



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200410102254.0

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100511995C

[22] 申请日 2004. 12. 10

[21] 申请号 200410102254.0

[30] 优先权

[32] 2003. 12. 12 [33] JP [31] 2003 - 414210

[32] 2004. 8. 23 [33] JP [31] 2004 - 242806

[32] 2003. 12. 19 [33] JP [31] 2003 - 423153

[73] 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 山崎隆 饭泽庆吾

[56] 参考文献

US20030030513A1 2003. 2. 13

US5895996A 1999. 4. 20

EP1292023A2 2002. 8. 29

US3974463A 1976. 8. 10

审查员 陈丽娜

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 李 辉

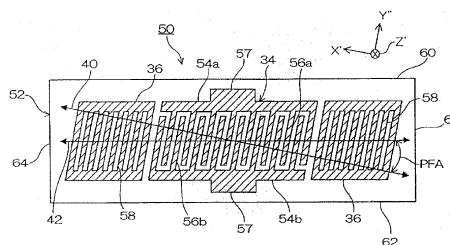
权利要求书 1 页 说明书 13 页 附图 10 页

[54] 发明名称

声表面波元件片以及声表面波装置

[57] 摘要

本发明提供一种声表面波元件片及其制造方法。声表面波元件片(50)在石英片(52)的表面具有 IDT(34)和配置在 IDT(34) 两侧的反射器(36)。石英片(52) 由其切割角被欧拉角表示为(0° 、 $113^\circ \sim 135^\circ$ 、 $\pm(40^\circ \sim 49^\circ)$)的面内旋转 ST 切割石英板形成。IDT(34)和反射器 36 沿着相对石英片(52)的声表面波的相位速度的方向(40)倾斜 PFA $\pm 3^\circ$ 的方向配置。能量流动角 PFA 在石英片(52)的切割角被欧拉角表示为(ϕ° 、 θ° 、 ψ°)时, $PFA = 0.374(\theta^\circ - 90^\circ) - 10.0^\circ$ 。由此, 可以确实沿着面内旋转 ST 切割石英板的声表面波的群速度的方向配置 IDT 和反射器。



1. 一种声表面波元件片，其特征在于，由表面形成有梳状电极的、声表面波的相位速度的方向和群速度的方向不同的石英片构成，所述石英片的相对的两条边沿着所述群速度的方向延长。

2. 根据权利要求1所述的声表面波元件片，其特征在于，具有：
在把欧拉角设为 $(\phi^\circ, \theta^\circ, \psi^\circ)$ 时的切割角为 $(0^\circ, 113^\circ \sim 135^\circ, \pm(40^\circ \sim 49^\circ))$ 的面内旋转ST切割石英片；和

形成在所述石英片的表面，沿着相对所述石英片的声表面波的相位速度的方向倾斜 $PFA \pm 3^\circ$ 的方向配置的梳状电极和反射器，

所述PFA为能量流动角，用公式表示为：

$$PFA = 0.374 (\theta^\circ - 90^\circ) - 10.0^\circ.$$

3. 根据权利要求1所述的声表面波元件片，其特征在于，所述石英片的相对的两条边沿着所述梳状电极和反射器的配置方向延长。

4. 根据权利要求2或3所述的声表面波元件片，其特征在于，所述石英片的四边沿着由所述梳状电极和所述反射器构成的图形形状形成。

5. 根据权利要求1~3中任一项所述的声表面波元件片，其特征在于，所述石英片具有与所述声表面波的群速度的方向正交的两条边。

6. 根据权利要求2或3所述的声表面波元件片，其特征在于，所述反射器的与所述梳状电极侧相反的一侧延伸到所述石英片的端缘。

7. 一种声表面波装置，其特征在于，具有权利要求1~3中任一项所述的声表面波元件片。

声表面波元件片以及声表面波装置

技术领域

本发明涉及一种利用声表面波的声表面波元件片，特别涉及声表面波的相位速度的方向和群速度的方向不同的声表面波元件片及其制造方法以及声表面波装置。

背景技术

利用声表面波 (Surface Acoustic Wave: SAW) 的声表面波装置 (SAW 装置)，使用在石英等压电平板的表面形成有梳状电极 (Interdigital Transducer: IDT) 的声表面波元件片。以往，SAW 装置因为高频区域的特性良好，被广泛用作高频滤波器。构成该高频滤波器的声表面波元件片多利用 ST 切割石英板形成。

石英是三方晶系单晶体，呈现为彼此正交的三个晶体轴、即电轴 (X 轴) 和机械轴 (Y 轴) 和光轴 (Z 轴)。这些晶体轴一般如图 10 所示。并且，ST 切割石英板 10 的切割角用欧拉角 (ϕ° 、 θ° 、 ψ°) 表示为 $\phi^\circ=0^\circ$ ， $\theta^\circ=123^\circ$ 左右， $\psi^\circ=0^\circ$ 。即，如图 10 所示，ST 切割石英板 10 使 Y 轴和 Z 轴以 X 轴为中心向逆时针方向旋转约 $\theta^\circ=123^\circ$ 作为 Y' 轴、Z' 轴，形成具有与 X 轴和 Y' 轴形成的面平行的面的石英板。并且，与 XY' 面正交的 ST 切割石英板 10 的厚度方向的轴作为 Z' 轴。

由 ST 切割石英板 10 构成的声表面波元件片 12 由于频率温度特性的一次系数为 0，频率稳定性良好，所以被广泛用作 SAW 振子和 SAW 滤波器。由 ST 切割石英板 10 构成的声表面波元件片 12 如图 10 所示，IDT14 和反射器 16 沿着 X 轴形成。

可是，在把 ST 切割石英板 10 用作构成高频振荡器的 SAW 振子时，难以获得满足要求规格的特性。即，声表面波元件片 12 在用作 SAW 滤波器时，在比较宽的频率频带能够动作即可，所以不需要具有如以特定频

率振荡的振子那样的高 Q 值。但是，由 ST 切割石英板 10 构成的声表面波元件片 12 的一次温度系数为 0，但二次温度系数比较大。因此，由 ST 切割石英板 10 构成的声表面波元件片 12 在 SAW 振子的工作温度范围即 $-20^{\circ}\text{C} \sim +80^{\circ}\text{C}$ 的温度范围内，谐振频率变动约为 100ppm 左右，不能满足在高精度的通信装置等要求的频率温度特性。

因此，本申请人开发了使用声表面波元件片 20 的 SAW 振子，如图 10 所示，该声表面波元件片 20 使 ST 切割石英板 10 等沿 Z' 轴周围旋转 ψ° （面内旋转），即使 X 轴和 Y' 轴沿 Z' 轴周围旋转 ψ° ，把 X 轴作为 X' 轴，把 Y' 轴作为 Y'' 轴，切割角用欧拉角表示为 $(0^{\circ}, \theta^{\circ}, \psi^{\circ})$ （专利文献 1）。通过使该 ST 切割石英板 10 进行了面内旋转而形成的声表面波元件片 20，其 IDT14 和反射器 16 沿着 X' 轴形成，可以使二次温度系数小于不使 ST 切割石英板 10 进行了面内旋转而形成的声表面波元件片 12，具有非常良好的频率温度特性。

可是，通过使 ST 切割石英板 10 进行了面内旋转而形成的声表面波元件片 20，由于石英单晶体具有各向异性，所以声表面波的相位传播的方向即相位速度的方向和波群（波束）传播的方向即群速度的方向不同（非专利文献 1）。群速度的方向是声表面波的能量行进的方向，相位速度的方向与群速度的方向形成的夹角被称为能量流动角 PFA。并且，声表面波元件片如果不反射在群速度方向传播的波群，将不能获得振子所需要的较大的 Q 值。因此，在沿着 X' 轴形成了 IDT 和反射器的情况下，在 IDT 产生的声表面波不能在反射器有效反射，导致 Q 值降低。所以，本申请人开发了专利文献 1 中图 11 所示的声表面波元件片 30。该声表面波元件片 30 沿着群速度的方向配置形成于石英片 32 表面的 IDT34、和 IDT34 两侧的反射器 36，使声表面波在反射器 36 有效反射，可以获得较大的 Q 值。

专利文献 1 专利第 3216137 号公报

非专利文献 1 日本学术振兴会声表面波元件技术第 150 委员会编，“声表面波元件技术手册”，第 1 版第 1 次印刷，1991 年 11 月 30 日发行，第 154 页。

根据非专利文献 1, 使进行了面内旋转的石英板的能量流动角 PFA、即声表面波的相位速度的方向和群速度的方向形成的夹角 PFA, 在把声表面波的相位速度设为 v , 把石英板的面内旋转角设为 ψ 时, 可以利用公式 (1) 求出。

公式 (1)

$$PFA = \tan^{-1}\{(1/v) \cdot (\partial v / \partial \psi)\}$$

但是, 以往不能求出面内旋转 ST 切割石英板产生的声表面波的正确相位速度, 沿着基于利用公式 (1) 求出的能量流动角 PFA 的群速度的方向配置 IDT 和反射器的声表面波元件片, 是否确实是被沿着群速度的方向配置尚不明确。

并且, 声表面波元件片一般形成为矩形状。专利文献 1 记载的声表面波元件片 30 也相同, 形成 IDT34 和一对反射器 36 的石英片 32 是从石英晶片切割成矩形状。并且, 石英片 32 被切割成使作为长边相对的两条边 38、39 沿着声表面波的相位速度的方向即 X' 轴延长。因此, 声表面波元件片 30 在 IDT34 和反射器 36 的两侧部形成无效的区域, 石英片 32 的面积大于作为有效的声表面波的必要传播区域的 IDT34、反射器 36 的形成区域。所以, 声表面波元件片 30 变大型化, 在一个晶片中可以形成的数量减少, 产出率低, 成本上升。

发明内容

本发明就是为了解决上述现有技术的缺点而提出的, 其目的在于, 能够确实沿着面内旋转后的石英板的声表面波的群速度的方向配置 IDT 和反射器。

并且, 本发明的目的在于可以增大使用面内旋转的石英板的声表面波元件片的 Q 值。

另外, 本发明的目的在于可以使声表面波元件片小型化。

另外, 本发明的目的在于可以提高产出率。

本申请的发明者们对面内旋转 ST 切割石英板进行了认真研究, 利用有限元法 (Finite Element Method: FEM) 仔细分析声表面波的相位速

度，使用该相位速度研究面内旋转 ST 切割石英板的能量流动角 PFA。结果发现，面内旋转 ST 切割石英板的能量流动角 PFA 依赖于沿石英的电气轴即 X 轴周围的旋转角 θ 。本发明就是基于这种见解而完成的。

即，本发明的声表面波元件片的特征在于，具有：把欧拉角设为 $(\phi^\circ, \theta^\circ, \psi^\circ)$ 时的切割角为 $(0^\circ, 113^\circ \sim 135^\circ, \pm(40^\circ \sim 49^\circ))$ 的面内旋转 ST 切割石英片；形成于所述石英片的表面，沿着相对所述石英片的声表面波的相位速度的方向倾斜 $PFA \pm 3^\circ$ 的方向配置的梳状电极和反射器，所述 PFA 用公式 (2) 表示。

公式 (2)

$$PFA = 0.374 (\theta^\circ - 90^\circ) - 10.0^\circ$$

切割角为 $(0^\circ, 113^\circ \sim 135^\circ, \pm(40^\circ \sim 49^\circ))$ 的面内旋转 ST 切割石英板的能量流动角 PFA，根据本申请的发明者们的研究查明，在把绕 X 轴的旋转角设为 θ° 时，可以利用上述公式 (2) 求出。因此，在形成使用面内旋转 ST 切割石英板的声表面波元件片时，梳状电极 (IDT) 和反射器沿着相对声表面波的相位速度的方向倾斜根据公式 (2) 求出的能量流动角 PFA 的方向配置。因此，可以确实沿着声表面波的群速度的方向配置 IDT 和反射器，能够利用反射器有效反射在 IDT 产生的声表面波的波群，可以提高 Q 值。

另外，根据发明者们的实验，即使 IDT 和反射器的配置方向相对根据公式 (2) 求出的能量流动角 PFA 偏移 $\pm 3^\circ$ 时，也能获得充分大的 Q 值。特别是即使 IDT 和反射器的配置方向相对能量流动角 PFA 偏移约 $\pm 1^\circ$ 时，对 Q 值几乎没有影响。因此，IDT 和反射器的配置方向与声表面波的相位速度的方向形成的夹角可以设定为 $PFA \pm 3^\circ$ 。

石英片切割成使相对的两条边沿着 IDT 和反射器的配置方向延长即可。通常，构成声表面波元件片的石英片进行切割时使相对的两条边沿着声表面波的相位的传播方向 (相位速度的方向) 延长。但是，在把 IDT 和反射器配置在与相位速度的方向不同的方向时，如果使石英片的相对的两条边沿着相位速度的方向进行切割，IDT 和反射器的配置方向与石英片的边交叉，所以在 IDT 和反射器的侧方形成较大的无效区域。因此，

进行切割时使石英片的相对的两条边沿着配置有 IDT 和反射器的方向延长。这样，在 IDT 和反射器的侧方不会形成无效区域即可完成切割，可以使声表面波元件片小型化，在石英晶片可以形成的数量增多，能够提高产出率。

并且，本发明的声表面波元件片的特征在于，由表面形成有梳状电极的、声表面波的相位速度的方向和群速度的方向不同的石英片构成，所述石英片的相对的两条边沿着所述群速度的方向延长。

这样，本发明由于声表面波的相位速度的方向和群速度的方向不同，所以为了提高声表面波元件片的 Q 值，在沿着群速度的方向形成 IDT 和反射器的情况下，两条边与 IDT 和反射器的形成方向一致。因此，不会在 IDT 和反射器的侧方形成无效区域，可以减小声表面波元件片的面积，实现小型化，在石英晶片可以形成的数量增多，能够提高产出率。

石英片可以形成为使四边沿着由梳状电极和反射器构成的图形形状延长。在利用梳状电极产生声表面波的情况下，如果沿着声表面波的群速度的方向配置梳状电极和反射器，则梳状电极的电极指和反射器的导体带与梳状电极和反射器的配置方向斜交。因此，如果使石英片的四边沿着由梳状电极和反射器构成的图形形状形成，面对反射器的外端的石英片的边与反射器平行，可以使声表面波元件片进一步小型化。

石英片可以形成为具有与声表面波的群速度的方向正交的两条边。如果这样形成石英片，可以在石英片的端面有效反射从反射器泄漏的声表面波的波群。反射器也可以形成为使与梳状电极侧的相反的一侧延伸到石英片的端缘。声表面波元件片随着被高频化，石英片的端面的影响变小。因此，即使反射器的端部形成到石英片的端缘，对 Q 值的影响也小。并且，可以使反射器的端部与石英片的边（声表面波元件片的边）一致，能够进一步实现小型化。

并且，用于获得上述的声表面波元件片的制造方法的特征在于，具有：形成规定切割角的石英晶片的晶片形成工序；在所述石英晶片的表面形成金属薄膜的形成工序；在所述金属薄膜上形成抗蚀膜的抗蚀膜形成工序；把光掩模配置在所述石英晶片的上方并进行两者的定位，把所

述光掩模的 IDT 形成用及反射器形成用图形的配置方向设为与所述石英晶片的声表面波的相位速度的方向的能量流动角不同的、预先求出的群速度的方向的曝光定位工序；将所述抗蚀膜曝光、显影的光刻工序；使用由所述抗蚀膜构成的掩模蚀刻所述金属薄膜形成 IDT 和反射器的图形化工序；切割所述石英晶片，形成相对的两条边沿着所述声表面波的群速度的方向延长的元件片的分割工序。

这样，本发明例如将石英晶片（石英板）的取向平面和光掩模的基准线对准。光掩模配置在 IDT 形成用和反射器形成用图形相对对准石英晶片的取向平面的基准线，倾斜考虑了面内旋转角 ψ 和声表面波的群速度的方向的角度方向。因此，在对准石英晶片的取向平面和光掩模的基准线时，形成于光掩模的 IDT 形成用和反射器形成用图形配置在与石英晶片的声表面波的相位速度的方向不同的群速度的方向。所以，能够容易进行用于曝光抗蚀膜的、相对石英晶片的光掩模定位。并且，通过将石英晶片形成为相对的两条边沿着群速度的方向延长的元件片，可以使声表面波元件片小于以往，能够提高石英晶片的产出率。另外，石英晶片的群速度的方向、即相位速度的方向和群速度的方向形成的夹角即能量流动角可以根据上述公式（2）确定。

并且，本发明的声表面波装置的特征在于，具有上述的声表面波元件片的任一个。因此，可以发挥上述效果。

附图说明

图 1 是第 1 实施方式的声表面波元件片的俯视图。

图 2 是说明本发明实施方式与以往例的声表面波元件片的差异的图。

图 3 是表示面内旋转 ST 切割石英板的切割角和能量流动角的关系的图。

图 4 是比较本发明实施方式与以往例的声表面波元件片的大小的图。

图 5 是比较本发明实施方式与以往例的声表面波元件片用光掩模的

图。

图 6 是说明本实施方式的声表面波元件片的制造方法的流程图。

图 7 是本实施方式的声表面波元件片的制造方法的说明图。

图 8 是第 2 实施方式的声表面波元件片的俯视图。

图 9 是第 3 实施方式的声表面波元件片的俯视图。

图 10 是石英的切割角的说明图。

图 11 是表示以往的声表面波元件片的示意俯视图。

图中：34 IDT；36 反射器；40 相位速度的方向；42 群速度的方向；50、50a、50b 声表面波元件片；52 石英片；60、62、64、64a、66、66a 边；PFA 能量流动角。

具体实施方式

参照附图详细说明本发明的声表面波元件片及其制造方法以及声表面波装置的优选实施方式。另外，对与在背景技术中说明的部分对应的部分赋予相同符号并省略说明。

图 1 是本发明第 1 实施方式的声表面波元件片的俯视图。在图 1 中，声表面波元件片 50 由作为压电体的矩形状的石英片 52 构成，在石英片 52 的表面中央部形成 IDT34。IDT34 由一对梳状电极 54 (54a、54b) 构成，相当于各梳状电极 54 的梳齿的电极指 56 (56a、56b) 隔开规定间隔地交替平行配置。IDT34 通过向梳状电极 54a 和梳状电极 54b 之间施加信号电压，使石英片 52 的表层部产生规定频率的声表面波。并且，各梳状电极 54 在与电极指 56 的相反侧的外侧中央部具有引线接合用焊盘 57。

另外，声表面波元件片 50 在 IDT34 的两侧设置反射器 36。各反射器 36 形成相同形状，并分别具有多个导体带 58。各反射器 36 的多个导体带 58 的两端彼此连接，形成栅格状。在本实施方式中，这些 IDT34 和一对反射器 36 利用铝或铝合金（以下简称为铝）薄膜构成。即，IDT34 和反射器 36 通过将在石英晶片的表面进行蒸镀或溅射等形成的铝薄膜蚀刻成规定的形状而形成。

在本实施方式中，石英片 52 由所谓的进行了面内旋转的 ST 切割（面

内旋转 ST 切割) 石英板构成, 形成为使 ST 切割石英板绕着图 10 的 Z' 轴旋转规定的 $+\psi^\circ$ 或 $-\psi^\circ$ 的切割角。即, 本实施方式的石英片 52 的切割角用欧拉角 (ϕ° 、 θ° 、 ψ°) 表示为 (0° 、 $113^\circ\sim 135^\circ$ 、 $\pm(40^\circ\sim 49^\circ)$)。如果把石英片 52 设为该范围的切割角, 可以获得频率温度特性良好的声表面波元件片 50。

另外, 这种面内旋转 ST 切割石英板由于晶体的各向异性, 在使 IDT34 产生声表面波的情况下, 声表面波的相位的传播方向即相位速度的方向和波群的传播方向即群速度的方向不同。即, 利用面内旋转 ST 切割石英板形成的石英片 52 如图 2 所示, 声表面波的相位速度的方向 40 沿着 X' 轴, 群速度的方向 42 与相位速度的方向 40 交叉。群速度的方向 42 成为声表面波的能量行进的方向, 相位速度的方向 40 和群速度的方向 42 形成的夹角被称为能量流动角 PFA。进行了面内旋转的石英的能量流动角 PFA 可以根据上述公式 (1) 求出。

但是, 以往面内旋转 ST 切割石英板的声表面波的准确相位速度不明确。所以, 本申请的发明者们使用有限元法仔细分析面内旋转 ST 切割石英板, 求出了声表面波的相位速度。另外, 发明者们根据求出的相位速度对面内旋转 ST 切割石英板的能量流动角 PFA 进行了研究, 发现其依赖于图 2 所示的旋转角 θ 。即, 根据发明者们的分析, 用欧拉角表示的切割角为 (0° 、 $113^\circ\sim 135^\circ$ 、 $\pm(40^\circ\sim 49^\circ)$) 的面内旋转 ST 切割石英板的能量流动角 PFA 形成为 θ 的一次函数, 如图 3 所示, 判明具有公式 (3) 所示关系。

公式 (3)

$$\begin{aligned} \text{PFA} &= 0.3737 (\theta^\circ - 90^\circ) - 10.0^\circ \\ &\approx 0.374 (\theta^\circ - 90^\circ) - 10.0^\circ \end{aligned}$$

因此, 本实施方式的声表面波元件片 50 为了有效反射在群速度的方向 42 传播的波群 (波束) 并获得较高的 Q 值, 沿着群速度的方向 42 配置 IDT34 和反射器 36。但是, IDT34 的电极指 56 和反射器 36 的导体带 58 沿着长度方向与相位速度的方向 40 即 X' 轴正交的方向、即沿着 Y' 轴形成。并且, 在本实施方式中, 石英片 52 的相对的一对边 (长边) 60、

62 沿着 IDT34 和反射器 36 的配置方向延长，其他的一对边（短边）64、66 与边 60、62 正交。即，边 64、66 与声表面波的群速度的方向 42 正交。其理由如下。

为了形成由面内旋转 ST 切割石英板构成的声表面波元件片，如上所述，将 IDT34 和反射器 36 沿着声表面波的群速度的方向 42 配置。在该情况下，如果象图 2 的双点划线所示的以往的声表面波元件片 30 那样，将石英片的相对的两条边（长边）与 X' 轴（即相位速度的方向 40）平行地切割，则在 IDT34 和反射器 36 的侧方形成较大的无效区域（参照图 11）。因此，不仅导致元件片的大型化，而且使得石英晶片的产出率降低，制造成本上升。

对此，如果象图 1 所示的声表面波元件片 50 那样，将石英片 52 的相对的两条边沿着声表面波的群速度的方向 42、即沿着 IDT34 和反射器 36 的配置方向切割，则在 IDT34 和反射器 36 的侧方几乎不会形成无效区域。因此，本实施方式的声表面波元件片 50 相比以往技术，可以实现小型化，能够提高石英晶片的产出率。而且，由于声表面波元件片 50 的其他两条边（短边）64、66 与声表面波的群速度的方向 42 正交，所以能够有效反射从反射器 36 泄漏的波群，可以提高声表面波的激励效率。

另外，IDT34 和反射器 36 由于制造误差等，未必可以配置成完全沿着群速度的方向延长的状态。因此，发明者们通过各种研究及实验判明，即使 IDT34 和反射器 36 配置成相对根据公式 (3) 求出的能量流动角 PFA 偏移约 $\pm 3^\circ$ ，也能够获得充分大的 Q 值。特别是在相对能量流动角 PFA 的误差约为 $\pm 1^\circ$ 时，几乎不会影响 Q 值。因此，在本实施方式中，IDT34 和反射器 36 的配置方向 44 被设定成与声表面波的相位速度的方向 40 形成的夹角为 $PFA \pm 3^\circ$ 。

图 4 是比较以往的声表面波元件片 30 和第 1 实施方式的声表面波元件片 50 的大小的图。图 4 (1) 是以往的声表面波元件片 30，图 4 (2) 是第 1 实施方式的声表面波元件片 50，斜线部分表示形成 IDT 和反射器并作为元件片所需要的区域。以往的声表面波元件片 30 的面积 A 在把声表面波元件片 30 的长度设为 L、把宽度设为 B 时为，

公式 (4)

$$A=L \times B=L \times (B_0+B_1)$$

其中, B_0 是形成元件片所需要的最小限度的宽度, B_1 是从形成元件片所需要的最小区域到石英片的长边的最大距离。

B_1 在设能量流动角为 PFA 时, 根据公式 (5) 所示关系,

公式 (5)

$$\tan (PFA)=B_1/L$$

得到公式 (6),

公式 (6)

$$B_1=L \tan (PFA)$$

因此, 声表面波元件片 30 的面积 A 通过把公式 (6) 代入公式 (4), 得到公式 (7)。

公式 (7)

$$\begin{aligned} A &=L \times (B_0+L \tan (PFA)) \\ &= (B_0 \times L)+L^2 \tan (PFA) \end{aligned}$$

因此, 声表面波元件片 30 的面积 A 相对形成用斜线表示的元件片所需要的最小面积的比率 r 为,

公式 (8)

$$r=[\{(B_0 \times L)+L^2 \tan (PFA)\} / (L \times B_0)] \times 100\%$$

此处, 如果把由用斜线表示的必要区域构成的元件片 (芯片) 的尺寸设为 $L=2\text{mm}$ 、 $B_0=0.5\text{mm}$, 则公式 (8) 成为

公式 (9)

$$\begin{aligned} r &= \{(0.5 \times 2)+4 \tan (PFA)\} / (2 \times 0.5) \times 100\% \\ &= (1+4 \tan (PFA)) \times 100\% \end{aligned}$$

另一方面, 图 4 (2) 表示的实施方式的声表面波元件片 50 的宽度为 B_0 。但是, 长度仅增加 $\Delta L=B_0 \tan (PFA)$ 。因此, 本实施方式的声表面波元件片 50 的面积 S 为,

公式 (10)

$$S=B_0 \times (L+B_0 \tan (PFA)) = (B_0 \times L)+B_0^2 \tan (PFA)$$

求出该面积 S 相对斜线部的面积的比率 R，代入上述的 $L=2\text{mm}$ 、 $B_0=0.5\text{mm}$ 得到公式 (11)，

$$R = \left[\frac{(B_0 \times L) + B_0^2 \tan(\text{PFA})}{(B_0 \times L)} \right] \times 100\% \\ + (1 + 0.25 \tan(\text{PFA})) \times 100\%$$

因此，本实施方式的声表面波元件片 50 相比以往的声表面波元件片 30，其面积大幅减小。

图 5 是用于形成以往的声表面波元件片 30 的光掩模、和用于形成第 1 实施方式的声表面波元件片 50 的光掩模的示意图。图 5 (1) 是用于形成以往的声表面波元件片 30 的光掩模 70，图 5 (2) 是用于形成实施方式的声表面波元件片 50 的光掩模 80，均表示出其一部分。

并且，光掩模 70 的斜线部分是形成利用划线 71、72 包围的一个声表面波元件片 30 的区域。光掩模 70 的双点划线的区域 74 表示形成 IDT 和反射器所需要的区域，形成有用于形成 IDT 和反射器的图形（未图示）。区域 74 为了沿着群速度的方向形成 IDT 和反射器，相对图的横方向的划线 71 刚好倾斜能量流动角 PFA。

另外，光掩模 70 在将未图示的基准线对准图 7 所示的石英晶片 90 的取向平面 92 时，横方向的划线 71 被配置成相对取向平面 92 倾斜与面内旋转角 ψ 相等的角度。即，石英晶片 90 是 ST 切割石英基板，取向平面 92 形成为与石英的 X 轴正交。并且，在将石英晶片 90 和光掩模 70 定位时，使形成于光掩模 70 的未图示的基准线对准石英晶片 90 的取向平面 92。因此，光掩模 70 的横方向的划线 71 相对基准线倾斜与面内旋转角 ψ 相等的角度。

另一方面，图 5 (2) 所示的光掩模 80 是形成利用与斜线部分正交的划线 81、82 包围的一个面声波元件片 50 的区域。并且，光掩模 80 在将未图示的基准线对准石英晶片 90 的取向平面 92 时，划线 81 被配置成相对石英晶片 90 的取向平面 92 倾斜与面内旋转角 ψ 和能量流动角 PFA 之和相等的角度。

图 6 是说明本实施方式的声表面波元件片 50 的制造方法的流程图。在形成声表面波元件片 50 时，首先进行晶片形成工序，制作石英晶片 90

(参照图 7)(图 6 的步骤 100)。在本实施方式中,石英晶片 90 由用欧拉角表示为 (0° 、 $113^\circ\sim 135^\circ$ 、 $\pm(40^\circ\sim 49^\circ)$) 的 ST 切割石英基板构成。该石英晶片 90 如图 7(1) 所示,表示石英晶片 90 的配置方向,用于进行与光掩模等的定位的取向平面 92 形成为与石英的 X 轴正交。

然后,如图 6 的步骤 102 和图 7(2) 所示,进行在石英晶片 90 的表面通过蒸镀或溅射等形成铝等电极用金属薄膜 94 的形成工序。然后,进行在金属薄膜 94 上涂覆抗蚀剂并使其干燥形成抗蚀膜的抗蚀膜形成工序(步骤 104)。然后,进行把图 7(3) 所示的光掩模 80 配置在石英晶片 90 的上方,并将作为石英晶片 90 的基准线的取向平面 92 与光掩模 80 的基准线(未图示)对准的曝光定位工序(步骤 106)。在本实施方式中,光掩模 80 使所设置的 IDT 形成用和反射器形成用图形 86 的配置方向相对基准线倾斜相当于使石英晶片 90 进行了面内旋转的角度 ψ 和能量流动角 PFA 的角度。因此,在把光掩模 80 的基准线对准石英晶片 90 的取向平面 92 时,图 5(2) 所示的划线 81 和图 7(3) 所示的图形 86 被沿着石英晶片 90 的声表面波的群速度的方向配置。

然后,进行通过光掩模 80 将设在石英晶片 90 上的抗蚀膜进行曝光,并把石英晶片 90 浸渍于显影液中将抗蚀膜显影的光刻工序(步骤 108)。由此,与形成于光掩模 80 的 IDT、反射器对应的图形被转印在抗蚀膜上。然后,进行把已图形化的抗蚀膜作为掩模蚀刻金属薄膜 94 的图形化工序(步骤 110,参照图 7(4))。并且,按照步骤 112 所示,去除作为掩模的抗蚀膜(步骤 112)。由此,形成 IDT34、反射器 36 等。之后,按照图 7(5) 所示进行分割工序。即,利用金刚石锯 96 等沿着划线 81、82 切断分割石英晶片 90,如图 7(6) 所示,形成声表面波元件片 50(步骤 114)。由此,可以获得由相对的两条边沿着声表面波的群速度的方向延长的石英片构成的声表面波元件片 50。

图 8 是第 2 实施方式的声表面波元件片的俯视图。该实施方式的声表面波元件片 50a 形成为使石英片 52 的短边 64a、66a 与形成反射器 36 的导体带 58 平行。因此,石英片 52 形成为四边 60、62、64a、66a 沿着由 IDT34 和反射器 36 构成的图形形状,并形成平行四边形。这种声表面

波元件片 50a 由于石英片 52 的外形沿着 IDT34、反射器 36 的外形形成，所以能够小于第 1 实施方式的声表面波元件片 50，可以进一步提高产出率。另外，声表面波元件片伴随着振荡频率的进一步高频化，石英片的端面的影响变小。因此，即使边 64a、66a 与声表面波的群速度的方向 42 斜交，对声表面波元件片 50a 的 Q 值的影响也小。所以，也可以按照图 9 所示第 3 实施方式形成声表面波元件片。

该第 3 实施方式的声表面波元件片 50b 形成为反射器 36 的与 IDT34 相反的一侧延伸到边 64a、66a 的端缘。这种声表面波元件片 50b 可以进一步缩短长度，实现小型化，能够进一步提高石英晶片的产出率。另外，边 64a、66a 也可以与声表面波的相位速度的方向 40 正交。

上述各实施方式的声表面波元件片 50、50a、50b 可以用作 SAW 振子和 SAW 滤波器等的声表面波装置。

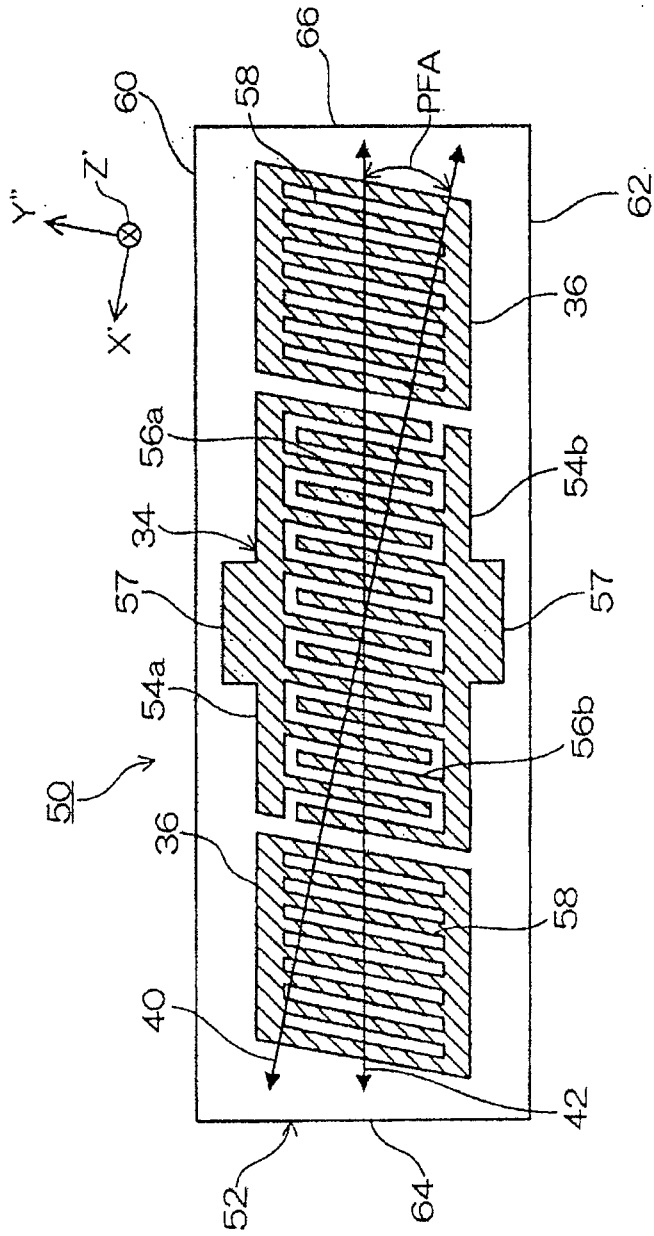


图 1

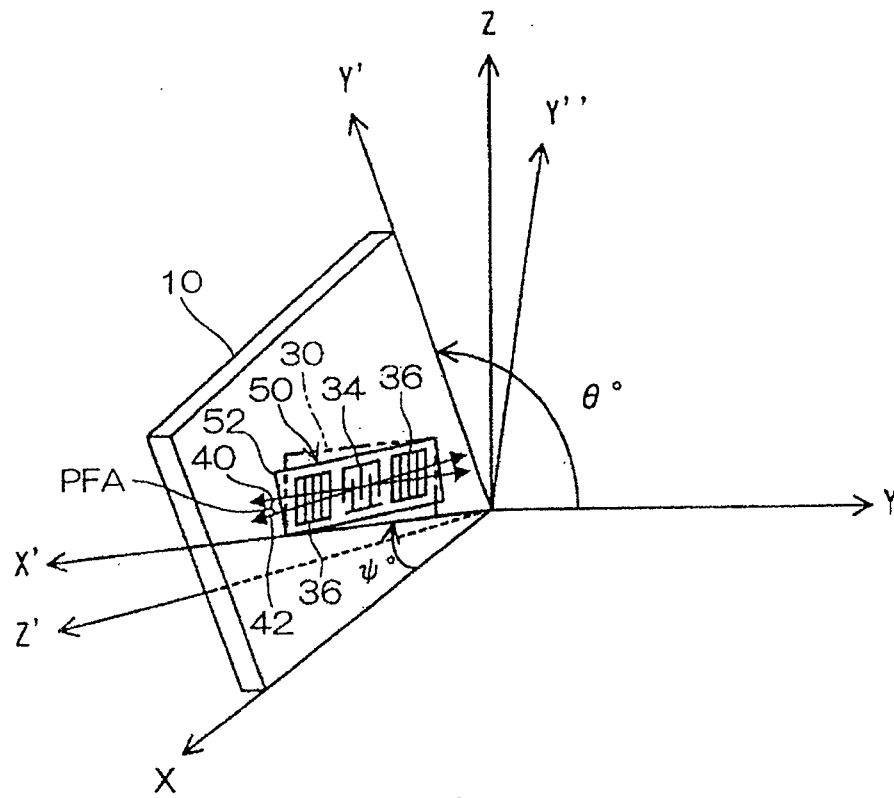


图 2

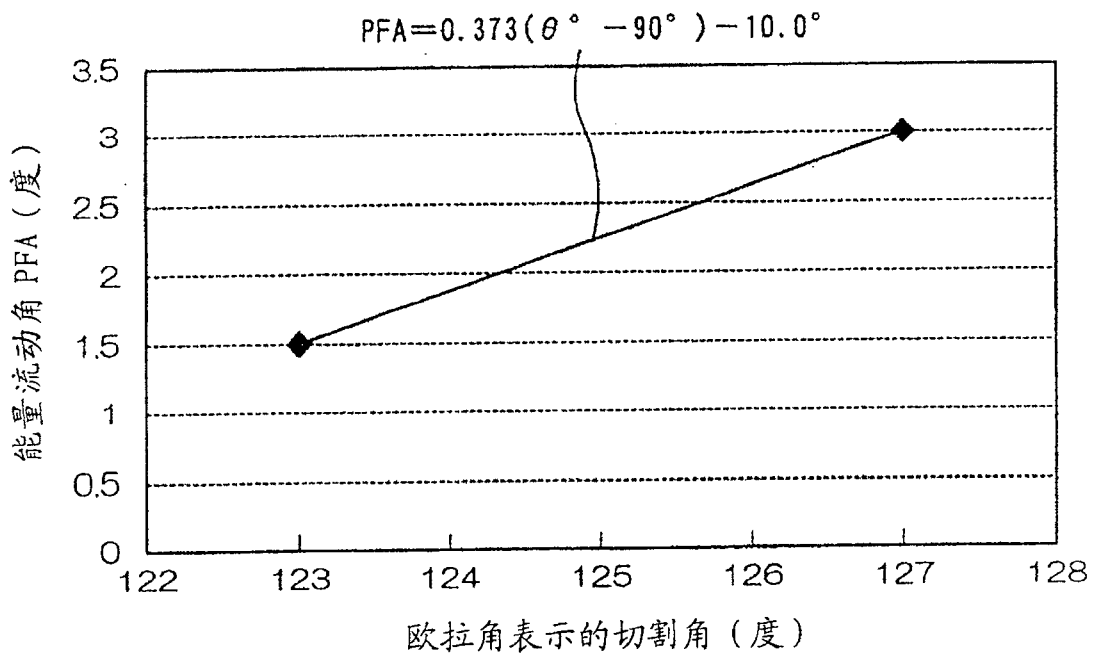


图 3

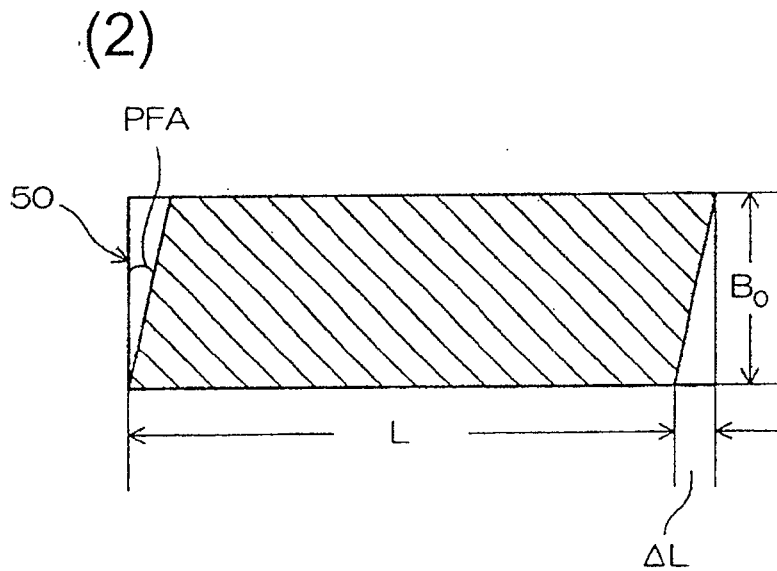
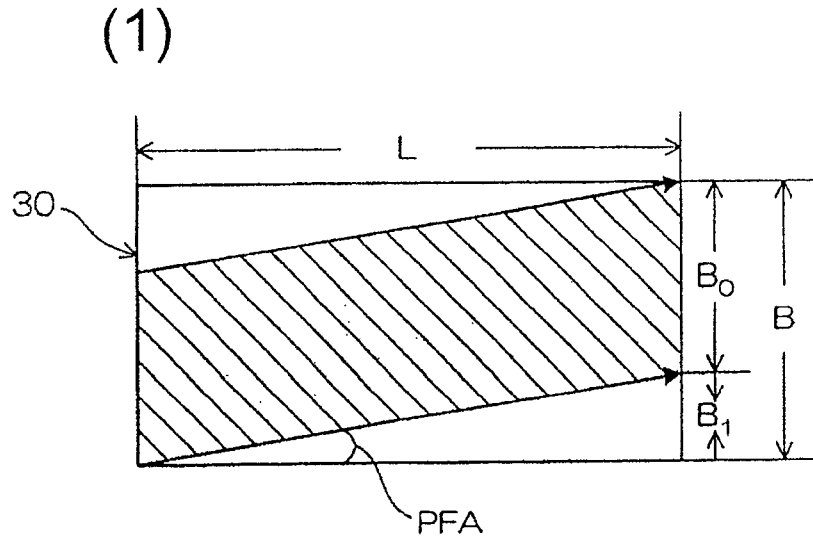


图 4

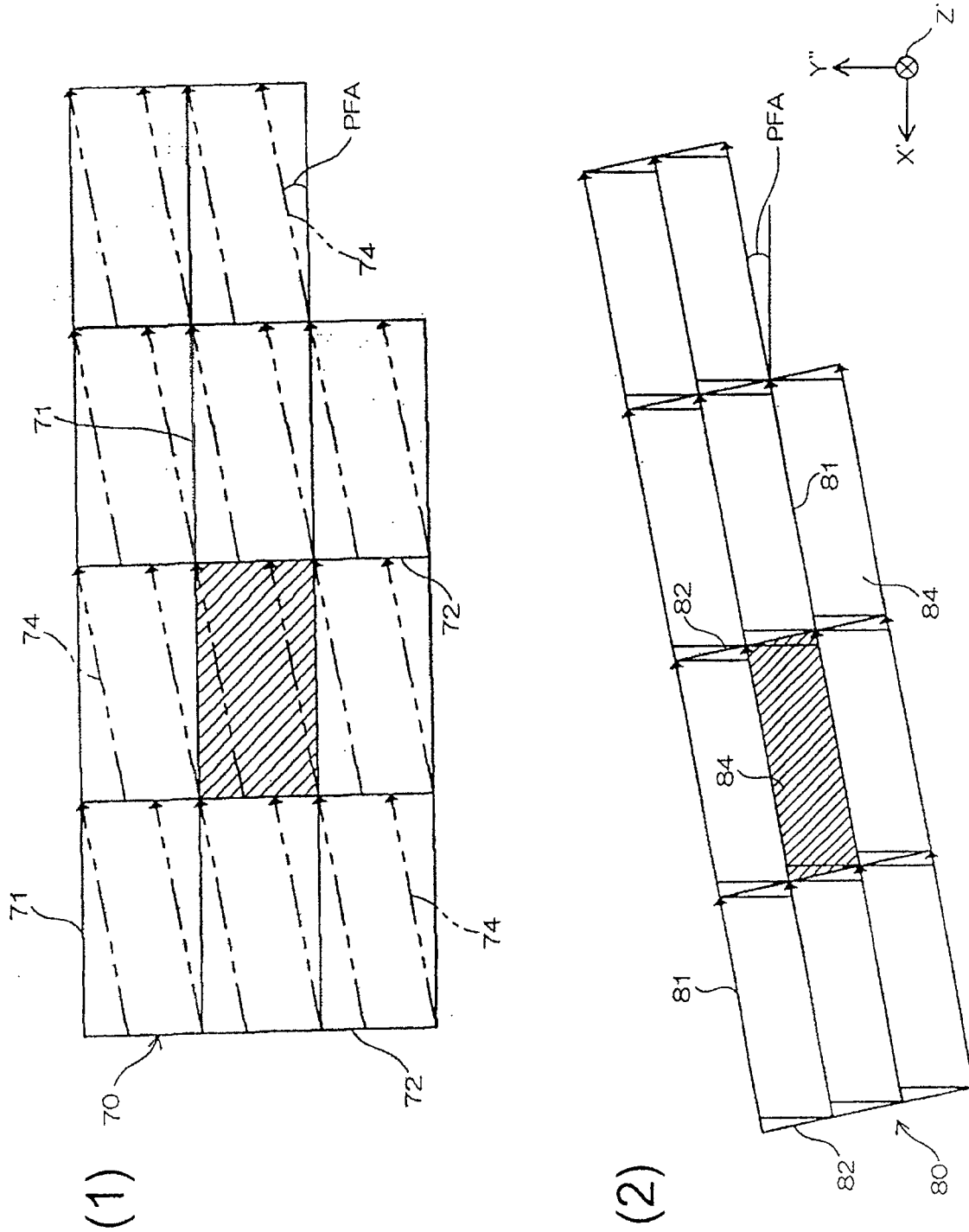


图 5

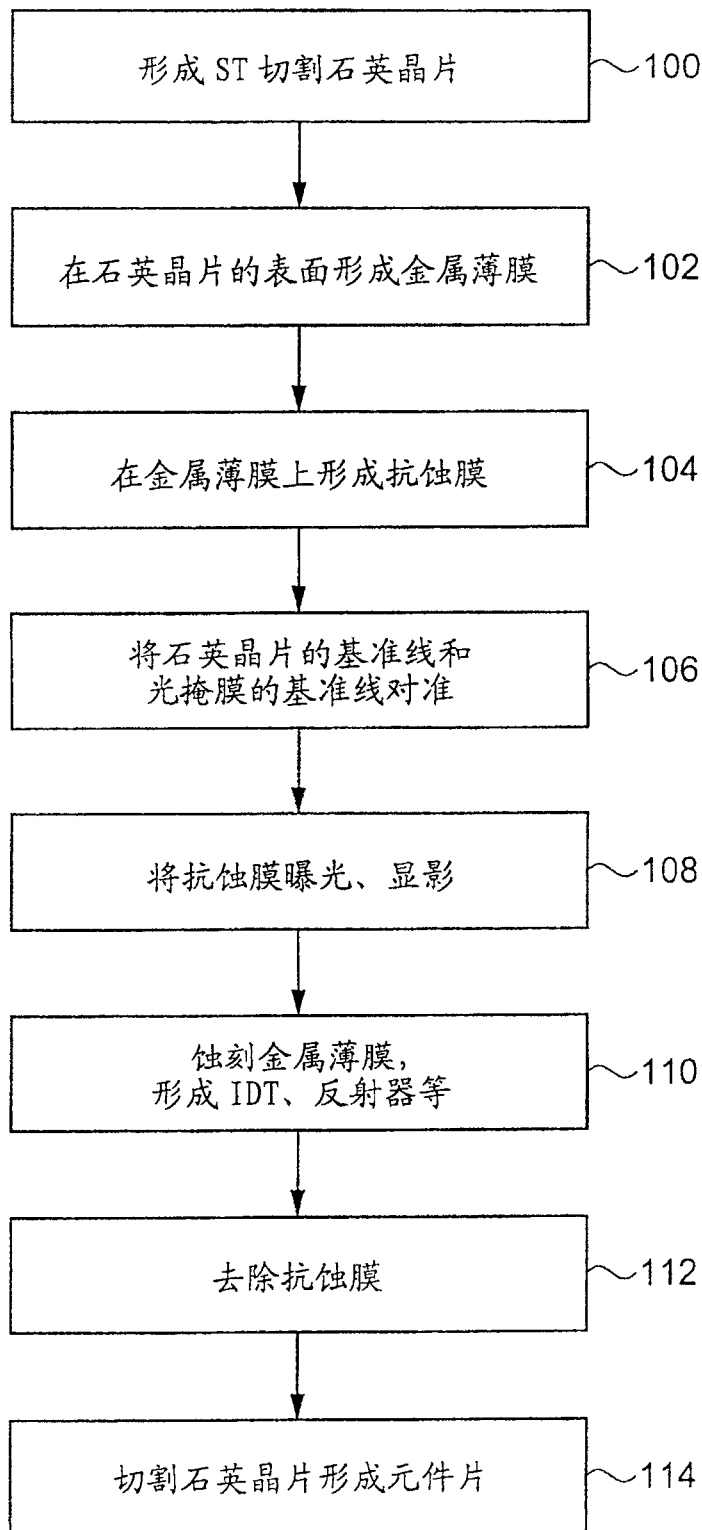


图 6

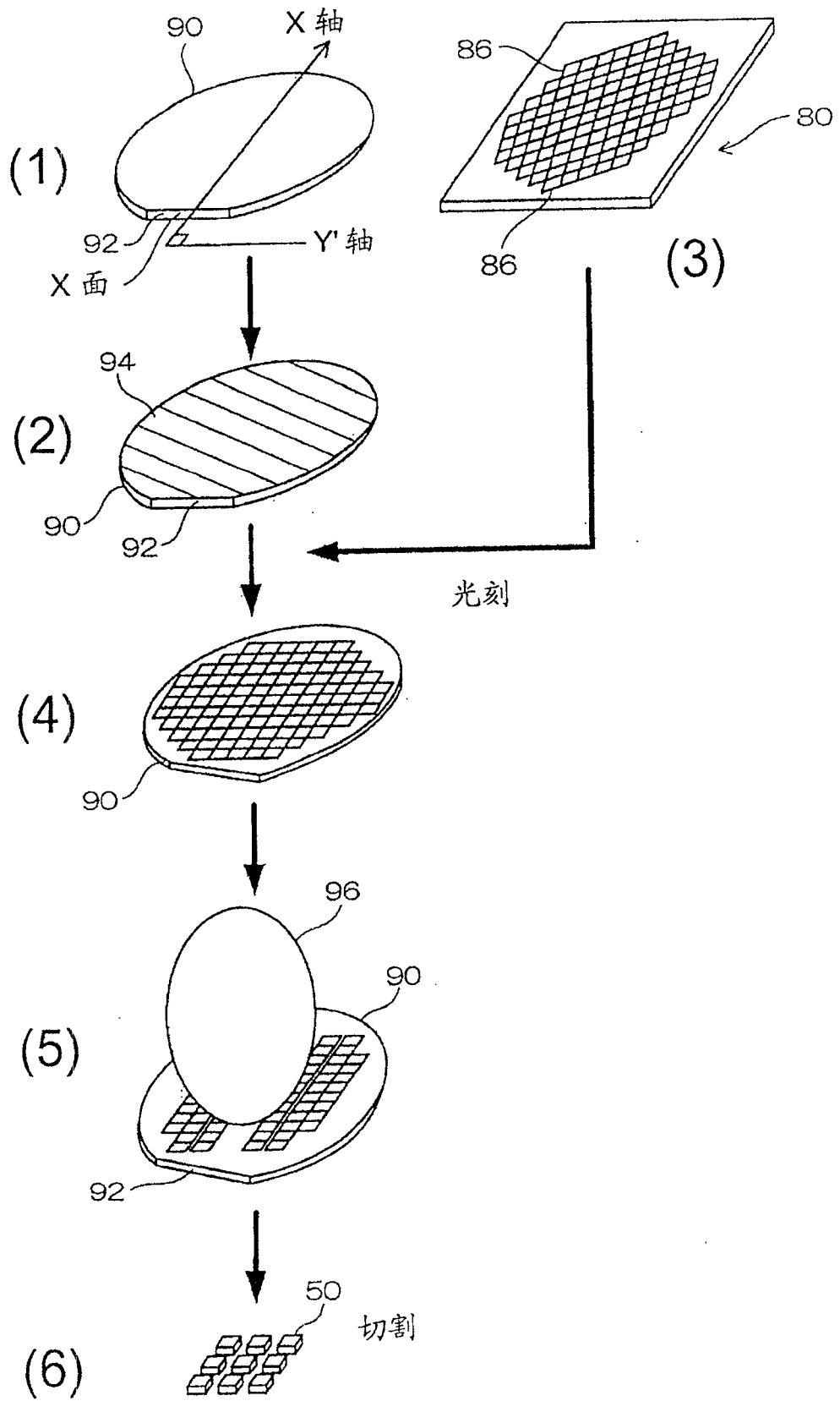


图 7

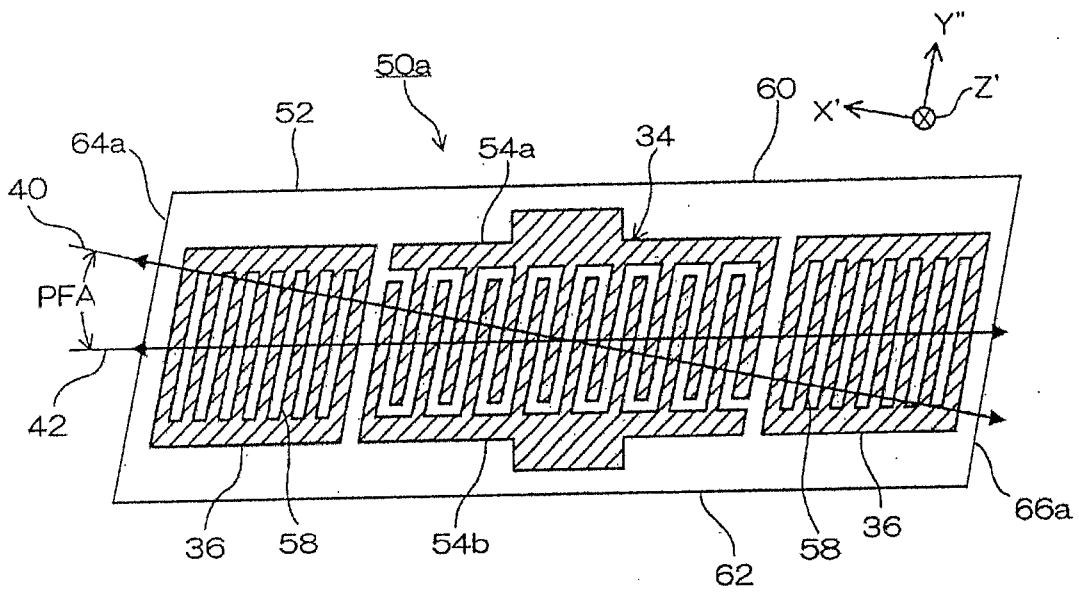


图 8

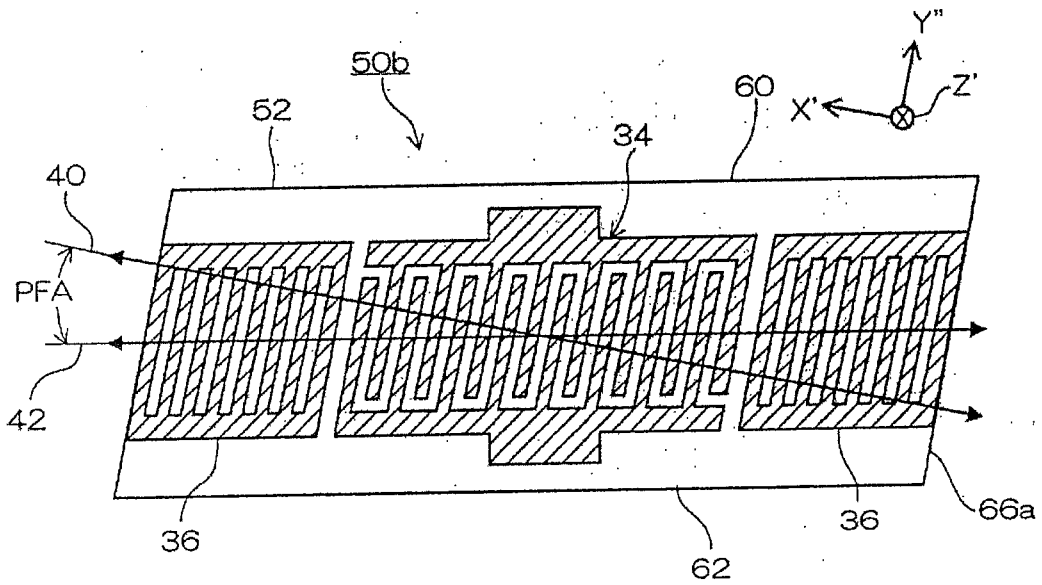


图 9

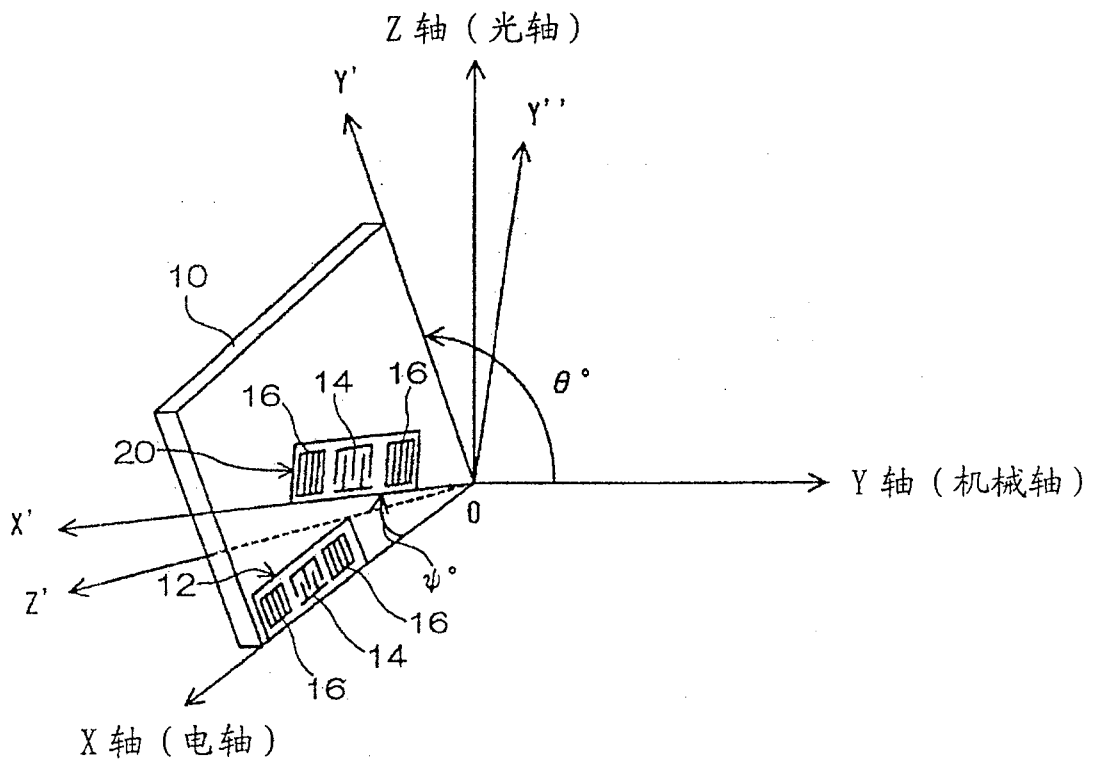


图 10

