



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104617909 B

(45)授权公告日 2019.01.15

(21)申请号 201410588750.5

(51)Int.CI.

(22)申请日 2014.10.28

H03H 9/02(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

H03H 9/19(2006.01)

申请公布号 CN 104617909 A

(56)对比文件

(43)申请公布日 2015.05.13

US 4431937 A, 1984.02.14,

(30)优先权数据

CN 1823471 A, 2006.08.23,

2013-229054 2013.11.05 JP

CN 101807895 A, 2010.08.18,

(73)专利权人 精工爱普生株式会社

US 4625138 A, 1986.11.25,

地址 日本东京都

JP 2003060473 A, 2003.02.28,

(72)发明人 内藤松太郎 近藤学 犹畠健作

JP 2008131167 A, 2008.06.05,

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

US 4431937 A, 1984.02.14,

代理人 李辉 于英慧

审查员 刘雪

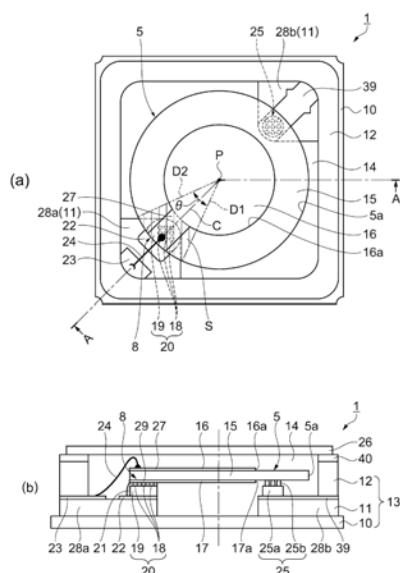
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

## (54)发明名称

振子、振荡器、电子设备以及移动体

## (57)摘要

本发明提供振子、振荡器、电子设备以及移动体。振子提高利用接合材料的振动元件的安装强度，并且抑制了频率和CI值等老化特性的劣化。振子具有：封装；设置于封装的一面的支承部；以及振动元件，振动元件的安装部(8)经由导电性粘接剂被安装到支承部上，所述安装部(8)配置于在主面上设置有激励电极的振动基板的外缘、与激励电极的外缘之间，安装部配置在使连接振动元件的中心(P)和振动元件的一端部的假想线(D1、D2)以中心(P)为轴、在旋转角( $\theta$ )为 $-35^{\circ}$ 以上 $+35^{\circ}$ 以下的范围内旋转而成的区域(S)内，且安装面积为 $0.7\text{mm}^2$ 以上。



1. 一种振子，其特征在于，该振子具有：

底座基板；

支承部，其设置于所述底座基板的一面；以及

振动元件，该振动元件的安装部经由接合材料被安装到所述支承部上，所述安装部俯视时配置于在主面上设置有激励电极的振动基板的外缘、与所述激励电极的外缘之间，

所述安装部配置在使连接所述振动元件的中心和所述振动元件的一端部的假想线以所述中心为轴、在旋转角 $\theta$ 为-35°以上+35°以下的范围内旋转而成的区域内，且安装面积为0.7mm<sup>2</sup>以上，

在与所述振动元件的除配置有所述安装部的部分以外的区域的端部相对的所述底座基板的一面上，设置有基座。

2. 根据权利要求1所述的振子，其特征在于，

所述旋转角 $\theta$ 为-30°以上+30°以下。

3. 根据权利要求1或2所述的振子，其特征在于，

所述振动基板是SC切石英基板，其具有绕正交坐标系(X,Y,Z)的X轴旋转规定角度、并绕通过该旋转得到的新的正交坐标系(X',Y',Z')的Z'轴旋转规定角度而得到的正交坐标系(X'',Y'',Z')，

所述X'轴与所述假想线的交叉角 $\varphi$ 为-45°以上+90°以下。

4. 根据权利要求3所述的振子，其特征在于，

所述交叉角 $\varphi$ 为-30°以上+30°以下。

5. 根据权利要求1或2所述的振子，其特征在于，

所述安装部设置有多个。

6. 根据权利要求1所述的振子，其特征在于，

在所述支承部的正面设置有多个凸部。

7. 根据权利要求2所述的振子，其特征在于，

在所述支承部的正面设置有多个凸部。

8. 根据权利要求1所述的振子，其特征在于，

所述支承部包含：

设置于所述底座基板的支承主体部；以及

从所述支承主体部的上表面突出的多个凸部。

9. 根据权利要求2所述的振子，其特征在于，

所述支承部包含：

设置于所述底座基板的支承主体部；以及

从所述支承主体部的上表面突出的多个凸部。

10. 根据权利要求1所述的振子，其特征在于，

所述支承部由从所述底座基板分别独立地设置的多个凸部构成。

11. 根据权利要求2所述的振子，其特征在于，

所述支承部由从所述底座基板分别独立地设置的多个凸部构成。

12. 根据权利要求6~11中的任意一项所述的振子，其特征在于，

所述凸部是金属凸块。

13. 根据权利要求1所述的振子，其特征在于，所述基座设置有多个。
14. 一种振荡器，其特征在于，该振荡器具有：  
权利要求1所述的振子；  
与所述振子电连接的电路元件；以及  
搭载有所述振子和所述电路元件的封装。
15. 一种电子设备，其特征在于，该电子设备具有权利要求1所述的振子。
16. 一种移动体，其特征在于，该移动体具有权利要求1所述的振子。

## 振子、振荡器、电子设备以及移动体

### 技术领域

[0001] 本发明涉及振子、使用了该振子的振荡器、电子设备以及移动体。

### 背景技术

[0002] 以往，公知有将导电性粘接剂作为接合材料而将振动元件安装到封装而得的振子。例如在专利文献1所记载的压电器件(振子)中，在对振动元件气密地密封的封装的底座所设置的孔内具备支承间隔件(支承部)，在支承间隔件上载置有振动元件。并且，振动元件将支承间隔件作为枕部，通过配置在孔内的导电性粘接剂被安装到封装上。

[0003] 【专利文献1】日本特开2008-131167号公报

[0004] 在振子中，为了针对下落等从外部受到的冲击确保所谓的耐冲击性，要求提高振动元件的安装强度。为了提高该安装强度，有效的是增大安装面积。在上述专利文献1所记载的压电器件(振子)中，振动元件将支承间隔件(支承部)作为枕部，为了增大安装面积，需要在孔内分配较多的导电性粘接剂。但是，在孔内分配较多的导电性粘接剂时，导电性粘接剂朝向振动元件的激励部流出，其流出位置难以管理，且由于导电性粘接剂的流出位置的偏差而在振动元件中产生应力变化，由于该应力变化等，可能会产生例如频率或CI(晶体阻抗)值的老化特性等的劣化等。并且，在孔内分配较多的导电性粘接剂时，在导电性粘接剂内容易产生被称作孔隙的气泡，从而在包含孔隙的状态下将导电性粘接剂固化，由于该孔隙，振动元件的安装强度可能会降低。

### 发明内容

[0005] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而作出的，其可以作为以下的方式或应用例来实现。

[0006] [应用例1]本应用例的振子的特征在于，该振子具有：底座基板；支承部，其设置于所述底座基板的一面；以及振动元件，该振动元件的安装部经由接合材料被安装到所述支承部上，所述安装部俯视时配置于在主面上设置有激励电极的振动基板的外缘、与所述激励电极的外缘之间，所述安装部配置在使连接所述振动元件的中心和所述振动元件的一端部的假想线以所述中心为轴、在旋转角θ为-35°以上+35°以下的范围内旋转而成的区域内，且安装面积为0.7mm<sup>2</sup>以上。

[0007] 根据本应用例，振动元件的安装部配置在使连接振动元件的中心和振动元件的一端部的假想线以该中心为轴、在旋转角θ为-35°以上+35°以下的范围内旋转而成的区域内，且安装面积为0.7mm<sup>2</sup>以上，由此能够提高利用接合材料的振动元件的安装强度。此外，能够减小接合材料的配置位置的偏差，由此能够减少频率和CI(晶体阻抗)值的老化特性的劣化，并减少温度变化时的频率的变化(频率温度特性变化)。

[0008] [应用例2]在上述应用例所述的振子中，优选的是，所述旋转角θ为-30°以上+30°以下。

[0009] 根据本应用例，接合材料的配置位置偏差比上述应用例1小，因此能够进一步减少

接合材料的影响带来的特性劣化。由此,能够实现进一步减小了特性劣化的高稳定的老化特性,并降低温度变化时频率的变化(频率温度特性)的大小。

[0010] [应用例3]在上述应用例所述的振子中,优选的是,所述振动基板是SC切石英基板,其具有绕正交坐标系(X,Y,Z)的X轴旋转规定角度、并绕通过该旋转得到的新的正交坐标系(X',Y',Z')的Z'轴旋转规定角度而得到的正交坐标系(X'',Y'',Z'),所述X'轴与所述假想线的交叉角 $\Phi$ 为-45°以上+90°以下。

[0011] 根据本应用例,利用和石英的晶轴(X'轴)与假想线的交叉角 $\Phi$ 之间的相关关系,能够进一步减少接合材料的影响带来的特性劣化。由此,能够提供特性劣化进一步减小、且具有稳定的老化特性的振子。

[0012] [应用例4]在上述应用例所述的振子中,优选的是,所述交叉角 $\Phi$ 为-30°以上+30°以下。

[0013] 根据本应用例,利用和石英的晶轴(X'轴)与假想线的交叉角 $\Phi$ 之间的相关关系,能够进一步减小接合材料的影响带来的特性劣化。由此,能够提供特性劣化进一步减小、且具有稳定的老化特性的振子。

[0014] [应用例5]在上述应用例所述的振子中,优选的是,所述安装部设置有多个。

[0015] 根据本应用例,能够通过设置多个安装部,进一步提高振动元件的安装强度。

[0016] [应用例6]在上述应用例所述的振子中,优选的是,在所述支承部的正面设置有多个凸部。

[0017] 根据本应用例,振动元件的一端部通过接合材料被安装到在正面包含多个凸部的支承部上。在支承部的正面设置有多个凸部,因此表面积增大,能够提高安装强度。而且,接合材料由于毛细管现象而被配置到各个凸部间的小空间中,因此难以产生孔隙,从而能够抑制孔隙引起的安装强度的降低。由此,能够提供可通过接合材料的配置位置偏差减少来减少老化特性等的劣化、并提高振动元件的安装强度的振子。

[0018] [应用例7]在上述应用例所述的振子中,优选的是,所述支承部包含:设置于所述底座基板的支承主体部;以及从所述支承主体部的上表面突出的所述多个凸部。

[0019] 根据本应用例,凸部从支承主体部的上表面起突出设置,因此能够一体形成凸部和支承主体部,能够简便地设置支承部。

[0020] [应用例8]在上述应用例所述的振子中,优选的是,所述支承部由从所述底座基板分别独立地设置的所述多个凸部构成。

[0021] 根据本应用例,能够使用例如钉头凸块等,能够利用简便的方法设置支承部。

[0022] [应用例9]在上述应用例所述的振子中,优选的是,所述凸部是金属凸块。

[0023] 根据本应用例,利用金属凸块构成支承部,由此能够利用简便的方法设置导热性高的支承部。

[0024] [应用例10]在上述应用例所述的振子中,优选的是,在与所述振动元件的除配置有所述安装部的部分以外的区域的端部相对的所述底座基板的一面上,设置有基座。

[0025] 根据本应用例,在与振动元件的除一端部以外的区域的端部相对的底座基板的一面上设置有基座,因此振动元件被基座支承,所以能够使振动元件的连接姿态稳定。此外,在振动元件的安装时也能够简单地进行定位。

[0026] [应用例11]在上述应用例所述的振子中,优选的是,所述基座设置有多个。

- [0027] 根据本应用例，设置有多个基座，因此能够进一步使振动元件的连接姿态稳定。
- [0028] [应用例12]本应用例的振荡器的特征在于，该振荡器具有：上述应用例中的任意一例所述的振子；与所述振子电连接的电路元件；以及搭载有所述振子和所述电路元件的封装。
- [0029] 根据本应用例，由于使用提高了振动元件的安装强度的振子和电路元件，因此能够提供特性稳定的振荡器。
- [0030] [应用例13]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中的任意一例所述的振子。
- [0031] 根据本应用例，由于使用提高了振动元件的安装强度的振子，因此能够提供特性稳定的电子设备。
- [0032] [应用例14]本应用例的移动体的特征在于，该移动体具有上述应用例中的任意一例所述的振子。
- [0033] 根据本应用例，由于使用提高了振动元件的安装强度的振子，因此能够提供特性稳定的移动体。

## 附图说明

- [0034] 图1示出本发明第1实施方式的振子的概略，(a)是俯视图，(b)是(a)的A—A剖视图。
- [0035] 图2的(a)、(b)是示出SC切石英基板的切割方法的图。
- [0036] 图3是示出安装部的面积与下落耐久性之间的相关性的图。
- [0037] 图4是示出振动元件中的安装部的位置与CI值之间的相关性的曲线图。
- [0038] 图5是用于说明安装部的配置区域的图，(a)是示出保持角与频率变化量之间的相关性的曲线图，(b)是用于说明交叉角 $\Phi$ 和旋转角 $\theta$ 的示意图。
- [0039] 图6示出支承部的变形例，(a)是俯视图，(b)是正剖视图，(c)是使用了凸块的支承部的俯视图，(d)是(c)的剖视图。
- [0040] 图7的(a)、(b)是示出振子的变形例的俯视图。
- [0041] 图8示出本发明的第2实施方式和第3实施方式的振荡器的概略，(a)是示出第2实施方式的正剖视图，(b)是示出第3实施方式的正剖视图。
- [0042] 图9是示出作为电子设备的一例的移动型的个人计算机的结构的立体图。
- [0043] 图10是示出作为电子设备的一例的移动电话机的结构的立体图。
- [0044] 图11是示出作为电子设备的一例的数字静态照相机的结构的立体图。
- [0045] 图12是示出作为移动体的一例的汽车的结构的立体图。
- [0046] 标号说明
- [0047] 1:振子；2:SC切石英基板(压电基板)；5:振动基板；5a:振动基板的外缘；8:安装部；10:底板；11:框状基板；12:侧壁；13:封装；14:内部空间(凹部)；15:振动元件；16、17:激励电极；16a、17a:激励电极的外缘；18:凸部；19:支承主体部；20:支承部；20a、20b:旋转角 $\theta$ 的两端；21:导电性粘接剂；22、23:PAD电极；24:金属布线(接合线)；25:基座；25a:主体部；25b:凸部；26:盖；27:连接电极；28a、28b:基部；29:连接电极；30:多个突起部；31:导电性粘接剂；39:PAD电极；40:密封圈；80、90:变形例的振子；101a:印刷基板；105:连接板；106:加

热元件；107：导热层；110：电路元件；120：电子部件；121：其他电路构成部件；122：外部连接端子；123：焊料；150a、200a：振荡器；155：帽部；224：内部空间；506：作为移动体的汽车；1100：作为电子设备的移动型的个人计算机；1200：作为电子设备的移动电话机；1300：作为电子设备的数字静态照相机；C：假想线；D1、D2：假想线；S：区域；P：中心； $\theta$ ：旋转角； $\Phi$ ：交叉角。

## 具体实施方式

[0048] 以下，参照附图来说明本发明的优选实施方式。

[0049] <第1实施方式>

[0050] 使用图1对本发明第1实施方式的振子进行说明。图1示出本发明的第1实施方式的振子的概略，图1的(a)是俯视图，是省略(透视)盖部件的图，图1的(b)是图1的(a)的A-A剖视图。

[0051] (振子)

[0052] 图1的(a)和图1的(b)所示的第1实施方式的振子1具有：使用了振动基板5的振动元件15；收纳振动元件15的封装13；为了将振动元件15安装到封装13而设置的支承部20；保持振动元件15的基座25；以及与封装13之间形成作为收纳空间的内部空间14的、作为盖体的盖26。以下，依次对振动元件15、封装13、支承部20、基座25和盖26进行详细说明。

[0053] (振动元件)

[0054] 本实施方式的振动元件15采用了由作为压电材料的一例的石英形成的SC切石英基板(压电基板)。这里，参照图2说明SC切石英基板(压电基板)。图2是示出SC切石英基板的结构的概略图。另外，由于图变得复杂，因此分为图2的(a)和图2的(b)进行了图示。本例的SC切石英基板2是如图2的(a)所示那样沿正交坐标系(X,Y,Z)旋转两次，接着如图2的(b)所示那样经过正交坐标系(X',Y',Z')的1次旋转而得到的石英基板。石英晶体属于三方晶系，具有相互垂直的晶轴X、Y、Z。将X轴、Y轴、Z轴分别称作电轴、机械轴、光轴。Z轴是绕Z轴每隔120°存在X轴、Y轴的组的3次对称轴，X轴是2次对称轴。如图2的(a)所示，石英晶体的结构使用由作为电轴的X轴、作为机械轴的Y轴和作为光轴的Z轴构成的正交坐标系(X,Y,Z)进行记述。

[0055] 如图2的(a)所示，SC切石英基板2首先绕正交坐标系(X,Y,Z)的X轴旋转规定角度(例如34°)θ1°，并绕通过该旋转得到的新的正交坐标系(X,Y',Z')的Z'轴旋转规定角度(例如22°)φ1°，将通过该旋转得到的正交坐标系设为(X',Y',Z')。在切割厚度方向与Y'轴方向平行、两主面包含X'Z'面(由X'轴和Z'轴构成的平面)的矩形的基板后，得到通常的SC切石英基板2。

[0056] 此外，如图2的(b)所示，除了上述两次旋转以外，还绕正交坐标系(X',Y',Z')的Y'轴旋转η1°时，得到新的正交坐标系(X'',Y'',Z'')。通过在该新的正交坐标系(X'',Y'',Z'')中，切割厚度方向与Y''轴方向平行、两主面包含X''Z''面(由X''轴和Z''轴构成的平面)的矩形的基板，也能够得到SC切石英基板2。本例的SC切石英基板2是矩形的SC切石英基板2的一方的相对的两边与X''轴平行、另一方的相对的两边与Z''轴平行、Y''轴方向为厚度方向的石英基板。

[0057] 并且，将从这些SC切石英基板2切出的平板用作本实施方式的振动基板5(振动元

件15)。

[0058] 另外,本发明的石英基板不限于上述那样的SC切,还可以广泛应用于以厚度剪切振动方式进行振动的AT切、BT切等的其他压电基板。例如,在AT切石英基板的情况下,使Y轴和Z轴均以X轴为旋转轴旋转大致 $35^{\circ}15'$ ,并分别设为Y'轴和Z'轴。因此,AT切石英基板具有垂直的晶轴X、Y'、Z'。对于AT切石英基板,厚度方向沿着Y'轴方向,包含与Y'轴垂直的XZ'面(包含X轴和Z'轴的面)的面是主面,将厚度剪切振动作为主振动来进行振动。能够对该AT切石英基板进行加工而得到作为振动元件15的原材料板的压电基板。

[0059] 如图1所示,本实施方式的振动元件15在利用SC切石英基板(压电基板)2形成的、圆板状的振动基板5的相互处于正反关系的第1主面和第2主面上,形成有各种电极,该SC切石英基板(压电基板)2由作为压电材料的一例的石英形成。在本例中,形成有激励电极16、17和连接电极27、29作为电极。激励电极16呈大致圆形,形成在振动基板5(振动元件15)的正向主面(第1主面)的中央部。此外,连接电极27形成在正向主面(第1主面)的一个端部侧,一个端部与激励电极16连接,另一个端部朝向振动基板5的外缘5a延伸设置。此外,激励电极17为大致圆形,处于振动基板5(振动元件15)的反向主面(第2主面)的中央部,形成为俯视时与正侧的激励电极16大致重叠。连接电极29在反向主面(第2主面)的一个端部侧,以俯视时与正向主面的连接电极27重叠的方式形成,一个端部与激励电极17连接,另一个端部朝向振动基板5的外缘5a延伸设置。

[0060] (封装)

[0061] 图1的(a)和图1的(b)所示的作为底座基板的封装13具有:底板10;设置于底板10的一个表面周缘部的具有基部28a、28b的框状基板11;设置于框状基板11的一个表面周缘部的框状的侧壁12;以及设置于侧壁12的上表面的作为接合材料的密封圈40。封装13收纳振动元件15。

[0062] 作为底座基板的封装13具有朝上表面敞开的凹部(内部空间14)。凹部的开口通过作为盖部件的盖26堵塞,盖26经由作为接合材料的密封圈40与侧壁12接合。并且,堵塞封装13的凹部的开口而形成密封的内部空间14。密封的内部空间14可将其内部压力设定为期望的气压。例如,能够通过将内部空间14设为填充氮气的大气压、或者设为真空(用压力比通常的大气压低( $1 \times 10^5 \text{ Pa} \sim 1 \times 10^{-10} \text{ Pa}$ 以下(JIS Z 8126-1:1999))的气体充满的空间的状态),持续更稳定的振动元件15的振动。另外,本实施方式的内部空间14被设定为上述真空。

[0063] 框状的侧壁12设置成大致四边形的周状,换言之,朝上述凹部的上表面敞开的开口形状呈大致四边形。被该板状的底板10、框状基板11以及侧壁12围成的凹部成为收纳振动元件15的内部空间(收纳空间)14。设置于侧壁12的上表面的作为接合材料的密封圈40由例如铁镍钴合金等合金形成。密封圈40具有作为盖部件的盖26与侧壁12的接合材料的功能,沿着侧壁12的上表面设置成框状(大致矩形的周状)。

[0064] 形成封装13的材料具有与振动元件15和盖26的热膨胀系数一致、或极其接近的热膨胀系数,在本例中,使用了陶瓷。封装13通过对成型为规定形状的生片进行层叠和烧结而形成。另外,生片是将混炼物形成为片状的物件,该混炼物例如使陶瓷的粉末分散在规定的溶液中,并添加粘结剂而生成。

[0065] 构成封装13的框状基板11具有俯视时从侧壁12朝向中心侧突出的基部28a、28b。基部28a与基部28b相对设置在封装13的对角线上。在基部28a的上表面形成有PAD电极22、

23。此外，在基部28b的上表面形成有PAD电极39。PAD电极22、23、39例如如下那样形成：使用银/钯等的导电膏或钨金属化层等，在形成所需的形状后进行烧制，然后镀覆镍和金或银等。PAD电极22、23设置成与后述的振动元件15的连接电极27、29连接，并与形成于封装13的外底部的外部连接电极（未图示）电连接。PAD电极22连接有支承部20。此外，PAD电极39连接用于支承振动元件15的基座25。

[0066] 振动元件15被收纳到由封装13的侧壁12围成的凹部内，在配置成俯视时反向主面侧的连接电极29与PAD电极22重叠的安装部8的位置处，经由在PAD电极22上所设置的表面包含多个凸部18的支承部20，通过导电性粘接剂21（接合材料）被安装到封装13。此外，正向主面侧的连接电极27通过金属布线（接合线）24与PAD电极23电连接。

[0067] 这里，详细说明支承部20与振动元件15之间的连接。支承部20呈圆柱状，在框状基板11的基部28a侧设置有支承主体部19，并具有从支承主体部19的上表面突出的多个凸部18。本例的凸部18配置成矩阵状（格子状），通过在圆柱状的金属材料的上部形成狭缝设置而成。这样，以凸部18从支承主体部19的上表面突出的方式，形成支承部20，因此能够一体形成凸部18和支承主体部19，能够简便地设置支承部20。另外，凸部18的个数不受限制。此外，凸部18还能够形成如下结构：在圆柱状的金属材料的平坦的上表面，设置多个例如使用了金（Au）等金属的钉头凸块、或焊料凸块等。另外，在上述说明中，将凸部18配置成了格子状，但也可以随机配置凸部18。

[0068] 并且，支承部20被载置成支承主体部19的下表面固定在设置于构成封装13的框状基板11的基部28a上的PAD电极22上，振动元件15的连接电极29与多个凸部18的上表面相对，并通过导电性粘接剂21被安装到PAD电极22。此时，导电性粘接剂21设置在多个凸部18的上表面与振动元件15之间、形成了多个凸部18的狭缝中、以及支承主体部19的周围。

[0069] 这样，通过将作为接合材料的导电性粘接剂21配置到多个凸部18的上表面与振动元件15之间、和形成了多个凸部18的狭缝中，安装振动元件15的表面积增大，从而能够提高安装强度（连接强度）。而且，导电性粘接剂21由于毛细管现象而被配置到各个凸部18间的小空间（狭缝）中，因此难以产生孔隙，从而能够抑制孔隙引起的连接强度的降低。另外，在设置多个钉头凸块等的支承部20的结构时，也具有相同的效果。此外，将多个凸部18设置成格子状，因此能够在平面稳定地支承振动元件15。

[0070] 安装部8配置在俯视时振动基板5的外缘5a与激励电极16、17的外缘16a、17a之间。并且，以支承部20与安装部8重叠的方式配置振动元件15。此外，安装部8配置在区域S内，且形成为支承部20和振动元件15的安装部的安装面积为 $0.7\text{mm}^2$ 以上，区域S是使连接振动元件15的中心P和振动元件15的一端部（振动基板5的外缘5a）的假想线C，以中心P为轴在旋转角 $\theta$ 为 $-35^\circ$ 以上 $+35^\circ$ 以下的范围内旋转而成的。

[0071] 这里，参照图3说明安装部8的面积与下落耐久性之间的相关性。图3是示出安装部的面积与下落耐久性之间的相关性的图。图3所示出的例子是如下那样绘制而成的，使利用上述安装方法将谐振频率为10MHz的振动元件安装到支承部而得的样本，从各个高度起在6个方向（将使由样本封装的正反两个面和4个侧面构成的6个面分别朝向下落方向下落的过程设为1个循环（1次））上各进行5次下落，对不产生破损的高度进行绘制。如图3所示，在安装部8的面积为 $0.61\text{mm}^2$ 和 $0.66\text{mm}^2$ 时，下落高度为5cm时产生破损，但在安装部8的面积为 $0.72\text{mm}^2$ 和 $0.75\text{mm}^2$ 时，下落高度5cm时不产生破损。此外，在安装部8的面积为 $0.92\text{mm}^2$ 和

0.97mm<sup>2</sup>时,到下落高度20cm为止不产生破损。同样,在安装部8的面积为1.16mm<sup>2</sup>和1.19mm<sup>2</sup>时,到下落高度30cm为止不产生破损。由此可知,只要安装部8的面积为0.72mm<sup>2</sup>以上,则不会产生下落高度小于5cm时的破损。

[0072] 通过按照这样的区域S和安装面积连接支承部20和振动元件15,除上述效果以外,还能够更高地确保利用作为接合材料的导电性粘接剂21的安装强度(连接强度),并且减小导电性粘接剂21的配置位置的偏差,而且将安装位置停留在不对特性产生影响的区域S内。由此,可提供能够进一步增强振动元件15的安装强度、并且还减少老化特性等的下降的振子1。

[0073] 此外,振动元件15的安装部8的位置优选从振动元件15的一端部(振动基板5的外缘5a)起朝向中心P配置在1.24mm以内。参照图4说明其一例,图4是示出振动元件中的安装部的位置与CI值之间的相关性的曲线图。如图4的曲线图所示,可知当振动元件15的安装部8的位置从振动基板5的外缘5a起超过1.24mm时,作为表示振动元件15的振动难易性的特性值的CI(Crystal Impedance:晶体阻抗)值增大,特性开始劣化。由此,振动元件15的安装部8的位置优选从振动基板5的外缘5a起处于1.24mm以内。

[0074] 另外,安装部8进一步优选配置在由图5的(b)所示的、连接振动元件15的中心P和振动元件15的一端部(振动基板5的外缘5a)的两条假想线D1、D2夹着的区域S内。这里的区域S是将连结振动元件15的一端部(振动基板5的外缘5a)和中心P的假想线C作为基准,使假想线C以中心P为轴,以-θ以上+θ以下的旋转角θ进行旋转而得的区域。通过在这样的区域S内配置安装部8(支承部20),能够进一步减小老化特性等的特性劣化。

[0075] 此外,可知在图5的(b)所示的作为石英的晶轴的X'轴与作为基准线的假想线C的交叉角Φ处于-45°以上+90°以下的范围内时,如果将旋转角θ设为-35°以上+35°以下的范围,则能够将频率变化量设为-25ppm以上+25ppm以下,能够减小频率变化量,频率对交叉角Φ的依存性较小。另外,图5是用于说明安装部的配置区域的图,图5的(a)是示出保持角与频率变化量之间的相关性的曲线图,图5的(b)是用于说明交叉角Φ和旋转角θ的示意图。另外,图5的(a)的曲线图示出了在两条假想线D1、D2与振动元件15的外缘交叉的端部20a、20b的位置处设置了安装部的情况下、即将进行保持的角度设为保持角2θ时的各交叉角Φ处的频率变化率,两条假想线D1、D2是将具有交叉角Φ的假想线C作为基准线而旋转了旋转角θ而得的。

[0076] 如图5的(a)的曲线图所示,可观察到在旋转角θ为-35°以上+35°以下的情况下,Φ依存性变小。在图5的(b)所示的交叉角Φ处于-45°以上+90°以下的范围内时,在保持角2θ为80°(旋转角θ为-40°和+40°)、90°(旋转角θ为-45°和+45°)的情况下,频率变化量超过±25ppm。

[0077] 与此相对,可知如果将保持角2θ设为70°以下(旋转角θ为-35°和+35°),则无论是怎样的交叉角Φ,频率变化量都处于作为可使用范围的±25ppm内。并且可知,在作为石英的晶轴的X'轴与假想线C的交叉角Φ处于-45°以上+90°以下的范围内时,如果保持角2θ在70°以下(旋转角θ为-35°以上+35°以下)的范围内,则频率变化量是作为可使用范围的±25ppm,交叉角Φ的依存性较小。此外,如果保持角2θ处于60°以下(旋转角θ为-30°以上+30°以下)的范围内,则通过将交叉角Φ设为-10°以上+60°以下,频率变化量为±10ppm以下,能够进一步减小频率变化量。

[0078] 另外,对于上述支承部20,以将作为独立部件而单体形成的支承部20接合到封装13的例子作了说明,但是不限于此,例如可以构成为封装13的底板10的一部分或框状基板11的一部分,或者还可以设置为电极图案的一部分等。此外,支承部20可以是设置有多个的结构。在支承部20的个数为多个的情况下,能够增大安装面积,因此能够进一步提高振动元件15的安装强度。

[0079] 在振动元件15的与设置有连接电极27、29的一端相反侧的另一端侧,设置有基座25。基座25包含主体部25a和设置在主体部25a上的凸部25b。基座25被固定在设置于构成封装13的框状基板11的基部28b上的PAD电极39上,具有支承与设置有支承部20的一侧相反侧的振动元件15的保持功能。基座25设置成俯视时与振动元件15的至少一部分重叠即可,在基部28b上的PAD电极39上连接主体部25a,在主体部25a上形成使用了金(Au)等金属的钉头凸块、金属镀覆凸块或焊料凸块等凸部25b。另外,基座25还能够通过将使用了金(Au)等金属的钉头凸块、金属镀覆凸块或焊料凸块等直接设置到基部28b上的PAD电极39上而形成。

[0080] 通过设置这样的基座25,振动元件15被基座25支承,因此能够抑制振动元件15的另一端侧的移位。由此,能够使振动元件15的安装姿态(连接姿态)稳定,能够进一步提高耐冲击性。此外,即使在将振动元件15载置到支承部20上,并通过导电性粘接剂21进行安装时,也能够使振动元件15的姿态稳定,即防止振动元件15向另一端侧倾斜,能够简单地进行振动元件15的安装。

[0081] 另外,在本例中,以设置有一个基座25的例子作了说明,但基座25的数量也可以设置有多个,其数量不受限制。如果设置有多个基座25,则能够使振动元件15的安装姿态(连接姿态)进一步稳定化。

[0082] (作为盖部件的盖)

[0083] 盖26是板状的部件,堵塞朝封装13的上表面敞开的凹部的开口,使用例如缝焊法等接合凹部的开口周围。本例的盖26是板状的,因此容易形成,并且形状的稳定性也优异。此外,本例的盖26采用了铁镍钴合金的板材。通过在盖26中使用铁镍钴合金的板来进行密封时,由铁镍钴合金形成的密封圈40和盖26在相同的熔融状态下熔融,并且还容易进行合金化,因此能够容易且可靠地进行密封。另外,盖26也可以不使用铁镍钴合金而使用其他材料的板材,例如可使用42合金、不锈钢等金属材料,或者与封装13的侧壁12相同的材料等。

[0084] 根据以上叙述的第1实施方式的振子1,通过将导电性粘接剂21配置到多个凸部18的上表面与振动元件15之间、和形成了多个凸部18的狭缝中,与振动元件15的安装面积增大,从而能够提高安装强度。而且,导电性粘接剂21由于毛细管现象而被配置到各个凸部18间的小空间(狭缝)中,因此难以产生孔隙,从而能够抑制由于孔隙产生的振动元件15的安装强度降低。此外,通过如上述那样构成振动元件15的设置安装部8的位置和振动元件15的安装面积,能够确保安装部8所使用的导电性粘接剂21中的振动元件15的安装强度,同时减小导电性粘接剂21的配置位置的偏差,且减小导电性粘接剂21对振动元件15的特性的影响。由此,能够提供可在确保振动元件15的安装强度的同时、还抑制老化特性等电气特性的劣化的振子1。

[0085] (支承部的变形例)

[0086] 接着,使用图6对支承部的变形例进行说明。图6示出构成第1实施方式的振子的支承部的变形例,图6的(a)是俯视图,图6的(b)是正剖视图,图6的(c)是使用了凸块的支承部

的俯视图,图6的(d)是图6的(c)的剖视图。另外,对与上述第1实施方式相同的结构标注相同标号,并省略详细的说明。

[0087] 如图6的(a)、图6的(b)所示,变形例的支承部35由在封装13的框状基板11的上表面所设置的PAD电极22上呈格子状地配置的多个突起部30构成。多个突起部30的各个突起部30相互具有间隙地进行配置。多个突起部30能够在封装13的框状基板11的上表面所设置的PAD电极22上,由使用了金(Au)等金属的钉头凸块、金属镀覆凸块或焊料凸块等形成。

[0088] 这里,作为突起部30的一例,参照图6的(c)、图6的(d)对使用了钉头凸块的结构进行说明。如图6的(c)所示,设置在PAD电极22上的钉头凸块30a在框状基板11的上表面所设置的PAD电极22上呈格子状地配置。此外,如图6的(d)所示,钉头凸块30a的横截面形状至少由两个宽度(直径)构成。钉头凸块30a的振动元件15侧的宽度(直径)小于PAD电极22侧的宽度(直径)。因此,即使在导电性粘接剂31中可能产生气泡,由于振动元件15侧的宽度较小,因此起到气泡从导电性粘接剂31中向外部逸出、而不滞留在导电性粘接剂31中这一效果。此外,如图6的(c)所示,钉头凸块30a由俯视时圆形的曲线、例如圆构成,因此起到气泡难以滞留在导电性粘接剂31中这一效果。另外,在上述说明中,将钉头凸块30a配置成格子状,但也可以随机配置钉头凸块30a。

[0089] 支承部35的一端被固定安装到在封装13的框状基板11的上表面所设置的PAD电极22上,在作为另一端的上表面载置振动元件15。在多个突起部30间的间隙、突起部30的上表面与振动元件15的连接电极29之间、以及支承部35的周围配置有导电性粘接剂31。并且,通过使该导电性粘接剂31固化,将振动元件15安装并连接到支承部35。

[0090] 根据该变形例的支承部35,与上述第1实施方式的支承部20同样,导电性粘接剂31被配置到呈格子状地配置的作为多个凸部的突起部30的上表面与振动元件15之间、多个突起部30各自之间的间隙中,由此连接的表面积增大,能够提高连接强度。而且,导电性粘接剂31由于毛细管现象而被配置到各个突起部30间的间隙中,因此难以产生孔隙,能够抑制孔隙引起的连接强度的降低。此外,将多个突起部30设置成格子状,因此能够在平面稳定地支承振动元件15。

[0091] (振子的变形例)

[0092] 接着,使用图7说明振子的变形例。图7的(a)是示出振子的变形例1的俯视图,图7的(b)是示出振子的变形例2的俯视图。另外,在该图中,示出了省略作为盖部件的盖后的状态。此外,在变形例1和变形例2中,说明使用了圆盘状的SC切振动元件55的例子。

[0093] (变形例1)

[0094] 首先,依照图7的(a)说明振子的变形例1。另外,对与上述实施方式相同的结构标注相同标号,并省略说明。变形例1的振子80是设置有多个基座的结构。

[0095] 变形例1的振子80具有:具有激励电极56的振动元件55;收纳振动元件55的封装13;将振动元件55连接到封装13的支承部20;保持振动元件55的基座25、75、85;以及与封装13之间形成作为收纳空间的内部空间(未图示)的、作为盖体的盖(未图示)。另外,封装13是与上述相同的结构,因此省略说明。

[0096] 在俯视时大致矩形的封装13中的作为收纳空间的内部空间的4个角部,设置有:用于固定振动元件55的基部28a;以及用于保持振动元件55的基部63、73、83。

[0097] 基部28a上设置有PAD电极23。并且,在PAD电极23上设置了具有多个凸部的支承部

20。支承部20呈与在上述第1实施方式、以及支承部的变形例中说明的支承部20相同的结构。振动元件55被载置到支承部20上，并通过导电性粘接剂(未图示)被连接和固定到支承部20。

[0098] 此外，在基部63、73、83上，分别设置有由多个突起构成的基座25、75、85，多个突起配置在俯视时和其他端部重叠的位置处，其他端部是与振动元件55被安装到支承部20的端部不同的端部。本例的基座25、75、85分别由9个突起构成，具有保持振动元件55的功能。

[0099] (变形例2)

[0100] 接着，依照图7的(b)说明振子的变形例2。另外，对与上述变形例1相同的结构标注相同标号，并省略说明。本变形例2的振子90是突起的配置不同的结构，突起构成了对振动元件55进行保持的基座。

[0101] 变形例2的振子90具有：具有激励电极56的振动元件55；收纳振动元件55的封装13；将振动元件55连接到封装13的支承部20；保持振动元件55的基座25、75、85；以及与封装13之间形成内部空间(未图示)的、作为盖体的盖(未图示)。另外，封装13是与上述相同的结构，因此省略说明。

[0102] 在俯视时大致矩形的封装13中的内部空间的4个角部，设置有：用于固定振动元件55的基部28a；以及用于保持振动元件55的基部63、73、83。

[0103] 基部28a上设置有PAD电极23。并且，在PAD电极23上设置了具有多个凸部的支承部20。支承部20呈与在上述第1实施方式、以及支承部的变形例中说明的支承部20相同的结构。振动元件55被载置到支承部20上，并通过导电性粘接剂(未图示)被连接和固定到支承部20。

[0104] 此外，在基部63、73、83上，分别设置有由多个突起构成的基座25、75、85，多个突起配置在俯视时和其他端部重叠的位置处，其他端部是与振动元件55被安装到支承部20的端部不同的端部。本例的基座25、75、85分别由6个突起构成，沿着振动元件55的外周排列，具有保持振动元件55的功能。

[0105] 根据这样的变形例1和变形例2的振子80、90，基座25、75、85的结构不同，但基座25、75、85的各结构也与第1实施方式同样，振动元件55被基座25、75、85支承，因此能够抑制振动元件55的另一端侧的移位。由此，能够使振动元件55的连接姿态稳定，能够进一步提高耐冲击性。此外，即使在将振动元件55载置到支承部20上，并通过导电性粘接剂进行连接时，也能够使振动元件55的姿态稳定，即防止振动元件55向另一端侧倾斜，能够简单地进行振动元件55的连接。

[0106] 此外，与上述第1实施方式的支承部20同样，将导电性粘接剂配置到构成支承部20的多个凸部的上表面与振动元件55之间、多个凸部各自之间的间隙中，由此连接的表面积增大，能够提高连接强度。而且，导电性粘接剂由于毛细管现象而被配置到各个凸部间的间隙中，因此难以产生孔隙，能够抑制孔隙引起的连接强度的降低。

[0107] 另外，在上述说明中，作为振动元件15、55，以使用了外形形状为大致圆形的石英基板的例子作了说明，但即使石英基板的外形形状不是大致圆形也能够应用本发明。例如，即使使用外形形状为大致正方形、或呈矩形的振动基板，也具有与上述相同的效果。

[0108] 此外，在上述说明中，使用石英作为形成振动元件15的压电材料进行了说明，但作为压电材料，不限于此，例如还能够使用钽酸锂、铌酸锂等压电材料。此外，也可以是在硅或

玻璃基板上形成振动元件的MEMS (Micro Electro Mechanical Systems:微机电系统) 元件。此外,还可以是在硅或玻璃基板等基板上形成振动体的振动元件。

[0109] <第2实施方式和第3实施方式>

[0110] 接着,使用图8对本发明的第2实施方式和第3实施方式的振荡器进行说明。图8示出本发明的第2实施方式和第3实施方式的振荡器的概略,图8的(a)是示出第2实施方式的正剖视图,图8的(b)是示出第3实施方式的正剖视图。另外,在以下的说明中,对与上述第1实施方式相同的结构的振子1,标注相同标号并省略其详细说明。

[0111] 首先,说明图8的(a)所示的、第2实施方式的振荡器。图8的(a)所示的振荡器150a具有内部空间224,该内部空间224由盖在印刷基板101a上的金属或树脂制的帽部155形成。帽部155使用焊料123等被连接在印刷基板101a上。该内部空间224可以是非气密的、即朝大气敞开的,也可以是气密空间。内部空间224中具有:通过连接板105与印刷基板101a连接的振子1;与设置于振子1的反面的导热层107连接的加热元件106;以及被连接在印刷基板101a上的电路元件110。振子1配置成连接有加热元件106的反面与印刷基板101a相对,并经由连接板105与印刷基板101a连接。另外,连接板105还具有实现振子1与印刷基板101a的电连接的功能。电路元件110至少具有控制振子1和加热元件106的功能。此外,在振子1的反面,除了加热元件106以外,还可以具有其他电路结构部件121。此外,在印刷基板101a上,除了电路元件110以外,还可以具有电子部件120。在印刷基板101a的反面(外表面)设置有外部连接端子122。虽然未图示,但外部连接端子122与电路元件110、电子部件120等进行电连接。

[0112] 接着,说明图8的(b)所示的、第3实施方式的振荡器。图8的(b)所示的振荡器200a具有内部空间224,该内部空间224由盖在印刷基板101a上的金属或树脂制的帽部155形成。帽部155使用焊料123等被连接在印刷基板101a上。该内部空间224可以是非气密的、即朝大气敞开的,也可以是气密空间。内部空间224中具有:通过连接板105与印刷基板101a连接的振子1;与设置于振子1的反面的导热层107连接的加热元件106;以及被连接在印刷基板101a上的电路元件110。振子1配置成连接有加热元件106的反面与帽部155的上表面(凹面)相对,并经由连接板105与印刷基板101a连接。另外,连接板105还具有实现振子1与印刷基板101a的电连接的功能。电路元件110至少具有控制振子1和加热元件106的功能。此外,在振子1的反面,除了加热元件106以外,还可以具有其他电路结构部件121。此外,在印刷基板101a上,除了电路元件110以外,还可以具有电子部件120。在印刷基板101a的反面(外表面)设置有外部连接端子122。虽然未图示,但外部连接端子122与电路元件110、电子部件120等进行电连接。

[0113] 在第2实施方式和第3实施方式的振荡器150a、200a中,除了上述第1实施方式的振子1的效果以外,还具有以下那样的效果。能够将通过加热元件106加热后的封装13(参照图1)的热能传导至振动元件15(参照图1)。此外,在振子1的封装13(参照图1)的反面设置有导热层107。导热层107的外形(外缘)被设置成其中包含加热元件106的外形(外缘),因此能够通过导热层107将由加热元件106产生的热能扩散到大面积范围,能够以大面积对封装13进行加热。由此,能够将封装13加热(加温)至均匀的温度。由此,能够将振动元件15保持到规定的恒温状态,能够提供使用了振子1的振荡器150a、200a,该振子1可抑制使用环境的温度变化引起的频率变动,并提高了所谓的频率温度特性的精度。即,能够提供抑制了使用环境

的温度变化引起的特性变动的振荡器150a、200a。

[0114] 另外,在第2实施方式和第3实施方式中,以振荡器150a、200a为例作了说明,但还能够应用于未搭载电路元件110的、所谓的温度补偿型的振子。

[0115] [电子设备]

[0116] 接着,根据图9~图11,对应用了本发明一个实施方式的振子1和振荡器150a、200a的电子设备进行详细说明。另外,在说明中,示出了应用具有振动元件15的振子1的例子。

[0117] 图9是示出具有本发明一个实施方式的振子1的作为电子设备的移动型(或笔记本型)的个人计算机的结构概略的立体图。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1101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。在这样的个人计算机1100中内置了具有作为信号处理的定时源的功能的振子1。

[0118] 图10是示出具有本发明一个实施方式的振子1的作为电子设备的移动电话机(也包括PHS)的结构概略的立体图。在该图中,移动电话机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1201。在这样的移动电话机1200中内置了具有作为信号处理的定时源的功能的振子1。

[0119] 图11是示出具有本发明的一个实施方式的振子1的作为电子设备的数字静态照相机的结构概略的立体图。另外,在该图中,还简单地示出与外部设备之间的连接。这里,以往的胶片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,数字静态照相机1300则通过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)。

[0120] 在数字静态照相机1300中的外壳(机身)1302的背面设置有显示部1301,构成为根据CCD的摄像信号进行显示,显示部1301作为将被摄体显示为电子图像的取景器发挥功能。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。

[0121] 摄影者确认显示部1301中显示的被摄体像并按下快门按钮1306时,将该时刻的CCD的摄像信号传输到存储器1308内进行存储。并且,在该数字静态照相机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,在视频信号输出端子1312上连接电视监视器1430,在数据通信用的输入输出端子1314上连接个人计算机1440。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。在这样的数字静态照相机1300中内置了具有作为信号处理的定时源的功能的振子1。

[0122] 另外,除了图9的个人计算机(移动型个人计算机)、图10的移动电话机、图11的数字静态照相机以外,本发明的一个实施方式的振子1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)、飞行模拟器等电子设备。另外,如果使用在上述第2实施方式、第3实施方式中说明的具有加热元件106的振荡器150a、200a等,则还适用于通

信基站等、在温度环境严酷的条件下使用的电子设备。

[0123] [移动体]

[0124] 图12是概略地示出作为移动体的一例的汽车的立体图。在汽车506上搭载有本发明的振子1。例如,如该图所示,在作为移动体的汽车506中,在车体507上搭载有电子控制单元508,该电子控制单元508内置振子1并控制轮胎509等。此外,振子1除此以外还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)、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)。

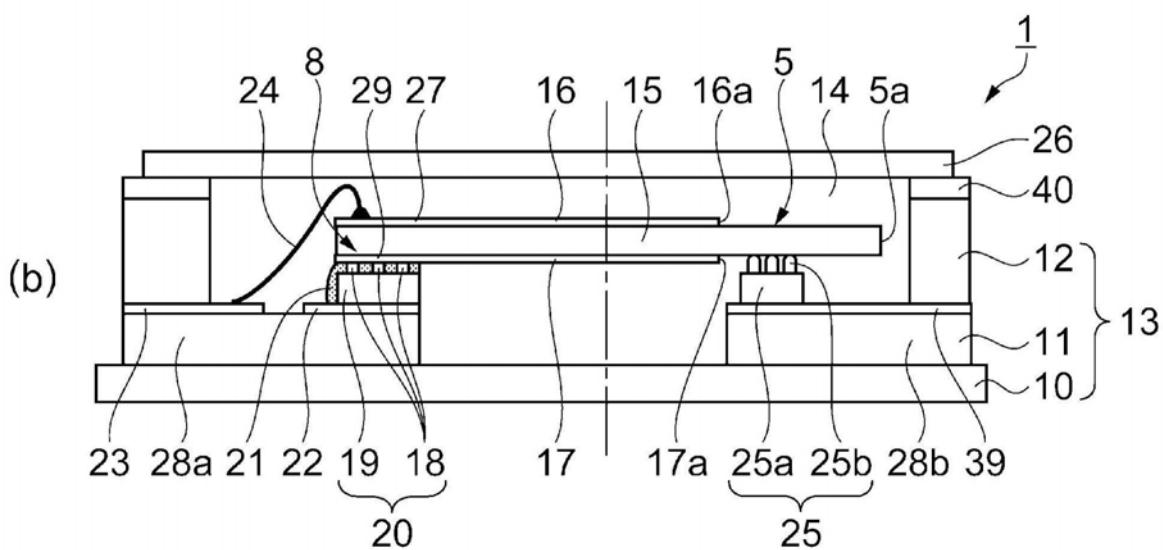
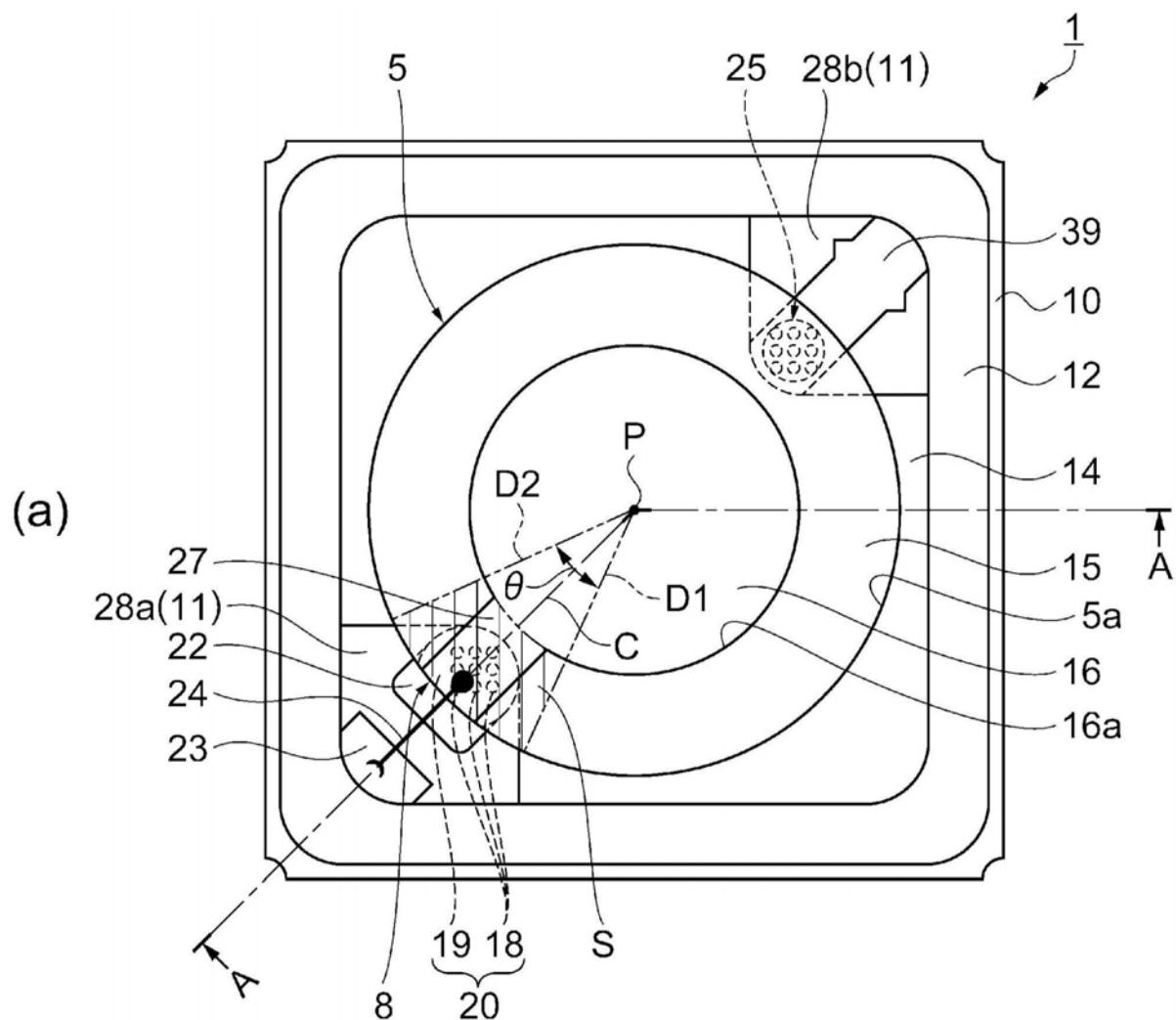


图1

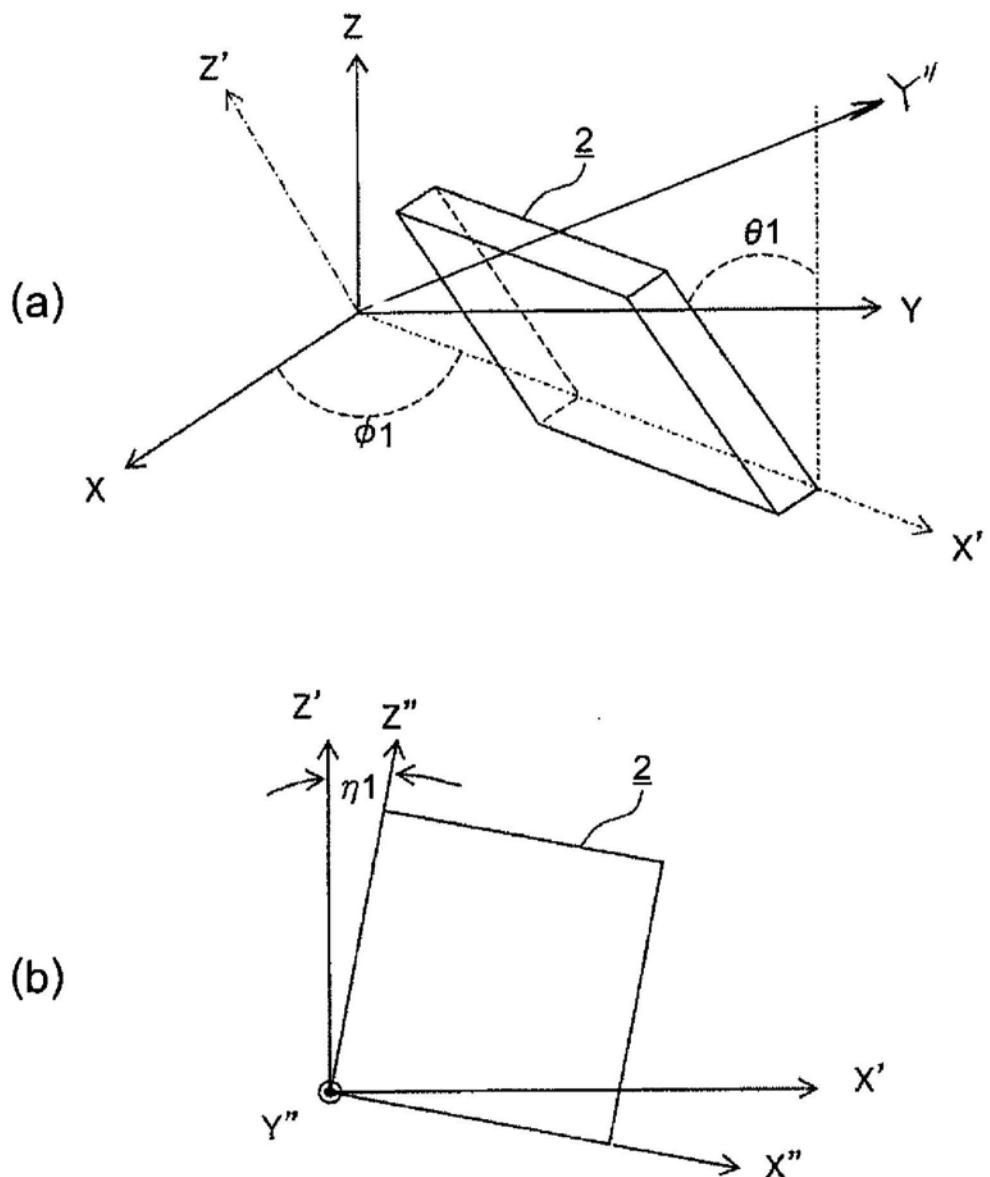


图2

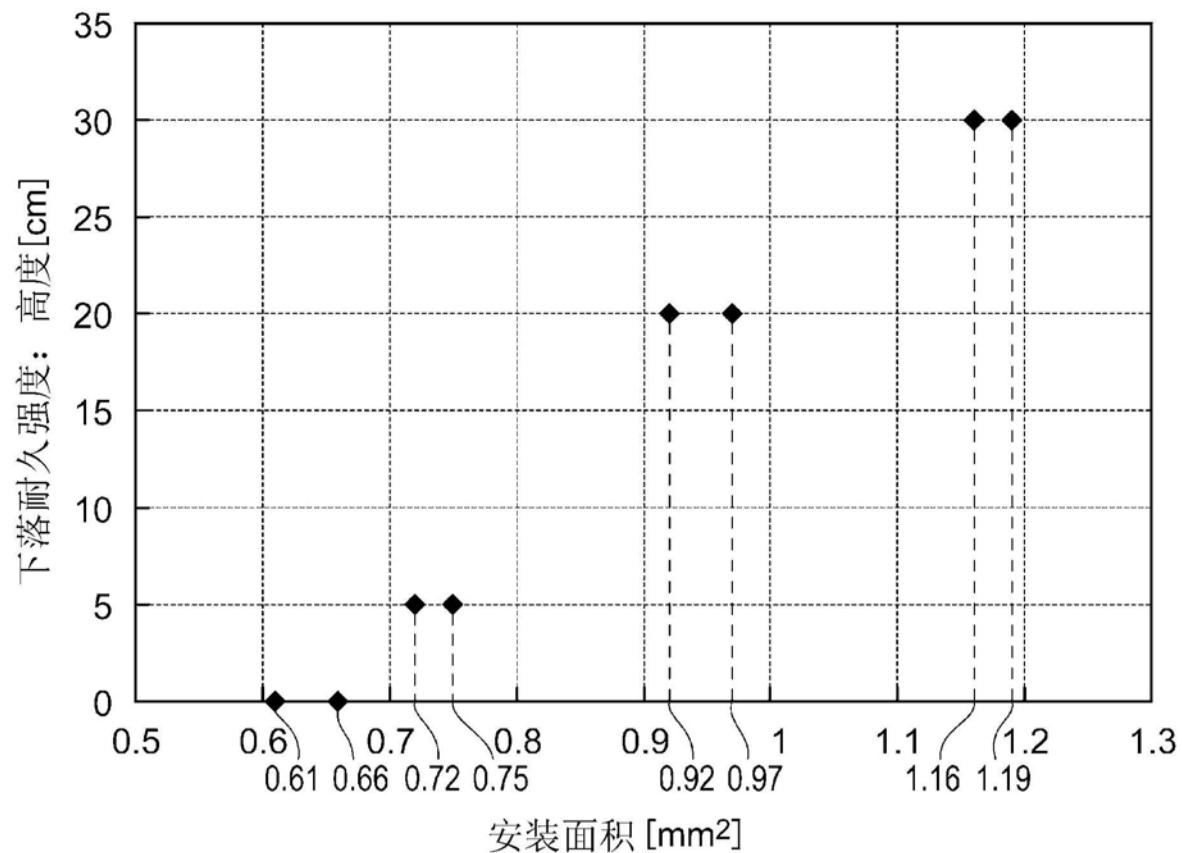


图3

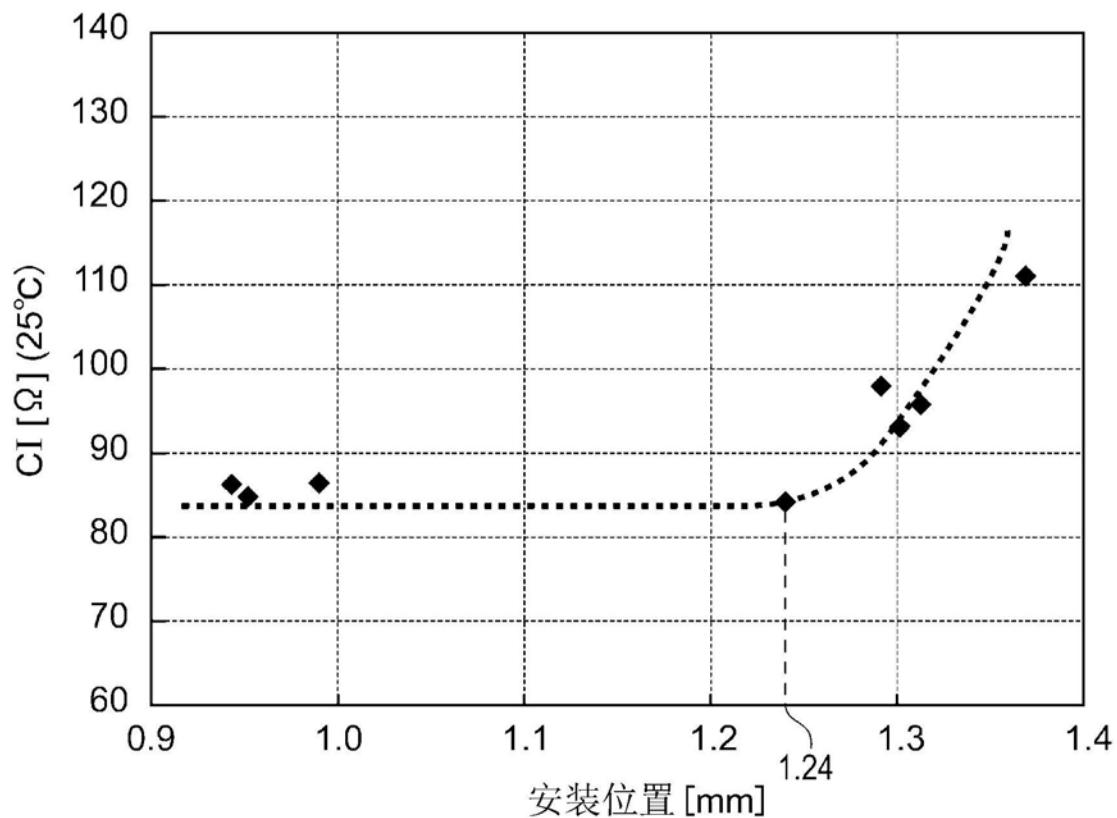
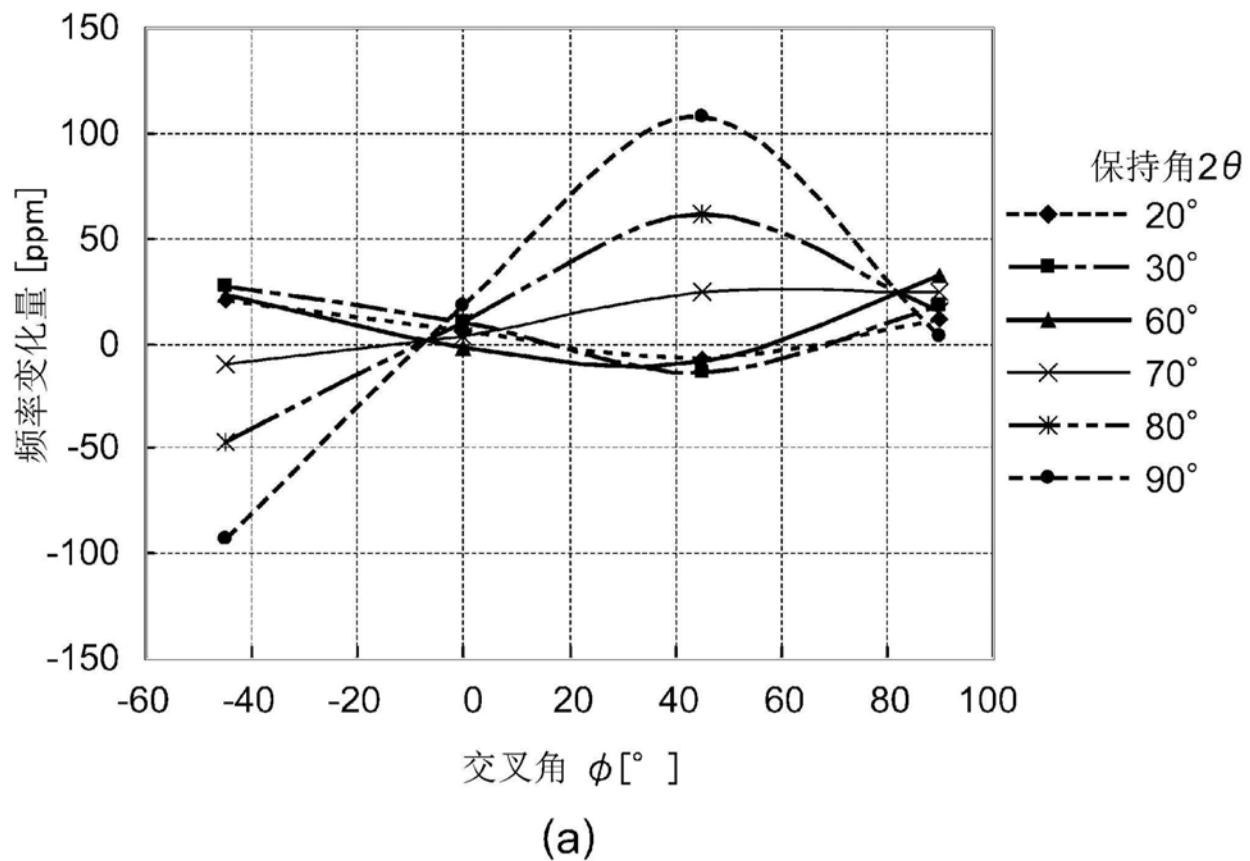
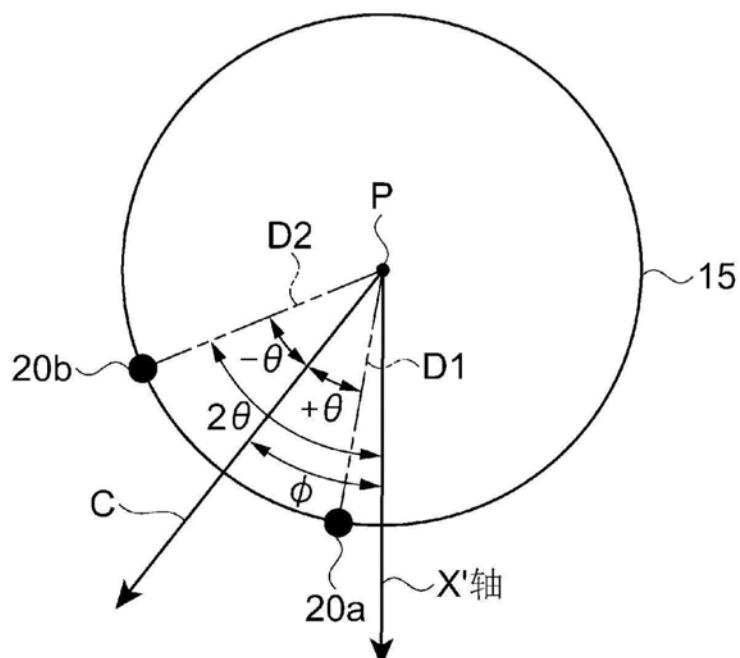


图4



(a)



(b)

图5

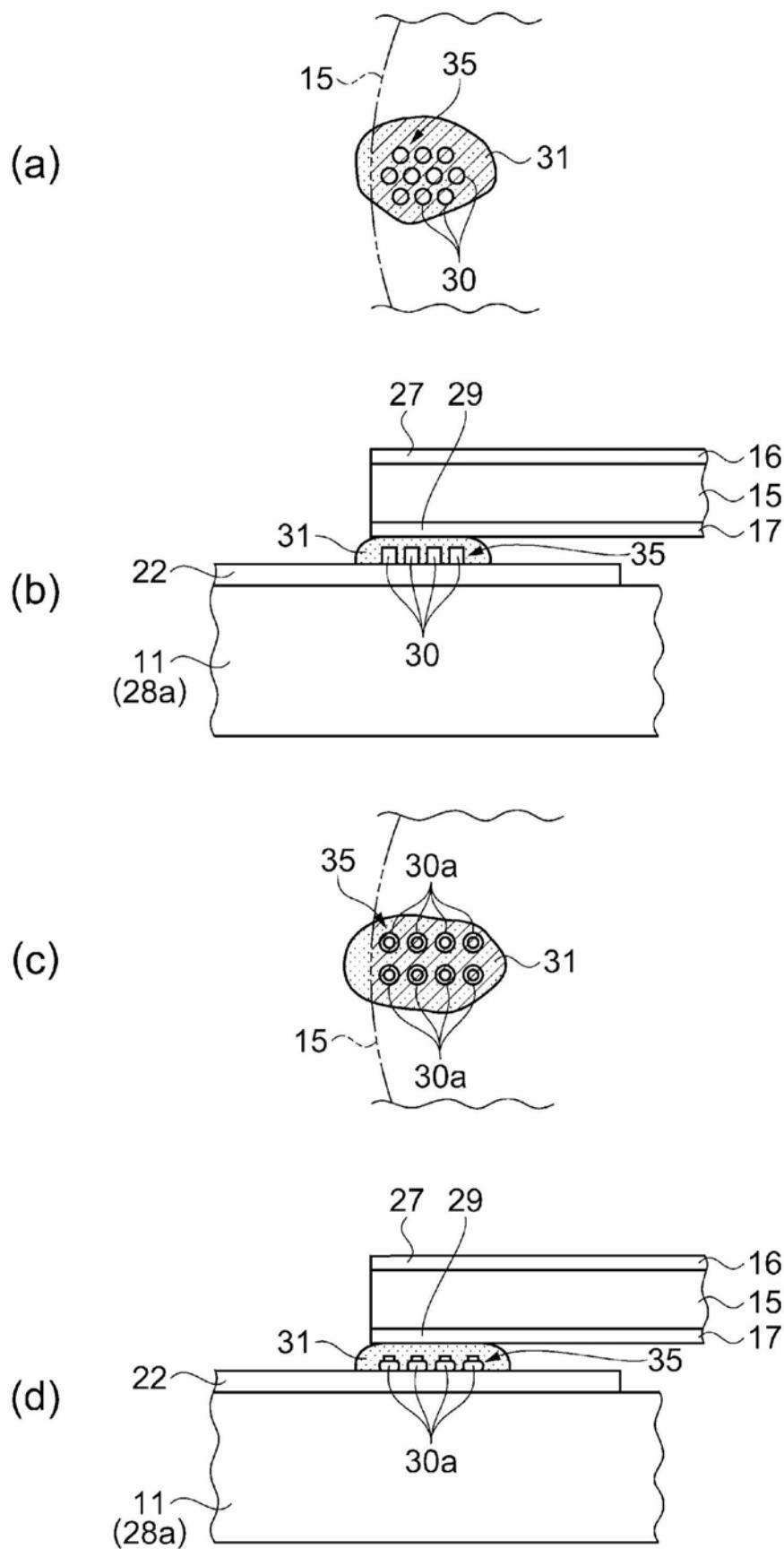


图6

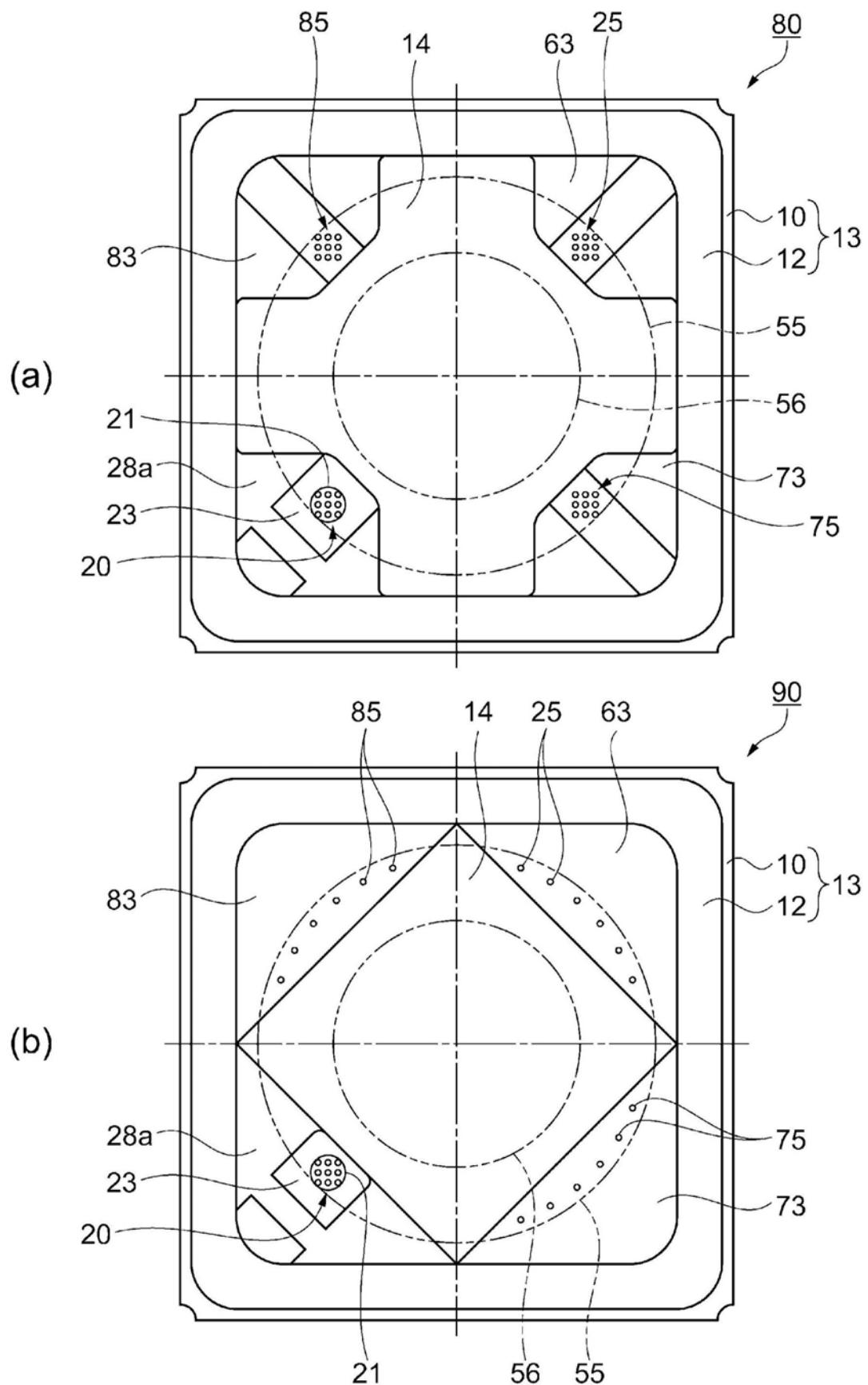


图7

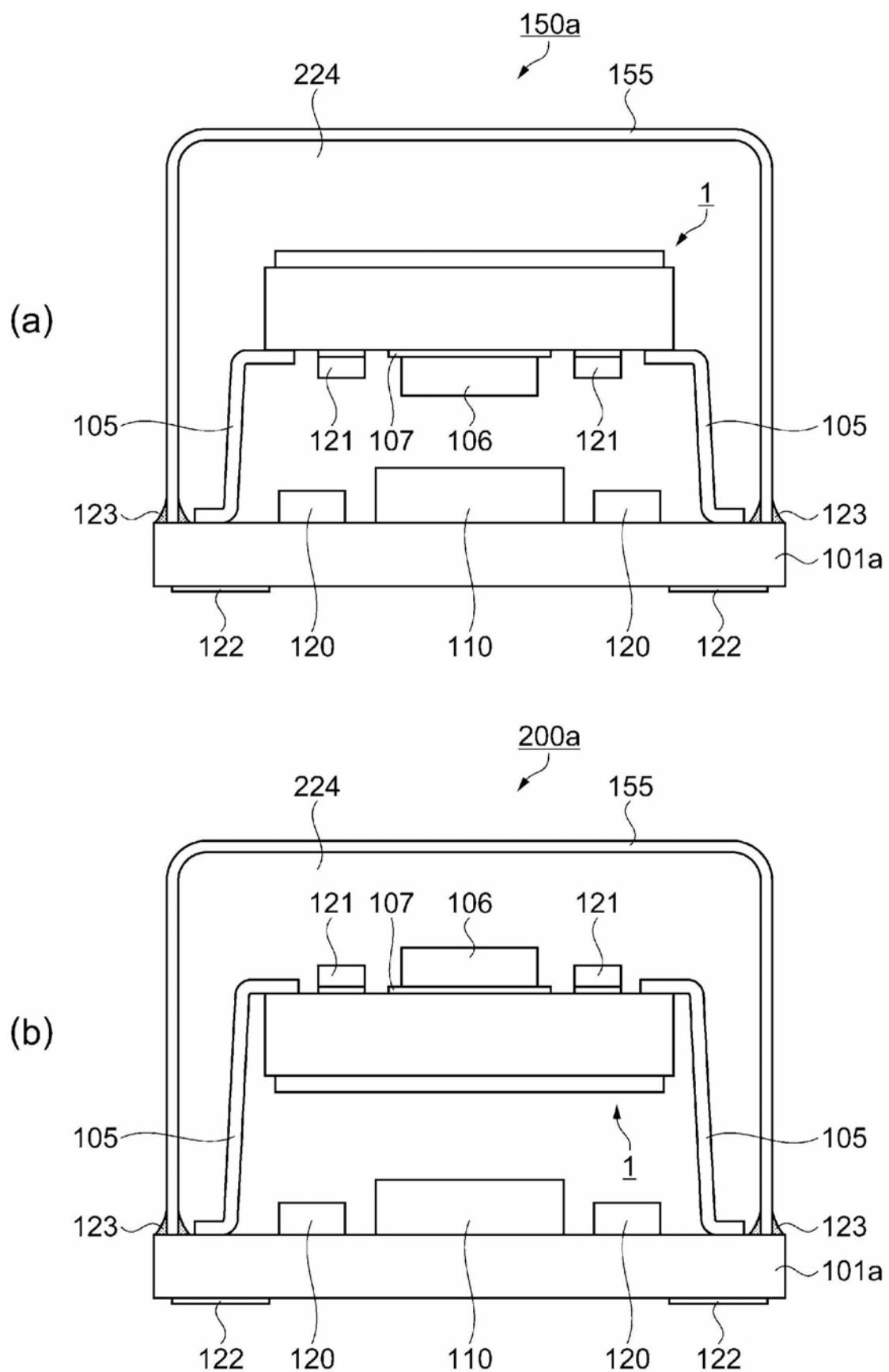


图8

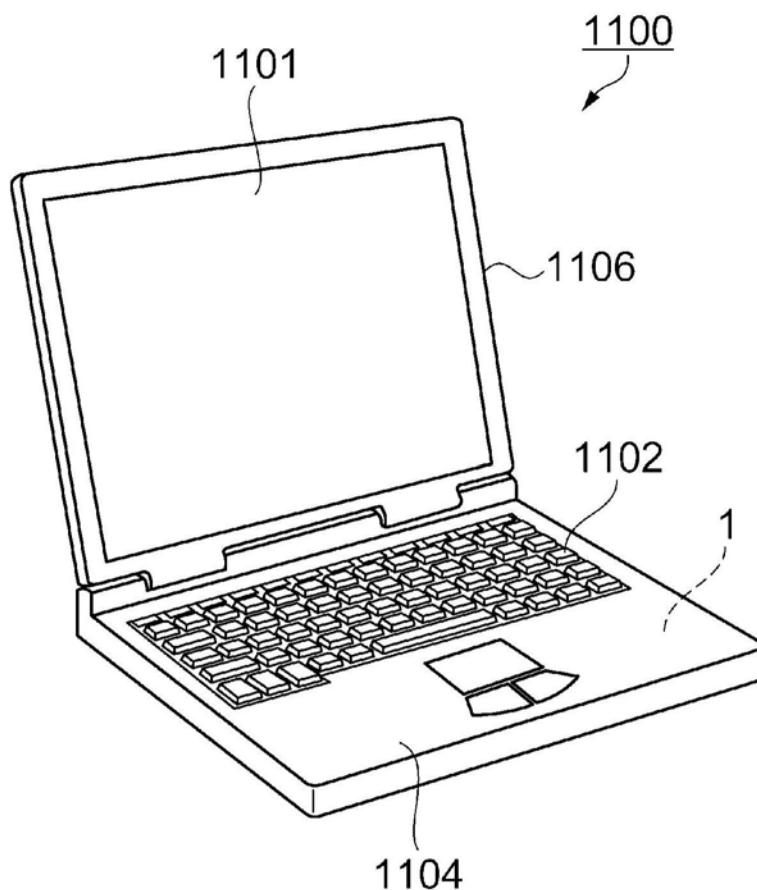


图9

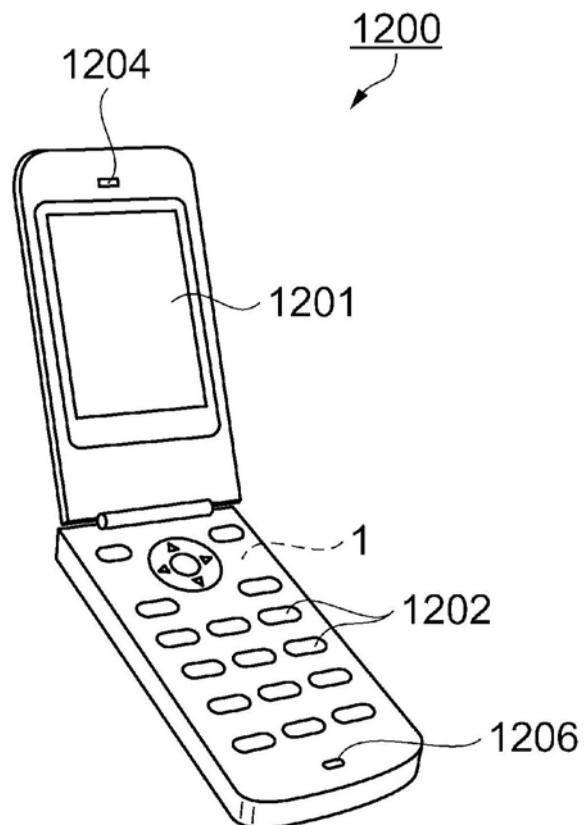


图10

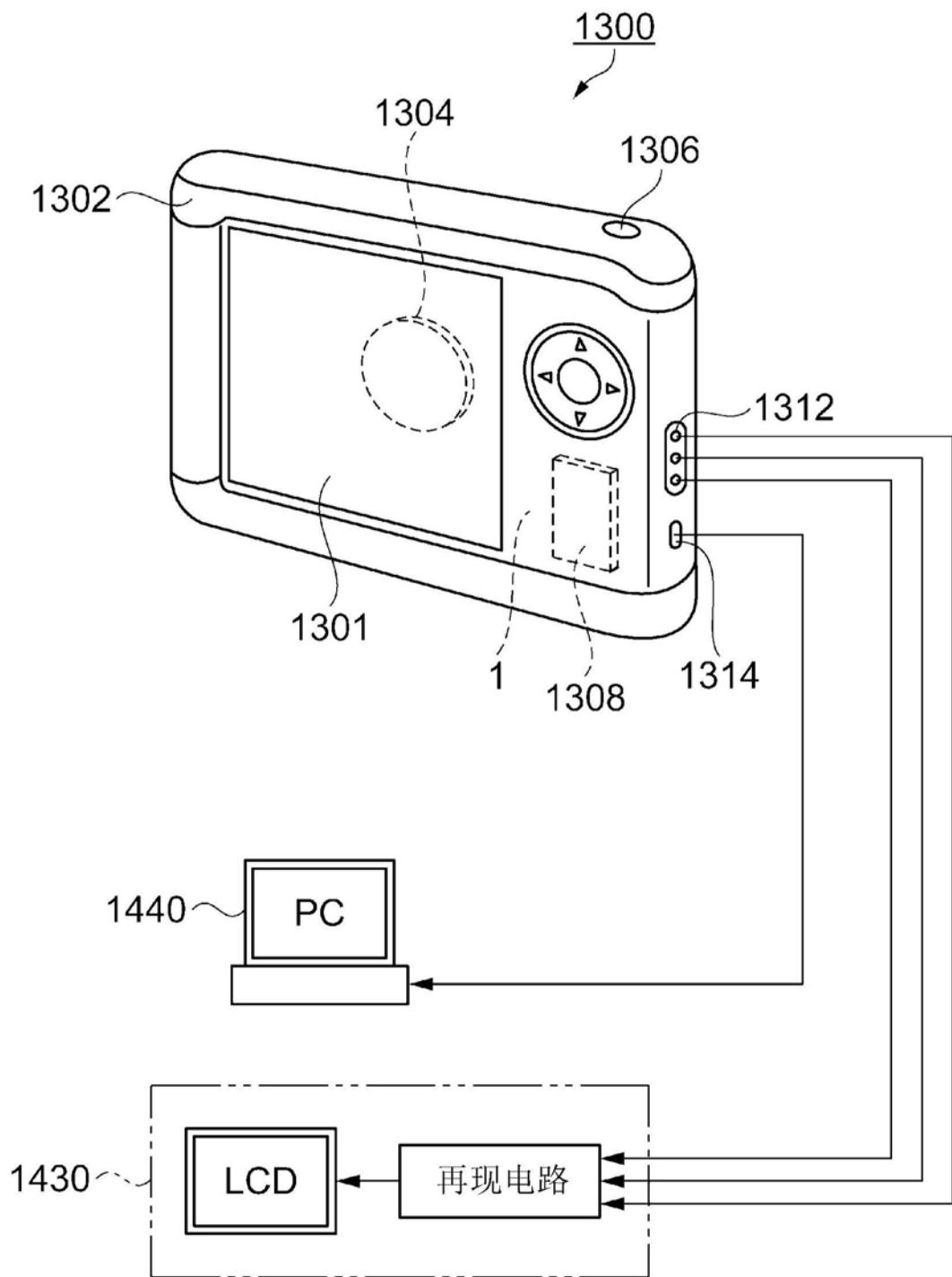


图11

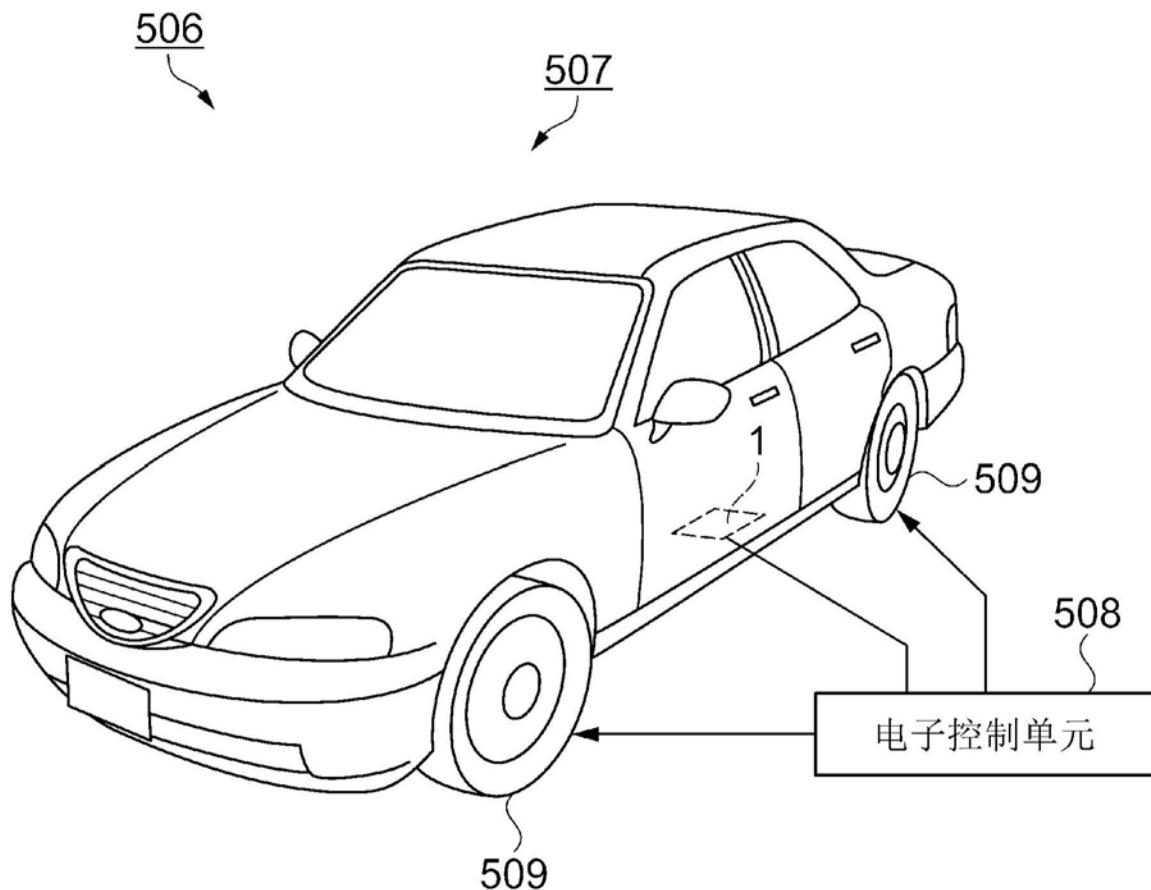


图12