



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104902400 B

(45)授权公告日 2018.12.07

(21)申请号 201510098315.9

*H04R 9/06*(2006.01)

(22)申请日 2015.03.05

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104902400 A

CN 101819079 A, 2010.09.01, 说明书第0014-0017、0051-0062、0075-0085、0100-0104段、图1、2、6-7、10-11.

(43)申请公布日 2015.09.09

CN 101819079 A, 2010.09.01, 说明书第0014-0017、0051-0062、0075-0085、0100-0104段、图1、2、6-7、10-11.

(30)优先权数据

14/198,634 2014.03.06 US

US 6075867 A, 2000.06.13, 说明书第4栏第36行至第5栏第44行, 图1-5.

(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

US 2002067663 A1, 2002.06.06, 说明书第4栏第36行至第5栏第44行, 图1-5.

(72)发明人 A·德厄

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

CN 101153825 A, 2008.04.02, 全文.

CN 102401706 A, 2012.04.04, 全文.

代理人 王茂华

JP H06300650 A, 1994.10.28, 全文.

(51)Int.Cl.

审查员 李莎莎

*H04R 9/02*(2006.01)

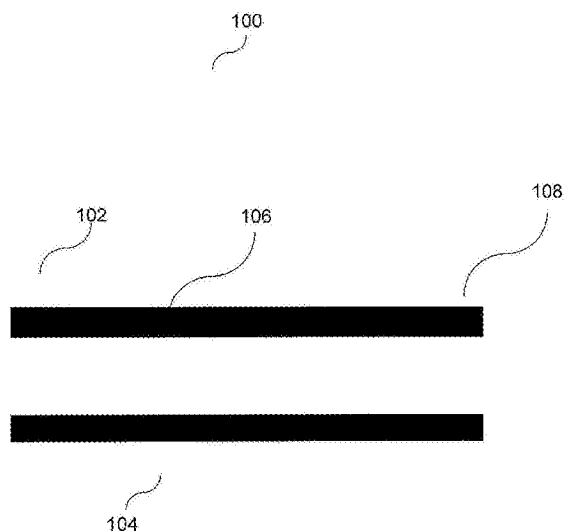
权利要求书2页 说明书12页 附图18页

(54)发明名称

用于感测压力波以及环境压力的变化的MEMS传感器结构

(57)摘要

本发明的各个实施例涉及用于感测压力波以及环境压力的变化的MEMS传感器结构。该传感器结构包括：第一膜片结构、电极元件、以及布置在电极元件的与第一膜片结构相对之侧的第二膜片结构。传感器结构还可以包括由第一膜片结构和第二膜片结构形成的腔室，其中腔室中的压力低于腔室外的压力。同样地公开了一种用于形成该传感器结构的方法。



1. 一种传感器结构,包括:  
第一膜片结构;  
电极元件;  
第二膜片结构,被布置在所述电极元件的与所述第一膜片结构相对之侧;以及  
电路,被配置用于处理由于所述第一膜片结构的偏转和所述第二膜片结构的偏转而生成的至少一个信号;  
其中所述第一膜片结构和所述第二膜片结构形成腔室,其中所述腔室中的压力低于所述腔室外的压力,  
其中所述传感器结构进一步包括:  
至少一个柱结构,被布置在所述第一膜片结构与所述第二膜片结构之间,  
所述至少一个柱结构不与所述电极元件接触,而是经由所述电极元件中的开口穿过所述电极元件。
2. 根据权利要求1所述的传感器结构,  
其中所述至少一个柱结构被布置为,将所述第一膜片结构电耦合到所述第二膜片结构。
3. 根据权利要求1所述的传感器结构,  
其中所述至少一个柱结构与由所述第一膜片结构和所述第二膜片结构形成的所述腔室至少部分地相交。
4. 根据权利要求1所述的传感器结构,  
其中所述电极元件被由所述第一膜片结构和所述第二膜片结构形成的所述腔室至少部分地包含。
5. 根据权利要求1所述的传感器结构,  
其中由所述第一膜片结构和所述第二膜片结构形成的所述腔室中的所述压力基本上是真空。
6. 根据权利要求1所述的传感器结构,进一步包括:  
支撑结构,支撑所述传感器结构;以及  
弹性结构,耦合在所述传感器结构与所述支撑结构之间。
7. 根据权利要求6所述的传感器结构,  
其中所述支撑结构包括微机电系统。
8. 根据权利要求6所述的传感器结构,  
其中所述弹性结构包括阻挡结构,所述阻挡结构相对于所述第一膜片结构和所述第二膜片结构被布置,以形成围绕所述腔室的密封包围件。
9. 根据权利要求8所述的传感器结构,  
其中所述弹性结构进一步包括弹簧支撑元件,所述弹簧支撑元件耦合在所述支撑结构与所述阻挡结构之间。
10. 根据权利要求6所述的传感器结构,  
其中所述第一膜片结构的表面被固定到所述支撑结构的表面。
11. 根据权利要求6所述的传感器结构,  
其中所述电极元件经过所述弹性结构中的至少一个空隙,被固定到所述支撑结构。

12. 根据权利要求6所述的传感器结构,进一步包括:  
形成在所述支撑结构中的空腔。
13. 根据权利要求12所述的传感器结构,  
其中所述传感器结构跨所述支撑结构中的所述空腔悬浮。
14. 一种用于制造传感器结构的方法,所述方法包括:  
形成第一膜片结构;  
形成电极元件;  
在所述电极元件的与所述第一膜片结构相对之侧,形成第二膜片结构;以及  
其中所述第一膜片结构和所述第二膜片结构形成腔室,其中所述腔室中的压力低于所述腔室外的压力,  
其中所述方法进一步包括:  
形成布置在所述第一膜片结构与所述第二膜片结构之间的至少一个柱结构,  
所述至少一个柱结构不与所述电极元件接触,而是经由所述电极元件中的开口穿过所述电极元件。
15. 根据权利要求14所述的方法,  
其中所述腔室外的压力的变化引起所述第一膜片结构在第一方向上的位移、以及所述第二膜片结构在与所述第一方向不同的第二方向上的位移。
16. 根据权利要求14所述的方法,进一步包括:  
设置用于支撑所述传感器结构的支撑结构;  
在所述支撑结构中形成空腔;以及  
设置耦合在所述传感器结构与所述支撑结构之间的弹性结构;  
其中所述传感器结构跨所述支撑结构中的所述空腔悬浮。
17. 根据权利要求16所述的方法,  
其中所述弹性结构包括阻挡结构,所述阻挡结构相对于所述第一膜片结构和所述第二膜片结构被布置,以形成围绕所述腔室的密封包围件。
18. 根据权利要求17所述的方法,  
其中所述弹性结构进一步包括耦合在所述支撑结构与所述阻挡结构之间的弹簧支撑元件。

## 用于感测压力波以及环境压力的变化的MEMS传感器结构

### 技术领域

[0001] 各个实施例总体上涉及传感器结构,其包含第一膜片(diaphragm)结构、第二膜片结构、布置在相应的膜片元件之间的电极元件、以及被配置用于处理由于第一膜片结构的偏转(deflect)和第二膜片结构的偏转而生成的至少一个信号的电路。

### 背景技术

[0002] 典型的麦克风具有暴露于入射压力波的膜片。这些压力波使得膜片偏转,并且该偏转通过各种换能机制被检测到并且被转换成电信号。在微机电系统(MEMS)麦克风中,传统的换能机制可以包括压电、压阻、光学和电容性的机制。简单的MEMS麦克风可以是包括更通常地称为“背板”的对电极和膜片的电容器。当跨背板/膜片电容系统施加电压,并且声波使得膜片振荡时,可以通过测量由膜片相对于背板的移动所引起的电容的变化,将声波转换成可用的电信号。很多MEMS压力传感器同样地使用上文所讨论的各种换能机制以感测大气压力的变化。

### 发明内容

[0003] 在各个实施例中,提供了传感器结构。传感器结构可以包括第一膜片结构;电极元件;以及布置在电极元件的与第一膜片结构相对之侧的第二膜片结构;其中第一膜片结构和第二膜片结构可以形成腔室,其中腔室中的压力可以比腔室外的压力更低。

### 附图说明

[0004] 在附图中,贯穿不同的视图,相同的附图标记通常指相同的部分。附图不一定成比例,而是大体上将重点放在图示本发明的原理上。在以下描述中,参考以下附图描述本发明的各个实施例,在附图中:

[0005] 图1A示出了双膜片MEMS传感器结构的透视截面视图;

[0006] 图1B示出了图1A的双膜片MEMS传感器结构,其中压力波正在引起双膜片结构从静止位置偏转;

[0007] 图1C示出了图1A的双膜片MEMS传感器结构,其中环境压力的变化正在引起膜片结构从静止位置偏转;

[0008] 图2示出了根据各个实施例的双膜片MEMS传感器结构的截面视图;

[0009] 图3A示出了根据各个实施例的双膜片MEMS传感器的顶视示意性截面,其中对电极元件以X形配置被实现;

[0010] 图3B示出了根据各个实施例的图3A的双膜片MEMS传感器结构的截面,其中双膜片MEMS传感器结构处于静止位置(rest position);

[0011] 图3C和图3D示出了根据各个实施例的图3B的双膜片MEMS传感器结构,其中双膜片MEMS传感器结构由于入射压力波的影响正在振荡和/或偏转;

[0012] 图3E示出了根据各个实施例的图3B的双膜片MEMS传感器结构,其中环境压力的变

化正在引起膜片结构从静止位置偏转；

[0013] 图4A示出了根据各个实施例的图3B的双膜片MEMS传感器结构，其中腔室可以由膜片结构形成，并且腔室中的压力可以低于腔室外的压力，由于腔室内的低压，可能产生膜片结构朝向电极元件的非期望的偏转；

[0014] 图4B示意性图示了跨两个或更多柱之间的区域的膜片结构段的单位图。膜片结构的“边长(side length)”、其厚度及其固有压力限定了膜片结构在给定的施加的压力下可以偏转的量；

[0015] 图5通过图表图示了针对不同的厚度和边长，无应力多晶硅膜片的单位正方形片段(unit square segment)在1bar压力(大气压力)下的膜片偏转的计算结果；

[0016] 图6示出了根据各个实施例的包括可选的处理电路的双膜片MEMS传感器结构的截面视图；

[0017] 图7示出了根据各个实施例的双膜片MEMS传感器结构的电路图表示；

[0018] 图8以流程图形式通过图表图示了根据各个实施例的处理可以由双膜片MEMS传感器结构产生的电信号的方法；

[0019] 图9示出了根据各个实施例的集成到蜂窝电话设备中的双膜片MEMS传感器结构的框图；

[0020] 图10A至图10C以流程图形式通过图表图示了根据各个实施例的构建双膜片MEMS传感器结构的方法。

## 具体实施方式

[0021] 以下详细描述参考通过图示的方式示出特定细节的附图和其中可以实施本公开的实施例。

[0022] 本文使用措辞“示例性”意指“用作示例、实例或说明”。本文描述为“示例性”的任何实施例或设计不一定被解释为比其他实施例或设计优选或者有利。

[0023] 关于在侧或表面“之上”形成的沉积材料所使用的措辞“之上”在本文中可以用于意指所沉积的材料可以被“直接”形成在所暗示的侧或表面“上”，例如与所暗示的侧或表面直接接触。关于在侧或表面“之上”形成的沉积材料所使用的措辞“之上”在本文中可以用于意指所沉积的材料可以被“间接”形成在所暗示的侧或表面“上”，其中一个或者多个额外的层被布置在所暗示的侧或表面和所沉积的材料之间。

[0024] 根据各个实施例，提供一种双膜片MEMS传感器结构，其中电极元件可以被布置在膜片元件之间。根据各个实施例，所述双膜片MEMS传感器结构可以能够同步感测压力波以及环境大气压力的变化两者。因此，MEMS传感器结构的感测性能可以被改善。

[0025] 在各个实施例中，膜片可以包括板(plate)或膜(membrane)。板可以被理解为经受压力的膜片。此外，膜可以被理解为经受张力的膜片。虽然下文将参考膜更详细地描述各个实施例，但是备选地可以被提供有板、或者一般地被提供有膜片。

[0026] 根据各个实施例，图1A是双膜MEMS传感器结构100的截面的高度抽象的视图，其可以包含第一膜结构102、第二膜结构104、电极元件106、和分别由两个膜元件102和104形成的腔室106。

[0027] 根据各个实施例，在腔室108内部的压力可以比在腔室外部的压力低。腔室108内

部的压力可以基本上是真空。

[0028] 根据各个实施例,入射在腔室108上的声波110可以引起腔室相对于电极元件106偏转,例如如图1B所示,当腔室108由于声波110的作用而偏转时,第一膜结构102可以在基本上朝向电极元件106的方向上偏转,同时第二膜结构104可以在与第一膜结构102基本上相同的方向上同步地被偏转,并且因此可以远离电极元件106移动。

[0029] 根据各个实施例,如图1C所示,在腔室108外部的增加的环境压力 $P+$ (用附图标记112标示)可以引起第一膜结构102和第二膜结构104基本上朝向电极元件106偏转。

[0030] 根据各个实施例,电信号可以通过膜结构102和膜结构104的移动来生成。电信号然后可以由一个或者多个处理电路(未示出)比较并且被转换成可用的信息,对于给定的应用可能期望该可用信息,例如感测压力的变化,例如检测入射在膜结构102和膜结构104上的压力波的幅度。

[0031] 根据各个实施例,如图2所示,双膜MEMS传感器结构200可以包括第一膜结构202、第二膜结构204和电极元件206,其中第一膜结构202和第二膜结构204被布置用于创建腔室203。

[0032] 根据各个实施例,腔室203内部的压力可以比腔室203外部的压力低。腔室203内部的压力可以基本上是真空。

[0033] 双膜MEMS传感器结构200可以进一步包括布置在第一膜结构202与第二膜结构204之间的至少一个柱结构208。根据各个实施例,双膜MEMS传感器结构200可以进一步包括支撑结构210和在支撑结构210中形成的空腔212。根据各个实施例,双膜MEMS传感器结构200可以进一步包括绝缘层207,绝缘层207被布置用于使第一膜结构202和第二膜结构绝缘,防止其与电极元件206电接触。

[0034] 根据各个实施例,支撑结构210可以是半导体衬底,诸如硅衬底。根据各个实施例,支撑结构210可以包括其他半导体材料或者由其他半导体材料组成,该其它半导体材料诸如是锗、硅锗、碳化硅、氮化镓、镓、氮化镓、砷化镓、氧化镓、或其他元素和/或化合物半导体(例如,诸如例如砷化镓或磷化镓之类的III-V化合物半导体、或II-VI化合物半导体、或三元化合物半导体、或四元化合物半导体),正如对于给定应用可能期望的。

[0035] 根据各个实施例,空腔212可以通过各种刻蚀技术被形成在支撑结构210中,例如,各向同性气相刻蚀、蒸汽刻蚀、湿法刻蚀、各向同性干法刻蚀、等离子体刻蚀等。

[0036] 根据各个实施例,空腔212在形状上可以是正方形的或者基本上正方形的。根据各个实施例,空腔212在形状上可以是矩形的或者基本上矩形的。根据各个实施例,空腔212在形状上可以是圆形或者基本上圆形的。根据各个实施例,空腔212在形状上可以是椭圆形的或者基本上椭圆形的。根据各个实施例,空腔212在形状上可以是三角形的或者基本上三角形的。根据各个实施例,空腔212在可以是十字形或者基本上十字形的。根据各个实施例,空腔212可以被形成为针对给定应用的可能被期望的任何形状。

[0037] 第二膜结构204可以通过各种制备技术被形成在支撑结构210的顶表面210a之上,例如,物理蒸汽沉积、电化学沉积、化学蒸汽沉积和分子束外延。根据各个实施例,在空腔212被形成在支撑结构210中之前,第二膜结构204可以被形成在支撑结构210的顶表面210a之上。

[0038] 根据各个实施例,第二膜结构204可以是正方形的或者基本上正方形的。第二膜结

构204在形状上可以是矩形的或者基本上矩形的。根据各个实施例,第二膜结构204在形状上可以是圆形或者基本上圆形的。第二膜结构204在形状上可以是椭圆形的或者基本上椭圆形的。第二膜结构204在形状上可以是三角形的或者基本上三角形的。第二膜结构204在可以是十字形或者基本上十字形的。根据各个实施例,第二膜结构204可以被形成为针对给定应用的可能被期望的任何形状。

[0039] 根据各个实施例,第二膜结构204可以由诸如例如硅之类的半导体材料组成或者可以包括诸如例如硅之类的半导体材料。根据各个实施例,第二膜结构204可以包括其他半导体材料或者可以由其他半导体材料组成,该其他半导体材料诸如是锗、硅锗、碳化硅、氮化镓、铟、氮化铟镓、砷化铟镓、氧化铟镓锌、或其他元素和/或化合物半导体(例如,诸如例如砷化镓或磷化铟之类的III-V化合物半导体、或II-VI化合物半导体、或三元化合物半导体、或四元化合物半导体),正如对于给定应用可能期望的。根据各个实施例,第二膜结构204可以由如下各项中的至少一种组成或者可以包括如下各项中的至少一种:金属、电介质材料、压电材料、压阻材料和铁电材料。

[0040] 根据各个实施例,第二膜结构204的厚度T2可以例如在从300nm到10 $\mu$ m的范围内、例如在从300nm到400nm的范围内、例如在从400nm到500nm的范围内、例如在从500nm到1 $\mu$ m的范围内、例如在从1 $\mu$ m到3 $\mu$ m的范围内、例如在从3 $\mu$ m到5 $\mu$ m的范围内、例如从5 $\mu$ m到10 $\mu$ m。

[0041] 根据各个实施例,如图2所示,绝缘层207的至少一部分可以被布置在电极元件206的底表面206b与第二膜结构204的顶表面204a之间。

[0042] 如图2所示,绝缘层207的至少一部分可以被布置在电极元件206的顶表面206a与第一膜结构202的底表面202b之间。

[0043] 根据各个实施例,第一膜结构202、电极元件206、第二膜结构204和绝缘层207可以被布置为堆叠结构。换言之,绝缘层可以围闭第一膜结构202、电极元件206、第二膜结构204中的每个的至少一部分。第一膜结构202、电极元件206、第二膜结构204和绝缘层207可以被实现为一种类型的薄片结构。根据各个实施例,绝缘层207可以将第一膜结构202、电极元件206、第二膜结构204至少部分地附连和/或固定到支撑结构210。

[0044] 根据各个实施例,绝缘层207可以由各种电介质组成或者可以包括各种电介质,该各种电介质诸如是例如氧化硅、氮化硅、正硅酸乙酯、硼磷硅酸盐玻璃和各种等离子体氧化物。

[0045] 根据各个实施例,绝缘层207的可以在电极元件206的底表面206b与第二膜结构204的顶表面204a之间延伸的部分可以具有在例如从300nm到10 $\mu$ m的范围内、例如在从300nm到400nm的范围内、例如在从400nm到500nm的范围内、例如在从500nm到1 $\mu$ m的范围内、例如在从1 $\mu$ m到3 $\mu$ m的范围内、例如在从3 $\mu$ m到5 $\mu$ m的范围内、例如在从5 $\mu$ m到10 $\mu$ m的范围内厚度。

[0046] 根据各个实施例,绝缘层207的可以在电极元件206的顶表面206a与第一膜结构202的底表面202b之间延伸的部分可以具有在例如从300nm到10 $\mu$ m的范围内、例如在从300nm到400nm的范围内、例如在从400nm到500nm的范围内、例如在从500nm到1 $\mu$ m的范围内、例如在从1 $\mu$ m到3 $\mu$ m的范围内、例如在从3 $\mu$ m到5 $\mu$ m的范围内、例如在从5 $\mu$ m到10 $\mu$ m的范围内厚度。

[0047] 根据各个实施例,在电极元件206的顶表面206a与第一膜结构202的底表面202b之

间的距离可以被定义为第一感测间隙S1。

[0048] 根据各个实施例,第一感测间隙S1可以在例如从300nm到10 $\mu$ m的范围内、例如在从300nm到400nm的范围内、例如在从400nm到500nm的范围内、例如在从500nm到1 $\mu$ m的范围内、例如在从1 $\mu$ m到3 $\mu$ m的范围内、例如在从3 $\mu$ m到5 $\mu$ m的范围内、例如在从5 $\mu$ m到10 $\mu$ m的范围内。

[0049] 根据各个实施例,在电极元件206的底表面206b与第一膜结构204的顶表面204a之间的距离可以被定义为第二感测间隙S2。

[0050] 根据各个实施例,第二感测间隙S2可以在例如从300nm到10 $\mu$ m的范围内、例如在从300nm到400nm的范围内、例如在从400nm到500nm的范围内、例如在从500nm到1 $\mu$ m的范围内、例如在从1 $\mu$ m到3 $\mu$ m的范围内、例如在从3 $\mu$ m到5 $\mu$ m的范围内、例如在从5 $\mu$ m到10 $\mu$ m的范围内。

[0051] 根据各个实施例,如图2所示,电极元件206可以包括第一导电层206c、电绝缘层206d和第二导电层206e。根据各个实施例,第一导电层206c和第二导电层206e可以由相同的导电材料组成。根据各个实施例,第一导电层206c和第二导电层206e可以由不同的导电材料组成。

[0052] 根据各个实施例,电极元件206的第一导电层206c可以由各种金属组成或者可以包括各种金属,该各种金属例如是铝、银、铜、镍、和诸如铝-银和镍铜之类的各种合金。

[0053] 根据各个实施例,电极元件206的第一导电层206c可以由各种半导体材料组成或者可以包括各种半导体材料,这些半导体材料可以被掺杂从而使得它们是导电的,例如,重掺杂有硼、磷或砷的多晶硅层。

[0054] 根据各个实施例,电极元件206的第一导电层206c可以具有在从约500nm到约5 $\mu$ m的范围内、例如在从约500nm到约1 $\mu$ m的范围内、例如在从约1 $\mu$ m到约2 $\mu$ m的范围内、例如在从约2 $\mu$ m到约3 $\mu$ m的范围内、例如在从约3 $\mu$ m到约4 $\mu$ m的范围内、例如在从约4 $\mu$ m到约5 $\mu$ m的范围内的厚度。

[0055] 根据各个实施例,电极元件206的电绝缘层206d可以由各种电介质材料组成或者可以包括各种电介质材料,该各种电介质材料诸如是例如,氧化硅、氮化硅、正硅酸乙酯、硼磷硅酸盐玻璃和各种等离子体氧化物。根据各个实施例,电绝缘层206d可以由各种半导体材料组成或者可以包括各种半导体材料,该各种半导体材料诸如是二氧化硅、锗、硅锗、碳化硅、氮化镓、铟、氮化铟镓、砷化铟镓、氧化铟镓锌、或者其他元素和/或化合物半导体(例如,诸如例如砷化镓或磷化铟之类的III-V化合物半导体、或II-VI化合物半导体、或三元化合物半导体、或四元化合物半导体),正如对于给定应用可能期望的。

[0056] 根据各个实施例,电极元件206的第二导电层206e可以由各种金属组成或者可以包括各种金属,该各种金属例如是铝、银、铜、镍、和诸如铝-银和镍铜之类的各种合金。

[0057] 根据各个实施例,电极元件206的第二导电层206e可以由各种半导体材料组成或者可以包括各种半导体材料,这些半导体材料可以被掺杂从而使得它们是导电的,例如,重掺杂有硼、磷或砷的多晶硅层。

[0058] 根据各个实施例,电极元件206的第二导电层206e可以具有在从约500nm到约5 $\mu$ m的范围内、例如在从约500nm到约1 $\mu$ m的范围内、例如在从约1 $\mu$ m到约2 $\mu$ m的范围内、例如在从约2 $\mu$ m到约3 $\mu$ m的范围内、例如在从约3 $\mu$ m到约4 $\mu$ m的范围内、例如在从约4 $\mu$ m到约5 $\mu$ m的范围内的厚度。

[0059] 根据各个实施例,第一膜结构202可以通过各种制备技术被形成在绝缘层207的顶



表面207a之上,例如物理蒸汽沉积、电化学沉积、化学气相沉积和分子束外延。

[0060] 根据各个实施例,第一膜结构202可以是正方形的或者基本上正方形的。根据各个实施例,第一膜结构202在形状上可以是矩形的或者基本上矩形的。根据各个实施例,第一膜结构202在形状上可以是圆形或者基本上圆形的。根据各个实施例,第一膜结构202在形状上可以是椭圆形的或者基本上椭圆形的。根据各个实施例,第一膜结构202在形状上可以是三角形的或者基本上三角形的。根据各个实施例,第一膜结构202在可以是十字形或者基本上十字形的。根据各个实施例,第一膜结构202可以被形成针对给定应用的可能被期望的任何形状。

[0061] 根据各个实施例,第一膜结构202可以由诸如例如硅之类的半导体材料组成或者可以包括诸如例如硅之类的半导体材料。根据各个实施例,第一膜结构202可以包括其他半导体材料或者可以由其他半导体材料组成,该其他半导体材料诸如是锗、硅锗、碳化硅、氮化镓、铟、氮化铟镓、砷化铟镓、氧化铟镓锌、或其他元素和/或化合物半导体(例如,诸如例如砷化镓或磷化铟之类的III-V化合物半导体、或II-VI化合物半导体、或三元化合物半导体、或四元化合物半导体),正如对于给定应用可能期望的。根据各个实施例,第一膜结构202可以由如下各项中的至少一种组成或者可以包括如下各项中的至少一种:金属、电介质材料、压电材料、压阻材料和铁电材料。

[0062] 根据各个实施例,第一膜结构202的厚度T1可以例如在从300nm到10 $\mu$ m的范围内、例如在从300nm到400nm的范围内、例如在从400nm到500nm的范围内、例如在从500nm到1 $\mu$ m的范围内、例如在从1 $\mu$ m到3 $\mu$ m的范围内、例如在从3 $\mu$ m到5 $\mu$ m的范围内、例如在从5 $\mu$ m到10 $\mu$ m的范围内。

[0063] 根据各个实施例,如图4A所示,由于腔室203中的真空和/或低压,第一膜结构202和第二膜结构204可以分别由环境压力AP加载,导致膜结构202和膜结构204的朝向电极元件206的非期望的偏转。根据各个实施例,该非期望的偏转可以通过添加至少一个柱结构208来补救。

[0064] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以被布置在第一膜结构202的底表面202b与第二膜结构204的顶表面204a之间。

[0065] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以通过各种制备技术被形成在第二膜结构204的顶表面204a之上,例如物理蒸汽沉积、电化学沉积、化学蒸汽沉积和分子束外延。

[0066] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以被布置在第一膜结构202的底表面202b与第二膜结构204的顶表面204a之间以将第一膜结构202机械地耦合和/或固定到第二膜结构204。在其中第一膜结构202可以通过至少一个柱结构208被机械地耦合到第二膜结构204的各个实施例中,两个膜结构中的任一的位移和/或偏转都可以引起另一膜结构的成比例的位移和/或偏转。换言之,根据各个实施例,至少一个柱结构208可以将第一膜结构202机械地耦合和/或固定到第二膜结构204,使得第一膜结构202和第二膜结构204成为基本上相同的结构。

[0067] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以被布置在第一膜结构202的底表面202b与第二膜结构204的顶表面204a之间,以将第一膜结构202电耦合到第二膜结构204。

[0068] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以被布置在第一膜结构202的底表面202b与第二膜结构204的顶表面204a之间以将第一膜结构202与第二膜结构204绝缘。

[0069] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以具有例如在从约 $1\mu\text{m}$ 到约 $10\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $1\mu\text{m}$ 到约 $2\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $2\mu\text{m}$ 到约 $2.5\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $2.5\mu\text{m}$ 到约 $5\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $5\mu\text{m}$ 到约 $7\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $7\mu\text{m}$ 到约 $10\mu\text{m}$ 的范围内的高度 $H_1$ 。根据各个实施例,至少一个柱结构208的厚度 $T_3$ 可以例如在从约 $300\text{nm}$ 到约 $10\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $300\text{nm}$ 到约 $400\text{nm}$ 的范围内、例如在从约 $400\text{nm}$ 到约 $500\text{nm}$ 的范围内、例如在从约 $500\text{nm}$ 到约 $1\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $1\mu\text{m}$ 到约 $3\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $3\mu\text{m}$ 到约 $5\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $5\mu\text{m}$ 到约 $10\mu\text{m}$ 的范围内。

[0070] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以由诸如例如硅之类的半导体材料组成或者可以包括诸如例如硅之类的半导体材料。根据各个实施例,至少一个柱结构208可以包括其他半导体材料或者可以由其他半导体材料组成,该其他半导体材料诸如是锗、硅锗、碳化硅、氮化镓、铟、氮化铟镓、砷化铟镓、氧化铟镓锌、或其他元素和/或化合物半导体(例如,诸如例如砷化镓或磷化铟之类的III-V化合物半导体、或II-VI化合物半导体、或三元化合物半导体、或四元化合物半导体),正如对于给定应用可能期望的。根据各个实施例,至少一个柱结构208可以由如下各项中的至少一种组成或者可以包括如下各项中的至少一种:金属、电介质材料、压电材料、压阻材料和铁电材料。

[0071] 根据各个实施例,如图2所示,至少一个柱结构208可以被实现为在第一膜结构202的底表面202b与第二膜结构204的顶表面204a之间延伸的多个柱。根据各个实施例,至少一个柱结构208与/不与电极元件206接触和/或触碰,而是经由电极元件206中的开口或孔洞214穿过电极元件206。

[0072] 根据其中至少一个柱结构208可以被实现为多个柱的各个实施例,如图4A和图4B所示,柱208之间的间隔 $L_1$ 可以在从约 $1\mu\text{m}$ 到约 $50\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $1\mu\text{m}$ 到约 $5\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $5\mu\text{m}$ 到约 $10\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $10\mu\text{m}$ 到约 $20\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $20\mu\text{m}$ 到约 $25\mu\text{m}$ 的范围内、例如在从约 $25\mu\text{m}$ 到约 $50\mu\text{m}$ 的范围内。

[0073] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以分别与第一膜结构202和第二膜结构204一体成型。

[0074] 根据各个实施例,第一膜结构202、第二膜结构204和至少一个柱结构208可以形成相同材料(例如,硅)的一体结构。

[0075] 根据各个实施例,第一膜结构202、第二膜结构204和至少一个柱结构208,其中的每一个均可以在双膜MEMS传感器结构200的制造过程期间在分立的步骤中被形成。

[0076] 根据各个实施例,至少一个柱结构208可以包括分别与第一膜结构202和第二膜结构204的材料不同的材料或者可以由分别与第一膜结构202和第二膜结构204的材料不同的材料组成。

[0077] 根据各个实施例,如图3A至图3E所示,双膜MEMS传感器结构200可以进一步包括弹性结构302。

[0078] 根据各个实施例,弹性结构302可以包括阻挡结构304,阻挡结构304可以关于第一膜结构202和第二膜结构204被布置,以形成围绕腔室203的密封的包围件。

[0079] 根据各个实施例,阻挡结构304、第一膜结构202和第二膜结构204可以形成相同材料(例如,硅)的一体结构。

[0080] 根据各个实施例,阻挡结构304、第一膜结构202和第二膜结构204中的每一个均可

以在双膜MEMS传感器结构200的制造过程期间在分立的步骤中被形成。

[0081] 根据各个实施例,阻挡结构304可以包括分别与第一膜结构202和第二膜结构204的材料不同的材料,或者可以由分别与第一膜结构202和第二膜结构204的材料不同的材料组成。

[0082] 根据各个实施例,阻挡结构304可以被耦合和/或固定到支撑结构210。

[0083] 根据各个实施例,阻挡结构304可以被耦合和/或固定到支撑结构210。

[0084] 根据各个实施例,弹性结构302可以包括可以被布置在阻挡结构304与支撑结构210之间的弹簧支撑元件306。

[0085] 根据各个实施例,弹簧支撑元件306在1Pa的环境压力下可以具有位移张力,例如在约1nm/Pa至约20nm/Pa的范围内、例如在约1nm/Pa至约2nm/Pa的范围内、例如在约2nm/Pa至约3nm/Pa的范围内、例如在约3nm/Pa至约5nm/Pa的范围内、例如在约5nm/Pa至约7nm/Pa的范围内、例如在约7nm/Pa至约9nm/Pa的范围内、例如在约9nm/Pa至约12nm/Pa的范围内、例如在约12nm/Pa至约15nm/Pa的范围内、例如在约15nm/Pa至约20nm/Pa的范围内。

[0086] 根据各个实施例,其中双膜MEMS传感器结构200可以被实施为MEMS麦克风,麦克风的灵敏度可以基本上由弹簧支撑元件306的位移张力限定。

[0087] 根据各个实施例,弹簧支撑元件306可以具有分别比第一膜结构202和第二膜结构204的刚度更小的刚度。

[0088] 根据各个实施例,如图3A所示,电极元件206可以独立于弹性结构302地耦合到支撑结构210。根据各个实施例,电极元件206可以经过弹性结构302中的至少一个空隙(void)308耦合到支撑结构210。

[0089] 根据各个实施例,电极元件206可以从腔室203延伸经过弹性结构302中的该至少一个空隙308并且被固定和/或集成在支撑结构210中。

[0090] 根据各个实施例,如图3A所示,电极元件206可以是基本上X形的。根据各个实施例,电极元件206可以通过以基本上X形的方式从电极元件206的中心部分延伸的四个臂,被固定和/或附连到支撑结构210。根据各个实施例,电极元件206可以通过对于给定应用可能被期望的任何其他数目的臂,被固定和/或附连到支撑结构210。

[0091] 根据各个实施例,如图3A至图3E所示,弹簧支撑元件306可以被实现为双槽(trough)结构。根据各个实施例,双槽可以被实现为,其中两个槽被布置为使得第一槽的谷部(valley)被定向到第一方向并且第二槽的谷部被定向到可以是与第一方向相反的方向的第二方向。

[0092] 根据各个实施例,如图3A至图3E所示,弹性结构302中的至少一个空隙308可以被布置在支撑结构210的一个或多个角部处,使得弹簧支撑结构306的布置在该至少一个空隙308的两侧中的每一侧的部分并不相遇。换言之,弹性结构302中的至少一个空隙308还可以包括间隙弹簧支撑元件306,经过其电极元件206可以机械耦合和/或电耦合到支撑结构210。

[0093] 根据各个实施例,如图3A所示,弹性结构302可以包括至少一个通风孔洞310。

[0094] 根据各个实施例,该至少一个通风孔洞310可以被形成在弹簧支撑元件306中。根据各个实施例,至少一个通风孔洞310可以被配置用于促进环境压力与空腔212之间的静态压力均衡。

[0095] 根据各个实施例,第一膜结构202和第二膜结构204分别可以由于环境压力与腔室203内的压力之间的压力差而偏移,腔室203内的压力可能小于环境压力并且可以基本上是真空。

[0096] 根据各个实施例,如图3B所示,当没有压力波分别入射在第一膜结构202上或者第二膜结构204上时,第一膜结构202和第二膜结构204可以处于静止位置和/或中性位置。

[0097] 根据各个实施例,如图3B所示,电极元件206可以包括包封层314。包封层314可以由各种电介质组成或者可以包括各种电介质,该各种电介质诸如是各种电介质材料,诸如例如,氧化硅、氮化硅、正硅酸乙酯、硼磷硅酸盐玻璃、和各种等离子体氧化物。根据各个实施例,包封层314可以由各种半导体材料组成或者可以包括各种半导体材料,该各种半导体材料诸如是二氧化硅、锗、硅锗、碳化硅、氮化镓、铟、氮化铟镓、砷化铟镓、氧化铟镓锌、或者其他元素和/或化合物半导体(例如,诸如例如砷化镓或磷化铟之类的III-V化合物半导体、或II-VI化合物半导体、或三元化合物半导体、或四元化合物半导体),正如对于给定应用可能期望的。

[0098] 根据各个实施例,如图3C和图3D所示,当压力波312分别入射在第一膜结构202或第二膜结构204上时,第一膜结构202和第二膜结构204可以偏转和/或振荡。根据各个实施例,由于第一膜结构202和第二膜结构204可能偏转和/或振荡,因而第一感测间隙S1和第二感测间隙S2可能变动离开它们的静止位置距离。根据各个实施例,随着第一感测间隙S1和第二感测间隙S2变动,第一膜结构202与电极元件206之间的电容可以同样地变动,进一步地,第二膜结构204与电极元件之间的电容也可以变动。根据各个实施例,所述电容的变动可以用于确定压力波312的持续时间和/或强度,例如,其中双膜MEMS传感器结构200可以被配置为MEMS麦克风,将声波转换成可用的电信号。

[0099] 根据各个实施例,如图3E所示,腔室203之外的增加的环境压力 $P^+$ 可以引起第一膜结构202和第二膜结构204朝向电极元件206偏转。根据各个实施例,随着第一膜结构202和第二膜结构204朝向电极元件206偏转,第一感测间隙S1和第二感测间隙S2可以远变动离开它们的静止位置距离。根据各个实施例,随着第一感测间隙S1和第二感测间隙S2变动,第一膜结构202与电极元件206之间的电容可以同样地变动,进一步地,第二膜结构204与电极元件之间的电容也可以变动。根据各个实施例,所述电容的变动可以用于确定包围双膜MEMS传感器结构200的环境压力的变化,例如其中双膜MEMS传感器结构200可以被配置为MEMS压力传感器。

[0100] 根据各个实施例,如图6所示,腔室203外的环境压力(用附图标记602标志)的变化可以引起第一膜结构202和第二膜结构204偏转,如果环境压力602增加则朝向电极元件206,或者如果环境压力602降低则背离电极元件206。根据各个实施例,电信号可以由于第一膜结构202和第二膜结构204的偏转而生成。信号然后可以由示例性处理电路600比较并且转换成如针对给定应用(例如,感测压力的变化)期望的可用信息。

[0101] 根据各个实施例,如图6所示,入射在腔室203上的声波(未示出)可以引起腔室相对于电极元件206偏转,例如如图1B所示,随着腔室203由于声波的作用而偏转,第一膜结构202可以在基本上朝向电极元件206的方向上偏转,而第二膜结构204可以在与第一膜结构202基本上相同的方向上同步地被偏转,因而可以远离电极元件206移动。

[0102] 根据各个实施例,电信号可以由于膜结构202和膜结构204相对于电极元件206的

移动而生成。信号然后可以由处理电路600比较,并且转换为如针对给定应用期望的可用信息(例如,感测可能入射在传感器结构200上的压力波的幅度的变化)。根据各个实施例,由于膜结构202和膜结构204的移动而生成的信号可以数学符号相反并且彼此异相。

[0103] 根据各个实施例,示例性处理电路600可以能够比较从传感器结构200接收到的信号,并且比较那些信号以便能够实现传感器结构200周围的环境压力的变化以及可能入射在传感器结构200上的压力波的幅度的同步感测。

[0104] 根据各个实施例,如图7所示,传感器结构200和示例性处理电路600的组合可以被实现和/或概念化为等效电路700。

[0105] 根据各个实施例,如图8所示,一种处理由于膜结构202和膜结构204的移动而生成的电信号的方法800可以包含至少以下步骤。第一,如802所示,由于第一膜结构202和第二膜结构204的移动可以生成至少两个电信号。第二,如804所示,可以将该至少两个电信号从传感器结构200向示例性处理电路600发送。第三,如806所示,示例性电路装置600可以处理该至少两个电信号。根据各个实施例,对该至少两个电信号的处理可以包括,从由于第二膜结构204的移动而生成的信号的幅度减去由于第一膜结构202的移动而生成的信号的幅度。由示例性处理电路600进行的该减法的结果可以是第一结果信号806。根据各个实施例,第一结果信号806的幅度可以与可能入射在传感器结构200上的压力波的幅度成比例。换言之,可以从可以由于第二膜结构204的移动而生成的电信号的幅度减去可以由于第一膜结构202的移动而生成的电信号的幅度,并且该减法的结果可以是第一结果信号806,第一结果信号806又可以与由可能入射在传感器结构200上的压力波施加的声压级(SPL)成比例。根据各个实施例,对该至少两个电信号的处理可以包括,将由于第一膜结构202的移动而生成的信号的幅度添加到由于第二膜结构204的移动而生成的信号的幅度。由示例性处理电路600进行的该加法的结果可以是第二结果信号808。根据各个实施例,第二结果信号808的幅度可以与传感器结构200的腔室203外的环境压力602的变化成比例。换言之,可以由于第一膜结构202的移动而生成的电信号的幅度可以被添加到可以由于第二膜结构204的移动而生成的电信号的幅度,并且该加法的结果可以是第二结果信号804,第二结果信号804又可以与传感器结构200的腔室203外的环境压力602的变化成比例。

[0106] 根据各个实施例,如图9所示,等效电路700可以被实现在各种电子设备中,例如,蜂窝电话900。根据各个实施例,传感器结构200可以经由示例性处理电路600向蜂窝电话900传输信息。例如,示例性处理电路600可以被配置用于将第一结果信号806传输至进一步的处理电路系统,诸如可以是蜂窝电路900的主处理芯片的微处理器902。另外,示例性处理电路600可以同样地被配置用于向微处理器902传输第二结果信号808。进一步地,示例性处理电路600可以被配置用于向微处理器902分别传输第一结果信号806和第二结果信号808两者。另外,示例性处理电路600可以被配置用于向各种附加处理设备传输信号的任何组合,正如对于给定应用可能被期望的。根据各个实施例,等效电路700可以被实现在各种其他电子设备中,诸如全球定位系统(GPS)设备、用户身份识别模块(SIM)卡、数字图像采集设备、以及各种其他设备,正如对于给定应用可能被期望的。根据各个实施例,如图10A至图10C所示,公开了一种用于形成传感器结构的方法1000。方法1000可以包括,如1002所示,形成第一膜片结构;如1004所示,形成电极元件;如1006所示,在对电极元件的与第一膜片相对之侧形成第二膜片结构;以及,如1008所示,在第一膜片结构与第二膜片结构之间提供低

压力区域。根据各个实施例,如1010所示,腔室外的压力的变化可以引起第一膜片结构在第一方向上的位移以及第二膜片结构在与第一方向不同的第二方向上的位移。根据各个实施例,方法1000可以进一步包括,如1012所示,形成布置在第一膜片结构与第二膜片结构之间的至少一个柱结构。根据各个实施例,方法1000可以进一步包括,如1014所示,设置用于支撑传感器结构的支撑结构;在支撑结构中形成空腔;设置耦合在传感器结构与支撑结构之间的弹性结构;以及使得传感器结构跨支撑结构中的空腔悬浮。根据各个实施例,如1016所示,弹性结构可以包括相对于第一膜结构和第二膜结构布置的阻挡结构,以形成围绕腔室的密封的包围件。根据各个实施例,如1018所示,弹性结构可以进一步包括耦合在支撑结构与阻挡结构之间的弹簧支撑元件。

[0107] 根据各个实施例,公开了一种传感器结构,包括:第一膜片结构、电极元件、布置在电极元件的与第一膜片结构相对之侧的第二膜片结构、以及被配置用于处理用于第一膜片结构的偏转和第二膜片结构的偏转而生成的至少一个信号的电路。

[0108] 根据各个实施例,第一膜片结构和第二膜片结构被布置以形成腔室,其中腔室中的压力低于腔室外的压力。

[0109] 根据各个实施例,传感器结构可以进一步包括布置在第一膜片结构与第二膜片结构之间的至少一个柱结构。

[0110] 根据各个实施例,所述至少一个柱结构被布置以将第一膜片结构电耦合到第二膜片结构。

[0111] 根据各个实施例,所述至少一个柱结构与由第一膜片结构和第二膜片结构形成的腔室至少部分地相交。

[0112] 根据各个实施例,所述电极元件被至少部分地布置在由第一膜片结构和第二膜片结构形成的腔室中。

[0113] 根据各个实施例,在由第一膜片结构和第二膜片结构形成的腔室中的所述压力基本上是真空。

[0114] 根据各个实施例,所述传感器结构可以进一步包括:支撑传感器结构的支撑结构、以及耦合在传感器结构与支撑结构之间的弹性结构。

[0115] 根据各个实施例,所述支撑结构包括微机电系统。

[0116] 根据各个实施例,所述弹性结构包括相对于第一膜片结构和第二膜片结构布置的阻挡结构,以形成围绕腔室的密封的包围件。

[0117] 根据各个实施例,所述弹性结构进一步包括耦合在支撑结构和阻挡结构之间的弹簧支撑元件。

[0118] 根据各个实施例,第一膜片结构的表面被固定到支撑结构的表面。

[0119] 根据各个实施例,所述电极元件经过弹性结构中的至少一个空隙被固定到支撑结构。

[0120] 根据各个实施例,所述传感器结构可以进一步包括形成在支撑结构中的空腔。

[0121] 根据各个实施例,所述传感器结构跨支撑结构中的空腔悬浮。

[0122] 根据各个实施例,一种用于形成传感器结构的方法,该方法可以包括:形成第一膜片结构;形成电极元件;在对电极元件的与第一膜片结构相对之侧形成第二膜片结构;以及在第一膜片结构与第二膜片结构之间提供低压力区域。

[0123] 根据各个实施例,所述方法可以进一步包括:形成布置在第一膜片结构与第二膜片结构之间的至少一个柱结构。

[0124] 根据各个实施例,所述方法可以进一步包括:设置用于支撑传感器结构的支撑结构;在支撑结构中形成空腔;以及设置耦合在传感器结构与支撑结构之间的弹性结构。

[0125] 根据各个实施例,所述方法可以进一步包括:使得传感器结构跨支撑结构中的空腔悬浮。

[0126] 根据各个实施例,所述方法,其中弹性结构包括相对于第一膜片结构和第二膜片结构布置的阻挡结构,以形成围绕腔室的密封的包围件。

[0127] 根据各个实施例,所述方法,其中弹性结构进一步包括耦合在支撑结构与阻挡结构之间的弹簧支撑元件。

[0128] 虽然已经参考特定实施例具体示出和描述了本公开,但是本领域技术人员应当理解的是,可以在不脱离由所附权利要求限定的本公开的精神和范围的情况下在对其做出形式上和细节上的各种变化。因此本公开的范围由所附权利要求指示,并且因此旨在包含在权利要求的等价方案的含义和范围内的所有变化。

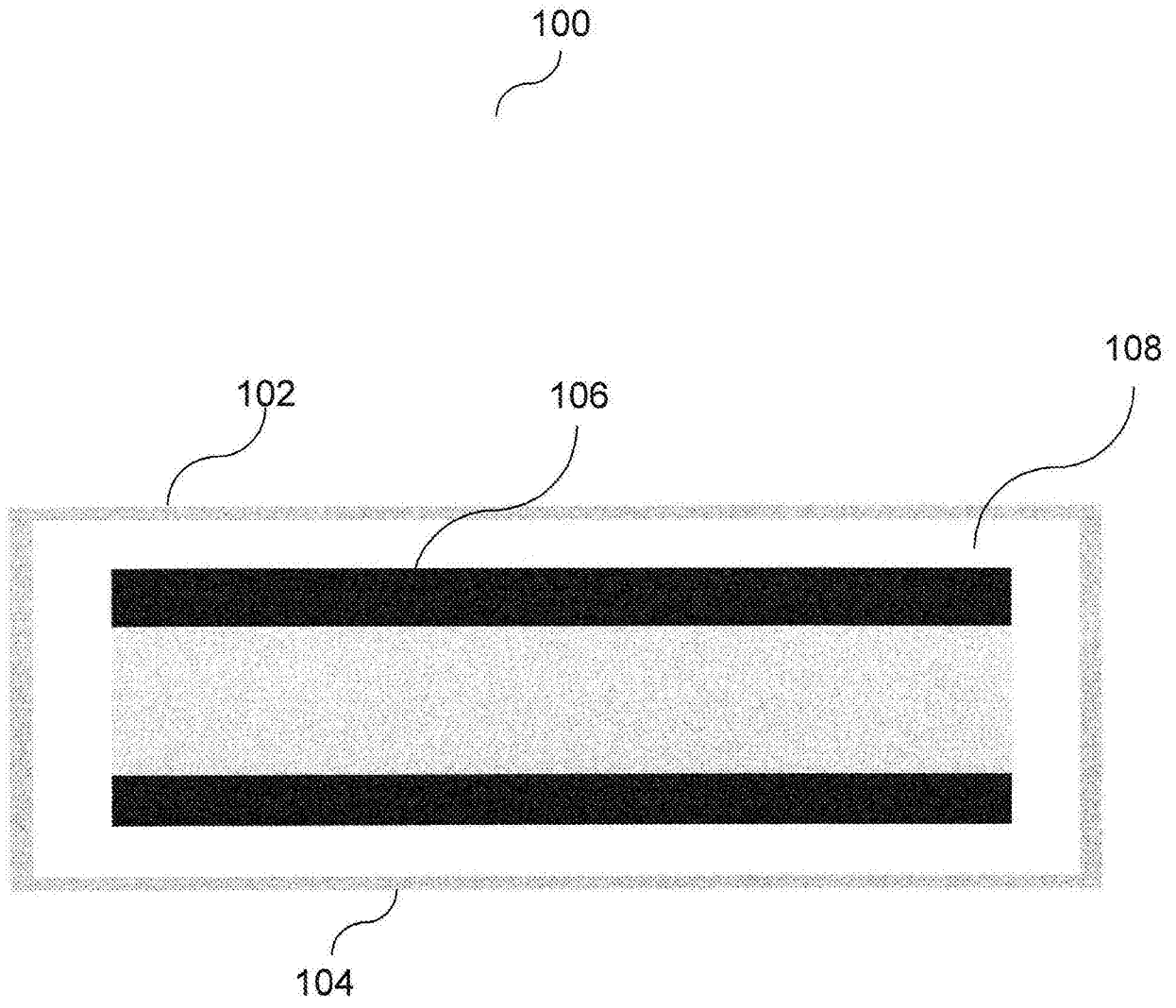


图1A



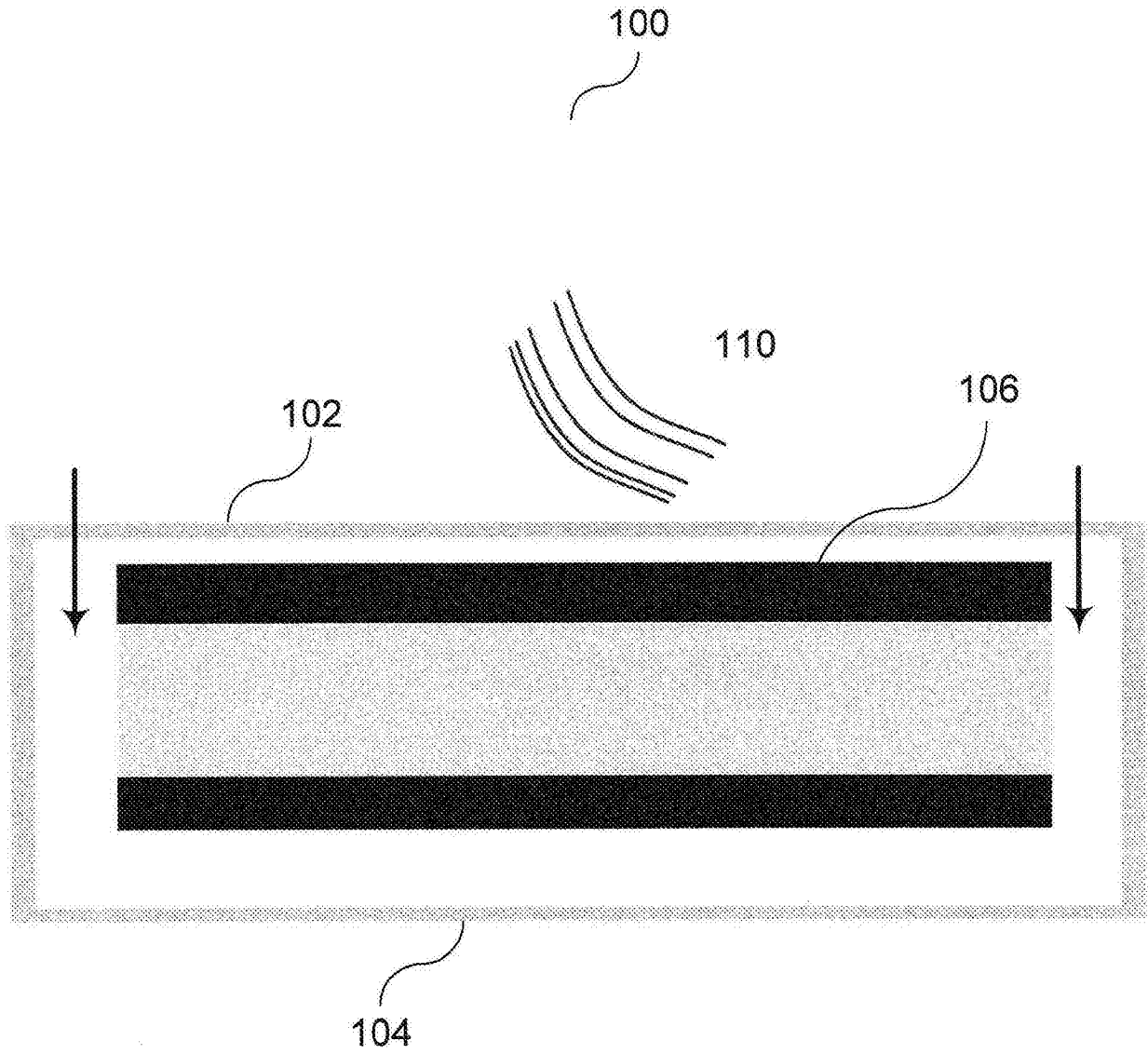


图1B

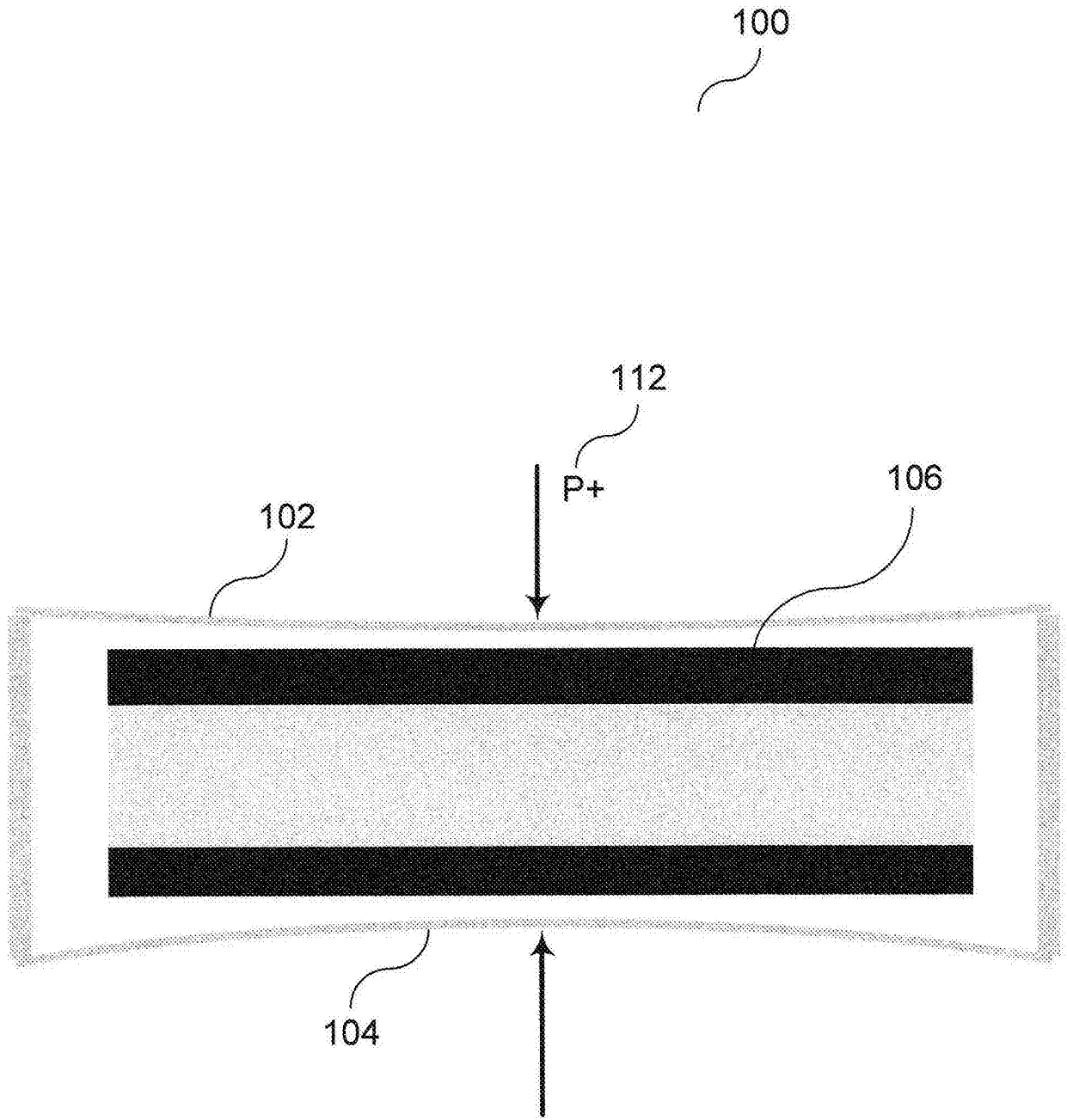


图1C

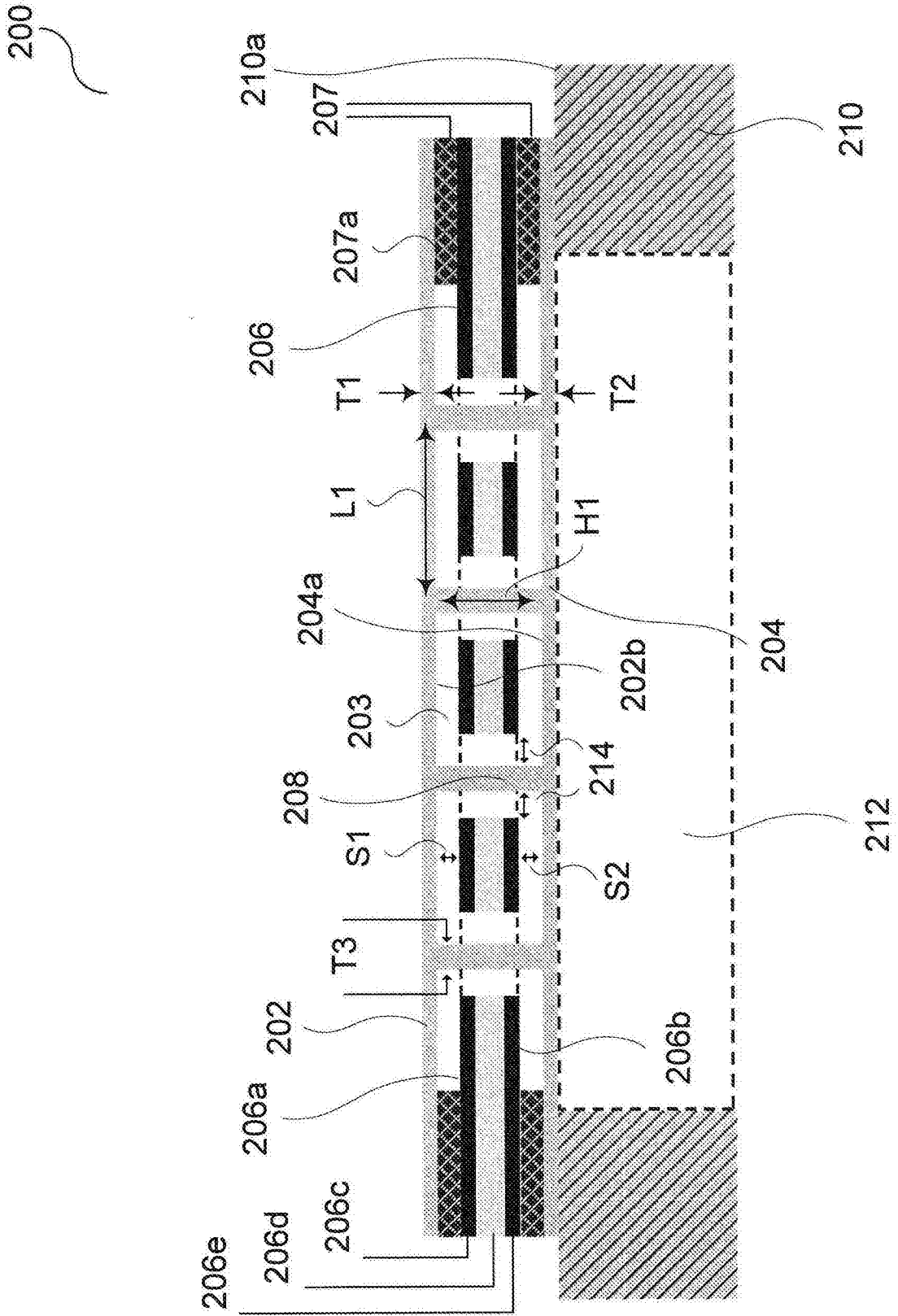


图2

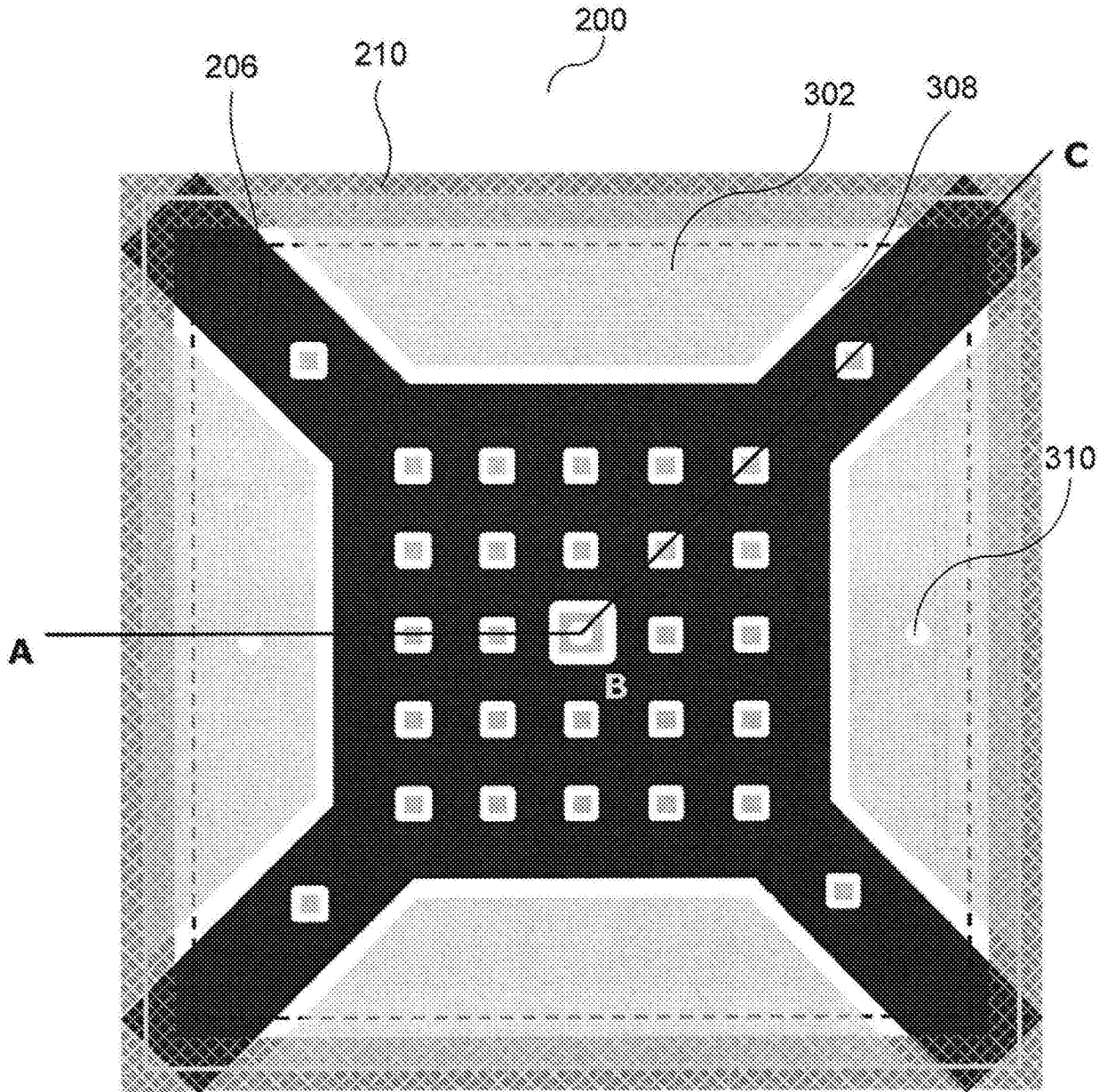


图3A

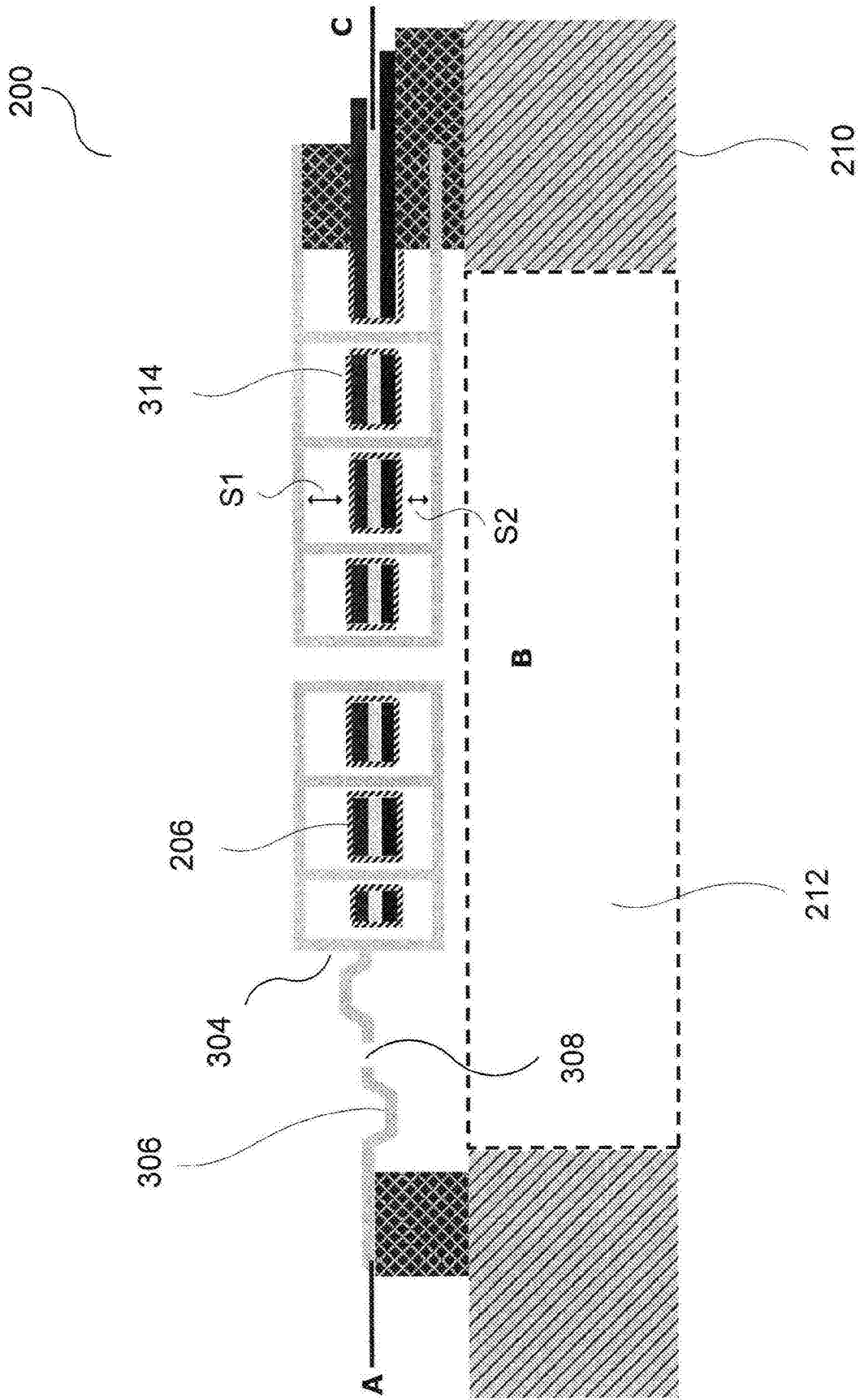


图3B

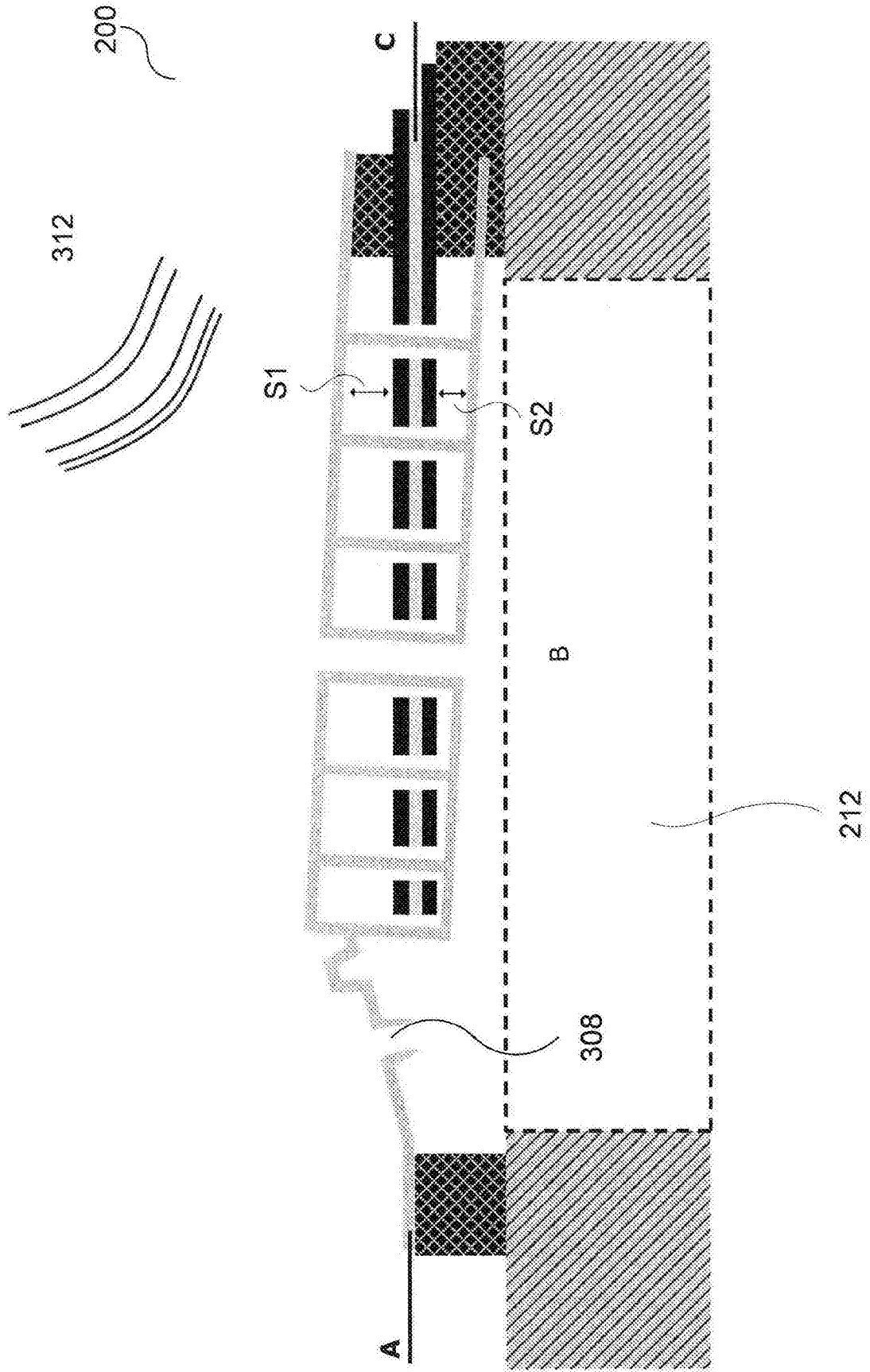


图3C

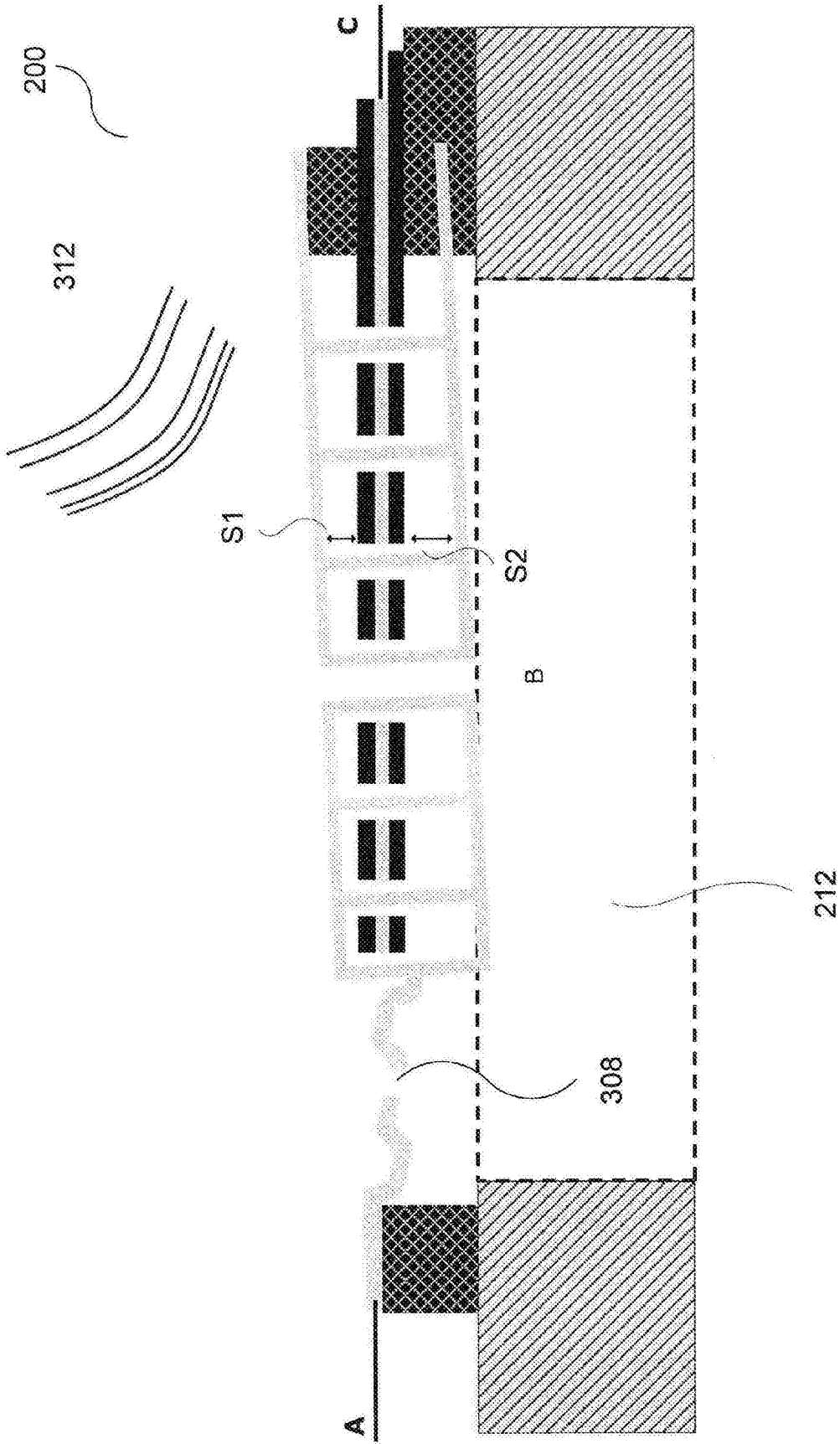


图3D

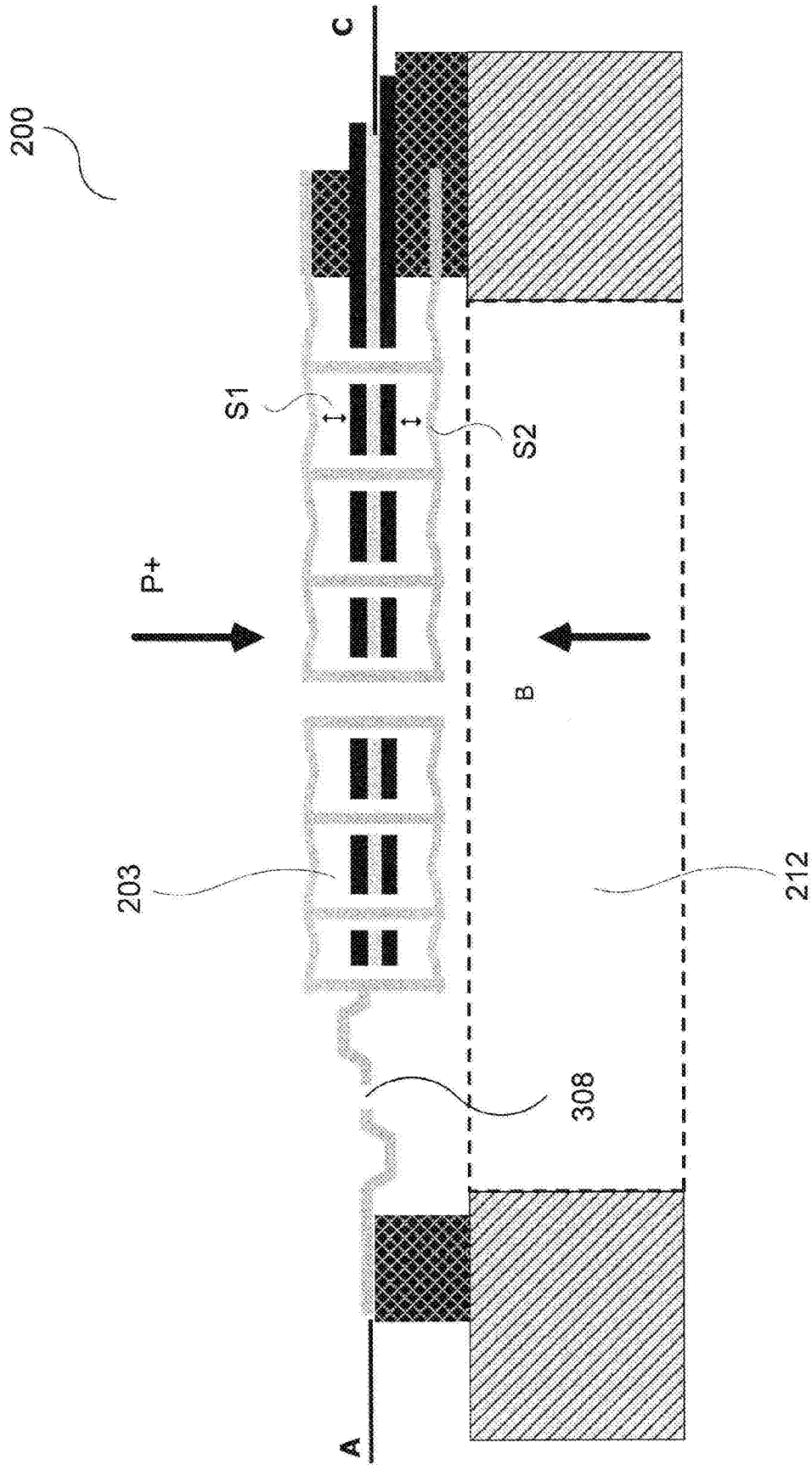


图3E



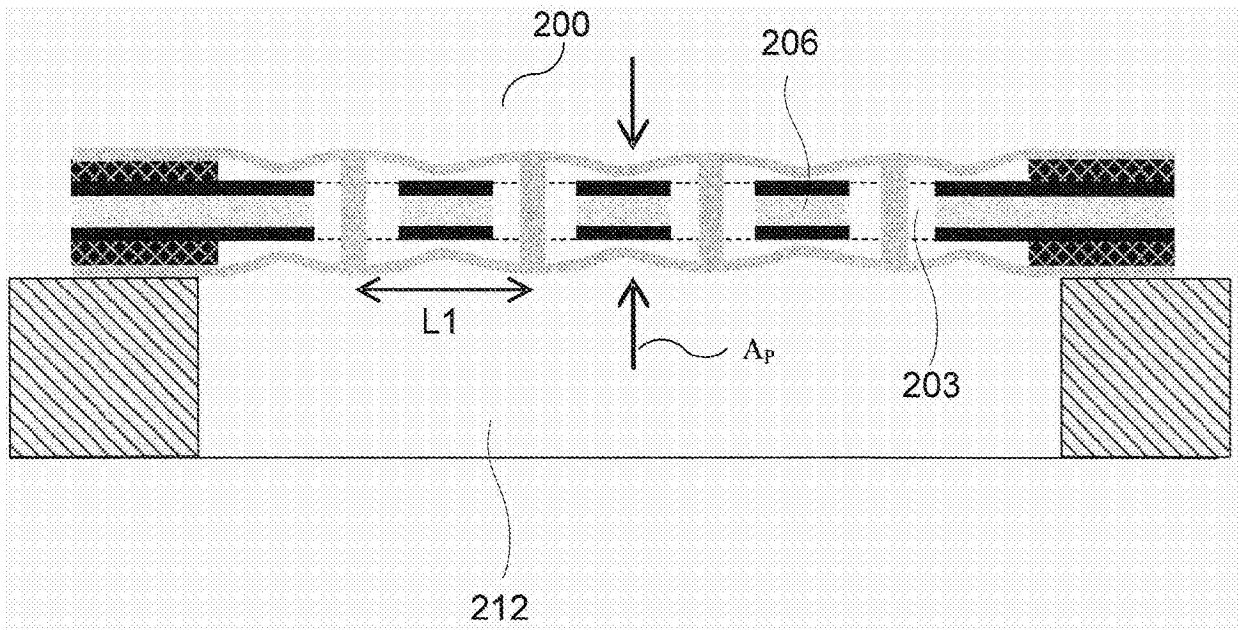


图4A

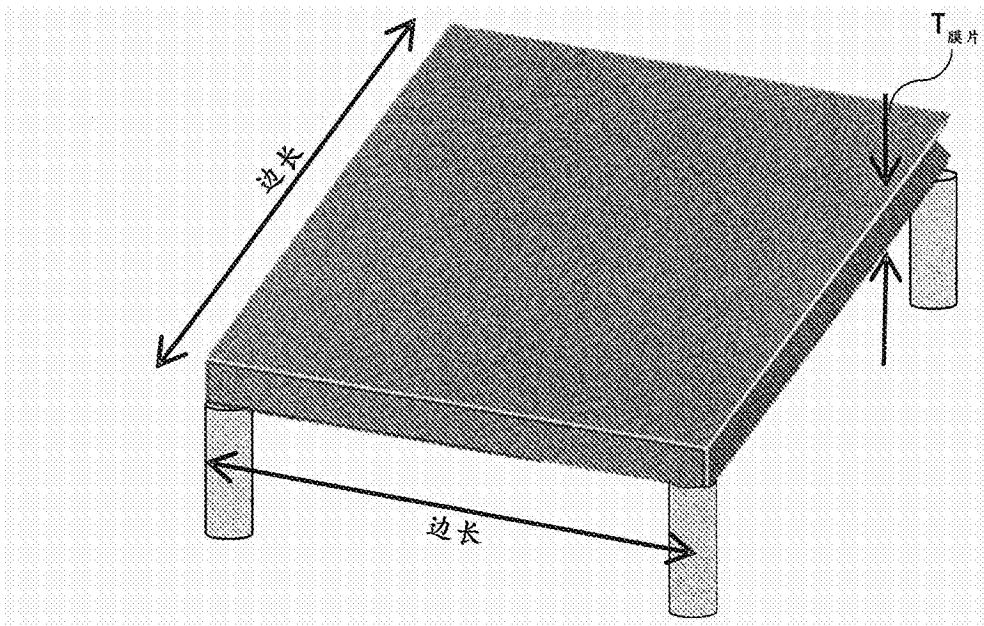


图4B

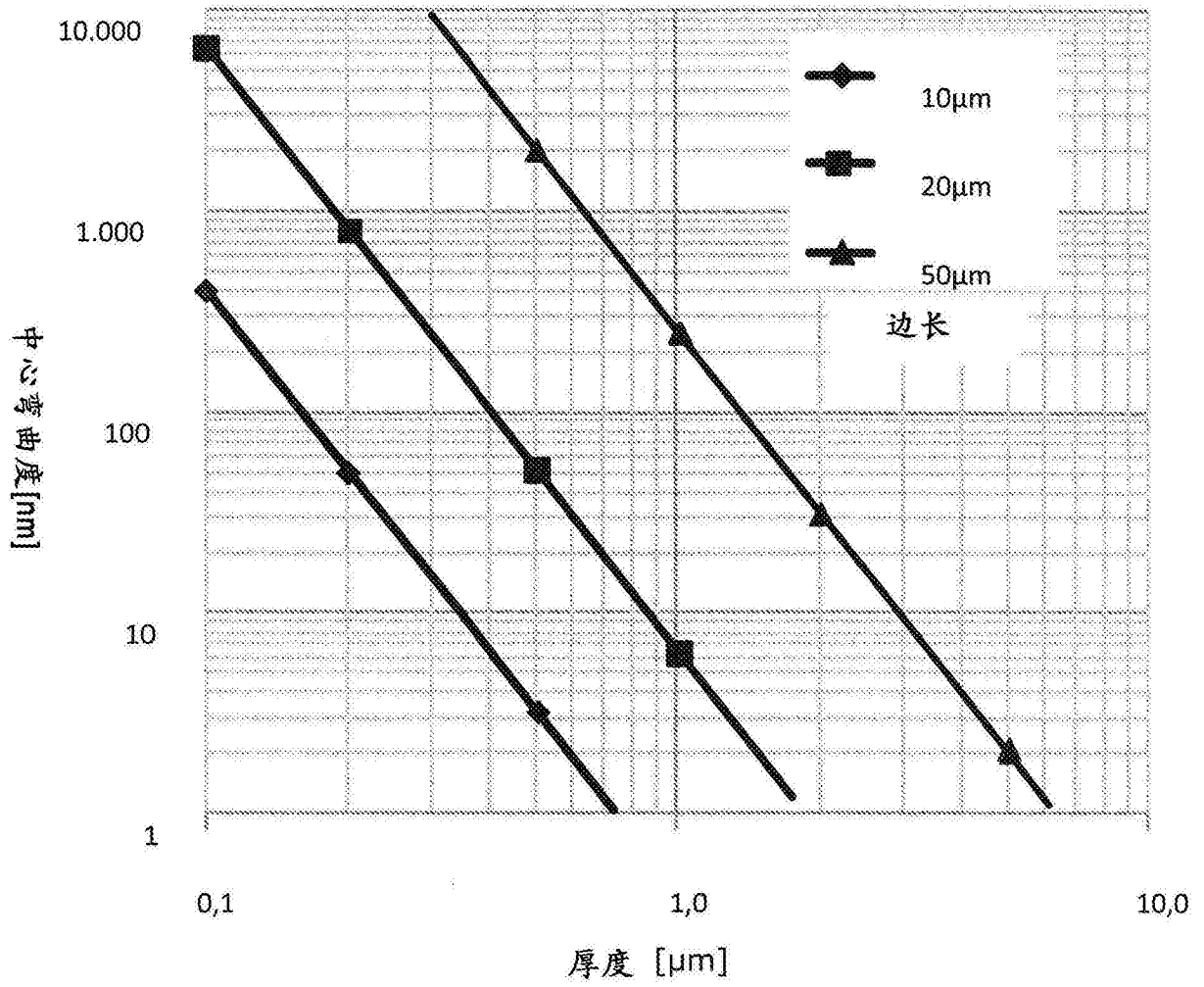


图5

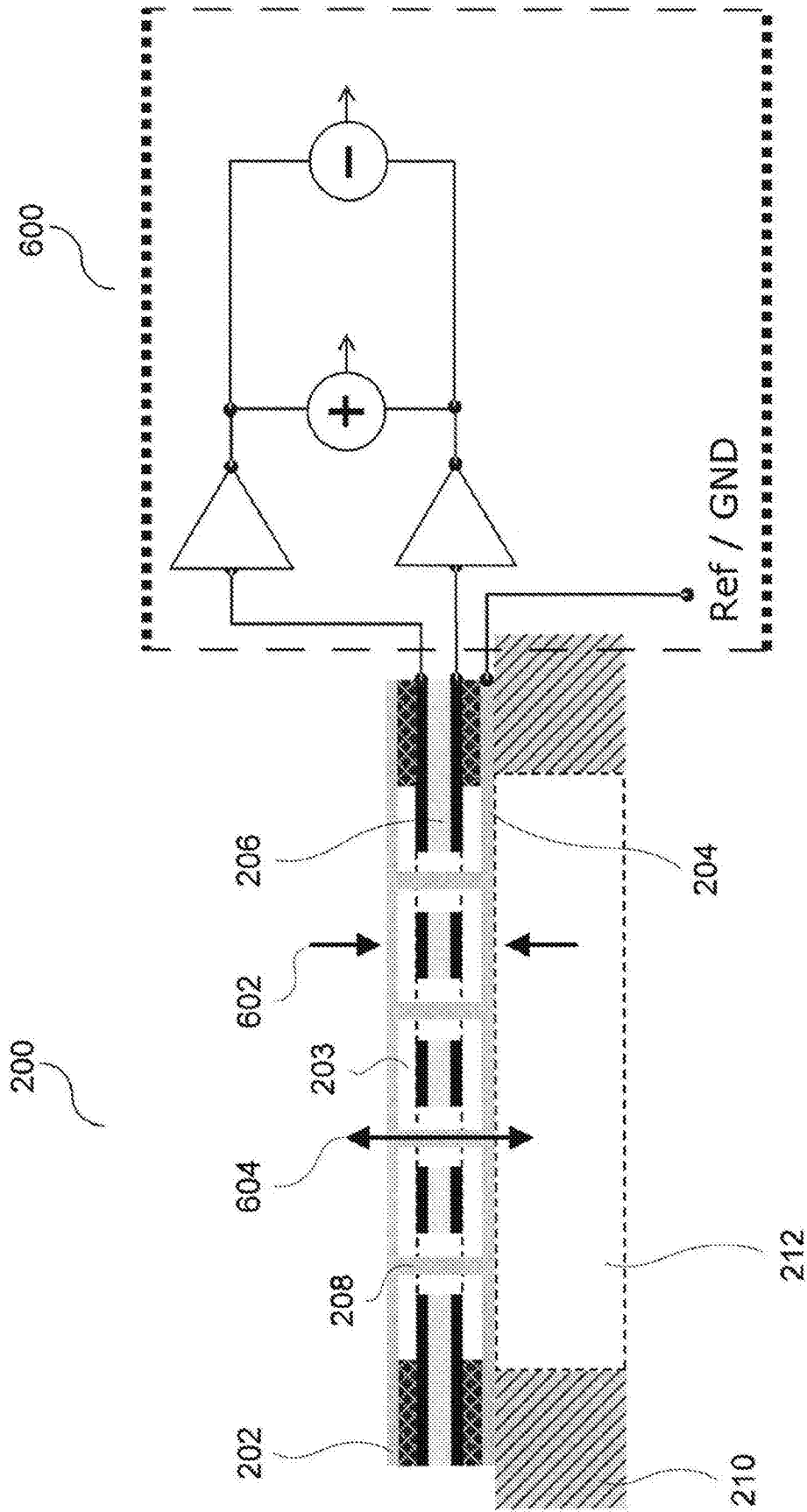


图6

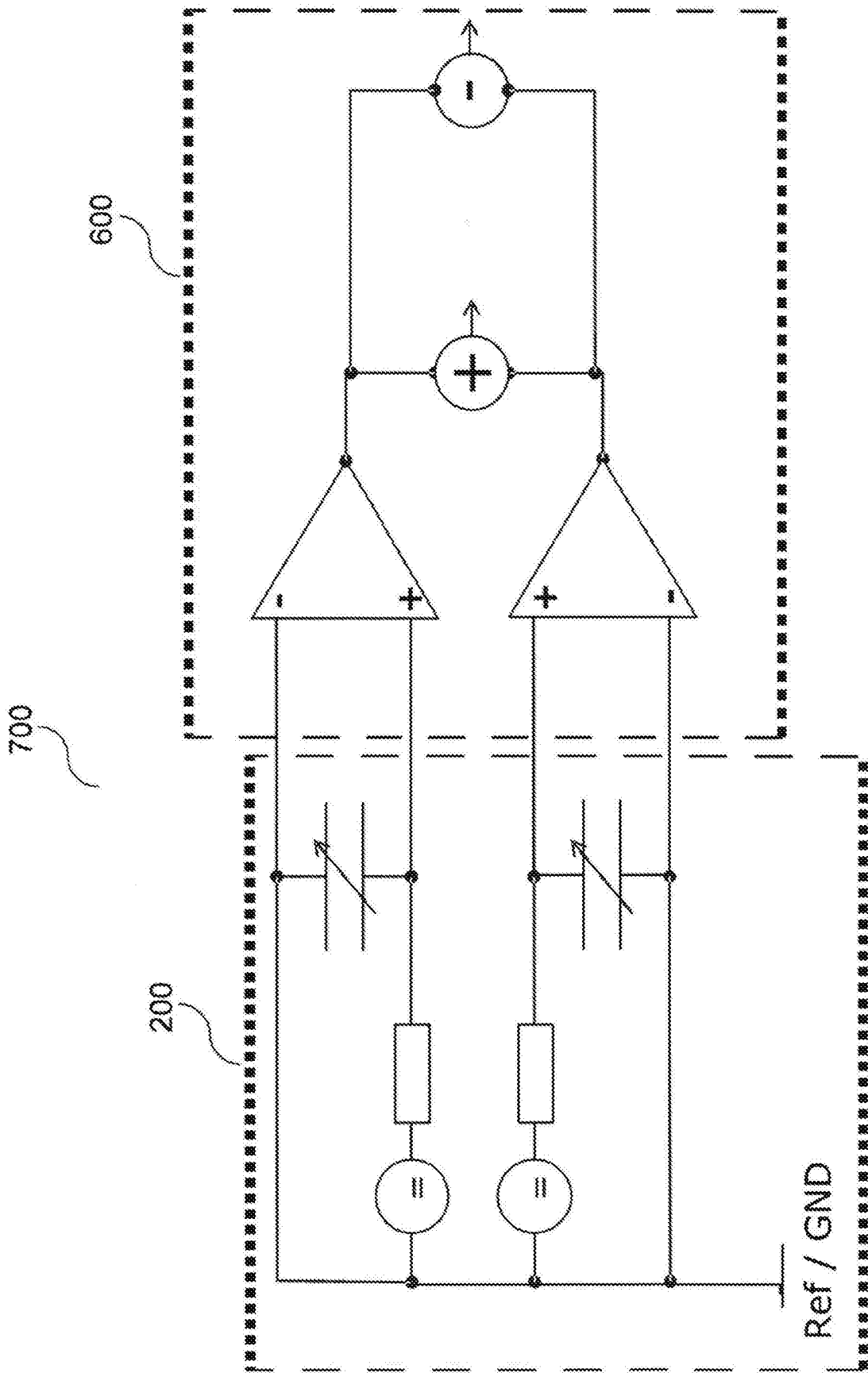


图7

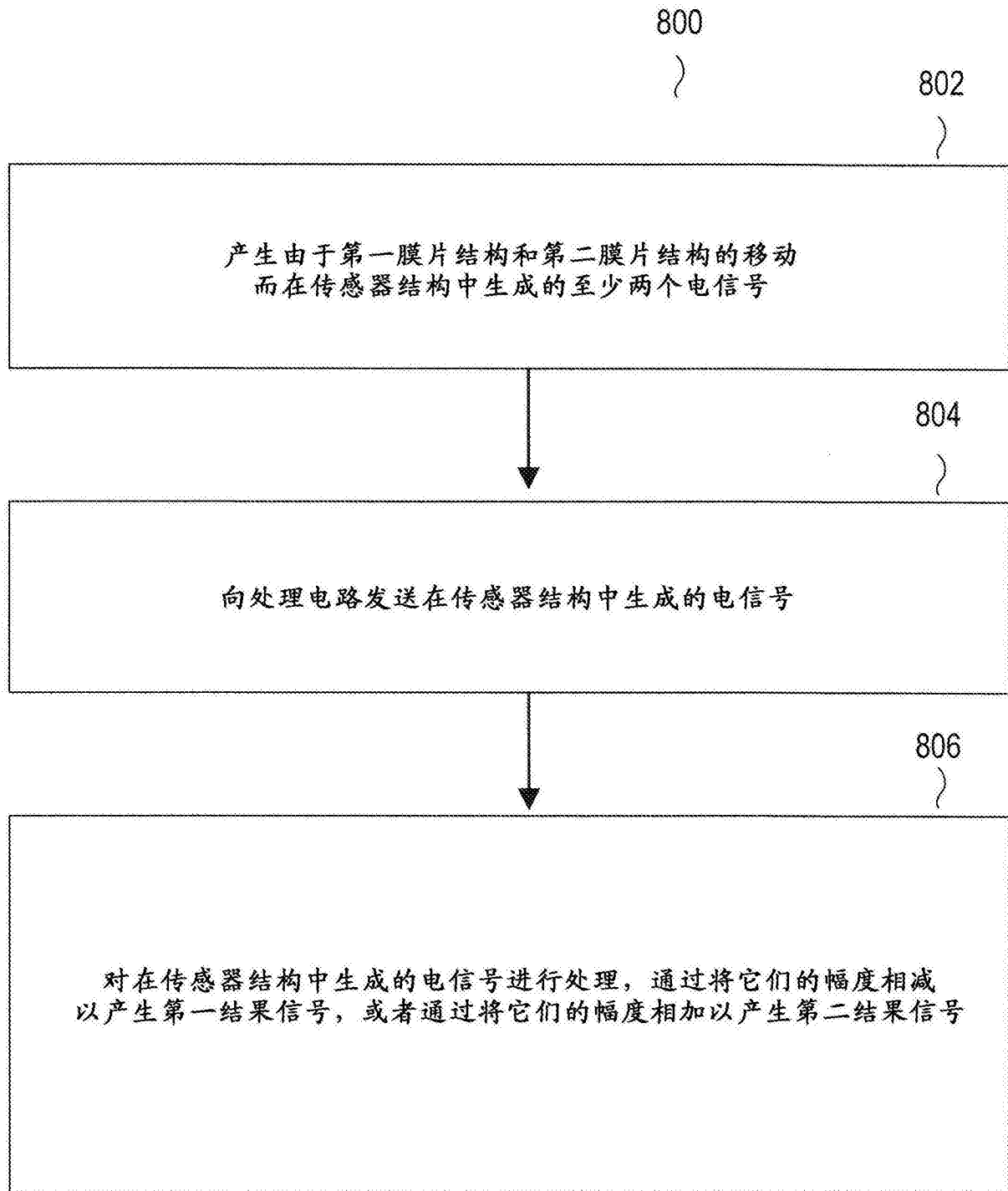


图8

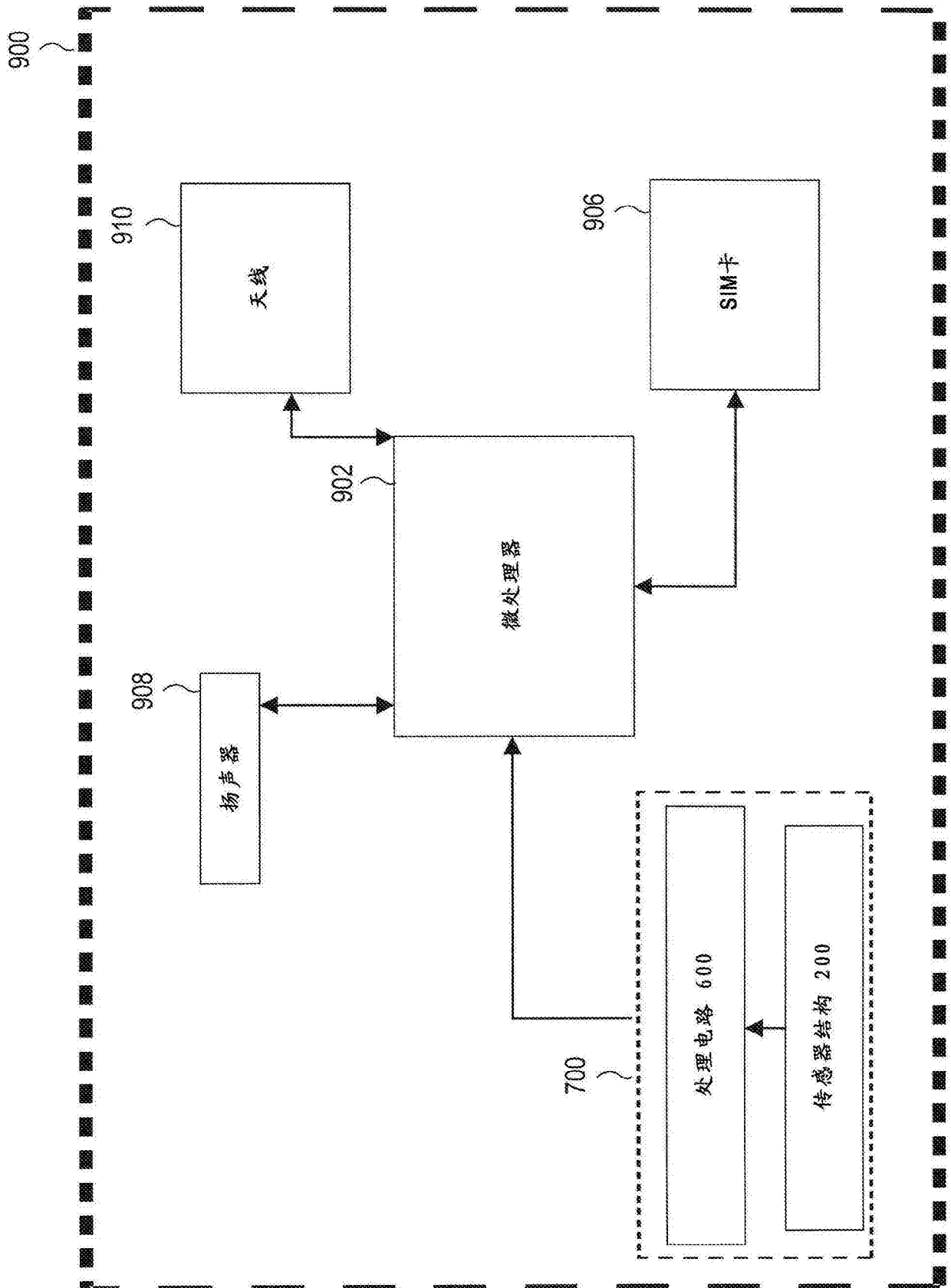


图9

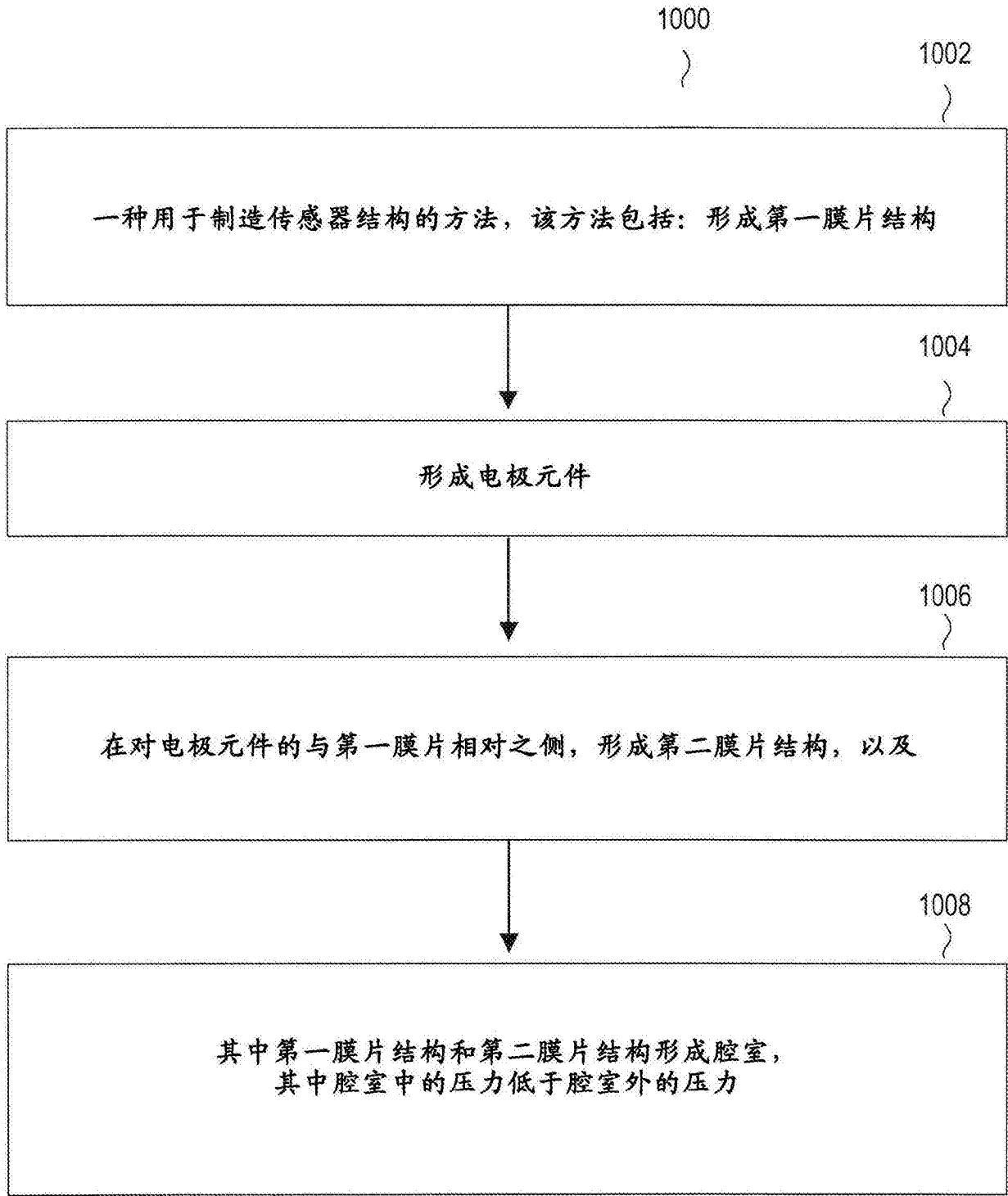


图10A

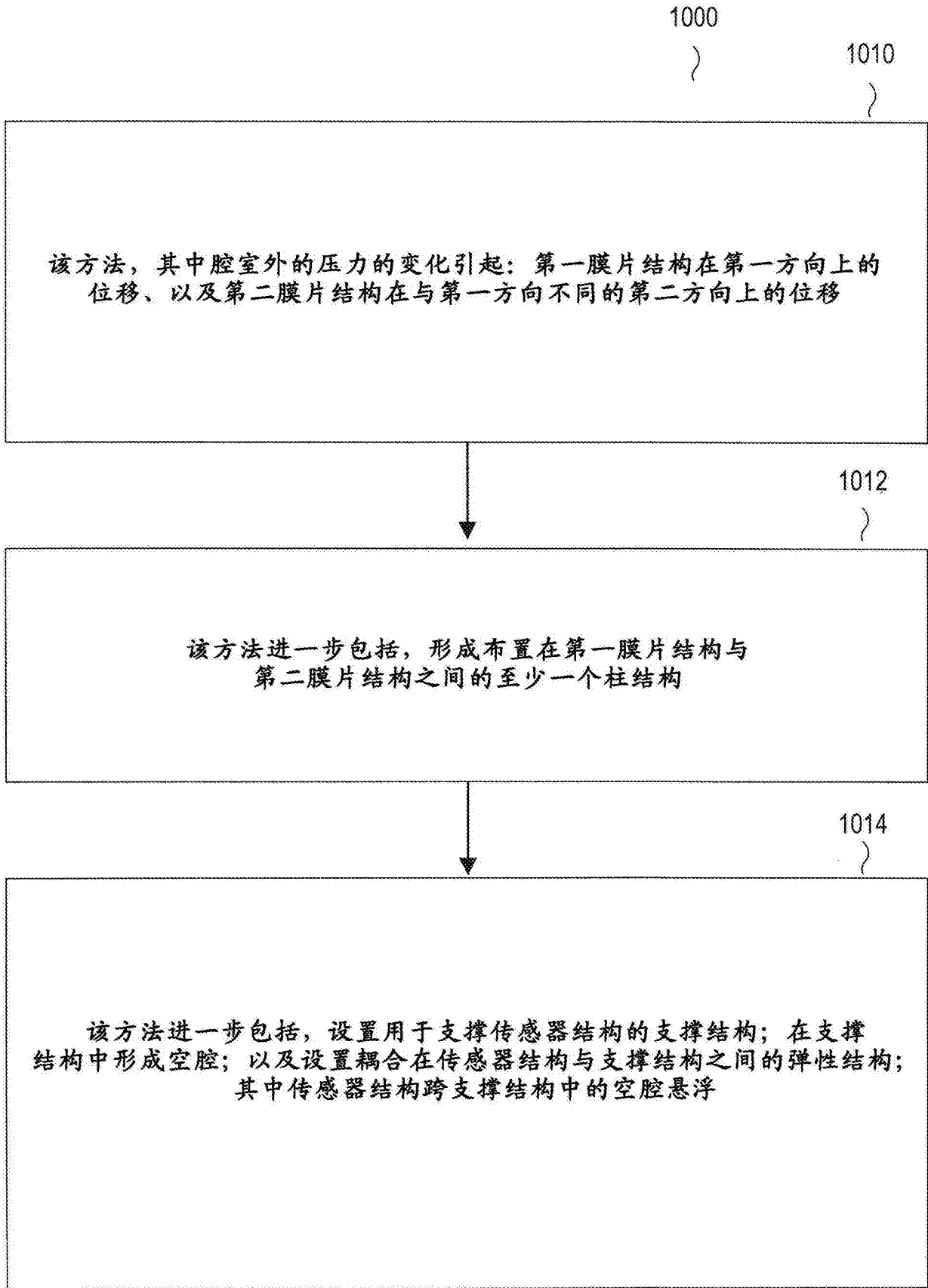


图10B



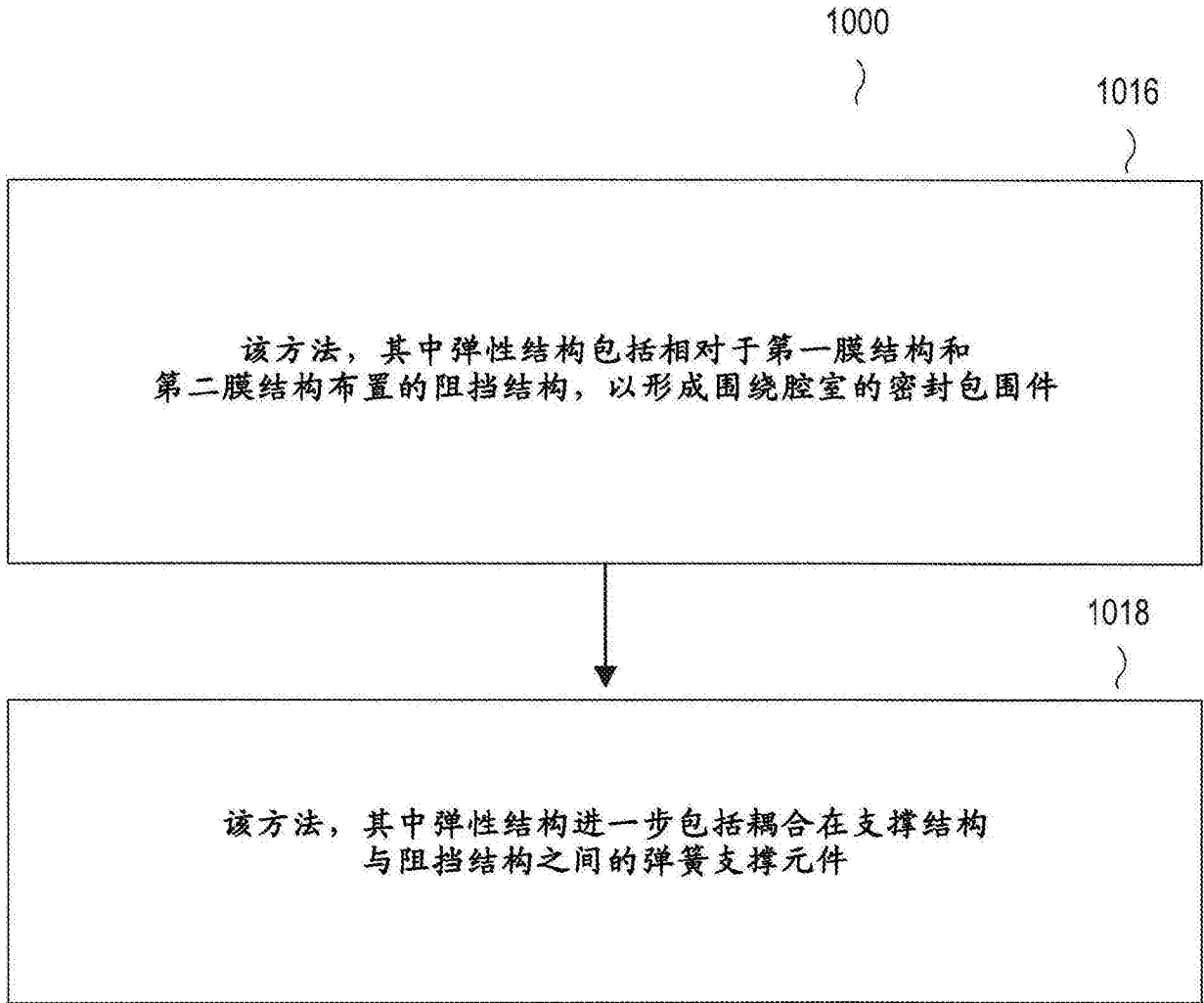


图10C