

(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
2021年9月23日 (23.09.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/184172 A1

- (51) 国际专利分类号:
H01L 29/78 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2020/079555
- (22) 国际申请日: 2020年3月17日 (17.03.2020)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (71) 申请人: 华为技术有限公司 (HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN).
- (72) 发明人: 黄伯宁 (HUANG, Boning); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 张泉 (ZHANG, Quan); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。 杨文韬 (YANG, Wentao); 中国广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼, Guangdong 518129 (CN)。
- (74) 代理人: 北京同达信恒知识产权代理有限公司 (TDIP & PARTNERS); 中国北京市西城区裕民路18号北环中心A座2002, Beijing 100029 (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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) Title: INSULATED GATE BIPOLAR TRANSISTOR, MOTOR CONTROL UNIT LER AUTOMOBILE

(54) 发明名称: 一种绝缘栅双极型晶体管、电机控制器及汽车

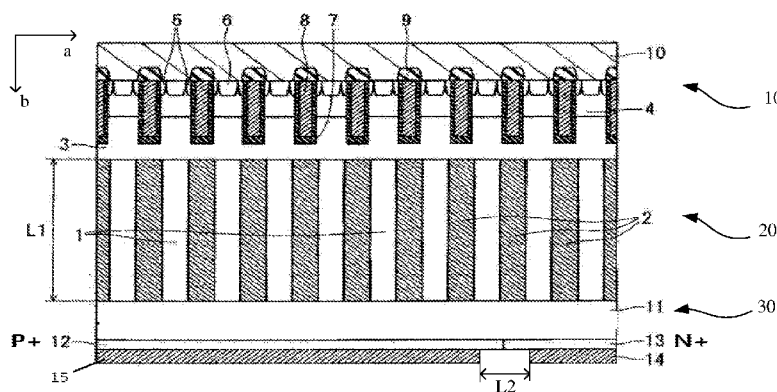


图 1

(57) Abstract: An insulated gate bipolar transistor, a motor control unit and an automobile. The insulated gate bipolar transistor comprises: three device structure feature layers provided in a stacked manner, an IGBT device structure feature layer (10) and an RC-IGBT device structure feature layer (30) being provided at both sides of an SJ device structure feature layer (20), and the RC-IGBT device structure feature layer (30) comprising a collector electrode (12) and a drain electrode (13) which are provided on the same layer; and the insulated gate bipolar transistor further comprises a first metal electrode (15) stacked with the collector electrode (12) and electrically connected to same, and a second metal electrode (14) stacked with the drain electrode (13) and electrically connected to same, the first metal electrode (15) being electrically isolated from the second metal electrode (14). In the solution above, the first metal electrode (15) and the second metal electrode (14) can be respectively connected to the collector electrode (12) and the drain electrode (13), and the collector electrode (12) and the drain electrode (13) can supply power respectively, thereby increasing a power supply manner of the insulated gate bipolar transistor, and further improving a control manner of the insulated gate bipolar transistor.

WO 2021/184172 A1

(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: 一种绝缘栅双极晶体管、电机控制器及汽车, 绝缘栅双极晶体管包括: 层叠设置三个器件结构特征层, 其中, IGBT器件结构特征层(10)及RC-IGBT器件结构特征层(30)分列在SJ器件结构特征层(20)的两侧; 其中, RC-IGBT器件结构特征层(30)包括同层设置的集电极(12)及漏极(13); 绝缘栅双极晶体管还包括与集电极(12)层叠且电连接的第一金属电极(15)、与漏极(13)层叠且电连接的第二金属电极(14), 且第一金属电极(15)与第二金属电极(14)之间电隔离。在上述方案中, 第一金属电极(15)及第二金属电极(14)可分别与集电极(12)和漏极(13)连接, 集电极(12)和漏极(13)可以分别供电, 从而增加了绝缘栅双极晶体管的供电方式, 进而改善了绝缘栅双极晶体管的控制方式。

一种绝缘栅双极型晶体管、电机控制器及汽车

技术领域

本申请涉及电气技术领域，尤其涉及一种绝缘栅双极型晶体管、电机控制器及汽车。

背景技术

电动汽车 MCU (Motor Control Unit, 电机控制器) 通常使用 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极型晶体管) 作为开关元件，将电池输出的直流电 (DC) 转化为交流电 (AC) 驱动电机。如何提升逆变器的转换效率，延长电池的使用时间，一直都是逆变器和功率半导体元件开发厂商努力的方向。

IGBT 是由 MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor Field-Effect Transistor, 金属氧化物半导体场效应晶体管) 和 BJT (双极型晶体管) 组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件，它兼有 MOSFET 的高输入阻抗和 BJT 的低导通压降两方面的优点，是一种适合于中、大功率应用的功率半导体器件。在电动汽车逆变器中，IGBT 需要与 FRD 配套使用。为降低开关元件的总体损耗，提升 MCU 的转换效率，器件设计人员将 IGBT 与 FRD 进行芯片集成，提出 RC-IGBT (Reverse-Conduction Insulated Gate Bipolar Transistor, 逆导 IGBT) 结构，使器件拥有更快的关断速度，更好的 V_{cesat} - E_{off} 折中关系。但是电动汽车 MCU 绝大部分时间工作在轻载状态。采用 RC-IGBT 和 SJ-RC-IGBT 作为开关元件，控制芯片均无法根据 MCU 的工作状态，精确控制开关元件的工作模式，从而影响了 MCU 转化效率进一步的提升。

发明内容

本申请提供一种绝缘栅双极型晶体管、电机控制器及汽车，用以改善绝缘栅双晶体管的控制效果。

第一方面，提供了一种绝缘栅双极型晶体管，绝缘栅双晶体管应用于电机控制器中。绝缘栅双极型晶体管层叠的多层结构，如包括：层叠设置的 IGBT 器件结构特征层、SJ 器件结构特征层及 RC-IGBT 器件结构特征层，所述 IGBT 器件结构特征层及 RC-IGBT 器件结构特征层分列在所述 SJ 器件结构特征层的两侧；其中，所述 RC-IGBT 器件结构特征层包括同层设置的集电极及漏极；所述绝缘栅双极型晶体管还包括与所述集电极叠且电连接的第一金属电极、与所述漏极层叠且电连接的第二金属电极，且所述第一金属电极与所述第二金属电极之间电隔离。在上述方案中，第一金属电极及第二金属电极可分别与集电极和漏极连接，集电极和漏极可以分别供电，从而增加了绝缘栅双极型晶体管的供电方式，进而改善了绝缘栅双极型晶体管的控制方式。

在一个具体的可实施方案中，所述 SJ 器件结构特征层包括层叠设置的漂移层、超结结构层及缓冲层；其中，所述超结结构层位于所述漂移层与所述缓冲层之间；所述漂移层与所述 IGBT 器件结构特征层连接；所述缓冲层与所述集电极及所述漏极连接。

在一个具体的可实施方案中，所述缓冲层为 N 型缓冲层。

在一个具体的可实施方案中，所述漂移层为 N-漂移层。

在一个具体的可实施方案中，所述超结结构层多个 N-漂移层及多个 P-漂移层，且所述多个 N-漂移层及所述多个 P-漂移层沿第一方向交替排列；其中，所述第一方向垂于与第二方向；

所述第二方向为所述 IGBT 器件结构特征层与所述 SJ 器件结构特征层层叠的方向。

在一个具体的可实施方案中，所述 IGBT 器件结构特征层包括：

栅极电极、栅氧化层、N+源极、P 基极层、层间绝缘膜、P+接触层、正面发射极电极与所述漂移层层叠设置的 P 基极层；与所述 P 基极层层叠设置的正面发射极电极；

贯穿所述 P 基极层并插入到所述漂移层的多个栅极电极；包裹每个栅极电极的绝缘栅膜；将每个栅极电极与所述正面发射极电极绝缘的层间绝缘膜；设置在所述 P 基极层表面形成的 N 发射极层以及 P+接触层。

在一个具体的可实施方案中，所述第一金属电极与所述集电极之间欧姆接触；和/或所述第二金属电极与所述漏极之间欧姆接触。

在一个具体的可实施方案中，所述第一金属电极与所述第二金属电极间隔设定距离。

在一个具体的可实施方案中，所述集电极的个数为多个，所述漏极的个数为多个；且所述多个集电极和所述多个漏极交替排列。

在一个具体的可实施方案中，所述第一金属电极与所述集电极一一对应，所述第二金属电极与所述漏极一一对应，且任意相邻的第一金属电极及第二金属电极之间电隔离。

第二方面，提供了一种电机控制器，电机控制器包括电源模块以及与所述电源模块连接的上述任意一项所述的绝缘栅双极型晶体管。在上述方案中，第一金属电极及第二金属电极可分别与集电极和漏极连接，集电极和漏极可以分别供电，从而增加了绝缘栅双极型晶体管的供电方式，进而改善了绝缘栅双极型晶体的控制方式。

第三方面，提供了一种汽车，该汽车包括电机，以及与电机连接的上述任一项的电机控制器。在上述方案中，第一金属电极及第二金属电极可分别与集电极和漏极连接，集电极和漏极可以分别供电，从而增加了绝缘栅双极型晶体管的供电方式，进而改善了绝缘栅双极型晶体的控制方式。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体管的剖视图；

图 2 为本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体管的工作模式对应的驱动电压；

图 3 为图 2 中的 A 处局部放大图；

图 4 为本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体的另一俯视图；

图 5 为本申请实施例提供的电机控制器的结构框图；

图 6 为本申请实施例提供的汽车中的电机控制的结构框图。

具体实施方式

为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请作进一步地详细描述。

首先说明一下本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体管的应用场景。本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体管应用于电机控制器中，如电动汽车的 MCU（Motor Control Unit，

电机控制器) 通常使用 IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, 绝缘栅双极型晶体管) 作为开关元件, 将电池输出的直流电(DC) 转化为交流电(AC) 驱动电机。IGBT 是由 MOSFET (金属氧化物半导体场效应晶体管) 和 BJT (双极型晶体管) 组成的复合全控型电压驱动式功率半导体器件, 它兼有 MOSFET 的高输入阻抗和 BJT 的低导通压降两方面的优点, 是一种适合于中、大功率应用的功率半导体器件。在电动汽车逆变器中, IGBT 需要与 FRD 配套使用。为降低开关元件的总体损耗, 提升 MCU 的转换效率, 器件设计人员将 IGBT 与 FRD 进行芯片集成, 提出 RC-IGBT 结构, 使器件拥有更快的关断速度, 更好的 V_{cesat} - E_{off} 折中关系。但是现有技术中采用 RC-IGBT 和 SJ-RC-IGBT 作为开关元件, 控制芯片均无法根据 MCU 的工作状态, 精确控制开关元件的工作模式, 为此本申请实施例提供了一种绝缘栅双极型晶体管。下面结合具体的附图对其进行说明。

图 1 示出了本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体管的剖视图。

本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体管主要包含三部分结构: IGBT 器件结构特征层 10、SJ 器件结构特征层 20 及 RC-IGBT 器件结构特征层 30。IGBT 器件结构特征层 10、SJ 器件结构特征层 20 及 RC-IGBT 器件结构特征层 30 沿图 1 中的竖直方向层叠设置, 并且 IGBT 器件结构特征层 10 及 RC-IGBT 器件结构特征层 30 分列在 SJ 器件结构特征层 20 的两侧。

为方便描述, 定义了第一方向 a 和第二方向 b, 第二方向 b 为 IGBT 器件结构特征层 10 与 SJ 器件结构特征层 20 层叠的方向, 第一方向 a 垂直于第二方向 b。

继续参考图 1, SJ 器件结构特征层 20 主要包括层叠设置的漂移层 3、超结结构层及缓冲层 11; 超结结构层位于漂移层 3 与缓冲层 11 之间, 其中的缓冲层 11 为 N 型缓冲层。在制备时, 在缓冲层 11 的第一表面形成超结结构及漂移层 3。超结结构包括多个 N-漂移层 1 及多个 P-漂移层 2, 多个 N-漂移层 1 及多个 P-漂移层 2 沿第一方向 a 交替排列。N-漂移层 1 及 P-漂移层 2 是利用注入、扩散、外延生长工序而形成的, N-漂移层 1 和 P-漂移层 2 的厚度均设为 L_1 。超结结构上的漂移层 3 为 N-漂移层, 且漂移层 3 形成在超结结构背离缓冲层 11 的一面。

IGBT 器件结构特征层 10 与漂移层 3 连接。IGBT 器件结构特征层 10 包括: 与漂移层 3 沿第一方向 a 层叠设置的 P 基极层 4, 与 P 基极层 4 层叠设置的正面发射极电极 10; 贯穿 P 基极层 4 并插入到 N-漂移层 3 的多个栅极电极 8, 以及包裹每个栅极电极 8 的绝缘栅膜 7、将每个栅极电极 8 与正面发射极电极 10 绝缘的层间绝缘膜 9; 设置在 P 基极层 4 表面形成的 N 发射极层 5 以及 P+接触层 6。在具体制备时, 在漂移层 3 上形成 P 基极层 4, 在 P 基极层 4 的表面形成 N 发射极层 5 以及 P+接触层 6。此外, 从 N 发射极层 5 的表面贯穿 P 基极层 4 而至接近漂移层 3 的中途为止形成沟槽, 在该沟槽内隔着绝缘栅膜 7 而形成栅极电极 8, 其中绝缘栅膜 7 为栅极氧化层, 栅极电极 8 可采用多晶硅栅极。在 P+接触层 6 上形成正面发射极电极 10, 栅极电极 8 和正面发射极电极 10 利用层间绝缘膜 9 而绝缘。

继续参考图 1, RC-IGBT 器件结构特征层 30 包括同层设置的集电极 12 及漏极 13。具体制备时, 在缓冲层 11 的第二表面沿图 1 中的第一方向 a 形成集电极 12 及漏极 13。在集电极 12 和漏极 13 的背面形成第一金属电极 15 和第二金属电极 14, 其中, 第一金属电极 15 与集电极 12 叠且电连接, 第二金属电极 14 与漏极 13 层叠且电连接, 并且第一金属电极 15 与第二金属电极 14 之间电隔离。

在具体制备时,第一金属电极 15 与集电极 12 之间欧姆接触,以保证第一金属电极 15 与集电极 12 之间的电连接效果,具体的,第一金属电极 15 与集电极 12 之间具体可通过焊接,或者在集电极 12 上直接形成第一金属电极 15 的方式实现电连接。第二金属电极 14 与漏极 13 之间欧姆接触,以保证第二金属电极 14 与漏极 13 之间的电连接效果,具体的,第二金属电极 14 与漏极 13 之间具体可通过焊接,或者在漏极 13 上直接形成第二金属电极 14 的方式实现电连接。

为保证第一金属电极 15 与第二金属电极 14 之间的电隔离,第一金属电极 15 与第二金属电极 14 之间间隔有设定距离,以保证第一金属电极 15 与第二金属电极 14 之间的隔离度。如图 1 中所示设定距离指代的是,第一金属电极 15 与第二金属电极 14 相互靠近的端部之间在第一方向 a 的水平距离 L_2 。 L_2 的数值可以根据实际设计而定,在本申请不做具体限定,只需能够保证第一金属电极 15 与第二金属电极 14 之间的隔离度即可。

在具体实现第一金属电极 15 和第二金属电极 14 之间隔离时,可以采用不同的方式,示例性的,可以采用第一金属电极 15 覆盖集电极 12 并与集电极 12 的面积相等,第二金属电极 14 覆盖漏极 13 且面积小于漏极 13;或者采用第一金属电极 15 覆盖集电极 12 且面积小于集电极 12,第二金属电极 14 覆盖漏极 13 并与漏极的面积相等;或者还可采用第一金属电极 15 覆盖集电极 12 且面积小于集电极 12,第二金属电极 14 覆盖漏极 13 且面积小于漏极 13。

对绝缘栅双极型晶体管的动作进行说明。如果对栅极电极 8 施加大于或等于阈值 V_{th} 的正电压,则位于 N 发射极层 5 和 N-漂移层 3 之间的 P 基极层 4 的区域反转为 N 型,电子从 N 发射极层 5 向漂移层 3 注入,绝缘栅双极型晶体管正向导通。在已导通的状态下,如果将使集电极 12 和型缓冲层 11 的 PN 结发生正向偏压以上的集电极 12 电压施加至第一金属电极 15 和第二金属电极 14,则空穴从第一金属电极 15 注入至漂移层 3 而产生电导调制,超结结构的 N-漂移层 1 和 P-漂移层 2 的电阻值急剧降低,因此具有充分的通电能力。

此外,如果对栅极电极 8 施加负偏压,并在正面发射极电极 10 和金属电极(第一金属电极 15 和第二金属电极 14)之间施加规定的电压(正面发射极电极 10 < 背面集电极 12),则本实施例中的绝缘栅双极型晶体管的耗尽层(超结结构)从表面的 P 基极层 4 朝向漂移层 3 以及 N-漂移层 1/P-漂移层 2 延伸,超结结构将完全耗尽,从而能够保持耐压。

绝缘栅双极型晶体管主要有 FRD、MOSFET 和 IGBT 三种工作模式,结合图 2 及图 3 来说明一下绝缘栅双极型晶体管的三种工作模式。图 2 示出了绝缘栅双极型晶体管在工作时对应的三种工作模式,图 3 示出了图 2 中 a 处的局部放大图;其中,①代表 FRD 模式、②代表 MOSFET 模式、③代表 IGBT 模式。由图 2 及图 3 可以看到,在第一金属电极 15 和第二金属电极 14 同时供电时,绝缘栅双极型晶体管在栅极沟道开通后,背面在开始阶段并没有空穴注入,因此绝缘栅双极型晶体管首先是工作在 MOSFET 模式,当电压达到 V_{SB} 之后,绝缘栅双极型晶体管迅速由 MOSFET 模式进入到 IGBT 模式,在 MOSFET 模式停留非常短暂。而 MCU 绝大多数时间工作在轻载状态,这使得 MCU 希望逆变器的开关元件(绝缘栅双极型晶体管)更多的时候是工作在 MOSFET 模式,而 MCU 在满载时又希望绝缘栅双极型晶体管又能够迅速切换到 IGBT 模式。因此,从效率提升 MCU 效率的角度来说,MCU 希望能够更为准确地控制开关元件的工作模式。

为此,本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体管还提供了另外的供电方式模式:仅给第一金属电极 15 或仅给第二金属电极 14 供电。由上述中绝缘栅双极型晶体管的结构可看

出,在采用第一金属电极 15 仅与集电极 12 电连接,第二金属电极 14 仅与漏极 13 电连接,并且第一金属电极 15 与第二金属电极 14 之间电隔离的结构时,通过第一金属电极 15 与第二金属电极 14 之间的电隔离将绝缘栅双极型晶体管的背面划分为两个区域:IGBT 区和 MOSFET 区。在使用时可对 IGBT 区和 MOSFET 区分别供电来控制绝缘栅双极型晶体管。示例性的,在仅给第一金属电极 15 供电时,仅集电极 12 导通,漏极 13 不导通,此时绝缘栅双极型晶体管可实现 IGBT 模式和 MOSFET 模式;在仅给第二金属电极 14 供电时,则仅漏极 13 导通,集电极 12 不导通,此时绝缘栅双极型晶体管可实现 FRD 模式和 MOSFET 模式。在 MCU 轻载时,可仅给第二金属电极 14 供电,此时 MCU 可长时间工作在 MOSFET 模式;在 MCU 重载时,可同时跟第一金属电极 15 及第二金属电极 14 供电,此时,MCU 可以在 MOSFET 模式和 IGBT 模式之间切换。由上述描述可以看出,MCU 能够通过背面的这两个金属电极配合栅极电极 8 对器件的工作模式进行精确控制,根据 MCU 功率输出的需求,决定绝缘栅双极型晶体管是工作在 MOSFET 模式还是工作在 IGBT 模式。从而可以更精准的控制电机。

作为一个可选的实施方案,通过使集电极 12 的宽度大于漏极 13 的宽度,从而能够容易进行来自集电极 12 的空穴的注入。能够实现小的快速恢复电压和小的导通电阻。作为减小快速恢复电压的条件,需要在快速恢复峰值电压时的电流密度中,使 N 缓冲层 11 在图 1 的水平方向产生压降,使得集电极 12 的中间点和漏极 13 之间的电位差成为大于或等于 0.5V,优选大于或等于 0.7V。通过为了满足上述条件而将集电极 12 的宽度(图 1 的第一方向 a)取得较大,从而来自第一金属电极 15 的空穴的注入变容易。因此,成为快速恢复电压较小,并且导通电阻较小的 MOSFET 的特性。此外,能够将 MOSFET 动作范围取得较大。

此外,集电极 12 和漏极 13 的重复间距越大,能够使快速恢复电压越小。优选集电极 12 和漏极 13 的重复间距大于或等于 N-漂移层 1 和 P-漂移层 2 的重复间距的 5 倍而小于 N-漂移层 1 和 P-漂移层 2 的重复间距的 20000 倍。

作为一个变形实施例,本申请实施例提供的绝缘栅双极型晶体管不仅可以采用上述的沟槽栅结构,也可以是平面栅结构,只需要能够实现 IGBT 的器件特征即可。

如图 4 所示,图 4 示出了另一种绝缘栅双极型晶体管,集电极的个数为多个,漏极的个数为多个;且多个集电极和多个漏极交替排列。对应的,第一金属电极 15 与集电极 12 一一对应,第二金属电极 15 与漏极一一对应,且任意相邻的第一金属电极 15 及第二金属电极 15 之间电隔离。如图 4 中所示第一金属电极 15 和第二金属电极 15 沿第一方向 a 交替排列。

图 5 所示的本申请实施例还提供了一种电机控制器,电机控制器包括电源模块 200 以及与电源模块 200 连接的上述任一项所述的绝缘栅双极型晶体管 100。该电机控制器可用于控制电机工作,MCU 绝大多数时间工作在轻载状态,这使得 MCU 希望逆变器的开关元件(绝缘栅双极型晶体管 100)更多的时候是工作在 MOSFET 模式,而 MCU 在满载时又希望绝缘栅双极型晶体管 100 又能够迅速切换到 IGBT 模式。因此,通过第一金属电极与第二金属电极之间的电隔离将绝缘栅双极型晶体管 100 的背面划分为两个区域:IGBT 区和 MOSFET 区。在使用时可对 IGBT 区和 MOSFET 区分别供电来控制绝缘栅双极型晶体管 100。示例性的,在仅给第一金属电极供电时,仅集电极导通,漏极不导通,此时绝缘栅双极型晶体管 100 可实现 IGBT 模式和 MOSFET 模式;在仅给第二金属电极供电时,则

仅漏极导通，集电极不导通，此时绝缘栅双极型晶体管 100 可实现 FRD 模式和 MOSFET 模式。在 MCU 轻载时，可仅给第二金属电极供电，此时 MCU 可长时间工作在 MOSFET 模式；在 MCU 重载时，可同时跟第一金属电极及第二金属电极供电，此时，MCU 可以在 MOSFET 模式和 IGBT 模式之间切换。由上述描述可以看出，MCU 能够通过背面的这两个金属电极配合栅极电极对器件的工作模式进行精确控制，根据 MCU 功率输出的需求，决定绝缘栅双极型晶体管 100 是工作在 MOSFET 模式还是工作在 IGBT 模式。从而可以更精准的控制电机。

如图 6 所示，本申请实施例提供了汽车，图 6 中的相同标号可以参考图 5 中的描述。该汽车包括电机 400，以及与电机 400 连接的上述任一项的电机控制器 300。电机控制器 300 可用于控制电机 400 工作，MCU 绝大多数时间工作在轻载状态，这使得 MCU 希望逆变器的开关元件（绝缘栅双极型晶体管 100）更多的时候是工作在 MOSFET 模式，而 MCU 在满载时又希望绝缘栅双极型晶体管 100 又能够迅速切换到 IGBT 模式。因此，通过第一金属电极与第二金属电极之间的电隔离将绝缘栅双极型晶体管 100 的背面划分为两个区域：IGBT 区和 MOSFET 区。在使用时可对 IGBT 区和 MOSFET 区分别供电来控制绝缘栅双极型晶体管 100。示例性的，在仅给第一金属电极供电时，仅集电极导通，漏极不导通，此时绝缘栅双极型晶体管 100 可实现 IGBT 模式和 MOSFET 模式；在仅给第二金属电极供电时，则仅漏极导通，集电极不导通，此时绝缘栅双极型晶体管 100 可实现 FRD 模式和 MOSFET 模式。在 MCU 轻载时，可仅给第二金属电极供电，此时 MCU 可长时间工作在 MOSFET 模式；在 MCU 重载时，可同时跟第一金属电极及第二金属电极供电，此时，MCU 可以在 MOSFET 模式和 IGBT 模式之间切换。由上述描述可以看出，MCU 能够通过背面的这两个金属电极配合栅极电极对器件的工作模式进行精确控制，根据 MCU 功率输出的需求，决定绝缘栅双极型晶体管 100 是工作在 MOSFET 模式还是工作在 IGBT 模式。从而可以更精准的控制电机 400。

显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

权利要求

1、一种绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，包括：IGBT 器件结构特征层、SJ 器件结构特征层及 RC-IGBT 器件结构特征层；其中，

所述 IGBT 器件结构特征层、所述 SJ 器件结构特征层及所述 RC-IGBT 器件结构特征层层叠设置，且所述 IGBT 器件结构特征层及 RC-IGBT 器件结构特征层分列在所述 SJ 器件结构特征层的两侧；

所述 RC-IGBT 器件结构特征层包括同层设置的集电极及漏极；

所述绝缘栅双极型晶体管还包括与所述集电极叠且电连接的第一金属电极、与所述漏极层叠且电连接的第二金属电极，且所述第一金属电极与所述第二金属电极之间电隔离。

2、如权利要求 1 所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述 SJ 器件结构特征层包括层叠设置的漂移层、超结结构层及缓冲层；其中，所述超结结构层位于所述漂移层与所述缓冲层之间；

所述漂移层与所述 IGBT 器件结构特征层连接；

所述缓冲层与所述集电极及所述漏极连接。

3、如权利要求 2 所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述缓冲层为 N 型缓冲层。

4、如权利要求 2 或 3 所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述漂移层为 N-漂移层。

5、如权利要求 2~4 任一项所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述超结结构层多个 N-漂移层及多个 P-漂移层，且所述多个 N-漂移层及所述多个 P-漂移层沿第一方向交替排列；其中，所述第一方向垂于与第二方向；

所述第二方向为所述 IGBT 器件结构特征层与所述 SJ 器件结构特征层层叠的方向。

6、如权利要求 1-5 任一项所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述 IGBT 器件结构特征层包括：

与所述漂移层层叠设置的 P 基极层；与所述 P 基极层层叠设置的正面发射极电极；

贯穿所述 P 基极层并插入到所述漂移层的多个栅极电极；包裹每个栅极电极的绝缘栅膜；将每个栅极电极与所述正面发射极电极绝缘的层间绝缘膜；设置在所述 P 基极层表面形成的 N 发射极层以及 P+接触层。

7、如权利要求 1-6 任一项所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述第一金属电极与所述集电极之间欧姆接触；和/或

所述第二金属电极与所述漏极之间欧姆接触。

8、如权利要求 1-7 任一项所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述第一金属电极与所述第二金属电极间隔设定距离。

9、如权利要求 1-8 任一项所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述集电极的个数为多个，所述漏极的个数为多个；且所述多个集电极和所述多个漏极交替排列。

10、如权利要求 9 所述的绝缘栅双极型晶体管，其特征在于，所述第一金属电极与所述集电极一一对应，所述第二金属电极与所述漏极一一对应，且任意相邻的第一金属电极及第二金属电极之间电隔离。

11、一种电机控制器，其特征在于，包括电源模块以及与所述电源模块连接的如权利

要求 1-10 任意一项所述的绝缘栅双极型晶体管。

12、一种汽车，其特征在于，包括电机，以及与所述电机连接的如权利要求 10 所述的电极控制器。

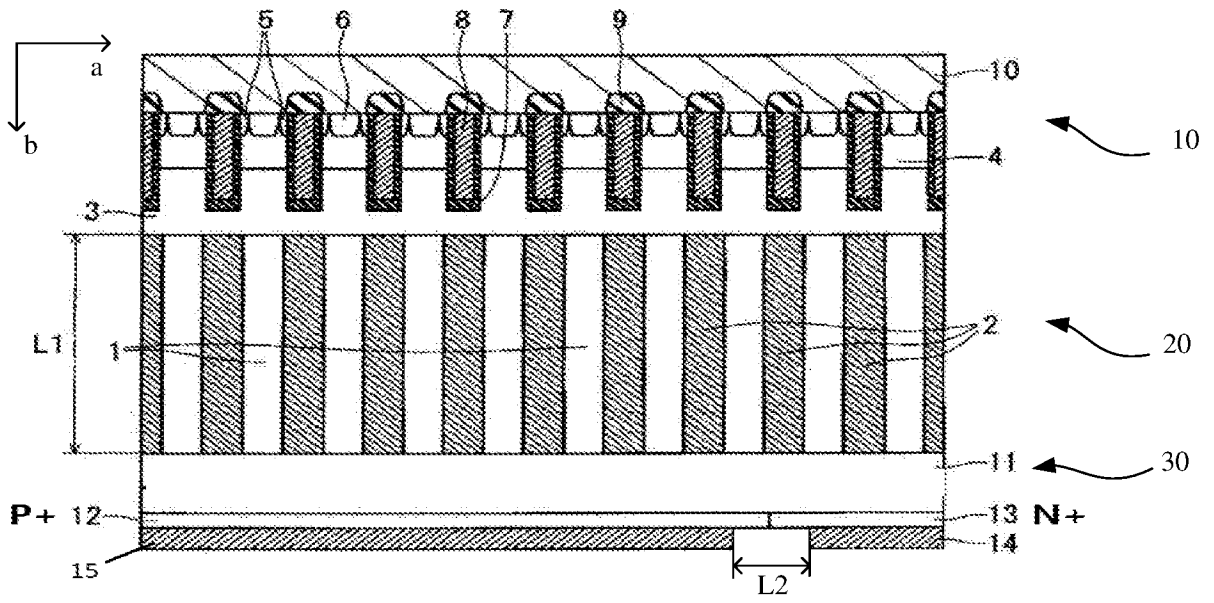


图 1

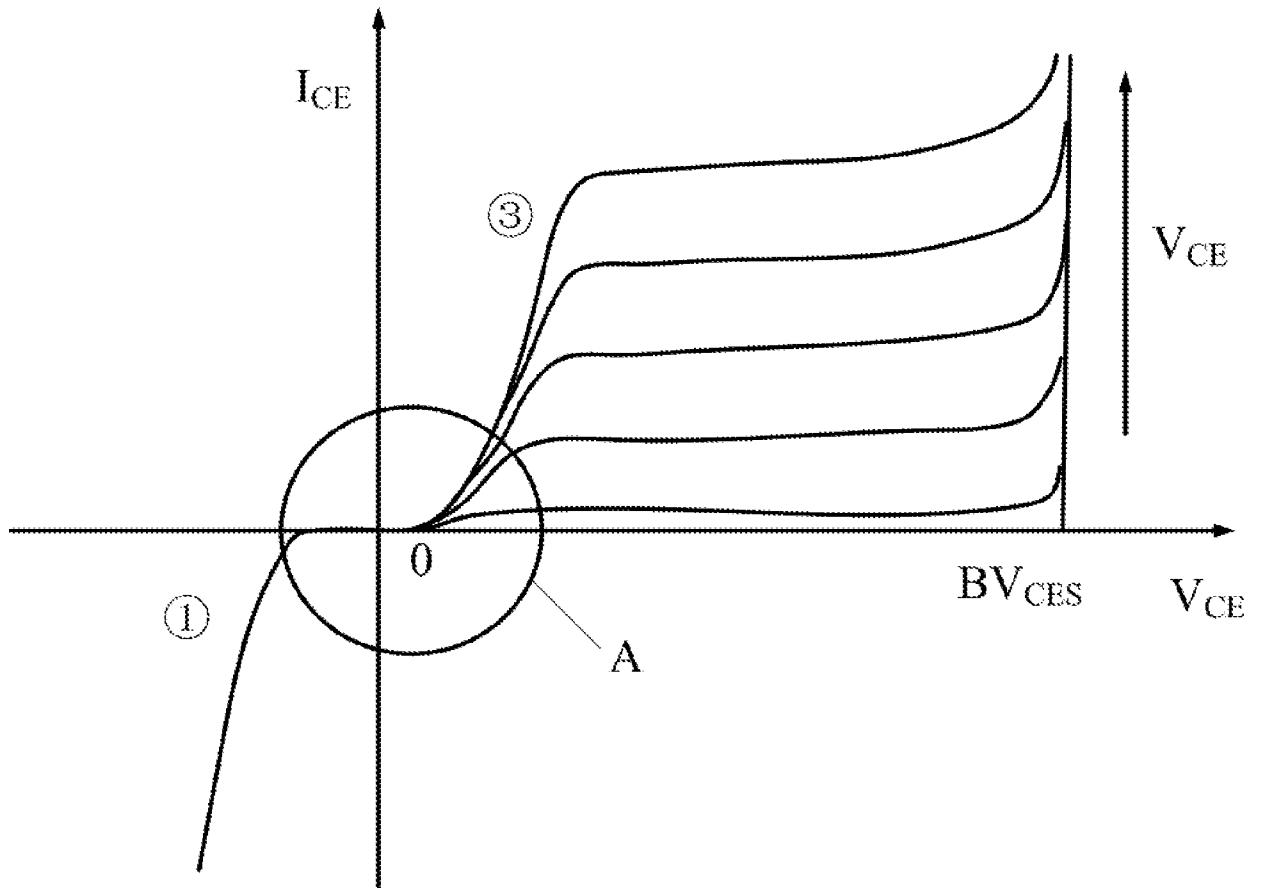


图 2

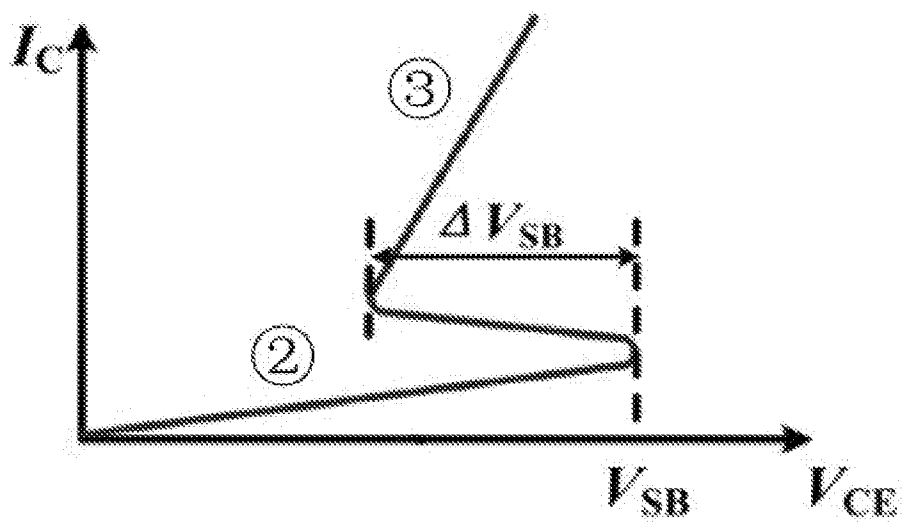


图 3

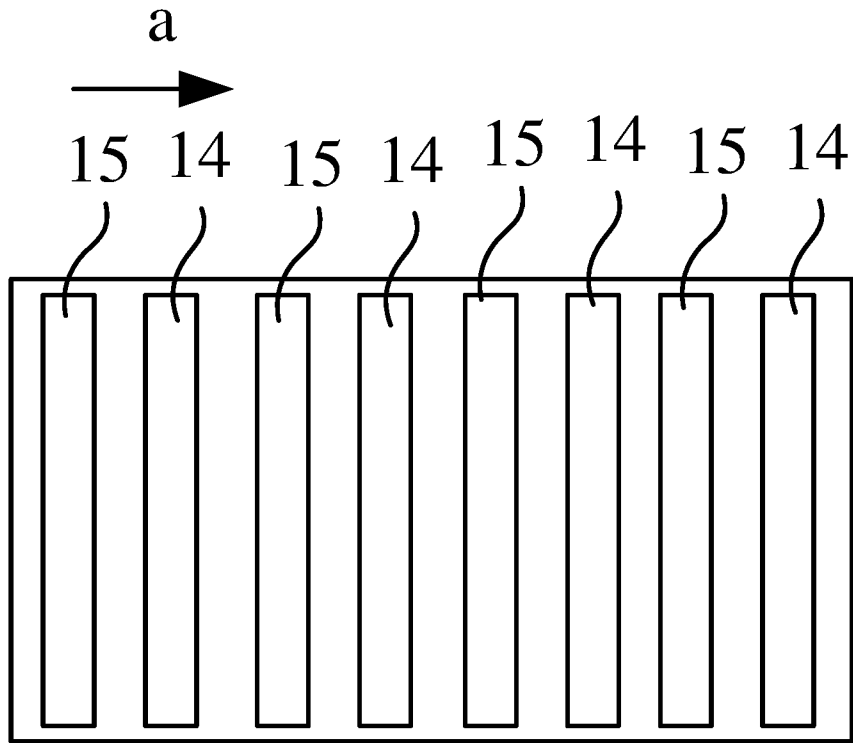


图 4

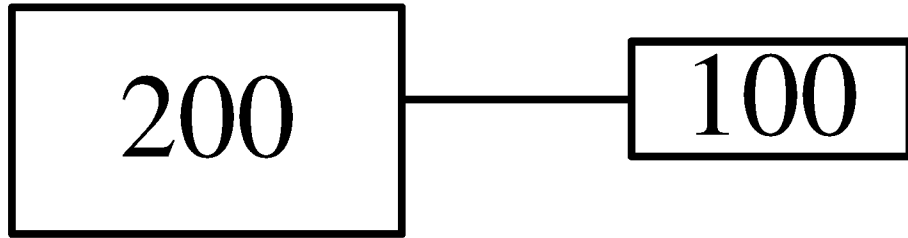


图 5

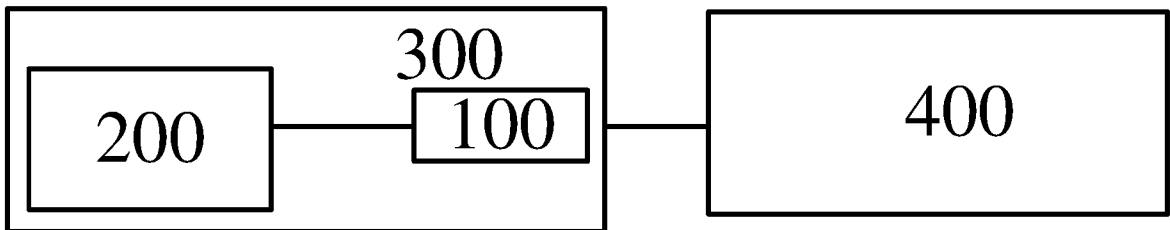


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/079555

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H01L 29/78(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)		
H01L		
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, CNKI, WPI, EPODOC: 绝缘栅双极晶体管, IGBT, 超结, SJ, RC, 集电极, 漏极, 电极, 分离, 隔离, 分开, 隔开, MOSFET, electrode?, separat+		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 104350602 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 11 February 2015 (2015-02-11) description, paragraphs [0028]-[0058], and figure 1	1-12
A	CN 107039419 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 11 August 2017 (2017-08-11) entire document	1-12
A	CN 107768429 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 06 March 2018 (2018-03-06) entire document	1-12
A	JP 2016225583 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 28 December 2016 (2016-12-28) entire document	1-12
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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		Date of mailing of the international search report
01 December 2020		16 December 2020
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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2020/079555

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	104350602	A	11 February 2015	US	2015129930	A1	14 May 2015
				KR	101613442	B1	19 April 2016
				DE	112012006441	T5	26 February 2015
				JP	5875680	B2	02 March 2016
				CN	104350602	B	15 March 2017
				KR	20140143826	A	17 December 2014
				JP	WO2013179379	A1	14 January 2016
				US	9299818	B2	29 March 2016
				WO	2013179379	A1	05 December 2013
				DE	112012006441	B4	12 July 2018
CN	107039419	A	11 August 2017	US	10050105	B2	14 August 2018
				US	2017200784	A1	13 July 2017
				JP	6693131	B2	13 May 2020
				JP	2017126600	A	20 July 2017
CN	107768429	A	06 March 2018	None			
JP	2016225583	A	28 December 2016	JP	2020031222	A	27 February 2020
				JP	6648429	B2	14 February 2020
				US	2016111419	A1	21 April 2016
				US	9559171	B2	31 January 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/079555

<p>A. 主题的分类</p> <p>H01L 29/78 (2006.01) 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>H01L</p> <p>包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献</p> <p>在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))</p> <p>CNPAT, CNKI, WPI, EP0DOC: 绝缘栅双极晶体管, IGBT, 超结, SJ, RC, 集电极, 漏极, 电极, 分离, 隔离, 分开, 隔开, MOSFET, electrode?, separat+</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>A</td> <td>CN 104350602 A (三菱电机株式会社) 2015年 2月 11日 (2015 - 02 - 11) 说明书第[0028]-[0058]段, 附图1</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107039419 A (富士电机株式会社) 2017年 8月 11日 (2017 - 08 - 11) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107768429 A (电子科技大学) 2018年 3月 6日 (2018 - 03 - 06) 全文</td> <td>1-12</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2016225583 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 2016年 12月 28日 (2016 - 12 - 28) 全文</td> <td>1-12</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	A	CN 104350602 A (三菱电机株式会社) 2015年 2月 11日 (2015 - 02 - 11) 说明书第[0028]-[0058]段, 附图1	1-12	A	CN 107039419 A (富士电机株式会社) 2017年 8月 11日 (2017 - 08 - 11) 全文	1-12	A	CN 107768429 A (电子科技大学) 2018年 3月 6日 (2018 - 03 - 06) 全文	1-12	A	JP 2016225583 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 2016年 12月 28日 (2016 - 12 - 28) 全文	1-12
类型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求															
A	CN 104350602 A (三菱电机株式会社) 2015年 2月 11日 (2015 - 02 - 11) 说明书第[0028]-[0058]段, 附图1	1-12															
A	CN 107039419 A (富士电机株式会社) 2017年 8月 11日 (2017 - 08 - 11) 全文	1-12															
A	CN 107768429 A (电子科技大学) 2018年 3月 6日 (2018 - 03 - 06) 全文	1-12															
A	JP 2016225583 A (FUJI ELECTRIC CO., LTD.) 2016年 12月 28日 (2016 - 12 - 28) 全文	1-12															
<p><input type="checkbox"/> 其余文件在C栏的续页中列出。</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> 见同族专利附件。</p>																	
<p>* 引用文件的具体类型:</p> <p>“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件</p> <p>“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利</p> <p>“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)</p> <p>“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件</p> <p>“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件</p> <p>“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件</p> <p>“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性</p> <p>“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性</p> <p>“&” 同族专利的文件</p>																	
<p>国际检索实际完成的日期</p> <p>2020年 12月 1日</p>		<p>国际检索报告邮寄日期</p> <p>2020年 12月 16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>王娜</p> <p>电话号码 86-(10)-53961474</p>															

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/079555

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	104350602	A	2015年 2月 11日	US	2015129930	A1	2015年 5月 14日
				KR	101613442	B1	2016年 4月 19日
				DE	112012006441	T5	2015年 2月 26日
				JP	5875680	B2	2016年 3月 2日
				CN	104350602	B	2017年 3月 15日
				KR	20140143826	A	2014年 12月 17日
				JP	W02013179379	A1	2016年 1月 14日
				US	9299818	B2	2016年 3月 29日
				WO	2013179379	A1	2013年 12月 5日
				DE	112012006441	B4	2018年 7月 12日
CN	107039419	A	2017年 8月 11日	US	10050105	B2	2018年 8月 14日
				US	2017200784	A1	2017年 7月 13日
				JP	6693131	B2	2020年 5月 13日
				JP	2017126600	A	2017年 7月 20日
CN	107768429	A	2018年 3月 6日	无			
JP	2016225583	A	2016年 12月 28日	JP	2020031222	A	2020年 2月 27日
				JP	6648429	B2	2020年 2月 14日
				US	2016111419	A1	2016年 4月 21日
				US	9559171	B2	2017年 1月 31日