(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105356785 B
(45)授权公告日 2017.12.12

(21)申请号 201510860689.X

(22)申请日 2015.11.30

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105356785 A

(43)申请公布日 2016.02.24

(73)专利权人 重庆美的制冷设备有限公司
地址 401336 重庆市南岸区玉马路8号科技创业中心融英楼4楼4号
专利权人 美的集团股份有限公司

(72)发明人 冯宇翔

(74)专利代理机构 北京友联知识产权代理事务所(普通合伙) 11343
代理人 尚志峰 汪海屏

(51)Int.Cl.
H02M 7/5387(2007.01)
H02M 1/08(2006.01)

(56)对比文件
CN 103872884 A,2014.06.18,
CN 104811078 A,2015.07.29,
CN 104821705 A,2015.08.05,
JP 2001327171 A,2001.11.22,
JP 2013055739 A,2013.03.21,
CN 205195591 U,2016.04.27,

审查员 刘侠

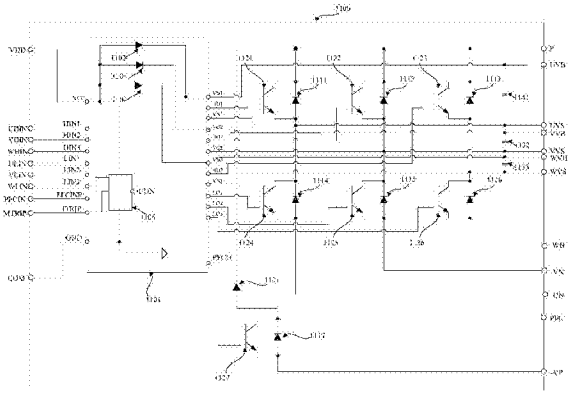
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54)发明名称

智能功率模块和空调器

(57)摘要

本发明提供了一种智能功率模块和空调器，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、电流检测端和PFC控制输入端；HVIC管上设置有对应于电流检测端的第一端口和对应于PFC控制输入端的第二端口；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作为HVIC管的使能端；其中，自适应电路在第二输入端的输入信号处于上升沿时，根据对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；自适应电路在第二输入端的输入信号未处于上升沿时，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。



CN 105356785 B

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,以及对应于所述电流检测端的第一端口和对应于所述PFC控制输入端的第二端口,所述第一端口通过连接线与所述电流检测端相连,所述第二端口通过连接线与所述PFC控制输入端相连;

采样电阻,所述三相低电压参考端和所述电流检测端均连接至所述采样电阻的第一端,所述采样电阻的第二端连接至所述智能功率模块的低压区供电电源负端;

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;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,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。

2.根据权利要求1所述的智能功率模块,其特征在于:

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,第一次检测到的电压值高于预定值,并且第二次检测到的电压值高于第一次时,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。

3.根据权利要求1所述的智能功率模块,其特征在于,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;

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;

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；

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；

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。

4.根据权利要求1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：

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。

5.根据权利要求1至4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；

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。

6.根据权利要求1至4中任一项所述的智能功率模块，其特征在于，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。

7.根据权利要求6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。

8.根据权利要求7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：

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。

9.根据权利要求7或8所述的智能功率模块，其特征在于，所述智能功率模块的高电压输入端的电压为300V，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。

10.一种空调器，其特征在于，包括：如权利要求1至9中任一项所述的智能功率模块。

智能功率模块和空调器

技术领域

[0001] 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

[0002] 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。

[0003] 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。

[0004] 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。

[0005] 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。

[0006] -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。

[0007] 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端会藕合出一定的电压抬高。设使MTRIP触发的条件为：电压>Vth，且持续时间>Tth；在图4中，设Ta<Tth<Tb，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。

[0008] FRD管的反向恢复时间的长短与温度有关，温度越高，反向恢复时间越长，因此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，在一些恶劣的应用场合，最终会产生误触发，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。

[0009] 因此，如何能够在确保智能功率模块具有高可靠性和高适应性的前提下，有效降低智能功率模块被误触发的几率成为亟待解决的技术问题。

发明内容

[0010] 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。

[0011] 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，可以在确保智能功率模块具有高可靠性和高适应性的前提下，有效降低智能功率模块被误触发的几率。

[0012] 本发明的另一个目的在于提出了一种空调器。

[0013] 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，以及对应于所述电流检测端的第一端口和对应于所述PFC控制输入端的第二端口，所述第一端口通过连接线与所述电流检测端相连，所述第二端口通过连接线与所述PFC控制输入端相连；采样电阻，所述三相低电压参考端和所述电流检测端均连接至所述采样电阻的第一端，所述采样电阻的第二端连接至所述智能功率模块的低压区供电电源负端；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；

[0014] 其中，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；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，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。

[0015] 根据本发明的实施例的智能功率模块，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，因此通过设置自适应电路，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。

[0016] 通过在第二输入端的输入信号未处于上升沿时，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。

[0017] 根据本发明的上述实施例的智能功率模块，还可以具有以下技术特征：

[0018] 根据本发明的一个实施例，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；

[0019] 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。

[0020] 其中，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。

[0021] 根据本发明的一个实施例，所述自适应电路包括：

[0022] 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；

[0023] 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；

[0024] 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；

[0025] 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；

[0026] 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；

[0027] 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；

[0028] 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；

[0029] 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；

[0030] 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；

[0031] 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；

[0032] 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。

[0033] 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。

[0034] 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)。

[0035] 根据本发明的一个实施例，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；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。

[0036] 根据本发明的一个实施例，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。

[0037] 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。

[0038] 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。

[0039] 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。

[0040] 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。

[0041] 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。

[0042] 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。

[0043] 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

[0044] 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：

[0045] 图1示出了相关技术中的智能功率模块的结构示意图；

[0046] 图2示出了智能功率模块的外部电路示意图；

[0047] 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；

[0048] 图4示出了相关技术中的智能功率模块产生的噪声的波形示意图；

[0049] 图5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；

[0050] 图6示出了根据本发明的实施例的自适应电路的内部结构示意图。

具体实施方式

[0051] 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。

[0052] 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其他方式来实施，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。

[0053] 图5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。

[0054] 如图5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。

[0055] 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；

[0056] 在HVIC管1101内部：

[0057] 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的输出端记为ICON，用于控制HIN1～HIN3、LIN1～LIN3、PFCINP信号的有效性。

[0058] HVIC管1101内部还有自举电路结构如下：

[0059] 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。

[0060] 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100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。

[0061] HVIC管1101的VB1端连接电容1141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1141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。

[0062] 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。

[0063] 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。

[0064] 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。

[0065] 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。

[0066] 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1131的阳极相连,并作为智能功率模块1100的PFC端;

[0067] 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1131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。

[0068] HVIC管1101的作用是:

[0069] 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；

[0070] 当ICON为低电平时，HO1、HO2、HO3、LO1、LO2、LO3、PFCO全部置为低电平。

[0071] 自适应电路1105的作用是：

[0072] 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；

[0073] 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。

[0074] 在本发明的一个实施例中，自适应电路1105的具体电路结构示意图如图6所示，具体为：

[0075] 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；

[0076] 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；

[0077] 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；

[0078] 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；

[0079] 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的输入端；非门2020的输出端接ICON。

[0080] 以下说明上述实施例的工作原理及关键参数取值：

[0081] 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的信号的上升沿，B点产生一个比A点窄脉冲更大的脉冲；

[0082] 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；

[0083] 当模拟开关2027的0选择端与模拟开关2027的固定端相连时：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；

[0084] 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；

[0085] ITIRP电压与电压比较器2018的电压V1比较：

[0086] 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；

[0087] 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：

[0088] 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持续输出高电平不变；

[0089] 当V3大于V2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。

[0090] 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同，非门2012的取值与非门2014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；

[0091] 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同，非门2002的取值与非门2004同，电容2009的取值与电容2019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ITIRP电压的误判几率较大，如果这个时间过长，则对ITIRP电压反应的及时性会过慢；

[0092] 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；

[0093] 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V3电压为V2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V1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1131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后仍然大于V1但持续减小或ITRIP电压在200～300ns后已小于V1，则ITRIP电压的异常增高因为PFCINP控制的FRD管1131的反向恢复时间引起的几率很大。

[0094] 由上述实施例的技术方案可知，本发明提出的智能功率模块与现行智能功率模块完全兼容，可以直接与现行智能功率模块进行替换。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，本发明的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对智能功率模块提供及时保护。

[0095] 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，可以在确保智能功率模块具有高可靠性和高适应性的前提下，有效降低智能功率模块被误触发的几率。

[0096] 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。

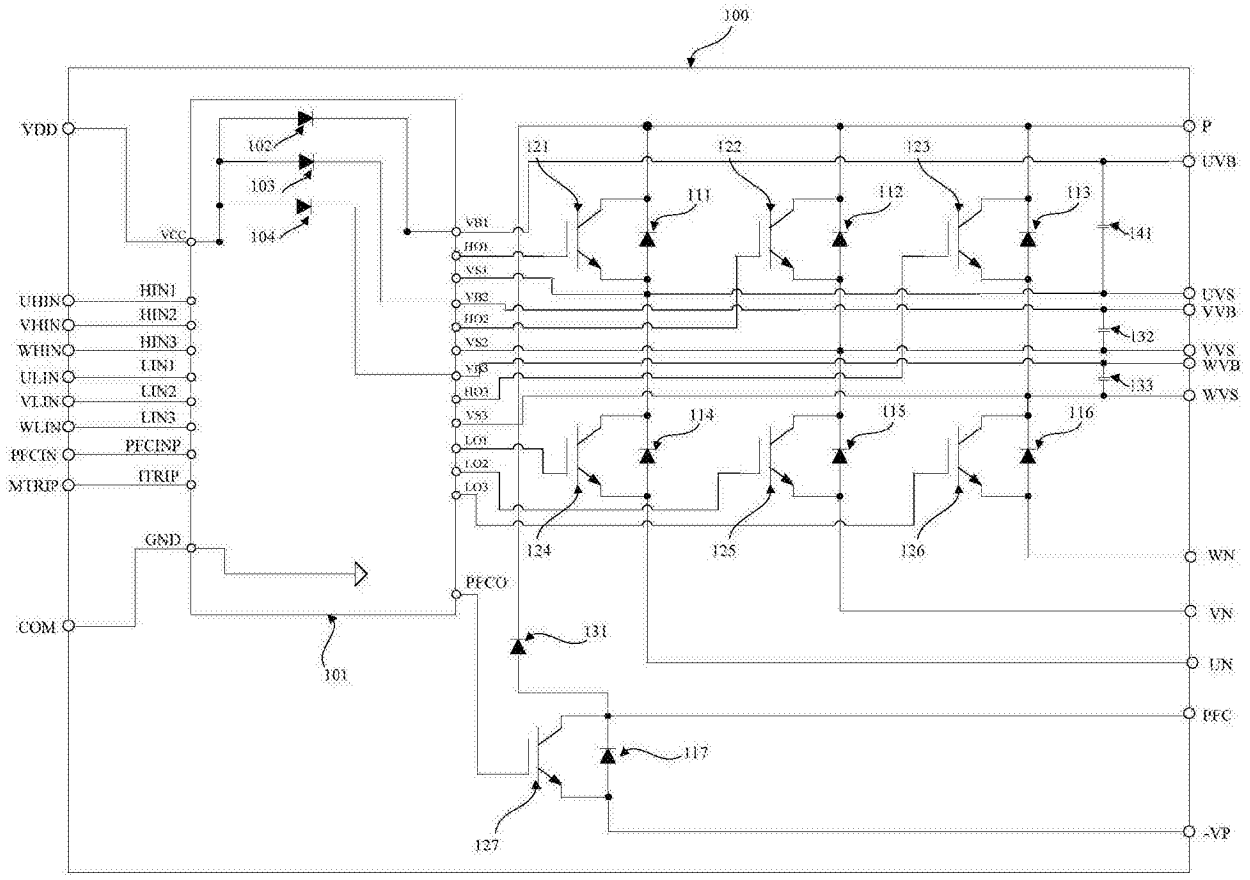

100
VDD
102
103
104
VCC
UHIN
VHIN
WHIN
ULIN
VLIN
WLIN
PFCIN
MTRIP
HIN1
HIN2
HIN3
LIN1
LIN2
LIN3
PFCINP
ITRIP
GND
COM
101
VB1
HO1
VS1
VB2
HO2
VS2
VB3
HO3
VS3
LO1
LO2
LO3
PFCO
121
122
123
111
112
113
141
124
125
126
114
115
116
131
117
127
P
UVB
UVS
VVB
VVS
WVB
WVS
132
133
WN
VN
UN
PFC
-VP

图1

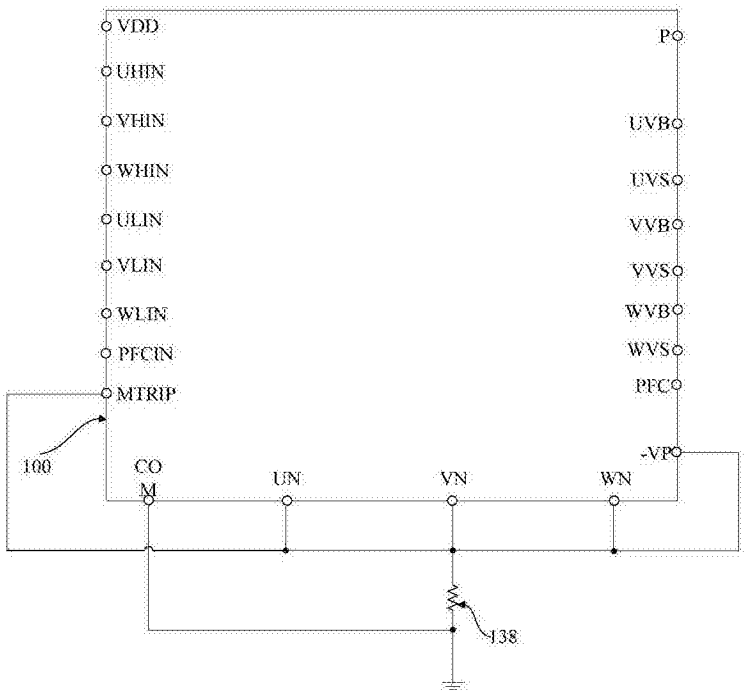

VDD
UHIN
VHIN
WHIN
ULIN
VLIN
WLIN
PFCIN
MTRIP
100
COM
UN
VN
WN
P
UVB
UVS
VVB
VVS
WVB
WVS
PFC
-VP
138

图2

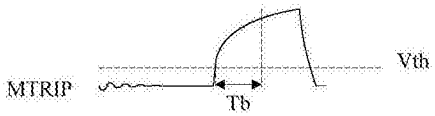


图3

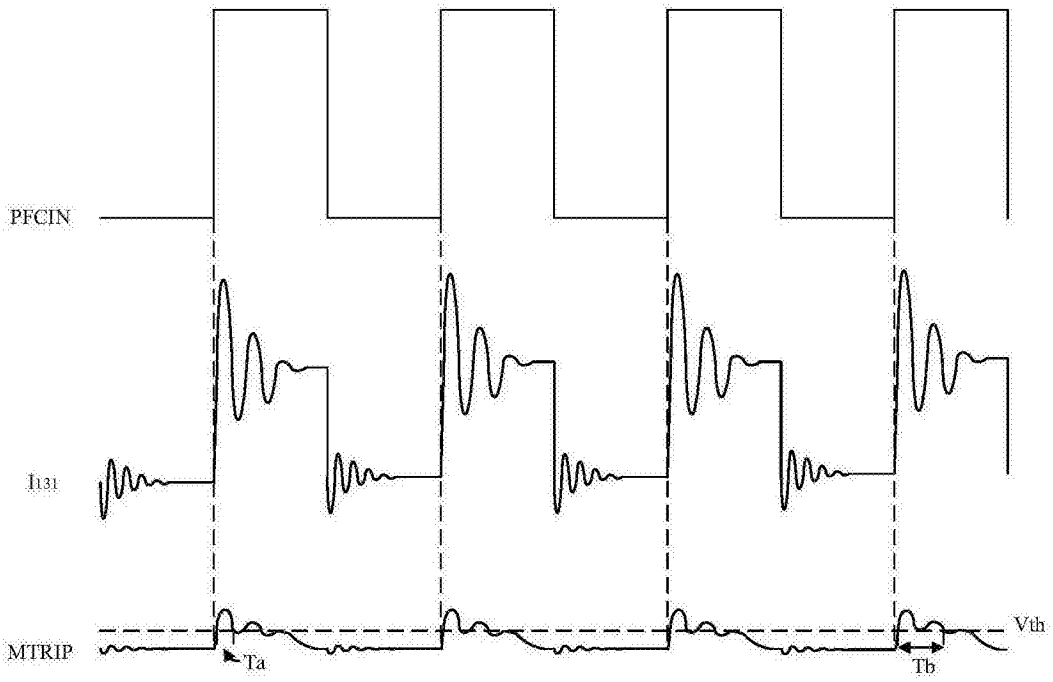


图4

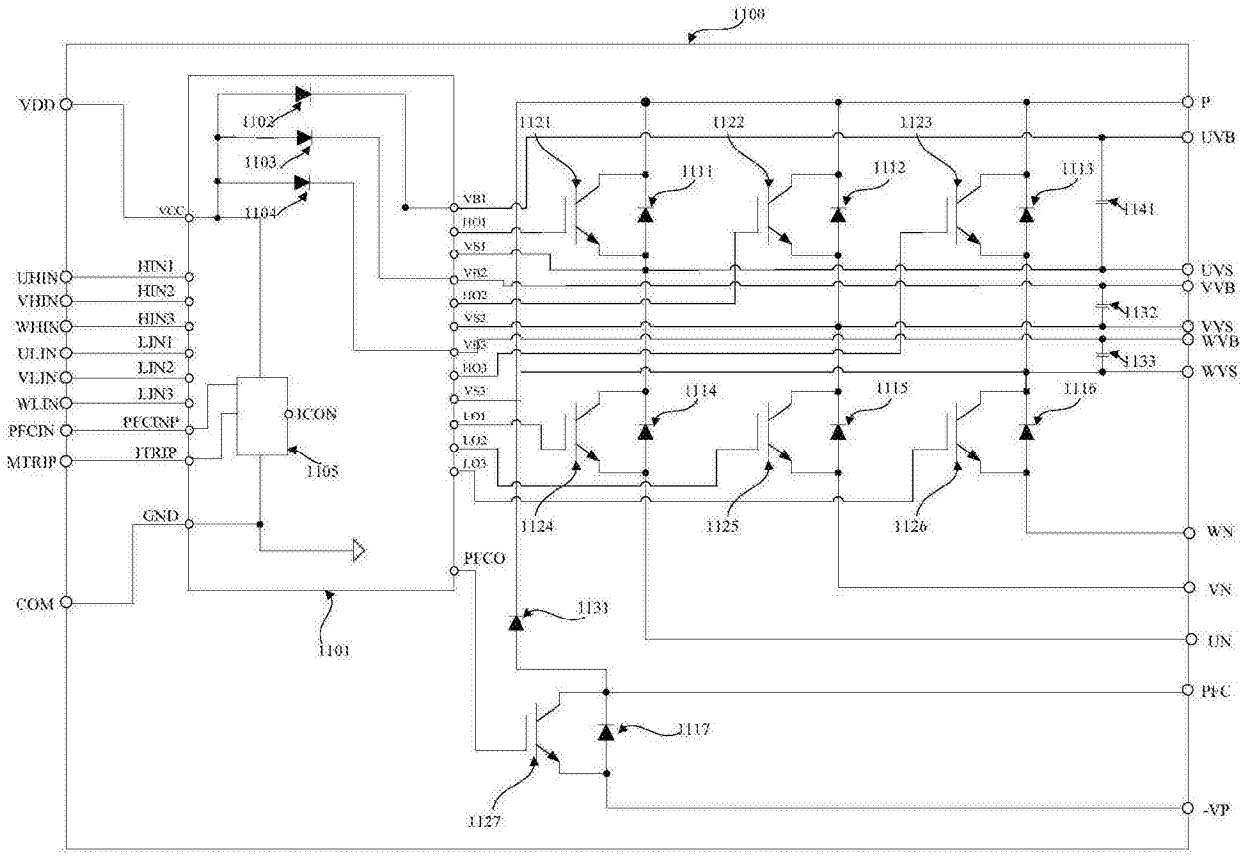

1100
VDD
1102
1103
1104
VCC
UHIN
VHIN
WHIN
ULIN
VLIN
WLIN
PFCIN
MTRIP
HIN1
HIN2
HIN3
LIN1
LIN2
LIN3
PFCINP
ITRIP
ICON
1105
GND
COM
1101
VB1
HO1
VS1
VB2
HO2
VS3
VB3
HO3
VS3
LO1
LO2
LO3
PFCO
1121
1122
1123
1131
1132
1113
1141
1132
1133
1114
1115
1116
1124
1125
1126
1133
1117
1127
P
UVB
UVS
VVB
VVS
WVB
WVS
WN
VN
UN
PFC
-VP

图5

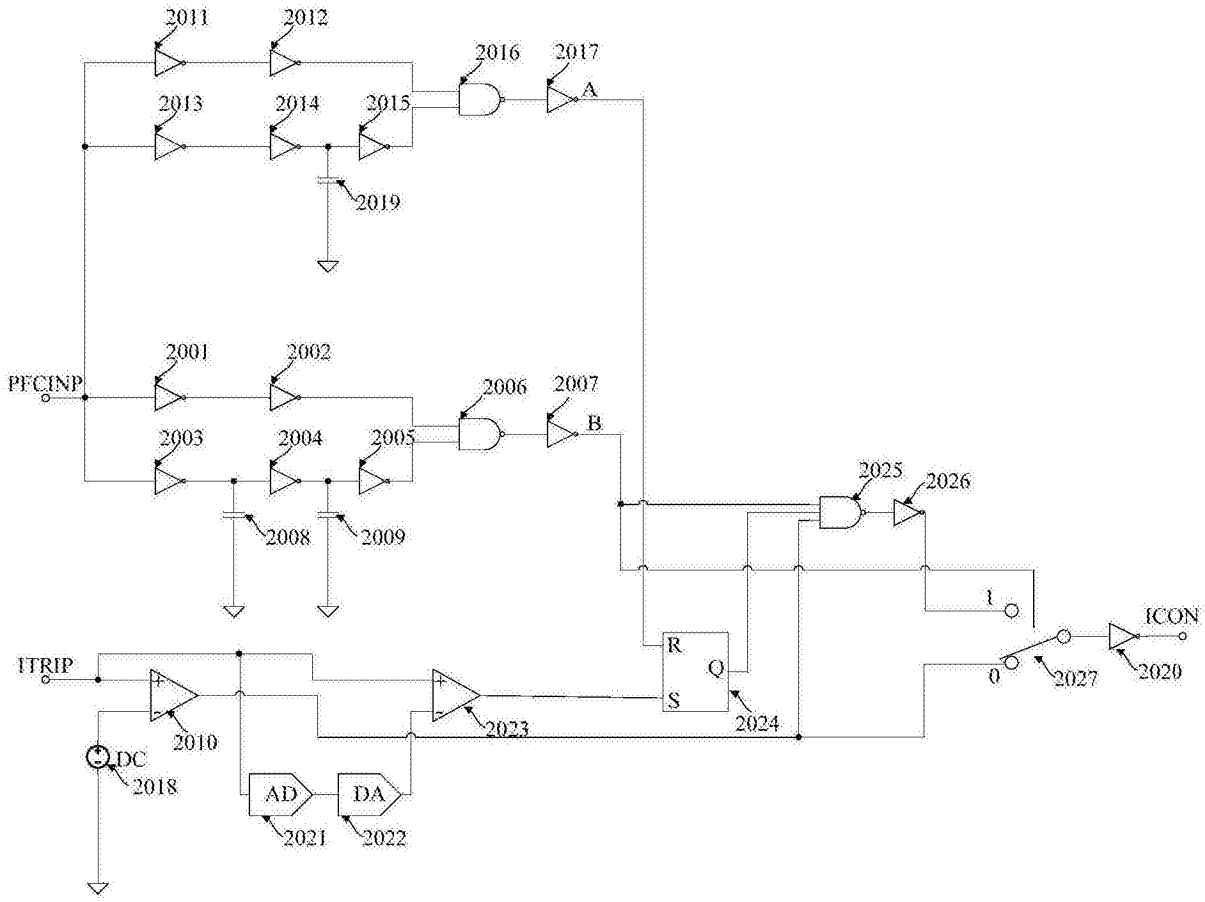

2011
2012
2016
2017
A
2013
2014
2015
2019
PFCINP
2001
2002
2006
2007
B
2003
2004
2005
2025
2026
2008
2009
1
ICON
R
Q
ITRIP
S
0
2027
2020
2010
2023
2024
DC
2018
AD
DA
2021
2022

图6