

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020年10月8日 (08.10.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/198960 A1

(51) 国际专利分类号:
H02J 3/38 (2006.01) *H02M 3/335* (2006.01)
H02M 3/28 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/080482

(22) 国际申请日: 2019年3月29日 (29.03.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(72) 发明人: 高拥兵(GAO, Yongbing); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 王攀攀(WANG, Panpan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 姜乘风(JIANG, Chengfeng); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。

(74) 代理人: 深圳市深佳知识产权代理事务所(普通合伙) (SHENPAT INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市罗湖区南湖

街道春风路庐山大厦B座18C2、18D、18E、18E2, Guangdong 518001 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(54) Title: PHOTOVOLTAIC CONVERTER MODULE STRING, CONTROL METHOD, AND SYSTEM

(54) 发明名称: 一种光伏变换器组串、控制方法及系统

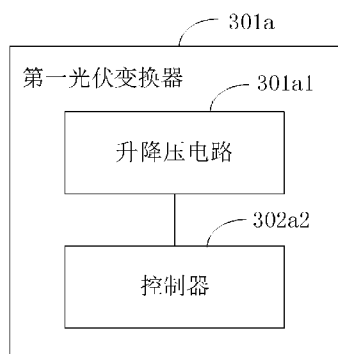


图3

301a First photovoltaic converter
301a1 Boost-buck circuit
302a2 Controller

(57) Abstract: A photovoltaic converter module string, a control method, and a system. The photovoltaic converter module string (300) comprises multiple photovoltaic converters (301a, 301b), and each of the photovoltaic converter comprises a boost-buck circuit (301a1) and a controller (302a2), wherein the controller controls one of switch transistors in the boost-buck circuit of the photovoltaic converter that are connected to a bypass diode to turn on, and also controls the remaining switch transistors in the buck-boost circuit of the photovoltaic converter to turn off, and an output voltage of the photovoltaic converter is applied across the switch transistors that are not turned on and connected to the bypass diode in parallel. When the output voltage of the photovoltaic converter reaches a breakdown voltage of the switch transistors that are not turned on, avalanche breakdown of the switch transistors occurs, the broken-down switch transistors dissipate extra energy in the form of heat generation, and a voltage across two terminals of the bypass diode that are connected to a positive output terminal and a negative output terminal of the photovoltaic converter is clamped within the breakdown voltage of the switch transistors, such that the bypass diode is under a voltage less than or equal to the breakdown voltage of the switch transistors that are not turned on, thereby preventing the bypass diode from being under an excessive output voltage, and accordingly preventing damage of the bypass diode caused by the excessive output voltage.

WO 2020/198960 A1

(57) 摘要：一种光伏变换器组串、控制方法及系统，光伏变换器组串（300）包括多个光伏变换器（301a，301b），每个光伏变换器包括升降压电路（301a1）和控制器（302a2），控制器控制光伏变换器的升降压电路中与旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，同时控制光伏变换器的升降压电路中的其他开关管均关断，光伏变换器的输出电压施加在与旁路二极管并联的开关管中未导通的开关管的两端，光伏变换器的输出电压达到未导通的开关管的击穿电压后，未导通的开关管发生雪崩击穿，击穿的开关管以发热的形式将多余能量消耗掉，将连接在光伏变换器的正输出端和负输出端的旁路二极管两端的电压箝位到开关管的击穿电压以内，使得旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压，避免旁路二极管承受过高的输出电压，从而避免旁路二极管由于输出电压太高而损坏。

一种光伏变换器组串、控制方法及系统

技术领域

本发明涉及光伏发电技术领域，尤其涉及一种光伏变换器组串、控制方法及系统。

背景技术

5 光伏发电是利用半导体界面的光生伏特效应，将光能转变为电能的一种技术。传统的分布式光伏发电系统主要包括：光伏组件、控制器和逆变器。光伏组件串联后形成光伏组串，光伏组串连接逆变器的输入端。但光伏组件由于受到安装角度不同、遮挡不同、热斑、以及衰减不一致等因素的影响，同一光伏组串内的多个光伏组件的电压电流曲线不一致，即光伏组件之间出现失配。光伏组件的失配会导致同一光伏组串内的每一个光伏组件不能
10 输出自身的最大功率，对应整个光伏系统的发电量就不能达到最大。因此，为了实现最大功率输出，在光伏系统增加光伏变换器，光伏变换器能够针对每一个光伏组件进行最大功率追踪，使每个光伏组件都输出自身的最大功率。

实际应用时，多个光伏变换器串联形成光伏变换器组串。多个光伏变换器组串可以并联后连接逆变器的输入端。

15 下面以两个光伏变换器串联为例进行说明，如图 1 所示，该图为现有技术提供的一种光伏变换器组串的连接电路图。

其中，第一光伏变换器 100 和第二光伏变换器 200 串联连接，逆变器侧存在电压，当第一光伏变换器 100 因为误操作而热插入时，C2 和 L2 组成的串联谐振会导致第一光伏变换器 100 的 C、D 两点之间的电压升高，当超过第一光伏变换器 100 的旁路二极管 D5 的耐
20 压值时可能导致该旁路二极管短路失效而损坏。

发明内容

为了解决现有技术中存在的以上技术问题，本发明提供一种光伏变换器组串、控制方法及系统，能够在光伏变换器插拔时保护光伏变换器输出端的旁路二极管。

25 第一方面本申请提供一种光伏变换器组串，包括：多个光伏变换器，多个光伏变换器的输出端串联在一起，每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件；每个光伏变换器包括升降压电路和控制器；升降压电路的正输出端和负输出端之间连接有输出电容，输出电容的两端并联连接旁路二极管；控制器，用于在升降压电路处于关机状态时，控制升降压电路中与旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，控制升降压电路中的其他开关管均关断，以使旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关
30 管的击穿电压。

这样光伏变换器的输出电压施加在与旁路二极管并联的开关管中未导通的开关管的两端，光伏变换器的输出电压达到未导通的开关管的击穿电压后，未导通的开关管发生雪崩击穿，击穿的开关管以发热形式将多余能量消耗掉，将连接在光伏变换器的正输出端和负输出端的旁路二极管两端的电压被箝位到开关管的击穿电压以内，从而
35 使旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压，避免旁路二极管承受过高的输出电压，从而避免旁路二极管由于输出电压太高而损坏。

在第一方面的第一种可能的实现方式中，升降压电路至少包括：第一开关管、第二开关管、第三开关管和电感；第一开关管的第一端连接升降压电路的正输入端，第一开关管的第二端通过依次串联的电感和第二开关管连接升降压电路的正输出端；第三开关管的第一端连接电感和第二开关管的公共端，第三开关管的第二端连接升降压电路的负输出端；升降压电路的负输入端和升降压电路的负输出端连接在一起。

升降压电路可以为 Buck-Boost 的形式，也可以为 Buck-Boost 电路的变形，本申请实施例中对于升降压电路的具体类型不做限制，只要升降压电路可以完成升压、降压或升降压的功能即可，可以理解的是，升降压电路为一种功率变换电路，可以实现直流到直流的电压变换。

10 结合第一方面及上述任一种可能的实现方式中，在第二种可能的实现方式中，控制器控制升降压电路的升压电路中的一个开关管导通，控制升降压电路中的其他开关管均关断，具体为：控制器控制第二开关管导通，控制第一开关管和第三开关管均关断；或，控制器控制第三开关管导通，控制第一开关管和第二开关管均关断。

15 第二方面，提供一种光伏变换器组串，包括：多个光伏变换器，多个光伏变换器的输出端串联在一起，每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件；每个光伏变换器包括升降压电路和控制器；升降压电路的正输出端和负输出端之间连接有输出电容，输出电容的两端并联连接旁路二极管；控制器，用于在升降压电路处于关机状态时，判断升降压电路的输出电压大于等于预设电压时，控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应连接的光伏组件，以降低旁路二极管承受的电压。

20 该方案可以将光伏变换器的输出端能量泄放到输入端连接的光伏组件，利用光伏组件对光伏变换器的输出电压进行电压箝位，从而降低旁路二极管承受的电压。

25 在第二方面的第一种可能的实现方式中，升降压电路包括：第一开关管、第二开关管、第三开关管和电感；第一开关管的第一端连接升降压电路的正输入端，第一开关管的第二端通过依次串联的电感和第二开关管连接升降压电路的正输出端；第三开关管的第一端连接电感和第二开关管的公共端，第三开关管的第二端连接升降压电路的负输入端；升降压电路的负输入端和升降压电路的负输出端连接在一起。

30 升降压电路可以为 Buck-Boost 的形式，也可以为 Buck-Boost 电路的变形，本申请实施例中对于升降压电路的具体类型不做限制，只要升降压电路可以完成升压、降压或升降压的功能即可，可以理解的是，升降压电路为一种功率变换电路，可以实现直流到直流的电压变换。

结合第二方面及上述任一种可能的实现方式中，在第二种可能的实现方式中，控制器控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应连接的光伏组件，具体为：控制器控制第一开关管和第二开关管均导通，第五开关管和第三开关管均关断。

35 将输出端的能量反向泄放到输入端的光伏组件即输出端和输入端形成通路即可，以上提供的是通过控制开关管的开关状态使输出端和输入端形成通路。

结合第二方面及上述任一种可能的实现方式中，在第二种可能的实现方式中，，控制器控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应的光伏组件，具体为：控制器控制第

一开关管导通，以第一 PWM 波控制第二开关管，以第二 PWM 波控制第三开关管；第一 PWM 波和第二 PWM 波互补。

具体控制输出端和输入端形成通路，对于开关管的控制一般都是通过给开关管的驱动端提供驱动脉冲，即 PWM 波来控制。

5 结合第二方面及上述任一种可能的实现方式中，在第二种可能的实现方式中，控制器控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应连接的光伏组件，具体为：控制器控制第一开关管导通，控制第五开关管和第三开关管均断开，以第三 PWM 波控制第二开关管。

10 第三方面，提供一种控制光伏变换器组串的方法，应用于对光伏变换器组串进行控制，光伏变换器组串包括：多个光伏变换器；多个光伏变换器的输出端串联在一起，每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件；每个光伏变换器包括升降压电路和控制器；升降压电路的正输出端和负输出端之间连接有输出电容，输出电容的两端并联连接旁路二极管；包括：在升降压电路处于关机状态时，控制升降压电路中与旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，控制升降压电路中的其他开关管均关断，以
15 使旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压。

20 这样光伏变换器的输出电压施加在与旁路二极管并联的开关管中未导通的开关管的两端，光伏变换器的输出电压达到未导通的开关管的击穿电压后，未导通的开关管发生雪崩击穿，击穿的开关管以发热形式将多余能量消耗掉，将连接在光伏变换器的正输出端和负输出端的旁路二极管两端的电压箝位到开关管的击穿电压以内，从而使旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压，避免旁路二极管承受过高的输出电压，从而避免旁路二极管由于输出电压太高而损坏。

25 第四方面，提供一种控制光伏变换器组串的方法，应用于对光伏变换器组串进行控制，光伏变换器组串包括：多个光伏变换器；多个光伏变换器的输出端串联在一起，每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件；每个光伏变换器包括升降压电路和控制器；升降压电路的正输出端和负输出端之间连接有输出电容，输出电容的两端并联连接旁路二极管；在升降压电路处于关机状态时，判断升降压电路的输出电压大于等于预设电压时，控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应连接的光伏组件，以降低旁路二极管承受的电压。

30 该方法可以将光伏变换器的输出端能量泄放到输入端连接的光伏组件，利用光伏组件对光伏变换器的输出电压进行电压箝位，从而降低旁路二极管承受的电压。

第五方面，提供一种光伏系统，包括第一方面介绍的光伏变换器组串或第二方面介绍的光伏变换器组串，还包括：逆变器；多个光伏变换器组串的输出端并联在一起连接逆变器的输入端。

35 由于光伏系统包括以上的光伏变换器，因此，当光伏变换器中的旁路二极管被保护时，不会引起整个光伏系统关机，使光伏系统的工作效率更高。

与现有技术相比，本发明至少具有以下优点：

为了避免光伏变换器组串因为误操作而接入时对输出端的旁路二极管造成损坏，可以

控制光伏变换器的升降压电路中与旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，同时控制光伏变换器的升降压电路中的其他开关管均关断，这样光伏变换器的输出电压施加在与旁路二极管并联的开关管中未导通的开关管的两端，光伏变换器的输出电压达到未导通的开关管的击穿电压后，未导通的开关管发生雪崩击穿，击穿的开关管以发热形式将多余能量消耗掉，将连接在光伏变换器的正输出端和负输出端的旁路二极管两端的电压被箝位到开关管的击穿电压以内，从而使旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压，避免旁路二极管承受过高的输出电压，从而避免旁路二极管由于输出电压太高而损坏。

另外，本申请还提供一种光伏变换器组串，当判断升降压电路的输出电压大于等于预设电压时，控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应的光伏组件，即光伏变换器的输出端能量泄放到输入端连接的光伏组件，利用光伏组件对光伏变换器的输出电压进行电压箝位，从而降低旁路二极管承受的电压。

附图说明

为了更清楚地说明本申请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申请中记载的一些实施例，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，还可以根据这些附图获得其它的附图。

图 1 为现有技术提供了一种变换器的连接电路图；

图 2 为本申请实施例一提供了一种光伏变换器组串的电路图；

图 3 为图 2 对应的光伏变换器组串中第一光伏变换器的结构示意图；

图 4a 为本申请实施例二提供了一种 Buck-Boost 电路的电路图；

图 4b 为本申请实施例二提供的另一种 Buck-Boost 电路的电路图；

图 5 为本申请实施例二提供了一种光伏变换器的电路图；

图 6 为本申请实施例二提供了一种光伏变换器的等效电路图；

图 7 为本申请实施例二提供的另一种光伏变换器的等效电路图；

图 8 为本申请实施例三提供的光伏变换器组串中第一光伏变换器的结构示意图；

图 9 为本申请实施例四提供的另一种光伏变换器的等效电路图；

图 10 为本申请实施例四提供的又一种光伏变换器的等效电路图；

图 11 为本申请提供的第一 PWM 波和第二 PWM 波的波形图；

图 12 为第一 PWM 波和第二 PWM 波互补时的波形图；

图 13 为第一 PWM 波和第二 PWM 波互补且占空比相同时的波形图；

图 14 为本申请实施例二提供的再一种光伏变换器的等效电路图；

图 15 为本申请实施例提供的一种控制光伏变换器组串的方法的流程图；

图 16 为本申请实施例提供的一种光伏系统的示意图。

具体实施方式

在分布式光伏发电系统中，多个光伏变换器串联形成光伏变换器组串，多个变换器组串又可以并联后连接单级逆变器的大容量电容。由于逆变器的大容量电容上存储有能量，

相当于一个电压源，因此，当光伏变换器热插接入时，光伏变换器输出端的电容和电感形成串联谐振，电压源作为串联谐振的阶跃电压源，此时施加在旁路二极管上的电压很高，超过旁路二极管的耐压，将对旁路二极管造成损坏。由于多个光伏变换器的输出端串联在一起，因此，当一个光伏变换器的旁路二极管出现损坏时，会累及与其串联的其他光伏变换器中的旁路二极管也损坏。

本申请为了解决以上技术问题，即为了解决光伏变换器热插入时对于旁路二极管的损坏，可以控制升压电路中的一个开关管导通，另一个开关管关断，将光伏变换器的输出电压施加在升压电路未导通的开关管两端，当输出电压达到开关管的击穿电压时，开关管被击穿，此时旁路二极管承受的电压被限制在击穿电压的范围内。避免旁路二极管承受过高的输出电压，从而避免旁路二极管由于输出电压太高而损坏。

为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案，下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

实施例一：

本申请实施例一提供了一种光伏变换器组串，该光伏变换器组串包括多个光伏变换器，多个光伏变换器的输出端串联在一起，每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件，即光伏变换器与光伏组件是一一对应的关系。本申请对光伏变换器组串包括的光伏变换器数量不做具体限定，实际的分布式光伏发电系统中一个逆变器可以对应一个光伏变换器组串，也可以一个逆变器对应多个光伏变换器组串，当一个逆变器对应多个光伏变换器组串时，多个光伏变换器组串的输出端并联在一起连接逆变器的输出端。

为了描述方便，下面以光伏变换器组串中至少包括以下两个光伏变换器：第一光伏变换器和第二光伏变换器为例进行说明，其中“第一”和“第二”仅是为区分两个光伏变换器以方便说明，并不构成对本申请的限定。

参见图 2，该图为本申请实施例一提供的一种光伏变换器组串的结构示意图。

该光伏变换器组串 300 包括第一光伏变换器 301a 和第二光伏变换器 301b，其中第一光伏变换器 301a 的输入端连接第一光伏组件 302a，第二光伏变换器 301b 的输入端连接第二光伏组件 302b，第一光伏变换器 301a 的输出端和第二光伏变换器 301b 的输出端串联在一起。如图所示，第一光伏变换器 301a 的负输出端 V_{a_out-} 连接第二光伏变换器 301b 的正输出端 V_{b_out+} 。第一光伏变换器 301a 的正输出端 V_{a_out+} 作为光伏变换器组串的正输出端，第二光伏变换器 301b 的负输出端 V_{b_out-} 作为光伏变换器组串的负输出端。

由于第一光伏变换器 301a 和第二光伏变换器 301b 的结构相同，下面以第一光伏变换器 301a 为例进行说明。

参见图 3，该图为图 2 对应的光伏变换器组串中第一光伏变换器的结构示意图。

其中，第一光伏变换器 301a 包括：升降压电路 301a1 和控制器 302a2。

5 控制器 302a2 在所述升降压电路处于关机状态时，通过控制升降压电路 301a1 中与所述旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，同时控制升降压电路中的其他开关管均关断，以使所述旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压。需要注意的是，控制器需要在光伏发电系统开机进行电压输出之前完成上述控制过程。

其中，升降压电路处于关机状态是指光伏变换器包括的控制器未收到上位机发送的开机指令，上位机是指逆变器的控制器。

10 升降压电路 301a1 的输出侧与旁路二极管并联的开关管可以至少包括两个，只要控制其中的一个闭合，其余开关管断开便可以实现对旁路二极管的箝位作用。例如与旁路二极管并联的开关管包括两个，则控制其中一个导通，另一个断开，断开的即为未导通的，以使所述旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压。

15 其中，升降压电路可以选择 Buck-Boost 电路来实现，需要说明的是，Buck-Boost 电路可以工作在升压模式，也可以工作在降压模式，也可以工作在先降压后升压的模式，具体的工作莫斯，本申请实施例中不做具体限定。

需要注意的是，升降压电路 301a1 的升压电路中的开关管均为 MOS 管(metal oxide semiconductor，金属氧化物半导体场效应晶体管)。

20 为了避免光伏变换器组串因为误操作而接入时对输出端的旁路二极管造成损坏，可以控制光伏变换器的升降压电路中与所述旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，同时控制光伏变换器的升降压电路中的其他开关管均关断，即控制降压电路中的开关管均关断，升降压电路中输出侧与旁路二极管并联的一个开关管导通，与旁路二极管并联的另一个开关管关断，这样光伏变换器的输出电压施加在输出侧未导通的开关管的两端，光伏变换器的输出电压达到未导通的开关管的击穿电压后，未导通的开关管发生雪崩击穿，击穿的开关管以发热形式将多余能量消耗掉，将连接在光伏变换器的
25 正输出端和负输出端的旁路二极管两端的电压被箝位到开关管的击穿电压以内，从而使旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压，避免旁路二极管承受过高的输出电压，从而避免旁路二极管由于输出电压太高而损坏。

实施例二：

30 本申请实施例二提供的光伏变换器以升降压电路为 Buck-Boost 电路为例进行说明，该 Buck-Boost 电路至少包括：第一开关管、第二开关管、第三开关管和电感，下面结合附图具体说明。

参见图 4a，该图为本申请实施例二提供的一种 Buck-Boost 电路的电路图。

35 该 Buck-Boost 电路 401 至少包括：第一开关管 Q1、第二开关管 Q3、第三开关管 Q4 和第一电感 L1，其中第二开关管 Q3 和第三开关管 Q4 可以均为 MOS 管，第一开关管 Q1 可以为 MOS 管，也可以选择其他类型的开关管，本申请对此不做具体限定。

第一开关管 Q1 的第一端连接 Buck-Boost 电路 401 的正输入端 V_{in+}，第一开关

管 Q1 的第二端通过依次串联的第一电感 L1 和第二开关管 Q3 连接 Buck-Boost 电路 401 的正输出端 V_{out+}。

第三开关管 Q4 的第一端连接第一电感 L1 和第二开关管 Q3 的公共端，第三开关管 Q4 的第二端连接所述 Buck-Boost 电路的负输出端 V_{out-}。

5 Buck-Boost 电路 401 的负输入端 V_{in-}和所述 Buck-Boost 电路 401 的负输出端 V_{out-}连接。

另外，Buck-Boost 电路 401 还可以包括第五开关管，如图 4b 所示，第五开关管 Q2 的第一端连接第一开关管 Q1 和第一电感 L1 的公共端，第五开关管 Q2 的第二端连接 Buck-Boost 电路 401 的负输入端 V_{in-}。

10 其中，Buck-Boost 电路 401 的 Boost 电路中包括的开关管为：第二开关管 Q3 和第三开关管 Q4。Buck-Boost 电路 401 的 Buck 电路中包括的开关管为：第一开关管 Q1 和第五开关管 Q2。

下面介绍光伏变换器组串中光伏变换器为 Buck-Boost 电路的工作原理。

15 下面说明单个光伏变换器的控制器控制 Buck-Boost 电路工作时的原理，其它的光伏变换器的工作原理类似，均可参照该光伏变换器。

参见图 5，该图为本申请实施例二提供的一种光伏变换器的电路图。

该光伏变换器包括：Buck-Boost 电路 401 和控制器，其中控制器在图中并未示出。

Buck-Boost 电路 401 的输入端连接与光伏组件 402。由于光伏组件 402 输出的为直流电，因此，光伏组件 402 可以作为直流电源。

20 保护旁路二极管可以控制 Boost 电路中的一个开关管导通，其余开关管关断。下面分别以导通 Boost 电路中的第二开关管 Q3 或第三开关管 Q4 来介绍故障原理，首先介绍第二开关管 Q3 导通，第一开关管 Q1、第五开关管 Q2 和第三开关管 Q4 关断的情况。

可以理解的是，控制第二开关管 Q3 导通，是指控制器向第二开关管 Q3 的控制端发送驱动信号，一般驱动信号为 PWM 波。控制第三开关管 Q4 关断，即控制器不向第三开关管 Q4 的控制端发送驱动信号。第三开关管 Q4 不导通时，如果施加在第三开关管 Q4 两端的电压大于预设阈值，则第三开关管 Q4 也可以通过电流。

参见图 6，该图为本申请实施例二提供的一种光伏变换器的等效电路图。

30 基于图 5 提供的光伏变换器，为了防止光伏变换器热插入时导致旁路二极管 D5 被击穿，在光伏变换器的输入电压建立后，此时光伏变换器的输入端连接的光伏组件有电压输出，光伏变换器的控制器收到逆变器发送的开机指令之前，即光伏变换器未开机工作之前，控制器需要控制 Buck-Boost 电路的 Boost 电路中的第二开关管 Q3 导通，第一开关管 Q1、第五开关管 Q2 和第三开关管 Q4 均关断，此时图 5 提供的电路可等效为图 6 所示。

35 当该光伏变换器因为误操作热插入电路时，由于与光伏变换器输出端连接的逆变器侧存在电压，光伏变换器输出端的电容 C2 和电感 L2 组成串联谐振会导致 C、D 两点之间的电压升高，当 C、D 两点间的电压达到第三开关管 Q4 的击穿电压时，会使得第三开关管 Q4 发生雪崩击穿，进而限制 C、D 两点间的电压小于或等于第三开关管 Q4 的

击穿电压，当 C、D 间的电压超过第三开关管 Q4 的击穿电压时，只要第三开关管 Q4 仍处于安全工作区内，第三开关管 Q4 发生雪崩能够以发热形式消耗串联谐振电路中的能量，使得当 C、D 间的电压下降至第三开关管 Q4 的击穿电压，从而限制旁路二极管 D5 承受的电压小于或等于第三开关管 Q4 的击穿电压，从而避免旁路二极管 D5 由于承受了过高的输出电压而损坏。

下面介绍控制器控制 Boost 电路中第三开关管 Q4 导通，第二开关管 Q3 关断的情况。

参见图 7，该图为本申请实施例二提供的另一种光伏变换器的等效电路图。

控制器控制 Buck-Boost 电路的 Boost 电路中的第三开关管 Q4 导通，第一开关管 Q1、第五开关管 Q2 和第二开关管 Q3 均关断，此时图 5 提供的电路可等效为图 7 所示。

当该光伏变换器因为误操作热插入电路时，由于第一开关管 Q1 和第五开关管 Q2 均关断，光伏组件 402 提供的电压无法加载在旁路二极管 D5 两侧。而由于与光伏变换器输出端连接的逆变器侧存在电压，光伏变换器的电容 C2 和电感 L2 组成串联谐振会导致 C、D 两点之间的电压升高，当 C、D 两点间的电压达到第二开关管 Q3 的击穿电压时，会使得第二开关管 Q3 发生雪崩击穿，进而限制 C、D 两点间的电压小于或等于第二开关管 Q3 的击穿电压，当 C、D 间的电压超过第二开关管 Q3 的击穿电压时，只要第二开关管 Q3 仍处于安全工作区内，第二开关管 Q3 发生雪崩能够以发热形式消耗串联谐振电路中的能量，使得当 C、D 间的电压下降至第二开关管 Q3 的击穿电压，从而限制旁路二极管 D5 承受的电压小于或等于第二开关管 Q3 的击穿电压，从而避免旁路二极管 D5 由于承受了过高的输出电压而损坏。

实施例三：

本申请实施例三还提供了另一种光伏变换器组串，该光伏变换器组串包括多个光伏变换器，多个光伏变换器的输出端串联在一起，每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件，即光伏变换器与光伏组件是一一对应的关系。本申请对光伏变换器组串包括的光伏变换器数量不做具体限定，实际的分布式光伏发电系统中一个逆变器可以对应一个光伏变换器组串，也可以一个逆变器对应多个光伏变换器组串，当一个逆变器对应多个光伏变换器组串时，多个光伏变换器组串的输出端并联在一起连接逆变器的输出端。

为了描述方便，下面以光伏变换器组串中至少包括以下两个光伏变换器：第一光伏变换器和第二光伏变换器为例进行说明，其中“第一”和“第二”仅是为区分两个光伏变换器以方便说明，并不构成对本申请的限定。

本实施例中的光伏变换器组串的具体结构可以继续参见图 2，在此不再赘述。

由于第一光伏变换器 601a 和第二光伏变换器 601b 的结构相同，下面以第一光伏变换器 601a 为例进行说明。

参见图 8，该图为本申请实施例三提供的光伏变换器组串中第一光伏变换器的结构示意图。

其中，第一光伏变换器 601a 包括：Buck-Boost 电路 601a1 和控制器 602a2。

控制器 602a2 用于在所述升降压电路处于关机状态时，判断当 Buck-Boost 电路 601a1 的输出电压大于等于预设电压时，控制所述 Buck-Boost 电路 601a1 将输出端的能量反向泄放到对应的第一光伏组件 602a，利用第一光伏组件 602a 以发热形式将输出端的多余能量消耗掉。

为了防止旁路二极管因为承受的电压过高而被击穿，该预设电压应小于旁路二极管的击穿电压。

具体的泄放路径，可以通过控制光伏变换器中的开关管的导通或关断，使输出端与输入端形成通路。例如，可以控制 Buck-Boost 电路工作于反向 Buck 模式，即光伏变换器的输出端向输入端传递能量，并且以降压模式传递。

利用本申请实施例三的光伏变换器组串，当判断 Buck-Boost 电路的输出电压大于或等于预设电压时，控制 Buck-Boost 电路输出端的能量反向泄放到对应的光伏组件，即光伏变换器的输出端能量泄放到光伏变换器输入端的光伏组件，利用光伏组件对光伏变换器的输出电压进行电压箝位，从而降低旁路二极管承受的电压。

实施例四：

下面以光伏变换器为 Buck-Boost 电路为例，介绍输出端能量泄放到输入端的具体实现方式。

其中，Buck-Boost 电路的具体电路图可以参见图 4 对应的介绍，在此不再赘述。

控制器用于在所述升降压电路处于关机状态时，判断当 Buck-Boost 电路的输出电压大于等于预设电压时，控制器通过控制电路中各开关管的通断状态以使 Buck-Boost 电路将输出端的能量反向泄放到输入端连接的光伏组件，下面首先介绍控制器通过控制第一开关管 Q1 和第二开关管 Q2 导通，同时控制第五开关管 Q2 和第三开关管 Q4 关断实现输出端与输入端形成通路，进而反向泄放能量的原理。

可以理解的是，控制器通过向开关管的控制端发送驱动信号以控制该开关管的导通或断开状态，例如当驱动信号为 PWM 波时，控制某个开关管导通，即控制器向该开关管的控制端发送占空比为 100% 的 PWM 波，控制某个开关管关断，即控制器不向该开关管的控制端发送 PWM 波。

参见图 9，该图为本申请实施例四提供的另一种光伏变换器的等效电路图。

为了防止光伏变换器热插入时导致旁路二极管 D5 被击穿，当控制器判断 Buck-Boost 电路 801 的输出电压大于或等于预设电压时，控制器需要控制 Buck-Boost 电路 801 的第一开关管 Q1 和第二开关管 Q3 导通，控制第五开关管 Q2 和第三开关管 Q4 关断。

需要说明的是，Buck-Boost 电路 801 的输出电压可以由电压检测电路来实现，电压检测电路将检测的输出电压发送给控制器，控制器来判断是否大于或等于预设电压。由于电压检测电路比较成熟，因此，在此不再赘述。

当该光伏变换器因为误操作热插入电路时，由于此时与光伏变换器输出端连接的

逆变器侧存在电压，光伏变换器输出端的电容 C2 和电感 L2 组成串联谐振会导致 C、D 两点之间的电压升高，当控制器判断 C、D 两点之间的电压大于预设电压时，控制器控制第一开关管 Q1 和第二开关管 Q2 导通，将输出端的谐振能量反向泄放到光伏组件 802，使得当 C、D 间的电压下降至预设电压，从而限制旁路二极管 D5 承受的电压小于或等于该预设电压，避免旁路二极管 D5 由于承受了过高的输出电压而损坏。

以上介绍了通过控制 Q3 和 Q1 导通，使光伏变换器的输出端和输入端形成通路，进而使输出端的能量泄放到输入端，下面介绍光伏变换器的输出端与输入端形成通路的另外实现方式，例如，当控制器判断 Buck-Boost 电路的输出电压大于等于预设电压时，控制器还可以控制 Buck-Boost 电路工作于反向 Buck 模式，以使 Buck-Boost 电路将输出端的能量反向泄放到光伏组件。

下面首先介绍第一种反向 Buck 工作模式，控制器控制第一开关管 Q1 导通、控制第五开关管 Q2 断开、以第一 PWM 波控制第二开关管 Q3 并且以第二 PWM 波控制第三开关管 Q4 时的情形，其中第一 PWM 波和第二 PWM 波的占空比可以相同，也可以不同，本申请对此不做具体限定。

参见图 10，该图为本申请实施例四提供的又一种光伏变换器的等效电路图。

为了防止光伏变换器热插入时导致旁路二极管 D5 被击穿，当控制器判断 Buck-Boost 电路 801 的输出电压大于等于预设电压时，控制器控制 Buck-Boost 电路 801 的第一开关管 Q1 保持导通并控制第五开关管 Q2 保持关断，如图 10 所示。

当该光伏变换器因为误操作热插入电路时，由于此时与光伏变换器输出端连接的逆变器侧存在电压，光伏变换器输出端的电容 C2 和电感 L2 组成串联谐振会导致 C、D 两点之间的电压升高，当控制器判断 C、D 两点之间的电压大于预设电压时，控制器控制 Buck-Boost 电路 801 的第一开关管 Q1 保持导通、第五开关管 Q2 保持关断、以第一 PWM 波控制第二开关管 Q3 并且以第二 PWM 波控制第三开关管 Q4，即控制器用于控制 Buck-Boost 电路工作于反相 Buck 模式，此时 Buck-Boost 电路 801 输出端的谐振能量反向泄放到光伏组件 802，使得当 C、D 间的电压下降至预设电压，从而限制旁路二极管 D5 承受的电压小于或等于该预设电压，避免旁路二极管 D5 由于承受了过高的输出电压而损坏。

此外，控制器在控制第二开关管 Q3 和第三开关管 Q4 时需要避免这两个开关管同时导通以防止光伏变换器的正输出端和负输出端之间形成短路。

例如当 PWM 波为高电平时控制开关管导通，当 PWM 波为低电平时控制开关管关断，此时可以参见图 11 所示的第一 PWM 波和第二 PWM 波的波形图，为了避免第二开关管 Q3 和第三开关管 Q4 同时导通，即对应第一 PWM 波和第二 PWM 波的波形不能同时处于高电平。

参见图 12，该图为第一 PWM 波和第二 PWM 波互补时的波形图。

该图与图 11 的区别在于，图 12 中第一 PWM 波和第二 PWM 波互补，当控制器以第一 PWM 波控制第二开关管 Q3 并以第二 PWM 波控制第三开关管 Q4 时，不会出现第二开关管 Q3 和第三开关管 Q4 同时关断的情况，即第二开关管 Q3 和第三开关管 Q4

中始终为一个导通且另一个关断的状态，能够快速将 Buck-Boost 电路 801 输出端的谐振能量反向泄放到光伏组件 802，使得当 C、D 间的电压快速下降至预设电压。

还可以参见图 13，该图为第一 PWM 波和第二 PWM 波互补且占空比相同时的波形图。

5 该图与图 12 的区别在于，图 13 中第一 PWM 波和第二 PWM 波互补且占空比均为 50%。

下面结合附图介绍另一种光伏变换器工作于反向 Buck 模式的具体实现情况。

控制器控制第一开关管 Q1 导通、控制第五开关管 Q2 和第三开关管 Q4 均断开、并以第三 PWM 波控制第二开关管 Q3 时的情况。

10 参见图 14，该图为本申请实施例二提供的再一种光伏变换器的等效电路图。

为了防止光伏变换器热插入时导致旁路二极管 D5 被击穿，当控制器判断 Buck-Boost 电路 801 的输出电压大于等于预设电压时，控制器控制第一开关管 Q1 导通并控制第五开关管 Q2 和第三开关管 Q4 均关断，如图 14 所示。

15 当该光伏变换器因为误操作热插入电路时，由于此时与光伏变换器输出端连接的逆变器侧存在电压，光伏变换器输出端的电容 C2 和电感 L2 组成串联谐振会导致 C、D 两点之间的电压升高，当控制器判断 C、D 两点之间的电压大于预设电压时，控制器控制 Buck-Boost 电路 801 的第一开关管 Q1 保持导通、第五开关管 Q2 和第三开关管 Q4 均关断，并以第三 PWM 波控制第二开关管 Q3，使 Buck-Boost 电路工作于反相 Buck 模式，当第三 PWM 波控制第二开关管 Q3 导通时，Buck-Boost 电路 801 输出端的谐振能量能够反向泄放到光伏组件 802，使得当 C、D 间的电压下降至预设电压，从而限制旁路二极管 D5 承受的电压小于或等于该预设电压，避免旁路二极管 D5 由于承受了过高的输出电压而损坏，本申请实施例对第三 PWM 波的占空比不做具体限定。

方法实施例一：

25 基于上述实施例一和实施例二提供的光伏变换器组串，本申请实施还提供了一控制光伏变换器组串的方法，下面结合附图具体说明。

该方法用于对光伏变换器组串进行控制，光伏变换器组串包括：多个光伏变换器，多个光伏变换器的输出端串联在一起，每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件。本方法对光伏变换器组串包括的光伏变换器数量不做具体限定，实际应用本方法的分布式光伏发电系统中，一个逆变器可以对应一个光伏变换器组串，也可以一个逆变器对应多个光伏变换器组串，当一个逆变器对应多个光伏变换器组串时，多个光伏变换器组串的输出端并联在一起连接逆变器的输出端。每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件，每个光伏变换器包括升降压电路和控制器。

该方法包括以下步骤：

35 在所述升降压电路处于关机状态时，控制升降压电路中与所述旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，控制升降压电路中的其他开关管均关断，以使所述旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压。

升降压电路的输出侧与旁路二极管并联的开关管可以至少包括两个，只要控制其中的一个闭合，其余开关管断开便可以实现对旁路二极管的箝位作用。

该方法在光伏变换器组串中的具体实现可以参见图 2 至图 7 对应的文字部分的相关描述，在此不再赘述。

5 本申请实施例提供的方法，可以控制光伏变换器的升降压电路中与所述旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，同时控制光伏变换器的升降压电路中的其他开关管均关断，即控制降压电路中的开关管均关断，升降压电路中输出侧与旁路二极管并联的一个开关管导通，与旁路二极管并联的另一个开关管关断，这样光伏变换器的输出电压施加在输出侧未导通的开关管的两端，光伏变换器的输出电压达到未导通的开关管的击穿电压后，未导通的开关管发生雪崩击穿，击穿的开关管以发热形式将多余能量消耗掉，将连接在光伏变换器的正输出端和负输出端的旁路二极管两端的电压被箝位到开关管的击穿电压以内，从而使旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压，避免旁路二极管承受过高的输出电压，从而避免旁路二极管由于输出电压太高而损坏。

15

方法实施例二：

基于上述实施例三和实施例四提供的光伏变换器组串，本申请实施还提供了一种控制光伏变换器组串的方法，下面结合附图具体说明。

参见图 15，该图为本申请实施例提供的一种控制光伏变换器组串的方法的流程图。

20 该方法用于对光伏变换器组串进行控制，光伏变换器组串包括：多个光伏变换器，多个光伏变换器的输出端串联在一起，每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件。本方法对光伏变换器组串包括的光伏变换器数量不做具体限定，实际应用本方法的分布式光伏发电系统中，一个逆变器可以对应一个光伏变换器组串，也可以一个逆变器对应多个光伏变换器组串，当一个逆变器对应多个光伏变换器组串时，多个光伏变换器组串的输出端并联在一起连接逆变器的输出端。每个光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件，每个光伏变换器包括升降压电路和控制器。

25

该方法包括以下步骤：

S1001：在所述升降压电路处于关机状态时，判断升降压电路的输出电压是否大于等于预设电压。

30

若是，则执行 S1002：控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应的光伏组件。

该方法在光伏变换器组串中的具体实现可以参见图 8 至图 13 的相关描述，在此不再赘述。

另外，本申请还提供一种光伏变换器组串，当判断升降压电路的输出电压大于等于预设电压时，控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应的光伏组件，即光伏变换器的输出端能量泄放到输入端的光伏组件，利用光伏组件对光伏变换器的输出电压进行电压箝位，从而降低旁路二极管承受的电压。

35

系统实施例

基于以上实施例提供的一种光伏变换器组串和控制方法，本申请实施还提供了一种光伏系统，下面结合附图具体说明。

该系统包括上述实施例一至四中任一项所述的光伏变换器组串，所述系统还包括：逆变器。

5 参见图 16，该图为本申请实施例提供的一种光伏系统的示意图。

该系统包括以上任意一个实施例介绍的光伏变换器组串，还包括：逆变器 1103。

其中第一光伏变换器 601a 的正输出端 Va_out+ 连接逆变器 1103 的正输入端，第二光伏变换器 601a 的负输出端 Va_out- 连接逆变器 1103 的负输入端。

其中该系统包括的每个光伏变换器均包括升降压电路和控制器。

10 该系统中的控制器还可以用于控制光伏变换器的升降压电路中与所述旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，同时控制光伏变换器的升降压电路中的其他开关管均关断，即控制降压电路中的开关管均关断，升降压电路中输出侧与旁路二极管并联的一个开关管导通，与旁路二极管并联的另一个开关管关断，这样光伏变换器的输出电压施加在输出侧未导通的开关管的两端，光伏变换器的输出电压达到未导通的开关管的击穿电压后，未导通的开关管发生雪崩击穿，击穿的开关管以发热形式将多余能量消耗掉，将连接在光伏变换器的正输出端和负输出端的旁路二极管两端的电压被箝位到开关管的击穿电压以内，从而使旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压，避免旁路二极管承受过高的输出电压，从而避免旁路二极管由于输出电压太高而损坏。

20 另外，该系统中的控制器还可以用于当判断升降压电路的输出电压大于等于预设电压时，控制升降压电路输出端的能量反向泄放到对应的光伏组件，即光伏变换器的输出端能量泄放到输入端的光伏组件，利用光伏组件对光伏变换器的输出电压进行电压箝位，从而降低旁路二极管承受的电压。

应当理解，在本申请中，“至少一个（项）”是指一个或者多个，“多个”是指两个或两个以上。“和/或”，用于描述关联对象的关联关系，表示可以存在三种关系，例如，“A 和/或 B”可以表示：只存在 A，只存在 B 以及同时存在 A 和 B 三种情况，其中 A，B 可以是单数或者复数。字符“/”一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。“以下至少一项（个）”或其类似表达，是指这些项中的任意组合，包括单项（个）或复数项（个）的任意组合。例如，a，b 或 c 中的至少一项（个），可以表示：a，b，c，“a 和 b”，“a 和 c”，“b 和 c”，或“a 和 b 和 c”，其中 a，b，c 可以是单个，也可以是多个。

35 以上所述，仅是本发明的较佳实施例而已，并非对本发明作任何形式上的限制。虽然本发明已以较佳实施例揭露如上，然而并非用以限定本发明。任何熟悉本领域的技术人员，在不脱离本发明技术方案范围情况下，都可利用上述揭示的方法和技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动和修饰，或修改为等同变化的等效实施例。因此，凡是未脱离本发明技术方案的内容，依据本发明的技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰，均仍属于本发明技术方案保护的范围内。

权 利 要 求

1、一种光伏变换器组串，其特征在于，包括：多个光伏变换器，多个所述光伏变换器的输出端串联在一起，每个所述光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件；

5 每个所述光伏变换器包括升降压电路和控制器；所述升降压电路的正输出端和负输出端之间连接有输出电容，所述输出电容的两端并联连接旁路二极管；

所述控制器，用于在所述升降压电路处于关机状态时，控制所述升降压电路中与所述旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，控制所述升降压电路中的其他开关管均关断，以使所述旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压。

10 2、根据权利要求1所述的光伏变换器组串，其特征在于，所述升降压电路至少包括：第一开关管、第二开关管、第三开关管和电感；

所述第一开关管的第一端连接所述升降压电路的正输入端，所述第一开关管的第二端通过依次串联的电感和第二开关管连接所述升降压电路的正输出端；

所述第三开关管的第一端连接所述电感和所述第二开关管的公共端，所述第三开关管的第二端连接所述升降压电路的负输出端；

15 所述升降压电路的负输入端和所述升降压电路的负输出端连接在一起。

3、根据权利要求2所述的光伏变换器组串，其特征在于，所述控制器控制所述升降压电路的升压电路中的一个开关管导通，控制所述升降压电路中的其他开关管均关断，具体为：

20 所述控制器控制所述第二开关管导通，控制所述第一开关管和第三开关管均关断；或，

所述控制器控制所述第三开关管导通，控制所述第一开关管和第二开关管均关断。

4、一种光伏变换器组串，其特征在于，包括：多个光伏变换器，多个所述光伏变换器的输出端串联在一起，每个所述光伏变换器的输入端连接对应的光伏组件；

25 每个所述光伏变换器包括升降压电路和控制器；所述升降压电路的正输出端和负输出端之间连接有输出电容，所述输出电容的两端并联连接旁路二极管；

所述控制器，用于在所述升降压电路处于关机状态时，判断所述升降压电路的输出电压大于等于预设电压时，控制所述升降压电路输出端的能量反向泄放到对应连接的所述光伏组件，以降低所述旁路二极管承受的电压。

30 5、根据权利要求4所述的光伏变换器组串，其特征在于，所述升降压电路包括：第一开关管、第二开关管、第三开关管和电感；

所述第一开关管的第一端连接所述升降压电路的正输入端，所述第一开关管的第二端通过依次串联的电感和第二开关管连接所述升降压电路的正输出端；

所述第三开关管的第一端连接所述电感和所述第二开关管的公共端，所述第三开关管的第二端连接所述升降压电路的负输入端；

35 所述升降压电路的负输入端和所述升降压电路的负输出端连接在一起。

6、根据权利要求5所述的光伏变换器组串，其特征在于，所述控制器控制所述升降压电路输出端的能量反向泄放到对应的所述光伏组件，具体为：

所述控制器控制所述第一开关管和所述第二开关管均导通，所述第五开关管和所述第三开关管均关断。

7、根据权利要求5所述的光伏变换器组串，其特征在于，所述控制器控制所述升降压电路输出端的能量反向泄放到对应连接的所述光伏组件，具体为：

5 所述控制器控制所述第一开关管导通，以第一 PWM 波控制所述第二开关管，以第二 PWM 波控制第三开关管；所述第一 PWM 波和第二 PWM 波互补。

8、根据权利要求5所述的光伏变换器组串，其特征在于，所述控制器控制所述升降压电路输出端的能量反向泄放到对应连接的所述光伏组件，具体为：

10 所述控制器控制所述第一开关管导通，控制所述第五开关管和所述第三开关管均断开，以第三 PWM 波控制所述第二开关管。

9、一种控制光伏变换器组串的方法，其特征在于，应用于对光伏变换器组串进行控制，所述光伏变换器组串包括：多个光伏变换器；多个所述光伏变换器的输出端串联在一起，每个所述光伏变换器的输入端对应连接的光伏组件；每个所述光伏变换器包括升降压电路和控制器；所述升降压电路的正输出端和负输出端之间连接有输出电容，所述输出电容的两端并联连接旁路二极管；

包括：在所述升降压电路处于关机状态时，控制所述升降压电路中与所述旁路二极管并联的开关管中的一个开关管导通，控制所述升降压电路中的其他开关管均关断，以使所述旁路二极管承受的电压小于或等于未导通的开关管的击穿电压。

10、一种控制光伏变换器组串的方法，其特征在于，应用于对光伏变换器组串进行控制，所述光伏变换器组串包括：多个光伏变换器；多个所述光伏变换器的输出端串联在一起，每个所述光伏变换器的输入端对应连接的光伏组件；每个所述光伏变换器包括升降压电路和控制器；所述升降压电路的正输出端和负输出端之间连接有输出电容，所述输出电容的两端并联连接旁路二极管；

25 在所述升降压电路处于关机状态时，判断所述升降压电路的输出电压大于等于预设电压时，控制所述升降压电路输出端的能量反向泄放到对应连接的所述光伏组件，以降低所述旁路二极管承受的电压。

11、一种光伏系统，其特征在于，包括权利要求1-3任一项所述的光伏变换器组串或权利要求4-8任一项所述的光伏变换器组串，还包括：逆变器；

多个所述光伏变换器组串的输出端并联在一起连接所述逆变器的输入端。

30

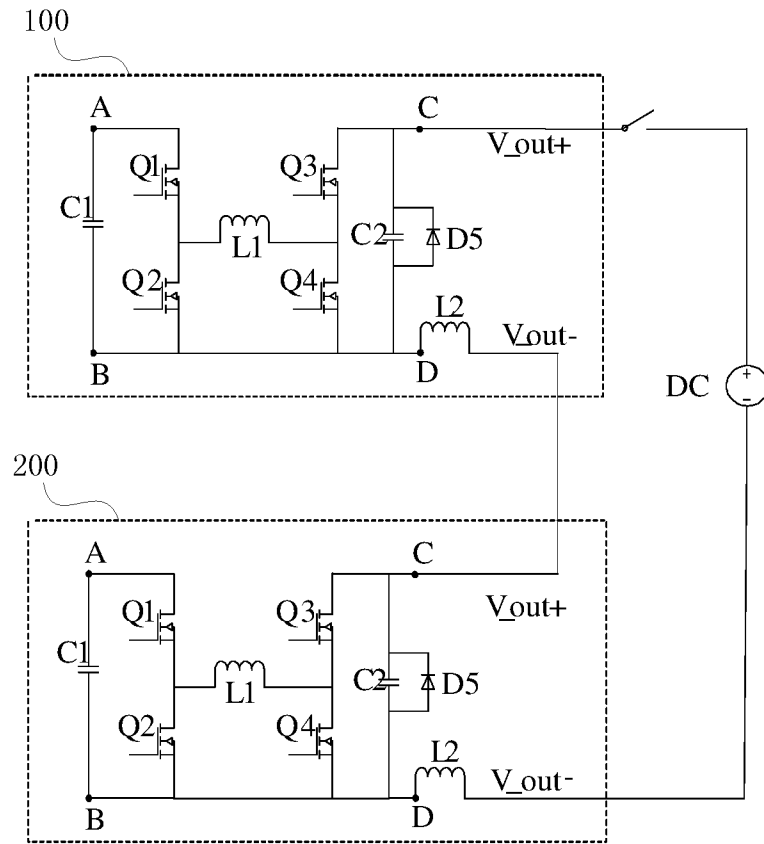


图 1

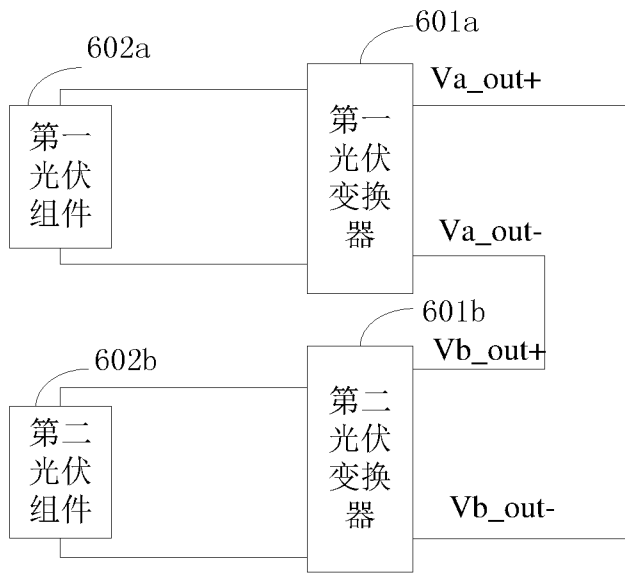


图 2

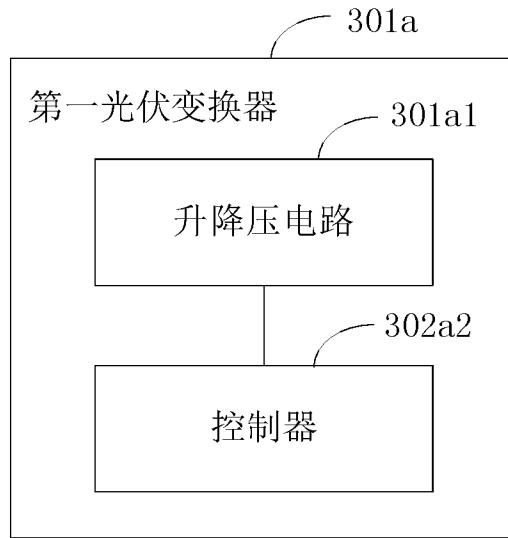


图 3

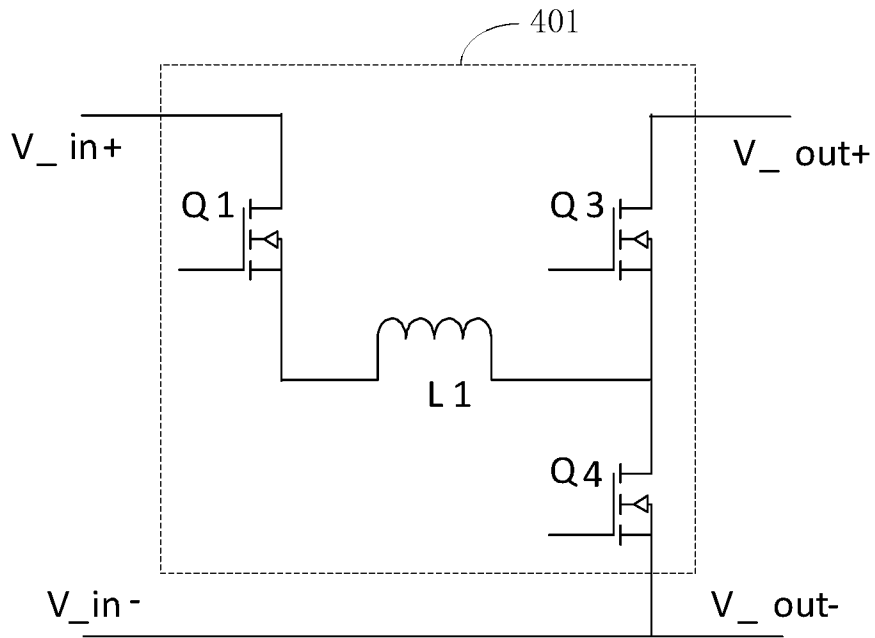


图 4a

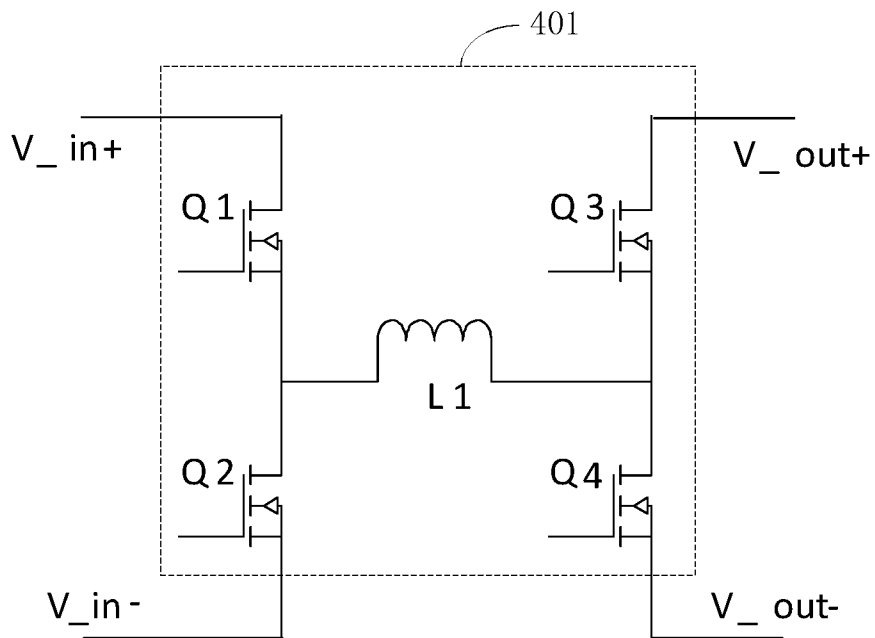


图 4b

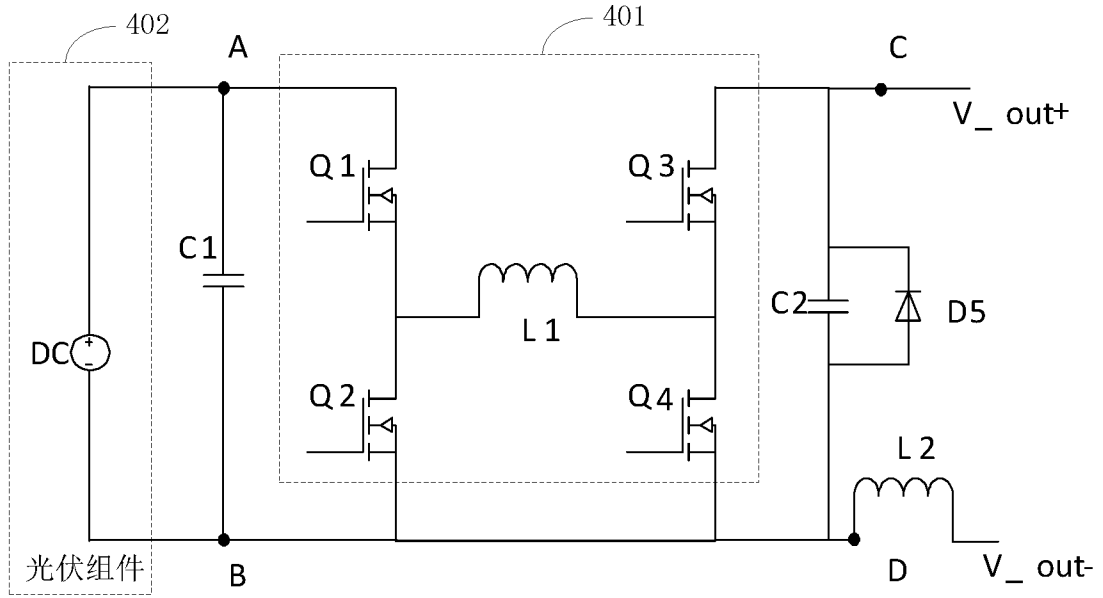


图 5

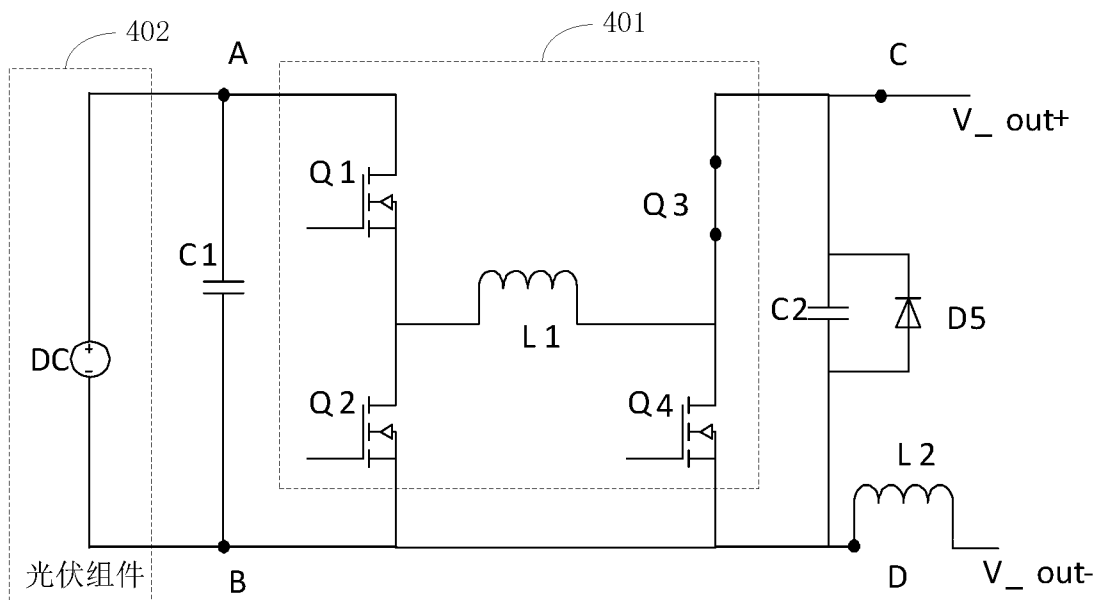


图 6

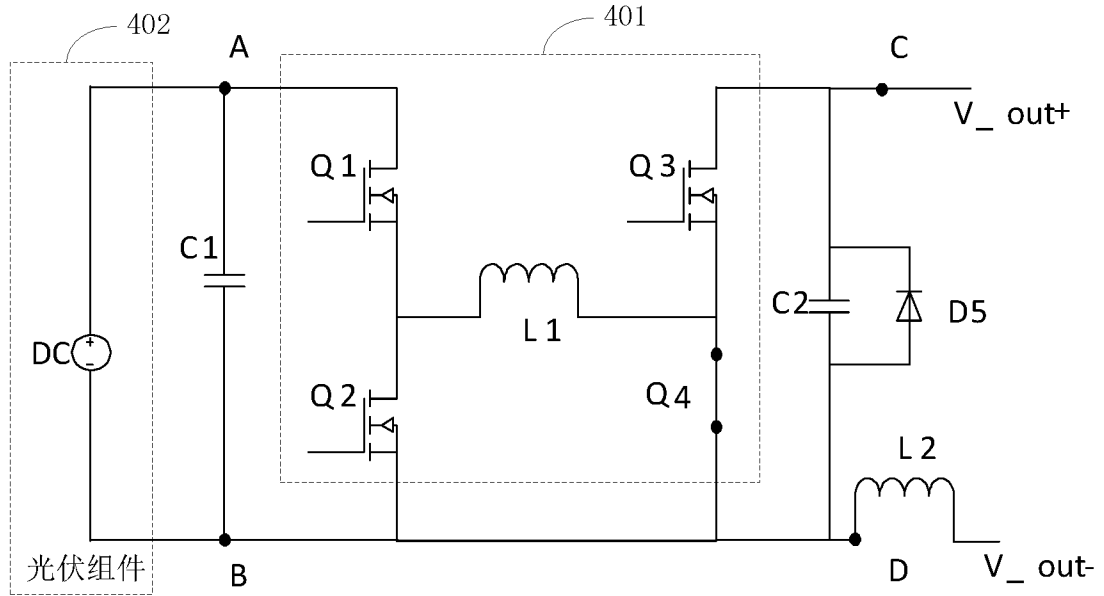


图 7

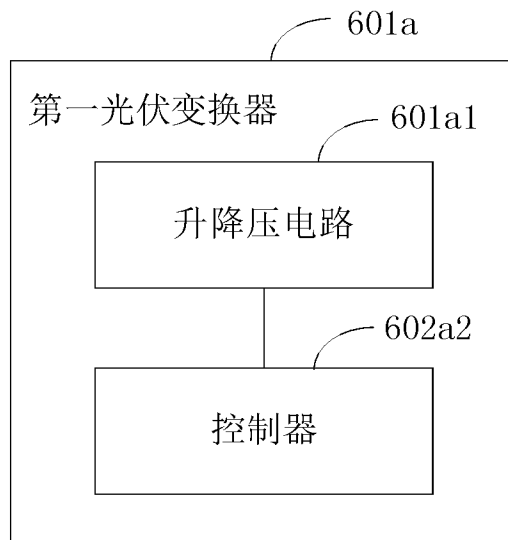


图 8

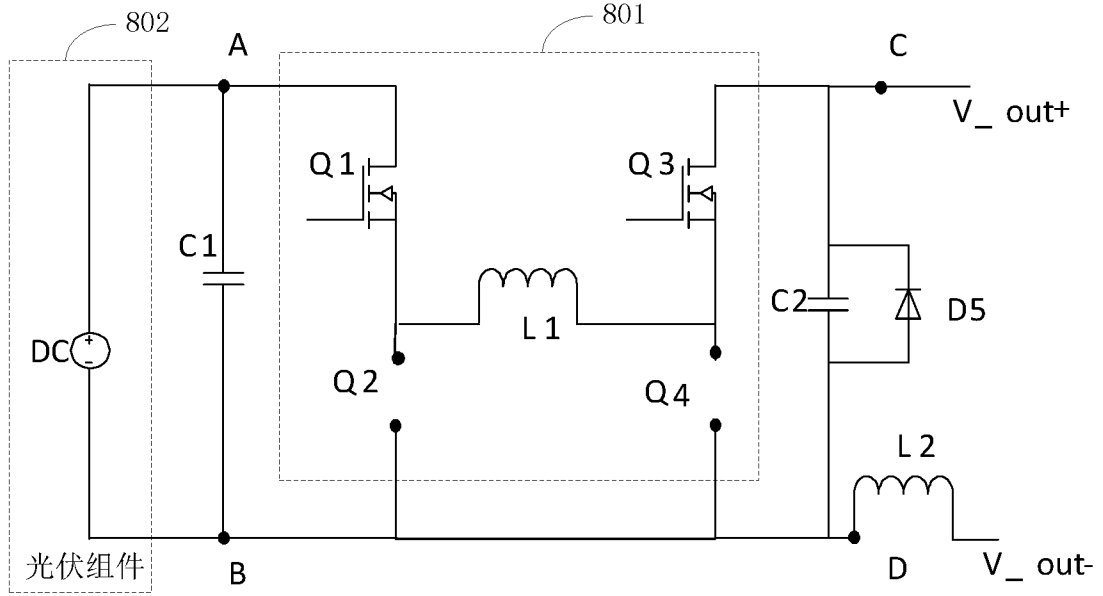


图 9

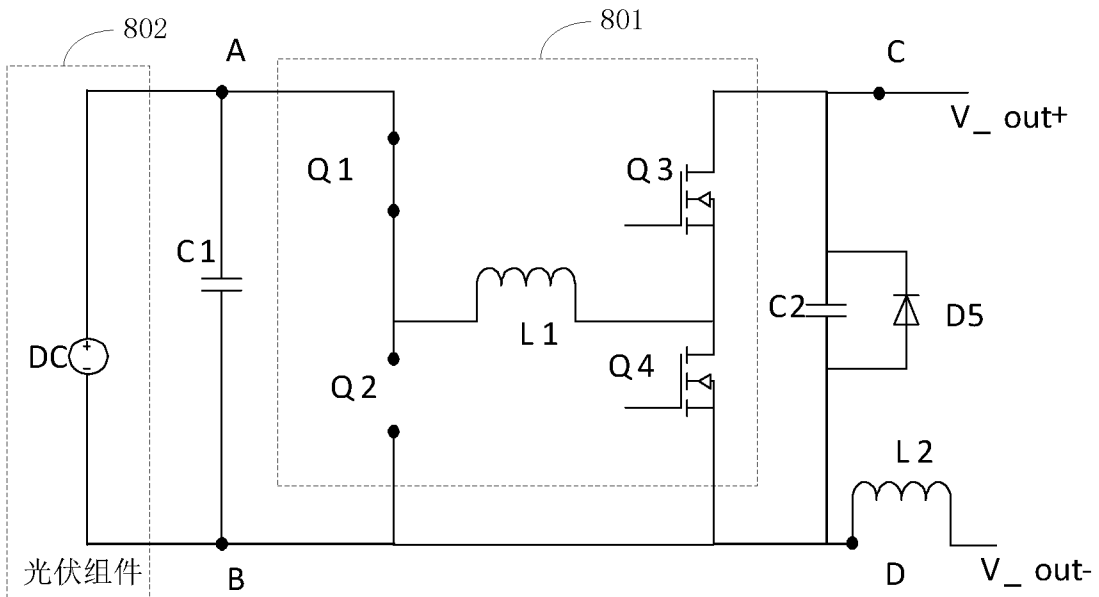


图 10

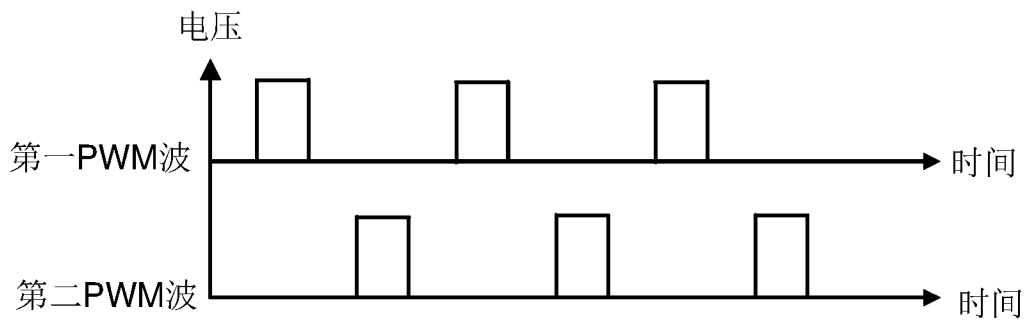


图 11

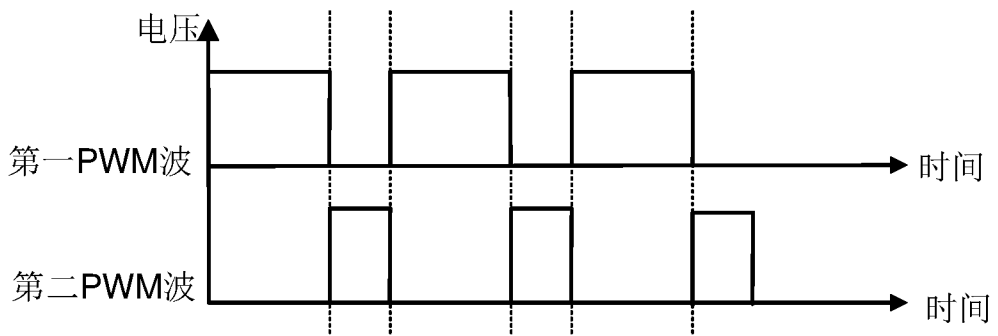


图 12

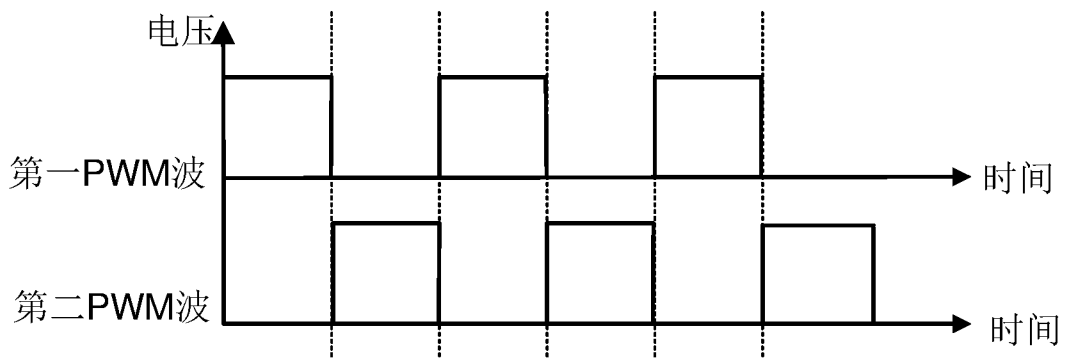


图 13

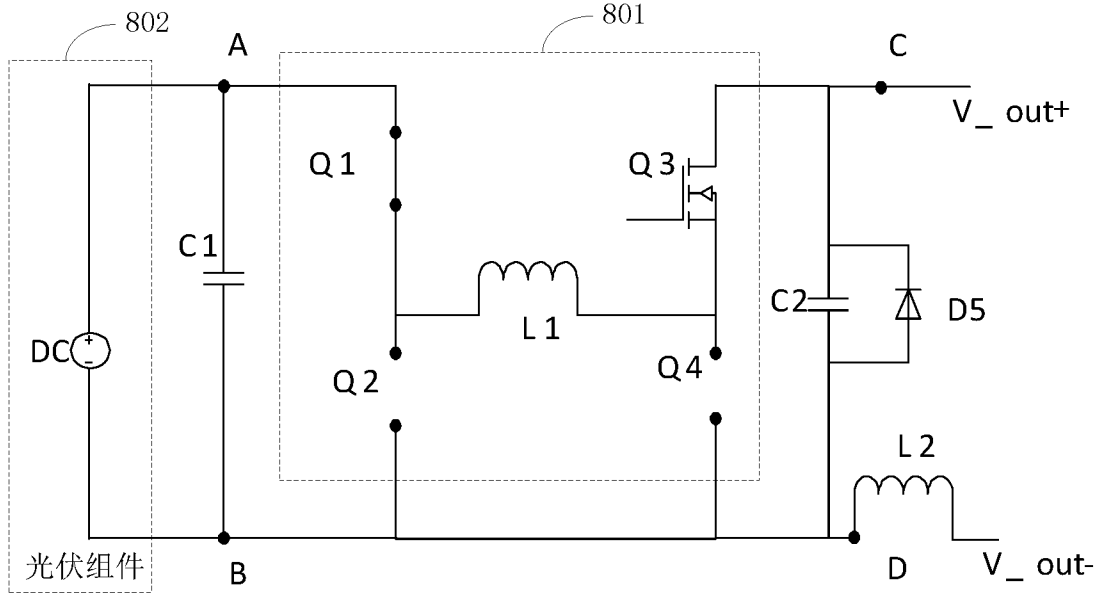


图 14

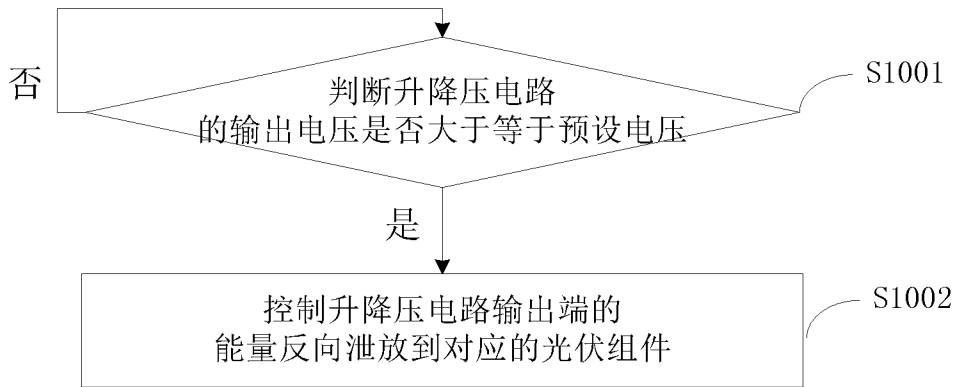


图 15

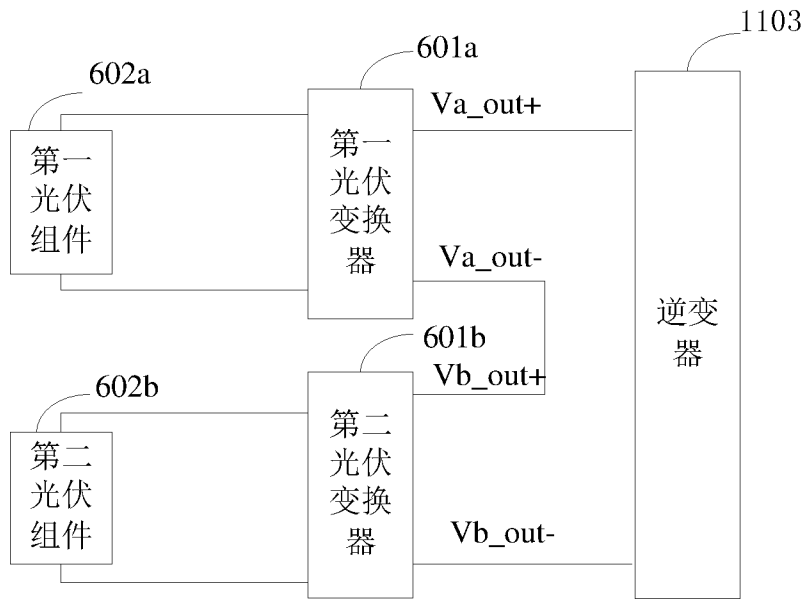


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/080482

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J 3/38(2006.01)i; H02M 3/28(2006.01)i; H02M 3/335(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J, H02M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNKI, VEN, SIPOABS: 光伏, 太阳能, 变换器, 串, 输入, 输出, 控制器, 升降压电路, 开关管, photovoltaic, solar, energy, power, converter, string, series, input, output, control, buck-boost, circuit, switch, transistor

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 108448633 A (YANGZHOU UNIVERSITY) 24 August 2018 (2018-08-24) description, paragraphs [0005]-[0013] and [0021]-[0052], and figures 1-3	1-11
A	CN 106787707 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 31 May 2017 (2017-05-31) entire document	1-11
A	CN 106953525 A (SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY) 14 July 2017 (2017-07-14) entire document	1-11
A	CN 105743432 A (CHINA NEW ENERGY INVEST CO., LTD.) 06 July 2016 (2016-07-06) entire document	1-11
A	CN 103701329 A (XUCHANG UNIVERSITY) 02 April 2014 (2014-04-02) entire document	1-11
A	DE 102008059293 A1 (MANSHARDT, HANS) 02 June 2010 (2010-06-02) entire document	1-11

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 December 2019

Date of mailing of the international search report

06 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/080482

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108448633	A	24 August 2018	None			
CN	106787707	A	31 May 2017	None			
CN	106953525	A	14 July 2017	CN	106953525	B	23 August 2019
CN	105743432	A	06 July 2016	CN	105743432	B	09 April 2019
CN	103701329	A	02 April 2014	None			
DE	102008059293	A1	02 June 2010	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/080482

<p>A. 主题的分类</p> <p>H02J 3/38(2006.01)i; H02M 3/28(2006.01)i; H02M 3/335(2006.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																																			
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02J, H02M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNABS, CNKI, VEN, SIPOABS:光伏, 太阳能, 变换器, 串, 输入, 输出, 控制器, 升降压电路, 开关管, photovolataaic, solar, energy, power, converter, string, series, input, output, control, buck-boost, circuit, switch, transistor</p>																																			
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>CN 108448633 A (扬州大学) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 说明书第5-13段, 21-52段及图1-3</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106787707 A (上海交通大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106953525 A (上海交通大学) 2017年 7月 14日 (2017 - 07 - 14) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105743432 A (中民新能投资有限公司) 2016年 7月 6日 (2016 - 07 - 06) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103701329 A (许昌学院) 2014年 4月 2日 (2014 - 04 - 02) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>DE 102008059293 A1 (MANSHARDT HANS) 2010年 6月 2日 (2010 - 06 - 02) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文件的具体类型:</td> <td>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</td> </tr> <tr> <td>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</td> <td>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</td> <td>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</td> </tr> <tr> <td>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</td> <td>“&” 同族专利的文件</td> </tr> <tr> <td>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</td> <td></td> </tr> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	A	CN 108448633 A (扬州大学) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 说明书第5-13段, 21-52段及图1-3	1-11	A	CN 106787707 A (上海交通大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-11	A	CN 106953525 A (上海交通大学) 2017年 7月 14日 (2017 - 07 - 14) 全文	1-11	A	CN 105743432 A (中民新能投资有限公司) 2016年 7月 6日 (2016 - 07 - 06) 全文	1-11	A	CN 103701329 A (许昌学院) 2014年 4月 2日 (2014 - 04 - 02) 全文	1-11	A	DE 102008059293 A1 (MANSHARDT HANS) 2010年 6月 2日 (2010 - 06 - 02) 全文	1-11	* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件	“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性	“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性	“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“&” 同族专利的文件	“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件		“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																																	
A	CN 108448633 A (扬州大学) 2018年 8月 24日 (2018 - 08 - 24) 说明书第5-13段, 21-52段及图1-3	1-11																																	
A	CN 106787707 A (上海交通大学) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 全文	1-11																																	
A	CN 106953525 A (上海交通大学) 2017年 7月 14日 (2017 - 07 - 14) 全文	1-11																																	
A	CN 105743432 A (中民新能投资有限公司) 2016年 7月 6日 (2016 - 07 - 06) 全文	1-11																																	
A	CN 103701329 A (许昌学院) 2014年 4月 2日 (2014 - 04 - 02) 全文	1-11																																	
A	DE 102008059293 A1 (MANSHARDT HANS) 2010年 6月 2日 (2010 - 06 - 02) 全文	1-11																																	
* 引用文件的具体类型:	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件																																		
“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件	“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性																																		
“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利	“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性																																		
“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)	“&” 同族专利的文件																																		
“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件																																			
“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件																																			
国际检索实际完成的日期	国际检索报告邮寄日期																																		
2019年 12月 27日	2020年 1月 6日																																		
ISA/CN的名称和邮寄地址	授权官员																																		
中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088	李素娟																																		
传真号 (86-10)62019451	电话号码 62411774																																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/080482

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	108448633	A	2018年 8月 24日	无	
CN	106787707	A	2017年 5月 31日	无	
CN	106953525	A	2017年 7月 14日	CN 106953525	B 2019年 8月 23日
CN	105743432	A	2016年 7月 6日	CN 105743432	B 2019年 4月 9日
CN	103701329	A	2014年 4月 2日	无	
DE	102008059293	A1	2010年 6月 2日	无	