



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105356786 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201510863297. 9

(22) 申请日 2015. 11. 30

(71) 申请人 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

申请人 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)

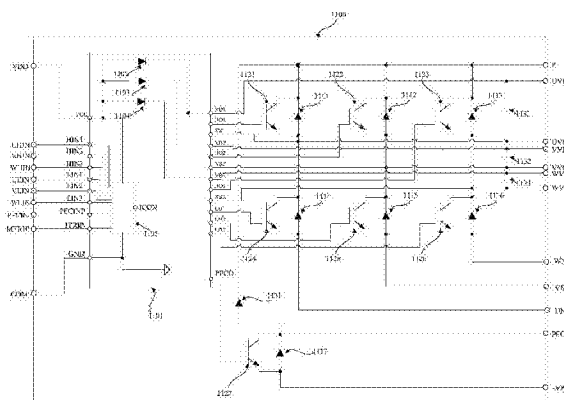
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(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; 自适应电路的第一至第三输入端分别连接至三相上桥臂信号输入端, 自适应电路的第四至第六输入端分别连接至三相下桥臂信号输入端, 自适应电路的第七输入端连接至第二端口, 自适应电路的第八输入端连接至第一端口, 自适应电路的输出端作为 HVIC 管的使能端; 自适应电路在第一至第七输入端的输入信号处于上升沿时, 对第八输入端的输入信号的滤波时间与温度成正相关关系; 否则, 对第八输入端的输入信号的滤波时间为固定值。



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、第二输入端和第三输入端分别连接至所述三相上桥臂信号输入端中的对应端,所述自适应电路的第四输入端、第五输入端和第六输入端分别连接至所述三相下桥臂信号输入端中的对应端,所述自适应电路的第七输入端连接至所述第二端口,所述自适应电路的第八输入端连接至所述第一端口,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一输入端至所述第七输入端的输入信号处于上升沿时,对所述第八输入端的输入信号的滤波时间与温度成正相关关系;所述自适应电路在所述第一输入端至所述第七输入端的输入信号未处于上升沿时,对所述第八输入端的输入信号的滤波时间为固定值;

所述自适应电路在所述第八输入端的输入信号的电压值高于预定值且持续时长超过所述滤波时间时,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。

2. 根据权利要求 1 所述的智能功率模块,其特征在于,所述自适应电路包括:

七个脉冲发生电路,所述七个脉冲发生电路的输入端分别作为所述自适应电路的第一输入端至第七输入端,连接至所述三相上桥臂信号输入端的三个脉冲发生电路的输出端分别连接至第一或门的三个输入端,连接至所述三相下桥臂信号输入端的三个脉冲发生电路的输出端分别连接至第二或门的三个输入端;

第三或门,所述第一或门的输出端、所述第二或门的输出端,以及连接至所述第二端口的脉冲发生电路的输出端分别连接至所述第三或门的三个输入端,所述第三或门的输出端连接至模拟开关的控制端;

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八输入端,所述电压比较器的负输入端连接至第一电压源的正极,所述第一电压源的负极作为所述自适应电路的供电电源负极,所述电压比较器的输出端连接至所述模拟开关的固定端;

第一非门,所述第一非门的输入端连接至所述模拟开关的第一选择端,所述第一非门的输出端连接至第一 NMOS 管的栅极,所述第一 NMOS 管的衬底与源极相连后连接至所述自适应电路的供电电源负极,所述第一 NMOS 管的漏极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正极;

第二非门,所述第二非门的输入端连接至所述第二电压源的正极,所述第二非门的输出端通过第一热敏电阻连接至第三非门的输入端,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一或非门的第一输入端;

第一电容,连接在所述第三非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间;

第五非门,所述第五非门的输入端连接至所述第一非门的输出端,所述第五非门的输出端连接至第二 NMOS 管的栅极,所述第二 NMOS 管的衬底与源极相连后连接至所述自适应电路的供电电源负极,所述第二 NMOS 管的漏极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正极;

第六非门,所述第六非门的输入端连接至所述第三电压源的正极,所述第六非门的输出端通过第二热敏电阻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八非门的输入端,所述第八非门的输出端连接至第二或非门的第一输入端;

第二电容,连接在所述第七非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间;

第三或非门,所述第三或非门的第一输入端连接至所述第一或非门的第二输入端和所述第二或非门的输出端,所述第一或非门的输出端连接至所述第二或非门的第二输入端,所述第三或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;

串联连接的第十非门、第十一非门、第十二非门和第十三非门,所述第十非门的输入端连接至所述模拟开关的第二选择端,所述第十三非门的输出端连接至所述第三或非门的第二输入端;

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;

第四电容,连接在所述第十二非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间;

第五电容,连接在所述第十三非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间。

3. 根据权利要求 2 所述的智能功率模块,其特征在于,任一所述脉冲发生电路包括:

串联连接的第十四非门和第十五非门,所述第十四非门的输入端作为所述脉冲发生电路的输入端,所述第十五非门的输出端连接至与非门的第一输入端;

串联连接的第十六非门、第十七非门和第十八非门,所述第十六非门的输入端连接至所述第十四非门的输入端,所述第十八非门的输出端连接至所述与非门的第二输入端,所述与非门的输出端连接至第十九非门的输入端,所述第十九非门的输出端作为所述脉冲发生电路的输出端;

第六电容,连接在所述第十七非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间;

第七电容,连接在所述第十八非门的输入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,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] ITRIP 是电流检测端,一般通过毫欧电阻接地,通过检测毫欧电阻的压降测算电流,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。

[0008] 一般来说,FRD 管 111 ~ 116、FRD 管 131 在反向恢复时的反向恢复电流尖峰耦合到地线上的电压噪声最容易引起此种误触发。

[0009] 如图 2 所示,在 HIN1 ~ HIN3、LIN1 ~ LIN3、PFCINP 为高电平时,分别使 FRD 管 114 ~ 116、FRD 管 111 ~ 113、FRD 管 131 产生反向恢复电流尖峰,MTRIP 端随之产生电压噪声,一般来说,尖峰的持续时间越长,及反向恢复时间越长,MTRIP 的噪声持续时间越长,尖峰的峰值越大,即反向恢复电流越大,MTRIP 的噪声幅值越大。并且,因为 FRD 管的反向恢复时间及反向恢复电流对着温度的升高而增大。

[0010] 设使 MTRIP 触发的条件为：电压 $>V_{th}$ ，且持续时间 $>T_{th}$ ；在图 2 中，设 $T_a < T_{th} < T_b$ ，则在 25℃ 时，FRD 管的反向恢复电流不足以使 MTRIP 产生误触发，在 75℃ 时，FRD 管的前三个周期的高电压持续时间太短不足以使 MTRIP 产生误触发，到第四个周期，MTRIP 将产生误触发。

[0011] 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。

[0012] 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在全温度范围内被误触发的几率成为亟待解决的技术问题。

发明内容

[0013] 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。

[0014] 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在全温度范围内被误触发的几率。

[0015] 本发明的另一个目的在于提出了一种空调器。

[0016] 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；

[0017] 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；

[0018] 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、第二输入端和第三输入端分别连接至所述三相上桥臂信号输入端中的对应端，所述自适应电路的第四输入端、第五输入端和第六输入端分别连接至所述三相下桥臂信号输入端中的对应端，所述自适应电路的第七输入端连接至所述第二端口，所述自适应电路的第八输入端连接至所述第一端口，所述自适应电路的输出端作为所述 HVIC 管的使能端；

[0019] 其中，所述自适应电路在所述第一输入端至所述第七输入端的输入信号处于上升沿时，对所述第八输入端的输入信号的滤波时间与温度成正相关关系；所述自适应电路在所述第一输入端至所述第七输入端的输入信号未处于上升沿时，对所述第八输入端的输入信号的滤波时间为固定值；

[0020] 所述自适应电路在所述第八输入端的输入信号的电压值高于预定值且持续时长超过所述滤波时间时,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。

[0021] 根据本发明的实施例的智能功率模块,通过设置自适应电路,以使自适应电路在三相上桥臂信号输入端、三相下桥臂信号输入端和 PFC 控制输入端的输入信号处于上升沿时,对电流检测端的输入信号的滤波时间与温度成正相关关系;使得在智能功率模块的温度处在最容易产生误触发的时间点时,能够对电流检测端的输入信号的滤波时间进行调整,从而大幅降低电流检测端在高温下被误触发的几率;而通过在三相上桥臂信号输入端、三相下桥臂信号输入端和 PFC 控制输入端的输入信号未处于上升沿时,对电流检测端的输入信号的滤波时间为固定值,使得在其他不易产生误触发的时间点,能够保证温度检测端的灵敏度,即确保在电流检测端的输入信号的电压值高于预定值且持续时长超过滤波时间时,输出禁止 HVIC 管工作的第一电平的使能信号;否则,输出允许 HVIC 管工作的第二电平的使能信号,实现了智能功率模块在全温度范围内的可靠工作。

[0022] 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。

[0023] 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:

[0024] 根据本发明的一个实施例,所述自适应电路包括:

[0025] 七个脉冲发生电路,所述七个脉冲发生电路的输入端分别作为所述自适应电路的第一输入端至第七输入端,连接至所述三相上桥臂信号输入端的三个脉冲发生电路的输出端分别连接至第一或门的三个输入端,连接至所述三相下桥臂信号输入端的三个脉冲发生电路的输出端分别连接至第二或门的三个输入端;

[0026] 第三或门,所述第一或门的输出端、所述第二或门的输出端,以及连接至所述第二端口的脉冲发生电路的输出端分别连接至所述第三或门的三个输入端,所述第三或门的输出端连接至模拟开关的控制端;

[0027] 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八输入端,所述电压比较器的负输入端连接至第一电压源的正极,所述第一电压源的负极作为所述自适应电路的供电电源负极,所述电压比较器的输出端连接至所述模拟开关的固定端;

[0028] 第一非门,所述第一非门的输入端连接至所述模拟开关的第一选择端,所述第一非门的输出端连接至第一 NMOS 管的栅极,所述第一 NMOS 管的衬底与源极相连后连接至所述自适应电路的供电电源负极,所述第一 NMOS 管的漏极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正极;

[0029] 第二非门,所述第二非门的输入端连接至所述第二电压源的正极,所述第二非门的输出端通过第一热敏电阻连接至第三非门的输入端,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一或非门的第一输入端;

[0030] 第一电容,连接在所述第三非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间;

[0031] 第五非门,所述第五非门的输入端连接至所述第一非门的输出端,所述第五非门的输出端连接至第二 NMOS 管的栅极,所述第二 NMOS 管的衬底与源极相连后连接至所述自适应电路的供电电源负极,所述第二 NMOS 管的漏极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正极；

[0032] 第六非门,所述第六非门的输入端连接至所述第三电压源的正极,所述第六非门的输出端通过第二热敏电阻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八非门的输入端,所述第八非门的输出端连接至第二或非门的第一输入端；

[0033] 第二电容,连接在所述第七非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

[0034] 第三或非门,所述第三或非门的第一输入端连接至所述第一或非门的第二输入端和所述第二或非门的输出端,所述第一或非门的输出端连接至所述第二或非门的第二输入端,所述第三或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；

[0035] 串联连接的第十非门、第十一非门、第十二非门和第十三非门,所述第十非门的输入端连接至所述模拟开关的第二选择端,所述第十三非门的输出端连接至所述第三或非门的第二输入端；

[0036] 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；

[0037] 第四电容,连接在所述第十二非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间；

[0038] 第五电容,连接在所述第十三非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间。

[0039] 根据本发明的一个实施例,任一所述脉冲发生电路包括:串联连接的第十四非门和第十五非门,所述第十四非门的输入端作为所述脉冲发生电路的输入端,所述第十五非门的输出端连接至与非门的第一输入端;串联连接的第十六非门、第十七非门和第十八非门,所述第十六非门的输入端连接至所述第十四非门的输入端,所述第十八非门的输出端连接至所述与非门的第二输入端,所述与非门的输出端连接至第十九非门的输入端,所述第十九非门的输出端作为所述脉冲发生电路的输出端;第六电容,连接在所述第十七非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间;第七电容,连接在所述第十八非门的输入端和所述自适应电路的供电电源负极之间。

[0040] 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。

[0041] 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)。

[0042] 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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。

[0046] 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。

[0047] 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。

[0048] 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。

[0049] 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。

[0050] 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

[0051] 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:

[0052] 图 1 示出了相关技术中的智能功率模块的结构示意图;

[0053] 图 2 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;

[0054] 图 3 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;

[0055] 图 4 示出了根据本发明的实施例的智能功率模块的外部电路示意图;

[0056] 图 5 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;

[0057] 图 6 示出了根据本发明的实施例的脉冲发生电路的内容结构示意图。

具体实施方式

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 图3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。

[0061] 如图3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。

[0062] 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;

[0063] 在HVIC管1101内部:

[0064] HIN1端连接自适应电路1105的第一输入端;HIN2端连接自适应电路1105的第二输入端;HIN3端连接自适应电路1105的第三输入端;LIN1端连接自适应电路1105的第四输入端;LIN2端连接自适应电路1105的第五输入端;LIN3端连接自适应电路1105的第六输入端;PFCINP端连接自适应电路1105的第七输入端;ITRIP端连接自适应电路1105的第七输入端;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。

[0065] HVIC管1101内部还有自举电路结构如下:

[0066] 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。

[0067] 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。

[0068] 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H01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。

[0069] 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 H02 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。

[0070] 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 H03 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。

[0071] HVIC 管 1101 的 L01 端与 IGBT 管 1124 的栅极相连; HVIC 管 1101 的 L02 端与 IGBT 管 1125 的栅极相连; HVIC 管 1101 的 L03 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。

[0072] 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, H01 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, H02 为 V 相高压区的输出端; VB3 和 VS3 分别为 W 相高压区的电源的正极和负极, H03 为 W 相高压区的输出端; L01、L02、L03 分别为 U 相、V 相、W 相低压区的输出端。

[0073] HVIC 管 1101 的 PFC0 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;

[0074] 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。

[0075] 在智能功率模块 1100 的外部, 如图 4 所示, 智能功率模块 1100 的 UN(U 相低电压参考端)、VN(V 相低电压参考端)、WN(W 相低电压参考端) 相连接智能功率模块 1100 的 MTRIP 端和采样电阻 1138 的一端, 采样电阻 1138 的另一端接地。

[0076] HVIC 管 1101 的作用是:

[0077] 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 H01、H02、H03, 将 LIN1、LIN2、LIN3 的信号分别传到输出端 L01、L02、L03, 将 PFCINP 的信号传到输出端 PFC0, 其中 H01 是 VS1 或 VS1+15V 的逻辑输出信号、H02 是 VS2 或 VS2+15V 的逻辑输出信号、H03 是 VS3 或 VS3+15V 的逻辑输出信号, L01、L02、L03、PFC0 是 0 或 15V 的逻辑输出信号;

[0078] 当 ICON 为低电平时, H01、H02、H03、L01、L02、L03、PFC0 全部置为低电平。

[0079] 自适应电路 1105 的作用是:

[0080] 在 HVIC 管 1101 的 HIN1 ~ 3、LIN1 ~ LIN3、PFCINP 的上升沿,自适应电路 1105 的对 ITRIP 的滤波时间与温度相关;温度越低,滤波时间越短;温度越高,滤波时间越长。

[0081] 在 HVIC 管 1101 的 HIN1 ~ 3、LIN1 ~ LIN3、PFCINP 的上升沿过后,自适应电路 1105 的对 ITRIP 的滤波时间与温度无关。

[0082] 当 ITRIP 的电压超过自适应电路 1105 内部设定的阈值电压,并且超过阈值电压的时间超过滤波时间,ICON 低电平;否则,ICON 保持高电平不变。

[0083] ICON 作为 HIN1 ~ HIN3、LIN1 ~ LIN3、PFCINP 合共 7 路输入的使能信号,当 ICON 为高电平时,7 路输入信号可正常传输,当 ICON 为低电平时,7 路输入信号被屏蔽,输入信号不会传输到输出端。

[0084] 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 5 所示,具体为:

[0085] HIN1 接脉冲发生电路 2034 的输入端,脉冲发生电路 2034 的输出端接或门 2001 的其中一个输入端;HIN2 接脉冲发生电路 2035 的输入端,脉冲发生电路 2035 的输出端接或门 2001 的其中一个输入端;HIN3 接脉冲发生电路 2036 的输入端,脉冲发生电路 2036 的输出端接或门 2001 的其中一个输入端;

[0086] LIN1 接脉冲发生电路 2037 的输入端,脉冲发生电路 2037 的输出端接或门 2002 的其中一个输入端;LIN2 接脉冲发生电路 2038 的输入端,脉冲发生电路 2038 的输出端接或门 2002 的其中一个输入端;LIN3 接脉冲发生电路 2039 的输入端,脉冲发生电路 2039 的输出端接或门 2002 的其中一个输入端;

[0087] PFCINP 接脉冲发生电路 2040 的输入端,脉冲发生电路 2040 的输出端、或门 2001 的输出端、或门 2002 的输出端接或门 2003 的三个输入端;或门 2003 的输出端接模拟开关 2004 的控制端;

[0088] ITRIP 接电压比较器 2033 的正输入端;电压源 2032 的正端接电压比较器 2033 的负输入端;电压源 2032 的负端接 GND;电压比较器 2033 的输出端接模拟开关 2004 的固定端;

[0089] 模拟开关 2004 的 1 选择端接非门 2005 的输入端;模拟开关 2004 的 0 选择端接非门 2025 的输入端;

[0090] 非门 2005 的输出端分别连接 NMOS 管 2007 的栅极和非门 2008 的输入端;NMOS 管 2007 的衬底与源极相连并接 GND;NMOS 管 2007 的漏极与电流源 2006 的正端、非门 2011 的输入端相连;电流源 2006 的负端接 VCC;非门 2011 的输出端接 PTC 电阻 2013 的一端;PTC 电阻 2013 的另一端接电容 2015 的一端和非门 2017 的输入端;电容 2015 的另一端接 GND;非门 2017 的输出端接非门 2019 的输入端;非门 2019 的输出端接或非门 2021 的其中一个输入端;

[0091] 非门 2008 的输出端接 NMOS 管 2010 的栅极;NMOS 管 2010 的衬底与源极相连并接 GND;NMOS 管 2010 的漏极与电流源 2009 的正端、非门 2012 的输入端相连;电流源 2009 的负端接 VCC;非门 2012 的输出端接 PTC 电阻 2014 的一端;PTC 电阻 2014 的另一端接电容 2016 的一端和非门 2018 的输入端;电容 2016 的另一端接 GND;非门 2018 的输出端接非门 2020 的输入端;非门 2020 的输出端接或非门 2022 的其中一个输入端;

[0092] 或非门 2021 的输出端接或非门 2020 的另一个输入端;或非门 2020 的输出端接或

非门 2021 的另一个输入端和或非门 2023 的其中一个输入端；

[0093] 非门 2025 的输出端接电容 2026 的一端及非门 2027 的输入端；电容 2026 的另一端接 GND；非门 2027 的输出端接电容 2030 的一端和非门 2028 的输入端；电容 2030 的另一端接 GND；非门 2028 的输出端接电容 2031 的一端和非门 2029 的输入端；电容 2031 的另一端接 GND；非门 2029 的输出端接或非门 2023 的另一输入端；

[0094] 或非门 2023 的输出端接非门 2024 的输入端；非门 2024 的输出端作为 ICON 端。

[0095] 在上述实施例中，脉冲发生电路 2034～脉冲发生电路 2040 的结构和功能完全相同，以下结合图 6，以脉冲发生电路 2034 为例对其内部电路结构进行介绍：

[0096] 脉冲发生电路 2034 的输入端接非门 3001 和非门 3003 的输入端；非门 3001 的输出端接非门 3002 的输入端；非门 3002 的输出端接与非门 3006 的其中一个输入端；

[0097] 非门 3003 的输出端接电容 3008 的一端和非门 3004 的输入端；电容 3008 的另一端接 GND；非门 3004 的输出端接电容 3009 的一端和非门 3005 的输入端；电容 3009 的另一端接 GND；非门 3005 的输出端接与非门 3006 的另一个输入端；

[0098] 与非门 3006 的输出端接非门 3007 的输入端；非门 3007 的输出端作为脉冲发生电路 2034 的输出端。

[0099] 脉冲发生电路 2034 的作用是在输入信号的上升沿产生一个脉冲，脉冲的宽度由电容大小、非门尺寸共同决定，这个时间需大于 FRD 管 1111～FRD 管 1116、FRD 管 1131 的反向恢复时间。一般地，非门 3001～非门 3005 取工艺允许的最小尺寸，电容 3008 和电容 3009 设计为 10～15pF，则脉冲宽度为 400ns 左右。

[0100] 以下说明图 5 所示的电路结构的工作原理及关键参数取值：

[0101] 电压源 2032 根据需要进行设置，此电压源的电压值即为 ITRIP 的阈值，对于 15A～30A 的智能功率模块应用，一般设置为 0.5V；

[0102] 当 $ITRIP > 0.5V$ 时，在电压比较器 2033 的输出端输出高电平；

[0103] 当 $ITRIP < 0.5V$ 时，在电压比较器 2033 的输出端输出低电平。

[0104] 在 HIN1～HIN3、LIN1～LIN3、PFCINP 的上升沿产生 400ns 左右的脉冲，这些脉冲经过或门 2001～或门 2003 的叠加后，在或门 2003 的输出端输出，每一个高电平脉冲都是母线噪声最大的时刻，在这些时刻，模拟开关 2004 被选择为 1 选择端，在其他时刻，模拟开关被选择为 0 选择端。

[0105] 非门 2011 与非门 2012 的尺寸完全相同；

[0106] 非门 2017 与非门 2018 的尺寸完全相同；

[0107] 非门 2019 与非门 2020 的尺寸完全相同；

[0108] 非门 2011、非门 2008 取工艺允许的最小尺寸；

[0109] 非门 2017 的尺寸是非门 2011 尺寸的 1.5 倍，非门 2019 的尺寸是非门 2011 尺寸的 2 倍，以便驱动能力放大；

[0110] 电流源 2006 和电流源 2009 的取值相同，为了降低动态功耗，可设置为 μA 级别，为了提高反应速度可设置为 $10 \mu A$ 级别；

[0111] PTC 电阻 2013 和 PFC 电阻 2014 完全相同，随着温度的上升，组织增大，分别对电容 2015、电容 2016 充电的时间增长，电容 2015 和电容 2016 的取值完全相同，为 3～5pF 的级别；

[0112] 或非门 2021 和或非门 2022 组成 RS 触发器确保在噪声较大的瞬间电平输出的稳定性；

[0113] 从 A 到 B 产生的信号延时随温度的升高而增大,而如果这个延时,正是从 A 到 B 的滤波时间;取上述设计参数,滤波时间在 $25^{\circ}\text{C} \sim 125^{\circ}\text{C}$ 变化时,滤波时间在 $250\text{ns} \sim 400\text{ns}$ 间变化。

[0114] 从 C 到 D 组成另一个滤波电路,在电路噪声小的时间点使用,该电路并没有温度依存性强的元件,温度稳定性好,非门 2025 和非门 2027 取工艺允许的最小尺寸,非门 2028 取非门 2025 尺寸的 1.5 倍,非门 2029 取非门 2025 尺寸的 2 倍;电容取 $1 \sim 2\text{pF}$,则从 C 到 D 的滤波时间稳定在 $250\text{ns} \sim 270\text{ns}$ 。经过或非门 2023 和非门 2024 对 B 和 D 的信号进行组合放大后,在 ICON 输出。

[0115] 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,并且通过自动判断智能功率模块的温度在最容易产生误触发的时间点对 ITRIP 的滤波时间进行调整,从而大幅降低 ITRIP 在高温下被误触发的几率,并且保证了 ITRIP 在其他时间点下的灵敏度。使本发明的智能功率模块能全温度范围内可靠工作。

[0116] 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在全温度范围内被误触发的几率。

[0117] 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。

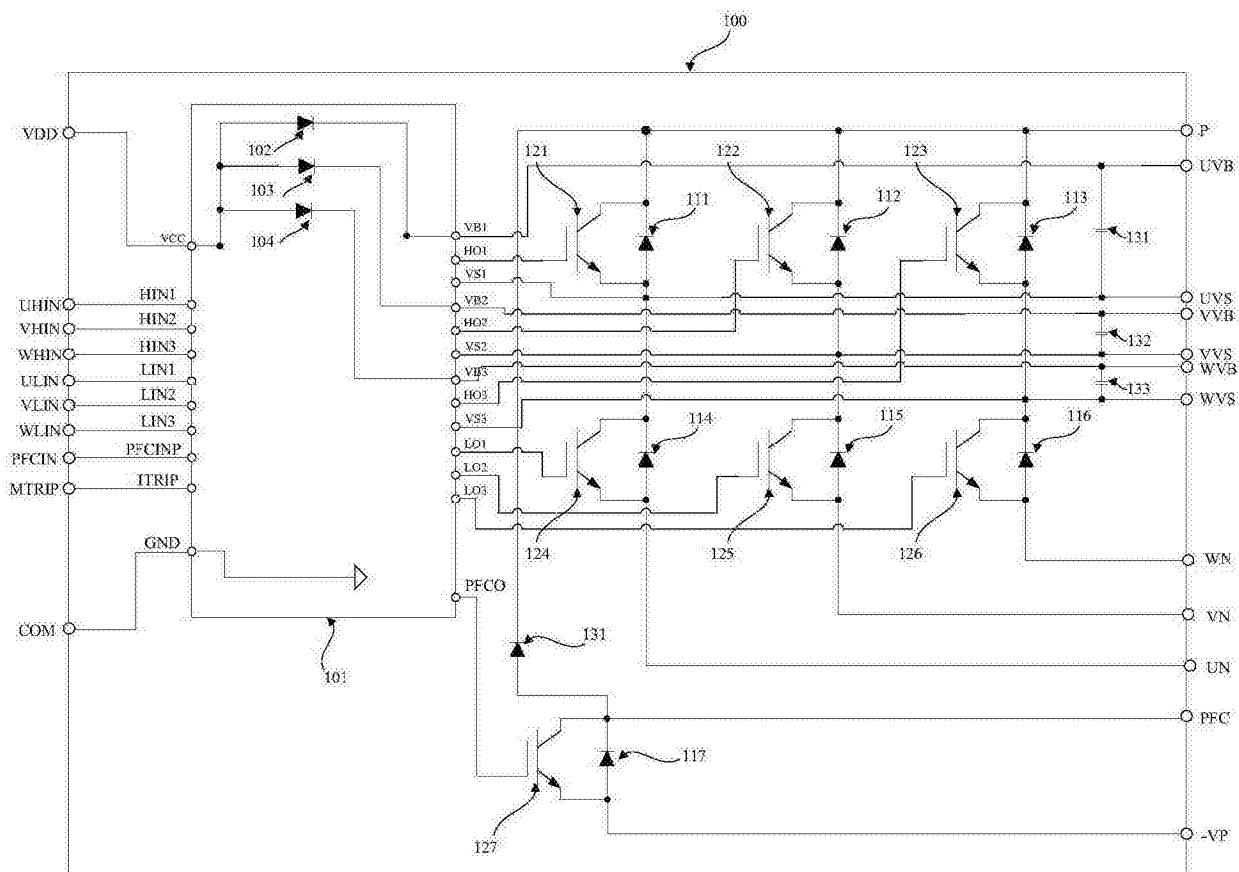


图 1

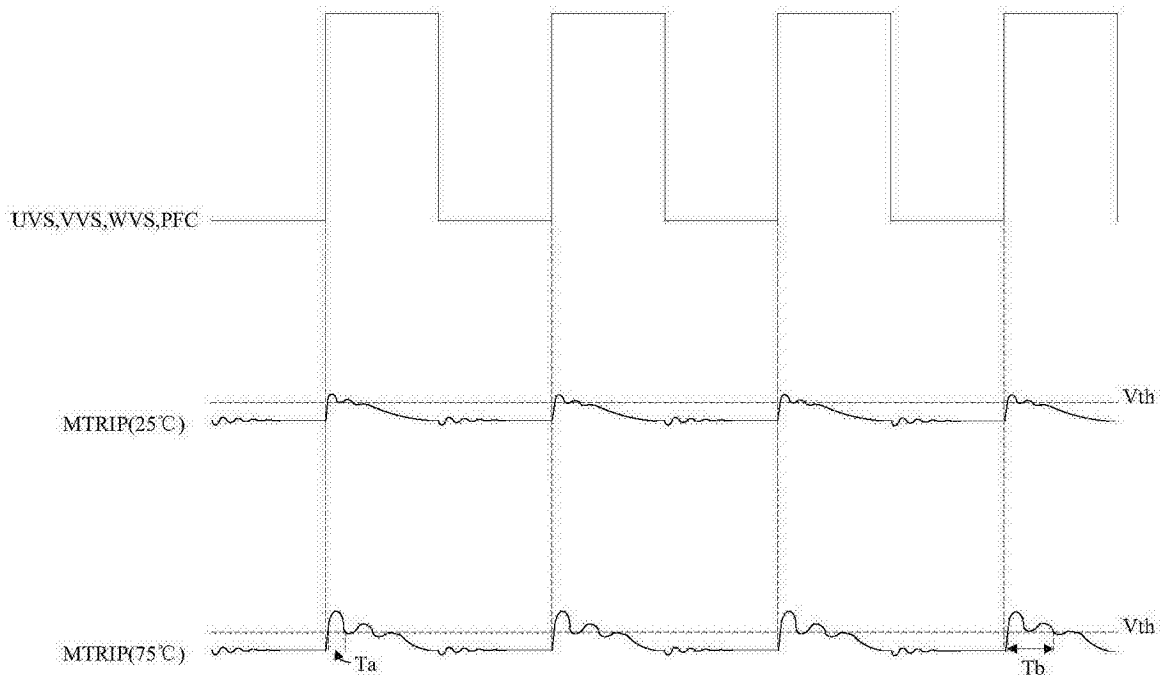


图 2

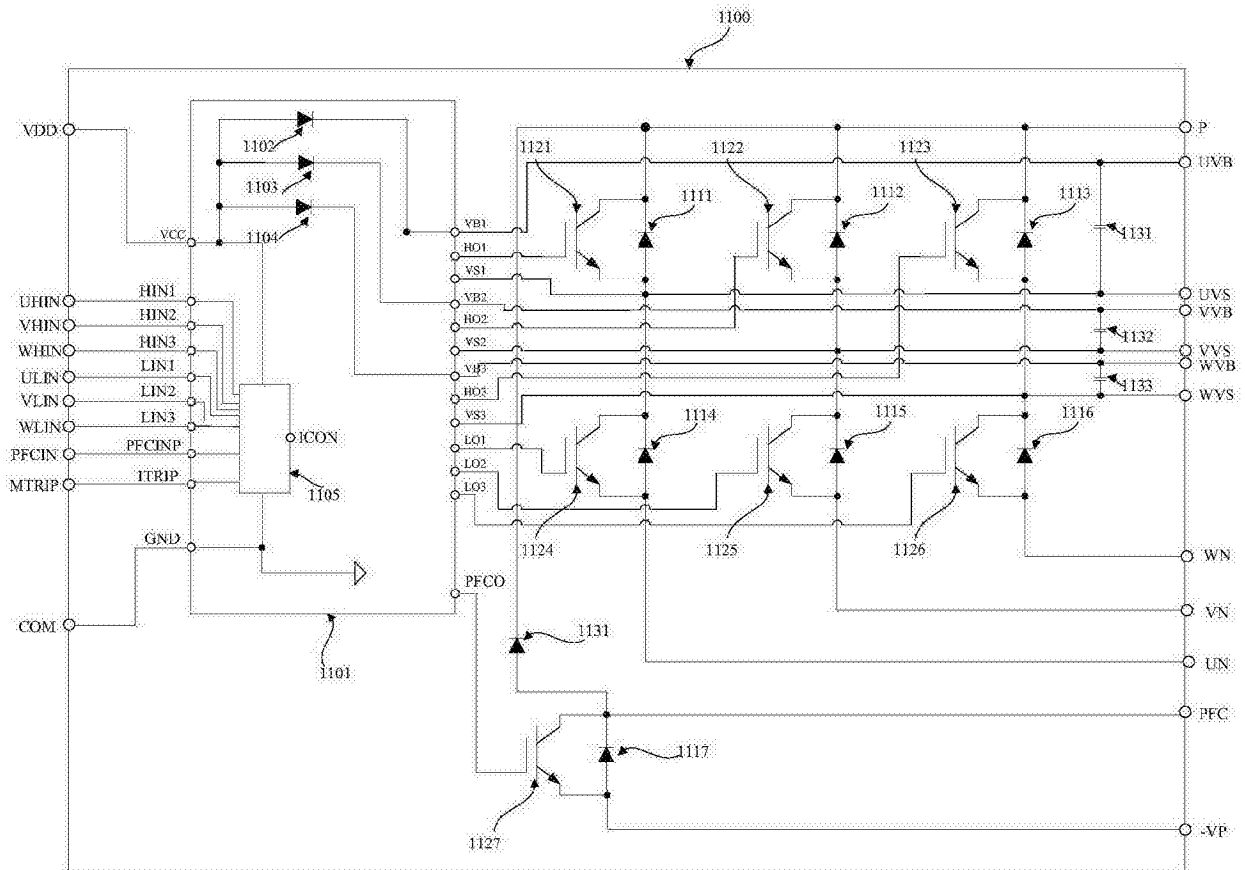


图 3

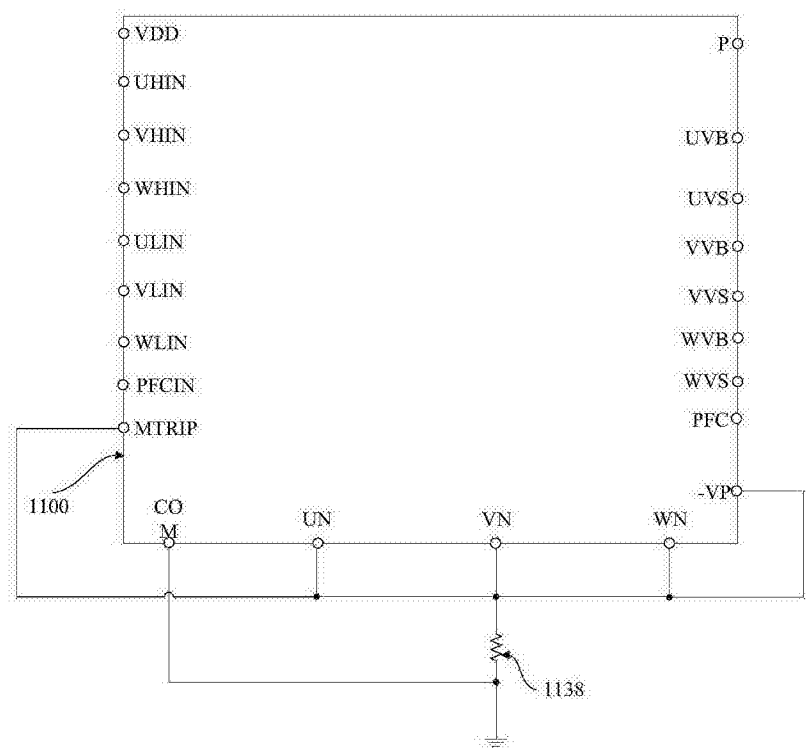


图 4

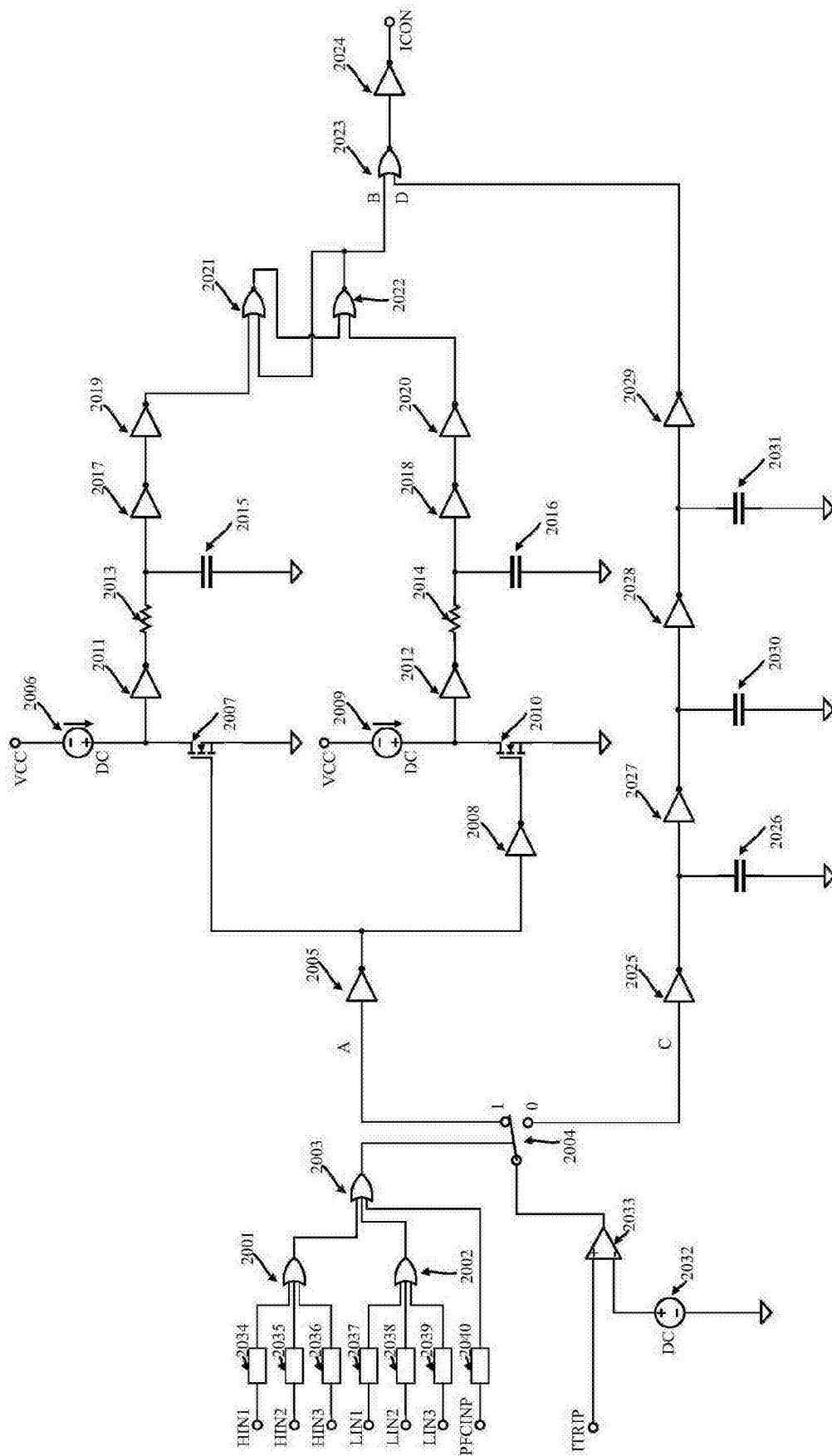


图 5

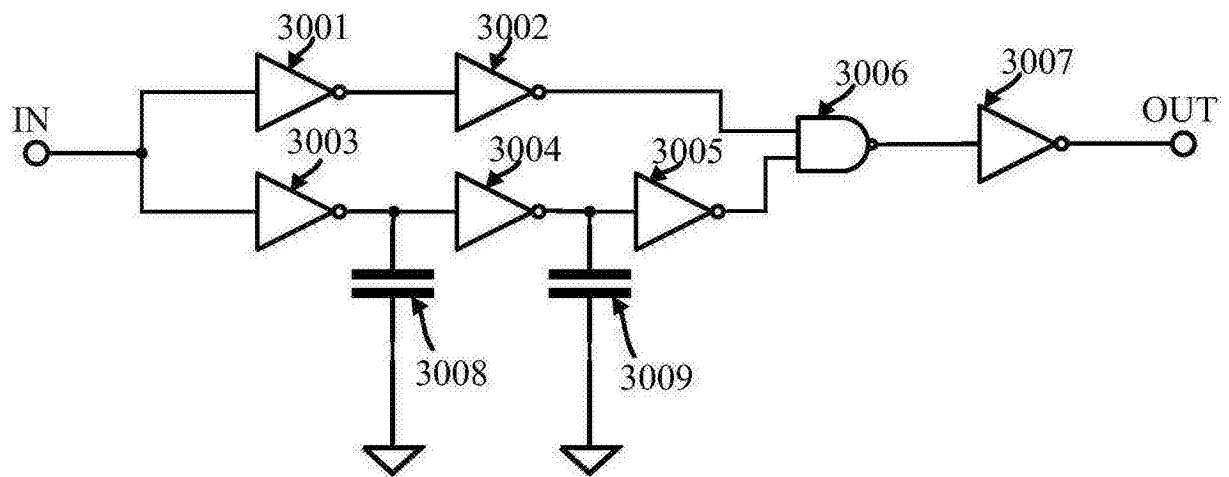


图 6