



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104094084 B

(45)授权公告日 2017.09.05

(21)申请号 201380007523.2

(22)申请日 2013.01.14

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104094084 A

(43)申请公布日 2014.10.08

(30)优先权数据  
13/363,537 2012.02.01 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.07.31

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2013/021411 2013.01.14

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/115967 EN 2013.08.08

(73)专利权人 快捷半导体公司  
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 C·阿卡

(74)专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有限公司 11270

代理人 归莹 张颖玲

(51)Int.Cl.  
G01C 19/5733(2012.01)  
G01P 15/125(2006.01)  
G01P 15/18(2013.01)

(56)对比文件  
US 2008314147 A1, 2008.12.25,  
US 2008314147 A1, 2008.12.25,  
CN 1780732 A, 2006.05.31,  
US 2011030473 A1, 2011.02.10,  
US 2006032308 A1, 2006.02.16,  
US 2011265564 A1, 2011.11.03,  
US 2003200807 A1, 2003.10.30,

审查员 赵秋晓

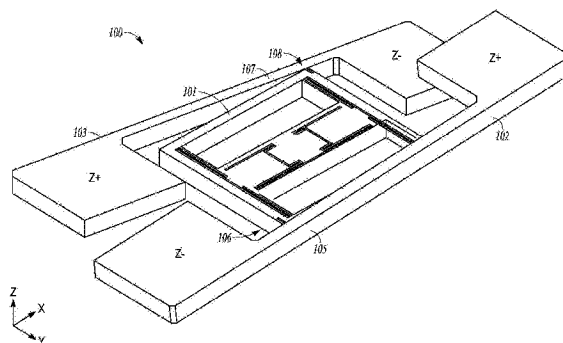
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

## (54)发明名称

具有分开z轴部分的微电子机械系统(MEMS)质量块

## (57)摘要

除了其他情况之外,本发明讨论了用于包括分开z轴部分的质量块的装置和方法。示例性质量块可包括中心部分,其被配置为将所述质量块锚定于相邻层;第一z轴部分,其被配置为使用第一铰链围绕第一轴旋转,所述第一轴平行于与z轴正交的x-y平面;第二z轴部分,其被配置为使用第二铰链围绕第二轴旋转,所述第二轴平行于所述x-y平面,其中所述第一z轴部分被配置为独立于所述第二z轴部分旋转。



1. 一种用于加速计的质量块,所述质量块包括:  
中心部分,其被配置为使用单个中心锚将所述质量块锚定于相邻层;  
单独的x轴挠曲支承部、y轴挠曲支承部,其中所述x轴挠曲支承部和所述y轴挠曲支承部关于所述单个中心锚对称;  
所述质量块的第一z轴部分,其被配置为使用第一铰链围绕第一轴旋转,所述第一轴平行于与z轴正交的x-y平面;  
所述质量块的第二z轴部分,其被配置为使用第二铰链围绕第二轴旋转,所述第二轴平行于所述x-y平面;  
其中所述第一z轴部分被配置为独立于所述第二z轴部分旋转。
2. 根据权利要求1所述的质量块,其中所述第一z轴部分被配置为响应于所述质量块沿所述z轴的加速度而在与所述第二z轴部分相反的方向上旋转。
3. 根据权利要求1所述的质量块,其中所述第一铰链相对于所述中心部分位于所述第二铰链的对面。
4. 根据权利要求1所述的质量块,其中所述第一铰链以相比于所述第一z轴部分的第二末端更靠近于所述第一z轴部分的第一末端的方式耦合到所述第一z轴部分。
5. 根据权利要求1所述的质量块,其中所述第二铰链以相比于所述第二z轴部分的第二末端更靠近于所述第二z轴部分的第一末端的方式耦合到所述第二z轴部分。
6. 根据权利要求1所述的质量块,包括第三铰链,其中所述第一z轴部分被配置为使用所述第一铰链和所述第三铰链在所述x-y平面中围绕所述第一轴旋转。
7. 根据权利要求1所述的质量块,包括第四铰链,其中所述第二z轴部分被配置为使用所述第二铰链和所述第四铰链在所述x-y平面中围绕所述第二轴旋转。
8. 根据权利要求1所述的质量块,其中所述中心部分包括锚部分和x轴质量块部分,所述x轴质量块部分被配置为响应于所述质量块沿所述x轴的加速度而相对于所述锚部分偏转。
9. 根据权利要求8所述的质量块,其中所述中心部分包括y轴质量块部分,所述y轴质量块部分被配置为响应于所述质量块沿所述y轴的加速度而相对于所述锚部分偏转。
10. 根据权利要求1所述的质量块,其中所述第一z轴部分和所述第二z轴部分大体上在所述x-y平面中包围所述中心部分。
11. 一种传感装置,包括:  
单个质量块加速计,所述单个质量块加速计包括:  
形成于器件层的x-y平面中的单个质量块,所述单个质量块包括:  
中心部分,其包括:  
单个中心锚,其被配置为悬吊所述单个质量块;以及  
单独的x轴挠曲支承部、y轴挠曲支承部,其中所述x轴挠曲支承部和所述y轴挠曲支承部关于所述单个中心锚对称;  
第一z轴部分,其被配置为使用第一铰链在所述x-y平面中围绕第一轴旋转,所述第一铰链耦合到所述中心部分;  
第二z轴部分,其被配置为使用第二铰链在所述x-y平面中围绕第二轴旋转,所述第二铰链耦合到所述中心部分;

其中所述第一z轴部分被配置为独立于所述第二z轴部分旋转。

12. 根据权利要求11所述的装置,其中所述中心部分包括关于所述单个中心锚对称的面内x轴加速计感应电极和面内y轴加速计感应电极。

13. 根据权利要求11所述的装置,其中所述单个质量块包括:

耦合到所述第一z轴部分的第一面外z轴加速计感应电极和第二面外z轴加速计感应电极的第一部分,以及

耦合到所述第二z轴部分的第三面外z轴感应电极和第四面外z轴感应电极的第一部分。

14. 根据权利要求13所述的装置,包括:

粘合到所述器件层的第一表面的帽晶片;以及

粘合到所述器件层的第二表面的通孔晶片,其中所述帽晶片和所述通孔晶片被配置为将所述单个质量块加速计封装在腔体中。

15. 根据权利要求14所述的装置,其中所述通孔晶片包括:

所述第一面外z轴加速计感应电极和所述第二面外z轴加速计感应电极的第二部分,以及

所述第三面外z轴感应电极和所述第四面外z轴感应电极的第二部分。

16. 根据权利要求15所述的装置,包括耦合到所述器件层的x轴加速计感应电极的第一部分,并且

其中所述单个质量块的所述中心部分包括所述x轴加速计感应电极的第二部分,所述x轴加速计感应电极的所述第二部分使用所述x轴挠曲支承部耦合到所述单个中心锚。

17. 根据权利要求15所述的装置,包括耦合到所述器件层的y轴加速计感应电极的第一部分,并且

其中所述单个质量块的所述中心部分包括所述y轴加速计感应电极的第二部分,所述y轴加速计感应电极的所述第二部分使用所述y轴挠曲支承部耦合到所述单个中心锚。

18. 根据权利要求14所述的装置,包括在所述腔体内并且与所述单个质量块加速计相邻的多轴陀螺仪,所述多轴陀螺仪包括:

形成于所述器件层的所述x-y平面中的第二单个质量块,所述第二单个质量块包括:

围绕第二单个中心锚悬吊的主质量块部分,所述主质量块部分包括朝着所述多轴陀螺仪的边缘向外延伸的径向部分;

中心悬吊件系统,其被配置为从所述单个中心锚悬吊所述第二单个质量块;以及

包括活动部分和静止部分的驱动电极,所述活动部分耦合到所述径向部分,其中所述驱动电极和所述中心悬吊件系统被配置使所述单个质量块以驱动频率围绕垂直于所述x-y平面的z轴振荡。

19. 根据权利要求18所述的装置,其中所述第二单个质量块包括对称的x轴质量块部分,其被配置为响应于z轴角运动而沿x轴反相运动。

## 具有分开z轴部分的微电子机械系统 (MEMS) 质量块

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求2012年2月1日提交的名称为“MEMS PROOF MASS WITH SPLIT Z-AXIS PORTIONS” (具有分开Z轴部分的微电子机械系统 (MEMS) 质量块) 的美国专利申请序列号13/363,537的优先权的权益,该专利申请全文以引用方式并入本文。

[0003] 本申请与2011年9月18日提交的授予Acar的名称为“MICROMACHINED MONOLITHIC 3-AXIS GYROSCOPE WITH SINGLE DRIVE” (具有单驱动的微机械单片式三轴陀螺仪) 的国际申请No.PCT/US2011/052065相关,该国际申请要求2010年9月18日提交的授予Acar的名称为“MICROMACHINED MONOLITHIC 3-AXIS GYROSCOPE WITH SINGLE DRIVE” (具有单驱动的微机械单片式三轴陀螺仪) 的美国临时专利申请序列号61/384,245的优先权的权益,并且本申请与2011年9月18日提交的授予Acar的名称为“MICROMACHINED 3-AXIS ACCELEROMETER WITH A SINGLE PROOF-MASS” (具有单质量块的微机械三轴加速计) 的国际申请No.PCT/US2011/052064相关,该国际申请要求2010年9月18日提交的授予Acar的名称为“MICROMACHINED 3-AXIS ACCELEROMETER WITH A SINGLE PROOF-MASS” (具有单质量块的微机械三轴加速计) 的美国临时专利申请序列号61/384,246的优先权的权益,据此所述专利申请各自全文以引用方式并入本文。

### 技术领域

[0004] 本申请涉及传感技术,尤其涉及具有分开Z轴部分的微电子机械系统 (MEMS) 质量块。

### 背景技术

[0005] 若干单轴或多轴微机械加速计结构已经集成到系统中,以形成各种传感器。随着此类传感器的尺寸变得越来越小并且所需灵敏度越来越强,加速计的某些组件上的小尺度应力就可减损传感器的精确度。

### 发明内容

[0006] 除其他情况之外,本文档讨论了用于包括分开z轴部分的质量块的装置和方法。示例性质量块可包括中心部分,其被配置为将质量块锚定于相邻层;第一z轴部分,其被配置为使用第一铰链围绕第一轴旋转,第一轴平行于与z轴正交的x-y平面;第二z轴部分,其被配置为使用第二铰链围绕第二轴旋转,第二轴平行于x-y平面,其中第一z轴部分被配置为独立于第二z轴部分旋转。

[0007] 本发明内容旨在提供对本专利申请主题的概述。并非要提供本发明的排他或穷举性说明。详细描述包括在内以提供关于本专利申请的更多信息。

### 附图说明

[0008] 在附图中 (这些附图不一定是按照比例绘制的),相同的数字可以描述不同视图中

的类似部件。具有不同字母后缀的相同数字可以表示类似部件的不同示例。附图通过示例而非限制的方式概括地示例了本文档中讨论的各个实施例。

[0009] 图1A、2A和3A概括地示例了具有分开z轴部分的示例性质量块。

[0010] 图1B、2B和3B概括地示例了具有分开z轴部分的质量块的透视图。

[0011] 图4概括地示例了包括具有分开z轴部分的加速计质量块的示例性陀螺仪与加速计传感器。

[0012] 图5概括地示例了包括具有分开z轴部分的示例性质量块的示例性三自由度(3-DOF)惯性测量单元(IMU)的示意性剖视图。

### 具体实施方式

[0013] 图1A概括地示例了包括分开z轴部分的质量块100的例子。在某些例子中,质量块100可用于传感器中以便检测加速度。在某些例子中,质量块100可由器件层材料微加工而成。出于本文参考目的,质量块的主表面位于x-y平面,并且z轴方向可与每个x-y平面正交。在某些例子中,传感器可包括芯片级封装,其中质量块100可位于通孔层与帽层之间。在某些例子中,器件层可位于帽层与通孔层之间的真空腔内。该腔体可适应质量块100各部分的面外移动。在某些例子中,质量块100可包括中心部分101以及第一z轴部分102和第二z轴部分103。在一些例子中,中心部分101可包括锚定区104。在一些例子中,锚定区104可用于将质量块100锚定于传感器的相邻层,例如通孔层。在一个例子中,第一z轴部分102的力矩臂105可通过第一铰链106耦合到中心部分101。第一铰链106可允许第一z轴部分102的力矩臂105围绕x轴旋转。在一个例子中,第二z轴部分103的力矩臂107可通过第二铰链108耦合到中心部分101。第二铰链108可允许第二z轴部分103的力矩臂107围绕x轴旋转。质量块100沿z轴的加速度可使z轴质量块部分102,103中的一者或两者围绕铰链106,108的中心轴旋转,所述铰链将每个z轴部分102,103耦合到质量块100的中心部分101。在某些例子中,质量块100沿z轴的加速度可使第一z轴部分102在第一方向上旋转并使第二z轴部分103在第二方向上旋转。在一个例子中,第一z轴部分102的一端可以沿z轴的给定加速度远离第二z轴部分103的相邻端旋转。

[0014] 在某些例子中,质量块100可用于检测沿多条轴的加速度。在一些例子中,质量块可包括电极以检测沿x和y轴的加速度。图1A中所示的例子包括可响应于沿x方向的加速度的x轴挠曲支承部109,以及可响应于沿y方向的加速度的y轴挠曲支承部110。检测x和y挠曲支承部的变形的电极在图1A中未示出。

[0015] 图1B概括地示例了包括分开z轴部分的示例性质量块100的透视图。质量块100包括中心部分101、第一z轴部分102、第一铰链106、第二z轴部分103和第二铰链108。第一铰链106可将第一z轴部分的力矩臂105耦合到中心部分101。第二铰链103可将第二z轴部分103的力矩臂107耦合到中心部分101。在所举例子中,第二铰链108位于与第一铰链106相对的中心部分101拐角。在某些例子中,铰链106,108不对称地耦合到其相应z轴部分力矩臂105,107,以允许z轴部分102,103的相邻端以沿z轴的给定加速度在相反的面外方向上移动。在某些例子中,每个z轴部分102,103包括通过力矩臂105,107耦合到第二电极端(Z-)的第一电极端(Z+)。在某些例子中,电极可形成于每个电极端处。在一些例子中,电极的一部分可在每个电极端处形成于质量块100的每个z轴部分的主表面上。在一些例子中,每个电极的

第二部分可形成于通孔层上,与每个z轴部分102,103的每个电极端靠近。每个z轴部分102,103可与一对电极相关联。在某些例子中,所述电极对可互补。互补电极可有助于消除质量块应力的残留效应,所述质量块应力可在传感器操作过程中存在,可因质量块的制造偏差而存在,或可因传感器的装配操作而存在。在某些例子中,位于质量块范围附近的电极互补对可允许有效消除封装和温度效应,所述效应可引起质量块相对侧的不对称变形。可引起质量块每一侧的不同变形的封装和温度应力,也可引起质量块每一侧的不对称电容变化。这些电容变化可造成净偏压,互补z轴电极可有效地消除该净偏压。

[0016] 图2A概括地示例了示例性质量块200,其包括分开z轴部分202,203、中心部分201以及用于将分开z轴部分202,203耦合到中心部分201的铰链206,216,208,218。在某些例子中,质量块200可通过质量块200的中心部分201的锚定区204锚定于相邻传感器层。在某些例子中,质量块200可用于使用质量块200的分开z轴部分202,203的面外移动来测量沿z轴的加速度。在一些例子中,质量块200可用于检测沿多条轴的加速度。在一些例子中,质量块200可包括电极211,212的各部分以检测沿x和y轴的加速度。图2A的示例性质量块包括可响应于沿x方向的加速度的x轴挠曲支承部209,以及可响应于沿y方向的加速度的y轴挠曲支承部210。检测x挠曲支承部209和y挠曲支承部210的变形的电极可部分地使用质量块200以及锚定于加速度传感器相邻层的定子结构213,214形成。在某些例子中,质量块200的分开z轴部分202,203可包括第一z轴部分202和第二z轴部分203。第一z轴部分202可使用第一铰链206和第二铰链216耦合到中心部分201。第二z轴部分203可使用第三铰链208和第四铰链218耦合到质量块200的中心部分201。在某些例子中,使用两条铰链206和216、208和218将z轴部分202,203中的一者耦合到中心部分201可使z轴部分更能抵抗x或y方向上的摇晃或移动。分开z轴部分202,203在x或y方向上的移动可造成z轴电极不对准,进而可导致z轴加速度测量不够精确。

[0017] 在某些例子中,铰链206和216、208和218中的每对可将其相应z轴部分202,203不对称地耦合到中心部分201,以允许z轴部分的相邻端以沿z轴的给定加速度在相反的面外方向上移动。在某些例子中,每个z轴部分包括第一电极端(Z+)和第二电极端(Z-)。在某些例子中,电极可形成于每个电极端处。在一些例子中,电极的一部分可在每个电极端处形成于质量块的每个z轴部分202,203的主表面上。在一些例子中,每个电极的第二部分可形成于通孔层上,与每个z轴部分202,203的每个电极端靠近。质量块200的每个z轴部分202,203可包括一对电极。在某些例子中,所述电极对可互补。互补电极可有助于消除质量块应力的残留效应,所述质量块应力可在传感器操作过程中存在,可因质量块的制造偏差而存在,或可因传感器的装配操作而存在。

[0018] 在存在沿x轴的加速度的情况下,y轴框架251和x轴框架252可相对于锚定区204一致地移动。所产生的运动可使用位于质量块相对侧上的x轴加速计感应电极211检测,从而允许对偏转的差分测量。在各种例子中,可使用多种检测方法,例如电容式(变间距式电容器或变面积式电容器)检测方法、压电式检测方法、压阻式检测方法、磁性检测方法或热检测方法。

[0019] 在存在沿y轴的加速度的情况下,将y轴框架251连接到x轴框架252的y轴挠曲支承部210可偏转且允许y轴框架251沿y轴与质量块200一致地移动,同时x轴框架252保持静止。所产生的运动可使用位于质量块相对侧上的y轴加速计感应电极212检测,从而允许对偏转

的差分测量。在各种例子中,可使用多种检测方法,例如电容式(变间距式电容器或变面积式电容器)检测方法、压电式检测方法、压阻式检测方法、磁性检测方法或热检测方法。

[0020] 图2B概括地示例了包括分开z轴部分202,203的示例性质量块200的透视图。在某些例子中,质量块200可包括中心部分201、第一z轴部分202、第一铰链206、第二铰链216(图2B中未示出)、第二z轴部分203、第三铰链208、以及第四铰链218(图2B中未示出)。在一个例子中,第一铰链206和第二铰链216可将第一z轴部分202耦合到中心部分201。在一个例子中,第三铰链208和第四铰链218可将第二z轴部分203耦合到中心部分201。在某些例子中,第三铰链208和第四铰链218可跨越质量块200的中心部分201位于第一铰链206和第二铰链216的对面。在某些例子中,铰链206,216,208,218可不对称地耦合到其相应z轴部分202,203,以允许z轴部分202,203的相邻端以沿z轴的给定加速度在相反的面外方向上移动。在某些例子中,每个z轴部分202,203包括第一电极端(Z+)和第二电极端(Z-)。在某些例子中,电极形成于每个电极端处。在一些例子中,电极的一部分可在每个电极端处形成于质量块200的每个z轴部分202,203的主表面上。在一些例子中,每个电极的第二部分可形成于通孔层上,与每个z轴部分的每个电极端靠近。每个z轴部分202,203可与一对电极相关联。在某些例子中,所述电极对可互补。互补电极可有助于消除质量块应力的残留效应,所述质量块应力可在传感器操作过程中存在,可因质量块200的制造偏差而存在,或可因包括质量块200的传感器的装配操作而存在。在某些例子中,第一z轴部分202和第二z轴部分203可具有基本上相同的形状和尺寸。在一个例子中,质量块200的第一z轴部分202和第二z轴部分203可包围质量块200的中心部分201的周长。

[0021] 在某些例子中,质量块200可包括响应于质量块200沿x轴的加速度的x轴挠曲支承部209。在此类例子中,质量块200可包括x轴电极的第一部分211,其被配置为相对于x轴电极的第二静止部分213移动。在一个例子中,x轴电极的第二静止部分213(图2B中未示出)可由与质量块200相同的器件层材料形成。在某些例子中,x轴电极的第二静止部分213可锚定于相邻传感器层,例如通孔层,并且可包括翅片型结构,其被配置为与x轴电极的第一部分211的翅片型结构交错。

[0022] 在某些例子中,质量块可包括响应于质量块200沿y轴的加速度的y轴挠曲支承部210。在此类例子中,质量块200可包括y轴电极的第一部分212,其被配置为相对于y轴电极的第二静止部分214移动。在一个例子中,y轴电极的第二静止部分214(图2B中未示出)可由与质量块200相同的器件层材料形成。在某些例子中,y轴电极的第二静止部分214可锚定于相邻传感器层,例如通孔层,并且可包括翅片型结构,其被配置为与y轴电极的第一部分212的翅片型结构交错。

[0023] 图3A概括地示例了示例性质量块300,其包括分开z轴部分302,303、中心部分301以及用于将分开z轴部分302,303耦合到中心部分301的铰链306,316,308,318。在某些例子中,质量块300可通过质量块300的中心部分301的锚定区304锚定于相邻传感器层。在某些例子中,质量块300可用于使用质量块300的分开z轴部分302,303的面外移动来测量沿z轴的加速度。在一些例子中,质量块300可用于检测沿多条轴的加速度。在一些例子中,质量块300可包括电极311,312的各部分以检测沿x和y轴的加速度。在某些例子中,质量块300可包括可响应于沿x方向的加速度的x轴挠曲支承部309,以及可响应于沿y方向的加速度的y轴挠曲支承部310。检测x挠曲支承部309和y挠曲支承部310的变形的电极可部分地使用质量

块300以及锚定于加速度传感器相邻层的定子结构(未示出)形成。在某些例子中,质量块300的分开z轴部分302,303可包括第一z轴部分302和第二z轴部分303。第一z轴部分302可使用第一铰链306和第二铰链316耦合到中心部分301。第二z轴部分303可使用第三铰链308和第四铰链318耦合到质量块300的中心部分301。在某些例子中,使用两条铰链将z轴部分中的一者耦合到中心部分可使z轴部分更能抵抗x和y方向上的移动。z轴质量块部分302,303在x和y方向上的移动可造成z轴电极不对准,进而可导致z轴加速度测量不够精确。

[0024] 在某些例子中,铰链306和316、308和318中的每对可将其相应z轴部分302,303不对称地耦合到中心部分301,以允许z轴部分302,303的相邻端以沿z轴的给定加速度在相反的面外方向上移动。在某些例子中,每个z轴部分302,303可包括第一电极端(Z+)和第二电极端(Z-)。在某些例子中,电极可形成于每个电极端处。在一些例子中,电极的一部分可在每个电极端处形成于质量块300的每个z轴部分302,303的主表面上。在一些例子中,每个电极的第二部分可形成于通孔层上,与每个z轴部分的每个电极端靠近。质量块300的每个z轴部分302,303可包括一对电极。在某些例子中,所述两对z轴电极可互补。互补z轴电极可有助于消除质量块应力的残留效应,所述质量块应力可在传感器操作过程中存在,可因质量块300的制造偏差而存在,或可因包括质量块300的传感器的装配操作而存在。

[0025] 图3B概括地示例了包括分开z轴部分302,303的示例性质量块300的透视图。在某些例子中,质量块300可包括中心部分301、第一z轴部分302、第一铰链306、第二铰链316、第二z轴部分303、第三铰链308、以及第四铰链318。在一个例子中,第一铰链306和第二铰链316可将第一z轴部分302耦合到中心部分301。在一个例子中,第三铰链308和第四铰链318可将第二z轴部分303耦合到中心部分301。在某些例子中,第三铰链308和第四铰链318可跨越质量块300的中心部分301位于第一铰链306和第二铰链316的对面。在某些例子中,铰链306,316,308,318可不对称地耦合到其相应z轴部分302,303,以允许z轴部分的相邻端以沿z轴的给定加速度在相反的面外方向上移动。在某些例子中,每个z轴部分302,303可包括第一电极端(Z+)和第二电极端(Z-)。在某些例子中,电极形成于每个电极端处。在一些例子中,电极的一部分可在每个电极端处形成于质量块300的每个z轴部分302,303的主表面上。在一些例子中,每个电极的第二部分可形成于通孔层上,与每个z轴部分302,303的每个电极端靠近。每个z轴部分302,303可包括一对电极。在某些例子中,所述电极对可互补。互补电极可有助于消除质量块应力的残留效应,所述质量块应力可在传感器操作过程中存在,可因质量块300的制造偏差而存在,或可因包括质量块300的传感器的装配操作而存在。在一个例子中,质量块的第一z轴部分302和第二z轴部分303可包围质量块300的中心部分301的周长。在一个例子中,质量块300的第一z轴部分302可包围质量块300的第二z轴部分303的电极端的至少一部分。

[0026] 在某些例子中,质量块300可包括响应于质量块300沿x轴的加速度的x轴挠曲支承部309。在此类例子中,质量块300可包括x轴电极的第一部分311,其被配置为相对于x轴电极的第二静止部分移动。在一个例子中,x轴电极的第二静止部分(图3B中未示出)可由与质量块相同的器件层材料形成。在某些例子中,x轴电极的第二静止部分可锚定于相邻传感器层,例如通孔层,并且可包括翅片型结构,其被配置为与x轴电极的第一部分311的翅片型结构交错。

[0027] 在某些例子中,质量块可包括响应于质量块300沿y轴的加速度的y轴挠曲支承部



310。在此类例子中,质量块300可包括y轴电极的第一部分312,其被配置为相对于y轴电极的第二静止部分移动。在一个例子中,y轴电极的第二静止部分(图3B中未示出)可由与质量块300相同的器件层材料形成。在某些例子中,y轴电极的第二静止部分可锚定于相邻传感器层,例如通孔层,并且可包括翅片型结构,其被配置为与y轴电极的第一部分312的翅片型结构交错。

[0028] 图4概括地示例了3+3自由度(3+3DOF)惯性测量单元(IMU)450(如,三轴陀螺仪和三轴加速计)的一个例子,其例如形成在单一器件层平面中的IMU。在一个例子中,3+3DOF可包括在同一晶片上的三轴陀螺仪420和三轴加速计400。

[0029] 在该例中,三轴陀螺仪420和三轴加速计400的每一个具有单独的质量块,但在封装时,产生的器件(如,芯片级封装)可共用封盖,因此三轴陀螺仪420和三轴加速计400可存在于同一腔体中。此外,由于所述器件可在相似时间且在相似材料上形成,因此本发明可显著降低工艺偏差的风险,可减少独立地校准传感器的需求,可减少对准问题,并且可允许彼此相邻地独立粘合所述器件更为紧密地布置这两个器件。

[0030] 另外,密封所产生的器件可能节省空间。例如,如果使用给定的密封宽度单独地密封所述器件中的每一个,则在器件之间共用帽晶片以及减小器件之间的距离使得产生的器件的总体尺寸缩减。而对于独立地封装,密封宽度所需的空间量可能加倍。

[0031] 在一个例子中,三轴陀螺仪420可包括提供三轴陀螺仪操作模式的单个质量块,如果所述三轴陀螺仪操作模式被(光刻)图案化到(pattern)到3-DOF IMU440的器件层中。

[0032] 在一个例子中,可使用单个中心锚(如,锚434)和包括对称中心挠曲支承部(“挠曲部”)的中心悬吊件435将单个质量块悬吊在其中心,例如在提交于2011年9月16日的名称为“FLEXURE BEARING TO REDUCE QUADRATURE FOR RESONATING MICROMACHINED DEVICES”(用于减轻共振微机械器件的正交的挠曲支承部)的授予Acar等人的共同待审的PCT专利申请序列号US2011052006中有所描述,该专利申请据此全文以引用方式并入。中心悬吊件435可使得单个质量块能够围绕x、y和z轴进行扭转振荡,从而提供三种陀螺仪操作模式,包括:

[0033] (1) 围绕z轴面内扭转的驱动运动;

[0034] (2) 围绕x轴面外扭转的y轴陀螺仪感应运动;以及

[0035] (3) 围绕y轴面外扭转的x轴陀螺仪感应运动;

[0036] 另外,单个质量块设计可由多个部分组成,例如包括主质量块部分436和关于y轴对称的x轴质量块部分437。在一个例子中,驱动电极438可沿主质量块部分436的y轴设置。驱动电极438与中心悬吊件435的结合可被配置为提供围绕z轴面内扭转的驱动运动,从而允许检测围绕x和y轴的角运动。

[0037] 在一个例子中,x轴质量块部分437可利用z轴陀螺仪挠曲支承部440耦合到主质量块部分436。在一个例子中,z轴陀螺仪挠曲支承部440可允许x轴质量块部分437在x方向上进行反相线性振荡,以使z轴陀螺仪感应运动。

[0038] 另外,三轴惯性传感器450可包括z轴陀螺仪感应电极441,其被配置为检测x轴质量块部分437沿x轴的反相面内运动。

[0039] 在一个例子中,每个驱动电极438和z轴陀螺仪感应电极441可包括耦合到一个或多个质量块部分的运动指状物,所述运动指状物与一组静止指状物相互交叉,所述一组静止指状物使用相应的锚(例如锚439,442)固定在适当位置(如,固定到通孔晶片)。

[0040] 在一个例子中,陀螺仪的驱动电极438可包括耦合到主质量块部分436的一组运动指状物,所述一组运动指状物与一组静止指状物相互交叉,所述一组静止指状物使用第一驱动锚439(如,通孔晶片的凸起和电隔离部分)固定在适当位置。在一个例子中,静止指状物可被配置为通过第一驱动锚439接收能量,并且驱动电极438的相互交叉的运动指状物和静止指状物之间的相互作用可被配置为向围绕z轴的单个质量块提供角向力。

[0041] 在一个例子中,驱动电极438被驱动以使单个质量块围绕z轴旋转,同时中心悬吊件435提供相对于固定锚434的回复转矩,导致单个质量块以取决于施加到驱动电极438的能量的驱动频率围绕z轴在面内进行扭转振荡。在某些例子中,可使用驱动电极438来检测单个质量块的驱动运动。

[0042] 在存在围绕x轴的角速率的情况下,并结合三轴陀螺仪420的驱动运动,可在x轴质量块部分437上引发在沿z轴的相反方向上的科里奥利力(Coriolis force),因为速度向量在沿y轴的相反方向上。这样,通过挠曲中心悬吊件435,可使单个质量块围绕y轴扭转激发。所述感应响应可使用面外x轴陀螺仪感应电极(如,在通孔晶片中使用x轴质量块部分437与通孔晶片的电容耦合而形成)进行检测。

[0043] 在存在围绕y轴的角速率的情况下,并结合三轴陀螺仪420的驱动运动,可在主质量块部分436上引发在沿z轴的相反方向上的科里奥利力,因为速度向量在沿x轴的相反方向上。这样,通过挠曲中心悬吊件435,可使单个质量块围绕x轴扭转激发。所述感应响应可使用面外y轴陀螺仪感应电极(如,在通孔晶片中使用主质量块部分436与通孔晶片的电容耦合而形成)进行检测。

[0044] 在存在围绕z轴的角速率的情况下,并结合六轴惯性传感器450的驱动运动,可在x轴质量块部分437上引发在沿x轴的相反方向上的科里奥利力,因为速度向量在沿y轴的相反方向上。这样,通过在x方向上挠曲z轴挠曲支承部440,可使x轴质量块部分437在沿x轴的相反方向上线性地激发。另外,可使用z轴陀螺仪耦合挠曲支承部443提供x轴质量块部分437的线性反相共振模式,该线性反相共振模式直接由反相科里奥利力驱动。所述感应响应可使用面内平行板感应电极(例如形成于器件层105中的z轴陀螺仪感应电极441)进行检测。

[0045] 在反相运动期间,将两个x轴质量块部分437连接到z轴陀螺仪耦合挠曲支承部443的连接横梁在相同方向上施加力,并且耦合横梁以低刚度自然弯曲。

[0046] 相比之下,在同相运动期间,z轴陀螺仪耦合挠曲支承部443的耦合横梁在耦合横梁上沿相反方向施加力,迫使所述耦合横梁进行较高刚度的扭转运动。因此,提高了同相运动刚度和共振频率,从而提供了改善的抑振效果。

[0047] 图5概括地示例了形成于芯片级封装中的三自由度(3-DOF)惯性测量单元(IMU)500(例如3-DOF陀螺仪或3-DOF微机械加速计)的示意性剖视图,其中芯片级封装包括帽晶片501、含微机械结构(如,微机械3-DOF IMU)的器件层505和通孔晶片503。在一个例子中,器件层505可被夹在帽晶片501与通孔晶片503之间,并且器件层505与帽晶片501之间的腔体可在真空下以晶片级密封。

[0048] 在一个例子中,帽晶片501可例如使用金属粘合502粘合到器件层505。金属粘合502可包括熔融粘合(例如非高温熔融粘合)以使得吸气剂能够维持长期真空,且使得抗静摩擦涂层的涂覆能够防止可能在低重力加速度传感器中发生的静摩擦。在一个例子中,在

器件层505操作期间,金属粘合502可在帽晶片501与器件层505之间产生热应力。在某些例子中,能够为器件层505增加一个或多个特征,以使器件层505中的微机械结构与热应力隔离,例如形成于微机械结构的周长周围的一个或多个减小应力的沟槽。在一个例子中,可将通孔晶片503粘合到器件层505,例如熔融粘合(如,硅-硅熔融粘合等),以避免在通孔晶片503与器件层505之间的热应力。

[0049] 在一个例子中,通孔晶片503可包括一个或多个隔离区域,诸如第一隔离区域507,该第一隔离区域507例如使用一个或多个穿硅通路(TSV)(例如第一TSV 508,其使用介电材料509与通孔晶片503绝缘)与通孔晶片503的一个或多个其他区域隔离开。在某些例子中,所述一个或多个隔离区域可用作电极,以感测或致动六轴惯性传感器的面外操作模式,并且所述一个或多个TSV可被配置为提供从器件层505到系统500外部的电连接。此外,通孔晶片503可包括例如第一触点550的一个或多个触点,所述一个或多个触点使用介电层504与通孔晶片503的一个或多个部分选择性地隔离开,并且所述一个或多个触点被配置为使用突起部(bump)、丝焊或一个或多个其他电连接来提供通孔晶片503的隔离区域或TSV中的一个或多个到一个或多个外部组件(例如,ASIC晶片)之间的电连接。

[0050] 在某些例子中,器件层505中的所述三自由度(3-DOF)陀螺仪或微机械加速计可通过将器件层505粘合到通孔晶片503的突起部分(例如锚506)来得到支撑或锚定于通孔晶片503。在一个例子中,锚506可大体上定位于通孔晶片503的中心处,并且器件层505可熔融粘合到锚506,例如以消除与金属疲劳相关的问题。

#### [0051] 附加说明

[0052] 在实例1中,例如加速计的质量块可包括中心部分,其被配置为将质量块锚定于相邻层;第一z轴部分,其被配置为使用第一铰链围绕第一轴旋转,第一轴平行于与z轴正交的x-y平面;第二z轴部分,其被配置为使用第二铰链围绕第二轴旋转,第二轴平行于x-y平面;其中第一z轴部分被配置为独立于第二z轴部分旋转。

[0053] 在实例2中,实例1的第一z轴部分任选地被配置为响应于质量块沿z轴的加速度而在与第二z轴部分相反的方向上旋转。

[0054] 在实例3中,实例1-2的任意一者或多者的第一铰链任选地相对于中心部分位于第二铰链的对面。

[0055] 在实例4中,实例1-3的任意一者或多者的第一铰链任选地以相比于第一z轴部分的第二末端更靠近于第一z轴部分的第一末端的方式耦合到第一z轴部分。

[0056] 在实例5中,实例1-4的任意一者或多者的第二铰链任选地以相比于第二z轴部分的第二末端更靠近于第二z轴部分的第一末端的方式耦合到第二z轴部分。

[0057] 在实例6中,实例1-5的任意一者或多者的质量块任选地包括第三铰链,其中第一z轴部分被配置为使用第一铰链和第三铰链在x-y平面中围绕第一轴旋转。

[0058] 在实例7中,实例1-6的任意一者或多者的质量块任选地包括第四铰链,其中第二z轴部分被配置为使用第二铰链和第四铰链在x-y平面中围绕第二轴旋转。

[0059] 在实例8中,实例1-7的任意一者或多者的中心部分任选地包括锚部分和x轴质量块部分,所述x轴质量块部分被配置为响应于质量块沿x轴的加速度而相对于锚部分偏转。

[0060] 在实例9中,实例1-8的任意一者或多者的中心部分任选地包括y轴质量块部分,所述y轴质量块部分被配置为响应于质量块沿y轴的加速度而相对于锚部分偏转。

[0061] 在实例10中,实例1-9的任意一者或多者的第一z轴部分和第二z轴部分任选地大体上在x-y平面中包围中心部分。

[0062] 在实例11中,方法可包括沿z轴方向加速质量块;使用第一铰链在围绕处于x-y平面中的第一轴的第一旋转方向上旋转质量块的第一z轴部分,质量块的第一z轴部分的所述旋转响应于质量块在z轴方向上的加速度;以及使用第二铰链在围绕处于x-y平面中的第二轴的第二旋转方向上旋转质量块的第二z轴部分,质量块的第二z轴部分的所述旋转响应于质量块在z轴方向上的加速度。使用位于质量块的周边外部的基准点,第一旋转方向与第二旋转方向相反。

[0063] 在实例12中,装置可包括单个质量块加速计,该单个质量块加速计包括形成于器件层的x-y平面中的单个质量块,该单个质量块包括中心部分,该中心部分包括单个中心锚;第一z轴部分,该第一z轴部分被配置为使用第一铰链在x-y平面中围绕第一轴旋转,该第一铰链耦合到中心部分;以及第二z轴部分,该第二z轴部分被配置为使用第二铰链在x-y平面中围绕第二轴旋转,该第二铰链耦合到中心部分。第一z轴部分可被配置为独立于第二z轴部分旋转。单个中心锚可被配置为悬吊单个质量块。中心部分可包括单独的x轴挠曲支承部、y轴挠曲支承部,其中x轴挠曲支承部和y轴挠曲支承部关于单个中心锚对称。

[0064] 在实例13中,实例1-12的任意一者或多者的中心部分任选地包括关于单个中心锚对称的面内x轴加速计感应电极和y轴加速计感应电极。

[0065] 在实例14中,实例1-13的任意一者或多者的单个质量块任选地包括耦合到第一z轴部分的第一面外z轴加速计感应电极和第二面外z轴加速计感应电极的第一部分,以及耦合到第二z轴部分的第三面外z轴感应电极和第四面外z轴感应电极的第一部分。

[0066] 在实例15中,实例1-14的任意一者或多者的装置任选地包括粘合到器件层的第一表面的帽晶片,和粘合到器件层的第二表面的通孔晶片,其中帽晶片和通孔晶片被配置为将单个质量块加速计封装在腔体中。

[0067] 在实例16中,实例1-15的任意一者或多者的通孔晶片任选地包括第一面外z轴加速计感应电极和第二面外z轴加速计感应电极的第二部分,和第三面外z轴感应电极和第四面外z轴感应电极的第二部分。

[0068] 在实例17中,实例1-16的任意一者或多者的装置任选地包括耦合到器件层的x轴加速计电极的第一部分,其中单个质量块的中心部分包括x轴加速计电极的第二部分,该x轴电极的第二部分使用x挠曲支承部耦合到单个中心锚。

[0069] 在实例18中,实例1-17的任意一者或多者的装置任选地包括耦合到器件层的y轴加速计电极的第一部分,并且单个质量块的中心部分包括y轴加速计电极的第二部分,该y轴电极的第二部分使用y挠曲支承部耦合到单个中心锚。

[0070] 在实例19中,实例1-18的任意一者或多者的装置任选地包括在腔体内并且与单个质量块加速计相邻的多轴陀螺仪。该多轴陀螺仪任选地包括形成于器件层的x-y平面中的第二单个质量块。该第二单个质量块可包括围绕第二单个中心锚悬吊的主质量块部分,该主质量块部分包括朝着多轴陀螺仪的边缘向外延伸的径向部分;被配置为从单个中心锚悬吊第二单个质量块的中心悬吊件系统;以及包括活动部分和静止部分的驱动电极,该活动部分耦合到径向部分,其中驱动电极和中心悬吊件系统被配置为使单个质量块以驱动频率围绕垂直于x-y平面的z轴振荡。

[0071] 在实例20中,其中实例1-19的任意一者或多者的第二单个质量块任选地包括对称的x轴质量块部分,其被配置为响应于z轴角运动而沿x轴反相运动。

[0072] 上述详细说明书参照了附图,附图也是所述详细说明书的一部分。附图以图解的方式显示了可应用本发明的具体实施例。这些实施例在本文中被称作“示例”。本文所涉及的所有出版物、专利及专利文件全部作为本文的参考内容,尽管它们是分别加以参考的。如果本文与参考文件之间存在用途差异,则将参考文件的用途视作本文的用途的补充,若两者之间存在不能协调的差异,则以本文的用途为准。

[0073] 在本文中,与专利文件通常使用的一样,术语“一”或“某一”表示包括一个或多个,但其他情况或在使用“至少一个”或“一个或多个”时应除外。在本文中,除非另外指明,否则使用术语“或”指无排他性的或者,使得“A或B”包括:“A但不是B”、“B但不是A”以及“A和B”。在所附权利要求中,术语“包含”和“在其中”等同于各个术语“包括”和“其中”的通俗英语。同样,在本文中,术语“包含”和“包括”是开放性的,即,系统、器件、物品或步骤包括除了权利要求中这种术语之后所列出的那些部件以外的部件的,依然视为落在该条权利要求的范围之内。而且,在下面的权利要求中,术语“第一”、“第二”和“第三”等仅仅用作标签,并非对对象有数量要求。

[0074] 上述说明的作用在于解说而非限制。在一些例子中,可以相互结合地使用上述实例(或其一个或多个方面)。可以在理解上述说明书的基础上,利用现有技术的某种常规技术来执行其他实施例。根据专利实施细则37C.F.R. §1.72(b) 提供说明书摘要从而允许读者快速确定技术公开的实质。说明书摘要的提交不旨在用于解释或限制权利要求的范围和含义。同样,在上面的具体实施方式中,各种特征可归类成将本公开合理化。这不应理解成未要求的公开特征对任何权利要求必不可少。相反,本发明的主题可在于的特征少于特定公开的实施例的所有特征。因此,下面的权利要求据此并入具体实施方式中,每个权利要求均作为一个单独的实施例,并且可设想到这些实施例可以在各种组合或排列中彼此结合。应参看所附的权利要求,以及这些权利要求所享有的等同物的所有范围,来确定本申请的范围。

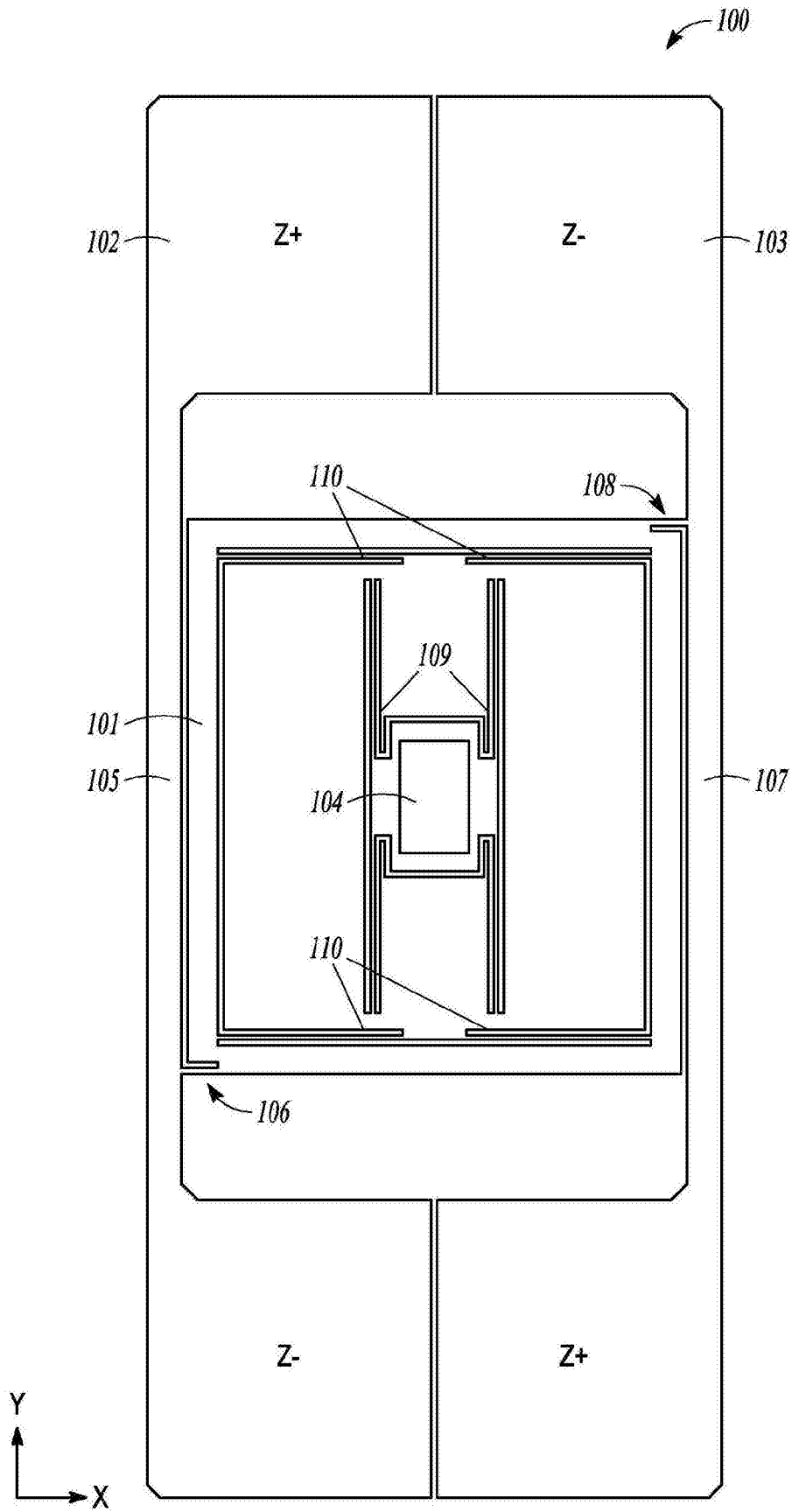


图1A

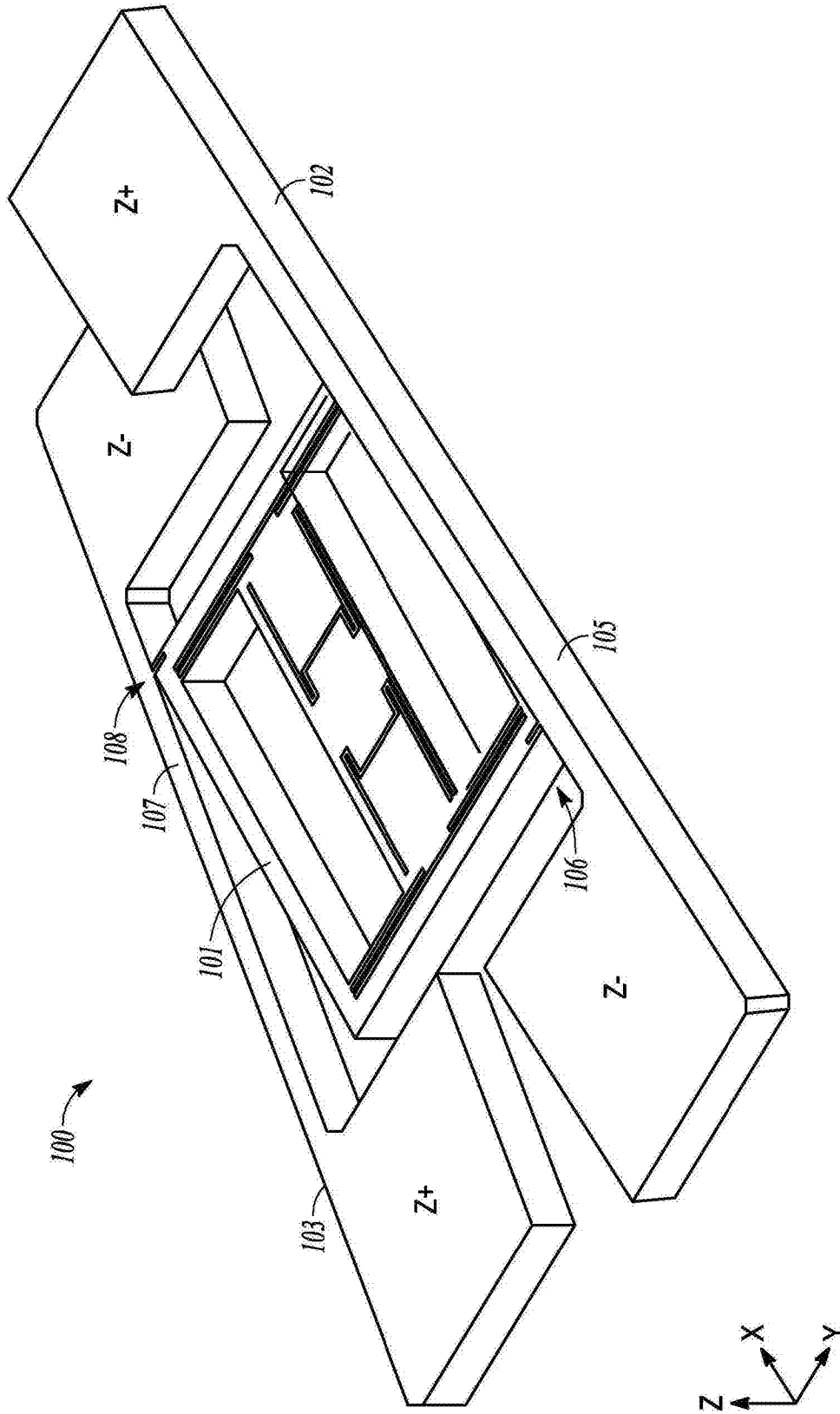


图1B

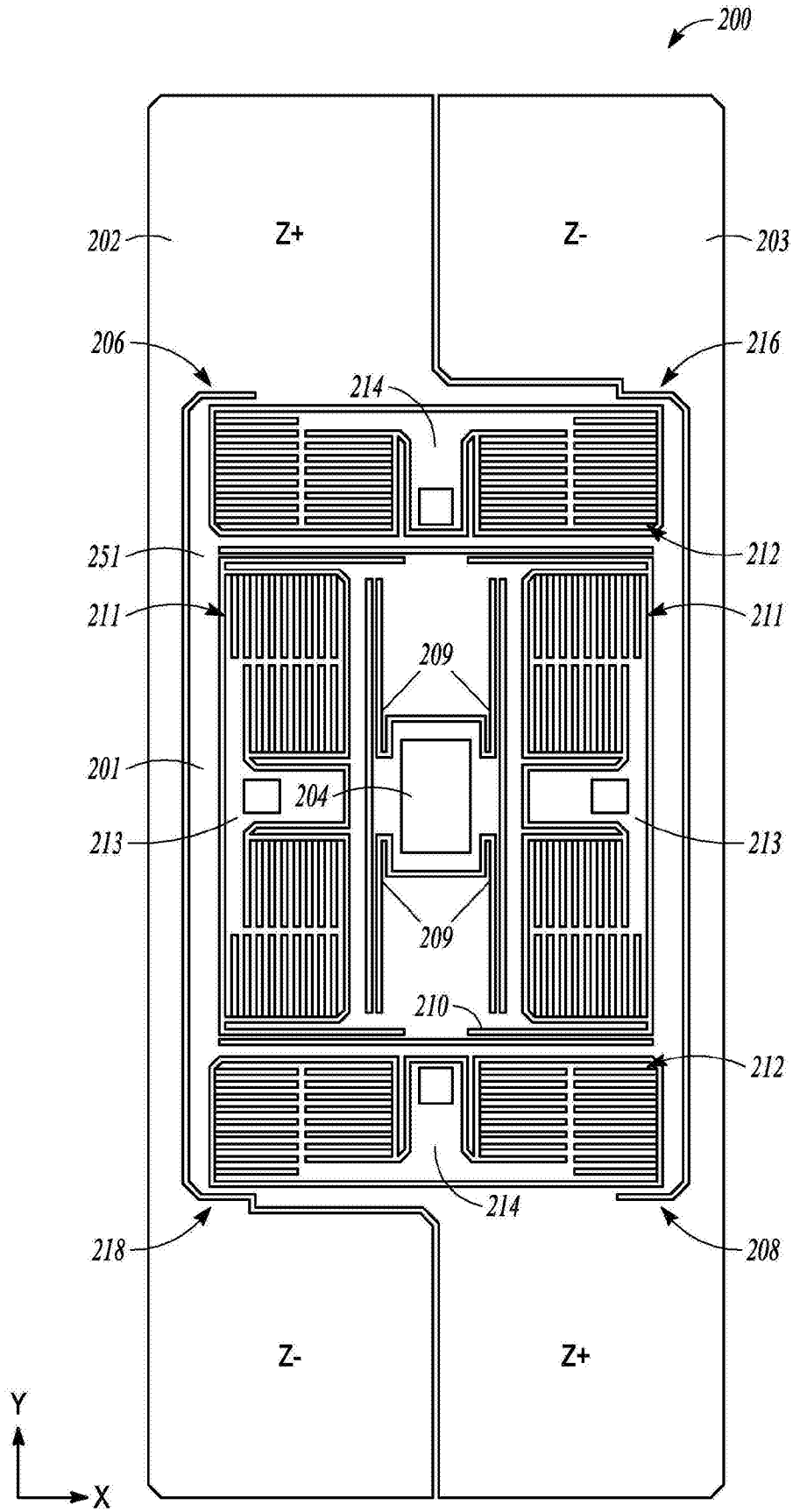


图2A



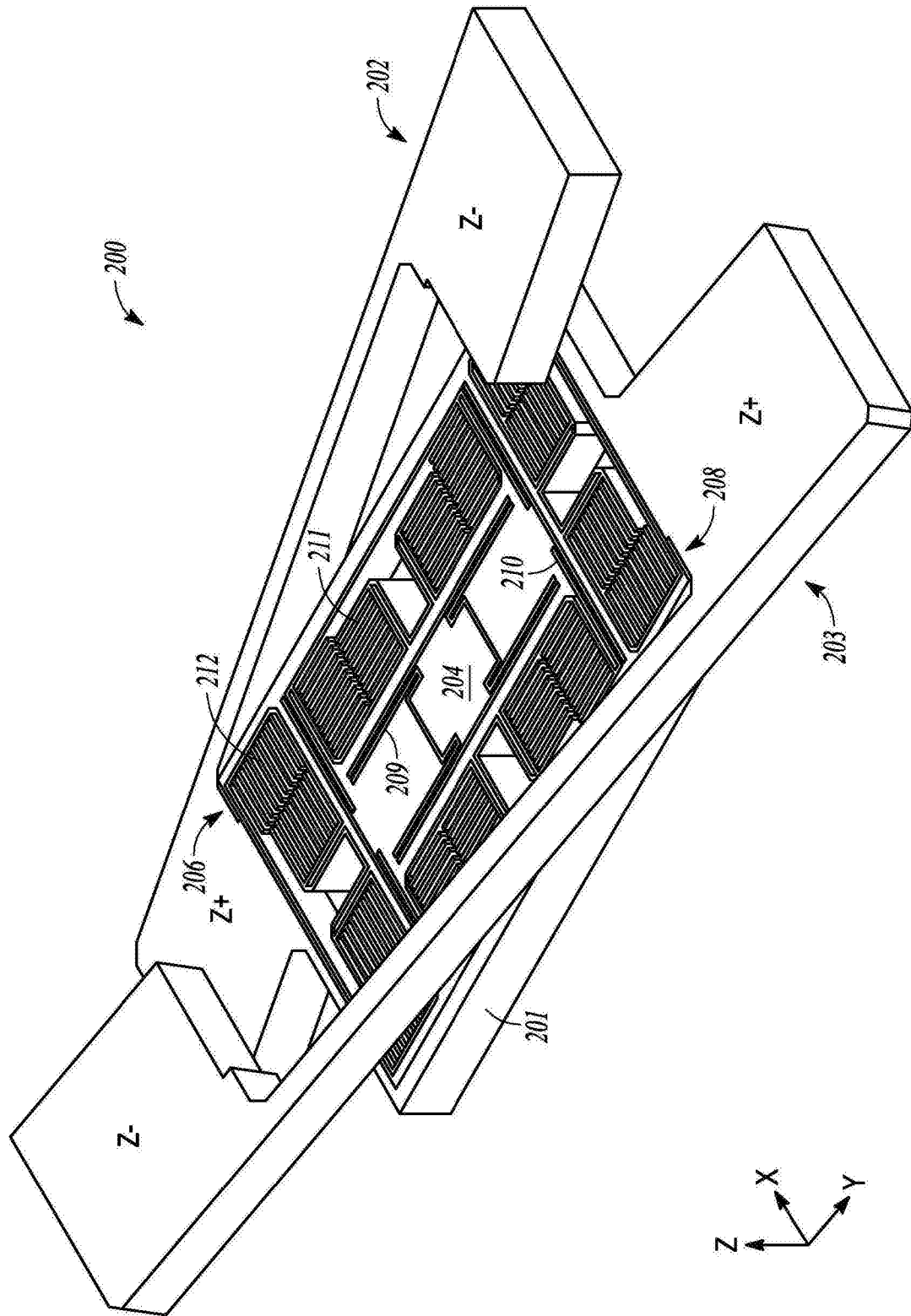


图2B

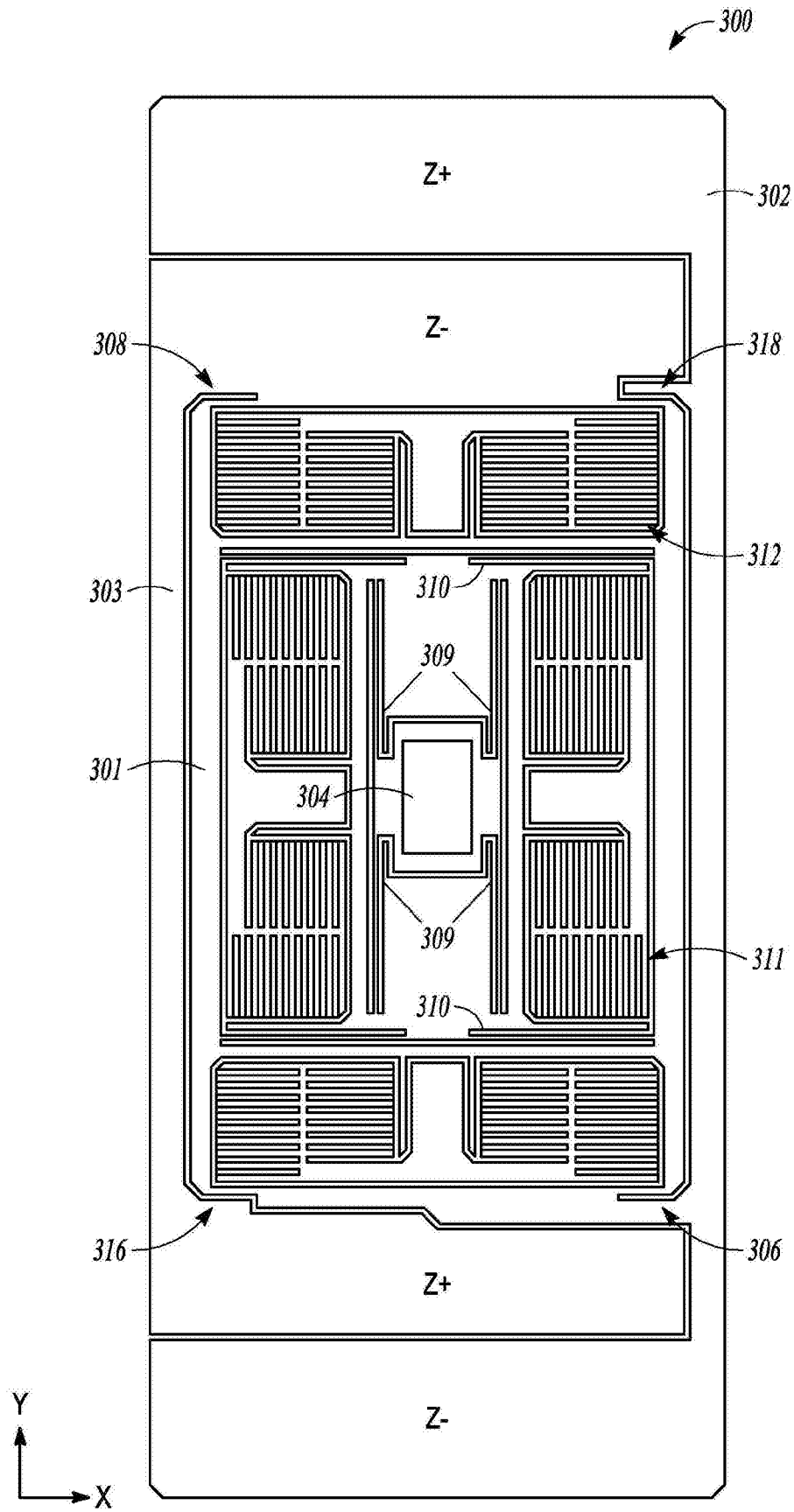


图3A

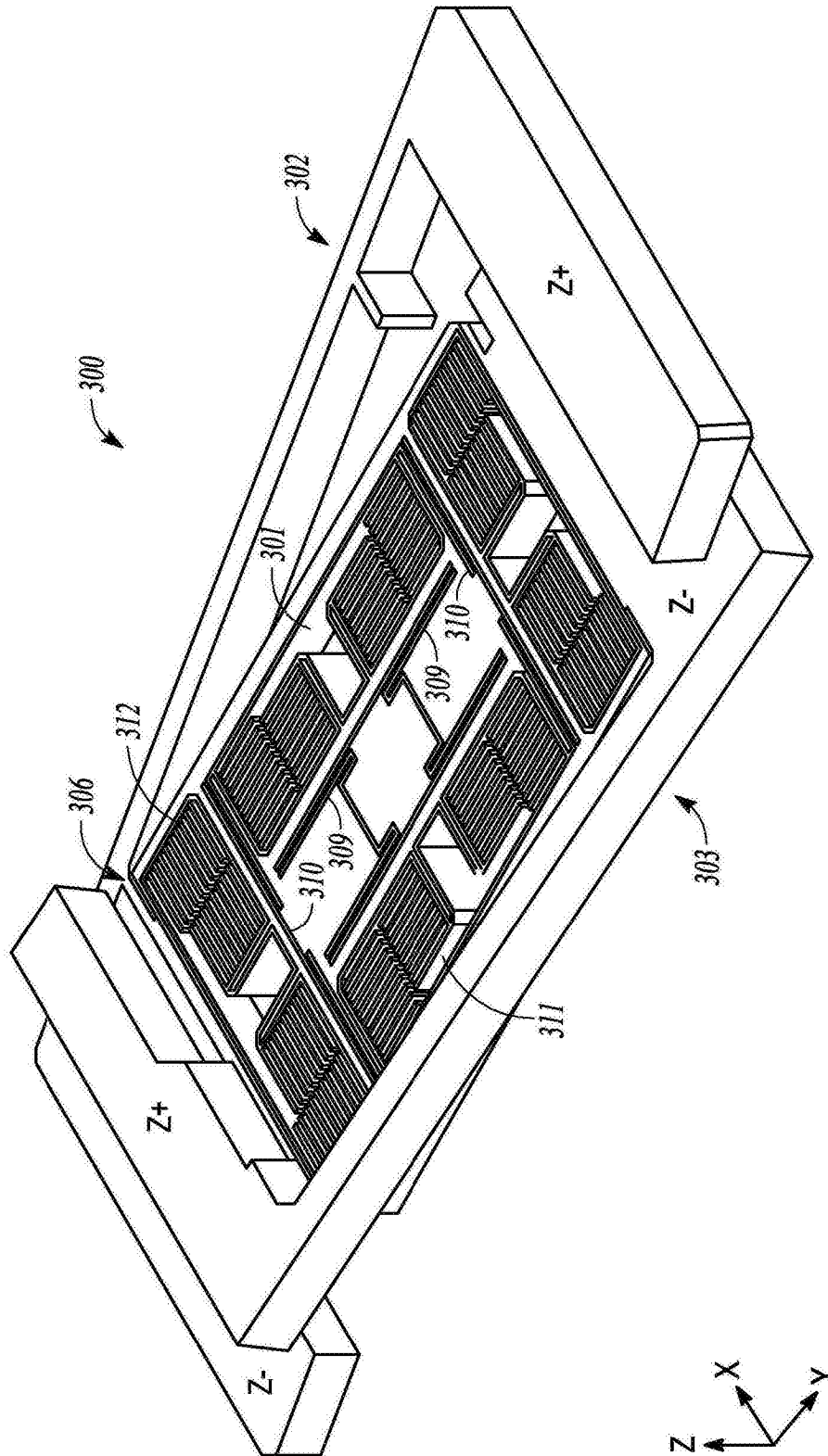


图3B

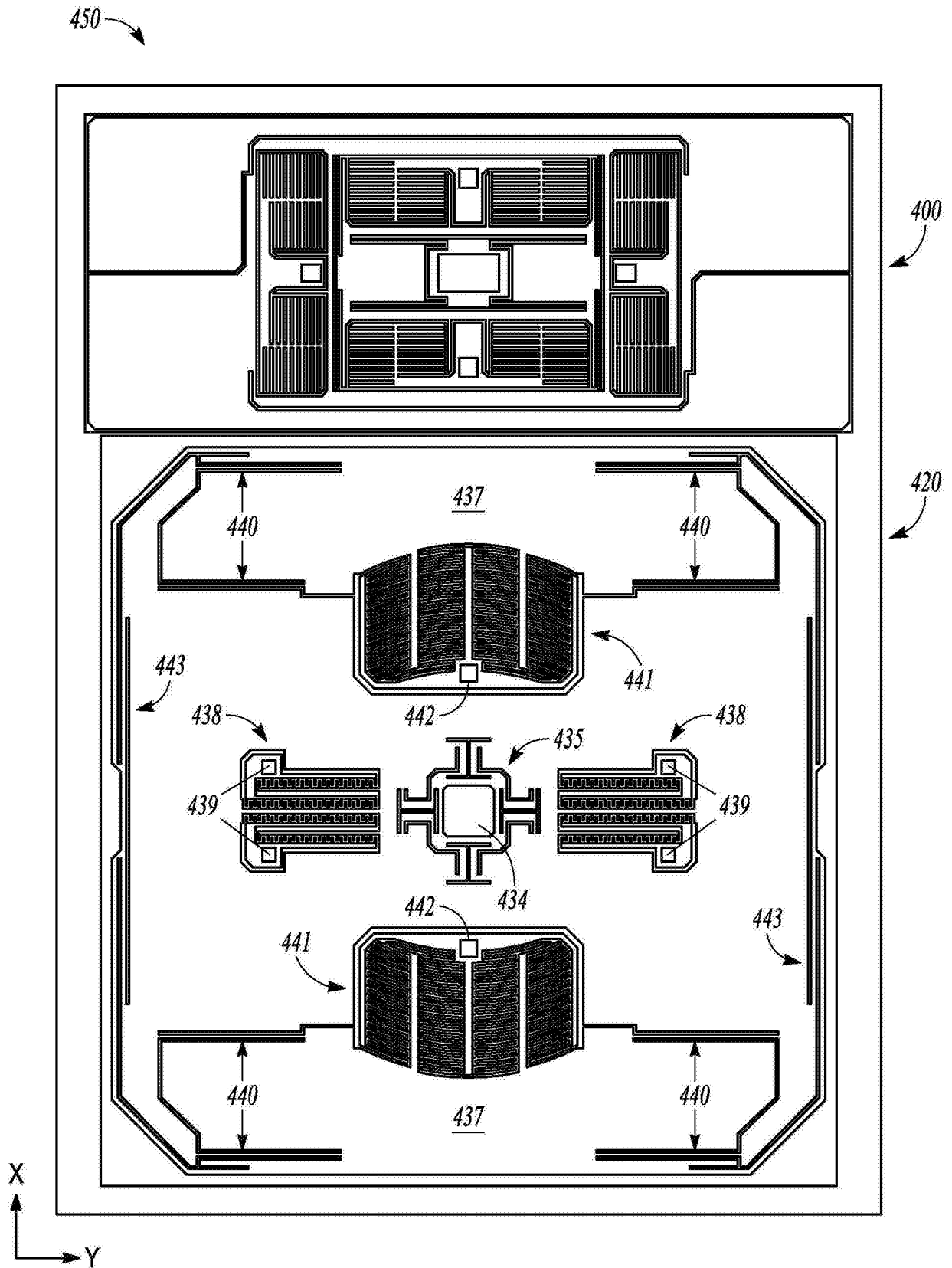


图4

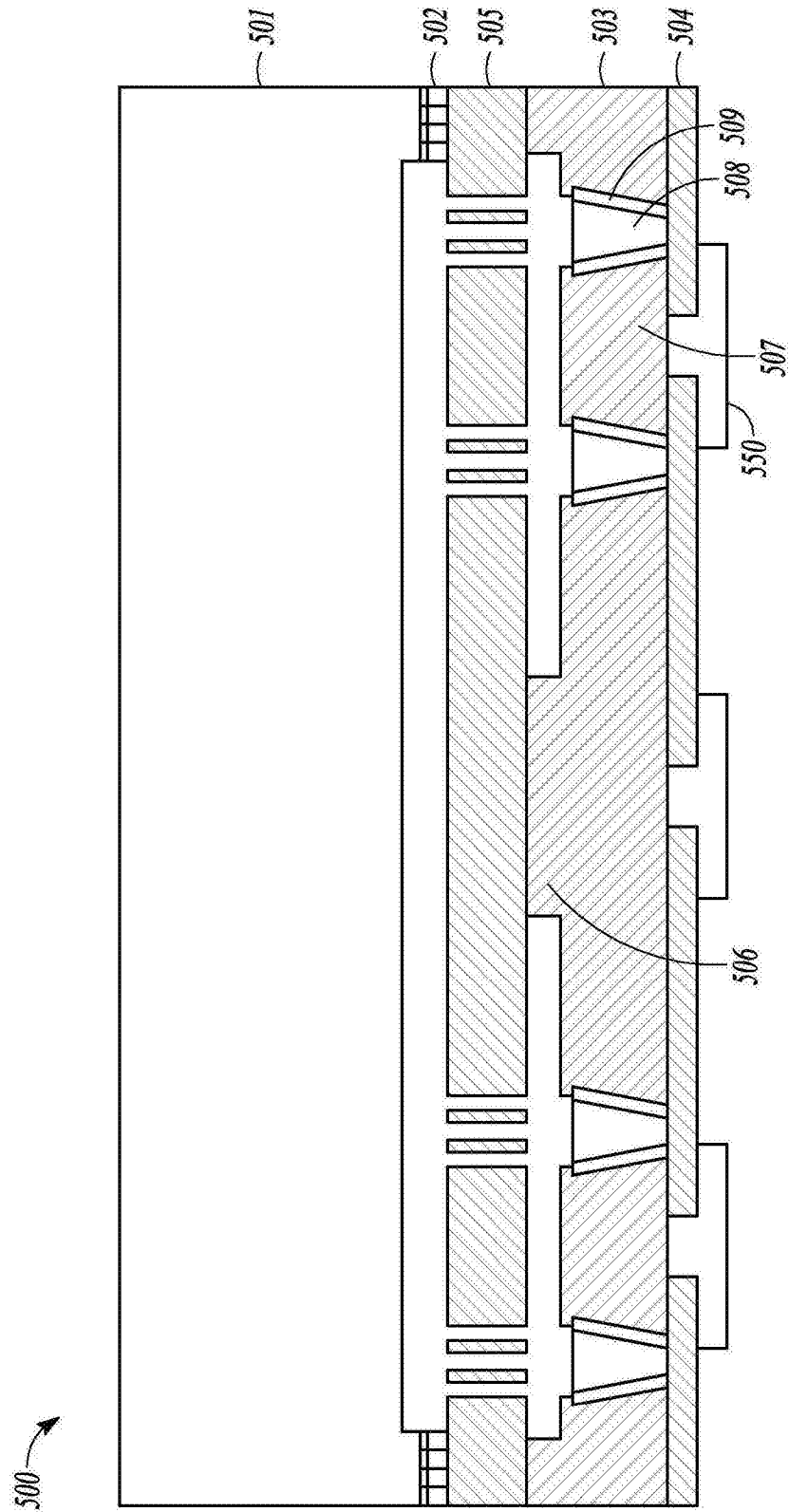


图5