

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102395896 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 28

(21) 申请号 201080017136. 3

(72) 发明人 H·芬克

(22) 申请日 2010. 02. 25

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

(30) 优先权数据

102009002465. 4 2009. 04. 17 DE

代理人 曾立

(85) PCT申请进入国家阶段日

2011. 10. 17

(51) Int. Cl.

G01R 31/36 (2006. 01)

H02J 7/00 (2006. 01)

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/052376 2010. 02. 25

(87) PCT申请的公布数据

W02010/118909 DE 2010. 10. 21

(71) 申请人 罗伯特·博世有限公司

地址 德国斯图加特

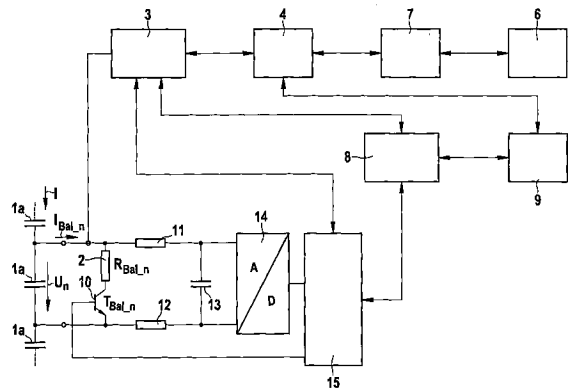
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 6 页

(54) 发明名称

在使用电阻式电池单元平衡时牵引电池的电池单元的内阻的求取

(57) 摘要

本发明涉及一种用于求取电池 (1)、尤其是牵引电池的电池单元 (1a) 的内阻的方法和装置, 其既能够在充电过程中应用, 也能够在放电过程中应用, 也能够在包括所述电池单元 (1a) 的电池 (1) 不输出或接收电功率的阶段中应用, 其中, 在所述电池 (1) 中执行电阻式电池单元平衡, 以均衡电池单元 (1a) 的充电状态, 其中, 通过电阻 (2) 从所述电池单元 (1a) 中获取能量。根据本发明, 设有第一控制模块 (3), 其用于在电荷移除或电荷供给期间在一第一时刻确定施加在所述电池单元 (1a) 上的第一电压和从所述电池单元或向所述电池单元流动的第一电流以及用于在电荷移除或电荷供给期间在一第二时刻确定施加在所述电池单元 (1a) 上的第二电压和从所述电池单元 (1a) 或向所述电池单元 (1a) 流动的第二电流, 并且设有计算单元 (4), 其用于作为所述第二电压和所述第一电压的差与所述第二电流和所述第一电流的差的商来计算所述电池单元 (1a) 的内阻。



1. 用于求取电池 (1)、尤其是牵引电池的电池单元 (1a) 的内阻的方法,所述方法既能够在充电过程中应用,也能够在放电过程中应用,也能够在包括所述电池单元 (1a) 的电池 (1) 不输出或接收电功率的阶段中应用,其中,在所述电池 (1) 中执行电阻式电池单元平衡,以均衡电池单元 (1a) 的充电状态,其中,通过电阻 (2) 从所述电池单元 (1a) 中获取能量,

所述方法包括以下步骤:

在电荷移除或电荷供给期间在一第一时刻确定施加在所述电池单元 (1a) 上的第一电压和从所述电池单元 (1a) 或向所述电池单元 (1a) 流动的第一电流,

在电荷移除或电荷供给期间在一第二时刻确定施加在所述电池单元 (1a) 上的第二电压和从所述电池单元 (1a) 或向所述电池单元 (1a) 流动的第二电流,

作为所述第二电压和所述第一电压的差与所述第二电流和所述第一电流的差的商来计算所述电池单元 (1a) 的内阻。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,如此选择所述第一时刻,使得所述第一电流等于 0,并且所述第二时刻是所述电池单元 (1a) 的随后的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述第一时刻是所述电池单元 (1a) 的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻,并且所述第二时刻是所述电池单元 (1a) 的相同的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻。

4. 根据以上权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括以下步骤:根据所述内阻与在确定所述内阻期间存在的电池单元温度和在确定所述内阻期间存在的所述电池单元 (1a) 的充电状态的已知相关性来求取所述电池单元 (1a) 的内阻的取决于老化的增大。

5. 根据以上权利要求中任一项所述的方法,其特征在于,所述方法还包括以下步骤:通过在多次彼此相继地确定内阻期间改变所述电阻式电池单元平衡的激励的频率和 / 或通过在多次彼此相继地确定内阻期间改变所述电阻式电池单元平衡的激励的占空比来求取所述电池单元 (1a) 的内阻的频率相关性。

6. 用于求取电池 (1)、尤其是牵引电池的电池单元 (1a) 的内阻的装置,其中,所述内阻的求取既能够在充电过程中应用,也能够在放电过程中应用,也能够在包括所述电池单元 (1a) 的电池 (1) 不输出或接收电功率的阶段中应用,其中,在所述电池 (1) 中执行电阻式电池单元平衡,以均衡电池单元 (1a) 的充电状态,其中,通过电阻 (2) 从所述电池单元 (1a) 中获取能量,

所述装置包括:

第一控制模块 (3),用于在电荷移除或电荷供给期间在一第一时刻确定施加在所述电池单元 (1a) 上的第一电压和从所述电池单元或向所述电池单元流动的第一电流以及用于在电荷移除或电荷供给期间在一第二时刻确定施加在所述电池单元 (1a) 上的第二电压和从所述电池单元 (1a) 或向所述电池单元 (1a) 流动的第二电流,和

计算单元 (4),用于作为所述第二电压和所述第一电压的差与所述第二电流和所述第一电流的差的商来计算所述电池单元 (1a) 的内阻。

7. 根据权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述第一控制模块 (3) 如此选择所述第一

时刻,使得所述第一电流等于 0,并且将所述第二时刻确定为所述电池单元(1a)的随后的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻。

8. 根据权利要求 6 所述的装置,其特征在于,所述第一控制模块(3)将所述第一时刻确定为所述电池单元(1a)的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻,并且将所述第二时刻确定为所述电池单元(1a)的相同的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻。

9. 根据权利要求 6 至 8 中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

表(6),所述表(6)存储所述内阻与在确定所述内阻期间存在的电池单元温度和在确定所述内阻期间存在的所述电池单元(1a)的充电状态的相关性,和

第一分析处理单元(7),所述第一分析处理单元(7)根据所求取的内阻和所述表(6)的查询来确定所述电池单元(1a)内阻的取决于老化的增大。

10. 根据权利要求 6 至 9 中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括:

第二控制模块(8),所述第二控制模块(8)用于在多次彼此相继地确定内阻期间改变所述电阻式电池单元平衡的激励的频率和/或用于在多次彼此相继地确定内阻期间改变所述电阻式电池单元平衡的激励的占空比,和

第二分析处理单元(9),所述第二分析处理单元(9)用于通过对所述多次彼此相继地确定内阻进行分析处理来求取所述电池单元(1a)的内阻的频率相关性。

在使用电阻式电池单元平衡时牵引电池的电池单元的内阻的求取

技术领域

[0001] 本发明涉及根据权利要求 1 和 6 的前序部分所述的用于求取电池、尤其是牵引电池的电池单元的内阻的方法和装置。

背景技术

[0002] 已表明,未来无论是在例如风力设备的静态应用中还是在例如混合动力车辆和电动车辆的车辆中,越来越多地使用新的电池系统。在本说明书中,概念“电池”和“电池系统”适应通常的语言使用习惯用于蓄电池或蓄电池系统。

[0003] 在图 4 中示出了根据现有技术的电池系统的原理性功能结构。为了借助电池系统实现所要求的功率和能量数据,在电池单元 1 中各个电池单元 1a 串联并且部分地附加地并联。对于电池单元的串联,在图 5 中示出了用于混合动力车辆或电动车辆的所谓牵引电池的原理电路图。在电池单元 1a 与电池系统的电极之间具有所谓的安全与熔断单元 16,所述安全与熔断单元 16 例如负责电池 1 与外部系统的接通和断开以及保护电池系统免受不允许的大电流和电压以及提供安全功能——例如在打开电池壳体时将电池单元 1a 与电池系统电极单极地分离。另一功能单元形成电池管理装置 17,所述电池管理装置 17 除电池状态识别装置 17a 外还实施与其他系统的通信以及电池 1 的热管理。

[0004] 在图 4 中示出的功能单元电池状态识别装置 17a 具有如下任务:确定电池 1 的当前状态以及预告电池 1 的未来性能,例如使用寿命预告和 / 或有效距离预告。未来性能的预告 (Vorhersage) 也称为预测 (Prädiktion)。在图 6 中示出了基于模型的电池状态识别的原理性功能结构。所示出的基于模型的电池状态识别和预测基于借助于观察器 17b 和电池模型 17c 通过已知的方式对电参量——电池电流和电池电压以及电池 1 的温度进行的分析。可以针对电池 1 的各个电池单元 1a 进行电池状态识别,其中,这基于相应的电池单元电压、电池单元电流和电池单元温度进行。此外,也可以针对整个电池 1 进行电池状态识别。这根据对准确性的要求通过分析电池 1 的各个电池单元 1 的状态和整个电池 1 的基于此的聚集或者直接通过分析总体电池电压、电池电流和电池温度进行。根据现有技术的所有方法的相同之处在于,在电池 1 的正常运行中出现的电流变化、电压变化和温度变化用于电池状态的求取以及未来性能的预测。

[0005] 在图 7 中示出了用于电池单元 1a 的所谓的电阻平衡的装置的功能原理。电池单元平衡的任务在于,在多个单个电池单元 1a 串联时使所有电池单元 1a 具有相同的充电状态或相同的电池单元电压。由于电池单元 1a 的原则上存在的不对称性,例如略微不同的电容、略微不同的自放电,在电池运行中在没有附加措施的情况下不存在电池单元平衡。在电阻式电池单元平衡中,电池单元 1a 可以通过接入与电池单元并联的欧姆电阻 2 进行放电。在图 6 中,通过与电池单元 1a 并联的、具有序号 n 的晶体管 10 (T_{Bal_n}) 来接入具有值 R_{Bal_n} 的电阻 2。通过与具有最小充电状态或最小电压的、具有序号 n 的电池单元 1a 相比具有更高充电状态或更高电压的电池单元 1a 的放电,可以实现电池 1 的所有电池单元 1a 上的充电

状态或电压的对称。施加在电池单元 1a 上的电压通过由两个电阻 11、12 和电容器 13 构成的滤波器和 A/D 转换器 14 输送给控制与分析处理单元 15, 以分析处理, 所述控制与分析处理单元 15 对于每个电池单元 1a 均存在并且与上级的中央控制单元、例如电池状态识别装置 17a 进行通信。在由多个单个电池单元 1a 的串联构成的锂离子电池中, 使用现有技术的电阻式电池单元平衡。此外, 还存在用于电池单元平衡的其他方法, 这些方法可以视原理而定地无损耗地工作, 例如所谓的电感式电池单元平衡。

发明内容

[0006] 本发明的任务在于, 提出一种用于求取电池系统的单个电池单元的内阻的新的方案, 借助所述方案能够比如今的现有技术更稳健地、更准确地且与电池的运行状态无关地实现电池状态识别和预测。

[0007] 与现有技术相比, 根据本发明的具有权利要求 1 的特征的方法和具有权利要求 6 的特征的装置具有如下优点: 其可以在具有电阻式电池单元平衡的电池系统中在无需附加电子电路开销或者仅需很少的附加电子电路开销的情况下用于电池单元的内阻的确定。与如今的现有技术相比, 所述方法和所述装置还具有如下优点: 为了确定内阻可以一再导致相同的运行过程并且由此实现特别稳健和准确的确定。此外, 所述新方法和所述新装置还具有如下优点: 其还可以在电池在其电极上不输出功率或不接收功率的运行阶段中 (例如在车辆停止时) 使用。这在目前已知的方法中是不可能的。

[0008] 从属权利要求给出本发明优选的扩展构型。

[0009] 特别优选地, 根据本发明的方法和根据本发明的装置包括: 如此选择第一时刻, 使得第一电流等于 0, 并且第二时刻是电池单元的随后的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻。

[0010] 替换地, 根据本发明的方法和根据本发明的装置特别优选地包括: 第一时刻是电池单元的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻, 并且第二时刻是电池单元的相同的放电阶段或充电阶段期间的任意时刻。

[0011] 替换地或附加地, 根据本发明的方法包括以下步骤: 根据内阻与在确定内阻期间存在的电池单元温度和在确定内阻期间存在的电池单元充电状态的已知相关性来求取电池单元的内阻的取决于老化的增大。为此, 优选地, 根据本发明的装置的相应的优选的扩展构型包括: 存储内阻与在确定内阻期间存在的电池单元温度和在确定内阻期间存在的电池单元充电状态的相关性的表, 以及根据所求取的内阻和所述表的查询来确定电池单元的内阻的取决于老化的增大的第一分析处理单元。替代所述表, 可以设置第二计算单元, 所述第二计算单元根据一个或多个数学方程来给出内阻与在确定内阻期间存在的电池单元温度和在确定内阻期间存在的电池单元充电状态的相关性。

[0012] 替换地或附加地, 根据本发明的方法还包括以下步骤: 通过在多次彼此相继地确定内阻期间改变电阻式电池单元平衡的激励的频率和 / 或通过在多次彼此相继地确定内阻期间改变电阻式电池单元平衡的激励的占空比来求取电池单元的内阻的欧姆分量的频率相关性。为此, 根据本发明的装置的相应的优选的扩展构型包括: 用于在多次彼此相继地确定内阻期间改变电阻式电池单元平衡的激励的频率和 / 或用于在多次彼此相继地确定内阻期间改变电阻式电池单元平衡的激励的占空比的第二控制模块, 以及用于通过对多次

彼此相继地确定内阻进行分析处理来求取电池单元内阻的欧姆分量的频率相关性的第二分析处理单元。在所述优选的构型中,借助所述新的方法还根据激励的频率来求取内阻,尤其是电池单元的阻抗的欧姆分量。

附图说明

[0013] 以下参照附图来详细描述本发明。在附图中示出:

[0014] 图 1:根据本发明的用于求取电池单元的内阻的装置的第一优选实施方式的原理电路图,

[0015] 图 2:激励电池单元以便通过改变激励频率来求取内阻的频率相关性的第一示例,

[0016] 图 3:激励电池单元以便通过改变占空比来求取内阻的频率相关性的第二示例,

[0017] 图 4:根据现有技术的电池系统的功能结构,

[0018] 图 5:根据如今的现有技术的电池系统的另一原理电路图,

[0019] 图 6:根据现有技术的基于模型的电池状态识别和预测的原理电路图,以及

[0020] 图 7:根据现有技术的用于电池单元的电阻式电池单元平衡的装置的原理电路图。

具体实施方式

[0021] 以下参照附图详细地描述本发明的优选实施方式。

[0022] 在图 1 中示出了根据本发明的装置的优选实施方式,所述装置是在图 7 中示出的用于电阻式电池单元平衡的电路原理的扩展。如果因为序号为 n 的电池单元 1a 例如具有比电池系统的其他电池单元更高的充电状态而应当进行放电,则通过接通晶体管 10 (T_{Bal_n}) 来接通与电池单元 1a (n) 并联的欧姆电阻 2 (R_{Bal_n})。由此使电池单元 1a (n) 放电。在图 7 中还附加地示出了滤波器电路 11、12、13,用于为模/数转换器 14 准备电池单元 1a (n) 的差分电压信号。通过所述模/数转换器 14,在遵守采样定理的情况下,电池单元电压被提供给控制与分析处理单元 15,所述控制与分析处理单元 15 处理所述电池单元电压并且将所述电池单元电压转送给上级的电池状态识别装置 17b。用于电池单元平衡的电路在必要时连同所示出的优选也可集成在控制与分析处理单元 15 中的附加电路元件一起用于根据本发明的电池单元内阻确定。根据本发明,在图 7 中示出的用于电阻式电池单元平衡的电路扩展第一控制模块 3,借助所述第一控制模块 3 在电荷移除期间在不同时刻检测施加在电池单元 1a 上的电压 U_n 和从电池单元 1a 流动的电流 (T_{Bal_n})。这可以通过直接的电流和电压测量或者通过电池单元 1a (n) 的控制与分析处理单元 15 进行,所述控制与分析处理单元 15 通过由两个电阻 11、12 和电容器 13 构成的滤波器以及 A/D 转换器 14 来至少检测电池电压 U_n 。第一控制模块 3 与计算单元 4 连接,所述计算单元 4 如以下所描述的那样作为两个检测到的电压值的差与两个检测到的电流值的差的商来计算电池单元的内阻。

[0023] 解释工作原理的出发点在于电池在其端子上不输出或接收任何功率的运行状态。在所述状态中,没有电流流过电池单元。如果现在接通晶体管 10 (T_{Bal_n}),则电池单元 1a (n) 通过欧姆电阻 2 (R_{Bal_n}) 放电。与初始状态(没有功率输出或功率接收)相比,电池单元电压由于晶体管 10 的接通而发生变化,所述电池单元电压借助于图 1 中示出的装置进行检测。

附加地,流过电池单元 1a(n) 的电流自然也发生变化。在已知电阻 2(R_{Bal_n}) 的情况下,可以通过欧姆定律容易地求得所述电流。由于电池在车辆中在运行时可能会出现的显著的温度差,用于求取电池单元 1a(n) 的电流的电阻 2(R_{Bal_n}) 的值的温度校正是有利的。因为求取电池单元 1a 的温度并且以有意义的方式在空间上紧邻电池单元 1a 设置用于实施电池单元平衡和用于求取单元电压的电子装置,所以为此在电池系统中通常有足够准确的温度信息可供使用。因此,分别具有对应于要求的高准确性的信号可供用于通过接通电池单元 1a(n) 中的欧姆电阻 2(R_{Bal_n}) 而得到的电压变化和电流变化。因此,可以例如如下求取电池单元 1a(n) 的取决于温度、充电状态和老化的内阻 R_{i_n} :

[0024]

$$R_{i_n}(\text{温度、SOC、老化}) = \frac{U_n \Big|_{T_{Bal_n} \text{ 接通}} - U_b \Big|_{T_{Bal_n} \text{ 断开}}}{I_{Bal_n}}$$

[0025] 在内阻与电池单元的电池单元温度和充电状态的相关性已知的情况下,可以求得电池单元的内阻的取决于老化的增大。为此,计算单元 4 与第一分析处理单元 7 连接,所述第一分析处理单元 7 根据所求取的内阻和表 6 的查询来确定电池单元 1a(n) 的内阻的取决于老化的增大,所述表 6 存储内阻与在确定内阻期间存在的电池单元温度和在确定内阻期间存在的电池单元 1a 的充电状态的相关性。作为查询表 6 的替换方案,可以查询第二计算单元,所述第二计算单元根据数学公式来反映内阻与电池单元温度和充电状态的相关性。所提出的根据本发明的用于确定内阻的方法还可以例如在停止的车辆中实施。由此,内阻的确定不受电池 1 的叠加的“正常运行”的负面影响。这是相对于迄今已知的方法的重要优点。

[0026] 所提出的根据本发明的用于确定电池单元的内阻的原理自然也可以在电池 1 的“正常运行”期间应用。那么,为了确定内阻,必须考虑电池单元 1a 中当前与平衡电流叠加地流动的电池电流的影响。但是,仅仅在电池 1 以很小的电流充电或放电的运行状态中提供这种处理方式。对此,再次根据两个观察时刻的电池单元电压差与电池单元电流差的商来求取电池单元 1a(n) 的内阻 R_{i_n} 。

[0027] 在电池 1 以大电流充电或放电的运行阶段中,通过施加平衡电流来实现电池单元的附加“激励”的意义不大。在这样的运行阶段期间,根据本发明优选地考虑使用根据如今的现有技术使用的方法由从电池 1 的“正常运行”中得到的电池单元电压和电池单元电流来求取内阻。

[0028] 借助根据本发明提出的用于求取电池内阻的方法,可以在电池的所有运行状态中求取电池状态识别和预测所需的重要信息中的一个——电池单元的内阻的取决于温度、充电状态和老化的变化。在迄今已知的方法中仅仅在电池电流在“正常运行”期间发生显著变化的运行阶段中可以求取内阻。以此方式,能够比现有技术显著更稳健和更准确地实施电池单元的内阻的求取。

[0029] 根据本发明,优选地,求取与激励的频率的相关性。为此,优选使用以下处理方式:

[0030] ● 在恒定的占空比下改变激励的频率

[0031] ● 在恒定的频率下改变激励的占空比

[0032] ● 上述二者的组合

[0033] 在图 2 中,在关于晶体管 10 (T_{Bal_n}) 的控制的两个时间变化曲线中示例性地示出可以如何求取电池单元的内阻与激励的频率的相关性。在图 2 中对称地示出了激励的占空比,即晶体管的接通持续时间和断开持续时间是相同的。原则上也可通过不对称的占空比实现所述方法。改变激励的频率,以确定内阻的频率相关性。在图 2 中示出了两个频率的变化曲线。附加地,在图 2 中作为向上的箭头标出了可以根据公式 (1) 来求取内阻的测量时刻。在此,测量时刻分别选择在晶体管 10 (T_{Bal_n}) 的开关状态的变化之前和之后。

[0034] 在图 3 中示出了用于求取电池单元的取决于频率的内阻的另一可行方案。在此,在频率保持恒定的情况下改变激励的占空比。同样在这种处理方式中,作为向上的箭头示出的测量时刻分别选择在晶体管 10 (T_{Bal_n}) 的开关状态的变化之前和之后。再次根据公式 (1) 来求取电池单元的取决于频率的内阻。

[0035] 原则上,两种所描述的方法的组合当然也是可行的,以便根据激励来描述内阻。根据本发明的方法允许与所谓的阻抗频谱分析的处理方式类似地求取内阻的频率相关性。与阻抗频谱分析不同,根据本发明的方法可在不需要开销较高的附加的测量电子装置的情况下实现。与通常在电池系统中使用的电路相比,在必要时仅仅在动态性和采样频率方面对电池单元电压的检测提出较高要求。

[0036] 为了改变激励的频率和 / 或占空比,根据本发明设有第二控制模块 8,所述第二控制模块与第一控制模块 3 和控制与分析处理单元 15 耦合。第二控制模块 8 还与第二分析处理单元 9 连接,所述第二分析处理单元 9 同样与计算单元 4 连接。第二分析处理单元 9 通过在考虑激励的频率和 / 或占空比的变化变化的情况下对多次彼此相继的内阻确定进行分析处理来求取电池内阻的频率相关性。

[0037] 借助所提出的优选的用于求取电池单元内阻的频率相关性的方法,同样可以求取电池状态识别和预测所需的重要信息之一——电池单元内阻的取决于温度、充电状态和老化的变化。与迄今已知的方法不同,可以仅仅在电池电流在“正常运行”期间显著变化的运行阶段中求取内阻。以此方式,实现了比现有技术显著更稳健和更准确地实施电池单元内阻的确定。

[0038] 除以上文字公开内容之外,这里还明确地参阅附图中的公开内容。

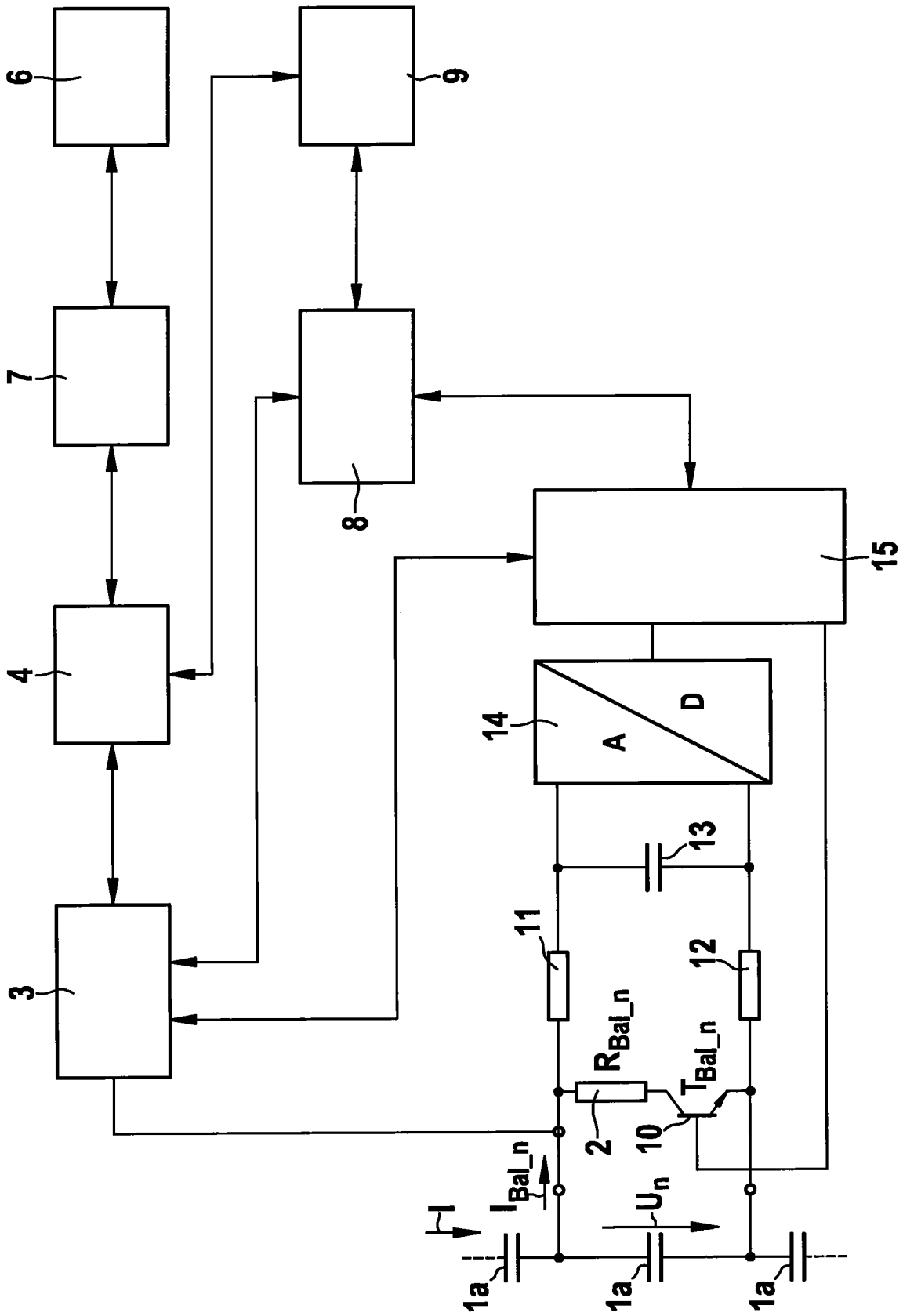


图 1

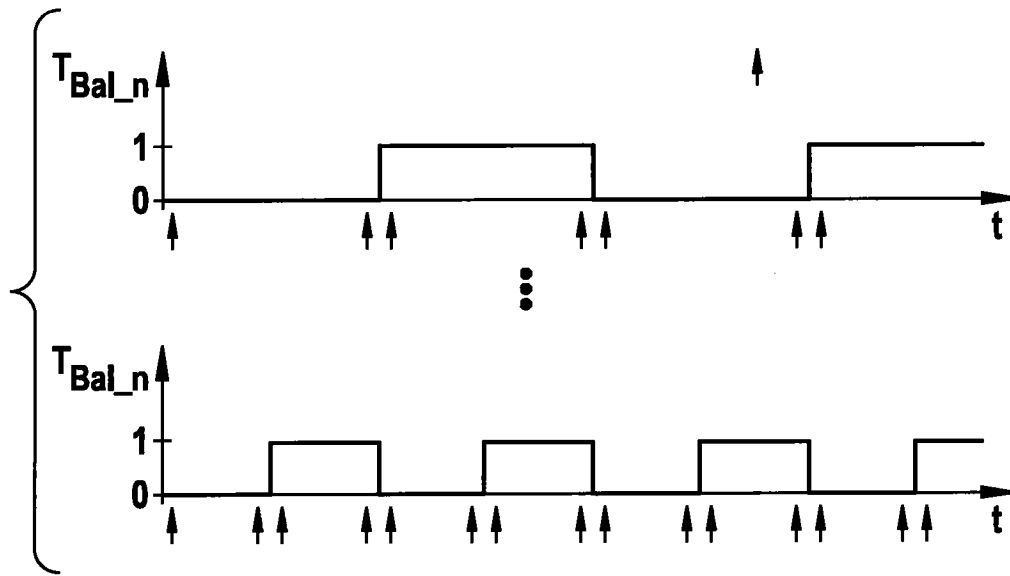


图 2

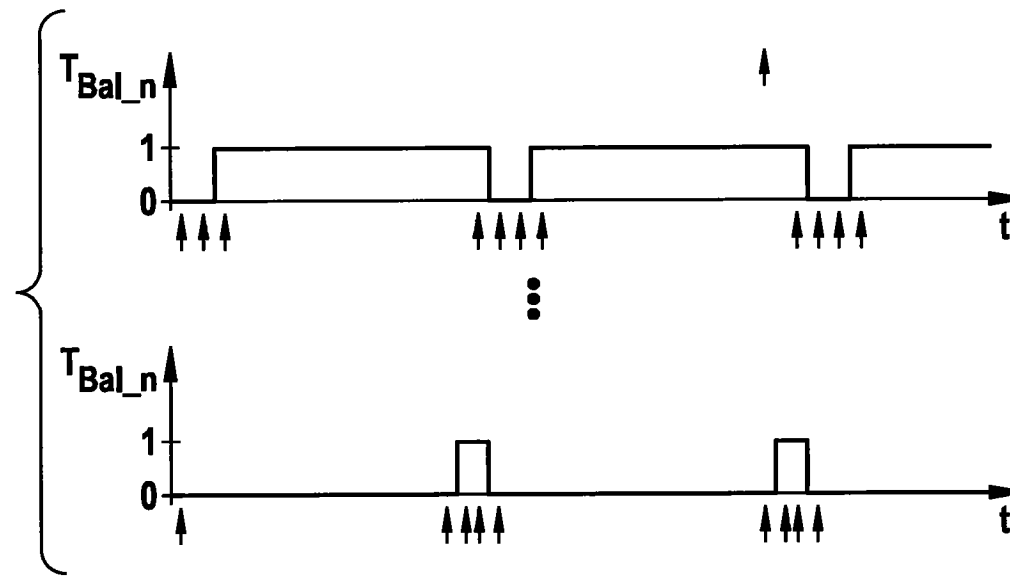


图 3

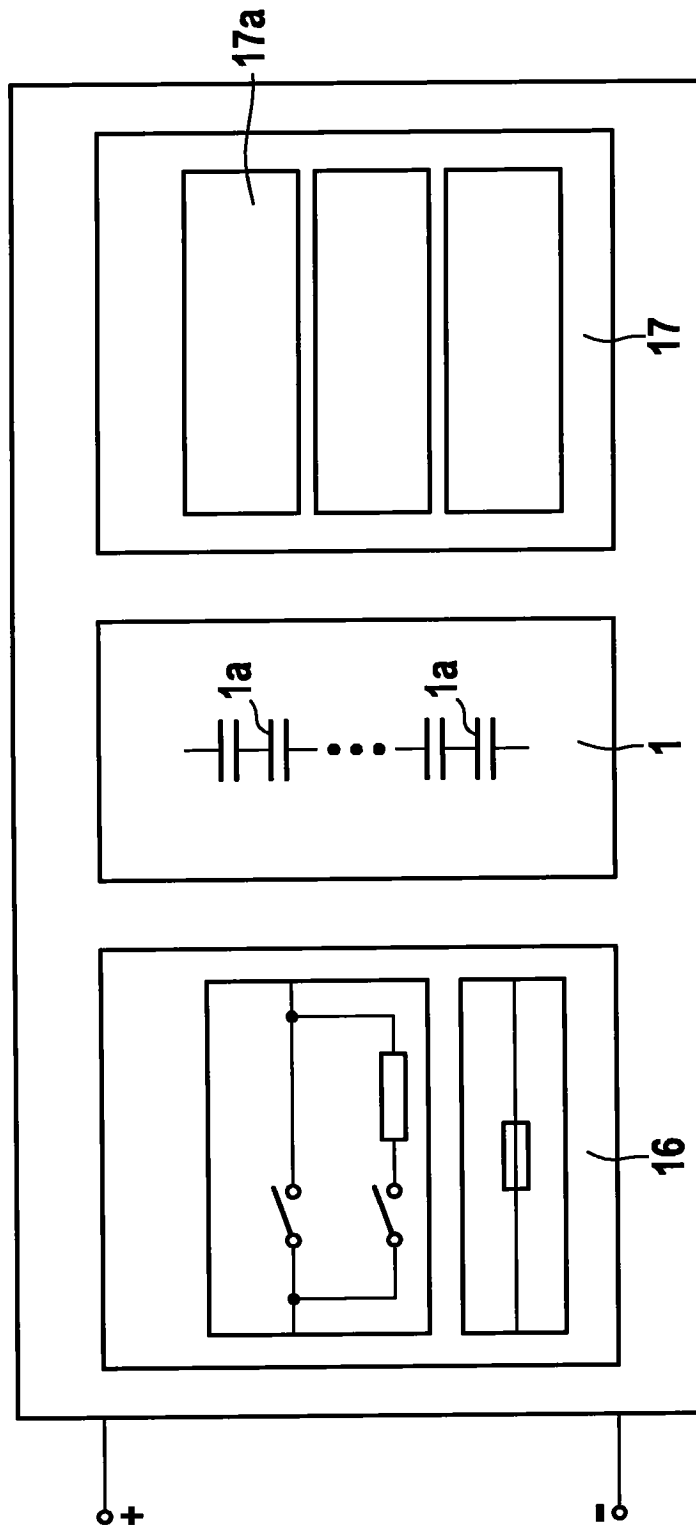


图 4

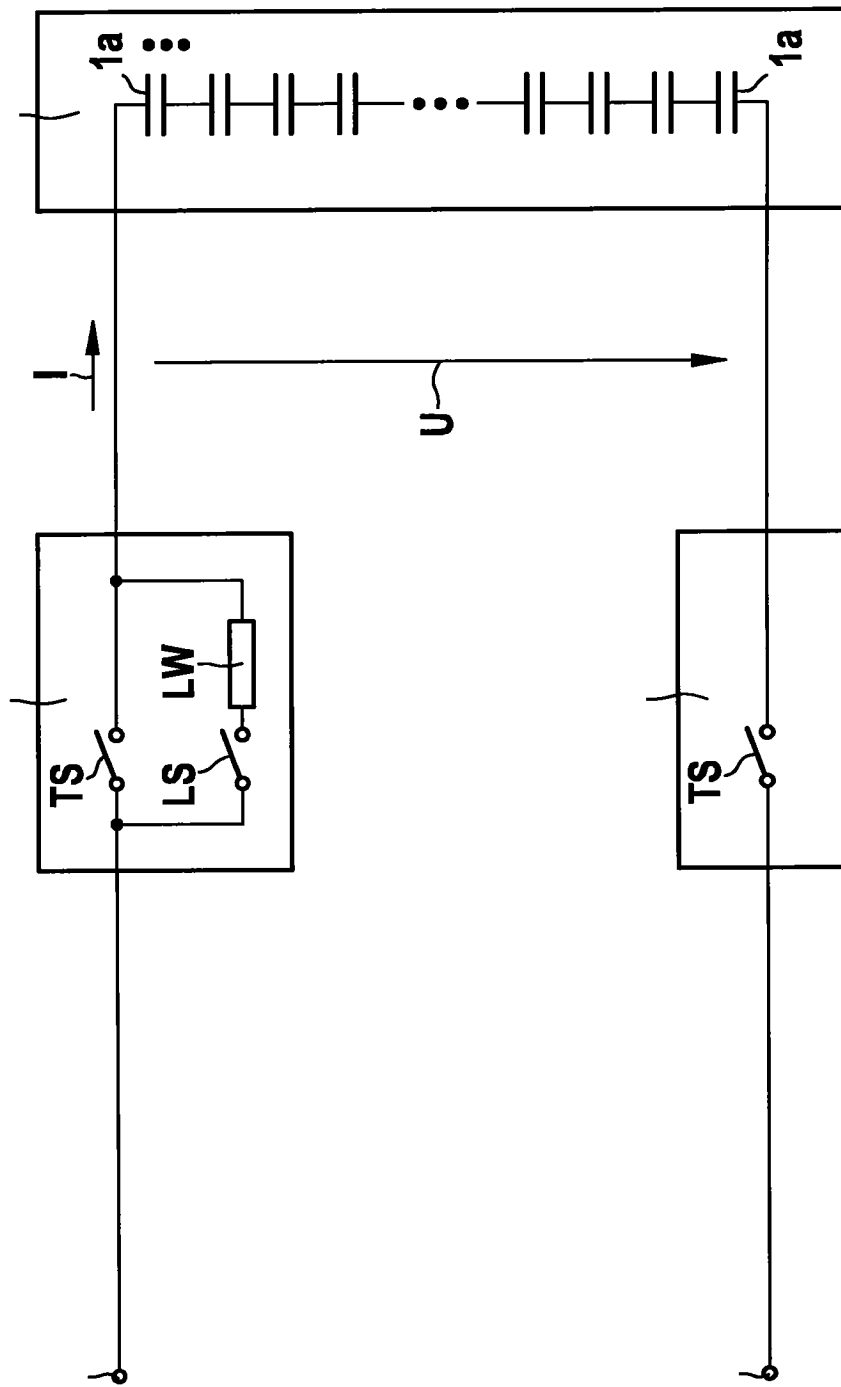


图 5

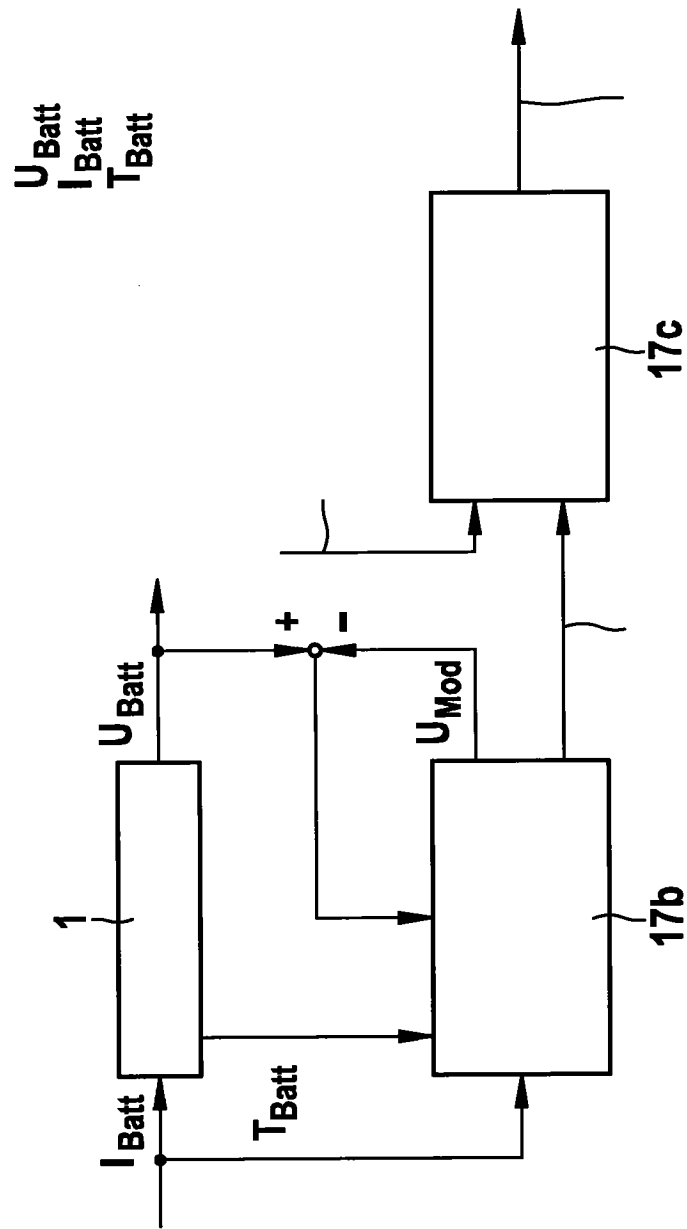


图 6

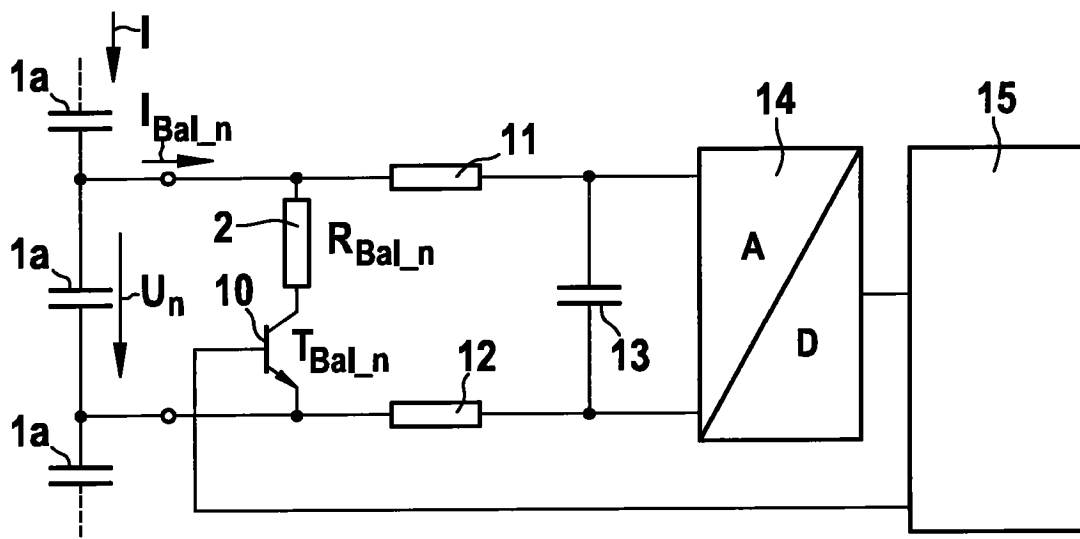


图 7