



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107294167 A

(43)申请公布日 2017. 10. 24

(21)申请号 201710564786.3

(22)申请日 2017.07.11

(71)申请人 成都芯源系统有限公司

地址 611731 四川省成都市成都高新综合
保税区科新路8号成都芯源系统有限
公司

(72)发明人 王锐 赵启明 徐敏

(51)Int.Cl.

H02J 7/00(2006.01)

H01M 10/44(2006.01)

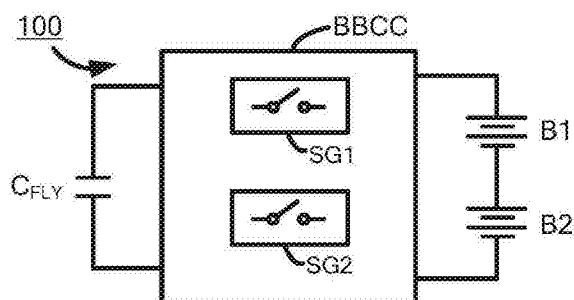
权利要求书3页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

电压均衡方法及电池均衡控制电路和电池
均衡电路

(57)摘要

公开了一种电压均衡方法及电池均衡控制电路、电池均衡电路。电压均衡方法包括在每个开关周期的第一时间段内,依据第一电池单元与浮充电容上的电压大小来使第一电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第一电池单元放电;以及在每个开关周期的第二时间段内,依据第二电池单元与浮充电容上的电压大小来使第二电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第二电池单元放电。利用本发明提出的电压均衡方法可以高效地对不同电池单元上的电压进行均衡,延长了电池单元寿命且提高了系统工作效率。



1. 一种利用浮充电容对第一电池单元和第二电池单元进行电压均衡的方法,包括:

在每个开关周期的第一时间段内,依据第一电池单元与浮充电容上的电压大小来使第一电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第一电池单元放电;以及

在所述开关周期的第二时间段内,依据第二电池单元与浮充电容上的电压大小来使第二电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第二电池单元放电。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,电压均衡包括初始阶段和非初始阶段,其中,

在初始阶段,在每个开关周期的第一时间段内,使第一电池单元对浮充电容充电;在每个开关周期的第二时间段内,使第二电池单元对浮充电容充电;以及

在非初始阶段,使在每个开关周期的第一时间段结束时,第一电池单元上的电压与浮充电容上的电压相等;使在每个开关周期的第二时间段结束时,第二电池单元上的电压与浮充电容上的电压相等。

3. 如权利要求2所述的方法,其中,在非初始阶段,

当第一电池单元和第二电池单元之间的电压差值大于限流阈值时,在每个开关周期的第一时间段内,第一电池单元对浮充电容充电的充电电流或浮充电容对第一电池单元放电的放电电流为预设的;在每个开关周期的第二时间段内,第二电池单元对浮充电容充电的充电电流或浮充电容对第二电池单元放电的放电电流为预设的;以及

当第一电池单元和第二电池单元之间的电压差值小于限流阈值时,在每个开关周期的第一时间段内,第一电池单元与浮充电容并联耦接;在每个开关周期的第二时间段内,第二电池单元与浮充电容并联耦接。

4. 如权利要求1所述的方法,其中,在每个开关周期的第一时间段内,当第一电池单元上的电压大于浮充电容上的电压时使第一电池单元对浮充电容充电或当第一电池单元上的电压小于浮充电容上的电压时使浮充电容对第一电池单元放电;在每个开关周期的第二时间段内,当第二电池单元上的电压大于浮充电容上的电压时使第二电池单元对浮充电容充电或当第二电池单元上的电压小于浮充电容上的电压时使浮充电容对第二电池单元放电。

5. 一种电池均衡控制电路,利用浮充电容对第一电池单元和第二电池单元进行电压均衡,电池均衡控制电路包括第一开关电路和第二开关电路,其中,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路形成通路且第二开关电路断开通路以依据第一电池单元与浮充电容上的电压大小来使第一电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第一电池单元放电;在所述开关周期的第二时间段内,第一开关电路断开通路且第二开关电路形成通路以依据第二电池单元与浮充电容上的电压大小来使第二电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第二电池单元放电。

6. 如权利要求5所述的电池均衡控制电路,其中,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路形成通路且第二开关电路断开通路以当第一电池单元上的电压大于浮充电容上的电压时使第一电池单元对浮充电容充电或当第一电池单元上的电压小于浮充电容上的电压时使浮充电容对第一电池单元放电;在每个开关周期的第二时间段内,第一开关电路断开通路且第二开关电路形成通路以当第二电池单元上的电压大于浮充电容上的电压时使第二电池单元对浮充电容充电或当第二电池单元上的电压小于浮充电容上的电压时使浮充电容对第二电池单元放电。

7. 如权利要求5所述的电池均衡控制电路,其中,第一电池单元和第二电池单元均具有第一端和第二端,第二电池单元的第一端耦接至第一电池单元的第二端;浮充电容具有第一端和第二端;第一开关电路包括第一开关和第二开关,第二开关电路包括第三开关和第四开关,其中,第一开关耦接于浮充电容的第一端与第一电池单元的第一端之间,第二开关耦接于浮充电容的第二端与第一电池单元的第二端之间,第三开关耦接于浮充电容的第一端与第二电池单元的第一端之间,且第四开关耦接于浮充电容的第二端与第二电池单元的第二端之间。

8. 如权利要求7所述的电池均衡控制电路,其中,电池均衡控制电路的工作包括初始阶段和非初始阶段,其中,

在初始阶段,在每个开关周期的第一时间段内,第一电池单元对浮充电容充电;在每个开关周期的第二时间段内,第二电池单元对浮充电容充电;以及

在非初始阶段,在每个开关周期的第一时间段结束时,第一电池单元上的电压与浮充电容上的电压相等;在每个开关周期的第二时间段结束时,第二电池单元上的电压与浮充电容上的电压相等。

9. 如权利要求7所述的电池均衡控制电路,其中,第一开关电路还包括第一电流源、第一电流控制开关、第二电流源和第二电流控制开关,第二开关电路还包括第三电流源、第三电流控制开关、第四电流源和第四电流控制开关,其中,第一电流源与第一电流控制开关串联耦接后耦接于浮充电容的第一端与第一电池单元的第一端之间,第一电流源的电流方向为从浮充电容的第一端流向第一电池单元的第一端;第二电流源与第二电流控制开关串联耦接后耦接于浮充电容的第一端与第一电池单元的第一端之间,第二电流源的电流方向为从第一电池单元的第一端流向浮充电容的第一端;第三电流源与第三电流控制开关串联耦接后耦接于浮充电容的第二端与第二电池单元的第二端之间,第三电流源的电流方向为从浮充电容的第二端流向第二电池单元的第二端;第四电流源与第四电流控制开关串联耦接后耦接于浮充电容的第二端与第二电池单元的第二端之间,第四电流源的电流方向为从第二电池单元的第二端流向浮充电容的第二端。

10. 如权利要求9所述的电池均衡控制电路,电池均衡控制电路的工作包括初始阶段和非初始阶段,其中,

在初始阶段,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路形成包括第二电源流的通路以使第一电池单元对浮充电容充电;在每个开关周期的第二时间段内,第二开关电路形成包括第三电源流的通路以使第二电池单元对浮充电容充电;以及

在非初始阶段,其中,

当第一电池单元和第二电池单元之间的电压差值大于限流阈值时,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路形成包括第二电源流或第一电流源的通路以使得在第一时间段结束时,第一电池单元上的电压与浮充电容上的电压相等;在每个开关周期的第二时间段内,第二开关电路形成包括第三电流源或第四电源流的通路以使得在第二时间段结束时,第二电池单元上的电压与浮充电容上的电压相等;以及

当第一电池单元和第二电池单元之间的电压差值小于限流阈值时,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关导通以使第一开关电路形成通路以使得在第一时间段结束时,第一电池单元上的电压与浮充电容上的电压相等;在每个开关周期的第二时间段内,第四开

关导通以使第二开关电路形成通路以使得在第二时间段结束时,第二电池单元上的电压与浮充电容上的电压相等。

11.一种电池均衡电路,包括:

第一电池单元和第二电池单元;

浮充电容,其中,电池均衡电路利用浮充电容对第一电池单元和第二电池单元进行电压均衡;以及

如权利要求4至10中任意一项所述的电池均衡控制电路。

12.一种多电池均衡电路,包括N个串联耦接的电池单元,其中,N大于3,其中,每两个相邻的电池单元配置有一个浮充电容和权利要求4至10中任意一项所述的电池均衡控制电路。

电压均衡方法及电池均衡控制电路和电池均衡电路

技术领域

[0001] 本发明涉及电子电路,更具体地,涉及电池均衡电路及方法。

背景技术

[0002] 在多节电池单元串联的电池包或电池管理系统中,当电池单元上的电压不相等时,即电压不均衡时,会缩短电池单元寿命并降低电池包的容量,因此有必要对电池单元进行电压均衡以确保系统安全工作及系统的稳定性。

发明内容

[0003] 依据本发明实施例的一个方面,提出了一种利用浮充电容对第一电池单元和第二电池单元进行电压均衡的方法。该包括:在每个开关周期的第一时间段内,依据第一电池单元与浮充电容上的电压大小来使第一电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第一电池单元放电;以及在所述开关周期的第二时间段内,依据第二电池单元与浮充电容上的电压大小来使第二电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第二电池单元放电。

[0004] 依据本发明实施例的又一个方面,提出了一种电池均衡控制电路。该电池均衡控制电路利用浮充电容对第一电池单元和第二电池单元进行电压均衡。电池均衡控制电路包括第一开关电路和第二开关电路,其中,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路形成通路且第二开关电路断开通路以依据第一电池单元与浮充电容上的电压大小来使第一电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第一电池单元放电;在每个开关周期的第二时间段内,第一开关电路断开通路且第二开关电路形成通路以依据第二电池单元与浮充电容上的电压大小来使第二电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第二电池单元放电。

[0005] 依据本发明实施例的又一个方面,提出了一种电池均衡电路。电池均衡电路包括:第一电池单元和第二电池单元;浮充电容,其中,电池均衡电路利用浮充电容对第一电池单元和第二电池单元进行电压均衡;以及电池均衡控制电路。其中,电池均衡控制电路包括第一开关电路和第二开关电路,其中,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路形成通路且第二开关电路断开通路以依据第一电池单元与浮充电容上的电压大小来使第一电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第一电池单元放电;在每个开关周期的第二时间段内,第一开关电路断开通路且第二开关电路形成通路以依据第二电池单元与浮充电容上的电压大小来使第二电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第二电池单元放电。

[0006] 依据本发明实施例的又一个方面,提出了一种多电池均衡电路。多电池均衡电路包括N个串联耦接的电池单元,其中,N大于3。其中,每两个相邻的电池单元配置有一个浮充电容和一个电池均衡控制电路。其中,电池均衡控制电路包括第一开关电路和第二开关电路,其中,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路形成通路且第二开关电路断开通路以依据第一电池单元与浮充电容上的电压大小来使第一电池单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第一电池单元放电;在每个开关周期的第二时间段内,第一开关电路断开通路且第二开关电路形成通路以依据第二电池单元与浮充电容上的电压大小来使第二电池

单元对浮充电容充电或来使浮充电容对第二电池单元放电。

[0007] 利用本发明实施例提出的电压均衡方法、电池均衡控制电路、电池均衡电路和多电池均衡电路,能够利用浮充电容高效地实现对两个电池单元之间的电压均衡。

附图说明

[0008] 图1示例性地示出依据本发明一实施例的电池均衡电路100。

[0009] 图2示出依据本发明另一实施例的电池均衡电路200。

[0010] 图3(a)~3(b)示出图2所示电池均衡电路200的工作过程。

[0011] 图4示例性地示出依据本发明另一实施例的电池均衡电路400。

[0012] 图5(a)~5(c)示出图4所示的电池均衡电路400在电池均衡初始阶段时的控制方式和工作过程。

[0013] 图6(a)~6(c)示出图4所示的电池均衡电路400在非初始阶段中第一电池单元B1上电压大于第二电池单元B2上电压且当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值大于限流阈值的情形下的控制方式和工作过程。

[0014] 图7(a)~7(c)示出图4所示的电池均衡电路400在非初始阶段中第二电池单元B2上电压大于第一电池单元B1上电压且当第二电池单元B2和第一电池单元B1之间的电压差值大于限流阈值的情形下的控制原理和工作过程。

[0015] 图8示出依据本发明一实施例的具有4个串联电池单元的电池均衡电路800,以对具有N($N > 2$)个串联电池单元的电池均衡电路的结构和工作原理进行具体说明。

[0016] 图9示例性地示出依据本发明一实施例的电压均衡方法900。

具体实施方式

[0017] 下面将详细描述本发明的具体实施例,应当注意,这里描述的实施例只用于举例说明,并不用于限制本发明。在以下描述中,为了提供对本发明的透彻理解,阐述了大量特定细节。然而,对于本领域普通技术人员显而易见的是:不必采用这些特定细节来实行本发明。在其他实例中,为了避免混淆本发明,未具体描述公知的电路、材料或方法。

[0018] 在整个说明书中,对“一个实施例”、“实施例”、“一个示例”或“示例”的提及意味着:结合该实施例或示例描述的特定特征、结构或特性被包含在本发明至少一个实施例中。因此,在整个说明书的各个地方出现的短语“在一个实施例中”、“在实施例中”、“一个示例”或“示例”不一定都指同一实施例或示例。此外,可以以任何适当的组合和/或子组合将特定的特征、结构或特性组合在一个或多个实施例或示例中。此外,本领域普通技术人员应当理解,在此提供的示图都是为了说明的目的,并且示图不一定是按比例绘制的。应当理解,当称“元件”“连接到”或“耦接”到另一元件时,它可以是直接连接或耦接到另一元件或者可以存在中间元件。相反,当称元件“直接连接到”或“直接耦接到”另一元件时,不存在中间元件。相同的附图标记指示相同的元件。这里使用的术语“和/或”包括一个或多个相关列出的项目的任何和所有组合。

[0019] 图1示例性地示出依据本发明一实施例的电池均衡电路100。如图1所示,电池均衡电路100示例性地包括第一电池单元B1和第二电池单元B2、浮充电容 C_{FLY} 以及电池均衡控制电路BBCC。当第一电池单元B1和第二电池单元B2上的电压不均衡(即不相等)时,电池均衡

电路100通过电池均衡控制电路BBCC作用,利用浮充电容 C_{FLY} 对第一电池单元B1和第二电池单元B2进行电压均衡,即使得第一电池单元B1和第二电池单元B2上的电压相等。具体地,电池均衡控制电路BBCC示例性地包括第一开关电路SG1和第二开关电路SG2。在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路SG1导通且第二开关电路SG2关断以依据第一电池单元B1与浮充电容 C_{FLY} 上的电压大小来使第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电或来使浮充电容 C_{FLY} 对第一电池单元B1放电。更加具体地,在每个开关周期的第一时间段内,第一开关电路SG1形成通路且第二开关电路SG2断开通路以当第一电池单元B1上的电压大于浮充电容 C_{FLY} 上的电压时使第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电或当第一电池单元B1上的电压小于浮充电容 C_{FLY} 上的电压时使浮充电容 C_{FLY} 对第一电池单元B1放电。在每个开关周期的第二时间段内,第一开关电路SG1关断且第二开关电路SG2导通以依据第二电池单元B2与浮充电容 C_{FLY} 上的电压大小来使第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 充电或来使浮充电容 C_{FLY} 对第二电池单元B2放电。更加具体地,在每个开关周期的第二时间段内,第一开关电路SG1断开通路且第二开关电路SG2形成通路以当第二电池单元B2上的电压大于浮充电容 C_{FLY} 上的电压时使第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 充电或当第二电池单元B2上的电压小于浮充电容 C_{FLY} 上的电压时使浮充电容 C_{FLY} 对第二电池单元B2放电。

[0020] 可见,通过浮充电容 C_{FLY} 的作用,电能在第一电池单元B1和第二电池单元B2之间转移,使得第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差渐渐变小,最终趋于为零,即第一电池单元B1和第二电池单元B2的电压最终相等。

[0021] 利用图1所述的电池均衡电路对两个电池单元之间的电压进行均衡具有非常高的效率,可达95%以上。

[0022] 在一个实施例中,第一时间段和第二时间段是开关周期的两个互补时段,即第一时间段和第二时间段一起组成一个开关周期。在另一实施例中,开关周期可以包括除第一时间段和第二时间段以外的时间段。

[0023] 在一个实施例中,两个电池单元之间的能量转移可在两个电池单元之间达到电压平衡时自动停止,在另一个实施例,可通过设置使能功能来使能或停止电池均衡功能。

[0024] 图2示出依据本发明另一实施例的电池均衡电路200。如图2所示,电池均衡电路200示例性地包括第一电池单元B1和第二电池单元B2、浮充电容 C_{FLY} 以及电池均衡控制电路BBCC。其中,第一电池单元B1和第二电池单元B2均具有第一端(如正端)和第二端(如负端),第二电池单元B2的第一端耦接至第一电池单元B1的第二端。电池均衡控制电路BBCC示例性地包括第一开关电路和第二开关电路。其中,第一开关电路示例性地包括开关S1和S3,第二开关电路示例性地包括开关S2和S4。开关S1~S4均具有第一端和第二端,开关S1的第一端耦接至第一电池单元B1的正端,开关S2的第一端耦接至第一电池单元B1的负端,开关S3的第一端耦接至第二电池单元B2的正端,开关S4的第一端耦接至第二电池单元B2的负端。浮充电容 C_{FLY} 具有第一端和第二端,浮充电容 C_{FLY} 的第一端耦接至开关S1和S2的第二端,浮充电容 C_{FLY} 的第二端耦接至开关S3和S4的第二端。

[0025] 如图3(a)所示,在每个开关周期的第一时间段T1内,第一开关电路形成通路,即开关S1和S3导通且第二开关电路断开通路即开关S2和S4关断,如此,浮充电容 C_{FLY} 与第一电池单元B1并联,依据第一电池单元B1和浮充电容 C_{FLY} 上的电压大小,第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电或者浮充电容 C_{FLY} 对第一电池单元B1充电。如图3(b)所示,在每个开关周期的第

二时间段T2内,第一开关电路断开通路,即开关S1和S3关断且第二开关电路形成通路,即开关S2和S4导通,如此,浮充电容 C_{FLY} 与第二电池单元B2并联,依据第二电池单元B2和浮充电容 C_{FLY} 上的电压大小,第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 充电或者浮充电容 C_{FLY} 对第二电池单元B2充电。

[0026] 图2所示的电池均衡电路200的工作阶段包括初始阶段和非初始阶段两个阶段。接下来,对电池均衡电路200的两个工作阶段的工作方式进行更加具体的阐述。在电池均衡初始阶段,电池均衡电路200具有第一电池单元B1和第二电池单元B2上电压均远远大于浮充电容 C_{FLY} 上电压的特性。在本发明提出的电池均衡电路200中,在电池均衡初始阶段的每个开关周期的第一时间段T1内,开关S1和S3导通且开关S2和S4关断以让第一电池单元B1和浮充电容 C_{FLY} 并联,从而使第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电;在电池均衡初始阶段的每个开关周期的第二时间段T2内,开关S2和S4导通且开关S1和S3关断以让第二电池单元B2和浮充电容 C_{FLY} 并联,从而使第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 充电。这样,在电池均衡初始阶段,通过第一电池单元B1和第二电池单元B2轮流对浮充电容 C_{FLY} 充电,浮充电容 C_{FLY} 上的电压由零开始逐渐增大。

[0027] 本领域技术人员应当理解,在电池均衡初始阶段,第一时间段T1和第二时间段T2的时长可根据电路设计需求预先设定。本领域技术人员还应当理解,在上述描述中,浮充电容 C_{FLY} 先由第一电池单元B1充电然后再由第二电池单元B2充电,然而,这并不应当用于限制本发明,在一实施例中,浮充电容 C_{FLY} 可先由第一电池单元B1和第二电池单元B2中任意一个电池单元先充电然后再由另一个电池单元充电。在另一实施例中,可预先检测第一电池单元B1和第二电池单元B2上的电压,浮充电容 C_{FLY} 可先由电压较大的电池单元充电,然后再由电压较小的电池单元充电。本领域技术人员还应当理解,在一个实施例中,电池均衡初始阶段是否结束可通过设定判定条件实现。例如,在一个例子中,可直接设定电池均衡初始阶段的工作周期数目,当电池均衡电路200以初始阶段的工作方式工作了预设的周期数目时,即认为电池均衡初始阶段结束。在另一个例子中,可以分别检测浮充电容 C_{FLY} 与第一电池单元B1之间以及与第二电池单元B2之间的电压差值,若两个电压差值中的较大者已经达到一预设阈值,则可认为电池均衡初始阶段结束。

[0028] 接下来,以进入非初始阶段时第二电池单元B2上的初始电压大于第一电池单元B1上初始电压为例,对电池均衡非初始阶段的工作方式进行具体的阐述。在电池均衡非初始阶段的第一个开关周期的第一段时间T1内,第一开关电路形成通路,即开关S1和S3导通且第二开关电路断开通路,即开关S2和S4关断以使得第一电池单元B1与浮充电容 C_{FLY} 并联,此时,通过第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电,在第一时间段T1结束时,浮充电容 C_{FLY} 上的电压 V_{FLY} 将与第一电池单元B1上的电压 V_{B1} 相等。然后,在电池均衡非初始阶段的第一个开关周期的第二段时间T2内,第一开关电路断开通路,即开关S1和S3关断且第二开关电路形成通路,即开关S2和S4导通以使得第二电池单元B2与浮充电容 C_{FLY} 并联,则由于第二电池单元B2上的初始电压大于第一电池单元B1上的初始电压,即第二电池单元B2上的初始电压大于浮充电容 C_{FLY} 在第一个开关周期的第二段时间T2内的电压,第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 放电,在第二时间段T2结束时,浮充电容 C_{FLY} 上的电压 V_{FLY} 将与第二电池单元B2上的电压 V_{B2} 相等。接下来,进入下一个周期,在该开关周期的第一时间段T1内,第一开关电路形成通路,即开关S1和S3导通且第二开关电路断开通路,即开关S2和S4关断以使得第一电池单元B1与浮

充电容 C_{FLY} 并联。此时,由于第二电池单元B2上的初始电压大于第一电池单元B1上的初始电压,即浮充电容 C_{FLY} 在第二个开关周期的第一段时间T1内的电压大于第一电池单元B1在第二个开关周期的第一段时间T1内的电压,浮充电容 C_{FLY} 对第一电池单元B1放电,这样,在第一时间段T1结束时,浮充电容 C_{FLY} 上的电压 V_{FLY} 与第一电池单元B1上的电压 V_{B1} 相等。然后,在该开关周期的第二时间段T2内,第一开关电路断开通路,即开关S1和S3关断且第二开关电路形成通路,即开关S2和S4导通以使得第二电池单元B2与浮充电容 C_{FLY} 并联。此时,由于第二电池单元B2上的初始电压大于第一电池单元B1上的初始电压,即第二电池单元B2在第二个开关周期的第二段时间T2内的电压大于浮充电容 C_{FLY} 在第二个开关周期的第二段时间T2内的电压,第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 放电,这样,在第二时间段T2结束时,浮充电容 C_{FLY} 上的电压 V_{FLY} 与第二电池单元B2上的电压 V_{B2} 相等。可见,通过浮充电容 C_{FLY} 的作用,电能从第二电池单元B2向第一电池单元B1转移,使得第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差逐周期变小,经过多个周期后,电压差最终趋于为零,即第一电池单元B1和第二电池单元B2的电压最终相等。

[0029] 在一个实施例中,在电池均衡初始阶段结束后,电池均衡电路200进入非初始阶段。本领域技术人员应当理解,在上述描述中,浮充电容 C_{FLY} 先由第一电池单元B1充电然后再由第二电池单元B2充电,然而,这并不应当用于限制本发明,在一实施例中,浮充电容 C_{FLY} 可先由第一电池单元B1和第二电池单元B2中任意一个电池单元先充电然后再由另一个电池单元充电。

[0030] 上述描述以第二电池单元B2上的初始电压大于第一电池单元B1上的初始电压为例,对电池均衡电路200在非初始阶段的工作过程进行了具体的阐述,本领域技术人员应当理解,对于第二电池单元B2上的初始电压小于第一电池单元B1上的初始电压的情形,电池均衡电路200的工作过程类似,此处不再累述。

[0031] 图4示例性地示出依据本发明另一实施例的电池均衡电路400。和图2所示的电池均衡电路200相比,图4所示的电池均衡电路400还包括电流源IA、IB、IC和ID以及开关SA、SB、SC和SD。电流源IA与开关SA串联耦接后再耦接于第一电池单元B1的正端与浮充电容 C_{FLY} 的第一端之间,其中,电流源IA提供从浮充电容 C_{FLY} 第一端流向第一电池单元B1正端的电流;电流源IB与开关SB串联耦接后再耦接于第一电池单元B1的正端与浮充电容 C_{FLY} 的第一端之间,其中,电流源IB提供从第一电池单元B1正端流向浮充电容 C_{FLY} 第一端的电流;电流源IC与开关SC串联耦接后再耦接于第二电池单元B2的负端与浮充电容 C_{FLY} 的第二端之间,其中,电流源IC提供从浮充电容 C_{FLY} 第二端流向第二电池单元B2负端的电流;电流源ID与开关SD串联耦接后再耦接于第二电池单元B2的负端与浮充电容 C_{FLY} 的第二端之间,其中,电流源ID提供从第二电池单元B2负端流向浮充电容 C_{FLY} 第二端的电流。

[0032] 图5(a)~5(c)示出图4所示的电池均衡电路400在电池均衡初始阶段时的控制方式和工作过程。在电池均衡初始阶段,电池均衡电路400具有第一电池单元B1和第二电池单元B2上电压均远远大于浮充电容 C_{FLY} 上电压的特性。在本发明提出的电池均衡电路400中,如图5(a)和图5(b)所示,在电池均衡初始阶段的每个开关周期的第一时间段T1内,开关S3和SB导通且其余开关S1、S2、S4、SA、SC和SD关断以使得第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电,充电电流的大小由电流源IB的电流大小决定;如图5(a)和图5(c)所示,在电池均衡初始阶段的每个开关周期的第二时间段T2内,开关S2和SC导通且其余开关S1、S3、S4、SA、SB和SD

关断以使得第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 充电,充电电流的大小由电流源IC的电流大小决定。

[0033] 本领域技术人员应当理解,在电池均衡初始阶段,第一时间段T1和第二时间段T2的时长可根据电路设计需求预先设定。本领域技术人员还应当理解,在图5(a)~5(c)所示的实施例中,浮充电容 C_{FLY} 先由第一电池单元B1充电然后再由第二电池单元B2充电,然而,这并不应当用于限制本发明,在一实施例中,浮充电容 C_{FLY} 可先由第一电池单元B1和第二电池单元B2中任意一个电池单元先充电然后再由另一个电池单元充电。在另一实施例中,可预先检测第一电池单元B1和第二电池单元B2上的电压,浮充电容 C_{FLY} 可先由电压较大的电池单元充电,然后再由电压较小的电池单元充电。本领域技术人员还应当理解,在一个实施例中,电池均衡初始阶段是否结束可通过设定判定条件实现。例如,在一个例子中,可直接设定电池均衡初始阶段的工作周期数目,当电池均衡电路400以初始阶段的工作方式工作了预设的周期数目时,即认为电池均衡初始阶段结束。在另一个例子中,可以分别检测浮充电容 C_{FLY} 与第一电池单元B1之间以及与第二电池单元B2之间的电压差值,若两个电压差值中的较大者已经达到一预设阈值,则可认为电池均衡初始阶段结束。

[0034] 这样,在电池均衡初始阶段,通过第一电池单元B1和第二电池单元B2轮流对浮充电容 C_{FLY} 充电,浮充电容 C_{FLY} 上的电压由零开始逐渐增大。此时,虽然第一电池单元B1和第二电池单元B2上的电压均远远大于浮充电容 C_{FLY} 上的电压,由于电流源IB和IC具有限流作用,在充电过程中不会造成电流过冲。

[0035] 图6(a)~6(c)和图7(a)~7(c)示出图4所示的电池均衡电路400在非初始阶段当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值大于限流阈值的控制方式和工作过程。更加具体地,图6(a)~6(c)示出图4所示的电池均衡电路400在非初始阶段中第一电池单元B1上电压大于第二电池单元B2上电压且当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值大于限流阈值的情形下的控制方式和工作过程。图7(a)~7(c)示出图4所示的电池均衡电路400在非初始阶段中第二电池单元B2上电压大于第一电池单元B1上电压且当第二电池单元B2和第一电池单元B1之间的电压差值大于限流阈值的情形下的控制原理和工作过程。

[0036] 如图6(a)和6(b)所示,在第一电池单元B1上电压大于第二电池单元B2上电压且当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值大于限流阈值的情形下,在非初始阶段中的每个开关周期的第一时间段T1内,开关S3和SB导通且其余开关S1、S2、S4、SA、SC和SD关断以使得第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电,并使得在第一时间段T1结束时,浮充电容 C_{FLY} 上的电压 V_{FLY} 与第一电池单元B1上的电压 V_{B1} 相等,此时,充电电流的大小由电流源IB的电流大小决定;如图6(a)和图6(c)所示,在非初始阶段中的每个开关周期的第二时间段T2内,开关S2和SD导通且其余开关S1、S3、S4、SA、SB和SC关断以使得浮充电容 C_{FLY} 对第二电池单元B2充电,并使得在第二时间段T2结束时,浮充电容 C_{FLY} 上的电压 V_{FLY} 与第二电池单元B2上的电压 V_{B2} 相等,此时,充电电流的大小由电流源ID的电流大小决定。

[0037] 这样,在电池均衡非初始阶段,在第一电池单元B1上电压大于第二电池单元B2上电压且当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值大于限流阈值的情形下,通过第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电,然后通过浮充电容 C_{FLY} 对第二电池单元B2充电,电能由第一电池单元B1向第二电池单元B2转移,使得第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的

电压差逐周期变小。并且,由于电流源IB和ID具有限流作用,在充电过程中不会造成电流过冲。

[0038] 和第一电池单元B1上电压大于第二电池单元B2上电压的情形的控制原理和工作过程相反,图7(a)~7(c)示出图4所示的电池均衡电路400在非初始阶段中第二电池单元B2上电压大于第一电池单元B1上电压且当第二电池单元B2和第一电池单元B1之间的电压差值大于限流阈值的情形下的控制原理和工作过程。如图7(a)和7(b)所示,在第二电池单元B2上电压大于第一电池单元B1上电压且当第二电池单元B2和第一电池单元B1之间的电压差值大于限流阈值的情形下,在非初始阶段中的每个开关周期的第一时间段T1内,开关S3和SA导通且其余开关S1、S2、S4、SB、SC和SD关断以使得浮充电容C_{FLY}对第一电池单元B1充电,并使得在第一时间段T1结束时,第一电池单元B1上的电压V_{B1}与浮充电容C_{FLY}上的电压V_{FLY}相等,此时,充电电流的大小由电流源IA的电流大小决定;如图7(a)和图7(c)所示,在非初始阶段中的每个开关周期的第二时间段T2内,开关S2和SC导通且其余开关S1、S3、S4、SA、SB和SD关断以使得第二电池单元B2对浮充电容C_{FLY}充电,并使得在第二时间段T2结束时,浮充电容C_{FLY}上的电压V_{FLY}与第二电池单元B2上的电压V_{B2}相等,此时,充电电流的大小由电流源IC的电流大小决定。

[0039] 这样,在电池均衡非初始阶段,在非初始阶段中第二电池单元B2上电压大于第一电池单元B1上电压且当第二电池单元B2和第一电池单元B1之间的电压差值大于限流阈值的情形下,通过浮充电容C_{FLY}对第一电池单元B1充电,然后通过第二电池单元B2对浮充电容C_{FLY}充电,电能由第二电池单元B2向第一电池单元B1转移,使得第二电池单元B2和第一电池单元B1之间的电压差逐周期变小。并且,由于电流源IA和IC具有限流作用,在充电过程中不会造成电流过冲。

[0040] 本领域技术人员应当理解,在一个实施例中,第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值大于限流阈值的非初始阶段可包括若干个周期,该过程是否结束可通过设定判定条件实现,例如,可以检测第一电池单元B1之间与第二电池单元B2之间的电压差值,若该电压差值已经小于限流阈值,则可认为该过程结束。

[0041] 本领域技术人员还应当理解,在图6(a)~6(c)和图7(a)~7(c)所示的实施例中,浮充电容C_{FLY}先由电压较大的电池单元充电然后再向电压较小的电池单元放电,然而,这并不应当用于限制本发明,在一实施例中,浮充电容C_{FLY}可先由第一电池单元B1和第二电池单元B2中任意一个电池单元耦接然后再和另一个电池单元耦接。

[0042] 由上述描述可见,通过合理设置电流源IA~ID的电流大小,可以有效防止充放电环路中出现电流过冲。

[0043] 在第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值小于限流阈值的情形下,电池均衡电路的控制方式和工作原理和图3(a)和图3(b)中所示实施例相同,通过使开关S1和S3导通而其余开关关断使得浮充电容C_{FLY}和第一电池单元B1并联且通过使开关S2和S4导通而其余开关关断使得浮充电容C_{FLY}和第二电池单元B2并联,使得电能从电压较高的电池单元转移至电压较低的电池单元。这样,浮充电容C_{FLY}与电池单元之间的充放电不会通过包括电流源的限流支路,因而提高了充放电的效率;而另一方面,由于浮充电容C_{FLY}与电池单元之间的电压差值较小,不会出现电流过冲的情形。

[0044] 本发明提出的电池均衡电路还可以对N(N>2)个串联的电池单元进行电压均衡。

在该种情形下,每两个相邻电池单元与一个浮充电容相耦接,并利用对该浮充电容的充电和放电来实现该两个相邻电池单元之间的电压均衡。亦即,对于每两个相邻电池单元,都形成一个图1所示实施例中的电池均衡电路单元,则对于N个串联的电池单元,一共形成(N-1)个电池均衡电路单元。

[0045] 图8示出依据本发明一实施例的具有4个串联电池单元的电池均衡电路800,以对具有N(N>2)个串联电池单元的电池均衡电路的结构和工作原理进行具体说明。如图8所示,电池均衡电路800包括依次串联耦接的电池单元B1~B4、浮充电容C_{FLY1}~C_{FLY3}和电池均衡控制电路BBCC1~BBCC3。浮充电容C_{FLY1}、电池均衡控制电路BBCC1与电池单元B1和B2相耦接,形成如图2所示的电池均衡电路单元;浮充电容C_{FLY2}、电池均衡控制电路BBCC2与电池单元B2和B3相耦接,形成如图2所示的电池均衡电路单元;浮充电容C_{FLY3}、电池均衡控制电路BBCC3与电池单元B3和B4相耦接,形成如图2所示的电池均衡电路单元。和图2所示的电池均衡电路200的工作原理相同地,图8中的各个电池均衡电路单元可以实现其自身包括的相邻两电池单元之间的电压均衡。本领域技术人员应当理解,要获得图8中全部电池单元B1~B4之间的电压均衡,可通过利用各个电池均衡电路单元作用,并利用其它的电路来设置算法,使得全部电池单元B1~B4之间的电压最终相等,具体的技术方案此处不再详述。

[0046] 电池均衡电路800利用对浮充电容C_{FLY1}的充电和放电来实现电池单元B1和B2之间的电压均衡、利用对浮充电容C_{FLY2}的充电和放电来实现电池单元B2和B3之间的电压均衡以及利用对浮充电容C_{FLY3}的充电和放电来实现电池单元B3和B4之间的电压均衡。

[0047] 图9示例性地示出依据本发明一实施例的电压均衡方法900。当第一电池单元B1和第二电池单元B2上的电压不相等,即不平衡时,电压均衡方法900利用浮充电容C_{FLY}对第一电池单元B1和第二电池单元B2进行电压均衡,以使得第一电池单元B1和第二电池单元B2上的电压相等。如图9所示,电压均衡方法900示例性地包括步骤901和902。在步骤901中,在每个开关周期的第一时间段T1内,依据第一电池单元B1与浮充电容C_{FLY}上的电压大小来使第一电池单元B1对浮充电容C_{FLY}充电或者来使浮充电容C_{FLY}对第一电池单元B1放电。在步骤902中,在每个开关周期的第二时间段T2内,依据第二电池单元B2与浮充电容C_{FLY}上的电压大小来使第二电池单元B2对浮充电容C_{FLY}充电或者来使浮充电容C_{FLY}对第二电池单元B2放电。

[0048] 可见,通过浮充电容C_{FLY}的作用,电能在第一电池单元B1和第二电池单元B2之间转移,使得第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差渐渐变小,最终趋于为零,即第一电池单元B1和第二电池单元B2的电压最终相等。

[0049] 更加具体地,在每个开关周期的第一时间段T1内,当第一电池单元B1上的电压大于浮充电容C_{FLY}上的电压时使第一电池单元B1对浮充电容C_{FLY}充电或当第一电池单元B1上的电压小于浮充电容C_{FLY}上的电压时使浮充电容C_{FLY}对第一电池单元B1放电;在每个开关周期的第二时间段T2内,当第二电池单元B2上的电压大于浮充电容C_{FLY}上的电压时使第二电池单元B2对浮充电容C_{FLY}充电或当第二电池单元B2上的电压小于浮充电容C_{FLY}上的电压时使浮充电容C_{FLY}对第二电池单元B2放电。

[0050] 在一个实施例中,每个开关周期包括第一时间段T1和第二时间段T2。在另一实施例中,每个开关周期由第一时间段T1和第二时间段T2组成。

[0051] 在一个实施例中,在图9所示的电压均衡方法900中,电压均衡的过程包括初始阶

段和非初始阶段。在初始阶段,具有第一电池单元B1和第二电池单元B2上电压均远远大于浮充电容 C_{FLY} 上电压的特性。在初始阶段,在每个开关周期的第一时间段T1内,使第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电;在每个开关周期的第二时间段T2内,使第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 充电。本领域技术人员应当理解,在一个实施例中,初始阶段中每个开关周期的第一时间段T1和第二时间段T2的时长可根据电路设计要求预设。本领域技术人员还应当理解,在一个实施例中,初始阶段是否结束可通过设定判定条件实现。例如,在一个例子中,可直接设定初始阶段的工作周期数目,当以初始阶段的工作方式工作了预设的周期数目时,即认为初始阶段结束。在另一个例子中,可以分别检测浮充电容 C_{FLY} 与第一电池单元B1之间以及与第二电池单元B2之间的电压差值,若两个电压差值中的较大者已经大于预设阈值,则可认为初始阶段结束。

[0052] 在非初始阶段,使在每个开关周期的第一时间段T1结束时,第一电池单元B1上的电压与浮充电容 C_{FLY} 上的电压相等;使在每个开关周期的第二时间段T2结束时,第二电池单元B2上的电压与浮充电容 C_{FLY} 上的电压相等。在一个实施例中,在初始阶段结束后,电压均衡即进入非初始阶段。在另一个实施例中,当浮充电容 C_{FLY} 与第一电池单元B1之间以及与第二电池单元B2之间的电压差值中的较大者大于预设阈值,则电压均衡进入非初始阶段。

[0053] 在一个实施例中,图9所示的电压均衡方法900的非初始阶段可包括两种情形。当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值大于限流阈值时,在每个开关周期的第一时间段T1内,第一电池单元B1对浮充电容 C_{FLY} 充电的充电电流或浮充电容 C_{FLY} 对第一电池单元B1放电的放电电流为预设的;在每个开关周期的第二时间段T2内,第二电池单元B2对浮充电容 C_{FLY} 充电的充电电流或浮充电容 C_{FLY} 对第二电池单元B2放电的放电电流为预设的;以及当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值小于限流阈值时,在每个开关周期的第一时间段T1内,第一电池单元B1与浮充电容 C_{FLY} 并联耦接;在每个开关周期的第二时间段T2内,第二电池单元 C_{FLY} 与浮充电容 C_{FLY} 并联耦接。这样,当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值大于限流阈值时,电压均衡方法900的非初始阶段以限流的方式工作,可防止电流过冲;而当第一电池单元B1和第二电池单元B2之间的电压差值小于限流阈值时,电压均衡方法900的非初始阶段以非限流的方式工作,可提高工作效率。

[0054] 虽然已参照几个典型实施例描述了本发明,但应当理解,所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本发明能够以多种形式具体实施而不脱离发明的精神或实质,所以应当理解,上述实施例不限于任何前述的细节,而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释,因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应随附权利要求所涵盖。

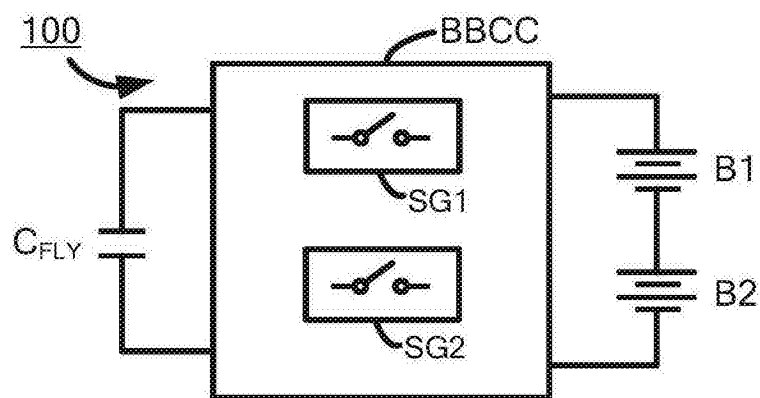


图1

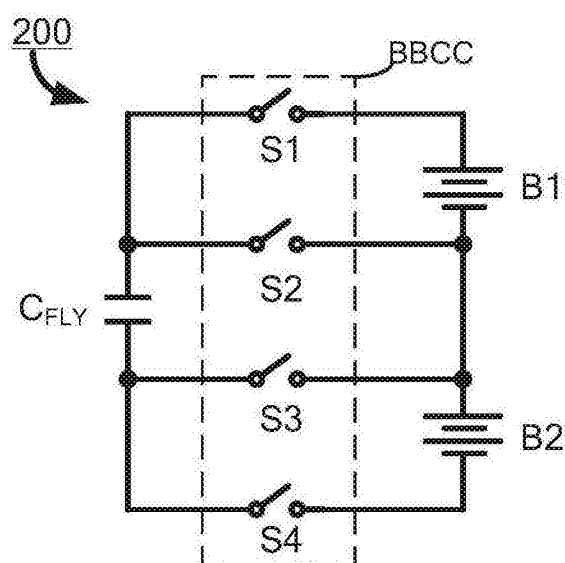


图2

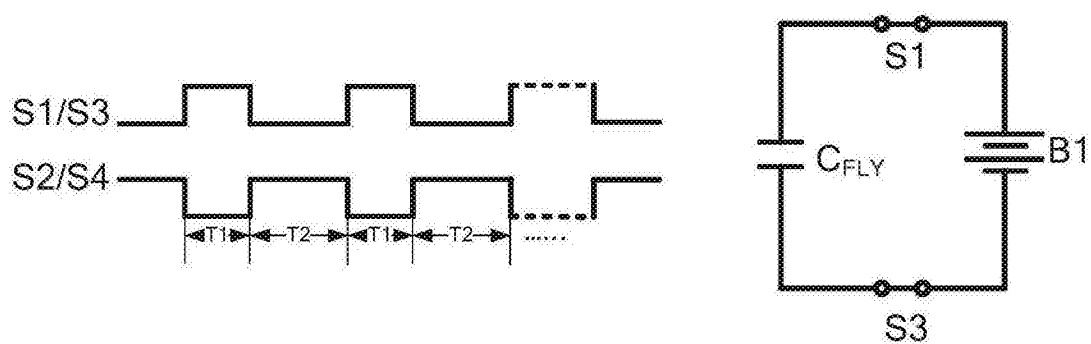


图3 (a)

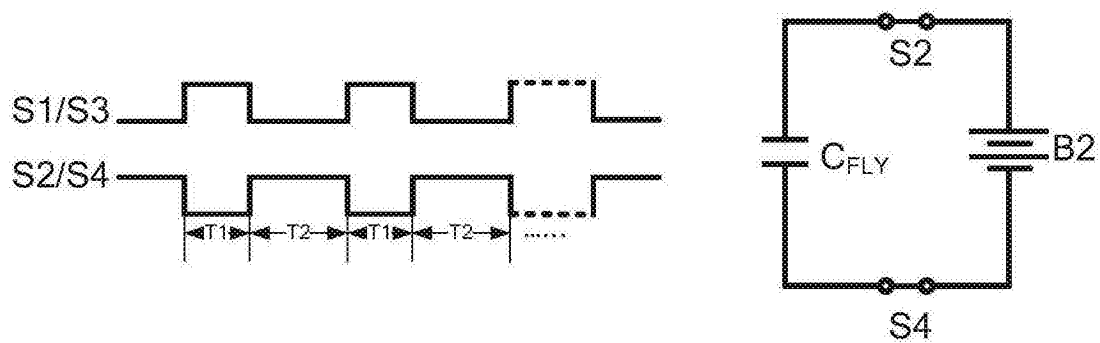


图3 (b)

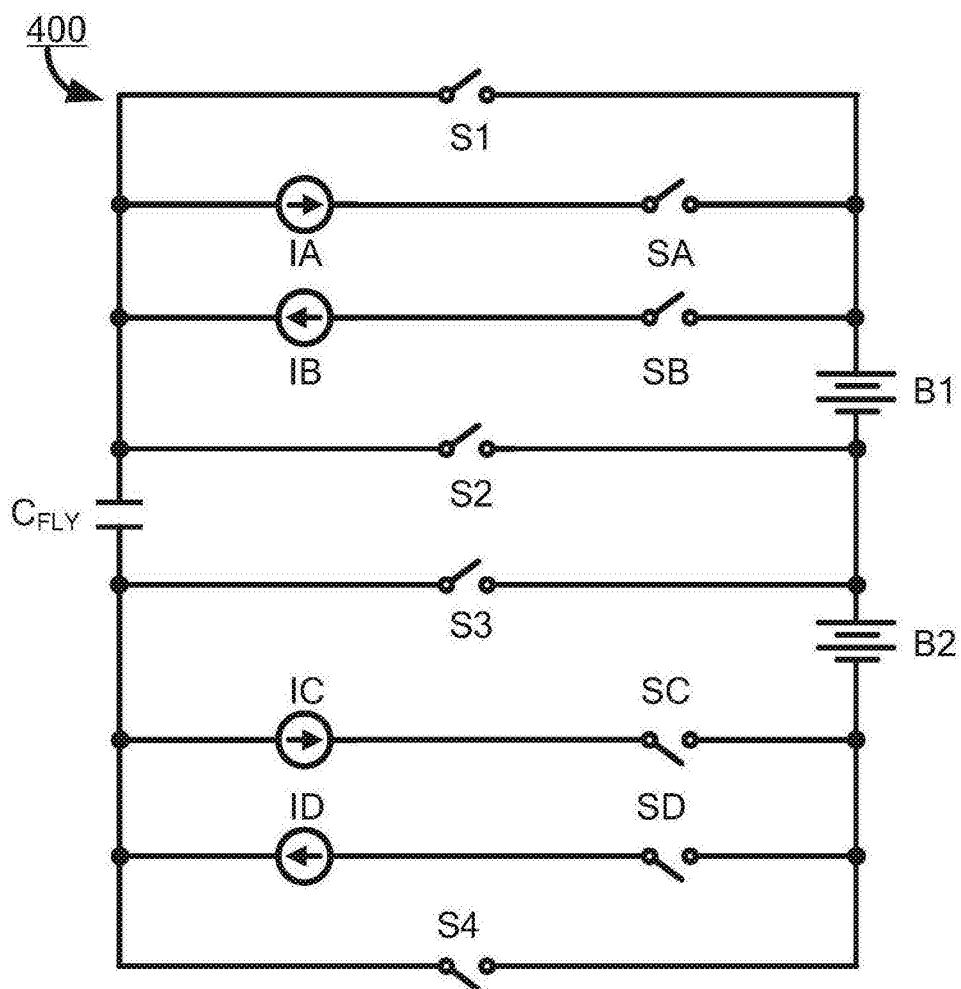


图4

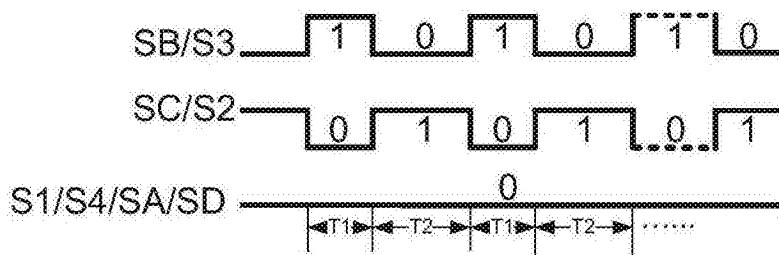


图5 (a)

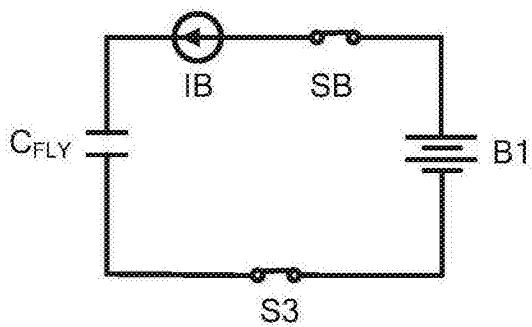


图5 (b)

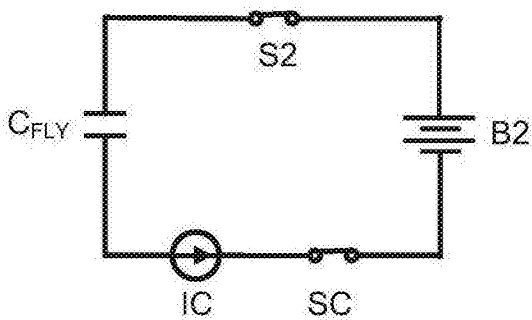


图5 (c)

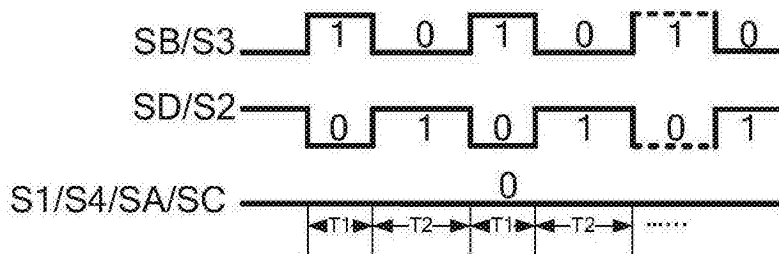


图6 (a)

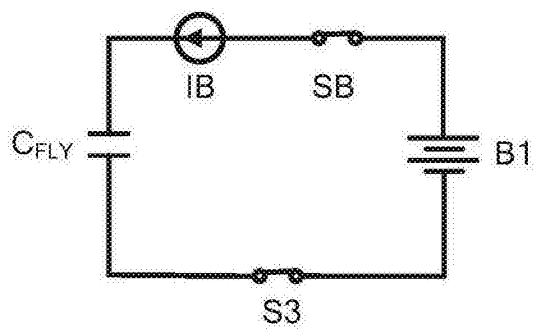


图6 (b)

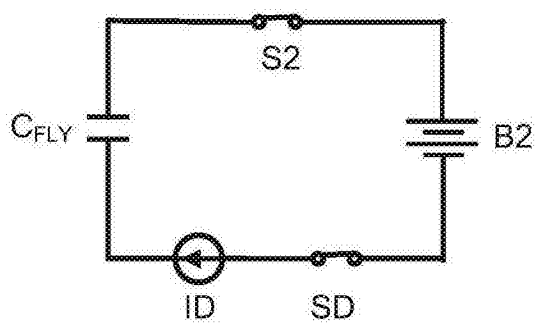


图6 (c)

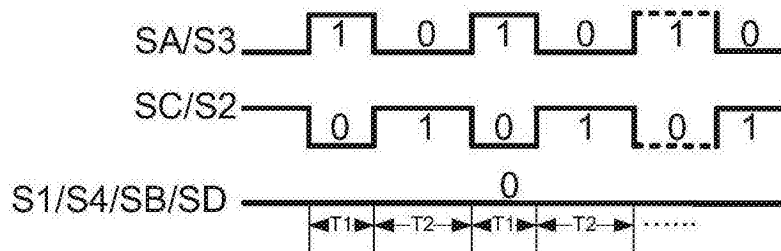


图7 (a)

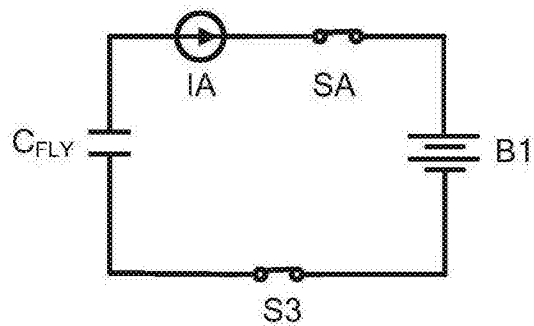


图7 (b)

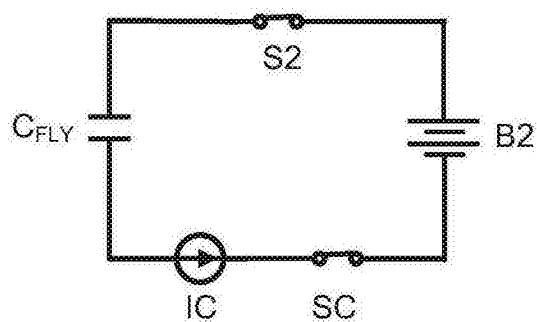


图7(c)

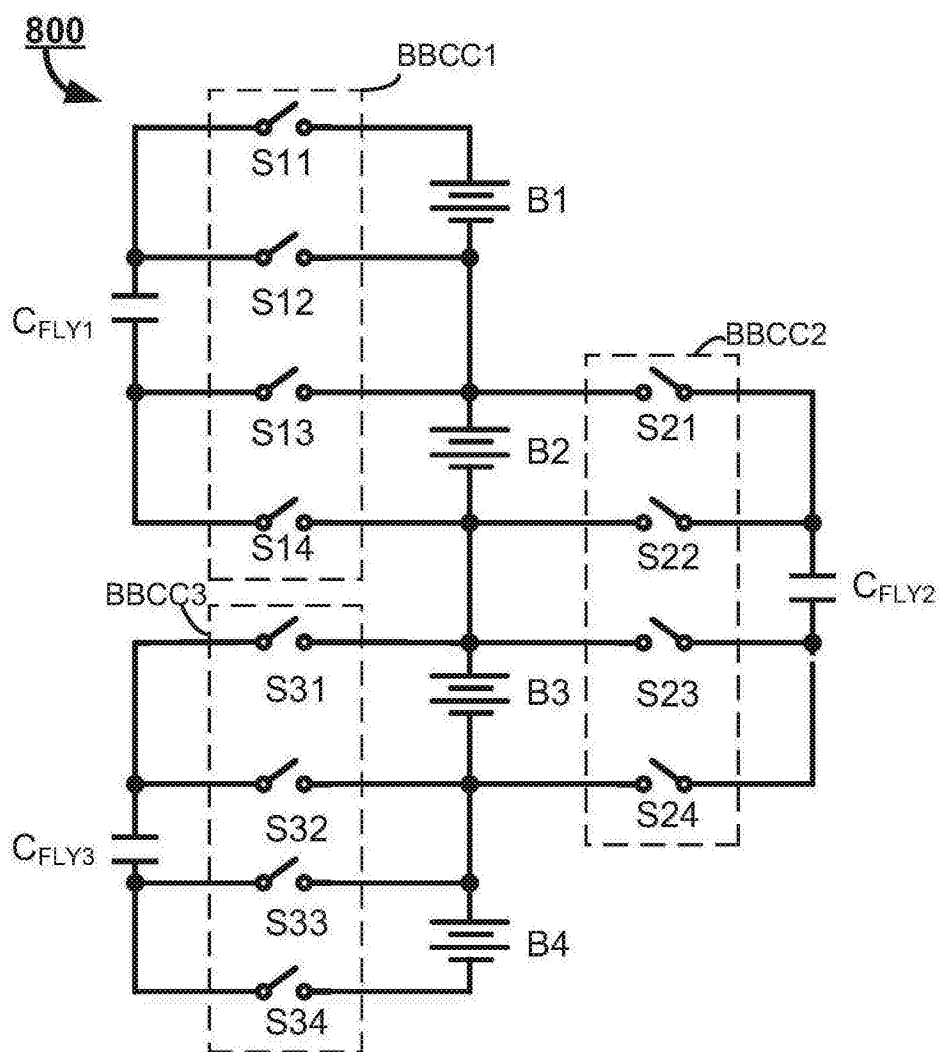


图8

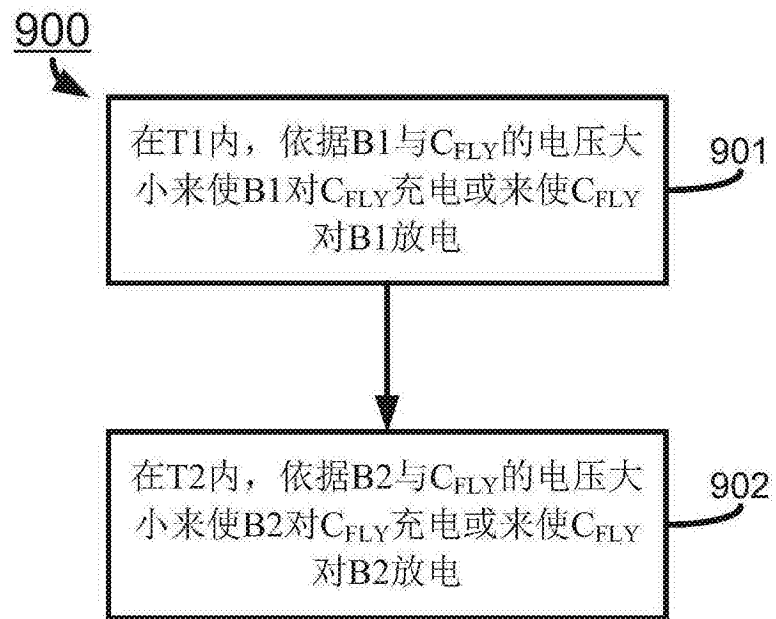


图9