

(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6月8日 (08.06.2017)



(10) 国际公布号
WO 2017/092448 A1

- (51) 国际专利分类号:
H02M 7/5387 (2007.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2016/097729
- (22) 国际申请日: 2016年8月31日 (31.08.2016)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201510859695.3 2015年11月30日 (30.11.2015) CN
201520975371.1 2015年11月30日 (30.11.2015) CN
201510860689.X 2015年11月30日 (30.11.2015) CN
201520976521.0 2015年11月30日 (30.11.2015) CN
201610126189.8 2016年3月4日 (04.03.2016) CN
201620169936.1 2016年3月4日 (04.03.2016) CN
- (71) 申请人: 广东美的制冷设备有限公司 (GUANGDONG MIDEA REFRIGERATION APPLIANCES 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: 冯宇翔 (FENG, Yuxiang); 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).
- (74) 代理人: 北京友联知识产权代理事务所(普通合伙) (YOULINK INTELLECTUAL PROPERTY LAW FIRM); 中国北京市海淀区学清路8号科技财富中心A座506室尚志峰, Beijing 100192 (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,

[见续页]

(54) Title: INTELLIGENT POWER MODULE AND AIR CONDITIONER

(54) 发明名称: 智能功率模块和空调器

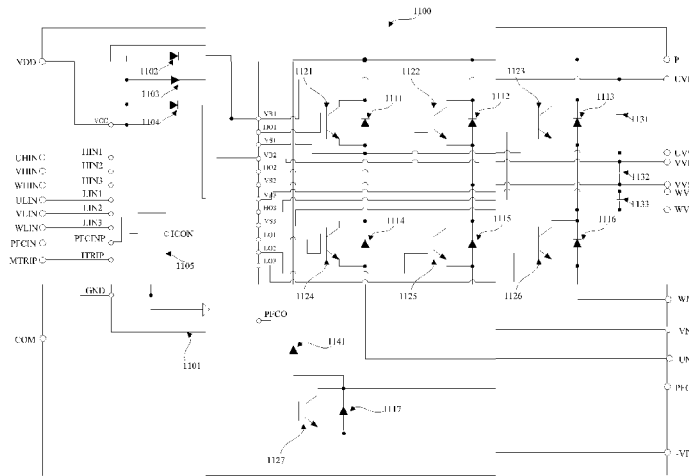
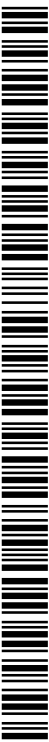


图 6

(57) Abstract: An intelligent power module (1100) and an air conditioner. The intelligent power module comprises: three-phase upper bridge arm signal input ends (UHIN, VHIN, WHIN), three-phase lower bridge arm signal input ends (ULIN, VLIN, WLIN), three-phase low-voltage reference ends (UN, VN, WN), a current detection end (MTRIP) and a PFC control input end (PFCIN). Wiring ends (HIN1, HIN2, HIN3, LIN1, LIN2, LIN3) respectively connected to the three-phase upper bridge arm signal input ends and the three-phase lower bridge arm signal input ends, and a first port (ITRIP) connected to the current detection end and a second port (PFCINP) connected to the PFC control input end are arranged on an HVIC (1101). A power supply positive electrode and negative electrode of an adaptive circuit (1105) are respectively connected to a low-voltage area power supply positive end (VDD) and negative end (COM) of the intelligent power module, a first input end of the adaptive circuit is connected to the first port, a second input end of the adaptive circuit is connected to the second port, and an output end (ICON) of the adaptive circuit acts as an enabling end of the HVIC. The adaptive circuit outputs an enabling signal via different means, effectively reduces the probability of the intelligent power module being mistakenly triggered at high temperatures, and increases the reliability of the intelligent power module.

(57) 摘要:

[见续页]



WO 2017/092448 A1



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))。

一种智能功率模块 (1100) 和空调器。智能功率模块包括: 三相上桥臂信号输入端 (UHIN, VHIN, WHIN)、三相下桥臂信号输入端 (ULIN, VLIN, WLIN)、三相低电压参考端 (UN, VN, WN)、电流检测端 (MTRIP) 和 PFC 控制输入端 (PFCIN); HVIC 管 (1101) 上设置有分别连接至三相上桥臂信号输入端和三相下桥臂信号输入端的接线端 (HIN1, HIN2, HIN3, LIN1, LIN2, LIN3), 以及连接至电流检测端的第一端口 (ITRIP) 和连接至 PFC 控制输入端的第二端口 (PFCINP); 自适应电路 (1105) 的供电电源正极和负极分别连接至智能功率模块的低压区供电电源正端 (VDD) 和负端 (COM), 自适应电路的第一输入端连接至第一端口, 自适应电路的第二输入端连接至第二端口, 自适应电路的输出端 (ICON) 作为 HVIC 管的使能端; 自适应电路可以通过不同的方式输出使能信号, 有效降低智能功率模块在高温下被误触发的几率, 提高智能功率模块的可靠性。

说明书

智能功率模块和空调器

5 本申请要求以下中国专利申请的优先权：

2015 年 11 月 30 日提交中国国家知识产权局、申请号为 201510859695.3、发明名称为“智能功率模块和空调器”的中国专利申请；

2015 年 11 月 30 日提交中国国家知识产权局、申请号为 201520975371.1、发明名称为“智能功率模块和空调器”的中国专利申请；

10 2015 年 11 月 30 日提交中国国家知识产权局、申请号为 201510860689.X、发明名称为“智能功率模块和空调器”的中国专利申请；

2015 年 11 月 30 日提交中国国家知识产权局、申请号为 201520976521.0、发明名称为“智能功率模块和空调器”的中国专利申请；

15 2016 年 03 月 04 日提交中国国家知识产权局、申请号为 201610126189.8、发明名称为“智能功率模块和空调器”的中国专利申请；

2016 年 03 月 04 日提交中国国家知识产权局、申请号为 201620169936.1、发明名称为“智能功率模块和空调器”的中国专利申请。

上述专利申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

20 技术领域

本发明涉及智能功率模块技术领域，具体而言，涉及一种智能功率模块和一种空调器。

背景技术

25 智能功率模块（Intelligent Power Module，简称 IPM）是一种将电力电子分立器件和集成电路技术集成在一起的功率驱动器，智能功率模块包含功率开关器件和高压驱动电路，并带有过电压、过电流和过热等故障检测电路。智能功率模块的逻辑输入端接收主控制器的控制信号，输出端驱动压缩机或后续电路工作，同时将检测到的系统状态信号送回主控制器。

相对于传统分立方案，智能功率模块具有高集成度、高可靠性、自检和保护电路等优势，尤其适合于驱动电机的变频器及各种逆变电源，是变频调速、冶金机械、电力牵引、伺服驱动、变频家电的理想电力电子器件。

现有的智能功率模块电路的结构示意图如图 1 所示，MTRIP 端口作为电流检测端，以根据检测到的电流大小对智能功率模块 100 进行保护。PFCIN 端口作为智能功率模块的 PFC (Power Factor Correction, 功率因数校正) 控制输入端。

在智能功率模块工作过程中，PFCINP 端按一定的频率在高低电平间频繁切换，使 IGBT 管 127 持续处于开关状态而 FRD 管 131 持续处于续流状态，该频率一般为 LIN1~LIN3、HIN1~HIN3 开关频率的 2~4 倍，并且与 LIN1~LIN3、HIN1~HIN3 的开关频率没有直接联系。

如图 2 所示，UN、VN、WN 接毫欧电阻 138 的一端，毫欧电阻 138 的另一端接 GND，MTRIP 是电流检测引脚，接毫欧电阻 138 的一端，通过检测毫欧电阻的压降测算电流，如图 3 所示，当电流过大时，使智能功率模块 100 停止工作，避免因过流产生过热后，对智能功率模块 100 产生永久性损坏。

-VP、COM、UN、VN、WN 在实际使用中有电连接关系。因此，IGBT 管 121~IGBT 管 127 开关时的电压噪声以及 FRD 管 111~FRD 管 116、FRD 管 131 续流时的电流噪声都会相互耦合，对各低电压区的输入引脚造成影响。

在各输入引脚中，HIN1~HIN3、LIN1~LIN3、PFCINP 的阈值一般在 2.3V 左右，而 ITRIP 的阈值电压一般只有 0.5V 一下，因此，ITRIP 是最容易受到干扰的引脚。当 ITRIP 受到触发，智能功率模块 100 就会停止工作，而因为此时并未真正发生过流，所以 ITRIP 此时的触发属于误触发。如图 4 所示，在 PFCIN 为高电平，IGBT 管 127 开通瞬间时，因为 FRD 管 131 的反向恢复电流的存在，叠加出 I_{131} 的电流波形，该电流有较大的震荡噪声，通过 -VP、COM、UN、VN、WN 在外围电路中的电连接，震荡噪声在 MTRIP 端会耦合出一定的电压抬高。设使 MTRIP 触发的条件为：电压 $>V_{th}$ ，且持续时间 $>T_{th}$ ；在图 4 中，设 $T_a < T_{th} < T_b$ ，则在前三个

周期的电压太高不足以使 MTRIP 产生误触发，到第四个周期，MTRIP 将产生误触发。

事实上，因为 FRD 管的反向恢复时间和反向恢复电流是正温度系数，温度越高，反向恢复时间越长，所以，随着系统的持续工作，智能功率模块 100 的温度持续上升，MTRIP 被触发的几率越来越大，如图 5 所示，在 25℃ 下，FRD 的反向恢复效应引起的电压波动不足以引起 MTRIP 触发，而随着温度升高，在 75℃ 时，MTRIP 被触发，使系统停止工作。虽然这种误触发在一段时间后会恢复而不会对系统形成破坏，但无疑会对用户造成困扰。如对于变频空调器的应用场合，环境温度越高正是用户越需要空调系统持续工作的时候，但高的环境温度会使 FRD 管的反向恢复时间增长，MTRIP 受误触发的几率提高，一旦 MTRIP 被误触发，空调系统会因误认为发生过流而停止工作 3~5 分钟，使用户在这段时间内无法获得冷风，这是造成空调系统因制冷能力不足受客户投诉的主要原因之一。

因此，如何能够有效降低智能功率模块在高温下被误触发的几率，提高智能功率模块的可靠性成为亟待解决的技术问题。

发明内容

本发明旨在至少解决现有技术或相关技术中存在的技术问题之一。

为此，本发明的一个目的在于提出了一种新的智能功率模块，可以有效降低智能功率模块在高温下被误触发的几率，提高了智能功率模块的可靠性。

本发明的另一个目的在于提出了一种具有该智能功率模块的空调器。

为实现上述目的，根据本发明的第一方面的实施例，提出了一种智能功率模块，包括：三相上桥臂信号输入端、三相下桥臂信号输入端、三相低电压参考端、电流检测端和 PFC 控制输入端；HVIC（High Voltage Integrated Circuit，高压集成电路）管，所述 HVIC 管上设置有分别连接至所述三相上桥臂信号输入端和所述三相下桥臂信号输入端的接线端，以及连接至所述电流检测端的第一端口和连接至所述 PFC 控制输入端的第二端口；自适应电路，所述自适应电路的供电电源正极和负极分别连接至所

述智能功率模块的低压区供电电源正端和负端，所述自适应电路的第一输入端连接至所述第一端口，所述自适应电路的第二输入端连接至所述第二端口，所述自适应电路的输出端作为所述 HVIC 管的使能端；

其中，所述自适应电路通过以下任一方式输出使能信号：

5 **方式一：**

所述自适应电路在所述第二输入端的输入信号处于上升沿时，不接收所述第一输入端的输入信号，并输出第一电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作；在所述第二输入端的输入信号未处于上升沿时，接收所述第一输入端的输入信号，并根据所述第一输入端的输入信号输出相应电平的使能信号。

具体地，自适应电路在通过方式一输出使能信号时，即在其第二输入端的输入信号（即由 PFC 控制输入端输入的信号）处于上升沿时，不接收第一输入端（电流检测端）的输入信号，并输出第一电平的使能信号，以允许 HVIC 管工作，使得在智能功率模块处于起始工作瞬间对噪声进行抑制，避免了因起始工作时噪声过大而引起的误触发而导致的系统无法正常工作的问
15 题。而通过在第二输入端的输入信号未处于上升沿时，接收第一输入端的输入信号，并根据第一输入端的输入信号输出相应电平的使能信号，使得在系统进入稳定工作状态后，能够针对电流检测端检测到的电流信号的变化做出相应的反应，以在电流检测端检测到的电流信号过大
20 时，对智能功率模块提供及时的保护。

进一步地，在所述自适应电路通过所述方式一输出使能信号的情况下：所述自适应电路在所述第一输入端的输入信号的电压值高于预定值且持续预定时长时，输出第二电平的使能信号，以禁止所述 HVIC 管工作；否则，输出所述第一电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作。其中，
25 在方式一中，第一电平的使能信号可以是高电平信号，第二电平的使能信号可以是低电平信号。

进一步地，在所述自适应电路通过所述方式一输出使能信号的情况下，所述自适应电路包括：

电压比较器，所述电压比较器的正输入端作为所述自适应电路的第一

输入端，所述电压比较器的负输入端连接至电压源的正极，所述电压源的负极作为所述自适应电路的供电电源负极；

第一非门，所述第一非门的输入端作为所述自适应电路的第二输入端，所述第一非门的输出端连接至第二非门的输入端，所述第二非门的输出端连接至第一与非门的第一输入端；

第三非门，所述第三非门的输入端连接至所述第一非门的输入端，所述第三非门的输出端连接至第四非门的输入端，所述第四非门的输出端连接至第五非门的输入端，所述第五非门的输出端连接至所述第一与非门的第二输入端；

10 第六非门，所述第六非门的输入端连接至所述第一与非门的输出端，所述第六非门的输出端连接至第七非门的输入端，所述第七非门的输出端连接至第二与非门的第一输入端，所述第二与非门的第二输入端连接至所述电压比较器的输出端，所述第二与非门的输出端连接至第八非门的输入端，所述第八非门的输出端连接至所述第九非门的输入端，所述第九非门的输出端作为所述自适应电路的输出端；

15 第一电容，连接在所述第三非门的输出端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

第二电容，连接在所述第四非门的输出端和所述自适应电路的供电电源负极之间。

20 方式二：

所述自适应电路在所述第二输入端的输入信号处于上升沿时，根据对所述第一输入端的输入信号进行两次检测的结果输出相应电平的使能信号；在所述第二输入端的输入信号未处于上升沿时，根据对所述第一输入端的输入信号进行一次检测的结果输出相应电平的使能信号。

25 具体地，由于在第二端口（即 PFCINP）处于高电平瞬间，如果第一端口（ITRIP）的电压波动是因为电路噪声引起，那么 ITRIP 电压是一个持续降低的过程，因此自适应电路在通过方式二输出使能信号时，即以在第二输入端（即 PFC 控制输入端）的输入信号处于上升沿时，根据对第一输入端（电流检测端）的输入信号进行两次检测的结果输出相应电平的

使能信号，使得在 PFCINP 高电平瞬间，能够通过二次检测滤除因电路噪声引起误动作的可能；而如果 ITRIP 的电压波动时来自真正的过流，那么 ITRIP 电压是一个持续增加的过程，二次检测确认后及时输出低电平能够确保智能功率模块停止工作形成保护。而通过在第二输入端的输入信号未

5 处于上升沿时，根据对第一输入端的输入信号进行一次检测的结果输出相应电平的使能信号，使得在 PFCINP 高电平过后，智能功率模块可以进行常规检测判断，以在电流检测端检测到的电流信号过大时，对智能功率模块提供及时的保护。

进一步地，在所述自适应电路通过所述方式二输出使能信号的情况下：

10 下：

所述自适应电路在所述第二输入端的输入信号处于上升沿时，当对所述第一输入端的输入信号进行两次检测的结果均为电压值高于预定值时，输出第一电平的使能信号，以禁止所述 HVIC 管工作；否则，输出第二电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作；

15 所述自适应电路在所述第二输入端的输入信号未处于上升沿时，当对所述第一输入端的输入信号进行一次检测的结果为电压值高于预定值时，输出所述第一电平的使能信号；否则，输出所述第二电平的使能信号。

其中，在方式二中，第一电平的使能信号可以是低电平信号，第二电平的使能信号可以是高电平信号。

20 进一步地，在所述自适应电路通过所述方式二输出使能信号的情况下，所述自适应电路包括：

第一电压比较器，所述第一电压比较器的正输入端作为所述自适应电路的第一输入端，所述第一电压比较器的负输入端连接至电压源的正极，所述电压源的负极作为所述自适应电路的供电电源负极，所述第一电压比

25 较器的输出端连接至模拟开关的第一选择端；

串联连接的第一非门和第二非门，所述第一非门的输入端作为所述自适应电路的第二输入端，所述第二非门的输出端连接至第一与非门的第一输入端；

串联连接的第三非门、第四非门和第五非门，所述第三非门的输入端

连接至所述第一非门的输入端，所述第五非门的输出端连接至所述第一与非门的第二输入端，所述第一与非门的输出端连接至第六非门的输入端，所述第六非门的输出端连接至所述模拟开关的控制端；

5 第一电容，连接在所述第四非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

第二电容，连接在所述第五非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

10 串联连接的第七非门和第八非门，所述第七非门的输入端连接至所述第一非门的输入端，所述第八非门的输出端连接至第二与非门的第一输入端；

串联连接的第九非门、第十非门和第十一非门，所述第九非门的输入端连接至所述第一非门的输入端，所述第十一非门的输出端连接至所述第二与非门的第二输入端，所述第二与非门的输出端连接至第十二非门的输入端；

15 第三电容，连接在所述第十一非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

RS 触发器，所述 RS 触发器的 R 端连接至所述第十二非门的输出端；

20 串联连接的 AD 转换器和 DA 转换器，所述 AD 转换器的输入端连接至所述第一电压比较器正输入端和第二电压比较器的正输入端，所述 DA 转换器的输出端连接至所述第二电压比较器的负输入端，所述第二电压比较器的输出端连接至所述 RS 触发器的 S 端；

25 第三与非门，所述第六非门的输出端、所述第一电压比较器的输出端和所述 RS 触发器的 Q 端分别连接至所述第三与非门的三个输入端，所述第三与非门的输出端连接至第十三非门的输入端，所述第十三非门的输出端连接至所述模拟开关的第二选择端，所述模拟开关的固定端连接至第十四非门的输入端，所述第十四非门的输出端作为所述自适应电路的输出端。

方式三：

所述自适应电路在所述智能功率模块的温度低于预定温度值时，根据所述第一输入端的输入信号的值和第一设定值之间的大小关系输出相应电平的使能信号；在所述智能功率模块的温度高于所述预定温度值时，根据所述第二输入端的输入信号是否处于上升沿，以及所述第一输入端的输入信号的值和第二设定值或所述第一设定值之间的大小关系输出相应电平的使能信号，所述第二设定值大于所述第一设定值。

具体地，自适应电路在通过方式三输出使能信号的情况下，当智能功率模块的温度低于预定温度值时，通过根据自适应电路的第一输入端的输入信号（即第一端口，也即电流检测端）的值和第一设定值之间的大小关系输出相应电平的使能信号，使得在智能功率模块的温度较低时，自适应电路能够根据电流检测端检测到的信号值来做出反应，即电流检测端检测到的信号值较大时，及时输出控制 HVIC 管停止工作的使能信号，电流检测端检测到的信号值较小时，输出控制 HVIC 管工作的使能信号，以确保智能功率模块在常温（即低于预定温度值时）下能够正常工作，并进行过流保护。

在智能功率模块的温度高于预定温度值时，通过根据第二输入端（即第二端口，也即 PFC 控制输入端）的输入信号是否处于上升沿，以及第一输入端的输入信号的值和第二设定值或第一设定值之间的大小关系输出相应电平的使能信号，使得在智能功率模块的温度较高时，能够考虑到 PFC 控制输入端输入的信号在上升沿产生的电路噪声，同时能够在 PFC 控制输入端输入的信号在上升沿时，通过较大的第二设定值（相比于第一设定值）作为标准来确定是否输出控制 HVIC 管停止工作的使能信号，进而能够有效降低智能功率模块在高温下工作时被误触发的几率。

进一步地，在所述自适应电路通过所述方式三输出使能信号的情况下，所述自适应电路在所述智能功率模块的温度低于所述预定温度值时，

若所述第一输入端的输入信号的值大于或等于所述第一设定值，则输出第一电平的使能信号，以禁止所述 HVIC 管工作，以及

若所述第一输入端的输入信号的值小于所述第一设定值，则输出第二电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作。

其中，在方式三下，第一电平的使能信号可以是低电平信号，第二电平的使能信号可以是高电平信号。

进一步地，在所述自适应电路通过所述方式三输出使能信号的情况下，所述自适应电路在所述智能功率模块的温度高于所述预定温度值时，

5 当所述第二输入端的输入信号处于非上升沿时，若所述第一输入端的输入信号的值大于或等于所述第一设定值，则输出第一电平的使能信号，以禁止所述 HVIC 管工作；否则，输出第二电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作；以及

10 当所述第二输入端的输入信号处于上升沿时，若所述第一输入端的输入信号的值大于或等于所述第二设定值且持续预定时长，则输出所述第一电平的使能信号；否则，输出所述第二电平的使能信号。

进一步地，在所述自适应电路通过所述方式三输出使能信号的情况下，所述自适应电路包括：

15 串联连接的第一非门和第二非门，所述第一非门的输入端作为所述自适应电路的第二输入端，所述第二非门的输出端连接至第一与非门的第一输入端；

20 串联连接的第三非门、第四非门和第五非门，所述第三非门的输入端连接至所述第一非门的输入端，所述第五非门的输出端连接至所述第一与非门的第二输入端，所述第一与非门的输出端连接至第六非门的输入端，所述第六非门的输出端连接至第二与非门的第一输入端；

第一电容，连接在所述第四非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

第二电容，连接在所述第五非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

25 第一电阻，所述第一电阻的第一端连接至所述自适应电路的供电电源正极，所述第一电阻的第二端连接至稳压二极管的阴极，所述稳压二极管的阳极连接至所述自适应电路的供电电源负极；

第二电阻，所述第二电阻的第一端连接至所述第一电阻的第二端，所述第二电阻的第二端连接至第一电压比较器的正输入端；

热敏电阻，所述热敏电阻的第一端连接至所述第二电阻的第二端，所述热敏电阻的第二端连接至所述稳压二极管的阳极；

第一电压源，所述第一电压源的负极连接至所述稳压二极管的阳极，所述第一电压源的正极连接至所述第一电压比较器的负输入端，所述第一电压比较器的输出端连接至所述第二与非门的第二输入端，所述第二与非门的输出端连接至第七非门的输入端，所述第七非门的输出端连接至模拟开关的控制端；

第二电压比较器，所述第二电压比较器的正输入端作为所述自适应电路的第一输入端，所述第二电压比较器的负输入端连接至第二电压源的正极，所述第二电压源的负极连接至所述自适应电路的供电电源负极，所述第二电压比较器的输出端连接至所述模拟开关的第一选择端和第三与非门的第一输入端；

第三电压比较器，所述第三电压比较器的正输入端连接至所述第二电压比较器的正输入端，所述第三电压比较器的负输入端连接至第三电压源的正极，所述第三电压源的负极连接至所述自适应电路的供电电源负极，所述第三电压比较器的输出端连接至所述第三与非门的第二输入端；

第四电压比较器，所述第四电压比较器的正输入端连接至所述第二电压比较器的正输入端，所述第四电压比较器的负输入端连接至第四电压源的正极，所述第四电压源的负极连接至所述自适应电路的供电电源负极，所述第四电压比较器的输出端连接至所述第三与非门的第三输入端，所述第三与非门的输出端连接至第八非门的输入端，所述第八非门的输出端连接至所述模拟开关的第二选择端，所述模拟开关的固定端连接至第九非门的输入端，所述第九非门的输出端作为所述自适应电路的输出端。

根据本发明的实施例的智能功率模块，在上述任一方案的基础上，还具有如下技术特征：

根据本发明的一个实施例，所述 HVIC 管上还设置有 PFC 驱动电路的信号输出端，所述智能功率模块还包括：第一功率开关管和第一二极管，所述第一二极管的阳极连接至所述第一功率开关管的发射极，所述第一二极管的阴极连接至所述第一功率开关管的集电极，所述第一功率开关管的

集电极连接至第二二极管的阳极，所述第二二极管的阴极连接至所述智能功率模块的高电压输入端，所述第一功率开关管的基极连接至所述 PFC 驱动电路的信号输出端，所述第一功率开关管的发射极作为所述智能功率模块的 PFC 低电压参考端，所述第一功率开关管的集电极作为所述智能功率模块的 PFC 端。

其中，第一功率开关管可以是 IGBT（Insulated Gate Bipolar Transistor，绝缘栅双极型晶体管）。

根据本发明的一个实施例，所述的智能功率模块还包括：自举电路，所述自举电路包括：

10 第一自举二极管，所述第一自举二极管的阳极连接至所述智能功率模块的低压区供电电源正端，所述第一自举二极管的阴极连接至所述智能功率模块的 U 相高压区供电电源正端；

15 第二自举二极管，所述第二自举二极管的阳极连接至所述智能功率模块的低压区供电电源正端，所述第二自举二极管的阴极连接至所述智能功率模块的 V 相高压区供电电源正端；

第三自举二极管，所述第三自举二极管的阳极连接至所述智能功率模块的低压区供电电源正端，所述第三自举二极管的阴极连接至所述智能功率模块的 W 相高压区供电电源正端。

20 根据本发明的一个实施例，所述的智能功率模块还包括：三相上桥臂电路，所述三相上桥臂电路中的每一相上桥臂电路的输入端连接至所述 HVIC 管的三相高压区中对应相的信号输出端；三相下桥臂电路，所述三相下桥臂电路中的每一相下桥臂电路的输入端连接至所述 HVIC 管的三相低压区中对应相的信号输出端。

25 其中，三相上桥臂电路包括：U 相上桥臂电路、V 相上桥臂电路、W 相上桥臂电路；三相下桥臂电路包括：U 相下桥臂电路、V 相下桥臂电路、W 相下桥臂电路。

根据本发明的一个实施例，所述每一相上桥臂电路包括：第二功率开关管和第三二极管，所述第三二极管的阳极连接至所述第二功率开关管的发射极，所述第三二极管的阴极连接至所述第二功率开关管的集电极，所

述第二功率开关管的集电极连接至所述智能功率模块的高电压输入端，所述第二功率开关管的基极作为所述每一相上桥臂电路的输入端，所述第二功率开关管的发射极连接至所述智能功率模块对应相的高压区供电电源负端。其中，第二功率开关管可以是 IGBT。

- 5 根据本发明的一个实施例，所述每一相下桥臂电路包括：第三功率开关管和第四二极管，所述第四二极管的阳极连接至所述第三功率开关管的发射极，所述第四二极管的阴极连接至所述第三功率开关管的集电极，所述第三功率开关管的集电极连接至对应的上桥臂电路中的所述第三二极管的阳极，所述第三功率开关管的基极作为所述每一相下桥臂电路的输入
10 端，所述第三功率开关管的发射极作为所述智能功率模块的对应相的低电压参考端。其中，第三功率开关管可以是 IGBT。

根据本发明的一个实施例，所述智能功率模块的高电压输入端的电压为 300V。

- 15 根据本发明的一个实施例，所述智能功率模块的每一相高压区供电电源的正端和负端之间连接有滤波电容。

根据本发明第二方面的实施例，还提出了一种空调器，包括：如上述任一项实施例中所述的智能功率模块。

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。

20

附图说明

本发明的上述和/或附加的方面和优点从结合下面附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

- 图 1 示出了相关技术中的智能功率模块的结构示意图；
25 图 2 示出了智能功率模块的外部电路示意图；
图 3 示出了电流信号触发智能功率模块停止工作的波形示意图；
图 4 示出了相关技术中的智能功率模块产生的噪声的一种波形示意图；
图 5 示出了相关技术中的智能功率模块产生的噪声的另一种波形示意图；

图；

图 6 示出了根据本发明的实施例的智能功率模块的结构示意图；

图 7 示出了根据本发明的第一个实施例的自适应电路的内部结构示意图；

5 图 8 示出了根据本发明的第二个实施例的自适应电路的内部结构示意图；

图 9 示出了根据本发明的第三个实施例的自适应电路的内部结构示意图。

10 具体实施方式

为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点，下面结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

15 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是，本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施，因此，本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

图 6 示出了根据本发明的实施例的智能功率模块的结构示意图。

如图 6 所示，根据本发明的实施例的智能功率模块，包括：HVIC 管 1101 和自适应电路 1105。

20 HVIC 管 1101 的 VCC 端作为智能功率模块 1100 的低压区供电电源正端 VDD，VDD 一般为 15V；

在 HVIC 管 1101 内部：

ITRIP 端连接自适应电路 1105 的第一输入端；PININP 端连接自适应电路 1105 的第二输入端；VCC 端连接自适应电路 1105 的供电电源正端；GND 端连接自适应电路 1105 的供电电源负端；自适应电路 1105 的
25 输出端记为 ICON，用于控制 HIN1~HIN3、LIN1~LIN3、PFCINP 信号的有效性。

HVIC 管 1101 内部还有自举电路结构如下：

VCC 端与自举二极管 1102、自举二极管 1103、自举二极管 1104 的

阳极相连；自举二极管 1102 的阴极与 HVIC 管 1101 的 VB1 相连；自举二极管 1103 的阴极与 HVIC 管 1101 的 VB2 相连；自举二极管 1104 的阴极与 HVIC 管 1101 的 VB3 相连。

HVIC 管 1101 的 HIN1 端为智能功率模块 1100 的 U 相上桥臂信号输入端 UHIN；HVIC 管 1101 的 HIN2 端为智能功率模块 1100 的 V 相上桥臂信号输入端 VHIN；HVIC 管 1101 的 HIN3 端为智能功率模块 1100 的 W 相上桥臂信号输入端 WHIN；HVIC 管 1101 的 LIN1 端为智能功率模块 1100 的 U 相下桥臂信号输入端 ULIN；HVIC 管 1101 的 LIN2 端为智能功率模块 1100 的 V 相下桥臂信号输入端 VLIN；HVIC 管 1101 的 LIN3 端为智能功率模块 1100 的 W 相下桥臂信号输入端 WLIN；HVIC 管 1101 的 ITRIP 端为智能功率模块 1100 的 MTRIP 端；HVIC 管 1101 的 PFCINP 端作为智能功率模块 1100 的 PFC 控制输入端 PFCIN；HVIC 管 1101 的 GND 端作为智能功率模块 1100 的低压区供电电源负端 COM。其中，智能功率模块 1100 的 UHIN、VHIN、WHIN、ULIN、VLIN、WLIN 六路输入和 PFCIN 端接收 0V 或 5V 的输入信号。

HVIC 管 1101 的 VB1 端连接电容 1131 的一端，并作为智能功率模块 1100 的 U 相高压区供电电源正端 UVB；HVIC 管 1101 的 HO1 端与 U 相上桥臂 IGBT 管 1121 的栅极相连；HVIC 管 1101 的 VS1 端与 IGBT 管 1121 的射极、FRD 管 1111 的阳极、U 相下桥臂 IGBT 管 1124 的集电极、FRD 管 1114 的阴极、电容 1131 的另一端相连，并作为智能功率模块 1100 的 U 相高压区供电电源负端 UVS。

HVIC 管 1101 的 VB2 端连接电容 1132 的一端，并作为智能功率模块 1100 的 V 相高压区供电电源正端 VVB；HVIC 管 1101 的 HO2 端与 V 相上桥臂 IGBT 管 1123 的栅极相连；HVIC 管 1101 的 VS2 端与 IGBT 管 1122 的射极、FRD 管 1112 的阳极、V 相下桥臂 IGBT 管 1125 的集电极、FRD 管 1115 的阴极、电容 1132 的另一端相连，并作为智能功率模块 1100 的 V 相高压区供电电源负端 VVS。

HVIC 管 1101 的 VB3 端连接电容 1133 的一端，作为智能功率模块 1100 的 W 相高压区供电电源正端 WVB；HVIC 管 1101 的 HO3 端与 W 相上桥臂 IGBT 管 1123 的栅极相连；HVIC 管 1101 的 VS3 端与 IGBT 管

1123 的射极、FRD 管 1113 的阳极、W 相下桥臂 IGBT 管 1126 的集电极、FRD 管 1116 的阴极、电容 1133 的另一端相连，并作为智能功率模块 1100 的 W 相高压区供电电源负端 WVS。

HVIC 管 1101 的 LO1 端与 IGBT 管 1124 的栅极相连；HVIC 管 1101 的 LO2 端与 IGBT 管 1125 的栅极相连；HVIC 管 1101 的 LO3 端与 IGBT 管 1126 的栅极相连；IGBT 管 1124 的射极与 FRD 管 1114 的阳极相连，并作为智能功率模块 1100 的 U 相低电压参考端 UN；IGBT 管 1125 的射极与 FRD 管 1115 的阳极相连，并作为智能功率模块 1100 的 V 相低电压参考端 VN；IGBT 管 1126 的射极与 FRD 管 1116 的阳极相连，并作为智能功率模块 1100 的 W 相低电压参考端 WN。

VDD 为 HVIC 管 1101 供电电源正端，GND 为 HVIC 管 1101 的供电电源负端；VDD-GND 电压一般为 15V；VB1 和 VS1 分别为 U 相高压区的电源的正极和负极，HO1 为 U 相高压区的输出端；VB2 和 VS2 分别为 V 相高压区的电源的正极和负极，HO2 为 V 相高压区的输出端；VB3 和 VS3 分别为 U 相高压区的电源的正极和负极，HO3 为 W 相高压区的输出端；LO1、LO2、LO3 分别为 U 相、V 相、W 相低压区的输出端。

HVIC 管 1101 的 PFCO 端与 IGBT 管 1127 的栅极相连；IGBT 管 1127 的射极与 FRD 管 1117 的阳极相连，并作为智能功率模块 1100 的 PFC 低电压参考端-VP；IGBT 管 1127 的集电极与 FRD 管 1117 的阴极、FRD 管 1141 的阳极相连，并作为智能功率模块 1100 的 PFC 端；

IGBT 管 1121 的集电极、FRD 管 1111 的阴极、IGBT 管 1122 的集电极、FRD 管 1112 的阴极、IGBT 管 1123 的集电极、FRD 管 1113 的阴极、FRD 管 1141 的阴极相连，并作为智能功率模块 1100 的高电压输入端 P，P 一般接 300V。

HVIC 管 1101 的作用是：

当 ICON 为高电平时，将输入端 HIN1、HIN2、HIN3 的 0 或 5V 的逻辑输入信号分别传到输出端 HO1、HO2、HO3，将 LIN1、LIN2、LIN3 的信号分别传到输出端 LO1、LO2、LO3，将 PFCINP 的信号传到输出端 PFCO，其中 HO1 是 VS1 或 VS1+15V 的逻辑输出信号、HO2 是 VS2 或 VS2+15V 的逻辑输出信号、HO3 是 VS3 或 VS3+15V 的逻辑输出信号，

LO1、LO2、LO3、PFCO 是 0 或 15V 的逻辑输出信号；

当 ICON 为低电平时，HO1、HO2、HO3、LO1、LO2、LO3、PFCO 全部置为低电平。

其中，对于自适应电路 1105 的结构和作用，本发明分别提出了如下
5 三种具体的实施例：

实施例一：

自适应电路 1105 的作用是：在 HVIC 管 1101 的 PFCINP 的上升沿，
自适应电路 1105 的第一输入端停止检测 ITRIP 的电压，ICON 保持使能电
平（即高电平）输出；在 HVIC 管 1101 的 PFCINP 的上升沿过后，自适
10 应电路 1105 的第一输入端实时检测 ITRIP 的电压，ICON 根据 ITRIP 的电
压大小输出高电平或低电平。

具体地，在实施例一中，自适应电路 1105 的具体电路结构示意图如
图 7 所示，具体为：

PFCINP 连接非门 2001 和非门 2003 的输入端；非门 2001 的输出端连
15 接非门 2002 的输入端；非门 2003 的输出端连接电容 2008 的一端、非门
2004 的输入端；非门 2004 的输出端连接电容 2009 的一端、非门 2005 的
输入端；电容 2008 的另一端接 GND；电容 2009 的另一端接 GND。

非门 2002 的输出端接与非门 2006 的其中一个输入端；非门 2005 的
输出端接与非门 2006 的另一个输入端；与非门 2006 的输出端与非门
20 2007 的输入端相连；非门 2007 的输出端连接非门 2010 的输入端；非门
2010 的输出端连接与非门 2013 的其中一个输入端。

ITRIP 端与电压比较器 2012 的正输入端相连；电压源 2011 的正端与
电压比较器 2012 的负输入端相连；电压源 2011 的负端接 GND；电压比
较器 2012 的输出端接与非门 2013 的另一个输入端。

与非门 2013 的输出端接非门 2014 的输入端；非门 2014 的输出端接
25 非门 2015 的输入端；非门 2015 的输出端作为自适应电路 1105 的输出
端。

以下说明在图 7 所示的结构基础上，自适应电路 1105 的工作原理及
关键参数取值：

30 PFCINP 的信号经过非门 2001 和非门 2002 两级整理后，A 点的信号

与 PFCINP 同相位；

PFCINP 的信号经过非门 2003、非门 2004 和非门 2005 三级整理，并且因为电容 2008 和电容 2009 的延迟作用，在 B 点产生一个与 PFCINP 有一定延时 T_d 、相位与 PFCINP 相反的信号；

5 经过与非门 2006 后，在与非门 2006 的输出端产生一个脉冲宽度为 T_d 的低电平脉冲，该脉冲经过非门 2007 和非门 2010 两级整形、放大后，在 C 点产生同相信号。在此，该脉冲的起始时间是 PFCINP 的上升沿，持续时间由非门 2003、非门 2004、非门 2005、电容 2008、电容 2009 的取值决定。

10 ITRIP 端的电压 V_{tr} 实时与电压源 2011 的电压 V_{dc} 比较：

(1) 当 $V_{tr} > V_{dc}$ ，电压比较器 2012 输出高电平；

(2) 当 $V_{tr} < V_{dc}$ ，电压比较器 2012 输出低电平。

15 当 C 点信号为低电平时，即与非门 2006 的低电平脉冲生效时，无论电压比较器 2012 的输出为何值，与非门 2013 的输出被锁定为高电平；在此，与非门 2006 的低电平脉冲生效即 PFCINP 信号处于上升沿；

当 C 点信号为高电平时，即与非门 2006 的低电平脉冲未生效时，与非门 2013 的输出端的电平由电压比较器 2012 的电平决定；在此，与非门 2006 的低电平脉冲未生效即 PFCINP 信号未处于上升沿。

20 PFCINP 的信号是控制智能功率模块 1100 的 PFC 部分的信号，目前的变频家电，PFC 信号的频率一般为 20kHz，有时也会到 40kHz。以市场上最常见的 20kHz 频率为例说明本具体实施例的取值：

PFCINP 的频率为 20kHz，即信号的周期为 $50\mu s$ ，以占空比为 0.5 计算，PFCINP 每个高电平的持续时间约为 $25\mu s$ ；而 ITRIP 对高电平信号的感应时间一般为 $180ns \sim 200ns$ ，即

25 若 ITRIP 端的电压 V_{tr} 高出电源的电压 V_{dc} 的持续时间在 $180ns$ 以下，电压比较器 2012 的输出仍将保持在低电平，

若 ITRIP 端的电压 V_{tr} 高出电源的电压 V_{dc} 的持续时间在 $200ns$ 以上，电压比较器 2012 的输出将转换为高电平；

30 为屏蔽在 PFCINP 控制 IGBT 管 1127 开通时 FRD 管 1141 的反向电流的干扰，需要在 IGBT 管 1127 开通的瞬间，使 C 点电压为低电平脉冲，

该低电平脉冲的持续时间可设计为：

$$200\text{ns} \times (1+10\%) = 220\text{ns};$$

而为了低电平脉冲开始的时间与 IGBT 管 1127 开通的时间同步，设计非门 2001 和非门 2002 的值，使信号从 PFCINP 传送到 A 的延时与信号从 PFICINP 传送到 PFCO 的延时一致，一般地，信号从 PFICINP 传送到 PFCO 的延时为 50ns~100ns，因此，非门 2001 和非门 2002 的取值不需要太大，在目前常用的 BCD 工艺下，组成非门 2001 和非门 2002 的 PMOS 管的宽长比设计为 100 μm /20 μm ，NMOS 管的宽长比设计为 50 μm /20 μm 即可。非门 2003 和非门 2004 的取值分别与非门 2001 和非门 2002 一致，而组成非门 2005 的 PMOS 管和 NMOS 管的取值应尽量小，如取工艺允许的最小值，在目前常用的 BCD 工艺下，组成非门 2005 的 PMOS 管的宽长比设计为 2 μm /1 μm ，NMOS 管的宽长比设计为 1 μm /1 μm 即可。

电容 2008 与电容 2009 用于调节 PFCINP 信号到 A 点和到 B 点间的延时，延时的长度即低电平脉冲宽度 Td，对于上述非门 2003 和非门 2004 的取值，电容的值可设计为 5pF~15pF 的级别，可控制 Td 在 200ns~250ns 左右，必要时还可使用 DUMMY 电容，在对个体进行终测时，通过加大电流熔断的方式进行调节。

而因为智能功率模块 1100 的逆变部分的频率在 10kHz 的级别，即周期在 100 μs ，并且逆变部分的通断与 PFC 部分的通断没有关系，所以 ITRIP 在 200ns~250ns 的短暂屏蔽并不会影响 ITRIP 对逆变部分过流的监控。

可见，基于实施例一的技术方案，即通过自动判断智能功率模块是否处于起始工作状态的机能，在智能功率模块起始工作瞬间对噪声进行抑制，避免了因起始工作时噪声过大而引起的误触发而导致的系统无法正常工作，而在系统进入稳定工作状态后，噪声抑制机能撤销可对引脚的电压变化做出及时反应从而对智能功率模块提供及时保护。

实施例二：

自适应电路 1105 的作用是：

在 HVIC 管 1101 的 PFCINP 的上升沿，自适应电路 1105 对 ITRIP 的信号进行二次检测，第一次检测到的电压高于某一特定值，并且第二次检

测到的 ITRIP 的电压高于第一次时, ICON 输出低电平; 当第一次检测到的电压低于某一特定值, 或虽然第一次检测到的电压高于某一特定值但第二次检测到的 ITRIP 电压低于第一次时, ICON 保持使能输出, 即输出高电平;

- 5 在 HVIC 管 1101 的 PFCINP 的上升沿过后, 自适应电路 1105 的第一输入端实时检测一次 ITRIP 的电压, ICON 根据 ITRIP 的电压大小输出高电平或低电平。

具体地, 在实施例二中, 自适应电路 1105 的具体电路结构示意图如图 8 所示, 具体为:

- 10 PFCINP 连接非门 2001'、非门 2003'、非门 2011'、非门 2013'的输入端; 非门 2001'的输出端连接非门 2002'的输入端; 非门 2003'的输出端连接电容 2008'的一端、非门 2004'的输入端; 非门 2004'的输出端连接电容 2009'的一端、非门 2005'的输入端; 电容 2008'的另一端接 GND; 电容 2009'的另一端接 GND;

- 15 非门 2002'的输出端接与非门 2006'的其中一个输入端; 非门 2005'的输出端接与非门 2006'的另一个输入端; 与非门 2006'的输出端与非门 2007'的输入端相连; 非门 2007'的输出端接与非门 2025'的其中一个输入端和模拟开关 2027'的控制端;

- 20 非门 2011'的输出端连接非门 2012'的输入端; 非门 2013'的输出端连接非门 2014'的输入端; 非门 2014'的输出端连接电容 2019'的一端、非门 2015'的输入端; 电容 2019'的另一端接 GND; 非门 2012'的输出端接与非门 2016'的其中一个输入端; 非门 2015'的输出端接与非门 2016'的另一个输入端; 与非门 2016'的输出端与非门 2017'的输入端相连; 非门 2017'的输出端接 RS 触发器 2024'的 R 端;

- 25 ITRIP 端与电压比较器 2010'的正输入端、电压比较器 2023'的正输入端、AD 转换器 2021'的输入端相连; 电压源 2018'的正端与电压比较器 2010'的负输入端相连; 电压源 2018'的负端接 GND; 电压比较器 2010'的输出端与非门 2025'的其中一个输入端、模拟开关 2027'的 0 选择端相连; AD 转换器 2021'的输出端与 DA 转换器 2022'的输入端相连; DA 转换器 2022'的输出端与电压比较器 2023'的负输入端相连; 电压比较器 2023'
- 30

的输出端与 RS 触发器 2024'的 S 端相连；RS 触发器 2024'的 Q 端与与非门 2025'的其中一个输入端相连；

与非门 2025'的输出端连接非门 2026'的输入端；非门 2026'的输出端连接模拟开关 2027'的 1 选择端；模拟开关 2027'的固定端接非门 2020'的
5 输入端；非门 2020'的输出端接 ICON。

以下说明在图 8 所示的结构基础上，自适应电路 1105 的工作原理及关键参数取值：

因为电容 2019'的延时作用，在 PFCINP 的信号的上升沿，A'点产生一个窄脉冲；因为电容 2008'和电容 2009'的延时作用，在 PFCINP 的信号的
10 上升沿，B'点产生一个比 A'点窄脉冲更大的脉冲；

在 B'点脉冲期间，模拟开关 2027'的 1 选择端与模拟开关 2027'的固定端相连；否则，模拟开关 2027'的 0 选择端与模拟开关 2027'的固定端相连；

当模拟开关 2027'的 0 选择端与模拟开关 2027'的固定端相连时：
15 ITRIP 信号与电压源 2018'的电压 V1 比较，当 ITRIP 电压高于 V1 时，ICON 输出低电平，否则 ICON 输出高电平；

当模拟开关 2027'的 1 选择端与模拟开关 2027'的固定端相连时：RS 触发器 2024'的 R 端被 A 端的高电平复位后，与非门 2025'输出高电平，经过非门 2026'和非门 2020'后，ICON 初始输出高电平；

20 ITRIP 电压与电压比较器 2018'的电压 V1 比较：

当 ITRIP 电压小于 V1 电压时，与非门 2025'输出高电平，经过非门 2026'和非门 2020'后，ICON 持续输出高电平不变；

当 ITRIP 电压大于 V1 电压时，ITRIP 这一瞬间的电压经过 AD 转换器 2021'和 DA 转换器 2022'后，作为电压比较器 2023'负端的比较电压
25 V2，转换的持续时间记为 T，ITRIP 经过 T 时间后的电压 V3 与电压 V2 进行比较：

当 V3 小于 V2 时，表明 ITRIP 的电压过冲在减小，可能是噪声，电压比较器 2023'输出低电平，则 RS 触发器 2024'的 Q 端的低电平不变，与非门 2025'输出高电平，经过非门 2026'和非门 2020'后，ICON 持续输出高
30 电平不变；

当 V_3 大于 V_2 时, 表明 ITRIP 的电压过冲在持续增大, 发生过流的机会很大, 电压比较器 2023' 输出高电平, RS 触发器 2024' 的 Q 端被置位为高电平, 则与非门 2025' 的三个输入端皆为高电平, 与非门 2025' 的输出端为低电平, 经过非门 2026' 和非门 2020' 后, ICON 输出低电平。

5 非门 2013' 和非门 2014' 可以选择工艺允许的最小尺寸, 非门 2011' 的取值与非门 2013' 相同, 非门 2012' 的取值与非门 2014' 相同, 电容 2019' 的取值可以为 3~5pF, 则 A' 点的窄脉冲的宽度在 100ns 左右, 足以使 RS 触发器 2024' 复位;

10 非门 2003' 和非门 2004' 可以选择工艺允许的最小尺寸, 非门 2001' 的取值与非门 2003' 相同, 非门 2002' 的取值与非门 2004' 相同, 电容 2009' 的取值与电容 2019' 相同, 电容 2008' 的取值可以为 15~25pF, 则 B' 点的脉冲的宽度在 350ns~550ns, 这个时间正是对 ITRIP 的电压是否为噪声进行二次确认的时间, 如果这个时间过短, 则对 ITRIP 电压的误判几率较大, 如果这个时间过长, 则对 ITRIP 电压反应的及时性会过慢;

15 电压源 2018' 的电压可设置为 0.5V, 也可设置为 0.7V, 根据 ITRIP 外部所接的毫欧电阻的取值而定, 也可外接的毫欧电阻的取值适应电压源 2018' 的电压值, 一般地, 电压源 2018' 的电压不宜过低, 否则误触发的几率很高, 也不宜过高, 否则外部所接电阻的阻值会很大, 造成对外部毫欧电阻的功率要求很高, 增加系统成本;

20 AD 转换器 2021' 和 DA 转换器 2022' 的合计延时设计在 200~300ns, 这个时间即为 T, 则 V_3 电压为 V_2 电压之后 200~300ns 的时间点的电压, 判断 ITRIP 电压在 200~300ns 后仍然大于 V_1 并且持续增大, 则 ITRIP 电压的异常增高并非因为 PFCINP 控制的 FRD 管 1141 (如图 6 中所示) 的反向恢复时间引起的几率很大, 反之, 如果判断 ITRIP 电压在 200~300ns 后
25 仍然大于 V_1 但持续减小或 ITRIP 电压在 200~300ns 后已小于 V_1 , 则 ITRIP 电压的异常增高因为 PFCINP 控制的 FRD 管 1141 的反向恢复时间引起的几率很大。

30 可见, 基于实施例二的技术方案, 在 PFCINP 高电平瞬间, 如果 ITRIP 的电压波动是因为电路噪声引起, 那么 ITRIP 电压是一个持续降低的过程, 通过二次检测可以滤除因电路噪声引起误动作的可能; 如果

ITRIP 的电压波动时来自真正的过流，那么 ITRIP 电压是一个持续增加的过程，二次检测确认后及时输出低电平使本发明智能功率模块停止工作形成保护。而在 PFCINP 高电平过后，智能功率模块系统进入 ITRIP 常规判断检测状态，噪声抑制机能撤销，可对引脚的电压变化做出及时反应从而
5 对智能功率模块提供及时保护。

实施例三：

自适应电路 1105 的作用是：

在温度低于某一特定温度值 $T1$ 时，若 ITRIP 的实时数值大于或等于某一特定电压值 $V1$ ，则 ICON 输出低电平，否则 ICON 输出高电平；

10 在温度高于某一特定温度值 $T1$ 时，在 PFCINP 的非上升沿和 PFCINP 的上升沿这两个不同状态，对 ITRIP 实时信号的处理方法不同，具体地：
在 PFCINP 的非上升沿，若 ITRIP 的实时数值大于或等于某一特定电压值 $V1$ ，则 ICON 输出低电平，否则 ICON 输出高电平；在 PFCINP 的上升沿，若 ITRIP 的实时数值大于或等于某一大于 $V1$ 的特定电压值 $V2$ 并持
15 续一段时间 $t1$ ，则 ICON 输出低电平，否则 ICON 输出高电平。

具体地，在实施例三中，自适应电路 1105 的具体电路结构示意图如图 9 所示，具体为：

PFCINP 连接非门 2001"和非门 2003"的输入端；非门 2001"的输出端连接非门 2002"的输入端；非门 2003"的输出端连接电容 2008"的一端和非
20 门 2004"的输入端；非门 2004"的输出端连接电容 2009"的一端和非门 2005"的输入端；电容 2008"的另一端接 GND；电容 2009"的另一端接 GND；

非门 2002"的输出端接与非门 2006"的其中一个输入端；非门 2005"的输出端接与非门 2006"的另一个输入端；与非门 2006"的输出端与非门
25 2007"的输入端相连；非门 2007"的输出端接与非门 2017"的其中一个输入端；

电阻 2016"的一端接 VCC；电阻 2016"的另一端接电阻 2013"的一端和稳压二极管 2011"的阴极；电阻 2013"的另一端接 PTC（Positive Temperature Coefficient，正温度系数）电阻 2012"的一端、电压比较器
30 2015"的正输入端；稳压二极管 2011"的另一端接 GND；PTC 电阻 2012"的

另一端接 GND；电压比较器 2015"的负输入端接电压源 2014"的正端；电压源 2014"的负端接 GND；电压比较器 2015"的输出端接与非门 2017"的另一输入端；与非门 2017"的输出端接非门 2027"的输入端；非门 2027"的输出端接模拟开关 2022"的控制端；

- 5 ITRIP 接电压比较器 2010"的正输入端、电压比较器 2023"的正输入端、电压比较器 2024"的正输入端；电压比较器 2010"的负输入端接电压源 2018"的正端；电压源 2018"的负端接 GND；

电压比较器 2023"的负输入端接电压源 2019"的正端；电压源 2019"的负端接 GND；电压比较器 2024"的负输入端接电压源 2021"的正端；电压源 2021"的负端接 GND；

10

电压比较器 2010"的输出端接与非门 2025"的其中一个输入端和模拟开关 2022"的 0 选择端；电压比较器 2023"的输出端接与非门 2025"的其中一个输入端；电压比较器 2024"的输出端接与非门 2025"的最后一个输入端；

- 15 与非门 2025"的输出端接非门 2026"的输入端；非门 2026"的输出端接模拟开关 2022"的 1 选择端；模拟开关 2022"的固定端接非门 2020"的输入端；非门 2020"的输出端作为 ICON。

以下说明在图 9 所示的结构基础上，自适应电路 1105 的工作原理及关键参数取值：

- 20 在 PFCINP 的上升沿，A"点产生一个脉冲，该脉冲的宽度由非门 2003"、非门 2004"、非门 2005"和电容 2008"、电容 2009"的取值决定。

其中，非门 2003"可以选取工艺允许的最小尺寸，非门 2004"、非门 2005"可以考虑选取工艺允许的最小尺寸的 2 倍，电容 2008"和电容 2009"的取值在 10pF~20pF，这样，在 A"点产生的脉冲的脉冲宽度为

25 400ns~550ns。

- 稳压二极管 2011"的箝位电压设计为 6.4V，电阻 2016"设计为 20kΩ，则在 B"点产生一个稳定的不随 VCC 电压波动影响的 6.4V 电压；PTC 电阻 2012"设计为 25℃时 10kΩ，100℃时 20kΩ；电阻 2013"设计为 44kΩ，电压源 2014"设计为 2V，则在 100℃以下，电压比较器 2015"输出低电
- 30 平，在 100℃以上，电压比较器 2015"输出高电平。

从而当且仅当温度大于 100℃ 并且在 PFCINP 上升沿到来的前 400ns~550ns, 非门 2027"输出高电平, 否则非门 2027"输出低电平。

电压源 2018"设计为 0.5V, 电压源 2019"设计为 0.6V, 电压源 2021"设计为 0.7V;

- 5 当非门 2027"输出低电平时, ITRIP 的电压与电压源 2018"的电压比较, 当 ITRIP 电压 $>0.5V$ 时, 电压比较器 2010"输出高电平并且使 ICON 产生低电平控制智能功率模块停止工作;

10 当非门 2027"输出高电平时, ITRIP 同时与 0.5V、0.6V、0.7V 的电压比较, 因为电压在递增, ITRIP 的电压达到 0.5V, 需要持续上升一段时间才能达到 0.7V, 因此, 即使 ITRIP 的电压 $>0.5V$, 也要持续一段时间才能使电压比较器 2010"、电压比较器 2023"、电压比较器 2024"都输出高电平使与非门 2025"输出低电平, 这个持续时间根据 ITRIP 的上升斜率而定。与非门 2025"和非门 2026"取工艺允许的最小尺寸的 4 倍, 能产生 60~100ns 的延时, 从而增加了 ICON 对 ITRIP 的响应时间。

- 15 可见, 基于实施例三的技术方案, 在常温时, 因 FRD 管 1117 (如图 6 中所示) 的反向恢复时间有限, ITRIP 的监测电压比噪声电压大得多, 信噪比足够大, ICON 对 ITRIP 的电压实时做出反应, 有利于对智能功率模块进行保护; 当模块处于高温, 随着 FRD 管 1117 的反向恢复时间增大, 从地线耦合到 ITRIP 的电压噪声和 ITRIP 的检测电压叠加, 在 ITRIP
20 端检测到一个更大的电压并且更长的持续时间后, ICON 才做出反应能极大降低智能功率模块发生误动作的几率, 保证智能功率模块正常工作, 这对于维持系统稳定性和提供产品的用户满意度有极大的促进作用。

25 以上结合附图详细说明了本发明的技术方案, 本发明提出了一种新的智能功率模块, 可以有效降低智能功率模块在高温下被误触发的几率, 提高了智能功率模块的可靠性。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已, 并不用于限制本发明, 对于本领域的技术人员来说, 本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本发明的保护范围之内。

权利要求书

1. 一种智能功率模块，其特征在于，包括：

三相上桥臂信号输入端、三相下桥臂信号输入端、三相低电压参考
5 端、电流检测端和 PFC 控制输入端；

HVIC 管，所述 HVIC 管上设置有分别连接至所述三相上桥臂信号输入端和所述三相下桥臂信号输入端的接线端，以及连接至所述电流检测端的第一端口和连接至所述 PFC 控制输入端的第二端口；

自适应电路，所述自适应电路的供电电源正极和负极分别连接至所述
10 智能功率模块的低压区供电电源正端和负端，所述自适应电路的第一输入端连接至所述第一端口，所述自适应电路的第二输入端连接至所述第二端口，所述自适应电路的输出端作为所述 HVIC 管的使能端；

其中，所述自适应电路通过以下任一方式输出使能信号：

方式一：所述自适应电路在所述第二输入端的输入信号处于上升沿
15 时，不接收所述第一输入端的输入信号，并输出第一电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作；在所述第二输入端的输入信号未处于上升沿时，接收所述第一输入端的输入信号，并根据所述第一输入端的输入信号输出相应电平的使能信号；

方式二：所述自适应电路在所述第二输入端的输入信号处于上升沿
20 时，根据对所述第一输入端的输入信号进行两次检测的结果输出相应电平的使能信号；在所述第二输入端的输入信号未处于上升沿时，根据对所述第一输入端的输入信号进行一次检测的结果输出相应电平的使能信号；

方式三：所述自适应电路在所述智能功率模块的温度低于预定温度值
25 时，根据所述第一输入端的输入信号的值和第一设定值之间的大小关系输出相应电平的使能信号；在所述智能功率模块的温度高于所述预定温度值时，根据所述第二输入端的输入信号是否处于上升沿，以及所述第一输入端的输入信号的值和第二设定值或所述第一设定值之间的大小关系输出相应电平的使能信号，所述第二设定值大于所述第一设定值。

2. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块，其特征在于，在所述自适

应电路通过所述方式一输出使能信号的情况下:

所述自适应电路在所述第一输入端的输入信号的电压值高于预定值且持续预定时长时, 输出第二电平的使能信号, 以禁止所述 HVIC 管工作; 否则, 输出所述第一电平的使能信号, 以允许所述 HVIC 管工作。

5 3. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块, 其特征在于, 在所述自适应电路通过所述方式一输出使能信号的情况下, 所述自适应电路包括:

电压比较器, 所述电压比较器的正输入端作为所述自适应电路的第一输入端, 所述电压比较器的负输入端连接至电压源的正极, 所述电压源的负极作为所述自适应电路的供电电源负极;

10 第一非门, 所述第一非门的输入端作为所述自适应电路的第二输入端, 所述第一非门的输出端连接至第二非门的输入端, 所述第二非门的输出端连接至第一与非门的第一输入端;

第三非门, 所述第三非门的输入端连接至所述第一非门的输入端, 所述第三非门的输出端连接至第四非门的输入端, 所述第四非门的输出端连接至第五非门的输入端, 所述第五非门的输出端连接至所述第一与非门的第二输入端;

第六非门, 所述第六非门的输入端连接至所述第一与非门的输出端, 所述第六非门的输出端连接至第七非门的输入端, 所述第七非门的输出端连接至第二与非门的第一输入端, 所述第二与非门的第二输入端连接至所述电压比较器的输出端, 所述第二与非门的输出端连接至第八非门的输入端, 所述第八非门的输出端连接至第九非门的输入端, 所述第九非门的输出端作为所述自适应电路的输出端;

第一电容, 连接在所述第三非门的输出端和所述自适应电路的供电电源负极之间;

25 第二电容, 连接在所述第四非门的输出端和所述自适应电路的供电电源负极之间。

4. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块, 其特征在于, 在所述自适应电路通过所述方式二输出使能信号的情况下:

所述自适应电路在所述第二输入端的输入信号处于上升沿时, 当对所

述第一输入端的输入信号进行两次检测的结果均为电压值高于预定值时，输出第一电平的使能信号，以禁止所述 HVIC 管工作；否则，输出第二电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作；

所述自适应电路在所述第二输入端的输入信号未处于上升沿时，当对
5 所述第一输入端的输入信号进行一次检测的结果为电压值高于预定值时，输出所述第一电平的使能信号；否则，输出所述第二电平的使能信号。

5. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块，其特征在于，在所述自适应电路通过所述方式二输出使能信号的情况下，所述自适应电路包括：

10 第一电压比较器，所述第一电压比较器的正输入端作为所述自适应电路的第一输入端，所述第一电压比较器的负输入端连接至电压源的正极，所述电压源的负极作为所述自适应电路的供电电源负极，所述第一电压比较器的输出端连接至模拟开关的第一选择端；

15 串联连接的第一非门和第二非门，所述第一非门的输入端作为所述自适应电路的第二输入端，所述第二非门的输出端连接至第一与非门的第一输入端；

串联连接的第三非门、第四非门和第五非门，所述第三非门的输入端连接至所述第一非门的输入端，所述第五非门的输出端连接至所述第一与非门的第二输入端，所述第一与非门的输出端连接至第六非门的输入端，所述第六非门的输出端连接至所述模拟开关的控制端；

20 第一电容，连接在所述第四非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

第二电容，连接在所述第五非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

25 串联连接的第七非门和第八非门，所述第七非门的输入端连接至所述第一非门的输入端，所述第八非门的输出端连接至第二与非门的第一输入端；

串联连接的第九非门、第十非门和第十一非门，所述第九非门的输入端连接至所述第一非门的输入端，所述第十一非门的输出端连接至所述第二与非门的第二输入端，所述第二与非门的输出端连接至第十二非门的输

入端；

第三电容，连接在所述第十一非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

5 RS 触发器，所述 RS 触发器的 R 端连接至所述第十二非门的输出端；

串联连接的 AD 转换器和 DA 转换器，所述 AD 转换器的输入端连接至所述第一电压比较器正输入端和第二电压比较器的正输入端，所述 DA 转换器的输出端连接至所述第二电压比较器的负输入端，所述第二电压比较器的输出端连接至所述 RS 触发器的 S 端；

10 第三与非门，所述第六非门的输出端、所述第一电压比较器的输出端和所述 RS 触发器的 Q 端分别连接至所述第三与非门的三个输入端，所述第三与非门的输出端连接至第十三非门的输入端，所述第十三非门的输出端连接至所述模拟开关的第二选择端，所述模拟开关的固定端连接至第十四非门的输入端，所述第十四非门的输出端作为所述自适应电路的输出端。

15 6. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块，其特征在于，在所述自适应电路通过所述方式三输出使能信号的情况下，所述自适应电路在所述智能功率模块的温度低于所述预定温度值时，

20 若所述第一输入端的输入信号的值大于或等于所述第一设定值，则输出第一电平的使能信号，以禁止所述 HVIC 管工作，以及

若所述第一输入端的输入信号的值小于所述第一设定值，则输出第二电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作。

25 7. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块，其特征在于，在所述自适应电路通过所述方式三输出使能信号的情况下，所述自适应电路在所述智能功率模块的温度高于所述预定温度值时，

当所述第二输入端的输入信号处于非上升沿时，若所述第一输入端的输入信号的值大于或等于所述第一设定值，则输出第一电平的使能信号，以禁止所述 HVIC 管工作；否则，输出第二电平的使能信号，以允许所述 HVIC 管工作；以及

当所述第二输入端的输入信号处于上升沿时，若所述第一输入端的输入信号的值大于或等于所述第二设定值且持续预定时长，则输出所述第一电平的使能信号；否则，输出所述第二电平的使能信号。

8. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块，其特征在于，在所述自适应电路通过所述方式三输出使能信号的情况下，所述自适应电路包括：

串联连接的第一非门和第二非门，所述第一非门的输入端作为所述自适应电路的第二输入端，所述第二非门的输出端连接至第一与非门的第一输入端；

串联连接的第三非门、第四非门和第五非门，所述第三非门的输入端连接至所述第一非门的输入端，所述第五非门的输出端连接至所述第一与非门的第二输入端，所述第一与非门的输出端连接至第六非门的输入端，所述第六非门的输出端连接至第二与非门的第一输入端；

第一电容，连接在所述第四非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

第二电容，连接在所述第五非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

第一电阻，所述第一电阻的第一端连接至所述自适应电路的供电电源正极，所述第一电阻的第二端连接至稳压二极管的阴极，所述稳压二极管的阳极连接至所述自适应电路的供电电源负极；

第二电阻，所述第二电阻的第一端连接至所述第一电阻的第二端，所述第二电阻的第二端连接至第一电压比较器的正输入端；

热敏电阻，所述热敏电阻的第一端连接至所述第二电阻的第二端，所述热敏电阻的第二端连接至所述稳压二极管的阳极；

第一电压源，所述第一电压源的负极连接至所述稳压二极管的阳极，所述第一电压源的正极连接至所述第一电压比较器的负输入端，所述第一电压比较器的输出端连接至所述第二与非门的第二输入端，所述第二与非门的输出端连接至第七非门的输入端，所述第七非门的输出端连接至模拟开关的控制端；

第二电压比较器，所述第二电压比较器的正输入端作为所述自适应电

路的第一输入端，所述第二电压比较器的负输入端连接至第二电压源的正极，所述第二电压源的负极连接至所述自适应电路的供电电源负极，所述第二电压比较器的输出端连接至所述模拟开关的第一选择端和第三与非门的第一输入端；

5 第三电压比较器，所述第三电压比较器的正输入端连接至所述第二电压比较器的正输入端，所述第三电压比较器的负输入端连接至第三电压源的正极，所述第三电压源的负极连接至所述自适应电路的供电电源负极，所述第三电压比较器的输出端连接至所述第三与非门的第二输入端；

10 第四电压比较器，所述第四电压比较器的正输入端连接至所述第二电压比较器的正输入端，所述第四电压比较器的负输入端连接至第四电压源的正极，所述第四电压源的负极连接至所述自适应电路的供电电源负极，所述第四电压比较器的输出端连接至所述第三与非门的第三输入端，所述第三与非门的输出端连接至第八非门的输入端，所述第八非门的输出端连接至所述模拟开关的第二选择端，所述模拟开关的固定端连接至第九非门的输入端，所述第九非门的输出端作为所述自适应电路的输出端。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的智能功率模块，其特征在于，所述 HVIC 管上还设置有 PFC 驱动电路的信号输出端，所述智能功率模块还包括：

20 第一功率开关管和第一二极管，所述第一二极管的阳极连接至所述第一功率开关管的发射极，所述第一二极管的阴极连接至所述第一功率开关管的集电极，所述第一功率开关管的集电极连接至第二二极管的阳极，所述第二二极管的阴极连接至所述智能功率模块的高电压输入端，所述第一功率开关管的基极连接至所述 PFC 驱动电路的信号输出端，所述第一功率开关管的发射极作为所述智能功率模块的 PFC 低电压参考端，所述第
25 一功率开关管的集电极作为所述智能功率模块的 PFC 端。

10. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的智能功率模块，其特征在于，还包括：自举电路，所述自举电路包括：

第一自举二极管，所述第一自举二极管的阳极连接至所述智能功率模块的低压区供电电源正端，所述第一自举二极管的阴极连接至所述智能功

率模块的 U 相高压区供电电源正端；

第二自举二极管，所述第二自举二极管的阳极连接至所述智能功率模块的低压区供电电源正端，所述第二自举二极管的阴极连接至所述智能功率模块的 V 相高压区供电电源正端；

5 第三自举二极管，所述第三自举二极管的阳极连接至所述智能功率模块的低压区供电电源正端，所述第三自举二极管的阴极连接至所述智能功率模块的 W 相高压区供电电源正端。

11. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的智能功率模块，其特征在于，还包括：

10 三相上桥臂电路，所述三相上桥臂电路中的每一相上桥臂电路的输入端连接至所述 HVIC 管的三相高压区中对应相的信号输出端；

三相下桥臂电路，所述三相下桥臂电路中的每一相下桥臂电路的输入端连接至所述 HVIC 管的三相低压区中对应相的信号输出端。

12. 根据权利要求 11 所述的智能功率模块，其特征在于，所述每一相上桥臂电路包括：

第二功率开关管和第三二极管，所述第三二极管的阳极连接至所述第二功率开关管的发射极，所述第三二极管的阴极连接至所述第二功率开关管的集电极，所述第二功率开关管的集电极连接至所述智能功率模块的高电压输入端，所述第二功率开关管的基极作为所述每一相上桥臂电路的输入端，所述第二功率开关管的发射极连接至所述智能功率模块对应相的高压区供电电源负端。

13. 根据权利要求 12 所述的智能功率模块，其特征在于，所述每一相下桥臂电路包括：

25 第三功率开关管和第四二极管，所述第四二极管的阳极连接至所述第三功率开关管的发射极，所述第四二极管的阴极连接至所述第三功率开关管的集电极，所述第三功率开关管的集电极连接至对应的上桥臂电路中的所述第三二极管的阳极，所述第三功率开关管的基极作为所述每一相下桥臂电路的输入端，所述第三功率开关管的发射极作为所述智能功率模块的对应相的低电压参考端。

14. 一种空调器，其特征在于，包括：如权利要求 1 至 13 中任一项所述的智能功率模块。

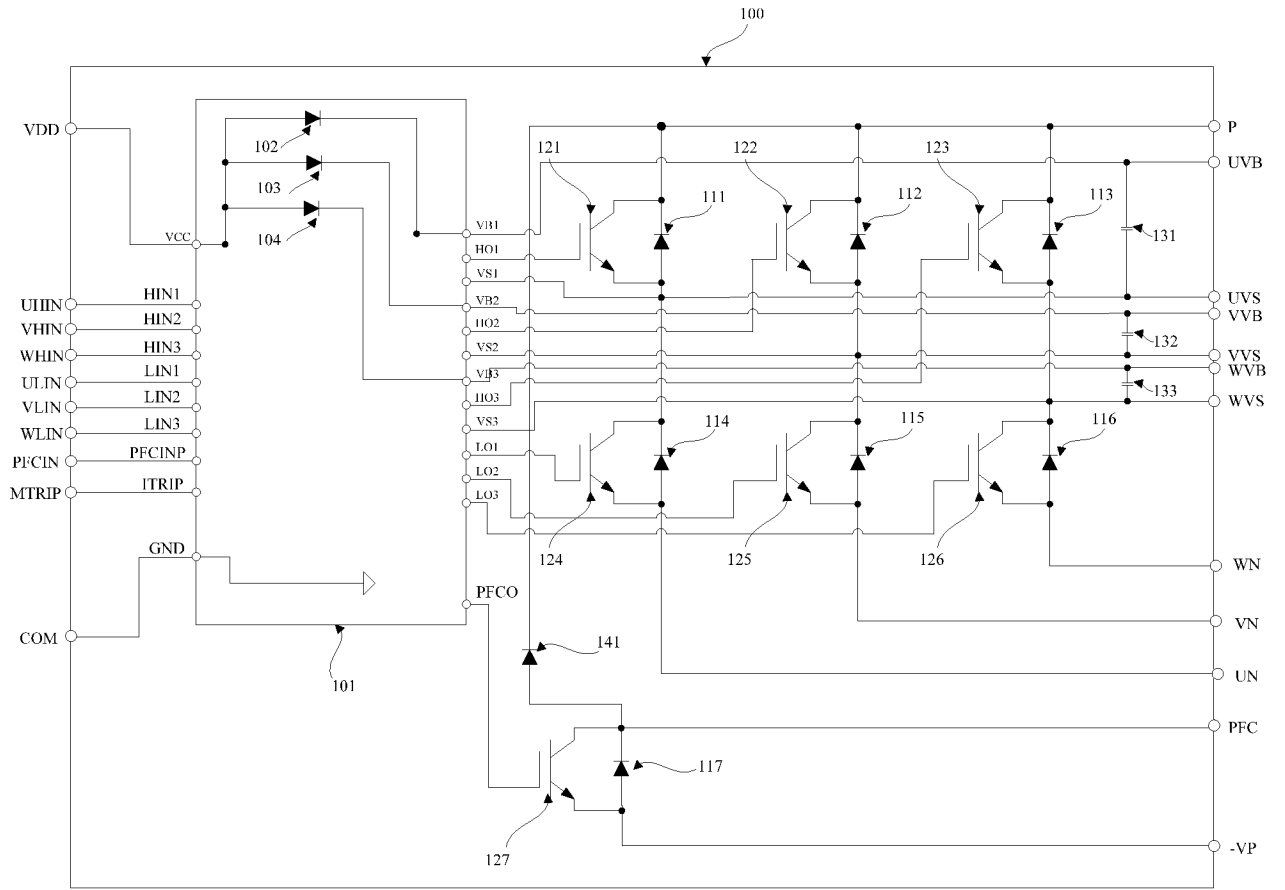


图 1

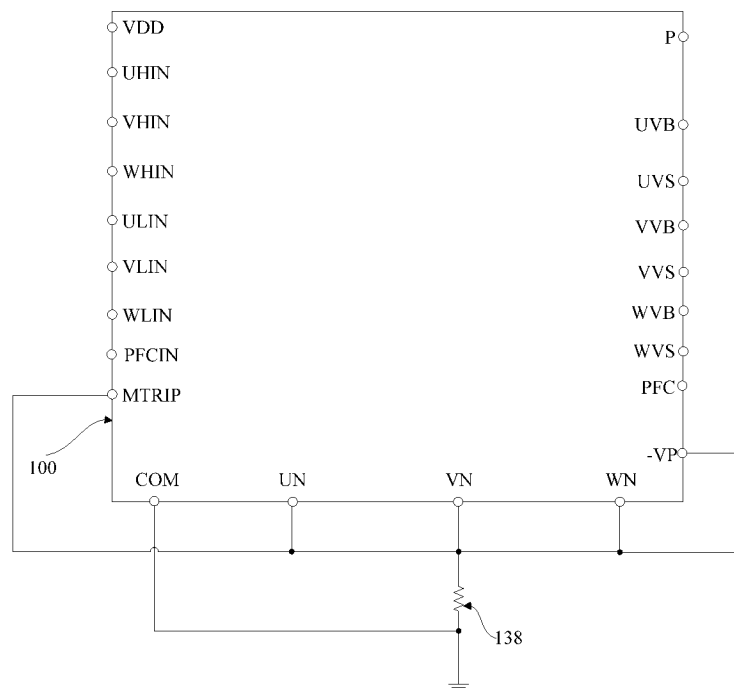


图 2

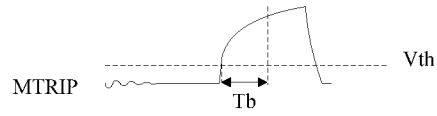


图 3

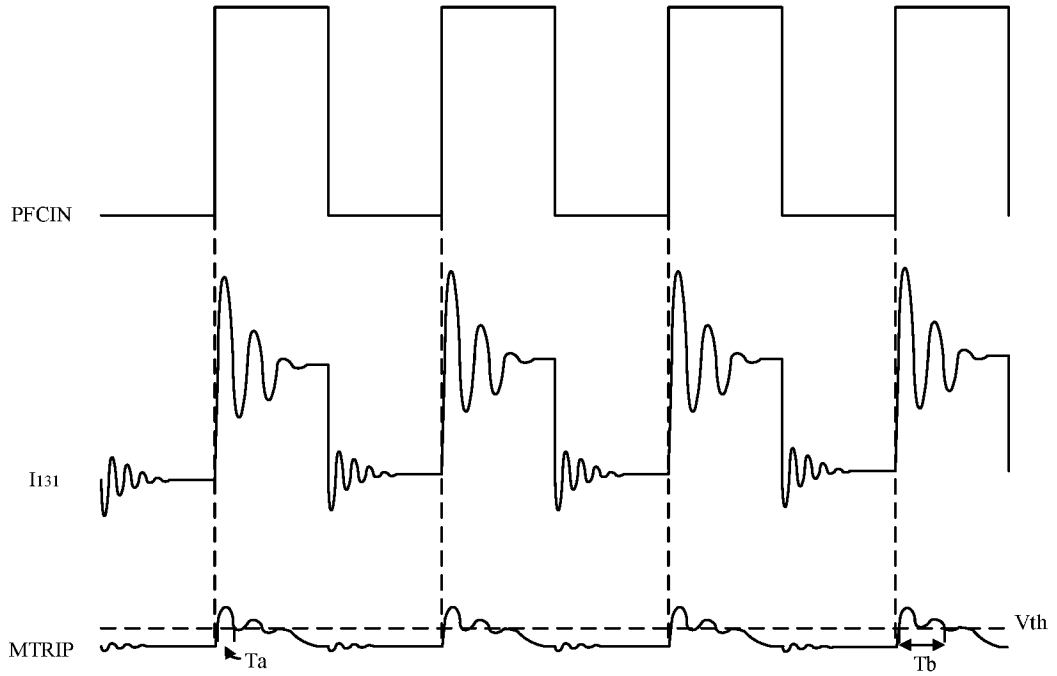


图 4

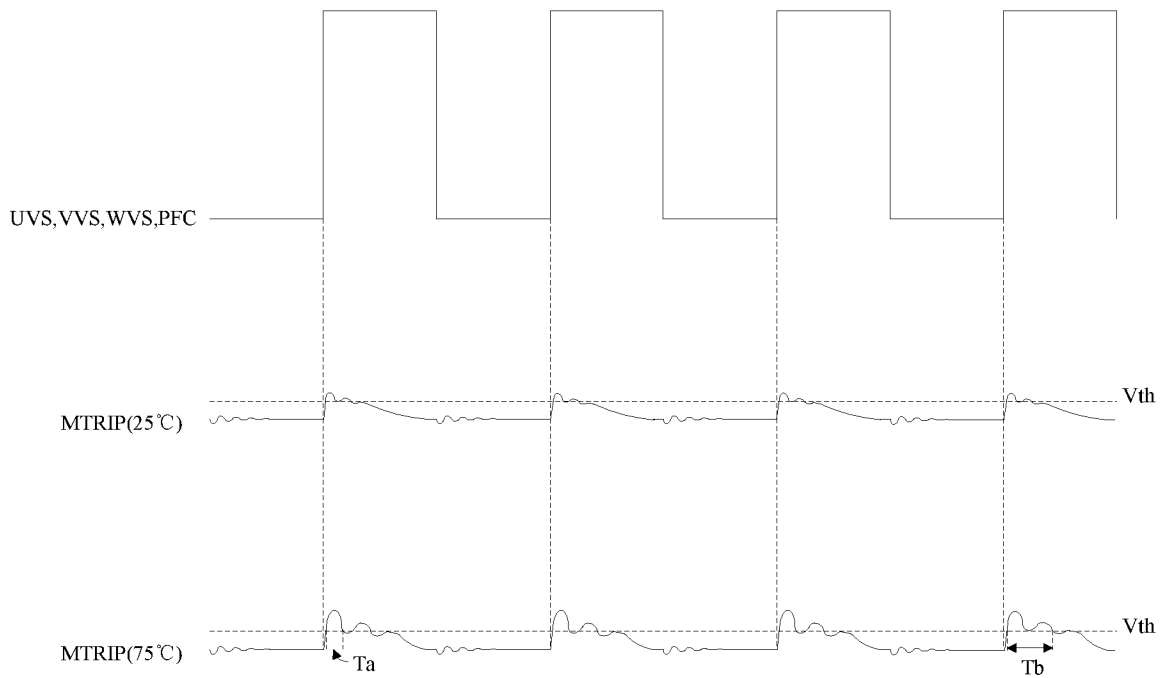


图 5

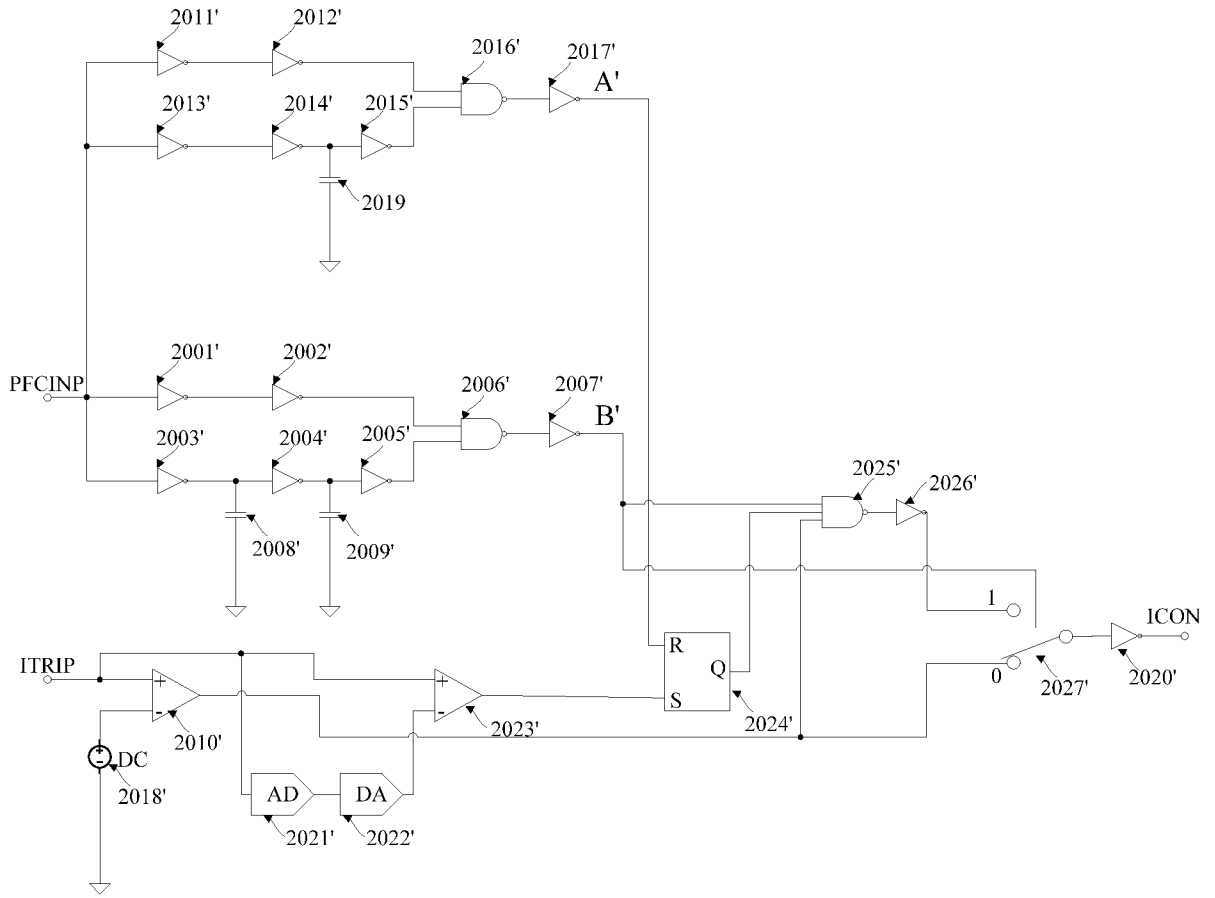


图 8

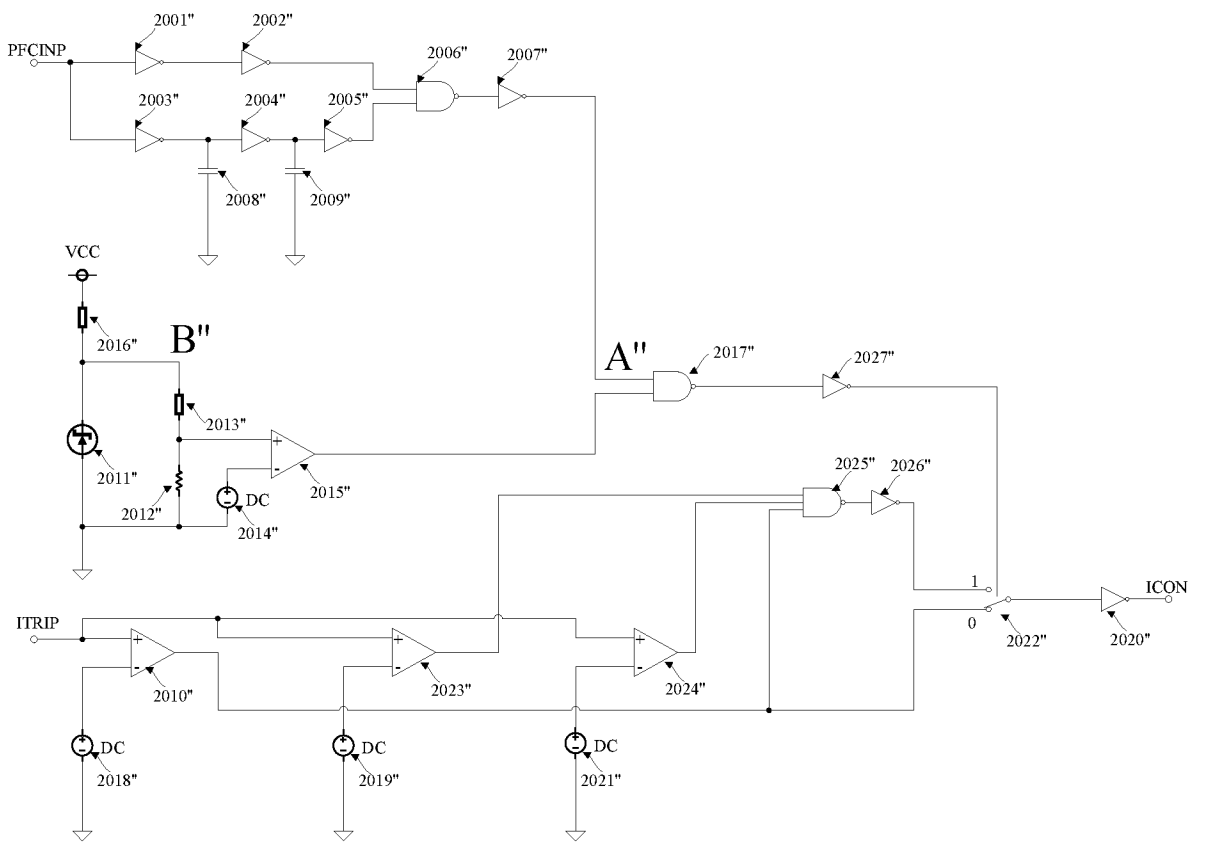


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/097729

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02M 7/5387 (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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: high voltage, power factor, power, module, intelligent, IPM, high, voltage, integrate, HVIC, power, factor, PFC, current, detect, sense, measure, sample

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| PX | CN 105322822 A (CHONGQING MIDEA REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD.; MIDEA GROUP CO., LTD.), 10 February 2016 (10.02.2016), claims 1-8 and 10, description, paragraphs 0011-0087, and figures 3-5 | 1-3, 9-14 |
| PX | CN 205195590 U (CHONGQING MIDEA REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD.; MIDEA GROUP CO., LTD.), 27 April 2016 (27.04.2016), claims 1-8 and 10, description, paragraphs 0011-0087, and figures 3-5 | 1-3, 9-14 |
| PX | CN 105356785 A (CHONGQING MIDEA REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD.; MIDEA GROUP CO., LTD.), 24 February 2016 (24.02.2016), claims 1-8 and 10, description, paragraphs 0011-0094, and figures 5 and 6 | 1, 4, 5, 9-14 |
| PX | CN 205195591 U (CHONGQING MIDEA REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD.; MIDEA GROUP CO., LTD.), 27 April 2016 (27.04.2016), claims 1-8 and 10, description, paragraphs 0011-0094, and figures 5 and 6 | 1, 4, 5, 9-14 |
| PX | CN 105577016 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.; MIDEA GROUP CO., LTD.), 11 May 2016 (11.05.2016), claims 1-10, description, paragraphs 0011-0097, and figures 6 and 7 | 1, 6-14 |

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

| | |
|---|---|
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> | <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p> |
|---|---|

Date of the actual completion of the international search
31 October 2016 (31.10.2016)

Date of mailing of the international search report
08 November 2016 (08.11.2016)

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
SONG, Xuemei
Telephone No.: (86-10) **62411797**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2016/097729

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| PX | CN 205453538 U (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.; MIDEA GROUP CO., LTD.), 10 August 2016 (10.08.2016), claims 1-10, description, paragraphs 0011-0097, and figures 6 and 7 | 1, 6-14 |
| A | US 2013182470 A1 (INT RECTIFIER CORP.), 18 July 2013 (18.07.2013), the whole document | 1-14 |
| A | CN 102549901 A (EMERSON CLIMATE TECHNOLOGIES, INC.), 04 July 2012 (04.07.2012), the whole document | 1-14 |
| A | CN 104767417 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.; MIDEA GROUP CO., LTD.), 08 July 2015 (08.07.2015), the whole document | 1-14 |

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2016/097729

| Patent Documents referred in the Report | Publication Date | Patent Family | Publication Date |
|--|------------------|------------------|-------------------|
| CN 105322822 A | 10 February 2016 | None | |
| CN 205195590 U | 27 April 2016 | None | |
| CN 105356785 A | 24 February 2016 | None | |
| CN 205195591 U | 27 April 2016 | None | |
| CN 105577016 A | 11 May 2016 | None | |
| CN 205453538 U | 10 August 2016 | None | |
| US 2013182470 A1 | 18 July 2013 | None | |
| CN 102549901 A | 04 July 2012 | KR 101386939 B1 | 18 April 2014 |
| | | CN 102549901 B | 25 February 2015 |
| | | EP 2465188 A2 | 20 June 2012 |
| | | AU 2010282629 B2 | 13 March 2014 |
| | | US 2011031911 A1 | 10 February 2011 |
| | | US 2015365034 A1 | 17 December 2015 |
| | | WO 2011019701 A3 | 23 June 2011 |
| | | US 9088232 B2 | 21 July 2015 |
| | | WO 2011019701 A2 | 17 February 2011 |
| | | RU 2012105436 A | 20 September 2013 |
| | | US 8508166 B2 | 13 August 2013 |
| | | US 2014152209 A1 | 05 June 2014 |
| | | KR 20120040739 A | 27 April 2012 |
| | | AU 2010282629 A1 | 23 February 2012 |
| | | IN 201200256 P3 | 24 August 2012 |
| CN 104767417 A | 08 July 2015 | None | |

| <p>A. 主题的分类</p> <p>H02M 7/5387(2007.01)i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--|-----|-------------------|---------|----|---|-----------|----|---|-----------|----|--|---------------|----|--|---------------|----|---|---------|
| <p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>H02M</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI: 功率, 模块, 智能, 高压, 集成, 功率因素, 功率因数, 功率因子, 电流, 测, 采样, power, module, intelligent, IPM, high, voltage, integrate, HVIC, power, factor, PFC, current, detect, sense, measure, sample</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105322822 A (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 2月 10日 (2016 - 02 - 10) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0087段, 图3-5</td> <td>1-3, 9-14</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 205195590 U (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0087段, 图3-5</td> <td>1-3, 9-14</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105356785 A (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0094段, 图5, 6</td> <td>1, 4, 5, 9-14</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 205195591 U (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0094段, 图5, 6</td> <td>1, 4, 5, 9-14</td> </tr> <tr> <td>PX</td> <td>CN 105577016 A (广东美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 权利要求1-10, 说明书第0011-0097段, 图6, 7</td> <td>1, 6-14</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 | PX | CN 105322822 A (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 2月 10日 (2016 - 02 - 10) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0087段, 图3-5 | 1-3, 9-14 | PX | CN 205195590 U (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0087段, 图3-5 | 1-3, 9-14 | PX | CN 105356785 A (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0094段, 图5, 6 | 1, 4, 5, 9-14 | PX | CN 205195591 U (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0094段, 图5, 6 | 1, 4, 5, 9-14 | PX | CN 105577016 A (广东美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 权利要求1-10, 说明书第0011-0097段, 图6, 7 | 1, 6-14 |
| 类型* | 引用文件, 必要时, 指明相关段落 | 相关的权利要求 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 105322822 A (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 2月 10日 (2016 - 02 - 10) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0087段, 图3-5 | 1-3, 9-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 205195590 U (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0087段, 图3-5 | 1-3, 9-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 105356785 A (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 2月 24日 (2016 - 02 - 24) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0094段, 图5, 6 | 1, 4, 5, 9-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 205195591 U (重庆美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 4月 27日 (2016 - 04 - 27) 权利要求1-8, 10, 说明书第0011-0094段, 图5, 6 | 1, 4, 5, 9-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| PX | CN 105577016 A (广东美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 5月 11日 (2016 - 05 - 11) 权利要求1-10, 说明书第0011-0097段, 图6, 7 | 1, 6-14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“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)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同族专利的文件</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2016年 10月 31日</p> | | <p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2016年 11月 8日</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>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</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p> | | <p>授权官员</p> <p>宋雪梅</p> <p>电话号码 (86-10)62411797</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| 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 205453538 U (广东美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2016年 8月 10日 (2016 - 08 - 10) 权利要求1-10, 说明书第0011-0097段, 图6, 7 | 1, 6-14 |
| A | US 2013182470 A1 (INT RECTIFIER CORP) 2013年 7月 18日 (2013 - 07 - 18) 全文 | 1-14 |
| A | CN 102549901 A (艾默生环境优化技术有限公司) 2012年 7月 4日 (2012 - 07 - 04) 全文 | 1-14 |
| A | CN 104767417 A (广东美的制冷设备有限公司 美的集团股份有限公司) 2015年 7月 8日 (2015 - 07 - 08) 全文 | 1-14 |

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2016/097729

| 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 | 105322822 | A | 2016年 2月 10日 | 无 | |
| CN | 205195590 | U | 2016年 4月 27日 | 无 | |
| CN | 105356785 | A | 2016年 2月 24日 | 无 | |
| CN | 205195591 | U | 2016年 4月 27日 | 无 | |
| CN | 105577016 | A | 2016年 5月 11日 | 无 | |
| CN | 205453538 | U | 2016年 8月 10日 | 无 | |
| US | 2013182470 | A1 | 2013年 7月 18日 | 无 | |
| CN | 102549901 | A | 2012年 7月 4日 | KR | 101386939 B1 2014年 4月 18日 |
| | | | | CN | 102549901 B 2015年 2月 25日 |
| | | | | EP | 2465188 A2 2012年 6月 20日 |
| | | | | AU | 2010282629 B2 2014年 3月 13日 |
| | | | | US | 2011031911 A1 2011年 2月 10日 |
| | | | | US | 2015365034 A1 2015年 12月 17日 |
| | | | | WO | 2011019701 A3 2011年 6月 23日 |
| | | | | US | 9088232 B2 2015年 7月 21日 |
| | | | | WO | 2011019701 A2 2011年 2月 17日 |
| | | | | RU | 2012105436 A 2013年 9月 20日 |
| | | | | US | 8508166 B2 2013年 8月 13日 |
| | | | | US | 2014152209 A1 2014年 6月 5日 |
| | | | | KR | 20120040739 A 2012年 4月 27日 |
| | | | | AU | 2010282629 A1 2012年 2月 23日 |
| | | | | IN | 201200256 P3 2012年 8月 24日 |
| CN | 104767417 | A | 2015年 7月 8日 | 无 | |