



(43) 申请公布日 2016.01.13

权利要求书2页 说明书32页 附图31页

1. 一种传感器装置,其包括:
传感器元件;和
半导体元件,所述半导体元件包括:
第一表面,所述第一表面是非能动性表面且包括第一端子,所述传感器元件被安装在所述第一端子上;
第二表面,所述第二表面是能动性表面且包括第二端子,所述第二端子用于外部连接;
以及
通路孔,所述通路孔将所述第一表面和所述第二表面相互电连接。
2. 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:
检测部,所述检测部能够检测预定物理量;以及
支撑部,所述支撑部支撑着所述检测部且被连接至所述第一端子。
3. 根据权利要求 2 所述的传感器装置,其中
所述半导体元件还包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述检测部相对。
4. 根据权利要求 2 所述的传感器装置,其中
所述检测部包括活动部,并且
所述传感器元件被构造成能够基于所述活动部的动作状态而输出依赖于所述预定物理量的信号。
5. 根据权利要求 4 所述的传感器装置,其中
所述传感器元件被构造成基于所述活动部的振动状态的变化而输出与角速度相关的信号。
6. 根据权利要求 4 所述的传感器装置,其中
所述活动部包括隔膜,并且
所述传感器元件被构造成能够基于所述隔膜的变形而输出与压力相关的信号。
7. 根据权利要求 4 所述的传感器装置,其中
所述半导体元件还包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述活动部相对。
8. 根据权利要求 4 所述的传感器装置,其中
所述半导体元件还包括振动控制构件,所述振动控制构件被形成于所述第一表面中,且所述振动控制构件能够抑制基于所述活动部的动作的所述半导体元件和所述传感器元件的振动。
9. 根据权利要求 2 所述的传感器装置,其中
所述检测部输出基于对具有预定波长的电磁波的吸收的信号。
10. 根据权利要求 9 所述的传感器装置,其中
所述半导体元件还包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述检测部相对。
11. 根据权利要求 9 所述的传感器装置,其中
所述半导体元件还包括反射层,所述反射层被形成于所述第一表面中且能够反射所述

具有预定波长的电磁波。

12. 根据权利要求 2 所述的传感器装置, 其中

所述支撑部具有第一厚度, 并且

所述半导体元件具有小于所述第一厚度的第二厚度。

13. 根据权利要求 1 所述的传感器装置, 其中

所述半导体元件还包括:

第一再布线层, 所述第一再布线层被设置于所述第一表面中且将所述第一端子和所述通路孔相互电连接; 以及

第二再布线层, 所述第二再布线层被设置于所述第二表面中且将所述第二端子和所述通路孔相互电连接。

14. 根据权利要求 13 所述的传感器装置, 其还包括:

覆盖部, 所述覆盖部被设置于所述第一表面上且覆盖所述传感器元件, 并且

其中所述第一再布线层包括第三端子, 所述第三端子被连接至所述覆盖部。

15. 根据权利要求 14 所述的传感器装置, 其中

所述传感器元件包括活动部, 且被构造成能够基于所述活动部的动作状态而输出依赖于预定物理量的信号, 并且

所述覆盖部还包括:

覆盖膜, 所述覆盖膜覆盖所述传感器元件; 以及

密封部, 所述密封部在所述覆盖膜与所述活动部之间进行密封。

16. 根据权利要求 1 所述的传感器装置, 其中

所述半导体元件还包括限制部, 所述限制部被设置于所述第一表面与所述传感器元件之间, 且所述限制部限制所述第一表面与所述传感器元件之间的间隙的大小。

17. 根据权利要求 2 所述的传感器装置, 其中

所述第一表面包括:

第一区域, 所述第一区域与所述检测部相对; 以及

第二区域, 所述第一端子被形成于所述第二区域中, 所述第二区域邻接于所述第一区域, 并且

所述半导体元件还包括:

树脂层, 所述树脂层被形成于所述第二区域与所述传感器元件之间; 以及

流入防止部, 所述流入防止部被设置于所述第一表面上且防止所述树脂层流入所述第一区域中。

18. 一种电子设备, 其包括传感器装置, 所述传感器装置包括:

传感器元件, 和

半导体元件, 所述半导体元件包括:

第一表面, 所述第一表面是非能动性表面且包括第一端子, 所述传感器元件被安装在所述第一端子上,

第二表面, 所述第二表面是能动性表面且包括第二端子, 所述第二端子用于外部连接; 以及

通路孔, 所述通路孔将所述第一表面和所述第二表面相互电连接。

传感器装置和电子设备

技术领域

[0001] 本技术涉及安装有诸如振动型陀螺仪传感器等传感器元件的传感器装置,并且涉及包括这样的传感器装置的电子设备。

背景技术

[0002] 作为角速度传感器,例如振动型陀螺仪传感器是普遍已知的。所述振动型陀螺仪传感器通过预先致使振子(vibrator)在预定频率下振动且通过利用压电元件等检测在该振子中生成的科里奥利力(Coriolis force),由此检测角速度。典型地,所述振动型陀螺仪传感器(下文中,称为传感器装置)作为封装部件而与集成电路(IC)并列地被安装在同一基板上,所述集成电路用于使所述振子振荡、然后检测出角速度,等等(参见专利文献1)。

[0003] 顺便提及的是,为了被安装起来的电子设备的小型化,期望实现传感器装置的更小尺寸和更低成本。然而,在上述的安装方法中,必须保证有能够至少安装所述传感器和所述IC的占地面积。这在追求更小尺寸和更低成本方面是不利的。

[0004] 鉴于此,专利文献2披露了一种具有如下构造的传感器装置:在该构造中,用于容纳控制器(IC)的容纳部被形成于由诸如陶瓷等制成的多层布线板中,且陀螺仪传感器被设置于该容纳部中。这个陀螺仪传感器由整体上呈矩形的三轴陀螺仪传感器(three-axis gyro sensor)形成,且被安装在所述容纳部中所容纳的所述控制器的上方。于是,所述陀螺仪传感器的安装区域与所述控制器的安装区域彼此重叠,因而能够减小占地面积。

[0005] 引用文献列表

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本专利申请公开案第2010-230691号

[0008] 专利文献2:日本专利申请公开案第2011-164091号

发明内容

[0009] 本发明所要解决的技术问题

[0010] 然而,关于专利文献2中所披露的传感器装置,所述容纳部是被形成于布线板表面中的凹陷部。因此,被安装在所述容纳部上方的所述矩形陀螺仪传感器需要在垂直方向和/或水平方向上比所述容纳部更长。因此,存在着所述陀螺仪传感器不能被有效地小型化的问题。而且,在利用MEMS(微机电系统)工艺等从单个晶片获取多个陀螺仪传感器的情况下,所述陀螺仪传感器的小型化是有限的,且因此,所获得的陀螺仪传感器的数量不能增多。这样,成本的降低也是有限的。

[0011] 鉴于上述情形,本技术的目的是提供能够实现更小尺寸和更低成本的传感器装置和电子设备。

[0012] 解决技术问题所采取的技术手段

[0013] 为了实现上述目的,根据本技术实施例的传感器装置包括传感器元件和半导体元件。所述半导体元件包括第一表面、第二表面和通路孔(via-hole)。所述第一表面是非能

动性表面 (inactive surface) 且包括第一端子,所述传感器元件被安装在所述第一端子上。所述第二表面是能动性表面 (active surface) 且包括用于外部连接的第二端子。所述通路孔将所述第一表面和所述第二表面相互电连接。

[0014] 根据所述传感器装置,所述传感器元件能够被直接地安装在所述半导体元件上,且因此,作为整个所述传感器装置,能够实现更小的尺寸和更低的成本。而且,所述传感器元件被安装在所述半导体元件的所述非能动性表面侧,因此,能够抑制所述传感器元件和所述半导体元件的相互干扰。由此,能够稳定地保持整个所述传感器装置的操作。

[0015] 需要注意的是,“能动性表面”的意思是形成有所述半导体元件的集成电路等的元件形成表面,而“非能动性表面”的意思是处于所述半导体元件的基板侧的、且没有形成所述集成电路等的表面。

[0016] 所述传感器元件可以包括:检测部,所述检测部能够检测预定物理量;以及支撑部,所述支撑部支撑着所述检测部且被连接至所述第一端子。

[0017] 由此,所述传感器元件能够被接合在所述半导体元件的所述第一表面上且所述支撑部介于它们之间。

[0018] 而且,所述半导体元件还可以包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述检测部相对。

[0019] 利用所述凹陷部的存在,能够确保所述传感器元件与所述半导体元件之间的足够的间隙,且因此,可以进一步减小所述半导体元件对所述传感器元件的操作的影响。此外,根据所述传感器装置,所述凹陷部可以被形成于作为非能动性表面的所述第一表面中,因此,所述凹陷部能够在不破坏所述半导体元件的元件结构的前提下而被形成。

[0020] 而且,所述检测部可以包括活动部,并且所述传感器元件可以被构造成能够基于所述活动部的动作状态而输出依赖于所述预定物理量的信号。

[0021] 例如,所述传感器元件可以被构造成基于所述活动部的振动状态的变化而输出与角速度相关的信号。

[0022] 由此,所述传感器装置能够被构造为振动型陀螺仪传感器。

[0023] 例如,所述活动部可以包括隔膜 (diaphragm),并且所述传感器元件可以被构造成能够基于所述隔膜的变形而输出与压力相关的信号。

[0024] 由此,所述传感器装置能够被构造为隔膜型压力传感器。

[0025] 在这些传感器装置中,所述半导体元件还可以包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述活动部相对。

[0026] 利用上述构造,所述活动部是与所述凹陷部相对的。因此,能够抑制空气阻力等对所述活动部的动作的影响,且能够稳定地保持传感器的灵敏度。

[0027] 此外,所述半导体元件还可以包括振动控制构件,所述振动控制构件被形成于所述第一表面中且能够抑制基于所述活动部的动作的所述半导体元件和所述传感器元件的振动。

[0028] 利用所述振动控制构件,能够抑制由于所述活动部的动作而引起的所述半导体元件的振动。因此,能够抑制被安装在所述半导体元件上的所述传感器元件本身对传感器性能的影响,且能够提高检测精度。

[0029] 或者,所述检测部可以输出基于对具有预定波长的电磁波的吸收的信号。

[0030] 由此,所述传感器元件能够被构造为光电转换元件或利用由电磁波生成的热量的热电转换元件。即,所述传感器装置能够被构造为摄像元件(图像传感器)。

[0031] 在所述传感器装置中,所述半导体元件还可以包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述检测部相对。

[0032] 由此,所述检测部和所述半导体元件能够相互分开与所述凹陷部的深度相应的预定距离,且能够提高所述检测部的热绝缘性。因此,能够提高所述传感器装置的检测精度。

[0033] 而且,在所述传感器装置中,所述半导体元件还可以包括反射层,所述反射层被形成于所述第一表面中且能够反射所述具有预定波长的电磁波。

[0034] 由此,透过所述检测部的所述电磁波能够被反射到所述检测部。因此,能够增强电磁波的利用效率且能够提高传感器的灵敏度。

[0035] 而且,所述支撑部可以具有第一厚度,且所述半导体元件可以具有小于所述第一厚度的第二厚度。

[0036] 由此,即使让所述半导体元件变得更薄,所述传感器装置在整体上的强度也能够利用所述传感器元件中的所述支撑部而增大。

[0037] 此外,所述半导体元件还可以包括:第一再布线层,所述第一再布线层被设置于所述第一表面中且将所述第一端子和所述通路孔相互电连接;以及第二再布线层,所述第二再布线层被设置于所述第二表面中且将所述第二端子和所述通路孔相互电连接。

[0038] 由此,所述第一端子与所述半导体元件的所述集成电路和所述第二再布线层能够通过所述第一再布线层及所述通路孔而彼此连接。由此,即使在安装于作为非能动性表面的所述第一表面这一侧上的情况下,也能够建立与所述半导体元件的适当电连接。而且,利用所述第一再布线层和所述第二再布线层,能够增大布线设计的自由度。由此,能够减小布线长度,且能够减少由于布线之间的串扰而引起的噪声等。

[0039] 而且,所述传感器装置还可以包括覆盖部,所述覆盖部被设置于所述第一表面上且覆盖所述传感器元件,并且其中所述第一再布线层可以包括第三端子,所述第三端子被连接至所述覆盖部。

[0040] 利用所述覆盖部,能够提高所述传感器装置的可操纵性。而且,所述覆盖部通过被连接至所述第三端子,能够起到电磁屏蔽的作用。由此,能够提高所述传感器装置的可靠性。

[0041] 而且,所述传感器元件还可以包括活动部,且可以被构造成能够基于所述活动部的动作状态而输出依赖于预定物理量的信号。并且所述覆盖部还可以包括:覆盖膜,所述覆盖膜覆盖所述传感器元件;以及密封部,所述密封部在所述覆盖膜与所述活动部之间进行密封。

[0042] 利用所述密封部,即使所述传感器元件包括所述活动部,所述活动部也能够遮挡所述覆盖膜。由此,所述传感器元件能够在确保所述活动部的动作空间的同时,被所述覆盖膜覆盖。

[0043] 而且,所述半导体元件还可以包括:限制部,所述限制部被设置于所述第一表面与所述传感器元件之间,且所述限制部限制所述第一表面与所述传感器元件之间的间隙的大小。

[0044] 由此,当所述第一端子利用焊接而被接合在所述传感器元件上时,不管焊料突起

(solder bump) 等的压歪量如何,都能够可靠地确保所述第一表面与所述传感器元件之间的具有预定大小的间隙。由此,能够确保所述传感器元件与所述半导体元件之间的足够的间隙,且能够进一步减小所述半导体元件对所述传感器元件的操作的影响。

[0045] 需要注意的是,这里使用的术语“限制”的意思是将所述第一表面与所述传感器元件之间的所述间隙限制为大于所述预定大小。

[0046] 此外,所述第一表面可以包括:第一区域,所述第一区域与所述检测部相对;以及第二区域,所述第一端子被形成于所述第二区域中,所述第二区域邻接于所述第一区域。并且所述半导体元件还可以包括:树脂层,所述树脂层被形成于所述第二区域与所述传感器元件之间;以及流入防止部,所述流入防止部被设置于所述第一表面上且防止所述树脂层流入所述第一区域中。

[0047] 由此,即使所述树脂层是围绕所述第一端子而被形成的,也能够防止所述树脂层流到与所述检测部相对的一侧。因此,可以防止所述检测部的故障且可以增强操作稳定性。

[0048] 根据本技术实施例的电子设备包括传感器装置。所述传感器装置包括传感器元件和半导体元件。所述半导体元件包括第一表面、第二表面和通路孔。所述第一表面是非能动性表面且包括第一端子,所述传感器元件被安装在所述第一端子上。所述第二表面是能动性表面且包括用于外部连接的第二端子。所述通路孔将所述第一表面和所述第二表面相互电连接。

[0049] 本发明的效果

[0050] 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和电子设备。

附图说明

[0051] 图 1 是根据本技术第一实施例的传感器装置的示意性立体图。

[0052] 图 2 是传感器装置的示意性截面图。

[0053] 图 3 是除去了覆盖部的传感器装置的示意性截面图。

[0054] 图 4 是除去了覆盖部的传感器装置的平面图。

[0055] 图 5 是传感器装置中的传感器元件的整体立体图。

[0056] 图 6 示出了传感器装置中的半导体元件的主要部分的截面图。

[0057] 图 7 是示出了半导体元件的第一表面的构造的平面图。

[0058] 图 8 是示出了半导体元件的第二表面的构造的平面图。

[0059] 图 9 是用于解释传感器装置中的覆盖部的功能的图。

[0060] 图 10 是传感器元件的主要部分的示意性平面图。

[0061] 图 11 是用于解释传感器元件的振动模式的图。

[0062] 图 12 是用于解释传感器元件的操作的图。

[0063] 图 13 是用于解释传感器元件的另一操作的图。

[0064] 图 14 是示出了传感器装置的制造方法的实施例的工艺流程图。

[0065] 图 15 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。

[0066] 图 16 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。

[0067] 图 17 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。

- [0068] 图 18 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。
- [0069] 图 19 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。
- [0070] 图 20 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。
- [0071] 图 21 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。
- [0072] 图 22 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。
- [0073] 图 23 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。
- [0074] 图 24 是用于解释传感器装置的制造工艺的示意性截面图。
- [0075] 图 25 是根据本技术第二实施例的传感器装置的示意性截面图。
- [0076] 图 26 是根据本技术第三实施例的传感器装置的示意性立体图。
- [0077] 图 27 是示出了传感器装置的构造的示意图,其中 A 是平面图,且 B 是当沿着 A 中的 [A]-[A] 方向观看时的截面图。
- [0078] 图 28 是传感器装置的主要部分的示意性截面图。
- [0079] 图 29 是除去了传感器元件中的一部分后的传感器装置的示意性平面图。
- [0080] 图 30 是根据本技术第四实施例的传感器装置的示意性截面图。
- [0081] 图 31 是根据本技术第二实施例的变形例的传感器装置的示意性截面图。
- [0082] 图 32 是示出了传感器装置中的半导体元件的构造的示意性平面图。

具体实施方式

[0083] 下文中,将参照附图来说明根据本技术的实施例。

[0084] 第一实施例

[0085] 图 1 和图 2 是示出了根据本技术实施例的传感器装置的图。图 1 是示意性立体图,且图 2 是示意性截面图。这个实施例的传感器装置 1 包括传感器元件 100、半导体元件 200 和覆盖部 300。需要注意的是,在图 1 中,用点划线仅示出了覆盖部 300 的轮廓。而且,图 3 和图 4 是在除去了覆盖部 300 的状态下所观看到的传感器装置 1 的图。图 3 是示意性截面图,且图 4 是平面图。需要注意的是,这些图中的 X 轴方向表示传感器装置 1 的垂直方向, Y 轴方向表示水平方向,且 Z 轴方向表示厚度方向。这三个方向表示彼此正交的方向。

[0086] 图 1 中所示的传感器装置 1 被构造成单个封装部件,该单个封装部件在整体上被形成为大致长方体形状。传感器元件 100 被直接地安装在半导体元件 200 上。即,传感器元件 100 利用例如倒装芯片法 (flip chip method) 而被贴面式地安装在半导体元件 200 的第一表面 201 上。在这个实施例中,传感器装置 1 沿垂直和水平方向都具有大约 2mm 的尺寸并且具有大约 0.7mm 的厚度。

[0087] 在这个实施例中,传感器元件 100 被构造为能够输出与作为预定物理量的角速度相关的信号的陀螺仪传感器元件。传感器元件 100 的整体厚度 H1 是例如大约 340 μm 。

[0088] 半导体元件 200 由能够控制传感器元件 100 的单个集成电路 (IC: Integrated Circuit) 部件形成。在这个实施例中,半导体元件 200 由半导体裸芯片形成。半导体元件 200 具有大致长方体形状,该大致长方体形状具有例如一边的边长大约为 2.0mm 的大致正方形形状。例如,半导体元件 200 具有大约 100 μm 的厚度 H2 (参见图 3)。

[0089] 在这个实施例中,覆盖部 300 被形成于第一表面 201 上。覆盖部 300 包括覆盖膜 310,覆盖膜 310 覆盖传感器元件 100。因为覆盖膜 310 在它的外层部分处包括导电膜,所以

覆盖膜 310 还能够起到传感器元件 100 的电磁屏蔽的作用。

[0090] 传感器装置 1 凭借半导体元件 200 的第二表面 202 的第二端子 251 而被接合在控制板等（未图示）上，然后被安装在电子设备中。电子设备的例子可以包括视频摄录机、车载导航系统和游戏操控台。所述控制板可以是这类电子设备的布线板（主板（mother board））。所述控制板包括其中除了安装有传感器装置 1 之外还安装有其他电子部件的控制板。

[0091] 传感器元件的轮廓

[0092] 图 5 是示出了传感器元件 100 的构造例子的整体立体图，该图示出了该元件的与布线板 200 相对的后表面。参照图 3 到图 5，传感器元件 100 包括检测部 101 和框架体（支撑部）102。检测部 101 包括振子部（活动部）103 以及检测电极 51、71 和 72（参见图 10），检测电极 51、71 和 72 被形成于传感器元件 100 的中心部分中。框架体（支撑部）102 支撑着振子部 103，且被形成于传感器元件 100 的外围部中。在这个实施例中，检测部 101 基于振子部 103 的振动状态，来检测出绕着沿 XY 平面内的两个预定方向的两个轴中每一者的角速度和绕着沿垂直于 XY 平面的方向的 Z 轴的角速度。即，传感器元件 100 被构造成能够输出依赖于这些角速度的信号。

[0093] 振子部 103 包括多个摆部（pendulum portion）21a、21b、22a 和 22b。如稍后将说明的，所述多个摆部 21a、21b、22a 和 22b 根据绕着 Z 轴的角速度而在 XY 平面内发生位移，且根据绕着 X 轴或 Y 轴的角速度而在 Z 轴方向上发生位移。

[0094] 框架体 102 包括基体 81 和联接部 82。基体 81 包括端子部 114。基体 81 被形成环绕振子部 103 的外部的大致矩形框架形状。联接部 82 使基体 81 联接至振子部 103。联接部 82 具有在 XY 平面内可变形的形状。因此，振子部 103 能够在不干扰振子部 103 的振动的前提下被支撑着。

[0095] 在这个实施例中，传感器元件 100 由包括硅（Si）的材料形成。例如，传感器元件 100 是通过如下方式而被形成的：将两个硅（Si）基板彼此接合，且使这样获得的 SOI（绝缘体上硅：Silicon On Insulator）基板经受精加工。传感器元件 100 包括第一层 111、第二层 112 和接合层 113，接合层 113 使第一层 111 和第二层 112 彼此接合。第一层 111 和第二层 112 均由硅基板形成。接合层 113 由氧化硅膜形成。在这个实施例中，第一层 111 具有大约 $40\ \mu\text{m}$ 的厚度，第二层 112 具有大约 $300\ \mu\text{m}$ 的厚度，且接合层 113 具有大约 $1\ \mu\text{m}$ 的厚度。

[0096] 第一层 111 被形成为其平面是正方形、或矩形等的大致矩形形状。第二层 112 被形成为具有与第一层 111 相应的尺寸的矩形环状。需要注意的是，在这个实施例中，第一层 111 被形成为一边的边长大约是 1.7mm 的正方形。第一层 111 形成振子部 103、联接部 82、和基体 81 的下部（图 5 中的上部）。第二层 112 被形成为沿着与第一层 111 的外围部中的基体 81 相应的区域的框架形状。第二层 112 形成基体 81 的上部（图 5 中的下部）。

[0097] 利用上述构造，振子部 103 和联接部 82 只由第一层 111 形成，且具有大约 $40\ \mu\text{m}$ 的厚度。

[0098] 另一方面，基体 81 具有这样的构造：其中，第一层 111 和第二层 112 被层叠着且接合层 113 介于它们之间，并且基体 81 具有大约 $340\ \mu\text{m}$ 的厚度 H1。即，在这个实施例中，半导体元件 200 的厚度 H2 小于基体 81（支撑部 102）的厚度 H1（参见图 3）。以这种方式，在

根据这个实施例的传感器元件 100 中,高度更大的基体 81 环绕振子部 103 的外围部,以使得在振子部 103 上形成了作为动作空间的空间 S。

[0099] 在基体 81 中,端子部 114 沿着由第一层 111 形成的下表面的外围部而被形成。在这个实施例中,端子部 114 由电极焊盘和被形成于电极焊盘上的焊料突起形成。沿着基体 81 的外围部,在各侧中布置有多个端子部 114。焊料突起可以是电镀突起或凸点突起(ball bump)。端子部 114 并不限于包括焊料突起的构造,而是可以包括代替焊料突起的金突起等。

[0100] 各端子部 114 被形成于例如覆盖着第一层 111 的后表面的绝缘膜(未图示)上。由此,能够防止各端子部 114 经由用单晶硅制成的第一层 111 而发生短路。虽然该绝缘膜代表性地由氧化硅膜形成,但是该绝缘膜当然不限于此。

[0101] 基体 81 是利用倒装芯片法而被贴面式地安装在半导体元件 200 上,且端子部 114 介于基体 81 与半导体元件 200 之间。基体 81(支撑部 102)的厚度 H1 大于半导体元件 200 的厚度 H2,因此,基体 81 用作整个传感器装置 1 的加强层。由此,在制造传感器装置 1 时的处理变得容易,且能够防止传感器装置 1 在被安装到控制板等上的时候或之后受到损坏。能够更加稳定地保持传感器元件 100 的振动性能。

[0102] 此外,基体 81 通过多个端子部 114 而被接合在半导体元件 200 上,于是,施加于端子部 114 上的应力被分散,且能够更加稳定地保持接合状态。

[0103] 半导体元件

[0104] 图 6 是示出了半导体元件 200 的主要部分的示意性截面图。半导体元件 200 被构造包括基板主体 210 和元件形成层 220 的 IC 基板,元件形成层 220 被形成于基板主体 210 的一个表面(在该图中所示的例子中,后表面)上。半导体元件 200 包括第一再布线层 240 和第二再布线层 250,第一再布线层 240 和第二再布线层 250 分别被形成于 IC 基板的上表面和后表面上。第一再布线层 240 和第二再布线层 250 借助于穿透基板主体 210 的通路孔 230 而相互连接起来。第一再布线层 240 和第二再布线层 250 被构造造成与传感器元件 100 和控制板等等电连接。

[0105] 基板主体 210 由硅基板等形成。

[0106] 元件形成层 220 还用作被形成于基板主体 210 上的集成电路。具体地,元件形成层 220 包括晶体管元件、电阻元件、和布线等。元件形成层 220 通过把被图案化成预定形状的多个金属层和绝缘层交替地层叠起来而被形成。在这个实施例中,元件形成层 220 包括五个金属层,这五个金属层包括第一金属层 221 和第五金属层 225。被形成于这些金属层中的元件和布线被适当地布局以便不会由于串扰而生成偏离允许范围的噪声。而且,元件形成层 220 通过通路孔 230 而被电连接至传感器元件 100。而且,在这个实施例中,元件形成层 220 包括通路孔连接部 226。通路孔连接部 226 被形成于第五金属层 225 中,且被电连接至通路孔 230。需要注意的是,通路孔连接部 226 并不限于其中它们被连接至第五金属层 225 的构造,而是可以被连接至例如第一金属层 221。

[0107] 而且,半导体元件 200 包括第一表面 201 和第二表面 202,第一表面 201 位于基板主体 210 侧,第二表面 202 位于元件形成层 220 侧。即,第二表面 202 是位于形成有集成电路的一侧上的能动性表面。另一方面,第一表面 201 是位于没有形成集成电路的一侧上的非能动性表面。因此,传感器元件 100 通过作为非能动性表面的第一表面 201 而被安装在

半导体元件 200 上,并且作为能动性表面的第二表面 202 与传感器元件 100 之间的传导是通过通路孔 230 而被建立的。

[0108] 第一表面

[0109] 图 7 是示出了第一表面 201 的构造的示意性平面图。第一表面 201 包括多个第一端子 241,传感器元件 100 被安装在第一端子 241 上。第一端子 241 由被形成于第一再布线层 240(稍后将会说明的布线部 242)中的接点部(land portion)组成,而且例如,第一端子 241 利用倒装芯片法且通过焊料突起而与传感器元件 100 中的端子部 114 进行电气和机械的接合。需要注意的是,传感器元件 100 与第一表面 201 之间的电接合方法并不限于焊接,而是可以使用诸如导电粘合剂等接合材料或可以使用诸如超声波键合(ultrasonic bonding)等接合技术。

[0110] 第一表面 201 包括第一区域 2011 和第二区域 2012,第一区域 2011 与包括振子部 103 的检测部 101 相对,第二区域 2012 邻接于第一区域 2011。第一端子 241 被形成于第二区域 2012 中。在这个实施例中,例如,第一区域 2011 是占用第一表面 201 的中心部分的区域,且第二区域 2012 是围绕第一区域 2011 的区域。即,第一区域 2011 还与空间 S(参见图 2)相对。

[0111] 将第一端子 241 与通路孔 230 相互电连接的第一再布线层 240 被形成于第一表面 201 上。

[0112] 参照图 6 和图 7,第一再布线层 240 包括布线部 242、多个第三端子 243、多个第四端子 244、接地线 245、布线保护层 246 和绝缘膜 247。布线部 242 由钛(Ti)/铜(Cu)合金等形成且具有大约 $4\mu\text{m}$ 的厚度。布线部 242 使通路孔 230 连接至第一端子 241、第三端子 243、第四端子 244 和接地线 245。而且,绝缘膜 247 被设置于布线部 242 与基板主体 210 之间,且被设置用来确保它们两者之间的绝缘。

[0113] 多个第三端子 243 是被形成于布线部 242 中且被连接至覆盖部 300 的多个焊盘部。在这个实施例中,第三端子 243 还用作通过布线部 242 而被连接至接地线 245 的接地端子。由此,覆盖部 300 能够被保持在诸如接地电位等基准电位。

[0114] 多个第四端子 244 是被形成于布线部 242 中且被用来在传感器元件 100 被安装在半导体元件 200 上之后对传感器装置 1 的传感器性能进行调节的多个焊盘部。即,多个第四端子 244 被构造成使得:用于施加振荡输出从而以谐振频率驱动振子部 103 的电极探针、以及用来获得检测信号的电极探针等等都是可连接的。由此,如稍后将说明的,通过基于振动状态而对振子部 103 执行激光加工等,振子部 103 的振动性能等能够被调节。即,根据这个实施例,在将传感器装置 1 配送之前,在传感器装置 1 还没有被安装在控制板等上的状态下,能够检查且调节传感器元件 100 的传感器性能。

[0115] 接地线 245 通过布线部 242 而被连接至第一端子 241,且通过通路孔 230 而被进一步连接至元件形成层 220 中所包括的接地电路。接地线 245 并不限于其中它被连接至接地电位的情况,而是可以被连接至预定的直流电位。例如,接地线 245 被形成得环绕着形成于第一表面 201 中的凹陷部 260 的外围部。如同布线部 242 中一样,接地线 245 被覆盖有布线保护层 246。

[0116] 需要注意的是,其中形成有接地线 245 的区域形成了具有与接地线 245 的厚度相应的大约 $4\mu\text{m}$ 厚度(高度)的凸部。由此,接地线 245 能够还用作针对于作为底部填充

剂 (underfill) 而被填充在树脂部 322 (稍后说明) 和第一端子 241 的周围 (即, 第二区域 2012 与传感器元件 100 之间) 的树脂层 (参见图 31) 等的流入防止部。即, 接地线 245 能够防止树脂部 322 等流入第一区域 2011 中。

[0117] 布线保护层 246 由覆盖基板主体 210 的表面的绝缘膜形成。布线保护层 246 由例如包括环氧树脂的阻焊膜 (solder resist film) 形成。布线保护层 246 覆盖布线部 242、接地线 245 和通路孔 230 的开口。由此, 可以防止传感器元件 100 与这些布线之间的短路。布线保护层 246 具有例如大约 $10\ \mu\text{m}$ 的厚度。在第一端子部 241、第三端子部 243 和第四端子部 244 上的区域中, 没有形成布线保护层 246, 而是形成有使这些端子部露出的连接孔。需要注意的是, 布线保护层 246 可以完全地填充通路孔 230。

[0118] 需要注意的是, 在图 4 和图 7 中, 用虚线示出了被布线保护层 246 覆盖着的布线部 242、接地线 245 和通路孔 230 的开口。

[0119] 这里, 在这个实施例中, 第一再布线层 240 不是被形成于第一表面 201 的中心部分中, 而是凹陷部 260 被形成于第一表面 201 的中心部分中。下文, 将会说明凹陷部 260。

[0120] 凹陷部

[0121] 参照图 3 和图 7, 凹陷部 260 被形成于第一表面 201 中且与传感器元件 100 中的振子部 103 相对。在这个实施例中, 凹陷部 260 被构造成如下的区域: 利用蚀刻等从该区域中除去了布线保护层 246 的中心部分。这样的凹陷部 260 能够确保振子部 103 与半导体元件 200 之间的间隙, 且因此, 振子部 103 能够被稳定地驱动。

[0122] 考虑到振子部 103 的摆部 21a、21b、22a 和 22b 各者沿 Z 轴方向的位移量等, 来适当地设定凹陷部 260 的在 Z 轴方向上的深度。在这个实施例中, 摆部 21a、21b、22a 和 22b 各者沿 Z 轴方向的位移是几个 μm , 且仅需要确保从振子部 103 到凹陷部 260 的底部的大约 $15\ \mu\text{m}$ 以上的深度。这里, 由于将第一端子 241 和传感器元件 100 中的端子部 114 接合起来的焊料突起等, 所以在布线保护层 246 的表面与振子部 103 之间提供了大约 $10\ \mu\text{m}$ 到 $40\ \mu\text{m}$ 的间隙。因此, 如果布线保护层 246 具有大约 $10\ \mu\text{m}$ 的厚度, 那么通过除去布线保护层 246, 在振子部 103 与半导体元件 200 之间能够确保大约 $20\ \mu\text{m}$ 到 $50\ \mu\text{m}$ 的间隙。

[0123] 需要注意的是, 为了确保更大的间隙, 如图 3 所示, 凹陷部 260 被形成得具有到达基板主体 210 的内部深度。在这种情况下, 在除去了将要形成有凹陷部 260 的区域中的布线保护层 246 之后, 能够通过使用诸如反应离子蚀刻 (RIE: reactive ion etching) 等蚀刻方法进一步蚀刻基板主体 210 来形成凹陷部 260。

[0124] 由于凹陷部 260 的存在, 所以能够在振子部 103 与半导体元件 200 之间提供足够的间隙。因此, 能够减小由于气流的产生而引起的阻尼效应。因此, 利用凹陷部 260 的存在, 能够在不干扰振子部 103 的动作的前提下稳定地保持传感器元件 100 的灵敏度。

[0125] 凹陷部 260 在第一表面 201 中的位置和平面形状没有特别地限制, 只要它能够涵盖摆部 21a、21b、22a 和 22b 的振动区域即可。例如, 在沿 Z 轴方向而观察的平面图中, 凹陷部 260 被形成成为与支撑着摆部 21a、21b、22a 和 22b 各者的框架部 10 (稍后说明) 相似的大致正方形形状。

[0126] 此外, 在这个实施例中, 振动控制构件 261 被设置于凹陷部 260 中。

[0127] 振动控制构件

[0128] 振动控制构件 261 被设置于第一表面 201 上。例如, 振动控制构件 261 被设置于凹

陷部 260 的底面上。振动控制构件 261 的位置并不限于此。例如,振动控制构件 261 可以被设置成从凹陷部 260 的底面到侧壁表面,或可以被设置成围绕凹陷部 260。关于振动控制构件 261,例如,可以采用用来控制振动的合金、橡胶、合金树脂、或它们的复合材料。而且,振动控制构件 261 的厚度没有特别地限制,只要当振动控制构件 261 被设置于凹陷部 260 中时,能够确保振动控制构件 261 与振子部 103 之间的足够的间隙即可。

[0129] 利用振动控制构件 261 的存在,能够抑制由于振子部 103 的振动而引起的半导体元件 200 的振动。因此,能够通过半导体元件 200 而抑制传感器元件 100 的振动,且能够保持传感器元件 100 的传感器性能。

[0130] 通路孔

[0131] 参照图 6,通路孔 230 包括布线部 231 和绝缘膜 232。通路孔 230 被形成为具有从基板主体 210 的表面到元件形成层 220 的深度,且将第一表面 201 和第二表面 202 相互电连接。

[0132] 布线部 231 是从第一再布线层 240 中的布线部 242 连续地形成的,且它在通路孔 230 的底部处通过第五金属层 225 的通路孔连接部 226 而被连接至第二再布线层 250。布线部 231 并不限于如图 6 所示的其中它沿着通路孔 230 的内表面而被形成的构造。布线部 231 可以采用其中导电材料被埋入通路孔 230 中的构造。

[0133] 绝缘膜 232 被设置于布线部 231 与基板主体 210 之间,且是从第一再布线层 240 中的绝缘膜 247 连续地形成的。绝缘膜 232 被设置用来确保基板主体 210 和布线部 231 的绝缘。在通路孔 230 的有布线部 231 和第二再布线层 250 彼此连接的底部处,绝缘膜 232 被除去。

[0134] 第二表面

[0135] 图 8 是示出了第二表面 202 的构造的示意性平面图。第二表面 202 包括用于外部连接的多个第二端子 251。所述多个第二端子 251 由被形成于第二再布线层 250 (稍后将会说明的布线部 252) 上的多个接点部形成。例如,所述多个第二端子 251 利用倒装芯片法且通过焊料突起而被电接合至电子设备 (未图示) 中的控制板等。在图 8 中,第二端子 251 由被布置于整个第二表面 202 中的 25 个岛状接点部形成。然而,其并不限于此。其依赖于将要被安装的控制板等的构造和元件形成层 220 的电路构造而被适当地设定。例如,第二端子 251 中所包括的接地端子可以被构造为具有固体膜形状的单连接端子以代替所述多个接点部。

[0136] 在第二表面 202 中,形成有将第二端子 251 和通路孔 230 相互电连接的第二再布线层 250。

[0137] 参照图 6,第二再布线层 250 包括布线部 252、布线保护层 256 和绝缘膜 257,布线部 252 是从元件形成层 220 中的通路孔连接部 226 中被拉出的。如在第一再布线层 240 的布线部 242 中那样,布线部 252 由 Ti/Cu 合金等形成。布线部 252 使通路孔 230 和第二端子 251 彼此连接。绝缘膜 257 被设置于布线部 252 与元件形成层 220 之间,且被设置用来确保它们两者的绝缘。由于设置有第二再布线层 250,所以能够增大元件形成层 220 的布线设计的自由度。

[0138] 布线保护层 256 被构造得与布线保护层 246 相似。即,布线保护层 256 由覆盖着元件形成层 220 和布线部 252 的表面的绝缘膜形成,且由例如包括环氧树脂的阻焊膜形成。

由此,当传感器装置 1 被安装在控制板(未图示)上时,能够防止短路。需要注意的是,在第二端子部 251 上的区域中没有形成布线保护层 256,而是形成有用来使这些端子部露出的连接孔。

[0139] 覆盖部

[0140] 参照图 2,覆盖部 300 包括覆盖膜 310 和密封部 320。覆盖部 300 被设置于第一表面 201 上,且被构造成覆盖传感器元件 100。

[0141] 覆盖膜 310 包括第一膜 311 和第二膜 312,并且覆盖着传感器元件 100。

[0142] 第一膜 311 是围绕传感器元件 100 而形成的绝缘树脂膜,且形成覆盖膜 310 的内层部。作为该绝缘树脂,例如,可以使用包括诸如玻璃纤维等添加物的环氧树脂(玻璃-环氧树脂)。由此,可以减小与半导体元件 200 中的含 Si 的基板主体 210 之间的线性膨胀系数差别。因此,可以抑制由于热膨胀而导致产生覆盖膜 310 的裂缝,且可以抑制传感器元件 100 的性能的波动和半导体元件 200 的性能的波动。

[0143] 第二膜 312 是被形成于第一膜 311 上的包括导电材料的膜,且形成覆盖膜 310 的外层部。作为所述包括导电材料的膜,例如,可以使用包括诸如银(Ag)浆等导电材料的树脂膜或可以使用利用溅射、或气相沉积等方法形成的金属膜。

[0144] 第二膜 312 被接合在半导体元件 200 的第三端子 243 上。接合方法没有特别地限制。第二膜 312 可以利用树脂膜的粘合力而被接合或可以通过单独的导电粘合剂等而被接合。

[0145] 通常,传感器装置 1 与其他电子部件一起被安装在控制板上。因此,传感器装置 1 会受到从其他电子部件产生的电磁波的影响。此外,传感器元件 100 需要检查由于压电效应而引起的振子振动的微小位移,因此,如果电磁波是从外部侵入的,那么传感器性能可能会极大地劣化。

[0146] 因此,通过设置包括导电材料的覆盖膜 310 来覆盖传感器组件 100,能够使传感器元件 100 屏蔽掉这样的外部噪声。此外,覆盖膜 310 通过第三端子 243 而被保持在接地电位等,因此,能够获得更加稳定的屏蔽效果。

[0147] 而且,覆盖膜 310 针对传感器元件 100 发挥了遮光功能。如稍后将说明的那样,为了驱动传感器元件 100 且检测角速度,利用压电膜的压电性能。然而,这种类型的压电膜不仅具有压电效应,而且具有焦电效应(pyroelectric effect)。覆盖膜 310 防止由于因为外部光的照射所引起的极化特性变化而导致传感器元件 100 的驱动性能和角速度检测性能产生波动。

[0148] 此外,覆盖膜 310 还起到传感器装置 1 的罩的作用。覆盖膜 310 覆盖传感器元件 100 等,因此,能够提高作为电子部件的可操纵性。

[0149] 另一方面,密封部 320 包括密封板 321 和树脂部 322,且在覆盖膜 310 与振子部 103 之间进行密封。即,密封部 320 防止覆盖膜 310 流入振子部 103 的空间 S 和第一表面 201 的第一区域 2011 中。

[0150] 树脂部 322 密封住传感器元件 100 与半导体元件 200 之间的、由于焊料突起等的厚度而形成的间隙。具体地,树脂部 322 由例如包括诸如填料等添加物的环氧树脂形成,且它被形成得环绕传感器元件 100 的外围部(参见图 2)。由此,能够防止覆盖膜 310 流过传感器元件 100 与半导体元件 200 之间的间隙。而且,树脂部 322 还起到如下作用:保护第一

端子 241 的焊料突起免受腐蚀,且增加第一端子 241 和传感器元件 100 中的端子部 114 的接合强度。

[0151] 密封板 321 被构造成板构件,该板构件被设置于框架体 102 上且密封空间 S 的上部。利用这样的密封板 321,能够抑制覆盖膜 310 从上方流入振子部 103 的空间 S 中。密封板 321 没有特别地限制,只要它能够覆盖空间 S 即可。例如,在沿 Z 轴方向而观察的平面图中,密封板 321 被形成为与框架体 102 的外形大体上相同的矩形形状。使密封板 321 和框架体 102 彼此接合的方法没有特别的限制。例如,可以使用粘合剂等。

[0152] 密封板 321 可以由例如包括导电材料材料形成。由此,能够为密封板 321 增加电磁屏蔽功能。在这个实施例中,密封板 321 具有如下的构造:其中,金属膜利用溅射、或气相沉积等方法而被形成于由 Si 制成的板材的表面上。由此,密封板 321 具有与由 Si 制成的传感器元件 100 的线性膨胀系数更接近的线性膨胀系数。因此,密封板 321 能够减小由于热膨胀等而引起的接合部分的损坏等,且还能够起到电磁屏蔽的作用。可供选择地,密封板 321 可以由下列材料的金属板等形成:42 合金(镍(Ni)42%、铁(Fe)57%和铜(Cu)等的微量添加物等的合金)、或者镍银合金(Cu、锌(Zn)和 Ni 的合金)、或者铝(Al)等。

[0153] 此外,密封板 321 包括多个细小的通孔 323。图 9 是示意性地示出了第一膜 311 和密封板 321 的截面的放大图。该图中的附图标记 311p 表示覆盖膜 310 的第一膜 311 中所包含的树脂粒子。通孔 323 被构造成不允许包含粒子 311p 的覆盖膜 310 通过,但是允许空气通过。

[0154] 如果空间 S 被密封板 321 完全地密封,那么还存在着这样的可能:在当传感器装置 1 被安装于控制板等上时的回流焊工艺(reflow process)等中该空间 S 被加热,空间 S 内的空气发生膨胀,且在覆盖膜 310 中造成了裂缝。而且,还存在着这样的忧虑:由于因为空间 S 的温度变化所引起的压力变化,振子部 103 的振动模式变得不稳定。

[0155] 考虑到这一点,通过设置具有通孔 323 的密封板 321,就变得可以抑制空间 S 内的压力的波动,且可以减少覆盖膜 310 的损坏、及振动模式的不稳定性等。

[0156] 通孔 323 的直径 R1 小于与密封板 321 接触的覆盖膜 310 中所包含的树脂粒子 311p 的直径 R2。此外,可以考虑例如下列之类的各种各样的条件来设定通孔 323 的直径 R1,这些条件是:诸如玻璃纤维等添加物的尺寸、依赖于覆盖膜 310 的材料的粘度、密封板 321 或覆盖膜 310 的厚度、或者在覆盖膜 310 的真空脱泡(vacuum deforming)工艺(稍后会说明)中空间 S 与外部之间的压力差。由此,能够被形成不允许覆盖膜 310 通过但是允许空气通过的通孔 323。

[0157] 传感器元件

[0158] 下文中,将再次说明传感器元件 100 的构造和操作。

[0159] 图 10 是示意性地示出了传感器元件的主要部分(振子部 103)的构造的平面图。如上所述,传感器元件 100 包括检测部 101 和框架体 102,检测部 101 包括振子部 103 以及检测电极 51、71 和 72。振子部 103 包括环形框架 10 以及摆部 21a、21b、22a 和 22b。框架 10 由一对第一梁、一对第二梁和连接部形成,且具有四个边。框架体 102 包括基体 81 和联接部 82。

[0160] 框架 10 包括沿 a 轴方向的水平方向、沿 b 轴方向的垂直方向和沿 c 轴方向的厚度方向。另一方面,在图 10 中,Y 轴被设置在平行于 a 轴的轴方向上,且 X 轴被设置在平行于

b 轴的方向上。Z 轴方向是平行于 c 轴方向的轴方向。

[0161] 框架 10 的各边起到振动梁的作用。框架 10 的边包括一对第一梁 11a 和 11b 及一对第二梁 12a 和 12b。所述一对第一梁 11a 和 11b 沿 a 轴方向彼此平行地延伸。所述一对第二梁 12a 和 12b 沿与 a 轴方向正交的 b 轴方向彼此平行地延伸。梁 11a、11b、12a 和 12b 具有相同的长度、宽度和厚度。框架 10 的外观具有中空的正方形形状。

[0162] 在与框架 10 的四个角相应的位置处,形成有在所述一对第一梁 11a 和 11b 及所述一对第二梁 12a 和 12b 之间进行连接的连接部 13a、13b、13c 和 13d。所述一对第一梁 11a 和 11b 及所述一对第二梁 12a 和 12b 的两端被连接部 13a 到 13d 支撑着。

[0163] 框架 10 还包括第一摆部 21a 和 21b 及第二摆部 22a 和 22b。第一摆部 21a 和 21b 以相互呈对角的关系被分别形成于一对连接部 13a 和 13c 中。第一摆部 21a 和 21b 在框架 10 的内侧沿着它们的对角线方向延伸。第二摆部 22a 和 22b 以相互呈对角的关系被分别形成于一对连接部 13b 和 13d 中。第二摆部 22a 和 22b 在框架 10 的内侧沿着它们的对角线方向延伸。第一摆部 21a 和 21b 及第二摆部 22a 和 22b 的一端被固定至连接部 13a 到 13d。第一摆部 21a 和 21b 及第二摆部 22a 和 22b 的另一端是自由端,且起到被布置于框架 10 的中心附近的振动锤 (vibration weight) 的作用。而且,被固定至连接部 13a 到 13d 的所述一端与所述另一端之间的部分将会被称为臂部 L。

[0164] 传感器元件 100 包括第一驱动电极 131 和第二驱动电极 132 以作为使框架 10 振动的驱动单元,第一驱动电极 131 沿着所述一对第一梁 11a 和 11b 而被布置于这一对第一梁的上表面中,第二驱动电极 132 沿着所述一对第二梁 12a 和 12b 而被布置于这一对第二梁的上表面中。驱动电极 131 和 132 根据输入电压而发生机械变形,且利用该变形的驱动力来使梁 11a、11b、12a 和 12b 振动。变形方向是通过输入电压的极性来控制的。在图 10 中,为了容易理解,利用不同种类的阴影线示出了驱动电极 131 和 132。

[0165] 驱动电极 131 和 132 具有相同的构造。虽然省略了图示,但是驱动电极 131 和 132 每一者都具有上电极层、下电极层和被形成于这些电极层之间的压电材料层的层叠结构。该压电材料层由例如锆钛酸铅 (PZT) 形成,且被极化和被取向排列得使它根据下电极层与上电极层之间的电位差而膨胀和收缩。因此,通过将驱动电极 131 和 132 各者的下电极层连接至公共的基准电位且向各者的下电极层施加交流电压,压电材料层能够膨胀和收缩。

[0166] 这里,将说明传感器元件 100 的工作原理。

[0167] 相反相位的电压分别被施加在第一驱动电极 131 和第二驱动电极 132 上,以使得一个驱动电极膨胀而另一个驱动电机收缩。由此,梁 11a 和 11b 及梁 12a 和 12b 在它们的两端被连接部 13a 到 13d 支撑着的状态下受到沿 b 轴方向和 a 轴方向的挠曲变形,并且梁 11a 和 11b 及梁 12a 和 12b 在 XY 平面内沿着相互离开的方向和相互靠近的方向交替地振动。

[0168] 因此,如果所述一对第一梁 11a 和 11b 沿着相互靠近的方向振动,那么所述一对第二梁 12a 和 12b 就沿着相互离开的方向振动。如果所述一对第一梁 11a 和 11b 沿着相互离开方向振动,那么所述一对第二梁 12a 和 12b 就沿着相互靠近的方向振动。在这个时候,梁 11a、11b、12a 和 12b 各者的中央部分形成该振动的腹点 (antinode),且它们的两个端部 (连接部 13a 到 13d) 形成该振动的节点 (node)。下文中,这样的振动模式将被称为框架 10 的基本振动。

[0169] 梁 11a、11b、12a 和 12b 在它们的谐振频率下振动。梁 11a、11b、12a 和 12b 各者的谐振频率是由它的形状、和长度等定义的。例如,在这个实施例中,梁 11a、11b、12a 和 12b 的谐振频率被设定在 1kHz 到 100kHz 的范围内。

[0170] 图 11 是示出了框架 10 的基本振动的随时间的变化的示意图。在图 11 中,“驱动信号 1”表示被施加于第一驱动电极 131 上的输入电压的随时间的变化,且“驱动信号 2”表示被施加于第二驱动电极 132 上的输入电压的随时间的变化。如图 11 所示,驱动信号 1 和驱动信号 2 具有以相反相位发生改变的交流波形。由此,框架 10 按照 (a)、(b)、(c)、(d)、(a)、…的顺序发生改变,且框架 10 以如下的振动模式进行振动,该模式是:当所述一对第一梁 11a 和 11b 及所述一对第二梁 12a 和 12b 中的一对相互靠近时,另一对就相互离开;而当它们之中的一对相互离开时,另一对就相互靠近。

[0171] 需要注意的是,由于压电物质的响应时间和输入操作频率、以及框架的谐振频率等的影响,从输入信号的施加时刻到框架的变化(位移)时刻实际上存在着延迟时间。在这个例子中,在假设延迟时间足够小的情况下,来说明图 11 中的随时间的变化。

[0172] 而且,伴随着上述的框架 10 的基本振动,第一摆部 21a 和 21b 及第二摆部 22a 和 22b 也与框架 10 的振动同步地、且以连接部 13a 到 13d 为中心而在 XY 平面内振动。摆部 21a、21b、22a 和 22b 的振动是因为梁 11a、11b、12a 和 12b 的振动而被激励的。在这种情况下,第一摆部 21a 和 21b 及第二摆部 22a 和 22b 在 XY 平面内以在该摆部的支点部处彼此相反的相位(即,从连接部 13a ~ 13d 向左摆动和向右摆动的方向)进行振动(摆动)。

[0173] 如图 11 所示,当所述一对第一梁 11a 和 11b 沿着相互靠近的方向振动时,第一摆部 21a 和第二摆部 22a 沿着相互离开的方向振动(状态(b))。当所述一对第一梁 11a 和 11b 沿着相互离开的方向振动时,第一摆部 21a 和第二摆部 22a 沿着相互靠近的方向振动(状态(d))。第一摆部 21b 和第二摆部 22b 也依赖于所述一对第二梁 12a 和 12b 的振动方向而沿着相互离开的方向和相互靠近的方向交替地振动。如上所述,第一摆部 21a 和 21b 及第二摆部 22a 和 22b 与框架 10 的基本振动同步地、且以彼此相反的相位进行振动。

[0174] 如上所述,相反相位的交流电压以上述的方式被施加于驱动电极 131 和 132 上,因此,框架 10 的梁 11a、11b、12a 和 12b 在图 11 中所示的振动模式下振动。当绕着 Z 轴的角速度作用在持续进行这样的基本振动的框架 10 上时,因该角速度而造成的科里奥利力作用在框架 10 的各点上,因此,框架 10 如图 12 所示以在 XY 平面内被压歪的方式发生变形。因此,通过检测框架 10 在这个 XY 平面内的变形量,可以检测出作用在框架 10 上的角速度的大小和方向。

[0175] 图 12 是示意性地示出了在绕着 Z 轴的角速度作用于框架 10 上时的框架 10 的变形的平面图。需要注意的是,为了容易解释,框架 10 的形状和变形在该图中略有放大。当以 Z 轴为中心沿着顺时针方向的角速度作用在像基本振动一样进行振动的框架 10 上时,在框架 10 内的各点(梁 11a、11b、12a 和 12b,摆部 21a、21b、22a 和 22b)处生成了与角速度的大小成正比的科里奥利力。这里,在与 Z 轴正交的 XY 平面内,各点处的科里奥利力处于与该点时刻处它的运动方向(振动方向)在顺时针方向上成 90 度的方向。即,如图 12 所示,科里奥利力的方向依赖于当科里奥利力作用于这个点上的时刻处该点的振动方向。由此,框架 10 在 XY 平面内被压歪(扭曲)从而从正方形形状改变到大致平行四边形形状。

[0176] 需要注意的是,图 12 示出了预定角速度如何以 Z 轴为中心沿着顺时针方向作用。

需要注意的是,如果角速度的方向是反的(逆时针方向),那么作用在各点上的科里奥利力的方向也变成反的。

[0177] 任何构件都可以被用来检测作用于框架 10 上的角速度。在这个实施例中,利用被形成于框架 10 中的压电检测层来检测角速度。传感器元件 100 作为压电检测层而检测绕着 Z 轴的角速度,且如图 10 所示,传感器元件 100 包括四个检测电极 51。

[0178] 检测电极 51a、51b、51c 和 51d 分别被形成于连接部 13a ~ 13d 的边缘处。检测电极 51a ~ 51d 分别沿着两个方向上的梁从连接部 13a ~ 13d 延伸。检测电极 51 具有与驱动电极 131 和 132 相同的构造。因此,检测电极 51 由下电极层、压电材料层和上电极层的层叠体形成。检测电极 51 起到将各梁的机械变形转换成电信号的作用。

[0179] 另一方面,作为用于检测绕着 X 轴和 Y 轴的角速度的压电检测层,这个实施例中的传感器元件 100 包括检测电极 71a、71b、72a 和 72b,检测电极 71a、71b、72a 和 72b 被形成于摆部 21a、21b、22a 和 22b 上。

[0180] 检测电极 71a、71b、72a 和 72b 以线性的方式被形成于摆部 21a、21b、22a 和 22b 的臂部 L 的轴向中心上。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 相同的构造。因此,检测电极 71a、71b、72a 和 72b 各者由下电极层、压电材料层和上电极层的层叠体形成,且起到将臂部 L 的机械变形转换成电信号的作用。特别地,检测电极 71a、71b、72a 和 72b 起到检测出臂部 L 沿着 Z 轴方向的变形的作用。

[0181] 在这个实施例中,一个角速度检测轴(Y 轴)被设置在平行于 a 轴的轴方向上,且另一个角速度检测轴(X 轴)被设置在平行于 b 轴的轴方向上。在这样的构造中,被形成于摆部 21a、21b、22a 和 22b 中的检测电极 71a、71b、72a 和 72b 各者起到用来检测出绕着 X 轴的角速度和绕着 Y 轴的角速度每一者的检测部的作用。

[0182] 相反相位的交流电压被施加于驱动电极 131 和 132 上。由此,框架 10 中的梁 11a、11b、12a 和 12b 及摆部 21a、21b、22a 和 22b 各者在图 11 中所示的振动模式(基本振动)下振动。图 13A 是解释当绕着 X 轴的角速度作用在框架 10 上时的摆部 21a、21b、22a 和 22b 的振动状态的示意性立体图。另一方面,图 13B 是解释当绕着 Y 轴的角速度作用在框架 10 上时的摆部 21a、21b、22a 和 22b 的振动状态的示意性立体图。

[0183] 如图 13A 所示,当绕着 X 轴的角速度作用在像基本振动一样进行振动的框架 10 上时,在摆部 21a、21b、22a 和 22b 各者中产生了在与该点时的振动方向正交的方向上的科里奥利力 F1。由此,沿着 X 轴方向彼此相邻的摆部 21a 和摆部 22b 这一对摆部由于科里奥利力 F1 而沿着 Z 轴的正方向发生变形。它们的变形量是利用检测电极 71a 和 72b 来检测的。而且,沿着 X 轴方向彼此相邻的摆部 22a 和 21b 这另一对摆部由于科里奥利力 F1 而沿着 Z 轴的负方向发生变形。它们的变形量是利用检测电极 72a 和 71b 来检测的。

[0184] 另一方面,如图 13B 所示,当绕着 Y 轴的角速度作用在像基本振动一样进行振动的框架 10 上时,在摆部 21a、21b、22a 和 22b 各者中在与该点时的振动方向正交的方向上产生了科里奥利力 F2。由此,沿着 Y 轴方向彼此相邻的摆部 21a 和摆部 22a 这一对摆部由于科里奥利力 F2 而沿着 Z 轴的负方向发生变形。它们的变形量是利用检测电极 71a 和 72a 来检测的。而且,沿着 Y 轴方向彼此相邻的摆部 21b 和 22b 这另一对摆部由于科里奥利力 F2 而沿着 Z 轴的正方向发生变形。它们的变形量是利用检测电极 71b 和 72b 来检测的。

[0185] 并且,如果绕着在与 X 轴和 Y 轴每一者斜交叉的方向上的轴线产生角速度,那么利

用如上所述的相同原理来检测该角速度。即,摆部 21a、21b、22a 和 22b 各者由于依赖于这个角速度的 X 方向分量和 Y 方向分量的科里奥利力而发生变形。它们的变形量是利用检测电极 71a、71b、72a 和 72b 来检测的。基于这些检测电极的输出,传感器元件的驱动电路提取绕着 X 轴的角速度和绕着 Y 轴的角速度每一者。由此,能够检测出绕着平行于 XY 平面的任意轴线的角速度。

[0186] 半导体元件的功能构造

[0187] 如上所述,半导体元件 200 被用作传感器元件 100 的控制器。下文中,将说明半导体元件 200 的功能构造的概要。

[0188] 如上所述,半导体元件 200 包括第一端子部 241,第一端子部 241 被电连接至传感器元件 100 中的端子部 114。第一端子部 241 通过通路孔 230 而被电连接至元件形成层 220。

[0189] 元件形成层 220 包括自激振荡电路、检波电路和平滑电路 (smoothing circuit)。所述自激振荡电路被连接至驱动电极 131 和 132,且生成用来驱动这些驱动电极的驱动信号 (交流信号)。而且,在将要被连接至驱动电极 131 和 132 中的一者的端子侧上,设置有反相放大器。因此,驱动电极 131 和 132 能够以相反的相位发生膨胀和收缩。可以还设置有将要被连接至基准电位的端子。

[0190] 而且,检测电极 51a ~ 51d、71a、71b、72a 和 72b 各者被连接至运算电路,且与各检测电极的变形对应的电信号被检测出来。所述运算电路被设置用来生成绕着 X 轴、Y 轴和 Z 轴的角速度信号。所述运算电路对从检测电极 51a ~ 51d、71a、71b、72a 和 72b 输出的电信号执行预定的运算处理 (差分计算等),从而由此生成包括与角速度相关的信号的新运算信号。

[0191] 然后,这些运算信号被输出至所述检波电路。在所述检波电路中,与来自所述自激振荡电路的驱动信号的输出等同步地,所有的运算信号被整流且被转换成直流。此外,转换成直流后的信号被输出至所述平滑电路并且被平滑化。这样获得的直流电压信号包括绕着 X 轴、Y 轴和 Z 轴的角速度的大小和方向。这些直流电压信号可以被设定成通过第二再布线层 250 中的第二端子 251 而从元件形成层 220 中的通路孔连接部 226 被输出至其他控制板等。

[0192] 在具有上述构造的传感器装置 1 中,传感器元件 100 和作为传感器元件 100 的控制器 200 的半导体元件 200 在 Z 轴方向上被直接地彼此接合。由此,没有必要将传感器元件 100 和控制器 200 安装在同一平面内。因此,能够使传感器装置 1 小型化。而且,传感器元件 100 和半导体元件 200 能够彼此连接且在它们二者之间无需插入有用于将半导体元件 200 埋入其内的布线板、或中介层等。因此,能够进一步使传感器装置 1 小型化。而且,还能够减少生产成本。

[0193] 而且,通过直接地安装传感器元件 100 和半导体元件 200,就变得可以减少噪声,且可以高精度地检测角速度。即,如果插入了布线板、或中介层等,那么存在着会造成寄生电容和串扰问题等的忧虑,这使得难以增大 S(信号)/N(噪声)比。因此,利用上述构造,没有产生寄生电容和串扰等,且能够增大 S/N 比。

[0194] 而且,传感器装置 1 具有其中传感器元件 100 被安装在半导体元件 200 的非能动性表面上的构造。由此,如下所述,就变得能够保持所期望的传感器性能。

[0195] 例如,如果传感器元件被安装在半导体元件的能动性表面上,那么相对于半导体元件中的元件形成层的间隙会由于振子部的驱动而发生改变。由此,存在着这样的忧虑:振子部与元件形成层之间的电容可能发生改变,且电路性能可能发生改变。而且,传感器元件的布线图案和元件形成层的布线图案是彼此相对的,因此,它们会彼此干扰,且会产生布线之间的串扰。

[0196] 此外,如果预定间隙被设置于振子部与半导体元件之间,那么就需要执行对被形成于能动性表面上的布线保护层的分离、以及对元件形成层的蚀刻等,因此,存在着元件形成层会受到损坏的忧虑。而且,如果传感器元件的端子和半导体元件的端子彼此连接且同时要确保具有预定尺寸或更大尺寸的间隙来避免元件形成层的损坏,那么就难以使整个传感器装置小型化,且结构会变得脆弱。

[0197] 鉴于此,通过将传感器元件 100 安装在半导体元件 200 的非能动性表面上,凹陷部 260 能够被形成于非能动性表面中且能够提供合适的间隙。由此,能够抑制由于电路性能的变化、或串扰等而引起的故障,且能够适宜地驱动振子部 103。因此,传感器装置 1 的精度能够增大。而且,振动控制构件 261 能够被设置于凹陷部 260 中。因此,就变得能够抑制由于振子部 103 的振动和传感器元件 100 自身的振动而引起的半导体元件 200 的振动。

[0198] 而且,在半导体元件 200 的第一表面 201 和第二表面 202 中,分别形成有第一再布线层 240 和第二再布线层 250。由此,在传感器元件 100 被安装在作为非能动性表面的第一表面 201 的情况下,也能够将布线长度调节为更短。因此,由此,同样也能够抑制布线之间的串扰等,且能够获得所期望的 S/N 比。

[0199] 而且,在这个实施例中,传感器元件 100 的厚度被形成为大于半导体元件 200 的厚度。具体地,其中形成有传感器元件 100 的端子部 114 的框架体 102 的厚度被构造成大约是半导体元件 200 的厚度的 3.4 倍。由此,在使半导体元件 200 变得更薄的情况下,也能够增大整个传感器装置 1 的强度,且能够抑制半导体元件 200 的诸如扭曲等变形。因此,能够稳定地保持传感器元件 100 的振动模式。同时,就变得能够减少诸如在安装到控制板等上之后的损坏等问题。需要注意的是,例如,只要传感器元件 100 的厚度是半导体元件 200 的厚度的 1.5 倍以上,就能够有效地发挥上述的作用和效果。

[0200] 而且,通过将传感器元件 100 中的第二层 112 设置成厚的层,在传感器元件 100 的制造工艺中,能够简化或省略用来调节第二层 112 以使其具有预定厚度的研磨工艺等。由此,在传感器元件 100 的制造中,同样也能够增大生产率。

[0201] 此外,根据这个实施例的传感器元件 100 和半导体元件 200 这两者都是由硅基板制成的。由此,传感器元件 100 的线性膨胀系数和半导体元件 200 的线性膨胀系数能够是大体上相同的。因此,可以抑制由于温度变化而引起的传感器元件 100 的振动性能及半导体元件 200 的操作的波动。同时,能够抑制由于传感器元件 100 和半导体元件 200 的变形而导致的在半导体元件 200 等中生成的应力。

[0202] 而且, Si 的纵向弹性模量大约是 131GPa,该模量大于作为有机基板的主要材料的环氧树脂的纵向弹性模量 0.06 ~ 12GPa。即,通过采用硅基板作为半导体元件 200 中的基板主体 210,与采用有机基板等的情况比较而言,传感器元件 100 能够被稳定地支撑着。更具体地,传感器元件 100 在谐振频率下振动,因而,该振动还被传递至半导体元件 200。如果半导体元件 200 的纵向弹性模量小,那么半导体元件 200 也根据该振动而振动。由此,它能

够影响传感器元件 100 的谐振频率,且振动模式会被改变。因此,半导体元件 200 中的基板主体 210 由硅基板形成,因而,它能够被构造成具有相对大的与传感器元件 100 的纵向弹性模量大致相等的纵向弹性模量,且传感器元件 100 能够被稳定地支撑着。

[0203] 另一方面,利用上述构造,在制造传感器装置 1 时,能够实现如下作用和效果:在利用激光加工来调节振子部 103 的振动性能的工艺被执行的情况下,它也能够不会损坏元件形成层 220 的前提下而被执行。下文中,将说明传感器装置 1 的制造方法。

[0204] 传感器装置的制造方法

[0205] 图 14 是示出了根据这个实施例的传感器装置 1 的制造方法的实施例的工艺流程图。图 15 到图 24 是用来说明该制造方法的示意性截面图。在这个实施例中,制备出其中形成有多个元件区域的晶片。把传感器元件 100 安装在各个所述元件区域上。以这种方式,制造出所谓的芯片上晶片型(wafer on chip type)元件。此后,分割出各个所述元件区域,以使得具有上述构造的传感器装置 1 被制造出来。需要注意的是,在图 15 到图 24 中,为了说明,示出了两个元件区域,且主要部分被放大了。

[0206] 首先,参照图 15,在基板主体 210a 上层叠包括晶体管元件、电阻元件、和布线等的元件形成层 220a,由此形成了晶片 200a(ST101)。需要注意的是,图 15 到图 20 示出了与图 2 和图 3 等比较而言的上下颠倒状态。

[0207] 例如,基板主体 210a 由直径为 8 英寸和厚度大约为 600 μm 的硅基板形成。

[0208] 例如,通过交替地层叠五个金属层和绝缘层而形成元件形成层 220a,且元件形成层 220a 被构造成具有大约 5 μm 到 7 μm 的整体厚度。

[0209] 晶片 200a 包括上表面 202a 和后表面 201a,上表面 202a 位于元件形成层 220a 侧,后表面 201a 位于基板主体 210a 侧。对上表面 202a 中的部分区域进行蚀刻,且形成连接孔 226a,元件形成层 220a 中的第五金属层 225a 通过连接孔 226a 而露出。连接孔 226a 对应于通路孔连接部 226。需要注意的是,上表面 202a 是位于第二表面 202 侧的表面,且后表面 201a 是位于第一表面 201 侧的表面。

[0210] 在晶片 200a 中,形成在 X 轴方向和 Y 轴方向上被切割线 L 划分的多个元件区域。切割线 L 可以是虚拟的,或可以实际上被形成为凹槽等。

[0211] 然后,参照图 16,在晶片 200a 的上表面 202a 上形成第二再布线层 250a(ST102)。

[0212] 具体地,首先在上表面 202a 上形成绝缘膜 257a。关于绝缘膜 257a,可以采用诸如聚苯并噁唑(PBO:polybenzoxazole)等光敏树脂。绝缘膜 257a 被形成为具有大约 5 μm 的厚度。利用光刻等除去绝缘膜 257a 中的被形成于连接孔 226a 上的区域。

[0213] 利用溅射等在整个上表面 202a 上形成电镀种子层 252a。例如,电镀种子层 252a 可以是 Ti 和 Cu 的层叠膜。

[0214] 然后,在电镀种子层 252a 上形成抗蚀剂膜,在该抗蚀剂膜中形成有与第二再布线层 250 中的布线部 252 相应的图案。

[0215] 此外,利用电解电镀法在电镀种子层 252a 上形成金属膜 252b。通过除去所述抗蚀剂膜且除去其中没有沉积金属膜 252b 的区域中的电镀种子层 252a,形成具有预定图案的布线部 252c。需要注意的是,利用布线部 252c 的镀金表面,能够减小第二端子 251 与布线部 252c 之间的连接电阻。

[0216] 此外,例如,在金属膜 252b 和绝缘膜 257a 上形成具有大约 15 μm 厚度的布线保护

层 256a。而且,在布线保护层 256a 中形成用来形成第二端子 251 的连接孔 251b。需要注意的是,作为第二端子 251,可以在连接孔 251b 中形成用于焊料连接的金属膜。

[0217] 由此,能够形成具有如下构造的第二再布线层 250a:该构造中,布线保护层 256a 被形成于具有预定图案的布线部 252c 上。

[0218] 随后,参照图 17,将支撑基板 S1 接合在第二再布线层 250a 上(ST103)。

[0219] 例如,在平面图中,支撑基板 S1 可以是与晶片 200a 一样大或比晶片 200a 大的玻璃基板。而且,为了接合支撑基板 S1,可以使用由粘性的紫外线固化树脂等制成的粘合剂 B1。粘合剂 B1 被涂敷在包括连接孔 251b 的布线保护层 256a 上。

[0220] 此外,在支撑基板 S1 被接合之后,可以执行将基板主体 210a 调节成具有期望厚度的工艺。具体地,在该工艺(ST103)结束时,晶片 200a 具有大约 600 μm 的整体厚度。鉴于此,通过对基板主体 210a 进行研磨或干式蚀刻,例如,晶片 200a 被设置成具有大约 100 μm 的整体厚度。由此,能够制造出更薄的半导体元件 200。

[0221] 然后,参照图 18,从后表面 201a 形成用来形成通路孔 230 的连接孔 230a(ST104)。

[0222] 具体地,首先形成具有与通路孔 230 相应的图案的抗蚀剂膜 232a。

[0223] 使用抗蚀剂膜 232a 作为掩模、且利用例如反应离子刻蚀(RIE:reactive ion etching)来形成连接孔 230a。连接孔 230a 被形成为到达元件形成层 220a 的深度。例如,连接孔 230a 被形成为到达第五金属膜 225a 附近的深度。

[0224] 然后,利用蚀刻等除去抗蚀剂膜 232a。

[0225] 随后,参照图 19,形成第一再布线层 240a(ST105)。

[0226] 具体地,利用 CVD 方法等,在后表面 201a 上和连接孔 230a 中形成绝缘膜 247a。

[0227] 然后,利用氧等离子体等对连接孔 230a 的底部和被形成于该底部上的绝缘膜 247a 进行深深地蚀刻。由此,形成了具有到达第五金属膜 225a 的深度的连接孔。

[0228] 此外,利用溅射等在绝缘膜 247a 上和连接孔 230b 中形成电镀种子层 242a。电镀种子层 242a 可以被形成为例如 Ti 和 Cu 的层叠膜。

[0229] 而且,在电镀种子层 242a 上形成抗蚀剂膜,在该抗蚀剂膜中形成有与第一再布线层 240 中的布线部 242 相应的图案。

[0230] 此外,利用电解电镀法在电镀种子层 242a 上形成金属膜 242b。通过除去该抗蚀剂膜且除去其中没有沉积金属膜 242b 的区域中的电镀种子层 242a,来形成具有预定图案的布线部 242c。布线部 242c 对应于第一再布线层 240 中的布线部 242 和通路孔 230 中的布线部 231。需要注意的是,利用布线部 242c 中的镀金表面,能够减小外部连接端子(稍后说明)与布线部 242c 之间的连接电阻。

[0231] 此外,例如,在金属膜 242b 和绝缘膜 247a 上形成具有大约 15 μm 厚度的布线保护层 246a。布线保护层 246a 也被形成在其中形成有金属膜 242b 的连接孔 230b 中。而且,例如,利用光刻在布线保护层 246a 中形成连接孔 241b,布线部 242c 通过连接孔 241b 而露出。在连接孔 241b 中形成第一端子 241、第三端子 243 和第四端子 244。需要注意的是,可以在连接孔 241b 中形成用于焊料连接的金属膜,以作为第一端子 241。

[0232] 由此,能够形成具有如下构造的第一再布线层 240a:该构造中,布线保护层 246a 被形成于具有预定图案的布线部 242c 上。

[0233] 然后,参照图 20,通过部分地除去布线保护层 246a,形成凹陷部 260a(ST106)。如

上所述,凹陷部 260a 被形成于与被安装在第一表面 201a 上的传感器元件 100 中的振子部 103 相对的区域中。在这个实施例中,在各元件区域的中心部分中形成凹陷部 260a。而且,例如,可以利用光刻与上述连接孔 241b 同时地形成凹陷部 260a。由此,能够防止工艺数量的增加。

[0234] 此外,可以在各凹陷部 260a 中设置振动控制构件 261。振动控制构件 261 的安置方法没有限制。例如,能够使用粘合剂等。

[0235] 由此,形成了包括第一表面 201b 和第二表面 202b 的半导体元件晶片 200b。

[0236] 随后,参照图 21,将传感器元件 100 安装在利用切割线 L 而被划分的各元件区域的第一表面 201b 上 (ST107)。传感器元件 100 的安装方法没有特别地限制。例如,可以是使用回流焊法。需要注意的是,图 21 到图 23 示出了与图 15 到图 20 等比较而言的上下颠倒状态。

[0237] 例如,在连接孔 241b 中印刷包括熔剂的焊料膏,且将传感器元件 100 设置成使得该焊料膏和端子部 114 彼此连接。此后,通过对设置有传感器元件 100 的半导体元件晶片 200b 进行回流焊,使传感器元件 100 通过第一端子 241a 而被电气和机械地接合到第一表面 201b 上。

[0238] 或者,代替焊料膏的是,在将熔剂涂敷于第一表面 201b 上之后,可以在连接孔 241b 中设置焊料球且可以执行回流焊。

[0239] 需要注意的是,在回流焊之后,可以执行用于除去残存在第一端子 241a 周围的熔剂残留物的清洁工艺。

[0240] 需要注意的是,参照图 21 等,在安装传感器元件 100 之前,可以在半导体元件晶片 200b 中形成沿着切割线 L 到达支撑基板 S1 的凹槽。由此,能够容易地执行分割工艺 (稍后说明)。所述凹槽的形成方法没有特别地限制。可以使用蚀刻,或可以利用切片机 (dicer) 等以机械的方式形成所述凹槽。而且,可以用绝缘树脂填充所述凹槽。所述树脂可以是布线保护层 246a 的树脂材料,或可以是另一种树脂材料。

[0241] 参照图 22,调节各传感器元件 100 的传感器性能 (ST108)。在这个过程中,通过如该图中的箭头标记所示用激光照射振子部 103 中的摆部 21a、21b、22a 和 22b 且执行激光加工,摆部 21a、21b、22a 和 22b 的质量平衡变得对称,且获得合适的振动状态。即,各摆部被调节成具有所期望的垂直谐振频率、水平谐振频率、以及失谐度 (detuning degree) 等。通过使电极探针 (未图示) 与两个以上的第三端子 243 中的各者接触且驱动传感器元件 100 来检查振动状态。

[0242] 即,通过一方的第四端子 244,在各元件区域中的元件形成层 220a 上施加电压 (振荡输出)。由此,半导体元件 200 生成驱动信号,且该驱动信号被输出至传感器元件 100。而且,基于传感器元件 100 的振动状态的检测信号通过另一方的第四端子 244 而被获得。然后,在根据所获得的检测信号来检查传感器元件 100 的振动状态的同时,适当地执行激光加工。

[0243] 随后,参照图 23,在第一表面 201b 上形成覆盖部 300a (ST109)。

[0244] 首先,用底部填充材料 322a 填充传感器元件 100 与第一表面 201b 之间的间隙。底部填充材料 322a 从分配器等 (未图示) 被提供到第一表面 201b 上的传感器元件 100 周围且被固化。在结束之后,底部填充材料 322a 形成树脂部 322。

[0245] 然后,在框架体 102 上设置密封板 321。可以通过粘合剂等来设置密封板 321。而且,如稍后将说明的,多个通孔 323 被形成于密封板 321 中。

[0246] 然后,在第一表面 201b 上和在传感器元件 100 上形成由诸如玻璃环氧树脂等绝缘树脂制成的第一膜 311a。可以通过模制来形成第一膜 311a。可以使用诸如丝网印刷、旋转涂敷和灌封 (potting) 等涂敷方法。然后,使第一膜 311a 固化。如果第一膜 311a 包含环氧树脂 (其是热固化树脂),那么能够利用热处理来使该树脂固化。

[0247] 此外,沿着切割线 L,在第一膜 311a 的一部分中形成凹槽 313a。作为凹槽 313a 的形成方法,可以利用激光加工或使用切片机等形成凹槽 313a。或者,可以利用蚀刻形成凹槽 313a。

[0248] 然后,在包括凹槽 313a 的第一膜 311a 上形成包括导电材料的第二膜 312a。如果诸如 Ag 浆等导电树脂被用于第二膜 312a,那么它可以利用涂敷方法而被形成。或者,可以利用溅射、或气相沉积等来形成金属膜。需要注意的是,第二膜 312a 不仅可以位于第一膜 311a 的上表面上,而且可以位于侧表面上。

[0249] 需要注意的是,除了凹槽 313a 以外,可以形成到达第三端子 243 的凹槽。由此,保证了第二膜 312a 和第三端子 243 的传导,且能够制造出其中能够使覆盖膜 310 保持在接地电位的构造。

[0250] 而且,在第一膜 311a 的固化处理之前,可以减小空间 S 的压力,且可以除去树脂材料中的空隙 (气泡)。在这个处理中,将已经被提供有树脂的半导体元件晶片 200b 传送至真空室等,该真空室内的压力被降低至预定的减压气氛,然后该压力被恢复到大气压。通过重复该处理,能够除去所述空隙。

[0251] 此外,通过上述处理,除了除去空隙以外,即使在将传感器装置 1 安装到控制板等上的过程中利用回流焊工艺等加热传感器装置 1,也可以防止覆盖膜 310 由于空间 S 内的空气膨胀而受到损坏。而且,能够抑制由于空间 S 内的温度变化而引起的压力变化,且能够使振子部 103 的振动模式稳定。

[0252] 这里,在这个实施例中,通孔 323 被形成于密封板 321 中。由此,在空间 S 内的压力减小的过程中,空间 S 能够通过通孔 323 而被抽真空。能够使用例如湿式蚀刻、干式蚀刻或诸如利用诸如钻机等工具的机械穿孔等方法来形成通孔 323。而且,可以在密封板 321 被设置于框架体 102 上之后形成通孔 323,或可以提前形成通孔 323。在前者的情况下,通孔 323 能够被形成于这样的位置处以使得:即使蚀刻剂流入空间 S 内或工具突出到空间 S 内,它对振子部 103 的振动模式的影响也很小。

[0253] 随后,除去支撑基板 S1 (ST110)。在利用由紫外线胶带形成的粘合剂来接合支撑基板 S1 的情况下,紫外线从支撑基板 S1 侧被发射。由此,粘合剂的粘度丧失,因而,能够容易地除去支撑基板 S1。

[0254] 需要注意的是,在除去支撑基板 S1 之前,可以将用于基板保护的粘合剂带 S2 (参见图 24) 等附在与支撑基板 S1 相反的一侧的覆盖部 300a 上。由此,当支撑基板 S1 被除去时,同样也能够在随后工艺的分割中抑制各元件区域的分散,且能够提高可操作性。

[0255] 最后,参照图 24,针对各元件区域来分割半导体元件晶片 200b (ST111)。需要注意的是,图 24 示出了通过使图 23 中的状态上下颠倒而获得的状态。

[0256] 在这个过程中,例如,从已经除去支撑基板 S1 的半导体元件晶片 200b 的第二表面

202a 到相反侧的覆盖部 300a (到达粘合剂带 S2)、沿着切割线 L 执行切割。由此,半导体元件晶片 200b 被分割,且多个传感器装置 1 被完成。这个过程中的切割方法没有特别地限制。可以使用蚀刻等,或可以执行利用切片机的机械切割、激光照射等。

[0257] 利用这个工艺,传感器装置 1 被制造出来。此后,利用真空吸附装置等拿起各传感器装置 1,且将它们安装在预定的控制板等上。

[0258] 如上所述,根据这个实施例,在传感器元件 100 的调节工艺中,即使激光被发射,传感器元件 100 和作为非能动性表面的第一表面 201a 也彼此相对,因而,元件形成层 220a 因激光而受到损坏的可能性极其低。因此,在传感器元件 100 被安装到半导体元件 200 (半导体元件晶片 200b) 上的状态下,能够执行这个工艺。此外,设置有能够在这个工艺中连接电极的第四端子 244,因而,能够在将传感器装置 1 安装到电子设备中的控制板等上之前检查传感器元件 100 的振动模式。

[0259] 而且,通孔 323 被形成于密封板 321 中,因而,空间 S 能够被保持在预定的减压气氛下。由此,即使在安装传感器装置 1 的控制板等的过程中在回流焊工艺等中加热传感器装置 1 的情况下,也能够防止覆盖膜 310 例如由于空间 S 内的空气膨胀而受到损坏。而且,能够抑制由于空间 S 内的温度变化而引起的压力变化,且能够使振子部 103 的振动模式稳定地保持。

[0260] 此外,能够在除去支撑基板 S1 的工艺之后执行分割,因而,能够重复使用支撑基板 S1。由此,能够减少制造成本,且它还能够有助于废物的减少。

[0261] 第二实施例

[0262] 图 25 是示出了本技术的第二实施例的示意性截面图。在这个实施例中,将省略或简化与第一实施例的构造和行为相同的部分的说明,且将主要说明与第一实施例不同的部分。

[0263] 根据这个实施例的传感器装置 1A 包括覆盖部 300A,覆盖部 300A 具有与第一实施例中的覆盖部 300 不同的构造。因此,下文中,将主要说明覆盖部 300A。

[0264] 在这个实施例中,覆盖部 300A 包括盖部 310A,盖部 310A 被设置于第一表面 201 上,且能够覆盖传感器元件 100。盖部 310A 被形成为大致长方体盖的形状,且可以例如由 42 合金 (镍 (Ni) 42%、铁 (Fe) 57%、铜 (Cu) 等的微量添加物等的合金)、镍银 (Cu、锌 (Zn) 和 Ni) 合金、或者铝 (Al) 的金属板等形成。在这种情况下,例如,可以通过挤出金属板等而形成盖部 310A。或者,作为盖部 310A,可以使用通过利用溅射或气相沉积在被形成为大致长方体形的 Si 或陶瓷 (Al_2O_3 等) 的内表面或外表面上形成金属膜而获得的一个部件。

[0265] 而且,如在根据第一实施例的密封板 321 中的那样,盖部 310A 能够设置有通路孔 (未图示)。由此,能够抑制在安装期间内的在回流焊工艺等中的空间内的空气膨胀,且可以减小盖部 310A 的损坏。

[0266] 盖部 310A 被接合在第一再布线层 240 中的第三端子 243 上。接合方法没有特别地限制。例如,能够适当地使用焊料接合或利用导电粘合剂的粘接。由此,盖部 310A 和第三端子 243 能够以电气和机械的方式彼此接合。因此,如在根据第一实施例的覆盖部 300 中的那样,覆盖部 300A 能够保持在接地电位,且能够发挥更加稳定的屏蔽效果。

[0267] 关于覆盖部 300A,密封树脂膜 (未图示) 可以被形成于盖部 310A 的四周。由此,能够提高传感器装置 1A 的强度和可操作性。

[0268] 关于半导体元件 200, 利用作为底部填充的树脂层填充第一表面 201 中的第二区域 2012 (参见图 31)。由此, 能够增大第一端子 241 与传感器元件 100 中的端子部 114 之间的接合强度, 且如果覆盖部 300A 包括所述密封树脂膜, 那么能够抑制该密封树脂流入第一区域 2011 中。

[0269] 而且, 通过使传感器元件 100 中的基体 81 和盖部 310A 彼此接合, 能够抑制密封树脂流入空间 S 中。

[0270] 能够在与传感器装置 1 大致同时地制造传感器装置 1A。作为不同点, 覆盖部 300A 通过形成覆盖部 300A 的工艺而被接合到第一表面 201 上。此外, 在除去支撑基板 S1 的工艺之前, 可以执行分割工艺。如果沿着切割线 L 的凹槽被形成于半导体元件晶片中, 那么就不需要用树脂材料填充该凹槽。

[0271] 如上所述, 利用根据这个实施例的覆盖部 300A, 同样也能够发挥作为传感器元件 100 的罩的功能和遮光功能。由此, 能够提高传感器装置 1A 的可操作性, 且能够稳定地保持传感器性能。

[0272] 第三实施例

[0273] 图 26 到图 30 是示出了根据本技术第三实施例的传感器装置 1B 的图。在这个实施例中, 将省略或简化与第一实施例的构造和行为相同的部分的说明, 且将主要说明与第一实施例不同的部分。

[0274] 图 26 是传感器装置 1B 的示意性立体图。图 27A 是示意性平面图。图 27B 是当沿着图 27A 中的 [A]-[A] 方向观看时的示意性截面图。需要注意的是, 在图 27B 中, 只利用长短交替的点划线示出了半导体元件 200B 的轮廓。在这个实施例中, 传感器装置 1B 包括被构造成红外检测器的多个传感器元件 100B 且包括半导体元件 200B。传感器装置 1B 用作红外摄像元件。即, 传感器装置 1B 被安装在作为电子设备的红外摄像装置中。

[0275] 半导体元件 200B 具有与根据第一实施例的半导体元件 200 相同的构造。即, 半导体元件 200B 包括第一表面 201B、第二表面 202B 和通路孔 230B, 第一表面 201B 包括第一端子 241B 且是非能动性表面, 传感器组件 100B 被安装在第一端子 241B 上, 第二表面 202B 包括用于外部连接的第二端子 251B 且是能动性表面, 通路孔 230B 将第一表面 201B 和第二表面 202B 相互电连接。需要注意的是, 在半导体元件 200B 中, 可以形成与传感器元件 100B 相应的多个元件区域。

[0276] 多个传感器元件 100B 以 $m \times n$ 行的阵列方式被布置于半导体元件 200B 的第一表面 201B 上。由此, 各传感器元件 100B 对应于一个像素, 且它们能够构造具有 $m \times n$ 的多个像素的红外摄像元件。在图 26 和图 27 中所示的例子中, 虽然示出了 3×3 个传感器元件的例子, 但是例如, 利用将 m 和 n 各者设置成几十到几百, 也可以使这几百到数十万个传感器元件 100B 以二维的方式被布置着。利用这种构造, 能够采集具有大量像素的高分辨率的红外图像。

[0277] 这里, 红外检测器基于工作原理而被分为热型和量子型。所述热型被进一步分为热释电型、微测辐射热仪和热电堆型。根据这个实施例的传感器元件 100B 可以是任何的红外检测器。下文中, 将假设传感器元件 100B 是热释电型红外检测器而做出说明。

[0278] 传感器元件

[0279] 图 28 是传感器装置 1B 中的主要部分的示意性截面图。参照图 28 和图 27, 传感器

元件 100B 包括检测部 101B 和支撑部 102B。检测部 101B 能够检测作为预定物理量的具有预定波长的电磁波的吸收量。支撑部 102B 支撑着检测部 101B, 且被连接至第一端子 241B。在这个实施例中, “具有预定波长的电磁波”能够是具有大约 $5\ \mu\text{m}$ 到 $1000\ \mu\text{m}$ 的波长的远红外线。该图中的空心箭头标记表示射入检测部 101B 的红外线。空间 SB 中所示的箭头标记示意性地表示通过检测部 101B 的红外线和被反射层 261B (稍后说明) 反射的红外线。

[0280] 在这个实施例中, 检测部 101B 被构造为能够输出与红外线的吸收对应的信号的像素部。即, 检测部 101B 包括热电转换层 123B、第一电极 121B 和第二电极 122B。热电转换层 123B 将与红外线的吸收对应的温度变化转换成电信号。第一电极 121B 和第二电极 122B 被形成为彼此相对, 且将热电转换层 123B 夹在中间。在当沿着 Z 轴方向观看时的平面视图中, 检测部 101B 被形成为大致矩形。支撑部 102B 的支柱部 123B 支撑在四个角处。检测部 101B 被电连接至四个支撑部 102B 中的一个支撑部 102B 的通路孔 113B (稍后说明), 检测部 101B 被支撑部 102B 支撑着。

[0281] 在这个实施例中, 热电转换层 123B 由热释电材料形成, 热释电材料能够使因为由于红外线的吸收而引起的温度变化的自发极化发生改变且生成表面电荷。例如, 作为该热释电材料, 能够使用诸如 PZT、钛酸铅、钽酸锂、铁酸铋、 BiMgO_3 和 BiZnO_3 等无机材料和诸如硫酸三甘氨酸 (TGS: triglycine sulfate) 和聚偏氟乙烯等有机材料。而且, 热电转换层 123B 的厚度没有特别地限制, 且例如, 可以是大约 $0.5\ \mu\text{m}$ 到 $10\ \mu\text{m}$ 。

[0282] 例如, 第一电极 121B 被电连接至支撑着检测部 101B 的支撑部 102B 中的一个支撑部 102B 的通路孔 113B。第一电极 121B 输出作为检测信号的因为热电转换层 123B 的自发极化而生成的表面电荷。第二电极 122B 被连接至例如接地端子等 (未图示), 且保持在接地电位。需要注意的是, 传感器装置 1B 中的多个第二电极 122B 可以被连接至公共接地端子。第一电极 121B 和第二电极 122B 由例如 Cr、Pt 或 Ti 形成。

[0283] 此外, 检测部 101B 可以包括光吸收层 (未图示), 该光吸收层被布置于第一电极 121B 和第二电极 122B 各者上。光吸收层可以是例如氮化硅膜、氧化硅膜、氮氧化硅膜、SiC 膜或通过组合这些膜中的至少两者而获得的层叠膜。或者, 作为光吸收层, 还能够使用诸如三孔碳 (Triporous carbon) 和石墨烯等有机材料。通过设置这样的光吸收层, 热量能够被更有效地传输至热电转换层 123B。而且, 如果所述光吸收层由绝缘材料形成, 那么这个光吸收层还能够用作检测部 101B 的绝缘保护膜。

[0284] 各支撑部 102B 包括第一支撑层 111B、第二支撑层 112B 和通路孔 113B。支撑部 102B 被构造造成由于通路孔 113B 及第一支撑层 111B 和第二支撑层 112B 的层叠结构而提供检测部 101B 与半导体元件 200B 之间的空间 SB。由此, 检测部 101B 能够被构造造成是绝热的。而且, 通过将第二支撑层 112B 调节成具有预定厚度, 变得可以调节空间 SB 的厚度 (高度)。

[0285] 如上所述, 通路孔 113B 被布置于检测部 101B 的四个角处, 且各通路孔 113B 被构造造成能够使一个检测部 101B 中的第一电极 121B 和与这个检测部 101B 相应的第一端子 241B 彼此连接。通路孔 113B 由 Cu、Ni、Ti 等的导电材料形成。需要注意的是, 绝缘膜 114B 可以被设置于通路孔 113B 的外周侧上。由此, 第二电极层 122B、热电转换层 123B 等与通路孔 113B 之间的绝缘能够被确保。

[0286] 第一支撑层 111B 被设置于半导体元件 200B 的第一表面 201B 上。第二支撑层 112B

被设置于第一支撑层 111B 上。此外,检测部 101B 被设置于第二支撑层 112B 上。即,检测部 101B 的角部被夹在通路孔 113B 的上部与第二支撑层 112B 之间的构造。需要注意的是,虽然第一支撑层 111B 和第二支撑层 112B 的材料没有特别地限制,但是它们例如由诸如氧化硅和氮化硅等绝缘材料形成。第一支撑层 111B 和第二支撑层 112B 的层叠结构的厚度能够被设置成例如大约 $1\mu\text{m}$ 到 $5\mu\text{m}$ 。

[0287] 虽然具有上述构造的支撑部 102B 的厚度没有特别地限制,但是例如,如第一实施例中的那样,它的厚度大于半导体元件 200B。由此,空间 SB 的厚度能够被充分地确保,且传感器装置 1B 的强度能够被增强。

[0288] 图 29 是除去了检测部 101B 和通路孔 113B 以致于第一支撑层 111B 和第二支撑层 112B 露出的示意性平面图。

[0289] 第一支撑层 111B 沿着检测部 101B 的边界被形成为例如栅格形状。第二支撑层 112B 被形成为例如环绕各通路孔 113B 的外围部的环状。需要注意的是,虽然该图中没有示出,但是使第二电极 122B 和接地端子等彼此连接的连接孔(未图示)可以被形成于第一支撑层 111B 和第二支撑层 112B 中。

[0290] 图 29 示出了半导体元件 200B 中的凹陷部 260B,凹陷部 260B 被布置于被第一支撑层 111B 环绕的区域中。下文中,将说明半导体元件 200B。

[0291] 半导体元件

[0292] 参照图 28 和图 29,如在第一实施例中的那样,根据这个实施例的半导体元件 200B 被构造成集成电路部件。半导体元件 200B 基于来自传感器元件 100B 的输出或传感器元件 100B 的控制、通向其中安装有传感器装置 1B 的控制板等的输出等而执行各种类型的运算处理。不同点是它如根据第一实施例的制造工艺中所说明地被形成为半导体元件晶片形状且各元件区域针对作为一个像素的各检测部 101B 执行信号处理,以及它包括被布置于凹陷部 260B 中的反射层 261B 以致于已经通过检测部 101B 的红外线能够被反射到检测部 101B。下文中,将主要说明凹陷部 260B 的构造。

[0293] 凹陷部 260B 被形成于第一表面 201B 中以便与检测部 101B 相对。在这个实施例中,凹陷部 260B 通过除去第一再布线层 240B 中的布线保护层 246B 且进一步设置具有预定凹陷表面的基板主体 210B 而被形成。例如,凹陷部 260B 包括抛物线曲面的凹陷表面。由此,被反射的红外线能够被收集到热电转换层 123B 的中心中,因此能够提高反射光的指向性。

[0294] 反射层 261B 被形成于第一表面 201B 上。反射层 261B 被形成于例如凹陷部 260B 的凹陷表面上。在这个实施例中,反射层 261B 被构造成能够反射远红外线,且由例如 Au 膜形成。需要注意的是,反射层 261B 只需要能够反射具有能够被检测部 101B 检测的波长的电磁波。因此,能够选择具有针对电磁波的反射率的材料。

[0295] 而且,鉴于空间 SB 的厚度(即,反射层 261B 与热电转换层 123B 之间的距离),当反射层 261B 被设置时,凹陷部 260B 的深度能够被设置。即,凹陷部 260B 与热电转换层 123B 之间的距离能够被构造是光程以致于被凹陷部 260B 反射的具有预定波长的红外线由于干涉而彼此加强。由此,反射光能够被更有效地吸收。具体地,反射层 261B 与热电转换层 123B 之间的距离能够被如下地表达。

[0296] $d = m \times \lambda / 4$ (m 是度, $m = 1, 2, \dots$)

[0297] 其中,用 λ 表示红外线的波长。例如,在具有波长 $\lambda = 10 \mu\text{m}$ 的远红外线的情况下,假设 $m = 1$,反射层 261B 的最低部分与热电转换层 123B 之间的距离能够被设置成 $2.5 \mu\text{m}$ 。需要注意的是,上面的表达式是在假定反射层 261B 是全反射膜的情况下而被推导出来的。

[0298] 如上所述,具有上述构造的传感器装置 1B 作为红外摄像元件被安装在红外摄像装置中。下文中,将说明其中这个装置中的传感器装置 1B 检测红外线的吸收量的操作例子。

[0299] 传感器装置的操作例子

[0300] 在安装有传感器装置 1B 的红外摄像装置中,光学透镜、光学斩波器等(未图示)被设置成与检测部 101B 相对。光学斩波器具有周期性地控制入射的红外线的快门功能。即使成像目标保持静止,光学斩波器也会造成检测部 101B 的温度变化,以致于能够获得合适的图像信号。需要注意的是,这个周期相当于在红外摄像装置中所设置的帧频。例如,如果这个帧频是 30fps,那么这个周期是 30Hz。

[0301] 首先,从对象发射的红外线被光学斩波器和光学透镜控制且射入各检测部 101B。然后,一些红外线被第一电极 121B 和光吸收层吸收且造成温度变化。因此,在各热电转换层 123B 中生成表面电荷。例如,在一些光学设计中,如果对象的温度相差 1K(开尔文),那么应该由热电转换层 123B 检测的温差能够是大约 0.0001K。即,期望的是,各热电转换层 123B 检测非常小的温差。

[0302] 另一方面,没有被检测部 101B 吸收且通过检测部 101B 的红外线被反射层 261B 反射。由此,被反射的红外线被第二电极 122B 和光吸收层吸收。它们有助于热电转换层 123B 的电荷生成。因此,能够利用反射层 261B 来增强红外线的利用效率,且能够增强传感器装置 1B 的检测灵敏度。

[0303] 由各热电转换层 123B 生成的电荷通过第一电极 121B 的通路孔 113B 和相应的支撑部 102B 而流入半导体元件 200B 的各元件区域的第一端子 241B 中。此外,它通过半导体元件 200B 的通路孔 230B 而从第一端子 241B 流入元件形成层 220B 的电路中。然后,从各热电转换层 123B 生成的电荷在所述电路中被转换成电压信号且被用于各像素的信号处理。

[0304] 以这种方式,传感器装置 1B 基于与各像素相应的各热电转换层 123B 的红外线吸收量而生成信号,且输出该信号。红外摄像装置控制这些信号,以便因此能够生成温度图像图像信号。

[0305] 如上所述,根据这个实施例,半导体元件 200B 的与传感器元件 100B 相对的第一表面 201B 是非能动性表面。因此,具有预定形状的凹陷部 260B 能够在不使元件形成层 220B 受到损坏的情况下被形成。利用这样的凹陷部 260 和支撑部 102B,半导体元件 200B 与检测部 101B 之间的足够的空间 SB 能够被形成,且能够抑制在元件形成层 220B 中生成的热量传输至检测部 101B。因此,能够提高如上所述地检测非常小的温差所需要的检测部 101B 的绝热,且能够提高检测精度。

[0306] 此外,反射层 261B 能够被设置于凹陷部 260B 中,因此,可以增强红外线的利用效率和传感器灵敏度。例如,在没有设置反射层 261B 的情况下,假设红外线的利用效率是 70%,剩余的 30%的红外线通过。利用反射所述通过的红外线的反射层 261B,红外线的利用效率能够增大到大约 100%。在这个例子中,通过设置反射层 261B,传感器灵敏度能够被

增大大约 43%。

[0307] 而且,凹陷部 260B 被形成于基板主体 210B 中,因此,能够增加凹陷部 260B 的形状的自由度。即,凹陷部 260B 的形状能够被调节,以致于被反射的红外线的指向性增加且它们由于干涉而彼此加强。因此,传感器灵敏度能够被进一步增强。

[0308] 而且,在这个实施例中使用的远红外线显示出在 Si 中的高透射率,因此,所述远红外线容易地通过基板主体 210B。鉴于此,通过设置反射层 261B,还变得可以遮挡远红外线且抑制对元件形成层 220B 的影响。

[0309] 第四实施例

[0310] 图 30 是示出了根据本技术第四实施例的传感器装置 1C 的示意性截面图。在这个实施例中,将省略或简化与第一实施例的构造和行为相同的部分的说明,且将主要说明与第一实施例不同的部分。

[0311] 在这个实施例中,传感器装置 1C 包括被构造成压力检测元件的传感器元件 100C 和半导体元件 200。传感器装置 1C 被构造成作为压力传感器被安装在电子设备(未图示)中。需要注意的是,半导体元件 200 能够被构造成与根据第一实施例的半导体元件 200 大体上相同,因此将利用相同的附图标记来表示半导体元件 200 且将说明半导体元件 200。

[0312] 传感器元件 100C 被构造成例如电容检测型压力检测元件。即,传感器元件 100C 包括检测部 101C 和支撑部 102C。检测部 101C 能够检测作为预定物理量的压力变化量。支撑部 102C 支撑着检测部 101C 且被连接至半导体元件 200 中的第一端子 241。检测部 101C 被形成于传感器元件 100C 的中心部分中,且包括活动部 103C。支撑部 102C 被形成于外围部中。下文中,将说明传感器元件 100C 的构造。

[0313] 传感器元件 100C 包括第一层 111C、第二层 112C 和隔膜 113C,隔膜 113C 被夹在第一层 111C 与第二层 112C 中间。在这个实施例中,活动部 103C 包括隔膜 113C。而且,传感器元件 100C 还包括第一空间 SC1 和第二空间 SC2,第一空间 SC1 在隔膜 113C 与第一层 111C 之间是闭合的,第二空间 SC2 在隔膜 113C 与第二层 112C 之间是敞开的。这些空间 SC1 和 SC2 被隔膜 113C 分割。利用第一空间 SC1 处于参考压力,传感器元件 100C 被构造成能够基于第一空间 SC1 与第二空间 SC2 之间的压力差而以静电的方式检测隔膜 113C 的位移,以便因此检测敞开的第二空间 SC2 内的压力。

[0314] 隔膜 113C 在其端部被第一层 111C 和第二层 112C 支撑着。隔膜 113C 的中心部分被构造成是可移动的。作为隔膜 113C 的材料,诸如金属等导电材料、陶瓷和 Si 被使用。

[0315] 第一层 111C 和第二层 112C 这两者由诸如玻璃等绝缘材料形成。在这个实施例中,第一通路孔 111Ca 和第二通路孔 112Ca 被设置于中心部分中。通过第一通路孔 111Ca,第一空间 SC1 能够与凹陷部 260 连通。通过第二通路孔 112Ca,第二空间 SC2 能够对外部压力开放。

[0316] 第一层 111C 和第二层 112C 分别包括第一电极 121C 和第二电极 122C,第一电极 121C 和第二电极 122C 与隔膜 113C 相对。第一电极 121C 和第二电极 122C 各者被构造成能够实现与隔膜 113C 的电容耦合且检测它的电容耦合变化量,以便因此以静电的方式检测隔膜 113C 的位移。第一电极 121C 和第二电极 122C 的构造没有特别地限制。例如,如图 30 所示,它们被形成为覆盖通路孔的外围部。

[0317] 而且,第一层 111C 包括端子部(未图示),该端子部被电接合至第一端子 241。这

个端子部被连接至第一电极 121C 和第二电极 122C。而且,第一层 111C 可以包括密封部 114C,密封部 114C 在第一层 111C 与半导体元件 200 的第一表面 201 之间密封。由此,第一空间 SC1 能够被构造成不透气的密封空间,且第一空间 SC1 内的压力能够被保持。如图 30 所示,密封部 114C 可以被构造成沿着第一层 111C 的外围部被形成的且与第一表面 201 保持接触的凸部。或者,密封部 114C 可以由填充第一层 111C 与第一表面 201 之间的间隙的树脂材料、密封构件等形成。

[0318] 需要注意的是,检测部 101C 包括隔膜 113C 及第一电极 121C 和第二电极 122C。支撑部 102C 包括支撑着隔膜 113C 的第一层 111C 和第二层 112C 的外围部。

[0319] 利用上述构造,隔膜 113C 基于保持在参考压力下的第一空间 SC1 与第二空间 SC2 之间的压力差而沿着 Z 轴方向移动。这个位移被检测为第一电极 121C 与第二电极 122C 之间的电容耦合变化量,因此,传感器装置 1C 能够基于这个电容耦合变化量而检测作为外部压力的第二空间 SC2 内的压力。

[0320] 需要注意的是,在这个实施例中,具有上述构造的支撑部 102C 具有大于半导体元件 200 的厚度的厚度。由此,传感器装置 1C 的强度能够增加。

[0321] 而且,半导体元件 200 包括凹陷部 260,凹陷部 260 与检测部 101C 相对。由此,第一空间 SC1 的容量能够增大,且由于长期使用而在第一空间 SC1 中产生的少量气体等的影响能够减小。因此,第一空间 SC1 内的参考压力能够被稳定地保持且传感器元件 100C 的检测精度能够被保持。

[0322] 而且,如在第一实施例中的那样,半导体元件 200 可以包括振动控制构件 261,振动控制构件 261 被设置于第一表面 201 上。由此,变得可以抑制由于隔膜 113C 的位移而引起的细微振动,且可以稳定地保持传感器元件 100C 的检测精度。

[0323] 虽然在上面已经说明了本技术的实施例,但是本技术不限于此,而是能够基于本技术的技术思路而做出各种各样的变型。

[0324] 图 31 是根据第二实施例的变形例的传感器装置 1D 的示意性截面图。图 32 是传感器装置 1D 的第一表面 201D 的示意性平面图。需要注意的是,在图 31 和图 32 中,将利用相同的附图标记来表示与第二实施例的构造相同的构造,且将说明该构造。

[0325] 传感器装置 1D 中的半导体元件 200D 包括凸部 270D,凸部 270D 被设置于第一表面 201D 与传感器元件 100 之间。凸部 270D 用作限制第一表面 201D 与传感器元件 100 之间的间隙的大小的限制部。具体地,凸部 270D 具有环形凸面结构,且被形成具有从第一表面 201D 的大约 30 μm 的高度。由此,不考虑焊料突起的压歪量,第一表面 201D 与传感器元件 100 之间的间隙能够被可靠地确保。由此,变得可以在不干扰振子部 103 的动作的情况下稳定地驱动传感器元件 100。

[0326] 凸部 270D 的材料没有特别地限制。例如,凸部 270D 能够由膜抗蚀剂或液体抗蚀剂形成。而且,在膜抗蚀剂的情况下,能够通过例如在接合之后蚀刻来形成凸部 270D,或在液体抗蚀剂的情况下,能够通过旋转涂敷和干烤之后蚀刻来形成凸部 270D。

[0327] 此外,如下所述,凸部 270D 可以用作树脂层 2013D 的流入防止部。

[0328] 如图 31 所示,第一表面 201D 包括第一区域 2011D 和第二区域 2012D,第一区域 2011D 与检测部 101 相对,第二区域 2012D 中形成有第一端子 241,第二区域 2012D 邻接于第一区域 2011D。树脂层 2013D 用作用来强化第一端子 241 与端子部 114 之间的接合且保护

这些端子而被形成的底部填充,且树脂层 2013D 被形成于第二区域 2012 与传感器元件 100 之间。在这种情况下,凸部 270D 被设置于第一表面 201 上,且能够用作防止树脂层 2013D 流入第一区域 2011D 中的流入防止部。

[0329] 需要注意的是,用作流入防止部的构造不限于所述凸部,而是可以是例如在第一表面 201D 中被形成为环状的凹槽。由此,通过使形成树脂层 2013D 的树脂材料流入该凹槽中,能够防止进入第一区域 2011D 中的流入。

[0330] 此外,流入防止部不限于环状结构,而是例如可以被形成为沿着第一端子 241 形成的四壁形状等。

[0331] 在作为流入防止部的凹槽被形成的情况下,被形成于第一端子 241 上的焊料突起可以被构造用作限制部。如在上面的实施例中所述,焊料突起能够是例如焊料球或膏状焊料。例如,在焊料球的情况下,通过制造其中焊料层围绕着 Cu 等的核被形成的构造,可以利用这个核来限制第一表面与传感器元件之间的间隙的大小。而且,在膏状焊料的情况下,例如,通过调节第一端子 241 的大小或调节在丝网印刷的期间内使用的丝网掩模的厚度,同样也可以调节膏状焊料的体积且可以限制第一表面与传感器元件之间的间隙。

[0332] 需要注意的是,限制部和流入防止部不限于第二实施例,而是它还可以应用于其他的第一实施例、第三实施例和第四实施例。

[0333] 在上述实施例中的任意实施例中,凹陷部被形成于半导体元件中。然而,可以使用其中凹陷部没有被形成于半导体元件中的构造。而且,即使在这种情况下,在第一实施例、第二实施例和第四实施例中,半导体元件可以包括振动控制构件,该振动控制构件被设置于第一表面上且能够抑制基于活动部(振子部)的运动的半导体元件和传感器元件的振动。或者,在第三实施例中,半导体元件可以包括反射层,该反射层被形成于第一表面上且能够反射具有能够被检测部检测的预定波长的电磁波。

[0334] 而且,在上述实施例中,半导体元件包括凹陷部。然而,可以使用半导体元件不包括凹陷部的构造。而且,在第一实施例、第二实施例和第四实施例中,半导体元件包括振动控制构件。然而,可以使用其中半导体元件不包括振动控制构件的构造。在第三实施例中,设置有反射层。然而,可以使用其中没有设置反射层的构造。

[0335] 此外,在第一实施例、第二实施例和第四实施例中,当振动控制构件被设置时,它可以被设置于凹陷部中。然而,它并不限于在凹陷部中。振动控制构件能够被适当地设置于第一表面上。在第三实施例中,当反射层被形成时,它可以被形成于凹陷部中。它并不限于在凹陷部中。反射层能够被适当地形成于第一表面中。

[0336] 此外,在上述实施例中,考虑到布线设计,如果可以的话,能够制造其中半导体元件不包括第一再布线层和第二再布线层的构造。

[0337] 而且,在第一实施例和第二实施例中,传感器装置可以包括反射膜,该反射膜被设置于导体元件的第一表面上且与检测部相对。由此,在利用激光加工的传感器性能的调节过程中,变得可以进一步减小激光辐照对半导体元件的影响。而且,作为所述反射膜的材料,具有高的激光反射率的材料能够被适当地选择,所述激光具有被用于上述工艺中的波长。而且,在凹陷部被形成于半导体元件中的情况下,所述反射膜可以被形成于凹陷部中。

[0338] 需要注意的是,在图 32 中,接地线 245A 以固体膜形状的方式被形成于凹陷部 260 与凸部 270D 之间。通过以这种方式形成接地线 245A,它能够用作激光反射膜。

[0339] 在第三实施例和第四实施例中,传感器装置同样也可以包括覆盖部。由此,能够提供传感器装置的可操作性。而且,覆盖部还能够设置有电磁屏蔽功能,且能够提高传感器装置的可靠性。

[0340] 而且,在上述实施例中,半导体元件的厚度小于传感器元件中的支撑部的厚度。然而,它并不限于这种构造。半导体元件的厚度可以大体上等于或大于传感器元件中的支撑部的厚度。

[0341] 此外,在上述实施例中,传感器装置是振动型陀螺仪传感器、红外摄像元件或压力传感器。然而,它并不限于此。例如,传感器装置可以被构造成加速度传感器、地磁传感器或能够检测可见光线的摄像元件。或者,传感器装置可以被构造成使这些传感器中的两种以上的传感器组合在一起的复合传感器。

[0342] 应当注意的是,本技术也可以采取下列构造。

[0343] (1) 一种传感器装置,其包括:

[0344] 传感器元件;和

[0345] 半导体元件,所述半导体元件包括:

[0346] 第一表面,所述第一表面是非能动性表面且包括第一端子,所述传感器元件被安装在所述第一端子上,

[0347] 第二表面,所述第二表面是能动性表面且包括用于外部连接的第二端子;以及

[0348] 通路孔,所述通路孔将所述第一表面和所述第二表面相互电连接。

[0349] (2) 根据(1)所述的传感器装置,其中

[0350] 所述传感器元件包括:

[0351] 检测部,所述检测部能够检测预定物理量;以及

[0352] 支撑部,所述支撑部支撑着所述检测部且被连接至所述第一端子。

[0353] (3) 根据(2)所述的传感器装置,其中

[0354] 所述半导体元件还包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述检测部相对。

[0355] (4) 根据(2)所述的传感器装置,其中

[0356] 所述检测部包括活动部,并且

[0357] 所述传感器元件被构造成能够基于所述活动部的动作状态而输出依赖于所述预定物理量的信号。

[0358] (5) 根据(4)所述的传感器装置,其中

[0359] 所述传感器元件被构造成基于所述活动部的振动状态的变化而输出与角速度相关的信号。

[0360] (6) 根据(4)所述的传感器装置,其中

[0361] 所述活动部包括隔膜,并且

[0362] 所述传感器元件被构造成能够基于所述隔膜的变形而输出与压力相关的信号。

[0363] (7) 根据(4)到(6)中任一项所述的传感器装置,其中

[0364] 所述半导体元件还包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述活动部相对。

[0365] (8) 根据(4)到(7)中任一项所述的传感器装置,其中

[0366] 所述半导体元件还包括振动控制构件,所述振动控制构件被形成于所述第一表面中,且所述振动控制构件能够抑制基于所述活动部的动作的所述半导体元件和所述传感器元件的振动。

[0367] (9) 根据 (2) 所述的传感器装置,其中

[0368] 所述检测部输出基于对具有预定波长的电磁波的吸收的信号。

[0369] (10) 根据 (9) 所述的传感器装置,其中

[0370] 所述半导体元件还包括凹陷部,所述凹陷部被形成于所述第一表面中且与所述检测部相对。

[0371] (11) 根据 (9) 或 (10) 所述的传感器装置,其中

[0372] 所述半导体元件还包括反射层,所述反射层被形成于所述第一表面中且能够反射所述具有预定波长的电磁波。

[0373] (12) 根据 (2) 到 (11) 中任一项所述的传感器装置,其中

[0374] 所述支撑部具有第一厚度,并且

[0375] 所述半导体元件具有小于所述第一厚度的第二厚度。

[0376] (13) 根据 (1) 到 (12) 中任一项所述的传感器装置,其中

[0377] 所述半导体元件还包括:

[0378] 第一再布线层,所述第一再布线层被设置于所述第一表面中且将所述第一端子和所述通路孔相互电连接;以及

[0379] 第二再布线层,所述第二再布线层被设置于所述第二表面中且将所述第二端子和所述通路孔相互电连接。

[0380] (14) 根据 (13) 所述的传感器装置,其还包括:

[0381] 覆盖部,所述覆盖部被设置于所述第一表面上且覆盖所述传感器元件,

[0382] 并且其中所述第一再布线层包括第三端子,所述第三端子被连接至所述覆盖部。

[0383] (15) 根据 (14) 所述的传感器装置,其中

[0384] 所述传感器元件包括活动部,且被构造成能够基于所述活动部的动作状态而输出依赖于预定物理量的信号,并且

[0385] 所述覆盖部还包括:

[0386] 覆盖膜,所述覆盖膜覆盖所述传感器元件;以及

[0387] 密封部,所述密封部在所述覆盖膜与所述活动部之间进行密封。

[0388] (16) 根据 (1) 到 (15) 中任一项所述的传感器装置,其中

[0389] 所述半导体元件还包括限制部,所述限制部被设置于所述第一表面与所述传感器元件之间,且所述限制部限制所述第一表面与所述传感器元件之间的间隙的大小。

[0390] (17) 根据 (2) 到 (15) 中任一项所述的传感器装置,其中

[0391] 所述第一表面包括:

[0392] 第一区域,所述第一区域与所述检测部相对;以及

[0393] 第二区域,所述第一端子被形成于所述第二区域中,所述第二区域邻接于所述第一区域,

[0394] 并且所述半导体元件还包括:

[0395] 树脂层,所述树脂层被形成于所述第二区域与所述传感器元件之间;以及

[0396] 流入防止部,所述流入防止部被设置于所述第一表面上且防止所述树脂层流入所述第一区域中。

[0397] (18) 一种电子设备,其包括传感器装置,所述传感器装置包括:传感器元件,和

[0398] 半导体元件,所述半导体元件包括:

[0399] 第一表面,所述第一表面是非能动性表面且包括第一端子,所述传感器元件被安装在所述第一端子上,

[0400] 第二表面,所述第二表面是能动性表面且包括用于外部连接的第二端子;以及

[0401] 通路孔,所述通路孔将所述第一表面和所述第二表面相互电连接。

[0402] 附图标记的说明

[0403] 1、1A、1B、1C、1D:传感器装置

[0404] 100、100B、100C:传感器元件

[0405] 101、101B:检测部

[0406] 102:框架体(支撑部)

[0407] 102B:支撑部

[0408] 103:振子部(活动部)

[0409] 103B:活动部

[0410] 113C:隔膜

[0411] 200、200B、200C、200D:半导体元件

[0412] 201、201B、201C:第一表面

[0413] 202、202B、202C:第二表面

[0414] 230、230B、230C:通路孔

[0415] 241、241B、241C:第一端子

[0416] 251、251B、251C:第二端子

[0417] 240:第一再布线层

[0418] 250:第二再布线层

[0419] 260、260B:凹陷部

[0420] 261:振动控制构件

[0421] 261B:反射层

[0422] 2011、2011D:第一区域

[0423] 2012、2012D:第二区域

[0424] 2013D:树脂层

[0425] 300、300A:覆盖部

[0426] 310:覆盖膜

[0427] 320:密封部

[0428] 270D:凸部(限制部、流入防止部)

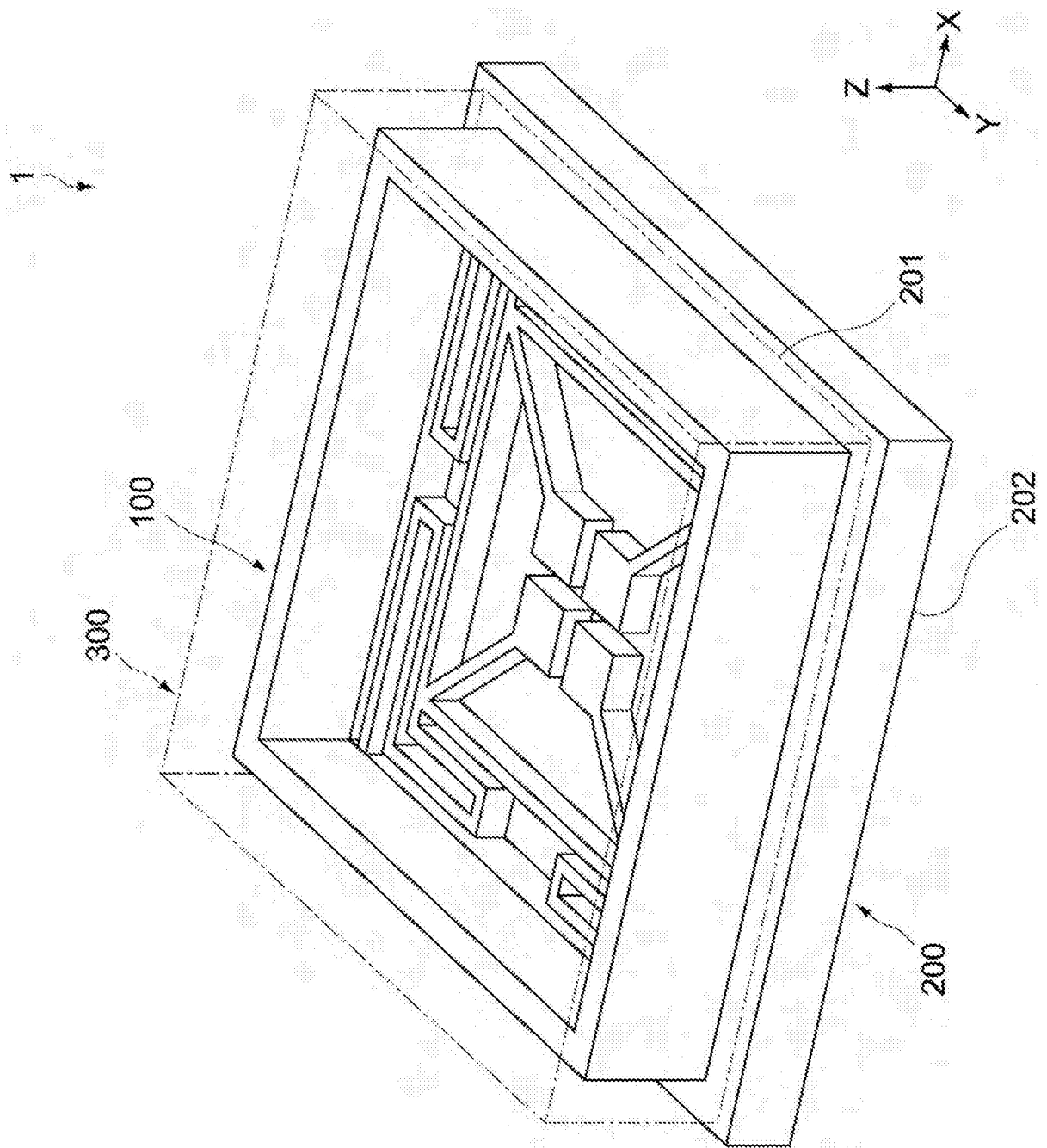


图 1

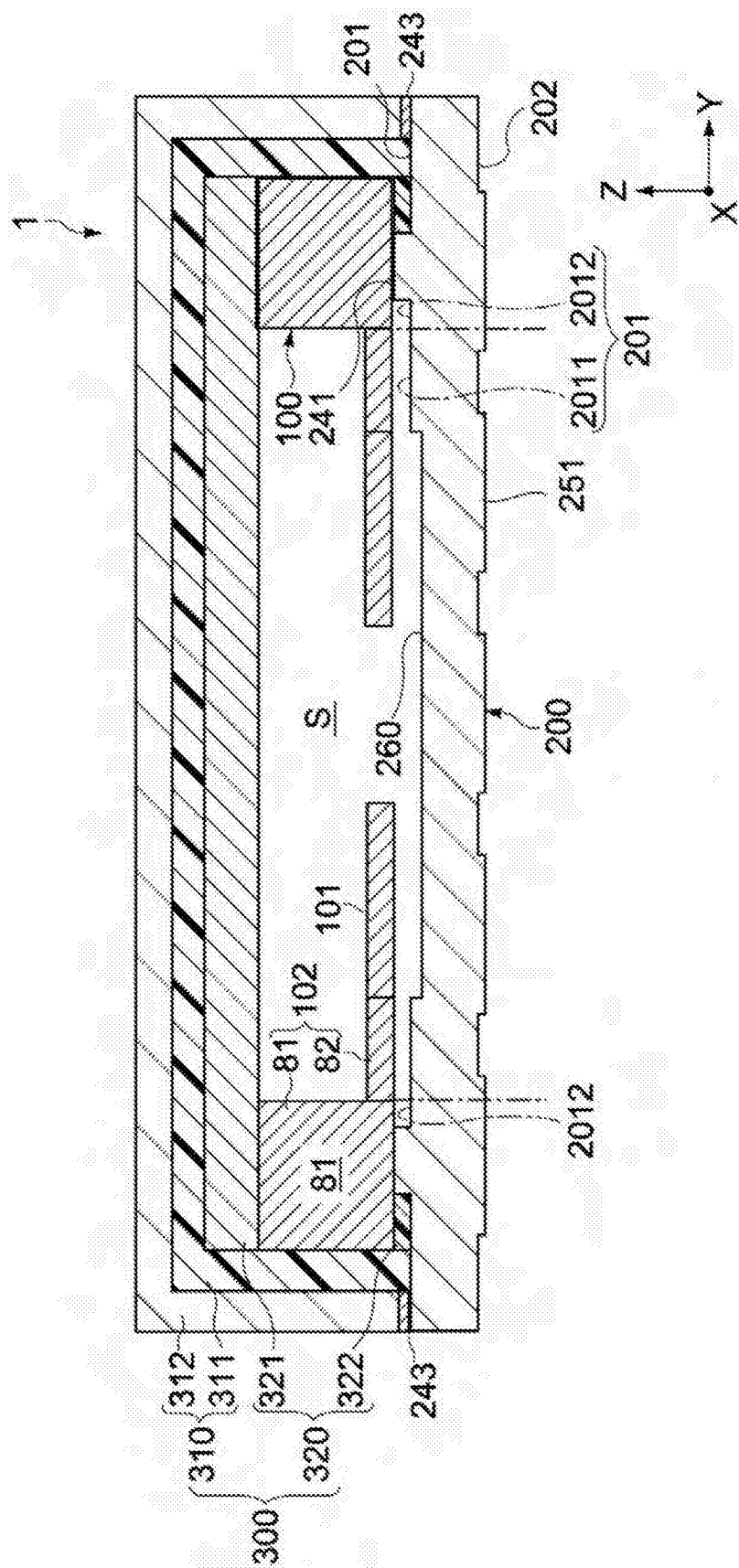


图 2

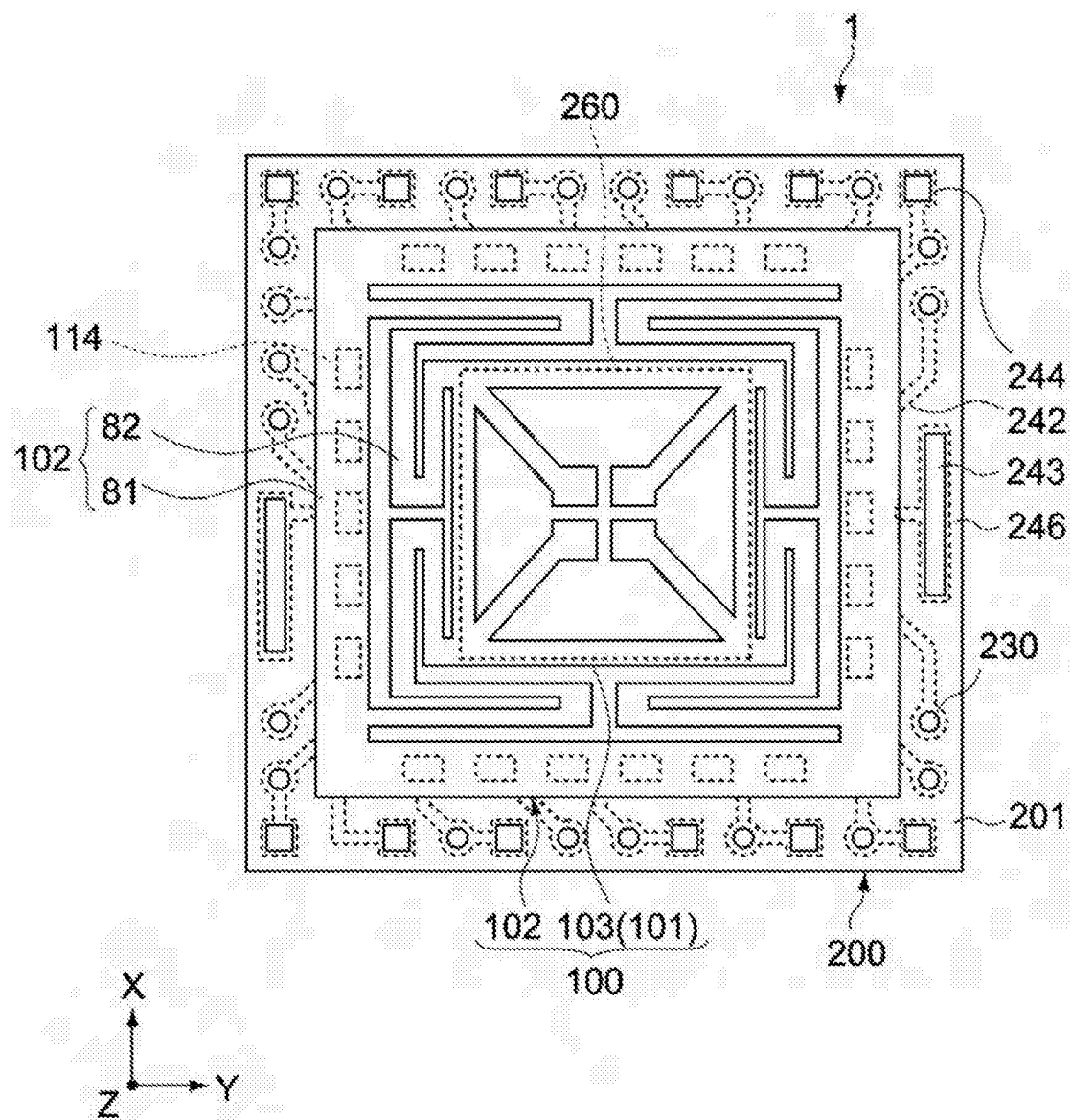


图 4

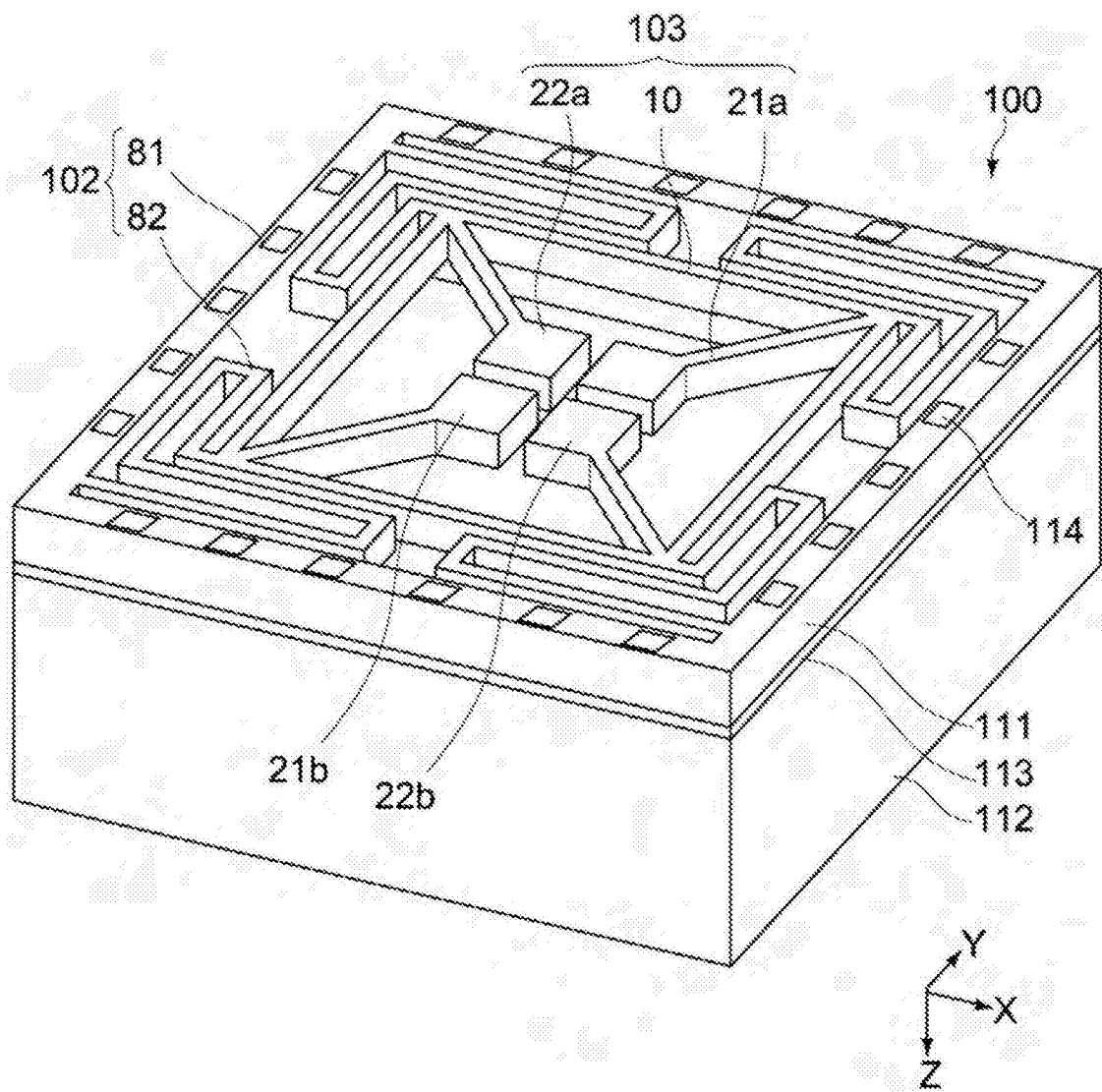


图 5

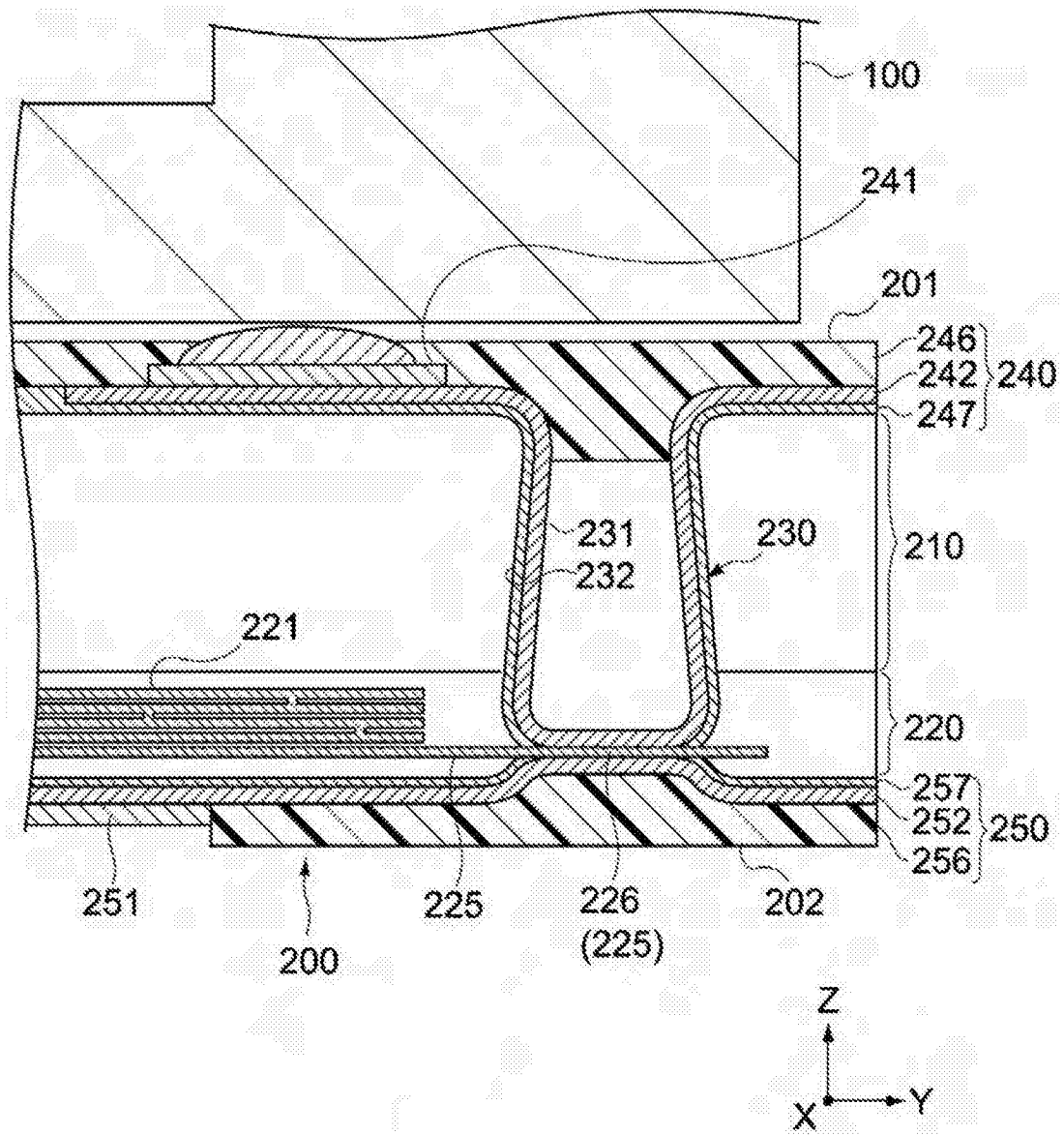


图 6

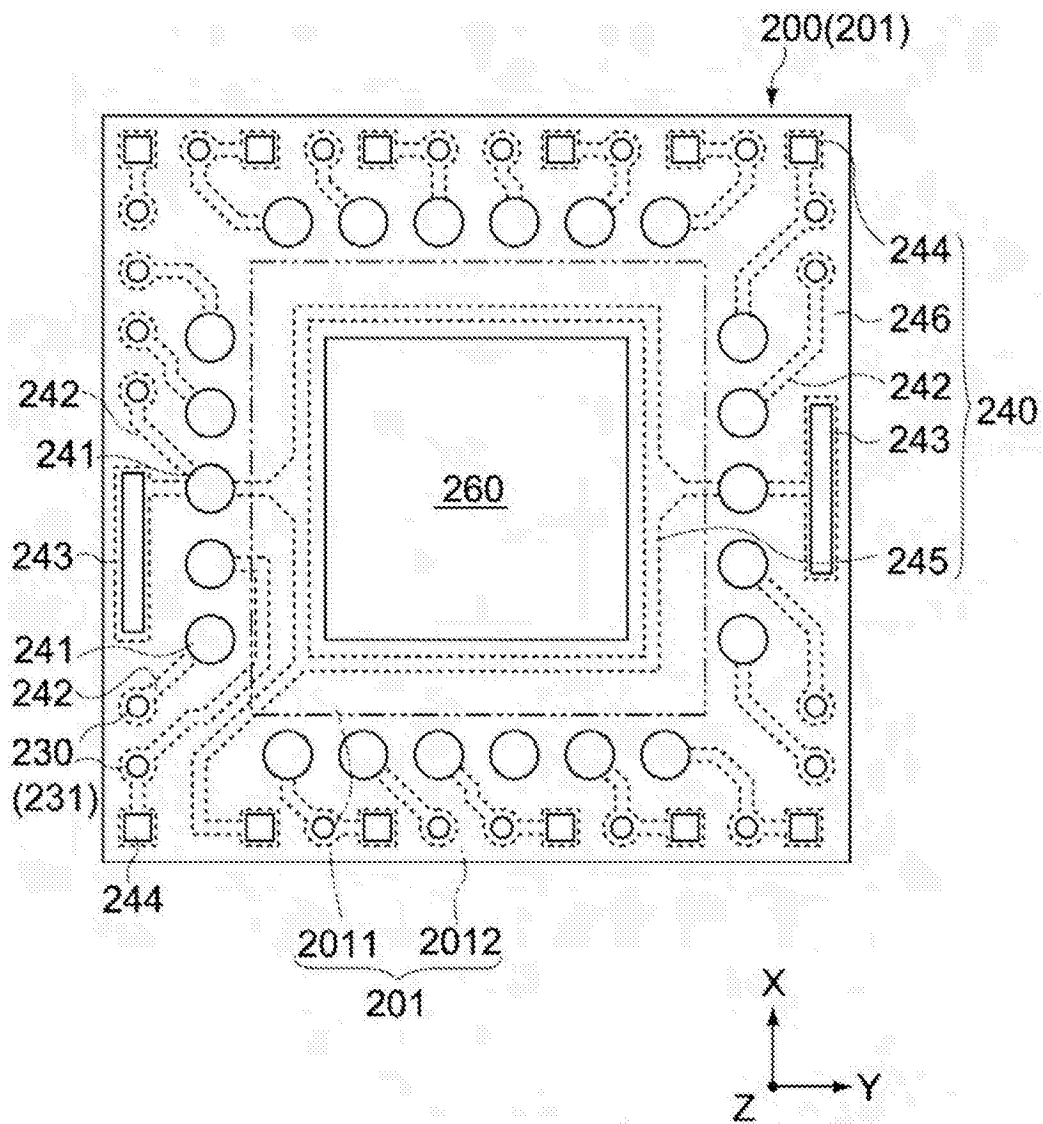


图 7

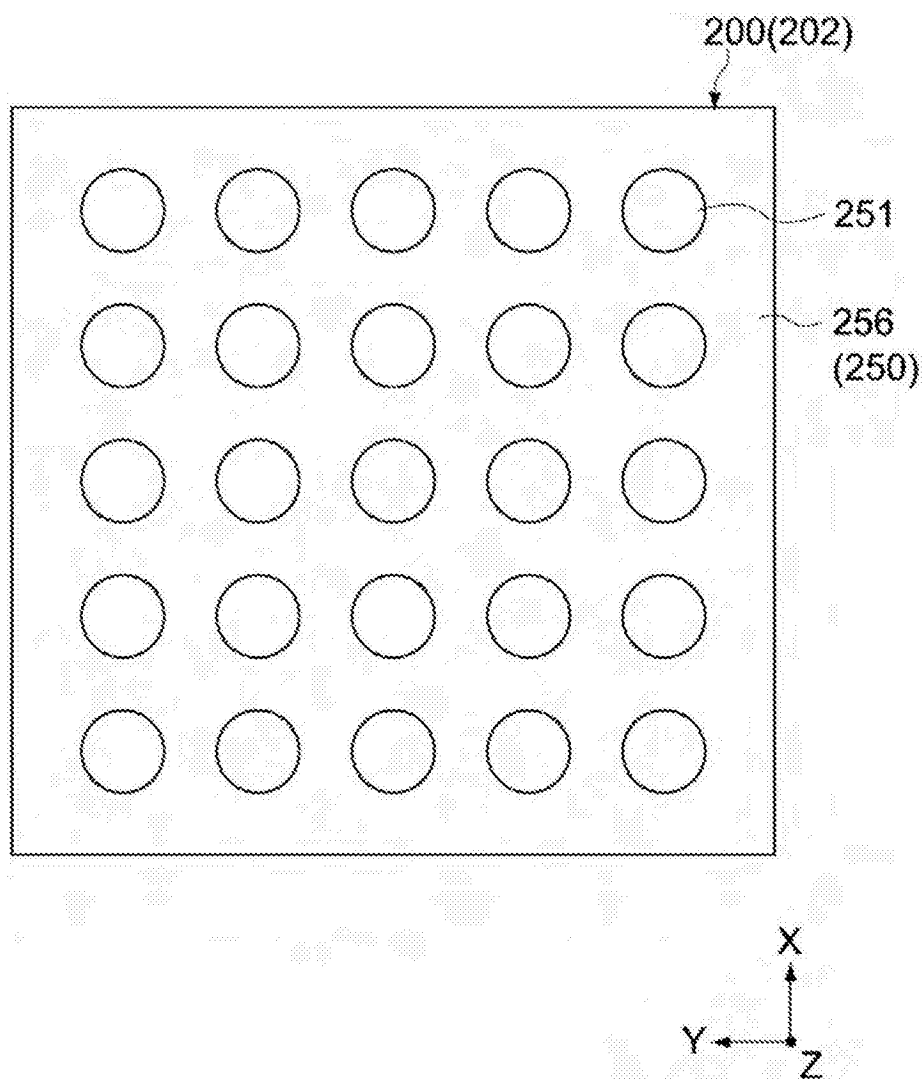


图 8

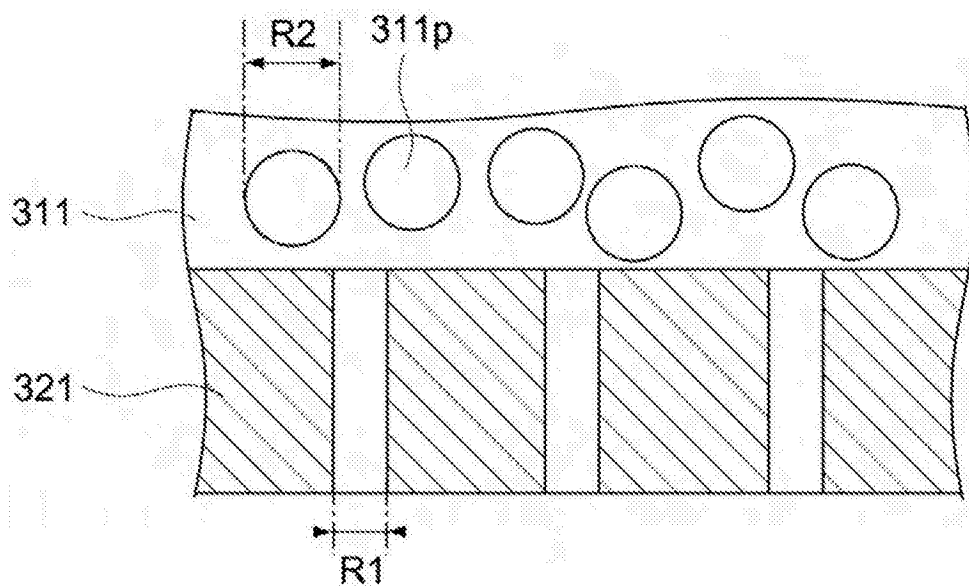


图 9

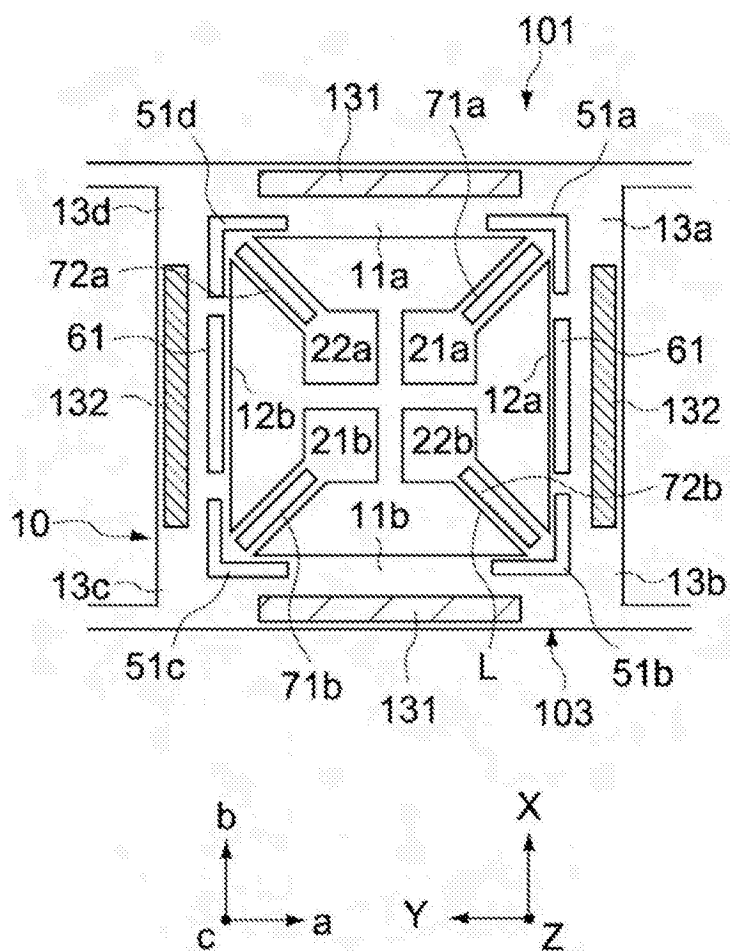


图 10

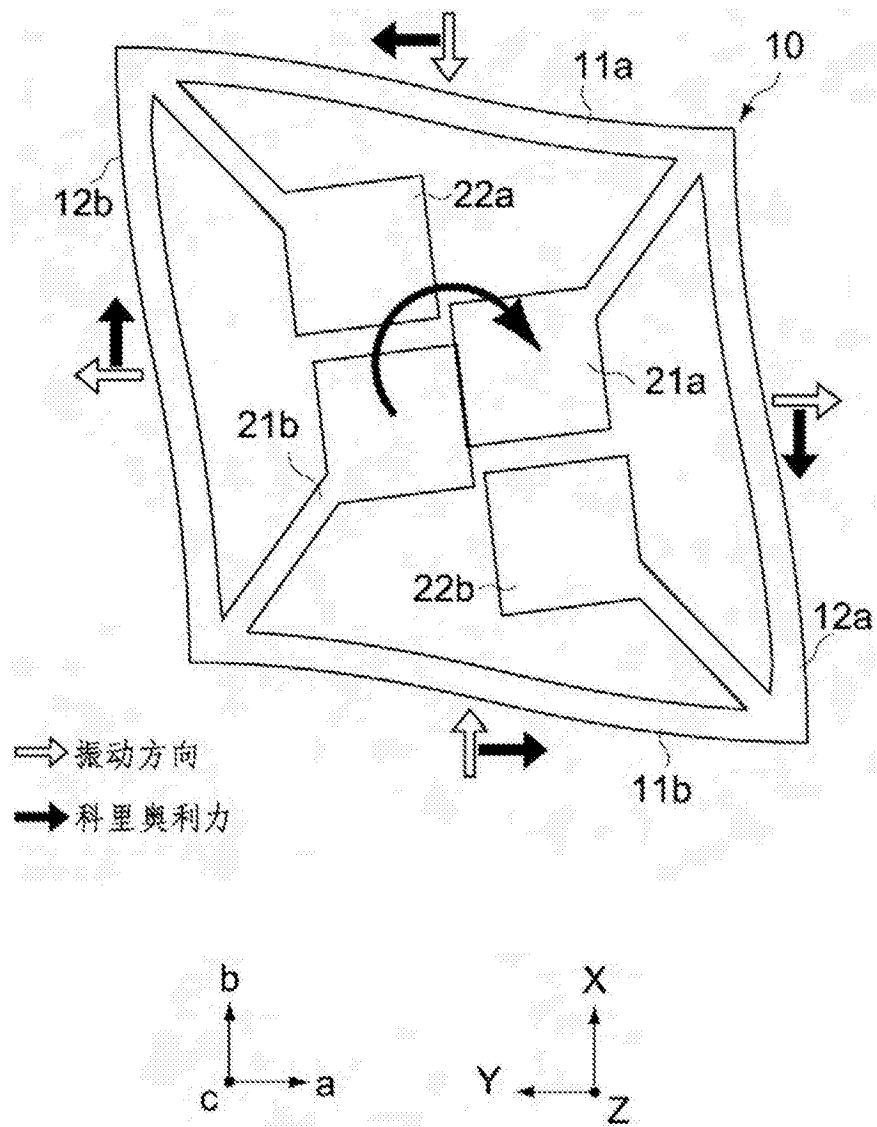


图 12

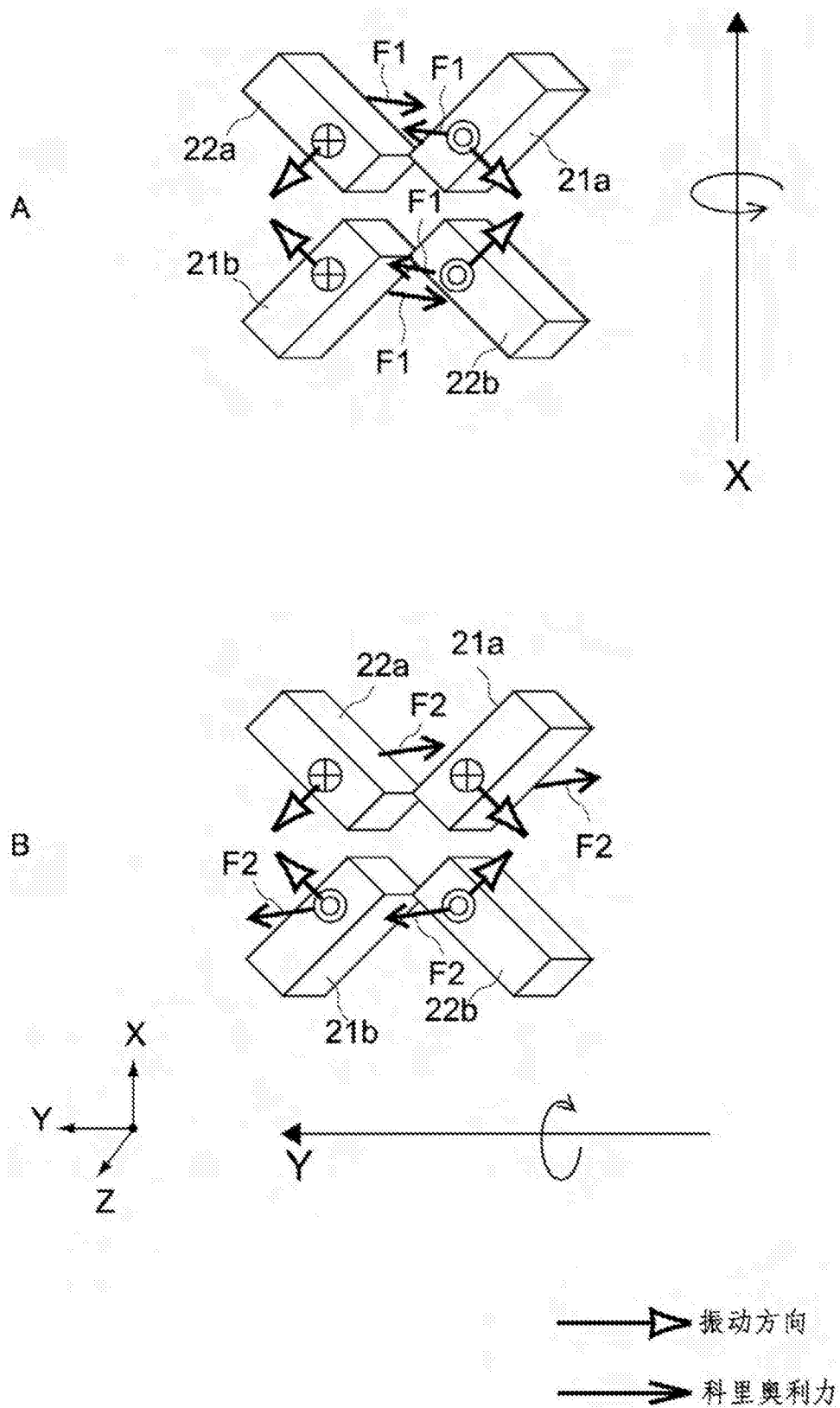


图 13

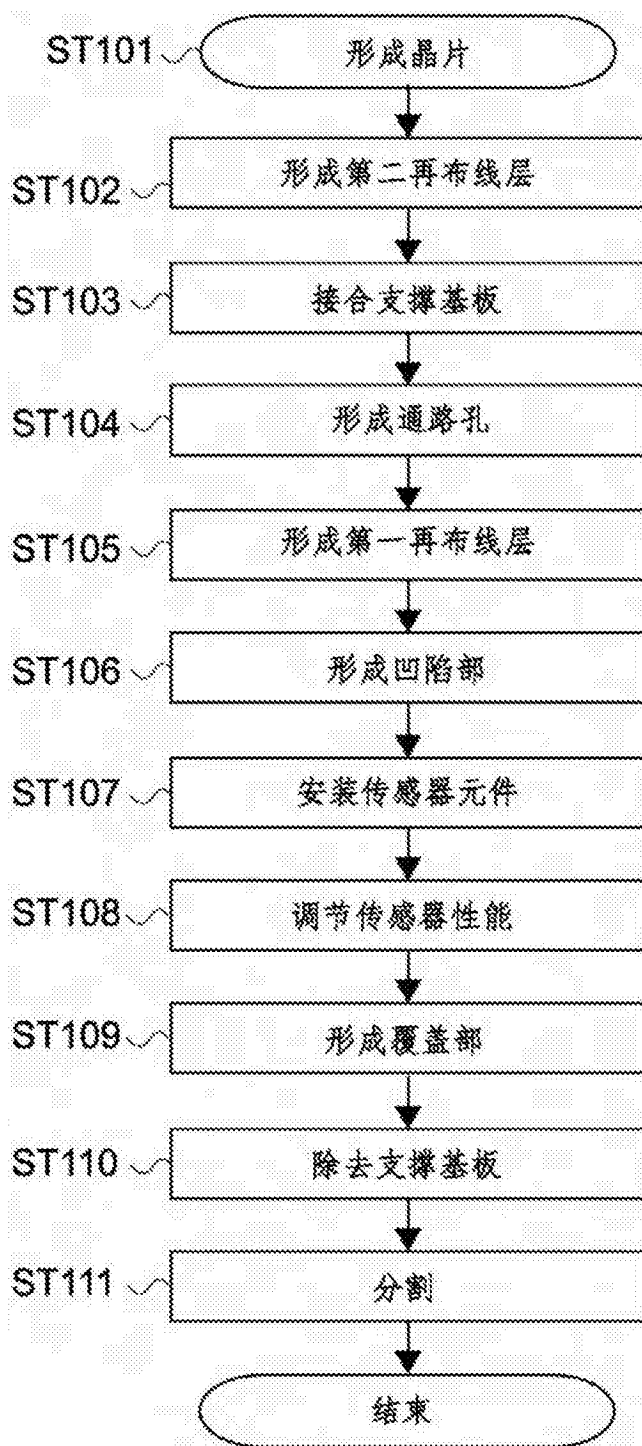


图 14

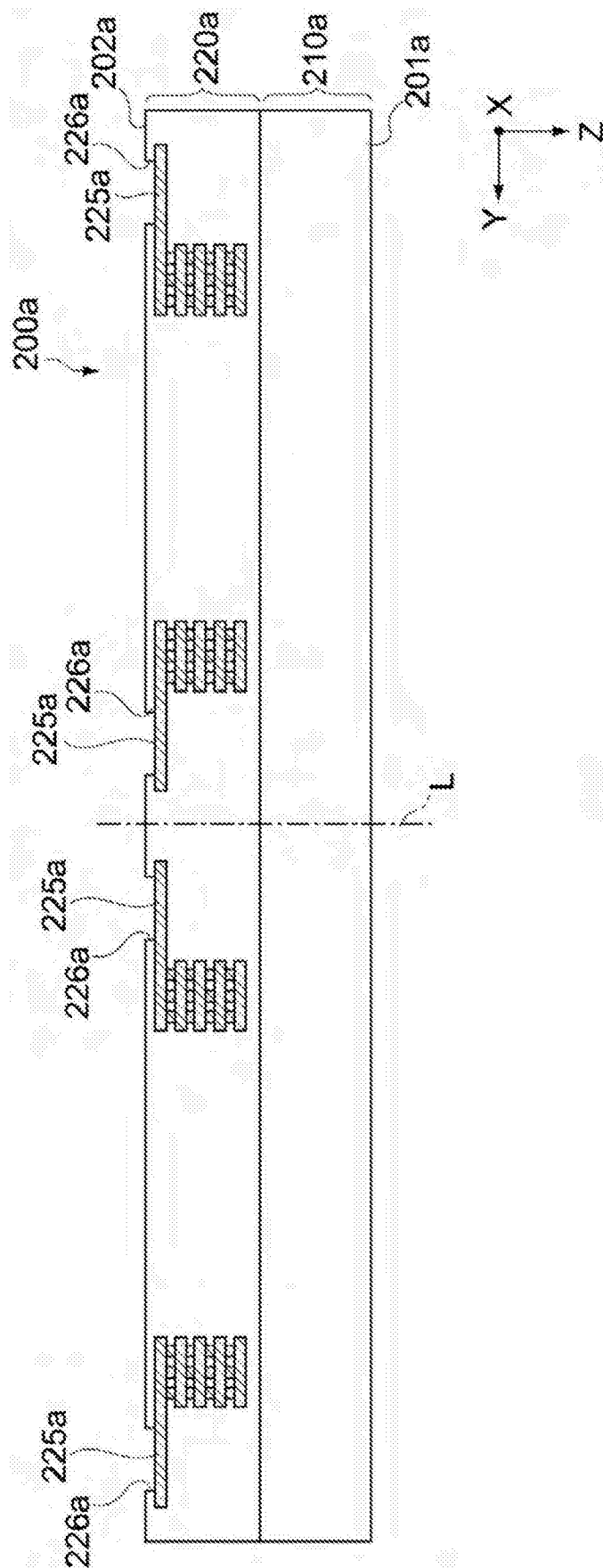


图 15

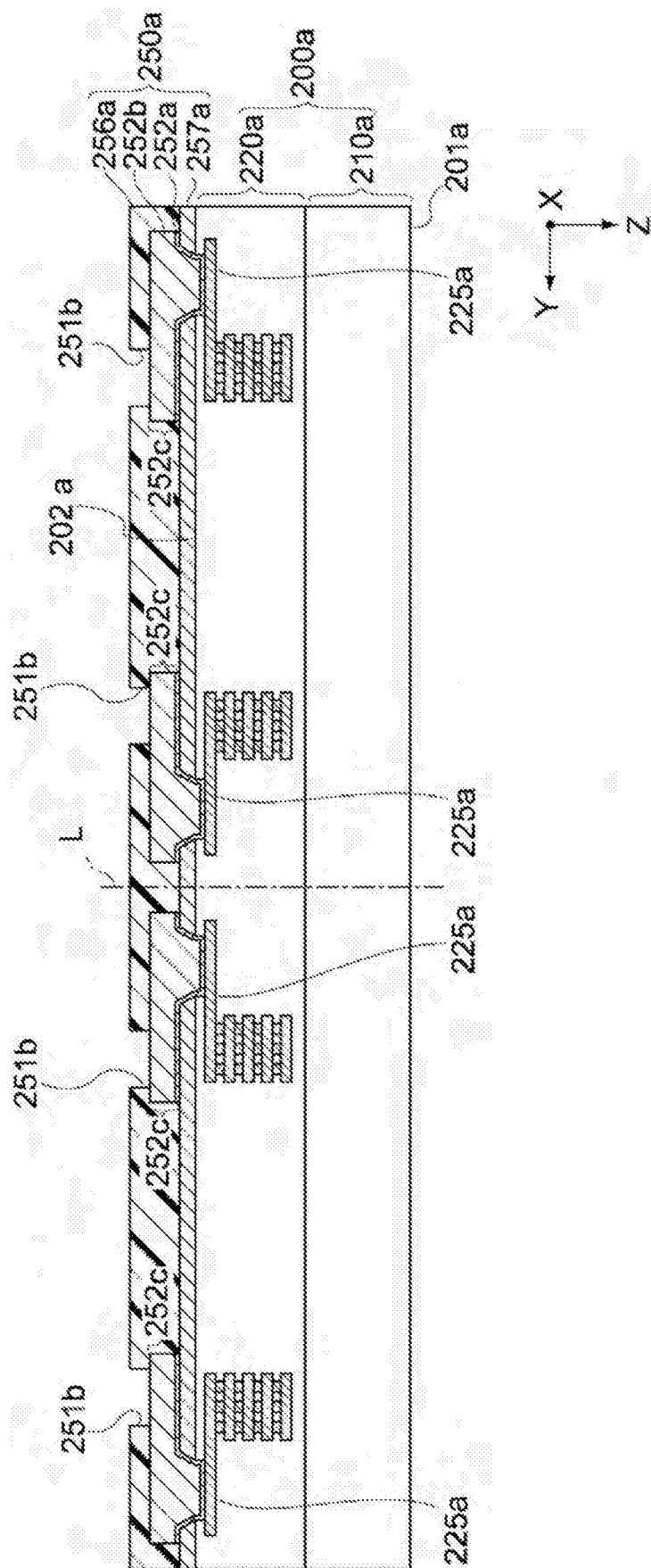


图 16

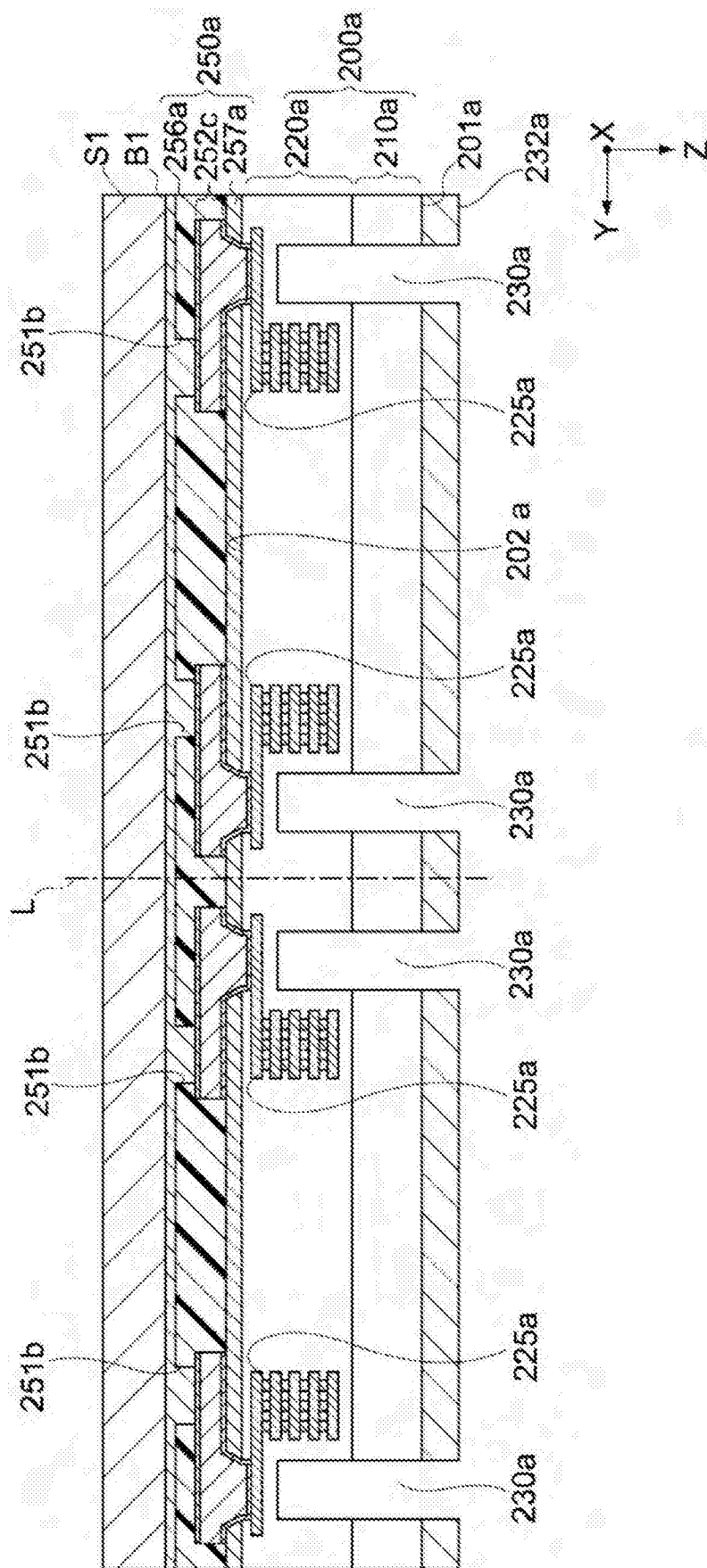


图 18

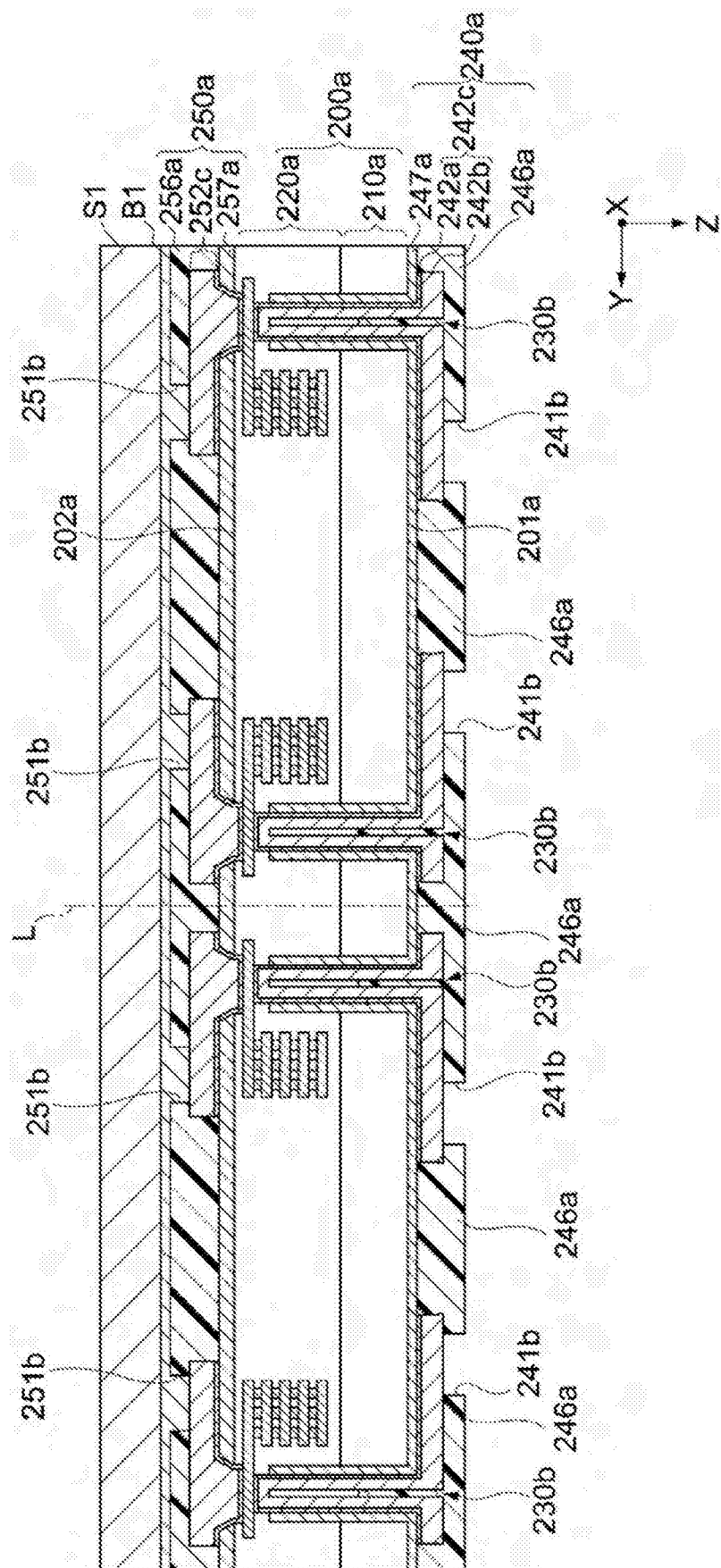


图 19

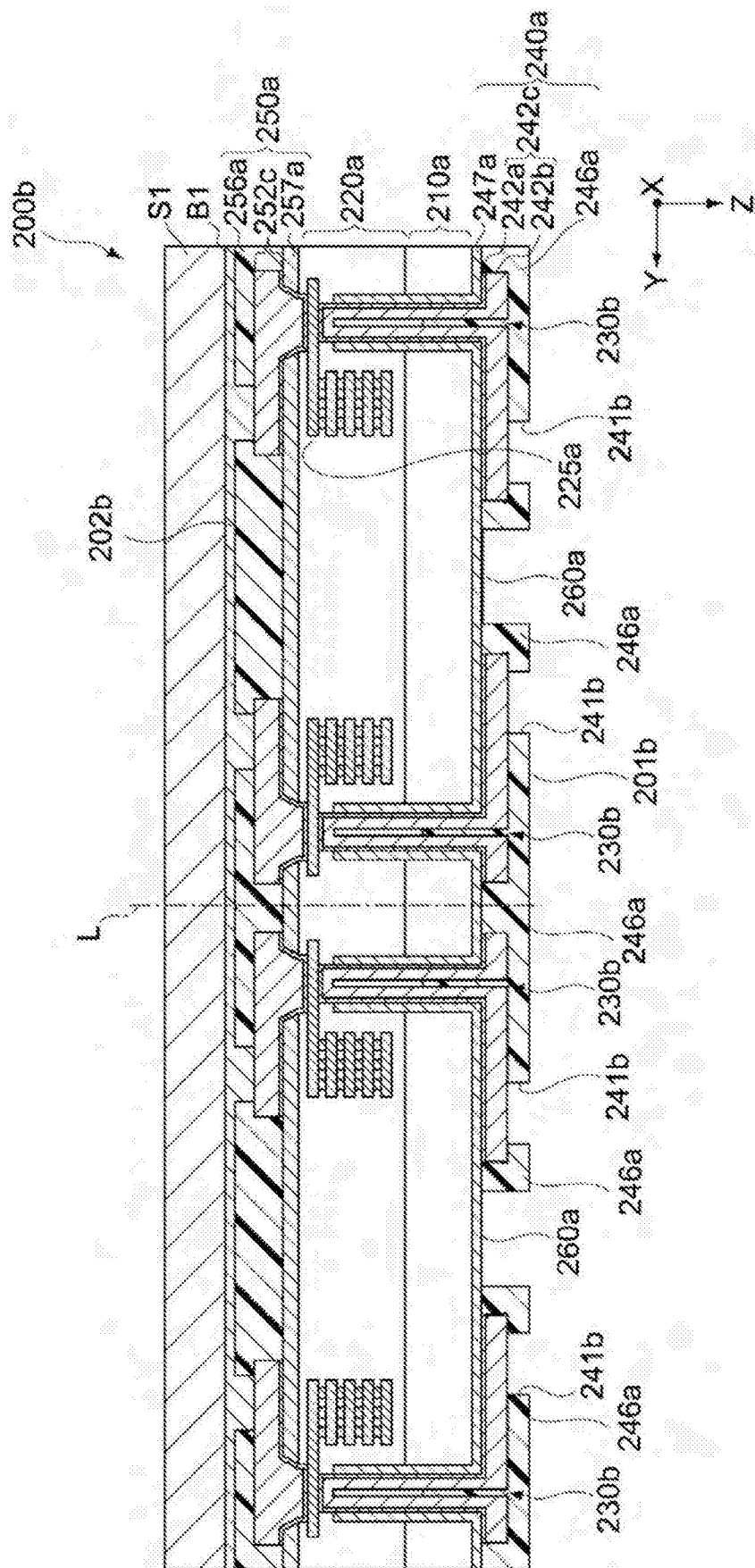


图 20

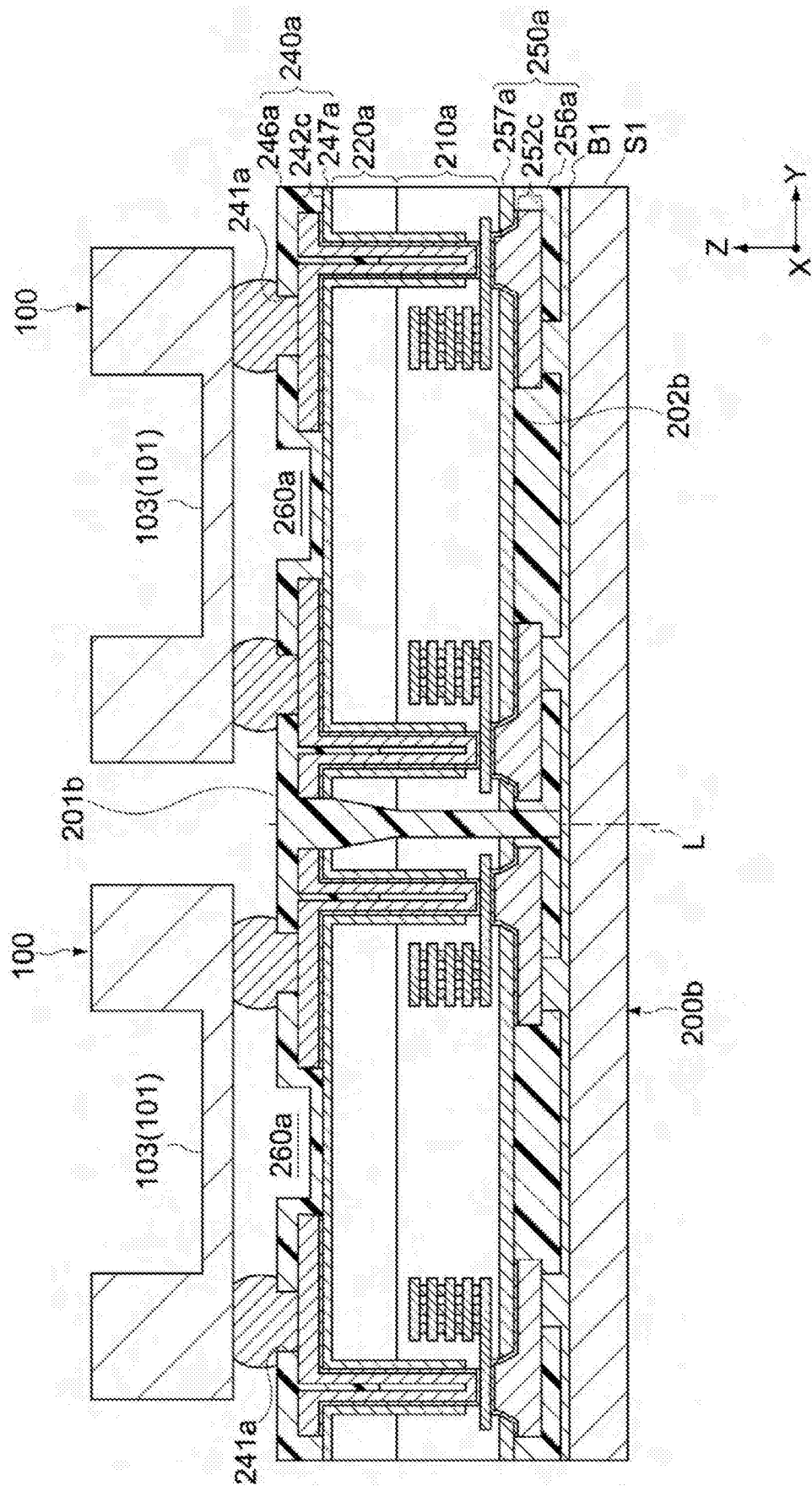


图 21

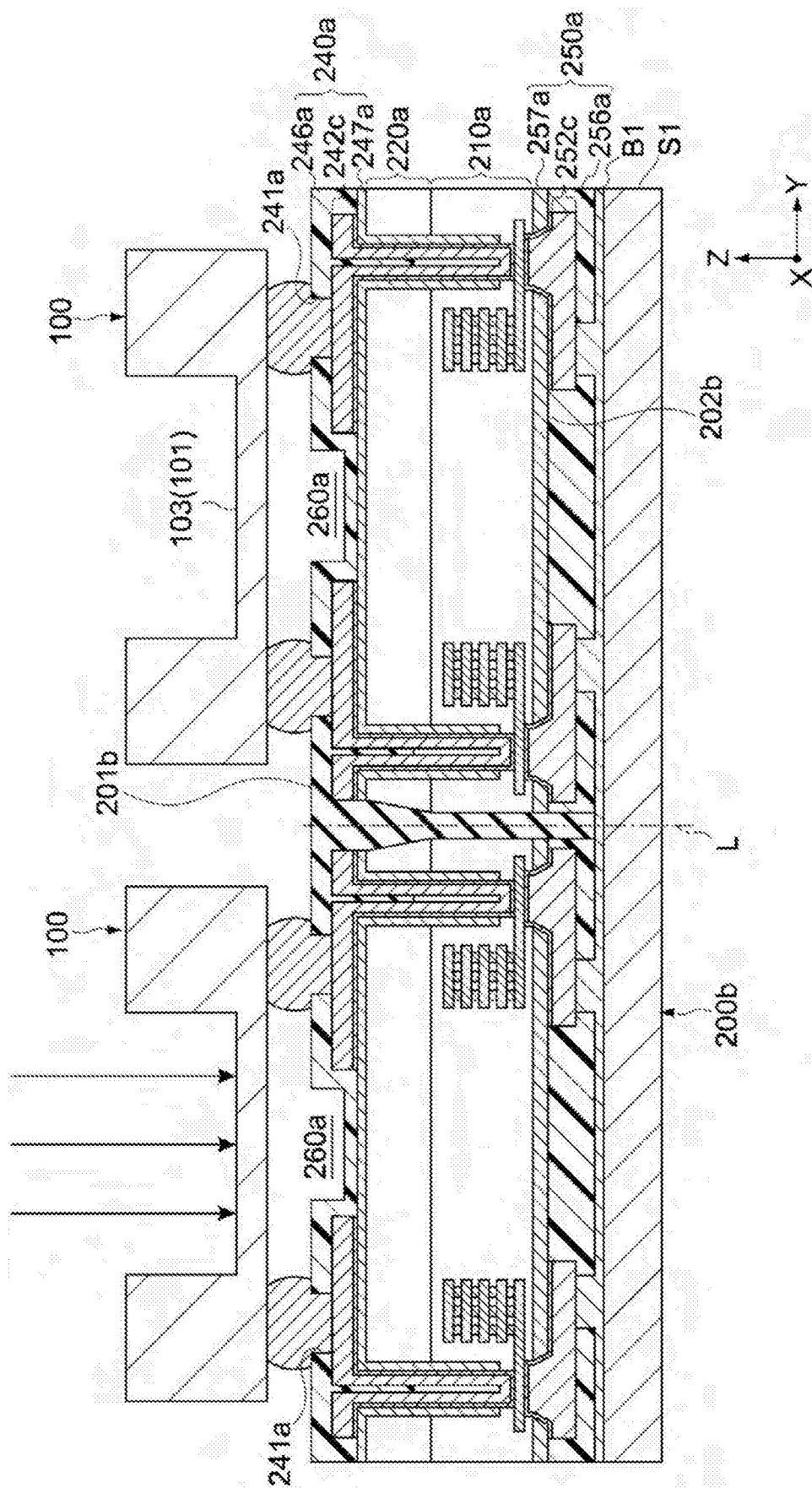


图 22

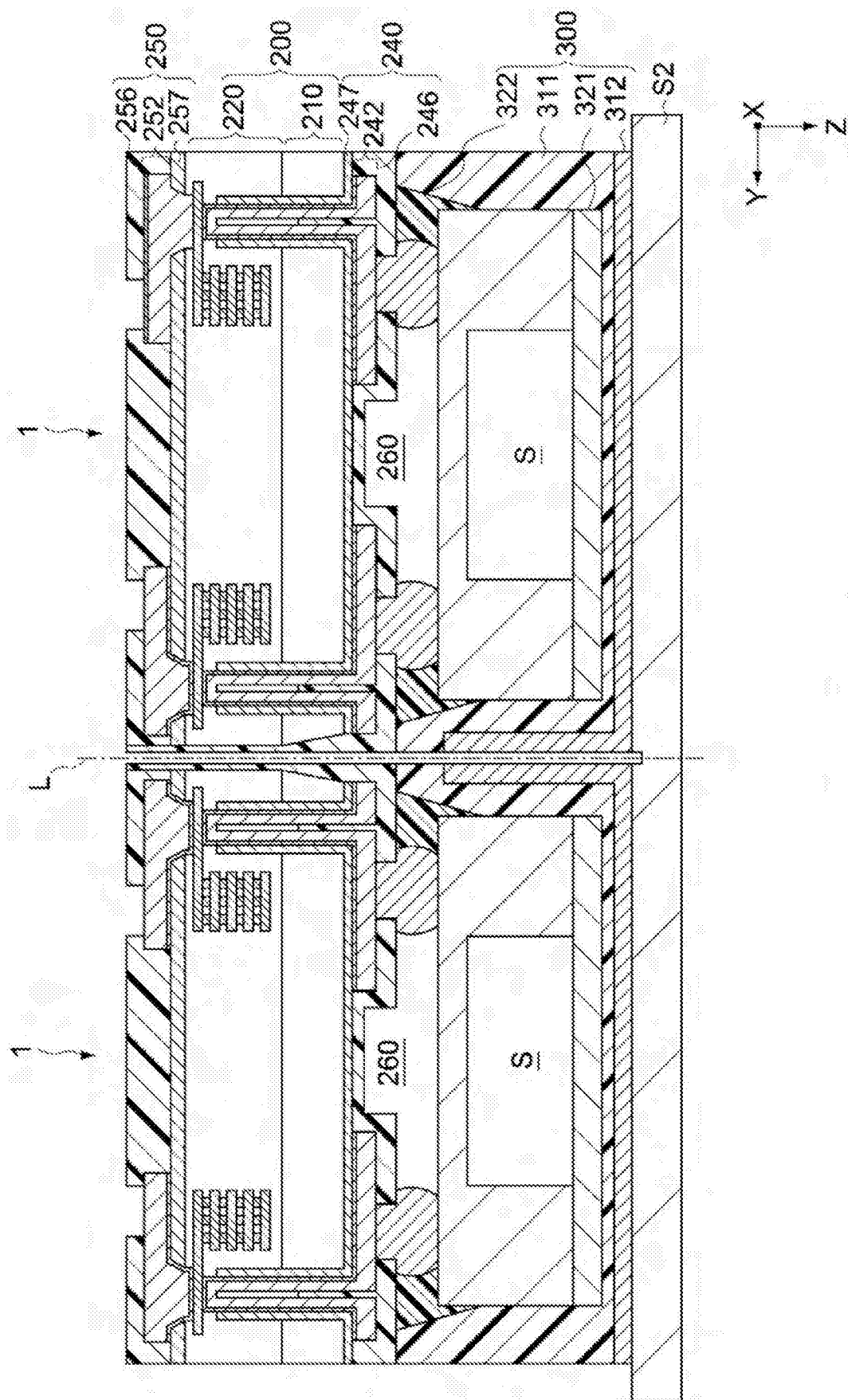


图 24

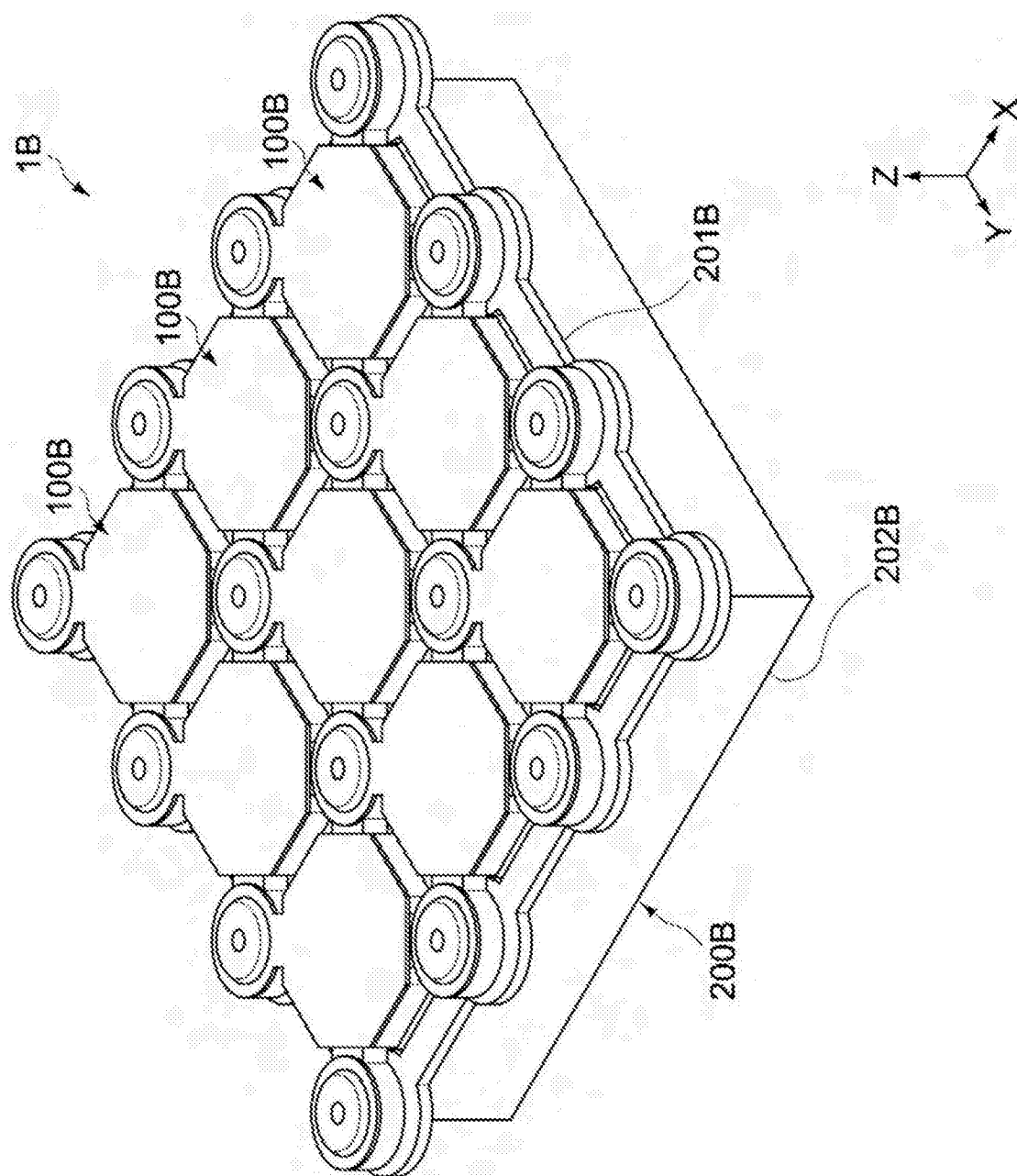


图 26

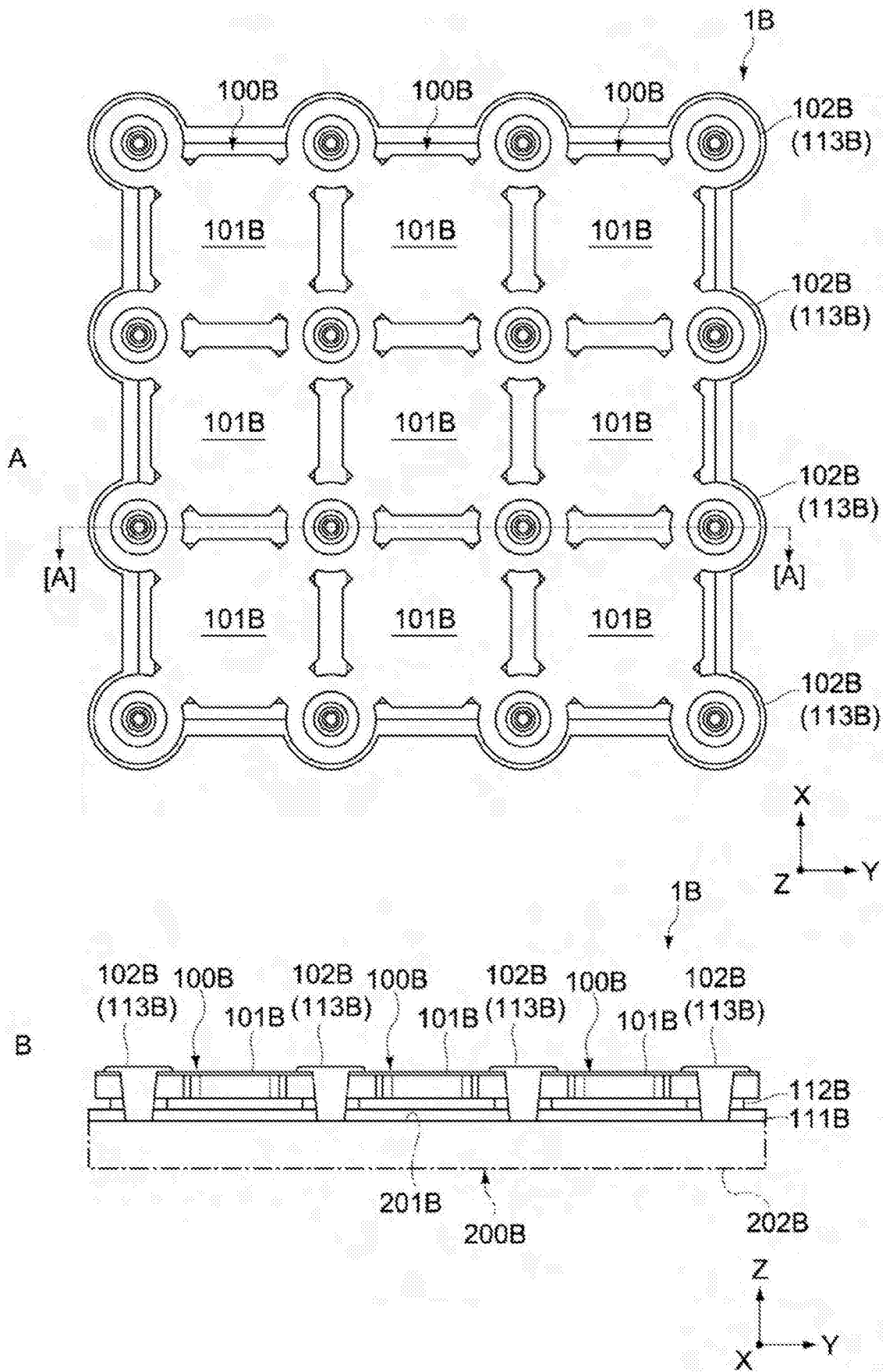


图 27

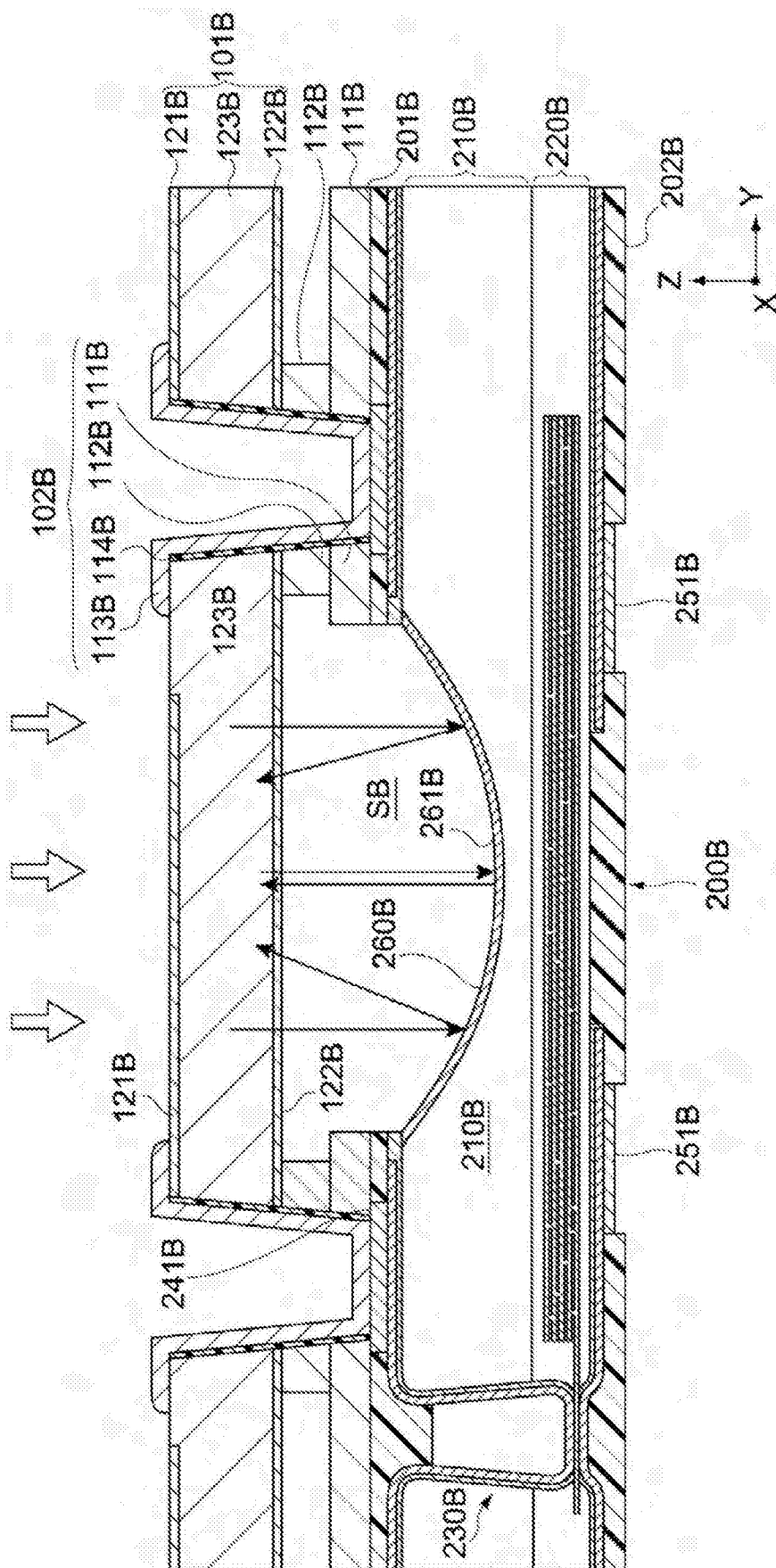


图 28

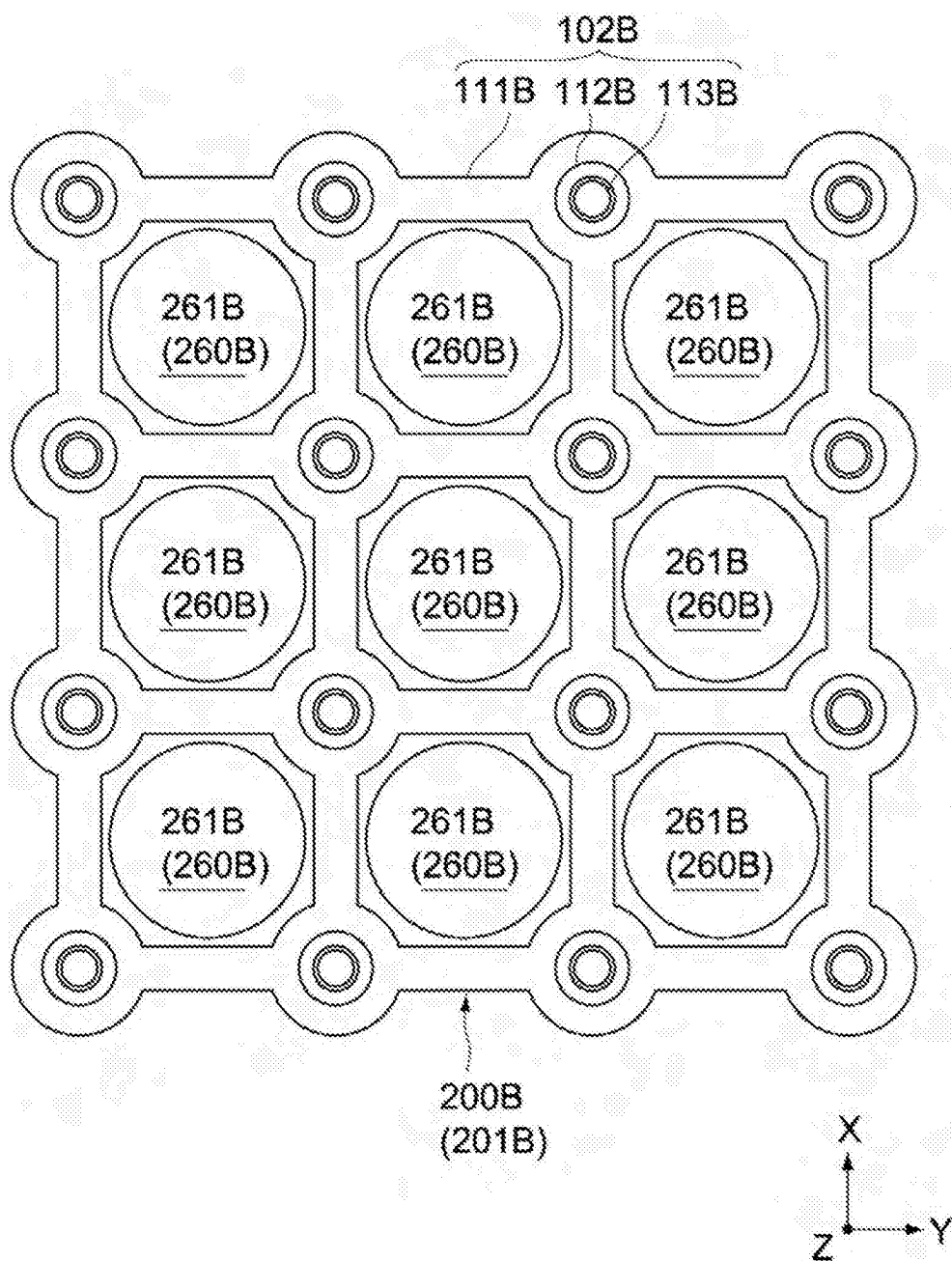


图 29

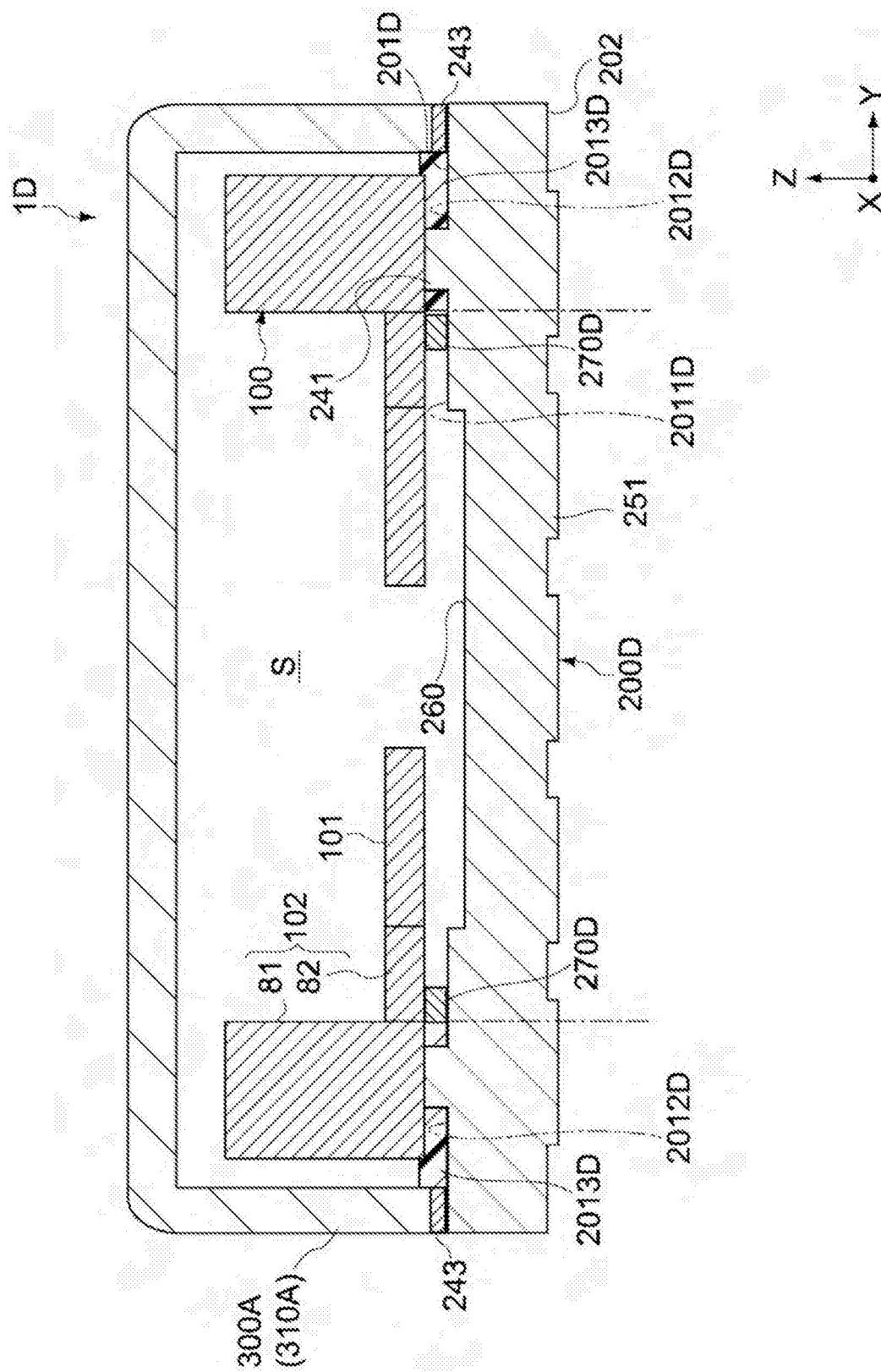


图 31

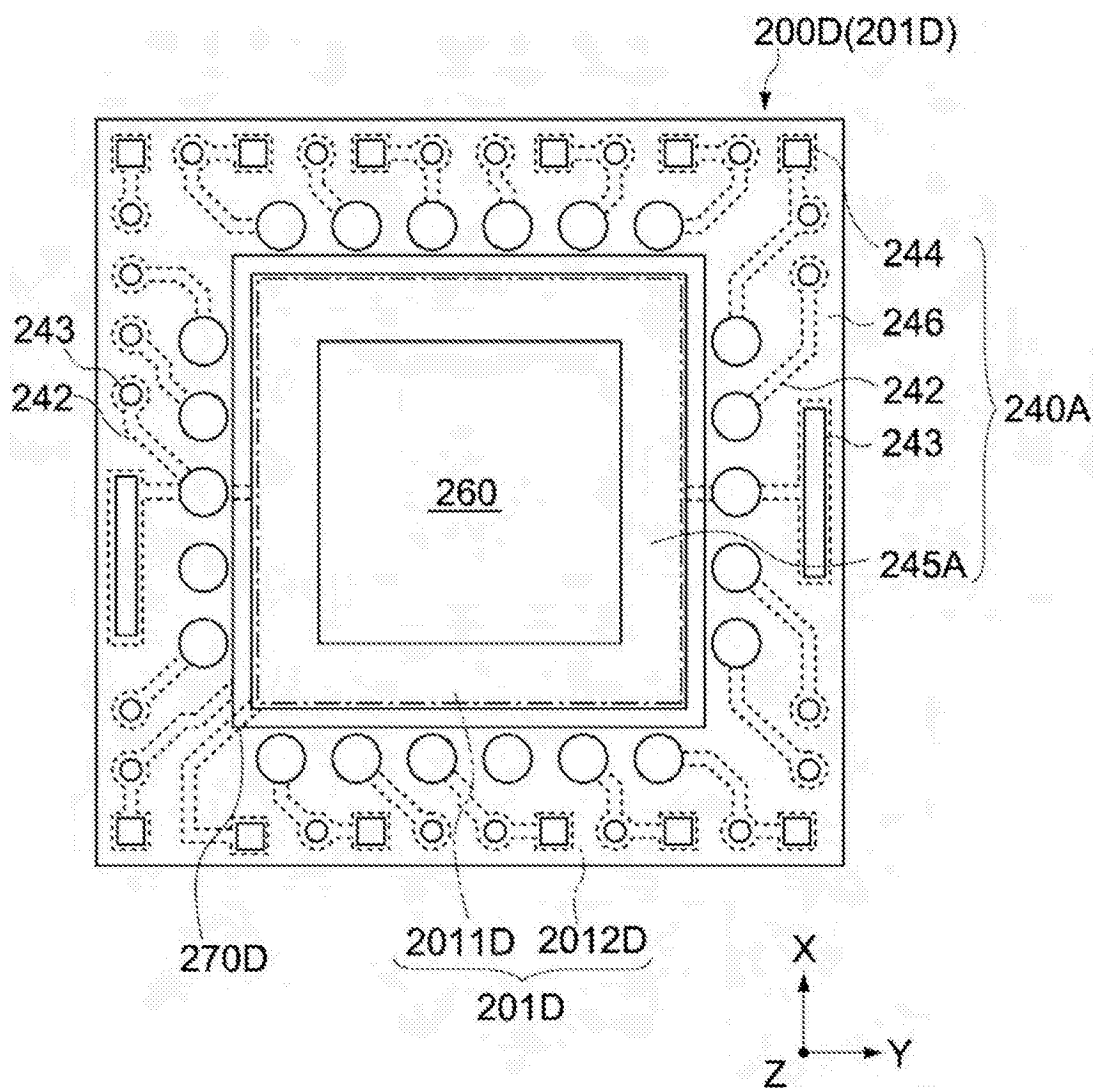


图 32