

1. 一种传感器装置,包括:

传感器元件;以及

配线基板,具有与所述传感器元件电接合的第一接合面、含有有机绝缘材料并且埋设有电子部件的基板本体、以及调节所述第一接合面由于所述传感器元件的热膨胀所导致的变形的调节部分。

2. 根据权利要求1所述的传感器装置,其中,

所述第一接合面配置在所述基板本体上;并且

所述调节部分包括在所述基板本体中埋设的核心部分。

3. 根据权利要求2所述的传感器装置,其中,

所述核心部分环状地配置在所述电子部件周围。

4. 根据权利要求3所述的传感器装置,其中,

所述配线基板还具有面向所述第一接合面的第二接合面;并且所述基板本体还包括:

第一配线层,配置在所述第一接合面侧,以及

第二配线层,配置在所述第二接合面侧并且面向所述第一配线层,而所述核心部分和所述电子部件介于所述第一配线层和所述第二配线层之间。

5. 根据权利要求2所述的传感器装置,还包括配置在所述第一接合面上并且覆盖所述传感器元件的屏蔽部分。

6. 根据权利要求5所述的传感器装置,其中,所述调节部分还包括接合所述屏蔽部分和所述核心部分的第一接合部分。

7. 根据权利要求6所述的传感器装置,其中,

所述屏蔽部分和所述传感器元件的线性膨胀系数的差的绝对值小于所述有机绝缘材料和所述传感器元件的线性膨胀系数的差的绝对值。

8. 根据权利要求2所述的传感器装置,其中,

所述核心部分和所述传感器元件的线性膨胀系数的差的绝对值小于所述有机绝缘材料和所述传感器元件的线性膨胀系数的差的绝对值。

9. 根据权利要求1所述的传感器装置,其中,

所述调节部分包括配置在所述传感器元件和所述基板本体之间的无机绝缘材料的基材;并且

所述第一接合面配置在所述基材上。

10. 根据权利要求9所述的传感器装置,其中,

所述调节部分还包括在所述基板本体中埋设的核心部分。

11. 根据权利要求10所述的传感器装置,其中,

所述调节部分还包括接合所述基材和所述核心部分的第二接合部分。

12. 根据权利要求9所述的传感器装置,其中,

所述基材安装在所述基板本体上;并且

所述配线基板还包括在所述基材和所述基板本体之间填充的粘合层。

13. 根据权利要求9所述的传感器装置,其中,

所述基材还包括被配置为与所述第一接合面相对并且与所述电子部件电接合的第三接合面。

14. 根据权利要求9所述的传感器装置,还包括配置在所述配线基板上并且覆盖所述传感器元件的屏蔽部分。

15. 根据权利要求14所述的传感器装置,其中,
所述屏蔽部分配置在所述第一接合面上。

16. 根据权利要求15所述的传感器装置,其中,
所述基板本体包括面向所述基材的第四接合面;并且
所述屏蔽部分配置在所述第四接合面上并且覆盖所述基材和所述传感器元件。

17. 根据权利要求9所述的传感器装置,其中,
所述基板本体具有比所述基材小的纵向弹性模量。

18. 根据权利要求1所述的传感器装置,其中,
所述传感器元件面对所述电子部件,而所述第一接合面介于它们之间。

19. 根据权利要求1所述的传感器装置,其中,
所述传感器元件是陀螺传感器。

20. 根据权利要求1所述的传感器装置,其中,
所述传感器元件包括具有多个振动部分的振动器部分、以及支撑所述振动器部分的框架主体。

传感器装置

技术领域

[0001] 本技术涉及安装有诸如振动陀螺传感器的传感器元件的传感器装置。

背景技术

[0002] 作为角速度传感器,例如震动陀螺传感器是广为人知的。当以预定频率振动振动器时,震动陀螺传感器以压电元件来检测在振动器上生成的科里奥利力从而检测角速度。振动陀螺传感器(在下文中,称作传感器装置)通常与检测振动器的震荡或角速度的集成电路(IC)平行地作为同一基板上的封装部件来安装(参见日本专利申请公开第2010-230691号)。

[0003] 现在,考虑到安装的电子装置的小型化,还需要传感器装置更加小并且更加便宜。然而,因为上述安装方法至少需要可以安装传感器和IC的封装,所以从追求小型化和低成本的角度观点来看,该方法是不利的。

[0004] 这里,日本未经审查专利申请公开第2011-164091号描述了具有在由陶瓷构成的多层配线基板中形成用于收容控制器(IC)的收容部分并且在收容部分上配置陀螺传感器的结构的传感器装置。陀螺传感器整体形成为三维矩形的陀螺传感器并且在安装在收容部分中的同时跨过安装的控制器。因此,通过将陀螺传感器和控制器的安装面积重叠,可以减少封装。

发明内容

[0005] 然而,因为在日本未经审查专利申请公开第2011-164091号中描述的传感器装置中的收容部分是在配线基板的表面上形成的凹进部分,所以存在的问题是,必须以水平长度和垂直长度中的任一长度比收容部分更长的长度来形成通过跨过凹进部分安装的矩形陀螺传感器。进一步地,在通过MEMS工艺从一个晶圆形成多片陀螺传感器的情况下,因为陀螺传感器的小型化受到限制,所以可能不能增加片数,结果是还限制了成本降低。

[0006] 鉴于这种情况,希望提供可以实现小型化和成本降低的传感器装置。

[0007] 根据本技术的一个实施方式的传感器装置包括传感器元件和配线基板。

[0008] 配线基板包括与传感器元件电接合的第一接合面、包括有机绝缘体并且埋设有电子部件的基板本体、以及调节第一接合面使其免于变形的调节部分。

[0009] 调节部分调节与传感器元件接合的第一接合面使其免于变形。由此,即使当基板本体的有机绝缘体经由热或振动变形时,第一接合面的结构也几乎不受这些影响的影响。因此,传感器元件可以稳定维持希望的传感器特性。

[0010] 第一接合面配置在基板本体上,并且调节部分可以包括埋设在基板本体中的核心部分(core part,芯部分)。

[0011] 当核心部分抑制基板本体的变形时,可以调节第一接合面使其免于变形。

[0012] 核心部分可以具有核心部分环状地配置在电子部件周围的具体结构。

[0013] 由此,可以节省空间地配置核心部分并且可以各向同性地抑制基板本体的热膨胀

和弹性变形。

[0014] 配线基板还包括面向第一接合面的第二接合面,并且基板本体还可以包括配置在第一接合面侧的第一配线层和配置在第二接合面侧并且面向第一配线层的第二配线层,核心部分和电子部件介于在第一配线层和第二配线层之间。

[0015] 因此,基板本体可以形成为多层基板并且可以改进配线设计的自由度。

[0016] 传感器装置还可以包括配置在第一接合面上并且覆盖传感器元件的屏蔽部分。

[0017] 由此,可以保护传感器元件使其免于外部电磁波的侵入并且可以抑制传感器特性的不规则。进一步地,传感器元件具有遮光功能并且因此也可以稳定传感器元件的操作。更进一步地,屏蔽部分具有作为传感器装置的覆盖物的功能并且可以改进使用性能(handling property)。

[0018] 调节部分还可以包括接合屏蔽部分和核心部分的第一接合部分。

[0019] 在屏蔽部分中,它和传感器元件的线性膨胀系数之差的绝对值可以小于有机绝缘体和传感器元件的线性膨胀系数之差的绝对值。

[0020] 因此,屏蔽部分、接合部分和核心部分整体形成大的电磁屏蔽并且可以屏蔽外部的电磁波的侵入。此外,在基板本体的第一接合面侧上,可以更多地抑制热膨胀并且可以有效调节第一接合面使其免于变形。

[0021] 在核心部分中,它和传感器元件的线性膨胀系数之差的绝对值可以小于有机绝缘体和传感器元件的线性膨胀系数之差的绝对值。

[0022] 因此,可以以具有比有机绝缘体更接近传感器元件的线性膨胀系数值的线性膨胀系数值的材料来形成核心部分。由此,可以抑制基板本体和第一接合面的热膨胀并且可以抑制传感器元件中的应变应力的生成。

[0023] 调节部分包括配置在传感器元件和基板本体之间的由无机绝缘体构成的基材,并且第一接合面可以配置在基材上。

[0024] 因为基材由诸如陶瓷的无机绝缘体构成,所以也调节第一接合面使其免于变形。由此,传感器元件可以稳定地维持它的传感器特性。除了陶瓷以外,例如Si和MgO可以被应用为无机绝缘体。

[0025] 调节部分还可以包括埋设在基板本体中的核心部分。

[0026] 因此,基材和核心部分可以调节整个配线基板使其免于变形。相应地,当传感器装置经由配线基板安装在其他调节基板上时,也可以更稳定地维持传感器特性。

[0027] 调节部分还可以包括接合基材和核心部分的第二接合部分。

[0028] 由此,因为基材可以固定至核心部分,所以更多地抑制了伴随传感器元件的振动的第一接合面的弹性变形,因此可以更多地改进刚性。相应地,可以维持传感器元件的希望的传感器特性。

[0029] 基材安装在基板本体上,并且配线基板还可以具有填充在基材和基板本体之间的粘附层。

[0030] 因此,可以保护基材的接合区域和基板本体免于受外部湿度和水分的侵入或外部应力的影响。因此,可以增加在基材和基板本体之间的接合可靠性。

[0031] 基材被配置为面向第一接合面和还可以具有与电子部件电接合的第三接合面。

[0032] 由此,可以增加基材的刚性并且基板本体的厚度可以形成得更薄。

- [0033] 传感器装置还可以包括布置在配线基板上并且覆盖传感器元件的屏蔽部分。
- [0034] 例如,屏蔽部分可以配置在第一接合面上。
- [0035] 可选地,基板本体具有面向基材的第四接合面,并且屏蔽部分配置在第四接合面上而且可以覆盖基材和传感器元件。
- [0036] 由此,屏蔽效果可以赋予给传感器元件和基材中的配线。此外,屏蔽部分可以保护传感器元件和基材的接合区域免于受外部湿度和水分的侵入和免于受外部压力的影响。因此,可以更多地增加作为传感器装置的操作可靠性。
- [0037] 可以以比基材的更小的纵向弹性模量来形成基板本体。
- [0038] 由此,当配线基板安装在未示出的调节基板上时,可以发挥所谓的阻尼效果(damper effect)。通过阻尼效果,缓和了由于附接扭曲而产生的应力并且可以抑制对传感器元件的影响。
- [0039] 传感器元件可以面向电子部件而第一接合面介于在它们之间。
- [0040] 由此,传感器元件和电子部件的安装面积可以重叠,从而能够对传感器装置的小型化作出贡献。
- [0041] 例如,传感器元件可以是陀螺传感器。
- [0042] 因为在传感器装置中,传感器元件配置在第一接合面上,所以即使当传感器元件是陀螺传感器时,振动器也不受振动的干扰。此外,即使当为了矫正由振动器的形状不对称引起的振动特性,在安装之后确认输出信号的同时进行激光加工以调整形状时,也不会干扰激光照射,即,可以容易地进行激光加工。
- [0043] 如上所述,根据本技术,可以提供能够实现小型化和成本降低的传感器装置。
- [0044] 根据对以下如附图中所示的其最佳模式实施方式的详细描述,本技术的这些和其他的目的、特征和优点将变得更加明显。

附图说明

- [0045] 图1是根据本技术的第一实施方式的传感器装置的示意性截面图;
- [0046] 图2是传感器装置的主要部分的示意性平面图;
- [0047] 图3是根据本技术的第一实施方式的传感器元件的整体透视图;
- [0048] 图4是示意性地示出了传感器元件的主要部分的平面图;
- [0049] 图5是用于说明传感器元件的振动模式的示图;
- [0050] 图6是用于说明传感器元件的操作的示图;
- [0051] 图7A和图7B各自是用于说明传感器元件的另一操作的示图;
- [0052] 图8是根据本技术的第二实施方式的传感器装置的示意性截面图;
- [0053] 图9是根据本技术的第二实施方式的传感器装置的示意性截面图;
- [0054] 图10是根据本技术的第三实施方式的传感器装置的示意性截面图;
- [0055] 图11是根据本技术的第四实施方式的传感器装置的示意性截面图;
- [0056] 图12是根据本技术的第五实施方式的传感器装置的示意性截面图;
- [0057] 图13是根据本技术的第六实施方式的传感器装置的示意性截面图;
- [0058] 图14是根据本技术的第七实施方式的传感器装置的示意性截面图;
- [0059] 图15是根据本技术的第八实施方式的传感器装置的示意性截面图;

- [0060] 图16是根据本技术的第九实施方式的传感器装置的示意性截面图；
- [0061] 图17是根据本技术的第十实施方式的传感器装置的示意性截面图；
- [0062] 图18是根据本技术的第十一实施方式的传感器装置的示意性截面图；
- [0063] 图19A到图19D各自是示出了根据本技术的第十一实施方式的传感器装置的制造工艺的示意性截面图；以及
- [0064] 图20是根据本技术的第十一实施方式的变形例的传感器装置的示意性截面图。

具体实施方式

[0065] 在下文中,将参考附图来描述根据本技术的实施方式。

[0066] <第一实施方式>

[0067] 图1是示出了根据本技术的第一实施方式的传感器装置的示意性截面图。本实施方式的传感器装置1包括传感器元件100、配线基板200和屏蔽部分400。在本实施方式中,传感器元件100形成为陀螺传感器元件。图2是通过去除屏蔽部分400看到的传感器装置1的示意性平面图。在附图中,X轴方向表示传感器装置1的垂直方向,Y轴方向表示它的水平方向,Z轴方向表示它的厚度方向,并且他们中的每一个都彼此垂直。

[0068] 在图1中示出的传感器装置1形成为单封装部件,该单封装部件整体形成为近似的长方体。即,传感器元件100例如通过倒装芯片(flip-chip)工艺来表面安装在配线基板200上的第一接合面201上,并且覆盖有类似地接合在第一接合面201上的盖状的屏蔽部分400。在本实施方式中,传感器装置1具有各自大约3mm的宽度和深度以及大约1mm的厚度的尺寸的结构。

[0069] 此外,配线基板200形成为部件结合(内藏)基板并且在其内部配置有电子部件300。在本实施方式中,例如电子部件300是控制传感器元件100并且由集成电路(IC)构成的控制器300。传感器元件100被配置为面向控制器300,而第一接合面201介于它们之间。

[0070] [传感器元件的总体概要]

[0071] 如以下将描述的,传感器元件100包括具有多个振动部分的振动器部分101和支撑振动器部分101的框架主体102。传感器元件100形成为陀螺传感器元件,该陀螺传感器元件生成与围绕沿着在X-Y平面内的预定的两个方向的轴中的各个的角速度和围绕沿着与X-Y平面垂直的方向的Z-轴的角速度对应的信号。

[0072] 在本实施方式中,传感器元件100由包含硅(Si)的材料构成。例如,传感器元件100通过微细加工通过粘附两片硅(Si)基板而获得的SOI(绝缘体上硅)基板来形成并且包括第一层111、第二层112和接合第一层111和第二层112的接合层113。

[0073] 第一层111和第二层112中的每一个都由硅基板形成,而接合层113用氧化硅膜形成。第一层111分别形成振动器部分101和框架本体102,第二层112沿着第一层111的外围框状地形成。第一层111和第二层112各自形成为具有正方或矩形平面形状的近似矩形并且形成有相同或近似相同的大小。在本实施方式中,第一层111和第二层112形成为具有大约1.7mm的边的正方形。

[0074] 第一层111具有接合第二层112的前表面和面向配线基板200的后表面。在第一层111的后表面上,形成与配线基板200电接合的多个端子部分114。

[0075] 在本实施方式中,端子部分114具有在其上形成的电极焊盘(electrode pad)和焊

料凸起(solder bump),并且例如每六片端子部分114沿着第一层111的外围设置在各边上。此外,端子部分114不限于包括焊料凸起的配置,还可包含镀层(plating)凸起替代焊料凸起。

[0076] 例如,各个端子部分114形成在覆盖第一层111的后表面的未示出的绝缘膜上。因此,经由由单晶硅形成的第一层111来防止各个端子部分114短路。绝缘膜通常由氧化硅膜形成,但不限于此。

[0077] 通过将对角线的长度设置为10mm以下(进一步地为5mm以下,在本实施方式中,例如大约2.4mm)来形成第一层111和第二层112中的每一个,在多个端子部分114之间的最大尺寸也可以被设置为10mm以下。因此,即使当诸如应变应力(strain stress)或热应变应力的应力加载在包括端子部分114的接合部分上时,相对于传感器元件100的应变量,基板本体210的应变量可以被抑制到较小的程度。

[0078] 框架本体102具有基础部分81和连接部分82。基础部分81具有端子部分114并且形成在包围振动器部分101的外侧的近似矩形的框架。连接部分82连接在基础部分81和振动器部分101之间并且具有在X-Y平面内可变形的形状。由此,在不干扰以下描述的振动器部分101的振动的条件下,可以支撑振动器部分101。

[0079] 通过倒装芯片工艺对于配线基板200的基板本体210表面安装传感器元件100的基础部分81。在本实施方式中,因为框架状的第二层112与用于形成端子部分114的区域相对应地形成,所以第二层112在安装期间作为增强层。由此,可以防止传感器元件100在安装期间的破损。此外,在制造期间容易处理(handle)传感器元件100。

[0080] [配线基板]

[0081] 配线基板200包括第一接合面201、基板本体210和调节部分220。基板本体210整体形成具有矩形平面形状的多层配线基板并且在基板本体210的前表面和后表面以及内部,形成有具有预定图案的配线层230。

[0082] (第一接合面)

[0083] 第一接合面201被配置为形成基板本体210的顶表面并且包括用于与传感器元件100的端子部分114电接合的多个焊盘(land)。该焊盘部分形成一部分配线层230。作为在传感器元件100和第一接合面201之间的电接合方法,不限于焊接方法,可以使用诸如导电粘合剂的接合材料,并且可以使用诸如超声波接合工艺的接合技术。在本实施方式中,第一接合面201和传感器元件100通过倒装芯片工艺来电磁接合。

[0084] 第一接合面201可以具有例如在面向传感器元件100的振动器部分101的区域中形成的矩形凹进部分(在附图中未示出)。凹进部分形成具有大约0.9mm的边并且具有大约50 μ m的深度的正方形平面形状。此外,因为在接合传感器元件100与配线基板200之后的端子部分114的高度是整体上大约20 μ m到30 μ m,所以在传感器元件100的振动器部分101和第一接合面201之间形成了大约80 μ m的间隙。因此,可以稳定地支持传感器元件100而不干扰由于传感器元件100的共振振动或科里奥利力产生的扭曲变形(将会在以下描述)。凹进部分的深度不限于以上深度,可以形成大约10 μ m到100 μ m。

[0085] (基板本体)

[0086] 基板本体210具有在厚度方向上面向第一接合面201的第二接合面202。第二接合面202构成与调节基板接合的基板本体210的底表面并且设置有外部连接端子232a。不具体

限制与调节基板的接合方法。然而,例如通过经由焊料凸起的根据倒装芯片工艺的面向下的接合,可以进行节省空间的安装。调节基板是安装有传感器装置1并且可以安装除传感器装置1以外的其他电子部件的电子设备(例如,视频摄像机和车辆导航系统)的配线基板(母板)。

[0087] 外部连接端子232a构成配线层230的一部分并且例如形成为用于连接25个凸起(bump)的焊盘部分。在本实施方式中,基板本体210可以形成为部件结合基板,并且在第二接合面202上,可以在整个表面上形成焊盘部分。由此,增加了外部连接端子232在第二接合面202上布置的自由度。因此,根据安装有传感器装置1的调节基板的配置,可以确定外部连接端子232a的布置。

[0088] 基板本体210包括作为绝缘层的有机绝缘体。在本实施方式中,含有诸如玻璃纤维的填充添加剂的环氧树脂被采用为有机绝缘体。在以下说明中,即使当添加了诸如玻璃纤维的添加剂时,在某些情况下,也只使用“环氧树脂”。

[0089] 此外,在基板本体210的有机绝缘层之间任意布置配线层230。配线层230包括上部配线层(第一配线层)231和下部配线层(第二配线层)232。配线层230通常由铜箔形成,并且各个配线层经由通孔彼此电连接。上部配线层231和下部配线层232的层数可以任意设置而不同于所示出的示例的层数。

[0090] 基板本体210具有内部结构不同的三个区域。即,基板本体210包括含有第一接合面201的第一区域211、含有第二接合面202的第二区域212和布置在第一第二211和第二区域212之间并且埋设有控制器300的第三区域213。

[0091] 第一区域211和第二区域212中的每一个都具有配线层230和有机绝缘层交替地层叠为多层的结构。在第一区域211中形成上部配线层231。上部配线层231包括在第一接合面201上形成的焊盘部分。在第二区域212中形成下部配线层232。下部配线层232被布置为面向上部配线层231而控制器300和核心部分221介于在它们之间,并且下部配线层232包括在第二接合面202上的焊盘部分。

[0092] 尽管附图中没有示出,但是配线层230包括接地电路,并且上部配线层231可以包括连接到接地电路的接地端子。因此,在传感器元件100侧的端子部分114的一部分可以与接地端子接合。接地端子可以连接到预定的直流电位而不同于连接到地电位的情况。

[0093] 另一方面,第三区域213不具有例如配线层,而只具有有机绝缘层。在第三区域213中,埋有控制器300和布置在控制器周围的核心部分221。根据需要,第三区域213可以具有配线层。

[0094] 如将在以下描述的,控制器300具有输出激励振动器部分101的驱动信号的自振荡电路、基于与绕相应轴的相应角速度相对应的信号来输出绕X轴、Y轴和Z轴的角速度的运算电路、检测器电路和平滑电路。

[0095] 控制器300可以包括单IC芯片、半导体裸片或诸如CSP(芯片尺寸封装)的半导体封装部件。例如,控制器300是具有约1.9mm的边的近似(大致)正方形的近似长方体(rectangular parallelepiped)。

[0096] 此外,例如在控制器300的后表面(与下部配线层232接合的表面)上可以形成多个端子部分310。在本实施方式中,端子部分310包括在其上形成的电极焊盘和焊料凸起并且通过倒装芯片工艺与在下部配线层232上形成的焊盘部分接合。不具体限制端子部分310的

布置。然而,例如沿着控制器300的后表面的边缘,例如每边设置有5到10个端子部分310。

[0097] (制造基板本体的工艺)

[0098] 这里,将粗略描述制造具有上述结构的基板本体210的工艺示例。用于制造基板本体210的方法包括形成第二区域212的步骤、形成第三区域213的步骤和形成第一区域211的步骤。

[0099] 首先形成第二区域212。在本步骤中,可以采用有机绝缘层和配线层交替地层叠的积层工艺(build-up process),或可以采用经由粘合剂来层叠双面基板的工艺。玻璃环氧基板或具有铜箔的树脂片可以用作有机绝缘层。此外,作为用于形成配线层的方法,没有特别的限制,可以采用根据例如加成工艺或减成工艺形成图案的工艺、或者利用离型膜的铜箔转印工艺、丝网印刷工艺。此外,在本步骤中,可以根据激光加工来形成层间通孔。

[0100] 随后,在第二区域212上形成第三区域213。首先,在下部配线层232的最上层上安装控制器300和核心部分221。控制器300如上所述根据倒装芯片工艺安装。安装核心部分221的方法没有特别的限制。然而,可以采用使用焊料的回流焊方法或超声波溶着法。随后,形成诸如半固化片(prepreg)的半固化树脂层从而覆盖控制器300和核心部分221。树脂层可以通过在第二区域212上直接涂覆环氧树脂来形成或可以通过用具有预定厚度的粘合树脂层来模制(molding)控制器300和核心部分221而形成。通过在模制之后的加热来固化这些树脂层。由此,形成包括有机绝缘层的第三区域213。

[0101] 然后,在直到第二区域212和第三区域213层叠的基板上,根据与形成第二区域212的相同的工艺来形成第一区域211。最后,通过使用诸如激光加工或电镀处理的工艺,在预定位置上形成穿过配线层230的通孔,由此来制造具有该配置的基板本体210。

[0102] 在根据相应步骤制造的基板本体210中,通过将诸如环氧树脂的有机树脂材料采用为绝缘材料,可以容易地埋设控制器300。

[0103] 例如,当陶瓷用作绝缘材料时,为了将控制器300结合在基板中,需要用金属模具来形成用于收容控制器300的凹进部分,即,在烘烤/成型之后,趋向于引起偏差。此外,为了埋设控制器300,需要分开地准备用于覆盖凹进部分的顶层,从成本的观点来看这是不利的。

[0104] 在本实施方式中,因为诸如环氧树脂或酚醛树脂的热硬化性树脂材料用作绝缘材料,所以可以在半固化状态中埋设控制器300。由此,在绝缘层中制造收容控制器300的凹进部分的步骤变得不必要并且可以极大地减少步骤数。此外,与诸如陶瓷的材料相比,可以实现以更低成本的制造。作为绝缘材料,可以使用诸如PET(聚对苯二甲酸乙二醇酯)或热熔胶(hot-melt)的热塑性树脂材料。

[0105] 此外,在除了该制造工艺以外的制造工艺中,例如可以采用从第三区域213形成的工艺。在这种情况下,在形成第三区域213之后,在第三区域213的上部和下部中的每一个上都形成树脂层。这些上部和下部树脂层分别形成第一区域211和第二区域212的一部分。并且,在通过在垂直方向(Z轴方向)上的压缩压制来调整厚度之后,在上部树脂层和下部树脂层的各个表面上形成配线层的图案。例如在进行电镀处理之后,可以通过蚀刻来形成配线层。此外,在各个配线层上形成树脂层。通过重复层叠的步骤,在从第三区域213沿着Z轴方向分开的方向上可以分别形成第一区域211和第二区域212。因此,可以制造具有上述结构的基板本体210。

[0106] (调节部分)

[0107] 调节部分220具有核心部分221。调节部分220被布置为调节基板本体210的第一接合面201使其免于变形。在本实施方式中,“调节”表示通过将线性膨胀系数和纵向弹性模量设置为与传感器元件100接近的值,来调节第一接合面201使其免于热膨胀和弹性变形。

[0108] 在本实施方式中,核心部分221埋设在基板本体210的第三区域213中并且矩形环状地布置在控制器300周围。核心部分221不限于该配置,例如,可以形成为面对的两个棒状体,例如控制器300在两个棒状体之间。此外,核心部分221可以经由焊料与下部配线层232电传导。

[0109] 现在,将具体描述组成核心部分221的材料。在本实施方式中,基板本体210包含有机绝缘材料,该有机绝缘材料包括作为主原料的环氧树脂,在该环氧树脂中添加了少量的玻璃纤维。由此,控制器300可以容易地结合并且基板本体210可以容易地多层化。然而,与作为传感器元件100的材料的Si相比,线性膨胀系数高而纵向弹性模量低。表1示出了包括Si和环氧树脂的一些材料的线性膨胀系数和纵向弹性模量的值的典型示例。

[0110] [表1]

[0111]

材料	线性膨胀系数 ($\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	纵向弹性模量 (GPa)
陶瓷	7.0	310
Si	2.4	131到188
42合金	5	195
W	4.4	400
Cu	17	130
环氧树脂	4到160	0.06到12
铁 (Fe)	12.1	205
石英	12.2	77到97
黄铜	19	103到124
不锈钢	14.7	205

[0112] 当参考表1时,环氧树脂的线性膨胀系数的值的范围宽。这是因为环氧树脂的值根据添加剂而变化。例如,其中添加有少量的玻璃纤维的在本实施方式中使用的环氧树脂具有大约 $40 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的值。在这种情况下Si和环氧树脂的线性膨胀系数具有大约17倍的差异。在基板本体210上,还形成配线层230。然而,因为有机绝缘材料在体积上占优,所以基板本体210的接合面201和第一接合面201的特性受有机绝缘材料的线性膨胀系数和纵向弹性模量的影响。

[0113] 例如,在传感器元件100和基板本体210的第一接合面201的线性膨胀系数大幅不同的情况下,当传感器装置1在与制造期间(接合期间)不同的温度下使用时,在接合在第一接合面201上的传感器元件100上的平面方向上生成应变应力。由此,产生伴随传感器元件100的谐振频率的变化和输出值的变化的灵敏度变化,并且可能不能获得所希望的传感器特性。在产生更大的应变应力的情况下,包括传感器元件100的端子部分114的接合区域断裂并且电传导切断,这会导致不良品。

[0114] 所以,根据本实施方式的传感器装置1将具有接近传感器元件100的线性膨胀系数

值的材料采用为核心部分221的材料。即,所有核心部分221都用具有与包含Si的传感器元件100的线性膨胀系数的差的绝对值小于有机绝缘材料(环氧树脂)与传感器元件100之间的线性膨胀系数的差的绝对值的材料形成。

[0115] 这里,具有“接近传感器元件100的”线性膨胀系数值的材料被具体定义为以下。即,采用线性膨胀系数与传感器元件100的线性膨胀系数(在使用Si来形成的情况下,大约是 $2.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)的差的绝对值是 $20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下的材料。作为该材料,参见表1,例如可以为铁(Fe)、钨(W)、42合金(含有镍(Ni):42%、Fe:57%以及诸如铜的少量添加剂的合金)以及陶瓷。在本实施方式中,例如42合金被采用为核心部分221的材料。

[0116] 当材料的核心部分221环状地形成并且埋设在基板本体210的内部时,配线基板200整体也形成使得配线基板与传感器元件100的线性膨胀系数的差的绝对值小于有机绝缘材料和传感器元件100的线性膨胀系数的差的绝对值,并且可以以接近传感器元件100的线性膨胀系数的值来形成。因此,包含基板本体210的整个配线基板200被调节免于在平面(X-Y平面)方向上热膨胀并且可以调节传感器元件100的应变应力使其不出现。相应地,可以抑制诸如伴随传感器元件100的谐振频率的变化的灵敏度变化和在第一接合面201中的电连接故障等问题的发生。

[0117] 这里,对于具有不同尺寸的传感器元件100中的传感器元件100和核心部分221的线性膨胀系数的关系进行如下实验。即,由具有10mm和5mm边的两种Si构成的正方仿真传感器元件安装在埋设有各种材料的核心部分的有机绝缘基板上,并且焊接的部分的可靠性通过 $-65^{\circ}\text{C} \sim +115^{\circ}\text{C}$ 的热循环测试来确定。

[0118] 作为结果的一个示例,在10mm的边的情况下,虽然在核心部分的材料是Cu的情况下(线性膨胀系数: $17 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$),在少于100次循环下发生电传导故障,但是在核心部分的材料是42合金的情况下(线性膨胀系数: $5 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$),即使在1000次循环时也没有问题。Si的线性膨胀系数是 $2.4 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。从这些结果发现,尽管当通过将传感器元件材料Si与核心部分Cu的线性膨胀系数的差 $\alpha_{\text{dif}} = \text{约} 15 \times 10^{-6} \text{mm}/^{\circ}\text{C}$ 与传感器元件的对角线的长度 $L_{\text{max}} (=14 \text{mm})$ 相乘获得的 $\alpha_{\text{dif}} L_{\text{max}}$ 是 $210 \times 10^{-6} \text{mm}/^{\circ}\text{C}$ 时产生问题,但是当通过将Si与42合金的线性膨胀系数的差 $\alpha_{\text{dif}} = \text{约} 3 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 与传感器元件的对角线的长度 $L_{\text{max}} (=14 \text{mm})$ 相乘获得的 $\alpha_{\text{dif}} L_{\text{max}}$ 是 $42 \times 10^{-6} \text{mm}/^{\circ}\text{C}$ 以下时没有问题。此外,在5mm的边的情况下,相比于10mm的边的情况,当线性膨胀系数的差是大约两倍时获得相似的结果。由此,确认即使当传感器元件的大小变化时,也可以使用 $\alpha_{\text{dif}} L_{\text{max}}$ 来评价。

[0119] 根据通过总结所有实验结果获得的结论,发现 $\alpha_{\text{dif}} L_{\text{max}} \leq 105$ 是在循环测试中满足200次的实践上可允许的范围,而 $\alpha_{\text{dif}} L_{\text{max}} \leq 84$ 是在循环测试中满足1000次循环并且可以确保高可靠性的范围。因此,与本实施方式中相似,当传感器元件100形成为具有约3mm或小于3mm的边长的近似正方形时,对角线的长度 L_{max} 是约4.2mm或更少。因此,确认当核心部分221和传感器元件100的线性膨胀系数的差 α_{dif} 是 $20 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 以下时,满足 $\alpha_{\text{dif}} L_{\text{max}} \leq 84$ 并且可以确保高可靠性。

[0120] 另一方面,从表1看来,关于纵向弹性模量,相应材料的值也大幅不同。当纵向弹性模量小(即,刚性低)时,例如很可能由于传感器元件100的谐振频率而产生的振动传播到第一接合面201并且基板本体210以与传感器元件100不同的相位振动。此外,当基板本体210的振动传播到传感器元件100时,传感器元件100与固有特性不同地振动。因此,影响了传感

器元件100的灵敏度。

[0121] 现在,具有例如100GPa以上的纵向弹性模量的金属材料可以被采用为核心部分221的材料。因此,确保了核心部分221的高刚性,并且还可以抑制包括基板本体210的整个配线基板200的弹性变形。因此,抑制基板本体210的伴随传感器元件100的谐振的振动,并且可以抑制传感器元件100的灵敏度特性的变化。作为该材料,42合金具有195GPa的纵向弹性模量并且可以足够发挥作为核心部分221的功能。

[0122] 此外,当核心部分221的材料是诸如42合金的金属材料时,还可以确保控制器300的散热性。

[0123] 如下计算在传感器元件100和配线基板200中的线性膨胀系数的值。首先,固体的线性膨胀系数 α 可以由以下公式表示。

$$[0124] \quad \Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \cdots (2)$$

[0125] 在该公式中, L 表示材料的长度,而 ΔL 表示当温度从 t_1 (K)到 t_2 (K)改变了 Δt (K)时的材料长度的变化量。因此,通过在 t_1 (K)测量传感器元件100和配线基板200在预定方向上的长度并且在任意的温度 t_2 (K)测量在同一方向上的长度,以及通过使用公式(2)来计算相应的 α 并且可以比较这些线性膨胀系数的值。配线基板200的线性膨胀系数(线膨胀率)也可以通过测量核心部分221的内侧(优选地在安装有传感器元件100的多个焊盘之间)的长度的变化量来计算。

[0126] 此外,如下计算在传感器元件100和配线基板200中的纵向弹性模量的值。首先,纵向弹性模量 E 可以由以下公式表示。

$$[0127] \quad \Delta L = (\sigma/E) \times L \cdots (1)$$

[0128] 在该公式中, L 表示材料的长度, σ 表示应力,而 ΔL 表示当压力施加在材料上时的应变变量。当从公式(1)计算传感器元件100和配线基板200的纵向弹性模量 E 的值时,例如进行以下处理。即,例如它们的沿着X轴方向延伸的一端固定,对于在Y轴方向上与其面对的另一端,在Y轴方向上赋予预定的张应力,并且在此前和此后测量沿着Y轴方向的长度。因为在应力施加之前和之后的长度的差与 ΔL 对应,所以通过使用公式(1),可以计算传感器元件100和配线基板200中的每一个的 E 并且可以比较这些值。也可以通过测量在核心部分221的内侧的长度(优选传感器元件100沿着Y轴方向安装在其上的多个焊盘之间的长度)上施加应力之前和之后的差来计算配线基板200的纵向弹性模量。

[0129] [屏蔽部分]

[0130] 屏蔽部分400通过覆盖在第一接合面201上布置的传感器元件100来形成。

[0131] 屏蔽部分400形成为近似立方体的盖状形状。具体地,屏蔽部分400具有侧表面和顶表面并且通过挤压金属板来形成。与第一接合面201的接合位置没有特别的限制。然而,通过在两个以上的位置接合,可以更有效地发挥以下描述的屏蔽效果。接合方法也没有特别的限制,除了以粘合剂粘合、焊料接合以及缝焊以外,还可以使用利用机械铆接(mechanical caulking)的固定。在基板本体210的第一接合面201上,可以形成用于与屏蔽部分400的端部嵌合的沟槽部分或台阶部分(step part)。

[0132] 此外,屏蔽部分400可以由具有接近传感器元件100的线性膨胀系数的值的导电材料形成。具体地,参考表1,可以采用作为合金的42合金或W、Cu。因此,通过使屏蔽部分400的线性膨胀系数的值适合于第一接合面201,可以抑制在与第一接合面201接合的位置的应

力。

[0133] 还有,当采用具有例如100GPa以上的纵向弹性模量的金属材料时,可以进一步地增加第一接合面的刚性。

[0134] 这里,因为传感器装置1通常与其他电子部件一起安装在调节基板上,所以传感器装置1可能受从其他电子部件产生的电磁波的影响。此外,因为传感器元件100必须检测由压电效应振动的振动器的轻微位移,所以传感器特性可能被外部电磁波侵入极大地干扰。

[0135] 相应地,当包括导体的屏蔽部分400被布置为覆盖传感器元件100时,可以使传感器元件100屏蔽于该外部噪声。此外,屏蔽部分400可以经由布置在第一接合面201上的接地端子来电连接到地电位。因此,可以获得更稳定的屏蔽效果。

[0136] 此外,屏蔽部分400对于传感器元件100发挥光屏蔽功能。如将在以下描述那样,为了驱动传感器元件100并且为了检测角速度,使用了压电膜的压电特性。然而,这种压电膜不止具有压电效应,而且还具有热电效应。屏蔽部分400防止传感器元件100的驱动特性和角速度的检测特性由于受环境光照射引起的极化特性(polarization characteristics)的变化而波动。

[0137] 还有,屏蔽部分400也发挥作为传感器装置1的覆盖的功能,并且通过覆盖传感器元件100,可以提高作为电子部件的使用性能。

[0138] [传感器元件]

[0139] 在下文中,将详细描述传感器元件100的结构和操作。

[0140] 图3是传感器元件100的结构的示例的完整透视图,并且示出了面向配线基板200的元件的里面侧。图4是示意性地示出了传感器元件的主要部分(振动器部分101)的结构的平面图。如上所述,传感器元件100具有振动器部分101和框架本体102。振动器部分101具有包括一对第一梁、一对第二梁和连接部分并具有四条边的环形框架10,以及振子部分21a、21b、22a和22b,并且框架本体102具有基础部分81和连接部分82。

[0141] 框架10具有在a轴方向上的水平方向、在b轴方向上的垂直方向和在c轴方向上的厚度方向。在图4中,在与a轴平行的方向上设置Y轴,并且在与b轴平行的方向上设置X轴。Z轴方向是与c轴方向平行的轴方向。

[0142] 框架10的各边起到振动梁的作用并且包括在a轴方向上彼此平行地延伸的一对第一梁11a和11b,和在与a轴方向垂直的b轴方向上彼此平行地延伸的一对第二梁12a和12b。梁11a、11b、12a和12b中的每一个都具有相同的长度、宽度和厚度,并且框架10的外观具有中空的正方形形状。

[0143] 在与框架10的四个角对应的位置,分别形成连接在一对第一梁11a和11b以及一对第二梁12a和12b之间的连接部分13a、13b、13c和13d。该对第一梁11a和11b和该对第二梁12a和12b的两端分别由连接部分13a到13d支撑。

[0144] 框架10进一步具有第一振子部分21a和21b,以及第二振子部分22a和22b。第一振子部分21a和21b分别在一对连接部分13a和13c上形成,它们彼此具有对角线关系并且沿着框架10的对角线方向向框架10内延伸。第二振子部分22a和22b分别在另一对连接部分13b和13d上形成,它们彼此具有对角线关系并且沿着框架10的对角线方向向框架10内延伸。第一振子部分21a和21b以及第二振子部分22a和22b各自的一端固定至连接部分13a到13d,并且它们各自的另一端设置为自由的并且起到布置在框架10的附近的振动锤的作用。此外,

在固定到各个连接部分13a到13d的一端和另一端之间的部分作为臂部L。

[0145] 传感器元件100具有作为振动框架10的驱动部分的分别沿着一对第一梁11a和11b布置在它们的顶表面上的第一驱动电极131,和分别沿着一对第二梁12a和12b布置在它们的顶表面上的第二驱动电极132。驱动电极131和132与输入电压相对应地机械变形,并且变形的驱动力振动梁11a、11b、12a和12b。变形的方向由输入电压的极性调节。在图4中,为了容易理解的目的,驱动电极131和132各自以不同种类的阴影表示。

[0146] 驱动电极131和132各自具有相同的结构并且尽管省略了在附图中示出,但是驱动电极131和132具有上部电极层和下部电极层的层叠结构并且压电材料层在这些电极层之间形成。压电材料层由例如锆钛酸铅(PZT)形成,并且被极化和取向以与在上部电极层和下部电极层之间的电位差相对应地扩大和缩小(伸缩)。因此,当驱动电极131和132各自的下部电极层连接到公共参考电位从而将AC电流施加到它们各自的上部层时,压电材料层可以扩大和缩小。

[0147] 这里,将描述传感器元件100的操作原理。

[0148] 在第一驱动电极131和第二驱动电极132上,施加相位彼此相反的电压来扩大一个并且缩小另一个。因此,梁11a和11b以及梁12a和12b在b轴和a轴方向上弯曲变形而它们的两端由连接部分13a到13d支撑,并且梁11a和11b以及梁12a和12b在X-Y平面内的两者彼此分开的方向和两者彼此接近的方向之间交替地振动。

[0149] 因此,在一对第一梁11a和11b在它们彼此接近的方向上振动的情况下,一对第二梁12a和12b在梁彼此分开的方向上振动,并且在一对第一梁11a和11b在它们彼此分开的方向上振动的情况下,一对第二梁12a和12b在它们彼此接近的方向上振动。这时,梁11a、11b、12a和12b各自的中心部分形成振动腹,并且它们的两个端部(连接部分13a到13d)形成振动节。在下文中,该振动模式将称为框架10的基本振动。

[0150] 梁11a、11b、12c和12d各自在它们的谐振频率驱动。梁11a、11b、12a和12b各自的谐振频率由它们的形状和长度确定。例如,在本实施方式中,梁11a、11b、12c和12d各自的谐振频率在1kHz到100kHz的范围内设置。

[0151] 图5是示出了框架10的基础振动的时间变化的示意图。在图5中,“驱动信号1”示出了输入到第一驱动电极131的输入电压的时间变化,而“驱动信号2”示出了输入到第二驱动电极132的输入电压的时间变化。如图5中所示,驱动信号1和驱动信号2各自具有以彼此相反的相位来变化的AC波形。因此,框架10以(a)、(b)、(c)、(d)、(a)、…的顺序变化,并且,框架10在当一对第一梁11a和11b以及一对第二梁12a和12b中的一对接近时另一对分开并且当一对分开时另一对接近的振动模式下振动。

[0152] 实际上,在从输入信号的施加到框架的变化(位移)期间,在压电材料的响应时间和输入操作频率以及框架谐振频率的影响下存在延迟时间。在本实施方式中,通过假设延迟时间足够小来描述图5的时间变化。

[0153] 此外,伴随着框架10的基本振动,第一振子部分21a和21b以及第二振子部分22a和22b也与框架10的振动同步并且以连接部分13a到13d作为圆心分别在X-Y平面中振动。振子部分21a、21b、22a和22b的振动由梁11a、11b、12a和12b的振动激励。在这种情况下,第一振子部分21a和21b以及第二振子部分22a和22b在X-Y平面内从振子部分的支点部分(即,连接部分13a到13d)在左右波动方向上以彼此相反的相位来振动(波动)。

[0154] 如图5中所示,当一对第一梁11a和11b在它们彼此接近的方向上振动时,第一振子部分21a和第二振子部分22a在它们彼此分开的方向上振动(状态(b)),并且当一对第一梁11a和11b在它们彼此分开的方向上振动时,第一振子部分21a和第二振子部分22a在它们彼此接近的方向上振动(状态(d))。根据一对第二梁12a和12b的振动方向,第一振子部分21b和第二振子部分22b也在它们彼此分开的方向和彼此接近的方向之间交替地振动。如上所述,第一振子部分21a和21b以及第二振子部分22a和22b与框架10的基本振动同步地以彼此相反的相位振动。

[0155] 如上所述,当相反相位的AC电压施加到驱动电极131和132时,框架10的梁11a、11b、12a和12b各自按照图5中所示的振动模式来振动。当绕Z轴的角速度施加到继续该基本振动的框架10时,因为由于该角速度而产生的科里奥利力作用于框架10的相应点,所以框架10如图6中所示地在X-Y平面中应变和变形。因此,当检测在X-Y平面内的框架10的变形量时,可以检测作用在框架10上的角速度的大小和方向。

[0156] 图6是示意性地示出了在绕Z轴的角速度作用在框架10上的瞬间的框架10的变形的情况的平面图。为了容易理解的目的,框架10的变形的形状和情况通过轻微地夸张来示出。当以Z轴为圆心在顺时针方向上的角速度作用在以基本频率振动的框架10上时,在框架10的相应点(梁11a、11b、12a和12b,振子部分21a、21b、22a和22b)处,在与Z轴垂直的X-Y平面中,在从相应点的瞬时移动方向(振动方向)顺时针方向转动90度的方向上产生与角速度的大小成比例的科里奥利力。即,如图6中所示,科里奥利力的方向由科里奥利力作用的点的瞬时的振动方向确定。因此,框架10从X-Y平面中的正方形扭曲(挤压)为近似平行四边形。

[0157] 图6示出了当预定的角速度以Z轴为圆心顺时针地作用时的情况。在角速度的方向相反(逆时针)的情况下,作用在各点上的科里奥利力的方向也变得相反。

[0158] 可以使用任何方法来测量作用在框架10上的角速度。在本实施方式中,在框架10上形成的压电型检测层用于测量角速度。如图4中所示,传感器元件100具有作为检测绕Z轴的角速度的压电型检测层的四个检测电极51。

[0159] 各个检测电极51a、51b、51c和51d分别在各个连接部分13a到13d的周边形成。各个检测电极51a到51d从连接部分13a到13d起在沿着梁的两个方向上延伸。检测电极51具有与驱动电极131和132相同的结构,包括下部电极层、压电材料层和上部电极层的层叠体,并且具有将各个梁的机械变形转换为电信号的功能。

[0160] 另一方面,作为检测绕X轴和绕Y轴的角速度的压电型检测层,本实施方式的传感器元件100具有分别在振子部分21a、21b、22a和22b上形成的检测电极71a、71b、72a和72b。

[0161] 各个检测电极71a、71b、72a和72b在各个振子部分21a、21b、22a和22b的臂部L的轴心上直线地形成。各个检测电极71a、71b、72a和72b具有与第一驱动电极131和第二驱动电极132相同的结构,包括下部电极层、压电材料层和上部电极层的层叠体,并且具有将臂部L的机械变形转换为电信号的功能。特别地,各个检测电极71a、71b、72a和72b具有检测臂部L在Z轴方向上的变形的功能。

[0162] 在本实施方式中,一个角速度检测轴(Y轴)设置在与a轴平行的方向的轴上,并且另一角速度检测轴(X轴)设置在与b轴平行的方向的轴上。在该结构中,在振子部分21a、21b、22a和22b上形成的各个检测电极71a、71b、72a和72b起到检测绕X轴的角速度和绕Y轴

的角速度的检测部分的作用。

[0163] 在驱动电极131和132上,分别输入具有彼此相反的相位的AC电压。因此,框架10的各个梁11a、11b、12a和12b以及振子部分21a、21b、22a和22b以图5中所示的振动模式(基本振动)来振动。图7A是用于描述当绕X轴的角速度作用于框架10时振子部分21a、21b、22a和22b的振动模式的示意性透视图。另一方面,图7B是用于描述当绕Y轴的角速度作用于框架10时振子部分21a、21b、22a和22b的振动模式的示意性透视图。

[0164] 如图7A中所示,当绕X轴的角速度作用在以基础振动来振动的框架10上时,在各个振子部分21a、21b、22a和22b中在与此刻的振动方向垂直的方向上产生科里奥利力F1。因此,在X轴方向上相邻的一对振子部分21a和振子部分22b由于科里奥利力F1在Z轴的正方向上变形,并且它们的变形量分别由检测电极71a和72b来检测。因此,在X轴方向上相邻的另一对振子部分22a和21b由于科里奥利力F1在Z轴的反方向上变形,并且它们的变形量分别由检测电极72a和71b来检测。

[0165] 另一方面,如图7B中所示,当绕Y轴的角速度作用在以基础振动来振动的框架10上时,在各个振子部分21a、21b、22a和22b中在与此刻的振动方向垂直的方向上产生科里奥利力F2。因此,在Y轴方向上相邻的一对振子部分21a和振子部分22a由于科里奥利力F2在Z轴的负方向上变形,并且它们的变形量分别由检测电极71a和72b来检测。此外,在Y轴方向上相邻的另一对振子部分21a和22b由于科里奥利力F2在Z轴的正方向上变形,并且它们的变形量分别由检测电极71b和72b来检测。

[0166] 而且,当角速度分别围绕在与X轴和Y轴倾斜相交的方向上的轴生成时,根据与上述相同的原理,可以检测角速度。即,各个振子部分21a、21b、22a和22b通过与角速度的X方向成分和Y方向成分对应的科里奥利力而变形并且它们的变形量分别由检测电极71a、71b、72a和72b检测。传感器元件的驱动器基于这些检测电极的输出来分别提取绕X轴的角速度和绕Y轴的角速度。因此,可以检测围绕与X-Y平面平行的任选轴的角速度。

[0167] [控制器]

[0168] 下面将描述控制器300。

[0169] 如上所述,控制器300用作传感器元件100的控制器。控制器300具有与传感器元件100的各个电极电连接的多个端子部分310。如上所述,端子部分310与下部配线层232的焊盘直接连接并且经由在基板本体210内部形成的通孔与传感器元件100电连接。

[0170] 控制器300具有自激振荡电路、检测器电路和平滑电路。自激振荡电路连接到驱动电极131和132并且生成用于驱动它们的驱动信号(AC信号)。此外,当反相放大器布置在连接到驱动电极131和132之一的端子侧时,驱动电极131和132可以以相反的相位分别放大和缩小。此外,控制器300可以具有连接到参考电位的端子。

[0171] 此外,检测电极51a到51d、71a、71b、72a和72b中的每一个都连接到运算电路从而根据各个检测电极的变形来检测电信号。各个运算电路被布置为生成关于X轴、Y轴或Z轴的角速度信号,并且当对从检测电极51a到51d、71a、71b、72a和72b输出的电信号进行预定的运算操作(诸如差分操作的操作)时,产生包含关于角速度的信号的新运算信号。

[0172] 随后,这些运算信号输出到检测器电路。检测器电路与来自自激振荡电路的驱动信号的输出同步地全波整流这些运算信号从而将其转换为直流。此外,转换为直流的信号输出到平滑电路以便进行平滑化。在这样获取的DC电压信号中含有关于X轴、Y轴和Z轴的角

速度的大小和方向。这些DC电压信号可以经由下部配线层232和外部连接端子232从控制器300的端子部分310输出到其他调节基板。

[0173] 在这样形成的传感器装置1中,在基板本体210中埋设的控制器300和传感器元件100被布置为在Z轴方向面对。因此,不需要在同一平面上安装传感器元件100和控制器300,并且装置结构可以更小型化。

[0174] 现在,例如在基板本体210由陶瓷基板形成的情况下,从成本的观点来看采取结合部件的结构是不实际的。因此,当传感器元件100和控制器300通过重叠(即,叠加)它们的安装面积来安装时,需要在基板本体210中形成凹进部分以用于收容传感器元件100和控制器300中的任一个。例如,在控制器300布置在凹进部分上的情况下,因为传感器元件100必须布置在凹进部分上并且传感器元件100的尺寸必须形成为比控制器300和凹进部分的尺寸更大,所以难以对应地小型化。

[0175] 另一方面,在传感器元件100收容在凹进部分中的情况下,难以在安装之后进行激光修整。即,在传感器元件100由陀螺传感器形成的情况下,为了更正由振动器的形状不对称引起的振动特性,在某些情况下,在安装之后通过激光加工来调整形状同时确定输出信号。在这种情况下,当传感器元件100收容在凹进部分中时,因为传感器元件100的周围覆盖有基板本体210和控制器300,所以难以将激光照射在传感器元件100上。

[0176] 在根据本实施方式的传感器装置1中,因为诸如环氧树脂的有机树脂材料被选择为形成基板本体210的材料,所以可以容易地埋设控制器300。因此,可以确保在基板本体210上的近似平坦的第一接合面201并且可以增加安装在其上的传感器元件100的尺寸的自由度。因此,传感器元件100可以小型化并且可以增加在制造期间从1个晶圆获得的传感器元件的数量从而贡献于并减少成本。

[0177] 此外,不论控制器300的大小关系,传感器元件100都可以典型地布置在第一接合面201上。因此,可以获得允许在安装之后进行激光修整的结构。

[0178] 此外,这样形成的传感器装置1具有包含由42合金构成的核心部分221的调节部分220。因此,在含有环氧树脂的基板本体210的平面方向上的线性膨胀系数可以近似于传感器元件100的线性膨胀系数。因此,可以抑制由热膨胀引起的诸如传感器元件100的特性变化和接合部分的损坏等问题。

[0179] 在包括环氧树脂的基板本体210的平面方向上的纵向弹性模量也可以近似于传感器元件100的纵向弹性模量。因此,可以增加基板本体210的刚性,并且可以抑制伴随传感器元件100的振动的第一接合面201的弹性变形。因此,可以稳定传感器元件100的谐振频率并且可以维持传感器元件100的希望振动特性。

[0180] <第二实施方式>

[0181] 图8和图9是示出了根据本技术的第二实施方式的传感器装置的结构示意图,图8是示意性截面图而图9是从Y轴方向看去的示意性侧视图。在附图中,与第一实施方式相对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0182] 根据本实施方式的传感器装置1A与第一实施方式的不同在于调节部分220A的核心部分221A和屏蔽部分400A通过接合部分(第一接合部分)223A接合。因为其他组件具有与根据第一实施方式的传感器装置1同样的结构,所以将主要描述调节部分220A的结构。

[0183] 根据本实施方式的调节部分220A除了具有与第一实施方式相同的结构的部分

221A以外还具有接合部分223A。接合部分223A接合核心部分221A和屏蔽部分400A并且埋设在基板本体210中。在Y轴方向上面对的两个位置布置根据本实施方式的接合部分223A。然而,不具体限制布置的接合部分223A的数量。

[0184] 接合部分223A由通过在基板本体210A的内部形成的孔中填充金属获得的柱状体形成。接合部分223A以这种方式形成使得其一端与核心部分221A接合并且其另一端从第一接合面201A突出从而与屏蔽部分400A进行接触。不具体限制组成接合部分223A的材料。然而,例如可以采用Cu。

[0185] 例如,以下第一到第三工艺被采用为用于形成接合部分223A的工艺。

[0186] 根据第一工艺,对于基板本体210A的第一接合面201A,通过照射激光在用于形成接合部分223A的区域中形成孔。孔形成在核心部分221A上使得核心部分221A从底部露出。然后,将诸如Cu的金属柱(柱状体)埋在孔中。金属柱的端面可以很好地形成为与第一接合面201A的同一平面,并且当端面突出时,可以通过研磨来调整高度。

[0187] 作为第二工艺,例如可以是如下的工艺:以与第一方法相同的方式在核心部分221A上形成孔,然后在孔中生长镀层。这时,核心部分221A可以被处理为种子(seed),或可以在孔的底部单独形成种子层。根据该工艺,也可以形成具有以上结构的接合部分223A。

[0188] 此外,作为第三工艺,以与第一工艺相同的方式通过在核心部分221A上形成孔,并且通过在孔中填充导电胶(conductive paste,导电浆料)来形成接合部分223A。

[0189] 此外,在第一到第三工艺的任何一中,通过将导电胶的接合材料涂覆在形成接合部分223A的柱状体的端面上并且通过与屏蔽部分400A进行接触,接合部分223A和屏蔽部分400A可以电接合。

[0190] 另一方面,核心部分221A由具有接近传感器元件100的材料(诸如42合金)的线性膨胀系数的值的材料形成。此外,可以采用具有例如100GPa以上的纵向弹性模量和高刚性的材料。

[0191] 屏蔽部分400也由具有接近传感器元件100的线性膨胀系数的值的材料形成。具体地,可以采用作为合金的42合金、W和Cu,并且这些材料也可以充分确保刚性。

[0192] 当接合部分223A由导体形成并且核心部分221A由诸如42合金或Cu的导体形成时,可以确保在它们和屏蔽部分400A之间的电传导。因此,屏蔽部分400A、接合部分223A和核心部分221A整体形成大的电磁屏蔽并且可以屏蔽外部的电磁波的侵入。因此,对于上部配线层231A和周围覆盖有接合部分223A和核心部分221A的控制器300,可以发挥屏蔽效果并且可以进一步地增加传感器装置1整体的操作可靠性。此外,当接合部分223A、核心部分221A和屏蔽部分400A中的至少任一个连接到接地电路时,可以发挥更稳定的屏蔽效果。

[0193] 还有,当屏蔽部分400A和核心部分221A与接合部分223A接合时,可以抑制在基板本体230A的第一区域211A中的热膨胀,因此可以抑制在第一接合面201A和端子部分114之间的应力。此外,因为第一区域211A的刚性增加,所以可以稳定地维持传感器元件100的希望传感器特性。

[0194] <第三实施方式>

[0195] 图10是根据本技术的第三实施方式的传感器装置的示意性截面图。在附图中,与第一实施方式相对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0196] 根据本实施方式的传感器装置1B具有在配线基板200B中的调节部分220B与第一

实施方式不同的结构。即,根据本实施方式的调节部分220B包括代替核心部分的无机绝缘材料的基材224B。基材224B布置在传感器元件100和基板本体210B之间并且与基板本体210B层叠。

[0197] 基材224B包括由诸如陶瓷、Si或MgO的无机绝缘材料制成的多层配线基板。这里,当参考表1时,陶瓷的线性膨胀系数是 $7.0 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 。即,基材224B由具有接近传感器元件100的材料的线性膨胀系数的材料形成。

[0198] 在基材224B的表面上形成在厚度方向上彼此面对的第一接合面201B和第三接合面203B。在第一接合面201B和第三接合面203B中的每一个上形成表面配线。第一接合面201B以与第一实施方式相同的方式构成顶表面并且与传感器元件100电接合。第三接合面203B构成底表面并且布置在基板本体210B的相对侧。在第一接合面201B和第三接合面203B之间形成通孔(省略图示)并且确保与相应配线层的电连接。基材224B不限于多层配线基板,例如可以是双面基板。

[0199] 在第一接合面201B上,例如以与第一实施方式相同的方式来形成包含与传感器元件100的端子部分114电连接的多个焊盘部分的表面配线。这些表面配线形成在基材224B上布置的配线层(省略图示)的一部分。

[0200] 此外,以与第一实施方式相同的方式,在面向第一接合面201B的传感器元件100的振动器部分101的区域中可以形成凹进部分。因此,可以稳定地支持传感器元件100而不干扰由于传感器元件100的谐振振动或科里奥利力而产生的扭曲变形。

[0201] 另一方面,在第三接合面203B上可以形成与基板本体210B电连接的端子部分225B。端子部分225B包括例如在其上形成的电极焊盘和焊料凸起,并且形成基材224B的表面配线的一部分。基材224B通过倒装芯片工艺经由端子部分225B安装在基板本体210B上。

[0202] 在本实施方式中,屏蔽部分400B布置在基材224B上并且通过覆盖传感器元件100来形成。以与第一实施方式相同的方式,屏蔽部分400B的大致结构具有侧表面和顶表面并且通过挤压金属板来形成。而且作为与第一接合面201B的接合方法,以与第一实施方式相同的方式,除了以粘合剂粘合以外,还可以使用机械铆接或以凹槽部分或台阶部分嵌合。

[0203] 此外,屏蔽部分400B可以用具有接近传感器元件100的线性膨胀系数的值的材料形成。具体地,可以采用作为合金的42合金、或W或Cu。因此,通过将线性膨胀系数近似地匹配于陶瓷第一接合面201,可以抑制在与第一接合面201的接合区域中的应力。此外,由于屏蔽部分400B的屏蔽功能和光屏蔽功能,传感器元件100的特性变化可以被抑制。

[0204] 基板本体210B的大致结构与第一实施方式的相同。即,基板本体210B是内部埋设有控制器300的环氧树脂的多层配线基板。另一方面,第二实施方式与第一实施方式的不同在于没有埋设核心部分,并且包括与基材224B的第三接合面203B电连接的第四接合面204B。

[0205] 第四接合面204B被布置为面向第三接合面203B并且布置与基材224B的端子部分225B电连接的焊盘部分。以与第一实施方式相同的方式,焊盘部分构成基板本体210B的配线层230B的一部分。另一方面,第二接合面202B具有与第一实施方式相同的结构。即,形成与未示出的调节基板连接的外部连接端子232Ba。

[0206] 在本实施方式中,作为多层基板的基材224B和基板本体210B通过倒装芯片工艺电接合并具有层叠结构。因此,基材224B和基板本体210B的相应配线层经由多个接合部分

225B和适当布置的通孔电连接,并且可以起到一个多层配线基板的功能。

[0207] 此外,根据本实施方式的调节部分220B具有基材224B,基材224B用具有接近传感器元件100的纵向弹性模量和线性膨胀系数的材料形成。因此,在基材224B上的第一接合面201B可以抑制相对于传感器元件100的变形。因此,可以抑制在传感器元件100的平面(XY平面)方向上的应变应力的发生,并且可以抑制由于谐振频率的变化而产生的特性变化。此外,抑制了伴随传感器元件100的谐振振动的基材224B的振动并且维持了传感器元件100的振动特性。

[0208] <第四实施方式>

[0209] 图11是根据本技术的第四实施方式的传感器装置的示意性截面图。在附图中,与第三实施方式相对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0210] 根据本实施方式的传感器装置1C的大致结构与根据第三实施方式的传感器装置1B的相同。不同点是调节部分220C具有基材224C和核心部分221C。

[0211] 核心部分221C具有与根据第一实施方式的核心部分221C相同的结构。即,核心部分221C埋设在基板本体210C的第三区域213C中并且环状地布置在控制器300周围。此外,例如42合金被采用为核心部分221C的材料。因此,可以以接近传感器元件100的线性膨胀系数的值来形成核心部分221C。

[0212] 由于核心部分221C,不仅基材224C,而且基板本体210C也可以被设置为接近传感器元件100的线性膨胀系数的值。因此,抑制了在基板本体210C的平面方向上的热膨胀,并且可以抑制诸如在第一接合面201C中损坏的不便。

[0213] 此外,在42合金被采用为核心部分221C的材料的情况下,因为它的纵向弹性模量是100GPa以上,所以整体上基板本体210C的刚性可以增加。因此,可以抑制传感器元件100的伴随谐振频率变化的灵敏度变化。

[0214] 此外,由于基板本体210C,即使在传感器装置1C安装在调节基板上之后,也可以抑制在基板本体210C的与调节基板的接合区域的诸如应变应力的应力,并且由此可以抑制出现问题。

[0215] <第五实施方式>

[0216] 图12是根据本技术的第五实施方式的传感器装置的示意性截面图。在附图中,与第三实施方式相对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0217] 根据本实施方式的传感器装置1D的大致结构与根据第三和第四实施方式的传感器装置1B和1C的相同。不同点是调节部分220D除了基材224D和核心部分221D以外还包括连接基材224D和核心部分221D的接合部分(第二接合部分)226D。

[0218] 接合部分226D在基板本体210D内部形成的孔中填充金属的位置形成为柱状体。接合部分226D以这种方式形成使得其一端邻接在核心部分221A上并且从第四接合面204D突出,并且另一端邻接在基材224D的第三接合面203D上。不具体限制形成接合部分226D的材料。然而,例如可以采用Cu。

[0219] 此外,接合部分226D可以被形成为与第三接合面203D的配线层相连接。因此,屏蔽部分400D、基材224D、接合部分226D和核心部分221D可以确保电传导并且可以起到覆盖至基板本体210D的第三区域213D的大电磁屏蔽的功能。此外,在核心部分221D与下部配线层232D电连接的情况下,接合部分226D可以起到连接基材224D的配线层和下部配线层232D的

通孔的功能。

[0220] 例如,可以根据与形成第二实施方式中的接合部分223A相同的工艺来形成接合部分226D。因此,将增加对与第二实施方式中描述的第一到第三工艺不同的部分的描述。

[0221] 例如,作为第一工艺,可以是在孔中插入金属柱的工艺。在本实施方式中,金属柱被研磨至该金属柱从第四接合面204D突出预定量的高度。该高度通过考虑基材224D的端子部分225D的高度来确定。然后,当安装基板本体210D和基材224D时,金属柱的端面邻接在基材224D的表面配线上以形成接合部分226D。

[0222] 此外,作为第二工艺,例如可以是通过镀层来形成接合部分226D的工艺。然而,在本实施方式中,因为镀层从第四接合面204D突出预定的量,所以在第四接合面204D上形成预定的厚度的阻蚀剂。因此,可以形成具有该配置的接合部分226D。

[0223] 还有,作为第三工艺,例如可以是以导电胶形成接合部分226D的工艺。然而,在本实施方式中,通过在第四接合面204D上形成预定厚度的阻蚀剂,可以形成在第四接合面204D上突出的接合部分226D。

[0224] 此外,在任何的第一到第三工艺中,当导电胶的接合材料涂覆在形成接合部分226D的柱状体的端面并且与基材224D进行接触时,可以更进一步地增加在接合部分226D和基材224D的接合区域的机械强度。

[0225] 因为该接合部分226D可以固定基材224D和核心部分221D,所以可以增加基材224D的刚性。因此,传感器元件100的谐振频率可以更加稳定并且可以维持传感器元件100的希望振动特性。

[0226] 此外,接合部分226D可以用作电连接基材224D的配线层和基板本体210D的通孔,并且可以更多地增加配线设计的自由度。此外,接合部分226D可以起到覆盖屏蔽部分400D、配线层和控制器300的电磁屏蔽的一部分的功能。因此,可以提供具有更高的操作可靠性的传感器装置1D

[0227] 还有,因为基材224D可以固定到核心部分221d,所以通过进一步抑制伴随传感器元件100的振动的第一接合面201D的弹性变形,可以进一步地增加刚性。因此,传感器元件100的谐振频率可以更加稳定并且可以维持传感器元件100的希望振动特性。

[0228] <第六实施方式>

[0229] 图13是根据本技术的第六实施方式的传感器装置的示意性截面图。在附图中,与第三实施方式相对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0230] 根据本实施方式的传感器装置1E的大致结构与根据第四实施方式的相同。即,调节部分220C包括基材224E和埋设在基板本体210E中的核心部分221E。另一方面,屏蔽部分400E形成成为覆盖基材224E。

[0231] 根据本实施方式的基材224E形成成为使得第一接合面201E具有与传感器元件100的表面面积近似相同的面积。因此,形成比覆盖屏蔽部分400E的面积更小的第一接合面201E。

[0232] 在本实施方式中,屏蔽部分400E不是布置在第一接合面201E上,而是布置在基板本体210E的第四接合面204E上。因此,屏蔽部分400E可以不仅覆盖传感器元件100而且还覆盖基材224E。因此,可以进一步增加传感器装置1E的屏蔽效果。此外,由于屏蔽部分400E,可以防护在传感器元件100和基材224E之间的接合区域使其免于外部湿度和水分的侵入和外部应力。因此,可以进一步地增加传感器装置1E的操作可靠性。

[0233] 此外,因为传感器元件100和基材224E布置在屏蔽部分400E的内部,所以即使当外力施加在屏蔽部分400E上时,外力的影响也可以更少地传输。因此,传感器装置1E的使用性能极好并且即使当传感器装置1E作为封装部件安装在电子设备上时也可以稳定地维持传感器特性。

[0234] <第七实施方式>

[0235] 图14是根据本技术的第七实施方式的传感器装置的示意性截面图。在附图中,与第三实施方式对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0236] 根据本实施方式的调节部分220F与根据第五实施方式的调节部分220D相同,并且具有基材224F、核心部分221F和接合部分226F。此外,在本实施方式中,配线基板200F具有在基材224F和基板本体210F之间填充的粘合层250F。

[0237] 在本实施方式中,基材224F和基板本体210F如上所述经由端子部分225F通过倒装芯片安装来接合,并且粘合层250F形成为覆盖包括端子部分225F的接合区域的底部填充材料。作为该粘合层250F的材料,例如可以使用诸如环氧树脂的树脂材料。

[0238] 作为形成粘合层250F的工艺,例如在通过倒装芯片工艺安装基材224F和基板本体210F之后,在它们的间隙中从针管滴注诸如环氧树脂的树脂材料。然后,根据毛细管现象,树脂材料渗透到在基材224F和基板本体210F之间的间隙中并且通过加热来固化,由此形成粘合层250F。

[0239] 当粘合层250F填充在基材224F和基板本体210F之间时,可以保护包括端子部分225的接合区域使其免于外部湿度和水分的侵入或外部应力的影响。因此,可以增加在基材224F和基板本体210F之间的接合可靠性。

[0240] 此外,由于粘合层250F,基材224F可以更强地粘附到基板本体210F。因此,可以更多地增加基材224F的刚性并且可以维持传感器元件100的希望振动特性。

[0241] 根据本实施方式的传感器装置1F不限于以上结构,可以具有对具有与根据第三和第四实施方式的传感器装置1B和1C相同的结构的传感器装置提供粘合剂层250E的结构。由此也可以获得上述功能效果。

[0242] <第八实施方式>

[0243] 图15是根据本技术的第八实施方式的传感器装置的示意性截面图。在附图中,与第三实施方式对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0244] 根据本实施方式的调节部分220G与根据第七实施方式的调节部分220F相同,并且具有基材224G、核心部分221G和接合部分226G。此外,配线基板200G具有粘合层250G。还有,根据本实施方式的传感器装置1G具有与控制器300电接合的基板本体210G的第三接合面203G。

[0245] 根据本实施方式的控制器300以前后与根据第七实施方式的控制器300相反的状态布置在基板本体210G内部。因此,设置有端子部分310的控制器300的安装表面不是与下部配线层232相对布置而是与基材224G相对布置并且与基材224G的第三接合面203G接合。作为接合工艺,例如可以采用倒装芯片工艺。

[0246] 基板本体210G具有第二区域212G和第三区域213G但是不具有第一区域。与此相应地,配线层230G不具有上部配线层而只具有下部配线层232G。因此,可以以更薄的厚度形成基板本体210G。

[0247] 这里,将描述根据本实施方式的配线基板200G的制造工艺的示例。制造配线基板200G的工艺包括形成第二区域212G的步骤、形成第三区域213G的步骤和接合基材224G、控制器300与接合部分226G的步骤。

[0248] 因为形成第二区域212G的步骤与形成根据第一实施方式的第二区域212的步骤相同,所以将省略其描述。即,通过在有机绝缘体层上形成配线层来制造单面或双面的配线基板并且将它们层叠。

[0249] 在形成第三区域213G的步骤中,首先,核心部分221G与第二区域212上的下部配线层232G的一部分接合。例如,通过使用焊料的回流工艺来进行接合。随后,在第二区域212G上涂覆处于半固化状态的环氧树脂。

[0250] 另一方面,在基材224G的第三接合面203G上接合控制器300和接合部分226G。如上所述,控制器300经由端子部分310通过倒装芯片工艺安装。作为模制为预定长度的柱状体,接合部分226G通过诸如表面安装或贯穿孔安装的工艺来与基材224G接合。

[0251] 然后,控制器300和接合部分226G接合在第三接合面203G上的基材224G接合在处于半固化状态的树脂层上。这时,第三接合面203G和树脂层彼此面对地接合,并且控制器300和接合部分226G埋设在树脂层中。然后,通过固化树脂层来形成第三区域213G。因此,可以同时形成控制器300和接合部分226G,即,可以简化制造步骤。

[0252] 此外,在本实施方式中,在形成第三区域213G之后,在基材224G和基板本体210G之间的间隙中形成粘合层250G。因此,可以保护接合区域免于外部湿度或水分的侵入或外部应力的影响,并且可以进一步地增加在基材224G和基板本体210F之间的接合可靠性。此外,可以增加基材224G的刚性并且可以维持传感器元件100的希望振动特性。

[0253] 根据本实施方式的传感器装置1G具有接合部分226G。因此,通过与第五实施方式相同的方式可以增加基材224G的刚性。此外,因为可以采用具有覆盖传感器元件100和控制器300的屏蔽功能的结构,所以可以提供操作可靠性高的传感器装置1G。

[0254] <第九实施方式>

[0255] 图16是根据本技术的第九实施方式的传感器装置的示意性截面图;在附图中,与第三实施方式对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0256] 与根据第三实施方式的调节部分220B相同,根据本实施方式的调节部分220H具有基材224H。此外,与第八实施方式相同,控制器300与基材224H接合。

[0257] 根据本实施方式的基板本体210H具有比基材224H小的纵向弹性模量。即,柔性地形成基板本体210H。因此,当根据本实施方式的配线基板200H安装在未示出的调节基板上时,可以发挥所谓的阻尼效果以减轻由于安装扭曲而产生的应力。

[0258] 例如,在配线基板200H与调节基板接合的情况下,产生了由于在接合和操作期间的温度差而出现的安装扭曲,并且应力可以经由基板本体210H来赋予给传感器元件100。因此,可以影响传感器元件100的振动特性。

[0259] 这里,在本实施方式中,基板本体210H形成为使得它的纵向弹性模量小于由诸如陶瓷或Si的无机绝缘材料构成的基材224H的纵向弹性模量。因此,来自调节基板的应力由基板本体210H吸收,并且可以抑制对传感器元件100的影响。

[0260] 具体地,基板本体210H以比基材224H小100GPa以上的纵向弹性模量的值来形成。例如,在基材224H由陶瓷形成的情况下,通过参考表1,基板本体210H也可以形成为具有

210GPa以下的值。在该基板本体210H中,含有非常少量的诸如玻璃纤维的硬添加剂的环氧树脂被采用为有机绝缘材料。可选地,通过添加比环氧树脂更软的聚氨酯树脂可以进一步减少有机绝缘材料的纵向弹性模量。

[0261] 另一方面,因为当从线性膨胀系数和纵向弹性模量来看时,接合有传感器元件100的基材224H具有坚固的结构,所以即使当基板本体210H的纵向弹性模量的值小时也可以维持传感器元件100的振动特性。

[0262] 与第八实施方式相同,基板本体210H具有第二区域212H和第三区域213H。第二区域212H用形成有下部配线层232H的多层配线基板构成。另一方面,在第三区域213H中,在埋设有控制器300的区域周围没有布置核心部分。在第三区域213H中,在控制器300的周围可以形成第三配线层233H。

[0263] 例如,可以如以下示出的来制造具有该结构的基板本体210H。首先,以与第一实施方式相同的方式形成第二区域212H。即,通过经由积层工艺交替层叠有机绝缘层和配线层来制造第二区域212H。随后,也以相同方式制造第三区域213H。此外,从第四接合面204H以上起,在第三区域213H的预定位置上通过研磨或激光加工来形成收容控制器300的凹进部分。最终,在凹进部分中收容控制器300。这时,控制器300可以已经通过倒装芯片工艺与基材224H接合,或可以通过倒装芯片工艺同时接合基材224H和第四接合面204H。

[0264] 在本实施方式中,因为绝缘层由环氧树脂形成并且相比于例如陶瓷更软,所以可以容易地形成凹进部分。此外,因为传感器元件100布置在基材224H上,所以其大小不受凹进部分形状的限制。

[0265] 此外,根据本实施方式的传感器装置1H在安装在调节基板上之后可以有效地减轻所赋予的压力并且可以控制传感器元件100的振动特性。因此,可以提供具有高操作可靠性的传感器装置1H。

[0266] <第十实施方式>

[0267] 图17是根据本技术的第十实施方式的传感器装置的示意性截面图。在附图中,与第三实施方式对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0268] 与根据第三实施方式的调节部分220B相同,根据本实施方式的调节部分220J具有基材224J。此外,与第八和第九实施方式相同,控制器300与基材224J接合。在本实施方式中,传感器元件100和控制器300通过诸如焊料的导电接合材料与基材224J接合,并且基材224J和基板本体210J通过配线接合工艺电接合。

[0269] 传感器元件100经由导电接合材料与基材224J的第一接合面201J接合而控制器300经由导电接合材料与基材224J的第三接合面203J接合。

[0270] 基材224J的第一接合面201J具有在传感器元件100的周围形成的端子部分225J。端子部分225J经由由金(Au)形成的配线W与在基板本体210J的第四接合面204J的一侧的端子电连接。因此,可以确保在接合有控制器300和传感器元件100的基材224J和基板本体210J之间的电传导。

[0271] 基板本体210J具有第二区域212J和第三区域213J。与相应的实施方式相同,第二区域212J具有形成下部配线层232J的多层配线基板。另一方面,第三区域213J具有在埋有控制器300的区域周围的第三配线层233J。即,第四接合面204J的端子部分地构成第三配线层233J。

[0272] 在本实施方式中,根据本实施方式的屏蔽部分400J布置在基板本体210J的第四接合面204J上。此外,形成比传感器元件100的表面面积大并且比屏蔽部分400J覆盖的面积小的基材224J。因此,因为第一接合面201J、第三接合面203J和包含通过配线接合工艺接合的端子部分225的接合区域全部都覆盖有屏蔽部分400J,所以可以保护接合区域不受外部压力的影响或外部湿度和水分的侵入。

[0273] 在本实施方式中,因为基材224J与传感器元件100和控制器300的接合区域可以制作的较大,所以可以减轻由于应变应力而产生的局部应力。

[0274] <第十一实施方式>

[0275] 图18是根据本技术的第十一实施方式的传感器装置的示意性截面图。在附图中,与第三实施方式对应的同样的部件具有相同的标号,并且将省略它们的详细描述。

[0276] 与根据第三实施方式的调节部分220B相同,根据本实施方式的传感器装置1K的调节部分220K具有基材224K。此外,与第八实施方式相同,控制器300经由端子部分310与基材224K接合。

[0277] 在本实施方式中,基板本体210K具有由诸如铜(Cu)芯焊料球或树脂芯焊料球的焊料球S构成的外部连接端子232Ka。外部连接端子232Ka被形成为电连接基材224K和未示出的调节基板。即,外部连接端子232Ka布置在基材224K的第三接合面203K上形成的焊盘部分231上并且可以通过回流工艺安装在调节基板上。焊盘部分231K构成基板本体210K的配线层。

[0278] 在本实施方式中,基板本体210K在基材224K上直接形成。即,紧密相邻地布置基材224K的第三接合面203K和基板本体210K的第四接合面204K。从焊盘部分231K与基材224K的可接合性看来,它们可以经由含有金(Au)或镍(Ni)的粘合层接合。

[0279] 基板本体210K包含由作为有机绝缘体的电磁波吸收体构成的底部填充树脂U。由于该底部填充树脂U,可以抑制电子部件300直接暴露于来自调节基板的静电噪声。

[0280] 图19A到图19D是用于描述根据本实施方式的制造传感器装置1K的基板本体210K的步骤的截面图。图19A示出了在传感器元件100被安装在第一接合面201K上的状态下的基材224K。构成基材224K的配线层的一部分的端子部分225K在第三接合面203K上形成。端子部分225K包括用于经由基板本体210K与调节基板电连接的多个端子225Ka和用于与控制器300电连接的多个端子225Kb。例如,多个端子225Ka以预定的距离布置在第三接合面203K的周边部分。例如,多个端子225Kb彼此分开预定距离地布置在第三接合面203K的中心部分。在图18中,省略示出端子部分225K。

[0281] 随后,在基材224K的第三接合面203K上,通过倒装芯片工艺经由端子部分225Kb来安装控制器300(图19B)。然后,在端子部分225Kb上形成焊盘部分231K。不具体限制制造焊盘部分231K的工艺。例如,可以采用通过加成工艺或减成工艺来制造图案的工艺、或用离型膜的铜箔转印工艺、丝网印刷工艺。

[0282] 此外,在这些焊盘部分231K上形成焊料球S(图19C)。然后,填充底部填充树脂U以覆盖控制器300从而形成基板本体210K。这时,将底部填充树脂U的厚度调整到焊料球S的端部露出的程度。端部构成与调节基板连接的外部连接端子232Ka。

[0283] 如上所述,根据本实施方式,由焊料球S构成的外部连接端子232Ka可以确保在基材224K和调节基板之间的电连接,并且通过使用焊料球S,可以以低成本来制造基板本体

210K。此外,基板本体210K可以由更少数量的工艺来制造。此外,当使用抗静电用途的底部填充树脂U时,可以抑制来自调节基板的噪声直接侵入控制器300。

[0284] 此外,作为实施方式的变形例,还可以采用以下结构。

[0285] 图20是示出了根据本实施方式的变形例的传感器装置1Ka的结构的截面图。在变形例中,贯通孔V用作外部连接端子232Ka。由此,也可以确保在基材224K和调节基板之间的电传导,并且可以容易地进行制造。

[0286] 作为具体制造工艺,例如在控制器300安装在基材224K的第三接合表面203K上之后,填充底部填充树脂U以覆盖控制器300。然后,例如通过激光加工在固化的底部填充树脂U上形成贯通孔。在与第三接合表面203K的端子225Ka对应的位置形成贯通孔使得端子225Ka的底表面露出。然后,对贯通孔进行镀层处理。作为镀层工艺,可以使用电解沉积工艺和无电沉积工艺中的任一个,并且可以适当采用基于锡的镀层工艺。此外,在电解沉积工艺的情况下,在镀层时可以在贯通孔内部形成镀电层(种子层)。因此,在贯通孔内部形成通孔V,并且通孔V可以确保在基材224K和调节基板之间的电传导。

[0287] 在上文中描述了本技术的实施方式。然而,本技术不限于此。基于本技术构思,可能有各种变形。

[0288] 根据各个本发明实施方式的控制器300可以由具有接近传感器元件100的线性膨胀系数的值的材料形成。例如,控制器300可以由包括Si的半导体裸片形成或可以形成有由诸如42合金、陶瓷、Fe或Cu的材料构成的覆盖物。当该控制器300埋在基板本体210内部时,可以进一步地抑制第一接合面201的变形并且可以更安全地维持传感器元件100的振动特性。

[0289] 此外,在第一和第二实施方式中,当基板本体210的第一区域211以0.2mm以下的厚度形成并且传感器元件100和控制器300通过叠加它们的安装面积来布置时,可以更多地抑制第一接合面201的变形。即,当控制器300和传感器元件100进行接近并且彼此面对地布置时,在它们之间形成的有机绝缘层变得更薄并且第一接合面201变得难以被有机绝缘层的线性膨胀系数和纵向弹性模量影响。因此,进一步减轻了在传感器元件100的端子部分114和第一接合面201之间的应力。此外在这种情况下,如上所述,控制器300可以由具有接近传感器元件100的线性膨胀系数和纵向弹性模量的值的材料形成。

[0290] 此外,在以上实施方式中,描述了具有作为调节部分的核心部分或基材的结构。然而,调节部分不限于此。例如,调节部分可以具有添加有预定量的诸如玻璃纤维的硬质填充物的环氧树脂(有机绝缘材料)。由此,线性膨胀系数和纵向弹性模量的值也可以调整为接近传感器元件线的这些值。此外,调节部分可以具有配线层。通过布置由铜箔形成的多个配线层,基板本体的线性膨胀系数和纵向弹性模量的值也可以被设置为接近传感器元件的这些值。

[0291] 此外,在以上实施方式中,传感器元件100被描述为陀螺传感器。然而,不限于此,可以采用通过硅或石英的MEMS工艺获得的传感器元件。作为这样的元件,例如压力传感器元件、加速度传感器元件或音频传感器元件(MEMS麦克风)可以被采用为传感器元件。例如,当压力传感器元件在第一接合面之间生成诸如应变应力的应力时,诸如补偿电压、线性度和滞后(hysteresis)等因素受到影响并且可能改变传感器特性。相应地,这样的压力传感器在应用为关于以上实施方式的传感器元件时也可以抑制在第一接合面的应力并且可以

维持稳定的传感器特性。

[0292] 此外,在控制器的端子部分朝向外部连接端子侧(调节基板侧)布置的所描述的实施方式中,端子部分也可以在相反的方向上(即,朝向传感器元件)布置。

[0293] 还有在以上实施方式中,控制器300被说明为电子部件。然而,电子部件不限于此。只要电子部件可以避免诸如激光修整的安装之后的调整并且其操作不受埋设的干扰,就可以采用它,即,可以适当地采用电容器、电阻或地磁传感器。

[0294] 本技术也可以采取以下结构。

[0295] (1)一种传感器装置,包括:

[0296] 传感器元件;以及

[0297] 配线基板,具有与所述传感器元件电接合的第一接合面、含有有机绝缘材料并且埋设有电子部件的基板本体、以及调节所述第一接合面使所述第一接合面免于变形的调节部分。

[0298] (2)根据(1)所述的传感器装置,其中,

[0299] 所述第一接合面布置在所述基板本体上;并且

[0300] 所述调节部分包括在所述基板本体中埋设的核心部分。

[0301] (3)根据(2)所述的传感器装置,其中,

[0302] 所述核心部分环状地布置在电子部件周围。

[0303] (4)根据(3)所述的传感器装置,其中,

[0304] 所述配线基板进一步具有面向所述第一接合面的第二接合面;并且

[0305] 所述基板本体进一步具有:

[0306] 第一配线层,布置在所述第一接合面侧,以及

[0307] 第二配线层,布置在所述第二接合面侧并且面向所述第一接合面,而所述核心部分和所述电子部件介于所述第一配线层和所述第二配线层之间。

[0308] (5)根据(2)到(4)中的任一项所述的传感器装置,还包括布置在所述第一接合面上并且覆盖所述传感器元件的屏蔽部分。

[0309] (6)根据(5)所述的传感器装置,其中,

[0310] 所述调节部分还包括接合所述屏蔽部分和所述核心部分的第一接合部分。

[0311] (7)根据(6)所述的传感器装置,其中,

[0312] 所述屏蔽部分和所述传感器元件的线性膨胀系数的差的绝对值小于所述有机绝缘材料和所述传感器元件的线性膨胀系数的差的绝对值。

[0313] (8)根据(2)到(7)中的任一项所述的传感器装置,其中,

[0314] 所述核心部分和所述传感器元件的线性膨胀系数的差的绝对值小于所述有机绝缘材料和所述传感器元件的线性膨胀系数的差的绝对值。

[0315] (9)根据(1)所述的传感器装置,其中,

[0316] 所述调节部分包括布置在所述传感器元件和所述基板本体之间的无机绝缘材料的基材,并且

[0317] 所述第一接合面布置在所述基材上。

[0318] (10)根据(9)所述的传感器装置,其中,

[0319] 所述调节部分还包括在所述基板本体中埋设的核心部分。

- [0320] (11) 根据 (10) 所述的传感器装置, 其中,
- [0321] 所述调节部分还包括接合所述基材和所述核心部分的第二接合部分。
- [0322] (12) 根据 (9) 到 (11) 的任一项所述的传感器装置, 其中,
- [0323] 所述基材安装在所述基板本体上, 并且
- [0324] 所述配线基板还包括在所述基材和所述基板本体之间填充的粘合层。
- [0325] (13) 根据 (9) 到 (12) 中任一项所述的传感器装置, 其中,
- [0326] 所述基材被配置为与第一接合面相对并且还包括与所述电子部件电接合的第三接合面。
- [0327] (14) 根据 (9) 到 (13) 中的任一项所述的传感器装置, 还包括布置在所述配线基板上并且覆盖所述传感器元件的屏蔽部分。
- [0328] (15) 根据 (14) 所述的传感器装置,
- [0329] 其中, 所述屏蔽部分布置在第一接合面上。
- [0330] (16) 根据 (15) 所述的传感器装置, 其中,
- [0331] 所述基板本体包括面向所述基材的第四接合面; 并且
- [0332] 所述屏蔽部分布置在所述第四接合面上并且覆盖所述基材和所述传感器元件。
- [0333] (17) 根据 (9) 到 (16) 中的任一项所述的传感器装置, 其中, 所述基板本体具有比所述基材小的纵向弹性模量。
- [0334] (18) 根据 (1) 到 (17) 中的任一项所述的传感器装置, 其中, 所述传感器元件面向所述电子部件, 而所述第一接合面介于它们之间。
- [0335] (19) 根据 (1) 到 (18) 中的任一项所述的传感器装置, 其中, 所述传感器元件是陀螺传感器。
- [0336] 本技术包含的主题涉及 2013 年 4 月 24 日向日本专利局提交的日本在先专利申请第 JP2012-149228 号中公开的内容, 将其全部内容通过引用结合于此。
- [0337] 本领域中的技术人员应当理解, 在所附权利要求及其等同方案的范围内可以根据设计需求和其他因素而出现各种变形、组合、子组合和修改。

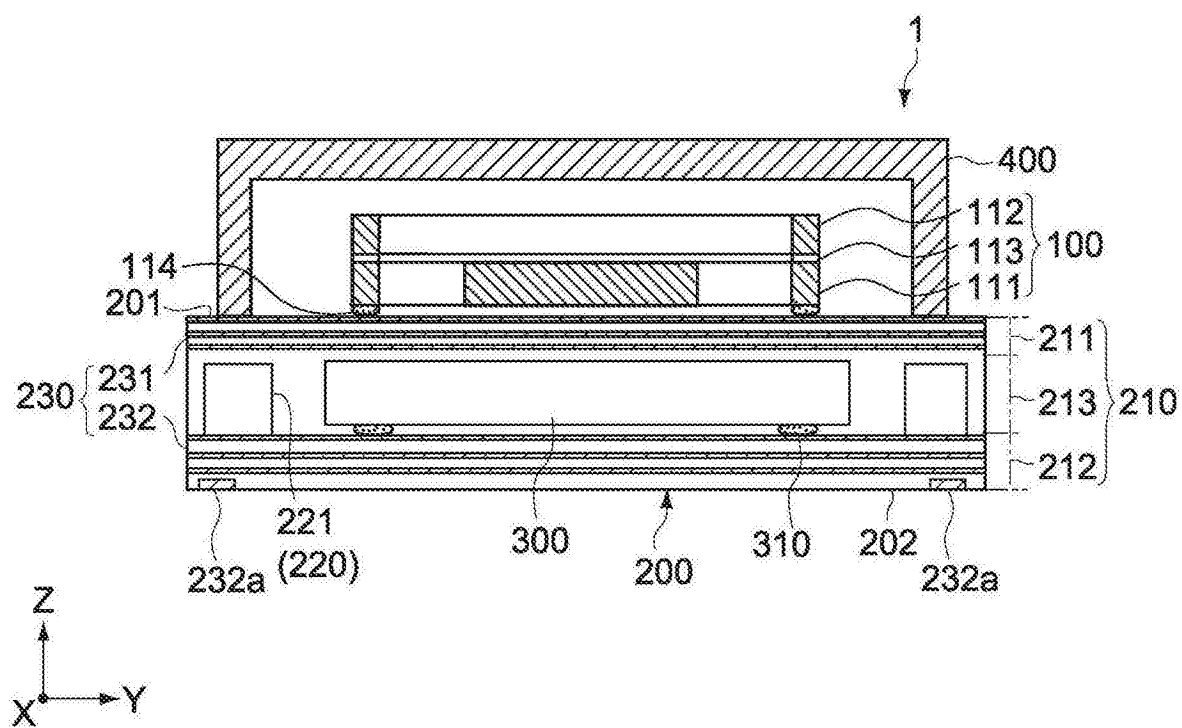


图 1

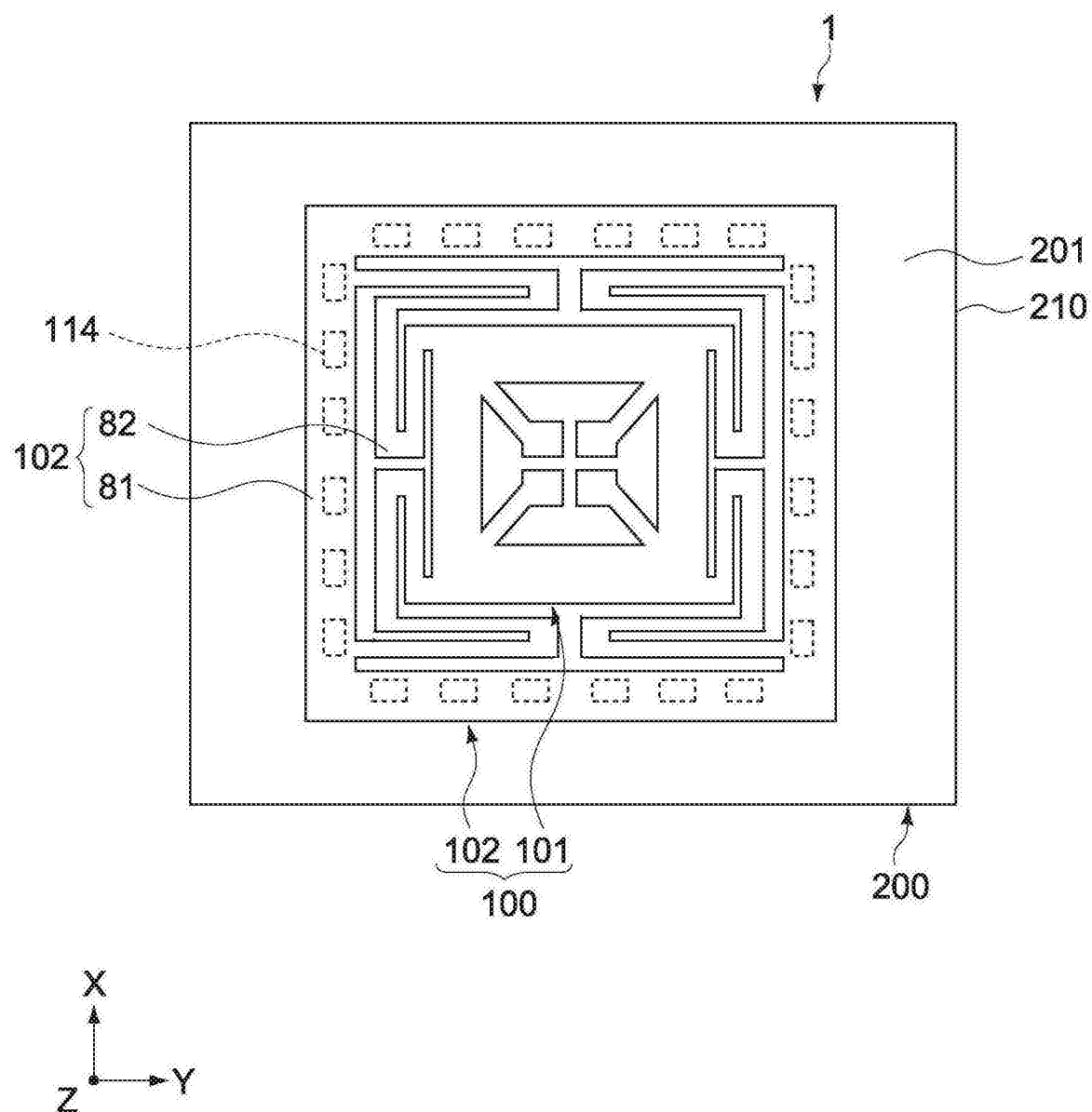


图2

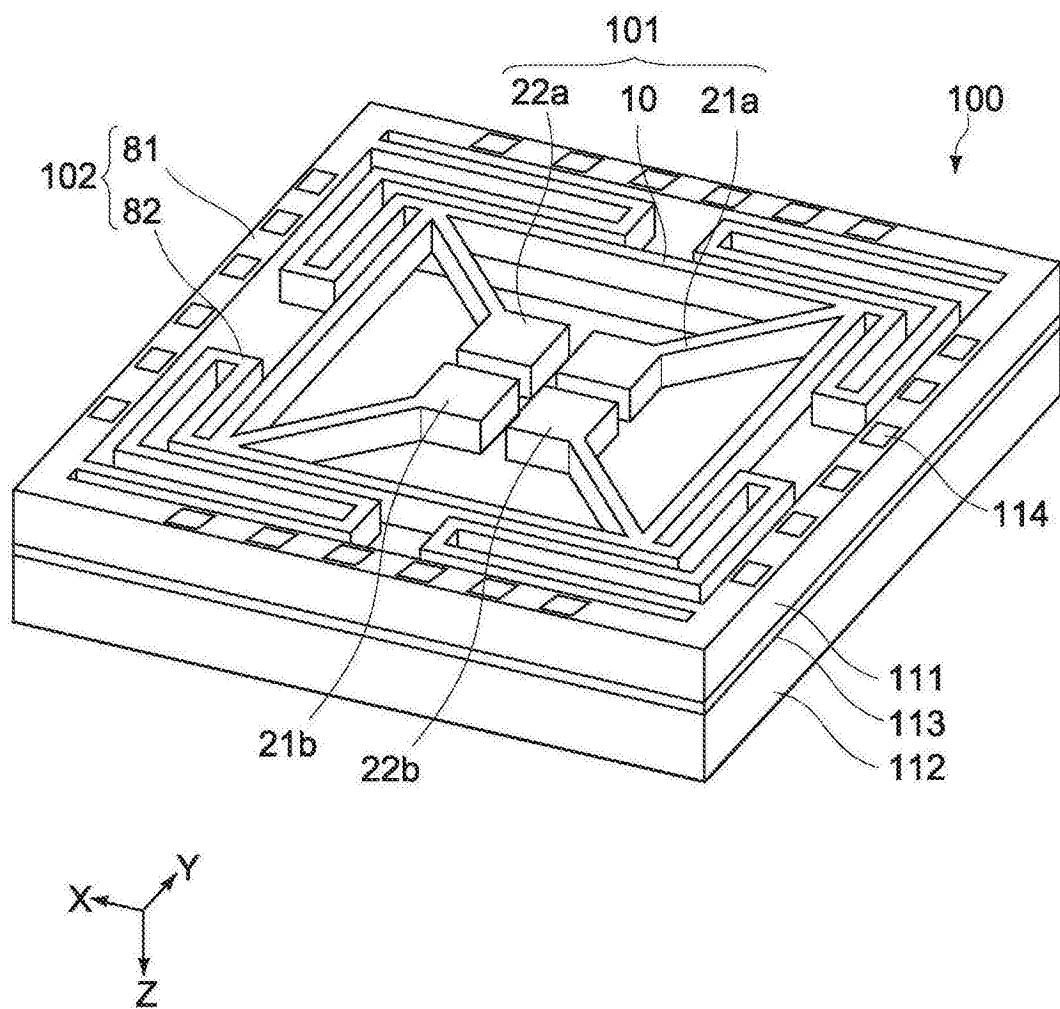


图3

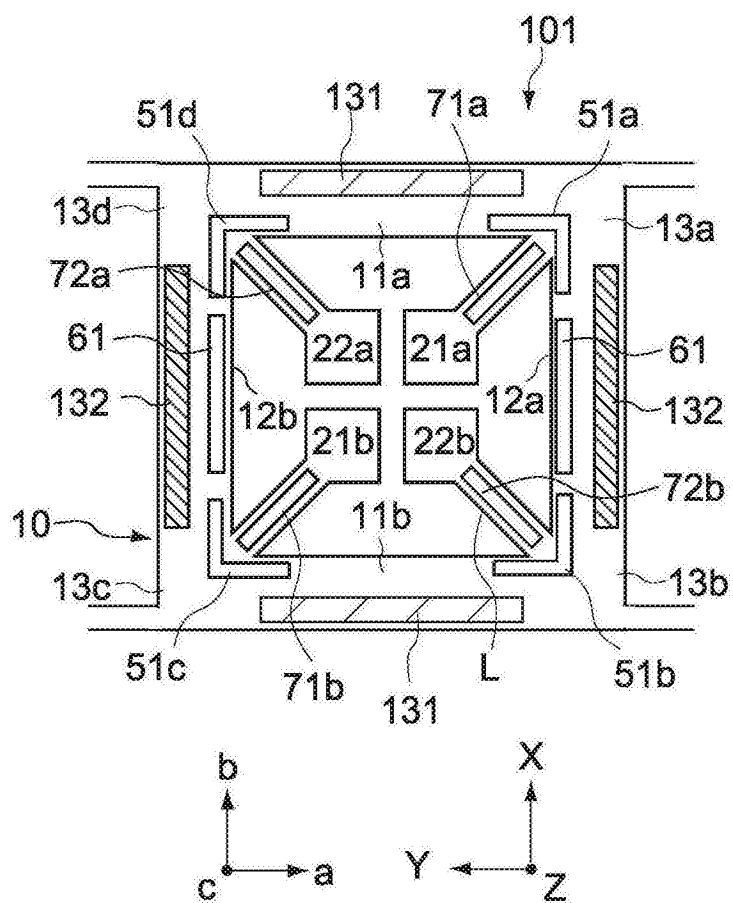


图4

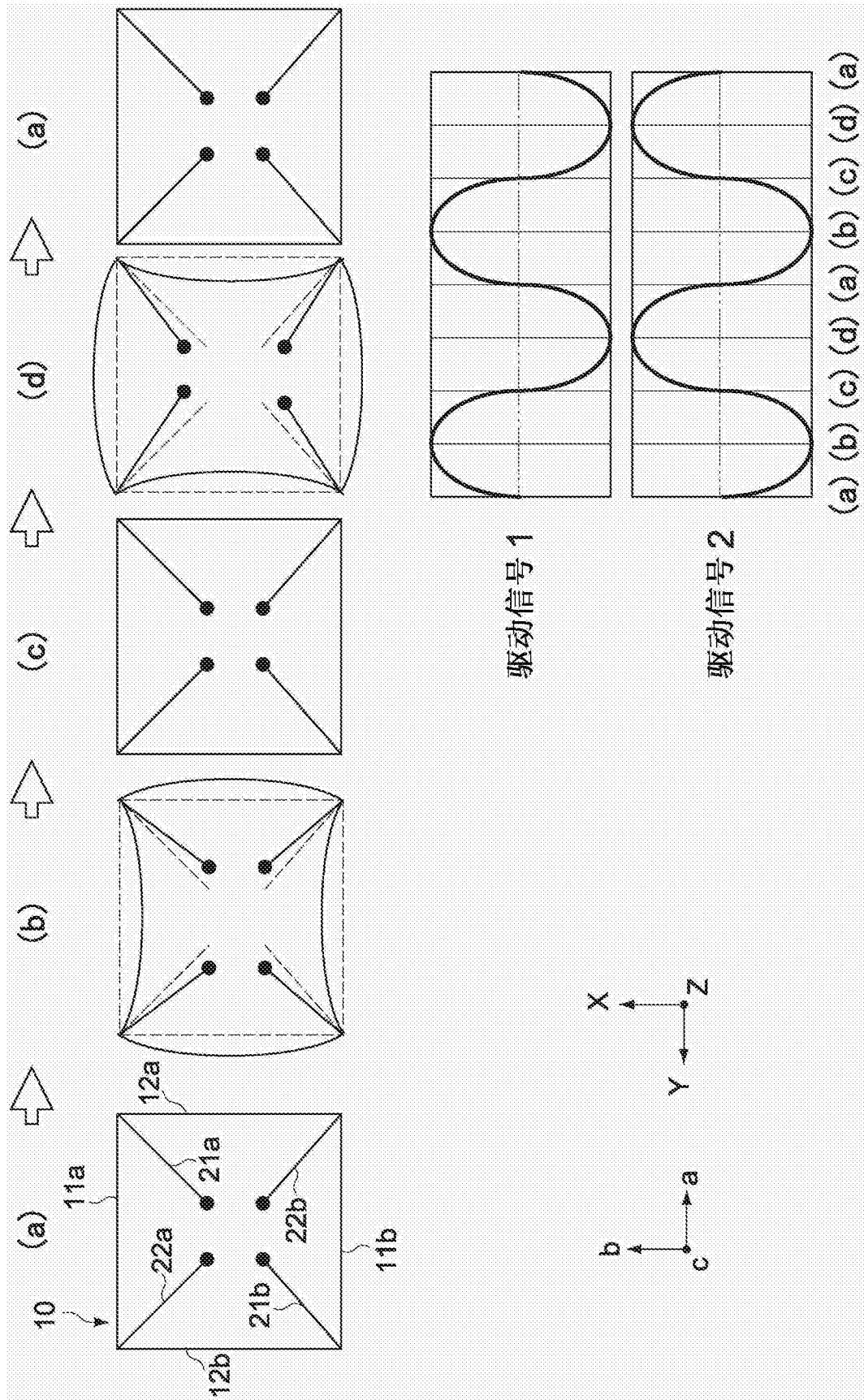


图5

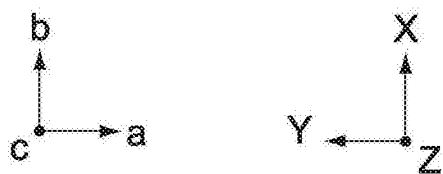
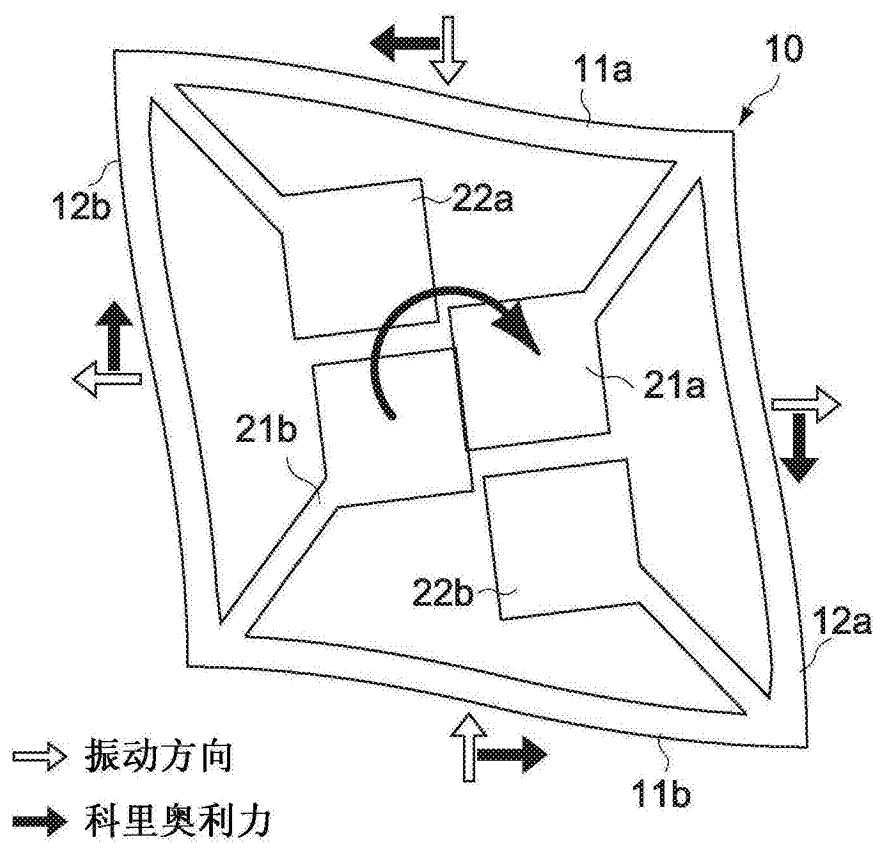


图6

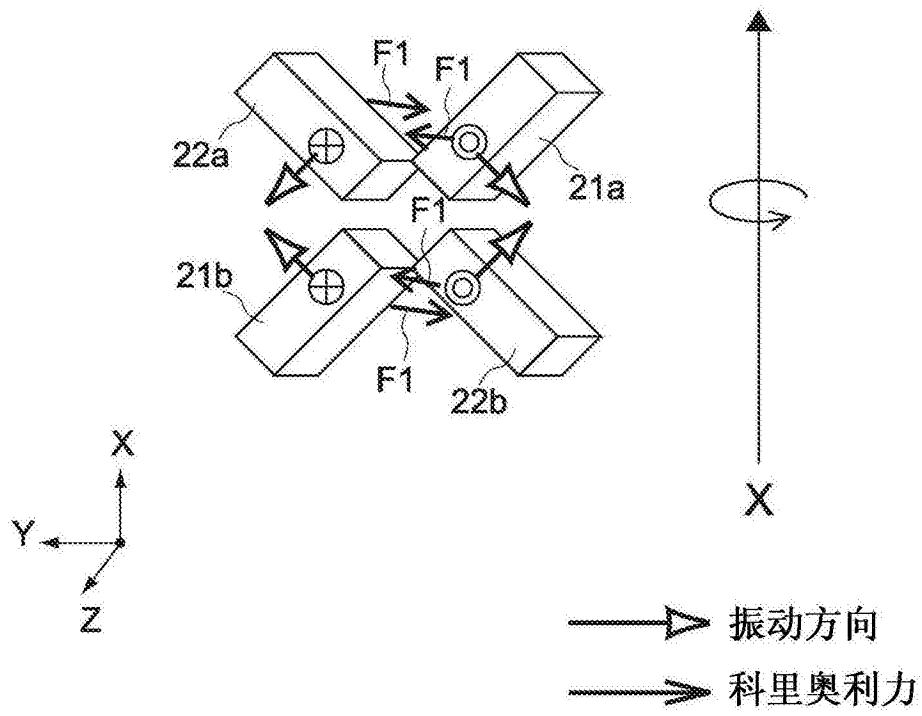


图7A

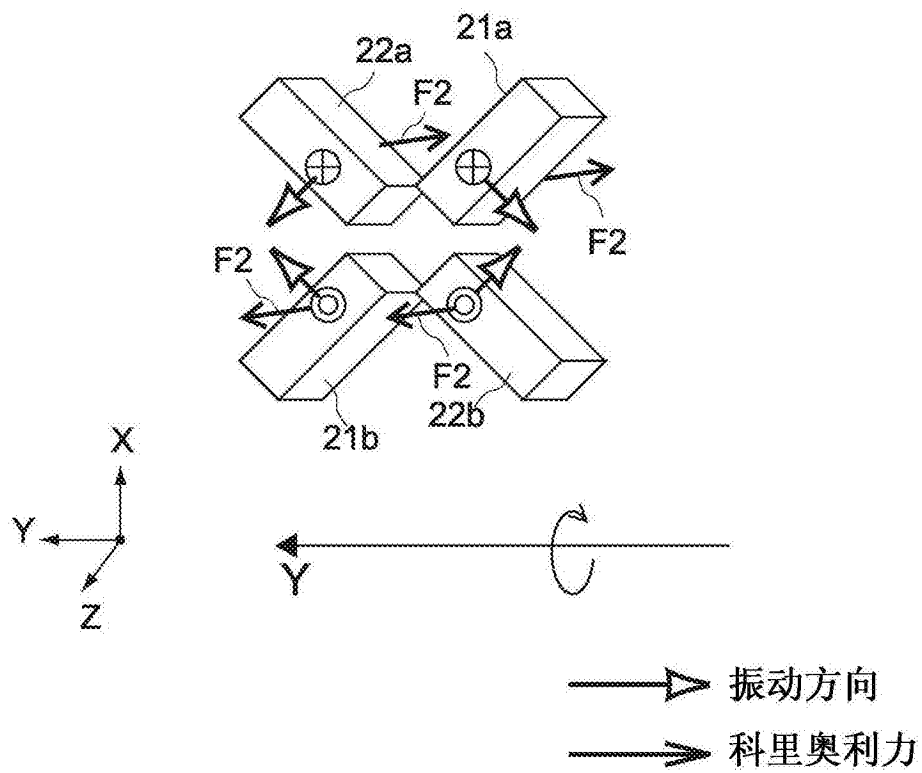


图7B

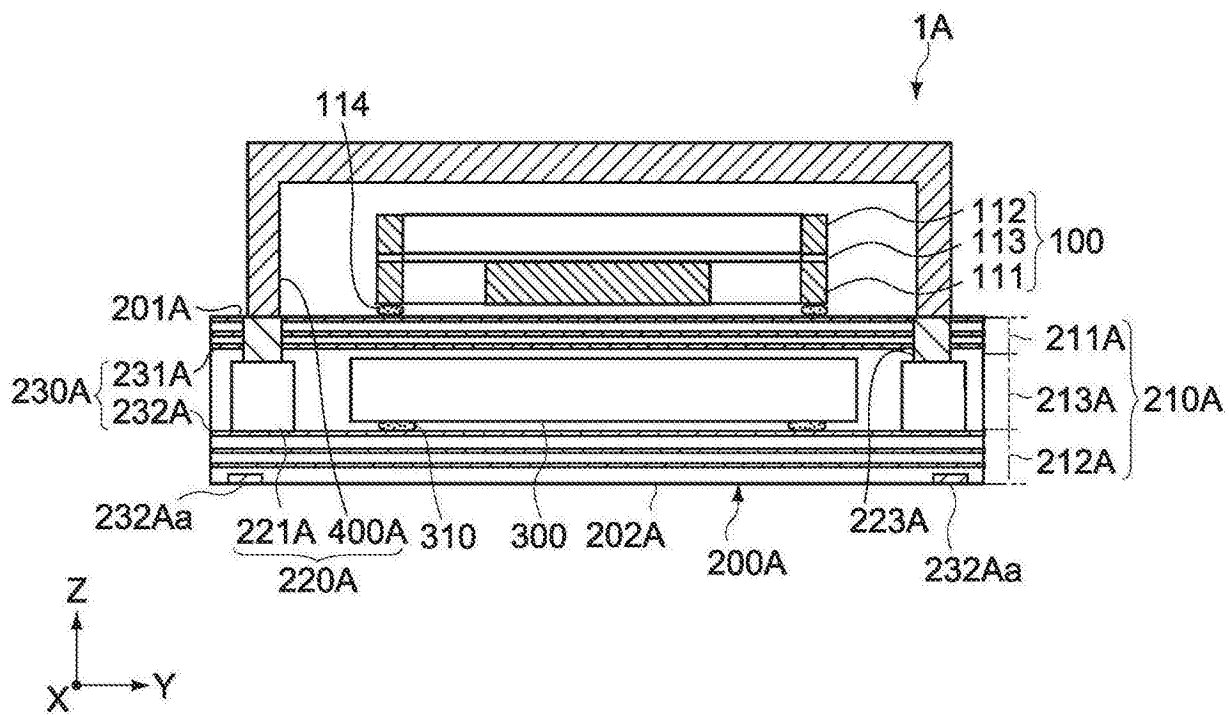


图8

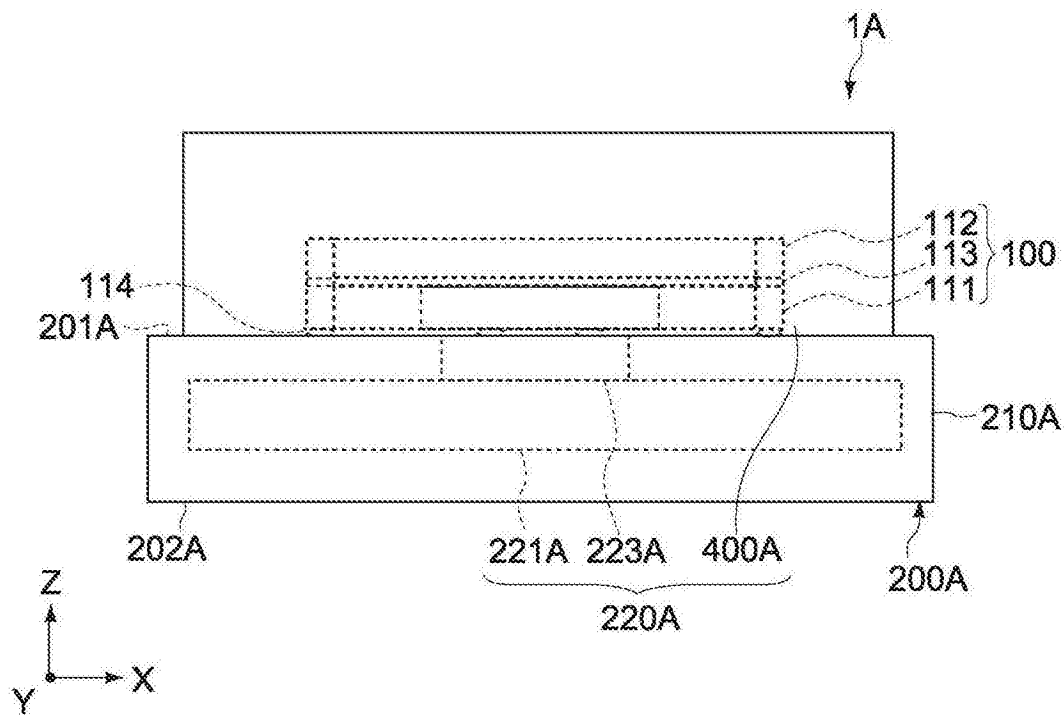


图9

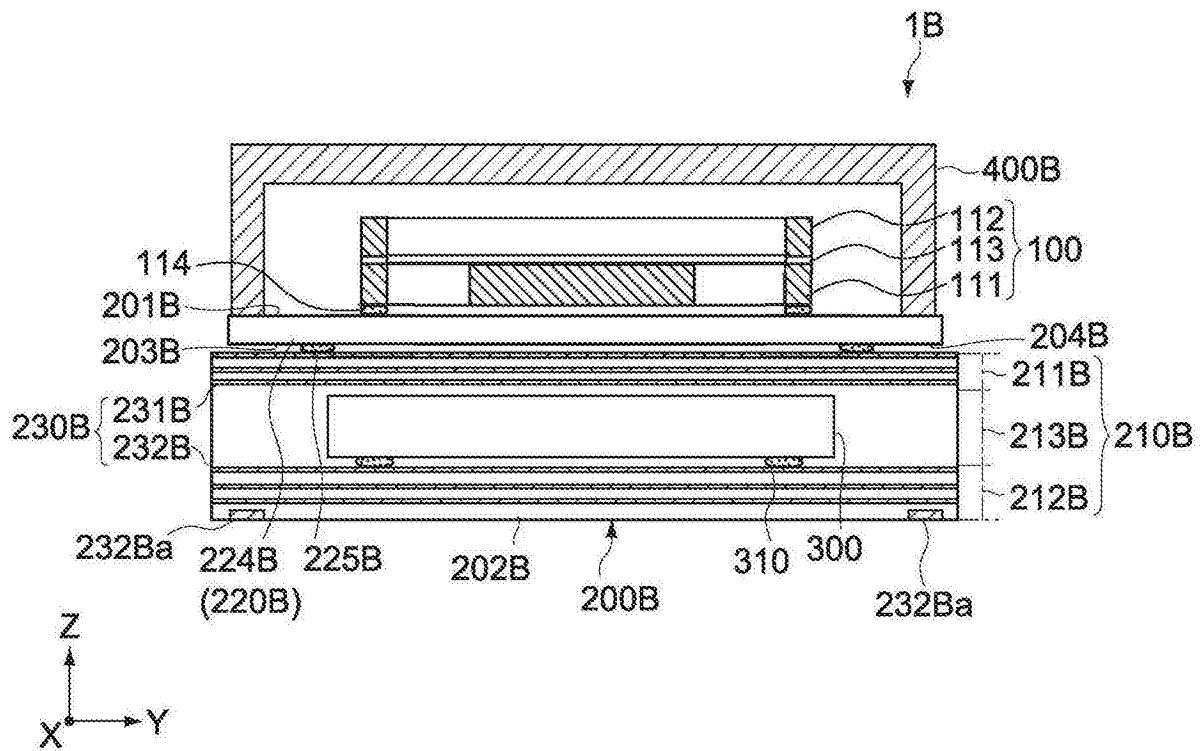


图 10

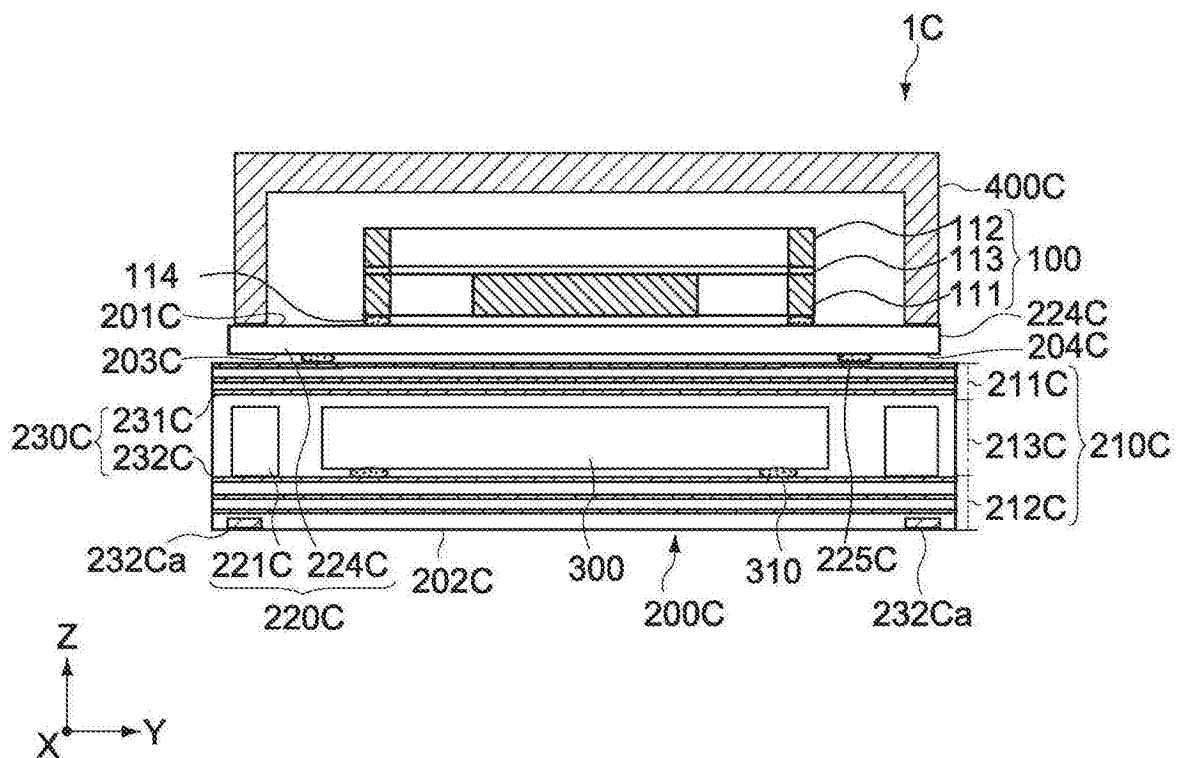


图 11

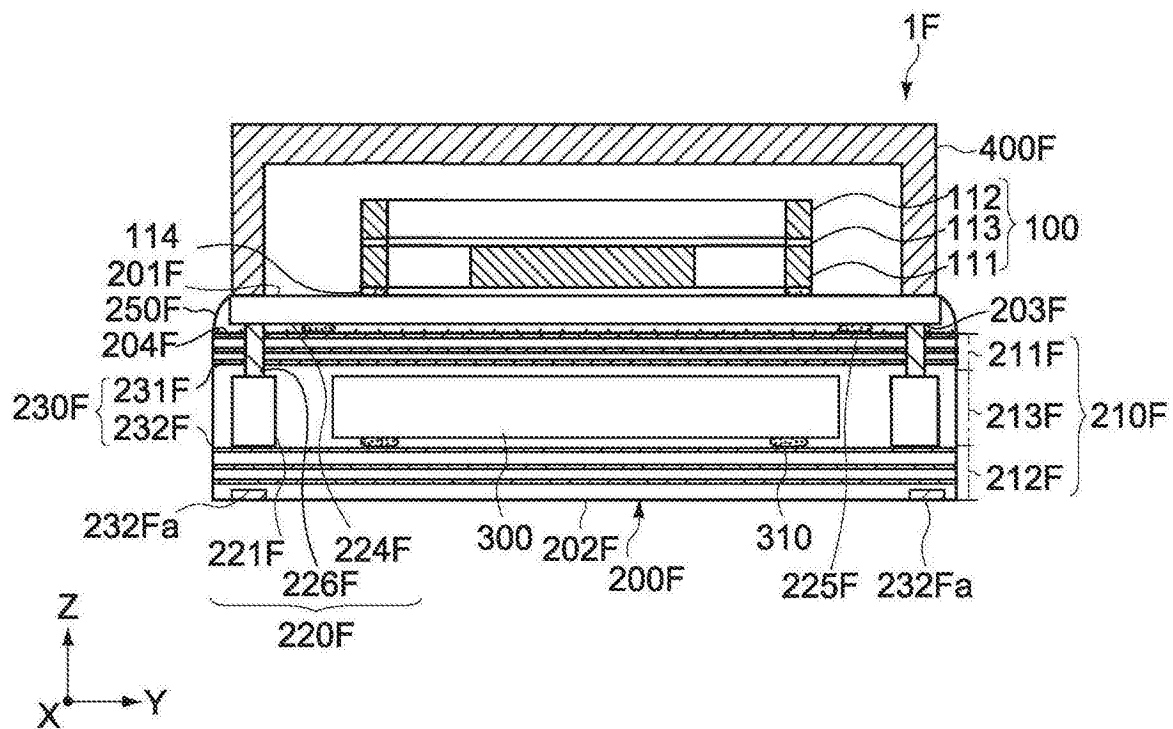


图14

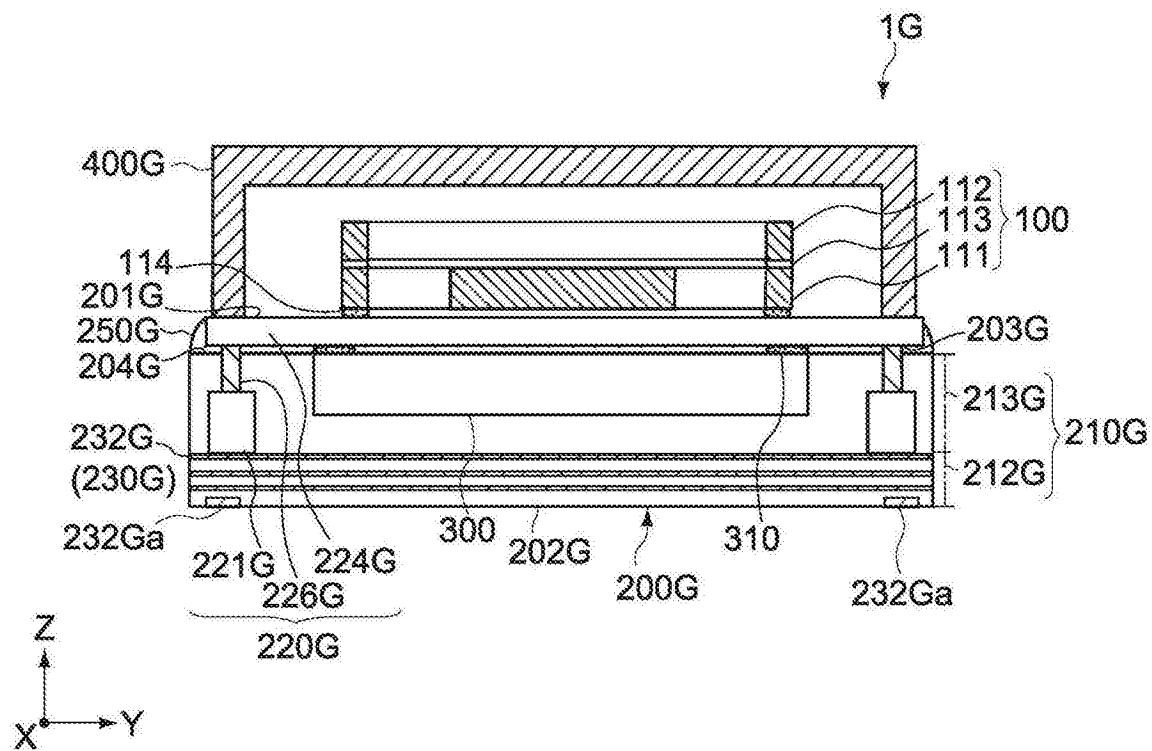


图15

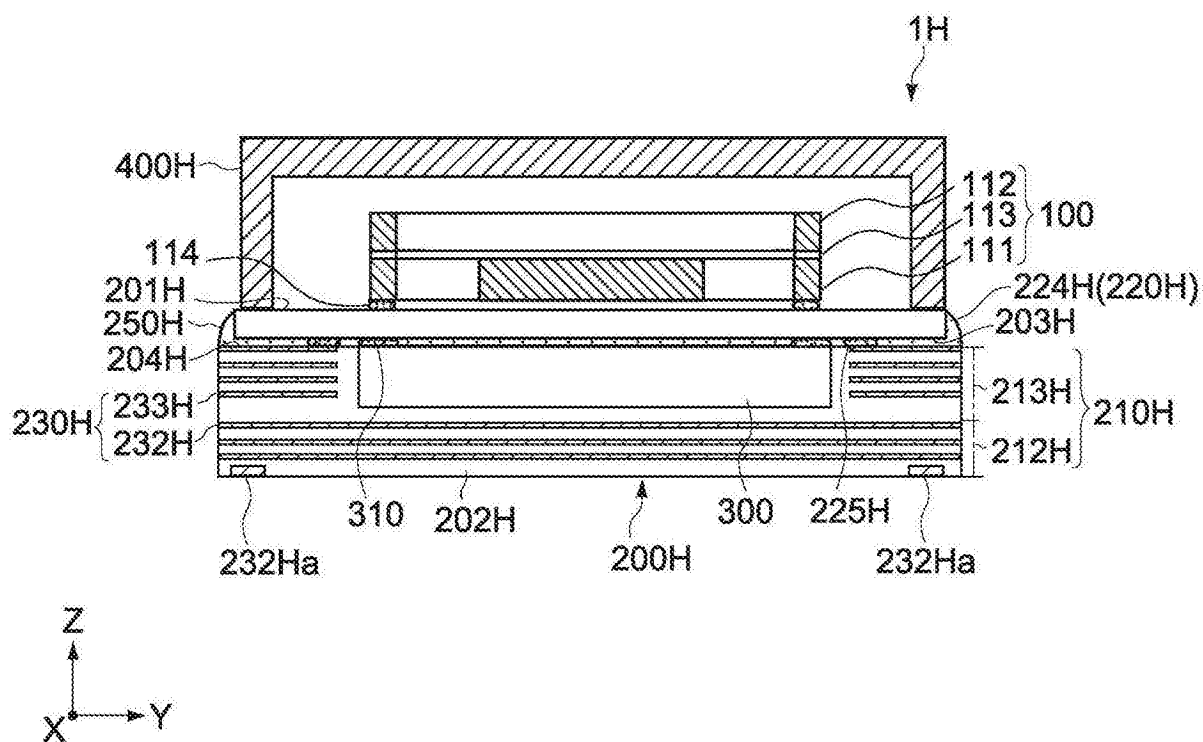


图16

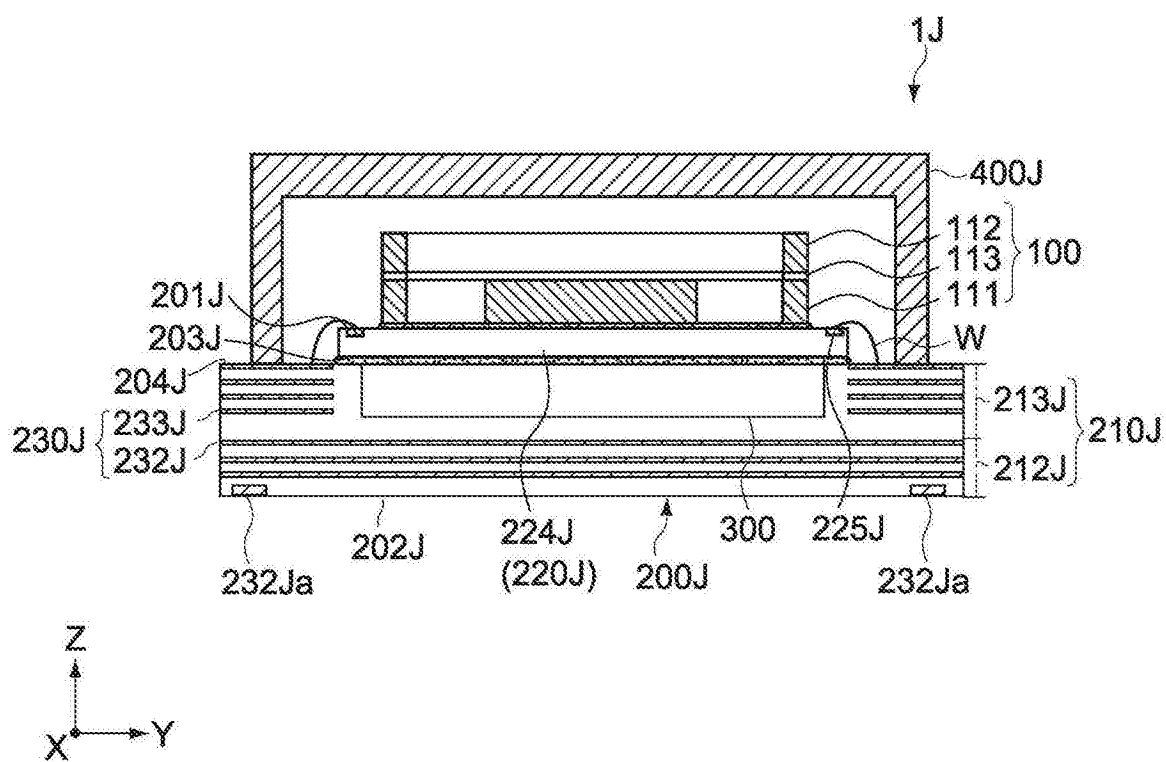


图17

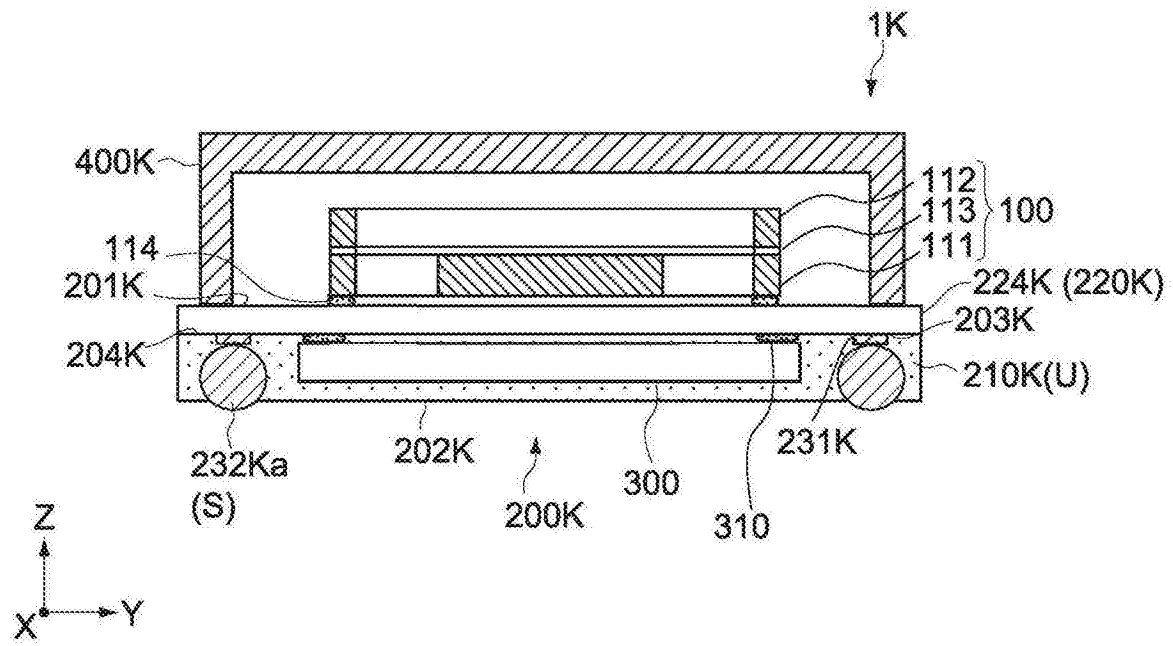


图18

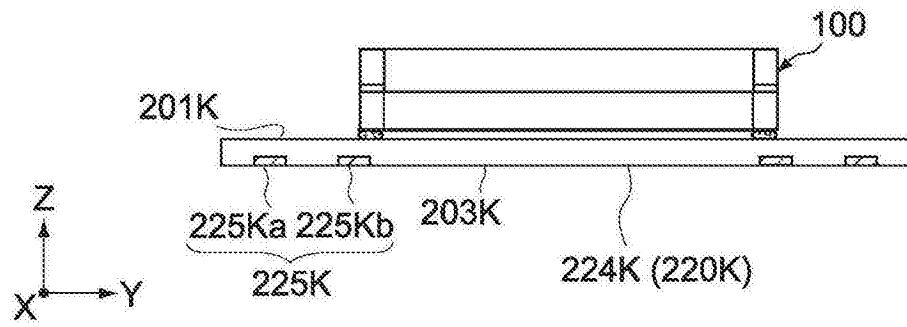


图19A

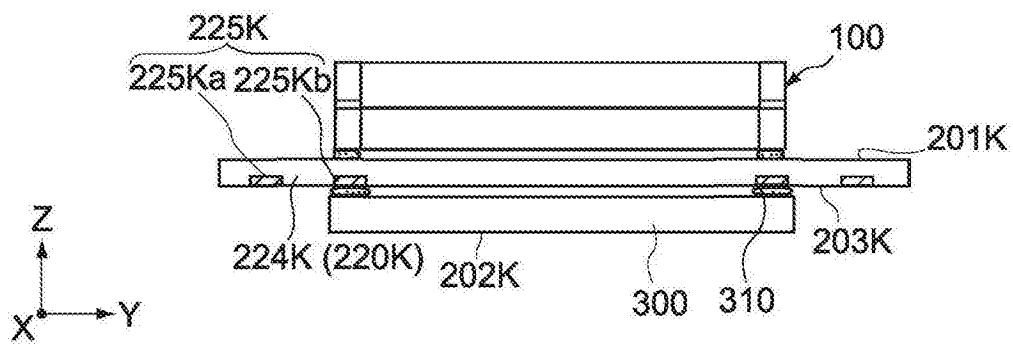


图19B

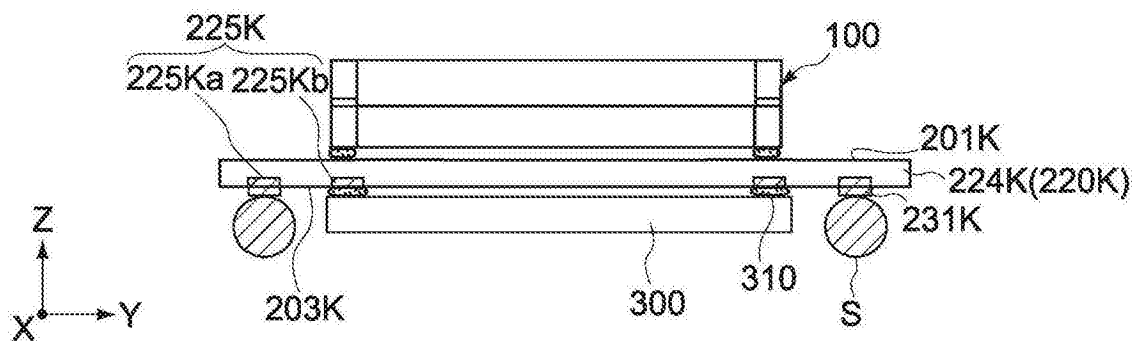


图19C

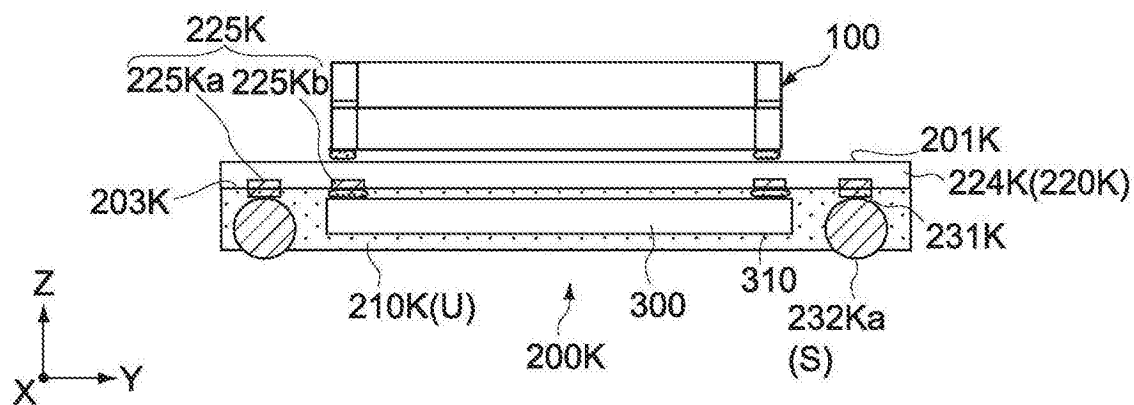


图19D

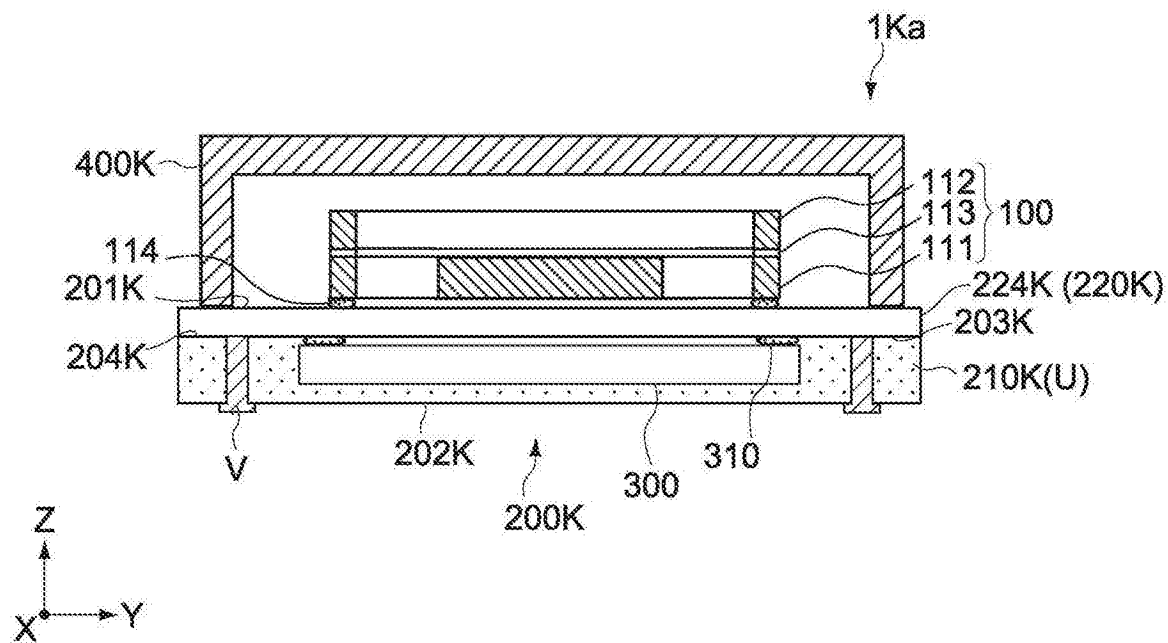


图20