

(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
2022 年 1 月 27 日 (27.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/017322 A1

(51) 国际专利分类号:
H02M 1/42 (2007.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/107105

(22) 国际申请日: 2021 年 7 月 19 日 (19.07.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010711470.4 2020 年 7 月 22 日 (22.07.2020) CN

(71) 申请人: 广东美的制冷设备有限公司 (GD MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省佛山市顺德区北滘镇林港路 22 号, Guangdong 528311 (CN)。美的集团股份有限公司 (MIDEA GROUP CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省佛山市顺德区北

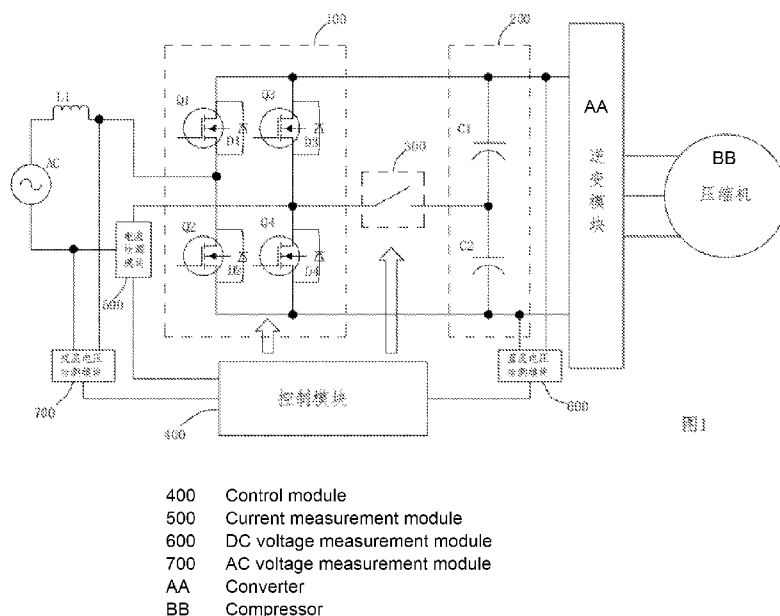
滘镇美的 大道 6 号美的总部大楼 B 区 26-28 楼, Guangdong 528311 (CN)。

(72) 发明人: 张杰楠(ZHANG, Jienan); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇林港路 22 号, Guangdong 528311 (CN)。文先仕(WEN, Xianshi); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇林港路 22 号, Guangdong 528311 (CN)。曾贤杰(ZENG, Xianjie); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇林港路 22 号, Guangdong 528311 (CN)。胡斌(HU, Bin); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇林港路 22 号, Guangdong 528311 (CN)。徐锦清(XU, Jinqing); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇林港路 22 号, Guangdong 528311 (CN)。钟雄斌(ZHONG, Xiongbin); 中国广东省佛山市顺德区北滘镇林港路 22 号, Guangdong 528311 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司 (JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天

(54) Title: TOTEM POLE PFC CIRCUIT, CONTROL METHOD, CIRCUIT BOARD, AND AIR CONDITIONER

(54) 发明名称: 图腾柱 PFC 电路、控制方法、线路板及空调器



(57) Abstract: A totem pole PFC circuit, a control method, a circuit board, and an air conditioner. The totem pole PFC circuit comprises a bridge circuit (100), a reactor (L1), a bus capacitor module (200), a switch module (300), and a control module (400). The control module (400) controls the opening/closing of the switch module (300) and controls the ON/OFF of a first switching tube (Q1), a second switching tube (Q2), a third switching tube (Q3), and a fourth switching tube (Q4), so as to charge and discharge the reactor (L1) multiple times in a first preset time period and a second preset time period.

河区黄埔大道西100号富力盈泰广场A栋
910, Guangdong 510627 (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, IT, 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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种图腾柱PFC电路、控制方法、线路板及空调器。该图腾柱PFC电路包括电桥电路(100)、电抗器(L1)、母线电容模块(200)、开关模块(300)和控制模块(400), 控制模块(400)控制开关模块(300)的开合, 并控制第一开关管(Q1)、第二开关管(Q2)、第三开关管(Q3)和第四开关管(Q4)的导通截止, 以在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器(L1)进行多次充放电。

图腾柱 PFC 电路、控制方法、线路板及空调器

相关申请的交叉引用

本申请要求于 2020 年 7 月 22 日提交的申请号为 202010711470.4、名称为“图腾柱 PFC 电路、控制方法、线路板及空调器”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用并入本申请。

技术领域

本发明涉及空调器技术领域，特别涉及一种图腾柱 PFC 电路、控制方法、线路板及空调器。

背景技术

现有的图腾柱 PFC 电路和倍压电路都是很常用的电流拓扑结构。其中图腾柱 PFC 拓扑可以将整流的电压进行升压，倍压电路能够将整流电路输出的电压进行翻倍，但不能升压，两种电路拓扑都有各自的优点。若是简单将两种电路结合，又会导致系统的导通损耗大，谐波含量高，电压转换效率低。

发明内容

本发明的目的在于至少解决现有技术中存在的技术问题之一，提供一种图腾柱 PFC 电路、控制方法、线路板及空调器，能够改善输入电流谐波和功率因数，提高电压转换效率。

根据本发明第一方面实施例图腾柱 PFC 电路，包括：

电桥电路，所述电桥电路包括相互并联的第一桥臂和第二桥臂，所述第一桥臂包括相互串联的第一开关管和第二开关管，所述第二桥臂包括相互串联的第三开关管和第四开关管；

电抗器，所述电抗器的一端连接交流电源的一端，所述电抗器的另一端连接至所述第一开关管和所述第二开关管的连接点，交流电源的另一端连接至所述第三开关管和所述第四开关管的连接点；

母线电容模块，所述母线电容模块包括第一电容和第二电容，所述第一电容和所述第二电容串联后并联在所述电桥电路的输出端；

开关模块，所述开关模块的一端连接至所述第三开关管和所述第四开关管的连接点，所述开关模块的另一端连接至所述第一电容和所述第二电容的连接点；

控制模块，用于控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电；所述第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段，所述第二预设时间段位于交流电源的负半周期的前半段。

根据本发明实施例的图腾柱 PFC 电路，至少具有如下有益效果：控制模块控制开关模块的开合，使得图腾柱 PFC 电路能够在图腾柱 PFC 模式和图腾柱倍压 PFC 模式之间切换，开关模块打开时，图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式，开关模块闭合时，图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式；控制第一开关管、第二开关管、第三开关管和第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器进行多次充放电，从而改善输入电流的波形，改善输入电流谐波和功率因数，第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段，第二预设时间段位于交流电源的负半周期的前半段，能够在电流较小时快速提升电流，提高电压转换效率。

根据本发明的一些实施例，还包括第一母线二极管和第二母线二极管，所述第一母线二极管的正极连接至所述第一桥臂的一端以及所述第二桥臂的一端，所述第一母线二极管的负极连接至所述母线电容模块的一端；所述第二母线二极管的正极连接至所述母线电容模块的另一端，所述第二母线二极管的负极连接至所述第一桥臂的另一端以及所述第二桥臂的另一端。

在本实施例中，增加了第一母线二极管和第二母线二极管，限制了母线的电流流向，能够避免母线电容模块中存储的电能不能反向释放。

根据本发明的一些实施例，还包括用于检测交流电源输入的交流电流值的电流检测模块，所述电流检测模块串联在交流电源和所述电桥电路之间，所述电流检测模块的输出端连接所述控制模块。交流电压检测模块将检测到的交流电压值从输出端传输给控制模块，以便控制模块根据交流电压值进行控制调整。

根据本发明的一些实施例,还包括直流电压检测模块,所述直流电压检测模块并联在所述母线电容模块的后端,所述直流电压检测模块的输出端连接所述控制模块。直流电压检测模块将检测到的直流母线电压值从输出端传输给控制模块,以便控制模块根据直流母线电压值进行控制调整。

根据本发明的一些实施例,还包括交流电压检测模块,所述交流电压检测模块并联在交流电源和所述电桥电路之间,所述交流电压检测模块的输出端连接所述控制模块。交流电压检测模块将检测到的交流电压值从输出端传输给控制模块,以便控制模块根据交流电压值进行控制调整。

根据本发明的一些实施例,所述开关模块包括第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管和第五开关管,所述第一二极管和所述第二二极管串联形成二极管第一支路,所述第三二极管和所述第四二极管相互串联形成二极管第二支路,所述第五开关管、所述二极管第一支路和所述二极管第二支路相互并联,所述第一二极管和所述第二二极管的连接点引出作为所述开关模块的一端,所述第三二极管和所述第四二极管的连接点引出作为所述开关模块的另一端。本实施例给出了开关模块的一种具体电路结构,开关模块的闭合状态对应于第五开关管导通,开关模块的断开对应于第五开关管截止。

根据本发明的一些实施例,所述开关模块包括反向并联的第六开关管和第七开关管。本实施例给出了开关模块的另一种具体电路结构,开关模块的闭合状态对应于第六开关管和第七开关管同时导通或者在交流电源的正半周期第六开关管导通,在交流电源的负半周期第七开关管导通;开关模块的断开对应于第六开关管和第七开关管同时截止。

根据本发明的一些实施例,所述开关模块包括反向串联的第八开关管和第九开关管,所述第八开关管和所述第九开关管均反并联有二极管。本实施例给出了开关模块的又一种具体电路结构,开关模块的闭合对应于第八开关管和第九开关管同时导通或者在交流电源的正半周期第八开关管导通,在交流电源的负半周期第九开关管导通;开关模块的断开对应于第八开关管和第九开关管同时截止。

根据本发明的一些实施例,所述开关模块为继电器或者机械开关器件。开关模块除了可以采用上述实施例提供的三种双向可控的高频开关,还可以采用本实施例给出的两种实施例方式。

根据本发明第二方面实施例的图腾柱 PFC 电路控制方法,所述图腾柱 PFC 电路包括:

电桥电路,所述电桥电路包括相互并联的第一桥臂和第二桥臂,所述第一桥臂包括相互串联的第一开关管和第二开关管,所述第二桥臂包括相互串联的第三开关管和第四开关管;

电抗器,所述电抗器的一端连接交流电源的一端,所述电抗器的另一端连接至所述第一开关管和所述第二开关管的连接点,交流电源的另一端连接至所述第三开关管和所述第四开关管的连接点;

母线电容模块,所述母线电容模块包括第一电容和第二电容,所述第一电容和所述第二电容串联后并联在所述电桥电路的输出端;

开关模块,所述开关模块的一端连接至所述第三开关管和所述第四开关管的连接点,所述开关模块的另一端连接至所述第一电容和所述第二电容的连接点;

控制模块,分别与上述电桥电路和上述开关模块连接;

所述方法包括:

所述控制模块控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止,以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电;所述第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段,所述第二预设时间段位于交流电源的负半周期的前半段。

根据本发明实施例的图腾柱 PFC 电路控制方法,至少具有如下有益效果:控制模块控制开关模块的开合,使得图腾柱 PFC 电路能够在图腾柱 PFC 模式和图腾柱倍压 PFC 模式之间切换,开关模块打开时,图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式,开关模块闭合时,图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式;控制第一开关管、第二开关管、第三开关管和第四开关管的导通截止,以使在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器进行多次充放电,从而改善输入电流的波形,改善输入电流谐波和功率因数,第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段,第二预设

时间段位于交流电源的负半周期的前半段，能够在电流较小时快速提升电流，提高电压转换效率。

根据本发明的一些实施例，所述的控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电，包括：

在需求电压小于交流电源的峰值电压的两倍的情况下，控制所述开关模块断开；

在第一预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第二状态，其中，所述第一状态为导通所述第一开关管和所述第三开关管，或者导通所述第二开关管和所述第四开关管；所述第二状态为导通所述第一开关管和所述第四开关管；

在第二预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第三状态，其中，所述第三状态为导通所述第三开关管和所述第二开关管。

在本实施例中，若需求电压小于交流电源的峰值电压的两倍，此时控制所述开关模块断开，图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式；在第一预设时间段内，电桥电路进入第一状态时，第一开关管和第三开关管导通，或者第二开关管和第四开关管，形成了交流电源、电抗器、第一开关管、第三开关管的电抗器充电回路，或者形成了交流电源、电抗器、第二开关管、第四开关管的电抗器充电回路；电桥电路进入第二状态时，第一开关管和第四开关管导通，电抗器的电流通过第一开关管、第一电容、第二电容、第四开关管形成放电回路，给母线电容模块充电；在第一预设时间段内电桥电路交替进入第一状态和第二状态，实现对电抗器进行多次充放电；同理，在第二预设时间段内，电桥电路进入第一状态时，第一开关管和第三开关管导通，或者第二开关管和第四开关管，形成了交流电源、电抗器、第一开关管、第三开关管的电抗器充电回路，或者形成了交流电源、电抗器、第二开关管、第四开关管的电抗器充电回路；电桥电路进入第三状态时，第三开关管和第二开关管导通，电抗器的电流通过第三开关管、第一电容、第二电容、第二开关管形成放电回路，给母线电容模块充电；在第二预设时间段内电桥电路交替进入第一状态和第三状态，实现对电抗器进行多次充放电。

根据本发明的一些实施例，所述的控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电，包括：

在需求电压大于或者等于交流电源的峰值电压的两倍的情况下，在第一预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第四状态，其中，所述第一状态为导通所述第一开关管和所述第三开关管，或者导通所述第二开关管和所述第四开关管；所述第四状态为导通所述第一开关管和闭合所述开关模块；在第二预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第五状态，其中所述第五状态为闭合所述开关模块和导通所述第二开关管。

在本实施例中，电桥电路进入第一状态时，第一开关管和第三开关管导通，或者第二开关管和第四开关管，形成了交流电源、电抗器、第一开关管、第三开关管的电抗器充电回路，或者形成了交流电源、电抗器、第二开关管、第四开关管的电抗器充电回路；电桥电路进入第四状态时，第一开关管导通和开关模块闭合，电抗器的电流通过第一开关管、第一电容、开关模块形成放电回路，给第一电容充电；在第一预设时间段内电桥电路交替进入第一状态和第四状态，实现对电抗器进行多次充放电；电桥电路进入第五状态时，开关模块闭合和第二开关管导通，电抗器的电流通过开关模块、第二电容、第二开关管形成放电回路，给第二电容充电；在第二预设时间段内电桥电路交替进入第一状态和第五状态，实现对电抗器进行多次充放电。

根据本发明的一些实施例，在第一状态下，控制所述开关模块断开。在第一状态下控制开关模块断开，可以避免电抗器充电回路对电抗器充电时，母线电容模块中存储的电能反向释放。

根据本发明的一些实施例，所述图腾柱 PFC 电路还包括第一母线二极管和第二母线二极管，所述第一母线二极管的正极连接至所述第一桥臂的一端以及所述第二桥臂的一端，所述第一母线二极管的负极连接至所述母线电容模块的一端；所述第二母线二极管的正极连接至所述母线电容模块的另一端，所述第二母线二极管的负极连接至所述第一桥臂的另一端以及所述第二桥臂的另一端；

所述的控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止,以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电,包括:

在需求电压大于或者等于交流电源的峰值电压的两倍的情况下,控制所述开关模块闭合;

在第一预设时间段内,控制所述电桥电路交替进入第一状态和第四状态,其中,所述第一状态为导通所述第一开关管和所述第三开关管,或者导通所述第二开关管和所述第四开关管;所述第四状态为导通所述第一开关管和闭合所述开关模块;

在第二预设时间段内,控制所述电桥电路交替进入第一状态和第五状态,其中所述第五状态为闭合所述开关模块和导通所述第二开关管。

同理,在本实施例中,电桥电路进入第一状态时,第一开关管和第三开关管导通,或者第二开关管和第四开关管,形成了交流电源、电抗器、第一开关管、第三开关管的电抗器充电回路,或者形成了交流电源、电抗器、第二开关管、第四开关管的电抗器充电回路;电桥电路进入第四状态时,第一开关管导通和开关模块闭合,电抗器的电流通过第一开关管、第一电容、开关模块形成放电回路,给第一电容充电;在第一预设时间段内电桥电路交替进入第一状态和第四状态,实现对电抗器进行多次充放电;电桥电路进入第五状态时,开关模块闭合和第二开关管导通,电抗器的电流通过开关模块、第二电容、第二开关管形成放电回路,给第二电容充电;在第二预设时间段内电桥电路交替进入第一状态和第五状态,实现对电抗器进行多次充放电。另外,由于在本实施例中,增加了第一母线二极管和第二母线二极管,限制了母线的电流流向,能够避免母线电容模块中存储的电能反向释放,因此在电桥电路进入第一状态时,无需控制开关模块断开,开关模块可以一直保持闭合状态,从而减少了开关模块频繁切换带来的损耗。

根据本发明的一些实施例,还包括以下步骤:

在所述母线电容模块的负载量增大的情况下,增加在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行充放电的次数;

在所述母线电容模块的负载量减少的情况下,减小在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行充放电的次数。

在本实施例中,由于对电抗器进行充放电的次数,开关的次数也就越多,开关损耗也越大,因此在满足谐波要求的前提下,尽量减少开关损耗。对电抗器进行充放电的次数根据负载量的大小来进行确定,负载量包括但不限于输入电流、母线电压、压缩机电流、压缩机频率等。当负载量大时,增加对电抗器进行充放电的次数,当负载量小时,减小对电抗器进行充放电的次数,既能满足需求,又能减少损耗。

根据本发明第三方面实施例的线路板,包括根据本发明第一方面实施例所述的图腾柱 PFC 电路。

根据本发明实施例的线路板,至少具有如下有益效果:控制模块控制开关模块的开合,使得图腾柱 PFC 电路能够在图腾柱 PFC 模式和图腾柱倍压 PFC 模式之间切换,开关模块打开时,图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式,开关模块闭合时,图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式;控制第一开关管、第二开关管、第三开关管和第四开关管的导通截止,以使在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器进行多次充放电,从而改善输入电流的波形,改善输入电流谐波和功率因数,第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段,第二预设时间段位于交流电源的负半周期的前半段,能够在电流较小时快速提升电流,提高电压转换效率。

根据本发明第四方面实施例的空调器,包括根据本发明第三方面实施例所述的线路板;或者,

包括至少一个处理器和用于与所述至少一个处理器通信连接的存储器;所述存储器存储有能够被所述至少一个处理器执行的指令,所述指令被所述至少一个处理器执行,以使所述至少一个处理器能够执行根据本发明第二方面实施例所述的图腾柱 PFC 电路控制方法。

根据本发明实施例的空调器,至少具有如下有益效果:控制模块控制开关模块的开合,使得图腾柱 PFC 电路能够在图腾柱 PFC 模式和图腾柱倍压 PFC 模式之间切换,开关模块打开时,图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式,开关模块闭合时,图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式;控制第一开关管、第二开关管、第三开关管和第四

开关管的导通截止,以使在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器进行多次充放电,从而改善输入电流的波形,改善输入电流谐波和功率因数,第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段,第二预设时间段位于交流电源的负半周期的前半段,能够在电流较小时快速提升电流,提高电压转换效率。

根据本发明第五方面实施例的一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于使计算机执行根据本发明第二方面实施例所述的图腾柱 PFC 电路控制方法。

本发明的附加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,或通过本发明的实践了解到。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明进一步地说明;

图 1 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路的电路原理图;

图 2 为本发明实施例提供的另一图腾柱 PFC 电路的电路原理图;

图 3 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路的开关模块的电路原理图;

图 4 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路的开关模块的另一电路原理图;

图 5 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路的开关模块的又一电路原理图;

图 6 为图 1 提供的图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式的控制脉冲图;

图 7 为图 1 提供的图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式的一种控制脉冲图;

图 8 为图 1 提供的图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式的另一种控制脉冲图;

图 9 为图 2 提供的图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式的一种控制脉冲图;

图 10 为图 2 提供的图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式的另一种控制脉冲图;

图 11 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路在第一预设时间段进入第一状态的一种电流流向示意图;

图 12 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路在第一预设时间段进入第一状态的另一种电流流向示意图;

图 13 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路在第一预设时间段进入第二状态的电流流向示意图;

图 14 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路在第一预设时间段进入第四状态的电流流向示意图;

图 15 为本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路在第二预设时间段进入第五状态的电流流向示意图。

具体实施方式

本部分将详细描述本发明的具体实施例,本发明之较佳实施例在附图中示出,附图的作用在于用图形补充说明书文字部分的描述,使人能够直观地、形象地理解本发明的每个技术特征和整体技术方案,但其不能理解为对本发明保护范围的限制。

在本发明的描述中,如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的,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或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

本发明的描述中,除非另有明确的限定,设置、安装、连接等词语应做广义理解,所属技术领域技术人员可以结合技术方案的具体内容合理确定上述词语在本发明中的具体含义。

本发明实施例提供一种图腾柱 PFC 电路、控制方法、线路板、空调器及计算机存储介质,能够改善输入电流谐波和功率因数,提高电压转换效率。

下面结合附图,对本发明实施例作进一步阐述。

如图 1 所示,图 1 是本发明第一方面实施例提供的图腾柱 PFC 电路的结构示意图,图腾柱 PFC 电路包括电桥电路 100、电抗器 L1、母线电容模块 200、开关模块 300 和控制模块 400。

电桥电路 100 包括相互并联的第一桥臂和第二桥臂,第一桥臂包括相互串联的第一开关管 Q1 和第二开关管 Q2,第二桥臂包括相互串联的第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4,第一开关管 Q1、第二开关管 Q2、第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 组成了一个桥式电路,其中,第一开关管反并联有二极管 D1,第二开关管反并联有二极管 D2,第三开关管反并联有二极管 D3,第四开关管反并联有二极管 D4;

电抗器 L1 的一端连接交流电源 AC 的一端，电抗器 L1 的另一端连接至第一开关管 Q1 和第二开关管 Q2 的连接点，交流电源 AC 的另一端连接至第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 的连接点；

母线电容模块 200 包括第一电容 C1 和第二电容 C2，第一电容 C1 和第二电容 C2 串联后并联在电桥电路 100 的输出端；

开关模块 300，的一端连接至第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 的连接点，开关模块 300 的另一端连接至第一电容 C1 和第二电容 C2 的连接点；

控制模块 400，用于控制开关模块 300 的开合、以及控制第一开关管 Q1、第二开关管 Q2、第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器 L1 进行多次充放电；第一预设时间段位于交流电源 AC 的正半周期的前半段，第二预设时间段位于交流电源 AC 的负半周期的前半段。

参照图 2，本发明实施例还提供图腾柱 PFC 电路的另一种结构示意图，在图 1 的基础上，还包括第一母线二极管 D10 和第二母线二极管 D11，第一母线二极管 D10 的正极连接至第一桥臂的一端以及第二桥臂的一端，第一母线二极管 D10 的负极连接至母线电容模块 200 的一端；第二母线二极管 D11 的正极连接至母线电容模块 200 的另一端，第二母线二极管 D11 的负极连接至第一桥臂的另一端以及第二桥臂的另一端。在本实施例中增加了第一母线二极管 D10 和第二母线二极管 D11，限制了母线的电流流向，能够避免母线电容模块 200 中存储的电能反向释放。

控制模块 400 控制开关模块 300 的开合，使得图腾柱 PFC 电路能够在图腾柱 PFC 模式和图腾柱倍压 PFC 模式之间切换，开关模块 300 打开时，图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式，开关模块 300 闭合时，图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式。

参照图 1 和图 2，在本发明的一些实施例中，图腾柱 PFC 电路还包括用于检测交流电源输入的交流电流值 I_s 的电流检测模块 500，电流检测模块 500 串联在交流电源 AC 和电桥电路 100 之间，电流检测模块 500 的输出端连接控制模块 400。电流检测模块 500 可以由电流互感器和外加检测电路构成，电流互感器可以串联在交流电源 AC 的火线端或者零线端，电流检测模块 500 的具体电路可以参考现有技术，此处不再赘述。

参照图 1 和图 2，在本发明的一些实施例中，图腾柱 PFC 电路还包括直流电压检测模块 600，直流电压检测模块 600 并联在电桥电路 100 的输出端，直流电压检测模块 600 的输出端连接控制模块 400。直流电压检测模块 600 可以采用基于电阻分压结构形式的简单电路组成，具体电路可参考现有技术，此处不再赘述。

参照图 1，在本发明的一些实施例中，图腾柱 PFC 电路还包括交流电压检测模块 700，交流电压检测模块 700 并联在交流电源 AC 和电桥电路 100 之间，交流电压检测模块 700 的输出端连接控制模块 400。交流电压检测模块 700 的具体电路同理可参考现有技术，此处不再赘述。

进一步地，对于图 1 所示的图腾柱 PFC 电路，开关模块 300 应选择为双向可控的高频开关；对于图 2 所示的图腾柱 PFC 电路，开关模块 300 可以为继电器、机械开关器件或者双向可控的高频开关。其中，双向可控的高频开关可以是图 3 至图 5 所示的结构中的一种。

具体地，图 3 中展示的开关模块 300 包括第一二极管 D-1、第二二极管 D-2、第三二极管 D-3、第四二极管 D-4 和第五开关管 Q5，第一二极管 D-1 和第二二极管 D-2 串联形成二极管第一支路，第三二极管 D-3 和第四二极管 D-4 相互串联形成二极管第二支路，第五开关管 Q5、二极管第一支路和二极管第二支路相互并联，第一二极管 D-1 和第二二极管 D-2 的连接点引出作为开关模块 300 的一端，第三二极管 D-3 和第四二极管 D-4 的连接点引出作为开关模块 300 的另一端。其中，开关模块 300 的闭合状态对应于第五开关管 Q5 导通，开关模块 300 的断开对应于第五开关管 Q5 截止。

图 4 中展示的开关模块 300 包括反向并联的第六开关管 Q6 和第七开关管 Q7。其中，开关模块 300 的闭合对应于第六开关管 Q6 和第七开关管 Q7 同时导通或者在交流电源 AC 的正半周期第六开关管 Q6 导通，在交流电源 AC 的负半周期第七开关管 Q7 导通；开关模块 300 的断开对应于第六开关管 Q6 和第七开关管 Q7 同时截止。

图 5 中展示的开关模块 300 包括反向串联的第八开关管 Q8 和第九开关管 Q9，第八开关管 Q8 反并联有第二二极管 D-8，第九开关管 Q9 反并联有第二二极管 D-9。其中，开关模块 300 的闭合对应于第八开关管 Q8 和第九开关管 Q9 同时导通，开关模块 300 的断开对应于第八开关管 Q8 和第九开关管 Q9 同时截止。

管 Q9 同时导通或者在交流电源 AC 的正半周期第八开关管 Q8 导通, 在交流电源 AC 的负半周期第九开关管 Q9 导通; 开关模块 300 的断开对应于第八开关管 Q8 和第九开关管 Q9 同时截止。

本发明的第二方面实施例提供一种图腾柱 PFC 电路控制方法, 适用于图 1 和图 2 所示的图腾柱 PFC 电路, 控制方法包括以下步骤:

控制模块 400 控制开关模块 300 的开合、以及控制第一开关管 Q1、第二开关管 Q2、第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 的导通截止, 以使在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器 L1 进行多次充放电; 第一预设时间段位于交流电源 AC 的正半周期的前半段, 第二预设时间段位于交流电源 AC 的负半周期的前半段。

在本实施例中, 控制模块 400 控制开关模块 300 的开合, 使得图腾柱 PFC 电路能够在图腾柱 PFC 模式和图腾柱倍压 PFC 模式之间切换, 开关模块 300 打开时, 图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式, 开关模块 300 闭合时, 图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱倍压 PFC 模式; 控制第一开关管 Q1、第二开关管 Q2、第三开关管 Q3 和第四开关管 Q4 的导通截止, 以使在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器 L1 进行多次充放电, 从而改善输入电流的波形, 改善输入电流谐波和功率因数, 第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段, 第二预设时间段位于交流电源的负半周期的前半段, 能够在电流较小时快速提升电流, 提高电压转换效率。其中, 第一预设时间段和第二预设时间段开始于交流电源 AC 经过过零点之后的一个短暂时间间隔之后, 该时间间隔一般为 0-5 毫秒。

另外, 由于图 1 的图腾柱 PFC 电路和图 2 的图腾柱 PFC 电路在结构上略有不同, 因此在具体控制方法上也是有所差异, 下面分别阐述两种不同结构的图腾柱 PFC 电路的具体控制方法。

对于图 1 的图腾柱 PFC 电路, 其控制方法具体分为两种情况, 第一种为需求电压小于交流电源 AC 的峰值电压的两倍, 第二种为需求电压大于或者等于交流电源 AC 的峰值电压的两倍的情况下。

对于第一种情况, 在需求电压小于交流电源 AC 的峰值电压的两倍的情况下, 控制开关模块 300 断开; 此时, 图腾柱 PFC 电路运行于图腾柱 PFC 模式:

在第一预设时间段内, 控制电桥电路 100 交替进入第一状态和第二状态, 其中, 第一状态为导通第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3, 或者导通第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4; 第二状态为导通第一开关管 Q1 和第四开关管 Q4;

在第二预设时间段内, 控制电桥电路 100 交替进入第一状态和第三状态, 其中, 第三状态为导通第三开关管 Q3 和第二开关管 Q2。

其中, 在第一预设时间段内, 第一状态有两种情况: 导通第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3, 或者导通第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4; 第二状态只有一种情况: 导通第一开关管 Q1 和第四开关管 Q4。具体地, 在第一预设时间段内, 若第一状态为导通第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3, 则形成了交流电源 AC、电抗器 L1、第一开关管 Q1、第三开关管 Q3 的电抗器充电回路, 如图 11 虚线箭头所示; 在第一预设时间段内, 若第一状态为第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4, 则形成了交流电源 AC、电抗器 L1、第二开关管 Q2、第四开关管 Q4 的电抗器充电回路, 如图 12 虚线箭头所示; 在第一预设时间段内, 第二状态导通第一开关管 Q1 和第四开关管 Q4, 电抗器 L1 的电流通过第一开关管 Q1、第一电容 C1、第二电容 C2、第四开关管 Q4 形成放电回路, 给母线电容模块 200 充电, 如图 13 虚线箭头所示。在第二预设时间段内各种情况的电流流向同理可知, 此处不再重复。

为了减少开关管的切换, 第一状态优选为导通第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4 的情况, 从而使得在第一预设时间段内第四开关管 Q4 一直保持导通, 无需进行切换, 如图 6 的正半周期所示。同理, 在第二预设时间段内, 第一状态也是有两种情况, 第三状态只有一种情况: 导通第三开关管 Q3 和第二开关管 Q2, 因此第一状态优选为导通第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3 的情况, 从而使得在第二预设时间段内第三开关管 Q3 一直保持导通, 无需进行切换, 如图 6 的负半周期所示。

对于第二种情况, 在需求电压大于或者等于交流电源 AC 的峰值电压的两倍的情况下, 在第一预设时间段内, 控制电桥电路 100 交替进入第一状态和第四状态, 其中, 第一状态为导通第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3, 或者导通第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4; 第四状态为导通第一开关管 Q1 和闭合开关模块 300; 在第二预设时间段内, 控制电桥电路 100 交替进入第一状态和第五状态, 其中第五状态为闭合开关模块 300 和导通第二开关管 Q2。

在第一预设时间段内,电桥电路 100 进入第一状态的电流流向同理可以参考图 11 和图 12,电桥电路 100 进入第四状态,导通第一开关管 Q1 和闭合开关模块 300,电抗器 L1 的电流通过第一开关管 Q1、第一电容 C1、开关模块 300 形成放电回路,给第一电容 C1 充电,如图 14 虚线箭头所示;在第二预设时间段内,电桥电路 100 进入第五状态,闭合开关模块 300 和导通第二开关管 Q2,电抗器 L1 的电流通过开关模块 300、第二电容 C2、第二开关管 Q2 形成放电回路,给第二电容 C2 充电,如图 15 虚线箭头所示。

其中,在第一预设时间段,第一状态有两种情况:导通第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3,或者导通第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4;第四状态只有一种情况:导通第一开关管 Q1 和闭合开关模块 300。若第一状态选择导通第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4,则可以使第三开关管 Q3 在第一预设时间段保持截止,如图 7 的正半周期所示;若第一状态选择导通第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3,则可以使第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4 在第一预设时间段保持截止,第一开关管 Q1 在第一预设时间段保持导通,如图 8 的正半周期所示。

同理,在第二预设时间段,第一状态有两种情况,第五状态只有一种情况,闭合开关模块 300 和导通第二开关管 Q2。若第一状态选择导通第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3,则可以使第四开关管 Q4 在第二预设时间段保持截止,如图 7 的负半周期所示;若第一状态选择导通第二开关管 Q2 和第四开关管 Q4,则可以使第一开关管 Q1 和第三开关管 Q3 在第二预设时间段保持截止,第二开关管 Q2 在第二预设时间段保持导通,如图 8 的负半周期所示。

需要注意的是,对于图 1 的第二种情况,也即在需求电压大于或者等于交流电源 AC 的峰值电压的两倍的情况下,在第一预设时间段和第二预设时间段内,电桥电路 100 进入第一状态时,需要控制开关模块 300 断开,参见图 7 和图 8 中开关模块 300 的波形图。电桥电路 100 进入第一状态时,控制开关模块 300 断开,可以避免母线电容模块 200 中存储的电能反向释放。

对于图 2 的图腾柱 PFC 电路,其控制方法也具体分为两种情况,第一种为需求电压小于交流电源 AC 的峰值电压的两倍,第二种为需求电压大于或者等于交流电源 AC 的峰值电压的两倍的情况下。

对应于图 2 的第一种情况的控制方法,和对应于图 1 的第一种情况的控制方法是相同的,此处不再重复阐述。

对应于图 2 的第二种情况的控制方法,和对应于图 1 的第二种情况的控制方法大体上时相同的,唯一区别在于图 1 的第二种情况在第一状态下,需要控制开关模块 300 断开,图 2 的第二种情况在第一状态下,无需控制开关模块 300 断开,控制开关模块 300 一直保持闭合即可,参见图 9 和图 10 所示。

本发明实施例提供的图腾柱 PFC 电路控制方法,还包括以下步骤:

在母线电容模块 200 的负载量增大的情况下,增加在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器 L1 进行充放电的次数;

在母线电容模块 200 的负载量减少的情况下,减小在第一预设时间段和第二预设时间段对电抗器 L1 进行充放电的次数。

在本实施例中,由于对电抗器 L1 进行充放电的次数,开关的次数也就越多,开关损耗也越大,因此在满足谐波要求的前提下,尽量减少开关损耗。对电抗器 L1 进行充放电的次数根据负载量的大小来进行确定,负载量包括但不限于输入电流、母线电压、压缩机电流、压缩机频率等。当负载量大时,增加对电抗器 L1 进行充放电的次数,当负载量小时,减小对电抗器 L1 进行充放电的次数,既能满足需求,又能减少损耗。

本发明第三方面实施例的线路板,包括根据本发明第一方面实施例的图腾柱 PFC 电路。

本实施例的线路板承载有本发明第一方面实施例的图腾柱 PFC 电路,其作用和工作原理均基于上述图腾柱 PFC 电路,因此本实施例的线路板具有与上述图腾柱 PFC 电路相同的效果,为节省篇幅,在此不再重复说明。

根据本发明第四方面实施例的空调器,包括根据本发明第三方面实施例的线路板:或者,

包括至少一个处理器和用于与至少一个处理器通信连接的存储器;存储器存储有能够被至少一个处理器执行的指令,指令被至少一个处理器执行,以使至少一个处理器能够执行根据本发明第二方面实施例的图腾柱 PFC 电路控制方法。

本实施例的空调器包括有本发明第三方面实施例的线路板,其作用和工作原理均基于上述线路板,因此本实施

例的空调器具有与上述线路板相同的效果，为节省篇幅，在此不再重复说明。

根据本发明第五方面实施例的一种计算机可读存储介质，其特征在于，计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，计算机可执行指令用于使计算机执行根据本发明第二方面实施例的图腾柱 PFC 电路控制方法。

本实施例的计算机存储介质执行本发明第二方面实施例的图腾柱 PFC 电路控制方法，因此本实施例的计算机存储介质具有与上述图腾柱 PFC 电路控制方法相同的作用，为节省篇幅，在此不再重复说明。

本领域普通技术人员可以理解，上文中所公开方法中的全部或某些步骤、系统可以被实施为软件、固件、硬件及其适当的组合。某些物理组件或所有物理组件可以被实施为由处理器，如中央处理器、数字信号处理器或微处理器执行的软件，或者被实施为硬件，或者被实施为集成电路，如专用集成电路。这样的软件可以分布在计算机可读介质上，计算机可读介质可以包括计算机存储介质（或非暂时性介质）和通信介质（或暂时性介质）。如本领域普通技术人员公知的，术语计算机存储介质包括在用于存储信息（诸如计算机可读指令、数据结构、程序模块或其他数据）的任何方法或技术中实施的易失性和非易失性、可移除和不可移除介质。计算机存储介质包括但不限于 RAM、ROM、EEPROM、闪存或其他存储器技术、CD-ROM、数字多功能盘（DVD）或其他光盘存储、磁盒、磁带、磁盘存储或其他磁存储装置、或者可以用于存储期望的信息并且可以被计算机访问的任何其他的介质。此外，本领域普通技术人员公知的是，通信介质通常包含计算机可读指令、数据结构、程序模块或者诸如载波或其他传输机制之类的调制数据信号中的其他数据，并且可包括任何信息递送介质。

上面结合附图对本发明实施例作了详细说明，但是本发明不限于上述实施例，在所述技术领域普通技术人员所具备的知识范围内，还可以在不脱离本发明宗旨的前提下做出各种变化。

权 利 要 求 书

1、一种图腾柱 PFC 电路，包括：

电桥电路，所述电桥电路包括相互并联的第一桥臂和第二桥臂，所述第一桥臂包括相互串联的第一开关管和第二开关管，所述第二桥臂包括相互串联的第三开关管和第四开关管；

电抗器，所述电抗器的一端连接交流电源的一端，所述电抗器的另一端连接至所述第一开关管和所述第二开关管的连接点，交流电源的另一端连接至所述第三开关管和所述第四开关管的连接点；

母线电容模块，所述母线电容模块包括第一电容和第二电容，所述第一电容和所述第二电容串联后并联在所述电桥电路的输出端；

开关模块，所述开关模块的一端连接至所述第三开关管和所述第四开关管的连接点，所述开关模块的另一端连接至所述第一电容和所述第二电容的连接点；以及

控制模块，分别连接所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管、所述第四开关管和所述开关模块，用于控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电；所述第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段，所述第二预设时间段位于交流电源的负半周期的前半段。

2、根据权利要求 1 所述的图腾柱 PFC 电路，还包括第一母线二极管和第二母线二极管，所述第一母线二极管的正极连接至所述第一桥臂的一端以及所述第二桥臂的一端，所述第一母线二极管的负极连接至所述母线电容模块的一端；所述第二母线二极管的正极连接至所述母线电容模块的另一端，所述第二母线二极管的负极连接至所述第一桥臂的另一端以及所述第二桥臂的另一端。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的图腾柱 PFC 电路，还包括用于检测交流电源输入的交流电流值的电流检测模块，所述电流检测模块串联在交流电源和所述电桥电路之间，所述电流检测模块的输出端连接所述控制模块。

4、根据权利要求 1 或 2 所述的图腾柱 PFC 电路，还包括直流电压检测模块，所述直流电压检测模块并联在所述母线电容模块的后端，所述直流电压检测模块的输出端连接所述控制模块。

5、根据权利要求 1 或 2 所述的图腾柱 PFC 电路，还包括交流电压检测模块，所述交流电压检测模块并联在交流电源和所述电桥电路之间，所述交流电压检测模块的输出端连接所述控制模块。

6、根据权利要求 1 或 2 所述的图腾柱 PFC 电路，其中，所述开关模块包括第一二极管、第二二极管、第三二极管、第四二极管和第五开关管，所述第一二极管和所述第二二极管串联形成二极管第一支路，所述第三二极管和所述第四二极管相互串联形成二极管第二支路，所述第五开关管、所述二极管第一支路和所述二极管第二支路相互并联，所述第一二极管和所述第二二极管的连接点引出作为所述开关模块的一端，所述第三二极管和所述第四二极管的连接点引出作为所述开关模块的另一端。

7、根据权利要求 1 或 2 所述的图腾柱 PFC 电路，其中，所述开关模块包括反向并联的第六开关管和第七开关管。

8、根据权利要求 1 或 2 所述的图腾柱 PFC 电路，其中，所述开关模块包括反向串联的第八开关管和第九开关管，所述第八开关管和所述第九开关管均反并联有二极管。

9、根据权利要求 2 所述的图腾柱 PFC 电路，其中，所述开关模块为继电器或者机械开关器件。

10、一种图腾柱 PFC 电路控制方法，其中，所述图腾柱 PFC 电路包括：

电桥电路，所述电桥电路包括相互并联的第一桥臂和第二桥臂，所述第一桥臂包括相互串联的第一开关管和第二开关管，所述第二桥臂包括相互串联的第三开关管和第四开关管；

电抗器，所述电抗器的一端连接交流电源的一端，所述电抗器的另一端连接至所述第一开关管和所述第二开关管的连接点，交流电源的另一端连接至所述第三开关管和所述第四开关管的连接点；

母线电容模块，所述母线电容模块包括第一电容和第二电容，所述第一电容和所述第二电容串联后并联在所述电桥电路的输出端；

开关模块，所述开关模块的一端连接至所述第三开关管和所述第四开关管的连接点，所述开关模块的另一端连接至所述第一电容和所述第二电容的连接点；

控制模块，分别与所述电桥电路和所述开关模块连接；

所述方法包括：

所述控制模块控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电；所述第一预设时间段位于交流电源的正半周期的前半段，所述第二预设时间段位于交流电源的负半周期的前半段。

11、根据权利要求10所述的图腾柱PFC电路控制方法，其中，所述的控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电，包括：

在需求电压小于交流电源的峰值电压的两倍的情况下，控制所述开关模块断开；

在第一预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第二状态，其中，所述第一状态为导通所述第一开关管和所述第三开关管，或者导通所述第二开关管和所述第四开关管；所述第二状态为导通所述第一开关管和所述第四开关管；

在第二预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第三状态，其中，所述第三状态为导通所述第三开关管和所述第二开关管。

12、根据权利要求10所述的图腾柱PFC电路控制方法，其中，所述的控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电，包括：

在需求电压大于或者等于交流电源的峰值电压的两倍的情况下，在第一预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第四状态，其中，所述第一状态为导通所述第一开关管和所述第三开关管，或者导通所述第二开关管和所述第四开关管；所述第四状态为导通所述第一开关管和闭合所述开关模块；在第二预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第五状态，其中所述第五状态为闭合所述开关模块和导通所述第二开关管。

13、根据权利要求12所述的图腾柱PFC电路控制方法，其中，在第一状态下，控制所述开关模块断开。

14、根据权利要求10所述的图腾柱PFC电路控制方法，其中，所述图腾柱PFC电路还包括第一母线二极管和第二母线二极管，所述第一母线二极管的正极连接至所述第一桥臂的一端以及所述第二桥臂的一端，所述第一母线二极管的负极连接至所述母线电容模块的一端；所述第二母线二极管的正极连接至所述母线电容模块的另一端，所述第二母线二极管的负极连接至所述第一桥臂的另一端以及所述第二桥臂的另一端；

所述的控制所述开关模块的开合、以及控制所述第一开关管、所述第二开关管、所述第三开关管和所述第四开关管的导通截止，以使在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行多次充放电，包括：

在需求电压大于或者等于交流电源的峰值电压的两倍的情况下，控制所述开关模块闭合；

在第一预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第四状态，其中，所述第一状态为导通所述第一开关管和所述第三开关管，或者导通所述第二开关管和所述第四开关管；所述第四状态为导通所述第一开关管和闭合所述开关模块；

在第二预设时间段内，控制所述电桥电路交替进入第一状态和第五状态，其中所述第五状态为闭合所述开关模块和导通所述第二开关管。

15、根据权利要求10所述的图腾柱PFC电路控制方法，还包括以下步骤：

在所述母线电容模块的负载量增大的情况下，增加在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行充放电的次数；

在所述母线电容模块的负载量减少的情况下，减小在第一预设时间段和第二预设时间段对所述电抗器进行充放电的次数。

16、一种线路板，包括有如权利要求 1 至 9 任一项所述的图腾柱 PFC 电路。

17、一种空调器，包括：

如权利要求 16 所述的线路板；

或者，

至少一个处理器和用于与所述至少一个处理器通信连接的存储器；所述存储器存储有能够被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行如权利要求 10 至 15 中任一项所述的图腾柱 PFC 电路控制方法。

18、一种计算机可读存储介质，其中，所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于使计算机执行如权利要求 10 至 15 任一项所述的图腾柱 PFC 电路控制方法。

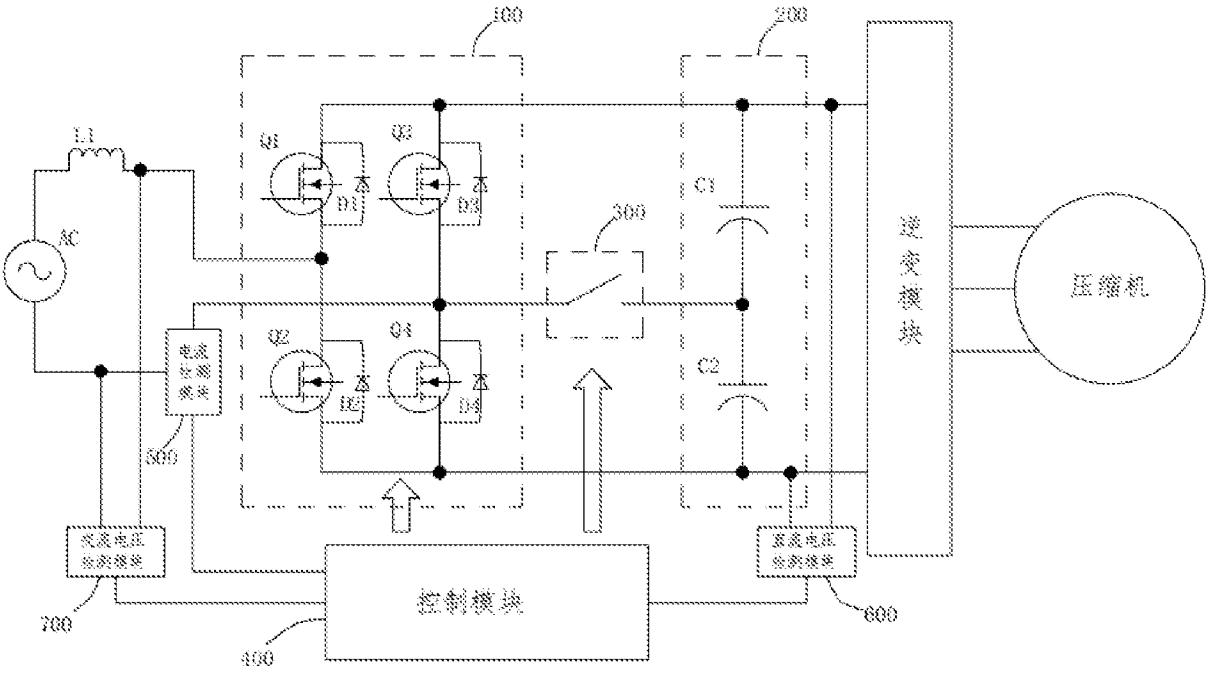


图1

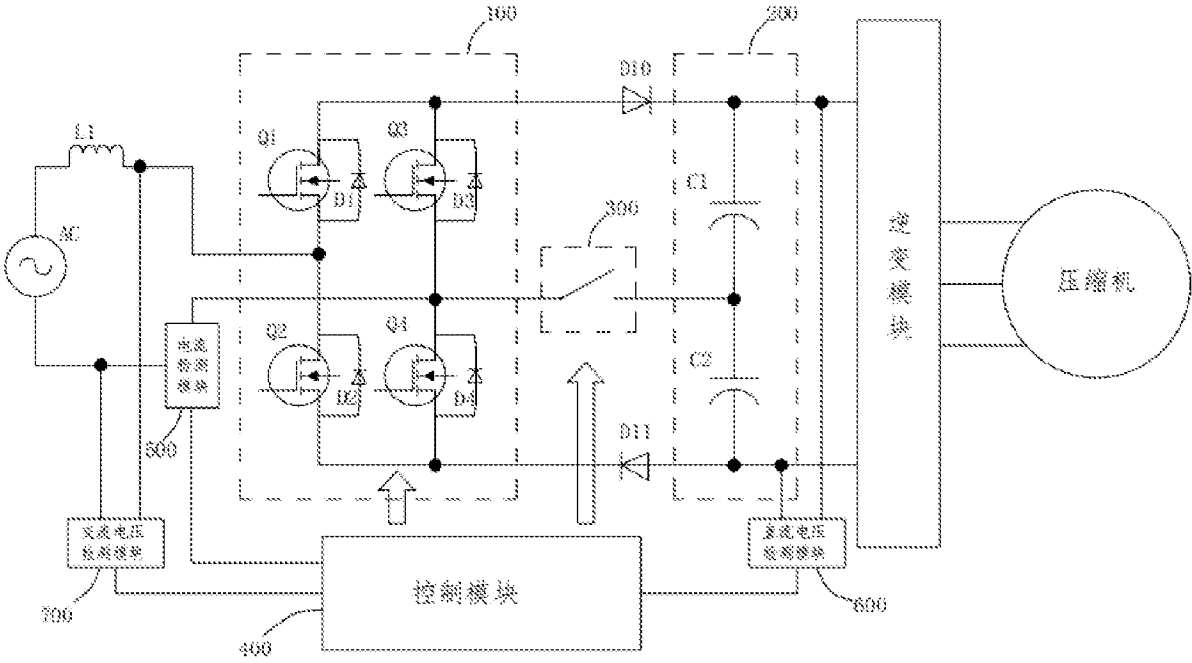


图2

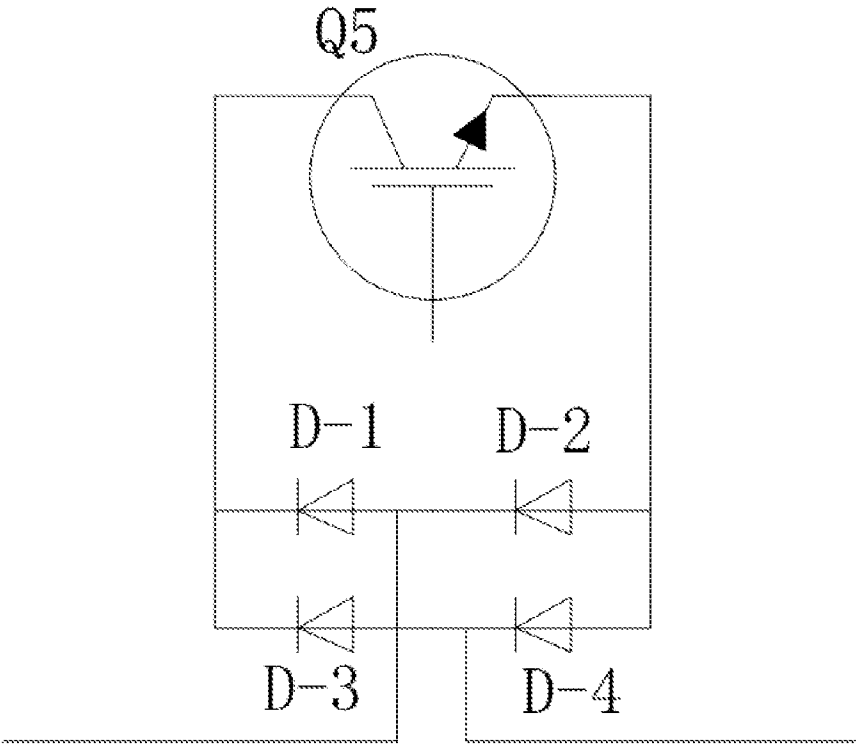


图3

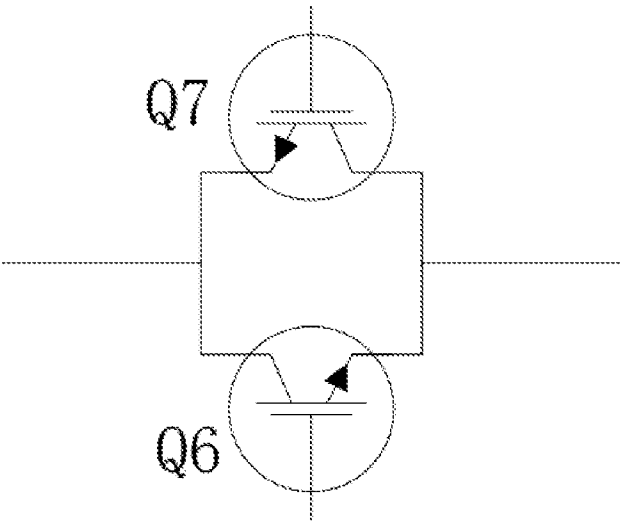


图4

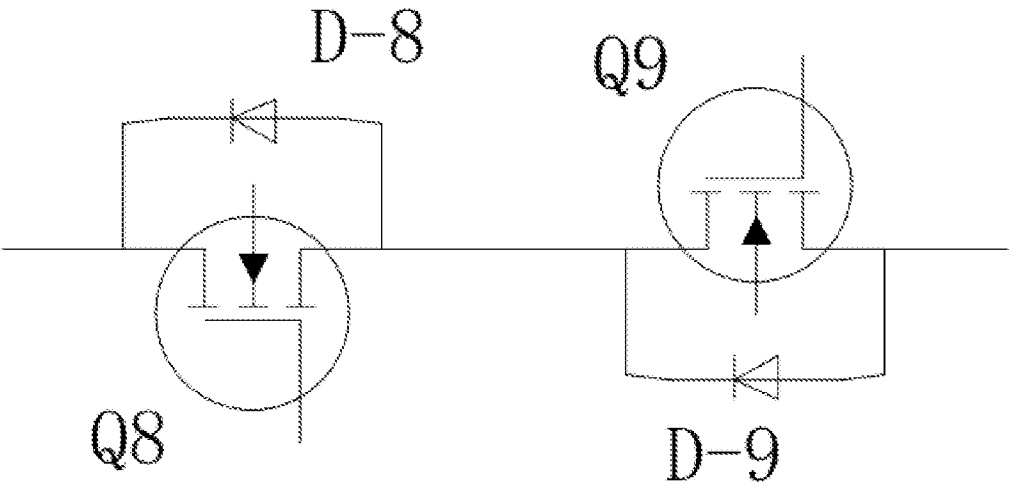


图5

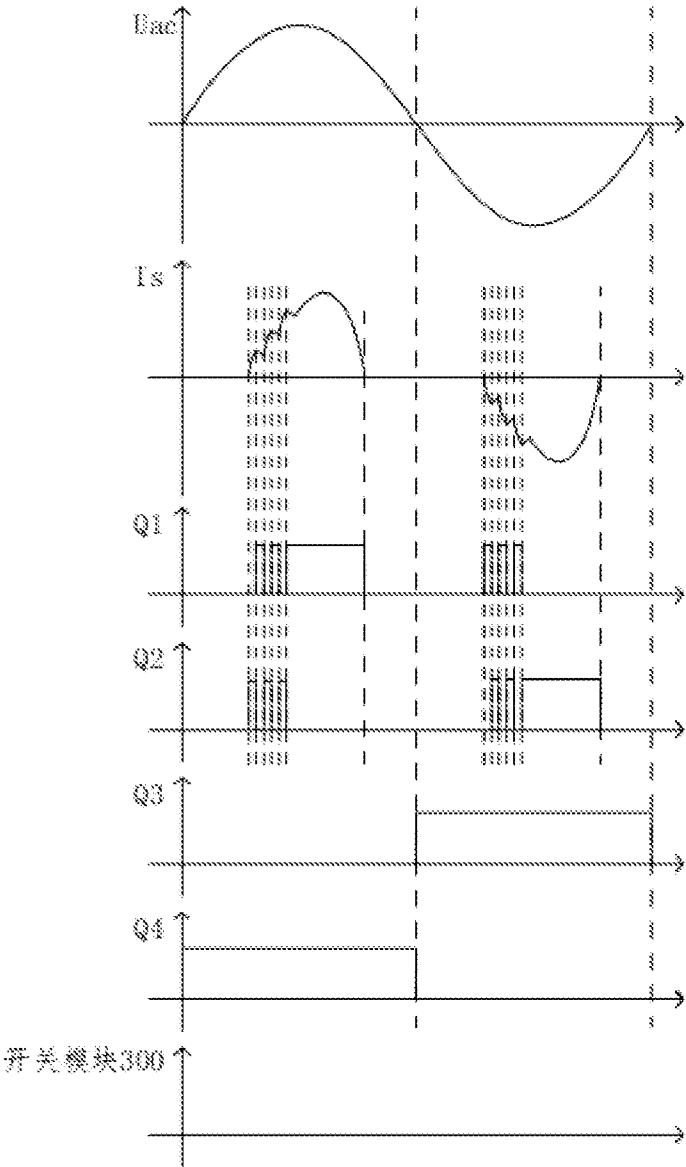


图6

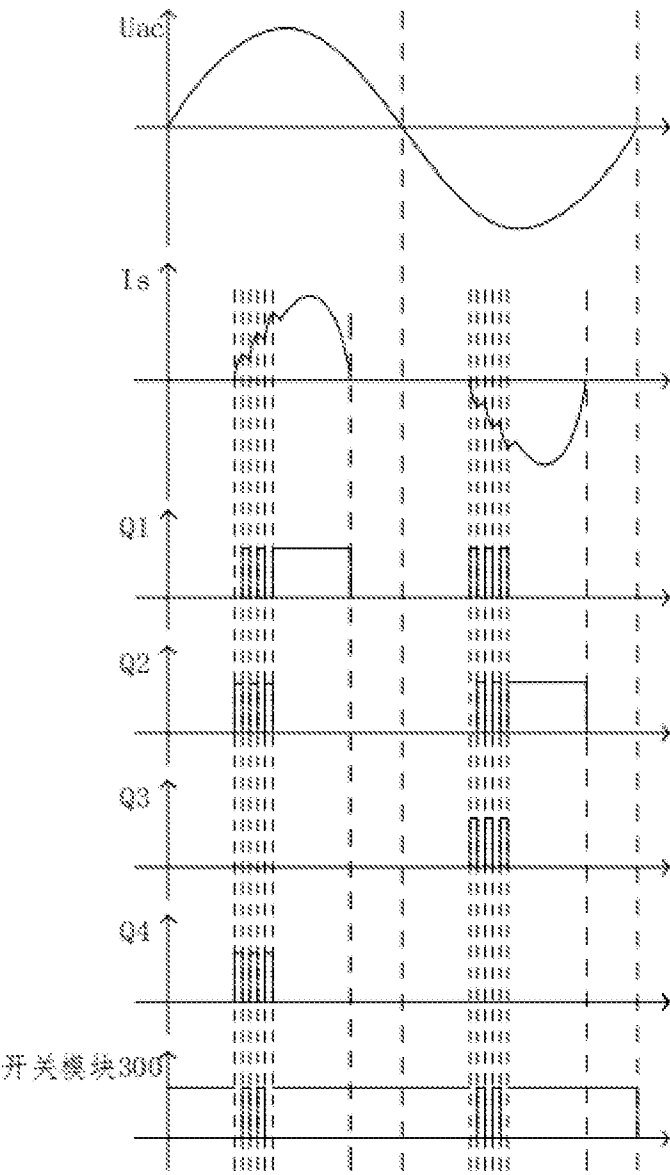


图7

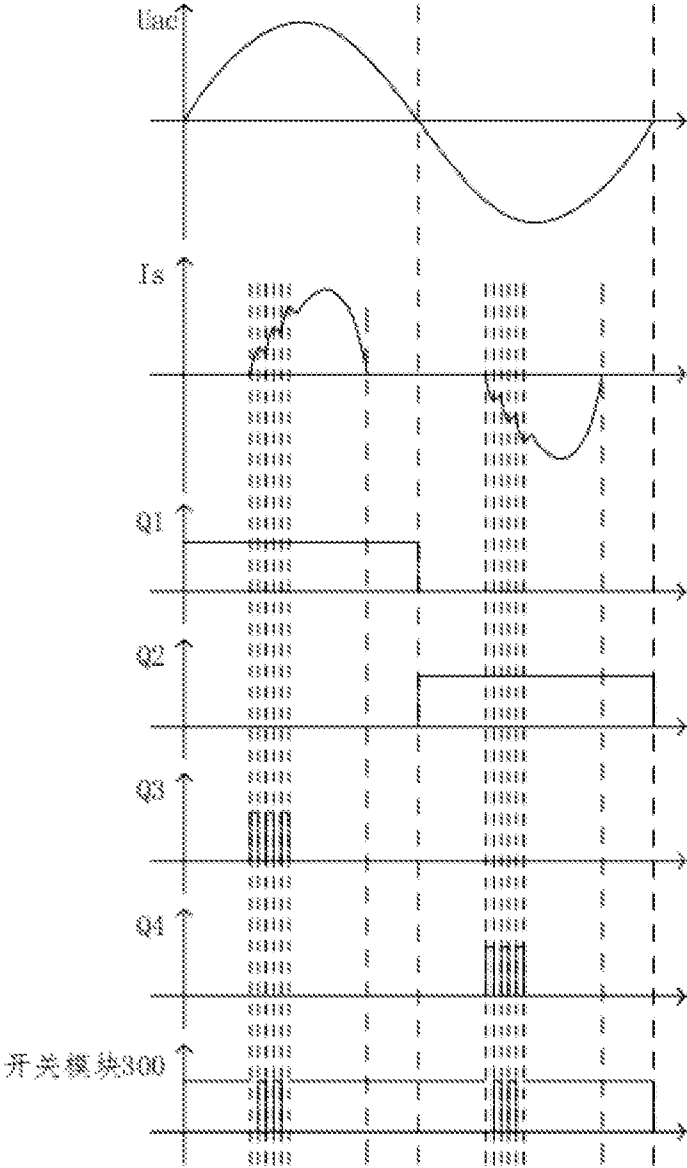
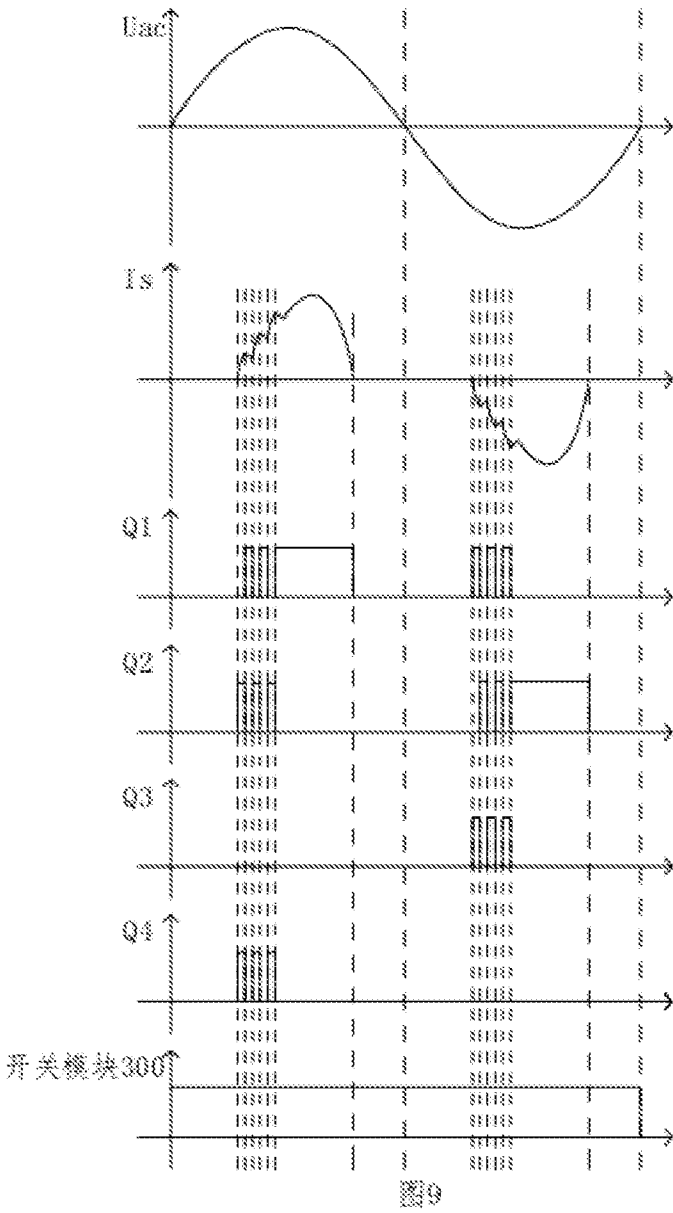


图5



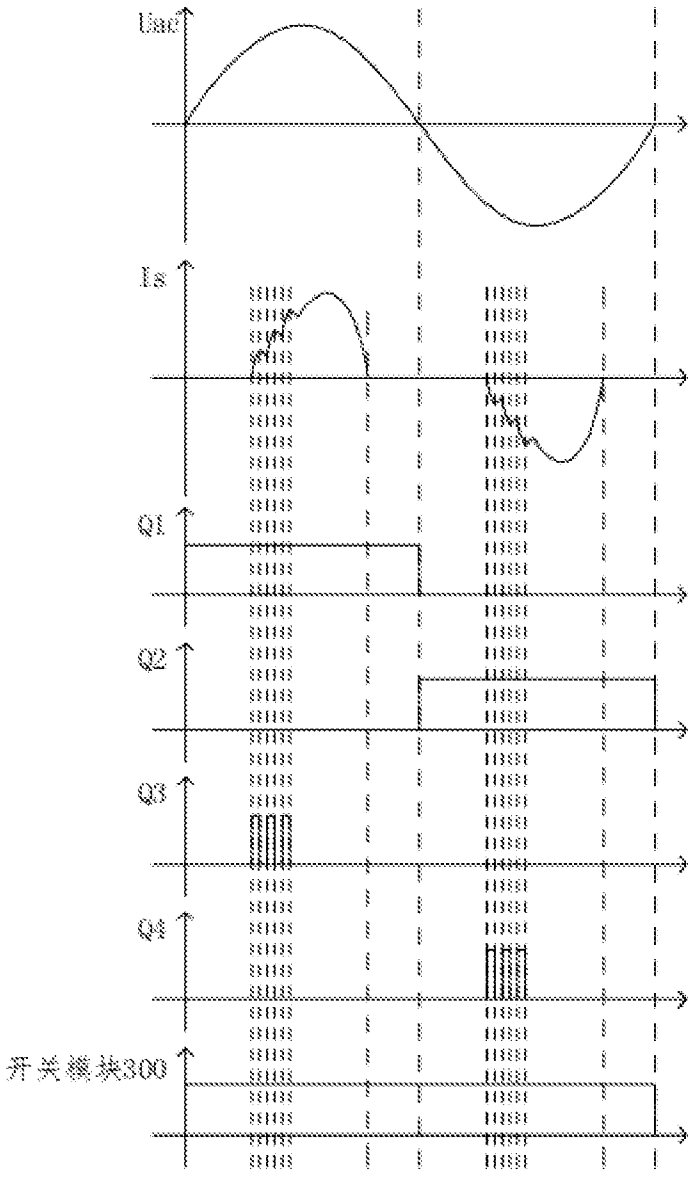


图10

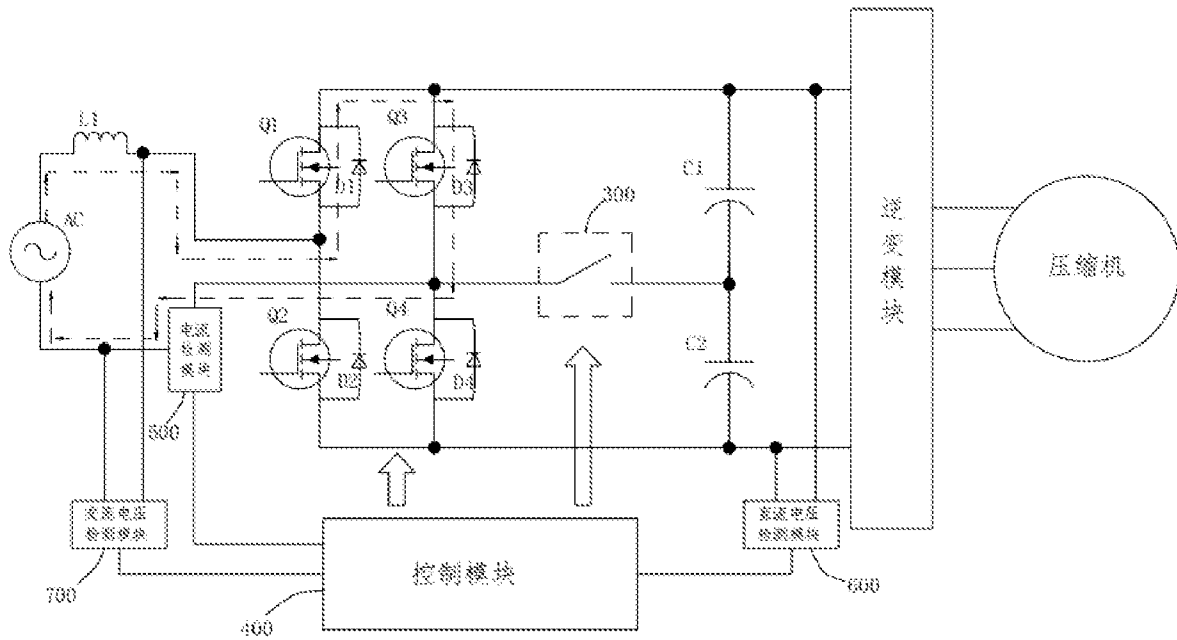


图11

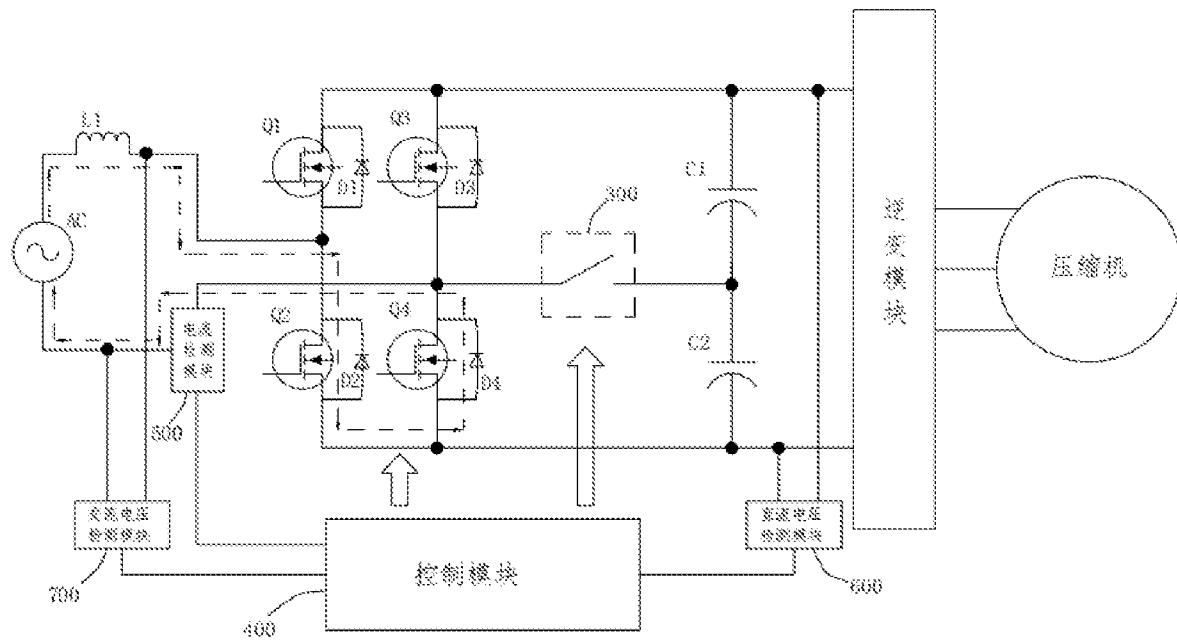


图12

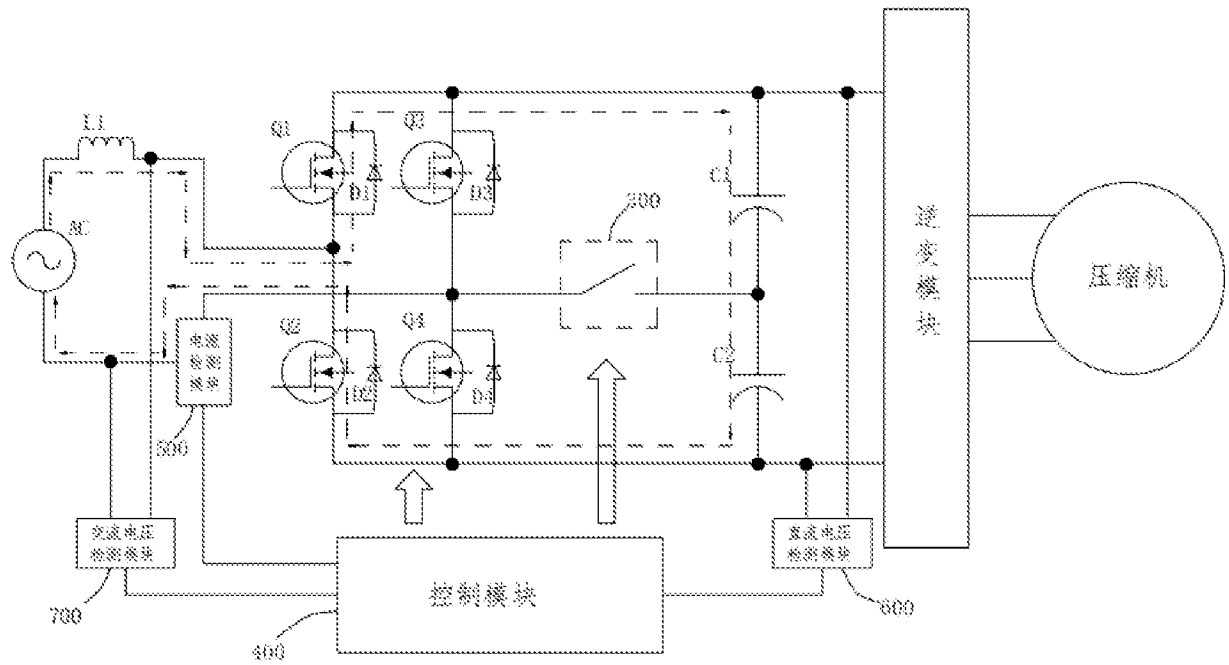


图13

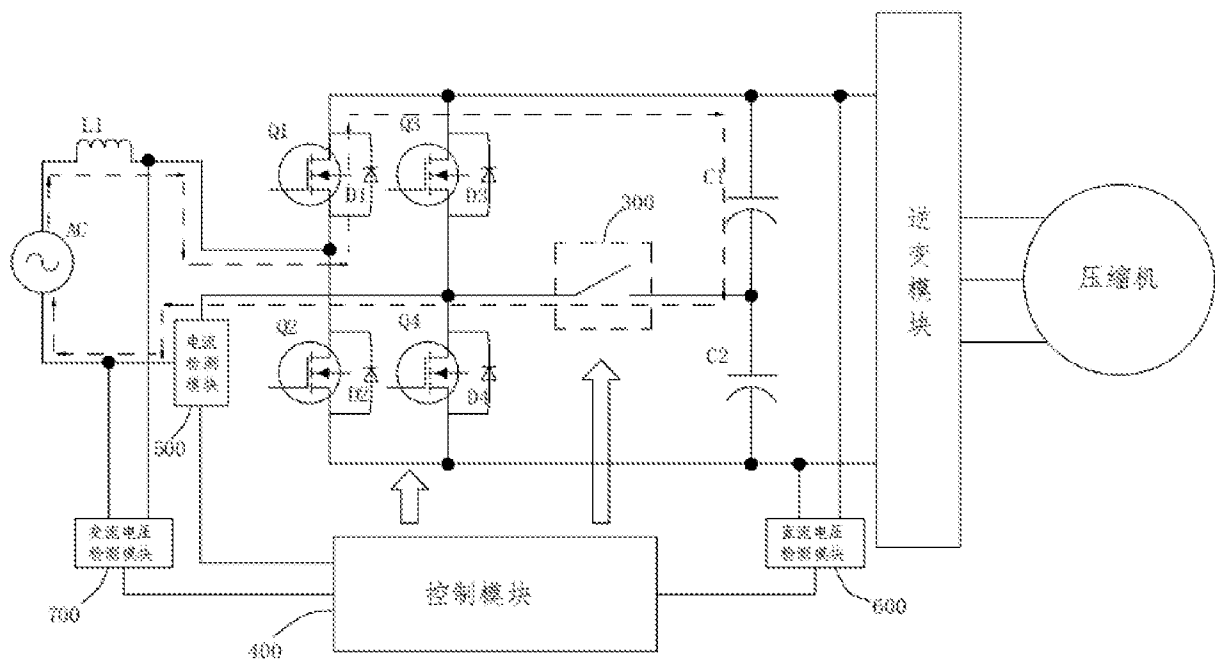


图14

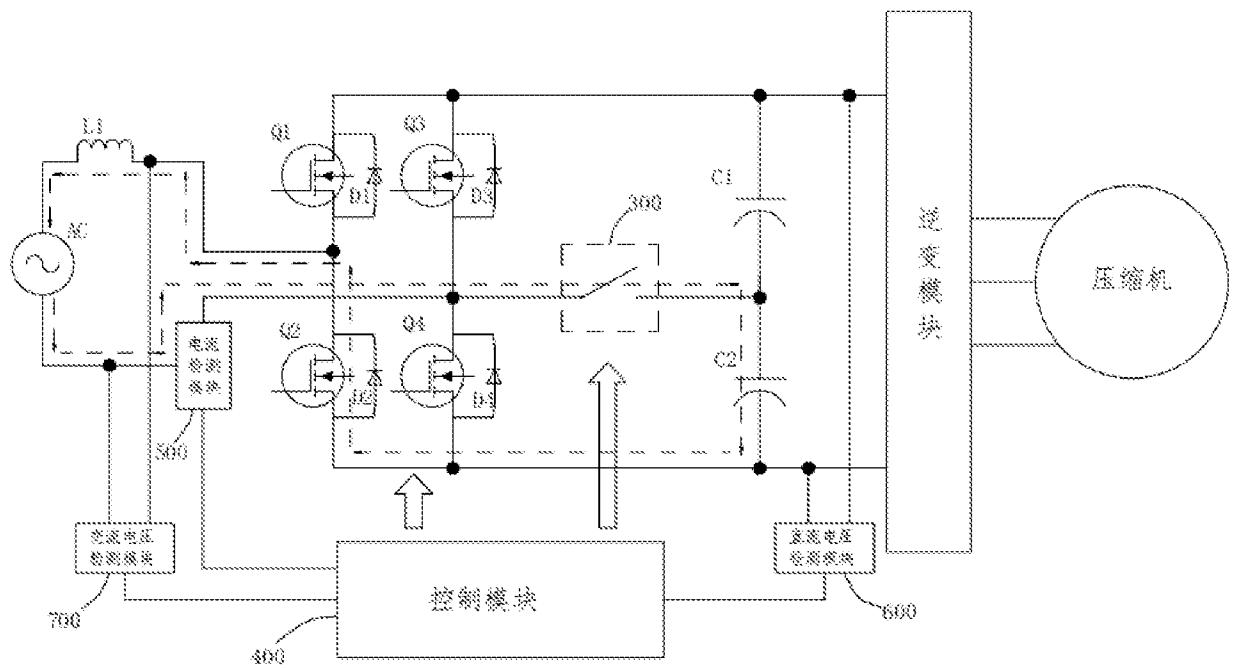


图15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/107105

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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)

CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS, CNKI, IEEE: 图腾柱, 功率因数校正, 电容, 串联, 倍压, 桥, 开关, 时间段, totem pole, PFC, capacitor, series, voltage, bridge, switch, time period

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015035851 A (MURATA MANUFACTURING CO.) 19 February 2015 (2015-02-19) description paragraphs 98-131, figures 4, 7, 9-10	1-18
Y	CN 108809075 A (GUANGDONG MIDEA REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD. et al.) 13 November 2018 (2018-11-13) description, paragraphs 69-158, figures 1-6	1-18
Y	CN 109802483 A (WUHAN INSTITUTE OF MARINE ELECTRIC PROPULSION (CHINA SHIPBUILDING INDUSTRY CORPORATION NO. 712 INSTITUTE)) 24 May 2019 (2019-05-24) figures 2-4	6-8
Y	CN 107086770 A (GUANGDONG MEDIA REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD.) 22 August 2017 (2017-08-22) description, paragraphs 36-68, figures 1-12	1-18

☐ 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

12 October 2021

Date of mailing of the international search report

21 October 2021

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/CN2021/107105

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	2015035851	A	19 February 2015	None			
CN	108809075	A	13 November 2018	CN	108809075	B	21 April 2020
CN	109802483	A	24 May 2019	None			
CN	107086770	A	22 August 2017	CN	207010546	U	13 February 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/107105

A. 主题的分类 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)) CNABS, CNTXT, DWPI, SIPOABS, CNKI, IEEE: 图腾柱, 功率因数校正, 电容, 串联, 倍压, 桥, 开关, 时间段, totem pole, PFC, capacitor, series, voltage, bridge, switch, time period																	
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>Y</td> <td>JP 2015035851 A (MURATA MANUFACTURING CO) 2015年 2月 19日 (2015 - 02 - 19) 说明书第98-131段, 附图4、7、9-10</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 108809075 A (广东美的制冷设备有限公司等) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 说明书第69-158段, 附图1-6</td> <td>1-18</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 109802483 A (武汉船用电力推进装置研究所中国船舶重工集团公司第七一二研究所) 2019年 5月 24日 (2019 - 05 - 24) 附图2-4</td> <td>6-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 107086770 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 8月 22日 (2017 - 08 - 22) 说明书第36-68段, 附图1-12</td> <td>1-18</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	Y	JP 2015035851 A (MURATA MANUFACTURING CO) 2015年 2月 19日 (2015 - 02 - 19) 说明书第98-131段, 附图4、7、9-10	1-18	Y	CN 108809075 A (广东美的制冷设备有限公司等) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 说明书第69-158段, 附图1-6	1-18	Y	CN 109802483 A (武汉船用电力推进装置研究所中国船舶重工集团公司第七一二研究所) 2019年 5月 24日 (2019 - 05 - 24) 附图2-4	6-8	Y	CN 107086770 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 8月 22日 (2017 - 08 - 22) 说明书第36-68段, 附图1-12	1-18
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
Y	JP 2015035851 A (MURATA MANUFACTURING CO) 2015年 2月 19日 (2015 - 02 - 19) 说明书第98-131段, 附图4、7、9-10	1-18															
Y	CN 108809075 A (广东美的制冷设备有限公司等) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 说明书第69-158段, 附图1-6	1-18															
Y	CN 109802483 A (武汉船用电力推进装置研究所中国船舶重工集团公司第七一二研究所) 2019年 5月 24日 (2019 - 05 - 24) 附图2-4	6-8															
Y	CN 107086770 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 8月 22日 (2017 - 08 - 22) 说明书第36-68段, 附图1-12	1-18															
☐ 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> * 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> “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 2021年 10月 12日		国际检索报告邮寄日期 2021年 10月 21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 李路 电话号码 (86-10) 62411656															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/107105

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)
JP	2015035851	A	2015年 2月 19日	无	
CN	108809075	A	2018年 11月 13日	CN 108809075	B 2020年 4月 21日
CN	109802483	A	2019年 5月 24日	无	
CN	107086770	A	2017年 8月 22日	CN 207010546	U 2018年 2月 13日