(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
2025 年 1 月 2 日 (02.01.2025)

WIPO | PCT

(10) 国际公布号
WO 2025/001406 A1

(51) 国际专利分类号:
B81C 1/00 (2006.01) *B81B 7/02* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2024/086720

(22) 国际申请日: 2024 年 4 月 9 日 (09.04.2024)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202310789202.8 2023年6月29日 (29.06.2023) CN

(71) 申请人: 芯联集成电路制造股份有限公司 (**UNITED NOVA TECHNOLOGY CO., LTD.**) [CN/CN]; 中国浙江省绍兴市越城区临江路518号, Zhejiang 312000 (CN)。

(72) 发明人:张兆林(**ZHANG, Zhaolin**); 中国浙江省绍兴市越城区临江路518号, Zhejiang 312000 (CN)。

(74) 代理人: 上海思微知识产权代理事务所（普通合伙） (**SHANGHAI SAVVY INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY**); 中国上海市黄浦区复兴中路1号申能国际大厦606室, Shanghai 200021 (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, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(54) **Title:** MEMS DEVICE AND MANUFACTURING METHOD THEREFOR

(54) 发明名称: MEMS器件及其制造方法

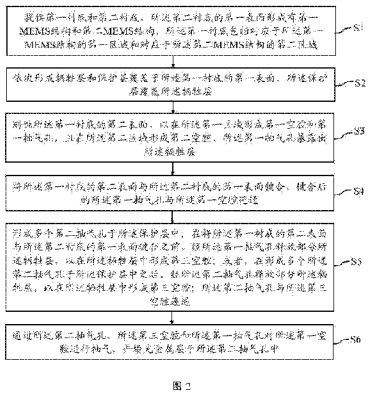


图 2

S1 Provide a first substrate and a second substrate, wherein a first MEMS structure and a second MEMS structure are formed on a first surface of the second substrate, and the first substrate comprises a first region corresponding to the first MEMS structure and a second region corresponding to the second MEMS structure

S2 Sequentially form a sacrificial layer and a protective layer to cover a first surface of the first substrate, wherein the protective layer covers the sacrificial layer

S3 Etch a second surface of the first substrate to form a first cavity and a first air extraction hole in the first region, and form a second cavity in the second region, wherein the first air extraction hole exposes the sacrificial layer

S4 Bond the second surface of the first substrate to the first surface of the second substrate, wherein the bonded first air extraction hole is in communication with the first cavity

S5 Form a plurality of second air extraction holes in the protective layer; before the second surface of the first substrate is bonded to the first surface of the second substrate, release part of the sacrificial layer by means of the first air extraction hole so as to form a third cavity in the sacrificial layer; alternatively, after the plurality of second air extraction holes are formed in the protective layer, release part of the sacrificial layer by means of the second air extraction holes, so as to form a third cavity in the sacrificial layer, wherein the second air extraction holes are in communication with the third cavity

S6 Extract air from the first cavity by means of the second air extraction holes, the third cavity and the first air extraction hole, and fill the second air extraction holes with a metal layer

(57) **Abstract:** A manufacturing method for an MEMS device. The method comprises: forming a first MEMS structure and a second MEMS structure on a first surface of a second substrate (31), wherein a first substrate (21) comprises a first region corresponding to the first MEMS structure and a second region corresponding to the second MEMS structure; sequentially forming a sacrificial layer (22) and a protective layer (23) on a first surface of the first substrate (21); forming a first cavity (211) and a first air extraction hole (213) in the first region, and forming a second cavity (212) in the second region; bonding a second surface of the first substrate (21) to the first surface of the second substrate (31); forming a plurality of second air extraction holes (231) in the protective layer (23); forming a third cavity (221) in the sacrificial layer (22), wherein the second air extraction holes (231) are in communication with the third cavity (221); and extracting air from the first cavity (211) by means of the second air extraction holes (231), the third cavity (221) and the first air extraction hole (213), and filling the second air extraction holes (231) with a metal layer. The manufacturing method for an MEMS device can realize the sealing of air extraction holes without the use of a laser sealing process, thereby solving the problem of the sealing of large-size air extraction holes, and reducing the manufacturing cost. Further provided is an MEMS device.

WO 2025/001406 A1

[见续页]

(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: 一种MEMS器件的制造方法，包括：第二衬底（31）的第一表面形成有第一MEMS结构和第二MEMS结构，第一衬底（21）包括对应于第一MEMS结构的第一区域和对应于第二MEMS结构的第二区域；依次形成牺牲层（22）和保护层（23）于第一衬底（21）的第一表面；在第一区域形成第一空腔（211）和第一抽气孔（213），在第二区域形成第二空腔（212）；将第一衬底（21）的第二表面与第二衬底（31）的第一表面键合；形成多个第二抽气孔（231）于保护层（23）中；在牺牲层（22）中形成第三空腔（221）；第二抽气孔（231）与第三空腔（221）连通；通过第二抽气孔（231）、第三空腔（221）和第一抽气孔（213）对第一空腔（211）进行抽气，并填充金属层于第二抽气孔（231）中。MEMS器件的制造方法无需采用激光封孔工艺即可实现抽气孔的密封，解决了大尺寸的抽气孔密封的问题，降低了制造成本。还提供了一种MEMS器件。

MEMS 器件及其制造方法

技术领域

本发明涉及半导体技术领域，特别涉及一种 MEMS 器件及其制造方法。

背景技术

为了使得同一晶圆中集成具有不同真空度的不同 MEMS 器件（如加速度计和陀螺仪），如图 1 所示，将第一衬底 11 与第二衬底 12 键合，在键合时调整部分个 MEMS 器件的真空度；并且，第二衬底 12 中刻蚀有抽气孔 121，通过抽气孔 121 进行抽气以提高抽气孔 121 所连通的空腔的真空度，即通过抽气孔 121 调整剩余部分个 MEMS 器件的真空度，并在真空度达到需求后，采用激光封孔工艺，使用专用机台对抽气孔 121 进行逐个封孔。

但是，当第二衬底 12 的厚度很厚时，受到刻蚀工艺能力的影响使得在第二衬底 12 中刻蚀形成的抽气孔 121 的宽度较大，导致采用激光封孔工艺对抽气孔 121 封孔的效果不好甚至无法进行封孔；并且，激光封孔工艺所使用的专用机台的价格昂贵，且在作业时对抽气孔 121 进行逐个封孔导致封孔效率低，进而导致成本很高。

因此，需要对抽气孔的封孔工艺进行改进，以避免出现上述问题。

发明内容

本发明的目的在于提供一种 MEMS 器件及其制造方法，无需采用激光封孔工艺即可实现抽气孔的密封，同时解决了大尺寸的抽气孔密封的问题，且使得成本得到降低。

为实现上述目的，本发明提供了一种 MEMS 器件的制造方法，包括：

提供第一衬底和第二衬底，所述第二衬底的第一表面形成有第一 MEMS 结构和第二 MEMS 结构，所述第一衬底包括对应于所述第一 MEMS 结构的第一区域和对应于所述第二 MEMS 结构的第二区域；

依次形成牺牲层和保护层覆盖于所述第一衬底的第一表面，所述保护层覆盖所述牺牲层；

刻蚀所述第一衬底的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔和第一抽气孔，且在所述第二区域形成第二空腔，所述第一抽气孔暴露出所述牺牲层；

将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合，键合后的所述第一抽气孔与所述第一空腔连通；

形成多个第二抽气孔于所述保护层中；在将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合之前，经所述第一抽气孔释放部分所述牺牲层，以在所述牺牲层中形成第三空腔；或者，在形成多个所述第二抽气孔于所述保护层中之后，经所述第二抽气孔释放部分所述牺牲层，以在所述牺牲层中形成第三空腔；所述第二抽气孔与所述第三空腔连通；

通过所述第二抽气孔、所述第三空腔和所述第一抽气孔对所述第一空腔进行抽气，并填充金属层于所述第二抽气孔中。

可选地，所述第一抽气孔与所述第二抽气孔的位置错开。

可选地，所述第二抽气孔的宽度小于所述第一抽气孔的宽度。

可选地，所述第一抽气孔的宽度为 10μm~20μm，所述第二抽气孔的宽度为 1μm~5μm。

可选地，所述第一区域还形成有第四空腔；在所述第一区域形成第一空腔、第一抽气孔和第四空腔，且在所述第二区域形成第二空腔的步骤包括：

刻蚀所述第一衬底的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔和第四空腔，且在所述第二区域形成第二空腔；

刻蚀所述第四空腔的底壁，以在所述第四空腔的底壁形成第一抽气孔。

可选地，在刻蚀所述第一衬底的第二表面之前，所述 MEMS 器件的制造方法还包括：

形成第一键合环于所述第一衬底的第二表面；

在将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合之前，所述 MEMS 器件的制造方法还包括：

形成第二键合环于所述第二衬底的第一表面；

所述将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合包括：将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面通过所述第一键合环

和所述第二键合环键合。

可选地，所述第一MEMS结构包括陀螺仪的梳齿结构，所述第二MEMS结构包括加速度计的梳齿结构。

本发明还提供一种MEMS器件，包括：

第二衬底，所述第二衬底的第一表面形成有第一MEMS结构和第二MEMS结构；

第一衬底，所述第一衬底的第二表面键合于所述第二衬底的第一表面上；所述第一衬底包括对应于所述第一MEMS结构的第一区域和对应于所述第二MEMS结构的第二区域，所述第一区域形成有第一空腔和第一抽气孔，所述第二区域形成有第二空腔；所述第一衬底的第一表面覆盖有牺牲层和保护层，所述保护层覆盖所述牺牲层，所述牺牲层中形成有第三空腔，所述保护层中形成有多个第二抽气孔，所述第一抽气孔分别与所述第一空腔和所述第三空腔连通，所述第三空腔与所述第二抽气孔连通；所述第二抽气孔中填充有金属层。

可选地，所述第一抽气孔与所述第二抽气孔的位置错开。

可选地，所述第二抽气孔的宽度小于所述第一抽气孔的宽度。

可选地，所述第一抽气孔的宽度为10μm~20μm，所述第二抽气孔的宽度为1μm~5μm。

可选地，所述第一区域还形成有与所述第一抽气孔连通的第四空腔，所述第一抽气孔位于所述第三空腔与所述第四空腔之间。

可选地，所述MEMS器件还包括：

第一键合环，形成于所述第一衬底的第二表面；

第二键合环，形成于所述第二衬底的第一表面，所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面通过所述第一键合环和所述第二键合环键合。

可选地，所述第一MEMS结构包括陀螺仪的梳齿结构，所述第二MEMS结构包括加速度计的梳齿结构。

与现有技术相比，本发明的技术方案具有以下有益效果：

1、本发明的MEMS器件的制造方法，通过依次形成牺牲层和保护层覆盖于所述第一衬底的第一表面；刻蚀所述第一衬底的第二表面，以在所述第

一区域形成第一空腔和第一抽气孔，且在所述第二区域形成第二空腔，所述第一抽气孔暴露出所述牺牲层；并在将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合之后，形成多个第二抽气孔于所述保护层中；且在所述牺牲层中形成与所述第二抽气孔和所述第一抽气孔连通的第三空腔；通过所述第二抽气孔、所述第三空腔和所述第一抽气孔对所述第一空腔进行抽气，并填充金属层于所述第二抽气孔中，使得无需采用激光封孔工艺即可实现抽气孔的密封，同时能够解决大尺寸的抽气孔密封的问题，且使得成本得到降低。

2、本发明的 MEMS 器件，由于包括：第二衬底，所述第二衬底的第一表面形成有第一 MEMS 结构和第二 MEMS 结构；第一衬底，所述第一衬底的第二表面键合于所述第二衬底的第一表面上；所述第一衬底包括对应于所述第一 MEMS 结构的第一区域和对应于所述第二 MEMS 结构的第二区域，所述第一区域形成有第一空腔和第一抽气孔，所述第二区域形成有第二空腔；所述第一衬底的第一表面覆盖有第一牺牲层和保护层，所述保护层覆盖所述第一牺牲层，所述第一牺牲层中形成有第三空腔，所述保护层中形成有多个第二抽气孔，所述第一抽气孔分别与所述第一空腔和所述第三空腔连通，所述第三空腔与所述第二抽气孔连通；所述第二抽气孔中填充有金属层，使得无需采用激光封孔工艺即可实现抽气孔的密封，同时能够解决大尺寸的抽气孔密封的问题，且使得成本得到降低。

附图说明

图 1 是一种 MEMS 器件的剖面示意图；

图 2 是本发明一实施例的 MEMS 器件的制造方法的流程图；

图 3a~图 3k 是图 2 所示的 MEMS 器件的制造方法中的器件的剖面示意图。

其中，附图 1~图 3k 的附图标记说明如下：

11-第一衬底；12-第二衬底；121-抽气孔；21-第一衬底；211-第一空腔；212-第二空腔；213-第一抽气孔；214-第四空腔；22-第一牺牲层；221-第三空腔；23-保护层；231-第二抽气孔；24-第一键合环；25-气体吸收层；31-第二衬底；311-半导体基底；312-第一绝缘介质层；313-导电结构；314-第二牺牲

层；3141-第五空腔；315-半导体层；3151-释放孔；316-第二绝缘介质层；32-第二键合环；41-金属层。

具体实施方式

本发明一实施例提供一种 MEMS 器件的制造方法，参阅图 2，图 2 是本发明一实施例的 MEMS 器件的制造方法的流程图，所述 MEMS 器件的制造方法包括：

步骤 S1，提供第一衬底和第二衬底，所述第二衬底的第一表面形成有第一 MEMS 结构和第二 MEMS 结构，所述第一衬底包括对应于所述第一 MEMS 结构的第一区域和对应于所述第二 MEMS 结构的第二区域；

步骤 S2，依次形成牺牲层和保护层覆盖于所述第一衬底的第一表面，所述保护层覆盖所述牺牲层；

步骤 S3，刻蚀所述第一衬底的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔和第一抽气孔，且在所述第二区域形成第二空腔，所述第一抽气孔暴露出所述牺牲层；

步骤 S4，将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合，键合后的所述第一抽气孔与所述第一空腔连通；

步骤 S5，形成多个第二抽气孔于所述保护层中；在将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合之前，经所述第一抽气孔释放部分所述牺牲层，以在所述牺牲层中形成第三空腔；或者，在形成多个所述第二抽气孔于所述保护层中之后，经所述第二抽气孔释放部分所述牺牲层，以在所述牺牲层中形成第三空腔；所述第二抽气孔与所述第三空腔连通；

步骤 S6，通过所述第二抽气孔、所述第三空腔和所述第一抽气孔对所述第一空腔进行抽气，并填充金属层于所述第二抽气孔中。

下面参阅图 3a~图 3k 更为详细的介绍本实施例提供的 MEMS 器件的制造方法，图 3a~图 3k 是图 2 所示的 MEMS 器件的制造方法中的器件示意图，图 3a~图 3k 也是 MEMS 器件的纵向剖面示意图。

按照步骤 S1，参阅图 3a 和图 3h，提供第一衬底 21 和第二衬底 31，所述第二衬底 31 的第一表面形成有第一 MEMS 结构和第二 MEMS 结构，所述第

一衬底 21 包括对应于所述第一 MEMS 结构的第一区域和对应于所述第二 MEMS 结构的第二区域。

所述第一衬底 21 可以仅为半导体基底或者为包含半导体基底的晶圆等，所述第一衬底 21 中可以根据需要形成有晶体管等器件结构。

其中，优选所述半导体基底为双抛片，以使得在所述第一衬底 21 中制作的结构的性能更好。

所述第一MEMS结构和所述第二MEMS结构可以均包括梳齿结构和质量块。

其中，如图 3h 所示，所述第二衬底 31 可以包括半导体基底 311 和覆盖于所述半导体基底 311 的第一表面的第一绝缘介质层 312，所述第一绝缘介质层 312 中形成有与所述半导体基底 311 连接的导电结构 313，所述第一绝缘介质层 312 暴露出所述导电结构 313；所述半导体基底 311 和所述第一绝缘介质层 312 中还可形成有器件结构，所述器件结构可以包括晶体管等。

所述第二衬底 31 还可包括覆盖于所述第一绝缘介质层 312 上的第二牺牲层 314 和半导体层 315，所述半导体层 315 覆盖所述第二牺牲层 314，所述第二牺牲层 314 中形成有第五空腔 3141，所述第五空腔 3141 暴露出部分所述第一绝缘介质层 312 和部分所述导电结构 313；所述半导体层 315 中形成有所述第一MEMS结构中的梳齿结构和质量块以及所述第二MEMS结构中的梳齿结构和质量块，梳齿结构中、质量块与梳齿结构之间以及质量块之间均形成有释放孔 3151，所述释放孔 3151 与所述第五空腔 3141 连通，所述第五空腔 3141 用于为梳齿结构和质量块提供振动空间。

并且，所述第二衬底 31 还可包括覆盖于所述半导体基底 311 的第二表面的第二绝缘介质层 316，以使得所述半导体基底 311 的第二表面与其他结构绝缘。

并且，如图 3h 所示，在后续将所述第一衬底 21 的第二表面与所述第二衬底 31 的第一表面键合之前，所述 MEMS 器件的制造方法还包括：形成第二键合环 32 于所述第二衬底 31 的第一表面。其中，可以在形成所述半导体层 315 之后且在形成所述释放孔 3151 之前形成所述第二键合环 32，所述第二键合环 32 形成于所述半导体层 315 上。

形成所述第二键合环 32 于所述第二衬底 31 的第一表面的步骤可以包括：首先，采用溅射或蒸发工艺形成金属材料于所述第二衬底 31 的第一表面；然后，形成图形化的掩膜层（未图示）于金属材料上；然后，以图形化的掩膜层为掩膜刻蚀金属材料，以形成所述第二键合环 32；然后，去除图形化的掩膜层。

所述半导体基底的材质可以包括 Si、Ge、SiGe、SiC、SiGeC、InAs、GaAs、InP、InGaAs 或者其它 III/V 化合物半导体，还可以包括这些半导体构成的多层结构等；或者，所述半导体基底可以为绝缘体上硅(SOI)、绝缘体上层叠硅(SSOI)、绝缘体上层叠锗化硅(S-SiGeOI)、绝缘体上锗化硅(SiGeOI)以及绝缘体上锗(GeOI)等。本领域的技术人员可以根据需要进行选择。

所述半导体层 315 的材质可以包括 Si、Ge、SiGe、SiC、SiGeC、InAs、GaAs、InP、InGaAs 或者其它 III/V 化合物半导体，还可以包括这些半导体构成的多层结构等。

所述第一绝缘介质层 312 和所述第二绝缘介质层 316 的材质可以为氧化硅、氮氧化硅和氮化硅等绝缘材料中的至少一种，所述第一绝缘介质层 312 可以为至少两层堆叠的结构。

所述导电结构 313 的材质可以为多晶硅或金属。

所述第二牺牲层 314 的材质包括但不限于氧化硅。

所述第二键合环 32 的材质可以包括锗、铝、铜、镍或金等金属材料。

按照步骤 S2，参阅图 3a 和图 3b，依次形成第一牺牲层 22 和保护层 23 覆盖于所述第一衬底 21 的第一表面，所述保护层 23 覆盖所述第一牺牲层 22。

其中，所述保护层 23 用于保护所述第一牺牲层 22，以避免所述第一牺牲层 22 在后续工艺中被清洗工艺等腐蚀。

所述第一牺牲层 22 与所述保护层 23 的刻蚀速率差异大，例如所述第一牺牲层 22 与所述保护层 23 的刻蚀选择比大于 10，以使得后续在刻蚀所述第一牺牲层 22 时，避免对所述保护层 23 进行刻蚀，或者仅对所述保护层 23 进行少量刻蚀。

所述第一牺牲层 22 的材质包括但不限于氧化硅。

所述保护层 23 的材质可以为氮化硅、多晶硅或单晶硅等。

并且，参阅图 3c，在后续刻蚀所述第一衬底 21 的第二表面之前，所述 MEMS 器件的制造方法还包括：形成第一键合环 24 于所述第一衬底 21 的第二表面。

形成所述第一键合环 24 于所述第一衬底 21 的第二表面的步骤可以包括：首先，采用溅射或蒸发工艺形成金属材料于所述第一衬底 21 的第二表面；然后，形成图形化的掩膜层（未图示）于金属材料上；然后，以图形化的掩膜层为掩膜刻蚀金属材料，以形成所述第一键合环 24；然后，去除图形化的掩膜层。其中，在形成所述第一键合环 24 的同时，还可形成焊盘等结构于所述第一衬底 21 的第二表面。

所述第一键合环 24 的材质可以包括锗、铝、铜、镍或金等金属材料。

所述第一表面为正面，所述第二表面为背面；或者，所述第一表面为背面，所述第二表面为正面。

按照步骤 S3，参阅图 3d~图 3f，刻蚀所述第一衬底 21 的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔 211 和第一抽气孔 213，且在所述第二区域形成第二空腔 212，所述第一抽气孔 213 暴露出所述第一牺牲层 22。

在一实施例中，所述第一区域还可形成有第四空腔 214。

在所述第一区域形成第一空腔 211、第一抽气孔 213 和第四空腔 214，且在所述第二区域形成第二空腔 212 的步骤可以包括：首先，如图 3d 所示，刻蚀所述第一衬底 21 的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔 211 和第四空腔 214，且在所述第二区域形成第二空腔 212；然后，如图 3f 所示，刻蚀所述第四空腔 214 的底壁并停止在所述第一牺牲层 22，以在所述第四空腔 214 的底壁形成第一抽气孔 213。

其中，由于刻蚀工艺对刻蚀形成的所述第一抽气孔 213 的深宽比有要求，即所述第一抽气孔 213 的深宽比太高时刻蚀工艺无法刻蚀实现，因此，当所述第一衬底 21 的厚度很厚时，优选先在所述第一衬底 21 的第二表面刻蚀形成所述第四空腔 214，再在所述第四空腔 214 的底壁刻蚀形成所述第一抽气孔 213，即分两步刻穿所述第一衬底 21 并暴露出所述第一牺牲层 22。需要说明的是，即使分两步刻穿所述第一衬底 21，形成的所述第一抽气孔 213 的宽度仍较大。

其中，所述第四空腔 214 和所述第一抽气孔 213 均用于抽气，所述第四空腔 214 的宽度大于所述第一抽气孔 213 的宽度；所述第一空腔 211 和所述第二空腔 212 分别用于在后续键合后为所述第一 MEMS 结构和所述第二 MEMS 结构提供振动空间，所述第四空腔 214 的宽度和深度均小于所述第一空腔 211 和所述第二空腔 212，所述第四空腔 214、所述第一空腔 211 和所述第二空腔 212 的形成顺序不限，可以同时形成或不同时形成。

并且，如图 3e 所示，在形成所述第一空腔 211 之后且在形成所述第一抽气孔 213 之前，所述 MEMS 器件的制造方法还可包括：形成气体吸收层 25 于所述第一空腔 211 的底壁上，所述气体吸收层 25 用于吸收气体，以提高所述 MEMS 器件的真空度。所述气体吸收层 25 的材质可以为金属材料。

按照步骤 S4，参阅图 3i，将所述第一衬底 21 的第二表面与所述第二衬底 31 的第一表面键合，在键合后，所述第四空腔 214 和所述第一抽气孔 213 与所述第一空腔 211 连通。

并且，在键合后，所述第一空腔 211 与所述第一 MEMS 结构对准，所述第二空腔 212 与所述第二 MEMS 结构对准，所述第一空腔 211 与所述第二空腔 212 之间不连通，使得在同一衬底上形成了所述第一空腔 211 和所述第一 MEMS 结构对应的第一 MEMS 器件以及所述第二空腔 212 和所述第二 MEMS 结构对应的第二 MEMS 器件。

所述将所述第一衬底 21 的第二表面与所述第二衬底 31 的第一表面键合包括：将所述第一衬底 21 的第二表面与所述第二衬底 31 的第一表面通过所述第一键合环 24 和所述第二键合环 32 键合。

所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 均为环状结构，所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 的尺寸可以相同或接近相同，所述第一键合环 24 和所述第二键合环 32 之间可以为共晶键合。

在键合时，将所述第一衬底 21 的第二表面与所述第二衬底 31 的第一表面相对，且所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 对准，并施加一定压力，使得所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 接触后在设定条件下发生键合反应形成金属块，并使得所述第一衬底 21 与所述第二衬底 31 的距离更加接近。其中，当所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 的材质不同（例如所

述第一键合环 24 的材质为铝，所述第二键合环 32 的材质为锗）时，金属块为合金。

并且，在键合时，真空控压工艺可以采用所述第二空腔 212 对应的第二 MEMS 器件所需的真空度，且此时，所述第二空腔 212 对应的第二 MEMS 器件的真空度与所述第一空腔 211 对应的第一 MEMS 器件的真空度相同。

按照步骤 S5，参阅图 3j，刻蚀所述保护层 23，以形成多个第二抽气孔 231 于所述保护层 23 中。

并且，参阅图 3g，在将所述第一衬底 21 的第二表面与所述第二衬底 31 的第一表面键合之前，经所述第四空腔 214 和所述第一抽气孔 213 释放部分所述第一牺牲层 22，以在所述第一牺牲层 22 中形成第三空腔 221；或者，在形成多个所述第二抽气孔 231 于所述保护层 23 中之后，经所述第二抽气孔 231 释放部分所述第一牺牲层 22，以在所述第一牺牲层 22 中形成第三空腔 221。

所述第二抽气孔 231 与所述第三空腔 221 连通，所述第三空腔 221 暴露出所述保护层 23，所述第三空腔 221 的宽度大于所述第一抽气孔 213 的宽度。

其中，可以采用气态氢氟酸(Vapor HF，VHF)蚀刻工艺释放部分所述第一牺牲层 22，即将气态氢氟酸通入所述第四空腔 214 和所述第一抽气孔 213 中，以经所述第四空腔 214 和所述第一抽气孔 213 刻蚀去除部分所述第一牺牲层 22；或者，将气态氢氟酸通入所述第二抽气孔 231 中，以经所述第二抽气孔 231 刻蚀去除部分所述第一牺牲层 22。

优选的，所述第一抽气孔 213 与所述第二抽气孔 231 的位置错开。由于后续填充金属层 41 至所述第二抽气孔 231 中时，金属颗粒会通过所述第二抽气孔 231 向下掉落，通过将所述第一抽气孔 213 与所述第二抽气孔 231 的位置错开，能够避免金属颗粒掉落进入所述第一抽气孔 213 中，进而避免金属颗粒通过所述第一抽气孔 213 掉落进入至器件内部而影响器件性能。

其中，金属颗粒会掉落堆积在所述第二抽气孔 231 下方的所述第三空腔 221 中；所述第一抽气孔 213 可以对准所述第三空腔 221 的中间区域，所述第二抽气孔 231 可以对准所述第三空腔 221 的边缘区域，使得金属颗粒掉落堆积在所述第三空腔 221 的边缘区域。

优选的，所述第二抽气孔 231 的宽度小于所述第一抽气孔 213 的宽度，

使得后续所述金属层 41 能够快速填满所述第二抽气孔 231，即快速实现封孔。

进一步优选的，所述第一抽气孔 213 的宽度为 10μm~20μm，所述第二抽气孔 231 的宽度为 1μm~5μm。

由于刻蚀工艺对刻蚀形成的所述第一抽气孔 213 的深宽比有要求，即所述第一抽气孔 213 的深宽比太高时，刻蚀工艺无法刻蚀实现，因此，当所述第一衬底 21 的厚度很厚时，刻蚀所述第一衬底 21 形成的所述第一抽气孔 213 的宽度也较大，此时若直接采用激光封孔工艺对所述第一抽气孔 213 封孔的效果不好甚至无法进行封孔；并且，激光封孔工艺所使用的专用机台的价格昂贵，且在作业时对所述第一抽气孔 213 进行逐个封孔导致封孔效率低，进而导致成本很高。因此，本发明提供的 MEMS 器件的制造方法，通过在所述保护层 23 中形成与所述第一抽气孔 213 连通的所述第二抽气孔 231，并且后续采用填充金属层 41 于所述第二抽气孔 231 中来实现封孔，使得无需采用激光封孔工艺即可实现抽气孔的密封；并且，与采用激光封孔工艺进行封孔相比，本发明提供的 MEMS 器件的制造方法能够解决激光封孔工艺对大宽度的第一抽气孔 213 的封孔效果不好甚至无法封孔的问题，所述 MEMS 器件的制造方法对任意宽度的所述第二抽气孔 231 均能实现封孔，且封孔效果更好；并且，采用常规的沉积机台即可实现封孔，无需采用价格昂贵的专用机台，且能同时对所有的所述第二抽气孔 231 进行封孔，使得封孔效率得到明显提高，进而使得成本得到降低。

按照步骤 S6，参阅图 3k，通过所述第二抽气孔 231、所述第三空腔 221 和所述第一抽气孔 213 对所述第一空腔 211 进行抽气，以使得所述第一空腔 211 对应的第一 MEMS 器件达到所需的真空度；并填充金属层 41 于所述第二抽气孔 231 中，以实现对所述第二抽气孔 231 的封孔，能够实现对所述第二抽气孔 231 的密封、进而实现对所述第三空腔 221、所述第一抽气孔 213、所述第四空腔 214 和所述第一空腔 211 的密封。

其中，可以采用物理气相沉积工艺或蒸发工艺等具有真空度要求的工艺沉积金属层 41 于所述第二抽气孔 231 中。在执行物理气相沉积或蒸发工艺之前，需要对腔室进行抽真空，在该步骤中，由于所述第一空腔 211 通过所述第二抽气孔 231、所述第三空腔 221 和所述第一抽气孔 213 与外界连通，因此，

在抽真空的过程中可以抽取所述第一空腔 211 内的气体，使得所述第一空腔 211 的真空度达到第一 MEMS 器件所需的要求；而所述第二空腔 212 不与外界连通，使得抽真空的步骤不会影响所述第二空腔 212 的真空度，所述第二空腔 212 的真空度仍保持为键合工艺时的真空度，由此，可以使得形成在同一衬底上的第一 MEMS 器件和第二 MEMS 器件具有不同的真空度。之后沉积所述金属层 41 的工艺也在同一真空腔室中进行，使得在沉积所述金属层 41 之后，所述第一空腔 211 仍保持着其所需的真空度。

并且，采用物理气相沉积工艺沉积所述金属层 41 于所述第二抽气孔 231 中时所采用的工艺温度范围为 400℃~500℃，采用蒸发工艺沉积所述金属层 41 于所述第二抽气孔 231 中时所采用的工艺温度为常温，与采用化学气相沉积工艺沉积绝缘材料于所述第二抽气孔 231 中时所采用的工艺温度为 700℃~800℃的高温相比，采用物理气相沉积工艺和蒸发工艺沉积所述金属层 41 所采用的工艺温度更低，使得能够避免所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 之间键合反应形成的金属块在封孔工艺时被高温熔融，进而避免导致键合异常。

所述第一 MEMS 器件可以为陀螺仪，所述第二 MEMS 器件可以为加速度计，所述第一 MEMS 结构可以包括陀螺仪的梳齿结构和质量块，所述第二 MEMS 结构可以包括加速度计的梳齿结构和质量块；或者，所述第一 MEMS 器件可以为加速度计，所述第二 MEMS 器件可以为陀螺仪，所述第一 MEMS 结构可以包括加速度计的梳齿结构和质量块，所述第二 MEMS 结构可以包括陀螺仪的梳齿结构和质量块。

从上述内容可知，本发明的 MEMS 器件的制造方法，通过依次形成第一牺牲层和保护层覆盖于所述第一衬底的第一表面；刻蚀所述第一衬底的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔和第一抽气孔，且在所述第二区域形成第二空腔，所述第一抽气孔暴露出所述第一牺牲层；并在将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合之后，形成多个第二抽气孔于所述保护层中；且在所述第一牺牲层中形成与所述第二抽气孔和所述第一抽气孔连通的第三空腔；通过所述第二抽气孔、所述第三空腔和所述第一抽气孔对所述第一空腔进行抽气，并填充金属层于所述第二抽气孔中，使得无需采

用激光封孔工艺即可实现抽气孔的密封，同时能够解决大尺寸的抽气孔密封的问题，且使得成本得到降低。

本发明一实施例提供一种 MEMS 器件，包括：第二衬底，所述第二衬底的第一表面形成有第一 MEMS 结构和第二 MEMS 结构；第一衬底，所述第一衬底的第二表面键合于所述第二衬底的第一表面上；所述第一衬底包括对应于所述第一 MEMS 结构的第一区域和对应于所述第二 MEMS 结构的第二区域，所述第一区域形成有第一空腔和第一抽气孔，所述第二区域形成有第二空腔；所述第一衬底的第一表面覆盖有牺牲层和保护层，所述保护层覆盖所述牺牲层，所述牺牲层中形成有第三空腔，所述保护层中形成有多个第二抽气孔，所述第一抽气孔分别与所述第一空腔和所述第三空腔连通，所述第三空腔与所述第二抽气孔连通；所述第二抽气孔中填充有金属层。

下面参阅图 3k 更为详细的介绍本实施例的 MEMS 器件，图 3k 是 MEMS 器件的纵向剖面示意图。

所述第二衬底 31 的第一表面形成有第一 MEMS 结构和第二 MEMS 结构。

所述第一 MEMS 结构和所述第二 MEMS 结构可以均包括梳齿结构和质量块。

所述第二衬底 31 可以包括半导体基底 311 和覆盖于所述半导体基底 311 的第一表面的第一绝缘介质层 312，所述第一绝缘介质层 312 中形成有与所述半导体基底 311 连接的导电结构 313，所述第一绝缘介质层 312 暴露出所述导电结构 313；所述半导体基底 311 和所述第一绝缘介质层 312 中还可形成有器件结构，所述器件结构可以包括晶体管等。

所述第二衬底 31 还可包括覆盖于所述第一绝缘介质层 312 上的第二牺牲层 314 和半导体层 315，所述半导体层 315 覆盖所述第二牺牲层 314，所述第二牺牲层 314 中形成有第五空腔 3141，所述第五空腔 3141 暴露出部分所述第一绝缘介质层 312 和部分所述导电结构 313；所述半导体层 315 中形成有所述第一 MEMS 结构中的梳齿结构和质量块以及所述第二 MEMS 结构中的梳齿结构和质量块，梳齿结构中、质量块与梳齿结构之间以及质量块之间均形成有释放孔 3151，所述释放孔 3151 与所述第五空腔 3141 连通，所述第五空腔 3141 用于为梳齿结构和质量块提供振动空间。

并且，所述第二衬底31还可包括覆盖于所述半导体基底311的第二表面的第二绝缘介质层316，以使得所述半导体基底311的第二表面与其他结构绝缘。

所述第一衬底21的第二表面键合于所述第二衬底31的第一表面上；所述第一衬底21包括对应于所述第一MEMS结构的第一区域和对应于所述第二MEMS结构的第二区域。

所述第一衬底21可以仅为半导体基底或者为包含半导体基底的晶圆等，所述第一衬底21中可以根据需要形成有晶体管等器件结构。

其中，优选所述半导体基底为双抛片，以使得在所述第一衬底21中制作的结构的性能更好。

所述半导体基底的材质可以包括Si、Ge、SiGe、SiC、SiGeC、InAs、GaAs、InP、InGaAs或者其它III/V化合物半导体，还可以包括这些半导体构成的多层结构等；或者，所述半导体基底可以为绝缘体上硅(SOI)、绝缘体上层叠硅(SSOI)、绝缘体上层叠锗化硅(S-SiGeOI)、绝缘体上锗化硅(SiGeOI)以及绝缘体上锗(GeOI)等。本领域的技术人员可以根据需要进行选择。

所述半导体层315的材质可以包括Si、Ge、SiGe、SiC、SiGeC、InAs、GaAs、InP、InGaAs或者其它III/V化合物半导体，还可以包括这些半导体构成的多层结构等。

所述第一绝缘介质层312和所述第二绝缘介质层316的材质可以为氧化硅、氮氧化硅和氮化硅等绝缘材料中的至少一种，所述第一绝缘介质层312可以为至少两层堆叠的结构。

所述导电结构313的材质可以为多晶硅或金属。

所述第二牺牲层314的材质包括但不限于氧化硅。

所述第一区域形成有第一空腔211和第一抽气孔213，所述第二区域形成有第二空腔212。

所述第一空腔211与所述第一MEMS结构对准，所述第二空腔212与所述第二MEMS结构对准，所述第一空腔211和所述第二空腔212分别用于为所述第一MEMS结构和所述第二MEMS结构提供振动空间，所述第一空腔211与所述第二空腔212之间不连通，使得在同一衬底上形成了所述第一空腔

211 和所述第一 MEMS 结构对应的第一 MEMS 器件以及所述第二空腔 212 和所述第二 MEMS 结构对应的第二 MEMS 器件。

所述第一衬底 21 的第一表面覆盖有第一牺牲层 22 和保护层 23，所述保护层 23 覆盖所述第一牺牲层 22，所述第一牺牲层 22 中形成有第三空腔 221，所述保护层 23 中形成有多个第二抽气孔（即图 3j 中的第二抽气孔 231），所述第一抽气孔 213 分别与所述第一空腔 211 和所述第三空腔 221 连通，所述第三空腔 221 与所述第二抽气孔 231 连通，所述第三空腔 221 的宽度大于所述第一抽气孔 213 的宽度；所述第二抽气孔 231 中填充有金属层 41。

所述第一表面为正面，所述第二表面为背面；或者，所述第一表面为背面，所述第二表面为正面。

所述保护层 23 用于保护所述第一牺牲层 22，以避免所述第一牺牲层 22 被清洗工艺等腐蚀。

所述第一牺牲层 22 与所述保护层 23 的刻蚀速率差异大，例如所述第一牺牲层 22 与所述保护层 23 的刻蚀选择比大于 10，以使得在刻蚀所述第一牺牲层 22 以形成所述第三空腔 221 时，避免对所述保护层 23 进行刻蚀，或者仅对所述保护层 23 进行少量刻蚀。

所述第一牺牲层 22 的材质包括但不限于氧化硅。

所述保护层 23 的材质可以为氮化硅、多晶硅或单晶硅等。

所述第一区域还可形成有与所述第一抽气孔 213 连通的第四空腔 214，所述第一抽气孔 213 位于所述第三空腔 221 与所述第四空腔 214 之间，所述第四空腔 214 与所述第一空腔 211 连通。

其中，所述第四空腔 214 的宽度大于所述第一抽气孔 213 的宽度；所述第四空腔 214 的宽度和深度均小于所述第一空腔 211 和所述第二空腔 212。

所述 MEMS 器件还可包括：气体吸收层 25，形成于所述第一空腔 211 的底壁上，所述气体吸收层 25 用于吸收气体，以提高所述 MEMS 器件的真空度。所述气体吸收层 25 的材质可以为金属材料。

优选的，所述第一抽气孔 213 与所述第二抽气孔 231 的位置错开。由于填充金属层 41 至所述第二抽气孔 231 中时，金属颗粒会通过所述第二抽气孔 231 向下掉落，通过将所述第一抽气孔 213 与所述第二抽气孔 231 的位置错开，

能够避免金属颗粒掉落进入所述第一抽气孔 213 中，进而避免金属颗粒通过所述第一抽气孔213 掉落进入至器件内部而影响器件性能。

其中，金属颗粒会掉落堆积在所述第二抽气孔 231 下方的所述第三空腔221 中；所述第一抽气孔213 可以对准所述第三空腔221 的中间区域，所述第二抽气孔 231 可以对准所述第三空腔 221 的边缘区域，使得金属颗粒掉落堆积在所述第三空腔221 的边缘区域。

优选的，所述第二抽气孔 231 的宽度小于所述第一抽气孔 213 的宽度，使得所述金属层 41 能够快速填满所述第二抽气孔231，即快速实现封孔。

进一步优选的，所述第一抽气孔213 的宽度为 10μm~20μm，所述第二抽气孔231 的宽度为 1μm~5μm。

由于所述第一空腔211 与所述第二抽气孔231、所述第三空腔221 以及所述第一抽气孔 213 连通，使得能够通过所述第二抽气孔 231、所述第三空腔221 和所述第一抽气孔213 对所述第一空腔211 进行抽气，进而使得所述第一空腔211 对应的第一 MEMS 器件能够达到所需的真空度；并且，通过填充所述金属层 41 于所述第二抽气孔231 中，使得能够实现对所述第二抽气孔231 的封孔（密封），进而实现对与所述第二抽气孔231 连通的所述第三空腔221、所述第一抽气孔213、所述第四空腔214 和所述第一空腔211 的密封。

所述 MEMS 器件还包括：

第一键合环 24，形成于所述第一衬底21 的第二表面；

第二键合环 32，形成于所述第二衬底 31 的第一表面，所述第一衬底 21 的第二表面与所述第二衬底 31 的第一表面通过所述第一键合环 24 和所述第二键合环 32 键合。

所述第二键合环 32 的材质可以包括锗、铝、铜、镍或金等金属材料。

所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 均为环状结构，所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 的尺寸可以相同或接近相同，所述第一键合环 24 和所述第二键合环 32 之间可以为共晶键合。

在键合时，将所述第一衬底 21 的第二表面与所述第二衬底 31 的第一表面相对，且所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 对准，并施加一定压力，使得所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 接触后在设定条件下发生键合

反应形成金属块，并使得所述第一衬底 21 与所述第二衬底 31 的距离更加接近。其中，当所述第一键合环 24 与所述第二键合环 32 的材质不同（例如所述第一键合环 24 的材质为铝，所述第二键合环 32 的材质为锗）时，金属块为合金。

并且，在键合时，可以采用所述第二空腔 212 对应的第二 MEMS 器件所需的真空度，且此时，所述第二空腔 212 对应的第二 MEMS 器件的真空度与所述第一空腔 211 对应的第一 MEMS 器件的真空度相同。

由于所述第一空腔 211 通过所述第二抽气孔 231、所述第三空腔 221 和所述第一抽气孔 213 与外界连通，使得能够抽取所述第一空腔 211 内的气体，进而使得所述第一空腔 211 的真空度达到第一 MEMS 器件所需的要求；而所述第二空腔 212 不与外界连通，使得在对所述第一空腔 211 抽真空时不会影响所述第二空腔 212 的真空度，所述第二空腔 212 的真空度仍保持为键合工艺时的真空度，由此，可以使得形成在同一衬底上的第一 MEMS 器件和第二 MEMS 器件具有不同的真空度。并且，填充所述金属层 41 的工艺也在同一真空腔室中进行，使得在填充所述金属层 41 之后，所述第一空腔 211 仍保持着其所需的真空度。

所述第一 MEMS 器件可以为陀螺仪，所述第二 MEMS 器件可以为加速度计，所述第一 MEMS 结构可以包括陀螺仪的梳齿结构和质量块，所述第二 MEMS 结构可以包括加速度计的梳齿结构和质量块；或者，所述第一 MEMS 器件可以为加速度计，所述第二 MEMS 器件可以为陀螺仪，所述第一 MEMS 结构可以包括加速度计的梳齿结构和质量块，所述第二 MEMS 结构可以包括陀螺仪的梳齿结构和质量块。

由于刻蚀工艺对刻蚀形成的所述第一抽气孔 213 的深宽比有要求，即所述第一抽气孔 213 的深宽比太高时刻蚀工艺无法刻蚀实现，因此，当所述第一衬底 21 的厚度很厚时，刻蚀所述第一衬底 21 形成的所述第一抽气孔 213 的宽度也较大，此时若直接采用激光封孔工艺对所述第一抽气孔 213 封孔的效果不好甚至无法进行封孔；并且，激光封孔工艺所使用的专用机台的价格昂贵，且在作业时对所述第一抽气孔 213 进行逐个封孔导致封孔效率低，进而导致成本很高。因此，本发明提供的 MEMS 器件中，由于所述保护层 23

中形成有与所述第一抽气孔213连通的所述第二抽气孔231，并且所述第二抽气孔231中填充有所述金属层41来实现封孔，使得无需采用激光封孔工艺即可实现抽气孔的密封；并且，与采用激光封孔工艺进行封孔相比，本发明提供的MEMS器件能够解决激光封孔工艺对大宽度的第一抽气孔213的封孔效果不好甚至无法封孔的问题，所述MEMS器件中任意宽度的所述第二抽气孔231均能实现封孔，且封孔效果更好；并且，采用常规的沉积机台即可实现封孔，无需采用价格昂贵的专用机台，且能同时对所有的所述第二抽气孔231进行封孔，使得封孔效率得到明显提高，进而使得成本得到降低。

从上述内容可知，本发明的MEMS器件，由于包括：第二衬底，所述第二衬底的第一表面形成有第一MEMS结构和第二MEMS结构；第一衬底，所述第一衬底的第二表面键合于所述第二衬底的第一表面上；所述第一衬底包括对应于所述第一MEMS结构的第一区域和对应于所述第二MEMS结构的第二区域，所述第一区域形成有第一空腔和第一抽气孔，所述第二区域形成有第二空腔；所述第一衬底的第一表面覆盖有第一牺牲层和保护层，所述保护层覆盖所述第一牺牲层，所述第一牺牲层中形成有第三空腔，所述保护层中形成有多个第二抽气孔，所述第一抽气孔分别与所述第一空腔和所述第三空腔连通，所述第三空腔与所述第二抽气孔连通；所述第二抽气孔中填充有金属层，使得无需采用激光封孔工艺即可实现抽气孔的密封，同时能够解决大尺寸的抽气孔密封的问题，且使得成本得到降低。

上述描述仅是对本发明较佳实施例的描述，并非对本发明范围的任何限定，本发明领域的普通技术人员根据上述揭示内容做的任何变更、修饰，均属于权利要求书的保护范围。

权利要求

1、一种 MEMS 器件的制造方法，其特征在于，包括：

提供第一衬底和第二衬底，所述第二衬底的第一表面形成有第一 MEMS 结构和第二 MEMS 结构，所述第一衬底包括对应于所述第一 MEMS 结构的第一区域和对应于所述第二 MEMS 结构的第二区域；

依次形成牺牲层和保护层覆盖于所述第一衬底的第一表面，所述保护层覆盖所述牺牲层；

刻蚀所述第一衬底的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔和第一抽气孔，且在所述第二区域形成第二空腔，所述第一抽气孔暴露出所述牺牲层；

将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合，键合后的所述第一抽气孔与所述第一空腔连通；

形成多个第二抽气孔于所述保护层中；在将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合之前，经所述第一抽气孔释放部分所述牺牲层，以在所述牺牲层中形成第三空腔；或者，在形成多个所述第二抽气孔于所述保护层中之后，经所述第二抽气孔释放部分所述牺牲层，以在所述牺牲层中形成第三空腔；所述第二抽气孔与所述第三空腔连通；

通过所述第二抽气孔、所述第三空腔和所述第一抽气孔对所述第一空腔进行抽气，并填充金属层于所述第二抽气孔中。

2、如权利要求 1 所述的 MEMS 器件的制造方法，其特征在于，所述第一抽气孔与所述第二抽气孔的位置错开。

3、如权利要求 1 所述的 MEMS 器件的制造方法，其特征在于，所述第二抽气孔的宽度小于所述第一抽气孔的宽度。

4、如权利要求 3 所述的 MEMS 器件的制造方法，其特征在于，所述第一抽气孔的宽度为 10μm~20μm，所述第二抽气孔的宽度为 1μm~5μm。

5、如权利要求 1 所述的 MEMS 器件的制造方法，其特征在于，所述第一区域还形成有与所述第一抽气孔连通的第四空腔；在所述第一区域形成第一空腔、第一抽气孔和第四空腔，且在所述第二区域形成第二空腔的步骤包

括：

刻蚀所述第一衬底的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔和第四空腔，且在所述第二区域形成第二空腔；

刻蚀所述第四空腔的底壁，以在所述第四空腔的底壁形成第一抽气孔。

6、如权利要求 1 所述的 MEMS 器件的制造方法，其特征在于，在刻蚀所述第一衬底的第二表面之前，所述 MEMS 器件的制造方法还包括：

形成第一键合环于所述第一衬底的第二表面；

在将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合之前，所述 MEMS 器件的制造方法还包括：

形成第二键合环于所述第二衬底的第一表面；

所述将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合包括：将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面通过所述第一键合环和所述第二键合环键合。

7、如权利要求 1 所述的 MEMS 器件的制造方法，其特征在于，所述第一 MEMS 结构包括陀螺仪的梳齿结构，所述第二 MEMS 结构包括加速度计的梳齿结构。

8、一种 MEMS 器件，其特征在于，包括：

第一衬底和第二衬底，其中，所述第二衬底的第一表面形成有第一 MEMS 结构和第二 MEMS 结构；

所述第一衬底的第二表面键合于所述第二衬底的第一表面上；所述第一衬底包括对应于所述第一 MEMS 结构的第一区域和对应于所述第二 MEMS 结构的第二区域，所述第一区域形成有第一空腔和第一抽气孔，所述第二区域形成有第二空腔；所述第一衬底的第一表面覆盖有牺牲层和保护层，所述保护层覆盖所述牺牲层，所述牺牲层中形成有第三空腔，所述保护层中形成有多个第二抽气孔，所述第一抽气孔分别与所述第一空腔和所述第三空腔连通，所述第三空腔与所述第二抽气孔连通；所述第二抽气孔中填充有金属层。

9、如权利要求 8 所述的 MEMS 器件，其特征在于，所述第一抽气孔与所述第二抽气孔的位置错开。

10、如权利要求 8 所述的 MEMS 器件，其特征在于，所述第二抽气孔的

宽度小于所述第一抽气孔的宽度。

11、如权利要求 10 所述的 MEMS 器件，其特征在于，所述第一抽气孔的宽度为 10μm~20μm，所述第二抽气孔的宽度为 1μm~5μm。

12、如权利要求 8 所述的 MEMS 器件，其特征在于，所述第一区域还形成有与所述第一抽气孔连通的第四空腔，所述第一抽气孔位于所述第三空腔与所述第四空腔之间。

13、如权利要求 8 所述的 MEMS 器件，其特征在于，所述 MEMS 器件还包括：

第一键合环，形成于所述第一衬底的第二表面；

第二键合环，形成于所述第二衬底的第一表面，所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面通过所述第一键合环和所述第二键合环键合。

14、如权利要求 8 所述的 MEMS 器件，其特征在于，所述第一 MEMS 结构包括陀螺仪的梳齿结构，所述第二 MEMS 结构包括加速度计的梳齿结构。

15、如权利要求 8 所述的 MEMS 器件，其特征在于，还包括气体吸收层，形成于所述第一空腔的底壁上，所述气体吸收层用于吸收气体，以提高所述 MEMS 器件的真空度。

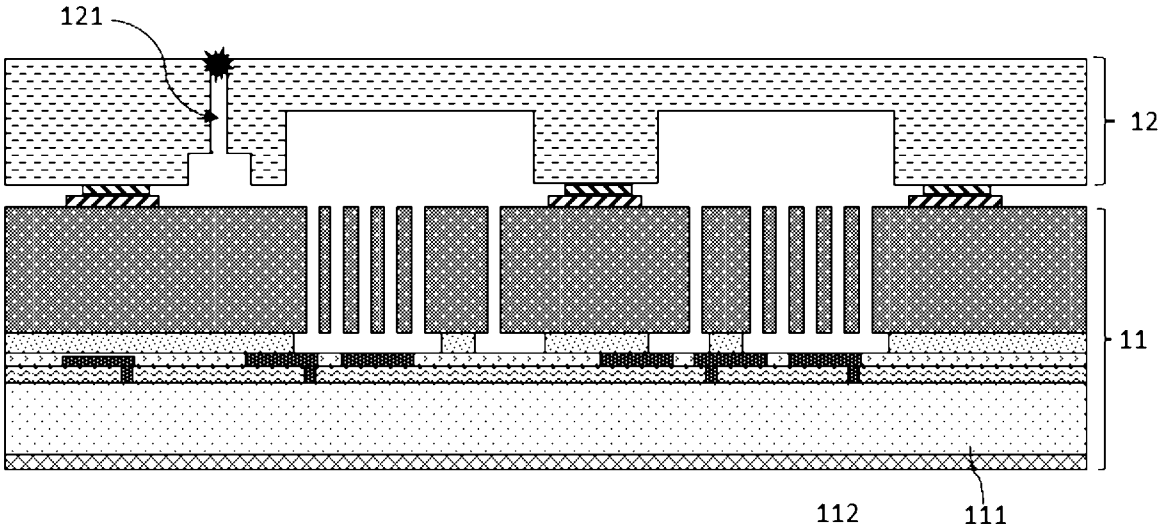


图 1

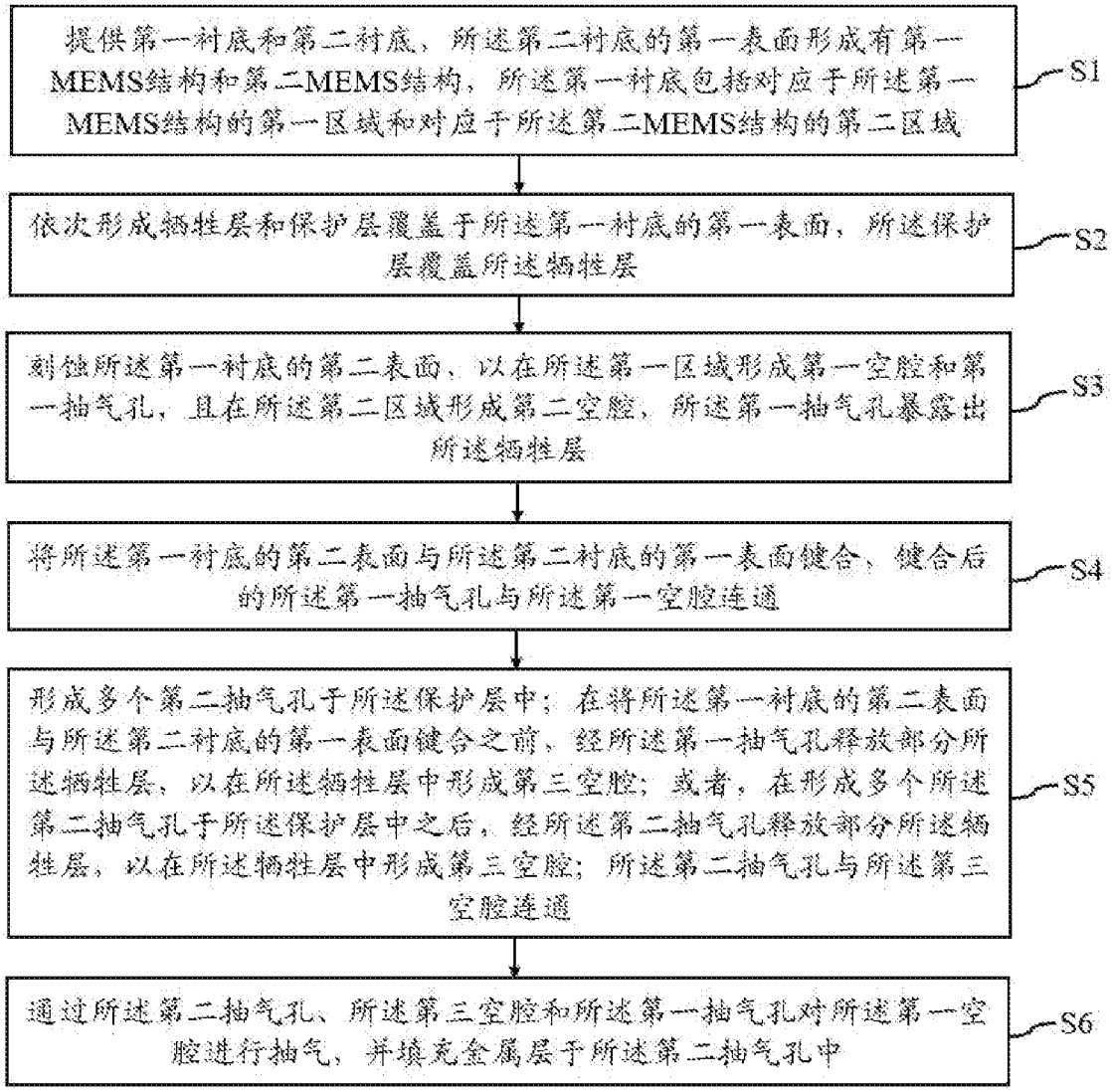

提供第一衬底和第二衬底，所述第二衬底的第一表面形成有第一MEMS结构和第二MEMS结构，所述第一衬底包括对应于所述第一MEMS结构的第一区域和对应于所述第二MEMS结构的第二区域
S1
依次形成牺牲层和保护层覆盖于所述第一衬底的第一表面，所述保护层覆盖所述牺牲层
S2
刻蚀所述第一衬底的第二表面，以在所述第一区域形成第一空腔和第一抽气孔，且在所述第二区域形成第二空腔，所述第一抽气孔暴露出所述牺牲层
S3
将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合，键合后的所述第一抽气孔与所述第一空腔连通
S4
形成多个第二抽气孔于所述保护层中；在将所述第一衬底的第二表面与所述第二衬底的第一表面键合之前，经所述第一抽气孔释放部分所述牺牲层，以在所述牺牲层中形成第三空腔；或者，在形成多个所述第二抽气孔于所述保护层中之后，经所述第二抽气孔释放部分所述牺牲层，以在所述牺牲层中形成第三空腔；所述第二抽气孔与所述第三空腔连通
S5
通过所述第二抽气孔、所述第三空腔和所述第一抽气孔对所述第一空腔进行抽气，并填充金属层于所述第二抽气孔中
S6

图 2

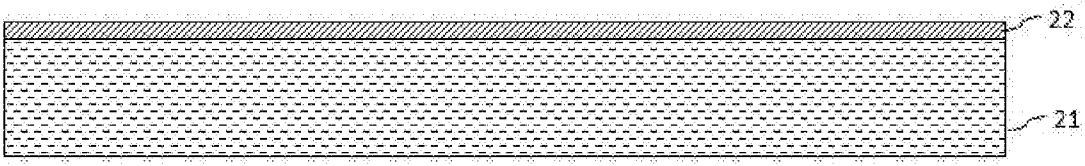

22
21

图 3a

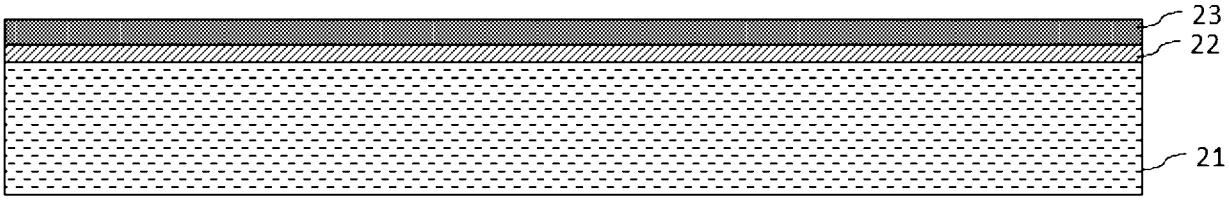


图 3b

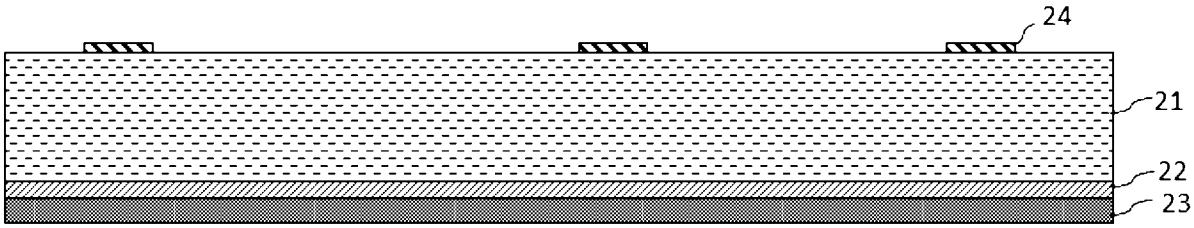


图 3c

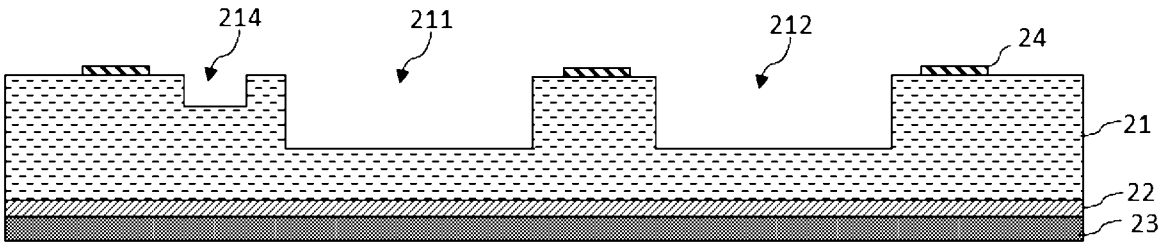


图 3d

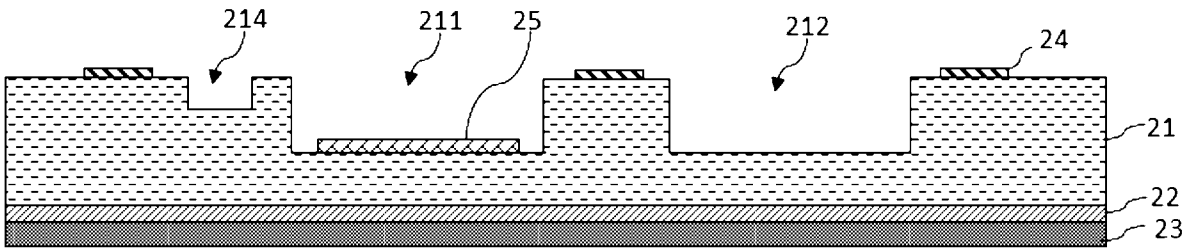


图 3e

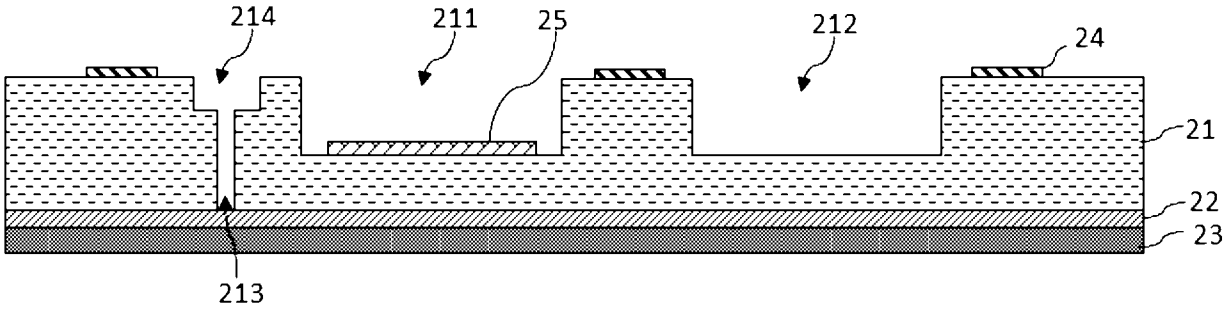

214
211
25
212
24
21
22
23
213

图 3f

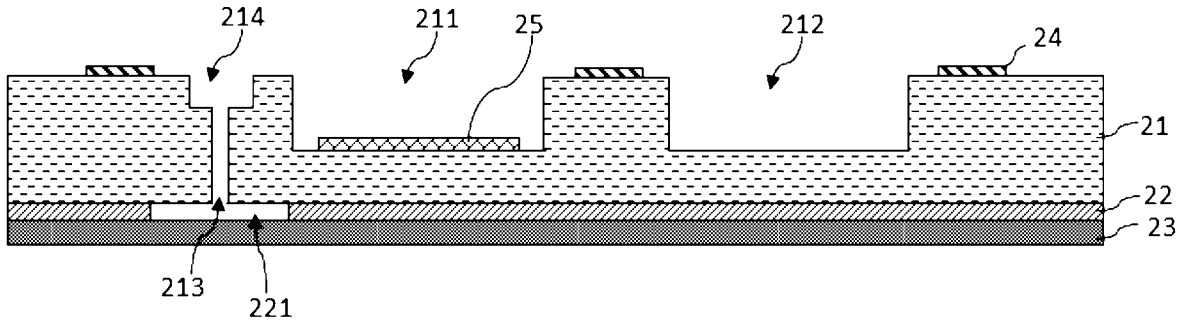

214
211
25
212
24
21
22
23
213
221

图 3g

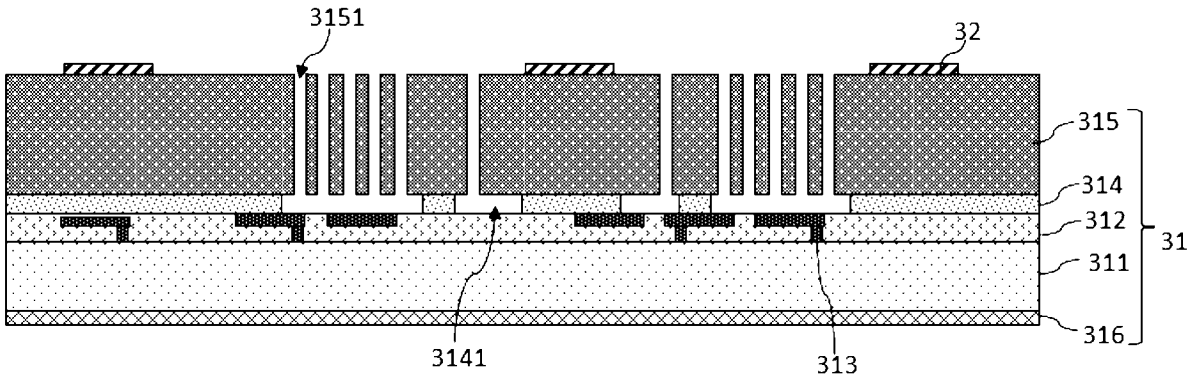

3151
32
315
314
312
311
316
31
3141
313

图 3h

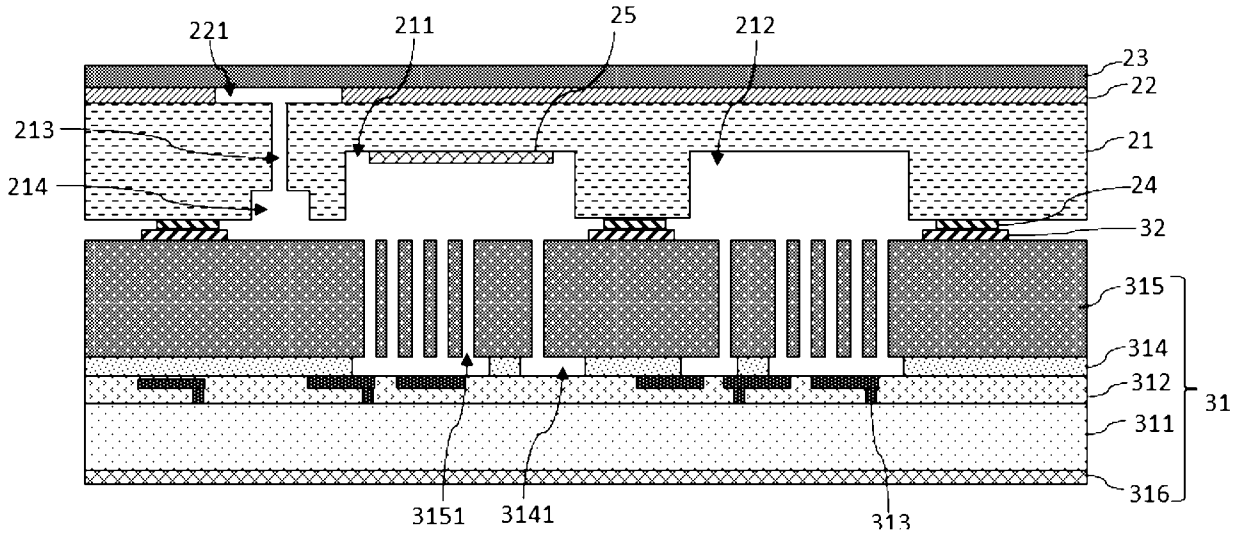

221
211
25
212
23
22
213
21
214
24
32
315
314
312
31
311
316
3151
3141
313

图 3i

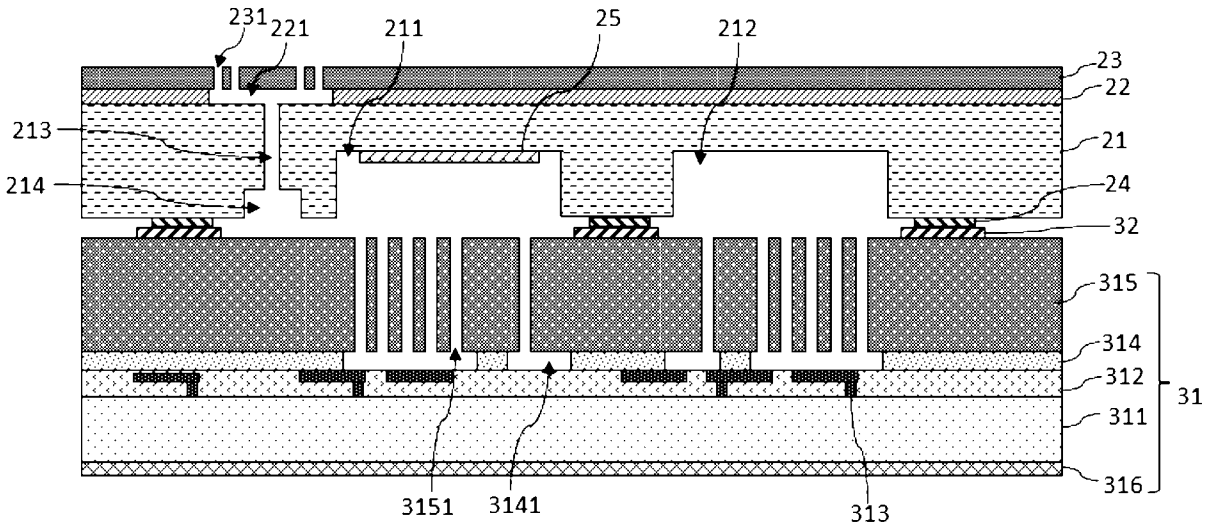

231
221
211
25
212
23
22
213
21
214
24
32
315
314
312
31
311
316
3151
3141
313

图 3j

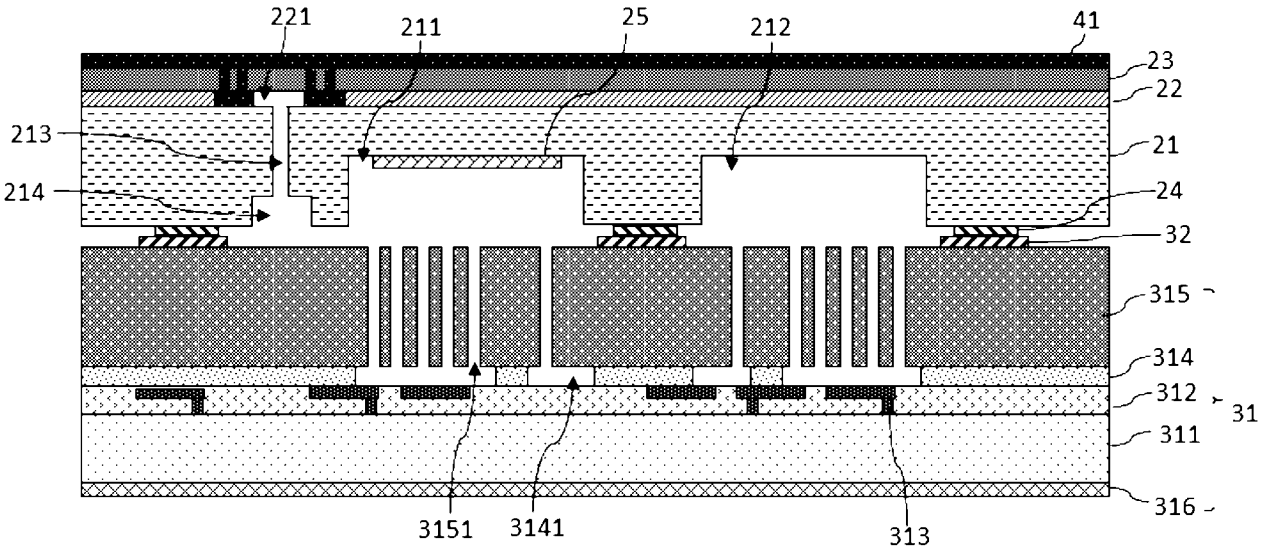

221
211
25
212
41
23
22
213
21
214
24
32
315
314
312
31
311
316
3151
3141
313

图 3k

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2024/086720

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B81C1/00(2006.01)i; B81B7/02(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: B81C B81B

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, VEN, ENTXT, CJFD: 微机电, 牺牲层, 保护层, 抽气孔, 吸气, 真空, 密封, MEMS, sacrificial, protect+, layer, pump +, hole, exhaust+, vacuum, seal+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 116835522 A (SEMICONDUCTOR MANUFACTURING ELECTRONICS (SHAOXING) CORP.) 03 October 2023 (2023-10-03) description, paragraphs 44-143, and figures 2-3k	1-15
A	CN 116040572 A (SEMICONDUCTOR MANUFACTURING ELECTRONICS (SHAOXING) CORP.) 02 May 2023 (2023-05-02) description, paragraphs 37-90, and figures 2-4F	1-15
A	CN 108147360 A (HANGZHOU SILAN MICROELECTRONICS CO., LTD.) 12 June 2018 (2018-06-12) entire document	1-15
A	JP 2016022550 A (PANASONIC IP MANAGEMENT CORP.) 08 February 2016 (2016-02-08) entire document	1-15
A	US 2007218585 A1 (COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE) 20 September 2007 (2007-09-20) entire document	1-15

☐ 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	Date of mailing of the international search report
15 July 2024	**27 July 2024**

Name and mailing address of the ISA/CN	Authorized officer
China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) **China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2024/086720

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN 116835522 A	03 October 2023	None	
CN 116040572 A	02 May 2023	None	
CN 108147360 A	12 June 2018	None	
JP 2016022550 A	08 February 2016	None	
US 2007218585 A1	20 September 2007	FR 2898597 A1	21 September 2007
		FR 2898597 B1	19 September 2008
		US 7723141 B2	25 May 2010
		EP 1834924 A2	19 September 2007
		EP 1834924 A3	03 December 2008
		EP 1834924 B1	25 May 2016
		JP 2007245339 A	27 September 2007
		JP 5270104 B2	21 August 2013

国际检索报告

国际申请号
PCT/CN2024/086720

A. 主题的分类

B81C1/00(2006.01)i；B81B7/02(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：B81C B81B

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））

CNTXT，VEN，ENTXT，CJFD：微机电，牺牲层，保护层，抽气孔，吸气，真空，密封，MEMS，sacrificial，protect+，layer，pump+，hole，exhaust+，vacuum，seal+

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 116835522 A (绍兴中芯集成电路制造股份有限公司) 2023年10月3日 (2023 - 10 - 03) 说明书第44-143段，附图2-3k	1-15
A	CN 116040572 A (绍兴中芯集成电路制造股份有限公司) 2023年5月2日 (2023 - 05 - 02) 说明书第37-90段，附图2-4F	1-15
A	CN 108147360 A (杭州士兰微电子股份有限公司) 2018年6月12日 (2018 - 06 - 12) 全文	1-15
A	JP 2016022550 A (PANASONIC IP MAN CORP) 2016年2月8日 (2016 - 02 - 08) 全文	1-15
A	US 2007218585 A1 (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE) 2007年9月20日 (2007 - 09 - 20) 全文	1-15

☐ 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	国际检索报告邮寄日期
2024年7月15日	2024年7月27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	受权官员 杨捷斐 电话号码 (+86) 010-62089693

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2024/086720

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	116835522	A	2023年10月3日	无			
CN	116040572	A	2023年5月2日	无			
CN	108147360	A	2018年6月12日	无			
JP	2016022550	A	2016年2月8日	无			
US	2007218585	A1	2007年9月20日	FR	2898597	A1	2007年9月21日
				FR	2898597	B1	2008年9月19日
				US	7723141	B2	2010年5月25日
				EP	1834924	A2	2007年9月19日
				EP	1834924	A3	2008年12月3日
				EP	1834924	B1	2016年5月25日
				JP	2007245339	A	2007年9月27日
				JP	5270104	B2	2013年8月21日