



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104508940 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 08

(21) 申请号 201380040340. 0

代理人 陈炜 李德山

(22) 申请日 2013. 08. 12

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

H02J 7/02(2006. 01)

2012-181591 2012. 08. 20 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2015. 01. 29

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/071806 2013. 08. 12

(87) PCT国际申请的公布数据

W02014/030569 JA 2014. 02. 27

(71) 申请人 株式会社丰田自动织机

地址 日本爱知县刈谷市

(72) 发明人 牧志涉 广濑慎司 山本悟士

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

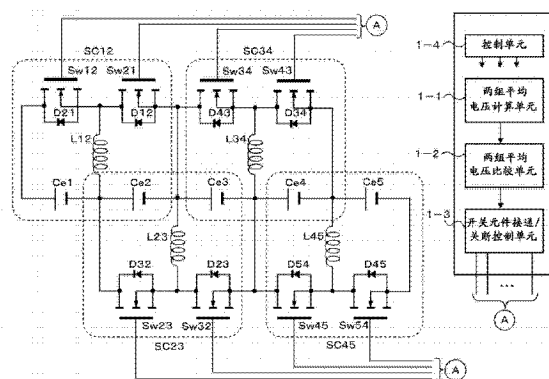
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

单元电池平衡设备和单元电池平衡方法

(57) 摘要

对于串联连接的单元电池 (Ce1 ~ Ce5), 通过将电感器 (L12 ~ L45) 的一端连接至单元电池之间的连接点, 将电感器的另一端经由任何开关元件 (Sw12 ~ Sw54) 连接至单元电池的另一端, 并且通过开关元件的接通 / 关断控制在相邻单元电池之间移动电荷, 来使得各单元电池的电压均衡。将串联连接的单元电池划分成保持串联连接顺序的两个组。计算每个组内的单元电池的平均电压 (1-1), 将两个组的平均电压彼此进行比较 (1-2), 以及根据比较结果执行开关元件的接通 / 关断控制, 使得从位于具有较高平均电压的组的边界处的单元电池向位于具有较低平均电压的组的边界处的相邻单元电池移动电荷 (1-3)。



1. 一种单元电池平衡设备,其中,对于至少三个串联连接的蓄电池元件(下文中被称为“单元电池”),电感器的一端连接至相邻单元电池之间的连接点,所述电感器的另一端经由开关元件连接至所述相邻单元电池中的每一个的另一端,并且经由所述开关元件的接通/关断控制来在所述相邻单元电池之间传输电荷,从而使所述单元电池的电压均衡,所述单元电池平衡设备包括:

平均电压计算单元,用于将多个串联连接的单元电池划分成两个组同时保持所述串联连接的相继顺序,并且用于计算每个组内的单元电池的平均电压;

平均电压比较单元,用于对由所述平均电压计算单元计算出的所述两个组的平均电压进行比较;以及

接通/关断控制单元,用于根据由所述平均电压比较单元提供的比较结果执行所述开关元件的接通/关断控制,使得从位于具有较高平均电压的组的边界处的单元电池向位于具有较低平均电压的组的边界处的相邻单元电池传输电荷。

2. 一种单元电池平衡设备,其中,对于至少三个串联连接的蓄电池元件(下文中被称为“单元电池”),电感器的一端连接至相邻单元电池之间的连接点,所述电感器的另一端经由开关元件连接至所述相邻单元电池中每一个的另一端,并且经由所述开关元件的接通/关断控制来在所述相邻单元电池之间传输电荷,从而使所述单元电池的电压均衡,所述单元电池平衡设备包括:

平均电压计算单元,用于将多个串联连接的单元电池划分成两个组同时保持所述串联连接的相继顺序,并且用于计算所述组中的一个组的单元电池的平均电压以及所有单元电池的平均电压;

平均电压比较单元,用于对均是由所述平均电压计算单元计算出的所述组中的一个组的平均电压与所有单元电池的平均电压进行比较;以及

接通/关断控制单元,用于根据由所述平均电压比较单元提供的比较结果执行所述开关元件的接通/关断控制,使得当所述组中的一个组的平均电压高于所有单元电池的平均电压时,从位于该一个组的边界处的单元电池向位于另一组的边界处的相邻单元电池传输电荷;以及使得当所述一个组的平均电压低于所有单元电池的平均电压时,从位于所述另一组的边界处的相邻单元电池向位于所述一个组的边界处的单元电池传输电荷。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的单元电池平衡设备,还包括:

控制单元,用于针对通过将所述多个串联连接的单元电池按序划分成两个组同时保持所述串联连接的相继顺序而获得的每两个组,使得所述接通/关断控制单元同时或并行执行所述开关元件的接通/关断控制,使得在位于所述两个组之间的边界处的相邻单元电池之间传输电荷。

4. 一种单元电池平衡方法,包括:对于至少三个串联连接的蓄电池元件(下文中被称为“单元电池”),通过电路执行开关元件的接通/关断控制来在相邻单元电池之间传输电荷,从而使所述单元电池的电压均衡,所述电路将电感器的一端连接至所述相邻单元电池之间的连接点,并且将所述电感器的另一端经由开关元件连接至所述相邻单元电池中的每一个的另一端,所述单元电池平衡方法包括:

将多个串联连接的单元电池划分成两个组同时保持所述串联连接的相继顺序,并且计算每个组内的单元电池的平均电压;

对所述两个组的单元电池的平均电压进行比较；以及

根据所述比较的结果执行所述开关元件的接通 / 关断控制,使得从位于具有较高平均电压的组的边界处的单元电池向位于具有较低平均电压的组的边界处的相邻单元电池传输电荷。

5. 一种单元电池平衡方法,包括:对于至少三个串联连接的蓄电池元件(下文中被称为“单元电池”),通过电路执行开关元件的接通 / 关断控制来在相邻单元电池之间传输电荷,从而使所述单元电池的电压均衡,所述电路将电感器的一端连接至所述相邻单元电池之间的连接点,并且将所述电感器的另一端经由开关元件连接至所述相邻单元电池中的每一个的另一端,所述单元电池平衡方法包括:

将多个串联连接的单元电池划分成两个组同时保持所述串联连接的相继顺序,并且计算所述组中的一个组的单元电池的平均电压以及所有单元电池的平均电压;

对所述组中的一个组的单元电池的平均电压与所有单元电池的平均电压进行比较;以及

根据所述比较的结果执行所述开关元件的接通 / 关断控制,使得当所述组中的一个组的平均电压高于所有单元电池的平均电压时,从位于所述一个组的边界处的单元电池向位于另一组的边界处的相邻单元电池传输电荷,以及使得当所述一个组的平均电压低于所有单元电池的平均电压时,从位于所述另一组的边界处的相邻单元电池向位于所述一个组的边界处的单元电池传输电荷。

6. 根据权利要求 4 或 5 所述的单元电池平衡方法,还包括:

对于通过将所述多个串联连接的单元电池按序划分成两个组同时保持所述串联连接的相继顺序而获得的每两个组,同时或并行地执行所述开关元件的接通 / 关断控制,使得在位于所述两个组之间的边界处的相邻单元电池之间传输电荷。

## 单元电池平衡设备和单元电池平衡方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及用于使多个串联连接的蓄电池元件（在下文中被称为单元电池）的电压均衡的单元电池平衡设备和单元电池平衡方法。

### 背景技术

[0002] 在具有多个串联连接的单元电池的单元电池电池中，执行单元电池平衡来均衡单元电池的电压，从而实现电力的有效利用以及长的使用寿命。在一种技术中，为了执行单元电池平衡，将每个单元电池并联连接至电阻器，使得可以通过电阻器从高电压状态下的单元电池放电，但是由于在电阻器处消耗放电电流，这样的技术存在大的电流损耗的问题。

[0003] 用于均衡多个单元电池的电压的、具有低损耗的已知单元电池平衡电路是使用开关元件和电感器但不使用电阻器的电路（参见例如专利文献 1）。

[0004] 图 5 示出了使用开关元件和电感器执行单元电池平衡的示例性电路。在图 5 中，Ce1、Ce2、Ce3、Ce4 和 Ce5 表示单元电池，L12、L23、L34 和 L45 表示电感器，以及 Sw12、Sw21、Sw23、Sw32、Sw34、Sw43、Sw45 和 Sw54 表示开关元件。

[0005] 如图 5 所示，具有相同容量的五个单元电池 Ce1 ~ Ce5 串联连接，并且与串联连接的单元电池 Ce1 ~ Ce5 相并联地连接开关元件 Sw12 ~ Sw54。具体地，开关元件 Sw12 与单元电池 Ce1 并联连接；开关元件 Sw21 和 Sw23 与单元电池 Ce2 并联连接；开关元件 Sw32 和 Sw34 与单元电池 Ce3 并联连接；开关元件 Sw43 和 Sw45 与单元电池 Ce4 并联连接；开关元件 Sw54 与单元电池 Ce5 并联连接。

[0006] 电感器 L12 的一端连接至单元电池 Ce1 与单元电池 Ce2 之间的连接点，另一端连接至开关元件 Sw12 与开关元件 Sw21 之间的连接点。电感器 L23 的一端连接至单元电池 Ce2 与单元电池 Ce3 之间的连接点，另一端连接至开关元件 Sw23 与开关元件 Sw32 之间的连接点。电感器 L34 一端连接至单元电池 Ce3 与单元电池 Ce4 之间的连接点，另一端连接至开关元件 Sw34 与开关元件 Sw43 之间的连接点。电感器 L45 一端连接至单元电池 Ce4 与单元电池 Ce5 之间的连接点，另一端连接至开关元件 Sw45 与开关元件 Sw54 之间的连接点。

[0007] 在该单元电池平衡电路中，两个相邻的单元电池 Ce1 和 Ce2 彼此配对；两个相邻的单元电池 Ce2 和 Ce3 彼此配对；两个相邻的单元电池 Ce3 和 Ce4 彼此配对；两个相邻的单元电池 Ce4 和 Ce5 彼此配对；并且四个开关转换器 SC12、SC23、SC34 和 SC45 被配置成在每对单元电池之间传输电荷。对于四个开关转换器 SC12、SC23、SC34 和 SC45 中的每一个，将成对的两个单元电池的电压互相比对；与具有较高电压的单元电池并联连接的开关元件进入接通（导通）状态，而与具有较低电压的单元电池并联连接的开关元件进入关断（截止）状态，从而使每对的单元电池的电压均衡。

[0008] 例如，参照单元电池对 Ce1 和 Ce2，当单元电池 Ce1 具有高于单元电池 Ce2 的电压时，开关元件 Sw12 进入导通状态，而开关元件 Sw21 进入截止状态。开关元件 Sw12 进入导通状态形成了“单元电池 Ce1 → 开关元件 Sw12 → 电感器 L12 → 单元电池 Ce1”的闭环，从而使得电能从单元电池 Ce1 转移至电感器 L12。

[0009] 随后,使开关元件 Sw12 进入截止状态而使开关元件 Sw21 进入导通状态,来使得已经转移至电感器 L12 的电能通过经过开关 Sw21 的闭合电路转移至单元电池 Ce2。在这样的操作中,电荷从单元电池 Ce1(即高电压单元电池)传输至单元电池 Ce2(即低电压单元电池),从而可以均衡单元电池 Ce1 和 Ce2 的电压。

[0010] 再次参照单元电池对 Ce1 和 Ce2,当单元电池 Ce2 和单元电池 Ce1 分别具有高电压和低电压时,使开关元件 Sw21 进入导通状态,并使开关元件 Sw12 进入截止状态。这形成了“单元电池 Ce2 →电感器 L12 →开关元件 Sw21 →单元电池 Ce2”的闭环,从而使得电能从单元电池 Ce2 转移至电感器 L12。

[0011] 随后,使开关元件 Sw21 进入截止状态而使开关元件 Sw12 进入导通状态,使得已经转移至电感器 L12 的电能通过经过开关 Sw12 的闭合电路转移至单元电池 Ce1,并且将电荷从单元电池 Ce2 传输至单元电池 Ce1,从而可以均衡单元电池 Ce1 和 Ce2 的电压。

[0012] 如在上面的操作中,对于相邻单元电池对 Ce2 和 Ce3、相邻单元电池对 Ce3 和 Ce4 以及相邻单元电池对 Ce4 和 Ce5,均衡每个对的两个单元电池的电压以使得单元电池能够平衡,从而在不通过电阻器消耗电流的情况下使串联连接的单元电池的电压均衡。

[0013] 引用列表

[0014] 专利文献

[0015] 专利文献 1:日本公开特许公报第 2010-220373 号。

## 发明内容

[0016] 技术问题

[0017] 对于具有很多(多于两个)串联连接的单元电池的单元电池电池,执行基于开关转换器的传统单元电池平衡,使得对两个相邻单元电池的电压进行比较,并且根据比较结果来确定电荷传输的方向,从而驱动或停止开关转换器。因此,例如由于周围单元电池的电压变化的连续施加的影响,相邻单元电池的电压从高到低或者从低到高的重复变化,或者电荷的无用重复往返运动,不能整体上有有效地执行电荷传输,这导致单元电池平衡需要很长时间。基于这样的问题,本发明提供了一种单元电池平衡设备和单元电池平衡方法,该单元电池平衡设备和单元电池平衡方法用于提高单元电池平衡的操作效率,从而缩短单元电池平衡所需的时间。

[0018] 针对问题的解决方案

[0019] 根据本发明的单元电池平衡设备是一种单元电池平衡设备,其中,对于至少三个串联连接的蓄电池元件(单元电池),电感器的一端连接至相邻单元电池之间的连接点,电感器的另一端经由开关元件连接至每个相邻单元电池的另一端,并且经由开关元件的接通/关断控制在相邻单元电池之间传输电荷,以使单元电池的电压均衡,该单元电池平衡设备包括:平均电压计算单元,用于将多个串联连接的单元电池划分成两个组同时保持该串联连接的相继顺序,并且用于计算每个组内的单元电池的平均电压;平均电压比较单元,用于对由所述平均电压计算单元所计算出的两组的平均电压进行比较;以及接通/关断控制单元,用于根据由平均电压比较单元提供的比较结果来执行开关元件的接通/关断控制,使得从位于具有较高平均电压的组的边界处的单元电池向位于具有较低平均电压的组的边界处的相邻单元电池传输电荷。

[0020] 在这样的配置中,使用用作这些组之间的边界的驱动开关转换器的电感器,将所有的单元电池划分成两个组,并且通过将两个组的平均电压进行比较来确定电荷传输的方向,使得可以根据整个单元电池上的单元电池电压的非不一致性唯一地确定用于单元电池平衡的电荷传输的方向,从而使得用于单元电池平衡的电荷传输量最小化。

[0021] 本发明的有益效果

[0022] 在本发明中,用于单元电池平衡的电荷传输的方向被唯一地确定而不受周围单元电池的电压变化的影响。这防止了相邻单元电池之间电荷的无用重复往返运动,从而使得电荷传输量最小化。因此,可以有效地执行单元电池平衡,从而提高均衡单元电池电压的效率并且缩短执行单元电池平衡所需的时间。

## 附图说明

[0023] 图 1 示出了根据本发明的单元电池平衡设备的示例性配置;

[0024] 图 2 示出了两组单元电池各自的平均电压的示例;

[0025] 图 3 示出了根据本发明的单元电池平衡方法的第一示例;

[0026] 图 4 示出了根据本发明的单元电池平衡方法的第二示例;以及

[0027] 图 5 示出了执行单元电池平衡的示例性电路。

## 具体实施方式

[0028] 下面将参照附图详细描述实施方式。将参照用于五个串联连接的单元电池的单元电池平衡的示例性操作给出实施方式的描述,但是本发明不限于此,而是可适用于三个或更多个串联连接的单元电池的单元电池平衡。

[0029] 图 1 示出了单元电池平衡设备的示例性配置。在图 1 中,各个开关转换器 SC12、SC23、SC34 和 SC45 的配置和操作与以上参照图 5 描述的那些配置和操作相似,从而本文中省略了重复的描述。

[0030] 根据本发明的单元电池平衡设备包括两组平均电压计算单元 1-1、两组平均电压比较单元 1-2、开关元件接通/关断控制单元 1-3 以及控制单元 1-4,使得可以利用用作这些组之间的边界的驱动开关转换器的电感器将所有的单元电池划分成两个组,使得可以通过比较两组的平均电压来确定电荷传输的方向,并且使得电荷可以在该方向上传输。

[0031] 两组平均电压计算单元 1-1 从用于各个单元电池 Ce1、Ce2、Ce3、Ce4 和 Ce5 的电压测量设备(未示出)接收这些单元电池的单元电池电压。两组平均电压计算单元 1-1 将至少三个串联连接的单元电池按序划分成两个组同时保持该串联连接的相继顺序,并且计算每个组内的单元电池的平均电压。

[0032] 两组平均电压比较单元 1-2 将由两组平均电压计算单元 1-1 所计算出的两个组的平均电压进行比较。开关元件接通/关断控制单元 1-3 根据由两组平均电压比较单元 1-2 提供的比较结果来执行开关元件的接通/关断控制,使得从位于具有较高平均电压的组的边界处的单元电池向位于具有较低平均电压的组的边界处的相邻单元电池传输电荷。

[0033] 两组平均电压计算单元 1-1 可以被配置成将至少三个串联连接的单元电池按序划分成两组同时保持该串联连接的相继顺序,并且计算其中一个组的单元电池的平均电压和所有单元电池的平均电压。两组平均电压比较单元 1-2 可以被配置成将其中一个组的平

均电压与所有单元电池的平均电压进行比较。

[0034] 在这种情况下,开关元件接通 / 关断控制单元 1-3 以如下方式执行开关元件的接通 / 关断控制:当一个组的平均电压高于所有单元电池的平均电压时,从位于该一个组的边界处的单元电池向位于另一组的边界处的相邻单元电池传输电荷,而当一个组的平均电压低于所有单元电池的平均电压时,从位于另一组的边界处的相邻单元电池向位于该一个组的边界处的单元电池传输电荷。

[0035] 控制单元 1-4 控制前述功能单元 1-1 至 1-3 的操作,并且针对开关元件接通 / 关断控制单元 1-3 控制开关元件的接通 / 关断控制的定时,为了位于组的边界处的相邻单元电池之间的电荷传输而执行接通 / 关断控制。

[0036] 图 2 示出了两个独立组的示例性平均电压,这些组是通过将单元电池 Ce1 至 Ce5 划分成两个组而获得的。该分组方式使得五个串联连接的单元电池 Ce1 至 Ce5 被相继划分成两个组同时保持该串联连接的相继顺序。然后,计算每个组内的单元电池的平均电压。假设所有单元电池的平均电压为 0V 的参考电压,并且假设单元电池 Ce1 具有 -1V 的电压;单元电池 Ce2 具有 -2V 的电压;单元电池 Ce3 具有 +1V 的电压;单元电池 Ce4 具有 +3V 的电压;以及单元电池 Ce5 具有 -1V 的电压。

[0037] 图 2 中的 (a) 描述了如下示例:在该示例中,仅由单元电池 Ce1 构成的组具有 -1V 的平均电压,而由单元电池 Ce2 ~ Ce5 构成的组具有 +0.25V 的平均电压。(在这种情况下,组之间的边界位于单元电池 Ce1 与单元电池 Ce2 之间。单元电池 Ce1 与单元电池 Ce2 为位于组的边界处的单元电池并且为位于这两个组之间的边界处的相邻单元电池。)

[0038] 图 2 中的 (b) 描述了如下示例:在该示例中,由单元电池 Ce1 ~ Ce2 构成的组具有 -1.5V 的平均电压,而由单元电池 Ce3 ~ Ce5 构成的组具有 +1V 的平均电压。(在这种情况下,组之间的边界位于单元电池 Ce2 与单元电池 Ce3 之间。单元电池 Ce2 与单元电池 Ce3 为位于组的边界处的单元电池并且为位于这两个组之间的边界处的相邻单元电池。)

[0039] 图 2 中的 (c) 描述如下示例:在该示例中,由单元电池 Ce1 ~ Ce3 构成的组具有 -0.67V 的平均电压,而由单元电池 Ce4 ~ Ce5 构成的组具有 +1V 的平均电压。

[0040] 图 2 中的 (d) 描述如下示例:在该示例中,由单元电池 Ce1 ~ Ce4 构成的组具有 +0.25V 的平均电压,而仅由单元电池 Ce5 构成的组具有 -1V 的平均电压。

[0041] 开关转换器 SC12 位于单元电池 Ce1 与 Ce2 之间。开关转换器 SC23 位于单元电池 Ce2 与 Ce3 之间。开关转换器 SC34 位于单元电池 Ce3 与 Ce4 之间。开关转换器 SC45 位于单元电池 Ce4 与 Ce5 之间。

[0042] 参照开关转换器 SC23,如由图 2 中的 (b) 中所示,将单元电池 Ce1 ~ Ce2 的平均电压 -1.5V 与单元电池 Ce3 ~ Ce5 的平均电压 +1V 进行比较,并且开关转换器 SC23 使得电流从属于具有较高平均电压的组的单元电池 Ce3(位于较高平均电压组的边界处的单元电池)流向属于具有较低平均电压的组的单元电池 Ce2(位于较低平均电压组的边界处的相邻单元电池)。

[0043] 当单元电池 Ce1 ~ Ce2 的平均电压变得等于或大于单元电池 Ce3 ~ Ce5 的平均电压时,停止由开关转换器 SC23 引起的电流的流出 / 流入。替代地,当所有单元电池的平均电压与单元电池 Ce1 ~ Ce2 的平均电压或者与单元电池 Ce3 ~ Ce5 的平均电压之间的差变得等于或小于预定阈值时,将停止电流的流出 / 流入。

[0044] 类似地,其它开关转换器(即开关转换器 SC12、SC34 和 SC45)分别根据该开关转换器两侧的单元电池的平均电压来确定电荷传输的方向。开关转换器 SC12、SC23、SC34 和 SC45 均可以被配置成同时或并行驱动开关元件。

[0045] 在这种情况下,每个开关转换器的操作不受其它开关转换器的操作影响。这是因为,例如参照开关转换器 SC23,开关转换器 SC23 的操作仅涉及单元电池 Ce2 与单元电池 Ce3 之间的电荷传输,而该电荷传输不改变其它分组方式的组的平均电压。

[0046] 也就是说,对于按照图 2 中的 (a) 的分组方式的由单元电池 Ce2 ~ Ce5 构成的组,单元电池 Ce2 与单元电池 Ce3 之间的电荷传输对应于同一组内的单元电池之间的电荷传输,因此不对由单元电池 Ce2 ~ Ce5 构成的组的平均电压作出改变。类似地,对于按照图 2 中的 (c) 的分组方式的由单元电池 Ce1 ~ Ce3 构成的组,单元电池 Ce2 与单元电池 Ce3 之间的电荷传输对应于同一组内的单元电池之间的电荷传输,因此不对由单元电池 Ce1 ~ Ce3 构成的组的平均电压作出改变。对于按照图 2 中的 (d) 的分组方式的由单元电池 Ce1 ~ Ce4 构成的组,单元电池 Ce2 与单元电池 Ce3 之间的电荷传输对应于同一组内的单元电池之间的电荷传输,因此不对由单元电池 Ce1 ~ Ce4 构成的组的平均电压作出改变。

[0047] 由开关转换器 SC12、SC34 和 SC45 引起的电荷传输也不影响开关转换器 SC23 的操作。也就是说,开关转换器 SC12 仅引起单元电池 Ce1 与单元电池 Ce2 之间的电荷传输,开关转换器 SC34 仅引起单元电池 Ce3 与单元电池 Ce4 之间的电荷传输,而开关转换器 SC45 仅引起单元电池 Ce4 与单元电池 Ce5 之间的电荷传输,从而不影响由单元电池 Ce1 和单元电池 Ce2 构成的组以及由单元电池 Ce3 至单元电池 Ce5 构成的组的平均电压。

[0048] 因此,开关转换器 SC12、SC23、SC34 和 SC45 可以彼此独立地被驱动,并且控制单元 1-4 可以同时或并行驱动开关转换器 SC12、SC23、SC34 和 SC45,从而缩短用于单元电池平衡的操作的时间。

[0049] 示例 1

[0050] 图 3 示出了根据本发明的单元电池平衡方法的流程的第一示例。图 3 描绘了用于串联连接单元电池的第  $m$  个单元电池与第  $m+1$  个单元电池的电荷传输的示例性操作,第  $m$  个单元电池与第  $m+1$  个单元电池彼此相邻。假设存在  $n$  个单元电池。在第一示例中,首先,计算由第一个单元电池~第  $m$  个单元电池构成的组的平均电压  $A_{vm}$  以及由第  $m+1$  个~第  $n$  个单元电池构成的组的平均电压  $A_{v_{m+1}}$ ,并且将  $A_{vm}$  与  $A_{v_{m+1}}$  进行相互比较 (S3-1)。

[0051] 在比较之后,当  $A_{vm}$  大于  $A_{v_{m+1}}$  时,执行开关元件的接通 / 关断控制以从第  $m$  个单元电池向第  $m+1$  个单元电池传输电荷 (S3-2)。在电荷传输之后,计算并互相比  $A_{vm}$  和  $A_{v_{m+1}}$  (S3-3)。当  $A_{vm}$  再次大于  $A_{v_{m+1}}$  (在 S3-4 中为“是”) 时,再次执行开关元件的接通 / 关断控制以从第  $m$  个单元电池向第  $m+1$  个单元电池传输电荷 (S3-2)。当  $A_{vm}$  变得等于或小于  $A_{v_{m+1}}$  (在 S3-4 中为“否”) 时,结束操作。

[0052] 在比较之后,当  $A_{vm}$  小于  $A_{v_{m+1}}$  时,执行开关元件的接通 / 关断控制以从第  $m+1$  个单元电池向第  $m$  个单元电池传输电荷 (S3-5)。在电荷传输之后,计算并互相比  $A_{vm}$  和  $A_{v_{m+1}}$  (S3-6)。当  $A_{vm}$  再次小于  $A_{v_{m+1}}$  (在 S3-7 中为“是”) 时,再次执行开关元件的接通 / 关断控制以从第  $m+1$  个单元电池向第  $m$  个单元电池传输电荷 (S3-6)。当  $A_{vm}$  变得等于或大于  $A_{v_{m+1}}$  (在 S3-7 中为“否”) 时,结束操作。

[0053] 示例 2



[0054] 图 4 示出了根据本发明的单元电池平衡方法的流程的第二示例。图 4 还描绘了用于串联连接单元电池的第  $m$  个单元电池和第  $m+1$  个单元电池的电荷传输的示例性操作, 第  $m$  个单元电池与第  $m+1$  个单元电池彼此相邻。假设存在  $n$  个单元电池。在第二示例中, 计算并互相比两个组中的仅一个组的单元电池的平均电压和所有单元电池的平均电压, 以确定电荷传输的方向。

[0055] 当两组中的一个组的平均电压小于另一组的平均电压时, 这一组的平均电压必然小于所有单元电池的平均电压, 并且另一组的平均电压必然大于所有单元电池的平均电压。

[0056] 因此, 与比较两组的平均电压的第一示例的情况不同, 可以将一组的平均电压与所有单元电池的平均电压进行比较以确定电荷传输的方向。第二示例是基于这样的操作原理的。

[0057] 下面将参照图 4 描述第二示例的操作流程。计算  $n$  个单元电池的平均电压  $A_{v_n}$  (S4-1)。计算由第一个单元电池~第  $m$  个单元电池构成的组的平均电压  $A_{v_m}$ , 并且将  $A_{v_m}$  与  $A_{v_n}$  进行互相比 (S4-2)。

[0058] 在比较之后, 当  $A_{v_m}$  大于  $A_{v_n}$  时, 执行开关元件的接通 / 关断控制以从第  $m$  个单元电池向第  $m+1$  个单元电池传输电荷 (S4-3)。在电荷传输之后, 计算  $A_{v_m}$  并且将  $A_{v_m}$  与  $A_{v_n}$  进行比较 (S4-4)。当  $A_{v_m}$  再次大于  $A_{v_n}$  时 (在 S4-5 中为“是”), 再次执行开关元件的接通 / 关断控制以从第  $m$  个单元电池向第  $m+1$  个单元电池传输电荷 (S4-3)。当  $A_{v_m}$  变得等于或小于  $A_{v_n}$  (在 S4-5 中为“否”) 时, 结束操作。

[0059] 在比较之后, 当  $A_{v_m}$  小于  $A_{v_n}$  时, 执行开关元件的接通 / 关断控制以从第  $m+1$  个单元电池向第  $m$  个单元电池传输电荷 (S4-6)。在电荷传输之后, 计算  $A_{v_m}$  并且将  $A_{v_m}$  与  $A_{v_n}$  进行比较 (S4-7)。当  $A_{v_m}$  再次小于  $A_{v_n}$  (在 S4-8 中为“是”) 时, 再次执行开关元件的接通 / 关断控制以从第  $m+1$  个单元电池向第  $m$  个单元电池传输电荷 (S4-6)。当  $A_{v_m}$  变得等于或大于  $A_{v_n}$  (在 S4-8 中为“否”) 时, 结束操作。

[0060] 根据基于组的边界处的相邻单元电池之间的电荷传输的前述两种分组方式中的每种方式的单元电池平衡可以同时被执行, 或者可以按两种分组方式中的每种方式的组边界处的相邻单元电池之间的时间顺序执行。应当注意的是, 本发明不限于以上实施方式, 并且在不脱离本发明的精神的情况下可以应用各种配置或实施方式。

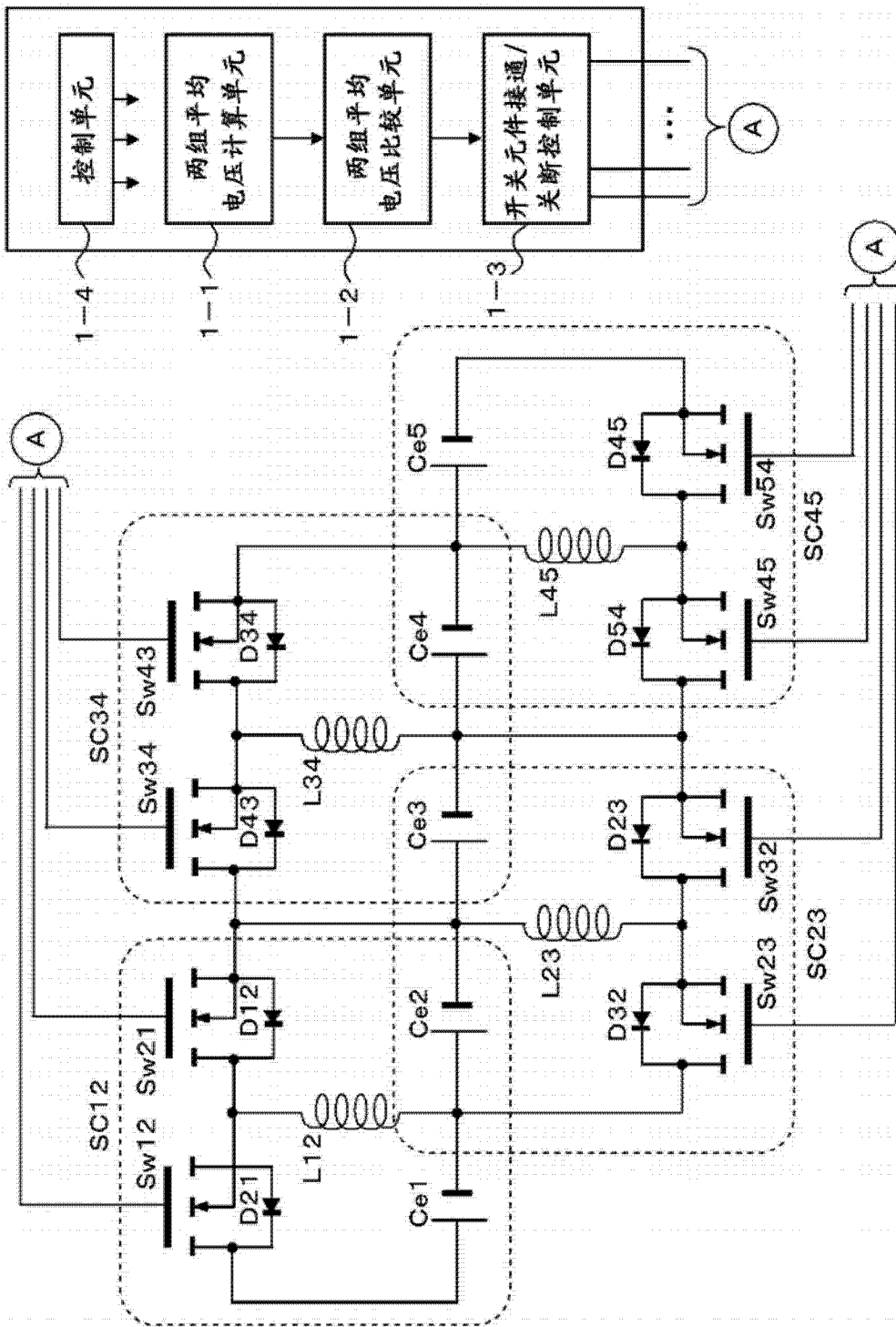


图 1

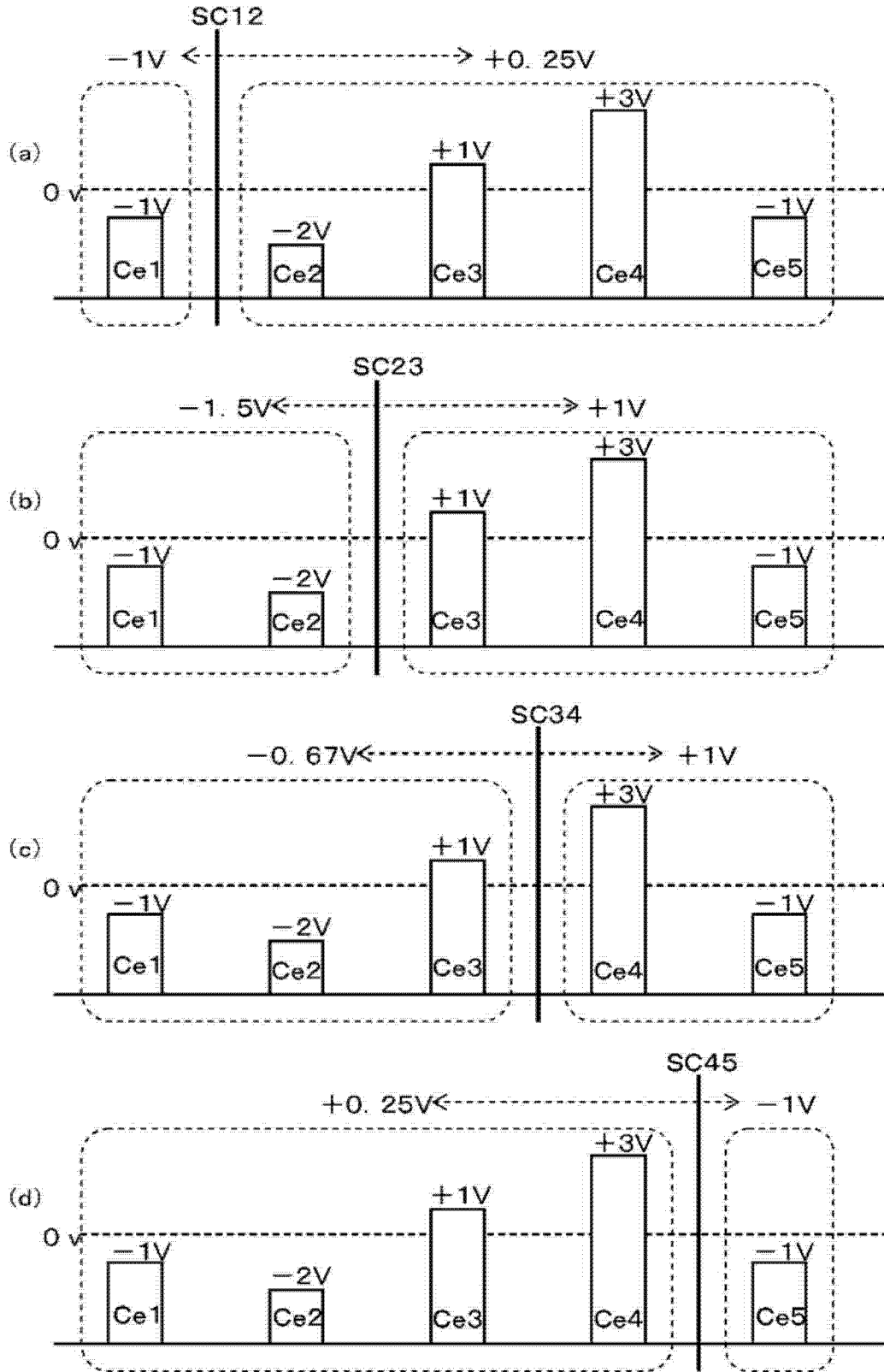


图 2

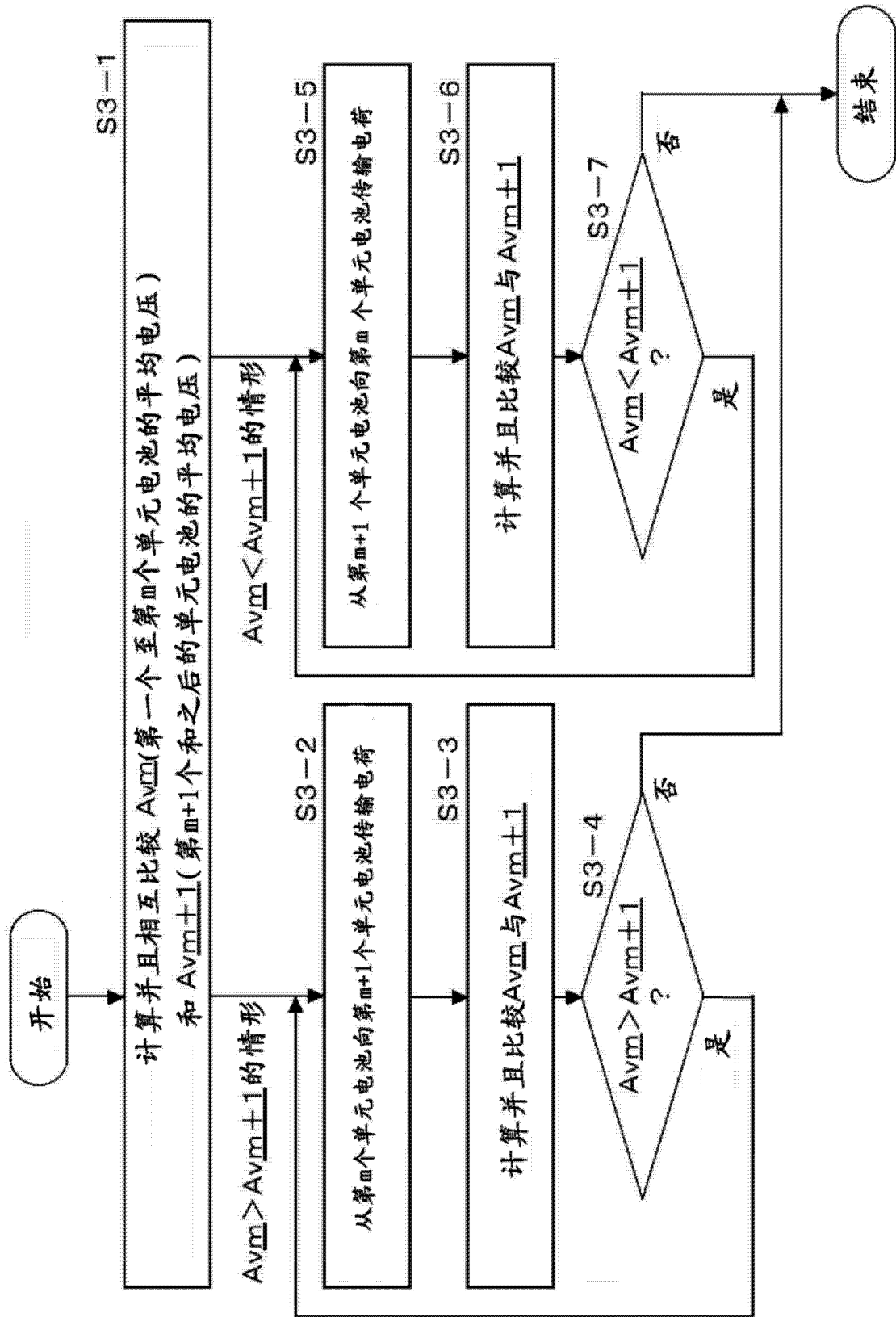


图 3

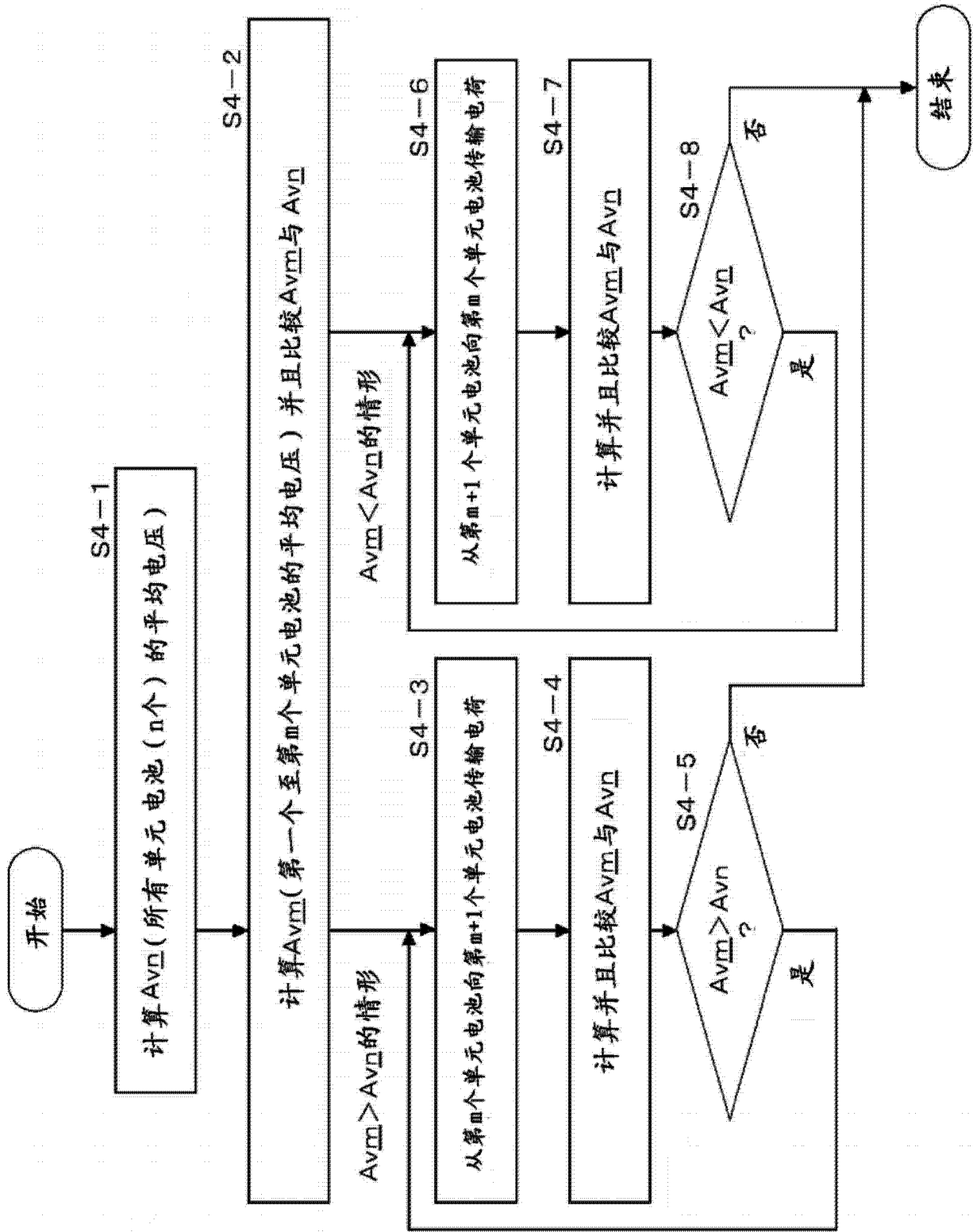


图 4

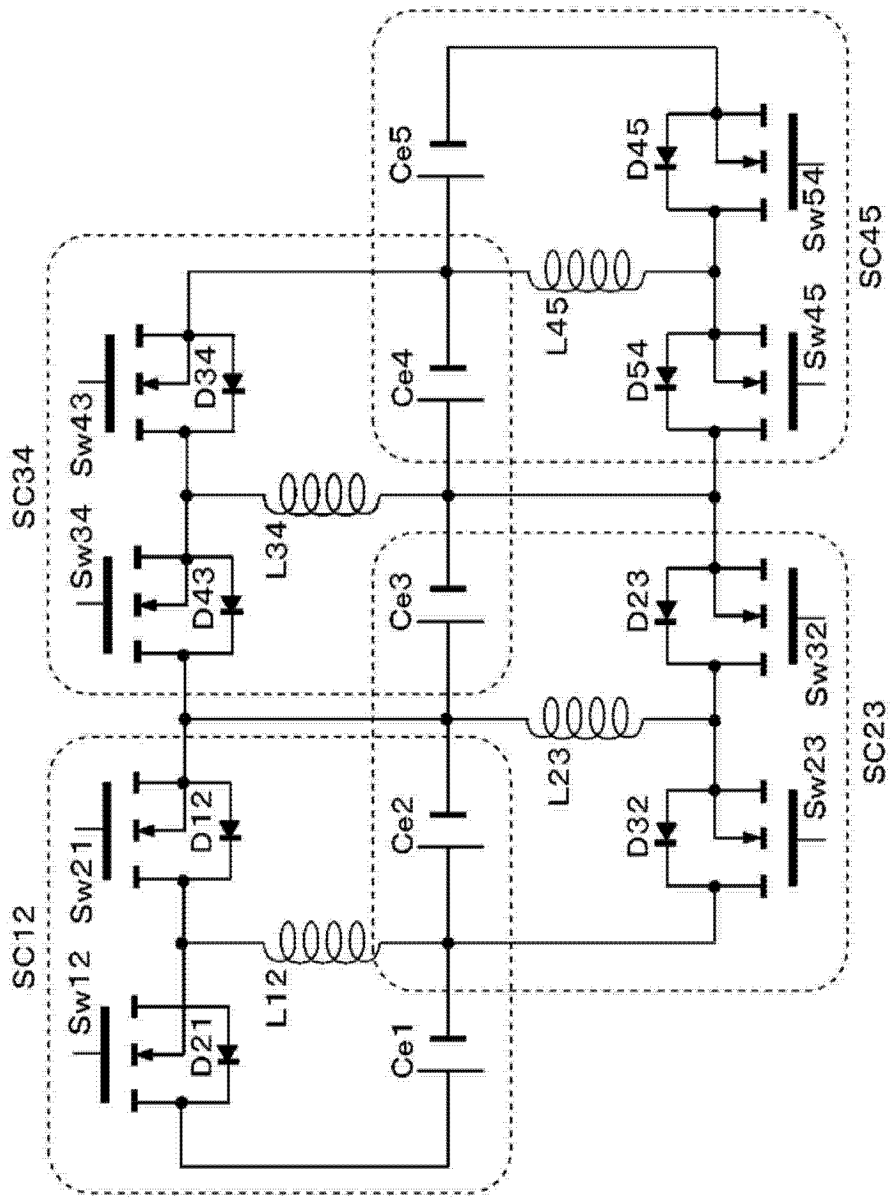


图 5