



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102170275 B

(45) 授权公告日 2015.03.25

(21) 申请号 201110045508. X W0 2006/030900 A1, 2006.03.23, 全文.

(22) 申请日 2011.02.24 审查员 卢娟

(30) 优先权数据

2010-039785 2010.02.25 JP

2010-268087 2010.12.01 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 山田明法 吉田周平

(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 9/19(2006.01)

H03H 9/05(2006.01)

(56) 对比文件

CN 1374153 A, 2002.10.16, 全文.

CN 1737498 A, 2006.02.22, 全文.

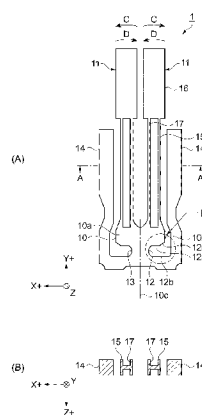
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

振动片、振子、振荡器以及电子设备

(57) 摘要

本发明提供振动片、振子、振荡器以及电子设备，它们能够提高抗冲击特性。石英振动片(1)是对相对于石英晶轴以规定角度切出的Z板进行蚀刻成形而成的振动片，其具备：基部(10)；从基部起在Y轴方向上延伸的一对振动臂(11)；以及在X轴方向上切入基部而成的X轴正向缺口部(12)和X轴负向缺口部(13)，X轴正向缺口部形成为从X轴负侧向正侧切入基部、并且该X轴正向缺口部的宽度随着接近外周(10b)而变宽。



1. 一种振动片,该振动片将相对于作为石英晶轴的相互正交的 X 轴、Y 轴以及 Z 轴以规定角度切出的 Z 板作为基材,且该振动片的外形形状是通过蚀刻而形成的,其特征在于,具有:

基部,其形成有缺口部;以及

从上述基部延伸出的振动臂,

上述缺口部包含从上述 X 轴的负侧向正侧切入上述基部而成的 X 轴正向缺口部,

关于上述 X 轴正向缺口部在上述 Y 轴方向上的宽度,在上述 X 轴正向缺口部的上述 X 轴的负侧的端部,该宽度最大,

上述基部在上述 X 轴正向缺口部中具有上述宽度从上述 X 轴的上述负侧的上述端部向上述 X 轴的上述正侧逐渐变窄的形状,

上述基部具有倾斜部,该倾斜部以使得上述 X 轴正向缺口部的上述宽度从上述 X 轴的上述负侧的上述端部向上述 X 轴的上述正侧变窄的方式倾斜,

上述倾斜部与上述缺口部中沿着上述 Y 轴方向排列的 2 个边中的正侧的边连接,且上述倾斜部与上述正侧的边所成的角度处于 3 度~ 35 度的范围内,其中,上述正侧的边与位于上述 Y 轴的负侧的边相比位于正侧。

2. 根据权利要求 1 所述的振动片,其特征在于,

上述缺口部包含从上述 X 轴的正侧向负侧切入上述基部而成的 X 轴负向缺口部,

上述 X 轴正向缺口部与上述 X 轴负向缺口部在上述 Y 轴方向上形成于相同的位置。

3. 根据权利要求 1 所述的振动片,其特征在于,

该振动片具有多个上述振动臂,且包含着上述多个振动臂和上述基部而构成音叉。

4. 一种振动片,该振动片将相对于作为石英晶轴的相互正交的 X 轴、Y 轴以及 Z 轴以规定角度切出的 Z 板作为基材,且该振动片的外形形状是通过蚀刻而形成的,其特征在于,具有:

基部,其形成有缺口部;以及

从上述基部延伸出的振动臂,

上述缺口部包含从上述 X 轴的负侧向正侧切入上述基部而成的 X 轴正向缺口部,

关于上述 X 轴正向缺口部在上述 Y 轴方向上的宽度,在上述 X 轴正向缺口部的上述 X 轴的负侧的端部,该宽度最大,

上述基部在上述 X 轴正向缺口部中具有上述宽度从上述 X 轴的上述负侧的上述端部向上述 X 轴的上述正侧逐渐变窄的形状,

上述基部具有倾斜部,该倾斜部以使得上述 X 轴正向缺口部的上述宽度从上述 X 轴的上述负侧的上述端部向上述 X 轴的上述正侧变窄的方式倾斜,

上述倾斜部与上述缺口部中沿着上述 Y 轴方向排列的 2 个边中的负侧的边连接,且上述倾斜部与上述负侧的边所成的角度处于 10 度~ 30 度的范围内,其中,上述负侧的边与位于上述 Y 轴的正侧的边相比位于负侧。

5. 根据权利要求 4 所述的振动片,其特征在于,

上述缺口部包含从上述 X 轴的正侧向负侧切入上述基部而成的 X 轴负向缺口部,

上述 X 轴正向缺口部与上述 X 轴负向缺口部在上述 Y 轴方向上形成于相同的位置。

6. 根据权利要求 4 所述的振动片,其特征在于,

该振动片具有多个上述振动臂,且包含着上述多个振动臂和上述基部而构成音叉。

7. 一种振子,其特征在于,具备:

权利要求 1 至 6 中任意一项所述的振动片;以及  
收容上述振动片的封装体。

8. 一种振荡器,其特征在于,具备:

权利要求 1 至 6 中任意一项所述的振动片;  
具有使上述振动片振荡的振荡电路的电路元件;以及  
收容上述振动片以及上述电路元件的封装体。

9. 一种电子设备,其特征在于,具备:

权利要求 1 至 6 中任意一项所述的振动片;以及  
具有使上述振动片振荡的振荡电路的电路元件。

## 振动片、振子、振荡器以及电子设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及振动片、具备该振动片的振子、具备该振动片的振荡器以及具备该振动片的电子设备。

### 背景技术

[0002] 在专利文献 1 中公开了如下的振动片,该振动片具有基部和从基部突出而形成的振动臂部(以下,称为振动臂),并且在振动臂上形成有槽部,其中,在基部下形成有切入部(以下,称为缺口部)。

[0003] 专利文献 1 的振动片通过在基部下形成缺口部,来减少从振动臂向基部的振动泄漏,从而实现 CI(晶体阻抗)值(Q 值)的偏差的抑制。

[0004] 【专利文献 1】日本特开 2002-280870 号公报

[0005] 上述振动片通常利用蚀刻来形成外形形状。并且,在以石英为基材的振动片中,具有蚀刻速度根据相对于石英晶轴的方向而不同的蚀刻各向异性。

[0006] 有时,由于该蚀刻各向异性,振动片的基部缺口部的前端部分发生过蚀刻(蚀刻过多),从而从原本的位置向基部的中央侧进入,而例如形成为前端尖锐的楔形这样的应力容易集中的形状。

[0007] 由此,振动片在掉落时等承受了冲击时,应力有可能集中在缺口部的前端部分,从而从该部分处发生破损。

### 发明内容

[0008] 本发明是为了解决上述课题的至少一部分而做出的,可作为以下的形态或适用例来实现。

[0009] [适用例 1]

[0010] 本适用例的振动片将相对于作为石英晶轴的相互正交的 X 轴、Y 轴以及 Z 轴以规定角度切出的 Z 板作为基材,且该振动片的外形形状是通过蚀刻而形成的,其特征是具有:基部,其形成有缺口部;以及从上述基部延伸出的振动臂,上述缺口部包含从上述 X 轴的负侧向正侧切入上述基部而成的 X 轴正向缺口部,关于上述 X 轴正向缺口部在上述 Y 轴方向上的宽度,在上述 X 轴正向缺口部的上述 X 轴的负侧的端部,该宽度最大,上述基部在上述 X 轴正向缺口部中具有上述宽度从上述 X 轴的上述负侧的上述端部向上述 X 轴的上述正侧逐渐变窄的形状,上述基部具有倾斜部,该倾斜部以使得上述 X 轴正向缺口部的上述宽度从上述 X 轴的上述负侧的上述端部向上述 X 轴的上述正侧变窄的方式倾斜,上述倾斜部与上述缺口部中沿着上述 Y 轴方向排列的 2 个边中的正侧的边连接,且上述倾斜部与上述正侧的边所成的角度处于 3 度~35 度的范围内,其中,上述正侧的边与位于上述 Y 轴的负侧的边相比位于正侧。

[0011] 由此,振动片在基部具有包含从 X 轴负侧向正侧切入的 X 轴正向缺口部的缺口部。

[0012] 振动片通过在上列方向上设置缺口部,能够更有效地抑制振动泄漏。并且,由于振

动片在基部具有倾斜部,因此使得缺口部的前端部分的蚀刻进行程度发生变化,能够抑制过蚀刻。

[0013] 结果,振动片可缓和缺口部的前端部分中的应力集中,因此基部的强度提高,从而能够提高抗冲击特性。

[0014] 由此,振动片的基部具有倾斜部,该倾斜部以使得 X 轴正向缺口部的宽度从 X 轴负侧的端部向 X 轴的上述正侧变窄的方式倾斜。由于振动片在基部设置有倾斜部,因此使得 X 轴正向缺口部的前端部分中的蚀刻进行程度发生变化,从而能够抑制过蚀刻。

[0015] 结果,振动片可缓和缺口部的前端部分中的应力集中,因此基部的强度提高,从而能够提高抗冲击特性。

[0016] 由此,在振动片中,位于 Y 轴正侧的一个边与倾斜部所成的角度处于 3 度~35 度的范围内。

[0017] 在振动片中,由于一个边与倾斜部所成的角度处于上述范围内,从而能够有效地抑制过蚀刻。此外,上述范围是根据发明人验证了与实物的匹配性后进行仿真的分析结果而得出的结论。

[0018] [适用例 2]

[0019] 本适用例的振动片将相对于作为石英晶轴的相互正交的 X 轴、Y 轴以及 Z 轴以规定角度切出的 Z 板作为基材,且该振动片的外形形状是通过蚀刻而形成的,其特征是具有:基部,其形成有缺口部;以及从上述基部延伸出的振动臂,上述缺口部包含从上述 X 轴的负侧向正侧切入上述基部而成的 X 轴正向缺口部,关于上述 X 轴正向缺口部在上述 Y 轴方向上的宽度,在上述 X 轴正向缺口部的上述 X 轴的负侧的端部,该宽度最大,上述基部在上述 X 轴正向缺口部中具有上述宽度从上述 X 轴的上述负侧的上述端部向上述 X 轴的上述正侧逐渐变窄的形状,上述基部具有倾斜部,该倾斜部以使得上述 X 轴正向缺口部的上述宽度从上述 X 轴的上述负侧的上述端部向上述 X 轴的上述正侧变窄的方式倾斜,上述倾斜部与上述缺口部中沿着上述 Y 轴方向排列的 2 个边中的负侧的边连接,且上述倾斜部与上述负侧的边所成的角度处于 10 度~30 度的范围内,其中,上述负侧的边与位于上述 Y 轴的正侧的边相比位于负侧。

[0020] 由此,在振动片中,位于 Y 轴的负侧的另一边与倾斜部所成的角度处于 10 度~30 度的范围内。

[0021] 在振动片中,由于另一边与倾斜部所成的角度处于上述范围内,由此能够有效抑制过蚀刻。此外,上述范围是根据发明人验证了与实物的匹配性后进行仿真的分析结果而得出的结论。

[0022] [适用例 3] 在上述适用例的振动片中,优选上述缺口部包含从上述 X 轴的正侧向负侧切入上述基部而成的 X 轴负向缺口部,上述 X 轴正向缺口部以及上述 X 轴负向缺口部在上述 Y 轴方向上形成于相同的位置。

[0023] 由此,以 X 轴正向缺口部与上述 X 轴负向缺口部构成对的方式设置缺口部,将沿着振动臂的延伸方向的基部中心线作为对称轴,以对称形状形成振动片,所以能够获得平衡的振动。

[0024] [适用例 4] 在上述适用例的振动片中,优选具有多个上述振动臂,且包含着上述多个振动臂和上述基部而构成音叉。

[0025] 由此,振动片具有多个振动臂,且包含着多个振动臂和基部而构成音叉,所以可提供提高了抗冲击特性的振动片。

[0026] [适用例 5] 本适用例的振子的特征是具备上述适用例中任意一例所述的振动片和收容上述振动片的封装体。

[0027] 由此,振子具备提高了抗冲击特性的振动片,所以能够提高抗冲击特性。

[0028] [适用例 6] 本适用例的振荡器具备:上述适用例中任意一例所述的振动片;具有使上述振动片振荡的振荡电路的电路元件;以及收容上述振动片以及上述电路元件的封装体。

[0029] 由此,振荡器具备提高了抗冲击特性的振动片,所以能够提高抗冲击特性。

[0030] [适用例 7] 本适用例的电子设备的特征是具备:上述适用例中任意一例所述的振动片;以及具有使上述振动片振荡的振荡电路的电路元件。

[0031] 由此,电子设备具备提高了抗冲击特性的振动片,所以能够提高抗冲击特性。

### 附图说明

[0032] 图 1 是示出第 1 实施方式的振动片的概略结构的示意图,(A) 是平面图,(B) 是 (A) 的剖视图。

[0033] 图 2 是图 1 的 (A) 的要部放大图。

[0034] 图 3 是示出缺口部中的倾斜部的角度与前端部分的蚀刻形状的关系的图。

[0035] 图 4 是示出第 2 实施方式的振动片的概略结构的示意图,(A) 是平面图,(B) 是 (A) 的剖视图。

[0036] 图 5 是图 4 的 (A) 的要部放大图。

[0037] 图 6 是示出缺口部中的倾斜部的角度与前端部分的蚀刻形状的关系的图。

[0038] 图 7 是示出第 3 实施方式的振子的概略结构的示意图,(A) 是平面图,(B) 是 (A) 的剖视图。

[0039] 图 8 是示出第 4 实施方式的振荡器的概略结构的示意图,(A) 是平面图,(B) 是 (A) 的剖视图。

[0040] 图 9 是示出作为本发明的电子设备一例的便携电话机的概略的立体图。

[0041] 图 10 是作为本发明的电子设备一例的便携电话机的电路框图。

[0042] 图 11 是示出作为本发明的电子设备一例的个人计算机的概略的立体图。

[0043] 标号说明

[0044] 1、2...作为振动片的石英振动片,5...作为振子的石英振子,6...作为振荡器的石英振荡器,10...基部,10a...主面(切出面),10b...外周(X轴正向缺口部的X轴负侧的端部),11...振动臂,12...作为缺口部的X轴正向缺口部,12a...作为一个边的边,12b...作为另一边的边,12c、12d...倾斜部,13...作为缺口部的X轴负向缺口部,14...支撑部,15...臂部,16...施重部,17...槽部,80...封装体,81...封装基座,82...接缝环,83...外部连接端子,84...导电性粘接剂,85...盖体,86...贯通孔,87...密封件,88...连接焊盘,91...作为电路元件的 IC 芯片,92...金属线,300...作为电子设备的便携电话机,400...作为电子设备的个人计算机。

### 具体实施方式

[0045] 以下,参照附图来说明使本发明具体化的实施方式。

[0046] (第1实施方式)

[0047] 图1是示出第1实施方式的振动片的概略结构的示意图,图1的(A)是平面图,图1的(B)是图1的(A)的A-A线的剖视图。图2是图1的(A)的B部放大图。

[0048] 如图1所示,作为振动片的石英振动片1是如下这样的振动片:将从石英原石等中、相对于作为石英晶轴的相互正交的X轴、Y轴、Z轴以规定角度切出的Z板作为基材,通过采用光刻技术的蚀刻(湿法蚀刻)来形成外形形状。此外,采用包含氢氟酸的蚀刻溶液来进行本实施方式的蚀刻。

[0049] 这里,所谓Z板是指切出面(主面10a)相对于Z轴大致正交的板,还包括在从X轴的正侧看、使与该Z轴正交的主面10a从Y轴朝向Z轴方向在0度~几度的范围内逆时针或顺时针旋转的状态下切出的板。

[0050] 以X轴为电轴、Y轴为机械轴、Z轴为光轴的方式,从石英的单晶中切出石英振动片1。

[0051] 石英振动片1可采用沿着从X轴与Y轴的交点(坐标原点)看使由X轴和Y轴构成的X-Y面绕X轴偏转了角度0度到5度后的面的Z板。

[0052] 此外,石英振动片1关于X轴、Y轴以及Z轴从石英上切出的角度,分别允许存在略微的范围(例如,0度~5度左右的范围)内的误差。

[0053] 石英振动片1具备:基部10;从基部10起在Y轴方向上延伸的相互大致平行的一对振动臂11;以及从基部10向X轴方向突出并向振动臂11侧弯折而在Y轴方向上延伸的一对支撑部14。并且,在基部10上形成有在X轴方向上切入的一对缺口部(从X轴的负侧向正侧切入的X轴正向缺口部12、从X轴的正侧向负侧切入的X轴负向缺口部13)。

[0054] 石英振动片1包含着基部10和一对振动臂11而构成音叉,由此形成音叉型振动片,其经由形成在支撑部14的规定位置上的未图示的安装电极固定于封装体等外部部件上。

[0055] 振动臂11具有:位于基部10侧的臂部15;比臂部15更靠前端侧、宽度比臂部15宽的施重部16;以及槽部17,其沿着振动臂11的延伸方向(Y轴方向)形成,使得沿一对振动臂11的排列方向(X轴方向)切断后的振动臂11的剖面形状成为H字状。

[0056] 关于石英振动片1,通过经由安装电极从外部对形成在振动臂11上的未图示的激励电极施加驱动信号,由此一对振动臂11以规定的频率(例如,32kHz)在箭头C方向以及箭头D方向上交替地进行弯曲振动(共振)。

[0057] 这里,详细叙述一对缺口部(从X轴的负侧向正侧切入的X轴正向缺口部12和从X轴的正侧向负侧切入的X轴负向缺口部13)。

[0058] 从X轴的负侧向正侧切入基部10而形成了X轴正向缺口部12。

[0059] 并且如图2所示,基部10在X轴正向缺口部12中,在沿着切入方向的边12a、12b中作为位于Y轴正侧的一个边的边12a与基部10的外周10b之间,具有倾斜部12c,该倾斜部12c形成为使得X轴正向缺口部12的宽度随着接近外周10b而变宽。换言之,X轴正向缺口部12为如下的形状,即,X轴正向缺口部在Y轴方向上的宽度在X轴正向缺口部12的X轴负侧的端部即基部10的外周10b的位置处为最大,并从X轴负侧的端部即外周10b朝向X轴正侧逐渐变窄。

[0060] 倾斜部 12c 如上所述形成为,与 X 轴正向缺口部 12 中位于 Y 轴正侧的边 12a 连接,且与边 12a 所成的角度  $\theta$  处于 3 度~35 度范围内。

[0061] 另一方面,X 轴负向缺口部 13 如图 1 的 (A) 所示被设置为与 X 轴正向缺口部 12 构成对,且以沿着振动臂 11 的延伸方向 (Y 轴方向) 的基部 10 的中心线 10c 为对称轴而与 X 轴正向缺口部 12 形成为对称形状。

[0062] 这里,根据发明人仿真得到的分析结果来说明 X 轴正向缺口部 12 中的倾斜部 12c 的角度  $\theta$  与 X 轴正向缺口部 12 的前端部分的蚀刻形状的关系。

[0063] 图 3 是示出缺口部中的倾斜部的角度与前端部分的蚀刻形状的关系的图。

[0064] 关于利用仿真获得的蚀刻形状以 3 个阶段进行评价,按照应力容易集中的形状的顺序依次用  $\times$ :不良、 $\circ$ :良、 $\odot$ :优良来表示。蚀刻形状如果是  $\circ$ 、 $\odot$  的评价,则判断为应力不容易集中而可适用于批量生产。

[0065] 如图 3 所示,在蚀刻形状中,如果倾斜部 12c 的角度  $\theta$  处于 3 度~35 度的范围内,则为  $\circ$  以上,尤其是如果处于 10 度~30 度的范围内,则为  $\odot$ 。与此相对,在倾斜部 12c 的角度  $\theta$  为 0 度、37 度、40 度时蚀刻形状为  $\times$ 。

[0066] 根据此分析结果,优选倾斜部 12c 的角度  $\theta$  处于 3 度~35 度的范围内,更优选处于 10 度~30 度的范围内。另外,从受到蚀刻各向异性影响的倾斜部 12c 的形成精度的观点出发,角度  $\theta$  最好为大致 30 度。

[0067] 对仿真得到的蚀刻形状进行详细叙述,图 2 的双点划线示出了在没有倾斜部 12c 的情况 (为现有形状,即图 3 的角度  $\theta$  是 0 度的情况) 下的前端部分的形状。

[0068] 在此情况下,X 轴正向缺口部 12 的前端部分发生严重的过蚀刻,从实线示出的原本的圆弧形状向基部 10 的中央侧进入,而形成前端尖锐的楔形那样的应力容易集中的形状。

[0069] 与此相对,在倾斜部 12c 的角度  $\theta$  为 3 度~35 度的范围内的情况下,X 轴正向缺口部 12 的前端部分中的蚀刻进行程度发生变化,抑制了过蚀刻,以与实线示出的原本的圆弧形状近似的形状形成了 X 轴正向缺口部 12 的前端部分。

[0070] 如上所述,第 1 实施方式的石英振动片 1 形成有在 X 轴方向上切入基部 10 而成的 X 轴正向缺口部 12 和 X 轴负向缺口部 13。并且,石英振动片 1 的基部 10 在 X 轴正向缺口部 12 中,在沿着从 X 轴负侧向正侧的切入方向的边 12a、12b 内位于 Y 轴正侧的边 12a 与基部 10 的外周 10b 之间,具有倾斜部 12c,该倾斜部 12c 形成为使得 X 轴正向缺口部 12 的宽度随着接近外周 10b 而变宽。

[0071] 由此,石英振动片 1 通过在上述方向上设置 X 轴正向缺口部 12 和 X 轴负向缺口部 13,能够更有效地抑制振动泄漏。

[0072] 并且,由于石英振动片 1 在 X 轴正向缺口部 12 中具有倾斜部 12c,因此使得 X 轴正向缺口部 12 的前端部分中的蚀刻进行程度发生变化,能够抑制过蚀刻。

[0073] 结果,石英振动片 1 可缓和 X 轴正向缺口部 12 的前端部分中的应力集中,因此基部 10 的强度提高,从而能够提高抗冲击特性。

[0074] 另外,在石英振动片 1 中,如果倾斜部 12c 与边 12a 所成的角度  $\theta$  处于 3 度~35 度的范围内,则能够更有效地抑制过蚀刻,如果倾斜部 12c 与边 12a 所成的角度  $\theta$  处于 10 度~30 度的范围内,则能够更有效地抑制过蚀刻。



[0075] 另外,在前述中虽然以倾斜部 12c 为直线形状的例子进行了说明,但不限于此,例如也可以是圆弧状、阶梯状等。换言之,X 轴正向缺口部 12 可以是如下的形状:X 轴正向缺口部在 Y 轴方向上的宽度在该 X 轴正向缺口部的 X 轴负侧的端部(基部 10 的外周 10b)处为最大,并从 X 轴负侧的端部(基部 10 的外周 10b)向 X 轴正侧逐渐变窄。

[0076] 另外,石英振动片 1 成对地设置有 X 轴正向缺口部 12 和 X 轴负向缺口部 13,且将沿着振动臂 11 的延伸方向(Y 轴方向)的基部 10 的中心线 10c 作为对称轴,以对称形状形成 X 轴正向缺口部 12 和 X 轴负向缺口部 13,所以能够获得平衡的弯曲振动。

[0077] 另外,石英振动片 1 具有一对(2 个)振动臂 11,并包含 2 个振动臂 11 和基部 10 而构成音叉,所以能够提供提高了抗冲击特性的音叉型振动片。

[0078] 此外,在石英振动片 1 中 X 轴负向缺口部 13 的前端部分不容易因石英的蚀刻各向异性而发生蚀刻,所以在 X 轴负向缺口部 13 中可没有倾斜部。

[0079] (第 2 实施方式)

[0080] 图 4 是示出在本发明的电子设备中采用的第 2 实施方式的振动片的概略结构的示意图,图 4 的 (A) 是平面图,图 4 的 (B) 是图 4 的 (A) 的 E-E 线的剖视图。图 5 是图 4 的 (A) 的 F 部放大图。

[0081] 此外,针对与第 1 实施方式的不同部分标注同一标号并省略说明,并以与第 1 实施方式不同的部分为中心进行说明。

[0082] 如图 4 所示,在作为振动片的石英振动片 2 中,X 轴正向缺口部 12 和 X 轴负向缺口部 13 的形状与第 1 实施方式不同。

[0083] 如图 5 所示,石英振动片 2 的基部 10 在 X 轴正向缺口部 12 中,在沿着缺口方向的边 12a、12b 内作为位于 Y 轴负侧的另一边的边 12b 与基部 10 的外周 10b 之间,具有倾斜部 12d,该倾斜部 12d 形成使得 X 轴正向缺口部 12 的宽度随着接近外周 10b 而变宽。换言之,X 轴正向缺口部 12 为如下的形状:X 轴正向缺口部在 Y 轴方向上的宽度在 X 轴正向缺口部 12 的 X 轴负侧的端部即基部 10 的外周 10b 的位置处为最大,并从 X 轴负侧的端部即外周 10b 向 X 轴正侧逐渐变窄。

[0084] 倾斜部 12d 如上所述地形成与在 X 轴正向缺口部 12 中位于 Y 轴负侧的边 12b 连接,并且与边 12b 所成的角度  $\theta 1$  处于 10 度~30 度的范围内。

[0085] 另一方面,X 轴负向缺口部 13 如图 4 的 (A) 所示被设置为与 X 轴正向缺口部 12 构成对,且以沿着振动臂 11 的延伸方向(Y 轴方向)的基部 10 的中心线 10c 为对称轴而与 X 轴正向缺口部 12 形成为对称形状。

[0086] 这里,根据发明人仿真得到的分析结果来说明 X 轴正向缺口部 12 中的倾斜部 12d 的角度  $\theta 1$  与 X 轴正向缺口部 12 的前端部分的蚀刻形状的关系。

[0087] 图 6 是示出缺口部中的倾斜部的角度与前端部分的蚀刻形状的关系的图。

[0088] 针对仿真获得的蚀刻形状利用 2 个阶段进行评价,按照应力容易集中的形状顺序依次用  $\times$ :不良、 $\circ$ :良来表示。蚀刻形状如果是  $\circ$  的评价,则判断为应力不容易集中而可适用于批量生产。

[0089] 如图 6 所示,如果倾斜部 12d 的角度  $\theta 1$  处于 10 度~30 度的范围内,则蚀刻形状为  $\circ$ 。与此相对,倾斜部 12d 的角度  $\theta 1$  为 0 度时蚀刻形状为  $\times$ 。

[0090] 根据此分析结果可知,倾斜部 12d 的角度  $\theta 1$  优选在 10 度~30 度的范围内。

[0091] 详细叙述仿真得到的蚀刻形状,图 5 的双点划线示出了在没有倾斜部 12d 的情况(为现有形状,即图 6 的角度  $\theta 1$  是 0 度的情况)下的前端部分的形状。

[0092] 在此情况下,与第 1 实施方式相同,X 轴正向缺口部 12 的前端部分发生严重的过蚀刻,从实线示出的原本的圆弧状的形状向基部 10 的中央侧进入,而形成前端尖锐的楔形这样的应力容易集中的形状。

[0093] 与此相对,在倾斜部 12d 的角度  $\theta 1$  处于 10 度~30 度的范围内的情况下,X 轴正向缺口部 12 的前端部分中的蚀刻进行程度发生变化,抑制了过蚀刻,以与实线示出的原本的圆弧状形状近似的形状形成了 X 轴正向缺口部 12 的前端部分。

[0094] 如上所述,第 2 实施方式的石英振动片 2 的基部 10 在沿着 X 轴正向缺口部 12 的缺口方向的边 12a、12b 中位于 Y 轴负侧的边 12b 与基部 10 的外周 10b 之间,具有倾斜部 12d,该倾斜部 12d 形成为使得 X 轴正向缺口部 12 的宽度随着接近外周 10b 而变宽。

[0095] 并且,石英振动片 2 形成为倾斜部 12d 与边 12b 所成的角度  $\theta 1$  处于 10 度~30 度的范围内。

[0096] 由此,在石英振动片 2 中,X 轴正向缺口部 12 的前端部分的蚀刻进行程度发生变化,能够抑制过蚀刻。

[0097] 结果,石英振动片 2 可缓和 X 轴正向缺口部 12 的前端部分的应力集中,因此基部 10 的强度提高,能够提高抗冲击特性。

[0098] 此外,对于石英振动片 2,X 轴负向缺口部 13 的前端部分不容易因石英的蚀刻各向异性而发生蚀刻,所以在 X 轴负向缺口部 13 中可没有倾斜部。

[0099] 此外,在上述各实施方式中,振动臂 11 的数量为 2 个,但不限于此,也可以是 1 个或 3 个以上。

[0100] 另外,也可以没有支撑部 14、施重部 16、槽部 17。另外,振动臂 11 的弯曲振动的方向也可以是振动臂 11 的厚度方向(Z 轴方向)。另外,倾斜部 12c 和倾斜部 12d 可以并用。

[0101] (第 3 实施方式)

[0102] 接着,作为第 3 实施方式,对具有上述说明的石英振动片的振子进行说明。

[0103] 图 7 是示出第 3 实施方式的振子的概略结构的示意图,图 7 的 (A) 是平面图,图 7 的 (B) 是图 7 的 (A) 的 G-G 线的剖视图。

[0104] 如图 7 所示,作为振子的石英振子 5 具备:第 1 实施方式的石英振动片 1 和收容石英振动片 1 的封装体 80。

[0105] 封装体 80 由封装基座 81,接缝环 82、盖体 85 等构成。

[0106] 封装基座 81 形成有凹部以便能收容石英振动片 1,在该凹部中设置有与石英振动片 1 的未图示的安装电极连接的连接焊盘 88。

[0107] 连接焊盘 88 构成为,与封装基座 81 内的布线连接,并能够与设置在封装基座 81 的外周部上的外部连接端子 83 导通。

[0108] 在封装基座 81 的凹部周围设置有接缝环 82。此外,在封装基座 81 的底部设置有贯通孔 86。

[0109] 石英振动片 1 经由导电性粘接剂 84 粘接固定在封装基座 81 的连接焊盘 88 上。并且,封装体 80 以缝焊方式将覆盖封装基座 81 凹部的盖体 85 和接缝环 82 焊接。

[0110] 在封装基座 81 的贯通孔 86 中填充有由金属材料等构成的密封件 87。该密封件

87 在减压气氛内熔化后而固化,为了在封装基座 81 内能够保持减压状态而气密地密封住贯通孔 86。

[0111] 石英振子 5 根据经由外部连接端子 83 而来自外部的驱动信号来激励石英振动片 1,并以规定的频率(例如,32kHz)进行振荡。

[0112] 如上所述,石英振子 5 具有提高了抗冲击特性的石英振动片 1,因此能够提高抗冲击特性。

[0113] 此外,石英振子 5 即使取代石英振动片 1 而采用石英振动片 2,也能够获得同样的效果。

[0114] (第 4 实施方式)

[0115] 接着,作为第 4 实施方式,对具有上述说明的石英振动片的振荡器进行说明。

[0116] 图 8 是示出第 4 实施方式的振荡器的概略结构的示意图,图 8 的 (A) 是平面图,图 8 的 (B) 是图 8 的 (A) 的 J-J 线的剖视图。

[0117] 作为振荡器的石英振荡器 6 构成为在上述石英振子 5 的结构中还具有电路元件。此外,针对与石英振子 5 的共同部分标注同一标号并省略详细的说明。

[0118] 如图 8 所示,石英振荡器 6 具备:第 1 实施方式的石英振动片 1;作为具有使石英振动片 1 振荡的振荡电路的电路元件的 IC 芯片 91;和收容石英振动片 1 以及 IC 芯片 91 的封装体 80。

[0119] IC 芯片 91 固定在封装基座 81 的底部,利用金线等金属线 92 与其它布线连接。

[0120] 石英振荡器 6 根据来自 IC 芯片 91 的振荡电路的驱动信号来激励石英振动片 1,并以规定的频率(例如,32kHz)进行振荡。

[0121] 如上所述,石英振荡器 6 具有提高了抗冲击特性的石英振动片 1,所以能够提高抗冲击特性。

[0122] 此外,石英振荡器 6 即使取代石英振动片 1 而采用石英振动片 2,也能够获得同样的效果。

[0123] (电子设备)

[0124] 上述说明的各实施方式的石英振动片可适用于各种电子设备,所获得的电子设备可靠性高。此外,在本电子设备中可采用在上述实施方式中说明的振子以及振荡器。

[0125] 图 9 以及图 10 示出了作为本发明的电子设备的一例的便携电话机。图 9 是示出便携电话机的外观概略的立体图,图 10 是说明便携电话机的电路部的电路框图。

[0126] 该便携电话机 300 可使用上述石英振动片 1 或石英振动片 2。在本例中,以采用石英振动片 1 的例子进行说明。另外,关于石英振动片 1 的结构、作用,采用同一标号等并省略其说明。

[0127] 如图 9 所示,便携电话机 300 设置有作为显示部的 LCD(Liquid Crystal Display:液晶显示器)301、作为数字等的输入部的键 302、麦克风 303、扬声器 311、以及未图示的包含使石英振动片 1 振荡的振荡电路的电路部等。

[0128] 如图 10 所示,在用便携电话机 300 进行发送的情况下,当使用者将自己的声音输入麦克风 303 时,经由脉宽调制编码模块 304 和调制器/解调器模块 305 通过发射机 306、天线开关 307 从开始天线 308 发送信号。

[0129] 另一方面,从对方电话机发送出的信号被天线 308 接收,并经由天线开关 307、接

收滤波器 309,从接收机 310 输入到调制器 / 解调器模块 305。并且,经调制或解调后的信号经由脉宽调制编码模块 304 作为声音输出到扬声器 311。

[0130] 其中,设置有用于控制天线开关 307 及调制器 / 解调器模块 305 等的控制器 312。

[0131] 该控制器 312 除了控制上述部件以外还控制作为显示部的 LCD 301 及作为数字等的输入部的键 302 和 RAM 313 及 ROM 314 等,所以要求高精度。另外,还要求实现便携电话机 300 的小型化。

[0132] 作为符合这样的要求的元件,采用上述石英振动片 1。

[0133] 此外,作为其它构成块,便携电话机 300 具有温度补偿型石英振荡器接收机用合成器 316、发射机用合成器 317 等,但省略说明。

[0134] 用于该便携电话机 300 的上述石英振动片 1 通过在基部 10 设置缺口部,可更有效地抑制振动泄漏。此外,石英振动片 1 通过在缺口部中设置倾斜部 12c,来改变缺口部的前端部分中的蚀刻进行程度,能够抑制过蚀刻。

[0135] 结果,石英振动片 1 可缓和缺口部的前端部分中的应力集中,所以基部 10 的强度提高,能够提高抗冲击特性。

[0136] 因此,采用了石英振动片 1 的电子设备(便携电话机 300)具有稳定的特性,并且能够提高抗冲击特性。

[0137] 作为具有本发明的石英振动片 1 的电子设备,还可举出图 11 所示的个人计算机(移动型个人计算机)400。个人计算机 400 具有显示部 401、输入键部 402 等,作为其电气控制的基准时钟采用了上述的石英振动片 1。

[0138] 另外,作为具有本发明的石英振动片 1 的电子设备,除了前述电子设备之外,还可举出例如数字静态照相机、喷墨式吐出装置(例如喷墨打印机)、便携型个人计算机、电视、视频照相机、录像机、汽车导航装置、寻呼机、电子笔记本(还包含带通信功能的电子笔记本)、电子词典、计算器、电子游戏设备、文字处理器、工作站、电视电话、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、心电图测定装置、超声波诊断装置、电子内窥镜)、鱼群探测机、各种测定设备、计量仪器类(例如,车辆、飞机(航空器)、船舶的计量仪器类)、飞行模拟器等。

[0139] 以上,根据图示的实施方式说明了本发明的电子设备,但本发明不限于此,各部分的结构可置换为具有同样功能的任意结构。另外,在本发明中可附加其它任意的结构体。另外,本发明还可以组合上述各实施方式中的任意 2 个以上结构(特征)。

[0140] 例如,在上述实施方式中,以石英振动片具有 2 个振动臂作为振动部的情况为例进行了说明,但振动臂的数量可以是 3 个以上。

[0141] 另外,在上述实施方式中说明的石英振动片除了压控石英振荡器(VCXO)、温度补偿石英振荡器(TCXO)、带恒温槽的石英振荡器(OCXO)等压电振荡器之外,还可以适用于陀螺仪传感器等。

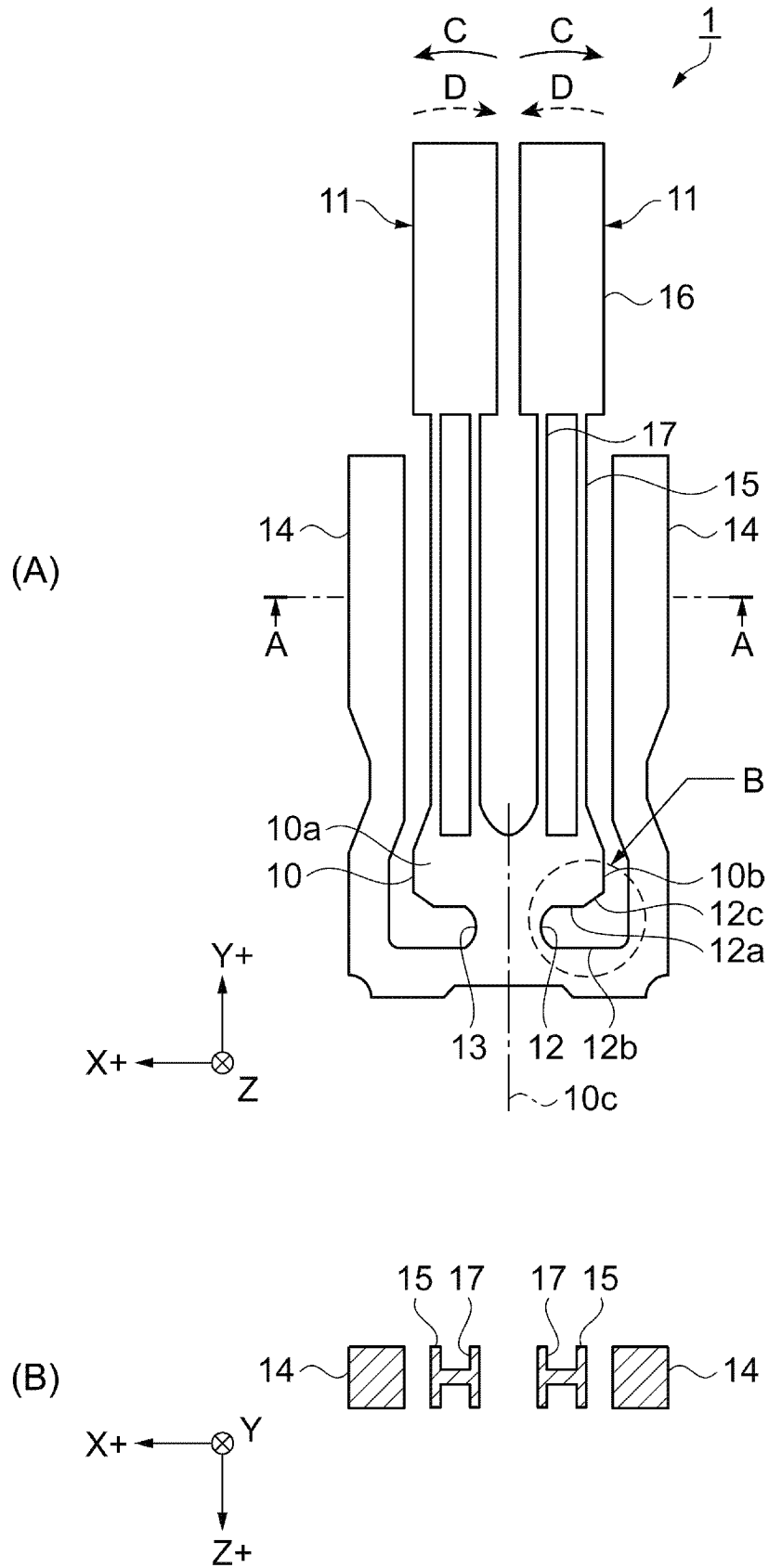


图 1

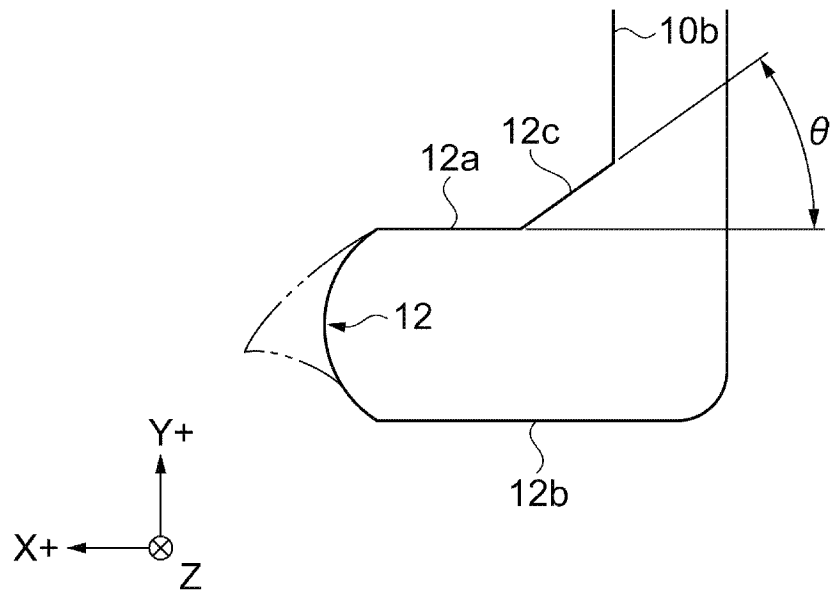


图 2

角度 $\theta$ (度)	0	3	4	5	10	15	30	35	37	40
蚀刻形状	×	○	○	○	◎	◎	◎	○	×	×

图 3

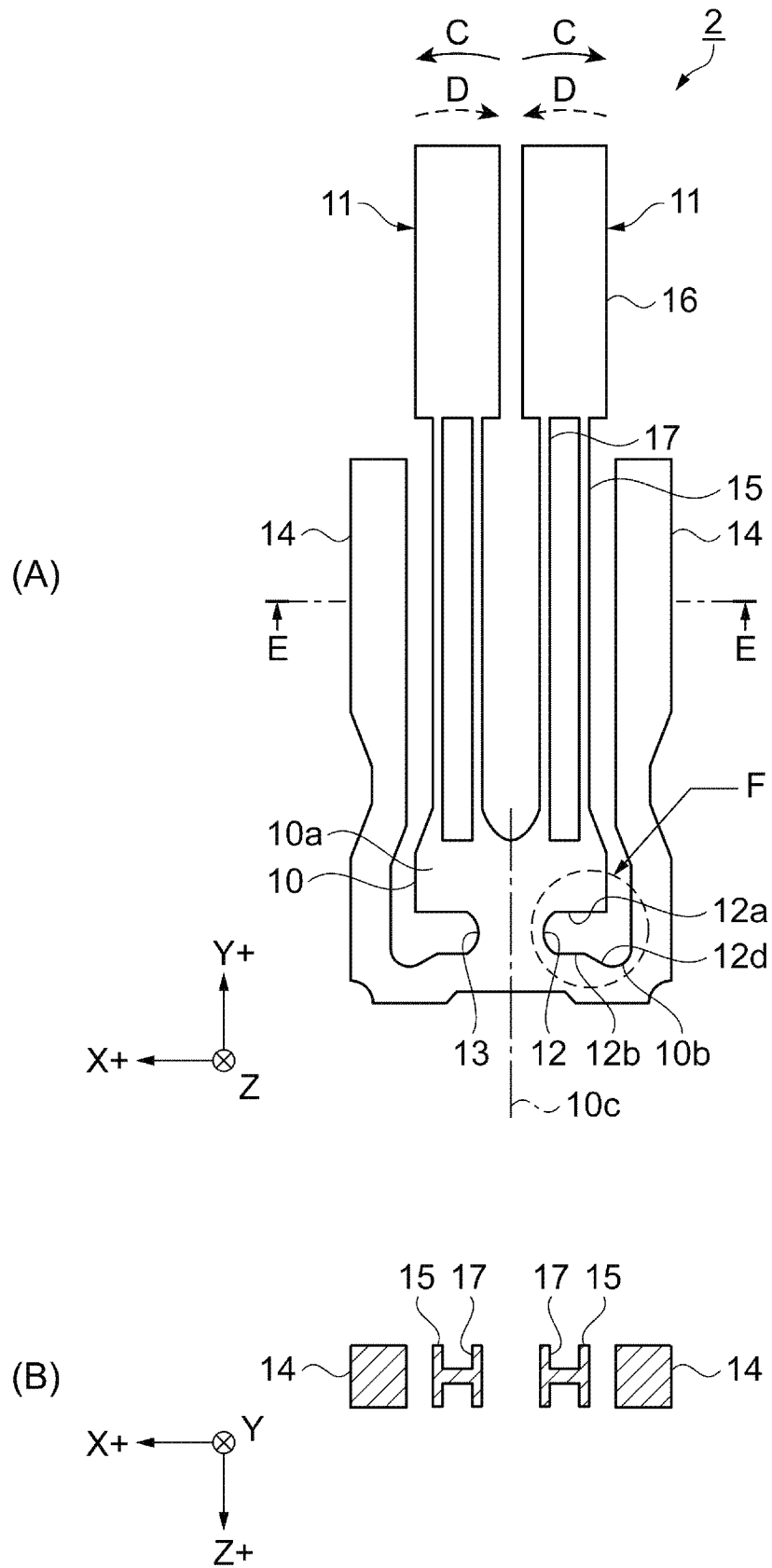


图 4

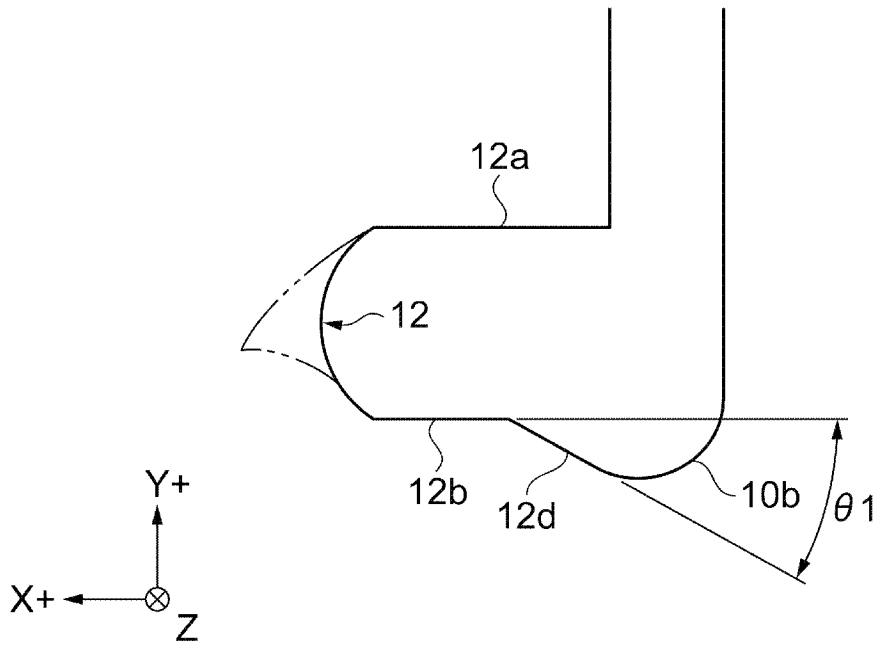


图 5

角度 $\theta 1$ (度)	0	10	20	30
蚀刻形状	×	○	○	○

图 6



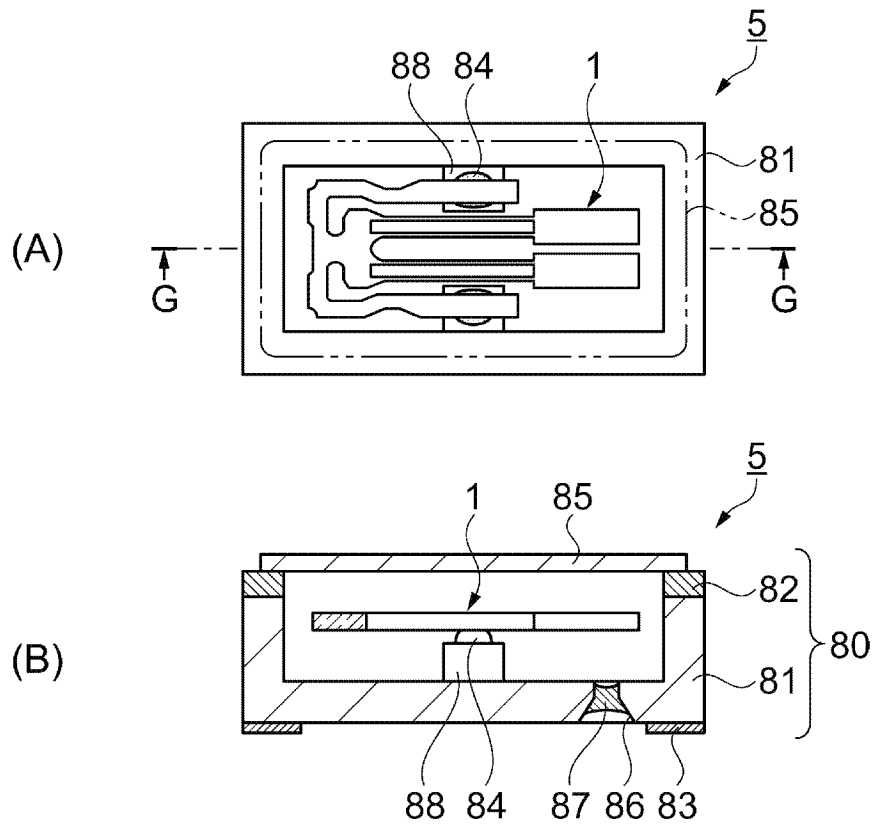


图 7

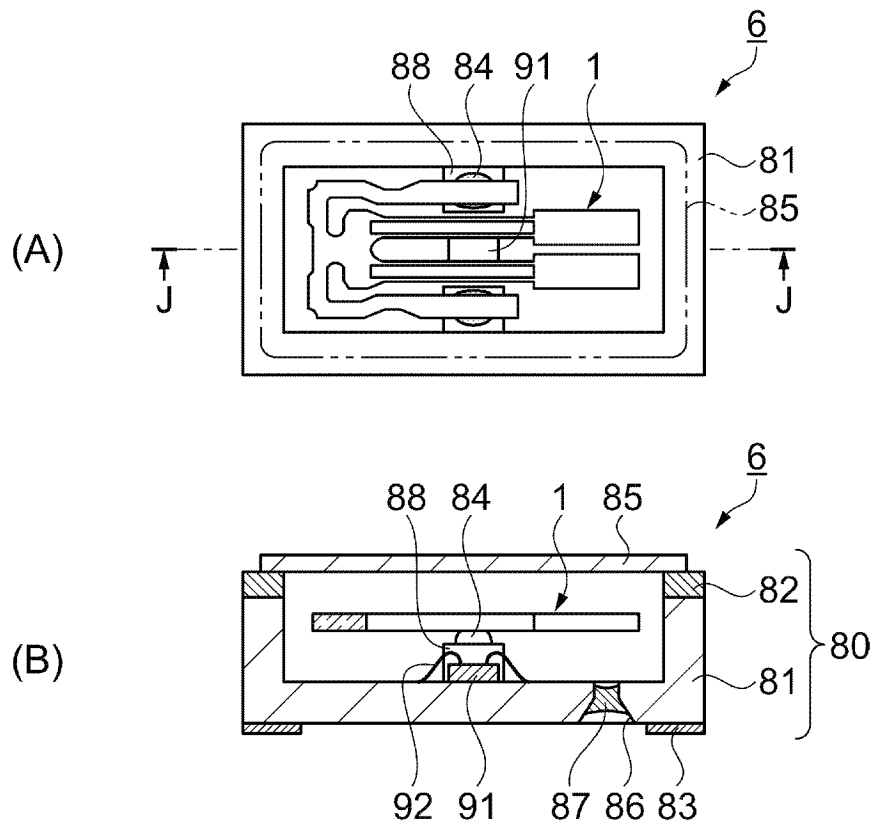


图 8

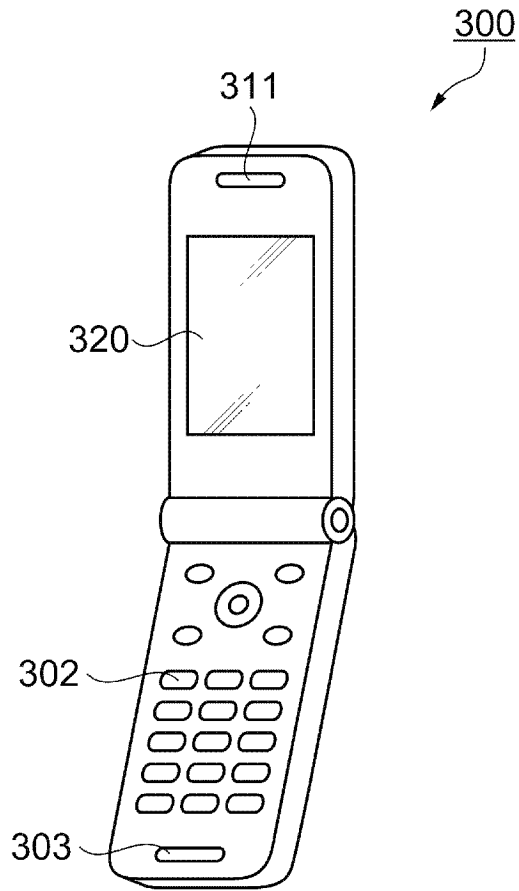


图 9

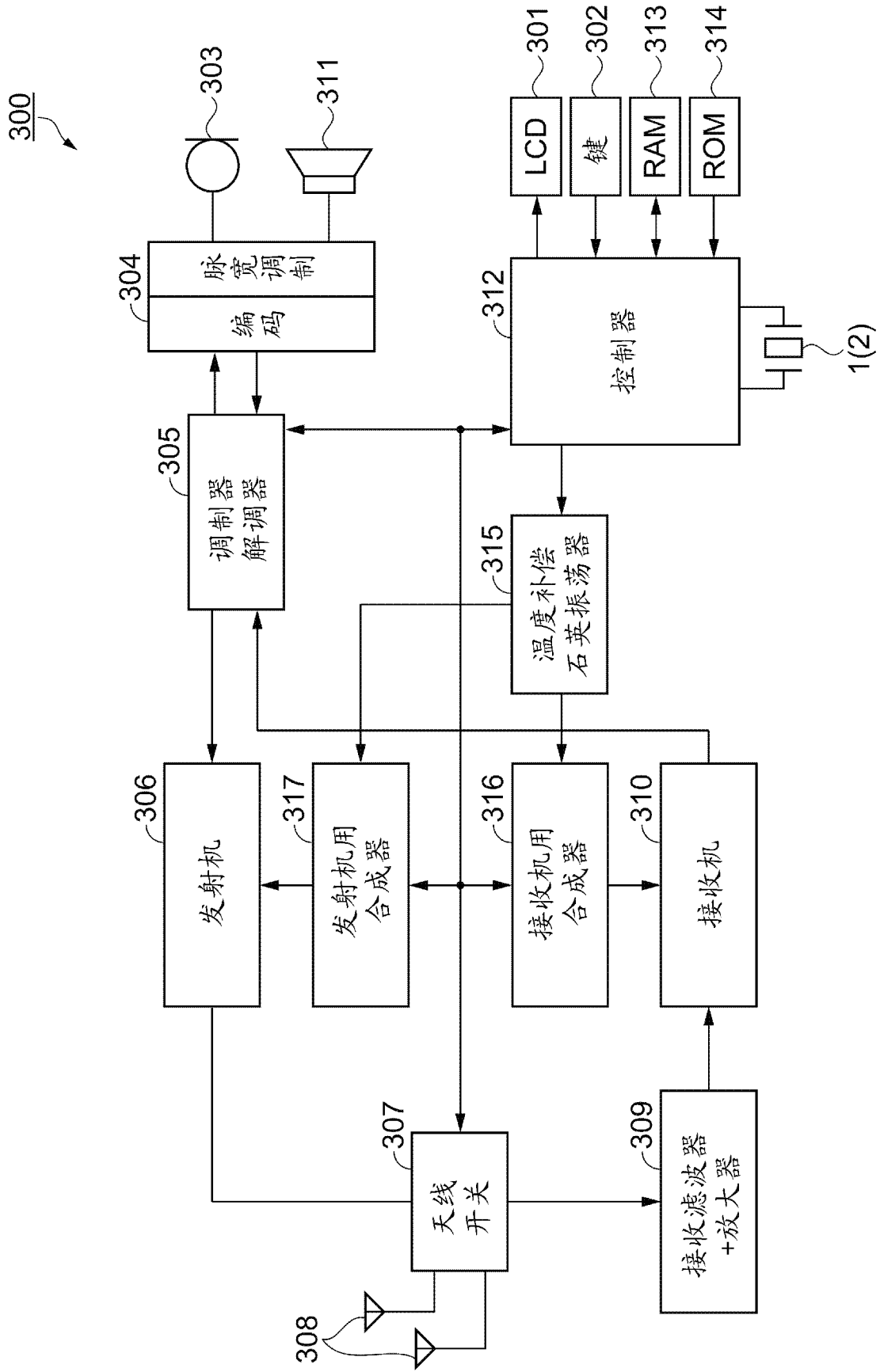


图 10

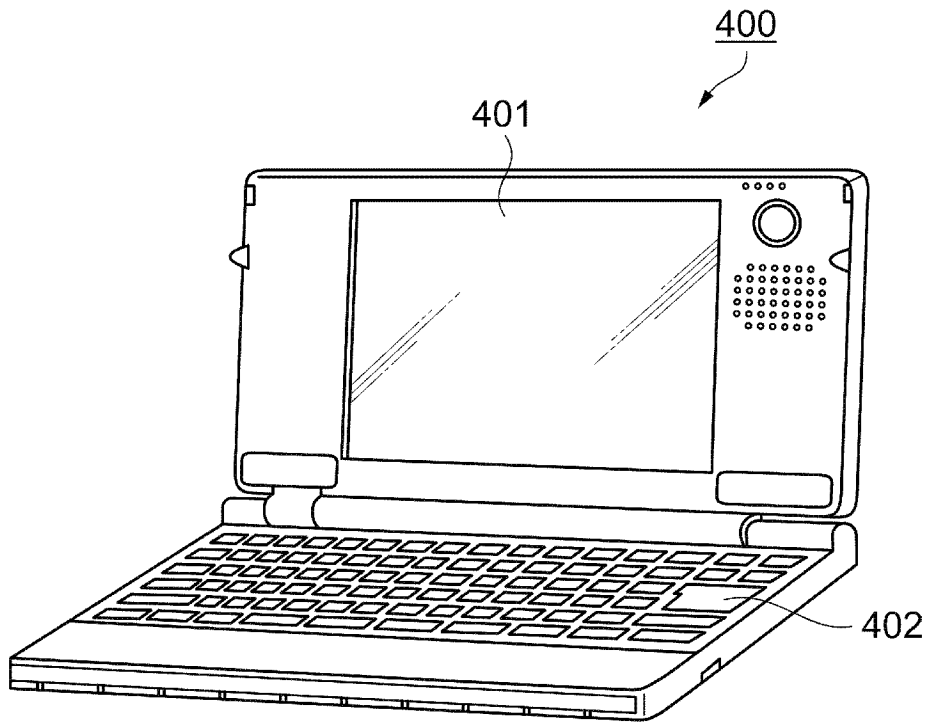


图 11