



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105576719 B

(45)授权公告日 2018.12.11

(21)申请号 201410526118.8

(22)申请日 2014.10.08

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105576719 A

(43)申请公布日 2016.05.11

(73)专利权人 香港理工大学

地址 中国香港九龙红磡

(72)发明人 郑家伟 叶远茂 薛向党

(74)专利代理机构 深圳市顺天达专利商标代理

有限公司 44217

代理人 郭伟刚

(51)Int.Cl.

H02J 7/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 103733466 A,2014.04.16,第[0022]-[0045]段,第[0063]-[0064]段,附图1-3.

US 5710504 A,1998.01.20,第5栏第60行-第6栏第59行,附图1-2.

CN 101164215 A,2008.04.16,全文.

EP 2302757 A1,2011.03.30,全文.

CN 101473508 A,2009.07.01,全文.

JP 平11-32443 A,1999.02.02,全文.

审查员 韩伟

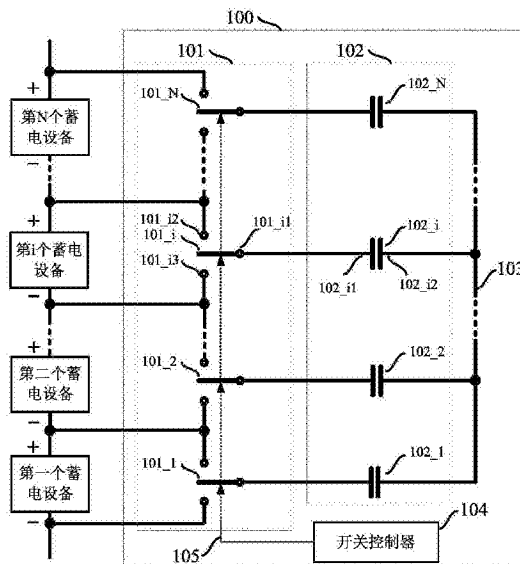
权利要求书1页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

一种电压均衡电路

(57)摘要

本发明公开了一种电压均衡电路,用于解决现有技术中串联蓄电设备电压均衡方法存在功率耗损、均衡电路体积大且成本高,以及电压均衡速度慢的技术问题,所述电路包括:N个开关(101)、N个电容(102)和控制器(104);N个开关(101)与串联的N个蓄电设备一一对应连接;N个开关(101)与N个电容(102)的N个第一端子一一对应连接;N个电容(102)的N个第二端子连接到公共中性线(103);控制器(104)通过控制线(105)与N个开关(101)连接,用于控制N个开关(101)进行开关切换;实现了在对多个串联蓄电设备进行电压均衡时无功率耗损、均衡电路体积小且成本低,及电压均衡速度快的技术效果。



1. 一种电压均衡电路,应用于一电源系统中,其特征在于,所述电源系统包括N个蓄电设备,所述N个蓄电设备中任一蓄电设备包括正极和负极,所述N个蓄电设备中的第n个蓄电设备的正极与所述N个蓄电设备中的第n+1个蓄电设备的负极连接,其中,N为大于等于2的整数,n为1到N-1的所有整数,所述电压均衡电路(100)包括:

N个单刀双掷开关(101),所述N个单刀双掷开关(101)中的第i个单刀双掷开关(101_i)包括:选择端子(101_{i1})、第一静态端子(101_{i2})和第二静态端子(101_{i3});所述第i个单刀双掷开关(101_i)的第一静态端子(101_{i2})与所述N个蓄电设备中的第i个蓄电设备的正极连接,所述第i个单刀双掷开关(101_i)的第二静态端子(101_{i3})与所述第i个蓄电设备的负极连接;其中,i为1到N的所有整数;

N个电容(102),所述N个电容(102)中的第i个电容(102_i)包括第一端子(102_{i1})和第二端子(102_{i2});所述第i个电容(102_i)的第一端子(102_{i1})与所述第i个单刀双掷开关(101_i)的选择端子(101_{i1})连接;所述第i个电容(102_i)的第二端子(102_{i2})连接到一公共中性线(103)上;

通过控制线(105)与所述第i个单刀双掷开关(101_i)连接的开关控制器(104);所述开关控制器(104)用于发送控制信号控制所述第i个单刀双掷开关(101_i)的选择端子(101_{i1})与所述第i个单刀双掷开关(101_i)的第一静态端子(101_{i2})或第二静态端子(101_{i3})连接;

所述控制信号控制所述第i个单刀双掷开关(101_i)以固定频率或可变频率进行开关切换,分别控制N个单刀双掷开关(101)进行开关切换的时钟相位在时间上分开;

所述电压均衡电路(100)还包括:N个电感(106);

其中,所述第i个电容(102_i)的第二端子(102_{i2})通过所述N个电感(106)中的第i个电感(106_i)与所述公共中性线(103)连接。

2. 如权利要求1所述的电压均衡电路,其特征在于,所述第i个单刀双掷开关(101_i),包括:

第一金属氧化物半导体场效应管(101_{ia});

与所述第一金属氧化物半导体场效应管(101_{ia})串联的第二金属氧化物半导体场效应管(101_{ib})。

3. 如权利要求2所述的电压均衡电路,其特征在于,所述第i个单刀双掷开关(101_i)的选择端子(101_{i1})为所述第一金属氧化物半导体场效应管(101_{ia})与所述第二金属氧化物半导体场效应管(101_{ib})的连接点;

所述第一金属氧化物半导体场效应管(101_{ia})的栅极和所述第二金属氧化物半导体场效应管(101_{ib})的栅极分别通过所述控制线(105)与所述开关控制器(104)连接。

4. 如权利要求1~3任一所述的电压均衡电路,其特征在于,所述N个蓄电设备包括充电电池和超级电容二者至少其一。

5. 如权利要求4所述的电压均衡电路,其特征在于,所述充电电池具体为:单一电池单元或由多个单一电池单元串联而成的电池组。

6. 如权利要求1所述的电压均衡电路,其特征在于,所述控制信号具体为:一双极性方波信号或一对互补的单极性矩形波信号。

一种电压均衡电路

技术领域

[0001] 本发明涉及串联蓄电设备电压均衡技术领域,尤其涉及一种电压均衡电路。

背景技术

[0002] 可再充电蓄电设备,如铅酸电池、锂离子电池和超级电容等,已经广泛应用于便携式设备、工业应用、混合动力车和电动车等领域中。对于这些蓄电设备个体来说,其电压都是有限的,如锂离子电池电压大约在3V~4.3V范围内、超级电容的电压通常不超过2.7V。

[0003] 为了使这些蓄电设备的储能电压达到实际应用中高电压的应用需求,通常通过串联多个蓄电设备来获取更高的电压。但是,在串联的多个蓄电设备充放电期间,可能会发生各蓄电设备电压不均衡的情况,以蓄电设备为电池为例,在充电阶段,串联的每个电池就像一个个分压器,由于电池容量不同和/或电池漏电,会使得电池电压不平衡,具体的,具有较小电能容量的电池将受到更大的电压应力,并在电压应力超过该电池所能承受的最大电压值时使电池损坏。因此,对于多个串联的电能存储设备来说,各蓄电单元之间的电压均衡是非常重要的。

[0004] 早期,在现有技术中,通过使具有较高电压的蓄电单元向电阻放电来实现各蓄电单元的电压均衡,但是,这种方法存在一定的缺陷,即高电压蓄电设备消耗在放电电阻上的功率造成了额外的功率损失。目前,为了克服上述电压均衡方法会造成功率耗损的技术缺陷,在现有技术中提出了非耗散有源电池电压均衡的方法,如通过运用有反激式电源转换技术或双向降压_升压型功率转换技术的均衡电路来实现电压均衡。虽然,在这些方法中,不需要白白地在放电电阻上消耗电能;但是,基于反激式电源转换器或双向降压_升压型功率转换器的电池均衡电路包含笨重的磁性元器件,会导致均衡电路的体积较大以及更高的成本消耗。

[0005] 进一步,为了减小均衡系统的电路体积以及降低成本消耗,在相关专利(如US5710504)中,提出了基于开关电容技术的自动电池电压均衡系统。如图1所示,为该专利提供的基于开关电容的电池电压均衡电路,用于均衡正负极串联的 n 个电池单元(Ce111~Ce11n)的电压,在图1的均衡电路中,包括: n 个单刀双掷开关(S1~Sn, n 为大于等于1的整数)、 $n-1$ 个电容(C1~Cn-1)和一个控制单元,其中, n 个单刀双掷开关中任一开关的两个静态端子和一对应的电池单元的正、负极分别相连, n 个单刀双掷开关中每两个相邻的开关的选择端子通过一对应的电容相连,该控制单元用于控制 n 个单刀双掷开关的开关切换。通过图1可知,在该电池电压均衡电路中没有设置笨重的磁性元器件,减小了均衡系统的电路体积和成本消耗。但是,这种电压均衡电路只为多个串联电池中的相邻电池单元之间提供了电荷转移路径,对于整个电压均衡系统电路来说,电压均衡速度有限,那么当串联的电池个数较多时,通过这种电压均衡电路,需要耗费大量的时间才能实现各电池单元之间的电压均衡。可见,现有技术中还存在基于开关电容的电压均衡电路电压均衡速度慢,不适用于大数量蓄电单元串联链路的电压均衡的技术问题。

发明内容

[0006] 本发明通过提供一种电压均衡电路,解决了现有技术中串联蓄电设备电压均衡方法存在功率耗损、均衡电路体积大且成本高,以及电压均衡速度慢的技术问题,实现了在对多个串联蓄电设备进行电压均衡时无功率耗损、均衡电路体积小且成本低,以及电压均衡速度快且适用于大数量蓄电单元串联链路的电压均衡的技术效果。

[0007] 本发明提供了一种电压均衡电路,应用于一电源系统中,所述电源系统包括N个蓄电设备,所述N个蓄电设备中任一蓄电设备包括正极和负极,所述N个蓄电设备中的第n个蓄电设备的正极与所述N个蓄电设备中的第n+1个蓄电设备的负极连接,其中,N为大于等于2的整数,n为大于等于1小于N的整数,所述电压均衡电路100包括:

[0008] N个单刀双掷开关,所述N个单刀双掷开关中的第i个单刀双掷开关包括:选择端子、第一静态端子和第二静态端子;所述第i个单刀双掷的第一静态端子与所述N个蓄电设备中的第i个蓄电设备的正极连接,所述第i个单刀双掷开关的第二静态端子与所述第i个蓄电设备的负极连接;其中,i为大于等于1且小于等于N的整数;

[0009] N个电容,所述N个电容中的第i个电容包括第一端子和第二端子;所述第i个电容的第一端子与所述第i个单刀双掷开关的选择端子连接;所述第i个电容的第二端子连接到一公共中性线上;

[0010] 通过控制线与所述第i个单刀双掷开关连接的开关控制器;所述开关控制器用于控制所述第i个单刀双掷开关的选择端子与所述第i个单刀双掷开关的第一静态端子或第二静态端子连接。

[0011] 可选的,所述第i个单刀双掷开关,包括:

[0012] 第一金属氧化物半导体场效应管;

[0013] 与所述第一金属氧化物半导体场效应管串联的第二金属氧化物半导体场效应管。

[0014] 可选的,所述第i个单刀双掷开关的选择端子为所述第一金属氧化物半导体场效应管与所述第二金属氧化物半导体场效应管的连接点;

[0015] 所述第一金属氧化物半导体场效应管的栅极和所述第二金属氧化物半导体场效应管的栅极分别通过所述控制线与所述开关控制器连接。

[0016] 可选的,所述电压均衡电路还包括:N个电感;

[0017] 其中,所述第i个电容的第二端子通过所述N个电感中的第i个电感与所述公共中性线连接。

[0018] 可选的,所述N个蓄电设备包括充电电池和超级电容二者至少其一。

[0019] 可选的,所述充电电池具体为:单一电池单元或由多个单一电池单元串联而成的电池组。

[0020] 可选的,所述开关控制器通过所述控制线向所述第i个单刀双掷开关发送控制信号,用于控制所述第i个单刀双掷开关的选择端子与所述第i个单刀双掷开关的第一静态端子或第二静态端子连接。

[0021] 可选的,所述控制信号具体为:一双极性方波信号或一对互补的单极性矩形波信号。

[0022] 可选的,所述控制信号控制所述第i个单刀双掷开关以固定频率或可变频率进行

开关切换。

[0023] 本发明中提供的一个或多个技术方案,至少具有如下技术效果或优点:

[0024] 由于在本发明中,电压均衡电路包括N个单刀双掷开关、N个电容和一个开关控制器;其中,N个单刀双掷开关与N个串联的蓄电设备一一对应连接,同时N个单刀双掷开关与N个电容一一对应连接;具体的,N个单刀双掷开关中任一开关的两个静态端子与该开关所对应的一蓄电设备的正、负极分别连接,该开关的选择端子与该开关所对应的一电容的第一端子连接,该电容的第二端子连接到一公共中性线上;当开关控制器通过一控制线与该开关连接时,该开关控制器能够控制该开关的选择端子与该开关的第一静态端子或第二静态端子连接。通过这种电路设计,在进行电压均衡时,不用将高电压蓄电设备的电能耗损在放电电阻上,不需采用笨重的磁性元器件,且在N个蓄电设备中任意两个蓄电设备之间,建立一条可供这两个蓄电设备直接进行电荷转移的路径,有效地解决了现有技术中串联蓄电设备电压均衡方法存在功率耗损、均衡电路体积大且成本高,以及电压均衡速度慢的技术问题,实现了在对多个串联蓄电设备进行电压均衡时无功率耗损、均衡电路体积小且成本低,以及电压均衡速度快且适用于大数量蓄电单元串联链路的电压均衡的技术效果。

附图说明

[0025] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0026] 图1为背景技术提供的一种基于开关电容的电池电压均衡电路原理图;

[0027] 图2为本发明实施例提供的一种电压均衡电路原理图;

[0028] 图3A-图3B为本发明实施例提供的任一单刀双掷开关的内部结构示意图;

[0029] 图4A-图4B为本发明实施例提供的电压均衡电路的两种工作状态示意图;

[0030] 图5为本发明实施例提供的通过均衡电路为多个串联电池组进行电压均衡的电路原理图;

[0031] 图6为本发明实施例提供的集成电感器的低开关噪声均衡电路原理图。

具体实施方式

[0032] 本发明实施例通过提供一种电压均衡电路,解决了现有技术中串联蓄电设备电压均衡方法存在功率耗损、均衡电路体积大且成本高,以及电压均衡速度慢的技术问题,实现了在对多个串联蓄电设备进行电压均衡时无功率耗损、均衡电路体积小且成本低,以及电压均衡速度快且适用于大数量蓄电单元串联链路的电压均衡的技术效果。

[0033] 本发明实施例的技术方案为解决上述技术问题,总体思路如下:

[0034] 本发明实施例提供了一种电压均衡电路,应用于一电源系统中,所述电源系统包括N个蓄电设备,所述N个蓄电设备中任一蓄电设备包括正极和负极,所述N个蓄电设备中的第n个蓄电设备的正极与所述N个蓄电设备中的第n+1个蓄电设备的负极连接,其中,N为大于等于2的整数,n为大于等于1小于N的整数,所述电压均衡电路100包括:N个单刀双掷开关,所述N个单刀双掷开关中的第i个单刀双掷开关包括:选择端子、第一静态端子和第二静

态端子;所述第*i*个单刀双掷的第一静态端子与所述*N*个蓄电设备中的第*i*个蓄电设备的正极连接,所述第*i*个单刀双掷开关的第二静态端子与所述第*i*个蓄电设备的负极连接;其中,*i*为大于等于1且小于等于*N*的整数;*N*个电容,所述*N*个电容中的第*i*个电容包括第一端子和第二端子;所述第*i*个电容的第一端子与所述第*i*个单刀双掷开关的选择端子连接;所述第*i*个电容的第二端子连接到一公共中性线上;通过控制线与所述第*i*个单刀双掷开关连接的开关控制器;所述开关控制器用于控制所述第*i*个单刀双掷开关的选择端子与所述第*i*个单刀双掷开关的第一静态端子或第二静态端子连接。

[0035] 可见,在本发明实施例中,通过设置包括*N*个单刀双掷开关、*N*个电容和一个开关控制器的电压均衡电路;其中,*N*个单刀双掷开关与*N*个串联的蓄电设备一一对应连接,同时*N*个单刀双掷开关与*N*个电容一一对应连接;具体的,*N*个单刀双掷开关中任一开关的两个静态端子与该开关所对应的一蓄电设备的正、负极分别连接,该开关的选择端子与该开关所对应的一电容的第一端子连接,该电容的第二端子连接到一公共中性线上;当开关控制器通过一控制线与该开关连接时,该开关控制器能够控制该开关的选择端子与该开关的第一静态端子或第二静态端子连接。通过这种电路设计,在进行电压均衡时,不用将高电压蓄电设备的电能耗损在放电电阻上,不需采用笨重的磁性元器件,且在*N*个蓄电设备中任意两个蓄电设备之间,建立一条可供这两个蓄电设备直接进行电荷转移的路径,有效地解决了现有技术中串联蓄电设备电压均衡方法存在功率耗损、均衡电路体积大且成本高,以及电压均衡速度慢的技术问题,实现了在对多个串联蓄电设备进行电压均衡时无功率耗损、均衡电路体积小且成本低,以及电压均衡速度快且适用于大数量蓄电单元串联链路的电压均衡的技术效果。

[0036] 为了更好的理解上述技术方案,下面将结合说明书附图以及具体的实施方式对上述技术方案进行详细的说明,应当理解本发明实施例以及实施例中的具体特征是对本申请技术方案的详细的说明,而不是对本申请技术方案的限定,在不冲突的情况下,本发明实施例以及实施例中的技术特征可以相互组合。

[0037] 实施例一

[0038] 请参考图2,本发明实施例提供了一种电压均衡电路100,应用于一电源系统中,所述电源系统包括*N*个蓄电设备,如*N*个电池,所述*N*个蓄电设备中任一蓄电设备包括正极和负极,所述*N*个蓄电设备中的第*n*个蓄电设备的正极与所述*N*个蓄电设备中的第*n*+1个蓄电设备的负极连接,其中,*N*为大于等于2的整数,*n*为大于等于1小于*N*的整数,电压均衡电路100包括:

[0039] *N*个单刀双掷开关101,*N*个单刀双掷开关101中的第*i*个单刀双掷开关101_{*i*}包括:选择端子101_{*i*1}、第一静态端子101_{*i*2}和第二静态端子101_{*i*3};第*i*个单刀双掷开关101_{*i*}的第一静态端子101_{*i*2}与所述*N*个蓄电设备中的第*i*个蓄电设备的正极连接,第*i*个单刀双掷开关101_{*i*}的第二静态端子101_{*i*3}与第*i*个蓄电设备的负极连接;其中,*i*为大于等于1且小于等于*N*的整数;

[0040] *N*个电容102,*N*个电容102中的第*i*个电容102_{*i*}包括第一端子102_{*i*1}和第二端子102_{*i*2};第*i*个电容102_{*i*}的第一端子102_{*i*1}与第*i*个单刀双掷开关101_{*i*}的选择端子101_{*i*1}连接;第*i*个电容102_{*i*}的第二端子102_{*i*2}连接到一公共中性线103上;

[0041] 通过控制线105与第*i*个单刀双掷开关101_{*i*}连接的开关控制器104;开关控制器

104用于控制第i个单刀双掷开关101_i的选择端子101_i1与第i个单刀双掷开关101_i的第一静态端子101_i2或第二静态端子101_i3连接。

[0042] 在具体实施过程中,请参考图3A和图3B,第i个单刀双掷开关101_i,包括:

[0043] 第一金属氧化物半导体场效应管(即第一MOSFET)101_ia;

[0044] 与第一金属氧化物半导体场效应管101_ia串联的第二金属氧化物半导体场效应管(即第二MOSFET)101_ib。

[0045] 进一步,第i个单刀双掷开关101_i的选择端子101_i1为第一金属氧化物半导体场效应管101_ia与第二金属氧化物半导体场效应管101_ib的连接点。

[0046] 具体的,金属氧化物半导体场效应管(MOSFET, Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor)依照其“沟道”极性的不同,可分为电子占多数的N沟道型与空穴占多数的P沟道型,通常被称为N型金氧半场效晶体管(NMOSFET)与P型金氧半场效晶体管(PMOSFET),因此,第i个单刀双掷开关101_i的内部结构包括两种情况:

[0047] 1) 第一MOSFET101_ia和第二MOSFET101_ib均为N沟道MOSFET或P沟道MOSFET:

[0048] 具体的,请参考图3A,为第一、第二MOSFET均为N沟道时的第i个单刀双掷开关101_i的内部结构图,第i个单刀双掷开关101_i由两个P沟道或N沟道MOSFET串联组成,其中,第一MOSFET101_ia的源极和第二MOSFET101_ib的漏极相连,其连接点即为第i个单刀双掷开关101_i的选择端子101_i1;第一MOSFET101_ia的漏极即为第i个单刀双掷开关101_i的第一静态端子101_i2;第二MOSFET101_ib的源极即为第i个单刀双掷开关101_i的第二静态端子101_i3。另外,第一、第二MOSFET均为P沟道的情况类似,这里不再一一赘述。

[0049] 2) 第一MOSFET101_ia为N沟道MOSFET且第二MOSFET101_ib为P沟道MOSFET,或第一MOSFET101_ia为P沟道MOSFET且第二MOSFET101_ib为N沟道MOSFET:

[0050] 具体的,请参考图3B,为第一MOSFET101_ia为N沟道且第二MOSFET101_ib为P沟道时的第i个单刀双掷开关101_i的内部结构图,第i个单刀双掷开关101_i由一个N沟道和一个P沟道MOSFET串联组成,其中,第一MOSFET101_ia的源极和第二MOSFET101_ib的源极相连,其连接点即为第i个单刀双掷开关101_i的选择端子101_i1;第一MOSFET101_ia的漏极即为第i个单刀双掷开关101_i的第一静态端子101_i2;第二MOSFET101_ib的漏极即为第i个单刀双掷开关101_i的第二静态端子101_i3;第一MOSFET101_ia的栅极和第二MOSFET101_ib的栅极相连。另外,第一、第二MOSFET分别为P沟道、N沟道的情况类似,这里不再一一赘述。

[0051] 结合图3A和图3B,在上述两种情况中,第一金属氧化物半导体场效应管101_ia的栅极和第二金属氧化物半导体场效应管101_ib的栅极分别通过控制线105与开关控制器104连接。

[0052] 进一步,开关控制器104通过控制线105向第i个单刀双掷开关101_i发送控制信号,用于控制第i个单刀双掷开关101_i的选择端子101_i1与第i个单刀双掷开关101_i的第一静态端子101_i2或第二静态端子101_i3连接。在具体实施过程中,根据第i个单刀双掷开关101_i的内部结构的不同,所述控制信号具体为:一双极性方波信号或一对互补的单极性矩形波信号。下面结合图3A和图3B两种情况进行具体说明:

[0053] 1) 首先,请参考图3A,当第一MOSFET101_ia和第二MOSFET101_ib均为N沟道时,开关控制器104产生一对互补的单极性矩形波信号(104a, 104b);此时,控制线105包括两根控

制子线(105a,105b)。其中,开关控制器104通过控制子线105a与第一MOSFET101_{ia}的栅极相连,将矩形波信号104a传送给第一MOSFET101_{ia};开关控制器104通过控制子线105b与第二MOSFET101_{ib}的栅极相连,将矩形波信号104b传送给第二MOSFET101_{ib}。另外,第一、第二MOSFET均为P沟道的情况类似,这里不再一一赘述。

[0054] 2) 然后,请参考图3B,当第一MOSFET101_{ia}为N沟道且第二MOSFET101_{ib}为P沟道时,开关控制器104产生一双极性方波信号104c;进一步,开关控制器104通过控制子线105与第一MOSFET101_{ia}的栅极以及第二MOSFET101_{ib}的栅极相连,将方波信号104c传送给第一MOSFET101_{ia}和第二MOSFET101_{ib}。另外,第一、第二MOSFET分别为P沟道、N沟道的情况类似,这里不再一一赘述。

[0055] 在本实施例中,N个单刀双掷开关101的内部结构不限于如图3A和图3B所示的两种具体实施方式。单刀双掷开关的任何其它实施方式均可应用于本申请电压均衡电路100上。值得注意的是,用于分别控制N个单刀双掷开关101的成员开关(101₁,...,101_N) 掷高(即选择端子与第一静态端子连通)或掷低(即选择端子与第二静态端子连通)的时钟相位必须在时间上分开,并且在开关掷高、掷低时钟相位两者之间必须设置一个合理的安全界限来防止电路短路。

[0056] 基于本实施例上述电压均衡电路,下面具体介绍其实现原理:

[0057] 首先,请参考图4A,当N个单刀双掷开关101的所有开关成员(101₁,...,101_N) 被开关控制器104控制掷高(即任一开关成员,如第i个单刀双掷开关101_i的选择端子101_{i1}与第一静态端子101_{i2}连通,i在1到N之间取值)时,与N个单刀双掷开关101一一对应的N个电容102通过开关被耦合到对应的蓄电设备的阳极,具体的,电容102₁被耦合到蓄电设备B₁的阳极,电容102₂被耦合到蓄电设备B₂的阳极,...,电容102_N被耦合到蓄电设备B_N的阳极;进而N个电容102中任意两个电容被充电或放电到所述两个电容的第一端子所连接的两个开关的第一静态端子之间的蓄电设备上,具体的,电容102₁和102₂被充电或放电到蓄电设备B₂,电容102₁和102₃被充电或放电到蓄电设备组B₂-B₃,电容102₁和102_N被充电或放电到蓄电设备组B₂-B₃-...-B_N,电容102₂和102₃被充电或放电到蓄电设备B₃,电容102₂和102_N被充电或放电到蓄电设备组B₃-...-B_N,电容102₃和102_N被充电或放电到蓄电设备组B₄-...-B_N。

[0058] 然后,请参考图4B,N个单刀双掷开关101的所有开关成员(101₁,...,101_N) 被开关控制器104控制掷低(即任一开关成员,如第i个单刀双掷开关101_i的选择端子101_{i1}与第二静态端子101_{i3}连通,i在1到N之间取值),与N个单刀双掷开关101一一对应的N个电容102通过开关被耦合到对应的蓄电设备的阴极,具体的,电容102₁被耦合到蓄电设备B₁的阴极,电容102₂被耦合到蓄电设备B₂的阴极,...,电容102_N被耦合到蓄电设备B_N的阴极;进而N个电容102中任意两个电容被充电或放电到所述两个电容的第一端子所连接的两个开关的第二静态端子之间的蓄电设备上,具体的,电容102₁和102₂被充电或放电到蓄电设备B₁,电容102₁和102₃被充电或放电到蓄电设备组B₁-B₂,电容102₁和102_N被充电或放电到蓄电设备组B₁-B₂-...-B_{N-1},电容102₃和102_N被充电或放电到蓄电设备组B₃-B₄-...-B_{N-1}。

[0059] 上述图4A所示的N个单刀双掷开关101的所有开关成员掷高和图4B所示的N个单刀双掷开关101的所有开关成员掷低分别为本申请电压均衡电路的两种工作状态。在具体实

施过程中,开关控制器104发送控制信号到N个单刀双掷开关101,用于控制N个单刀双掷开关101的所有开关成员(101_1,⋯,101_N)进行交替掷高或掷低的频率为固定频率或可变频率,即所述控制信号用于控制N个单刀双掷开关101中的任一开关(如第i个单刀双掷开关101_i)以固定频率或可变频率进行开关切换,以实现电压均衡电路所述两种工作状态的交替切换。

[0060] 在所述两种工作状态交替切换的过程中,具有高电压的蓄电设备放电到具有低电压的蓄电设备上。例如,当蓄电设备B₃的电压高于蓄电设备B₁的电压时,在如图4A所示的工作状态下,电荷将从蓄电设备组B₂-B₃流向电容102_1和102_3;进一步,均衡电路切换到如图4B所示的工作状态下,等量的电荷从电容102_1和102_3释放到蓄电设备组B₁-B₂上。在电荷转移的整个过程中,流入、流出蓄电设备B₂的电荷量是相同的,也就是说,电荷实际上是从蓄电设备B₃直接转移到蓄电设备B₁;同样的,当蓄电设备B₁的电压高于蓄电设备B₃的电压时,在图4A和图4B所示的两种工作状态交替进行时,电荷会通过电容102_1和102_3从蓄电设备B₁转移到蓄电设备B₃。这实际意味着两个电容102_1和102_3在蓄电设备B₁和蓄电设备B₃之间提供了一条可用于直接转移电荷的路径。同理,电容102_1和102_2在蓄电设备B₁和B₂之间提供了一条直接电荷转移路径,电容102_2和102_3在蓄电设备B₂和B₃之间提供了一条直接电荷转移路径,电容102_1和102_N在蓄电设备B₁和B_N之间提供了一条直接电荷转移路径,电容102_2和102_N在蓄电设备B₂和B_N之间提供了一条直接电荷转移路径,电容102_3和102_N在蓄电设备B₃和B_N之间提供了一条直接电荷转移路径,⋯;依此类推,在本申请电压均衡电路100中,在任何两个蓄电设备B_j和B_k之间,存在一条由两个电容102_j和102_k提供的直接电荷转移路径;其中,j和k均为大于等于1小于等于N的整数,且j不等于k。

[0061] 根据上面的描述,可以发现本申请电压均衡电路100的基本电压均衡原则是:在为串联的N个蓄电设备进行电压均衡时,从具有较高电压的蓄电设备单元向具有较低电压的蓄电设备单元转移电荷。也就是说,所述N个蓄电设备中具有较低初始电压的蓄电设备单元被充电,电荷流入具有较低初始电压的蓄电设备单元,且其电压在电荷转移过程中逐渐升高;相对的,所述N个蓄电设备中具有较高初始电压的蓄电设备单元放电,电荷从具有较高初始电压的蓄电设备单元流出,其电压在电荷转移过程中逐渐降低。进一步,随着如图4A和图4B所示的两种工作状态的交替操作,所述多个蓄电设备的电压朝着一共同的平均电压变化。

[0062] 在本发明实施例中,开关控制器104基于所述控制信号控制N个单刀双掷开关交替切换,以使N个电容102在充电和放电之间来回切换。在切换的过程中,N个电容102中的电容成员首先被电压较高的蓄电设备充电,然后放电到电压较低的蓄电设备中。通过这种充放电过程,充电电流从N个蓄电设备中的高电压蓄电设备流出,并进入低电压蓄电设备;进一步,如果切换过程是在高的开关频率下进行,会使得大量的电荷进行重新分配,且N个蓄电设备的电压会达到均衡。在其它实施例中,均衡开关(即N个单刀双掷开关101)和开关控制器104可以通过各种其它方式来实现本申请电压均衡电路的各种工作状态,如在N个单刀双掷开关101和开关控制器104之间设置驱动电路,该驱动电路通过光学或磁耦合的方式来实现电压均衡电路的各种工作状态等,这里不做具体限定。

[0063] 在具体实施过程中,在N个电容102中,电容值越大的电容单元,转移的电荷越多,图4A和图4B所示的两种工作状态交替切换越快,在单位时间内转移的电荷越多;也就是说,

本申请电压均衡电路的电压均衡速度依赖于电荷转移速度,即单位时间内转移的电荷量,具体的,单位时间内转移的电荷量越多,电压均衡速度越快。这便意味着本申请电压均衡电路100均衡速度实际上正比于N个单刀双掷开关101的切换频率和N个电容102中各电容成员的电容值。

[0064] 在具体实施过程中,所述N个蓄电设备包括充电电池和超级电容二者至少其一;并且,所述充电电池具体为:单一电池单元或由多个单一电池单元串联而成的电池组。具体的,本申请蓄电设备电压均衡电路100对串联的多个蓄电设备的个数没有限定,如图5所示,以蓄电设备为电池为例,电压均衡电路100也能够应用于串联的多个电池组(即N个电池组BP,N为大于等于2的整数)的电压平衡,在图5中,N个电池组BP表示为BP₁~BP_N。对于多个电池组的情况,在具体实施过程中,N个单刀双掷开关101的设置和以及开关控制方法与前面所提及的针对串联的多个蓄电设备进行电压均衡的实施例相同;也就是说,在本申请电压均衡电路100中,通过串联的电容102_j和102_k,在任意两个电池组BP_j和BP_k之间,提供一条直接电荷转移路径,其中,j和k均为大于等于1小于等于N,且j不等于k。另外,对于所述N个蓄电设备为超级电容或电池与超级电容等蓄电设备的混合蓄电设备组,本申请电压均衡电路同样适用。

[0065] 实施例二

[0066] 请参考图6,在实施例一的基础上,为了在N个单刀双掷开关在进行开关状态切换时降低开关噪声和电磁干扰(EMI,Electro Magnetic Interference),电压均衡电路100还包括:N个电感106;其中,第i个电容102_i的第二端子102_{i2}通过N个电感106中的第i个电感106_i与公共中性线103连接。

[0067] 如图6所示,在N个单刀双掷开关101中的任一开关101_i的选择端子101_{i1}与公共中性线103连接的线路上设置了由一个电容102_i和一个电感106_i串联的集成体,使得均衡电路在工作的过程中呈现出类似共振的特性。通过这种电路设计,流入或流出N个电容102中的任一电容成员的电流,将在N个单刀双掷开关101进行开关状态切换的瞬间从零开始改变,从而有助于降低开关噪声和EMI,以提供电路的工作质量。另外,在具体实施过程中,所选用的N个电感106可以为常规的小体积电感,不会造成均衡电路体积过大。

[0068] 综合上述一个或多个具体实施例,本申请电压均衡电路的均衡对象不限,即所针对的多个串联的蓄电设备可以由单一电池单元、超级电容和电池组三者中至少其一构成;进一步,在电压均衡过程中,存储在高电压蓄电设备的能量直接转移到低电压的蓄电设备,电压均衡电路的电压均衡速度依赖于电路中多个单刀双掷开关101的开关切换频率和多个电容102中各电容成员的电容量,不受串联的蓄电设备的类型和个数的影响,并且均衡速度灵活可调;另外,在本方案中不需要使用大体积的磁性元器件、复杂的传感器或复杂的闭环控制器,确保了均衡电路的简洁、小体积和低成本。

[0069] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0070] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

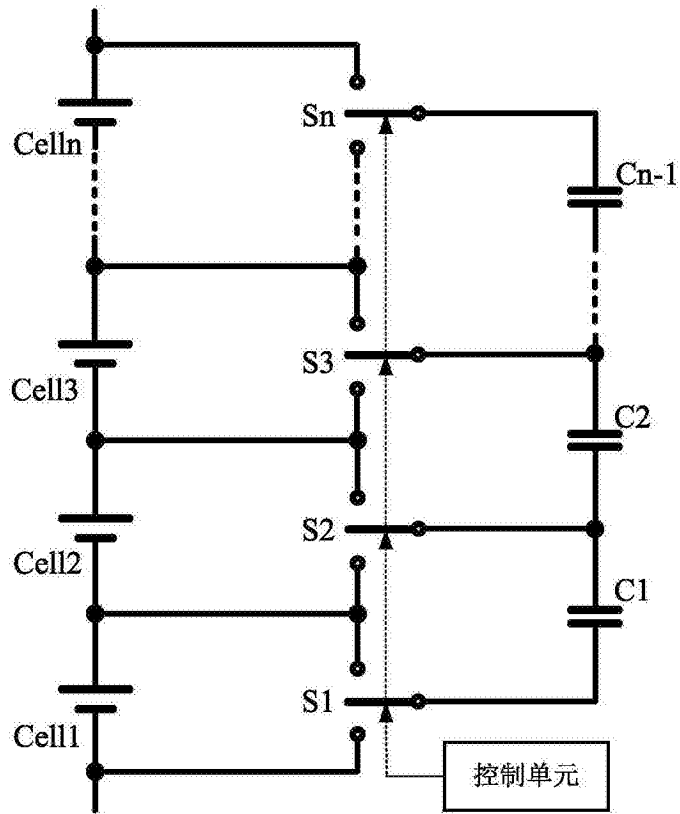


图1

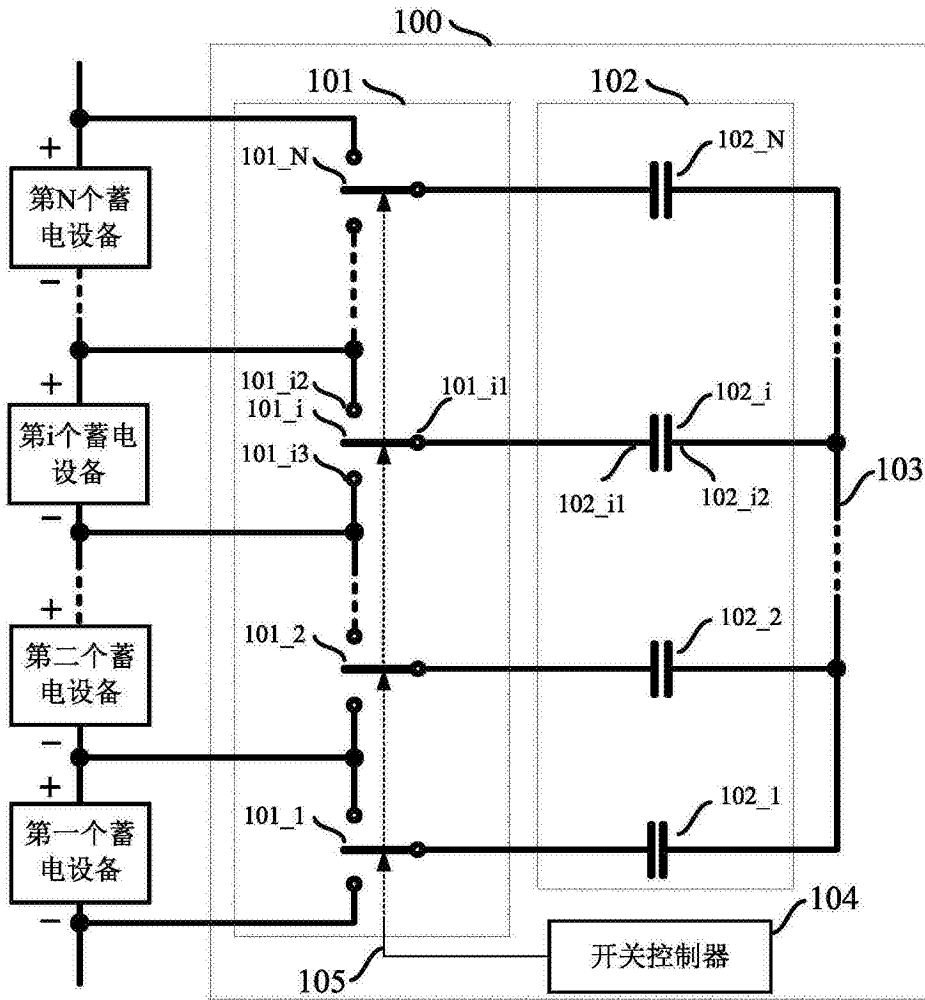


图2

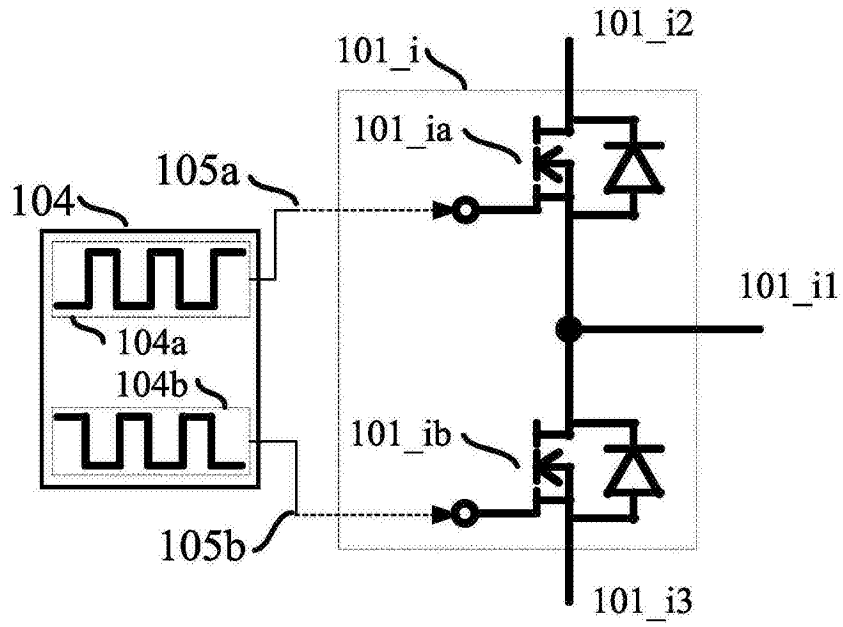


图3A

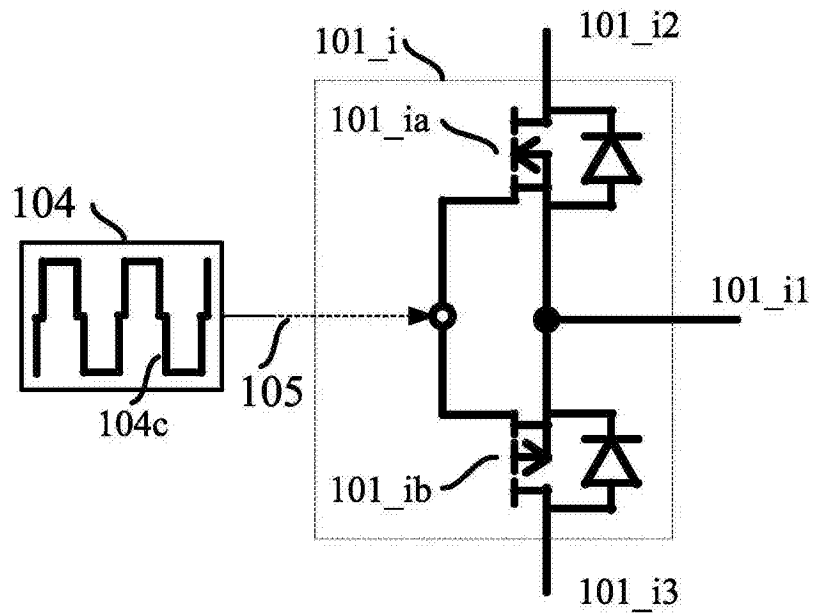


图3B

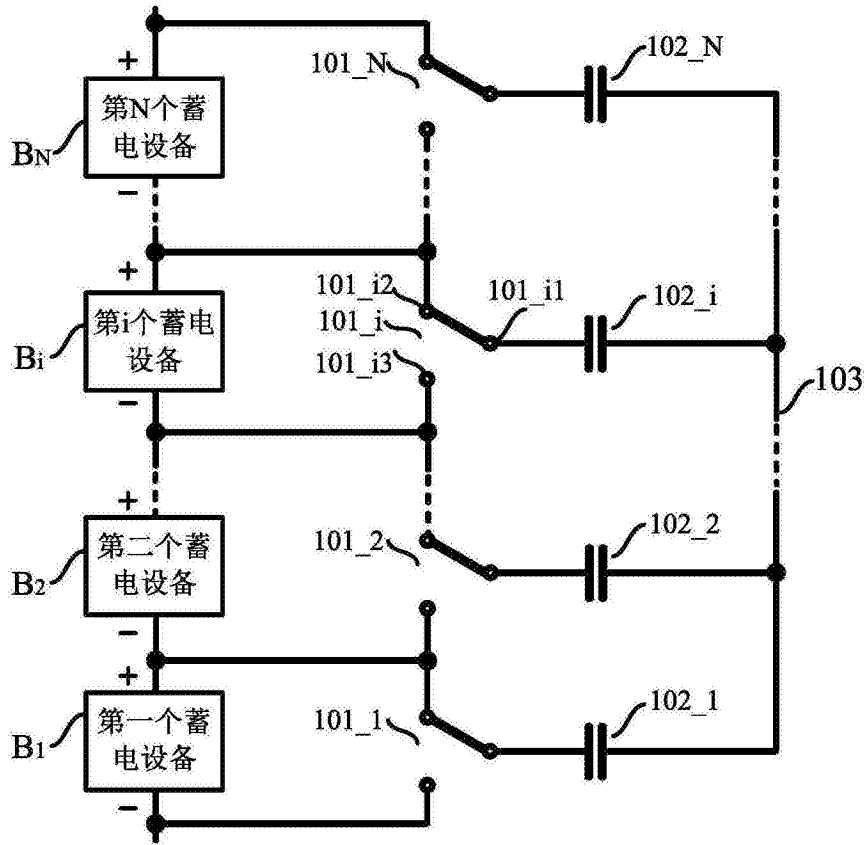


图4A

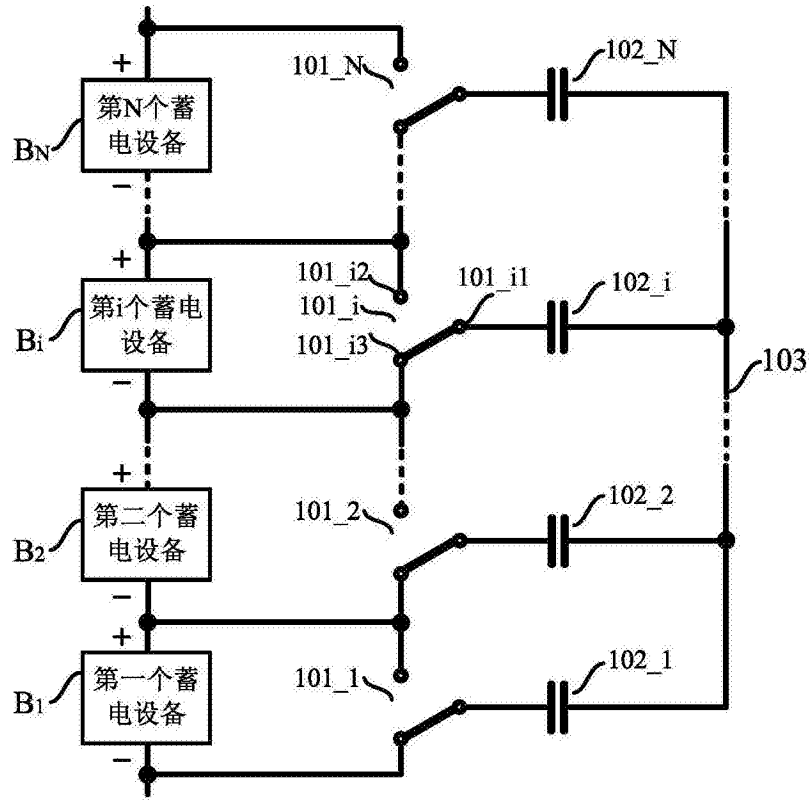


图4B

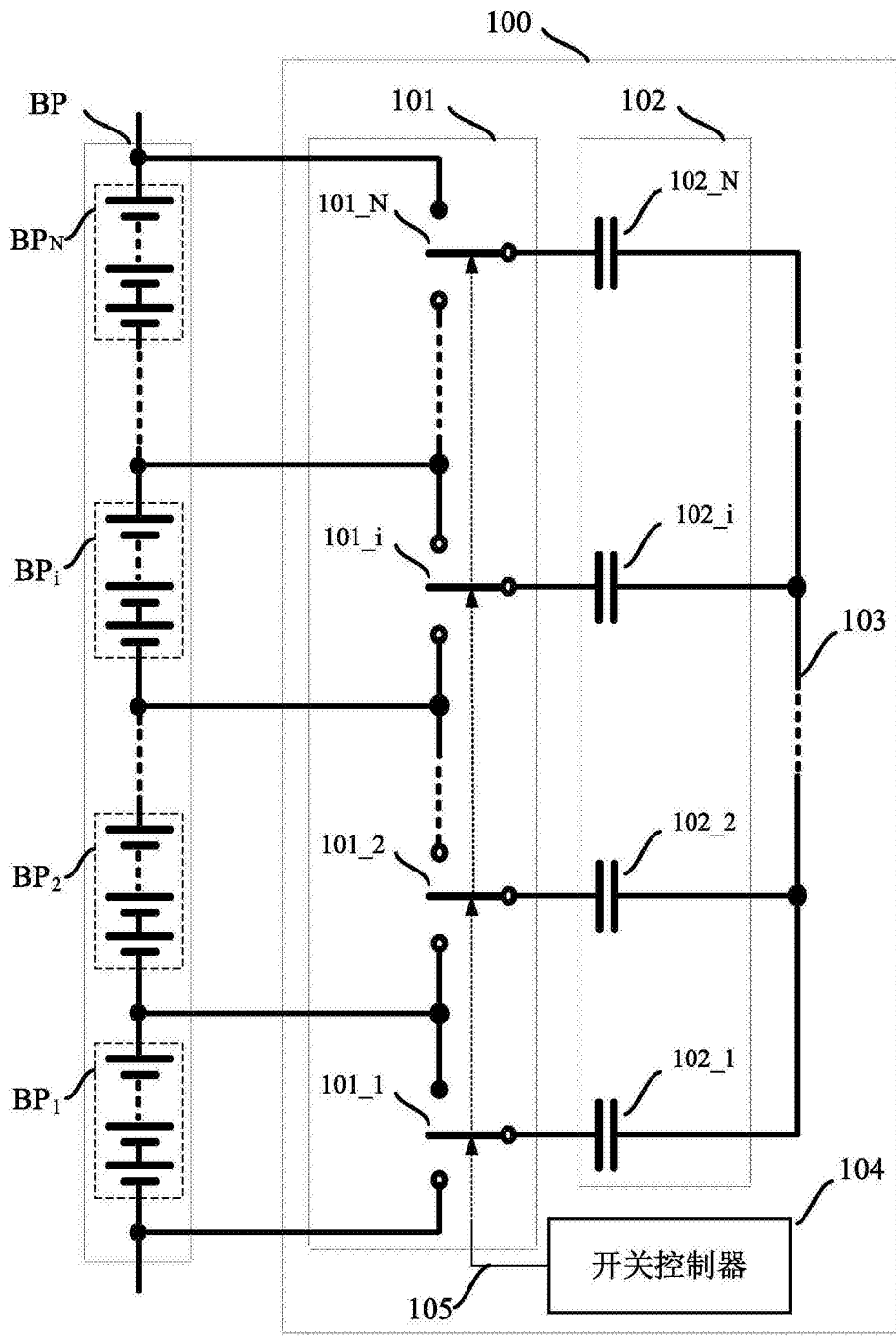


图5

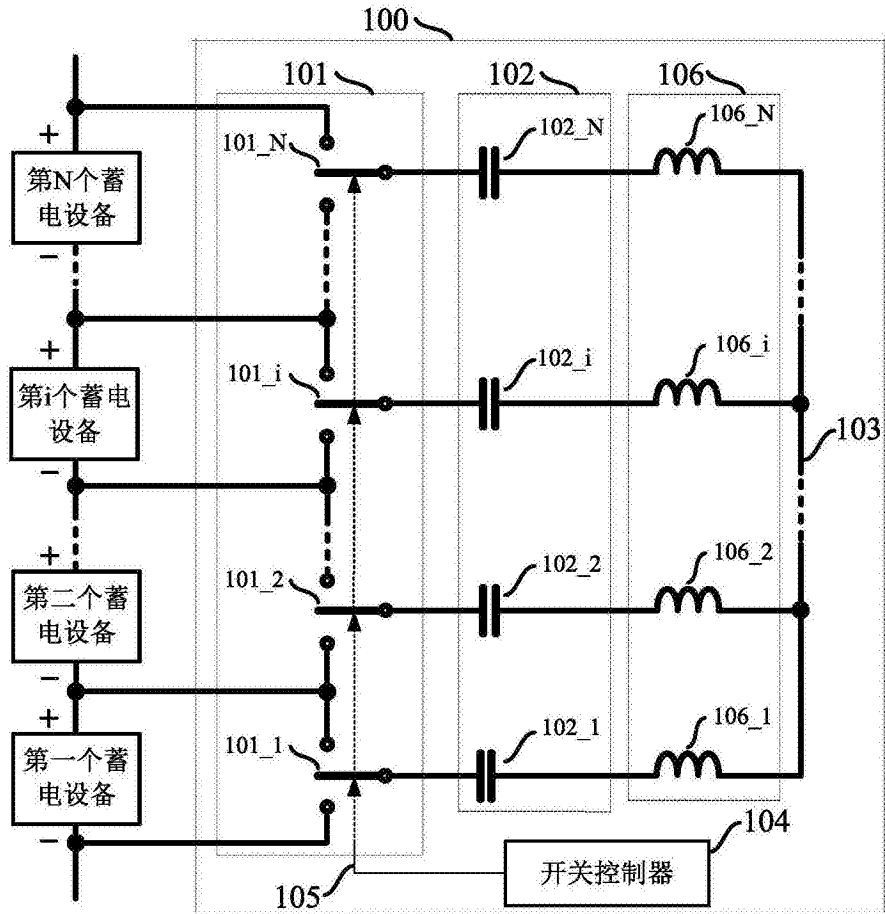


图6