두 검출되어 상기 중간전위 절연 고장으로 판별하면, 상기 검출 저항의 제1 전압과 상기 검출 저항의 제4 전압을 비교하여 전지팩의 어느 부분에 절연고장이 발생하였는지 검출한다.

**유리한 효과**

- [48] 본 발명의 실시 예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치는 전지팩의 누전 발생 지점에 상관없이 전지팩이 차체로 누전되는지 여부를 검출할 수 있으며, 아울러 전지팩의 누전 발생 지점까지 검출할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [49] 도 1은 종래의 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면.  
 [50] 도 2 내지 도 9는 종래의 전기 자동차의 누전 검출 장치의 동작을 설명하기 위한 도면들.  
 [51] 도 10은 본 발명의 제1실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면.  
 [52] 도 11 내지 도 16은 본 발명의 제1실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치의 동작을 설명하기 위한 도면.  
 [53] 도 17는 본 발명의 제2실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면.  
 [54] 도 18은 본 발명의 제3실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면.  
 [55] 도 19 내지 도 28은 본 발명의 제3실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치의 동작을 설명하기 위한 도면.  
 [56] 도 29은 본 발명의 제4 실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면.  
 [57] 도 30 내지 도 35는 최대전위 절연 고장 검출 모드를 설명하기 위한 도면.  
 [58] 도 36 내지 도 41는 최소전위 절연 고장 검출 모드를 설명하기 위한 도면.  
 [59] 도 42은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [60] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시 예를 첨부 도면을 참조하여 설명하기로 한다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.

[61]

[62] (제1실시예)

- [63] 이하, 본 발명의 제1실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 아래와 같다. 도 10은 본 발명의 제1실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면이다.

- [64] 도 10을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)과 차체(GND) 사이에 연결되어 전지팩(110)이 차체(GND)에 누전되는지 여부를 검출한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최대전위단과 차체(GND) 사이의 저항을 증가화하여 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )으로 표현한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최소전위단과 차체(GND) 사이의 저항을 증가화하여 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )으로 표현한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 중간전위와 차체(GND) 사이의 저항을 증가화하여 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )으로 표현한다. 각 절연저항( $R_{f\_pos}$ ,  $R_{f\_neg}$ ,  $R_{f\_cell}$ )은 전지팩(110)과 차체(GND)가 정상적으로 절연 상태를 유지하면 그 저항값이 무한대로서 전류가 차단된다. 그러나, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)에 이상이 발생하여 차체(GND)에 누전되면 각 절연저항( $R_{f\_pos}$ ,  $R_{f\_neg}$ ,  $R_{f\_cell}$ )의 저항값이 작아지면서 전지팩(110)과 해당 절연저항과 누전 검출 장치(300)와 차체(GND) 사이에 폐회로가 형성된다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)에는 전류가 흐르게 된다. 본 발명은 이러한 원리를 이용하여 전지팩(110)과 차체(GND)의 누전을 검출한다.
- [65] 누전 검출 장치(300)는, 전지팩(110)에 병렬로 연결된 제1전압 분배 저항( $R_{s1}$ ), 제1스위치(SW31), 제2스위치(SW32), 제2전압 분배 저항( $R_{s2}$ )과, 제1스위치(SW31)와 제2스위치(SW32)의 공통접점에 일단이 접속된 검출저항( $R_m$ )과, 검출저항( $R_m$ )의 타단에 음극이 연결되고 차체(GND)에 양극이 연결된 제1측정전원( $V_{p1}$ )과, 검출저항( $R_m$ )의 타단에 양극이 연결되고 차체(GND)에 음극이 연결된 제2측정전원( $V_{p2}$ )과, 검출저항( $R_m$ )과 제1측정전원( $V_{p1}$ ) 사이를 스위칭하는 제3스위치(SW33)와, 검출저항( $R_m$ )과 제2측정전원( $V_{p2}$ ) 사이를 스위칭하는 제4스위치(SW34)를 포함한다.
- [66] 누전 검출 장치(300)는 제1전압 분배 저항( $R_{s1}$ )과 제2전압 분배 저항( $R_{s2}$ ) 대신에 제1스위치(SW31)와 제2스위치(SW32)의 공통접점과 측정저항( $R_m$ ) 사이에 하나의 전압 분배 저항( $R_s$ )을 연결하여도 된다. 본 제1실시예에서는, 제1전압 분배 저항( $R_{s1}$ )과 제2전압 분배 저항( $R_{s2}$ )의 저항값은  $R_s$ 로 동일하다(즉,  $R_{s1} = R_{s2} = R_s$ ). 제3스위치(SW33)는 제1측정전원( $V_{p1}$ )과 검출저항( $R_m$ ) 사이를 스위칭하도록 연결한다. 제4스위치(SW34)는 제2측정전원( $V_{p2}$ )과 검출저항( $R_m$ ) 사이를 스위칭하도록 연결한다. 물론, 제1측정전원( $V_{p1}$ )의 양극과 음극에 각각 별도의 스위치를 연결하고, 제2측정전원( $V_{p2}$ )의 양극과 음극에 각각 별도의 스위치를 연결하여도 된다. 제1측정전원( $V_{p1}$ )과 제2측정전원( $V_{p2}$ )의 전압은 측정전원( $V_p$ )으로 동일하되, 극성만 반대로 연결된다.
- [67]
- [68] 이하, 본 발명의 제1실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치의 동작을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 아래와 같다. 도 11 내지 도 16는 본

발명의 제1실시예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

- [69] 먼저, 전지팩(110)의 최대전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우의 누전 검출 장치(300)에 대해 설명하기로 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최대전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면, 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 이때, 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제1스위치(SW31)와 제3스위치(SW33)를 턴오프하면, 누전 검출 장치(300)는 도 11에 도시된 바와 같이 전지팩(110)에 제2측정전원( $V_{p2}$ )이 순방향으로 연결된다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)과 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 제2측정전원( $V_{p2}$ )과 제4스위치(SW34)와 검출저항( $R_m$ )과 제2스위치(SW32)와 제2전압 분배 저항( $R_{s2}$ ) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 측정한다. 누전 검출 장치(300)에서 측정된 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학식 9과 같이 표현될 수 있다.

- [70] 수학식 9

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_1 + V_2 + V_p)$$

- [71] 누전 검출 장치(300)는 수학식 9를 이용하여 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )을 구하려면 전지팩(110)의 전압인 ( $V_1 + V_2$ )를 알아야 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 전압인 ( $V_1 + V_2$ )의 영향을 받지 않고 측정전원( $V_p$ )만을 이용하여 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )을 구하기 위해 측정전원( $V_p$ )만을 이용한 양단전압( $V_m$ )의 표현식을 구한다.

- [72] 이를 위해, 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴오프하면, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)에 제1측정전원( $V_{p1}$ )이 역방향으로 연결되고, 전지팩(110)과 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 제1측정전원( $V_{p1}$ )과 제3스위치(SW33)와 검출저항( $R_m$ )과 제2스위치(SW32)와 제2전압 분배 저항( $R_{s2}$ ) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학식 10과 같이 표현된다.

- [73] 수학식 10

$$V_{m-} = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_1 + V_2 - V_p)$$

- [74] 위 수학식 9에서 수학식 10을 빼고 2로 나누어주면 검출저항( $R_m$ )의

양단전압( $V_m$ )은 아래의 수학적 식 11과 같이 표현된다. 이때, 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )은 수학적 식 11을 이용하여 수학적 식 12와 같이 구할 수 있다.

[75] 수학적 식 11

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_p)$$

[76] 수학적 식 12

$$R_{f\_pos} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s_2} + R_m)$$

[77] 즉, 본 발명에 따른 누전 검출 장치(300)는 제2스위치(SW32)를 턴온하고 제4스위치(SW34)와 제3스위치(SW33)를 차례로 턴온하면서 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 측정함으로써, 증가화된 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ ) 값을 구할 수 있다.

[78] 또한, 검출저항( $R_m$ )은 전지팩(110)의 최대전위단에서 누전이 발생한 경우 제1스위치(SW31)를 턴온하고 제2스위치(SW32)를 턴오프하면 전지팩(110)의 전압( $V_1 + V_2$ )에 대해서는 회로가 개방되기 때문에 전류가 거의 흐르지 않는다. 이로써, 누전 검출 장치(300)는 전기 자동차의 누전 발생 여부 및 누전 발생 지점을 검출할 수 있다.

[79] 또한, 누전 검출 장치(300)는 수학적 식 9 및 수학적 식 10에서 알 수 있듯이 전지팩(110)의 최대전위단에서 누전이 발생하면 전지팩(110)의 전압( $V_1 + V_2$ )이 검출저항( $R_m$ )에 인가되기 때문에 검출감도가 좋아서 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )의 측정이 용이하다.

[80]

[81] 다음으로, 전지팩(110)의 최소전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우의 누전 검출 장치(300)에 대해 설명하기로 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최소전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면, 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 이때, 제1스위치(SW31)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴오프하면, 누전 검출 장치(300)는 도 12에 도시된 바와 같이 전지팩(110)에 제1측정전원( $V_{p1}$ )이 순방향으로 연결된다. 또한, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)과 제1전압 분배 저항( $R_{s1}$ )과 제1스위치(SW31)와 검출저항( $R_m$ )과 제3스위치(SW33)와 제1측정전원( $V_{p1}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ ) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 측정한다. 누전 검출 장치(300)에서 측정된 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학적 식 13과 같이 표현될 수 있다.

[82] 수학적 식 13

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_1 + V_2 + V_p)$$

[83] 누전 검출 장치(300)는 수학식 13에서 이용하여 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 구하려면 전지팩(110)의 전압인 ( $V_1 + V_2$ )를 알아야 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 전압인 ( $V_1 + V_2$ )의 영향을 받지 않고 측정전원( $V_p$ )만을 이용하여 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 구하기 위해서 측정전원( $V_p$ )만을 이용한 양단전압( $V_m$ )의 표현식을 구한다.

[84] 이를 위해, 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴오프하면, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)에 제2측정전원( $V_{p2}$ )이 역방향으로 연결된다. 또한, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)과 제1전압 분배 저항( $R_{s1}$ )과 제1스위치(SW31)와 검출저항( $R_m$ )과 제4스위치(SW34)와 제2측정전원( $V_{p2}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ ) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학식 14와 같이 표현된다.

[85] 수학식 14

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_1 + V_2 - V_p)$$

[86] 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 위 수학식 13에서 수학식 14를 빼고 2로 나누어주면 아래의 수학식 15와 같이 표현된다. 누전 검출 장치(300)는 수학식 15를 이용하여 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 수학식 16과 같이 구할 수 있다.

[87] 수학식 15

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_p)$$

[88] 수학식 16

$$R_{f\_neg} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s_1} + R_m)$$

[89] 즉, 본 발명에 따른 누전 검출 장치(300)는 제1스위치(SW31)를 턴온하고

제3스위치(SW33)와 제4스위치(SW34)를 차례로 턴온하면서 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 측정함으로써, 증가화된 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ ) 값을 구할 수 있다.

- [90] 또한, 검출저항( $R_m$ )은 전지팩(110)의 최소전위단에서 누전이 발생한 경우 제2스위치(SW32)를 턴온하고 제1스위치(SW31)를 턴오프하면 전지팩(110)의 전압( $V_1 + V_2$ )에 대해서는 회로가 개방되기 때문에 전류가 거의 흐르지 않는다. 이로써, 누전 검출 장치(300)는 전기 자동차의 누전 발생 여부 및 누전 발생 지점을 검출할 수 있다.
- [91] 또한, 누전 검출 장치(300)는 수학적 식 13 및 수학적 식 14에서 알 수 있듯이 전지팩(110)의 최소전위단에서 누전이 발생하면 전지팩(110)의 전압( $V_1 + V_2$ )이 검출저항( $R_m$ )에 인가되기 때문에 검출감도가 좋아서 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )의 측정이 용이하다.
- [92]
- [93] 다음으로, 전지팩(110)의 중간전위에서 차체(GND)로 누전될 경우의 누전 검출 장치(300)에 대해 설명하기로 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 중간전위에서 차체(GND)에 누전이 발생하면, 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 이 경우에는, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최대전위단에 연결된 제1스위치(SW31)를 연결한 상태에서 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 구한다. 누전 검출 장치(300) 전지팩(110)의 최소전위단에 연결된 제2스위치(SW32)를 연결한 상태에서의 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 구한다. 이후에, 누전 검출 장치(300)는 두 값의 비율을 이용하여 누전이 발생한 지점을 계산한다. 이하에서는 이를 상세하게 설명하기로 한다.
- [94] (i) 제2스위치(SW32)를 연결하여 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ ) 구하기
- [95] 도 13에 도시된 바와 같이 제2스위치(SW32)를 연결하고, 제4스위치(SW34)와 제3스위치(SW33)를 차례로 턴온하면, 누전 검출 장치(300)는 도 11를 참조하면서 설명한 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )을 계산하는 방법과 유사한 방법으로 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 구할 수 있다. 이때, 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제1스위치(SW31)와 제3스위치(SW33)를 턴오프한 경우 수학적 식 17과 같다. 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴오프한 경우 수학적 식 18과 같다. 또한, 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학적 식 17에서 수학적 식 18을 빼고 2로 나누어주면 제2측정전원( $V_p$ )만으로 표현한 수학적 식 19와 같다. 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )은 수학적 식 19를 이용하여 수학적 식 20과 같이 구할 수 있다.
- [96] 수학적 식 17

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_cell}} (V_2 + V_p)$$

[97] 수학식 18

$$V_{m-} = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_cell}} (V_2 - V_p)$$

[98] 수학식 19

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_cell}} (V_p)$$

[99] 수학식 20

$$R_{f\_cell} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s_2} + R_m)$$

[100] (ii) 제1스위치(SW31)를 연결하여 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ ) 구하기

[101] 도 14에 도시된 바와 같이 제1스위치(SW31)를 연결하고, 제3스위치(SW33)와 제4스위치(SW34)를 차례로 턴온하면, 누전 검출 장치(300)는 도 12를 참조하면서 설명한 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 계산하는 방법과 유사한 방법으로 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 구할 수 있다. 이때, 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 제1스위치(SW31)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴오프한 경우 수학식 21과 같다. 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴오프한 경우 수학식 22와 같다. 또한, 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학식 21에서 수학식 22를 빼고 2로 나누어주면 제1측정전원( $V_p$ )만으로 표현되는 수학식 23과 같다. 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )은 수학식 23을 이용하여 수학식 24와 같이 구할 수 있다.

[102] 수학식 21

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_cell}} (V_1 + V_p)$$

[103] 수학식 22

$$V_{m-} = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_cell}} (V_1 - V_p)$$

[104] 수학식 23

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_cell}} (V_p)$$

[105] 수학식 24

$$R_{f\_cell} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s_1} + R_m)$$

[106] (iii) 중간전위에서 누전시 누전 발생 지점 구하기

[107] 이상에서 살펴본 바와 같이 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 중간지점에서 절연 고장이 발생하면, 제1스위치(SW31)를 턴온하고 제2스위치(SW32)를 턴오프하던지, 아니면 제1스위치(SW31)를 턴오프하고 제2스위치(SW32)를 턴온하던지, 모두 폐회로가 형성되어 검출저항(Rm)에 전류가 흐른다. 이럴 경우, 본 발명의 누전 검출 장치(300)는 중간지점에서 누전되고 있음을 검출할 수 있다. 아울러, 위 수학식 17 및 18과, 수학식 21 및 22를 보면, 중간전위에서 누전이 발생하면 그 발생하는 지점에 따라 제2스위치(SW32)를 연결한 경우의 검출저항(Rm)의 검출 전압(Vm)과 제1스위치(SW31)를 연결한 경우의 검출저항(Rm)의 양단전압(Vm)이 서로 다르다. 따라서, 누전 검출 장치(300)는 이 두 값을 이용하여 비율을 구하면 전기 자동차의 누전이 발생한 지점을 알 수 있다.

[108] 다음으로, 전지팩(110)에 복합적인 누전이 발생한 경우의 누전 검출 장치(300)에 대해 설명하기로 한다. 전지팩(110)의 최대전위단과 최소전위단과 중간전위 중 2군데 이상에서 누전이 발생하면, 누전 검출 장치(300)는 해당 최대전위 절연저항(Rf\_pos)과 최소전위 절연저항(Rf\_neg)과 중간전위 절연저항(Rf\_cell)을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 최대전위단과 최소전위단과 중간전위 모두에서 누전이 발생한 경우, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최소전위단에 연결된 제2스위치(SW32) 및 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제1스위치(SW31) 및 제3스위치(SW33)을 턴오프한다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 도 15에 도시된 바와 같이 최대전위 절연저항(Rf\_pos)과 최소전위 절연저항(Rf\_neg)과 중간전위 절연저항(Rf\_cell)을 통해 전류가 흐른다. 이때, 누전 검출 장치(300)는 검출저항(Rm)의 양단전압(Vm)을 검출할 수 있다. 누전 검출 장치(300)는 앞에서의 방법과 마찬가지로 (V1 + V2)의 영향을

제거하기 위해 전지팩(110)의 제2스위치(SW32)를 및 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제1스위치(SW31) 및 제4스위치(SW34)를 턴오프한다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )으로 전류가 흐르고 검출저항( $R_m$ )의 양단 전압( $V_m$ )을 검출할 수 있다. 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 바로 앞에서 검출한 전압값에서 이번에 검출한 전압값을 빼서 2로 나누어 주면 전지팩(110)의 전압이 포함되지 않은 수학적 식 25와 같이 표현된다. 이때, 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )은 상호 병렬 접속되게 된다. 이때의 누전 검출 장치(300)의 등가회로는 도 16에 도시된 바와 같다.

[109] 수학적 식 25

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_total}} (V_p)$$

[110] 여기서, 전체전위 절연저항( $R_{f\_total}$ )은 병렬로 연결된 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )의 등가저항을 의미한다.

[111] 마찬가지로, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최대전위단에 연결된 제1스위치(SW31)를 턴온하여 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 전지팩(110)의 전압이 포함되지 않은 수식으로 표현하여 전체전위 절연저항( $R_{f\_total}$ )을 구한다. 이렇게 함으로써, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 복합적인 지점으로부터 누전되는 경우도 고장을 검출할 수 있게 된다.

[112]

[113] (제2실시에)

[114] 이하, 본 발명의 제2실시에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 아래와 같다. 도 17는 본 발명의 제2실시에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 도시한 도면이다.

[115] 도 17에 도시된 바와 같이, 전기 자동차의 누전 검출 장치(300)는 도 10에 도시된 전기 자동차의 누전 검출 장치(300)에서 제3스위치(SW33)와 차체(GND) 사이에 연결된 제1측정전원( $V_{p1}$ )이 생략된 것이다. 이와 같이 제1측정전원( $V_{p1}$ )이 생략되어도 도 10과 동일한 효과가 얻어지는바, 이에 대해 설명한다.

[116] 전지팩(110)의 최대전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우

[117] 먼저, 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제1스위치(SW31)와 제3스위치(SW33)를 턴오프하고 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 측정할 수 있으며 그 측정된 전압( $V_m$ )을 수식으로 표현하면 아래의 수학적 식 26과 같다.

[118] 수학식 26

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_1 + V_2 + V_p)$$

[119] 다음, 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴오프하고 측정된 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 아래의 수학식 27과 같이 표현된다.

[120] 수학식 27

$$V_{m-} = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_1 + V_2)$$

[121] 위 수학식 26과 수학식 27에서 ( $V_1 + V_2$ )의 영향을 제거하기 위해 수학식 26에서 수학식 27을 빼면 아래의 수학식 28과 같다.

[122] 수학식 28

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_p)$$

[123] 이는 수학식 11과 동일하다.

[124]

[125] 전지팩(110)의 최소전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우

[126] 제1스위치(SW31)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴오프하고 측정된 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 아래의 수학식 29와 같다.

[127] 수학식 29

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_1 + V_2)$$

[128] 다음, 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴오프하고 측정된 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 아래의 수학식 30과 같이 표현된다.

[129] 수학식 30

$$V_{m-} = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_1 + V_2 - V_p)$$

[130] 위 수학식 29와 수학식 30에서 ( $V_1 + V_2$ )의 영향을 제거하기 위해, 수학식 29에서 수학식 30을 빼면 아래의 수학식 31과 같다.

[131] 수학식 31

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_p)$$

[132] 이는 수학적 식 15와 동일하다.

[133] 도 17에는 제1측정전원(Vp1)이 생략된 누전 검출 장치(300)만 도시되어 있지만, 제1측정전원(Vp1) 대신에 제4스위치(SW34)와 차체(GND) 사이에 연결된 제2측정전원(Vp2)이 생략되어도 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[134]

[135] (제3실시에)

[136] 이하, 본 발명의 제3실시에에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 아래와 같다. 도 18은 본 발명의 제3실시에에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 도시한 도면이다.

[137] 도 18의 전기 자동차의 누전 검출 장치(300)는 도 10에 도시된 전기 자동차의 누전 검출 장치(300)에서 제4스위치(SW34)와 차체(GND) 사이에 연결된 제2측정전원(Vp2)이 생략된 것이다. 이와 같이 제3실시에에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치(300)는 제2측정전원(Vp2)이 생략되어도 도 10에 도시된 누전 검출 장치(300)와 동일한 효과가 있다.

[138]

[139] 이하, 본 발명의 제3실시에에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치의 동작을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명하면 아래와 같다. 도 19 내지 도 28는 본 발명의 제3실시에에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치의 동작을 설명하기 위한 도면이다.

[140]

[141] 먼저, 전지팩(110)의 최대전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우의 누전 검출 장치(300)에 대해 설명하기로 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩의 최대전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면 최대전위 절연저항(Rf\_pos)을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)는 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제1스위치(SW31) 및 제3스위치(SW33)를 턴오프한다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 도 19에 도시된 바와 같이, 폐회로를 형성한다. 즉, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)과 최대전위 절연저항(Rf\_pos)과 측정전원(Vp)과 제4스위치(SW34)와 검출저항(Rm)과 제2스위치(SW32) 및 제2전압 분배 저항(Rs2) 사이에 폐회로가 형성된다. 이때, 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 양단전압(Vm; 즉, 검출저항(Rm)에 흐르는 전류에 의한 전압)은 하기의 수학적 식 32와 같이 표현될 수 있다.

[142] 수학적 식 32

$$V_{m+} = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_1 + V_2)$$

[143] 누전 검출 장치(300)는 수학적 식 32를 이용하여 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )을 구하려면 전지팩(110)의 전압인 ( $V_1 + V_2$ )를 알아야 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 전압인 ( $V_1 + V_2$ )의 영향을 받지 않고 측정전원( $V_p$ )만을 이용하여 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )을 구하기 위해, 측정전원( $V_p$ )만을 이용한 양단전압( $V_m$ )의 표현식을 구한다.

[144] 이를 위해, 누전 검출 장치(300)는 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제1스위치(SW31) 및 제4스위치(SW34)를 턴오프한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)과 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 제4스위치(SW34)와 검출저항( $R_m$ )과 제2스위치(SW32)와 제2전압 분배 저항( $R_{s_2}$ ) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학적 식 33과 같이 표현된다.

[145] 수학적 식 33

$$V_{m-} = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_1 + V_2 - V_p)$$

[146] 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 측정전원( $V_p$ )만을 이용한 양단전압( $V_m$ )의 표현식을 구하기 위해서 상기한 수학적 식 32에서 수학적 식 33을 빼면 아래의 수학적 식 34과 같이 표현된다. 이때, 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )은 수학적 식 34를 이용하여 수학적 식 35와 같이 표현된다. 누전 검출 장치(300)의 등가회로는 도 20에 도시된 바와 같다.

[147] 수학적 식 34

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_pos}} (V_p)$$

[148] 수학적 식 35

$$R_{f\_pos} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s_2} + R_m)$$

[149] 즉, 본 발명의 제3실시예에 따른 누전 검출 장치(300)는 제2스위치(SW32)를 턴온하고 제4스위치(SW34)와 제3스위치(SW33)를 차례로 턴온하면서 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 측정함으로써, 등가화된 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ ) 값을 구할 수 있다.

[150] 또한, 전지팩(110)의 최대전위단에서 누전이 발생한 경우 제1스위치(SW31)를 턴온하고 제2스위치(SW32)를 턴오프하면 전지팩(110)의 전압( $V_1 + V_2$ )에

대해서는 회로가 개방되기 때문에 검출저항( $R_m$ )에는 전류가 거의 흐르지 않는다. 이로써, 누전 검출 장치(300)는 누전 발생 여부 및 누전 발생 지점을 검출할 수 있다.

[151] 또한, 누전 검출 장치(300)는 수학적 식 32 및 수학적 식 33에서 알 수 있듯이 전지팩(110)의 최대전위단에서 누전이 발생하면 전지팩(110)의 전압( $V_1 + V_2$ )이 검출저항( $R_m$ )에 인가되기 때문에 검출감도가 좋아서 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )의 측정이 용이하다.

[152]

[153] 이하에서는, 전지팩(110)의 최소전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우의 누전 검출 장치(300)에 대해 설명하기로 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최소전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면, 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)는 제1스위치(SW31)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴오프한다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 도 21에 도시된 바와 같이, 폐회로를 형성한다. 즉, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 제3스위치(SW33)와 검출저항( $R_m$ )과 제1스위치(SW31) 및 제1전압 분배 저항( $R_{s1}$ ) 사이에 폐회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)에서 검출되는 양단전압( $V_m$ ); 검출저항( $R_m$ )에 흐르는 전류에 의한 전압)은 수학적 식 36과 같이 표현된다.

[154] 수학적 식 36

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_1 + V_2 + V_p)$$

[155] 누전 검출 장치(300)는 수학적 식 36을 이용하여 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 구하려면 전지팩(110)의 전압인 ( $V_1 + V_2$ )를 알아야 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 전압인 ( $V_1 + V_2$ )의 영향을 받지 않고 측정전원( $V_p$ )만을 이용하여 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 구하기 위해서 측정전원( $V_p$ )만을 이용한 양단전압( $V_m$ )의 표현식을 구한다.

[156] 이를 위해, 누전 검출 장치(300)는 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제2스위치(SW32) 및 제3스위치(SW33)를 턴오프한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 제4스위치(SW34)와 검출저항( $R_m$ )과 제1스위치(SW31)와 제1전압 분배 저항( $R_{s1}$ ) 사이에 폐

[157] 회로가 형성되어 전류가 흐르게 된다. 이때, 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학적 식 37과 같이 표현된다.

[158] 수학적 식 37

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_1 + V_2)$$

[159] 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 측정전원( $V_p$ )만을 이용한 양단전압( $V_m$ )의 표현식을 구하기 위해 상기한 수학적 식 36에서 수학적 식 37을 빼면 아래의 수학적 식 38과 같이 표현된다. 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )은 수학적 식 38을 이용하여 수학적 식 39와 같이 구할 수 있다. 이때, 누전 검출 장치(300)의 등가회로는 도 22에 도시된 바와 같다.

[160] 수학적 식 38

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s1} + R_m + R_{f\_neg}} (V_p)$$

[161] 수학적 식 39

$$R_{f\_neg} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s1} + R_m)$$

[162] 즉, 본 발명에 따른 누전 검출 장치(300)는 제1스위치(SW31)를 턴온하고 제3스위치(SW33)와 제4스위치(SW34)를 차례로 턴온하면서 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 측정함으로써, 등가화된 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ ) 값을 구할 수 있다.

[163] 또한, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최소전위단에서 누전이 발생한 경우 제2스위치(SW32)를 턴온하고 제1스위치(SW31)를 턴오프하면 전지팩(110)의 전압( $V_1 + V_2$ )에 대해서는 회로가 개방되기 때문에 검출저항( $R_m$ )에는 전류가 거의 흐르지 않는다. 이로써, 누전 검출 장치(300)는 전기 자동차의 누전 발생 여부 및 누전 발생 지점을 검출할 수 있다.

[164] 또한, 누전 검출 장치(300)는 수학적 식 36 및 수학적 식 37에서 알 수 있듯이 전지팩(110)의 최소전위단에서 누전이 발생하면 전지팩(110)의 전압( $V_1 + V_2$ )이 검출저항( $R_m$ )에 인가되기 때문에 검출감도가 좋아서 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )의 측정이 용이하다.

[165]

[166] 이하에서는, 전지팩(110)의 중간전위단에서 차체(GND)로 누전될 경우의 누전 검출 장치(300)에 대해 설명하기로 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 중간전위단에서 차체(GND)에 누전이 발생하면, 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다. 이 경우에는, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최대전위단에 연결된 제1스위치(SW31)를 연결한 상태에서 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 구한다. 다음으로, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최소전위단에 연결된 제2스위치(SW32)를 연결한 상태에서의 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 구한다. 누전 검출 장치(300)는 두 값의 비율을 이용하여 누전이 발생한 지점을 계산하며, 이를 상세하게 설명하면 아래와 같다.

[167] (i) 제1스위치(SW31)를 연결하여 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ ) 구하기

[168] 도 23에 도시된 바와 같이, 누전 검출 장치(300)는 제1스위치(SW31)를 턴온한 상태에서 제3스위치(SW33) 및 제4스위치(SW34)을 차례로 턴온한다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 도 19를 참조하면서 설명한 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )을 계산하는 방법과 유사한 방법으로, 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 구할 수 있다.

[169] 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 제1스위치(SW31)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴오프한 경우 하기의 수학적 식 40과 같이 표현된다. 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴오프한 경우 하기의 수학적 식 41과 같이 표현된다. 검출저항( $R_m$ )에 흐르는 전류에 의한 양단전압( $V_m$ )은 수학적 식 40에서 수학적 식 41을 빼면 수학적 식 42와 같이 측정전원( $V_p$ )만으로 표현할 수 있다. 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )은 수학적 식 43을 이용해 구할 수 있다. 이때, 누전 검출 장치(300)의 등가회로는 도 24에 도시된 바와 같다.

[170] 수학적 식 40

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_cell}} (V_1 + V_p)$$

[171] 수학적 식 41

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_cell}} (V_1)$$

[172] 수학적 식 42

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_1} + R_m + R_{f\_cell}} (V_p)$$

[173] 수학적 식 43

$$R_{f\_cell} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s_1} + R_m)$$

[174] (ii) 제2스위치(SW32)를 연결하여 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ ) 구하기

[175] 도 25에 도시된 바와 같이, 누전 검출 장치(300)는 제2스위치(SW32)를 연결하고, 제4스위치(SW34)와 제3스위치(SW33)를 차례로 턴온한다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 도 21를 참조하면서 설명한 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )을 계산하는 방법과 유사한 방법으로, 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 구할 수 있다.

[176] 누전 검출 장치(300)에서 측정되는 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 제2스위치(SW32)와 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제1스위치(SW31)와

제3스위치(SW33)를 턴오프한 경우 수학식 44와 같이 표현된다. 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 제2스위치(SW32)와 제3스위치(SW33)를 턴온하고 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴오프한 경우 수학식 45와 같이 표현된다. 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 수학식 44에서 수학식 45를 빼면 수학식 46과 같이 측정전원( $V_p$ )만으로 표현할 수 있다. 이를 이용한 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )은 수학식 47과 같이 표현된다. 이때, 누전 검출 장치(300)의 등가회로는 도 26에 도시된 바와 같다.

[177] 수학식 44

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_cell}} (V_2)$$

[178] 수학식 45

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_cell}} (V_2 - V_p)$$

[179] 수학식 46

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_cell}} (V_p)$$

[180] 수학식 47

$$R_{f\_cell} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s_2} + R_m)$$

[181]

[182] (iii) 중간전위에서 누전시 누전 발생 지점 구하기

[183] 이상에서 살펴본 바와 같이 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 중간지점에서 절연 고장이 발생하면, 제1스위치(SW31)를 턴온하고 제2스위치(SW32)를 턴오프하던지, 아니면 제1스위치(SW31)를 턴오프하고 제2스위치(SW32)를 턴온하던지, 모두 폐회로가 형성되어 검출저항( $R_m$ )에 전류가 흐른다. 이럴 경우, 본 발명의 누전 검출 장치(300)는 중간지점에서 누전되고 있음을 검출할 수 있다. 아울러, 위 수학식 40 및 41과, 수학식 44 및 45를 보면, 중간전위에서 누전이 발생하면 그 발생하는 지점에 따라 제2스위치(SW32)를 연결한 경우의 검출저항( $R_m$ )의 검출 전압( $V_m$ )과 제1스위치(SW31)를 연결한 경우의 검출저항( $R_m$ )의 검출 전압( $V_m$ )이 서로 다르다. 따라서, 누전 검출 장치(300)는 이 두 값을 이용하여 비율을 구하면 누전이 발생한 지점을 알 수 있다.

[184]

- [185] 이하에서는, 전지팩(110)의 복합적인 누전을 검출하기 위한 누전 검출 장치(300)에 대해 설명하기로 한다. 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최대전위단과 최소전위단과 중간전위 중 2군데 이상에서 누전이 발생하면, 해당 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 통해 전류가 흐를 수 있는 상태가 된다.
- [186] 최대전위단과 최소전위단과 중간전위 모두에서 누전이 발생한 경우, 누전 검출 장치(300)는 전지팩(110)의 최소전위단에 연결된 제2스위치(SW32) 및 제4스위치(SW34)를 턴온하고 제1스위치(SW31) 및 제3스위치(SW33)를 턴오프한다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )을 통해 전류가 흐른다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 도 27에 도시된 바와 같이, 폐회로를 형성한다. 이때, 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 검출할 수 있다. 이것은 전지팩(100)의 전압과 측정전압( $V_p$ )을 각각 중첩의 원리를 이용하여 제2스위치(SW32) 및 제3스위치(SW33)이 턴온된 상태와 제2스위치(SW32) 및 제4스위치(SW34)가 턴온된 상태에서 측정저항( $R_m$ )에 걸리는 양단전압( $V_m$ )에 대한 수학적 도출하는 내용은 동종업계에 종사하는 자라면 쉽게 이해할 수 있으므로 상세한 설명을 생략하기로 한다.
- [187]
- [188] 누전 검출 장치(300)는 앞서의 방법과 마찬가지로 ( $V_1 + V_2$ )의 영향을 제거하기 위해 전지팩(110)의 제2스위치(SW32) 및 제3스위치(SW33)를 턴온하며, 제1스위치(SW31)와 제4스위치(SW34)를 턴오프한다. 그에 따라, 누전 검출 장치(300)는 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )으로 전류가 흐르고 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )을 검출할 수 있다. 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 바로 앞에서 검출한 전압값에서 이번에 검출한 전압값을 빼면 수학적 식 48과 같다. 이때, 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )은 상호 병렬 접속된다. 이때, 누전 검출 장치(300)의 등가회로는 도 28에 도시된 바와 같다.

- [189] 수학적 식 48

$$V_m = \frac{R_m}{R_{s_2} + R_m + R_{f\_total}} (V_p)$$

- [190] 여기서, 전체전위 절연저항( $R_{f\_total}$ )은 병렬로 연결된 최대전위 절연저항( $R_{f\_pos}$ )과 최소전위 절연저항( $R_{f\_neg}$ )과 중간전위 절연저항( $R_{f\_cell}$ )의 등가저항을 의미한다.
- [191] 전체전위 절연저항( $R_{f\_total}$ )은 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )의 수학적 식을 이용하여 전지팩(110)의 전압이 포함되지 않은 수식으로 표현한 하기의 수학적

49로 표현된다.

[192] 마찬가지로, 누전 검출 장치(300)에서 전지팩(110)의 최대전위단에 연결된 제1스위치(SW31)를 턴온하고 제2스위치(SW34)와 제3스위치(SW33)를 차례로 턴온하였을 때도 동일하게 검출저항( $R_m$ )의 양단전압( $V_m$ )은 전지팩(110)의 전압이 포함되지 않은하기의 수학적식 49로 표현된다.

[193] 수학적식 49

$$R_{f\_total} = \frac{R_m}{V_m} (V_p) - (R_{s2} + R_m)$$

[194] 이렇게 함으로써, 누전 검출 장치(300)는 어느 고장의 경우에도 동일한 결과를 얻을 수 있다.

[195]

[196] (제4실시예)

[197] 도 29은 본 발명의 실시 예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면이다.

[198] 도 29을 참조하면, 본 발명의 실시 예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치는 전지팩(10)과, 전지팩(10)의 양극에 병렬 접속된 제1 스위치 소자(SW1)와, 전지팩(10)의 음극에 병렬 접속됨과 아울러 제1 스위치 소자(SW1)와는 직렬 접속되는 제2 스위치 소자(SW2)와, 제1 및 제2 스위치 소자(SW1, SW2)와 직렬 접속된 검출 저항( $R_m$ )과, 검출 저항( $R_m$ )에 직렬 접속된 측정 전원( $V_{ac}$ ) 및 검출 저항( $R_m$ )과 차체(GND) 사이에 접속되어 검출 저항( $R_m$ )과 차체(GND)를 접지시키는 접지 스위치(SW5)를 구비한다. 그리고, 본 발명의 전기 자동차의 누전 검출 장치는 검출 저항( $R_m$ )과 차체(GND)에 측정 전원( $V_{ac}$ )을 접속시키는 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)를 구비한다.

[199] 본 발명의 전기 자동차의 누전 검출 장치를 이용한 누전 검출 방법은 최대전위 절연 고장 검출 모드로서 도 30에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 a로 턴-온되고, 제1 스위치(SW1)는 턴-오프, 제2 스위치(SW2)가 턴-온되며, 제5 스위치가 턴-오프되어 있을 때, 전지팩(10)의 최대전위와 차체(GND)의 절연 저항( $R_f$ )이 파괴되면 도 31와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학적식 50과 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[200] 수학적식 50

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} (V_1 + V_2 + V_{dc})$$

[201] 그리고, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)를 턴-오프하고, 제5 스위치(SW5)를 턴-온시키면 도 32와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에

하기 수학식 51와 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[202] 수학식 51

$$V_m^0 = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} (V_1 + V_2)$$

[203] 수학식 50에서 수학식 51를 빼면, 하기 수학식 52과 같이 측정 전원( $V_{dc}$ )만을 이용하여  $V_m$ 을 구할 수 있다.

[204] 수학식 52

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} V_{dc}$$

[205] 상기 수학식 52에 전압( $V_m$ )으로 측정 전원( $V_{dc}$ )만을 이용하여 전지팩(10)의 최대전위와 차체(GND)가 연결되어 누전이 발생하였다라는 것을 알 수 있다.

[206] 그리고, 도 30에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 a로 턴-온되고, 제1 스위치(SW1)는 턴-오프, 제2 스위치(SW2)가 턴-온되며, 제5 스위치가 턴-오프되어 있을 때, 전지팩(10)의 최저전위와 차체(GND)의 절연 저항( $R_f$ )이 파괴되면 도 33와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학식 53와 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[207] 수학식 53

$$V_m^+ = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} V_{dc}$$

[208] 이때, 측정 전원( $V_{dc}$ )는 전지팩(110)의 전압보다 상대적으로 작아서, 실제 검출되는 전압( $V_m$ )은 매우 작다. 그리고, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)를 턴-오프하고 제5 스위치(SW5)를 턴-온시키면 전압원이 없어지므로 검출 전압( $V_m$ )은 0이다. 그러므로, 본 발명의 전기 자동차의 누전 검출 장치를 이용한 누전 검출 방법은 최대전위 절연 고장 검출 모드에서 검출 전압이 매우 낮으므로 전지팩(10)의 최소전위와의 절연 고장은 검출하지 않고, 본 발명의 최소전위 고장 검출 모드에서 검출한다.

[209] 또한, 본 발명의 전기 자동차의 누전 검출 장치를 이용한 누전 검출 방법은 도 30에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 a로

턴-온되고, 제1 스위치(SW1)는 턴-오프, 제2 스위치(SW2)가 턴-온되며, 제5 스위치가 턴-오프되어 있을 때, 전지팩(10)의 중간전위와 차체(GND)의 절연 저항( $R_f$ )이 파괴되면 도 34와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학식 54와 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[210] 수학식 54

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} (V_2 + V_{dc})$$

[211] 그리고, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)를 턴-오프하고, 제5 스위치(SW5)를 턴-온시키면 도 35와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학식 55과 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[212] 수학식 55

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} V_2$$

[213] 수학식 54에서 수학식 55을 빼면, 하기 수학식 56과 같이 측정 전원( $V_{dc}$ )만을 이용하여  $V_m$ 을 구할 수 있다.

[214] 수학식 56

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} V_{dc}$$

[215] 한편, 본 발명의 전기 자동차의 누전 검출 장치를 이용한 누전 검출 방법은 최소전위 절연 고장 검출 모드로서 도 36에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 b로 턴-온되고, 제1 스위치(SW1)는 턴-온, 제2 스위치(SW2)가 턴-오프되며, 제5 스위치가 턴-오프되어 있을 때, 전지팩(10)의 최소전위와 차체(GND)의 절연 저항( $R_f$ )이 파괴되면 도 37와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학식 57과 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[216] 수학식 57

$$V_m^+ = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} (V_1 + V_2 + V_{dc})$$

[217] 그리고, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)를 턴-오프하고, 제5 스위치(SW5)를 턴-온시키면 도 38와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학식 58와 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[218] 수학식 58

$$V_m^0 = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} (V_1 + V_2)$$

[219] 수학식 57에서 수학식 58를 빼면, 하기 수학식 59과 같이 측정 전원( $V_{dc}$ )만을 이용하여  $V_m$ 을 구할 수 있다.

[220] 수학식 59

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} V_{dc}$$

[221] 상기 수학식 59에 측정 전원( $V_{dc}$ )만을 이용한 전압( $V_m$ )으로 전지팩(10)의 최대전위와 차체(GND)가 연결되어 누전이 발생하였다라는 것을 알 수 있다.

[222] 그리고, 도 36에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 b로 턴-온되고, 제1 스위치(SW1)는 턴-오프, 제2 스위치(SW2)가 턴-온되며, 제5 스위치가 턴-오프되어 있을 때, 전지팩(10)의 최대전위와 차체(GND)의 절연 저항( $R_f$ )이 파괴되면 도 39와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학식 60과 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[223] 수학식 60

$$V_m^+ = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} V_{dc}$$

[224] 이때, 측정 전원( $V_{dc}$ )는 전지팩(110)의 전압보다 상대적으로 작아서, 실제 검출되는 전압( $V_m$ )은 매우 작다. 그리고, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3,

SW4)를 턴-오프하고 제5 스위치(SW5)를 턴-온시키면 전압원이 없으므로 검출 전압( $V_m$ )은 0이다. 그러므로, 본 발명의 전기 자동차의 누전 검출 장치를 이용한 누전 검출 방법은 최저전위 절연 고장 검출 모드에서 검출 전압이 매우 낮으므로 전지팩(10)의 최대전위와의 절연 고장은 검출하지 않고, 본 발명의 최대전위 고장 검출 모드에서 검출한다.

[225] 또한, 본 발명의 전기 자동차의 누전 검출 장치를 이용한 누전 검출 방법은 도 36에 도시된 바와 같이, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)가 b로 턴-온되고, 제1 스위치(SW1)는 턴-온, 제2 스위치(SW2)가 턴-오프되며, 제5 스위치가 턴-오프되어 있을 때, 전지팩(10)의 중간전위와 차체(GND)의 절연 저항( $R_f$ )이 파괴되면 도 40와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학적 식 61와 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[226] 수학적 식 61

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} (V_1 + V_{dc})$$

[227] 그리고, 제1 및 제2 극성 전환 스위치(SW3, SW4)를 턴-오프하고, 제5 스위치(SW5)를 턴-온시키면 도 41와 같은 폐회로가 형성되고, 검출 저항( $R_m$ )에 하기 수학적 식 62과 같은 전압( $V_m$ )이 검출된다.

[228] 수학적 식 62

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} V_1$$

[229] 수학적 식 61에서 수학적 식 62을 빼면, 하기 수학적 식 63와 같이 측정 전원( $V_{dc}$ )만을 이용하여  $V_m$ 을 구할 수 있다.

[230] 수학적 식 63

$$V_m = \frac{R_m}{R_s + R_m + R_f} V_{dc}$$

[231] 상기 수학적 식 63에 전압( $V_m$ )으로 측정 전원( $V_{dc}$ )만을 이용하여 전지팩(10)의 중간전위와 차체(GND)가 연결되어 누전이 발생하였다라는 것을 알 수 있다.

[232] 이와 같은 방법으로, 본 발명의 실시 예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치는

전지팩(10)의 최대전위 절연 고장인지, 중간전위 고장 절연인지, 최소전위 절연 고장인지를 구분할 수 있으며, 구분하는 방법은 최대전위 절연 고장 검출 모드에서 검출된 고장은 최대전위의 고장으로 판단하고, 최소전위 절연 고장 검출 모드에서 검출된 고장은 최소 전위의 고장으로 판단한다. 그리고, 최대전위 절연 고장 검출 모드와 최소전위 절연 고장 검출 모드에서 모두 고장으로 검출되면 중간전위의 고장으로 판단할 수 있으며, 중간전위의 어느 부분의 고장인지는 최대전위 절연 고장 검출 모드의 검출 전압( $V_{m+}$ )과 최소전위 절연 고장 검출 모드의 검출 전압( $V_{m+}$ )을 비교하면,  $V_1$  값과  $V_2$  값을 통하여 비례적으로 알 수 있다. 예를 들어,  $V_1$ 과  $V_2$  값이 2:3이면 중간전위 절연 고장 부분은 전지팩(10)의 최소전위로부터 3/5 전압을 가지는 부분임을 알 수 있다.

- [233] 앞에서 설명한 복합 고장이 발생하였을 때도 중간 전위 고장일 때와 마찬가지로 최대전위 절연 고장 검출 모드와 최소전위 고장 검출 모드에서 모두 고장으로 검출된다고 하였다. 중간 전위 고장과 복합 전위 고장 검출을 구분하는 방법은 검출된 전압값이 큰 쪽이 중간 전위 고장이라는 것을 알 수 있다. 이것은 복합 고장이 발생하게 되면 중간 전위 1군데만 고장났을 때보다 각각의 고장 저항으로 전류가 분류되어 검출 저항으로 흐르는 전류가 작아서 검출되는 전압값도 작아지기 때문이다.
- [234] 도 42은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치를 나타내는 도면이다. 도 42에 도시된 본 발명의 다른 전기 자동차의 누전 검출 장치는 제1 및 제2 측정 전원( $V_{dc1}$ ,  $V_{dc2}$ )과, 제1 측정 전원( $V_{dc1}$ )의 양극을 검출 저항( $R_m$ )에 접속시키고, 상기 제1 측정 전원( $V_{dc1}$ )의 음극을 차체(GND)에 접속시키는 제1 측정 전원 접속 스위치(SW3)와, 제2 측정 전원( $V_{dc2}$ )의 음극을 검출 저항( $R_m$ )에 접속시키고, 제2 측정 전원( $V_{dc2}$ )의 양극을 차체(GND)에 접속시키는 제2 측정 전원 접속 스위치(SW4)를 더 구비한다.
- [235] 한편, 도 29 및 도 42에 도시된 본 발명의 실시 예들에 따른 전기 자동차의 누전 검출 장치에는 전압 분배 저항( $R_s$ )이 제1 스위치(SW1)의 후단에 배치되어 있지만, 전압 분배 저항( $R_s$ )은 제1 스위치(SW1)와 제2 스위치(SW2)의 전단에 각각 배치되어도 무방하다. 또한, 직렬로 연결된 분배 저항과 검출 저항, 측정전원, 스위치의 순서는 바뀌어도 무방하다.
- [236] 이상에서 본 발명에 따른 바람직한 실시예에 대해 설명하였으나, 다양한 형태로 변형이 가능하며, 본 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 특허청구범위를 벗어남이 없이 다양한 변형예 및 수정예를 실시할 수 있을 것으로 이해된다.

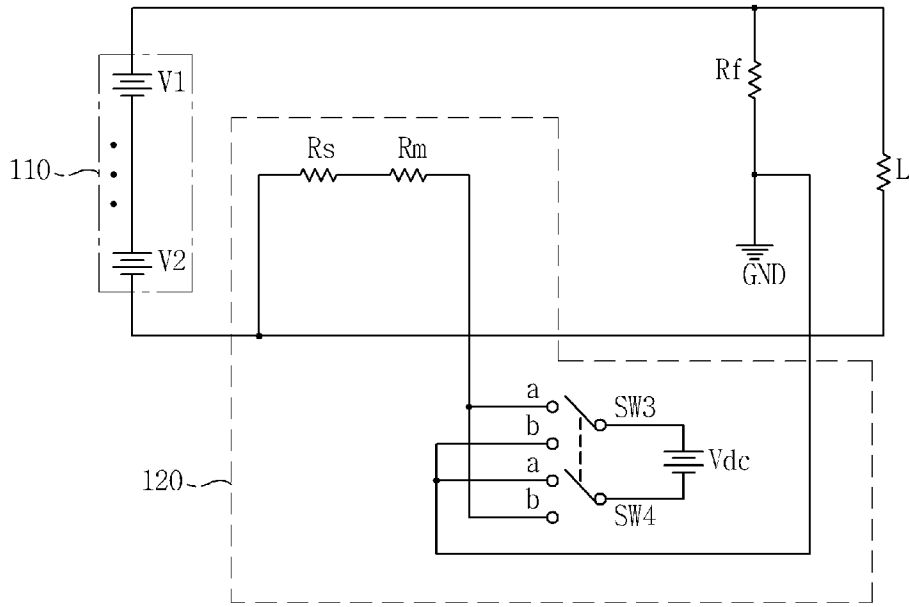
## 청구범위

- [1] 전지팩의 최대전위단과 최소전위단 사이에 상호 직렬로 연결된 제1스위치 및 제2스위치;  
 상기 제1스위치와 제2스위치의 공통접점에 일단이 연결된 검출저항; 및  
 상기 검출저항의 타단과 차체 사이에 연결되어 상기 전지팩으로 전위를 공급하는 측정전위를 구비하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [2] 청구항 1에 있어서,  
 상기 검출저항의 타단과 차체 사이에 연결되어 상기 측정전위를 상기 전지팩으로 공급 또는 차단하는 제3스위치; 및  
 상기 검출저항의 타단과 차체 사이에 상기 제3스위치와 상호 병렬로 연결되는 제4스위치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [3] 청구항 1에 있어서,  
 상기 검출저항의 타단과 차체 사이에 연결되는 제3스위치; 및  
 상기 검출저항의 타단과 차체 사이에 상기 제3스위치와 상호 병렬로 연결되어 상기 측정전위를 상기 전지팩으로 공급 또는 차단하는 제4스위치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [4] 청구항 1에 있어서,  
 상기 제1스위치와 제2스위치 중 하나를 턴온하고 다른 하나를 턴오프하며,  
 상기 측정전원을 상기 전지팩으로 제공하면서 상기 검출저항의 양단전압을 측정하여 상기 전지팩이 차체로 누전되는지 여부와 누전 발생 지점을 검출하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [5] 전지팩의 최대전위단과 최소전위단 사이에 상호 직렬로 연결된 제1스위치 및 제2스위치;  
 상기 제1스위치와 제2스위치의 공통접점에 일단이 연결된 검출저항; 및  
 상기 전지팩에 공급되는 제1측정전위와 제2측정전위를 구비하되,  
 상기 제1측정전위 또는 상기 제2측정전위는 상기 검출저항의 타단과 차체 사이에 상호 병렬로 연결되고,  
 상기 제1측정전위 또는 상기 제2측정전위 중에 어느 하나가 상기 전지팩으로 공급되는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [6] 청구항 5에 있어서,  
 상기 제1측정전위와 제2측정전위는 전압값이 동일하고 극성이 반대인 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [7] 청구항 5에 있어서,  
 상기 제1측정전위를 상기 전지팩으로 공급 또는 차단하는 제3스위치를 더

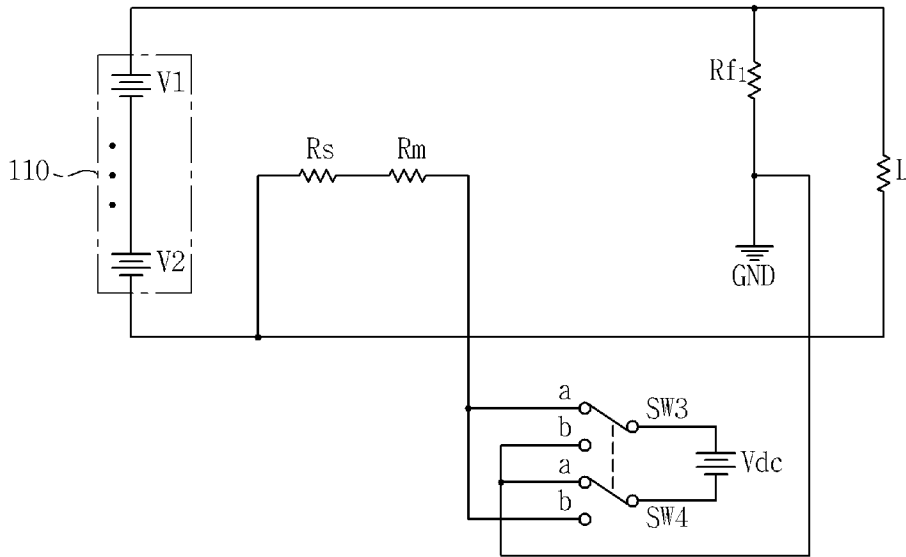
- 구비하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [8] 청구항 5에 있어서,  
상기 제2측정전위를 상기 전지팩으로 공급 또는 차단하는 제4스위치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [9] 청구항 5에 있어서,  
상기 제1스위치와 제2스위치 중 하나를 턴온하고 다른 하나를 턴오프하며,  
상기 제1측정전원과 제2측정전원 중에 어느 하나를 상기 전지팩으로  
제공하면서 상기 검출저항의 양단전압을 측정하여 상기 전지팩이 차체로  
누전되는지 여부와 누전 발생 지점을 검출하는 것을 특징으로 하는 전기  
자동차의 누전 검출 장치.
- [10] 청구항 1 내지 청구항 9 중에 어느 한 항에 있어서,  
상기 전지팩의 최대전위단과 상기 검출저항 사이에 직렬로 연결되는 전압  
분배 저항을 더 구비한 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [11] 청구항 1 내지 청구항 9 중에 어느 한 항에 있어서,  
상기 전지팩의 최소전위단과 상기 검출저항 사이에 직렬로 연결되는 전압  
분배 저항을 더 구비한 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [12] 전지팩의 양극에 병렬 접속된 제1 스위치 소자와;  
상기 전지팩의 음극에 병렬 접속됨과 아울러 상기 제1 스위치 소자에 직렬  
접속되는 제2 스위치 소자와;  
상기 제1 및 제2 스위치 소자에 직렬 접속된 전압 분배 저항과;  
상기 전압 분배 저항과 측정 전원 사이에 직렬 접속된 검출 저항과;  
상기 검출 저항에 서로 직렬 접속되어 측정 전원 및 차체와;  
상기 검출 저항과 상기 차체 사이에 접속되어 상기 검출 저항과 상기  
차체를 접지시키는 접지 스위치를 구비하는 것을 특징으로 하는 전기  
자동차의 누전 검출 장치.
- [13] 청구항 12에 있어서,  
상기 검출 저항과 상기 차체에 상기 측정 전원을 직렬 접속시키는 제1 및  
제2 극성 전환 스위치를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의  
누전 검출 장치.
- [14] 청구항 12에 있어서,  
상기 측정 전원은 서로 분리된 제1 및 제2 측정 전원을 포함하는 것을  
특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.
- [15] 청구항 14에 있어서,  
상기 제1 측정 전원의 양극을 상기 검출 저항에 접속시키고, 상기 제1 측정  
전원의 음극을 상기 차체에 접속시키는 제1 측정 전원 접속 스위치와;  
상기 제2 측정 전원의 음극을 상기 검출 저항에 접속시키고, 상기 제2 측정  
전원의 양극을 상기 차체에 접속시키는 제2 측정 전원 접속 스위치를 더  
구비하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 장치.

- [16] 제1 및 제2 극성 전환 스위치를 제1 극성으로 턴-온, 제1 스위치를 턴-오프, 제2 스위치를 턴-온, 접지 스위치를 턴-오프되어 있을 때, 검출 저항의 제1 전압을 검출하는 제1 단계와;  
 상기 접지 스위치를 턴-온하여, 상기 검출 저항의 제2 전압을 검출하는 제2 단계와;  
 상기 검출 저항의 제1 전압에서 상기 검출 저항의 제2 전압을 감산하여 측정전원에 의한 검출 저항의 제3 전압을 구하는 제3 단계와;  
 제1 및 제2 극성 전환 스위치를 제2 극성으로 턴-온, 제1 스위치를 턴-오프, 제2 스위치를 턴-오프, 접지 스위치를 턴-오프되어 있을 때, 검출 저항의 제4 전압을 검출하는 제4 단계와;  
 상기 접지 스위치를 턴-온하여, 상기 검출 저항의 제5 전압을 검출하는 제5 단계와;  
 상기 검출 저항의 제4 전압에서 상기 검출 저항의 제5 전압을 감산하여 측정전원에 의한 검출 저항의 제6 전압을 구하는 제6 단계와;  
 상기 검출 저항의 제3 전압이 검출되면 최대전위 절연 고장으로 판별하고, 상기 검출 저항의 제6 전압이 검출되면 최소전위 절연 고장으로 판별하며, 상기 검출 저항의 제3 전압 및 제6 전압이 모두 절연 고장으로 검출되면 중간전위 절연 고장으로 판별하는 제7 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 방법.
- [17] 청구항 16에 있어서,  
 상기 검출 저항의 제3 전압 및 제6 전압이 모두 검출되어 상기 중간전위 절연 고장으로 판별하면, 상기 검출 저항의 제1 전압과 상기 검출 저항의 제4 전압을 비교하여 전지팩의 어느 부분에 절연고장이 발생하였는지 검출하는 것을 특징으로 하는 전기 자동차의 누전 검출 방법.

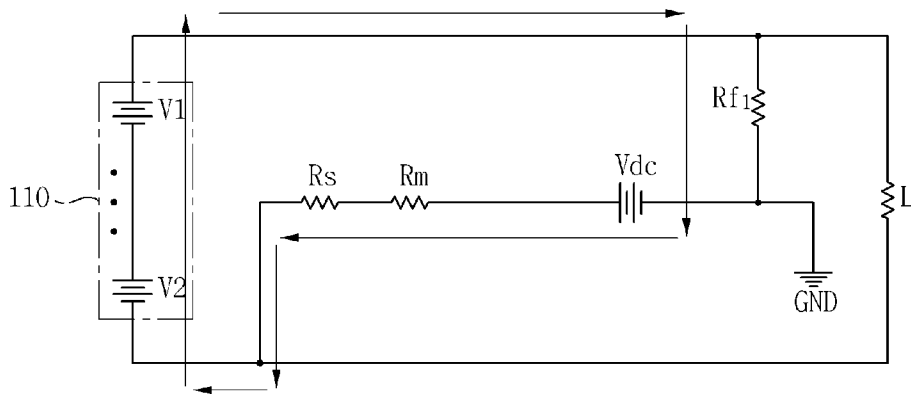
[Fig. 1]



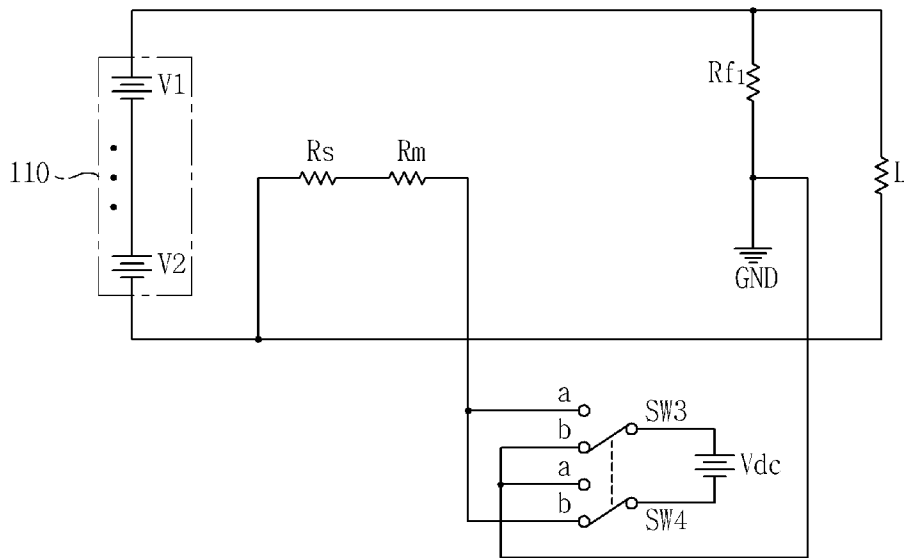
[Fig. 2]



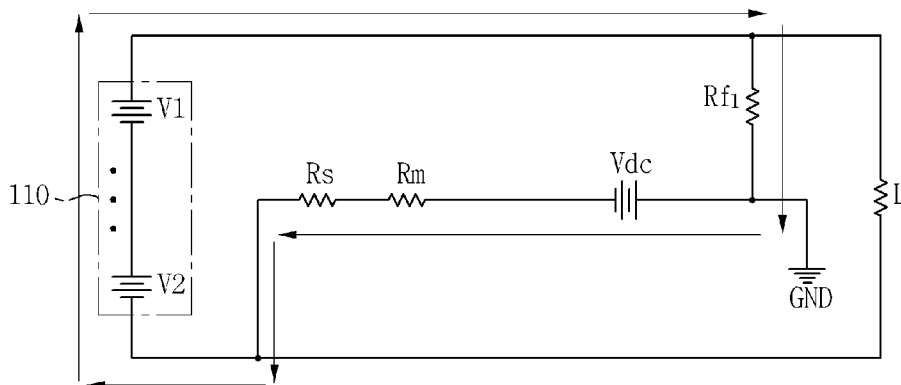
[Fig. 3]



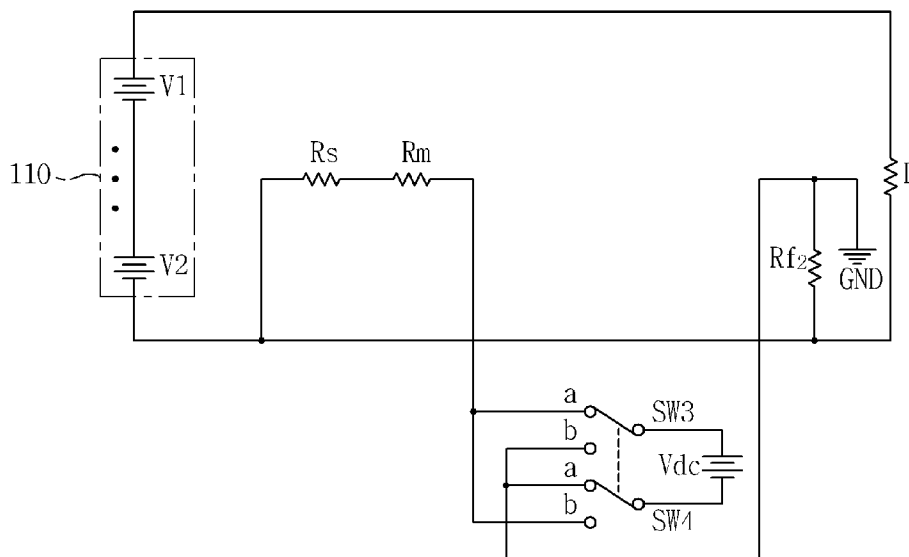
[Fig. 4]



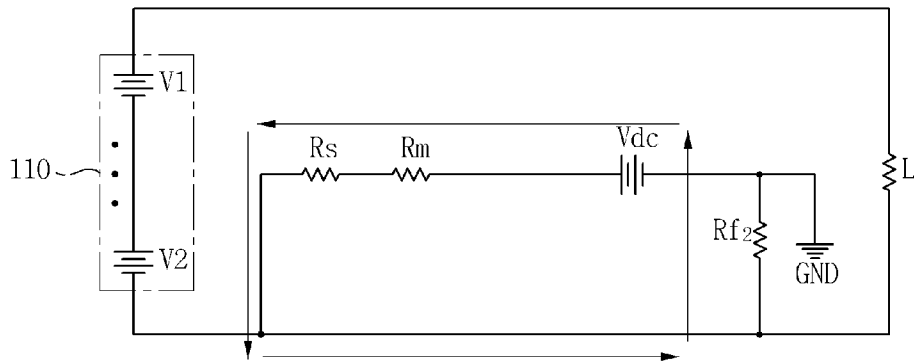
[Fig. 5]



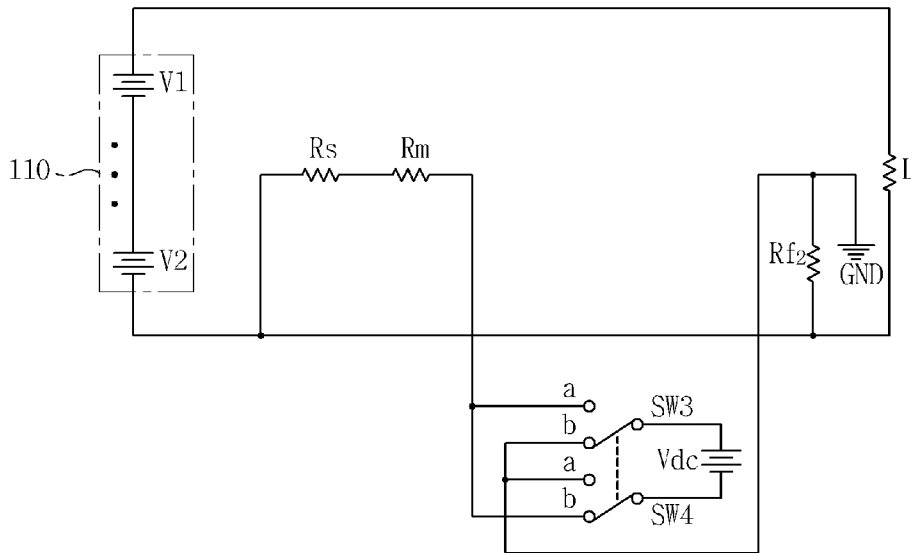
[Fig. 6]



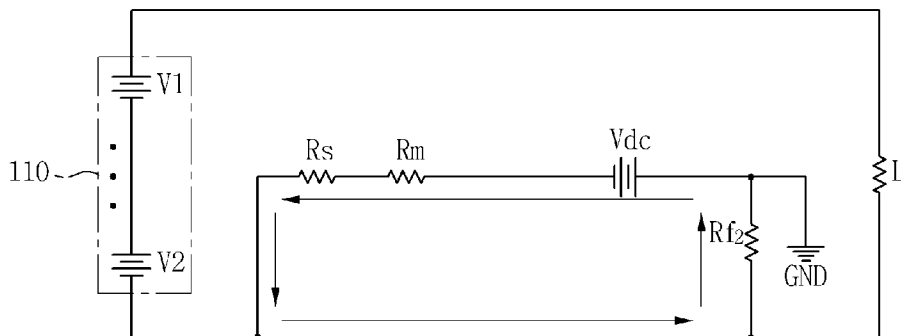
[Fig. 7]



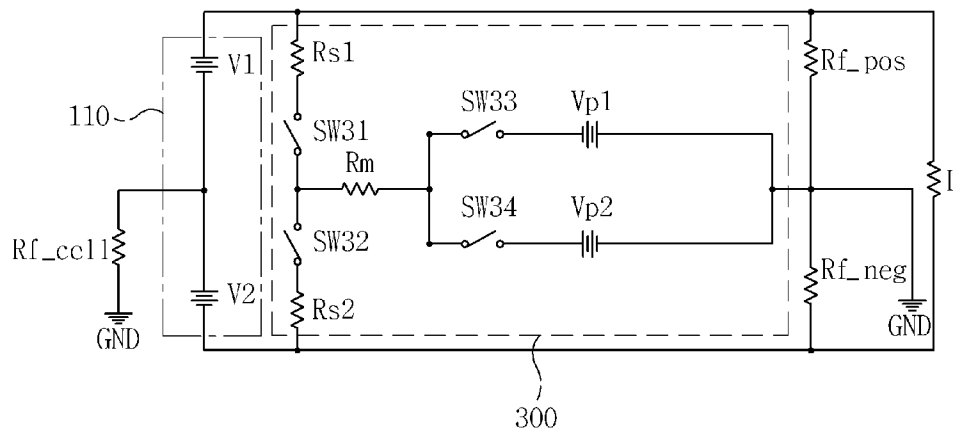
[Fig. 8]



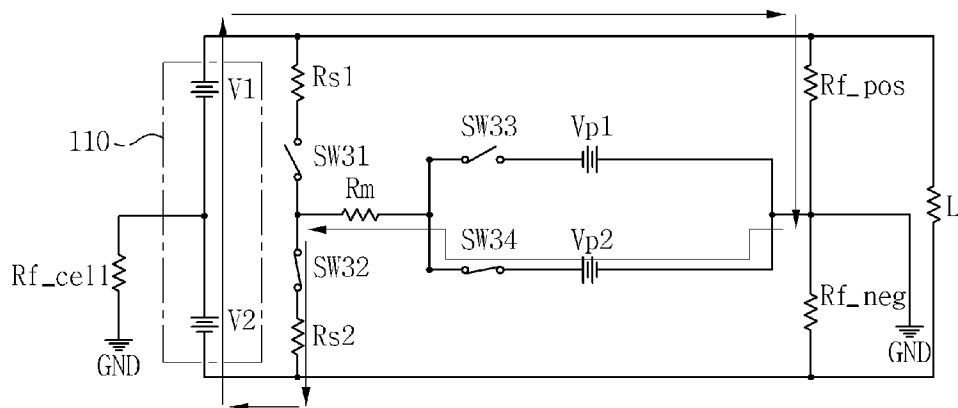
[Fig. 9]



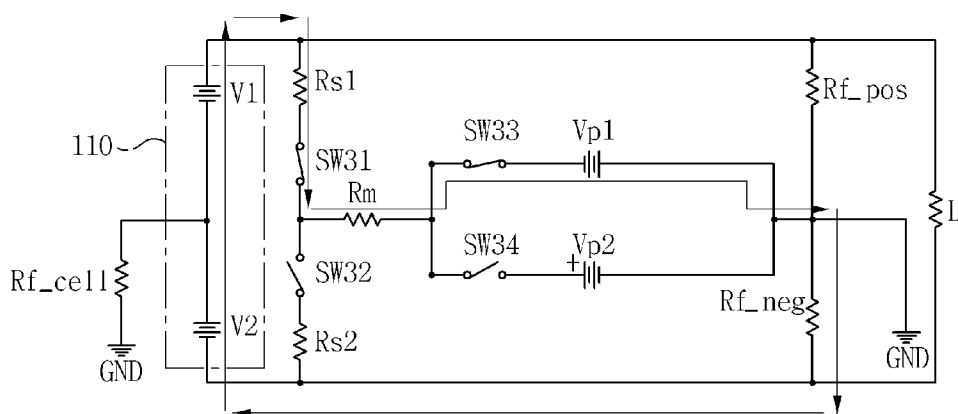
[Fig. 10]



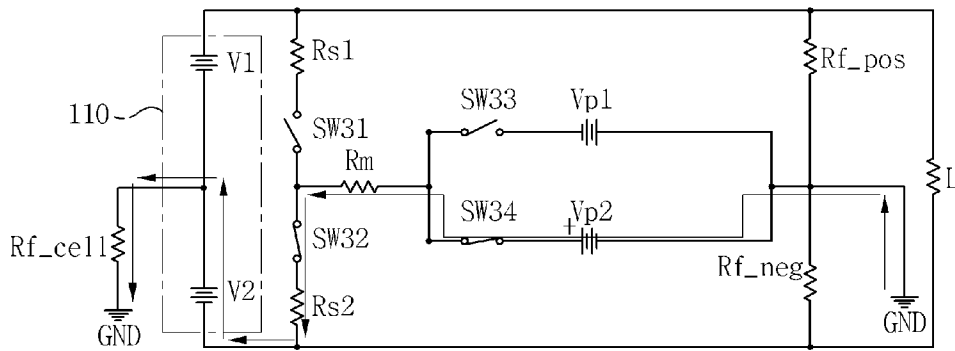
[Fig. 11]



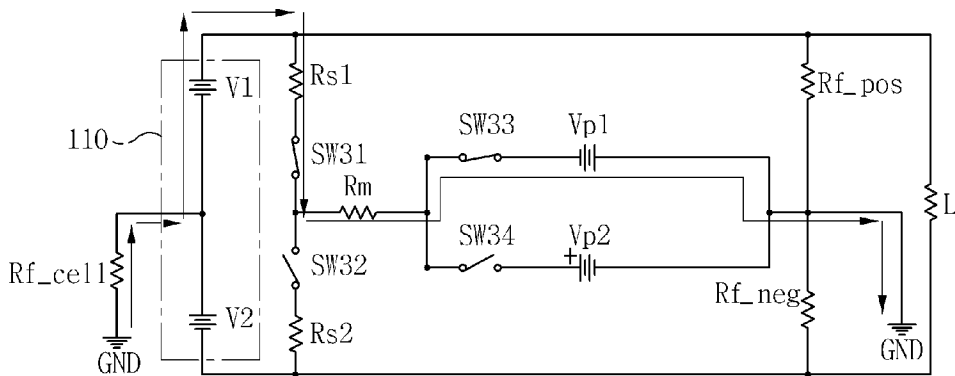
[Fig. 12]



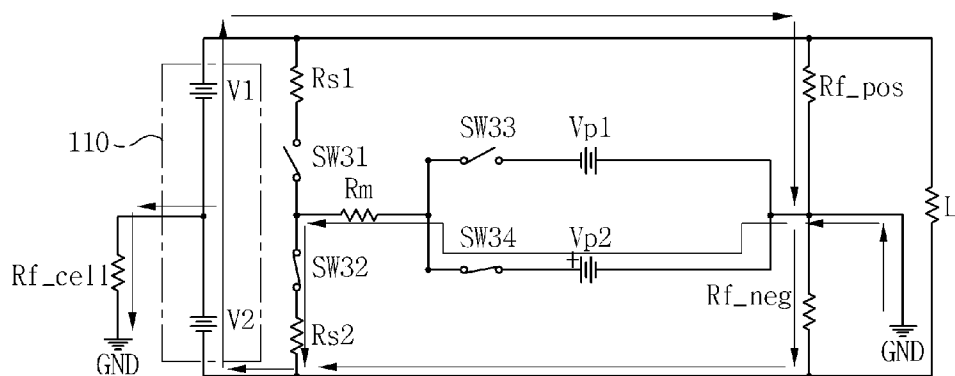
[Fig. 13]



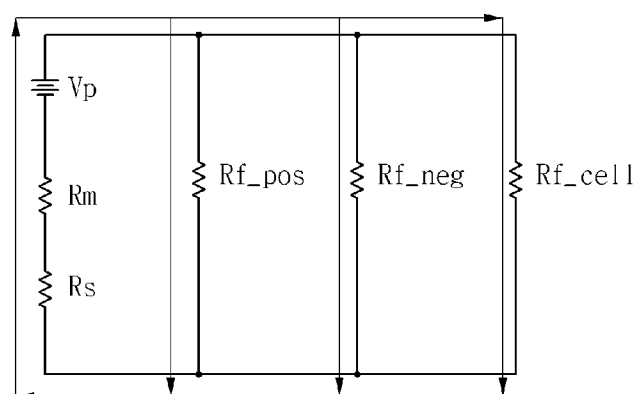
[Fig. 14]



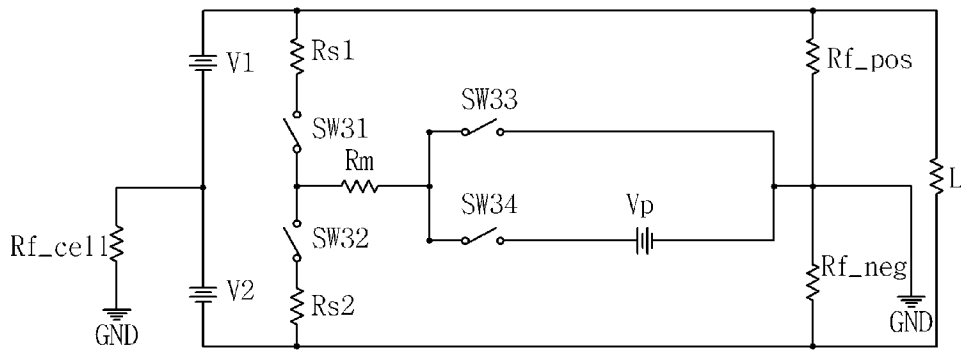
[Fig. 15]



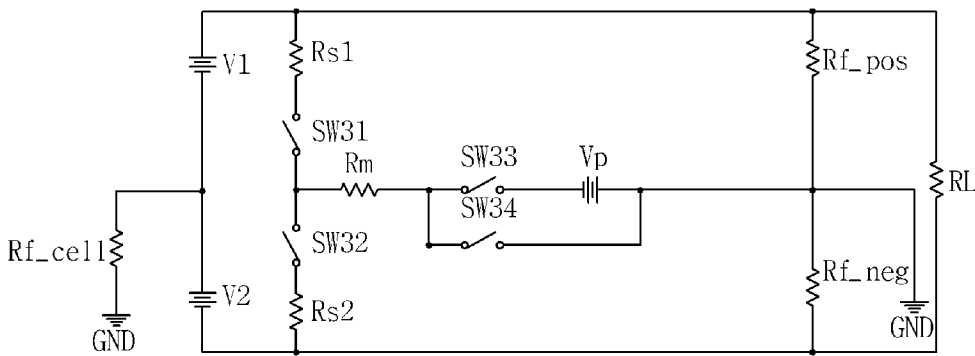
[Fig. 16]



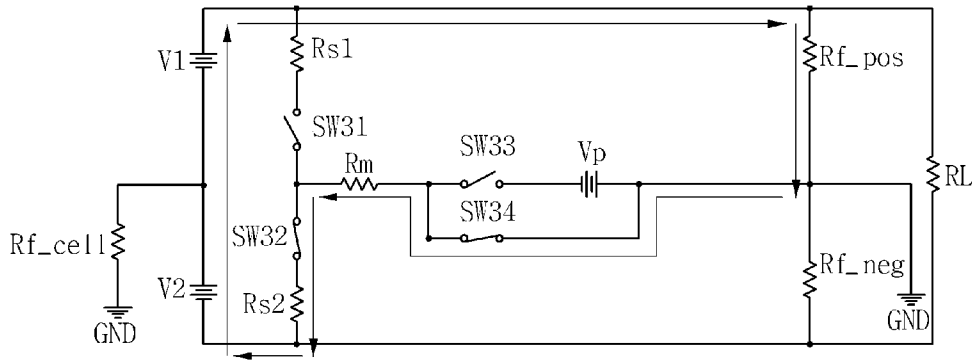
[Fig. 17]



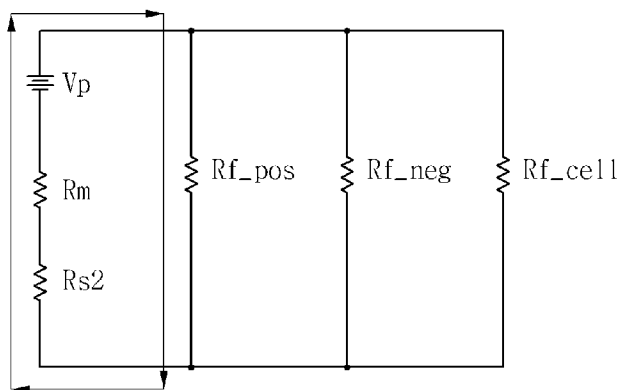
[Fig. 18]



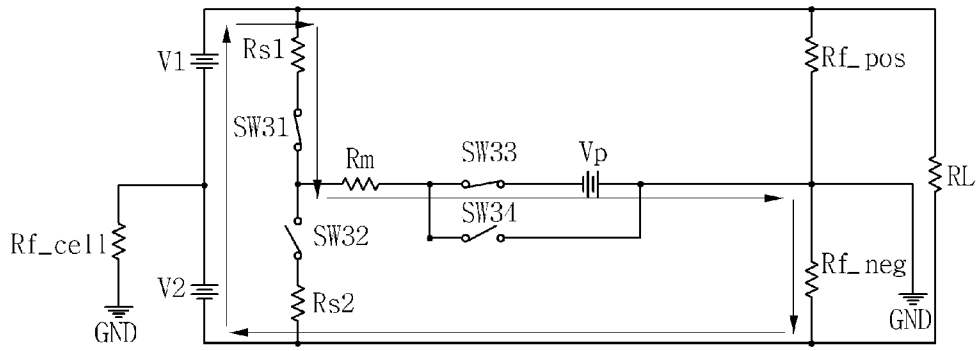
[Fig. 19]



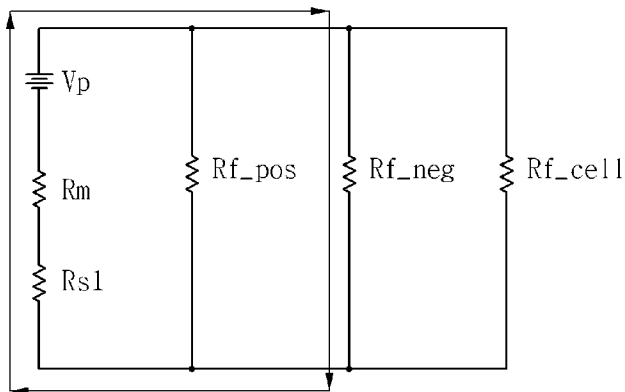
[Fig. 20]



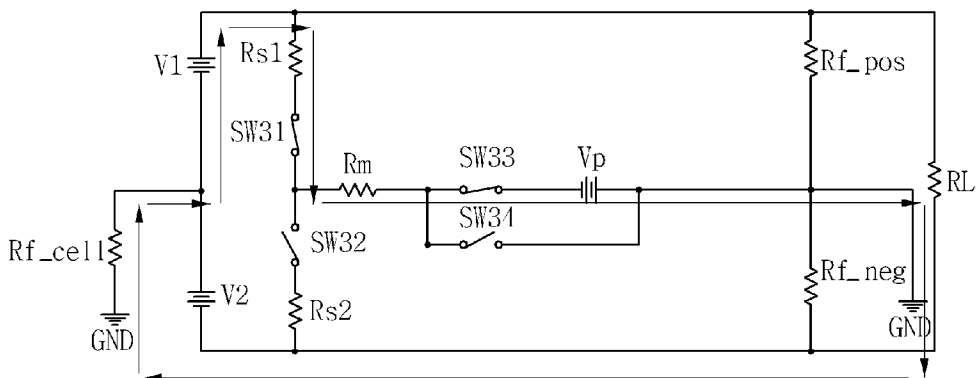
[Fig. 21]



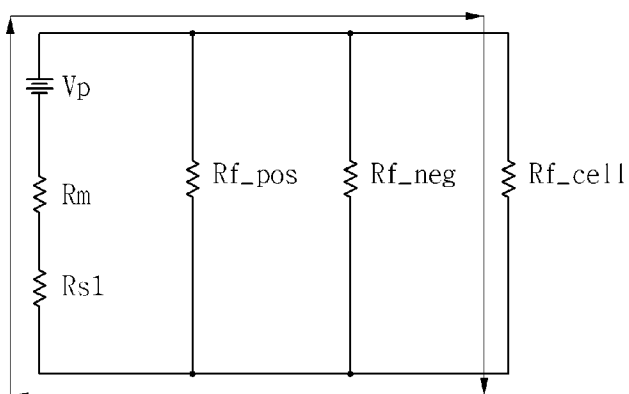
[Fig. 22]



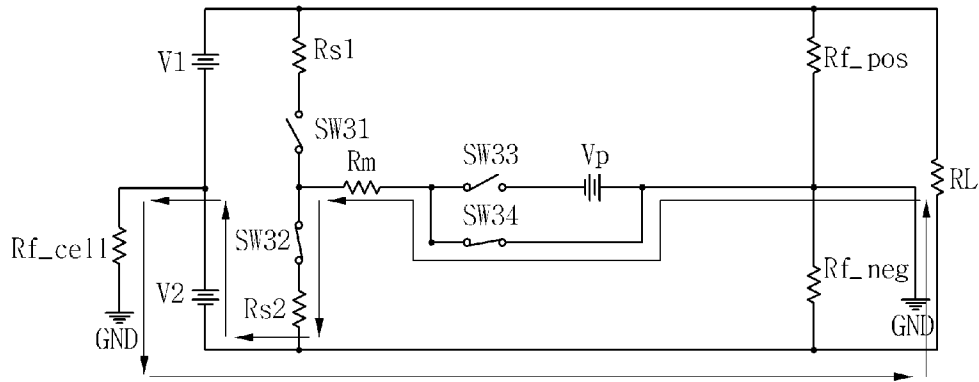
[Fig. 23]



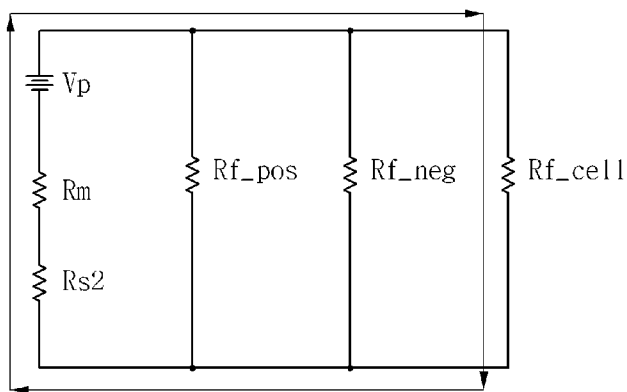
[Fig. 24]



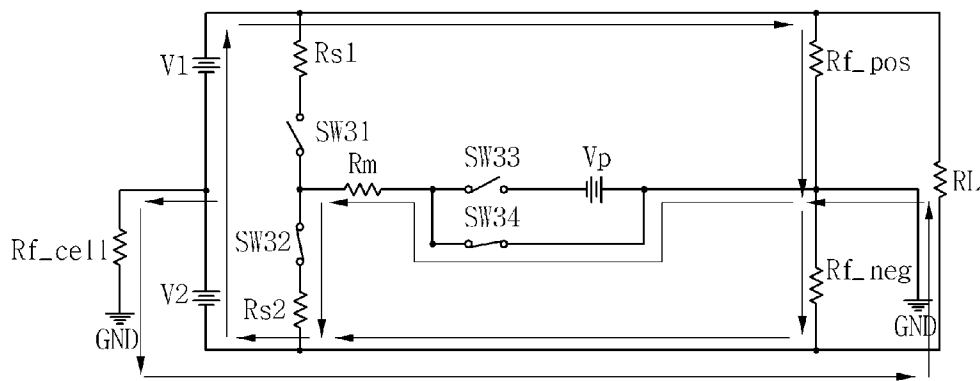
[Fig. 25]



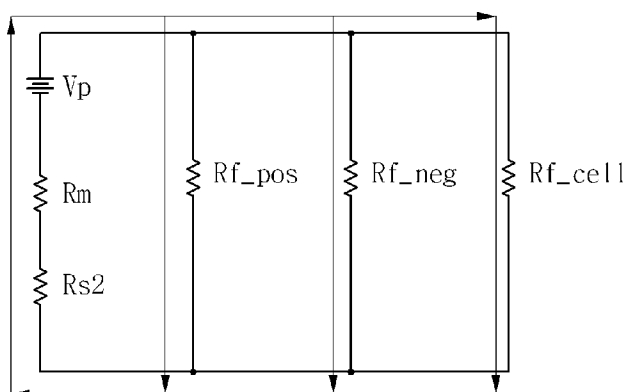
[Fig. 26]



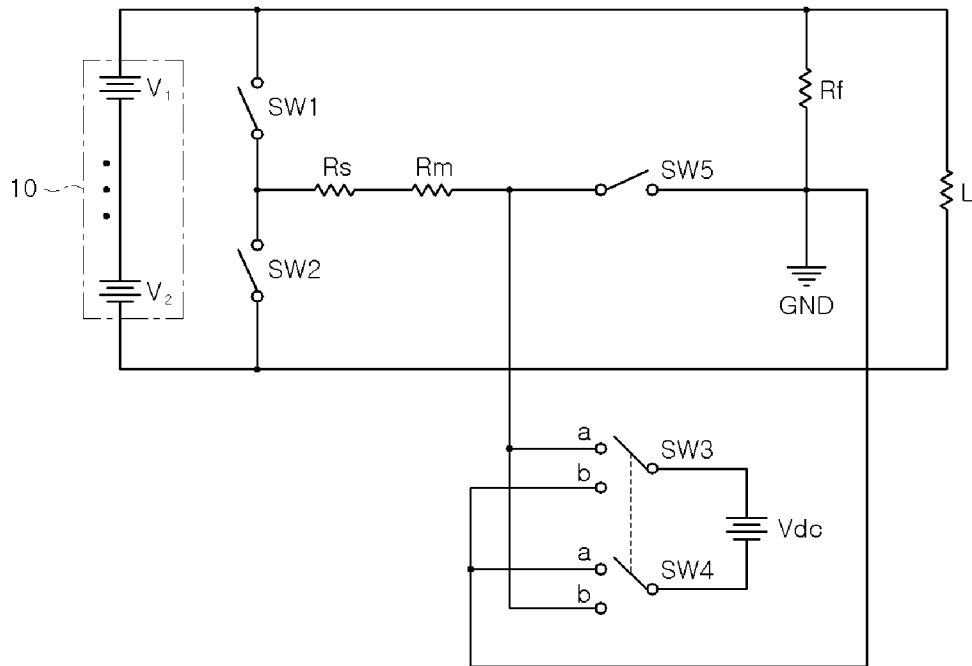
[Fig. 27]



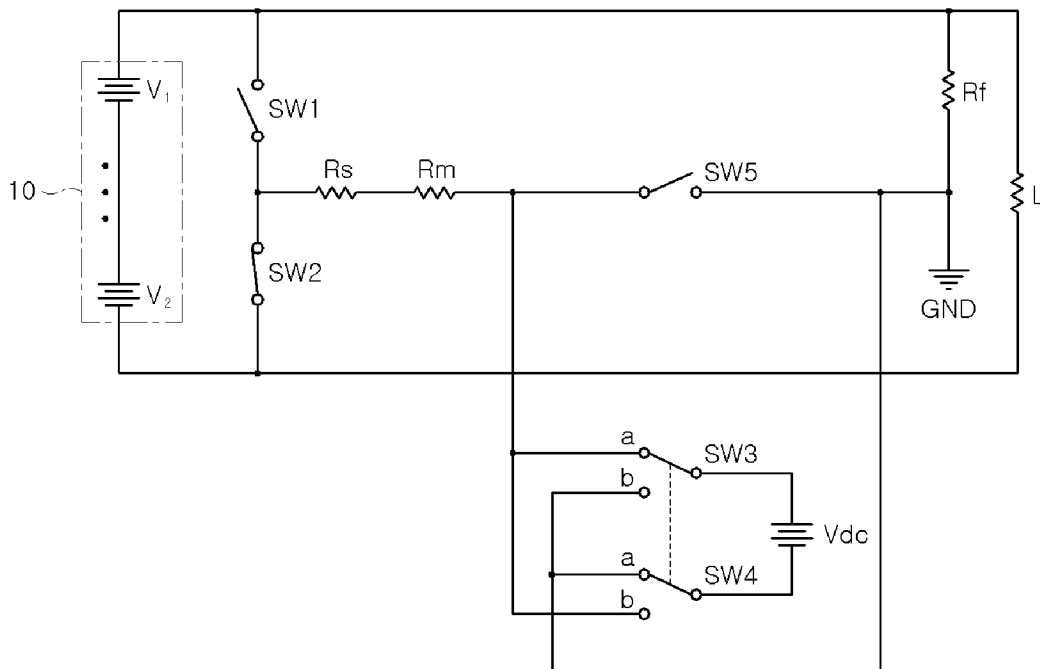
[Fig. 28]



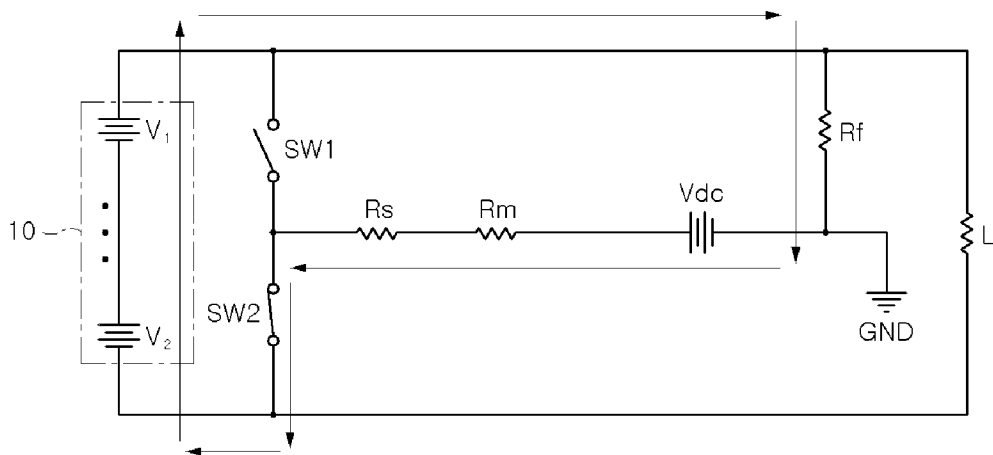
[Fig. 29]



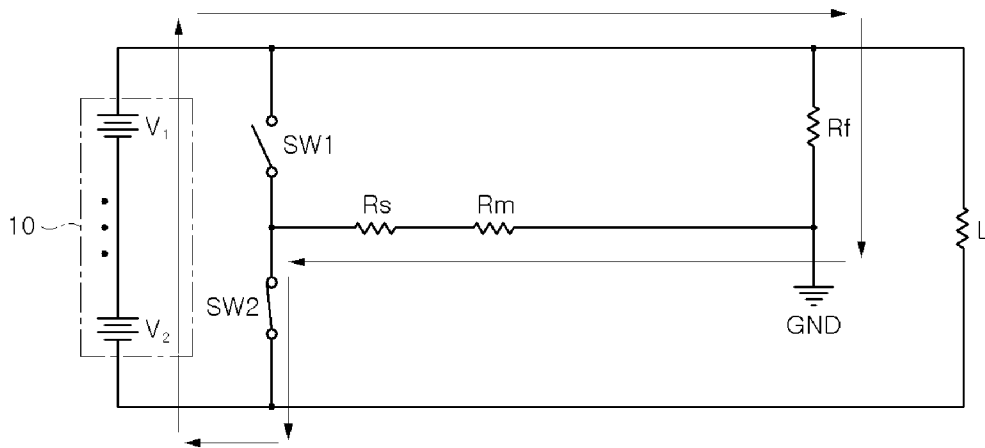
[Fig. 30]



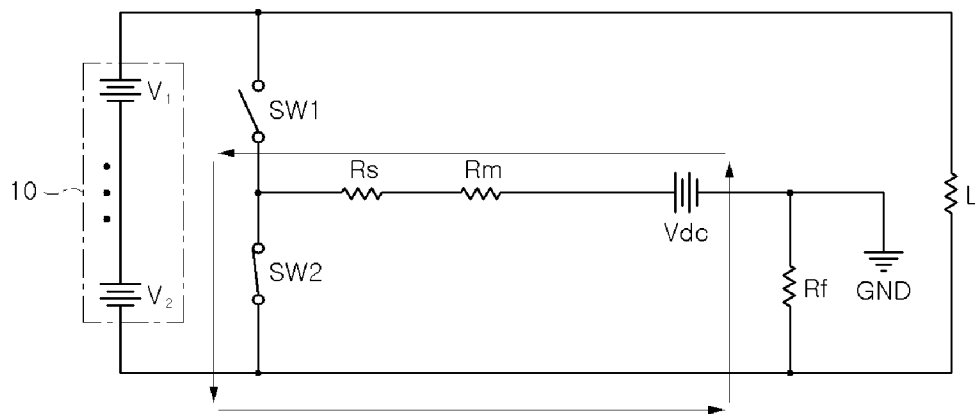
[Fig. 31]



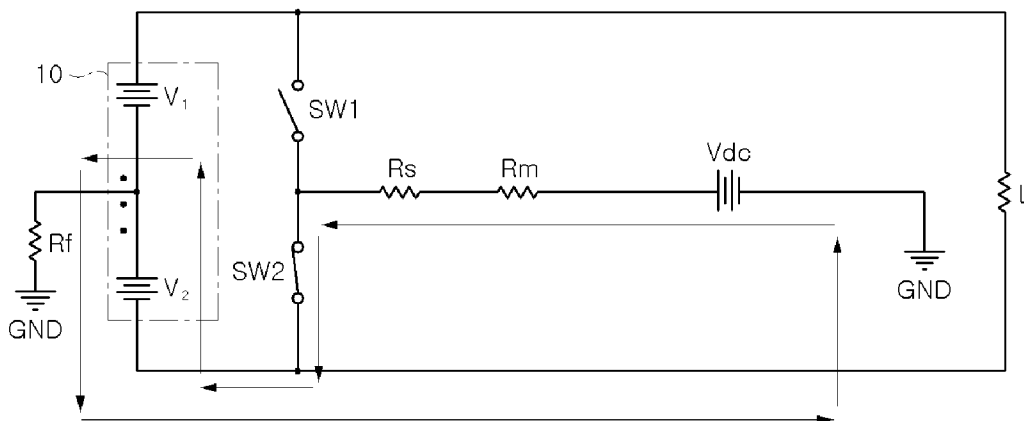
[Fig. 32]



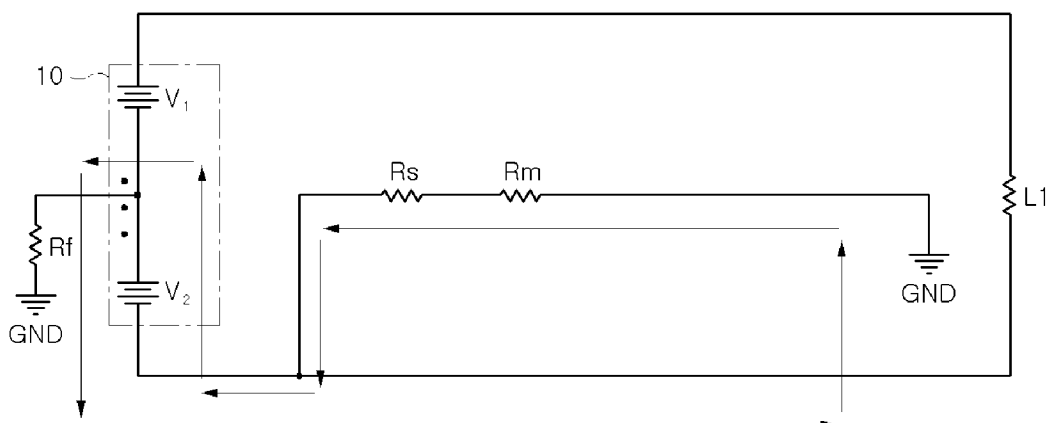
[Fig. 33]



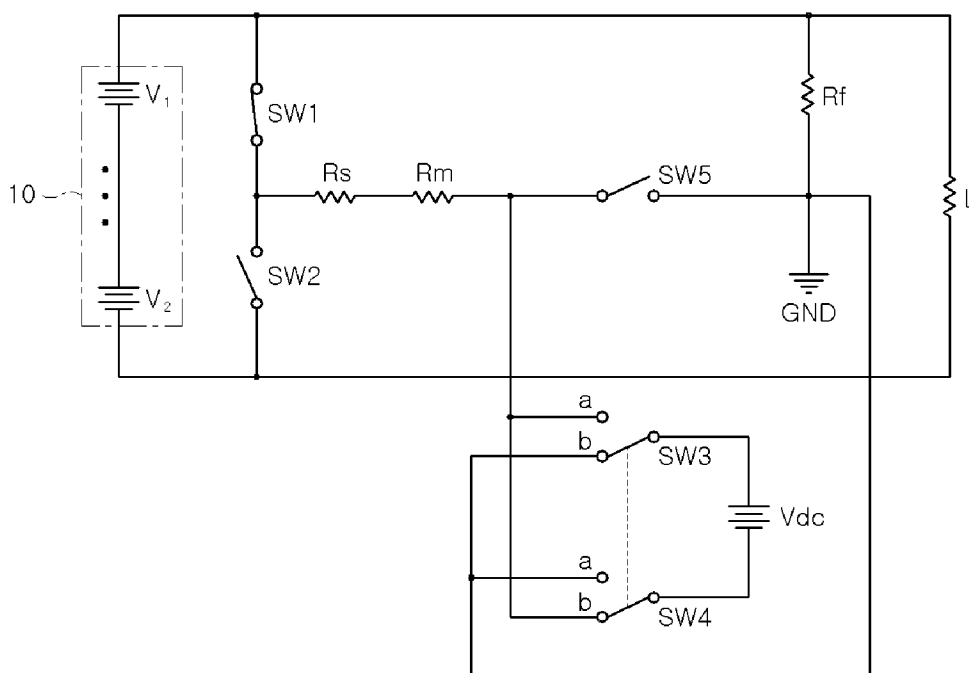
[Fig. 34]



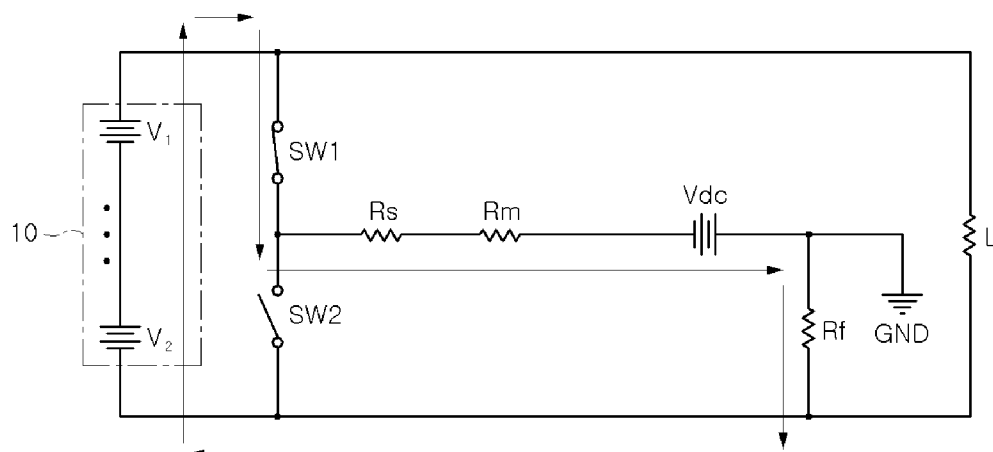
[Fig. 35]



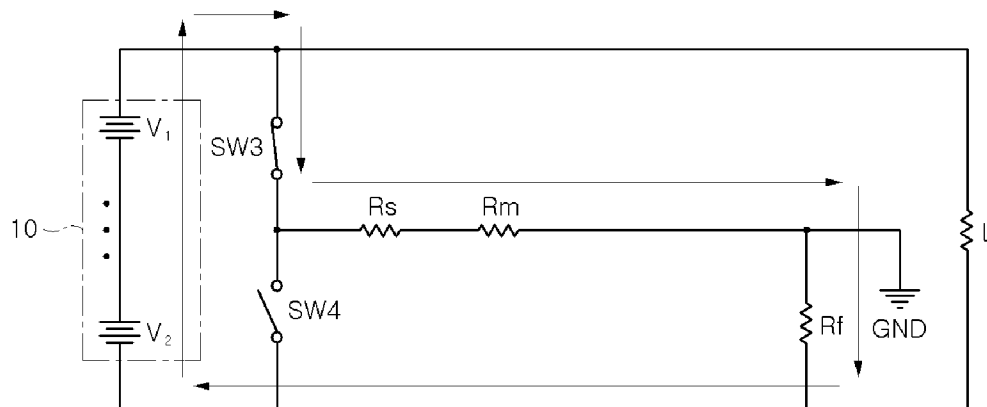
[Fig. 36]



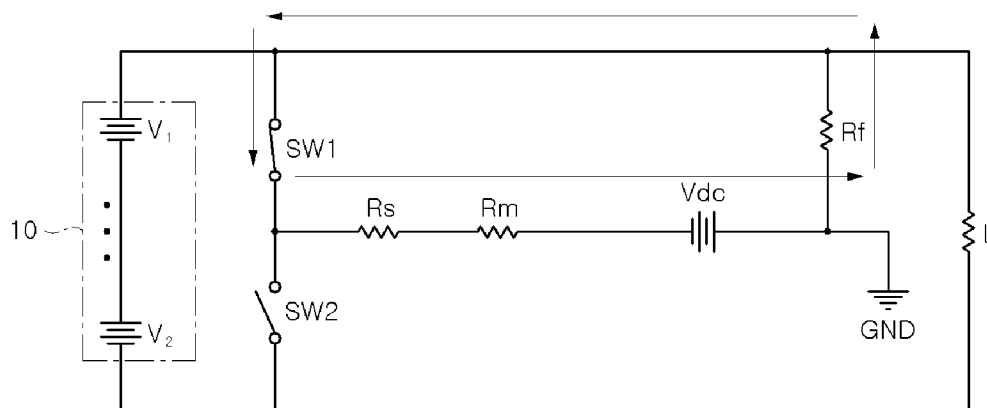
[Fig. 37]



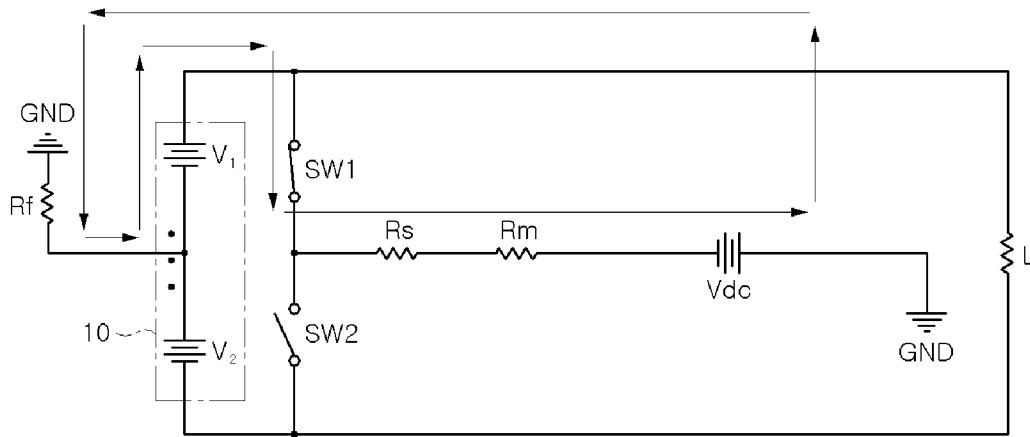
[Fig. 38]



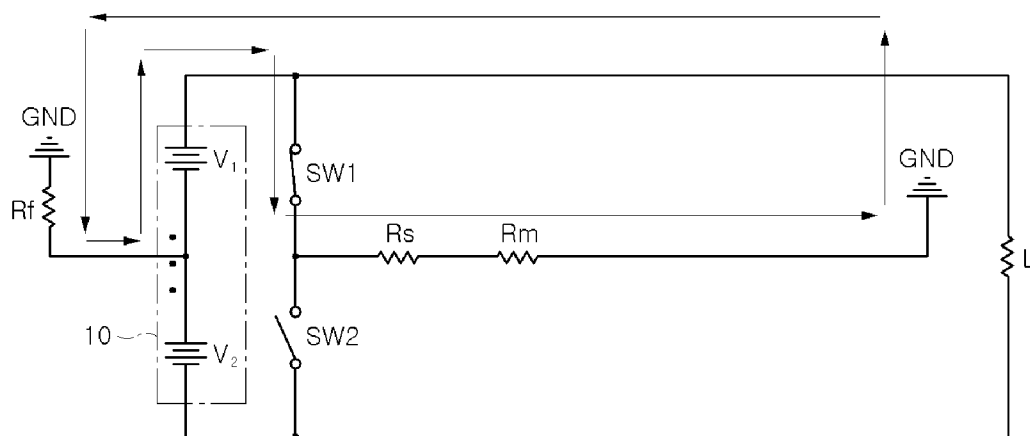
[Fig. 39]



[Fig. 40]



[Fig. 41]



[Fig. 42]

