

1. 一种晶体装置的制造方法,使用多个矩形状的基板与沿所述基板的 X 轴方向形成有至少 1 对贯穿孔的 AT 切割的基底晶片,来制造具有晶体振动片及所述基板的晶体装置,所述晶体装置的制造方法的特征在于包括:

耐蚀膜形成工序,在所述基底晶片的第 1 面与所述第 1 面的相反侧的第 2 面上形成耐蚀膜;

曝光工序,于所述耐蚀膜上形成光致抗蚀剂,对与所述贯穿孔对应的位置的所述第 1 面及所述第 2 面的所述光致抗蚀剂进行曝光;

耐蚀膜蚀刻工序,对所述第 1 面及所述第 2 面的与所述贯穿孔对应的所述耐蚀膜进行蚀刻;以及

湿式蚀刻工序,在所述耐蚀膜蚀刻工序后,从所述第 1 面及第 2 面对所述一对贯穿孔进行湿式蚀刻,

通过所述湿式蚀刻而形成的、连结所述第 1 面与所述第 2 面的所述贯穿孔的 +X 轴侧的剖面具有:从所述第 1 面形成至剖面中央侧的第 1 斜面、从所述第 2 面形成至所述剖面中央侧的第 2 斜面、以及所述第 1 斜面与所述第 2 斜面交叉的第 1 顶部,-X 轴侧的剖面具有:从所述第 1 面形成至剖面中央侧的第 3 斜面、从所述第 2 面形成至所述剖面中央侧的第 4 斜面、以及连结所述第 3 斜面与所述第 4 斜面的第 2 顶部,

所述曝光工序中,以从所述基板的 X 轴方向的中心直至所述第 1 顶部为止的距离、与从所述基板的 X 轴方向的中心直至所述第 2 顶部为止的距离相同的方式,来对与所述贯穿孔对应的位置的所述第 1 面及所述第 2 面进行曝光。

2. 根据权利要求 1 所述的晶体装置的制造方法,其特征在于,

所述曝光工序中,使从所述基板的中心直至 +X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离,以所述第 1 面短于所述第 2 面的方式,来对所述光致抗蚀剂进行曝光。

3. 根据权利要求 1 所述的晶体装置的制造方法,其特征在于,

所述曝光工序中,对所述光致抗蚀剂进行曝光,

在所述第 1 面上,从所述基板的中心直至 +X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离、与从所述基板的中心直至 -X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离为相同,且

在所述第 2 面上,从所述基板的中心直至 +X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离短于从所述基板的中心直至 -X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离。

4. 根据权利要求 1 所述的晶体装置的制造方法,其特征在于,

所述曝光工序中,对所述光致抗蚀剂进行曝光,

在所述第 1 面上,从所述基板的中心直至 +X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离短于从所述基板的中心直至 -X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离,且

在所述第 2 面上,从所述基板的中心直至 +X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离短于从所述基板的中心直至 -X 轴侧的所述贯穿孔为止的距离。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的晶体装置的制造方法,其特征在于,

所述晶体振动片为矩形状的 AT 切割晶体片,

所述晶体装置的制造方法包括:

接合工序,将沿所述 AT 切割晶体片的 X 轴方向形成有至少 1 对贯穿孔的晶体振动片晶片与所述基底晶片予以接合,

且所述晶体装置的制造方法包括：

耐蚀膜形成工序，在所述晶体振动片晶片的第 1 面与所述第 1 面的相反侧的第 2 面上形成耐蚀膜；

曝光工序，在所述耐蚀膜上形成光致抗蚀剂，对与所述贯穿孔对应的位置的所述第 1 面及所述第 2 面的所述光致抗蚀剂进行曝光；

耐蚀膜蚀刻工序，对所述第 1 面及所述第 2 面的与所述贯穿孔对应的所述耐蚀膜进行蚀刻；以及

湿式蚀刻工序，在所述耐蚀膜蚀刻工序后，从所述第 1 面及第 2 面对所述一对贯穿孔进行湿式蚀刻，

通过所述湿式蚀刻而形成的、连结所述第 1 面与所述第 2 面的所述贯穿孔的 +X 轴侧的剖面具有：从所述第 1 面形成至剖面中央侧的第 1 斜面、从所述第 2 面形成至所述剖面中央侧的第 2 斜面、以及所述第 1 斜面与所述第 2 斜面交叉的第 1 顶部，-X 轴侧的剖面具有：从所述第 1 面形成至剖面中央侧的第 3 斜面、从所述第 2 面形成至所述剖面中央侧的第 4 斜面、以及连结所述第 3 斜面与所述第 4 斜面的第 2 顶部，

所述曝光工序中，以从所述 AT 切割晶体片的中心直至所述第 1 顶部为止的距离、与从所述 AT 切割晶体片的中心直至所述第 2 顶部为止的距离相同的方式，来对与所述贯穿孔对应的位置的所述第 1 面及所述第 2 面进行曝光。

6. 根据权利要求 5 所述的晶体装置的制造方法，其特征在于还包括：

切割工序，以通过所述第 1 顶部与所述第 2 顶部的中间的方式，来对接合的所述晶体振动片晶片与所述基底晶片进行切割。

7. 一种晶体装置，具有 AT 切割的晶体振动片及 AT 切割的晶体基板，所述 AT 切割的晶体振动片具有激振电极及从所述激振电极引出的引出电极，所述 AT 切割的晶体基板支撑所述晶体振动片且为矩形形状，所述晶体装置的特征在于，

所述基板具有第 1 面及所述第 1 面的相反侧的第 2 面，且一对短边沿 $\pm X$ 轴方向配置，在所述短边上，分别具有向中心侧凹陷的城堡形结构，

所述城堡形结构的 +X 轴侧的剖面具有：从所述第 1 面形成至剖面中央侧的第 1 斜面、从所述第 2 面形成至所述剖面中央侧的第 2 斜面、以及所述第 1 斜面与所述第 2 斜面交叉的第 1 顶部，-X 轴侧的剖面具有：从所述第 1 面形成至剖面中央侧的第 3 斜面、从所述第 2 面形成至所述剖面中央侧的第 4 斜面、以及连结所述第 3 斜面与所述第 4 斜面的第 2 顶部，

从所述基板的中心直至所述第 1 顶部为止的距离、与从所述基板的中心直至所述第 2 顶部为止的距离为相同。

8. 根据权利要求 7 所述的晶体装置，其特征在于，

在所述基板的所述第 1 面上，具有凹部，

所述凹部具有：从所述第 1 面凹陷的底面、及从所述底面延伸的侧壁，

从所述凹部的 +X 轴侧的侧壁直至所述第 1 顶部为止的距离、与从所述凹部的 -X 轴侧的侧壁直至所述第 2 顶部为止的距离为相同。

9. 根据权利要求 7 或 8 所述的晶体装置，其特征在于，

在所述基板的所述第 1 面上，形成有连接电极，所述连接电极与所述晶体振动片的引出电极相连接，

在所述基底板的所述第 2 面上,形成有安装端子,所述安装端子安装所述晶体装置,
在所述基底板的城堡形结构上,形成有侧面电极,所述侧面电极连接所述连接电极与
安装端子,

在所述第 1 斜面与所述第 3 斜面上,形成有密封材。

10. 根据权利要求 7 或 8 所述的晶体装置,其特征在于,

所述 AT 切割晶体片包括矩形状的框体,所述矩形状的框体具有第 1 面及所述第 1 面的
相反侧的第 2 面,且所述框体的一对短边沿 $\pm X$ 轴方向配置,在所述短边上,分别具有向中
心侧凹陷的城堡形结构,

所述 AT 切割晶体片的所述城堡形结构的 $+X$ 轴侧的剖面具有:从所述第 1 面形成至剖
面中央侧的第 1 斜面、从所述第 2 面形成至所述剖面中央侧的第 2 斜面、以及所述第 1 斜面
与所述第 2 斜面交叉的第 1 顶部, $-X$ 轴侧的剖面具有:从所述第 1 面形成至剖面中央侧的
第 3 斜面、从所述第 2 面形成至所述剖面中央侧的第 4 斜面、以及连结所述第 3 斜面与所
述第 4 斜面的第 2 顶部,

从所述 AT 切割晶体片的 X 轴方向的中心直至所述第 1 顶部的距离、与从所述基底板的
 X 轴方向的中心直至所述第 2 顶部为止的距离为相同。

11. 根据权利要求 7 或 8 所述的晶体装置,其特征在于,

所述基底板的所述第 1 面具有环状的接合区域,所述环状的接合区域经由密封材而接
合于密封所述晶体振动片的盖板,

在 X 轴方向上不与所述城堡形结构相接的所述基底板的 $+X$ 轴侧的所述接合区域、与所
述基底板的 $-X$ 轴侧的所述接合区域的 X 轴方向的宽度彼此相等,

在 X 轴方向上与所述城堡形结构相接的所述基底板的 $+X$ 轴侧的所述接合区域、与所
述基底板的 $-X$ 轴侧的所述接合区域的 X 轴方向的宽度彼此相等。

12. 根据权利要求 10 所述的晶体装置,其特征在于,

所述基底板的所述第 1 面具有环状的接合区域,所述环状的接合区域经由密封材而接
合于所述框体,

在所述基底板的在 X 轴方向上不与所述城堡形结构相接的区域中,所述基底板的 $+X$ 轴
侧的所述接合区域与 $-X$ 轴侧的所述接合区域的 X 轴方向的宽度彼此相等,

在所述基底板的在 X 轴方向上与所述城堡形结构相接的区域中,所述基底板的 $+X$ 轴侧
的所述接合区域与 $-X$ 轴侧的所述接合区域的 X 轴方向的宽度彼此相等。

晶体装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种晶体装置 (quartz crystal device) 及该晶体装置的制造方法, 所述晶体装置具有对晶体基板进行湿式蚀刻 (wet etching) 而形成的晶体振动片、以及对晶体基板进行湿式蚀刻而形成的基底板 (base plate)。

背景技术

[0002] 表面安装用的晶体装置较佳为能够一次性大量地制造。专利文献 1 所示的晶体装置是: 将形成有多个晶体振动片的晶体晶片 (quartz-crystal wafer) 夹入盖晶片 (lid wafer) 及基底晶片 (base wafer) 而制造, 所述盖晶片及基底晶片为与晶体晶片相同的形状且包含玻璃 (glass) 材料。而且, 专利文献 1 的晶体装置的制造方法中, 通过在盖晶片及基底晶片上形成贯穿孔, 从而在晶体装置的四角 (城堡形结构 (castellation)) 形成侧面配线, 所述侧面配线电性连接晶体振动片的激振电极与外部端子。以晶片为单位而制造的晶体装置被个别地切割 (dicing) 以至完成。

[0003] 现有技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献 1: 日本专利特开 2006-148758 号公报

[0006] 但是, 晶体晶片与包含玻璃材料的盖晶片或基底晶片的热膨胀率不同, 因此无法在热变动大的环境下使用晶体装置。另一方面, 若将盖晶片或基底晶片设为晶体材料, 则对于在盖晶片及基底晶片上形成的贯穿孔而言, 因晶体的异向性, 湿式蚀刻速度视轴方向而不同, 从而贯穿孔的大小在轴方向上不同。因此, 无法在自晶体装置的中心算起为相同距离的位置处形成城堡形结构。而且, 由于贯穿孔的大小在轴方向上不同, 因此在从接合的晶片切割各个晶体装置时, 形成于城堡形结构的侧面配线有时会被削除。

发明内容

[0007] 因此, 本发明的目的在于提供一种晶体装置及晶体装置的制造方法, 即使在使用采用晶体材料的基底晶片的情况下, 也可在从基底板的中心算起的相等的距离处形成城堡形结构。

[0008] 第 1 观点的晶体装置的制造方法是使用多个矩形状的基底板与沿该基底板的 X 轴方向形成有至少 1 对贯穿孔的 AT 切割的基底晶片, 来制造具有晶体振动片及基底板的晶体装置, 所述晶体装置的制造方法包括: 耐蚀膜形成工序, 在基底晶片的第 1 面与该第 1 面的相反侧的第 2 面上形成耐蚀膜; 曝光工序, 在耐蚀膜上形成光致抗蚀剂 (photo resist), 并对与贯穿孔对应的位置的第 1 面及第 2 面的光致抗蚀剂进行曝光; 耐蚀膜蚀刻工序, 对第 1 面及第 2 面的与贯穿孔对应的耐蚀膜进行蚀刻; 以及湿式蚀刻工序, 在耐蚀膜蚀刻工序后, 从第 1 面及第 2 面对一对贯穿孔进行湿式蚀刻。通过湿式蚀刻而形成的、连结第 1 面与第 2 面的贯穿孔的 +X 轴侧的剖面具有从第 1 面形成至剖面中央侧的第 1 斜面、从第 2 面形成至剖面中央侧的第 2 斜面、以及第 1 斜面与第 2 斜面交叉的第 1 顶部。-X 轴侧的剖面具有

从第 1 面形成至剖面中央侧的第 3 斜面、从第 2 面形成至剖面中央侧的第 4 斜面、以及连结第 3 斜面与第 4 斜面的第 2 顶部,曝光工序中,以从基底板的 X 轴方向的中心直至第 1 顶部为止的距离、与从基底板的 X 轴方向的中心直至第 2 顶部为止的距离相同的方式,来对与贯穿孔对应的位置的第 1 面及第 2 面进行曝光。

[0009] 第 2 观点的晶体装置的制造方法是在第 1 观点中,曝光工序中,以第 1 面的从基底板的 X 轴方向的中心直至 +X 轴侧的贯穿孔为止的距离短于第 2 面的方式,来对光致抗蚀剂进行曝光。

[0010] 第 3 观点的晶体装置的制造方法是在第 1 观点中,曝光工序中,以下述方式来对光致抗蚀剂进行曝光,即,在第 1 面上,从基底板的中心直至 +X 轴侧的贯穿孔为止的距离、与从基底板的中心直至 -X 轴侧的贯穿孔为止的距离相同,且在第 2 面上,从基底板的中心直至 +X 轴侧的贯穿孔为止的距离短于从基底板的中心直至 -X 轴侧的贯穿孔为止的距离。

[0011] 第 4 观点的晶体装置的制造方法是在第 1 观点中,曝光工序中,以下述方式来对光致抗蚀剂进行曝光,即,在第 1 面上,从基底板的中心直至 +X 轴侧的贯穿孔为止的距离短于从基底板的中心直至 -X 轴侧的贯穿孔为止的距离,且在第 2 面上,从基底板的中心直至 +X 轴侧的贯穿孔为止的距离短于从基底板的中心直至 -X 轴侧的贯穿孔为止的距离。

[0012] 第 5 观点的晶体装置的制造方法是在第 1 观点至第 4 观点中,晶体振动片为矩形状的 AT 切割晶体片,所述晶体装置的制造方法包括:接合工序,将沿该 AT 切割晶体片的 X 轴方向形成有至少 1 对贯穿孔的晶体振动片晶片与基底晶片予以接合。而且,晶体装置的制造方法包括:耐蚀膜形成工序,在晶体振动片晶片的第 1 面与该第 1 面的相反侧的第 2 面上形成耐蚀膜;曝光工序,在耐蚀膜上形成光致抗蚀剂,对与贯穿孔对应的位置的第 1 面及第 2 面的光致抗蚀剂进行曝光;耐蚀膜蚀刻工序,对第 1 面及第 2 面的与贯穿孔对应的耐蚀膜进行蚀刻;以及湿式蚀刻工序,在耐蚀膜蚀刻工序后,从第 1 面及第 2 面对一对贯穿孔进行湿式蚀刻。通过湿式蚀刻而形成的、连结第 1 面与第 2 面的贯穿孔的 +X 轴侧的剖面具有从第 1 面形成至剖面中央侧的第 1 斜面、从第 2 面形成至剖面中央侧的第 2 斜面、以及第 1 斜面与第 2 斜面交叉的第 1 顶部。而且,-X 轴侧的剖面具有从第 1 面形成至剖面中央侧的第 3 斜面、从第 2 面形成至剖面中央侧的第 4 斜面、以及连结第 3 斜面与第 4 斜面的第 2 顶部。

[0013] 进而,曝光工序中,以从 AT 切割晶体片的中心直至第 1 顶部为止的距离、与从 AT 切割晶体片的中心直至第 2 顶部为止的距离相同的方式,来对与贯穿孔对应的位置的第 1 面及第 2 面进行曝光。

[0014] 第 6 观点的晶体装置的制造方法是在第 5 观点中,更包括:切割工序,以通过第 1 顶部与第 2 顶部的中间的方式,来对接合的晶体振动片晶片与基底晶片进行切割。

[0015] 第 7 观点的晶体装置具有 AT 切割的晶体振动片及 AT 切割的晶体基板,所述 AT 切割的晶体振动片具有激振电极及从该激振电极引出的引出电极,所述 AT 切割的晶体基板支撑晶体振动片且为矩形状。基板具有第 1 面及第 1 面的相反侧的第 2 面,且一对短边沿 ±X 轴方向配置,在短边上,分别具有向中心侧凹陷的城堡形结构。城堡形结构的 +X 轴侧的剖面具有从第 1 面形成至剖面中央侧的第 1 斜面、从第 2 面形成至剖面中央侧的第 2 斜面、以及第 1 斜面与第 2 斜面交叉的第 1 顶部。-X 轴侧的剖面具有从第 1 面形成至剖面中央侧的第 3 斜面、从第 2 面形成至剖面中央侧的第 4 斜面、以及连结第 3 斜面与第 4 斜

面的第 2 顶部。而且,从基底板的中心直至第 1 顶部为止的距离、与从基底板的 X 轴方向的中心直至第 2 顶部为止的距离相同。

[0016] 第 8 观点的晶体装置是在第 7 观点中,在基底板的第 1 面上,具有凹部,所述凹部具有从第 1 面凹陷的底面及从底面延伸的侧壁,从凹部的 +X 轴侧的侧壁直至第 1 顶部为止的距离、与从凹部的 -X 轴侧的侧壁直至第 2 顶部为止的距离相同。

[0017] 第 9 观点的晶体装置是在第 7 观点及第 8 观点中,在基底板的第 1 面上,形成有连接电极,所述连接电极与晶体振动片的引出电极相连接,在基底板的第 2 面上,形成有安装端子,所述安装端子安装晶体装置,在基底板的城堡形结构上,形成有侧面电极,所述侧面电极将连接电极与安装端子予以连接,在第 1 斜面与第 3 斜面上,形成有密封材。

[0018] 第 10 观点的晶体装置是在第 7 观点至第 9 观点中,AT 切割晶体片包括矩形状的框体,所述矩形状的框体具有第 1 面及第 1 面的相反侧的第 2 面,且框体的一对短边沿 $\pm X$ 轴方向配置,在短边上,分别具有向中心侧凹陷的城堡形结构。AT 切割晶体片的城堡形结构的 +X 轴侧的剖面具有从第 1 面形成至剖面中央侧的第 1 斜面、从第 2 面形成至剖面中央侧的第 2 斜面、以及第 1 斜面与第 2 斜面交叉的第 1 顶部。-X 轴侧的剖面具有从第 1 面形成至剖面中央侧的第 3 斜面、从第 2 面形成至剖面中央侧的第 4 斜面、以及连结第 3 斜面与第 4 斜面的第 2 顶部。而且,从 AT 切割晶体片的 X 轴方向的中心直至第 1 顶部的距离、与从基底板的 X 轴方向的中心直至第 2 顶部为止的距离相同。

[0019] 第 11 观点的晶体装置是在第 7 观点至第 9 观点中,基底板的第 1 面具有环状的接合区域,所述环状的接合区域经由密封材而接合于密封晶体振动片的盖板,在 X 轴方向上不与城堡形结构相接的基底板的 +X 轴侧的接合区域、与基底板的 -X 轴侧的接合区域的 X 轴方向的宽度彼此相等,在 X 轴方向上与城堡形结构相接的基底板的 +X 轴侧的接合区域、与基底板的 -X 轴侧的接合区域的 X 轴方向的宽度彼此相等。

[0020] 第 12 观点的晶体装置是在第 10 观点中,基底板的第 1 面具有环状的接合区域,所述环状的接合区域经由密封材而接合于框体,在基底板的在 X 轴方向上不与城堡形结构相接的区域中,基底板的 +X 轴侧的接合区域与 -X 轴侧的接合区域的 X 轴方向的宽度彼此相等,在基底板的在 X 轴方向上与城堡形结构相接的区域中,基底板的 +X 轴侧的接合区域与 -X 轴侧的接合区域的 X 轴方向的宽度彼此相等。

[0021] 发明的效果

[0022] 根据本发明的晶体装置及晶体装置的制造方法,即使在使用采用晶体材料的基底晶片的情况下,也能够从基底板的中心算起的相等的距离处形成城堡形结构。

附图说明

[0023] 图 1 是晶体装置 100 的分解立体图。

[0024] 图 2 是图 1 的 A-A 剖面图。

[0025] 图 3A 是基板 120 的 +Y' 轴侧的面的平面图;图 3B 是基板 120 的 -Y' 轴侧的面的平面图。

[0026] 图 4A 是未形成电极的基板 120 的平面图;图 4B 是图 4A 的 B-B 剖面图。

[0027] 图 5 是表示晶体装置 100 的制造方法的流程图。

[0028] 图 6A 是基底晶片 W120 的 +Y' 轴侧的面的平面图;图 6B 是基底晶片 W120 的 -Y'

轴侧的面的平面图。

[0029] 图 7A ~图 7D 是表示基底晶片 W120 的制造方法的流程图。

[0030] 图 8A ~图 8D 是表示基底晶片 W120 的制造方法的流程图。

[0031] 图 9 是盖晶片 W110 的 +Y' 轴侧的面的平面图。

[0032] 图 10A 是载置有晶体振动片 130 的基底晶片 W120 的局部剖面图 ;图 10B 是晶体振动片 130、基底晶片 W120 及盖晶片 W110 的局部剖面图。

[0033] 图 11A 是基板 120a 的剖面图 ;图 11B 是基板 120b 的剖面图。

[0034] 图 12 是晶体装置 200a 的分解立体图。

[0035] 图 13 是图 12 的 E-E 剖面图。

[0036] 图 14A 是晶体振动片 230a 的 +Y' 轴侧的面的平面图 ;图 14B 是晶体振动片 230a 的 -Y' 轴侧的面的平面图 ;图 14C 是晶体振动片 230a 的剖面图。

[0037] 图 15A 是基板 220a 的 +Y' 轴侧的面的平面图 ;图 15B 是基板 220a 的 -Y' 轴侧的面的平面图 ;图 15C 是基板 220a 的剖面图。

[0038] 图 16 是晶体晶片 W230 的平面图。

[0039] 图 17A ~图 17D 是表示晶体晶片 W230 的制造方法的流程图。

[0040] 图 18A ~图 18D 是表示晶体晶片 W230 的制造方法的流程图。

[0041] 图 19A 是基底晶片 W220 的 +Y' 轴侧的面的平面图 ;图 19B 是基底晶片 W220 的 -Y' 轴侧的面的平面图。

[0042] 图 20A 是载置有晶体晶片 W230 的基底晶片 W220 的局部剖面图 ;图 20B 是晶体晶片 W230、基底晶片 W220 及盖晶片 W110 的局部剖面图。

[0043] 图 21 是晶体装置 300 的分解立体图。

[0044] 图 22A 是图 21 的 H-H 剖面图 ;图 22B 是晶体装置 300 的 -Y' 轴侧的面的平面图。

[0045] 图 23A 是基板 320 的 +Y' 轴侧的面的平面图 ;图 23B 是基板 320 的剖面图。

[0046] 符号的说明

[0047] 100、200a、200b、300……晶体装置

[0048] 101、201……空腔

[0049] 110……盖板

[0050] 111……凹部

[0051] 112……接合面

[0052] 120、120a、120b、220a、220b、320……基板

[0053] 121……凹部

[0054] 121a……+X 轴侧的侧壁

[0055] 121b……-X 轴侧的侧壁

[0056] 121c……底面

[0057] 122、322……接合面

[0058] 123、223……连接电极

[0059] 124a、324a……热端子

[0060] 124b、324b……接地端子

[0061] 125、225……侧面电极

- [0062] 126a、126b、226a、226b、238a、238b、326a、326b……城堡形结构
- [0063] 127a、227a、239a……第 1 斜面
- [0064] 127b、227b、239b……第 2 斜面
- [0065] 127c、227c、239c……第 3 斜面
- [0066] 127d、227d、239d……第 4 斜面
- [0067] 128a、228a、240a……第 1 顶部
- [0068] 128b、228b、240b……第 2 顶部
- [0069] 130、230a、230b、330……晶体振动片
- [0070] 131、231、331……激振电极
- [0071] 132、232、332……引出电极
- [0072] 134、234、334……振动部
- [0073] 141……导电性粘结剂
- [0074] 142……密封材
- [0075] 151……耐蚀膜
- [0076] 152……光致抗蚀剂
- [0077] 153、154……遮罩
- [0078] 171……划线
- [0079] 172……贯穿孔
- [0080] 173……基底板的 X 轴方向的中心
- [0081] 224a、224b……安装端子
- [0082] 235、335……框体
- [0083] 236、336……连结部
- [0084] 237、337……贯穿槽
- [0085] A-A ~ H-H..... 剖面线
- [0086] KA1、KA2、KA3、KA4、KB、KB2、KB3、KB4、KC、KC2、KD1、KD2、SA、SA1、SA2、SA3……宽度
- [0087] KE1……基底板的 X 轴方向的中心与第 1 顶部的距离
- [0088] KE2……基底板的 X 轴方向的中心与第 2 顶部的距离
- [0089] S101 ~ S403、S111 ~ S118、S211 ~ S218..... 步骤
- [0090] W110……盖晶片
- [0091] W120、W220……基底晶片
- [0092] W230……晶体晶片

具体实施方式

[0093] 以下,基于附图详细说明本发明的较佳实施方式。另外,只要在以下的说明中并无特别限定本发明的记载,则本发明的范围并不限于这些实施方式。

[0094] 第 1 实施方式

[0095] < 晶体装置 100 的结构 >

[0096] 图 1 是晶体装置 100 的分解立体图。晶体装置 100 包括:盖板 110、基板 120 及

晶体振动片 130。对于晶体振动片 130 及基板 120, 例如使用 AT 切割的晶体片。AT 切割的晶体片中, 主面 (YZ 面) 相对于结晶轴 (XYZ) 的 Y 轴, 以 X 轴为中心而从 Z 轴朝 Y 轴方向倾斜 35 度 15 分。在以下的说明中, 使用以 AT 切割的晶体片的轴方向为基准而倾斜的新的轴来作为 Y' 轴以及 Z' 轴。即, 在晶体装置 100 中, 将晶体装置 100 的长边方向设为 X 轴方向、将晶体装置 100 的高度方向设为 Y' 轴方向、将与 X 以及 Y' 轴方向垂直的方向设为 Z' 轴方向来进行说明。

[0097] 晶体振动片 130 具有: 振动部 134, 以规定的振动频率而振动, 且形成为矩形形状; 激振电极 131, 形成在振动部 134 的 +Y' 轴侧以及 -Y' 轴侧的面上; 以及引出电极 132, 从各激振电极 131 引出至 -X 轴侧。从形成在振动部 134 的 +Y' 轴侧的面上的激振电极 131 引出的引出电极 132 是: 从激振电极 131 引出至 -X 轴侧, 进而经由振动部 134 的 +Z' 轴侧的侧面而引出至振动部 134 的 -Y' 轴侧的面为止。从形成在振动部 134 的 -Y' 轴侧的面上的激振电极 131 引出的引出电极 132 是: 从激振电极 131 引出至 -X 轴侧, 并形成至振动部 134 的 -X 轴侧的 -Z' 轴侧的角部为止。

[0098] 基板 120 在作为基材的 AT 切割的晶体片的表面形成电极。在基板 120 上, 在 +Y' 轴侧的面的周围, 形成有接合面 122, 该接合面 122 经由密封材 142 (参照图 2) 而接合于盖板 110。而且, 在基板 120 的 +Y' 轴侧的面的中央, 形成有从接合面 122 向 -Y' 轴方向凹陷的凹部 121。在凹部 121 上形成有一对连接电极 123, 各连接电极 123 经由导电性粘结剂 141 (参照图 2) 而电性连接于晶体振动片 130 的引出电极 132。在基板 120 的 -Y' 轴侧的面上, 形成有安装端子, 该安装端子用于将晶体装置 100 安装至印刷基板等。基板 120 中, 安装端子包括: 热 (hot) 端子 124a (参照图 2 及图 3B), 电性连接于外部电极等, 且是用于对晶体装置 100 施加电压的端子; 以及接地 (earth) 端子 124b (参照图 2 及图 3B)。在基板 120 的 +X 轴侧的侧面的 +Z' 轴侧及 -Z' 轴侧, 形成有向基板 120 的内侧凹陷的城堡形结构 126a, 在基板 120 的 -X 轴侧的侧面的 +Z' 轴侧及 -Z' 轴侧, 形成有向基板 120 的内侧凹陷的城堡形结构 126b。在城堡形结构 126a 及城堡形结构 126b 的侧面, 分别形成有侧面电极 125。热端子 124a 经由侧面电极 125 而电性连接于连接电极 123。

[0099] 盖板 110 在 -Y' 轴侧的面上形成有向 +Y' 轴方向凹陷的凹部 111。而且, 以包围凹部 111 的方式而形成有接合面 112。接合面 112 经由密封材 142 (参照图 2) 接合于基板 120 的接合面 122。

[0100] 图 2 是图 1 的 A-A 剖面图。基板 120 的接合面 122 与盖板 110 的接合面 112 经由密封材 142 而接合, 由此在晶体装置 100 内形成密闭的空腔 (cavity) 101。晶体振动片 130 是配置在空腔 101 内, 引出电极 132 经由导电性粘结剂 141 而电性连接于基板 120 的连接电极 123。而且, 热端子 124a 经由侧面电极 125 而电性连接于连接电极 123。因此, 激振电极 131 电性连接于热端子 124a。

[0101] 在基板 120 的 +X 轴侧形成的城堡形结构 126a 的侧面包含: 与基板 120 的 +Y' 轴侧的面连接的第 1 斜面 127a、以及与基板 120 的 -Y' 轴侧的面连接的第 2 斜面 127b, 第 1 斜面 127a 与第 2 斜面 127b 通过第 1 顶部 128a 而交叉。而且, 在基板 120 的 -X 轴侧形成的城堡形结构 126b 的侧面包含: 与基板 120 的 +Y' 轴侧的面连接的第 3 斜面 127c、以及与基板 120 的 -Y' 轴侧的面连接的第 4 斜面 127d, 第 3 斜面 127c 与第 4 斜面 127d 通过第 2 顶部 128b 而交叉。第 1 顶部 128a 较第 1 斜面 127a 及第 2 斜面 127b 而形成

在基板 120 的 +X 轴侧,第 2 顶部 128b 较第 3 斜面 127c 及第 4 斜面 127d 而形成在基板 120 的 -X 轴侧。在晶体装置 100 的基板 120 中,如图 2 所示,在第 1 斜面 127a 及第 3 斜面 127c 上也形成密封材 142。因此,基板 120 在第 1 斜面 127a、第 3 斜面 127c 及接合面 122 中接合于盖板 110 的接合面 112。

[0102] 图 3A 是基板 120 的 +Y' 轴侧的面的平面图。在基板 120 上,在 +Y' 轴侧的面的中央形成有凹部 121,且以围绕该凹部 121 周围的方式而形成有接合面 122。而且,在基板 120 的 +X 轴侧的侧面的 +Z' 轴侧及 -Z' 轴侧形成有城堡形结构 126a,在 -X 轴侧的侧面的 +Z' 轴侧及 -Z' 轴侧形成有城堡形结构 126b。在凹部 121 中形成有一对连接电极 123,在城堡形结构 126a 及城堡形结构 126b 中形成有侧面电极 125。一对连接电极 123 电性连接于在 +X 轴侧的 -Z' 轴侧形成的城堡形结构 126a 的侧面电极 125 及在 -X 轴侧的 +Z' 轴侧形成的城堡形结构 126b 的侧面电极 125。

[0103] 图 3B 是基板 120 的 -Y' 轴侧的面的平面图。在基板 120 的 -Y' 轴侧的面上,形成有一对热端子 124a 及一接地端子 124b 作为安装端子。热端子 124a 是形成在基板 120 的 -Y' 轴侧的面的 +X 轴侧的 -Z' 轴侧及 -X 轴侧的 +Z' 轴侧,且分别电性连接于侧面电极 125。而且,接地端子 124b 是形成在基板 120 的 +X 轴侧的 +Z' 轴侧及 -X 轴侧的 -Z' 轴侧。在图 3B 所示的基板 120 中,接地端子 124b 与侧面电极 125 并未电性连接,但接地端子 124b 与侧面电极 125 也可电性连接。

[0104] 图 4A 是未形成电极的基板 120 的平面图。基板 120 的凹部 121 包含侧壁与底面 121c。而且,基板 120 中,凹部 121 的 +X 轴侧及 -X 轴侧的接合面 122 的 X 轴方向的宽度分别形成成为宽度 SA。进而,基板 120 的 +Y' 轴侧的面中的城堡形结构 126a 的 X 轴方向的宽度是形成成为宽度 KB,第 1 顶部 128a 中的城堡形结构 126a 的 X 轴方向的宽度是形成成为宽度 KA1,基板 120 的 +Y' 轴侧的面中的城堡形结构 126b 的 X 轴方向的宽度是形成成为宽度 KC,第 2 顶部 128b 中的城堡形结构 126b 的 X 轴方向的宽度是形成成为宽度 KA2。而且,凹部 121 的 +X 轴侧的侧壁 121a 与第 1 顶部 128a 的宽度是形成成为宽度 KD1,凹部 121 的 -X 轴侧的侧壁 121b 与第 2 顶部 128b 的宽度是形成成为宽度 KD2。宽度 KD1 及宽度 KD2 成为接合区域的城堡形结构 126a 的 -X 轴侧及城堡形结构 126b 的 +X 轴侧的宽度,所述接合区域是实际涂布密封材 142 的区域。基板 120 中,宽度 KA1 与宽度 KA2 相等,宽度 KD1 与宽度 KD2 相等。

[0105] 图 4B 是图 4A 的 B-B 剖面图。城堡形结构 126a 及城堡形结构 126b 中, -Y' 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成成为宽度 KC。城堡形结构 126a 及城堡形结构 126b 中,在第 1 顶部 128a 及第 2 顶部 128b 中, X 轴方向的宽度变得最窄。而且,基板 120 的 X 轴方向的中心 173 与第 1 顶部 128a 的距离 KE1、和中心 173 与第 2 顶部 128b 的距离 KE2 以相等的方式而形成。

[0106] < 晶体装置 100 的制造方法 >

[0107] 图 5 是表示晶体装置 100 的制造方法的流程图。以下,按照图 5 的流程图,对晶体装置 100 的制造方法进行说明。

[0108] 步骤 S101 中,准备多个晶体振动片 130。步骤 S101 是准备晶体片的工序。步骤 S101 中,首先在由晶体材形成的晶体晶片上,通过蚀刻而形成多个晶体振动片 130 的外形。进而,在各晶体振动片 130 上,通过溅镀 (sputter) 或真空蒸镀等而形成激振电极 131 以及

引出电极 132。多个晶体振动片 130 是通过从晶体晶片折取晶体振动片 130 而准备。

[0109] 步骤 S201 中,准备基底晶片 W120。步骤 S201 是准备基底晶片的工序。在基底晶片 W120 上形成多个基板 120。基底晶片 W120 是将 AT 切割的晶体材料作为基材,在基底晶片 W120 上,通过蚀刻而形成凹部 121 及贯穿孔 172(参照图 6A 及图 6B),所述贯穿孔 172 在切断基底晶片 W120 后成为城堡形结构 126a 或城堡形结构 126b。而且,在基底晶片 W120 上,形成连接电极 123、侧面电极 125、热端子 124a 及接地端子 124b。

[0110] 图 6A 是基底晶片 W120 的 +Y' 轴侧的面的平面图。在基底晶片 W120 上,形成有多个基板 120,各基板 120 是沿 X 轴方向及 Z' 轴方向排列地形成。而且,图 6A 中,在彼此邻接的基板 120 的边界处示出有划线(scribe line)171。划线 171 是表示在后述的步骤 S403 中切断晶片的位置的线。在沿 X 轴方向延伸的划线 171 上,形成有沿 Y' 轴方向贯穿基底晶片 W120 的贯穿孔 172。贯穿孔 172 在后述的步骤 S403 中切断晶片之后成为城堡形结构 126a 及城堡形结构 126b。而且,在各基板 120 的 +Y' 轴侧的面上形成有凹部 121 及连接电极 123。

[0111] 图 6B 是基底晶片 W120 的 -Y' 轴侧的面的平面图。在基底晶片 W120 的 -Y' 轴侧的面上,形成有热端子 124a 及接地端子 124b。热端子 124a 经由形成在贯穿孔 172 中的侧面电极 125 而电性连接于连接电极 123。基底晶片 W120 中,形成在 1 个贯穿孔 172 中的侧面电极 125 仅电性连接于 1 个热端子 124a。

[0112] 图 7A ~图 7D 及图 8A ~图 8D 是表示基底晶片 W120 的制造方法的流程图。

[0113] 以下,参照图 7A ~图 7D 及图 8A ~图 8D,对图 5 的步骤 S201 的准备基底晶片 W120 的工序进行详细说明。

[0114] 图 7A ~图 7D 的步骤 S211 中,准备由 AT 切割的晶体材料所形成的基底晶片。图 7A 是由 AT 切割的晶体材料所形成的基底晶片 W120 的局部剖面图。图 7A 及后述的图 7B ~图 7D 及图 8A ~图 8D 所示的图是与图 6A 及图 6B 的 C-C 剖面相当的剖面的剖面图。在各剖面图中示出有划线 171,在由划线 171 夹着的区域形成 1 个基板 120。在步骤 S211 中准备的基底晶片 W120 是形成为平板状。

[0115] 步骤 S212 中,形成耐蚀膜。图 7B 是形成有耐蚀膜 151 的基底晶片 W120 的局部剖面图。耐蚀膜 151 是形成在基底晶片 W120 的 +Y' 轴侧及 -Y' 轴侧的面上。耐蚀膜 151 例如是通过下述方式而形成,即,在基底晶片 W120 的 +Y' 轴侧的面与 -Y' 轴侧的面上形成铬(Cr)层(未图示),并在铬层的表面形成金(Au)层(未图示)。步骤 S212 是耐蚀膜形成工序。

[0116] 步骤 S213 中,形成光致抗蚀剂。图 7C 是形成有光致抗蚀剂 152 的基底晶片 W120 的局部剖面图。光致抗蚀剂 152 是形成在步骤 S212 中形成的耐蚀膜 151 的表面。

[0117] 步骤 S214 中,对光致抗蚀剂进行曝光及显影。图 7D 是对光致抗蚀剂进行曝光并显影的基底晶片 W120 的局部剖面图。基底晶片 W120 经由遮罩(mask)153 而受到曝光、显影,从而去除光致抗蚀剂 152。在步骤 S214 中去除的光致抗蚀剂 152 是:基底晶片 W120 的 +Y' 轴侧的面的形成贯穿孔 172 及凹部 121 的区域、以及基底晶片 W120 的 -Y' 轴侧的面的形成贯穿孔 172 的区域。对于为了形成贯穿孔 172 而去除的光致抗蚀剂 152,各基板 120 的 +Y' 轴侧的面的 +X 轴侧的从划线 171 算起的宽度为宽度 KB,各基板 120 的 +Y' 轴侧的面的 -X 轴侧、-Y' 轴侧的面的 +X 轴侧及 -X 轴侧的从划线 171 算起的宽度为宽度 KC。宽

度 KB 为宽度 KC 的约 10%~30% 宽。步骤 S213 及步骤 S214 为曝光工序。

[0118] 图 8A~图 8D 的步骤 S215 中,对耐蚀膜进行蚀刻。图 8A 是耐蚀膜 151 受到蚀刻的基底晶片 W120 的局部剖面图。步骤 S215 中,对在步骤 S214 中去除光致抗蚀剂 152 而露出表面的耐蚀膜 151 进行蚀刻,以将该耐蚀膜 151 予以去除。由此,基底晶片 W120 的形成贯穿孔 172 及凹部 121 的区域的晶体材料露出。步骤 S215 是耐蚀膜蚀刻工序。

[0119] 步骤 S216 中,对晶体材料进行湿式蚀刻。图 8B 是晶体材料受到蚀刻的基底晶片 W120 的局部剖面图。步骤 S216 中,通过对晶体材料进行湿式蚀刻,从而在基底晶片 W120 上形成贯穿孔 172 及凹部 121。基底晶片 W120 对于基材使用 AT 切割的晶体材料,因此,因结晶的异向性,贯穿孔 172 是以在侧面的中央部附近朝向贯穿孔 172 的内侧变窄的方式而形成。步骤 S216 为湿式蚀刻工序。

[0120] 步骤 S217 中,将耐蚀膜及光致抗蚀剂予以去除。图 8C 是耐蚀膜 151 及光致抗蚀剂 152 已被去除的基底晶片 W120 的局部剖面图。在贯穿孔 172 中,从划线 171 直至基板 120 的侧面为止的 -X 轴方向及 +X 轴方向的宽度分别为宽度 KA1 及宽度 KA2,且宽度 KA1 与宽度 KA2 相等。

[0121] 步骤 S218 中,在基底晶片 W120 上形成电极。图 8D 是形成有电极的基底晶片 W120 的局部剖面图。步骤 S218 中,通过在基底晶片 W120 上形成铬层,并在铬层的表面形成金层,从而在基底晶片 W120 上形成连接电极 123、热端子 124a、接地端子 124b 及侧面电极 125。

[0122] 返回图 5,步骤 S301 中,准备盖晶片 W110。在盖晶片 W110 上,形成多个盖板 110。在各盖板 110 的 -Y' 轴侧的面上形成凹部 111。

[0123] 图 9 是盖晶片 W110 的 +Y' 轴侧的面的平面图。在盖晶片 W110 上,形成有多个盖板 110,在各盖板 110 的 -Y' 轴侧的面上形成凹部 111 及接合面 112。图 9 中,邻接的各盖板 110 之间以两点链线来表示,该两点链线成为划线 171。

[0124] 步骤 S401 中,在基底晶片 W120 上载置晶体振动片 130。晶体振动片 130 是通过导电性粘结剂 141 而载置于基底晶片 W120 的各凹部 121。

[0125] 图 10A 是载置有晶体振动片 130 的基底晶片 W120 的局部剖面图。图 10A 中,表示了包含图 6A 及图 6B 的 C-C 剖面的剖面图。将晶体振动片 130 的引出电极 132 与连接电极 123 经由导电性粘结剂 141 而电性连接,由此,将晶体振动片 130 载置于基底晶片 W120 的凹部 121。由此,激振电极 131 与基底晶片 W120 的 -Y' 轴侧的面上形成的热端子 124a 电性连接。

[0126] 步骤 S402 中,将基底晶片 W120 与盖晶片 W110 予以接合。基底晶片 W120 与盖晶片 W110 是以下述方式而接合,即,基底晶片 W120 的接合面 122、第 1 斜面 127a 及第 3 斜面 127c 与盖晶片 W110 的接合面 112 夹着密封材 142 而彼此相对。

[0127] 图 10B 是晶体振动片 130、基底晶片 W120 及盖晶片 W110 的局部剖面图。图 10B 中,表示了包含图 6A 与图 6B 的 C-C 剖面及图 9 的 D-D 剖面的剖面图。基底晶片 W120 与盖晶片 W110 是将接合面 122、第 1 斜面 127a 及第 3 斜面 127c 与接合面 112 彼此经由密封材 142 而接合。通过盖晶片 W110 与基底晶片 W120 经由密封材 142 而接合,从而形成密封的空腔 101。在空腔 101 中载置晶体振动片 130。

[0128] 步骤 S403 中,将基底晶片 W120 及盖晶片 W110 予以切断。基底晶片 W120 及盖晶片 W110 是在划线 171 处由切割刀(dicing blade)(未图示)予以切断(切割),从而形成

各个晶体装置 100。步骤 S403 为切割工序。如图 10B 所示,贯穿孔 172 中的划线 171 是与划线 171 的 +X 轴侧的侧面电极 125 相隔宽度 KA2,且与划线 171 的 -X 轴侧的侧面电极 125 相隔宽度 KA1。晶体装置 100 中,宽度 KA1 与宽度 KA2 是以相等的方式而形成,因此划线 171 离侧面电极 125 最远,因而侧面电极 125 不会被切割刀削除。

[0129] AT 切割的晶体材料相对于湿式蚀刻而具备异向性,因此形成在基板上的城堡形结构在基板的 +X 轴侧与 -X 轴侧的形状及尺寸有所不同。例如,在图 4B 中,宽度 KA1 与宽度 KA2 有时会不同。此种情况下,在城堡形结构的侧面所形成的侧面电极有时会在切割工序中被削除。而且,于密封材的接合区域在基板的 +X 轴侧与 -X 轴侧不同的场合下,密封材的接合强度在基板的 +X 轴侧与 -X 轴侧有所不同,由此,容易在接合强度弱的一侧破坏空腔的密封。

[0130] 晶体装置 100 中,宽度 KA1 与宽度 KA2 是相等地形成,因此可防止侧面电极 125 在切割工序中被削除。而且,通过宽度 KD1 与宽度 KD2 相等地形成,从而基板 120 的 +X 轴侧与 -X 轴侧的接合区域的宽度变得相等,空腔 101 的 +X 轴侧及 -X 轴侧的密封材 142 的接合强度变得相等,从而防止空腔 101 的密封被破坏。

[0131] < 基板 120 的变形例 >

[0132] 图 11A 是基板 120a 的剖面图。基板 120a 是基板 120 的变形例,图 11A 中表示了基板 120a 的与图 4B 的基板 120 的剖面相当的剖面图。基板 120a 中,+X 轴侧的城堡形结构 126a 的 -Y' 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KB2,+Y' 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KC。基板 120a 中,通过调整宽度 KB2 的大小,从而宽度 KA1 与宽度 KA2 以相等的方式而形成。在基板 120a 中,也与基板 120 同样地,宽度 KD1 与宽度 KD2 相等。

[0133] 图 11B 是基板 120b 的剖面图。基板 120b 是基板 120 的变形例,图 11B 中表示了基板 120b 的与图 4B 的基板 120 的剖面相当的剖面图。基板 120b 中,+X 轴侧的城堡形结构 126a 的 +Y' 轴侧及 -Y' 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KB3。基板 120b 中,通过调节宽度 KB3 的大小,从而使宽度 KA1 与宽度 KA2 以相等的方式而形成。而且,在基板 120b 中,也与基板 120 同样地,宽度 KD1 与宽度 KD2 相等。

[0134] 第 2 实施方式

[0135] 对于晶体振动片,也可使用以包围振动部的周围的方式而形成有框体的晶体振动片。以下,对使用具有框体的晶体振动片的晶体装置 200a 进行说明。而且,在以下的说明中,关于与第 1 实施方式相同的部分,标注相同的符号并省略其说明。

[0136] < 晶体装置 200a 的结构 >

[0137] 图 12 是晶体装置 200a 的分解立体图。晶体装置 200a 包括:盖板 110、基板 220a 及晶体振动片 230a。晶体装置 200a 中,与第 1 实施方式同样地,对于晶体振动片 230a 使用 AT 切割的晶体振动片。

[0138] 晶体振动片 230a 具有:振动部 234,以规定的振动频率来振动,且形成为矩形形状;框体 235,以包围振动部 234 的周围的方式而形成;以及连结部 236,连结振动部 234 与框体 235。在振动部 234 与框体 235 之间,形成有沿 Y' 轴方向贯穿晶体振动片 230a 的贯穿槽 237,振动部 234 与框体 235 不直接接触。在框体 235 的 +X 轴侧的 -Z' 轴侧形成有城堡形结构 238a,在 -X 轴侧的 +Z' 轴侧形成有城堡形结构 238b。而且,振动部 234 与框体 235

通过连结部 236 而连结,该连结部 236 连结于振动部 234 的 $-X$ 轴侧的 $+Z'$ 轴侧及 $-Z'$ 轴侧。在振动部 234 的 $+Y'$ 轴侧的面及 $-Y'$ 轴侧的面上形成有激振电极 231,引出电极 232 分别从各激振电极 231 引出至框体 235 为止。从在振动部 234 的 $+Y'$ 轴侧的面上形成的激振电极 231 引出的引出电极 232 是:经由 $+Z'$ 轴侧的连结部 236 及 $-X$ 轴侧的城堡形结构 238b,而引出至框体 235 的 $-Y'$ 轴侧的面的 $-X$ 轴侧的 $+Z'$ 轴侧。从在振动部 234 的 $-Y'$ 轴侧的面上形成的激振电极 231 引出的引出电极 232 是:经由 $-Z'$ 轴侧的连结部 236 而引出至框体 235 的 $-X$ 轴侧,进而引出至框体 235 的 $+X$ 轴侧的城堡形结构 238a 及其周围。

[0139] 在基板 220a 上,在 $+Y'$ 轴侧的面的周围形成有接合面 122,该接合面 122 经由密封材 142(参照图 13)而接合于框体 235 的 $-Y'$ 轴侧的面,在基板 220a 的 $+Y'$ 轴侧的面的中央,形成有从接合面 122 向 $-Y'$ 轴方向凹陷的凹部 121。在基板 220a 的 $+X$ 轴侧的侧面的 $-Z'$ 轴侧,形成有向基板 220a 的内侧凹陷的城堡形结构 226a;在基板 220a 的 $-X$ 轴侧的侧面的 $+Z'$ 轴侧,形成有向基板 220a 的内侧凹陷的城堡形结构 226b。在城堡形结构 226a 及城堡形结构 226b 的侧面,形成有侧面电极 225。而且,在接合面 122 的城堡形结构 226a 及城堡形结构 226b 的周围,形成有连接电极 223;连接电极 223 电性连接于晶体振动片 230a 的引出电极 232 及侧面电极 225。进而,在基板 220a 的 $-Y'$ 轴侧的面上,形成有一对安装端子 224a(参照图 13),各安装端子 224a 分别电性连接于在城堡形结构 226a 或城堡形结构 226b 中形成的侧面电极 225。

[0140] 图 13 是图 12 的 E-E 剖面图。晶体装置 200a 将盖板 110 的接合面 112 与框体 235 的 $+Y'$ 轴侧的面经由密封材 142 而接合,且基板 220a 的接合面 122 与框体 235 的 $-Y'$ 轴侧的面经由密封材 142 而接合。在晶体振动片 230a 与基板 220a 的接合中,晶体振动片 230a 的城堡形结构 238a 与基板 220a 的城堡形结构 226a 沿 Y' 轴方向重合,晶体振动片 230a 的城堡形结构 238b 与基板 220a 的城堡形结构 226b 沿 Y' 轴方向重合。而且,在晶体振动片 230a 与基板 220a 的接合时,引出电极 232 与连接电极 223 电性接合。由此,激振电极 231 电性连接于安装端子 224a。

[0141] 在晶体振动片 230a 的 $+X$ 轴侧形成的城堡形结构 238a 的侧面包含:第 1 斜面 239a 及第 2 斜面 239b,所述第 1 斜面 239a 连接于晶体振动片 230a 的框体 235 的 $+Y'$ 轴侧的面,所述第 2 斜面 239b 连接于晶体振动片 230a 的框体 235 的 $-Y'$ 轴侧的面,且第 1 斜面 239a 与第 2 斜面 239b 通过第 1 顶部 240a 而交叉。而且,在晶体振动片 230a 的 $-X$ 轴侧形成的城堡形结构 238b 的侧面包含:第 3 斜面 239c 及第 4 斜面 239d,所述第 3 斜面 239c 连接于晶体振动片 230a 的框体 235 的 $+Y'$ 轴侧的面,所述第 4 斜面 239d 连接于晶体振动片 230a 的框体 235 的 $-Y'$ 轴侧的面,且第 3 斜面 239c 与第 4 斜面 239d 通过第 2 顶部 240b 而交叉。第 1 顶部 240a 较第 1 斜面 239a 及第 2 斜面 239b 而形成在晶体振动片 230a 的 $+X$ 轴侧,第 2 顶部 240b 较第 3 斜面 239c 及第 4 斜面 239d 而形成在晶体振动片 230a 的 $-X$ 轴侧。

[0142] 晶体振动片 230a 中,在框体 235 的 $+Y'$ 轴侧,在包含第 1 斜面 239a 及第 3 斜面 239c 的区域形成密封材 142。而且,在框体 235 的 $-Y'$ 轴侧的面上,引出电极 232 与连接电极 223 相连接,因此在直接连接于连接电极 223 的引出电极 232 中,未形成密封材 142。

[0143] 在基板 220a 的 $+X$ 轴侧形成的城堡形结构 226a 的侧面包含:第 1 斜面 227a 及第 2 斜面 227b,所述第 1 斜面 227a 连接于基板 220a 的接合面 112,所述第 2 斜面 227b 连接于基板 220a 的 $-Y'$ 轴侧的面,且第 1 斜面 227a 与第 2 斜面 227b 通过第 1 顶部 228a 而

交叉。而且,在基板 220a 的 $-X$ 轴侧形成的城堡形结构 226b 的侧面包含:第 3 斜面 227c 及第 4 斜面 227d,所述第 3 斜面 227c 连接于基板 220a 的接合面 112,所述第 4 斜面 227d 连接于基板 220a 的 $-Y'$ 轴侧的面,且第 3 斜面 227c 与第 4 斜面 227d 通过第 2 顶部 228b 而交叉。第 1 顶部 228a 较第 1 斜面 227a 及第 2 斜面 227b 而形成在基板 220a 的 $+X$ 轴侧,第 2 顶部 228b 较第 3 斜面 227c 及第 4 斜面 227d 而形成在基板 220a 的 $-X$ 轴侧。

[0144] 图 14A 是晶体振动片 230a 的 $+Y'$ 轴侧的面的平面图。从在振动部 234 的 $+Y'$ 轴侧的面上形成的激振电极 231,通过连结部 236 而将引出电极 232 引出至在框体 235 的 $-X$ 轴侧形成的城堡形结构 238b。在框体 235 的 $-X$ 轴侧形成的城堡形结构 238b 的 $+Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KC2。而且,城堡形结构 238b 的第 2 顶部 240b 中的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KA4。振动部 234 的 $-X$ 轴侧的框体 235 的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 SA,城堡形结构 238b 的 $+X$ 轴侧的接合区域的宽度是形成为宽度 SA1。

[0145] 在框体 235 的 $+X$ 轴侧形成的城堡形结构 238a 的 $+Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KB4。而且,城堡形结构 238a 的第 1 顶部 240a 中的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KA3。而且,框体 235 的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 SA,城堡形结构 238a 的 $-X$ 轴侧的接合区域的宽度是形成为宽度 SA1。

[0146] 图 14B 是晶体振动片 230a 的 $-Y'$ 轴侧的面的平面图。从在振动部 234 的 $-Y'$ 轴侧形成的激振电极 231,通过 $-Z'$ 轴侧的连结部 236 而将引出电极 232 引出至框体 235,进而引出至在框体 235 的 $+X$ 轴侧形成的城堡形结构 238a 的周围。

[0147] 在框体 235 的 $+X$ 轴侧形成的城堡形结构 238a 的 $-Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KC2,除了在城堡形结构 238a 的周围形成的引出电极 232 以外的部分的、框体 235 的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 SA2。而且,在框体 235 的 $-X$ 轴侧形成的城堡形结构 238b 的 $-Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KC2,除了在城堡形结构 238b 的周围形成的引出电极 232 以外的部分的、框体 235 的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 SA2。这些宽度 SA2 的区域是框体 235 经由密封材 142 而接合于基板 220a 的接合区域。

[0148] 图 14C 是晶体振动片 230a 的剖面图。图 14C 中表示了图 14A 及图 14B 的 E-E 剖面图。晶体振动片 230a 的框体 235 的 $+Y'$ 轴侧的面上,在宽度 SA1 的区域形成密封材 142,在框体 235 的 $-Y'$ 轴侧的面上,在宽度 SA2 的区域形成密封材 142。形成密封材 142 的区域是以在晶体振动片 230a 的 $+X$ 轴侧与 $-X$ 轴侧相等的方式而形成。而且,晶体振动片 230a 中,宽度 KA3 与宽度 KA4 是以相等的方式而形成。

[0149] 图 15A 是基板 220a 的 $+Y'$ 轴侧的面的平面图。基板 220a 中,接合面 122 中的凹部 121 的 $+X$ 轴侧及 $-X$ 轴侧的 X 轴方向的宽度是分别形成为宽度 SA。除了城堡形结构 226a 的 $-X$ 轴侧及城堡形结构 226b 的 $+X$ 轴侧的连接电极 223 以外的、接合面 122 的 X 轴方向的宽度是分别形成为宽度 SA2。该宽度 SA2 的区域是经由密封材 142 而接合于晶体振动片 230a 的框体 235 的 $-Y'$ 轴侧的面的接合区域。而且,城堡形结构 226a 的第 1 顶部 228a 中的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KA1,城堡形结构 226b 的第 2 顶部 228b 中的 X 轴方向的宽度是形成为宽度 KA2。在基板 220a 中,宽度 KA1 与宽度 KA2 是以相等的方式而形成。

[0150] 图 15B 是基板 220a 的 $-Y'$ 轴侧的面的平面图。在基板 220a 的 $-Y'$ 轴侧的面上,形成有一对安装端子 224a。各安装端子 224a 分别电性连接于在城堡形结构 226a 或

城堡形结构 226b 上形成的侧面电极 225。而且,城堡形结构 226a 的 $-Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成宽度 KB2,城堡形结构 226b 的 $-Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是形成宽度 KC。

[0151] 图 15C 是基板 220a 的剖面图。基板 220a 中,将城堡形结构 226a 的 $-Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度 KB2 形成宽度 KC 的约 10%~30%宽,从而使宽度 KA1 与宽度 KA2 以相等的方式而形成。

[0152] < 晶体装置 200a 的制造方法 >

[0153] 晶体装置 200a 能够按照图 5 所示的流程图来制造。以下,参照图 5 的流程图来说明晶体装置 200a 的制造方法。

[0154] 步骤 S101 中,准备晶体晶片。步骤 S101 中,准备形成有多个晶体振动片 230a 及晶体振动片 230b 的晶体晶片 W230。

[0155] 图 16 是晶体晶片 W230 的平面图。在晶体晶片 W230 上,形成有多个晶体振动片 230a 及晶体振动片 230b。晶体振动片 230b 是与晶体振动片 230a 成镜像对称地形成的晶体振动片,框体 235 及城堡形结构 238a、238b 的尺寸等是与晶体振动片 230a 相同。晶体晶片 W230 中,晶体振动片 230a 与晶体振动片 230b 是沿 X 轴方向及 Z' 轴方向交替地形成。在晶体装置 200a 的制造中,与晶体装置 200a 同时也制造晶体装置 200b,该晶体装置 200b 包含盖板 110、晶体振动片 230b 及基板 220b(参照图 19A 及图 19B)。

[0156] 图 17A~图 17D 及图 18A~图 18D 是表示晶体晶片 W230 的制造方法的流程图。以下,参照图 17A~图 17D 及图 18A~图 18D,对图 5 的步骤 S101 的准备晶体晶片的工序进行详细说明。

[0157] 图 17A~图 17D 的步骤 S111 中,准备 AT 切割而成的晶体晶片。图 17A 是 AT 切割而成的晶体晶片 W230 的局部剖面图。图 17A 及后述的图 17B~图 17D 及图 18A~图 18D 所示的图是与图 16 的 F-F 剖面相当的剖面的剖面图。在各剖面图中示出有划线 171,在由划线 171 夹着的区域形成有 1 个晶体振动片 230a。在步骤 S111 中准备的晶体晶片 W230 是形成为平板状。

[0158] 步骤 S112 中,形成耐蚀膜。图 17B 是形成有耐蚀膜 151 的晶体晶片 W230 的局部剖面图。耐蚀膜 151 是形成在晶体晶片 W230 的 $+Y'$ 轴侧及 $-Y'$ 轴侧的面上。耐蚀膜 151 例如是通过下述方式而形成,即,在晶体晶片 W230 的 $+Y'$ 轴侧的面与 $-Y'$ 轴侧的面上形成铬 (Cr) 层(未图示),并在铬层的表面形成金 (Au) 层(未图示)。步骤 S112 是耐蚀膜形成工序。

[0159] 步骤 S113 中,形成光致抗蚀剂。图 17C 是形成有光致抗蚀剂 152 的晶体晶片 W230 的局部剖面图。光致抗蚀剂 152 是形成在步骤 S112 中形成的耐蚀膜 151 的表面。

[0160] 步骤 S114 中,对光致抗蚀剂进行曝光及显影。图 17D 是对光致抗蚀剂 152 进行曝光并显影的晶体晶片 W230 的局部剖面图。晶体晶片 W230 经由遮罩 154 而受到曝光、显影,从而去除光致抗蚀剂 152。在步骤 S114 中去除的光致抗蚀剂 152 是:晶体晶片 W230 的 $+Y'$ 轴侧的面的形成贯穿孔 172 及贯穿槽 237 的区域、以及晶体晶片 W230 的 $-Y'$ 轴侧的面的形成贯穿孔 172 及贯穿槽 237 的区域。为了形成贯穿孔 172 而去除的光致抗蚀剂 152 是以下述方式被去除,即,各晶体振动片 230a 及晶体振动片 230b 的 $+Y'$ 轴侧的面的 $+X$ 轴侧的从划线 171 算起的宽度为宽度 KB4,各晶体振动片 230a 及晶体振动片 230b 的 $+Y'$ 轴侧的面

的 -X 轴侧、-Y' 轴侧的面的 +X 轴侧及 -X 轴侧的从划线 171 算起的宽度为宽度 KC2。步骤 S113 及步骤 S114 是曝光工序。

[0161] 图 18A ~ 图 18D 的步骤 S115 中,对耐蚀膜 151 进行蚀刻。图 18A 是耐蚀膜 151 受到蚀刻的晶体晶片 W230 的局部剖面图。步骤 S115 中,对在步骤 S114 中被去除而露出表面的耐蚀膜 151 进行蚀刻,以将该耐蚀膜 151 予以去除。由此,晶体晶片 W230 的形成贯穿孔 172 及贯穿槽 237 的区域的晶体材料露出。步骤 S115 是耐蚀膜蚀刻工序。

[0162] 步骤 S116 中,对晶体材料进行湿式蚀刻。图 18B 是晶体材料受到湿式蚀刻的晶体晶片 W230 的局部剖面图。步骤 S116 中,通过对晶体材料进行湿式蚀刻,从而在晶体晶片 W230 上形成贯穿孔 172 及贯穿槽 237。晶体晶片 W230 是由 AT 切割的晶体材料所形成,因此,因结晶的异向性,贯穿孔 172 是以在侧面的中央部附近朝向贯穿孔 172 的内侧变窄的方式而形成。步骤 S116 是湿式蚀刻工序。

[0163] 步骤 S117 中,将耐蚀膜 151 及光致抗蚀剂 152 予以去除。图 18C 是耐蚀膜 151 及光致抗蚀剂 152 已被去除的晶体晶片 W230 的局部剖面图。如图 18C 所示,在贯穿孔 172 中,从划线 171 直至基板 220a 的侧面为止的 -X 轴方向及 +X 轴方向的宽度分别为宽度 KA3 及宽度 KA4。宽度 KA3 及宽度 KA4 彼此相等。

[0164] 步骤 S118 中,在晶体晶片 W230 上形成电极。图 18D 是形成有电极的晶体晶片 W230 的局部剖面图。步骤 S118 中,通过在晶体晶片 W230 上形成铬层,并在铬层的表面形成金层,从而在晶体晶片 W230 上形成激振电极 231 及引出电极 232。

[0165] 返回图 5,步骤 S201 中,准备基底晶片。步骤 S201 中,准备形成有多个基板 220a 及基板 220b 的基底晶片 W220。

[0166] 图 19A 是基底晶片 W220 的 +Y' 轴侧的面的平面图。在基底晶片 W220 上,形成有多个基板 220a 及基板 220b。基板 220b 是以与基板 220a 成镜像对称的方式而形成。基底晶片 W220 中,基板 220a 及基板 220b 是沿 X 轴方向及 Z' 轴方向交替地形成。而且,在接合面 122 的贯穿孔 172 的周围形成有连接电极 223。

[0167] 图 19B 是基底晶片 W220 的 -Y' 轴侧的面的平面图。在基板 220a 上形成有一对安装端子 224a,在基板 220b 上形成有一对安装端子 224b。基底晶片 W220 中,安装端子 224a 及安装端子 224b 相对于 1 个贯穿孔 172 而电性连接。

[0168] 返回图 5,步骤 S301 中,准备盖晶片 W110。步骤 S301 中,准备形成有多个盖板 110 的盖晶片 W110。

[0169] 步骤 S401 中,在基底晶片 W220 上载置晶体晶片 W230。步骤 S401 中,通过将晶体晶片 W230 重叠于基底晶片 W220,从而使晶体晶片 W230 载置于基底晶片 W220 上。

[0170] 图 20A 是载置有晶体晶片 W230 的基底晶片 W220 的局部剖面图。图 20A 中,表示了包含图 16 的 F-F 剖面、图 19A 及图 19B 的 G-G 剖面的剖面图。晶体晶片 W230 的引出电极 232 与连接电极 223 电性连接,通过密封材 142,将晶体晶片 W230 与基底晶片 W220 予以接合。由此,激振电极 231 与基底晶片 W220 的 -Y' 轴侧的面上形成的安装端子 224a 电性连接。

[0171] 步骤 S402 中,将晶体晶片 W230 与盖晶片 W110 予以接合。晶体晶片 W230 与盖晶片 W110 是以下述方式而接合,即,在晶体晶片 W230 的框体的 +Y' 轴侧的面或盖晶片 W110 的接合面 112 上涂布密封材 142 后,晶体晶片 W230 的框体与盖晶片 W110 的接合面 112 夹

着密封材 142 而彼此相对。

[0172] 图 20B 是晶体晶片 W230、基底晶片 W220 以及盖晶片 W110 的局部剖面图。图 20B 中,表示了包含图 16 的 F-F 剖面、图 19A 及图 19B 的 G-G 剖面的剖面图。晶体晶片 W230 与盖晶片 W110 是在框体 235 的 +Y' 轴侧的面及接合面 122 上,彼此经由密封材 142 而接合。密封材 142 在晶体晶片 W230 上,不仅涂布于接合面 122,还涂布于第 1 斜面 239a 及第 3 斜面 239c 上。通过将盖晶片 W110 与晶体晶片 W230 经由密封材 142 而接合,从而形成密封的空腔 201。在空腔 201 中载置振动部 234。

[0173] 步骤 S403 中,将晶体晶片 W230、基底晶片 W220 及盖晶片 W110 予以切断。在晶体晶片 W230、基底晶片 W220 及盖晶片 W110 的划线 171 处进行切断(切割),从而形成各个晶体装置 200a 及晶体装置 200b。步骤 S403 是切割工序。

[0174] 晶体装置 200a 中,空腔 201 的 +X 轴侧及 -X 轴侧的接合区域的 X 轴方向的宽度是相等地形成,因此可防止空腔 201 的密封被破坏。而且,由于宽度 KA1 与宽度 KA2 是相等地形成,且宽度 KA3 与宽度 KA4 是相等地形成,因此可防止侧面电极 225 及引出电极 232 在切割工序中被削除。

[0175] 第 3 实施方式

[0176] 对于晶体振动片,也可使用如下的晶体振动片,即以包围振动部的周围的方式而形成有框体,且在框体中未形成城堡形结构。以下,对晶体装置 300 进行说明,所述晶体装置 300 使用具有未形成城堡形结构的框体的晶体振动片。而且,在以下的说明中,关于与第 1 实施方式相同的部分,标注相同的符号并省略其说明。

[0177] < 晶体装置 300 的结构 >

[0178] 图 21 是晶体装置 300 的分解立体图。晶体装置 300 包含:盖板 110、基底板 320 及晶体振动片 330。晶体装置 300 中,与第 1 实施方式同样地,对于晶体振动片 330 使用 AT 切割的晶体振动片。

[0179] 晶体振动片 330 具有:振动部 334,以规定的振动频率而振动,且形成为矩形形状;框体 335,以包围振动部 334 的周围的方式而形成;以及连结部 336,连结振动部 334 与框体 335。在振动部 334 与框体 335 之间,形成有沿 Y' 轴方向贯穿晶体振动片 330 的贯穿槽 337,且振动部 334 与框体 335 不直接接触。而且,振动部 334 与框体 335 连结于振动部 334 的 -X 轴侧侧面的 +Z' 轴侧以及振动部 334 的 +X 轴侧侧面的 -Z' 轴侧。晶体振动片 330 中,振动部 334 及连结部 336 的 Y' 轴方向的厚度形成为薄于框体 335 的 Y' 轴方向的厚度。在振动部 334 的 +Y' 轴侧的面及 -Y' 轴侧的面上形成有激振电极 331,从各激振电极 331 分别将引出电极 332 引出至框体 335 为止。从在振动部 334 的 +Y' 轴侧的面上形成的激振电极 331 引出的引出电极 332 是:经由 +Z' 轴侧的连结部 336 而引出至框体 335 的 -Y' 轴侧的面的 -X 轴侧的 +Z' 轴侧。从在振动部 334 的 -Y' 轴侧的面上形成的激振电极 331 引出的引出电极 332 是:经由 -Z' 轴侧的连结部 336 而引出至框体 335 的 +X 轴侧的 -Z' 轴侧。

[0180] 基底板 320 中,在 +Y' 轴侧的面上未形成凹部,基底板 320 呈平板状。晶体装置 300 中,晶体振动片 330 的振动部 334 的厚度形成为薄于框体 335(参照图 22A),因此即使在基底板 320 上未形成凹部,振动部 334 也不会接触基底板 320。而且,基底板 320 中,在 +Y' 轴侧的面的周围具有接合面 322,该接合面 322 经由密封材 142(参照图 22A)而接合

于框体 335 的 $-Y'$ 轴侧的面。在基板 320 的 $-Y'$ 轴侧的面上,形成有安装端子,该安装端子用于将晶体装置 300 安装至印刷基板等。基板 320 中,安装端子包含热端子 324a 与接地端子 324b,所述热端子 324a 是电性连接于外部电极等的端子(参照图 22B)。而且,在 $+X$ 轴侧侧面的 $+Z'$ 轴侧及 $-Z'$ 轴侧,形成有城堡形结构 326a,在 $-X$ 轴侧侧面的 $+Z'$ 轴侧及 $-Z'$ 轴侧,形成有城堡形结构 326b。热端子 324a 经由城堡形结构 326a 或城堡形结构 326b 而电性连接于晶体振动片 330 的引出电极 332。

[0181] 图 22A 是图 21 的 H-H 剖面图。基板 320 的城堡形结构 326a 是形成为与图 13 所示的城堡形结构 226a 相同的形状,且具有:第 1 斜面 227a、第 2 斜面 227b 及第 1 顶部 228a。而且,基板 320 的城堡形结构 326b 是形成为与图 13 所示的城堡形结构 226b 相同的形状,且由第 3 斜面 227c、第 4 斜面 227d 及第 2 顶部 228b 所形成。晶体装置 300 是将盖板 110 的接合面 112 与框体 335 的 $+Y'$ 轴侧的面经由密封材 142 而接合,且将基板 320 的接合面 322、第 1 斜面 227a 及第 3 斜面 227c 与框体 335 的 $-Y'$ 轴侧的面经由密封材 142 而接合。热端子 324a 是经由城堡形结构 326a 或 326b 及密封材 142 的侧面而电性连接于引出电极 332。由此,激振电极 331 电性连接于热端子 324a。

[0182] 图 22B 是晶体装置 300 的 $-Y'$ 轴侧的面的平面图。在晶体装置 300 的 $-Y'$ 轴侧的面即基板 320 的 $-Y'$ 轴侧的面上,形成有一对热端子 324a 及一对接地端子 324b。热端子 324a 及接地端子 324b 是分别以引出至城堡形结构 326a、326b 的方式而形成。城堡形结构 326a 的 $-Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是与图 15B 所示的城堡形结构 226a 同样地形成成为宽度 KB2,城堡形结构 326b 的 $-Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度是与图 15B 所示的城堡形结构 226b 同样地形成成为宽度 KC。而且,城堡形结构 326a 的第 1 顶部 228a 中的 X 轴方向的宽度是形成成为宽度 KA1,城堡形结构 226b 的第 2 顶部 228b 中的 X 轴方向的宽度是形成成为宽度 KA2。在基板 320 中,宽度 KA1 与宽度 KA2 的大小是以相等的方式而形成。基板 320 中,与基板 220a 同样地,通过将城堡形结构 326a 的 $-Y'$ 轴侧的面的 X 轴方向的宽度 KB2 形成成为宽度 KC 的约 10%~30%宽,从而使宽度 KA1 与宽度 KA2 以相等的方式而形成。

[0183] 图 23A 是基板 320 的 $+Y'$ 轴侧的面的平面图。如图 22A 所示,基板 320 中,接合面 322、城堡形结构 326a 的第 1 斜面 227a 与城堡形结构 326b 的第 3 斜面 227c 成为形成有密封材 142 而接合于晶体振动片 330 的接合区域。基板 320 中,接合面 322 的 $+X$ 轴侧及 $-X$ 轴侧的 X 轴方向的宽度是分别形成成为宽度 SA。而且,城堡形结构 326a 的 $-X$ 轴侧的接合区域的宽度以及城堡形结构 326b 的 $-X$ 轴侧的接合区域的宽度是形成成为宽度 SA3。宽度 SA3 是从宽度 SA 减去宽度 KA1 或宽度 KA2 所得的大小。

[0184] 图 23B 是基板 320 的剖面图。图 23B 的剖面图示出了图 23A 的 H-H 剖面。基板 320 的接合区域在基板 320 的 $+X$ 轴侧及 $-X$ 轴侧为宽度 SA,进而,在形成有城堡形结构 326a 或 326b 的部位为宽度 SA3。即,基板 320 的 $+X$ 轴侧及 $-X$ 轴侧的接合区域的 X 轴方向的宽度是相等地形成,因此接合区域的 $+X$ 轴侧及 $-X$ 轴侧的密封材 142 的接合强度变得相等。因此,可防止晶体装置 300 的密封被破坏。

[0185] < 晶体装置 300 的制造方法 >

[0186] 晶体装置 300 的制造方法基本上遵照图 5 所示的流程图。以下,对于与第 1 实施方式或第 2 实施方式特别不同的部分进行说明。

[0187] 图 5 的步骤 S201 中,准备形成有多个基板 320 的基底晶片(未图示)。在步骤

S201 中的基底晶片上未形成电极,仅各基板 320 的外形是通过蚀刻而形成。

[0188] 在步骤 S402 与步骤 S403 之间,即,在步骤 S402 中,将基底晶片与形成有多个晶体振动片 330 的晶体晶片(未图示)接合之后,在基底晶片的 $-Y'$ 轴侧的面上,通过溅镀或真空蒸镀等而形成电极。由此,在基底晶片上形成热端子 324a 及接地端子 324b。电极也形成在城堡形结构 326a 及 326b 上,因此如图 22A 所示,热端子 324a 电性连接于晶体振动片 330 的引出电极 332。

[0189] 以上,对本发明的最佳实施方式进行了详细说明,但本领域技术人员可明确的是,本发明可在其技术范围内对实施方式添加各种变更、变形而实施。

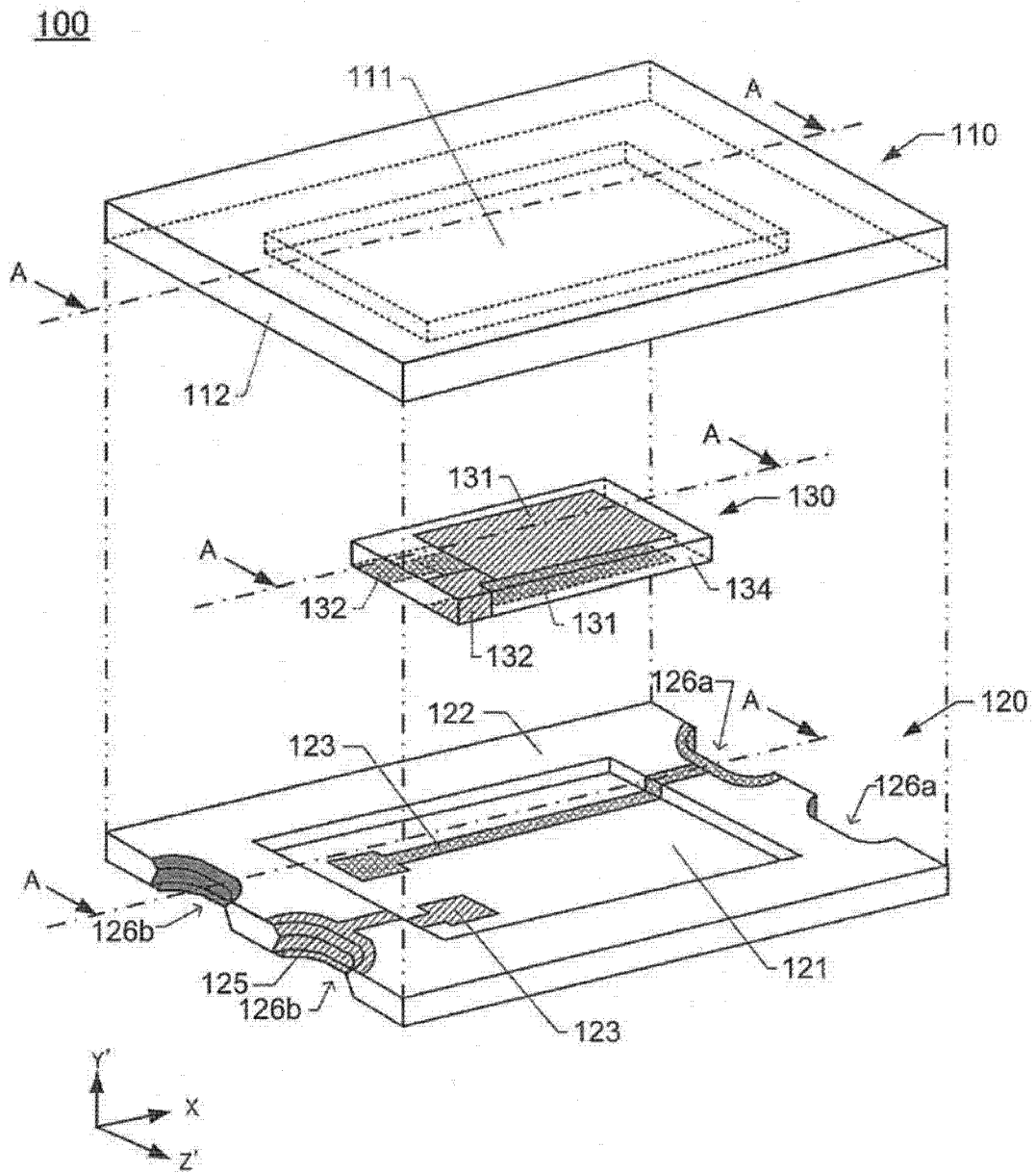


图 1

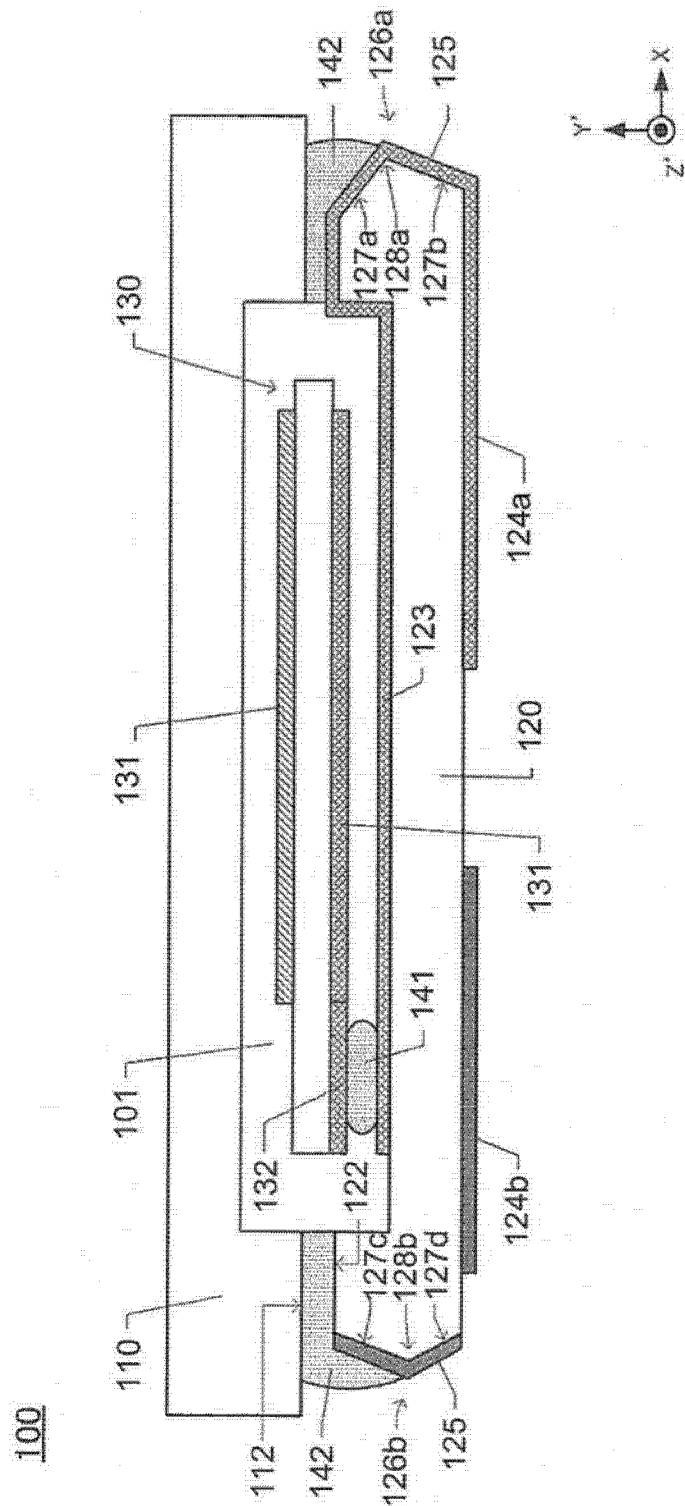


图 2

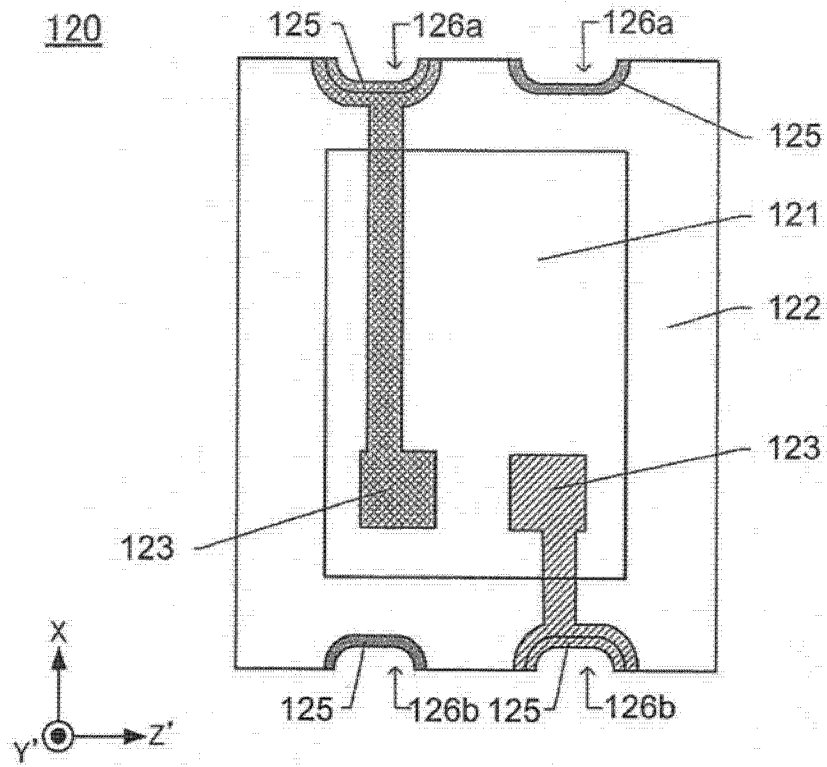


图 3A

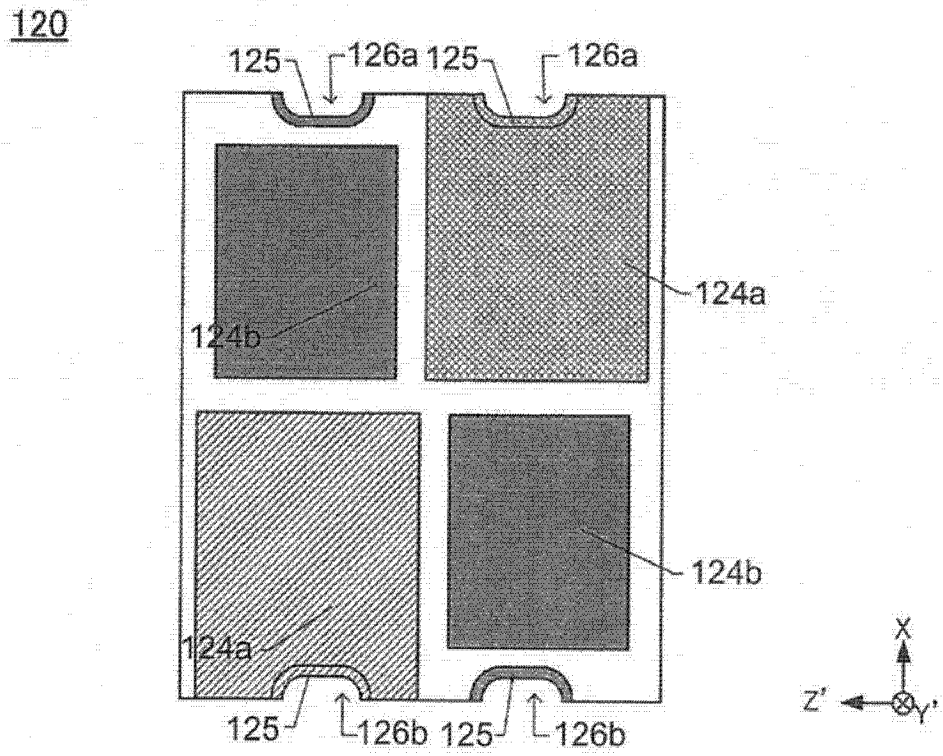


图 3B

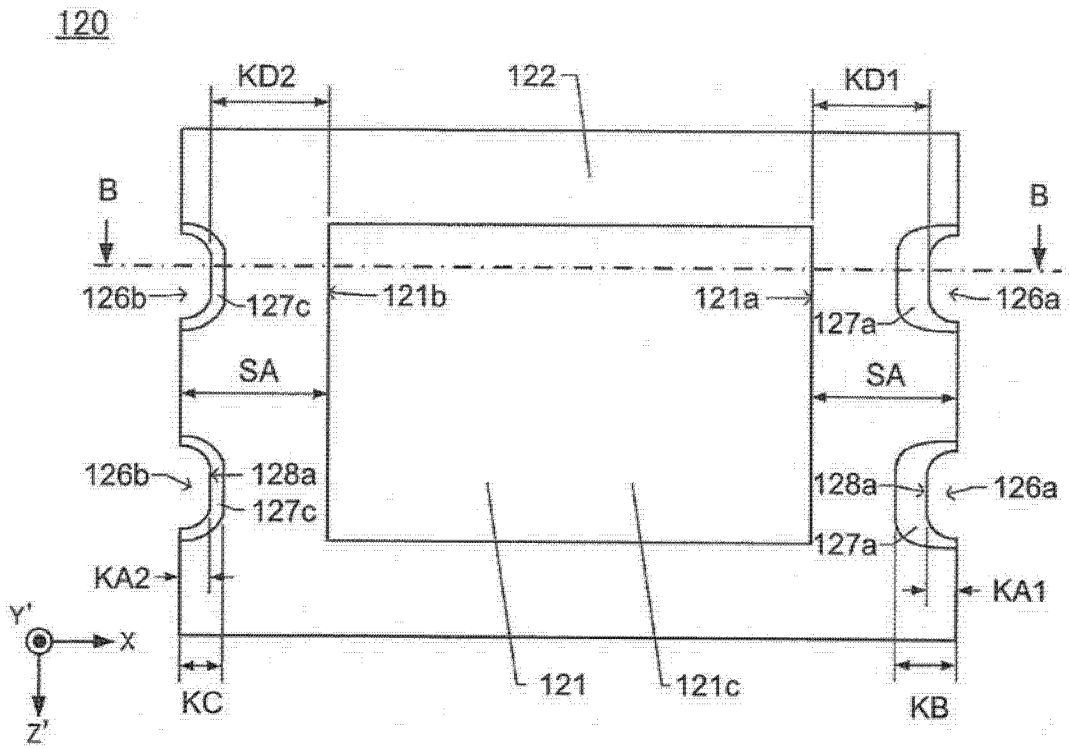


图 4A

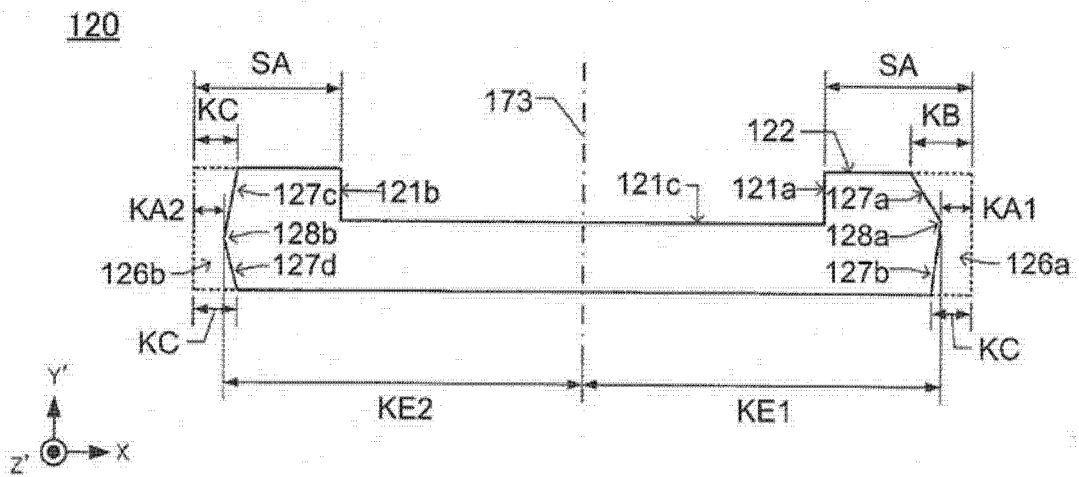


图 4B

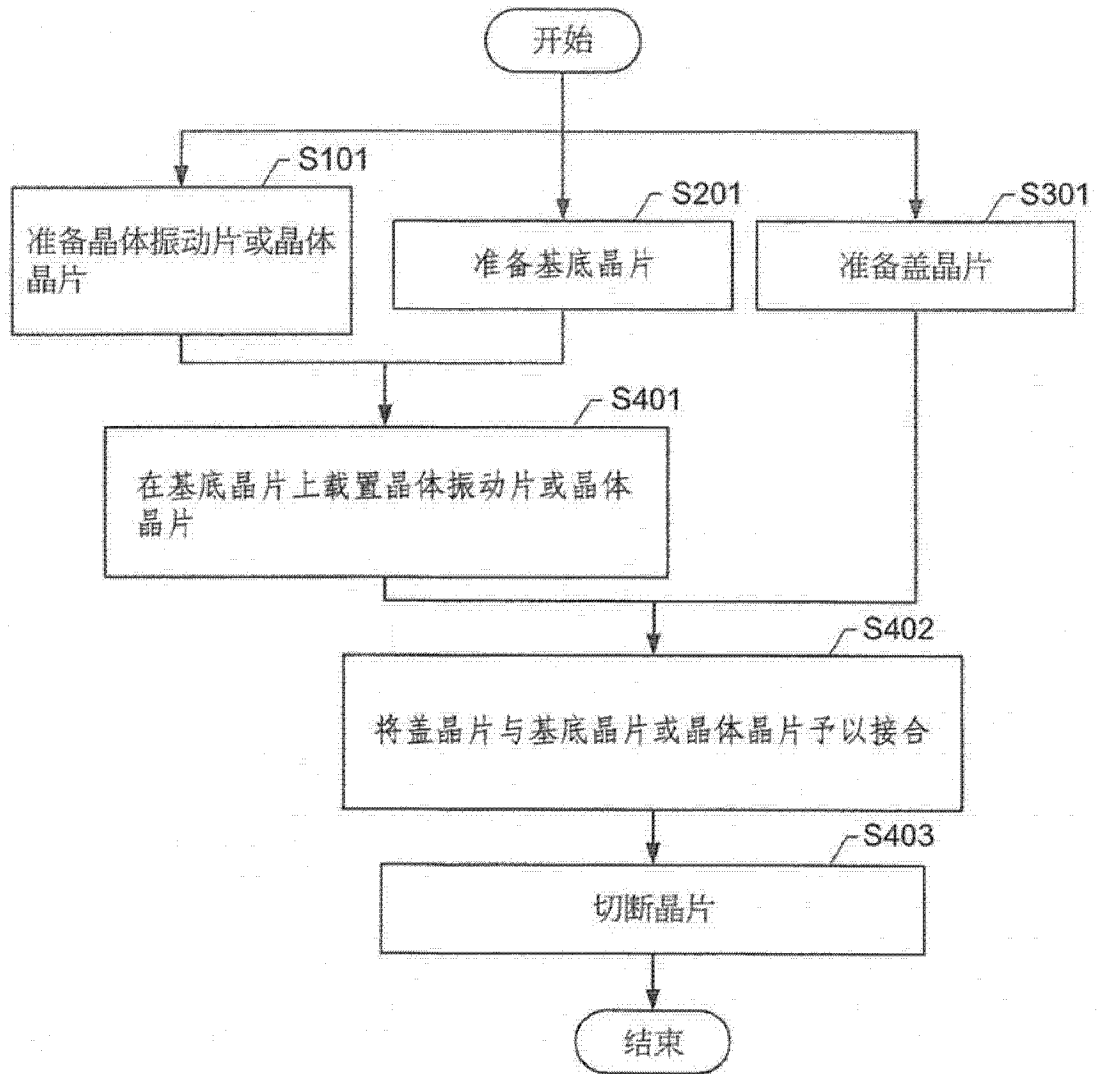


图 5

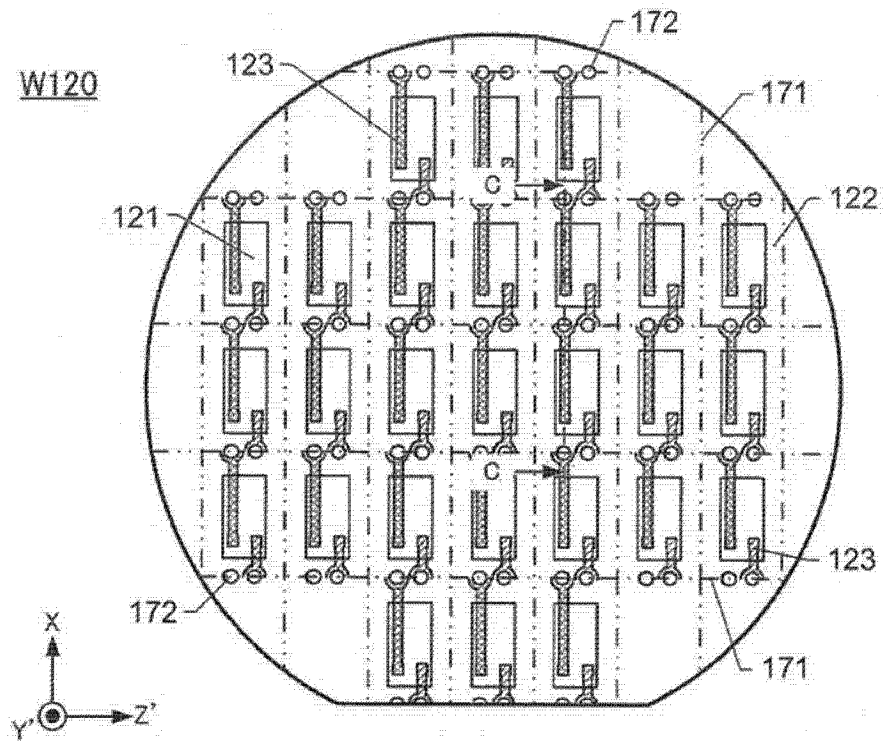


图 6A

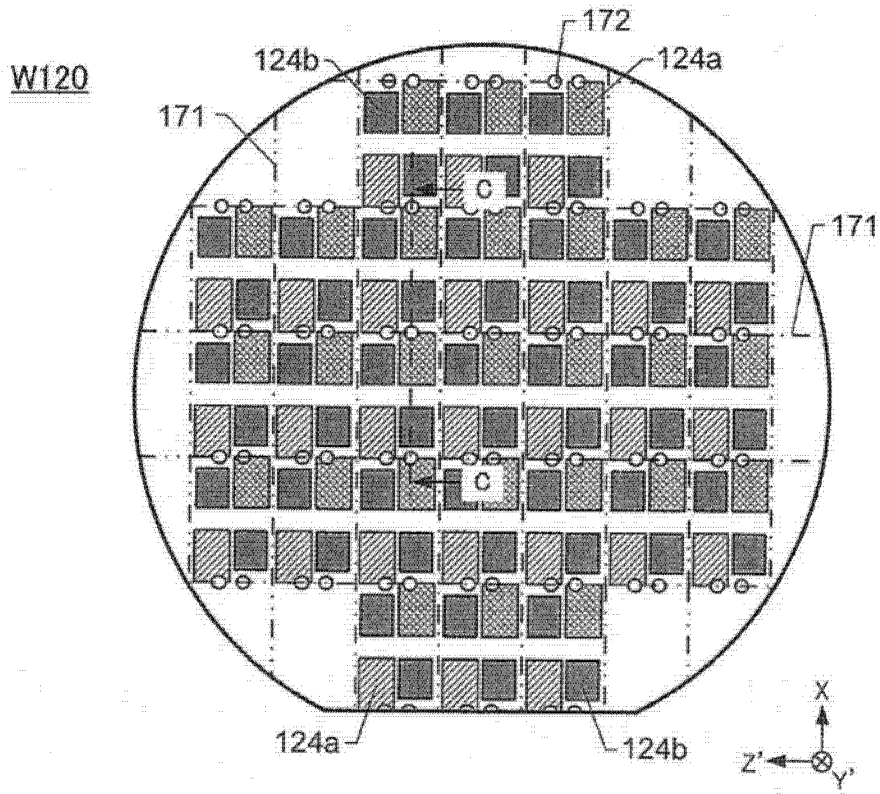


图 6B

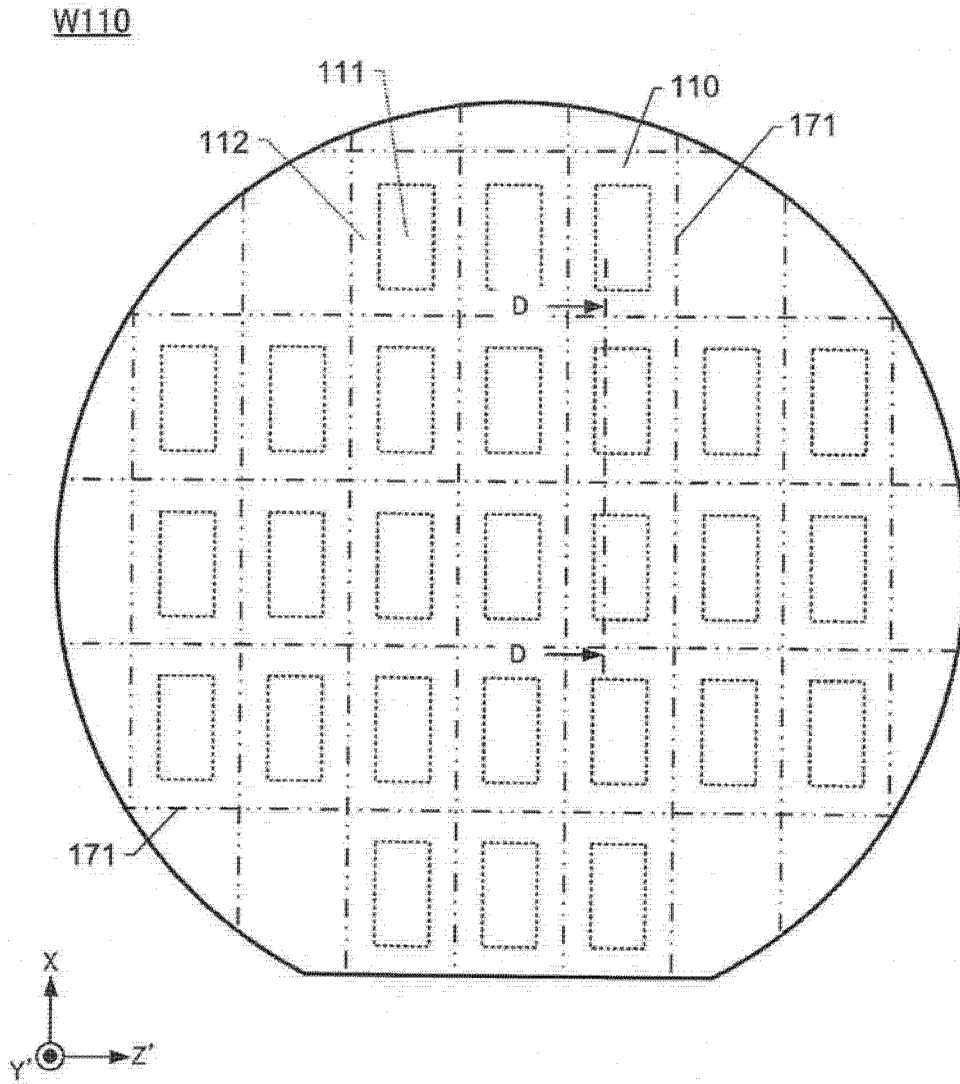


图 9

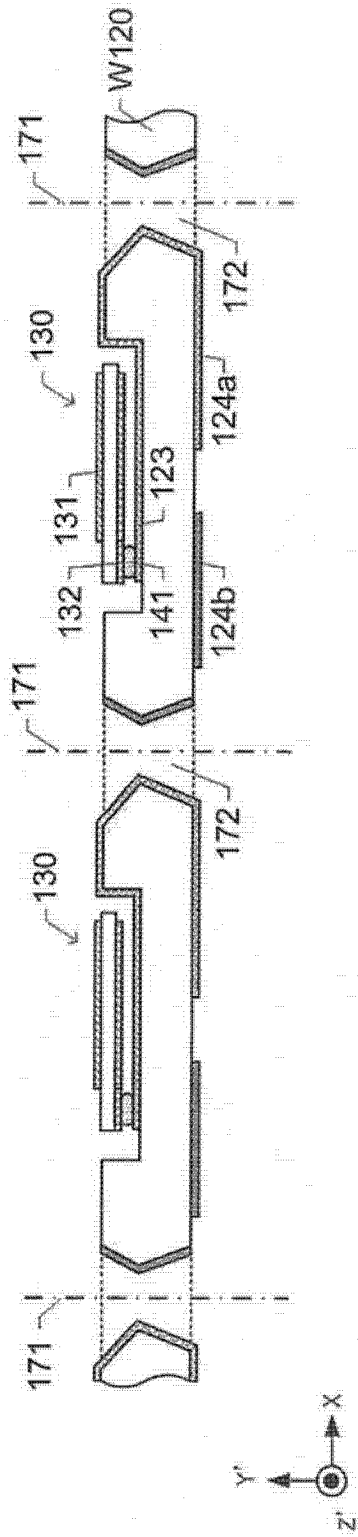


图 10A

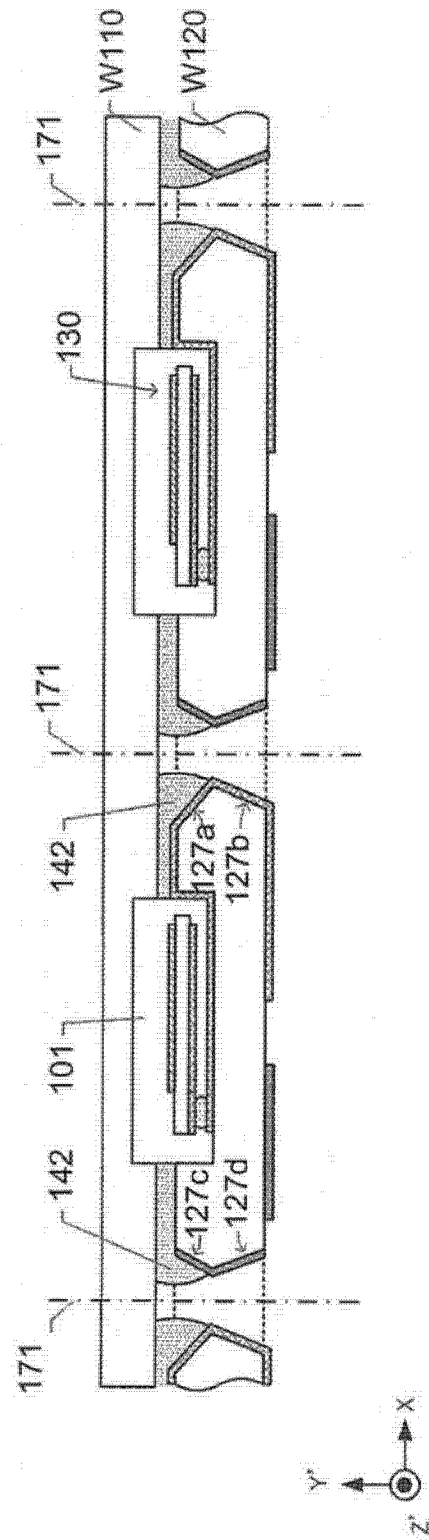


图 10B

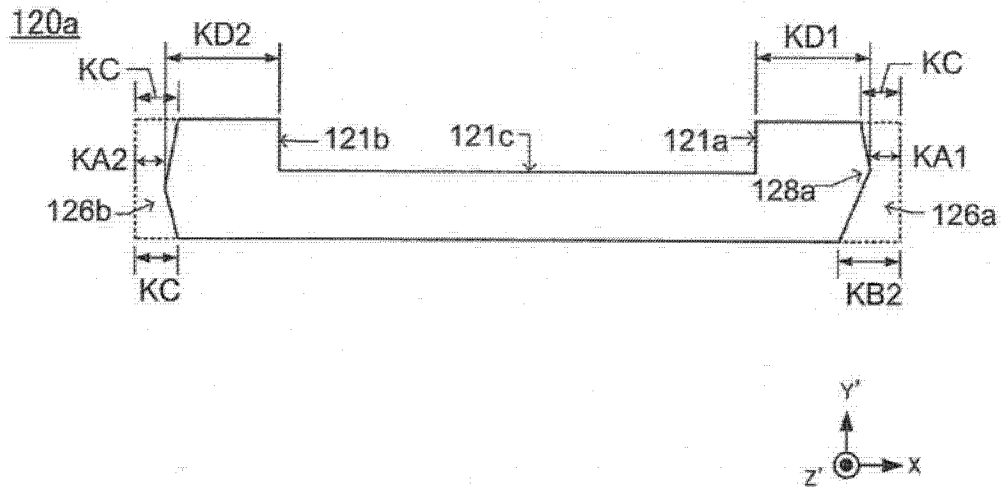


图 11A

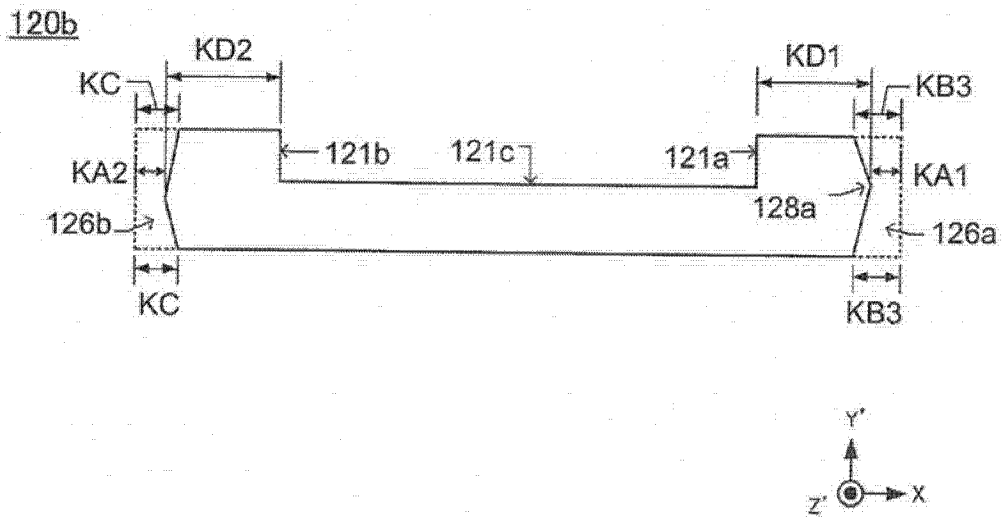


图 11B

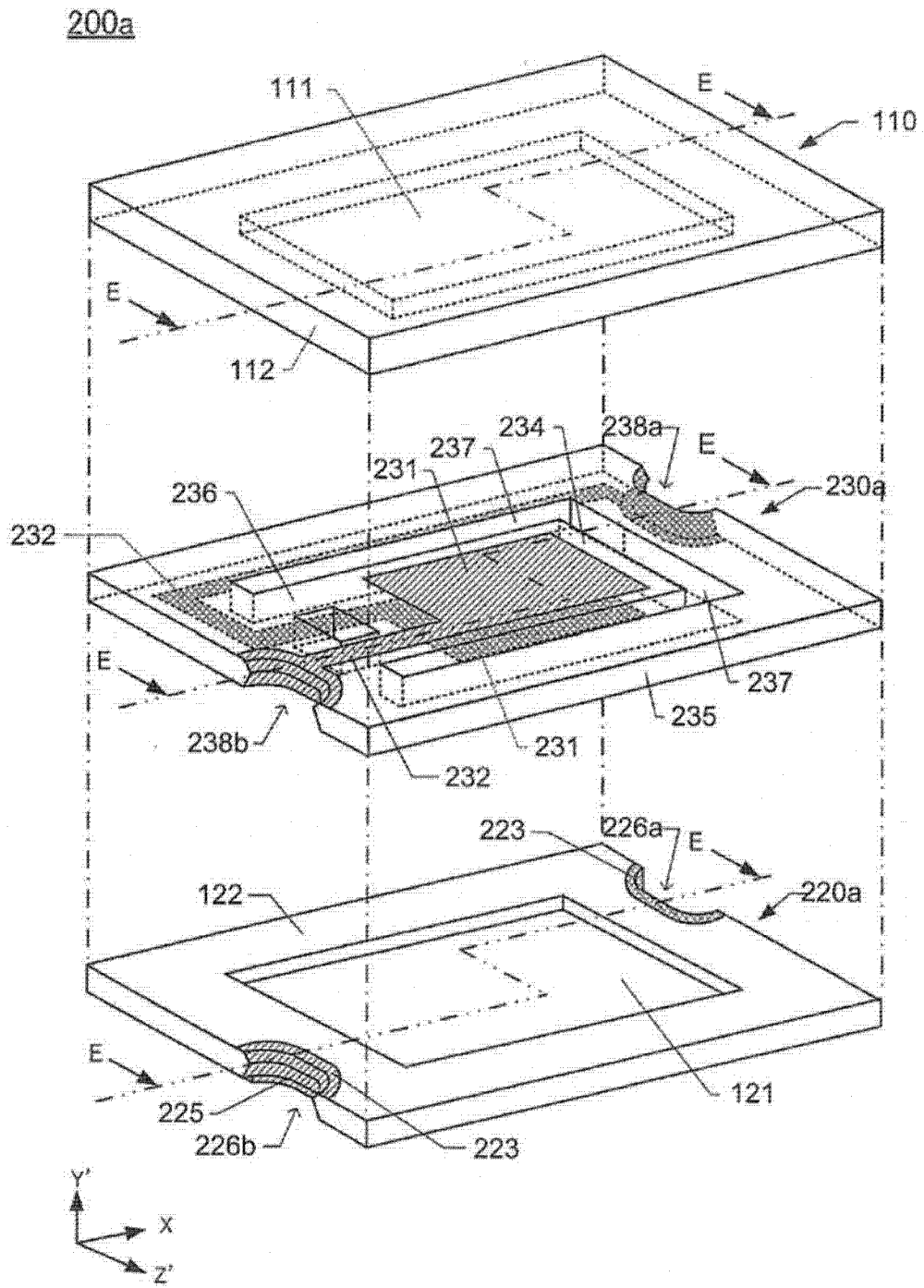


图 12

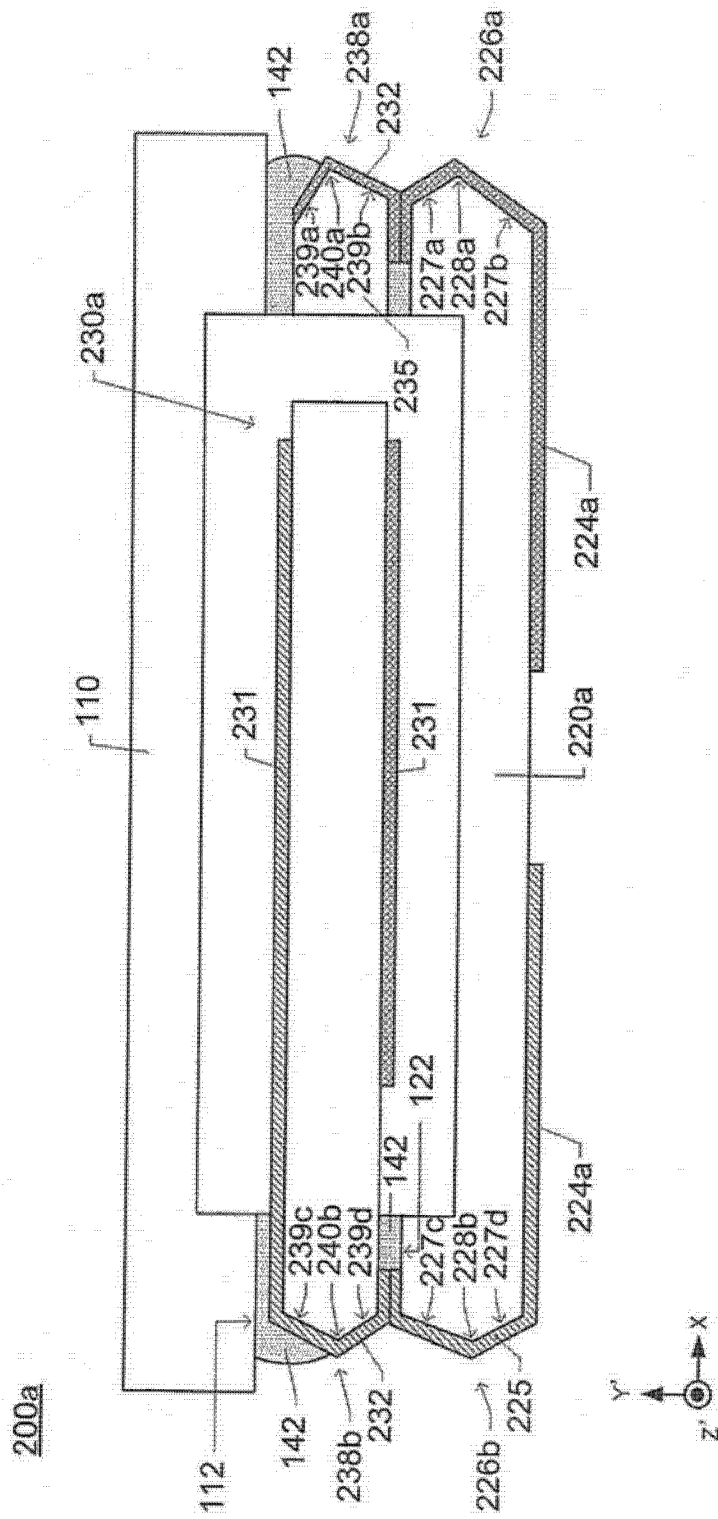


图 13

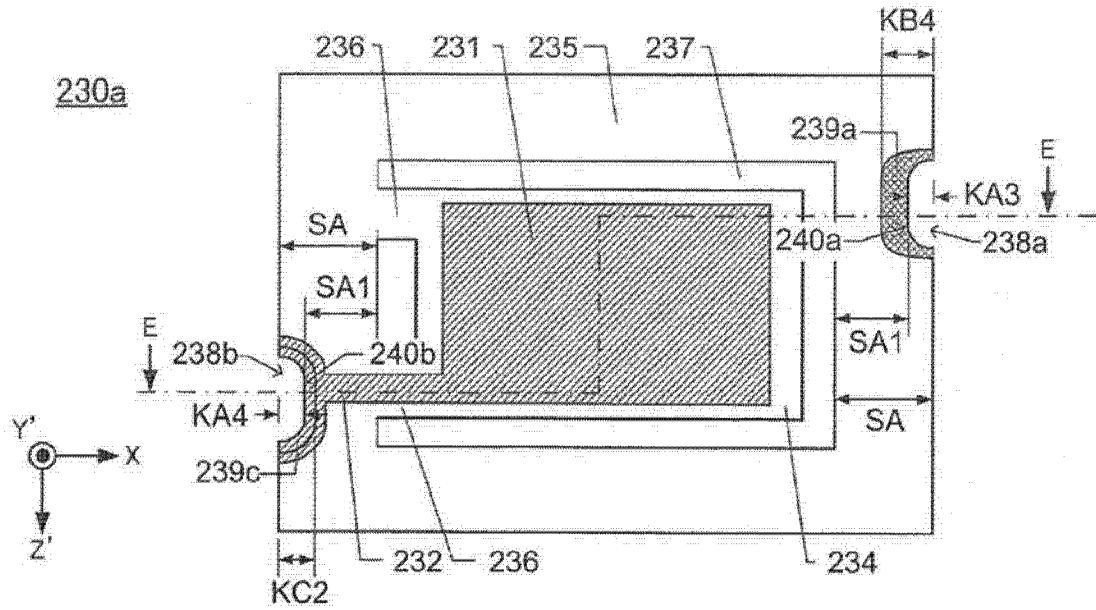


图 14A

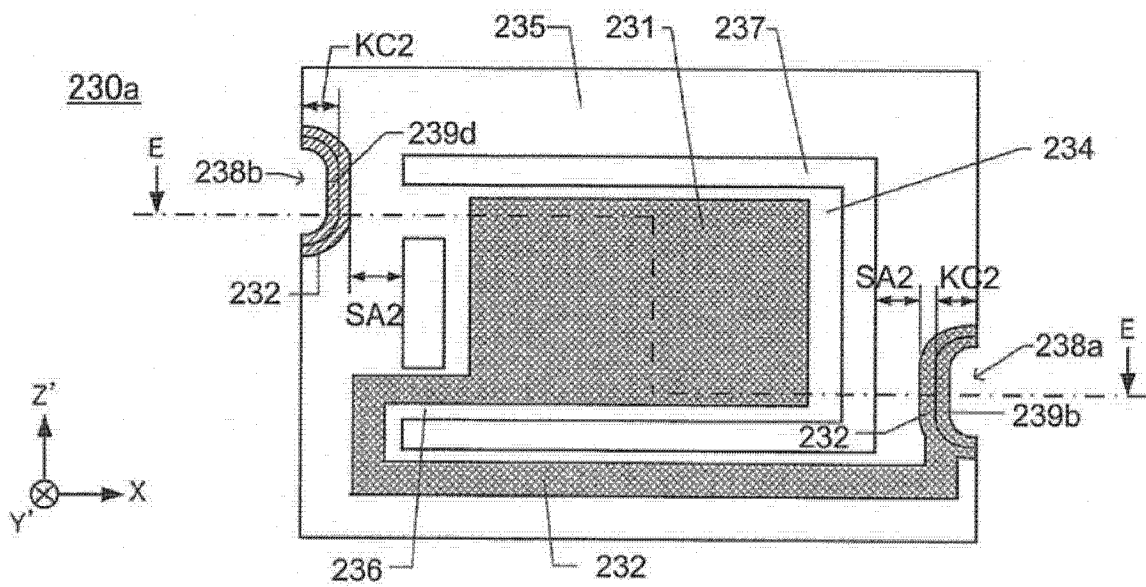


图 14B

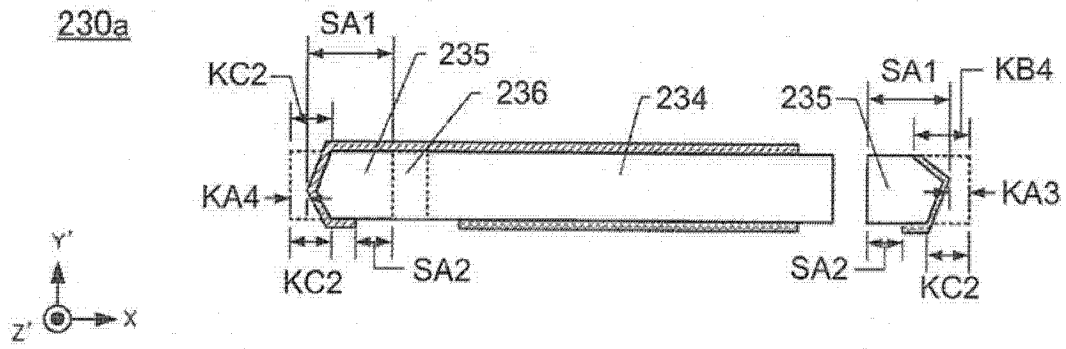


图 14C

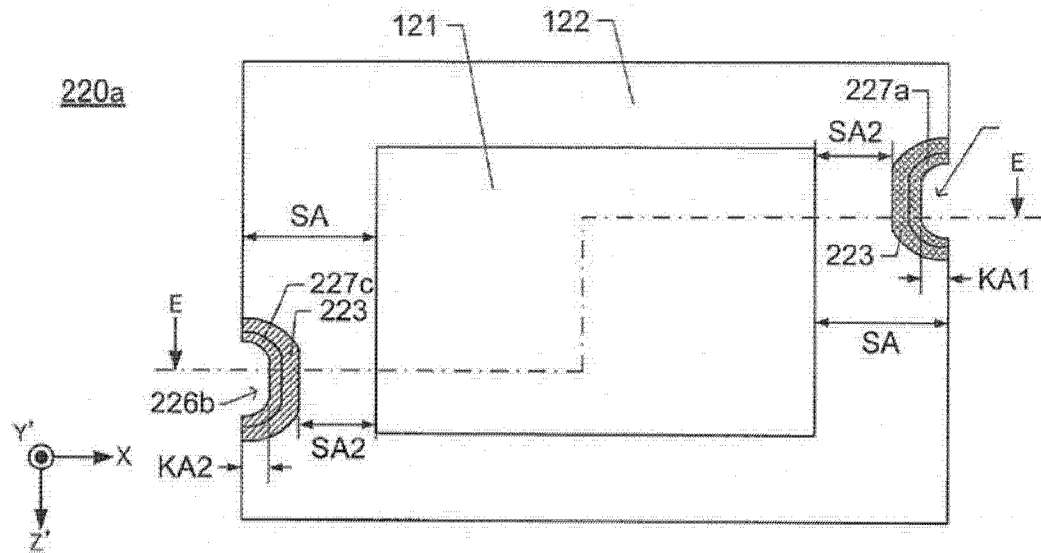


图 15A

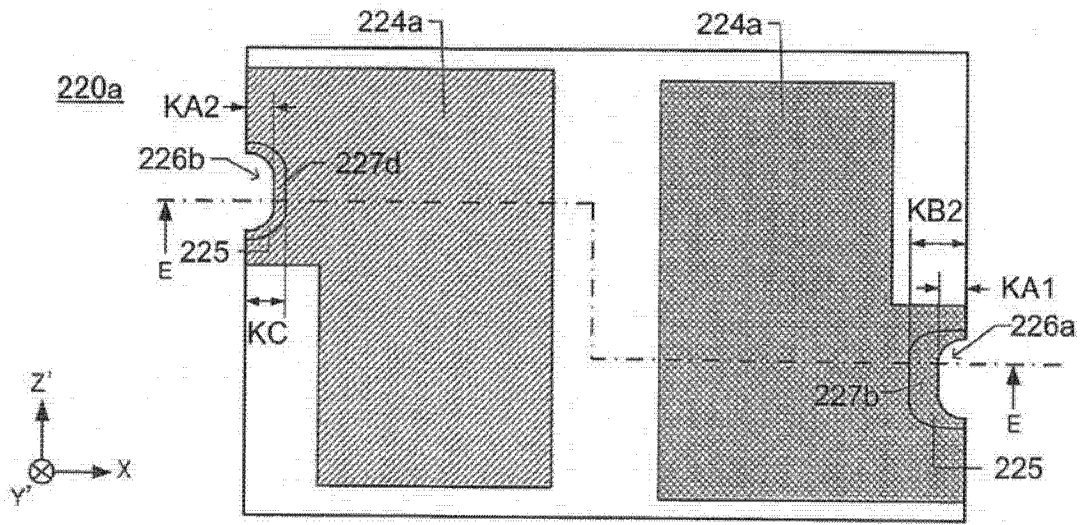


图 15B

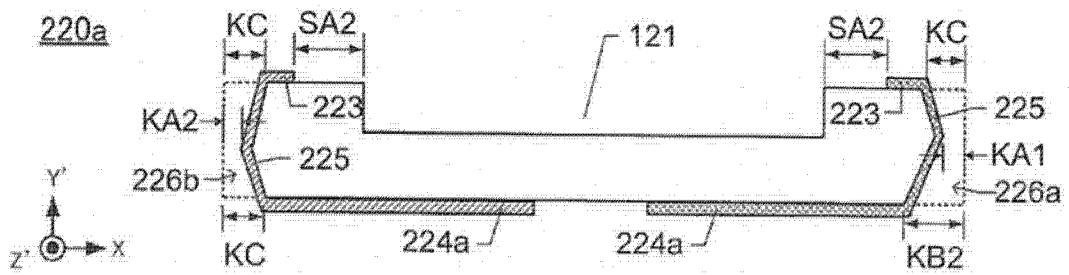


图 15C

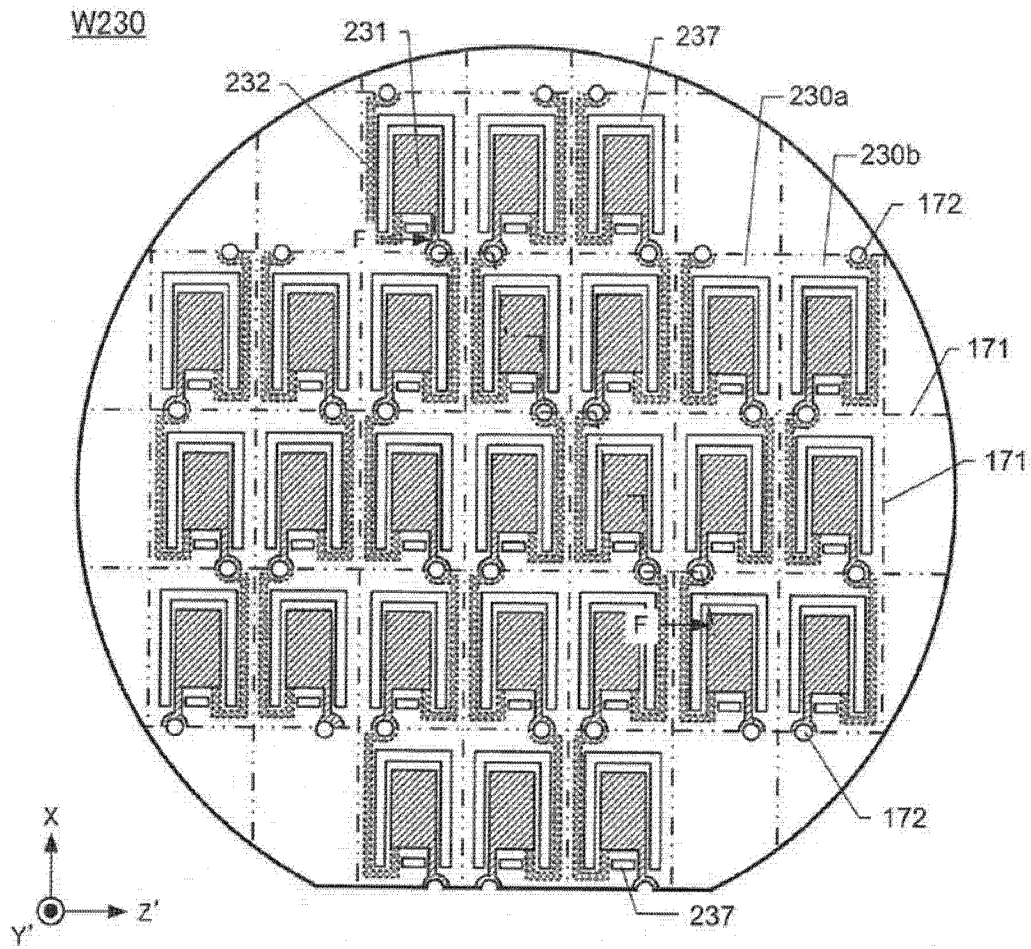
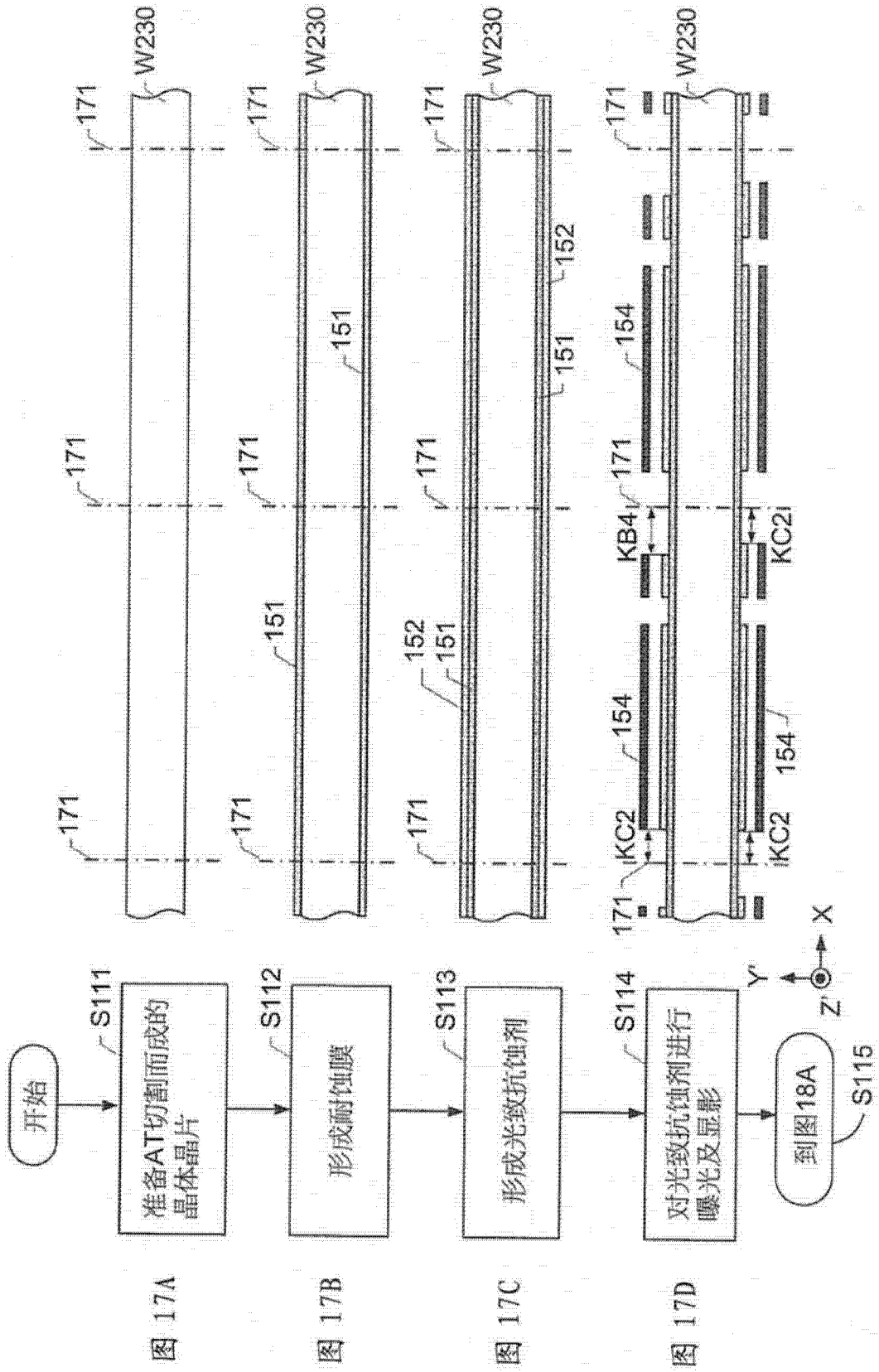
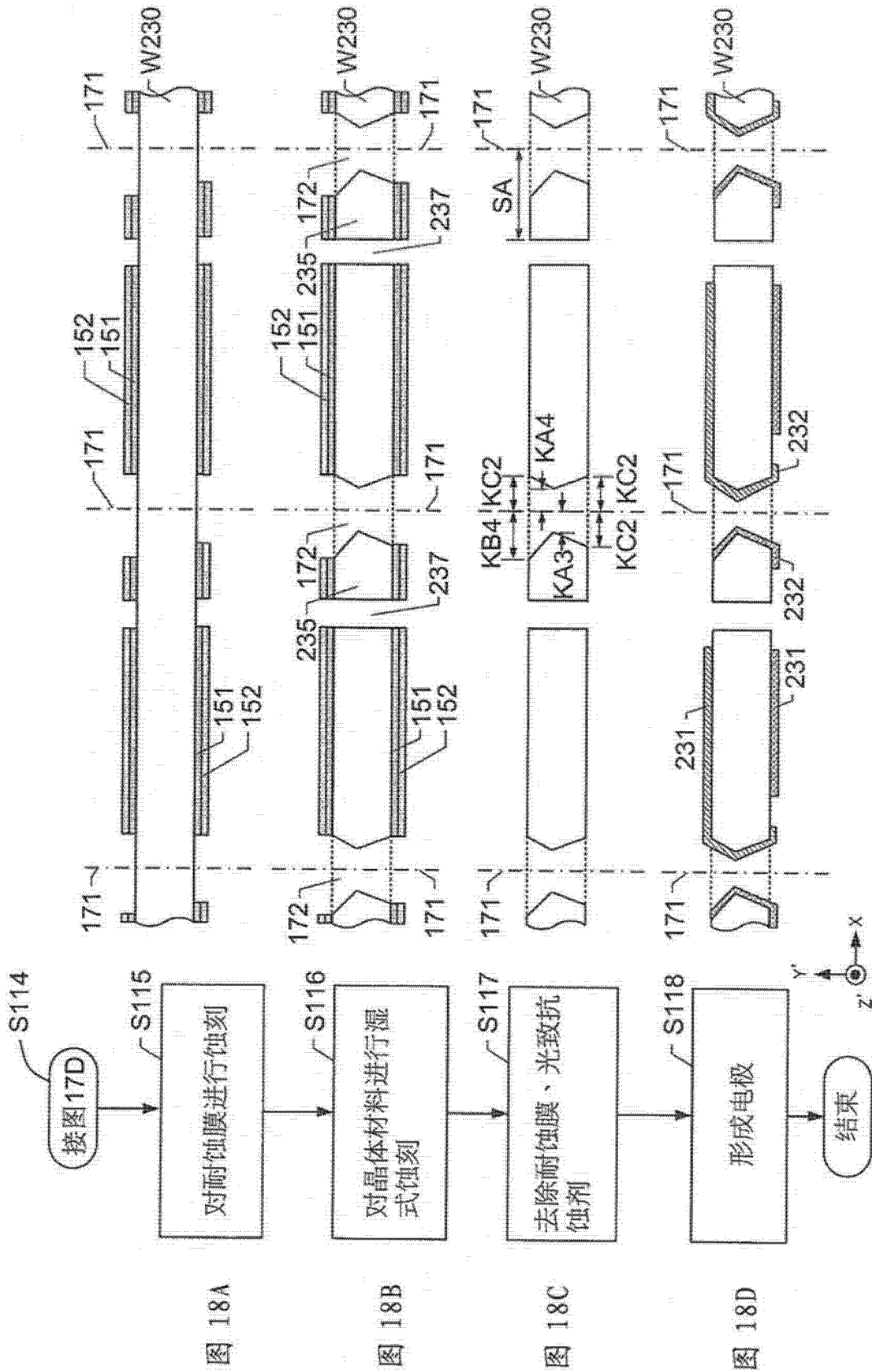


图 16





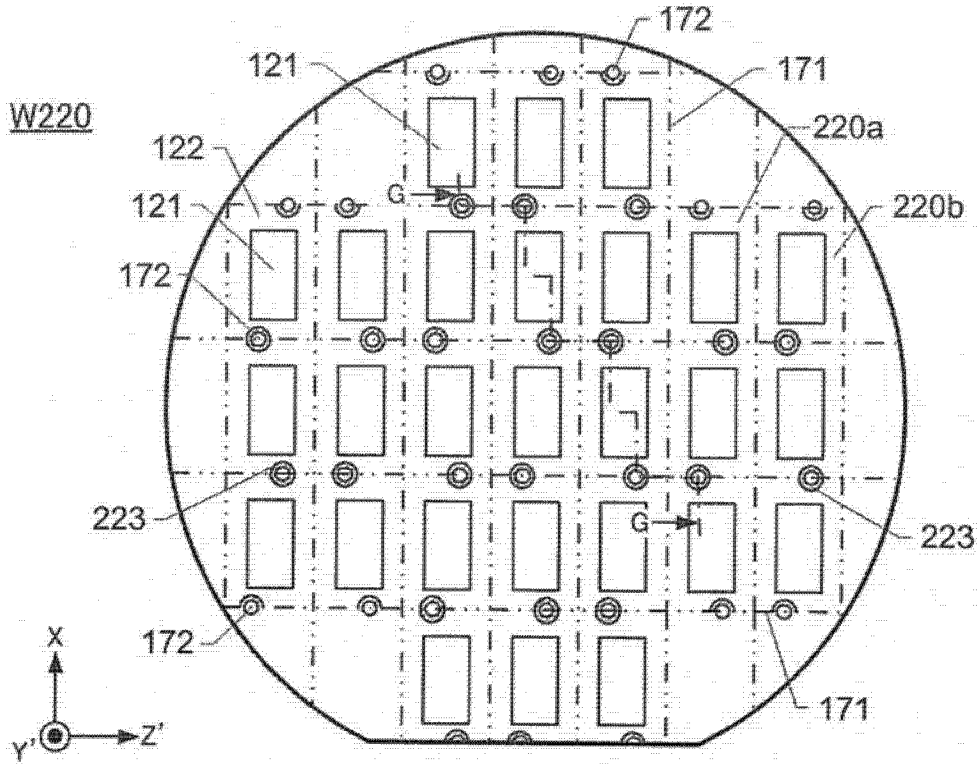


图 19A

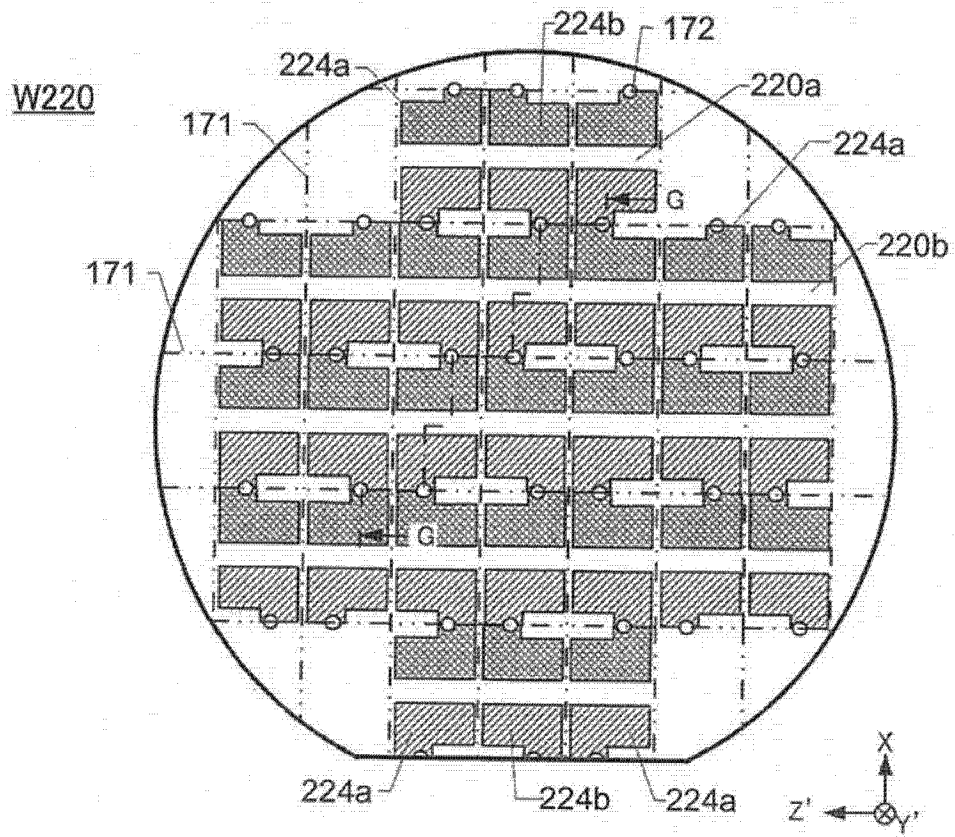


图 19B

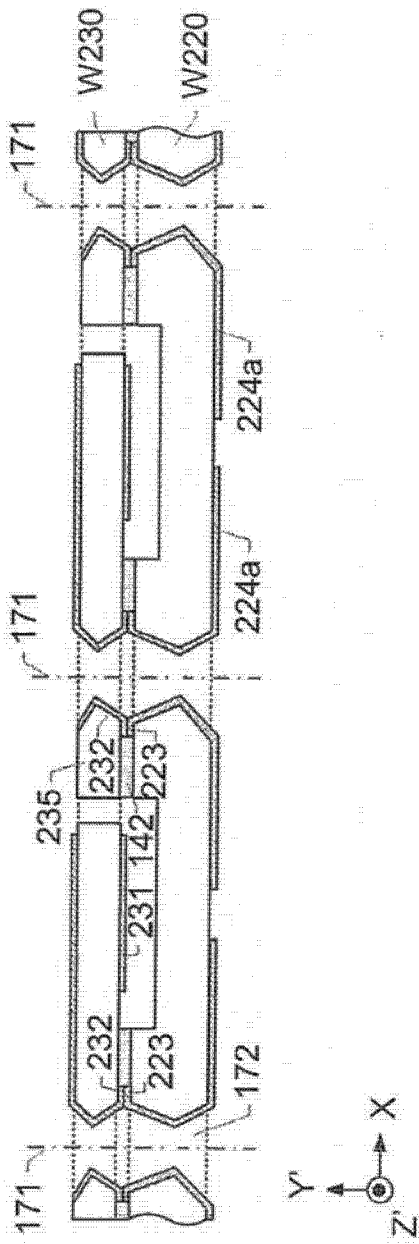


图 20A

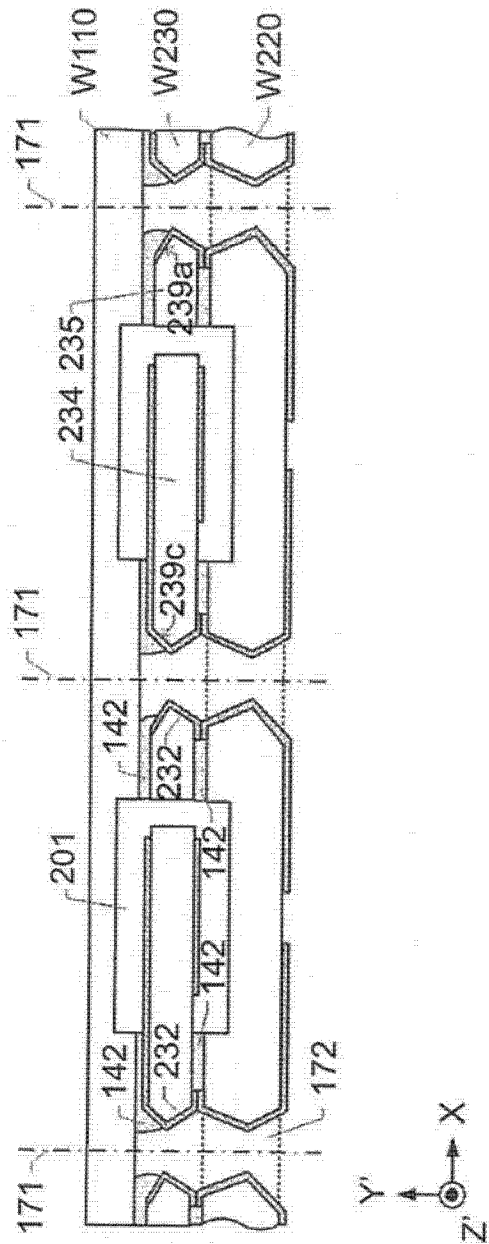


图 20B

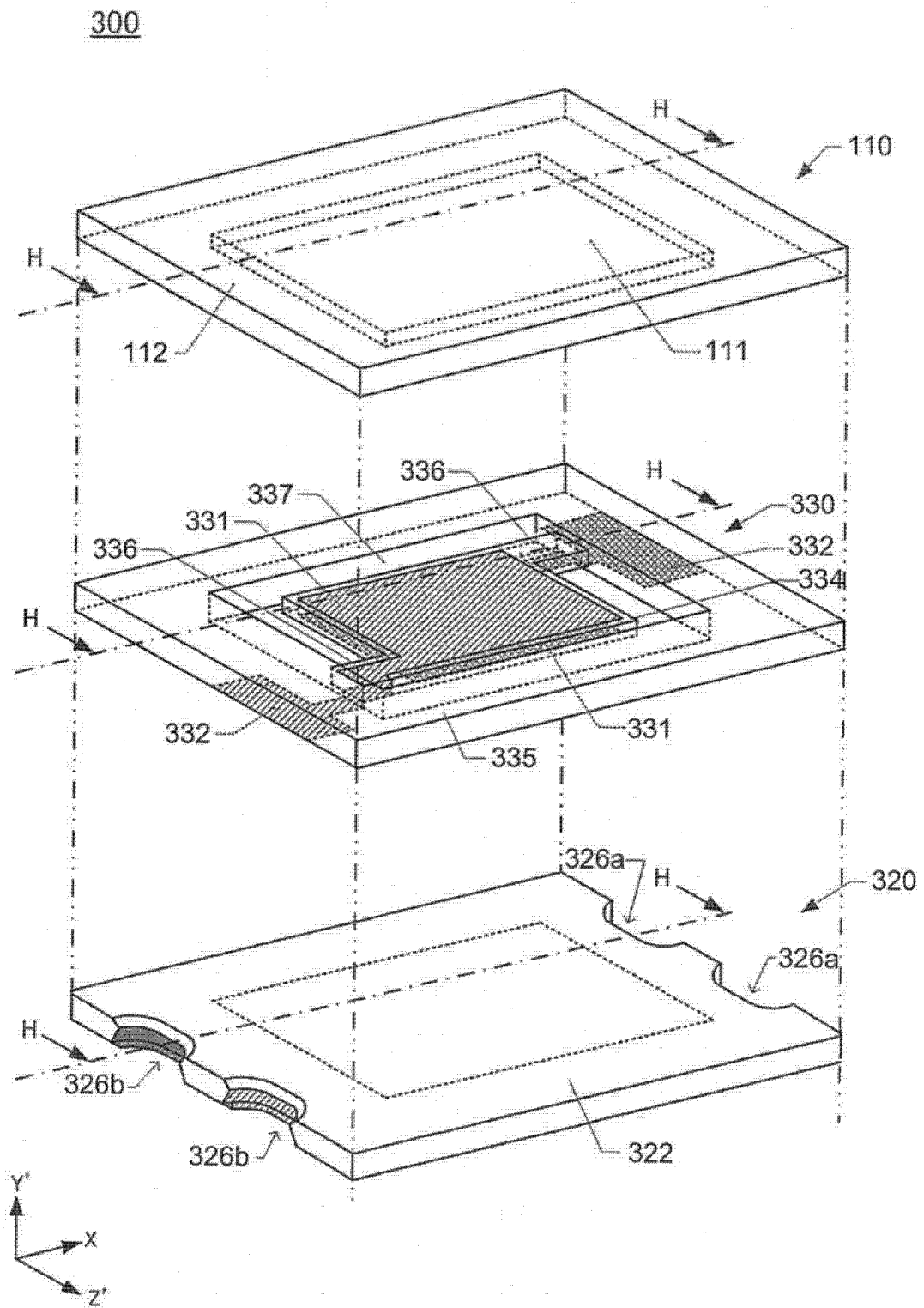


图 21

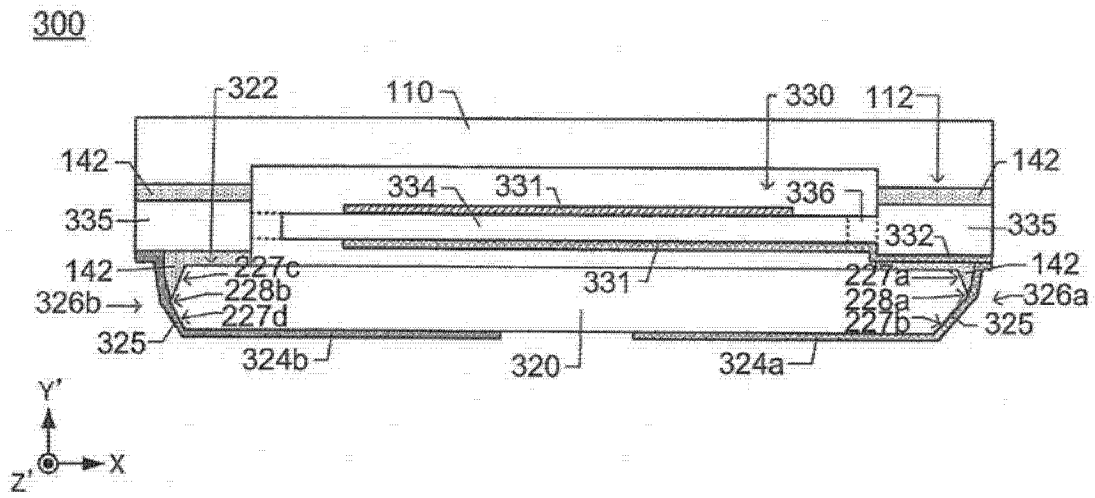


图 22A

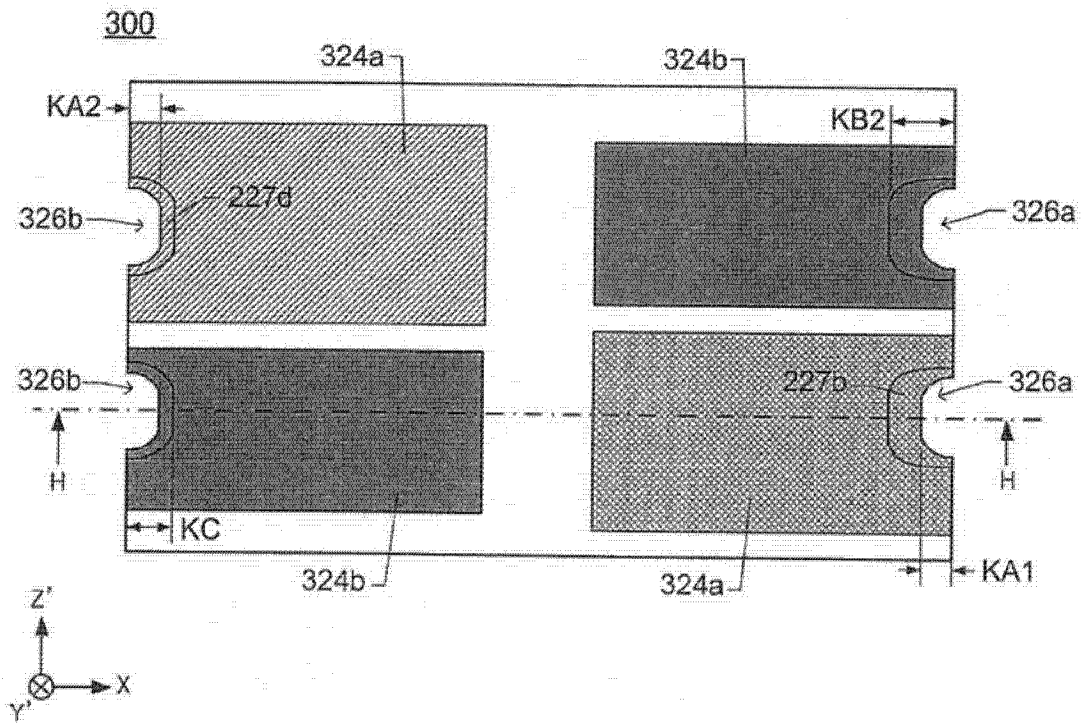


图 22B

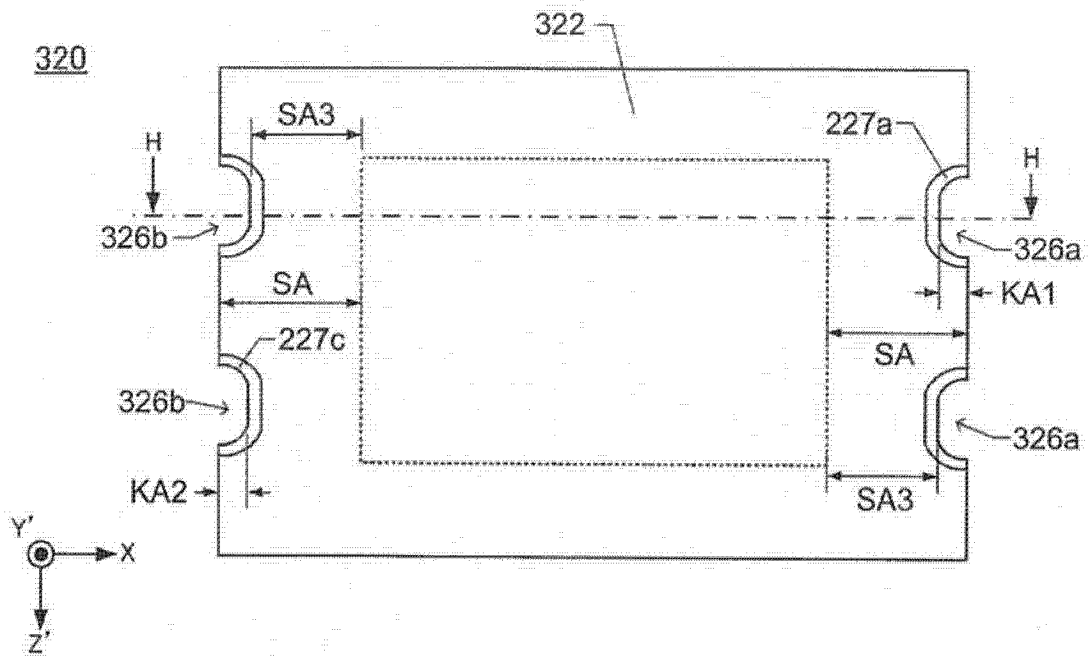


图 23A

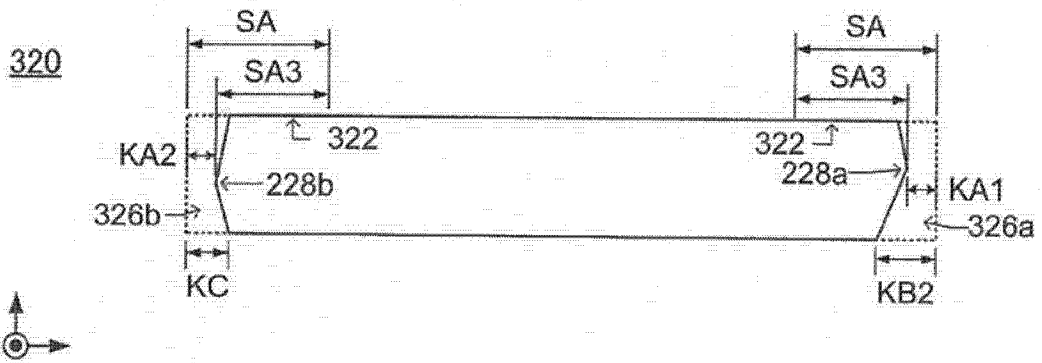


图 23B