



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203775027 U

(45) 授权公告日 2014. 08. 13

(21) 申请号 201320891316. 5

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2013. 12. 30

(73) 专利权人 杭州禾迈电力电子有限公司  
地址 310005 浙江省杭州市拱墅区康景路  
18 号 11 幢三楼

(72) 发明人 赵一 杨波

(74) 专利代理机构 杭州天正专利事务所有限公  
司 33201  
代理人 王兵 黄美娟

(51) Int. Cl.

H02M 3/06 (2006. 01)

H02M 1/14 (2006. 01)

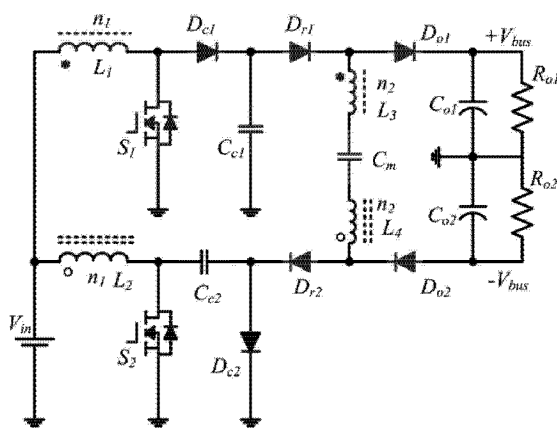
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器

(57) 摘要

本实用新型公开了一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器,包括两个开关管,两个箝位二极管,两个续流二极管,两个输出二极管,两个箝位电容,一个倍压电容,两个输出电容和两个带有两个绕组的耦合电感,本实用新型利用耦合电感来拓展变换器的电压增益和降低功率开关管和二极管的电压应力,利用耦合电感的漏感实现开关管的零电流开通和抑制二极管的反向恢复电流,箝位二极管和箝位电容组成的箝位电路有效吸收了主开关管关断时的电压尖峰和实现了能量的无损转移,利用倍压电路进一步提高了变换器的增益,并进一步降低功率开关管及输出二极管的电压应力,电路控制方便,输入电流纹波小,适用于较大功率,高增益和高效率的光伏并网发电变换场合。



1. 一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器,包括 Boost 升压电路单元、倍压电路单元和输出电路单元,其特征在于:

所述的 Boost 升压电路单元中,第一绕组 L1 的第一端与第二绕组 L2 的第一端及电源  $V_{in}$  的正极相连,第一绕组 L1 的第二端与第一开关管 S1 的漏极相连,第二绕组 L2 的第二端与第二开关管 S2 的漏极相连,第一开关管 S1 的源极和第二开关管 S2 的源极及电源  $V_{in}$  的负极相连,第一箝位二极管 Dc1 的阳极与第一开关管 S1 的漏极相连,第一箝位二极管 Dc1 的阴极与第一箝位电容 Cc1 的第一端相连,第二箝位电容 Cc2 的第一端与第二开关管 S2 的漏极相连,第二箝位电容 Cc2 的第二端与第二箝位二极管 Dc2 的阳极相连,第一箝位电容 Cc1 的第二端与第二箝位二极管 Dc2 的阴极及电源  $V_{in}$  的负极相连;

所述的倍压电路单元包括,

a) 倍压串联支路,由第三绕组 L3 和第四绕组 L4 及倍压电容  $C_m$  串联构成,其中第一绕组 L1 和第三绕组 L3 同为一个耦合电感中的两个绕组,第二绕组 L2 和第四绕组 L4 同为另一个耦合电感中的两个绕组,以第一绕组 L1 的第一端和第二绕组 L2 的第一端为参照端,第三绕组 L3 和第四绕组 L4 中的参照端的同名端或异名端相连;

b) 与倍压串联支路相连的第一续流二极管 Dr1 和第二续流二极管 Dr2,所述的第一续流二极管 Dr1 的阳极与第一箝位电容 Cc1 的第一端相连,所述的第一续流二极管 Dr1 的阴极与倍压串联支路的第一端相连,所述的第二续流二极管 Dr2 的阴极与第二箝位电容 Cc2 的第二端相连,所述的第二续流二极管 Dr2 的阳极与倍压串联支路的第二端相连;

所述的输出电路单元中,第一输出二极管 Do1 的阳极与第一续流二极管 Dr1 的阴极相连,第一输出二极管 Do1 的阴极与第一输出电容 Co1 的第一端相连,第一输出电容 Co1 的第二端与输入电源  $V_{in}$  的负极相连,第二输出二极管 Do2 的阴极与第二续流二极管 Dr2 的阳极相连,第二输出二极管 Do2 的阳极与第二输出电容 Co2 的第二端相连,第二输出电容 Co2 的第一端与输入电源  $V_{in}$  的负极相连。

2. 如权利要求 1 所述的一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器,其特征在于,第一箝位二极管 Dc1、第二箝位二极管 Dc2、第一续流二极管 Dr1、第二续流二极管 Dr2、第一输出二极管 Do1 和第二输出二极管 Do2 中的一个或多个改成同步整流管,均能正常工作。

## 一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种直流—直流变换器及应用,具体说是一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器。

### 背景技术

[0002] 在太阳能发电系统中,由于单块太阳能电池的输出电压较低,而逆变并网发电所需的电压较高,因此需要一级直流—直流变换器把低电压直流电转换为适合并网的高电压直流电。在分布式太阳能发电方案中,单块太阳能电池的功率容量较小,但对效率的要求较高。因此如何实现高增益、高效率的单级变换器,对于推动光伏产业的发展具有重要意义。

[0003] 常规的交错并联升压型 Boost 直流—直流变换器的电压增益仅由占空比决定,电压增益有限,难以满足高增益的变换要求。功率开关管的电压应力较大,难以采用低压高性能的开关管来降低导通损耗。而且,变换器工作在硬开关状态,开关损耗较大。为了实现 Boost 变换器的软开关动作,近年来,相继研究了一些通过附加有源功率开关或无源器件的软开关方案,这些电路虽然实现了软开关动作,但是不能降低开关管的电压应力,也不能实现系统的高增益变换。为了提升变换器的电压增益,一种方案是采用开关电容的方案,但这种方案所需开关管数量较多,增加了系统成本;另外的方案是采用复杂的三绕组耦合电感方案,这种方案的缺点是耦合电感结构复杂,不利于工业加工,难以保证电路的一致性。

### 发明内容

[0004] 本实用新型要克服现有技术的上述缺点,提供一种结构简单,控制方便且无能量损耗的一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器。

[0005] 一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器,包括 Boost 升压电路单元、倍压电路单元和输出电路单元,包括:

[0006] 变换器的 Boost 升压单元中,第一绕组的第一端与第二绕组的第一端及电源的正极相连,第一绕组的第二端与第一开关管的漏极相连,第二绕组的第二端与第二开关管的漏极相连,第一开关管的源极和第二开关管的源极及电源的负极相连,第一箝位二极管的阳极与第一开关管的漏极相连,第一箝位二极管的阴极与第一箝位电容的第一端相连,第二箝位电容的第一端与第二开关管的漏极相连,第二箝位电容的第二端与第二箝位二极管的阳极相连,第一箝位电容的第二端与第二箝位二极管的阴极及电源的负极相连;

[0007] 变换器中的倍压电路单元包括,

[0008] a) 倍压串联支路,由第三绕组和第四绕组及倍压电容串联构成,其中第一绕组和第三绕组同为一个耦合电感中的两个绕组,第二绕组和第四绕组同为另一个耦合电感中的两个绕组,以第一绕组的第一端和第二绕组的第一端为参照端,第三绕组和第四绕组中的参照端的同名端或异名端相连;

[0009] b) 与倍压串联支路相连的第一续流二极管和第二续流二极管,所述的第一续流二极管的阳极与第一箝位电容的第一端相连,所述的第一续流二极管的阴极与倍压串联支路

的第一端相连,所述的第二续流二极管的阴极与第二箝位电容的第二端相连,所述的第二续流二极管的阳极与倍压串联支路的第二端相连;

[0010] 变换器中的输出电路单元中,第一输出二极管的阳极与第一续流二极管的阴极相连,第一输出二极管的阴极与第一输出电容的第一端相连,第一输出电容的第二端与输入电源的负极相连,第二输出二极管阴极与第二续流二极管的阳极相连,第二输出二极管的阳极与第二输出电容的第二端相连,第二输出电容的第一端与输入电源的负极相连。

[0011] 所述的变换器,其第一箝位二极管、第二箝位二极管、第一续流二极管、第二续流二极管、第一输出二极管和第二输出二极管中的一个或多个改成同步整流管,均能正常工作。

[0012] 本实用新型变换器工作时,利用耦合电感的变压器效应拓展了变换器电压增益,降低了功率开关管和二极管的电压应力,降低了功率器件的导通损耗。倍压电路单元的引入进一步提高了电路的电压增益和降低了器件的电压应力;利用耦合电感的漏感实现了功率开关管的零电流开通;同时利用耦合电感的漏感还实现了续流二极管和输出二极管的软关断;箝位二极管自然关断减小了开关损耗,并利用箝位开关管和箝位电容吸收漏感的能量,使主开关管关断时无电压尖峰,并且吸收的漏感能量最终传递到负载,实现无损吸收;其电路结构对称,自然均流,控制方便,输入电流纹波小,适用于较大功率,高增益和高效率的分布式光伏并网发电场合。

[0013] 本实用新型的优点是:无需额外的功率开关和电感元件,附件元件少,结构简单,控制方便,电路中无能量损耗元件,可提高电路的效率,且换流过程中,功率开关管关断时无电压过冲,续流二极管开通时无电流过冲。耦合电感在对应的开关管开通和关断时都传递能量,提高了耦合电感的利用率,降低了耦合电感的体积,可实现正负电压输出,更适用和三电平逆变器配合的应用场合。

#### 附图说明

[0014] 图 1 是本实用新型一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器的电路图;

#### 具体实施方式

[0015] 参见图 1,本实用新型的一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器,包括 Boost 升压电路单元、倍压电路单元和输出电路单元。

[0016] 变换器的 Boost 升压电路单元中,第一绕组 L1 的第一端与第二绕组 L2 的第一端及电源  $V_{in}$  的正极相连,第一绕组 L1 的第二端与第一开关管 S1 的漏极相连,第二绕组 L2 的第二端与第二开关管 S2 的漏极相连,第一开关管 S1 的源极和第二开关管 S2 的源极及电源  $V_{in}$  的负极相连,第一箝位二极管 Dc1 的阳极与第一开关管 S1 的漏极相连,第一箝位二极管 Dc1 的阴极与第一箝位电容 Cc1 的第一端相连,第二箝位电容 Cc2 的第一端与第二开关管 S2 的漏极相连,第二箝位电容 Cc2 的第二端与第二箝位二极管 Dc2 的阳极相连,第一箝位电容 Cc1 的第二端与第二箝位二极管 Dc2 的阴极及电源  $V_{in}$  的负极相连;

[0017] 变换器的倍压电路单元包括,

[0018] a) 倍压串联支路,由第三绕组 L3 和第四绕组 L4 及倍压电容  $C_m$  串联构成,其中第一绕组 L1 和第三绕组 L3 同为一个耦合电感中的两个绕组,第二绕组 L2 和第四绕组 L4 同

为另一个耦合电感中的两个绕组,以第一绕组 L1 的第一端和第二绕组 L2 的第一端为参照端,第三绕组 L3 和第四绕组 L4 中的参照端的同名端或异名端相连;

[0019] b) 与倍压串联支路相连的第一续流二极管 Dr1 和第二续流二极管 Dr2,所述的第一续流二极管 Dr1 的阳极与第一箝位电容 Cc1 的第一端相连,所述的第一续流二极管 Dr1 的阴极与倍压串联支路的第一端相连,所述的第二续流二极管 Dr2 的阴极与第二箝位电容 Cc2 的第二端相连,所述的第二续流二极管 Dr2 的阳极与倍压串联支路的第二端相连;

[0020] 变换器的输出电路单元中,第一输出二极管 Do1 的阳极与第一续流二极管 Dr1 的阴极相连,第一输出二极管 Do1 的阴极与第一输出电容 Co1 的第一端相连,第一输出电容 Co1 的第二端与输入电源 Vin 的负极相连,第二输出二极管 Do2 的阴极与第二续流二极管 Dr2 的阳极相连,第二输出二极管 Do2 的阳极与第二输出电容 Co2 的第二端相连,第二输出电容 Co2 的第一端与输入电源 Vin 的负极相连。

[0021] 一种光伏模块用双向电压输出的高升压比变换器在一个开关周期内有四种工作过程,第一开关管 S1 关断与第一箝位二极管 Dc1 导通之间的换流;第一开关管 S1 的开通过程,第二开关管 S2 关断与第二箝位二极管 Dc2 导通之间的换流;第二开关管 S2 的开通过程。

[0022] 第一开关管 S1 关断与第一箝位二极管 Dc1 导通之间的换流:

[0023] 换流前,电路处于第一开关管 S1 和第二开关管 S2 导通,第一箝位二极管 Dc1、第二箝位二极管 Dc2、第一续流二极管 Dr1、第二续流二极管 Dr2、第一输出二极管 Do1 和第二输出二极管 Do2 关断的稳定工作状态。当第一开关管 S1 关断时,第一箝位二极管 Dc1 开通,由于第一箝位电容 Cc1 的作用,第一开关管 S1 两端电压被箝位为一定电压值,同时第一续流二极管 Dr1 和第二续流二极管 Dr2 开通,向倍压电容 Cm 充电,当第一绕组 L1 的电流下降到零后,第一箝位二极管 Dc1 自然关断。

[0024] 第一开关管 S1 开通的过程:

[0025] 开通信号加在第一开关管 S1 的控制侧,第一开关管 S1 开通,由于第一绕组 L1 的电流从零开始上升,因此第一开关管 S1 实现了零电流开通。倍压串联支路的电流开始下降,当电流下降到零时,第一续流二极管 Dr1 和第二续流二极管 Dr2 关断,电路回到最初的稳定工作状态,向两个耦合电感的励磁电感充电。

[0026] 第二开关管 S2 关断与第二箝位二极管 Dc2 导通之间的换流:

[0027] 当第二开关管 S2 关断时,第二箝位二极管 Dc2 开通,由于第二箝位电容 Cc2 的作用,第二开关管 S2 两端电压被箝位为一定电压值,同时第一输出二极管 Do1 和第二输出二极管 Do2 开通,倍压电容 Cm、第三绕组 L3 和第四绕组 L4 向第一输出电容 Co1 和第二输出电容 Co2 传递能量,当第二绕组 L2 的电流下降到零后,第二箝位二极管 Dc2 自然关断。

[0028] 第二开关管 S2 开通的过程:

[0029] 开通信号加在第二开关管 S2 的控制侧,第二开关管 S2 开通,由于第二绕组 L2 的电流从零开始上升,因此第二开关管 S2 实现了零电流开通。倍压串联支路的电流开始下降,当电流下降到零时,第一输出二极管 Do1 和第二输出二极管 Do2 关断,电路回到最初的稳定工作状态,向两个耦合电感的励磁电感充电。

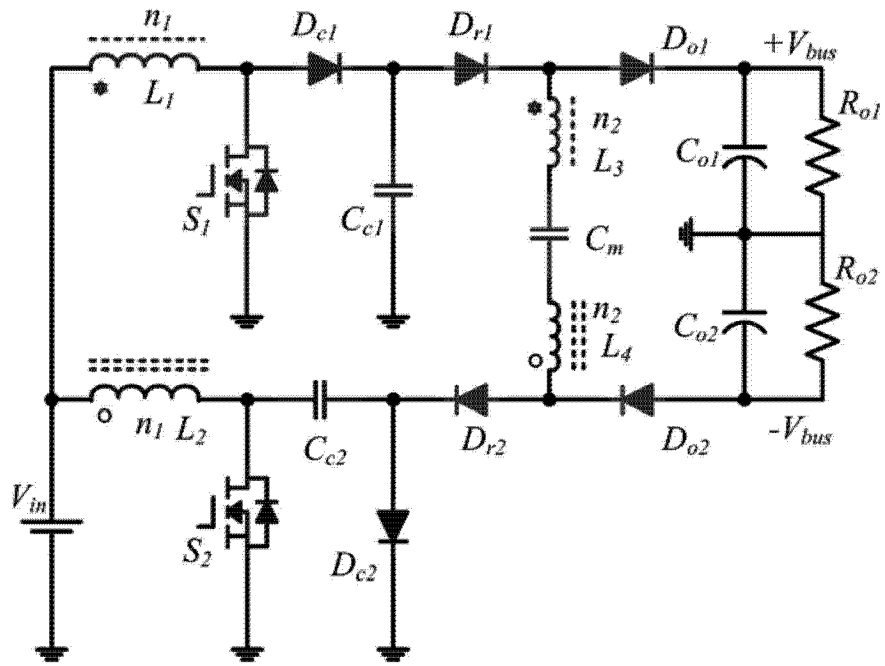


图 1