(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 203377847 U
(45)授权公告日 2014.01.01

(21)申请号 201320322501.2

(22)申请日 2013.06.05

(30)优先权数据
2012-128662 2012.06.06 JP

(73)专利权人 精工爱普生株式会社
地址 日本东京都

(72)发明人 藤原良孝 畑中和寿 内藤松太郎

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127
代理人 李辉 黄纶伟

(51)Int.Cl.
H03H 9/125(2006.01)
H03H 9/02(2006.01)
H03H 3/04(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

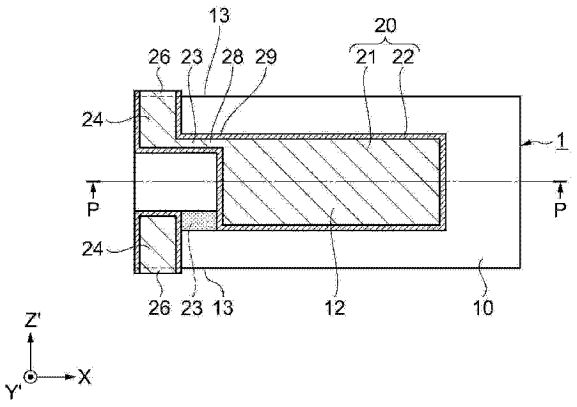
权利要求书1页 说明书12页 附图15页

(54)实用新型名称

振动元件、振子、电子器件、电子设备、移动体

(57)摘要

振动元件、振子、电子器件、电子设备、移动体。本实用新型的课题是提供在利用光刻技术从大型基板中制造出多个振动元件的方法中提高DLD特性检查成品率的小型的振动元件。该振动元件包含：基板；以及电极，该电极由下层导电层和上层导电层构成，在与所述基板的表面垂直的方向上的平面视图中，所述下层导电层设置于所述表面，所述上层导电层设置于所述下层导电层的表面，并且是位于下层导电层的外缘内的形状。



CN 203377847 U

1. 一种振动元件，该振动元件包含：

基板；以及

电极，其具备第 1 导电层和第 2 导电层，所述第 1 导电层设置于所述基板的表面，所述第 2 导电层设置于所述第 1 导电层的与所述基板侧相反的一侧，

该振动元件的特征在于，

在与所述表面垂直的方向上的平面视图中，所述第 2 导电层配置在所述第 1 导电层的外缘内。

2. 一种振子，其特征在于，该振子具有：

权利要求 1 所述的振动元件；以及

收纳有所述振动元件的封装。

3. 一种电子器件，其特征在于，该电子器件具有：

权利要求 1 所述的振动元件；

电子元件；以及

安装有所述振动元件和所述电子元件的容器。

4. 一种电子设备，其特征在于，该电子设备具有权利要求 1 所述的振动元件。

5. 一种移动体，其特征在于，该移动体具有权利要求 1 所述的振动元件。

振动元件、振子、电子器件、电子设备、移动体

技术领域

[0001] 本实用新型涉及激励出厚度剪切振动的振动元件、振子、电子器件、电子设备、移动体。

背景技术

[0002] 使用了以厚度剪切振动为主振动而进行激励的石英振动元件的石英振子适于小型化、高频化，并且频率温度特性优异，因此在振荡器、电子设备等多个方面得到利用。尤其是，近年来，伴随便携电话和计算机等各种电子设备的小型化、薄型化，针对其中使用的石英振子，也强烈要求进一步的小型化、薄型化。

[0003] 在专利文献 1 中，公开了如下方法：针对石英振动元件的外形形状和激励电极的形成，使用光刻技法和蚀刻技法，以批处理方式从大型的石英基板中制造出多个石英振动元件。

[0004] 但是，在要实现石英振子的小型化时，由于振动区域与保持部之间的间隔变近，因此存在如下问题：振动能量泄漏，CI（石英阻抗 = 石英振子的等效电阻）降低，在作为主振动的厚度剪切振动的谐振频率附近，产生取决于振动部轮廓尺寸的厚度弯曲振动等不必要的寄生，并且产生频率和 CI 相对于温度变化的不连续变动、即所谓的特异现象（Anomalous Activity Dip）等。因此，在专利文献 2 中，提出了通过将石英振动元件设为台面结构，避免伴随小型化的 CI 降低和特异现象，并且，公开了如下方法：为了实现批量生产化和低成本化，针对石英振动元件的外形形状和激励电极的形成，使用光刻技法和蚀刻技法，以批处理方式从大型的石英基板中制造出多个石英振动元件。

[0005] 专利文献 1：日本特开 2011-19206 号公报

[0006] 专利文献 2：日本特开 2010-62723 号公报

[0007] 在用上述专利文献 1 或 2 公开的制造方法制造石英振动元件时，由于具有外形形状均匀、且高精度地配置在预定位置的激励电极，因此能够得到充分满足 CI 和温度 特性等规格标准的石英振动元件。但是，存在如下问题：对安装有石英振动元件的振荡器的启动产生影响的石英振动元件的 DLD（Drive Level Dependence：激励功率依赖性）特性非常差，从而使制造成品率显著降低。

实用新型内容

[0008] 因此，提供能够在通过光刻技法和蚀刻技法从大型的基板中制造出多个振动元件的方法中提高 DLD 特性检查的成品率的小型的振动元件。

[0009] 本实用新型正是为了解决上述课题中的至少一部分而完成的，可作为以下方式或应用例来实现。

[0010] [应用例 1] 本应用例的振动元件包含：基板；以及电极，其具备第 1 导电层和第 2 导电层，所述第 1 导电层设置于所述基板的表面，所述第 2 导电层设置于所述第 1 导电层的与所述基板侧相反的一侧，该振动元件的特征在于，在与所述表面垂直的方向上的平面视

图中，所述第 2 导电层配置在所述第 1 导电层的外缘内。

[0011] 根据本应用例，在以厚度剪切振动进行激励的振动元件中，不存在成为 DLD 特性的劣化主要原因的使得电极的第 1 导电层与第 2 导电层之间不紧贴的空隙部，因此具有能够得到可防止 DLD 特性劣化、且提高了 DLD 特性检查成品率的振动元件的效果。

[0012] [应用例 2] 在上述应用例所述的振动元件中，其特征在于，在从与所述基板的所述表面垂直的方向进行平面观察时，由所述第 2 导电层的外缘围起的区域比由所述第 1 导电层的外缘围起的区域小。

[0013] 根据本应用例，电极的第 1 导电层与第 2 导电层完全紧贴，因此有能够得到可防止 DLD 特性劣化、且提高了 DLD 特性检查成品率的振动元件的效果。

[0014] [应用例 3] 在上述应用例所述的振动元件中，其特征在于，所述电极是激励电极。

[0015] 根据本应用例，将第 1 导电层与第 2 导电层完全紧贴的电极用作激励电极，因此具有能够得到可防止 DLD 特性劣化、且具有稳定的谐振特性的振动元件的效果。

[0016] [应用例 4] 在上述应用例所述的振动元件中，其特征在于，所述基板是以厚度剪切振动进行振动的基板。

[0017] 根据本应用例，厚度剪切振动适于小型化、高频化，且能够得到具有优异的三次曲线的频率温度特性，因此具有能够得到小型、高频且频率温度特性优异的振动元件 的效果。

[0018] [应用例 5] 在上述应用例所述的振动元件中，其特征在于，该振动元件包含 ：振动部，其以厚度剪切振动进行振动 ；以及外缘部，其与所述振动部的外缘一体化，厚度比所述振动部薄。

[0019] 根据本应用例，振动部是台面结构，因此能够避免与轮廓系统寄生的耦合，仅封闭主振动的振动能量，因此具有能够得到 CI 较小、且抑制了谐振频率附近的寄生的振动元件的效果。

[0020] [应用例 6] 在上述应用例所述的振动元件中，其特征在于，该振动元件包含 ：振动部，其以厚度剪切振动进行振动 ；以及外缘部，其与所述振动部的外缘一体化，厚度比所述振动部厚。

[0021] 根据本应用例，即使是振动部非常薄的高频的振动元件，也能够用与振动部一体化的较厚外缘部进行安装，因此具有能够得到耐冲击性和耐振动性优异的具有高可靠性的振动元件的效果。

[0022] [应用例 7] 本应用例的振子的特征在于，该振子具有 ：上述应用例所述的振动元件 ；以及收纳有所述振动元件的封装。

[0023] 根据本应用例，通过将振动元件收纳到封装，能够防止温度变化、湿度变化等干扰的影响和污染的影响，因此具有能够得到频率再现性、频率温度特性、CI 温度特性和频率时效特性优异、且 DLD 特性良好的小型振子的效果。

[0024] [应用例 8] 本应用例的电子器件的特征在于，该电子器件具有 ：上述应用例所述的振动元件 ；电子元件 ；以及安装有所述振动元件和所述电子元件的封装。

[0025] 根据本应用例，通过将 DLD 特性良好的振动元件安装到使用各种电子元件构成的振荡电路，具有能够得到启动特性优异的振荡器等电子器件的效果。

[0026] [应用例 9] 在上述应用例所述的电子器件中，其特征在于，所述电子元件是热敏

电阻、电容器、电抗元件以及半导体元件中的至少任意一种。

[0027] 根据本应用例，通过将频率温度特性优异、且 DLD 特性良好的振动元件安装到使用各种电子元件构成的包含温度补偿电路和压控电路的振荡电路，具有能够得到启动特性优异的小型温度补偿型振荡器和压控型振荡器等电子器件的效果。

[0028] [应用例 10] 本应用例的电子设备的特征在于，该电子设备具有上述应用例所述的振动元件。

[0029] 根据本应用例，能够利用 COB（chip on board：板上芯片）技术将 DLD 特性良好的振动元件直接安装到安装基板，因此具有能够构成安装面积小、振荡的启动特性优异、且具有良好的基准频率源的小型的电子设备的效果。

[0030] [应用例 11] 上述应用例所述的电子设备的特征在于，该电子设备具有上述应用例所述的振子。

[0031] 根据本应用例，具有如下效果：能够使用具有充分满足 CI 和温度特性等规格标准、且 DLD 特性良好的振动元件的振子，构成振荡的启动特性优异、且具有良好的基准频率源的电子设备。

[0032] [应用例 12] 上述应用例所述的电子设备的特征在于，该电子设备具有上述应用例所述的电子器件。

[0033] 根据本应用例，通过将具有充分满足 CI 和温度特性等规格标准、且 DLD 特性良好的振动元件的电子器件用于电子设备，具有能够构成振荡的启动特性优异、且具有良好的基准频率源的电子设备的效果。

[0034] [应用例 13] 本应用例的移动体的特征在于，该移动体具有上述应用例所述的振动元件。

[0035] 根据本应用例，通过使用频率温度特性良好的振动元件，具有能够构成稳定的基准频率源、且能够构成具有稳定且准确的电子控制单元的移动体的效果。

附图说明

[0036] 图 1（a）和图 1（b）是示出了本实用新型一个实施方式的振动元件的结构的概略图，图 1（a）是俯视图，图 1（b）是 P － P 剖视图。

[0037] 图 2 是用于说明 AT 切石英基板与晶轴之间的关系的图。

[0038] 图 3（a）～图 3（n）是示出本实用新型一个实施方式的振动元件的制造方法的一例的流程图的概略剖视图。

[0039] 图 4（a）和图 4（b）是说明本实用新型一个实施方式的振动元件的电极结构的放大剖视图，图 4（a）是通过本实施方式的制造方法制造出的振动元件的剖视图，图 4（b）是通过以往的制造方法制造出的振动元件的剖视图。

[0040] 图 5（a）和图 5（b）是通过本实用新型一个实施方式的制造方法制造出的振动元件的 DLD 特性，图 5（a）是示出频率变化量的图，图 5（b）是示出 CI 变化量的 图。

[0041] 图 6（a）和图 6（b）是通过以往的制造方法制造出的振动元件的 DLD 特性，图 6（a）是示出频率变化量的图，图 6（b）是示出 CI 变化量的图。

[0042] 图 7（a）和图 7（b）是示出了本实用新型一个实施方式的振动元件的结构的概略图，图 7（a）是俯视图，图 7（b）是 P － P 剖视图。

[0043] 图 8（a）、图 8（b）和图 8（c）是示出了本实用新型一个实施方式的振动元件的另一结构的概略图，图 8（a）是变形例 1 的俯视图，图 8（b）是变形例 2 的俯视图，图 8（c）是变形例 3 的俯视图。

[0044] 图 9（a）和图 9（b）是示出了本实用新型一个实施方式的振动元件的变形例 4 的结构的概略图，图 9（a）是俯视图，图 9（b）是 P － P 剖视图。

[0045] 图 10（a）和图 10（b）是示出了本实用新型一个实施方式的振子的结构的概略图，图 10（a）是俯视图，图 10（b）是纵剖视图。

[0046] 图 11（a）和图 11（b）是示出了本实用新型一个实施方式的电子器件的结构的概略图，图 11（a）是俯视图，图 11（b）是纵剖视图。

[0047] 图 12（a）和图 12（b）是示出了本实用新型一个实施方式的电子器件的变形例的结构的概略图，图 12（a）是变形例 1 的纵剖视图，图 12（b）是变形例 2 的纵剖视图。

[0048] 图 13 是示出作为具有本实用新型一个实施方式的振动元件的电子设备的移动型（或笔记本型）的个人计算机的结构的立体图。

[0049] 图 14 是示出作为具有本实用新型一个实施方式的振动元件的电子设备的便携电话机（还包括 PHS）的结构的立体图。

[0050] 图 15 是示出作为具有本实用新型一个实施方式的振动元件的电子设备的数字照相机的结构的立体图。

[0051] 图 16 是示出作为应用了具有本实用新型一个实施方式的振动元件的振子和电子器件的移动体的汽车的结构的立体图。

[0052] 标号说明

[0053] 1、2、3、101、102、103、200：振动元件；5：振子；7、8、9：电子器件；10、210：基板；12、212：振动部；13：侧面部；14：薄壁部；15：厚壁部；16：台面部；17：凹陷部；20：激励电极；21、221：主电极；22、222：主电极基底部；23：引线 电极；24：焊盘电极；26：连接电极；28：电极层；29：基底电极层；30：导电性粘接剂；32：抗蚀剂；34：基底膜；36：耐蚀膜；40、50、80：封装主体；41：第 1 基板；42：第 2 基板；43：第 3 基板；44：密封圈；45：安装端子；46：导体；47：元件安装焊盘；48：电子部件安装焊盘；49：盖部件；50：封装主体；51：IC 部件；52：电子部件；53：热敏电阻；55：电极端子；61：第 1 基板；62：第 2 基板；63：第 3 基板；70、270：空隙部；82：封装；84：腔室；86：凹部；100：显示部；106：汽车；107：车体；108：电子控制单元；109：轮胎；1100：个人计算机；1102：键盘；1104：主体部；1106：显示单元；1200：便携电话机；1202：操作按钮；1204：接听口；1206：通话口；1300：数字照相机；1302：外壳；1304：受光单元；1306：快门按钮；1308：存储器；1312：视频信号输出端子；1314：输入输出端子；1430：电视监视器；1440：个人计算机。

具体实施方式

[0054] 下面，根据附图详细说明本实用新型的实施方式。图 1（a）和图 1（b）是示出本实用新型一个实施方式的振动元件的结构的概略图，图 1（a）是振动元件的俯视图，图 1（b）是图 1（a）的 P － P 剖视图。

[0055] （振动元件的结构）

[0056] 振动元件 1 具备：具有振动部 12 的基板 10；以及在基板 10 的两主面（±Y’方向

的正反表面）上分别相对地层叠的基底电极层 29 和电极层 28，该基底电极层 29 是底层的导电层（第 1 导电层），该电极层 28 是最上层的导电层（第 2 导电层）。另外，在本实施方式中，说明层叠有两层的导电层的结构。

[0057] 振动元件 1 具备包含基底电极层 29 和电极层 28 的激励电极 20、引线电极 23、焊盘电极 24 以及连接电极 26。

[0058] 激励电极 20 是驱动振动部 12 的电极，分别相对地形成在振动部 12 的两主面（±Y’方向的正反表面）的大致中央部。激励电极 20 包含作为电极层 28 的一部分的主电极 21 和作为基底电极层 29 的一部分的主电极基底部 22，并且形成为，主电极 21 的外缘位于主电极基底部 22 的外缘内。

[0059] 引线电极 23 从激励电极 20 延伸出，且与形成于基板 20 的端部的焊盘电极 24 导通连接。

[0060] 焊盘电极 24 分别相对地形成在基板 10 的两主面的端部。两主面的焊盘电极 24 通过形成于基板 10 的侧面部 13 的连接电极 26 导通连接。

[0061] 在图 1（a）所示的实施方式中，示出了分别相对地形成在振动部 12 的大致中央部的主面的激励电极 20 的形状是矩形的例子，但是不需要限定于此，激励电极的形状也可以是圆形或椭圆形。

[0062] 此外，激励电极 20、引线电极 23、焊盘电极 24 和连接电极 26 使用蒸镀装置或溅射装置等例如在基底层形成铬（Cr）膜，在最上层重叠形成金（Au）膜。另外，作为电极材料，在基底层可以替代铬（Cr）而使用镍（Ni）、钛（Ti）、镍铬合金（NiCr），并且在最上层可以替代金（Au）而使用银（Ag）、铂（Pt）。

[0063] 并且，说明了层叠有两层的导电层的结构，但是不限于此。也可以是层叠有三层以上的导电层的结构。

[0064] 在基板 10 为压电材料的情况下，振动元件 1 通过从焊盘电极 24 输入的激励电流，在与激励电极 20 之间的振动部 12 中产生电场，振动部 12 由于压电效应进行振动。在使用属于三方晶系压电材料的石英形成基板 10 的情况下，如图 2 所示，具有相互垂直的晶轴 X、Y、Z。将 X 轴称作电轴、Y 轴称作机械轴、Z 轴称作光轴，采用由所谓旋转 Y 切石英基板构成的平板作为基板 10，该旋转 Y 切石英基板是沿着使 XZ 面绕 X 轴旋转预定角度 θ 后的平面切出的。

[0065] 例如，在旋转 Y 切石英基板是 AT 切石英基板的情况下，角度 θ 为 35.25°（35° 15′）。此处，在使 Y 轴和 Z 轴绕 X 轴旋转角度 θ 而设为 Y’轴和 Z’轴时，AT 切石英基板具有垂直的晶轴 X、Y’、Z’。因此，对于 AT 切石英基板，厚度方向是 Y’轴，包含与 Y’轴垂直的 X 轴和 Z’轴的面是主面，在主面激励出厚度剪切振动作为主振动。由这样形成的 AT 切石英基板形成基板 10。另外，本实施方式的基板 10 不限于图 2 所示的角度 θ 为 35.25°的 AT 切，例如也可以是激励出厚度剪切振动的 BT 切等的基板 10。

[0066] （振动元件的制造方法）

[0067] 接着，参照图 3（a）～图 3（n）的流程图对本实用新型一个实施方式的振动元件的制造方法进行说明。对于振动元件 1，考虑到批量生产性和制造成本，一般以批处理方式从大型基板中制造出多个振动元件 1。此处，以一个振动元件 1 的概略剖视图进行说明。制造工序由形成振动元件 1 的外形形状的外形形成工序、和在振动元件 1 的基板 10 的两主面

形成电极图案的电极形成工序构成。

[0068] 在外形形成工序中，首先用纯水清洗基板 10（ST11），接着，在基板 10 的正反表面设置基底膜 34。设置基底膜 34 是为了弥补作为耐蚀膜 36 的金（Au）在基板 10 上的附着性较弱的情况，例如通过溅射或蒸镀等形成铬（Cr）膜作为基底膜 34。通过溅射或蒸镀等在其上形成金（Au）膜作为耐蚀膜 36（ST12）。

[0069] 接着，在耐蚀膜 36 的表面整体涂覆抗蚀剂 32（ST13），并通过曝光 / 显影，形成振动元件外形掩模（ST14）。

[0070] 然后，例如使用碘化钾溶液对作为从掩模开口露出的耐蚀膜 36 的金（Au）进行蚀刻，进而通过硝酸铈铵溶液对作为基底膜 34 的铬（Cr）进行蚀刻（ST15）。

[0071] 此处，碘化钾溶液选择性地蚀刻金（Au），不蚀刻作为基底膜 34 的铬（Cr），或者即使蚀刻，蚀刻速度也为金（Au）的 1/10 以下，其中，碘化钾溶液是作为耐蚀膜 36 的金（Au）的蚀刻液。

[0072] 此外，硝酸铈铵溶液也选择性地蚀刻铬（Cr），不蚀刻作为耐蚀膜 36 的金（Au），或者即使蚀刻，蚀刻速度也为铬（Cr）的 1/10 以下，其中，硝酸铈铵溶液是作为基底膜 34 的铬（Cr）的蚀刻液。

[0073] 因此，能够选择性地蚀刻上层的耐蚀膜 36 和下层的基底膜 34，因此能够形成高尺寸精度的外形掩模，从而能够得到具有高精度的外形尺寸的振动元件 1。

[0074] 接着，例如在石英基板的情况下，使用氟化铵溶液等对从掩模开口露出的基板 10 进行蚀刻（ST16）。由此，如图 1（a）所示，形成振动元件 1 的外形。

[0075] 接着，剥离抗蚀剂 32，使用两种所述溶液去除所有的耐蚀膜 36 和基底膜 34（ST17）。

[0076] 然后，说明电极形成工序。关于电极形成，也与外形形成同样，在基板 10 的正反表面，按照铬（Cr）、金（Au）的顺序通过溅射或蒸镀等形成作为基底层的导电层的基底电极层 29、作为最上层的导电层的电极层 28（ST18），电极层 28 为金（Au），基底电极层 29 为用于提高基板 10 的附着性的铬（Cr）。

[0077] 接着，在电极层 28 的表面整体涂覆抗蚀剂 32（ST19），通过曝光 / 显影形成激励电极掩模（ST20）。

[0078] 进而，激励电极 20 用的金（Au）、铬（Cr）也是利用外形形成工序中使用的溶液进行蚀刻。首先，蚀刻作为电极层 28 的金（Au）（ST21），之后，蚀刻基底电极层 29 的铬（Cr）（ST22）。此时，在电极层 28 与基板 10 之间产生了空隙部 70，因此，接着，为了去除该空隙部 70，再次蚀刻作为电极层 28 的金（Au）（ST23）。

[0079] 此处，使用了能够选择性地蚀刻电极层 28 和基底电极层 29 的蚀刻液，因此与能够得到具有高精度的外形尺寸的振动元件同样地，能够得到具有高精度的外形尺寸的激励电极 20。

[0080] 之后，剥离抗蚀剂 32（ST24），完成振动元件 1。

[0081] 在以往的制造方法中，在蚀刻基底电极层 29 的铬（Cr）后，剥离抗蚀剂 32（相当于 ST24），完成了振动元件 1。因此，振动元件 1 在电极层 28 与基板 10 之间具有空隙部 70。

[0082] 在上述实施方式的制造方法中，在基底电极层 29 的铬（Cr）的蚀刻（ST22）后，再次蚀刻作为电极层 28 的金（Au）（ST23）。

[0083] 由此，能够在蚀刻基底电极层 29 的铬（Cr）后，消除在电极层 28 与基板 10 之间产生的空隙部 70。接着，说明消除该空隙部 70 的情况。

[0084] 图 4（a）和图 4（b）是说明本实用新型一个实施方式的振动元件的电极结构的放大剖视图，图 4（a）是通过本实施方式的制造方法制造出的振动元件的剖视图，图 4（b）是通过以往的制造方法制造出的振动元件的剖视图。

[0085] 在图 4（b）所示的通过以往的制造方法制造出的振动元件 200 中，在主电极 221 与基板 210 之间具有空隙部 270，与此相对，在图 4（a）的本实施方式的制造方法的振动元件 1 中，未产生图 3（a）～图 3（n）（ST22）所示的空隙部 70。在以往的制造方法中在主电极 221 与基板 210 之间产生空隙部 270 的主要原因是因为：成膜后的金属材料是各向同性的，在蚀刻时不仅在与基板面垂直方向上进行蚀刻，在与基板平行的方向上也进行蚀刻，由此引起在主电极基底部 222 的侧壁面也进行蚀刻的现象即侧蚀刻或蚀刻液回流到掩模下方的腐蚀现象即底切（under cut）。因此，作为基底电极层 29 的一部分的主电极基底部 222 在铬（Cr）蚀刻中，相比于作为掩模的主电极 221，外形形状（外缘）较小，从而产生空隙部 270。通过本申请的发明人的研究、实验和分析可知，该空隙部 270 非常不利于 DLD 特性，显著降低制造成品率。

[0086] 因此，在本实施方式的制造方法中，在主电极基底部 22 的铬（Cr）蚀刻（图 3（a）～图 3（n）所示的 ST22）后，追加了如下工序：再次蚀刻由于空隙部 70 而从主电极基底部 22 的外形向外侧突出的区域的主电极 21 即金（Au）（图 3（a）～图 3（n）所示的 ST23）。通过该再次蚀刻（ST23），至少去除所述突出的区域的金（Au），由此消除空隙部 70。由此，主电极 21 的外缘位于主电极基底部 22 的外缘内侧，从而实现了这样的激励电极 20：在主电极 21 与主电极基底部 22 的界面的整个区域内，主电极 21 与主电极基底部 22 紧贴。

[0087] 另外，此处，以图 1（a）、图 1（b）所示的激励电极 20 为例进行了说明，但优选在其他电极（引线电极 23、焊盘电极 24、连接电极 26）中也采用相同的电极结构。

[0088] 图 5（a）和图 5（b）是通过本实用新型一个实施方式的制造方法制造出的振动元件的 DLD 特性，图 5（a）是频率变化量，图 5（b）是 CI 变化量。

[0089] 此外，图 6（a）和图 6（b）是通过以往的制造方法制造出的振动元件的 DLD 特性，图 6（a）是频率变化量，图 6（b）是 CI 变化量。

[0090] 从图 5（a）和图 5（b）、图 6（a）和图 6（b）可知，基于本实施方式的制造方法的振动元件 1 的 DLD 特性与以往的制造方法的 DLD 特性相比，频率和 CI 的波动均较小且稳定。

[0091] 以上说明了 DLD 特性的劣化原因是在振动元件 1 的加工时产生了基板的残留应力和污染等。关于残留应力，由于实施了利用光刻技术的外形加工，因此可认为其影响很小，关于污染，由于进行了无尘室内的作业以及在组装时利用过激励驱动（强激励驱动）去除金属膜片和基板片的工序，因此可认为影响较小。

[0092] 但是，通过本申请的发明人的研究可知，通过以往的制造方法制造出的振动元件 200 的 DLD 特性大幅波动的主要原因是，在主电极 221 与基板 210 之间产生的空隙部 270 造成的影响较大。即，去除主电极基底部 222 后的空隙部 270 周边的主电极 221 的一部分成为好像与附着了金属片、金属粉等杂质的状态相同的状态，可认为在激励时振动能量泄漏，从而产生了频率变化和 CI 变化。

[0093] 因此，本实施方式的制造方法是在蚀刻主电极基底部 22 的铬（Cr）（ST22）后，追加了再次蚀刻作为主电极 21 的金（Au）（ST23）的工序，本实施方式的制造方法不会产生不与被预想到使DLD特性劣化的主电极基底部22紧贴的主电极21，因此发挥如下的非常大的效果：能够提高振动元件 1 的DLD特性检查的成品率，从而制造DLD特性非常优异的振动元件。

[0094] 图 7（a）和图 7（b）是示出本实用新型一个实施方式的振动元件的结构的概略图，图 7（a）是振动元件的俯视图，图 7（b）是图 7（a）的 P — P 剖视图。

[0095] 振动元件 2 具备：具有振动部 12 的基板 10；以及在基板 10 的两主面（±Y’方向的正反表面）上分别相对地层叠的基底电极层 29 和电极层 28，该基底电极层 29 是底层的导电层，该电极层 28 是最上层的导电层。

[0096] 振动元件 2 具备：基板 10、包含基底电极层 29 和电极层 28 的激励电极 20、引线电极 23、焊盘电极 24 以及连接电极 26。

[0097] 基板 10 具备振动部 12、和板厚比振动部 12 薄的薄壁部 14。

[0098] 激励电极 20 是驱动振动部 12 的电极，分别相对地形成在振动部 12 的两主面（±Y’方向的正反表面）的大致中央部。激励电极 20 包含作为电极层 28 的一部分的主电极 21 和作为基底电极层 29 的一部分的主电极基底部 22，并且形成为，主电极 21 的外缘位于主电极基底部 22 的外缘内。

[0099] 引线电极 23 从激励电极 20 延伸出，且与形成于基板 20 的端部的焊盘电极 24 导通连接。

[0100] 焊盘电极 24 分别相对地形成在基板 10 的薄壁部 14 的两主面的端部。两主面的焊盘电极 24 通过形成于基板 10 的侧面部 13 的连接电极 26 而导通连接。

[0101] 在图 7（a）所示的实施方式中，示出了在振动部 12 的大致中央部的主面分别相对地形成的激励电极 20 的形状是矩形的例子，但是不需要限定于此，激励电极 20 的形状也可以是圆形或椭圆形。

[0102] 此外，示出了在基板 10 的正反两主面上形成了阶差为 1 级的台面部 16 的例子，但是不需要限定于此，可以在基板 10 的正反两主面上具有多级的台面形状、或者在基板 10 的正或反主面中的任意一方具有 1 级到多级的台面形状。并且，示出了台面部 16 的形状是矩形的例子，但是不需要限定于此，台面部 16 的形状也可以是圆形或椭圆形。

[0103] 如图 7（a）和图 7（b）所示，在采用振动部 12 具有台面部 16 的台面结构的基板 10 时，能够避免与轮廓系统寄生的耦合，仅封闭主振动的振动能量，因此具有能够得到 CI 较小、且抑制了谐振频率附近的寄生的小型振动元件 2 的效果。

[0104] 图 8（a）、图 8（b）和图 8（c）是示出本实用新型一个实施方式的振动元件的另一结构的概略图，图 8（a）是变形例 1 的俯视图，图 8（b）是变形例 2 的俯视图，图 8（c）是变形例 3 的俯视图。

[0105] 图 8（a）示出了图 7（a）和图 7（b）所示的本实施方式的第 1 变形例，是如下情况：关于形成在基板 10 的正反两主面上的激励电极 20 和台面部 16 在 X 轴方向和 Z’轴方向上的长度，均是激励电极 20 比台面部 16 长。图 8(b)是第 2 变形例，是激励电极 20 和台面部 16 在 Z’轴方向上的长度大致相等、且激励电极 20 在 X 轴方向上的长度较长的情况。图 8（c）是第 3 变形例，是激励电极 20 和台面部 16 在 X 轴方向上的长度大致相等、且激励

电极 20 在 Z’ 轴方向上的长度较长的情况。

[0106] 图 8（a）～图 8（c）与图 7（a）、图 7（b）相比，能够增大激励电极 20 的面积，因此能够减小振子的电容比。因此，在用于振荡器的情况下，具有能够增大频率调整量和频率可变量的效果。

[0107] 图 9（a）和图 9（b）是示出本实用新型一个实施方式的振动元件的变形例 4 的结构的概略图，图 9（a）是振动元件的俯视图，图 9（b）是图 9（a）的 P － P 剖视图。

[0108] 振动元件 3 具备 ：具有振动部 12 的基板 10 ；以及在基板 10 的两主面（±Y’ 方向的正反表面）上分别相对地层叠的基底电极层 29 和电极层 28，该基底电极层 29 是底层的导电层，该电极层 28 是最上层的导电层。

[0109] 振动元件 3 具备 ：基板 10、包含基底电极层 29 和电极层 28 的激励电极 20、引线电极 23、焊盘电极 24 以及连接电极 26。

[0110] 基板 10 具备振动部 12、和板厚比振动部 12 厚的厚壁部 15。

[0111] 激励电极 20 是驱动振动部 12 的电极，分别相对地形成在振动部 12 的两主面（±Y’ 方向的正反表面）的大致中央部。激励电极 20 包含作为电极层 28 的一部分的主电极 21 和作为基底电极层 29 的一部分的主电极基底部 22，并且形成为，主电极 21 的外缘位于主电极基底部 22 的外缘内。

[0112] 引线电极 23 从激励电极 20 延伸出，且与形成于基板 20 的端部的焊盘电极 24 导通连接。

[0113] 焊盘电极 24 分别相对地形成在基板 10 的厚壁部 15 的两主面的端部。两主面的焊盘电极 24 通过形成于基板 10 的侧面部 13 的连接电极 26 导通连接。

[0114] 在图 9（a）所示的实施方式中，示出了在振动部 12 的大致中央部的主面分别相对形成的激励电极 20 的形状以及面积相同的矩形的例子，但是不需要限定于此，激励电极 20 的形状和面积可以上下不同，形状也可以是圆形或椭圆形。

[0115] 此外，形成于基板 10 的大致中央的凹陷部 17 通过从基板 10 的单面进行蚀刻而形成，但也可以从基板 10 的两面实施蚀刻，分别相对地形成凹陷部 17。

[0116] 如图 9（a）和图 9（b）所示，通过采用以凹陷部 17 为振动部 12 的倒台面结构的基板 10，能够使振动部 12 非常薄，因此能够实现谐振频率的高频化，并且能够用与振动部 12 一体化的厚壁部 15 进行安装，因此具有能够得到耐冲击性和耐振动性优异的高可靠性且高频的振动元件 3 的效果。

[0117] 图 10（a）和图 10（b）是示出本实用新型一个实施方式的振子的结构的概略图，图 10（a）是省略盖部件后的俯视图，图 10（b）是纵剖视图。振子 5 由以下部分等构成 ：振动元件 1 ；用于收纳振动元件 1 而形成为矩形箱状的封装主体 40 ；以及由金属、陶瓷、玻璃等构成的盖部件 49。

[0118] 如图 10（a）和图 10（b）所示，封装主体 40 是层叠第 1 基板 41、第 2 基板 42、第 3 基板 43、密封圈 44 和安装端子 45 而形成的。在第 1 基板 41 的外部底面形成有多个安装端子 45。第 3 基板 43 是去除了中央部的环状体，在第 3 基板 43 的上部周缘例如形成有铁镍钴合金等的密封圈 44。

[0119] 由第 3 基板 43 和第 2 基板 42 形成收纳振动元件 1 的腔室 84。在第 2 基板 42 的上表面的预定位置处，设置有通过导体 46 与安装端子 45 电导通的多个元件安装焊盘 47。

元件安装焊盘 47 被配置为在载置振动元件 1 时与形成于基板 10 的端部的焊盘电极 24 对应。

[0120] 在支承固定振动元件 1 时，首先将振动元件 1 的焊盘电极 24 载置到涂覆有导电性粘接剂 30 的元件安装焊盘 47 并施加负荷。

[0121] 接着，为了使导电性粘接剂 30 硬化，将其放入到预定温度的高温炉中预定时间。在使导电性粘接剂 30 硬化后，实施退火处理，对激励电极 20 增加质量、或减少质量来进行频率调整。之后，在形成于封装主体 40 的第 3 基板 43 的上表面的密封圈 44 上载置盖部件 49，在真空中或氮气环境中对盖部件 49 进行缝焊密封，从而完成振子 5。

[0122] 或者，还有如下方法：在涂覆在封装主体 40 的上表面的低熔点玻璃上载置盖部件 49，进行熔化来实现紧贴。在该情况下，封装的腔室内也是成为真空、或用氮气等惰性气体进行填充，完成振子 5。

[0123] 在以上的振子 5 的实施方式中，说明了封装主体 40 采用层叠板的例子，但也可以是：封装主体 40 采用单层陶瓷板，盖体采用实施深冲加工而成的帽来构成振子 5。

[0124] 图 11（a）和图 11（b）是示出本实用新型一个实施方式的电子器件的结构的概 略图，图 11（a）是省略盖部件后的俯视图，图 11（b）是纵剖视图。

[0125] 电子器件 7 具有：封装主体 50；盖部件 49；振动元件 1；IC 部件 51，其安装有对振动元件 1 进行激励的振荡电路；电容根据电压而变化的可变电容元件、电阻根据温度而变化的热敏电阻、以及电感器等电子部件 52 中的至少一个。

[0126] 如图 11（a）和图 11（b）所示，封装主体 50 是层叠第 1 基板 61、第 2 基板 62 和第 3 基板 63 而形成的。在第 1 基板 61 的外部底面形成有多个安装端子 45。第 2 基板 62 和第 3 基板 63 由去除中央部后的环状体形成。

[0127] 由第 1 基板 61、第 2 基板 62 和第 3 基板 63 形成收纳振动元件 1、IC 部件 51 和电子部件 52 等的腔室 84。在第 2 基板 62 的上表面的预定位置设置有通过导体 46 与安装端子 45 电导通的多个元件安装焊盘 47。元件安装焊盘 47 的位置被配置成在载置振动元件 1 时与形成于基板 10 的端部的焊盘电极 24 对应。

[0128] 将振动元件 1 的焊盘电极 24 载置到涂覆有导电性粘接剂 30 的封装主体 50 的元件安装焊盘 47 上，在预定温度下使导电性粘接剂 30 硬化，从而实现焊盘电极 24 和元件安装焊盘 47 的导通。将 IC 部件 51 固定到封装主体 50 的预定位置，利用接合线 BW 将 IC 部件 51 的端子与封装主体 50 的电极端子 55 连接。并且，将电子部件 52 载置于封装主体 50 的预定位置，使用金属凸块等连接到导体 46。使封装主体 50 成为真空或者用氮等惰性气体充满，用盖部件 49 对封装主体 50 进行密封而完成电子器件 7。

[0129] 如图 11（a）和图 11（b）所示，使用了 DLD 特性良好的振动元件 1，因此能够得到启动特性优异的小型的电子器件 7。

[0130] 此外，电子器件 7 能够构成小型的振荡器、温度补偿型振荡器、压控型振荡器等。

[0131] 接着，参照附图说明本实施方式的另一电子器件。

[0132] 图 12（a）是图 11（a）和图 11（b）的变形例的电子器件 8 的剖视图。电子器件 8 大体上具有本实用新型的振动元件 1、作为感温元件的热敏电阻 53、以及收纳振动元件 1 和热敏电阻 53 的封装 82。封装 82 具备封装主体 80 和盖部件 49。封装主体 80 在上表面侧形成有收纳振动元件 1 的腔室 84，在下表面侧形成有收纳热敏电阻 53 的凹部 86。在腔室

84 的内底面的端部设置有多个元件安装焊盘 47，各个元件安装焊盘 47 通过导体 46 与多个安装端子 45 导通连接。在元件安装焊盘 47 上涂覆导电性粘接剂 30，在该导电性粘接剂 30 上载置振动元件 1，通过导电性粘接剂 30 将焊盘电极 24 与各个元件安装焊盘 47 电连接，并进行固定。在封装主体 80 的上部烧制出密封圈 44，在该密封圈 44 上载置盖部件 49，使用电阻焊机进行焊接，从而对腔室 84 进行气密密封。可以使腔室 84 内成为真空，也可以封入惰性气体。

[0133] 另一方面，在封装主体 80 的下表面侧的大致中央形成有凹部 86，在凹部 86 的上表面烧制出电子部件安装焊盘 48。在电子部件安装焊盘 48 上安装热敏电阻 53，使用钎料等进行导通连接，构成电子器件 8。另外，电子部件安装焊盘 48 通过导体 46 与多个安装端子 45 导通连接。

[0134] 图 12（b）是图 12（a）的变形例的电子器件 9，与电子器件 8 的不同点为：在封装主体 80 的腔室 84 的底面形成有凹部 86，热敏电阻 53 经由金属凸块等与在该凹部 86 的底面烧制出的电子部件安装焊盘 48 连接。电子部件安装焊盘 48 与安装端子 45 导通。即，振动元件 1 和作为感温元件的热敏电阻 53 收纳在腔室 84 内并进行了气密密封。

[0135] 以上说明了将振动元件 1 和热敏电阻 53 收纳到封装 82 内的例子，但优选构成如下这样的电子器件 9：作为收纳在封装 82 内的电子部件，收纳有热敏电阻、电容器、电抗元件、半导体元件中的至少一个。

[0136] 能够如上那样制作振动元件，因此能够大幅度地缩短电子器件的交货期。此外，通过组合上述振动元件、热敏电阻、电容器、电抗元件、半导体元件等，具有能够迅速应对各种各样的规格要求的效果。

[0137] 接着，根据图 13 ～图 15，详细说明应用了本实用新型一个实施方式的振动元件的电子设备（本实用新型的电子设备）。

[0138] 图 13 是示出作为具有本实用新型一个实施方式的振动元件的电子设备的移动型（或笔记本型）的个人计算机的结构的立体图。在该图中，个人计算机 1100 由具有键盘 1102 的主体部 1104 以及具有显示部 100 的显示单元 1106 构成，显示单元 1106 通过铰链构造部以能够转动的方式支承在主体部 1104 上。在这种个人计算机 1100 中内置有作为滤波器、谐振器、基准时钟等中的至少一个发挥作用的振动元件 1。

[0139] 图 14 是示出作为具有本实用新型一个实施方式的振动元件的电子设备的便携电话机（还包括 PHS）的结构的立体图。在该图中，便携电话机 1200 具有多个操作按钮 1202、接听口 1204 以及通话口 1206，在操作按钮 1202 与接听口 1204 之间配置有显示部 100。在这种便携电话机 1200 中内置有作为滤波器、谐振器等发挥作用的振动元件 1。

[0140] 图 15 是示出作为具有本实用新型一个实施方式的振动元件的电子设备的数字照相机的结构的立体图。另外，在该图中，还简单地示出与外部设备之间的连接。这里，通常的照相机是通过被摄体的光像对银盐胶片进行感光，与此相对，数字照相机 1300 通过 CCD（Charge Coupled Device：电荷耦合器件）等摄像元件对被摄体的光像进行光电转换来生成摄像信号（图像信号）。

[0141] 在数字照相机 1300 的外壳（机身）1302 的背面设置有显示部 100，根据 CCD 的摄像信号进行显示，显示部 100 作为将被摄体显示为电子图像的取景器发挥作用。并且，在外壳 1302 的正面侧（图中背面侧）设置有包含光学镜头（摄像光学系统）和 CCD 等的受光单元

1304。

[0142] 摄影者确认显示在显示部 100 上的被摄体像，按下快门按钮 1306 时，将该时刻的 CCD 摄像信号传输到存储器 1308 内进行存储。并且，在该数字照相机 1300 中，在外壳 1302 的侧面设置有视频信号输出端子 1312 和数据通信用的输入输出端子 1314。而且，如图所示，根据需要，视频信号输出端子 1312 与电视监视器 1430 连接，数据通信用的输入输出端子 1314 与个人计算机 1440 连接。而且，构成为，通过规定操作将存储在存储器 1308 中的摄像信号输出到电视监视器 1430 或个人计算机 1440。在这种数字照相机 1300 中内置有作为滤波器、谐振器等发挥作用的振动元件 1。

[0143] 另外，除了图 13 的个人计算机(移动型个人计算机)、图 14 的便携电话机、图 15 的数字照相机以外，具有本实用新型一个实施方式的振动元件的电子设备例如还可以应用于喷墨式排出装置(例如喷墨打印机)、膝上型个人计算机、电视、摄像机、录像机、车载导航装置、寻呼机、电子记事本(也包含通信功能)、电子辞典、计算器、电子游戏设备、文字处理器、工作站、视频电话、防盗用电视监视器、电子双筒望远镜、POS 终端、医疗设备(例如电子体温计、血压计、血糖计、心电图计测装置、超声波诊断装置、电子内窥镜)、鱼群探测器、各种测定设备、计量仪器类(例如车辆、飞机、船舶的计量仪器类)、飞行模拟器等。

[0144] 图 16 概略地示出作为移动体的一个具体例的汽车 106。在汽车 106 上安装有具有本实用新型的振动元件的振子或电子器件。

[0145] 例如，可以广泛应用于无钥匙门禁、防盗器、汽车导航系统、汽车空调、防抱死制动系统(ABS :Antilock Brake System)、安全气囊、轮胎压力监测系统(TPMS :Tire Pressure Monitoring System)、发动机控制器、混合动力汽车及电动汽车的电池监视器、以及车体姿势控制系统等的电子控制单元(ECU :electronic control unit)108。

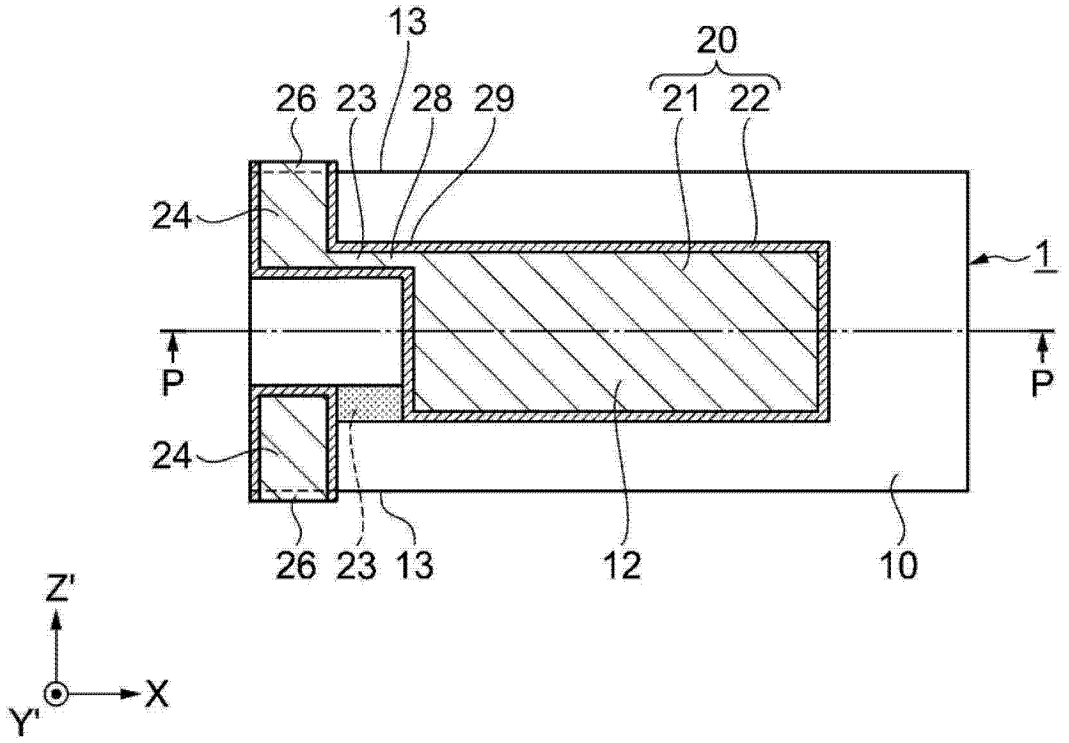

13
20
26
23
28
29
21
22
24
1
P
P
24
26
23
13
12
10
Z'
X
Y'

图 1(a)

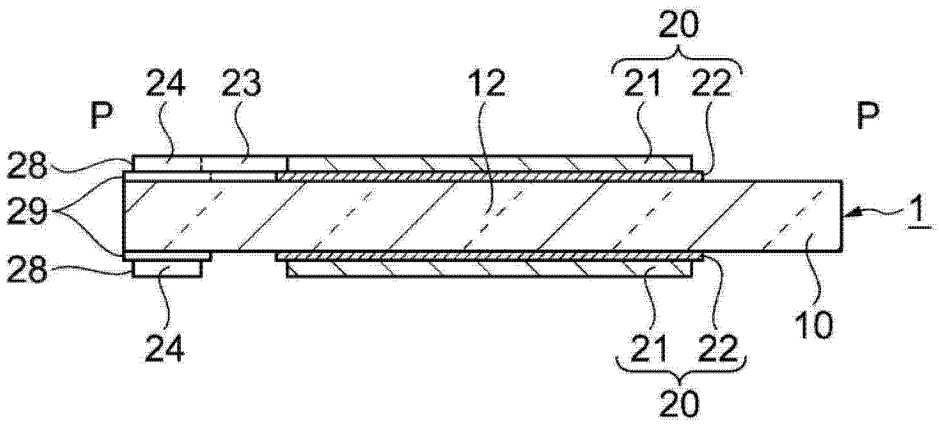

20
24
23
12
21
22
P
P
28
29
28
1
10
24
21
22
20

图 1(b)

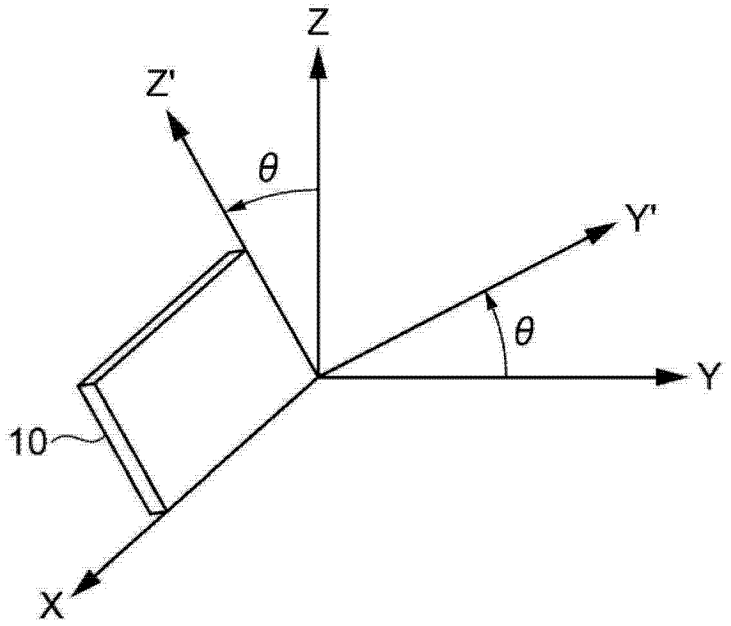
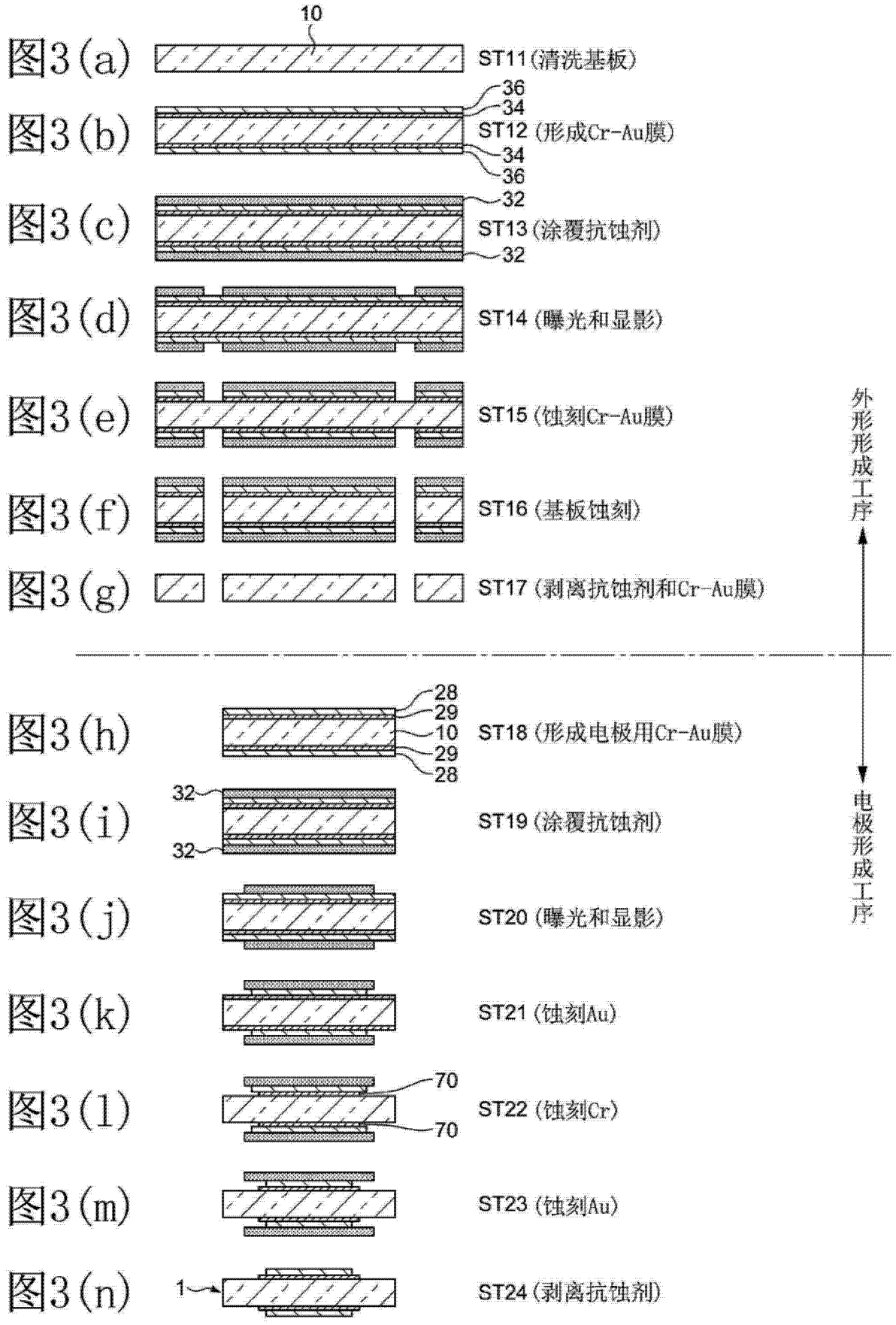


图 2


图3(a)
10
ST11(清洗基板)
图3(b)
36
34
ST12(形成Cr-Au膜)
34
36
图3(c)
32
ST13(涂覆抗蚀剂)
32
图3(d)
ST14(曝光和显影)
图3(e)
ST15(蚀刻Cr-Au膜)
图3(f)
ST16(基板蚀刻)
图3(g)
ST17(剥离抗蚀剂和Cr-Au膜)
外形形成工序
图3(h)
28
29
10
ST18(形成电极用Cr-Au膜)
29
28
图3(i)
32
ST19(涂覆抗蚀剂)
32
图3(j)
ST20(曝光和显影)
图3(k)
ST21(蚀刻Au)
图3(l)
70
ST22(蚀刻Cr)
70
图3(m)
ST23(蚀刻Au)
图3(n)
1
ST24(剥离抗蚀剂)
电极形成工序

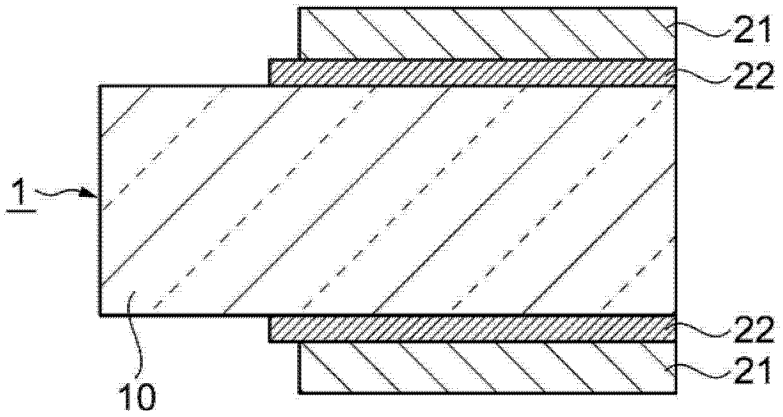


图 4(a)

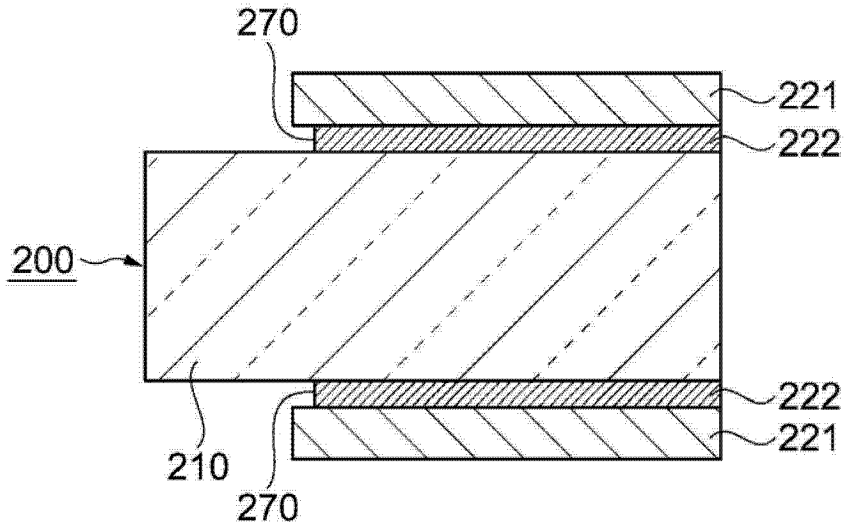


图 4(b)

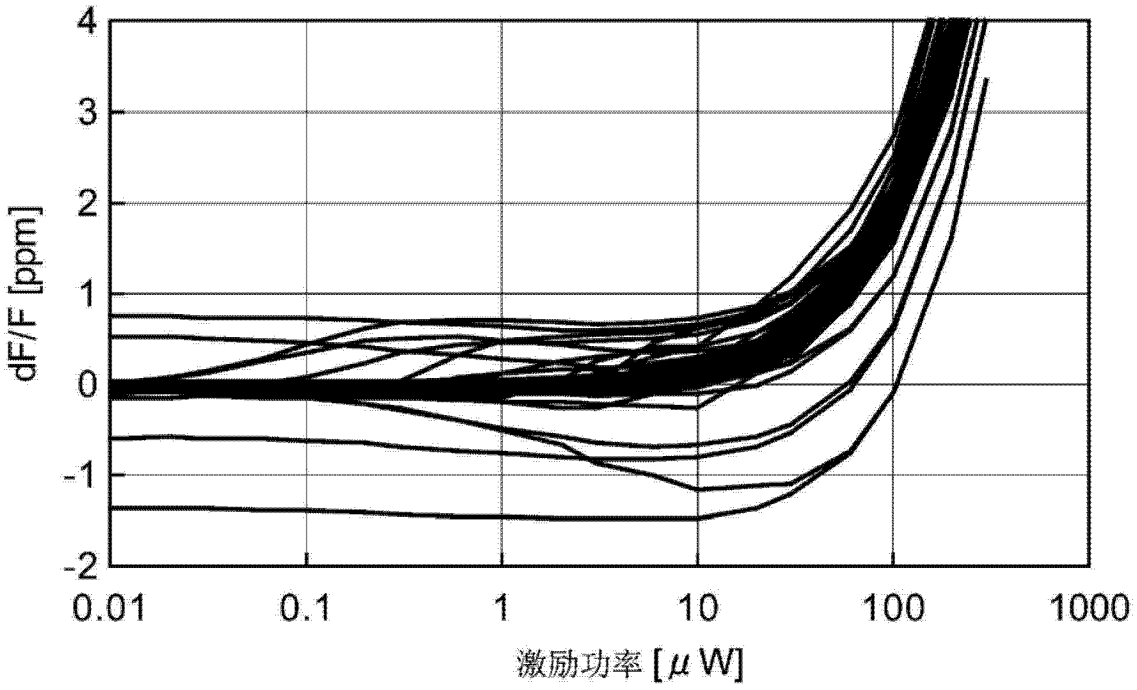

4
3
2
1
0
-1
-2
dF/F [ppm]
0.01
0.1
1
10
100
1000
激励功率 [μW]

图 5(a)

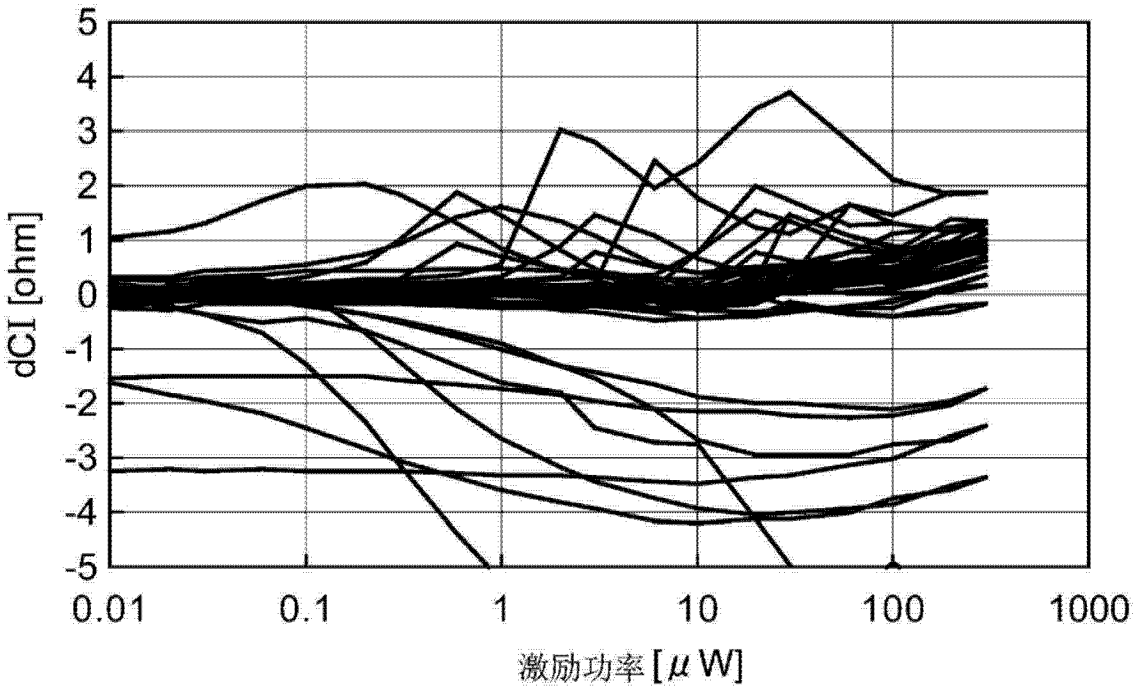

5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
dCI [ohm]
0.01
0.1
1
10
100
1000
激励功率 [μW]

图 5(b)

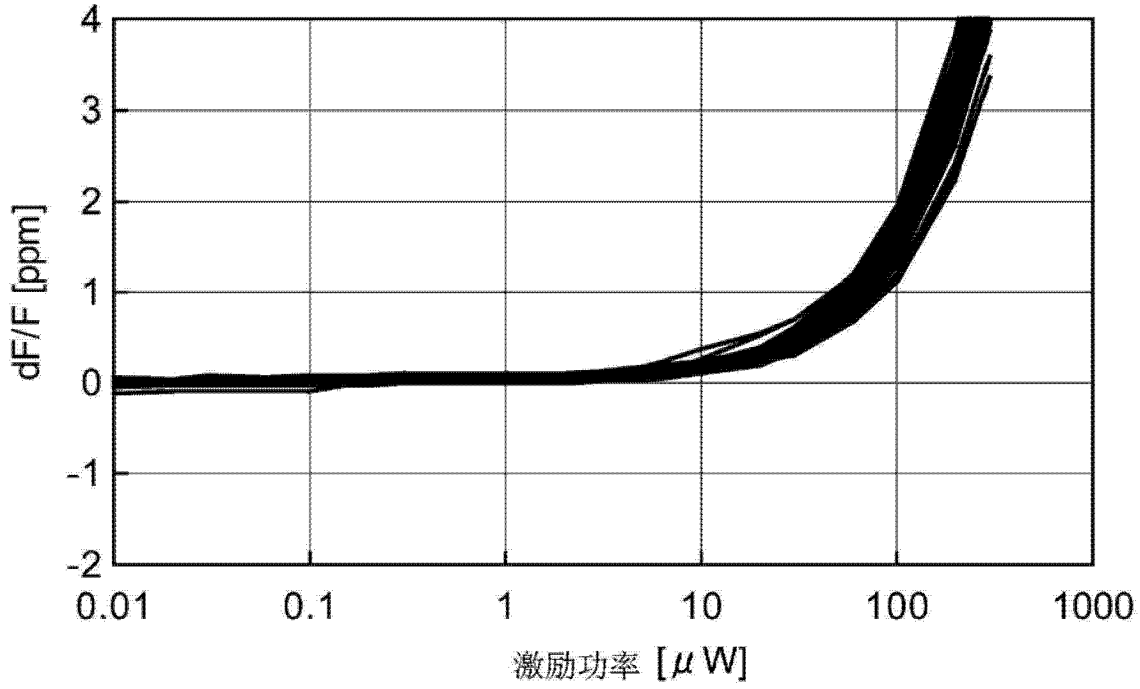

4
3
2
1
0
-1
-2
dF/F [ppm]
0.01
0.1
1
10
100
1000
激励功率 [μW]

图 6(a)

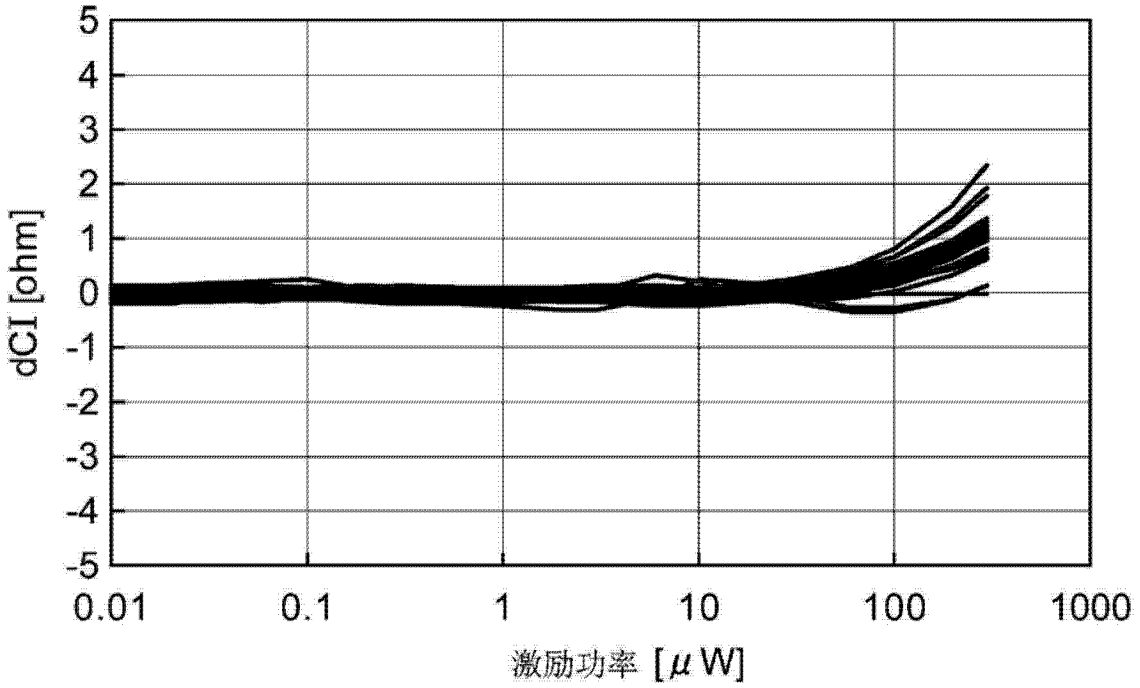

5
4
3
2
1
0
-1
-2
-3
-4
-5
dCI [ohm]
0.01
0.1
1
10
100
1000
激励功率 [μW]

图 6(b)

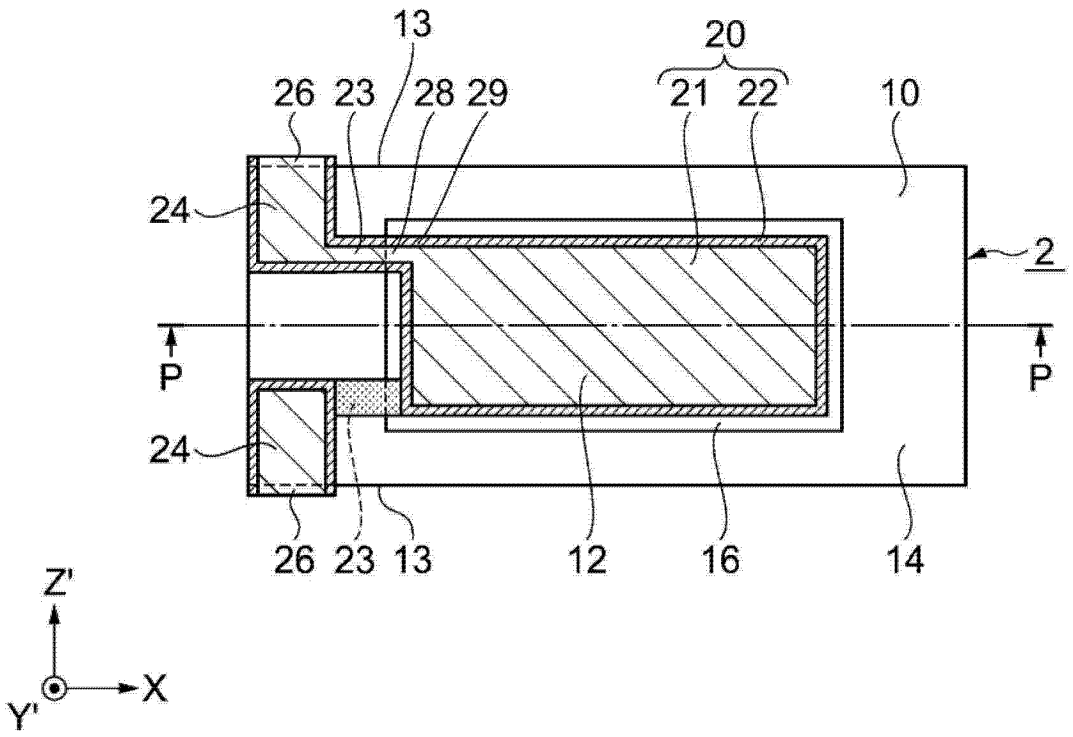

13
20
26 23 28 29
21 22
10
24
2
P
P
24
26 23 13
12
16
14
Z'
X
Y'

图 7(a)

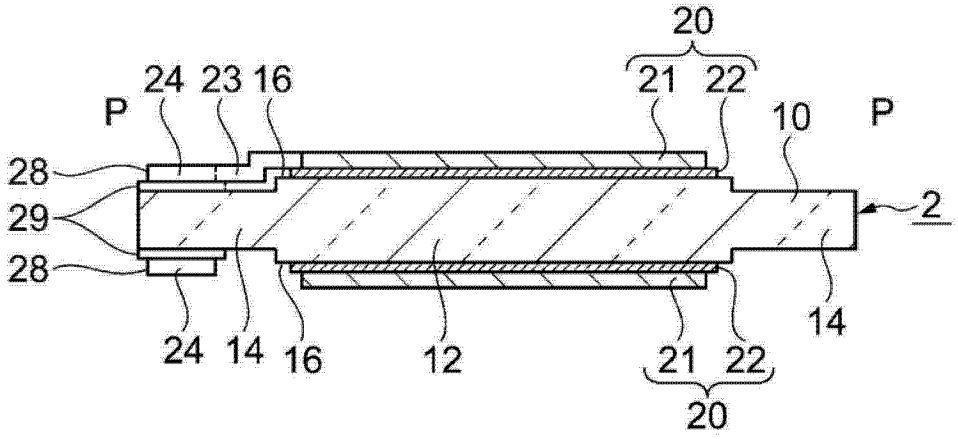

20
24 23 16
21 22
P
10
P
28
29
28
2
24 14 16
12
21 22
14
20

图 7(b)

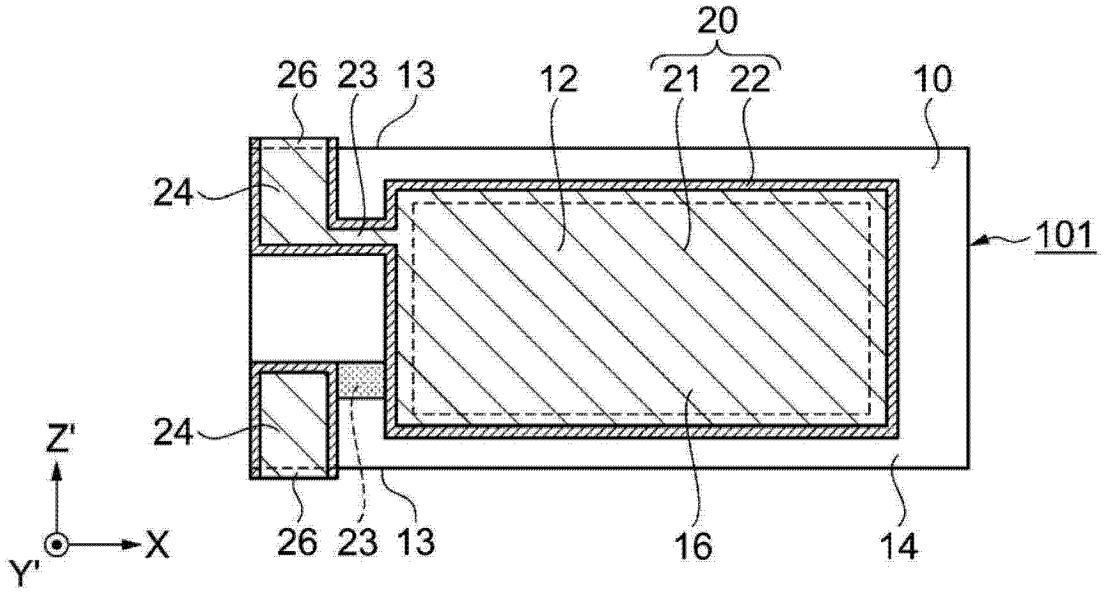

20
26
23
13
12
21
22
10
24
101
24
Z'
X
Y'
26
23
13
16
14

图 8(a)

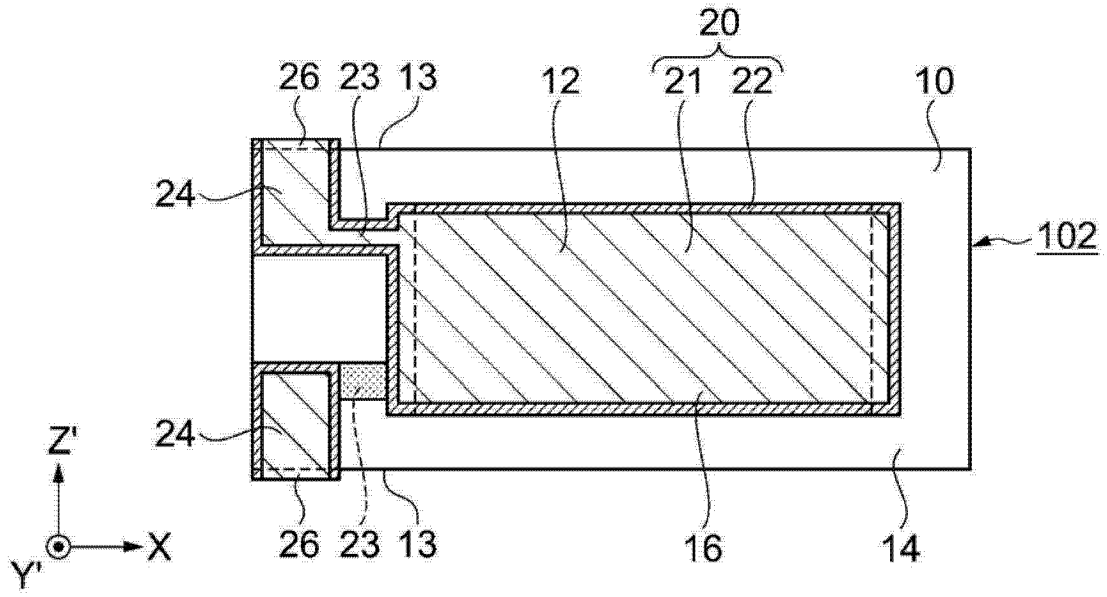

20
26
23
13
12
21
22
10
24
102
24
Z'
X
Y'
26
23
13
16
14

图 8(b)

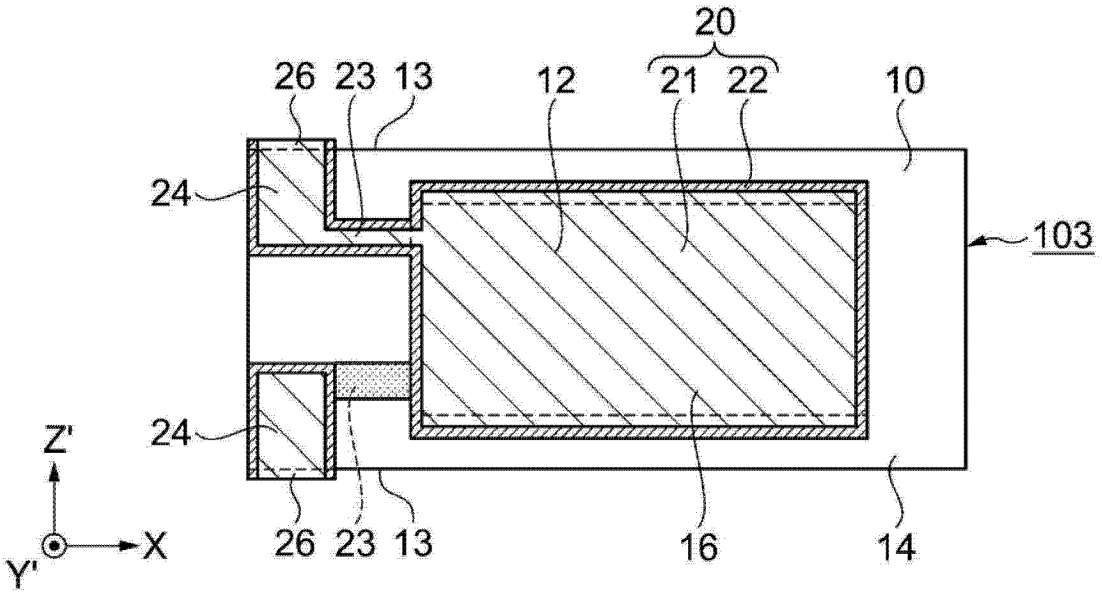

20
26
23
13
12
21
22
10
24
103
24
Z'
X
Y'
26
23
13
16
14

图 8(c)

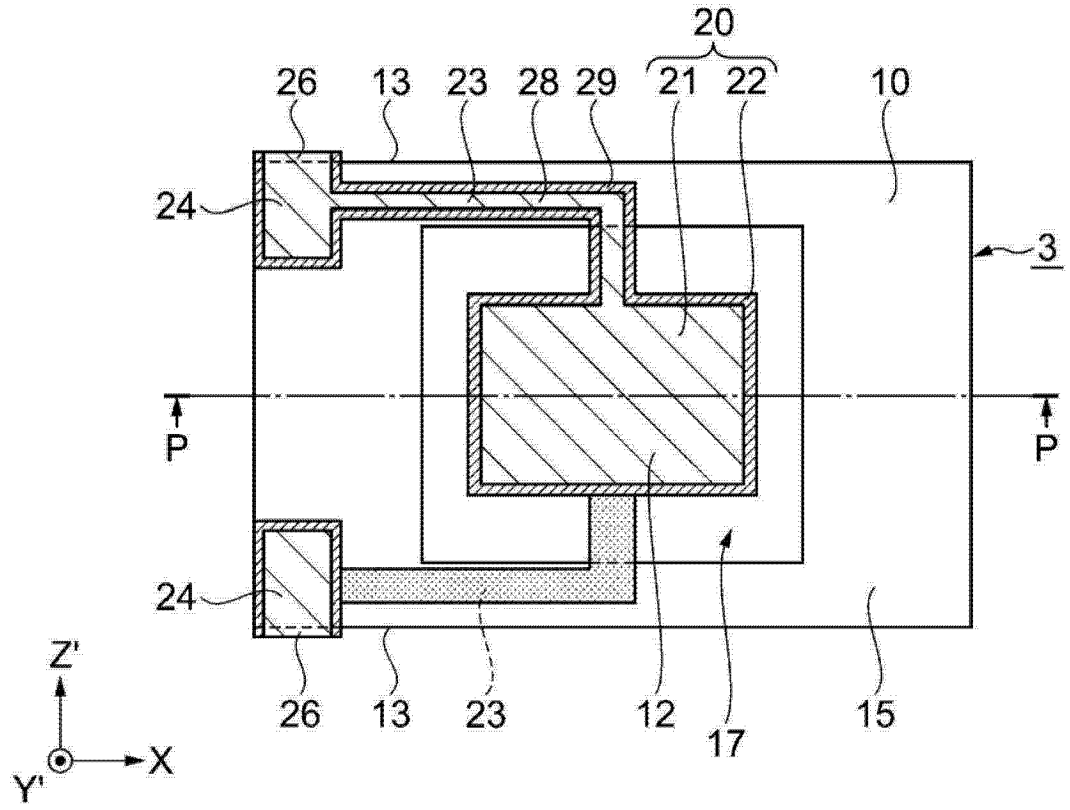

20
26
13
23
28
29
21
22
10
24
3
P
P
24
Z'
X
Y'
26
13
23
12
17
15

图 9(a)

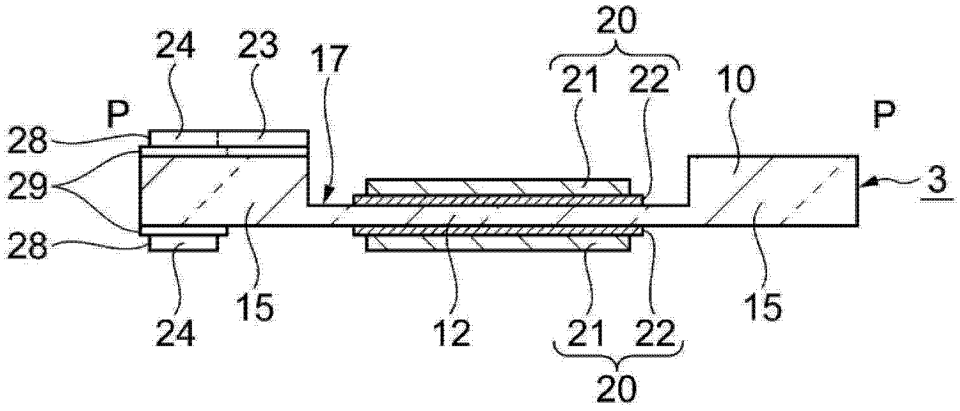

24
23
17
20
21
22
10
P
P
28
29
28
3
15
12
21
22
15
24
20

图 9(b)

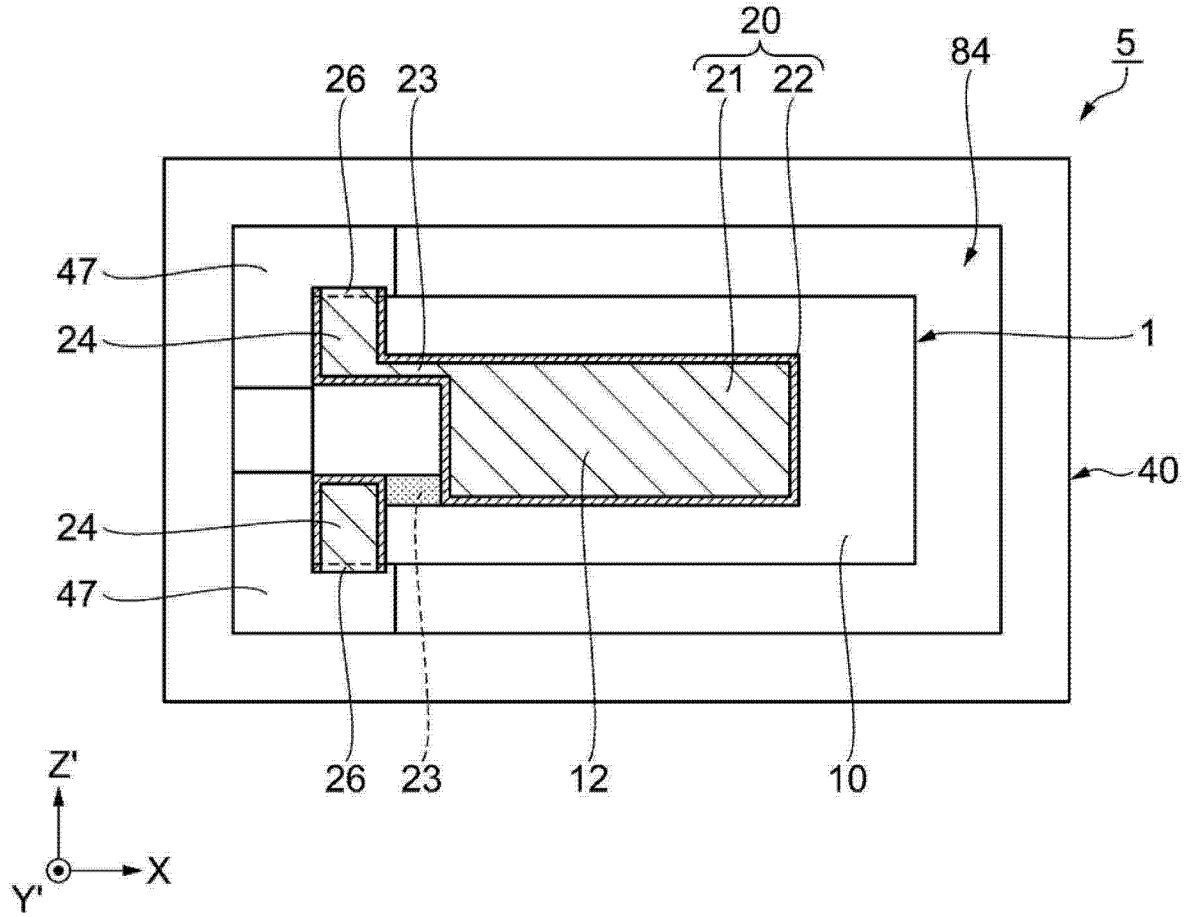

20
26
23
21
22
84
5
47
24
1
40
24
47
Z'
X
Y'
26
23
12
10

图 10(a)

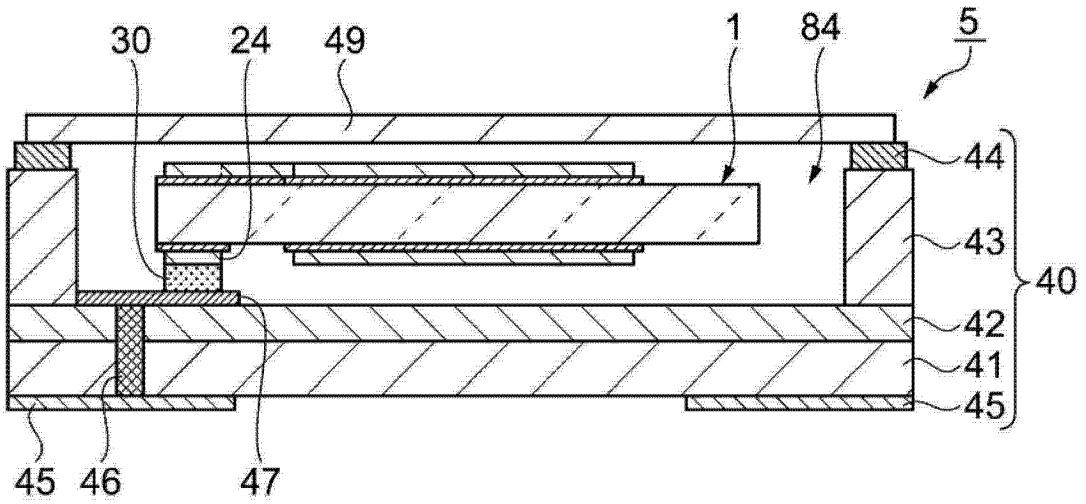

30
24
49
1
84
5
44
43
40
42
41
45
45
46
47

图 10(b)

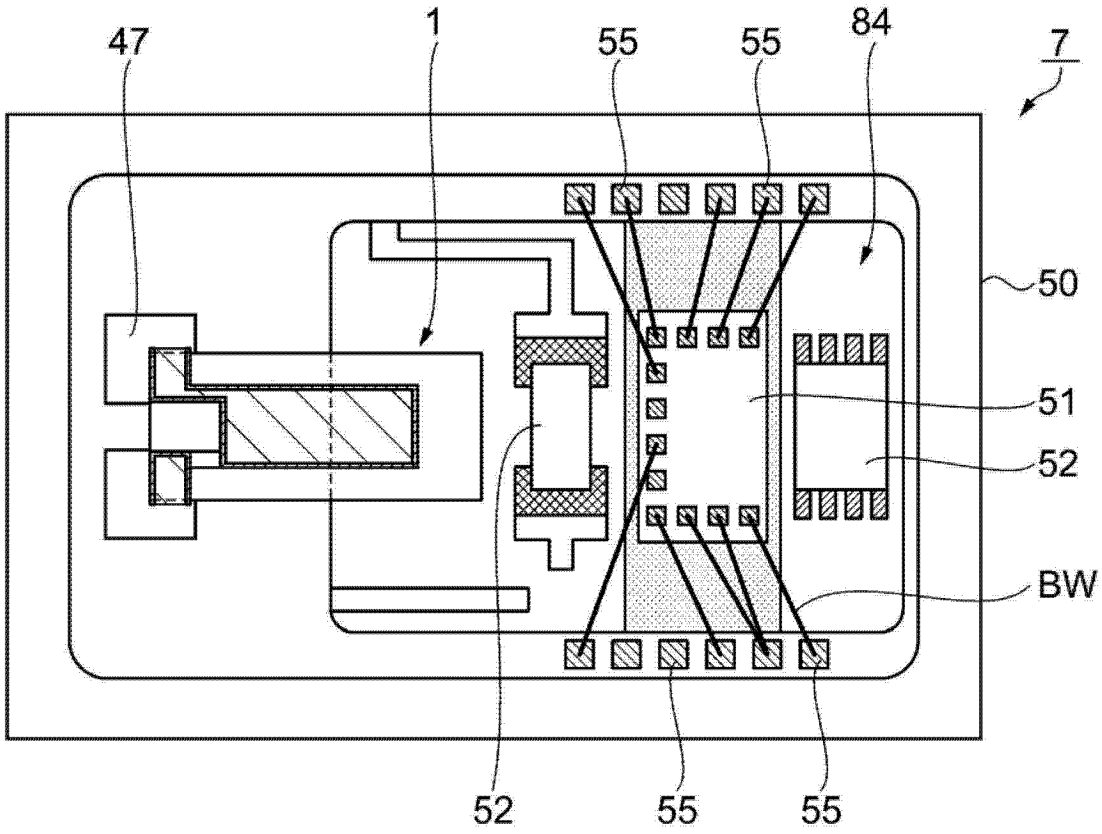

47
1
55
55
84
7
50
51
52
BW
52
55
55

图 11(a)

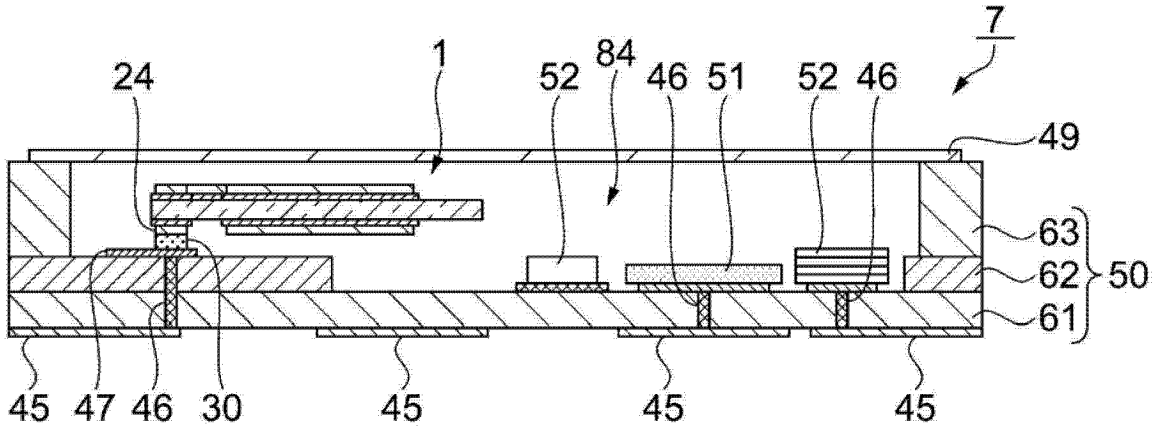


图 11(b)

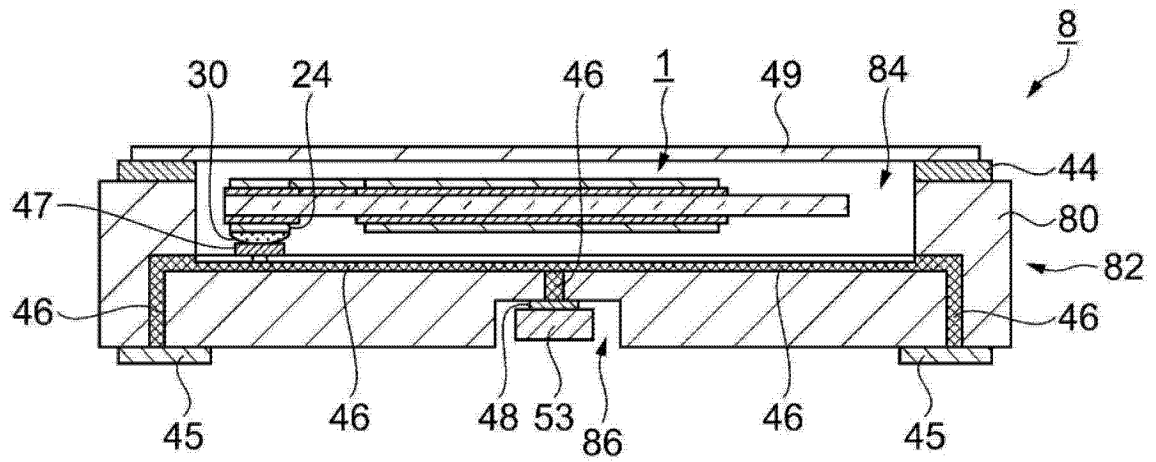


图 12(a)

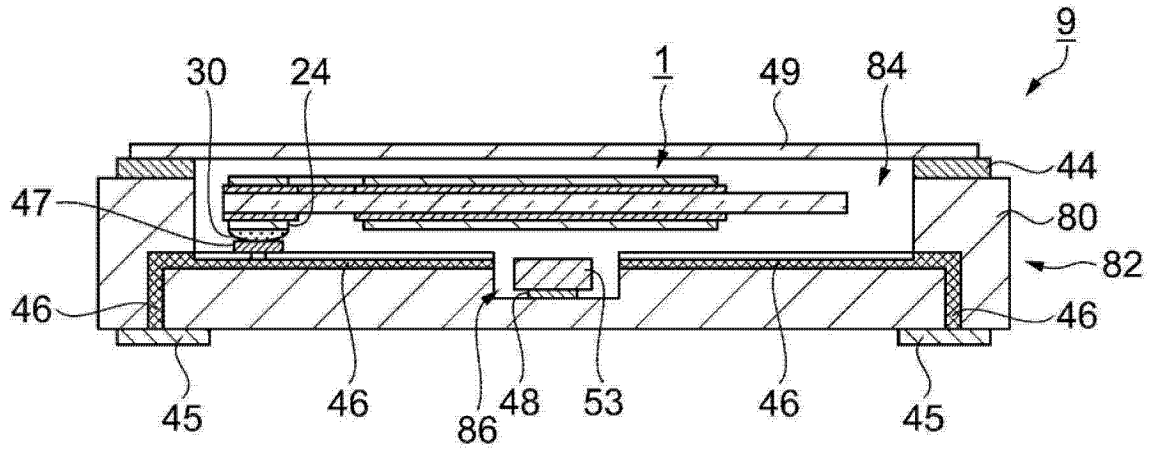


图 12(b)

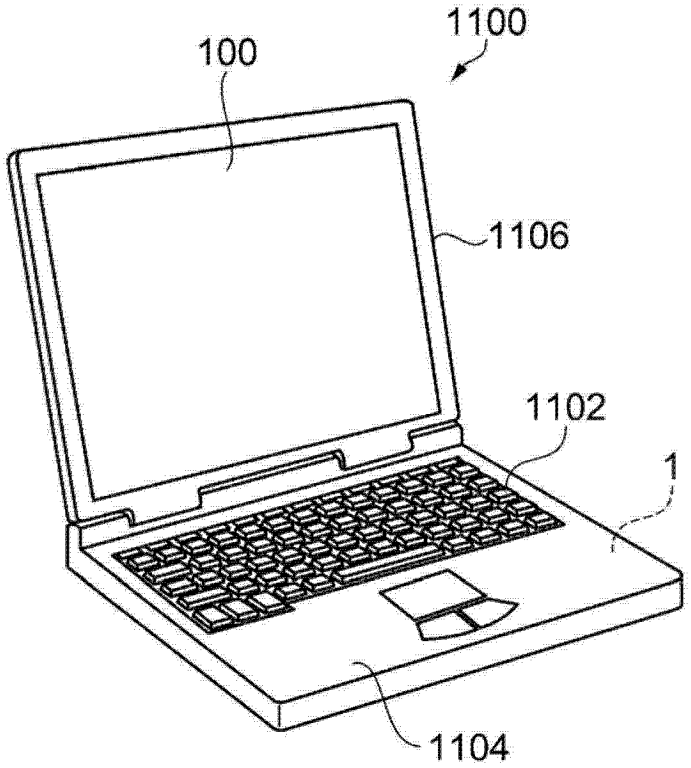


图 13

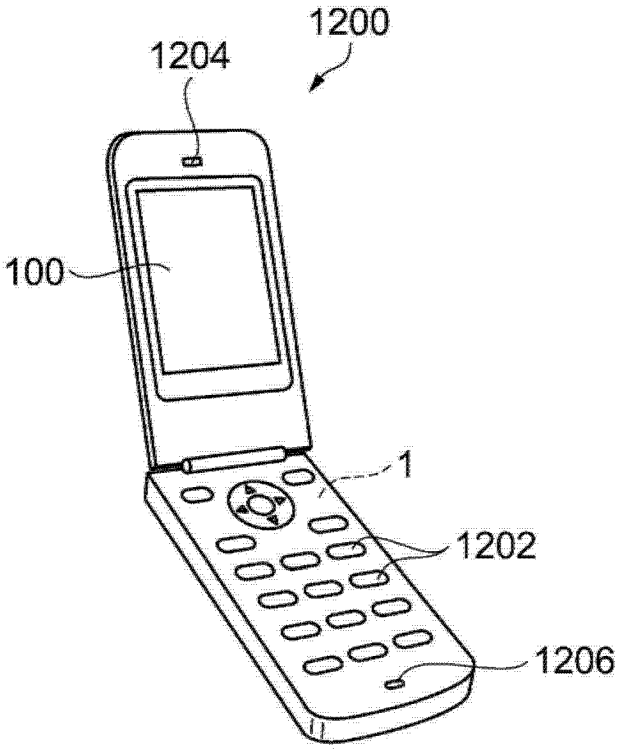


图 14

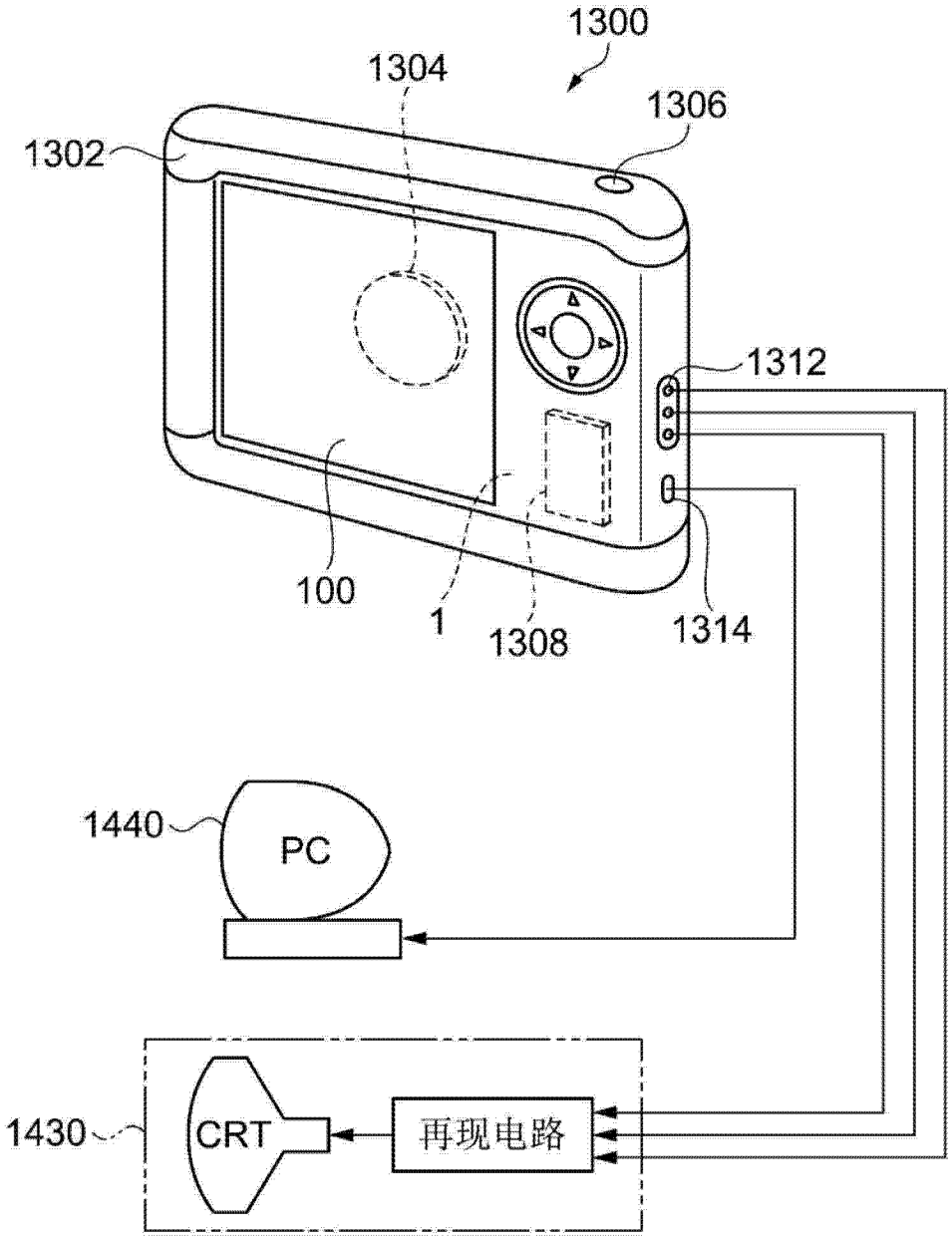


图 15

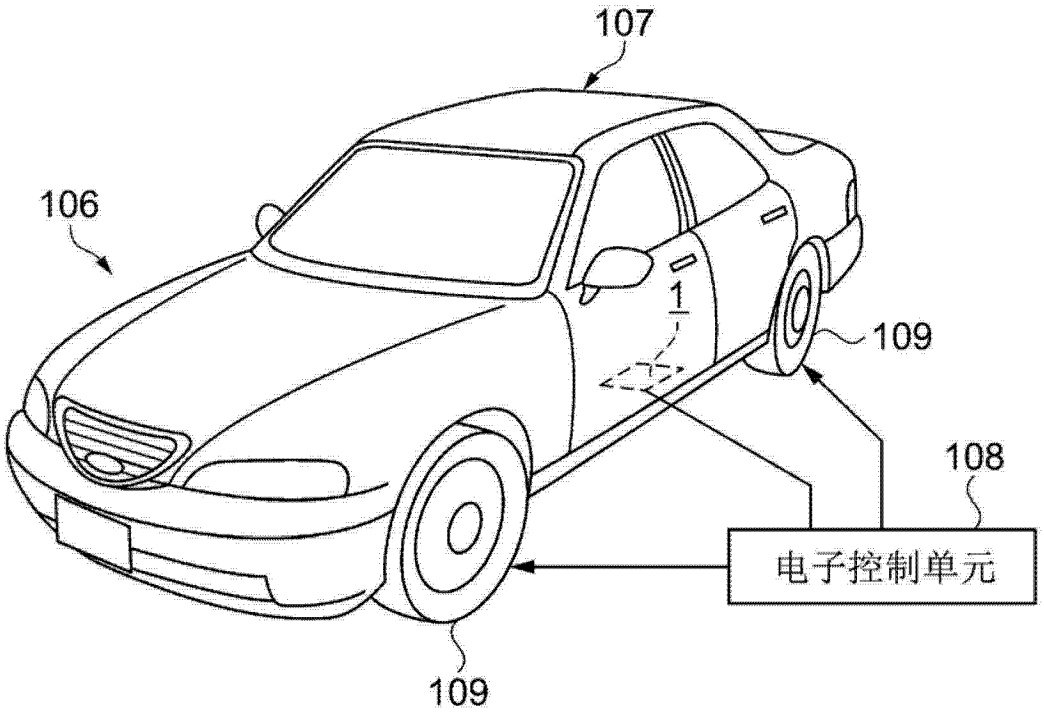


图 16