



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103575429 B

(45) 授权公告日 2016. 02. 03

(21) 申请号 201310335021. 4

(22) 申请日 2013. 08. 02

(30) 优先权数据

2012-173748 2012. 08. 06 JP

(73) 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 市川想

(74) 专利代理机构 北京金信知识产权代理有限

公司 11225

代理人 黄威 苏萌萌

(51) Int. Cl.

G01L 1/10(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 实用新案登陆第 3107372 号

U, 2004. 12. 08, 全文.

CN 1737498 A, 2006. 02. 22, 全文.

US 2006/0216848 A1, 2006. 09. 28, 全文.

CN 102197589 A, 2011. 09. 21, 全文.

CN 102195598 A, 2011. 09. 21, 全文.

CN 102204090 A, 2011. 09. 28, 全文.

US 4751849 A, 1988. 06. 21, 说明书第 3 栏第 60 行至第 4 栏第 5 行、第 5 栏第 26 行至第 6 栏第 11 行、图 2-3 及图 7.

审查员 袁欣琪

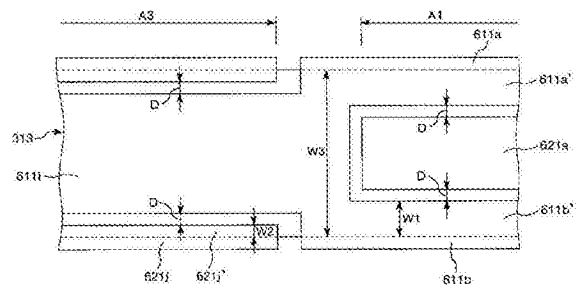
权利要求书2页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

振动片、电子装置以及电子设备

(57) 摘要

本发明提供一种振动片、电子装置以及电子设备,所述振动片能够防止或抑制断线、特别是制造时的断线。振动片(5)包括:一对基部(311、312),其以分隔的方式而配置;一对振动臂(313、314),其被配置在一对基部(311、312)之间。此外,振动臂(313、314)分别具有位于延伸方向上的两端部处的一对端部区域(A1、A2)、和位于端部区域(A1、A2)之间的中央部区域(A3)这三个振动区域。在各个区域(A1~A3)中分别配置有从振动臂(313、314)的侧面跃上至主面上的电极片(611、621),并且被配置在端部区域(A1、A2)内的电极片的、位于主面上的部分的平均宽度(W1),大于被配置在中央部区域(A3)内的电极片的、位于主面上的部分的平均宽度(W2)。



1. 一种振动片,其特征在于,具有:

两个基部,其以分隔的方式而配置;

振动臂,其位于两个所述基部之间,且以从一个所述基部朝向另一个所述基部延伸的方式而配置,并对两个所述基部进行连结,所述振动臂具有振动区域,所述振动区域具备位于延伸方向上的两端部侧的一对端部区域、和位于一对所述端部区域之间的中央部区域,

在一对所述端部区域和所述中央部区域内,分别配置有从所述振动臂的侧面跃上至与所述侧面相连接的主面上的电极片以及与所述从侧面跃上至主面上的电极片并排形成在所述主面上的主面上的电极片,并且所述端部区域内的所述主面上的所述从侧面跃上的电极片的平均宽度,大于所述中央部区域内的所述主面上的所述从侧面跃上的电极片的平均宽度。

2. 如权利要求 1 所述的振动片,其特征在于,

所述端部区域和所述中央部区域内的主面上的所述电极片的宽度沿着所述振动臂的延伸方向为固定。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的振动片,其特征在于,

当将所述端部区域内的主面上的、所述电极片的宽度的平均宽度设为  $W$ ,并将所述振动臂在所述端部区域内的平均宽度设为  $W'$  时,满足如下的关系,即, $0 < W \leq W' / 6$ 。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的振动片,其特征在于,

所述主面上的所述电极片的平均宽度在  $7.5 \mu\text{m}$  以上。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的振动片,其特征在于,

所述振动区域通过一对所述端部区域和所述中央部区域这三个区域而构成。

6. 一种电子装置,其特征在于,

具备如下的振动片,

所述振动片具有:

两个基部,其以分隔的方式而配置;

振动臂,其位于两个所述基部之间,且以从一个所述基部朝向另一个所述基部延伸的方式而配置,并对两个所述基部进行连结,所述振动臂具有振动区域,所述振动区域具备位于延伸方向上的两端部侧的一对端部区域、和位于一对所述端部区域之间的中央部区域,

在一对所述端部区域和所述中央部区域内,分别配置有从所述振动臂的侧面跃上至与所述侧面相连接的主面上的电极片以及与所述从侧面跃上至主面上的电极片并排形成在所述主面上的主面上的电极片,并且所述端部区域内的所述主面上的所述从侧面跃上的电极片的平均宽度,大于所述中央部区域内的所述主面上的所述从侧面跃上的电极片的平均宽度。

7. 如权利要求 6 所述的电子装置,其中,

所述电子设备为如下的压力检测元件,

所述压力检测元件包括:

隔膜层,其具有隔膜;

所述振动片,其被固定在所述隔膜上。

8. 一种电子设备,其特征在于,

具备如下的振动片,

所述振动片具有：

两个基部，其以分隔的方式而配置；

振动臂，其位于两个所述基部之间，且以从一个所述基部朝向另一个所述基部延伸的方式而配置，并对两个所述基部进行连结，所述振动臂具有振动区域，所述振动区域具备位于延伸方向上的两端部侧的一对端部区域、和位于一对所述端部区域之间的中央部区域，

在一对所述端部区域和所述中央部区域内，分别配置有从所述振动臂的侧面跃上至与所述侧面相连接的主面上的电极片以及与所述从侧面跃上至主面上的电极片并排形成在所述主面上的主面上的电极片，并且所述端部区域内的所述主面上的所述从侧面跃上的电极片的平均宽度，大于所述中央部区域内的所述主面上的所述从侧面跃上的电极片的平均宽度。

## 振动片、电子装置以及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种振动片、电子装置以及电子设备。

### 背景技术

[0002] 一直以来,作为压力传感器,已知一种将双音叉型的振动片接合在隔膜上的结构。在这种结构的压力传感器中,通过所施加的压力,振动片和隔膜一起发生变形,并通过对与该变形的程度相对应地发生变化的振动片的共振频率进行测定,从而对被施加在压力传感器上的压力的大小进行检测(例如,参照专利文献1)。

[0003] 振动片具有一对基部、和对该一对基部进行连结的一对振动臂,在各个振动臂上配置有第一电极片和第二电极片。第一电极片和第二电极片被形成为,在各个振动臂的延伸方向和周向中的每一个方向上交替分布,并且被配置为,在一个振动臂和另一个振动臂上配置相反。已知通过采用这种配置,从而使振动臂的振动效率得到提高的情况。

[0004] 然而,在专利文献1的振动片中,被配置在位于各个振动臂的两端部处的振动区域(端部区域)内的侧面上的电极片(在一个振动臂上为第一电极片,在另一个振动臂上为第二电极片)的、跃上至主面上的部分的宽度,和被配置在位于振动臂的中央部处的振动区域(中央部区域)内的侧面上的电极片(在一个振动臂上为第二电极片,在另一个振动臂上为第一电极片)的、跃上至主面上的部分的宽度分别被构成为,较为狭窄且大致相等。当采用这种结构时,在制造时(第一、第二电极片的图案形成工序),被配置在端部区域内的侧面上的电极片在振动臂的延伸方向上被分割,从而以此为原因而产生断线。

[0005] 具体地进行说明,电极片的制造包括:使用光刻法而在被形成于振动臂的表面上的金属膜上形成抗蚀剂图案的工序、和使用蚀刻法而对从抗蚀剂图案中露出的金属膜进行去除的工序。抗蚀剂图案是通过如下方式而形成的,即,向涂敷于金属膜上的正性光刻胶膜照射曝光用光,并通过显影而对照射了曝光用光的部分的光刻胶膜进行去除。虽然也需要对振动臂的侧面(特别是,将各个振动臂的内侧面彼此连接的基部的侧面)实施曝光用光的照射,但此时,被基部的侧面所反射的曝光用光被照射到各个振动臂的端部区域的侧面、主面的与侧面之间的边界部附近这种原本不会照射曝光用光的位置,其结果为,形成一部分不慎发生了缺损的抗蚀剂图案。当使用这种抗蚀剂图案来实施蚀刻时,形成于端部区域的侧面上的电极片将在振动臂的延伸方向上被分割,这种情况将会导致断线。

[0006] 专利文献1:日本特开2007-171123号公报

### 发明内容

[0007] 本发明的目的在于,提供一种能够防止或抑制断线、特别是制造时的断线的振动片、具备该振动片的电子装置及电子设备。

[0008] 本发明为解决上述问题的至少一部分而完成的,其能够作为以下的方式或应用例而实现。

[0009] 应用例1

[0010] 本发明的振动片的特征在于,具有:两个基部,其以分隔的方式而配置;振动臂,其位于两个所述基部之间,且以从一个所述基部朝向另一个所述基部延伸的方式而配置,并对两个所述基部进行连结,所述振动臂具有振动区域,所述振动区域具备位于延伸方向上的两端部侧的一对端部区域、和位于一对所述端部区域之间的中央部区域,在一对所述端部区域和所述中央部区域内,分别配置有从上述振动臂的侧面跃上至与所述侧面相连接的主面上的电极片,并且所述端部区域内的所述主面上的所述电极片的平均宽度,大于所述中央部区域内的所述主面上的所述电极片的平均宽度。

[0011] 通过设定为这种结构,从而即使例如在电极片的制造时,端部区域的电极片的、被形成于振动臂的侧面上的部分不慎被去除,也由于通过跃上至主面上的端部跃上部而维持了导通,因此能够防止不慎的断线。

[0012] 应用例 2

[0013] 在本发明的振动片中,优选为,所述端部区域和所述中央部区域内的主面上的所述电极片的宽度沿着所述振动臂的延伸方向为固定。

[0014] 通过设定为这种结构,从而防止制造工序中的不慎的断线,由此使振动臂的振动较为稳定。

[0015] 应用例 3

[0016] 在本发明的振动片中,优选为,当将所述端部区域内的主面上的所述电极片的宽度的平均宽度设为  $W$ ,并将所述振动臂在所述端部区域内的平均宽度设为  $W'$  时,满足如下关系,即, $0 < W \leq W' / 6$ 。

[0017] 通过设定为这种结构,从而能够将振动臂的振动效率维持得足够高,由此能防止制造时的不慎的断线。

[0018] 应用例 4

[0019] 在本发明的振动片中,优选为,所述主面上的所述电极片的平均宽度在  $7.5 \mu\text{m}$  以上。

[0020] 通过设定为这种结构,从而能够更加可靠地防止制造时的不慎的断线。

[0021] 应用例 5

[0022] 在本发明的振动片中,优选为,所述振动区域通过一对所述端部区域和所述中央部区域这三个区域而构成。

[0023] 由此,能够更加有效地使振动臂进行振动。

[0024] 应用例 6

[0025] 本发明的电子装置的特征在于,具备如下的振动片,所述振动片具有:两个基部,其以分隔的方式而配置;振动臂,其位于所述两个基部之间,且以从一个所述基部朝向另一个所述基部延伸的方式而配置,并对两个所述基部进行连结,所述振动臂具有振动区域,所述振动区域具备位于延伸方向上的两端部侧的一对端部区域、和位于一对所述端部区域之间的中央部区域,在一对所述端部区域和所述中央部区域内,分别配置有从所述振动臂的侧面跃上至与所述侧面相连接的主面上的电极片,并且所述端部区域内的所述主面上的所述电极片的平均宽度,大于所述中央部区域内的所述主面上的所述电极片的平均宽度。

[0026] 由此,能够获得可靠性较高的电子装置。

[0027] 应用例 7

[0028] 本发明的电子装置优选为压力检测元件,所述压力检测元件包括:隔膜层,其具有隔膜;所述振动片,其被固定在所述隔膜上。

[0029] 由此,电子装置成为可靠性较高的压力检测元件。

[0030] 应用例 8

[0031] 本发明的电子设备的特征在于,具备如下的振动片,所述振动片具有:两个基部,其以分隔的方式而配置;振动臂,其位于两个所述基部之间,且以从一个所述基部朝向另一个所述基部延伸的方式而配置,并对两个所述基部进行连结,所述振动臂具有振动区域,所述振动区域具备位于延伸方向上的两端部侧的一对端部区域、和位于一对所述端部区域之间的中央部区域,在一对所述端部区域和所述中央部区域内,分别配置有从所述振动臂的侧面跃上至与所述侧面相连接的主面上的电极片,并且所述端部区域内的所述主面上的所述电极片的平均宽度,大于所述中央部区域内的所述主面上的所述电极片的平均宽度。

[0032] 由此,能够获得可靠性较高的电子设备。

## 附图说明

[0033] 图 1 为表示本发明的第一实施方式所涉及的压力传感器的立体图。

[0034] 图 2 为图 1 所示的压力传感器的分解立体图。

[0035] 图 3 为图 1 所示的压力传感器所具备的振动片的平面图,图 3 (a) 为俯视图,图 3 (b) 为下表面的透视图。

[0036] 图 4 (a) 为沿图 3 中的 A-A 线的剖视图,图 4 (b) 为沿图 3 中的 B-B 线的剖视图,图 4 (c) 为沿图 3 中的 C-C 线的剖视图。

[0037] 图 5 为图 3 所示的振动片的局部放大俯视图。

[0038] 图 6 为对图 1 所示的压力传感器的动作进行说明的剖视图。

[0039] 图 7 为用于对压力传感器的制造方法进行说明的立体图。

[0040] 图 8 为用于对压力传感器的制造方法进行说明的立体图。

[0041] 图 9 为用于对压力传感器的制造方法进行说明的立体图。

[0042] 图 10 为表示应用了具备本发明的电子装置的电子设备的、便携式(或笔记本式)的个人计算机的结构立体图。

[0043] 图 11 为表示应用了具备本发明的电子装置的电子设备的、移动电话(也包含 PHS)的结构立体图。

[0044] 图 12 为表示应用了具备本发明的电子装置的电子设备的、数码照相机的结构的立体图。

[0045] 图 13 为表示应用了具备本发明的电子装置的电子设备的、移动体(汽车)的结构立体图。

## 具体实施方式

[0046] 以下,根据附图所示的实施方式对本发明的振动片、电子装置以及电子设备进行详细说明。

[0047] 第一实施方式

[0048] 图 1 为,表示本发明的第一实施方式所涉及的压力传感器的立体图,图 2 为,图 1

所示的压力传感器的分解立体图,图 3 为,图 1 所示的压力传感器所具备的振动片的平面图,图 3 (a)为俯视图,图 3 (b)为下表面的透视图,图 4 (a)为,沿图 3 中的 A-A 线的剖视图,图 4 (b)为,沿图 3 中的 B-B 线的剖视图,图 4 (c)为,沿图 3 中的 C-C 线的剖视图,图 5 为,图 3 所示的振动片的局部放大俯视图,图 6 为,对图 1 所示的压力传感器的动作进行说明的剖视图,图 7、图 8 以及图 9 为,用于对压力传感器的制造方法进行说明的立体图。另外,在以下的说明中,将图 1 中的上侧称为“上”,下侧称为“下”。对于其他图而言,也与之相对应地进行说明。此外,在以下,如图 1 所示,将相互正交的三个轴设定为 X 轴、Y 轴以及 Z 轴,并将 Z 轴设为与压力传感器的厚度方向相一致的轴。

[0049] 如图 1 及图 2 所示,压力传感器 1 具有隔膜层 2、嵌入有振动片(本发明的振动片) 5 以作为振动体 31 的振动体层 3、和基座层 4,并以层叠这三个层 2、3、4 的方式而构成。

[0050] 优选为,隔膜层 2、振动体层 3 以及基座层 4 分别由水晶构成。如此,由于利用相同的材料来构成隔膜层 2、振动体层 3 以及基座层 4,从而能够抑制因线膨胀率的不同而产生的、振动片 5 的非预期的翘曲或挠曲,进而能够提高压力传感器 1 的压力检测精度。特别是,由于利用水晶来构成振动体层 3,从而成为具有优异的温度特性、振动特性的压力传感器 1。

[0051] 隔膜层 2、振动体层 3 以及基座层 4 的外形形状分别可以使用例如光刻法和干式蚀刻或湿式蚀刻等各种蚀刻方法,而由一张水晶平板来形成。

[0052] 隔膜层 2、振动体层 3 以及基座层 4 利用低熔点玻璃而被接合在一起。此处,作为低熔点玻璃,虽然并不被特别限定,但优选使用线膨胀率与水晶接近的钒类的低熔点玻璃。由此,能够抑制因各个层 2、3、4 与低熔点玻璃之间的线膨胀率的不同而产生的、振动片 5 的非预期的翘曲或挠曲。

[0053] 此外,优选在低熔点玻璃中含有颗粒状的隔离物。由于含有隔离物,从而能够更加有效地抑制因各个层 2、3、4 与低熔点玻璃之间的线膨胀率的不同而产生的、振动片 5 的非预期的翘曲或挠曲。另外,隔膜层 2、振动体层 3 以及基座层 4 之间的接合也可以使用各种粘接剂或 Au-Au 等金属-金属接合,以代替低熔点玻璃。

[0054] 隔膜层

[0055] 隔膜层 2 具有薄壁部 21 和框部 22,其中,所述薄壁部 21 通过受到来自外部的压力而发生变形,所述框部 22 被形成在该薄壁部 21 的周围。此外,隔膜层 2 具有一对支承部 23、24,所述一对支承部 23、24 从薄壁部 21 的下表面突出,并在 Y 轴方向上分隔形成。在这一对支承部 23、24 上,经由低熔点玻璃而固定有振动片 5。

[0056] 基座层

[0057] 基座层 4 以隔着振动体层 3 而与隔膜层 2 对置的方式被设置。在基座层 4 上设置有上表面开放的凹部 41。通过使该凹部 41 与被形成在隔膜层 2 上的凹部(薄壁部 21)对置,从而形成空间 S,在该空间 S 内设置有振动片 5。

[0058] 空间 S 优选为真空状态。通过将空间 S 设定为真空状态,从而能够降低振动片 5 的 CI (Crystal Impedance: 晶体阻抗)值,进而提高频率稳定性。另外,为了将空间 S 设为真空状态,可列举出如下方式,例如,在真空状态(真空环境)下对隔膜层 2、振动体层 3 以及基座层 4 进行接合的方法;预先在基座层 4 上形成贯穿孔,在常压下将隔膜层 2、振动体层 3 以及基座层 4 接合在一起之后,经由所述贯穿孔而将空间 S 形成为真空状态,并将填充物

(AuS、AuGe 等) 填充至贯穿孔中从而进行密封的方法等。

[0059] 振动体层

[0060] 振动体层 3 被配置在隔膜层 2 和基座层 4 之间。该振动体层 3 具有 : 振动体 31 ( 振动片 5 ); 框状的框部 32, 其被设置为包围振动体 31 的周围 ; 四个连结部 331、332、333、334, 其对振动体 31 和框部 32 进行连结。

[0061] 框部 32 具有在从隔膜层 2 侧进行观察的俯视观察时, 从隔膜层 2 露出的露出部 321, 在该露出部 321 上以在 X 轴方向上分隔的方式而并排设置有后文叙述的导电衬垫 63、64。

[0062] 振动体 31 具有以在 Y 轴方向上相互分隔的方式而配置的两个基部 311、312、和对该两个基部 311、312 进行连结的一对振动臂 313、314。

[0063] 振动臂 313、314 分别位于两个基部 311、312 之间, 且以从基部 311、312 中的一方向另一方延伸的方式而配置。此外, 振动臂 313、314 隔开间隔, 并相互平行, 且呈在 Y 轴方向上延伸的长条形状。另外, 作为振动臂的数量, 并不限定于两个, 可以为一个, 也可以为三个以上。

[0064] 这种振动体 31 在基部 311、312 处, 经由低熔点玻璃而被固定在支承部 23、24 上。

[0065] 四个连结部 331 ~ 334 分别呈在 X 轴方向上延伸的长条形状, 连结部 331、332 对基部 311 和框部 32 进行连结, 连结部 333、334 对基部 312 和框部 32 进行连结。另外, 对于连结部的数量或延伸方向, 只要能够将振动体 31 连结在框部 32 上则不被特别限定, 例如, 针对于各个基部 311、312, 可以形成有一个或三个以上的连结部。

[0066] 在以上这种形状的振动体层 3 上形成有导体图案。导体图案具有 : 一对激励电极 61、62, 其被形成在振动体 31 上 ; 一对导电衬垫 63、64, 其被形成在框部 32 的露出部 321 上 ; 配线 65、66, 其对激励电极 61、62 和导电衬垫 63、64 进行电连接。

[0067] 在这种压力传感器 1 中, 通过振动体 31 和激励电极 61、62 而构成了振动片 5, 当向激励电极 61、62 之间施加交变电压时, 振动臂 313、314 将反复相互接近、远离从而进行振动。特别是, 如本实施方式的振动片 5 这种双音叉型的振动片, 对牵拉、压缩应力的灵敏度较为良好, 作为压敏元件的分辨率较为优异。因此, 使用这种振动片 5 的压力传感器 1 能够发挥优异的压力检测能力。

[0068] 一对激励电极 61、62 被配置为, 使振动片 5 的振动模式以关于振动片 5 的中心轴 Y' 对称的模式而进行振动。图 3 (a) 为, 从隔膜层 2 侧观察振动片 5 时的俯视图, 图 3 (b) 为, 从隔膜层 2 侧观察振动片 5 时的下表面的透视图。此外, 在图 4 中, 图示了沿图 3 中的 A-A 线的剖视图、沿 B-B 线的剖视图、以及沿 C-C 线的剖视图。

[0069] 如图 3 及图 4 所示, 激励电极 61 具有 : 多个电极片 611, 其被形成在振动臂 313、314 上 ; 配线 612、613, 其被形成在基部 311 上, 并且对被形成在振动臂 313 上的电极片 611 和被形成在振动臂 314 上的电极片 611 进行连接 ; 配线 614、615, 其被形成在基部 312 上, 并且对被形成在振动臂 313 上的电极片 611 和被形成在振动臂 314 上的电极片 611 进行连接。

[0070] 与此相同, 激励电极 62 具有 : 多个电极片 621, 其被形成在振动臂 313、314 上 ; 配线 622、623, 其被形成在基部 311 上, 并且对被形成在振动臂 313 上的电极片 621 和被形成在振动臂 314 上的电极片 621 进行连接 ; 配线 624、625, 其被形成在基部 312 上, 并且对被



形成在振动臂 313 上的电极片 621 和被形成在振动臂 314 上的电极片 621 进行连接。

[0071] 电极片 611、621 被形成为,在振动臂 313、314 的长度方向和周向中的每一个方向上交替分布,并且被形成为,在振动臂 313 和振动臂 314 上配置相反。

[0072] 此外,电极片 611、621 沿着振动臂 313、314 的长度方向而交替形成有共计三个。因此,能够使振动臂 313、314 与电极片 611、621 的配置相对应,而沿着其长度方向(延伸方向)划分为三个振动区域。具体而言,能够将振动臂 313、314 划分为:第一端部区域(端部区域) A1,其包含图 4 (a) 的剖面;第二端部区域(端部区域) A2,其包含图 4 (b) 的剖面;中央部区域 A3,其包含图 4 (c) 的剖面,并位于第一端部区域 A1 和第二端部区域 A2 之间。

[0073] 如此,由于振动臂 313、314 分别具有由三个区域 A1 ~ A3 构成的振动区域,从而能够更高效地使振动臂 313、314 进行振动。因此,使作为压力传感器的灵敏度较为优异。

[0074] 以下,依次对第一端部区域 A1、第二端部区域 A2、中央部区域 A3 各个区域的电极配置进行详细说明。

[0075] 第一端部区域 A1

[0076] 在振动臂 313 中,于其上表面和下表面上形成有电极片 621a、621b,并于两侧面上形成有电极片 611a、611b。此外,电极片 611a、611b 分别以跨及振动臂 313 的上表面和下表面的方式而形成。因此,在振动臂 313 的上表面和下表面上,于宽度方向上的中央部处形成有电极片 621a、621b,于隔着该电极片 621a、621b 的两端部处形成有电极片 611a、611b。此外,电极片 621a、621b 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。此外,主面(上表面和下表面)上的电极片 611a、611b (跃上部 611a'、611b') 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。

[0077] 另一方面,在振动臂 314 中,于其上表面和下表面上形成有电极片 611c、611d,并于两侧面上形成有电极片 621c、621d。此外,电极片 621c、621d 分别以跨及振动臂 314 的上表面和下表面的方式而形成。因此,在振动臂 314 的上表面和下表面上,于宽度方向上的中央部处形成有电极片 611c、611d,于隔着该电极片 611c、611d 的两端部处形成有电极片 621c、621d。此外,电极片 611c、611d 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。此外,主面(上表面和下表面)上的电极片 621c、621d (跃上部 621c'、621d') 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。

[0078] 此外,电极片 611a、611d 经由被形成在基部 311 的下表面上的配线 612 而被电连接,电极片 611b、611c 经由被形成在基部 311 的上表面上的配线 613 而被电连接。此外,电极片 621a、621c 经由被形成在基部 311 的上表面上的配线 622 而被电连接,电极片 621b、621d 经由被形成在基部 311 的下表面上的配线 623 而被电连接。

[0079] 第二端部区域 A2

[0080] 在振动臂 313 中,于其上表面和下表面上形成有电极片 621e、621f,并于两侧面上形成有电极片 611e、611f。此外,电极片 611e、611f 分别以跨及振动臂 313 的上表面和下表面的方式而形成。因此,在振动臂 313 的上表面和下表面上,于宽度方向上的中央部处形成有电极片 621e、621f,于隔着电极片 621e、621f 的两端部处形成有电极片 611e、611f。此外,电极片 621e、621f 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。此外,主面(上表面和下表面)上的电极片 611e、611f (跃上部 611e'、611f') 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。

[0081] 另一方面,在振动臂 314 中,于其上表面和下表面上形成有电极片 611g、611h,并于两侧面上形成有电极片 621g、621h。此外,电极片 621g、621h 分别以跨及振动臂 314 的上表面和下表面的方式而形成。因此,在振动臂 314 的上表面和下表面上,于宽度方向上的中央部处形成有电极片 611g、611h,于隔着电极片 611g、611h 的两端部处形成有电极片 621g、621h。此外,电极片 611g、611h 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。此外,主面(上面和下面)上的电极片 621g、621h (跃上部 621g'、621h') 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。

[0082] 另外,电极片 611e、611g 经由被形成在基部 312 的上表面上的配线 614 而被电连接,电极片 611f、611h 经由被形成在基部 311 的下表面上的配线 615 而被电连接。此外,电极片 621e、621h 经由被形成在基部 311 的上表面上的配线 624 而被电连接,电极片 621f、621g 经由被形成在基部 311 的下表面上的配线 625 而被电连接。

[0083] 中央部区域 A3

[0084] 在振动臂 313 中,于其上表面和下表面上形成有电极片 611i、611j,并于两侧面上形成有电极片 621i、621j。此外,电极片 621i、621j 分别以跨及振动臂 313 的上表面和下表面的方式而形成。因此,在振动臂 313 的上表面和下表面上,于宽度方向上的中央部处形成有电极片 611i、611j,于隔着电极片 611i、611j 的两端部处形成有电极片 621i、621j。此外,电极片 611i、611j 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,且该宽度互为相等。此外,主面(上表面和下表面)上的电极片 621i、621j (跃上部 621i'、621j') 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。

[0085] 电极片 611i 在振动臂 313 的上表面上的第一端部区域 A1 与中央部区域 A3 之间,与电极片 611a、611b 电连接。此外,电极片 611j 在振动臂 313 的下表面上的第二端部区域 A2 和中央部区域 A3 之间,与电极片 611e、611f 电连接。此外,电极片 621i、621j 在振动臂 313 的上表面上的第二端部区域 A2 和中央部区域 A3 之间,与电极片 621e 电连接。

[0086] 另一方面,在振动臂 314 中,于其上表面和下表面上形成有电极片 621k、621l,并于两侧面上形成有电极片 611k、611l。此外,电极片 611k、611l 分别以跨及振动臂 314 的上表面和下表面的方式而形成。因此,在振动臂 314 的上表面和下表面上,于宽度方向上的中央部处形成有电极片 621k、621l,于隔着电极片 621k、621l 的两端部处形成有电极片 611k、611l。此外,电极片 621k、621l 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,并且该宽度互为相等。此外,主面(上表面和下表面)上的电极片 611k、611l (跃上部 611k'、611l') 分别沿着 Y 轴方向而具有大致固定的宽度,且该宽度互为相等。

[0087] 此外,电极片 621k 在振动臂 313 的上表面上的第一端部区域 A1 和中央部区域 A3 之间,与电极片 621c、621d 电连接。此外,电极片 621l 在振动臂 313 的下表面上的第二端部区域 A2 和中央部区域 A3 之间,与电极片 621g、621h 电连接。此外,电极片 611k、611l 在振动臂 313 的上表面上的第二端部区域 A2 和中央部区域 A3 之间,与电极片 611g 电连接。

[0088] 以上,对激励电极 61、62 的结构进行了详细说明。如图 5 所示,在振动片 5 中,被形成在第一端部区域 A1 (第二端部区域 A2) 内的跃上部的宽度(平均宽度)被构成为,大于被形成在中央部区域 A3 内的跃上部的宽度(平均宽度)。以下,代表性地对被形成在振动臂 313 的上表面上的跃上部 611b'、621j' 的宽度的不同进行说明,对于其他跃上部(例如跃上部 611f'、621j', 跃上部 621d'、611l', 跃上部 621h'、611l' 等),省略其说明。

[0089] 当将跃上部 611b' 的宽度(平均宽度)设为  $W_1$ , 将跃上部 621j' 的宽度(平均宽度)设为  $W_2$  时,  $W_1$ 、 $W_2$  满足  $W_1 > W_2$  的关系。通过使  $W_1$ 、 $W_2$  满足这种关系, 从而能够防止制造时的激励电极 61、62 的断线。

[0090] 如后文所述, 在振动片 5 的制造工序中, 包括在振动体 31 的表面上形成激励电极 61、62 的工序, 在该工序中, 包括使用光刻法而在被形成于振动体 31 的表面上金属膜上形成抗蚀剂图案(掩膜)的工序、和使用蚀刻法而对从抗蚀剂图案中露出的金属膜进行去除的工序。

[0091] 抗蚀剂图案是通过如下方式而形成的, 即, 向涂布在金属膜上的正性光刻胶膜照射曝光用光, 并通过显影而对照射了曝光用光的部分的光刻胶膜进行去除。虽然也需要对振动体 31 的侧面(特别是, 各个振动臂 313、314 的内侧面、将振动臂 313、314 的内侧面彼此连结的基部 311、312 的侧面)实施曝光用光的照射, 但此时, 被基部 311、312 的侧面所反射的曝光用光被照射到各个振动臂 313、314 的端部区域 A1、A2 的侧面、主面的与侧面的边界部附近这种原本不会照射曝光用光的区域, 其结果为, 形成有一部分不慎发生了缺损的抗蚀剂图案。当使用这种抗蚀剂图案进行蚀刻时, 被形成在端部区域 A1、A2 的侧面上的电极片 611、621 在振动臂 313、314 的延伸方向上将被分割, 这有可能导致断线。

[0092] 然而, 通过满足  $W_1 > W_2$  的关系, 从而即使例如位于振动臂 313、314 的端部区域 A1、A2 的侧面上的金属膜(电极片 611、621)的一部分不慎被去除, 也由于通过被形成在其上表面和下表面上的跃上部 611'、621' 而确保了电连接, 因此防止了激励电极 61、62 的断线。

[0093] 另外, 作为  $W_1$  的值, 虽然未被特别限定, 但优选在  $7.5 \mu\text{m}$  以上。通过设定为这种大小, 从而能够更加显著地发挥上述效果。此处, 虽然为了提高上述效果, 而优选进一步增大  $W_1$ , 但如果增大  $W_1$ , 则必须与之相对应地减少与跃上部 611' 并排形成的电极片 621a 的宽度。然而, 当减少电极片 621a 的宽度时, 振动臂 313 的振动特性将降低。因此, 从抑制振动特性的降低的观点出发, 优选将  $W_1$  设定在振动臂 313 的宽度的  $1/6$  以下的程度。即, 当将振动臂 313 的宽度(第一端部区域的平均宽度)设定为  $W_3$  时, 优选为满足  $0 < W_1 \leq W_3/6$  的关系, 并且更优选为满足  $7.5 < W_1 \leq W_3/6$  的关系。根据同样的观点, 对于被配置在振动臂的上表面及下表面上的电极而言, 优选为端部区域 < 中央部区域, 并且优选为端部区域的电极片 611 (c、d、g、h)、621 (a、b、e、f) 的宽度在振动臂的一半以上。

[0094] 此外, 通过使  $W_1$ 、 $W_2$  满足  $W_1 > W_2$  的关系, 从而形成振动效率优异的振动片 5。在第一端部区域 A1、第二端部区域 A2 以及中央部区域 A3 中, 最有助于振动臂 313 的振动的区域为中央部区域 A3。因此, 优选为, 在振动臂 313 的中央部区域 A3 中, 尤其要尽可能较大地形成被形成于上表面和下表面上的电极片 611i、611j 的宽度, 以提高电场效率。只要满足  $W_1 > W_2$  的关系, 则在中央部区域 A3 中, 便能够减小跃上部 621j 的宽度, 并与其相对应地增大电极片 611i、611j 的宽度。因此, 形成振动效率优异的振动片 5。

[0095] 另外, 虽然为了进一步提高上述效果, 而优选设定为  $W_2 = 0$ , 但在考虑到制造时的电极片 621 的图案形成精度(通过光刻法形成掩膜的形成精度)时, 优选将  $W_2$  设定为  $2 \mu\text{m}$  左右。当采用这种值时, 将能够有效地防止随着制造时的掩膜的偏移而产生的激励电极 61、62 的断线, 且能够充分地发挥上述效果。

[0096] 此外, 在振动片 5 中, 于各个区域 A1、A2、A3 中, 被形成在振动臂 313、314 的上表面

和下表面上的各个电极片 611、612 的宽度沿着 Y 轴方向相等,并且,跃上部 611'、621' 的宽度沿着 Y 轴方向相等,而且,在振动臂 313、314 的上表面和下表面上,沿着宽度方向邻接的电极片之间的分隔距离(由图 5 中的 D 所表示的距离)沿着 Y 轴方向相等。由于通过采用这种电极配置,能够使均匀的电场作用在振动臂 313、314 的长度方向上的整个区域内,因此振动臂 313、314 的振动较为稳定。此外,由于能够防止电场向预定位置的集中,因此形成了即使对于强激励也能够强度上充分承受的激励电极 61、62。

[0097] 以上,对压力传感器 1 的结构进行了说明。这种压力传感器 1 以如下方式进行动作。当如图 6 (a) 所示的压力被施加于隔膜层 2 上时,如图 6 (b) 所示,薄壁部 21 将以使两个支承部 23、24 的下表面外扩的方式进行挠曲。通过该薄壁部 21 的挠曲,从而在振动臂 313、314 上施加有牵拉力。由于振动片 5 具有当振动臂 313、314 上施加有牵拉应力时振荡频率将增高的特性,因此通过对振动片 5 的振荡频率的变化量进行检测,并根据所检测出的振荡频率的变化量,从而能够导出被施加于压力传感器 1 上的压力的大小。

## [0098] 2. 振动片的制造方法

[0099] 振动片 5 的制造方法包括:准备振动体 31 的工序、和在振动体 31 的表面上形成激励电极 61、62 的工序。

[0100] 首先,如图 7 所示,准备水晶平板,通过使用光刻法和蚀刻法(湿式蚀刻)而将该水晶平板图案形成预定形状,从而获得振动体层 3。在所获得的振动体 31 的侧面上显现出水晶的结晶面。

[0101] 接下来,如图 8 所示,通过蒸镀或溅射而在振动体 31 的表面上形成金属膜 600。虽然作为金属膜 600 的结构,只要能够获得激励电极 61、62 则并不被特别限定,但优选设定为例如由 Ni (镍)、Cr (铬) 等构成的基底层和由 Au (金)、Ag (银)、Cu (铜) 等构成的电极层层叠而成的层叠结构。根据这种结构,能够形成与振动体 31 的贴紧性优异并且导电性优异的激励电极 61、62。接下来,在金属膜 600 上形成光刻胶膜(正性光刻胶膜) 700。

[0102] 接下来,以与金属膜 600 的欲去除部分(构成激励电极 61、62 的部分以外的部分)相对应的方式,经由掩膜而向光刻胶膜 700 照射曝光用光以进行曝光,并通过显影液而对曝光了的部分进行去除。由此,形成了仅在与激励电极 61、62 相对应的部分处形成有光刻胶膜的抗蚀剂图案。并且,通过经由该抗蚀剂图案来进行湿式蚀刻,从而对金属膜 600 的从抗蚀剂图案中露出的部分进行去除。通过以上操作,从而在振动体 31 上形成了激励电极 61、62。

[0103] 此处,在实施曝光时,对振动体 31 的侧面部分也需要照射曝光用光。特别是,由于基部 311 的对振动臂 313 的内周面彼此进行连结的侧面 311' 的、水晶的结晶面露出,从而并排构成了多个朝向不同方向的面。由于为了形成配线 613、623 而需要向侧面 311' 照射曝光用光,因此当如图 8 所示这样照射曝光用光 LL 时,存在曝光用光 LL 在侧面 311' 上发生反射,且反射后的曝光用光 LL' 被照射到振动臂 313 的内侧面上的可能性。由于反射后的曝光用光 LL' 所照射的位置为,成为电极片 611 (611b) 的部分,因此为原本不被照射曝光用光 LL 的区域。如此,当在振动臂 313、314 内侧面的非预期的区域内照射有曝光用光 LL 时,例如,如图 9 所示,位于电极片 611b 的振动臂 313 的内侧面上的部位将不慎被去除,这将成为断线的原因。

[0104] 然而,如上文所述,由于在振动片 5 中,被形成于第一端部区域 A1 内的跃上部

611b' 的宽度 W1 被构成为, 大于被形成于中央部区域 A3 内的跃上部 621j' 的宽度 W2, 即, 由于形成于第一端部区域 A1 内的跃上部 611b' 的宽度 W1 被确保为足够宽, 因此即使产生了上述这种非预期的去除部, 也能够通过跃上部 611b' 来充分地确保导通(能够防止断线)。另外, 虽然在上述的说明中, 对向侧面 311' 照射并发生了反射的曝光用光 LL' 被照射至振动臂 313 的内侧面上的情况进行了说明, 但对于如下情况而言也是相同的, 所述情况包括: 向侧面 311' 照射并发生了反射的曝光用光 LL' 被照射至振动臂 314 的内侧面上的情况; 向基部 312 的对振动臂 313 的内周面彼此进行连结的侧面照射并发生了反射的曝光用光 LL' 被照射至振动臂 313、314 的内侧面上的情况。

[0105] 此外, 虽然由于在实施湿式蚀刻时, 蚀刻液容易滞留在电极片 611、621 的角部(例如如图 9 中的 81 ~ 84 等)处, 因此在现有技术中, 存在电极片 611、621 从这些角部处被剥离的可能性, 但在振动片 5 中, 由于形成于第一端部区域 A1 内的跃上部 611b' 的宽度 W1 被确保为足够宽, 因此能够有效地防止这种电极片 611、621 的剥离。因此, 从这一观点出发也能够防止断线。

[0106] 以上, 对振动片 5 的制造方法进行了说明。

[0107] 另外, 如上文所述, 作为 W1 的值, 虽然未被特别限定, 但优选在  $7.5\ \mu\text{m}$  以上。通过上述制造方法, 分别制造各 100 个  $W1 = 7.5\ \mu\text{m}$  的振动片 5、和  $W1 = 4\ \mu\text{m}$  的振动片 5, 并确认有无断线。其结果为, 在  $W1 = 7.5\ \mu\text{m}$  时, 断线的振动片 5 为 1% 左右, 与此相对, 在  $W1 = 4\ \mu\text{m}$  时, 断线的振动片 5 为 10% 左右。如此, 通过将 W1 设定在  $7.5\ \mu\text{m}$  以上, 从而能够有效地发挥上述效果(断线防止的效果)。

[0108] 此外, 如上文所述, 优选将 W1 设定在振动臂 313、314 的宽度的  $1/6$  以下的程度, 更优选设定在  $1/10$  以下。对于第一、第二端部区域 A1、A2 的电极片 611 (c、d、g、h)、621 (a、b、e、f) 而言, 也优选为将电极宽度设定在振动臂的一半以上。利用上述制造方法, 分别制造各 100 个 W1 为振动臂 313、314 的宽度的  $1/6$  的振动片 5、和 W1 为振动臂 313、314 的宽度的  $1/5$  的振动片 5, 并根据 CI 值而对振动效率进行测定。其结果为, W1 为振动臂 313、314 的宽度的  $1/5$  的振动片 5 的 CI 值, 相对于 W1 为振动臂 313、314 的宽度的  $1/6$  的振动片 5 的 CI 值而言, 平均劣化了 20% 左右。由此可知, 通过将 W1 设定在振动臂 313、314 的宽度的  $1/6$  以下的程度, 从而发挥了优异的振动效率。

[0109] 电子设备

[0110] 接下来, 根据图 10 ~ 图 13, 对应用了本发明的电子装置的电子设备(本发明的电子设备)进行详细说明。

[0111] 图 10 为, 表示应用了具备本发明的电子装置的电子设备的便携式(或笔记本式)的个人计算机的结构立体图。在该图中, 个人计算机 1100 通过具备键盘 1102 的主体部 1104、和具备显示部 2000 的显示单元 1106 而构成, 显示单元 1106 以能够经由铰链结构部而相对于主体部 1104 进行转动的方式被支承。在这种个人计算机 1100 中, 内置有用于对外部压力或操作时的手指的按压进行检测的压力传感器 1。

[0112] 图 11 为, 表示应用了具备本发明的电子装置的电子设备的移动电话(也包含 PHS (Personal Handy-phone System: 个人移动电话系统)) 1200 的结构立体图。在该图中, 移动电话 1200 具备多个操作按钮 1202、听筒 1204 以及话筒 1206, 并且在操作按钮 1202 和听筒 1204 之间配置有显示部 2000。在这种移动电话 1200 中内置有用于对外部压力或操作

时的手指的按压进行检测的压力传感器 1。

[0113] 图 12 为,表示应用了具备本发明的电子装置的电子设备的数码照相机的结构的立体图。另外,在该图中,还简单地图示了与外部设备之间的连接。此处,通常的照相机通过被摄物体的光学图像而使银盐感光胶片感光,与此相对,数码照相机 1300 通过 CCD(Charge Coupled Device:电荷耦合元件)等摄像元件而对被摄物体的光学图像进行光电转换,从而生成摄像信号(图像信号)。

[0114] 在数码照相机 1300 的壳体(主体) 1302 的背面上设置有显示部,并且成为根据由 CCD 产生的摄像信号来进行显示的结构,显示部作为将被摄物体显示为电子图像的取景器而发挥功能。此外,在壳体 1302 的正面侧(图中背面侧)设置有包含光学镜片(摄像光学系统)及 CCD 等在内的受光单元 1304。

[0115] 在这种数码照相机 1300 中,当摄像者对显示在显示部上的被摄物体图像进行确认,并按下快门 1306 时,该时间点的 CCD 的摄像信号将被传送并存储于存储器 1308 中。此外,在该数码照相机 1300 中,在壳体 1302 的侧面设置有影像信号输出端子 1312、和数据通信的输入输出端子 1314。而且,如图所示,根据需要,而在影像信号输出端子 1312 上连接有影像监控器 1430,在数据通信的输入输出端子 1314 上连接有个人计算机 1440。并且,形成有如下的结构,即,通过预定的操作,从而使被储存于存储器 1308 中的摄像信号被输出至影像监控器 1430 或个人计算机 1440 中。在这种数码照相机 1300 中,内置有用于对外部压力或操作时的手指的按压进行检测的压力传感器 1。

[0116] 图 13 为,表示应用了配备本发明的电子装置的电子设备的移动体(汽车)的结构立体图。汽车 1500 具有车身 1501 和四个车轮 1502,并被构成为,通过被设置在车身 1501 中的未图示的发动机而使车轮 1502 进行旋转。在这种汽车 1500 中内置有压力传感器 1。压力传感器 1 可以作为对车身 1501 的倾斜进行检测的倾斜计、或对车身 1501 的加速度进行检测的角速度传感器而使用,例如,能够根据来自压力传感器 1 的信号而对车身 1501 的姿态进行检测,并根据检测结果而对悬架的硬软进行控制、或对各个车轮 1502 的制动进行控制。除此之外,这种电子部件也可以在两足步行机器人或无线电控制直升飞机中进行利用。

[0117] 另外,具备有本发明的电子装置的电子设备除了能够应用于图 10 的个人计算机(便携式个人计算机)、图 11 的移动电话、图 12 的数码照相机、图 13 的移动体中之外,还能够应用于如下装置中,例如,喷墨式喷出装置(例如喷墨式打印机)、膝上型个人计算机、电视机、摄像机、录像机、汽车导航装置、寻呼机、电子记事本(也包括带有通信功能的产品)、电子词典、台式电子计算机、电子游戏机、文字处理器、工作站、可视电话、防盗用视频监控器、电子双筒望远镜、POS(point of sale:销售点)终端、医疗设备(例如电子体温计、血压计、血糖仪、心电图计测装置、超声波诊断装置、电子内窥镜)、鱼群探测器、各种测量设备、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。

[0118] 以上,虽然根据图示的实施方式而对本发明的振动片、电子装置以及电子设备进行了说明,但本发明并不限于此,各个部分的结构也可以置换为具有相同功能的任意结构。

[0119] 此外,虽然在上述实施方式中,对通过水晶而构成了振动体层(振动体)的结构进行了说明,但作为振动体层的构成材料,并不限于水晶,也可以通过例如钽酸锂、铌酸锂、

硼酸锂、钛酸钡等水晶之外的压电材料而构成。

[0120] 此外,虽然在上述实施方式中,振动片的振动臂在长度方向上被划分为三个振动区域(第一端部区域、第二端部区域以及中央部区域),但并不限于此,例如也可以被划分为五个区域。换言之,可以采用如下结构,即,沿着振动臂的延伸方向,中央部区域被划分为第一中央部区域、第二中央部区域以及第三中央部区域。在这种情况下,一方的电极片和另一方的电极片也在振动臂的长度方向上被交替地配置。

[0121] 符号说明

[0122] 1…压力传感器;2…隔膜层;21…薄壁部;22…框部;23、24…支承部;3…振动体层;31…振动体;311、312…基部;311'…侧面;313、314…振动臂;32…框部;321…露出部;331、332、333、334…连结部;4…基座部;41…凹部;5…振动片;600…金属膜;61、62…激励电极;611、611a~6111、621、621a~6211…电极片;611'、611a'、611b'、611e'、611f'、611k'、6111'、621'、621c'、621d'、621g'、621h'、621i'、621j'、6211'…跃上部;612、613、614、615、622、623、624、625…配线;63、64…导电衬垫;65、66…配线;700…光刻胶膜;81~84…角部;1100…个人计算机;1102…键盘;1104…主体部;1106…显示单元;1200…移动电话;1202…操作按钮;1204…听筒;1206…话筒;1300…数码照相机;1302…壳体;1304…受光单元;1306…快门;1308…存储器;1312…影像信号输出端子;1314…输入输出端子;1430…影像监控器;1440…个人计算机;1500…汽车;1501…车身;1502…车轮;2000…显示部;A1…第一端部区域;A2…第二端部区域;A3…中央部区域;D…分隔距离;LL、LL'…曝光用光;W1、W2、W3…宽度。

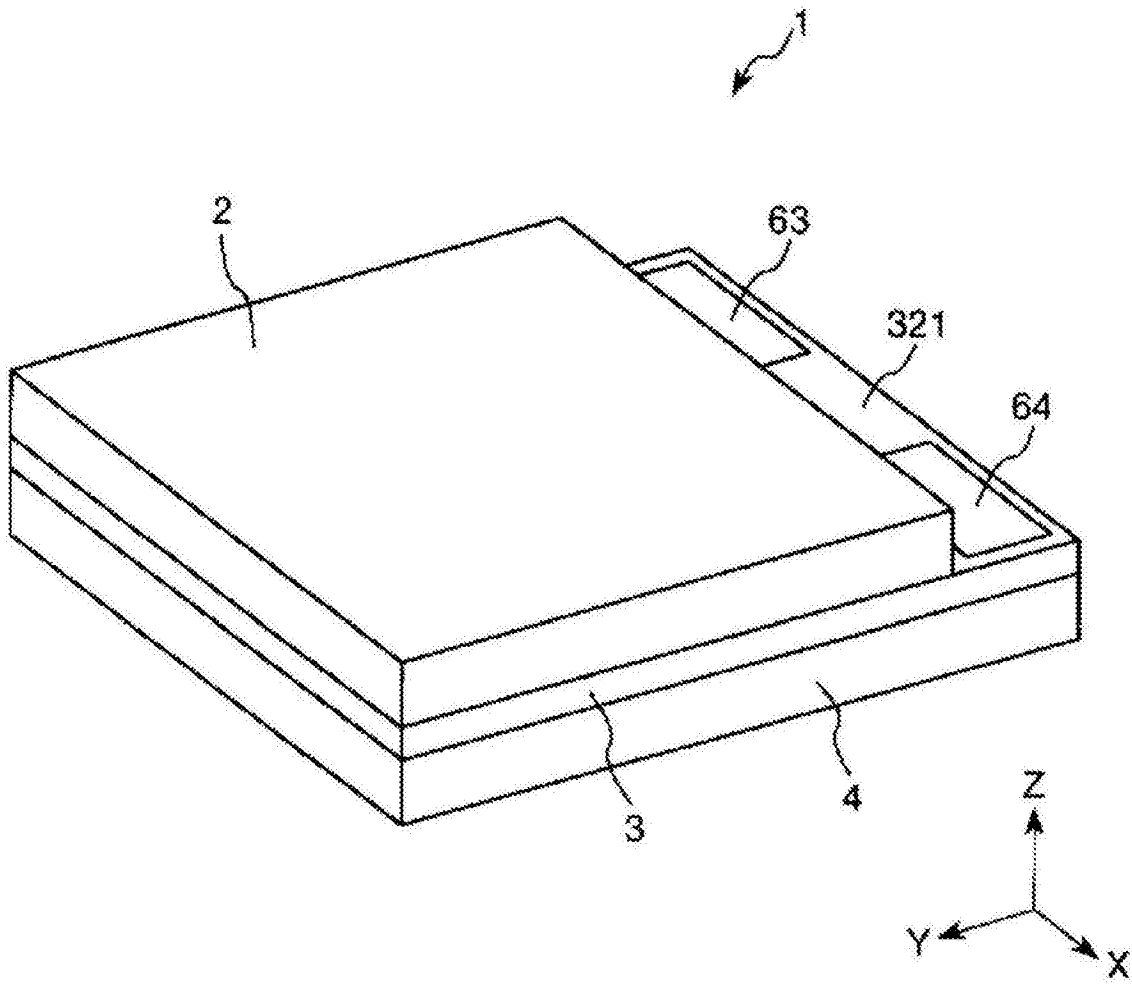


图 1



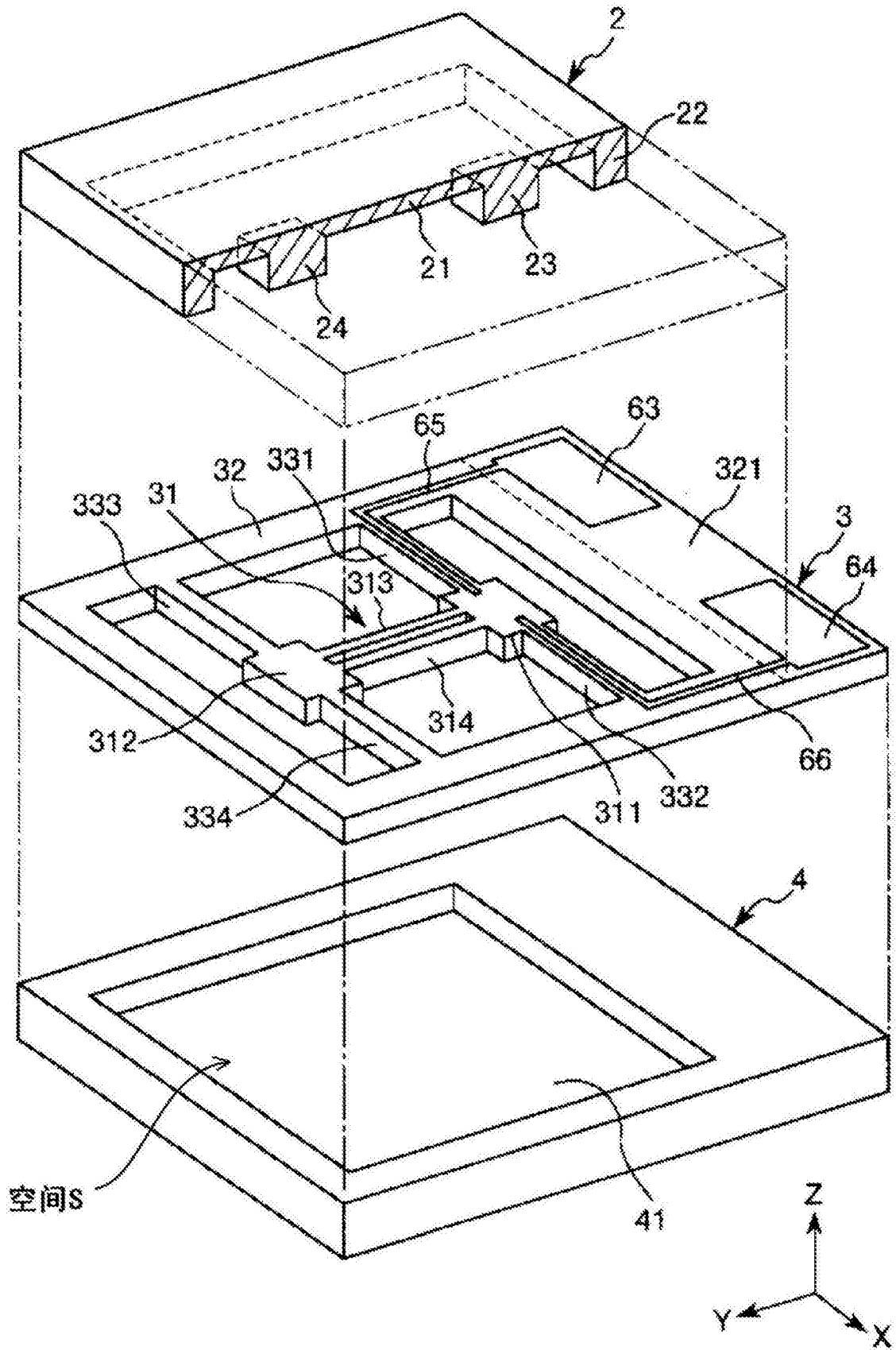


图 2

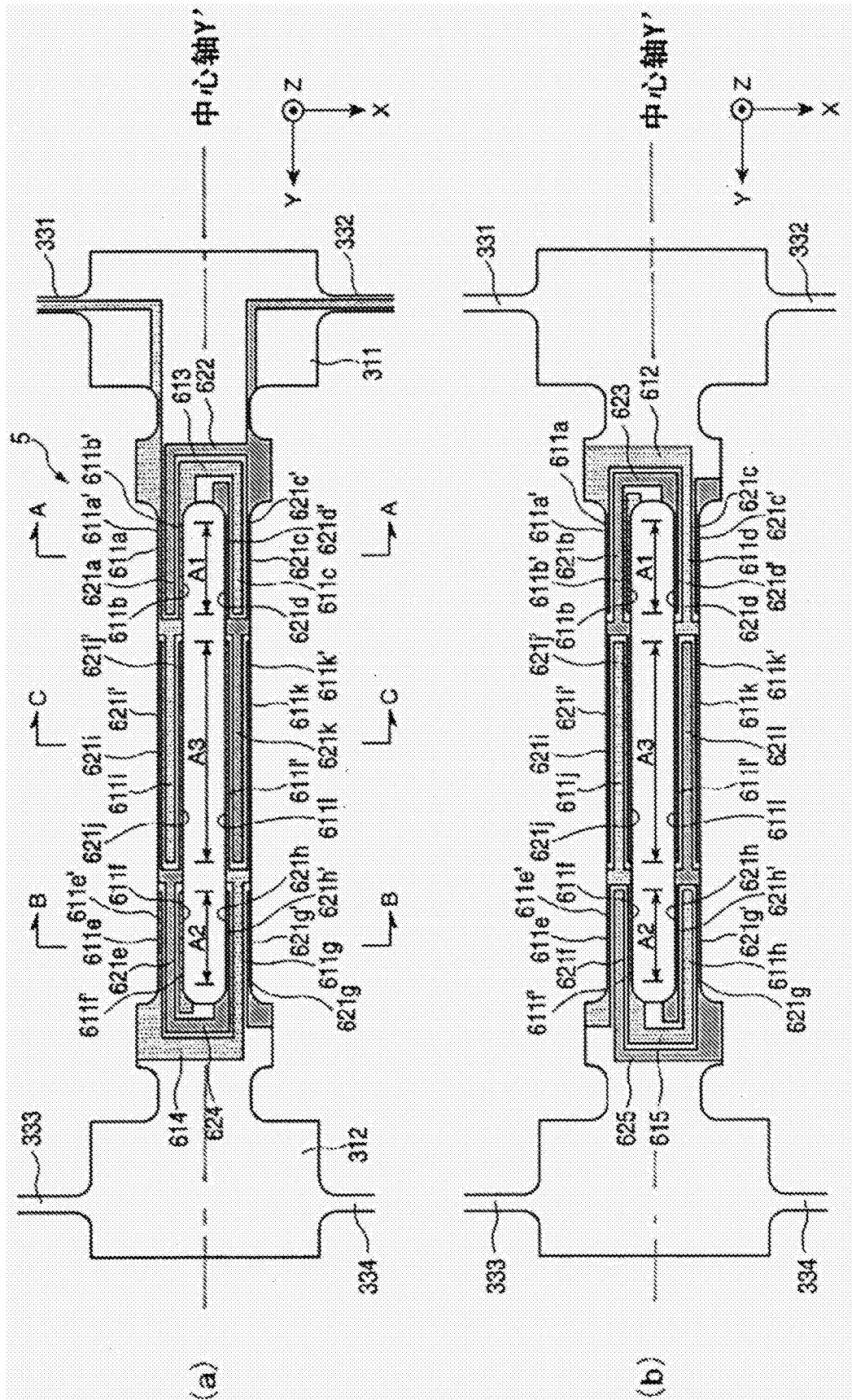


图 3

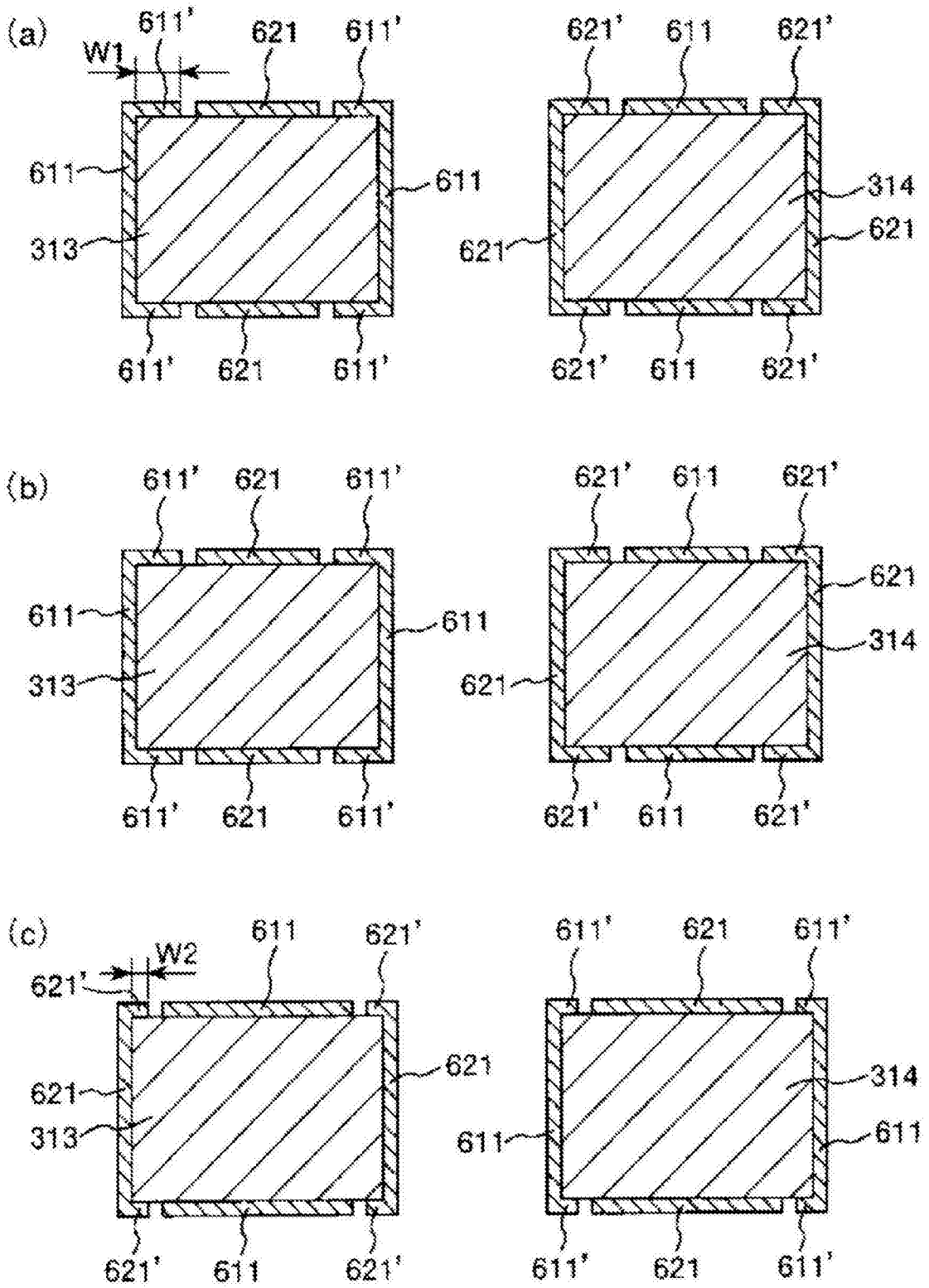


图 4

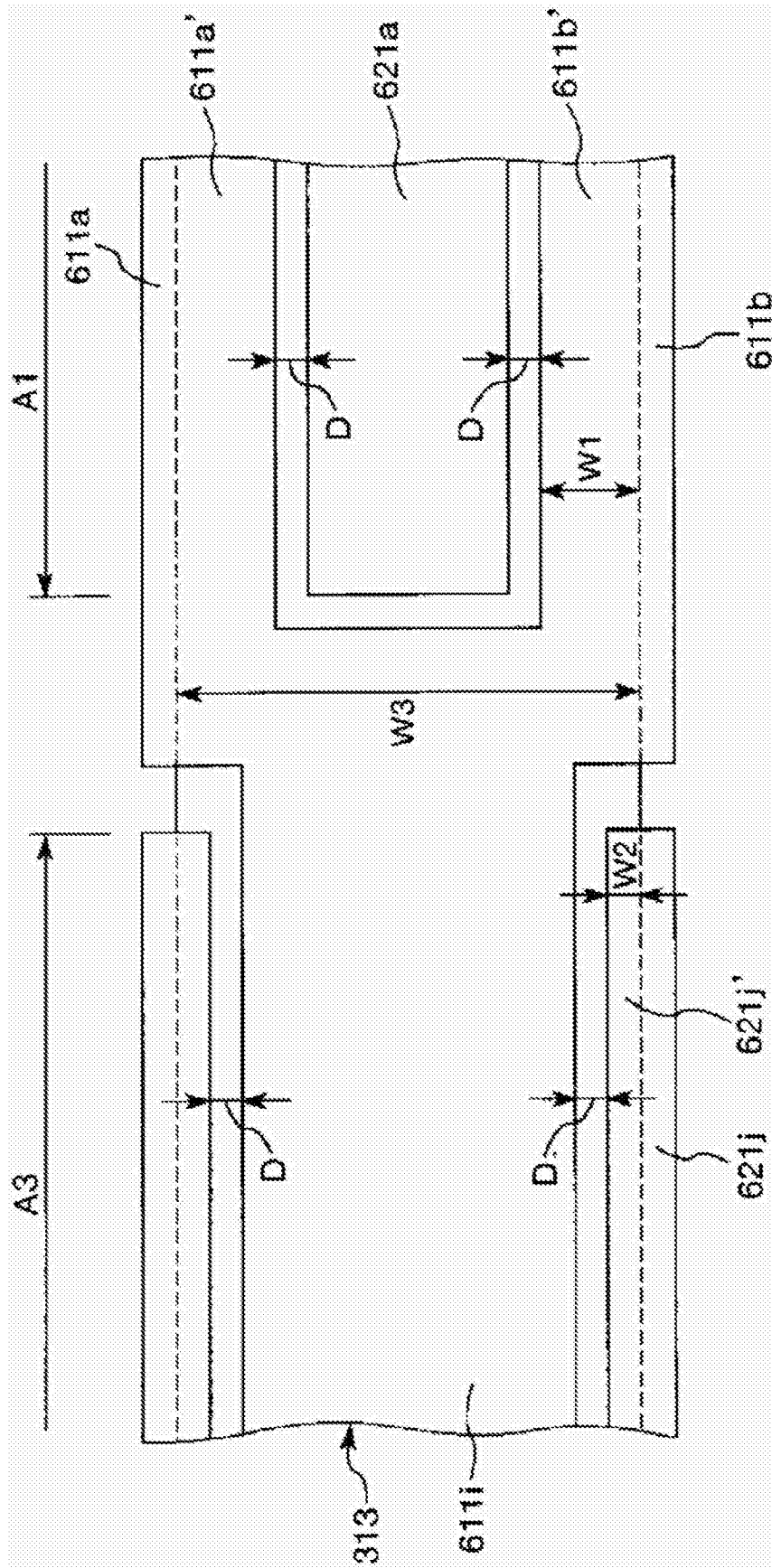


图 5

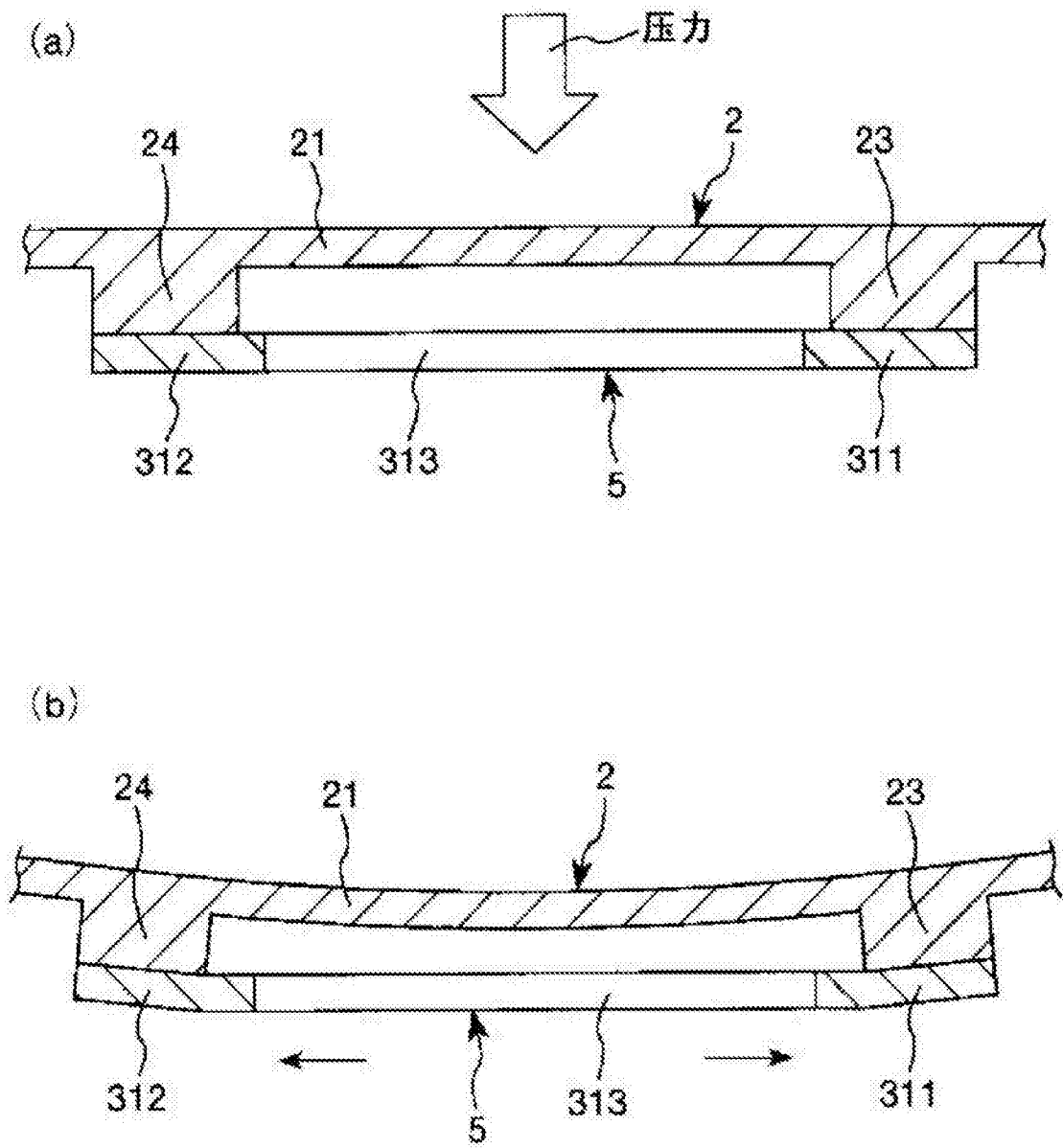


图 6

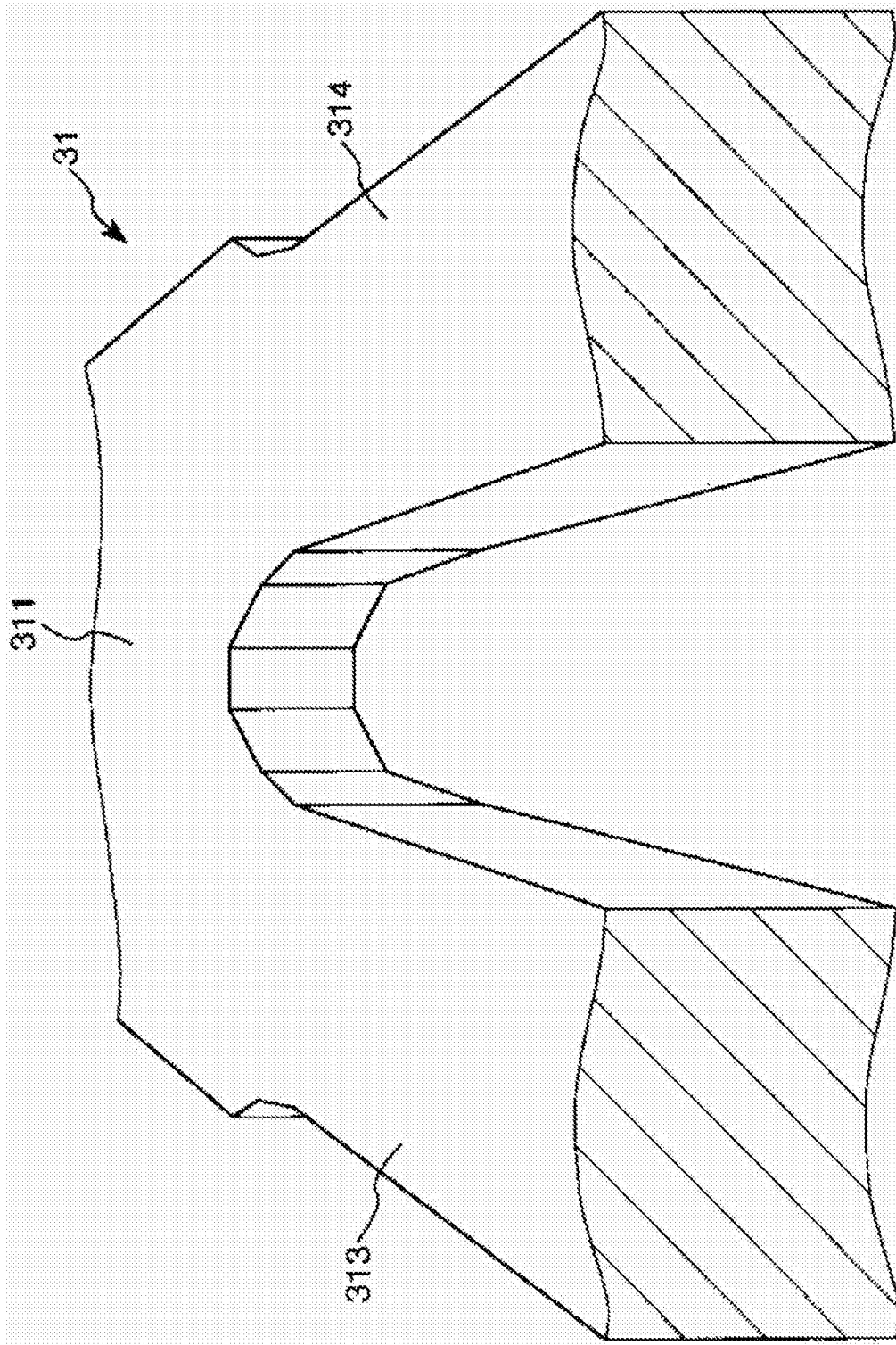


图 7

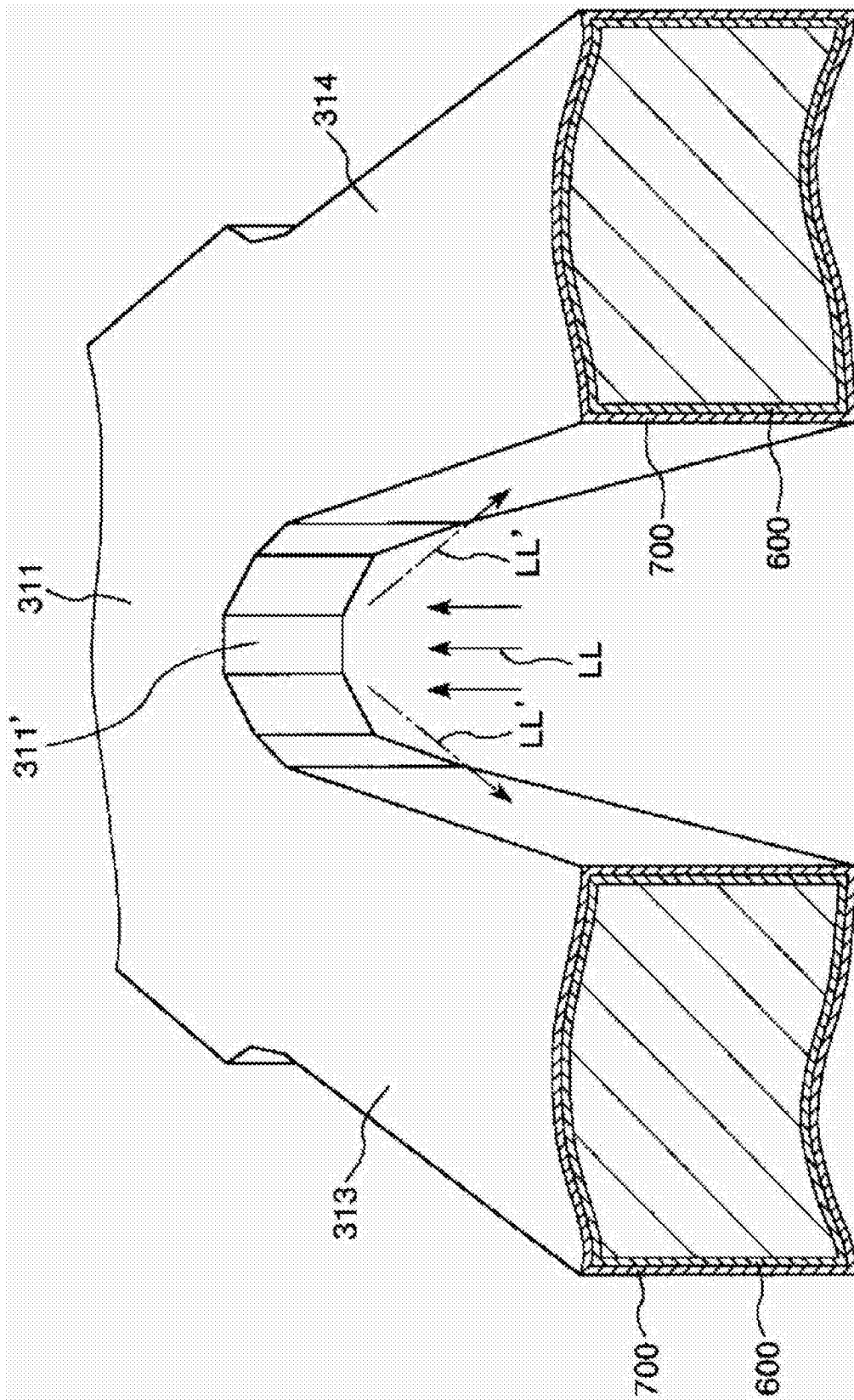


图 8

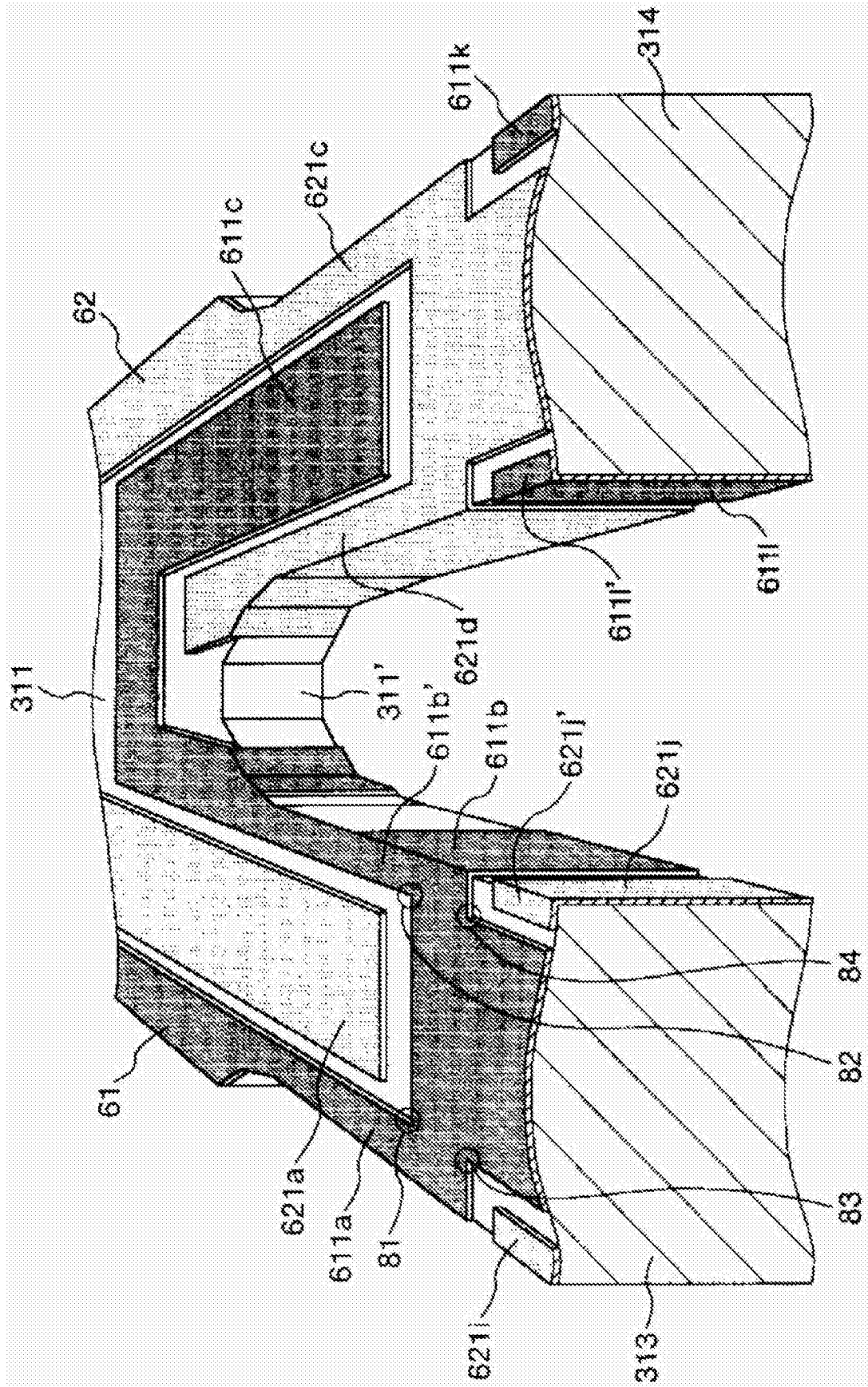


图 9



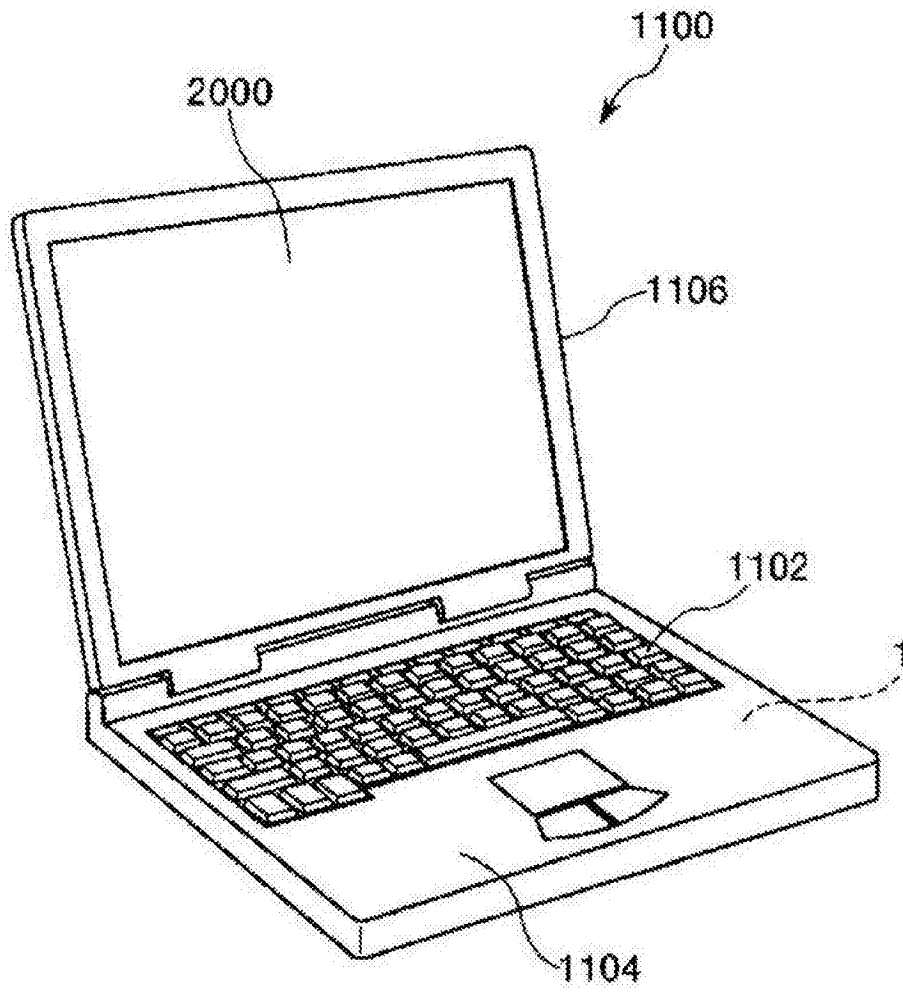


图 10

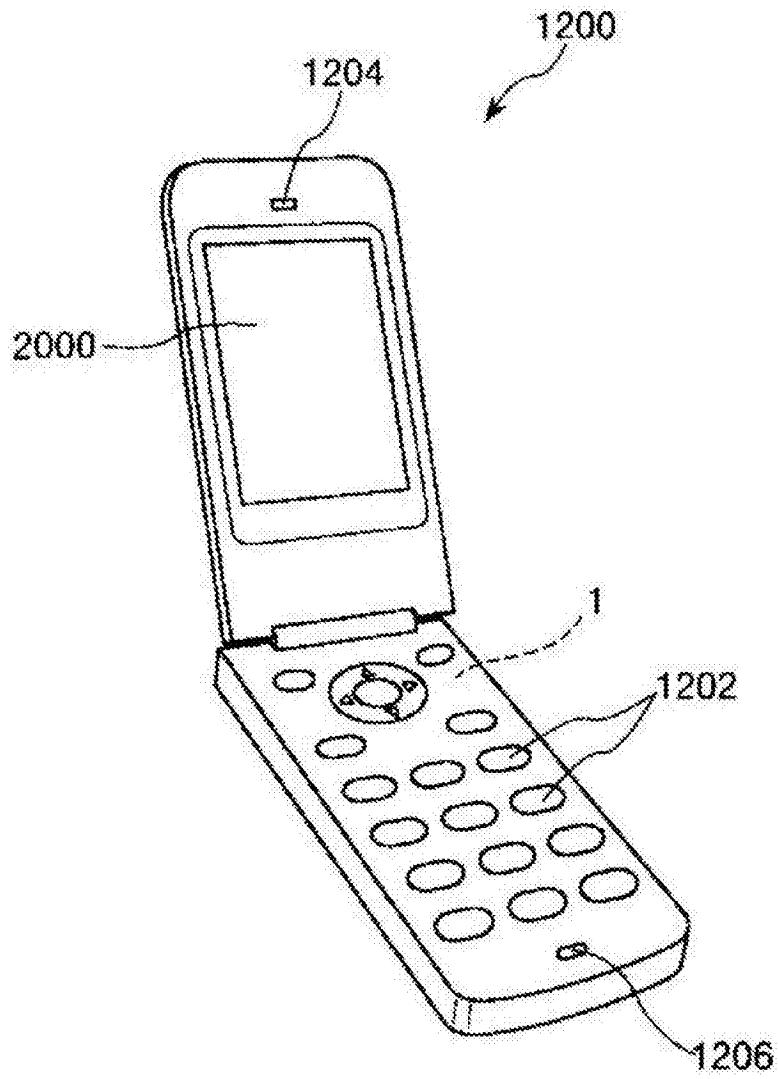


图 11

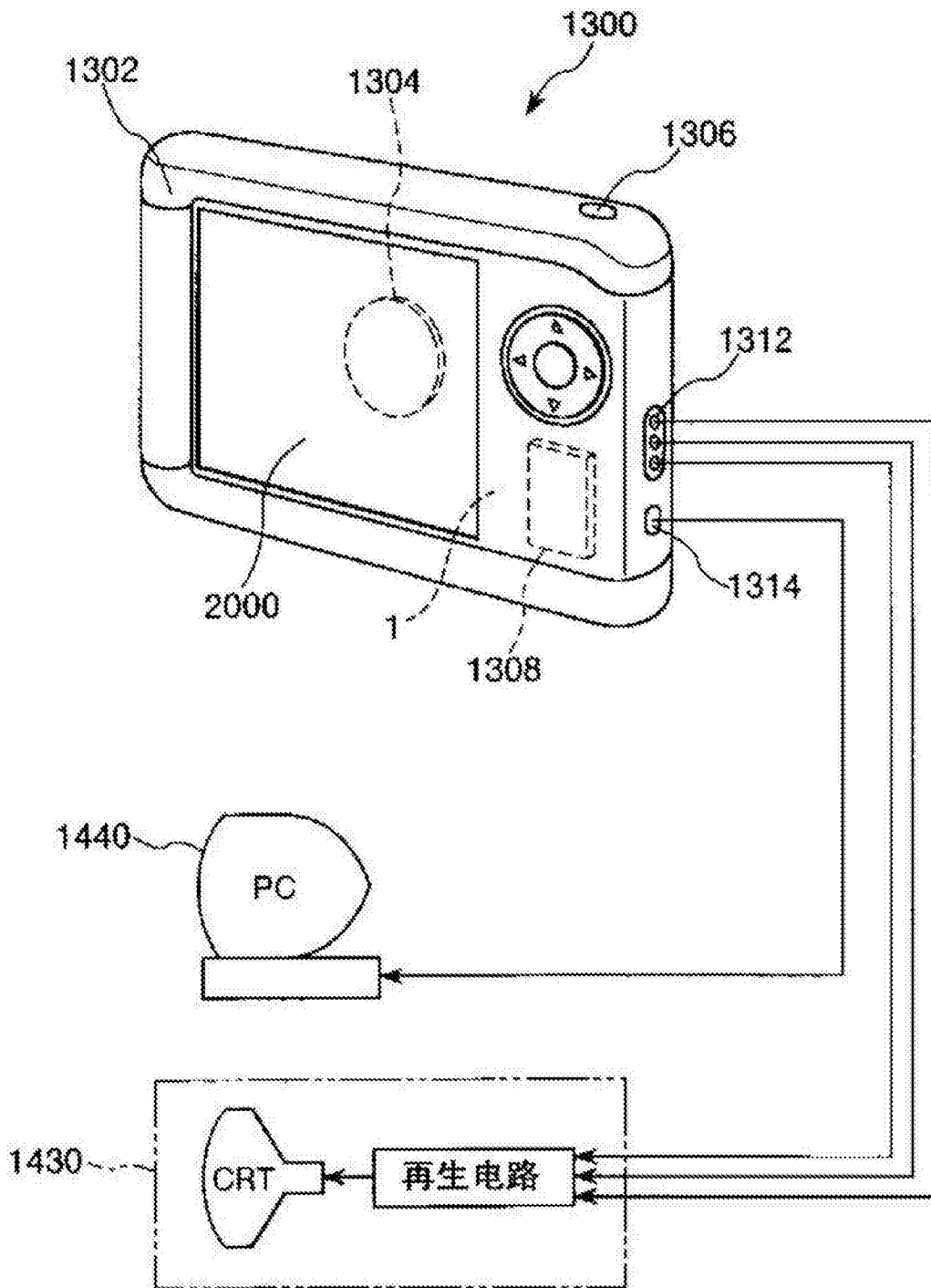


图 12

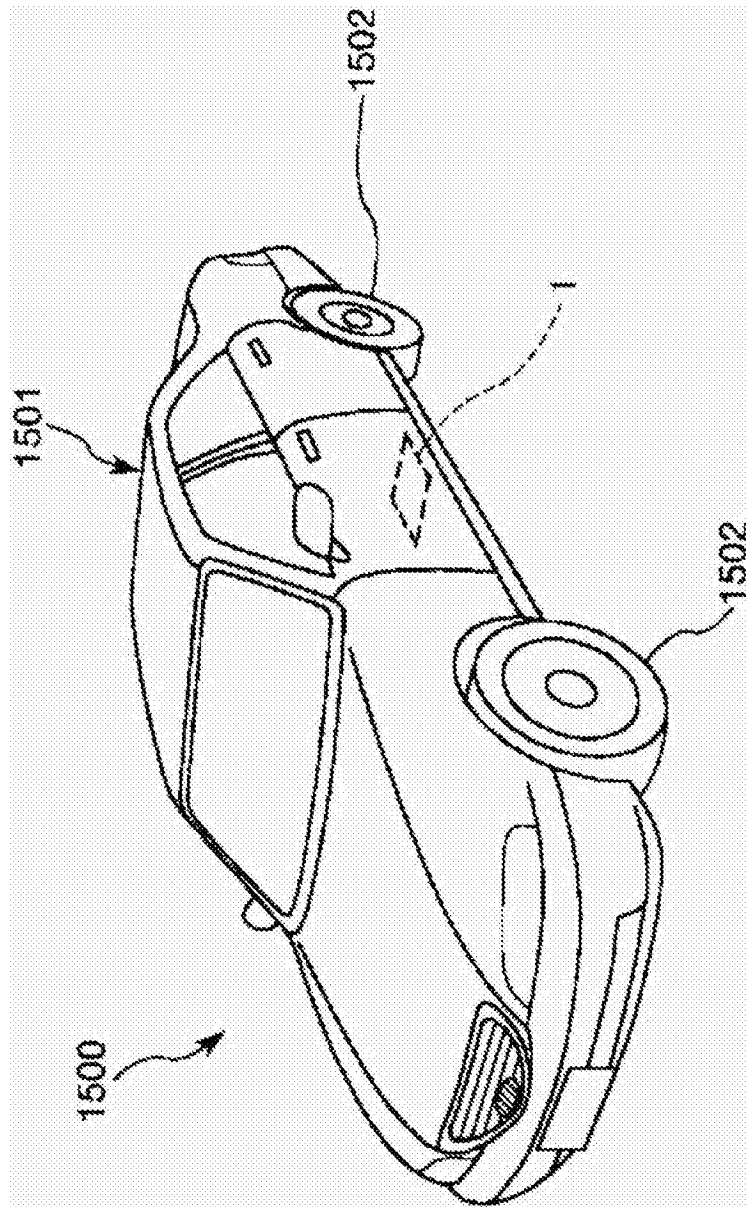


图 13