

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022年6月2日 (02.06.2022)

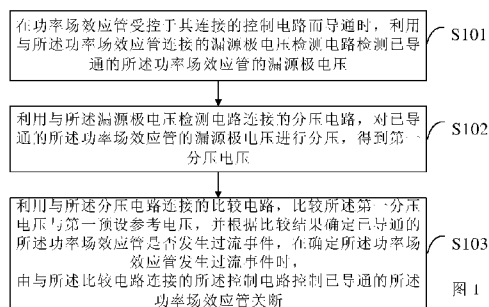


(10) 国际公布号
WO 2022/111464 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01R 31/26 (2014.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/132390
- (22) 国际申请日: 2021年11月23日 (23.11.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202011335030.X 2020年11月25日 (25.11.2020) CN
- (71) 申请人: 中兴通讯股份有限公司 (ZTE CORPORATION) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (72) 发明人: 李志坚 (LI, Zhijian); 中国广东省深圳市南山区高新技术产业园科技南路中兴通讯大厦, Guangdong 518057 (CN)。
- (74) 代理人: 北京天昊联合知识产权代理有限公司 (TEE&HOWE INTELLECTUAL PROPERTY ATTORNEYS); 中国北京市东城区东长安街1号东方广场东方经贸城西一办公楼5层1, 6-12室崔利梅、梅丹丹, Beijing 100738 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: DETECTION METHOD AND DETECTION CIRCUIT

(54) 发明名称: 检测方法及检测电路



S101 When a power field effect transistor is turned on under the control of a control circuit connected to the power field effect transistor, detect a drain-source voltage of the turned-on power field effect transistor by using a drain-source voltage detection circuit connected to the power field effect transistor

S102 Divide the drain-source voltage of the turned-on power field effect transistor by using a voltage divider circuit connected to the drain-source voltage detection circuit so as to obtain a first divided voltage

S103 Compare the first divided voltage and a first preset reference voltage by using a comparison circuit connected to the voltage divider circuit, and determine, according to a comparison result, whether an overcurrent event occurs in the turned-on power field effect transistor, and when an overcurrent event is determined to occur in the power field effect transistor, control, by the control circuit connected to the comparison circuit, the turned-on power field effect transistor to be turned off

(57) Abstract: A detection method and a detection circuit. The detection method comprises: when a power field effect transistor is turned on, detecting a drain-source voltage of the turned-on power field effect transistor by using a drain-source voltage detection circuit (S101); dividing the drain-source voltage of the turned-on power field effect transistor by using a voltage divider circuit so as to obtain a first divided voltage (S102); and comparing the first divided voltage and a first preset reference voltage by using a comparison circuit, and determining, according to a comparison result, whether an overcurrent event occurs in the turned-on power field effect transistor, and when an overcurrent event is determined to occur in the power field effect transistor, controlling, by the control circuit, the turned-on power field effect transistor to be turned off (S103).

(57) 摘要: 一种检测方法及一种检测电路, 所述检测方法包括: 在功率场效应管导通时, 利用漏源极电压检测电路检测已导通的所述功率场效应管的漏源极电压 (S101); 利用分压电路, 对已导通的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压, 得到第一分压电压 (S102); 以及利用比较电路, 比较所述第一分压电压与第一预设参考电压, 并根据比较结果确定已导通的所述功率场效应管是否发生过流事件, 在确定所述功率场效应管发生过流事件时, 由控制电路控制已导通的所述功率场效应管关断 (S103)。

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

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

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

检测方法及检测电路

5 相关申请的交叉引用

本申请要求于 2020 年 11 月 25 日提交的中国专利申请 NO. 202011335030.X 的优先权，该中国专利申请的内容通过引用的方式整体合并于此。

10 技术领域

本公开涉及电路领域，尤其涉及检测方法及检测电路。

背景技术

15 在一些功率变换器中，检测 MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, 金属氧化物半导体场效应管)是否过流通常需要在电路中串联检测电阻或互感器进行采样检测，以避免电路过流损坏，这种检测方法延迟较大，有时不能有效保护作为开关管的场效应管。

20 功率变换器中用 ZVS (Zero Voltage Switch, 零压切换)实现 MOSFET 的开通，与相关技术的硬开关功率变换器相比，使用 ZVS 可以提高变换器效率，ZVS 开通通常在 MOSFET 的体二极管或者并联的二极管有正向电流流通时，可以将 MOSFET 电压钳位在 1V 左右，电压足够小，可以认为是零压点，在零压点开通有接近零的开通损耗。但是 ZVS 电路不总是能实现零压开通，要实现零压开通还需要电路桥臂
25 上下开关管的驱动信号有足够的死区时间，死区时间一般依靠经验设计固定值，在电路中电流较小时，死区时间要较大，由于电路参数差异性，经验设计的死区时间并不是最好的，在高压应用场合，有时在开关管电压达到 10V 以上至 50V 甚至更高，也可以开通开关管，避免死区时间过长影响输出和效率。

30

公开内容

本公开实施例提供一种检测方法，包括：

在功率场效应管受控于其连接的控制电路而导通时，利用与所述功率场效应管连接的漏源极电压检测电路检测已导通的所述功率场效应管的漏源极电压；

利用与所述漏源极电压检测电路连接的分压电路，对已导通的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压，得到第一分压电压；以及

利用与所述分压电路连接的比较电路，比较所述第一分压电压与第一预设参考电压，并根据比较结果确定已导通的所述功率场效应管是否发生过流事件，在确定所述功率场效应管发生过流事件时，由与所述比较电路连接的所述控制电路控制已导通的所述功率场效应管关断。

本公开实施例还提供一种检测电路，包括：

漏源极电压检测电路，其与功率场效应管连接，配置为在所述功率场效应管受控于其连接的控制电路而导通时，检测已导通的所述功率场效应管的漏源极电压；

分压电路，其与所述漏源极电压检测电路连接，配置为对已导通的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压，得到第一分压电压；以及

比较电路，其与所述分压电路连接，配置为比较所述第一分压电压与第一预设参考电压，并根据比较结果确定已导通的所述功率场效应管是否发生过流事件，在确定所述功率场效应管发生过流事件时，由与所述比较电路连接的所述控制电路控制已导通的所述功率场效应管关断。

附图说明

图 1 是本公开实施例提供的检测方法的一种示意性流程图；

图 2 是本公开实施例提供的检测方法的另一示意性流程图；

图 3 是本公开实施例提供的检测电路的结构框图；

图 4 是本公开的示例实施方式提供的用于 MOSFET 过流保护和零

压开通的电路图；

图 5 是图 4 所示示例实施方式在 VT1 开通时的软件逻辑处理流程图；

图 6 是图 4 所示示例实施方式在 VT1 开通时的时序图；

5 图 7 是图 4 所示示例实施方式在 VT1 关断时的软件逻辑处理流程图；

图 8 是图 4 所示示例实施方式在 VT1 关断时的时序图；

图 9 是本公开实施例提供的检测电路的一种示意图；以及

图 10 是本公开实施例提供的检测电路的另一种示意图。

10

具体实施方式

应当理解，此处所描述的具体实施例及实施方式仅仅用以解释本公开，并不用于限定本公开。

15 图 1 是本公开实施例提供的检测方法的一种示意性流程图，如图 1 所示，所述检测方法可以包括以下步骤 S101 至 S103。

步骤 S101：在功率场效应管受控于其连接的控制电路而导通时，利用与所述功率场效应管连接的漏源极电压检测电路检测已导通的所述功率场效应管的漏源极电压。

20 步骤 S102：利用与所述漏源极电压检测电路连接的分压电路，对已导通的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压，得到第一分压电压。

25 步骤 S103：利用与所述分压电路连接的比较电路，比较所述第一分压电压与第一预设参考电压，并根据比较结果确定已导通的所述功率场效应管是否发生过流事件，在确定所述功率场效应管发生过流事件时，由与所述比较电路连接的所述控制电路控制已导通的所述功率场效应管关断。

一般地，所述控制电路通过驱动电路控制所述功率场效应管导通或关断。

30 通过所述漏源极电压检测电路检测所述功率场效应管导通时的漏源极电压（或饱和电压），进而判断电路是否发生过流事件，检测

速度快，能够有效保护所述功率场效应管。

图 2 是本公开实施例提供的检测方法的另一示意性流程图，在图 1 所示的基础上，在所述场效应管关断时，可以实现零压检测，如图 2 所示，所述检测方法进一步包括以下步骤 S201 至 S203。

5 步骤 S201：在所述功率场效应管关断时，利用所述漏源极电压检测电路检测已关断的所述功率场效应管的漏源极电压。

 步骤 S202：利用所述分压电路，对已关断的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压，得到第二分压电压。

10 步骤 S203：利用所述比较电路，比较所述第二分压电压与第二预设参考电压，并根据比较结果确定已关断的所述功率场效应管是否满足零压开通条件，在确定已关断的所述功率场效应管满足零压开通条件时，由所述控制电路控制已关断的所述功率场效应管导通。

 通过所述漏源极电压检测电路检测所述功率场效应管关断时的漏源极电压，确定所述功率场效应管是否满足零压开通条件，从而在所述功率场效应管满足零压开通条件时，控制所述功率场效应管导通，实现了死区时间灵活调节，防止完全硬开，在实现过流检测的基础上，进一步实现了零压检测，进一步说，可以用包括所述漏源极电压检测电路、所述分压电路和所述比较电路的简单的检测电路实现过流检测（或饱和电压检测）和 ZVS 检测。

20 所述漏源极电压检测电路包括第一二极管，所述第一二极管的阴极连接所述功率场效应管的漏极，所述第一二极管的阳极连接所述分压电路。

 在一些实施方式中，所述分压电路包括：第一分压支路，包括并联的第二二极管和第三电阻，所述第二二极管的阴极通过第一电阻连接工作电源；以及第二分压支路，包括并联的第一电容、第五电阻、以及一个或多个由第四电阻和检测开关组成的串联支路，其一端连接所述第二二极管的阳极和所述比较电路，其另一端接地。相应地，所述比较电路包括：比较器，其正向输入端接入预设参考电压，其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压，在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压。在本实施方式中，所述第

30

一预设参考电压和所述第二预设参考电压均为所述预设参考电压。

在本实施方式中，所述控制电路通过驱动电路控制所述功率场效应管导通时，控制所述检测开关关断，与检测开关串联的第四电阻不参与分压。若所述功率场效应管的漏源极电压较小，则分压后输入到比较器反向输入端的第一分压电压小于正向输入端接入的所述预设参考电压，此时比较器输出低电平，说明未过流；若所述功率场效应管的漏源极电压不断增大到使得分压后输入到比较器反向输入端的第一分压电压大于正向输入端接入的所述预设参考电压时，比较器输出高电平，说明已过流。

在本实施方式中，所述控制电路通过驱动电路控制所述功率场效应管关断时，控制所述检测开关导通，与检测开关串联的第四电阻参与分压。若所述功率场效应管的漏源极电压分压后输入到比较器反向输入端的第二分压电压大于正向输入端接入的所述预设参考电压，则比较器输出高电平，说明不满足零压开通条件；若所述功率场效应管的漏源极电压不断减小到使得分压后输入到比较器反向输入端的第二分压电压小于正向输入端接入的所述预设参考电压时，比较器输出低电平，说明满足零压开通条件。

在本实施方式中，在半桥电路预设的上下开关管驱动的最大死区时间到达时，假设高侧管处于关断状态，若根据所述比较结果确定已关断的所述功率场效应管（即低侧管）仍不满足零压开通条件，则所述控制电路通过驱动电路控制已关断的所述功率场效应管（即低侧管）导通，提高效率。

所述控制电路可以包括处理芯片或控制芯片，一方面，其可以输出驱动脉冲 PWM1 和 PWM2，以分别送入功率场效应管的驱动电路和检测开关，从而分别控制功率场效应管和检测开关的通断；另一方面，在功率场效应管导通的场景下，其可以在比较器的输出结果指示过流时，输出用来控制功率场效应管关断的驱动脉冲 PWM1 或 Logic Out2 给功率场效应管的驱动电路，使得功率场效应管关断；在功率场效应管关断的场景下，其可以在比较器的输出结果指示满足零压开通条件时，输出用来控制功率场效应管导通的驱动脉冲 PWM1 或 Logic Out2

给功率场效应管的驱动电路，使得功率场效应管导通。

5 在一些实施方式中，所述分压电路包括：第一分压支路，包括并联的第二二极管和第三电阻，所述第二二极管的阴极通过第一电阻连接工作电源；第二分压支路，包括并联的第一电容、第四电阻和第五电阻，其一端连接所述第二二极管的阳极和所述比较电路，其另一端接地。相应地，所述比较电路包括：比较器，其正向输入端连接用于接入所述第一预设参考电压的第一开关以及用于接入所述第二预设参考电压的第二开关，其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压，在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压。

10 在本实施方式中，所述控制电路通过驱动电路控制所述功率场效应管导通时，控制所述第一开关闭合，所述第二开关断开，为比较器的正向输入端接入所述第一预设参考电压。若所述功率场效应管的漏源极电压较小，则分压后输入到比较器反向输入端的第一分压电压小于正向输入端接入的所述第一预设参考电压，此时比较器输出低电平，说明未过流；若所述功率场效应管的漏源极电压不断增大到使得分压后输入到比较器反向输入端的第一分压电压大于正向输入端接入的所述第一预设参考电压时，比较器输出高电平，说明已过流。

15 在本实施方式中，所述控制电路通过驱动电路控制所述功率场效应管关断时，控制所述第一开关断开，所述第二开关闭合，为所述比较器的正向输入端接入所述第二预设参考电压。若所述功率场效应管的漏源极电压分压后输入到比较器反向输入端的第二分压电压大于正向输入端接入的所述第二预设参考电压，则比较器输出高电平，说明不满足零压开通条件；若所述功率场效应管的漏源极电压不断减小到使得分压后输入到比较器反向输入端的第二分压电压小于正向输入端接入的所述第二预设参考电压时，比较器输出低电平，说明满足零压开通条件。

20 在本实施方式中，在半桥电路预设的上下开关管驱动的最大死区时间到达时，假设高侧管处于关断状态，若根据所述比较结果确定已关断的所述功率场效应管（即低侧管）仍不满足零压开通条件，则

所述控制电路通过驱动电路控制已关断的所述功率场效应管(即低侧管)导通,提高效率。

5 所述控制电路可以包括处理芯片或控制芯片,一方面,其可以输出驱动脉冲 PWM1,以送入功率场效应管的驱动电路,从而控制功率场效应管的通断;另一方面,在功率场效应管导通的场景下,其可以在比较器的输出结果指示过流时输出用来控制功率场效应管关断的驱动脉冲 PWM1 或 Logic Out2 给功率场效应管的驱动电路,使得功率场效应管关断;在功率场效应管关断的场景下,其可以在比较器的输出结果指示满足零压开通条件时,输出用来控制功率场效应管导通
10 的驱动脉冲 PWM1 或 Logic Out2 给功率场效应管的驱动电路,使得功率场效应管导通。

在一些实施方式中,所述分压电路包括:第一分压支路,包括并联的第二二极管和第三电阻,所述第二二极管的阴极通过第一电阻连接工作电源;第二分压支路,包括并联的第一电容、第四电阻和第五电阻,其一端连接所述第二二极管的阳极和所述比较电路,其另一端接地。相应地,所述比较电路包括:第一比较器,其正向输入端接入所述第一预设参考电压,其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压、以及在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压;第二比较器,其正向输入端接入所述第二预设参考电压,
15 其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压、以及在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压。
20

在本实施方式中,所述控制电路通过驱动电路控制所述功率场效应管导通时,若所述功率场效应管的漏源极电压较小,则分压后输入到第一比较器反向输入端的第一分压电压小于正向输入端接入的所述第一预设参考电压,此时第一比较器输出低电平,说明未过流;若所述功率场效应管的漏源极电压不断增大到使得分压后输入到第一比较器反向输入端的第一分压电压大于正向输入端接入的所述第一预设参考电压时,第一比较器输出高电平,说明已过流。
25

在本实施方式中,所述控制电路通过驱动电路控制所述功率场效应管关断时,若所述功率场效应管的漏源极电压分压后输入到第二
30

比较器反向输入端的第二分压电压大于正向输入端接入的所述第二预设参考电压,则第二比较器输出高电平,说明不满足零压开通条件;若所述功率场效应管的漏源极电压不断减小到使得分压后输入到第二比较器反向输入端的第二分压电压小于正向输入端接入的所述第二预设参考电压时,第二比较器输出低电平,说明满足零压开通条件。

在本实施方式中,在半桥电路预设的上下开关管驱动的最大死区时间到达时,假设高侧管处于关断状态,若根据所述比较结果确定已关断的所述功率场效应管(即低侧管)仍不满足零压开通条件,则所述控制电路通过驱动电路控制已关断的所述功率场效应管(即低侧管)导通,提高效率。

所述控制电路可以包括处理芯片或控制芯片,一方面,其可以输出驱动脉冲 PWM1,以送入功率场效应管的驱动电路,从而控制功率场效应管的通断;另一方面,在功率场效应管导通的场景下,其可以在第一比较器的输出结果指示过流时,输出用来控制功率场效应管关断的驱动脉冲 PWM1 或 Logic Out2 给功率场效应管的驱动电路,使得功率场效应管关断;在功率场效应管关断的场景下,其可以在第二比较器的输出结果指示满足零压开通条件时,输出用来控制功率场效应管导通的驱动脉冲 PWM1 或 Logic Out2 给功率场效应管的驱动电路,使得功率场效应管导通。也就是说,在本实施方式中,尽管第一比较器和第二比较器均接入第一分压电压和第二分压电压,但所述控制电路可以根据不同场景,分别处理第一比较器和第二比较器输出的信号。

图 3 是本公开实施例提供的检测电路的结构框图,如图 3 所示,所述检测电路包括漏源极电压检测电路 101、分压电路 102 以及比较电路 103。

漏源极电压检测电路 101 与功率场效应管 100 连接,配置为在所述功率场效应管 100 受控于其连接的控制电路 104 而导通时,检测已导通的所述功率场效应管 100 的漏源极电压。

分压电路 102 与所述漏源极电压检测电路 101 连接,配置为对已导通的所述功率场效应管 100 的漏源极电压进行分压,得到第一分压电压。

比较电路 103 与所述分压电路 102 连接，配置为比较所述第一分压电压与第一预设参考电压，并根据比较结果确定已导通的所述功率场效应管 100 是否发生过流事件，在确定所述功率场效应管 100 发生过流事件时，由与所述比较电路 103 连接的所述控制电路 104 控制已导通的所述功率场效应管 100 关断。通过漏源极电压检测电路 101 检测所述功率场效应管 100 导通时的漏源极电压(或饱和电压)，进而判断电路是否发生过流事件，检测速度快，能够有效保护所述功率场效应管 100。

进一步地，所述漏源极电压检测电路 101 还配置为在所述功率场效应管 100 关断时，检测已关断的所述功率场效应管 100 的漏源极电压；相应地，所述分压电路 102 还配置为对已关断的所述功率场效应管 100 的漏源极电压进行分压，得到第二分压电压；以及所述比较电路 103 还配置为比较所述第二分压电压与第二预设参考电压，并根据比较结果确定已关断的所述功率场效应管 100 是否满足零压开通条件，在确定已关断的所述功率场效应管 100 满足零压开通条件时，由所述控制电路 104 控制已关断的所述功率场效应管 100 导通。

通过所述漏源极电压检测电路 101 检测所述功率场效应管 100 关断时的漏源极电压，确定所述功率场效应管 100 是否满足零压开通条件，从而当所述功率场效应管 100 满足零压开通条件时，控制所述功率场效应管 100 导通，实现了死区时间灵活调节，防止完全硬开。

一般地，所述控制电路 104 通过所述驱动电路 105 控制所述功率场效应管 100 导通或关断。

所述漏源极电压检测电路 101、所述分压电路 102、以及所述比较电路 103 的具体电路结构以及连接关系可参照前述检测方法中所述的具体电路结构以及连接关系，在此不再赘述。

下面结合图 4 至图 10 进行详细说明。

图 4 是本公开的示例实施方式提供的用于 MOSFET 过流保护和零压开通的电路图，MOSFET VT1 是半桥电路的低侧开关管（相当于上述功率场效应管），如图 4 所示，所述电路包括漏源极电压检测电路 1（相当于上述检测电路）、信号处理和 PWM 生成电路 2（包括控制

芯片或高速处理器，相当于上述控制电路）、以及驱动电路 3（包括驱动芯片和逻辑与门，相当于上述功率场效应管的驱动电路）。漏源极电压检测电路 1 通过第一二极管 D1 等效检测 MOSFET VT1 导通时的饱和压降和判断 MOSFET VT1 即将开通时电压是否满足零压开通条件，X 点电压被钳位，通过电阻分压与比较器 D3 的正向输入端输入的预设参考电压 V_{ref} 比较得出结果，第二电阻 R2 是非必须元件，第四电阻 R4 与检测开关 VT2 组成的电路可以有一个或者多个，检测开关 VT2 导通时使第四电阻 R4 与第五电阻 R5 并联，以改变比较器 D3 反向输入端的电压；信号处理和 PWM 生成电路 2 接收比较器 D3 的输出信号后，通过逻辑判断是否发出关断或开通的驱动信号，从而实现过流保护或 ZVS 开通；以及驱动电路 3 接收信号处理和 PWM 生成电路 2 发出的驱动信号来开关 MOSFET VT1。

图 4 所示电路的原理如下：第一电阻 R1 远大于第二电阻 R2，通过第一二极管 D1 电压钳位，X 点的电压近似等于 MOSFET VT1 压降，但 $V_x < V_{cc}$ ，选合适的第三电阻 R3、第四电阻 R4、以及第五电阻 R5 分压，分压后将分压电压输入比较器 D3 的反相输入端（即反向输入端），与比较器 D3 同相输入端（即正向输入端）接入的预设参考电压 V_{ref} 比较，从而检测开关管 MOSFET VT1 两端的压降来判断其是否过流或其漏源极电压是否降到可以使其导通的电压。预设参考电压 V_{ref} 不变，通过驱动脉冲 PWM2 控制检测开关 VT2 通断来改变分压大小，等效于改变检测电压。通过信号处理和 PWM 生成电路 2（包括高速处理器）进行逻辑判断和时序控制可以达到很快的响应速度，从而实现及时保护电路。第二二极管 D2 用来快速释放第一电容 C1 储存的电荷。

本示例实施方式使用一个简单的电路实现饱和电压检测和 ZVS 检测，与相关技术相比，电路结构简单，有益于降低成本，另外，在功率变换器（特别是大于 10kW 的功率变换器）中，该电路可应用于功率变换器的驱动控制电路中，能够提高功率变换器效率，灵活控制死区时间。

图 5 是图 4 所示示例实施方式在 VT1 开通时的软件逻辑处理流

程图，如图 5 所示，可以包括以下步骤 S301 至 S303。

步骤 S301：信号处理和 PWM 生成电路 2 向驱动电路 3 发出驱动脉冲 PWM1，使驱动电路 3 驱动 MOSFET VT1 开通。

5 步骤 S302：信号处理和 PWM 生成电路 2 通过向检测开关 VT2 发出驱动脉冲 PWM2，使检测开关 VT2 关断，此时 X 点电压通过分压，与预设参考电压 V_{ref} 比较，若比较器 D3 输出低电平，则表示 MOSFET VT1 没有过流，若比较器 D3 输出高电平，则表示 MOSFET VT1 过流，驱动脉冲 PWM1 与 PWM2 的时序是反相的。

10 步骤 S303：如果 MOSFET VT1 过流，则信号处理和 PWM 生成电路 2 向驱动电路 3 发出驱动脉冲 PWM1，使驱动电路 3 驱动 MOSFET VT1 关断。

图 6 是图 4 所示示例实施方式在 MOSFET VT1 开通时的时序图，如图 6 所示，驱动脉冲 PWM1 与 PWM2 的时序是反相的，驱动脉冲 PWM1 为高电平时，MOSFET VT1 导通，根据开关管 MOSFET VT1 的输出特性曲线可知，其漏源极电压随电流增大，例如，检测到开关管 MOSFET VT1 的漏源极饱和电压超过 3V，即可认为开关管 MOSFET VT1 过流，Logic Out1 翻转，可通过信号处理和 PWM 生成电路 2 输出 Logic Out2 或驱动脉冲 PWM1，直接关断开关管 MOSFET VT1，如图 6 所示， t_1 时刻 MOSFET VT1 开通， t_2 时刻开始发生过流事件， t_3 时刻关断 MOSFET VT1。

20 图 7 是图 4 所示示例实施方式在 VT1 关断时的软件逻辑处理流程图，如图 7 所示，可以包括以下步骤 S401 至 S404。

步骤 S401：信号处理和 PWM 生成电路 2 向驱动电路 3 发出驱动脉冲 PWM1，使驱动电路 3 驱动 MOSFET VT1 关断，通过向检测开关 VT2 发出驱动脉冲 PWM2，使检测开关 VT2 导通。

25 步骤 S402：设置上下开关管驱动的最大死区时间 $T_{deadmax}$ 。

步骤 S403：检测到高侧驱动脉冲使高侧 MOSFET 处于关断状态。

步骤 S404：X 点电压通过分压，与预设参考电压 V_{ref} 比较，若比较器 D3 输出低电平，则表示 MOSFET VT1 可以零压开通，如果在最大死区时间 $T_{deadmax}$ 后，比较器 D3 仍输出高电平，则信号处理和 PWM 生成电路 2 向驱动电路 3 发出驱动脉冲 PWM1，使驱动电路 3 驱动

MOSFET VT1 导通。

结合图 8 所示的图 4 所示示例实施方式在 MOSFET VT1 关断时的
时序图，在谐振电路中，开关管 MOSFET VT1 关断时，检测开关 VT2
导通，以将第四电阻 R4 与第五电阻 R5 并联，提高检测电压门槛，若
5 MOSFET VT1 的电流开始流过其体二极管，其漏源极电压减小。例如，
当漏源极电压检测门槛为 30V 时，Logic Out1 由高电平转变为低电
平，则判断可以使 MOSFET VT1 导通，Logic Out2 和驱动脉冲 PWM1
转为高电平，实现了死区时间灵活调节，防止了完全硬开。同时，本
公开可以设置最大死区时间 $T_{deadmax}$ ，防止功率变换器的输出功率
10 较小、无法实现 ZVS 的情况，也可以设置最小死区时间 $T_{deadmin}$ ，
防止上下开关管同时导通。如图 8 所示， t_1 时刻，开关管 MOSFET VT1
的漏源极电压开始下降， t_2 时刻，达到零压开通的条件，驱动脉冲
PWM1 翻转。

需要说明的是，从图 5 和图 7 的软件逻辑处理过程可以看出，
15 本示例实施方式在 MOSFET VT1 导通或关断时，需要同步控制检测开
关 VT2。

本示例实施方式提供了一种两用电路，一方面可以在 MOSFET 导
通时检测其饱和电压，另一方面可以检测 MOSFET 的漏源极电压，以
调节死区时间。对于前者，检测的饱和电压是 10V 以下的低压，根据
20 MOSFET 导通时的电压和电流关系，可以知道，MOSFET 的饱和电压在
10V 以下就可以判断 MOSFET 是否过流。对于后者，要实现 ZVS，在高
压应用场合，当 MOSFET 的漏源极电压在 50V 以下的任意一点，都可
以认为是零压点开通，相比硬开通，损耗依然小了很多。本公开同时
实现饱和电压检测和 ZVS 检测，运用了图 4 所示的简单的电路，使用
25 第一二极管 D1 检测 MOSFET 的漏源极电压，通过控制检测开关 VT2
将第四电阻 R4 与第五电阻 R5 并联，改变电阻分压，快速改变比较器
D3 反向输入端的电压，比较器 D3 正向输入端给定预设参考电压 V_{ref} ，
在 MOSFET VT1 导通时，检测开关 VT2 关断，MOSFET VT1 关断时，检
测开关 VT2 导通，能够等效的检测不同的漏源极电压是否超过设定值，
30 解决了饱和电压检测和 ZVS 检测的不同问题。

本公开的检测电路可以应用于功率变换器中，具体地，一般用于高压（大于 400V）场合，在功率开关使用 MOSFET 的半桥电路中，并联在 MOSFET 的漏源极，半桥电路中连接谐振网络，谐振网络的阻抗呈感性，输出电压超前输出电流，可以实现 ZVS。

5 图 9 是本公开实施例提供的检测电路的一种示意图，可以作为图 4 所示示例实施方式中漏源极电压检测电路 1 的替代方式，如图 9 所示，检测电路不再使用检测开关 VT2 来改变等效参考电压，而是改变比较器 D3 正向输入端的预设参考电压，该预设参考电压的改变与驱动脉冲 PWM1 的时序同步。具体地说，图 9 的漏源极电压检测电路
10 不改变电阻分压，而是在不同应用场景下使比较器 D3 接入不同的预设参考电压，也就是说，在 MOSFET VT1 导通时，通过接通第一开关且断开第二开关，仅将第一预设参考电压 V_{ref1} 接入比较器 D3 的正向输入端，使第一预设参考电压 V_{ref1} 参与到过流检测，在 MOSFET VT1 关断时，通过断开第一开关且接通第二开关，仅将第二预设参考电压 V_{ref2} 接入比较器 D3 的正向输入端，使第二预设参考电压 V_{ref2}
15 参与到 ZVS 检测。

图 10 是本公开实施例提供的检测电路的另一种示意图，可以作为图 4 所示示例实施方式中漏源极电压检测电路 1 的另一替代方式，如图 10 所示，检测电路不再使用检测开关 VT2 来改变等效参考电压，
20 而是采用两个比较器 D4 和 D5 分别接入不同的预设参考电压，即第一预设参考电压 V_{ref1} 和第二预设参考电压 V_{ref2} ，两个比较器 D4 和 D5 的输出信号均由信号处理和 PWM 生成电路 2(包括控制芯片)处理，也能达到饱和电压检测和零压开通的功能。本公开提供的检测功率场效应管的漏源极电压来判断功率场效应管是否过流和调整死区时间
25 实现零压开通的电路，可用于功率场效应管过流保护和驱动信号死区时间调整，以实现零压开通，涉及电力电子领域的谐振软开关电路，可应用于逆变器、整流器、开关电源等多种电路中。

以上参照附图说明了本公开的示例实施例，并非因此局限本公开的权利范围。本领域技术人员不脱离本公开的范围和实质的基础上
30 所作的任何修改、等同替换和改进均落入本公开的权利范围之内。

权 利 要 求 书

1. 一种检测方法，包括：

5 在功率场效应管受控于其连接的控制电路而导通时，利用与所述功率场效应管连接的漏源极电压检测电路检测已导通的所述功率场效应管的漏源极电压；

利用与所述漏源极电压检测电路连接的分压电路，对已导通的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压，得到第一分压电压；以及

10 利用与所述分压电路连接的比较电路，比较所述第一分压电压与第一预设参考电压，并根据比较结果确定已导通的所述功率场效应管是否发生过流事件，在确定所述功率场效应管发生过流事件时，由与所述比较电路连接的所述控制电路控制已导通的所述功率场效应管关断。

15 2. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括：

在所述功率场效应管关断时，利用所述漏源极电压检测电路检测已关断的所述功率场效应管的漏源极电压；

利用所述分压电路，对已关断的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压，得到第二分压电压；以及

20 利用所述比较电路，比较所述第二分压电压与第二预设参考电压，并根据比较结果确定已关断的所述功率场效应管是否满足零压开通条件，在确定已关断的所述功率场效应管满足零压开通条件时，由所述控制电路控制已关断的所述功率场效应管导通。

25 3. 根据权利要求 2 所述的方法，还包括：

在预设的最大死区时间到达时，若根据所述比较结果确定已关断的所述功率场效应管仍不满足零压开通条件，则所述控制电路控制已关断的所述功率场效应管导通。

30 4. 根据权利要求 1 至 3 中任意一项所述的方法，其中，所述漏

源极电压检测电路包括第一二极管,所述第一二极管的阴极连接所述功率场效应管的漏极,所述第一二极管的阳极连接所述分压电路。

5. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述分压电路包括:

5 第一分压支路,包括并联的第二二极管和第三电阻,所述第二二极管的阴极通过第一电阻连接工作电源;

第二分压支路,包括并联的第一电容、第五电阻、以及一个或多个由第四电阻和检测开关组成的串联支路,其一端连接所述第二二极管的阳极和所述比较电路,其另一端接地;

10 其中,在所述功率场效应管导通时,所述控制电路控制所述检测开关关断;在所述功率场效应管关断时,所述控制电路控制所述检测开关导通。

6. 根据权利要求 5 所述的方法,其中,所述比较电路包括:

15 比较器,其正向输入端接入预设参考电压,其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压,在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压;

其中,所述第一预设参考电压和所述第二预设参考电压相同,均为所述预设参考电压。

20

7. 根据权利要求 4 所述的方法,其中,所述分压电路包括:

第一分压支路,包括并联的第二二极管和第三电阻,所述第二二极管的阴极通过第一电阻连接工作电源;

25 第二分压支路,包括并联的第一电容、第四电阻和第五电阻,其一端连接所述第二二极管的阳极和所述比较电路,其另一端接地。

8. 根据权利要求 7 所述的方法,其中,所述比较电路包括:

30 比较器,其正向输入端连接用于接入所述第一预设参考电压的第一开关以及用于接入所述第二预设参考电压的第二开关,其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压,在所述功率

场效应管关断时接入所述第二分压电压；

其中，在所述功率场效应管导通时，闭合所述第一开关，断开所述第二开关；在所述功率场效应管关断时，断开所述第一开关，闭合所述第二开关。

5

9. 根据权利要求 7 所述的方法，其中，所述比较电路包括：

第一比较器，其正向输入端接入所述第一预设参考电压，其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压以及在所述功率场效应管关断时所述第二分压电压；

10

第二比较器，其正向输入端接入所述第二预设参考电压，其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压以及在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压；

其中，所述第一比较器和所述第二比较器输出相应的比较结果，以供所述控制电路基于所述功率场效应管的导通或关断进行相应处理。

15

10. 一种检测电路，包括：

漏源极电压检测电路，其与功率场效应管连接，配置为在所述功率场效应管受控于其连接的控制电路而导通时，检测已导通的所述功率场效应管的漏源极电压；

20

分压电路，其与所述漏源极电压检测电路连接，配置为对已导通的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压，得到第一分压电压；以及

比较电路，其与所述分压电路连接，配置为比较所述第一分压电压与第一预设参考电压，并根据比较结果确定已导通的所述功率场效应管是否发生过流事件，在确定所述功率场效应管发生过流事件时由与所述比较电路连接的所述控制电路控制已导通的所述功率场效应管关断。

25

30

11. 根据权利要求 10 所述的电路，其中，

所述漏源极电压检测电路还配置为，在所述功率场效应管关断时，检测已关断的所述功率场效应管的漏源极电压；

所述分压电路还配置为，对已关断的所述功率场效应管的漏源极电压进行分压，得到第二分压电压；以及

5 所述比较电路还配置为，比较所述第二分压电压与第二预设参考电压，并根据比较结果确定已关断的所述功率场效应管是否满足零压开通条件，在确定已关断的所述功率场效应管满足零压开通条件时，由所述控制电路控制已关断的所述功率场效应管导通。

10 12. 根据权利要求 10 或 11 所述的电路，其中，所述漏源极电压检测电路包括第一二极管，所述第一二极管的阴极连接所述功率场效应管的漏极，所述第一二极管的阳极连接所述分压电路。

13. 根据权利要求 12 所述的电路，其中，所述分压电路包括：

15 第一分压支路，包括并联的第二二极管和第三电阻，所述第二二极管的阴极通过第一电阻连接工作电源；

 第二分压支路，包括并联的第一电容、第五电阻、以及一个或多个由第四电阻和检测开关组成的串联支路，其一端连接所述第二二极管的阳极和所述比较电路，其另一端接地。

20

14. 根据权利要求 13 所述的电路，其中，所述比较电路包括：

 比较器，其正向输入端接入预设参考电压，其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压，在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压；

25 其中，所述第一预设参考电压和所述第二预设参考电压相同，均为所述预设参考电压。

15. 根据权利要求 12 所述的电路，其中，所述分压电路包括：

30 第一分压支路，包括并联的第二二极管和第三电阻，所述第二二极管的阴极通过第一电阻连接工作电源；

第二分压支路，包括并联的第一电容、第四电阻和第五电阻，其一端连接所述第二二极管的阳极和所述比较电路，其另一端接地。

16. 根据权利要求 15 所述的电路，其中，所述比较电路包括：

5 比较器，其正向输入端连接用于接入所述第一预设参考电压的第一开关以及用于接入所述第二预设参考电压的第二开关，其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压，在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压。

10 17. 根据权利要求 15 所述的电路，其中，所述比较电路包括：

第一比较器，其正向输入端接入所述第一预设参考电压，其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压以及在所述功率场效应管关断时所述第二分压电压；

15 第二比较器，其正向输入端接入所述第二预设参考电压，其反向输入端在所述功率场效应管导通时接入所述第一分压电压以及在所述功率场效应管关断时接入所述第二分压电压。

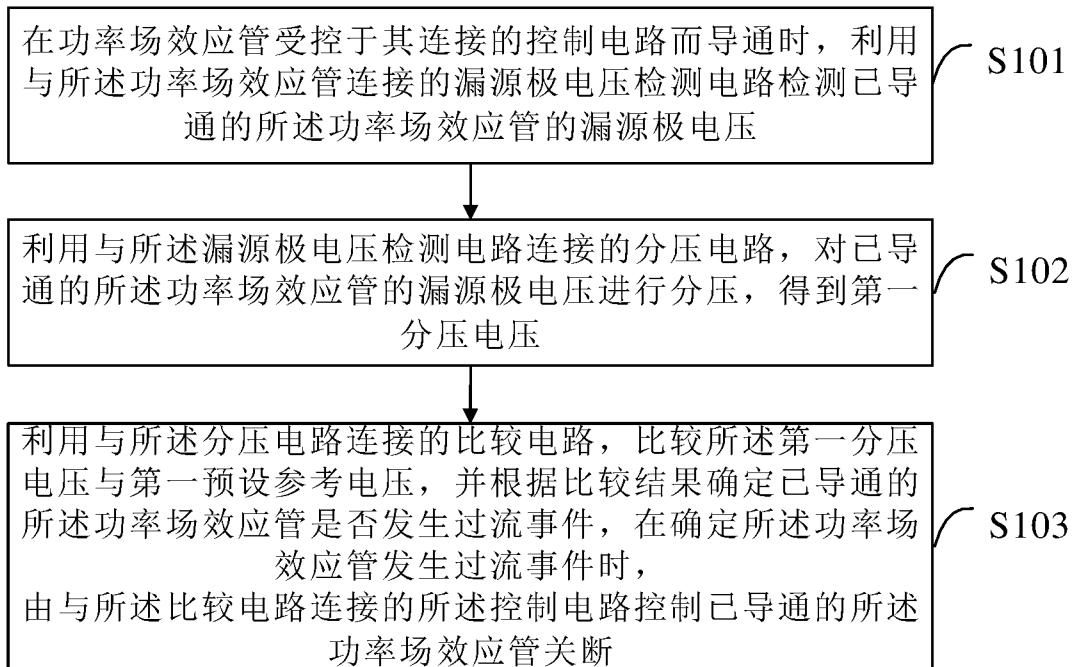


图 1

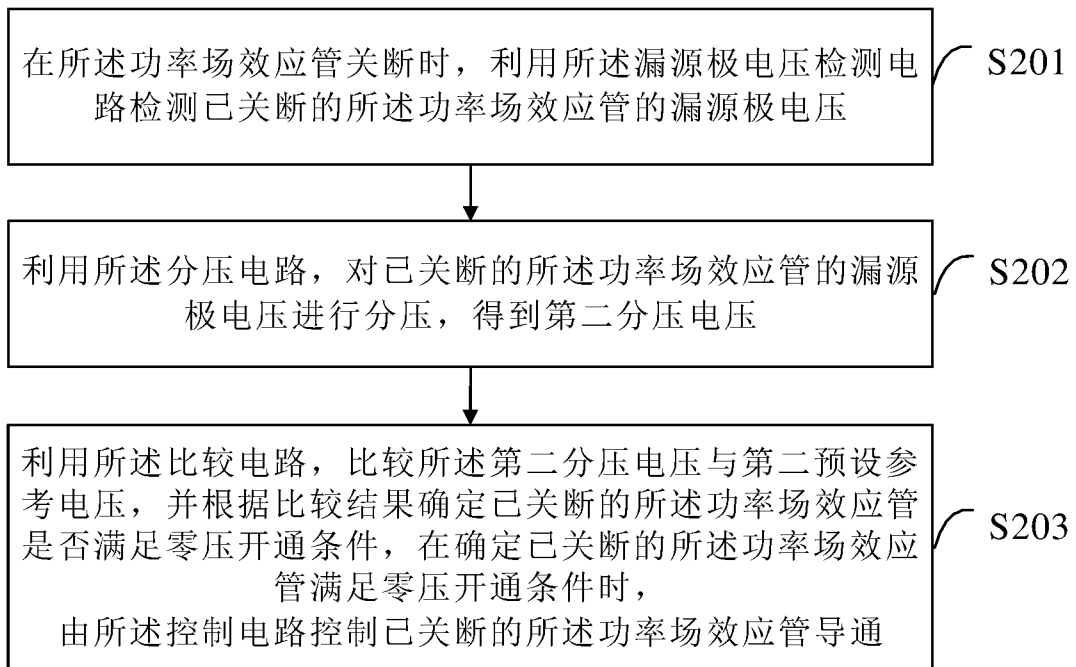


图 2

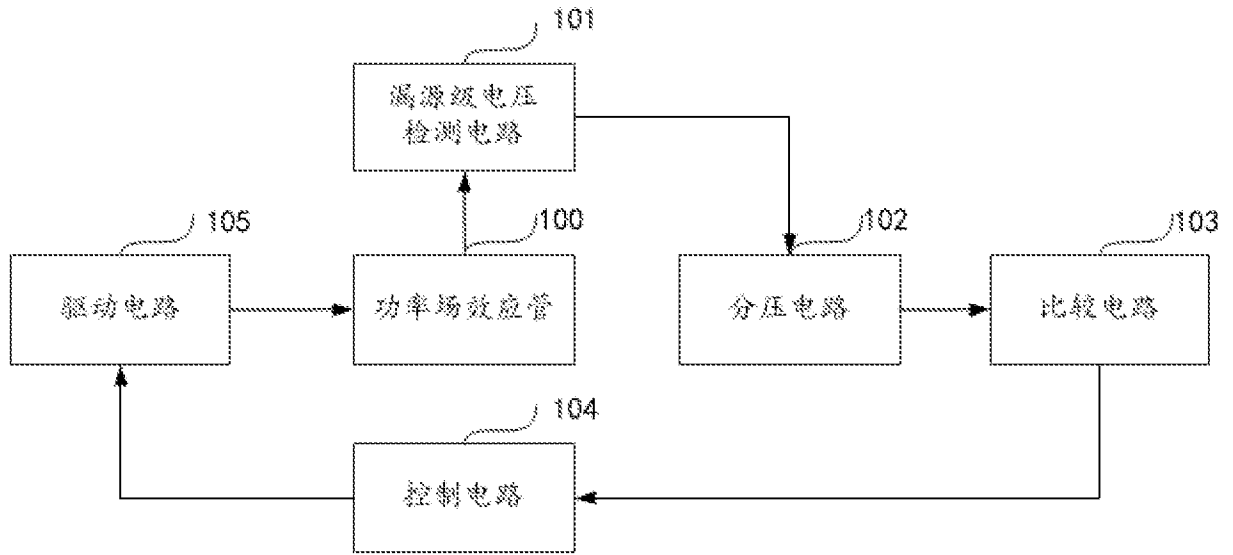


图 3

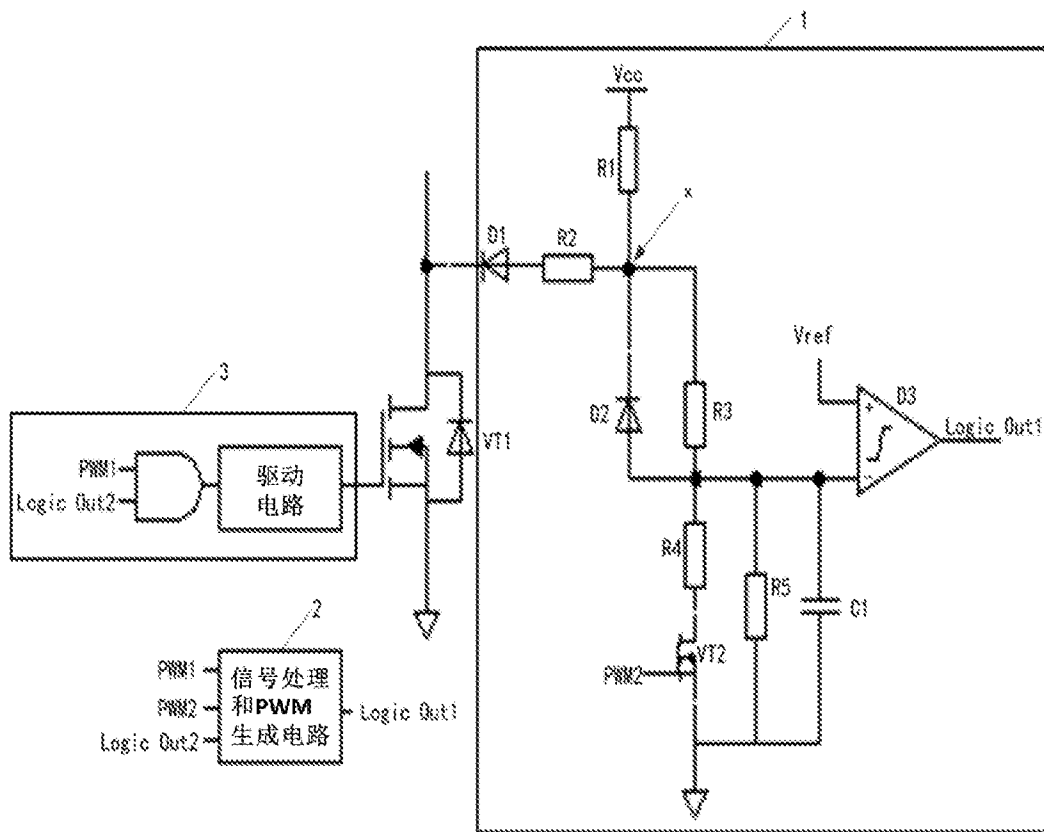


图 4

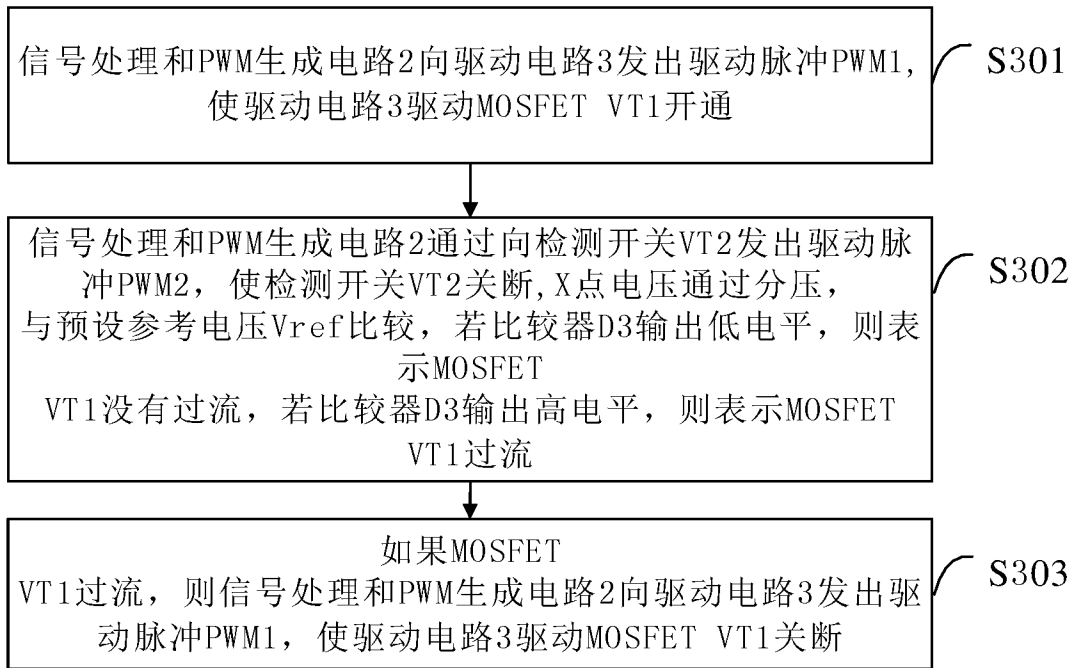


图 5

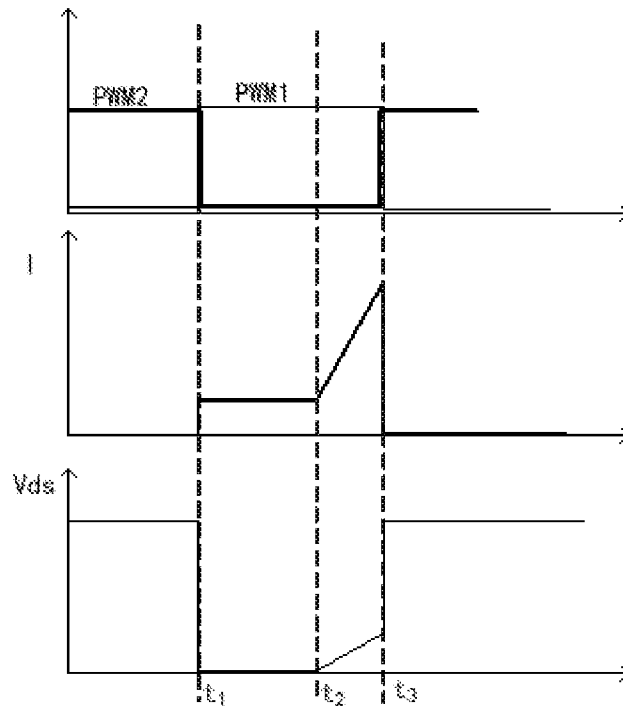


图 6

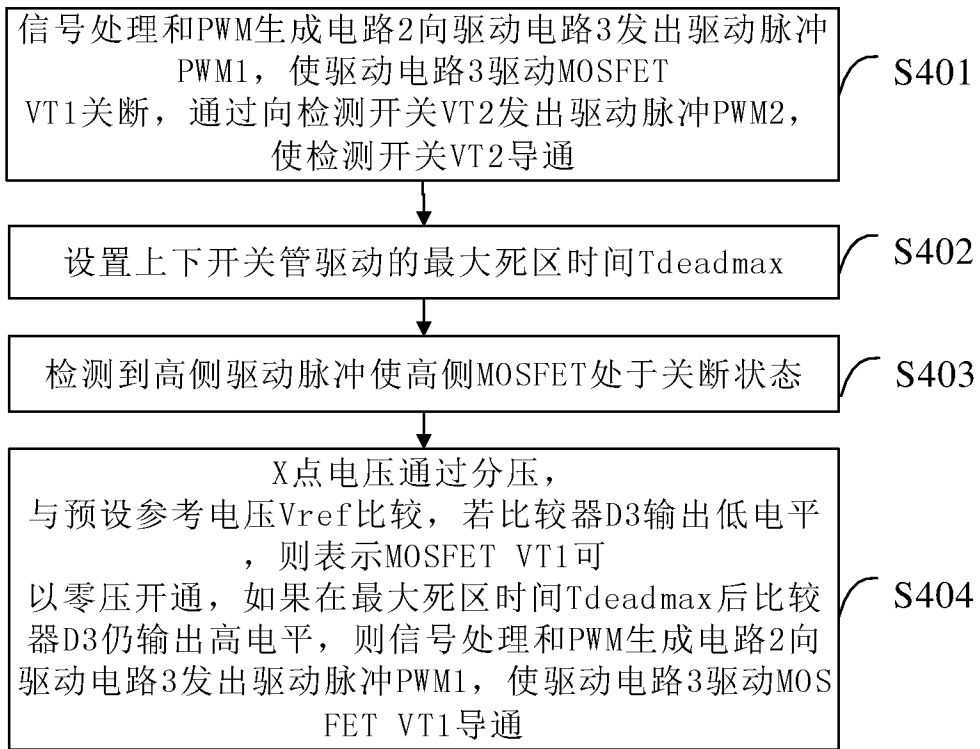


图 7

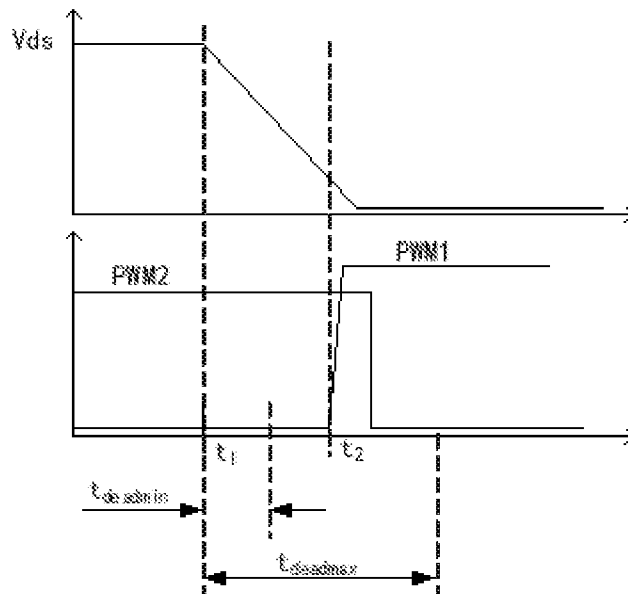


图 8

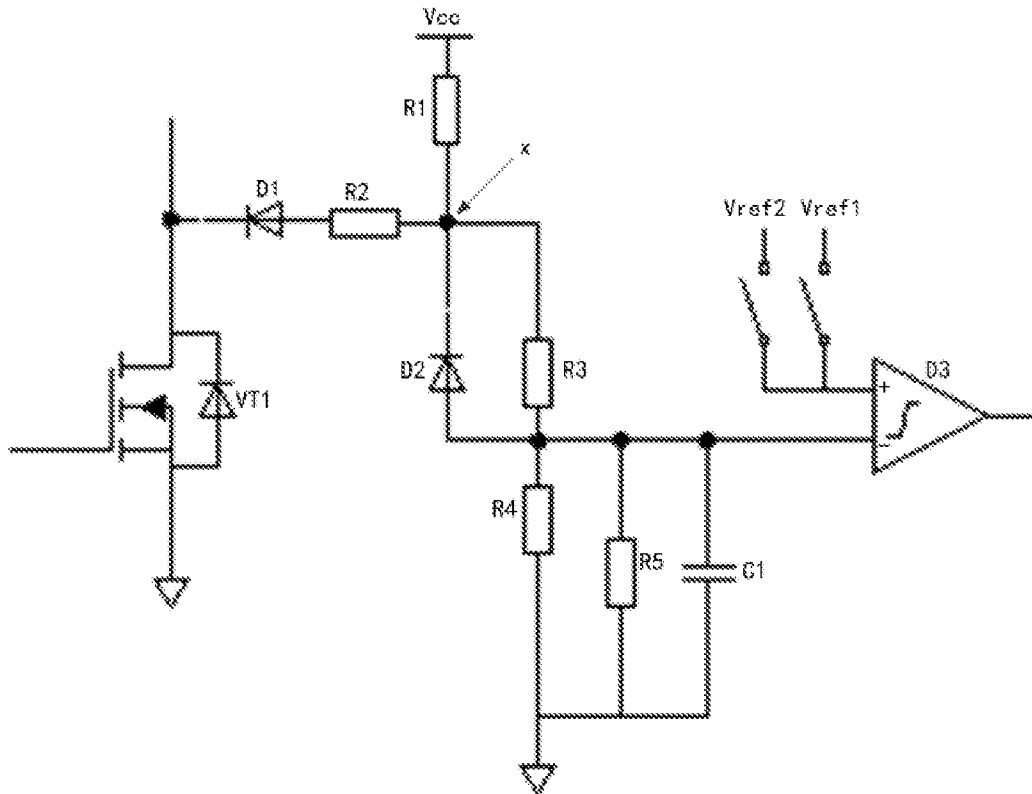


图 9

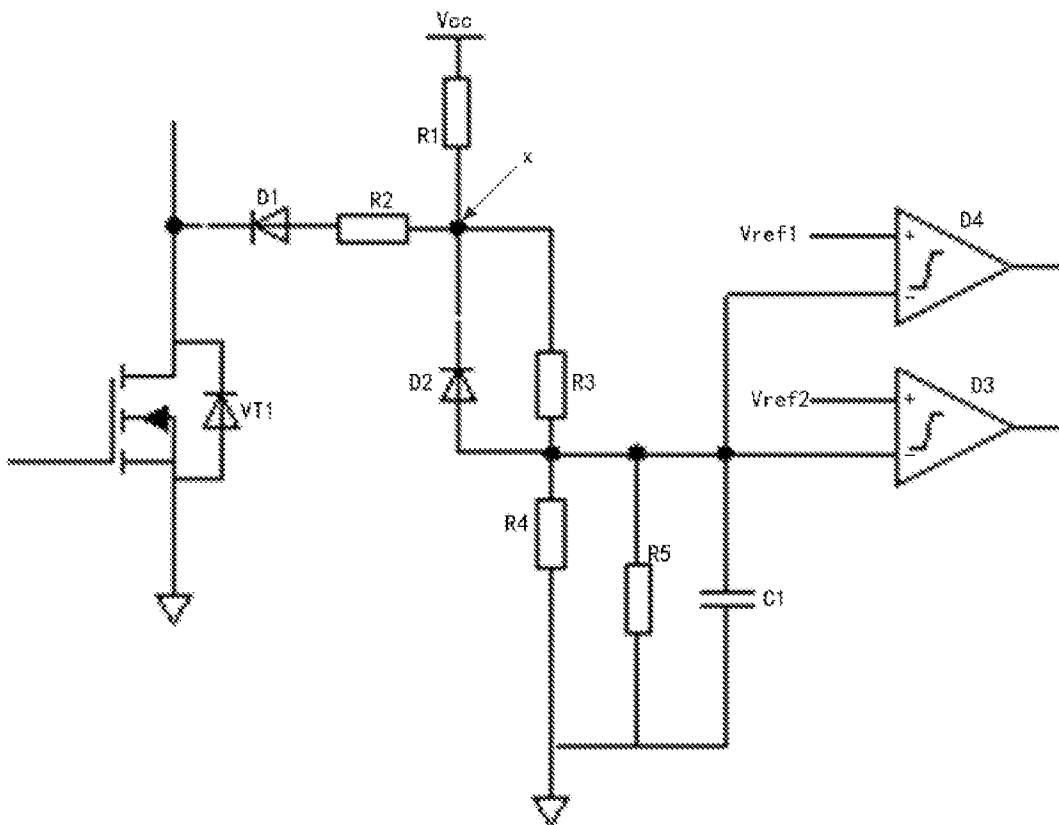


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/132390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
G01R 31/26(2014.01)j		
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)		
G01R		
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)		
WPABSC; CNTXT; OETXT; CNABS; USTXTC; WPABS; CJFD; DWPI; VEN; IEEE: 漏源极电压, 过流, 零压开通, 电压, 分压, 比较, drain-source, overcurrent, voltage compare		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	武晶晶 等 (WU, Jingjing et al.). "SiC MOSFET短路保护电路研究 (Research on Short-circuit Protection Methods for SiC MOSFET)" 《电力电子技术》 (Power Electronics), Vol. 51, No. 9, 30 September 2017 (2017-09-30), ISSN: 1000-100X, section 3, and figure 4	1-17
X	武晶晶 (WU, Jingjing). "SiC MOSFET驱动电路及开关过程振荡问题研究 (Research on Driver Circuit of SiC MOSFET and Oscillation During Switching Process)" 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 (信息科技辑)》 (China Master's Theses Full-text Database, Information Science and Technology), No. 6, 30 June 2018 (2018-06-30), ISSN: 1674-0246, chapter 3	1-17
X	Xuan Zhang et al. "A Gate Drive With Power Over Fiber-Based Isolated Power Supply and omprehensive rotection Functions for 15-kV SiC MOSFET" 《IEEE JOURNAL OF EMERGING AND SELECTED TOPICS IN POWER ELECTRONICS》, Vol. 4, No. 3, 30 September 2016 (2016-09-30), section III	1-2, 4-17
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
07 February 2022		18 February 2022
Name and mailing address of the ISA/CN		Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China		
Facsimile No. (86-10)62019451		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/132390

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107086539 A (GREE ELECTRIC APPLIANCES, INC. OF ZHUHAI) 22 August 2017 (2017-08-22) description, paragraphs 62-65, figure 4	1-2, 4-17
A	王水平等 (WANG, Shuiping et al.). 《开关稳压电源原理、设计及实用电路 第2版》 ("Switching Power Supply- Theory, Design and Applying Circuit, 2nd Edition"), 31 October 2005 (2005-10-31), pp. 5-6	2, 3, 11
A	CN 108322033 A (XI'AN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 24 July 2018 (2018-07-24) entire document	1-17
A	JP 2012049664 A (YAZAKI CORP.) 08 March 2012 (2012-03-08) entire document	1-17
A	JP 2017090303 A (DENSO CORP.) 25 May 2017 (2017-05-25) entire document	1-17
A	JP 2016201593 A (DENSO CORP.) 01 December 2016 (2016-12-01) entire document	1-17

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/CN2021/132390

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107086539	A	22 August 2017	CN	107086539	B	24 May 2019
				CN	206894213	U	16 January 2018

CN	108322033	A	24 July 2018	None			

JP	2012049664	A	08 March 2012	None			

JP	2017090303	A	25 May 2017	JP	6597213	B2	30 October 2019

JP	2016201593	A	01 December 2016	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/132390

<p>A. 主题的分类</p> <p>G01R 31/26 (2014.01) i</p> <p>按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类</p>																	
<p>B. 检索领域</p> <p>检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)</p> <p>G01R</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>WPABSC;CNTXT;OETXT;CNABS;USTXTC;WPABS;CJFD;DWPI;VEN;IEEE: 漏源极电压, 过流, 零压开通, 电压, 分压, 比较, drain-source, overcurrent, voltage compare</p>																	
<p>C. 相关文件</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>类型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>武晶晶 等. "SiC MOSFET短路保护电路研究" 《电力电子技术》, 第51卷, 第9期, 2017年9月30日 (2017 - 09 - 30), ISSN: 1000-100X, 第3节, 图4</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>武晶晶. "SiC MOSFET驱动电路及开关过程振荡问题研究" 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 (信息科技辑)》, 第6期, 2018年6月30日 (2018 - 06 - 30), ISSN: 1674-0246, 第3章</td> <td>1-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>Xuan Zhang 等. "A Gate Drive With Power Over Fiber-Based Isolated Power Supply and Comprehensive Protection Functions for 15-kV SiC MOSFET" 《IEEE JOURNAL OF EMERGING AND SELECTED TOPICS IN POWER ELECTRONICS》, 第4卷, 第3期, 2016年9月30日 (2016 - 09 - 30), 第III节</td> <td>1-2, 4-17</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 107086539 A (珠海格力电器股份有限公司) 2017年8月22日 (2017 - 08 - 22) 说明书第62-65段, 附图4</td> <td>1-2, 4-17</td> </tr> </tbody> </table>			类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	武晶晶 等. "SiC MOSFET短路保护电路研究" 《电力电子技术》, 第51卷, 第9期, 2017年9月30日 (2017 - 09 - 30), ISSN: 1000-100X, 第3节, 图4	1-17	X	武晶晶. "SiC MOSFET驱动电路及开关过程振荡问题研究" 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 (信息科技辑)》, 第6期, 2018年6月30日 (2018 - 06 - 30), ISSN: 1674-0246, 第3章	1-17	X	Xuan Zhang 等. "A Gate Drive With Power Over Fiber-Based Isolated Power Supply and Comprehensive Protection Functions for 15-kV SiC MOSFET" 《IEEE JOURNAL OF EMERGING AND SELECTED TOPICS IN POWER ELECTRONICS》, 第4卷, 第3期, 2016年9月30日 (2016 - 09 - 30), 第III节	1-2, 4-17	X	CN 107086539 A (珠海格力电器股份有限公司) 2017年8月22日 (2017 - 08 - 22) 说明书第62-65段, 附图4	1-2, 4-17
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
X	武晶晶 等. "SiC MOSFET短路保护电路研究" 《电力电子技术》, 第51卷, 第9期, 2017年9月30日 (2017 - 09 - 30), ISSN: 1000-100X, 第3节, 图4	1-17															
X	武晶晶. "SiC MOSFET驱动电路及开关过程振荡问题研究" 《中国优秀硕士学位论文全文数据库 (信息科技辑)》, 第6期, 2018年6月30日 (2018 - 06 - 30), ISSN: 1674-0246, 第3章	1-17															
X	Xuan Zhang 等. "A Gate Drive With Power Over Fiber-Based Isolated Power Supply and Comprehensive Protection Functions for 15-kV SiC MOSFET" 《IEEE JOURNAL OF EMERGING AND SELECTED TOPICS IN POWER ELECTRONICS》, 第4卷, 第3期, 2016年9月30日 (2016 - 09 - 30), 第III节	1-2, 4-17															
X	CN 107086539 A (珠海格力电器股份有限公司) 2017年8月22日 (2017 - 08 - 22) 说明书第62-65段, 附图4	1-2, 4-17															
<p><input checked="" type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。 <input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p> <table border="0"> <tr> <td> <p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> </td> <td> <p>"T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>"X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>"Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>"&" 同族专利的文件</p> </td> </tr> </table>			<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p>	<p>"T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>"X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>"Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>"&" 同族专利的文件</p>													
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>"A" 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>"E" 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>"L" 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>"O" 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>"P" 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p>	<p>"T" 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>"X" 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>"Y" 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>"&" 同族专利的文件</p>																
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2022年2月7日</p>	<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2022年2月18日</p>																
<p>ISA/CN的名称和邮寄地址</p> <p>中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088</p> <p>传真号 (86-10)62019451</p>	<p>授权官员</p> <p>孙毅</p> <p>电话号码 86-10-62085713</p>																

C. 相关文件		
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	王水平 等. 《开关稳压电源 原理、设计及实用电路 第2版》, 2005年10月31日 (2005 - 10 - 31), 第5-6页	2-3, 11
A	CN 108322033 A (西安理工大学) 2018年7月24日 (2018 - 07 - 24) 全文	1-17
A	JP 2012049664 A (YAZAKI CORP.) 2012年3月8日 (2012 - 03 - 08) 全文	1-17
A	JP 2017090303 A (DENSO CORP.) 2017年5月25日 (2017 - 05 - 25) 全文	1-17
A	JP 2016201593 A (DENSO CORP.) 2016年12月1日 (2016 - 12 - 01) 全文	1-17

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/132390

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	107086539	A	2017年8月22日	CN	107086539	B	2019年5月24日
				CN	206894213	U	2018年1月16日
CN	108322033	A	2018年7月24日	无			
JP	2012049664	A	2012年3月8日	无			
JP	2017090303	A	2017年5月25日	JP	6597213	B2	2019年10月30日
JP	2016201593	A	2016年12月1日	无			