



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108702011 B

(45) 授权公告日 2022.03.11

(21) 申请号 201780013023.8

(22) 申请日 2017.02.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108702011 A

(43) 申请公布日 2018.10.23

(30) 优先权数据
102016202761.1 2016.02.23 DE

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.08.23

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2017/053950 2017.02.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/144473 DE 2017.08.31

(73) 专利权人 大陆汽车有限公司
地址 德国汉诺威

(72) 发明人 M.雅斯特

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 胡莉莉 申屠伟进

(51) Int.Cl.
H02J 7/00 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103119827 A, 2013.05.22
CN 104541431 A, 2015.04.22
CN 103119827 A, 2013.05.22
US 2012194135 A1, 2012.08.02
CN 202435093 U, 2012.09.12
WO 2012053643 A1, 2012.04.26
CN 101425694 A, 2009.05.06
CN 102270885 A, 2011.12.07
CN 103347729 A, 2013.10.09
CN 104052106 A, 2014.09.17
CN 104471417 A, 2015.03.25

审查员 卢娟

权利要求书2页 说明书6页 附图2页

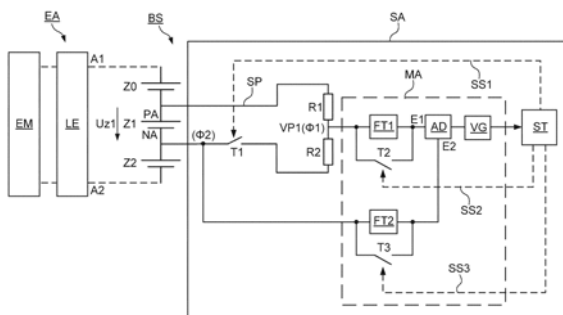
(54) 发明名称

具有电压平衡电路的电池组系统、用于识别电压平衡电路和电池电压测量的出故障的状态的方法

(57) 摘要

公开了一种电池组系统(BS1,BS2),尤其是用于混合动力电动车辆/电动车辆的电池组系统,所述电池组系统(BS1,BS2)包括:-一个或者至少两个串联连接的电池组电池(Z0,Z1,Z2)和至少一个电压平衡电路(SA),所述至少一个电压平衡电路(SA)用于使在所述一个电池组电池或者所述至少两个串联连接的电池组电池之一(Z1)处的电压(Uz1)平衡;-其中所述至少一个电压平衡电路(SA)包括平衡电流路径(SP)和测量装置(MA);-其中所述平衡电流路径(SP)电连接在所述一个电池组电池或者所述至少两个电池组电池之一(Z1)的正电流端子(PA)与负电流端子(NA)之间,而且所述平衡电流路径(SP)包括可

控的平衡开关(T1)和两个电阻(R1,R2),其中所述两个电阻(R1,R2)和所述平衡开关(T1)彼此串联连接;和-所述测量装置(MA)在信号输入侧电连接在所述两个电阻(R1,R2)之间的电连接点(VP)上,而且所述测量装置(MA)配置为,在所述电连接点(VP)处检测第一电压电势($\Phi 1$)。



CN 108702011 B

1. 一种电池组系统(BS),所述电池组系统(BS)包括:

- 一个或者至少两个串联连接的电池组电池(Z0,Z1,Z2)和至少一个电压平衡电路(SA),所述至少一个电压平衡电路(SA)用于使在所述一个电池组电池或者所述至少两个串联连接的电池组电池之一(Z1)处的电压(U_{z1})平衡;

- 其中所述至少一个电压平衡电路(SA)包括平衡电流路径(SP)和测量装置(MA);

- 其中所述平衡电流路径(SP)电连接在所述一个电池组电池或者所述至少两个电池组电池之一(Z1)的正电流端子(PA)与负电流端子(NA)之间,并且所述平衡电流路径(SP)包括可控的平衡开关(T1)和两个电阻(R1,R2),其中所述两个电阻(R1,R2)和所述平衡开关(T1)彼此串联连接;和

- 所述测量装置(MA)在信号输入侧电连接在所述两个电阻(R1,R2)之间的电连接点(VP)上,并且所述测量装置(MA)配置为,在所述电连接点(VP)处检测第一电压电势($\Phi 1$),

其特征在于,所述测量装置(MA)此外具有:

- 模拟数字转换器(AD),所述模拟数字转换器(AD)经由第一信号输入端(E1)与所述电连接点(VP)电相连,并且所述模拟数字转换器(AD)配置为,根据所述第一电压电势($\Phi 1$)形成第一数字电压电势值;

- 滤波器(FT1),所述滤波器(FT1)电连接在所述电连接点(VP)与所述模拟数字转换器(AD)之间,并且所述滤波器(FT1)配置为抑制所述第一电压电势($\Phi 1$)中的交流电势分量;

和

- 可控的旁通开关(T2),所述可控的旁通开关(T2)电连接在所述电连接点(VP)与所述模拟数字转换器(AD)之间并且与所述滤波器(FT1)并联电连接,而且所述可控的旁通开关(T2)配置为在接通的开关状态下跨接所述滤波器(FT1)。

2. 根据权利要求1所述的电池组系统(BS),其中,所述测量装置(MA)在信号输入侧此外还与所述一个电池组电池或者所述至少两个电池组电池之一(Z1)的负电流端子(NA)电相连,并且所述测量装置(MA)此外还配置为在所述负电流端子(NA)处检测第二电压电势($\Phi 2$)。

3. 根据权利要求2所述的电池组系统(BS),其中,所述模拟数字转换器(AD)经由第二信号输入端(E2)与所述一个电池组电池或者所述至少两个电池组电池之一(Z1)的负电流端子(NA)电相连,并且所述模拟数字转换器(AD)此外还配置为,根据所述第二电压电势($\Phi 2$)形成第二数字电压电势值,而且根据所述第一数字电压电势值和所述第二数字电压电势值构造测量电压。

4. 根据权利要求1或者2所述的电池组系统(BS),其中,所述电池组系统(BS)是用于混合动力电动汽车/电动汽车的电池组系统。

5. 一种用于识别根据上述权利要求中任一项所述的电池组系统(BS)中的至少一个电压平衡电路(SA)的出故障的状态的方法,所述方法具有如下步骤:

- 断开(S100)平衡开关(T1);

- 在一个电池组电池或者至少两个电池组电池之一(Z1)处检测(S200)第一测量电压(U_{m1});

- 接通(S300)所述平衡开关(T1);

- 在所述一个电池组电池或者所述至少两个电池组电池之一(Z1)处检测(S400)第二

测量电压 (Um2)；

- 形成 (S500) 在所述第一测量电压 (Um1) 和所述第二测量电压 (Um2) 之间的电压差 (Ud)；

- 检查 (S600)：所述电压差 (Ud) 是否在预给定的电压容差范围 (Ub) 中；

- 如果所述电压差 (Ud) 在所述预给定的电压容差范围 (Ub) 之外，则识别出 (S700) 在所述至少一个电压平衡电路 (SA) 中或者在至所述一个电池组电池或者所述至少两个电池组电池之一 (Z1) 的电连接中的故障。

6. 根据权利要求5所述的方法，此外还具有如下步骤：

- 接通 (S310) 旁通开关 (T2和/或T3)；

- 其中检测 (S400) 所述第二测量电压 (Um2) 的步骤此外还规定：在所述旁通开关 (T2和/或T3) 接通时测量所述第二测量电压 (Um2)。

7. 根据权利要求6所述的方法，其中，所述至少一个电压平衡电路 (SA) 包括另一滤波器 (FT2)，所述另一滤波器 (FT2) 电连接在模拟数字转换器 (AD) 的第二信号输入端 (E2) 与负电流端子 (NA) 之间，其中所述方法规定：为了继续检查可能的故障是否由两个滤波器 (FT1，FT2) 中的一个滤波器的偏离的截止频率引起，在平衡开关 (T1) 接通并且两个旁通开关 (T2；T3) 中的各一个旁通开关或者所述两个旁通开关 (T2，T3) 都断开期间，测量其他测量电压。

8. 根据权利要求5至7中任一项所述的方法，其中，所述方法用于识别在所述至少一个电压平衡电路 (SA) 处的测量装置 (MA) 的出故障的状态。

9. 一种电驱动装置 (EA)，所述电驱动装置 (EA) 包括：

- 用于电驱动的电机 (EM)；

- 用于运行所述电机 (EM) 的功率输出级 (LE)；

- 根据权利要求1至4中任一项所述的电池组系统 (BS)，用于为所述电机 (EM) 提供电能；

- 其中所述电池组系统 (BS) 经由电端子 (A1，A2) 与所述功率输出级 (LE) 电相连，并且此外还经由所述功率输出级 (LE) 与所述电机 (EM) 电相连。

10. 根据权利要求9所述的电驱动装置 (EA)，其中，所述电驱动装置 (EA) 是用于驱动混合动力电动汽车/电动汽车的电驱动装置。

具有电压平衡电路的电池组系统、用于识别电压平衡电路和 电池电压测量的出故障的状态的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于提供电能的具有电压平衡电路的电池组系统 (Batteriesystem), 尤其是用于混合动力机动车辆/电动汽车的电池组系统; 以及涉及一种具有所述的电池组系统的电驱动装置, 尤其是用于驱动混合动力机动车辆/电动汽车。此外, 本发明还涉及一种用于识别至少一个电压平衡电路、尤其是电压平衡电路的用于电池电压测量 (Zell-Spannungsmessung) 的测量装置的出故障的状态的方法。

背景技术

[0002] 电池组系统、尤其是用于混合动力机动车辆/电动汽车的牵引用电池组在通常情况下包括一个或者多个串联连接的电池组电池 (或电池组电池块 (Batteriezellblöcke))。电池组电池允许仅在确定的电压限度中运行, 因为这些电池组电池在其他情况下明显更快地老化或者甚至招致热反应。应避免这种热反应、例如呈火灾形式的热反应。

[0003] 由不同的制造容差和不同的老化程度所决定地, 各个电池组电池此外还在其荷电容量和内阻方面具有波动。由于串联电路, 不同的荷电容量和不同的内阻又导致, 电池组电池不同地充电和放电, 并且在极端情况下可能 (例如, 由于过度充电) 占据临界的荷电状态。

发明内容

[0004] 由此, 本发明的任务在于, 提供一种可能性, 以成本低廉地制造且安全地运行安全的电池组系统。

[0005] 该任务通过独立权利要求的主题来解决。有利的构建方案是从属权利要求的主题。

[0006] 根据本发明的第一方面, 提供了一种电池组系统, 尤其是用于混合动力机动车辆/电动汽车的电池组系统。

[0007] 该电池组系统包括一个或者至少两个串联连接的电池组电池 (或电池组电池块) 以及至少一个电压平衡电路, 所述至少一个电压平衡电路配置为, 使在所述一个电池组电池处或者在所述至少两个串联连接的电池组电池之一处的电压平衡。电压平衡电路包括平衡电流路径和测量装置。在此, 平衡电流路径电连接在所述一个电池组电池或者所述至少两个电池组电池之一的正电流端子与负电流端子之间。所述平衡电流路径包括可控的平衡开关 (Ausgleichsschalter) 和至少两个电阻。在此, 所述至少两个电阻和所述平衡开关彼此串联连接在所述平衡电流路径中。所述测量装置在信号输入侧电连接在这两个电阻之间的电连接点上, 并且所述测量装置配置为, 在电连接点处检测第一电压电势。

[0008] 通过采用两个彼此串联连接的电阻作为电池电压平衡电阻 (英语为 “Balancing Resistor”), 而不是采用仅仅一个电阻, 在要平衡的电池组电池的两个电流端子之间的 (充电) 平衡电流路径中形成另一测量点 (即在至少两个电阻之间的连接点), 在所述另一测量

点上可精确地测量电压电势(或电压)。在此,当可控的平衡开关断开时,所测量的相对于要平衡的电池组电池的负电流端子处的电压电势的电压电势与电池电压同样大,并且因此与该电池组电池的荷电状态有关。如果平衡开关接通并且电池电压平衡(“Battery Balancing”)的过程开始,则所测量的电压电势由于通过串联连接的电阻进行分压而低于电池电压。

[0009] 如果在连接点处测量的电压电势偏离预给定的额定值范围,则通过接通平衡开关来开始电池电压平衡。如果电池电压平衡通过接通平衡开关开始,则在连接点处的电压电势或电压将低于要平衡的电池组电池的电池电压。在电池电压平衡期间,进一步测量在连接点处的电压电势。在确定的时间之后,通过断开平衡开关来中断电池电压平衡。如果电池电压平衡中断,则没有电流流经平衡电流路径,并且该电压电势或电压又与相对应的电池组电池的电池电压相对应。

[0010] 本发明所基于的构思是,电池组系统、尤其是混合动力电动车辆/电动车辆的牵引用电池组的电池组电池(或电池组电池块)允许仅在确定的电压限度中运行,因为这些电池组电池在其他情况下明显更快地老化或者可能甚至招致热反应、例如呈火灾形式的热反应。应避免这种热反应。为此,必须按照高安全标准研发:在过电压或者欠电压时,切断电池组系统。为了确保这一点,可能会执行冗余的电池电压测量,以便避免单一故障,因为从电池链接(Zellanbindung)直至分析的可能的故障不能全部通过诊断功能来识别。

[0011] 由不同的制造容差和不同的老化程度所决定地,各个电池组电池此外还在其荷电容量和内阻方面具有波动。由于串联电路,不同的荷电容量和不同的内阻又导致,电池组电池不同地充电和放电,并且在极端情况下可能(例如由于过度充电)占据临界的荷电状态。为了避免在电池组电池中的临界的荷电状态,在各个电池组电池处必须可靠地测量相应的当前充电电压,而且在需要时必须对其荷电状态进行平衡(“Battery Balancing”)。

[0012] 在这种情况下,要将在前文所描述的两个功能组合在一个功能单元中,以便减小在电池组系统中的安装空间和制造成本。

[0013] 基于该构思,提供了一种具有至少一个电压平衡电路的电池组系统,所述至少一个电压平衡电路包括用于电池电压平衡的平衡电流路径并且包括测量装置,其中测量装置用于对电池电压进行可靠的电压测量而且因此用于可靠地进行电池电压平衡。

[0014] 由此,通过与电压平衡电路相组合而提供了一种具有可靠的电压测量的电池组系统,该电池组系统借助于测量装置的双重功能(即对电池电压的可靠的电压测量和可靠的电池电压平衡)可以成本低廉地来制造并且此外也可以可靠地运行。

[0015] 优选地,测量装置此外还在信号输入侧与一个电池组电池或者至少两个电池组电池之一的负电流端子电相连,并且测量装置此外还配置为在所述负电流端子处检测第二电压电势。

[0016] 优选地,测量装置包括模拟数字转换器,所述模拟数字转换器经由第一信号输入端与电连接点电相连,并且测量装置配置为,根据第一电压电势形成第一数字电压电势值。

[0017] 模拟数字转换器优选地经由第二信号输入端与一个电池组电池或者至少两个电池组电池之一的负电流端子电相连,并且模拟数字转换器此外还配置为,根据第二电压电势形成第二数字电压电势值,而且根据第一数字电压电势值和第二数字电压电势值来构造测量电压。

[0018] 测量装置此外优选地包括滤波器,该滤波器电连接在电连接点与模拟数字转换器之间,并且该滤波器配置为对第一电压电势中的交流电势分量进行滤波或抑制。

[0019] 测量装置此外优选地还包括可控的旁通开关,所述可控的旁通开关电连接在电连接点与模拟数字转换器之间并且与滤波器并联电连接,而且所述可控的旁通开关配置为,在接通的开关状态下将电连接点与模拟数字转换器电短路并且因此跨接滤波器。

[0020] 优选地,电池组系统此外还包括控制装置,该控制装置连接在该测量装置下游并且配置为接通平衡开关,由此开始电池电压平衡并且因此产生电池电压的被改变的期望值。

[0021] 根据本发明的另一方面,提供了一种用于识别在前文所描述的电压平衡电路、尤其是至少一个电压平衡电路的测量装置的出故障的状态的方法。根据该方法,为了识别电压平衡电路的出故障的状态,断开平衡开关。在平衡开关保持断开期间,在一个电池组电池处或者在至少两个电池组电池之一处检测第一测量电压。此后,接通平衡开关。在平衡开关保持接通期间,在一个电池组电池处或者在至少两个电池组电池之一处检测第二测量电压。紧接着,在第一测量电压与第二测量电压之间形成电压差。随后检查:该电压差是否在预给定的电压容差范围中。如果该电压差在预给定的电压容差范围之外,则认为:在电压测量链中存在故障。属于此的尤其是至测量装置的出故障的电池连接、出故障的电压平衡电路,必要时也包括出故障的模拟数字转换器和随后的数字处理或者在一个电池组电池或者至少两个电池组电池之一的电连接中。

[0022] 优选地,在测量第二测量电压期间,旁通开关也被接通。因此在接通平衡开关时并且在接通旁通开关时,测量第二测量电压。如果不期望的因故障引起的泄漏电流要流经滤波器,则在接通旁通开关时,该电压被减小,这导致上述的电压差改变,所述电压差由此在额定值范围之外。由此确保了,经过滤波器的不期望的泄漏电流没有使附加的电压降落在滤波器两端,所述附加的电压会导致所测量的电池电压的未识别出的减小。

[0023] 还根据本发明的另一方面,提供了一种电驱动装置,尤其是用于驱动混合动力电动汽车/电动汽车。

[0024] 电驱动装置包括用于电驱动尤其是混合动力电动汽车/电动汽车的电机以及用于运行电机的功率输出级。

[0025] 此外,电驱动装置包括在前文所描述的电池组系统,用于为电机提供电能。在此,该电池组系统经由电端子与功率输出级电相连,并且此外还经由功率输出级与电机电相连。

[0026] 只要上文所描述的电池组系统的有利的构建方案可能可转用于上文所述的电驱动装置,所述电池组系统的这些有利的构建方案也都应被视为电驱动装置有利的构建方案。

附图说明

[0027] 在下文参照所附的附图更详细地阐述了本发明的示例性的实施形式。在此:

[0028] 图1以示意图示出了电驱动装置,该电驱动装置具有根据本发明的实施形式的带有电压平衡电路的电池组系统;以及

[0029] 图2以示意性流程图示出了用于识别在图1中所示出的电池组系统的电压测量电

路、尤其是电压测量电路的测量装置的出故障的状态的方法。

具体实施方式

[0030] 图1以示意性电路拓扑示出了用于驱动电动车辆的电驱动装置EA。

[0031] 电驱动装置EA包括用于驱动电动车辆的电机EM、用于运行电机EM的功率输出级LE以及电池组系统BS,该电池组系统BS作为牵引用电池组为电机EM提供电能。

[0032] 该电池组系统BS经由两个电端子A1、A2与功率输出级LE电相连,并且还经由功率输出级LE与电机EM电相连。

[0033] 电池组系统BS包括多个电池组电池Z0、Z1、Z2,所述电池组电池Z0、Z1、Z2串联连接在电端子A1、A2之间。

[0034] 此外,该电池组系统BS包括电压平衡电路SA,所述电压平衡电路SA就其本身而言包括平衡电流路径SP,经由该平衡电流路径SP,该电压平衡电路SA与电池组电池Z0、Z1、Z2之一的正电流端子PA和负电流端子NA电相连。

[0035] 电压平衡电路SA可以包括其他平衡电流路径,所述其他平衡电流路径与相应的其他电池组电池Z0、Z2的正电流端子和负电流端子电相连。为了避免多余的重复,在该附图描述中并未描述这些平衡电流路径,然而这些平衡电流路径类似于上文所述的和随后要详细描述平衡电流路径SP来起作用。

[0036] 平衡电流路径SP包括可控的平衡开关T1和两个电阻R1、R2,其中这两个电阻R1、R2和该平衡开关T1彼此串联连接在平衡电流路径SP中。

[0037] 此外,电压平衡电路SA包括测量装置MA,该测量装置MA就其本身而言包括模拟数字转换器AD、第一滤波器FT1和/或第二滤波器FT2以及(可选地)第一可控的旁通开关T2和/或第二可控的旁通开关T3。

[0038] 模拟数字转换器AD具有第一信号输入端E1和第二信号输入端E2,并且经由第一信号输入端E1与连接点VP电相连,而且经由第二信号输入端E2与负电流端子NA电相连。

[0039] 模拟数字转换器AD配置为,在连接点VP处检测第一电压电势,和在负电流端子NA处检测第二电压电势,并且根据这两个电压电势形成模拟电势差,而且将该模拟电势差转换成数字测量电压。

[0040] 第一滤波器FT1电连接在连接点VP与模拟数字转换器AD的第一信号输入端E1之间。第一滤波器FT1构造为低通滤波器,并且配置为抑制第一电压电势中的电势波动,以便避免信号二次抽样(Signalunterabtastung)。

[0041] 第一旁通开关T2同样电连接在连接点VP与模拟数字转换器AD的第一信号输入端E1之间,并且因此与第一滤波器FT1并联电连接,而且第一旁通开关T2配置为,在接通的开关状态下,将连接点VP与第一信号输入端E1电短路,并且因此跨接第一滤波器FT1。

[0042] 第二滤波器FT2电连接在负电流端子NA与模拟数字转换器AD的第二信号输入端E2之间。第二滤波器FT2同样构造为低通滤波器,并且配置为抑制第二电压电势中的电势波动,以便避免信号二次抽样。

[0043] 第二旁通开关T3同样电连接在负电流端子NA与模拟数字转换器AD的第二信号输入端E2之间,并且因此与第二滤波器FT2并联电连接,而且该第二旁通开关T3配置为,在接通的开关状态下,将负电流端子NA与第二信号输入端E2电短路,并且因此跨接第二滤波器

FT2。

[0044] 此外,电压平衡电路SA包括控制装置ST,用于操控(Ansteuern)平衡开关T1和这两个旁通开关T2、T3。控制装置ST例如包括信号输入端和三个信号输出端。控制装置ST经由所述信号输入端与模拟数字转换器AD的信号输出端电相连。控制装置ST经由所述信号输出端中的各一个分别与平衡开关T1的控制端子和这两个旁通开关T2、T3的控制端子电相连。此外,旁通开关T2和/或T3也可以直接由在电阻R1或者R2两端的电压来控制。

[0045] 在已依据图1详细描述了电池组系统BS的电路拓扑之后,随后更详细地描述电池组系统BS、尤其是电压平衡电路SA的作用方式:

[0046] 为了使在电池组电池Z0、Z1、Z2处的电池电压平衡,测量装置MA在连接点VP处测量电压电势 Φ_1 ,并且在负电流端子NA处测量电压电势 Φ_2 。这两个滤波器FT1、FT2在此抑制在测量到的电压电势 Φ_1 、 Φ_2 中的“高频”电势波动。在此,在两个滤波器FT1、FT2中的截止频率被确定为,使得频率超过所设置的截止频率的“高频”电势波动被减小,但是同时电池电压测量的要考虑的容差由于在接通和断开平衡开关T1时的波动而没有显著地提高。

[0047] 模拟数字转换器AD根据经过滤波的电压电势 Φ_1 、 Φ_2 首先形成电势差作为模拟测量电压,并且在紧接着的抽样中形成数字测量电压,而且向连接在下游的比较单元VG传导该数字测量电压。

[0048] 比较单元VG将数字测量电压与预给定的参考电压相比较。如果测量电压超过参考电压,则向控制装置ST输出一信号,所述控制装置ST于是生成控制信号SS1并且利用该控制信号以被操控的方式接通平衡开关T1。由于接通的平衡开关T1,通过平衡电流路径SP形成闭合的电流回路,电池组电池Z1通过该闭合的电流路径放电,并且在电池组电池Z1处的电池电压减小而且因此被平衡。

[0049] 在放电过程期间,电池组电池Z1的荷电状态通过在第一连接点VP1处进一步测量电压电势 Φ_1 而进一步被检测,并且由此形成数字测量电压。

[0050] 对电压平衡电路SA、尤其是测量装置MA的出故障的状态的识别或其功能能力的监控如随后所描述的那样进行,这也在图2中予以阐明:

[0051] 为了识别电压平衡电路SA、尤其是测量装置MA的出故障的状态,如果平衡开关T1是接通的,则控制装置ST根据方法步骤S100通过改变控制信号SS1的信号电平来断开平衡开关T1。

[0052] 在平衡开关T1处于断开的开关状态期间,测量装置MA根据另一方法步骤S200并且以上文所描述的方式在电池组电池Z1处检测第一数字测量电压Um1。

[0053] 在已检测到第一测量电压Um1之后,控制装置ST在另一方法步骤S300中通过改变控制信号SS1的信号电平来接通平衡开关T1。

[0054] 同时,控制装置ST根据另一方法步骤S310借助其他控制信号SS2、SS3接通旁通开关T2和/或T3。此外,由于在两个电阻R1和R2中的一个电阻两端的电压改变,这两个旁通开关T2和T3可以通过接通平衡开关T1而一同被接通。

[0055] 在平衡开关T1可选地与旁通开关T2和/或T3一起处于接通的开关状态期间,测量装置MA根据另一方法步骤S400并且以相同方式在电池组电池Z1处检测第二数字测量电压Um2。

[0056] 紧接着,测量装置MA根据另一方法步骤S500形成在第一测量电压Um1与第二测量

电压 U_{m2} 之间的电压差 U_d ,并且向连接在下游的比较单元VG转交该电压差 U_d 。

[0057] 比较单元VG根据另一方法步骤S600检查:该电压差 U_d 是否在预给定的电压容差范围 U_b 中。为此,比较单元VG将电压差 U_d 与电压容差范围 U_b 的两个界限值相比较。

[0058] 如果电压差 U_d 在预给定的电压容差范围 U_b 之外,则根据另一方法步骤S700认为在电压平衡电路SA中、尤其是在测量装置MA中可能有故障。

[0059] 为了继续检查可能的故障是否由两个滤波器FT1、FT2中的一个滤波器的偏离的截止频率引起,在平衡开关T1接通并且两个旁通开关T2、T3中的各一个旁通开关或者这两个旁通开关T2和T3都断开期间,测量其他测量电压。

[0060] 根据这样测量的其他测量电压和第一测量电压 U_{m1} ,形成其他电压差,并且检查:其他电压差是否在上文所述的电压容差范围 U_b 中。如果情况如此,则上文所检测到的故障的源可能在滤波器FT1或者FT2中,所述滤波器FT1或者FT2的旁通开关T2或T3在测量相对应的其他测量电压期间已断开。与此相反,如果其他电压差处于所述的电压容差范围 U_b 中,则故障在电压平衡电路SA中或在测量装置MA中。

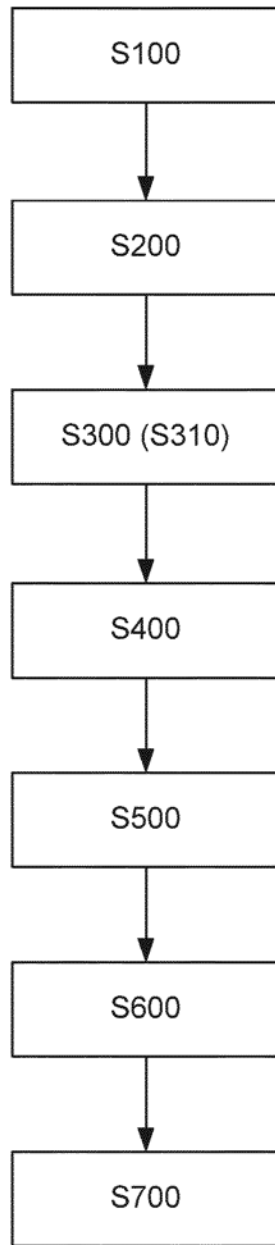


图 2