



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108235218 B

(45)授权公告日 2020.11.10

(21)申请号 201711397828.5

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2017.12.21

H04R 31/00(2006.01)

H04R 19/04(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108235218 A

审查员 文蕊佳

(43)申请公布日 2018.06.29

(30)优先权数据

102016125082.1 2016.12.21 DE

(73)专利权人 英飞凌科技股份有限公司

地址 德国诺伊比贝尔格

(72)发明人 S·巴曾 W·弗里扎

M·菲尔德纳

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 郑立柱 张鹏

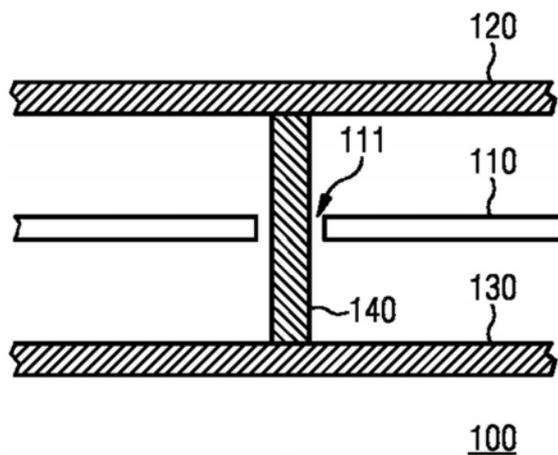
权利要求书2页 说明书8页 附图7页

(54)发明名称

半导体装置、麦克风和用于制造半导体装置的方法

(57)摘要

本发明提出了一种半导体装置。该半导体装置包括具有开口的膜片结构。此外,该半导体装置包括布置在膜片结构的第一侧上的第一背板结构以及布置在膜片结构的第二侧上的第二背板结构。该半导体装置还包括连接第一背板结构与第二背板结构的垂直连接结构。在此,垂直连接结构延伸穿过开口。



1. 一种半导体装置(100),包括:
膜片结构(110),具有开口(111);
第一背板结构(120),被布置在所述膜片结构(110)的第一侧上;
第二背板结构(130),被布置在所述膜片结构(110)的第二侧上;和
垂直连接结构(140),连接所述第一背板结构(120)与所述第二背板结构(130),其中所述垂直连接结构(140)延伸穿过所述开口(111),
其中所述膜片结构(110)通过结构化而形成至少两个彼此分开的局部区域,并且其中所述垂直连接结构(140)包括所述膜片结构(110)的所述至少两个彼此分开的局部区域中的一个局部区域。
2. 根据权利要求1所述的半导体装置,其中所述垂直连接结构(140)具有在垂向上布置在第一局部区域与第三局部区域之间的第二局部区域,并且其中所述第二局部区域的材料不同于所述第一局部区域和所述第三局部区域的材料。
3. 根据权利要求2所述的半导体装置,其中所述第一局部区域和所述第三局部区域的材料为电绝缘材料。
4. 根据权利要求1所述的半导体装置,其中所述垂直连接结构(140)和所述膜片结构(110)在所述开口(111)的区域中在横向上彼此间隔至少100nm。
5. 根据权利要求1所述的半导体装置,其中所述垂直连接结构(140)在所述第一背板结构(120)与所述膜片结构(110)之间的区域中的平均周长相对于所述垂直连接结构(140)在所述膜片结构(110)与所述第二背板结构(130)之间的区域中的平均周长相差至少10%。
6. 根据权利要求1所述的半导体装置,其中所述第一背板结构(120)和所述第二背板结构(130)中的至少一个具有多个通道。
7. 根据权利要求6所述的半导体装置,其中所述多个通道占据所述第一背板结构(120)和所述第二背板结构(130)中的至少一个的表面的至少60%。
8. 根据权利要求1所述的半导体装置,其中所述膜片结构被布置在所述第一背板结构(120)与所述第二背板结构(130)之间的空腔中。
9. 根据权利要求1所述的半导体装置,其中所述垂直连接结构(140)与所述膜片结构(110)的边缘的横向距离是所述膜片结构(110)的横向延伸的至少25%。
10. 根据权利要求1所述的半导体装置,其中所述开口(111)与所述膜片结构(110)的边缘的横向距离至少为5 μ m。
11. 根据权利要求1所述的半导体装置,还包括第一电路,所述第一电路被设置用于向所述第一背板结构(120)和所述第二背板结构(130)中的至少一个以及所述膜片结构(110)施加不同的电势。
12. 根据权利要求1所述的半导体装置,还包括第二电路,所述第二电路被设置用于产生与所述膜片结构(110)相对于所述第一背板结构(120)或所述第二背板结构(130)的距离相关的信号。
13. 一种麦克风,具有根据权利要求1至12中任一项所述的半导体装置。
14. 一种用于制造半导体装置的方法(500),包括:
形成(502)第一层结构,以制造第一背板结构;
形成(504)第二层结构,以制造具有开口的膜片结构;

形成 (506) 第三层结构,以制造第二背板结构;以及

去除 (508) 在所述第一背板结构与所述膜片结构之间的第一牺牲层结构的至少一部分以及在所述第二背板结构与所述膜片结构之间的第二牺牲层结构的至少一部分,使得连接所述第一背板结构与所述第二背板结构且延伸穿过所述膜片结构的开口的垂直连接结构被保留,

其中制造所述膜片结构包括:对所述膜片结构进行结构化,从而形成所述膜片结构的至少两个彼此分开的局部区域,其中所述膜片结构的所述至少两个彼此分开的局部区域中的第一个是所述垂直连接结构的局部区域。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中形成所述第一牺牲层结构包括:

形成所述垂直连接结构的延伸穿过所述第一牺牲层结构的局部区域,其中所述垂直连接结构的该局部区域具有与所述第一牺牲层结构不同的材料。

16. 根据权利要求14所述的方法,其中形成所述第二牺牲层结构包括:

形成所述垂直连接结构的延伸穿过所述第二牺牲层结构的局部区域,其中所述垂直连接结构的该局部区域具有与所述第二牺牲层结构不同的材料。

17. 根据权利要求14所述的方法,其中所述第一牺牲层结构和所述第二牺牲层结构不包括垂直延伸穿过牺牲层结构的结构。

18. 根据权利要求14所述的方法,其中形成 (502) 所述第一层结构和形成 (506) 所述第三层结构包括:

在所述第一背板结构和所述第二背板结构中构造多个通道。

半导体装置、麦克风和用于制造半导体装置的方法

技术领域

[0001] 多种实施例涉及半导体装置、麦克风以及制造半导体装置的方法。

背景技术

[0002] 电容式半导体麦克风除了膜片之外还可具有由气隙分开的两个背板。背板应尽可能薄并具有较大的开口,以实现较高的声波透射性。同样应避免背板的弯曲。

发明内容

[0003] 存在对提出一种具有膜片的半导体装置的方案的需求,该方案能够改善半导体装置的稳健性、改善膜片的运动灵活性和/或改善对膜片运动的探测精度。

[0004] 该需求可通过根据本发明所述的对象得以满足。

[0005] 半导体装置的实施例包括一种具有开口的膜片结构。此外,半导体装置包括布置在膜片结构的第一侧上的第一背板结构以及布置在膜片结构的第二侧上的第二背板结构。半导体装置还包括将第一背板结构与第二背板结构连接的垂直连接结构。在此,垂直连接结构延伸穿过开口。

[0006] 其他实施例涉及一种具有上述半导体装置的麦克风。

[0007] 此外,实施例涉及一种用于制造半导体装置的方法。该方法包括形成第一层结构以制造第一背板结构。此外,该方法包括形成第二层结构以制造具有开口的膜片结构。该方法还包括形成第三层结构以制造第二背板结构。该方法进一步还包括去除在第一背板结构与膜片结构之间的第一牺牲层结构的至少一部分以及在第二背板结构与膜片结构之间的第二牺牲层结构的至少一部分,从而保留连接第一背板结构与第二背板结构并且延伸穿过膜片结构开口的垂直连接结构。

附图说明

[0008] 下面参考附图详细说明实施例。

[0009] 图1示出了半导体装置的一个实施例;

[0010] 图2示出了麦克风的一个实施例;

[0011] 图3a至图3c示出了垂直连接结构的不同实施例;

[0012] 图4示出了半导体装置的另一实施例;

[0013] 图5示出了用于制造半导体装置的方法的一个实施例的流程图;并且

[0014] 图6a和图6b示出了在用于制造半导体装置的方法的不同方法步骤中的半导体结构。

具体实施方式

[0015] 现在参考附图更详细地说明不同的实施例,在这些附图中示出了一些实施例。在附图中,为了清楚起见,线、层和/或区域的厚度尺寸可能被夸大地示出。

[0016] 在以下对仅示出示例性实施例的附图的说明中,相同的附图标记可表示相同或相似的部件。此外,对于在一个实施例或一个附图中多次出现但关于一个或多个特征被共同说明的部件和对象可使用概括性的附图标记。以相同或概括性的附图标记说明的部件或对象在单个、多个或全部特征(例如其尺寸)方面可相同地被实施,然而必要时也可不同地被实施,除非在说明中另有明确或隐含的描述。

[0017] 尽管可对实施例进行各种修改和改变,但仍以附图中的实施例作为示例进行示出并且在本文中予以详细说明。然而应明确指出的是,这并不意图将实施例限制到相应公开的形式,而是实施例旨在覆盖在本发明范围内的所有功能上的和/或结构上的修改、等价方案和替代方案。相同的附图标记在所有附图说明中表示相同或相似的元件。

[0018] 应注意的是,一个元件被称为与另一元件“连接”或“耦合”,可以是该元件与该另一元件直接连接或耦合,或者可以是存在有位于它们之间的元件。

[0019] 在此使用的术语仅用于说明特定的实施例且并不旨在限制实施例。如本文所使用的,除非上下文另有明确指示,否则单数形式“一个”、“一种”和“该”“所述”也应包括复数形式。此外需明确指出的是,诸如在此使用的例如“包括”、“包含”、“具有”和/或“有”等用语表示所述特征、整数、步骤、工作流程、元件和/或部件的存在,但是并不排除一个或多个特征、整数、步骤、工作流程、元件、部件和/或其组合的存在或添加。

[0020] 除非另有定义,否则本文使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与实施例所属领域的普通技术人员所赋予的相同的含义。此外需明确指出的是,那些在通用字典中定义的用语应被解读为具有与其在相关技术的背景中的含义一致的含义,除非在此另有明确的定义。

[0021] 图1示出了半导体装置100。半导体装置100包括具有开口111的膜片结构110。此外,半导体装置100包括布置在膜片结构110的第一侧上的第一背板结构120以及布置在膜片结构110的第二侧上的第二背板结构130。半导体装置100进一步还包括将第一背板结构120与第二背板结构130连接的垂直连接结构140。在此,垂直连接结构140延伸穿过开口111。

[0022] 垂直连接结构140可使得第一背板结构120和第二背板结构130机械连接。由此可提高两个背板结构120和130的形状强度。两个背板结构120和130的弯曲可被减轻。这可使得改善半导体装置100的稳健性。同时可使得改善膜片结构110的运动灵活性。还可改善对膜片结构110的运动的探测精度。

[0023] 膜片结构110、第一背板结构120以及第二背板结构130可由一个或多个层构成。膜片结构110、第一背板结构120或第二背板结构130的至少一个层可以是导电层,例如金属层(如铝、钛、铜)或多晶硅(如高度掺杂的)。

[0024] 开口111可通过对膜片结构的一个或多个层结构进行结构化而形成。例如膜片结构的部分层结构可保留在开口中(参见下文)。替代地,可去除开口111中的膜片结构的任何(全部)层结构,然后可在开口111中生成垂直连接结构140的一部分(参见下文)。

[0025] 如在图1中所示,膜片结构110可被布置在第一背板结构120与第二背板结构130之间的空腔中。由此可为膜片结构110的偏移提供足够的空间。在第一背板结构120与第二背板结构130之间的空腔例如可具有大于 $1\mu\text{m}$ (或大于 $2\mu\text{m}$ 或大于 $5\mu\text{m}$)和/或小于 $20\mu\text{m}$ (或小于 $10\mu\text{m}$ 或小于 $5\mu\text{m}$)的垂直延伸(高度)。例如在第一背板结构120与第二背板结构130之间的垂

直距离可大于 $1\mu\text{m}$ (或大于 $2\mu\text{m}$ 或大于 $5\mu\text{m}$) 和/或小于 $20\mu\text{m}$ (或小于 $10\mu\text{m}$ 或小于 $5\mu\text{m}$)。在第一背板结构120与第二背板结构130之间的空腔的横向延伸例如可大于 $10\mu\text{m}$ (或大于 $100\mu\text{m}$ 或大于 $1000\mu\text{m}$) 和/或小于 $2000\mu\text{m}$ (或小于 $200\mu\text{m}$ 或小于 $50\mu\text{m}$)。第一背板结构120的垂直延伸和第二背板结构130的垂直延伸例如可大于 $10\mu\text{m}$ (或大于 $100\mu\text{m}$ 或大于 $250\mu\text{m}$) 和/或小于 $500\mu\text{m}$ (或小于 $200\mu\text{m}$ 或小于 $50\mu\text{m}$)。

[0026] 膜片结构110的横向尺寸(横向延伸)可以基本上相当于第一背板结构120或第二背板结构130的横向延伸。因此,膜片结构110的横向尺寸例如可偏离第一背板结构120或第二背板结构130的横向延伸不到10%。膜片结构110例如可具有大于 100nm (或大于 500nm 或大于 $1\mu\text{m}$) 和/或小于 $2\mu\text{m}$ (或小于 750nm 或小于 200nm) 的垂直延伸(厚度)。

[0027] 垂直连接结构140例如可具有在垂向上布置在第一局部区域与第三局部区域之间的第二局部区域。第二局部区域的材料不同于第一局部区域和第三局部区域的材料。第一局部区域和第三局部区域的材料例如可以是电绝缘材料(例如氧化硅或氮化硅)。这样可避免第一背板结构120和第二背板结构130通过垂直连接结构140的电耦合。

[0028] 垂直连接结构140的第二局部区域可由与膜片结构110相同的材料制成。例如层结构的位于膜片结构110的开口中用于制造膜片结构110的局部区域可用作第二局部区域。相应地,垂直连接结构140相对于膜片结构110的横向距离(例如基本上是垂直连接结构140的第二局部区域相对于膜片结构110的距离)可通过层结构的结构化而以较高的精度产生。

[0029] 垂直连接结构140可无接触地延伸穿过开口111。例如,膜片结构110可在机械上不垂直连接结构140连接。由此可基本避免对膜片结构110的运动的限制或影响。

[0030] 例如垂直连接结构140和膜片结构110可在开口111的区域中在横向上彼此间隔至少 100nm 。垂直连接结构140和膜片结构110在开口111的区域中在横向上间隔的距离例如可大于 500nm (或大于 $2\mu\text{m}$ 或大于 $5\mu\text{m}$) 和/或小于 $10\mu\text{m}$ (或小于 $2\mu\text{m}$ 或小于 500nm)。

[0031] 垂直连接结构140的横向延伸可大于 200nm (或大于 $2\mu\text{m}$ 或大于 $50\mu\text{m}$) 和/或小于 $100\mu\text{m}$ (或小于 $20\mu\text{m}$ 或小于 500nm)。垂直连接结构140也可被构造为针状。垂直连接结构140的垂直延伸例如可以是垂直连接结构140的横向延伸的倍数(例如两倍以上、四倍以上或十倍以上)。由此,例如垂直连接结构140的长度可比其宽度大得多。

[0032] 横向连接结构140的周长可在垂向上基本恒定或也可改变。例如横向连接结构140在第一背板结构120与膜片结构110之间的区域中的平均周长可以相对于横向连接结构140在膜片结构110与第二背板结构130之间的区域中的平均周长相差至少10% (例如大于15%或大于25%和/或小于50%或小于20%)。在第一背板结构120与膜片结构110之间的横向连接结构140的宽度例如可不同于在膜片结构110与第二背板结构130之间的横向连接结构140的宽度。

[0033] 例如横向连接结构140的最小横向延伸(伸展)可小于横向连接结构140在开口111的区域中的最大横向延伸(伸展)的80% (例如小于60%和/或大于25%)。例如横向连接结构140可在开口111的区域中具有其最大的横向伸展。

[0034] 横向连接结构140例如可被布置在膜片结构110的中央区域中。因此,例如垂直连接结构140与膜片结构110的(横向外部)边缘的横向距离可达到膜片结构110的(最大)横向延伸的至少25% (例如大于35%和/或小于50%)。例如垂直连接结构140相对于在第一背板结构120与第二背板结构130之间的空腔的侧向边界的横向距离可达到空腔的(最大)横向

延伸的至少25%。

[0035] 相应地,开口111也可被布置在膜片结构110的中央区域中。因此,例如开口111与膜片结构110的(横向外部)边缘的横向距离可达到膜片结构110的(最大)横向延伸的至少20%(例如大于25%和/或小于45%)。开口111与膜片结构110的边缘的横向距离可达到例如至少5 μm (例如大于50 μm 或大于500 μm 和/或小于2000 μm 或小于500 μm)。

[0036] 第一背板结构120和第二背板结构130中的至少一个可具有多个通道(开口)。因此,第一背板结构120和/或第二背板结构130可具有多个通道,以实现第一背板结构120和/或第二背板结构130的声波透射性。通道(开口)沿第一背板结构120和/或第二背板结构130的表面的横向延伸例如可大于200nm(或大于2 μm 或大于20 μm)和/或小于100 μm (或小于10 μm 或小于1 μm)。

[0037] 多个通道可占据第一背板结构和第二背板结构中的至少一个的表面的至少60%(例如大于70%、大于75%或大于80%)。例如通道可占据第一背板结构和/或第二背板结构的表面的70%或80%以上。两个背板结构120、130由于垂直连接结构140而提高的形状稳定性可使得提高第一背板结构和/或第二背板结构的通道的表面覆盖率,从而提高声波透射性。

[0038] 此外,半导体装置100可包括(第一)电路,其被设置用于将不同的电势施加到膜片结构110以及第一背板结构120和第二背板结构130中的至少一个上。为此,膜片结构110、第一背板结构120和/或第二背板结构130可以是至少局部导电的。为了使(第一)电路与膜片结构110、第一背板结构120和/或第二背板结构130电耦合,半导体装置100可具有一个或多个电触点,其与第一电路和膜片结构110、第一背板结构120和/或第二背板结构130电连接。这样可在膜片结构110与第一背板结构120和/或第二背板结构130之间产生电场。(第一)电路例如可被实施在与膜片结构110同一个半导体基底上。

[0039] 系统的电容随着膜片结构110的运动(例如在声场中)而改变。因此,当存在电场时,可在膜片结构110与第一背板结构120和/或第二背板结构130之间产生电信号。因此,半导体装置100可具有一个或多个电触点,其与膜片结构110、第一背板结构120和/或第二背板结构130电耦合以截取电信号。这些电信号可被进一步处理以提供取决于膜片结构110的运动输出信号。为此,半导体装置100例如可进一步包括(第二)电路,其被设置用于产生取决于膜片结构110与第一背板结构120和/或第二背板结构130的距离的信号。(第二)电路可例如基于所截取的电信号来生成这个信号。(第二)电路例如可被实施在与膜片结构110同一个半导体基底上。

[0040] 除了垂直连接结构140之外,半导体装置100还可包括将第一背板结构120与第二背板结构130连接的其他垂直连接结构。半导体装置100例如可包括将第一背板结构120与第二背板结构130连接的多个(例如多于2个、多于10个或多于100个)垂直连接结构。相应地,膜片结构110也可具有多个开口,多个垂直连接结构延伸穿过该多个开口。由此可进一步提高两个背板结构120和130的形状稳定性。

[0041] 膜片结构110例如除了垂直连接结构延伸穿过的开口之外可以不具有开口。例如膜片结构110可对于半导体装置100的每个垂直连接结构具有恰好一个开口。

[0042] 半导体装置100例如可包括半导体基底。半导体基底可以是硅基底。替代地,半导体基底可以是带隙大于硅的带隙(1.1eV)的宽带隙半导体基底。例如半导体基底可以是基

于碳化硅 (SiC) 的半导体基底或基于砷化镓 (GaAs) 的半导体基底或基于氮化镓 (GaN) 的半导体基底。半导体基底可以是半导体晶片或半导体芯片。膜片结构110、第一背板结构120和第二背板结构130可以层堆叠方式被实施在半导体基底上。替代地,至少第二背板结构130(作为下背板结构)可由半导体基底的一部分来实现。

[0043] 例如,可与半导体装置100的半导体基底的正面正交地测量层的垂直方向和垂直尺寸或厚度,并且可与半导体装置100的半导体基底的正面平行地测量横向方向和横向尺寸。

[0044] 半导体装置100例如可以是MEMS(微机电系统)装置,其中膜片结构110被构造为MEMS元件。半导体装置100例如可以是麦克风、压力传感器、加速度传感器或它们的一部分。

[0045] 半导体装置100例如可以是麦克风的组成部分。在图2中示出了包括根据所提出的方案的半导体装置的麦克风200的一个实施例。麦克风200例如可以是电容式硅麦克风。

[0046] 麦克风200具有带开口的膜片结构(膜片)210。第一背板结构(背板)220被布置在膜片结构210的第一侧上。第二背板结构(背板)230被布置在膜片结构的第二侧上。膜片210和两个背板220、230由气隙250隔开。

[0047] 膜片210在由麦克风200接收的声场252中运动,如箭头251所示。膜片210以及两个背板220、230至少局部导电。系统的电容随着膜片210与两个背板220、230之间的距离变化而变化。通过电触点261、262和263在膜片210以及两个背板220、230上分别施加有电势。由于在膜片210与背板220、230之间产生的电场,所以变化的电容在膜片210和背板220、230中产生电信号。电信号的变化与膜片210的运动成比例,从而与声场252成比例。

[0048] 然而,背板220、230的存在会显著增大系统的噪声。为了降低噪声水平,背板220、230应该很薄并设计和制造成具有大的开口270,以实现高的声波透射性。

[0049] 然而,所施加的电压(电势)的吸引力将背板220、230拉向膜片210,如图2中的箭头253所示。这可能减小膜片210的工作范围,限制可施加的电压并且由此限制所产生的信号。为了减小背板220、230的这种弯曲效应,背板220、230的结构需要一定的刚性。

[0050] 这种刚性可通过使用特别的可应变的膜、较厚的膜和合适的背板设计来实现。然而,这可能会限制背板220、230的声波透射度,并且因此限制背板220、230的噪声量的降低。信噪比(SNR)的优化可能明显受限于麦克风的这些边界条件,因为必须要在高背板透射性和足够的背板刚性的要求之间做出折衷。这种折衷有时可能限制MEMS的SNR的提高。

[0051] 通过使麦克风200具有延伸穿过开口并连接第一背板220与第二背板230的垂直连接结构,可(显著地)提高背板220、230的形状稳定性,因为垂直连接结构可平衡所施加的场的吸引力并且减小背板220、230朝向膜片210的运动。如图2所示,可使用将第一背板与第二背板相互连接的一个垂直连接结构或甚至多个垂直连接结构(支柱)。多个连接结构(支柱)可均匀地布置,即,例如以六角形结构或径向对称地布置。

[0052] 这可使得背板220、230的声波透射性显著提高,由此减小由背板产生的噪声。因为背板支柱与膜片210在机械上没有连接,所以膜片210的运动可不受明显的限制或影响。由此,信号电平可保持几乎不变。系统的总体信噪比可以被提高。由此可实现更好的系统性能,或者在具有相同的声学参数下可实现(例如麦克风的)芯片尺寸的减小,从而可实现降低成本。

[0053] 因此,一些实施例可涉及具有双背板和背板支柱的硅麦克风MEMS。

[0054] 在图3a至图3c中进一步示出了用于将第一背板结构与第二背板结构连接的垂直连接结构的各种实施例。

[0055] 图3a示出了半导体装置300。半导体装置300包括具有开口311的膜片结构310。此外，半导体装置300包括布置在膜片结构310的第一侧上的第一背板结构320以及布置在膜片结构310的第二侧上的第二背板结构330。半导体装置300还包括将第一背板结构320与第二背板结构330连接的垂直连接结构340。在此，垂直连接结构340延伸穿过开口311。

[0056] 第一背板结构320具有第一局部区域321以及第二局部区域322，在第一局部区域321中没有形成通道(开口)，而在第二局部区域322中形成有通道(开口)。第二背板结构330同样具有第一局部区域331以及第二局部区域332，在第一局部区域331中没有形成通道(开口)，而在第二局部区域332中形成有通道(开口)。

[0057] 垂直连接结构340具有在垂向上布置在第一局部区域341与第三局部区域343之间的第二局部区域342。第一局部区域341和第三局部区域343由与第二局部区域342不同的材料制成。第一局部区域341和第三局部区域343的材料例如是电绝缘材料(例如氧化硅)。第二局部区域342由与膜片结构310相同的材料制成。位于膜片结构310的开口中用于制造膜片结构310的层结构的局部区域可被用作第二局部区域342。相应地，垂直连接结构340与膜片结构310的距离(例如基本上是垂直连接结构340的第二局部区域与膜片结构310的距离)可通过层结构的结构化而以较高的精度产生。

[0058] 在图3a所示的示例中，第一局部区域341和第三局部区域343的横向延伸是相同的。垂直连接结构340的第一局部区域341和第三局部区域343基本上是圆柱形的，其中半径为 $8\mu\text{m}$ 。第二局部区域342也基本上是圆柱形的，其中半径为 $11\mu\text{m}$ 。

[0059] 在图3b中示出了另一半导体装置300'。半导体装置300'的结构与图3a所示的半导体装置300的结构基本相同。然而，垂直连接结构340的尺寸不同。在半导体装置300'中，第一局部区域341和第三局部区域343的半径为 $23\mu\text{m}$ ，而第二局部区域342的半径为 $26\mu\text{m}$ 。由此，与半导体装置300相比，垂直连接结构340的横向延伸在半导体装置300'中被延长。

[0060] 此外，图3c示出了半导体装置300''，其中垂直连接结构340的第一局部区域341和第三局部区域343具有不同的横向延伸。在半导体装置300''中，第一局部区域341的半径为 $23\mu\text{m}$ ，第三局部区域343的半径为 $27\mu\text{m}$ ，并且第二局部区域342的半径为 $30\mu\text{m}$ 。

[0061] 在图4中示出了与图3c所示的半导体装置300''基本相同的另一半导体装置400。然而，半导体装置400在第一背板结构320的表面上附加地具有覆盖层结构450。覆盖层结构450被构造在第一背板结构320的中央区域中(例如与第一背板结构320和垂直连接结构340的接触区域基本相对)。覆盖层结构450包括由与垂直连接结构340的第一局部区域341和第三局部区域343相同的材料制成的层，其由与第一背板结构320相同的材料制成的层包围。覆盖层结构450可在高(极端)压力负荷下缓解第一背板结构320上的负荷。

[0062] 虽然图4中的覆盖层结构450与具有可变横向延伸的垂直连接结构340相结合地示出，但是应理解的是，覆盖层结构450也可与具有基本恒定的横向延伸的垂直连接结构(例如如图3a和图3b所示)一起使用。

[0063] 此外，图5还示出了用于制造半导体装置的方法500。方法500包括形成502第一层结构以制造第一背板结构。此外，方法500包括形成504第二层结构以制造具有开口的膜片结构。方法500还包括形成506第三层结构以制造第二背板结构。此外，方法500包括去除508

在第一背板结构与膜片结构之间的第一牺牲层结构的至少一部分以及在第二背板结构与膜片结构之间的第二牺牲层结构的至少一部分,使得连接第一背板结构与第二背板结构且延伸穿过膜片结构开口的垂直连接结构被保留。

[0064] 方法500可以通过构造垂直连接结构来实现将第一背板结构与第二背板结构的机械连接。由此可提高两个背板结构的形状稳定性。

[0065] 第一牺牲层结构和第二牺牲层结构例如可由氧化硅或石墨构成。通过至少部分地去除牺牲层结构可形成空腔,膜片结构可在该空腔中运动。因此,在一些实施例中,第一牺牲层结构和第二牺牲层结构在开口区域之外不具有垂直延伸穿过牺牲层结构的结构。所形成的空腔可沿其周向例如被剩余的牺牲层结构限定。

[0066] 至少部分去除508第一牺牲层结构或第二牺牲层结构例如可借助于湿化学或干化学蚀刻工艺进行。例如可使用各向同性的湿化学或干化学蚀刻工艺。特别是可以控制时间地进行第一牺牲层结构或第二牺牲层结构的蚀刻,以调节蚀刻的穿透深度或待去除的第一牺牲层结构或第二牺牲层结构的分量。

[0067] 形成502第一层结构和/或形成506第三层结构可以包括在第一背板结构和/或第二背板结构中构造多个通道(开口)。通过垂直连接结构可增大第一背板结构和/或第二背板结构的被通道(开口)覆盖的表面区域。由此可提高第一背板结构和/或第二背板结构的声波透射性。

[0068] 制造膜片结构、例如形成504第二层结构可以包括对膜片结构进行结构化,使得形成膜片结构的至少两个彼此分开的局部区域。膜片结构的第一局部区域被膜片结构的第二局部区域横向包围。膜片结构的第二局部区域包括膜片结构的开口,第一局部区域被布置在该开口中。

[0069] 膜片结构的至少两个彼此分开的局部区域中的第一个例如可以作为垂直连接结构的一个局部区域(例如图1所示的垂直连接结构140的第二局部区域)。这可以使得通过对膜片结构的结构化而在垂直连接结构(例如基本上是膜片结构的第一局部区域)与膜片结构(例如基本上是膜片结构的第二局部区域)之间以较高的精度产生横向距离。

[0070] 这样例如可以产生具有三个局部区域的垂直连接结构。垂直连接结构例如可以具有在垂向上布置在第一局部区域与第三局部区域之间的第二局部区域,其中垂直连接结构的第二局部区域是膜片结构的第一局部区域。垂直连接结构的第一局部区域和第二局部区域例如可由第一牺牲层结构和/或第二牺牲层结构的剩余部分形成。

[0071] 替代地,形成第一牺牲层结构可以包括形成垂直连接结构的延伸穿过第一牺牲层结构的(第一)局部区域。垂直连接结构的(第一)局部区域具有与第一牺牲层结构不同的材料。此外,形成第二牺牲层结构可以包括形成垂直连接结构的延伸穿过第二牺牲层结构的(第三)局部区域。垂直连接结构的(第三)局部区域具有与第二牺牲层结构不同的材料。为此,例如可以蚀刻第一牺牲层结构或第二牺牲层结构的一部分,然后以不同于牺牲层结构的材料(例如硅或氮化硅)进行填充。这样通过去除围绕不同于牺牲层结构的材料的第一或第二牺牲层结构,可以露出垂直连接结构。

[0072] 接下来图6a和图6b示出了在根据所提出的方案的用于制造半导体装置的方法的各个方法步骤中的半导体结构。

[0073] 首先,图6a示出了在至少部分地去除牺牲层结构之前的初始状况。半导体结构600

具有第一背板结构(背板)620和第二背板结构(背板)630。在第一背板结构620与第二背板结构630之间形成具有开口的膜片结构(膜片)610。膜片结构被第一牺牲层结构651和第二牺牲层结构652包围。

[0074] 与通常通过沉积所需的膜片层和背板层以及利用各向同性的湿蚀刻或干蚀刻工艺蚀刻在它们之间的层(牺牲层,例如二氧化硅)而在背板620、630与膜片610之间产生气隙相比,按照所提出的方案例如使用有限的牺牲氧化物蚀刻区域(由箭头660表示)以产生垂直连接结构(背板支柱)。这在图6b中示出。在这种适当的背板设计中,牺牲层的垂直连接结构(支柱)640被保留在气隙中。这不需要额外的工艺。在底切 $10\mu\text{m}$ 的牺牲层结构(例如由牺牲氧化物构成)的情况下, $30\mu\text{m}$ 的封闭的背板环可以在间隙中留下例如 $10\mu\text{m}$ 宽的支柱640。

[0075] 如前所述,也可使用附加的具有不同材料(例如硅、氮化硅)的蚀刻和沉积工艺来实现支柱640。

[0076] 利用根据所提出的方案的方法可以提供具有改善的声学性能的半导体装置或麦克风。该方法的核心可以在于,在例如具有双背板的硅麦克风的背板之间产生(使用)一个或多个支柱,以改善刚性并且在降低噪声量的同时提高背板的声波透射性。SNR的提高可以是硅麦克风的一个重要方面。如前所述,由于在声学系统性能相似的情况下缩小了芯片,所以性能上的优点也可用于降低成本。

[0077] 在上述说明、所附权利要求和附图中公开的特征既可单独地又可以任意组合形式地对于实现在不同设计方案中的实施例具有价值并被实施。

[0078] 虽然已经结合装置说明了一些方面,但是应理解的是,这些方面也表示对相应方法的说明,从而装置的区块或结构元件也可被理解为相应的方法步骤或方法步骤的特征。与此类似,结合方法步骤说明的或作为方法步骤说明的方面也表示对相应装置的相应区块或细节或特征的说明。

[0079] 上述实施例仅仅是对本发明原理的说明。应理解的是,对于本领域其他技术人员而言,对在此说明的布置和细节的修改和变化将是显而易见的。因此,本发明仅由所附权利要求的保护范围来限定,而限于在本文对实施例的说明和解释中呈现的具体细节。

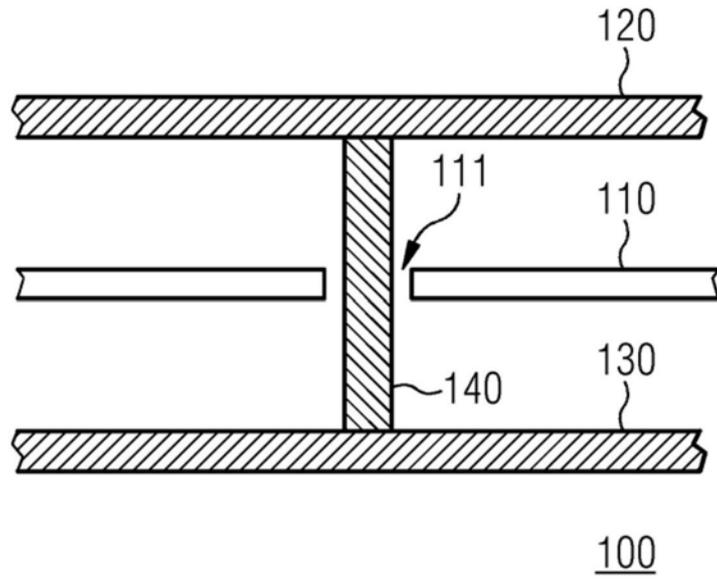


图1

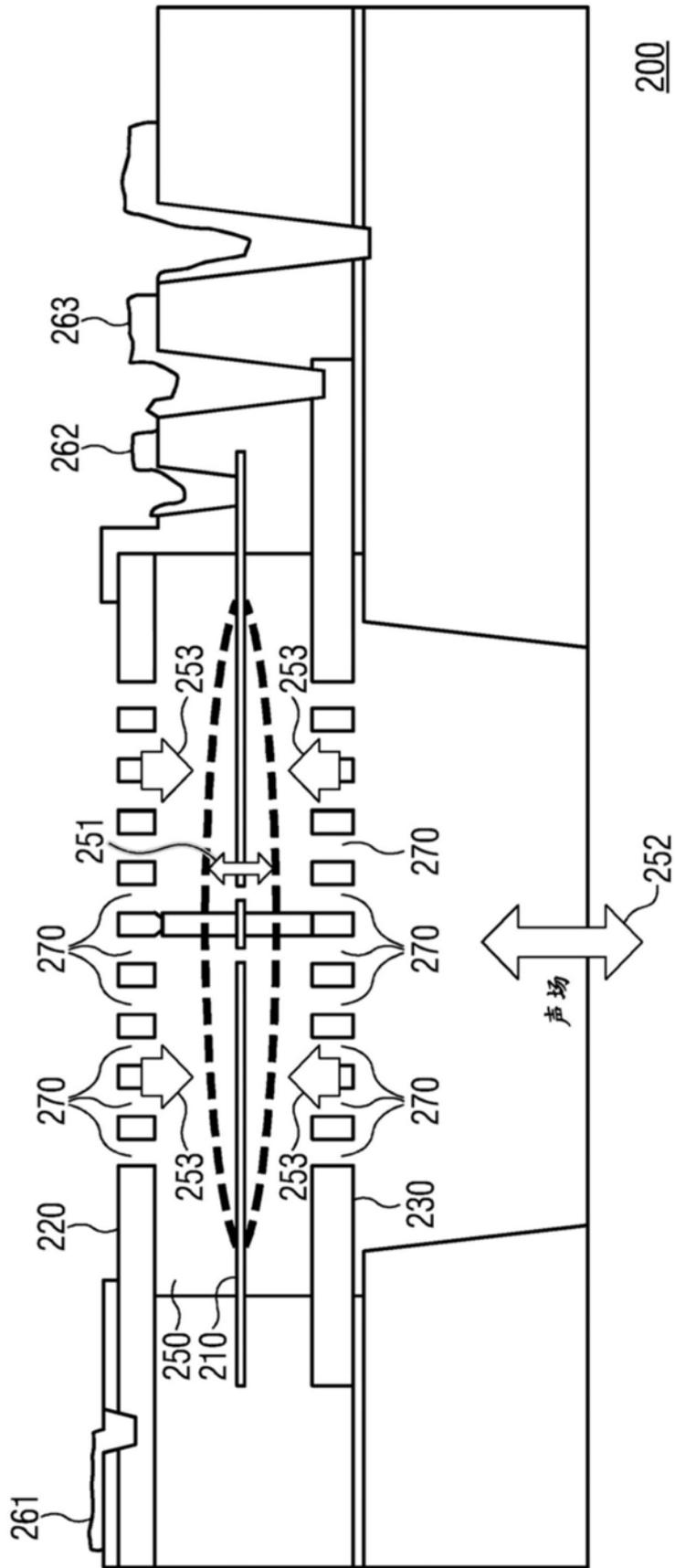


图2

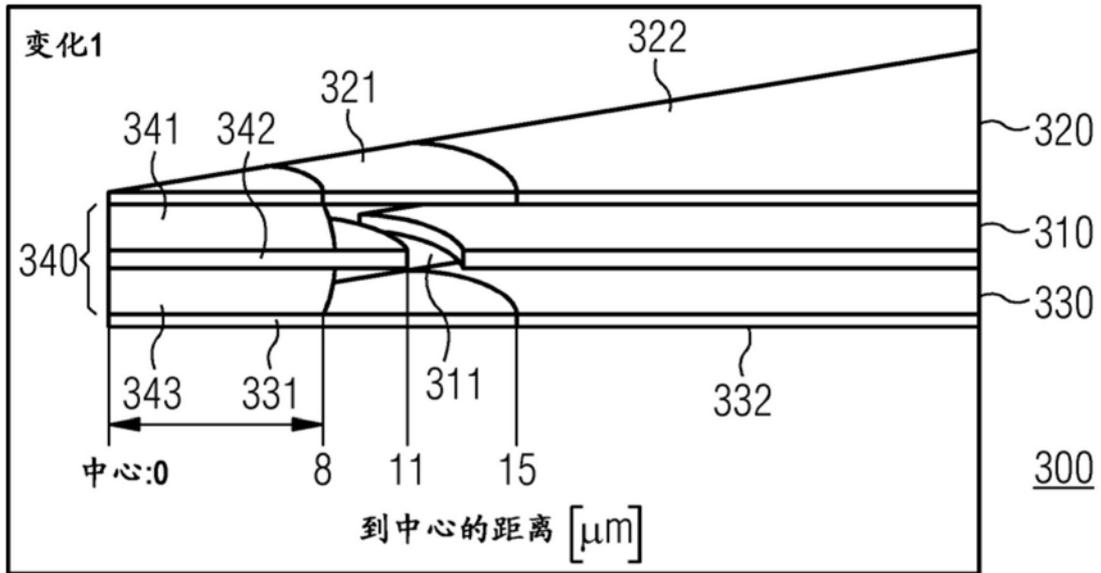


图3a

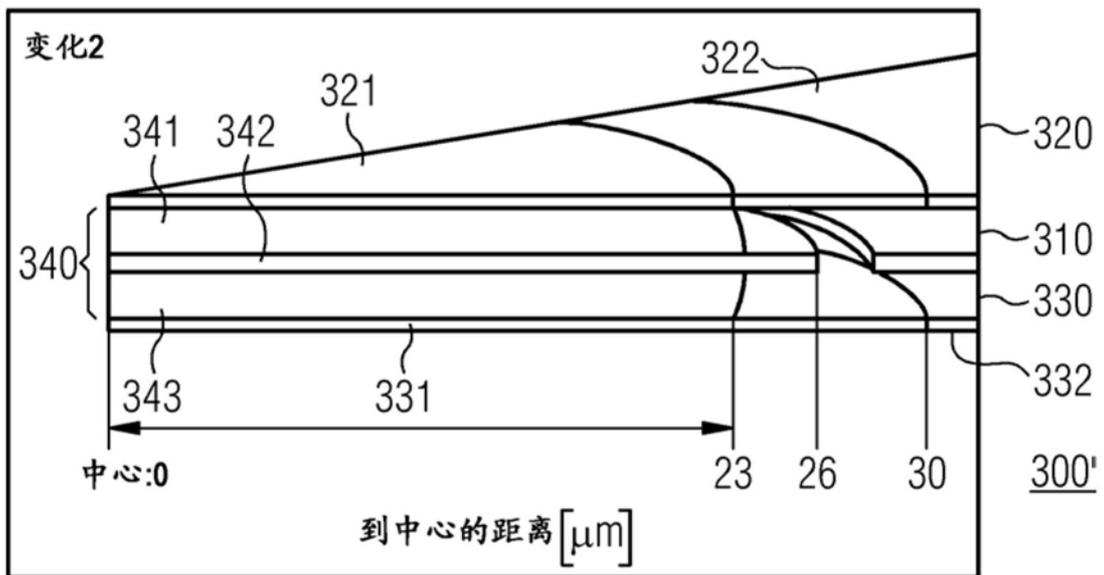


图3b

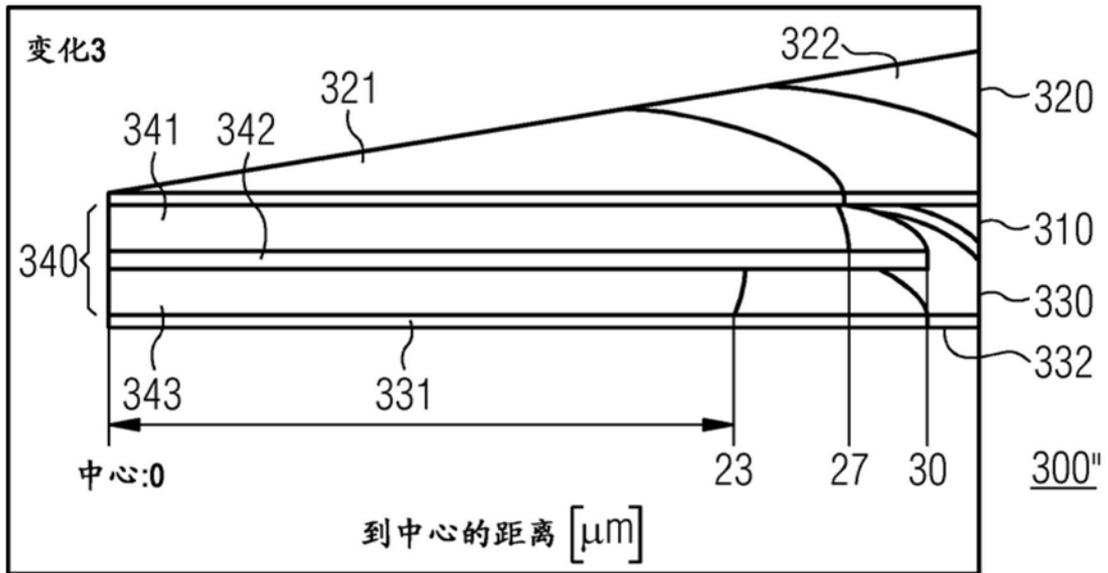


图3c

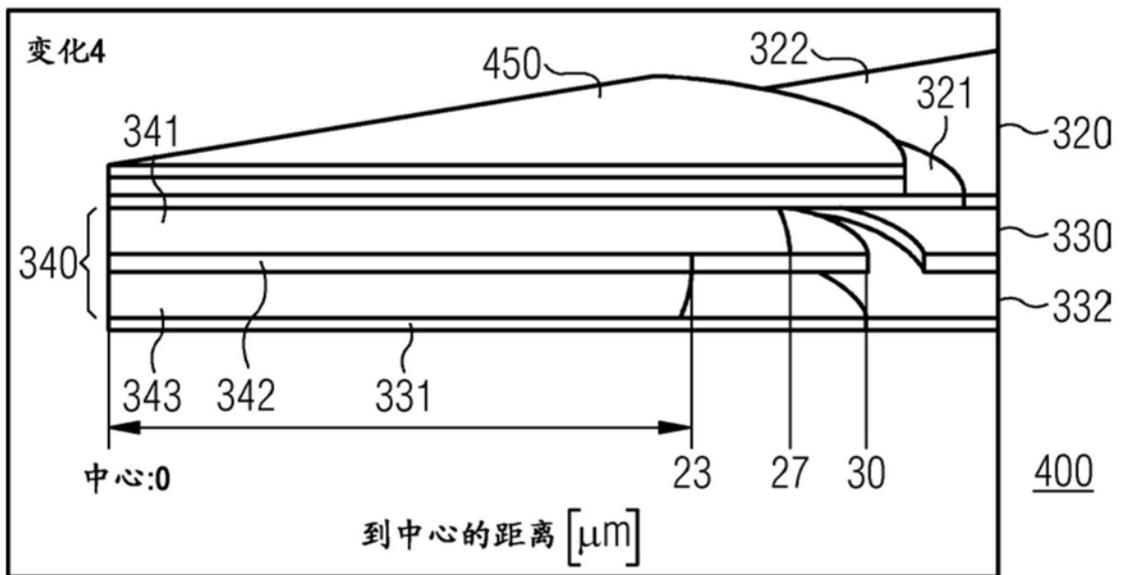


图4

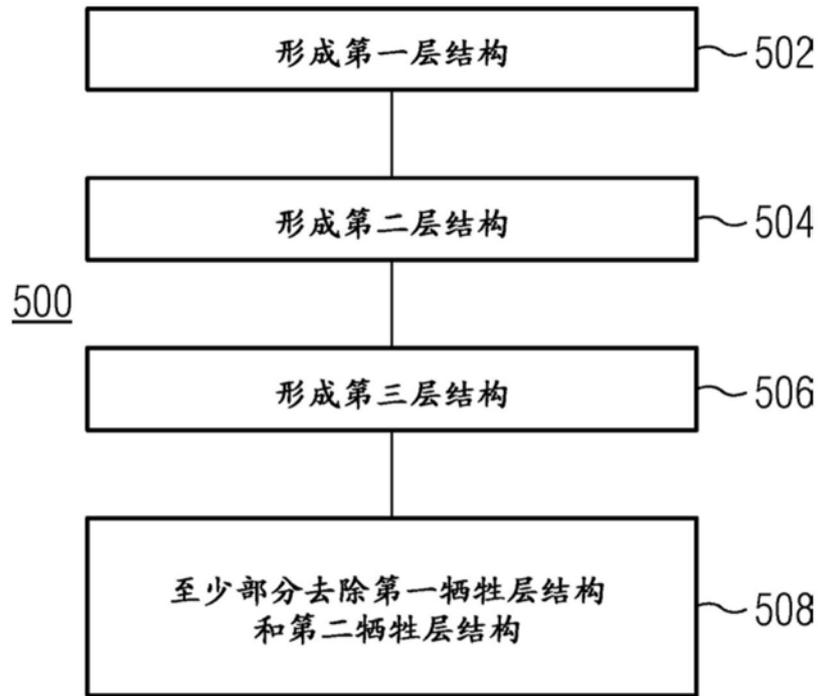


图5

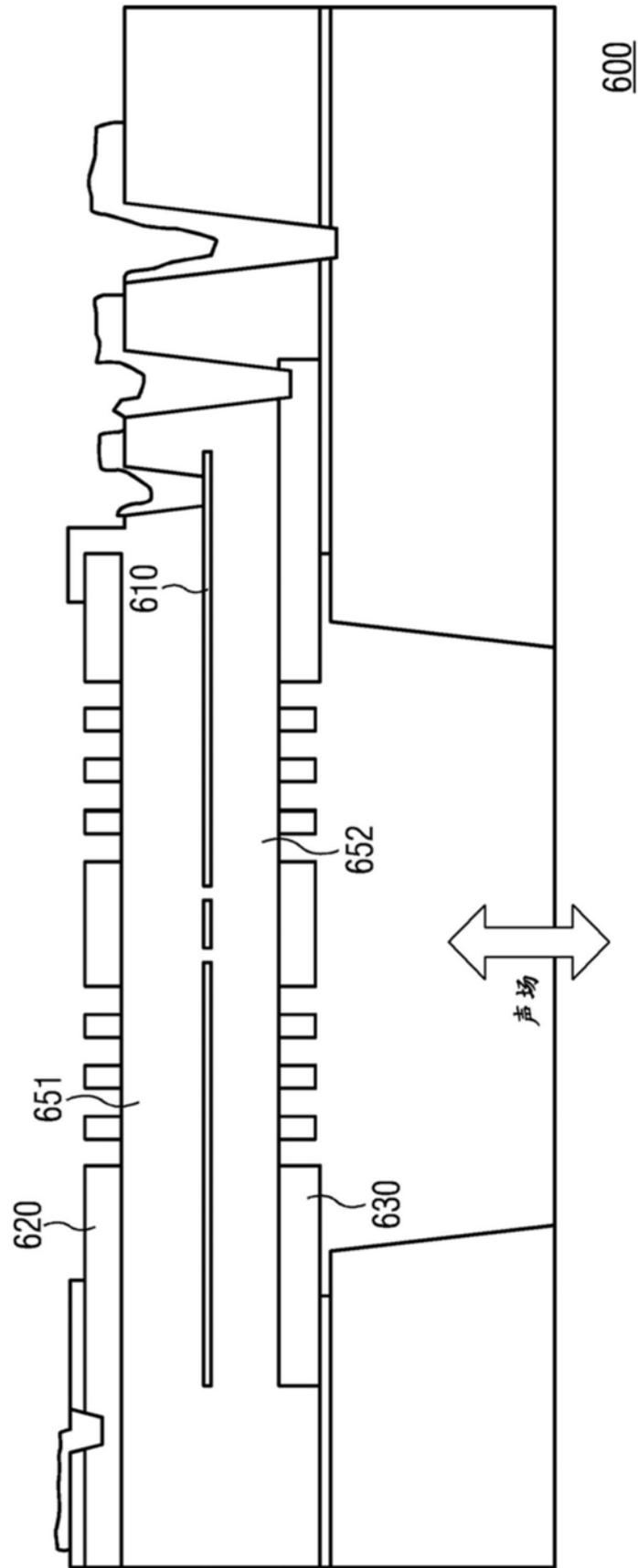


图6a

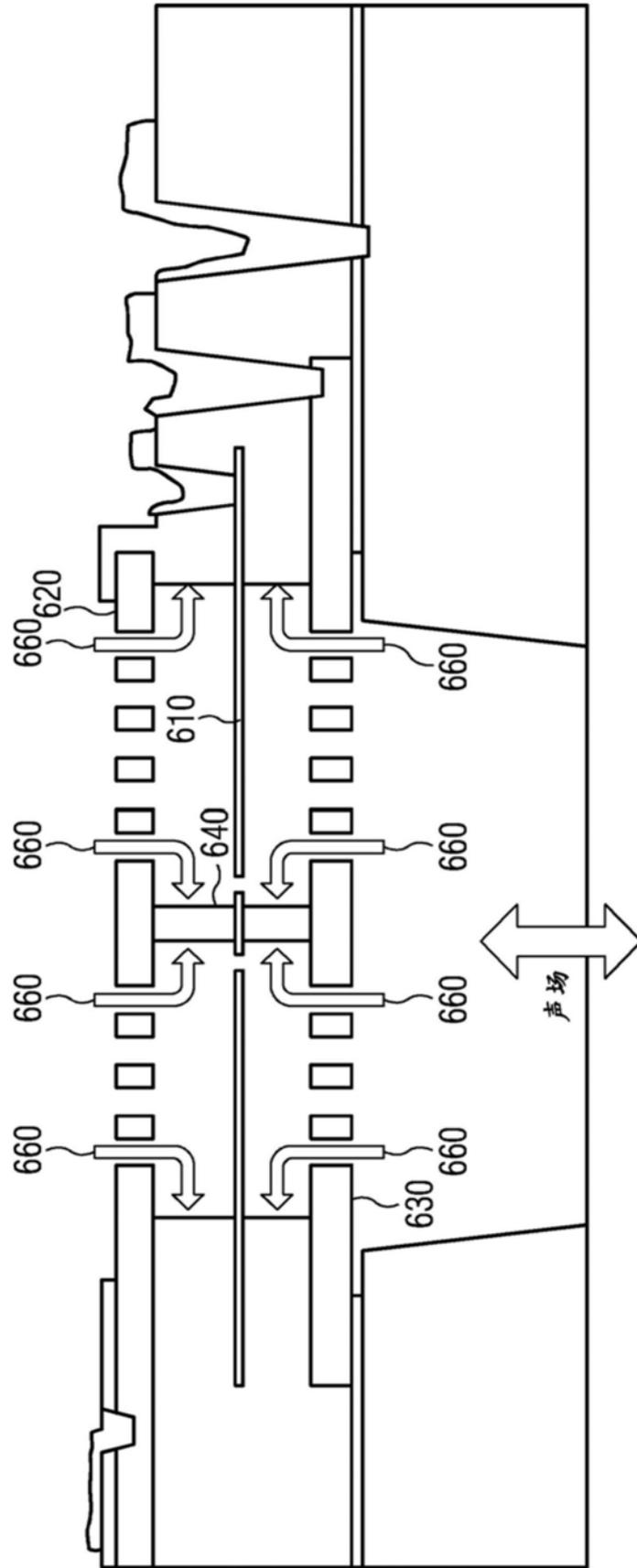


图6b