



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103595249 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 10

(21) 申请号 201310493173. 7

(22) 申请日 2013. 10. 18

(73) 专利权人 上海交通大学
地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 渠浩 杨喜军

(74) 专利代理机构 上海汉声知识产权代理有限公司 31236

代理人 郭国中

(51) Int. Cl.

H02M 3/28(2006. 01)

H02M 3/158(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 201937476 U, 2011. 08. 17, 全文 .

US 3371261 A, 1968. 02. 27, 全文 .

CN 102064588 A, 2011. 05. 18, 全文 .

审查员 郑植

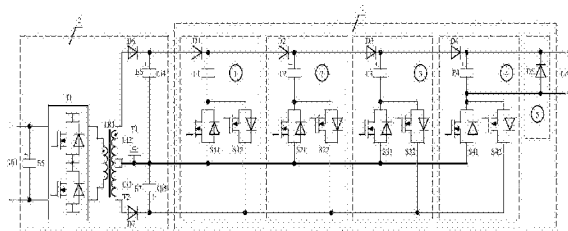
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

基于逆导开关的直流升压电路

(57) 摘要

本发明公开一种电力电子技术领域的基于逆导开关的直流升压电路,包括整流电路和逆变电路,其中整流电路由四只依次串接的、基于逆导开关的整流单元和一只续流单元组成,输入为两路直流电压,输出一路直流电压。逆变电路输入直流电压,通过高频隔离变压器和半波整流器输出两路直流电压,为后级整流电路供电。本发明具有升压功能和电气隔离作用,级数越多输出直流电压等级越高,具有升压能力强、结构简单、成本低廉等优点。



1. 一种基于逆导开关的直流升压电路,其特征在于包括整流电路和逆变电路,整流电路输入为两路直流电压,输出一路直流电压;逆变电路输入直流电压,通过高频隔离变压器和半波整流器输出两路直流电压,为整流电路供电;

所述的逆变电路包括第一直流电源、第二直流电源、第五电解电容、一只电压源逆变器、一只高频变压器、第六二极管、第七二极管和第六电解电容、第七电解电容;第一直流电源包括高频隔离变压器的次级绕组 T1,第二直流电源包括高频隔离变压器的次级绕组 T2;

所述的整流电路包括至少四只整流单元和一只续流单元;其中:

第一整流单元包括第一二极管、第一电解电容和第一、第二逆导开关;

第二整流单元包括第二二极管、第二电解电容和第三、第四逆导开关;

第三整流单元包括第三二极管、第三电解电容和第五、第六逆导开关;

第四整流单元包括第四二极管、第四电解电容和第七、第八逆导开关;

所述的续流单元包括第五二极管;

第一整流单元中:第一二极管的阴极与第一电解电容的正极相连后与第二整流单元的第二二极管的阳极相连,第一二极管的阳极与第六二极管的阴极相连,第一电解电容的负极与第一逆导开关中 MOSFET 漏极和第二逆导开关中 MOSFET 源极相连,第一逆导开关中 MOSFET 源极接地,第二逆导开关中 MOSFET 漏极与第七二极管的阴极相连,第一逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管,第二逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

第二整流单元中:第二二极管的阴极与第二电解电容的正极相连后与第三整流单元的第二二极管的阳极相连,第二电解电容的负极与第三逆导开关中 MOSFET 漏极和第四逆导开关中 MOSFET 源极相连,第三逆导开关中 MOSFET 源极接地,第四逆导开关中 MOSFET 漏极与第七二极管的阴极相连,第三逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管,第四逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

第三整流单元中:第三二极管的阴极与第三电解电容的正极相连后与第四整流单元的第四二极管的阳极相连,第三电解电容的负极与第五逆导开关中 MOSFET 漏极和第六逆导开关中 MOSFET 源极相连,第五逆导开关中 MOSFET 源极接地,第六逆导开关中 MOSFET 漏极与第七二极管的阴极相连,第五逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管,第六逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

第四整流单元中:第四二极管的阴极与第四电解电容的正极相连后与续流单元中第五二极管的阴极相连,形成输出正极,第四电解电容的负极与第七逆导开关中 MOSFET 漏极和第八逆导开关中 MOSFET 源极、续流单元中第五二极管阳极相连,形成输出负极,第七逆导开关中 MOSFET 源极接地,第八逆导开关中 MOSFET 漏极与第七二极管的阴极相连,第七逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管,第八逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

所述的续流单元中:第五二极管的阴极形成输出正极,其阳极形成输出负极;

所述的逆变电路中:第五电解电容与电压源逆变器输入端相连,电压源逆变器输出端与高频变压器初级绕组的两端相连,高频变压器两个次级绕组 T1、T2 带有共用抽头,共用抽头接地,第一次级绕组 T1 与第六二极管的阳极相连,第六二极管的阴极与第六电解电容的正极和整流电路中第一二极管的阳极相连,第二次级绕组 T2 与第七二极管 D7 的阳极相连后,并与整流电路中第二、四、六、八逆导开关的漏极相连,第六电解电容的阴极接地,第

七电解电容的阴极接地；其中第六二极管与第六电解电容构成一只半波整流器，第七二极管与第七电解电容构成一只半波整流器。

2. 根据权利要求 1 所述的基于逆导开关的直流升压电路，其特征在于所述的逆变电路中分别由第六二极管与第六电解电容、第七二极管与第七电解电容构成的两只半波整流器可以取消，此时逆变电路中变压器的一次级绕组 T1 的非共用抽头直接与整流电路中第一二极管的阳极相连，逆变电路中变压器的第二次级绕组 T2 的非共用抽头直接与整流电路中第二、四、六、八逆导开关的漏极相连，逆变电路中变压器的次级绕组共用抽头直接接地。

3. 根据权利要求 1-2 任一项所述的基于逆导开关的直流升压电路，其特征在于所述电路采用五个及五个以上的整流单元时，增加的第五及以上整流单元结构与连接方式与上述的第二整流单元、第三整流单元、第四整流单元的结构和连接方式相同。

4. 根据权利要求 1-2 任一项所述的基于逆导开关的直流升压电路，其特征在于当后级整流单元工作时，只要不影响前级整流单元，中间至少隔一级，前后级整流单元可以同时工作。

基于逆导开关的直流升压电路

技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种电力电子技术领域的 AC-DC 变换器,具体是一种基于逆导开关的直流升压电路,即能够获得较高直流电压输出升压电路。

背景技术

[0002] 随着电力电子变换技术的发展,出现了许多需要高压直流电压的直流电源场合,如激光电源、臭氧发生器、等离子切割机引弧器等。

[0003] 截至目前,支持较大功率输出的升压电路的构成方式大致包括以下两类:(1)利用电感器件和变压器升压的有源或无源方案;(2)直流变换器输出端并联的有源或无源方案。前者升压能力有限,后者需要考虑变换器输出均压问题,各有利弊,但是它们的共同之处是电路结构复杂,而且控制难度较高。

[0004] 随着实践应用的扩大,设计一种结构简单、具有较强升压能力的基于逆导开关的直流升压电路已经成为本领域技术人员的当务考虑之一。

[0005] 经过对现有技术的检索发现,公开号为 201063536 的实用新型专利《一种具有有源功率因数校正的电源转换器》中公开了一种传统两级倍压整流电路,升压能力较低。公开号为 101783599A 的发明专利《一种倍压整流电路》中公开了一种整流电路即 AC-DC 电路,电路结构较为复杂,13.56MHz 信号输入,支持功率等级较低,升压能力较高。同时由公开了一种 DC-DC 电路,具有较高的升压能力,需要三路电源:直流电压源、两路相位错开的脉冲信号,支持功率等级较低。

[0006] 基于以上分析,对于高压直流电源的应用场合,需要推出一种简单易行、安全可靠、成本低廉和升压能力强的基于逆导开关的直流升压电路。

发明内容

[0007] 本发明针对现有技术的上述不足,提出了一种基于逆导开关的直流升压电路,使其实现高压直流电压输出,具有结构简单、控制容易、成本低廉和升压比例高的优点。

[0008] 本发明是通过以下技术方案实现的,本发明包括整流电路和逆变电路,整流电路输入为两路直流电压,输出一路直流电压;逆变电路输入直流电压,通过高频隔离变压器和半波整流器输出两路直流电压,为后级整流电路供电;

[0009] 所述的整流电路包括至少四只整流单元和一只续流单元;其中:

[0010] 第一整流单元包括第一二极管、第一电解电容和第一、第二逆导开关,其中第一二极管的阴极与第一电解电容的正极相连后与第二整流单元的第二二极管的阳极相连,第一二极管的阳极与逆变电路中第一直流电源相连,第一电解电容的负极与第一逆导开关中 MOSFET 漏极和第二逆导开关中 MOSFET 源极相连,第一逆导开关中 MOSFET 源极接地,第二逆导开关中 MOSFET 漏极与逆变电路中第二直流电源相连,第一逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管,第二逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

[0011] 第二整流单元包括第二二极管、第二电解电容和第三、第四逆导开关,其中第二二

极管的阴极与第二电解电容的正极相连后与第三整流单元的第三二极管的阳极相连,第二电解电容的负极与第三逆导开关中 MOSFET 漏极和第四逆导开关中 MOSFET 源极相连,第三逆导开关中 MOSFET 源极接地,第四逆导开关中 MOSFET 漏极与逆变电路中第二直流电源相连,第三逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管,第四逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

[0012] 第三整流单元包括第三二极管、第三电解电容和第五、第六逆导开关,其中第三二极管的阴极与第三电解电容的正极相连后与第四整流单元的第四二极管的阳极相连,第三电解电容的负极与第五逆导开关中 MOSFET 漏极和第六逆导开关中 MOSFET 源极相连,第五逆导开关中 MOSFET 源极接地,第六逆导开关中 MOSFET 漏极与逆变电路中第二直流电源相连,第五逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管,第六逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

[0013] 第四整流单元包括第四二极管、第四电解电容和第七逆导开关,其中第四二极管的阴极与第四电解电容的正极相连后与续流单元中第五二极管的阴极相连,形成输出正极,第四电解电容的负极与第七逆导开关中 MOSFET 漏极相连,第七逆导开关中 MOSFET 源极接地,第七逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

[0014] 所述的续流单元包括第五二极管,其中第五只二极管的阴极形成输出正极,其阳极形成输出负极;

[0015] 所述的逆变电路包括第五电解电容、一只电压源逆变器、一只高频变压器、第六二极管、第七二极管和第六电解电容、第七电解电容,其中第五电解电容的正极与负极分别与输入第一直流电源的正极与负极相连,并与电压源逆变器输入端相连,电压源逆变器输入端与高频变压器初级绕组的两端相连,高频变压器两个次级绕组带有共用抽头,抽头接地,第一次级端子 T1 与整流电路中第六二极管的阳极相连,第六二极管的阴极与第六电解电容的正极和整流电路中第一二极管的阳极相连,第二次级绕组 T2 与第七二极管的阳极相连后,并与整流电路另一输入端相连,第六电解电容的阴极接地,第七电解电容的阴极接地,第六二极管与第六电解电容构成一只半波整流器,第七二极管与第七电解电容构成一只半波整流器。

[0016] 本发明所述第四整流单元进一步包括第八逆导开关,第四电解电容的负极与第八逆导开关中 MOSFET 漏极接地,第八逆导开关中 MOSFET 源极与逆变电路中第二直流电源相连,第八逆导开关中 MOSFET 本身内置反并联二极管。

[0017] 本发明的基于逆导开关的直流升压电路:

[0018] 逆变电路输入直流电压 U_{i1} , 电压源逆变器将直流电压逆变成单相方波交流电压, 经过高频变压器和半波整流器输出两路直流电压 U_{i4} 和 U_{i5} , 为后级整流电路供电。其中交流电压 U_{i2} 、第六二极管与第六电解电容构成第一半波整流器, 交流电压 U_{i3} 、第七二极管 D7 与第七电解电容构成第二半波整流器;

[0019] 在自然条件下, 整流电路中每只逆导开关均处于关断状态, 电解电容 E1、E2、E3、E4 充满 U_{i4} 与 U_{i5} 电压差值, 差值为负, 则不能充电;

[0020] 如果八只逆导开关中只有第一逆导开关导通时, 直流电压 U_{i5} 通过第一二极管为第一电解电容 E1 充电;

[0021] 如果八只逆导开关中只有第二逆导开关和第三逆导开关导通时, 直流电压 U_{i5} 与

第一电解电容 E1 电压顺次串联,通过第二二极管为第二电解电容 E2 充电;

[0022] 如果八只逆导开关中只有第四逆导开关和第五逆导开关导通时,直流电压 U_{i5} 与第二电解电容 E2 电压顺次串联,通过第三二极管为第三电解电容 E3 充电;

[0023] 如果八只逆导开关中只有第六逆导开关和第七逆导开关导通时,直流电压 U_{i5} 与第三电解电容 E3 电压顺次串联,通过第四二极管为第四电解电容 E4 充电;

[0024] 第八逆导开关可以不采用,进一步增加升压电路级数时才使用;

[0025] 续流电路中第五二极管起到续流作用。

[0026] 可见,每次新的整流单元工作,相应的电解电容电压增加直流电压 U_{i5} 的幅值,随着级数的增加,输出电压逐级增加,最终输出直流电压由第五二极管的阴极(输出正极)与阳极(输出负极)引出。

[0027] 由以上可以看出,第四电解电容的满压远远高于任意直流电源电压的幅值,输出电压得到倍增。逆导开关本身不触发导通时,内置反并联二极管可以使得相应的电解电容自然整流, MOSFET 导通时相当于双向开关,类似同步整流,导通压降较低,可以降低导通损耗,提高转换效率。二极管 D1 ~ D4、D6 ~ D7 为功率型反向快速恢复二极管,二极管 D5 为功率型普通二极管,起到为感性负载续流的作用。

[0028] 本发明也可以采用五个及五个以上的整流单元,增加的整流单元结构与连接方式与上述的第二整流单元、第三整流单元、第四整流单元的结构和连接方式相同。

[0029] 与现有技术相比,本发明具有如下的有益效果:本发明具有升压功能和电气隔离作用,级数越多输出直流电压等级越高,具有升压能力强、支持功率等级大、结构简单、无需复杂控制、成本低廉等优点。

附图说明

[0030] 通过阅读参照以下附图对非限制性实施例所作的详细描述,本发明的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0031] 图 1 为本发明一实施例的电路原理图;

[0032] 图 2 为本发明另一实施例的电路原理图。

具体实施方式

[0033] 下面结合具体实施例对本发明进行详细说明。以下实施例将有助于本领域的技术人员进一步理解本发明,但不以任何形式限制本发明。应当指出的是,对本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进。这些都属于本发明的保护范围。

[0034] 如图 1 所示,本发明一实施例提供的基于逆导开关的直流升压电路,包括整流电路 1 和逆变电路 2,逆变电路 2 输入直流电压,输出两路直流电压。整流电路 1 与逆变电路 2 输出端相连,输入两路直流电压,输出高压直流电压。逆变电路 2 输出共用抽头的两路交流电压,通过两路半波整流器得到两路直流电压,为后级整流电路 1 供电,整流电路 1 由四级或多级整流单元依次串接而成。

[0035] 所述的整流电路 1 包括四只整流单元和一只续流单元;其中:

[0036] 第一整流单元包括第一二极管 D1、第一电解电容 E1 和第一逆导开关 S11、第二逆

导开关 S12, 其中第一二极管 D1 的阴极与第一电解电容 E1 的正极相连后与第二整流单元的第二二极管 D2 的阳极相连, 第一二极管 D1 的阳极与逆变电路 2 中第一直流电源相连, 第一电解电容 E1 的负极与第一逆导开关 S11 中 MOSFET 漏极和第二逆导开关 S12 中 MOSFET 源极接地, 第一逆导开关 S11 中 MOSFET 源极接地, 第二逆导开关 S12 中 MOSFET 漏极与逆变电路 2 中第二直流电源相连, 第一逆导开关 S11 中 MOSFET 本身内置反并联二极管, 第二逆导开关 S12 中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

[0037] 第二整流单元包括第二二极管 D2、第二电解电容 E2 和第三逆导开关 S21、第四逆导开关 S22, 其中第二二极管 D2 的阴极与第二电解电容 E2 的正极相连后与第三整流单元的第三二极管 D3 的阳极相连, 第二电解电容 E2 的负极与第三逆导开关 S21 中 MOSFET 漏极和第四逆导开关 S22 中 MOSFET 源极接地, 第三逆导开关 S21 中 MOSFET 源极接地, 第四逆导开关 S22 中 MOSFET 漏极与逆变电路 2 中第二直流电源相连, 第三逆导开关 S21 中 MOSFET 本身内置反并联二极管, 第四逆导开关 S22 中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

[0038] 第三整流单元包括第三二极管 D3、第三电解电容 E3 和第五逆导开关 S31、第六逆导开关 S32, 其中第三二极管 D3 的阴极与第三电解电容 E3 的正极相连后与第四整流单元的第四二极管 D4 的阳极相连, 第三电解电容 E3 的负极与第五逆导开关 S31 中 MOSFET 漏极和第六逆导开关 S32 中 MOSFET 源极接地, 第五逆导开关 S31 中 MOSFET 源极接地, 第六逆导开关 S32 中 MOSFET 漏极与逆变电路 2 中第二直流电源相连, 第五逆导开关 S31 中 MOSFET 本身内置反并联二极管, 第六逆导开关 S32 中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

[0039] 第四整流单元包括第四二极管 D4、第四电解电容 E4 和第七逆导开关 S41、第八逆导开关 S42, 其中第四二极管 D4 的阴极与第四电解电容 E4 的正极相连后与续流单元中第五二极管 D5 的阴极相连, 形成输出正极, 第四电解电容 E4 的负极与第七逆导开关 S41 中 MOSFET 漏极和第八逆导开关 S42 中 MOSFET 源极相连, 第七逆导开关 S41 中 MOSFET 源极接地, 第八逆导开关 S42 中 MOSFET 漏极与逆变电路 2 中第二直流电源相连, 第七逆导开关 S41 中 MOSFET 本身内置反并联二极管, 第八逆导开关 S42 中 MOSFET 本身内置反并联二极管;

[0040] 所述的续流单元包括第五二极管 D5, 其中第五二极管 D5 的阴极形成输出正极, 其阳极形成输出负极。

[0041] 所述的逆变电路 2 包括第五电解电容 E5、一只电压源逆变器 I1、一只高频变压器 TR1、第六二极管 D6、第六电解电容 E6、第七二极管 D7 和第七电解电容 E7, 其中第五电解电容 E5 的正极与负极分别与输入第一直流电源的正极与负极相连, 并与电压源逆变器输入端相连, 电压源逆变器输入端与高频变压器初级绕组的两端相连, 高频变压器两个次级绕组带有共用抽头, 抽头接地, 次级端子 T1 与第六二极管阳极相连, 第六二极管的阴极与第六电解电容的正极和整流电路中第一二极管的阳极相连, 次级端子 T2 与第七二极管 D7 的阳极相连, 第七二极管 D7 的阴极与第七电容的阳极相连后并与整流电路另一输入端相连, 第六电解电容的阴极接地, 第七电解电容的阴极接地。第六二极管的与第六电解电容构成一只半波整流器, 第七二极管的与第七电解电容构成一只半波整流器。

[0042] 具体地, 在本实施例中, 所采用的各个器件的参数如下:

[0043] 直流电源 U_{i1} : +12V;

[0044] 逆变电源 U_{i4} : 24V;

[0045] 逆变电源 U_{i5} : 48V;

[0046] 二极管 D1、D2、D3、D4、D6 :35A/100°C, 耐压 600V ;

[0047] 电解电容 E1、E2、E3、E4 :680 μ F, 耐压 450V ;

[0048] 电解电容 E5、E6 :680 μ F, 耐压 330V ;

[0049] 逆导开关 S11、S12、S21、S22、S31、S32、S41、S42 :MOSFET, 25A/100° C, 600V ;

[0050] 本实施例通过以下步骤进行工作 :

[0051] 在自然条件下, 整流电路中每只逆导开关均处于关断状态, 电解电容 E1、E2、E3、E4 充满 U_{i4} 与 U_{i5} 电压差值, 差值为负, 则不能充电 ;

[0052] 如果八只逆导开关中只有第一逆导开关 S11 导通时, 直流电压 U_{i4} 通过第一二极管 D1 为第一电解电容 E1 充电 ;

[0053] 如果八只逆导开关中只有第二逆导开关 S12 和第三逆导开关 S21 导通时, 直流电压 U_{i5} 与第一电解电容 E1 电压顺次串联, 通过第二二极管 D2 为第二电解电容 E2 充电 ;

[0054] 如果八只逆导开关中只有第四逆导开关 S22 和第五逆导开关 S31 导通时, 直流电压 U_{i5} 与第二电解电容 E2 电压顺次串联, 通过第三二极管 D3 为第三电解电容 E3 充电 ;

[0055] 如果八只逆导开关中只有第六逆导开关 S32 和第七逆导开关 S41 导通时, 直流电压 U_{i5} 与第三电解电容 E3 电压顺次串联, 通过第四二极管 D4 为第四电解电容 E4 充电 ;

[0056] 第八只逆导开关可以不采用 ;

[0057] 续流电路中第五二极管 D5 起到续流作用。

[0058] 说明 :

[0059] (1) 当后级整流单元工作时, 只要不影响前级整流单元, 中间至少隔一级, 前后级整流单元可以同时工作 ;

[0060] (2) 在本发明另一实施例中, 实施例 1 的图 1 中逆变电路中分别由二极管 D6 与电解电容 E6、二极管 D7 与电解电容 E7 构成的两只半波整流器可以取消, 此时的图 1 成简化为图 2, 此时逆变电路 1 中变压器 TR1 的次级绕组 T1 端直接与整流电路中第一二极管的阳极相连, 逆变电路 1 中变压器 TR1 的次级绕组 T2 端直接与整流电路中第二、四、六、八二极管的逆导开关的漏极相连, 逆变电路 1 中变压器 TR1 的次级绕组抽头直接接地。此时工作原理与实施例图 1 的工作原理相同, 唯一的差别为 : 当 U_{i2} 为正半周时, 第一逆导开关 S11 导通, 为第一电解电容 E1 充电 ; 当 $U_{i2}+U_{i3}$ 为负半周时, 再触发相邻整流单元中各自一个逆导开关, 为后级整流单元中电解电容充电 ;

[0061] (3) 在本发明另一实施例中, 可以取消第八逆导开关 S42。第七逆导开关 S41 与第八逆导开关 S42、第四二极管 D4 和第四电解电容 E4 构成第四整流单元, 实施例一中最后一个单元, 此时第八逆导开关 S42 可以不用, 但是, 后面再次级联整流单元时, 第八逆导开关 S42 必须用, 只有最后一个单元的最后一只逆导开关可以不用。

[0062] 本发明基于逆导开关的直流升压电路 : 仅仅采用二极管和电解电容既可以实现对具有不同幅值的直流电源的升压作用, 整个电路非常简单, 设计并不复杂, 而且便于增减整流单元级数, 已获得仿真分析和实验初步验证。

[0063] 以上对本发明的具体实施例进行了描述。需要理解的是, 本发明并不局限于上述特定实施方式, 本领域技术人员可以在权利要求的范围内做出各种变形或修改, 这并不影响本发明的实质内容。

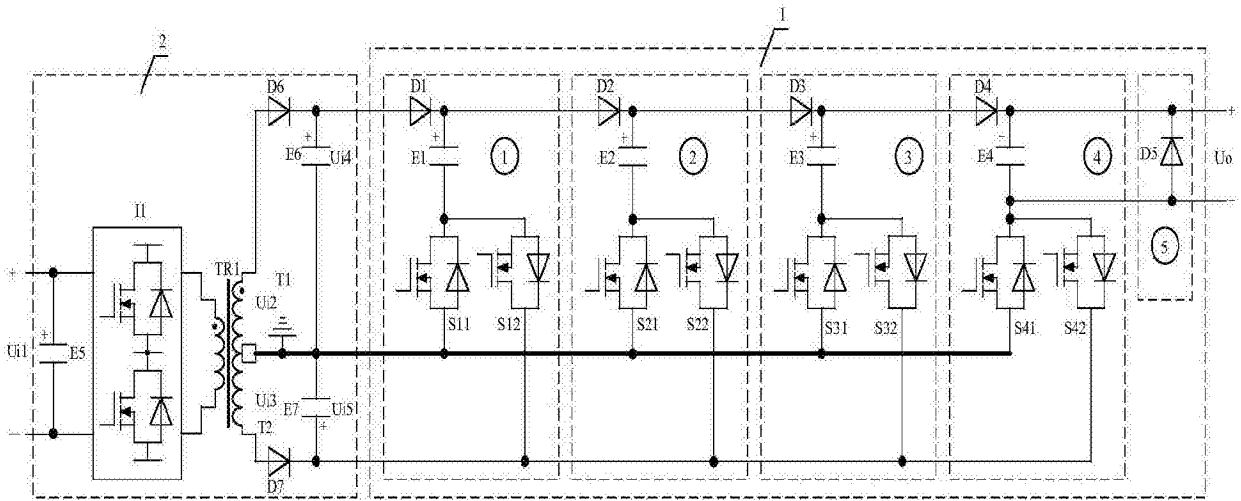


图 1

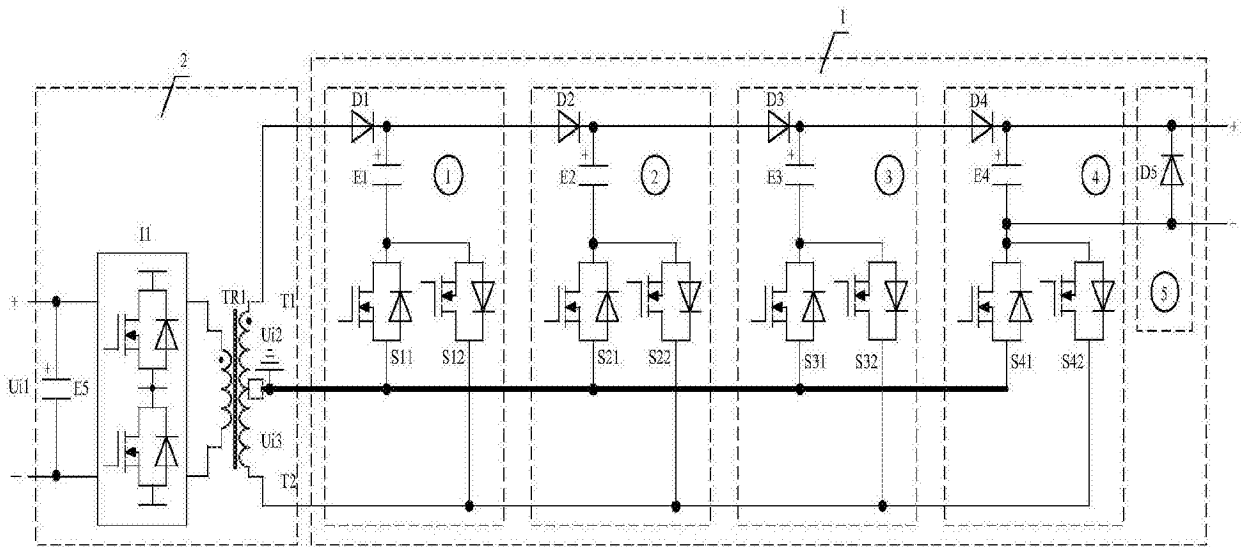


图 2