



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107911024 A

(43)申请公布日 2018.04.13

(21)申请号 201711311573.6

(22)申请日 2017.12.11

(71)申请人 三峡大学

地址 443002 湖北省宜昌市大学路8号

(72)发明人 郝玢鑫 陈耀 王辉 曾庆典

李圣乾

(74)专利代理机构 宜昌市三峡专利事务所

42103

代理人 吴思高

(51) Int. Cl.

H02M 3/158(2006.01)

H02J 7/00(2006.01)

H02J 7/35(2006.01)

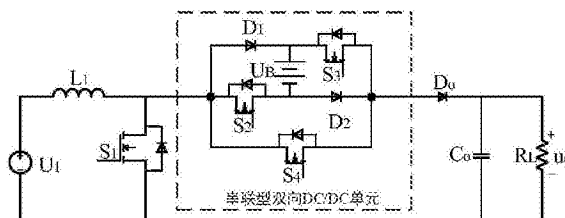
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器

(57)摘要

一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器,包括单向升压DC/DC变换器、串联型双向DC/DC单元,所述单向升压DC/DC变换器包括电源 U_1 、电感 L_1 、开关管 S_1 、二极管 D_0 、电容 C_0 ;电源 U_1 正极连接电感 L_1 一端,电感 L_1 另一端连接开关管 S_1 漏极、串联型双向DC/DC单元一侧,电源 U_1 负极连接开关管 S_1 源极、电容 C_0 一端,电容 C_0 另一端连接二极管 D_0 阴极,二极管 D_0 阳极连接串联型双向DC/DC单元另一侧。所述串联型双向DC/DC单元为多个,多个串联型双向DC/DC单元串联或者并联。本发明通过改进双向DC/DC变换器的结构,提出了一种串联型双向DC/DC单元拓扑以及串联混合型MPC的构建思路和实现方案,实现了储能单元串联接入,具有结构简单、控制方便等优点。



1. 一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器,包括单向升压DC/DC变换器、串联型双向DC/DC单元,其特征在于:所述单向升压DC/DC变换器包括电源 U_1 、电感 L_1 、开关管 S_1 、二极管 D_0 、电容 C_0 ;

电源 U_1 正极连接电感 L_1 一端,电感 L_1 另一端连接开关管 S_1 漏极、串联型双向DC/DC单元一侧,电源 U_1 负极连接开关管 S_1 源极、电容 C_0 一端,电容 C_0 另一端连接二极管 D_0 阴极,二极管 D_0 阳极连接串联型双向DC/DC单元另一侧;

所述串联型双向DC/DC单元包括储能单元 U_B 、开关管 S_2 、开关管 S_3 、开关管 S_4 、二极管 D_1 、二极管 D_2 ;开关管 S_2 漏极连接二极管 D_1 阳极、开关管 S_4 漏极,二极管 D_1 阴极连接开关管 S_3 漏极,开关管 S_3 源极连接二极管 D_2 阴极、开关管 S_4 源极,二极管 D_2 阳极连接开关管 S_2 源极,储能单元 U_B 正极连接二极管 D_1 阴极,储能单元 U_B 负极连接二极管 D_2 阳极。

所述串联型双向DC/DC单元为多个,多个串联型双向DC/DC单元串联或者并联。

2. 根据权利要求1所述一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器,其特征在于:串联型双向DC/DC单元由三个开关管:开关管 S_2 、开关管 S_3 、开关管 S_4 和两个二极管:二极管 D_1 、二极管 D_2 ,分别构成双向DC/DC变换器的充电支路、放电支路及旁路;

当储能单元充电时开关 S_1 、 S_2 、 S_3 均关断,二极管 D_1 和 D_2 导通形成充电支路;

当储能单元放电时开关 S_1 、 S_2 导通、 S_3 关断形成放电支路;

当储能单元工作于旁路状态下时开关 S_1 、 S_2 关断、 S_3 导通构成旁路。

3. 根据权利要求1所述一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器,其特征在于:通过不同的开关控制策略,决定储能单元 U_B 工作于充电、放电或者旁路三种状态;

当开关管 S_1 、 S_2 导通, S_3 关断时,二极管 D_1 、 D_2 关断,储能单元处于放电状态;

当开关管 S_1 、 S_2 均关断, S_3 导通时,储能单元被旁路,不参与电路中的能量转换。

4. 根据权利要求1所述一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器,其特征在于:串联混合型MPC中,通过将多个串联型双向DC/DC单元分别进行串联或者并联后、再与单向升压DC/DC变换器进行串联,可以实现 $N(N \geq 1)$ 个储能单元同时接入。

5. 采用如权利要求1-4所述任意一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器的一种路灯照明系统,其特征在于:光伏电池连接单向升压DC/DC变换器,单向升压DC/DC变换器与串联型双向DC/DC单元连接,串联型双向DC/DC单元连接直流母线;

直流母线连接双向DC/AC变换器,双向DC/AC变换器连接交流电网;

直流母线连接DC/AC变换器,DC/AC变换器连接交流负荷;

直流母线连接DC/DC变换器,DC/DC变换器连接直流负荷。

一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种DC/DC变换器,具体说是一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器。

背景技术

[0002] 随着能源危机、温室效应以及大气污染等全球问题的日益严重,光伏发电、燃料电池发电等新能源发电技术得到了广泛的关注和快速发展,含储能单元的新能源发电系统能够平滑新能源微电源的发电出力,提高系统并网稳定性。现有的并联混合型多端口变换器方案中储能单元一般以并联的形式与升压DC/DC变换器或者直流母线相连,传统的并联式结构虽然能够解决微电源发电出力以及并网时系统稳定性的问题,但是由于并联式结构的原因使储能系统每次充电时都要进行两次电能转换,造成电能浪费及电能利用率低等问题,另外并联式结构还会增加系统设计成本以及控制器设计的复杂度。因此,改进现有并联式结构对于减少储能系统能量转换次数、提高系统能量利用率、降低系统设计成本及优化控制器设计具有重要意义。

发明内容

[0003] 针对上述现有技术的不足,本发明重点解决储能单元并联式结构造成的能量转换次数多,能量利用率低等问题,提出了一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器。本发明通过改进双向DC/DC变换器的结构,提出了一种串联型双向DC/DC单元拓扑以及串联混合型MPC的构建思路和实现方案,实现了储能单元串联接入,具有结构简单、控制方便等优点。与传统并联混合型MPC相比,该方案能够显著的减少储能单元的能量转换次数,从而降低能量损耗,提高能量的利用率。

[0004] 本发明采取的技术方案为:

[0005] 一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器,包括单向升压DC/DC变换器、串联型双向DC/DC单元,所述单向升压DC/DC变换器包括电源 U_1 、电感 L_1 、开关管 S_1 、二极管 D_0 、电容 C_0 ;电源 U_1 正极连接电感 L_1 一端,电感 L_1 另一端连接开关管 S_1 漏极、串联型双向DC/DC单元一侧,电源 U_1 负极连接开关管 S_1 源极、电容 C_0 一端,电容 C_0 另一端连接二极管 D_0 阴极,二极管 D_0 阳极连接串联型双向DC/DC单元另一侧;

[0006] 所述串联型双向DC/DC单元包括储能单元 U_B 、开关管 S_2 、开关管 S_3 、开关管 S_4 、二极管 D_1 、二极管 D_2 ;开关管 S_2 漏极连接二极管 D_1 阳极、开关管 S_4 漏极,二极管 D_1 阴极连接开关管 S_3 漏极,开关管 S_3 源极连接二极管 D_2 阴极、开关管 S_4 源极,二极管 D_2 阳极连接开关管 S_2 源极,储能单元 U_B 正极连接二极管 D_1 阴极,储能单元 U_B 负极连接二极管 D_2 阳极。

[0007] 所述串联型双向DC/DC单元为多个,多个串联型双向DC/DC单元串联或者并联。

[0008] 本发明一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器,具有如下有益效果:

[0009] 1:本发明将储能单元以串联的形式接入到单向升压DC/DC变换器中,使储能单元通过串联型双向DC/DC单元和单向升压DC/DC变换器形成一个完整的电力电子系统,减少了

变换器的设计成本,同时也可以减少控制器的设计难度,使集中控制更加简单。

[0010] 2:串联型双向DC/DC单元可将储能单元与单向升压DC/DC变换器串联在一起。储能单元在充电过程中,电能可直接由单向升压DC/DC变换器转换到储能单元中,减少了能量由升压DC/DC变换器传给负载,再由负载将能量转换到储能单元中这一间接过程,因而减少了能量的转换次数,提高了能量的利用率。

附图说明

[0011] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步说明:

[0012] 图1是传统并联混合型MPC原理框图。

[0013] 图2是本发明串联混合型MPC原理框图。

[0014] 图3是本发明应用于Boost变换器中N个串联型双向DC/DC单元并联形成一串联混合型MPC原理图。

[0015] 图4是本发明应用于Boost变换器中N个串联型双向DC/DC单元串联形成一串联混合型MPC原理图。

[0016] 图5是本发明应用于Boost变换器中1个串联型双向DC/DC单元形成一MPC原理图。

[0017] 图6是本发明所述单个串联型双向DC/DC单元电路图。

具体实施方式

[0018] 一种高效率串联混合型多端口DC/DC变换器,包括单向升压DC/DC变换器、串联型双向DC/DC单元,所述单向升压DC/DC变换器包括电源 U_1 、电感 L_1 、开关管 S_1 、二极管 D_0 、电容 C_0 ;电源 U_1 正极连接电感 L_1 一端,电感 L_1 另一端连接开关管 S_1 漏极、串联型双向DC/DC单元一侧,电源 U_1 负极连接开关管 S_1 源极、电容 C_0 一端,电容 C_0 另一端连接二极管 D_0 阴极,二极管 D_0 阳极连接串联型双向DC/DC单元另一侧。

[0019] 所述串联型双向DC/DC单元包括储能单元 U_B 、开关管 S_2 、开关管 S_3 、开关管 S_4 、二极管 D_1 、二极管 D_2 ;开关管 S_2 漏极连接二极管 D_1 阳极、开关管 S_4 漏极,二极管 D_1 阴极连接开关管 S_3 漏极,开关管 S_3 源极连接二极管 D_2 阴极、开关管 S_4 源极,二极管 D_2 阳极连接开关管 S_2 源极,储能单元 U_B 正极连接二极管 D_1 阴极,储能单元 U_B 负极连接二极管 D_2 阳极。

[0020] 所述串联型双向DC/DC单元为多个,多个串联型双向DC/DC单元串联或者并联。

[0021] 串联型双向DC/DC单元由三个开关管:开关管 S_2 、开关管 S_3 、开关管 S_4 和两个二极管:二极管 D_1 、二极管 D_2 ,分别构成双向DC/DC变换器的充电支路、放电支路及旁路;

[0022] 当储能单元充电时开关 S_1 、 S_2 、 S_3 均关断,二极管 D_1 和 D_2 导通形成充电支路;储能单元处于充电状态。直流微电源给储能单元充电时,直接通过串联混合型MPC给储能单元充电,不需要转换为直流母线电压后再通过双向DC/DC变换器给储能单元充电,因而减少了中间级能量转换,提高了能量利用效率。

[0023] 当储能单元放电时开关 S_1 、 S_2 导通、 S_3 关断形成放电支路;

[0024] 当储能单元工作于旁路状态下时开关 S_1 、 S_2 关断、 S_3 导通构成旁路。

[0025] 通过不同的开关控制策略,决定储能单元 U_B 工作于充电、放电或者旁路三种状态;

[0026] 当开关管 S_1 、 S_2 导通, S_3 关断时,二极管 D_1 、 D_2 关断,储能单元处于放电状态;

[0027] 当开关管 S_1 、 S_2 均关断, S_3 导通时,储能单元被旁路,不参与电路中的能量转换。

[0028] 串联混合型MPC中,通过将多个串联型双向DC/DC单元分别进行串联或者并联后、再与单向升压DC/DC变换器进行串联,可以实现 $N(N \geq 1)$ 个储能单元同时接入。

[0029] 一种路灯照明系统,光伏电池连接单向升压DC/DC变换器,单向升压DC/DC变换器与串联型双向DC/DC单元连接,串联型双向DC/DC单元连接直流母线;

[0030] 直流母线连接双向DC/AC变换器,双向DC/AC变换器连接交流电网;

[0031] 直流母线连接DC/AC变换器,DC/AC变换器连接交流负荷;

[0032] 直流母线连接DC/DC变换器,DC/DC变换器连接直流负荷。

[0033] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0034] 图1和图2分别为传统并联混合型MPC原理框图以及本发明提出的串联混合型MPC原理框图,由图1可知储能单元与直流母线直接相连,与单向升压DC/DC变换器形成一种并联式结构,在储能单元充电过程中,直流微电源中的电能首先通过升压DC/DC变换器将电压升高至直流母线电压,再通过与直流母线并联的双向DC/DC变换器将冗余电能储存到储能单元中,因而直流微电源在给储能单元充电过程中要经过两次电能转换,电能转换次数多,造成电能浪费、电能利用率低等问题。根据以上问题本发明通过改进双向DC/DC变换器结构,提出一种串联混合型多端口MPC,如图2所示,该串联混合型MPC实现了单向升压DC/DC变换器与双向DC/DC变换器的串联,减少了直流微电源给储能单元充电过程中,电能转换为直流母线电压这一过程,从而减少了电能转换次数,提高了电能利用率。

[0035] 如图3所示,为本发明应用于Boost变换器中 N 个串联型双向DC/DC单元并联形成一串联混合型MPC原理图,该串联型混合型MPC通过将 N 个串联型双向DC/DC单元并联之后再与Boost变换器串联,形成一个具有 $N+2$ 个端口的串联混合型MPC,由于串联型双向DC/DC单元通过并联形式连接在一起,因此公用一个旁路开关 S_2 ,该串联混合型MPC可以同时实现 N 各储能单元和1个新能源微电源同时接入,各个储能单元之间可以单独工作,互不干扰。该串联混合型MPC不仅可以减少储能单元在充电过程中由于电能转换次数多,造成的电能浪费问题,而且将 N 个储能单元并联的形式极大提高了系统功率容量及系统并网稳定性。

[0036] 如图4所示,为本发明应用于Boost变换器中 N 个串联型双向DC/DC单元串联形成一串联混合型MPC原理图,该串联混合型MPC通过将 N 个串联型双向DC/DC单元与Boost电路串联,形成一个具有 $N+2$ 个端口的串联混合型MPC, N 个储能单元可以同时或者单独进行充放电。

[0037] 如图5所示,为本发明应用于Boost变换器中1个串联型双向DC/DC单元形成一MPC原理图,该电路可分为三个工作模态:储能单元充电模态、储能单元放电模态及储能单元被旁路模态;

[0038] 模态一:开关 S_1 、 S_2 、 S_3 、 S_4 均关断,此时二极管 D_1 、 D_2 、 D_0 均导通,电源 U_1 经过电感 L 给储能单元 U_B 充电,同时电容 C_0 充电,为负载 R_L 供电。

[0039] 模态二:开关 S_1 、 S_4 关断、 S_2 、 S_3 导通,二极管 D_1 、 D_2 关断、 D_0 导通,储能单元处于放电状态,电源 U_1 和 U_B 同时给电容 C_0 充电。

[0040] 模态三:该模态可以分为两种的工作情况:(1)开关 S_1 关断、 S_4 导通,二极管 D_1 、 D_2 关断、 D_0 导通,此时储能单元处于被旁路状态,负载由电源 U_1 单独供电;(2)开关 S_1 导通、 S_2 、 S_3 、 S_4 均关断,二极管 D_1 、 D_2 、 D_0 均关断,此时电感 L 充电, C_0 放电为负载供电,储能单元仍处于被旁路状态,不参与电路中的能量转换。

[0041] 综上所述,本发明通过串联型双向DC/DC单元实现了储能单元串联接入,提出了一种串联混合型MPC拓扑结构及其构造方法,该串联混合型MPC有效的解决了传统储能单元通过双向DC/DC变换器并联式结构所带来的能量转换次数多,能量利用率低的问题。本发明适用于含储能单元的直流微电网中,上述实施范例仅仅是为了工作原理阐述简单而构建的串联混合型MPC,在实际应用中,可以根据实际情况对本方案稍作改进,达到优化效率和节约成本的目的。

[0042] 本发明的上述实施范例仅仅是为说明本发明所作的举例,而并非是对本发明的实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其他不同形式的变化和变动。这里无法对所有的实施方式予以穷举。凡是属于本发明的技术方案所引申出的显而易见的变化或变动仍处于本发明的保护范围之列。

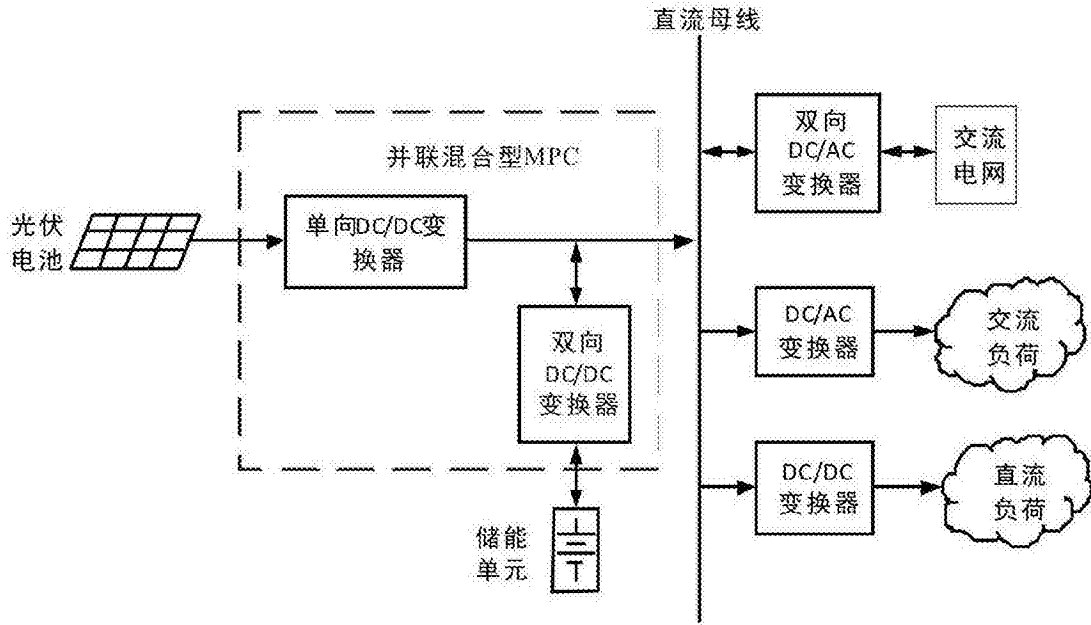


图1

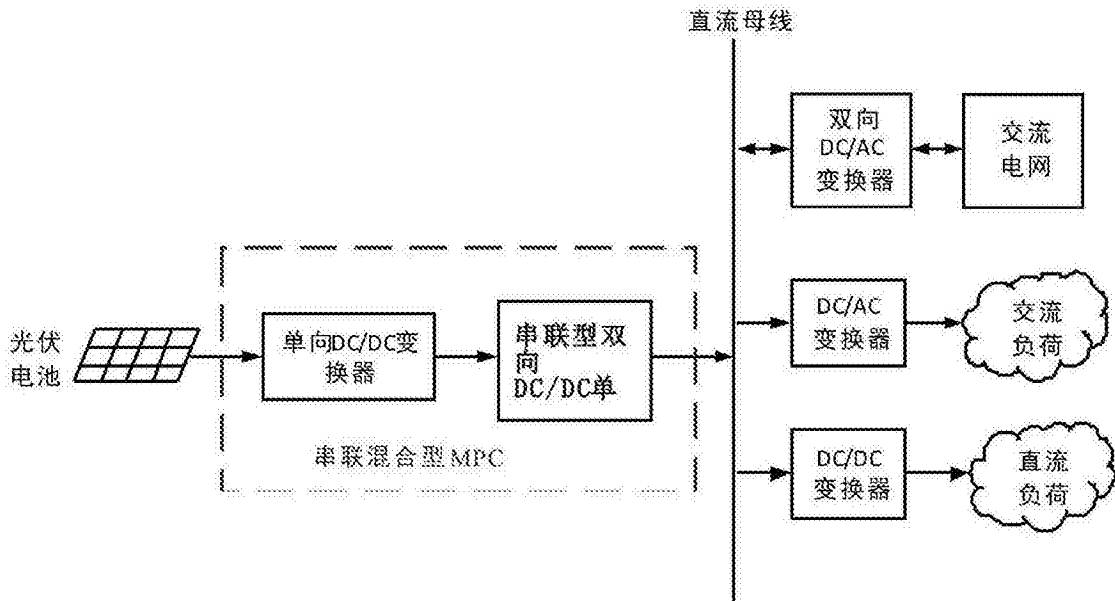


图2

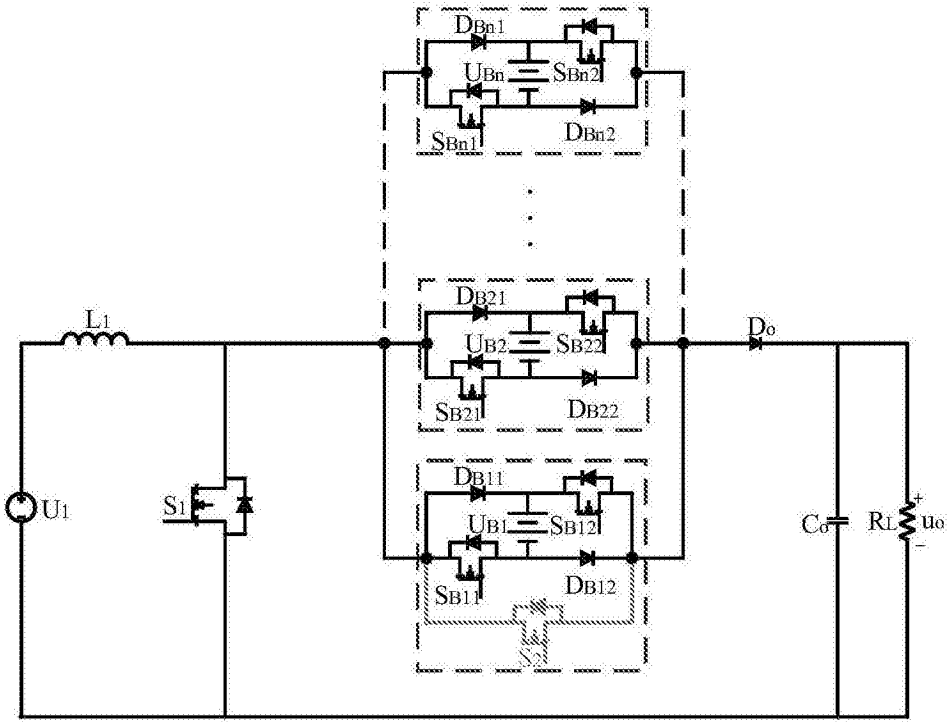


图3

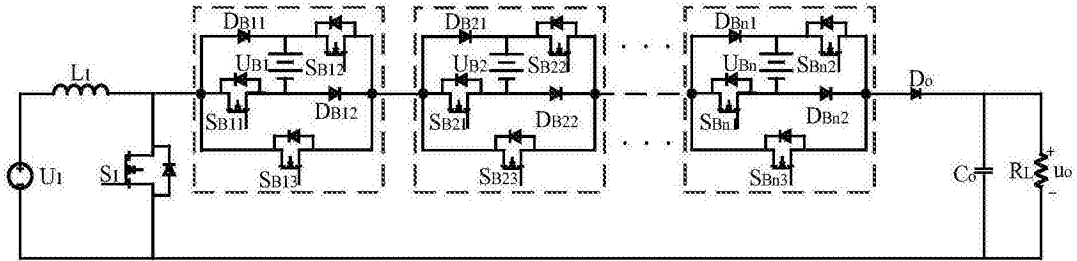


图4

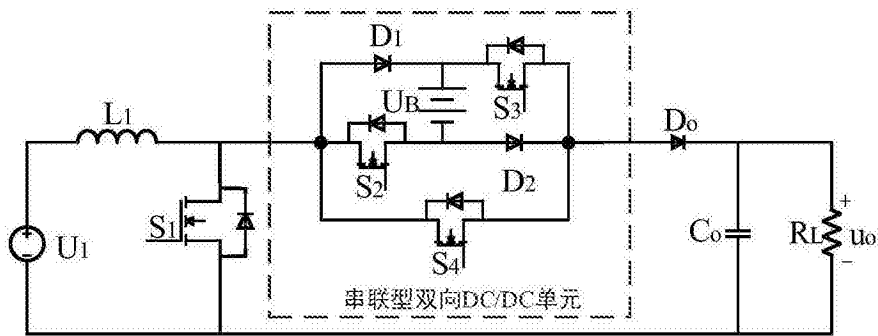


图5

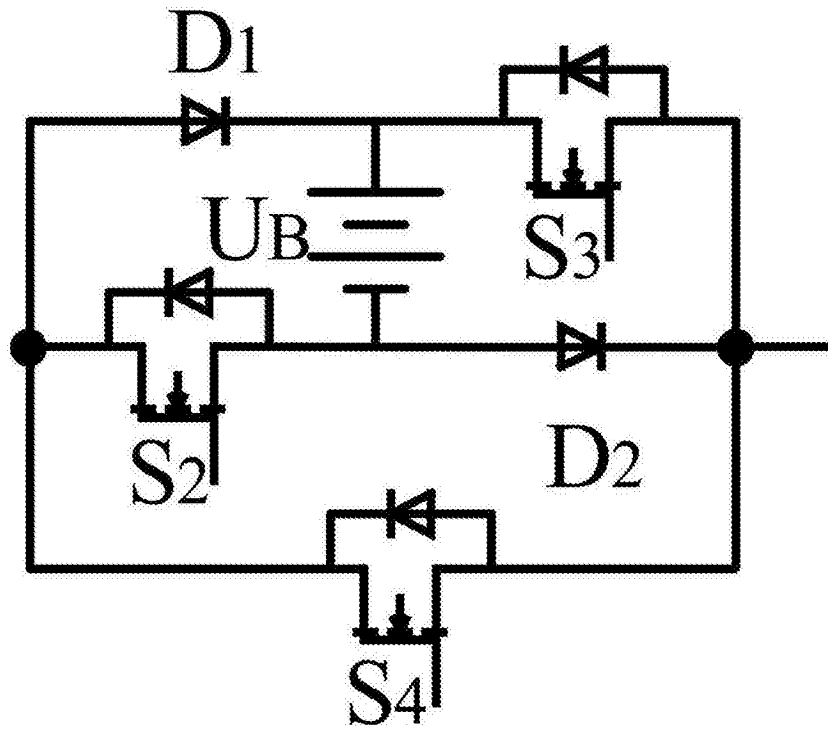


图6