



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112788510 A

(43)申请公布日 2021.05.11

(21)申请号 202010026269.2

(22)申请日 2020.01.08

(30)优先权数据

16/677,622 2019.11.07 US

(71)申请人 鑫创科技股份有限公司

地址 中国台湾新竹县

(72)发明人 谢聪敏 操礼齐 李建兴

(74)专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 陈小雯

(51)Int.Cl.

H04R 19/04(2006.01)

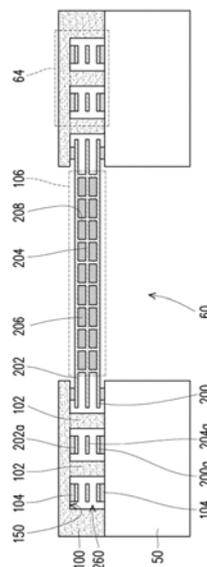
权利要求书3页 说明书8页 附图21页

(54)发明名称

微机电系统麦克风的结构

(57)摘要

本发明公开一种微机电系统麦克风的结构，其中该微机电系统麦克风包含衬底。介电层安置在衬底上，具有开口且包含：围住开口的凹陷区域；从凹陷区域处的凹陷表面延伸到衬底的支柱；以及围住凹陷区域且安置在衬底上的外部部分。在支柱之间以及支柱与外部部分之间的凹陷区域处产生信号感测空间。第一电极层安置在介电层的凹陷表面上。第二电极层安置在衬底上。感测振膜由介电层固持，感测振膜包含由介电层支撑的两个弹性振膜；以及在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间的导电板。导电板具有嵌入于固持结构中的中心部分和延伸到信号感测空间中的外围部分。



1. 一种微机电系统麦克风的结构,其特征在于,包括:  
半导体的衬底,在所述衬底中具有第一开口;  
介电层,安置在所述衬底上,其中所述介电层具有对应于所述第一开口的第二开口,所述介电层包含:  
相对于所述衬底的凹陷区域,围住所述第二开口;  
多个支柱,从所述凹陷区域处的凹陷表面延伸到所述衬底;以及  
外部部分,围住所述凹陷区域且安置在所述衬底上,其中在所述支柱之间以及所述支柱与所述外部部分之间的所述凹陷区域处产生信号感测空间;  
第一电极层,支撑在所述介电层的所述凹陷表面上;  
第二电极层,支撑在所述衬底上;以及  
感测振膜,由所述介电层固持,包括:  
第一弹性振膜,在第一侧区域处由所述介电层支撑;  
第二弹性振膜,在第二侧区域处由所述衬底支撑;  
固持结构,在所述第一弹性振膜与所述第二弹性振膜之间;以及  
导电板,在所述第一弹性振膜与所述第二弹性振膜之间,其中所述导电板包括:  
中心部分,嵌入于所述固持结构中;以及  
外围部分,延伸到所述信号感测空间中。
2. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,还包括在所述介电层的所述凹陷表面上的用以支撑所述第一电极层的第一支撑层和在所述衬底上的用以支撑所述第二电极层的第二支撑层,其中所述第一支撑层和所述第二支撑层固持所述感测振膜。
3. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述导电板的所述外围部分在所述第一电极层与所述第二电极层之间以形成串联连接的两个电容器。
4. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,其中在所述第一弹性振膜与所述第二弹性振膜之间的所述固持结构包括:  
介电部分,在所述第一弹性振膜与所述导电板之间且在所述第二弹性振膜与所述导电板之间;  
多个支撑壁,在所述介电部分中、在所述第一弹性振膜与所述导电板之间以及在所述第二弹性振膜与所述导电板之间。
5. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,其中在所述第一弹性振膜与所述第二弹性振膜之间的所述固持结构包括:  
多个支撑壁,用以支撑在所述第一弹性振膜与所述导电板之间并且支撑在所述第二弹性振膜与所述导电板之间,  
其中所述第一弹性振膜和所述第二弹性振膜包括多个孔,暴露所述支撑壁的一侧。
6. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述支柱分布成围住所述介电层的所述第二开口。
7. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,其中还包括在所述信号感测空间内的所述第一电极层、所述第二电极层以及所述导电板中的至少一个上突出的抗静摩擦。
8. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述感测振膜包括与所述衬底中的所述第一开口连接的通孔。

9. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,其中由所述介电层固持的所述第一弹性振膜和所述第二弹性振膜的外围部分是弹性部分,以在作为硬质部分的所述中心部分接收空气声压时具有弯曲移位。

10. 根据权利要求1所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述信号感测空间在小于环境压力的压力下是密闭的。

11. 一种微机电系统麦克风的结构,其特征在于,包括:

半导体的衬底,在所述衬底中具有第一开口;

介电层,安置在所述衬底上,其中所述介电层具有对应于所述第一开口的第二开口,所述介电层包含:

相对于所述衬底的凹陷区域,围住所述第二开口;

多个支柱,从所述凹陷区域处的凹陷表面延伸到所述衬底;以及

外部部分,围住所述凹陷区域且安置在所述衬底上,其中在所述支柱之间以及所述支柱与所述外部部分之间的所述凹陷区域处产生信号感测空间;

第一电极层,支撑在所述介电层的所述凹陷表面上;

第二电极层,支撑在所述衬底上;

感测振膜,由所述介电层固持,包括:

第一弹性环层,在第一侧区域处由所述介电层支撑;

第二弹性环层,在第二侧区域处由所述衬底支撑;

竖直环,在内侧接合所述第一弹性环振膜与所述第二弹性环振膜;

导电板,固定到所述侧壁,安置在所述第一弹性振膜与所述第二弹性振膜之间,且延伸到所述信号感测空间中;以及

硬质振膜,固定到所述竖直环内的所述侧壁,

其中所述导电板与所述硬质振膜被固定成一体而一起移位。

12. 根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,还包括在所述介电层的所述凹陷表面上的用以支撑所述第一电极层的第一支撑层和在所述衬底上的用以支撑所述第二电极层的第二支撑层,其中所述第一支撑层和所述第二支撑层固持所述感测振膜。

13. 根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述导电板在所述第一电极层与所述第二电极层之间以形成串联连接的两个电容器。

14. 根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述第一弹性环层和所述第二弹性环层是弹性部分且在所述硬质振膜上下移位时弯曲。

15. 根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述支柱分布成围住所述介电层的所述第二开口。

16. 根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,其中还包括在所述信号感测空间内的所述第一电极层、所述第二电极层以及所述导电板中的至少一个上突出的抗静摩擦。

17. 根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述硬质振膜包括金属。

18. 根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述感测振膜包括与所述衬底中的所述第一开口连接的通孔。

19. 根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,其中由所述介电层固持的所述

第一弹性环层和所述第二弹性环层是弹性结构,以在所述硬质振膜接收空气声压时具有弯曲移位。

20.根据权利要求11所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述信号感测空间在小于环境压力的压力下是密闭的。

21.一种微机电系统麦克风的结构,其特征在于,包括:

半导体的衬底,在所述衬底中具有第一开口;

介电层,安置在所述衬底上,其中所述介电层具有对应于所述第一开口的第二开口,所述介电层包含围住所述第二开口的相对于所述衬底的凹陷区域;

第一电极层,支撑在所述介电层的所述凹陷表面上;

第二电极层,支撑在所述衬底上;

感测振膜,由所述介电层固持,包括:

弹性部分,固持在所述凹陷区域处的所述介电层与所述衬底之间;

中心硬质区域,用以接收空气声压且响应于所述声压而相应移位;以及

电极部分,固定到所述中心硬质区域且延伸到所述第一电极层与所述第二电极层之间的所述信号感测空间中,其中所述电极部分和所述中心硬质区域一起移位。

22.根据权利要求21所述的微机电系统麦克风的结构,还包括在所述介电层的所述凹陷表面上的用以支撑所述第一电极层的第一支撑层和在所述衬底上的用以支撑所述第二电极层的第二支撑层,其中所述第一支撑层和所述第二支撑层固持所述感测振膜。

23.根据权利要求21所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述感测振膜的所述电极部分在所述第一电极层与所述第二电极层之间以形成串联连接的两个电容器。

24.根据权利要求21所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述介电层还包含:

多个支柱,从所述凹陷区域处的凹陷表面延伸到所述衬底;以及

外部部分,围住所述凹陷区域且安置在所述衬底上,其中在所述支柱之间以及所述支柱与所述外部部分之间的所述凹陷区域处产生信号感测空间。

25.根据权利要求24所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述支柱分布成围住所述介电层的所述第二开口。

26.根据权利要求21所述的微机电系统麦克风的结构,其中所述信号感测空间在小于环境压力的压力下是密闭的。

## 微机电系统麦克风的结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微机电系统 (Micro Electro Mechanical System, MEMS) 麦克风封装技术,且具体地涉及MEMS麦克风的结构。

### 背景技术

[0002] 麦克风已经基于半导体制造技术进行设计,从而极大地减小了大小。MEMS麦克风是在电子装置中用于感测声信号(诸如通信语音)的通用装置。

[0003] MEMS麦克风用以感测声信号的功能是基于振膜,所述振膜以一定频率对来自声信号的空气压力 (air pressure) 作出响应,从而对应于声信号的频率和振幅振动。声信号接着转换成电信号,以供在外围电子设备中进行后续应用。

[0004] 振膜的性能是确定MEMS麦克风的性能的重要因素。然而,常规地,用以通过微型结构传输声信号的空气热噪声通常涉及检测。热噪声 $N$ 通常含有因子 $\sqrt{4\pi kRT}$ ,其中参数 $T$ 是环境温度,而非常数。热噪声可降低MEMS麦克风的信噪比 (signal-noise ratio, SNR)。在实例中,电容式MEMS麦克风的热噪声源来自流经排气孔的热空气和由于此类区域中的较高声阻而导致的隔膜与背板之间的间隙。较高热噪声的情况可降低MEMS麦克风的SNR。

[0005] 如何设计MEMS麦克风的振膜在本领域中仍处在发展阶段。

### 发明内容

[0006] 本发明提供一种MEMS麦克风的结构。MEMS麦克风不需要具有排气孔的背板。感测振膜可感测来自声信号的空气压力以引起振动,在振动中同时驱动接地板。包含接地板的电容器形成在介电层中。电容器形成在具有小于环境压力的减压的密闭空间中,所述环境压力是用以传输声信号的介质。在实施例中,本发明的MEMS麦克风不需要具有排气孔的背板。可降低具有减压的密闭空间中的感测电容器的热噪声。

[0007] 在实施例中,本发明提供一种MEMS麦克风的结构。MEMS麦克风包括半导体的衬底,在衬底中具有第一开口。介电层安置在衬底上,其中所述介电层具有对应于第一开口的第二开口。介电层包含围住第二开口的相对于衬底的凹陷区域。多个支柱从凹陷区域处的凹陷表面延伸到衬底。外部部分围住凹陷区域且安置在衬底上。在支柱之间以及支柱与外部部分之间的凹陷区域处产生信号感测空间。第一电极层支撑在介电层的凹陷表面上。第二电极层支撑在衬底上。感测振膜由介电层固持,所述感测振膜包括第一弹性振膜,所述第一弹性振膜在第一侧区域处由介电层支撑。第二弹性振膜在第二侧区域处由衬底支撑。固持结构在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间。导电板在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间。导电板包括嵌入于固持结构中的中心部分和延伸到信号感测空间中的外围部分。

[0008] 在实施例中,本发明也提供MEMS麦克风的结构。MEMS麦克风包括半导体的衬底,在衬底中具有第一开口。介电层安置在衬底上。介电层具有对应于第一开口的第二开口。介电层包含围住第二开口的相对于衬底的凹陷区域。多个支柱从凹陷区域处的凹陷表面延伸到

衬底。外部部分围住凹陷区域且安置在衬底上。在支柱之间以及支柱与外部部分之间的凹陷区域处产生信号感测空间。第一电极层支撑在介电层的凹陷表面上。第二电极层支撑在衬底上。感测振膜由介电层固持,所述感测振膜包括第一弹性环层,所述第一弹性环层在第一侧区域处由介电层支撑。第二弹性环层在第二侧区域处由衬底支撑。竖直环在内侧接合第一弹性环振膜与第二弹性环振膜。导电板固定到侧壁,安置在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间,且延伸到信号感测空间中。硬质振膜固定到竖直环内的侧壁。导电板与硬质振膜被固定成一体而一起移位。

[0009] 在实施例中,本发明也提供MEMS麦克风的结构。MEMS麦克风包括半导体的衬底,在衬底中具有第一开口。介电层安置在衬底上,其中所述介电层具有对应于第一开口的第二开口,介电层包含围住所述第二开口的相对于衬底的凹陷区域。第一电极层支撑在介电层的凹陷表面上。第二电极层支撑在衬底上。由介电层固持的感测振膜包括固持在凹陷区域处的介电层与衬底之间的弹性部分。中心硬质区域接收空气声压且响应于所述声压而相应移位。电极部分固定到中心硬质区域且延伸到第一电极层与第二电极层之间的信号感测空间中。电极部分和中心硬质区域一起移位。

#### 附图说明

[0010] 包含附图以提供对本发明的进一步理解,且附图并入在本说明书中并且构成本说明书的一部分。附图说明本发明的实施例,且与描述一起用于解释本发明的原理。

[0011] 图1为本发明的实施例的所观察的MEMS麦克风的结构的横截面视图;

[0012] 图2为本发明的实施例的MEMS麦克风的俯视透视图;

[0013] 图3为本发明的实施例的图2中的切线I-I上的MEMS麦克风的横截面视图;

[0014] 图4为本发明的实施例的图2中的切线II-II上的MEMS麦克风的横截面视图;

[0015] 图5为本发明的实施例的MEMS麦克风的介电层的平面图;

[0016] 图6为本发明的实施例的在空闲状态下操作的MEMS麦克风的横截面视图;

[0017] 图7为本发明的实施例的在感测状态下操作的MEMS麦克风的横截面视图;

[0018] 图8为本发明的实施例的在感测状态下操作的MEMS麦克风的横截面视图;

[0019] 图9为本发明的实施例的MEMS麦克风的横截面视图;

[0020] 图10为本发明的实施例的MEMS麦克风的横截面视图;

[0021] 图11为本发明的实施例的MEMS麦克风的横截面视图;

[0022] 图12A到图12J为本发明的实施例的制造流程中的MEMS麦克风的横截面视图。

[0023] 附图标号说明

[0024] 50:衬底

[0025] 52、100、412:介电层

[0026] 54:背板

[0027] 58:振膜

[0028] 60、402、406、410:开口

[0029] 62:区域

[0030] 64:感测区域

[0031] 102:支柱

- [0032] 104:支撑层
- [0033] 106:感测振膜
- [0034] 150:凹陷区域
- [0035] 200、202:弹性振膜
- [0036] 200a、202a:电极层
- [0037] 204:导电板
- [0038] 204a:外围部分
- [0039] 206:介电材料
- [0040] 208、208':支撑壁
- [0041] 250:固体感测振膜
- [0042] 260:信号感测空间
- [0043] 300:抗静摩擦结构
- [0044] 302:平衡孔
- [0045] 304:刻蚀孔
- [0046] 400、404、408、光致抗蚀剂层
- [0047] 414、416:光刻胶层

### 具体实施方式

[0048] 本发明涉及一种MEMS麦克风的结构。MEMS麦克风不需要具有排气孔的背板。感测振膜可直接感测来自声信号的空气压力以引起振动,在振动中同时驱动用作接地板的导电板。包含导电板的电容器形成在凹陷区域处的介电层内部。本发明的MEMS麦克风接着不需要具有排气孔的背板。末端处的凹陷区域是具有小于环境压力的减压的密封空间。感测电容器形成在具有减压的密封空间内部。在此凹陷区域中,电容器上的空气流量减少,且可降低热噪声。

[0049] 提供若干实施例来描述本发明。然而,本发明不限于所提供的实施例。另外,在实施例之间也可进行组合。

[0050] 图1是示意性地示出根据本发明的实施例的所观察的MEMS麦克风的结构的横截面视图。参看图1,观察设计有背板和排气孔的MEMS麦克风。关于常用MEMS麦克风,提供硅衬底50作为结构基底。衬底50具有用作MEMS麦克风中的空腔的开口60。介电层52安置在衬底50上。介电层52还具有对应于衬底50中的开口60的开口,从而将振膜58固持在开口内。背板54在区域62内有排气孔。振膜58对声信号作出响应而振动,从而引起背板54与振膜58之间电容的变化。空气是用以传输声信号的声介质,其中存在声阻。在传输声信号期间的来自空气

的热噪声通常包含在检测中。热噪声N通常与因子  $\sqrt{4\pi kRT}$  成比例,其中环境空气的环境温度T将影响检测。

[0051] 在实施例中,进一步提出不包含背板的MEMS麦克风。可降低感测电容器上的热噪声。图2是示意性地示出根据本发明的实施例的MEMS麦克风的俯视透视图。图3是示意性地示出根据本发明的实施例的图2中的切线I-I上的MEMS麦克风的横截面视图。图4是示意性地示出根据本发明的实施例的图2中的切线II-II上的MEMS麦克风的横截面视图。

[0052] 参看图3和图4以及图2,将介电层100安置在具有开口60的衬底50上。介电层100还具有对应于衬底50的开口60的开口以形成声信号的检测空间。介电层100具有围住开口60的凹陷区域150。感测振膜106包含弹性振膜200,所述弹性振膜在如由衬底50固持的下部部分处。另一弹性振膜202在如由凹陷区域150的凹陷表面上的介电层100固持的上部部分处。弹性振膜200、弹性振膜202响应于来自声信号的空气压力而上下移位。感测振膜106还包含牢固地固持在弹性振膜200与弹性振膜202之间的导电板204。

[0053] 在实施例中,在弹性振膜200与弹性振膜202之间实施固持结构以牢固地固持导电板204。在由衬底50和介电层100固持的末端部分处的弹性振膜200和弹性振膜202将响应于声信号的频率和振幅上下振动,且接着驱动导电板204相应地上下振动。

[0054] 在实施例中,在弹性振膜200与弹性振膜202之间的固持结构可包含介电材料206以固持导电板204。为了具有感测振膜106的牢固结构,同样垂直地实施多个支撑壁208以固持弹性振膜200、导电板204以及弹性振膜202。取决于感测振膜106的几何形状,在从顶部观察时,支撑壁208可为栅格结构。然而,支撑壁208可在不限于实施例的情况下根据实际设计来实施。最外侧支撑壁将围封介电材料206。因此,弹性振膜200和弹性振膜202的外围部分保持弹性,且具有固持结构的中心部分成为用以感测声信号的牢固部分。感测振膜106的弹性外围区域允许感测振膜106上下振动。

[0055] 进一步描述响应于声信号来形成电容器的机制。在实施例中,如从图3和图4中可更详细地看出,导电板204具有外围部分204a,所述外围部分延伸到介电层100的凹陷区域150中的感测区域64。介电层100的凹陷区域150形成信号感测空间260。然而,为了具有用以维持凹陷区域150处的介电层100的足够的机械强度,形成从凹陷区域150的凹陷表面延伸到衬底50的多个支柱102。凹陷区域150处的介电层100将不会塌陷。支柱分布在围住开口60的凹陷区域150中。介电层100具有作为主体的外部部分,所述外部部分安置在衬底50上且围住凹陷区域150。在支柱102之间以及支柱102与介电层100的外部部分之间的凹陷区域150处产生信号感测空间260。

[0056] 信号感测空间260是密闭的,且此信号感测空间260中的空气压力可小于环境压力,从而降低来自所形成的感测电容器上的空气阻力的噪声。具有支撑层104的最外侧支撑壁208形成密闭空间。

[0057] 电极层200a安置在衬底50上。此处,在实施例中,电极层200a可为弹性振膜200的延伸部分以降低制造复杂度。弹性振膜200是金属,同样用作电极层200a。然而,在实施例中,电极层200a可为不同于弹性振膜200的导电材料。同样地,电极层202a安置在凹陷区域150处的介电层100上。电极层202a可为弹性振膜202的延伸部分以降低制造复杂度。弹性振膜202是金属,同样用作电极层202a。然而,在实施例中,电极层202a可为不同于弹性振膜202的导电材料。支撑层104可用于另外支撑电极层200a和电极层202a,并且还在外围部分支撑两个弹性振膜200、弹性振膜202。

[0058] 两个电极层200a、电极层202a之间的导电板204的外围部分204a形成串联连接的两个电容器。如稍后将详细地描述的,导电板204的外围部分204a随着声信号的频率和振幅以振动方式上下移位。将检测到的电容的变化转换成各种应用中的外部电子电路的声信号的电信号。

[0059] 如所提到的,图3中的横截面结构将横跨介电层100的支柱102。然而,图3中的横截

面结构将不会横跨介电层100的支柱102。接着,未绘示支柱。信号感测空间260分布在介电层100的整个凹陷区域150上方。

[0060] 图5是示意性地示出根据本发明的实施例的MEMS麦克风的介电层的平面图。参看图5,详细绘示与介电层100相关的导电板204的平面图。导电板204的外围部分延伸到介电层100的凹陷区域150中。当凹陷区域150在导电板204的平面处进行切分时具有如所绘示的支柱102。信号感测空间260围住支柱102。换句话说,支柱在外围部分处穿透导电板204。如从图3中可看出,导电板204的中心部分由两个弹性振膜200、弹性振膜202之间的固持结构固持。

[0061] 图6是示意性地示出根据本发明的实施例的在空闲状态下操作的MEMS麦克风的横截面视图。参看图6,导电板204的外围部分204a位于信号感测空间260内的两个电极层200a、电极层202a之间。在电子检测机制中,向实施例中的导电板204施加公共电压,而向电极层200a施加电压且向电极层202a施加另一电压。在实施例中,电极层200a和弹性振膜200可由同一预备层制造,但电极层200a和弹性振膜200是电分离的。电极层202a和弹性振膜202也是电分离的。当没有声信号或没有空气压力施加到感测振膜106时,感测放大器未检测到电压变化。

[0062] 图7是示意性地示出根据本发明的实施例的在感测状态下操作的MEMS麦克风的横截面视图。参看图7,当将来自声信号的下降空气压力施加到感测振膜106时,向下驱动导电板204的外围部分204a,从而更加靠近电极层200a。接着检测电压变化。

[0063] 图8是示意性地示出根据本发明的实施例的在感测状态下操作的MEMS麦克风的横截面视图。参看图8,当将来自声信号的上升空气压力施加到感测振膜106时,向上驱动导电板204的外围部分204a,从而更加靠近电极层202a。接着以与图7中信号相反的符号检测电压变化。

[0064] 如图7和图8中所提到的,检测到的电信号对应于声信号。然而,两个电容器形成在密闭信号感测空间260中。在实施例中,可降低具有减压的密闭感测空间260中的感测电容器上的热噪声。在本发明中,不再需要具有电极层和排气孔的背板。

[0065] 在另一方面中,可进一步修改感测振膜106。图9是示意性地示出根据本发明的实施例的MEMS麦克风的横截面视图。参看图9,感测振膜另外可具有平衡孔302,使得可改进两侧的压力平衡。另外,抗静摩擦结构300可形成在电极层200a、电极层202a和/或导电板204上以避免在电极层200a、电极层202a与导电板204之间发生静摩擦。

[0066] 图10是示意性地示出根据本发明的实施例的MEMS麦克风的横截面视图。参看图10,在另一实施例中,弹性振膜200、弹性振膜202也可具有刻蚀孔304。可通过刻蚀孔304执行额外刻蚀工艺,从而可去除介电材料。在此情况下,两个弹性振膜200、弹性振膜202之间的固持结构是支撑壁208。

[0067] 图11是示意性地示出根据本发明的实施例的MEMS麦克风的横截面视图。参看图11,感测振膜106可包含中心部分处的固体感测振膜250。然而,仍保留如前述实施例中所描述的弹性振膜200、弹性振膜202的外围部分。接着仍保持图7和图8中绘示的弹性效果。换句话说,固体感测振膜250可以振动形式机械地驱动外围部分204a。接着在从顶部观察时,支撑壁208'为环,以接合弹性振膜200、弹性振膜202,并且还形成密闭信号感测空间260。在实施例中,密闭信号感测空间260具有小于环境压力的压力。在实例中,感测电容器实际上形

成在减少气流效应的密闭信号感测空间260中。

[0068] 图12A到图12J是示意性地示出根据本发明的实施例的制造流程中的MEMS麦克风的横截面视图。参看图12A,介电层206形成在衬底50上。感测振膜的结构已形成且嵌入于介电层206中。如前述描述,感测振膜包含两个弹性振膜200、弹性振膜202、导电板204、在两个弹性振膜200、弹性振膜202之间的固持结构。固持结构包含介电层206和支撑壁208的一部分。也可包含支撑层104以固持电极层200a、电极层202a。电极层200a、电极层202a可在形成两个弹性振膜200、弹性振膜202的同时形成,但电分离。

[0069] 参看图12B,具有开口402的光致抗蚀剂层400形成在介电层206上。接着,执行刻蚀工艺以刻蚀介电层206,从而暴露顶部部分处的支撑层104。

[0070] 参看图12C,去除光致抗蚀剂层400,且另一光致抗蚀剂层404形成在介电层206和支撑层104上。光致抗蚀剂层404具有用以暴露介电层206的开口。接着刻蚀介电层206以具有开口406,从而暴露衬底50。保留开口406以在稍后形成支柱102。

[0071] 参看图12D,在去除光致抗蚀剂层404之后,另一介电层100形成在介电层206上方。同样将介电层100填充到图12C中的开口406中,从而形成作为介电层100的一部分的支柱102。从另一个角度来看,介电层100在适配支柱102和电极层200a、电极层202a以及支撑层104时具有凹陷区域150。

[0072] 参看图12E,具有开口图案的光致抗蚀剂层408形成在介电层100上。接着刻蚀介电层100以具有开口410,从而暴露介电层206。介电层100的材料(诸如氮化物)可不同于介电层206,诸如氧化物。

[0073] 参看图12F,在去除光致抗蚀剂层408之后,通过介电层100中的开口410刻蚀掉介电层206。由所去除的介电层206的部分占据的空间是自由的,用作信号感测空间,但尚未形成成为密闭空间。

[0074] 参看图12G,另一介电层412填充开口410,信号感测空间260形成成为密闭空间。此处,在实施例中,当形成密闭空间时,控制真空度以具有小于环境压力的压力。介电层412实际上作为介电层100的一部分与介电层100合并。

[0075] 参看图12H,具有开口图案的光刻胶层414形成在介电层412上。开口图案对应于待释放的感测振膜106(见图3)区域。刻蚀介电层412和介电层100以暴露介电层206。在此阶段,具有介电层412的介电层100在中心部分具有开口。凹陷区域150围住开口。信号感测空间260形成在介电层100的凹陷区域150处,其中介电层412作为密闭空间密封。

[0076] 参看图12I,去除光刻胶层414。具有开口图案的另一光刻胶层416形成在衬底50的底侧上。接着,刻蚀衬底50以形成开口60,其中由开口60暴露或释放底侧的介电层206。

[0077] 参看图12J,去除弹性振膜200、弹性振膜202之外的介电层206的一部分。接着暴露弹性振膜200、弹性振膜202。在此阶段中,释放感测振膜106。

[0078] 一般来说,本发明已提供不包含具有排气孔的背板的MEMS麦克风。感测振膜直接感测声信号。电容器形成在介电层100的凹陷区域150处,且接着可以不包含背板。

[0079] 关于前述描述,在实施例中,本发明提供MEMS麦克风的结构。MEMS麦克风包括半导体的衬底,在衬底中具有第一开口。介电层安置在衬底上,其中所述介电层具有对应于第一开口的第二开口。介电层包含围住第二开口的相对于衬底的凹陷区域。多个支柱从凹陷区域处的凹陷表面延伸到衬底。外部部分围住凹陷区域且安置在衬底上。在支柱之间以及支

柱与外部部分之间的凹陷区域处产生信号感测空间。第一电极层支撑在介电层的凹陷表面上。第二电极层支撑在衬底上。感测振膜由介电层固持,所述感测振膜包括第一弹性振膜,所述第一弹性振膜在第一侧区域处由介电层支撑。第二弹性振膜在第二侧区域处由衬底支撑。固持结构在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间。导电板在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间。导电板包括嵌入于固持结构中的中心部分和延伸到信号感测空间中的外围部分。

[0080] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,其还包括在介电层的凹陷表面上的用以支撑第一电极层的第一支撑层和在衬底上的用以支撑第二电极层的第二支撑层,其中第一支撑层和第二支撑层固持感测振膜。

[0081] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,导电板的外围部分在第一电极层与第二电极层之间以形成串联连接的两个电容器。

[0082] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间的固持结构包括在第一弹性振膜与导电板之间以及第二弹性振膜与导电板之间的介电部分。介电部分中的多个支撑壁在第一弹性振膜与导电板之间以及第二弹性振膜与导电板之间。

[0083] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间的固持结构包括多个支撑壁,用以支撑在第一弹性振膜与导电板之间并且支撑在第二弹性振膜与导电板之间。第一弹性振膜和第二弹性振膜包括多个孔,暴露支撑壁的一侧。

[0084] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,支柱分布成围住介电层的第二开口。

[0085] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,其还包括在信号感测空间内的第一电极层、第二电极层以及导电板中的至少一个上突出的抗静摩擦。

[0086] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,感测振膜包括与衬底中的第一开口连接的通孔。

[0087] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,由介电层固持的第一弹性振膜和第二弹性振膜的外围部分是弹性部分,以在作为硬质部分的中心部分接收空气声压时具有弯曲移位。

[0088] 在实施例中,本发明也提供MEMS麦克风的结构。MEMS麦克风包括半导体的衬底,在衬底中具有第一开口。介电层安置在衬底上。介电层具有对应于第一开口的第二开口。介电层包含围住第二开口的相对于衬底的凹陷区域。多个支柱从凹陷区域处的凹陷表面延伸到衬底。外部部分围住凹陷区域且安置在衬底上。在支柱之间以及支柱与外部部分之间的凹陷区域处产生信号感测空间。第一电极层支撑在介电层的凹陷表面上。第二电极层支撑在衬底上。感测振膜由介电层固持,所述感测振膜包括第一弹性环层,所述第一弹性环层在第一侧区域处由介电层支撑。第二弹性环层在第二侧区域处由衬底支撑。竖直环在内侧接合第一弹性环振膜与第二弹性环振膜。导电板固定到侧壁,安置在第一弹性振膜与第二弹性振膜之间,且延伸到信号感测空间中。硬质振膜固定到竖直环内的侧壁。导电板与硬质振膜被固定成一体而一起移位。

[0089] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,其还包括在介电层的凹陷表面上的用以支撑第一电极层的第一支撑层和在衬底上的用以支撑第二电极层的第二支撑层,其中第一支撑层和第二支撑层固持感测振膜。

[0090] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,导电板在第一电极层与第二电极层之间以形成串联连接的两个电容器。

[0091] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,第一弹性环层和第二弹性环层是弹性部分且在硬质振膜上下移位时弯曲。

[0092] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,支柱分布成围住介电层的第二开口。

[0093] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,其还包括在信号感测空间内的第一电极层、第二电极层以及导电板中的至少一个上突出的抗静摩擦。

[0094] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,硬质振膜包括金属。

[0095] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,感测振膜包括与衬底中的第一开口连接的通孔。

[0096] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,由介电层固持的第一弹性环层和第二弹性环层是弹性结构,以在硬质振膜接收空气声压时具有弯曲移位。

[0097] 在实施例中,本发明也提供MEMS麦克风的结构。MEMS麦克风包括半导体的衬底,在衬底中具有第一开口。介电层安置在衬底上,其中所述介电层具有对应于第一开口的第二开口,介电层包含围住所述第二开口的相对于衬底的凹陷区域。第一电极层支撑在介电层的凹陷表面上。第二电极层支撑在衬底上。由介电层固持的感测振膜包括固持在凹陷区域处的介电层与衬底之间的弹性部分。中心硬质区域接收空气声压且响应于声压而相应移位。电极部分固定到中心硬质区域且延伸到第一电极层与第二电极层之间的信号感测空间中。电极部分和中心硬质区域一起移位。

[0098] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,其还包括在介电层的凹陷表面上的用以支撑第一电极层的第一支撑层和在衬底上的用以支撑第二电极层的第二支撑层,其中第一支撑层和第二支撑层固持感测振膜。

[0099] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,感测振膜的电极部分在第一电极层与第二电极层之间以形成串联连接的两个电容器。

[0100] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,介电层还包含:多个支柱,从凹陷区域处的凹陷表面延伸到衬底;以及外部部分,围住凹陷区域且安置在衬底上,其中在支柱之间以及支柱与外部部分之间的凹陷区域处产生信号感测空间。

[0101] 在实施例中,关于MEMS麦克风的结构,支柱分布成围住介电层的第二开口。

[0102] 对于本领域的技术人员显而易见的是,可以在不脱离本发明的范畴或精神的情况下对本发明的结构进行各种修改和变化。鉴于前文,希望本发明涵盖对本发明的修改和变化,条件是所述修改和变化落在所附权利要求书及其等效物的范围内。

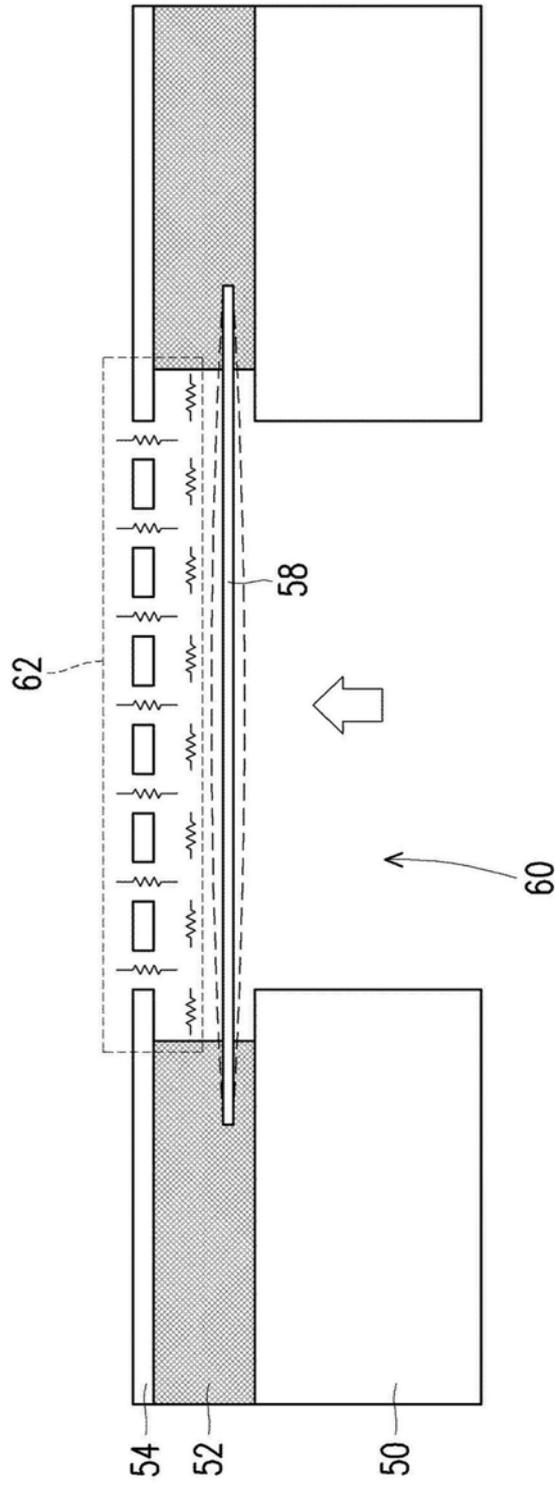


图1

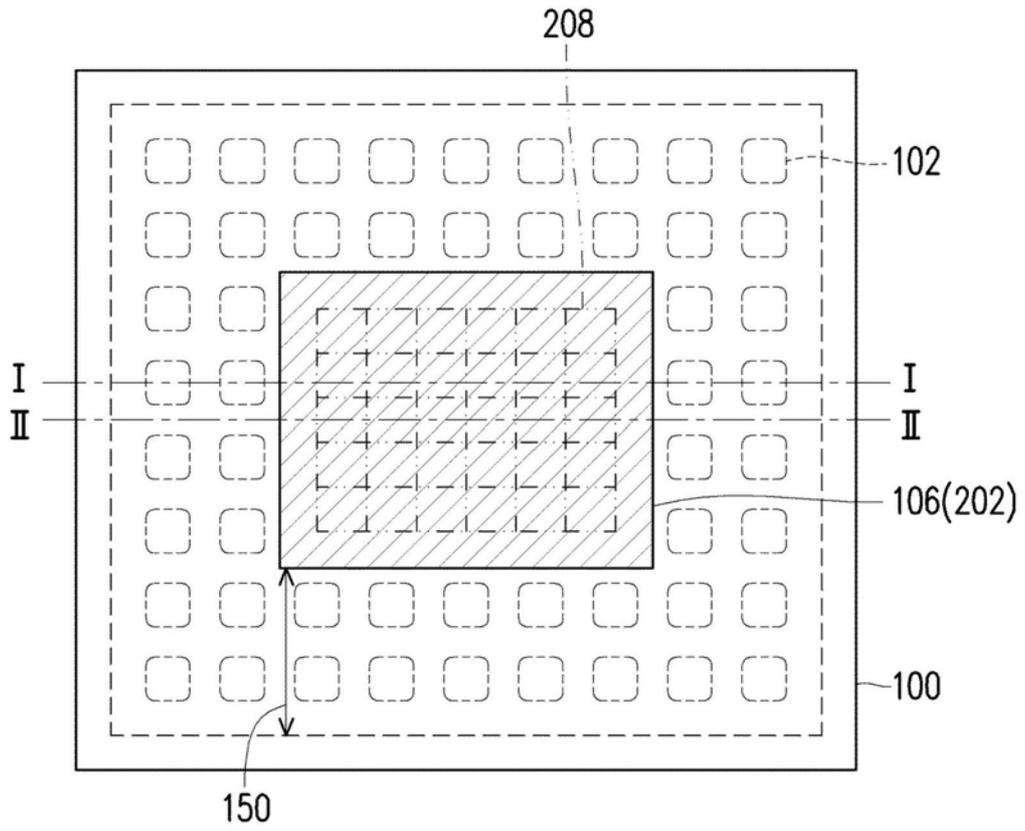


图2

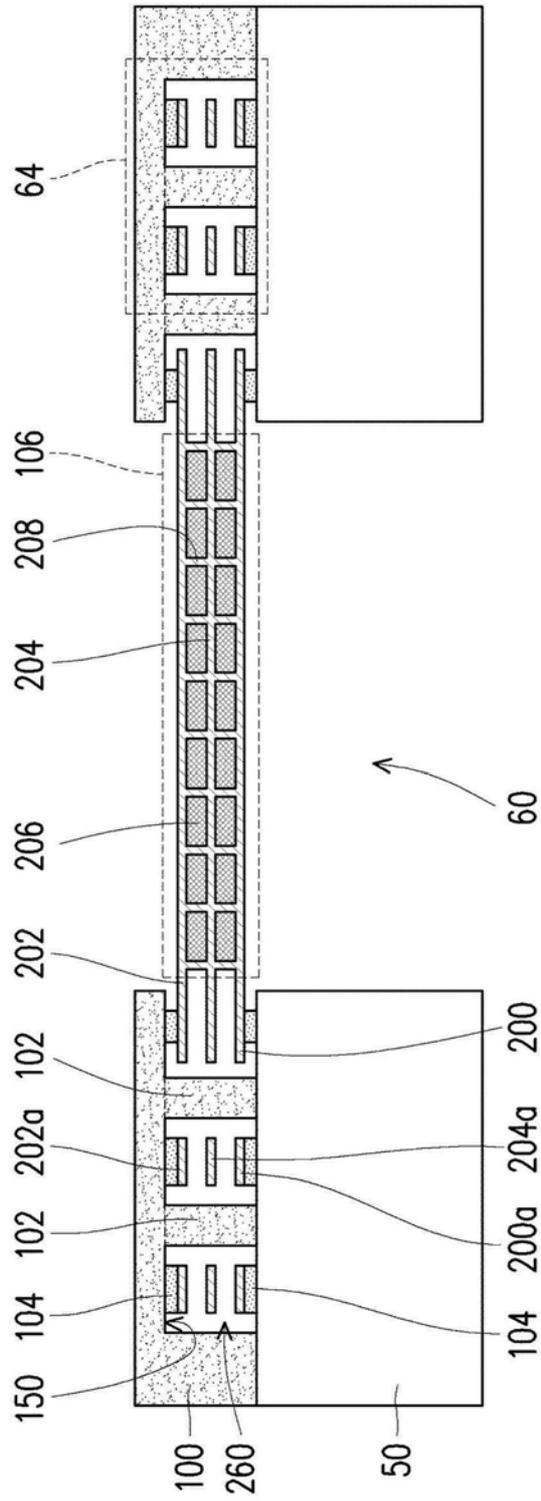


图3

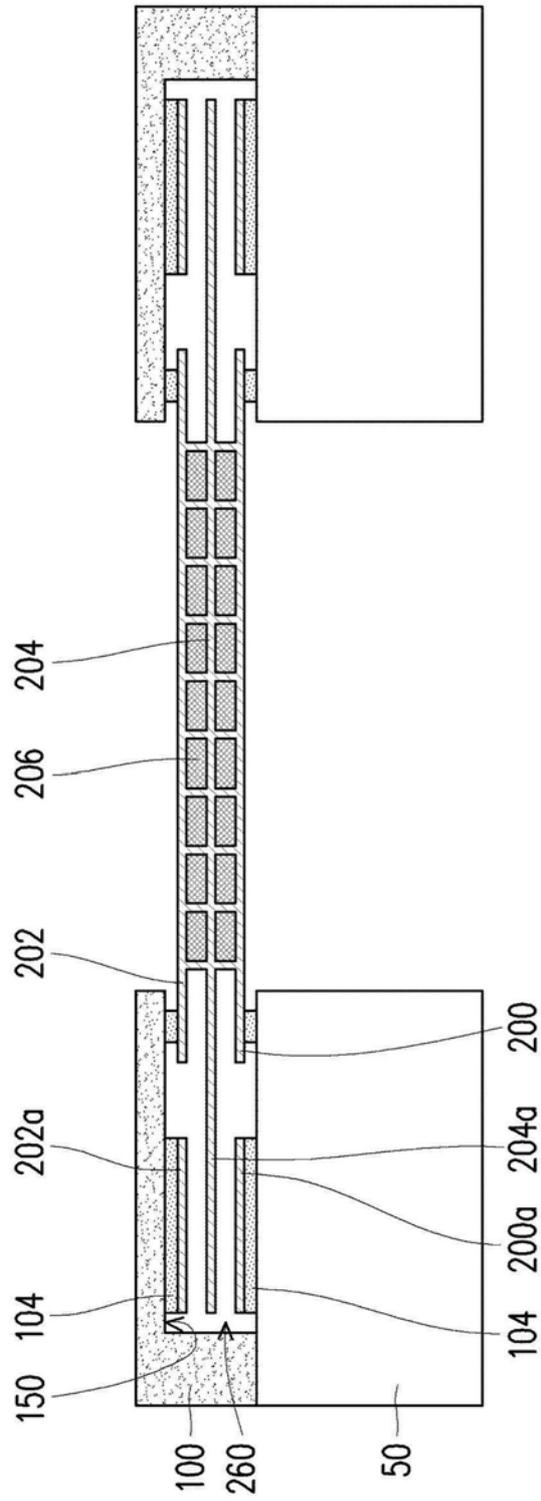


图4

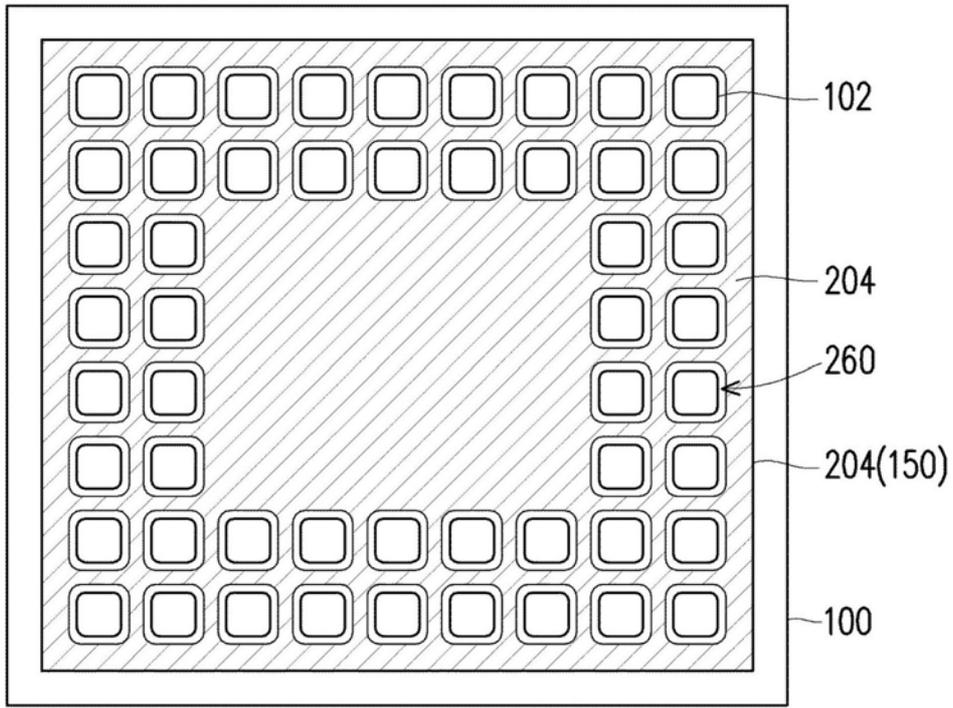


图5

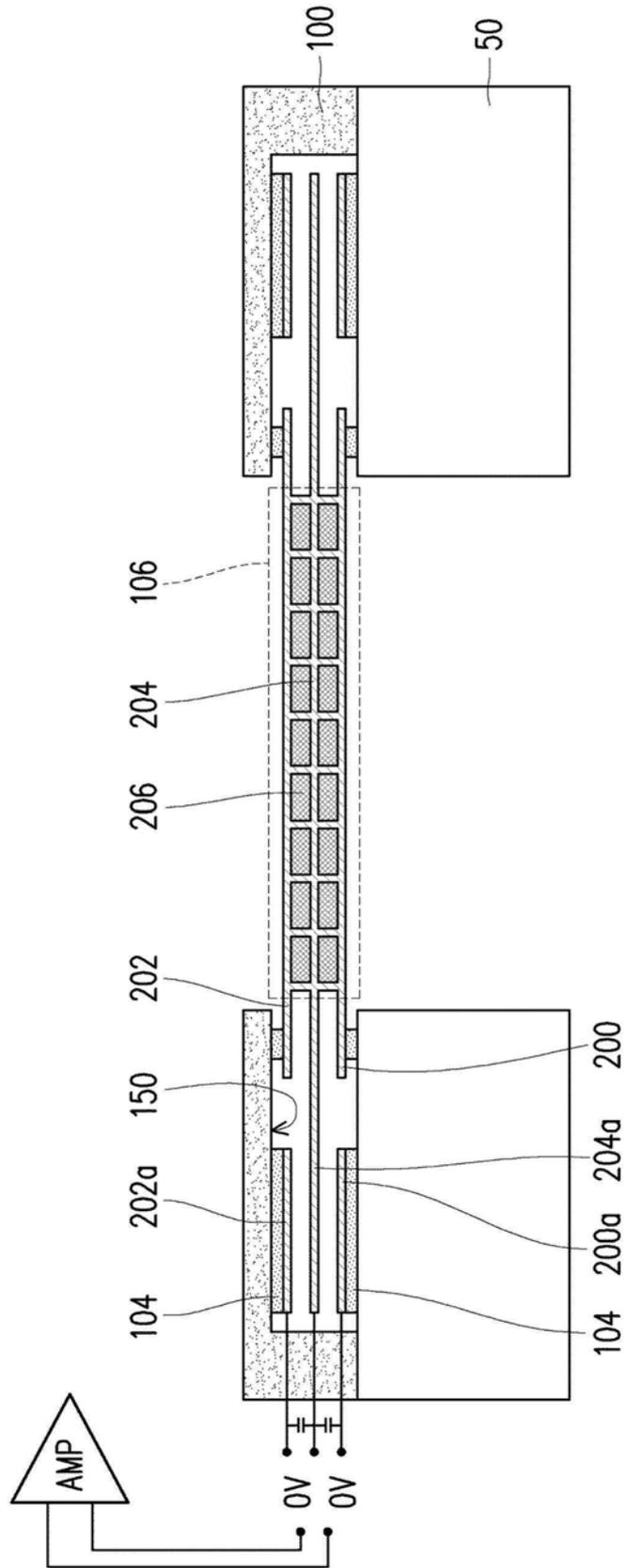


图6

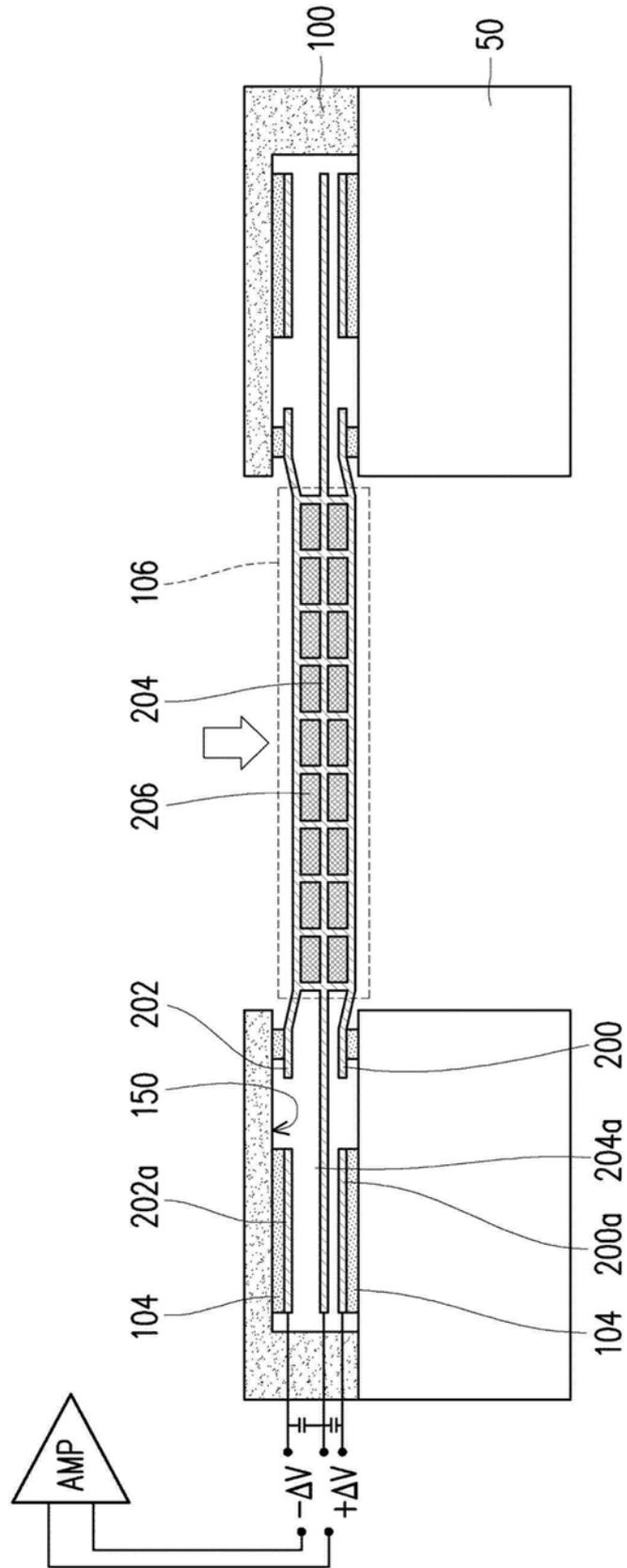


图7

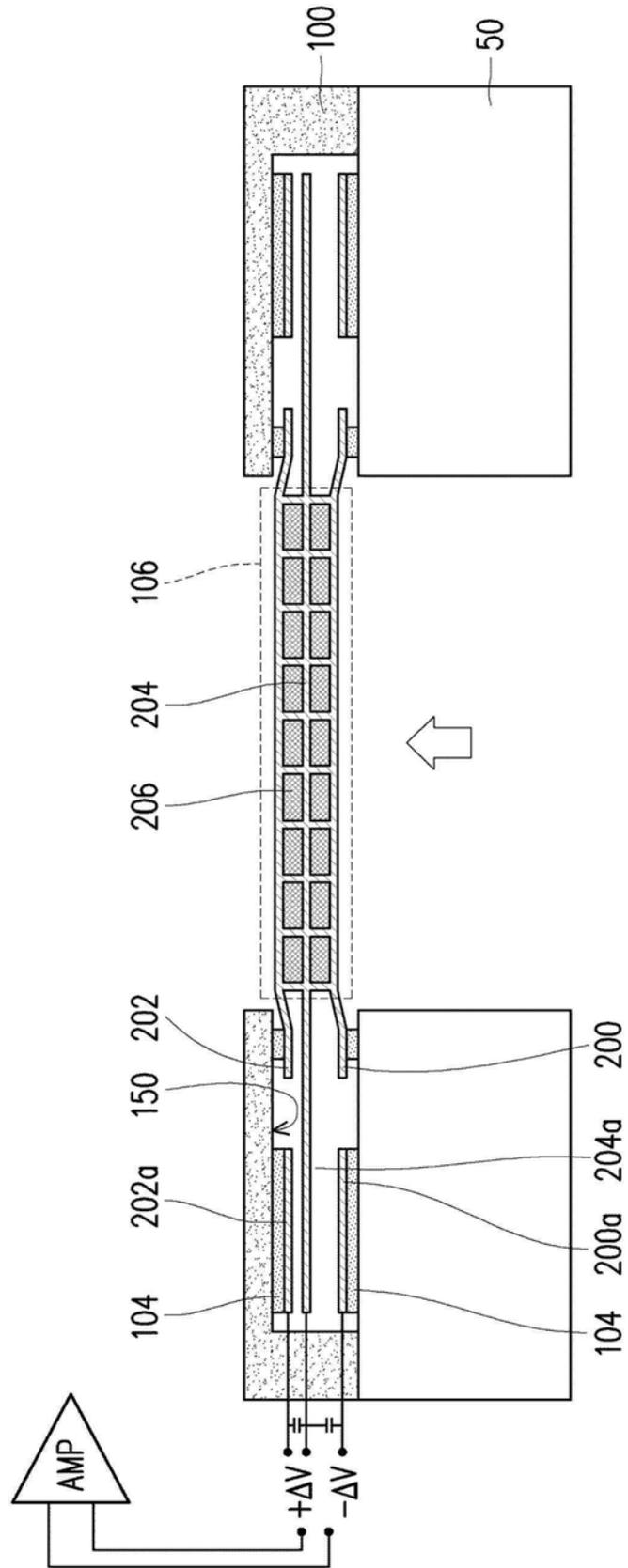


图8

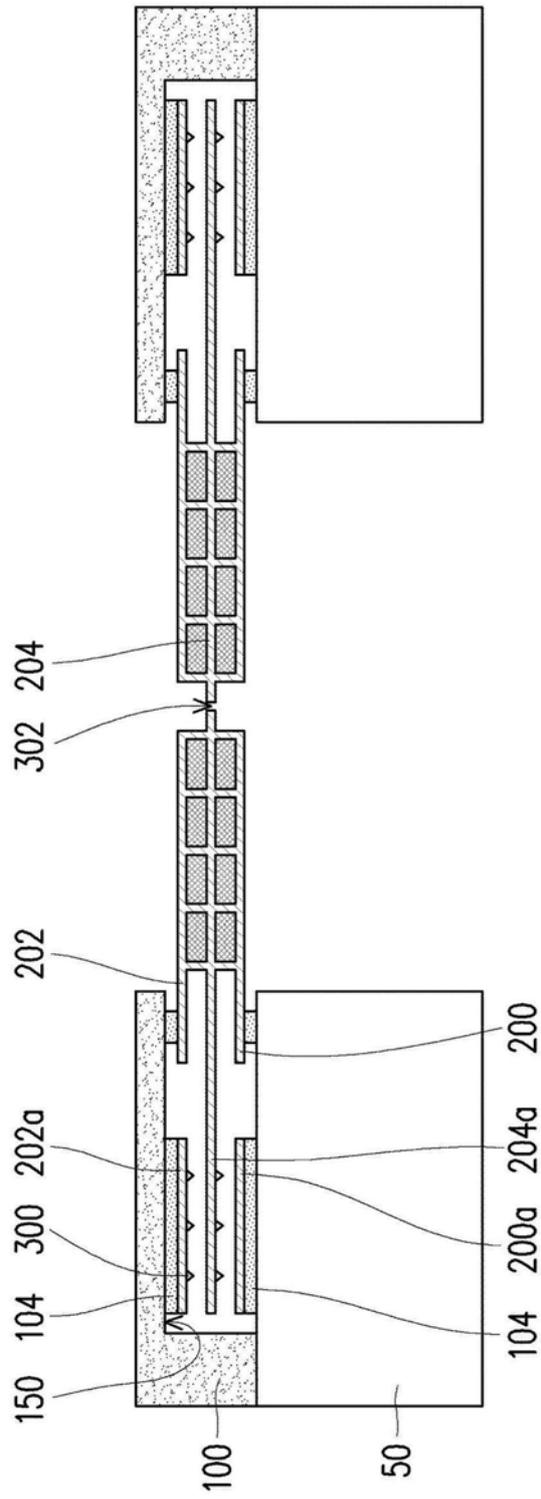


图9

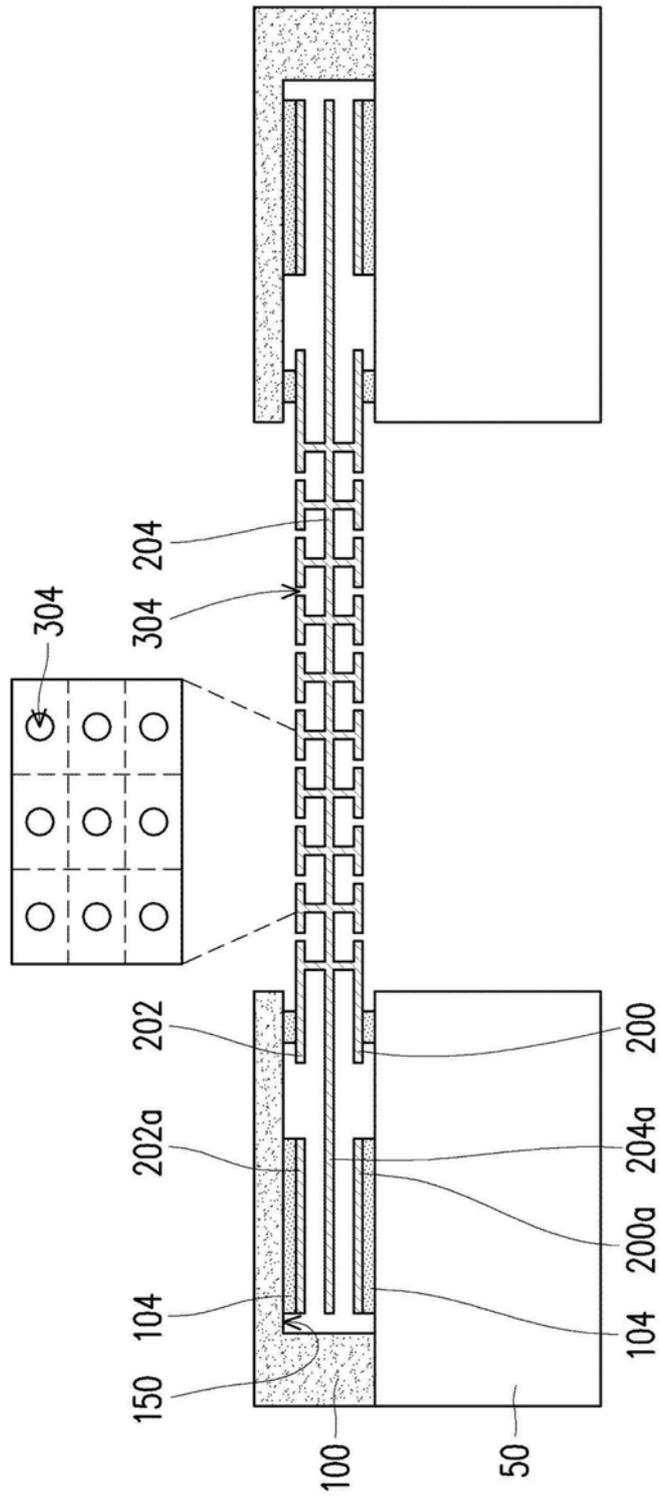


图10

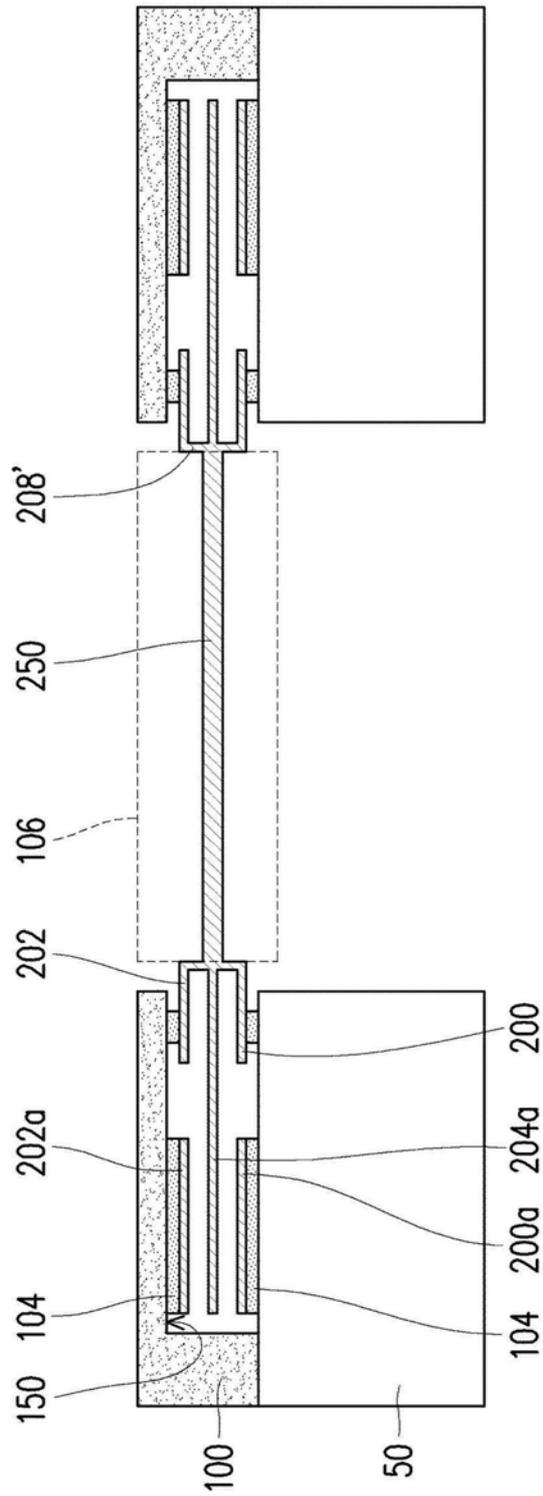


图11

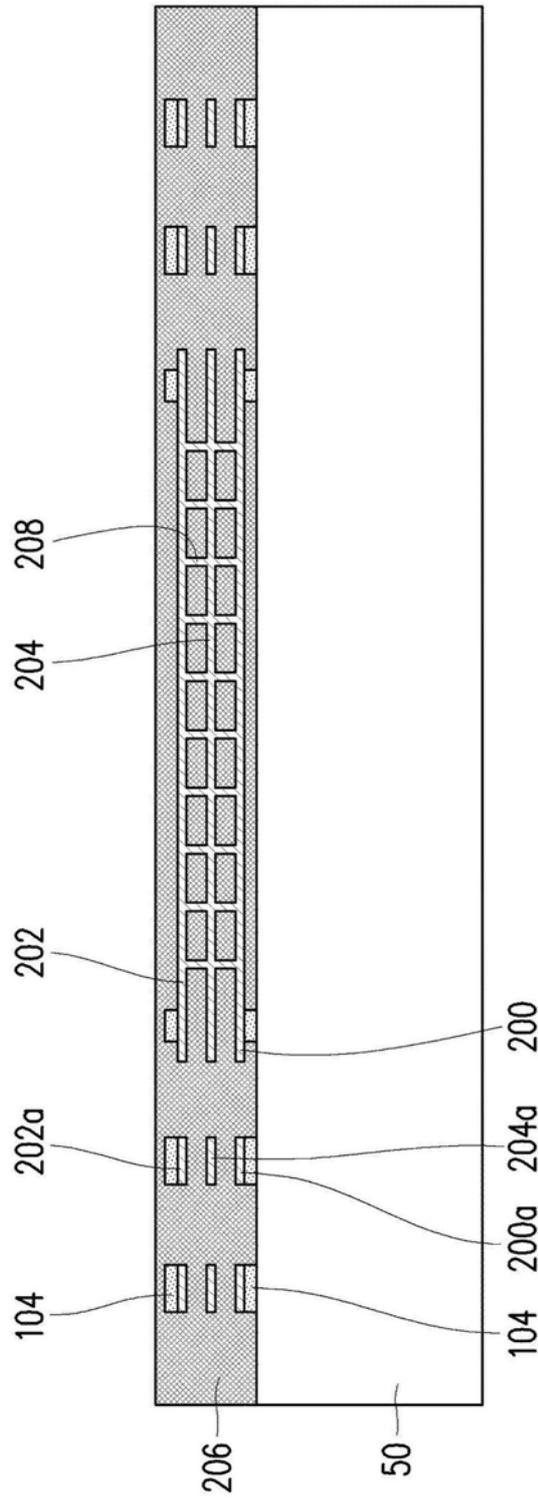


图12A

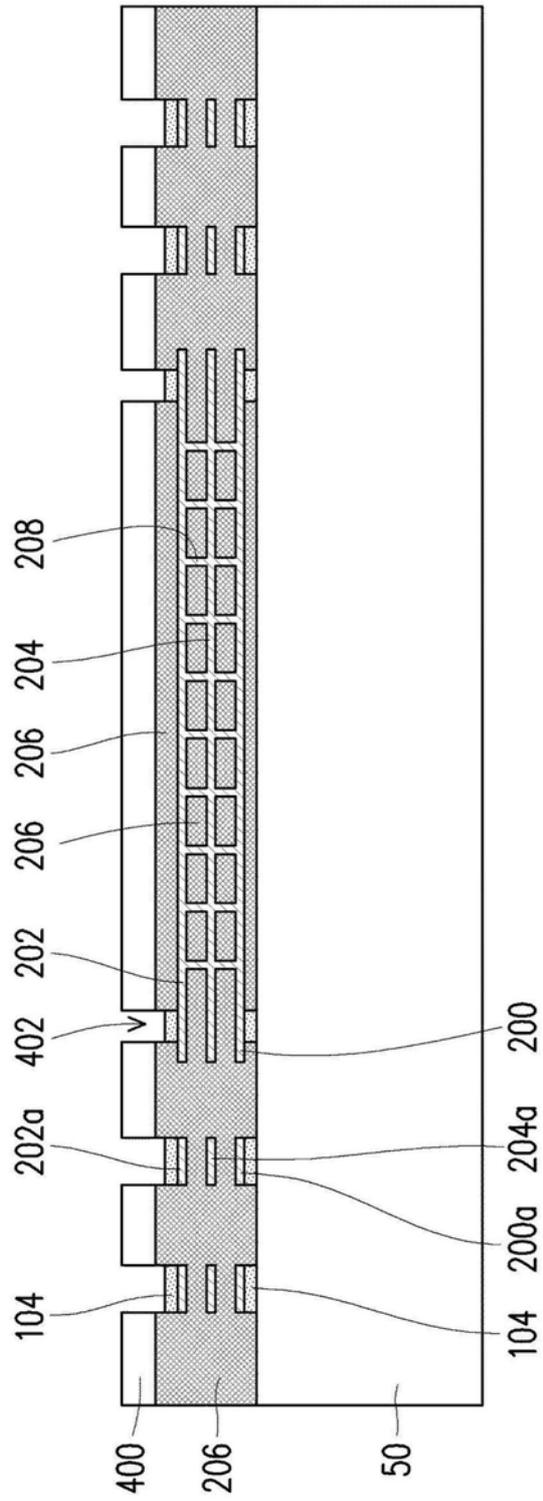


图12B

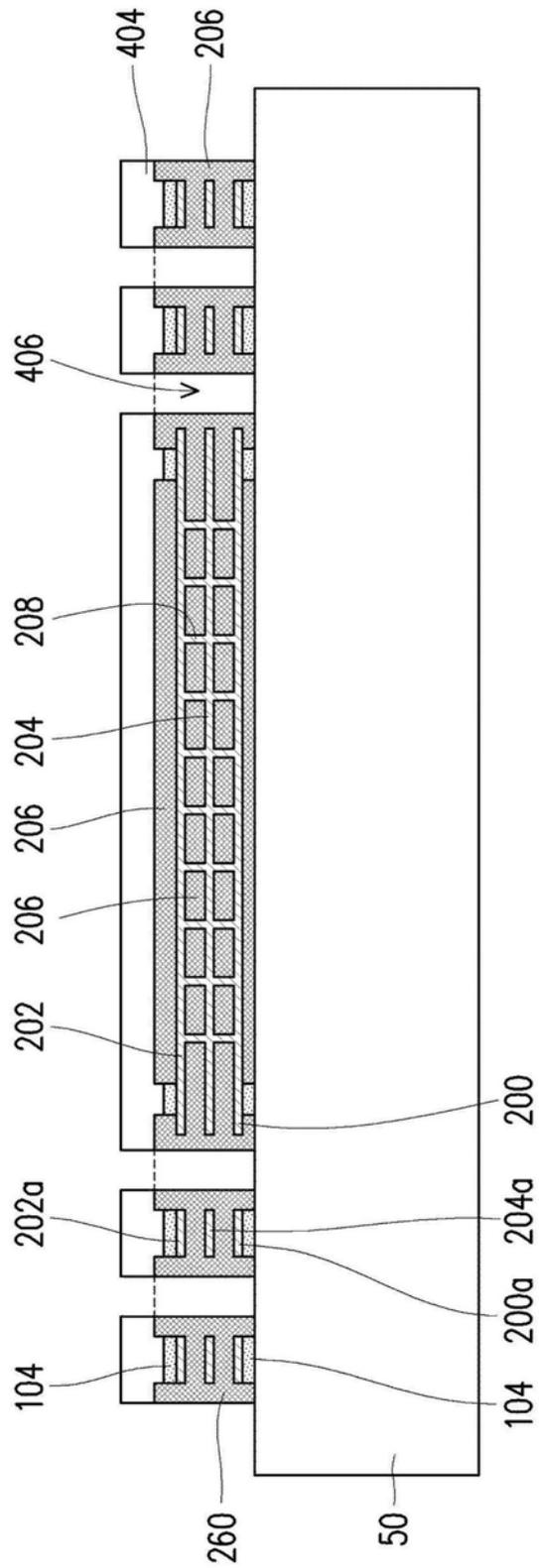


图12C

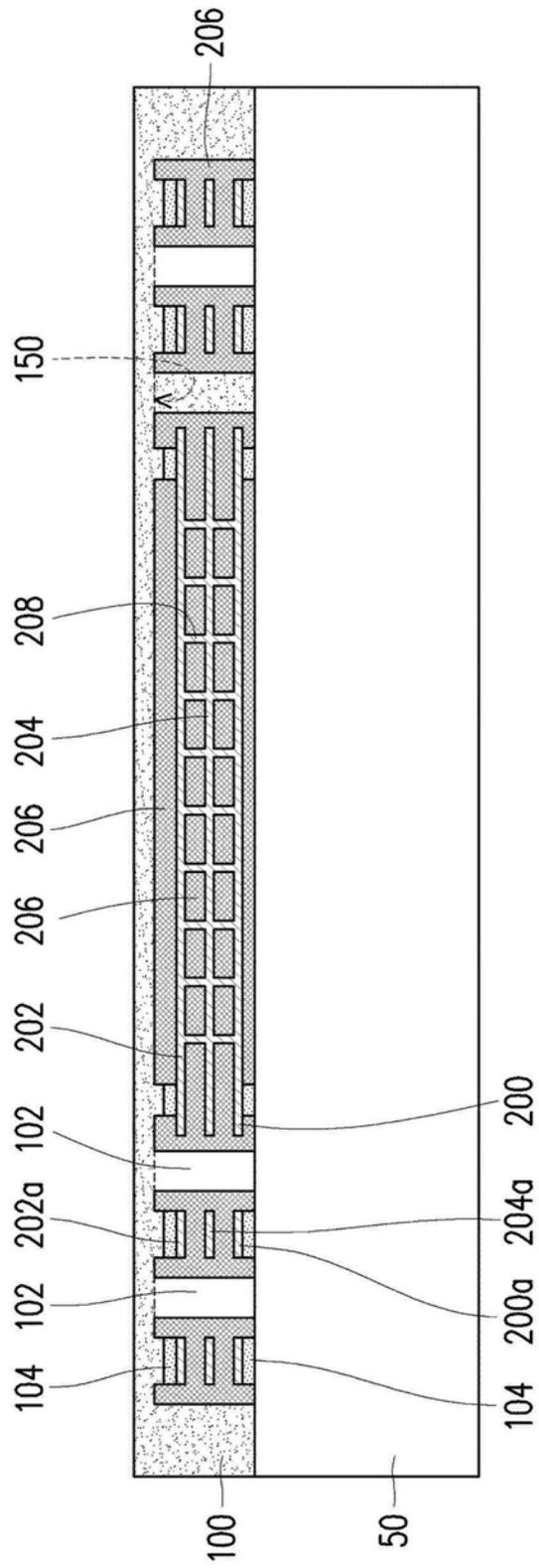


图12D

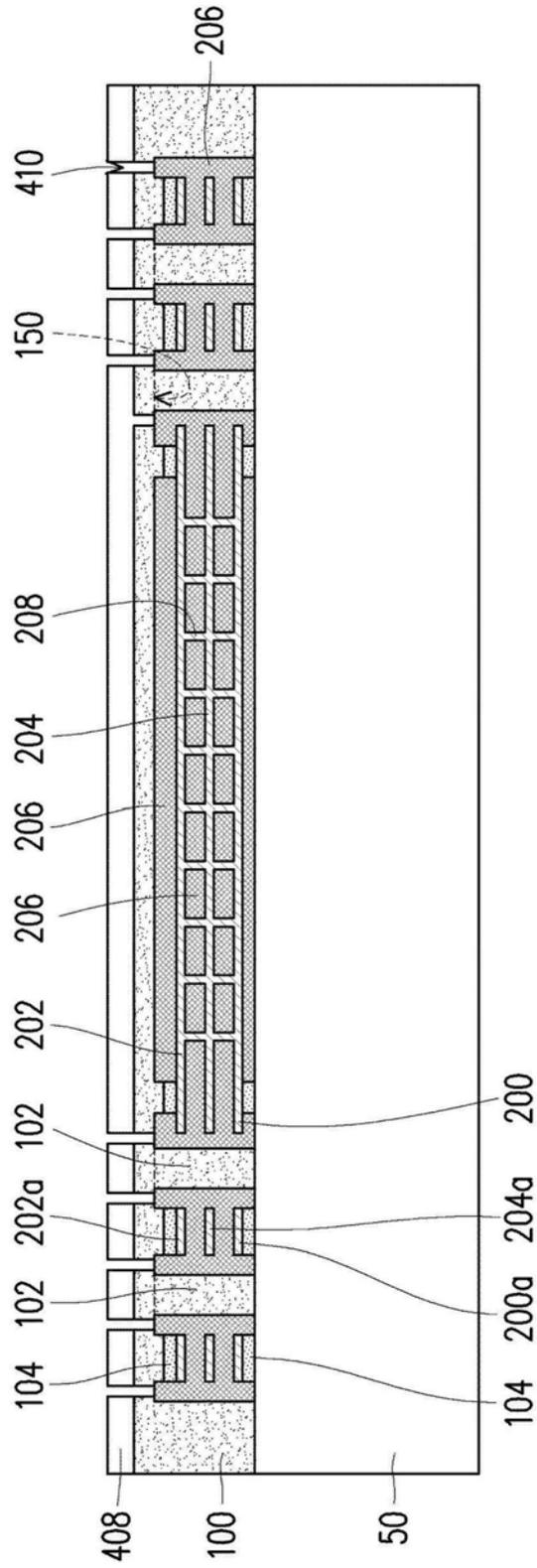


图12E

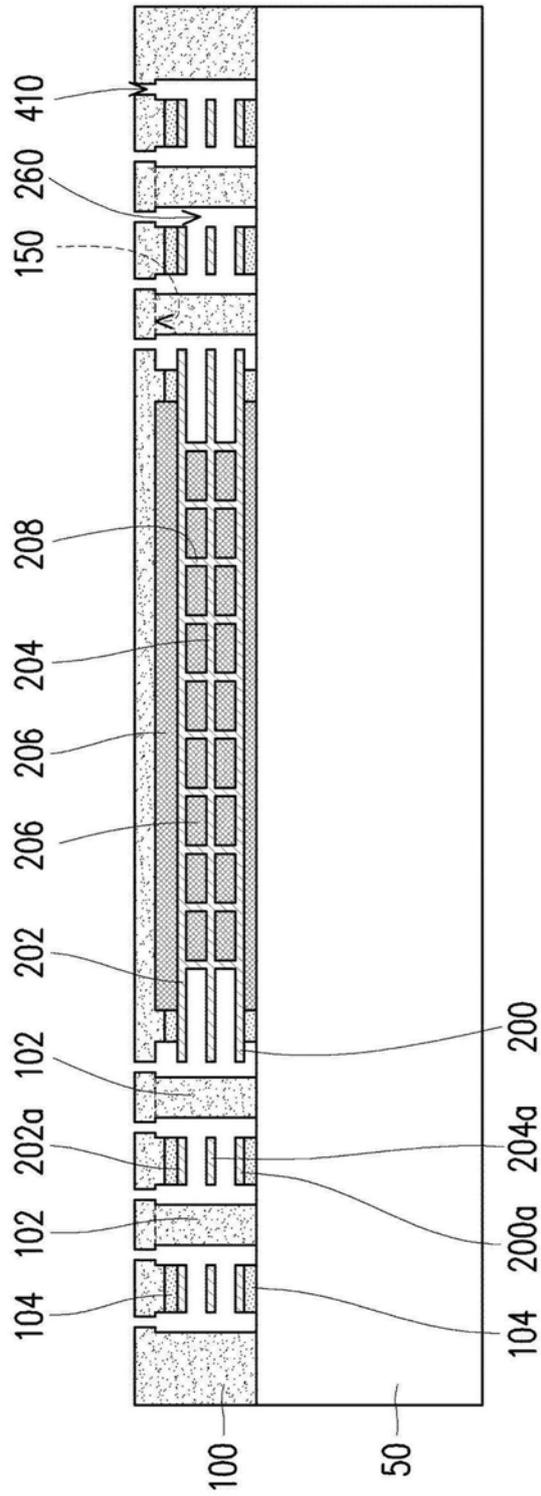


图12F

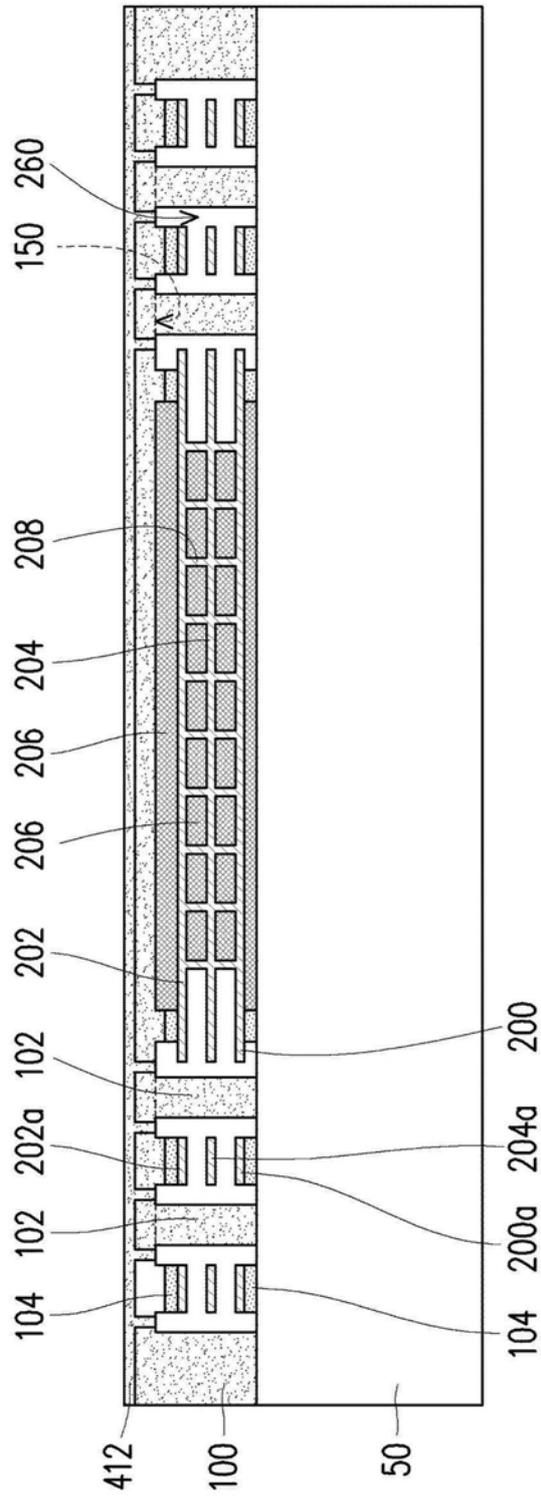


图12G

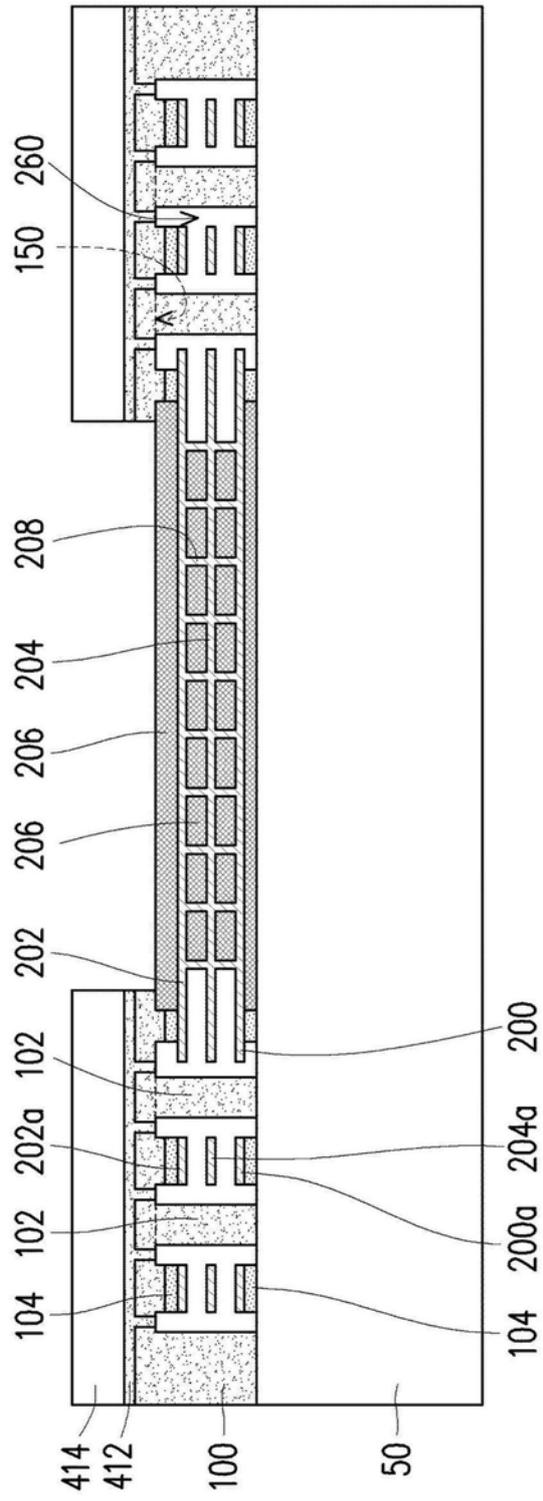


图12H

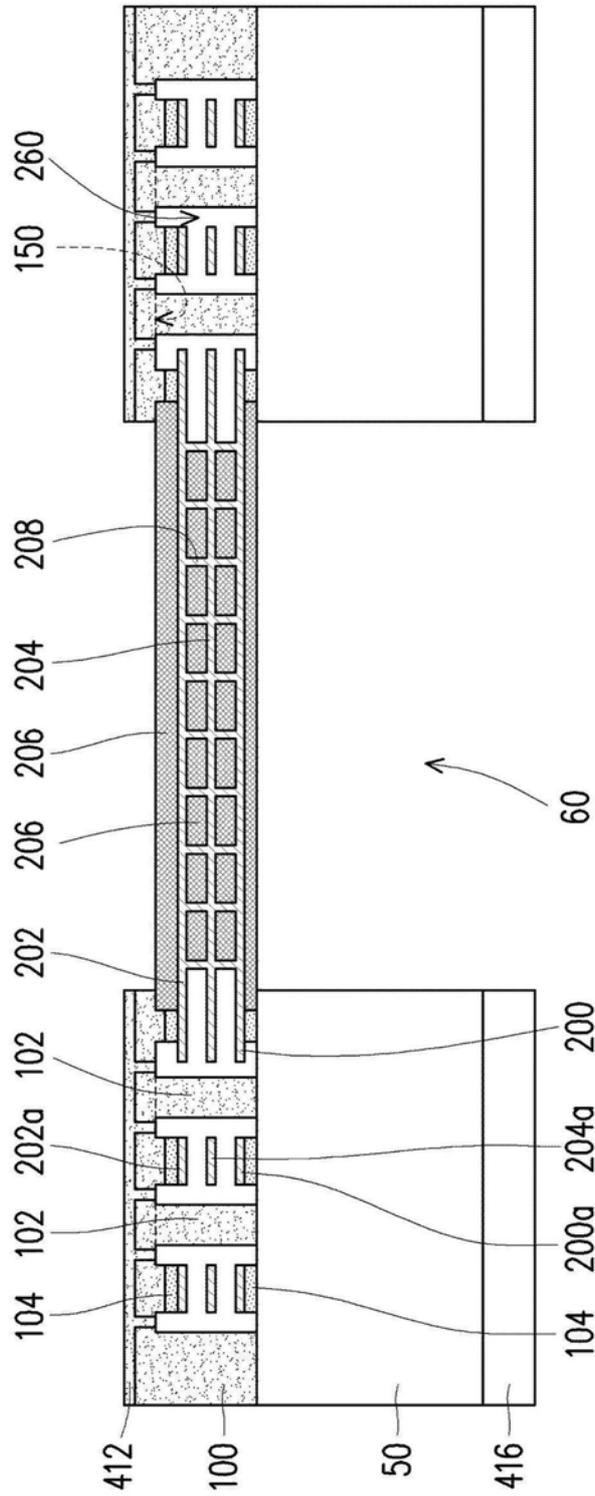


图12I

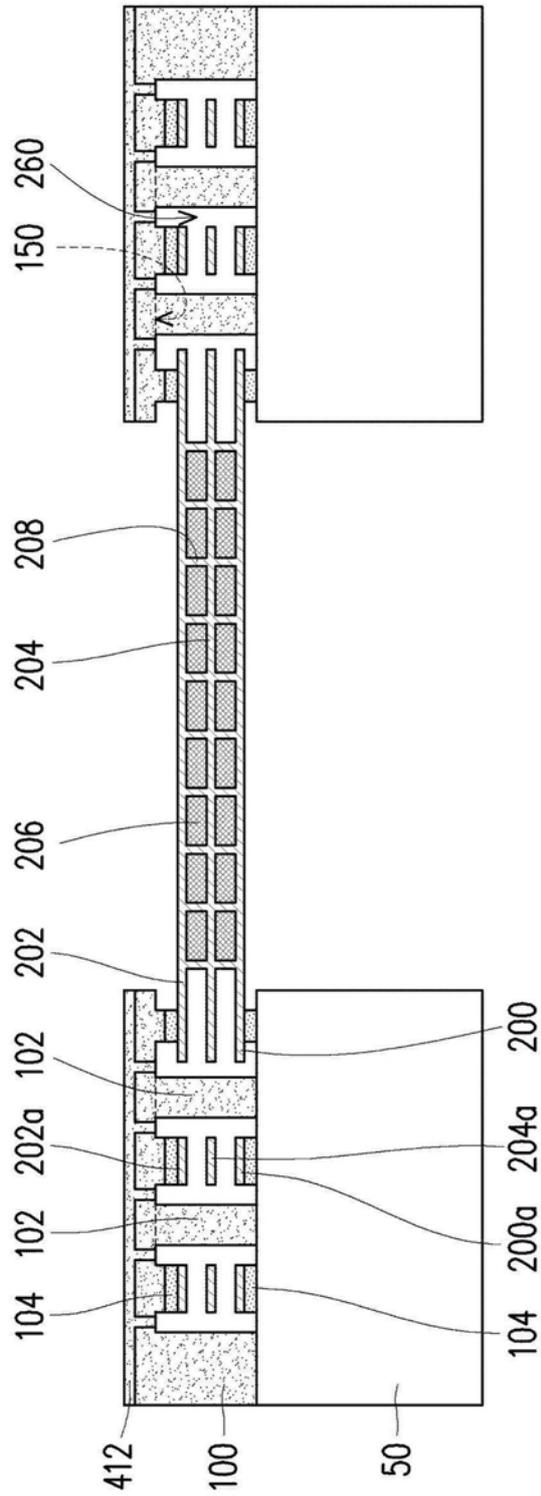


图12J