



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102073138 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 201110027528. 4

(22) 申请日 2009. 03. 13

(30) 优先权数据

2008-218586 2008. 08. 27 JP

2008-063524 2008. 03. 13 JP

2009-053350 2009. 03. 06 JP

(62) 分案原申请数据

200910127133. 4 2009. 03. 13

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 中村真希子 沟口安志

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

G02B 26/08 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6831765 B2, 2004. 12. 14, 说明书第 9-10 栏、附图 26-29.

US 2003/0016428 A1, 2003. 01. 23, 全文.

US 2004/0075522 A1, 2004. 04. 22, 全文.

审查员 崔秀艳

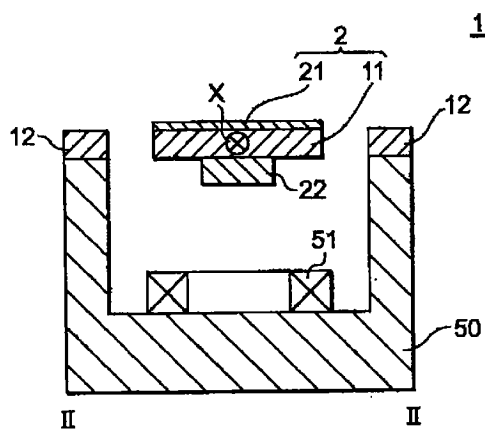
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 17 页

(54) 发明名称

光偏转器

(57) 摘要

本发明提供一种在确保包括反射面的可动板的有效面积的同时降低可动板的惯性矩的光偏转器及其制造方法。上述光偏转器包括：可动板，包括设置有反射面的表面以及与上述表面相对的背面，其中，上述反射面用于反射光；以及一对支承部，支承上述可动板，使上述可动板可围绕规定的轴转动，其中，上述支承部包括截面为平行四边形的两根杆部件，上述两根杆部件被配置成，上述两根杆部件的间距沿着从上述可动板的背面侧朝向上述可动板的表面侧的方向增大。



1. 一种光偏转器,其特征在于,包括:

可动板,包括设置有反射面的表面以及与所述表面相对的背面,其中,所述反射面用于反射光;以及

一对支承部,支承所述可动板,使所述可动板可围绕规定的轴转动,

其中,各个所述支承部由截面为平行四边形的两根杆部件形成,所述两根杆部件被配置成,所述两根杆部件的间距沿着从所述可动板的背面侧朝向所述可动板的表面侧的方向增大,

所述可动板的侧面向垂直于所述规定的轴的轴凹陷,

在所述可动板与所述支承部的所述两根杆部件之间的连接部附近的角部处,在所述凹陷中形成了凸部。

2. 根据权利要求1所述的光偏转器,其特征在于,

所述两根杆部件具有外侧的侧面和内侧的侧面,

所述外侧的侧面和内侧的侧面的结晶面为(111)面。

3. 根据权利要求1所述的光偏转器,其特征在于,将所述可动板的厚度设为 a 、将所述可动板的反射面的外形尺寸设为 b 时, a/b 大于等于0.01小于等于1.4。

光偏转器

[0001] 本申请是申请号为 200910127133.4、申请日为 2009 年 3 月 13 日、发明名称为“光偏转器及其制造方法”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及使用了 MEMS (Micro Electro Mechanical System, 微电子机械系统) 技术的光偏转器及制造方法。

背景技术

[0003] 近年来,使用了 MEMS 技术的微驱动器的开发正积极开展。例如,具有被一对弹性支承部(扭杆)可扭转转动地支承的镜的光偏转器作为利用简便的构成就可以形成图像显示装置的设备正在被开发。

[0004] 伴随着近来的镜面积的增大,镜的惯性矩日益增大,存在由此导致的驱动转矩上升的问题。在专利文献 1 中,公开了在镜的背面设有减轻重量部的光扫描装置的结构。

[0005] 专利文献 1:日本特开 2004-37886 号公报

[0006] 然而,如专利文献 1 所记载的那样,在镜的背面设有减轻重量部的情况下,确实可以降低惯性矩,但是存在无法在镜的背面配置磁石、线圈、传感器等元件的问题。

发明内容

[0007] 本发明是鉴于上述情况而进行研发的,其目的之一是提供一种光偏转器及其制造方法,该光偏转器在确保具有反射面的可动板的有效面积的同时,使可动板的惯性矩降低。

[0008] 为达成上述目的,本发明的光偏转器包括:可动板,包括设置有反射面的表面以及与上述表面相对的背面,其中,上述反射面用于反射光;以及一对支承部,支承上述可动板,使上述可动板可围绕规定的轴转动,其中,上述支承部包括截面为平行四边形的两根杆部件,上述两根杆部件被配置成,上述两根杆部件的间距沿着从上述可动板的背面侧朝向上述可动板的表面侧的方向增大。

[0009] 根据上述构成,由于可动板的侧面向轴凹陷,所以可以降低惯性矩。此处,由于可动板的侧面相当于可动板的外缘,所以从转动轴到可动板的侧面的距离比转动轴到可动板的内侧的距离远。由于惯性矩是指物体的微小部分的质量与该部分到轴的距离的平方的乘积的总和,所以相同质量条件下与在可动板的表面或背面设置凹陷的可动板比较,通过在远离转动轴的可动板的侧面设置凹陷,可以使惯性矩格外的小。而且,由于不在可动板的表面或背面设置凹陷,可以最大限度地可将可动板的表面或背面用作反射面或其他元件的安装面。

[0010] 优选在可动板的侧面出现规定的结晶面。基于此,可以高精度地控制可动板的侧面形状,由于明确了可动板的惯性矩的减少量,所以可以精度良好地控制可动板的转动动作。

[0011] 优选可动板的侧面具有与支承部连接的连接部,连接部附近的角部具有形成在向

轴凹陷的部分上的凸部。这样,对于可动板的位于可动板与支承部的连接部处的侧面,通过不使其凹陷,可以防止由应力向连接部集中而引起的支承部的破损。而且,该连接部距转动轴的距离很近,所以即使不在该部位形成凹陷,也不会那么影响转动矩的降低效果。

[0012] 而且,可动板的侧面具有与支承部连接的连接部,连接部附近的角部可以具有形成在向垂直于轴的方向凹陷的部分上的凸部。这样,对于可动板的位于可动板与支承部的连接部处的侧面,通过不使其凹陷,可以防止由应力向连接部集中而引起的支承部的破损。而且,该连接部距转动轴的距离很近,所以即使不在该部位形成凹陷,也不会那么影响转动矩的降低效果。

[0013] 当可动板的厚度是 a 、可动板的反射面的外形尺寸是 b 时, a/b 是大于等于 0.01 小于等于 1.4。 a/b 小于等于 1.4 是为了防止向横方向的贯穿并确保镜面。 a/b 大于等于 0.01 是为了获得由可动板的侧面凹陷引起的可动板的惯性矩的降低效果。

[0014] 并且,为了达到上述目的,本发明的光偏转器的制造方法,包括如下步骤:在基板的两面形成具有规定图案的掩膜;以及使用掩膜从两面对基板进行蚀刻以形成可动板和从两侧支承可动板的支承部,其中,在形成可动板及支承部的步骤中,使用湿式蚀刻过蚀刻基板,从而至少使基板的形成可动板的部位处的侧面凹陷。

[0015] 根据上述构成,通过利用湿式蚀刻过蚀刻基板从而至少使基板的形成可动板的部位处的侧面凹陷,从而可以在不追加制造工序的情况下,制造使可动板的惯性矩降低的可动板。

[0016] 优选在基板的两面形成具有规定图案的掩膜的步骤中,形成包括第一掩膜图案、第二掩膜图案、以及校正掩膜图案的掩膜,其中,该第一掩膜图案与可动板对应,该第二掩膜图案与支承部对应,该校正掩膜图案用于防止可动板与支承部的连结部的截面积小于其他部位。基于此,可以确保连结部处的支承部的截面积在一定值以上。

[0017] 优选在基板的两面形成具有规定图案的掩膜的步骤中,形成包括第一掩膜图案、第二掩膜图案、以及校正掩膜图案的掩膜,其中,该第一掩膜图案与可动板对应,该第二掩膜图案与支承部对应,该校正掩膜图案对应于可动板与支承部的连结部且宽度大于第二掩膜图案。基于此,可以确保连结部处的支承部的截面积在一定值以上。

[0018] 而且,优选包括在形成所述可动板及所述支承部的步骤之后,通过对所述基板实施各向同性蚀刻从而使所述基板的规定的结晶面的棱线部形成弧形的步骤。

[0019] 基于此,由于可以使因形成所述可动板及所述支承部的步骤中的各向异性蚀刻而在基板上出现的结晶面的棱线部形成弧形,所以可以缓和应力向棱线部的集中。特别是,可以防止应力向可动板和支承部的连接部位集中造成的破损。

附图说明

[0020] 图 1 是本实施方式涉及的光偏转器的平面图;

[0021] 图 2 是图 1 中的线 II-II 的截面图;

[0022] 图 3 是示出可动板的详细构成的截面图;

[0023] 图 4 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图;

[0024] 图 5 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图;

[0025] 图 6 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图;

- [0026] 图 7 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0027] 图 8 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0028] 图 9 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0029] 图 10 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0030] 图 11 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0031] 图 12 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0032] 图 13 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0033] 图 14 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0034] 图 15 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0035] 图 16 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0036] 图 17 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0037] 图 18 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0038] 图 19 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0039] 图 20 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0040] 图 21 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0041] 图 22 是示出第一实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0042] 图 23 是示出第二实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0043] 图 24 是示出第二实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0044] 图 25 是示出第二实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0045] 图 26 是示出第二实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0046] 图 27 是示出第二实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0047] 图 28 是示出第二实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0048] 图 29 是示出第二实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的工序截面图；
- [0049] 图 30 是第三实施方式所涉及的使用了光偏转器的显示装置的概略构成图；
- [0050] 图 31 (A) 是示出根据第四实施方式的光偏转器 1 的概略构成的上表面图, 图 31 (B) 是图 31 (A) 中的截面 B-B 的示意图；
- [0051] 图 32 是第四实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的示意图；
- [0052] 图 33 是第四实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的示意图；
- [0053] 图 34 是第四实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的示意图；
- [0054] 图 35 是第四实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的示意图；
- [0055] 图 36 是第四实施方式所涉及的光偏转器的制造方法的示意图。

具体实施方式

[0056] (第一实施方式)

[0057] 以下, 参照附图, 对本发明的实施方式进行说明。

[0058] 图 1 是示出本实施方式所涉及的光偏转器的构成的平面图。图 2 是图 1 中的线 II-II 的截面图。

[0059] 光偏转器 1 包括可动板 11、支承框 12、以及一对弹性支承部 13, 该一对弹性支承部 13 以使可动板 11 相对于支承框 12 可扭转转动的方式支承可动板 11。可动板 11、支承

框 12 及弹性支承部 13 例如可以通过蚀刻加工硅基板来一体地形成。在可动板 11 的表面形成有反射膜 21。基于此,构成包括可动板 11 和反射膜 21 的镜 2。

[0060] 而且,通过未图示的粘结剂,磁石 22 接合在可动板 11 的背面。俯视可动板 11 时,磁石 22 在与作为可动板 11 的转动中心轴的轴线 X 正交的方向上被磁化。即,磁石 22 具有隔着轴线 X 彼此相对且极性不同的一对磁极。支承框 12 与架 50 接合,并在架 50 上设置有用驱动可动板 11 的线圈 51。

[0061] 在上述振动镜 1 中,周期性地发生变化的电流(交流)被供给至线圈 51。基于此,线圈 51 交替地产生向上(可动板 11 侧)的磁场和向下的磁场。基于此,磁石 22 的一对磁极中的一个磁极靠近线圈 51,另一个磁极远离线圈 51,从而使弹性支承部 13 扭转变形,同时使可动板 11 绕 X 轴转动。

[0062] 在图 2 中,示出了利用磁石 22 和线圈 51 之间的电磁力的驱动方式的振动镜。然而,本发明也可以采用利用静电引力的方式或利用压电元件的方式。例如,在利用静电引力的方式的情况下,不需要磁石 22,可以设置一个或多个与可动板 11 对置的电极来代替磁石 22。而且,通过在可动板 11 和电极之间施加周期性地发生变化的交流电压,从而使可动板 11 和电极之间作用有静电引力,一边使弹性支承部 13 扭转变形,一边使可动板 11 绕 X 轴转动。

[0063] 图 3 是示出可动板 11 的详细构成的截面图。

[0064] 如图 3 所示,在本实施方式中,可动板 11 的侧面 14 向转动轴 X 侧凹陷。具体地讲,在使用主面是(100)面的硅晶片(wafer)形成可动板 11 时,可动板 11 的侧面 14 由硅(111)面构成。硅(111)面与主面所成角度 θ 是 54.73° 。

[0065] 根据上述构成,可动板 11 的侧面 14 向轴凹陷,因此可以减少惯性矩。这里,从转动轴 X 到构成可动板 11 的外缘的侧面 14 的距离比转动轴 X 到可动板 11 的内侧远。惯性矩是指物体的微小部分的质量与该部分到轴的距离的平方的乘积的总和,所以相同质量条件下与将凹陷设置在可动板 11 的表面或背面的情况相比,凹陷被设置在远离转动轴 X 的可动板 11 的侧面 14 使得惯性矩格外小。而且,由于不在可动板 11 的表面或背面设置凹陷,可以最大限度地将可动板 11 的表面或背面用作反射面或其他元件的安装面。如图 2 所示,例如磁石 22 被固定在该可动板 11 的背面。

[0066] 这里,将可动板的厚度设为 a、可动板的反射面的外形尺寸设为 b 时,优选 a/b 是大于等于 0.01 小于等于 1.4。使 a/b 小于等于 1.4 是因为:为了防止向横方向的贯穿以确保镜面,a/b 必须小于等于 1.4。例如,当镜的外形尺寸为 b、厚度为 a 时,向横方向的蚀刻量是 c, θ 是 54.73° 。此时,为了防止横方向的贯穿,需要满足下式(1)的条件,而且如图 3 所示,c 用下式(2)表示。下式(1)成立。根据下式(1)以及下式(2),如下式(3)所示,a/b 小于等于 1.4。

$$[0067] \quad b \geq 2c \quad (1)$$

$$[0068] \quad (a/2)/c = \tan 54.73 \quad (2)$$

$$[0069] \quad a/b \leq 1.4 \quad (3)$$

[0070] 使 a/b 大于等于 0.01 是因为:通过使这样尺寸的可动板的侧面凹陷,可以增大降低可动板的惯性矩的效果。例如,对于厚度 $a = 150 \mu\text{m}$ 、外形尺寸 $b = 2000 \mu\text{m}$ 的镜,将侧面不凹陷的可动板作为比较例,将侧面是出现(111)面并凹陷的可动板作为实施例。在上述

条件下模拟惯性矩的结果是,比较例的惯性矩是 $2.97 \times 10^{-13} \text{kgm}^2$,与此相对,本实施例的惯性矩是 $2.40 \times 10^{-13} \text{kgm}^2$ 。其结果是, (实施例的惯性矩 / 比较例的惯性矩) $\times 100\% = 81\%$,证实了惯性矩减少约 20%。

[0071] 接下来,参照图 4 至图 18,对上述实施方式所涉及的光偏转器 1 的制造方法进行说明。

[0072] 如图 4 所示,例如,准备含有硅的基板 10。然后,如图 5 所示,通过热氧化,在基板 10 的两面形成包含氧化硅的掩膜 31、32。

[0073] 接下来,如图 6 所示,在基板 10 的表面侧的掩膜 31 上形成保护层 41,保护层 41 可以是正 (positive) 的也可以是负 (negative) 的。然后,接着,如图 7 所示,在基板 10 的背面侧的掩膜 32 上形成保护层 42。

[0074] 接下来,如图 8 所示,曝光及显影基板 10 的背面侧的保护层 42,在保护层 42 上形成规定的开口图案 P2。开口图案 P2 例如可以是使可动板 11、支承框 12、弹性支承部 13 以外的区域开口的图案。

[0075] 接下来,如图 9 所示,将保护层 42 作为掩膜并蚀刻背面侧的掩膜 32。基于此,保护层 42 的开口图案 P2 被转印到掩膜 32。在掩膜 32 的蚀刻中,例如使用了氢氟酸 (BHF)。

[0076] 接下来,如图 10 所示,除去基板两面的保护层 41、42。在保护层 41、42 的除去中使用了硫酸洗净或灰化抛光 (ashing)。

[0077] 接下来,如图 11 所示,在基板 10 的背面侧再次形成保护层 43。并且,如图 12 所示,在基板 10 的表面侧再次形成保护层 44。

[0078] 接下来,如图 13 所示,曝光及显影基板 10 的表面侧的保护层 44,在保护层 44 上形成规定的开口图案 P1。开口图案 P1 例如是与开口图案 P2 相同的图案。

[0079] 接下来,如图 14 所示,将保护层 44 作为掩膜并蚀刻表面侧的掩膜 31。基于此,保护层 44 的开口图案 P1 被转印至掩膜 31。在掩膜 31 的蚀刻中,例如使用氢氟酸 (BHF)。

[0080] 接下来,如图 15 所示,除去基板两面的保护层 43、44。在保护层 43、44 的除去中,使用硫酸洗净或灰化抛光。

[0081] 接下来,如图 16 所示,利用掩膜 31、32 蚀刻基板 10。基于此,在基板 10 上形成贯穿孔 (通孔),形成可动板 11、支承框 12、弹性支承部 13 的图案。在基板 10 的蚀刻中,使用例如使用了 KOH 的湿式蚀刻。

[0082] 接下来,如图 17 所示,除去掩膜 31、32 后,通过在基板 10 的表面上形成金属膜并进行图案形成,从而在可动板 11 上形成反射膜 21。作为金属膜的成膜方法,可以例举真空蒸镀、溅射、电镀、非电解镀、金属箔的接合等。另外,也可以不除去掩膜 31 及掩膜 32,而将其残留。

[0083] 接下来,如图 18 所示,隔着未图示的粘结剂将磁石 22 固定在可动板 11 的背面。

[0084] 作为之后的步骤,将包括用上述方法并使用一个基板制成的可动板 11、支承框 12 以及弹性支承部 13 的结构体安装于架 50 上,从而制成光偏转器 1。

[0085] 以上是本实施方式涉及的光偏转器 1 的制造方法的全部制造步骤,下面将参照图 19 至图 22 对使可动板 11 的侧面 11a 凹陷的方法进行详细说明。在图 19 至图 22 中,(A) 是基板 10 的截面图,(B) 是基板 10 的表面图。

[0086] 图 19 是在基板 10 的表面及背面形成所需要的图案的掩膜 31 及 32 后的截面图及

表面图。图 19(A) 的截面图与图 15 对应。在以下的说明中,例如是采用由主面为 (100) 面的硅晶片构成的基板 10 的情况。

[0087] 如图 20 所示,如果对基板 10 进行使用 KOH 的湿式蚀刻,从基板 10 的两面开始进行蚀刻。在使用湿式蚀刻的情况下,例如基板 10 中露出于开口图案 P1、P2 的部位被蚀刻成锥形。

[0088] 如图 21 所示,从基板 10 的表面开始蚀刻而形成的孔与从基板 10 的背面开始蚀刻而形成的孔的底之间彼此接触,从而形成一个贯穿基板 10 的孔。此时,在 KOH 等湿式蚀刻中,硅的结晶面方位 (111) 面作为蚀刻阻止面 (stopper) 而发挥作用,所以由与表面所成的角度 $\theta = 54.73^\circ$ 的面构成的侧面形状被自动地形成。如图 21 所示,通常利用湿式蚀刻加工基板 10 时,基板 10 的侧面 14a 朝向轴的相反侧形成为凸状。

[0089] 在本实施方式中,如图 22 所示,过蚀刻 (over etching) 基板 10,并在保持镜的反射面的有效面积的状态下蚀刻基板 10 的侧面直至内侧的 (111) 面。基于此,如图 22 所示,得到向轴凹陷的侧面 14。通过管理湿式蚀刻液的温度、浓度、蚀刻时间从而自动地形成该侧面 14。

[0090] 在上述本实施方式涉及的光偏转器 1 中,相同质量条件下与在可动板 11 的表面或背面设有凹陷的情况比较,可动板 11 的侧面 14 凹陷得到了很大的降低惯性矩的效果。而且,由于不在可动板 11 的表面或背面设置凹陷,可以最大限度地将可动板 11 的表面或背面用作反射面或其他元件的安装面。

[0091] 这样,由于可以在不改变镜 2 的有效面积的情况下减少镜 2 的惯性矩,所以可以减小转动时施加给弹簧 (弹性支承部 13) 的应力,并且可以防止弹性支承部 13 的破损。

[0092] 而且,通过惯性矩的减少可以缩短实现相同共振频率的弹性支承部 13 的长度以实现小型化,同时,可以抑制在驱动频率附近出现扭转以外的模式。而且,可以实现大偏转角。

[0093] 另外,根据本实施方式涉及的光偏转器 1 的制造方法,使用湿式蚀刻来过蚀刻基板 10,并至少使基板 10 的形成可动板 11 的部位处的侧面凹陷,从而可以在不追加制造工序的情况下,制造出可以降低惯性矩的可动板 11。

[0094] 另外,在如上所述地对基板 10 实施湿式蚀刻后,也可以对基板 10 进行各向同性蚀刻使基板 10 的结晶面的棱线部形成弧形。对基板 10 实施湿式蚀刻 (各向异性蚀刻) 而出现的 (111) 面形成为与相邻的面之间形成的角度是 109.47° 。在可动板 11 与支承框 12 的连接部位,由于应力集中在该角部 (棱线部),因此连接部位有可能破损。通过对基板 10 实施各向同性蚀刻,可以使该角部形成弧形,所以可以缓和应力向角部的集中。基于此,可以防止应力集中导致的可动板 11 和支承框 12 的连接部位的破损。

[0095] 另外,对基板 10 实施各向同性蚀刻时,为了调整各向异性蚀刻造成的基板 10 整体的缩小,优选预先在湿式蚀刻时,调整掩膜 31、32,以使可动板 11、支承框 12、弹性支承部 13 的各图案形成地稍大些。

[0096] (第二实施方式)

[0097] 在基板 10 的湿式蚀刻中,与可动板 11 对应的部分和与弹性支承部 13 对应的部分的连接部成为角部,有时该角部的蚀刻与其他区域的蚀刻相比更快地进行。第二实施方式用于防止该角部的过度的蚀刻。

[0098] 参照图 23 至图 28 对第二实施方式涉及的光偏转器 1 及其制造方法进行说明。图 23 至图 28 是基板 10 的蚀刻步骤中的表面图。

[0099] 如图 23 所示,在本实施方式中,在基板 10 的表面形成掩膜 31,该掩膜 31 包括:与可动板 11 对应的第一掩膜图案 31a、与弹性支承部 13 对应的第二掩膜图案 31b、用于防止可动板 11 与弹性支承部 13 的连接部的垂直于转动轴的截面积小于其他部位的校正掩膜图案 31c。另外,在基板 10 的背面侧也形成具有与表面侧的掩膜 31 相同图案的掩膜 32。如图所示,校正掩膜图案 31c 形成为与转动轴正交的方向上的宽度大于第二掩膜图案 31b 小于第一掩膜图案 31a。

[0100] 图 24 是可动板和弹性支承部的连接部处的掩膜的放大图,图 25 是掩膜 31 下方的基板的放大表面图。图 26 至图 28 是进行蚀刻时的基板 10 的连接部的放大图,图 26 示出蚀刻开始时的状态,图 27 示出利用湿式蚀刻贯穿基板时的状态,图 28 示出过蚀刻后的状态。

[0101] 图 29(A) 示出了图 28 中的 A-A 截面。图 29(B) 示出了图 29(A) 中的截面 B-B。即,图 29(B) 示出了平行于图 28 所示的平面的截面。另外,图 29(C) 示出了图 28 中的 C-C 截面。如图 22 所示,通过对基板 10 进行过蚀刻,形成了向轴凹陷的侧面 14,而通过设置校正掩膜图案 31c 来进行蚀刻,如图 29(A)、29(B)、29(C) 所示,侧面 14 向轴凹陷,同时在可动板 11 与弹性支承部 13 的连接部 19 附近的角部 15 处,在该凹陷中形成了凸部 16。

[0102] 这样,通过预先设置校正掩膜图案 31c,可以防止可动板 11 与弹性支承部 13 的连接部 19 的截面积小于其他部位。因此,可以降低惯性矩,同时能维持弹性支承部 13 的刚性。另外,在凸部 16 上除了会出现硅 (111) 面之外,根据蚀刻条件或校正掩膜图案 31c 的形状,有时也会出现 (110) 面、(100) 面、(212) 面、(331) 面、(311) 面、(131) 面、(411) 面、(141) 面等。此外,有时也会出现与这些面等效的面。

[0103] 如上所述,通过在可动板 11 与弹性支承部 13 的连接部 19 附近的角部 15 上形成包括校正掩膜图案 31c 的掩膜 31,从而即使角部 15 的蚀刻比其他部位更快地进行,也可以确保可动板 11 与弹性支承部 13 的连接部 19 的截面积。而且,通过设置校正掩膜图案 31c,基板 10 的侧面 14 向轴凹陷,同时在连接部 19 处,在该凹陷中形成了凸部 16,因此可以抑制应力向连接部 19 集中,并且可以防止由此造成的弹性支承部 13 的破损。而且,由于此连接部 19 距离转动轴很近,所以即使连接部 19 不向轴凹陷,也不会那么影响转动矩的降低效果。

[0104] (第三实施方式)

[0105] 作为本实施方式涉及的光偏转器 1 的应用例,对投影型显示装置进行说明。图 30 是示出投影型显示装置的概略构成的图。图 30 所示的光扫描装置使用图 1 所示的光偏转器 1 作为水平扫描镜。

[0106] 图 30 所示的光扫描装置除了光偏转器 1 之外还包括:激光光源 101、分色镜 102、光电二极管 103、垂直镜 104。

[0107] 激光光源 101 具有:射出红色激光的红色激光光源 101R、射出蓝色激光的蓝色激光光源 101B、射出绿色激光的绿色激光光源 101G。但是,也可以使用两种颜色以下或四种颜色以上的激光光源。

[0108] 分色镜 102 包括:反射来自红色激光光源 101R 的红色激光的分色镜 102R、反射蓝色激光并使红色激光透过的分色镜 102B、反射绿色激光并使蓝色激光及红色激光透过的分

色镜 102G。通过这三种分色镜 102,可以使红色激光、蓝色激光及绿色激光的合成光入射到振动镜 1。

[0109] 光电二极管 103 检测未被各分色镜 102R、102G、102B 反射而透过的红色激光、绿色激光、蓝色激光的光量。

[0110] 光偏转器 1 在水平方向(X轴的垂直方向)扫描从分色镜 102 送出的激光。如上所述,光偏转器 1 是利用 MEMS 形成的共振型镜。

[0111] 垂直镜 104 在垂直方向扫描被光偏转器 1 反射的激光。垂直镜 104 例如由电流镜(galvano-mirror)构成。电流镜是指在镜中安装轴并根据电振动改变镜的转动角的偏转器。通过由光偏转器 1 进行的激光的水平扫描以及由垂直镜 104 进行的激光的垂直扫描来显示图像。

[0112] 作为上述激光光源 101、振动镜 1、垂直镜 104 的驱动控制系统,本实施方式涉及的光扫描装置还包括:驱动激光光源 101 的激光驱动单元 110、驱动光偏转器 1 的水平镜驱动单元 111、驱动垂直镜 104 的垂直镜驱动单元 112、控制整体动作的控制单元 113 以及存储单元 114。

[0113] 控制单元 113 根据个人电脑或便携式电话等各种图像源 115 输送的图像信息,控制激光驱动单元 110、水平镜驱动单元 111 以及垂直镜驱动单元 112 的动作,以显示这些图像。

[0114] 存储单元 114 例如由收容各种程序的 ROM、收容变量等的 RAM 以及非易失性存储器构成。

[0115] 通过将本实施方式涉及的光偏转器 1 应用于显示装置,可以实现显示性能良好的显示装置。

[0116] (第四实施方式)

[0117] 图 31(A) 是示出根据第四实施方式的光偏转器 1 的概略构成的上表面图,图 31(B) 是图 31(A) 中的 B-B 截面的示意图。但是,图 31(B) 仅示出了光偏转器 1 的支承框 12 和弹性支承部 17。如图所示,在本实施方式中,每个弹性支承部 17 均由两根杆 17a 形成。杆 17a 的截面为平行四边形,并被配置成沿着朝向上表面侧的方向,两根杆 17a 的间距增大。而且,这里,图中的 $\theta = 54.73^\circ$ 。

[0118] 利用图 32 和图 33 对根据第四实施方式的光偏转器 1 的制造方法进行说明。图 32 和图 33 示出了和图 31(B) 相同的截面。首先,在基板 10 的表面和背面形成与可动板 11、支承框 12 以及弹性支承部 17 对应的图案的蚀刻用掩膜。图 32 示出了对应于支承框 12 的掩膜图案 31g 和对应于弹性支承部 17 的掩膜图案 31b。

[0119] 接着,对基板 10 进行采用 KOH 的湿式蚀刻。从基板 10 的表面和背面进行的蚀刻所形成的各个孔相互连接,从而形成贯穿基板 10 的一个孔。在 KOH 等的湿式蚀刻中,由于硅的结晶面方位(111)面用作蚀刻止动面,因此自动地形成由与表面所成角度 $\theta = 54.73^\circ$ 的面构成的侧面形状。如图 33 所示,支承框 12 的侧面 14b 朝向轴的相反侧形成为凸状。而且,弹性支承部 17 的杆 17a 外侧的侧面 14c 在基板 10 的表面侧残留有凸部。弹性支承部 17 的杆 17a 内侧的侧面 14d 在基板 10 的背面侧残留有凸部,两根杆 17a 之间处于尚未贯通的状态。如此,根据形成在基板 10 的表面和背面上的掩膜图案,通过蚀刻来形成孔。

[0120] 接着,对基板 10 进行过蚀刻,并蚀刻基板 10 的侧面直至内侧的(111)面时,如图

[0131]	10 基板	11 可动板
[0132]	12 支承框	13、17 弹性支承部
[0133]	14 侧面	15、15a、15b 角部
[0134]	16、18 凸部	17a 杆
[0135]	19 连接部	50 架
[0136]	21 反射膜	22 磁石
[0137]	41、42、43、44 保护层	31、32 掩膜
[0138]	51 线圈	
[0139]	100 显示装置	101 激光光源
[0140]	101R 红色激光光源	101G 绿色激光光源
[0141]	101B 蓝色激光光源	
[0142]	102、102R、102G、102B 分色镜	
[0143]	103、103R、103G、103B 光电二极管	
[0144]	104 垂直镜	110 激光驱动单元
[0145]	111 水平镜驱动单元	112 垂直镜驱动单元
[0146]	113 控制单元	114 存储单元
[0147]	115 图像源	P1、P2 开口图案

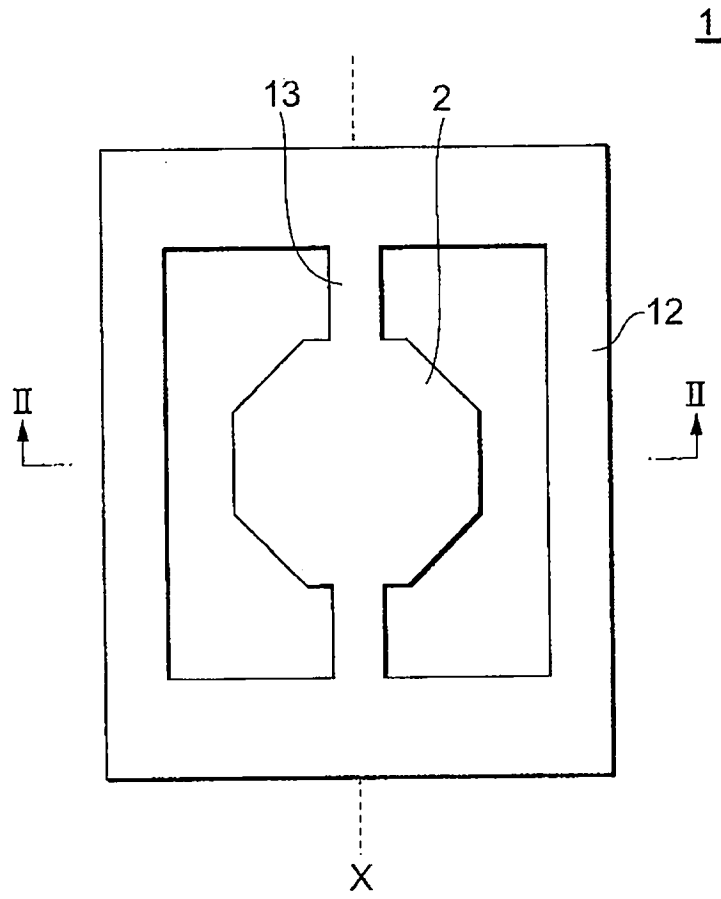


图 1

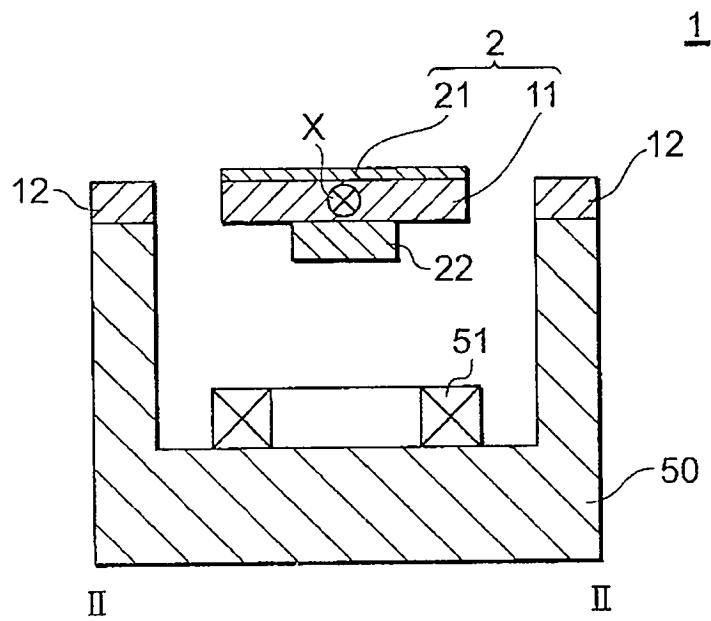


图 2

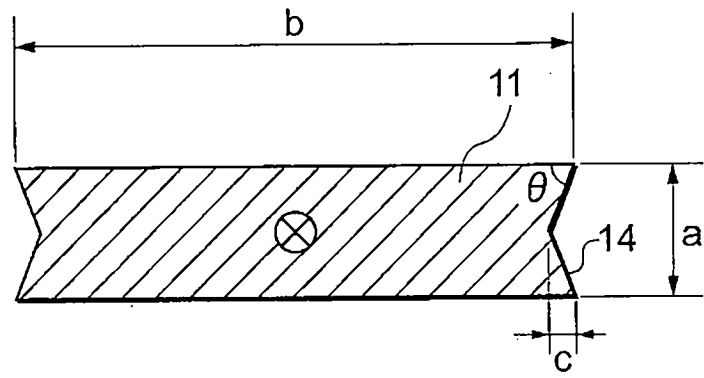


图 3

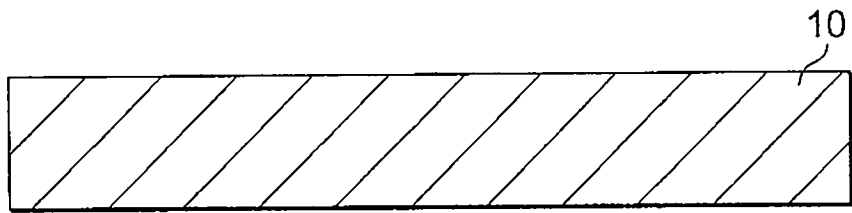


图 4

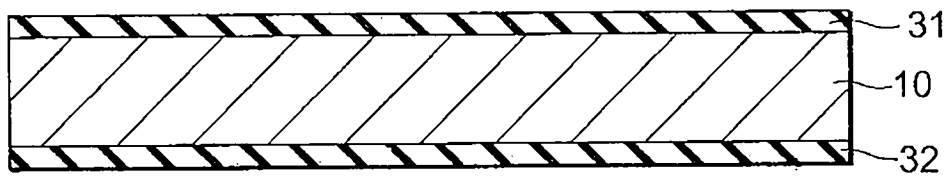


图 5

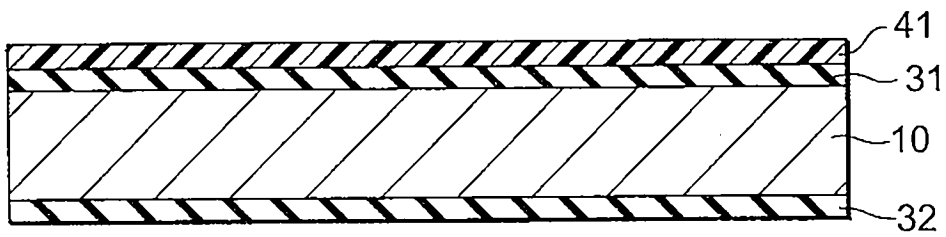


图 6

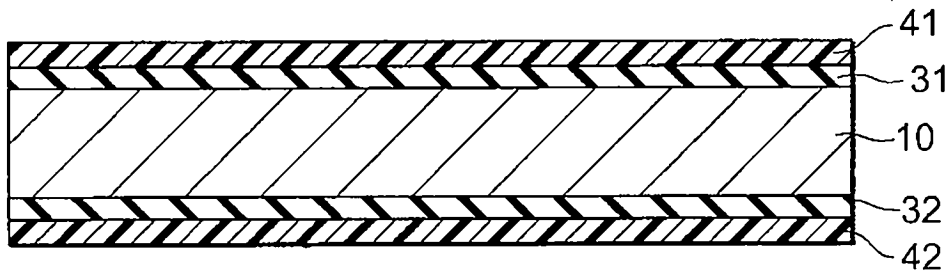


图 7

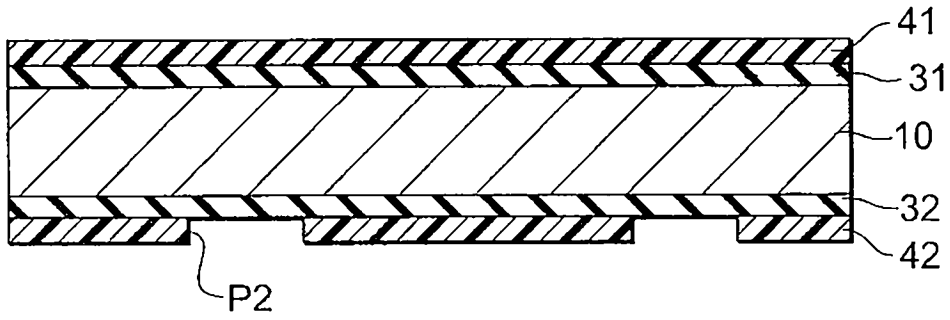


图 8

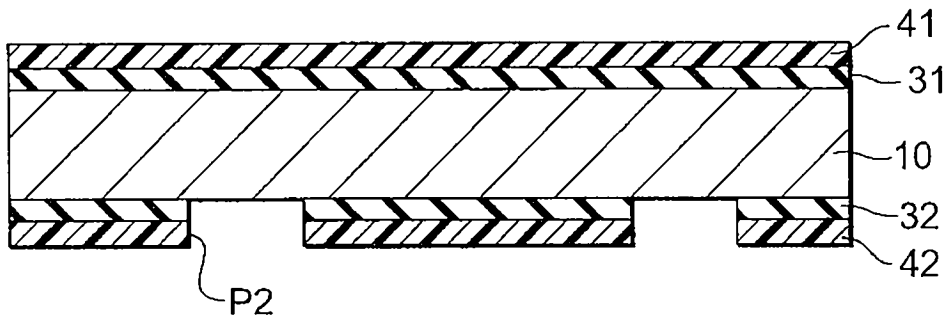


图 9

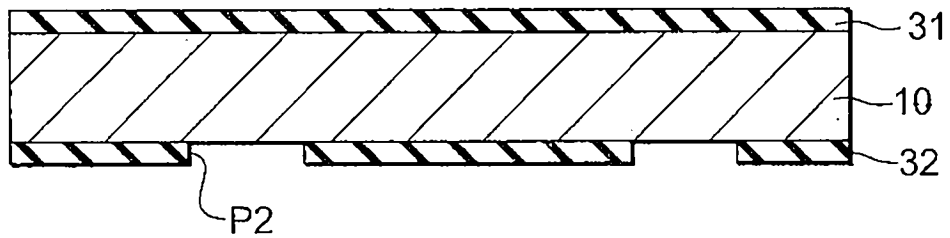


图 10

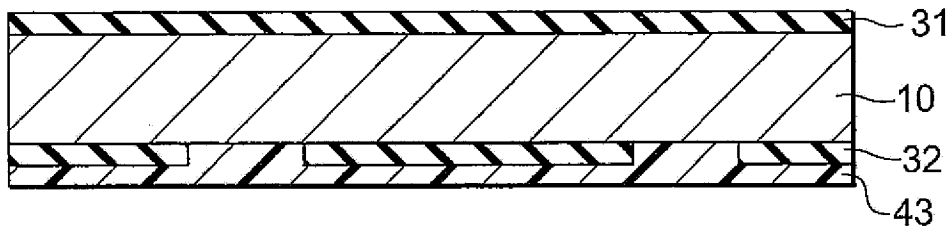


图 11

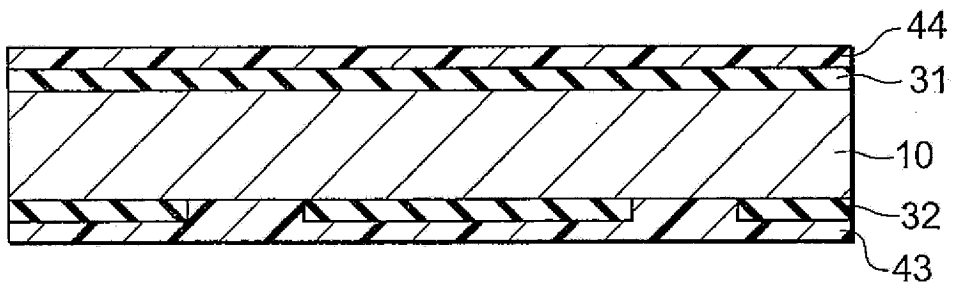


图 12

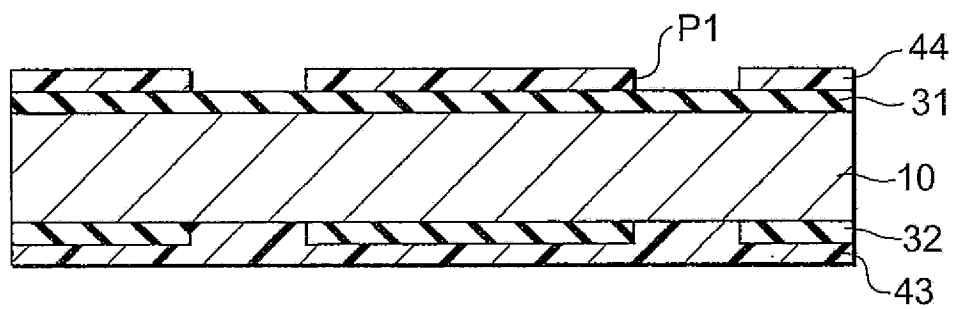


图 13

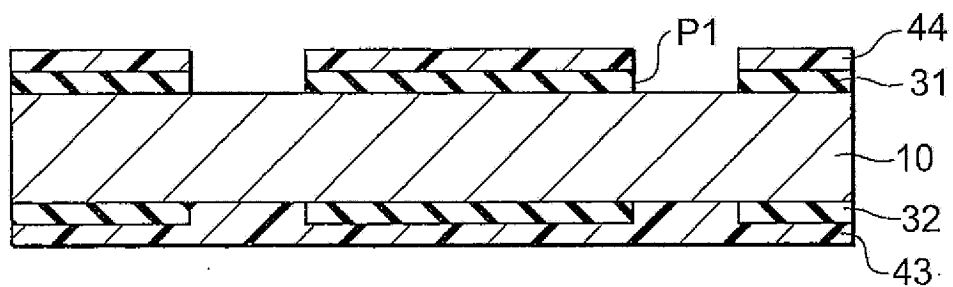


图 14

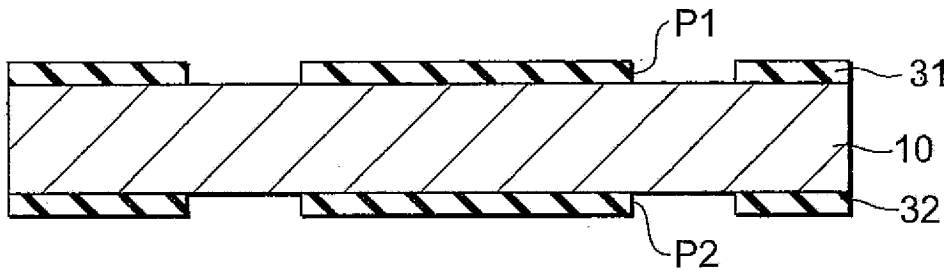


图 15

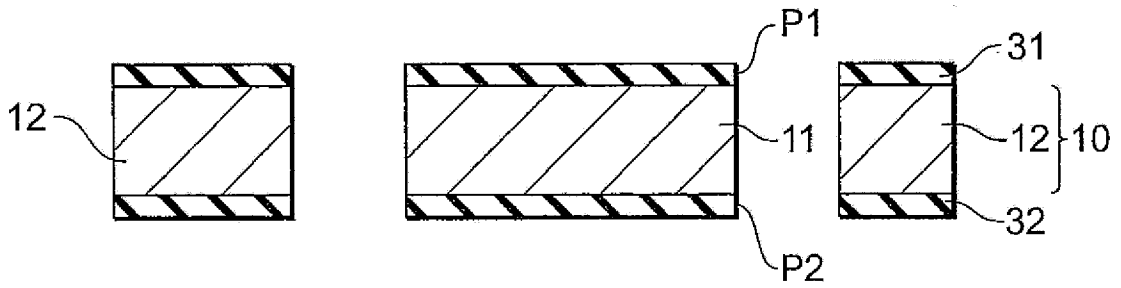


图 16

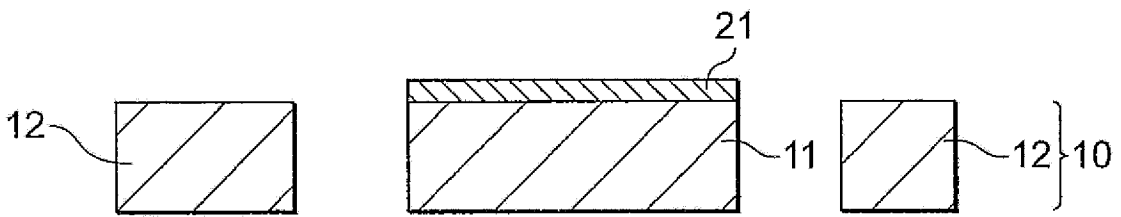


图 17

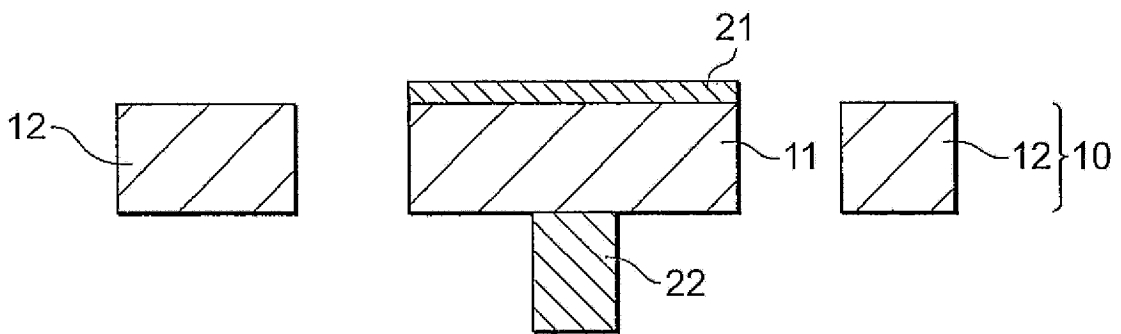


图 18

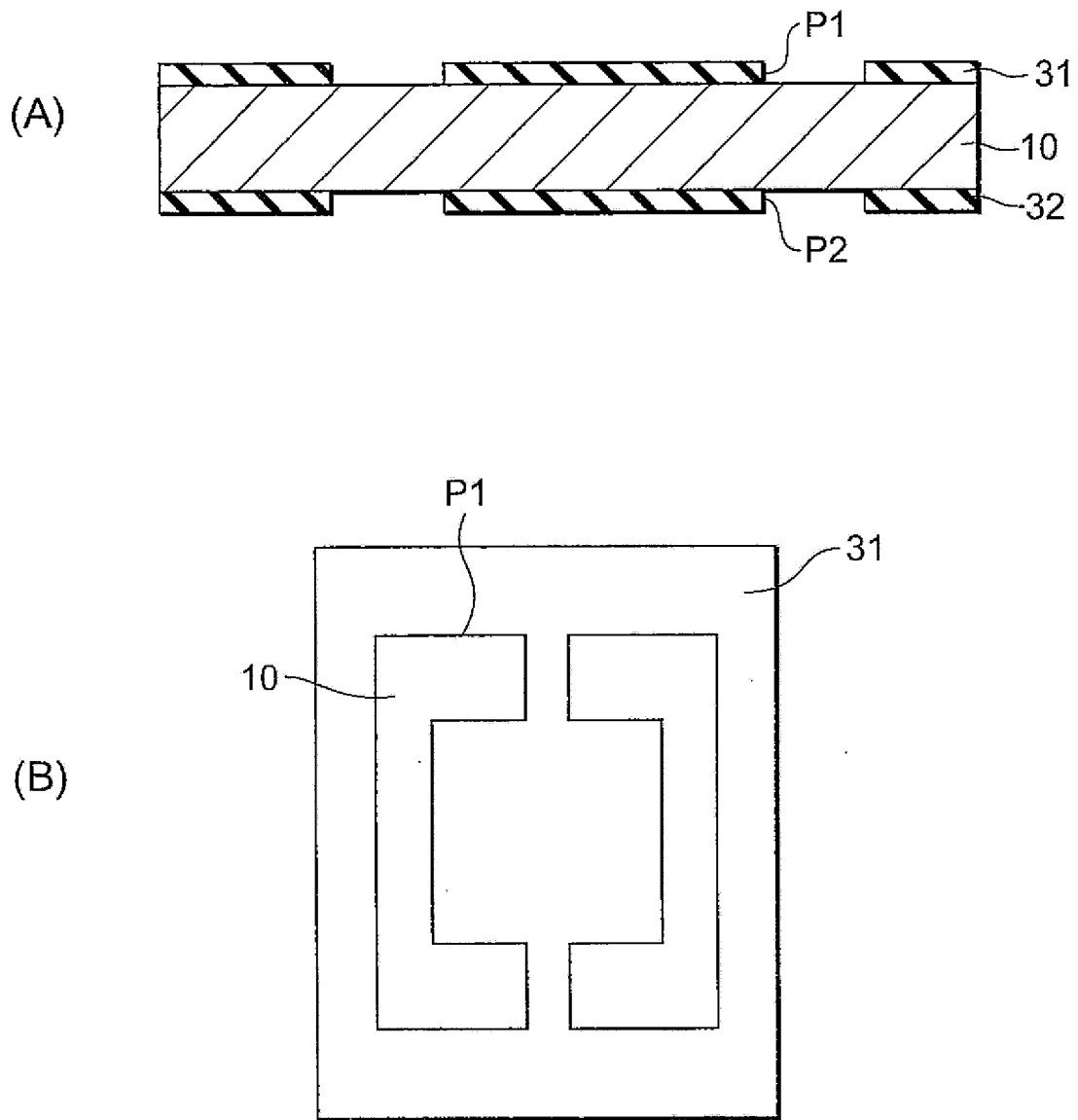


图 19

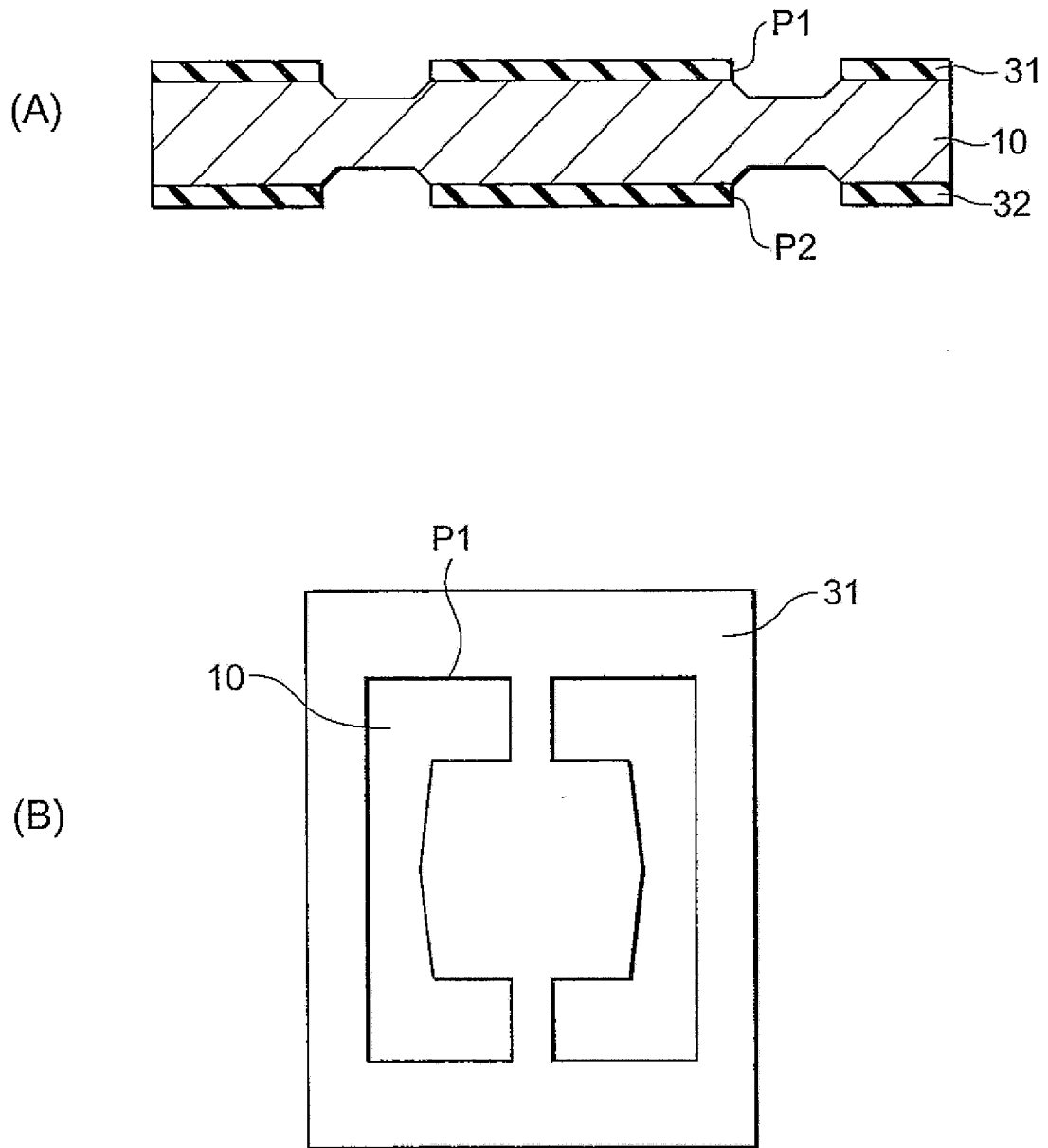


图 20

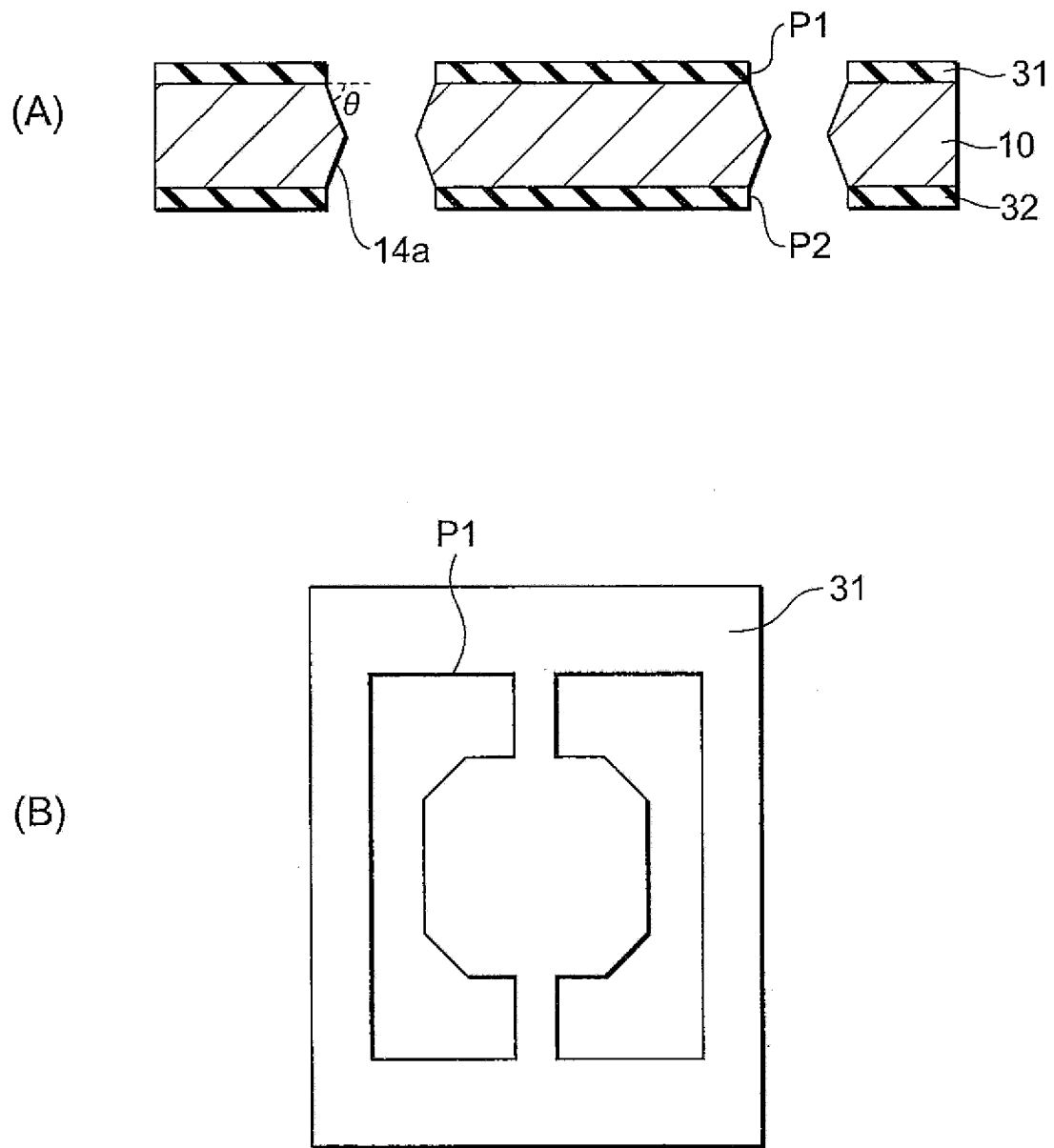


图 21

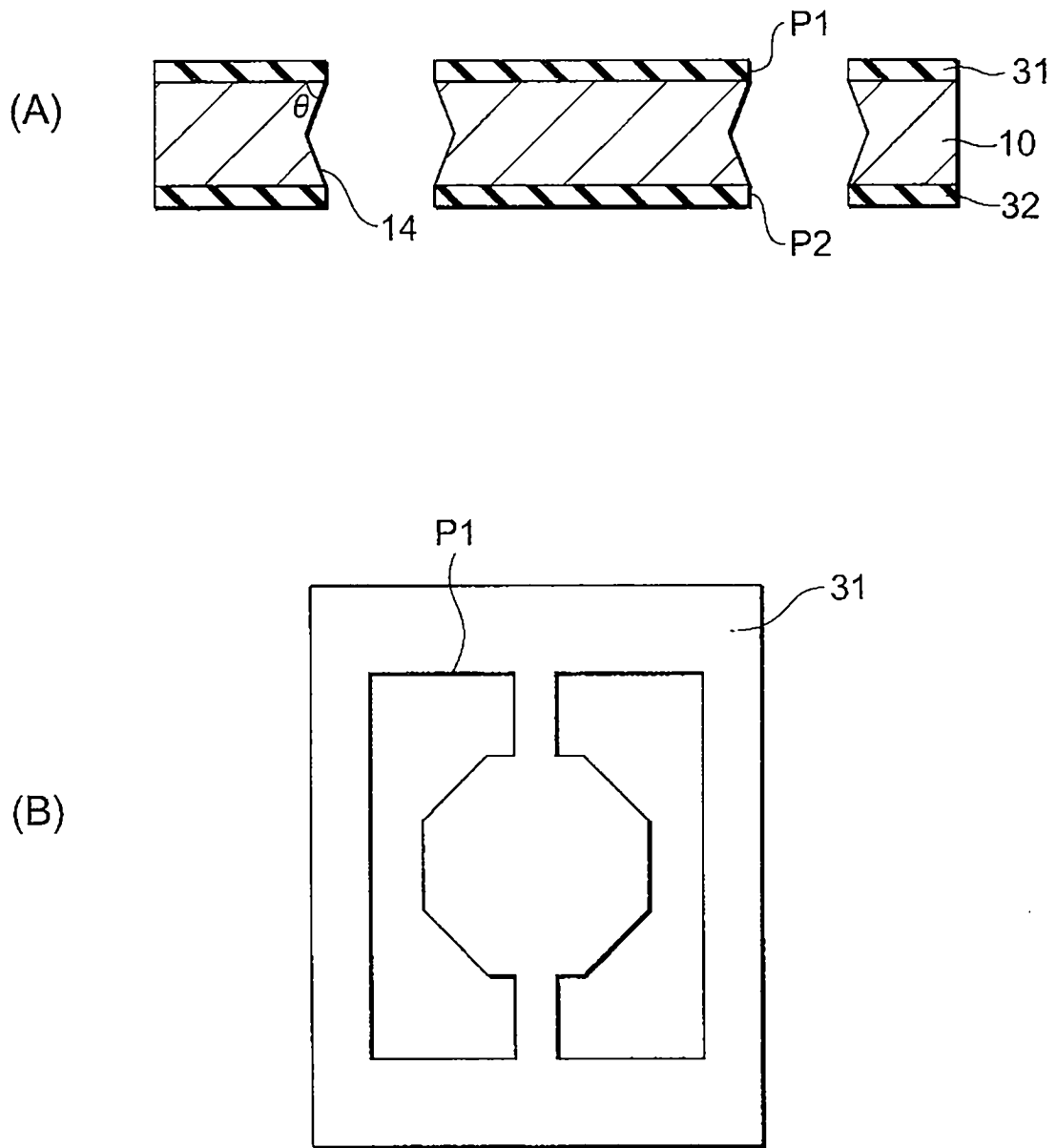


图 22

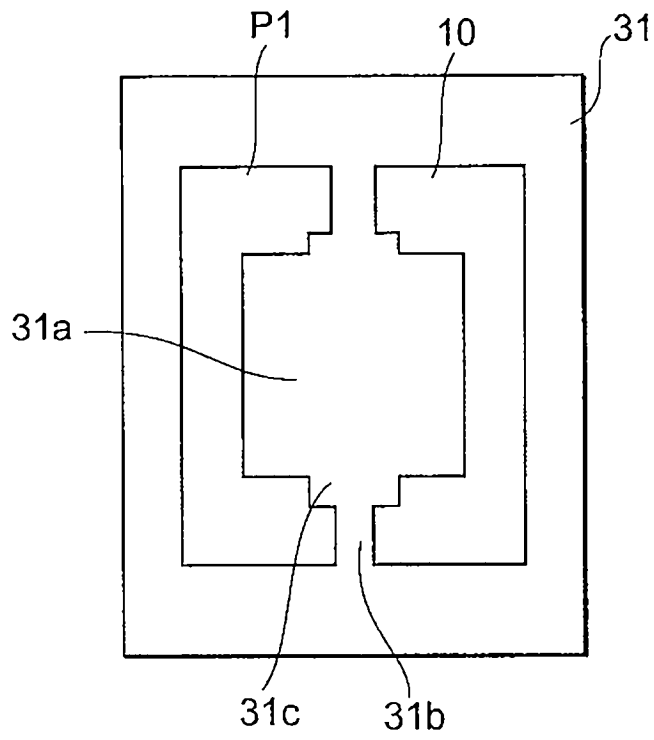


图 23

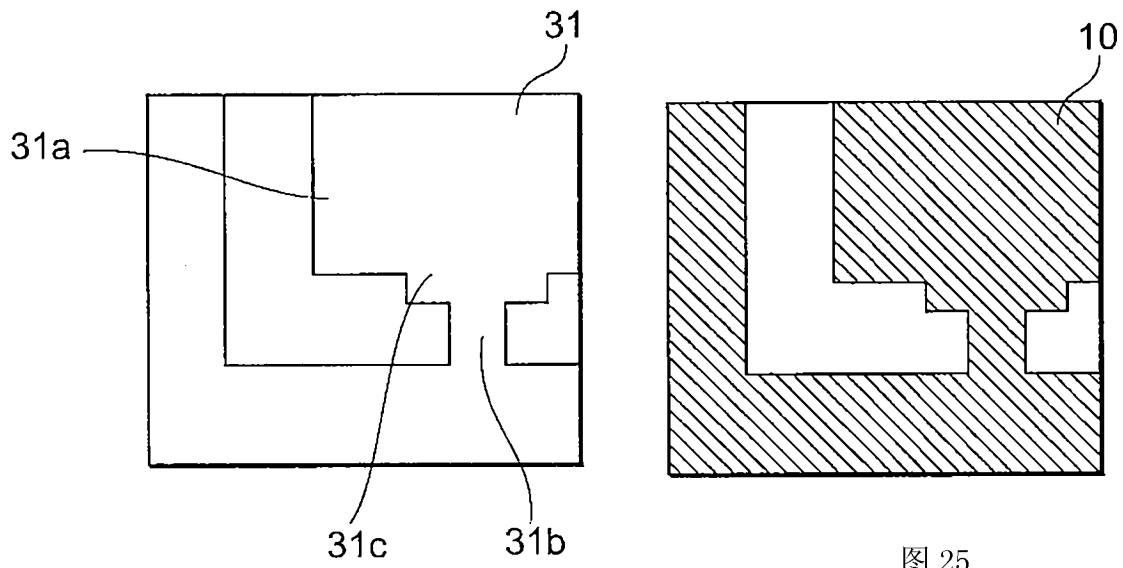


图 24

图 25

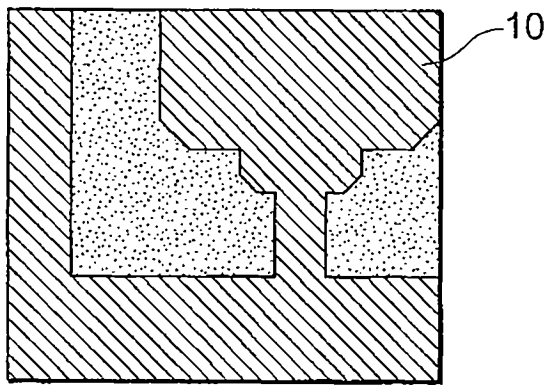


图 26

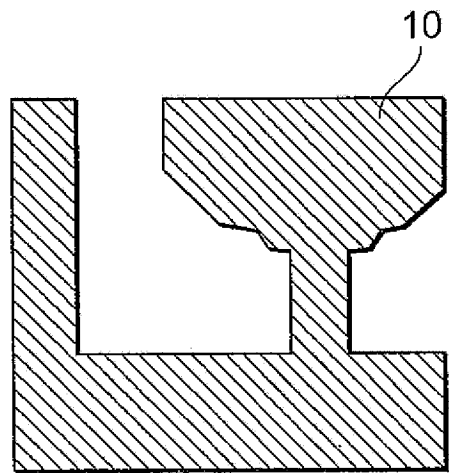


图 27

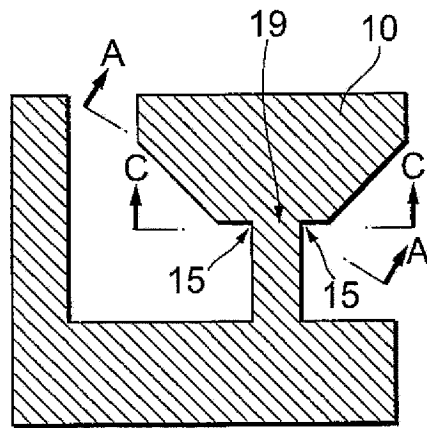


图 28

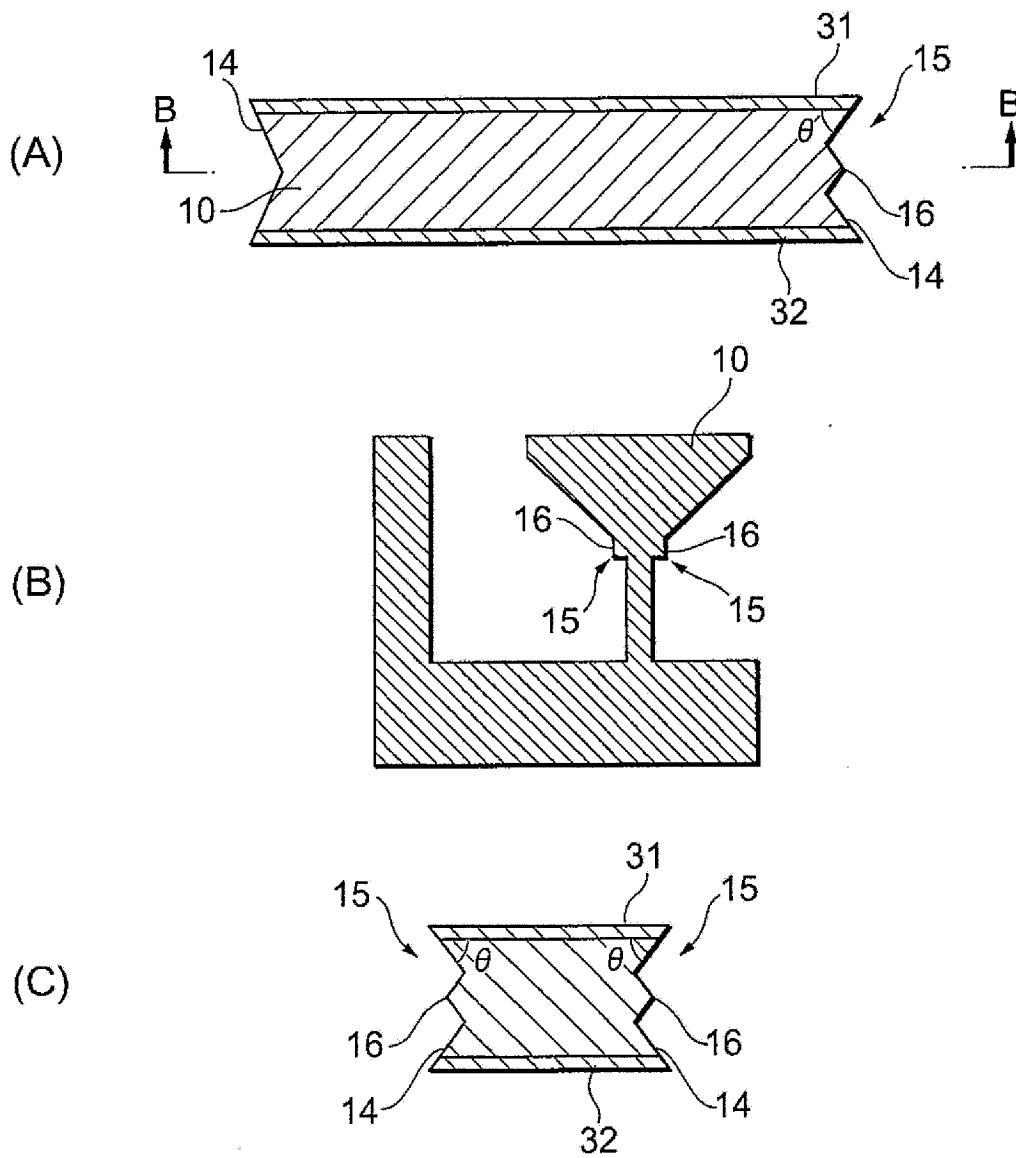


图 29

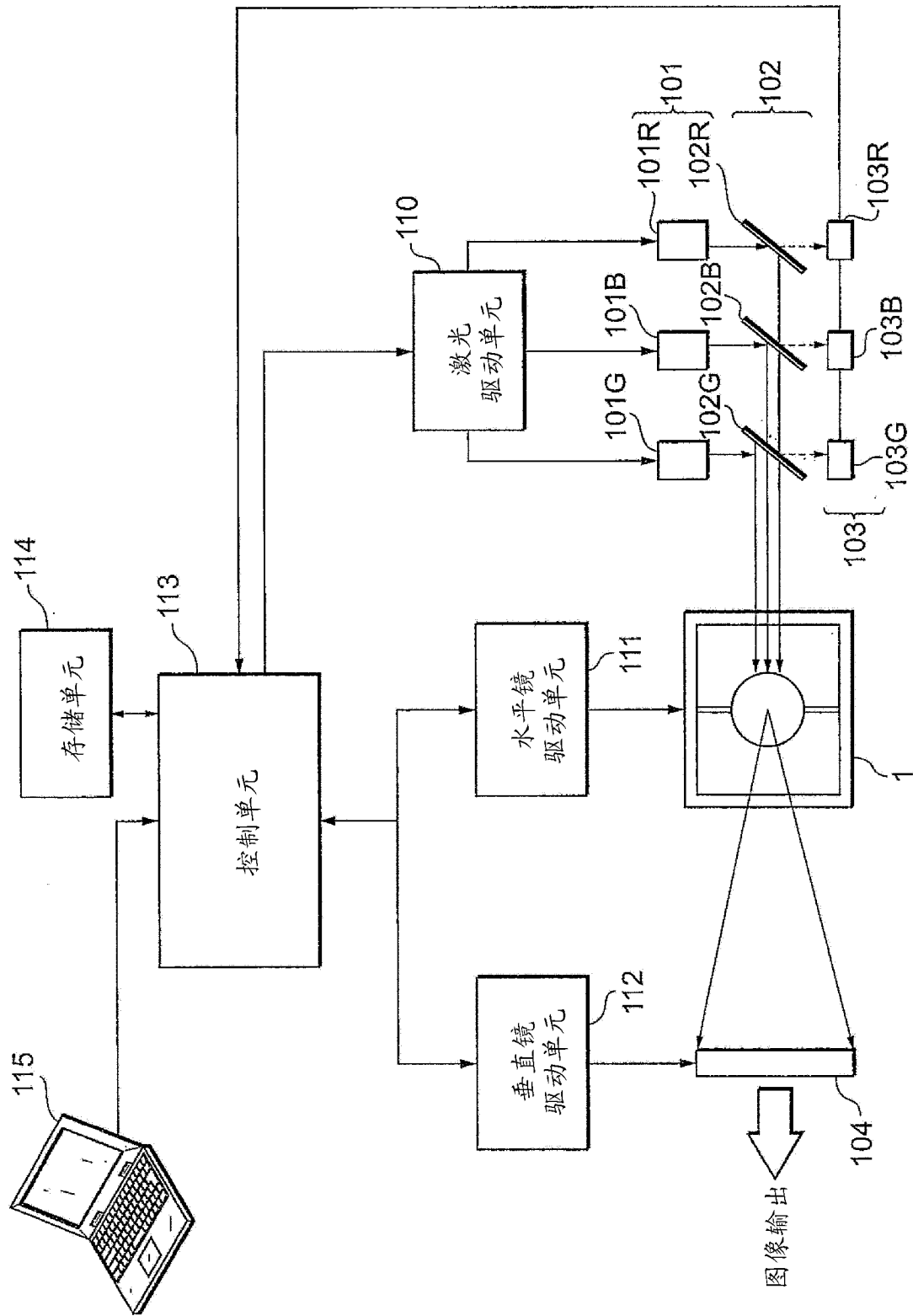


图 30

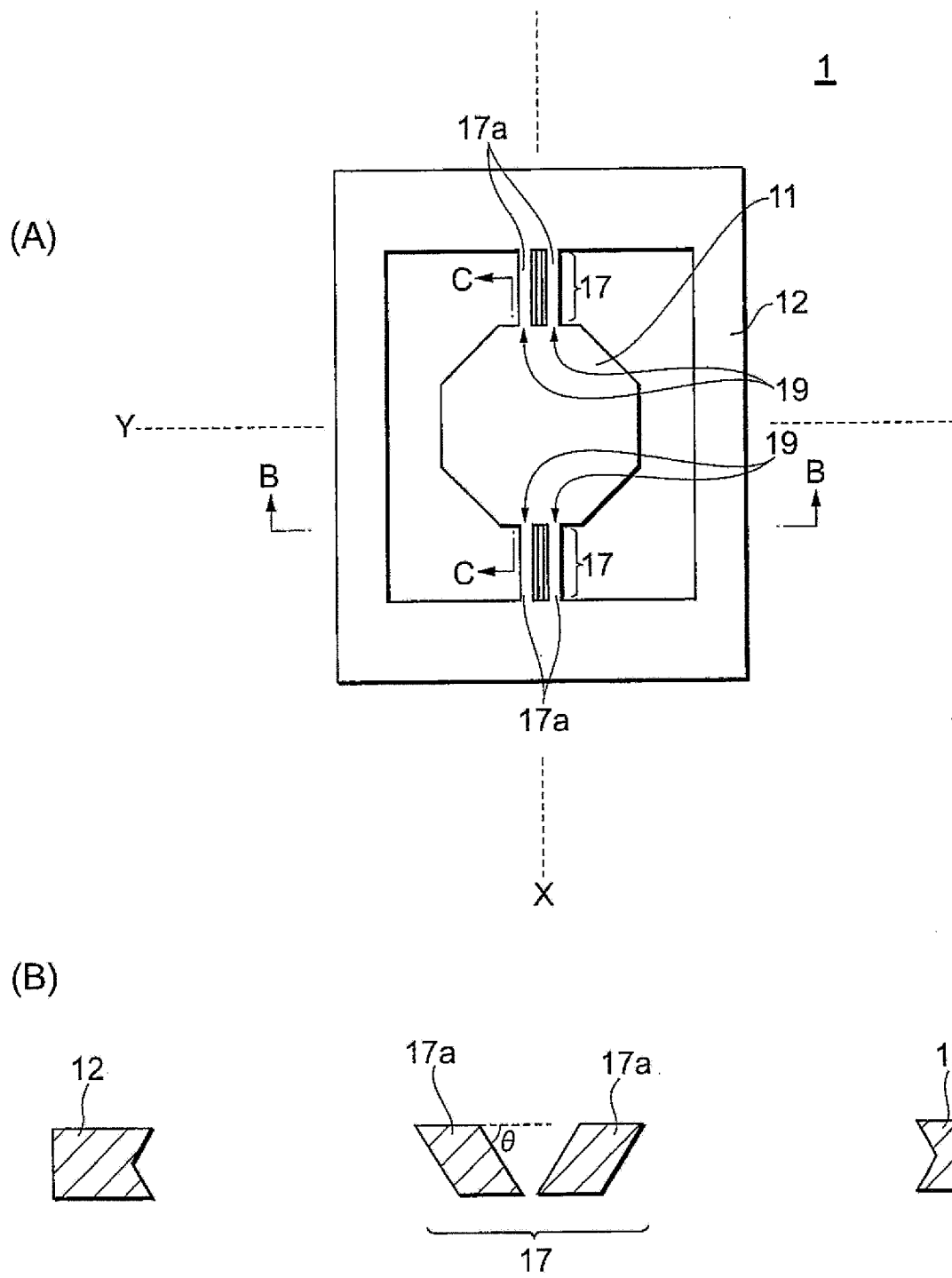


图 31

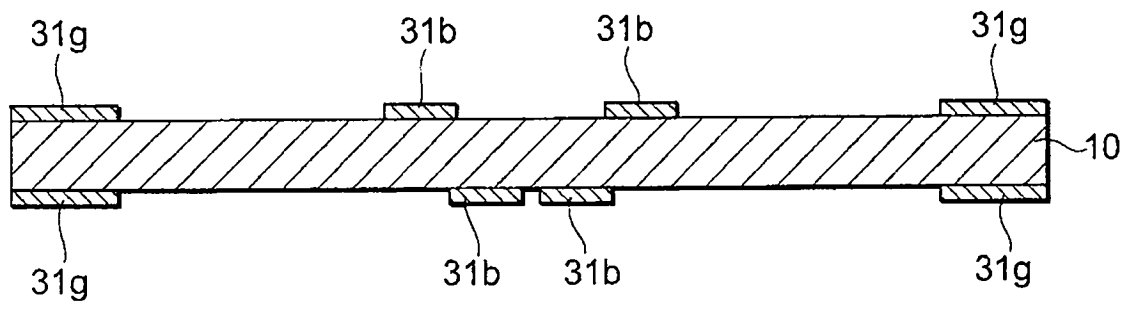


图 32

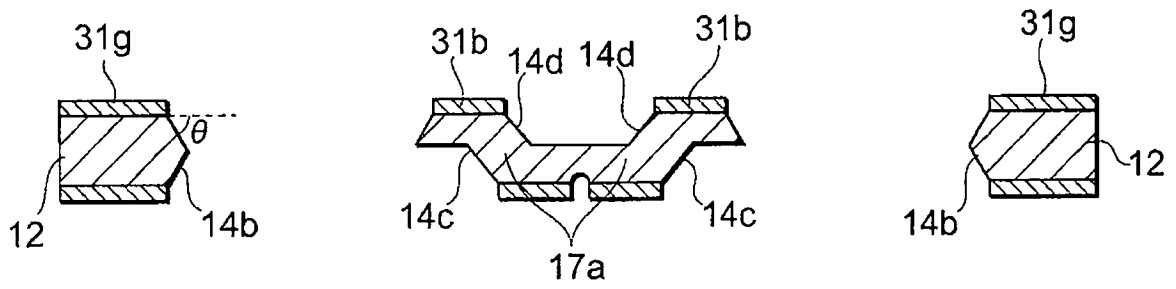


图 33

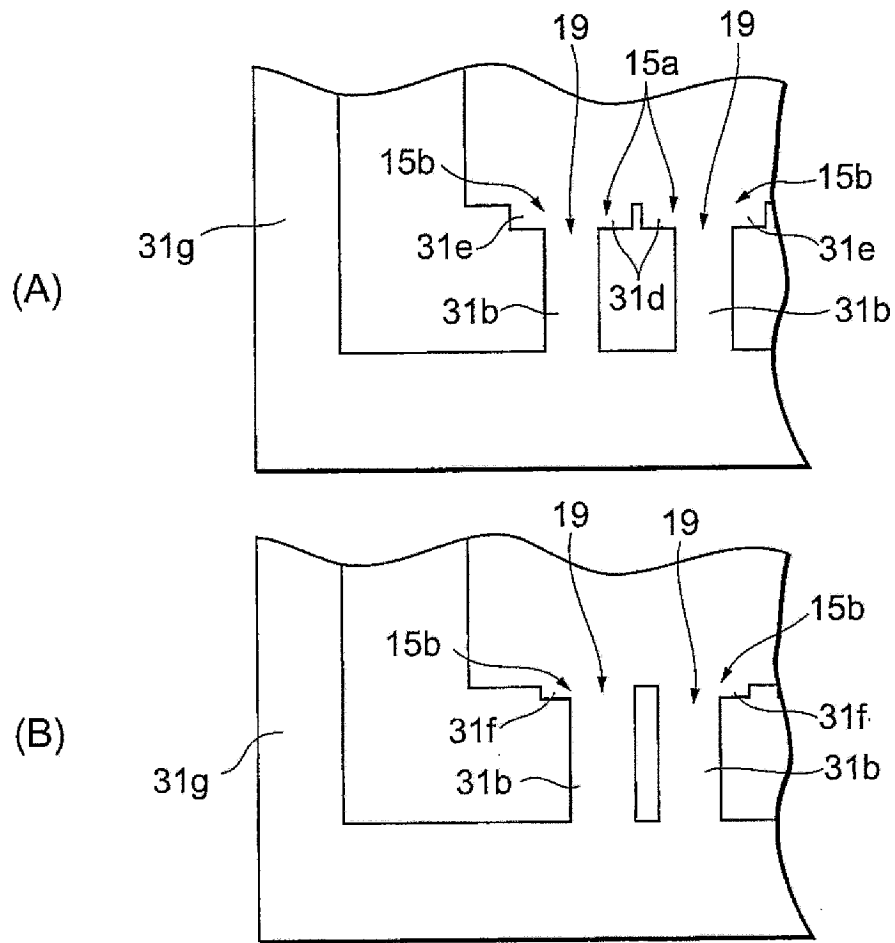


图 34

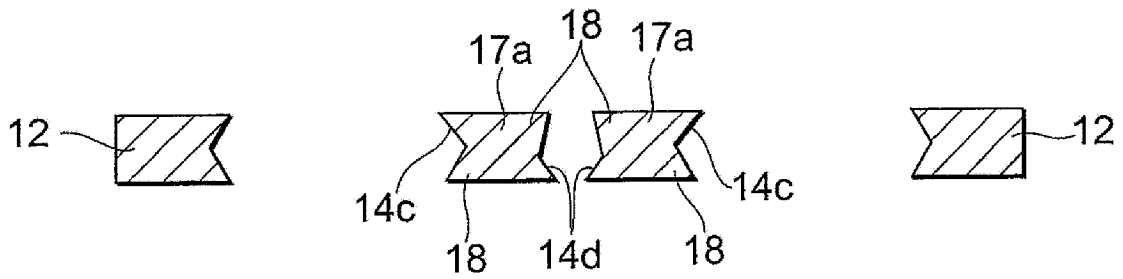


图 35

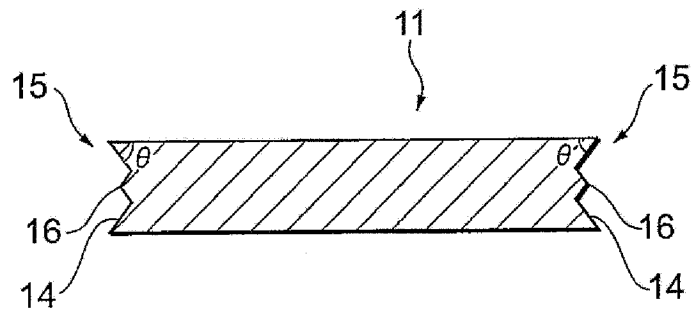


图 36