(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 3 月 31 日 (31.03.2022)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2022/062485 A1

(51) 国际专利分类号:
H01L 21/768 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/099873

(22) 国际申请日: 2021 年 6 月 11 日 (11.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011001855.8 2020年9月22日 (22.09.2020) 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 230000 (CN)。

(72) 发明人: 刘杰 (LIU, Jie); 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 230000 (CN)。 吴秉桓 (WU, Ping-heng); 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 230000 (CN)。 应战 (YING, Zhan); 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 230000 (CN)。

(74) 代理人: 北京派特恩知识产权代理有限公司 (CHINA PAT INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE); 中国北京市海淀区海淀南路21号中关村知识产权大厦B座2层, Beijing 100080 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明，要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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))。

(54) **Title:** CONTACT WINDOW STRUCTURE, METAL PLUG AND FORMING METHODS THEREFOR, AND SEMICONDUCTOR STRUCTURE

(54) 发明名称: 接触窗结构、金属插塞及其形成方法、半导体结构

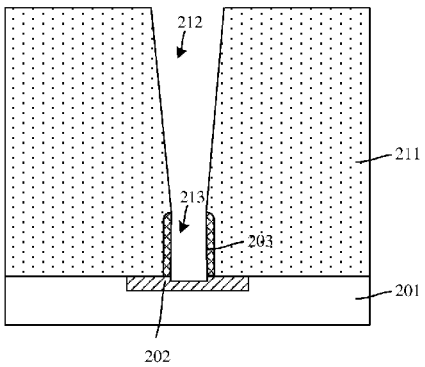

图 12

(57) **Abstract:** A contact window structure, a metal plug and forming methods therefor. According to the forming method for a contact window structure, and a semiconductor structure, an annular gasket is formed on the surface of a target layer, and the middle part of the annular gasket is provided with a central through hole exposing part of the surface of the target layer; a dielectric layer covering a substrate, the target layer and the annular gasket is formed; the dielectric layer is etched to form, in the dielectric layer, an etching hole which is in communication with the central through hole; and the annular gasket is removed through the etching hole and the central through hole, so that the size of the central through hole is increased, and the etching hole and the central through hole, the size of which has been increased, form a contact window structure.

(57) 摘要: 一种接触窗结构、金属插塞及其形成方法，所述接触窗结构的形成方法、半导体结构，在目标层表面上形成环形垫片，所述环形垫片中间具有暴露出目标层部分表面的中央通孔；形成覆盖所述基底、目标层和环形垫片的介质层；刻蚀所述介质层，在所述介质层中形成与中央通孔连通的刻蚀孔；沿刻蚀孔和中央通孔去除所述环形垫片，使得中央通孔的尺寸变大，所述刻蚀孔与尺寸变大后的中央通孔构成接触窗结构。

WO 2022/062485 A1

接触窗结构、金属插塞及其形成方法、半导体结构

相关申请的交叉引用

本公开基于申请号为202011001855.8、申请日为2020年9月22日、申请名称为“接触窗结构、金属插塞及其形成方法、半导体结构”的中国专利申请提出，并要求该中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容在此以全文引入的方式引入本公开。

技术领域

本公开涉及半导体领域，尤其涉及一种接触窗结构、金属插塞及其形成方法、半导体结构。

背景技术

随着集成电路向超大规模集成电路发展，集成电路内部的电路密度越来越大，所包含的元件数量也越来越多，这种发展使得晶圆表面无法提供足够的面积来制作所需的互连线。

为了满足元件缩小后的互连线需求，两层及两层以上的多层金属互连线的设计成为超大规模集成电路技术所通常采用的一种方法。目前，不同金属层或者金属层与衬垫层的导通可以通过金属插塞实现。由于器件集成度越来越高，在形成金属插塞的过程中形成的通孔的深宽比不断提高，这导致设计端提出的电路要求表现打折扣。

发明内容

本公开实施例所要解决的技术问题是提供一种接触窗结构、金属插塞及其形成方法，减少发生通孔底部关键尺寸小于通孔顶部关键尺寸的现象，克服刻蚀过程中通孔的尺寸微缩问题。

本公开实施例提供了一种接触窗结构的形成方法，包括：

提供目标层；

在所述目标层表面形成环形垫片，所述环形垫片中间设置有暴露出目标层部分表面的中央通孔；

形成覆盖所述目标层和环形垫片的介质层；

刻蚀所述介质层，在所述介质层中形成与中央通孔连通的刻蚀孔；

去除所述环形垫片，形成接触窗结构。

在一种实施例中，所述环形垫片的形成过程包括：

在所述目标层部分表面上形成柱状结构;

在所述柱状结构的侧壁和顶部表面和部分目标层的表面形成垫片材料层;

刻蚀去除所述柱状结构顶部表面以及部分目标层的表面的垫片材料层，在所述柱状结构的侧壁表面形成环形垫片;

去除所述柱状结构。

在一种实施例中，所述环形垫片的形成过程包括:

在所述目标层部分表面上形成掩膜材料层，所述掩膜材料层中形成有暴露出所述目标层部分表面的第一通孔;

在所述第一通孔的侧壁和底部表面以及所述掩膜材料层的表面形成垫片材料层;

刻蚀去除所述掩膜材料层的表面以及第一通孔底部表面的垫片材料层，在所述第一通孔的侧壁表面形成环形垫片。

在一种实施例中，在形成所述环形垫片后，去除所述掩膜材料层，在所述目标层和环形垫片上形成介质层，或者在形成所述环形垫片后，保留所述掩膜材料层，在所述掩膜材料层上形成介质层。

在一种实施例中，形成所述介质层时，所述形成的介质层可以完全填充所述环形垫片中间的中央通孔。

在一种实施例中，形成所述介质层时，所述介质层部分填充或者不填充所述中央通孔，在所述环形垫片之间形成空气隙。

在一种实施例中，在形成所述介质层之前，在所述环形垫片中间的中央通孔中填充牺牲层，在刻蚀介质层形成刻蚀孔时，对所述牺牲层的刻蚀速率大于对所述介质层的刻蚀速率。

在一种实施例中，所述环形垫片的厚度为所述中央通孔尺寸的 3 倍以上。

在一种实施例中，在形成接触窗的过程中，所述目标层有部分被刻蚀掉。

在一种实施例中，提供基底，所述目标层形成于基底中，所述基底露出所述目标层的表面。

本公开实施例还提供了一种金属插塞的形成方法，包括:

形成前述所述的接触窗结构;

在所述接触窗结构中填充金属，形成金属插塞。

本公开实施例还提供了一种接触窗结构，包括:

目标层;

位于目标层上的介质层；

位于介质层中的接触窗结构，所述接触窗结构包括连通的刻蚀孔和中央通孔，所述刻蚀孔位于中央通孔上方，所述中央通孔暴露出目标层的部分表面，且所述中央通孔的尺寸大于所述刻蚀孔底部的尺寸。

本公开实施例还提供了一种半导体结构，包括：

目标层；

位于所述目标层表面的环形垫片，所述环形垫片中间设置有暴露出目标层部分表面的中央通孔；

覆盖所述目标层和环形垫片的介质层；

位于所述介质层中与中央通孔连通的刻蚀孔。

本公开实施例还提供了一种金属插塞，包括：

目标层；

位于目标层上的介质层；

位于介质层中的接触窗结构，所述接触窗结构包括连通的刻蚀孔和中央通孔，所述刻蚀孔位于中央通孔上方，所述中央通孔暴露出目标层的部分表面，且所述中央通孔的尺寸大于所述刻蚀孔底部的尺寸；

填充所述接触窗结构的金属插塞。

与相关技术相比，本公开实施例技术方案具有以下优点：

本公开实施例的接触窗结构的形成方法，提供目标层；在所述目标层表面形成环形垫片，所述环形垫片中间设置有暴露出目标层部分表面的中央通孔；形成覆盖所述目标层和环形垫片的介质层；刻蚀所述介质层，在所述介质层中形成与中央通孔连通的刻蚀孔；去除所述环形垫片，形成接触窗结构。通过形成环形垫片，在形成接触窗结构时，去除所述环形垫片后，可以使得中央通孔的尺寸变大，从而使得接触窗结构底部的尺寸会变大，在接触窗结构中形成金属插塞时，使得金属插塞底部与目标层的接触面积增大，减小了两者的接触电阻，并且由于环形垫片的存在，使得介质层中形成的刻蚀孔的深度或深宽比会减小，使得形成孔刻蚀难度减小，因而在形成刻蚀孔时，无需增大刻蚀孔的尺寸甚至可以减小刻蚀孔的尺寸以提高集成度，即可以使得形成的接触窗结构顶部的尺寸可以与相关技术形成的顶部尺寸保持不变或者具有更小的尺寸的同时，使得形成的接触窗结构底部的尺寸被增大。

在一些实施例中，所述环形垫片的形成过程包括：在所述目标层部分表面上形成柱

状结构；在所述柱状结构的侧壁和顶部表面、基底和部分目标层的表面形成垫片材料层；无掩膜刻蚀去除所述柱状结构顶部表面以及基底和部分目标层的表面的垫片材料层，在所述柱状结构的侧壁表面形成环形垫片；在形成所述环形垫片后去除所述柱状结构。这样方法形成的环形垫片的尺寸和形状的精度较高，并具有较高的侧壁形貌。

在一些实施例中，所述环形垫片的形成过程包括：在所述基底和目标层部分表面上形成掩膜材料层，所述掩膜材料层中形成有暴露出所述目标层部分表面的第一通孔；在所述第一通孔的侧壁和底部表面以及所述掩膜材料层的表面形成垫片材料层；无掩膜刻蚀去除所述掩膜材料层的表面以及第一通孔底部表面的垫片材料层，在所述第一通孔的侧壁表面形成环形垫片。这样方法形成的环形垫片的尺寸和形状的精度较高，并具有较高的侧壁形貌。

本公开实施例的接触窗结构，接触窗结构底部的尺寸会变大，在接触窗结构中形成金属插塞时，使得金属插塞底部与目标层的接触面积增大，减小了两者的接触电阻。

附图说明

图 1 为相关技术形成的通孔的结构示意图；

图 2-图 14 为本公开实施例接触窗结构的形成过程的剖面结构示意图。

具体实施方式

相关技术中的金属插塞的形成过程参考图 1，包括：在基底 101 中形成目标金属层 102，所述目标金属层 102 与基底 101 的表面齐平；在基底 101 和目标金属层 102 上形成介质层 103；在介质层 103 中形成暴露出目标金属层表面的通孔（或接触窗结构）104；在通孔（或接触窗结构）中填充金属（图中未示出），形成金属插塞（图中未示出）。

随着器件的集成度越来越高，所述介质层中形成的通孔的深宽比也不断提高，高深宽比的通孔 104 对于刻蚀工艺来说一直是非常大的挑战。通常在向下刻蚀过程中，通孔会逐渐变窄，通孔 104 底部的关键尺寸 21 小于通孔 104 的顶部的关键尺寸。在此微缩的过程中，设计端所提出的电路要求表现也会打折扣。另外，通孔底层开窗尺寸大小往往会限制住整个接触窗的电阻值，经微缩的尺寸会大大降低与目标金属层的接触面积。如背景技术所言，现有形成的通孔的过程中会发生微缩现象，尤其是高深宽比通孔，该现象导致通孔底部尺寸相较于顶部尺寸变小，并且增大接触电阻。

为此，本公开实施例提供了一种接触窗结构、金属插塞及其形成方法、半导体结构，所述接触窗结构的形成方法，提供目标层；在所述目标层表面形成环形垫片，所述环形垫片中间设置有暴露出目标层部分表面的中央通孔；形成覆盖所述目标层和环形垫片的

介质层；刻蚀所述介质层，在所述介质层中形成与中央通孔连通的刻蚀孔；去除所述环形垫片，形成接触窗结构。通过形成环形垫片，在形成接触窗结构时，去除所述环形垫片后，可以使得中央通孔的尺寸变大，从而使得接触窗结构底部的尺寸会变大，在接触窗结构中形成金属插塞时，使得金属插塞底部与目标层的接触面积增大，减小了两者的接触电阻，并且由于环形垫片的存在，使得介质层中形成的刻蚀孔的深度或深宽比会减小，使得形成孔刻蚀难度减小，因而在形成刻蚀孔时，无需增大刻蚀孔的尺寸甚至可以减小刻蚀孔的尺寸以提高集成度，即可以使得形成的接触窗结构顶部的尺寸可以与相关技术形成的顶部尺寸保持不变或者具有更小的尺寸的同时，使得形成的接触窗结构底部的尺寸被增大。

为使本公开实施例的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本公开的具体实施方式做详细的说明。在详述本公开实施例时，为便于说明，示意图会不依一般比例作局部放大，而且所述示意图只是示例，其在此不应限制本公开实施例的保护范围。此外，在实际制作中应包含长度、宽度及深度的三维空间尺寸。

参考图 2，提供基底 201，所述基底 201 中形成有目标层 202，所述基底 201 露出所述目标层 202 的表面。

在一实施例中，所述基底 201 可以为半导体衬底，所述目标层 202 可以为位于半导体衬底中的掺杂区（比如掺杂有 N 型杂质离子或掺杂有 P 型杂质离子的区域）或者位于半导体衬底中的金属硅化物区（比如硅化镍区或硅化钴区）。所述半导体衬底的材料可以为硅（Si）、锗（Ge）、或硅锗（GeSi）、碳化硅（SiC）；也可以是绝缘体上硅（SOI），绝缘体上锗（GOI）；或者还可以为其它的材料，例如砷化镓等Ⅲ-Ⅴ族化合物。

在其他实施例中，所述基底 201 可以包括半导体衬底和位于半导体衬底上的层间介质层，所述目标层 202 位于层间介质层中。所述层间介质层可以为单层或多层堆叠结构，所述目标层 202 可以为金属层，所述金属层可以与下层介质层中形成的导电结构（比如导电插塞）连接。

所述目标层 202 的表面可以与所述基底 201 的表面齐平，或者略高于所述基底 102 的表面。

所述基底 201 中形成目标层 202 可以为一个或多个（≥2 个），所述目标层 202 为多个时，相邻目标层之间是分立的，本实施例中仅以所述基底 201 中具有一个目标层 202 作为示例进行说明。

所述目标层 202 上后续需要形成环形垫片。为了后续形成环形垫片，在一实施例中，

在所述目标层 202 部分表面上形成柱状结构 204。

所述柱状结构 204 决定了后续形成的环形垫片位置和形状。所述柱状结构的形状可以为圆柱状或椭圆柱状，或者其他合适的形状（立方体状或长方体状）。所述柱状结构 204 的底部面积小于所述目标层 202 的面积。

所述柱状结构 204 的材料与目标层 202、基底 201 和后续形成的环形垫片的材料可以不相同，在后续去除柱状结构 204 时，使得柱状结构 204 相对于目标层 202、基底 201 和环形垫片具有高的刻蚀选择比，减少或防止对目标层 202、基底 201 和环形垫片的刻蚀损伤。

所述柱状结构 204 材料可以为光刻胶材料或掩膜材料，所述掩膜材料可以为氮化硅、氧化硅、碳氮化硅、氮氧化硅、多晶硅、无定型硅、无定型碳、低 K 介质材料中一种或几种。

在一实施例中，所述柱状结构 204 材料为光刻胶材料时，所述柱状结构 204 的形成过程包括：在所述基底 201 和目标层 202 上形成光刻胶层；对所述光刻胶层进行曝光和显影，在所述目标层 202 上形成柱状结构。

在另一实施例中，所述柱状结构 204 材料为掩膜材料时，所述柱状结构 204 的形成过程包括：在所述基底 201 和目标层 202 上形成掩膜材料层；对所述进行刻蚀，在所述目标层 202 上形成柱状结构。

参考图 3，在所述柱状结构 204 的侧壁和顶部表面、基底 201 和部分目标层 202 的表面形成垫片材料层 205。

所述垫片材料层 205 后续用于形成环形垫片。所述垫片材料层 205 的材料与后续形成的介质层的材料不相同，后续在介质层中形成刻蚀孔时，使得介质层相对于所述环形垫片具有高的刻蚀选择比。

所述垫片材料层 205 的材料可以为氮化硅、氧化硅、碳氮化硅、氮氧化硅中的一种或几种。形成所述垫片材料层采用化学气相沉积工艺。

所述垫片材料层 205 的厚度决定后续形成的环形垫片的宽度以及中央通孔被扩大的尺寸。所述垫片材料层的厚度为柱状结构或者后续形成的中央通孔的尺寸的 3 倍以上。在前述特定比例下，在后续过程中能够有效扩大中央通孔底部尺寸，使得中央通孔满足实际需求。沉积的垫片材料层厚度越厚，垫片材料移除后所开窗的尺寸面积越大。

参考图 4，无掩膜刻蚀去除所述柱状结构 204 顶部表面以及基底 201 和部分目标层 202 的表面的垫片材料层，在所述柱状结构 204 的侧壁表面形成环形垫片 203。

刻蚀所述垫片材料层采用各项异性的干法刻蚀工艺，可以为等离子体刻蚀工艺。

通过形成的环形垫片 203，后续形成接触窗结构时，当去除所述环形垫片时，可以使得中央通孔的尺寸变大，从而使得接触窗结构底部的尺寸会变大，在接触窗结构中形成金属插塞时，使得金属插塞底部与目标层的接触面积增大，减小了两者的接触电阻，并且由于环形垫片的存在，使得介质层中形成的刻蚀孔的深度或深宽比会减小，使得形成孔刻蚀难度减小，因而在形成刻蚀孔时，无需增大刻蚀孔的尺寸甚至可以减小刻蚀孔的尺寸以提高集成度，即可以使得形成的接触窗结构顶部的尺寸可以与相关技术形成的顶部尺寸保持不变或者具有更小的尺寸的同时，使得形成的接触窗结构底部的尺寸被增大。

参考图 5，去除所述柱状结构，在所述环形垫片 203 中间形成中央通孔 213，所述中央通孔 213 暴露出所述目标层 202 的部分表面。

去除所述柱状结构可以采用湿法刻蚀或干法刻蚀，去除所述柱状结构时可以采用对柱状结构相对于环形垫片 203、目标层 202 和基底 201 具有高刻蚀选择比的刻蚀溶液或刻蚀气体。

本公开另一实施例还提供了一种环形垫片 203 的形成方法，请参考图 6-图 8，首先请参考图 6，在所述基底 201 和目标层 202 部分表面上形成掩膜材料层 206，所述掩膜材料层 206 中形成有暴露出所述目标层 202 部分表面的第一通孔 207。

所述掩膜材料层 206 的材料可以为光刻胶、氮化硅、氧化硅、碳氮化硅、氮氧化硅、多晶硅、无定型硅、无定型碳、低 K 介质材料中一种或几种。所述掩膜材料层 206 的形成工艺可以为化学气相沉积工艺。

在一实施例中，所述掩膜材料层 206 的材料为光刻胶，通过曝光和显影工艺在所述掩膜材料层 206 中形成第一通孔 207。所述掩膜材料层 206 为其他材料时，可以通过刻蚀工艺在所述掩膜材料层 206 中形成第一通孔 207。

所述第一通孔 207 的形状和位置限定后续形成的环形垫片的形状和位置。

参考图 7，在所述第一通孔 207 的侧壁和底部表面以及所述掩膜材料层 206 的表面形成垫片材料层 208。

所述垫片材料层 208 后续用于形成环形垫片。所述垫片材料层 208 的材料与后续形成的介质层的材料不相同，后续在介质层中形成刻蚀孔时，使得介质层相对于所述环形垫片具有高的刻蚀选择比。

所述垫片材料层 208 的材料可以为氮化硅、氧化硅、碳氮化硅、氮氧化硅中的一种

或几种。形成所述垫片材料层采用化学气相沉积工艺。

所述垫片材料层208的厚度决定后续形成的环形垫片的宽度以及中央通孔被扩大的尺寸。在一实施例中，所述垫片材料层208的厚度为柱状结构或者后续形成的中央通孔的尺寸的3倍以上。

参考图8，无掩膜刻蚀去除所述掩膜材料层206的表面以及第一通孔底部表面的垫片材料层，在所述第一通孔的侧壁表面形成环形垫片203，环形垫片203中间形成中央通孔213。

刻蚀所述垫片材料层采用各项异性的干法刻蚀工艺，可以为等离子体刻蚀工艺。

在一实施例中，在形成环形垫片203后去除所述掩膜材料层206，去除所述掩膜材料层206可以采用湿法或干法刻蚀工艺。

在另一实施例中，当所述掩膜材料层206为隔离材料，可以用于器件之间的电学隔离时，比如所述掩膜材料层与后续形成的介质层的材料相同时，在形成环形垫片203后，保留所述掩膜材料层206，后续在所述掩膜材料层206上直接形成介质层，从而无需额外的步骤去除所述掩膜材料层206。

参考图9和图10，图9和图10为前述形成的环形垫片203的俯视结构示意图，图9中所示的环形垫片203的形状为圆环形，利于接触窗结构的设计，图10中所示的环形垫片203的形状为椭圆环形，可以降低后续在接触窗结构中形成的金属插塞的电阻。在其他实施例中，所述环形垫片的形状还可以为长条形，可以降低后续在接触窗结构中形成的金属插塞的电阻。

参考图11，图11在图5的基础上进行，形成覆盖所述基底201、目标层202和环形垫片203的介质层211。

所述介质层211的材料与所述环形垫片203的材料不相同，所述介质层211材料可以为氮化硅、氧化硅、氮碳化硅、氮氧化硅中一种。

通过化学气相沉积形成所述介质层211。在一实施例中，可以通过平坦化工艺平坦化所述介质层211，使得介质层211具有平坦的表面，所述平坦化工艺可以为化学机械研磨工艺。

在一实施例中，所述形成的介质层211可以完全填充所述环形垫片203中间的中央通孔。在另一实施例中，所述介质层211可以部分填充或者不填充所述中央通孔，在所述环形垫片之间形成空气隙，后续在介质层中形成刻蚀孔后，继续往下刻蚀时，很容易就可以使得所述环形垫片203中间的中央通孔被重新暴露，防止刻蚀时间过长对刻蚀孔

的尺寸产生影响。在一实施例中，在形成介质层211时通过调节沉积工艺的台阶覆盖率，形成所述空气隙。

在另一实施例中，在形成所述介质层之前，可以在所述环形垫片203中间的中央通孔中填充牺牲层，后续在刻蚀介质层形成刻蚀孔时，对所述牺牲层的刻蚀速率大于对所述介质层的刻蚀速率，使得环形垫片203之间的中央通孔也很容易被重新暴露，防止刻蚀时间过长对刻蚀孔的尺寸产生影响。在一实施例中，所述介质层材料为氧化硅时，所述牺牲层的材料可以为氮化硅、氮氧化硅、碳氮化硅或碳氧化硅等半导体绝缘材料。参考图12，刻蚀所述介质层211，在所述介质层211中形成与中央通孔213连通的刻蚀孔212。

在一实施例中，在刻蚀所述介质层211之前，在所述介质层211上形成图形化的掩膜层（比如图形化的光刻胶层或者图形化的硬掩膜层与光刻胶层的堆叠结构），以所述图形化的掩膜层为掩膜，刻蚀所述介质层211。

在形成刻蚀孔212后，继续刻蚀所述刻蚀孔212底部的中央通孔213中被填充的材料，比如介质层材料或牺牲层材料，使得中央通孔213被重新暴露，并使得刻蚀通孔212和中央通孔213连通。

在一实施例中，所述介质层211中形成的刻蚀孔212仍具有高的深宽比，因而形成的刻蚀孔212顶部的尺寸会小于底部的尺寸，即从介质层211的上表面到下表面的方向上，所述刻蚀孔212的尺寸逐渐减小。在其它实施例中，所述刻蚀孔的顶部尺寸和底部尺寸也可以相同。

在一实施例中，刻蚀所述介质层211可以采用各项异性的干法刻蚀工艺，比如各项异性的等离子体刻蚀工艺。刻蚀所述介质层211形成刻蚀孔212时，所述介质层211相对于环形垫片203具有高的刻蚀选择比（具体的所述刻蚀选择比可以大于等于2:1），通过环形垫片203可以限定所述刻蚀孔212的底部位置，所述刻蚀孔212底部的直径小于所述环形垫片203外径。

参考图13，沿刻蚀孔212和中央通孔213去除所述环形垫片203（参考图12），使得中央通孔213的尺寸变大，所述刻蚀孔212与尺寸变大后的中央通孔213构成接触窗结构。

去除所述环形垫片可以采用各项同性的湿法或干法刻蚀工艺。在一实施例中，当所述环形垫片203的材料为氮化硅时，采用湿法刻蚀去除所述环形垫片203，所述湿法刻蚀采用的刻蚀溶液为热磷酸。

去除所述刻蚀垫片后，所述中央通孔213的尺寸会变大，使得中央通孔213的尺寸22会大于所述刻蚀孔212底部的尺寸23，即形成的接触窗结构的底部的尺寸相对于相关技术形成的的接触窗结构底部的尺寸会增大，后续在接触窗结构中形成金属插塞时，使得金属插塞底部与目标层的接触面积增大，减小了两者的接触电阻。

在一实施例中，在形成接触窗的过程中，所述目标层202有部分被刻蚀掉。

在一实施例中，请参考图14，在形成所述接触窗结构后，在所述接触窗结构中填充金属，形成金属插塞214。

所述金属插塞214的材料为金属或其他合适的导电材料。

在一实施例中，所述金属插塞214的形成过程为：在所述接触窗结构和介质层211的表面上形成导电材料层，所述导电材料层填充满所述接触窗结构，所述导电材料层可以金属（比如钨），通过溅射工艺形成所述导电材料层；采用化学机械研磨工艺去除所述高于介质层211表面的导电材料层，在所述接触窗结构中形成金属插塞214。

在另一实施例中，在形成所述接触窗结构后，在所述接触窗结构中形成电容结构。

本公开实施例还提供了一种半导体结构，参考图12，包括：

目标层202；

位于所述目标层202表面的环形垫片203，所述环形垫片203中间设置有暴露出目标层202部分表面的中央通孔213；

覆盖所述目标层202和环形垫片203的介质层211；

位于所述介质层211中与中央通孔213连通的刻蚀孔212。

需要说明的是，本实施例中（半导体结构）与前述实施例中（接触窗结构的形成过程）中相似或相同结构的限定或描述，在本实施例中不再限定，具体请参考前述实施例相应部分的限定或描述。

本公开另一实施例还提供了一种接触窗结构，请参考图13，包括：

目标层202；

位于目标层202上的介质层211；

位于介质层211中的接触窗结构，所述接触窗结构包括连通的刻蚀孔212和中央通孔213，所述刻蚀孔212位于中央通孔213上方，所述中央通孔213暴露出目标层的部分表面，且所述中央通孔213的尺寸大于所述刻蚀孔212底部的尺寸。

需要说明的是，本实施例中（接触窗结构）与前述实施例中（接触窗结构的形成过程）中相似或相同结构的限定或描述，在本实施例中不再限定，具体请参考前述实施例

相应部分的限定或描述。

本公开另一实施例还提供了一种金属插塞，参考图 14，包括:

目标层 202;

位于目标层 202 上的介质层 211;

位于介质层 211 中的接触窗结构，所述接触窗结构包括连通的刻蚀孔 212（参考图 13）和中央通孔 213（参考图 13），所述刻蚀孔 212 位于中央通孔 213 上方，所述中央通孔 213 暴露出目标层的部分表面，且所述中央通孔 213 的尺寸大于所述刻蚀孔 212 底部的尺寸;

填充所述接触窗结构的金属插塞 214。

需要说明的是，本实施例中（金属插塞）与前述实施例中（接触窗结构的形成过程）中相似或相同结构的限定或描述，在本实施例中不再限定，具体请参考前述实施例相应部分的限定或描述。

本公开实施例虽然已以较佳实施例公开如上，但其并不是用来限定本公开实施例，任何本领域技术人员在不脱离本公开实施例的精神和范围内，都可以利用上述揭示的方法和技术内容对本公开实施例技术方案做出可能的变动和修改，因此，凡是未脱离本公开实施例技术方案的内容，依据本公开实施例的技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、等同变化及修饰，均属于本公开实施例技术方案的保护范围。

权利要求书

1. 一种接触窗结构的形成方法，包括:

提供目标层;

在所述目标层表面形成环形垫片，所述环形垫片中间设置有暴露出目标层部分表面的中央通孔;

形成覆盖所述目标层和环形垫片的介质层;

刻蚀所述介质层，在所述介质层中形成与中央通孔连通的刻蚀孔;

去除所述环形垫片，形成接触窗结构。

2. 如权利要求 1 所述的接触窗结构的形成方法，其中，所述环形垫片的形成过程包括:

在所述目标层部分表面上形成柱状结构;

在所述柱状结构的侧壁和顶部表面和部分目标层的表面形成垫片材料层;

刻蚀去除所述柱状结构顶部表面以及部分目标层的表面的垫片材料层，在所述柱状结构的侧壁表面形成环形垫片;

去除所述柱状结构。

3. 如权利要求 1 所述的接触窗结构的形成方法，其中，所述环形垫片的形成过程包括:

在所述目标层部分表面上形成掩膜材料层，所述掩膜材料层中形成有暴露出所述目标层部分表面的第一通孔;

在所述第一通孔的侧壁和底部表面以及所述掩膜材料层的表面形成垫片材料层;

刻蚀去除所述掩膜材料层的表面以及第一通孔底部表面的垫片材料层，在所述第一通孔的侧壁表面形成环形垫片。

4. 如权利要求 3 所述的接触窗结构的形成方法，其中，在形成所述环形垫片后，去除所述掩膜材料层，在所述目标层和环形垫片上形成介质层，或者在形成所述环形垫片后，保留所述掩膜材料层，在所述掩膜材料层上形成介质层。

5. 如权利要求 1 所述的接触窗结构的形成方法，其中，形成所述介质层时，所述形成的介质层完全填充所述环形垫片中间的中央通孔。

6. 如权利要求 1 所述的接触窗结构的形成方法，其中，形成所述介质层时，所述

介质层部分填充或者不填充所述中央通孔，在所述环形垫片之间形成空气隙。

7. 如权利要求 1 所述的接触窗结构的形成方法，其中，在形成所述介质层之前，在所述环形垫片中间的中央通孔中填充牺牲层，在刻蚀介质层形成刻蚀孔时，对所述牺牲层的刻蚀速率大于对所述介质层的刻蚀速率。

8. 如权利要求 1 所述的接触窗结构的形成方法，其中，所述环形垫片的厚度为所述中央通孔尺寸的 3 倍以上。

9. 如权利要求 1 所述的接触窗结构的形成方法，其中，在形成接触窗的过程中，所述目标层有部分被刻蚀掉。

10. 如权利要求 1 所述的接触窗结构的形成方法，其中，提供基底，所述目标层形成于基底中，所述基底露出所述目标层的表面。

11. 一种金属插塞的形成方法，包括:

采用权利要求 1-10 任一项所述的方法形成接触窗结构;

在所述接触窗结构中填充金属，形成金属插塞。

12. 一种接触窗结构，包括:

目标层;

位于目标层上的介质层;

位于介质层中的接触窗结构，所述接触窗结构包括连通的刻蚀孔和中央通孔，所述刻蚀孔位于中央通孔上方，所述中央通孔暴露出目标层的部分表面，且所述中央通孔的尺寸大于所述刻蚀孔底部的尺寸。

13. 如权利要求 12 所述的接触窗结构，其中，还包括基底; 所述目标层位于基底中，所述基底露出所述目标层的表面。

14. 一种半导体结构，包括:

目标层;

位于所述目标层表面的环形垫片，所述环形垫片中间设置有暴露出目标层部分表面的中央通孔;

覆盖所述目标层和环形垫片的介质层;

位于所述介质层中与中央通孔连通的刻蚀孔。

15. 如权利要求 14 所述的半导体结构，其中，所述环形垫片的厚度为所述中央通孔尺寸的 3 倍以上。

16. 如权利要求 14 所述的半导体结构，其中，所述介质层的材料与所述环形垫片的

材料不相同。

17. 如权利要求 14 所述的半导体结构，其中，所述环形垫片的形状为圆环形、椭圆形和长方形中的一种。

18. 如权利要求 14 所述的半导体结构，其中，所述刻蚀孔顶部的尺寸小于或等于底部的尺寸。

19. 一种金属插塞，包括:

目标层;

位于目标层上的介质层;

位于介质层中的接触窗结构，所述接触窗结构包括连通的刻蚀孔和中央通孔，所述刻蚀孔位于中央通孔上方，所述中央通孔暴露出目标层的部分表面，且所述中央通孔的尺寸大于所述刻蚀孔底部的尺寸;

填充所述接触窗结构的金属插塞。

20. 如权利要求 19 所述的金属插塞，其中，还包括基底；所述目标层位于基底中，所述基底露出所述目标层的表面。

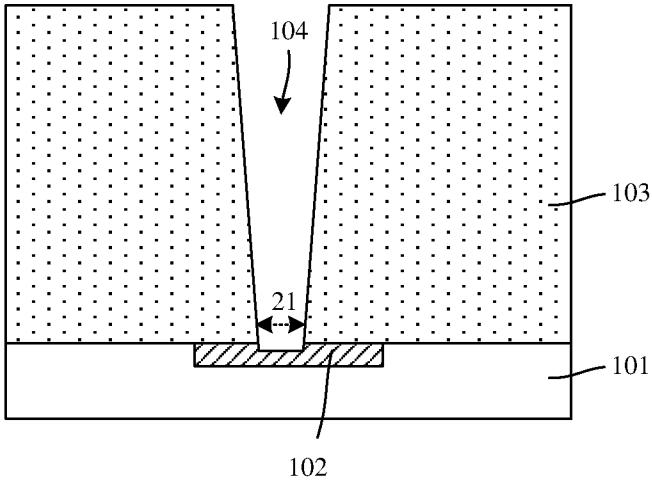

图 1

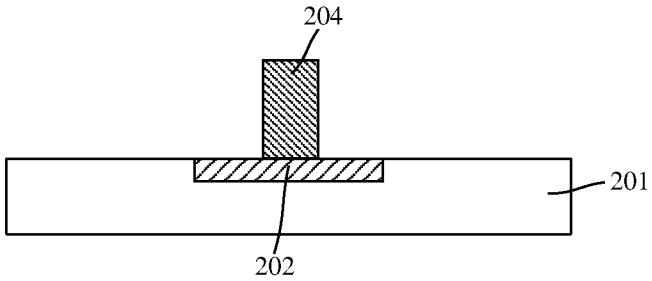

图 2

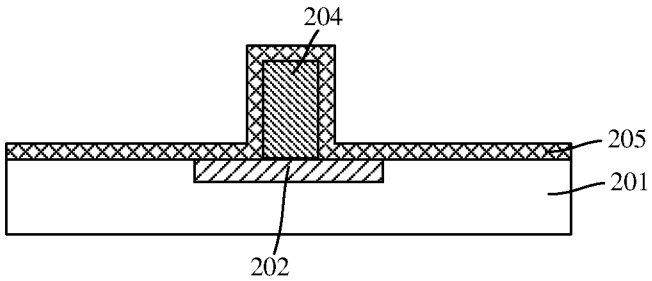

图 3

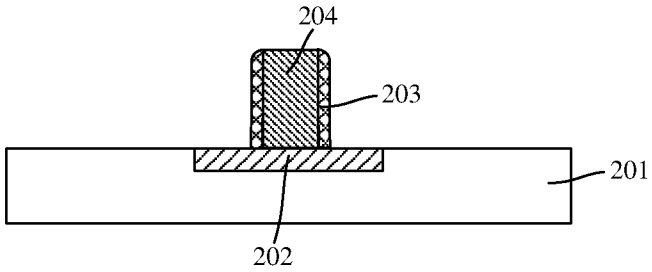
204
203
201
202

图 4

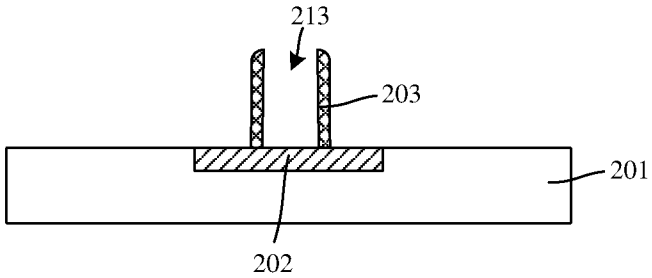
213
203
201
202

图 5

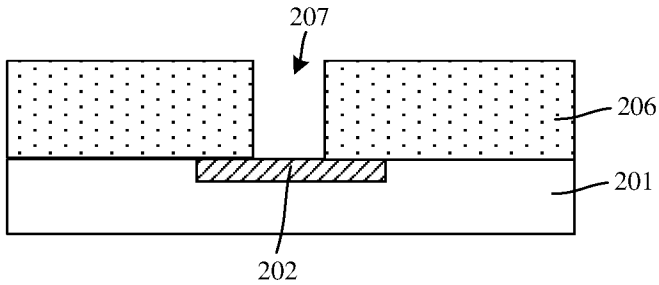
207
206
201
202

图 6

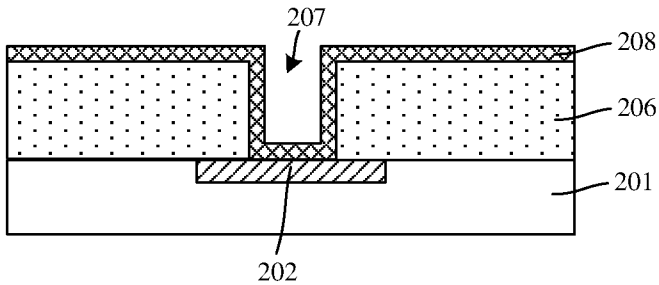
207
208
206
201
202

图 7

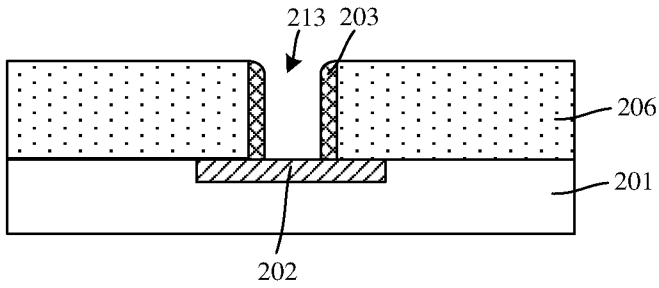

图 8

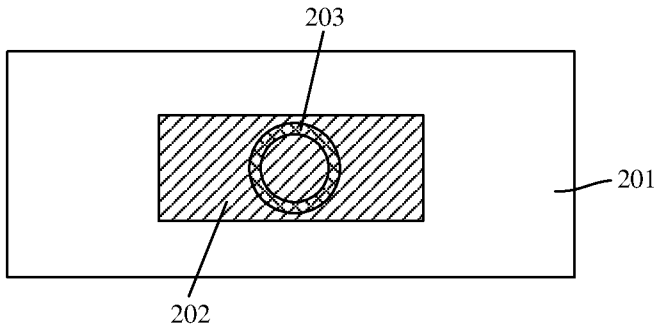

图 9

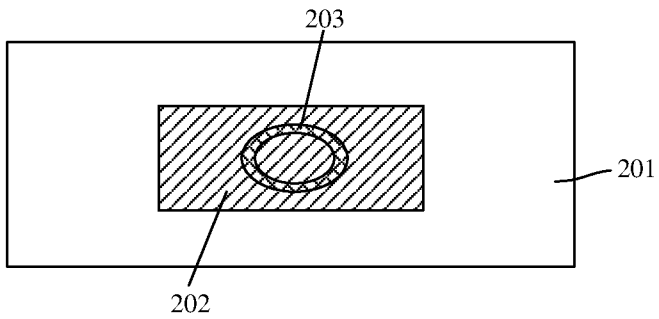

图 10

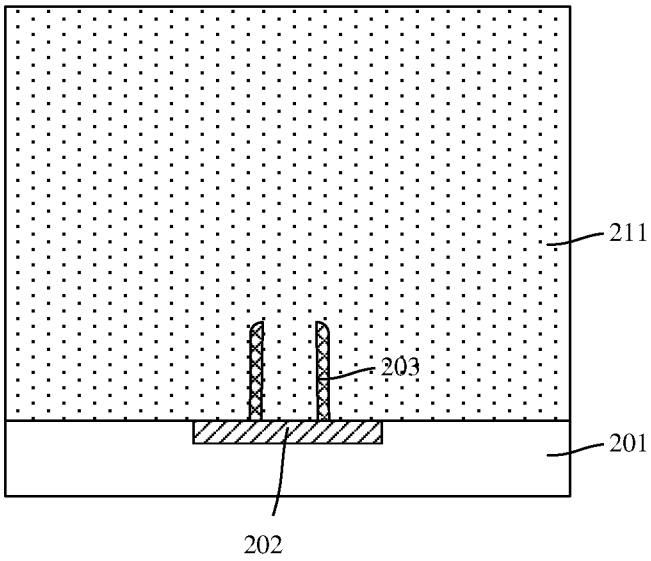

图 11

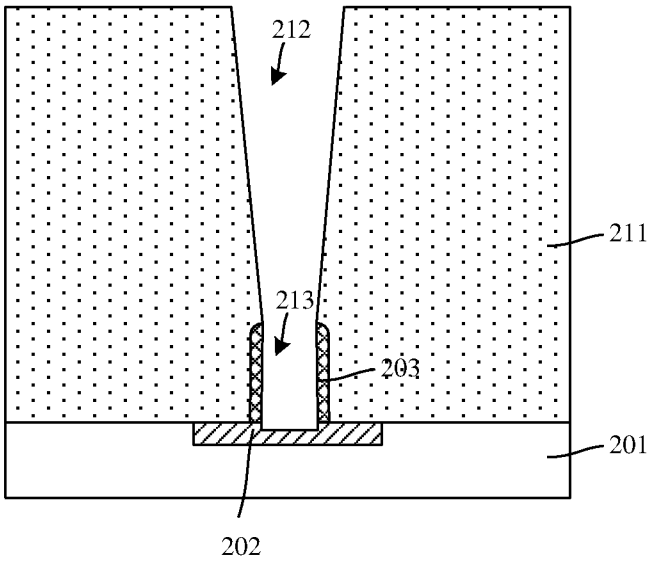

图 12

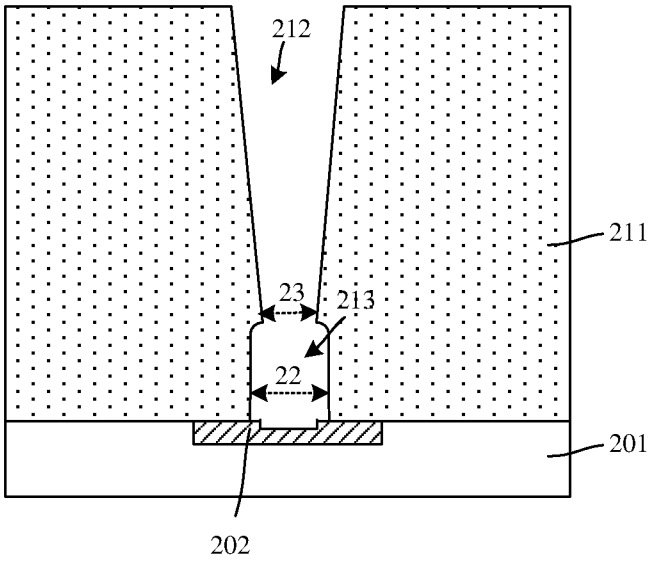

图 13

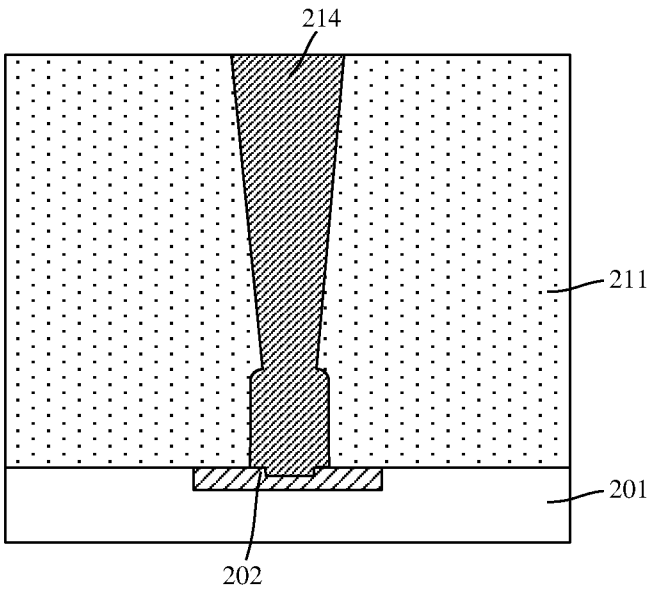

图 14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2021/099873

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L 21/768(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, DWPI, SIPOABS, IEEE, CNKI: 侧壁, 纵横比, 各向同性, 孔, 环形, 增大, 插塞, 牺牲, 去除, side-wall, aspect ratio, isotropic, hole, annular, enlarge, plug, sacrifice, remove

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005042878 A1 (Soon Wook Jung) 24 February 2005 (2005-02-24) description paragraphs [0015]-[0026], figures 2A-2C	12-19
Y	US 2005042878 A1 (Soon Wook Jung) 24 February 2005 (2005-02-24) description paragraphs [0015]-[0026], figures 2A-2C	20
A	US 2005042878 A1 (Soon Wook Jung) 24 February 2005 (2005-02-24) description paragraphs [0015]-[0026], figures 2A-2C	1-11
X	US 2004046251 A1 (Seung-Whan Lee) 11 March 2004 (2004-03-11) description paragraphs [0018]-[0032], figures 2A-2D	12-13, 19
Y	US 2004046251 A1 (Seung-Whan Lee) 11 March 2004 (2004-03-11) description paragraphs [0018]-[0032], figures 2A-2D	20
A	US 2004046251 A1 (Seung-Whan Lee) 11 March 2004 (2004-03-11) description paragraphs [0018]-[0032], figures 2A-2D	1-11, 14-18
A	CN 1956184 A (UNITED MICROELECTRONICS CORPORATION) 02 May 2007 (2007-05-02) description page 3 line 8 from the bottom - description page 5 line 3 from the bottom, figures 1-9	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	Date of mailing of the international search report
12 July 2021	**04 August 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 103094186 A (SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL (SHANGHAI) CORPORATION) 08 May 2013 (2013-05-08) entire document	1-20
A	CN 104658962 A (SEMICONDUCTOR MANUFACTURING INTERNATIONAL (SHANGHAI) CORPORATION) 27 May 2015 (2015-05-27) entire document	1-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2021/099873

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2005042878 A1	24 February 2005	US 7259087 B2	21 August 2007
		KR 100571673 B1	17 April 2006
		KR 20050020321 A	04 March 2005
US 2004046251 A1	11 March 2004	US 7041605 B2	09 May 2006
		US 2004245650 A1	09 December 2004
		KR 20040017037 A	26 February 2004
		JP 2004080016 A	11 March 2004
		US 6812577 B2	02 November 2004
CN 1956184 A	02 May 2007	CN 100407419 C	30 July 2008
CN 103094186 A	08 May 2013	CN 103094186 B	01 April 2015
CN 104658962 A	27 May 2015	CN 104658962 B	22 September 2017

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/099873

A. 主题的分类

H01L 21/768(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, DWPI, SIPOABS, IEEE, CNKI:侧壁，纵横比，各向同性，孔，环形，增大，插塞，牺牲，去除，side-wall, aspect ratio, isotropic, hole, annular, enlarge, plug, sacrifice, remove

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
X	US 2005042878 A1 (Soon Wook Jung) 2005年 2月 24日 (2005-02-24) 说明书第[0015]-[0026]段，图2a-2f	12-19
Y	US 2005042878 A1 (Soon Wook Jung) 2005年 2月 24日 (2005-02-24) 说明书第[0015]-[0026]段，图2a-2f	20
A	US 2005042878 A1 (Soon Wook Jung) 2005年 2月 24日 (2005-02-24) 说明书第[0015]-[0026]段，图2a-2f	1-11
X	US 2004046251 A1 (Seung-Whan Lee) 2004年 3月 11日 (2004-03-11) 说明书第[0018]-[0032]段，图2A-2D	12-13、19
Y	US 2004046251 A1 (Seung-Whan Lee) 2004年 3月 11日 (2004-03-11) 说明书第[0018]-[0032]段，图2A-2D	20
A	US 2004046251 A1 (Seung-Whan Lee) 2004年 3月 11日 (2004-03-11) 说明书第[0018]-[0032]段，图2A-2D	1-11、14-18
A	CN 1956184 A (联华电子股份有限公司) 2007年 5月 2日 (2007-05-02) 说明书第3页倒数第8行-说明书第5页倒数第3行，图1-9	1-20

☑ 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
2021年 7月 12日	2021年 8月 4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 齐哲 电话号码 010-62411673

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2021/099873

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	CN 103094186 A (中芯国际集成电路制造上海有限公司) 2013年 5月 8日 (2013 - 05 - 08) 全文	1-20
A	CN 104658962 A (中芯国际集成电路制造上海有限公司) 2015年 5月 27日 (2015 - 05 - 27) 全文	1-20

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2021/099873

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)
US	2005042878	A1	2005年 2月 24日	US	7259087	B2	2007年 8月 21日
				KR	100571673	B1	2006年 4月 17日
				KR	20050020321	A	2005年 3月 4日
US	2004046251	A1	2004年 3月 11日	US	7041605	B2	2006年 5月 9日
				US	2004245650	A1	2004年 12月 9日
				KR	20040017037	A	2004年 2月 26日
				JP	2004080016	A	2004年 3月 11日
				US	6812577	B2	2004年 11月 2日
CN	1956184	A	2007年 5月 2日	CN	100407419	C	2008年 7月 30日
CN	103094186	A	2013年 5月 8日	CN	103094186	B	2015年 4月 1日
CN	104658962	A	2015年 5月 27日	CN	104658962	B	2017年 9月 22日