

(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 9 月 17 日 (17.09.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/182083 A1

(51) 国际专利分类号:
H02M 7/483 (2007.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/078300

(22) 国际申请日: 2020 年 3 月 6 日 (06.03.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910180907.3 2019年3月11日 (11.03.2019) CN

(71) 申请人: 比亚迪股份有限公司 (BYD COMPANY LIMITED) [CN/CN]; 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

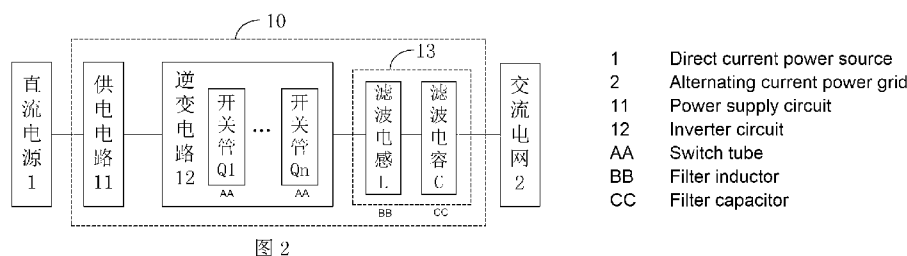
(72) 发明人: 尹韶文 (YIN, Shaowen); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。 黄伟 (HUANG, Wei); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。 李程 (LI, Cheng); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。 翁宏达 (WENG, Hongda); 中国广东省深圳市坪山新区比亚迪路3009号, Guangdong 518118 (CN)。

(74) 代理人: 北京清亦华知识产权代理事务所 (普通合伙) (TSINGYI HUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区北洼路45号1号楼2层201, Beijing 100142 (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,

(54) Title: PHOTOVOLTAIC POWER SUPPLY SYSTEM, INVERTER, AND INVERTER DEVICE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: 光伏电源系统、逆变器和逆变装置及其控制方法



(57) Abstract: Disclosed are a photovoltaic power supply system, an inverter, and an inverter device and a control method therefor. The inverter device comprises: a power supply circuit; an inverter circuit, the inverter circuit comprising a plurality of switch tubes and being configured to converting a direct current voltage input by a direct current power source to an alternating current voltage; and a filter circuit, the filter circuit being configured to filter the alternating current voltage and output the filtered alternating current voltage to an alternating current power grid, and the filter circuit comprising a filter inductor and a filter capacitor. Within each half cycle of the alternating current voltage, one switch tube of the inverter circuit is controlled to be turned on or off by a high frequency pulse, and when one switch tube is turned off, the inverter circuit, the filter circuit, and the alternating current power grid constitute a freewheeling loop to isolate a freewheeling current after the switch tube is turned off from the direct current power source. The inverter device can reduce losses of switches and magnetic components, improve output power quality, reduce voltage stress, reduce output current ripple, and improve inversion efficiency.

(57) 摘要: 本申请公开了一种光伏电源系统、逆变器和逆变装置及其控制方法, 其中, 逆变装置包括: 供电电路; 逆变电路, 逆变电路包括多个开关管, 用于将直流电源输入的直流电压转换为交流电压; 滤波电路, 滤波电路用于对交流电压进行滤波处理, 并将滤波处理后的交流电压输出至交流电网, 滤波电路包括滤波电感和滤波电容; 在交流电压的每半个周期内, 逆变电路中的一个开关管受高频脉冲控制导通和关断, 且在一个开关管关断时, 逆变电路、滤波电路和交流电网构成续流回路, 以将一个开关管关断后的续流电流与直流电源隔离。该逆变装置, 能够减小开关损耗和磁性元件损耗, 提高输出电能质量, 降低电压应力, 且能够降低输出电流纹波, 提高逆变效率。

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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

光伏电源系统、逆变器和逆变装置及其控制方法

相关申请的交叉引用

本申请基于申请号为 201910180907.3，申请日为 2019 年 03 月 11 日的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及逆变技术领域，尤其涉及一种光伏电源系统、逆变器和逆变装置及其控制方法。

背景技术

逆变器作为光伏发电系统的核心部分，逆变器的性能好坏将直接影响光伏电源系统的稳定性、可靠性、效率和成本。相关技术中，常见的 H4 单相全桥逆变系统如图 1 所示，其中，开关管 Q1 与开关管 Q4 为一组桥臂，开关管 Q2 与开关管 Q3 为一组桥臂，一组桥臂的导通得到正脉冲，另一组桥臂的导通得到负脉冲，由此，该系统通过开关管 Q1 与开关管 Q4，开关管 Q2 与开关管 Q3 的交替导通得到高频的斩波，该斩波再经过滤波电路，得到可接入交流电网的交流电压。

然而，图 1 所示的电路示意图，在其中一组桥臂关断时，由于滤波电路中电感电流不会突变，在电感上会储存一部分能量，这其中一部分能量会回馈到直流电源中，在回馈过程中会产生振荡，容易产生很高的电压冲击力，在下一次开关管动作时，可能会造成开关管的损伤，同时会造成输出电流的波动，产生很大的电流纹波，另外，在功率等级提升时，H4 桥的开关应力也比较大，散热存在很大的问题，效率难以提升。

发明内容

本申请旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。为此，本申请的一个目的在于提出一种逆变装置，该逆变装置，能够减小开关损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量，降低电压应力，且能够降低输出电流纹波，进而仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率。

本申请的第二个目的在于提出一种逆变装置的控制方法。

本申请的第三个目的在于提出一种逆变器。

本申请的第四个目的在于提出一种光伏电源系统。

为实现上述目的，本申请第一方面实施例提出了一种逆变装置，包括：供电电路，所

述供电电路的输入端与直流电源相连；逆变电路，所述逆变电路的输入端与所述供电电路的输出端相连，所述逆变电路包括多个开关管，所述逆变电路用于将直流电源输入的直流电压转换为交流电压；滤波电路，所述滤波电路的输入端与所述逆变电路的输出端相连，所述滤波电路的输出端与交流电网相连，所述滤波电路用于对所述交流电压进行滤波处理，并将滤波处理后的交流电压输出至所述交流电网，其中，所述滤波电路包括滤波电感和滤波电容；其中，在所述交流电压的每半个周期内，所述逆变电路中的一个开关管受高频脉冲控制导通和关断，且在所述一个开关管关断时，所述逆变电路、所述滤波电路和所述交流电网构成续流回路，以将所述一个开关管关断后的续流电流与所述直流电源隔离。

根据本申请实施例的逆变装置，在交流电压的每半个周期内，其逆变电路中的一个开关管受高频脉冲控制导通和关断，能够减小开关损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量，降低电压应力；能够将一个开关管关断后的续流电流与直流电源隔离，以降低输出电流纹波，使得该逆变装置仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率。

另外，根据本申请上述实施例的逆变装置还可以具有如下附加的技术特征：

根据本申请的一个实施例，所述供电电路包括：第一电容，所述第一电容的一端与所述直流电源的第一极相连；第二电容，所述第二电容的一端与所述第一电容的另一端相连，并形成第一节点，所述第二电容的另一端与所述直流电源的第二极相连。

根据本申请的一个实施例，所述逆变电路包括：第一二极管，所述第一二极管的阳极与所述第一节点相连；第二二极管，所述第二二极管的阴极与所述第一节点相连；第一开关管，所述第一开关管的第一端与所述直流电源的第一极相连；第二开关管，所述第二开关管的第一端与所述直流电源的第一极相连；第三开关管，所述第三开关管的第一端与所述第一开关管的第二端相连，并形成第二节点，所述第三开关管的第二端与所述直流电源的第二极相连；第四开关管，所述第四开关管的第一端与所述第二开关管的第二端相连，并形成第三节点，所述第四开关管的第二端与所述直流电源的第二极相连；第五开关管，所述第五开关管的第一端与所述第一二极管的阴极相连，所述第五开关管的第二端与所述第二节点相连；第六开关管，所述第六开关管的第一端与所述第二节点相连，所述第六开关管的第二端与所述第二二极管的阳极相连，并形成第四节点；第七开关管，所述第七开关管的第一端与所述第三节点相连，所述第七开关管的第二端与所述第四节点相连。

根据本申请的一个实施例，所述滤波电感包括：第一电感，所述第一电感的一端与所述第二节点相连，所述第一电感的另一端与所述交流电网的第一极相连；第二电感，所述第二电感的一端与所述第三节点相连，所述第二电感的另一端与所述交流电网的第二极相连。

根据本申请的一个实施例，所述滤波电容包括：第三电容，所述第三电容的一端与所

述第一电感的另一端相连,所述第三电容的另一端与所述第二电感的另一端相连。

根据本申请的一个实施例,所述逆变装置,在 $0 < U_o \leq U_{dc}/2$ 期间,控制所述第五开关管和所述第七开关管持续导通,其中, U_o 为所述交流电压, U_{dc} 为所述直流电压,当所述第四开关管受高频脉冲控制导通时,所述第一二极管、所述第五开关管、所述第一电感、所述交流电网、所述第二电感、所述第四开关管和所述第二电容依次构成电流回路,当所述第四开关管受高频脉冲控制关断时,所述第一电感、所述交流电网、所述第二电感、所述第七开关管和所述第六开关管中的反并联二极管依次构成续流回路;在 $U_{dc}/2 < U_o \leq U_{dc}$ 期间,控制所述第一开关管、所述第七开关管持续导通,其中,当所述第四开关管受高频脉冲控制导通时,所述第一开关管、所述第一电感、所述交流电网、所述第二电感、所述第四开关管和所述第二电容依次构成电流回路,当所述第四开关管受高频脉冲控制关断时,所述第一电感、所述交流电网、所述第二电感、所述第七开关管和所述第六开关管中的反并联二极管依次构成续流回路;在 $-U_{dc}/2 \leq U_o < 0$ 期间,控制所述第六开关管持续导通,其中,当所述第二开关管受高频脉冲控制导通时,所述第二开关管、所述第二电感、所述交流电网、所述第一电感、所述第六开关管、所述第二二极管、所述第一电容依次构成电流回路,当所述第二开关管受高频脉冲控制关断时,所述第二电感、所述交流电网、所述第一电感、所述第六开关管和所述第七开关管中的反并联二极管依次构成续流回路;在 $-U_{dc} \leq U_o < -U_{dc}/2$ 期间,控制所述第三开关管持续导通,其中,当所述第二开关管受高频脉冲控制导通时,所述第二开关管、所述第二电感、所述交流电网、所述第一电感、所述第三开关管、所述第二电容、所述第一电容依次构成电流回路,当所述第二开关管受高频脉冲控制关断时,所述第二电感、所述交流电网、所述第一电感、所述第三开关管和所述第四开关管中的反并联二极管依次构成续流回路。

根据本申请的一个实施例,所述第一二极管和所述第二二极管均为碳化硅二极管或者快恢复二极管,所述第一开关管~所述第六开关管均为 cool MOS 管,所述第七开关管为 IGBT 管。

为实现上述目的,本申请第二方面实施例提出了一种逆变装置的控制方法,包括以下步骤:通过高频脉冲控制所述逆变电路中的一个开关管导通,通过工频脉冲控制所述逆变电路中的其他开关管导通或关断,以将所述直流电源输入的直流电压转换成交流电压;通过高频脉冲控制所述一个开关管关断,通过工频脉冲控制所述其他开关管导通或关断,并利用所述逆变电路、所述滤波电感和所述交流电网构成续流回路,以将所述一个开关管关断后的续流电流与所述直流电源隔离。

根据本申请实施例的逆变装置的控制方法,本申请实施例的逆变装置的控制方法,通过高频脉冲控制逆变电路中的一个开关管的导通和关断,以实现逆变过程,能够减小开关

损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量，降低电压应力；能够将一个开关管关断后的续流电流与直流电源隔离，从而降低输出电流纹波，使得该逆变装置仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率。

为实现上述目的，本申请第三方面实施例提出了一种逆变器，包括本申请第一方面实施例提出的逆变装置。

根据本申请实施例的逆变器，通过本申请实施例的逆变装置，能够减小开关损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量，降低电压应力，且能够降低输出电流纹波，进而仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率。

为实现上述目的，本申请第四方面实施例提出了一种光伏电源系统，包括：光电装置，所述光电装置作为直流电源，用于输出直流电压；交流电网；本申请第三方面提出的逆变器，所述逆变器的输入端与所述光电装置相连，所述逆变器的输出端与所述交流电网相连，所述逆变器用于将所述直流电压转换成交流电压输出至所述交流电网。

根据本申请实施例的光伏电源系统，通过本申请实施例的逆变器，能够减小开关损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量，降低电压应力，且能够降低输出电流纹波，进而仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率。

本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

附图说明

本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 是相关技术中逆变装置的结构示意图；

图 2 是根据本申请实施例的逆变装置的结构示意图；

图 3 是根据本申请一个示例的逆变装置的结构示意图；

图 4 是根据本申请一个示例的逆变装置在 $0 < U_o \leq U_{dc}/2$ 期间的电流回路图；

图 5 是根据本申请一个示例的逆变装置在 $0 < U_o \leq U_{dc}$ 期间的电流续流回路图；

图 6 是根据本申请一个示例的逆变装置在 $U_{dc}/2 < U_o \leq U_{dc}$ 期间的电流回路图；

图 7 是根据本申请一个示例的逆变装置在 $-U_{dc}/2 \leq U_o < 0$ 期间的电流回路图；

图 8 是根据本申请一个示例的逆变装置在 $-U_{dc}/2 \leq U_o < 0$ 期间的电流续流回路图；

图 9 是根据本申请一个示例的逆变装置在 $-U_{dc} \leq U_o < -U_{dc}/2$ 期间的电流回路图；

图 10 是根据本申请一个示例的逆变装置在 $-U_{dc} \leq U_o < -U_{dc}/2$ 期间的电流续流回路图；

图 11 是根据本申请实施例的逆变装置的控制方法的流程图；

图 12 是根据本申请实施例的逆变器的结构框图；

图 13 是根据本申请实施例的光伏电源系统的结构框图。

具体实施方式

5 下面详细描述本申请的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本申请，而不能理解为对本申请的限制。

下面参考附图 2-图 13 描述本申请实施例的光伏电源系统、逆变器和逆变装置及其控制方法。

10 图 2 是根据本申请实施例的逆变装置的结构示意图。

如图 2 所示，本申请实施例的逆变装置 10 包括：供电电路 11、逆变电路 12 和滤波电路 13。

其中，供电电路 11 的输入端与直流电源 1 相连；逆变电路 12 的输入端与供电电路 11 的输出端相连，逆变电路 12 包括多个开关管（开关管 Q_1 -开关管 Q_n ， $n>1$ ），逆变电路
15 12 用于将直流电源 1 输入的直流电压转换为交流电压；滤波电路 13 的输入端与逆变电路 12 的输出端相连，滤波电路 13 的输出端与交流电网 2 相连，滤波电路 13 用于对交流电压进行滤波处理，并将滤波处理后的交流电压输出至交流电网 2，滤波电路 13 包括滤波电感 L 和滤波电容 C ；其中，在交流电压的每半个周期内，逆变电路 12 中的一个开关管 Q_i （ $1 \leq i \leq n$ ）受高频脉冲控制导通和关断，且在该开关管 Q_i 关断时，逆变电路 12、滤波电路
20 13 和交流电网 2 构成续流回路，以将该开关管 Q_i 关断后的续流电流与直流电源 1 隔离。

在该实施例中，直流电源 1 可以为直流电压的产生装置，例如太阳能电池板，即可将可再生能源太阳能产生的能量转换为电网电压，实现太阳能供电。

在本申请的一个实施例中，如图 3 所示，供电电路 11 可包括：第一电容 C_1 和第二电容 C_2 。

25 其中，第一电容 C_1 的一端与直流电源 1 的第一极相连；第二电容 C_2 的一端与第一电容 C_1 的另一端相连，并形成第一节点 d_1 ，第二电容 C_2 的另一端与直流电源 1 的第二极相连。

在一个示例中，参照图 3，逆变电路 12 可包括：第一二极管 D_1 、第二二极管 D_2 、第一开关管 Q_1 、第二开关管 Q_2 、第三开关管 Q_3 、第四开关管 Q_4 、第五开关管 Q_5 、第六开关管
30 Q_6 和第七开关管 Q_7 。

其中，第一二极管 D_1 的阳极与第一节点 d_1 相连；第二二极管 D_2 的阴极与第一节点 d_1 相连；第一开关管 Q_1 的第一端与直流电源 1 的第一极相连；第二开关管 Q_2 的第一端与直

流电源 1 的第一极相连；第三开关管 Q3 的第一端与第一开关管 Q1 的第二端相连，并形成第二节点 d2，第三开关管 Q3 的第二端与直流电源 1 的第二极相连；第四开关管 Q4 的第一端与第二开关管 Q2 的第二端相连，并形成第三节点 d3，第四开关管 Q4 的第二端与直流电源 1 的第二极相连；第五开关管 Q5 的第一端与第一二极管 D1 的阴极相连，第五开关管 Q5 的第二端与第二节点 d2 相连；第六开关管 Q6 的第一端与第二节点 d2 相连，第六开关管 Q6 的第二端与第二二极管 D2 的阳极相连，并形成第四节点 d4；第七开关管 Q7 的第一端与第三节点 d3 相连，第七开关管 Q7 的第二端与第四节点 d4 相连。

在该示例中，参照图 3，第一二极管 D1 和第二二极管 D2 均可为碳化硅二极管或者快恢复二极管，第一开关管 Q1~第六开关管 Q6 均可为 cool MOS (Metal Oxide Semiconductor, 金属氧化物半导体) 管，第七开关管 Q7 可为 IGBT 管 (Insulated Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极型晶体管)。

进一步地，参照图 3，滤波电感 L 可包括：第一电感 L1 和第二电感 L2。

其中，第一电感 L1 的一端与第二节点 d2 相连，第一电感 L1 的另一端与交流电网 2 的第一极相连；第二电感 L2 的一端与第三节点 d3 相连，第二电感 L2 的另一端与交流电网 2 的第二极相连。

更进一步地，参照图 3，滤波电容 C 还可包括第三电容 C3，第三电容 C3 的一端与第一电感 L1 的另一端相连，第三电容 C3 的另一端与第二电感 L2 的另一端相连。

具体地，直流电源 1 输出直流电压至供电电路 11，供电电路 11 中的第一电容 C1 和第二电容 C2 吸收直流电压中的尖峰脉冲和浪涌电压后将其输出至逆变电路 12，逆变电路 12 通过第一二极管 D1、第二二极管 D2 和第一开关管 Q1~第七开关管 Q7 的导通与关断将该直流电压转换为交流电压，具体而言，在交流电压的每半个周期内，第一开关管 Q1-第七开关管 Q7 中的一个开关管 Qi 受高频脉冲控制导通和关断，在该开关管 Qi 导通时，实现逆变过程，即将该直流电压转换为交流电压，并将其输出至滤波电路 13，该交流电压经过滤波电路 13 中的第一电感 L1、第二电感 L2 和第三电容 C3 的滤波处理后，其波形变为平滑的曲线，且更加接近正弦波，最后将滤波处理后的交流电压输出至交流电网 2，以满足用电需求；在该开关管 Qi 关断时，由于滤波电感 L 中的电感电流不会突变，因而在滤波电感 L 上会储存一部分能量，为了避免这一部分能量回馈到直流电源 1 中，逆变电路 11、滤波电感 L 和交流电网 2 构成续流回路，以将一个开关管 Qi 关断后的续流电流与直流电源 1 隔离。由此，避免在下一次开关管导通时造成开关管的损坏，同时降低输出电流纹波，进而仅需要感值较小的滤波电感。

具体而言，本申请实施例的逆变装置 10 通过逆变电路 12 进行逆变时，其一个逆变周期可根据交流电压的大小分为如下几部分，下面参考附图 4-图 10 描述该逆变装置 10 在一

个逆变周期内的工作过程（图 4-图 10 中画的粗虚线上的箭头所指的方向示意为电流流向，粗虚线为电流回路的示意图）。

在 $0 < U_o \leq U_{dc}/2$ 期间，可控制第五开关管 Q5 和第七开关管 Q7 持续导通，其中， U_o 为交流电压， U_{dc} 为直流电压，当第四开关管 Q4 受高频脉冲控制导通时，第一二极管 D1、第五开关管 Q5、第一电感 L1、交流电网 2、第二电感 L2、第四开关管 Q4 和第二电容 C2 依次构成电流回路，该电流回路如图 4 所示；当第四开关管 Q4 受高频脉冲控制关断时，第一电感 L1、交流电网 2、第二电感 L2、第七开关管 Q7 和第六开关管 Q6 中的反并联二极管依次构成续流回路，该续流回路如图 5 所示。

在 $U_{dc}/2 < U_o \leq U_{dc}$ 期间，可控制第一开关管 Q1、第七开关管 Q7 持续导通，其中，当第四开关管 Q4 受高频脉冲控制导通时，第一开关管 Q1、第一电感 L1、交流电网 2、第二电感 L2、第四开关管 Q4 和第二电容 C2 依次构成电流回路，该电流回路如图 6 所示；当第四开关管 Q4 受高频脉冲控制关断时，第一电感 L1、交流电网 2、第二电感 L2、第七开关管 Q7 和第六开关管 Q6 中的反并联二极管依次构成续流回路，该续流回路如图 5 所示。

在 $-U_{dc}/2 \leq U_o < 0$ 期间，可控制第六开关管 Q6 持续导通，其中，当第二开关管 Q2 受高频脉冲控制导通时，第二开关管 Q2、第二电感 L2、交流电网 2、第一电感 L1、第六开关管 Q6、第二二极管 D2、第一电容 C1 依次构成电流回路，该电流回路如图 7 所示；当第二开关管 Q2 受高频脉冲控制关断时，第二电感 L2、交流电网 2、第一电感 L1、第六开关管 Q6 和第七开关管 Q7 中的反并联二极管依次构成续流回路，该续流回路如图 8 所示。

在 $-U_{dc} \leq U_o < -U_{dc}/2$ 期间，可控制第三开关管 Q3 持续导通，其中，当第二开关管 Q2 受高频脉冲控制导通时，第二开关管 Q2、第二电感 L2、交流电网 2、第一电感 L1、第三开关管 Q3、第二电容 C2、第一电容 C1 依次构成电流回路，该电流回路如图 9 所示；当第二开关管 Q2 受高频脉冲控制关断时，第二电感 L2、交流电网 2、第一电感 L1、第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 中的反并联二极管依次构成续流回路，该续流回路如图 10 所示。

也就是说，在 $0 < U_o \leq U_{dc}$ 期间，即在交流电压 U_o 波形的正半周期，可通过工频脉冲控制除了第四开关管 Q4 之外的其他开关管的导通和关断，即第一开关管 Q1~第三开关管 Q3、第五开关管 Q5~第七开关管 Q7，通过高频脉冲控制第四开关管 Q4 的导通和关断，以实现逆变装置 10 的逆变过程；在 $-U_{dc} \leq U_o < 0$ 期间，即在交流电压 U_o 波形的负半周期，可通过工频脉冲控制除了第二开关管 Q2 之外的其他开关管的导通和关断，即第一开关管 Q1、第二开关管 Q2~第七开关管 Q7，通过高频脉冲控制第二开关管 Q2 的导通和关断，以实现逆变装置 10 的逆变过程。由此，在第四开关管和第二开关管受高频脉冲的控制导通时，第四开关管和第二开关管承受的电压大小均为直流电压的一半，进而降低开关损耗，提升逆变效率。

综上所述，本申请实施例的逆变装置，在交流电压的每半个周期内，其逆变电路只有一个开关管受高频脉冲控制导通和关断，能够降低开关损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量；降低开关管的电压应力，使得开关管的选择范围增大，进而使得该逆变装置的成本降低；通过将一个开关管关断后的续流电流与直流电源隔离，能够降低输出电流纹波，

5 进而仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率；其逆变电路中的第一二极管和第二二极管均可具有导通与关断状态的转换速度非常快的碳化硅二极管或快恢复二极管，能够降低逆变时的电能损失，提高电能的利用率；电磁兼容性好，噪声低。

图 11 是根据本申请实施例的逆变装置的控制方法的流程图。

如图 11 所示，本申请实施例的逆变装置的控制方法包括以下步骤：

10 S1，通过高频脉冲控制逆变电路中的一个开关管导通，通过工频脉冲控制逆变电路中的其他开关管导通或关断，以将直流电源输入的直流电压转换成交流电压。

S2，通过高频脉冲控制一个开关管关断，通过工频脉冲控制其他开关管导通或关断，并利用逆变电路、滤波电感和交流电网构成续流回路，以将一个开关管关断后的续流电流与直流电源隔离。

15 需要说明的是，该实施例的逆变装置的控制方法展开的解释说明可参见前述对逆变装置实施例的解释说明，此处不再赘述。

本申请实施例的逆变装置的控制方法，通过高频脉冲控制逆变电路中的一个开关管的导通和关断，以实现逆变过程，能够减小开关损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量，降低电压应力；能够将一个开关管关断后的续流电流与直流电源隔离，从而降低输出电流

20 纹波，使得该逆变装置仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率。

图 12 是根据本申请实施例的逆变器的结构框图。

如图 12 所示，本申请实施例的逆变器 100 包括本申请上述实施例的逆变装置 10。

本申请实施例的逆变器，采用本申请实施例的的逆变装置，能够减小开关损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量，降低电压应力，且能够降低输出电流纹波，使得该逆变装

25 置仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率。

图 13 是根据本申请实施例的光伏电源系统的结构框图。

如图 13 所示，本申请实施例的光伏电源系统 1000 包括：光电装置 200、交流电网 2 和本申请上述实施例的逆变器 100。

其中，光电装置 200 作为直流电源 1，用于输出直流电压；逆变器 100 的输入端与光电装置 200 相连，逆变器 100 的输出端与交流电网 2 相连，逆变器 100 用于将直流电压转换成交流电压输出至交流电网 2。

30

光电装置 200 可将可再生能源转换为电信号，以输出直流电压，逆变器 200 将该直流

电压转换为波形类似于正弦波的交流电压后输出至交流电网 2，实现可再生能源供电，其中，该可再生能源可以为太阳能、风能等。

需要说明的是，该实施例中逆变器 200 进行电压转换的解释说明可参见前述对逆变装置实施例的解释说明，此处不再赘述。

5 本申请实施例的光伏电源系统，通过本申请实施例的的逆变器，能够减小开关损耗和磁性元件损耗，提高输出电能质量，降低电压应力，且能够降低输出电流纹波，使得该逆变装置仅需要感值较小的滤波电感，提高逆变效率。

在本说明书的描述中，参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本申请的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

在本申请的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

此外，术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。在本申请的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个，三个等，除非另有明确具体的限定。

在本申请中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或成一体；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系，除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

在本申请中，除非另有明确的规定和限定，第一特征在第二特征“上”或“下”可以是第一和第二特征直接接触，或第一和第二特征通过中间媒介间接接触。而且，第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”可是第一特征在第二特征正上方或斜上方，或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”可以是第一特征在第二特征正下方或斜下方，或仅仅表示第一特征水平高度小于第二

特征。

尽管上面已经示出和描述了本申请的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本申请的限制，本领域的普通技术人员在本申请的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。

权利要求书

1、一种逆变装置，其特征在于，包括：

供电电路，所述供电电路的输入端与直流电源相连；

5 逆变电路，所述逆变电路的输入端与所述供电电路的输出端相连，所述逆变电路包括多个开关管，所述逆变电路用于将直流电源输入的直流电压转换为交流电压；

滤波电路，所述滤波电路的输入端与所述逆变电路的输出端相连，所述滤波电路的输出端与交流电网相连，所述滤波电路用于对所述交流电压进行滤波处理，并将滤波处理后的交流电压输出至所述交流电网，其中，所述滤波电路包括滤波电感和滤波电容；

10 其中，在所述交流电压的每半个周期内，所述逆变电路中的一个开关管受高频脉冲控制导通和关断，且在所述一个开关管关断时，所述逆变电路、所述滤波电路和所述交流电网构成续流回路，以将所述一个开关管关断后的续流电流与所述直流电源隔离。

2、如权利要求 1 所述的逆变装置，其特征在于，所述供电电路包括：

第一电容，所述第一电容的一端与所述直流电源的第一极相连；

15 第二电容，所述第二电容的一端与所述第一电容的另一端相连，并形成第一节点，所述第二电容的另一端与所述直流电源的第二极相连。

3、如权利要求 2 所述的逆变装置，其特征在于，所述逆变电路包括：

第一二极管，所述第一二极管的阳极与所述第一节点相连；

第二二极管，所述第二二极管的阴极与所述第一节点相连；

20 第一开关管，所述第一开关管的第一端与所述直流电源的第一极相连；

第二开关管，所述第二开关管的第一端与所述直流电源的第一极相连；

第三开关管，所述第三开关管的第一端与所述第一开关管的第二端相连，并形成第二节点，所述第三开关管的第二端与所述直流电源的第二极相连；

25 第四开关管，所述第四开关管的第一端与所述第二开关管的第二端相连，并形成第三节点，所述第四开关管的第二端与所述直流电源的第二极相连；

第五开关管，所述第五开关管的第一端与所述第一二极管的阴极相连，所述第五开关管的第二端与所述第二节点相连；

第六开关管，所述第六开关管的第一端与所述第二节点相连，所述第六开关管的第二端与所述第二二极管的阳极相连，并形成第四节点；

30 第七开关管，所述第七开关管的第一端与所述第三节点相连，所述第七开关管的第二端与所述第四节点相连。

4、如权利要求 3 所述的逆变装置，其特征在于，所述滤波电感包括：

第一电感，所述第一电感的一端与所述第二节点相连，所述第一电感的另一端与所述交流电网的第一极相连；

第二电感，所述第二电感的一端与所述第三节点相连，所述第二电感的另一端与所述交流电网的第二极相连。

5 5、如权利要求 3 或 4 所述的逆变装置，其特征在于，所述滤波电容包括：

第三电容，所述第三电容的一端与所述第一电感的另一端相连，所述第三电容的另一端与所述第二电感的另一端相连。

6、如权利要求 4 所述的逆变装置，其特征在于，

10 在 $0 < U_o \leq U_{dc}/2$ 期间，控制所述第五开关管和所述第七开关管持续导通，其中， U_o 为所述交流电压， U_{dc} 为所述直流电压，当所述第四开关管受高频脉冲控制导通时，所述第一二极管、所述第五开关管、所述第一电感、所述交流电网、所述第二电感、所述第四开关管和所述第二电容依次构成电流回路，当所述第四开关管受高频脉冲控制关断时，所述第一电感、所述交流电网、所述第二电感、所述第七开关管和所述第六开关管中的反并联二极管依次构成续流回路；

15 在 $U_{dc}/2 < U_o \leq U_{dc}$ 期间，控制所述第一开关管、所述第七开关管持续导通，其中，当所述第四开关管受高频脉冲控制导通时，所述第一开关管、所述第一电感、所述交流电网、所述第二电感、所述第四开关管和所述第二电容依次构成电流回路，当所述第四开关管受高频脉冲控制关断时，所述第一电感、所述交流电网、所述第二电感、所述第七开关管和所述第六开关管中的反并联二极管依次构成续流回路；

20 在 $-U_{dc}/2 \leq U_o < 0$ 期间，控制所述第六开关管持续导通，其中，当所述第二开关管受高频脉冲控制导通时，所述第二开关管、所述第二电感、所述交流电网、所述第一电感、所述第六开关管、所述第二二极管、所述第一电容依次构成电流回路，当所述第二开关管受高频脉冲控制关断时，所述第二电感、所述交流电网、所述第一电感、所述第六开关管和所述第七开关管中的反并联二极管依次构成续流回路；

25 在 $-U_{dc} \leq U_o < -U_{dc}/2$ 期间，控制所述第三开关管持续导通，其中，当所述第二开关管受高频脉冲控制导通时，所述第二开关管、所述第二电感、所述交流电网、所述第一电感、所述第三开关管、所述第二电容、所述第一电容依次构成电流回路，当所述第二开关管受高频脉冲控制关断时，所述第二电感、所述交流电网、所述第一电感、所述第三开关管和所述第四开关管中的反并联二极管依次构成续流回路。

30 7、如权利要求 3 所述的逆变装置，其特征在于，所述第一二极管和所述第二二极管均为碳化硅二极管或者快恢复二极管，所述第一开关管～所述第六开关管均为 cool MOS 管，所述第七开关管为 IGBT 管。

8、一种如权利要求 1-7 中任一项所述的逆变装置的控制方法，其特征在于，包括以下步骤：

通过高频脉冲控制所述逆变电路中的一个开关管导通，通过工频脉冲控制所述逆变电路中的其他开关管导通或关断，以将所述直流电源输入的直流电压转换成交流电压；

5 通过高频脉冲控制所述一个开关管关断，通过工频脉冲控制所述其他开关管导通或关断，并利用所述逆变电路、所述滤波电感和所述交流电网构成续流回路，以将所述一个开关管关断后的续流电流与所述直流电源隔离。

9、一种逆变器，其特征在于，包括如权利要求 1-7 中任一项所述的逆变装置。

10、一种光伏电源系统，其特征在于，包括：

10 光电装置，所述光电装置作为直流电源，用于输出直流电压；
交流电网；

如权利要求 9 所述的逆变器，所述逆变器的输入端与所述光电装置相连，所述逆变器的输出端与所述交流电网相连，所述逆变器用于将所述直流电压转换成交流电压输出至所述交流电网。

15

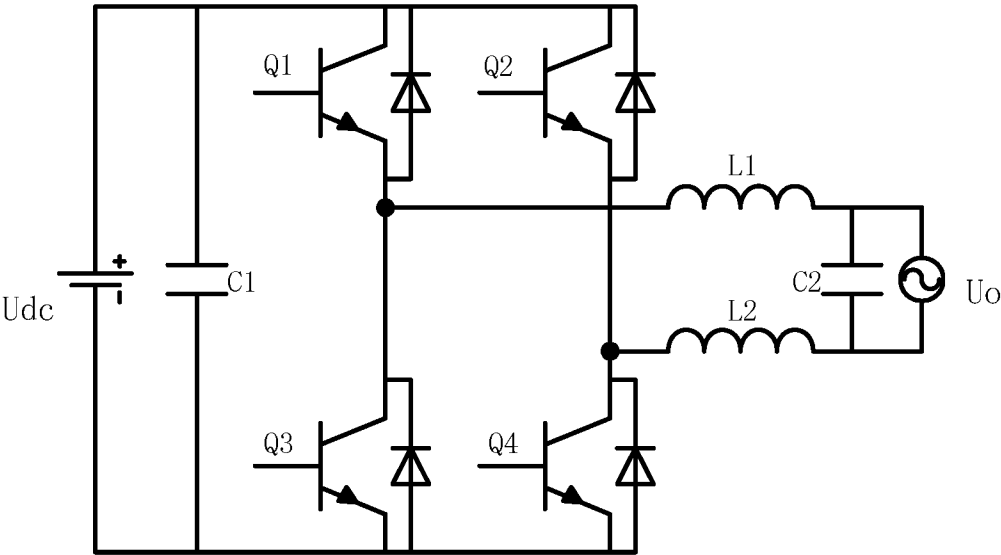


图 1

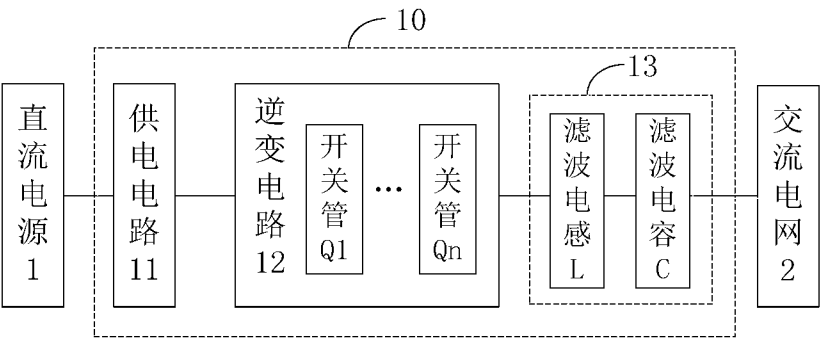


图 2

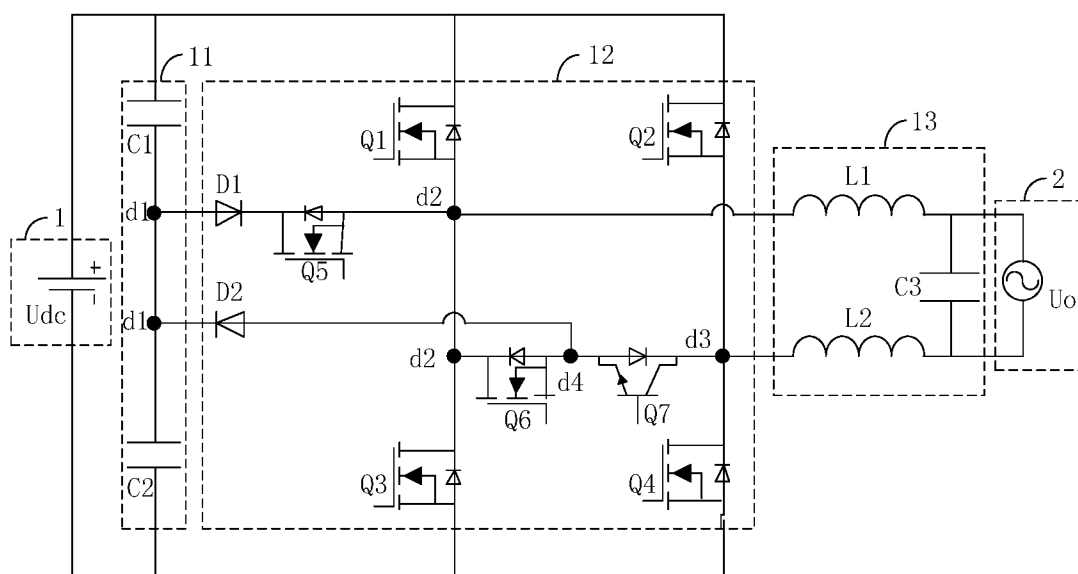


图 3

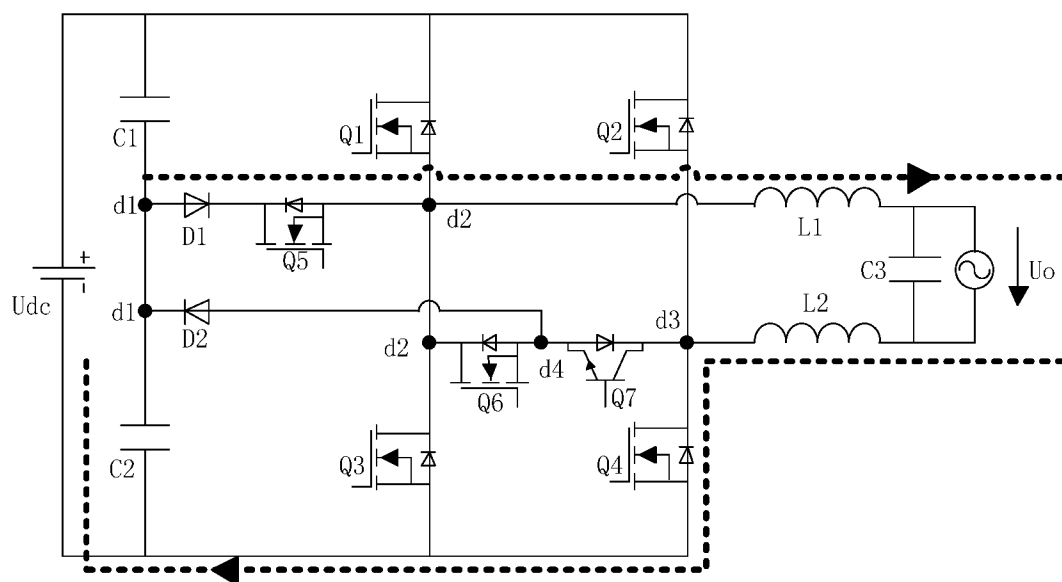


图 4

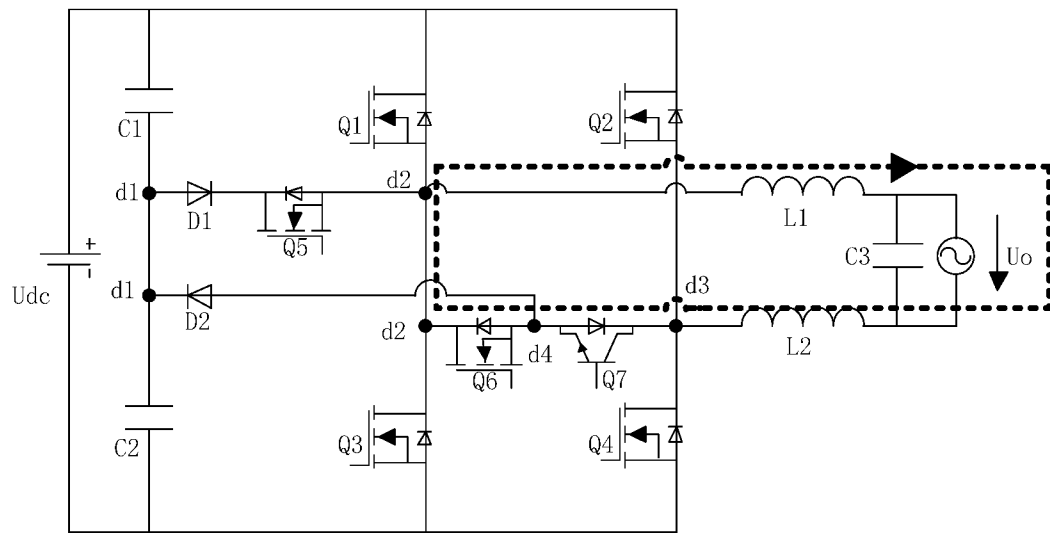


图 5

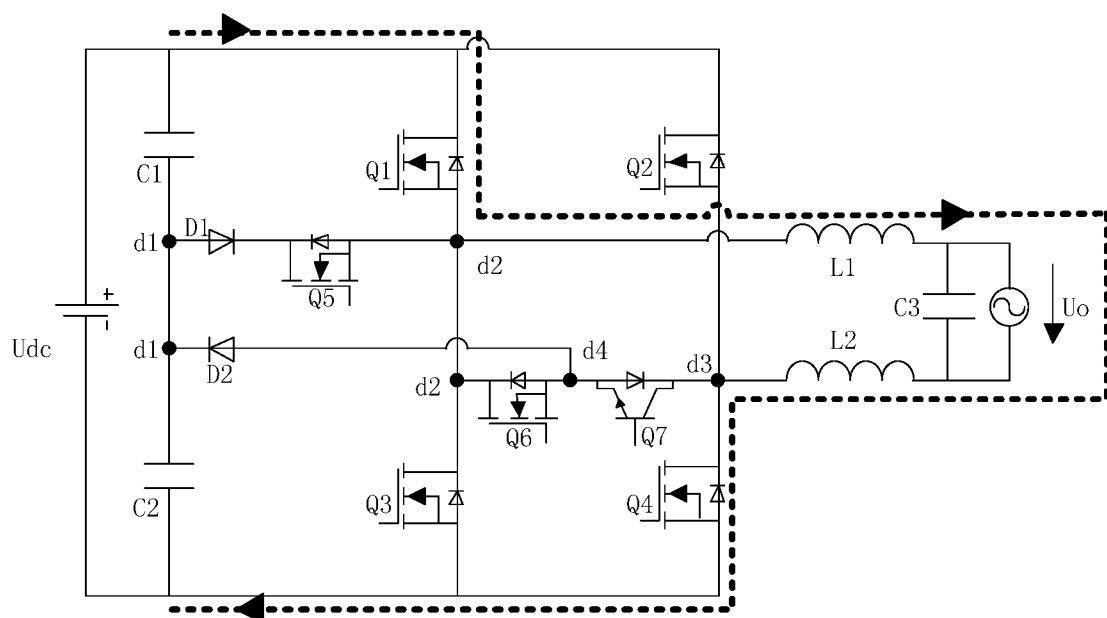


图 6

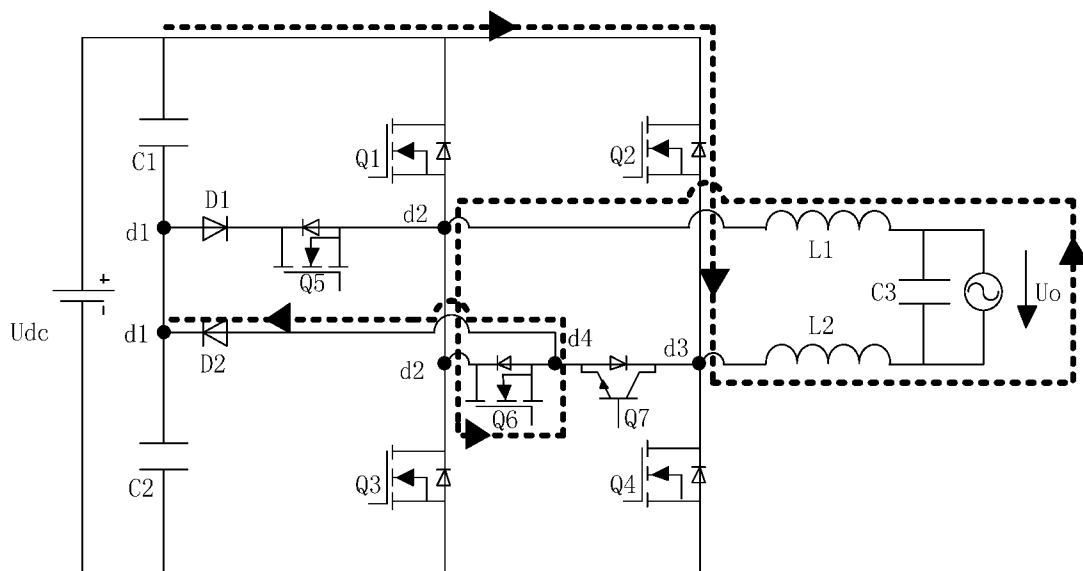


图 7

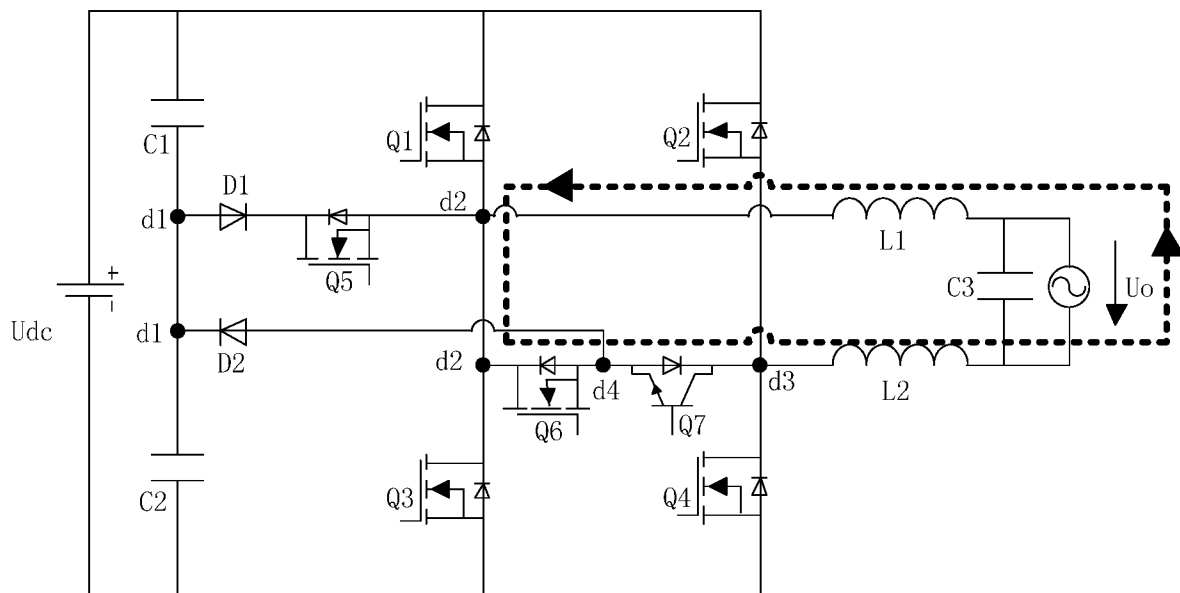


图 8

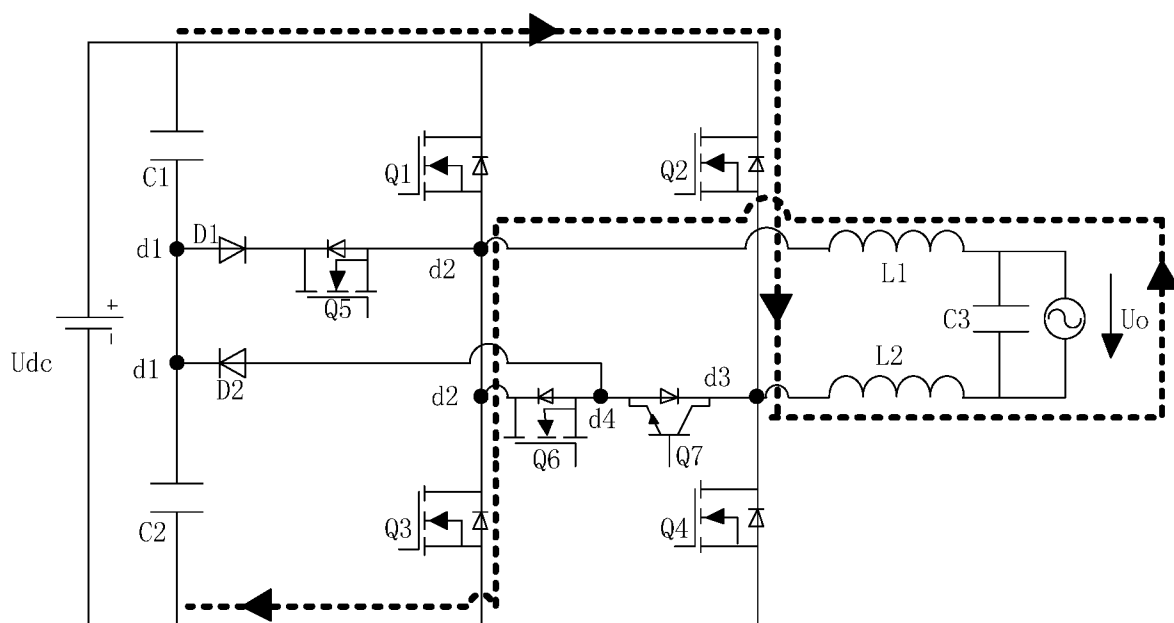


图 9

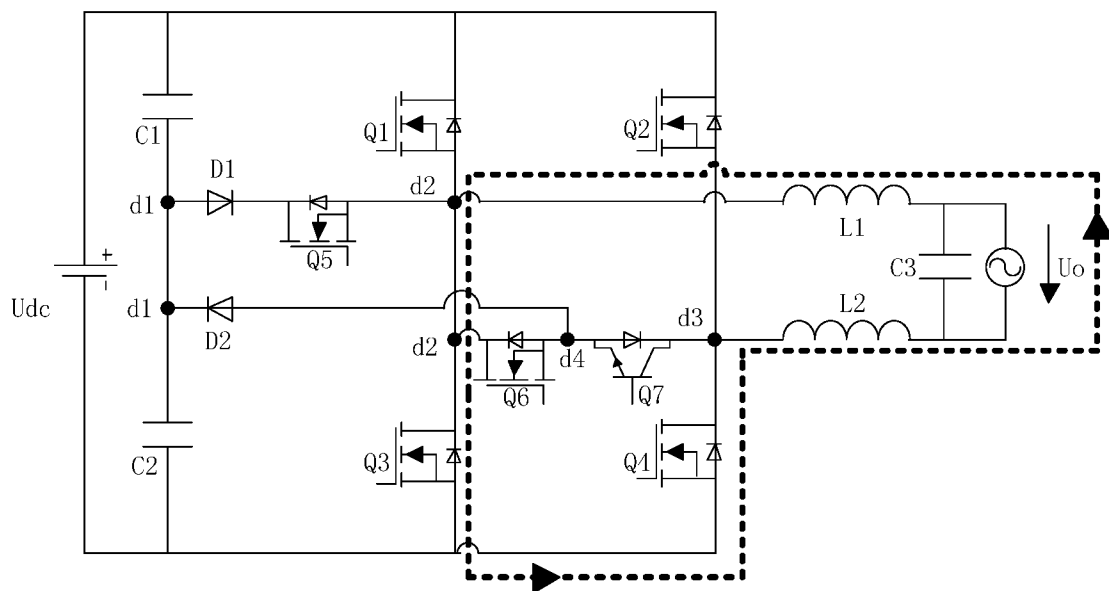


图 10

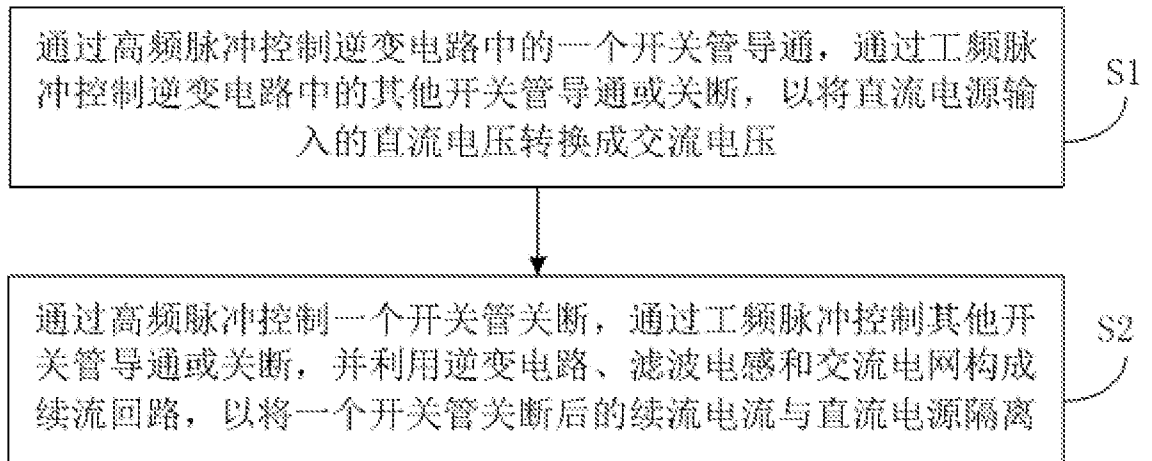


图 11



图 12

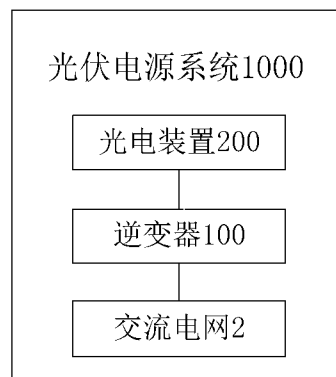


图 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/078300

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 7/483(2007.01)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)

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, CNTXT, DWPI, SIPOABS, CNKI; 逆变, 滤波, 电容, 开关管, 电平, 脉冲; inverter, filter, capacitance, mos, level, pulse

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 104362877 A (SUZHOU LU'AN NEW ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 February 2015 (2015-02-18) description, paragraphs [0014]-[0016], and figures 1-10	1-10
A	CN 204290703 U (SHENZHEN BAOAN RENDA ELECTRICAL APPLIANCE INDUSTRIAL CO., LTD.) 22 April 2015 (2015-04-22) entire document	1-10
A	US 5354972 A (GOLD STAR CO.) 11 October 1994 (1994-10-11) entire document	1-10



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

01 June 2020

Date of mailing of the international search report

09 June 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
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/CN2020/078300

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CN	104362877	A	18 February 2015	None		
CN	204290703	U	22 April 2015	None		
US	5354972	A	11 October 1994	JP	2909524 B2	23 June 1999
				JP	H06225524 A	12 August 1994

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/078300

A. 主题的分类

H02M 7/483 (2007.01) i

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

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

H02M

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

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))

CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS, CNKI; 逆变, 滤波, 电容, 开关管, 电平, 脉冲; inverter, filter, capacitance, mos, level, pulse

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 104362877 A (苏州陆安新能源科技有限公司) 2015年 2月 18日 (2015 - 02 - 18) 说明书第0014段至第0016段, 附图1-10	1-10
A	CN 204290703 U (深圳市宝安任达电器实业有限公司) 2015年 4月 22日 (2015 - 04 - 22) 全文	1-10
A	US 5354972 A (GOLD STAR CO) 1994年 10月 11日 (1994 - 10 - 11) 全文	1-10

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2020年 6月 1日

国际检索报告邮寄日期

2020年 6月 9日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

传真号 (86-10)62019451

受权官员

史永生

电话号码 (86-10)62411719

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/078300

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	104362877	A	2015年 2月 18日	无	
CN	204290703	U	2015年 4月 22日	无	
US	5354972	A	1994年 10月 11日	JP 2909524 B2	1999年 6月 23日
				JP H06225524 A	1994年 8月 12日