

(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  
2024 年 11 月 14 日 (14.11.2024)



(10) 国际公布号  
**WO 2024/229879 A1**

(51) 国际专利分类号:  
**H01L 29/06** (2006.01) **H01L 29/43** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2023/094294

(22) 国际申请日: 2023 年 5 月 15 日 (15.05.2023)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:  
202310520377.9 2023年5月9日 (09.05.2023) CN

(71) 申请人: 北京超弦存储器研究院  
(**BEIJING SUPERSTRING ACADEMY OF MEMORY TECHNOLOGY**) [CN/CN]; 中国北京市大兴区  
北京经济技术开发区景园北街 52 幢 5 层  
501-12, Beijing 100176 (CN)。

(72) 发明人: 王桂磊(**WANG, Guilei**); 中国北京市大兴区  
北京经济技术开发区景园北街 52 幢 5 层 501-12,

Beijing 100176 (CN)。项金娟(**XIANG, Jinjuan**); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区景园北街 52 幢 5 层 501-12, Beijing 100176 (CN)。赵超(**ZHAO, Chao**); 中国北京市大兴区北京经济技术开发区景园北街 52 幢 5 层 501-12, Beijing 100176 (CN)。

(74) 代理人: 北京市立方律师事务所 (**LIFANG & PARTNERS**); 中国北京市东城区香河园街 1 号院  
信德京汇中心 12 层, Beijing 100028 (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,  
CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,  
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ,  
IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ,  
LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN,  
MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA,  
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD,

(54) **Title:** TRANSISTOR, MANUFACTURING METHOD THEREFOR, MEMORY AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 晶体管及其制造方法、存储器和电子设备

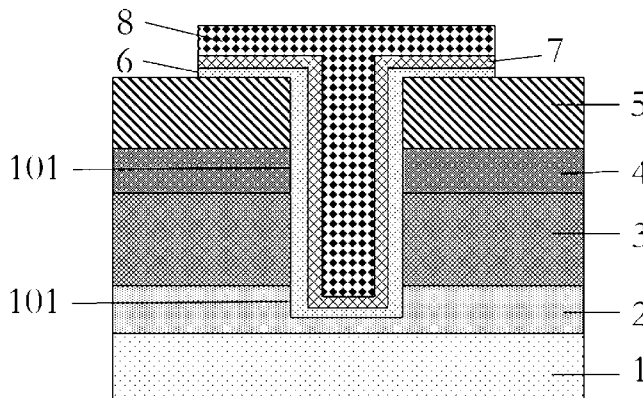


图 1

(57) **Abstract:** The present application provides a transistor, a manufacturing method therefor, a memory and an electronic device, and belongs to the field of semiconductor devices and manufacturing. The transistor is a vertical transistor, and comprises a first source/drain, a first dielectric layer, a second source/drain and a second dielectric layer which are stacked on a substrate, and an active layer extending in a first direction perpendicular to the substrate. The active layer penetrates through the second dielectric layer, the second source/drain, the first dielectric layer and part or all of the first source/drain, the bottom of the active layer penetrating through the first source/drain or being in contact with part of the first source/drain. The work function of the material of the first source/drain is different from the work function of the material of the second source/drain. The active layer is a metal oxide semiconductor layer. The present application can suppress channel leakage and help to suppress short-channel effects.

SE, SG, SK, SL, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,  
NA, RW, SC, 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, ME, 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: 本申请提供了一种晶体管及其制造方法、存储器和电子设备。属于半导体器件及制作领域。该晶体管为垂直晶体管, 包括设置于衬底上方的层叠的第一源/漏极、第一介质层、第二源/漏极和第二介质层, 以及沿垂直于衬底的第一方向延伸的有源层。有源层穿设于第二介质层、第二源/漏极、第一介质层和部分或全部的第一源/漏极, 有源层的底部贯穿第一源/漏极或与部分的第一源/漏极接触。第一源/漏极的材料功函数与第二源/漏极的材料功函数不同。有源层为金属氧化物半导体层。本申请能够抑制沟道漏电同时有利于抑制短沟道效应。

## 晶体管及其制造方法、存储器和电子设备

### 5 技术领域

本申请涉及半导体技术领域，具体而言，本申请涉及一种晶体管及其制造方法、存储器和电子设备。

### 背景技术

10 晶体管具有高迁移率、稳定性好、制作工艺简单等优点，成为研究热点。然而，随着晶体管尺寸的不断微缩，晶体管容易出现漏电问题，或者短沟道效应明显。

### 发明内容

15 本申请针对现有方式的缺点，提出一种晶体管及其制造方法、存储器和电子设备，用以解决现有晶体管容易出现漏电或者短沟道效应明显的技术问题。

第一个方面，本申请实施例提供了一种晶体管，所述晶体管为垂直晶体管，包括：设置于衬底上方的层叠的第一源/漏极、第一介质层、第二源/漏极和第二介质层，以及沿垂直于所述衬底的第一方向延伸的有源层；  
20 源/漏极和第二介质层，以及沿垂直于所述衬底的第一方向延伸的有源层；

所述有源层穿设于所述第二介质层、所述第二源/漏极、所述第一介质层，穿设于部分或全部的所述第一源/漏极，所述有源层与所述第一源/漏极和所述第二源/漏极接触；

所述第一源/漏极的材料功函数与所述第二源/漏极的材料功函数  
25 不同；

所述有源层为金属氧化物半导体层。

可选地，所述第一源/漏极的材料和所述第二源/漏极的材料中其中一个为金属氧化物材料，另一个为金属材料。

可选地,所述金属氧化物材料的功函数小于所述有源层材料的功函数,所述金属材料的功函数大于所述有源层材料的功函数。

可选地,所述第一源/漏极和第二源/漏极的其中之一与所述有源层之间为非肖特基接触,所述第一源/漏极和第二源/漏极的另一个与所述有源层之间为肖特基接触。

可选地,所述金属氧化物半导体层的金属材料选自铟、镓、锌、锡、钛、铝中的至少一种。

可选地,所述第一源/漏极和第二源/漏极的其中之一与所述有源层接触的界面包含氧化铟锡、氧化铟锌、掺钨氧化铟中至少一种。

可选地,所述第一源/漏极和第二源/漏极的另一个与所述有源层接触的界面包含钛、钨、钽、钼中至少之一的金属或金属氮化物。

可选地,所述第一源/漏极和第二源/漏极的其中之一与所述有源层接触的界面包含氧化铟锡或氧化铟锌,另一与所述有源层接触的界面包含氮化钛。

可选地,所述第一源/漏极和所述第二源/漏极至少之一包含主体结构,所述主体结构和所述有源层之间包含与所述有源层接触的所述界面。

可选地,所述主体结构和所述界面包含的材料为相同的材料,均为氧化铟锡。

可选地,所述主体结构和所述界面包含的材料为不相同的材料,所述主体结构的金属材料选自钨、铜、铝、银中至少一种。

可选地,所述有源层为中空筒状,所述有源层的外侧表面与所述第一源/漏极和第二源/漏极耦合连接,所述有源层中靠近所述第一源/漏极或所述第二源/漏极接触的区域平均氧浓度与远离所述第一源/漏极或所述第二源/漏极的区域平均氧浓度相同。

第二个方面,本申请实施例提供了一种存储器,包括至少一个如第一个方面所述的晶体管。

第三个方面,本申请实施例提供了一种电子设备,包括第二个方面所述的存储器。

第四个方面，本申请实施例提供了一种晶体管的制造方法，包括：

在衬底的上方依次制造初始第一源/漏极、初始第一介质层、初始第二源/漏极和初始第二介质层；所述初始第一源/漏极的材料功函数与所述初始第二源/漏极的材料功函数不同；

5 对所述初始第二介质层、所述初始第二源/漏极、所述初始第一介质层和部分或全部厚度的所述初始第一源/漏极进行图案化，形成第二介质层、第二源/漏极、第一介质层和第一源/漏极，以及形成贯穿所述第二介质层、第二源/漏极、第一介质层和部分或全部厚度的第一源/漏极的孔；所述第一方向垂直于所述衬底；

10 在所述孔内和所述第二介质层远离所述衬底的上方，制造随形的初始有源层。

可选地，在所述孔内和所述第二介质层远离所述衬底的上方，制造随形的初始有源层之后，还包括：

15 在位于所述孔内的所述初始有源层的内表面和位于所述第二介质层远离所述衬底上方的所述初始有源层的上表面依次随形制造初始栅极绝缘层和初始栅极。

可选地，在位于所述孔内的所述初始有源层的内表面和位于所述第二介质层远离所述衬底上方的所述初始有源层的表面随形制造初始栅极绝缘层和初始栅极之后，还包括：

20 对位于所述第二介质层远离所述衬底上方的所述初始有源层、所述初始栅极绝缘层和所述初始栅极进行图案化，得到有源层、栅极绝缘层和栅极。

本申请实施例提供的技术方案带来的有益技术效果包括：

25 第一源/漏极的材料功函数与第二源/漏极的材料功函数不同，意味着第一源/漏极的材料功函数可以高于第二源/漏极的材料功函数，或者第一源/漏极的材料功函数可以低于第二源/漏极的材料功函数。在施加外部电场的情况下，较高功函数的材料与有源层接触，能够形成肖特基接触，产生耗尽层，能够抑制沟道漏电，从而提高晶体管的保持特性；较低功函数的材料与有源层接触，能够形成欧姆接触，无耗尽层，能够有

利于抑制短沟道效应，进而有利于提高晶体管的漏电性能，从而有利于降低晶体管的自热效应，有利于提高晶体管的可靠性。

而且，有源层和栅极均是沿第一方向（竖直方向）延伸设置的，能够尽可能地缩小晶体管的尺寸。

5       本申请附加的方面和优点将在下面的描述中部分给出，这些将从下面的描述中变得明显，或通过本申请的实践了解到。

## 附图说明

10       本申请上述的和/或附加的方面和优点从下面结合附图对实施例的描述中将变得明显和容易理解，其中：

图 1 为本申请实施例提供的一种晶体管的膜层剖面示意图；

图 2 为本申请实施例提供的另一种晶体管的膜层剖面示意图；

图 3 为本申请实施例提供的又一种晶体管的膜层剖面示意图；

图 4 为本申请实施例提供的一种晶体管的制造方法的流程示意图；

15       图 5 为本申请实施例提供的一种晶体管的制造方法中在衬底的上方依次制造初始第一源/漏极、初始第一介质层、初始第二源/漏极和初始第二介质层后得到的膜层剖面示意图；

20       图 6 为本申请实施例提供的一种晶体管的制造方法中对初始第二介质层、初始第二源/漏极、初始第一介质层和部分或全部厚度的初始第一源/漏极进行图案化，形成第二介质层、第二源/漏极、第一介质层和第一源/漏极，以及形成贯穿第二介质层、第二源/漏极、第一介质层和部分或全部厚度的第一源/漏极的孔后的膜层剖面示意图；

图 7 为本申请实施例提供的一种晶体管的制造方法中在孔内和第二介质层远离衬底的上方，制造随形的初始有源层后的膜层剖面示意图；

25       图 8 为本申请实施例提供的一种晶体管的制造方法中在位于孔内的初始有源层的内表面和位于第二介质层远离衬底的上方的有源层的上表面依次随形制造初始栅极绝缘层和初始栅极后的膜层剖面示意图。

附图标记说明：

- 1-衬底；  
2-第一源/漏极； 21-初始第一源/漏极；  
3-第一介质层； 31-初始第一介质层；  
4-第二源/漏极； 41-初始第二源/漏极；  
5 5-第二介质层； 51-初始第二介质层；  
6-有源层； 61-初始有源层；  
7-栅极绝缘层； 71-初始栅极绝缘层；  
8-栅极； 81-初始栅极；  
9-孔；  
10 101-界面；  
102-主体结构。

## 具体实施方式

下面结合本申请中的附图描述本申请的实施例。应理解，下面结合附图所阐述的实施方式，是用于解释本申请实施例的技术方案的示例性描述，对本申请实施例的技术方案不构成限制。

本技术领域技术人员可以理解，除非特意声明，这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是，本申请的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件，但不排除实现为本技术领域所支持其他特征、信息、数据、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组合等。这里使用的术语“和/或”指该术语所限定的项目中的至少一个，例如“A 和/或 B”可以实现为“A”，或者实现为“B”，或者实现为“A 和 B”。

为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请实施方式作进一步地详细描述。

下面以具体地实施例对本申请的技术方案以及本申请的技术方案如何解决上述技术问题进行详细说明。需要指出的是，下述实施方式之间可以相互参考、借鉴或结合，对于不同实施方式中相同的术语、相似的特征

以及相似的实施步骤等，不再重复描述。

本申请实施例提供了一种晶体管，该晶体管为垂直晶体管，该晶体管的结构示意图如图 1 至图 3 所示，包括：设置于衬底 1 上方的层叠的第一源/漏极 2、第一介质层 3、第二源/漏极 4 和第二介质层 5，以及沿垂直于衬底 1 的第一方向延伸的有源层 6。

有源层 6 穿设于第二介质层 5、第二源/漏极 4、第一介质层 3，穿设于部分或全部的第一源/漏极 2，有源层 6 与第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 接触。

第一源/漏极 2 的材料的功函数与第二源/漏极 4 的材料的功函数不同。

有源层 6 为金属氧化物半导体层。

需要说明的是，第一方向为垂直于衬底 1 的方向，即垂直方向。第一源/漏极 2 可以为源极或者漏极，相对应地，第二源/漏极 4 可以为漏极或者源极，可以根据实际需要进行具体的限定，在此不作任何限定。

本申请实施例提供的晶体管中，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 沿垂直方向层叠设置，能够尽可能减小晶体管的尺寸。

本申请实施例中，参考图 1，有源层 6 穿过第二介质层 5、第二源/漏极 4、第一介质层 3 和部分的第二源/漏极 2，有源层 6 的底部与部分厚度的第二源/漏极 2 接触。参考图 2，有源层 6 穿过第二介质层 5、第二源/漏极 4、第一介质层 3 和全部的第二源/漏极 2，有源层 6 的底部贯穿第二源/漏极 2。在图 1 和图 2 两种情况下，第二源/漏极 2 和第二源/漏极 4 之间的有源层 6 在施加外部电场的情况下能够形成沟道，则作为沟道的部分有源层 6 是沿竖直方向设置的，能够进一步地缩小晶体管的尺寸。

再参考图 1，有源层 6 的底面比第二源/漏极 2 的上表面更靠近衬底 1，由此能够增大有源层 6 与第二源/漏极 2 的接触面积，避免在施加外部电场的情况下，有源层 6 与第二源/漏极 2 接触不良的现象。

本申请实施例中，第二源/漏极 2 的材料的功函数与第二源/漏极 4 的材料的功函数不同，意味着第二源/漏极 2 的材料的功函数可以高于第二源/漏极 4 的材料的功函数，或者第二源/漏极 2 的材料的功函数可以低于第二源/漏极 4 的材料的功函数。

可选地，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一与有源层 6 之间为非肖特基接触，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的另一个与有源层 6 之间为肖特基接触。

本申请实施例中，非肖特基接触为欧姆接触。

5 在施加外部电场的情况下，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一中的较高功函数的金属材料与有源层 6 接触，即为肖特基接触。由于较高功函数的金属材料的费米能级低于有源层 6 的费米能级，有源层 6 中的电子流向较高功函数的金属材料，则有源层 6 的能带向上弯曲。能带向上弯曲的有源层 6 由于电子耗尽形成电子耗尽层，在第一源/漏极 2 和第二  
10 源/漏极 4 的其中之一中的较高功函数的金属材料与有源层 6 的界面形成能量势垒，该能量势垒不利于电子运输，因此能够降低沟道漏电，从而提高晶体管的保持特性。

在施加外部电场的情况下，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一中的较低功函数的材料与有源层 6 接触，即为欧姆接触。由于较低功  
15 函数的金属材料的费米能级高于有源层 6 的费米能级，较低功函数的金属材料中的电子流向有源层 6，则有源层 6 的能带向下弯曲。能带向下弯曲的有源层无耗尽层，接触电阻较小，有利于提升沟道的开态电流。由于无耗尽区的产生，阈值电压不会随着沟道长度减小而变化，因此能够有利于抑制短沟道效应；由于短沟道效应的抑制，有利于提高晶体管的漏电性能，  
20 从而有利于降低晶体管的自热效应，有利于提高晶体管的可靠性。

综上，本申请利用非对称的第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4，可以在沟道漏电、沟道开态电流、保持特性和短沟道效应等方面直接实现参数的综合优化。

可选地，第一源/漏极 2 的材料和第二源/漏极 4 的材料中其中一个为  
25 金属氧化物材料，另一个为金属材料。

本申请实施例中，第一源/漏极 2 的材料可以为金属氧化物材料或者金属材料，相对应地，第二源/漏极 4 的材料可以为金属材料或者金属氧化物导电材料。

需要说明的是，金属氧化物材料为导电材料。

可选地，金属氧化物材料的功函数小于有源层 6 的材料的功函数；金属材料的功函数大于有源层 6 的材料的功函数。

本申请实施例中，金属氧化物材料的功函数小于有源层 6 的材料的功函数，金属材料的功函数大于有源层 6 材料的功函数。具体地，金属氧化物材料的功函数不小于 2.5eV 且小于 4.5eV；金属材料的功函数不小于 4.5eV 且不大于 5.5eV。金属氧化物材料的功函数在上述范围内能够有利于金属氧化物材料与有源层 6 之间为欧姆接触，有利于抑制短沟道效应，降低晶体管漏电情况和自热效应；金属材料的功函数在上述范围内能够有利于金属材料与有源层 6 之间为肖特基接触，有利于抑制沟道漏电，有利于提高晶体管的保持特性。

可以理解的是，有源层 6 材料的功函数与其本身材料的成分比例有关，有源层 6 材料的功函数可以在 4.5eV 上下一定范围内，比如有源层 6 材料的功函数不小于 4.4eV 且不大于 4.6eV。

可选地，金属氧化物材料包括氧化铟锡、氧化铟锌和掺钨氧化铟中至少一种；金属材料包括氮化钛、钨、钽和钼中至少一种。

本申请实施例中，金属氧化物材料中氧化铟锡、氧化铟锌和掺钨氧化铟均属于低功函数氧化物材料（低功函数的意思是材料的功函数低于有源层 6 材料的功函数）。金属材料中氮化钛、钨、钽和钼均属于高功函数金属材料（高功函数的意思是材料的功函数高于有源层 6 材料的功函数）。

可选地，金属氧化物半导体层的金属材料选自铟、镓、锌、锡、钛、铝中的至少一种。

本申请实施例中，金属氧化物半导体层的金属材料可以选自以上中至少一种，具体地，金属氧化物半导体层的材料可以包括氧化铟镓锌、氧化铟铝锌、氧化铟锡和掺钨氧化铟中一种或者多种组合叠层设置。

可选地，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一与有源层 6 接触的界面 101 包含氧化铟锡、氧化铟锌、掺钨氧化铟中至少一种。

可选地，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的另一个与有源层 6 接触的

界面 101 包含钛、钨、钽、钼中至少之一的金属或金属氮化物。

参考图 1，本申请的界面 101 可以是第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一的一部分，或者是单独的一部分。

本申请实施例中，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一与有源层 6 接触的界面 101 包含氧化铟锡、氧化铟锌、掺钨氧化铟中至少一种，氧化铟锡、氧化铟锌和掺钨氧化铟均属于低功函数氧化物材料（低功函数的意思是材料的功函数低于有源层 6 材料的功函数）。第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的另一个与有源层 6 接触的界面 101 包含钛、钨、钽、钼中至少之一的金属或金属氮化物，钛、钨、钽和钼的金属或金属氮化物均属于高功函数金属材料（高功函数的意思是材料的功函数高于有源层 6 材料的功函数），较高功函数的材料与有源层 6 接触，能够形成肖特基接触，产生耗尽层，能够抑制沟道漏电，从而提高晶体管的保持特性；较低功函数的材料与有源层 6 接触，能够形成欧姆接触，无耗尽层，能够有利于抑制短沟道效应，进而有利于提高晶体管的漏电性能，从而有利于降低晶体管的自热效应，有利于提高晶体管的可靠性。

可选地，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一与有源层 6 接触的界面 101 包含氧化铟锡或氧化铟锌，另一与有源层 6 接触的界面 101 包含氮化钛。

可选地，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的至少之一包含主体结构 102，主体结构 102 和有源层 6 之间包含与有源层 6 接触的界面 101。

本申请实施例中，参考图 3，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的至少之一包括主体结构 102 与界面 101 两个独立的部分。

可选地，主体结构 102 和界面 101 包含的材料为相同的材料，均为氧化铟锡。

本申请实施例中，主体结构 102 的材料和界面 101 的材料均可以为氧化铟锡，氧化铟锡材料属于金属氧化物材料，本身不具有吸氧特性，能够保证不吸收有源层 6 中的氧，避免引起电性漂移。而且该界面 101 能与有源层 6 形成肖特基接触或者欧姆接触，有利于节省制造工艺，节省时间。

可选地，主体结构 102 和界面 101 包含的材料为不相同的材料，主体结构 102 的金属材料选自钨、铜、铝、银中至少一种。

本申请实施例中，当主体结构 102 和界面 101 包含的材料为不相同的材料，主体结构 102 的金属材料选自钨、铜、铝、银中至少一种，即主体结构 102 的电阻率低于界面 101 的电阻率，能够有利于提升电流速率。

可选地，有源层 6 为中空筒状，有源层 6 的外侧表面与第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 耦合连接，有源层 6 中靠近第一源/漏极 2 或第二源/漏极 4 的区域平均氧浓度与远离第一源/漏极 2 或第二源/漏极 4 的区域平均氧浓度相同。

10 本申请实施例中，有源层 6 为中空筒状，有源层 6 的纵截面包含“U”形状。有源层 6 的外侧表面与第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 接触或者信号连接。

有源层 6 中靠近第一源/漏极 2 或第二源/漏极 4 的区域平均氧浓度与远离第一源/漏极 2 或第二源/漏极 4 的区域平均氧浓度相同，由此能够避免有源层 6 的电性漂移。第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 中之一的材料为金属氧化物材料，不具有吸氧特性，能够尽可能保证有源层 6 中靠近第一源/漏极 2 或第二源/漏极 4 的区域平均氧浓度与远离第一源/漏极 2 或第二源/漏极 4 的区域平均氧浓度相同。

20 可选地，晶体管还包括沿第一方向延伸设置的栅极绝缘层 7 和栅极 8，栅极绝缘层 7 和栅极 8 随形设置于有源层 6 远离衬底 1 的一侧且位于中空筒状有源层 6 内。

本申请实施例中，栅极绝缘层 7 在中空筒状有源层 6 内随形制备得到，栅极绝缘层 7 的纵截面也包含 U 形状。栅极 8 设置在栅极绝缘层 7 的两侧壁之间，即沿竖直方向的栅极 8 设置在纵截面呈 U 形状的栅极绝缘层 7 内。栅极 8 也沿竖直方向设置，能够缩小晶体管的尺寸。

可选地，栅极绝缘层 7 的材料包括氧化铪、氧化铝、铪铝氧、铪掺杂的氧化铪（HfLaO）中至少一种。

栅极 8 材料包括氧化铟锌、氧化铟锡、钨中至少一种。

本申请实施例中，栅极绝缘层 7 的材料中的氧化铪、氧化铝、铪铝氧和铜掺杂的氧化铪均为高介电常数材料，相对于二氧化硅材料，高介电常数材料能够维持驱动电流，减小漏电流密度，能够保持优良的漏电性能。栅极 8 材料中氧化铟铟、氧化铟锡和钨均为导电材料。

5 基于同一发明构思，本申请实施例提供了一种存储器，包括至少一个上述实施例提供的晶体管。

本申请实施例中，因该存储器包括晶体管，所以该存储器的有益效果包括上述实施例提供的晶体管的有益效果，在此不再赘述。

可选地，存储器包括多个堆叠设置的晶体管。

10 基于同一发明构思，本申请实施例提供了一种电子设备，包括上述实施例提供的存储器。

本申请实施例中，由于电子设备采用了前述各实施例提供的存储器，其原理和技术效果请参阅前述各实施例，在此不再赘述。

15 可选地，电子设备包括智能电话、计算机、平板电脑、人工智能设备、可穿戴设备或移动电源。

应该说明的是，电子设备并不局限于上述几种，本领域技术人员可以根据实际的应用需求，在不同的设备中设置本申请上述实施例所提供的存储器，从而得到本申请实施例所提供的电子设备。

20 基于同一发明构思，本申请实施例提供了一种晶体管的制造方法，该晶体管的制造方法的流程示意图如图 4 所示，该方法包括如下步骤 S1 至 S3：

S1：在衬底 1 的上方依次制造初始第一源/漏极 21、初始第一介质层 31、初始第二源/漏极 41 和初始第二介质层 51；初始第一源/漏极 21 的材料功函数与初始第二源/漏极 41 的材料功函数不同。

25 本申请实施例中，图 5 为在衬底 1 的上方依次制造初始第一源/漏极 21、初始第一介质层 31、初始第二源/漏极 41 和初始第二介质层 51 后得到的膜层剖面示意图。如图 5 所示，初始第一源/漏极 21 和初始第二源/漏极 41 沿垂直方向层叠设置，能够尽可能减小晶体管的尺寸。

初始第一源/漏极 21 的材料功函数与初始第二源/漏极 41 的材料的

功函数不同，意味着后续制造得到的第一源/漏极 2 的材料的功函数和第二源/漏极 4 的材料的功函数不同。第一源/漏极 2 的材料的功函数可以高于第二源/漏极 4 的材料的功函数，或者第一源/漏极 2 的材料的功函数可以低于第二源/漏极 4 的材料的功函数。在施加外部电场的情况下，较高功函数的材料与后续制造的有源层 6 接触，能够形成肖特基接触，产生耗尽层，能够抑制沟道漏电，从而提高晶体管的保持特性；较低功函数的材料与后续制造的有源层 6 接触，能够形成欧姆接触，无耗尽层，能够有利于抑制短沟道效应，进而有利于提高晶体管的漏电性能，从而有利于降低晶体管的自热效应，有利于提高晶体管的可靠性。

10 S2：对初始第二介质层 51、初始第二源/漏极 41、初始第一介质层 31 和部分或全部厚度的初始第一源/漏极 21 进行图案化，形成第二介质层 5、第二源/漏极 4、第一介质层 3 和第一源/漏极 2，以及形成贯穿第二介质层 5、第二源/漏极 4、第一介质层 3 和部分或全部厚度的第一源/漏极 2 的孔；第一方向垂直于衬底 1。

15 本申请实施例中，图 6 为对初始第二介质层 51、初始第二源/漏极 41、初始第一介质层 31 和部分或全部厚度的初始第一源/漏极 21 进行图案化，形成第二介质层 5、第二源/漏极 4、第一介质层 3 和第一源/漏极 2，以及形成贯穿第二介质层 5、第二源/漏极 4、第一介质层 3 和部分或全部厚度的第一源/漏极 2 的孔后的膜层剖面示意图。

20 本申请中对第二介质层 5、第二源/漏极 4、第一介质层 3 和部分或全部厚度的第一源/漏极 2 进行图案化，包括光刻工艺和刻蚀工艺。在对第一源/漏极 2 进行刻蚀时，会刻蚀掉部分或全部厚度的第一源/漏极 2，能够增大后续制造的有源层 6 与第一源/漏极 2 的接触面积，有利于增加后续制造的有源层 6 和第一源/漏极 2 的接触稳定性。

25 可选地，第一源/漏极 2 的材料和第二源/漏极 4 的材料中其中一个为金属氧化物材料，另一个为金属材料；金属氧化物材料的功函数小于有源层 6 材料的功函数；金属材料的功函数大于有源层 6 材料的功函数。

本申请实施例中，第一源/漏极 2 的材料可以为金属氧化物材料或者金属材料，相对应地，第二源/漏极 4 的材料可以为金属材料或者金属氧

化物材料。

金属氧化物材料的功函数小于后续制造的有源层 6 材料的功函数；金属材料功函数大于后续制造的有源层 6 材料的功函数。具体地，金属氧化物导电材料的功函数不小于 2.5eV 且小于 4.5eV；金属材料功函数不  
5 小于 4.5eV 且不大于 5.5eV。

可选地，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一与有源层 6 接触的界面 101 包含氧化铟锡、氧化铟锌、掺钨氧化铟中至少一种。

可选地，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的另一个与有源层 6 接触的界面 101 包含钛、钨、钽、钼中至少之一的金属或金属氮化物。

10 参考图 1，本申请的界面 101 可以是第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一的一部分。

本申请实施例中，第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 的其中之一与有源层 6 接触的界面 101 包含氧化铟锡、氧化铟锌、掺钨氧化铟中至少一种，氧化铟锡、氧化铟锌和掺钨氧化铟均属于低功函数氧化物材料（低功函数的意思是材料的功函数低于有源层 6 材料的功函数）。第一源/漏极 2 和  
15 第二源/漏极 4 的另一个与有源层 6 接触的界面 101 包含钛、钨、钽、钼中至少之一的金属或金属氮化物，钛、钨、钽和钼的金属或金属氮化物均属于高功函数金属材料（高功函数的意思是材料的功函数高于有源层 6 材料的功函数），较高功函数的材料与有源层 6 接触，能够形成肖特基接触，  
20 产生耗尽层，能够抑制沟道漏电，从而提高晶体管的保持特性；较低功函数的材料与有源层 6 接触，能够形成欧姆接触，无耗尽层，能够有利于抑制短沟道效应，进而有利于提高晶体管的漏电性能，从而有利于降低晶体管的自热效应，有利于提高晶体管的可靠性。

具体地，金属氧化物材料包括氧化铟锡、氧化铟锌和掺钨氧化铟中至少一种；金属材料包括氮化钛、钨、钽和钼中至少一种。  
25

本申请实施例中，金属氧化物导电材料中氧化铟锡、氧化铟锌和掺钨氧化铟均属于低功函数氧化物材料。金属材料中氮化钛、钨、钽和钼均属于高功函数金属材料。

S3：在孔 9 内和第二介质层 5 远离衬底 1 的上方，制造随形的初始有

源层 61。

本实施例中，图 7 为在孔 9 内和第二介质层 5 远离衬底 1 的上方，制造随形的初始有源层 61 后的膜层剖面示意图。参考图 7，初始有源层 61 包括位于孔 9 内的第一竖直部分和位于第二介质层 5 远离衬底 1 上方的第一水平部分。

初始有源层 61 的底面比第一源/漏极 2 的上表面更靠近衬底 1，由此能够增大后续制造的有源层 6 与第一源/漏极 2 的接触面积，避免在施加外部电场的情况下，后续制造的有源层 61 与第一源/漏极 2 接触不良的现象。

而且，在第一源/漏极 2 和第二源/漏极 4 之间的后续制造的有源层 6 在施加外部电场的情况下能够形成沟道。作为沟道的部分的后续制造的有源层 6 是沿竖直方向设置的，能够进一步地缩小晶体管的尺寸。

可选地，在上述步骤 S3 之后还包括：

在位于孔 9 内的初始有源层 61 的内表面和位于第二介质层 5 远离衬底 1 的上方的有源层 61 的上表面依次随形制造初始栅极绝缘层 71 和初始栅极 81。

本实施例中，图 8 为在位于孔 9 内的初始有源层 61 的内表面和位于第二介质层 5 远离衬底 1 的上方的有源层 61 的上表面依次随形制造初始栅极绝缘层 71 和初始栅极 81 后的膜层剖面示意图。

参考图 8，初始有源层 61 包括位于孔 9 内的第一竖直部分和位于第二介质层 5 远离衬底 1 上方的第一水平部分。第一竖直部分沿第一方向延伸，第一水平部分沿平行于衬底 1 的方向延伸。

参考图 8，本申请的初始栅极绝缘层 71 包括第二竖直部分和第二水平部分，第二竖直部分为位于初始有源层 61 的第一竖直部分远离衬底 1 上方的部分，第二水平部分为位于初始有源层 61 的第一水平部分远离衬底 1 上方的部分。

再参考图 8，初始栅极 81 包括第三竖直部分和第三水平部分，第三竖直部分为位于初始栅极绝缘层 71 的第二竖直部分的两侧壁之间的部分，第三水平部分为位于初始栅极绝缘层 71 的第二水平部分远离衬底 1 的上

方的部分。后续制造得到的栅极 8 也沿竖直方向设置，能够缩小晶体管的尺寸。

可选地，在上述步骤中在位于孔 9 内的初始有源层 61 的内表面和位于第二介质层 5 远离衬底 1 的上方的有源层 61 的上表面依次随形制造初始栅极绝缘层 71 和初始栅极 81 之后，还包括：

对位于第二介质层 5 远离所述衬底 1 上方的初始有源层 61、初始栅极绝缘层 71 和初始栅极 81 进行图案化，得到有源层 6、栅极绝缘层 7 和栅极 8。

本实施例中，图 1 为对位于第二介质层 5 远离所述衬底 1 上方的初始有源层 61、初始栅极绝缘层 71 和初始栅极 81 进行图案化，得到有源层 6、栅极绝缘层 7 和栅极 8 后的膜层剖面示意图。

参考图 1，去除部分位于第二介质层 5 远离所述衬底 1 上方的初始有源层 61、初始栅极绝缘层 71 和初始栅极 81，即去除初始有源层 61 的第一水平部分、初始栅极绝缘层 71 的第二水平部分和初始栅极 81 的第三水平部分的两端，由此能够避免与其他晶体管接触后出现短路的情况。

可选地，金属氧化物半导体层的金属材料选自铟、镓、锌、锡、钛、铝中的至少一种。

具体地，有源层 6 的材料包括氧化铟镓锌、氧化铟铝锌、氧化铟锡和掺钨氧化铟中至少一种。

本申请实施例中，有源层 6 的材料包括氧化铟镓锌、氧化铟铝锌、氧化铟锡和掺钨氧化铟中一种或者多种组合叠层设置。可以根据实际情况具体选择。

可选地，栅极绝缘层 7 的材料包括氧化铪、氧化铝、铪铝氧和铟掺杂的氧化铪中至少一种。栅极 8 材料包括氧化铟锌、氧化铟锡和钨中至少一种。

本实施例中，栅极绝缘层 7 的材料中的氧化铪、氧化铝、铪铝氧和铟掺杂的氧化铪均为高介电常数材料，相对于二氧化硅材料，高介电常数材料能够维持驱动电流，减小漏电流密度，能够保持优良的漏电性能。栅极

8 材料中氧化铟锌、氧化铟锡和钨均为导电材料。

应用本申请实施例，至少能够实现如下有益效果：

1.本申请实施例中作为沟道的部分有源层是沿竖直方向设置的，能够进一步地缩小晶体管的尺寸。

5       2.本申请实施例中第一源/漏极的材料功函数与第二源/漏极的材料功函数不同，意味着第一源/漏极的材料功函数可以高于第二源/漏极的材料功函数，或者第一源/漏极的材料功函数可以低于第二源/漏极的材料功函数。在施加外部电场的情况下，较高功函数的材料与有源层接触，能够形成肖特基接触，产生耗尽层，能够抑制沟道漏电，从而提高  
10 晶体管的保持特性；较低功函数的材料与有源层接触，能够形成欧姆接触，无耗尽层，能够有利于抑制短沟道效应，进而有利于提高晶体管的漏电性能，从而有利于降低晶体管的自热效应，有利于提高晶体管的可靠性。

本技术领域技术人员可以理解，本申请中已经讨论过的各种操作、方法、流程中的步骤、措施、方案可以被交替、更改、组合或删除。进一步  
15 地，具有本申请中已经讨论过的各种操作、方法、流程中的其他步骤、措施、方案也可以被交替、更改、重排、分解、组合或删除。进一步地，现有技术中的具有与本申请中公开的各种操作、方法、流程中的步骤、措施、方案也可以被交替、更改、重排、分解、组合或删除。

在本申请的描述中，词语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”  
20 等指示的方向或位置关系，为基于附图所示的示例性的方向或位置关系，是为了便于描述或简化描述本申请的实施例，而不是指示或暗示所指的装置或部件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

25       术语“第一”、“第二”仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中，除非另有说明，“多个”的含义是两个或两个以上。

在本申请的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术

语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

5        在本说明书的描述中，具体特征、结构、材料或者特点可以在任何一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

应该理解的是，虽然附图的流程图中的各个步骤按照箭头的指示依次显示，但是这些步骤的实施顺序并不受限于箭头所指示的顺序。除非本文中有明确的说明，否则在本申请实施例的一些实施场景中，各流程中的步  
10        骤可以按照需求以其他的顺序执行。而且，各流程图中的部分或全部步骤基于实际的实施场景，可以包括多个子步骤或者多个阶段。这些子步骤或者阶段中的部分或全部可以在同一时刻被执行，也可以在不同的时刻被执行在执行时刻不同的场景下，这些子步骤或者阶段的执行顺序可以根据需求灵活配置，本申请实施例对此不限制。

15        以上所述仅是本申请的部分实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请的方案技术构思的前提下，采用基于本申请技术思想的其他类似实施手段，同样属于本申请实施例的保护范畴。

## 权 利 要 求 书

1.一种晶体管，其特征在于，所述晶体管为垂直晶体管，包括：设置于衬底上方的层叠的第一源/漏极、第一介质层、第二源/漏极和第二介质层，以及沿垂直于所述衬底的第一方向延伸的有源层；

所述有源层穿设于所述第二介质层、所述第二源/漏极、所述第一介质层，穿设于部分或全部的所述第一源/漏极，所述有源层与所述第一源/漏极和第二源/漏极接触；

所述第一源/漏极的材料功函数与所述第二源/漏极的材料功函数不同；

所述有源层为金属氧化物半导体层。

2.根据权利要求1所述的晶体管，其特征在于，所述第一源/漏极的材料和所述第二源/漏极的材料中其中一个为金属氧化物材料，另一个为金属材料。

3.根据权利要求2所述的晶体管，其特征在于，所述金属氧化物材料的功函数小于所述有源层的材料的功函数，所述金属材料的功函数大于所述有源层的材料的功函数。

4.根据权利要求1所述的晶体管，其特征在于，所述第一源/漏极和第二源/漏极的其中之一与所述有源层之间为非肖特基接触，所述第一源/漏极和第二源/漏极的另一个与所述有源层之间为肖特基接触。

5.根据权利要求4所述的晶体管，其特征在于，所述金属氧化物半导体层的金属材料选自铟、镓、锌、锡、钛、铝中的至少一种。

6.根据权利要求5所述的晶体管，其特征在于，所述第一源/漏极和第

二源/漏极的其中之一与所述有源层接触的界面包含氧化铟锡、氧化铟锌、掺钨氧化铟中的至少一种。

7.根据权利要求 6 所述的晶体管，其特征在于，所述第一源/漏极和  
5 二源/漏极的另一个与所述有源层接触的界面包含钛、钨、钽、钼中至少之一。

8.根据权利要求 5 所述的晶体管，其特征在于，所述第一源/漏极和第  
二源/漏极的其中之一与所述有源层接触的界面包含氧化铟锡或氧化铟锌，  
10 另一与所述有源层接触的界面包含氮化钛。

9.根据权利要求 6 所述的晶体管，其特征在于，所述第一源/漏极和所  
述第二源/漏极至少之一包含主体结构，所述主体结构和所述有源层之间  
包含与所述有源层接触的所述界面。

10.根据权利要求 9 所述的晶体管，其特征在于，所述主体结构和所  
述界面包含的材料为相同的材料，均为氧化铟锡。

11.根据权利要求 10 所述的晶体管，其特征在于，所述主体结构和所  
20 述界面包含的材料为不相同的材料，所述主体结构的金属材料选自钨、铜、铝、银中至少一种。

12.根据权利要求 6 所述的晶体管，其特征在于，所述有源层为中空  
的筒状，所述有源层的外侧表面与所述第一源/漏极和第二源/漏极耦合连  
25 接，所述有源层中靠近所述第一源/漏极或所述第二源/漏极接触的区域  
的平均氧浓度与远离所述第一源/漏极或所述第二源/漏极的区域  
的平均氧浓度相同。

13.根据权利要求 7 所述的晶体管，其特征在于，还包括沿所述第一方向延伸设置的栅极绝缘层和栅极，所述栅极绝缘层和栅极依次随形设置于所述有源层远离衬底的一侧且位于所述中空的筒状有源层内。

5 14.一种存储器，其特征在于，包括至少一个如权利要求 1-13 中任一所述的晶体管。

15.一种电子设备，其特征在于，包括权利要求 14 所述的存储器。

10 16.一种晶体管的制造方法，其特征在于，包括：

在衬底的上方依次制造初始第一源/漏极、初始第一介质层、初始第二源/漏极和初始第二介质层；所述初始第一源/漏极的材料功函数与所述初始第二源/漏极的材料功函数不同；

对所述初始第二介质层、所述初始第二源/漏极、所述初始第一介质层和部分或全部厚度的所述初始第一源/漏极进行图案化，形成第二介质层、第二源/漏极、第一介质层和第一源/漏极，以及形成贯穿所述第二介质层、第二源/漏极、第一介质层和部分或全部厚度的第一源/漏极的孔；所述第一方向垂直于所述衬底；

在所述孔内和所述第二介质层远离所述衬底的上方，制造随形的初始有源层。

17.根据权利要求 16 所述的制造方法，其特征在于，在所述孔内和所述第二介质层远离所述衬底的上方，制造随形的初始有源层之后，还包括：

在位于所述孔内的所述初始有源层的内表面和位于所述第二介质层远离所述衬底上方的所述初始有源层的上表面依次随形制造初始栅极绝缘层和初始栅极。

18.根据权利要求 17 所述的制造方法，其特征在于，在位于所述孔内

的所述初始有源层的内表面和位于所述第二介质层远离所述衬底上方的所述初始有源层的表面随形制造初始栅极绝缘层和初始栅极之后，还包括：

对位于所述第二介质层远离所述衬底上方的所述初始有源层、所述初始栅极绝缘层和所述初始栅极进行图案化，得到有源层、栅极绝缘层和栅极。

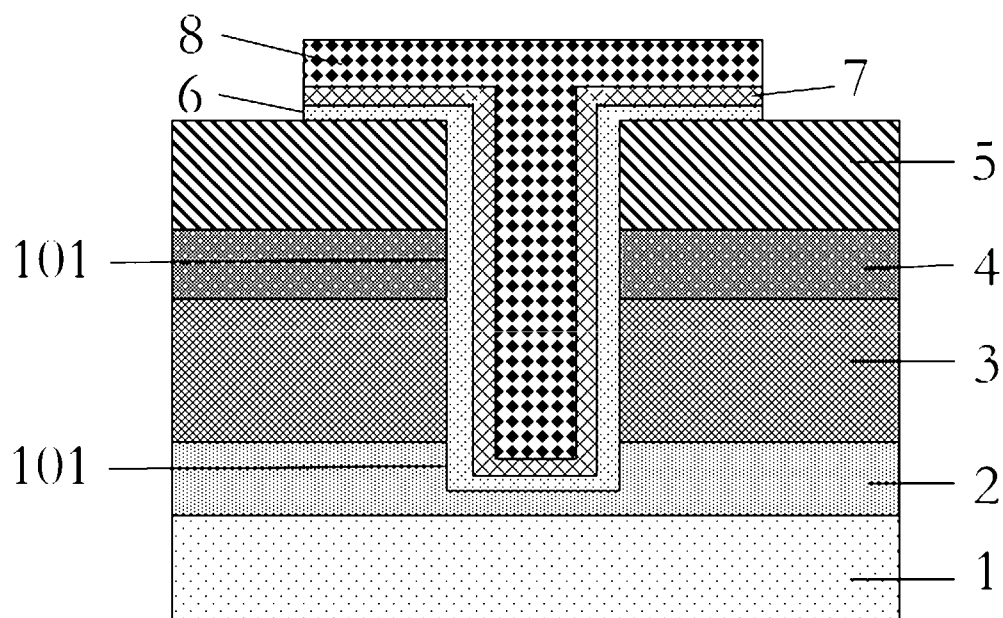


图 1

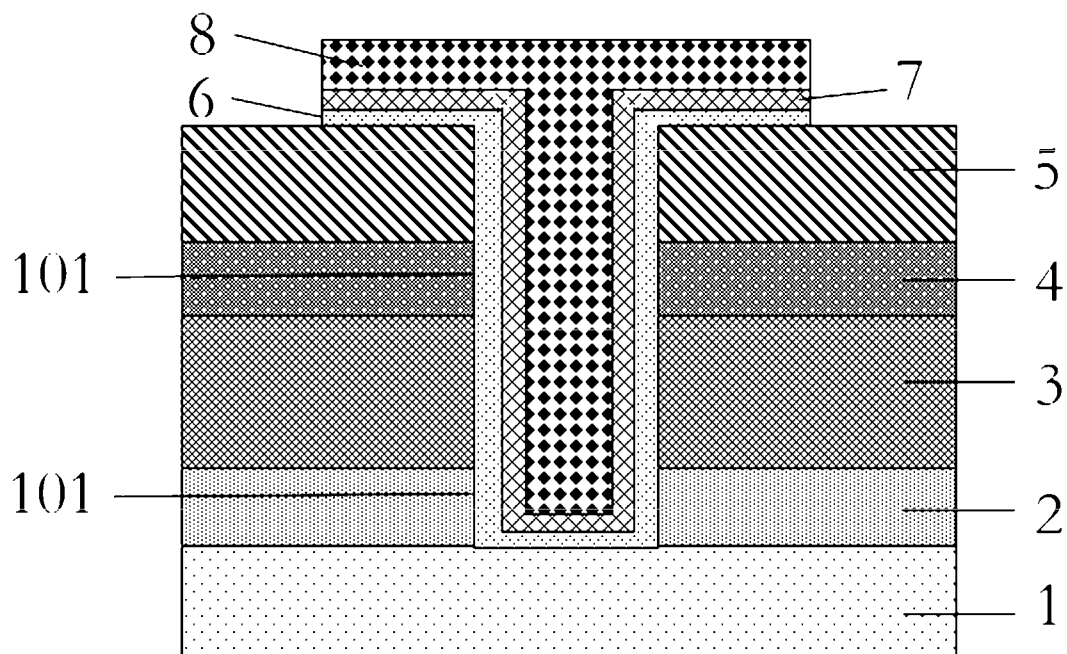


图 2

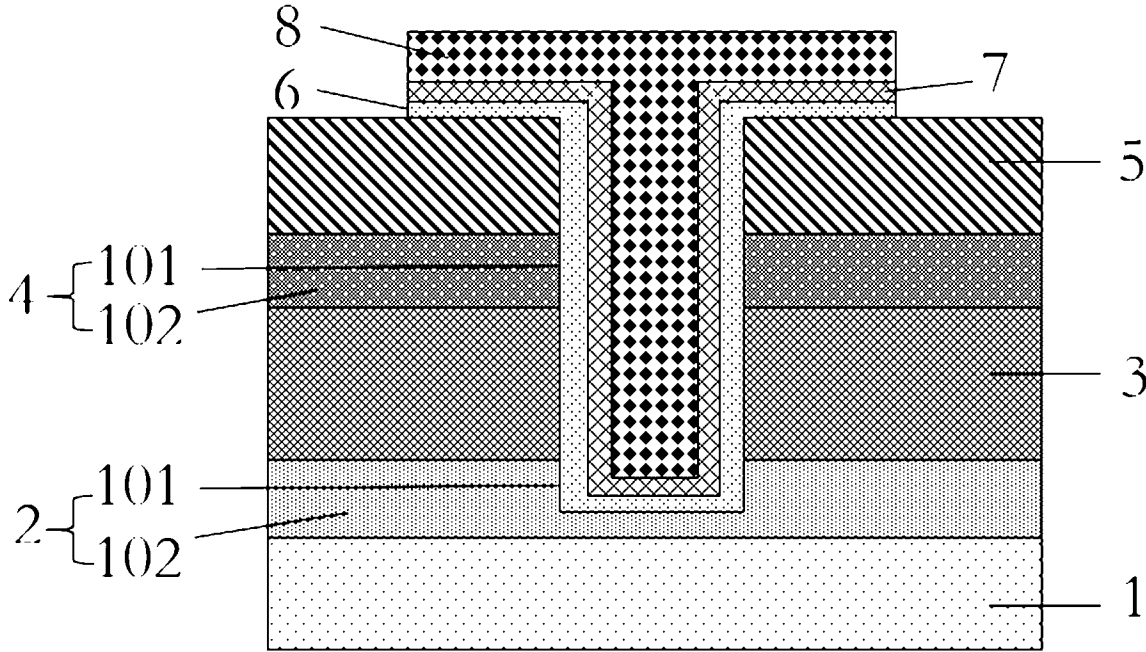


图 3

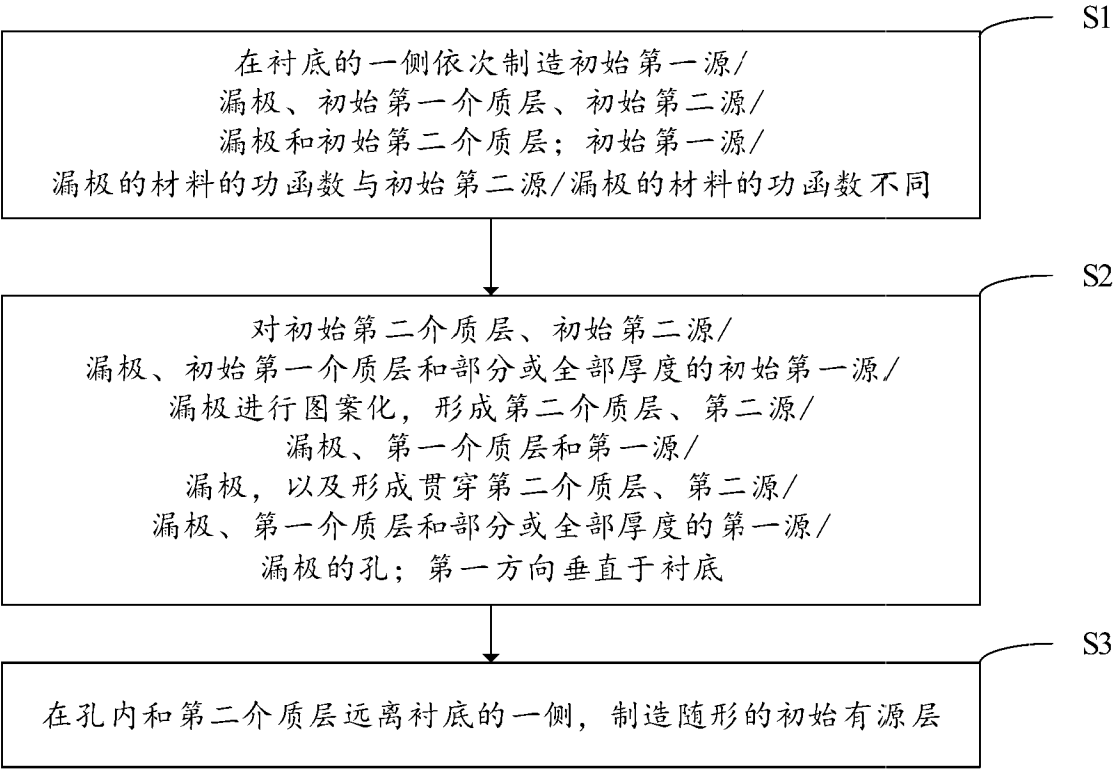


图 4

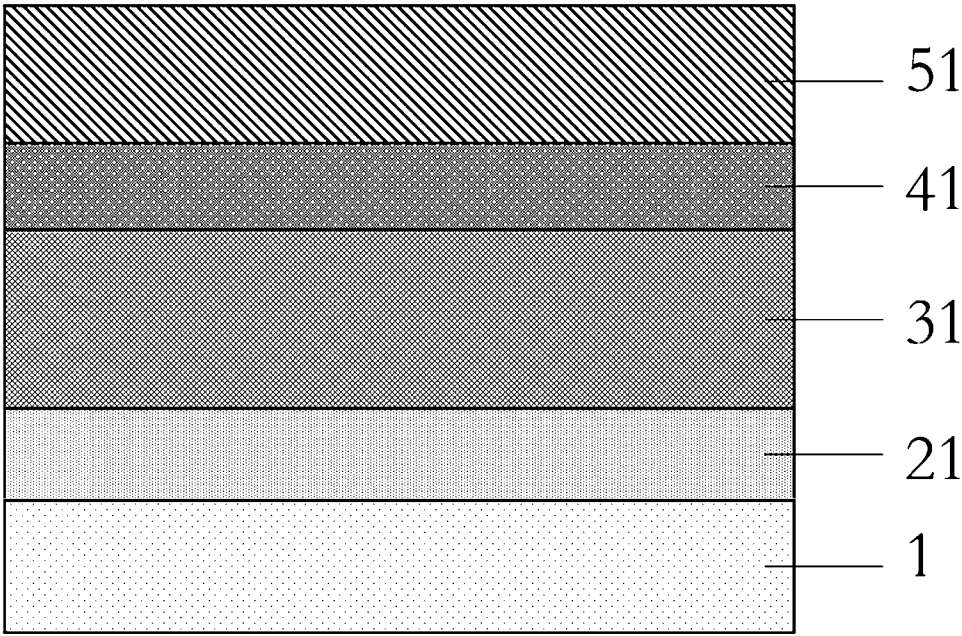


图 5

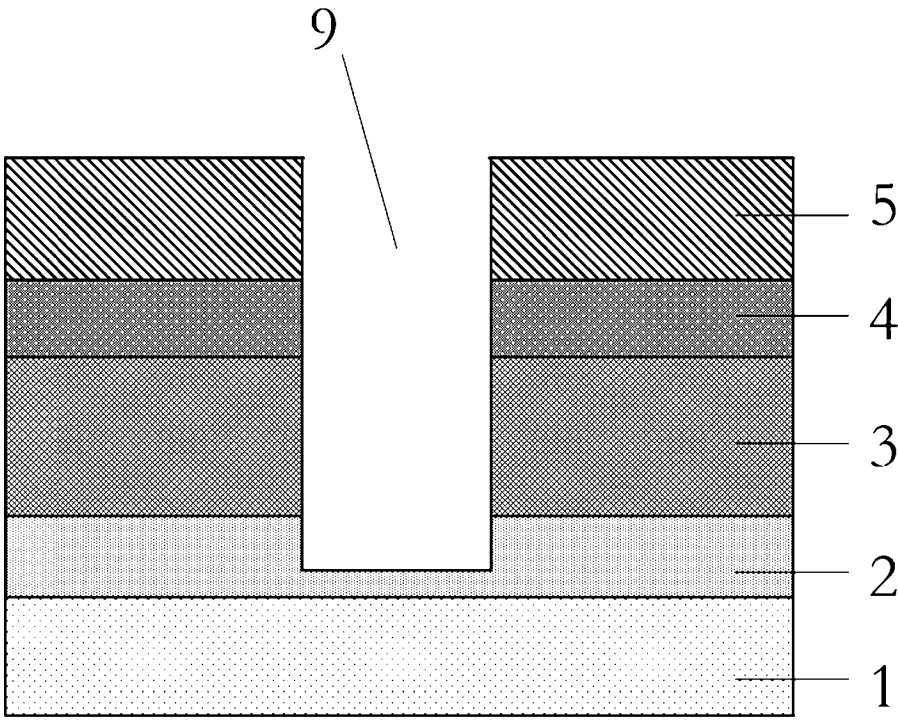


图 6

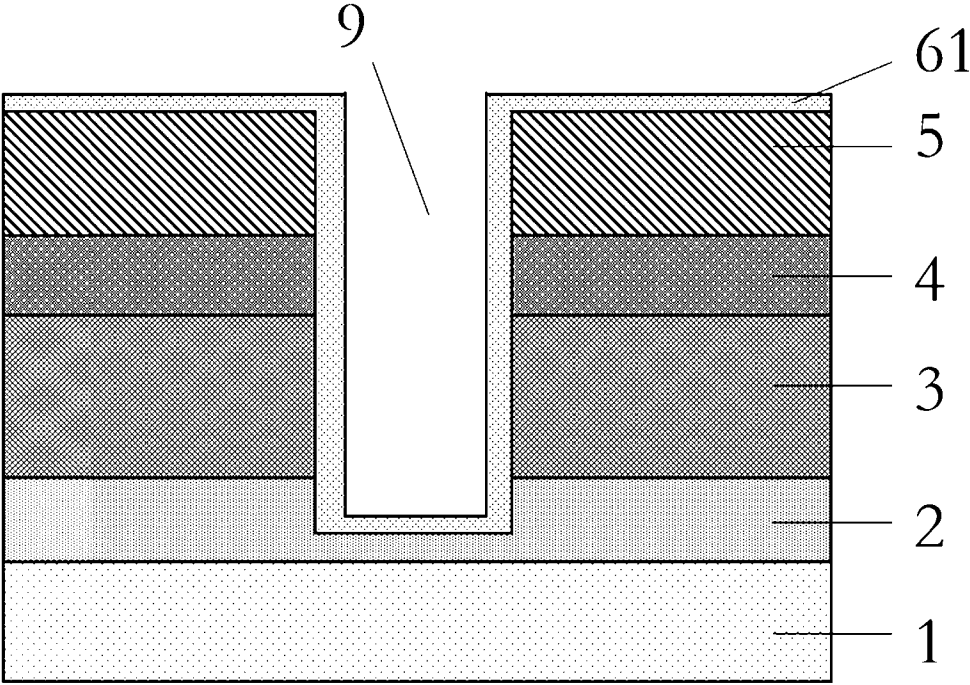


图 7

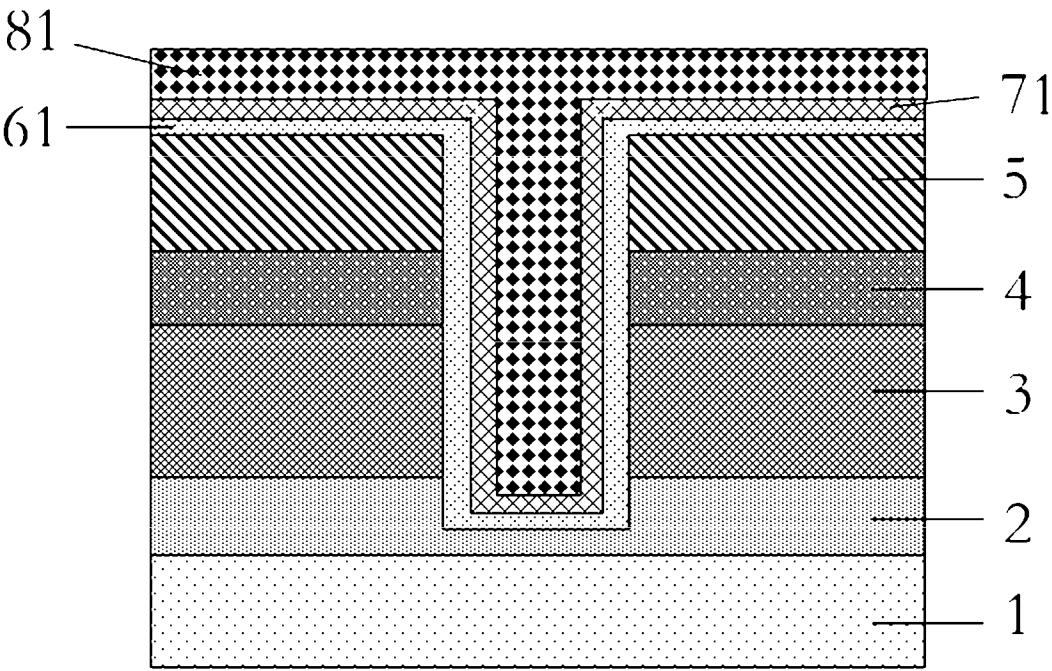


图 8

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/094294

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01L29/06(2006.01)i; H01L29/43(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)

IPC: H01L29/-; H01L21/-

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)

CNTXT; CNABS; VEN; USTXT; WOTXT; EPTXT; CNKI: 垂直, 存储器, 沟道, 氧化物半导体, 漏极, 源极, 功函数, vertical, memory, channel, oxide semiconductor, drain, source, work function

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | CN 109904229 A (NUSTORAGE TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 June 2019 (2019-06-18)<br>description, paragraphs 21-27, and figures 2A-2H                     | 1-18                  |
| Y         | CN 105977162 A (INFOVISION OPTOELECTRONICS (KUNSHAN) CO., LTD.) 28 September 2016 (2016-09-28)<br>description, paragraphs 43-80, and figures 2a-8 | 1-18                  |
| Y         | US 2011121284 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 26 May 2011 (2011-05-26)<br>description, paragraphs 135-144, and figures 1A-11B      | 1-18                  |
| Y         | US 2011121288 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 26 May 2011 (2011-05-26)<br>description, paragraphs 145-155, and figures 1A-12C      | 1-18                  |
| A         | CN 109473445 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS OF THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 15 March 2019 (2019-03-15)<br>entire document                   | 1-18                  |



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

“D” document cited by the applicant in the international application

“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

19 January 2024

Date of mailing of the international search report

26 January 2024

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/  
CN)  
China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,  
Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/CN2023/094294****C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | CN 111370410 A (INSTITUTE OF MICROELECTRONICS OF THE CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 03 July 2020 (2020-07-03)<br>entire document | 1-18                  |
| A         | US 2019386139 A1 (OHIO UNIVERSITY) 19 December 2019 (2019-12-19)<br>entire document                                            | 1-18                  |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/CN2023/094294**

| Patent document<br>cited in search report |            |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |             |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-------------|----|--------------------------------------|
| CN                                        | 109904229  | A  | 18 June 2019                         | US                      | 2019181147  | A1 | 13 June 2019                         |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 10367004    | B2 | 30 July 2019                         |
| CN                                        | 105977162  | A  | 28 September 2016                    | CN                      | 105977162   | B  | 14 May 2019                          |
| US                                        | 2011121284 | A1 | 26 May 2011                          | JP                      | 2015097275  | A  | 21 May 2015                          |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 5977328     | B2 | 24 August 2016                       |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 8637861     | B2 | 28 January 2014                      |
|                                           |            |    |                                      | WO                      | 2011062041  | A1 | 26 May 2011                          |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2013062553  | A  | 04 April 2013                        |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2016184767  | A  | 20 October 2016                      |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 6250748     | B2 | 20 December 2017                     |
|                                           |            |    |                                      | KR                      | 20120092667 | A  | 21 August 2012                       |
|                                           |            |    |                                      | KR                      | 101800854   | B1 | 23 November 2017                     |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2011129898  | A  | 30 June 2011                         |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 5671308     | B2 | 18 February 2015                     |
|                                           |            |    |                                      | TW                      | 201138106   | A  | 01 November 2011                     |
|                                           |            |    |                                      | TWI                     | 511290      | B  | 01 December 2015                     |
| US                                        | 2011121288 | A1 | 26 May 2011                          | WO                      | 2011062057  | A1 | 26 May 2011                          |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2015092603  | A  | 14 May 2015                          |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 5977327     | B2 | 24 August 2016                       |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 8748880     | B2 | 10 June 2014                         |
|                                           |            |    |                                      | TW                      | 201145519   | A  | 16 December 2011                     |
|                                           |            |    |                                      | TWI                     | 542013      | B  | 11 July 2016                         |
|                                           |            |    |                                      | KR                      | 20120106761 | A  | 26 September 2012                    |
|                                           |            |    |                                      | KR                      | 101800852   | B1 | 20 December 2017                     |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2011129899  | A  | 30 June 2011                         |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 5671309     | B2 | 18 February 2015                     |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 2016201562  | A  | 01 December 2016                     |
|                                           |            |    |                                      | JP                      | 6145203     | B2 | 07 June 2017                         |
| CN                                        | 109473445  | A  | 15 March 2019                        | WO                      | 2020093519  | A1 | 14 May 2020                          |
|                                           |            |    |                                      | US                      | 2021399018  | A1 | 23 December 2021                     |
|                                           |            |    |                                      | CN                      | 109473445   | B  | 29 January 2021                      |
| CN                                        | 111370410  | A  | 03 July 2020                         | CN                      | 111370410   | B  | 25 July 2023                         |
| US                                        | 2019386139 | A1 | 19 December 2019                     | US                      | 11011642    | B2 | 18 May 2021                          |

A. 主题的分类

H01L29/06(2006.01)i; H01L29/43(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)

IPC: H01L29/-; H01L21/-

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))

CNTEXT;CNABS;VEN;USTXT;WOTXT;EPTXT;CNKI:垂直, 存储器, 沟道, 氧化物半导体, 漏极, 源极, 功函数, vertical, memory, channel, oxide semiconductor, drain, source, work function

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 |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Y   | CN 109904229 A (萨摩亚商费洛储存科技股份有限公司) 2019年6月18日 (2019 - 06 - 18)<br>说明书第21-27段, 图2A-2H              | 1-18    |
| Y   | CN 105977162 A (昆山龙腾光电有限公司) 2016年9月28日 (2016 - 09 - 28)<br>说明书第43-80段, 图2a-8                     | 1-18    |
| Y   | US 2011121284 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB) 2011年5月26日 (2011 - 05 - 26)<br>说明书第135-144段, 图1A-11B | 1-18    |
| Y   | US 2011121288 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LAB) 2011年5月26日 (2011 - 05 - 26)<br>说明书第145-155段, 图1A-12C | 1-18    |
| A   | CN 109473445 A (中国科学院微电子研究所) 2019年3月15日 (2019 - 03 - 15)<br>全文                                   | 1-18    |
| A   | CN 111370410 A (中国科学院微电子研究所) 2020年7月3日 (2020 - 07 - 03)<br>全文                                    | 1-18    |

☒ 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

“D” 申请人在国际申请中引证的文件

“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

2024年1月19日

国际检索报告邮寄日期

2024年1月26日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局  
中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

授权官员

孙鹏

电话号码 (+86) 020-28958385

PCT/ISA/210 表(第2页) (2022年7月)

|         |                                                                 |         |
|---------|-----------------------------------------------------------------|---------|
| 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       | US 2019386139 A1 (UNIV OHIO) 2019年12月19日 (2019 - 12 - 19)<br>全文 | 1-18    |
|         |                                                                 |         |

国际检索报告  
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/094294

| 检索报告引用的专利文件 |            |    | 公布日<br>(年/月/日) | 同族专利 |             |    | 公布日<br>(年/月/日) |
|-------------|------------|----|----------------|------|-------------|----|----------------|
| CN          | 109904229  | A  | 2019年6月18日     | US   | 2019181147  | A1 | 2019年6月13日     |
|             |            |    |                | US   | 10367004    | B2 | 2019年7月30日     |
| CN          | 105977162  | A  | 2016年9月28日     | CN   | 105977162   | B  | 2019年5月14日     |
| US          | 2011121284 | A1 | 2011年5月26日     | JP   | 2015097275  | A  | 2015年5月21日     |
|             |            |    |                | JP   | 5977328     | B2 | 2016年8月24日     |
|             |            |    |                | US   | 8637861     | B2 | 2014年1月28日     |
|             |            |    |                | WO   | 2011062041  | A1 | 2011年5月26日     |
|             |            |    |                | JP   | 2013062553  | A  | 2013年4月4日      |
|             |            |    |                | JP   | 2016184767  | A  | 2016年10月20日    |
|             |            |    |                | JP   | 6250748     | B2 | 2017年12月20日    |
|             |            |    |                | KR   | 20120092667 | A  | 2012年8月21日     |
|             |            |    |                | KR   | 101800854   | B1 | 2017年11月23日    |
|             |            |    |                | JP   | 2011129898  | A  | 2011年6月30日     |
|             |            |    |                | JP   | 5671308     | B2 | 2015年2月18日     |
|             |            |    |                | TW   | 201138106   | A  | 2011年11月1日     |
|             |            |    |                | TWI  | 511290      | B  | 2015年12月1日     |
| US          | 2011121288 | A1 | 2011年5月26日     | WO   | 2011062057  | A1 | 2011年5月26日     |
|             |            |    |                | JP   | 2015092603  | A  | 2015年5月14日     |
|             |            |    |                | JP   | 5977327     | B2 | 2016年8月24日     |
|             |            |    |                | US   | 8748880     | B2 | 2014年6月10日     |
|             |            |    |                | TW   | 201145519   | A  | 2011年12月16日    |
|             |            |    |                | TWI  | 542013      | B  | 2016年7月11日     |
|             |            |    |                | KR   | 20120106761 | A  | 2012年9月26日     |
|             |            |    |                | KR   | 101800852   | B1 | 2017年12月20日    |
|             |            |    |                | JP   | 2011129899  | A  | 2011年6月30日     |
|             |            |    |                | JP   | 5671309     | B2 | 2015年2月18日     |
|             |            |    |                | JP   | 2016201562  | A  | 2016年12月1日     |
|             |            |    |                | JP   | 6145203     | B2 | 2017年6月7日      |
| CN          | 109473445  | A  | 2019年3月15日     | WO   | 2020093519  | A1 | 2020年5月14日     |
|             |            |    |                | US   | 2021399018  | A1 | 2021年12月23日    |
|             |            |    |                | CN   | 109473445   | B  | 2021年1月29日     |
| CN          | 111370410  | A  | 2020年7月3日      | CN   | 111370410   | B  | 2023年7月25日     |
| US          | 2019386139 | A1 | 2019年12月19日    | US   | 11011642    | B2 | 2021年5月18日     |