

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01C 19/56 (2006.01)

H01L 41/22 (2006.01)

H03H 3/02 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410046166.3

[45] 授权公告日 2007 年 11 月 28 日

[11] 授权公告号 CN 100351609C

[22] 申请日 2004.6.2

[21] 申请号 200410046166.3

[30] 优先权

[32] 2003.6.4 [33] JP [31] 159720/2003

[32] 2004.3.26 [33] JP [31] 093764/2004

[73] 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 川内修 渡边康治

[56] 参考文献

JP8-23249A 1996.1.23

JP59-104813A 1984.6.16

JP11-6735A 1999.1.12

JP2002-368302A 2002.12.20

JP10-170272A 1998.6.26

JP2001-41749A 2001.2.16

JP2001-12952A 2001.1.19

审查员 杨士林

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李 辉

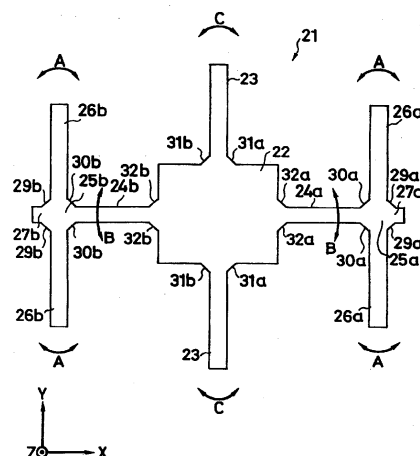
权利要求书 4 页 说明书 16 页 附图 14 页

[54] 发明名称

压电振动陀螺元件及其制造方法、压电振动陀螺传感器

[57] 摘要

一种压电振动陀螺元件及其制造方法。在从连接臂(24a、24b)的前端部沿着其延伸方向进一步延伸的延长部(27a、27b)的侧面上，在两侧设置与驱动用振动臂(26a、26b)的延伸方向垂直的方向的平面部(28a、28b)。形成在厚度方向横断延长部的前端面并连接在连接臂前端部和延长部的正反主面之间的布线(42)，使驱动用振动臂的正反主面的第1驱动电极(35、35)构成相互电连接。在进行电极分割的曝光工序中，对延长部的平面部，在垂直方向并且从与驱动用振动臂的主面垂直的方向倾斜某种角度的上方同时对主面和侧面进行曝光。由此，可在确保振动臂的弯曲振动的对称性的基础上，进行简单且正确的电极分割。



1. 一种压电振动陀螺元件，其特征在于，包括：

从中央支撑部向两侧延伸，并且在正反主面具有第1检测电极、在
5 侧面具有第2检测电极的1对检测用振动臂；

从所述中央支撑部垂直于所述检测用振动臂向两侧延伸的1对连接
臂；

从所述各连接臂的前端部垂直于所述连接臂向两侧延伸，并且在正
反主面上具有第1驱动电极、在侧面具有第2驱动电极的各1对驱动用
10 振动臂；和

从所述各连接臂的前端部沿着所述连接臂的延伸方向进一步延伸的
延长部，

所述延长部的侧面具有：前端面和沿着其延伸方向在两侧与所述驱
动用振动臂的延伸方向垂直的方向上的平面部，

15 所述驱动用振动臂的正反主面的所述第1驱动电极通过在厚度方向
横断所述延长部的前端面并连接在所述前端部和延长部的正反主面之间的
布线图形构成相互电连接，

所述中央支撑部的侧面具有：与所述检测用振动臂的延伸方向垂直
的方向的第1平面部；和与所述检测用振动臂的延伸方向平行的方向的
20 第2平面部，

所述检测用振动臂的正反主面的第1检测电极通过在厚度方向横断
第1平面部并连接在所述中央支撑部的正反主面之间的布线图形构成相
互电连接。

2. 一种压电振动陀螺元件，其特征在于，包括：

25 从中央支撑部向两侧延伸，并且在正反主面具有第1检测电极、在
侧面具有第2检测电极的1对检测用振动臂；

从所述中央支撑部垂直于所述检测用振动臂向两侧延伸的1对连接
臂；

从所述各连接臂的前端部垂直于所述连接臂向两侧延伸，并且在正

反主面上具有第 1 驱动电极、在侧面具有第 2 驱动电极的各 1 对驱动用振动臂；和

从所述各连接臂的前端部沿着所述连接臂的延伸方向进一步延伸的延长部，

- 5 所述延长部的侧面具有：前端面和沿着其延伸方向在两侧与所述驱动用振动臂的延伸方向垂直的方向上的平面部，

所述驱动用振动臂的正反主面的所述第 1 驱动电极通过在厚度方向横断所述延长部的前端面并连接在所述前端部和延长部的正反主面之间的布线图形构成相互电连接，

- 10 所述中央支撑部的侧面具有：与所述检测用振动臂的延伸方向垂直的方向的第 1 平面部；与所述检测用振动臂的延伸方向平行的方向的第 2 平面部；和位于所述第 1 和第 2 平面部之间并与它们倾斜交叉的斜坡部，

所述检测用振动臂的正反主面的所述第 1 检测电极通过在厚度方向横断所述斜坡部并连接在所述中央支撑部的正反主面之间的布线图形构成相互电连接。

- 15 成相互电连接。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的压电振动陀螺元件，其特征在于，在所述连接臂的前端部上，在所述各驱动用振动臂和与其邻接的所述连接臂及与延长部的结合部的侧面分别设置斜坡部，并且在所述中央支撑部与所述检测用振动臂的结合部和所述中央支撑部与所述连接臂的结合部
20 都分别设置斜坡部。

4. 一种压电振动陀螺元件的制造方法，其特征在于，包括：

- 压电元件片的外形加工工序，该压电元件片具有：从中央支撑部向两侧延伸的 1 对检测用振动臂；从所述中央支撑部垂直于所述检测用振动臂向两侧延伸的 1 对连接臂；从所述各连接臂的前端部垂直于所述连接臂向两侧延伸的各 1 对驱动用振动臂；以及从所述各连接臂的前端部
25 沿着所述连接臂的延伸方向进一步延伸的延长部，所述延长部的侧面具有：前端面、和沿着其延伸方向在两侧与所述驱动用振动臂的延伸方向垂直的方向的平面部；

在所述压电元件片的整个表面形成电极膜，并在其上涂覆光致抗蚀

膜的工序；

从所述压电元件片的一方的主面侧对所述光致抗蚀膜进行曝光，并且从所述压电元件片的另一方的主面侧对所述光致抗蚀膜进行曝光的工序；和

- 5 去除所述光致抗蚀膜的曝光部分使所述电极膜露出，通过湿式蚀刻去除所露出的所述电极膜并将电极分割的工序，

由此，在所述各检测用振动臂的正反主面上形成第 1 检测电极，在侧面上形成第 2 检测电极，并且在所述各驱动用振动臂的正反主面上形成第 1 驱动电极，在侧面形成第 2 驱动电极，并且从所述延长部的所述
10 平面部上去除所述电极膜，为了使所述驱动用振动臂的正反主面的所述第 1 驱动电极构成相互电连接，在所述前端部和延长部上形成在厚度方向横断所述延长部前端面并连接在其正反主面之间的布线图形，

所述压电元件片的所述中央支撑部的侧面具有与所述检测用振动臂的延伸方向垂直的方向的第 1 平面部和与所述检测用振动臂的延伸方向
15 平行的方向的第 2 平面部，为了从所述第 1 和第 2 平面部去除所述电极膜，并且使所述检测用振动臂的正反主面的所述第 1 检测电极构成相互电连接，通过所述曝光工序，对所述中央支撑部的所述第 1 平面部，在垂直方向并且从与所述中央支撑部的主面垂直的方向倾斜所述某种角度的斜上方进行曝光，来形成在厚度方向横断所述第 1 平面部并连接在所
20 述中央支撑部的正反主面之间的布线图形。

5. 根据权利要求 4 所述的压电振动陀螺元件的制造方法，其特征在于，在所述曝光工序中，针对所述延长部的所述平面部，在与所述延长部的延伸方向垂直的方向、并且从与所述驱动用振动臂的主面垂直的方向倾斜某种角度的斜上方进行曝光。

- 25 6. 根据权利要求 4 所述的压电振动陀螺元件的制造方法，其特征在于，对所述压电元件片的所述光致抗蚀膜从其正反两侧同时进行曝光。

7. 根据权利要求 4 或 6 所述的压电振动陀螺元件的制造方法，其特征在于，通过湿式蚀刻石英晶片，进行所述压电元件片的外形加工。

8. 一种压电振动陀螺传感器，其特征在于，具有：权利要求 1~3

中任意一项所述的压电振动陀螺元件、驱动、控制所述压电振动陀螺元件的半导体集成电路元件、和收容这些元件的封装体。

压电振动陀螺元件及其制造方法、压电振动陀螺传感器

5 技术领域

本发明涉及具有驱动用振动臂和检测用振动臂的压电振动陀螺元件及其制造方法，以及使用压电振动陀螺元件的压电振动陀螺传感器。

背景技术

10 以往，作为在船舶、飞机和汽车等的姿态控制和导航系统、摄像机等的手晃动等的防止及检测中的旋转角速度传感器，以及三维立体鼠标等的旋转方向传感器等中广泛使用压电振动陀螺仪。关于压电振动陀螺仪曾提出两侧音叉型旋转速度传感器（例如参照专利文献 1），和将大致 T 字形的驱动振动系统相对中央的检测振动系统左右对称配置的所谓双 T
15 字形的压电振子（例如参照专利文献 2、3）等各种结构。

图 11（A）～（C）表示双 T 字形的压电振动陀螺元件的一例。如图 11（A）所示，压电振动陀螺元件 1 是横置型元件，具有：从中央支撑部 2 向图中上下两侧延伸的 1 对检测用振动臂 3、3；从中央支撑部 2 在与该检测用振动臂垂直的方向向图中左右两侧延伸的 1 对连接臂 4a、4b；
20 以各连接臂的前端部为基部 5a、5b，从此处起与检测用振动臂平行地向图中上下两侧延伸的左右各 1 对驱动用振动臂 6a、6a、6b、6b。如图 11（B）和（C）所示，在所述各检测用振动臂的正反面和侧面分别形成第 1 和第 2 检测电极 7、8，在所述各驱动用振动臂的正反面和侧面分别形成第 1 和第 2 驱动电极 9、10。

25 当通过中央支撑部 2 上面的电极焊盘向所述驱动电极施加交流电极时，驱动用振动臂 6a、6a、6b、6b 在包括其主面的 XY 平面内按箭头所示弯曲振动。在该状态下，当压电振动陀螺元件 1 在 XY 平面内、即在 Z 轴周围旋转时，沿着所述驱动用振动臂的纵长方向交替产生反向的哥氏力，连接臂 4a、4b 在哥氏力的作用下在相同 XY 平面内按箭头所示弯曲

振动。该弯曲振动通过中央支撑部 2 传递，使检测用振动臂 3、3 在相同 XY 平面内按箭头所示弯曲振动。所述检测电极检测因所述检测用振动臂的弯曲振动形成的压电材料的变形并产生信号，通过对该信号进行电子处理，求出在 Z 轴周围的平面内的旋转及角速度等。

5 另外，专利文献 3 所公开的结构是，同样是双 T 字形的压电振子，在从该文献的“支撑部的前端部”即图 11 (A) 的连接臂 4a、4b 前端的基部 5 a、4b 到该支撑部（即连接臂 4a、4b）的延长线上，分别设置图 11 (A) 的假想线所示的延长部 11a、11b，并且，对所述各检测用振动臂和所述各连接臂中连接中央支撑部 2 的根部以及所述各检测用振动臂和
10 所述各连接臂之间，在邻接所述驱动用振动臂的延长部 11a、11b 的各个侧面同样分别设置斜坡部 12a、12a、12b、12b。通过这些延长部和斜坡部，提高驱动用振动臂的弯曲振动的对称性，由此减小因温度变化造成的振动状态的变化，减少谐振频率的温度偏移。

双 T 字形结构的驱动用振动臂 6a、6b 在图 12 中仅表示出其中的一
15 方的，但一般正反主面的第 1 驱动电极 9、9 通过由形成于连接臂 4a (4b) 前端面上的电极膜 13 构成的布线相互连接。第 2 驱动电极 10、10 和电极膜 13 在位于同一面上的驱动用振动臂 6a (6b) 的侧面和连接臂 4a (4b) 前端面即基部 5a (5b) 的侧面进行电极分割。

为了在压电振子侧面形成被分割的电极，以往使用各种方法。例如，
20 公知有以下方法，在进行了外形加工的薄板状石英音叉的表面形成电极膜，采用机械方法切割去除预先形成于侧面电极的分割部位的突起的方法，或通过向侧面的电极膜的分割部位照射激光光束来部分去除电极膜的方法（例如，参照专利文献 4）。另外，利用垂直方向的光使预先形成在压电振子侧面的电极分割部位的凹部内曝光，蚀刻加工该凹部内的导
25 电性薄膜，由此分割侧面电极的方法（例如，参照专利文献 5）。另外，也有使用设有与电极图形对应的窗口的蒸镀掩模，在石英晶片的正反主面和侧面通过真空蒸镀等形成电极膜的方法（例如，参照专利文献 6）。

另外，还有在进行了外形加工的压电振子的整个表面上形成电极膜，利用形成有电极图形的掩模对涂覆在电极膜上面的光致抗蚀膜进行曝

光，湿式蚀刻电极膜，由此在压电振子的正反主面和侧面形成电极和布线的方法（例如，参照专利文献 7）。在利用该光致抗蚀剂的侧面电极的分割方法中，可以分别使用不同的曝光用掩模在正反主面和侧面分别曝光，或使用 1 个曝光用掩模从斜上方同时进行曝光（参照专利文献 5、7）。

- 5 上述的专利文献 4~6 所述的方法在使压电振子小型化时，侧面电极的分割加工比较困难，而使用了光致抗蚀剂的侧面电极的分割方法具有可以实现压电振子小型化的优点。

专利文献 1 特开平 7-55479 号公报

专利文献 2 特开 2003-166828 号公报

- 10 专利文献 3 特开 2001-12952 号公报

专利文献 4 特开昭 54-29596 号公报

专利文献 5 特开昭 59-104813 号公报

专利文献 6 特开平 8-23249 号公报

专利文献 7 特开 2003-218657 号公报

- 15 双 T 字型压电振子如图 12 所示，在驱动用振动臂 6a（6b）的侧面和连接臂 4a（4b）前端面处于同一面上的结构中，可以利用上述以往的使用光致抗蚀剂的侧面电极分割方法比较简单地形成第 2 驱动电极 10、10 和电极膜 13。与此相对，在图 11（A）所示的按上面所述在连接臂 4a、4b 的前端部设有带斜坡部的延长部 11a、11b 的结构中，在进行侧面电极
20 的分割过程中产生下述问题。

- 如图 13 所示，该压电振子的正反主面的第 1 驱动电极 9、9 和图 12 所示情况相同，由形成在连接延长部 11a（11b）的正反主面之间的包括其前端面的电极膜 14 的布线构成相互连接。在该情况下，驱动用振动臂侧面的第 2 驱动电极 10、10 和电极膜 14，通过利用湿式蚀刻去除形成于
25 斜坡部 12a（12b）的电极膜来进行分割加工。

在用于形成电极和布线图形的曝光工序中，如图 14（A）~（C）所示，在整个表面形成电极膜 15、并且在其上涂覆了光致抗蚀膜 16 的压电元件片 17 上配置曝光用掩模 18。曝光用掩模 18 是通过在透明薄玻璃板的表面通过蒸镀铬等金属膜形成与电极和布线图形对应的遮光部 19 而形

成。在曝光用掩模 18 的上方配置光源 20，为了将压电元件片 17 的主面和侧面同时曝光，从斜上方照射紫外光。

来自斜上方的紫外光，如图 14 (B) 所示，不仅照射驱动用振动臂 6a (6b) 的主面，即使对其侧面及与其平行的面也能够以接近垂直方向的角度照射光。因此，通过一次曝光就能得到充足的曝光量，可以对驱动用振动臂侧面的光致抗蚀膜 16 进行正确的曝光。但是，延长部 11a (11b) 的斜坡部 12a、12a (12b、12b) 由于相对驱动用振动臂侧面而倾斜，所以光的照射角度变小。因此，产生斜坡部 12a、12a (12b、12b) 不能充分曝光的问题。在最坏的情况下，将残留有光致抗蚀膜 16，不能充分蚀刻电极膜 15，有可能使第 2 驱动电极 10、10 和电极膜 12 产生电气短路。

特别是在压电元件片由石英构成的情况下，通过利用湿式蚀刻加工其外形，在侧面产生被称为“飞边”的突起。因此，为了使石英元件片的侧面充分曝光，需要适当地设定光的照射角度。可是，斜坡部 12a 由于如上所述光的照射角度变小，所述飞边形成阴影，产生不能完全或充分曝光的部分，电极膜 15 的一部分未被蚀刻而仍残留的可能性大。

针对此情况，如果为了增大所述斜坡部的曝光量而增大照射光的强度或延长曝光时间，则斜坡部以外的部分产生曝光过度，有可能给光致抗蚀膜 16 形成正确图形带来影响。另外，虽然也可以分别对斜坡部和其他部分进行曝光，但需要准备斜坡部专用的另外曝光用掩模并另外进行曝光，光源的配置变更和掩模的正确定位等操作麻烦，且增加工时，所以有可能降低生产性和成品率。

发明内容

本发明就是鉴于上述问题而提出的，其目的是提供一种压电振动陀螺元件，在具有从中央支撑部向两侧延伸的 1 对检测用振动臂、从中央支撑部在与检测用振动臂垂直的方向向两侧延伸的 1 对连接臂、和从各连接臂的前端部向两侧并且与其垂直地延伸的各 1 对驱动用振动臂，并且从连接臂前端部延伸出延长部的所谓双 T 字形的压电振动陀螺元件中，在对应装置的小型化并且确保各振动臂的弯曲振动的对称性的基础上，

可以进行正确的电极分割。

本发明的其他目的是，提供一种制造这种压电振动陀螺元件的将使用光致抗蚀剂的电极分割过程简单化，提高生产性和成品率，并且能够降低成本的制造方法。

- 5 另外，本发明的目的是以更低的成本提供确保各振动臂的弯曲振动的对称性，特别消除了驱动电极在驱动用振动臂侧面的电气短路的高可靠性的压电振动陀螺传感器。

- 为了达到上述目的，根据本发明提供一种压电振动陀螺元件，包括：从中央支撑部向两侧延伸，并且在正反主面具有第1检测电极、在侧面
10 具有第2检测电极的1对检测用振动臂；从所述中央支撑部垂直于所述检测用振动臂向两侧延伸的1对连接臂；从所述各连接臂的前端部垂直于所述连接臂向两侧延伸，并且在正反主面上具有第1驱动电极、在侧面具有第2驱动电极的各1对驱动用振动臂；和从所述各连接臂的前端部沿着所述连接臂的延伸方向进一步延伸的延长部，所述延长部的侧面
15 具有：前端面和沿着其延伸方向在两侧与所述驱动用振动臂的延伸方向垂直的方向上的平面部，所述驱动用振动臂的正反主面的所述第1驱动电极通过在厚度方向横断所述延长部的前端面并连接在所述前端部和延长部的正反主面之间的布线图形构成相互电连接，所述中央支撑部的侧面具有：与所述检测用振动臂的延伸方向垂直的方向的第1平面部；和
20 与所述检测用振动臂的延伸方向平行的方向的第2平面部，所述检测用振动臂的正反主面的第1检测电极通过在厚度方向横断第1平面部并连接在所述中央支撑部的正反主面之间的布线图形构成相互电连接。中央支撑部的第1平面部可以进行与其主面同样均匀的曝光，能够按照正确的形状和尺寸形成电极和布线图形。因此，和延长部的平面部相同，第1
25 平面部可以按所期望的图形去除电极膜，所以能够将连接检测用振动臂的正反主面的第1检测电极的布线图形和侧面的第2检测电极完全分割，且不会产生电气短路。

 通过在连接臂设置延长部，在确保驱动用振动臂的弯曲振动的对称性的基础上，延长部侧面的平面部形成在与驱动用振动臂的延伸方向垂

直的方向，所以在进行使用光致抗蚀剂的压电振动陀螺元件的电极分割加工时，其主面和侧面可以进行均匀曝光，能够按照正确的形状和尺寸形成电极和布线图形。因此，可以从该平面部可靠去除电极膜，由此将连接驱动用振动臂的正反主面的第 1 驱动电极的布线图形和侧面的第 2 驱动电极完全分割，且不会产生电气短路。这样，根据本发明，在对应压电振动陀螺元件的小型化并且确保各振动臂的弯曲振动的对称性的基础上，可以进行正确的电极分割。

根据本发明提供另一种压电振动陀螺元件，包括：从中央支撑部向两侧延伸，并且在正反主面具有第 1 检测电极、在侧面具有第 2 检测电极的 1 对检测用振动臂；从所述中央支撑部垂直于所述检测用振动臂向两侧延伸的 1 对连接臂；从所述各连接臂的前端部垂直于所述连接臂向两侧延伸，并且在正反主面上具有第 1 驱动电极、在侧面具有第 2 驱动电极的各 1 对驱动用振动臂；和从所述各连接臂的前端部沿着所述连接臂的延伸方向进一步延伸的延长部，所述延长部的侧面具有：前端面和沿着其延伸方向在两侧与所述驱动用振动臂的延伸方向垂直的方向上的平面部，所述驱动用振动臂的正反主面的所述第 1 驱动电极通过在厚度方向横断所述延长部的前端面并连接在所述前端部和延长部的正反主面之间的布线图形构成相互电连接，所述中央支撑部的侧面具有：与所述检测用振动臂的延伸方向垂直的方向的第 1 平面部；与所述检测用振动臂的延伸方向平行的方向的第 2 平面部；和位于所述第 1 和第 2 平面部之间并与它们倾斜交叉的斜坡部，所述检测用振动臂的正反主面的所述第 1 检测电极通过在厚度方向横断所述斜坡部并连接在所述中央支撑部的正反主面之间的布线图形构成相互电连接。该斜坡部本来就很难充分曝光，而第 1 和第 2 平面部可以进行与主面同样均匀的曝光，能够可靠去除电极膜。因此，能够将连接检测用振动臂的正反主面的第 1 检测电极的布线图形和侧面的第 2 检测电极完全分割，且不会产生电气短路。

在另外其他实施例中，在所述连接臂的前端部上，在所述各驱动用振动臂和与其邻接的所述连接臂及与延长部的结合部的侧面分别设置斜坡部，并且在所述中央支撑部与所述检测用振动臂的结合部和所述中央

支撑部与所述连接臂的结合部都分别设置斜坡部。由此，可以确保压电振动陀螺元件的驱动振动系统和检测振动系统整体的各振动臂的弯曲振动的对称性。

根据本发明的其他侧面，提供一种压电振动陀螺元件的制造方法，

5 该方法包括：压电元件片的外形加工工序，该压电元件片具有：从中央支撑部向两侧延伸的 1 对检测用振动臂；从所述中央支撑部垂直于所述检测用振动臂向两侧延伸的 1 对连接臂；从所述各连接臂的前端部垂直于所述连接臂向两侧延伸的各 1 对驱动用振动臂；以及从所述各连接臂的前端部沿着所述连接臂的延伸方向进一步延伸的延长部，所述延长部的

10 侧面具有：前端面、和沿着其延伸方向在两侧与所述驱动用振动臂的延伸方向垂直的方向的平面部；在所述压电元件片的整个表面形成电极膜，并在其上涂覆光致抗蚀膜的工序；从所述压电元件片的一方的主面侧对所述光致抗蚀膜进行曝光，并且从所述压电元件片的另一方的主面侧对所述光致抗蚀膜进行曝光的工序；和去除所述光致抗蚀膜的曝光部分使

15 所述电极膜露出，通过湿式蚀刻去除所露出的所述电极膜并将电极分割的工序，由此，在所述各检测用振动臂的正反主面上形成第 1 检测电极，在侧面上形成第 2 检测电极，并且在所述各驱动用振动臂的正反主面上形成第 1 驱动电极，在侧面形成第 2 驱动电极，并且从所述延长部的所述平面部上去除所述电极膜，为了使所述驱动用振动臂的正反主面的所

20 述第 1 驱动电极构成相互电连接，在所述前端部和延长部上形成在厚度方向横断所述延长部前端面并连接在其正反主面之间的布线图形，所述压电元件片的所述中央支撑部的侧面具有与所述检测用振动臂的延伸方向垂直的方向的第 1 平面部和与所述检测用振动臂的延伸方向平行的方向的第 2 平面部，为了从所述第 1 和第 2 平面部去除所述电极膜，并且

25 使所述检测用振动臂的正反主面的所述第 1 检测电极构成相互电连接，通过所述曝光工序，对所述中央支撑部的所述第 1 平面部，在垂直方向并且从与所述中央支撑部的主面垂直的方向倾斜所述某种角度的斜上方进行曝光，来形成在厚度方向横断所述第 1 平面部并连接在所述中央支撑部的正反主面之间的布线图形。由此，即使对中央支撑部的侧面也能

将必要部分正确曝光，能够进行高精度的尺寸形状的电极分割。因此，能够将连接检测用振动臂的正反主面的第 1 驱动电极的布线图形和侧面的第 2 检测电极可靠地完全分割，且不会产生电气短路。

5 这样，通过进行使用了光致抗蚀剂的电极分割加工，不需要为了特定的曝光部分另外准备专用的曝光用掩模或另外进行曝光，不会使作业变得麻烦或复杂，且不会增加工时，可以简单地制造上述的本发明的压电振动陀螺元件。因此，可以提高生产性和成品率，降低成本。特别是在以往多使用石英作为压电材料的情况下，通过湿式蚀刻石英晶片，可以正确且简单地加工压电元件片的外形。

10 在某实施例中，在所述曝光工序中，针对所述延长部的所述平面部，在与所述延长部的延伸方向垂直的方向、并且从与所述驱动用振动臂的主面垂直的方向倾斜某种角度的斜上方进行曝光。这样通过从斜上方进行曝光，可以使压电元件片的正侧主面和侧面同时且进行相同曝光。特别是针对延长部侧面的平面部，也能从大致垂直方向照射光，能够使必要部分正确曝光，所以能够进行高精度的尺寸形状的电极分割。因此，
15 能够将连接检测用振动臂的正反主面的第 1 驱动电极的布线图形和侧面的第 2 驱动电极可靠地完全分割，且不会产生电气短路。

在其他实施例中，通过对所述压电元件片的光致抗蚀膜从其正反两侧同时曝光，可以在一次曝光工序完成石英晶片整个表面的光致抗蚀膜的曝光。
20

根据本发明的另外其他侧面，能够以低成本提供一种具有上述本发明的压电振动陀螺元件、驱动控制该压电振动陀螺元件的半导体集成电路元件、和收容这些元件的封装体的，并且可以确保各振动臂的弯曲振动的对称性，特别是在驱动用振动臂侧面消除驱动电极的电气短路的高
25 可靠性的压电振动陀螺传感器。

附图说明

图 1 是概略表示本发明的压电振动陀螺元件的实施例的俯视图。

图 2 (A) 是表示图 1 的压电振动陀螺元件的一方的驱动用振动臂及

其驱动电极、检测用振动臂及其检测电极、中央支撑部及其布线图形的俯视图，(B)图是沿 IIB—IIB 线的剖面图，(C)图是沿 IIC—IIC 线的剖面图。

图 3 是表示图 2 的驱动用振动臂的反面和驱动电极的部分俯视图。

5 图 4 是表示图 2 的驱动用振动臂和驱动电极的局部立体图。

图 5 (A) 是表示图 1 的压电振动陀螺元件的中央支撑部和布线图形的局部立体图，(B)图是表示中央支撑部的变形例的与 (A) 图相同的局部立体图。

图 6 是概略表示为了在图 2 的驱动用振动臂上形成驱动电极的曝光
10 工序的局部立体图。

图 7 (A) 是图 6 的沿 VIIA—VIIA 线的剖面图，(B)图是沿 VIIB—VIIB 线的剖面图。

图 8 (A) 和 (B) 是分别表示光致抗蚀剥离工序的与图 7 (A) 和 (B) 相同的剖面图。

15 图 9 (A) 和 (B) 是分别表示电极膜蚀刻工序的与图 8 (A) 和 (B) 相同的剖面图。

图 10 是本发明的压电振动陀螺传感器的纵剖面图。

图 11 (A) 是概略表示以往的压电振动陀螺元件的俯视图，(B)图是沿该驱动用振动臂的 XIB—XIB 线的剖面图，(C)图是沿该检测用振动
20 臂的 XIC—XIC 线的剖面图。

图 12 是表示图 11 的一方的驱动用振动臂及其驱动电极的立体图。

图 13 是表示在驱动用振动臂的基部形成带斜坡部的延长部时的驱动电极的与图 1 2 相同的立体图。

图 14 (A) 是概略表示为了在图 13 的驱动用振动臂上形成驱动电极
25 的曝光工序的局部俯视图，(B)图是沿其 XIVB—XIVB 线的剖面图，(C)图是沿 XIVC—XIVC 线的剖面图。

图中：1、21—压电振动陀螺元件；2、22—中央支撑部；3、23—检测用振动臂；4a、4b、24a、24b—连接臂；5a、5b、25a、25b—基部；6a、6b、26a、26b—驱动用振动臂；7、33—第 1 检测电极；8、34—第 2

检测电极；9、35—第1驱动电极；10、36—第2驱动电极；11a、11b、
27a、27b—延长部；12a、12b、29a、29b、30a、30b、31a、31b、32a、
32b、47a、47b—斜坡部；13~15、41、43、45、51—电极膜；16、52—
光致抗蚀膜；17—压电元件片；18、53—曝光用掩模；19、54—遮光部；
5 20、50—光源；28a、28b、43、44—平面部；33a、34a、38、40
—电极焊盘；37a、37b、39a、39b、42、46、49—布线；50—石英
晶片；60—陀螺传感器；61—封装体；62—IC芯片；63—基座；64—密
封圈；65—盖；66—电路基板；67—薄带。

10 具体实施方式

以下，参照附图详细说明本发明的最佳实施方式。

图1概略表示本发明的压电振动陀螺元件21。压电振动陀螺元件21
作为检测振动系统，具有从大致正方形的中央支撑部22的上下各边中央
分别向上下两侧延伸的1对检测与振动臂23、23。并且，压电振动陀螺
15 元件21作为驱动振动系统，具有：从中央支撑部22的左右各边中央分
别向左右两侧并且与所述检测用振动臂垂直的方向延伸的1对连接臂
24a、24b；和以各连接臂的前端部为基部25a、25b，在与其垂直的方向
且与所述检测用振动臂平行地分别向上下两侧延伸的左右各1对驱动用
振动臂26a、26a、26b、26b。压电振动陀螺元件21构成为相对通过所述
20 检测用振动臂的中心的Y方向的轴线和通过所述连接臂的中心的X方向
的轴线分别对称。

并且，压电振动陀螺元件21具有从各连接臂24a、24b前端的基部
25a、25b分别沿着所述连接臂的延伸方向进一步直线延伸的延长部27a、
27b。延长部27a、27b的两侧侧面具有沿着所述连接臂的延伸方向平行
25 延伸的平面部28a、28a、28b、28b。所述延长部的长度优选设为所述连
接臂的长度的 $1/3$ 左右以内，以便不给各振动臂和连接臂的弯曲振动带
来实质影响。

在基部25a、25b中，在接合所述各驱动用振动臂和与其邻接的所述
连接臂以及延长部的各角部分别设置斜坡部29a、29b、30a、30b。这些

斜坡部优选形成为隔着所述连接臂和延长部分别对称，更优选形成为隔着所述驱动用振动臂分别对称。在中央支撑部 22 中接合所述检测用振动臂和连接臂的各角部同样分别设置斜坡部 31a、31b、32a、32b。这些斜坡部也优选形成为隔着所述检测用振动臂和连接臂分别对称。

5 如图 2 (A)、(B) 和图 3 所示，在检测用振动臂 23、23 的正反主面和侧面分别形成第 1 和第 2 检测电极 33、34。第 1 和第 2 检测电极 33、34 分别连接形成于中央支撑部 22 表面的电极焊盘 33a、34a。另外，正反主面的第 1 检测电极 33、33 如后面所述，利用通过中央支撑部 22 的侧面的布线相互电连接。

10 如图 2 (A)、(C) 和图 3 所示，在驱动用振动臂 26a、26b 的正反主面和侧面上分别形成第 1 和第 2 驱动电极 35、36。一方的驱动用振动臂 26a 的第 1 驱动电极 35 通过形成在邻接的连接臂 24a 的正侧主面的布线 37a 连接中央支撑部 22 表面的电极焊盘 38，并且通过形成在相反侧的连接臂 24b 的反侧主面和侧面的布线 39b 连接另一方的驱动用振动臂 26b
15 的第 2 驱动电极 36。与此相反，所述另一方的驱动用振动臂 26b 的第 1 驱动电极 35 通过形成在邻接的连接臂 24b 的正侧主面的布线 39a 连接中央支撑部 22 表面的电极焊盘 40，并且通过形成在相反侧的连接臂 24a 的反侧主面和侧面的布线 37b 连接所述另一方的驱动用振动臂 26a 的第 2 驱动电极 36。

20 图 4 仅示出延长部 27a、27b 中的一方，在与两平面部 28a、28a (28b、28b) 交叉的前端面形成在厚度方向横断该端面的电极膜 41。在基部 25a (25b) 形成包括电极膜 41 的布线 42 以使正反主面之间构成连接，使所述驱动用振动臂的正反主面的第 1 驱动电极 35、35 相互电连接。另一方面，第 2 驱动电极 36 被设置成从所述各驱动用振动臂的侧面直到斜坡部
25 29a、29a (29b、29b)。在所述延长部的两平面部 28a、28a (28b、28b) 根本不设置电极膜，所以第 2 驱动电极 36 和电极膜 41 即布线 42 通过所述平面部被完全分割，不必担忧电气短路。

大致形成正方形的中央支撑部 22 如图 5 (A) 所示，在其侧面除了斜坡部 31a、31b、32a、32b 以外，具有与检测用振动臂 23、23 的延伸

方向垂直的方向的平面部 43 和与该延伸方向平行的方向的平面部 44。在一方的平面部 43 上形成电极膜 45，其一部分在厚度方向横断平面部 43。在中央支撑部 22 形成用于连接其正反主面之间的包括电极膜 45 的布线 46，使所述检测用振动臂的正反主面的第 1 检测电极 33、33 相互电连接。

- 5 另一方面，第 2 检测电极 34 被设置成从所述各检测用振动臂的侧面直到斜坡部 31a、31b。电极膜 45 由于被配置成从邻接的斜坡部 31a 被充分隔开，所以第 2 检测电极 34 和布线 46 通过没有电极膜的平面部 43 的部分被完全分割，不必担忧电气短路。

- 图 5 (B) 表示本实施例的变形例的中央支撑部 22。该变形例的中央支撑部 22 的正方形的各角部被倾斜地直线切除，形成斜坡部 47a、47b。在一方的斜坡部 47a 上形成在厚度方向横断该斜坡部的电极膜 48，通过包括电极膜 48 的连接正反主面之间的布线 49，使所述检测用振动臂的正反主面的第 1 检测电极 33a 相互电连接。在该情况下，在与斜坡部 47a 邻接的平面部 43、44 上根本不设置电极膜，所以第 2 检测电极 34 和布
- 10 线 49 被完全分割，不必担忧电气短路。

- 各驱动用振动臂 26a、26b 在向所述驱动电极施加规定的交流电压时，按照图 1 中的箭头 A 所示，在包括其主面的 XY 平面内弯曲振动。在该状态下，压电振动陀螺元件 21 在 XY 平面内、即在 Z 轴周围旋转，沿着各驱动用振动臂的纵长方向交替产生反向的哥氏力。连接臂 24a、24b
- 20 在哥氏力的作用下在相同 XY 平面内按箭头 B 所示弯曲振动。该弯曲振动通过中央支撑部 22 传递，使检测用振动臂 23、23 谐振，在相同 XY 平面内按箭头 C 所示弯曲振动。通过所述检测电极检测因所述检测用振动臂的弯曲振动形成的其压电材料的变形并产生信号，对该信号进行电子处理，根据所得到的检测用振动臂的谐振频率求出在 Z 轴周围的所述平面
- 25 内的旋转及角速度等。

上述的本实施例的压电振动陀螺元件 21 是使用光致蚀刻由石英晶片一体形成的。但是，本发明的压电振动陀螺元件不限于石英材料，例如，可以使用铌酸锂、钽酸锂、铌酸锂—钽酸锂固溶体、硼酸锂、硅酸镓镧等以往公知的各种压电材料形成。在本实施例中，使用把石英的 X

—Y 平面作为主面、把其厚度方向作为 Z 轴的一般被称为 Z 基板的石英晶片。

首先，从所述石英晶片加工成压电振动陀螺元件 21 的外形。该外形加工可以利用以往公知的光刻法，通过在形成于石英晶片整个表面的抗蚀膜上转印压电振动陀螺元件 21 的外形图形，对露出的石英表面进行湿式蚀刻来进行。在进行了外形加工的石英元件片的整个表面形成电极膜，并且在其上附着光致抗蚀膜。所述电极膜例如通过在石英表面溅射或蒸镀铬之后，再在其上溅射或蒸镀金等来成膜。

然后，在所述光致抗蚀膜上配置曝光用掩模，通过用紫外光曝光来转印所述各电极及布线图形。图 6 和图 7 (A)、(B) 表示用于在驱动用振动臂 26a (26b) 分割加工第 1 和第 2 驱动电极 35、36，以及在延长部 27a (27b) 分割加工电极膜 41 和布线 42 的曝光工序。如图所示，在进行了外形加工的石英元件片 50 的整个表面上形成电极膜 51，再在其上形成光致抗蚀膜 52，然后，在其一方的主面，在本实施例中是在正侧主面上配置曝光用掩模 53。

曝光用掩模 53 按照以往公知方法用透明薄玻璃板形成，在其正面蒸镀铬等金属膜，设置遮光部 54。遮光部 54 形成为完全覆盖包括所述第 1 和第 2 驱动电极及电极膜 41 和布线 42，以及与将要形成于石英元件片 50 的主面和侧面的所有所述电极和布线对应的光致抗蚀膜 52 的区域。如图 6 所示，延长部 27a (27b) 的平面部 28a、28a (28b、28b) 形成遮光部 54，以便可以从曝光用掩模 53 上方透视其大致整个表面。但是，斜坡部 29a、29a (29b、29b) 由于不必去除电极膜 43，所以可以不设置遮光部。

在曝光用掩模 53 的上方隔着延长部 27a (27b) 在其两侧配置光源 55、55，向石英元件片 50 的正侧主面和侧面照射规定时间的紫外光。所述各光源被配置成，从相对垂直方向倾斜规定角度的斜上方向石英元件片 50 主面照射紫外光，并且在延长部 27a (27b) 的侧面朝向与其延伸方向垂直的方向。这样通过从斜上方进行曝光，可以通过一次曝光过程将石英元件片 50 的正侧主面和侧面同时进行相同曝光。特别是通过对延长

部 27a (27b) 的侧面从大致垂直的方向照射光, 可以使必要部分正确曝光, 能够进行高精度的尺寸形状的电极分割。

然后, 同样从反侧将石英元件片 50 曝光。这样, 在本实施例中, 通过两次曝光过程就可以完成形成于石英元件片 50 整个表面上的光致抗蚀膜 52 的曝光。在其他实施例中, 可以在石英元件片 50 的正反主面分别配置曝光用掩模, 并且从正反两侧同时曝光。在该情况下, 通过一次曝光过程就可以完成石英元件片整个表面的光致抗蚀膜的曝光。

然后, 将光致抗蚀膜 52 显影, 去除其曝光部分, 保留未曝光部分, 露出电极膜 51。如图 8 (A) 和 (B) 所示, 延长部 27a (27b) 的平面部 28a、28a (28b、28b) 被去除光致抗蚀膜 52, 露出电极膜 51。利用合适的蚀刻液去除所露出的电极膜 51, 进行所期望的电极分割加工。最后, 完全去除残留的所述光致抗蚀膜, 即可获得本实施例的压电振动陀螺元件 21。如图 9 (A) 和 (B) 所示, 延长部 27a (27b) 通过完全去除平面部 28a、28a (28b、28b) 的电极膜, 使延长部前端面的电极膜 41 和直到斜坡部 29a、29a (29b、29b) 的第 2 驱动电极 36 被完全分割开。

虽然未图示中央支撑部 22 的电极分割加工, 但和利用图 6 至图 9 所述的延长部 27a、27b 的情况相同, 通过从石英元件片 50 的正侧和反侧进行各一次的曝光过程, 完成光致抗蚀膜的曝光。光源被配置成, 从相对垂直方向倾斜规定角度的斜上方向石英元件片 50 的主面照射紫外光, 并且在中央支撑部 22 的侧面朝向与平面部 43 垂直的方向。曝光用掩模形成遮光部, 以便使形成电极膜 45 的部分被完全遮光, 并且可以透视除该部分以外的平面部 43。由此, 从除电极膜 45 形成部分以外的平面部 43 被完全去除电极膜, 布线 46 和第 2 驱动电极 36 被完全分割。

另外, 在中央支撑部 22 为图 5 (B) 所示变形例的情况下, 曝光用掩模形成遮光部, 以便使正方形角部的斜坡部 47a 被完全遮光, 并且可以透视平面部 43。同样, 光源被配置成朝向与平面部 43 垂直的方向, 从石英元件片 50 的斜上方照射紫外光。平面部 43、44 被充分曝光, 并可以完全去除电极膜, 而斜坡部 47a 由于本来就很难充分曝光, 所以电极膜 48 被可靠分割。

图 10 概略表示安装了本实施例的压电振动陀螺元件 21 的压电振动陀螺传感器 60。压电振动陀螺传感器 60 的封装体 61 内部安装有压电振动陀螺元件 21 和驱动控制压电振动陀螺元件 21 的 IC 芯片 62。封装体 61 具有：在形成为层叠了多个陶瓷薄板的矩形箱型结构、并在其中的划定空闲部位的底部固定有 IC 芯片 62 的基座 63；通过密封圈 64 气密接合在其上端的金属盖 65。封装体 61 内部被密封成真空状态，以便不妨碍压电振动陀螺元件 21 的弯曲振动。

将压电振动陀螺元件 21 利用金属薄带 67 水平固定在水平配置于 IC 芯片 62 正上方的电路基板 66 的上方，并由其支撑着。薄带 67 的一端被粘接固定在电路基板 66 上，并且折弯后向斜上方延伸。薄带 67 的另一端与压电振动陀螺元件 21 的中央支撑部 22 下面平行地延伸，并且与上述中央支撑部 22 下面的驱动信号用、检测信号用和接地用电极焊盘 33a、33a、34a、34b、38、40 电连接。电路基板 66 通过封装体 61 的内部布线与 IC 芯片 62 和封装体 61 外面的外部电极连接。从通过该外部电极连接的外部电路和电源施加一定的驱动电压，由此使压电振动陀螺元件 21 以规定频率正确振动。

在其他实施例中，压电振动陀螺元件 21 例如通过使用具有绝缘性的环氧树脂粘接剂进行粘接，可以将中央支撑部 22 的下面直接固定在 IC 芯片 62 上面。根据这种结构，可以降低压电振动陀螺传感器的高度。在该情况下，例如将所述电极焊盘通过引线接合配置在中央支撑部 22 上面或通过引线接合配置在中央支撑部 22 下面，可以使中央支撑部 22 的所述电极焊盘和 IC 芯片 62 上面的电极焊盘电连接。

另外，在其他实施例中，可以利用玻璃板等透明材料形成盖 65。这样，在将封装体 61 密封后，例如从外部通过盖 65 照射激光，从而可以进行部分地删除各振动臂的电极的修整加工，可以进行更准确的频率调整。

以上，详细说明了本发明的最佳实施例，但本发明可以在其技术范围内对上述实施例进行各种变形和变更。例如，压电振动陀螺元件 21 为了在驱动侧大幅提高电场效率并将 C1 值抑制得较低，以及在检测侧更高

精度地可靠检测振动，可以在各检测用振动臂和驱动用振动臂的上下主面上分别形成在长度方向上的槽，在其内面上形成主面侧电极。

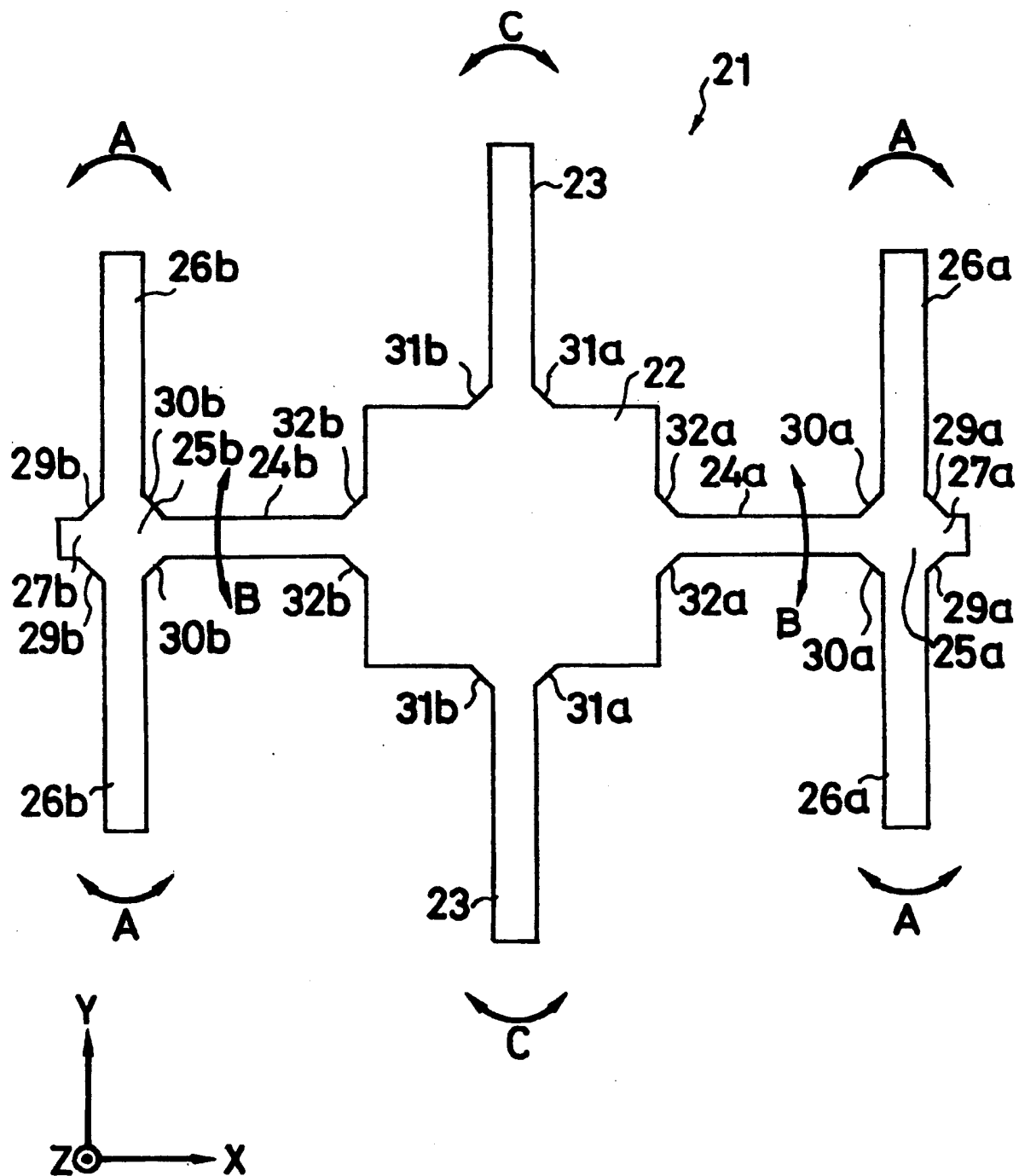


图 1

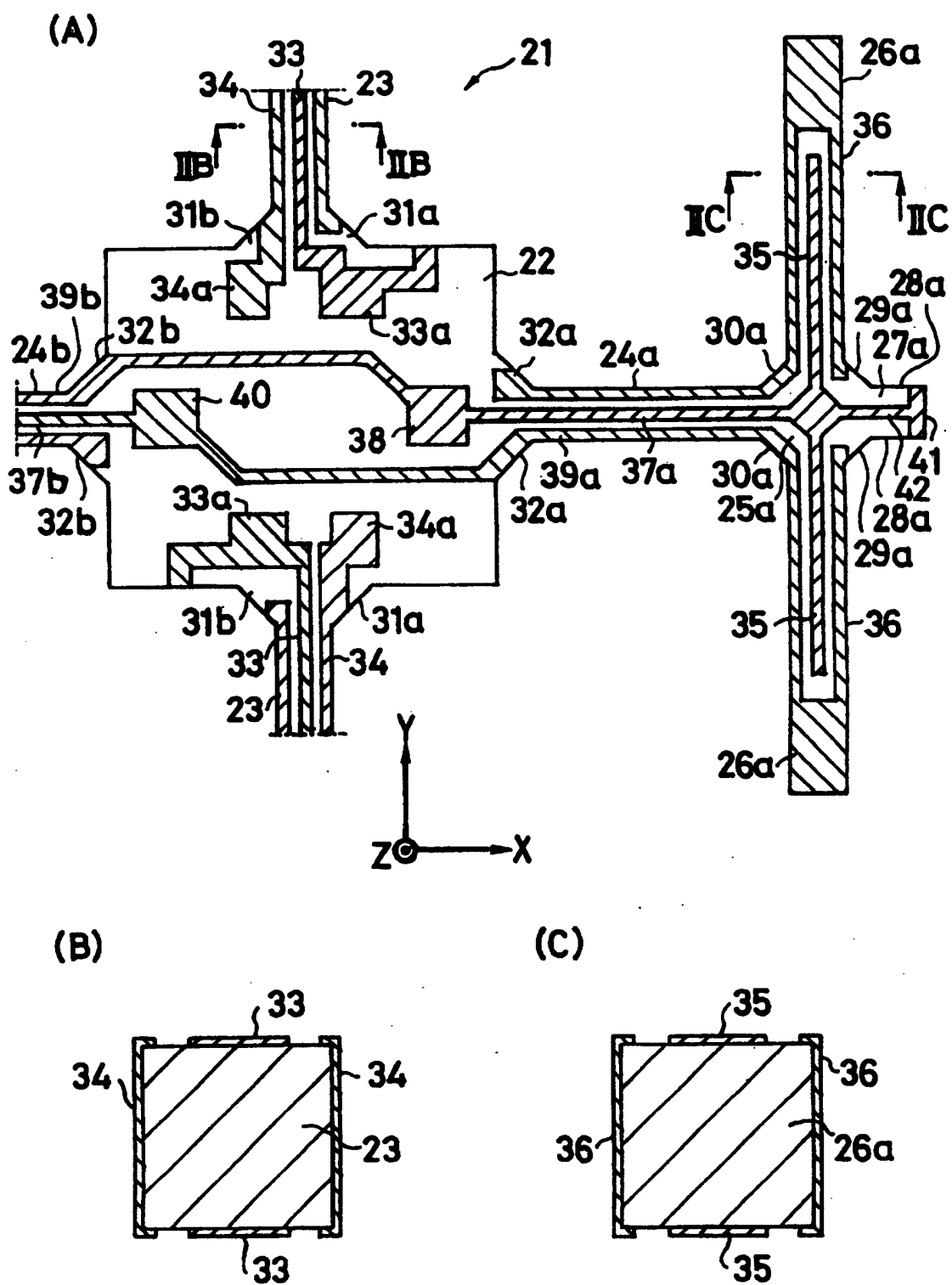


图 2

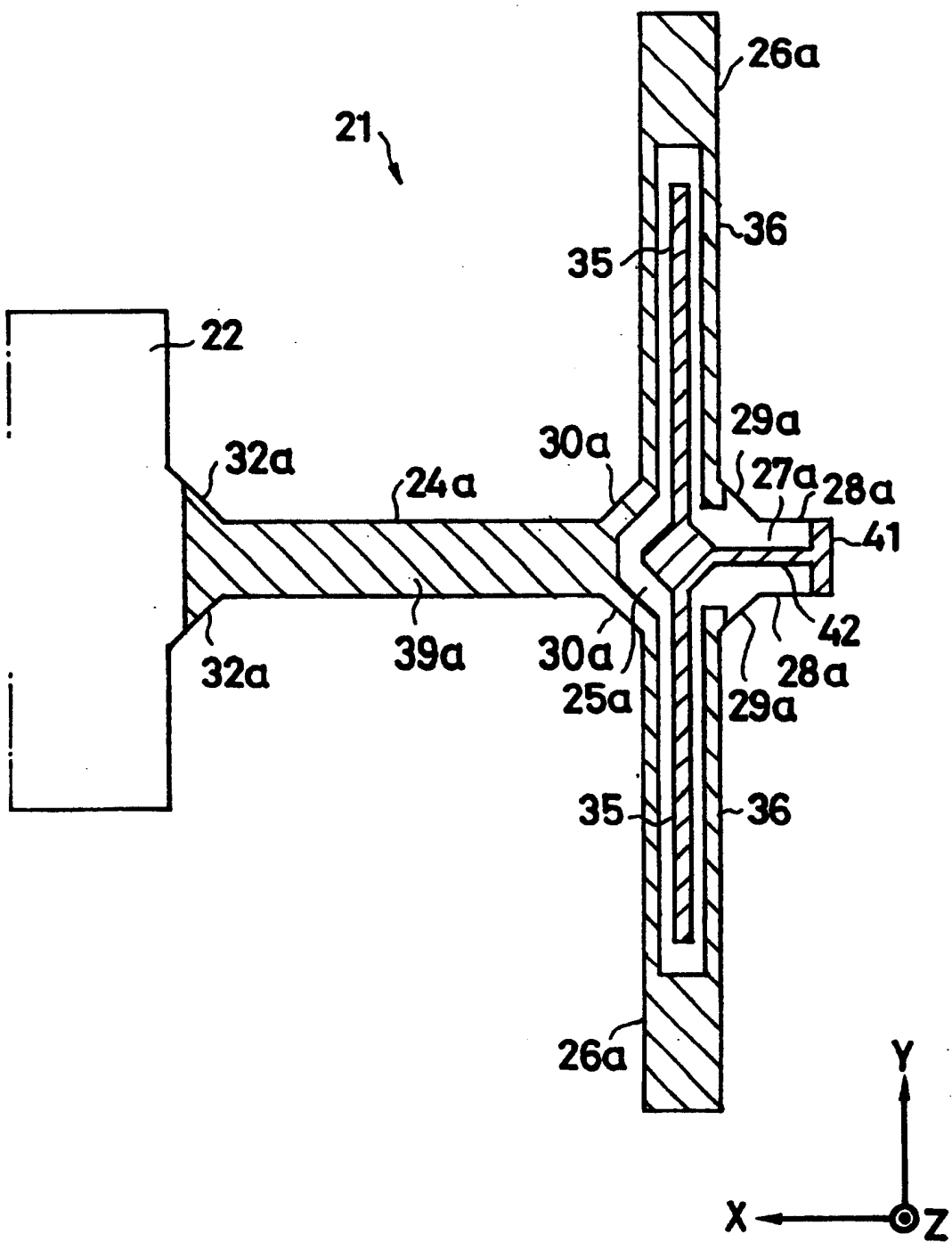


图 3

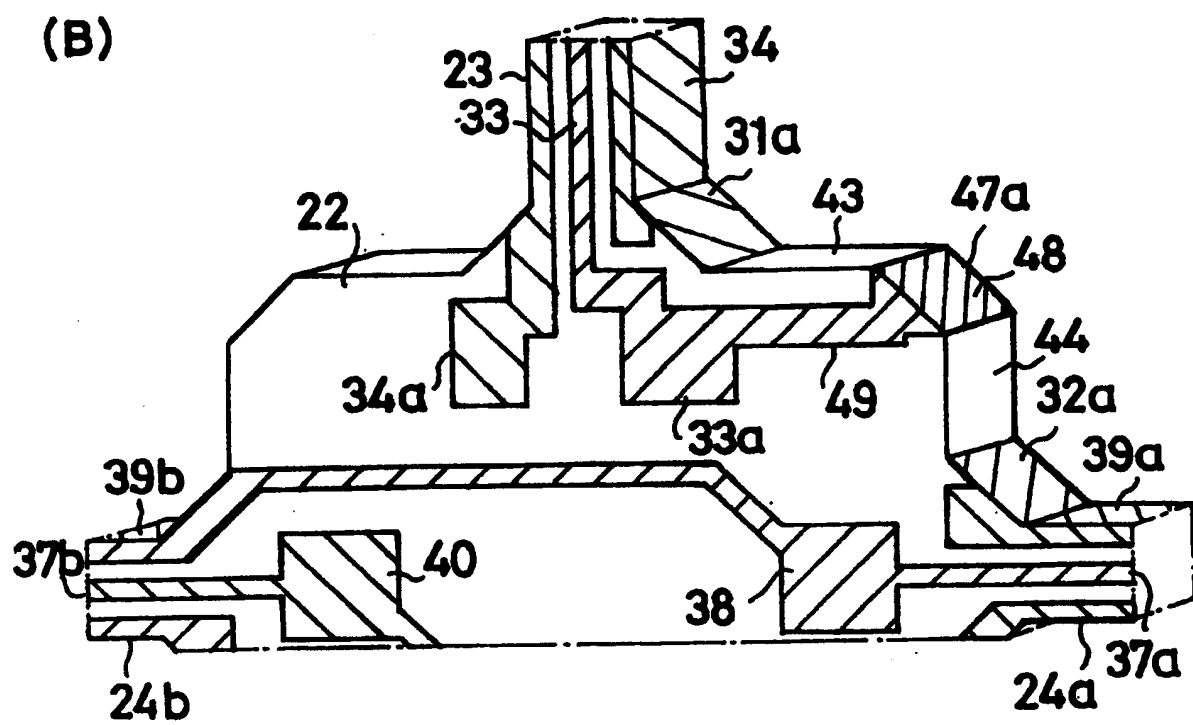
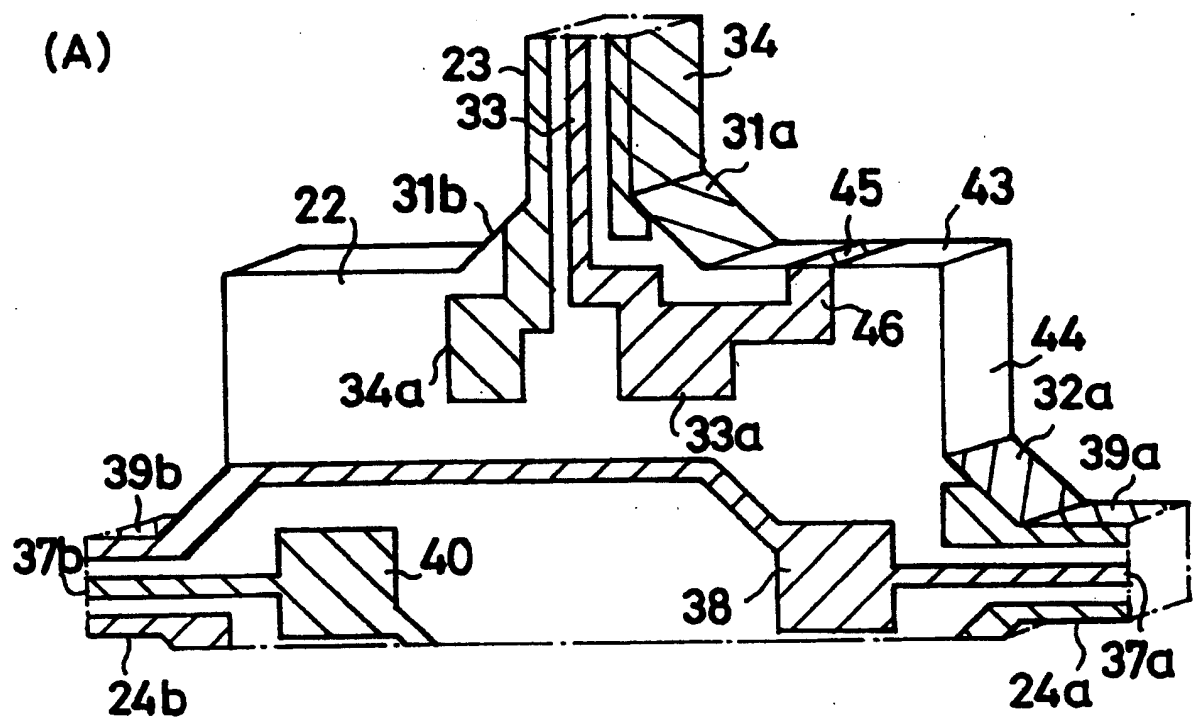


图 5

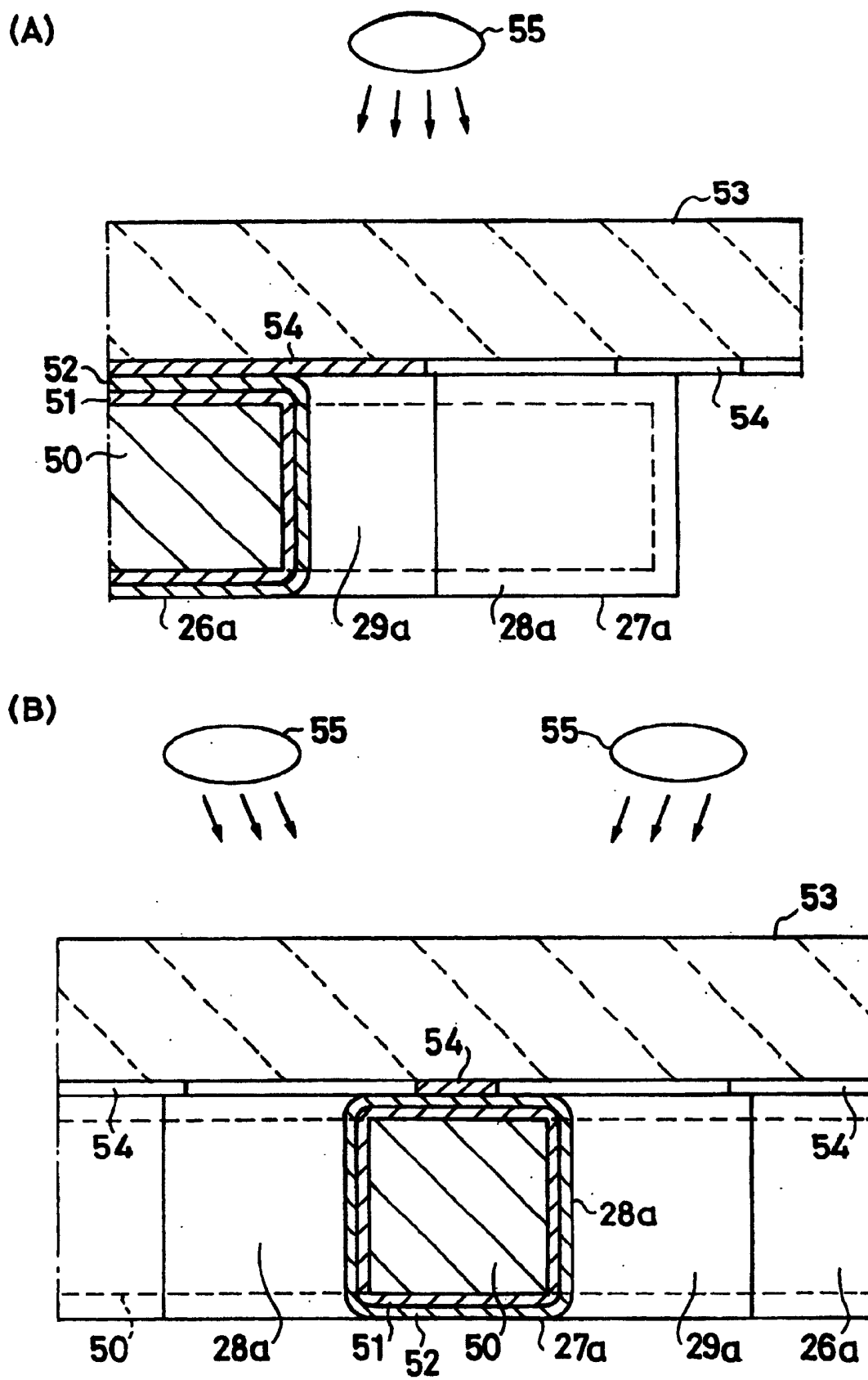


图 7

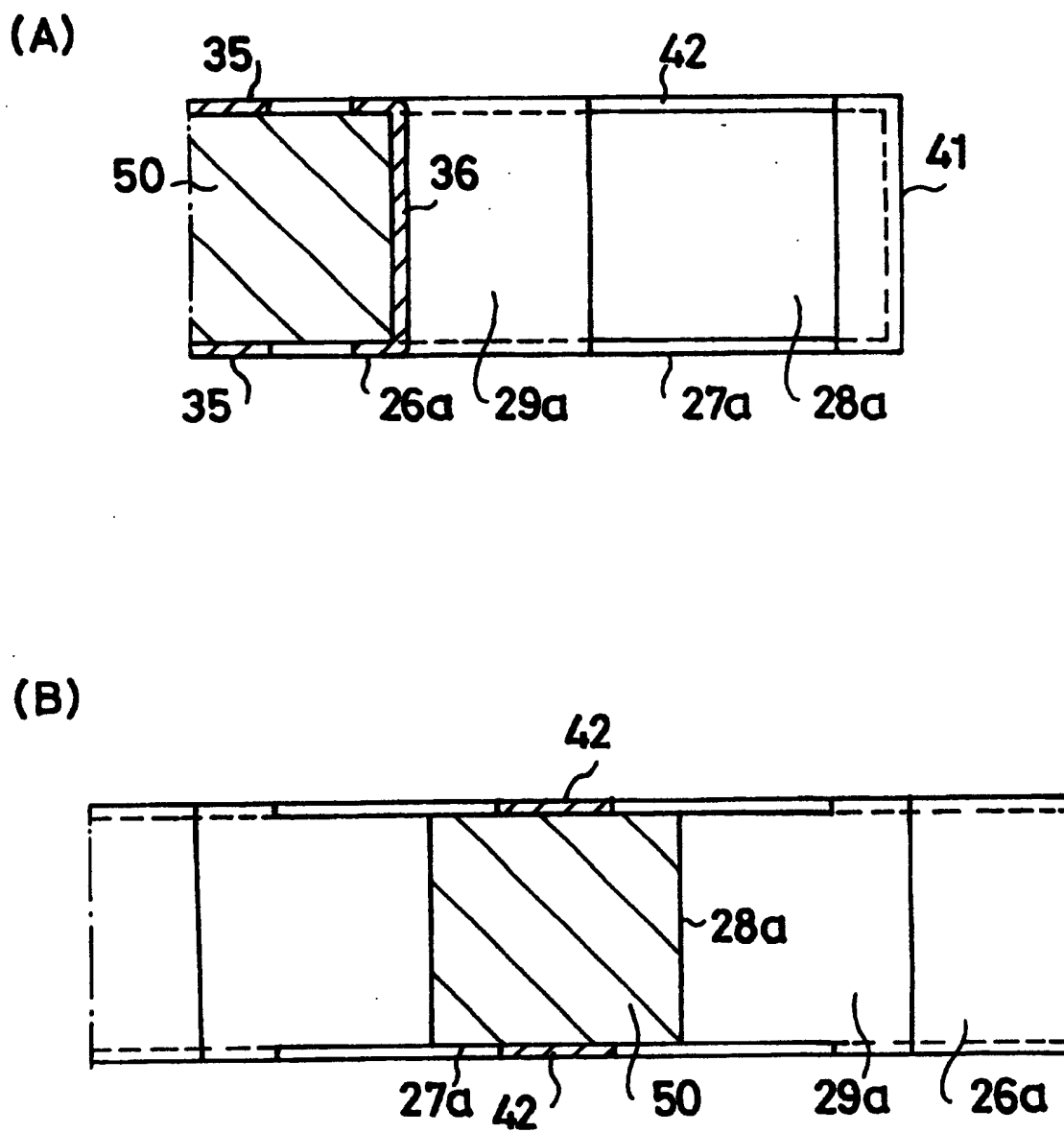


图 8

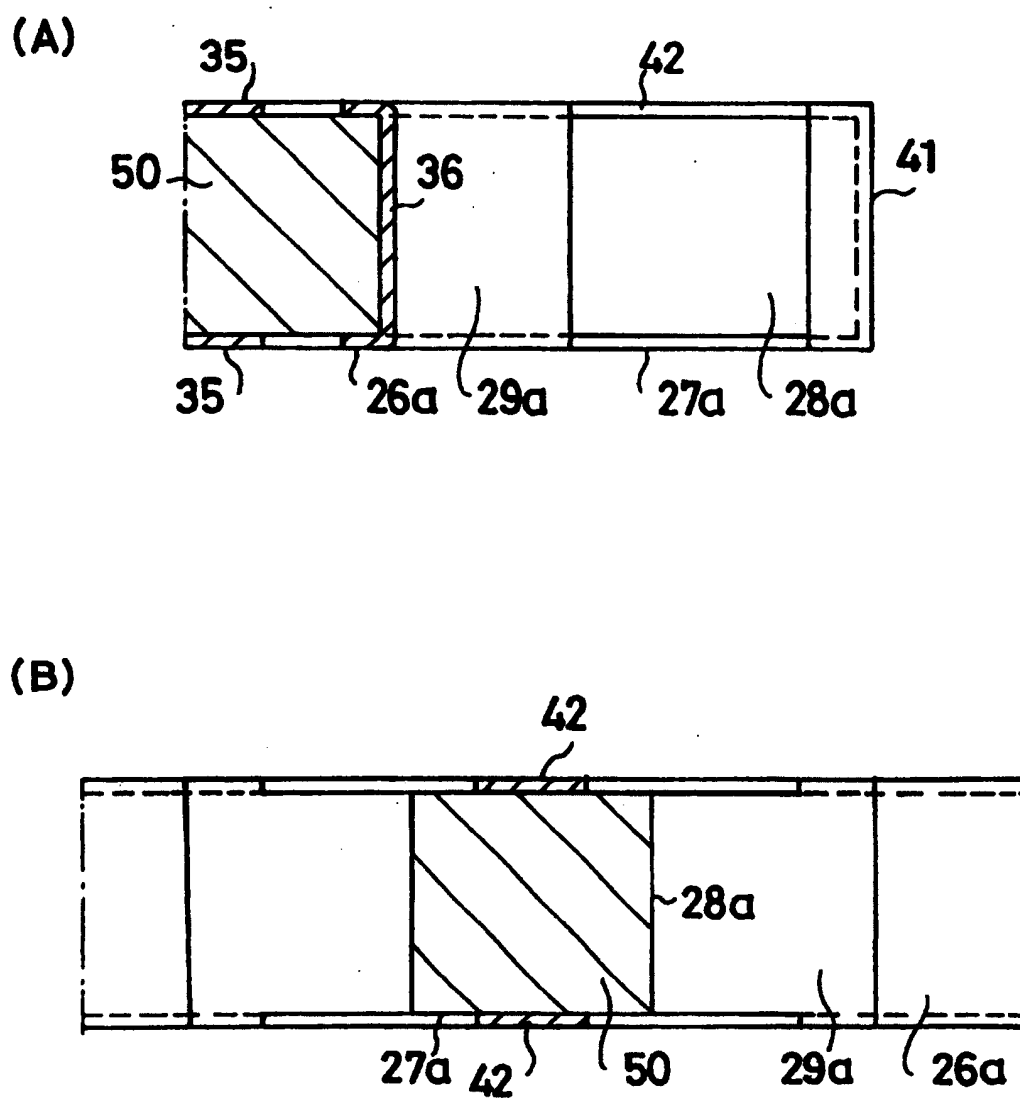


图 9

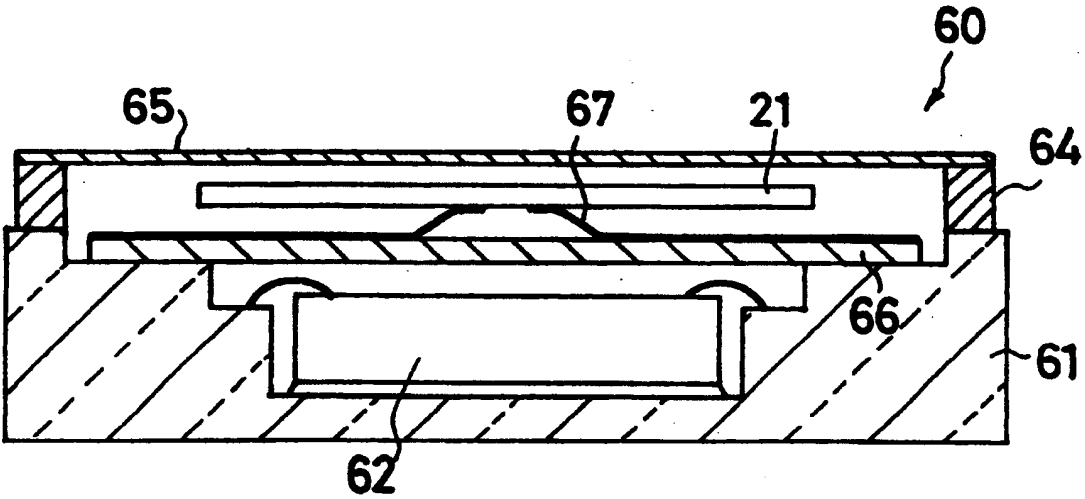


图 10

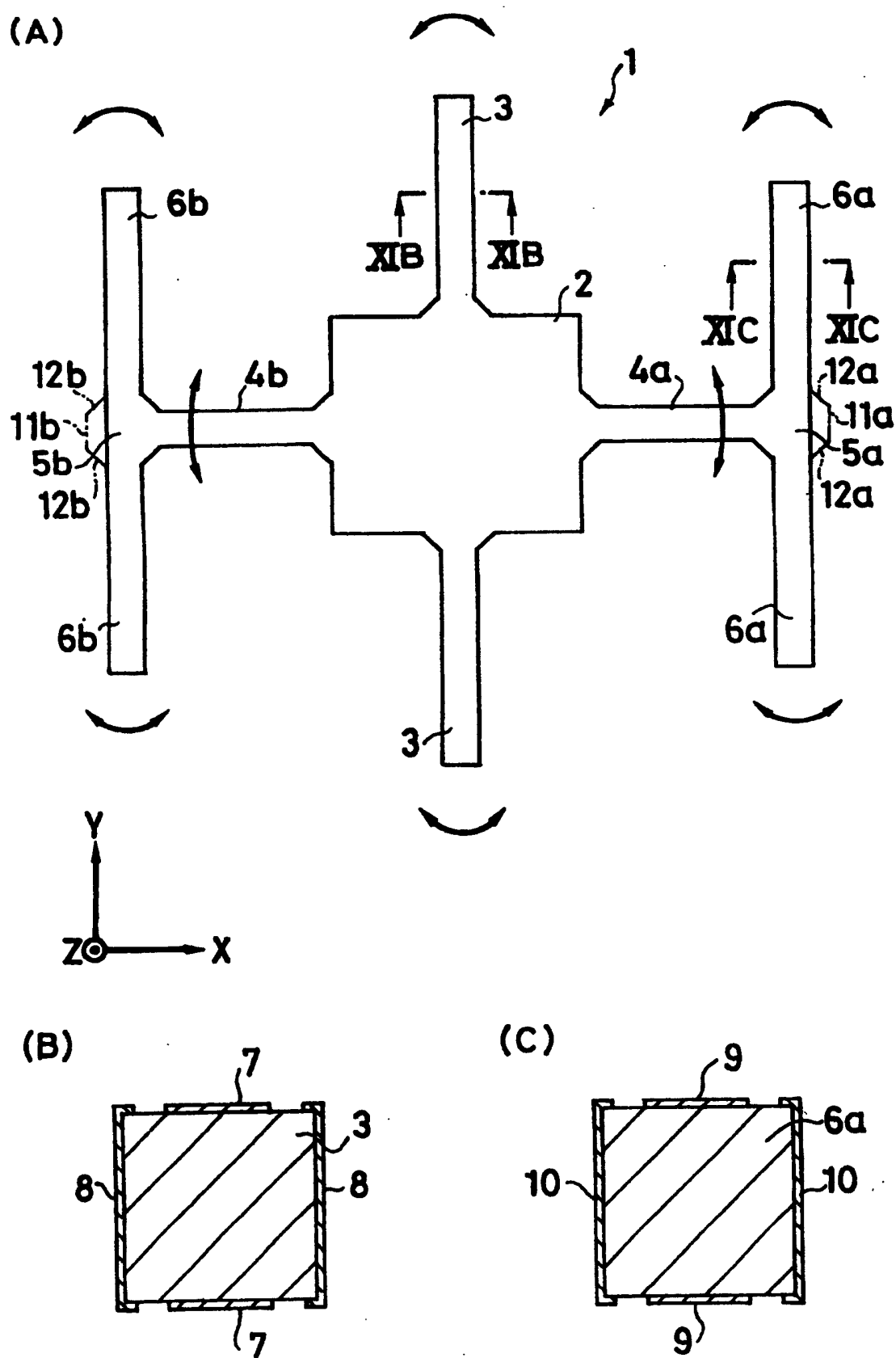


图 11

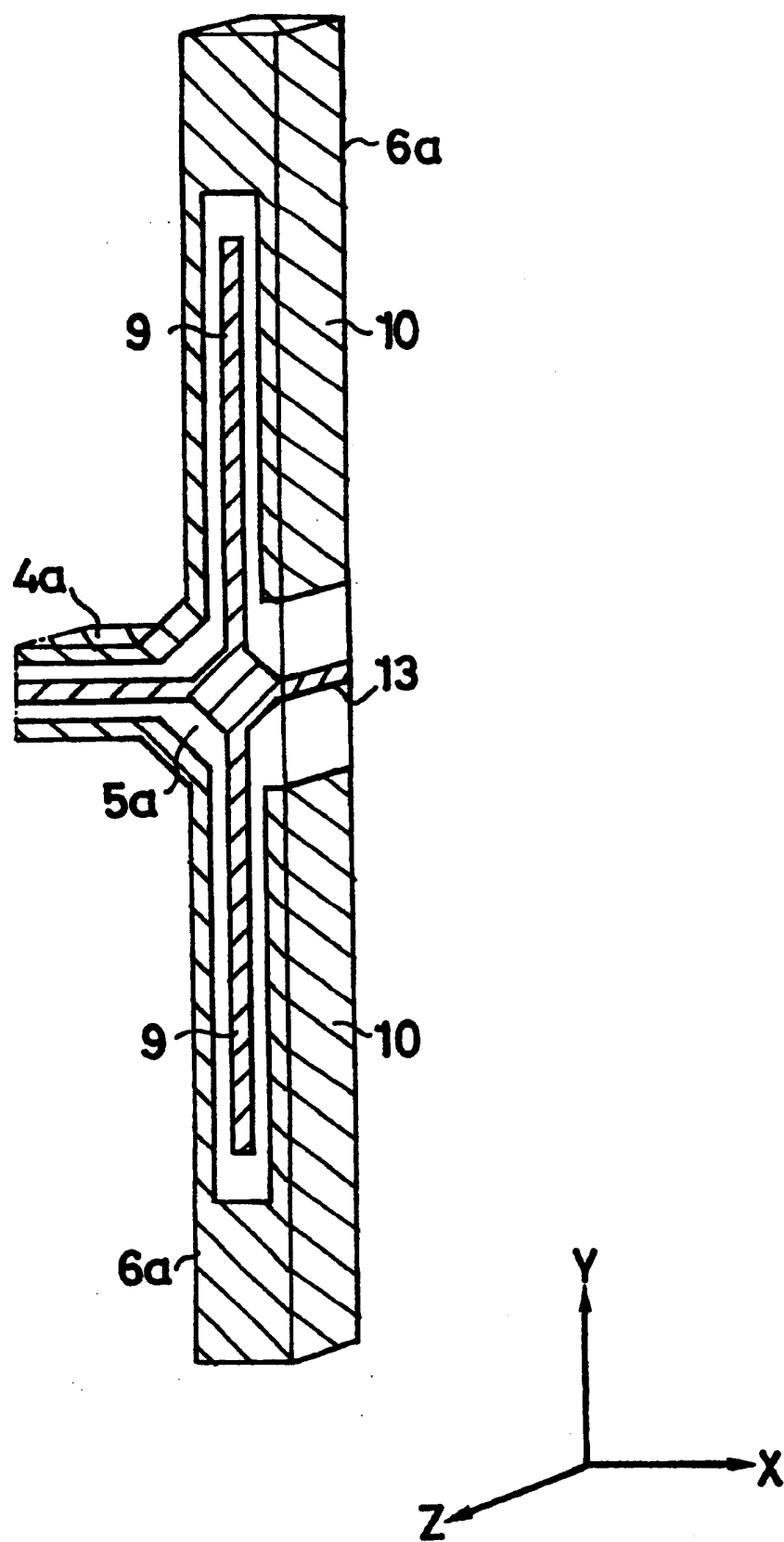


图 12

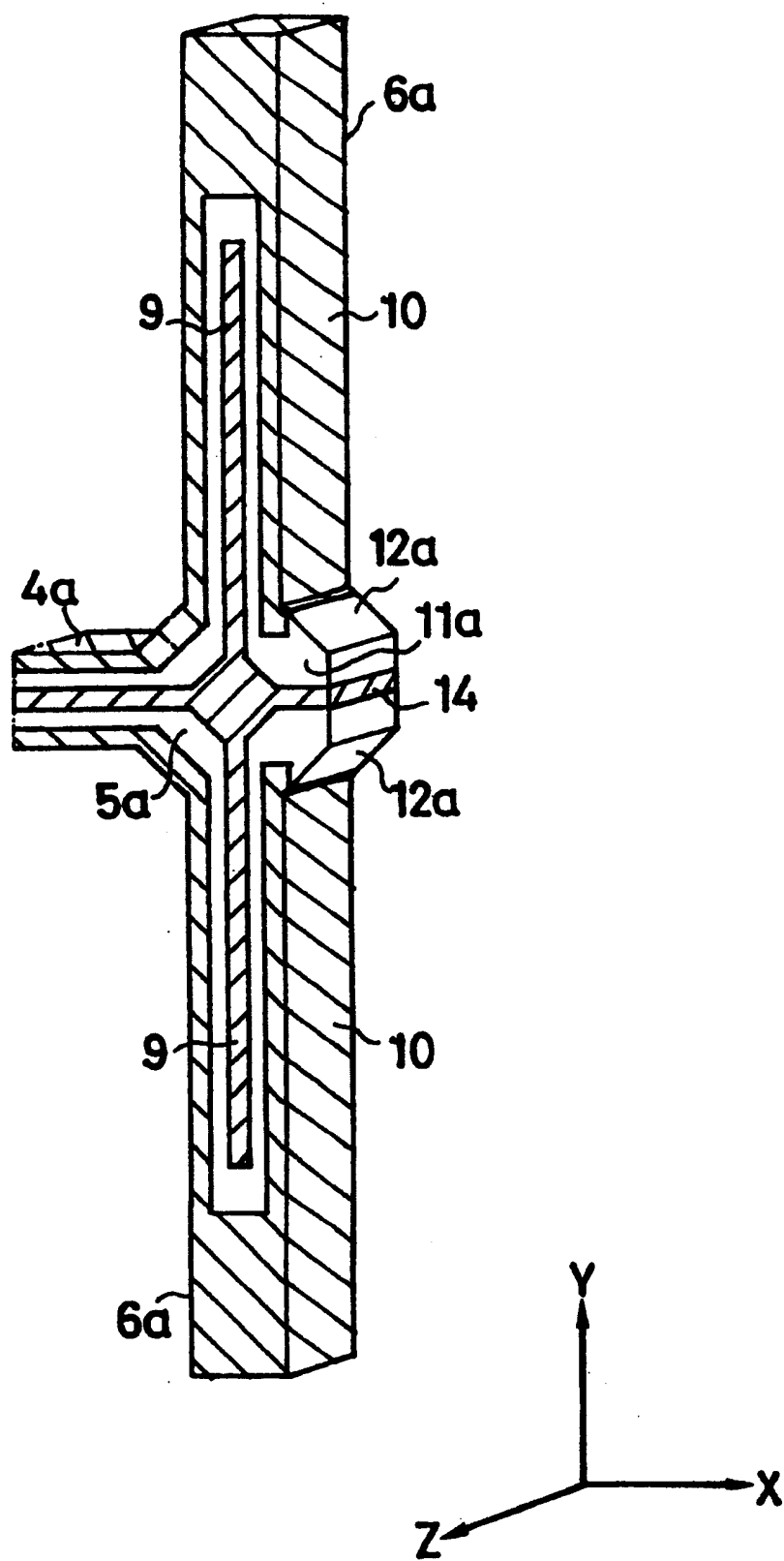


图 13

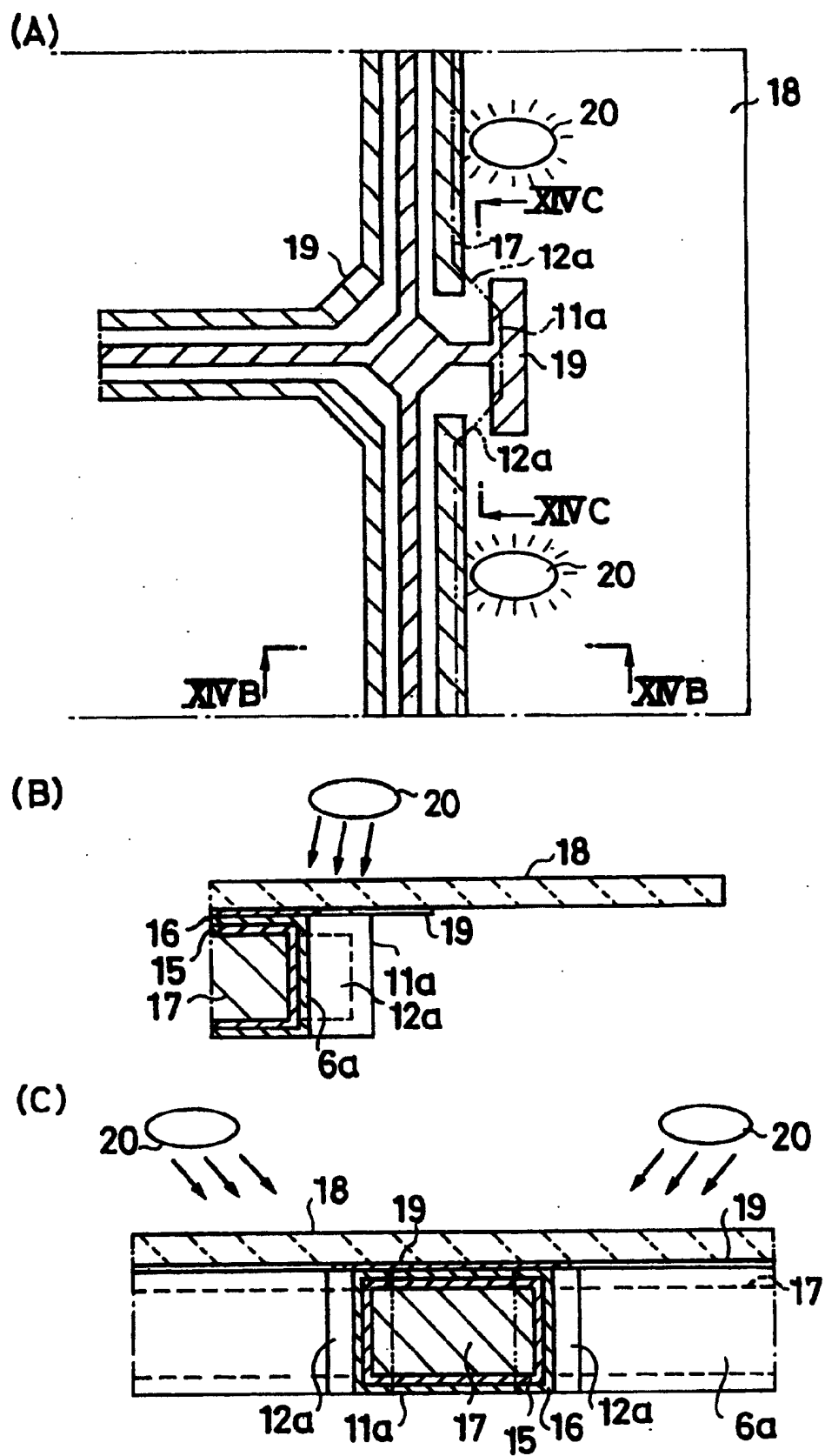


图 14