



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102420580 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 07

(21) 申请号 201110264614. 7

(22) 申请日 2011. 09. 05

(30) 优先权数据

2010-217058 2010. 09. 28 JP

(73) 专利权人 日本电波工业株式会社

地址 日本东京都

(72) 发明人 水泽周一

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司

公司 11243

代理人 张敬强 李家浩

(51) Int. Cl.

H03H 9/02 (2006. 01)

H03H 3/02 (2006. 01)

H01L 41/09 (2006. 01)

H01L 41/053 (2006. 01)

(56) 对比文件

W0 2010/074127 A1, 2010. 07. 01, 说明书第
[0063]-[0075] 段、附图 1、附图 2.

CN 1576785 A, 2005. 02. 09, 第 27 页第 10 行
至第 30 页第 7 行、附图 29、30.

CN 101199113 A, 2008. 06. 11, 全文.

CN 1344065 A, 2002. 04. 10, 全文.

W0 2010/074127 A1, 2010. 07. 01, 说明书第
[0063]-[0075] 段、附图 1、附图 2.

审查员 刘申

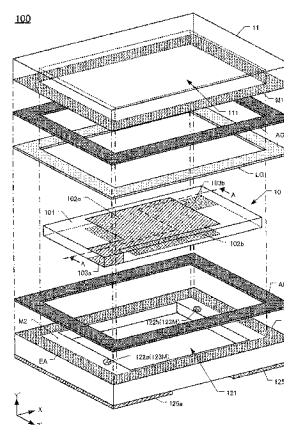
权利要求书2页 说明书11页 附图14页

(54) 发明名称

压电装置

(57) 摘要

本发明提供一种压电装置, 就该压电装置而言, 基部与盖部的接合强度高, 从压电装置的外侧向空腔内或其反向的气体等的泄漏少。压电装置 (100) 收放有利用电压的施加进行振动的压电振动片 (10)。压电装置具备: 具有以规定的宽度形成在平面的周围的第 1 端面 (M1) 的盖部 (11); 以及具有接合在盖部的第 1 端面的第 2 端面 (M2) 与从第 2 端面凹进的凹部的基部 (12)。盖部的第 1 端面及基部的第 2 端面的至少一方为粗糙面, 在粗糙面上分别形成金属膜 (AC1、AC2), 盖部与基部利用封装材料 (LG) 通过金属膜进行接合。



1. 一种压电装置,其特征在于,具备:

包含利用电压的施加进行振动的压电振动片和以包围该压电振动片的方式形成并具有一主面与另一主面的外框的压电框架;

具有接合在所述压电框架的所述外框的所述一主面上的第1端面的盖部;以及

具有接合在所述压电框架的所述外框的所述另一主面上的第2端面的基部,

所述外框的一主面与所述盖部的所述第1端面的至少一方,以及所述外框的另一主面与所述基部的第2端面的至少一方为粗糙面,在所述粗糙面上形成金属膜,

所述盖部与所述外框,以及所述外框与所述基部利用封装材料通过所述金属膜进行接合,

其中,

在所述压电框架的所述外框的外周的缘部形成一对第1侧槽,在接合所述压电框架与所述基部之前,在所述基部的外周的缘部形成与所述第1侧槽对应的一对第2侧槽,

所述压电框架具有:形成在所述压电振动片的所述一主面及所述另一主面上的一对励振电极;从所述一主面的励振电极引出至所述第1侧槽的所述一主面的第1引出电极以及从所述另一主面的励振电极引出至所述第1侧槽上的所述另一主面的第2引出电极;以及电连接在所述第1引出电极上并形成于所述第1侧槽上的第1侧面电极,

所述基部具有分别电连接在所述第1侧面电极或所述第2引出电极上并形成在所述一对第2侧槽上的一对第2侧面电极,

在所述第1及第2侧槽上以电连接所述第1侧面电极或所述第1引出电极与所述第2侧面电极的方式形成一对连接电极。

2. 根据权利要求1所述的压电装置,其特征在于,

所述封装材料包含在 $350^{\circ}\text{C}\sim 410^{\circ}\text{C}$ 熔融的玻璃或聚亚胺树脂。

3. 根据权利要求1所述的压电装置,其特征在于,

所述盖部及所述基部由玻璃或压电材料构成。

4. 一种压电装置的制造方法,其特征在于,具有:

准备压电框架的第1准备工序,该压电框架包括利用电压的施加进行振动的压电振动片和以包围该压电振动片的方式形成并具有一主面与另一主面的外框,以及包括形成在所述压电振动片的所述一主面及所述另一主面上的一对励振电极,从所述一主面的励振电极引出至所述第1侧槽的所述一主面的第1引出电极,从所述另一主面的励振电极引出至所述第1侧槽上的所述另一主面的第2引出电极,以及电连接在所述第1引出电极上并形成于所述第1侧槽上的第1侧面电极;

准备包含多个盖部的盖部晶片的第2准备工序,所述盖部具有接合在所述压电框架的所述外框的所述一主面上的第1端面;

在形成于所述盖部晶片上的粗糙面上形成金属膜的第1金属膜形成工序;

准备包含多个基部的基部晶片第3准备工序,所述基部具有接合在所述压电框架的所述外框的所述另一主面上的第2端面,其中,在接合所述压电框架与所述基部之前,在所述基部的外周的缘部形成与所述第1侧槽对应的一对第2侧槽,并且所述基部具有分别电连接在所述第1侧面电极或所述第2引出电极上并形成在所述一对第2侧槽上的一对第2侧面电极;

在形成于基部晶片上的粗糙面上形成金属膜的第 2 金属膜形成工序；

利用封装材料通过各自的所述第 1 和第 2 金属膜接合所述外框与所述基部的第一接合工序；

在所述第 1 及第 2 侧槽上以电连接所述第 1 侧面电极或所述第 1 引出电极与所述第 2 侧面电极的方式形成一对连接电极的连接电极形成工序；

利用封装材料通过各自的所述第 1 和第 2 金属膜接合所述盖部与所述外框的第二接合工序。

5. 根据权利要求 4 的压电装置的制造方法,其特征在于,

形成在所述盖部晶片及所述基部晶片上的粗糙面通过喷砂或蚀刻而形成。

压电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及基部与盖部等的接合强度强的表面实装型 (Surface Mount Device : SMD) 的压电装置。

背景技术

[0002] 表面实装型的压电装置一般由固定水晶振动片的基部和覆盖水晶振动片的盖部构成。例如,在专利文献 1(日本特开 2005-175686 号公报)中,陶瓷制的基部和玻璃材料制的盖部由低熔点玻璃等的封装材料固定。另外,就专利文献 1 的压电装置而言,若盖部为表面加工成镜面的玻璃,则接合强度未必会充分,会存在比较容易产生界面破坏的危险,因此将盖部的周缘部的接合区域做成粗糙面。然后,由低熔点玻璃封装粗糙化的玻璃表面和陶瓷而提高接合强度。

[0003] 可是,随着压电装置的小型化,希望涂布低熔点玻璃等的封装材料的接合区域尽可能地小,并且希望以较强的接合强度接合盖部和基部的方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供盖部和基部的接合强度强的压电装置。

[0005] 第 1 观点的压电装置,收放有利用电压的施加进行振动的压电振动片。压电装置具备:具有以规定的宽度形成在平面的周围的第 1 端面的盖部;以及具有接合在盖部的第 1 端面的第 2 端面与从第 2 端面凹进的凹部的基部。盖部的第 1 端面及基部的第 2 端面的至少一方为粗糙面,在粗糙面上形成金属膜,盖部与基部利用封装材料通过金属膜进行接合。

[0006] 第 2 观点的压电装置,压电振动片由压电材料构成,粗糙面形成得比压电材料的表面更粗糙。

[0007] 第 3 观点的压电装置,基部的第 2 端面形成得比规定的宽度更宽,压电振动片利用导电性粘接剂放置在基部的第 2 端面上,金属膜仅形成在第 1 端面与第 2 端面的接合区域上。

[0008] 第 4 观点的压电装置,在第 2 端面中仅接合区域为粗糙面。

[0009] 第 5 观点的压电装置,在接合区域与导电性粘接剂之间以防止封装材料流入到压电振动片侧的方式形成有从第 2 端面凹进的槽部。

[0010] 第 6 观点的压电装置,盖部的第 1 端面与基部的第 2 端面以相同的宽度形成,压电振动片利用导电性粘接剂放置在凹部内。

[0011] 第 7 观点的压电装置,在基部上形成贯通基部的一对通孔。

[0012] 第 8 观点的压电装置,具备:包含利用电压的施加进行振动的压电振动片和以包围该压电振动片的方式形成并具有一主面与另一主面的外框的压电框架;具有接合在压电框架的外框的一主面上的第 1 端面的盖部;以及具有接合在压电框架的外框的另一主面上的第 2 端面的基部。外框的一主面与盖部的第 1 端面的至少一方,以及外框的另一主面与基部的第 2 端面的至少一方为粗糙面,在粗糙面上形成金属膜,盖部与外框,以及外框与基

部利用封装材料通过金属膜进行接合。

[0013] 第 9 观点的压电装置,在压电框架的外框的外周的缘部形成一对第 1 侧槽,在接合压电框架与基部之前,在基部的外周的缘部形成与第 1 侧槽对应的一对第 2 侧槽。压电框架具有:形成在压电振动片的一主面及另一主面上的一对励振电极;从一主面侧引出至第 1 侧槽的一主面的第 1 引出电极以及从另一主面侧引出至第 1 侧槽上的另一主面的第 2 引出电极;以及电连接在第 1 引出电极上并形成于第 1 侧槽上的第 1 侧面电极。基部具有分别电连接在第 1 侧面电极或第 2 引出电极上并形成在一对第 2 侧槽上的一对第 2 侧面电极。在第 1 及第 2 侧槽上以电连接第 1 侧面电极或第 1 引出电极与第 2 侧面电极的方式形成一对连接电极。

[0014] 第 10 观点的压电装置,封装材料包含在 350℃~410℃熔融的玻璃或聚亚胺树脂。

[0015] 第 11 观点的压电装置,盖部及基部由玻璃或压电材料构成。

[0016] 第 12 观点的压电装置的制造方法,具有:准备利用电压的施加进行振动的压电振动片的第 1 准备工序;准备包含多个盖部的盖部晶片的第 2 准备工序,盖部具有以规定的宽度形成在平面的周围的第 1 端面;在形成于基部晶片上的粗糙面上形成金属膜的第 1 金属膜形成工序;准备包含多个基部的基部晶片第 3 准备工序,基部具有第 2 端面与从对第 2 端面凹进的凹部;在形成于基部晶片上的粗糙面上形成金属膜的第 2 金属膜形成工序;将压电振动片利用导电性粘接剂放置在基部上的放置工序;以及利用封装材料接合盖部晶片与基部晶片的接合工序。

[0017] 第 13 观点的压电装置的制造方法,形成在盖部晶片及基部晶片上的粗糙面通过喷砂或蚀刻而形成。

[0018] 本发明可以得到基部与盖部的接合强度强的压电装置。

附图说明

[0019] 图 1 是第 1 水晶振子 100 的分解立体图。

[0020] 图 2 是图 1 的 A-A 剖视图。

[0021] 图 3(a) 是表示进行关于水晶振子的接合强度的实验之前的状态的立体图。

[0022] 图 3(b) 是表示进行了关于水晶振子的接合强度的实验之后的状态的立体图。

[0023] 图 4 是表示制造第 1 水晶振子 100 的流程图。

[0024] 图 5 是水晶晶片 10W 的俯视图。

[0025] 图 6 是盖部晶片 11W 的俯视图。

[0026] 图 7 是基部晶片 12W 的俯视图。

[0027] 图 8 是第 2 水晶振子 200 的分解立体图,省略了连接电极 14a、14b 而进行描绘。

[0028] 图 9 是图 8 的 B-B 剖视图。

[0029] 图 10(a) 是从 +Y' 侧观察了水晶框架 20 的表面 Me 的俯视图。

[0030] 图 10(b) 是从 -Y' 侧观察了水晶框架 20 的背面 Mi 的俯视图。

[0031] 图 10(c) 是从 +Y' 侧观察了基部 22 的俯视图。

[0032] 图 11 是表示制造第 2 水晶振子 200 的流程图。

[0033] 图 12 是水晶晶片 20W 的俯视图。

[0034] 图 13 是盖部晶片 21W 的俯视图。

[0035] 图 14 是基部晶片 22W 的俯视图。

[0036] 图中：

[0037] 10- 水晶振动片, 20- 水晶框架, 11、21- 盖部, 11W、21W- 盖部晶片, 12、22- 基部, 12W、22W- 基部晶片, 13- 导电性粘接剂, 14a、14b- 连接电极, 23- 间隙部, 25- 外框, 26a、26b- 连结部, 27- 水晶振动部, 100、200- 水晶振子, 101- 水晶片, 102a、102b、201a、201b- 励振电极, 103a、103b、202a、202b- 引出电极, 111、211- 盖部凹部, 121、221- 基部凹部, 122a、122b- 通孔, 123a、123b- 通孔电极, 124- 共晶合金, 125a、125b、222a、222b- 外部电极, 203a、203b、223a、223b- 侧面电极, 204a、204b、224a、224b- 侧槽, AC1、AC2、AC11、AC12、AC21、AC22- 金属膜, EA- 接合区域, LG- 低熔点玻璃。

具体实施方式

[0038] 在本实施方式中, 作为压电振动片而使用 AT 切割的水晶振动片。AT 切割的水晶振动片是主面 (YZ 面) 相对于晶轴 (XYZ) 的 Y 轴, 以 X 轴为中心从 Z 轴方向朝向 Y 轴方向倾斜了 35 度 15 分。因此, 将 AT 切割的水晶振动片的轴方向为基准, 将倾斜的新的轴作为 Y' 轴及 Z' 轴而使用。即, 将水晶振子的长度方向作为 X 轴方向, 将水晶振子的高度方向作为 Y' 轴方向, 将与 X 及 Y' 轴垂直的方向作为 Z' 轴方向进行说明。

[0039] (第 1 实施方式)

[0040] < 第 1 水晶振子 100 的整体构成 >

[0041] 参照图 1 及图 2 对第 1 水晶振子 100 的整体构成进行说明。图 1 是第 1 水晶振子 100 的分解立体图, 图 2 是图 1 的 A-A 剖视图。

[0042] 如图 1 及图 2 所示, 第 1 水晶振子 100 包含: 具有盖部凹部 111 的矩形的盖部 11; 具有基部凹部 121 的基部 12; 以及放置在基部 12 上的矩形的水晶振动片 10。

[0043] 水晶振动片 10 由被 AT 切割的水晶片 101 构成, 在其水晶片 101 的中央附近的两主面上对向配置有一对励振电极 102a、102b。另外, 在励振电极 102a 上连接有引出至水晶片 101 的底面的 -X 侧的 +Z' 轴方向的一角的引出电极 103a, 在励振电极 102b 上连接有引出至水晶片 101 的底面的 +X 侧的 -Z' 轴方向的另一角的引出电极 103b。水晶振动片 10 通过导电性粘接剂 13 粘接在后述的基部 12 上。

[0044] 第 1 水晶振子 100 由具有包含盖部凹部 111 和形成在盖部凹部 111 的周围的第 1 端面 M1 的水晶材料或玻璃而成的盖部 11。在此, 第 1 端面 M1 例如做成表面粗糙度为 $Ra10\mu m \sim 40\mu m$ 的粗糙面。另外, 在第 1 端面 M1 上形成有由作为质地的铬 (Cr) 层和形成在铬层上的金 (Au) 层构成的金属膜 AC1。在金属膜 AC1 中, 铬层的厚度为 $500\text{\AA}$ 左右, 金层的厚度为 $1500 \sim 2500\text{\AA}$ 左右。在此, 由于形成金属膜 AC 1 的第 1 端面 M1 做成了粗糙面, 因此金属膜 AC1 的接合强度高。

[0045] 第 1 水晶振子 100 具备由具有基部凹部 121 和形成在基部凹部 121 的周围的第 2 端面 M2 的水晶材料或玻璃构成的基部 12。基部 12 的凹部 121 与盖部 11 的凹部 111 形成收放水晶振动片 10 的空腔 CT。空腔 CT 为填满氮气或振动状态。

[0046] 另外, 第 2 端面 M2 的宽度比第 1 端面 M1 宽。第 2 宽度 M2 在其外侧具有与盖部 11 接合时接合在盖部 11 的第 1 端面 M1 的接合区域 EA。在此, 接合区域 EA 是表面粗糙度例如为 $Ra10\mu m \sim 40\mu m$ 的粗糙面。

[0047] 在第2端面M2的接合区域EA上形成由作为质地的铬(Cr)层和形成在铬层上的金(Au)层构成的金属膜AC2。在金属膜AC2中,铬层的厚度为500Å左右,金层的厚度为1500~2500Å左右。在此,由于将形成金属膜AC2的第2端面M2的接合区域EA做成粗糙面,因此金属膜AC2的附着强度高。

[0048] 另外,在第2端面M2的接合区域EA以外的区域中,在-X侧的+Z'轴方向的一角上形成有贯通了基部12的通孔122a。同样在+X侧的-Z'轴方向的另一角上形成有贯通了基部12的通孔122b。在通孔122a、122b上分别形成具有从实装面(水晶振子的实装面)延伸至第2端面M2的连接垫片123M的通孔电极123a、123b。再有,在基部12的实装面的X轴方向的两侧上形成有分别与通孔电极123a、123b电连接的一对外部电极125a、125b。

[0049] 在此,如图2所示,通孔122a、122b为-Y'侧宽的圆锥台形状。这是因为接合了盖部11和基部12后,容易通过球状的共晶合金124配置通孔122a、122b。在此,作为共晶合金124可以使用金锡(Au-Sn)合金、金锗(Au-Ge)合金、金硅(Au-Si)合金或金浆及银浆。

[0050] 另一方面,如图2所示的水晶振动片10以引出电极103a电连接在通孔电极123a上,引出电极103b通过连接垫片123M电连接在通孔123b上的方式通过导电性粘接剂13固定在基部12的第2端面M2上。

[0051] 由此,水晶振动片10的励振电极102a、102b通过引出电极103a、103b、导电性粘接剂13及通孔电极123a、123b与外部电极125a、125b电连接。即,当在第1水晶振子100的一对外部电极125a、125b上施加交替电压(正负交替的电压)时,外部电极125a、通孔电极123a、引出电极103a及励振电极102a成为相同极性。同样,外部电极125b、通孔电极123b、引出电极103b及励振电极102b成为相同极性。

[0052] 另外,盖部11及基部12利用作为封装材料的低熔点玻璃LG接合金属膜AC1及金属膜AC2。低熔点玻璃LG包含熔点为350℃~410℃的包含游离铅的钒系玻璃。钒系玻璃为加入了粘合剂及熔剂的胶状玻璃,通过熔融后进行固化可以与其他部件进行粘接。钒系玻璃的熔点比由压电材料或玻璃形等形成的盖部11及基部12的熔点低,另外,该钒系玻璃进行粘接时气密性、耐水性及耐湿性等信赖性高。钒系玻璃防止空气中的水分进入到空腔CT内或降低空腔CT内的真空度。再有,由于钒系玻璃通过控制玻璃构造可以对热膨胀系数也柔软地进行控制,因此可以与水晶或玻璃等的热膨胀系数吻合。

[0053] 在第1水晶振子100中,通过在盖部11的粗糙面上形成金属膜AC1在基部12的粗糙面上金属膜AC2,可以加强盖部11和基部12的接合强度。因此,当例如盖部11和基部12的一方以玻璃形成另一方为水晶材料形成的情况,即产生热膨胀系数的差异,也可以可靠地接合盖部11和基部12。再有,由于在金属膜AC1、AC2内包含有热膨胀系数大的较为柔软的金(Au)层,因此可以吸收其热膨胀系数的差,即使在温度差比较大的情况也可以防止第1水晶振子100的破损。另外,可以减少从第1水晶振子100的外侧向空腔CT内或其反方向的气体等的泄漏。

[0054] <关于水晶振子的接合强度的实验>

[0055] 在此,就关于水晶振子的接合强度的实验而言,难以判断盖部及基部在是加了多大的力时产生剥离。因此,测定接合有水晶振子的基板弯曲至什么程度时盖部与基板产生剥离。即,使接合有水晶振子的基板弯曲,测定当水晶振子的盖部及基部产生剥离时的基板的弯曲量。

[0056] 图3是关于水晶振子的接合强度的实验的说明图。在此,图3(a)是表示进行关于水晶振子的接合强度的实验之前的状态的立体图,图3(b)是表示进行了关于水晶振子的接合强度的实验之后的状态的立体图。

[0057] 如图3(a)所示,首先利用夹具FT夹持固定通过焊锡等接合水晶振子100A或100B的基板BP的两端部。之后,如箭头AR所示地利用按压部件CX按压基板BP的接合有水晶振子100A或100B的部位。

[0058] 由此,基板BP如图3(b)所示地弯曲成圆弧状。在此,将通过按压部件CX按压而变形的基板BP的弯曲量为D。弯曲量D例如是接合有水晶振子100A或100B的部位从最初的弯曲前的位置至弯曲的位置的距离。

[0059] 即,在关于水晶振子的接合强度的实验中,测定弯曲量多大时水晶振子100A或100B的盖部与基部产生剥离。其结果如以下的表1所示。

[0060] [表1]

[0061]

No.	种类	金属膜		产生剥离时的基板BP的弯曲量D的平均值 (mm)
		盖部	基部	
1	水晶振子100A	无	无	6.67
2	水晶振子100B	有	有	7.86

[0062] 如表1所示,水晶振子100A没有在盖部及基部的接合面形成金属膜。另一方面,水晶振子100B在盖部及基部的接合面上形成有金属膜。另外,在关于水晶振子的接合强度的实验中,水晶振子100A及100B的盖部与基部是相同种类的低熔点玻璃在相同的温度(400℃)进行了接合。在此,剥离时的基板BP的弯曲量D表示盖部与基部剥离时的基板BP的弯曲的距离。另外,剥离时的基板BP的弯曲量D的平均值是进行了5回实验时的5回的弯曲量D的平均值。

[0063] 从表1中可知,形成有金属膜的水晶振子100B的剥离时的基板BP的弯曲量的平均值(7.86mm)比没有形成金属膜的水晶振子100A的剥离时的基板BP的弯曲量的平均值(6.67mm)大。换言之,若在盖部及基部分形成金属膜,则盖部与基部的接合强度变强,水晶振子的盖部与基部的剥离变少。

[0064] <关于水晶振子的泄漏的实验>

[0065] 以下,参照表2对关于使用没有金属膜的水晶振子100A与形成有金属膜的水晶振子100B进行的从外侧至空腔CT内或其反方向的气体等地泄漏的实验。表2是关于各使用7个水晶振子100A与100B进行的水晶振子的泄漏实验。在此,“泄漏OK”表示没有检测出泄漏的状态。没有检测出泄漏的状态例如泄漏率为 $1.1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$ 以下。

[0066] [表2]

[0067]

No.	种类	金属膜		件数	泄漏OK数	泄漏不合格率 (%)
		盖部	基部			
1	水晶振子100A	无	无	7	5	28.6%
2	水晶振子100B	有	有	7	7	0.0%

[0068] 如图2所示,在没有形成金属膜的7个水晶振子100A中,仅有5个水晶振子100A为“泄漏OK”。即,泄漏不合格率为28.6%。另一方面,形成有金属膜的7个水晶振子100B的全部为“泄漏OK”。即,泄漏不合格率为0%。

[0069] 即,从表1及表2中可知,水晶振子100B若与水晶振子100A比较,不容易产生盖部与基部的剥离,同时从水晶振子的外侧向空腔CT内或其反方向的气体等的泄漏少。

[0070] 在第1实施方式中,虽然仅在第1水晶振子100的第2端面M2的接合区域EA实施粗面化,但是也适用于在整个第2端面M2实施粗面化的水晶振子。另外,在第1实施方式中,虽然在盖部11及基部12上形成有金属膜,但是也可以仅在任意一方上形成。

[0071] 另外,第1水晶振子100基部12的第2端面M2的宽度形成得比盖部11的第1端面M1的宽,水晶振动片10放置在基部12的第2端面M2上。但是,也可以适用于第1端面M1与第2端面M2以相同的宽度形成,水晶振动片10放置在基部12的基部凹部121内的水晶振子。另外,在水晶振动片10放置在基部12的基部凹部121内的情况中,盖部可以是没有形成凹部的平板状。

[0072] 另外第1水晶振子100也可以形成从基部12的第2端面M2凹进的槽部,以便低熔点玻璃LG不流入接合区域EA与导电性粘接剂13之间的水晶振动片10侧。

[0073] <第1水晶振子100的制造方法>

[0074] 图4是表示制造第1水晶振子100的流程图。在图4中,水晶振动片10的制造步骤S10、盖部11的制造步骤S11及基部12的制造步骤S12可以分别并行。另外,图5是水晶晶片10W的俯视图,图6是盖部晶片11W的俯视图,图7是基部晶片12W的俯视图。

[0075] 在步骤S10中,制造水晶振动片10。步骤S10包含步骤S101~S104。

[0076] 在步骤S101中,准备两面镜面化的水晶晶片10W。从水晶原石通过AT切割得到的水晶晶片半成品(未图示)整体上形成有尖锐的凸凹。若直接使用时,则在后述的使用曝光装置曝光光致抗蚀剂(例如步骤S103)时,由尖锐的凸凹引起散射使曝光图案的形成变得困难。因此,通过研磨等将从水晶原石AT切割得到的水晶晶片半成品的两面镜面化而形成水晶晶片10W。

[0077] 在步骤S102中,如图5所示,通过蚀刻在均匀的水晶晶片10W上形成多个水晶振动片10的外形。在此,各水晶振动片10通过连结部104连接在水晶晶片10W上。

[0078] 在步骤S103中,首先通过溅射或真空蒸镀在水晶晶片10W的两面及侧面依次形成铬层及金层。然后,在整个金属层上均匀地涂布光致抗蚀剂。之后,使用曝光装置(未图示)将描绘在光掩膜上的励振电极102a、102b、引出电极103a、103b的图案曝光在水晶晶片10W上。其次,对从光致抗蚀剂露出的金属层进行蚀刻。由此,如图5所示,在水晶晶片10W的两面及侧面形成励振电极102a、102b及引出电极103a、103b(参照图1)。

[0079] 在步骤S104中,将水晶振动片10切断成单体。在切断工序中使用利用激光的切割

装置或利用切割用刀片的切割装置,沿图 6 所示的点划线的切断线 CL 切断水晶振动片 10。

[0080] 在步骤 S11 中,制造盖部 11。步骤 S11 包含步骤 S111 ~ S115。

[0081] 在步骤 S111 中,准备两面镜面化的盖部晶片 11W。在盖部晶片 11W 为水晶材料的情况下,从水晶原石 AT 切割或 Z 切割得到的盖部晶片半成品的两面,通过研磨等进行镜面化。

[0082] 在步骤 S112 中,如图 6 所示,在均匀厚度的水晶平板的盖部晶片 11W 上形成数百至数千个盖部凹部 111。通过蚀刻或机械加工在盖部晶片 11W 上形成盖部凹部 111,在盖部凹部 111 的周围形成第 1 端面 M1。

[0083] 在步骤 S113 中,第 1 端面 M1 通过蚀刻或喷砂等使表面粗糙度成为例如 $Ra10\mu m \sim 40\mu m$ (参照图 2)。

[0084] 在步骤 S114 中,利用步骤 S103 中说明的溅射及蚀刻的方法在第 1 端面 M1 上形成由铬层及金层构成的金属膜 AC1。

[0085] 在步骤 S115 中,如图 6 所示,通过丝网印刷在盖部晶片 11W 的第 1 端面 M1 的金属膜 AC1 上形成低熔点玻璃 LG。之后,通过临时固化低熔点玻璃 LG 在盖部晶片 11W 的第 1 端面 M1 上形成低熔点玻璃 LG。

[0086] 在步骤 S12 中,制造基部 12。步骤 S12 包含步骤 S121 ~ S124。

[0087] 在步骤 S121 中,准备两面镜面化的基部晶片 12W。在此,在基部晶片 12W 为水晶材料的情况下,从水晶原石 AT 切割或 Z 切割得到的基部晶片半成品的两面,通过研磨等进行镜面化。

[0088] 在步骤 S122 中,如图 7 所示,在均匀厚度的水晶平板的基部晶片 12W 上形成数百至数千个基部凹部 121。在基部晶片 12W 上通过蚀刻或机械加工形成基部凹部 121,在基部凹部 121 的周围形成第 2 端面 M2。同时,在各基部 12 的 X 轴方向的两侧形成贯通基部晶片 12W 的通孔 122a、122b。

[0089] 在步骤 S123 中,第 2 端面 M2 的接合区域 EA 通过蚀刻或喷砂等使表面粗糙度成为例如 $Ra10\mu m \sim 40\mu m$ (参照图 2)。

[0090] 在步骤 S124 中,利用步骤 S103 中说明的溅射及蚀刻方法在基部 12 的实装面(水晶振子的实装面)上形成外部电极 125a、125b,以及在通孔 122a、122b 上形成通孔电极 123a、123b 及连接垫片 123M (参照图 2)。同时,在第 2 端面 M2 的接合区域 EA 上形成由铬层及金层构成的金属膜 AC2。

[0091] 在步骤 S13 中,在步骤 S10 中制造的水晶振动片 10 通过导电性粘接剂 13 放置在基部 12 的第 2 端面 M2 上。此时,以水晶振动片 10 的引出电极 103a、103b 与形成在基部 12 的第 2 端面 M2 上的连接垫片 123M 对齐的方式使水晶震动片 10 放置在基部 12 的第 2 端面 M2 上 (参照图 2)。

[0092] 在步骤 S14 中,加热低熔点玻璃 LG 加压盖部晶片 11W 和基部晶片 12W 使盖部晶片 11W 与基部晶片 12W 通过低熔点玻璃 LG 进行接合。

[0093] 在步骤 S15 中,将金锡 (Au-Sn) 合金、金锗 (Au-Ge) 合金、金硅 (Au-Si) 合金或金浆及银浆等共晶合金 124 (参照图 2) 配置在通孔 122a、122b 上。然后,在真空或惰性气体中的回流炉进行熔融,封装晶片。由此,得到在空腔 CT 内为真空或填满有惰性气体的多个第 1 水晶振子 100。

[0094] 在步骤 S16 中,将已接合的盖部晶片 11W、基部晶片 12W 切断成单体。在切断工序中,使用利用激光的切割装置或利用切断用刀片的切割装置等,沿图 6 及图 7 所示的点划线的切割线 SL 以第 1 水晶振子 100 为单位进行单体化。

[0095] (第 2 实施方式)

[0096] <第 2 水晶振子 200 的整体构成>

[0097] 参照图 8 ~ 图 10,对第 2 水晶振子 200 的整体构成进行说明。图 8 是第 2 水晶振子 200 的分解立体图,省略了图 9 所示的连接电极 14a、14b 而进行描绘。图 9 是图 8 的 B-B 剖视图。图 10(a) 是从 +Y' 侧观察了水晶框架 20 的表面 Me 的俯视图,图 10(b) 是从 -Y' 侧观察了水晶框架 20 的背面 Mi 的俯视图,图 10(c) 是从 +Y' 侧观察了基部 22 的俯视图。

[0098] 如图 8 及图 9 所示,第 2 水晶振子 200 包含:具有盖部凹部 211 的盖部 21;具有基部凹部 221 的基部 22;以及被盖部 21 与基部 22 夹持的 AT 切割的水晶框架 20。在此,盖部 21 与第 1 实施方式中说明的盖部 11 具有相同构成。

[0099] 水晶框架 20 具有表面 Me 及背面 Mi,由在两面形成励振电极 201a、201b 的水晶振动部 27 及包围水晶振动部 27 的外框 25 构成,另外,在水晶振动部 27 与外框 25 之间具有从水晶振动部 27 沿 X 轴方向的两侧分别延伸的与外框 25 连结的一对连结部 26a、26b。因此,在水晶振动部 27 与外框 25 之间形成 2 个“L”字型的间隙部 23a、23b。在此,在连结部 26a 的表面 Me 上形成有从励振电极 201a 引出的引出电极 202a,在连结部 26b 的背面 Mi 形成有从励振电极 201b 引出的引出电极 202b。

[0100] 在配置于水晶框架 20 的 X 侧的两侧沿 Z' 轴方向延伸的两边上形成有形成圆角长方形的水晶贯通孔 CH(参照图 12) 时的水晶侧槽 204a、204b。在水晶侧槽 204a、204b 上形成有水晶侧面电极 203a、203b。

[0101] 另外,外框 25 的表面 Me 及背面 Mi 是表面粗糙度例如为 $Ra10\mu m \sim 40\mu m$ 的粗糙面。另外,在表面 Me 及背面 Mi 上形成有分别与引出电极 202a、202b 电连接的金属膜 AC12、AC21。由此,引出电极 202a 通过金属膜 AC 12 连接在水晶侧面电极 203a 上,引出电极 202b 通过金属膜 AC21 连接在水晶侧面电极 203b 上。在此,金属膜 AC 12、AC21 由作为质地的铬 (Cr) 层与形成在铬层上的金 (Au) 层构成,铬层的厚度为 $500\text{\AA}$ 左右,金层的厚度为 $1500 \sim 2500\text{\AA}$ 左右。由于将形成金属膜 AC12、AC21 的表面 Me 及背面 Mi 做成粗糙面,因此可以提高金属膜 AC12、AC21 的粘接强度。

[0102] 在此,若在后述的外部电极 222a、222b 上施加交替电压(正负交替的电压),则水晶侧面电极 203a 与水晶侧面电极 203b、以及励振电极 201a 与励振电极 201b 呈不同极性。从而,为了防止不同极性的电极之间的短路,金属膜 AC12、AC21 以以下形状形成。

[0103] 金属膜 AC 12 连接励振电极 201a 与水晶侧面电极 203a,金属膜 AC21 连接励振电极 201b 与水晶侧面电极 203b。如图 10(a) 所示,为了使连接在励振电极 201a 上的金属膜 AC 12 与连接在励振电极 201b 上水晶侧面电极 203b 不短路,距水晶侧面电极 203b 一定距离 SP 而形成。如图 10(b) 所示,同样地为了使连接在励振电极 201b 上的金属膜 AC21 与连接在励振电极 201a 上水晶侧面电极 203a 不短路,距水晶侧面电极 203a 一定距离 SP 而形成。

[0104] 回到图 8 及图 9,第 2 水晶振子 200 还具备具有围绕基部凹部 221 的第 2 端面 M2 由水晶材料构成的基部 22。另外,盖部 21 与水晶框架 20 的外框 25 一同形成收放水晶振动

部 27 的空腔 CT。空腔 CT 为充满了氮气或真空状态。

[0105] 基部 22 在实装面（水晶振子的实装面）的 X 轴方向的两侧分别形成有一对外部电极 222a、222b。以与水晶框架 20 的水晶侧槽 204a、204b 对应的方式，在 X 轴方向的两边上形成有形成圆角长方形的基部贯通孔 BH（参照图 14）时的基部侧槽 224a、224b。另外，在基部侧槽 224a 上形成有一端与外部电极 222a 连接，另一端与水晶框架 20 的水晶侧槽 204a 连接的基部侧面电极 223a。同样，在基部侧槽 224b 上形成有一端与外部电极 222b 连接，另一端与水晶框架 20 的金属膜 AC21 连接的基部侧面电极 223b。

[0106] 由此，励振电极 201a、201b 通过引出电极 202a、202b、金属膜 AC12、AC21、水晶侧面电极 203a、基部侧面电极 223a、223b 分别连接在外部电极 222a、222b 上。

[0107] 另外，基部 22 的第 2 端面 M2 是表面粗糙度例如为 $Ra10\mu m \sim 40\mu m$ 的粗糙面。另外，在第 2 端面 M2 上形成有作为质地的铬 (Cr) 层与形成在铬层上的金 (Au) 层构成的金属膜 AC22。在金属层 AC22 中，铬层的厚度为 $500\text{\AA}$ 左右，金层的厚度为 $1500 \sim 2500\text{\AA}$ 左右。在此，由于将形成金属膜 AC22 上的第 2 端面 M2 做成粗糙面，因此可以提高金属膜 AC22 的粘接强度。

[0108] 在此，为了使基部侧面电极 223a 与基部侧面电极 223b 不产生短路将金属膜 AC22 做成如下形状。具体地将，如图 10(c) 所示，金属膜 AC22 为了不与基部侧面电极 223a、223b 产生短路而与其分别距规定的距离 SP 而形成。在此，虽然金属膜 AC22 与基部侧面电极 223a、223b 距规定距离 SP，但也可以与任意一方连接。

[0109] 再次回到图 8 及图 9，盖部 21 与水晶框架 20 将金属膜 AC 11 与金属膜 AC 12 通过作为封装材料的低熔点玻璃 LG 进行接合。同样，水晶框架 20 与基部 22 将金属膜 AC21 与金属膜 AC22 通过封装材料的低熔点玻璃 LG 进行接合。

[0110] 在第 2 水晶振子 200 中，在盖部 21 的粗糙面上形成金属膜 AC11，在水晶框架 20 的两面的粗糙面上形成金属膜 AC12、AC21，在基部 22 的粗糙面形成金属膜 AC22，由此可以加强互相的接合强度。因此，可以可靠地接合盖部 21、水晶框架 20 及基部 22（参照图 1）。再有，由于可靠地接合了盖部 21、水晶框架 20 及基部 22，因此可以减少泄漏（参照表 2）。

[0111] 如图 9 所示，第 2 水晶振子 200 以覆盖外部电极 222a、222b 的全部或一部分、基部侧面电极 223a、223b 及水晶侧面电极 203a、203b 的方式分别形成有连接电极 14a、14b。即，没有被低熔点玻璃 LG 连接的水晶侧面电极 203a 与基部侧面电极 223a，以及金属膜 AC21 与基部侧面电极 223b 通过连接电极 14a、14b 可靠地进行连接。即，外部电极 222a、222b 可以与励振电极 201a、201b 可靠地电连接。

[0112] 在第 2 水晶振子 200 中，虽然水晶侧槽及基部侧槽为形成在水晶框架及基部的 X 轴方向的两侧上的圆角长方形，但是也可以做成形成在水晶框架及基部的四角上并注进 $1/4$ 圆弧的形状。

[0113] < 第 2 水晶振子 200 的制造方法 >

[0114] 图 11 是表示制造第 2 水晶振子 200 的流程图。在图 11 中，水晶框架 20 的制造步骤 T20、盖部 21 的制造步骤 T21 及基部 22 的制造步骤 T22 可以分别并行。另外，图 12 是第 2 实施方式的水晶晶片 20W 的俯视图，图 13 是第 2 实施方式的盖部晶片 21W 的俯视图，图 14 是第 2 实施方式的基部晶片 22W 的俯视图。

[0115] 在步骤 T20 中，制造水晶框架 20。步骤 T20 包含步骤 T201 ~ T203。

[0116] 在步骤 T201 中,准备两面镜面化的水晶晶片 10W。

[0117] 在步骤 T202 中,如图 12 所示,在均匀的水晶晶片 20W 上通过蚀刻形成多个水晶框架 20 的外形。即,形成水晶振动部 27、外框 25 及间隙部 23。同时,在各水晶框架 20 的 X 轴方向的两侧形成贯通水晶晶片 20W 的圆角形水晶贯通孔 CH。水晶贯通孔 CH 分割一半成为一个水晶侧槽 204(参照图 8)。

[0118] 在步骤 T203 中,外框 25 的表面 Me 及背面 Mi 通过蚀刻或喷砂等使表面粗糙度例为 $Ra10\mu m \sim 40\mu m$ (参照图 9)。

[0119] 在步骤 T204 中,首先通过溅射或真空蒸镀在水晶晶片 20W 的两面及水晶贯通孔 CH 上形成金属膜。然后在金属膜的全面均匀涂布光致抗蚀剂。之后,使用曝光装置(未图示)将描绘在光掩膜上的励振电极 201a、201b、引出电极 202a、202b、金属膜 AC12、AC21 及水晶侧面电极 203a、203b 的图案曝光在水晶晶片 20W 上。其次,对从光致抗蚀剂露出的金属膜进行蚀刻。由此,在水晶晶片 20W 的两面形成励振电极 201a、201b、引出电极 202a、202b 及金属膜 AC12、AC21,在水晶贯通孔 CH 上形成水晶侧面电极 203a、203b(参照图 8 及图 10)。

[0120] 在步骤 T21 中,制造盖部 21。步骤 T21 包含步骤 T211 ~ T214。

[0121] 在步骤 T211 中,准备两面粗糙的盖部晶片 21W。从水晶原石通过 AT 切割得到的水晶晶片半成品(未图示)整体上形成有尖锐的凸凹。若直接使用水晶晶片半成品,则在后述的使用曝光装置曝光光致抗蚀剂(例如步骤 S213)时,由尖锐的凸凹引起散射使曝光图案的形成变得困难。因此,对两面形成有尖锐的凸凹的盖部晶片半成品(未图示)进行湿刻。由此,可以使尖锐的凸凹变得圆滑,可以控制曝光装置的散射,可以更精确地形成曝光图案。在步骤 T211 中,可以对盖部晶片 21W 的两面进行湿刻,也可以仅对一面进行湿刻。

[0122] 在步骤 T212 中,如图 13 所示,在均匀厚度的水晶平板的盖部晶片 21W 上形成数百至数千个盖部凹部 211。另外,在盖部凹部 211 的周围形成第 1 端面 M1。

[0123] 在步骤 T213 中,如图 13 所示,利用步骤 T203 中说明的溅射及蚀刻方法在整个第 1 端面 M1 上形成金属膜 AC11。

[0124] 在步骤 T214 中,如图 14 所示,利用丝网印刷在盖部晶片 21W 的第 1 端面 M1 的金属膜 AC11 上形成低熔点玻璃 LG。在此,低熔点玻璃 LG 不形成在与水晶贯通孔 CH(水晶侧槽 204)的部位 212。

[0125] 在步骤 T22 中,制造基部 22。步骤 T22 包含步骤 T221 ~ T224。

[0126] 在步骤 T221 中,与 T211 相同地准备两面粗糙的基部晶片 22W。

[0127] 在步骤 T222 中,如图 14 所示,在均匀厚度的水晶平板的基部晶片 22W 上形成数百至数千个基部凹部 221。另外,在基部凹部 221 的周围形成第 2 端面 M2。同时,在各基部 22 的 X 轴方向的两侧形成贯通基部晶片 22W 的圆角形的基部贯通孔 BH。基部贯通孔 BH 分割一半成为一个基部侧槽 224(如图 8 所示)。

[0128] 在步骤 T223 中,利用步骤 T203 中说明的溅射及蚀刻方法在第 2 端面 M2 上形成金属膜 AC22。同时,在基部贯通孔 BH 上形成基部侧面电极 223a、223b,在基部晶片 22W 的实装面(水晶振子的实装面)上形成外部电极 222a、222b(参照图 8)。

[0129] 在步骤 T224 中,如图 14 所示,利用丝网印刷在基部晶片 22W 的第 2 端面 M2 的金属膜 AC22 上形成熔点玻璃 LG。

[0130] 在步骤 T23 中,加热低熔点玻璃 LG,加压水晶晶片 20W 与基部晶片 22W。然后,利

用低熔点玻璃 LG 接合水晶晶片 20W 与基部晶片 22W。

[0131] 在步骤 T24 中,以覆盖外部电极 222a、222b、基部侧面电极 223a、223b 及水晶侧面电极 203a、203b 的方式形成一对连接电极 14a、14b。详细地将,接合的水晶晶片 20W 与基部晶片 22W 以水晶晶片 20W 朝下的方式放置在工作台(未图示)上。之后,将与外部电极 222a、222b 对应的区域及与基部贯通孔 BH 对应的区域开口的掩膜(未图示)配置在基部晶片 22W 的实装面侧。然后,通过溅射或真空蒸镀,形成连接电极 14a、14b。由此,可靠地电连接形成于步骤 T223 中的基部侧面电极 223a、223b 与形成于步骤 T203 中得水晶侧面电极 203a、203b(参照图 9)。

[0132] 在步骤 T25 中,加热低熔点玻璃,加压盖部晶片 21W 与水晶晶片 20W。然后,盖部晶片 21W 利用低熔点玻璃 LG 接合在水晶晶片 20W 的表面 Me。

[0133] 在步骤 T26 中,将已接合的盖部晶片 21W、水晶晶片 20W 及基部晶片 22W 切断成单体。在切断工序中,使用利用激光的切割装置或利用切断用刀片的切割装置等,沿图 12 ~ 图 14 所示的点划线的切割线 SL 以第 2 水晶振子 200 为单位进行单体化。由此,形成数百至数千个第 2 水晶振子 200。

[0134] 在图 11 中说明的第 2 水晶振子 200 的制造方法中,虽然接合前在盖部晶片 21W 及基部晶片 22W 上形成低熔点玻璃 LG,但是也可以形成在水晶晶片 20W 的两面。

[0135] 以上,虽然对本发明的最优的实施方式进行了说明,但是在本领域技术人员的技术范围内,本发明可以在其技术范围内对实施方式各种变更、变形而实施。例如,本发明除了水晶振子以外还适用于将装入了振荡电路的 IC 等收放在空腔内的水晶振荡器。另外,在本说明书中以 AT 切割型的水晶振动片为一个例子进行了说明,但是也可以适用具有从基础部的一端延伸的一对振动臂的音叉型水晶振动片。

[0136] 在盖部及基部为水晶材料的情况下,既可以使用 AT 切割的水晶材料,也可以适用 Z 切割的水晶材料。

[0137] 另外,在本发明中使用了低熔点玻璃 LG,但是可以以聚亚胺树脂来代替低熔点玻璃 LG。当使用聚亚胺树脂的情况,既可以通过丝网印刷在规定区域上涂布聚亚胺树脂,也可以将感光性的聚亚胺树脂涂布在整面上后进行曝光。

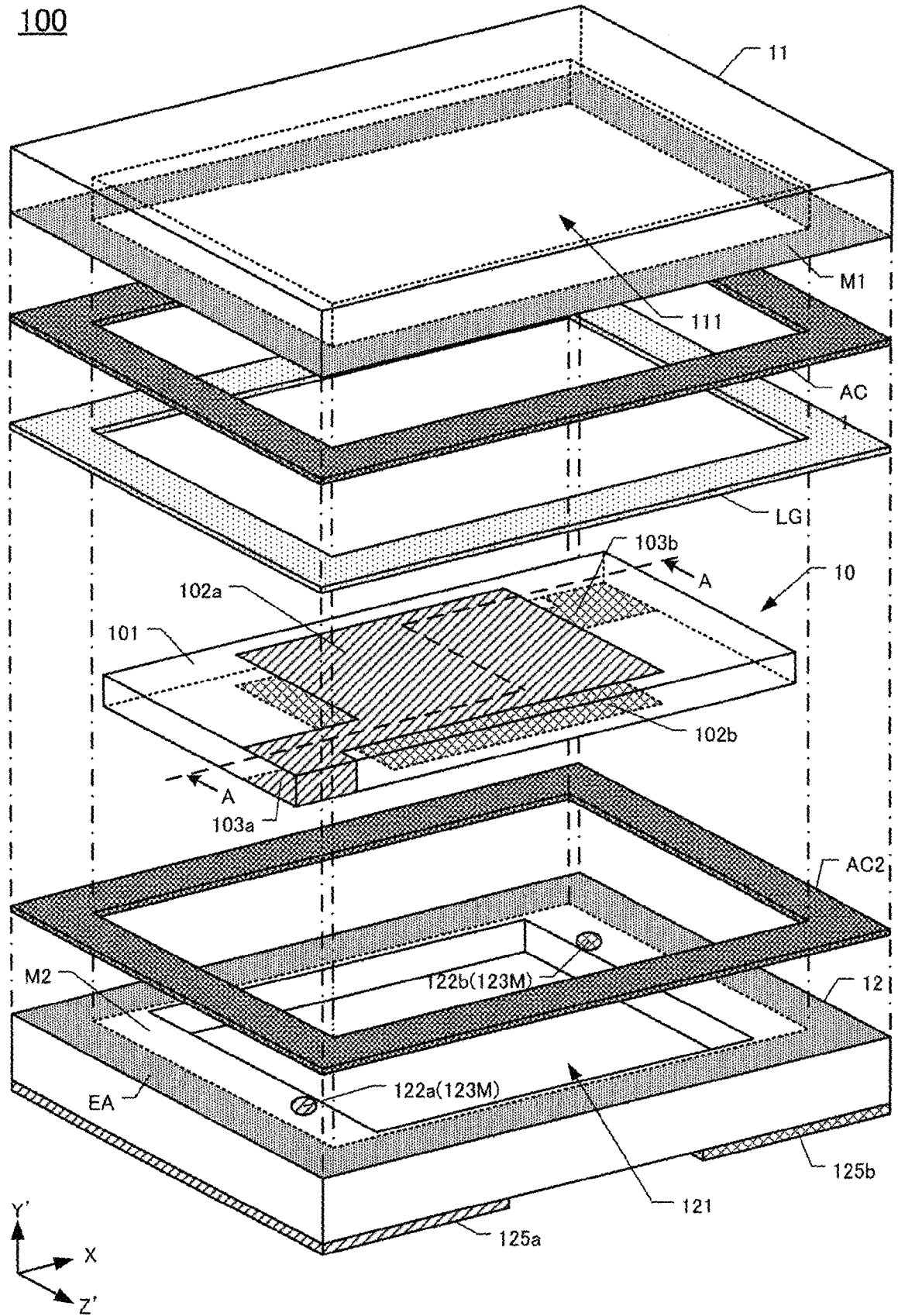


图 1

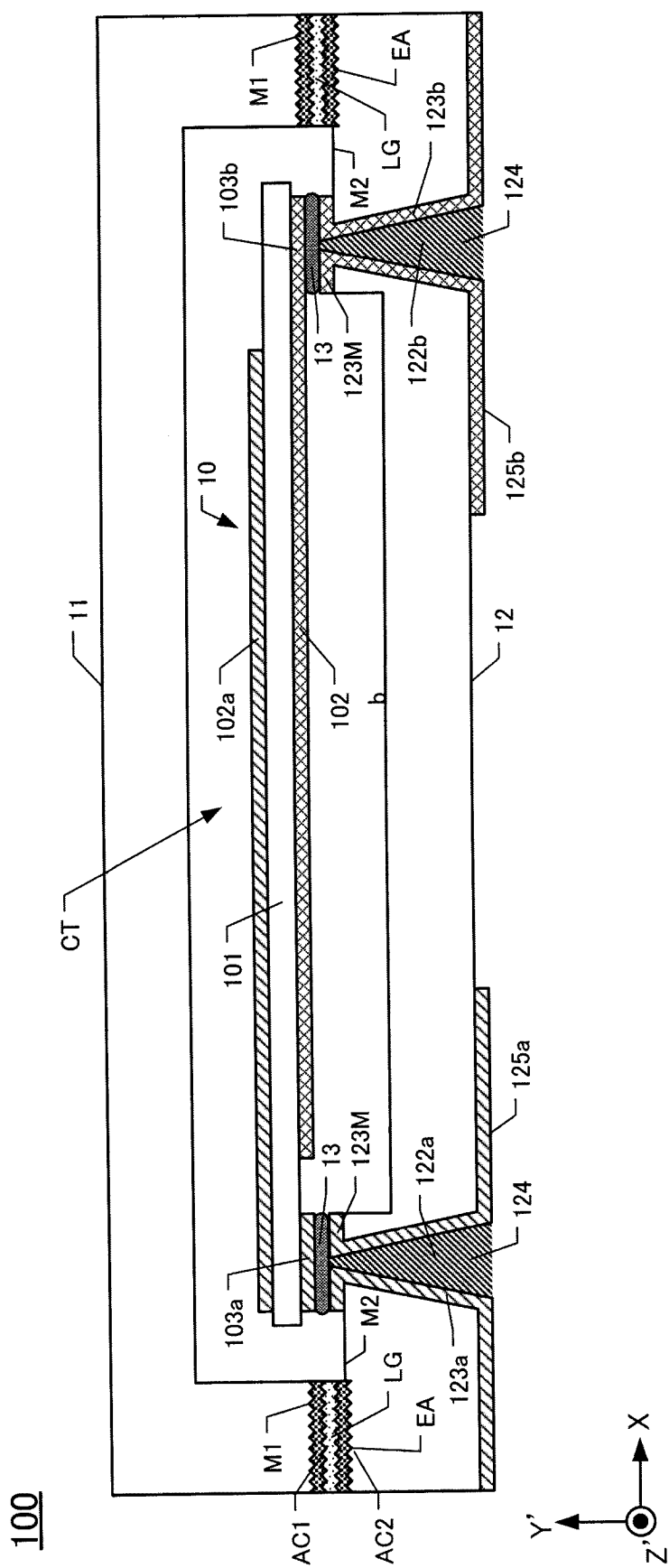


图 2

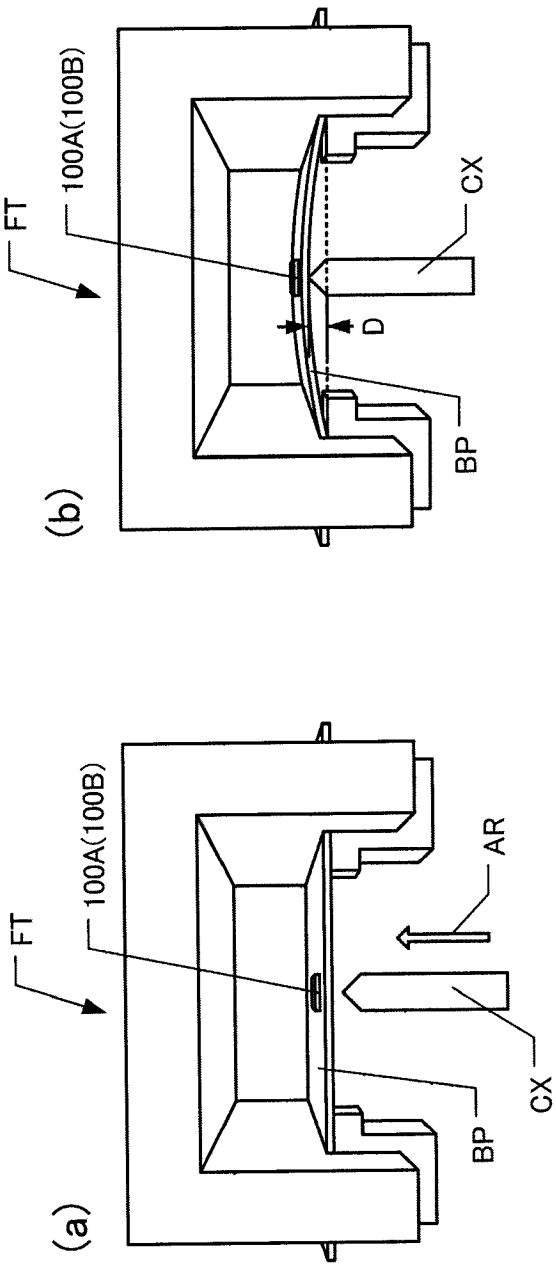


图 3

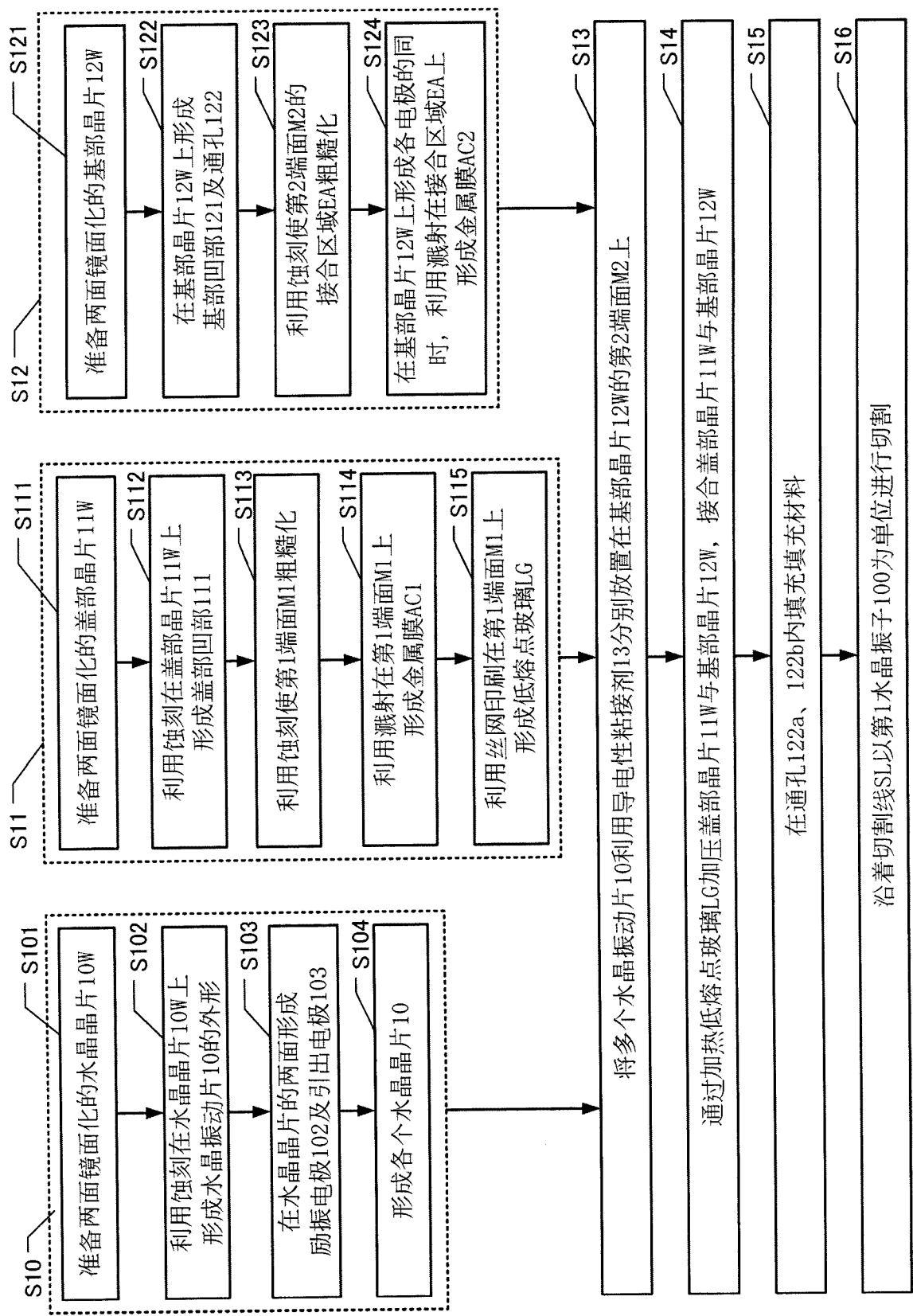


图 4

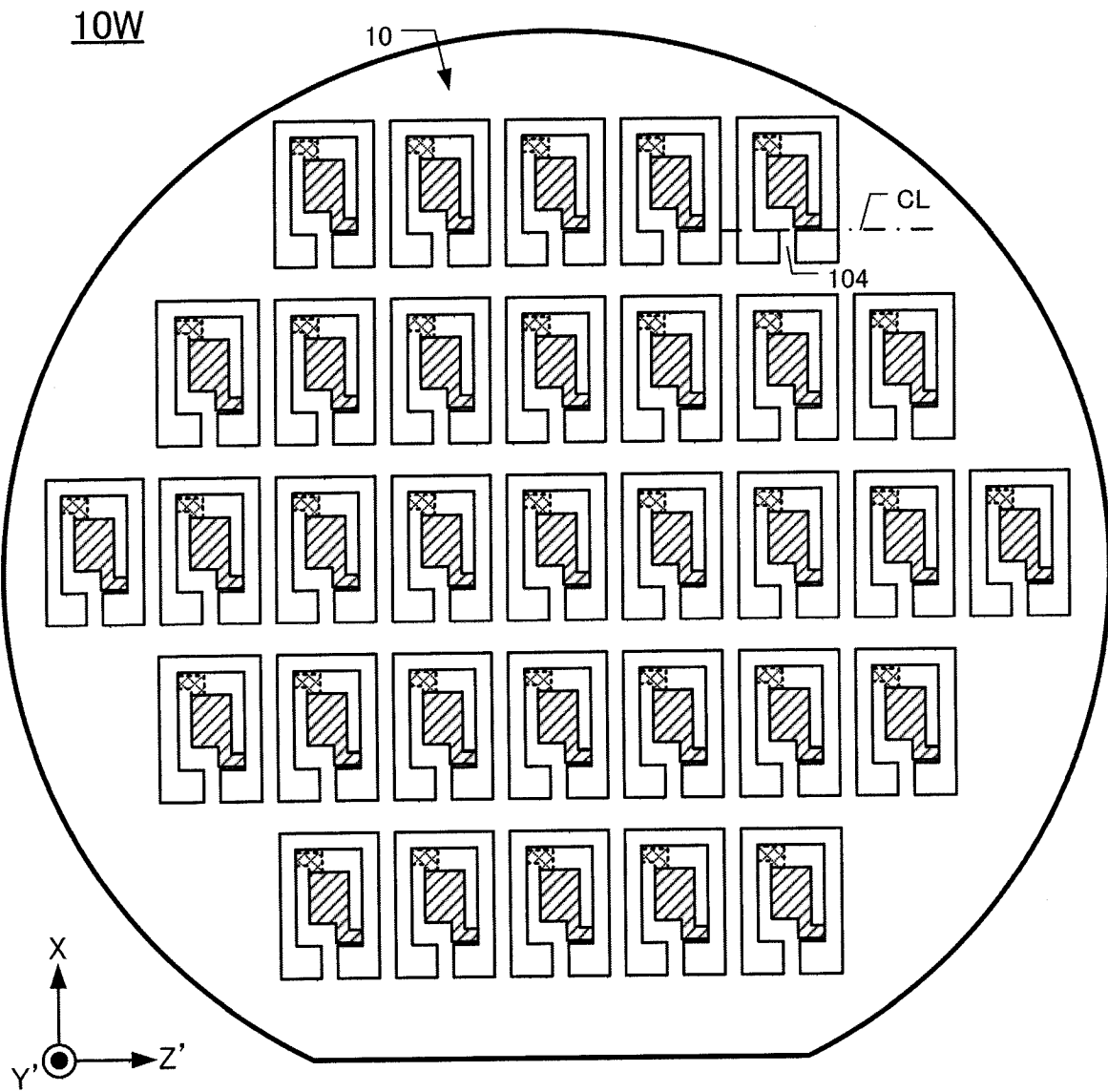


图 5

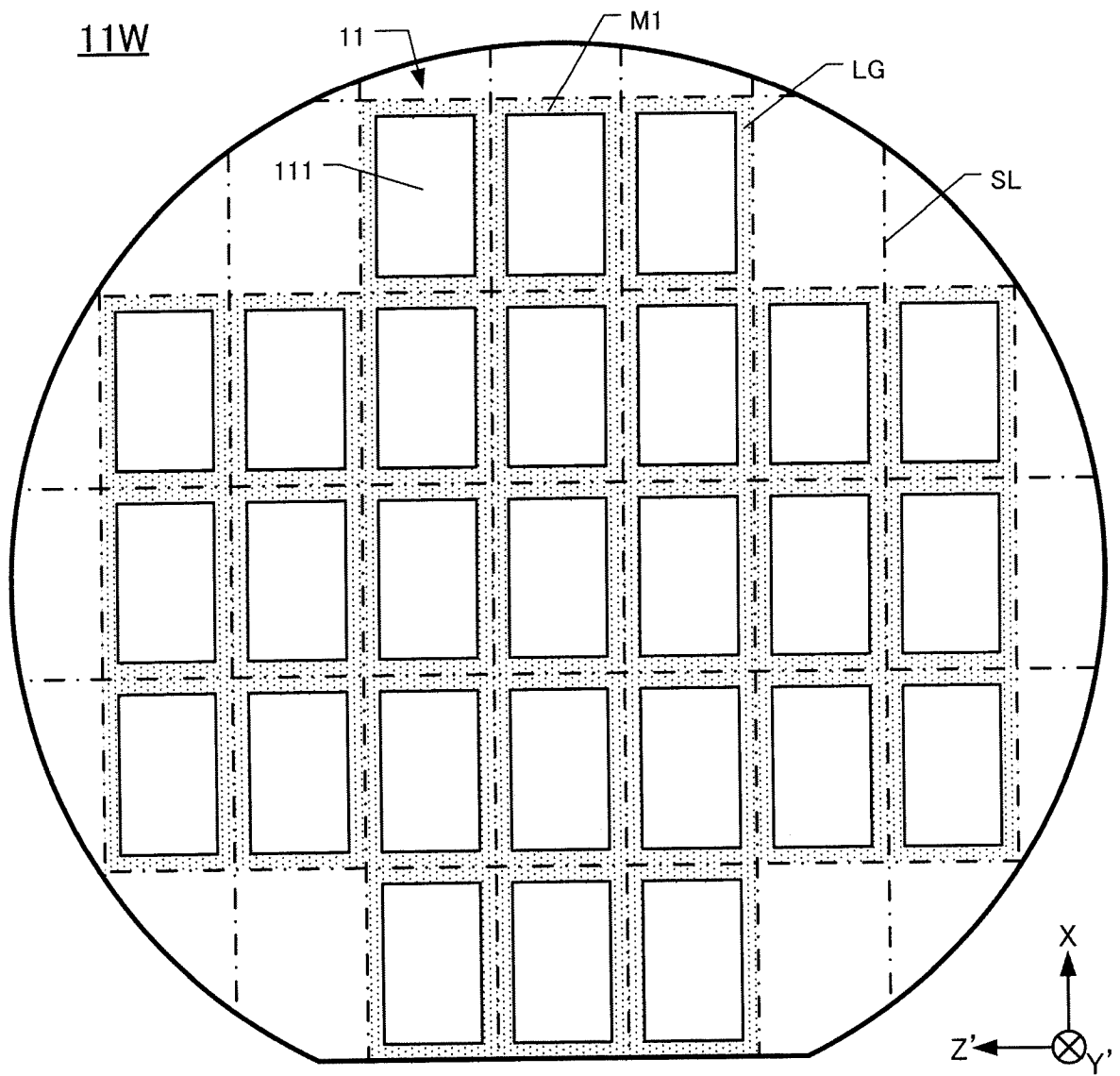


图 6

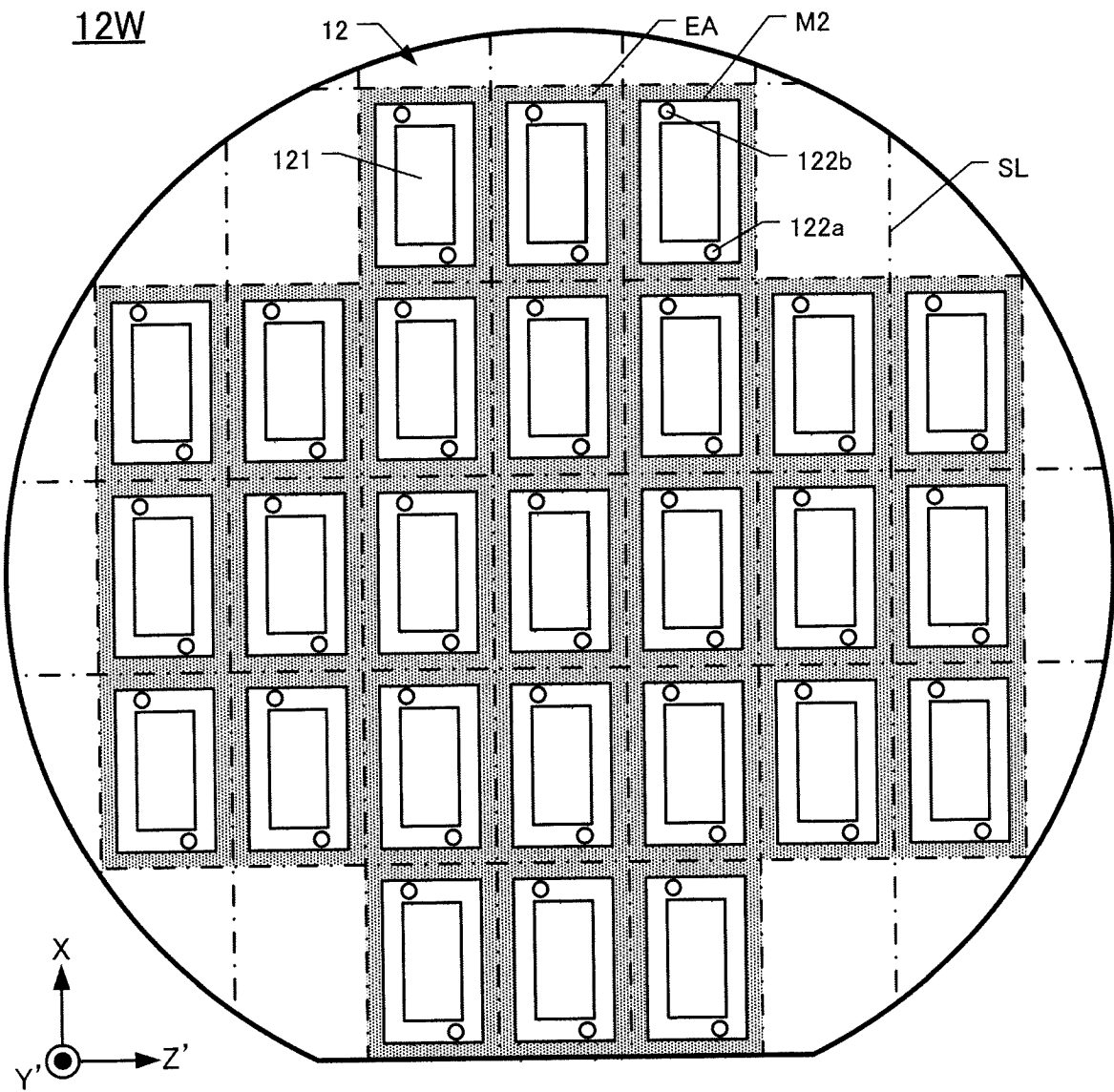


图 7

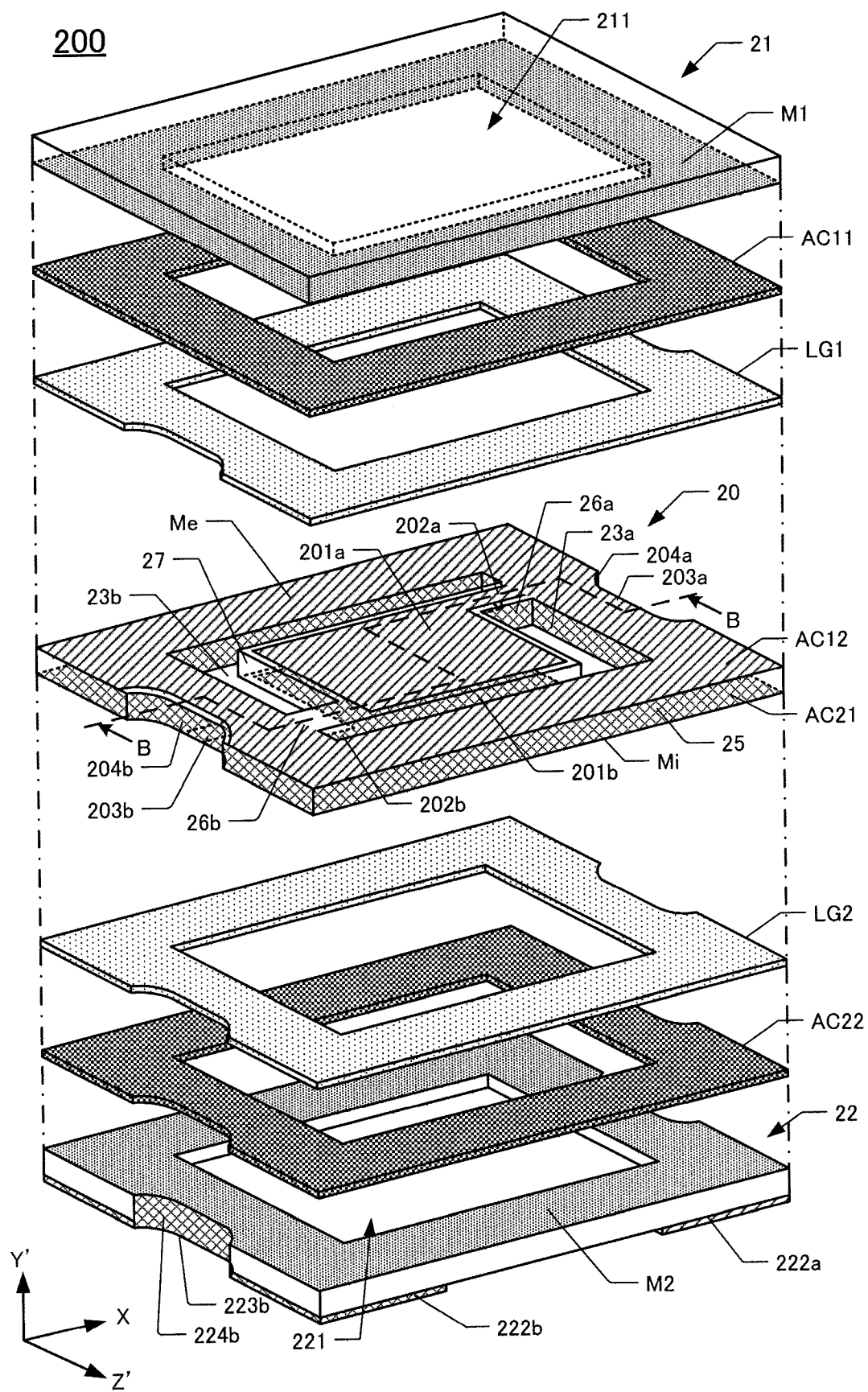


图 8

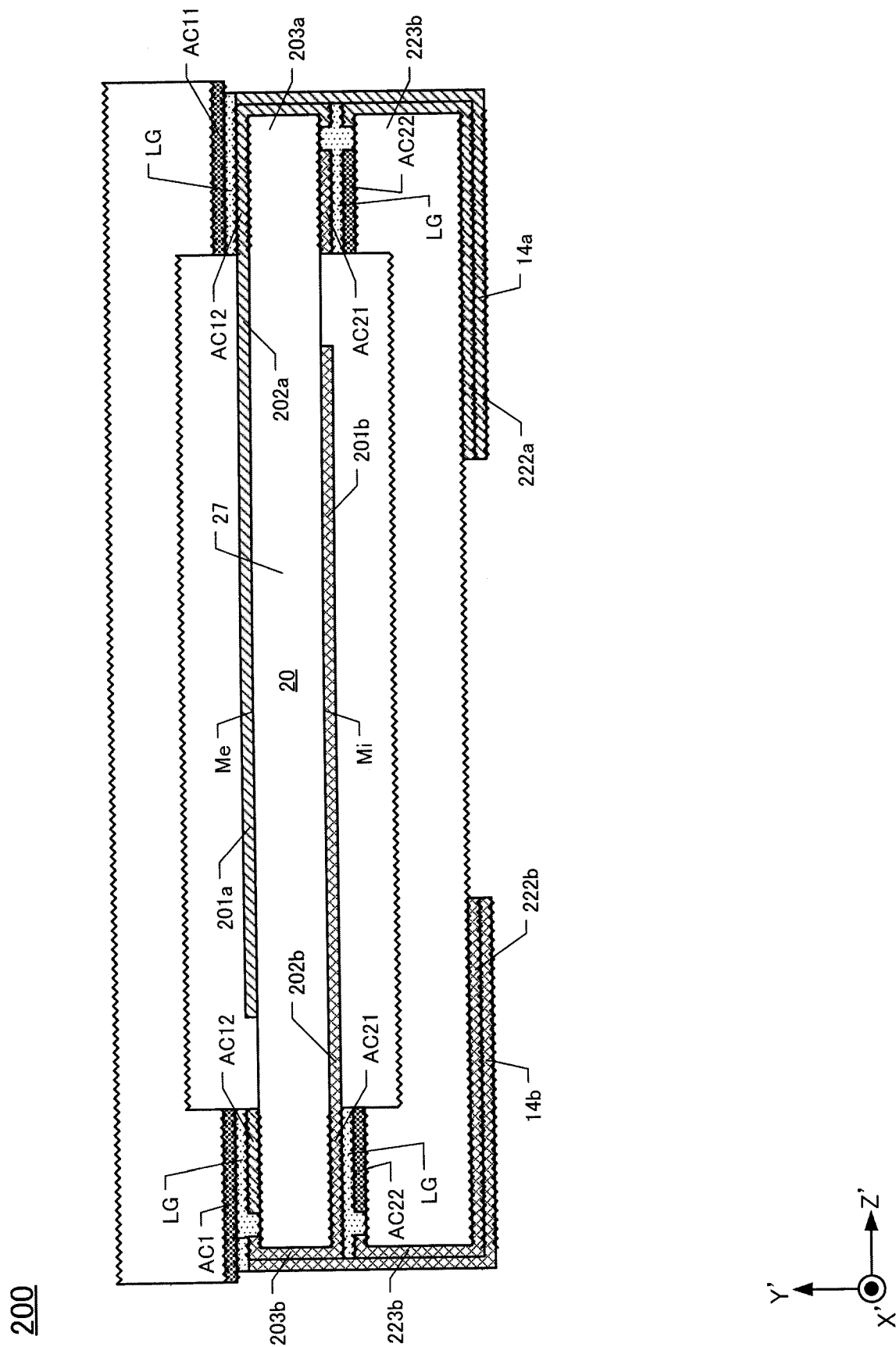


图 9

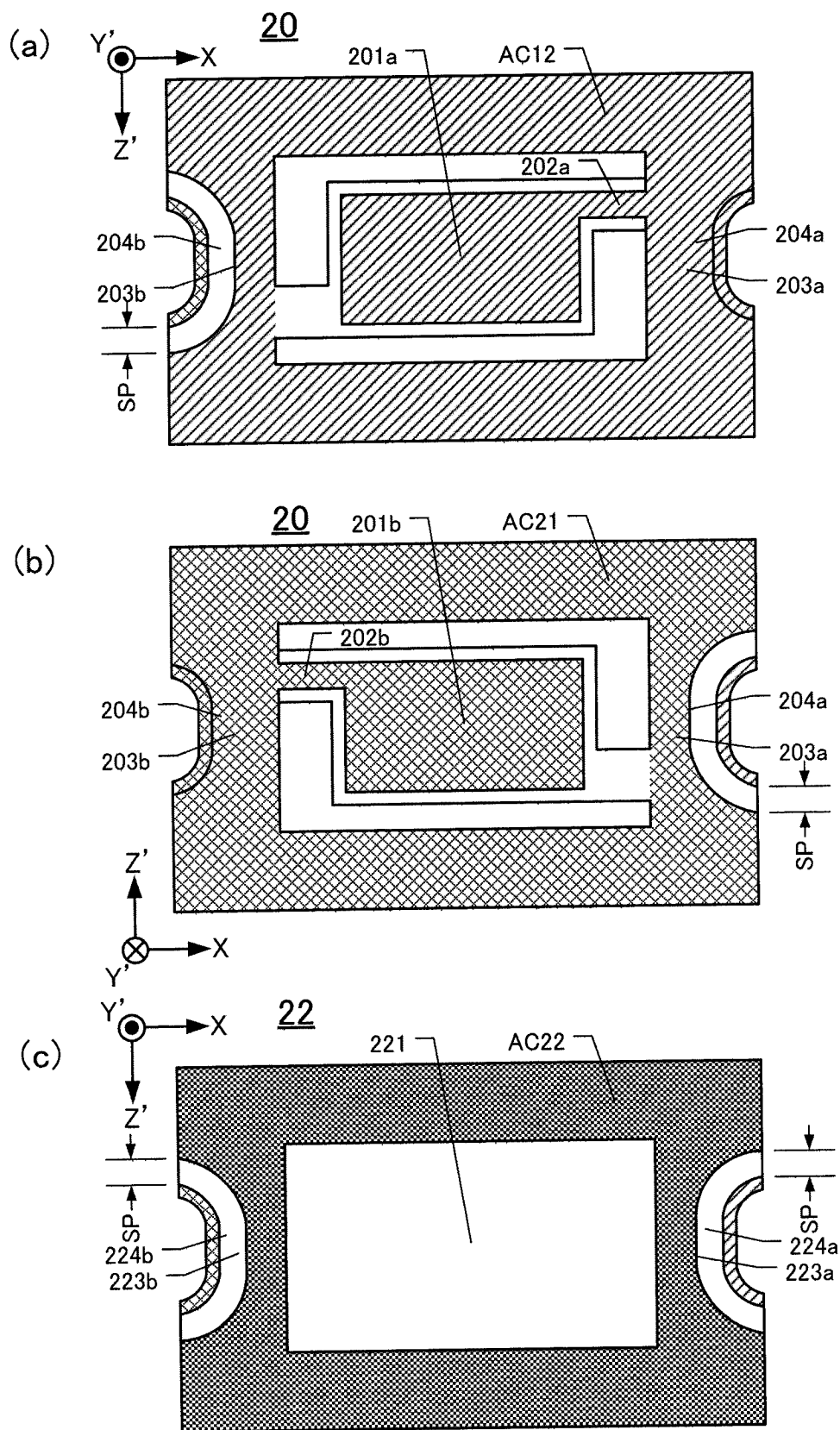


图 10

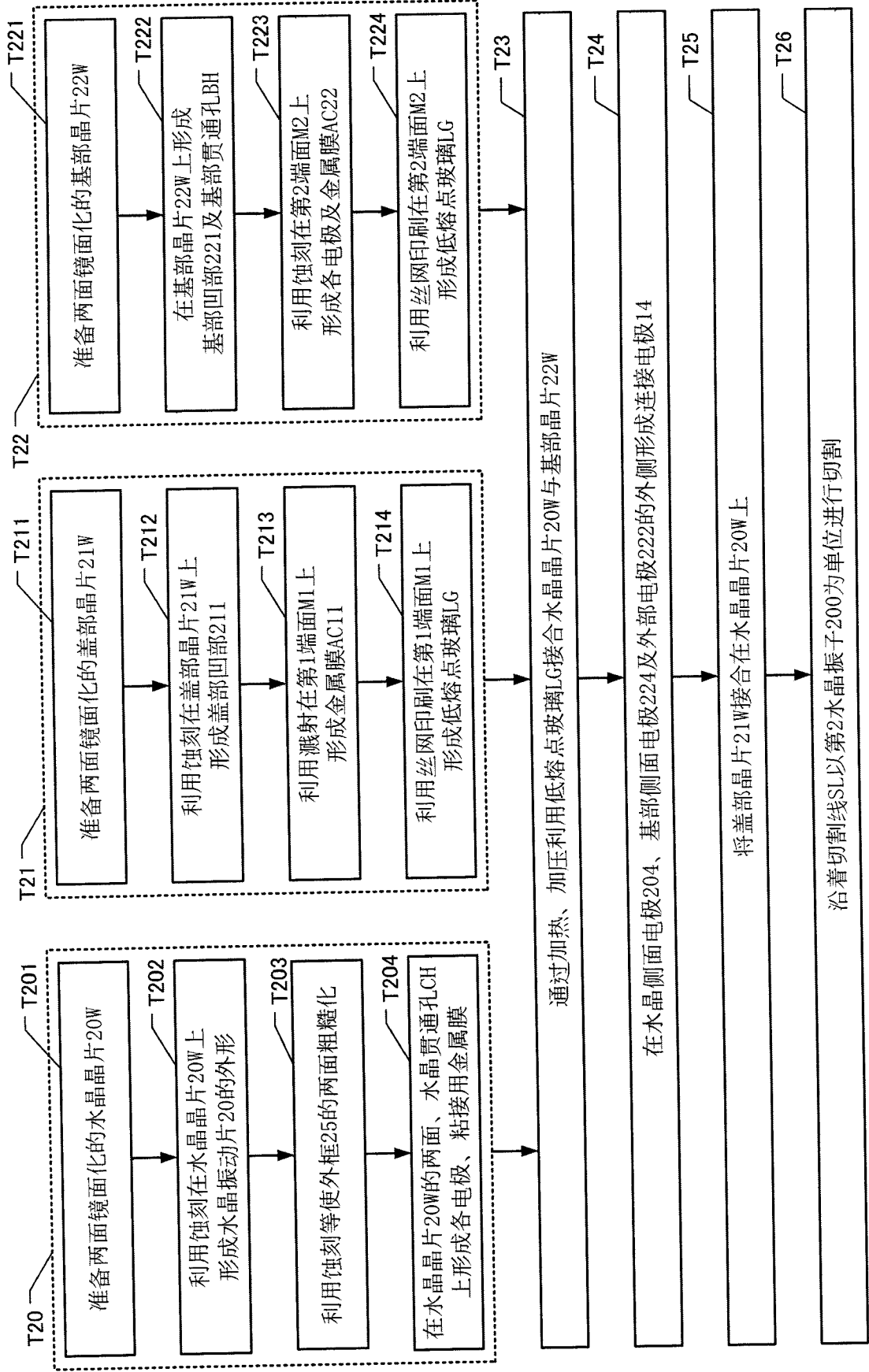


图 11

25

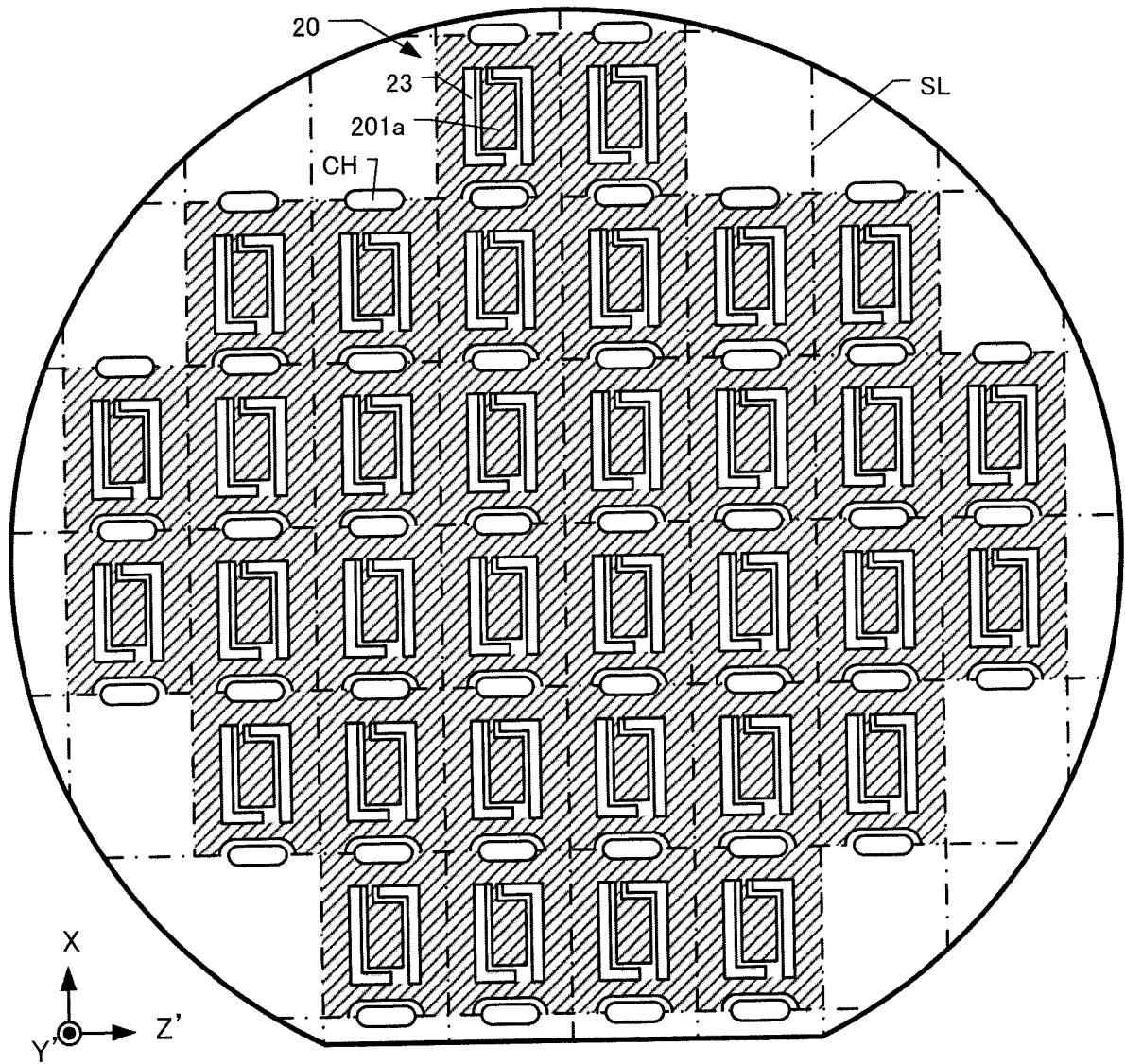
20W

图 12

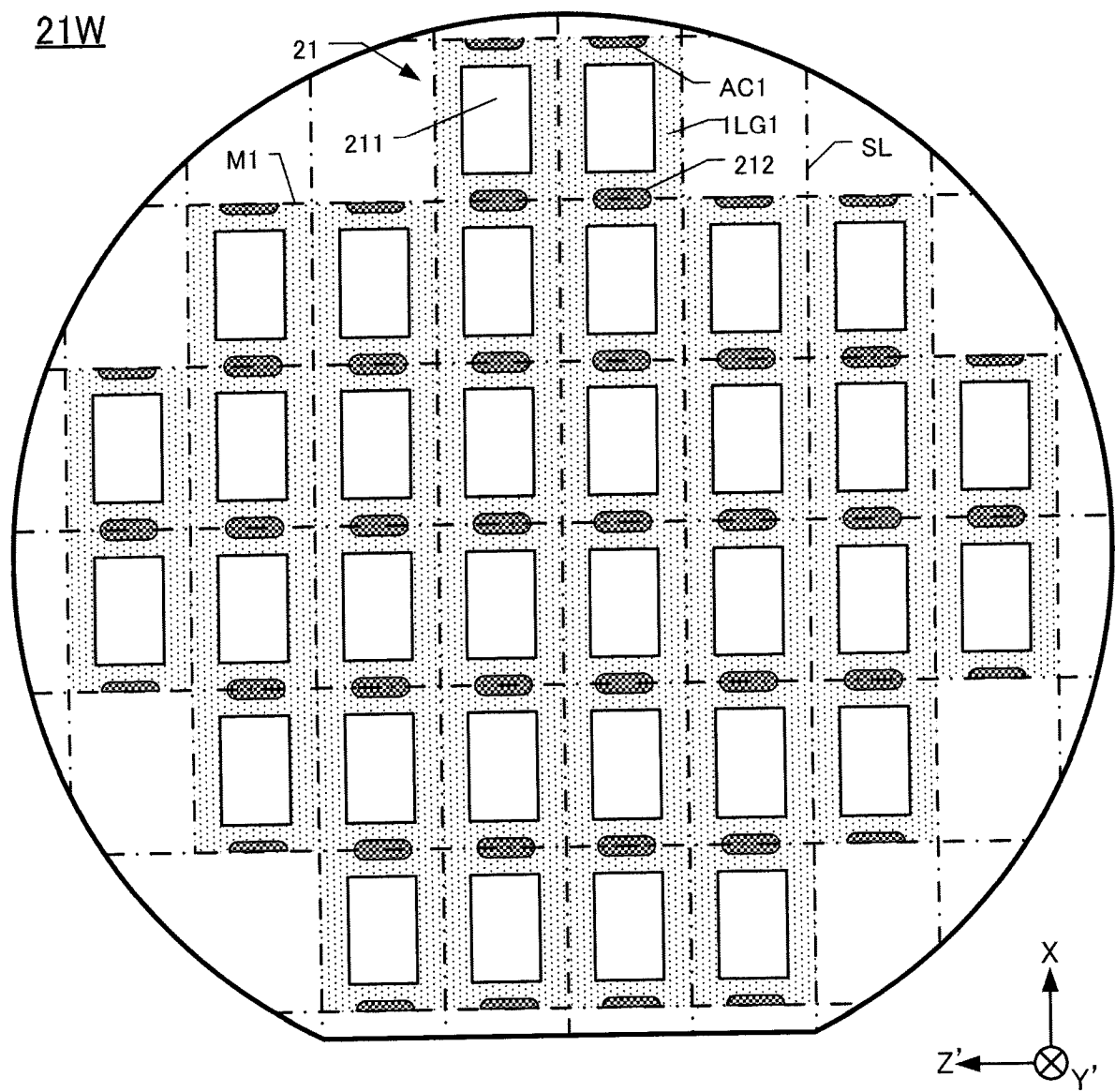


图 13

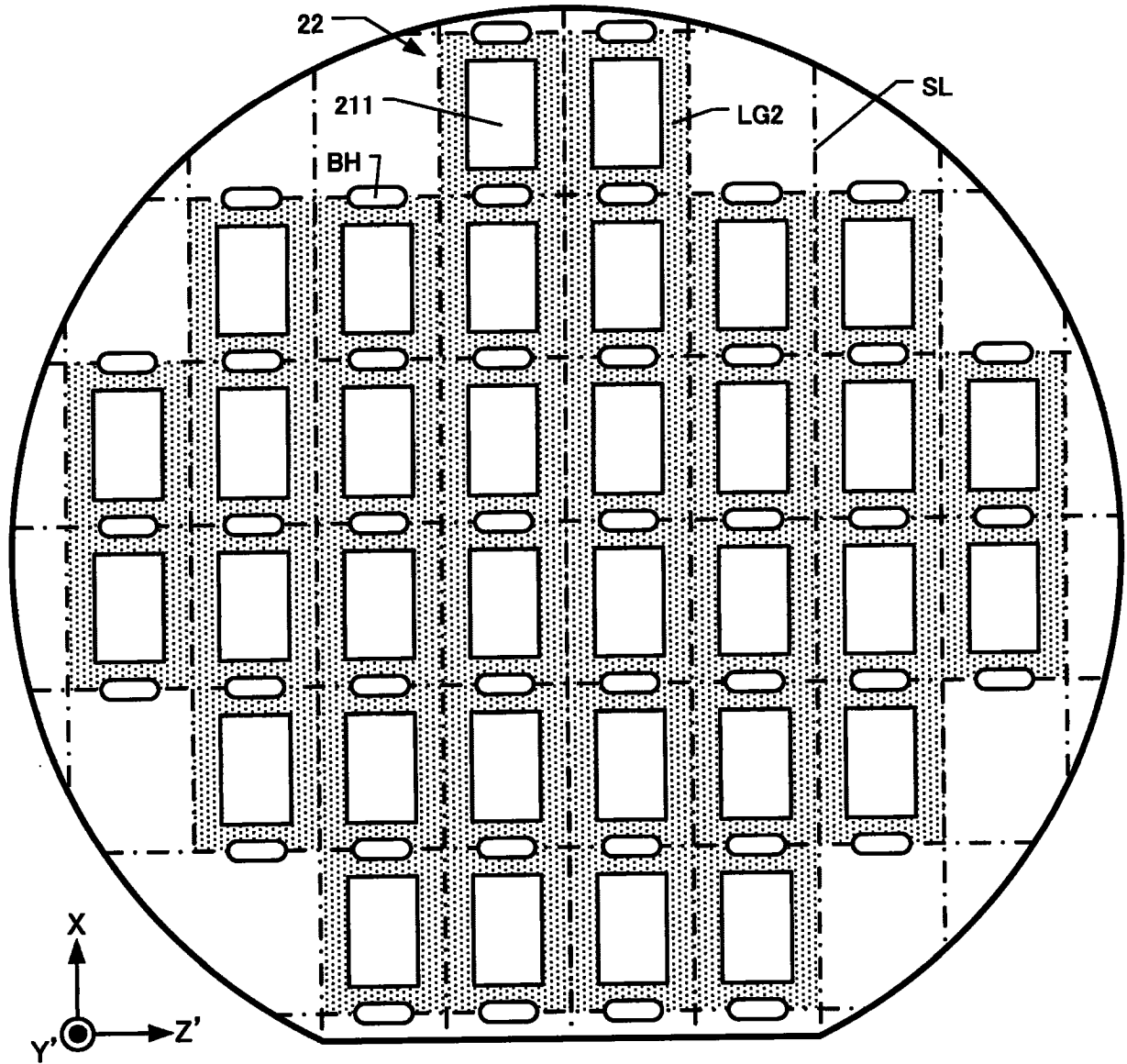
22W

图 14