

(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
2019 年 3 月 14 日 (14.03.2019)



(10) 国际公布号
WO 2019/047474 A1

(51) 国际专利分类号:
H02H 9/04 (2006.01) **H02P 27/06** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/076068

(22) 国际申请日: 2018 年 2 月 9 日 (09.02.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201710816172.X 2017年9月11日 (11.09.2017) CN
201710816171.5 2017年9月11日 (11.09.2017) CN
201710816079.9 2017年9月11日 (11.09.2017) CN
201710815564.4 2017年9月11日 (11.09.2017) CN
201710815563.X 2017年9月11日 (11.09.2017) CN
201710816080.1 2017年9月11日 (11.09.2017) CN

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

(74) 代理人: 深圳市世纪恒程知识产权代理事务所 (CENFO INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国广东省深圳市南山区粤海街道高新技术产业园北区松坪山路3号奥特讯电力大厦201, Guangdong 518057 (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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: INTELLIGENT POWER MODULE AND AIR-CONDITIONER CONTROLLER

(54) 发明名称: 智能功率模块及空调器控制器

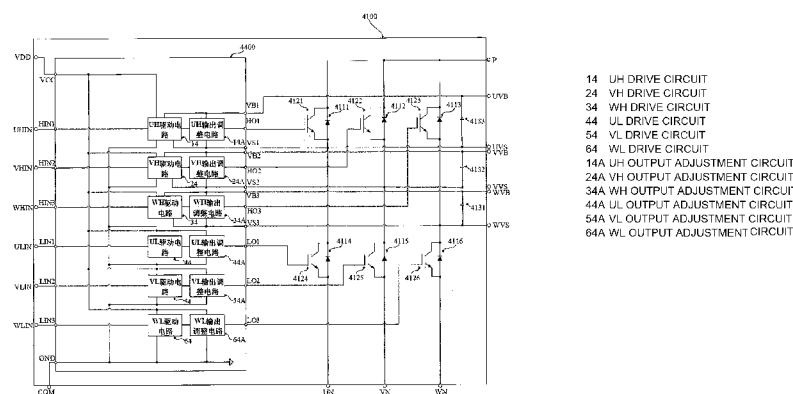


图 3

(57) Abstract: An intelligent power module and an air-conditioner controller. An adjustment circuit (14A, 24A, 34A, 44A, 54A, 64A) is additionally provided between each drive circuit (14, 24, 34, 44, 54, 64) in the intelligent power module and a corresponding IGBT transistor (4121-4126), thus the adjustment circuit (14A, 24A, 34A, 44A, 54A, 64A) can detect, in real time, a change in the supply voltage value of a low-voltage area of the intelligent power module (4100), and enables the module (4100) to stop outputting when the voltage value is excessively low due to fluctuation of a low-voltage power supply, so as to be able to release charges accumulated in the IGBT transistor (4121-4126) in the module (4100) when energy storage of a drive motor (139) causes charge accumulation of the IGBT transistor (4121-4126) in the module (4100), and the adjustment circuit can also continuously release charges completely when the power supply voltage is restored to normal, preventing the impact of the charges on a circuit in the module (4100) from affecting working reliability.

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种智能功率模块和空调器控制器, 通过在内部的每个驱动电路 (14、24、34、44、54、64) 和对应的IGBT管 (4121-4126) 之间增加一个调整电路 (14A、24A、34A、44A、54A、64A), 该调整电路 (14A、24A、34A、44A、54A、64A) 能实时检测智能功率模块 (4100) 低压区供电电压值的变化, 并在其低压供电电源波动引起电压值过低使模块 (4100) 停止输出进而使得驱动电机 (139) 的储能引起模块 (4100) 内部的IGBT管 (4121-4126) 积蓄电荷时, 能对模块 (4100) 内部IGBT管 (4121-4126) 积蓄的电荷进行泄放, 并使得在供电电压恢复正常工作时, 能持续将上述电荷完全泄放, 以避免其电荷对模块 (4100) 内部电路的冲击以影响其工作的可靠性。

智能功率模块及空调器控制器

- [1] 技术领域
- [2] 本发明涉及智能功率模块技术领域，尤其涉及一种智能功率模块及空调器控制器。
- [3] 背景技术
- [4] 智能功率模块，即IPM（Intelligent Power Module），是一种将电力电子和集成电路技术结合的功率驱动类产品。智能功率模块把功率开关器件和高压驱动电路集成在一起，并内部设置有过电压、过电流和过热等故障检测电路。智能功率模块一方面接收MCU的控制信号，驱动后续电路工作，另一方面将系统的状态检测信号送回MCU。智能功率模块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，变频家电的一种理想电力电子器件。
- [5] 现有的IPM模块100的电路结构如图1所示，包括HVIC管（High Voltage Integrated Circuit，高压集成电路芯片）111、三相上桥臂IGBT管（Insulated Gate Bipolar Transistor，绝缘栅双极型晶体管）111、112、113，以及三相下桥臂IGBT管114、115、116，其中HVIC管111内部包括分别于三相上桥臂IGBT管连接的UH驱动电路101、VH驱动电路102、WH驱动电路103，以及分别于三相下桥臂IGBT连接的UL驱动电路104、VL驱动电路105和WL驱动电路106，这六个驱动电路在IPM模块100输入的六路控制信号的控制下分别驱动对应的六个IGBT管进行开关状态切换。其IPM模块100实际工作时的推荐电路如图2所示，其IPM模块100的通过输入的六路控制信号与MCU200连接，IPM模块100的U、V、W三相输出端连接电机139的三相绕组，电容135、136、137分别为连接三相输出端子和对应相高压电源正端的自举电容，通过MCU200输出的六路控制信号控制IPM模块100的六个IGBT管的开关状态进行切换，输出对应的三相驱动信号到电机139，从而驱动电机139的运行。实际应用中，IPM模块100的工作环境比较恶劣，电源存在不

稳定等情况，引起IPM模块100的低压供电电源电压波动等原因引起忽然掉电，则IPM模块100会突然停止输出，而由于所述电机139具有电感储能会产生感应电动势，其感应电动势会传导到IPM模块100，使其内部IGBT管上积蓄电荷，在短时间内不能及时泄放掉，而如果电源恢复稳定时如果IPM模块100恢复正常工作，其内部IGBT管上仍残留电荷，可能在下一个正常开关周期对IPM模块100产生放电，影响IPM模块对负载电机的有效驱动，并有可能对IPM模块内部电路构成不必要的电荷冲击，影响其长期可靠性，阻碍了智能功率模块在变频领域的大面积推广。

[6] 发明内容

[7] 本发明的主要目的在于提供一种智能功率模块及空调器控制器，目的在于解决智能功率模块在工作过程中，由于供电电源的不稳定引起智能功率模块内部IGBT管积蓄电荷不能短时泄放，而影响其对电机的有效驱动并对模块产生冲击影响其模块工作可靠性问题。

[8] 为实现上述目的，本发明提供一种智能功率模块，包括三相上桥臂IGBT管和三相下桥臂IGBT管，以及与所述三相上桥臂IGBT管和三相下桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的驱动电路和调整电路；

[9] 每一个所述驱动电路输出端连接每一个对应的所述调整电路的信号输入端，每一个所述调整电路的信号输出端连接对应的所述每一个IGBT的栅极；

[10] 所述三相上桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的调整电路的电源端的正极和负极分别连接对应相的高压区供电电源正极和负极；所述三相下桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的调整电路的电源端的正极和负极分别连接所述智能功率模块低压区供电电源的正极和负极；其中，

[11] 所述调整电路用于检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，当所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述调整电路将对对应IGBT管的电荷进行泄放，并在延时预设时间后，所述延时模块控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[12] 在一种可能的设计中，每一个所述调整电路包括电压检测模块、延时模块、所

述延时模块和第一开关；

- [13] 所述电压检测模块的输入端、所述延时模块的电源端和所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端，所述电压检测模块的输出端分别于所述延时模块的控制端和所述第一开关的控制端连接；所述延时模块的输出端连接所述输出模块的控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；
- [14] 所述电压检测模块在检测到其输入端的电压值小于所述预设电压阈值时，控制所述第一开关由接通转为断开；
- [15] 所述电压检测模块在检测到其输入端的电压值大于等于所述预设电压阈值时，控制所述第一开关接通和所述延时模块开始计时，并通过所述延时模块控制所述输出模块将对应IGBT管的电荷进行泄放，当所述计时达到所述预设时间时，控制所述驱动电路输出驱动信号经所述输出模块输出至对应的IGBT管。
- [16] 在一种可能的设计中，所述延时模块包括第二开关、第一电阻和第一电容；
- [17] 所述第二开关的控制端为所述延时模块的控制端，所述第二开关的输入端与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端和所述第一电阻的一端的连接端为所述延时模块的输出端，所述第一电阻的另一端连接所述第一电容的一端，所述第一电容的另一端与所述调整电路电源端负极连接。
- [18] 在一种可能的设计中，所述延时模块还包括整形单元；
- [19] 所述第二开关的输出端和所述第一电阻的一端的连接端为所述整形单元的输入端，所述整形单元的输出端为所述延时模块的输出端，所述整形单元为所述延时模块输出的控制信号进行整形后输出至所述输出模块的控制端。
- [20] 在一种可能的设计中，所述整形单元包括第一非门和第二非门；
- [21] 所述第一非门的输入端为所述整形单元的输入端，所述第一非门的输出端连接所述第二非门的输入端，所述第二非门的输出端为所述整形单元的输出端。
- [22] 在一种可能的设计中，所述电压检测模块包括比较器、电压源；
- [23] 所述比较器的同相端与所述调整电路电源端正极连接，所述电压源的正极输出端连接所述比较器的反相端，所述电压源的负极输与所述调整电路电源端负极

连接。

[24] 在一种可能的设计中，每一个所述调整电路还包括整形放大模块：

[25] 所述整形放大模块输入端为所述调整电路的信号输入端，所述整形放大模块输出端连接所述输出模块的输入端，所述整形放大模块为所述调整电路的信号输入端输入的信号进行放大和整形后输出至所述输出模块的输入端。

[26] 在一种可能的设计中，所述整形放大模块包括第三非门和第四非门；

[27] 所述第三非门的输入端为所述整形放大模块的输入端，所述第三非门的输出端连接所述第四非门的输入端，所述第四非门的输出端为整形放大模块的输出端。

[28] 在一种可能的设计中，所述第三非门中的MOS管尺寸为所述第四非门中MOS管尺寸的1/2。

[29] 在一种可能的设计中所述输出模块包括第三开关、第一PMOS管和第二NMOS管；

[30] 所述第三开关的控制端为所述输出模块的控制端，所述第三开关的第一选择端连接所述调整电路电源端正极，所述第三开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第三开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的源极与所述调整电路电源端正极连接，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[31] 在一种可能的设计中，所述调整电路还用于，

[32] 所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，当所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述调整电路输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放，并在延时预设时间后，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[33] 在一种可能的设计中，每一个所述调整电路包括电压检测模块、延时模块、输出模块、信号发生器、第一开关；

[34] 所述电压检测模块的输入端、所述延时模块电源端、信号发生器的电源端和所

述输出模块电源端互连，构成所述调整电路的电源端，所述电压检测模块的输出端分别与所述延时模块的控制端和所述第一开关的控制端连接；所述延时模块的输出端连接所述输出模块的第二控制端；所述信号发生器输出端连接所述输出模块的第一控制端，输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；

[35] 所述电压检测模块在检测到所述调整电路输入端的电压值小于所述预设电压阈值时，控制所述第一开关由接通转为断开；

[36] 所述电压检测模块在检测到所述调整电路输入端的电压值大于等于所述预设电压阈值时，控制所述第一开关接通和所述延时模块开始计时，并通过所述信号发生器控制所述输出模块输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，当所述计时达到所述预设时间时，所述延时模块控制所述输出模块输出驱动信号经所述输出模块输出至对应的IGBT管。

[37] 在一种可能的设计中，所述输出模块包括第三开关、第一PMOS管和第二NMOS管；

[38] 所述第三开关的控制端为所述输出模块的第二控制端，所述第三开关的第一选择端为所述输出模块的第一控制端，所述第三开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第三开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的源极与所述调整电路电源端正极连接，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[39] 在一种可能的设计中，所述调整电路还用于，

[40] 所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当计时时间未达到预设目标时间，且所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述调整电路将对对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到所述预设目标时间时，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[41] 在一种可能的设计中，每一所述调整电路包括电压检测模块、计数模块、输出

模块及第一开关；

- [42] 所述电压检测模块的输入端、所述计数模块的电源端及所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端；所述电压检测模块的输出端分别与所述计数模块的输入端和所述第一开关的控制端连接；所述计数模块的输出端连接所述输出模块的控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；其中，
- [43] 所述电压检测模块，用于在检测到所述调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制所述计数模块开始计时，并控制所述第一开关由正常工作时的接通转为断开；
- [44] 所述计数模块，用于在开始计时时，输出第一触发信号控制输出模块输出低阻态；
- [45] 当计时时间未达到预设目标时间，且所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述输出模块输出的低阻态将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到所述预设目标时间时，所述计数模块输出第二触发信号控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。
- [46] 在一种可能的设计中，所述输出模块包括第二开关、第三开关、第一PMOS管和第二NMOS管；
- [47] 所述第二开关的输入端、所述第三开关的第一选择端和所述第一PMOS管的源极分别与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端连接所述第三开关的控制端；
- [48] 所述第三开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第三开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。
- [49] 在一种可能的设计中，所述调整电路还用于，
- [50] 所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当计

时时间未达到预设目标时间，且所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述调整电路输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到所述预设目标时间时，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[51] 在一种可能的设计中，每一所述调整电路包括电压检测模块、计数模块、信号发生器、输出模块及第一开关；

[52] 所述电压检测模块的输入端、所述计数模块的电源端、所述信号发生器的电源端及所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端；所述电压检测模块的输出端分别与所述计数模块的输入端和所述第一开关的控制端连接；所述计数模块的输出端连接所述输出模块的第一控制端；所述信号发生器的输出端连接所述输出模块的第二控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；其中，

[53] 所述电压检测模块，用于在检测到所述调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制所述计数模块开始计时，并控制所述第一开关由正常工作时的接通转为断开；

[54] 所述计数模块，用于在开始计时，输出第一触发信号并和所述信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块输出低阻和高阻交替连续状态；

[55] 当计时时间未达到预设目标时间，且所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述输出模块输出的低阻和高阻交替连续状态将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到所述预设目标时间时，所述计数模块输出第二触发信号控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[56] 在一种可能的设计中，所述输出模块包括第二开关、第三开关、第一PMOS管和第二NMOS管；

[57] 所述第二开关的输入端、和所述第一PMOS管的源极分别与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端连接所述第三开关的控制端，所述第二开关的控制端为所述输出模块的第一控制端；

[58] 所述第三开关的第一选择端为所述输出模块的第二控制端；

- [59] 所述第三开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第三开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。
- [60] 在一种可能的设计中，所述调整电路还用于，
- [61] 所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一目标时间，所述调整电路输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过所述第一目标时间且未达到第二目标时间，所述调整电路输出低阻态将对应IGBT管的电荷继续进行泄放，；如果计时时间达到所述第二目标时间时，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。
- [62] 在一种可能的设计中，每一所述调整电路包括电压检测模块、计数模块、信号发生器、输出模块及第一开关；
- [63] 所述电压检测模块的输入端、所述计数模块的电源端、所述信号发生器的电源端及所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端；所述电压检测模块的输出端分别与所述计数模块的输入端和所述第一开关的控制端连接；所述计数模块的第一输出端连接所述输出模块的第一控制端，所述计数模块的第二输出端连接所述输出模块的第二控制端；所述信号发生器的输出端连接所述输出模块的第三控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；其中，
- [64] 所述电压检测模块，用于在检测到所述调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制所述计数模块开始计时，并控制所述第一开关由正常工作时的接通转为断开；
- [65] 所述计数模块，用于在开始计时，所述计数模块的第一输出端和第二输出端同时输出第一触发信号并和所述信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块输出低阻和高阻交替连续状态，且当计时时间超过所述第一目标时间且未达到所

述第二目标时间，所述计数模块的第二输出端输出第二触发信号控制控制输出模块输出低阻状态；

[66] 当电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一目标时间，所述输出模块输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过所述第一目标时间且未达到第二目标时间，所述输出模块输出低阻态将对应IGBT管的电荷继续进行泄放，当计时时间达到所述第二目标时间时，所述计数模块输出第三触发信号控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[67] 在一种可能的设计中，所述输出模块包括第二开关、第三开关、第四开关、第一PMOS管和第二NMOS管；

[68] 所述第二开关的输入端、所述第三开关的第二选择端和所述第一PMOS管的源极分别与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端连接所述第四开关的控制端，所述第二开关的控制端为所述输出模块的第一控制端；

[69] 所述第三开关的控制端为所述输出模块的第二控制端，所述第三开关的第一选择端为所述输出模块的第三控制端，所述第三开关的固定端连接所述第四开关的第一选择端；

[70] 所述第四开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第四开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[71] 在一种可能的设计中，所述调整电路还用于，

[72] 所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一预设目标时间，所述调整电路以低阻态为第一占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过所述第一预设目标时间且未达到第二预设目标时间，以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，其中第一占空比小于第二占空比；如果

计时时间达到所述第二预设目标时间时，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[73] 在一种可能的设计中，每一所述调整电路包括电压检测模块、计数模块、第一信号发生器、第二信号发生器、输出模块及第一开关；

[74] 所述电压检测模块的输入端、所述计数模块的电源端、所述第一信号发生器的电源端、所述第二信号发生器的电源端及所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端；所述电压检测模块的输出端分别与所述计数模块的输入端和所述第一开关的控制端连接；所述计数模块的第一输出端连接所述输出模块的第一控制端，所述计数模块的第二输出端连接所述输出模块的第二控制端；所述第一信号发生器的输出端连接所述输出模块的第三控制端；所述第二信号发生器的输出端连接所述输出模块的第四控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；其中，

[75] 所述电压检测模块，用于在检测到所述调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制所述计数模块开始计时，并控制所述第一开关由正常工作时的接通转为断开；

[76] 所述计数模块，用于在开始计时，所述计数模块的第一输出端和第二输出端同时输出第一触发信号并和所述第一信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块，以输出以低阻态为第一占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，且当计时时间超过所述第一预设目标时间且未达到所述第二预设目标时间，所述计数模块的第二输出端输出第二触发信号并和所述第二信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块，以输出以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态；

[77] 当电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一预设目标时间，所述输出模块输出以低阻态为第一占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过所述第一预设目标时间且未达到第二预设目标时间，所述输出模块输出以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷继续进行泄放，当计时

时间达到所述第二目标时间时，所述计数模块输出第三触发信号控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[78] 在一种可能的设计中，所述输出模块包括第二开关、第三开关、第四开关、第一PMOS管和第二NMOS管；

[79] 所述第二开关的输入端和所述第一PMOS管的源极分别与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端连接所述第四开关的控制端，所述第二开关的控制端为所述输出模块的第一控制端；

[80] 所述第三开关的控制端为所述输出模块的第二控制端，所述第三开关的第一选择端为所述输出模块的第三控制端，所述第三开关的第二选择端为所述输出模块的第四控制端，所述第三开关的固定端连接所述第四开关的第一选择端；

[81] 所述第四开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第四开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[82] 为实现上述目的，本发明还提供一种空调器控制器，所述空调器包括所述的智能功率模块。

[83] 本发明提供的智能功率模块，通过在内部的每个驱动电路和对应的IGBT管之间增加一个调整电路，该调整电路能实时检测智能功率模块低压区供电电压值的变化，并在其低压供电电源波动引起电压值过低使模块停止输出进而使得驱动电机的储能引起模块内部的IGBT管积蓄电荷时，能先切断驱动输出和IGBT管的驱动信号，使得IGBT管积蓄电荷先进行自然泄放，然后在低压供电电源恢复正常时，其调整电路输出低阻态进一步对IGBT管积蓄电荷进行快速泄放，并在延时预设时间后，调整电路恢复正常信号从输入到输出端的传输，使得驱动电路输出的驱动信号可以正常控制对应的IGBT管，由于此时的IGBT管上积蓄的电荷已经完全泄放掉，因此保证其模块的正常工作，避免了其积蓄电荷对模块的冲击影响其工作可靠性。

[84] 附图说明

[85] 图1为现有技术中智能功率模块的电路结构示意图；

- [86] 图2为现有技术中智能功率模块实际工作的电路图；
- [87] 图3为本发明第一实施例的智能功率模块的电路结构示意图；
- [88] 图4为图3中输出调整电路的具体电路结构示意图；
- [89] 图5为本发明第四实施例中智能功率模块的输出调整电路的具体电路结构示意图；
- [90] 图6为本发明第五实施例中智能功率模块的输出调整电路的具体电路结构示意图；
- [91] 图7为本发明第六实施例中智能功率模块的输出调整电路的具体电路结构示意图；
- [92] 图8为本发明第七实施例中智能功率模块的输出调整电路的具体电路结构示意图；
- [93] 图9为本发明第八实施例中智能功率模块的输出调整电路的具体电路结构示意图。
- [94] 具体实施方式
- [95] 下面详细描述本发明的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，旨在用于解释本发明，而不能理解为对本发明的限制。
- [96] 参照图3，图3为本发明第一实施例提供的IPM模块4100结构示意图，为了便于说明，仅示出了与本发明实施例相关的部分。
- [97] 在本实施例中，该IPM模块4100包括三相上桥臂IGBT管和三相下桥臂IGBT管，以及与三相上桥臂IGBT管和三相下桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的驱动电路和调整电路；
- [98] 每一个驱动电路输出端连接每一个对应的调整电路的信号输入端，每一个调整电路的信号输出端连接对应的每一个IGBT的栅极；
- [99] 三相上桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的调整电路的电源端的正极和负极分别连接对应相的高压区供电电源正极和负极；三相下桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的调整电路的电源端的正极和负极分别连接IPM模块低压区供电电源的正

极和负极；

- [100] 调整电路用于对IPM模块低压区供电电源检测，并在其供电电压跌落时对IPM模块内部IGBT管积蓄的电荷进行泄放，并使得在供电电压恢复正常工作时，能持续将上述电荷完全泄放，以避免其电荷对IPM模块内部电路的冲击以影响其工作的可靠性。
- [101] 具体的，调整电路用于检测其电源端的电压值，当电压值小于预设电压阈值时，调整电路切断驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，当电压值大于或者等于预设电压阈值时，调整电路将对应IGBT管的电荷进行泄放，并在延时预设时间后，控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。
- [102] 本实施例中，三相上桥臂IGBT管分别为U相上桥臂IGBT管4121、V相上桥臂IGBT管4122和W相上桥臂IGBT管4123，三相下桥臂IGBT管分别为U相下桥臂IGBT管4124、V相下桥臂IGBT管4125和W相下桥臂IGBT管4126，这六个IGBT管分别构成IPM模块三相上桥臂和三相下桥臂对应的功率电路，为IPM模块驱动负载电机提供对应的三相电流和电压，进一步的，每个桥臂对应相的功率电路还可以包括并联在每个IGBT管上的FRD管(Fast Recovery Diode，快速恢复二极管)，为对应的IGBT管提供反向电压续流，起到保护作用。
- [103] 本实施例中与三相上桥臂IGBT管和三相下桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的驱动电路和调整电路分别是：
- [104] 与U相上桥臂IGBT管4121连接的UH输出调整电路14A，与UH输出调整电路14A连接的UH驱动电路14；
- [105] 与V相上桥臂IGBT管4122连接的VH输出调整电路24A，与VH输出调整电路24A连接的VH驱动电路24；
- [106] 与W相上桥臂IGBT管4123连接的WH输出调整电路34A，与WH输出调整电路34A连接的WH驱动电路34；
- [107] 与U相下桥臂IGBT管4124连接的UL输出调整电路44A，与UL输出调整电路44A连接的UL驱动电路44；
- [108] 与W相下桥臂IGBT管4125连接的WL输出调整电路54A，与WL输出调整电路54A连接的WL驱动电路54；

- [109] 与V相下桥臂IGBT管4126连接的VL输出调整电路64A，与VL输出调整电路64A连接的VL驱动电路64；
- [110] 本实施例中，上述的六个驱动电路和调整电路集成在HVIC管4400中，在实际应用中，这六个驱动电路和调整电路也可以独立存在，或者上桥臂对应的三个驱动电路和调整电路集成在HVIC管中，下桥臂对应的三个驱动电路和调整电路集成在LVIC管（Low Voltage Integrated Circuit，低压集成电路芯片）中，其具体设置方式可根据IPM模块的内部结构方式不同而不同。
- [111] 本实施例中，HVIC管4400的电源正端VCC端作为智能功率模块4100的低压区供电电源正端VDD，VDD一般为15V，HVIC管4400的电源负端GND作为智能功率模块4100的低压区供电电源负端COM，而对应相的高压区供电电源是由于与直流母线电压的接入形成高压，如直流母线电压经P端接入一般为300V左右；
- [112] HVIC管4400的第一输入端HIN1作为所述智能功率模块4100的U相上桥臂输入端UHIN，与UH驱动电路14输入端连接；
- [113] HVIC管4400的第二输入端HIN2作为智能功率模块4100的V相上桥臂输入端VHIN，与VH驱动电路24输入端连接；
- [114] HVIC管4400的第三输入端HIN3作为智能功率模块4100的W相上桥臂输入端WHIN，与WH驱动电路34输入端连接；
- [115] HVIC管4400的第四输入端LIN1作为智能功率模块4100的U相下桥臂输入端ULIN，与UL驱动电路44输入端连接；
- [116] HVIC管4400的第五输入端LIN2作为智能功率模块4100的V相下桥臂输入端VLIN，与VL驱动电路54输入端连接；
- [117] HVIC管4400的第六输入端LIN3作为智能功率模块4100的W相下桥臂输入端WLIN，与WL驱动电路64输入端连接；
- [118] UL驱动电路44、WL驱动电路54、VL驱动电路64的供电电源为智能功率模块4100低压区供电电源，UL输出调整电路44A、WL输出调整电路54A、VL输出调整电路64A的电源输入与之相同；
- [119] UH驱动电路14、VH驱动电路24、WH驱动电路34有两组供电电源输入，一组为智能功率模块4100低压区供电电源，另外一组为对应相的高压区供电电源，

而UH输出调整电路14A、VH输出调整电路24A、WH输出调整电路34A的电源输入与对应连接的驱动电路的高压区供电电源相同，即UH驱动电路14、UH输出调整电路14A的电源输入为U相高压供电电源UVB和UVS；VH驱动电路24、VH输出调整电路24A的电源输入为V相高压供电电源VVB和VVS；WH驱动电路34、WH输出调整电路34A的电源输入为W相高压供电电源WVB和WVS。

[120] 本实施例中，IPM模块4100的直流母线电压输入端P分别连接上述六个IGBT管的集电极，其UN、VN、WN分别为其中三个下桥臂IGBT管的发射极输出端，IPM模块4100还包括三个自举电容4133、4132、4131，分别并联在对应相的高压区供电电源端。

[121] 在IPM模块4100正常工作过程中，UHIN、VHIN、WHIN、ULIN、VLIN、WLIN六路输入信号中相同相的上桥臂和下桥臂输入信号只能有一个为高电平，另外一个必须为低电平，即UHIN、ULIN中只能有一个高电平，VHIN、VLIN中只能有一个高电平，WHIN、WLIN只能有一个高电平。

[122] 以U相上桥臂和下桥臂输入信号UHIN、ULIN为例，当UHIN输入低电平时，ULIN必须输入高电平，此时UHIN经UH驱动电路14和UH输出调整电路14A输入到U相上桥臂IGBT管4121栅极使其截止，ULIN经UL驱动电路44和UL输出调整电路44A输入到U相下桥臂IGBT管4124栅极使其导通，此时，IPM模块4100的低压区供电电源VDD经UH驱动电路14内部自举电路给自举电容4133充电，其充电回路为VDD经UH驱动电路14内部到UVB到经自举电容4133、U相下桥臂IGBT管4124到达低压区供电电源负端COM，经过足够长时间后期电容两端接近电压区供电电压即15V，即此时U相高压供电电源UVB相对UVS电压接近15V；而当UHIN输入高电平时，ULIN必须输入低电平时，U相上桥臂IGBT管4121导通，U相下桥臂IGBT管4124截止，此时直流母线电压经P端和U相上桥臂IGBT管4121到达UVS接近300V，由于自举电容4133两端已经有接近15V的电压，因此其UVB端被抬到接近315V。因而U相高压供电电源UVB和UVS的电压是随着U相上桥臂和下桥臂输入信号UHIN、ULIN的不同而变化的，如果U相上桥臂输入的高电平信号相对短且自举电容4133存储的电量相对多时，UVB相对UVS的电压可保持14V以上，即UH输出调整电路14A和UH驱动电路14高压区输入电源可保持14V以上。

- [123] 同理其他相的高压区输入电源也可保持14V以上。
- [124] 本实施例中，每一个调整电路包括电压检测模块、延时模块、所述延时模块和第一开关，以UH输出调整电路14A为例，如图4所示，UH输出调整电路14A包括电压检测模块10、延时模块20、输出模块30和第一开关5001。
- [125] 电压检测模块10的输入端、延时模块20电源端和输出模块30电源端互连，构成调整电路的电源端，电压检测模块10的输出端分别连接延时模块20的控制端和第一开关5001的控制端；延时模块20的输出端连接延时模块20的连接输出模块30的控制端；输出模块30的输入端为调整电路的信号输入端IN，输出模块30的输出端连接所述第一开关5001的输入端，第一开关5001的输出端为调整电路的信号输出端OUT；
- [126] 电压检测模块10在检测到调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制第一开关5001由接通转为断开；
- [127] 电压检测模块10在检测到调整电路输入端的电压值大于等于预设电压阈值时，控制第一开关5001接通和延时模块20开始计时，并通过延时模块20控制输出模块30将对应IGBT管的电荷进行泄放，当计时达到预设时间时，延时模块20控制驱动电路输出驱动信号经输出模块30输出至对应的IGBT管。
- [128] 具体的，电压检测模块10包括比较器5009、电压源5008；
- [129] 比较器5009的同相端为电压检测模块5008输入端正极VB1，电压源5008的正极输出端连接比较器5009的反相端，电压源5008的负极输出端为电压检测模块10输入端负极VS1。其中电压源5008为比较器5009的反相端提供稳定的基准电压，电压源5008可以设计为6V或者比IPM模块4100的欠压保护低1~2V的值。
- [130] 延时模块20包括第二开关5011、第一电阻5012和第一电容5002；
- [131] 第二开关5011的控制端为延时模块20的控制端，第二开关5011的输入端与调整电路电源端正极VB1连接，第二开关5011的输出端和第一电阻5012的一端的连接端为延时模块20的输出端，第一电阻5012的另一端连接第一电容5002的一端，第一电容5002的另一端与所述调整电路电源端负极VS1连接。
- [132] 输出模块30包括第三开关5007、第一PMOS管5003和第二NMOS管5004；
- [133] 第三开关5007的控制端为输出模块30的控制端，第三开关5007的第一选择端连

接调整电路电源端正极VB1，第三开关5007的第二选择端连接第一PMOS管5003的栅极，第三开关5007的固定端连接第二NMOS管5004的栅极，第一PMOS管5003的源极为输出模块30的电源正极VB1，第一PMOS管5003的漏极和第二NMOS管5004的漏极连接端为输出模块30输出端，第二NMOS管5004源极连接调整电路电源端负极VS1。

[134] 本实施例的调整电路工作原理如下：在IPM模块4100正常工作过程中，六路输入信号能经过对应的驱动电路进行驱动放大后再经调整电路输入到对应桥臂的IGBT管栅极，以控制其进行开关状态切换，最终输出对应的三相驱动信号以驱动电机的正常运行，由于IPM模块4100所处的工作环境比较恶劣，电源存在不稳定情况，因此会引起IPM模块4100的低压供电电源即VDD波动，使得VDD低于IPM模块4100的欠压保护值，使得驱动模块不能正常工作关断输出的驱动信号，进而使得IPM模块4100突然停止输出，由于驱动电机为感性负载，驱动电机内部绕组会储能产生感应电动势，其感应电动势会传导到IPM模块4100，进而使得IPM模块4100的IGBT管上积蓄电荷，此时与IGBT管连接的输出调整电路开始起到对IGBT管上电荷进行泄放的作用，具体如下：

[135] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压低于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出第一控制信号即低电平信号到第二开关5011控制端和第一开关5001的控制端，控制这两个开关由正常工作时的接通转为断开。

[136] 当第二开关5011断开时，输出模块30输出端与调整电路输出端OUT的连接断开，此时调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，即断开调整电路输出端OUT，此时IGBT管上积蓄电荷进行自然放电。

[137] 当第二开关5011断开时，第一电容5012通过第一电阻5002迅速放电输出低电平的第二控制信号到第三开关5007控制端，使得第三开关5007的固定端的连接到第一选择端，此时调整电路的供电电源正极加载在第二NMOS管5004的栅极，使得第二NMOS管5004导通。

[138] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值大于等于预设电压阈值时，具

体来说是比较器5009的同相端电压高于或等于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出第三控制信号即高电平信号到第二开关5011控制端和第一开关5001的控制端，控制这两个开关由断开转为接通。

[139] 当第二开关5001接通时，由于第二NMOS管5004已经处于导通状态，因此此时输出模块30输出为低阻态，此时IGBT管上积蓄电荷进一步通过第二NMOS管5004进行继续的泄放，且电荷泄放的速度要比之前的自然泄放快。

[140] 当第二开关5011接通时，调整电路的供电电源电压VB1通过第二开关5011经第一电阻5012对第一电容5002进行充电，当经过预设时间，第一电容5002上的电压上升到高电平时其输出第四控制信号使得第三开关5007的固定端连接到所述第二选择端，此时控制驱动电路输出驱动信号经输出模块30输出至对应的IGBT管，即实现了调整电路的输入端IN可以正常输出到输出端OUT，即IPM模块4100恢复正常工作状态，由于IGBT管上积蓄电荷经过上述预设时间的泄放已经泄放完成，以此保证IPM模块4100能恢复正常工作。

[141] 值得说明的是，在调整电路在检测到由于低压供电电源即VDD波动使得电压过低时，此时首先控制第一开关5001断开使得IGBT管上积蓄电荷进行自然放电，而不是直接控制第二NMOS管5004对电荷进行泄放的原因是由于此时IGBT管上积蓄电荷较多，如果直接通过第二NMOS管5004进行泄放会导致泄放电流过大引起第二NMOS管5004积热过多甚至导致损坏，因此先通过第一开关5001断开使得IGBT管上积蓄电荷进行自然放电，待低压供电电源恢复正常后，其积蓄的电话已经泄放了一段时间，有可能已经泄放完全，也有可能不完全，具体根据低压供电电源从电压低落过低到恢复正常的时间确定，因此再通过控制第二NMOS管5004导通对其进行进一步的泄放，以确保其电荷能泄放完全，经过一个预设时间后调整电路恢复正常工作，这样有利于IPM模块4100更加安全可靠的工作。

[142] 其中，对应延时模块20的第一电阻5012和第一电容5002取值选择可以如下：

[143] 取对第一电容5002充电达到的高电平为7.5V，时间参数Tx设计为1 μ s，则：

[144] 得：，

[145] 根据上述公式可设计第一电容5002电容容量10pF，第一电阻5012阻值144k Ω 可

满足要求。

- [146] 上述为UH输出调整电路14A，其他输出调整电路的工作原理与之相同，值得说明的是UH输出调整电路14A、VH输出调整电路24A、WH输出调整电路34A的供电电源为对应相的高压区供电电源，其电源电压相对低压区的COM端是可变的，但其供电电源的正端相对负端的电压即输入的电压值在IPM模块4100正常工作时是不变的，而UL输出调整电路44A、WL输出调整电路54A、VL输出调整电路64A的工电电源为IPM模块4100低压区供电电源，其电压值与上述高压区供电电源正端相对负端接近相同，而在IPM模块4100的低压供电电源即VDD波动时，由于三个自举电容的充电也会因此对于波动，所以其高压区的供电电源正端相对负端的电压也会随之波动，其电压值也与低压区的电压值接近相同。
- [147] 本发明实施例的IPM模块4100通过在内部的每个驱动电路和对应的IGBT管之间增加一个调整电路，该调整电路能实时检测IPM模块4100低压区供电电压值的变化，并在其低压供电电源波动引起电压值过低使模块停止输出进而使得驱动电机的储能引起模块内部的IGBT管积蓄电荷时，能先切断驱动输出和IGBT管的驱动信号，使得IGBT管积蓄电荷先进行自然泄放，然后在低压供电电源恢复正常时，其调整电路输出低阻态进一步对IGBT管积蓄电荷进行快速泄放，并在延时预设时间后，调整电路恢复正常信号从输入到输出端的传输，使得驱动电路输出的驱动信号可以正常控制对应的IGBT管，由于此时的IGBT管上积蓄的电荷已经完全泄放掉，因此保证其模块的正常工作，避免了其积蓄电荷对模块的冲击影响其工作可靠性。
- [148] 进一步的，基于本发明智能功率模块第一实施例，本发明空调器智能功率模块第二实施例中，如图4所示，每一个调整电路还包括整形放大模块，以UH输出调整电路14A为例，UH输出调整电路14A还包括整形放大模块40：
- [149] 整形放大模块40输入端连接调整电路的输入端，整形放大模块40输出端连接第二开关5007的第二选择端，整形放大模块40为调整电路的输入端信号进行放大和整形后输出至第二开关5007的第二选择端。
- [150] 具体的，整形放大模块40包括第三非门5005和第四非门5006；
- [151] 第三非门5005的输入端为整形放大模块40的输入端，第三非门5005的输出端连

接第四非门5006的输入端，第四非门5006的输出端为整形放大模块40的输出端。

- [152] 在IPM模块4100正常工作过程中，调整电路的输入端IN的输入信号经第三非门5005和第四非门5006两极放大和整形后，由输出模块30的第一PMOS管5003和第二NMOS管5004进行功率驱动后输出。
- [153] 进一步的，构成第三非门5005和第四非门5006中的MOS管的尺寸可以不同，第三非门5005的MOS管尺寸比第四非门5006尺寸小，因为信号首先经第三非门5005放大后其信号强度增大，在由第四非门5006放大时对其器件功率增大，因此其内部MOS管的设计尺寸可比第三非门5005的大，例如第三非门5005的MOS管尺寸可设计为第四非门5006中MOS管尺寸的1/2。
- [154] 进一步的，基于本发明智能功率模块第一实施例，本发明空调器智能功率模块第三实施例中，如图4所示，延时模块20还包括整形单元21；
- [155] 第二开关5011的输出端和第一电阻5012的一端的连接端为整形单元21的输入端，整形单元21的输出端为延时模块20的输出端，整形单元21为延时模块20输出的控制信号进行整形后输出至输出模块30的控制端。
- [156] 具体的，整形单元21包括第一非门5010和第二非门5008；
- [157] 第一非门5010的输入端为整形单元21的输入端，第一非门5010的输出端连接第二非门5008的输入端，第二非门5008的输出端为整形单元21的输出端。
- [158] 第一非门5010和第二非门5008提供对延时模块20的第一电容5002上的电压整形后输出到第三开关5007的控制端，同时由于非门输出信号的转换对输入信号阈值有要求，因此也对第一电容5002上的电压输入有阈值要求，只有达到阈值时，其非门输出才转换，再经下一级非门整形后保证其与输出与第一级非门输入信号一致。例如第一非门5010的输入阈值 V_{th} 可设计为7.5V，以此可以确定第一电容5002和第一电阻5012设计参数。
- [159] 进一步的，基于本发明智能功率模块第一实施例，本发明空调器智能功率模块第四实施例中，调整电路还用于，
- [160] 调整电路检测其电源端的电压值，当电压值小于预设电压阈值时，调整电路切断驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，当电压值大于或者等于预设电压阈

值时，调整电路输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放，并在延时预设时间后，控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[161] 本实施例中，每一个调整电路包括电压检测模块、延时模块、输出模块、第一开关、第二开关和第三开关，以UH输出调整电路14A为例，如图5所示，UH输出调整电路14A包括电压检测模块10、延时模块20、输出模块30、信号发生器5013、第一开关5001。

[162] 电压检测模块10的输入端、延时模块20电源端、信号发生器5013的电源端和输出模块30电源端互连，构成调整电路的电源端，电压检测模块10的输出端连接延时模块20的控制端和第一开关5001的控制端；延时模块20的输出端连接输出模块30的第二控制端；信号发生器5013输出端连接输出模块30的第一控制端，输出模块30的输入端为调整电路的信号输入端IN，输出模块30的输出端连接第一开关5001的输入端，第一开关5001的输出端为调整电路的信号输出端OUT；

[163] 电压检测模块10在检测到调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制第一开关5001由接通转为断开；

[164] 电压检测模块10在检测到调整电路输入端的电压值大于等于预设电压阈值时，控制第一开关5001接通和延时模块20开始计时，并通过信号发生器5013控制输出模块30输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，当计时达到预设时间值时，控制驱动电路输出驱动信号经输出模块30输出至对应的IGBT管。

[165] 具体的，电压检测模块10包括比较器5009、电压源5008；

[166] 比较器5009的同相端与调整电路电源端正极VB1连接，电压源5008的正极输出端连接比较器5009的反相端，电压源5008的负极与调整电路电源端负极VS1连接。其中电压源5008为比较器5009的反相端提供稳定的基准电压，电压源5008可以设计为6V或者比IPM模块4100的欠压保护低1~2V的值。

[167] 延时模块20包括第二开关5011、第一电阻5012和第一电容5002；

[168] 第二开关5011的控制端为延时模块20的控制端，第二开关5011的输入端与调整电路电源端正极VB1连接，第二开关5011的输出端和第一电阻5012的一端的连接端为延时模块20的输出端，第一电阻5012的另一端连接第一电容5002的一端，

第一电容5002的另一端与调整电路电源端负极VS1连接。

[169] 输出模块30包括第三开关5007、第一PMOS管5003和第二NMOS管5004；

[170] 第三开关5007的控制端为输出模块30的第二控制端，第三开关5007的第一选择端为输出模块30的第一控制端，第三开关5007的第二选择端连接第一PMOS管5003的栅极，第三开关5007的固定端连接第二NMOS管5004的栅极，第一PMOS管5003的源极与调整电路电源端正极VB1连接，第一PMOS管5003的漏极和第二NMOS管5004的漏极连接端为输出模块30输出端，第二NMOS管5004源极与调整电路电源端负极VS1连接。

[171] 信号发生器5013内部可包含振荡电路，产生连续的开关信号，例如开关信号可以是占空比50%的脉冲信号，脉冲宽度可设计为100ns；

[172] 本实施例的调整电路工作原理如下：在IPM模块4100正常工作过程中，六路输入信号能经过对应的驱动电路进行驱动放大后再经调整电路输入到对应桥臂的IGBT管栅极，以控制其进行开关状态切换，最终输出对应的三相驱动信号以驱动电机的正常运行，由于IPM模块4100所处的工作环境比较恶劣，电源存在不稳定情况，因此会引起IPM模块4100的低压供电电源即VDD波动，使得VDD低于IPM模块4100的欠压保护值，使得驱动模块不能正常工作关断输出的驱动信号，进而使得IPM模块4100突然停止输出，由于驱动电机为感性负载，驱动电机内部绕组会储能产生感应电动势，其感应电动势会传导到IPM模块4100，进而使得IPM模块4100的IGBT管上积蓄电荷，此时与IGBT管连接的输出调整电路开始起到对IGBT管上电荷进行泄放的作用，具体如下：

[173] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压低于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出第一控制信号即低电平信号到第一开关5001控制端和第三开关5001的控制端，控制这两个开关由正常工作时的接通转为断开。

[174] 当第三开关5001断开时，输出模块30输出端与调整电路输出端OUT的连接断开，以切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，即断开调整电路输出端OUT，此时IGBT管上积蓄电荷进行自然放电。

- [175] 当第一开关5011断开时，延时模块5012内部的第一电容5012通过第一电阻5002迅速放电输出低电平的第二控制信号到第二开关5007控制端，使得第二开关5007的固定端的连接到第一选择端，此时信号发生器5013产生的连续开关信号输入到输出模块30的第二输入端，即加载在第二NMOS管5004的栅极；
- [176] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值大于等于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压高于或等于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出第三控制信号即高电平信号到第一开关5011控制端和第三开关5001的控制端，控制这两个开关由断开转为接通。
- [177] 当第三开关5001接通时，先前信号发生器5013产生的连续开关信号加载在第二NMOS管5004的栅极使得第二NMOS管5004处于连续的开关状态，此时输出模块30输出低阻和高阻交替连续的状态，此时IGBT管上积蓄电荷进一步通过第二NMOS管5004的连续开关状态进行继续的泄放，且电荷泄放的速度要比之前的自然泄放快。
- [178] 当第一开关5011接通时，调整电路的供电电源电压VB1通过第一开关5011经第一电阻5012对第一电容5002进行充电，当经过预设时间，第一电容5002上的电压上升到高电平时其输出第四控制信号使得第二开关5007的固定端连接到所述第二选择端，此时控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管，即实现了调整电路的输入端IN可以正常输出到输出端OUT，即IPM模块4100恢复正常工作状态，由于IGBT管上积蓄电荷经过上述预设时间的泄放已经泄放完成，以此保证IPM模块4100能恢复正常工作。
- [179] 值得说明的是，在调整电路在检测到由于低压供电电源即VDD波动使得电压过低时，此时首先控制第三开关5001断开使得IGBT管上积蓄电荷进行自然放电，而不是直接控制第二NMOS管5004对电荷进行泄放的原因是由于此时IGBT管上积蓄电荷较多，如果直接通过第二NMOS管5004进行泄放会导致泄放电流过大引起第二NMOS管5004积热过多甚至导致损坏，因此先通过第三开关5001断开使得IGBT管上积蓄电荷进行自然放电，待低压供电电源恢复正常后，其积蓄的电话已经泄放了一段时间，有可能已经泄放完全，也有可能不完全，具体根据低压

供电电源从电压低落过低到恢复正常的时间确定，因此再通过信号发生器5013控制第二NMOS管5004连续的开关状态对其进行进一步的泄放，以确保其电荷能泄放完全，这里通过信号发生器5013控制第二NMOS管5004连续的开关状态的原因是使得电荷通过第二NMOS管5004进行泄放时不至于发生热积聚，如以占空比50%脉冲控制第二NMOS管5004开关时，在50%时间泄放发热后，另外50%时间用于冷却，如果直接控制第二NMOS管5004连续导通，有可能因为电荷比较多使得泄放时第二NMOS管5004会积热过多以至损坏。经过一个预设时间后调整电路恢复正常工作，这样有利于IPM模块4100更加安全可靠的工作。

[180] 其中，对应延时模块20的第一电阻5012和第一电容5002取值选择可以如下：

[181] 取对第一电容5002充电达到的高电平为7.5V，时间参数Tx设计为1 μ s，则：

[182] 得：，

[183] 根据上述公式可设计第一电容5002电容容量10pF，第一电阻5012阻值144k Ω 可满足要求。

[184] 上述为UH输出调整电路14A，其他输出调整电路的工作原理与之相同，值得说明的是UH输出调整电路14A、VH输出调整电路24A、WH输出调整电路34A的供电电源为对应相的高压区供电电源，其电源电压相对低压区的COM端是可变的，但其供电电源的正端相对负端的电压即输入的电压值在IPM模块4100正常工作时是不变的，而UL输出调整电路44A、WL输出调整电路54A、VL输出调整电路64A的工电电源为IPM模块4100低压区供电电源，其电压值与上述高压区供电电源正端相对负端接近相同，而在IPM模块4100的低压供电电源即VDD波动时，由于三个自举电容的充电也会因此对于波动，所以其高压区的供电电源正端相对负端的电压也会随之波动，其电压值也与低压区的电压值接近相同。

[185] 本发明实施例的IPM模块4100通过在内部的每个驱动电路和对应的IGBT管之间增加一个调整电路，该调整电路能实时检测IPM模块4100低压区供电电压值的变化，并在其低压供电电源波动引起电压值过低使模块停止输出进而使得驱动电机的储能引起模块内部的IGBT管积蓄电荷时，能先切断驱动输出和IGBT管的驱动信号，使得IGBT管积蓄电荷先进行自然泄放，然后在低压供电电源恢复正常时，其调整电路输出连续的低阻和高阻交替的状态进一步对IGBT管积蓄电荷进

行快速泄放，并在延时预设时间后，调整电路恢复正常信号从输入到输出端的传输，使得驱动电路输出的驱动信号可以正常控制对应的IGBT管，由于此时的IGBT管上积蓄的电荷已经完全泄放掉，因此保证其模块的正常工作，避免了其积蓄电荷对模块的冲击影响其工作可靠性。

[186] 进一步的，基于本发明智能功率模块第一实施例，本发明空调器智能功率模块第五实施例中，调整电路还用于，

[187] 调整电路检测其电源端的电压值，当电压值小于预设电压阈值时，调整电路切断驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当计时时间未达到预设目标时间，且电压值大于或者等于预设电压阈值时，调整电路将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到预设目标时间时，控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[188] 本实施例中，每一个调整电路包括电压检测模块、计数模块、输出模块及第一开关，以UH输出调整电路14A为例，如图6所示，UH输出调整电路14A包括电压检测模块10、计数模块20、输出模块30及第一开关5001。

[189] 调整电路的输入端IN连接第二开关5007的第二选择端；

[190] 电压检测模块10的输入端、计数模块20的电源端及输出模块30的电源端互连，构成调整电路14A的电源端；电压检测模块10的输出端分别与计数模块20的输入端和第一开关5001的控制端连接；计数模块20的输出端连接输出模块30的控制端；输出模块30的输入端为调整电路14A的信号输入端，输出模块30的输出端连接第一开关5001的输入端，第一开关5001的输出端为调整电路14A的信号输出端；其中，

[191] 电压检测模块10，用于在检测到调整电路14A输入端的电压值小于预设阈值时，控制计数模块20开始计时，并控制第一开关由正常工作时的接通转为断开；

[192] 计数模块20，用于在开始计时时，输出第一触发信号控制输出模块30输出低阻态；

[193] 当计时时间未达到预设目标时间，且电压值大于或者等于预设阈值时，输出模块30输出的低阻态将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到预设目标时间时，计数模块20输出第二触发信号控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT

管。

- [194] 具体的，电压检测模块10包括比较器5009、电压源5008；
- [195] 比较器5009的同相端与调整电路电源端正极连接，电压源5008的正极连接比较器5009的反相端，电压源5008的负极与调整电路电源端负极连接。
- [196] 计数模块10包括第一非门5012和计数器5002；
- [197] 第一非门5012的输入端为计数模块10输入端，第一非门5012的输出端连接计数器5002输入端，计数器5002输出端为计数模块10输出端。
- [198] 输出模块30包括第二开关5011、第三开关5007、第一PMOS管5003和第二NMOS管5004；
- [199] 第二开关5011的输入端、第三开关5007的第一选择端和第一PMOS管5003的源极分别与调整电路14A电源端VB1正极连接，第二开关5011的输出端连接第三开关5007的控制端；
- [200] 第三开关5007的第二选择端连接第一PMOS管5003的栅极，第三开关5007的固定端连接第二NMOS管5004的栅极，第一PMOS管5003的漏极和第二NMOS管5004的漏极连接端为输出模块30输出端，第二NMOS管5004源极与调整电路14A电源端负极VS1连接。
- [201] 值得说明的是上述第一开关5001、第二开关5011和第三开关5007可为模拟电子开关。
- [202] 本实施例的调整电路工作原理如下：在IPM模块4100正常工作过程中，六路输入信号能经过对应的驱动电路进行驱动放大后再经调整电路输入到对应桥臂的IGBT管栅极，以控制其进行开关状态切换，最终输出对应的三相驱动信号以驱动电机的正常运行，由于IPM模块4100所处的工作环境比较恶劣，电源存在不稳定情况，因此会引起IPM模块4100的低压供电电源即VDD波动，使得VDD低于IPM模块4100的欠压保护值，使得驱动模块不能正常工作关断输出的驱动信号，进而使得IPM模块4100突然停止输出，由于驱动电机为感性负载，驱动电机内部绕组会储能产生感应电动势，其感应电动势会传导到IPM模块4100，进而使得IPM模块4100的IGBT管上积蓄电荷，此时与IGBT管连接的输出调整电路开始起到对IGBT管上电荷进行泄放的作用，具体如下：

- [203] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压低于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出控制信号即低电平信号到第一开关5001控制端和计数模块20，控制第一开关5001由正常工作时的接通转为断开。
- [204] 当第一开关5001断开时，输出模块30输出端与调整电路输出端OUT的连接断开，此时调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，即断开调整电路输出端OUT，此时IGBT管上积蓄电荷进行自然放电。
- [205] 当计数模块20输入端变为低电平时，经计数模块20的第一非门5012反相变为高电平，此时计数器5002输入端的电平由低电平变为高电平，使得计数器5002开始计数，同时使计数器5002输出变为低电平的第一触发信号，使得第二开关5011断开，进一步使得第三开关5007的控制端也从与第二选择端连接变成与第一选择端连接，此时调整电路的供电电源正端加载在输出模块30的第二NMOS管5004的栅极，使得第二NMOS管5004导通。
- [206] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值上升，使得电压值大于等于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压高于或等于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出控制信号即高电平信号到第一开关5001控制端和计数模块20，控制第一开关5001由断开转为接通。
- [207] 当第一开关5001接通时，此时根据计数模块20的计时分为两种状态：
- [208] 如果计数模块20的计数器5002计时未到预设目标时间如1024us，此时计数器5002输出端任维持第电平状态，第三开关5007的状态不变，由于第二NMOS管5004已经处于导通状态，因此此时输出模块30输出为低阻态，此时IGBT管上积蓄电荷进一步通过第二NMOS管5004进行继续的泄放，且电荷泄放的速度要比之前的自然泄放快。
- [209] 如果计数模块20的计数器5002计时已到预设目标时间如1024us，则计数器5002计时完成输出高电平的第二触发信号，使得第二开关5011接通，进一步使得第三开关5007的控制端也从与第一选择端连接变成与第二选择端连接，此时驱动电路输出的驱动信号经输出模块30和第一开关5001输出至对应的IGBT管，即实

现了调整电路的输入端IN可以正常输出到输出端OUT，即IPM模块4100恢复正常工作状态。

- [210] 上述调整电路输入端的电压值在跌落后恢复时，IGBT管上积蓄电荷通过输出模块30进行进一步泄放的时间取决于电压值跌落到恢复的时间与计数模块20的计时时间之间的长短关系。如果电压值在跌落到恢复的时间比较长，超过了计数模块20的计时时间，则在此期间IGBT管上积蓄电荷进行自然放电已经可以完全泄放掉，因此当电压上升恢复时，输出模块直接驱动电路输出的驱动信号输出并经第一开关5001到对应的IGBT管，不需要再进行经输出模块低阻态的进一步泄放。如果电压值在跌落到恢复的时间比较短，小于计数模块20的计时时间，当电压上升恢复时，IGBT管上积蓄电荷经上一步自然泄放可能还不完全，还需要经输出模块低阻态的进一步泄放，如果计数模块20的计时时间1024us，在电压上升恢复时计数模块20已经计时的时间为 T_M 。其进一步泄放的时间 T_T 计算如下：

[211] $T_T = 1024 - T_M$

- [212] 其时间 T_T 保证了IGBT管上积蓄电荷经上一步自然泄放后再进一步的泄放完全。

- [213] 本发明实施例的IPM模块4100通过在内部的每个驱动电路和对应的IGBT管之间增加一个调整电路，该调整电路能实时检测IPM模块4100低压区供电电压值的变化，并在其低压供电电源波动引起电压值过低使模块停止输出进而使得驱动电机的储能引起模块内部的IGBT管积蓄电荷时，能先切断驱动输出和IGBT管的驱动信号，使得IGBT管积蓄电荷先进行自然泄放，此时该调整电路开始计时，然后在低压供电电源恢复正常时，如果电压值降低到恢复的时间长超过目标时间则直接控制驱动电路输出的驱动信号到对应的IGBT管，如果电压值降低到恢复的时间小于目标时间，则取电压恢复时计时到目标时间的剩余时间内输出低阻态进一步对IGBT管积蓄电荷进行快速泄放。保证了在IGBT管积蓄电荷能快速的得到泄放，又能缩短IPM模块4100在低压供电电压波动时恢复的时间，使模块可以比较快速的恢复正常工作，并同时避免了蓄电荷对模块的冲击影响其工作可靠性。

- [214] 进一步的，基于本发明智能功率模块第一实施例，本发明空调器智能功率模块第六实施例中，调整电路还用于，
- [215] 调整电路检测其电源端的电压值，当电压值小于预设电压阈值时，调整电路切断驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当计时时间未达到预设目标时间，且电压值大于或者等于预设电压阈值时，调整电路输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到预设目标时间时，控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。
- [216] 本实施例中，每一个调整电路包括电压检测模块、计数模块、输出模块及第一开关，以UH输出调整电路14A为例，如图7所示，UH输出调整电路14A包括电压检测模块10、计数模块20、信号发生器5013、输出模块30及第一开关5001。
- [217] 调整电路的输入端IN连接第二开关5007的第二选择端；
- [218] 电压检测模块10的输入端、计数模块20的电源端、第一开关5001的输入端、信号发生器5013的电源端及输出模块30的电源端互连，构成调整电路14A的电源端；电压检测模块10的输出端分别与计数模块20的输入端和第一开关5001的控制端连接；计数模块20的输出端连接输出模块30的第一控制端；信号发生器5013的输出端连接输出模块30的第二控制端；输出模块30的输入端为调整电路14A的信号输入端，输出模块30的输出端连接第一开关5001的输入端，第一开关5001的输出端为调整电路14A的信号输出端；其中，
- [219] 电压检测模块10，用于在检测到调整电路14A输入端的电压值小于预设阈值时，控制计数模块20开始计时，并控制第一开关由正常工作时的接通转为断开；
- [220] 计数模块20，用于在开始计时时，输出第一触发信号并和信号发生器5013输出的脉冲信号同时控制输出模块30输出低阻和高阻交替连续状态；
- [221] 当计时时间未达到预设目标时间，且电压值大于或者等于预设阈值时，输出模块30输出的低阻和高阻交替连续状态将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到预设目标时间时，计数模块20输出第二触发信号控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。
- [222] 具体的，电压检测模块10包括比较器5009、电压源5008；
- [223] 比较器5009的同相端与调整电路电源端正极连接，电压源5008的正极连接比较

器5009的反相端，电压源5008的负极与调整电路电源端负极连接。

[224] 计数模块10包括第一非门5012和计数器5002；

[225] 第一非门5012的输入端为计数模块10输入端，第一非门5012的输出端连接计数器5002输入端，计数器5002输出端为计数模块10输出端。

[226] 输出模块30包括第二开关5011、第三开关5007、第一PMOS管5003和第二NMOS管5004；

[227] 第二开关5011的输入端和第一PMOS管5003的源极分别与调整电路14A电源端VB1正极连接，第二开关5011的输出端连接第三开关5007的控制端第二开关5011的控制端为输出模块30的第一控制端；

[228] 第三开关5007的第一选择端为输出模块30的第二控制端；；

[229] 第三开关5007的第二选择端连接第一PMOS管5003的栅极，第三开关5007的固定端连接第二NMOS管5004的栅极，第一PMOS管5003的漏极和第二NMOS管5004的漏极连接端为输出模块30输出端，第二NMOS管5004源极与调整电路14A电源端负极VS1连接。

[230] 值得说明的是上述第一开关5001、第二开关5011和第三开关5007可为模拟电子开关。

[231] 本实施例的调整电路工作原理如下：在IPM模块4100正常工作过程中，六路输入信号能经过对应的驱动电路进行驱动放大后再经调整电路输入到对应桥臂的IGBT管栅极，以控制其进行开关状态切换，最终输出对应的三相驱动信号以驱动电机的正常运行，由于IPM模块4100所处的工作环境比较恶劣，电源存在不稳定情况，因此会引起IPM模块4100的低压供电电源即VDD波动，使得VDD低于IPM模块4100的欠压保护值，使得驱动模块不能正常工作关断输出的驱动信号，进而使得IPM模块4100突然停止输出，由于驱动电机为感性负载，驱动电机内部绕组会储能产生感应电动势，其感应电动势会传导到IPM模块4100，进而使得IPM模块4100的IGBT管上积蓄电荷，此时与IGBT管连接的输出调整电路开始起到对IGBT管上电荷进行泄放的作用，具体如下：

[232] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压低于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检

测模块10通过比较器5009输出端输出控制信号即低电平信号到第一开关5001控制端和计数模块20，控制第一开关5001由正常工作时的接通转为断开。

[233] 当第一开关5001断开时，输出模块30输出端与调整电路输出端OUT的连接断开，此时调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，即断开调整电路输出端OUT，此时IGBT管上积蓄电荷进行自然放电。

[234] 当计数模块20输入端变为低电平时，经计数模块20的第一非门5012反相变为高电平，此时计数器5002输入端的电平由低电平变为高电平，使得计数器5002开始计数，同时使计数器5002输出变为低电平的第一触发信号，使得第二开关5011断开，进一步使得第三开关5007的控制端也从与第二选择端连接变成与第一选择端连接，此时信号发生器5013输出的脉冲信号加载在输出模块30的第二NMOS管5004的栅极，使得第二NMOS管5004处于开关状态，即控制输出模块处于低阻和高阻交替连续状态。

[235] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值上升，使得电压值大于等于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压高于或等于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出控制信号即高电平信号到第一开关5001控制端和计数模块20，控制第一开关5001由断开转为接通。

[236] 当第一开关5001接通时，此时根据计数模块20的计时分为两种状态：

[237] 如果计数模块20的计数器5002计时未到预设目标时间如1024us，此时计数器5002输出端任维持低电平状态，第三开关5007的状态不变，由于第二NMOS管5004已经处于开关状态，因此此时输出模块30输出为低阻和高阻交替连续状态，此时IGBT管上积蓄电荷进一步通过第二NMOS管5004进行继续的泄放，且电荷泄放的速度要比之前的自然泄放快，这里通过信号发生器5013控制第二NMOS管5004连续的开关状态的原因是使得电荷通过第二NMOS管5004进行泄放时不至于发生热积聚，如以占空比50%脉冲宽度为100ns的脉冲控制第二NMOS管5004开关时，在50%时间泄放电荷后，另外50%时间用于冷却，如果直接控制第二NMOS管5004连续导通，有可能因为电荷比较多使得泄放时第二NMOS管5004会积热过多以至损坏。经过一个预设时间后调整电路恢复正常工作，这样有利于IPM模块

4100更加安全可靠的工作。

[238] 如果计数模块20的计数器5002计时已到预设目标时间如1024us，则计数器5002计时完成输出高电平的第二触发信号，使得第二开关5011接通，进一步使得第三开关5007的控制端也从与第一选择端连接变成与第二选择端连接，此时驱动电路输出的驱动信号经输出模块30和第一开关5001输出至对应的IGBT管，即实现了调整电路的输入端IN可以正常输出到输出端OUT，即IPM模块4100恢复正常工作状态。

[239] 上述调整电路输入端的电压值在跌落后恢复时，IGBT管上积蓄电荷通过输出模块30进行进一步泄放的时间取决于电压值跌落到恢复的时间与计数模块20的计时时间之间的长短关系。如果电压值在跌落到恢复的时间比较长，超过了计数模块20的计时时间，则在此期间IGBT管上积蓄电荷进行自然放电已经可以完全泄放掉，因此当电压上升恢复时，输出模块直接驱动电路输出的驱动信号输出并经第一开关5001到对应的IGBT管，不需要再进行经输出模块低阻态的进一步泄放。如果电压值在跌落到恢复的时间比较短，小于计数模块20的计时时间，当电压上升恢复时，IGBT管上积蓄电荷经上一步自然泄放可能还不完全，还需要经输出模块低阻态的进一步泄放，如果计数模块20的计时时间1024us，在电压上升恢复时计数模块20已经计时的时间为TM。其进一步泄放的时间TT计算如下：

[240] $TT=1024-TM$

[241] 其时间TT保证了IGBT管上积蓄电荷经上一步自然泄放后再进一步的泄放完全。

[242] 本发明实施例的IPM模块4100通过在内部的每个驱动电路和对应的IGBT管之间增加一个调整电路，该调整电路能实时检测IPM模块4100低压区供电电压值的变化，并在其低压供电电源波动引起电压值过低使模块停止输出进而使得驱动电机的储能引起模块内部的IGBT管积蓄电荷时，能先切断驱动输出和IGBT管的驱动信号，使得IGBT管积蓄电荷先进行自然泄放，此时该调整电路开始计时，然后在低压供电电源恢复正常时，如果电压值降低到恢复的时间长超过目标时间则直接控制驱动电路输出的驱动信号到对应的IGBT管，如果电压值降低到恢复

的时间小于目标时间，则取电压恢复时计时到目标时间的剩余时间内输出低阻和高阻交替状态进一步对IGBT管积蓄电荷进行快速泄放，以保证进行泄放时的安全，不会因泄放时积热过多导致调整电路内部的MOS管损坏。因此这样既保证了在IGBT管积蓄电荷能快速的得到更安全的泄放，又能缩短IPM模块4100在低压供电电压波动时恢复的时间，使模块可以比较快速的恢复正常工作，并同时避免了蓄电荷对模块的冲击影响其工作可靠性。

[243] 进一步的，基于本发明智能功率模块第一实施例，本发明空调器智能功率模块第七实施例中，调整电路还用于，

[244] 调整电路用于检测其电源端的电压值，当电压值小于预设电压阈值时，调整电路切断驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当电压值大于或者等于预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一目标时间，调整电路输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过第一目标时间且未达到第二目标时间，调整电路输出低阻态将对应IGBT管的电荷继续进行泄放；如果计时时间达到第二目标时间时，控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[245] 本实施例中，每一个调整电路包括电压检测模块、计数模块、输出模块及第一开关，以UH输出调整电路14A为例，如图8所示，UH输出调整电路14A包括电压检测模块10、计数模块20、信号发生器5013、输出模块30及第一开关5001。

[246] 调整电路的输入端IN连接第二开关5007的第二选择端；

[247] 电压检测模块10的输入端、计数模块20的电源端、第一开关5001的输入端、信号发生器5013的电源端及输出模块30的电源端互连，构成调整电路14A的电源端；电压检测模块10的输出端分别与计数模块20的输入端和第一开关5001的控制端连接；计数模块20的第一输出端连接输出模块30的第一控制端；计数模块20的第二输出端连接输出模块30的第二控制端；信号发生器5013的输出端连接输出模块30的第三控制端；输出模块30的输入端为调整电路14A的信号输入端，输出模块30的输出端连接第一开关5001的输入端，第一开关5001的输出端为调整电路14A的信号输出端；其中，

[248] 电压检测模块10，用于在检测到调整电路14A输入端的电压值小于预设阈值时

- ，控制计数模块20开始计时，并控制第一开关由正常工作时的接通转为断开；
- [249] 计数模块20，用于在开始计时时，计数模块20的第一输出端和第二输出端同时输出第一触发信号并和信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块30输出低阻和高阻交替连续状态，且当计时时间超过第一目标时间且未达到第二目标时间，计数模块20的第二输出端输出第二触发信号控制控制输出模块30输出低阻状态；
- [250] 当电压值大于或者等于预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一目标时间，输出模块30输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过第一目标时间且未达到第二目标时间，输出模块30输出低阻态将对应IGBT管的电荷继续进行泄放，当计时时间达到第二目标时间时，计数模块20输出第三触发信号控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。
- [251] 具体的，电压检测模块10包括比较器5009、电压源5008；
- [252] 比较器5009的同相端与调整电路电源端正极连接，电压源5008的正极连接比较器5009的反相端，电压源5008的负极与调整电路电源端负极连接。
- [253] 计数模块10包括第一非门5012和计数器5002；
- [254] 第一非门5012的输入端为计数模块10输入端，第一非门5012的输出端连接计数器5002输入端；
- [255] 计数器5002的第一输出端为计数模块10第一输出端，计数器5002的第二输出端为计数模块10第二输出端。
- [256] 输出模块30包括第二开关5011、第三开关5014、第四开关5007、第一PMOS管5003和第二NMOS管5004；
- [257] 第二开关5011的输入端、第三开关5014的第二选择端和第一PMOS管5003的源极分别与调整电路电源端正极连接，第二开关5011的输出端连接第四开关的控制端，第二开关5011的控制端为输出模块30的第一控制端；
- [258] 第四开关5007的控制端为输出模块30的第二控制端，第四开关5007的第一选择端为输出模块30的第三控制端，第四开关5007的固定端连接第四开关的第一选择端；
- [259] 第四开关5007的第二选择端连接第一PMOS管5003的栅极，第四开关5007的固

定端连接第二NMOS管5004的栅极，第一PMOS管5003的漏极和第二NMOS管5004的漏极连接端为输出模块30输出端，第二NMOS管5004源极与调整电路14A电源端负极VS1连接。

[260] 值得说明的是上述第一开关5001、第二开关5011、第三开关5014和第四开关5007可为模拟电子开关。

[261] 本实施例的调整电路工作原理如下：在IPM模块4100正常工作过程中，六路输入信号能经过对应的驱动电路进行驱动放大后再经调整电路输入到对应桥臂的IGBT管栅极，以控制其进行开关状态切换，最终输出对应的三相驱动信号以驱动电机的正常运行，由于IPM模块4100所处的工作环境比较恶劣，电源存在不稳定情况，因此会引起IPM模块4100的低压供电电源即VDD波动，使得VDD低于IPM模块4100的欠压保护值，使得驱动模块不能正常工作关断输出的驱动信号，进而使得IPM模块4100突然停止输出，由于驱动电机为感性负载，驱动电机内部绕组会储能产生感应电动势，其感应电动势会传导到IPM模块4100，进而使得IPM模块4100的IGBT管上积蓄电荷，此时与IGBT管连接的输出调整电路开始起到对IGBT管上电荷进行泄放的作用，具体如下：

[262] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压低于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出控制信号即低电平信号到第一开关5001控制端和计数模块20，控制第一开关5001由正常工作时的接通转为断开。

[263] 当第一开关5001断开时，输出模块30输出端与调整电路输出端OUT的连接断开，此时调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，即断开调整电路输出端OUT，此时IGBT管上积蓄电荷进行自然放电。

[264] 当计数模块20输入端变为低电平时，经计数模块20的第一非门5012反相变为高电平，此时计数器5002输入端的电平由低电平变为高电平，使得计数器5002开始计数，同时使计数器5002的第一输出端和第二输出端同时输出由正常工作时的高电平变为低电平的第一触发信号，该第一触发信号控制第二开关5011断开和第三开关5014的固定端与第一选择端连接；

[265] 第三开关5014的固定端与第一选择端连接时，信号发生器5013输出脉冲信号到

第四开关5007的第选择端；第二开关5011断开时，进一步使得第四开关5007的控制端也从与第二选择端连接变成与第一选择端连接，此时信号发生器5013输出脉冲信号加载在输出模块30的第二NMOS管5004的栅极，使得第二NMOS管5004处于开关状态，即控制输出模块处于低阻和高阻交替连续状态。。

[266] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值上升，使得电压值大于等于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压高于或等于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出控制信号即高电平信号到第一开关5001控制端和计数模块20，控制第一开关5001由断开转为接通。

[267] 当第一开关5001接通时，此时根据计数模块20的计时分为三种状态：

[268] 如果计数模块20的计数器5002计时未到预设第一目标时间如1024us，此时计数器5002第一和第二输出端输出第一触发信号的低电平状态，信号发生器5013输出脉冲信号通过第三开关5014和第四开关5007使得第二NMOS管5004处于开关状态，因此此时输出模块30输出为低阻和高阻交替连续状态，此时IGBT管上积蓄电荷进一步通过第二NMOS管5004进行继续的泄放，且电荷泄放的速度要比之前的自然泄放快，这里通过信号发生器5013控制第二NMOS管5004连续的开关状态的原因是使得电荷通过第二NMOS管5004进行泄放时不至于发生热积聚，如以占空比50%脉冲宽度为100ns的脉冲控制第二NMOS管5004开关时，在50%时间泄放电荷后，另外50%时间用于冷却，如果直接控制第二NMOS管5004连续导通，有可能因为电荷比较多使得泄放时第二NMOS管5004会积热过多以至损坏。经过一个预设时间后调整电路恢复正常工作，这样有利于IPM模块4100更加安全可靠的工作。

[269] 如果计数模块20的计数器5002计时达到或超过预设第一目标时间1024us未达到第二目标时间2048us，计数器5002第二输出端输出第二触发信号的高电平，控制第三开关5014的固定端连接第二选择端，此时调整电路14A的电源端正极通过第三开关5014和第四开关5007加载在第二NMOS管5004栅极，使得第二NMOS管5004处于持续导通状态，即输出模块输出为持续低阻态，此时IGBT管上积蓄电荷进一步通过第二NMOS管5004进行继续泄放，因为此时第二NMOS管5004的完全

导通，因此其泄放速度要比上述处于开关状态时泄放快，保证了可以将电荷快速完全泄放掉。而在计数器5002计时在1024us时采用开关状态已经将IGBT管上积蓄电荷泄放掉了一部分或者大部分，因此此时第二NMOS管5004处于完全导通时再对IGBT管上积蓄电荷进行泄放不会引起泄放电流大导致第二NMOS管5004损坏，在保证其工作安全的前提下又提升泄放速度。

[270] 如果计数模块20的计数器5002计时已达到第二目标时间2048us，此时计数器5002计时完成其第一输出端也输出高电平的第三触发信号，使得第二开关5011接通，进一步使得第四开关5007的控制端也从与第一选择端连接变成与第二选择端连接，此时驱动电路输出的驱动信号经输出模块30和第一开关5001输出至对应的IGBT管，即实现了调整电路的输入端IN可以正常输出到输出端OUT，即IPM模块4100恢复正常工作状态。

[271] 上述调整电路输入端的电压值在跌落后恢复时，IGBT管上积蓄电荷通过输出模块30进行进一步泄放的时间取决于电压值跌落到恢复的时间与计数模块20的计时的第一和第二目标时间之间的长短关系。如果电压值在跌落到恢复的时间比较长，超过了计数模块20的计时的第二目标时间，则在此期间IGBT管上积蓄电荷进行自然放电已经可以完全泄放掉，因此当电压上升恢复时，输出模块直接驱动电路输出的驱动信号输出并经第一开关5001到对应的IGBT管，不需要再进行经输出模块低阻态的进一步泄放。如果电压值在跌落到恢复的时间比较短，小于计数模块20的计时第二目标时间，当电压上升恢复时，IGBT管上积蓄电荷经上一步自然泄放可能还不完全，还需要经输出模块低阻态的进一步泄放，在这其间内，如果进一步小于第二目标时间2048us内的第一目标时间1024us，其电荷通过输出模块30进行泄放时还可能经过输出模块30的低阻和高阻交替连续的状态泄放，或者已经大于第一目标时间则直接经过输出模块30的低阻态进行泄放，如果计数模块20的计时时间2048us，在电压上升恢复时计数模块20已经计时的时间为TM。其进一步泄放的时间TT计算如下：

[272] $TT=2048-TM$

[273] 其时间TT保证了IGBT管上积蓄电荷经上一步自然泄放后再进一步的泄放完全。

- [274] 本发明实施例的IPM模块4100通过在内部的每个驱动电路和对应的IGBT管之间增加一个调整电路，该调整电路能实时检测IPM模块4100低压区供电电压值的变化，并在其低压供电电源波动引起电压值过低使模块停止输出进而使得驱动电机的储能引起模块内部的IGBT管积蓄电荷时，能先切断驱动输出和IGBT管的驱动信号，使得IGBT管积蓄电荷先进行自然泄放，此时该调整电路开始计时，然后在低压供电电源恢复正常时，如果电压值降低到恢复的时间长超过第二目标时间则直接控制驱动电路输出的驱动信号到对应的IGBT管，如果电压值降低到恢复的时间小于第二目标时间大于第一目标时间，则取电压恢复时计时到目标时间的剩余时间内输出低阻态进一步对IGBT管积蓄电荷进行快速泄放，如果电压值降低到恢复的时间小于第一目标时间，则在第一目标时间内先通过调整电路输出的高阻和低阻交替状态进行泄放，使得调整电路的泄放更加安全，时间计时大于第一目标时间时输出低阻态进行快速泄放。保证了在IGBT管积蓄电荷能得到安全又快速的泄放，又能缩短IPM模块4100在低压供电电压波动时恢复的时间，使模块可以比较快速的恢复正常工作，并同时避免了蓄电荷对模块的冲击影响其工作可靠性。
- [275] 进一步的，基于本发明智能功率模块第一实施例，本发明空调器智能功率模块第八实施例中，调整电路还用于，
- [276] 调整电路用于检测其电源端的电压值，当电压值小于预设电压阈值时，调整电路切断驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当电压值大于或者等于预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一预设目标时间，调整电路以低阻态为第一占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过第一预设目标时间且未达到第二预设目标时间，以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，其中第一占空比小于第二占空比；如果计时时间达到第二预设目标时间时，控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。
- [277] 本实施例中，每一个调整电路包括电压检测模块、计数模块、输出模块及第一开关，以UH输出调整电路14A为例，如图9所示，UH输出调整电路14A包括电压检测模块10、计数模块20、第一信号发生器5013、第二信号发生器5015、输出

模块30及第一开关5001。

[278] 调整电路的输入端IN连接第二开关5007的第二选择端；

[279] 电压检测模块10的输入端、计数模块20的电源端、第一开关5001的输入端、第一信号发生器5013的电源端、第二信号发生器5015的电源端及输出模块30的电源端互连，构成调整电路14A的电源端；电压检测模块10的输出端分别与计数模块20的输入端和第一开关5001的控制端连接；计数模块20的第一输出端连接输出模块30的第一控制端；计数模块20的第二输出端连接输出模块30的第二控制端；第一信号发生器5013的输出端连接输出模块30的第三控制端；第二信号发生器5015的输出端连接输出模块30的第四控制端；输出模块30的输入端为调整电路14A的信号输入端，输出模块30的输出端连接第一开关5001的输入端，第一开关5001的输出端为调整电路14A的信号输出端；其中，

[280] 电压检测模块10，用于在检测到调整电路14A输入端的电压值小于预设阈值时，控制计数模块20开始计时，并控制第一开关由正常工作时的接通转为断开；

[281] 计数模块20，用于在开始计时时，计数模块20的第一输出端和第二输出端同时输出第一触发信号并和第一信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块30，以输出以低阻态为第一占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，且当计时时间超过第一预设目标时间且未达到第二预设目标时间，计数模块20的第二输出端输出第二触发信号并和第二信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块30，以输出以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态；

[282] 当电压值大于或者等于预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一预设目标时间，输出模块30输出以低阻态为第一占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过第一预设目标时间且未达到第二预设目标时间，输出模块30输出以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷继续进行泄放，当计时时间达到第二目标时间时，计数模块20输出第三触发信号控制驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[283] 具体的，电压检测模块10包括比较器5009、电压源5008；

[284] 比较器5009的同相端与调整电路电源端正极连接，电压源5008的正极连接比较

器5009的反相端，电压源5008的负极与调整电路电源端负极连接。

[285] 计数模块10包括第一非门5012和计数器5002；

[286] 第一非门5012的输入端为计数模块10输入端，第一非门5012的输出端连接计数器5002输入端；

[287] 计数器5002的第一输出端为计数模块10第一输出端，计数器5002的第二输出端为计数模块10第二输出端。

[288] 输出模块30包括第二开关5011、第三开关5014、第四开关5007、第一PMOS管5003和第二NMOS管5004；

[289] 第二开关5011的输入端和第一PMOS管5003的源极分别与调整电路电源端正极连接，第二开关5011的输出端连接第四开关的控制端，第二开关5011的控制端为输出模块30的第一控制端；

[290] 第三开关5014的控制端为输出模块30的第二控制端，第三开关5014的第一选择端为输出模块30的第三控制端，第三开关5014的第二选择端为输出模块30的第四控制端，第三开关5014的固定端连接第四开关5007的第一选择端；

[291] 第四开关5007的第二选择端连接第一PMOS管5003的栅极，第四开关5007的固定端连接第二NMOS管5004的栅极，第一PMOS管5003的漏极和第二NMOS管5004的漏极连接端为输出模块30输出端，第二NMOS管5004源极与调整电路14A电源端负极VS1连接。

[292] 值得说明的是上述第一开关5001、第二开关5011、第三开关5014和第三开关5007可为模拟电子开关。

[293] 本实施例的调整电路工作原理如下：在IPM模块4100正常工作过程中，六路输入信号能经过对应的驱动电路进行驱动放大后再经调整电路输入到对应桥臂的IGBT管栅极，以控制其进行开关状态切换，最终输出对应的三相驱动信号以驱动电机的正常运行，由于IPM模块4100所处的工作环境比较恶劣，电源存在不稳定情况，因此会引起IPM模块4100的低压供电电源即VDD波动，使得VDD低于IPM模块4100的欠压保护值，使得驱动模块不能正常工作关断输出的驱动信号，进而使得IPM模块4100突然停止输出，由于驱动电机为感性负载，驱动电机内部绕组会储能产生感应电动势，其感应电动势会传导到IPM模块4100，进而使得P

M模块4100的IGBT管上积蓄电荷，此时与IGBT管连接的输出调整电路开始起到对IGBT管上电荷进行泄放的作用，具体如下：

- [294] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压低于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出控制信号即低电平信号到第一开关5001控制端和计数模块20，控制第一开关5001由正常工作时的接通转为断开。
- [295] 当第一开关5001断开时，输出模块30输出端与调整电路输出端OUT的连接断开，此时调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，即断开调整电路输出端OUT，此时IGBT管上积蓄电荷进行自然放电。
- [296] 当计数模块20输入端变为低电平时，经计数模块20的第一非门5012反相变为高电平，此时计数器5002输入端的电平由低电平变为高电平，使得计数器5002开始计数，同时使计数器5002的第一输出端和第二输出端同时输出由正常工作时的高电平变为低电平的第一触发信号，该第一触发信号控制第二开关5011断开和第三开关5014的固定端与第一选择端连接；
- [297] 第三开关5014的固定端与第一选择端连接时，第一信号发生器5013输出脉冲信号到第四开关5007的第二选择端；第二开关5011断开时，进一步使得第四开关5007的控制端也从与第二选择端连接变成与第一选择端连接，此时第一信号发生器5013输出脉冲信号加载在输出模块30的第二NMOS管5004的栅极，使得第二NMOS管5004处于开关状态，其脉冲信号为第一占空比，即控制输出模块处于低阻态为第一占空比的低阻和高阻交替连续状态，例如该脉冲宽度为100ns，第一占空比为30%，即有效电平的低阻态时间为30ns。
- [298] 电压检测模块10检测到调整电路输入端的电压值上升，使得电压值大于等于预设电压阈值时，具体来说是比较器5009的同相端电压高于或等于反相端接入的电压源5008电压值时，电压检测模块10通过比较器5009输出端输出控制信号即高电平信号到第一开关5001控制端和计数模块20，控制第一开关5001由断开转为接通。
- [299] 当第一开关5001接通时，此时根据计数模块20的计时分为三种状态：
- [300] 如果计数模块20的计数器5002计时未到预设第一目标时间如1024us，此时计数

器5002第一和第二输出端输出第一触发信号的低电平状态，第一信号发生器5013输出脉冲信号通过第三开关5014和第四开关5007使得第二NMOS管5004处于开关状态，因此此时输出模块30输出为低阻和高阻交替连续状态，此时IGBT管上积蓄电荷进一步通过第二NMOS管5004进行继续的泄放，且电荷泄放的速度要比之前的自然泄放快，这里通过第一信号发生器5013控制第二NMOS管5004连续的开关状态的原因是使得电荷通过第二NMOS管5004进行泄放时不至于发生热积聚，如以占空比30%脉冲控制第二NMOS管5004开关时，在30%时间泄放电荷后，另外70%时间用于冷却，如果直接控制第二NMOS管5004连续导通，有可能因为电荷比较多使得泄放时第二NMOS管5004会积热过多以至损坏。经过一个预设时间后调整电路恢复正常工作，这样有利于IPM模块4100更加安全可靠的工作。

[301] 如果计数模块20的计数器5002计时达到或超过预设第一目标时间1024us未达到第二目标时间2048us，计数器5002第二输出端输出第二触发信号的高电平，控制第三开关5014的固定端连接第二选择端，此时第二信号发生器5015输出的脉冲信号通过第三开关5014和第四开关5007加载在第二NMOS管5004栅极，其脉冲信号为第二占空比，比第一信号发生器5013输出的脉冲信号的第一占空比要大，如改脉冲宽度为100ns，第二占空比为70%，使得第二NMOS管5004处于开关状态，即输出模块输出为第二占空比的低阻和高阻交替连续状态，此时IGBT管上积蓄电荷进一步通过第二NMOS管5004进行继续泄放，因为此时低阻态的第二占空比时间比第一占空比时间大，因此其泄放速度要比上述处于第一占空比的开关状态时泄放快，保证了可以将电荷快速完全泄放掉。而在计数器5002计时在1024us时采用第一占空比的开关状态已经将IGBT管上积蓄电荷泄放掉了一部分或者大部分，因此此时第二NMOS管5004处于完全导通时再对IGBT管上积蓄电荷进行泄放不会引起泄放电流大导致第二NMOS管5004损坏，在保证其工作安全的前提下又提升泄放速度。

[302] 如果计数模块20的计数器5002计时已达到第二目标时间2048us，此时计数器5002计时完成其第一输出端也输出高电平的第三触发信号，使得第二开关5011接通，进一步使得第四开关5007的控制端也从与第一选择端连接变成与第二选择端连接，此时驱动电路输出的驱动信号经输出模块30和第一开关5001输出至对

应的IGBT管，即实现了调整电路的输入端IN可以正常输出到输出端OUT，即IPM模块4100恢复正常工作状态。

- [303] 上述调整电路输入端的电压值在跌落后恢复时，IGBT管上积蓄电荷通过输出模块30进行进一步泄放的时间取决于电压值跌落到恢复的时间与计数模块20的计时的第一和第二目标时间之间的长短关系。如果电压值在跌落到恢复的时间比较长，超过了计数模块20的计时的第二目标时间，则在此期间IGBT管上积蓄电荷进行自然放电已经可以完全泄放掉，因此当电压上升恢复时，输出模块直接驱动电路输出的驱动信号输出并经第一开关5001到对应的IGBT管，不需要再进行经输出模块低阻态的进一步泄放。如果电压值在跌落到恢复的时间比较短，小于计数模块20的计时第二目标时间，当电压上升恢复时，IGBT管上积蓄电荷经上一步自然泄放可能还不完全，还需要经输出模块低阻态的进一步泄放，在这其间内，如果进一步小于第二目标时间2048us内的第一目标时间1024us，其电荷通过输出模块30进行泄放时还需要经过输出模块30的以低阻态为第一占空比的低阻和高阻交替连续的状态泄放，或者已经大于第一目标时间则直接经过输出模块30以低阻态为更大的第二占空比的低阻和高阻交替连续进行泄放，如果计数模块20的计时时间2048us，在电压上升恢复时计数模块20已经计时的时间为TM。其进一步泄放的时间TT计算如下：

- [304] $TT=2048-TM$

- [305] 其时间TT保证了IGBT管上积蓄电荷经上一步自然泄放后再进一步的泄放完全。

- [306] 本发明实施例的IPM模块4100通过在内部的每个驱动电路和对应的IGBT管之间增加一个调整电路，该调整电路能实时检测IPM模块4100低压区供电电压值的变化，并在其低压供电电源波动引起电压值过低使模块停止输出进而使得驱动电机的储能引起模块内部的IGBT管积蓄电荷时，能先切断驱动输出和IGBT管的驱动信号，使得IGBT管积蓄电荷先进行自然泄放，此时该调整电路开始计时，然后在低压供电电源恢复正常时，如果电压值降低到恢复的时间长超过第二目标时间则直接控制驱动电路输出的驱动信号到对应的IGBT管，如果电压值降低到恢复的时间小于第二目标时间大于第一目标时间，则取电压恢复时计时到目标

时间的剩余时间内输出低阻态进一步对IGBT管积蓄电荷进行快速泄放，如果电压值降低到恢复的时间小于第一目标时间，则在第一目标时间内先通过调整电路输出较小的第一占空比的高阻和低阻交替状态进行泄放，使得调整电路的泄放更加安全，时间计时大于第一目标时间时输出较大的第二占空比的高阻和低阻交替状态进行快速泄放。保证了在IGBT管积蓄电荷能得到安全又快速的泄放，又能缩短IPM模块4100在低压供电电压波动时恢复的时间，使模块可以比较快速的恢复正常工作，并同时避免了蓄电荷对模块的冲击影响其工作可靠性。

[307] 本发明还提供一种空调器控制器，其空调器控制器用于实现对空调器相关负责的控制，具体的，对变频空调器而言，空调器控制器可分为室内机部分和室外机部分的控制器，其室内机控制器实现对室内机风机电机、导风条等负载运行的驱动，室外机控制实现对压缩机、室外风机电机、四通阀等负载运行的驱动，其中室外控制器中包括上述的IPM模块，用于对压缩机运行的驱动，如果室外风机电机为直流风机，其室外控制器内部还包括用于驱动直流风机的上述IPM模块，同意如果室内风机电机为直流风机，其室内控制器内部还包括用于驱动直流风机的上述IPM模块。其IPM模块具体的实施方式及效果可参考上述实施例，在此不再赘述。

[308] 在本说明书的描述中，参考术语“第一实施例”、“第二实施例”、“示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体方法、装置或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中，对上述术语的示意性表述不必须针对的是相同的实施例或示例。而且，描述的具体特征、方法、装置或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外，在不相互矛盾的情况下，本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[309] 以上仅为本发明的优选实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种智能功率模块，其特征在于，包括三相上桥臂IGBT管和三相下桥臂IGBT管，以及与所述三相上桥臂IGBT管和三相下桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的驱动电路和调整电路；
- 每一个所述驱动电路输出端连接每一个对应的所述调整电路的信号输入端，每一个所述调整电路的信号输出端连接对应的所述每一个IGBT管的栅极；
- 所述三相上桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的调整电路的电源端的正极和负极分别连接对应相的高压区供电电源正极和负极；所述三相下桥臂IGBT管中每一个IGBT管对应的调整电路的电源端的正极和负极分别连接所述智能功率模块低压区供电电源的正极和负极；
- 其中，所述调整电路用于检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，当所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述调整电路将对应IGBT管的电荷进行泄放，并在延时预设时间后，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。
- [权利要求 2] 如权利要求1所述的智能功率模块，其特征在于，每一个所述调整电路包括电压检测模块、延时模块、所述延时模块和第一开关；
- 所述电压检测模块的输入端、所述延时模块的电源端和所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端，所述电压检测模块的输出端分别于所述延时模块的控制端和所述第一开关的控制端连接；所述延时模块的输出端连接所述输出模块的控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；
- 所述电压检测模块在检测到其输入端的电压值小于所述预设电压阈值时，控制所述第一开关由接通转为断开；
- 所述电压检测模块在检测到其输入端的电压值大于等于所述预设电压

阈值时，控制所述第一开关接通和所述延时模块开始计时，并通过所述延时模块控制所述输出模块将对应IGBT管的电荷进行泄放，当所述计时达到所述预设时间时，所述延时模块控制所述驱动电路输出驱动信号经所述输出模块输出至对应的IGBT管。

[权利要求 3] 如权利要求2所述的智能功率模块，其特征在于，所述延时模块包括第二开关、第一电阻和第一电容；
所述第二开关的控制端为所述延时模块的控制端，所述第二开关的输入端与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端和所述第一电阻的一端的连接端为所述延时模块的输出端，所述第一电阻的另一端连接所述第一电容的一端，所述第一电容的另一端与所述调整电路电源端负极连接。

[权利要求 4] 如权利要求3所述的智能功率模块，其特征在于，所述延时模块还包括整形单元；
所述第二开关的输出端和所述第一电阻的一端的连接端为所述整形单元的输入端，所述整形单元的输出端为所述延时模块的输出端，所述整形单元为所述延时模块输出的控制信号整形后输出至所述输出模块的控制端。

[权利要求 5] 如权利要求4所述的智能功率模块，其特征在于，所述整形单元包括第一非门和第二非门；
所述第一非门的输入端为所述整形单元的输入端，所述第一非门的输出端连接所述第二非门的输入端，所述第二非门的输出端为所述整形单元的输出端。

[权利要求 6] 如权利要求2所述的智能功率模块，其特征在于，所述电压检测模块包括比较器、电压源；
所述比较器的同相端与所述调整电路电源端正极连接，所述电压源的正极输出端连接所述比较器的反相端，所述电压源的负极与所述调整电路电源端负极连接。

[权利要求 7] 如权利要求2所述的智能功率模块，其特征在于，每一个所述调整电

路还包括整形放大模块：

所述整形放大模块输入端为所述调整电路的信号输入端，所述整形放大模块输出端连接所述输出模块的输入端，所述整形放大模块为所述调整电路的信号输入端输入的信号进行放大和整形后输出至所述输出模块的输入端。

[权利要求 8] 如权利要求7所述的智能功率模块，其特征在于，所述整形放大模块包括第三非门和第四非门；
所述第三非门的输入端为所述整形放大模块的输入端，所述第三非门的输出端连接所述第四非门的输入端，所述第四非门的输出端为整形放大模块的输出端。

[权利要求 9] 如权利要求8所述的智能功率模块，其特征在于，所述第三非门中的MOS管尺寸为所述第四非门中MOS管尺寸的1/2。

[权利要求 10] 如权利要求2所述的智能功率模块，其特征在于，所述输出模块包括第三开关、第一PMOS管和第二NMOS管；
所述第三开关的控制端为所述输出模块的控制端，所述第三开关的第一选择端连接所述调整电路电源端正极，所述第三开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第三开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的源极与所述调整电路电源端正极连接，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[权利要求 11] 一种空调器控制器，所述空调器控制器包括如权利要求1至2任一项所述的智能功率模块。

[权利要求 12] 如权利要求1所述的智能功率模块，其特征在于，所述调整电路还用于，
所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号，当所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述调整电路

输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放，并在延时预设时间后，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 13] 如权利要求12所述的智能功率模块，其特征在于，每一个所述调整电路包括电压检测模块、延时模块、输出模块、信号发生器、第一开关；

所述电压检测模块的输入端、所述延时模块电源端、信号发生器的电源端和所述输出模块电源端互连，构成所述调整电路的电源端，所述电压检测模块的输出端分别与所述延时模块的控制端和所述第一开关的控制端连接；所述延时模块的输出端连接所述输出模块的第二控制端；所述信号发生器输出端连接所述输出模块的第一控制端，输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；

所述电压检测模块在检测到所述调整电路输入端的电压值小于所述预设电压阈值时，控制所述第一开关由接通转为断开；

所述电压检测模块在检测到所述调整电路输入端的电压值大于等于所述预设电压阈值时，控制所述第一开关接通和所述延时模块开始计时，并通过所述信号发生器控制所述输出模块输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，当所述计时达到所述预设时间时，所述延时模块控制所述输出模块输出驱动信号经所述输出模块输出至对应的IGBT管。

[权利要求 14] 如权利要求13所述的智能功率模块，其特征在于，所述输出模块包括第三开关、第一PMOS管和第二NMOS管；

所述第三开关的控制端为所述输出模块的第二控制端，所述第三开关的第一选择端为所述输出模块的第一控制端，所述第三开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第三开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的源极与所述调整电路电源

端正极连接，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[权利要求 15] 一种空调器控制器，所述空调器控制器包括如权利要求12至14任一项所述的智能功率模块。

[权利要求 16] 如权利要求1所述的智能功率模块，其特征在于，所述调整电路还用于，
所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当计时时间未达到预设目标时间，且所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述调整电路将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到所述预设目标时间时，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 17] 如权利要求16所述的智能功率模块，其特征在于，每一所述调整电路包括电压检测模块、计数模块、输出模块及第一开关；
所述电压检测模块的输入端、所述计数模块的电源端及所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端；所述电压检测模块的输出端分别与所述计数模块的输入端和所述第一开关的控制端连接；所述计数模块的输出端连接所述输出模块的控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；其中，
所述电压检测模块，用于在检测到所述调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制所述计数模块开始计时，并控制所述第一开关由正常工作时的接通转为断开；
所述计数模块，用于在开始计时时，输出第一触发信号控制输出模块输出低阻态；
当计时时间未达到预设目标时间，且所述电压值大于或者等于所述预

设电压阈值时，所述输出模块输出的低阻态将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到所述预设目标时间时，所述计数模块输出第二触发信号控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 18] 如权利要求17所述的智能功率模块，其特征在于，所述输出模块包括第二开关、第三开关、第一PMOS管和第二NMOS管；
所述第二开关的输入端、所述第三开关的第一选择端和所述第一PMOS管的源极分别与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端连接所述第三开关的控制端；
所述第三开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第三开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[权利要求 19] 一种空调器控制器，所述空调器控制器包括如权利要求16至18任一项所述的智能功率模块。

[权利要求 20] 如权利要求1所述的智能功率模块，其特征在于，所述调整电路还用于，
所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当计时时间未达到预设目标时间，且所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述调整电路输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到所述预设目标时间时，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 21] 如权利要求20所述的智能功率模块，其特征在于，每一所述调整电路包括电压检测模块、计数模块、信号发生器、输出模块及第一开关；
所述电压检测模块的输入端、所述计数模块的电源端、所述信号发生器的电源端及所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端；所述电压检测模块的输出端分别与所述计数模块的输入端和所述第一开关的控制端连接；所述计数模块的输出端连接所述输出模块的

第一控制端；所述信号发生器的输出端连接所述输出模块的第二控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；其中，

所述电压检测模块，用于在检测到所述调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制所述计数模块开始计时，并控制所述第一开关由正常工作时的接通转为断开；

所述计数模块，用于在开始计时，输出第一触发信号并和所述信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块输出低阻和高阻交替连续状态；

当计时时间未达到预设目标时间，且所述电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，所述输出模块输出的低阻和高阻交替连续状态将对应IGBT管的电荷进行泄放；当计时时间达到所述预设目标时间时，所述计数模块输出第二触发信号控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 22] 如权利要求21所述的智能功率模块，其特征在于，所述输出模块包括第二开关、第三开关、第一PMOS管和第二NMOS管；

所述第二开关的输入端、和所述第一PMOS管的源极分别与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端连接所述第三开关的控制端，所述第二开关的控制端为所述输出模块的第一控制端；

所述第三开关的第一选择端为所述输出模块的第二控制端；

所述第三开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第三开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[权利要求 23] 一种空调器控制器，所述空调器控制器包括如权利要求20至22任一项所述的智能功率模块。

[权利要求 24] 如权利要求1所述的智能功率模块，其特征在于，所述调整电路还用

于,

所述调整电路检测其电源端的电压值,当所述电压值小于预设电压阈值时,所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时,当电压值大于或者等于所述预设电压阈值时,如果计时时间未达到第一目标时间,所述调整电路输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放,如果计时时间超过所述第一目标时间且未达到第二目标时间,所述调整电路输出低阻态将对应IGBT管的电荷继续进行泄放;如果计时时间达到所述第二目标时间时,控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 25]

如权利要求24所述的智能功率模块,其特征在于,每一所述调整电路包括电压检测模块、计数模块、信号发生器、输出模块及第一开关;所述电压检测模块的输入端、所述计数模块的电源端、所述信号发生器的电源端及所述输出模块的电源端互连,构成所述调整电路的电源端;所述电压检测模块的输出端分别与所述计数模块的输入端和所述第一开关的控制端连接;所述计数模块的第一输出端连接所述输出模块的第一控制端,所述计数模块的第二输出端连接所述输出模块的第二控制端;所述信号发生器的输出端连接所述输出模块的第三控制端;所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端,所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端,所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端;其中,

所述电压检测模块,用于在检测到所述调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时,控制所述计数模块开始计时,并控制所述第一开关由正常工作时的接通转为断开;

所述计数模块,用于在开始计时,所述计数模块的第一输出端和第二输出端同时输出第一触发信号并和所述信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块输出低阻和高阻交替连续状态,且当计时时间超过所述第一目标时间且未达到所述第二目标时间,所述计数模块的第二输出端输出第二触发信号控制控制输出模块输出低阻状态;

当电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一目标时间，所述输出模块输出低阻和高阻交替连续的状态以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过所述第一目标时间且未达到第二目标时间，所述输出模块输出低阻态将对应IGBT管的电荷继续进行泄放，当计时时间达到所述第二目标时间时，所述计数模块输出第三触发信号控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 26] 如权利要求25所述的智能功率模块，其特征在于，所述输出模块包括第二开关、第三开关、第四开关、第一PMOS管和第二NMOS管；所述第二开关的输入端、所述第三开关的第二选择端和所述第一PMOS管的源极分别与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端连接所述第四开关的控制端，所述第二开关的控制端为所述输出模块的第一控制端；所述第三开关的控制端为所述输出模块的第二控制端，所述第三开关的第一选择端为所述输出模块的第三控制端，所述第三开关的固定端连接所述第四开关的第一选择端；所述第四开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第四开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[权利要求 27] 一种空调器控制器，所述空调器控制器包括如权利要求24至26任一项所述的智能功率模块。

[权利要求 28] 如权利要求1所述的智能功率模块，其特征在于，所述调整电路还用于，
所述调整电路检测其电源端的电压值，当所述电压值小于预设电压阈值时，所述调整电路切断所述驱动电路输出至对应IGBT管的驱动信号并开始计时，当电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一预设目标时间，所述调整电路以低阻态为第一占空

比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过所述第一预设目标时间且未达到第二预设目标时间，以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，其中第一占空比小于第二占空比；如果计时时间达到所述第二预设目标时间时，控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 29]

如权利要求28所述的智能功率模块，其特征在于，每一所述调整电路包括电压检测模块、计数模块、第一信号发生器、第二信号发生器、输出模块及第一开关；

所述电压检测模块的输入端、所述计数模块的电源端、所述第一信号发生器的电源端、所述第二信号发生器的电源端及所述输出模块的电源端互连，构成所述调整电路的电源端；所述电压检测模块的输出端分别与所述计数模块的输入端和所述第一开关的控制端连接；所述计数模块的第一输出端连接所述输出模块的第一控制端，所述计数模块的第二输出端连接所述输出模块的第二控制端；所述第一信号发生器的输出端连接所述输出模块的第三控制端；所述第二信号发生器的输出端连接所述输出模块的第四控制端；所述输出模块的输入端为所述调整电路的信号输入端，所述输出模块的输出端连接所述第一开关的输入端，所述第一开关的输出端为所述调整电路的信号输出端；其中，

所述电压检测模块，用于在检测到所述调整电路输入端的电压值小于预设电压阈值时，控制所述计数模块开始计时，并控制所述第一开关由正常工作时的接通转为断开；

所述计数模块，用于在开始计时，所述计数模块的第一输出端和第二输出端同时输出第一触发信号并和所述第一信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块，以输出以低阻态为第一占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，且当计时时间超过所述第一预设目标时间且未达到所述第二预设目标时间，所述计数模块的第二输出端输出第二触发信

号并和所述第二信号发生器输出的脉冲信号同时控制输出模块，以输出以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态；
当电压值大于或者等于所述预设电压阈值时，如果计时时间未达到第一预设目标时间，所述输出模块输出以低阻态为第一占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷进行泄放，如果计时时间超过所述第一预设目标时间且未达到第二预设目标时间，所述输出模块输出以低阻态为第二占空比输出低阻和高阻交替连续的状态，以将对应IGBT管的电荷继续进行泄放，当计时时间达到所述第二目标时间时，所述计数模块输出第三触发信号控制所述驱动电路输出驱动信号至对应的IGBT管。

[权利要求 30]

如权利要求29所述的智能功率模块，其特征在于，所述输出模块包括第二开关、第三开关、第四开关、第一PMOS管和第二NMOS管；
所述第二开关的输入端和所述第一PMOS管的源极分别与所述调整电路电源端正极连接，所述第二开关的输出端连接所述第四开关的控制端，所述第二开关的控制端为所述输出模块的第一控制端；
所述第三开关的控制端为所述输出模块的第二控制端，所述第三开关的第一选择端为所述输出模块的第三控制端，所述第三开关的第二选择端为所述输出模块的第四控制端，所述第三开关的固定端连接所述第四开关的第一选择端；
所述第四开关的第二选择端连接所述第一PMOS管的栅极，所述第四开关的固定端连接所述第二NMOS管的栅极，所述第一PMOS管的漏极和所述第二NMOS管的漏极连接端为所述输出模块输出端，所述第二NMOS管源极与所述调整电路电源端负极连接。

[权利要求 31]

一种空调器控制器，所述空调器控制器包括如权利要求28至30任一项所述的智能功率模块。

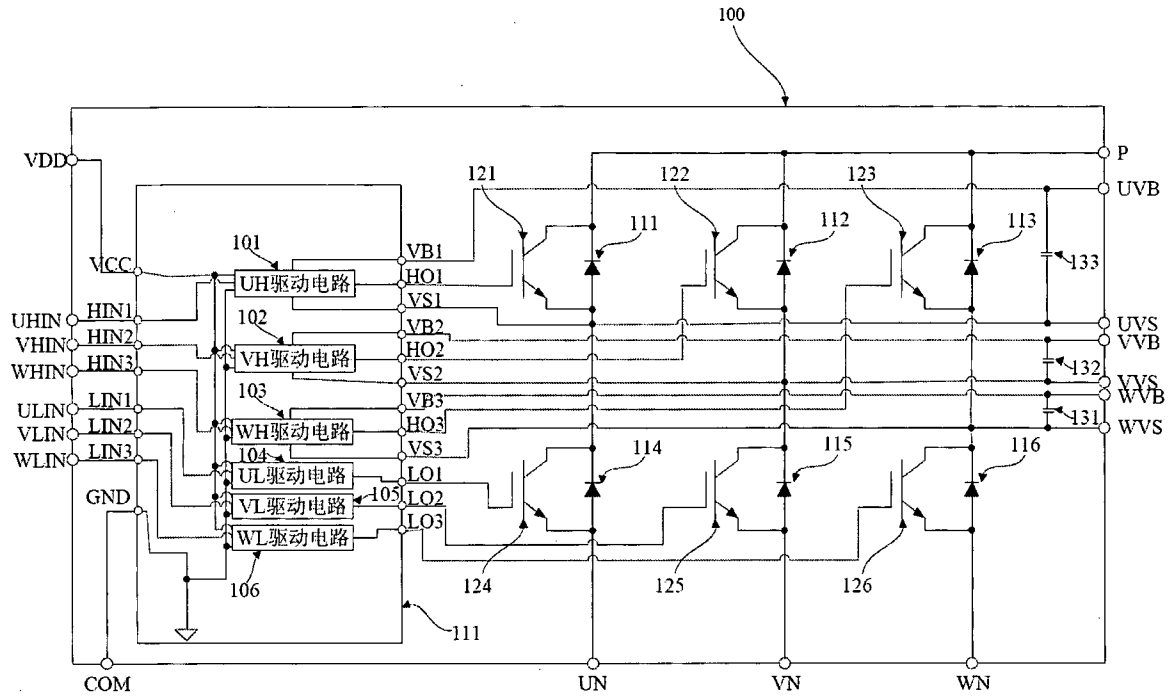


图 1

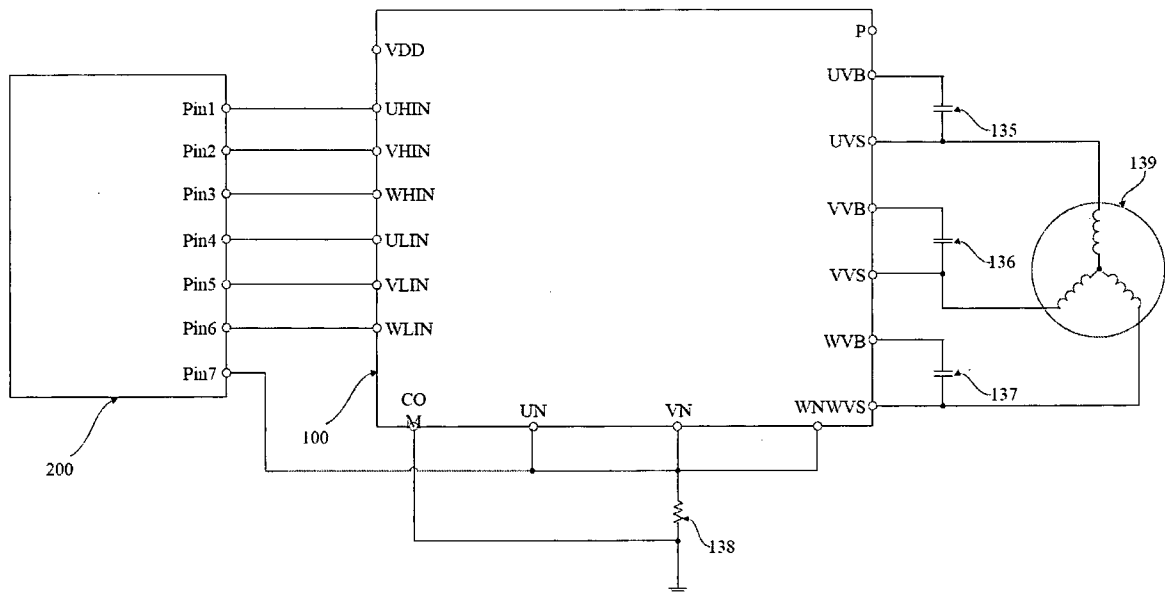


图 2

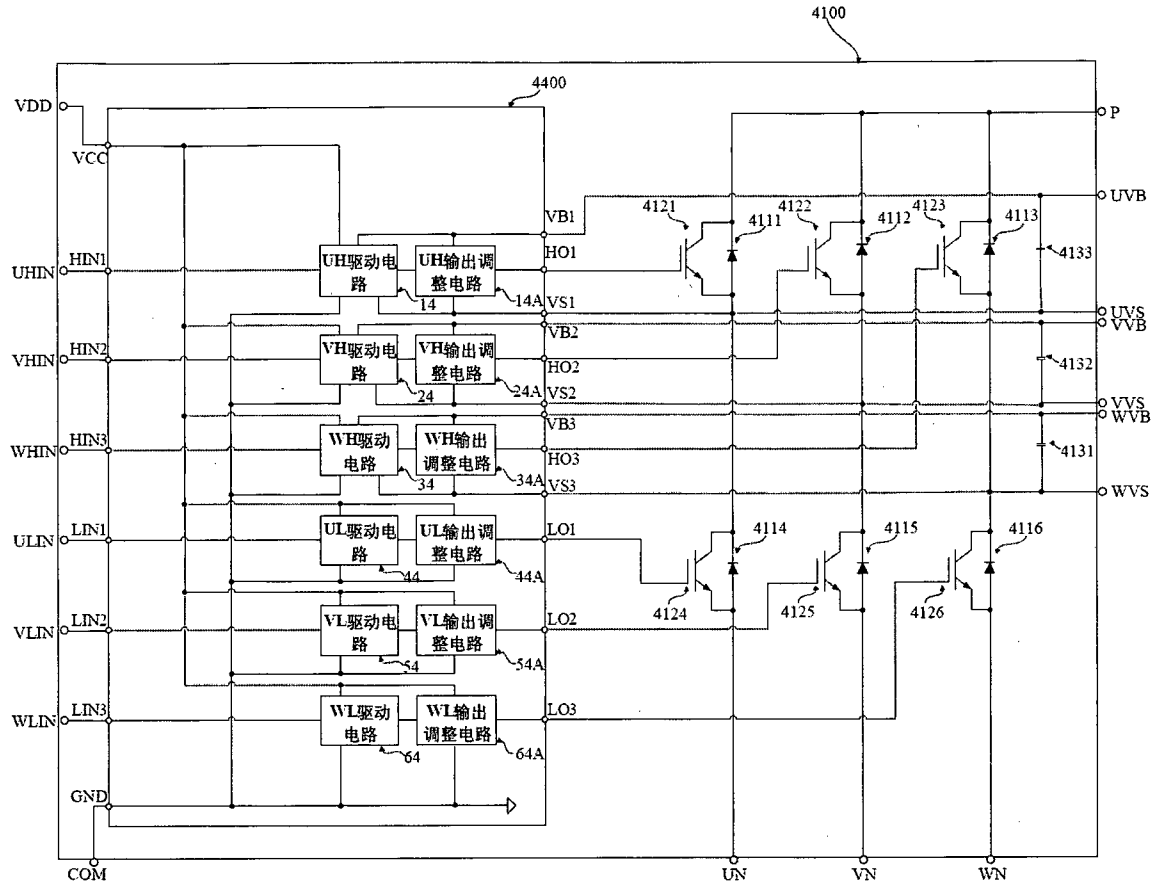


图 3

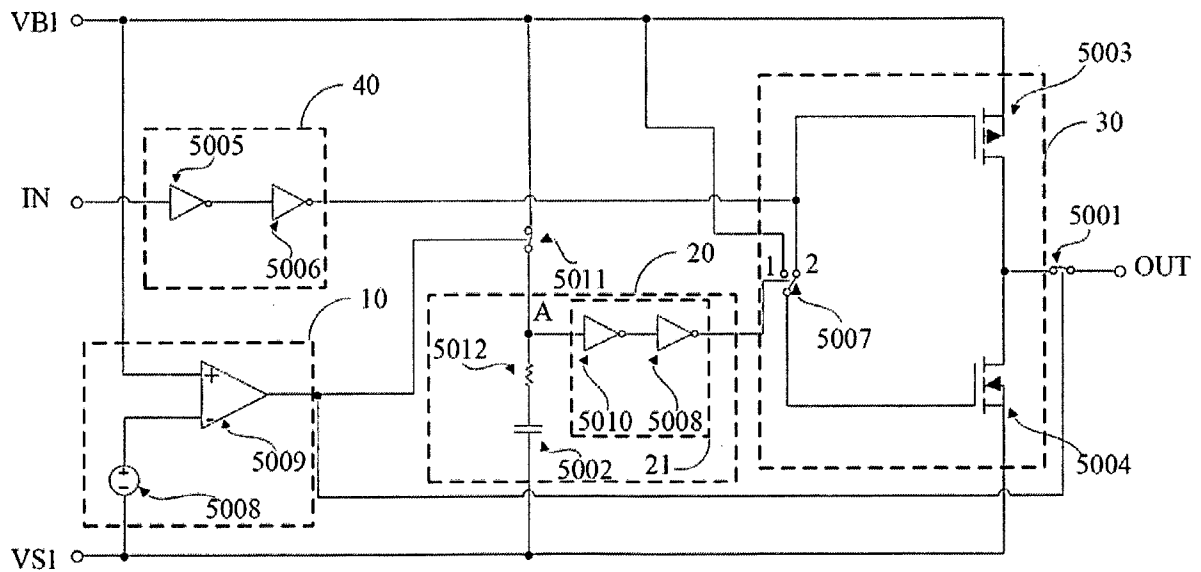


图 4

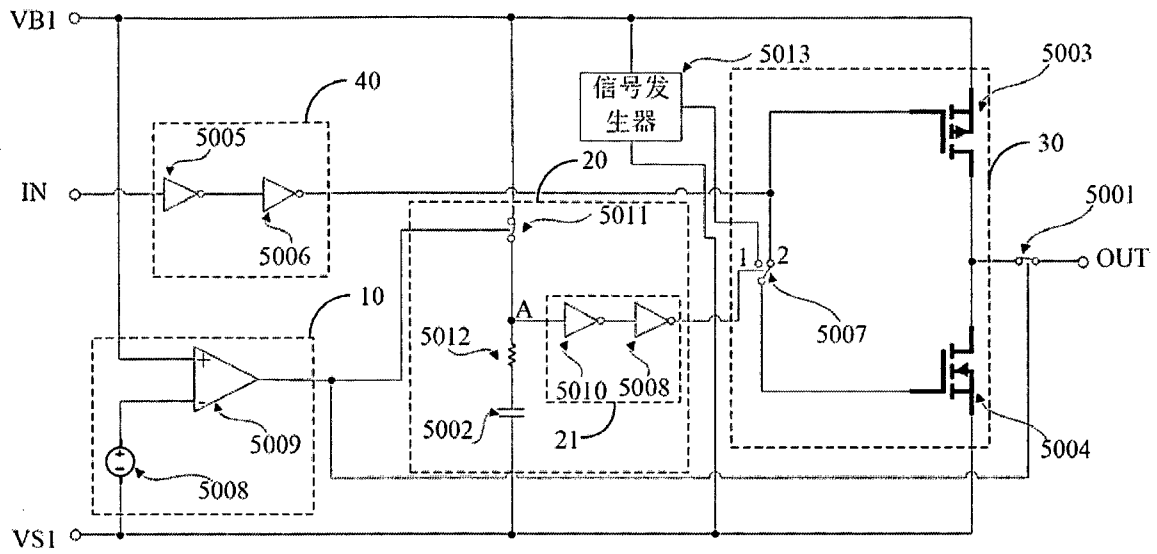


图 5

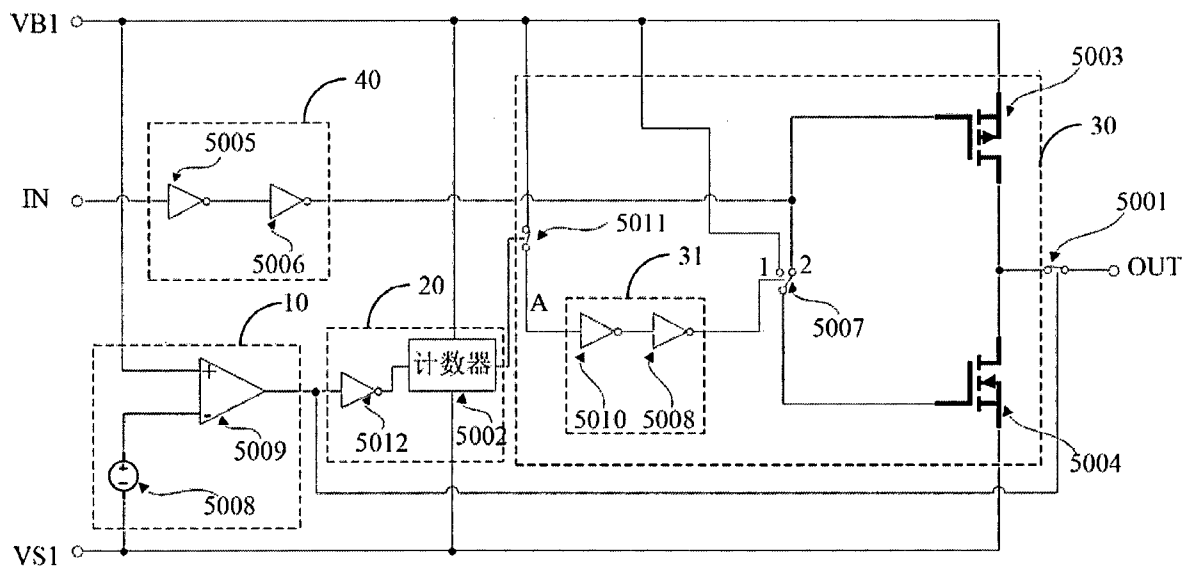


图 6

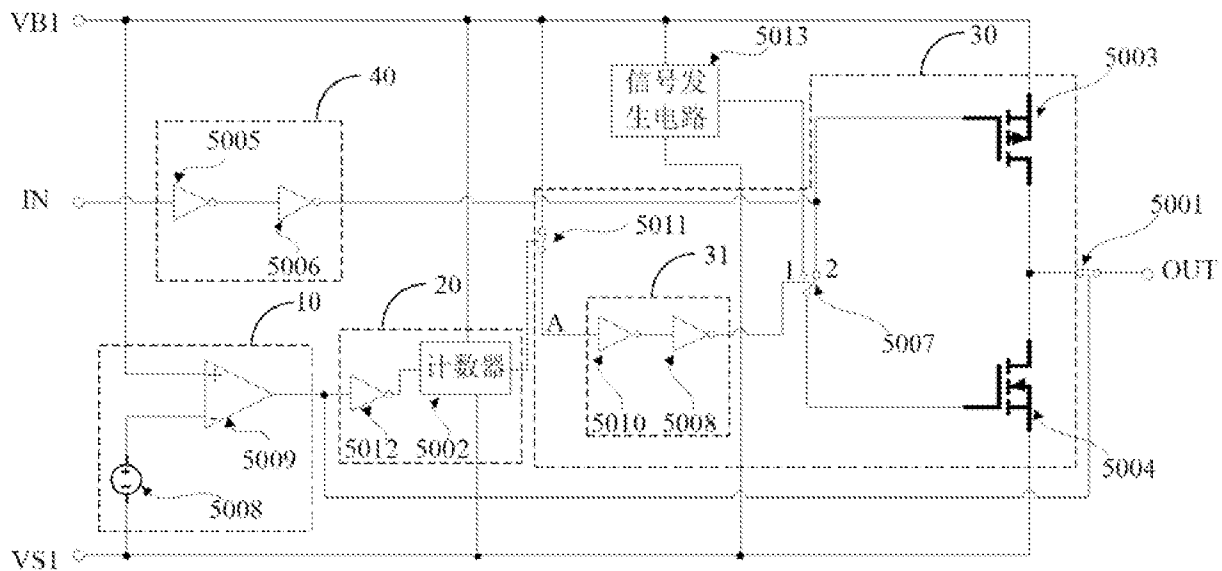


图 7

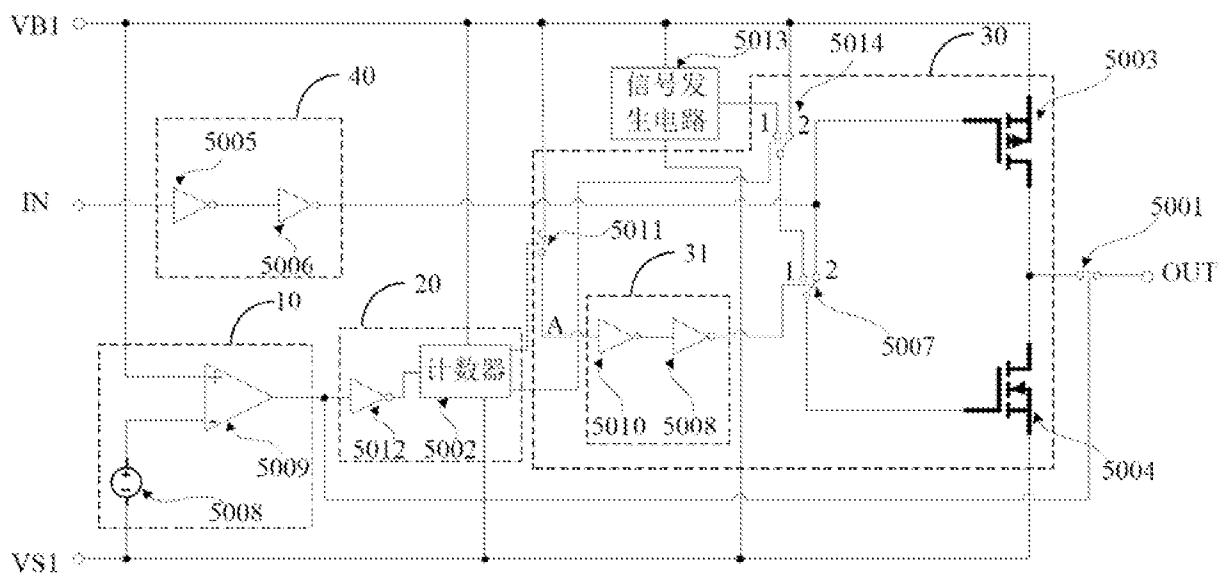


图 8

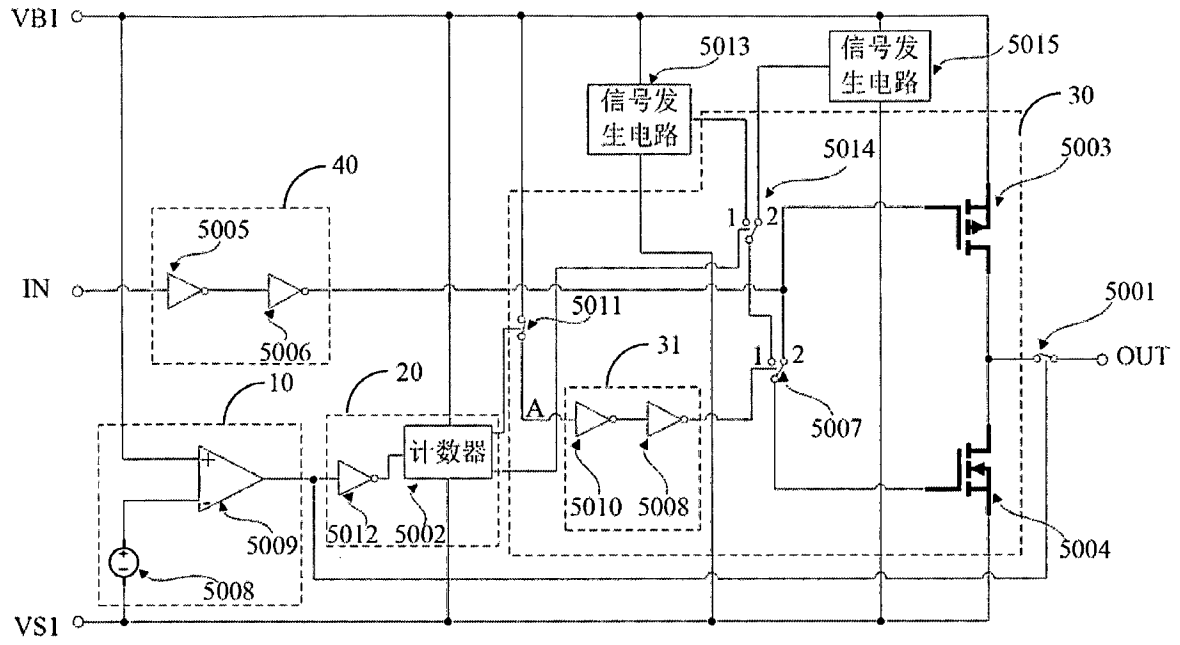


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/076068

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02H 9/04(2006.01)i; H02P 27/06(2006.01)n

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)

H02H; H02P; 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, IEEE: 美的, 冯宇翔, 智能功率模块, 调整电路, 调整模块, 驱动信号, 控制信号, 泄放, 电荷, 电容, 测, 电压, ipm, intelligent, power, module, detect+, measur+, voltage?, discharg+, driv+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107492879 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.) 19 December 2017 (2017-12-19) claims 1-11	1-11
PX	CN 107492878 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.) 19 December 2017 (2017-12-19) claims 1-11	1-15
PX	CN 107492876 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.) 19 December 2017 (2017-12-19) claims 1-11	1-11, 16-19
PX	CN 107492875 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.) 19 December 2017 (2017-12-19) claims 1-10	1-23
PX	CN 107492874 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.) 19 December 2017 (2017-12-19) claims 1-10	1-27



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

07 May 2018

Date of mailing of the international search report

07 June 2018

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

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/076068**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 107492877 A (GUANGDONG MIDEA AIR-CONDITIONING EQUIPMENT CO., LTD.) 19 December 2017 (2017-12-19) claims 1-10	1-31
A	CN 104158428 A (WUHU REFRIGERATION EQUIPMENT CO., LTD. OF MIDEA GROUP) 19 November 2014 (2014-11-19) description, paragraphs [0048] and [0049], and figure 3	1-31
A	CN 104620481 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 13 May 2015 (2015-05-13) entire document	1-31
A	CN 202978255 U (HANGZHOU DUNLI ELECTRIC APPLIANCES CO., LTD.) 05 June 2013 (2013-06-05) entire document	1-31
A	CN 105024531 A (ZHOU, HAIBO) 04 November 2015 (2015-11-04) entire document	1-31
A	KR 20100023365 A (LG ELECTRONICS INC.) 04 March 2010 (2010-03-04) entire document	1-31

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/076068

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107492879	A	19 December 2017	None			
CN	107492878	A	19 December 2017	None			
CN	107492876	A	19 December 2017	None			
CN	107492875	A	19 December 2017	None			
CN	107492874	A	19 December 2017	None			
CN	107492877	A	19 December 2017	None			
CN	104158428	A	19 November 2014	CN	104158428	B	17 August 2016
CN	104620481	A	13 May 2015	DE	112013004090	T5	13 May 2015
				JP	2014103820	A	05 June 2014
				WO	2014080737	A1	30 May 2014
				CN	104620481	B	23 June 2017
				JP	6201302	B2	27 September 2017
				US	2015180227	A1	25 June 2015
				US	9667061	B2	30 May 2017
CN	202978255	U	05 June 2013	None			
CN	105024531	A	04 November 2015	WO	2017016319	A1	02 February 2017
				CN	105024531	B	01 December 2017
				JP	2017527131	A	14 September 2017
KR	20100023365	A	04 March 2010	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/076068

A. 主题的分类

H02H 9/04(2006.01)i; H02P 27/06(2006.01)n

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)

H02H; H02P; 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))

CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI, IEEE:美的, 冯宇翔, 智能功率模块, 调整电路, 调整模块, 驱动信号, 控制信号, 泄放, 电荷, 电容, 测, 电压, ipm, intelligent, power, module, detect+, measur+, voltage?, discharg+, driv+

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 107492879 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 权利要求1-11	1-11
PX	CN 107492878 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 权利要求1-11	1-15
PX	CN 107492876 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 权利要求1-11	1-11、16-19
PX	CN 107492875 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 权利要求1-10	1-23
PX	CN 107492874 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 权利要求1-10	1-27
PX	CN 107492877 A (广东美的制冷设备有限公司) 2017年 12月 19日 (2017 - 12 - 19) 权利要求1-10	1-31
A	CN 104158428 A (广东美的集团芜湖制冷设备有限公司) 2014年 11月 19日 (2014 - 11 - 19) 说明书第[0048]、[0049]段, 附图3	1-31

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2018年 5月 7日

国际检索报告邮寄日期

2018年 6月 7日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

韩笑

电话号码 86-(10)-53961266

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
A	CN 104620481 A (富士电机株式会社) 2015年 5月 13日 (2015 - 05 - 13) 全文	1-31
A	CN 202978255 U (杭州顿力电器有限公司) 2013年 6月 5日 (2013 - 06 - 05) 全文	1-31
A	CN 105024531 A (周海波) 2015年 11月 4日 (2015 - 11 - 04) 全文	1-31
A	KR 20100023365 A (LG ELECTRONICS INC.) 2010年 3月 4日 (2010 - 03 - 04) 全文	1-31

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/076068

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	107492879	A	2017年 12月 19日	无			
CN	107492878	A	2017年 12月 19日	无			
CN	107492876	A	2017年 12月 19日	无			
CN	107492875	A	2017年 12月 19日	无			
CN	107492874	A	2017年 12月 19日	无			
CN	107492877	A	2017年 12月 19日	无			
CN	104158428	A	2014年 11月 19日	CN	104158428	B	2016年 8月 17日
CN	104620481	A	2015年 5月 13日	DE	112013004090	T5	2015年 5月 13日
				JP	2014103820	A	2014年 6月 5日
				WO	2014080737	A1	2014年 5月 30日
				CN	104620481	B	2017年 6月 23日
				JP	6201302	B2	2017年 9月 27日
				US	2015180227	A1	2015年 6月 25日
				US	9667061	B2	2017年 5月 30日
CN	202978255	U	2013年 6月 5日	无			
CN	105024531	A	2015年 11月 4日	WO	2017016319	A1	2017年 2月 2日
				CN	105024531	B	2017年 12月 1日
				JP	2017527131	A	2017年 9月 14日
KR	20100023365	A	2010年 3月 4日	无			

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2015年1月)