

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102067009 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 200980123170. 6

G02B 26/08 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 06. 24

H04N 1/113 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2008-166581 2008. 06. 25 JP

(56) 对比文件

TW 528883 B, 2003. 04. 21,

US 6831765 B2, 2004. 12. 14,

US 7224507 B2, 2007. 05. 29,

CN 1417615 A, 2003. 05. 14,

JP 特开 2007-256554 A, 2007. 10. 04,

CN 1459643 A, 2003. 12. 03,

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 12. 17

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/061528 2009. 06. 24

(87) PCT申请的公布数据

W02009/157486 JA 2009. 12. 30

审查员 钟杰

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府门真市

(72) 发明人 上田英喜 野毛宏 河野清彦

橘宏明

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

11227

代理人 李春晖 李德山

(51) Int. Cl.

G02B 26/10 (2006. 01)

B81B 3/00 (2006. 01)

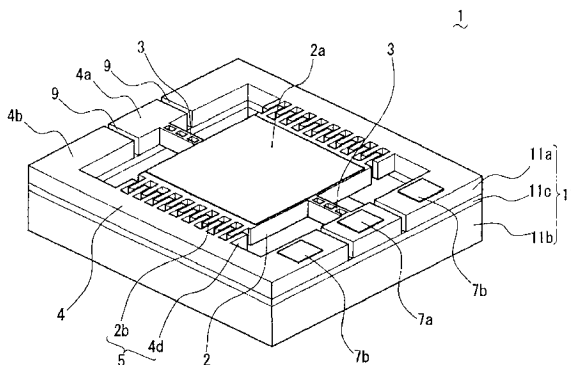
权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图 8 页

(54) 发明名称

活动结构及使用该活动结构的微镜器件

(57) 摘要

在活动结构中,通过提高铰接单元的抗张刚度或抗弯刚度,同时抑制铰接单元的扭转刚度,提高活动板的摆动动作的稳定性。用一对支架 3a 和跨接在所述一对支架 3a 之间的过梁 3b 形成具有蜂窝状部分 3c 的梯状物形状的铰接单元 3, 以便可转动地支持活动板 2。在用铰接单元 3 的蜂窝状部分 3c 抑制铰接单元 3 的扭转刚度的同时,提高抗张刚度或抗弯刚度。



1. 一种微镜器件,包括:活动板,其具有用于反射光的镜面;梁状铰接单元,其可摆动地枢轴安装所述活动板;框架单元,其支持所述铰接单元;以及电极,其用于可摆动地驱动所述活动板,其中

在所述活动板的侧端部,以及在面对所述活动板的侧端部的固定电极部分的区域,所述电极被布置成垂直于活动板但相互平行,其中所述活动板的侧端部在摆动动作中变成自由端。

所述铰接单元的每一个具有梯状物形状,所述梯状物形状具有一对支架和跨接在所述一对支架之间的过梁,所述一对支架和跨接在所述一对支架之间的过梁用于在与所述活动板相同的平面的平面视图中形成蜂窝状部分,以及

在与所述活动板相同的平面的平面视图中所述一对支架被布置成相互不平行。

2. 根据权利要求1所述的微镜器件,其中在与所述活动板相同的平面的平面视图中所述一对支架不具有被布置成相互平行的边。

3. 根据权利要求1或2所述的微镜器件,其中在厚度方向上,所述一对支架和所述过梁的顶面和底面分别形成在与所述活动板的顶面和底面相同的水平面上。

4. 根据权利要求1或2所述的微镜器件,其中所述过梁被布置成不垂直于所述支架。

5. 根据权利要求1或2所述的微镜器件,其中所述铰接单元的每一个具有与所述活动板结合的第一端部和与所述框架单元结合的第二端部,在所述第一端部与所述活动板的结合角处以及在所述第二端部与所述框架单元的结合角处形成有倒角。

6. 根据权利要求1或2所述的微镜器件,其中在所述支架和所述过梁的结合角处形成有倒角。

7. 根据权利要求1或2所述的微镜器件,其中所述铰接单元的每一个具有一组过梁,所述过梁在所述一对支架之间相互交叉并结合。

8. 根据权利要求1或2所述的微镜器件,其中所述铰接单元的每一个具有多组过梁,所述多组过梁的每一组以彼此不同的角度交叉。

9. 根据权利要求1或2所述的微镜器件,其中以曲线的形式形成所述一对支架。

10. 根据权利要求9所述的微镜器件,其中所述曲线是悬链线。

活动结构及使用该活动结构的微镜器件

技术领域

[0001] 本发明涉及围绕转动轴来摆动用铰接单元枢轴安装的活动板的活动结构,和利用所述活动结构扫描光的光扫描用微镜器件。

背景技术

[0002] 以往,存在这样的一些光学仪器(例如条形码阅读器或投影仪):在其上搭载微镜器件,以便通过摆动设置有镜子的活动板并将入射到镜子的光束反射到期望的方向,来扫描光束。这样的微镜器件是搭载了用所谓的微细加工技术形成的微型活动结构的器件,并且活动板用由周围的框架单元支持的一对梁状铰接单元保持。活动板承受诸如磁力或静电力之类的驱动力,在利用铰接单元作为转动轴,并且扭转铰接单元的情况下摆动。

[0003] 顺便提及,在上述活动结构中,如图4中所示,活动板的振动模式有5种,即“扭转模式”、“面内平移模式”、“面内转动模式”、“面外平移模式”和“面外转动模式”。为了精确地扫描光束,必须精确地控制活动板的姿态,从而要求提高活动板的摆动动作的灵敏度和稳定性。为了提高活动板的摆动动作的灵敏度,必须设计铰接单元,以将“扭转模式”下的共振频率设定成低于一定水平,因而考虑了能够降低铰接单元的扭转刚度的各种形状。

[0004] 例如,专利文献1公开了一种将铰接单元的横截面形状形成为“X形”的技术。另外,专利文献2公开了一种用隔开一定距离彼此面对地倾斜布置的一对支架构成铰接单元的技术。

[0005] 现有技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:JP 2002-321196A

[0008] 专利文献2:JP 2003-15064A

发明内容

[0009] 发明要解决的问题

[0010] 为了提高上述活动板的摆动动作的稳定性,有效的是提高“面内平移模式”、“面内转动模式”、“面外平移模式”和“面外转动模式”下的共振频率,从而,必须充分提高铰接单元的抗张刚度和抗弯刚度。但是,在上面的专利文献2中所示的技术中,尽管能够抑制扭转刚度,不过另一方面,抗张刚度和抗弯刚度同时降低,以致不能提高活动板的摆动动作的稳定性。另外,在专利文献1中示出的铰接单元并不适合于以批量生产的前提为基础的光学仪器(例如条形码阅读器或投影仪),因为复杂的制造工艺和加工精度上的问题,难以获得设计目标刚度特性。

[0011] 考虑到上述问题,构想出本发明,本发明提供一种活动结构,通过用简单的工艺制造具有期望的刚度特性的铰接单元,所述活动结构使得能够以低廉的费用提高光学仪器等的图像质量。

[0012] 解决问题的手段

[0013] 为了实现上述目的,权利要求 1 的发明涉及一种活动结构,所述活动结构包括:活动板;梁状铰接单元,其可摆动地枢轴安装所述活动板;以及框架单元,其支持所述铰接单元,其中所述铰接单元的每一个具有梯状物形状,所述梯状物形状具有一对支架和跨接在所述一对支架之间的过梁,以及在平面视图中所述一对支架被布置成相互不平行。

[0014] 权利要求 2 的发明涉及在权利要求 1 中所述的活动结构,其中在平面视图中所述一对支架不具有被布置成相互平行的边。

[0015] 权利要求 3 的发明涉及在权利要求 1 或 2 中所述的活动结构,其中在厚度方向上,所述一对支架和所述过梁的顶面和底面分别形成在与所述活动板的顶面和底面相同的水平面上。

[0016] 权利要求 4 的发明涉及在权利要求 1-3 之一中所述的活动结构,其中所述过梁被布置成不垂直于所述支架。

[0017] 权利要求 5 的发明涉及在权利要求 1-4 之一中所述的活动结构,其中所述铰接单元的每一个具有与所述活动板结合的第一端部,和与所述框架单元结合的第二端部,在所述第一端部与所述活动板的结合角处以及在所述第二端部与框架单元的结合角处形成有倒角。

[0018] 权利要求 6 的发明涉及在权利要求 1-5 之一中所述的活动结构,其中在所述支架与所述过梁的结合角处形成有倒角。

[0019] 权利要求 7 的发明涉及在权利要求 1-6 之一中所述的活动结构,其中所述铰接单元的每一个具有一组过梁,所述过梁在所述一对支架之间相互交叉并结合。

[0020] 权利要求 8 的发明涉及在权利要求 7 中所述的活动结构,其中所述铰接单元的每一个具有多组过梁,所述多组过梁的每一组以彼此不同的角度交叉。

[0021] 权利要求 9 的发明涉及在权利要求 1-6 之一中所述的活动结构,其中以曲线的形式形成所述一对支架。

[0022] 权利要求 10 的发明涉及在权利要求 9 中所述的活动结构,其中所述曲线是悬链线。

[0023] 权利要求 11 的发明涉及一种包括权利要求 1-10 之一所述的活动结构的微镜器件,其特征在于所述活动板具有用于反射光的镜面,以及在所述活动板的一部分和所述框架单元与所述活动板的所述部分相对的一部分上,设置有用于可摆动地驱动所述活动板的电极。

[0024] 权利要求 12 的发明涉及一种包括权利要求 3 所述的活动结构的微镜器件,其特征在于所述活动板具有用于反射光的镜面,以及在所述活动板的一部分和所述框架单元与所述活动板的所述部分相对的一部分上,设置有用于可摆动地驱动所述活动板的电极,所述电极被设置成垂直于所述活动板并且相互平行。

[0025] 发明效果

[0026] 按照权利要求 1 的发明,由于铰接单元是以梯状物形状形成的,因此能够充分提高铰接单元的抗张刚度和抗弯刚度,同时能够用梯状物的蜂窝结构抑制铰接单元的扭转刚度。从而,能够提高活动板的摆动动作的灵敏度和稳定性,并容易且廉价地改善光学仪器的图像质量。另外,由于所述一对支架未被布置成相互平行,因此能够集中地提高铰接单元的抗弯刚度,从而例如,能够抑制活动板在面内平移模式或面内转动模式下的振动。

[0027] 按照权利要求 2 的发明,由于所述一对支架不具有在平面图中被布置成相互平行的边,因此能够集中提高铰接单元的抗弯刚度,从而类似于权利要求 1 的发明,例如,能够抑制活动板在面内平移模式或面内转动模式下的振动。

[0028] 按照权利要求 3 的发明,由于在和活动板相同的平面上形成所述一对支架和过梁,因此当用于法蚀刻等除去活动板的周边部分时,能够同时形成支架和过梁。从而,能够用与常规存在的普通活动结构的工艺类似的简单工艺,来获得在权利要求 1 或 2 中所述的活动结构,从而能够更廉价地改善光学仪器的图像质量。

[0029] 按照权利要求 4 的发明,由于过梁未被布置成垂直于支架,因此能够集中提高铰接单元的抗张刚度,从而能够抑制活动板在除扭转模式外的其它模式下的振动。

[0030] 按照权利要求 5 的发明,由于在铰接单元的第一端部和第二端部中形成倒角,因此能够分散作用于所述第一端部和第二端部的应力。从而,当活动结构将被长时间使用时,能够抑制在所述第一端部和第二端部中出现裂纹,并进一步提高铰接单元的耐久性。

[0031] 按照权利要求 6 的发明,由于在支架和过梁的结合角处形成倒角,因此能够分散作用于结合角的应力。从而,当活动结构将被长时间使用时,能够抑制在上述结合角出现裂纹,并进一步提高铰接单元的耐久性。

[0032] 按照权利要求 7 的发明,由于一组过梁在所述一对支架之间相互交叉并结合,因此能够提高设计具有期望的抗弯刚度和扭曲刚度的铰接单元的灵活性,从而例如,能够有效地抑制活动板在面内平移模式或面内转动模式下的振动。

[0033] 按照权利要求 8 的发明,由于每个铰接单元具有多组过梁,并且每组过梁以彼此不同的角度交叉,因此能够提高设计具有期望的抗弯刚度和扭转刚度的铰接单元的灵活性。从而例如,能够有效地抑制活动板在面内平移模式或面内转动模式下的振动。

[0034] 按照权利要求 9 的发明,由于以曲线的形式形成支架,因此能够自由地设定作用于支架的应力的分布,从而能够进一步提高铰接单元的耐久性。

[0035] 按照权利要求 10 的发明,由于以悬链线的形式形成支架,因此能够更均匀地分散作用于支架的应力,从而能够进一步提高铰接单元的耐久性。

[0036] 按照权利要求 11 的发明,能够容易并且廉价地获得活动板的摆动动作的灵敏度和稳定性优越的微镜器件。

[0037] 按照权利要求 12 的发明,由于在和活动板相同的平面上形成所述一对支架和过梁,并且可摆动地驱动活动板的电极被设置成垂直于活动板,并且相互平行,因此通过用诸如法蚀刻之类的相同工艺来除去活动板的周边部分和铰接单元的蜂窝状部分,能够同时形成电极和梯状的铰接单元。从而能够更容易和廉价地获得活动板的摆动动作的灵敏度和稳定性优越的微镜器件。

附图说明

[0038] 图 1 是表示使用按照本发明的第一实施例的活动结构的微镜器件的例子的立体图。

[0039] 图 2 是从下方观察的微镜器件的立体图。

[0040] 图 3 是微镜器件的平面图。

[0041] 图 4 是表示通过模拟计算的活动板在相应振动模式下的共振频率的表。

- [0042] 图 5 是表示放大的铰接单元的平面图。
- [0043] 图 6 是表示铰接单元的变型的平面图。
- [0044] 图 7 是表示铰接单元的另一变型的平面图。
- [0045] 图 8 是表示铰接单元的再一变型的平面图。
- [0046] 图 9 是表示铰接单元的又一变型的平面图。
- [0047] 图 10 是表示铰接单元的又一变型的平面图。

具体实施方式

[0048] 下面说明使用按照本发明的第一实施例的活动结构的光扫描用微镜器件。图 1、图 2 和图 3 表示按照该实施例的微镜器件的例子。微镜器件（在下文中，简称为镜器件）1 由微型活动结构构成，利用所谓的微细加工技术的制造方法加工硅层来形成微型活动结构。镜器件 1 将被安装在诸如条形码阅读器、将图像投影到外部屏幕上的投影设备、或者光开关之类的光学仪器上，并且具有扫描从外部光源等（图中未示出）入射的光束的功能。

[0049] 镜器件 1 由三层 SOI（绝缘体上硅）基板 11 构成，三层 SOI 基板 11 借助具有绝缘性的硅的氧化膜（绝缘膜）11c 接合均具有导电性的第一硅层 11a 和第二硅层 11b 而形成。例如，SOI 基板 11 的厚度可约为 400[μm]，第一硅层 11a 和绝缘膜 11c 的厚度可分别约为数十 [μm] 和数 [μm]。镜器件 1 是例如在平面视图中顶面大体上为约 4[mm] 的平方的矩形固态器件，并通过置于玻璃基板上而被安装在光学仪器上。

[0050] 在第一硅层 11a 上一体地形成形成例如矩形形状的活动板 2、同轴地分别置于活动板 2 的两侧的一对梁状铰接单元 3、以及保持每个铰接单元 3 的与设置活动板 2 的区域相对的顶端部分的框架单元 4。如图 2 中所示，在活动板 2 之下的绝缘膜 11c 和第二硅层 11b 的区域中形成空间 40，活动板 2 被铰接单元 3 可摆动地枢轴安装并被保持在框架单元 4 上。当镜器件 1 处于静止状态，即，未被驱动时，其被配置成使得活动板 2、铰接单元 3 和框架单元 4 的顶面大体水平地对齐。

[0051] 框架单元 4 被布置成围绕活动板 2。在活动板 2 和框架单元 4 上形成产生活动板 2 的驱动力的垂直梳形物（梳齿电极）5。在框架单元 4 的顶面上形成用于向垂直梳形物 5 施加驱动电压的电极板 7a、7b。

[0052] 每个铰接单元 3 的一端连接至活动板 2 两侧的大体位于中央的部分。两个铰接单元 3 相对于活动板 2 大体对称地形成，从而它们平衡地保持活动板 2。活动板 2 的重心位于两个铰接单元 3 所充当的轴线附近。于是，当用垂直梳形物 5 驱动活动板 2 摆动时，在扭转铰接单元 3 的同时使活动板 2 围绕作为转动轴的铰接单元 3 转动，从而活动板 2 能够平衡地摆动。在活动板 2 的顶面形成例如反射从外部入射的光束的矩形镜面膜（镜面）2a。镜面膜 2a 是对应于和镜器件 1 一起使用的光源的种类而选择的诸如铝或金之类的金属膜。另外，活动板 2 和镜面膜 2a 的形状并不局限于矩形，例如，可以是圆形或椭圆形。

[0053] 框架单元 4 具有支持铰接单元 3 的支持部分 4a 和两个固定电极部分 4b，所述两个固定电极部分 4b 被布置成围绕活动板 2 的两个侧端部（这两个端部在摆动动作中变成自由端），并且在所述两个固定电极部分 4b 中，形成垂直梳形物 5。例如，用通过除去在支持部分 4a 和固定电极部分 4b 的边界处的硅层 11a 而形成的绝缘槽 9 来使支持部分 4a 和固定电极部分 4b 相互电绝缘。电极板 7a、7b 分别形成在支持部分 4a 和固定电极部分 4b 之

上,并且配置成通过改变电极板 7a、7b 的电位,能够独立地改变支持部分 4a 和固定电极部分 4b 的电位。例如,电极板 7a、7b 由与镜面膜 2a 的金属膜相同的金属膜形成。

[0054] 垂直梳形物 5 具有由在活动板 2 的侧端部(它在摆动动作中变成自由端)中形成的多个梳齿组成的电极 2b,和由在面对活动板 2 的侧端部的固定电极部分 4b 的区域形成的多个梳齿组成的电极 4d。例如,垂直梳形物 5 被配置成使得电极 2b 和 4d 被布置成隔开几 [μm] 的距离相互啮合。换句话说,电极 2b 和 4d 被布置成垂直于活动板 2,但是相互平行。

[0055] 电极 2b 经支持部分 4a、铰接单元 3 和活动板 2 被导通到电极板 7a。另一方面,电极 4d 经固定电极部分 4b 被导通到电极板 7b。当在活动板 2 相对于框架单元 4 稍微倾斜的姿态下,即,在电极 2b 和电极 4d 在垂直于活动板 2 的方向上偏离开状态下,在电极 2b 和 4d 之间施加电压时,由于静电力的缘故,在相应电极 2b、4d 之间发生吸引力,从而驱动利用铰接单元 3 枢轴安装的活动板 2 转动。换句话说,当由施加于垂直梳形物 5 的驱动电压产生的静电力大体垂直地作用于活动板 2 时,围绕用作转动轴的铰接单元 3 的静电扭矩作用于活动板 2,从而驱动活动板 2 摆动。

[0056] 下面,描述如上构成的镜器件 1 的动作。通过垂直梳形物 5 以预定驱动频率产生驱动力,驱动镜器件 1 的活动板 2。通过在置于支持部分 4a 中的电极板 7a 与接地电位连接,并且活动板 2 的电极 2b 处于基准电位的状态下,频繁地改变置于固定电极部分 4b 中的电极板 7b 的电位,在电极 2b 和 4d 之间施加预定频率的电压,从而驱动垂直梳形物 5。当垂直梳形物 5 的两个电极 4d 的电位被同时改变成预定的驱动电位(例如,数十伏)时,在活动板 2 的两个端部形成的两个电极 2b 同时被静电力吸引到面对它们的电极 4d。在该镜器件 1 中,例如,配置成对垂直梳形物 5 施加矩形波形的脉冲电压,从而周期性地产生归因于垂直梳形物 5 的驱动力。另外,在本实施例中,使第二硅层 11b 也与接地电位连接,从而使活动板 2 和铰接单元 3 在电位相同的状态下被驱动。

[0057] 通常,在许多情况下,由于在成型处理中产生的内部应力的缘故,在静止状态下,上述活动板 2 并不是水平的,而是稍微倾斜。于是,即使当从静止状态驱动垂直梳形物 5 时,驱动力也是沿垂直于活动板 2 的方向作用于活动板 2,从而活动板 2 能够围绕用作转动轴的铰接单元 3 转动。随后,即使当活动板 2 采取电极 2b 和 4d 完全重叠的姿态而解除归因于垂直梳形物 5 的驱动力的情况下,活动板 2 仍可借助其惯性力继续转动,同时扭转铰接单元 3。当活动板 2 的转动方向的惯性力变得等于铰接单元 3 的恢复力时,活动板 2 沿该方向的转动停止。此时,垂直梳形物 5 再次被驱动,活动板 2 开始借助铰接单元 3 的恢复力 3 和垂直梳形物 5 的驱动力来沿相反方向转动。通过重复归因于垂直梳形物 5 的驱动力和铰接单元 3 的恢复力的转动,使活动板 2 摆动。通过施加频率为由活动板 2 和铰接单元 3 构成的振动系统的共振频率的两倍的电压,来驱动垂直梳形物 5,并且配置成借助共振现象驱动活动板 2,以增大活动板 2 的摆动角。另外,由于垂直梳形物 5 的电压的施加方式和驱动频率并不局限于上面所述,因此能够配置成以正弦波的形式施加驱动电压。此外,能够配置成电极 2b 和 4d 的电位彼此反相地变化。

[0058] 图 4 表示由垂直梳形物 5 驱动的活动板 2 的振动模式和通过模拟计算的共振频率。由于活动板 2 通过铰接单元 3 悬挂在框架单元 4 上,因此由于铰接单元 3 的膨胀和收缩变形,或者弯曲变形,使活动板 2 按图 4 中所示的“面内平移模式”,“面内转动模式”,“面外平移模式”和“面外转动模式”振动,此外由于铰接单元 3 围绕转动轴的扭转变形,还使活

动板回转（“扭转模式的振动”）。

[0059] 如上所述,由于必须精确地控制活动板 2 的姿态来精确地扫描光束,因此要求提高活动板 2 的摆动动作的灵敏度和稳定性。为了提高活动板 2 的摆动动作的灵敏度,必须设计铰接单元 3,以使“扭转模式”下的共振频率等于或小于一定水平,有效的是降低铰接单元 3 的扭转刚度。另一方面,为了提高活动板 2 的摆动动作的稳定性,必须提高“面内平移模式”,“面内转动模式”,“面外平移模式”和“面外转动模式”下的共振频率,有效的是充分提高铰接单元 3 的抗张刚度和抗弯刚度。不过,通常为了提高铰接单元 3 的抗张刚度和抗弯刚度,会附带地提高围绕转动轴的铰接单元 3 的扭转刚度,从而降低活动板 2 的摆动动作的灵敏度。

[0060] 于是,在镜器件 1 中,形成如图 1-图 3 中所示的带有蜂窝状部分 3c 的梯状铰接单元 3(在图 4 中被描述成“梯状铰接”),以致铰接单元 3 的抗张刚度和抗弯刚度被增大,同时确保铰接单元 3 的扭转刚度与常规存在的通常的棒状铰接(在图 4 中被描述成“直接铰接”)的扭转刚度相似。

[0061] 图 5 示出放大的铰接单元 3。铰接单元 3 具有相互平行地布置的一对支架 3a,和跨接在一对支架 3a 之间的过梁 3b,在平面图中,支架 3a 和过梁 3b 与活动板 2 共面地形成梯状。支架 3a 形成为具有数 $[\mu\text{m}]$ 的宽度,数十 $[\mu\text{m}]$ 的厚度(对应于第一硅层 11a 的厚度),和数百 $[\mu\text{m}]$ 的长度。支架 3a 之间的距离被选择为数 $[\mu\text{m}]$ 。设置多于一个的过梁,并且所述过梁分别被布置成大体上垂直于支架。

[0062] 在铰接单元 3 中,由支架 3a 和过梁 3b 封闭的空间变成蜂窝状部分 3c,以便抑制铰接单元 3 的扭转刚度。换句话说,由于蜂窝状部分 3c 的存在,铰接单元 3 尤其具有在扭转方向上可变形的刚性特性。另一方面,由于间隔开一定的距离排列的两个支架 3a 和结合所述两个支架 3a 的过梁 3b 的原因,铰接单元 3 的刚性特性变得在拉伸方向和弯曲方向上难以变形。通过考虑到这样的刚性特性,如图 4 中所示,恰当地设计支架 3a 和过梁 3b,能够提高“面内平移模式”、“面内转动模式”、“面外平移模式”和“面外转动模式”下的共振频率,同时确保“扭转模式”下的共振频率和直接铰接的“扭转模式”下的共振频率水平相同。按照图 4 中所示的计算,尤其能够显著提高“面内平移模式”和“面内转动模式”下的共振频率,以致可期待抑制活动板 2 的不必要振动的效果。

[0063] 铰接单元 3 在第一端部 31 与活动板 2 结合,在第二端部 32 与活动板 2 结合。在第一端部 31 和第二端部 32 形成例如曲率半径为 5-10 $[\mu\text{m}]$ 的倒角 33。另外,在支架 3a 和过梁 3b 的结合部形成具有例如曲率半径为数 $[\mu\text{m}]$ 的倒角 34。倒角 33、34 并不局限于弧形(R 型形状),它们可以是直线形状(C 型形状)。

[0064] 下面说明镜器件 1 的制造工序。首先,用所谓的微细加工技术(例如光刻法或者蚀刻)处理第一硅层 11a,从而形成将成为活动板 2、铰接单元 3、框架单元 4 和垂直梳形物 5 的形状(第一工序)。此时,铰接单元 3 被部分贯通,从而形成蜂窝状部分 3c。随后,例如利用溅射法,在 SOI 基板 11 的硅层 11a 的顶面上形成金属膜。通过使金属膜图案化,在每个活动板 2 的顶面形成镜面膜 2a,并且在每个框架单元 4 的顶面形成电极板 7a、7b。

[0065] 随后,类似地用体微细加工技术处理第二硅层 11b,以形成将成为框架单元 4 的形状(第二工序)。在处理第一硅层 11a 和第二硅层 11b 之后,执行氧化膜 11c 的蚀刻。例如,从镜器件 1 底面进行蚀刻,以致在除框架单元 4 之外的部分的氧化膜 11c 被除去(第三

工序)。从而,成为铰接单元 3 可变形并且活动板 2 可摆动的状态。

[0066] 在经过第一到第三工序之后,在 SOI 基板 11 上形成多个镜器件 1。在第三工序之后,逐个地切割在 SOI 基板 11 上形成的多个镜器件 1。通过这一系列的工序,同时制造多个镜器件 1,从而能够降低镜器件 1 的制造成本。另外,镜器件 1 的制造工序并不局限于此,可以利用激光加工、超声波加工等形成镜器件 1,并且可以一次一个地形成镜器件 1。

[0067] 按照上面的镜器件 1,由于铰接单元 3 形成为具有蜂窝状部分 3c 的梯状物形状,因此能够利用支架 3a 和过梁 3b 充分提高铰接单元 3 的抗张刚度和抗弯刚度,同时用蜂窝结构抑制铰接单元 3 的扭转刚度。从而,能够提高活动板 2 的摆动动作的灵敏度和稳定性,因此,能够容易并且廉价地获得镜面的摆动动作的灵敏度和稳定性良好的镜器件 1,并且能够改善光学仪器的图像质量。另外,由于与活动板共面地形成一对支架 3a 和过梁 3b,因此通过在用干法蚀刻等除去活动板 2 的周围部分的时候,同时除去与蜂窝状部分 3c 对应的第一硅层 11a,能够容易地形成支架 3a 和过梁 3b。从而,能够用与常规存在的普通镜器件相似的简单工艺,获得镜器件 1,从而能够成本低廉地改善光学仪器的图像质量。

[0068] 另外,由于在铰接单元 3 的第一端部 31 和第二端部 32 形成倒角 33,因此能够分散作用于第一端部 31 和第二端部 32 的应力。从而,在长时间使用该活动结构的情况下,能够抑制在第一端部 31 和第二端部 32 中出现裂纹,从而提高铰接单元 3 的耐久性。类似地,在支架 3a 和过梁 3b 的结合部形成倒角 34,能够分散作用于所述结合部的应力。从而,在长时间使用该活动结构的情况下,能够抑制在上述结合部中出现裂纹,从而,提高铰接单元 3 的耐久性。

[0069] 另外,本发明并不局限于实施例的上述结构,并且可在不改变本发明的目的范围内,以各种方式恰当地进行修改。如图 6 中所示,例如,支架 3a 和支架 3a' 可被布置成在平面图中彼此不平行。图 6(a) 表示在第一端部 31 处支架 3a 和支架 3a' 之间的距离被设定成比在第二端部 32 处它们之间的距离窄的例子,图 6(b) 表示在第一端部 31 处一对支架 3a 和支架 3a' 之间的距离被设定成比在第二端部 32 处它们之间的距离宽的另一例子。在图 6 中,在平面图中,支架 3a 具有边 L1 和边 L2,在平面图中,支架 3a' 具有边 L3 和边 L4。而且,在平面图中,一根支架 3a 的边 L1 和边 L2 分别不平行于另一支架 3a' 的边 L3 和边 L4。换句话说,在平面图中,一根支架 3a 不具有与另一根支架 3a' 的边 L3 和边 L4 平行的边。另外,尽管在图 6 中,支架 3a 的边 L1 和边 L2 被配置成相互平行,但它们也可相互不平行。对支架 3a' 的边 L3 和边 L4 来说同样如此。此外,尽管在图 1 和图 2 中图示了具有矩形横截面的支架,但构成铰接单元 3 的支架可具有圆形横截面,在后一情况下,平面图中,边 L1 和 L2 之间的关系,以及边 L3 和边 L4 之间的关系保持不变。按照图 6 中所示的例子,由于支架 3a 和支架 3a' 不被布置成相互平行,因此能够集中地提高铰接单元 3 的抗弯刚度,从而例如,在面内平移模式或者面内转动模式下,能够有效地抑制活动板 2 的振动。

[0070] 此外,如图 7 和图 8 中所示,能够把过梁 3b 布置成不垂直于支架 3a。图 7(a) 示出过梁 3b 被布置成相互平行的例子,图 7(b) 示出关于垂直于支架 3a 的虚拟轴,相互对称地布置过梁 3b 的另一个例子。此外,图 8 表示构成配对物的两根过梁 3b 在它们的中部交叉并结合的例子。按照在图 7 和图 8 中所示的例子,由于过梁 3b 不被布置成垂直于支架 3a,因此能够集中地提高铰接单元 3 的抗张刚度,从而,在除扭转模式外的其它模式下,能够抑制活动板 2 的振动。另外,可通过结合在图 7 和图 8 中所示的过梁 3b 的结构和在图 6 中所

示的支架 3a 及支架 3a' 的结构,来形成铰接单元 3。

[0071] 此外,例如如图 9 中所示,可用一对支架 3a、3a', 和多组过梁 3d、3d'、3e、3e' ... 构成铰接单元 3(图 9 表示具有两组过梁的铰接单元)。相互构成配对物的过梁 3d 和过梁 3d' 在支架 3a 和支架 3a' 之间相互交叉并结合。另外,相互构成配对物的过梁 3e 和过梁 3e' 在支架 3a 和支架 3a' 之间相互交叉并结合。此外,过梁 3d 与过梁 3d' 交叉的角度 α 被设定成不同于过梁 3e 与过梁 3e' 交叉的另一角度 β 。按照在图 9 中所示的例子,例如,由于设计具有期望的抗弯刚度和扭转刚度的铰接单元 3 的灵活性,能够更有效地抑制活动板 2 在面内平移模式和面内转动模式下的振动。

[0072] 此外,例如如图 10 中,能够以曲线的形式形成一对支架 3a、3a'。特别地,以悬链线的形式形成支架 3a、3a'。按照在图 10 中所示的例子,能够更均匀地分布作用于支架 3a、3a' 的应力,从而能够进一步提高铰接单元 3 的耐久性。另外,可通过结合图 10 中所示的支架 3a、3a' 和图 9 中所示的过梁 3d、3d'、3e、3e' ..., 来构成铰接单元 3。

[0073] 另外,铰接单元和构成垂直梳形物的电极可在第二硅层形成,或者它们可由除 SOI 基板外的单一硅基板构成,或者它们可由另一半导体或金属板构成。此外,代替垂直梳形物,活动结构可被配置成具有水平梳形物、或者被布置成面对活动板的平面的驱动电极,并通过利用由它们产生的静电力作为驱动力来驱动活动板。此外,例如,活动结构可具有用磁力、电致伸缩力、热致伸缩力来驱动活动板的驱动结构。本发明并不仅仅适用于光扫描镜器件的结构,相反,本发明可广泛适用于例如,利用铰接单元可摆动地枢轴安装活动板的活动结构(例如加速度传感器)。

[0074] 附图标记的列表

[0075] 1 : 光扫描镜器件(活动结构)

[0076] 2 : 活动板

[0077] 2a : 镜面膜(镜面)

[0078] 3 : 铰接单元

[0079] 4 : 框架单元

[0080] 5 : 垂直梳形物(梳齿电极)

[0081] 3a、3a' : 支架

[0082] 3b、3b' : 过梁

[0083] 3d、3d' : 过梁

[0084] 3e、3e' : 过梁

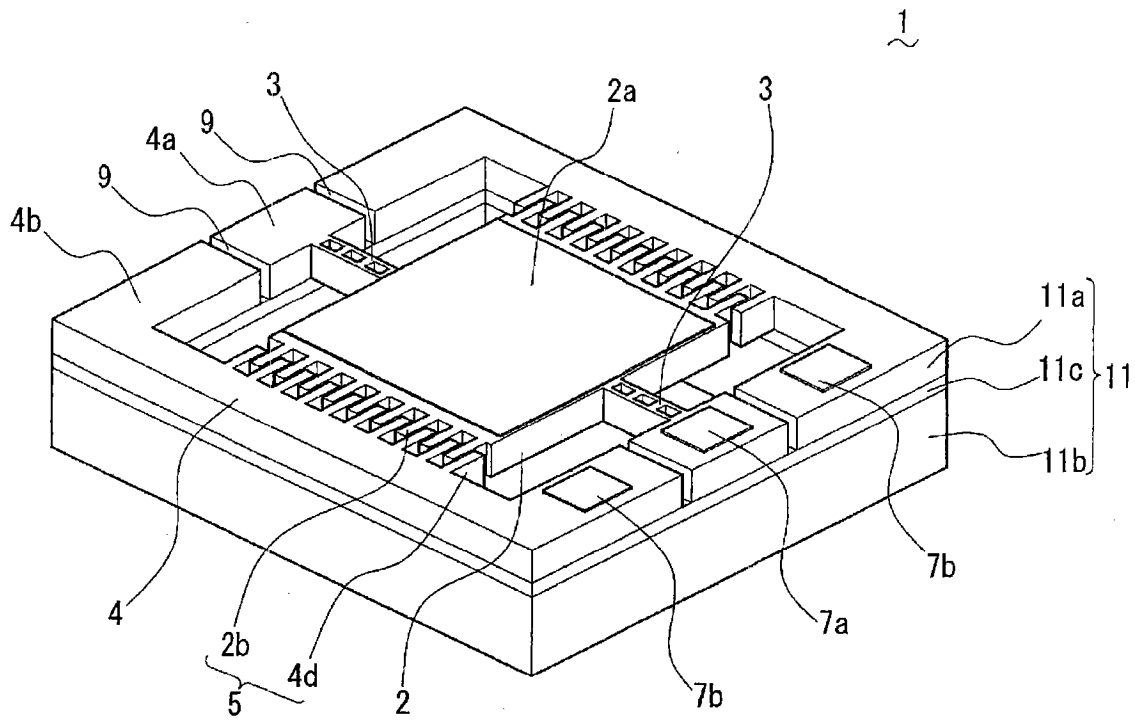


图 1

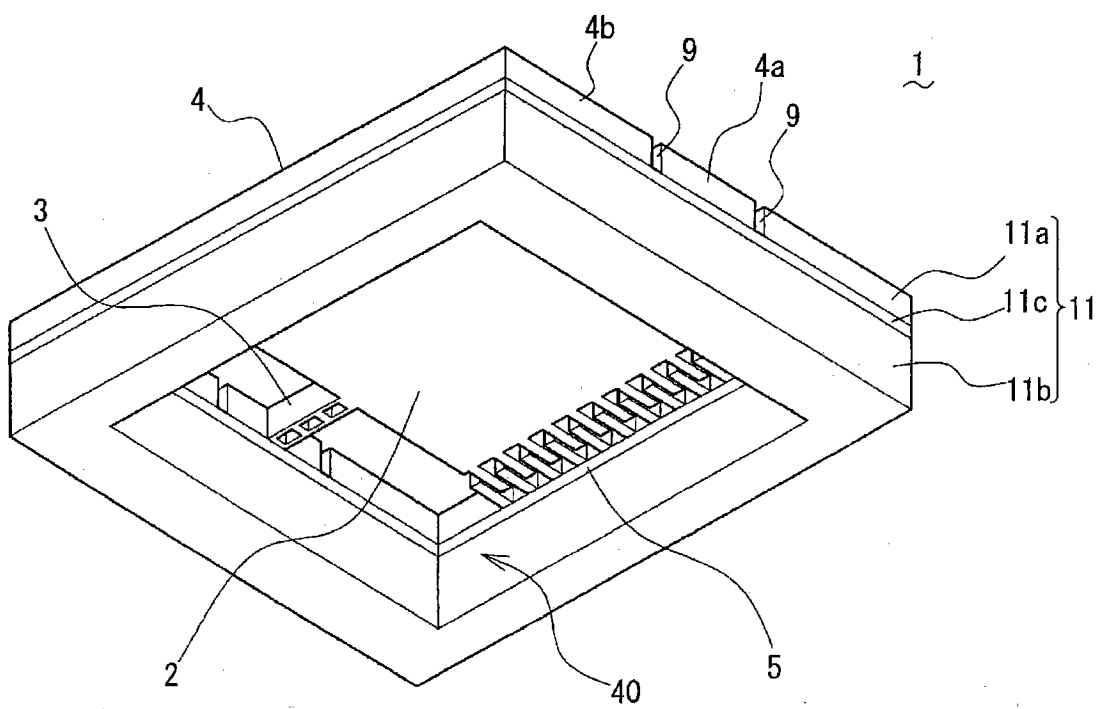


图 2

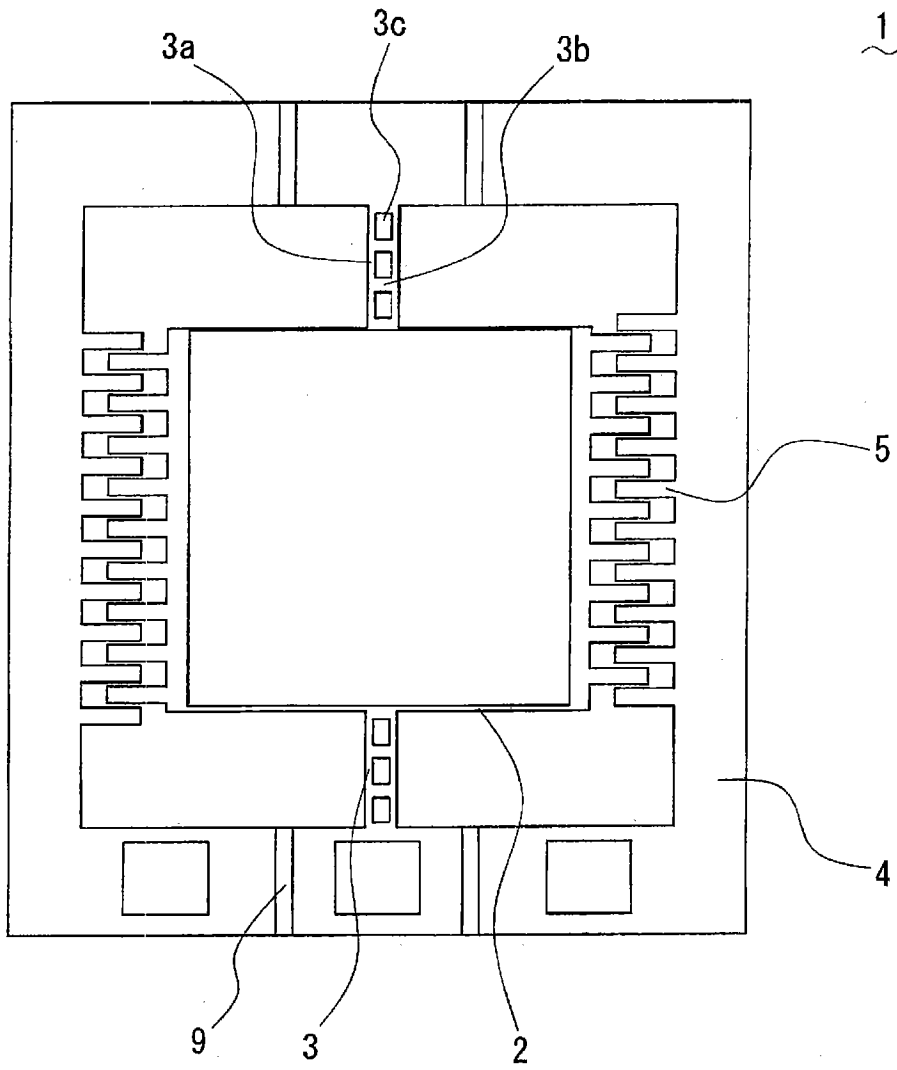


图 3

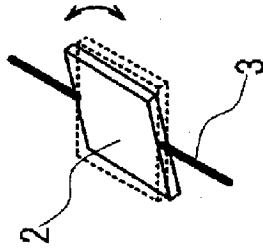
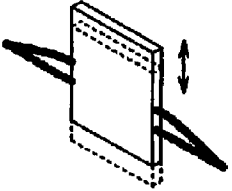
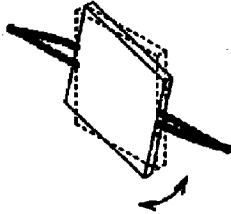
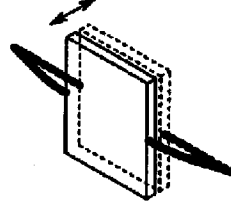
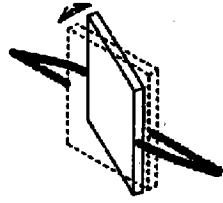
振动模式	扭转		75.5Hz	75.5Hz
	面内平移		640Hz	1409Hz
	面内转动		754Hz	1662Hz
	面外平移		3730Hz	3913Hz
	面外转动		7005Hz	7343Hz
共振频率	直接铰接			
	梯状铰接			

图 4

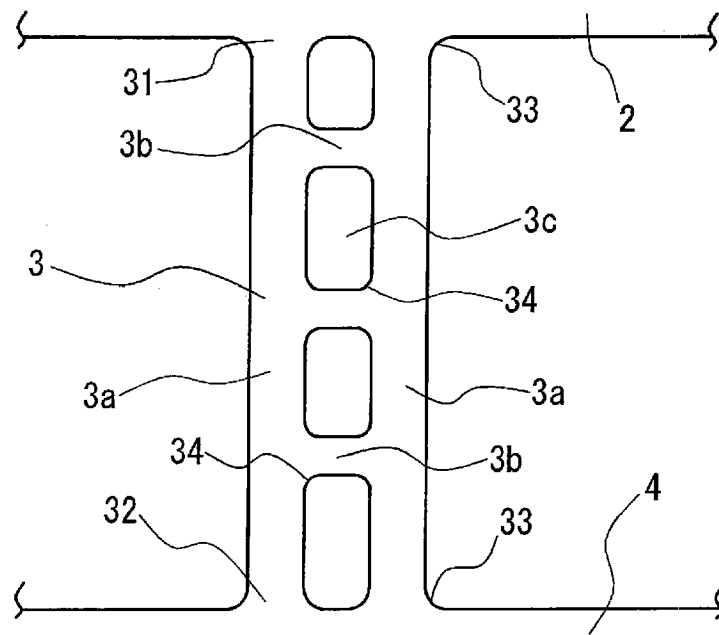


图 5

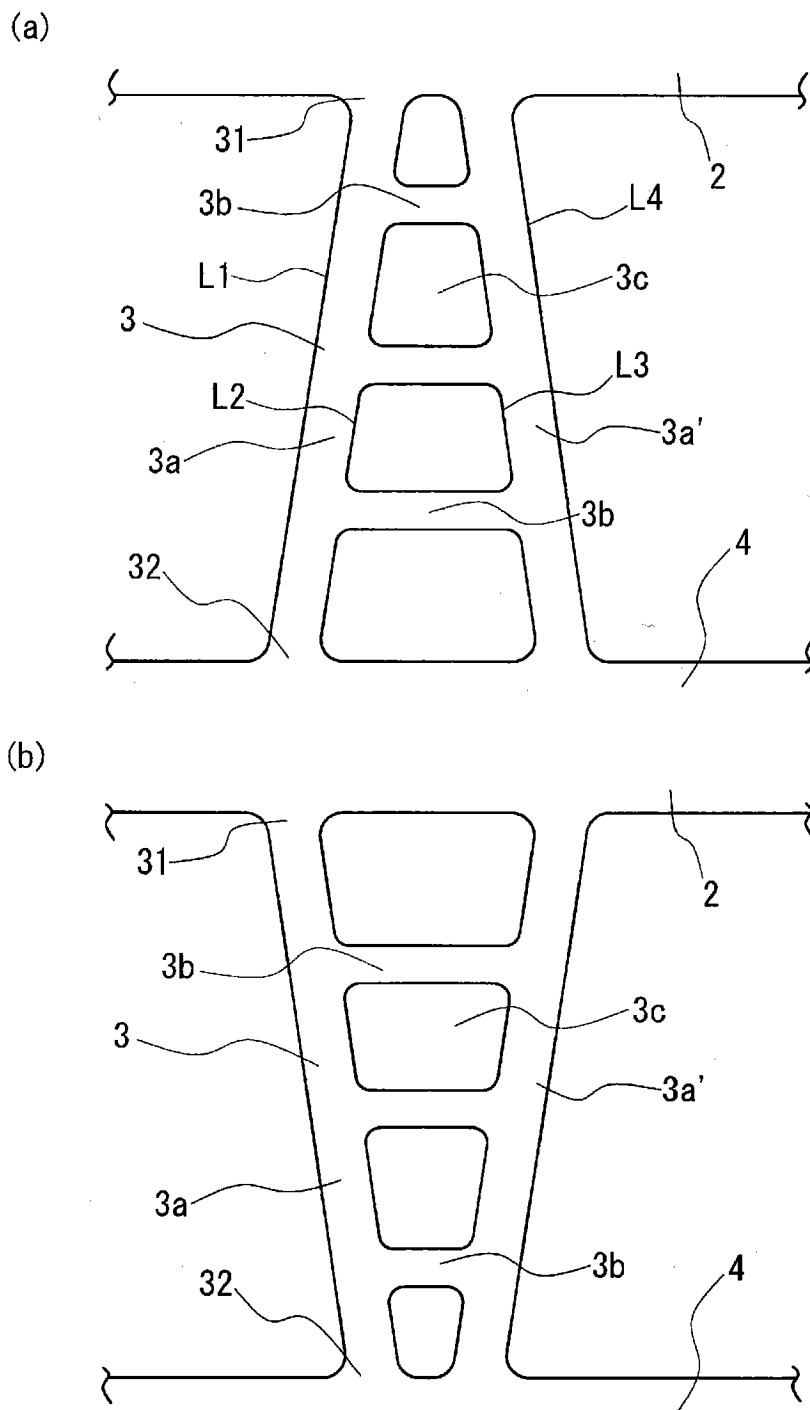


图 6

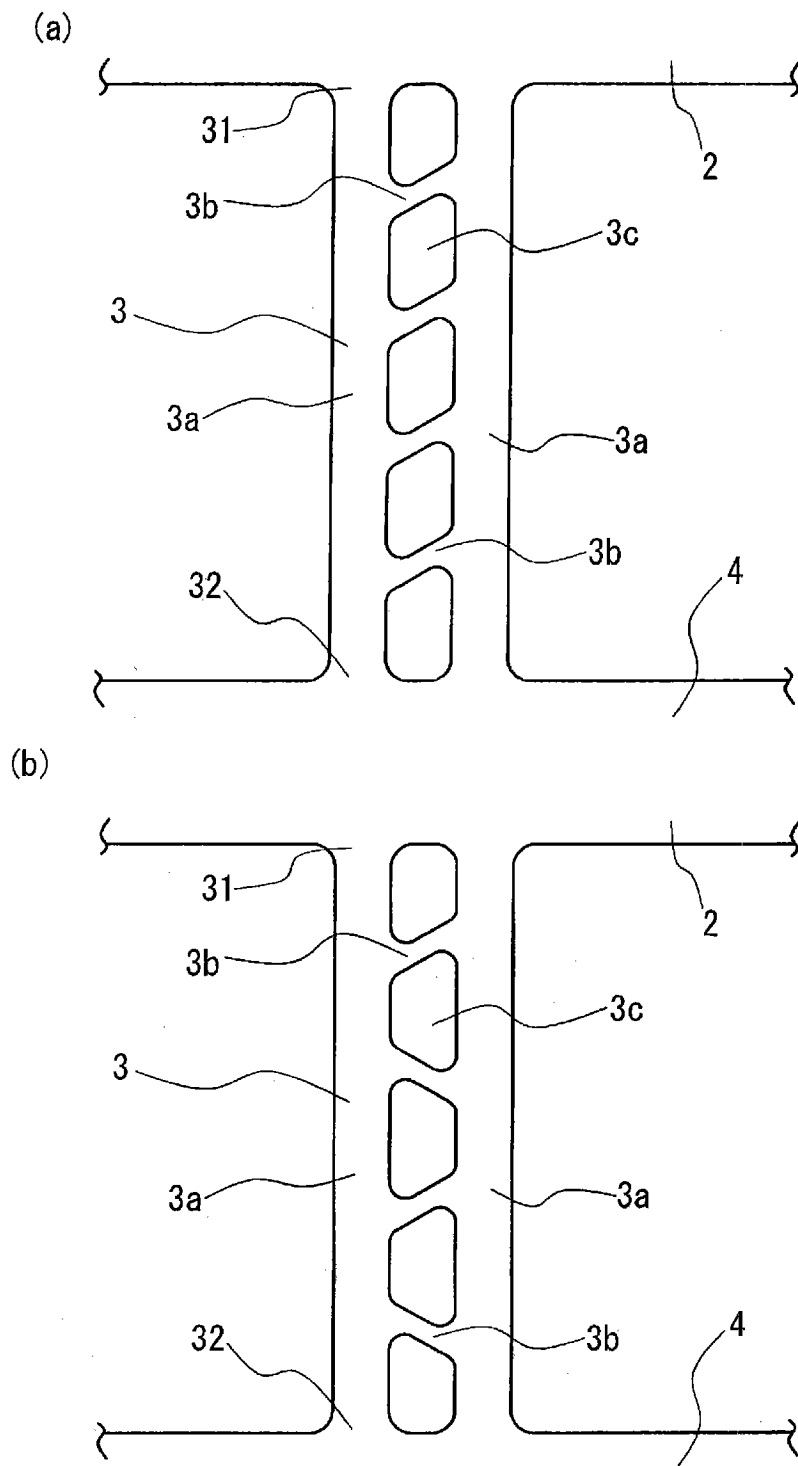


图 7

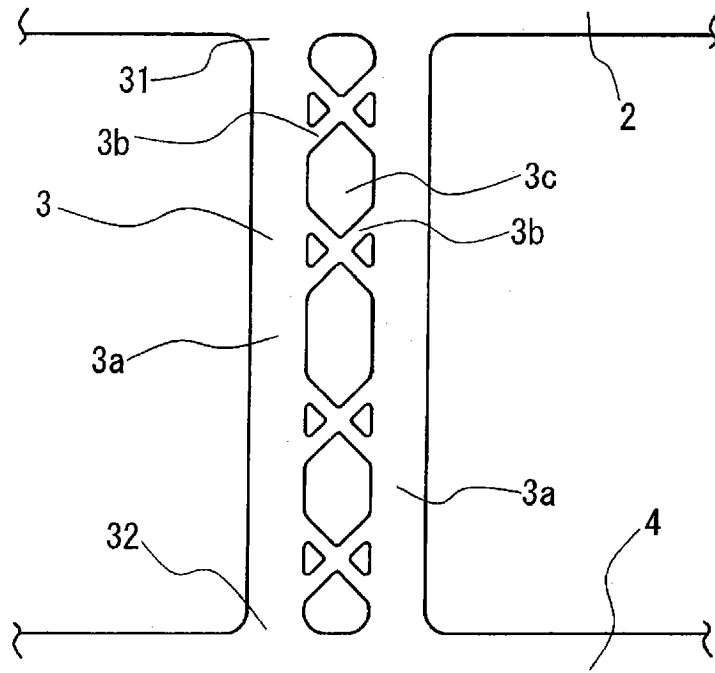


图 8

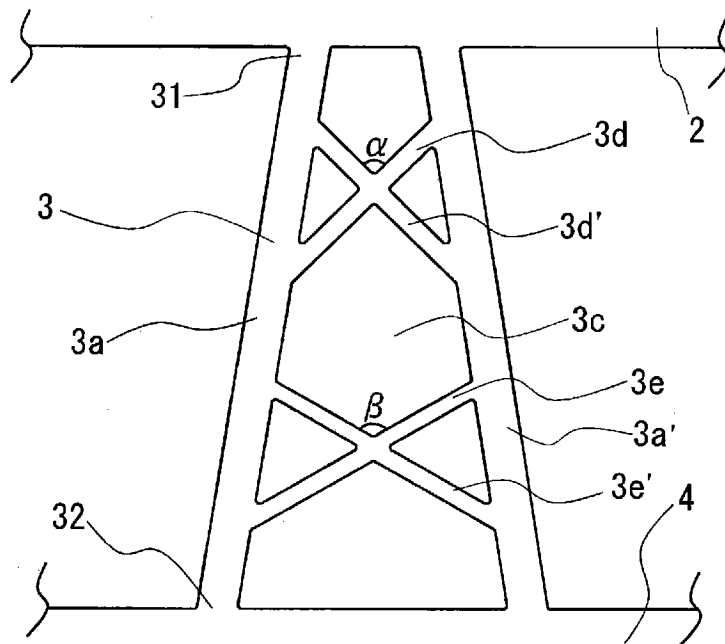


图 9

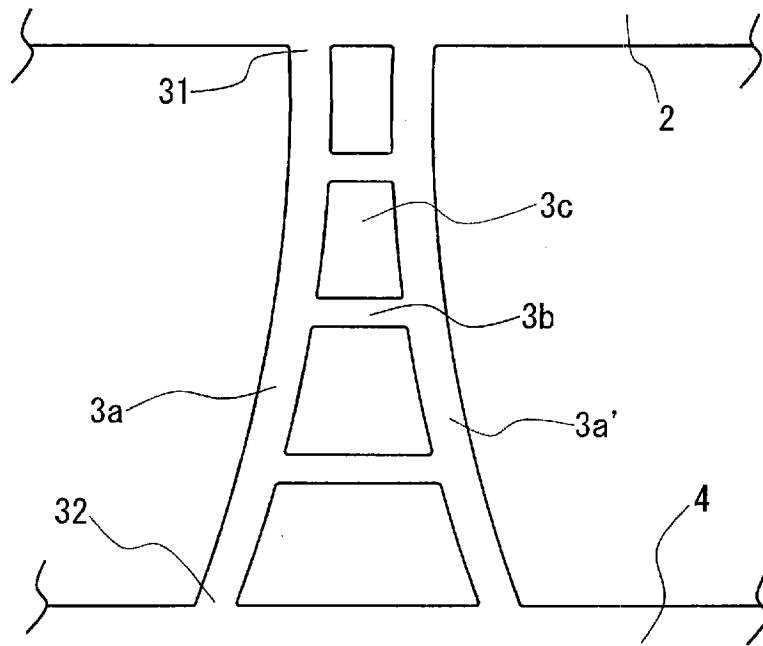


图 10