

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G01P 9/04 (2006.01)

G01C 19/56 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510132675.2

[45] 授权公告日 2009 年 9 月 9 日

[11] 授权公告号 CN 100538366C

[22] 申请日 2005.12.20

[21] 申请号 200510132675.2

[30] 优先权

[32] 2004.12.20 [33] EP [31] 04106712.5

[73] 专利权人 ETA 瑞士钟表制造股份有限公司

地址 瑞士格伦兴

[72] 发明人 S·达拉·皮亚扎 B·施图德

[56] 参考文献

CN1447454A 2003.10.8

CN1480710A 2004.3.10

EP1345008A2 2003.9.17

审查员 朱磊

[74] 专利代理机构 北京市中咨律师事务所

代理人 杨晓光 李 峰

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 3 页

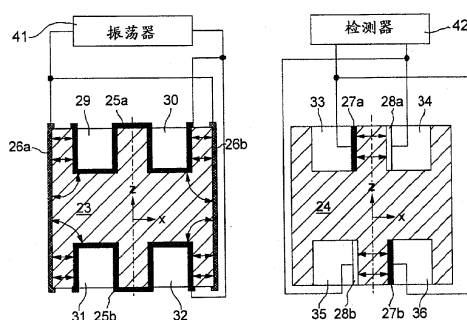
[54] 发明名称

角速度测量传感器

[57] 摘要

一种测量角速度的传感器，其通过以所述角速度旋转的单个压电音叉(21)形成，所述音叉包括从底座(22)伸出的第一振动腿(23)和第二振动腿(24)，设置在所述激励腿(23)上的激励装置(25a, 25b, 26a, 26b)，设置在所述检测腿(24)上的检测装置(27a, 27b, 28a, 28b)，其特征在于，所述检测腿包括至少一个在所述顶面上的第一槽(33, 34)和至少一个在所述底面上的第二槽(35, 36)，所述检测装置包括相对于彼此设置的第一和第二检测电极，所述第一(27a)、第二(28a)检测电极分别被设置在所述槽(33)和槽(34)的一个侧面上，使得所述第一和第二检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿，还包括相对于彼此设置的第三和第四检测电极，所述第三(27b)、第四(28b)检测电极分别被设置在所述槽(36)和槽(35)的一个侧面上，使

得所述第三和第四检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿。



1. 一种用于测量角速度的传感器，其通过以下形成：

单个压电音叉（21），其以所述角速度旋转，

所述音叉包括从底座（22）延伸的第一振动腿（23）和第二振动腿（24），每个所述腿具有顶面和底面以及两个侧面，

用于激励所述音叉的第一振动的装置（25a、25b、26a、26b），其被设置在所述两个腿中被称为激励腿（23）的一个腿上，

用于检测所述音叉的第二振动的装置（27a、27b、28a、28b；39a、39b、40a、40b），所述第二振动响应所述第一振动和所述音叉的旋转而产生，所述检测装置被设置在所述两个腿中被称为检测腿（24）的另一个腿上，

其特征在于，所述检测腿包括至少一个在所述顶面上的第一槽（33, 34；37）和至少一个在所述底面上的第二槽（35, 36；38），每个所述第一和第二槽具有侧面，以及

所述检测装置包括相对于彼此设置的第一和第二检测电极（27a, 28a；39a, 40a），所述第一检测电极（27a；39a）被设置在所述第一槽（33；37）的一个所述侧面上，所述第二检测电极（28a；40a）被这样设置，使得所述第一和第二检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿，还包括相对于彼此设置的第三和第四检测电极（27b, 28b；39b, 40b），所述第三检测电极（27b, 39b）被设置在所述第二槽（36；38）的一个所述侧面上，所述第四检测电极（28b；40b）被这样设置，使得所述第三和第四检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿。

2. 根据权利要求1所述的用于测量角速度的传感器，其特征在于，所述检测腿包括在所述顶面上的第三槽（34）和在所述底面上的第四槽（36），每个所述第三和第四槽具有两个侧面，

所述第一检测电极（27a）和第二检测电极（28a）分别被设置在所述第一槽（33）和第三槽（34）的一个所述侧面上，使得所述第一和第二检

测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿, 以及

所述第三检测电极(27b)和第四检测电极(28b)分别被设置在所述第二槽(36)和第四槽(35)的一个所述侧面上, 使得所述第三和第四检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿。

3. 根据权利要求2所述的用于测量角速度的传感器, 其中所述激励装置包括第一(25a)、第二(26a)、第三(25b)和第四(26b)激励电极, 其分别被设置在所述激励腿(23)的顶面、底面和侧面上, 其特征在于, 所述激励腿具有分别在所述激励腿的所述顶面上的至少一个第一槽(29)和所述底面上的至少一个第二槽(31), 并且所述第一激励电极(25a)被设置为横向覆盖所述第一槽, 所述第三激励电极(25b)被设置为横向覆盖所述第二槽。

4. 根据权利要求2或3所述的用于测量角速度的传感器, 其特征在于, 所述音叉是具有交叉电极的音叉。

5. 根据权利要求1所述的用于测量角速度的传感器, 其特征在于, 所述第二检测电极(40a)被设置在所述检测腿(24)的第一侧面的整个厚度上, 使得所述第一和第二检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿, 以及

所述第四检测电极(40b)被设置在所述检测腿的相对于所述第一侧面的第二侧面的整个厚度上, 使得所述第三和第四检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿。

6. 根据权利要求1或2所述的用于测量角速度的传感器, 其特征在于, 所述压电音叉是石英的, 其顶面和底面基本垂直所述石英的光轴, 并且所述激励腿和所述检测腿基本沿所述石英的机械轴延伸。

7. 根据权利要求1或2所述的用于测量角速度的传感器, 其特征在于, 所述底座(22)在用于固定所述底座的部件和所述音叉的所述激励腿(23)和所述检测腿(24)之间被设置有机械解耦装置(37)。

角速度测量传感器

技术领域

本发明总体涉及一种用于测量角速度的传感器，它由以所述角速度旋转的单个压电音叉形成，该音叉包括底座，激励腿和检测腿从所述底座延伸，本发明尤其涉及对检测腿上的检测电极的设置。

背景技术

从现有技术尤其是EP专利0 750 177已经知道，由单个音叉形成的陀螺测试仪具有底座，从所述底座延伸出在其上设置激励电极的第一腿和在其上设置检测电极的第二腿。

图1示出可以用于陀螺测试仪的音叉1的例子。图1a中的纵向截面所示的音叉1主要包括被固定到两条腿3、4上的底座2，该组件由压电石英材料构成。如图1b中的横截面所示，每个腿3、4包括电极。激励腿3包括第一对彼此连接的激励电极5a、5b，在与图1a对应的主平面中，以该音叉的谐振频率将交流的电信号施加到所述电极；以及彼此连接的第二对激励电极6a、6b，并将与施加到电极5a和5b的电信号反相的交流电信号施加到此。这些交流的电信号的施加激励并且从而引起音叉1的腿3和4在第一平面机械振动，如箭头9所示。检测腿4包括第一对彼此连接的检测电极7a、7b和第二对彼此连接的检测电极8a、8b，它们将检测腿的机械振动转换成通过与所述的电极连接的检测电路检测的电信号。

根据音叉陀螺测试仪的原理，当将激励信号施加到激励电极 5a-5b、6a-6b 时，音叉 1 相对于其纵轴 10 的角转动产生垂直于激励腿的速度和旋转轴 10 的科里奥利力，从而在与激励振动平面垂直的平面中在检测腿 4 中产生振动，如箭头 11 所示。通过音叉 1 的压电石英将该机械振动转换为

由音叉检测电极 7a-7b、8a-8b 检测的电信号。

采用这种检测电极设置所观察到的一个主要问题是，将在被施加相反电信号的两个检测电极之间检测的场的电通路不是线性的，从而丢失了场线的不可忽略的部分。因此这种检测测量不是最佳的。

理论上有利的方案是如图 1c 所示设置的两对检测电极 7a-7b、8a-8b。然而，该方案具有一个较大的缺点，即其需要实施难于控制的复杂的制造方法。实际上，通过“电极沉积”制造音叉侧面上的电极，这必须在侧面的整个厚度上进行。因此，很难将电极沉积分为两个，以便获得所需的两个不同的电极 7b、8b。而且，这种陀螺测试仪被成批地制造，即彼此相连。这样，也很难将在音叉外侧面上制造的电极沉积分为两个不同的电极 7a、8b。

而且，上述各种方案还具有另外的缺点，即音叉的尺寸，用在板状陀螺测试仪上的音叉理所当然优选尽可能的小型化。

发明内容

本发明的一个主要目的是通过制造这样的用于测量角速度的传感器来克服上述缺陷，所述传感器采用具有音叉的压电谐振器的形式，该音叉具有这样的检测电极结构，所述电极结构在使用容易实施的制造方法的同时，确保了对在检测腿中产生的电场的最佳测量。

因此，在本发明的范围内，以这样的方式设置检测电极，使得一方面其制造方法简单，另一方面在检测腿中检测的电场线在相异的电极之间沿基本直线的电通路穿过检测腿。为此，在所述音叉的检测腿每个主顶面和底面上至少刻蚀一个槽，其在保持相同性能的同时有利地减小了所述音叉的尺寸。因此，本发明涉及根据在说明书开始所述的测量角速度的传感器，其特征在于，所述检测腿具有至少一个顶面上的第一槽和至少一个底面上的第二槽，每个所述第一和第二槽具有侧面，并且所述检测装置包括相对于彼此设置的第一和第二检测电极，该第一检测电极被设置在所述第一槽的一个侧面上，该第二检测电极被这样设置，使得所述第一和第二检测电

极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿，还包括相对于彼此设置的第三和第四检测电极，所述第三检测电极被设置在所述第二槽的一个侧面上，所述第四检测电极被这样设置，使得所述第三和第四检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿。

根据本发明的第一优选实施例，所述测量传感器的特征在于，所述检测腿包括在所述顶面上的第三槽和在所述底面上的第四槽，每个所述第三和第四槽具有两个侧面，所述第一、第二检测电极分别被设置在所述第一、第三槽的一个侧面上，使得所述第一和第二检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿，以及所述第三、第四检测电极分别被设置在所述第二、第四槽的一个侧面上，使得所述第三和第四检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿。

根据本发明的第二实施例，所述测量传感器的特征在于，所述第二检测电极被设置在所述检测腿第一侧面的整个厚度上，使得所述第一和第二检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿，以及所述第四检测电极被设置在与所述检测腿的第一侧面相对的第二侧面的整个厚度上，使得所述第三和第四检测电极之间的电场基本上直线地穿过所述检测腿。

同样，为了小型化，在所述音叉底座上有利的提供机械解耦装置，从而进一步减小音叉的尺寸。

附图说明

通过阅读对只是作为非限制性实例给出的、并由附图示出的本发明实施例的详细描述，本发明的其它特征和优点将更加显而易见，其中：

已经描述的图 1a 是用于根据现有技术的某种陀螺测试仪的音叉的纵向截面图；

已经描述的图 1b 是图 1a 的音叉的激励和检测腿的横向截面 I-I；

已经描述的图 1c 是具有对检测电极的优化设置的音叉的激励和检测腿的横向截面图；

图 2a 是根据本发明第一实施的例陀螺测试仪的音叉的纵向截面图；

图 2b 是图 2a 所示音叉的激励腿和检测腿的放大的 II-II 横截面图；

图 2c 是根据本发明第一实施例变化的音叉两个腿放大的横截面图；

图 3 是根据本发明第二实施例的音叉的激励腿和检测腿的放大的横截面图。

具体实施方式

根据图 2a 和 2b 中示出的本发明的第一优选实施例，用于测量角速度的装置包括由以角速度旋转的单个压电（常规为石英）的音叉 21 形成的传感器，音叉 21 由底座 22 形成，两个平行的腿 23、24 从底座 22 延伸、由槽分开，并且每一个载有形成具有相反极性的电极的导电沉积物，电极产生并检测腿中的交流电场，其导致音叉由于压电变形而振动，所述振动又导致形成交流电场。每个腿 23、24 具有两个主顶面和底面以及两个侧面。

将激励装置 25、26 设置在两个腿中称为激励腿 23 的一个腿上，用于响应激励信号在第一方向上产生特定频率的传感器的振动，所述频率优选对应于音叉在其 X-Y 平面中的谐振频率。图 2b 示出了沿图 2a 中 II-II 轴的横截面，其中所述激励装置包括第一对激励电极 25a 和 25b，或分别设置在所述激励腿的顶面和底面上的中央电极，还包括第二对激励电极 26a 和 26b，或分别设置在所述激励腿的两个侧表面之一的整个厚度上的侧向电极。

将电极设置成以其通常的方式将其电连接，其中将中央电极 25a 和 25b 电连接到激励源的一个电极上，将侧向电极 26a 和 26b 电连接到激励源的一个相异电极上；这些连接主要通过沉积在音叉自身上的导电通路实现。图 2a 所示实例中以振荡器 41 的形式显示了所述激励源。由于腿 23、24 的平面内的横向交变电场，在运行中是通过弯曲（bend）音叉的激励腿 23 来维持所述谐振振动。

根据优选变形例，激励腿 23 具有在激励腿的每个顶面和底面上纵向挖空的两个槽 29-30、31-32，所述槽的深度为激励腿厚度的 20% 和 45% 之间，优选是 30% 左右。

分别设置中央电极 25a 和 25b, 使其分别横向覆盖蚀刻在相应表面上的槽 29-30、31-32。

在腿的厚度中蚀刻的槽中对中央电极的这种设置提高了压电耦合。由于对相同的品质因数, 这种设置允许的谐振器尺寸更小, 因此在相同尺寸的情况下, 这种提高还减少了音叉的等效电阻, 从而降低了谐振器的功耗。

在两个表面上设置槽提供了对称的腿截面, 从而避免所述腿在其平面外侧的变形。槽的存在有利于沿晶体的电轴线 X 产生均匀电场。

但是可以考虑, 在激励腿顶面和底面的每一个上仅提供一个槽, 在这种情况下, 中央电极横向覆盖在相应表面上的单个槽。最后, 还可以考虑在激励腿上不提供任何槽。

再次参考图 2a 和 2b, 在音叉的称为检测腿 24 的另一个腿上提供有检测装置 27, 28, 用于响应传感器的第二振动产生电检测信号, 该第二振动是由于第一振动和围绕纵轴 10 的旋转而产生, 其具有相同的确定频率, 并在垂直于第一方向的第二方向上。该第二振动包括其振幅表示角速度的有效分量。

上述包括音叉的陀螺测试仪还包括适当的测量装置, 示出为检测器 42, 由于其结构取决于测量传感器角速度所为目的, 所以在此将不对其进行描述, 该测量装置通过电检测信号提供表示角速度的测量信号。检测腿 24 包括被纵向蚀刻到每个所述顶面和底面上的两个槽 33-34, 35-36, 每个所述槽具有两个侧面。所述检测装置包括相对于彼此设置的第一检测电极 27a 和第二检测电极 28, 在顶面上, 将所述第一电极 27a 设置在槽 33 的一个侧面上, 而将第二电极 28a 设置在槽 34 的一个侧面上, 这样所述两个电极 27a 和 28a 之间的电通路基本直线地穿过检测腿 24。该检测装置还包括在底面上相对于彼此设置的第三检测电极 27b 和第四检测电极 28b, 将所述第三电极 27b 设置在槽 35 的一个侧面上, 而将第四电极 28b 设置在槽 36 的一个侧面上, 这样所述两个电极 27b 和 28b 之间的电通路基本直线地穿过检测腿 24。电极 27a 和 27b 连接到检测器 42 的第一极, 而电极 28a 和 28b 连接到检测器 42 的与所述第一电极异性的第二极。这样, 在

优化对检测腿之间产生电场的检测的同时,提供了类似于欧洲专利 EP 0 750 177 公开的简单的电极沉积方法。

作为示例,纵向刻蚀在所述检测腿的每个顶面和底面上的槽深度在检测腿厚度的 20%和 45%的范围内,并且优选的是 30%左右。

同样,为了小型化,有利地将机械解耦装置 37 设置在用于将音叉底座固定到陀螺测试仪的部件 38 和振动腿 23, 24 之间。根据第一种变化,这些机械解耦装置通过在底座上部制造的凹口 37 形成。根据在此未示出的第二种变化,这些机械解耦装置通过在底座 22 上部中心部分设置的孔形成。也可以考虑使用上述变化的组合。

应注意到,为了简化起见,图 2c 和 3 中没有显示下文将要描述的振荡器 43 和检测器 42。

图 2c 示出相对于图 2a 和 2b 描述的音叉的变化。该变化基于所谓的交叉电极音叉。实际上,与前述第一实施例的差别在于,颠倒了激励电极对与检测电极对。应理解到,这种具有交叉电极的音叉是以与前述实施例相同的方式工作,因此具有相同的优点。

因此,根据该实施例,第一腿 23 包括例如在顶面设置的横向覆盖槽 29-30 的第一激励电极 25a,将第二激励电极 26a 和第三激励电极 26b 分别连接到与第一电极相反的电势上,并分别设置在腿 23 的一个侧面的整个厚度上、另一个侧面的整个厚度上。同一个腿 23 在其底面具有相对于彼此设置的第一检测电极 27b 和第二检测电极 28b,将所述第一电极 27b 设置在槽 35 的一个侧面上,将所述第二电极 28b 设置在槽 36 的一个侧面上,从而使所述两个电极 27b 和 28b 之间的电通路基本上直线地穿过腿 23。

同样,另一个腿 24 在其顶面具有相对于彼此设置的第三检测电极 27a 和第四检测电极 28a,将所述第三电极 27a 设置在槽 33 的一个侧面上,将第四电极 28a 设置在槽 34 的一个侧面上,从而使所述两个电极 27a 和 28a 之间的电通路基本上直线地穿过腿 24。腿 24 还包括设置在其底面的横向覆盖槽 31-32 的第四激励电极 25b,还包括分别覆盖腿 24 的一个侧面的整个厚度上、另一个侧面的整个厚度上的第五激励电极 26c、第六激励电

极 26d。

图 3 示出了根据本发明第二实施例的用于陀螺测试仪的音叉。根据本实施例，检测腿 24 在每个顶面和底面上只有一个槽 37、38。在蚀刻到所述检测腿顶面上的槽 37 的一个侧面上设置第一检测电极 39a，而将第二检测电极 40a 设置为覆盖所述检测腿一个侧面的整个厚度，使得所述两个检测电极 39a 和 40a 之间的电通路基本上直线地穿过检测腿 24。

所述检测腿还包括设置被蚀刻在所述腿的底面上的槽 38 的一个侧面上的第三检测电极 39b、以及覆盖所述检测腿第二侧面整个厚度的第四检测电极 40b，该第二侧面与设置第二电极 40a 的侧面相对，使得所述两个检测电极 39b 和 40b 之间的电通路基本上直线地穿过检测腿 24。

应该注意，优选如图 2b、2c 和 3 所示，压电音叉是石英的，其主要的顶面和底面基本垂直石英的光轴（z），并且腿基本沿石英的机械轴（y）延伸。

显然，本领域的技术人员可以对本说明书中描述的本发明的各种实施例进行各种变化和改进，特别应该注意，在不脱离由所附权利要求书限定的本发明的情况下，可以互换检测腿和激励腿，从而将激励腿用作检测腿，反之亦然；可以将机械解耦装置用于此前提出的每个实施例；所谓的交叉型电极音叉方案是可行的，其中在两腿之间颠倒激励电极对和检测电极对。

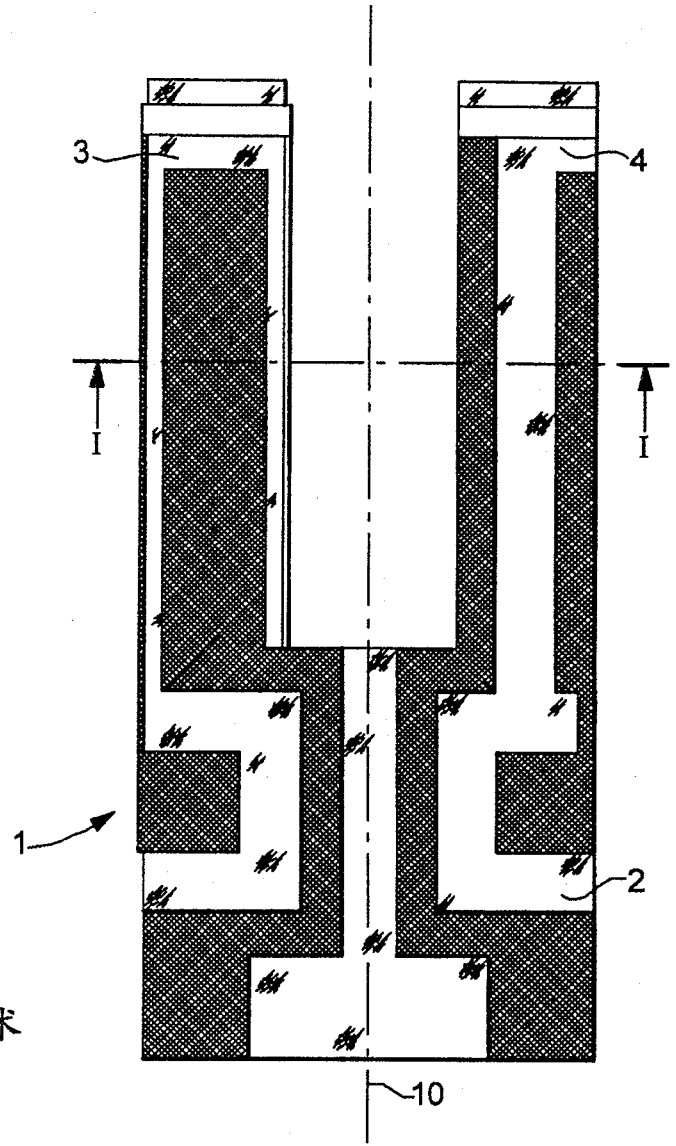


图 1a
现有技术

图 1b
现有技术
I-I 截面

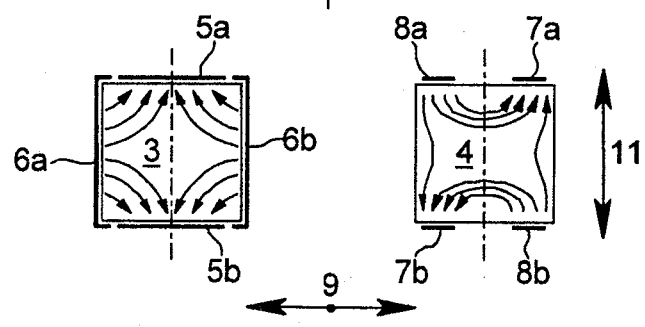
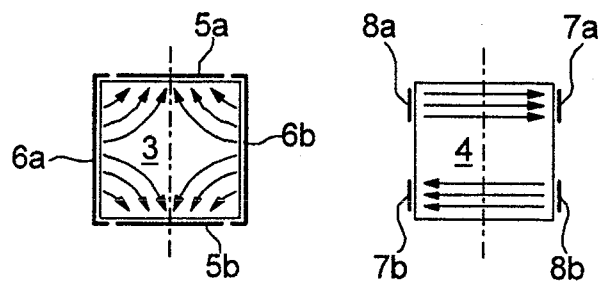


图 1c



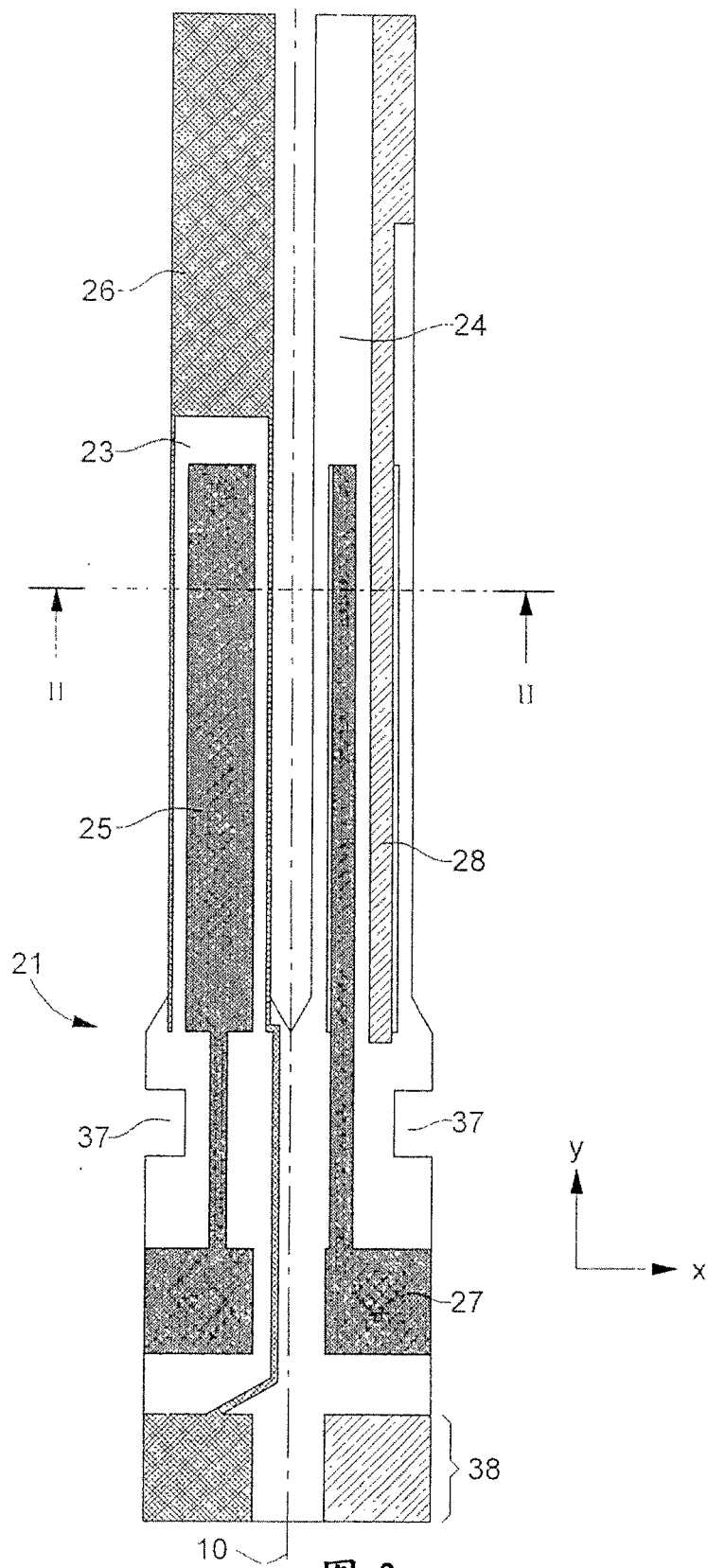


图 2a

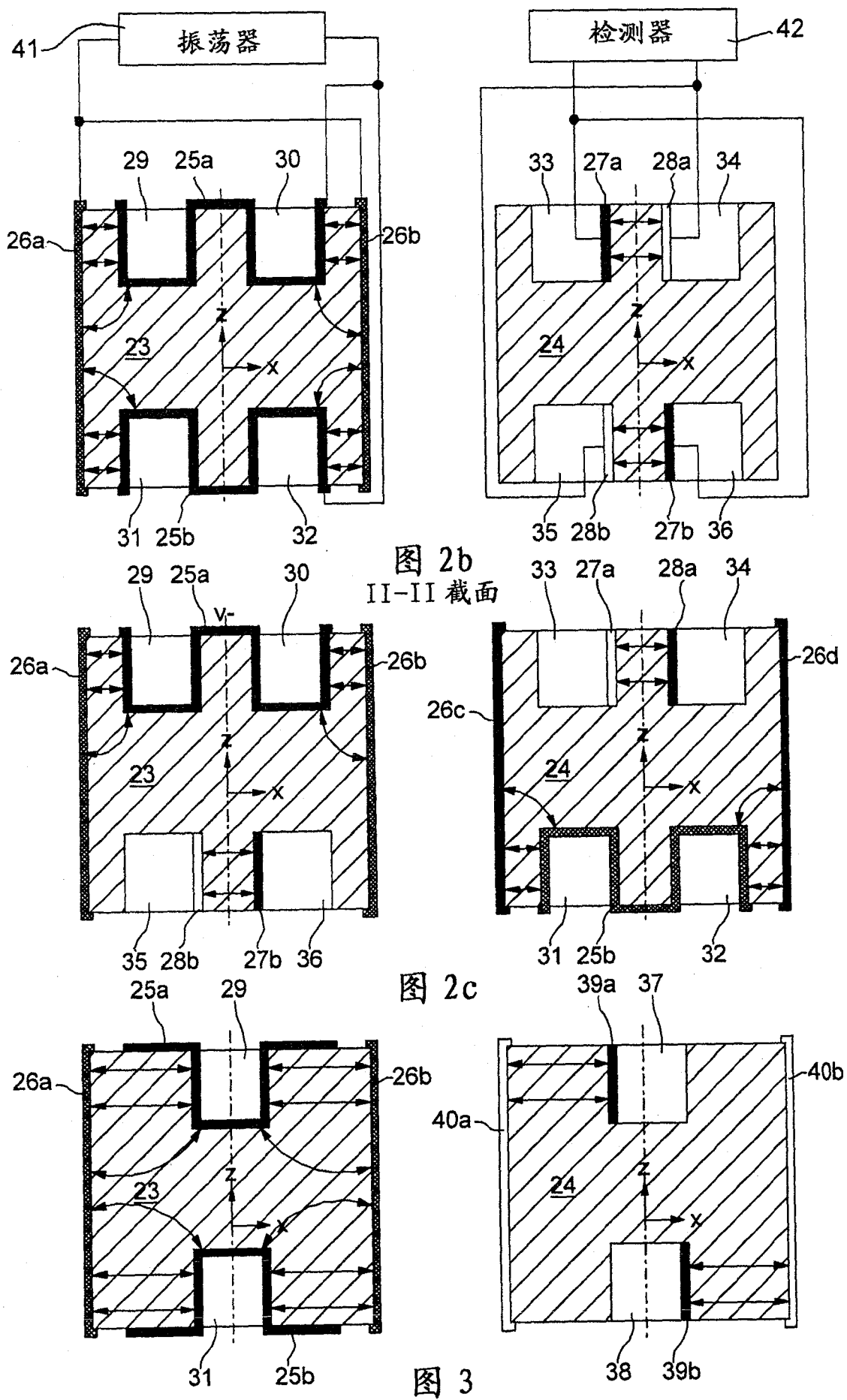


图 3