



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108583347 B

(45) 授权公告日 2023.05.16

(21) 申请号 201810574425.1

CN 104184192 A, 2014.12.03

(22) 申请日 2018.06.06

CN 104767246 A, 2015.07.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 104953659 A, 2015.09.30

申请公布号 CN 108583347 A

CN 105656142 A, 2016.06.08

(43) 申请公布日 2018.09.28

CN 106356927 A, 2017.01.25

(73) 专利权人 昆明理工大学

JP 2013230003 A, 2013.11.07

地址 650093 云南省昆明市五华区学府路
253号

US 2004135544 A1, 2004.07.15

刘红锐 等. 锂离子蓄电池组充放电均衡器
及均衡策略. 电子学报. 2016, 全文.

(72) 发明人 刘红锐 李博 杜春峰 陈仕龙

审查员 童其磊

(51) Int. Cl.

B60L 58/18 (2019.01)

B60L 58/22 (2019.01)

(56) 对比文件

CN 102111003 A, 2011.06.29

CN 103944240 A, 2014.07.23

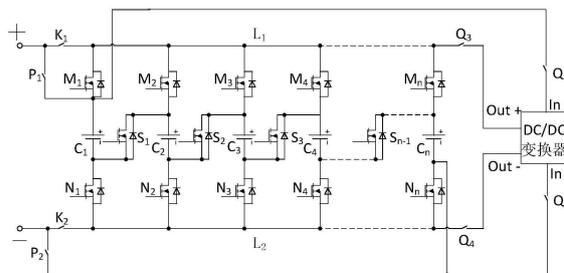
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路及其控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路及其控制方法, 本发明均衡电路由电池组、DC/DC变换器、带反并联二极管的Mosfet开关、总线开关 K_1 、总线开关 K_2 、总线开关 P_1 、总线开关 P_2 、开关 Q_1 、开关 Q_2 、开关 Q_3 、开关 Q_4 构成。本发明可以实现并联充电, 当任意一个单体电池达到设定的截止电压时便将该单体电池隔离出充电电路, 最终所有单体电池都因达到所设定的充电截止电压而停止充电从而达到强制均衡目的。放电均衡采用电池组并联一个DC/DC变换器给电池组中SOC最低的单体电池进行均衡, 放电时可以有效减小各个单体电池之间的一致性。



1. 一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路,其特征在于:由电池组、DC/DC变换器、带反并联二极管的Mosfet开关、总线开关 K_1 、总线开关 K_2 、总线开关 P_1 、总线开关 P_2 、开关 Q_1 、开关 Q_2 、开关 Q_3 、开关 Q_4 构成;

所述电池组由 n 个单体电池 C_i 组成,所述带反并联二极管的Mosfet开关由 n 个带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、 n 个带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 、 $n-1$ 个带反并联二极管的Mosfet开关 S_j 组成;

所述单体电池 C_i 的正极与带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 的源极相连,带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 的漏极接在电池组正极总线 L_1 上并由总线开关 K_1 、总线开关 P_1 控制总线 L_1 的通断;单体电池 C_i 负极与带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 的漏极相连,带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 的源极接在电池组负极总线 L_2 上并由总线开关 K_2 、总线开关 P_2 控制总线 L_2 通断; $n-1$ 个反并联二极管的Mosfet开关 S_j 的源极与单体电池 C_j 的负极及带反并联二极管的Mosfet开关 N_j 的漏极相连, $n-1$ 个反并联二极管的Mosfet开关 S_j 的漏极与单体电池 C_{j+1} 的正极及带反并联二极管的Mosfet开关 M_{j+1} 的源极相连;DC/DC变换器输入的正极并在第一个单体电池 C_1 的正极上并由开关 Q_1 控制通断,DC/DC变换器输入的负极并在最后一个单体电池 C_n 的负极上并由开关 Q_2 控制通断,DC/DC变换器输出的正极接在由 n 个单体电池 C_i 组成的电池组的正极总线 L_1 上并由开关 Q_3 控制通断,DC/DC变换器输出的负极接在由 n 个单体电池 C_i 组成的电池组的负极总线 L_2 上并由开关 Q_4 控制通断;总线开关 K_1 接在带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 的漏极与外部电源/负载连接正端之间,总线开关 P_1 接在带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 的源极与外部电源/负载连接正端之间;总线开关 K_2 接在带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 的源极与外部电源/负载连接负端之间,总线开关 P_2 接在最后一个单体电池 C_n 负极与外部电源/负载连接负端之间;

其中, $j=1,2,3,\dots,n-1,i=1,2,3,\dots,n$;

所述均衡电路进行充电均衡时,所有单体电池均直接并联在电源上,若某个单体电池 C_i 达到设定的充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_i 串联的带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 断开,从而将单体电池 C_i 隔离出充电电路;

所述均衡电路进行放电均衡时,均衡电路进行充电均衡时,若某个单体电池 C_i 的电压 V_i 与电池组平均电压 V_{av} 的差值 $\Delta V \geq \beta$ 时,则控制与该单体电池 C_i 串联的带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 接通,通过DC/DC变换器给该单体电池 C_i 均衡,从而保持各个单体电池的一致性;

其中, $V_{av} = \frac{V_1+V_2+V_3+\dots+V_n}{n}$, $\Delta V = V_{av} - V_i$, β 表示阈值。

2. 一种控制权利要求1所述的并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路的方法,其特征在于:所述方法包括充电均衡和放电均衡控制:

充电均衡:接通总线开关 K_1 、总线开关 K_2 ,电流走充电回路,控制总线开关 P_1 、总线开关 P_2 为断开状态;控制开关 Q_1 、开关 Q_2 、开关 Q_3 、开关 Q_4 处于断开状态,将DC/DC变换器开关完全隔离出电路;在整个充电过程中单体电池 C_1 、 C_2 、 $C_3 \dots C_n$ 均为并联状态:当某一个单体电池 C_i 达到所设定充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_i 串联的带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 断开,从而将单体电池 C_i 隔离出充电电路,直至最终所有单体电池都达到充电截止电压,此时所有单体电池均隔离出充电电路,充电电路为断开状态;

最终所有单体电池都因达到所设定的充电截止电压而停止充电从而达到强制均衡目的；

放电均衡：中断总线开关 K_1 、总线开关 K_2 ，电流走负载回路，接通总线开关 P_1 、总线开关 P_2 ；接通带反并联二极管的Mosfet开关 S_1 、 S_2 、 S_3 ... S_{n-1} ，断开带反并联二极管的Mosfet开关 M_1 、 M_2 、 M_3 、... M_n ，断开带反并联二极管的Mosfet开关 N_1 、 N_2 、 N_3 、... N_n ；接通开关 Q_1 、开关 Q_2 、开关 Q_3 、开关 Q_4 ；若某个单体电池 C_i 的电压 V_i 与电池组平均电压 V_{av} 的差值 $\Delta V \geq \beta$ 时，则控制与该单体电池 C_i 串联的带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 接通，通过DC/DC变换器给该单体电池 C_i 均衡，从而保持各个单体电池的一致性；

其中， $V_{av} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n}$ ， $\Delta V = V_{av} - V_i$ ， β 表示阈值。

一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路及其控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路及其控制方法，属于电力电子技术和蓄电池组能量均衡管理技术领域。

背景技术

[0002] 随着时代的发展，科技的进步，环境问题和能源危机日趋严重，尤其是石油，煤炭等化石燃料的过度开采和使用，致使温室效应加剧，且这些一次能源是不可再生的，也面临枯竭的问题。人类的可持续发展面临着巨大的挑战。在当今经济飞速发展的时代下，汽车成为主要交通工具的同时，加速了化石能源的消耗，加剧了环境的恶化。为了解决这些问题，各个国家都在寻求可再生能源和清洁能源。在车领域，像特斯拉、宝马、奥迪、BYD、等等都在大力发展电动汽车。然而对于电动汽车最为关键的技术便是储能，电能的储存能力直接制约着电动汽车行业的发展。随着电池及电池管理技术的飞速发展，锂离子电池具有能量密度大、标称电压相对较高、无记忆效应、无污染等优点受到了市场的青睐，被广泛应用于电动汽车的储能当中。

[0003] 为了满足驱动电动汽车电机电压和电流的要求，不得不把大量的单体锂离子电池串联起来使用。但由于1、电池在制作过程中，由于工艺等原因，同批次电池的容量、内阻等存在差异；2、电池自放电率的不同，长时间的积累，造成电池容量的差异；3、电池使用过程中，使用环境如（温度、电路板的差异等等）导致电池容量的差异。等等这些原因都会造成电池组中单体电池之间的不一致性。串联电池组的容量又受到最小单体电池容量的影响，总之各个单体电池间的不均衡不仅会使储存电量的减少还会使电池组的使用寿命缩短，因此不得不对电池组进行能量均衡管理，目前均衡方法的均衡效率还普遍偏低，非能量耗散型的均衡控制又比较复杂。

发明内容

[0004] 针对电动汽车车载锂离子动力电池系统中大量串联的锂离子单体电池之间能量不一致的问题，本发明提供了一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路及其控制方法。

[0005] 本发明的技术方案是：一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路，由电池组、DC/DC变换器、带反并联二极管的MOSFET开关、总线开关 K_1 、总线开关 K_2 、总线开关 P_1 、总线开关 P_2 、开关 Q_1 、开关 Q_2 、开关 Q_3 、开关 Q_4 构成；

[0006] 所述电池组由 n 个单体电池 C_i 组成，所述带反并联二极管的MOSFET开关由 n 个带反并联二极管的MOSFET开关 M_i 、 n 个带反并联二极管的MOSFET开关 N_i 、 $n-1$ 个带反并联二极管的MOSFET开关 S_j 组成；其中， $j=1,2,3,\dots,n-1$ ， $i=1,2,3,\dots,n$ ；

[0007] 所述单体电池 C_i 的正极与带反并联二极管的MOSFET开关 M_i 的源极相连，带反并联二极管的MOSFET开关 M_i 的漏极接在电池组正极总线 L_1 上并由总线开关 K_1 、总线开关 P_1 控制

总线 L_1 的通断;单体电池 C_i 负极与带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 的漏极相连,带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 的源极接在电池组负极总线 L_2 上并由总线开关 K_2 、总线开关 P_2 控制总线 L_2 通断; $n-1$ 个反并联二极管的Mosfet开关 S_j 的源极与单体电池 C_j 的负极及带反并联二极管的Mosfet开关 N_j 的漏极相连, $n-1$ 个反并联二极管的Mosfet开关 S_j 的漏极与单体电池 C_{j+1} 的正极及带反并联二极管的Mosfet开关 M_{j+1} 的源极相连;DC/DC变换器输入的正极并在第一个单体电池 C_1 的正极上并由开关 Q_1 控制通断,DC/DC变换器输入的负极并在最后一个单体电池 C_n 的负极上并由开关 Q_2 控制通断,DC/DC变换器输出的正极接在由 n 个单体电池 C_i 组成的电池组的正极总线 L_1 上并由开关 Q_3 控制通断,DC/DC变换器输出的负极接在由 n 个单体电池 C_i 组成的电池组的负极总线 L_2 上并由开关 Q_4 控制通断;总线开关 K_1 接在带反并联二极管的Mosfet开关 M_1 的漏极与外部电源/负载连接正端之间,总线开关 P_1 接在带反并联二极管的Mosfet开关 M_1 的源极与外部电源/负载连接正端之间;总线开关 K_2 接在带反并联二极管的Mosfet开关 N_1 的源极与外部电源/负载连接负端之间,总线开关 P_2 接在最后一个单体电池 C_n 负极与外部电源/负载连接负端之间。

[0008] 所述均衡电路进行充电均衡时,所有单体电池均直接并联在电源上,若某个单体电池 C_i 达到设定的充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_i 串联的带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 断开,从而将单体电池 C_i 隔离出充电电路。

[0009] 所述均衡电路进行放电均衡时,均衡电路进行充电均衡时,若某个单体电池 C_i 的电压 V_i 与电池组平均电压 V_{av} 的差值 $\Delta V \geq \beta$ 时,则控制与该单体电池 C_i 串联的带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 接通,通过DC/DC变换器给该单体电池 C_i 均衡,从而保持各个单体电池的一致性;

[0010] 其中, $V_{av} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n}$, $\Delta V = V_{av} - V_i$, β 表示阈值。

[0011] 一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路的控制方法,所述方法包括充电均衡和放电均衡控制:

[0012] 充电均衡:接通总线开关 K_1 、总线开关 K_2 ,电流走充电回路,控制总线开关 P_1 、总线开关 P_2 为断开状态;控制开关 Q_1 、开关 Q_2 、开关 Q_3 、开关 Q_4 处于断开状态,将DC/DC变换器开关完全隔离出电路;在整个充电过程中单体电池 C_1 、 C_2 、 C_3 ... C_n 均为并联状态:当某一个单体电池 C_i 达到所设定充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_i 串联的带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 断开,从而将单体电池 C_i 隔离出充电电路,直至最终所有单体电池都达到充电截止电压,此时所有单体电池均隔离出充电电路,充电电路为断开状态;最终所有单体电池都因达到所设定的充电截止电压而停止充电从而达到强制均衡目的;

[0013] 放电均衡:中断总线开关 K_1 、总线开关 K_2 ,电流走负载回路,接通总线开关 P_1 、总线开关 P_2 ;接通带反并联二极管的Mosfet开关 S_1 、 S_2 、 S_3 ... S_{n-1} ,断开带反并联二极管的Mosfet开关 M_1 、 M_2 、 M_3 ... M_n ,断开带反并联二极管的Mosfet开关 N_1 、 N_2 、 N_3 ... N_n ;接通开关 Q_1 、开关 Q_2 、开关 Q_3 、开关 Q_4 ;若某个单体电池 C_i 的电压 V_i 与电池组平均电压 V_{av} 的差值 $\Delta V \geq \beta$ 时,则控制与该单体电池 C_i 串联的带反并联二极管的Mosfet开关 M_i 、带反并联二极管的Mosfet开关 N_i 接通,通过DC/DC变换器给该单体电池 C_i 均衡,从而保持各个单体电池的一致性;

[0014] 其中, $V_{av} = \frac{V_1 + V_2 + V_3 + \dots + V_n}{n}$, $\Delta V = V_{av} - V_i$, β 表示阈值。

[0015] 本发明的有益效果是: 本发明可以实现并联充电, 当任意一个单体电池达到设定的截止电压时便将该单体电池隔离出充电电路, 最终所有单体电池都因达到所设定的充电截止电压而停止充电从而达到强制均衡目的。放电均衡采用电池组并联一个DC/DC变换器给电池组中SOC(荷电状态也叫剩余电量, 代表的是电池使用一段时间或长期搁置不用后的剩余容量与其完全充电状态的容量的比值, 常用百分数表示) 最低的单体电池进行均衡, 放电时可以有效减小各个单体电池之间的不一致性。通过该均衡电路可以明显的提高充电的速度, 且充电时不需要额外的均衡电路来保持各个单体电池的一致性, 放电均衡选择性的给电池组中单体电池电压与电池组平均电压 V_{av} 差值大于等于设定阈值 β 的单体电池 C_i 进行均衡。该均衡电路原理简单, 控制容易, 无需高频脉宽调制, 均衡效率高。电池组为 n 个单体电池组成的电池组, 且 n 的奇偶性不影响电池组结构, 方便拓展电路结构。

附图说明

- [0016] 图1是本发明一种基于并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路原理图;
 [0017] 图2是 n 个单体电池的充电均衡电路原理图;
 [0018] 图3是 n 个单体电池的放电均衡电路原理图;
 [0019] 图4是5个单体电池的充电均衡电路原理图;
 [0020] 图5是5个单体电池充电均衡等效电路图;
 [0021] 图6是5个单体电池的放电均衡电路原理图;
 [0022] 图7是5个单体电池放电均衡等效电路图;
 [0023] 其中, 如附图所示, 灰色部分为断开状态, 黑色部分为导通或工作状态。

具体实施方式

[0024] 实施例1: 如图1所示, 一种并联充电和选择性单体电池放电均衡的均衡电路, 由电池组、DC/DC变换器、带反并联二极管的MOSFET开关、总线开关 K_1 、总线开关 K_2 、总线开关 P_1 、总线开关 P_2 、开关 Q_1 、开关 Q_2 、开关 Q_3 、开关 Q_4 构成;

[0025] 所述电池组由 n 个单体电池 C_i 组成, 所述带反并联二极管的MOSFET开关由 n 个带反并联二极管的MOSFET开关 M_i 、 n 个带反并联二极管的MOSFET开关 N_i 、 $n-1$ 个带反并联二极管的MOSFET开关 S_j 组成; 其中, $j=1, 2, 3, \dots, n-1, i=1, 2, 3, \dots, n$;

[0026] 所述单体电池 C_i 的正极与带反并联二极管的MOSFET开关 M_i 的源极相连, 带反并联二极管的MOSFET开关 M_i 的漏极接在电池组正极总线 L_1 上并由总线开关 K_1 、总线开关 P_1 控制总线 L_1 的通断; 单体电池 C_i 负极与带反并联二极管的MOSFET开关 N_i 的漏极相连, 带反并联二极管的MOSFET开关 N_i 的源极接在电池组负极总线 L_2 上并由总线开关 K_2 、总线开关 P_2 控制总线 L_2 通断; $n-1$ 个反并联二极管的MOSFET开关 S_j 的源极与单体电池 C_j 的负极及带反并联二极管的MOSFET开关 N_j 的漏极相连, $n-1$ 个反并联二极管的MOSFET开关 S_j 的漏极与单体电池 C_{j+1} 的正极及带反并联二极管的MOSFET开关 M_{j+1} 的源极相连; DC/DC变换器输入的正极并在第一个单体电池 C_1 的正极上并由开关 Q_1 控制通断, DC/DC变换器输入的负极并在最后一个单体电池 C_n 的负极上并由开关 Q_2 控制通断, DC/DC变换器输出的正极接在由 n 个单体电池 C_i 组成的

电池组的正极总线 L_1 上并由开关 Q_3 控制通断,DC/DC变换器输出的负极接在由 n 个单体电池 C_i 组成的电池组的负极总线 L_2 上并由开关 Q_4 控制通断;总线开关 K_1 接在带反并联二极管的Mofset开关 M_1 的漏极与外部电源/负载连接正端之间,总线开关 P_1 接在带反并联二极管的Mofset开关 M_1 的源极与外部电源/负载连接正端之间;总线开关 K_2 接在带反并联二极管的Mofset开关 N_1 的源极与外部电源/负载连接负端之间,总线开关 P_2 接在最后一个单体电池 C_n 负极与外部电源/负载连接负端之间。

[0027] 对于由 n 个单体电池构成的电池组而言(如图1),电池组在充电过程中(如图2)接通总线开关(K_1 、 K_2)此时因为是充电状态(即外部电源给电池组充电),电流走充电回路,控制总线开关(P_1 、 P_2)为断开状态。充电过程中不需要额外的均衡电路,所以控制开关(Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4)处于断开状态,把DC/DC变换器完全隔离出电路。在整个充电过程中单体电池 C_1 、 C_2 、 C_3 ... C_n 均为并联状态,当某一个单体电池 C_i 达到所设定充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_i ($i=1,2,3\dots,n$)串联的两个带反并联二极管的Mofset开关 M_i ($i=1,2,3\dots,n$)、 N_i ($i=1,2,3\dots,n$)断开,从而将单体电池 C_i 隔离出充电电路,达到保护该单体电池的目的。当另一个单体电池 C_x 也达到所设定的充电截止电压时则控制与该单体电池 C_x ($x=1,2,3\dots,n$)串联的两个带反并联二极管的Mofset开关 M_x ($x=1,2,3\dots,n$)、 N_x ($x=1,2,3\dots,n$)断开,从而将单体电池 C_x 隔离出充电电路,直至最终所有单体电池都达到充电截止电压,此时所有单体电池均隔离出充电电路,充电电路为断开状态。最终所有单体电池都因达到所设定的充电截止电压而停止充电从而达到强制均衡目的。

[0028] 电池组在放电过程中(如图3)断开总线开关(K_1 、 K_2),此时因为是放电状态(即电池组对负载放电),电流走负载回路,所以接通总通开关(P_1 、 P_2)。要求各个单体电池串联,所以接通带反并联二极管的Mofset开关(S_1 、 S_2 、 S_3 ... S_{n-1}),断开带反并联二极管的Mofset开关(M_1 、 M_2 、 M_3 ... M_n)、(N_1 、 N_2 、 N_3 ... N_n)。放电过程为了保持各个单体电池的一致性,需接入DC/DC变换器进行均衡,接通开关(Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4)。此时DC/DC变换器的输入端正极接在电池组正极上,DC/DC变换器输入负极接在电池组负极上。输出端正极通过 Q_3 的闭合接在电池组总线 L_1 上,输出端负极通过 Q_4 的闭合接在电池组总线 L_2 上,在放电过程中若某个单体电池 C_i ($i=1,2,3\dots,n$)的电压 V_i 与电池组平均电压(V_{av} , $V_{av} = \frac{V_1+V_2+V_3+\dots+V_n}{n}$)的差值(ΔV , $\Delta V =$

$V_{av} - V_i$)大于等于设定阈值 β 时(即, $\Delta V \geq \beta$),则控制与该单体电池 C_i ($i=1,2,3\dots,n$)串联的两个带反并联二极管的Mofset开关 M_i ($i=1,2,3\dots,n$)、 N_i ($i=1,2,3\dots,n$)接通,通过DC/DC变换器给该单体电池 C_i 均衡,从而保持各个单体电池的一致性。

[0029] 实施例2:以5个单体电池为例。

[0030] 在充电过程中(如图4、5),假设单体电池达到充电截止电压的顺序依次为 C_3 、 C_1 、 C_2 、 C_4 、 C_5 ,则具体电路控制方法如下:接通总线开关(K_1 、 K_2)此时因为是充电状态(即外部电源给电池组充电),电流走充电回路,所以控制总线开关(P_1 、 P_2)为断开状态。充电过程中不需要额外的均衡电路,所以控制开关(Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4)处于断开状态,把DC/DC变换器完全隔离出电路。在整个充电过程中单体电池 C_1 、 C_2 、 C_3 、 C_4 、 C_5 均为并联状态,(1)、当单体电池 C_3 达到所设定充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_3 串联的两个带反并联二极管的Mofset开关 M_3 、 N_3 断开,从而将单体电池 C_3 隔离出充电电路,达到保护该单体电池的目的。(2)、当单体电池 C_1 达到所设定的充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_1 串联的两个带反并联二极管的

Mosfet开关 M_1 、 N_1 断开,从而将单体电池 C_1 隔离出充电电路。(3)、当单体电池 C_2 达到所设定充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_2 串联的两个带反并联二极管的Mosfet开关 M_2 、 N_2 断开,从而将单体电池 C_2 隔离出充电电路。(4)、当单体电池 C_4 达到所设定的充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_4 串联的两个带反并联二极管的Mosfet开关 M_4 、 N_4 断开,从而将单体电池 C_4 隔离出充电电路。(5)、当单体电池 C_5 达到所设定的充电截止电压时,则控制与该单体电池 C_5 串联的两个带反并联二极管的Mosfet开关 M_5 、 N_5 断开,从而将单体电池 C_5 隔离出充电电路。最终所有单体电池均隔离出充电电路,充电电路为断开状态;所有单体电池都因达到所设定的充电截止电压而停止充电从而达到强制均衡。

[0031] 在放电过程中(如图6、7)假设单体电池 C_3 电压 V_3 与电池组平均电压(V_{av})的差值 ΔV 大于等于设定阈值 β 时,经电池组并联的一个DC/DC变换器,给该电池补充电能,实现整体到单个单体电池的能量转换,从而保持电池组中各单体电池的一致性,达到均衡的目的。具体电路控制方法如下:断开总线开关(K_1 、 K_2),此时因为是放电状态(即电池组对负载放电),电流走负载回路,所以接通总线开关(P_1 、 P_2)。要求各个单体电池串联,所以接通带反并联二极管的Mosfet开关(S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 、 S_5),断开带反并联二极管的Mosfet开关(M_1 、 M_2 、 M_3 、 M_4 、 M_5)、(N_1 、 N_2 、 N_3 、 N_4 、 N_5)。放电过程为了保持各个单体电池的一致性,接入DC/DC变换器进行均衡,接通开关(Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4)。此时DC/DC变换器的输入端正极接在电池组正极上,DC/DC变换器输入负极接在电池组负极上。输出端正极通过 Q_3 的闭合接在电池组总线 L_1 上,输出端负极通过 Q_4 的闭合接在电池组总线 L_2 上,在放电过程中电池 C_3 的电压 V_3 与电池组平均电压(V_{av} ,

$V_{av} = \frac{V_1+V_2+V_3+V_4+V_5}{5}$)的差值(ΔV , $\Delta V = V_{av} - V_3$)大于等于设定阈值 β 时(即, $\Delta V \geq \beta$)控

制与该单体电池 C_3 串联的两个带反并联二极管的Mosfet开关 M_3 、 N_3 接通,通过DC/DC变换器给该单体电池 C_3 均衡,从而保持各个单体电池的一致性。

[0032] 上面结合附图对本发明的具体实施方式作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施方式,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。

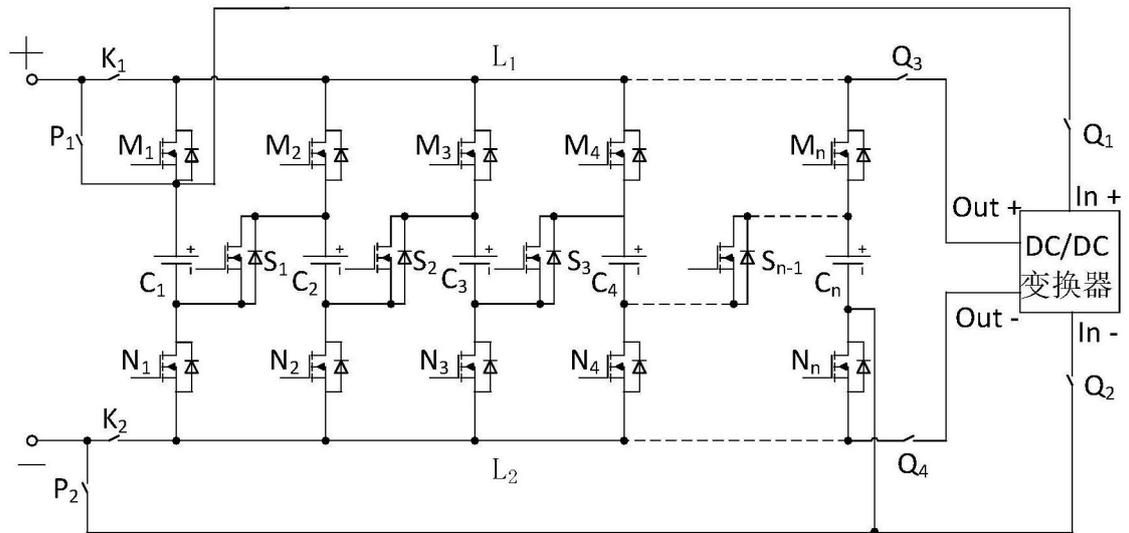


图1

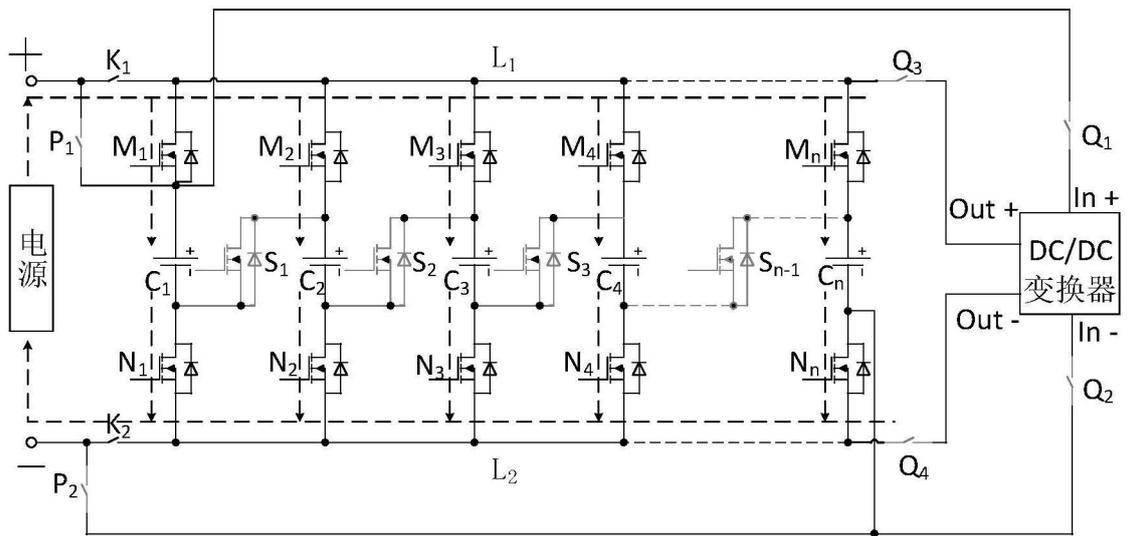


图2

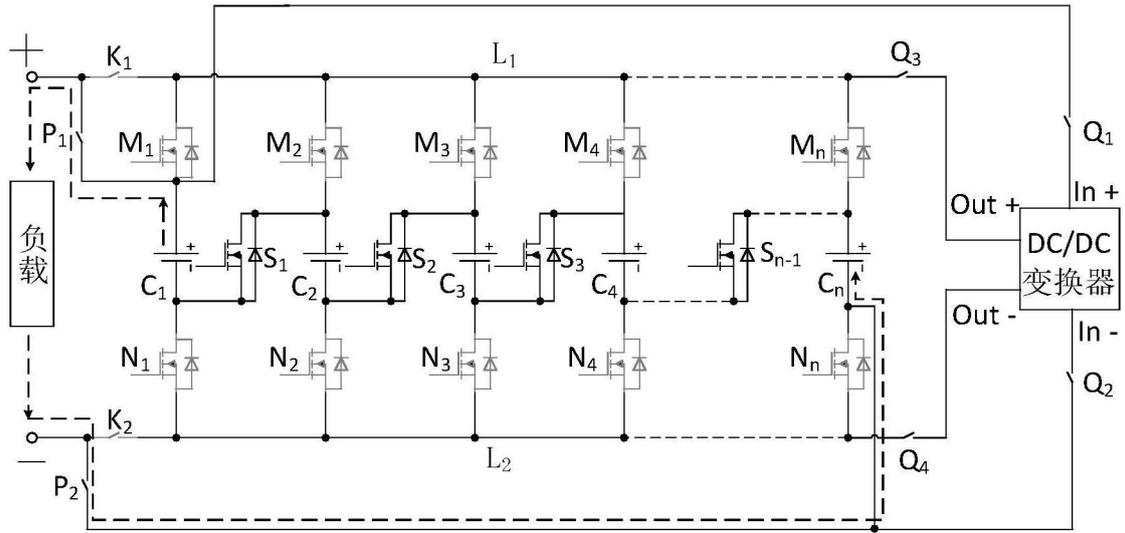


图3

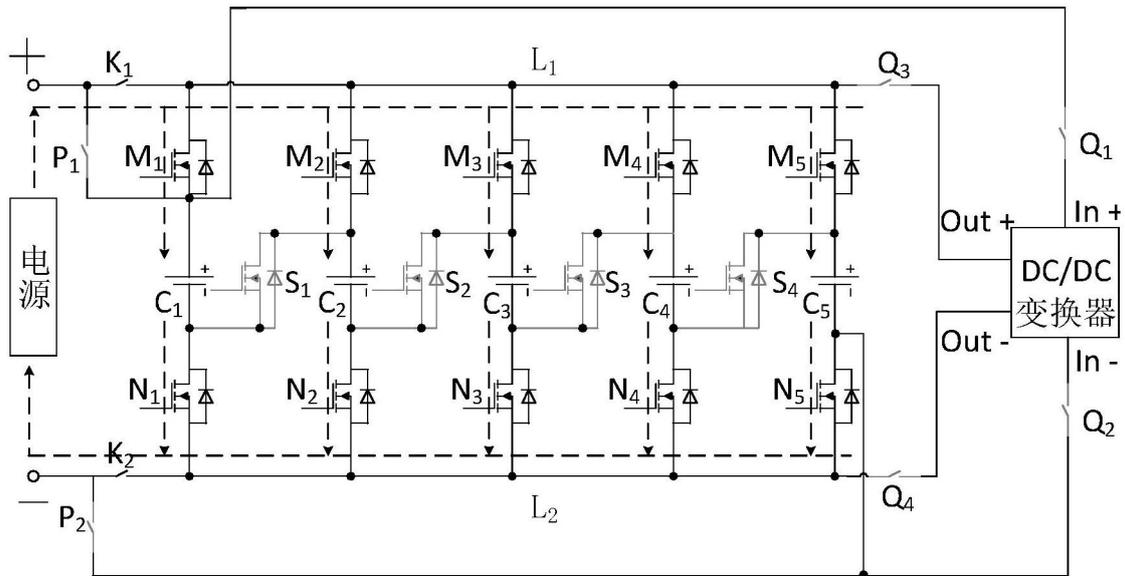


图4

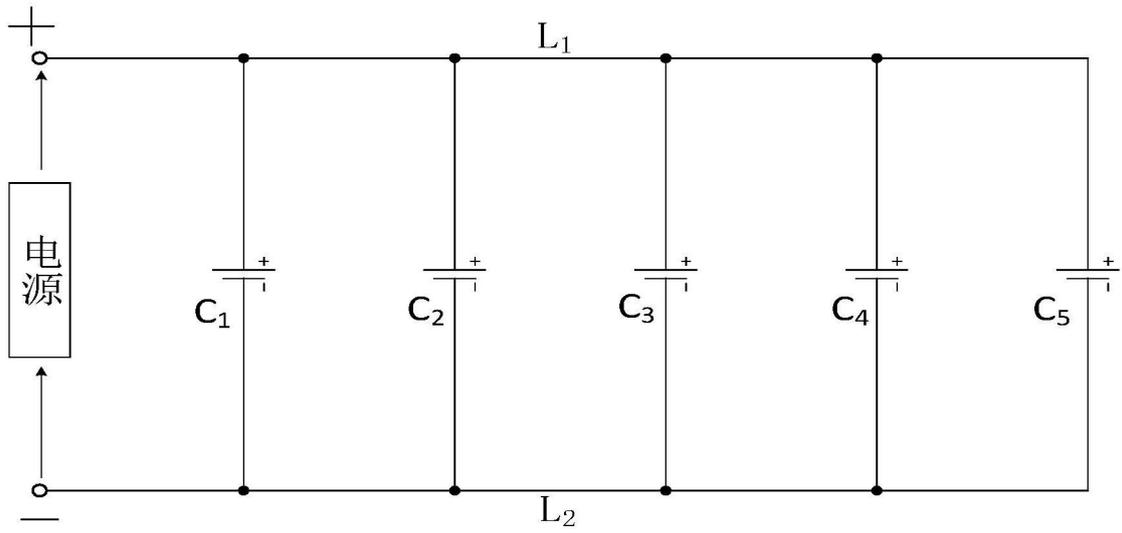


图5

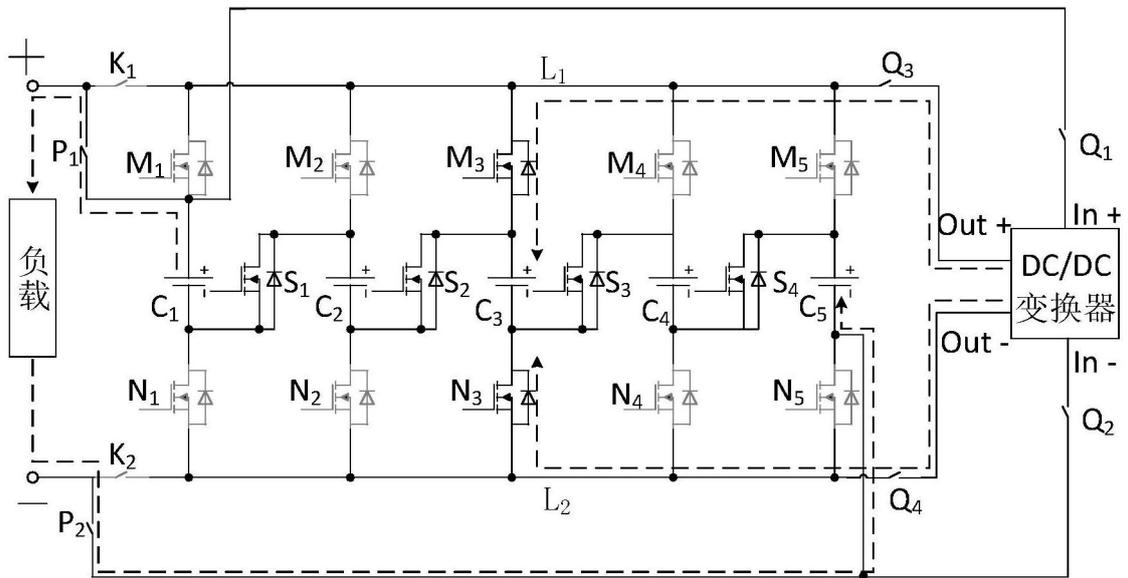


图6

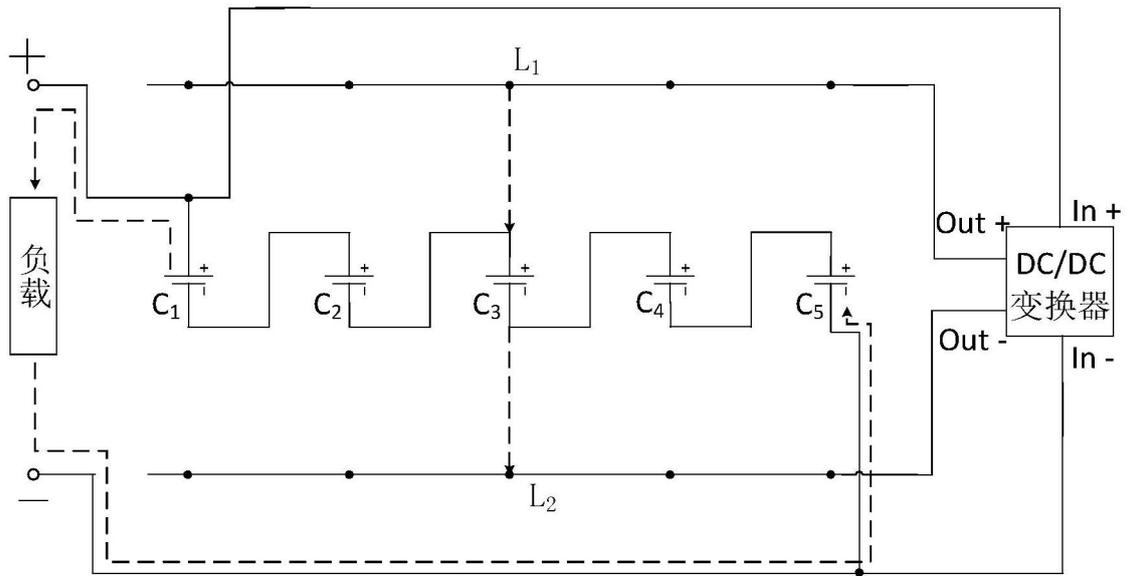


图7