



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101598552 B

(45) 授权公告日 2011. 06. 01

(21) 申请号 200910142582. 6

(22) 申请日 2004. 10. 15

(30) 优先权数据

2003-357695 2003. 10. 17 JP

(62) 分案原申请数据

200410085294. 9 2004. 10. 15

(73) 专利权人 松下电器产业株式会社

地址 日本大阪府

(72) 发明人 野添利幸 吉内茂裕 川崎周作

地头所典行 大内智

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任

公司 11021

代理人 汪惠民

(51) Int. Cl.

G01C 19/56 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6389897 B1, 2002. 05. 21, 全文.

EP 0660081 A1, 1995. 06. 28, 全文.

US 5986549 A, 1999. 11. 16, 全文.

审查员 索子繁

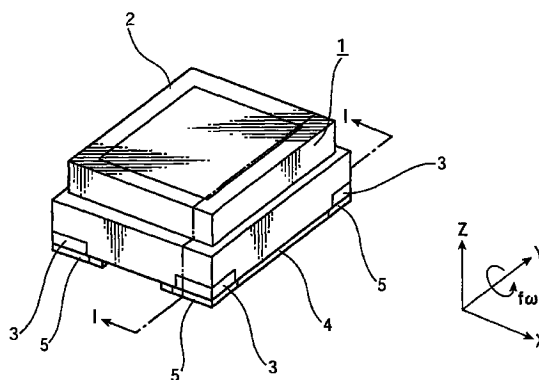
权利要求书 1 页 说明书 12 页 附图 22 页

(54) 发明名称

旋转率传感器

(57) 摘要

本发明提供一种旋转率传感器,包括:检测元件;电路单元,与检测元件电连接,以驱动方向的共振频率来驱动控制检测元件,并调整输出与从检测元件得到的旋转率相对应的信号;容器,用于收纳检测元件;以及弹性体,被安装在容器上;其中,弹性体是嵌入了具有电传导性的细线的弹性体;包含弹性体的旋转率传感器的支撑系统的传输特性曲线中的共振频率的峰值频率,小于检测元件的驱动方向以及旋转率检测方向的共振频率;并且,支撑系统的传输特性曲线中的共振频率的峰值频率,大于作为检测元件的驱动方向的共振频率和旋转率检测方向的共振频率之差的失谐频率;并且,电路单元的低通滤波器的截止频率小于失谐频率。



1. 一种旋转率传感器,其特征在于包括:

检测元件;

电路单元,与所述检测元件电连接,以驱动方向的共振频率来驱动控制所述检测元件,并通过低通滤波器,调整输出与从所述检测元件得到的旋转率相对应的信号;

陶瓷或树脂制的气密封容器,用于容纳所述检测元件和所述电路单元,并形成有助于向所述电路单元传输输入输出信号的线路;以及

弹性体,被安装在所述气密封容器和用于安装所述旋转率传感器的安装体之间;其中,所述弹性体是嵌入了具有电传导性的细线的弹性体;

包含所述弹性体的所述旋转率传感器的支撑系统的传输特性曲线中的共振频率的峰值频率,小于所述检测元件的驱动方向以及旋转率检测方向的共振频率;并且,

所述支撑系统的传输特性曲线中的共振频率的峰值频率,大于作为所述检测元件的驱动方向的共振频率和旋转率检测方向的共振频率之差的失谐频率;并且,

所述电路单元的低通滤波器的截止频率小于所述失谐频率。

2. 根据权利要求1所述的旋转率传感器,其特征在于:

所述支撑系统的传输特性曲线中的共振频率的峰值频率在 2kHz 以上 4kHz 以下;

所述检测元件的驱动方向的共振频率在 10kHz 以上;

所述失谐频率在 200Hz 以上 500Hz 以下;

所述低通滤波器的截止频率在 100Hz 以下;并且,

所述低通滤波的阶数实质上在 3 阶以上。

旋转率传感器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用来检测旋转率的旋转率传感器。

技术背景

[0002] 作为以往的旋转率传感器,有一种如特开平第 11-287658 号所记述的振动回转仪(vibration gyro)。在此振动回转仪中,振子的节点(node point)附近受到由 π 字状的细线构成的支撑部件的支撑,而支撑部件的两端,被固定在由玻璃环氧树脂等构成的矩形安装基片上。安装基片被固定在因振子的振动所产生的安装基片的振动模式的节点部分,而保持在底座上。

[0003] 然而,上述的振动回转仪,由于是使用通过减小系统全体的共振频率所产生的机械性的滤波效果,来实现振动分离的,所以,必须通过 π 字状的细线,来支撑振子的节点附近。由于这种采用细线的支撑结构非常复杂,所以,存在的问题是,不仅缺乏信赖性,而且也非常经不起外加的撞击。

[0004] 本发明的目的在于,提供一种能够经得住外加的撞击,且信赖性较高的旋转率传感器。

发明内容

[0005] 本发明所提供的旋转率传感器,包括检测元件、以检测元件的驱动方向的共振频率来驱动控制该检测元件,并通过低通滤波器,输出与从检测元件得到的旋转率相对应的信号的电路单元、收纳检测元件和电路单元,并形成有向电路单元传输输出输入信号的线路的陶瓷或树脂制的气密封容器、被配置在气密封容器和用来安装该旋转率传感器的安装体之间的弹性体,其中,至少由检测元件、电路单元、气密封容器以及弹性体构成的机械系统的合成共振频率、以及相当于检测元件的驱动方向的共振频率和检测元件的旋转率检测方向的共振频率之差的施加旋转率频率,小于检测元件的驱动方向的共振频率及检测元件的旋转率检测方向的共振频率,电路单元内的低通滤波器的截止频率,也小于合成共振频率及施加旋转率频率。根据此结构,则可以提供一种能够经得住外加的撞击,且信赖性较高的旋转率传感器。

附图说明

[0006] 图 1 是本发明第 1 实施例的旋转率传感器的斜视图。

[0007] 图 2 是图 1 所示的旋转率传感器沿 I-I 线的剖面图。

[0008] 图 3 是构成图 1 所示的旋转率传感器的水晶音叉型振子的斜视图。

[0009] 图 4 是图 3 所示的水晶音叉型振子的共振特性的示意图。

[0010] 图 5A 是表示图 1 所示的旋转率传感器的水晶音叉型振子的频谱的示意图,图 5B 是表示图 1 所示的旋转率传感器的电路单元内的低通滤波器特性的示意图,图 5C 是表示通过图 1 所示的旋转率传感器的电路单元内的低通滤波器之后的频率-增益特性的示意图。

[0011] 图 6A 是表示图 4 所示的水晶音叉型振子的共振特性的示意图,图 6B 是表示图 1 所示的旋转率传感器支撑系统的机械式的频率 - 增益特性的示意图。

[0012] 图 7 是用来说明在图 1 所示的旋转率传感器被封装在基片上的状态下当施加了外部撞击的情况下的模式图。

[0013] 图 8 是用来说明图 7 所示的气密封容器和硅橡胶的尺寸大小关系的模式图。

[0014] 图 9 是图 8 所示的气密封容器和硅橡胶的大小之比和旋转率的相关图。

[0015] 图 10 是图 1 所示的旋转率传感器支撑系统的其它的机械式的频率 - 增益特性的示意图。

[0016] 图 11 是表示在图 1 所示的旋转率传感器上所施加的旋转率的变化特性的示意图。

[0017] 图 12 是表示对应于图 11 所示的旋转率的变化而从旋转率传感器的电路单元输出的 PWM 输出的输出示意图。

[0018] 图 13 是表示图 1 所示的旋转率传感器的水晶音叉型振子的质量和电路单元及气密封容器的合计质量的质量比、和输出温度漂移量之间的关系特性的示意图。

[0019] 图 14 是本发明第 2 实施例的旋转率传感器的斜视图。

[0020] 图 15 是本发明第 3 实施例的旋转率传感器的斜视图。

[0021] 图 16 是本发明第 4 实施例的旋转率传感器的斜视图。

[0022] 图 17 是图 16 所示的旋转率传感器沿 II-II 线的一部分剖面图。

[0023] 图 18A 是表示图 16 所示的旋转率传感器的水晶音叉型振子的共振特性的示意图,图 18B 是表示图 16 所示的旋转率传感器支撑系统的机械式的频率 - 增益特性的示意图。

[0024] 图 19 是表示硅橡胶的厚度和振动传输量的关系特性的示意图。

[0025] 图 20 是本发明第 5 实施例的旋转率传感器的斜视图。

[0026] 图 21 是基片和抽出头成为一体的旋转率传感器的斜视图。

[0027] 图 22 是本发明第 6 实施例的旋转率传感器的斜视图。

[0028] 图 23 是采用了线状导体切片的旋转率传感器的斜视图。

[0029] 图 24 是本发明第 7 实施例的旋转率传感器的斜视图。

[0030] 图 25 是本发明第 8 实施例的旋转率传感器的斜视图。

[0031] 图 26 是本发明第 9 实施例的旋转率传感器的斜视图。

具体实施方式

[0032] 实施例 1

[0033] 首先,就本发明实施例 1 的旋转率传感器进行说明。图 1 是本发明实施例 1 的旋转率传感器的斜视图,图 2 是图 1 所示的旋转率传感器沿 I-I 线的剖面图。另外,图 1 所示的 X 轴、Y 轴、Z 轴,分别是表示气密封容器 2 的宽度方向、长度方向、厚度方向的轴。

[0034] 图 1 和图 2 所示的旋转率传感器 1,包括气密封容器 2、垫电极 (padelectrodes) 3、硅橡胶 4 以及导体部 5。

[0035] 气密封容器 2 为长方体形状,由陶瓷或环氧树脂系等树脂构成。垫电极 3 由金等构成,被设置在气密封容器 2 的下方,用来向旋转率传感器 1 提供电源以及取出输出。硅橡胶 4 与气密封容器 2 的底部形成为一体,作为弹性体而发挥其作用。另外,硅橡胶 4 也可以粘贴在气密封容器 2 的底部。

[0036] 导体部 5 由第 1 垫电极 5a、导体模板 (conductor pattern) 5b 及第 2 垫电极 5c 组成,第 1 垫电极 5a,设在硅橡胶 4 上面的与气密封容器 2 的垫电极 3 相对应的位置上,第 2 垫电极 5c,设在其下面,用来与设置在基片等上的外部电极 (图略) 通电,而在侧面,则设有用来连接第 1 和第 2 垫电极 5a、5c 的导体模板 5b。这样,尽管结构简单,但可以使承担机械支撑作用的硅橡胶 4 保持通电的功能。

[0037] 第 2 垫电极 5c 被设置在硅橡胶 4 下面的四个角上。这样,在基片上封装本传感器时,因焊料的表面张力在四个角上发生作用,从而可以实现自行调整。

[0038] 各导体部 5,至少具有电源、输出、接地用的 3 个系统的电极功能,并且,还被配置成使输出用的垫电极位于电源用的垫电极和接地用的垫电极之间。这样,可以减少在基片上焊接该传感器时,因焊料的进入而引起的电极-地面之间的短路发生概率。

[0039] 作为检测元件的水晶音叉型振子 (crystal tuning-fork vibrator) 6,被配置在气密封容器 (airtight container) 2 内部的上方,台座 9 使用粘合剂等来支撑固定水晶音叉型振子 6。在水晶音叉型振子 6 的下方设有层状的配线 7,通过配线 7,可将水晶音叉型振子 6 和电路单元 8 连接起来。电路单元 8,例如由半导体裸片 (semiconductor bare chip) 组成,可通过引线接合或冲击 (wire bonding or a bump) 法,,而与设置在气密封容器 2 内的垫电极 (图略) 连接。电路单元 8 以驱动方向的共振频率,来驱动控制水晶音叉型振子 6,将对应于从水晶音叉型振子 6 获得的旋转率的信号进行调整并输出。盖子 10a、10b 由金属等构成,在气密封容器 2 的内部充填了气体之后,通过对盖子 10a、10b 进行焊接或粘结,而将气密封容器 2 进行封闭,从而保持气密封容器 2 内的气体被密封。

[0040] 图 3 是图 2 所示的水晶音叉型振子的斜视图。图 3 所示的水晶音叉型振子 6,是由单结晶水晶或接合水晶构成的共振型振子,其温度特性良好。例如,可以通过以原子间结合的水准,直接将有音叉形状的 2 片水晶板接合起来,制作成由接合水晶构成的共振型振子。

[0041] 水晶音叉型振子 6,包括 2 根臂 11、12 和连接臂 11、12 的底部 13。由于底部 13 不存在用来分离振动的横梁结构或狭窄结构,所以,即使对于从混凝土面的上方 1m 处落下时的撞击 (瞬间超过 1 万 G 的撞击),水晶音叉型振子 6 也不会发生损坏。

[0042] 垫电极 14,通过蒸镀铬和金而被形成在底部 13 上,分别与通过蒸镀铬和金而形成在臂 11、12 上的,用于驱动音叉的电极 (图略) 以及用来检测与旋转率相对应的信号的检测电极 (图略) 相连接。垫电极 14 还通过引线接合或冲击法而与设置在气密封容器 2 上的垫电极 (图略) 连接。

[0043] 参照图 1 ~ 图 3,通过从电路单元 8 向水晶音叉型振子 6 上的垫电极 14 提供驱动信号,臂 11、12 则在 X 轴方向来回振荡。而且,一旦施加了围绕 Y 轴的旋转率 ω ,则在臂 11、12 的振幅速度矢量和旋转率矢量的矢量积方向 (Z 轴方向) 上则产生与臂 11、12 的质量成比例的作用力 (即,柯氏力 (Coriolis' force)),而臂 11、12 则因此柯氏力的作用向检测旋转率的方向 (Z 轴方向) 弯曲。与此弯曲量成比例的信号,通过水晶音叉型振子 6 上的检测电极被检测出来,在电路单元 8 内,根据驱动信号对此检测出的信号进行同步检波,通过放大同步检波后的信号,并在低通滤波器进行处理,则可以获得与旋转率相对应的传感器信号。

[0044] 图 4 是图 3 所示的水晶音叉型振子的共振特性示意图,横轴表示频率,纵轴表示导纳 (admittance) (即,振荡的容易程度)。

[0045] 图 4 中的 20、21 分别表示图 3 所示的水晶音叉型振子 6 的驱动方向的共振频率（以下，简略为“ f_d ”），以及旋转率检测方向的共振频率（以下，简略为“ f_s ”），A 表示相当于 f_d 和 f_s 之差的频率（以下称为“失谐频率”）。

[0046] 在本实施例中，用 10kHz 作为水晶音叉型振子 6 的 f_d 。通常，为了提高旋转率检测方向的灵敏度，而将水晶音叉型振子 6 的大小形状设计成 f_d 和 f_s 靠近，使检测方向的振动易于激发。水晶音叉型振子 6，其失谐频率 A 越小，则越接近共鸣状态，从而可以使检测灵敏度提高。例如，在领航系统（navigation system）、滚式系统（rollover system）、新式 ABS（advanced ABS）（非锁定制动系统（antilock brake system））的场合下，最好将失谐频率 A 分别设定在 200Hz ~ 400Hz、300Hz ~ 500Hz、300Hz ~ 400Hz。

[0047] 图 5A 是表示图 1 所示的旋转率传感器的水晶音叉型振子的频谱的示意图，图 5B 是表示图 1 所示的旋转率传感器的电路单元内的低通滤波器特性的示意图，图 5C 是表示图 1 所示的旋转率传感器的电路单元内的低通滤波器通过之后的频率 - 增益特性的示意图。在图 5A ~ 图 5C 中，20、21 分别表示 f_d 和 f_s ，22a、22b 分别表示调制边波（ $f_d + f\omega$ ）和调制边波（ $f_d - f\omega$ ），23 表示相当于旋转率 ω 的频率 $f\omega$ ，24 是表示低通滤波器的截止频率的点，25 是表示对于低通滤波器的频率的增益下降特性的直线，26 表示跳动成分，各图的横轴是频率，纵轴是增益。

[0048] 图 5A 表示的是频谱（frequency spectrum），该频谱用来说明在围绕水晶音叉型振子 6 的 Y 轴施加了频率为 $f\omega$ 的旋转时的 f_d 附近的调制边波。如图 5A 所示，一旦围绕水晶音叉型振子 6 的 Y 轴施加了相当于旋转率为 ω 的频率（ $f\omega$ ）23， f_d 则因频率（ $f\omega$ ）23 而受到振幅调制，在 f_d 的上下将产生调制边波（ $f_d + f\omega$ ）22a 和调制边波（ $f_d - f\omega$ ）22b。此调制边波（ $f_d + f\omega$ ）22a 和调制边波（ $f_d - f\omega$ ）22b 的峰值量，由驱动方向（X 轴方向）的振幅量、检测方向（Z 轴方向）的机械式共振锐度（Q 值）以及失谐频率 A 来决定。通过解调（检波及平滑）此调制边波（ $f_d + f\omega$ ）22a 和调制边波（ $f_d - f\omega$ ）22b，可以得到与所施加的旋转率相对应的传感器输出。

[0049] 图 5B 表示电路单元 8 内的低通滤波器的特性。如图 5B 所示，在进行解调时，为了抑制不必要的杂波成分，通常通过低通滤波器来对输出进行平滑。设定增益下降特性，以便可以按照表示低通滤波器的频率的增益下降特性的直线 25，随着频率的增大，通过低通滤波器之后的输出则单调地减少。

[0050] 例如，表示低通滤波器的截止频率的点 24，在领航系统、滚式系统、新式 ABS（非锁定制动系统）的场合下，最好各自设定在 10Hz、50Hz、100Hz。而且，表示低通滤波器的频率的增益下降特性的直线 25 的斜率，在领航系统、滚式系统、新式 ABS 的场合下，最好设定在 2 次 ~ 4 次、3 次 ~ 4 次、3 次 ~ 5 次。

[0051] 图 5C 表示在围绕水晶音叉型振子 6 的 Y 轴施加了相当于失谐频率 A 的旋转率时，通过低通滤波器之后的输出的频率 - 增益特性。如图 5C 所示，所施加的旋转率的频率（ $f\omega$ ）23，一旦接近失谐频率 A（ $= f_d - f_s$ ），调制边波（ $f_d - f\omega$ ）22b 则与 f_s 重叠。此调制边波（ $f_d - f\omega$ ）22b 成为起振力，在检测方向（Z 轴方向）上产生与实际旋转率不相关的振荡信号。一旦将此信号进行解调，则在相当于失谐频率 A（ $= f_d - f_s$ ）附近的旋转率的频率（ $f\omega$ ）的位置上，出现传感器输出的尖锐的峰值 26。这就是所称的所谓跳动成分（beat component），是共振型旋转率传感器的共同现象。此跳动成分，通常是由上述的低通滤波器来抑制。

[0052] 图 6A 是表示图 4 所示的水晶音叉型振子的共振特性的示意图,图 6B 是表示图 1 所示的旋转率传感器支撑系统的机械式的频率 - 增益特性的示意图。在图 6A 和图 6B 中,30 表示传感器支撑系统(主要是由水晶音叉型振子 6、电路单元 8、气密封容器 2 以及硅橡胶 4 构成的机械系统)的传输特性曲线,31 表示在支撑系统传输特性曲线 30 上取得峰值的共振频率,32 表示失谐频率 $A(=f_d-f_s)=f\omega$,33 表示支撑系统传输特性曲线 30 上的 f_d 附近的衰减量。

[0053] 作为图 6B 所示的支撑系统传输特性,共振频率 31 最好在 2kHz 或 2kHz 以上、4kHz 或 4kHz 以下,而在 2kHz 更为理想。而且,较为理想的是,图 5A ~ 图 5C 进行过说明的失谐频率 A 在 200Hz 或 200Hz 以上、500Hz 或 500Hz 以下,表示低通滤波器的截止频率的点 24 在 100Hz 或 100Hz 以下,低通滤波的次数实际上设定在 3 次或 3 次以上。这样,由于在经得住外加撞击的同时,又可以较有效地抑制因施加旋转率的频率而容易产生的跳动成分,所以,传感器的检测频率区的输出信赖性得到了极大的提高。

[0054] 图 7 是用来说明在图 1 所示的旋转率传感器被封装在基片上的状态下而施加了外部撞击的情况的模式图。在图 7 中,40 表示驱动方向(X 轴方向)的撞击加速度,41 表示旋转率检测方向(Z 轴方向)的撞击加速度,42 表示的是不取决于原来的旋转率,而是因外部的撞击加速度而围绕 Y 轴产生的撞击旋转力矩(impact angular-moment)。

[0055] 如图 7 所示,在图 1 所示的气密封容器 2 的底部形成一体的硅橡胶 4,被粘结固定在作为安装体的封装基片 43 上。在本发明的传感器中,由于图 3 所示的水晶音叉型振子 6、图 6B 所示的机械式的频率 - 增益特性以及图 5C 所示的电路的低通滤波特性是被组合在一起的,所以,不仅水晶音叉型振子 6 能够经得住落下撞击,而且,即使在被施加了相当于失谐频率 $A(=f_d-f_s)$ 的旋转率的频率($f\omega$)的情况下,也可以使跳动成分得以抑制。而且,如图 6B 所示,由于共振频率的峰值 31 被设定成大于相当于失谐频率 $A(=f_d-f_s)$ 的旋转率频率($f\omega$)32,所以,也不会无意中使机械系统的共振所引起的跳动成分增加。还由于在 f_d 附近的机械系统的衰减量 33 较大,所以,可以经得住来自外部的撞击加速度 40、41、或撞击旋转力矩 42 等。例如,已经证实,在旋转率传感器 1 的质量为 5g、硅橡胶 4 的硬度为 30 度、其厚度为 0.5mm 的情况下,向混凝土面落下时的撞击被衰减到大约不到 1000G。

[0056] 图 8 是用来说明图 7 所示的气密封容器和硅橡胶的尺寸大小关系的模式图。在图 8 中, L_a 表示图 7 所示的气密封容器 2 的宽度(X 轴方向、即与检测旋转率的检测轴垂直的方向的长度), L_b 表示图 7 所示的气密封容器 2 的厚度(Z 轴方向的长度)和硅橡胶 4 的厚度(Z 轴方向的长度)合在一起的厚度。箭头 B 表示从外部施加于封装基片 43 上、与气密封容器 2 的宽度方向(X 轴方向)平行的撞击加速度 40(参照图 7)的方向,通过此撞击加速度 40,围绕 Y 轴而产生撞击旋转力矩 42。

[0057] 图 9 是图 8 所示的气密封容器和硅橡胶的大小之比和旋转率的相关图。如图 9 所示,在将图 8 所示的气密封容器 2 和硅橡胶 4 的尺寸比 L_a/L_b 为 1.0 时的外加撞击时的围绕检测轴的旋转力矩(偏力矩) ω' 定为 1.0 时,一旦尺寸比 L_a/L_b 成为 1.0 以上,则气密封容器 2 就会慢慢地变成扁平形状,从而可以减轻外加撞击时的围绕检测轴的旋转力矩 ω' 的发生。

[0058] 在此,就按照其他的设计方法而改变了图 1 所示的旋转率传感器的支撑系统,改变了支撑系统的机械式的频率 - 增益特性的情况来进行说明。

[0059] 图 10 是图 1 所示的旋转率传感器支撑系统的其他的机械式的频率 - 增益特性的示意图。在图 10 中, 34 表示图 1 所示的旋转率传感器的其他支撑系统 (主要是由水晶音叉型振子、电路单元、气密封容器以及硅橡胶构成的机械系统) 的传输特性曲线, 35 表示在支撑系统传输特性曲线 34 上的共振频率的峰值, 36 表示失谐频率 $A (= f_d - f_s) = f \omega$ 。

[0060] 作为图 10 所示的支撑系统传输特性, 共振频率的峰值 35, 最好在 300Hz 或 300Hz 以上、600Hz 或 600Hz 以下, 而在 500Hz 更为理想。而且, 较为理想的是, 图 5A ~ 图 5C 进行过说明的失谐频率 A 在 1kHz 或 1kHz 以上、2kHz 或 2kHz 以下, 表示低通滤波器的截止频率的点 24 在 100Hz 或 100Hz 以下, 低通滤波的次数实际上设定在 3 次或 3 次以上。这样, 由于在经得住外加撞击的同时, 又可以较为有效地抑制因施加旋转率的频率而容易产生的跳动成分, 所以, 传感器的检测频率区的输出信赖性得到了极大的提高。

[0061] 图 11 是表示在图 1 所示的旋转率传感器上施加的旋转率变化特性的示意图。图 12 是表示对应于图 11 所示的旋转率的变化而从旋转率传感器的电路单元输出的 PWM 输出的输出示意图。

[0062] 当图 11 所示的旋转率被施加在图 1 所示的旋转率传感器 1 上时, 从旋转率传感器 1 产生模拟输出。由于旋转率传感器 1 的电路单元 8 具有脉冲宽度处理转换器 (图略), 所以, 对应于此输出, 将产生以如图 12 所示的脉冲宽度, 其占空系数 (duty ratio) 发生变化的 PWM 形式的输出。在此情况下, 由于数码输出可以由用来调整输出与旋转率对应的信号的电路单元 8 送出, 所以, 利用微型计算机很容易处理这种输出。而且, 又由于数码输出为 PWM 形式, 所以不需要用 A/D 转换器, 用 1 个数码通道 (digital port) 就可以处理这种 PWM 输出。

[0063] 图 13 是表示图 1 所示的旋转率传感器的水晶音叉型振子的质量和电路单元及气密封容器的合计质量的质量比、和输出温度漂移量的关系特性的示意图。图 13 的横轴表示的是, 用水晶音叉型振子 6 的质量 m 除电路单元 8 和气密封容器 2 的合计质量 M 的质量比 M/m , 纵轴表示的是旋转率传感器 1 的输出温度漂移量 (deg/sec)。

[0064] 如图 13 所示, 由于质量比 M/m 达到 5.0 以上后, 水晶音叉型振子 6 的振动则趋于稳定, 遗漏振动量也减小, 所以, 旋转率传感器 1 的输出温度漂移量也被减小到 10deg/sec 以下。

[0065] 如上所述, 在本实施例中, 虽然随着旋转率传感器 1 的小型化, 水晶音叉型振子也小型化, 但即使水晶音叉型振子小型化也不会招致因制造上的偏差而引起的旋转率传感器特性的恶化, 而且, 还可以廉价提供抗外部杂乱加速度或外加撞击, 其信赖性也是较高的超小型旋转率传感器。尤其是可以廉价提供表面封装型的旋转率传感器。

[0066] 另外, 在本实施例中, 是就采用了硅橡胶作为弹性体的例子进行了说明, 但并不一定只局限于此, 也可以使用各种各样的材料。

[0067] 例如, 也可以使用一种嵌入了金属细线而使沿厚度方向具有电传导性的板状橡胶。这样, 只将本传感器压接封装在基片上, 而不需要用焊接等连接手段, 就可以确保传感器和基片之间的电连接, 从而实现施工方法的合理化。而且, 也可以采用氨基甲酸酯或具有空孔的硅, 这样, 可以提高撞击的吸收效果。还可以采用含有磁性体或磁石的弹性材料, 这样, 可以在汽车车体或发动机表面等具有磁性的金属体上稳定地进行安装。还可以采用由纤维状的玻璃或树脂形成的薄片, 这样, 弹性体内的内部损耗可以明显加大, 从而可以提高

撞击的吸收效果。

[0068] 而且,弹性体也可以为层叠结构,这样,由于弹性体是由层叠结构所构成,所以,通过使层之间的传输阻抗为不连续,则会产生振动反射,从而可以进一步提高振动衰减效果。另外,还可以在气密封容器的表面薄薄地粘贴上弹性体(例如,比气密封容器的厚度要薄地粘贴在气密封容器的底面以外的面上)。这种情况下,可以缓和在有其他的部件接触干涉气密封容器时所发生的撞击和振动。

[0069] 而且,在本实施例中,作为检测元件,以采用了水晶音叉型振子为例进行了说明,但并不一定只局限于此,也可以使用其他的各种各样的材料。例如,可以采用一种在其表面设有 PZT 的压电模的硅片所形成的一端封闭型音叉振子,这样,可以简易地形成一端封闭型音叉振子的支撑部。而且,还可以采用一种 H 型振子,这样,可以抑制来自驱动部向检测部的不要信号的遗漏。另外,还可以采用一种通过蚀刻法而由硅片形成的射束型的振子,这样,易于实现传感器的小型化。还可以采用一种通过蚀刻法而由硅片形成的环形状的振子,这样可以提高机械式的 Q 值。

[0070] 而且,也可以采用这样一种振子,用蚀刻法,从硅基片开始,将共振型振子臂、底部、支撑该底部的横梁、支撑该横梁的矩形的框架构成一体,通过在臂的主要一面上蒸镀厚度为 $1\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下的 PZT 压电模而形成。在这种情况下,即可以达到薄型化,也可以实现高精度化。并且,最好还是电路在硅基片的同一面上形成为一体。在这种情况下,更容易实现小型化。

[0071] 而且,也可以采用一种角柱形或圆柱形陶瓷制的振子。这样可以提高对旋转率的检测灵敏度。还可以采用一种使用了弹性表面波纹的振子。在这种情况下,明显的薄型化将成为可能。

[0072] 在本实施例中,还就检测元件和电路单元分别被设置在分开的位置上的例子进行了说明,但并不一定只局限于此,例如,电路单元也可以是在由硅片构成的一端封闭型音叉振子的同一面上形成为一体。在这种情况下,就更加容易实现小型化。

[0073] 实施例 2

[0074] 图 14 是本发明第 2 实施例的旋转率传感器的斜视图。在图 14 中的与图 1 有相同结构的部分标有相同的序号,但其详细的说明则省略,只就不同的部分给以详细的说明。

[0075] 图 14 所示的旋转率传感器 1a 的硅橡胶 4a,是由图 1 所示的硅橡胶 4 在 Y 轴方向延长了的硅橡胶而构成的,同实施例 1 一样,作为弹性体而发挥其作用。突起 50 设置在硅橡胶 4a 上,而在封装基片 60 上形成孔 62,用来给突起 50 定位并进行装收。导体部 5a 又形成在硅橡胶 4a 上,垫电极 3 则以突起 50 被插入在孔 62 中的状态,通过导电体 5a 而与形成在封装基片 60 上的导体模板 61 连接。

[0076] 如上所述,本实施例由于设置了突起 50 和孔 62,所以,通过将突起 50 插入孔 62,可以准确地将旋转率传感器 1a 在封装基片 60 上的位置固定下来,从而可以防止旋转率传感器 1a 被错位地连接在基片上的错误连接。

[0077] 实施例 3

[0078] 图 15 是本发明第 3 实施例的旋转率传感器的斜视图。在图 15 中的与图 1 有相同结构的部分标有相同的序号,但其详细的说明则省略,只就不同的部分给以详细的说明。

[0079] 图 15 所示的旋转率传感器 1b 的气密封容器 2 的底面上,粘结有硅橡胶 70,而硅橡

胶 70 与封装基片 60a 粘在一起。硅橡胶 70 由剖面为圆形的圆柱体的硅橡胶所构成,同实施例 1 一样,作为弹性体而发挥其作用。硅橡胶 70 的表面设有导体部 5b,是为了连接由金等构成的垫电极 3 和设置在封装基片 60a 上的外部电极 61a。

[0080] 根据上述的结构,本实施例在封装基片 60a 上封装旋转率传感器 1b 时,旋转率传感器 1b 和封装基片 60a 之间会产生空隙,可以将各种零部件封装在此空隙中,从而可以实现封装效率的改善。

[0081] 另外,作为硅橡胶 70 的剖面形状来说,并不只局限于上述之例,也可以用椭圆形等其他形状,硅橡胶的形状也并不只局限于上述之例,也可以用球形等各种形状。而且,虽然是采用硅橡胶作为弹性体,但并不只局限于此例,也可以采用各种各样的材料,只要是具有弹性的材料。

[0082] 实施例 4

[0083] 图 16 是本发明第 4 实施例的旋转率传感器的斜视图,图 17 是图 16 所示的旋转率传感器沿 II-II 线的一部分剖面图。图 16 和图 17 中,在与实施例 1 至实施例 3 有相同结构的部分标有相同的序号,但其详细的说明则省略,只就不同的部分给以详细的说明。

[0084] 图 16 和图 17 所示的旋转率传感器 1c 的软性基片 (flexible substrate) 80,包括用来封装旋转率传感器 1c 的封装单元 80a、从封装单元 80a 引出配线的移行单元 80b、在基片 80 上进行连接的接线端子单元 80c。

[0085] 导体模板 81 装置在软性基片 80 上,而第 1 导体切片 84 则与接线端子单元 80c 上的导体模板 81 连接。第 1 导体切片 84 为板状形的金属接线端子,是通过电阻焊接或超声波焊接而接合在接线端子单元 80c 上的。在这种情况下,即可以使接线端子单元 80c 的强度提高,也可以与连接器进行嵌合。另外,导体切片并不只局限于上述之例,也可以采用线状的金属接线端子,这种情况也可以得到同样的效果。而且,作为第 1 导体切片,还可以采用具有可弯曲性的线状或板状的金属端子。这种情况下,由于在接线端子单元 80c,连接着具有可弯曲性的线状或板状的金属端子和导电模板,所以,可以控制机械振动特性,从而实现更能经得住撞击的传感器。

[0086] 在软性基片 80 上,与垫电极 3 相对应地设置有连接片 86,通过焊料 87,而将垫电极 3 和连接片 86 进行通电。另外,虽然是为了使垫电极 3 和连接片 86 通电而使用了焊料 87,但也可以使用其他的导电粘合剂。

[0087] 移行单元 80b 设有孔 82 和切口 83,而切口 83 与检测旋转率的检测轴平行。由于在移行单元 80b 上设有多个孔 82,所以,可以利用孔 82 而缝在衣料或手套等上,以便检测例如人体活动、手的动作等。又由于在移行单元 80b 形成切口 83,所以,即可以防止旋转率传感器 1c 的遗漏振动在软性基片 80 上传播,又可以不使后面要说明的硅橡胶 88 的振动绝缘功能因软性基片 80 的移行单元 80b 的刚性而受到损害。因此,由于在以简单的结构而获得振动绝缘效果的同时,也可以缩短软性基片的长度,所以,可以简单地设计传感器。另外,即使以狭窄部来取代切口 83,而在移行单元 80b 形成薄壁,也可以得到相同的效果。

[0088] 在接线端子单元 80c 设有第 2 导体切片 85,用来将封装了旋转率传感器 1c 的软性基片 80 定位在封装基片 60 上而进行固定。第 2 导体切片 85 起着一个加强作用,以便机械应力不直接作用于焊接在封装基片 60 上的第 1 导体切片 84。由此,可以抑制第 1 导体切片 84 发生断路,或者抑制固定在封装基片 60 上的第 1 导体切片 84 的焊接部分发生裂缝。而

且,又因为在接线端子单元 80c 的附近,设有定位固定用端子的第 2 导体切片 85,所以,即可以给必须通电的接线端子单元 80c 减轻机械的负担,又可以提高接线端子单元 80c 自身的定位准确度。

[0089] 识别用的标记 90 设置在气密封容器 2 上,使用识别用标记 90,是为了减小在以较高的精确度封装旋转率传感器 1 时发生的角度偏离。气密封容器 2 形成一种大致长方体的形状,由于在所述气密封容器的上面,使用了封装时的识别用标记 90,所以,可以抑制自动封装时的角度偏离。

[0090] 硅橡胶 88 被粘贴在软性基片 80 上,在封装基片 60 上进行封装时,不仅作为支撑部件而支撑着软性基片 80 及旋转率传感器 1c,还可以作为振动绝缘部件而发挥其作用。在硅橡胶 88 上形成有硅橡胶构成的突起 88a,同时,也形成有用来将硅橡胶 88 固定在封装基片 60 上的粘结层 89。硅橡胶 88,与上述实施例同样,可以作为弹性体而发挥其作用,而突起 88a 和粘结层 89 则作为固定部件发挥其作用。另外,作为固定部件并不只是局限于上述之例,也可以采用磁性薄片等的磁石,通过使用粘结层或磁石,可以简易而有效地将传感器固定在封装基片 60 上。

[0091] 第 1 导体切片 84,被分别分配有电源、GND 以及对应于旋转,使占空系数发生变化而进行输出的 PWM 输出(或者模拟输出)。对于被分配有电源供应的第 1 导体切片 84 和被分配有 GND 的第 1 导体切片 84,在考虑信赖性而进行设计时,最好不让它们彼此邻接。

[0092] 图 18A 是表示图 16 所示的旋转率传感器的水晶音叉型振子的共振特性的示意图,图 18B 是表示图 16 所示的旋转率传感器支撑系统的机械式的频率-增益特性的示意图,图 19 是表示硅橡胶的厚度和振动传输量的关系特性的示意图。

[0093] 图 18A 和 18B 中,91 表示旋转率传感器支撑系统(主要是由水晶音叉型振子 6、电路单元 8、气密封容器 2、软性基片 80、硅橡胶 88、突起 88a 以及粘结层 89 组成的机械系统)的传输特性曲线,92 表示支撑系统传输特性曲线 91 的 0dB 的水准,93 表示支撑系统传输特性曲线 91 在共振频率上的第 1 峰值,94 表示从 0dB92 开始衰减的衰减量,95 表示从峰值 93 移动了位置的第 2 峰值,24 是表示低通率波器的截止频率的点,32 表示的是失谐频率 $A(=f_d-f_s)=f\omega$ 。

[0094] 如图 18A 和 18B 所示,通过具有振动绝缘效果的硅橡胶 88,可以抑制在高频率区的水晶音叉型振子 6(图略)的驱动方向的共振频率(f_d)20 附近的振动传输量,以便从虚线所示的 0dB92 变成成为衰减量 94。由于因此衰减量 94 而使振动遗漏减小,所以,遗漏振动的影响得以缓和。

[0095] 第 1 峰值 93,是由硅橡胶 88 的损失、硬度、厚度、形状或者水晶音叉型振子 6 的质量 m 、外形等来决定,根据想避开共振频率(f_d)20 的干涉等各种目的,可以设计成任意的频率。例如,一旦硅橡胶 88 的硬度增加,第 1 峰值 93 则向频率较高的第 2 峰值 95 侧移动。而且,又如图 19 所示,通过改变硅橡胶 88 的厚度,振动传输量发生变化,而图 18B 所示的衰减量 94 则可以变动。

[0096] 而且,作为图 18B 所示的支撑系统传输特性,第 1 峰值 93 的共振频率在 2kHz 或 2kHz 以上、4kHz 或 4kHz 以下,而在 2kHz 较为理想,失谐频率 A 在 200Hz 或 200Hz 以上、500Hz 或 500Hz 以下,表示低通滤波器的截止频率的点 24 在 100Hz 或 100Hz 以下,而低通滤波的次数最好被实际设定在 3 次或 3 次以上。在这种情况下,由于即能经得住外来撞击,又可以

更有效地抑制因施加旋转率的频率而容易产生的跳动成分,所以,极大地提高了在传感器检测频率区的输出的信赖性。

[0097] 另外,作为支撑系统传输特性,并不只局限于上述之例,作为旋转率传感器 1c 的支撑系统(主要是由水晶音叉型振子 6、电路单元 8、气密封容器 2、软性基片 80、硅橡胶 88、突起 88a 以及粘结层 89 组成的机械系统)的传输特性,也可以用图 10 所示的支撑系统传输特性,这种情况下,也可以得到与上述同样的效果。

[0098] 根据上述的结构,本实施例不仅可以提高振动分离设计的自由度,也可以适应小型化、高信赖度化以及高精度度化。

[0099] 实施例 5

[0100] 图 20 是本发明第 5 实施例的旋转率传感器的斜视图。在图 20 中与实施例 1 至实施例 4 有相同结构的部分标有相同的序号,但其详细的说明则省略,只就不同的部分给以详细的说明。

[0101] 图 20 所示的旋转率传感器 1d 的基片 100,由玻璃环氧树脂构成,作为支撑部件而发挥其作用。在基片 100 上设有孔 100a 和切口 100b。切口 100b 可以局部性地降低基片 100 的刚性,使介于抽出头(drawn-out lead)101 而从外部传来的振动和旋转率传感器 1c 的遗漏振动难以传输。基片 100 上设有抽出电极 100c,抽出电极 100c,通过焊锡 102 而被焊接在已成形为曲柄型的抽出头 101 上。

[0102] 另外,在本实施例中,是就采用了焊接来连接抽出头 101 和抽出电极 100c 的例子进行了说明,但采用电阻熔接、超声波熔接也是可能的。而且,还就将玻璃环氧树脂用于基片 100 上的例子进行了说明,但也可以采用成形树脂、陶瓷系的材料等,还可以采用内有空穴型(inner via hole type)的多层基片。

[0103] 并且,基片和抽出头的结构也并不只局限于上述之例,还可以有如后面将要说明的各种改变了形式的结构。图 21 是基片和抽出头构成为一体的旋转率传感器的斜视图。图 21 所示的旋转率传感器 1d',采用的是基片和抽出头构成为一体的结构。这种情况下,可以实现旋转率传感器的低成本化。

[0104] 实施例 6

[0105] 图 22 是本发明第 6 实施例的旋转率传感器的斜视图。在图 22 中与实施例 1 至实施例 5 有相同结构的部分标有相同的序号,但其详细的说明则省略,只就不同的部分给以详细的说明。

[0106] 图 22 所示旋转率传感器 1e 的基片 109,由软性基片构成,在基片 109 上,即设有导体模板 105,又设有多个孔 110。并且,在延长了的基片 109 的一部分设有一个狭窄部 111,基片 109 上的导体模板 105 与导体切片 112 连接。

[0107] 根据上述的结构,在本实施例中,由于基片 109 的延长,则可以提高在各种物体上的装置自由度。例如,可以将旋转率传感器 1e 粘贴在箱子(图略)的箱面上,与脱离了基片 109 的电路基片(图略)连接。又由于在基片 109 上设有孔 110,则可以缝在衣服或鞋子等上。还可以使设置在其它物体上的导销(图略)穿过孔 110,并通过弯曲此导销而进行固定。在这种情况下,拆卸旋转率传感器 1e 就变得很简单了。进一步,又由于在基片 109 的一部分设有一个狭窄部 111,所以,可以维持振动绝缘效果。

[0108] 另外,导体切片也并不只局限于上述之例,还可以有如后面将要说明的各种改变

了形式的结构。图 23 是采用了线状导体切片的旋转率传感器的斜视图。在图 23 所示的旋转率传感器 1e' 中,是用线状导体切片 113 代替了图 22 所示的导体切片 112。这种情况下,由于导体切片 113 为线状,所以,与连接器进行嵌合就变得较为容易了。

[0109] 并且,在本实施例中,虽然是就使用软性基片的例子进行了说明,但通过在支撑部件的移行单元,适当地将切口、多个孔、狭窄部和薄片进行组合搭配,就可以使用由厚度为 0.1mm 以上 1mm 以下的硬质玻璃环氧树脂构成的基片。在这种情况下,即可以更加提高气密封容器的封装性,又可以封装各种的电器零件,又可以与其它基片进行集成电路连接。

[0110] 实施例 7

[0111] 图 24 是本发明第 7 实施例的旋转率传感器的斜视图。图 24 所示的旋转率传感器,包括图 20 所示的旋转率传感器 1d、基片 120 以及座架 121,由 2 个旋转率传感器 1d 而构成多轴检测型的旋转率传感器。由于是在硬质基片的基片 120 上,使用作为固定部件的粘结层 89 而使 2 个旋转率传感器 1d 接近并进行封装,所以,传感器彼此之间难以相互干涉的多轴检测就成为可能。

[0112] 并且,将 2 个旋转率传感器 1d 封装在基片 120 上,以便使 2 个旋转率传感器 1d 的旋转检测轴方向 ω 彼此相同,并将其装收在座架 121 中。根据此结构,本实施例可以比较监视朝着同一方向的传感器彼此的输出,从而可以构成具有冗长性的多轴检测型旋转率传感器。

[0113] 又因为可以使 2 个旋转率传感器 1d 的各检测元件的驱动方向的共振频率大致相同,所以,没有必要特意设计各检测元件而使彼此有不同的共振频率,从而可以实现廉价的传感器。

[0114] 而且,还可以配置 2 个旋转率传感器 1d,以使其旋转检测轴方向 ω 彼此相反,只要能得到 2 个旋转率传感器 1d 输出的差动,就可以辨别公共杂波等。

[0115] 根据以上所述结构,传感器输出的信赖性正在飞跃性地提高,例如,可以提供适用于汽车等对信赖性有较高要求的多轴检测型旋转率传感器。而且,也可以没有形状及成本方面的条件限制。

[0116] 另外,本实施例是就 2 个旋转率传感器 1d 被封装成其旋转检测轴方向的 ω 彼此相同的例子进行了说明,但并不只局限于此,也可以根据用途,对 3 个以上的旋转率传感器进行封装,使其旋转检测轴方向 ω 彼此相同。而且,所使用的旋转率传感器也不只局限于上述之例,即使使用其它实施例的旋转率传感器,也可以得到相同的效果。关于这一点,下面所要说明的实施例也是同样的。

[0117] 实施例 8

[0118] 图 25 是本发明第 8 实施例的旋转率传感器的斜视图。图 25 所示的旋转率传感器,包括图 20 所示的旋转率传感器 1d、基片 120 以及座架 121,由 2 个旋转率传感器 1d 而构成多轴检测型的旋转率传感器。

[0119] 将 2 个旋转率传感器 1d 封装在基片 120 上,而使 2 个旋转率传感器 1d 的旋转检测轴方向 ω 相互垂直,并将其装收在座架 121 中。根据此结构,在本实施例中,由于 2 个旋转率传感器 1d 的振动彼此分离和独立,所以,即使被配置在相互接近的位置上,也不会受到干涉等不良影响,从而可以实现高密度封装的多轴检测型旋转率传感器。

[0120] 实施例 9

[0121] 图 26 是本发明第 9 实施例的旋转率传感器的斜视图。图 26 所示的旋转率传感器,包括 2 个旋转率传感器 1f、1f'、座架 130 以及粘贴薄片 131,由 2 个旋转率传感器 1f、1f' 而构成多轴检测型的旋转率传感器。

[0122] 箱式座架 130 由氨基甲酸酯构成,在座架 130 上形成 2 个空洞 130a、130b,以便用来埋设其旋转检测轴方向 ω 相互垂直的 2 个旋转率传感器 1f、1f',座架 130 的底面设有作为固定部件的粘贴薄片 131。

[0123] 这样,由于使用由聚氨基甲酸酯构成的箱式座架 130,所以,可使经得住撞击等的环境性能得到提高。又因为使用了为粘贴层的粘贴薄片 131,则可以简单而有效地在安装体上进行固定。而且,还由于在座架 130 上设了 2 个空洞 131a、131b,至少可以将旋转率传感器 1f、1f' 的气密封容器和封装单元多数装收在座架 130 内,所以,对于多个传感器,可以使经得住撞击等的环境性能进一步得到提高。并且,在座架 130 的上面,还形成了封装时的识别用标记 90,可以抑制自动封装时的角度偏离。还由于在座架 130 内,2 个旋转率传感器 1f、1f' 的旋转检测轴方向 ω 相互垂直,所以,可以实现在一个座架 130 内能够进行二轴检测的传感器。

[0124] 另外,旋转率传感器 1f 是图 22 所示的旋转率传感器 1e 省略了硅橡胶 88 和粘结层 89 的传感器,而旋转率传感器 1f' 是图 22 所示的旋转率传感器 1e 省略了硅橡胶 88、粘结层 89 以及狭窄部 111 的传感器,在其它点上,则与图 22 所示的旋转率传感器 1e 相同。

[0125] 而且,由旋转率传感器 1f、1f' 的水晶音叉型振子、电路单元、气密封容器以及基片 100、座架 130 及粘贴薄片 131 构成的支撑系统的传输特性,也被设定成与上述图 6A 及图 6B 或图 10 所示的支撑系统传输特性相同,并可以得到相同的效果。

[0126] 根据上述结构,在本实施例中,虽然随着传感器的小型化,检测元件也小型化,但不会招致因制造上的偏差而引起的传感器特性的恶化,也可以廉价提供即使对于外部杂乱加速度或外加撞击,其信赖性也是较高的超小型多轴检测型旋转率传感器。尤其是可以廉价提供表面封装型的多轴检测型旋转率传感器。由于本实施例还设有粘贴薄片 131,所以,多轴检测型旋转率传感器,可以有效地安装在除了所采用的产品支架等基片以外的部件上。

[0127] 另外,在上述的说明中,是就采用了粘贴薄片 131 的例子进行了说明,但除了粘贴薄片以外,也可以采用磁性薄片等磁石,在这种情况下,可以简单而有效地将传感器固定安装在安装体上。而且,还就采用了由氨基甲酸酯构成的座架 130 的例子进行了说明,但并不只局限于此例,采用橡胶也是可行的。而座架 130 虽然是箱型,但也可以是筒型等各种各样地形状。而且,还就在座架 130 上设有 2 个空洞的例子进行了说明,但也可以根据用途而设置 3 个以上。而且,上述的各实施例,可以进行任意的组合,这种情况下,也可以得到各实施例的效果。

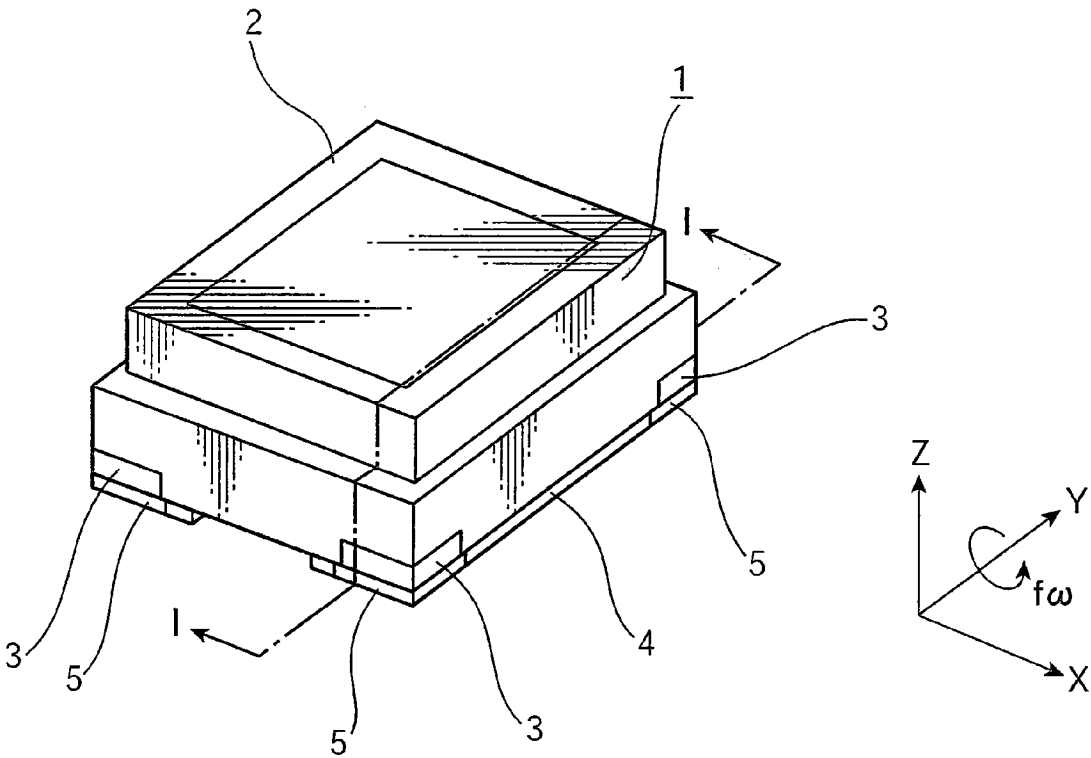


图 1

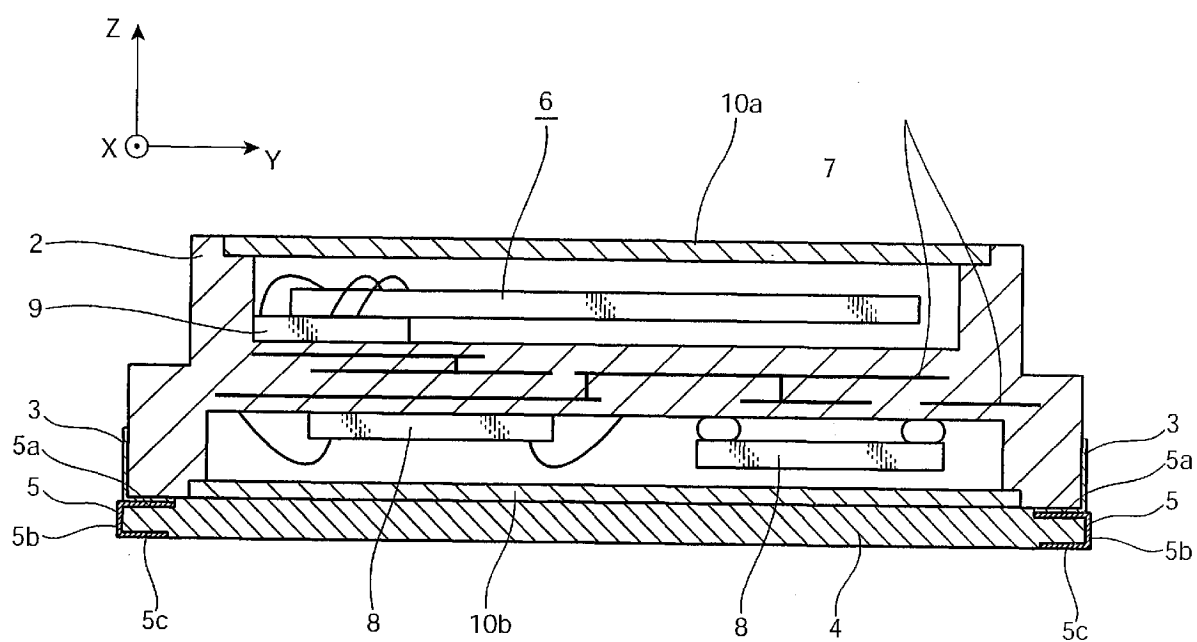


图 2

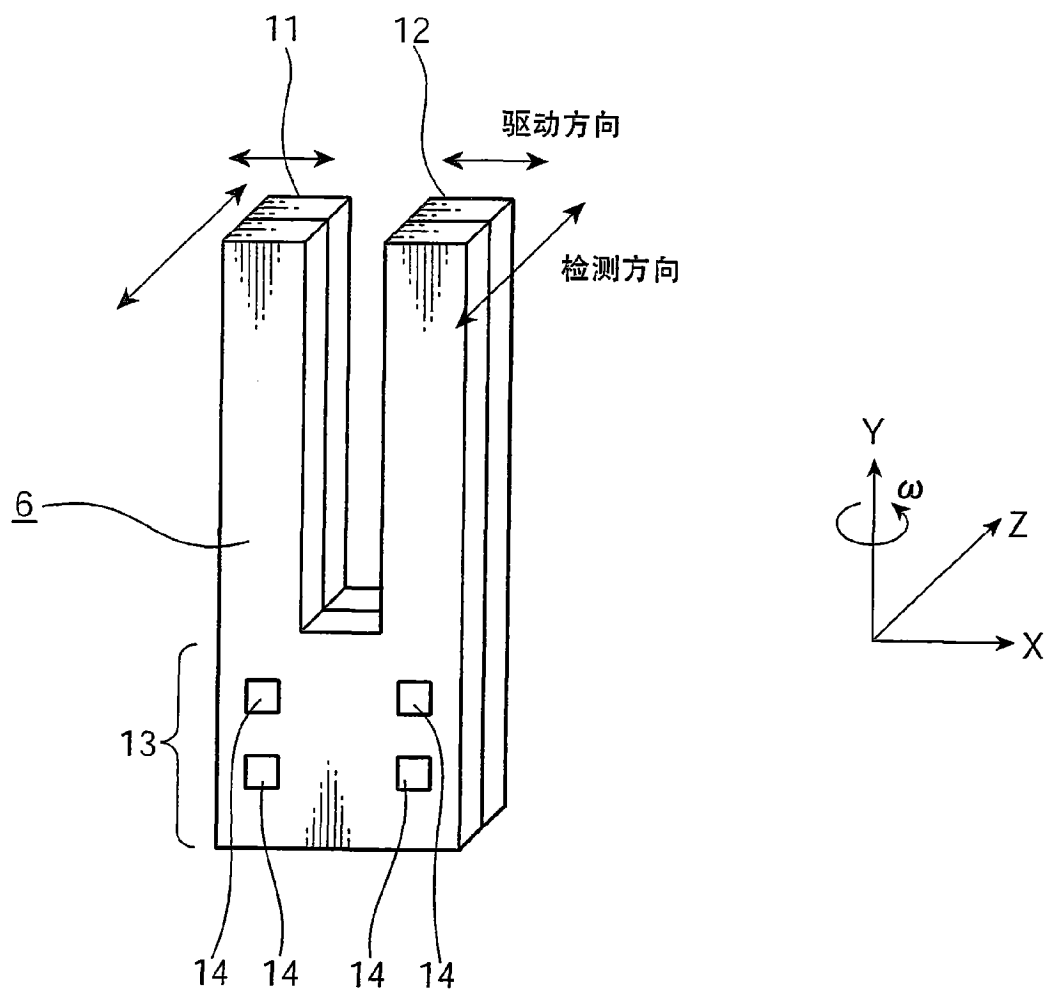


图 3

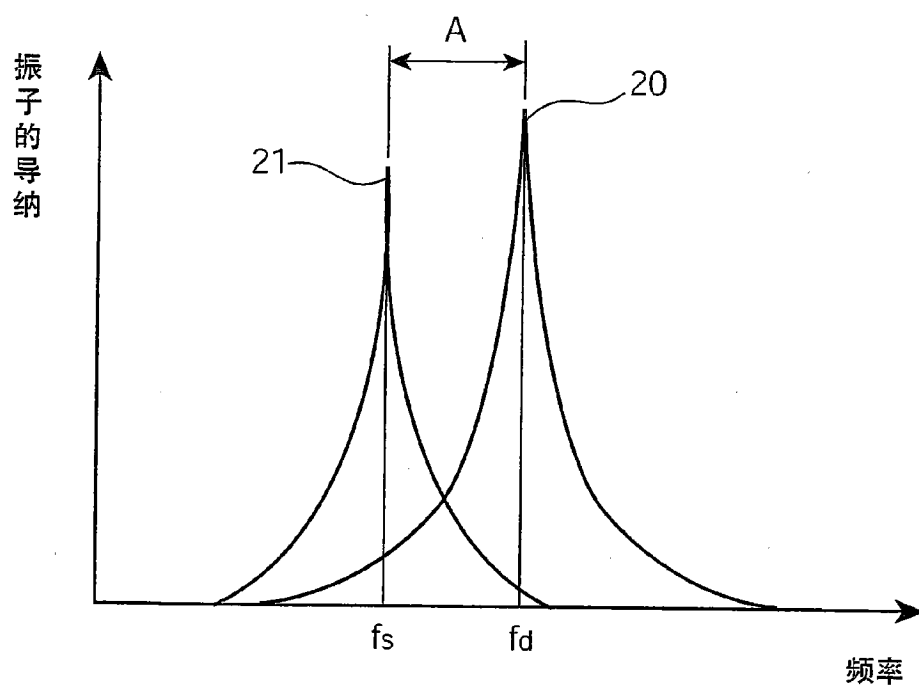


图 4

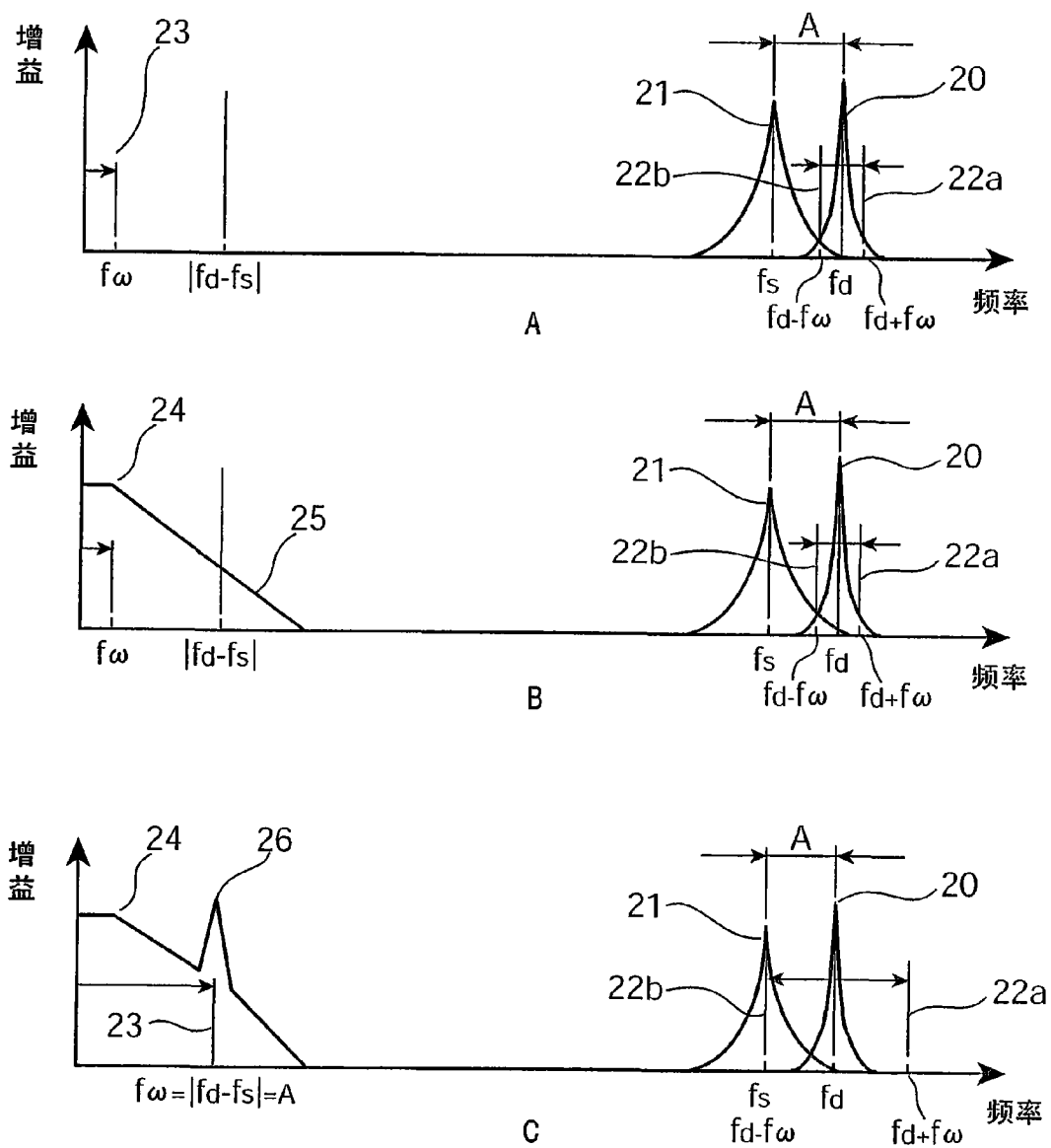


图 5

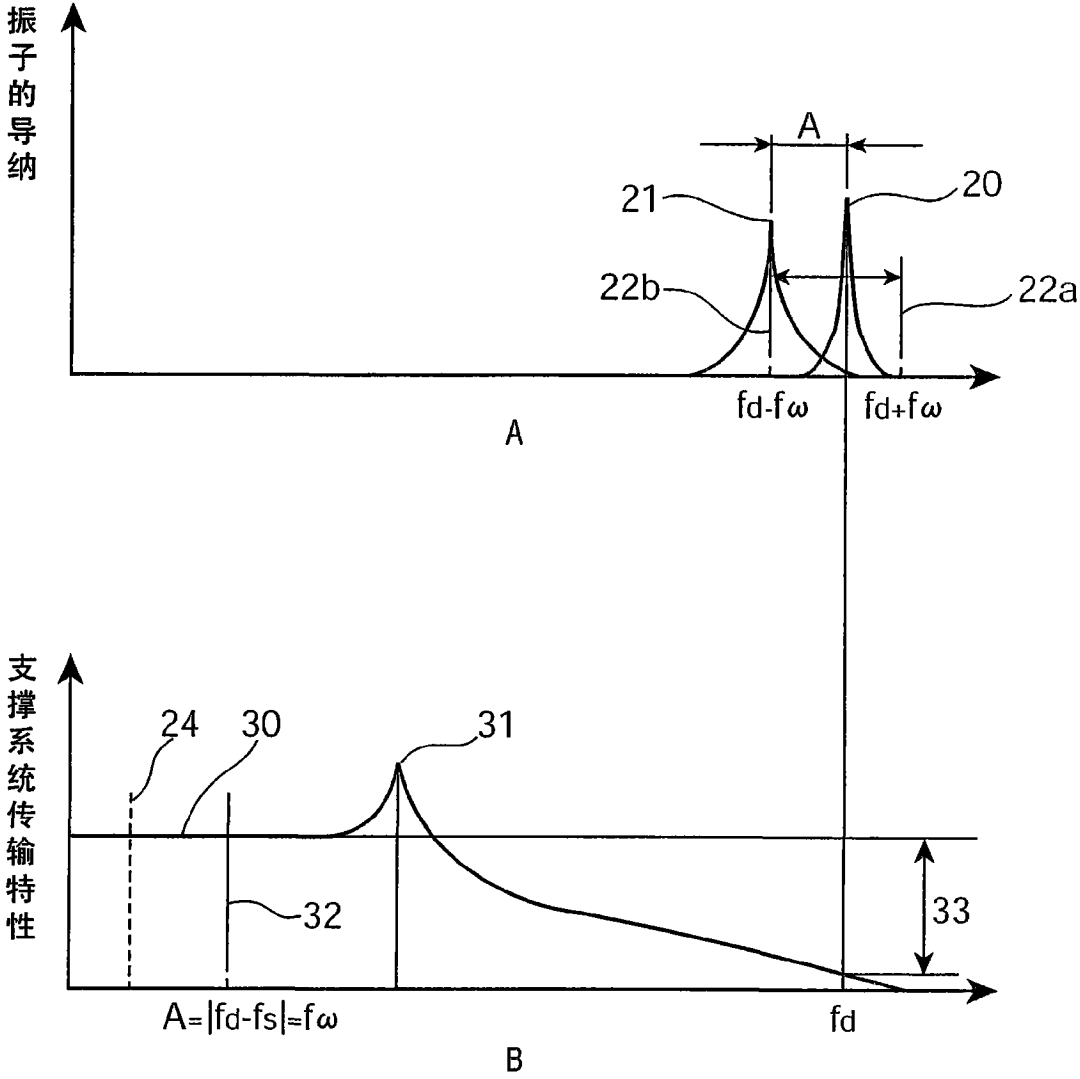


图 6

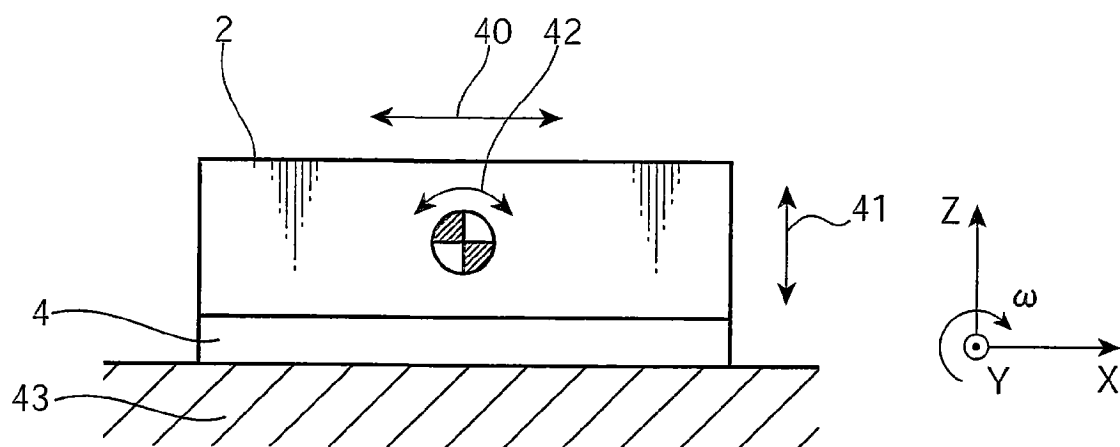


图 7

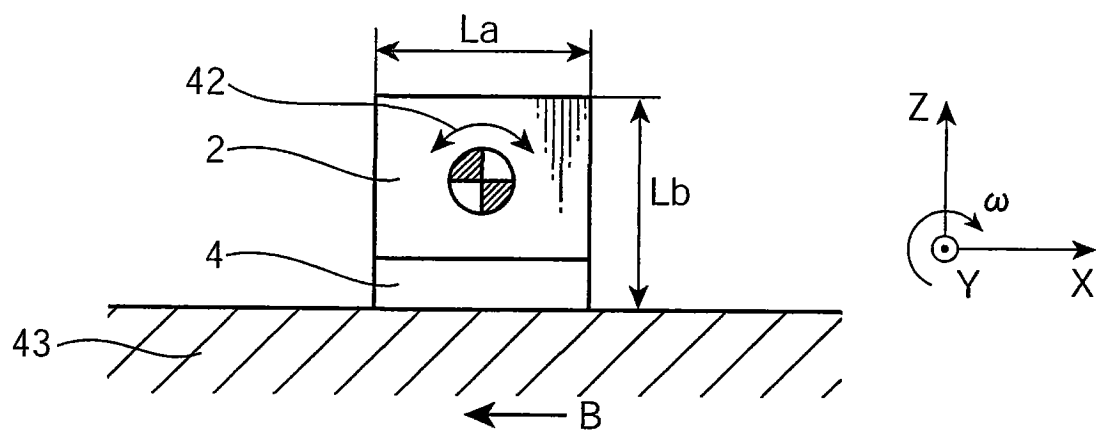


图 8

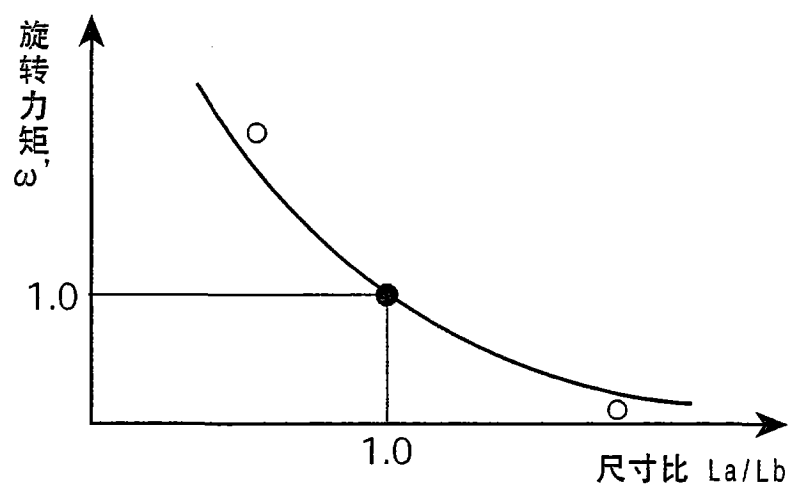


图 9

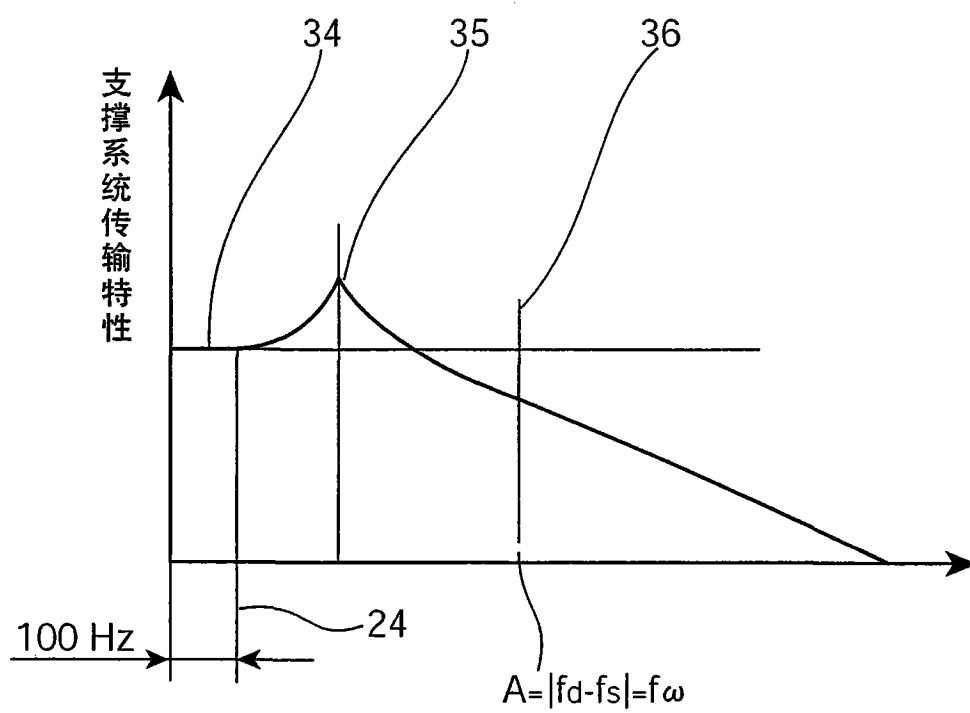


图 10

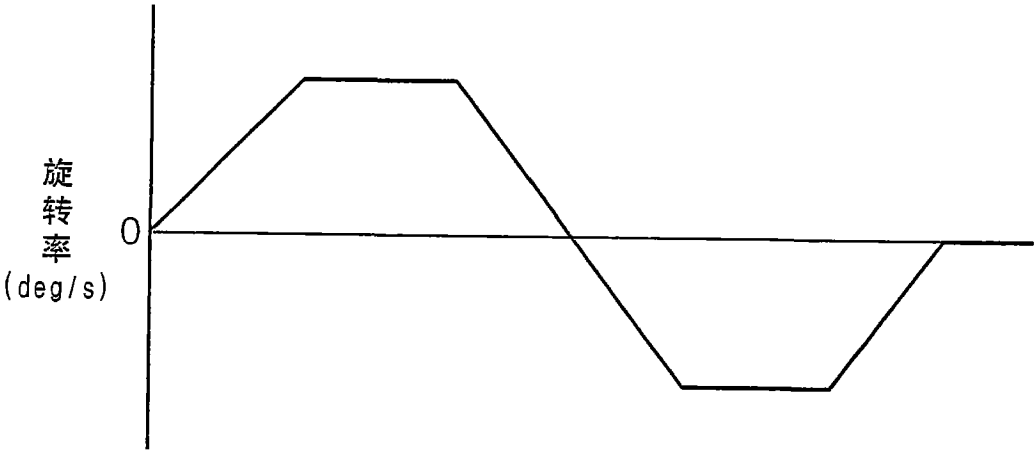


图 11

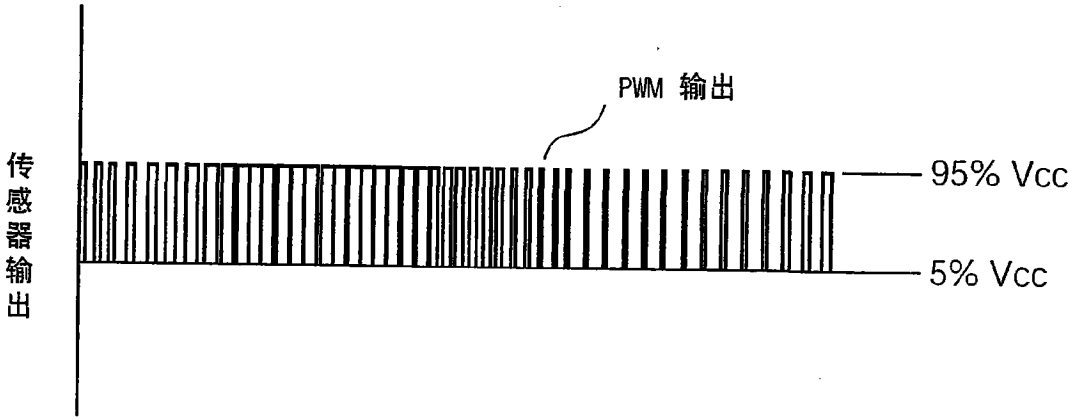


图 12

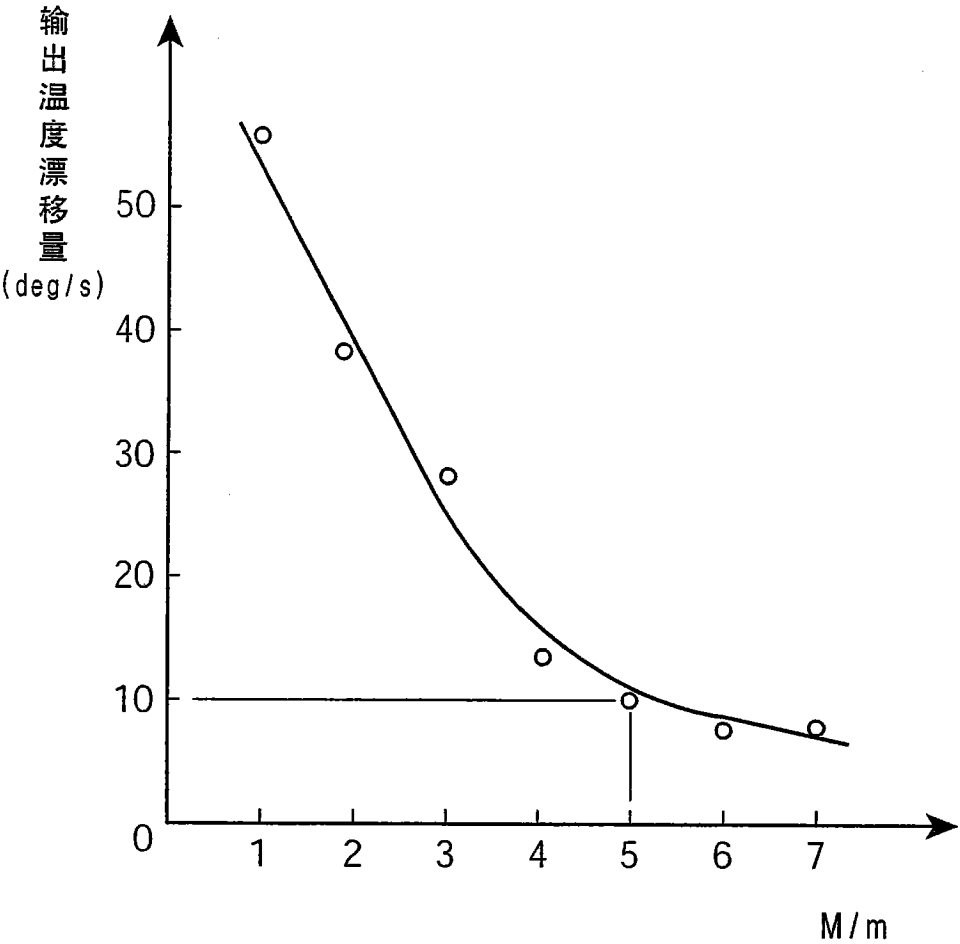


图 13

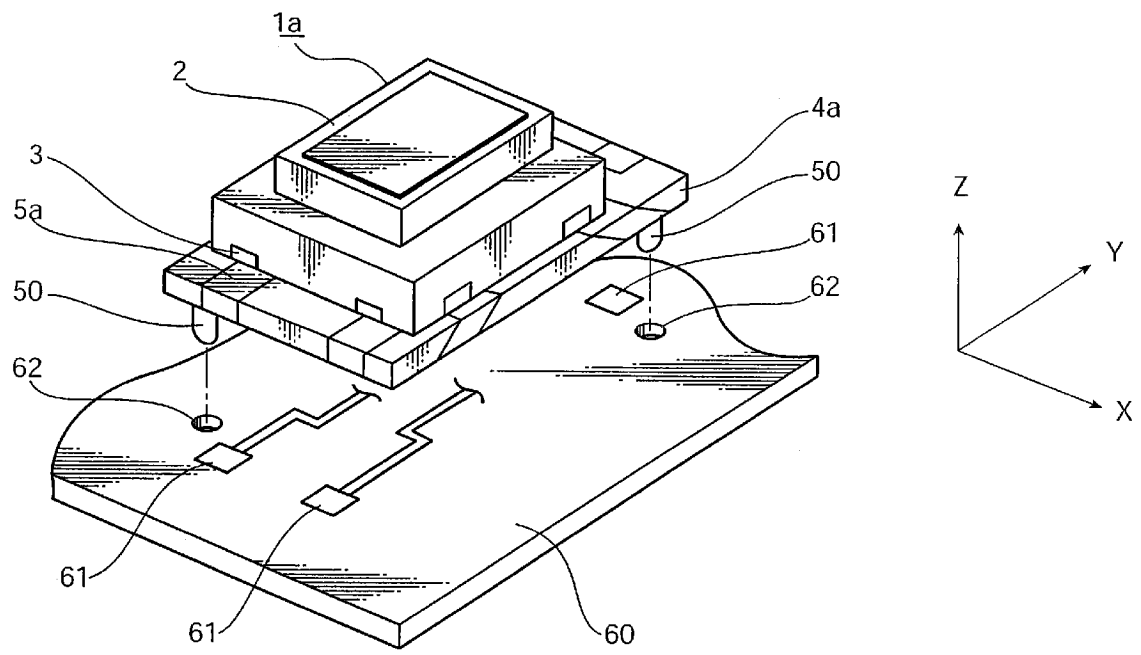


图 14

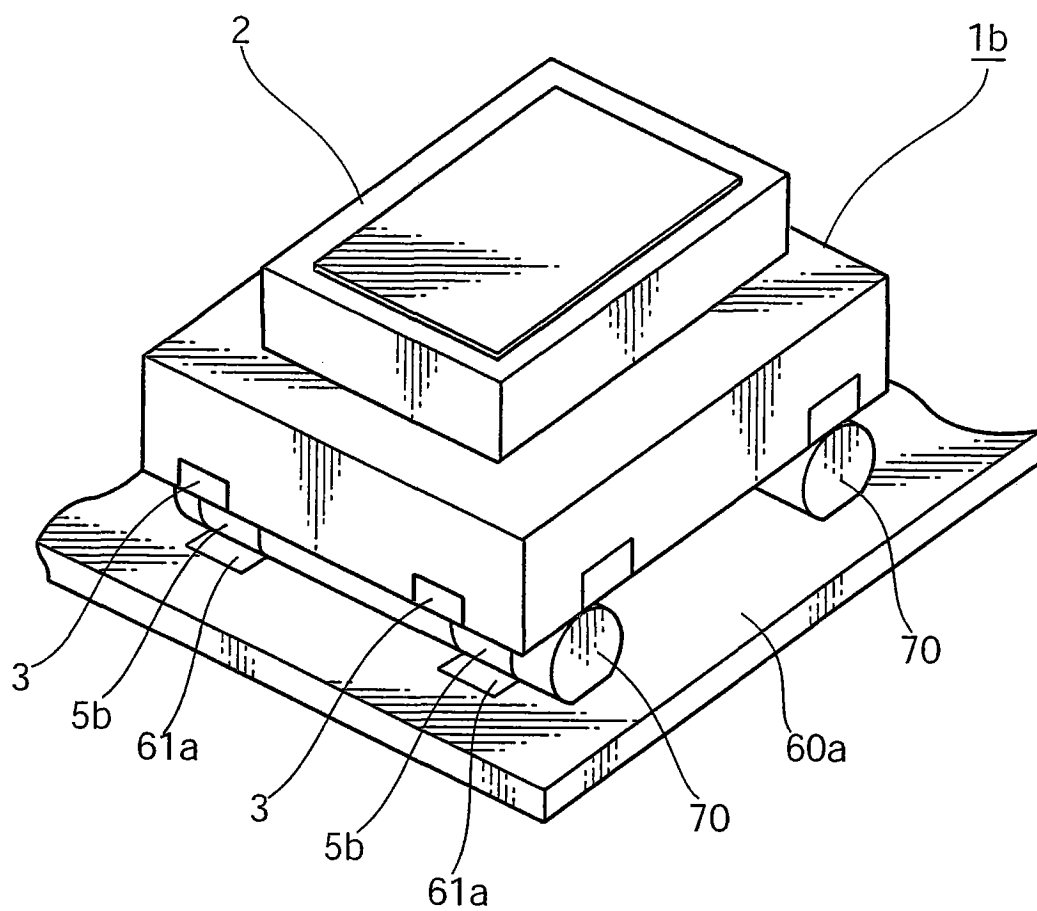


图 15

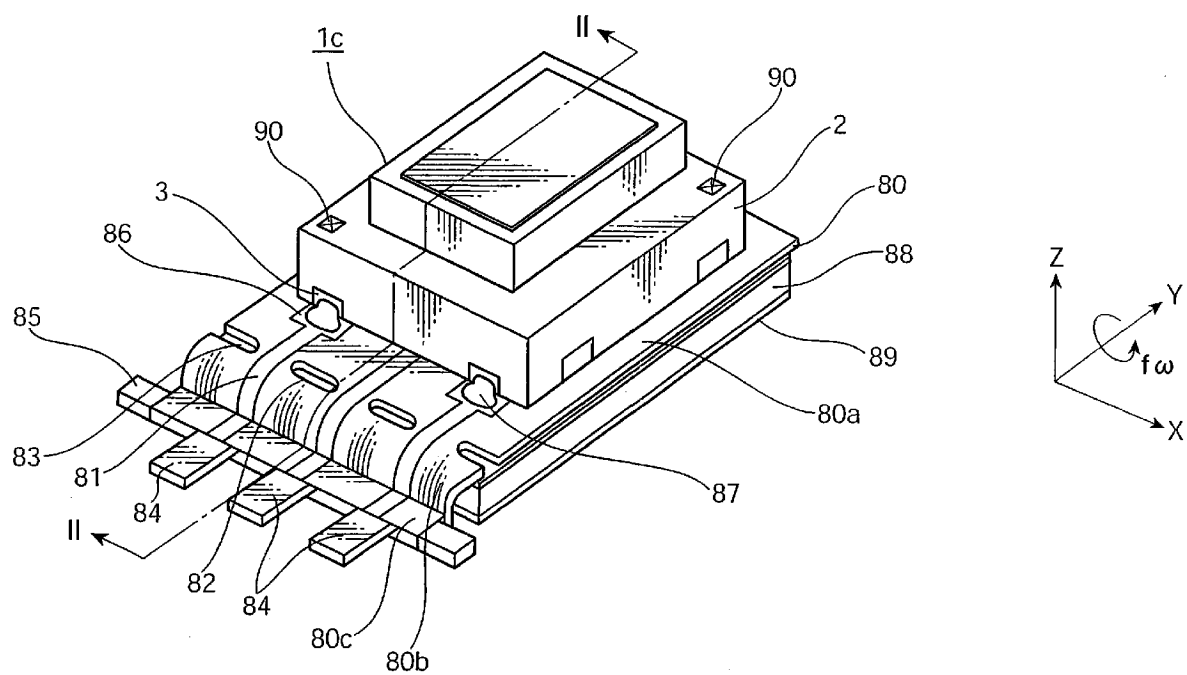


图 16

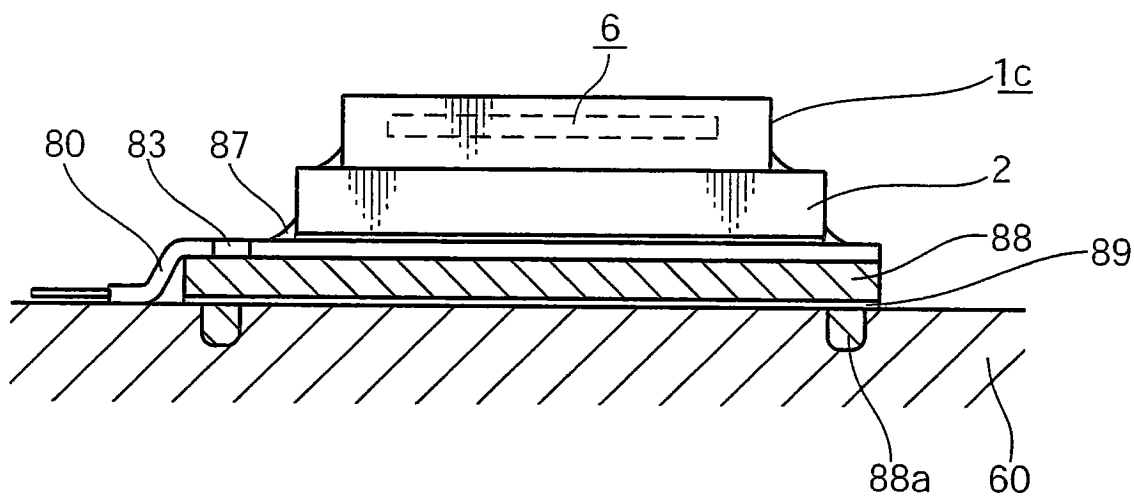


图 17

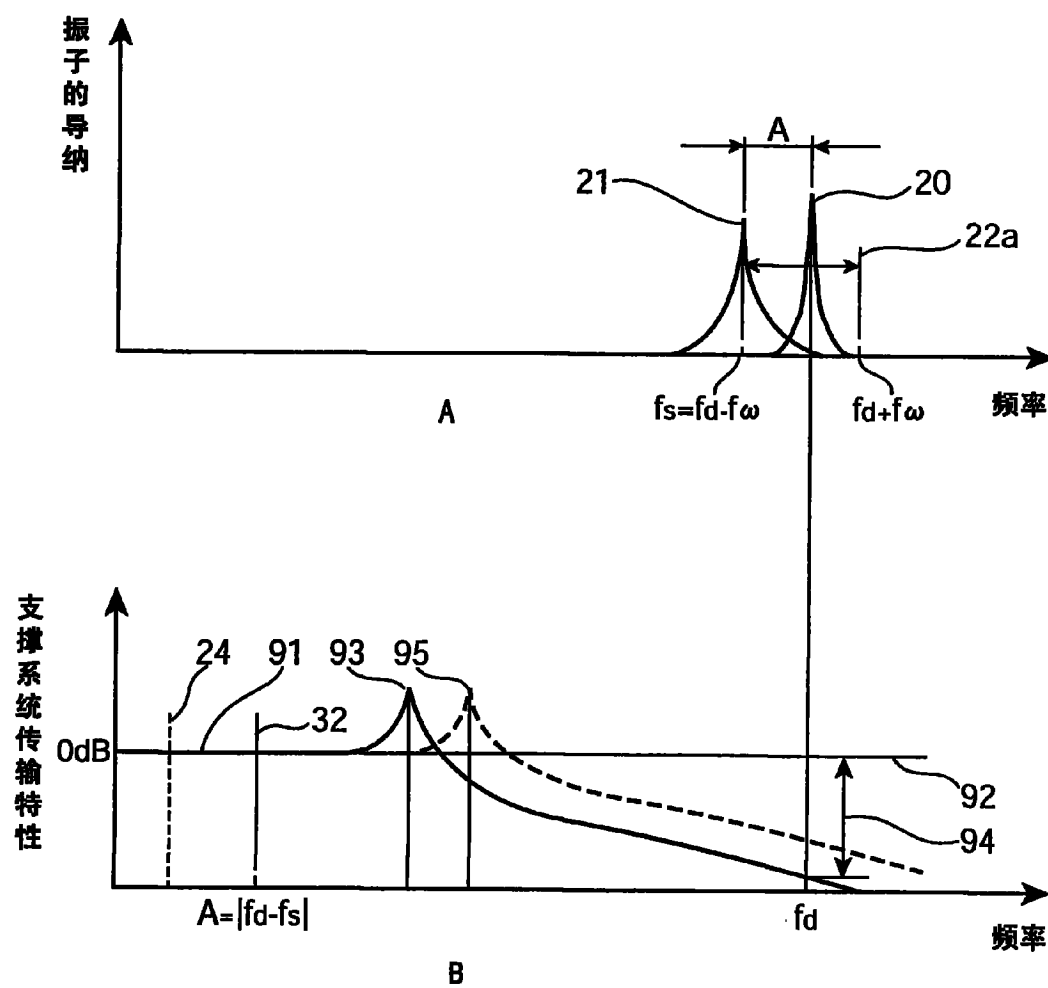


图 18

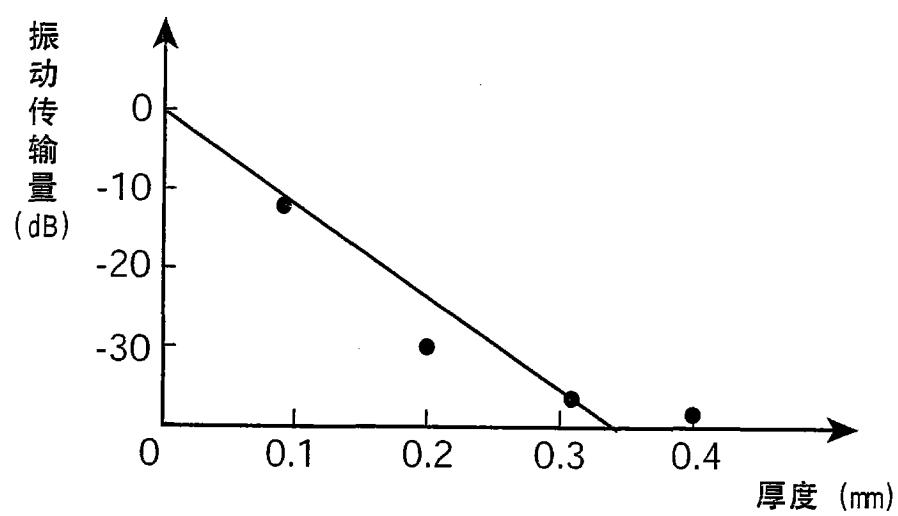


图 19

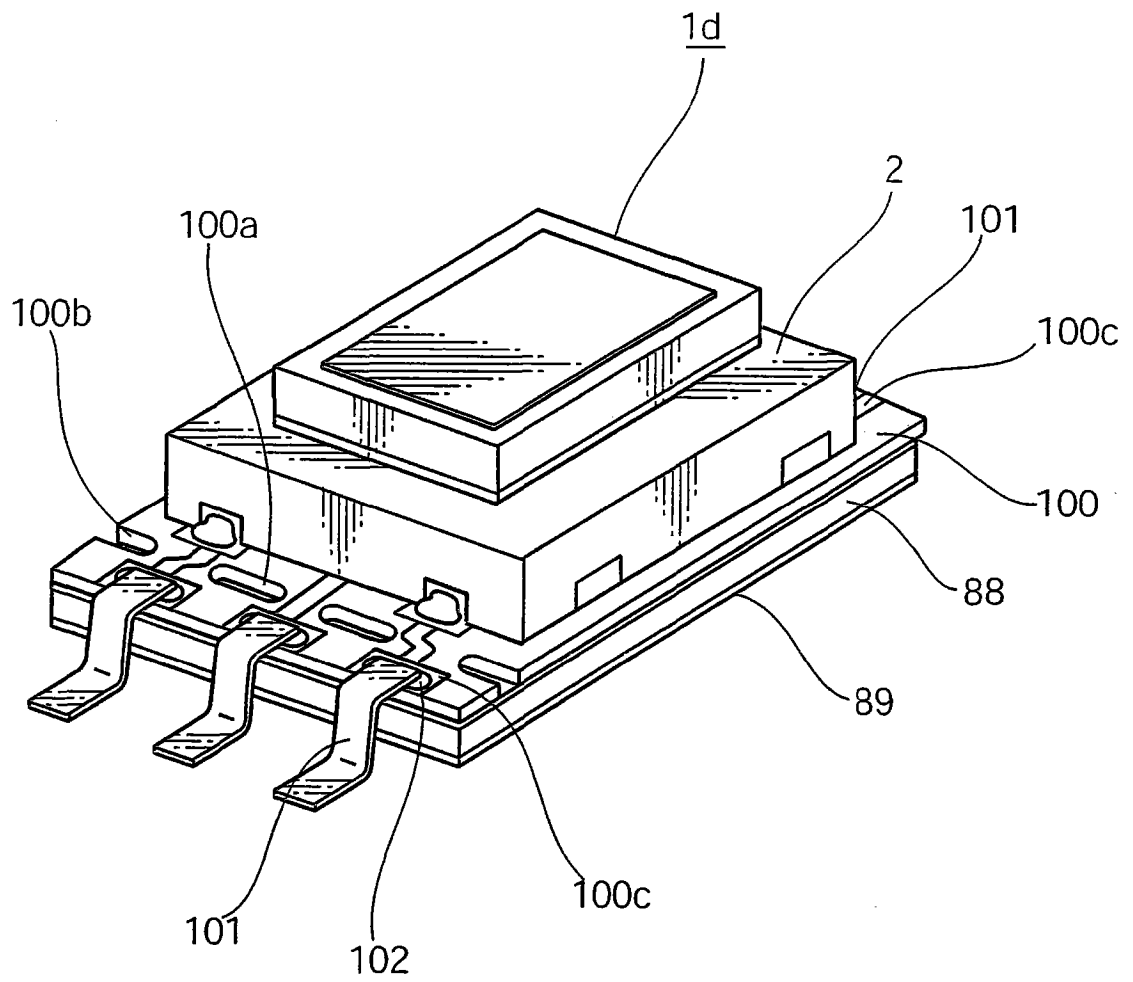


图 20

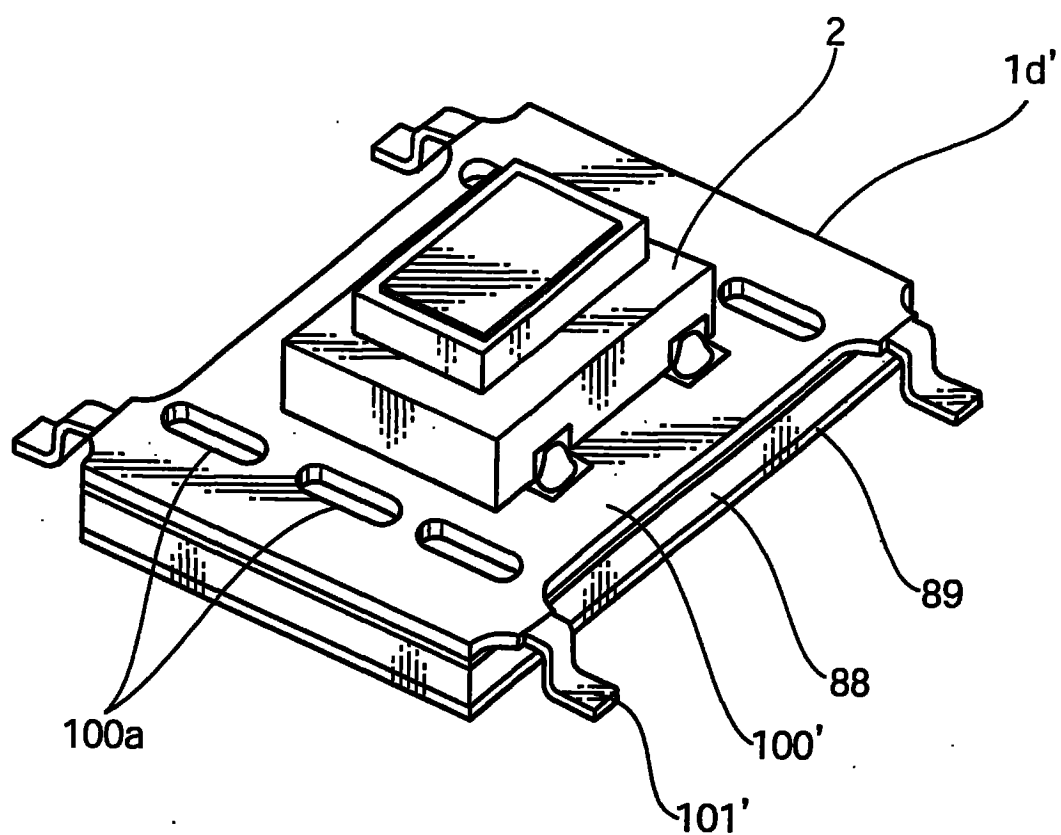


图 21

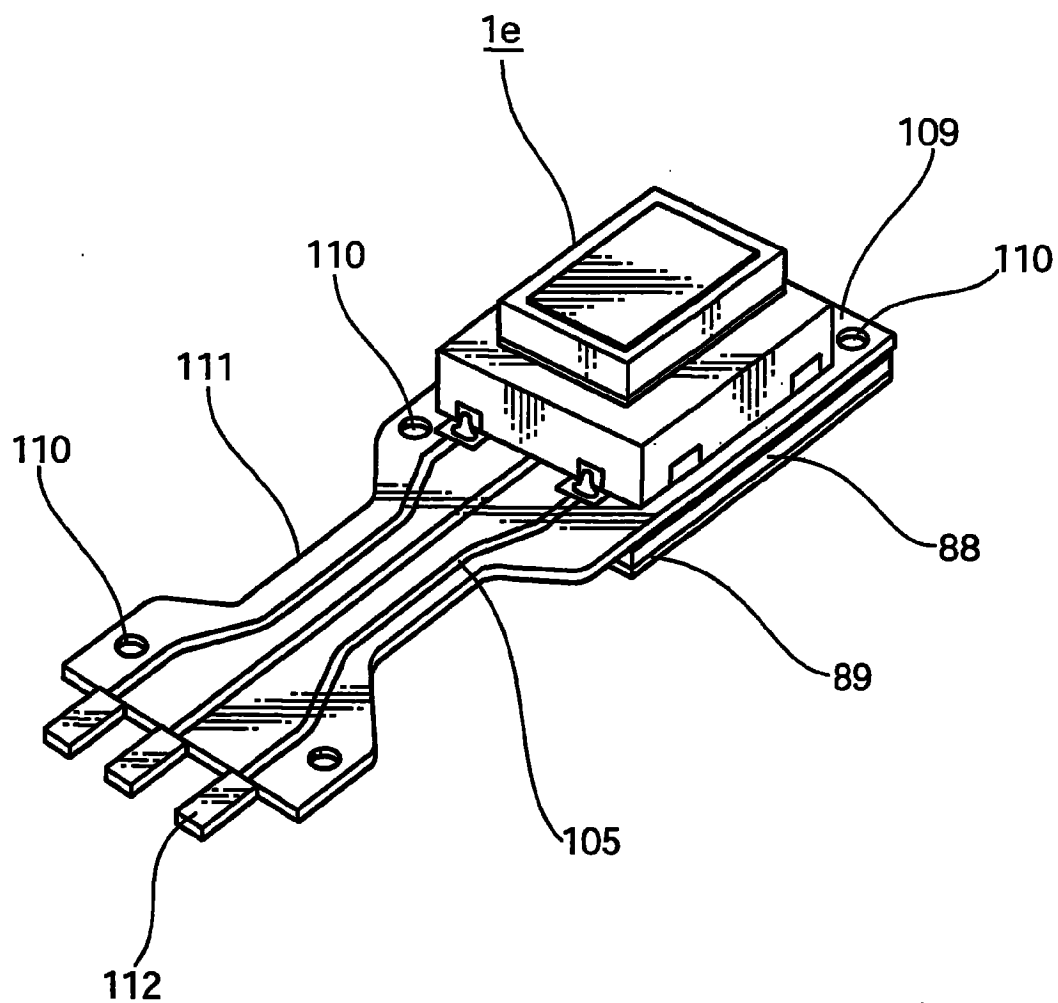


图 22

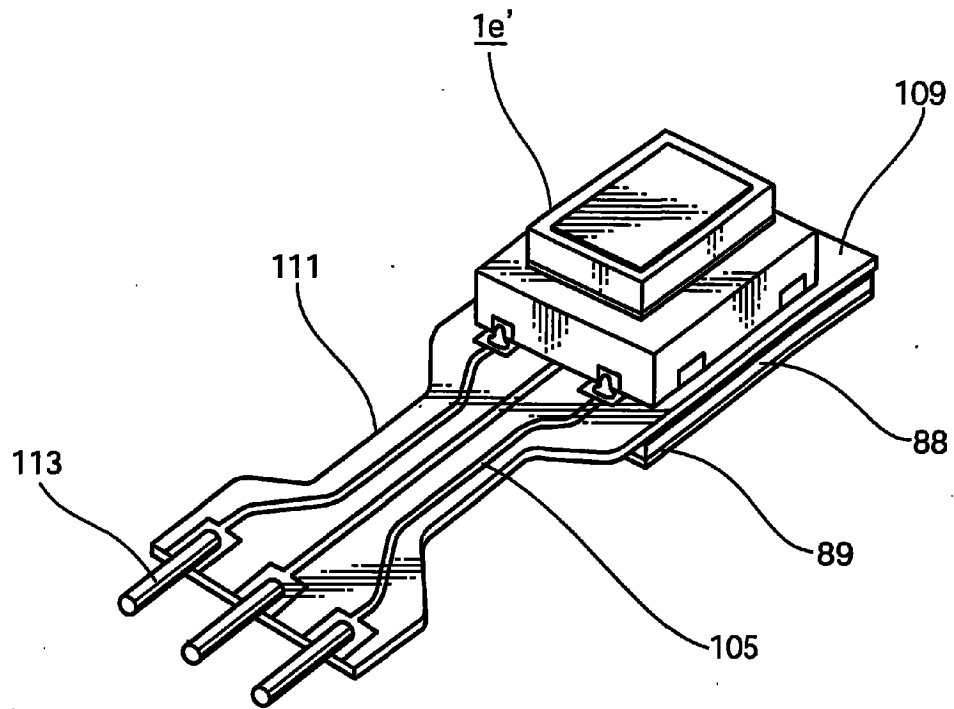


图 23

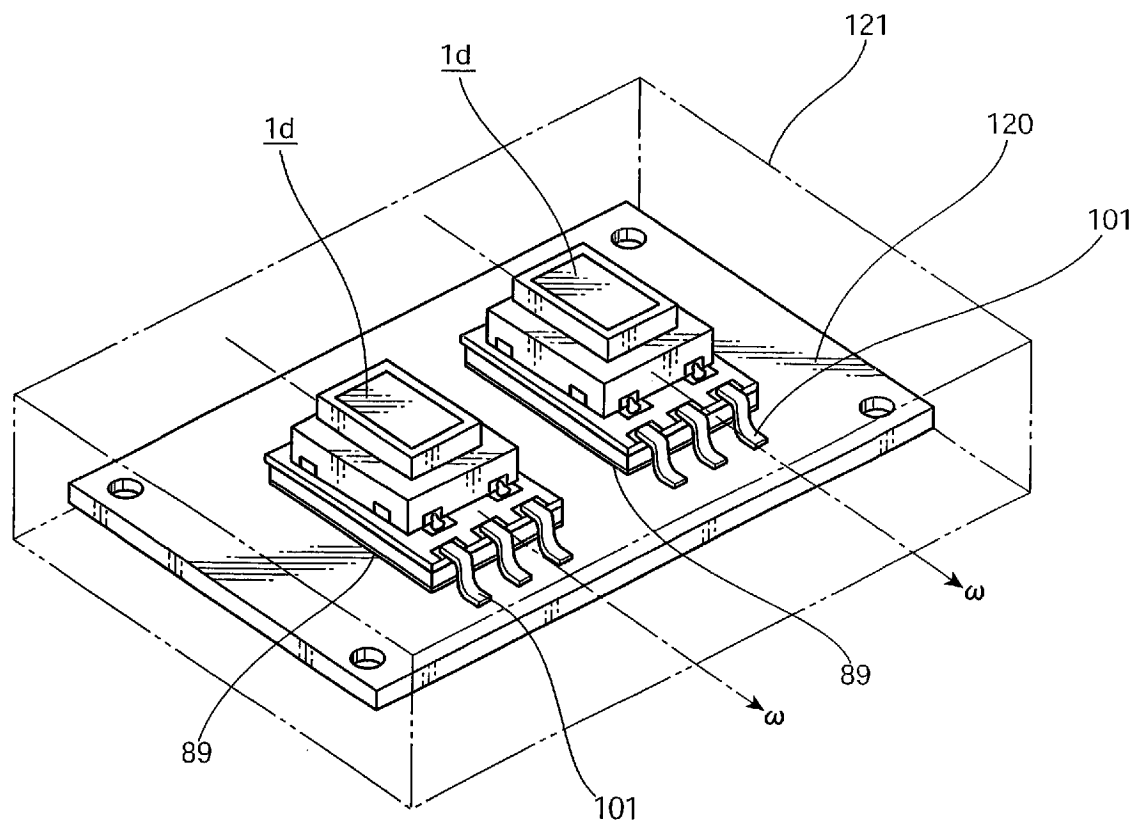


图 24

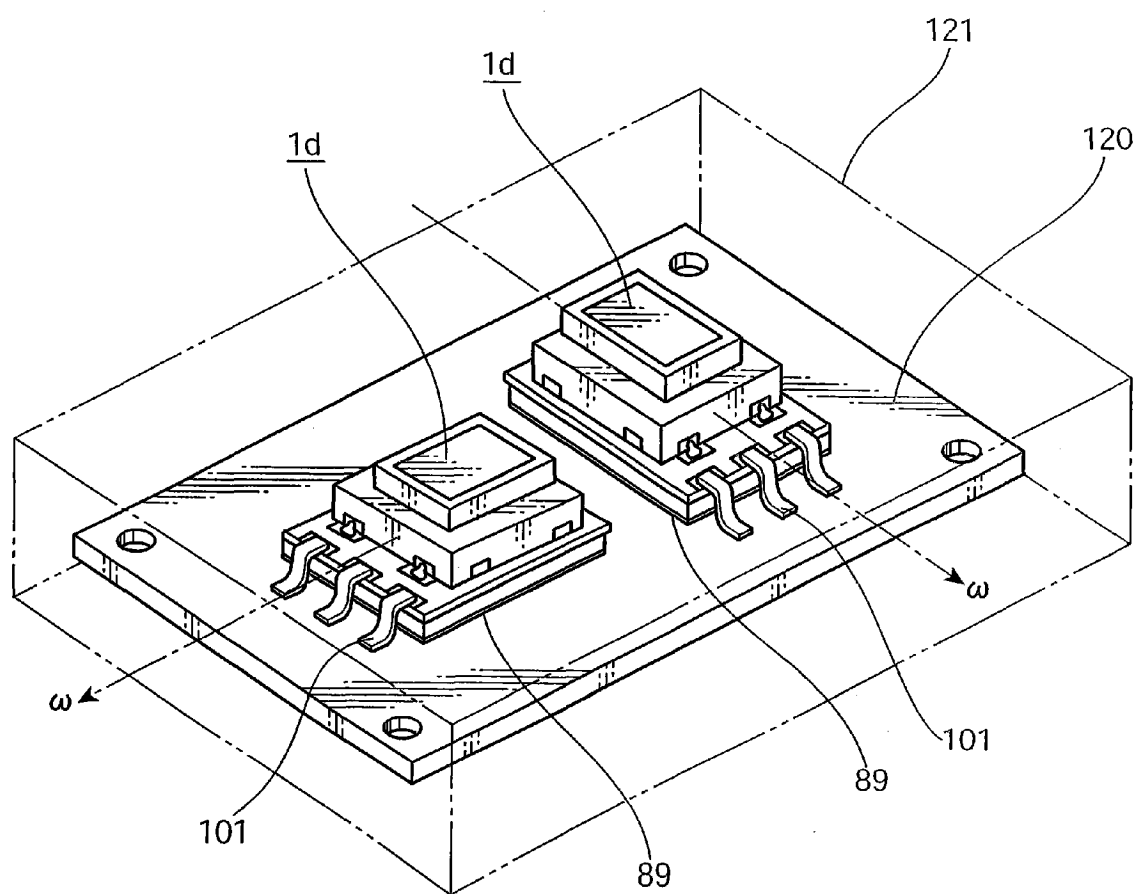


图 25

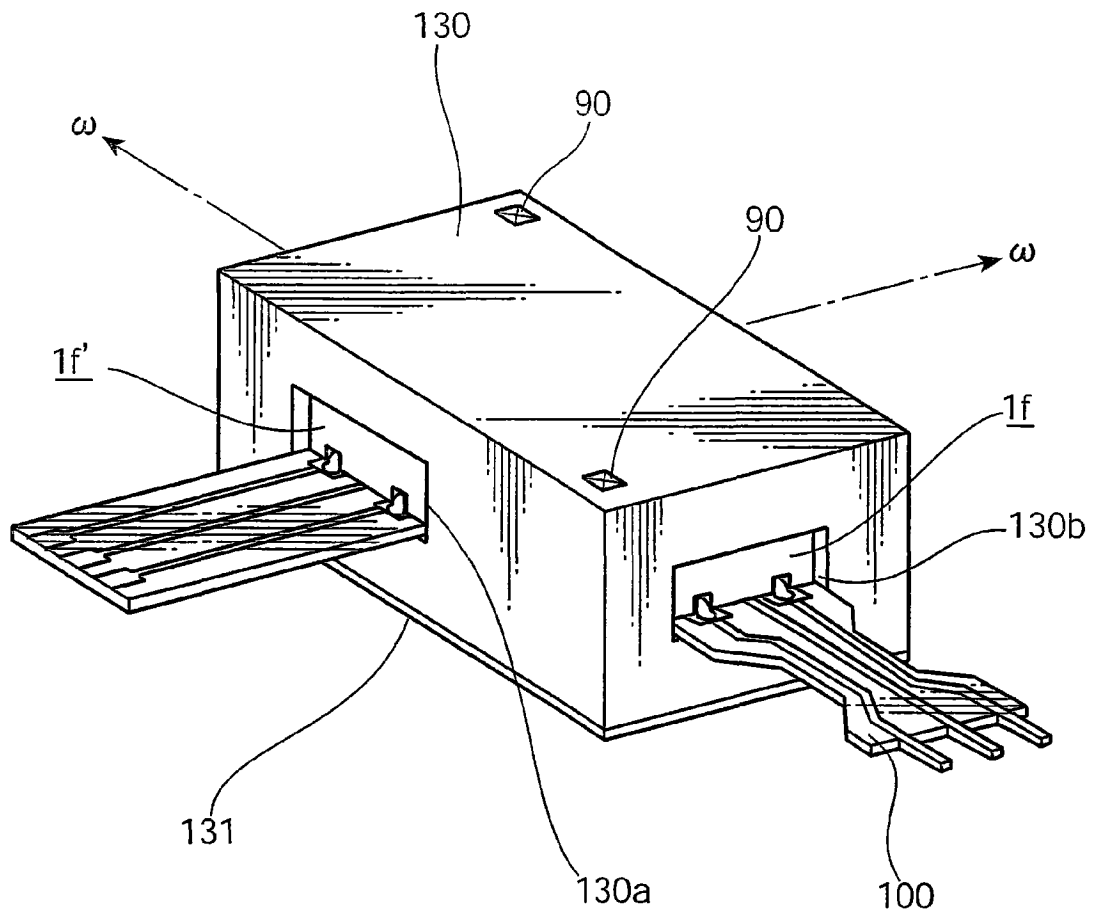


图 26