(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
2020 年 9 月 24 日 (24.09.2020)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2020/186700 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 29/872 (2006.01) *H01L 29/06* (2006.01)
H01L 21/329 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/103911

(22) 国际申请日: 2019 年 9 月 2 日 (02.09.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910209930.0 2019年3月19日 (19.03.2019) CN

(71) 申请人: 南方科技大学(SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道1088号, Guangdong 518000 (CN)。

(72) 发明人: 于洪宇 (YU, Hongyu); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道1088号, Guangdong 518000 (CN)。 曾凡明 (ZENG, Fanming); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道1088号, Guangdong 518000 (CN)。

(74) 代理人: 北京品源专利代理有限公司 (BEYOND ATTORNEYS AT LAW); 中国北京市海淀区莲花池东路39号西金大厦6层, Beijing 100036 (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。

(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))。

(54) **Title:** SCHOTTKY DIODE, AND MANUFACTURING METHOD FOR SAME

(54) 发明名称: 肖特基二极管及其制备方法

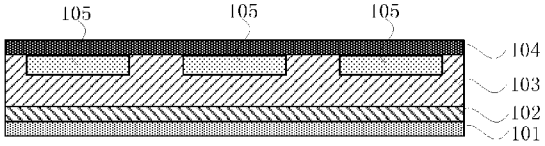

图 1

(57) **Abstract:** A Schottky diode, and a manufacturing method for the same. The Schottky diode comprises: a gallium oxide substrate (102); an epitaxial gallium oxide layer (103) located on the gallium oxide substrate (102), wherein a side of the epitaxial gallium oxide layer (103) away from the gallium oxide substrate (102) is provided with multiple trenches; multiple p-type material structures (105) located in the multiple trenches; a first electrode (104) covering the p-type material structures (105) and the epitaxial gallium oxide layer (103); and a second electrode (101) located at a side of the gallium oxide substrate (102) away from the epitaxial gallium oxide layer (103). A PN heterojunction structure is formed between the p-type material structures (105) and the epitaxial gallium oxide layer (103), so as to overcome technical difficulties and high costs in forming a p-type doped material from a gallium oxide material for manufacturing high-performance Schottky diodes. In addition, Schottky diodes manufactured by the invention have a low turn-on voltage and a high reverse breakdown voltage under a high voltage and a large current, thereby improving operational stability of the Schottky diodes.

WO 2020/186700 A1

[见续页]

(57) 摘要：一种肖特基二极管及其制备方法。所述肖特基二极管包括：氧化镓衬底（102）；位于所述氧化镓衬底（102）上的氧化镓外延层（103），其中，所述氧化镓外延层（103）远离所述氧化镓衬底（102）的一侧设置有多个沟槽；位于所述多个沟槽内的多个p型材料结构（105）；覆盖所述p型材料结构（105）及所述氧化镓外延层（103）的第一电极（104）；位于所述氧化镓衬底（102）远离所述氧化镓外延层（103）一侧的第二电极（101）。在p型材料结构（105）与氧化镓外延层（103）之间形成异质PN结结构，从而避免了氧化镓材料由于很难形成p型掺杂材料而用于制作高性能的肖特基二极管时伴随的高技术难度以及高成本的情况，同时制作的肖特基二极管在高电压大电流情况下具有较低的开启电压，且具有较高的反向击穿电压，提高了肖特基二极管工作的稳定性。

肖特基二极管及其制备方法

本申请要求在 2019 年 03 月 19 日提交中国专利局、申请号为 201910209930.0 的中国专利申请的优先权，该申请的全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及半导体技术，例如涉及一种肖特基二极管及其制备方法。

背景技术

氧化镓是一种宽禁带半导体材料，β-Ga_2O_3 禁带宽度大约是 4.85eV，其临界击穿电场高达 8MV/cm，且 n 型掺杂可控，耐辐射，熔点高，非常适合于制作高压电力电子器件。其应用包括功率电子器件，射频电子器件，紫外探测器，气体传感器等，并在固态照明、通讯、消费电子产品，以及新能源汽车、智能电网等领域有广阔的应用前景。氧化镓具有比碳化硅等第三代半导体材料更优异的耐高压等特性，其 Baliga 优值（Baliga‘s figure merit，BFOM）比氮化镓高大约 4 倍，比碳化硅高 9 倍多，且同质衬底可以采用熔体方式加工，因此具有广阔的应用前景，切合国家节能减排、智能制造、通讯与信息安全的要求。

对氧化镓的研究，目前还处于起步阶段，尽管实验表明氧化镓器件的击穿电场测试值已经超过氮化镓和碳化硅的理论值，但是目前工艺条件下氧化镓器件电学特性相比于其他第三代半导体器件仍然有一定的差距。由于氧化镓受主能级较深，且存在空穴自束缚效应，传统的 p 型受主元素很难掺杂至氧化镓中以构成 p 型材料，进而相关技术中利用氧化镓材料实现的 PN 结通常伴随着高技术难度以及高成本的问题。这在很大程度上限制了利用氧化镓材料来制作肖特基二极管，即无法利用氧化镓材料制备高性能的肖特基二极管。

发明内容

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

本申请提供一种肖特基二极管及其制备方法，以利用氧化镓材料实现高性能的肖特基二极管。

第一方面，本申请实施例提供了一种肖特基二极管，所述肖特基二极管包括：氧化镓衬底；位于所述氧化镓衬底上的氧化镓外延层，其中，所述氧化镓外延层远离所述氧化镓衬底的一侧设置有多个沟槽；位于所述多个沟槽内的多个 p 型材料结构；覆盖所述 p 型材料结构及所述氧化镓外延层的第一电极；位于所述氧化镓衬底远离所述氧化镓外延层一侧的第二电极。

在一实施例中，所述 p 型材料结构采用 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 单层结构、p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 多层交叠结构或 p 型碳化硅；其中，在所述 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 中，X+Y+Z=1。

在一实施例中，所述 p 型材料结构的厚度范围为 20 纳米至 500 纳米。

在一实施例中，所述沟槽呈周期性排布，所述沟槽为条形沟槽或环形沟槽。

在一实施例中，所述氧化镓衬底采用 α-Ga_2O_3 衬底，β-Ga_2O_3 衬底，γ-Ga_2O_3 衬底，δ-Ga_2O_3 衬底，或 ε-Ga_2O_3 衬底。

在一实施例中，所述第一电极和所述第二电极均包括 Ni、Ti、Al、Au、TiN、W、Pt、Pd、Mo 和 ITO 中的至少一种。

在一实施例中，所述第一电极包括场板结构。

第二方面，本申请实施例还提供了一种肖特基二极管的制备方法，所述方法包括：提供包括外延层的氧化镓衬底；在氧化镓的外延层上形成多个沟槽；在所述多个沟槽内形成多个 p 型材料结构；在氧化镓的外延层和所述 p 型材料结构上形成第一电极；在氧化镓衬底远离所述氧化镓的外延层的一侧形成第二电极。

在一实施例中，在所述多个沟槽内形成多个 p 型材料结构包括：在所述氧化镓的外延层上生长 p 型材料膜，所述 p 型材料膜填充所述多个沟槽；去除所述 p 型材料膜位于所述多个沟槽结构外的部分。

在一实施例中，在氧化镓的外延层和所述 p 型材料结构上形成第一电极包括：在氧化镓的外延层和所述 p 型材料结构上通过金属蒸镀法制作所述第一电极；在氧化镓衬底远离所述氧化镓的外延层的一侧形成第二电极包括：在所述氧化镓衬底远离所述氧化镓的外延层的一侧通过金属蒸镀法制作所述第二电极。

在阅读并理解了附图和详细描述后，可以明白其他方面。

附图说明

图 1 为本申请实施例提供的一种肖特基二极管的结构示意图；

图 2 为本申请实施例提供的一种肖特基二极管的制备方法的流程图；

图 3-6 为本申请实施例提供的对应肖特基二极管的制备方法形成的膜层的结构示意图。

具体实施方式

下面结合附图和实施例对本申请作进一步的详细说明。可以理解的是，此处所描述的示例实施例仅仅用于解释本申请，而非对本申请的限定。另外还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与本申请相关的部分而非全部结构。

参考图 1，图 1 为本申请实施例提供的一种肖特基二极管的结构示意图，肖特基二极管包括氧化镓衬底 102；位于氧化镓衬底 102 上的氧化镓外延层 103，其中，氧化镓外延层 103 远离氧化镓衬底 102 的一侧设置有多个沟槽；位于多个沟槽内的 p 型材料结构 105；覆盖 p 型材料结构 105 及氧化镓外延层 103 的第一电极 104；位于氧化镓衬底 102 远离氧化镓外延层 103 一侧的第二电极 101。

在一实施例中，氧化镓衬底 102 为 n 型高掺杂（n+）氧化镓，氧化镓外延层 103 为 n 型低掺杂（n-）；第二电极 101 与氧化镓衬底 102 之间可为欧姆接触，第一电极 104 与氧化镓外

延层 103 及多个 p 型材料结构 105 之间可为欧姆接触或肖特基接触，且将 p 型材料结构 105 设置于沟槽内，电场集中于沟槽的底部，提高了其他部位耗尽区的分压能力，有效地提高了肖特基二极管的反向击穿电压。p 型材料结构 105 中的多数载流子为空穴，而氧化镓外延层 103 中的多数载流子为电子，p 型材料结构 105 中的多数载流子（空穴）向氧化镓外延层 103 中移动，而氧化镓外延层 103 中的多数载流子（电子）向 p 型材料结构 105 中移动，p 型材料结构 105 与氧化镓外延层 103 之间形成异质 PN 结结构；而第一电极 104 与氧化镓外延层 103 之间形成肖特基结结构；且由于 p 型材料结构 105 的制作技术难度较低，只需在氧化镓外延层 103 上生长即可，也即 p 型材料结构 105 结构的形成相比利用氧化镓材料形成 p 型半导体材料具有更低的技术难度和成本，进而大大降低了利用氧化镓材料形成 PN 结的难度与成本；当肖特基二极管正向工作，并在第一电极 104 与第二电极 101 之间施加较小的工作电压时，由于肖特基结具有较小的开启电压，所以肖特基结先导通，随着施加的电压增大，异质 PN 结也开始导通，N 型材料开始向漂移区注入大量电子，进而降低了漂移区内的导通电阻，也即当肖特基二极管工作在大电流情况下，其正向导通电压也较低，同时 PN 结导通后，PN 结压降不变。

本实施例的技术方案，通过采用包括氧化镓衬底、氧化镓外延层、多个 p 型材料结构、第一电极和第二电极的肖特基二极管，在 p 型材料结构与氧化镓外延层之间形成异质 PN 结结构，从而避免了氧化镓材料由于很难形成 p 型掺杂材料而用于制作肖特基二极管时伴随的高技术难度和高成本的情况，同时制作的肖特基二极管在高电压大电流情况下具有较低的开启电压，且具有较高的反向击穿电压，提高了肖特基二极管工作的稳定性。

在一实施例中，p 型材料结构 105 采用 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 单层结构、p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 多层交叠结构或 p 型碳化硅；当 p 型材料结构 105 采用 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 单层结构或 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 多层交叠结构时，p 型材料结构 105 中掺杂有镁元素；当 p 型材料结构 105 采用 p 型碳化硅时，p 型材料结构 105 中掺杂有铝元素。

可以理解的是，当 p 型材料结构 105 采用 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 单层结构或 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 多层交叠结构时，p 型材料结构 105 中掺杂的元素也可以是除镁元素之外的其他元素；当 p 型材料结构 105 采用 p 型碳化硅时，p 型材料结构 105 中掺杂的元素也可以是除铝之外的其他元素。

在一实施例中，p 型材料结构 105 的厚度范围为 20 纳米至 500 纳米。若 p 型材料结构 105 过薄，则无法提供有效的空穴，而若 p 型材料结构 105 过厚，则会引入更多的材料缺陷，增加体电阻和体电容，进而影响肖特基二极管的性能。通过对 p 型材料结构 105 厚度的控制，以使 p 型材料结构 105 与氧化镓外延层 103 之间的耗尽层的厚度达到更优的水平，进一步改善肖特基二极管的性能，例如 p 型材料结构 105 的厚度可以为 100 纳米。

在一实施例中，氧化镓衬底 102 采用 α-Ga_2O_3 衬底，β-Ga_2O_3 衬底，γ-Ga_2O_3 衬底，δ-Ga_2O_3 衬底，或 ε-Ga_2O_3 衬底。

示例性的，β-Ga_2O_3 衬底具备高导电性、成本低、且具有良好的化学及热稳定性，可以采

用 β-Ga_2O_3 作为衬底。

在一实施例中，第一电极 101 和第二电极 104 均包括 Ni、Ti、Al、Au、TiN、W、Pt、Pd、Mo 和 ITO 中的至少一种。

在一实施例中，第一电极 101 和第二电极 104 可以是一种金属或者化合物，也可以是多种金属或化合物组成的叠层结构，以提高第一电极 101 与第二电极 104 的导电性能。

在一实施例中，第一电极 101 可包含场板结构，也可包括终端保护结构，示例性的，可采用悬空的 p 型保护环来改善肖特基二极管的电场分布，以进一步提高肖特基二极管的击穿电压，增强肖特基二极管工作的稳定性。

在一实施例中，沟槽成周期性排布，沟槽为条形沟槽或环形沟槽。

示例性的，沟槽可为条栅型的结构，或者等间距的同心圆环结构；通过设置周期性的沟槽结构，可降低肖特基二极管的制作难度，同时还可进一步改善肖特基二极管的电场分布，使得肖特基二极管内电场分布更为均匀，增强肖特基二极管的性能。

参考图 2，图 2 为本申请实施例提供的一种肖特基二极管的制备方法的流程图；图 3-6 为本申请实施例提供的对应肖特基二极管的制备方法形成的膜层的结构示意图；肖特基二极管的制备方法包括步骤 201 至步骤 204。

步骤 201，在氧化镓的外延层上形成多个沟槽。

示例性的，可采用包括外延层的氧化镓衬底，如相关技术中的氧化镓衬底；若不采用包括氧化镓外延层的衬底，则可首先在氧化镓衬底上生长一层相应外延层，再执行步骤 201。

参考图 3，可采用干法刻蚀或湿法腐蚀的方法制备多个沟槽；由于湿法腐蚀一般用于制作尺寸较大的器件，且干法刻蚀具有各向异性刻蚀性好，从而保证细小图形转移后的保真性。例如采用干法刻蚀来制作多个沟槽，干法刻蚀中所采用的气体为 SF_6、CF_4、BCl_3，Cl_2，Ar_2 中的一种或多种气体的混合。

步骤 202，在多个沟槽内形成多个 p 型材料结构。

在一实施例中，参考图 4 和图 5，在多个沟槽内形成多个 p 型材料结构 105 包括：在氧化镓的外延层 103 上生长 p 型材料膜 301，p 型材料膜 301 填充多个沟槽。

示例性的，p 型材料膜 301 生长的方式可为化学气相沉积法（Chemical Vapor Deposition，MOCVD）、分子束外延法（Molecular Beam Epitaxy，MBE）、氢化物气相外延法（Hydride Vapor Phase Epitaxy，HVPE）或原子层外延法（Atom Layer Deposition，ALD）。若采用 MOCVD 的方法，生长 p 型的氮化镓时，p 型材料膜 301 中掺杂的元素可为镁元素，p 型材料膜 301 生长所采用的反应源和载气主要有三甲基镓（TMGa），三甲基铝（TMA），NH_3，二茂镁（Cp_2Mg），H_2，N_2 等。p 型材料膜 301 生长温度在 1000℃-1100℃之间，二茂镁提供 p 型掺杂剂。若采用 MBE 的方法，氮源采用氮气射频氮等离子体源，固态镓作为镓源，固态镁作为镁源，V/III 比为 1/1，生长室压力为 1.1×10^{-4}mbar。可以理解的是，上述的 p 型材料膜 301 是以 p 型的铝铟镓氮为例，若 p 型材料膜 301 采用 p 型的碳化硅，可以采用热壁式 CVD 或 LPCVD（Low Pressure Chemical Vapor Deposition，低压力化学气相沉积法）的方式生长 p 型的碳化硅，反

应气体为纯硅烷和纯丙烷，载气为氢气，p 型掺杂剂为三甲基铝。

去除 p 型材料膜 301 位于沟槽结构外的部分。

示例性的，参考图 5，可采用干法刻蚀或者化学机械研磨（Chemical Mechanical Polishing，CMP）或激光剥离去除 p 型材料膜 301 位于沟槽结构外的部分，例如采用 CMP 的方法，以暴露出氧化镓外延层 103，并在沟槽内形成多个 p 型材料结构 105。

步骤 203，在氧化镓的外延层和 p 型材料结构上形成第一电极 104。

在一实施例中，参考图 6，可通过金属蒸镀法在氧化镓的外延层 103 和 p 型材料结构 105 上制作第一电极 104；第一电极 104 的材料可为 Ni，Ti，Al，Au，TiN，W，Pt，Pd，Mo 和 ITO 中的一种，或多种组成的叠层结构。蒸镀方式包括磁控溅射，电子束蒸发，化学电镀等方案。以使第一电极 104 金属与氧化镓外延层 103 及 p 型材料结构 105 形成肖特基接触结构。

步骤 204，在氧化镓衬底远离氧化镓的外延层的一侧形成第二电极 101。

在一实施例中，在氧化镓衬底 102 远离氧化镓外延层 103 的一侧上通过金属蒸镀的方法，制作第二电极 101，第二电极 101 的材料可为 Ni，Ti，Al，Au，TiN，W，Pt，Pd，Mo 和 ITO 中的一种，或多种组成的叠层结构。蒸镀方式包括磁控溅射，电子束蒸发，化学电镀等方案。接着利用高温快速退火设备对第二电极 101 金属进行热退火，以使第一电极 101 金属与氧化镓衬底 102 形成欧姆接触结构。其中，退火温度一般为 500 度至 900 度，退火环境可采用氮气环境。可以理解的是，也可先制作第二电极 101，再制作第一电极 104，本申请实施例对此不做具体限定。

本实施例的技术方案，通过提供一种肖特基二极管的制备方法，在 p 型材料结构与氧化镓外延层之间形成异质 PN 结结构，从而避免了氧化镓材料由于很难形成 p 型掺杂材料而用于制作肖特基二极管时伴随的高技术难度和高成本的情况，同时制作的肖特基二极管在高电压大电流情况下具有较低的开启电压，且具有较高的反向击穿电压，提高了肖特基二极管工作的稳定性。

1、一种肖特基二极管，所述肖特基二极管包括：

氧化镓衬底；

位于所述氧化镓衬底上的氧化镓外延层，其中，所述氧化镓外延层远离所述氧化镓衬底的一侧设置有多个沟槽；

位于所述多个沟槽内的多个 p 型材料结构；

覆盖所述 p 型材料结构及所述氧化镓外延层的第一电极；

位于所述氧化镓衬底远离所述氧化镓外延层一侧的第二电极。

2、根据权利要求 1 所述的肖特基二极管，其中，所述 p 型材料结构采用 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 单层结构、p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 多层交叠结构或 p 型碳化硅；

其中，在所述 p 型 $In_xAl_yGa_zN$ 中，X+Y+Z=1。

3、根据权利要求 2 所述的肖特基二极管，其中，所述 p 型材料结构的厚度范围为 20 纳米至 500 纳米。

4、根据权利要求 1 所述的肖特基二极管，其中，所述沟槽呈周期性排布，所述沟槽为条形沟槽或环形沟槽。

5、根据权利要求 1 所述的肖特基二极管，其中，所述氧化镓衬底采用 α-Ga_2O_3 衬底，β-Ga_2O_3 衬底，γ-Ga_2O_3 衬底，δ-Ga_2O_3 衬底，或 ε-Ga_2O_3 衬底。

6、根据权利要求 1 所述的肖特基二极管，其中，所述第一电极和所述第二电极均包括 Ni、Ti、Al、Au、TiN、W、Pt、Pd、Mo 和 ITO 中的至少一种。

7、根据权利要求 1 所述的肖特基二极管，其中，所述第一电极包括场板结构。

8、一种肖特基二极管的制备方法，包括：

提供包括外延层的氧化镓衬底；

在氧化镓的外延层上形成多个沟槽；

在所述多个沟槽内形成多个 p 型材料结构；

在氧化镓的外延层和所述 p 型材料结构上形成第一电极；

在氧化镓衬底远离所述氧化镓的外延层的一侧形成第二电极。

9、根据权利要求 8 所述的肖特基二极管的制备方法，其中，在所述多个沟槽内形成多个 p 型材料结构包括：

在所述氧化镓的外延层上生长 p 型材料膜，所述 p 型材料膜填充所述多个沟槽；

去除所述 p 型材料膜位于所述多个沟槽结构外的部分。

10、根据权利要求 8 所述的肖特基二极管的制备方法，其中，在氧化镓的外延层和所述 p 型材料结构上形成第一电极包括：

在氧化镓的外延层和所述 p 型材料结构上通过金属蒸镀法制作所述第一电极；

在氧化镓衬底远离所述氧化镓的外延层的一侧形成第二电极包括：

在所述氧化镓衬底远离所述氧化镓的外延层的一侧通过金属蒸镀法制作所述第一电极。

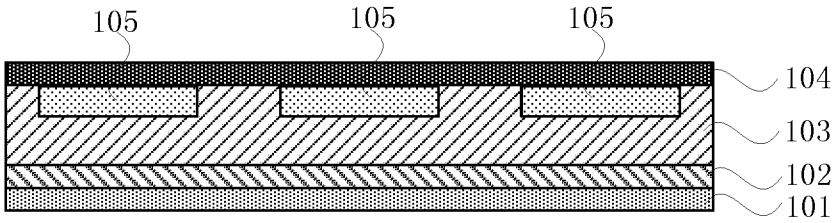
105
105
105
104
103
102
101

图 1

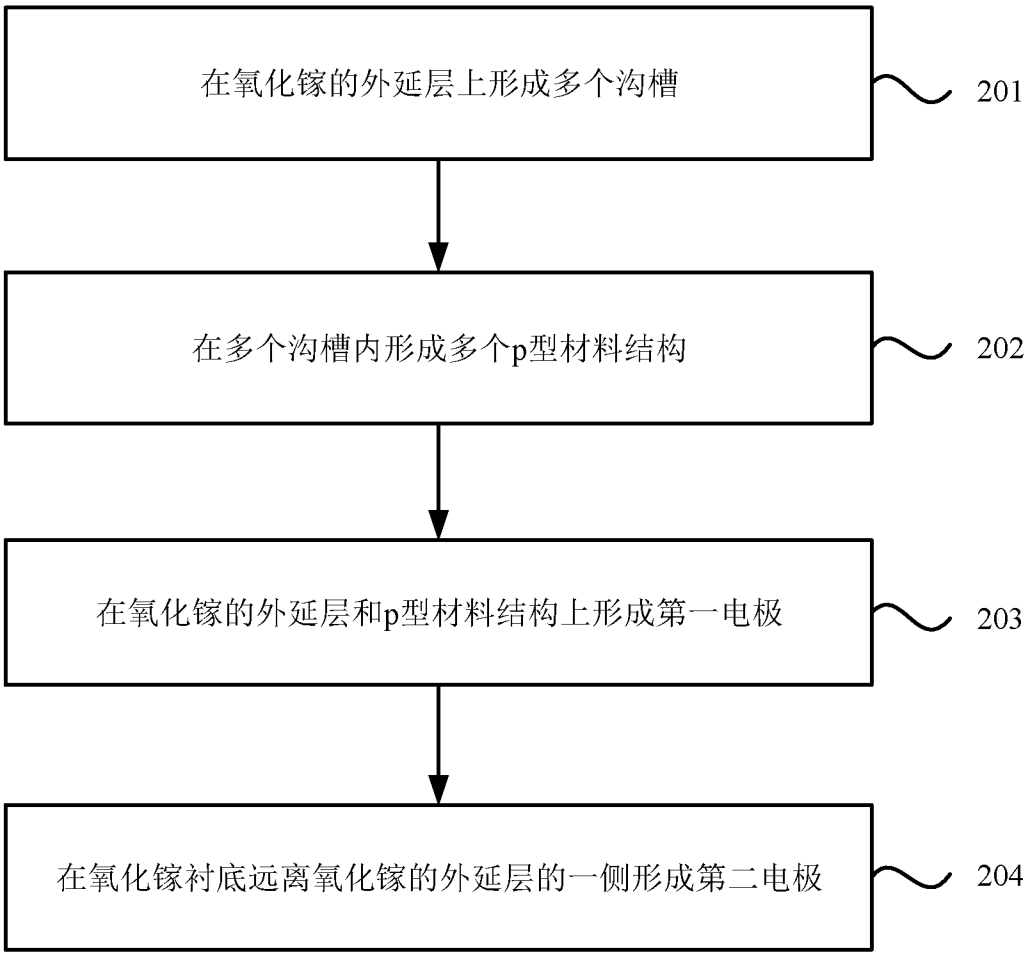
在氧化镓的外延层上形成多个沟槽
201
在多个沟槽内形成多个p型材料结构
202
在氧化镓的外延层和p型材料结构上形成第一电极
203
在氧化镓衬底远离氧化镓的外延层的一侧形成第二电极
204

图 2

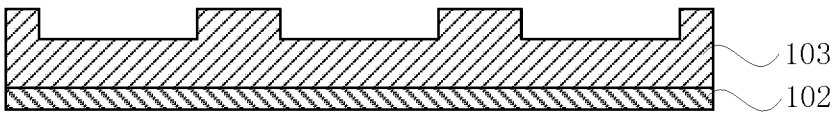
103
102

图 3

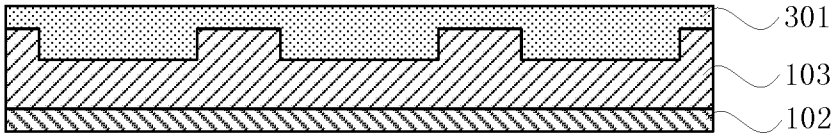
301
103
102

图 4

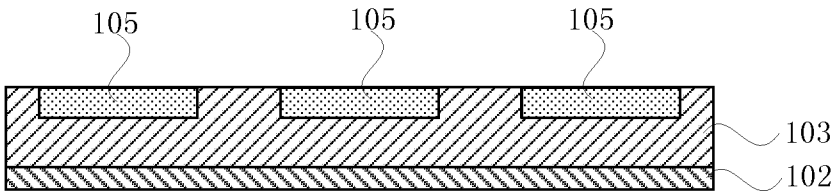

图 5

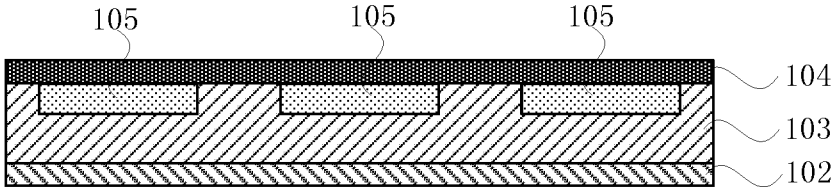

图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2019/103911

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 29/872(2006.01)i; H01L 21/329(2006.01)i; H01L 29/06(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)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: 肖特基二极管, 氧化镓, 沟槽, PN结, SBD, schottky, diode, Ga2O3, trench, groove, PN

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 109920857 A (SOUTH UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 21 June 2019 (2019-06-21) claims 1-10	1-10
X	CN 106415845 A (FLOSFIA INC.) 15 February 2017 (2017-02-15) description, paragraphs [0019]-[0022], [0037]-[0048], [0070]-[0076], and [0083]-[0109], and figures 9-12	1-10
A	CN 106887470 A (XIDIAN UNIVERSITY) 23 June 2017 (2017-06-23) entire document	1-10
A	CN 109075214 A (TAMURA SEISAKUSHO KK) 21 December 2018 (2018-12-21) entire document	1-10
A	JP 2018078177 A (TDK CORPORATION) 17 May 2018 (2018-05-17) entire document	1-10

☐ 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	Date of mailing of the international search report
15 November 2019	**27 November 2019**
Name and mailing address of the ISA/CN **China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)** **No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088** **China** Facsimile No. **(86-10)62019451**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2019/103911

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	109920857	A	21 June 2019	None			
CN	106415845	A	15 February 2017	KR	101984061	B1	04 June 2019
				JP	2019057715	A	11 April 2019
				CN	108899359	A	27 November 2018
				KR	20180118823	A	31 October 2018
				EP	3174101	A4	28 June 2017
				JP	2019057717	A	11 April 2019
				KR	20190103496	A	04 September 2019
				EP	3174101	A1	31 May 2017
				JP	6573207	B2	11 September 2019
				US	10439028	B2	08 October 2019
				JP	2019057714	A	11 April 2019
				JP	6573206	B2	11 September 2019
				JP	2018093207	A	14 June 2018
				KR	20170005120	A	11 January 2017
				KR	102018329	B1	04 September 2019
				WO	2016013554	A1	28 January 2016
				JP	2019057716	A	11 April 2019
				JP	6281146	B2	21 February 2018
				JP	2019057718	A	11 April 2019
				JP	2019033271	A	28 February 2019
				US	2017200790	A1	13 July 2017
				JP	WO2016013554	A1	08 June 2017
CN	106887470	A	23 June 2017	CN	106887470	B	16 July 2019
CN	109075214	A	21 December 2018	JP	2017199869	A	02 November 2017
				US	2019148563	A1	16 May 2019
				TW	201740568	A	16 November 2017
				WO	2017188105	A1	02 November 2017
				KR	20180135060	A	19 December 2018
				EP	3451388	A1	06 March 2019
JP	2018078177	A	17 May 2018	WO	2018088018	A1	17 May 2018
				CN	109923678	A	21 June 2019
				EP	3540784	A1	18 September 2019

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2019/103911

A. 主题的分类

H01L 29/872(2006.01)i; H01L 21/329(2006.01)i; H01L 29/06(2006.01)i

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)

H01L

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））

CNKI,CNPAT,WPI,EPODOC:肖特基二极管，氧化镓，沟槽，PN结，SBD, schottky, diode, Ga2O3, trench, groove, PN

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 109920857 A (南方科技大学) 2019年 6月 21日 (2019-06-21) 权利要求1-10	1-10
X	CN 106415845 A (FLOSFIA株式会社) 2017年 2月 15日 (2017-02-15) 说明书[0019]-[0022]、[0037]-[0048]、[0070]-[0076]、[0083]-[0109]段，附图9-12	1-10
A	CN 106887470 A (西安电子科技大学) 2017年 6月 23日 (2017-06-23) 全文	1-10
A	CN 109075214 A (株式会社田村制作所) 2018年 12月 21日 (2018-12-21) 全文	1-10
A	JP 2018078177 A (TDK CORP.) 2018年 5月 17日 (2018-05-17) 全文	1-10

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2019年 11月 15日	2019年 11月 27日
ISA/CN的名称和邮寄地址 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 传真号 (86-10)62019451	受权官员 赵世欣 电话号码 86-(10)-53961201

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2019/103911

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	109920857	A	2019年 6月 21日	无			
CN	106415845	A	2017年 2月 15日	KR	101984061	B1	2019年 6月 4日
				JP	2019057715	A	2019年 4月 11日
				CN	108899359	A	2018年 11月 27日
				KR	20180118823	A	2018年 10月 31日
				EP	3174101	A4	2017年 6月 28日
				JP	2019057717	A	2019年 4月 11日
				KR	20190103496	A	2019年 9月 4日
				EP	3174101	A1	2017年 5月 31日
				JP	6573207	B2	2019年 9月 11日
				US	10439028	B2	2019年 10月 8日
				JP	2019057714	A	2019年 4月 11日
				JP	6573206	B2	2019年 9月 11日
				JP	2018093207	A	2018年 6月 14日
				KR	20170005120	A	2017年 1月 11日
				KR	102018329	B1	2019年 9月 4日
				WO	2016013554	A1	2016年 1月 28日
				JP	2019057716	A	2019年 4月 11日
				JP	6281146	B2	2018年 2月 21日
				JP	2019057718	A	2019年 4月 11日
				JP	2019033271	A	2019年 2月 28日
				US	2017200790	A1	2017年 7月 13日
				JP	WO2016013554	A1	2017年 6月 8日
CN	106887470	A	2017年 6月 23日	CN	106887470	B	2019年 7月 16日
CN	109075214	A	2018年 12月 21日	JP	2017199869	A	2017年 11月 2日
				US	2019148563	A1	2019年 5月 16日
				TW	201740568	A	2017年 11月 16日
				WO	2017188105	A1	2017年 11月 2日
				KR	20180135060	A	2018年 12月 19日
				EP	3451388	A1	2019年 3月 6日
JP	2018078177	A	2018年 5月 17日	WO	2018088018	A1	2018年 5月 17日
				CN	109923678	A	2019年 6月 21日
				EP	3540784	A1	2019年 9月 18日