



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113557435 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 05

(21) 申请号 202080020599.9
 (22) 申请日 2020.09.25
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 113557435 A
 (43) 申请公布日 2021.10.26
 (30) 优先权数据
 10-2019-0147977 2019.11.18 KR
 (85) PCT国际申请进入国家阶段日
 2021.09.10
 (86) PCT国际申请的申请数据
 PCT/KR2020/013068 2020.09.25
 (87) PCT国际申请的公布数据
 W02021/101059 KO 2021.05.27
 (73) 专利权人 株式会社LG新能源
 地址 韩国首尔
 (72) 发明人 玉丈洙 刘载旭
 (74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
 专利代理师 赵彤 刘久亮

(51) Int.Cl.
 G01R 27/02 (2006.01)
 G01R 31/389 (2019.01)
 G01R 31/396 (2019.01)
 (56) 对比文件
 CN 103048545 A, 2013.04.17
 CN 103576044 A, 2014.02.12
 CN 104220887 A, 2014.12.17
 CN 104977511 A, 2015.10.14
 CN 105277787 A, 2016.01.27
 CN 106896274 A, 2017.06.27
 CN 108398598 A, 2018.08.14
 CN 108872812 A, 2018.11.23
 CN 109997047 A, 2019.07.09
 KR 20130128597 A, 2013.11.27
 KR 20180051948 A, 2018.05.17
 US 2014152224 A1, 2014.06.05
 US 2019086464 A1, 2019.03.21
 杨为等. 高压动力电池组绝缘性能的实时监测研究. 计算技术与自动化. 2015, 第34卷 (第03期), 第55-59页. (续)

审查员 李竹曼

权利要求书2页 说明书6页 附图8页

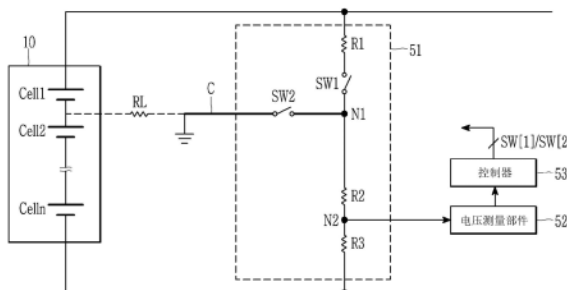
(54) 发明名称

用于估计绝缘电阻的设备及包括该设备的电池系统

(57) 摘要

本发明的一种用于估计绝缘电阻的设备包括: 绝缘电阻测量电路, 其包括一端连接到电池的一个电极的第一电阻器、连接到第一电阻器的第一开关、连接到第一开关的第二电阻器、连接到第二电阻器并且另一端连接到电池的另一电极的第三电阻器以及一端连接到第一开关和第二电阻器之间的第一点并且另一端连接到底盘接地的第二开关; 电压测量单元, 其用于测量第二点的电压; 以及控制单元, 其用于控制第一开关和第二开关的切换, 并且基于测量的电压的值

来计算绝缘电阻值, 其中, 控制单元基于在第一开关和第二开关的接通时段期间在第二点处测量的第一电压以及在第一开关的断开时段和第二开关的接通时段期间在第二点处测量的第二电压来计算绝缘电阻值。



CN 113557435 B

[接上页]

(56) 对比文件

刘广敏等.电动汽车动力锂电池在线绝缘电

阻检测方法研究.汽车技术.2013,(第11期),第
51-54页.

1. 一种用于估计绝缘电阻的设备,该设备包括:

绝缘电阻测量电路,所述绝缘电阻测量电路包括第一端连接到电池的第一电极的第一电阻器、第一端连接到所述第一电阻器的第二端的第一开关、第一端连接到所述第一开关的第二端的第二电阻器、第一端连接到所述第二电阻器的第二端并且第二端连接到所述电池的第二电极的第三电阻器、以及第一端连接到所述第一开关和所述第二电阻器之间的第一接触点并且第二端连接到底盘接地的第二开关;

电压传感器,所述电压传感器被配置为测量所述第二电阻器和所述第三电阻器之间的第二接触点的电压;以及

控制器,所述控制器被配置为:

控制所述第一开关和所述第二开关的各自状态;以及

基于以下来计算绝缘电阻值:

(i) 当所述第一开关和所述第二开关处于接通状态时在所述第二接触点处测量的电压,和

(ii) 当所述第一开关处于断开状态并且所述第二开关处于接通状态时在所述第二接触点处测量的电压。

2. 根据权利要求1所述的用于估计绝缘电阻的设备,其中,

所述控制器被配置为计算形成在所述电池的所述第一电极和所述底盘接地之间的第一绝缘电阻以及形成在所述电池的所述第二电极和所述底盘接地之间的第二绝缘电阻,并且计算所述第一绝缘电阻和所述第二绝缘电阻的并联电阻值以获得所述绝缘电阻值。

3. 根据权利要求1所述的用于估计绝缘电阻的设备,其中,

所述控制器被配置为基于当所述第一开关处于接通状态且所述第二开关处于断开状态时所述第一电阻器、所述第二电阻器和所述第三电阻器的电阻比以及在所述第二接触点处测量的电压,来诊断所述绝缘电阻测量电路是否操作正常。

4. 根据权利要求1所述的用于估计绝缘电阻的设备,其中,

所述控制器被配置为通过将所述第一开关和所述第二开关转换到断开状态来使所述绝缘电阻测量电路断开电连接。

5. 根据权利要求1所述的用于估计绝缘电阻的设备,其中,

所述绝缘电阻测量电路还包括诊断电阻器,所述诊断电阻器连接在所述电池的所述第一电极与所述第二开关的所述第二端之间。

6. 根据权利要求5所述的用于估计绝缘电阻的设备,其中,

所述控制器被配置为基于以下来诊断所述第二开关的正常操作:

(i) 当所述第二开关在所述第一开关处于接通状态的情况下在断开状态和接通状态之间切换时,在所述第二接触点处测量的电压,

(ii) 所述第一电阻器、所述第二电阻器和所述第三电阻器的电阻,和

(iii) 所述诊断电阻器的电阻值。

7. 一种包括用于估计绝缘电阻的设备的电池系统,该电池系统包括:

电池,所述电池包括串联连接的多个电池单元;以及

绝缘电阻测量电路,所述绝缘电阻测量电路包括第一端连接到电池的第一电极的第一电阻器、第一端连接到所述第一电阻器的第二端的第一开关、第一端连接到所述第一开关

的第二端的第二电阻器、第一端连接到所述第二电阻器的第二端并且第二端连接到所述电池的第二电极的第三电阻器、以及第一端连接到所述第一开关和所述第二电阻器之间的第一接触点并且第二端连接到底盘接地的第二开关,其中,所述绝缘电阻测量电路被配置为测量所述第二电阻器和所述第三电阻器之间的第二接触点的电压,

其中,所述用于估计绝缘电阻的设备被配置为基于以下来计算绝缘电阻值:

(i) 当所述第一开关和所述第二开关处于接通状态时在所述第二接触点处测量的电压,和

(ii) 当所述第一开关处于断开状态并且所述第二开关处于接通状态时在所述第二接触点处测量的电压。

8. 根据权利要求7所述的电池系统,其中,

所述用于估计绝缘电阻的设备被配置为计算形成在所述电池的所述第一电极和所述底盘接地之间的第一绝缘电阻以及形成在所述电池的所述第二电极和所述底盘接地之间的第二绝缘电阻,并且计算所述第一绝缘电阻和所述第二绝缘电阻的并联电阻值以获得所述绝缘电阻值。

9. 根据权利要求7所述的电池系统,其中,

所述用于估计绝缘电阻的设备被配置为基于当所述第一开关处于接通状态且所述第二开关处断开状态时所述第一电阻器、所述第二电阻器和所述第三电阻器的电阻比以及在所述第二接触点处测量的电压,来诊断该用于估计绝缘电阻的设备是否操作正常。

10. 根据权利要求7所述的电池系统,其中,

所述用于估计绝缘电阻的设备被配置为通过将所述第一开关和所述第二开关转换到断开状态来使该用于估计绝缘电阻的设备断开电连接。

11. 根据权利要求7所述的电池系统,其中,

所述用于估计绝缘电阻的设备还包括诊断电阻器,所述诊断电阻器连接在所述电池的所述第一电极与所述第二开关的所述第二端之间。

12. 根据权利要求11所述的电池系统,其中,

所述用于估计绝缘电阻的设备配置为基于以下来诊断所述第二开关的正常操作:

(i) 当所述第二开关在所述第一开关处于接通状态的情况下在断开状态和接通状态之间切换时,在所述第二接触点处测量的电压,

(ii) 所述第一电阻器、所述第二电阻器和所述第三电阻器的电阻,和

(iii) 所述诊断电阻器的电阻值。

用于估计绝缘电阻的设备及包括该设备的电池系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于估计绝缘电阻的设备和使用该设备的电池系统。

背景技术

[0002] 在如机动车辆、储能系统和不间断电源中需要高容量的情况下,可以连接二次电池的多个电池单元以用作电池模块,或者可以连接多个电池模块以用作电池组。

[0003] 在通过连接电池单元或模块以高电压使用电池的情况下,应该保持预定水平或更大的绝缘电阻,以防止对用户的电击并防止不必要的放电。例如,当在车辆中应用和使用高电压电池时,应该测量电池的正极和负极与车辆的底盘之间的绝缘电阻,并且绝缘电阻应该保持在预定水平或更大。

[0004] 由于用于估计绝缘电阻的常规设备具有复杂的配置,所以当将用于估计绝缘电阻的设备实现为PCB时,其体积增加,并且计算复杂,从而导致错误出现和计算错误。

发明内容

[0005] 技术问题

[0006] 本发明提供一种具有绝缘电阻估计电路的简单配置的用于估计绝缘电阻的设备以及使用该设备的电池系统。

[0007] 本发明提供一种用于估计绝缘电阻的设备和使用该设备的电池系统,该设备可以计算在电池的正极和负极之间以及底盘接地(chassis ground)之间形成的绝缘电阻。

[0008] 本发明提供一种用于估计绝缘电阻的设备和使用该设备的电池系统,该设备可以计算在电池的任意电极与底盘接地之间形成的绝缘电阻。

[0009] 技术方案

[0010] 根据本发明的实施方式的一种用于估计绝缘电阻的设备,该设备包括:绝缘电阻测量电路,该绝缘电阻测量电路包括一端连接到电池的一个电极的第一电阻器、一端连接到第一电阻器的另一端的第一开关、一端连接到第一开关的另一端的第二电阻器、一端连接到第二电阻器的另一端并且另一端连接到电池的另一电极的第三电阻器以及一端连接到第一开关和第二电阻器之间的第一接触点并且另一端连接到底盘接地的第二开关;电压测量部件,该电压测量部件测量第二电阻器和第三电阻器之间的第二接触点的电压;以及控制器,该控制器控制第一开关和第二开关的切换,并且基于通过电压测量部件测量的电压来计算绝缘电阻值,其中,控制器基于在第一开关和第二开关的接通时段期间在第二接触点处测量的第一电压以及在第一开关的断开时段和第二开关的接通时段期间在第二接触点处测量的第二电压来计算绝缘电阻值。

[0011] 控制器可以基于在第一开关的接通状态和第二开关的断开状态下在第二接触点处测量的电压以及第一电阻器至第三电阻器的电阻比来诊断绝缘电阻测量电路是否正常工作。

[0012] 控制器可以通过断开第一开关和第二开关来电分离绝缘电阻测量电路。

[0013] 绝缘电阻测量电路还可以包括诊断电阻器,该诊断电阻器连接在电池的一个电极与第二开关的另一端之间。

[0014] 控制器可以基于在第一开关的接通状态下当第二开关接通/断开时分别在第二接触点处测量的电压以及第一电阻器至第三电阻器和诊断电阻器的电阻值来诊断第二开关是正常接通还是断开。

[0015] 根据本发明的另一实施方式的包括用于估计绝缘电阻的设备的电池系统包括:电池,该电池包括多个串联连接的电池单元;以及绝缘电阻测量电路,该绝缘电阻测量电路包括一端连接到电池的一个电极的第一电阻器、一端连接到第一电阻器的另一端的第一开关、一端连接到第一开关的另一端的第二电阻器、一端连接到第二电阻器的另一端并且另一端连接到电池的另一电极的第三电阻器以及一端连接到第一开关和第二电阻器之间的第一接触点并且另一端连接到底盘接地的第二开关,并且该绝缘电阻测量电路测量第二电阻器和第三电阻器之间的第二接触点的电压,其中,用于估计绝缘电阻的设备基于在第一开关和第二开关的接通时段期间在第二接触点处测量的第一电压和在第一开关的断开时段和在第二开关接通时段期间在第二接触点处测量的第二电压来计算绝缘电阻值。

[0016] 用于估计绝缘电阻的设备可以基于在第一开关的接通状态和第二开关的断开状态下在第二接触点处测量的电压以及第一电阻器至第三电阻器的电阻比来诊断用于估计绝缘电阻的设备是否正常工作。

[0017] 用于估计绝缘电阻的设备可以通过断开第一开关和第二开关来将用于估计绝缘电阻的设备电分离。

[0018] 用于估计绝缘电阻的设备还可以包括诊断电阻器,该诊断电阻器连接在电池的一个电极与第二开关的另一端之间。

[0019] 用于估计绝缘电阻的设备可以基于在第一开关的接通状态下第二开关接通/断开时分别在第二接触点处测量的电压以及第一电阻器至第三电阻器和诊断电阻器的电阻值来诊断第二开关是正常接通还是断开。

[0020] 有益效果

[0021] 本发明提供在设计用于估计绝缘电阻的设备的PCB时简化用于估计绝缘电阻的电路以减小体积并降低成本的效果。

附图说明

[0022] 图1例示了根据实施方式的电池系统的示意图。

[0023] 图2例示了根据实施方式的用于估计形成在电池的正极和负极中的每一个与底盘接地之间的绝缘电阻的设备的详细示意图。

[0024] 图3例示了在图2的第一开关和第二开关接通的状态下绝缘电阻测量电路的电路图。

[0025] 图4例示了在图2的第二开关接通的状态下绝缘电阻测量电路的电路图。

[0026] 图5例示了其中诊断电阻器被添加到图2的用于估计绝缘电阻的设备中的绝缘电阻测量电路的电路图。

[0027] 图6例示了根据实施方式的用于估计在电池模块的任意电极与底盘接地之间形成的绝缘电阻的设备的详细示意图。

[0028] 图7例示了在图6的第一开关和第二开关接通的状态下绝缘电阻测量电路的电路图。

[0029] 图8例示了在图6的第一开关断开并且其第二开关接通的状态下绝缘电阻测量电路的电路图。

[0030] 图9例示了其中诊断电阻器被添加到图6的用于估计绝缘电阻的设备中的绝缘电阻测量电路的电路图。

具体实施方式

[0031] 电池系统中电流路径中的所有构成元件都与底盘接地绝缘。在这种情况下,在电池系统中的电流路径中的所有构成元件与底盘接地之间的电阻组件被称为绝缘电阻。在下面的实施方式中,假设并描述了在电池的正极和负极中的每一个与底盘接地之间形成的绝缘电阻,或者假设并描述了在电池的任意电极和底盘接地之间形成的绝缘电阻。然而,可以在应用本发明的电池系统中形成的绝缘电阻不限于以上示例。

[0032] 在下文中,将参照附图详细描述本说明书中公开的实施方式,并且在本说明书中,相同或相似的构成元件将由相同或相似的附图标记表示,并且将省略其重复描述。在以下描述中使用的表示构成元件的术语“模块”和/或“单元、部分或部件”,仅用于使对本说明书的理解更容易,因此,这些术语不具有将它们自身彼此区分开的含义或作用。另外,在描述本说明书的示例性实施方式时,当确定与本发明相关联的公知技术的详细描述可能使本发明的主旨不清楚时,将其省略。此外,提供附图仅是为了使本说明书中公开的实施方式易于理解,并且不应解释为限制本说明书中公开的精神,并且应当理解,本发明包括在不脱离本发明的范围和精神的条件下的所有修改、等同物和替换。

[0033] 包括诸如第一、第二等的序数术语将仅用于描述各种构成元件,并且不应被解释为限制这些构成元件。这些术语仅用于将一个构成元件与其它构成元件区分开。

[0034] 应当理解,当一个构成元件被称为“连接”或“联接”到另一构成元件时,该构成元件可以直接连接或联接到另一构成元件,也可以在又一构成元件插置在它们之间的情况下连接或联接到另一个构成元件。相反,应该理解,当描述一个元件“直接联接”或“直接连接”到另一元件时,在该元件和另一元件之间不存在任何元件。

[0035] 在本申请中,应该理解,术语“包括”、“包含”、“具有”或“配置”表示存在本说明书中描述的特征、数字、步骤、操作、构成元件、部件或其组合,但不排除事先存在或添加一个或多个其它特征、数字、步骤、操作、构成元件、部件或组合的可能性。

[0036] 图1是用于说明根据实施方式的电池系统的图。

[0037] 参照图1,电池系统1包括电池10、继电器20、电流传感器30、BMS 40和用于估计绝缘电阻的设备50。

[0038] 电池10可以通过包括串联/并联连接的多个电池单元来提供必要的电力。如图1所示,电池10包括串联连接的多个电池单元Cell1至Celln,电池10连接在电池系统1的两个输出端子OUT1和OUT2之间,继电器20连接在电池10的正极与输出端子OUT1之间,并且电流传感器30连接在电池10的负极与输出端子OUT2之间。

[0039] 继电器20控制电池系统1与外部装置之间的电连接。当继电器20接通时,电池系统1和外部装置电连接以进行充电或放电,并且当继电器20断开时,电池系统1和外部装置电

分离。

[0040] 电流传感器30串联连接到电池10与外部装置之间的电流路径。电流传感器30估计流过电池10的电流(即,充电电流和放电电流),并将估计结果发送到BMS 40。

[0041] BMS 40可以实时地监视电池10的单元的电电压、电流和温度,均匀地维持多个电池单元Cell1至Celln之间的电压,并且防止过度充电/放电以最佳地管理其状态。例如,BMS 40可以通过从用于估计绝缘电阻的设备50接收绝缘电阻估计结果来诊断与绝缘电阻有关的稳定性。当BMS 40确定绝缘电阻的稳定性存在问题时,BMS 40可以生成通知消息。

[0042] 用于估计绝缘电阻的设备50可以测量形成在电池10的正极和负极中的每一个与底盘接地之间的绝缘电阻,或者测量形成在电池10的任意电极与底盘接地之间的绝缘电阻。例如,由于用于估计绝缘电阻的设备50在测量绝缘电阻时电连接到电池系统1并且在不测量绝缘电阻时与电池系统1电分离,因此,可以防止出现不必要的噪声和泄漏电流。

[0043] 图2例示了根据实施方式的用于估计在电池的正极和负极中的每一个与底盘接地之间形成的绝缘电阻的设备的详细示意图,图3例示了在图2的第一开关和第二开关接通的状态下绝缘电阻测量电路的电路图,图4例示了在图2的第二开关接通的状态下绝缘电阻测量电路的电路图,并且图5例示了其中诊断电阻器被添加到图2的用于估计绝缘电阻的设备中的绝缘电阻测量电路的电路图。

[0044] 参照图2,用于估计绝缘电阻的设备50可以包括绝缘电阻测量电路51、电压测量部件52和控制器53。图1示出了用于估计绝缘电阻的设备50是与BMS 40分离的配置,但是本发明不限于此,并且设备50可以被包括在BMS 40中。

[0045] 绝缘电阻测量电路51包括:一端连接到电池10的一个电极的第一电阻器R1、一端连接到第一电阻器R1的另一端的第一开关SW1、一端连接到第一开关SW1的另一端的第二电阻器R2、一端连接到第二电阻器R2的另一端并且另一端连接到电池10的另一电极的第三电阻器R3以及一端连接到第一开关SW1和第二电阻器R2之间的第一触点N1并且另一端连接到底盘C接地的第二开关SW2。第一电阻器R1的值可以与第二电阻器R2和第三电阻器R3的值的和相对应。

[0046] 第一绝缘电阻 R_p 可以形成在电池10的正极与底盘C接地之间,并且第二绝缘电阻 R_n 可以形成在电池10的负极与底盘C接地之间。可以通过计算第一绝缘电阻 R_p 和第二绝缘电阻 R_n 的并联($R_p // R_n$)电阻值来获得绝缘电阻 R_L 的值。

[0047] 底盘C是形成车辆框架的车架,并且可以表示未安装车身的状态。底盘C可以是诸如发动机、变速器、离合器的各种构成元件与作为基本框架的框架组合而成的形式。在图2中,绝缘电阻测量电路51被例示为连接到底盘C,但不限于此,并且可以与各种装置组合。

[0048] 电压测量部件52根据第一开关SW1和第二开关SW2的接通或断开状态来测量第二电阻R2和第三电阻R3之间的第二触点N2的电压,以该电压发送到控制器53。第二触点N2的电压是根据第一开关SW1和第二开关SW2的接通或断开状态施加到第三电阻器R3的电池10的电压 V_p 。

[0049] 控制器53控制第一开关SW1和第二开关SW2的切换,并且基于在第二触点N2处测得的电压来计算绝缘电阻 R_L 的值。控制器53可以将绝缘电阻 R_L 的计算值发送到BMS 40。

[0050] 参照图3,控制器53可以基于在第一开关SW1和第二开关SW2的接通时段期间在第二触点N2处测得的第一电压 V_a 推导下式1。

$$[0051] \quad V_a = \frac{(R_n // R_1) \times V_p}{(P_n // R_1) + (R_p // R_1)} \times \frac{R_3}{R_1} \quad \dots\dots\text{式 (1)}$$

[0052] 参照图4,控制器53可以基于在第一开关SW1的断开时段和第二开关SW2的接通时段期间在第二接触点N2处测得的第二电压V_b推导下式2。

$$[0053] \quad V_b = \frac{(R_n // R_1) \times V_p}{(P_n // R_1) + (R_p)} \times \frac{R_3}{R_1} \quad \dots\dots\text{式 (2)}$$

[0054] 控制器53可以通过求解式1和式2的联立方程来推导下式3。

$$R_p = \left[\frac{(A - V_b) \times V_a}{(A - V_a) \times V_b} - 1 \right] \times R_1$$

[0055]

$$R_n = \left[\frac{(A - V_b) \times V_a - (A - V_a) \times V_b}{(A - V_a) \times A - (A - V_b) \times V_a} \right] \times R_1 \quad A = \frac{R_3 \times V_p}{R_1} \quad \dots\dots\text{式 (3)}$$

[0056] 控制器53可以通过式3计算第一绝缘电阻R_p和第二绝缘电阻R_n,然后可以计算第一绝缘电阻R_p和第二绝缘电阻R_n的并联(R_p//R_n)电阻值以获得绝缘电阻R_L的值。

[0057] 控制器53可以通过使用第二开关SW2诊断绝缘电阻测量电路51是否正常操作。具体地,当第一开关SW1通过控制器53接通时并且当第二开关SW2通过控制器53断开时,绝缘电阻测量电路51与第一绝缘电阻R_p、第二绝缘电阻R_n和底盘C接地电分离,同时该绝缘电阻测量电路51电连接到电池10的正极和负极。在这种情况下,控制器53可以基于在第二接触点N2处测量的电压,并且基于第一电阻器R₁、第二电阻器R₂和第三电阻器R₃的电阻比来诊断绝缘电阻测量电路51是否正常操作。

[0058] 参照图5,绝缘电阻测量电路51还可以包括连接在电池10的一个电极与第二开关SW2的另一端之间的诊断电阻器R_H。控制器53可以通过使用诊断电阻器R_H来诊断第二开关SW2是正常接通还是断开。具体地,基于当在第一开关SW1的接通状态下通过控制器53接通第二开关SW2和断开第二开关SW2时在第二接触点N2处分别测量的电压,并且基于第一电阻器至第三电阻器R₁、R₂和R₃以及诊断电阻器R_H的值,可以诊断第二开关SW2是否正常操作地接通/断开。

[0059] 图6例示了根据实施方式的用于估计在电池模块的任意电极和底盘接地之间形成的绝缘电阻的设备的示意图,图7例示了在图6的第一开关和第二开关接通的状态下绝缘电阻测量电路的电路图,图8例示了在图6的第一开关为断开并且第二开关为接通的状态下绝缘电阻测定电路的电路图,并且图9例示了其中诊断电阻器被添加到图6的用于估计绝缘电阻的设备中的绝缘电阻测定电路的电路图。

[0060] 参照图6,用于估计绝缘电阻的设备50与图2所示的用于估计绝缘电阻的设备50相对应。图2和图6所示的用于估计绝缘电阻的设备50中分别包括的构成元件、构成元件的布置及其功能是相同的。在下文中,将针对用图2所示的用于估计绝缘电阻的设备50的构成元件的描述来代替针对图6所示的用于估计绝缘电阻的设备50的构成元件的描述。

[0061] 绝缘电阻R_L可以形成在电池10的任意电极与底盘C接地之间。电池10的正极与连接到绝缘电阻R_L的接触点之间的电压V₁以及连接到绝缘电阻R_L的接触点与电池10的负极的接触点之间的电压V₂之和与电池10的总电压相对应。

[0062] 参照图6和图7,控制器53可以基于在第一开关SW1和第二开关SW2的接通时段期间在第二接触点N2处测得的第一电压Va推导下式4。

$$[0063] \quad V_a = \frac{(R_3 \times R_L)}{(2R_L + R_1)} \times \left(\frac{V_p}{R_1} + \frac{V_2}{R_L} \right) \quad \dots\dots\text{式 (4)}$$

[0064] 参照图6和图8,控制器53可以基于在第一开关SW1的断开时段和第二开关SW2的接通时段期间在第二接触点N2处测得的第二电压Vb推导下式5。

$$[0065] \quad V_2 = (R_L + R_1) \times \frac{V_b}{R_3} \quad \dots\dots\text{式 (5)}$$

[0066] 控制器53可以通过求解式4和式5的联立方程来推导与绝缘电阻RL有关的下
[0067] 式6。

$$[0068] \quad R_L = \frac{(V_a - V_b) \times R_1}{V_b - 2V_a + R_3 \times \frac{V_p}{R_1}} \quad \dots\dots\text{式 (6)}$$

[0069] 当分别基于式1至式3计算绝缘电阻Rp和第二绝缘电阻Rn时,通过计算第一绝缘电阻Rp和第二绝缘电阻Rn的并联($R_p || R_n$)电阻值获得的绝缘电阻RL的值与基于式4至式6获得的绝缘电阻RL的值相同。

[0070] 控制器53可以通过使用第二开关SW2诊断绝缘电阻测量电路51是否正常操作。具体地,当第一开关SW1通过控制器53接通时并且当第二开关SW2通过控制器53断开时,绝缘电阻测量电路51与第一绝缘电阻Rp、第二绝缘电阻Rn和底盘C接地电分离,同时电连接到电池10的正极和负极。

[0071] 参照图9,绝缘电阻测量电路51还可以包括连接在电池10的一个电极与第二开关SW2的另一端之间的诊断电阻器RH。控制器53可以通过使用诊断电阻器RH来诊断第二开关SW2是否正常地接通还是断开。具体地,基于当在第一开关SW1的接通状态下通过控制器53接通第二开关SW2和断开第二开关SW2时在第二接触点N2处分别测量的电压并且基于第一电阻器至第三电阻器R1、R2和R3以及诊断电阻器RH的值,可以诊断第二开关SW2是正常操作地接通/断开。

[0072] 尽管已经结合当前被认为是实用的示例性实施方式来描述了本发明,但是应当理解,本发明不限于所公开的实施方式,而是相反,其旨在涵盖所附权利要求的精神和范围内所包括的各种修改和等效布置。

[0073] 相关申请的交叉引用

[0074] 本申请要求于2019年11月18日向韩国知识产权局提交的韩国专利申请第10-2019-0147977号的优先权和权益,其全部内容通过引用合并于此。

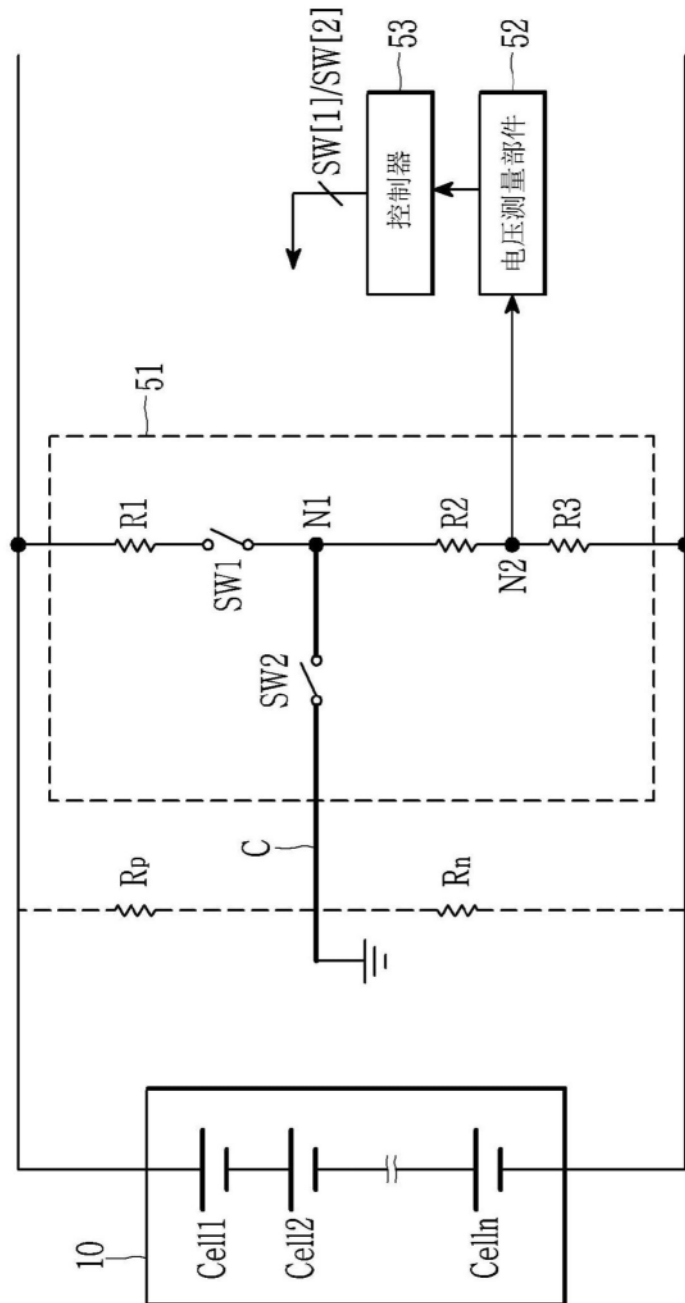


图2

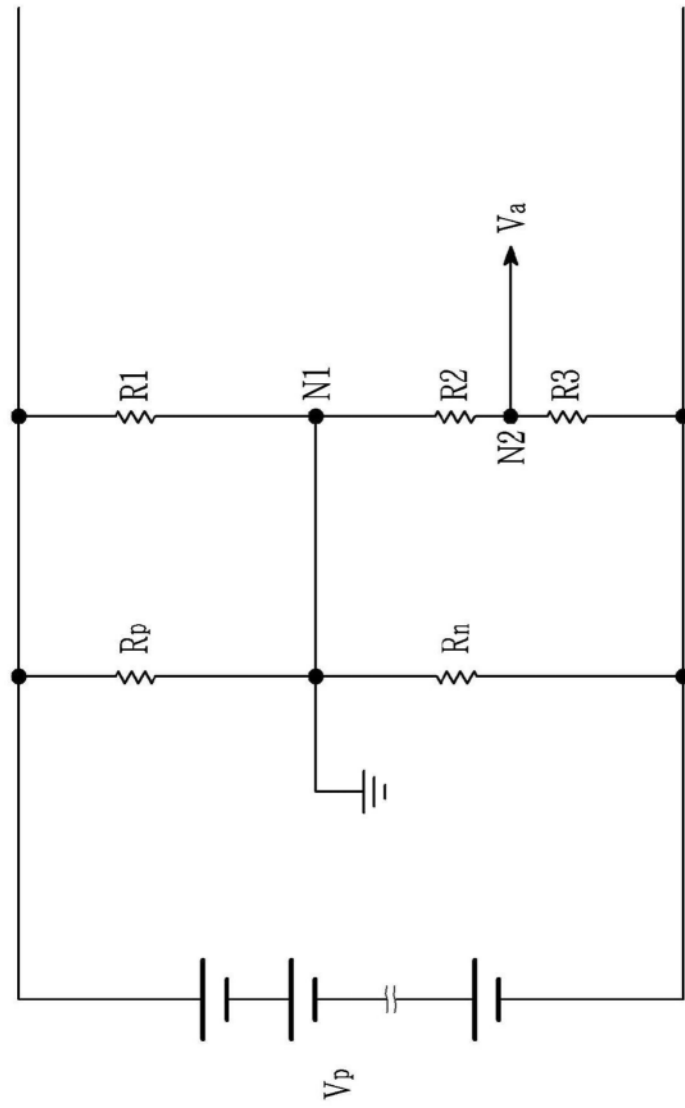


图3

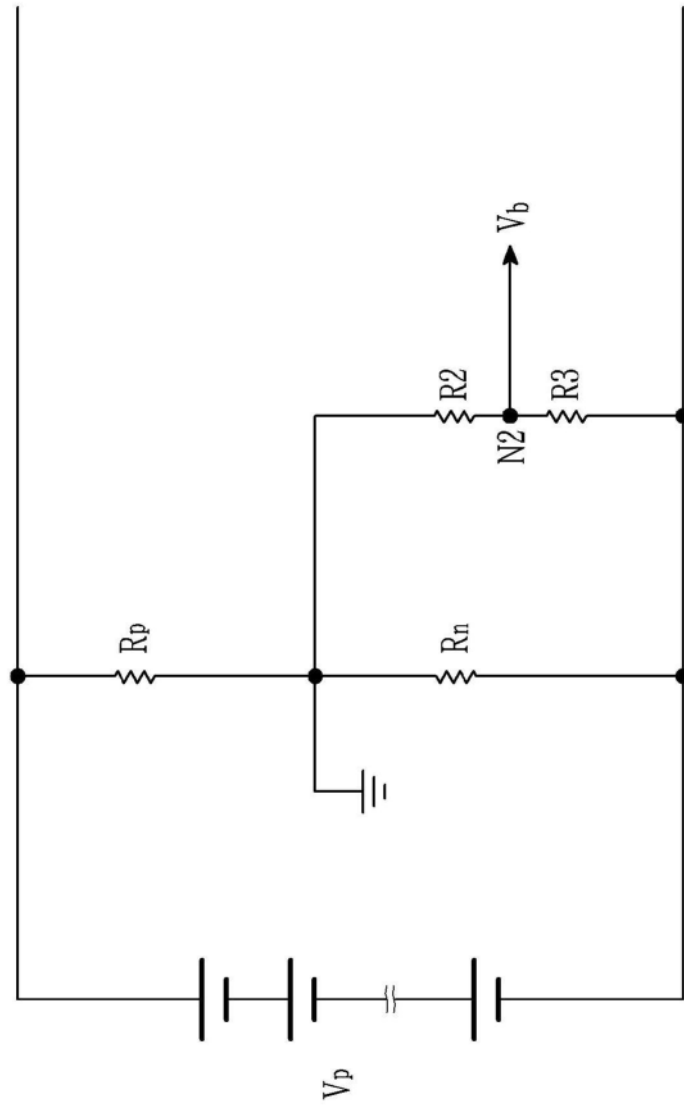


图4

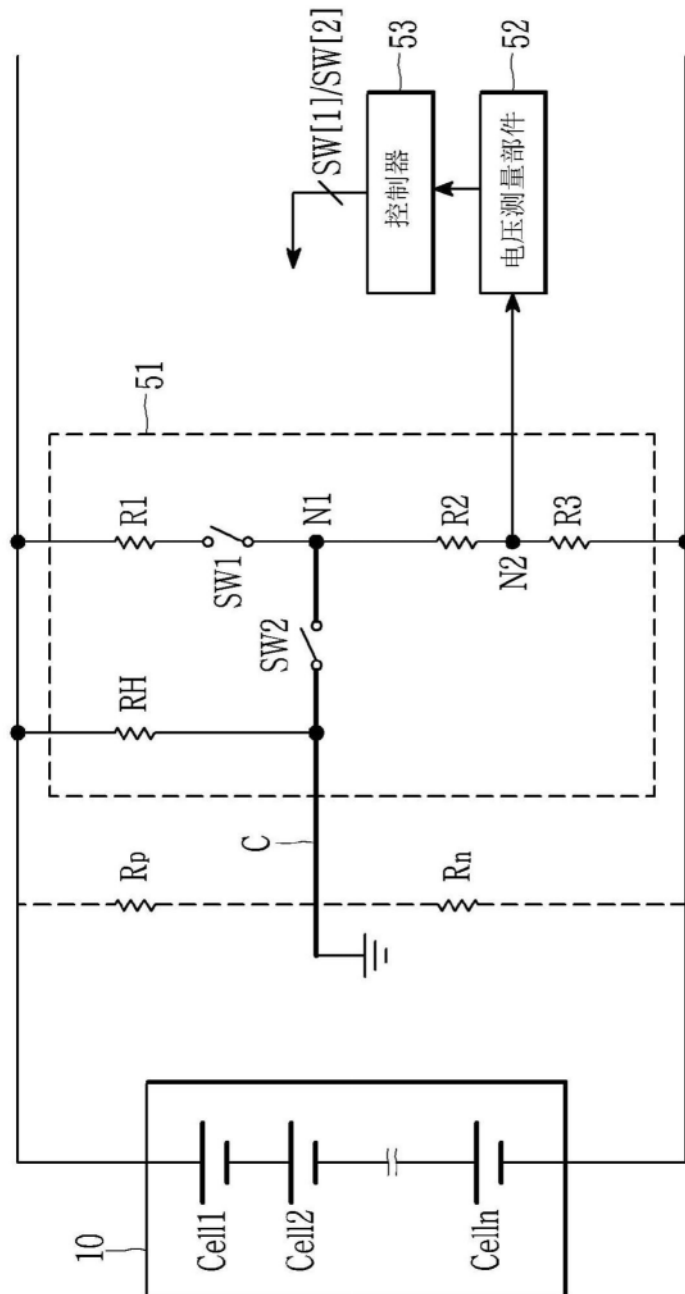


图5

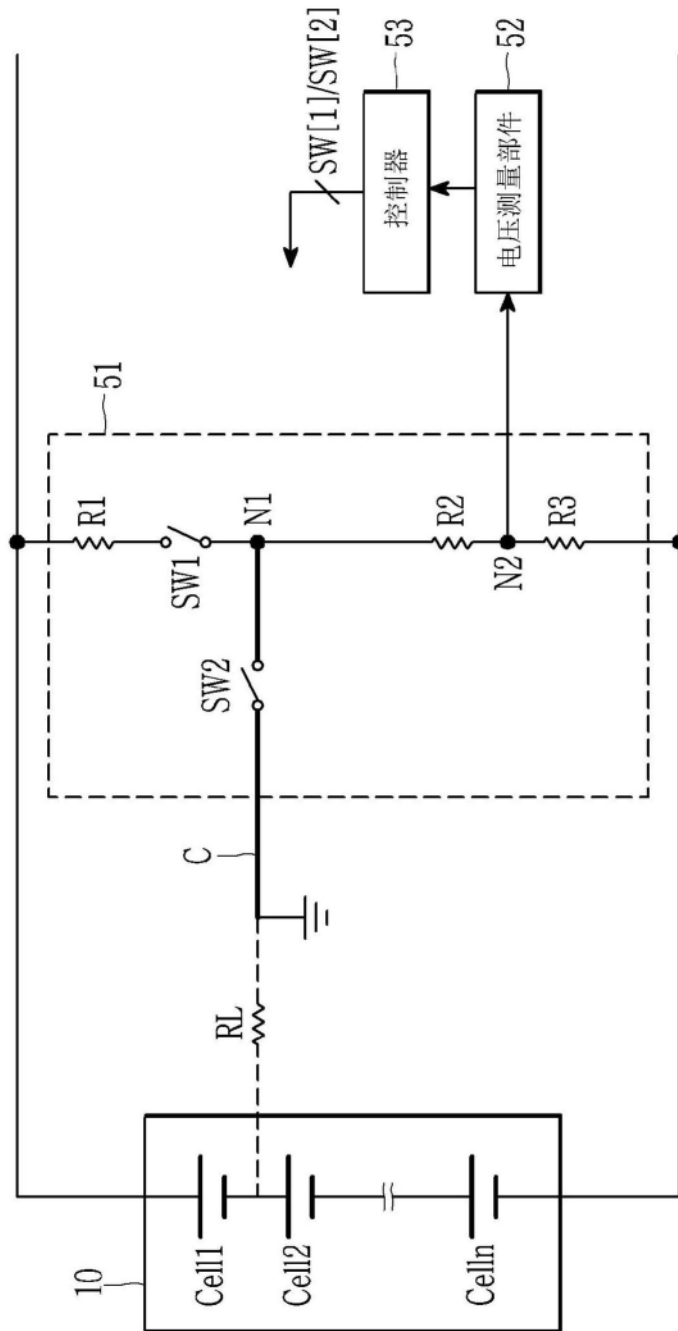


图6

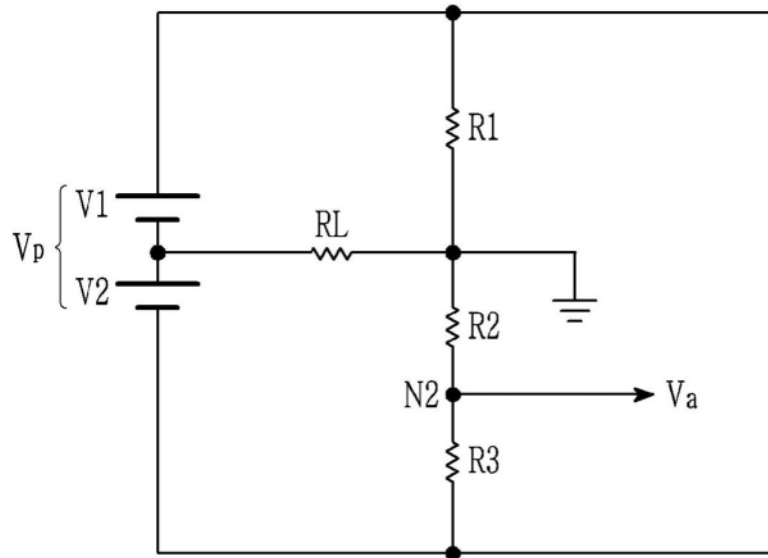


图7

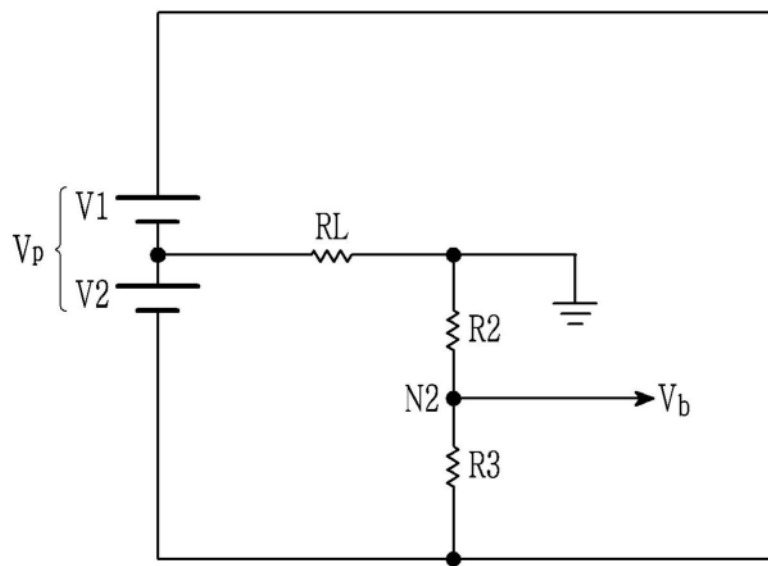


图8

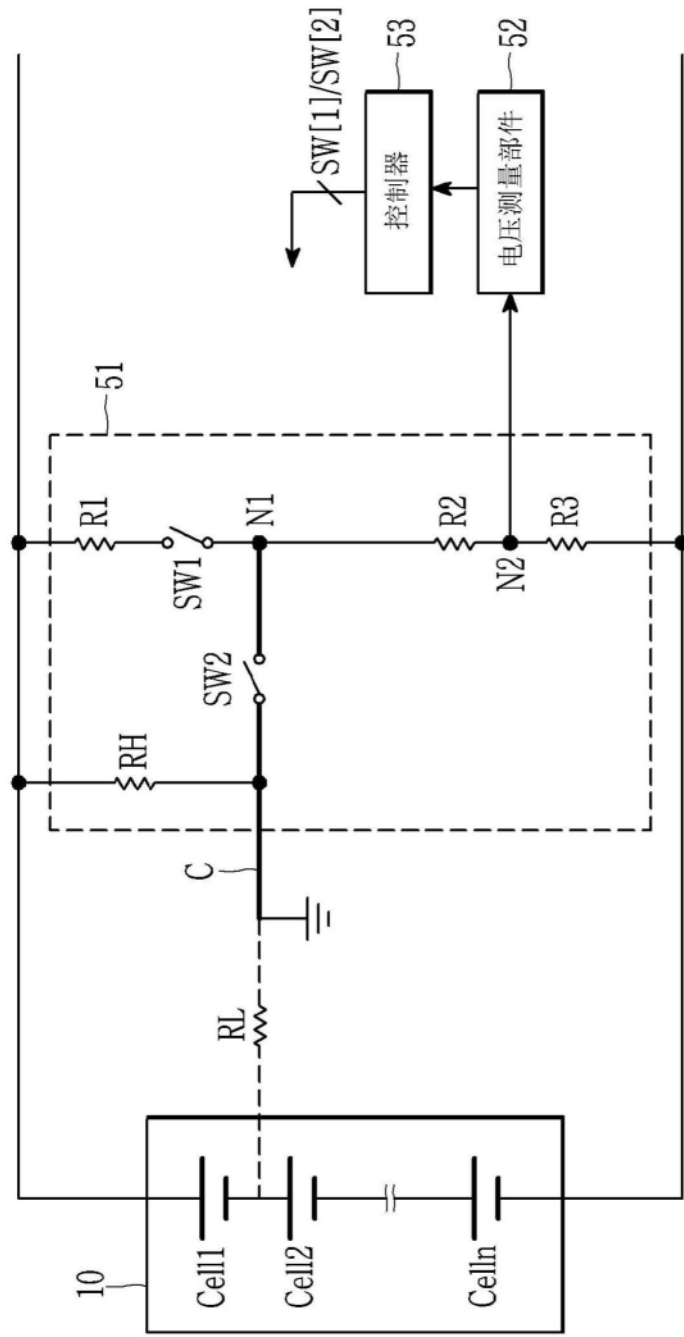


图9