



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1938944 B

(45) 授权公告日 2010.09.15

(21) 申请号 200580010069.1
 (22) 申请日 2005.03.28
 (30) 优先权数据
 097472/2004 2004.03.30 JP
 (85) PCT申请进入国家阶段日
 2006.09.28
 (86) PCT申请的申请数据
 PCT/JP2005/005725 2005.03.28
 (87) PCT申请的公布数据
 W02005/096493 JA 2005.10.13
 (73) 专利权人 西铁城控股株式会社
 地址 日本东京
 (72) 发明人 泷泽真纪 柳泽彻
 (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 李贵亮

(51) Int. Cl.
H03H 3/02 (2006.01)
H03H 9/19 (2006.01)
G01C 19/56 (2006.01)
G01P 9/04 (2006.01)
 (56) 对比文件
 US 6587009 B2, 2003.07.01, 全文.
 JP 200477453 A, 2004.03.11, 全文.
 JP 2002243451 A, 2002.08.28, 全文.
 审查员 林萍娟

权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 8 页

(54) 发明名称

石英晶体振荡器的制造方法

(57) 摘要

本发明的目的在于提供一种,能够使起因于晶体振动片的温度漂移特性稳定化的石英晶体振荡器的制造方法;该方法具有:通过蚀刻加工将晶体振动片加工为规定形状的晶体蚀刻工序(S1);在晶体振动片上形成电极的电极膜形成工序(S2);将晶体振动片安装于振荡器外壳的晶体装载工序(S3);将被安装的晶体振动片驱动并检测漏泄振动,根据该检测的漏泄振动进行对于晶体振动片的振动体的折角线的除去加工的漏泄振动调整工序(S4);以及至少对振动体中的进行了除去加工的部分进行蚀刻、使表面变光滑的再蚀刻工序(S6)。



1. 一种石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,具有:
通过蚀刻加工将晶体振动片加工为规定形状的外形蚀刻工序;
在加工为规定形状的上述晶体振动片上形成电极的电极膜形成工序;
将形成有上述电极的晶体振动片安装于振荡器外壳的安装工序;
驱动在上述安装工序中被安装的上述晶体振动片并检测漏泄振动,根据该检测的漏泄振动对上述晶体振动片的振动体的折角线进行除去加工的漏泄振动调整工序;以及
至少对上述振动体中的进行了上述除去加工的部分进行蚀刻、使表面变光滑的再蚀刻工序。
2. 如权利要求 1 所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,在所述再蚀刻工序中,将上述晶体振动片与上述振荡器外壳一同浸渍于蚀刻剂中。
3. 如权利要求 2 所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,在所述再蚀刻工序中,具有微量除去加工工序,该微量除去加工工序是在进行了蚀刻之后对上述晶体振动片进一步进行仅除去微量的除去加工。
4. 如权利要求 3 所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,具有洗涤工序,该洗涤工序是用于在进行了上述微量除去加工之后将上述晶体振动片进行洗涤的工序。
5. 如权利要求 1~4 中任意一项所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,在所述漏泄振动调整工序中,对上述晶体振动片的振动体的折角线进行机械除去加工。
6. 如权利要求 1~4 中任意一项所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,在所述漏泄振动调整工序中,对上述晶体振动片的振动体的折角线进行利用激光的除去加工。
7. 如权利要求 1 所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,在所述漏泄振动调整工序中,对上述晶体振动片的具有驱动电极的驱动脚的折角线进行除去加工。
8. 如权利要求 2 所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,在将所述晶体振动片及所述振荡器外壳的一部分进行树脂密封后浸渍于上述蚀刻剂中。
9. 如权利要求 1 所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,在所述安装工序中,使用粘接剂、金属线、导电性粘接剂及 / 或球形凸块将上述晶体振动片安装于上述振荡器外壳。
10. 如权利要求 1 所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,所述晶体振动片设有:具有驱动电极的驱动脚和具有检测电极的检测脚;在所述再蚀刻工序中,具有将上述驱动脚的谐振频率与上述检测脚的谐振频率之差调整为规定值的失谐度调整工序。
11. 如权利要求 10 所述的石英晶体振荡器的制造方法,其特征在于,在所述失谐度调整工序中被调整的失谐度为 $180 \pm 30\text{Hz}$ 或 $200 \pm 50\text{Hz}$ 。

石英晶体振荡器的制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及的是石英晶体振荡器的制造方法,特别是涉及,对于安装于振荡器外壳的晶体振动片,通过将进行了除去其一部分的除去加工 (removal) 的晶体振动片以安装于振荡器外壳的状态再次进行蚀刻,使因除去加工而恶化的温度漂移特性复原的石英晶体振荡器的制造方法。

背景技术

[0002] 作为石英晶体振荡器之一的振动陀螺 (oscillation gyro),被使用于飞机、车辆等的移动体的位置控制装置,汽车的导航系统,摄影机的手振检测装置等中。

[0003] 该振动陀螺中,一般有二脚或三脚音叉型晶体陀螺 (适当地简称为振动陀螺)。

[0004] 二脚音叉型晶体陀螺,由设有驱动用压电元件的第一振动体和设有检测用压电元件的第二振动体构成;三脚音叉型晶体陀螺,由设有驱动用压电元件的第一及第二振动体、和设有检测用压电元件的第三振动体构成。

[0005] 例如,二脚音叉型晶体陀螺,通过使设有驱动电极的振动体 (驱动脚) 激励,使设有检测电极的振动体 (检测脚) 在与激励方向相同的方向上谐振。若将该二脚音叉型晶体振动片收容于外壳而构成的石英晶体振荡器进行旋转的话,设有检测电极的振动体通过由旋转而受到的哥氏力,在与激励方向垂直相交的方向上振动,通过利用检测电极检测该振动,能够检测出石英晶体振荡器旋转的角速度。

[0006] 另外,上述振动陀螺由于是通过积分角速度来计算出旋转的角度的,因此角速度的误差累积,该被累积的误差成为角度的误差。因此,为了提高振动陀螺的测定精度,必须降低角速度的误差。

[0007] 作为产生角速度误差的第一主要原因,可以列举出晶体振动片的加工方法。一般地,晶体振动片是对形成有耐蚀膜纹理的平板状晶体片实施湿式蚀刻加工 (wet etching),制成与耐蚀膜纹理一致的所希望形状的振动片,但是晶体中存在蚀刻各向异性,在进行湿式蚀刻时无法加工成与耐蚀膜纹理同样的形状,被蚀刻的端面的一部分上会残留有蚀刻残渣。音叉型石英晶体振荡器的情况下,由于该蚀刻残渣残留在与振动体的激励方向一致的一侧,因此妨碍了振动体向激励方向振动。由此,在石英晶体振荡器不旋转的状态下,由于振动体在激励方向上不做直线振动,而是进行椭圆轨迹的振动,因此存在将该振动成分作为利用哥氏力的振动而检测的情况。

[0008] 针对上述主要原因,开发出各种各样的使振动体在同一方向上振动的技术。

[0009] 例如,专利文献 1 中公开有如下技术,即在未赋予作为振动陀螺的角速度传感器以角速度的状态下,对第一振动体或第二振动体的驱动电极外加交流电压,为了使来自此时的检测电极的输出信号大致为零,在第一振动体或第二振动体的折角线 (角部),使嵌入有磨料的胶带滑动并设置研磨部的角速度传感器的特性调整方法的技术。

[0010] 使用该技术的话,可以在振动体的折角线上设置表面粗糙度为 $2\mu\text{m}$ 及小于 $2\mu\text{m}$ 的研磨部,从而能够精确地调整各振动体的平衡,能够使未赋予角速度状态的输出信号大

致接近于零。

[0011] 另外,作为产生角速度误差的第二主要原因,可以列举出温度变化。即使不使石英晶体振荡器旋转,而以规定的温度(一般为常温)精确地调整各振动体的平衡,使各振动体在同一方向上振动,一旦温度发生变化,则也会进行椭圆轨迹的振动,并将该振动成分作为利用哥氏力的振动而检测。

[0012] 而且,将由温度变化而引起输出值发生变化的特性称为温度漂移特性,上述第二主要原因是由晶体振动片引起的温度漂移特性,必须使该温度漂移特性稳定。但是,该温度漂移特性发生的机理在技术上未被解释清楚,另外,使温度漂移特性提高的技术也不存在。

[0013] 专利文献 1:特开 2002-243451 号公报

发明内容

[0014] 发明所要解决的问题

[0015] 但是,专利文献 1 所公开的角速度传感器的特性调整方法的技术,即对各振动体进行研磨等的机械除去加工,精密地调整各振动体的平衡的技术,存在无法使起因于上述晶体振动片的温度漂移特性稳定的问题。

[0016] 本发明是为了解决上述问题,其目的在于提供一种能够使起因于晶体振动片的温度漂移特性稳定化的石英晶体振荡器的制造方法。

[0017] 而且,本发明人以提高振动陀螺的测定精度为目的,通过专心致力于研究开发,成功地在技术上确定了使起因于晶体振动片的温度漂移特性稳定化的方法。

[0018] 解决课题的手段

[0019] 为了达到该目的,本发明的石英晶体振荡器的制造方法具有:通过蚀刻加工将晶体振动片加工为规定形状的外形蚀刻工序;在加工为规定形状的上述晶体振动片上形成电极的电极膜形成工序;将形成有上述电极的晶体振动片安装于振荡器外壳的安装工序;将在该安装工序中被安装的上述晶体振动片驱动并检测漏泄振动,根据该被检测的漏泄振动对上述晶体振动片的振动体的折角线进行除去加工的漏泄振动调整工序;以及至少对振动体中的进行了上述除去加工的部分进行蚀刻、使表面变光滑的再蚀刻工序。

[0020] 这样做的话,能够使起因于晶体振动片的温度漂移特性稳定化。

[0021] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是作为,在所述再蚀刻工序中将上述晶体振动片与上述振荡器外壳一同浸渍于蚀刻剂中的方法。

[0022] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是作为,在所述再蚀刻工序中具有,在进行了蚀刻之后对上述晶体振动片进一步进行仅除去微量的除去加工的微量除去加工工序的方法。

[0023] 这样,在再蚀刻工序中,若在进行了蚀刻之后对晶体振动片进一步进行仅除去微量的除去加工的话,能够精确地调整晶体振动片的平衡。

[0024] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是作为具有洗涤工序的方法,该洗涤工序用于在进行了上述微量除去加工之后将上述晶体振动片进行洗涤。

[0025] 这样,若在进行了微量除去加工之后将晶体振动片进行洗涤的话,能够有效地消除除去加工时产生的除去屑。

[0026] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是作为,在所述漏泄振动调整工序中,

对上述晶体振动片的振动体的折角线进行机械除去加工的方法。

[0027] 这样,机械除去的话,能够有效地进行除去作业。

[0028] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是作为,在所述漏泄振动调整工序中,对上述晶体振动片的振动体的折角线进行利用激光的除去加工的方法。

[0029] 这样,使用激光进行除去加工的话,能够进行微量的除去

[0030] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是,在上述漏泄振动调整工序中,对上述晶体振动片的具有驱动电极的驱动脚的折角线进行除去加工。

[0031] 这样,对驱动脚的折角线进行除去加工的话,则微调变得容易。

[0032] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是作为,在将所述晶体振动片及所述振荡器外壳的一部分进行树脂密封后浸渍于上述蚀刻剂中的方法。

[0033] 这样做的话,因为能够从蚀刻剂的浸渍中有效地进行保护,所以例如能够防止上述部分被蚀刻剂腐蚀的不良情况。

[0034] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是作为,在所述安装工序中,使用粘接剂、金属线、导电性粘接剂及/或球形凸块(ball bump)将上述晶体振动片安装于上述振荡器外壳的方法。

[0035] 这样做的话,能够将晶体振动片有效地安装于振荡器外壳,并且能够经受得住再蚀刻。

[0036] 另外,本发明的石英晶体振荡器的制造方法是作为,所述晶体振动片设有,具有驱动电极的驱动脚和具有检测电极的检测脚;在所述再蚀刻工序中,具有将上述驱动脚的谐振频率与上述检测脚的谐振频率的差调整为规定值的失谐度调整工序的方法。特别是,在上述失谐度调整工序中被调整的失谐度以 $180 \pm 30\text{Hz}$ 或 $200 \pm 50\text{Hz}$ 为佳。

[0037] 这样,调整失谐度的话,能够使晶体振动片间的失谐度偏差减小,因此也能够使输出的偏差减小。

[0038] 发明的效果

[0039] 如果采用本发明的石英晶体振荡器的制造方法,能够将构成晶体振动片的振动体的振动方向控制于同一方向上,因此能够使形成为陀螺的情况下的漏泄输出大致接近于零。另外,能够起因于晶体振动片的温度漂移特性稳定化。进而,通过调整失谐度,能够减小输出的偏差。

附图说明

[0040] 图 1 是说明本发明的石英晶体振荡器的制造方法的概略流程图。

[0041] 图 2 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中晶体蚀刻工序的、晶体薄片的概略平面图。

[0042] 图 3 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中电极膜成形工序的、主要部分的概略放大俯视图。

[0043] 图 4 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中晶体装载工序的、振荡器外壳的概略放大图,(a)表示平面图,(b)表示 A-A 剖面图。

[0044] 图 5 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中进行漏泄调整前的状态的、振动体的概略俯视图。

[0045] 图 6 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中漏泄振动调整工序的、振动体的概略剖面图。

[0046] 图 7 表示本发明石英晶体振荡器的制造方法中失谐度与相对输出的特性图。

[0047] 图 8 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中从漏泄振动调整工序至再蚀刻工序为止的工序的概略流程图。

[0048] 图 9 表示本发明石英晶体振荡器的制造方法中相对于再蚀刻时间的失谐度变化与 CI 值变化的特性图。

[0049] 图 10 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中再蚀刻对温度漂移特性带来的效果的、温度漂移曲线示意图。

[0050] 符号说明

[0051]	1	晶体振动片
[0052]	2	晶体薄片
[0053]	4	振荡器外壳
[0054]	5	磨具
[0055]	11a、11b、11c	振动体
[0056]	12	基部
[0057]	13	连接部
[0058]	41	连接电极
[0059]	42	金属线
[0060]	121	外部连接电极
[0061]	1L、1R、1D、1U	驱动电极
[0062]	2L、2R、2D、2U	驱动电极
[0063]	3G	接地电极
[0064]	3D、3U	检测电极

[0065] 具体实施方式

[0066] 以下,参照附图对本发明的最佳实施形态进行详细的说明。

[0067] [石英晶体振荡器的制造方法]

[0068] 图 1 是说明本发明的石英晶体振荡器的制造方法的概略流程图。

[0069] 另外,图 2 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中晶体蚀刻工序的、晶体薄片的概略平面图。

[0070] 在图 1、2 中,作为石英晶体振荡器的振动陀螺的制造方法,首先是制造作为振动陀螺的主要零件的晶体振动片 1。晶体振动片 1,在晶体蚀刻工序中由一块晶体薄片 2 制造出多个。

[0071] 即,对于晶体薄片 2,进行 Cr 和 Au 的成膜、涂敷保护膜、掩模曝光、显影、蚀刻、以及剥离保护膜等的作业,在晶体薄片 2 的两面上成形对应于晶体振动片 1 的外形的多个 Cr/Au 层。接着,使用以溶解晶体的氢氟酸作为主要成分的蚀刻剂,进行晶体蚀刻并将晶体振动片 1 的元件外形加工成规定形状(晶体蚀刻工序:步骤 S1)。

[0072] 在本实施形态中,将晶体振动片 1 作为三脚音叉型晶体陀螺,晶体振动片 1 的规定形状如图 2 所示,三条振动体 11a、11b、11c 为方形柱状、连接各振动体 11a、11b、11c 的基部

12 为矩形板状。在此,振动体 11a 为设有驱动电极 1D、1U、1L、1R 的第一振动体,振动体 11b 为设有驱动电极 2D、2U、2L、2R 的第二振动体,振动体 11c 为设有检测电极 3D、3U 和接地电极 3G 的第三振动体(参照图 3)。

[0073] 另外,支持部 14 通过晶体薄片 2 和连接部 13 被连接,表面上设有外部连接电极 121(参照图 4)。

[0074] 而且,虽未进行图示,但是在将振动陀螺作为二脚音叉型晶体陀螺的情况下,晶体振动片的规定形状为,两条振动体是方形柱状、连接各振动体的基部是矩形板状。

[0075] 接着,对进行了晶体蚀刻的各晶体振动片 1,将形成于顶面和底面的 Cr/Au 层剥离,接着通过蒸镀等,在各晶体振动片 1 的整个面上重新成膜 Cr/Au 层。

[0076] 接着,进行保护膜电沉积、曝光、显影、Au 蚀刻、Cr 蚀刻及保护膜剥离等的作业,对连接于晶体薄片 2 状态的多个晶体振动片 1 形成规定的电极膜(电极膜形成工序:步骤 S2)。接着,从晶体薄片切断各晶体振动片 1。

[0077] 图 3 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中电极膜成形工序的、主要部分的概略放大俯视图。

[0078] 在该图中,晶体振动片 1,在振动体(驱动脚)11a、11b 上形成驱动电极 1L、1R、1D、1U 及 2L、2R、2D、2U,在振动体(检测脚)11c 上形成接地电极 3G 和检测电极 3D、3U。

[0079] 而且,晶体振动片 1,形成有五个凸缘作为外部连接电极 121,电极 1D、1U、2L、2R 与第一凸缘连接,电极 1L、1R、2D、2U 与第二凸缘连接,接地电极 3G 和检测电极 3D、3U 分别与专用的凸缘连接。

[0080] 图 4 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中晶体装载工序的、振荡器外壳的概略放大图,(a) 表示平面图,(b) 表示 A-A 剖面图。

[0081] 在该图中,晶体振动片 1,支持部 14 通过粘接剂(未图示)固定于能够收容晶体振动片 1 的矩形箱状的振荡器外壳 4。因此,各振动体 11a、11b、11c,能够不与振荡器外壳 4 接触而进行振动。

[0082] 另外,配置于支持部 14 的五个外部连接电极 121,通过引线接合法利用金属线(Au 线)42,分别与配设于振荡器外壳 4 上的五个连接电极 41 连接(晶体装载工序:步骤 S3)。

[0083] 另外,将晶体振动片 1 安装于振荡器外壳 4 的方法,并不限于上述方法,例如也可以使用导电性粘接剂及/或球形凸块等将外部连接电极 121 连接固定于连接电极 41。这样做的话,能够有效地将晶体振动片 1 安装于振荡器外壳 4,并且能够经受得住再蚀刻。

[0084] 接着,对振动体 11a、11b、11c 进行振动体特性的调整。

[0085] 首先,参照附图对进行振动体特性调整前的状态进行说明。

[0086] 图 5 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中进行漏泄调整前的状态的、振动体的概略俯视图。

[0087] 在该图中,振动陀螺的晶体振动片 1,由于必须形成驱动振动和检测振动的谐振频率接近 300Hz 左右的构成,因此,起因于加工精度和晶体的结晶各向异性等,在驱动振动(X 轴方向的振动)之外,产生在晶体振动片 1 未旋转的状态下不能产生的检测振动(Z' 轴方向的振动)。而且,在驱动振动的基础上产生检测振动的话,振动体 11a、11b 前端的轨迹,不形成向 X 轴方向的直线振动,而是成为在与 X-Z' 平面平行的平面内描绘出椭圆轨道那样的振动。另外,振动体 11c 前端的轨迹成为向 Z' 轴方向的直线振动。此时,从检测电极

3D、3U 产生与哥氏力无关的漏泄振动（漏泄输出），这成为噪音和漂移的原因。

[0088] 上述椭圆轨道的振动和向 Z' 轴方向的直线振动，可以通过将晶体振动片 1 的一部分进行倒角加工（chamfering）而进行修正。例如，通过将振动体（驱动脚）11a、11b 和振动体（检测脚）11c 的一方或两方的折角线（角部）进行倒角加工并除去，可以进行修正。特别是，若通过将振动体（驱动脚）11a、11b 的折角线进行倒角加工而除去的话，可以有效地进行修正。

[0089] 倒角加工（除去加工），可以采用使用研磨装置等机械地进行的方法、使用激光等电气地进行的方法、使用熔融剂等化学地进行的方法等。

[0090] 作为上述倒角加工的一例，参照附图对使用研磨装置的机械方法进行说明。

[0091] 图 6 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中漏泄振动调整工序的、振动体的概略剖面图。

[0092] 该图中机械倒角加工是，例如使用以将板状的磨具 5 单臂支持的状态进行往复振动的研磨装置（未图示），一边监控起因于检测振动方向（Z' 轴方向）的振动成分的输出，一边使漏泄输出变小而进行的（漏泄振动调整工序：步骤 S4）。

[0093] 在上述漏泄振动调整工序中，为了不过分研磨而阶段性地进行倒角，而且每次都进行倒角量（研磨距离）和漏泄输出进行对比。因此，在漏泄振动调整工序的最后阶段，可以估计为了使漏泄输出达到目标值，之后再研磨多少即可。

[0094] 在此，考虑到后述的再蚀刻工序中漏泄输出的减少量再结束上述研磨加工为佳。这样做的话，已进行了再蚀刻时，研磨后变粗糙的晶体面比其他面更多地被溶解被倒角，因此，能够使漏泄输出进入目标值的大致中央。

[0095] 而且，在使用激光进行漏泄调整的情况下，例如，由激光发生装置对振动体 11a、11b 的任意的折角线（角部）照射激光并进行倒角。若利用使用激光的方法的话，能够进行微量的除去，因此能够精确地调整振动体 11a、11b、11c 的平衡。由此，在未赋予角速度的状态下，能够调整为来自设置于振动体（检测脚）11c 的检测电极 3D、3U 的输出信号大致为零。

[0096] 接下来，测定失谐度（失谐度测定工序：步骤 S5）。

[0097] 所谓的失谐度，是由驱动振动的谐振频率与检测振动的谐振频率的差定义的、是决定振动陀螺的输出要素。该失谐度与陀螺的输出大致成反比，由于其微小的变化就使陀螺的输出发生很大的变化，因此必须正确地设定其值。

[0098] 而且，驱动振动的谐振频率，通过使用图 3 所示的驱动电极 1L、1R、1D、1U、2L、2R、2D、2U 使振动体 11a、11b 自激振荡能够进行测定，另外，检测振动的谐振频率，通过使用检测电极 3D、3U 使振动体 11c 自激振荡能够进行测定。而且，能够由两者的谐振频率的差求出失谐度。

[0099] 但是，以现在的晶体的加工精度处于，将上述失谐度小的方面，在温度特性恶化，或使对于振动的疑似输出不出现的范围内进行设定变得困难，另外，大的方面，难以设定在能够使所希望的输出发挥到最大限度的设定值的范围内的状况。另外，如果仅是驱动振动的频率的调整的话，如使用于一般的振荡器用音叉那样，也可以通过使振动脚前端部的质量变化的频率调整方法等进行调整，但是在该方法中，由于驱动振动和检测振动双方的谐振频率仅变化大致相同的量，因此失谐度的调整是困难的。

[0100] 但是,实际上由于以下的理由失谐度调整的必要性正在提高。即,以现在的工艺方法制造的晶体振动片的失谐度的偏差,在一块晶片(晶体振动片 60 个)上为 $\pm 80\text{Hz}$ 。进而,一组(晶片 30 块)中有 $\pm 150\text{Hz}$ 的偏差。在输出小也可以的情况下,增大失谐度,不调整失谐度也能够进行制造。但是,在需要大的输出并希望减小失谐度的情况下,为了控制输出的偏差,失谐度调整是必须的。

[0101] 在此,失谐度如图 7 所示那样,绝对值越小输出越大,对于失谐度变化的输出变化也变大。因此,必须调整为失谐度的偏差减小。

[0102] 如图 7 所示,调整失谐度的话,能够将失谐度偏差控制于 $\pm 30\text{Hz}$,因此,失谐度为 $180 \pm 30\text{Hz}$,相对输出为 1.7 ± 0.2 ,从而能够进行高输出且使输出的偏差为 0.4。即使失谐度为 $200 \pm 50\text{Hz}$,也能够获得相对输出为 1.6 ± 0.3 。

[0103] 而且,在不调整失谐度时,必须如上述那样在 $\pm 150\text{Hz}$ 的偏差中调整输出,因此,为了使输出的偏差在 0.5 以内,必须如图 7 所示那样使失谐度为 $400 \pm 150\text{Hz}$,使相对输出为 1.1 ± 0.2 。

[0104] 因此,在本实施形态中进行失谐度的调整。具体地说,通过以晶体振动片 1 安装于振荡器外壳 4 的状态将晶体振动片 1 连同振荡器外壳 4 进行再蚀刻(再蚀刻工序:步骤 S6),使检测振动的谐振频率变化,从而调整失谐度和漏泄振动。

[0105] 接下来,参照附图对从漏泄振动调整工序(步骤 S4)至再蚀刻工序(步骤 S6)为止的工序进行详细的说明。

[0106] 图 8 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中从漏泄振动调整工序至再蚀刻工序为止的工序的概略流程图。

[0107] 在该图中,首先,安装有晶体振动片 1 的振荡器外壳 4 被固定于漏泄输出测定用的测定装置(未图示)上,测定未赋予振荡器外壳 4 以角速度的状态下发生的漏泄输出,判断该漏泄输出的程度是否超过规定值(步骤 S41)。

[0108] 然后,在漏泄输出的程度超过规定值的情况下,将振动体 11a、11b 的折角线(角部)进行研磨(步骤 S42)直至漏泄输出变为目标值。该目标值是考虑到如上述那样由再蚀刻工序也引起的漏泄输出减少的程度而被适当设定的。

[0109] 另外,在漏泄输出未超过规定值的情况下,向上述失谐度测定工序(步骤 S5)移动。

[0110] 接着,在失谐度测定工序(步骤 S5)中,如上述那样分别测定驱动振动的谐振频率和检测振动的谐振频率,判断该失谐度是否进入规定范围。

[0111] 然后,在失谐度进入规定范围的情况下,向步骤 S61 转移,在失谐度未进入规定范围的情况下,向步骤 S62 转移。

[0112] 在步骤 S61 中,判断步骤 S41 中是否已研磨过振动体 11a、11b。未进行研磨的,测定调整全部结束。

[0113] 另外,在步骤 S61 中即使在失谐度已进入规定范围的情况下,已研磨过振动体 11a、11b 的,也向步骤 S62 转移。

[0114] 在步骤 S62 中,按照失谐度的偏移量和漏泄输出实施再蚀刻工序。即,对于步骤 S5 中失谐度未进入规定范围的情况下,实施再蚀刻直至失谐度进入规定范围。

[0115] 而且,在本实施形态中,因为利用使用于振动陀螺的晶体振动片 1,所以在此优先

调整失谐度。例如,晶体振动片 1 为通常振子的情况下,仅考虑漏泄输出即可。

[0116] 该再蚀刻是与上述晶体蚀刻工序(步骤 S1)大致相同的工序,但是因为晶体振动片 1 已安装于振荡器外壳 4,所以将晶体振动片 1 连同振荡器外壳 4 进行再蚀刻。

[0117] 在此,被蚀刻剂腐蚀的是未形成有各电极的晶体坯料的部分,而且由于作为晶体厚度方向的 Z,轴方向(参照图 5)的蚀刻速度快,X 轴方向的蚀刻速度比其慢,因此,能够调整为振动方向在 X 轴方向的驱动振动的谐振频率几乎不变化,只有振动方向在 Z,轴方向的检测振动的谐振频率降低。即,利用该再蚀刻时间,能够调整驱动振动的谐振频率与检测振动的谐振频率的差。

[0118] 而且,振荡器外壳 4 由陶瓷的外壳构成,但是由于再蚀刻时间不太长,因此由蚀刻剂引起的损坏几乎不存在。

[0119] 进而,在步骤 S62 中,通过进行再蚀刻,能够使除去后呈粗糙面的晶体表面腐蚀并呈现出光滑的状态。晶体振动片 1,经除去晶体面变粗糙的话,频率-温度特性会恶化,但是若通过该再蚀刻将粗糙面腐蚀变光滑的话,能够减小漏泄输出,同时能够使恶化的晶体振动片 1 的频率-温度特性恢复。

[0120] 另外,在步骤 S62 中,即使经失谐度测定工序(步骤 S5)失谐度进入规定范围内的,也要将已将振动体 11a、11b 研磨过的进行再蚀刻。这是由于如上述那样除去的晶体面成为粗糙面的话,会对晶体振动片 1 的频率-温度特性产生影响,因此通过以不使失谐度和漏泄输出变化的程度进行再蚀刻,使除去后的面变光滑,从而恢复频率-温度特性。

[0121] 接下来,将设有再蚀刻过的晶体振动片 1 的振荡器外壳 4 再次固定于漏泄输出测定用的测定装置(未图示)上。然后,测定在未赋予振荡器外壳 4 以角速度的状态下所发生的第二次漏泄输出,判断所发生的第二次漏泄输出的值是否超过规定值(步骤 S63)。

[0122] 在此,由于使漏泄输出接近至规定值,因此没有太大的偏移,但是如果超过规定值,则在步骤 S64 中将振动体 11a、11b 的折角线(角部)进行除去加工直至漏泄输出变为零。而且,未超过规定值的,测定调整全部结束。

[0123] 而且,第二次漏泄调整,是例如通过由激光发生装置对振动体 11a、11b 的任意的折角线(角部)照射激光并进行微量除去(倒角)而进行的。在第二次漏泄调整中,若使用激光,则可以容易地进行微量的除去,因此能够精确地调整振动体 11a、11b、11c 的平衡。由此,在未赋予角速度的状态下,能够调整为来自设置于振动体(检测脚)11c 的检测电极 3D、3U 的输出信号大致为零。

[0124] 接下来,在步骤 S64 中,对于进行了微量除去的晶体振动片 1,以洗涤晶体表面为目的实施仅规定短时间内的多次蚀刻(步骤 S65)。

[0125] 该步骤 S65,具有消除除去屑的效果。而且,该多次的蚀刻工序根据需要也可以省略。以此结束再蚀刻工序。

[0126] [实验例]

[0127] 接下来,参照附图对上述再蚀刻的实验例进行说明。

[0128] 图 10 是用于说明本发明石英晶体振荡器的制造方法中再蚀刻对温度漂移特性带来的效果的、温度漂移曲线的示意图。

[0129] 在该图中,未进行再蚀刻的振动陀螺在约 20℃中,漏泄输出为约 -1.2deg/sec,但是使温度在 -40℃至 100℃为止的范围内变化的话,漏泄输出从约 2.5deg/sec 变化

至 -2deg/sec , 发生了约 4.5deg/sec 的温度漂移。

[0130] 相对于此, 对上述振动陀螺进行约 60 秒的再蚀刻, 对同样的项目进行测定。进行了再蚀刻的振动陀螺在约 20°C 中, 漏泄输出为约 0deg/sec , 但是使温度在 -40°C 至 100°C 为止的范围内变化的话, 漏泄输出在约 -0.1deg/sec 至 0.2deg/sec 范围内变化, 发生了约 0.3deg/sec 的温度漂移。即, 能够使温度漂移特性大幅度地提高。由此, 能够使振动陀螺中的测定精度大幅度地提高。

[0131] 而且, 通过将再蚀刻的条件改变、或进行微调, 进行了再蚀刻的振动陀螺在约 20°C 中, 漏泄输出能够调整至约 0deg/sec 。

[0132] 在此, 将再蚀刻工序的条件的一个例子在下面进行表示。

[0133] 蚀刻剂

[0134] 50% 氢氟酸与 40% 氟化铵的 $1:1$ 的混合液。

[0135] 蚀刻温度

[0136] 55°C

[0137] 蚀刻时间

[0138] $30 \sim 250$ 秒

[0139] 如图 10 所示, 经漏泄调整工序进行了振动体 11a、11b 的除去加工后实施再蚀刻的话, 温度漂移 (漏泄输出) 能够调整到约 0deg/sec 。此时, 为了使该温度漂移 (漏泄输出) 达到约 0deg/sec , 蚀刻时间必须在 30 秒及 30 秒以上。若不满 30 秒, 则无法消除温度漂移。

[0140] 另外, 如图 9 的特性图所示, 可知若使蚀刻时间变长的话, 则 CI 值 (串联等效电阻值) 变高。CI 值过高的话振动体的振动量 (振幅) 则变小, 其结果是输出值下降、S/N 比降低。因此, 考虑到为了不使 CI 值恶化的 CI 值的范围的话, 则蚀刻时间在 250 秒及 250 秒以下。

[0141] 从上述点看来, 再蚀刻时间以 $30 \sim 250$ 秒为佳。

[0142] 而且, 失谐度由于晶体振动片的不同而存在偏差, 因此, 在将失谐度调整为目标值时, 必须每次按照失谐度调整量个别地决定再蚀刻时间。此时, 如图 9 所示, 因为再蚀刻时间每过一秒失谐度大致减小 1Hz , 所以可以容易地求出蚀刻时间。

[0143] 另外, 在本实施形态中, 使振荡器外壳 4 与晶体振动片 1 一同浸渍于蚀刻剂中, 但是, 在振荡器外壳 4 等中存在不便于浸渍在蚀刻剂的部分的情况下, 可以先将该部分进行树脂密封后再进行再蚀刻。这样做的话, 能够从蚀刻剂的浸渍中有效地进行保护, 因此例如, 能够防止上述部分被蚀刻剂腐蚀的不良情况的发生。

[0144] 接下来, 晶体振动片 1 以被抽为真空的状态收容于振荡器外壳 4, 并安装盖子 (盖子安装工序: 步骤 S7)。

[0145] 接着, 振荡器外壳, 虽未图示, 但是与经过 IC 装载工序安装有 IC 等的电子零件的电路板连接, 经过完成组装工序 (步骤 S8) 后制造出振动陀螺。

[0146] 如上所述, 如果采用本实施形态涉及的晶体振动片的制造方法, 在漏泄振动调整工序中通过再蚀刻, 能够使经研磨加工而下降的温度漂移特性提高, 且能够使振动陀螺的测定精度提高。

[0147] 另外, 本发明即使作为石英晶体振荡器的发明也是有效的, 通过再蚀刻将晶体振动片 1 的表面光滑地成形的振动陀螺, 其温度漂移特性被大幅度地改善。

[0148] 另外,通过将经再蚀刻温度漂移特性被改善的石英晶体振荡器作为陀螺,能够使振动陀螺的测定精度大幅度地提高。

[0149] 以上,对于本发明的石英晶体振荡器的制造方法及石英晶体振荡器表示出较佳的实施形态并进行了说明,但是,本发明涉及的石英晶体振荡器的制造方法及石英晶体振荡器并不仅限于上述实施形态,当然也可以在本发明的范围内进行各种变更。

[0150] 工业应用性

[0151] 本发明的石英晶体振荡器的制造方法及石英晶体振荡器,并不限于振动陀螺,本发明也可以作为使用石英晶体振荡器的装置及其制造方法而应用。

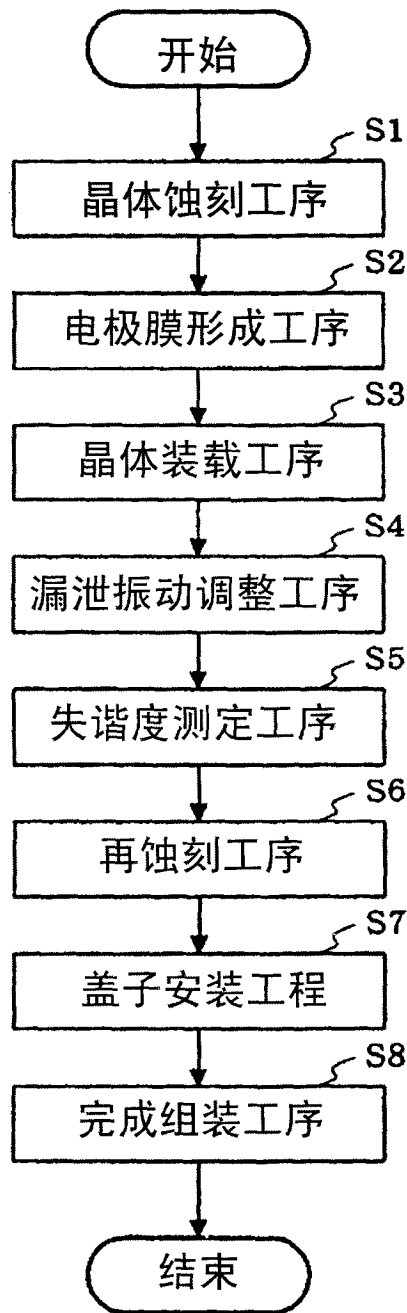


图 1

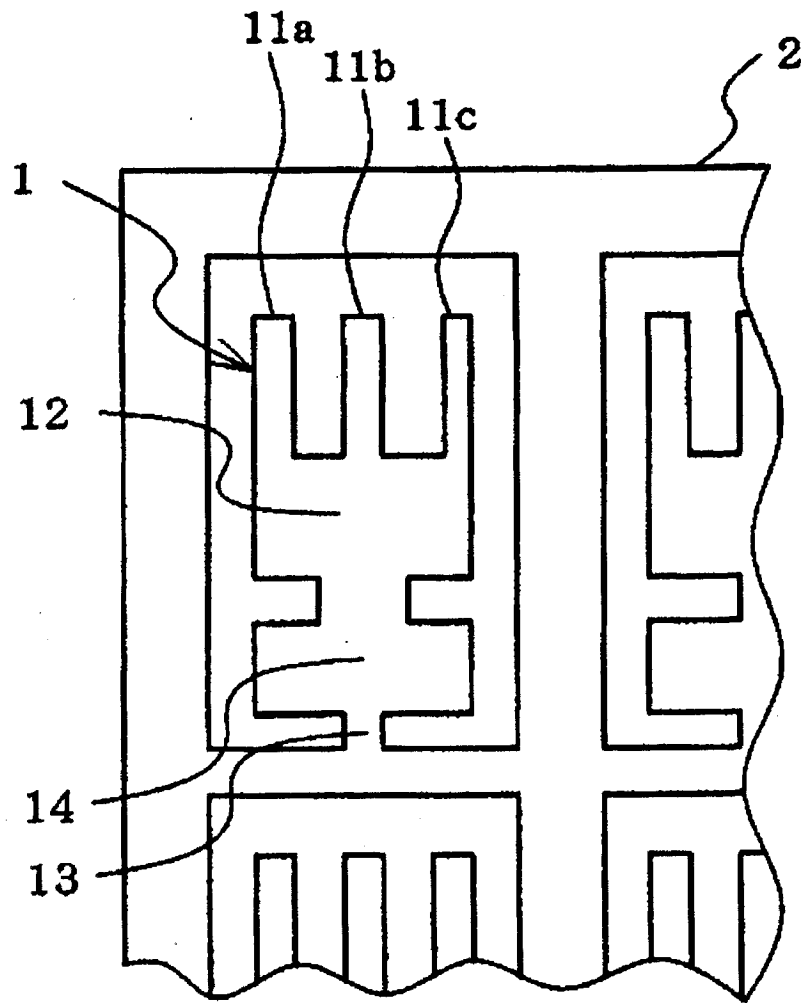


图 2

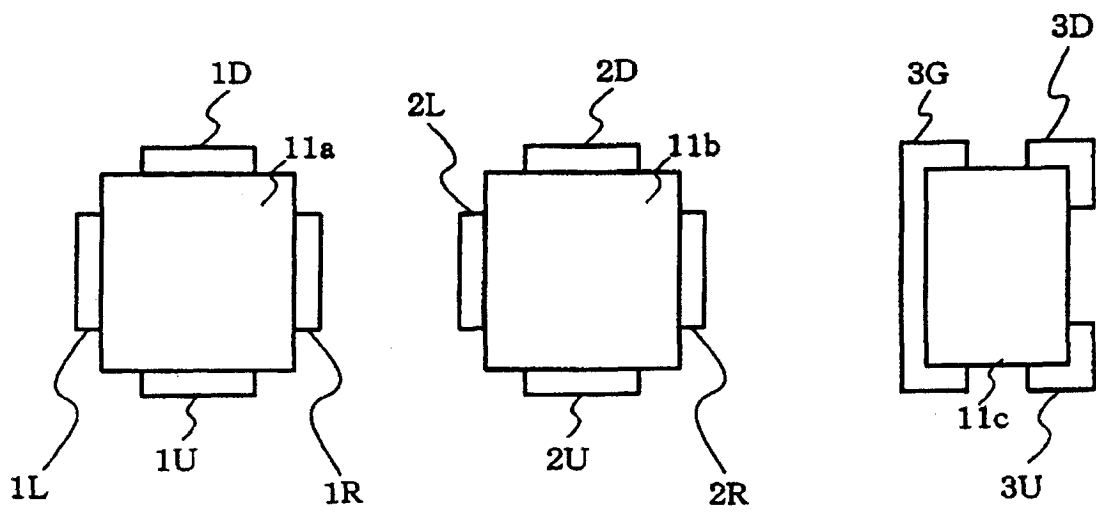


图 3

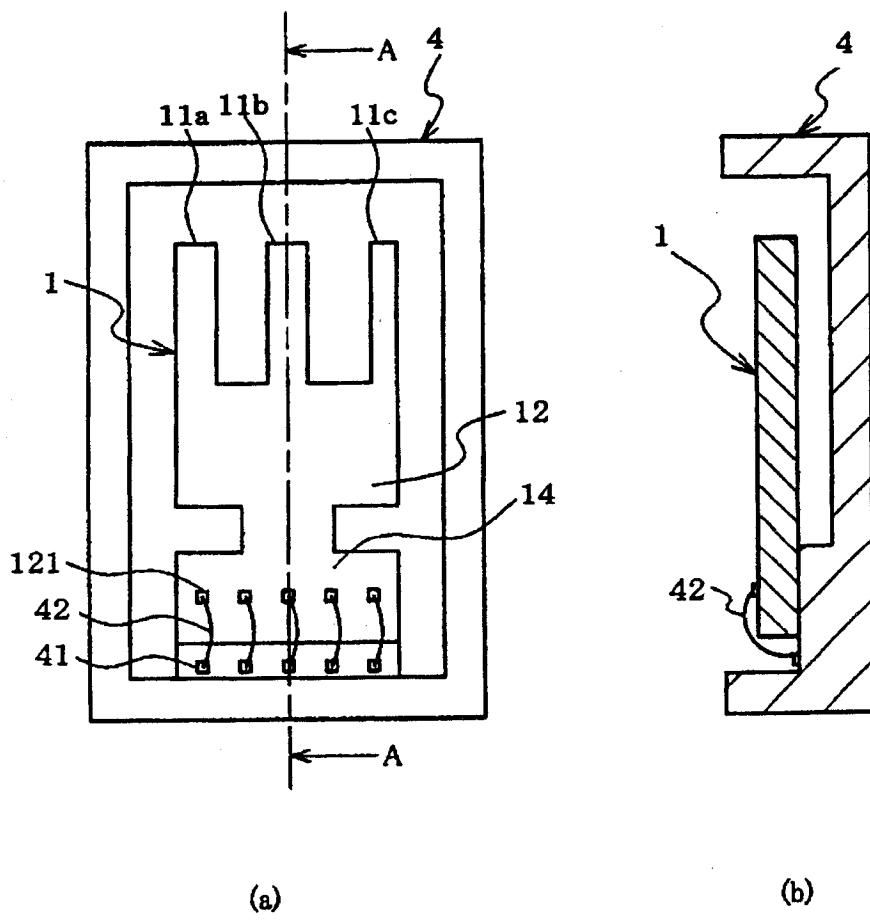


图 4

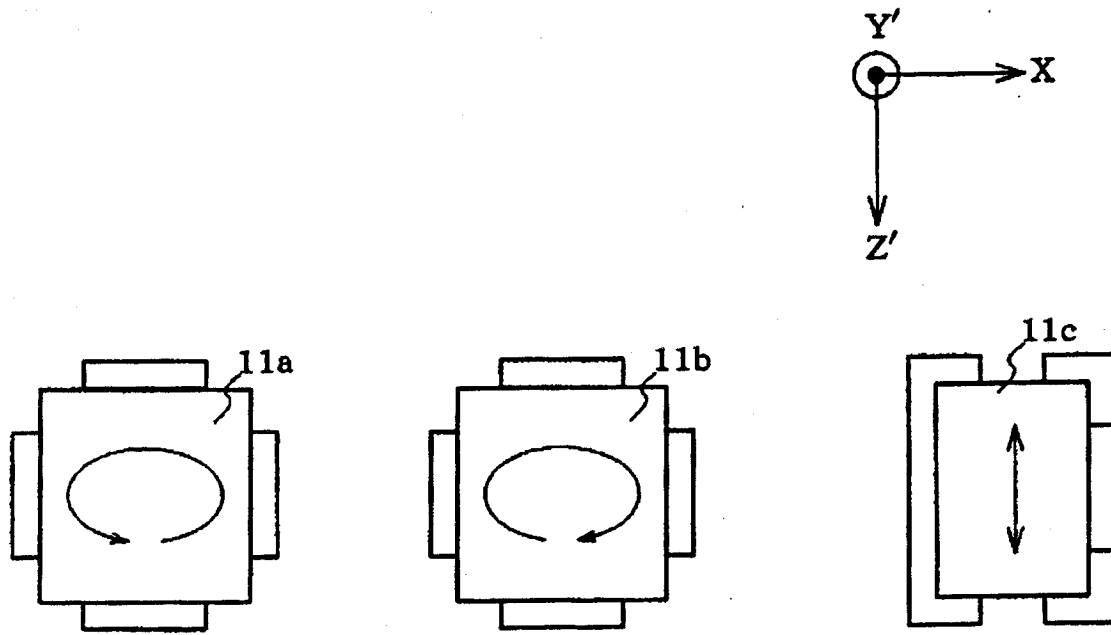


图 5

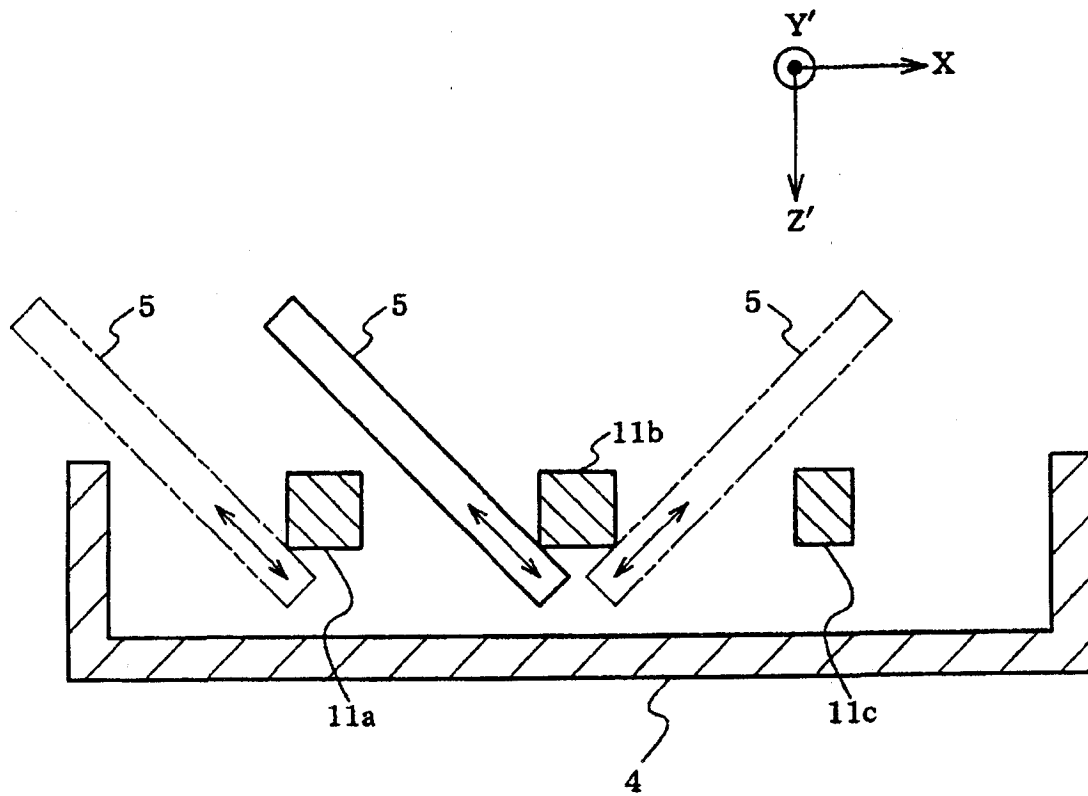


图 6

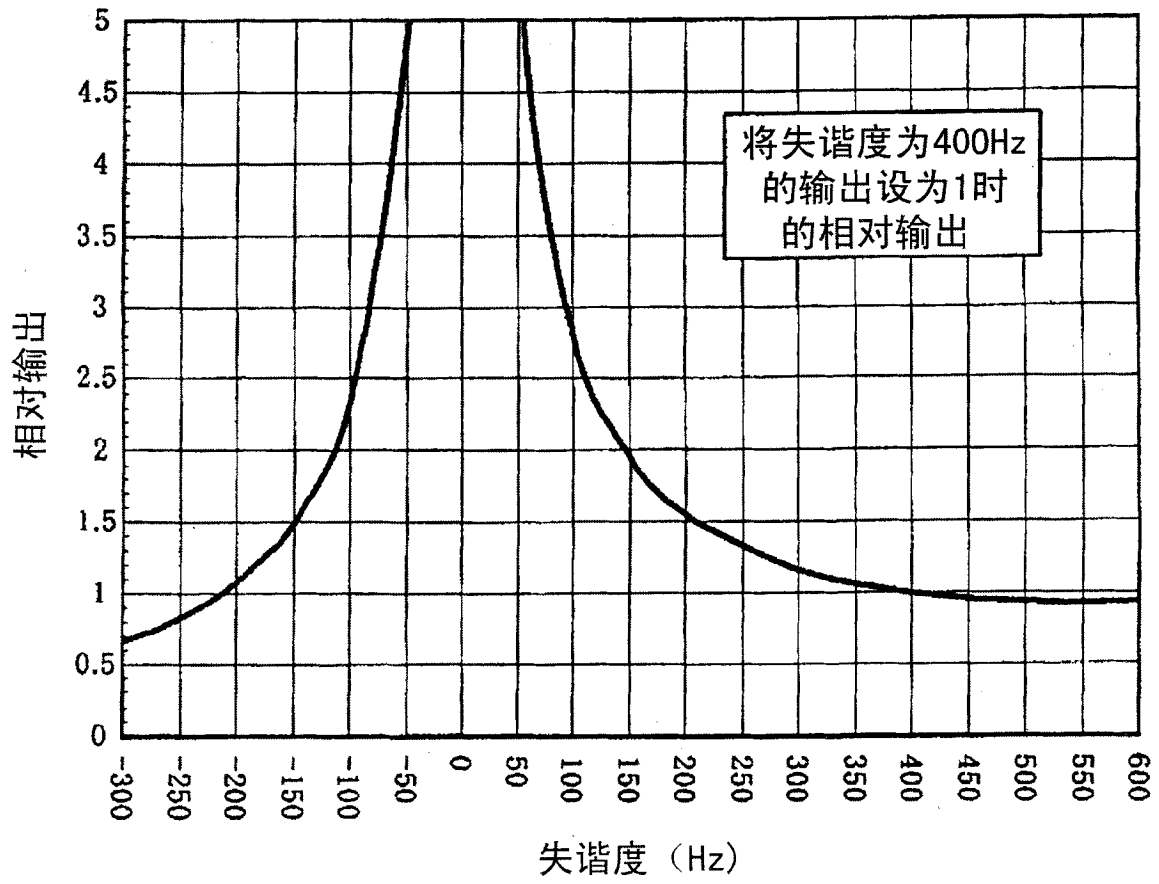


图 7

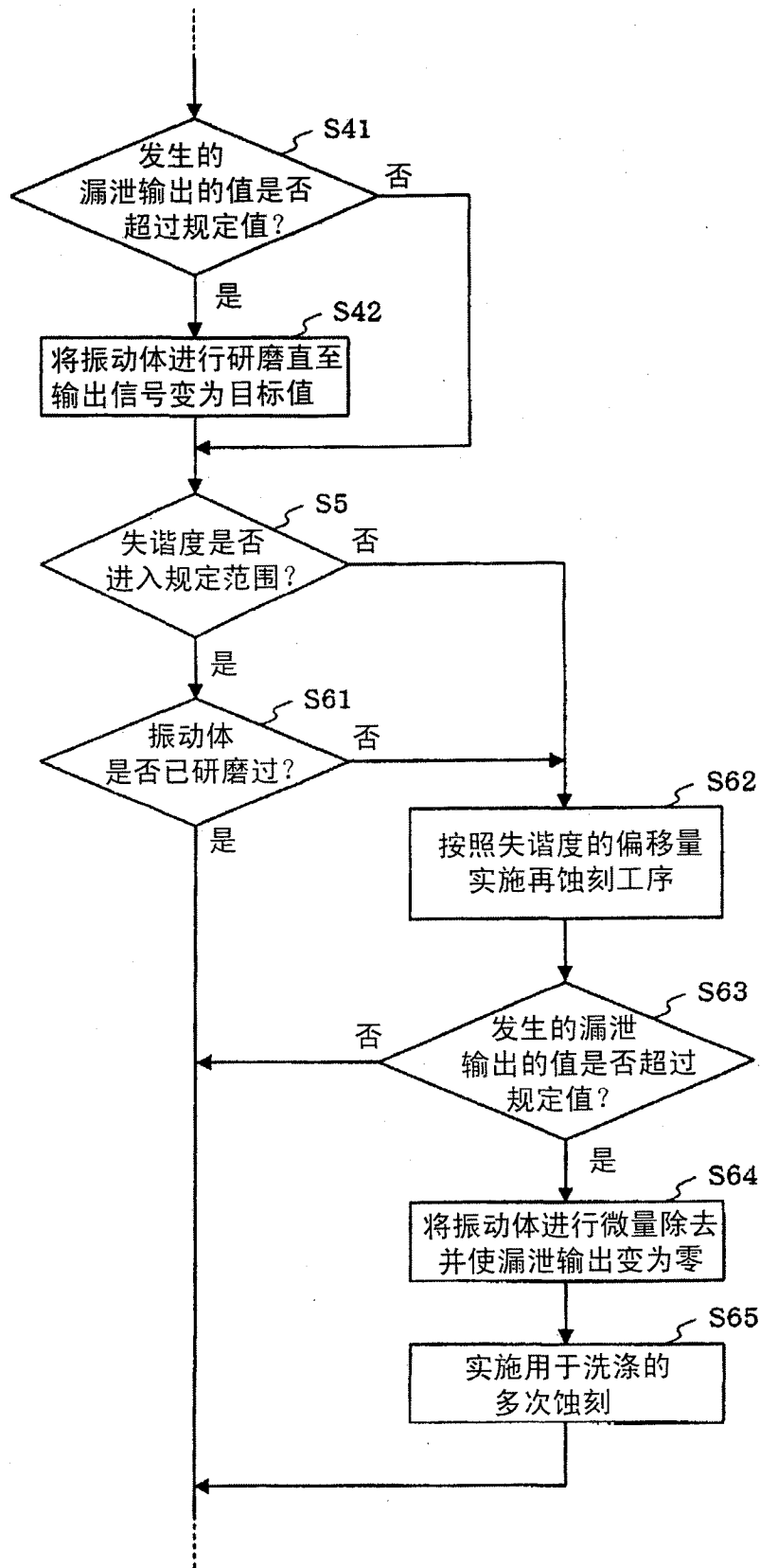


图 8

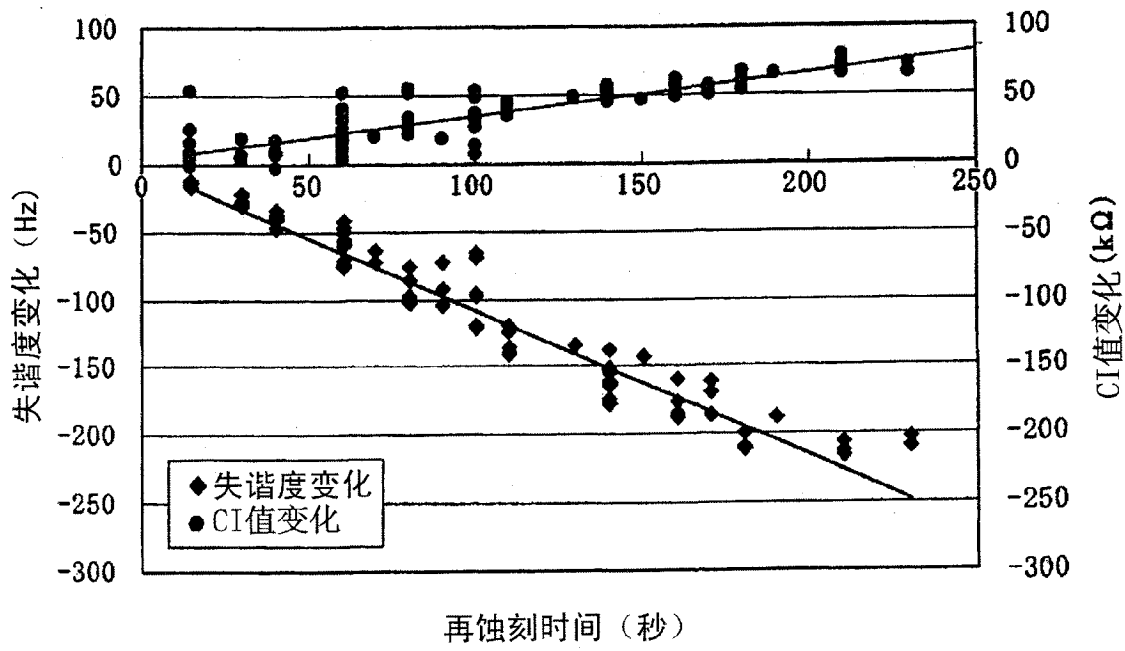


图 9

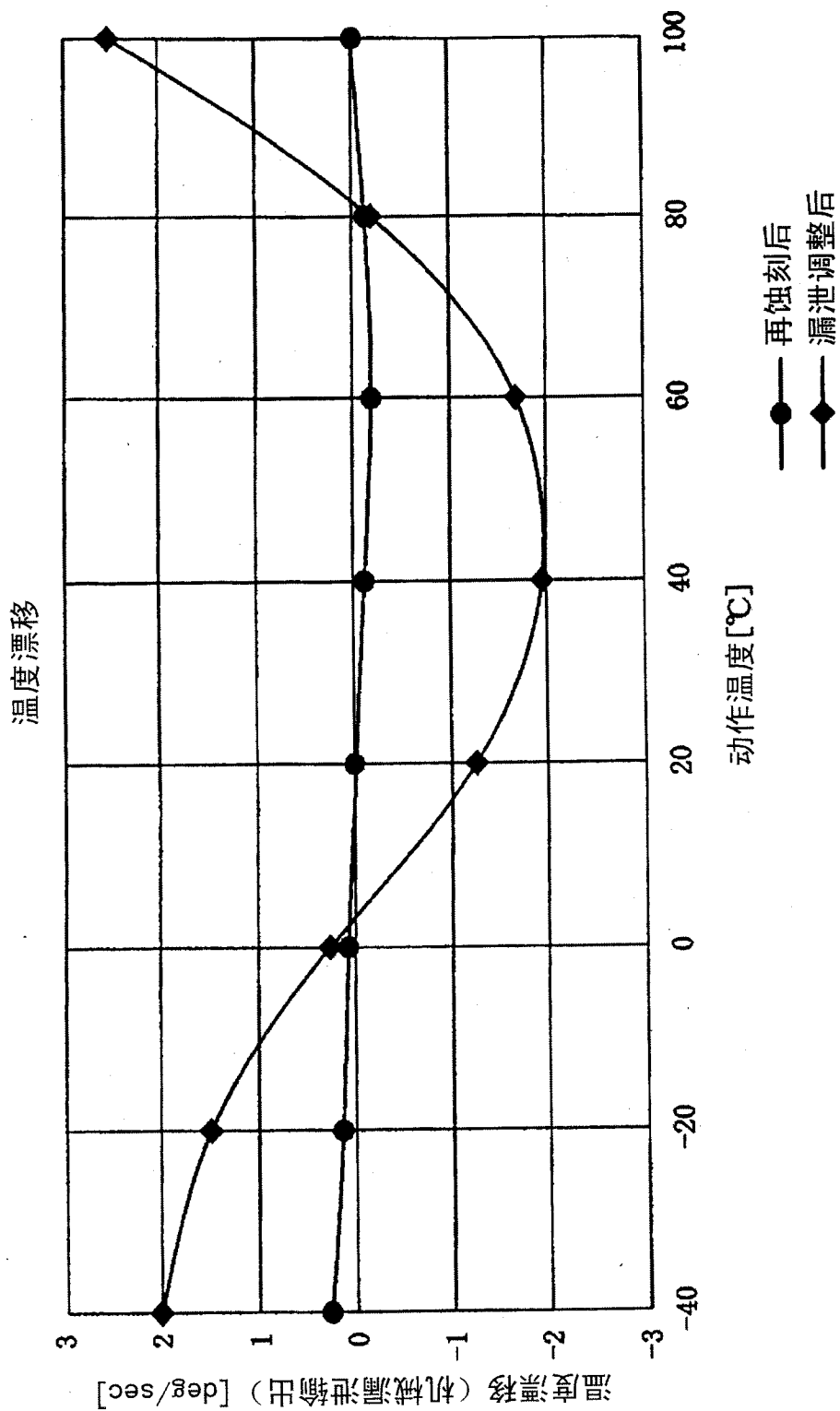


图 10