

(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 1 月 26 日 (26.01.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/012328 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02M 3/335 (2006.01) H02M 1/42 (2007.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/072691
- (22) 国际申请日: 2016 年 1 月 29 日 (29.01.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510420397.4 2015 年 7 月 17 日 (17.07.2015) CN
- (71) 申请人: 东南大学 (SOUTHEAST UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。
- (72) 发明人: 孙伟峰 (SUN, Weifeng); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 张太之 (ZHANG, Taizhi); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 苏畅 (SU, Chang); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 俞居正 (YU, Juzheng); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 钱钦送 (QIAN, Qinsong); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 陆生礼 (LU, Shengli); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。 时龙兴 (SHI, Longxing); 中国江苏省南京市玄武区四牌楼二号, Jiangsu 210096 (CN)。

- (74) 代理人: 南京经纬专利商标代理有限公司 (NANJING JINGWEI PATENT & TRADEMARK AGENCY CO., LTD); 中国江苏省南京市鼓楼区中山路 179 号 12 楼 B 座, Jiangsu 210005 (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, 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, KN, KP, KR, 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: PHASE-SHIFT FULL-BRIDGE TOPOLOGY CIRCUIT FOR SINGLE-STAGE POWER FACTOR CORRECTION

(54) 发明名称: 一种单级功率因数校正的移相全桥拓扑电路

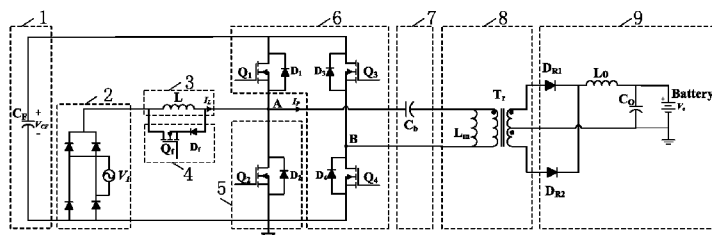


图 1

(57) Abstract: A phase-shift full-bridge topology circuit for single-stage power factor correction comprises an input energy storage capacitor (1), an input rectification circuit (2), a full-bridge arm circuit (6), a direct current blocking capacitor (7), a transformer (8) and an output rectification filter circuit (9). The phase-shift full-bridge topology circuit is additionally provided with an input inductor (3) and a free-wheeling circuit (4) composed of a free-wheeling switching tube (Q_1) and a free-wheeling diode (D_1), the free-wheeling circuit is connected in parallel with the input inductor, after the parallel connection, one end is connected to an output end of the input rectification circuit, the other end is connected to the full-bridge arm circuit, and a lower switching tube (Q_2) of a lead leg in the full-bridge arm circuit is multiplexed as a switch in a booster circuit to implement rectification, so as to implement single-stage power factor correction together with the input inductor. The phase-shift full-bridge topology circuit implements a two-stage circuit with a power factor correction function and a phase-shift full-bridge topology structure by a single-stage circuit, thereby improving the power density of a full-bridge circuit having a power factor correction function, and the circuit has a simple structure, low costs and high reliability.

(57) 摘要:

[见续页]

WO 2017/012328 A1



一种单级功率因数校正的移相全桥拓扑电路，包括输入储能电容（1）、输入整流电路（2）、全桥臂电路（6）、隔直电容（7）、变压器（8）和输出整流滤波电路（9）。移相全桥拓扑电路增设输入电感（3）和包括续流开关管（ Q_f ）和续流二极管（ D_f ）构成的续流电路（4），续流电路和输入电感并联，并联后的一端连接输入整流电路的输出端，另一端连接全桥臂电路，并且复用全桥臂电路中超前桥臂的下开关管（ Q_2 ）作为升压电路中的开关管实现整流，与输入电感共同实现单级功率因数校正。移相全桥拓扑电路将具有功率因数校正功能和移相全桥拓扑结构的两级电路用一级电路实现，提高了带有功率因数校正功能的全桥电路的功率密度，而且结构简单，成本低，可靠性高。

一种单级功率因数校正的移相全桥拓扑电路

技术领域

本发明涉及充电用全桥拓扑电路，尤其涉及一种单级功率因数校正（PFC）的移相全桥拓扑电路。

背景技术

近年来，混合动力汽车的电机驱动和能量存储技术高速发展，与此同时，电池充电机也成为混合动力汽车发展的一项关键性需求。

广为人知的充电机拓扑电路是一种两级结构。第一级通常是一路 boost 变换器，被用来实现功率因数校正（PFC）。第二级通常是一个高效率的隔离 dc-dc 变换器，被用来实现电气隔离和控制充电电流。通常情况下，在输出功率在 1-5kW 范围内时，全桥变换器是最常用的拓扑结构。然而，在两级结构中，由于第一级加入了一路额外的开关变换器，使整个电路的成本和复杂程度都提高许多。除此之外，整个电路的效率也由此受到影响。

在现有的一些单级结构中，谐振全桥变换器利用串并联的谐振变化可以实现高的功率因数和恒定的输出电压，然而这类开关管需要更大的电压应力和可变的开关频率控制，带来了磁元件以及滤波器设计复杂等问题，限制了其适用范围。还有一些电流反馈型滤波器，通过开启一或两条桥臂上的开关管来实现输入电流的整流，为解决这类拓扑的电压超调与振铃问题，一般在电路中加入缓冲器（如输入储能电容）来消除超调和振铃，这又将会降低整个电路的转化效率。

发明内容

为了利用单级的拓扑结构实现 PFC、电气隔离和充电电流控制，本发明提出了一种单级功率因数校正（PFC）的移相全桥拓扑电路，既降低了成本和电路的复杂程度，同时又实现了两级拓扑的功能。

实现上述目的，本发明采用如下技术方案：一种单级功率因数校正的移相全桥拓扑电路，包括输入储能电容、输入整流电路、全桥臂电路、隔直电容、变压器和输出整流滤波电路，输入储能电容与全桥臂电路并联，隔直电容、变压器、输出整流滤波电路及被充电的蓄电池依次串联，连接于全桥臂电路的输出端，输入储能电路、输入整流电路、全桥臂电路以及隔直电路的公共接地端连接输入端地，输出整流滤波电路的接地端连接输出端地，其特征在于：增设输入电感 L 和续流电路，续流电路和输入电感 L 并联，并联后的两端中，一端连接输入整流电路的输出端，另一端连接全桥臂电路，并且复用全桥臂电路中超前桥臂的下开关管作为 boost 电路中的开关管实现整流，与输入电感 L 共同实现单级

功率因数校正；其中：

输入电感 L 的一端连接输入整流电路的输出端，输入电感 L 的另一端连接全桥臂电路中超前桥臂上、下开关管的连接点；

续流电路包括续流开关管 Q_f 和续流二极管 D_f ，续流开关管 Q_f 的漏极连接输入电感 L 的一端，续流管开关 Q_f 的源级连接续流二极管 D_f 的负极，续流二极管 D_f 的正极连接输入电感 L 的另一端。

本发明具有如下优点：

- 1) 本发明将具有功率因数校正功能和移相全桥拓扑结构的两级电路用一级电路实现，大大提高了带有 PFC 功能全桥电路的功率密度，而且其结构简单，成本低，可靠性高。
- 2) 在实现功率因数校正的同时，可以保证系统较大功率的输出 ($>500W$)。
- 3) 复用了全桥变换器桥臂中的一只开关管实现功率因数校正，使电路拓扑简单，成本低，且效果和可靠性好。
- 4) 电路工作在恒定的开关频率下，控制模式简单易行，同时输入电流失调较小。
- 5) 工作模态和过程类似于标准的移相全桥变换器，开关管的零电压开启可以实现，降低了电路的损耗，提高了电路的可实现性。
- 6) 由于加入了输入电感，使电路工作在“伪连续电流模式”，实现了输出电压可控。

附图说明

图 1 是本发明电路工作原理图；

图 2 是本发明电路的工作波形；

图 3 是本发明电路的输入电流电压实测波形；

图 4 是本发明电路的实测 PF 值与效率折线图。

具体实施方式

如图 1，本发明一种单级功率因数校正 (PFC) 移相全桥拓扑电路包括输入储能电容 (C_F) 1、输入整流电路 2、全桥臂电路 6、隔直电容 (C_b) 7、变压器 8 和输出整流滤波电路 9，以上电路为单级功率因数校正的一种已知结构。输入储能电容 C_F 与全桥臂电路 6 并联，隔直电容 C_b 、变压器 8、输出整流滤波电路 9 及被充电的蓄电池 B_{attery} 依次串联，连接于全桥臂电路 6 的输出端，输入储能电容 C_F 、输入整流电路 2、全桥臂电路 6 以及隔直电容 C_b 的公共接地端连接输入端地，输出整流滤波电路 9 的接地端连接输出端地。

在上述电路的基础上，本发明增设输入电感 (L) 3 和续流电路 4，续流电路 4 和输入电感 L 并联，并联后的两端分别连接输入整流电路 2 的输出端及桥式臂电路 6，并且复

用全桥臂电路 6 中超前桥臂的下开关管电路 5 作为 boost 电路中的一个开关管实现整流，与输入电感 L 共同实现单级功率因数校正。

输入储能电容 C_F 的正端连接全桥臂电路 6 两只上管的公共端， C_F 的负端连接输入端公共地。 C_F 加在输入母线上，在电路中用于减小输入母线上的电压过冲和振铃。

输入整流电路 2 将交流输入进行全波整流，包括交流输入 V_I 和四只二极管构成的整流桥，交流输入 V_I 两端接入整流桥的两支桥臂中间，整流桥的输出端连接输入电感 L 的一端，另一端接入输入端公共地。

全桥臂电路 6 包括四个开关管 Q_1 、 Q_2 、 Q_3 、 Q_4 ， Q_1 和 Q_2 构成超前桥臂， Q_3 和 Q_4 构成滞后桥臂。同时将超前桥臂的下开关管 Q_2 进行复用，构成复用电路 5，作为 boost 电路中的开关管实现整流，这样电路中就无需增加一个 boost 电路来实现 PFC。复用电路 5、全桥臂电路 6、隔直电容 7、变压器 8 和输出整流滤波电路 9 共同组成了一个标准的全桥变换器。

隔直电容 (C_b) 7 为一只电解电容 C_b ，正端接全桥臂 6 的输出，负端接变压器 8 输入端，它将全桥臂输出的直流量与后级变压器隔离，避免了变压器偏磁从而导致磁芯饱和。

变压器 8 由功率变压器 T_r 和变压器励磁电感 L_m 等效组成， L_m 和 T_r 原边绕组并联，原边接全桥臂的输出，副边绕组引出三个抽头，连接输出整流滤波电路 9，实现能量的转移和电压的变换。

输出整流滤波电路 9 包括两个二极管 D_{R1} 和 D_{R2} 以及滤波电感 L_o 和电容 C_o ，两只二极管 D_{R1} 和 D_{R2} 的阳极分别接变压器副边绕组引出的第一个、第三个抽头，阴极接在一起并依次与滤波电感 L_o 、滤波电容 C_o 、待充电蓄电池 B_{attery} 串联，最后接入变压器副边绕组的中间抽头。两个二极管 D_{R1} 和 D_{R2} 、滤波电感 L_o 和电容 C_o 一同构成了全波整流电路，将变压器 8 输出的非直流正负电压整流成为直流电压，供给蓄电池 B_{attery} 充电。

输入电感 (L) 3 连接到开关管 Q_2 ，输入电感 L 作为用以实现 PFC 的 boost 电路中的续流电感，与开关管 Q_2 共同实现了单级 PFC 的功能。L 的一端连接输入整流电路 2 的输出端，另一端连接桥式臂电路中超前桥臂上、下开关管的连接点 A，即全桥臂 6 的一端输出。

续流电路 4 包括续流功率开关管 Q_f 和续流二极管 D_f ，续流功率开关管 Q_f 的漏极连接输入电感 L 的一端，续流功率管开关 Q_f 的源级连接续流二极管 D_f 的负极，续流二极管 D_f 的正极连接输入电感 L 的另一端。续流功率开关管 Q_f 和二极管 D_f 并联在输入电感 L 的两侧。加入续流 MOSFET (Q_f) 和续流二极管 (D_f) 可以让 boost 和全桥变换这两个功率转换过程分离，消除了两级之间的互相限制。

为了简化分析, 假设所有元件均为理想状态且忽略变压器的漏感。假设开关管 Q_2 的驱动信号占空比为 d_a , 电感电流 I_L 在时间间隔 $d_a T$ 内上升。在伪电流连续模式的控制下, d_a 恒定不变 (典型开关频率 100Hz), 电路的工作状态类似于移相全桥变换器。 V_{CF} 在伪电流连续模式下为恒定值, 开关管 Q_4 与 Q_2 的占空比相等, 开关管 Q_1 与 Q_3 的栅极驱动信号分别于 Q_2 与 Q_4 互补, 即当一个转换桥臂上的上管开启, 下管关闭, 反之亦然。充电电流由两支桥臂上开关管栅极驱动信号的相移来控制, 设两支桥臂的相移差为 φ 。尽管变压器原边的正负电压不对称, 依旧可以实现伏秒平衡。当 d_a 小于 0.5 时, 开关管 Q_1 和 Q_2 所在桥臂为超前臂, 反之为滞后臂。设输入电感电流 I_L 下降、电容 C_F 充电的时间间隔为 $d_b T$, 在此时间间隔内开关管 Q_2 和 Q_f 均为关断。设 Q_2 关断、 Q_f 开启的时间间隔为 $d_c T$, 在这段时间内输入电感电流处于续流模式, 保持不变。

结合图 2, 分析电路工作在以下模态。

模态 1 ($t_0 < t < t_1$): 在 $t=t_0$ 时, 开关管 Q_2 开启。在整个模态 1 过程中, 开关管 Q_2 和 Q_4 都保持在开启状态。变压器原边电压 V_{AB} 为零且变压器漏感电流下降, 没有能量传递给储能电容 C_F , 变压器原边电流由下式给出

$$I_p(t) = I_p(t_0) - \frac{nV_o}{n^2 L_o + L_r}(t - t_0) \quad (1)$$

式中 n 为变压器的匝比, V_o 为变换器输出电压, L_o 为输出电感, L_r 为变压器串联谐振电感值。

与此同时, 由于开关管 Q_2 处于开启状态, 输入电压加在输入电感 L 的两端, 流过电感 L 中的电流增大, 电感中电流由下式给出

$$I_L(t) = I_{REF}(t_p) + \frac{|V_m \sin \omega t|}{L}(t - t_0) \quad (2)$$

式中 V_m 为漏感电压, $I_{REF}(t_p)$ 代表上个周期输入电流的平均值, L 为输入电感值。

当开关管 Q_4 关断、 Q_3 开启时, 模态 1 结束。这里的讨论忽略死区时间, 开关管 Q_3 的零电压开启是在死区时间里完成的。

模态 2 ($t_1 < t < t_2$): 在 $t=t_1$ 时, 开关管 Q_3 开启。在此模态过程中, 能量从 dc 母线经由变压器传递给输出。正向电压 V_{CF} 加在了谐振电感和输出电感在原边的折射电感所组成的串联电感上, 因此, 在此模态中, 流经变压器原边和输出电感的电流上升。变压器原边电流由下式给出

$$I_p(t) = I_p(t_1) + \frac{V_{CF} - nV_o}{n^2 L_o + L_r}(t - t_1) \quad (3)$$

式中 V_{CF} 为储能电容上的电压值, 电压正方向如附图 1 所示。

电感中电流由下式给出

$$I_L(t) = I_L(t_1) + \frac{|V_m \sin \omega t|}{L}(t - t_1) \quad (4)$$

当开关管 Q_2 关断时, 模态 2 结束。模态 1 和模态 2 的时间长度即为时间间隔 $d_a T$ 。

模态 3 ($t_2 < t < t_3$): 在 $t=t_2$ 时, 开关管 Q_2 关断、 Q_1 打开。由于开关管 Q_2 关断, 能量传输结束, 原边电流经由开关管 Q_1 和 Q_3 续流。变压器原边电流由下式给出

$$I_p(t) = I_p(t_2) - \frac{nV_o}{n^2 L_o + L_r}(t - t_2) \quad (5)$$

与此同时, 储存在输入电感 L 中的能量给储能电容 C_F 充电, 输入电感 L 两端的电压由下式给出

$$V_L = |V_m \sin \omega t| - V_{CF} \quad (6)$$

式中当 V_{CF} 大于 V_m 时, 输入电感电流开始减小。电感中电流由下式给出

$$I_L(t) = I_L(t_2) - \frac{V_{CF} - |V_m \sin \omega t|}{L}(t - t_2) \quad (7)$$

当开关管 Q_f 打开时, 模态 3 结束, 此时电感 L 中的电流等于本周期的平均参考电流, 即

$$I_L(t_3) = I_{REF}(t_3) \quad (8)$$

模态 4 ($t_3 < t < t_4$): 在 $t=t_3$ 时, 开关管 Q_f 开启, 变压器原边电流继续由开关管 Q_1 和 Q_3 续流, 其值由下式给出

$$I_p(t) = I_p(t_3) - \frac{nV_o}{n^2 L_o + L_r}(t - t_3) \quad (9)$$

由于开关管 Q_f 开启, 输入电感两端的电压近似为零, 流经输入电感的电流不变, 其值由下式给出

$$I_L(t) = I_{REF}(t_3) \quad (10)$$

当开关管 Q_4 开启、 Q_3 关断时, 模态 4 结束。

模态 5 ($t_4 < t < t_5$): 在 $t=t_4$ 时, 开关管 Q_4 开启, 能量又开始从 dc 母线经由变压器传递

给输出，正向电压 V_{CF} 加在了谐振电感和输出电感在原边的折射电感所组成的串联电路上，流经变压器原边和输出电感的电流上升，其值由下式给出

$$I_p(t) = I_p(t_4) + \frac{V_{CF} - nV_o}{n^2 L_o + L_r} (t - t_4) \quad (11)$$

由于开关管 Q_f 依旧处于打开状态，流经输入电感的电流保持不变，即

$$I_L(t) = I_{REF}(t_3) \quad (12)$$

当开关管 Q_2 开启时，这个模式结束，同时又开始了下一个工作循环 ($t_5 < t < t_{10}$)。

通过对这几个模态的分析表明，采用本发明，用于对输入电流整流的占空比 d_a 的选择不再受限，配合合理的驱动器以及变压器匝比的设计，调节输入电压时不会引起输入电流的失调。由于占空比 d_a 可以设定到接近 0.5，变压器的匝比可以设计的更大，降低电流的环流损耗得以降低。通过实测图 3 可知，输入电流与输入电压的一致性高，PF 值高，电路的功率因数校正效果好。通过实测图 4 可知，电路在全功率范围内的效率和 PF 值都比较高。此外本发明的工作模态和过程类似于标准的移相全桥变换器，开关管的零电压开启可以实现，因此本发明工作时损耗小，可靠性高，易于电路实现。

的现象是流速在水流上层和近底部的流速差距过于明显，不符合自然界水流连续性变化的特性，而经过拟合的数据虽然有陡峭变化，但基于其最大流速在拟合方法可以提高流速数据

1、一种单级功率因数校正的移相全桥拓扑电路，包括输入储能电容、输入整流电路、全桥臂电路、隔直电容、变压器和输出整流滤波电路，输入储能电容与全桥臂电路并联，隔直电容、变压器、输出整流滤波电路及被充电的蓄电池依次串联，连接于全桥臂电路的输出端，输入储能电路、输入整流电路、全桥臂电路以及隔直电路的公共接地端连接输入端地，输出整流滤波电路的接地端连接输出端地，其特征在于：增设输入电感 L 和续流电路，续流电路和输入电感 L 并联，并联后的两端中，一端连接输入整流电路的输出端，另一端连接全桥臂电路，并且复用全桥臂电路中超前桥臂的下开关管作为 boost 电路中的开关管实现整流，与输入电感 L 共同实现单级功率因数校正；其中：

输入电感 L 的一端连接输入整流电路的输出端，输入电感 L 的另一端连接全桥臂电路中超前桥臂上、下开关管的连接点；

续流电路包括续流开关管 Q_f 和续流二极管 D_f ，续流开关管 Q_f 的漏极连接输入电感 L 的一端，续流管开关 Q_f 的源级连接续流二极管 D_f 的负极，续流二极管 D_f 的正极连接输入电感 L 的另一端。

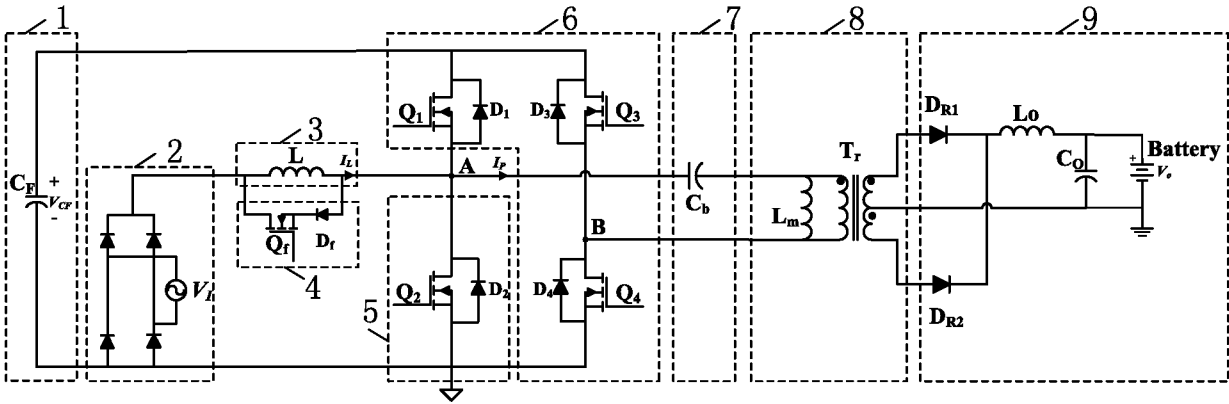


图 1

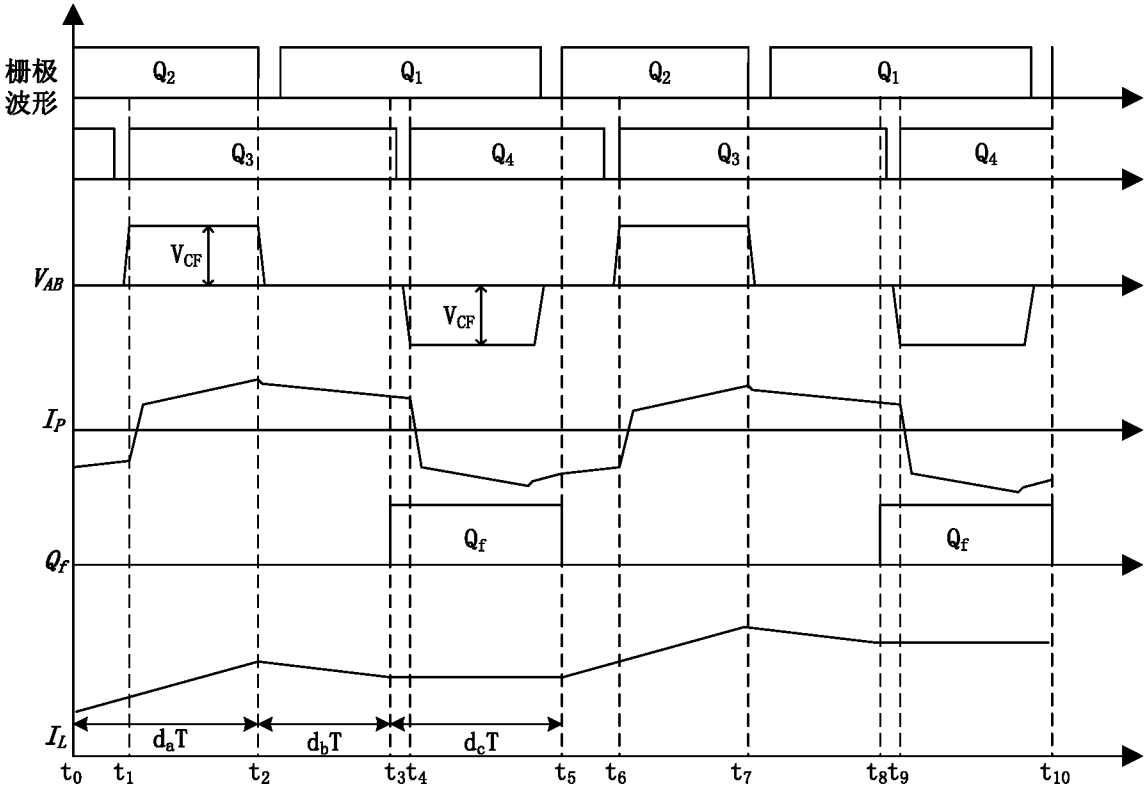


图 2

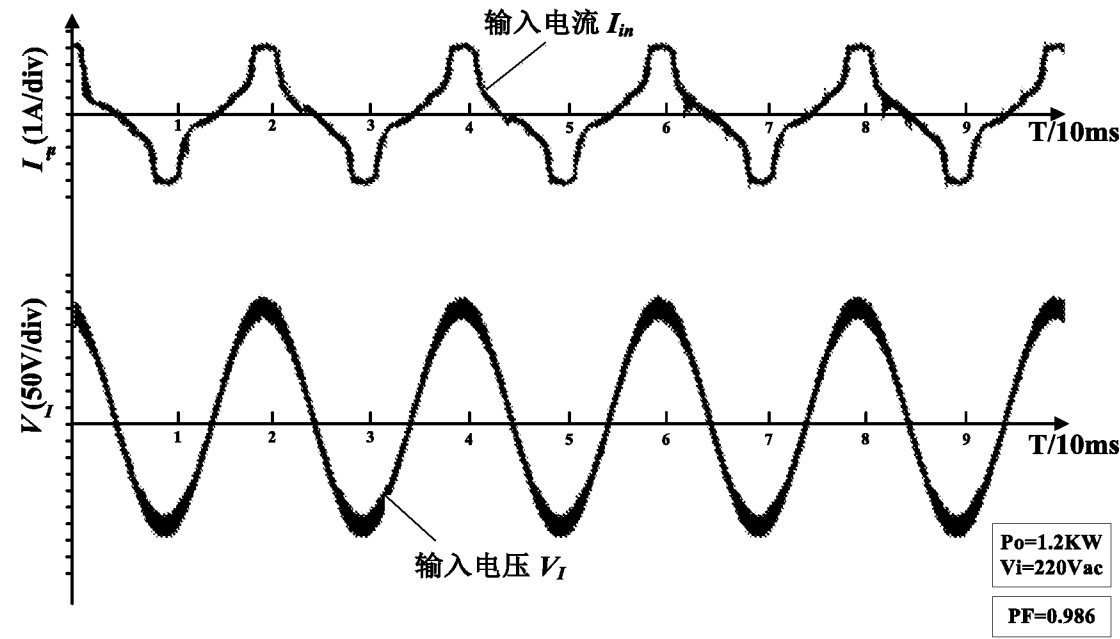


图 3

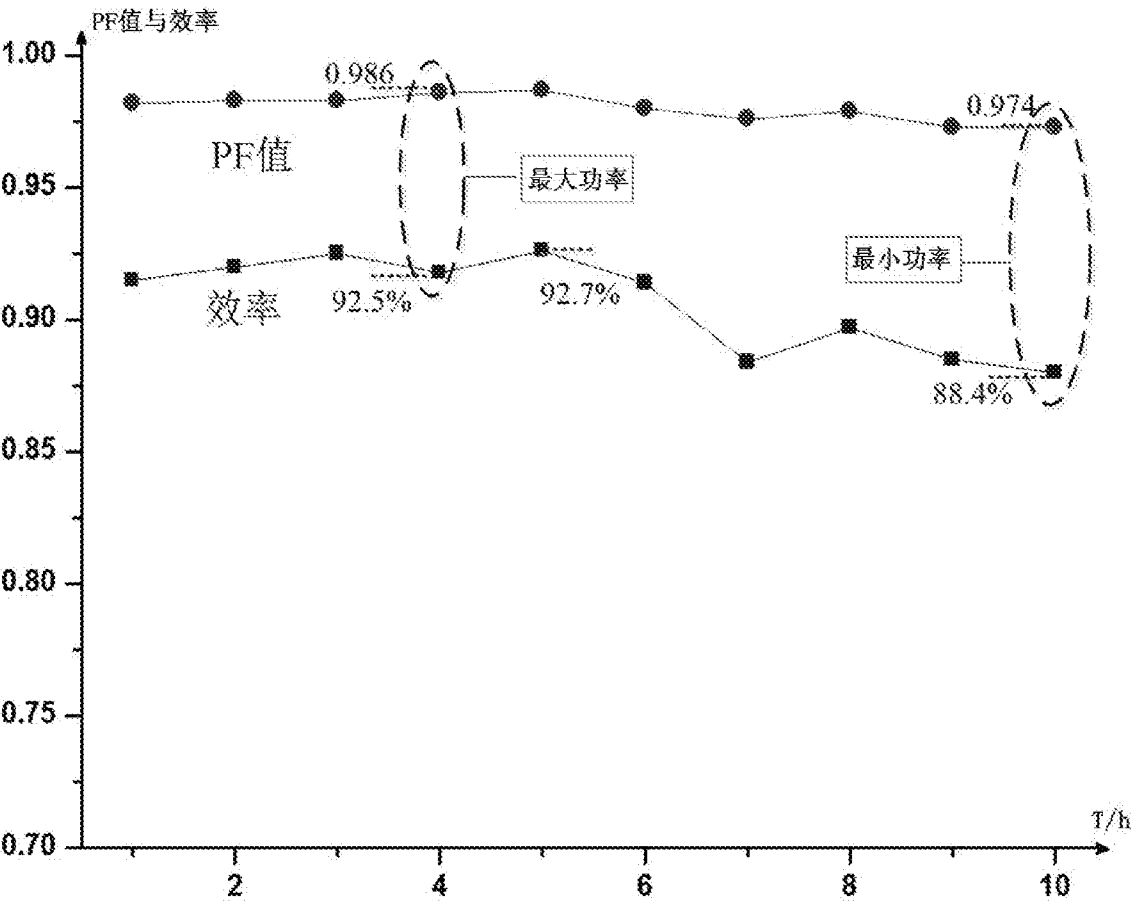


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/072691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 3/335 (2006.01) i; H02M 1/42 (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)

WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: capacitance, PFC, rectify, transformer, boost, power factor, correction, capacitor, single stage, bridge

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 104917412 A (SOUTHEAST UNIVERSITY), 16 September 2015 (16.09.2015), claim 1	1
X	CN 1599221 A (XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY), 23 March 2005 (23.03.2005), description, pages 4-6, and figures 1-3	1
A	CN 103875314 A (NXP B.V.), 18 June 2014 (18.06.2014), the whole document	1
A	US 6115267 A (HERBERT, E.), 05 September 2000 (05.09.2000), the whole document	1

☐ 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 13 April 2016 (13.04.2016)	Date of mailing of the international search report 04 May 2016 (04.05.2016)
Name and mailing address of the ISA/CN: 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 LI, Xiaoyan Telephone No.: (86-10) 62411798

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/072691

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 104917412 A	16 September 2015	None	
CN 1599221 A	23 March 2005	CN 100336292 C	05 September 2007
CN 103875314 A	18 June 2014	WO 2013010782 A3	18 April 2013
		US 2014210370 A1	31 July 2014
		EP 2732678 A2	21 May 2014
		US 9119274 B2	25 August 2015
		WO 2013010782 A2	24 January 2013
		CN 103875314 B	16 March 2016
US 6115267 A	05 September 2000	None	

A. 主题的分类		
H02M 3/335 (2006.01) i; H02M 1/42 (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))		
WPI, EPODOC, CNPAT, CNKI: 整流, 变压器, 升压, 功率因数, 校正, 电容, 单级, 桥, PFC, rectify, transformer, boost, power factor, correction, capacitor, single stage, bridge		
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
PX	CN 104917412 A (东南大学) 2015年 9月 16日 (2015 - 09 - 16) 权利要求1	1
X	CN 1599221 A (西安交通大学) 2005年 3月 23日 (2005 - 03 - 23) 说明书第4-6页、附图1-3	1
A	CN 103875314 A (NXP股份有限公司) 2014年 6月 18日 (2014 - 06 - 18) 全文	1
A	US 6115267 A (HERBERT E) 2000年 9月 5日 (2000 - 09 - 05) 全文	1
☐ 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		国际检索报告邮寄日期
2016年 4月 13日		2016年 5月 4日
ISA/CN的名称和邮寄地址		授权官员
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		李晓艳 电话号码 (86-10) 62411798

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/072691

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	104917412	A	2015年 9月 16日	无			
CN	1599221	A	2005年 3月 23日	CN	100336292	C	2007年 9月 5日
CN	103875314	A	2014年 6月 18日	WO	2013010782	A3	2013年 4月 18日
				US	2014210370	A1	2014年 7月 31日
				EP	2732678	A2	2014年 5月 21日
				US	9119274	B2	2015年 8月 25日
				WO	2013010782	A2	2013年 1月 24日
				CN	103875314	B	2016年 3月 16日
US	6115267	A	2000年 9月 5日	无			