

(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 1 月 27 日 (27.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/017108 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/314 (2006.01) **H01L 23/00** (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/101628

(22) 国际申请日: 2021 年 6 月 22 日 (22.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202010696959.9 2020 年 7 月 20 日 (20.07.2020) CN

(71) 申请人: 长鑫存储技术有限公司 (**CHANGXIN MEMORY TECHNOLOGIES, INC.**) [CN/CN]; 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴业大道 388 号, Anhui 230601 (CN)。

(72) 发明人: 徐亚超 (**XU, Yachao**); 中国安徽省合肥市经济技术开发区空港工业园兴业大道 388 号, Anhui 230601 (CN)。

(74) 代理人: 北京律智知识产权代理有限公司 (**BEIJING INTELLEGAL INTELLECTUAL PROPERTY AGENT LTD.**); 中国北京市朝阳区慧忠路 5 号 B1605、B1606、B1607, Beijing 100101 (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,

(54) **Title:** METHOD FOR MANUFACTURING SEMICONDUCTOR STRUCTURE, AND SEMICONDUCTOR STRUCTURE

(54) 发明名称: 半导体结构的制备方法及半导体结构

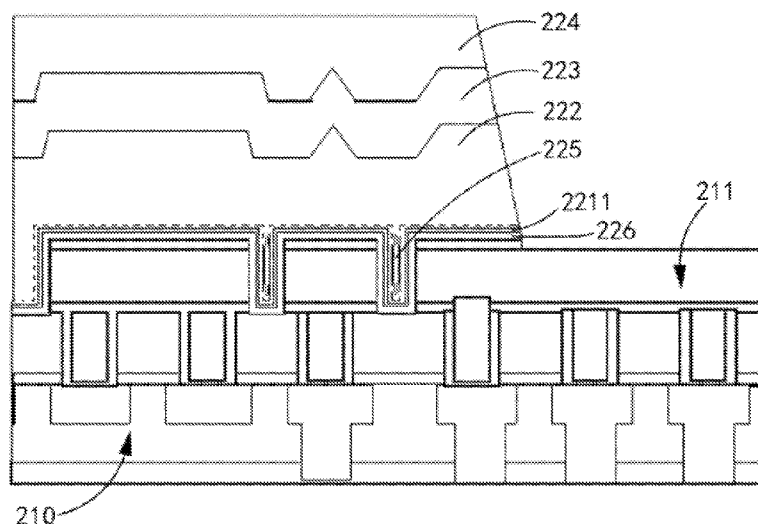


图 2

(57) **Abstract:** Provided in embodiments of the present disclosure are a method for manufacturing a semiconductor structure, and a semiconductor structure. The method for manufacturing a semiconductor structure comprises the following steps: providing a semiconductor substrate (210), and forming a conductive layer (211) on the semiconductor substrate (210); forming a first protective layer (221) on the surface of the conductive layer (211); performing a passivation treatment on the first protective layer (221), such that the first protective layer (221) forms a passivation layer (2211), wherein the passivation layer (2211) comprises a multi-layer thin-film structure, and the ion concentrations of the multi-layer thin-film structure are not completely the same; forming an insulating layer (222) on the passivation layer (2211); and successively forming a barrier layer (223) and a second protective layer (224) on the insulating layer

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。

(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))。

(222). By means of the design, the present disclosure can provide protection for the conductive layer (211) by using the first protective layer (221). In the present disclosure, a passivation treatment is performed on a first protective layer (221) to form a passivation layer (2211) having a multi-layer structure, and the ion concentration of at least a partial region of the passivation layer (2211) is greater than the ion concentration of the first protective layer (221), thereby significantly optimizing a water vapor barrier effect. Accordingly, the semiconductor structure provided in the present disclosure can provide effective protection for the conductive layer (221) thereof, and particularly has a good water vapor barrier effect.

(57) 摘要: 本公开实施例提出一种半导体结构的制备方法及半导体结构, 半导体结构的制备方法包含以下步骤: 提供半导体基材(210), 在半导体基材(210)形成导电层(211); 在导电层(211)表面形成第一保护层(221); 对第一保护层(221)进行钝化处理, 使第一保护层(221)形成钝化层(2211), 钝化层(2211)包含多层薄膜结构, 多层薄膜结构的离子浓度不完全相同; 在钝化层(2211)上形成绝缘层(222); 在绝缘层(222)上依次形成阻挡层(223)和第二保护层(224)。通过上述设计, 本公开能够利用第一保护层(221)对导电层(211)提供保护。本公开通过对第一保护层(221)进行钝化处理而形成具有多层结构的钝化层(2211), 钝化层(2211)至少部分区域的离子浓度比第一保护层(221)的离子浓度大, 显著优化水汽阻隔效果。据此, 本公开提出的半导体结构能够对其导电层(221)提供有效的保护, 特别是具有良好的水汽阻隔效果。

半导体结构的制备方法及其半导体结构

相关申请的交叉引用

5 本公开要求基于 2020 年 7 月 20 日提交的申请号为 202010696959.9 的中国申请“半导体结构的制备方法及其半导体结构”的优先权，通过援引将其全部内容并入本文中。

技术领域

10 本公开涉及半导体技术领域，尤其涉及一种半导体结构的制备方法及其半导体结构。

背景技术

15 图 1 代表性地示出了一种现有半导体结构的层状图。如图 1 所示，在现有半导体结构中，包含半导体基材 110、二氧化硅层 121 (SiO₂)、氮化硅层 122 (SiN) 和聚酰亚胺层 123 (Polyimide)，半导体基材 110 上形成有金属连接层 111，二氧化硅层 121、氮化硅层 122 和聚酰亚胺层 123 依次形成于半导体基材 110 的金属连接层 111 之上。由于二氧化硅晶体层的晶体结构的完整性，水汽会通过一定的途径经由二氧化硅层 121 渗透到金属连接层 111 中，进而影响半导体器件性能，因此半导体的制备工艺中对形成阻挡水汽薄膜厚度及薄膜质量的工艺要求较高。

20 在现有制备工艺中，通常会在涂布聚酰亚胺层 123 之前，先生长一层氮化硅层 122，利用氮化硅层 122 所具有的高致密性阻挡水汽的渗透。

25 另外，高密度等离子体 (High density plasma, HDP) 技术作为一种高密度等离子体介电层的工艺，经常被应用在钝化层的后段制备工艺中。然而，高密度等离子体化学气相沉积 (HDP-CVD) 属于高功率沉积工艺，容易破坏金属连接层 111 顶层的金属导电层，降低金属连接层 111 的可靠性。同时，现有工艺中，金属导电层的间断空余区域并未被高致密性的材料保护，水汽仍然会经由二氧化硅渗透到金属连接层 111，腐蚀金属，降低半导体器件的使用寿命。

发明内容

30 本公开的一个主要目的在于克服上述现有技术的至少一种缺陷，提供一种能够充分阻挡水汽渗透并减少寄生电容的半导体结构的制备方法。

 本公开的另一个主要目的在于克服上述现有技术的至少一种缺陷，提供一种半导体结

构。

为实现上述目的，本公开采用如下技术方案：

根据本公开的一个方面，提供一种半导体结构的制备方法；其中，该方法包含以下步骤：

5 提供半导体基材，在所述半导体基材上形成导电层；

在所述导电层表面形成第一保护层；

对所述第一保护层进行钝化处理，使所述第一保护层形成钝化层，所述钝化层包含多层薄膜结构，所述多层薄膜结构的离子浓度不完全相同；

在所述钝化层上形成绝缘层；以及

10 在所述绝缘层上依次形成阻挡层和第二保护层。

根据本公开的另一个方面，提供一种半导体结构；其中，所述半导体结构包含半导体基材、导电层、钝化层以及绝缘层、阻挡层和第二保护层；所述导电层设置于所述半导体基材上；所述钝化层由设置于所述导电层表面的第一保护层通过钝化处理而形成，所述钝化层包含多层薄膜结构，所述多层薄膜结构的离子浓度不完全相同；所述绝缘层、所述阻

15 挡层和所述第二保护层依次设置于所述钝化层上。

由上述技术方案可知，本公开提出的半导体结构的制备方法及半导体结构至少具有以下优点和积极效果：

本公开提出的半导体结构的制备方法，通过在导电层表面形成第一保护层，能够利用第一保护层对导电层提供保护。同时，本公开通过对该第一保护层进行钝化处理而形成具有

20 有多层结构的钝化层，钝化层至少部分区域的离子浓度比第一保护层的离子浓度大，显著优化水汽阻隔效果。据此，本公开提出的半导体结构能够对其导电层提供有效的保护，特别是具有良好的水汽阻隔效果。

附图说明

25 图 1 是一种现有半导体结构的层状图；

图 2 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的层状图；

图 3 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的半导体结构的层状图；

图 4 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的

30 的半导体结构的层状图；

图 5 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的半导体结构的层状图；

图 6 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的半导体结构的层状图；

5 图 7 是图 6 中 A 部分的放大图；

图 8 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的半导体结构的层状图；

图 9 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的半导体结构的层状图；

10 图 10 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的半导体结构的层状图；

图 11 是根据一示例性实施方式示出的一种半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的半导体结构的层状图。

15 具体实施方式

现在将参考附图更全面地描述示例实施方式。然而，示例实施方式能够以多种形式实施，且不应被理解为限于在此阐述的实施方式；相反，提供这些实施方式使得本公开将全面和完整，并将示例实施方式的构思全面地传达给本领域的技术人员。图中相同的附图标记表示相同或类似的结构，因而将省略它们的详细描述。

20 参阅图 2，其代表性地示出了本公开提出的半导体结构的层状图，该半导体结构是由本公开提出的半导体结构的制备方法制备而成。在该示例性实施方式中，本公开提出的半导体结构的制备方法是应用于制备晶体管半导体结构为例进行说明的。本领域技术人员容易理解的是，为将本公开的相关制备方法应用于其他类型的半导体结构制备工艺中，而对下述的具体实施方式做出多种改型、添加、替代、删除或其他变化，这些变化仍在本公开提出的半导体结构的制备方法的原理的范围内。

25 配合参阅图 3 至图 11，图 3 至图 6、图 8 至图 11 中分别代表性地示出了能够体现本公开原理的半导体结构的制备方法的其中一个步骤中的半导体结构的层状图；图 7 中代表性地示出了图 6 中 A 部分的放大图。以下将结合上述附图，对本公开提出的半导体结构的制备方法的各主要步骤的工艺、材质或者顺序进行详细说明。

30 如图 3 至图 11 所示，在本实施方式中，本公开提出的半导体结构的制备方法包含以

下步骤：

提供半导体基材 210，在半导体基材 210 上形成导电层 211；

在导电层 211 上形成第一保护层 221（例如氮化硅，SiN）；

对第一保护层 221 进行钝化处理，使第一保护层 221 形成钝化层 2211，钝化层 2211

5 包含多层薄膜结构，多层薄膜结构的离子浓度不完全相同；

在钝化层 2211 上形成绝缘层 222（例如二氧化硅，SiO₂）；以及

在绝缘层 222 上依次形成阻挡层 223 和第二保护层 224。

至此，半导体结构基本制备完成。

10 通过上述设计，本公开提出的半导体结构的制备方法，通过在导电层 211 表面形成第一保护层 221，能够利用第一保护层 221 对导电层 211 提供保护。同时，本公开通过对该第一保护层 221 进行钝化处理而使第一保护层 221 形成钝化层 2211，钝化层 2211 包含多层薄膜结构，多层薄膜结构的离子浓度不完全相同，且钝化层 2211 的至少一层薄膜结构的离子浓度比第一保护层 221 的离子浓度大，增加了致密性，显著优化水汽阻隔效果。

15 需说明的是，在上述的“对第一保护层 221 进行钝化处理”的步骤中，第一保护层 221 形成的钝化层 2211 所包含的多层薄膜结构，是指第一保护层 221 经由钝化处理后部分区域的离子浓度产生变化，从而使形成的钝化层 2211 具有不同的离子浓度的多个区域，所谓多层薄膜结构即可理解为所述的具有不同的离子浓度的多个区域。从结构角度观之，钝化层 2211 的多层薄膜结构可以例如为在导电层 211 的表面依次层叠的多层，即依次层叠的具有不同的离子浓度的多个层状区域，但并不以此为限。

20 具体地，如图 3 所示，其具体示出了一种半导体基材 210 的层状结构，其可以作为本实施方式中的“提供半导体基材 210”步骤中的半导体基材 210 的代表性示例。其中，该半导体基材 210 形成有导电层 211，导电层 211 在延伸方向上具有间断空余区域 2113。在其他实施方式中，该步骤中提供的半导体基材 210 亦可选择其他形式，并不以本实施方式为限。

25 如图 4 所示，本公开提出的半导体结构的制备方法，可以包含“在导电层 211 上形成第一保护层 221 之前，在导电层 211 上形成介电层 226”的步骤，该介电层 226 可以例如为 SiCO 等具有低介电常数的材质，可以减小半导体器件的寄生电容。图 4 具体示出了在半导体基材 210 的导电层 211 上形成介电层 226 之后的层状结构。其中，该介电层 226 可以优选为一层薄层结构，所谓薄层结构可以理解为，相对于后段制程中的其他层（例如绝
30 缘层 222、阻挡层 223 或者第二保护层 224）的厚度较薄。通过上述设计，本公开能够利

用具有高致密性的介电层 226，释放将于后续制程中沉积于其上层的第一保护层 221 的应力，同时能够利用介电层 226 保护导电层 211。通过上述设计，由于介电层 226 不但具有较低的介电常数，且具有较好的致密性，因此在减小半导体器件的寄生电容的同时，介电层还可以减小结构应力。在其他实施方式中，亦可省去该形成介电层 226 的步骤，或者采用具有相似功效的材料、工艺步骤等，均不以本实施方式为限。

进一步地，基于本公开提出的半导体结构的制备方法包含形成介电层 226 的步骤，在本实施方式中，该介电层 226 的厚度可以优选为 10nm~100nm，例如 10nm、35nm、80nm、100nm 等。在其他实施方式中，该介电层 226 的沉积厚度亦可小于 10nm，或可大于 100nm，例如 8nm、110nm 等，并不以本实施方式为限。

具体地，如图 5 所示，其具体示出了在该介电层 226 上形成第一保护层 221 之后的层状结构，其可以作为本实施方式中的“形成第一保护层 221”步骤中的半导体结构的代表性示例。在本实施方式中，基于上述介电层 226 的形成步骤，该层第一保护层 221 是形成在该介电层 226 上。其中，第一保护层 221 可以优选为一层薄层结构，所谓薄层结构可以理解为，相对于后段制程中的其他层（例如绝缘层 222、阻挡层 223 或者第二保护层 224）的厚度较薄。通过上述设计，本公开能够利用第一保护层 221 为导电层 211 位于间断空余区域 2113 的侧壁提供保护，同时能够优化对导电层 211，特别是该侧壁区域的水汽阻隔效果。在其他实施方式中，当导电层 211 上未形成该介电层 226 时，该第一保护层 221 可以形成在导电层 211 上，或者可以形成在导电层 211 上形成的其他保护结构上，均不以本实施方式为限。

进一步地，基于形成第一保护层 221 的步骤，在本实施方式中，该第一保护层 221 的厚度可以优选为 10nm~100nm，例如 10nm、35nm、80nm、100nm 等。在其他实施方式中，该第一保护层 221 的厚度亦可小于 10nm，或可大于 100nm，例如 8nm、110nm 等，并不以本实施方式为限。

具体地，如图 6 所示，其具体示出了在对该第一保护层 221 经由钝化处理之后的层状结构，其可以作为本实施方式中的“对该第一保护层 221 进行钝化处理”步骤中的半导体结构的代表性示例。具体而言，如图 6 和图 7 所示，该步骤是在沉积第一保护层 221 之后，利用例如等离子体处理技术的钝化处理工艺，对该第一保护层 221 进行处理，使得该第一保护层 221 形成钝化层 2211。其中，钝化层 2211 具有两层薄膜结构，分别为邻接导电层 211 的第一层以及设置于该第一层表面的第二层。第二层的致密性增加，即第二层的离子浓度升高（例如氮离子含量升高），且该第二层的离子浓度高于第一层的离子浓度。通过

上述设计，本公开能够利用对第一保护层 221 进行等离子体处理而使第一保护层 221 形成钝化层 2211，使得具有多层薄膜结构的钝化层 2211 的各层薄膜结构的离子浓度不完全相同，且钝化层 2211 的至少一层薄膜结构的离子浓度大于第一保护层 221 的离子浓度，进一步优化水汽阻隔效果。在其他实施方式中，第一保护层 221 经过钝化处理后形成的钝化层 2211，亦可包含三层或者三层以上薄膜结构，且多层薄膜结构的离子浓度不完全相同。

在其他实施方式中，对于“对第一保护层 221 进行钝化处理，形成钝化层 2211”的步骤而言，该钝化处理亦可采用其他处理工艺，例如离子注入或者热氧化处理等。并且，根据不同的工艺需求，当采用合适的钝化处理工艺时，钝化层 2211 可以包含三层或者三层以上薄膜结构，并不限于本实施方式中经由钝化处理后的形成的钝化层 221 大致分为两层的设计。并且，钝化层 2211 的多层薄膜结构的各层的离子浓度不完全相同。

举例而言，在另一实施方式中，当采用离子注入工艺对第一保护层 221 进行钝化处理时，可以将离子注入至第一保护层 221 的中部区域，从而使第一保护层 221 的中部区域的离子（例如氮离子）密度大于其余区域的离子浓度，进而使得所形成的钝化层 2211 大致包含三层或三层以上的薄膜结构，即中部区域至少一层薄膜结构的离子浓度不同于（例如大于）其余区域的薄膜结构的离子浓度。再者，亦可将离子注入至第一保护层 221 的邻接导电层 211 的区域或者远离导电层 211 的区域，而使所形成的钝化层 2211 的多层薄膜结构的离子浓度呈现不同的关系，均不以该实施方式为限。

需说明的是，如图 7 所示，导电层 211 在本实施方式中是以包含上层金属 2111 和例如氮化钛层 2112 的导电结构为例进行说明，该层氮化钛层 2112 形成于上层金属 2111 的表面。在此基础上，该钝化层 2211 的多层薄膜结构的最下层薄膜结构实际上是邻接于该层氮化钛 2112。

进一步地，基于对该第一保护层 221 进行等离子体处理的步骤，在本实施方式中，该等离子体处理可以包含氨气等离子体处理，即，基于氨气（ NH_3 ）的等离子体处理。在其他实施方式中，亦可采用基于其他等离子的等离子体处理工艺，例如基于氩气（Ar）的等离子体处理、基于氮气（ N_2 ）的等离子体处理等低温等离子体处理工艺，或可采用其他类型的等离子体处理工艺，均不以本实施方式为限。

具体地，如图 8 所示，其具体示出了在该钝化层 2211 形成绝缘层 222 之后的层状结构，其可以作为本实施方式中的“在钝化层 2211 上形成绝缘层 222”步骤中的半导体结构的代表性示例。具体而言，该步骤是在对该第一保护层 221 进行等离子体处理而使第一保护层 221 形成钝化层 2211 之后，在该钝化层 2211 上形成绝缘层 222。其中，该绝缘层

222 除形成在该钝化层 2211 上方的部分以外，还填充于导电层 211 的间断空余区域 2113 中。

进一步地，基于形成绝缘层 222 的步骤，在本实施方式中，该绝缘层 222 的形成工艺可以包含高密度等离子体化学气相淀积工艺。在其他实施方式中，该绝缘层 222 亦可采用其他类型的沉积工艺或者其他工艺，形成于该钝化层 2211 上，并不以本实施方式为限。

进一步地，如图 8 所示，基于形成绝缘层 222 的步骤，在本实施方式中，在形成绝缘层 222 时，可以在导电层 211 的间断空余区域 2113 形成空气洞 225 (Air Gap)。通过上述设计，能够减少导电层 211 的寄生电容，进而缓解 RC 延迟等不良。其中，由于本公开采用了在导电层 211 表面形成介电层 226 的工艺步骤，则导电层 211 的间断空余区域 2113 的侧面和底面也覆盖有介电层 226，因此相比于现有工艺中的间断空余区域，本公开提出的制备方法中的间断空余区域 2113 具有更窄的宽度，即间断空余区域 2113 相比于现有工艺中的对应结构的高度宽度比增大。据此，相比于现有制备方法中需要多次工艺形成空气洞的设计，本公开的上述形成空气洞 225 的步骤中，能够实现对空气洞 225 的一次成形，进一步简化工艺步骤，提高制备效率。

具体地，如图 9 所示，其具体示出了在绝缘层 222 上形成阻挡层 223 之后的层状结构，其可以作为本实施方式中的“在绝缘层 222 上形成阻挡层 223”步骤中的半导体结构的代表性示例。具体而言，该步骤是在形成绝缘层 222 之后，在该绝缘层 222 上形成一层阻挡层 223，该阻挡层 223 能够起到保护金属连接层（导电层 211）、阻隔水汽的功效。

进一步地，基于形成阻挡层 223 的步骤，在本实施方式中，阻挡层 223 的材质可以包含氮化硅。在其他实施方式中，阻挡层 223 的材质亦可包含氮氧化硅 (SiON) 等其他材质，并不以本实施方式为限。

进一步地，基于形成阻挡层 223 的步骤，在本实施方式中，阻挡层 223 可以经由沉积工艺形成于该绝缘层 222 上。在其他实施方式中，阻挡层 223 亦可采用其他工艺形成于该绝缘层 222 上，并不以本实施方式为限。

具体地，如图 10 所示，其具体示出了在该层阻挡层 223 上形成第二保护层 224 之后的层状结构，其可以作为本实施方式中的“在该绝缘层 222 上依次形成阻挡层 223 和第二保护层 224”步骤中的半导体结构的代表性示例。具体而言，该步骤是形成阻挡层 223 之后，在该阻挡层 223 上形成一层第二保护层 224，该第二保护层 224 能够起到保护半导体结构的功效，同时便于对各膜层的蚀刻等后续制程的实施。

进一步地，基于形成第二保护层 224 的步骤，在本实施方式中，第二保护层 224 的材

质可以包含聚酰亚胺。在其他实施方式中，第二保护层 224 的材质亦可包含其他材质，并不以本实施方式为限。

进一步地，基于形成第二保护层 224 的步骤，在本实施方式中，第二保护层 224 可以由旋涂工艺覆盖在阻挡层 223 的表面上。在其他实施方式中，第二保护层 224 亦可采用其他工艺形成于阻挡层 223 上，并不以本实施方式为限。

承上所述，如图 10 所示，当“在该绝缘层 222 上依次形成阻挡层 223 和第二保护层 224”步骤完成时，半导体结构的主要制程大致完成，据此使得半导体基材 210 在其导电层 211 上形成各膜层及相关结构，例如包含薄层的介电层 226、薄层的钝化层 2211、绝缘层 222、空气洞 225、阻挡层 223 和第二保护层 224。

如图 11 所示，本公开提出的半导体结构的制备方法，可以包含“对各膜层进行蚀刻”的步骤。图 11 具体示出了半导体结构的各膜层经过蚀刻之后的层状结构，且图 11 示出的半导体结构的层状结构与图 2 示出的半导体结构的层状结构大致相同。

在此应注意，附图中示出而且在本说明书中描述的半导体结构的制备方法仅仅是能够采用本公开原理的许多种方法中的几个示例。应当清楚地理解，本公开的原理绝非仅限于附图中示出或本说明书中描述的半导体结构的制备方法的任何细节或任何步骤。

参阅图 2，其代表性地示出了本公开提出的半导体结构的层状图。在该示例性实施方式中，本公开提出的半导体结构是以晶体管半导体为例进行说明的。本领域技术人员容易理解的是，为将本公开的半导体结构应用于其他类型的半导体中，而对下述的具体实施方式做出多种改型、添加、替代、删除或其他变化，这些变化仍在本公开提出的半导体结构的原理的范围内。

如图 2 所示，在本实施方式中，本公开提出的半导体结构包含半导体基材 210、导电层 211、钝化层 2211 以及绝缘层 222、阻挡层 223 和第二保护层 224。具体而言，导电层 211 设置于半导体基材 210 上。钝化层 2211 可以通过对设置于导电层 211 上的第一保护层 221 进行钝化处理形成。绝缘层 222、阻挡层 223 和第二保护层 224 依次设置于钝化层 2211 上。其中，该本公开提出的半导体结构可以采用本公开提出的并在上述实施方式中详细说明了半导体结构的制备方法制成，在其他实施方式中，本公开提出的半导体结构亦可采用其他制备方法制成，并不以本实施方式为限。通过上述设计，本公开提出的半导体结构能够利用钝化层 2211 对其导电层 211 提供有效的保护，特别是具有良好的水汽阻隔效果。

如图 2 所示，在本实施方式中，导电层具有间断空余区域 2113，在此基础上，间断

空余区域 2113 内可以设置有空气洞 225。

如图 2 所示，在本实施方式中，本公开提出的半导体结构还可以包含介电层 226。该介电层 226 设置于导电层 211 与钝化层 2211 之间。

在此应注意，附图中示出而且在本说明书中描述的半导体结构仅仅是能够采用本公开原理的许多种半导体结构中的几个示例。应当清楚地理解，本公开的原理绝非仅限于附图中示出或本说明书中描述的半导体结构的任何细节或任何部件。

综上所述，本公开提出的半导体结构的制备方法，通过在导电层表面形成第一保护层，能够利用第一保护层对导电层提供保护。同时，本公开通过对该第一保护层进行钝化处理而形成具有多层结构的钝化层，钝化层至少部分区域的离子浓度比第一保护层的离子浓度大，显著优化水汽阻隔效果。据此，本公开提出的半导体结构能够对其导电层提供有效的保护，特别是具有良好的水汽阻隔效果。

虽然已参照几个典型实施例描述了本公开，但应当理解，所用的术语是说明和示例性、而非限制性的术语。由于本公开能够以多种形式具体实施而不脱离公开的精神或实质，所以应当理解，上述实施例不限于任何前述的细节，而应在随附权利要求所限定的精神和范围内广泛地解释，因此落入权利要求或其等效范围内的全部变化和改型都应随附权利要求所涵盖。

权 利 要 求

1.一种半导体结构的制备方法，其特征在于，该方法包含以下步骤：

提供半导体基材，在所述半导体基材上形成导电层；

5 在所述导电层表面形成第一保护层；

对所述第一保护层进行钝化处理，使所述第一保护层形成钝化层，所述钝化层包含多层薄膜结构，所述多层薄膜结构的离子浓度不完全相同；

在所述钝化层上形成绝缘层；以及

在所述绝缘层上依次形成阻挡层和第二保护层。

10

2.根据权利要求1所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述钝化处理包含等离子体处理、离子注入或者热氧化处理。

15

3.根据权利要求2所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述钝化处理包含基于氮气的等离子体处理。

20

4.根据权利要求1所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述钝化层包含两层薄膜结构，所述两层薄膜结构分别为第一层和第二层，所述第一层邻接于所述导电层，所述第二层位于所述第一层表面，所述第二层的离子浓度大于所述第一层的离子浓度。

5.根据权利要求1所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述钝化层包含三层及三层以上薄膜结构，各层所述薄膜结构的离子浓度不完全相同，至少一层所述薄膜结构的离子浓度大于所述第一保护层的离子浓度。

25

6.根据权利要求1所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述第一保护层的厚度为10nm~100nm。

30

7.根据权利要求1所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述绝缘层的形成工艺包含高密度等离子体化学气相沉积工艺。

8.根据权利要求 1 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，形成所述绝缘层时，在所述导电层的间断空余区域形成空气洞。

5 9.根据权利要求 1~8 任一项所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，该方法还包含以下步骤：

在形成所述第一保护层之前，在所述导电层表面形成介电层。

10 10.根据权利要求 9 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述介电层的厚度为 10nm~100nm。

11.根据权利要求 9 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述介电层的材质包含 SiCO。

15 12.根据权利要求 1 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述第一保护层的材质包含氮化硅。

13.根据权利要求 1 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述绝缘层的材质包含氧化硅。

20 14.根据权利要求 1 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述绝缘层的形成工艺包含高密度等离子体化学气相淀积工艺。

25 15.根据权利要求 1 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述阻挡层的材质包含氮化硅、氮氧化硅。

16.根据权利要求 1 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述第二保护层的材质包含聚酰亚胺。

30 17.根据权利要求 1 所述的半导体结构的制备方法，其特征在于，所述第二保护层经由旋涂工艺覆盖在所述阻挡层表面。

18.一种半导体结构，其特征在于，所述半导体结构包含：

半导体基材；

导电层，设置于所述半导体基材上；

- 5 钝化层，由设置于所述导电层表面的第一保护层通过钝化处理而形成，所述钝化层包含多层薄膜结构，所述多层薄膜结构的离子浓度不完全相同；以及
- 绝缘层、阻挡层和第二保护层，依次设置于所述钝化层上。

19.根据权利要求 18 所述的半导体结构，其特征在于，所述导电层具有间断空余区域；

- 10 其中，所述间断空余区域内设置有空气洞。

20.根据权利要求 18 所述的半导体结构，其特征在于，所述半导体结构还包含：

介电层，设置于所述导电层与所述钝化层之间。

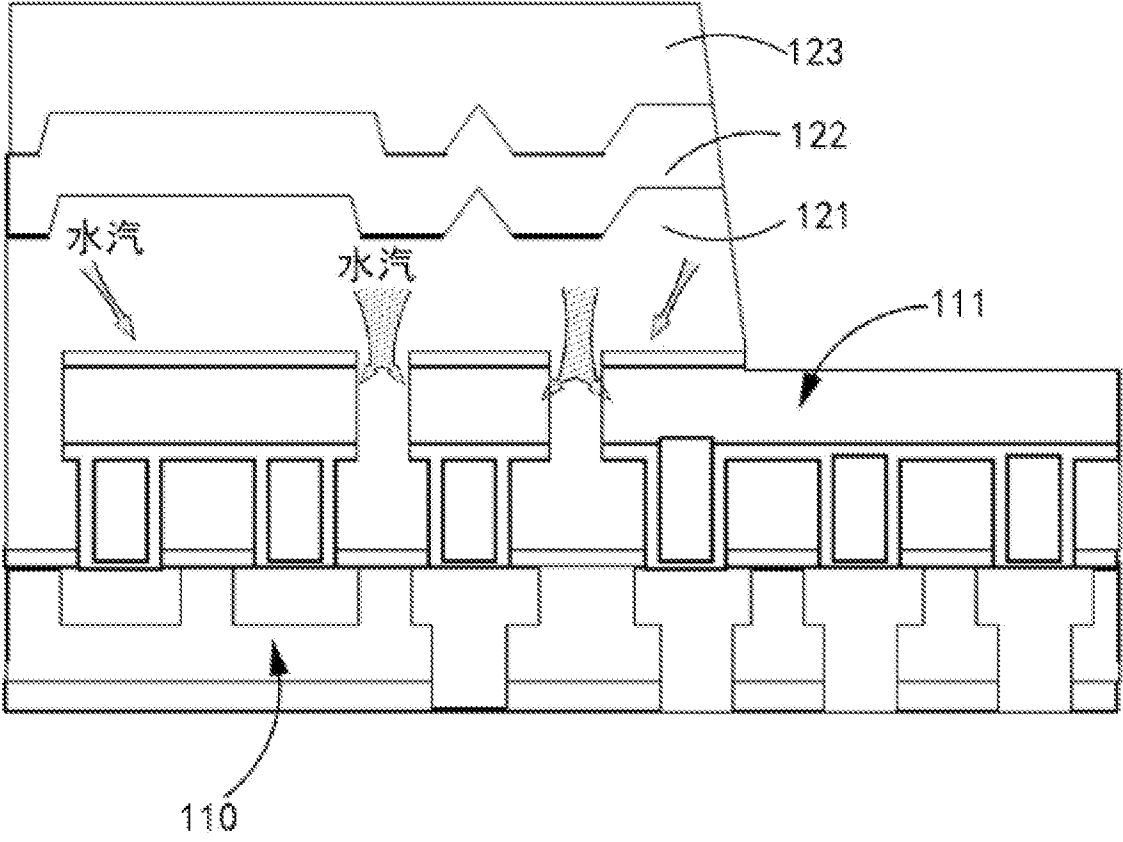


图1

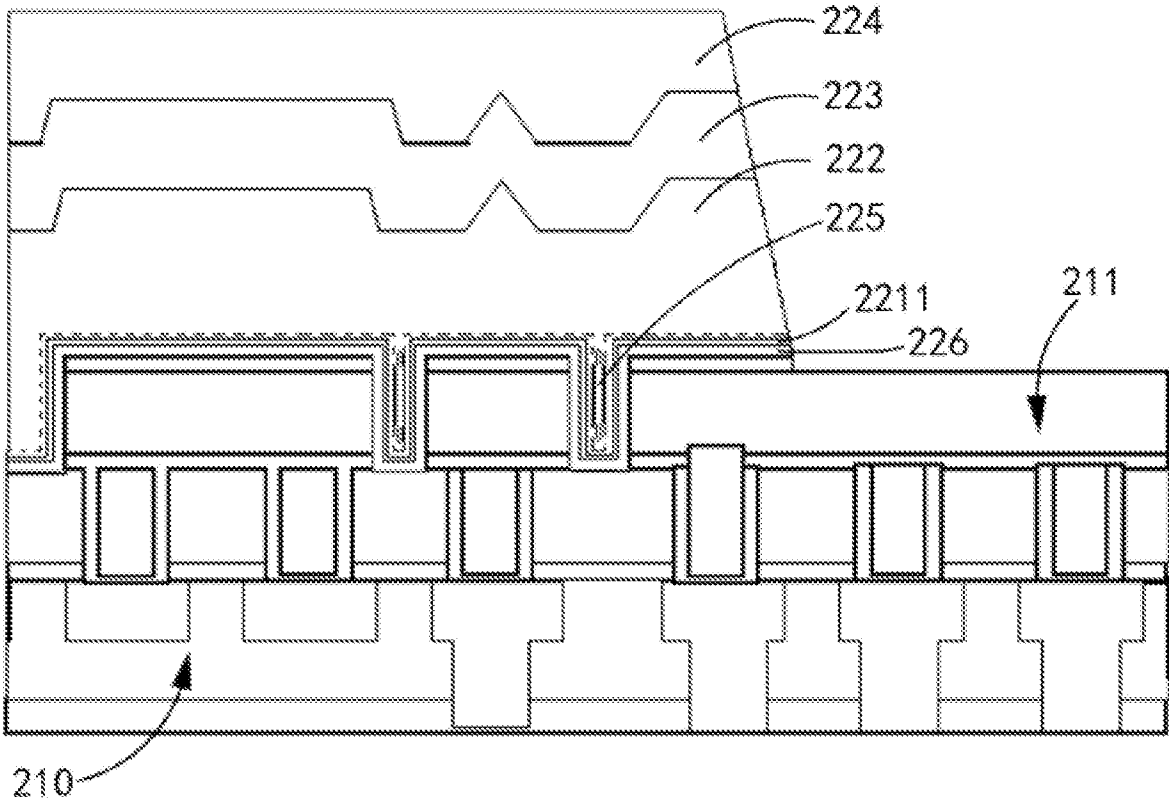


图2

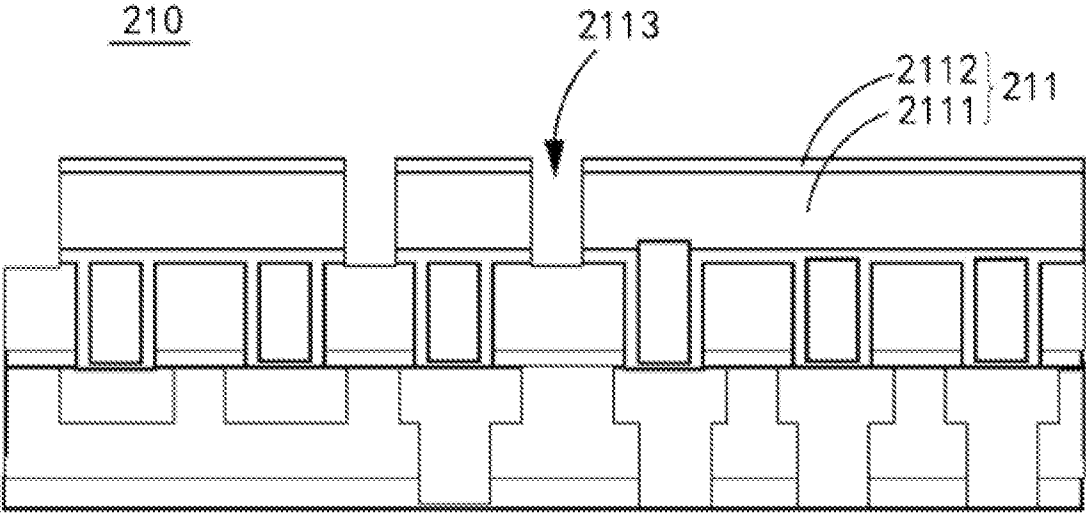


图3

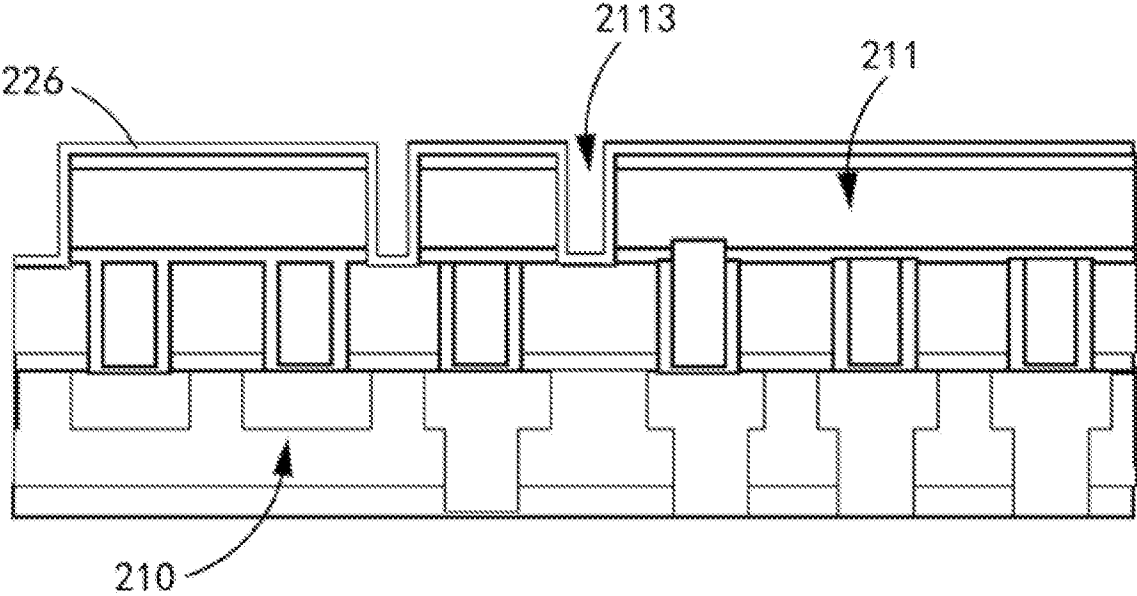


图4

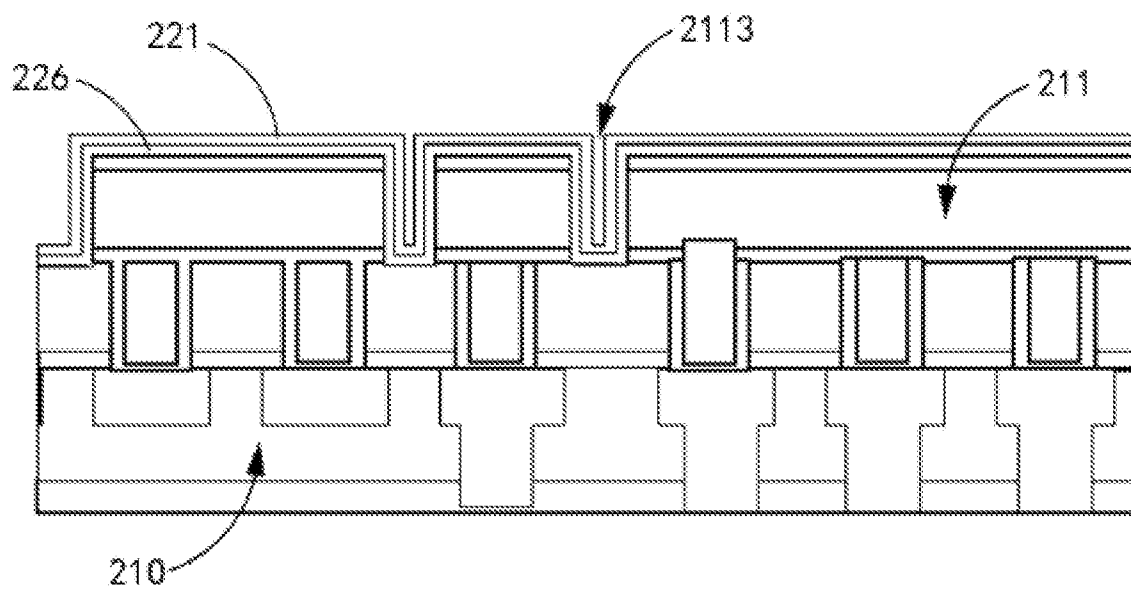


图5

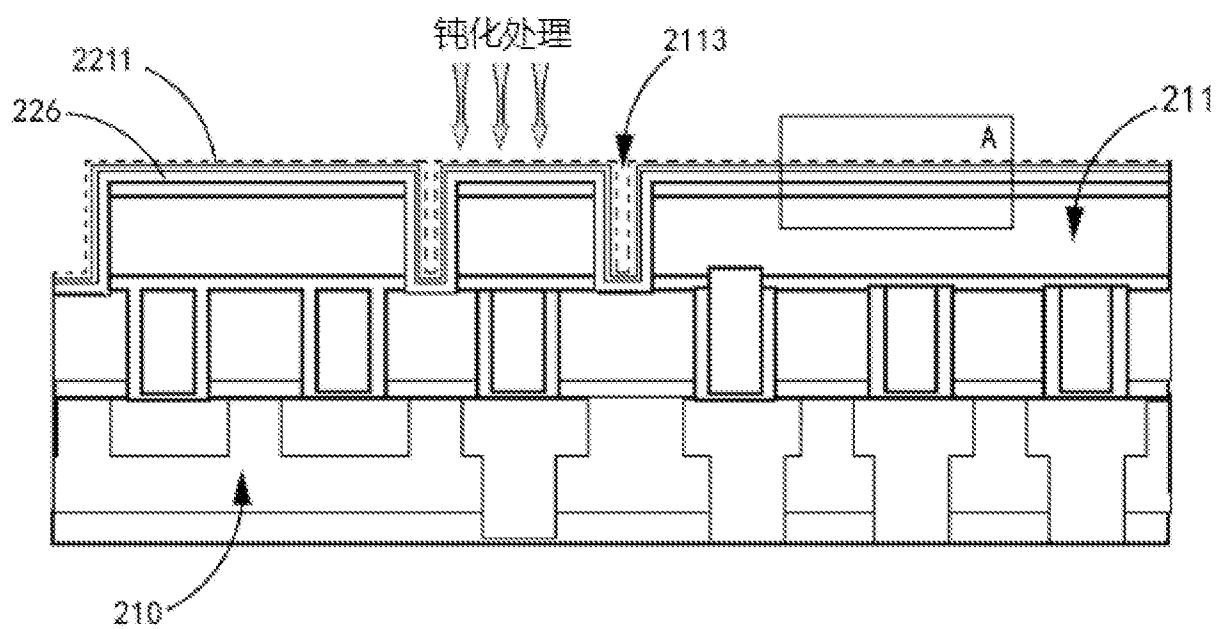


图6



图7

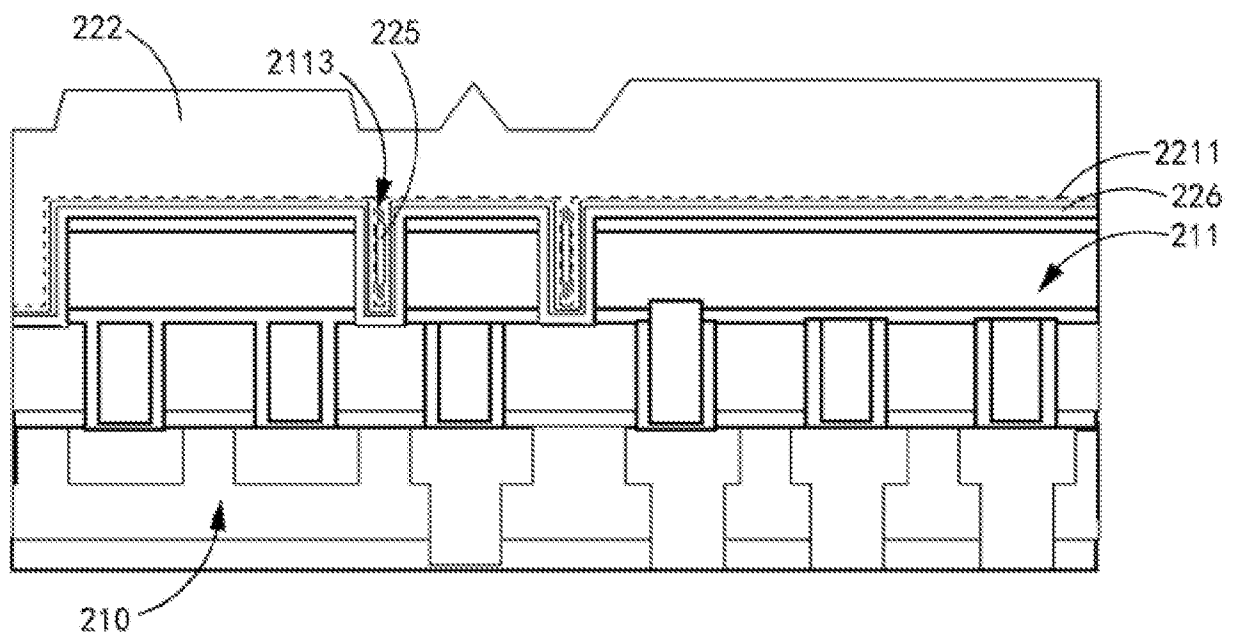


图8

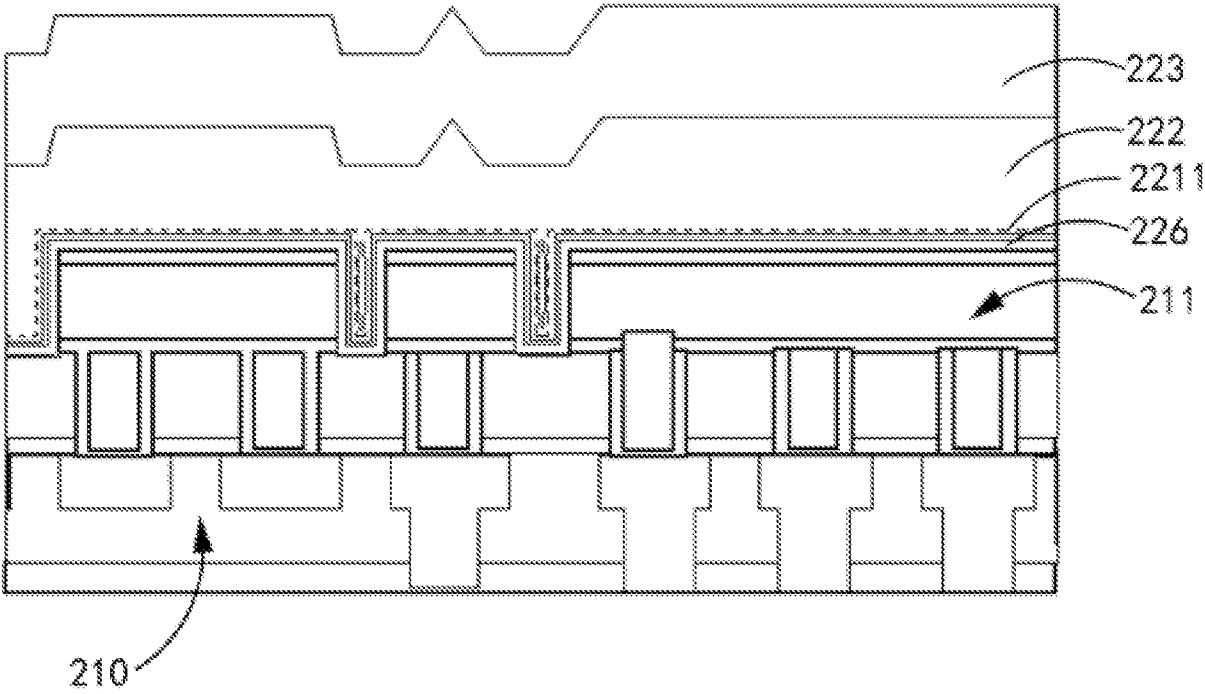


图9

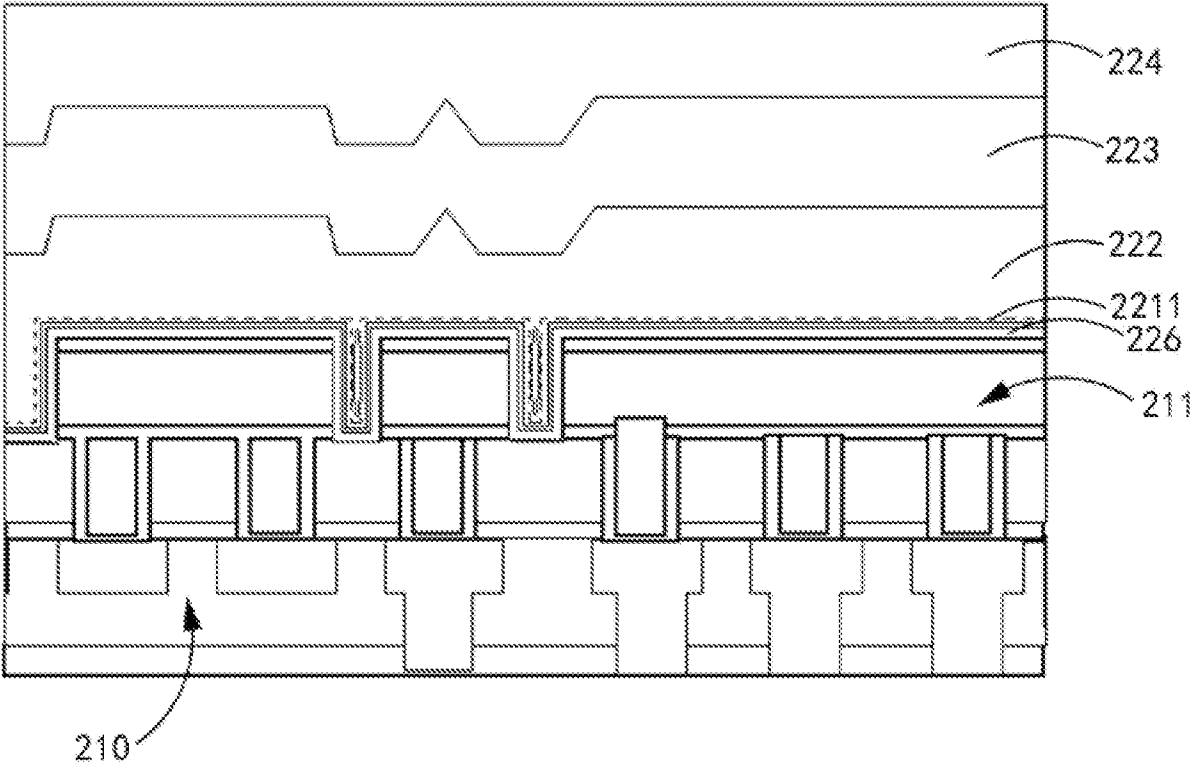


图10

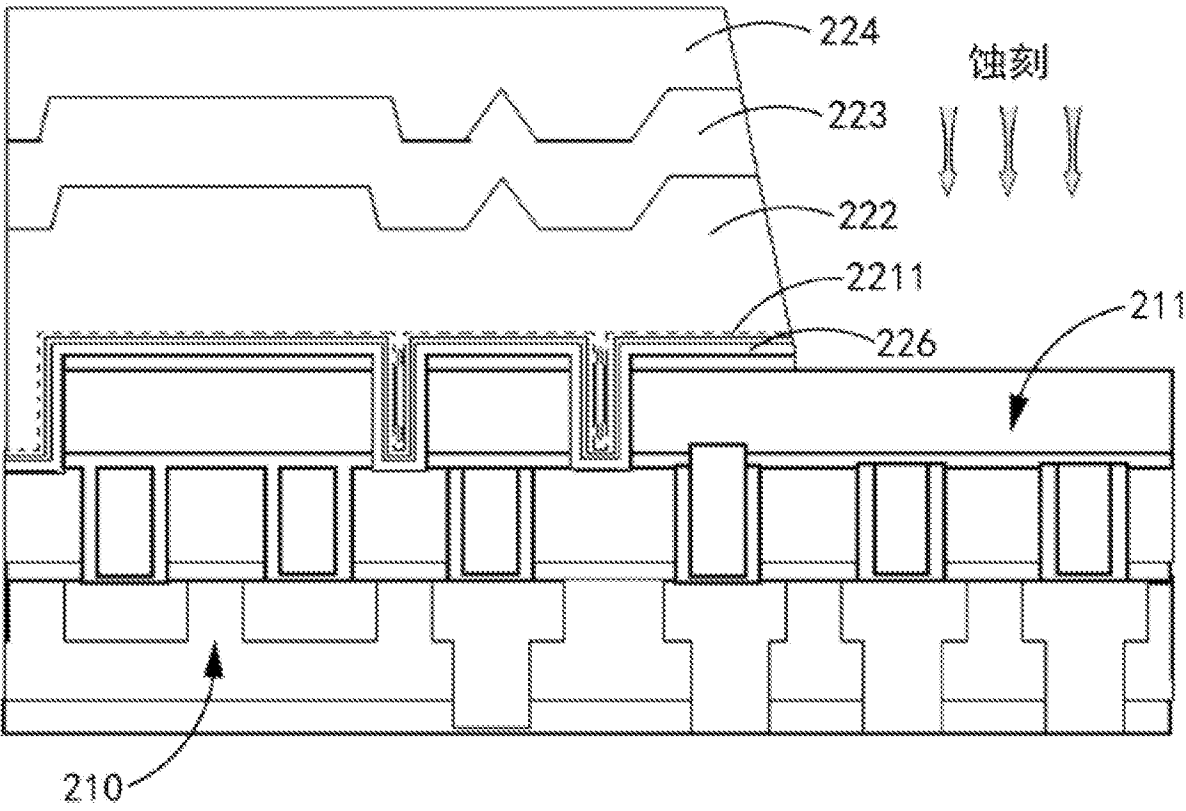


图11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/101628

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/314(2006.01)i; H01L 23/00(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)

CNABS, CNTXT, SIPOABS, DWPI, USTXT, IEEE: 水, 汽, 潮, 湿, 互连, 等离子, 注入, 离子, 钝化, 保护, 阻挡, 浓度, water, moist, wet, interconnect, plasma, inject, ion, passivate, protect, block, barrier, shield, density, concentration

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 102420194 A (SHANGHAI HUALI MICROELECTRONICS CORPORATION) 18 April 2012 (2012-04-18) entire document	1-20
A	CN 1189920 A (TOSHIBA K. K.) 05 August 1998 (1998-08-05) entire document	1-20
A	CN 103887171 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 25 June 2014 (2014-06-25) entire document	1-20
A	CN 102412165 A (SHANGHAI HUALI MICROELECTRONICS CORPORATION) 11 April 2012 (2012-04-11) entire document	1-20
A	CN 1413358 A (TOYODA GOSEI CO., LTD.) 23 April 2003 (2003-04-23) entire document	1-20
A	CN 102237304 A (FUDAN UNIVERSITY) 09 November 2011 (2011-11-09) entire document	1-20



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

03 August 2021

Date of mailing of the international search report

01 September 2021

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/CN2021/101628

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	102420194	A	18 April 2012	CN	102420194	B	04 June 2014
CN	1189920	A	05 August 1998	WO	9740533	A1	30 October 1997
				EP	0836748	A1	22 April 1998
				CN	1314116	C	02 May 2007
				JP	3432997	B2	04 August 2003
				US	6100579	A	08 August 2000
				JP	H09289209	A	04 November 1997
				TW	406332	B	21 September 2000
				KR	19990028360	A	15 April 1999
				KR	100278694	B1	01 February 2001
CN	103887171	A	25 June 2014	CN	103887171	B	01 February 2017
CN	102412165	A	11 April 2012	None			
CN	1413358	A	23 April 2003	JP	2001185493	A	06 July 2001
				AU	2400601	A	09 July 2001
				US	6830948	B2	14 December 2004
				CA	2398525	A1	05 July 2001
				KR	20020073484	A	26 September 2002
				US	2003092230	A1	15 May 2003
				EP	1263031	A1	04 December 2002
				CN	1189920	C	16 February 2005
				KR	100500863	B1	14 July 2005
				WO	0148799	A1	05 July 2001
				AU	776768	B2	23 September 2004
CN	102237304	A	09 November 2011	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/101628

A. 主题的分类 H01L 21/314(2006.01)i; H01L 23/00(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)) CNABS, CNTXT, SIPOABS, DWPI, USTXT, IEEE:水, 汽, 潮, 湿, 互连, 等离子, 注入, 离子, 钝化, 保护, 阻挡, 浓度, water, moist, wet, interconnect, plasma, inject, ion, passivate, protect, block, barrier, shield, density, concentration																							
C. 相关文件 <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 102420194 A (上海华力微电子有限公司) 2012年 4月 18日 (2012 - 04 - 18) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1189920 A (株式会社东芝) 1998年 8月 5日 (1998 - 08 - 05) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103887171 A (哈尔滨工业大学) 2014年 6月 25日 (2014 - 06 - 25) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102412165 A (上海华力微电子有限公司) 2012年 4月 11日 (2012 - 04 - 11) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 1413358 A (丰田合成株式会社) 2003年 4月 23日 (2003 - 04 - 23) 全文</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102237304 A (复旦大学) 2011年 11月 9日 (2011 - 11 - 09) 全文</td> <td>1-20</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 102420194 A (上海华力微电子有限公司) 2012年 4月 18日 (2012 - 04 - 18) 全文	1-20	A	CN 1189920 A (株式会社东芝) 1998年 8月 5日 (1998 - 08 - 05) 全文	1-20	A	CN 103887171 A (哈尔滨工业大学) 2014年 6月 25日 (2014 - 06 - 25) 全文	1-20	A	CN 102412165 A (上海华力微电子有限公司) 2012年 4月 11日 (2012 - 04 - 11) 全文	1-20	A	CN 1413358 A (丰田合成株式会社) 2003年 4月 23日 (2003 - 04 - 23) 全文	1-20	A	CN 102237304 A (复旦大学) 2011年 11月 9日 (2011 - 11 - 09) 全文	1-20
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 102420194 A (上海华力微电子有限公司) 2012年 4月 18日 (2012 - 04 - 18) 全文	1-20																					
A	CN 1189920 A (株式会社东芝) 1998年 8月 5日 (1998 - 08 - 05) 全文	1-20																					
A	CN 103887171 A (哈尔滨工业大学) 2014年 6月 25日 (2014 - 06 - 25) 全文	1-20																					
A	CN 102412165 A (上海华力微电子有限公司) 2012年 4月 11日 (2012 - 04 - 11) 全文	1-20																					
A	CN 1413358 A (丰田合成株式会社) 2003年 4月 23日 (2003 - 04 - 23) 全文	1-20																					
A	CN 102237304 A (复旦大学) 2011年 11月 9日 (2011 - 11 - 09) 全文	1-20																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																			
* 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																					
2021年 8月 3日		2021年 9月 1日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																					
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		纪骋 电话号码 010-62411203																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/101628

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	102420194	A	2012年 4月 18日	CN	102420194	B	2014年 6月 4日
CN	1189920	A	1998年 8月 5日	WO	9740533	A1	1997年 10月 30日
				EP	0836748	A1	1998年 4月 22日
				CN	1314116	C	2007年 5月 2日
				JP	3432997	B2	2003年 8月 4日
				US	6100579	A	2000年 8月 8日
				JP	H09289209	A	1997年 11月 4日
				TW	406332	B	2000年 9月 21日
				KR	19990028360	A	1999年 4月 15日
				KR	100278694	B1	2001年 2月 1日
CN	103887171	A	2014年 6月 25日	CN	103887171	B	2017年 2月 1日
CN	102412165	A	2012年 4月 11日	无			
CN	1413358	A	2003年 4月 23日	JP	2001185493	A	2001年 7月 6日
				AU	2400601	A	2001年 7月 9日
				US	6830948	B2	2004年 12月 14日
				CA	2398525	A1	2001年 7月 5日
				KR	20020073484	A	2002年 9月 26日
				US	2003092230	A1	2003年 5月 15日
				EP	1263031	A1	2002年 12月 4日
				CN	1189920	C	2005年 2月 16日
				KR	100500863	B1	2005年 7月 14日
				WO	0148799	A1	2001年 7月 5日
				AU	776768	B2	2004年 9月 23日
CN	102237304	A	2011年 11月 9日	无			