

(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
2017 年 10 月 5 日 (05.10.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/166956 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02M 1/42 (2007.01) *H02M 7/797* (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2017/074445
- (22) 国际申请日: 2017 年 2 月 22 日 (22.02.2017)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201610188411.7 2016 年 3 月 29 日 (29.03.2016) 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: 杨仕青 (YANG, Shiqing); 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) (TSINGYIHUA INTELLECTUAL PROPERTY LLC); 中国北京市海淀区清华园清华大学照澜院商业楼 301 室, Beijing 100084 (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, 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: SINGLE-PHASE INTERLEAVED PFC CIRCUIT AND ON-BOARD CHARGER AND ELECTRIC AUTOMOBILE USING SAME

(54) 发明名称: 单相交错式 PFC 电路和具有其的车载充电器及电动汽车

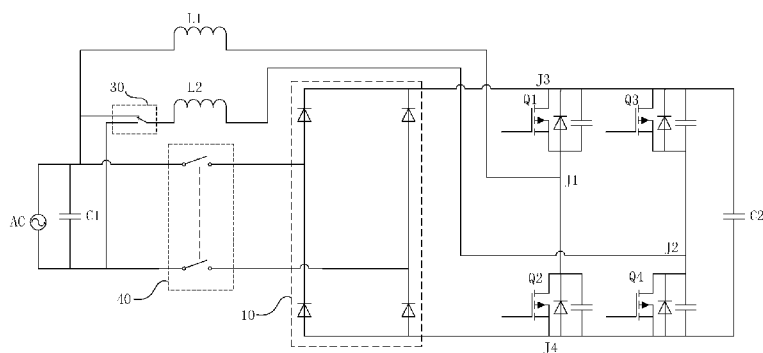


图 1

(57) Abstract: Disclosed are a single-phase interleaved power factor correction (PFC) circuit, an on-board charger, and an electric automobile. The circuit comprises a rectifier bridge (10), a PFC unit, a changeover switch (30), and a control unit. A first switch (40) is arranged between an input terminal of the rectifier bridge and an alternating current (AC) power source. A first switching transistor (Q1) and a second switching transistor (Q2) in the PFC unit form a first bridge arm, a third switching transistor (Q3) and a fourth switching transistor (Q4) form a second bridge arm, a first node (J1) of the first bridge arm is connected to one terminal of the AC power source via a first inductor (L1), and a second node (J2) of the second bridge arm is connected to one terminal of a second inductor (L2). A first terminal of the changeover switch is connected to one terminal of the AC power source, a second terminal of the changeover switch is connected to the other terminal of the second inductor. The control unit controls the changeover switch, the first switch, and the first to fourth switching transistors to enable the PFC circuit to switch between a PFC operating mode and an inversion operating mode. The circuit of the present invention can not only convert alternating current into direct current, but also invert direct current into alternating current to be output.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/166956 A1



一种单相交错式功率因数校正 (PFC) 电路、车载充电器及电动汽车。该电路包括整流桥 (10)、PFC 单元、切换开关 (30) 和控制单元。整流桥的输入端与交流电源 (AC) 之间设置有第一开关 (40)。PFC 单元中的第一开关管 (Q1) 和第二开关管 (Q2) 组成第一桥臂，第三开关管 (Q3) 和第四开关管 (Q4) 组成第二桥臂，第一桥臂的第一节点 (J1) 通过第一电感 (L1) 与交流电源的一端相连，第二桥臂的第二节点 (J2) 与第二电感 (L2) 的一端相连。切换开关的第一端与交流电源的一端相连，切换开关的第二端与交流电源的另一端相连，切换开关的第三端与第二电感的另一端相连。控制单元通过对切换开关、第一开关和第一至第四开关管进行控制，使得 PFC 电路在 PFC 工作模式和逆变工作模式之间进行切换。该电路不仅能够将交流电转换为直流电，还能将直流电逆变为交流电输出。

单相交错式 PFC 电路和具有其的车载充电器及电动汽车

技术领域

本发明涉及 PFC (Power Factor Correction, 功率因数校正) 电路技术领域, 特别涉及一种单相交错式 PFC 电路、一种具有该电路的车载充电器以及一种具有该电路的电动汽车。

背景技术

交错式 PFC 电路主要是将原本放置单个较大功率 PFC 电路的地方并行放置两个功率较小的 PFC 电路, 这两个功率较小的 PFC 电路以 180° 的相移交替工作, 它们在输入端或输出端累加时, 每相电流纹波的主要部分将抵消。由于交错式 PFC 电路具有较多优点, 因而被广泛应用。

但是, 相关技术中, 交错式 PFC 电路的电能不能单向流动, 无法将直流侧电能逆变为交流电输出。

15 发明内容

本发明旨在至少在一定程度上解决相关技术中的技术问题之一。

为实现上述目的, 本发明第一方面实施例提出了一种单相交错式 PFC 电路, 包括: 整流桥, 所述整流桥的第一输入端和第二输入端对应连接到第一开关的第一端和第二端, 所述第一开关的第三端和第四端对应连接到交流电源的两端; PFC 单元, 所述 PFC 单元包括第一至第四开关管、第一电感和第二电感, 第一开关管和第二开关管组成第一桥臂, 第三开关管和第四开关管组成第二桥臂, 所述第一桥臂具有第一节点, 所述第二桥臂具有第二节点, 所述第一开关管与所述第三开关管之间具有第三节点, 所述第二开关管与所述第四开关管之间具有第四节点, 所述第一节点通过所述第一电感与所述交流电源的一端相连, 所述第二节点与所述第二电感的一端相连, 所述第三节点与所述整流桥的第一输出端相连, 所述第四节点与所述整流桥的第二输出端相连; 切换开关, 所述切换开关的第一端与所述交流电源的一端相连, 所述切换开关的第二端与所述交流电源的另一端相连, 所述切换开关的第三端与所述第二电感的另一端相连; 和控制单元, 所述控制单元通过对所述切换开关、所述第一开关和所述第一至第四开关管进行控制以使所述单相交错式 PFC 电路在功率因数校正工作模式和逆变工作模式之间进行切换。

30 根据本发明实施例的单相交错式 PFC 电路, 整流桥的第一输入端和第二输入端对应连接到第一开关的第一端和第二端, 第一开关的第三端和第四端对应连接到交流电源的两端,

PFC 单元中的第一节点通过第一电感与交流电源的一端相连，第二节点与第二电感的一端相连，第三节点与整流桥的第一输出端相连，第四节点与整流桥的第二输出端相连，切换开关的第一端与交流电源的一端相连，切换开关的第二端与交流电源的另一端相连，切换开关的第三端与第二电感的另一端相连，控制单元通过对切换开关、第一开关和第一至第四开关管
5 进行控制以使单相交错式 PFC 电路在功率因数校正工作模式和逆变工作模式之间进行切换，从而使得单相交错式 PFC 电路不仅具有交流电转换为直流电的功能，而且能够将直流电逆变为交流电输出，并且结构变更简单。

在至少一个实施例中，所述控制单元在控制所述切换开关的第三端与所述切换开关的第一端连通，且控制所述第一开关将所述整流桥与所述交流电源连通时，并通过对所述第一至
10 第四开关管进行控制以使所述单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式；所述控制单元在控制所述切换开关的第三端与所述切换开关的第二端连通，且控制所述第一开关将所述整流桥与所述交流电源断开时，并通过对所述第一至第四开关管进行控制以使所述单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式。

在至少一个实施例中，所述切换开关可以为单刀双掷开关、继电器或者由半导体开关构
15 成。

在至少一个实施例中，所述第一开关可以为继电器或者由半导体开关构成。

在至少一个实施例中，上述的单相交错式 PFC 电路还包括：第一采样电路，所述第一采样电路用于采样交流侧的电压和电流；第二采样电路，所述第二采样电路用于采样直流侧的电压，其中，当所述单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式时，所述控制单元
20 通过控制所述第一至第四开关管以使所述交流侧的电压和电流同步，并使所述直流侧的电压恒定。

在至少一个实施例中，当所述单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式时，所述控制单元输出 SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation, 正弦脉冲宽度调制) 信号以控制所述第一至第四开关管的导通或关断，以使所述单相交错式 PFC 电路将直流侧的直流电逆变为交
25 流电。

在至少一个实施例中，所述第一至第四开关管中的每个开关管包括 MOS 管、二极管和 PFC 电容，所述 MOS 管的漏极与所述二极管的阴极相连，所述 MOS 管的源极与所述二极管的阳极相连，所述 MOS 管的栅极与所述控制单元相连，所述 PFC 电容与所述二极管并联。

在至少一个实施例中，所述整流桥的第一输入端与第二输入端之间连接有第一滤波电容，所述第三节点与所述第四节点之间连接有第二滤波电容。
30

为实现上述目的，本发明第二方面实施例提出了一种车载充电器，其包括根据上述的单

相交错式 PFC 电路。

本发明实施例的车载充电器，通过上述的单相交错式 PFC 电路，不仅能够将交流电转换为直流电给动力电池充电，而且能够将动力电池输出的直流电逆变为交流电输出，并且结构变更简单，且具有原有交错式 PFC 电路所具有的优点。

- 5 为实现上述目的，本发明第三方面实施例提出了一种电动汽车，其包括上述的单相交错式 PFC 电路。

本发明实施例的车载充电器，通过上述的单相交错式 PFC 电路，不仅能够将交流电转换为直流电给动力电池充电，而且能够将动力电池输出的直流电逆变为交流电输出，并且结构变更简单，且具有原有交错式 PFC 电路所具有的优点。

10

附图说明

图 1 是根据本发明一个实施例的单相交错式 PFC 电路的拓扑图。

图 2 是根据本发明一个实施例单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式的电路原理图。

- 15 图 3 是根据本发明一个实施例的单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式的电路原理图。

图 4 是根据本发明另一个实施例的单相交错式 PFC 电路的拓扑图。

具体实施方式

- 下面详细描述本发明的实施例，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，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。
- 20

下面参照附图来描述根据本发明实施例提出的单相交错式 PFC 电路、具有其的车载充电器和电动汽车。

- 图 1 是根据本发明一个实施例的单相交错式 PFC 电路的拓扑图。如图 1 所示，该单相交错式 PFC 电路包括：整流桥 10、PFC 单元、切换开关 30、第一开关 40 和控制单元（图中未具体示出）。
- 25

- 其中，整流桥 10 的第一输入端和第二输入端对应连接到第一开关 40 的第一端和第二端，第一开关 40 的第三端和第四端对应连接到交流电源 AC 的两端。PFC 单元包括第一至第四开关管、第一电感 L1 和第二电感 L2，第一开关管 Q1 和第二开关管 Q2 组成第一桥臂，第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 组成第二桥臂，第一桥臂具有第一节点 J1，第二桥臂具有第二节点 J2，第一开关管 Q1 与第三开关管 Q3 之间具有第三节点 J3，第二开关管 Q2 与第四
- 30

开关管 Q4 之间具有第四节点 J4, 第一节点 J1 通过第一电感 L1 与交流电源 AC 的一端相连, 第二节点 J2 与第二电感 L2 的一端相连, 第三节点 J3 与整流桥 10 的第一输出端相连, 第四节点 J4 与整流桥 10 的第二输出端相连。切换开关 30 的第一端与交流电源 AC 的一端相连, 切换开关 30 的第二端与交流电源 AC 的另一端相连, 切换开关 30 的第三端与第二电感 L2 的另一端相连。控制单元通过对切换开关 30、第一开关 40 和第一至第四开关管进行控制以使单相交错式 PFC 电路在功率因数校正工作模式和逆变工作模式之间进行切换。

也就是说, 在本发明的第一方面实施例中, 通过对切换开关 30 和第一开关 40 进行控制, 可以使单相交错式 PFC 电路工作在两种不同的工作模式下, 从而使得单相交错式 PFC 电路不仅具有交流电变直流电的功能, 而且能够将直流侧电能逆变为交流电输出, 且结构变更简单。其中, 切换开关 30 可以为单刀双掷开关、继电器或者由半导体开关构成, 第一开关 40 可以为继电器或者由半导体开关构成, 即只要能够实现单相交错式 PFC 电路工作模式的准确切换即可, 具体可以根据实际情况选择。

根据本发明的一个实施例, 如图 1 所示, 控制单元在控制切换开关 30 的第三端与切换开关 30 的第一端连通, 且控制第一开关 40 将整流桥 10 与交流电源 AC 连通时, 并通过对第一至第四开关管进行控制以使单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式; 控制单元在控制切换开关 30 的第三端与切换开关 30 的第二端连通, 且控制第一开关 40 将整流桥 10 与交流电源 AC 断开时, 并通过对第一至第四开关管进行控制以使单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式。

根据本发明的一个实施例, 整流桥 10 的第一输入端与第二输入端之间连接有第一滤波电容 C1, 第三节点 J3 与第四节点 J4 之间连接有第二滤波电容 C2。

具体而言, 当切换开关 30 的第三端与切换开关 30 的第一端连通, 且第一开关 40 闭合 (即第一开关 40 的第一端与第三端连通, 同时第一开关 40 的第二端与第四端连通) 时, 如图 2 所示, 整流桥 10、第一至第四开关管、第一电感 L1、第二电感 L2、第一电容 C1 和第二电容 C2 构成了一个交错式功率因数校正电路, 即单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式, 控制单元通过控制第一至第四开关管以使单相交错式 PFC 电路实现功率因数校正功能; 当切换开关 30 的第三端与切换开关 30 的第二端连通, 且第一开关 40 断开 (即第一开关 40 的第一端与第三端断开, 同时第一开关 40 的第二端与第四端断开) 时, 如图 3 所示, 第一至第四开关管、第一电感 L1、第二电感 L2、第一电容 C1 和第二电容 C2 构成了一个逆变电路, 即单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式, 控制单元通过控制第一至第四开关管以使直流电逆变为交流电输出, 从而通过对切换开关、第一开关和第一至第四开关管的控制实现了单相交错式 PFC 电路的工作模式的切换, 并且模式切换简单可靠。

根据本发明的一个实施例，如图 4 所示，上述的单相交错式 PFC 电路还可以包括：第一采样电路和第二采样电路，第一采样电路用于采样交流侧的电压 V_{ac} 和电流 I_{ac} ，第二采样电路用于采样直流侧的电压 V_{dc} ，其中，当单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式时，控制单元通过控制第一至第四开关管以使交流侧的电压 V_{ac} 和电流 I_{ac} 同步，并使直流侧的电压 V_{dc} 恒定。

具体而言，当需要对交流电进行变换以输出直流电时，例如当给电动汽车的动力电池充电，或者给 UPS（Uninterruptible Power System，不间断电源）电源充电以及给通讯电源充电等，可以通过控制切换开关 30 和第一开关 40 以使单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式。当单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式时，可以根据实时采样的交流侧的电压 V_{ac} 、交流侧的电流 I_{ac} 以及直流侧的电压 V_{dc} 对第一至第四开关管进行控制，以使交流侧的电流 I_{ac} 的相位与交流侧的电压 V_{ac} 的相位同步，从而达到功率因数校正的目的，同时将采样的直流侧的电压 V_{dc} 作为反馈量，通过控制交流侧的电流 I_{ac} 的大小来使直流侧的电压 V_{dc} 保持恒定，使单相交错式 PFC 电路恒定输出。该电路不仅能够输出较为稳定的直流电，而且电压电流的纹波比较小，并且具有转换效率高，开关管热平衡，利于散热等优点。

根据本发明的一个实施例，当单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式时，控制单元输出 SPWM 信号以控制第一至第四开关管的导通或关断，以使单相交错式 PFC 电路将直流侧的直流电逆变为交流电。

具体而言，当需要将直流侧的直流电逆变为交流电时，例如当动力电池给负载供电，或者 UPS 电源给负载供电以及通讯电源给负载供电等，可以通过控制切换开关 30 和第一开关 40 以使 PFC 电路处于逆变工作模式。当单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式时，控制单元输出 PWM（Pulse Width Modulation，脉冲宽度调制）信号或者 SPWM 信号等，以控制第一至第四开关管的导通或关断，实现电路的逆变功能。

进一步地，在本发明的一些实施例中，如图 1-4 所示，第一至第四开关管中的每个开关管可以包括 MOS 管、二极管和 PFC 电容，MOS 管的漏极与二极管的阴极相连，MOS 管的源极与二极管的阳极相连，MOS 管的栅极与控制单元相连，PFC 电容与二极管并联。

可以理解的是，第一至第四开关管也可以由其他类型的开关管组成，例如可以由 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor，绝缘栅双极型晶体管）和并联的二极管组成，具体这里不再赘述。

综上所述，根据本发明实施例的单相交错式 PFC 电路，整流桥的第一输入端和第二输入端对应连接到第一开关的第一端和第二端，第一开关的第三端和第四端对应连接到交流电

源的两端，PFC 单元中的第一节点通过第一电感与交流电源的一端相连，第二节点与第二电感的一端相连，第三节点与整流桥的第一输出端相连，第四节点与整流桥的第二输出端相连，切换开关的第一端与交流电源的一端相连，切换开关的第二端与交流电源的另一端相连，切换开关的第三端与第二电感的另一端相连，控制单元通过对切换开关、第一开关和第一至第

5 四开关管进行控制以使单相交错式 PFC 电路在功率因数校正工作模式和逆变工作模式之间进行切换，从而使得单相交错式 PFC 电路不仅具有交流电转换为直流电的功能，而且能够将直流电逆变为交流电输出，并且结构变更简单，同时保留有原有交错式 PFC 电路所具有的优点，例如转换效率高，输出直流电压稳定，电压电流纹波小，开关管损坏平衡，利于散热等。

10 为实现上述目的，本发明第二方面实施例提出了一种车载充电器，其包括根据上述的单相交错式 PFC 电路。

本发明实施例的车载充电器，通过上述的单相交错式 PFC 电路，不仅能够将交流电转换为直流电给动力电池充电，而且能够将动力电池输出的直流电逆变为交流电输出，并且结构变更简单，且具有原有交错式 PFC 电路所具有的优点。

15 为实现上述目的，本发明第三方面实施例提出了一种电动汽车，其包括上述的单相交错式 PFC 电路。

本发明实施例的车载充电器，通过上述的单相交错式 PFC 电路，不仅能够将交流电转换为直流电给动力电池充电，而且能够将动力电池输出的直流电逆变为交流电输出，并且结构变更简单，且具有原有交错式 PFC 电路所具有的优点。

20 在本发明的描述中，需要理解的是，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。在本发明的描述中，“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。

在本发明中，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等

25 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发明中的具体含义。

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”、

30 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发明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必须针

对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一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

- 尽管上面已经示出和描述了本发明的实施例，可以理解的是，上述实施例是示例性的，不能理解为对本发明的限制，本领域的普通技术人员在本发明的范围内可以对上述实施例进行变化、修改、替换和变型。
- 5

权利要求书

1、一种单相交错式 PFC 电路，其特征在于，包括：

整流桥，所述整流桥的第一输入端和第二输入端对应连接到第一开关的第一端和第二
5 端，所述第一开关的第三端和第四端对应连接到交流电源的两端；

PFC 单元，所述 PFC 单元包括第一至第四开关管、第一电感和第二电感，第一开关管
和第二开关管组成第一桥臂，第三开关管和第四开关管组成第二桥臂，所述第一桥臂具有第
一节点，所述第二桥臂具有第二节点，所述第一开关管与所述第三开关管之间具有第三节点，
所述第二开关管与所述第四开关管之间具有第四节点，所述第一节点通过所述第一电感与所
10 述交流电源的一端相连，所述第二节点与所述第二电感的一端相连，所述第三节点与所述整
流桥的第一输出端相连，所述第四节点与所述整流桥的第二输出端相连；

切换开关，所述切换开关的第一端与所述交流电源的一端相连，所述切换开关的第二端
与所述交流电源的另一端相连，所述切换开关的第三端与所述第二电感的另一端相连；和

控制单元，所述控制单元通过对所述切换开关、所述第一开关和所述第一至第四开关管
15 进行控制以使所述单相交错式 PFC 电路在功率因数校正工作模式和逆变工作模式之间进行
切换。

2、根据权利要求 1 所述的单相交错式 PFC 电路，其特征在于，其中，

所述控制单元在控制所述切换开关的第三端与所述切换开关的第一端连通，且控制所述
第一开关将所述整流桥与所述交流电源连通时，并通过对所述第一至第四开关管进行控制以
20 使所述单相交错式 PFC 电路处于功率因数校正工作模式；以及

所述控制单元在控制所述切换开关的第三端与所述切换开关的第二端连通，且控制所述
第一开关将所述整流桥与所述交流电源断开时，并通过对所述第一至第四开关管进行控制以
使所述单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的单相交错式 PFC 电路，其特征在于，所述切换开关为单
25 刀双掷开关、继电器或者由半导体开关构成。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的单相交错式 PFC 电路，其特征在于，所述第一开关为继
电器或者由半导体开关构成。

5、根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的单相交错式 PFC 电路，其特征在于，还包括：

第一采样电路，所述第一采样电路用于采样交流侧的电压和电流；和

30 第二采样电路，所述第二采样电路用于采样直流侧的电压，其中，当所述单相交错式
PFC 电路处于功率因数校正工作模式时，所述控制单元通过控制所述第一至第四开关管以使

所述交流侧的电压和电流同步，并使所述直流侧的电压恒定。

6、根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的单相交错式 PFC 电路，其特征在于，当所述单相交错式 PFC 电路处于逆变工作模式时，所述控制单元输出 SPWM 信号以控制所述第一至第四开关管的导通或关断，以使所述单相交错式 PFC 电路将直流侧的直流电逆变为交流电。

5 7、根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的单相交错式 PFC 电路，其特征在于，所述第一至第四开关管中的每个开关管包括 MOS 管、二极管和 PFC 电容，所述 MOS 管的漏极与所述二极管的阴极相连，所述 MOS 管的源极与所述二极管的阳极相连，所述 MOS 管的栅极与所述控制单元相连，所述 PFC 电容与所述二极管并联。

10 8、根据权利要求 1 至 7 中任一项所述的单相交错式 PFC 电路，其特征在于，所述整流桥的第一输入端与第二输入端之间连接有第一滤波电容，所述第三节点与所述第四节点之间连接有第二滤波电容。

9、一种车载充电器，其特征在于，包括根据权利要求 1-8 中任一项所述的单相交错式 PFC 电路。

15 10、一种电动汽车，其特征在于，包括根据权利要求 1-8 中任一项所述的单相交错式 PFC 电路。

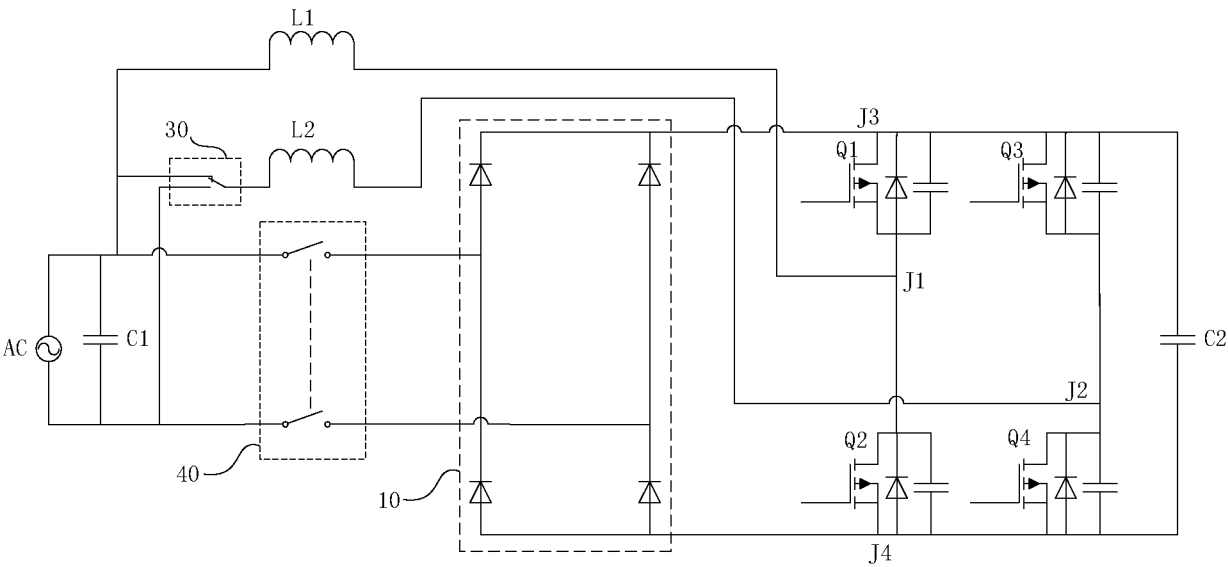


图 1

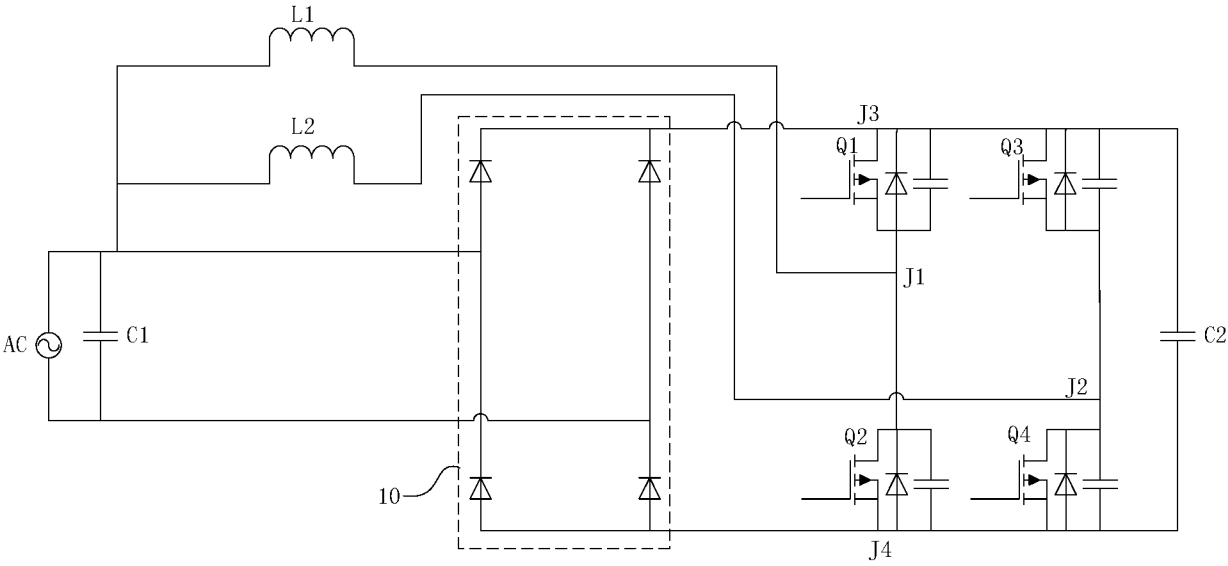


图 2

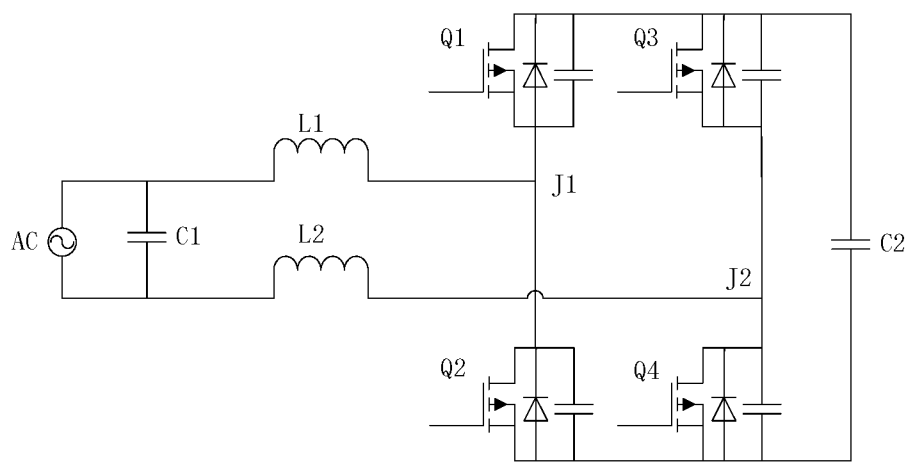


图 3

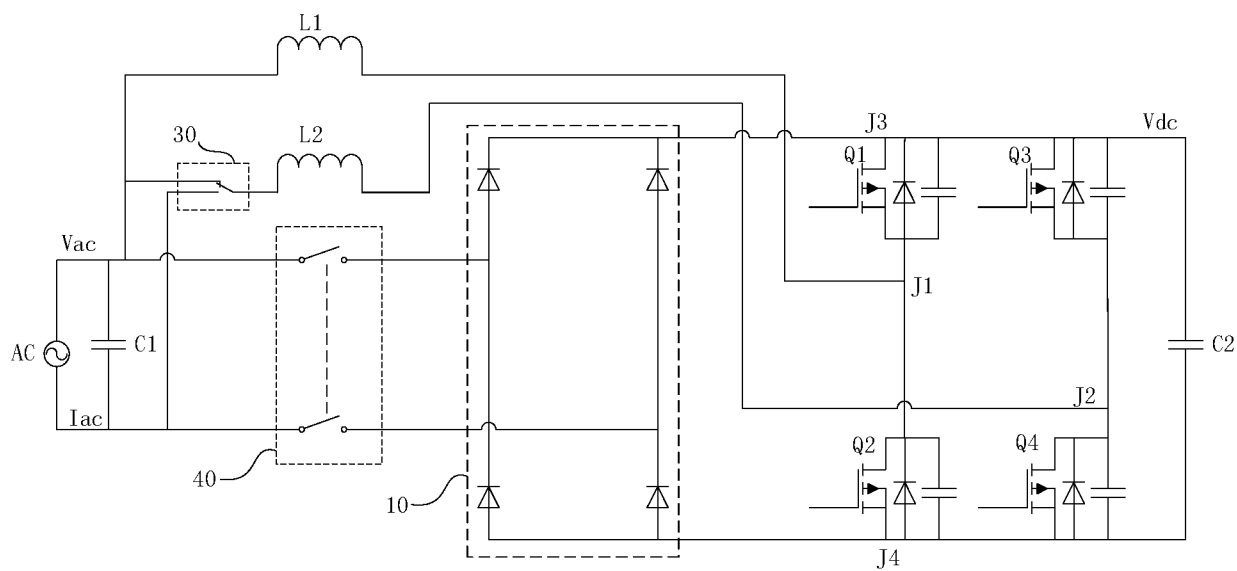


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2017/074445

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 1/42 (2007.01) i; H02M 7/797 (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)

H02M; H02J

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; DWPI; SIPOABS; CNKI; IEEE: power, factor, correct, improve, compensate, PFC, interleave, invert, dc, ac

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 101958657 A (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) 26 January 2011 (26.01.2011) description, paragraphs [0054]-[0080], and figure 3	1-10
A	CN 101217255 A (EMERSON NETWORK ENERGY CO., LTD.) 09 July 2008 (09.07.2008) the whole document	1-10
A	JP 2013179805 A (TOYOTA IND CORP) 09 September 2013 (09.09.2013) the whole document	1-10
A	US 2011110132 A1 (POLAR SEMICONDUCTOR INC.) 12 May 2011 (12.05.2011) the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 March 2017	Date of mailing of the international search report 12 April 2017
--	---

Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer SONG, Xuemei Telephone No. (86-10) 62411797
---	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2017/074445

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 101958657 A	26 January 2011	EP 2276157 A1	19 January 2011
		US 2011012579 A1	20 January 2011
		EP 2276157 B1	07 January 2015
CN 101217255 A	09 July 2008	CN 101217255 B	22 December 2010
JP 2013179805 A	09 September 2013	None	
US 2011110132 A1	12 May 2011	US 8248040 B2	21 August 2012

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2017/074445

A. 主题的分类 H02M 1/42 (2007.01)i; H02M 7/797 (2006.01)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; H02J 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, DWPI, SIPOABS, CNKI, IEEE: 功率因数, 功率因素, 功率因子, 校正, 修正, 矫正, 改善, 补偿, 交错, 逆变, 直流, 交流, power, factor, correct, improve, compensate, PFC, interleave, invert, dc, ac																	
C. 相关文件 <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 101958657 A (华为技术有限公司) 2011年 1月 26日 (2011 - 01 - 26) 说明书第0054-0080段, 图3</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 101217255 A (艾默生网络能源有限公司) 2008年 7月 9日 (2008 - 07 - 09) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2013179805 A (TOYOTA IND CORP) 2013年 9月 9日 (2013 - 09 - 09) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2011110132 A1 (POLAR SEMICONDUCTOR INC) 2011年 5月 12日 (2011 - 05 - 12) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </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 101958657 A (华为技术有限公司) 2011年 1月 26日 (2011 - 01 - 26) 说明书第0054-0080段, 图3	1-10	A	CN 101217255 A (艾默生网络能源有限公司) 2008年 7月 9日 (2008 - 07 - 09) 全文	1-10	A	JP 2013179805 A (TOYOTA IND CORP) 2013年 9月 9日 (2013 - 09 - 09) 全文	1-10	A	US 2011110132 A1 (POLAR SEMICONDUCTOR INC) 2011年 5月 12日 (2011 - 05 - 12) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 101958657 A (华为技术有限公司) 2011年 1月 26日 (2011 - 01 - 26) 说明书第0054-0080段, 图3	1-10															
A	CN 101217255 A (艾默生网络能源有限公司) 2008年 7月 9日 (2008 - 07 - 09) 全文	1-10															
A	JP 2013179805 A (TOYOTA IND CORP) 2013年 9月 9日 (2013 - 09 - 09) 全文	1-10															
A	US 2011110132 A1 (POLAR SEMICONDUCTOR INC) 2011年 5月 12日 (2011 - 05 - 12) 全文	1-10															
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																	
<table border="0"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> * 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 </td> <td style="vertical-align: top;"> “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 </td> </tr> </table>			* 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													
* 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 2017年 3月 29日		国际检索报告邮寄日期 2017年 4月 12日															
ISA/CN的名称和邮寄地址 中华人民共和国国家知识产权局 (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 宋雪梅 电话号码 (86-10)62411797															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2017/074445

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	101958657	A	2011年 1月 26日	EP	2276157	A1	2011年 1月 19日
				US	2011012579	A1	2011年 1月 20日
				EP	2276157	B1	2015年 1月 7日
CN	101217255	A	2008年 7月 9日	CN	101217255	B	2010年 12月 22日
JP	2013179805	A	2013年 9月 9日		无		
US	2011110132	A1	2011年 5月 12日	US	8248040	B2	2012年 8月 21日

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)