



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102377409 A

(43) 申请公布日 2012. 03. 14

(21) 申请号 201110206417. X

(22) 申请日 2011. 07. 18

(30) 优先权数据

2010-178228 2010. 08. 07 JP

2011-056555 2011. 03. 15 JP

(71) 申请人 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 高桥岳宽

(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 9/13(2006. 01)

H03H 3/02(2006. 01)

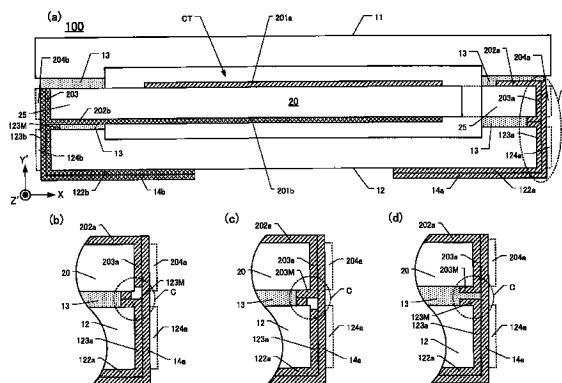
权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图 15 页

(54) 发明名称

压电装置及其制造方法

(57) 摘要

本发明涉及一种压电装置及其制造方法, 以提供水晶侧面电极和基板侧面电极不断线而可靠地进行电连接的压电装置及其方法为目的。压电装置 (100) 具备: 具有压电振动片 (21) 和外框 (25) 且形成有第 1 侧槽 (204) 的压电框架 (20); 通过粘接剂 (13) 与外框接合且形成有第 2 侧槽 (124) 的基板部 (12); 以及盖部 (11)。压电框架具有第 2 引出电极和形成在第 1 侧槽上的第 1 侧面电极。基板部具有形成在第 2 侧槽上的第 2 侧面电极和外部电极。在第 1 及第 2 侧槽上形成有电连接第 1 侧面电极或第 1 引出电极和第 2 侧面电极的一对连接电极 (14)。



1. 一种压电装置,其特征在于,

包括:具有利用电压的外加而振动的压电振动片、包围所述压电振动片而与所述压电振动片一体地形成并包含一主面和另一主面的外框以及形成在所述外框的外周的缘部的一对第1侧槽的压电框架;

具有第1面、其第1面的相反侧的第2面及形成在外周的缘部的一对第2侧槽,并且所述第1面通过非导电性粘接剂粘接在所述外框的所述一主面上的基板部上;以及

通过所述非导电性粘接剂接合在所述外框的所述另一主面上并与所述基板部一起密封所述压电振动片的盖部,

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;从所述一主面侧的励振电极引出至所述第1侧槽上的所述一主面的第1引出电极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;与所述第2引出电极电连接并形成在所述第1侧槽上的第1侧面电极,

所述基板部具有分别连接在所述第1侧面电极或所述第1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侧槽上形成有电连接所述第1侧面电极或第1引出电极和第2侧面电极的一对连接电极。

2. 根据权利要求1所述的压电装置,其特征在于,

在所述第1及第2侧槽上形成覆盖所述连接电极的所述非导电性粘接剂。

3. 根据权利要求1或2所述的压电装置,其特征在于,

从所述一主面向所述另一主面的方向观察,所述外框的外周及所述基板部的的外周为四角形,所述第1及第2侧槽形成在所述四角形的角部。

4. 根据权利要求1或2所述的压电装置,其特征在于,

从所述一主面向所述另一主面的方向观察,所述外框的外周及所述基板部的的外周为四角形,所述第1及第2侧槽形成在所述四角形的边上。

5. 根据权利要求4所述的压电装置,其特征在于,

所述压电振动片为具有厚度滑动振动模式的压电振动片,

所述外框的外周及所述基板部的的外周是具有较长的长边和比其长边短的短边的四角形,

所述第1及第2侧槽沿着所述短边形成。

6. 根据权利要求5所述的压电装置,其特征在于,

一对所述第1侧槽形成在通过所述压电振动片的中心并与所述长边平行的中心线的所述短边方向的两侧,

一对所述第2侧槽形成在通过所述基板部的中心并与所述长边平行的中心线的所述短边方向的两侧。

7. 根据权利要求1至6的任意一项所述的压电装置,其特征在于,

所述粘接剂包含熔点比所述基板部及所述盖部低的低熔点玻璃或聚亚胺树脂。

8. 根据权利要求1至4的任意一项所述的压电装置,其特征在于,

所述压电振动片为具有厚度滑动振动模式的压电振动片或具有一对振动臂的音叉型压电振动片。

9. 一种压电装置的制造方法,具备:

准备压电晶片的第1准备工序,该压电晶片包含多个压电框架,该压电框架包括具有一主面和另一主面的压电振动片和包围所述压电振动片的周围且支撑所述压电振动片的外框,并且在邻接的所述外框之间形成从所述一主面贯通至所述另一主面的至少一对第1贯通孔;

形成电极的第1电极形成工序,所述电极包含形成在所述一主面和所述另一主面的一对励振电极、从所述一对励振电极分别引出至所述一对第1贯通孔的一对引出电极及形成在所述第1贯通孔上与所述引出电极电连接的第1侧面电极,

准备第1晶片的第2准备工序,该第1晶片包含多个具有第1面及第1面的相反侧的第2面的基板部,与所述压电晶片接合时与所述一对第1贯通孔一致并在邻接的所述基板部之间至少形成有贯通所述基板部的一对第2贯通孔,

形成第2侧面电极的第2电极形成工序,该第2侧面电极形成在所述第2贯通孔上与所述第1侧面电极电连接,

通过粘接剂在所述压电晶片的所述一主面上接合所述第1晶片的所述第1面的第1接合工序,

在所述第1接合工序后,在所述第1及第2侧槽上形成覆盖所述第1侧面电极及所述第2侧面电极的连接电极的第3电极形成工序。

10. 根据权利要求9所述的压电装置的制造方法,其特征在于,

在所述第2电极形成工序或第3电极形成工序中,在所述第1晶片的所述第2面上形成与第2侧面电极电连接的一对外部电极。

11. 根据权利要求9或10所述的压电装置的制造方法,其特征在于,

具备:准备第2晶片的第3准备工序,该第2晶片包含多个接合在所述压电框架的所述外框上的盖部;以及

在所述第1接合工序及所述第3电极形成工序后,通过所述粘接剂在所述压电晶片的所述另一主面上接合所述第2晶片的第2接合工序,

在所述第2接合工序中,所述连接电极被所述粘接剂覆盖,熔融的所述粘接剂流到所述第1及第2贯通孔内。

压电装置及其制造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及在空腔内设置具有厚度滑动震动模式的 AT 切割型压电振动片或具有一对振动臂的音叉型压电振动片的压电装置及其制造方法。

背景技术

[0002] 在压电振子或 SAW 过滤器等的压电装置主要使用表面实装型 (SMD :Surface Mounted Device) 类型的包装件。就包装件而言,提案有通过蚀刻而形成的使用水晶等的压电材料的水晶包装件或者使用玻璃的玻璃包装件。

[0003] 例如,在专利文献 1(WO2007/023685 号公报)中公开的压电装置在压电元件(水晶框架)和基板基体(基板部)的四角上形成侧槽,以便能够在晶片状态下进行制造。并且在侧槽上形成有作为电极的金属膜。由此,通过形成在侧槽上的金属膜电连接实装端子部(外部电极)和从励振电极引出的引出电极。

[0004] 但是,就在专利文献 1 中公开的压电装置而言,形成在水晶框架的侧槽上的金属膜和形成在基板部的侧槽上的金属膜以其金属膜的厚度进行连接。因此,可能会使水晶框架的金属膜和基板侧的金属膜不能充分地进行连接而产生断线。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供不会使水晶侧面电极和基板侧面电极产生断线而可靠地电连接的压电装置及其制造方法。

[0006] 第 1 观点的压电装置包括:具有利用电压的外加而振动的压电振动片、包围压电振动片而与压电振动片一体地形成并包含一主面和另一主面的外框以及形成在外框的外周的缘部的一对第 1 侧槽的压电框架;具有第 1 面、其第 1 面的相反侧的第 2 面及形成在外周的缘部的一对第 2 侧槽,并且第 1 面通过非导电性粘接剂粘接在外框的一主面上的基板部上;以及通过非导电性粘接剂接合在外框的另一主面上并与基板部一起密封压电振动片的盖部。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;从一主面侧的励振电极引出至第 1 侧槽上的一主面的第 1 引出电极及从另一主面的励振电极引出至第 1 侧槽上的另一主面的第 2 引出电极;与第 2 引出电极电连接并形成在第 1 侧槽上的第 1 侧面电极。基板部具有分别连接在第 1 侧面电极或第 1 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 侧槽上形成有电连接第 1 侧面电极或第 1 引出电极和第 2 侧面电极的一对连接电极。

[0007] 在第 2 观点的压电装置中,在第 1 及第 2 侧槽上形成覆盖连接电极的非导电性粘接剂。

[0008] 在第 3 观点的压电装置从一主面向另一主面的方向观察,外框的外周及基板部的外周为四角形,第 1 及第 2 侧槽形成在四角形的角部。

[0009] 在第 4 观点的压电装置从一主面向另一主面的方向观察,外框的外周及基板部的外周为四角形,第 1 及第 2 侧槽形成在四角形的边上。

[0010] 在第 5 观点的压电装置中,压电振动片为具有厚度滑动振动模式的压电振动片,外框的外周及基板部的外周是具有较长的长边和比其长边短的短边的四角形,第 1 及第 2 侧槽沿着短边形成。

[0011] 在第 6 观点的压电装置中,一对第 1 侧槽形成在通过压电振动片的中心并与长边平行的中心线的短边方向的两侧,一对第 2 侧槽形成在通过基板部的中心并与长边平行的中心线的短边方向的两侧。

[0012] 在第 7 观点的压电装置中,粘接剂包含熔点比基板部及盖部低的低熔点玻璃或聚亚胺树脂。

[0013] 在第 8 观点的压电装置中,压电振动片为具有厚度滑动振动模式的压电振动片或具有一对振动臂的音叉型压电振动片。

[0014] 第 9 观点的压电装置的制造方法,具备:准备压电晶片的第 1 准备工序,该压电晶片包含多个压电框架,该压电框架包括具有一主面和另一主面的压电振动片和包围压电振动片的周围且支撑压电振动片的外框,并且在邻接的外框之间形成从一主面贯通至另一主面的至少一对第 1 贯通孔;形成电极的第 1 电极形成工序,电极包含形成在一主面和另一主面的一对励振电极、从一对励振电极分别引出至一对第 1 贯通孔的一对引出电极及形成在第 1 贯通孔上与引出电极电连接的第 1 侧面电极,准备第 1 晶片的第 2 准备工序,该第 1 晶片包含多个具有第 1 面及第 1 面的相反侧的第 2 面的基板部,与压电晶片接合时与一对第 1 贯通孔一致并在邻接的基板部之间至少形成有贯通基板部的一对第 2 贯通孔,形成第 2 侧面电极的第 2 电极形成工序,该第 2 侧面电极形成在第 2 贯通孔上与第 1 侧面电极电连接,通过粘接剂在压电晶片的一主面上接合第 1 晶片的第 1 面的第 1 接合工序,在第 1 接合工序后,在第 1 及第 2 侧槽上形成覆盖第 1 侧面电极及第 2 侧面电极的连接电极的第 3 电极形成工序。

[0015] 在第 10 观点的压电装置的制造方法中,在第 2 电极形成工序或第 3 电极形成工序中,在第 1 晶片的第 2 面上形成与第 2 侧面电极电连接的一对外部电极。

[0016] 在第 11 观点的压电装置的制造方法具备:准备第 2 晶片的第 3 准备工序,该第 2 晶片包含多个接合在压电框架的外框上的盖部;以及在第 1 接合工序及第 3 电极形成工序后,通过粘接剂在压电晶片的另一主面上接合第 2 晶片的第 2 接合工序,在第 2 接合工序中,连接电极被粘接剂覆盖,熔融的粘接剂流到第 1 及第 2 贯通孔内。

[0017] 本发明可以得到水晶侧面电极和基板侧面电极不断线而可靠地进行连接的压电装置及其制造方法。

附图说明

[0018] 图 1 是第 1 水晶振子 100 的分解立体图。

[0019] 图 2(a) 是图 1 的 A-A 剖视图。

[0020] 图 2(b)、(c) 及 (d) 为表示水晶侧面电极 203 和基板侧面电极 123 的断线的图,是图 2(a) 的被虚线 B 所包围的部分的放大图。

[0021] 图 3 是表示第 1 水晶振子 100 的制造的流程图。

[0022] 图 4 是表示第 1 实施方式的盖部晶片 11W 的俯视图。

[0023] 图 5 是表示第 1 实施方式的水晶晶片 20W 的俯视图。

- [0024] 图 6 是表示第 1 实施方式的基板晶片 12W 的俯视图。
- [0025] 图 7 是第 2 实施方式的第 2 水晶振子 200 的剖视图,对应于图 1 的 A-A 剖面。
- [0026] 图 8 是第 3 水晶振子 300 的分解立体图,省略了粘接剂 13。
- [0027] 图 9 是第 3 实施方式的水晶晶片 30W 的俯视图。
- [0028] 图 10 是作为第 3 实施方式的变形例的第 3 水晶振子 300' 的分解立体图,省略了粘接剂 13。
- [0029] 图 11 是第 3 实施方式的变形例的水晶晶片 30W 的俯视图。
- [0030] 图 12 是第 3 实施方式的变形例的基板晶片 32W 的俯视图。
- [0031] 图 13 是第 4 水晶振子 400 的分解立体图,省略了粘接剂 13。
- [0032] 图 14 是第 4 实施方式的第水晶晶片 40W 的俯视图。
- [0033] 图 15 是第 5 水晶振子 500 的分解立体图,省略了粘接剂 13。
- [0034] 图中:
- [0035] 11- 盖部,11W- 盖部晶片,12、32、32'、42- 基板部,12W- 基板晶片,20、30、30'、40、50- 水晶振动片,20W、30W、40W- 水晶晶片,13、13'- 粘接剂,14a、14b、34a、34b、44a、44b- 连接电极,100、200、300、300'、400、500- 水晶振子,122a、122b、322a、322b、322a'、322b'、422a、422b- 外部电极,123a、123b、323a、323b、323a'、323b'、423a、423b- 基板侧面电极,124a、124b、324a、324b、324a'、324b'、424a、424b- 基板侧槽,201a、201b- 励振电极,202a、202b、302a、302b、302a'、302b'、402a、402b、502a、502b- 引出电极,203a、203b、303a、303b、303a'、303b'、403a、403b- 水晶侧面电极,204a、204b、304a、304b、304a'、304b'、404a、404b- 水晶侧槽。

具体实施方式

- [0036] (第 1 实施方式)
- [0037] < 第 1 水晶振子 100 的整体构成 >
- [0038] 参照图 1 及图 2 对第 1 水晶振子 100 的整体构成进行说明。
- [0039] 图 1 是第 1 水晶振子 100 的分解立体图。图 1 省略了后述的连接电极 14a、14b 及粘接剂 13 而绘制。图 2(a) 是图 1 的 A-A 剖视图;图 2(b)、(c) 及 (d) 为表示水晶侧面电极 203 和基板侧面电极 123 的断线的图,是图 2(a) 的被虚线 B 所包围的部分的放大图。
- [0040] 第 1 水晶振子 100 作为水晶振动片而具有 AT 切割的水晶振动片。AT 切割的水晶震动片是主面(YZ 面)相对于晶轴(XYZ)的 Y 轴,以 X 周围中心从 Z 轴向 Y 轴方向倾斜了 35 度 15 分。因此,在第 1 实施方式及之后的第 2~第 4 实施方式中,以 AT 切割的水晶振动片的轴方向为基准将 Y' 轴及 Z' 用作新的轴。即,在第 1 实施方式中,将第 1 水晶振子 100 的长度方向作为 X 轴方向,将第 1 水晶振子 100 的高度方向作为 Y' 轴方向,将 X 及 Y' 轴方向垂直的方向作为 Z' 轴方向而进行说明。
- [0041] 如图 1 所示,第 1 水晶振子 100 包括:具有盖部凹部 111 的矩形的盖部 11、具有基板凹部 121 的基板部 12 以及夹在盖部 11 和基板部 12 之间的矩形的水晶框架 20。
- [0042] 基板部 12 由玻璃或水晶材料形成,在其表面(+Y' 侧的面)上具有形成在基板凹部 121 的周围的第 2 接合面 M2。在基板部 12 的四角上形成有形成基板贯通孔 BH1(参照图 6)时在 XZ' 平面上凹进 1/4 圆弧的基板侧槽 124(124a、124b)。在基板部 12 中,在实装

面（水晶振子的实装面）的 X 轴方向的两侧上分别形成有一对外部电极 122a、122b。另外，在基板侧槽 124 上形成有基板侧面电极 123。基板侧面电极 123a、123b 的一端连接在外部电极 122a、122b 上。在此，基板侧面电极 123a、123b 的另一端最好延伸至基板部 12 的第 2 接合面 M2 上形成连接垫片 123M。连接垫片 123M 可靠地电连接在后述的水晶侧面电极 203 上。

[0043] 水晶框架 20 由 AT 切割的水晶材料形成，接合在基板部 12 的第 2 接合面 M2 上，具有 +Y' 侧的表面 Me 和 -Y' 侧的背面 Mi。水晶框架 20 由水晶振动部 21 和包围水晶振动部 21 的外框 25 构成。另外，在水晶振动部 21 和外框 25 之间形成有从表面 Me 贯通到背面 Mi 的“U”字型间隙部 23。没有形成间隙部 23 的部分成为水晶振动部 21 和外框 25 的连结部 24。水晶振动部 21 的表面 Me 及背面 Mi 上分别形成有励振电极 201a、201b，在连结部 24 及外框 25 的两面形成有分别从励振电极 201a、201b 到导出的引出电极 202a、202b。再有，在水晶框架 20 的四角上形成有形成水晶贯通孔 CH1（参照图 5）时的水晶侧槽 204（204a、204b）。

[0044] 形成在水晶框架 20 的背面 Mi 上的引出电极 202b 电连接在基板侧面电极 123b 上。另外，在水晶侧槽 204a 上形成有水晶侧面电极 203a，水晶侧面电极 203a 电连接在引出电极 202a 和基板侧面电极 123a 上。在此，水晶侧面电极 203a 最好延伸至水晶框架 20 的背面 Mi 而形成连接垫片 203M。连接垫片 203M 与基板侧面电极 123a 可靠地进行电连接。

[0045] 第 1 水晶振子 100 还具备接合在水晶框架 20 的表面 Me 上的由玻璃或作为水晶材料的水晶构成的盖部 11。盖部 11 具有形成在盖部凹部 111 的周围的第 1 接合面 M1。如图 2(a) 所示，由盖部 11、水晶框架 20 的外框 25 及基板部 12 形成收放水晶振动部 21 的空腔 CT。空腔 CT 由氮气填满或为真空状态。

[0046] 盖部 11、水晶框架 20 及基板部 12 通过例如有低熔点玻璃等的非导电性粘接剂（以下称为粘接剂）13 进行接合。低熔点玻璃包含熔点为 350℃～400℃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，通过熔融后进行硬化可以与其他部件进行粘接。钒系玻璃的熔点比由水晶材料或玻璃等形成的盖部 11 及基板部 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。钒系玻璃可以防止空气中的水分进入到空腔 CT 内或空腔 CT 内的真空度的降低。再有，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。

[0047] 如图 2 所示，第 1 水晶振子 100 在基板侧槽 124 及水晶侧槽 204 的外侧具有连接电极 14（14a、14b）。连接电极 14a 以覆盖外部电极 122a 的全部或一部分、基板侧面电极 123a 及水晶侧面电极 203a 的方式形成。另外连接电极 14b 以覆盖外部电极 122b 的全部或一部分、基板侧面电极 123b 及水晶侧槽 204 的方式形成。由此，外部电极 122a、122b 通过基板侧面电极 123a、123b、水晶侧面电极 203a 及引出电极 202a、202b 与励振电极 201a、201b 可靠地进行连接。

[0048] 例如，如图 2(b) 的虚线 C 所包围的部分，存在由于制造不良而使水晶侧面电极 203a 在基板部 12 侧的角部产生断线的情况。另外，如图 2(c) 的虚线 C 所包围的部分，存在基板侧面电极 123a 在水晶框架 20 侧的角部产生断线情况。再有如图 2(d) 的虚线 C 所包围的部分，存在粘接剂 13 进入连接垫片 123M 和连接垫片 203M 之间的情况。此时，通过形成连接基板侧面电极 123a 及水晶侧面电极 203a 的连接电极 14a，外部电极 122a 可以通过

基板侧面电极 123a 及水晶侧面电极 203a 可靠地连接在引出电极 202a 上。

[0049] 在第 1 实施方式中,虽然在外部电极 122a、122b 的下侧(-Y'侧)上形成有连接电极 14a、14b,但是也可以不形成连接电极 14a、14b。

[0050] 另外,在第 1 水晶振子 100 的一对外部电极 122a、122b 或连接电极 14a、14b 上外加交替电压(正负交替的电位)。外部电极 122a、基板侧面电极 123a、连接电极 14a、水晶侧面电极 203a、引出电极 202a 及励振电极 201a 成为相同的极性,外部电极 122b、基板侧面电极 123b、连接电极 14b、引出电极 202b 及励振电极 201b 成为相同的极性。

[0051] 再有,在第 1 实施方式中作为粘接剂 13 而使用了低熔点玻璃,但是也可以用聚亚胺树脂来代替低熔点玻璃。

[0052] <第 1 水晶振子 100 的制造方法>

[0053] 图 3 是表示制造第 1 水晶振子 100 的制造的流程图。在图 3 中,盖部 11 的制造步骤 S11 和水晶框架 20 的制造步骤 S12 和基板部 12 的制造步骤 S13 可以分别并行。另外,图 4 是表示第 1 实施方式的盖部晶片 11W 的俯视图;图 5 是表示第 1 实施方式的水晶晶片 20W 的俯视图;图 6 是表示第 1 实施方式的基板晶片 12W 的俯视图。

[0054] 在步骤 S11 中,制造盖部 11。步骤 S11 包含步骤 S111 及步骤 S112。

[0055] 在步骤 S111 中,如图 4 所示,在厚度均匀的水晶平板的盖部晶片 11W 上形成数百、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 接合面 M1。

[0056] 在步骤 S112 中,如图 4 所示,通过丝网印刷在盖部晶片 11W 的第 1 接合面 M1 上形成作为粘接剂 13 的低熔点玻璃。之后,通过临时硬化低熔点玻璃,在盖部晶片 11W 的第 1 接合面 M1 上形成低熔点玻璃膜。低熔点玻璃膜不形成在对应于水晶贯通孔 CH1(水晶侧槽 204)的部位 113 上。

[0057] 在步骤 S12 中,制造水晶框架 20。步骤 S12 包含步骤 S121 及步骤 S122。

[0058] 在步骤 S121 中,如图 5 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 21、外框 25 及间隙部 23。同时,在各水晶框架 20 的四角上形成贯通水晶晶片 20W 的圆形的水晶贯通孔 CH1。水晶贯通孔 CH1 分割成 4 个就成为 1 个水晶侧槽 204(参照图 1)。

[0059] 在步骤 S122 中,首先通过喷镀或真空蒸镀在水晶晶片 20W 的两面及水晶贯通孔 CH1 上形成金属层。然后,在金属层的全面均匀地涂布光致抗蚀剂。之后,使用曝光装置(未图示)将绘制在光掩膜上的励振电极 201a、201b、引出电极 202a、202b 及水晶侧面电极 203a 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层进行蚀刻。由此,在水晶晶片 20W 的两面形成励振电极 201a、201b 及引出电极 202a、202b,在水晶贯通孔 CH1 上形成水晶侧面电极 203 参照图 1 及图 2)。

[0060] 在步骤 S13 中,制造基板部 12。步骤 S13 包含步骤 S131 ~ S133。

[0061] 在步骤 S131 中,如图 6 所示,在均匀厚度的水晶平板的基板晶片 12W 上形成数百、数千个基板凹部 121。在基板晶片 12W 上通过蚀刻或机械加工形成基板凹部 121,在基板凹部 121 的周围形成第 2 接合面 M2。同时,各基板部 12 的四角上形成贯通基板晶片 12W 的圆形的基板贯通孔 BH1。基板贯通孔 BH1 分割成 4 个就成为 1 个基板侧槽 124(参照图 1)。

[0062] 在步骤 S132 中,根据步骤 S122 中说明的喷镀及蚀刻方法,如图 6 所示,在基板部

12 的实装面上形成一对外部电极 122a、122b。同时,在基板贯通孔 BH1 上形成基板侧面电极 123(参照图 1 及图 2)。

[0063] 在步骤 S133 中,通过丝网印刷在基板晶片 12W 的第 2 接合面 M2 上形成作为粘接剂 13 的低熔点玻璃。之后,通过临时硬化低熔点玻璃,在基板晶片 12W 的第 2 接合面 M2 上形成低熔点玻璃。

[0064] 在步骤 S14 中,加热粘接剂 13 并加压水晶晶片 20W 和基板晶片 12W。然后通过粘接剂 13 接合水晶镜片 20W 和基板晶片 12W。

[0065] 在步骤 S15 中,形成覆盖外部电极 122a、122b、基板侧面电极 123 及水晶侧面电极 203 的一对连接电极 14a、14b。详细地说明,将接合的水晶晶片 20W 和基板晶片 12W 以水晶晶片 20W 朝下的方式放置在工作台(未图示)上。之后,在对应外部电极 122a、122b 的区域及对应基板贯通孔 BH1 的区域上形成开口的掩膜(未图示)配置于基板晶片 12W 的实装面一侧。然后,通过喷镀或真空蒸镀,形成连接电极 14a、14b。由此,可靠地电连接在步骤 S132 中形成的基板侧面电极 123 和在步骤 S122 中形成的水晶侧面电极 203。

[0066] 在步骤 S16 中,加热粘接剂 13 加压盖部晶片 11W 和水晶晶片 20W。然后通过粘接剂 13 将盖部晶片 11W 粘接在水晶晶片 20W 的表面 Me 上。

[0067] 在步骤 S17 中,将接合的盖部晶片 11W、水晶晶片 20W 和基板晶片 12W 切割成单体。在切割工序中,通过使用激光的切割装置或使用切割用刀片的切割装置,沿着如图 4~图 6 所示的点划线的划线 SL 以第 1 水晶振子 100 为单位进行单体化。由此,制造数百至数千个第 1 水晶振子 100。

[0068] 在图 3 所示的第 1 水晶振子 100 的制造方法中,接合前将粘接剂 13 形成在盖部晶片 11W 和基板晶片 12W,但也可以形成在水晶晶片 20W 的两面。另外,例如作为粘接剂 13 而使用聚亚胺树脂的情况可以使用丝网印刷,若使用感光性的聚亚胺树脂还可以曝光后在接合面 M 上形成 13。

[0069] (第 2 实施方式)

[0070] <第 2 水晶振子 200 的整体构成>

[0071] 图 7 是第 2 实施方式的第 2 水晶振子 200 的剖视图,对应于图 1 的 A-A 剖面。在此,对与第 1 实施方式相同的构成要素附上相同的符号进行说明。

[0072] 如图 7 所示,第 2 水晶振子 200 具有与第 1 实施方式的第 1 水晶振子 100 大致相同的结构。但是接合第 2 实施方式的盖部 11 和水晶框架 20 的粘接剂 13 覆盖连接电极 14a、14b。以下,将覆盖了连接电极 14a、14b 的粘接剂 13 称为粘接剂 13' 而进行说明。

[0073] 如图 3 的步骤 S112 所示,通过丝网印刷在盖部晶片 11W 的第 1 接合面 M1 上形成粘接剂 13。在图 4 中粘接剂 13 不形成在对应于水晶贯通孔 CH1(水晶侧槽 204)的部位 113 上,但是在第 2 实施方式中在整个第 1 接合面 M1 上形成粘接剂 13。并且,粘接剂 13 形成得比第 1 实施方式厚。

[0074] 如图 3 的步骤 S16 所示,加热粘接剂 13 加压盖部晶片 11W 和水晶晶片 20W 时,熔融的粘接剂 13 由自重下垂而流到水晶侧槽 204 和基板侧槽 124 上。然后,覆盖了连接电极 14a、14b 的粘接剂 13' 被冷却至室温而被硬化。

[0075] 由于粘接剂 13' 覆盖并保护连接电极 14a、14b,还可以防止外部电极 122a、122b 和励振电极 201a、201b 产生断线。另外,由于形成有粘接剂 13' 因此提高了耐冲击性。

[0076] (第3实施方式)

[0077] <第3水晶振子300的整体构成>

[0078] 图8是第3水晶振子300的分解立体图,省略粘接剂13而绘制。在此,对与第1实施方式相同的构成要素附上相同的符号进行说明。

[0079] 如图8所示,第3水晶振子300包括盖部11、具有基板凹部121的矩形的基板部32及夹在盖部11和基板部32之间的矩形的水晶框架30。

[0080] 水晶框架30在其四角上形成向XZ'平面的Z'轴方向延伸的矩形的水晶侧槽304,该水晶侧槽304是在形成水晶贯通孔CH3(参照图9)时形成。这是因为利用蚀刻液对水晶晶体进行蚀刻时,蚀刻速度根据晶体方位具有较大的差异。即,水晶晶体具有在X轴方向不容易被蚀刻的性质,因此在形成水晶侧槽304时,最好沿着与X轴方向垂直的Z'轴方向进行蚀刻。

[0081] 再有,水晶侧槽304在XZ'平面上沿Z'轴方向延伸。因此,形成在外框35上的引出电极302a和水晶侧面电极303a可以在较宽的连接宽度接触可以更可靠地进行电连接。

[0082] 在第3实施方式中,基板部32由水晶形成。另外,在基板部32的四角上形成对应于水晶框架30的水晶侧槽304的在XZ'平面上向Z'轴方向延伸的矩形的侧槽324,该侧槽324是在形成基板贯通孔(未图示)是形成。在此,基板侧槽324向XZ'平面的Z'轴方向延伸,因此外部电极322a、322b和基板侧面电极323a、323b可以在较宽的连接宽度上接触可以更可靠地进行电连接。另外,由于基板侧槽324为四角形状,因此比圆形更能确保镀金宽度可以保障电极的导通。

[0083] 另外,第3水晶振子300形成覆盖基板侧槽324的基板侧面电极323及水晶侧槽304的水晶侧面电极303的连接电极34。在此,连接电极34与基板侧面电极323a和水晶侧面电极303a连接,连接电极34b与基板侧面电极323b和水晶侧面电极303b(引出电极302b)连接。由此,外部电极322a、322b可靠地电连接在励振电极201a、201b上。

[0084] 在此,虽然连接电极34仅覆盖了基板侧面电极323及水晶侧面电极303,但是也可以覆盖外部电极322a、322b的整体或一部分。

[0085] 再有,第3水晶振子300也可以如第2实施方式的说明以接合了盖部11和水晶框架30的粘接剂13覆盖连接电极34。根据这种构成,由于粘接剂13'(参照图2)覆盖保护连接电极34,因此可以提高耐冲击性。

[0086] <第3水晶振子300的制造方法>

[0087] 第3水晶振子300的制造方法与第1实施方式的图3的流程图相同。但是水晶晶片30W及基板晶片(未图示)的贯通孔的形状不同。图9是第3实施方式的水晶晶片30W的俯视图。

[0088] 如图9所示,在各水晶框架30的四角上形成贯通水晶晶片30W的矩形的水晶贯通孔CH3,该水晶贯通孔CH3的矩形的长边位于Z'轴方向上。将水晶贯通孔CH3分成4个就成为1个水晶侧槽304(参照图8)。

[0089] 虽然未对基板晶片进行说明,在基板晶片的各基板部32的四角上也形成与水晶晶片30W对应的贯通基板晶片的矩形的基板贯通孔(未图示)。基板贯通孔分割成4个就成为1个基板侧槽324(参照图8)。

[0090] (第3实施方式的变形例)

[0091] < 第 3 水晶振子 300' 的整体构成 >

[0092] 图 10 是作为第 3 实施方式的变形例的第 3 水晶振子 300' 的分解立体图,省略了粘接剂 13。在此,对与第 3 实施方式相同的构成要素附上相同的符号进行说明。

[0093] 如图 10 所示,第 3 水晶振子 300' 具有盖部 11、基板部 32' 及夹在盖部 11 和基板部 32' 之间的水晶框架 30'。

[0094] 水晶框架 30' 在 X 轴的两边形成沿 XZ' 平面的 Z' 轴方向延伸的矩形的水晶侧槽 304a'、304b',该水晶侧槽 304a'、304b' 是在形成水晶贯通孔 CHa、CHb (参照图 11) 时形成。

[0095] 在此,水晶侧槽 304a'、304b' 配置在通过水晶框架 30' 的中心且向 X 轴方向延伸的中心线的 Z' 轴方向的两侧。另外,水晶侧槽 304a'、304b' 的 Z' 轴方向的长度大致为 0.4mm。

[0096] 在基板部 32' 的 X 轴方向的两侧上形成与水晶框架 30' 的水晶侧槽 304a'、304b' 对应的基板侧槽 324a'、324b',该基板侧槽 324a'、324b' 是在形成基板贯通孔 BHa、BHb (参照图 12) 时形成,并且是在 XZ' 平面上向 Z' 轴方向上延伸的矩形。在此,基板侧槽 324a'、324b' 配置在通过基板部 32' 的中心且向 X 轴方向延伸的中心线的 Z' 轴方向的两侧。

[0097] 第 3 水晶振子 300' 形成覆盖基板侧槽 324a'、324b' 的基板侧面电极 323a'、323b' 和水晶侧槽 304a'、304b' 的水晶侧面电极 303a'、303b' 的连接电极 34a、34b。在此,连接电极 34a 连接基板侧面电极 323a' 和水晶侧面电极 303a',连接电极 34b 连接基板侧面电极 324b' 和水晶侧面电极 303b' (引出电极 302b')。由此,外部电极 322a'、322b' 通过引出电极 302a'、302b' 可靠地电连接在励振电极 201a、201b 上。另外,由于基板侧槽 324a'、324b' 为四角形状,因此比起圆形可以确保镀金宽度可以确保电极的导通。

[0098] 在此,虽然连接电极 34a'、34b' 覆盖基板侧面电极 323a'、323b' 及水晶侧面电极 303a'、303b' 而形成,但是也可以覆盖外部电极 322a'、322b' 的全部或一部分。

[0099] < 第 3 水晶振子 300' 的制造方法 >

[0100] 第 3 水晶振子 300' 的制造方法与第 1 实施方式的图 3 的流程图相同。但是,水晶晶片 30W 及基板晶片 32W 的贯通孔的形状不同。图 11 是第 3 实施方式的变形例的水晶晶片 30W 的俯视图;图 12 是第 3 实施方式的变形例的基板晶片 32W 的俯视图。

[0101] 如图 11 及图 12 所示,水晶贯通孔 CHa 及基板贯通孔 BHa 形成在水晶框架 30' 或基板部 32' 的 +X 轴方向的 +Z' 一侧,水晶贯通孔 CHb 及基板贯通孔 BHb 形成在水晶框架 30' 或基板部 32' 的 -X 轴方向的 -Z' 一侧。另外,彼此相邻的水晶贯通孔 CHa、CHb 及彼此相邻的基板贯通孔 BHa、BHb 在 X 轴方向上分离而形成。

[0102] 根据这种结构,图 3 中的步骤 S17 的划线 SL1 仅通过水晶贯通孔 CHa 及基板贯通孔 BHa,划线 SL2 仅通过水晶贯通孔 CHb 及基板贯通孔 BHb。由此,形成如图 10 所示的第 3 水晶振子 300'。

[0103] (第 4 实施方式)

[0104] < 第 4 水晶振子 400 的整体构成 >

[0105] 参照图 13,对第 4 水晶振子 400 的整体构成进行说明。图 13 是第 4 水晶振子 400 的分解立体图,省略了粘接剂 13。在此,与第 1 实施方式相同的构成要素附上相同的符号进行说明。

[0106] 如图 13 所示,第 4 水晶振子 400 包括盖部 11、具有基板凹部 121 的基板部 42 及夹在盖部 11 和基板部 42 之间的矩形的水晶框架 40。

[0107] 水晶框架 40 由两面形成励振电极 201a、201b 的水晶振动部 41 和包围水晶振动部 41 的外框 45 构成。另外,在水晶振动部 41 和外框 45 之间具有从水晶振动部 41 向 X 轴方向的两侧分别延伸而与连接外框 45 连结的一对连结部 46a、46b。因此,在水晶振动部 41 和外框 45 之间形成两个“L”字型的间隙部 43a、43b。在配置于水晶框架 40 的 X 轴方向沿 Z' 轴方向延伸的两边形成水晶侧槽 404a、404b,该水晶侧槽 404a、404b 是在形成圆角长方形的水晶贯通孔 CH4(参照图 14) 时形成。在水晶侧槽 404 上形成有水晶侧面电极 403。

[0108] 另外,在连结部 46a 及外框 45 的表面 Me 形成从励振电极 201a 引出并连接于水晶侧槽 404a 的水晶侧面电极 403a 的引出电极 402a,在连结部 46b 及外框 45 的背面 Mi 形成从励振电极 201b 引出并连接于后述的基板侧槽 424b 的基板侧面电极 423b 的引出电极 402b(水晶侧面电极)。

[0109] 基板部 42 在实装面的 X 轴方向的两侧上分别形成一对外部电极 422a、422b。对应于水晶框架 40 的水晶侧槽 404a、404b 形成有基板侧槽 424a、424b,该基板侧槽 424a、424b 是在 X 轴方向的两边上形成圆角长方形的基板贯通孔(未图示) 时形成。另外,在基板侧槽 424a 上形成有一端与外部电极 422a 连接另一端与水晶框架 40 的水晶侧槽 404a 连接的基板侧面电极 423a。在基板侧槽 424b 上形成有一端与外部电极 422b 连接另一端与水晶框架 40 的引出电极 402b 连接的基板侧面电极 423b。

[0110] 由此,励振电极 201a、201b 通过引出电极 402a、402b、水晶侧面电极 403a、基板侧面电极 423a、423b 分别连接在形成于第 4 水晶振子 400 的实装面上的外部电极 422a、422b 上。

[0111] 另外,第 4 水晶振子 400 形成有覆盖基板侧槽 424 的基板侧面电极 423 及水晶侧槽 404 的水晶侧面电极 403 的连接电极 44。在此,连接电极 44a 连接基板侧面电极 423a 和水晶侧面电极 403a,连接电极 44b 连接基板侧面电极 423b 和引出电极 402b(水晶侧面电极 403b)。由此,外部电极 422a、422b 可以可靠地与励振电极 201a、201b 进行电连接。

[0112] 再有,第 4 水晶振子 400 也可以如第 2 实施方式的说明使接合了盖部 11 和水晶框架 40 的粘接剂 13 覆盖连接电极 44。根据这种结构,粘接剂 13'(参照图 2) 可以保护连接电极 44。

[0113] < 第 4 水晶振子 400 的制造方法 >

[0114] 第 4 水晶振子 400 的制造方法与第 1 实施方式的图 3 的流程图形同。但是,水晶晶片 40W 及基板晶片(未图示) 的贯通孔的形状不同。图 14 是第 4 实施方式的第水晶晶片 40W 的俯视图。

[0115] 如图 14 所示,在各水晶框架 40 的 X 轴方向的两侧上形成贯通水晶晶片 40W 的圆角长方形的水晶贯通孔 CH4。水晶贯通孔 CH4 分割一半就成为 1 个水晶侧槽 404(参照图 13)。

[0116] 虽然未对基板晶片进行说明,但是基板晶片也对应于图 14 所示的水晶晶片 40W 在各基板部 42 的 X 轴方向的两侧上形成贯通基板晶片的圆角长方形的基板贯通孔(未图示)。基板贯通孔分割成一半就成为 1 个基板侧槽 424(参照图 13)。

[0117] (第 5 实施方式)

[0118] < 第 5 水晶振子 500 的整体构成 >

[0119] 参照图 15,对第 5 水晶振子 500 的整体构成进行说明。图 15 是第 5 水晶振子 500

的分解立体图,省略了粘接剂 13 而绘制。由于图 15 所示的第 5 水晶振子 500 具有音叉型的水晶振动片 60,因此其坐标与第 1~第 4 实施方式的 AT 切割的坐标系不同。即,在图 15 中使用与第 1~第 4 实施方式相同的 X 轴,以振动臂 52 延伸的方向作为 Y 轴方向,以与 X 轴方向及 Y 轴方向垂直的高度方向作为 Z 轴方向。另外,与第 1 实施方式相同的构成要素附上相同的符号进行说明。

[0120] 如图 15 所示,第 5 水晶振子 500 具有盖部 11、基板部 12 及夹在盖部 11 和基板部 12 之间的水晶框架 50。

[0121] 水晶框架 50 具有:形成在其中央区域的音叉型的水晶振动片 60;形成在该水晶振动片 60 的外侧的外框 55;以及连结音叉型的水晶振动片 60 和外框 55 的一对支撑臂 54。规定音叉型的水晶振动片 60 的外形的间隙部 53 通过湿刻而形成。音叉型的水晶振动片 60 与外框 55 及一对支撑臂 54 相同的厚度形成。

[0122] 另外,音叉型的水晶振动片 60 具有:形成在 -Y 侧并且从 Z 轴方向观察大致呈矩形形状的基部 51;以及从基部 51 的一边沿着 +Y 轴方向延伸的一对振动臂 52。一对振动臂 52 的剖面大致为矩形形状,在表面、背面及两侧面形成励振电极 501a、501b。但是,在图 15 中仅绘制了音叉型的水晶振动片 60 的表面及一个侧面。在一对振动臂 52 的表面及背面还可以形成向 Y 轴方向延伸的槽部 57。若形成该槽部 57,则会使产生于振动臂 52 上的电场变大,抑制 CI(晶体阻抗)值的上升。再有,也可以在振动臂 52 的 +Y 侧的前端分别形成锤部 56。锤部 56 是用于使音叉型的水晶振动片 60 的一对振动臂 52 容易振动的锤,并且为了频率调整而设置。音叉型的水晶振动片 60 是例如在 32.768kHz 振动的振动片,是极小型的振动片。

[0123] 另外,从一对支撑臂 54 经过外框 55 在水晶框架 50 的表面 Me 及背面 Mi 形成有引出电极 502a、502b。引出电极 502a 从 +X 侧引出至外框 55 上,引出电极 502b 从 -X 侧引出至外框 55 上。再有,引出电极 502a、502b 分别与形成在一对振动臂 52 上的励振电极 501a、501b 电连接。

[0124] 再有,在第 5 实施方式中,由于引出电极 502a、502b 形成在水晶框架 50 的两面,因此在水晶侧槽 204a、204b 上分别形成有水晶侧面电极 503a、503b。其他构成与第 1 实施方式相同,所以省略其说明。

[0125] <第 5 水晶振子 500 的制造方法>

[0126] 第 5 水晶振子 500 的制造方法与第 1 实施方式的图 3 的流程图相同。但是,在制造水晶框架的步骤 S12 中形成音叉型的水晶振动片。

[0127] 在产业利用上,以上虽然对本发明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进行各种变更、变形而实施。例如,本发明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,除了水晶之外,还可以使用钽酸锂、铌酸锂等的压电材料。另外,在本发明中盖部晶片、水晶晶片和基板晶片是通过低熔点玻璃、聚亚胺树脂等的非导电性粘接剂进行接合,但是也可以通过阳极接合或共晶金属等进行接合。

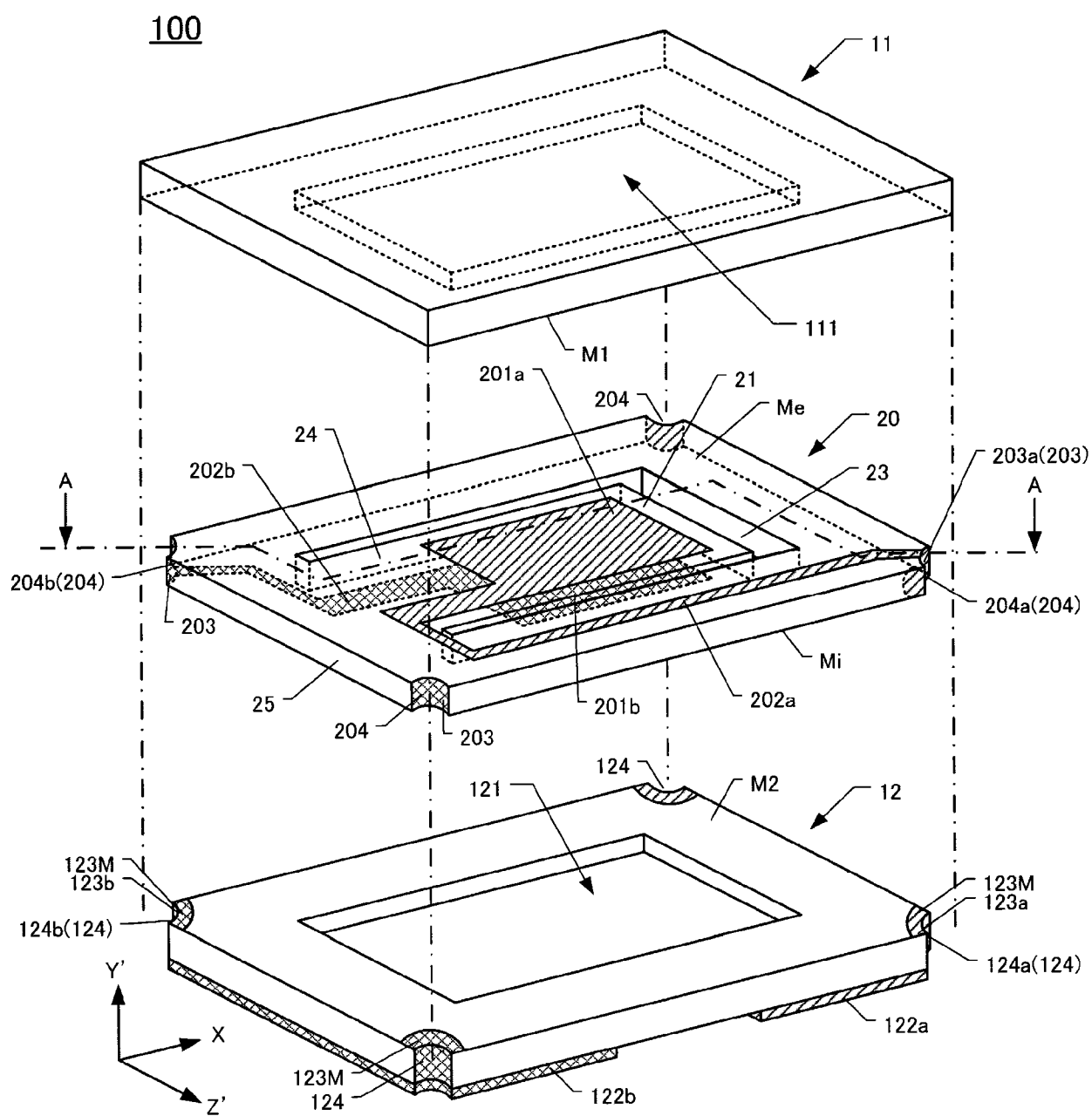


图 1

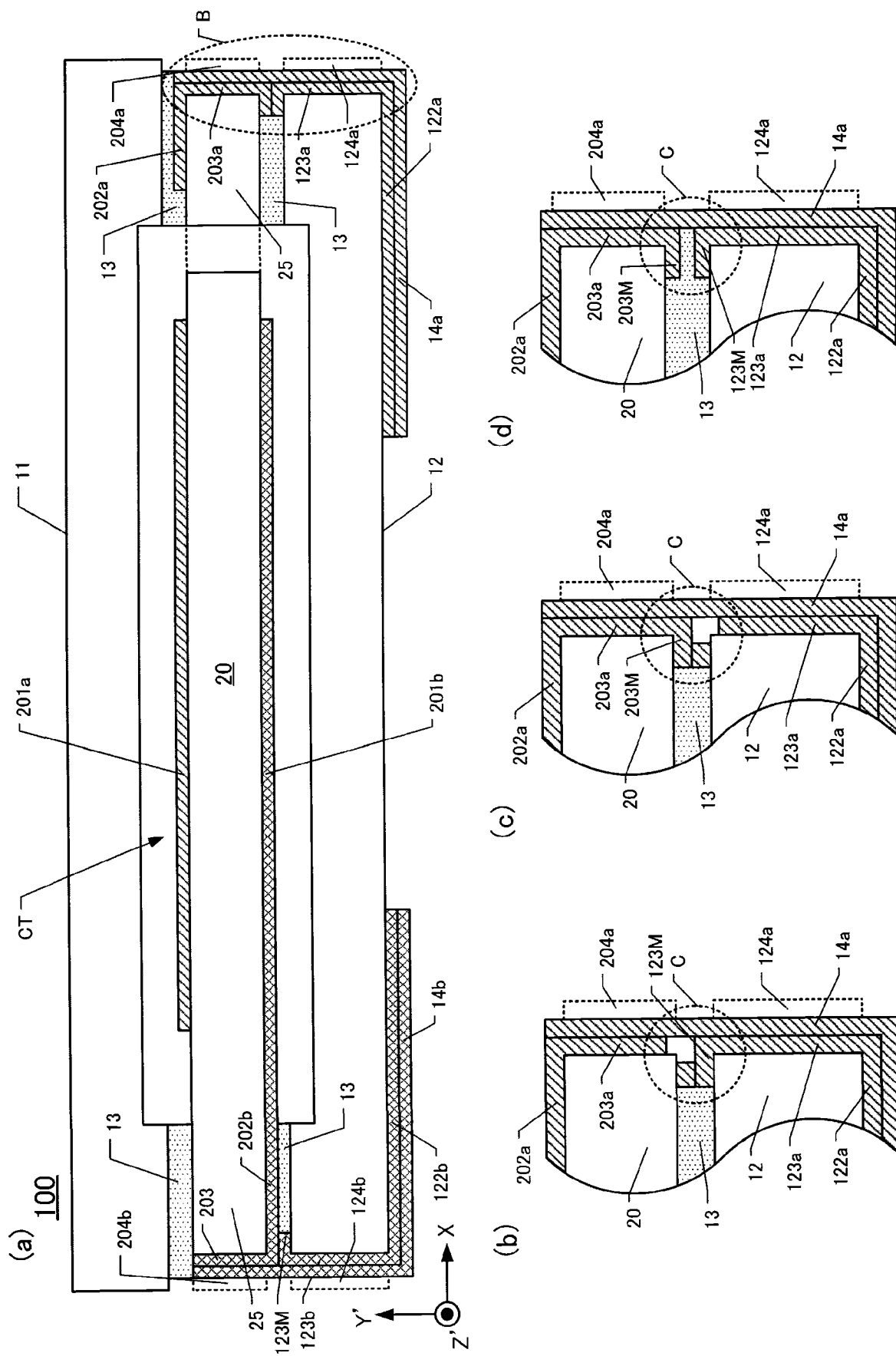


图 2

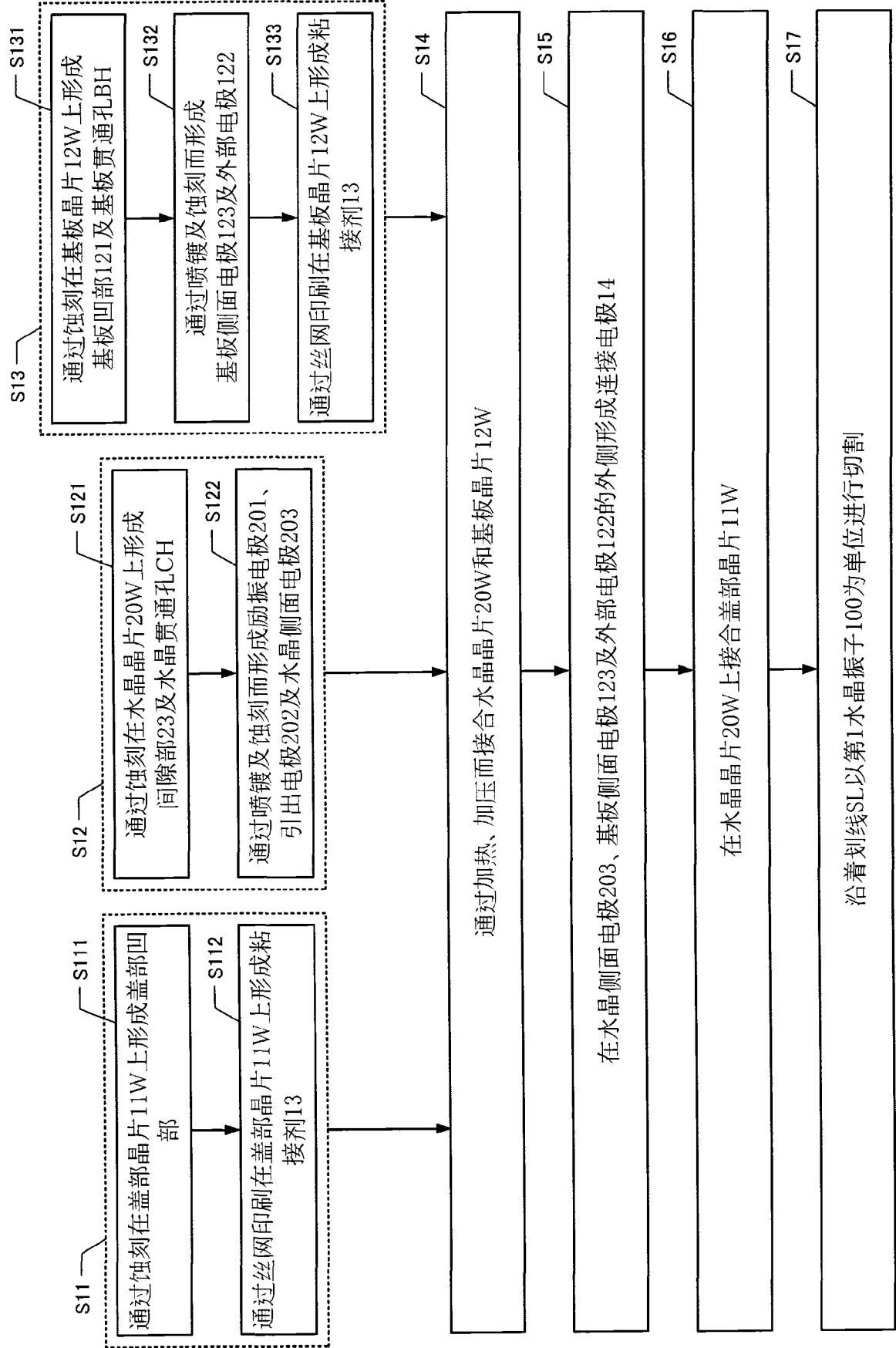


图 3

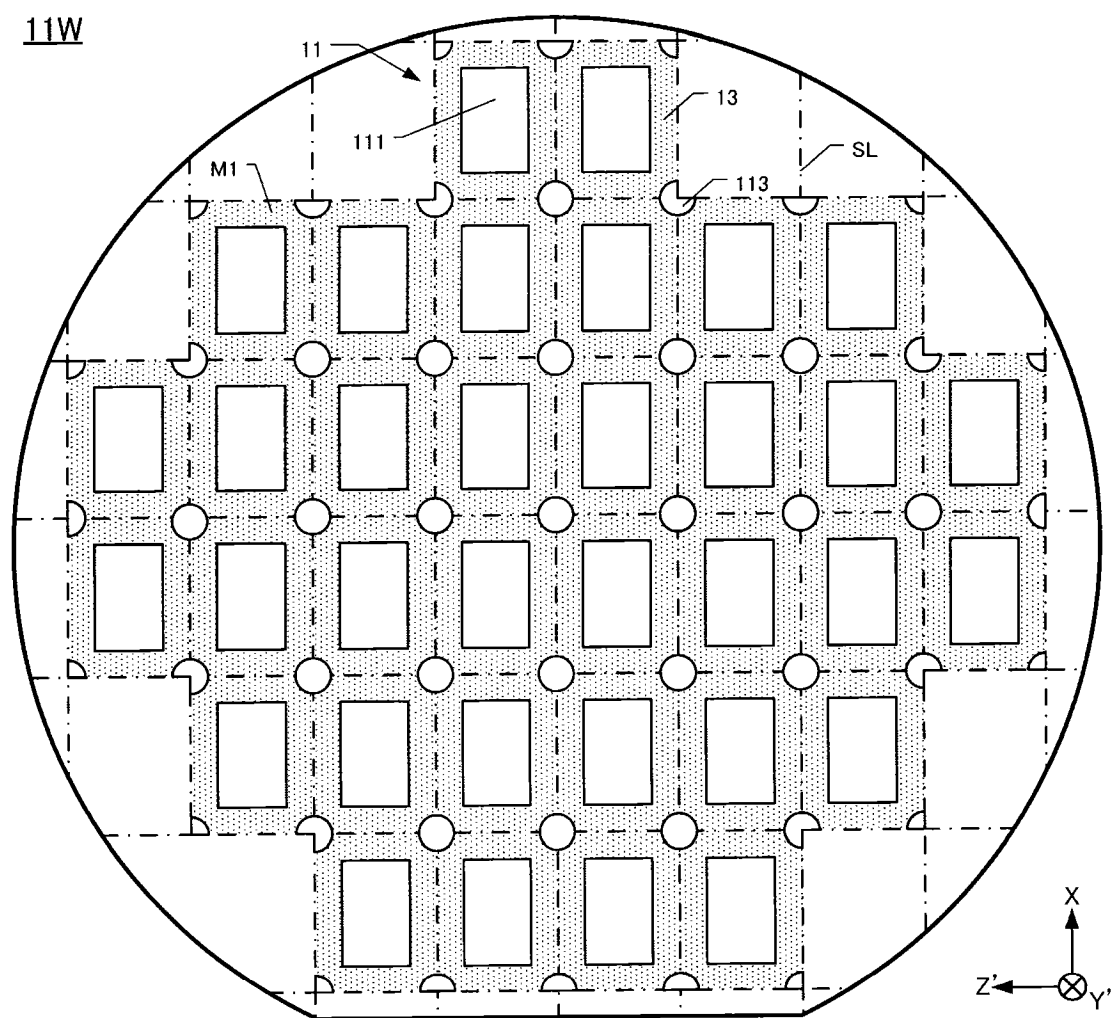


图 4

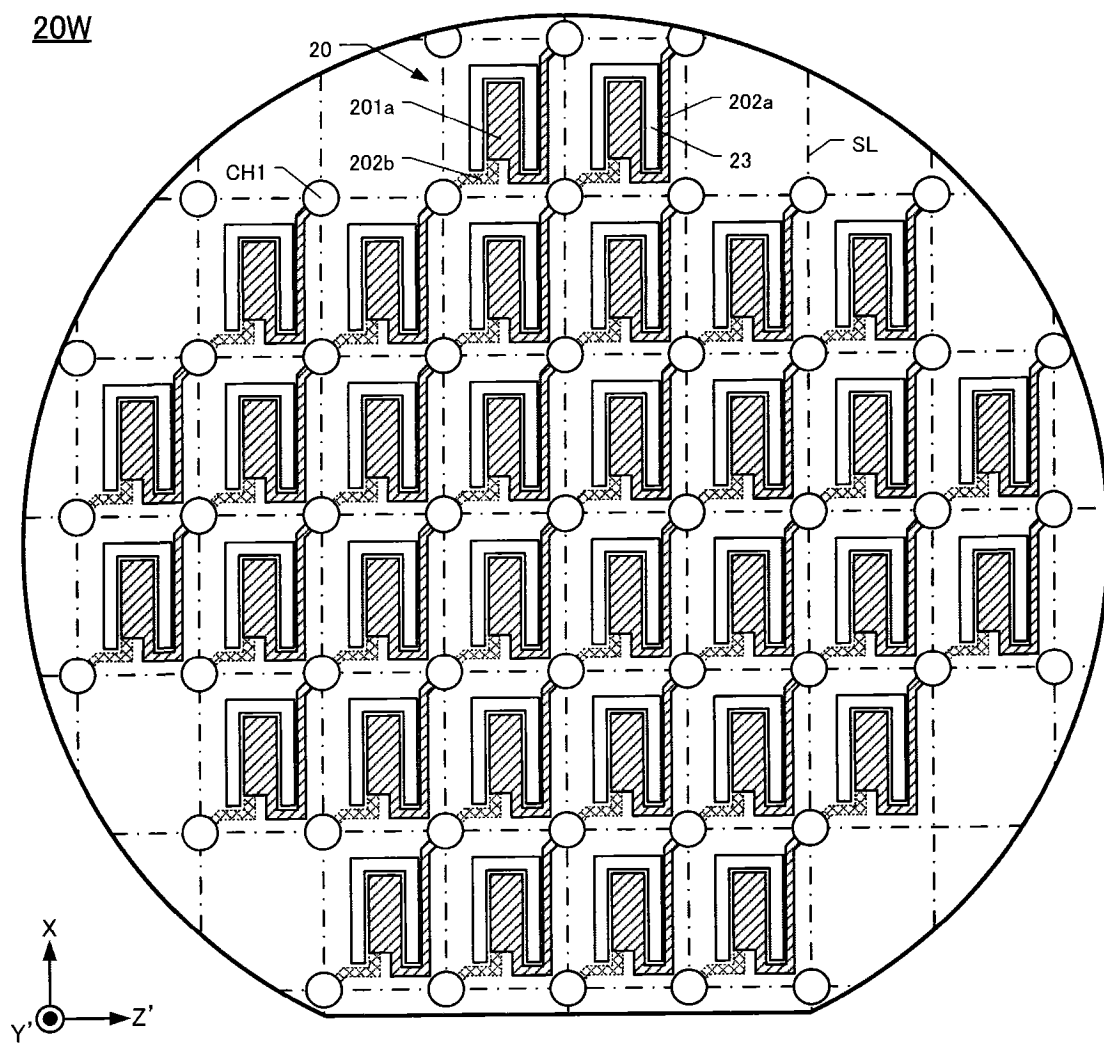


图 5

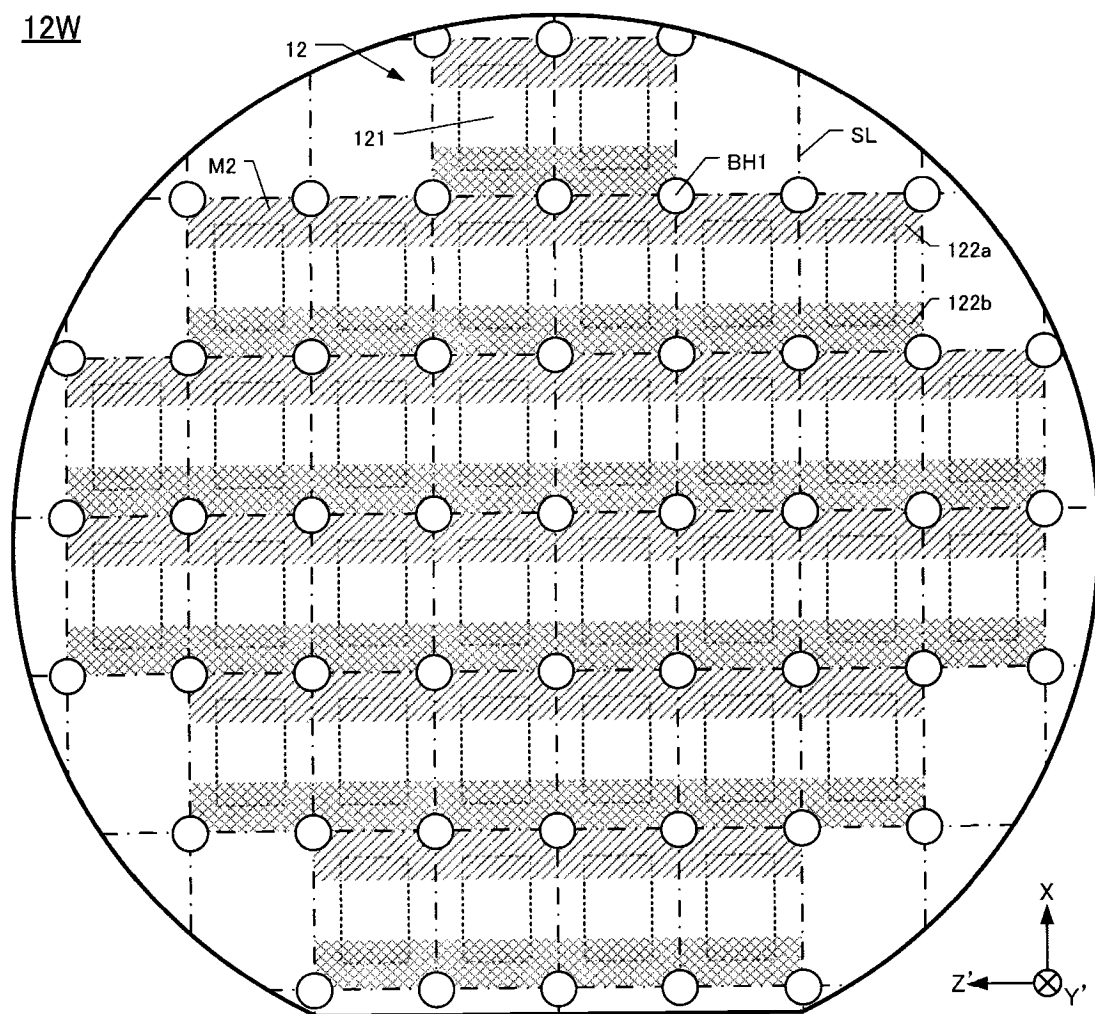


图 6

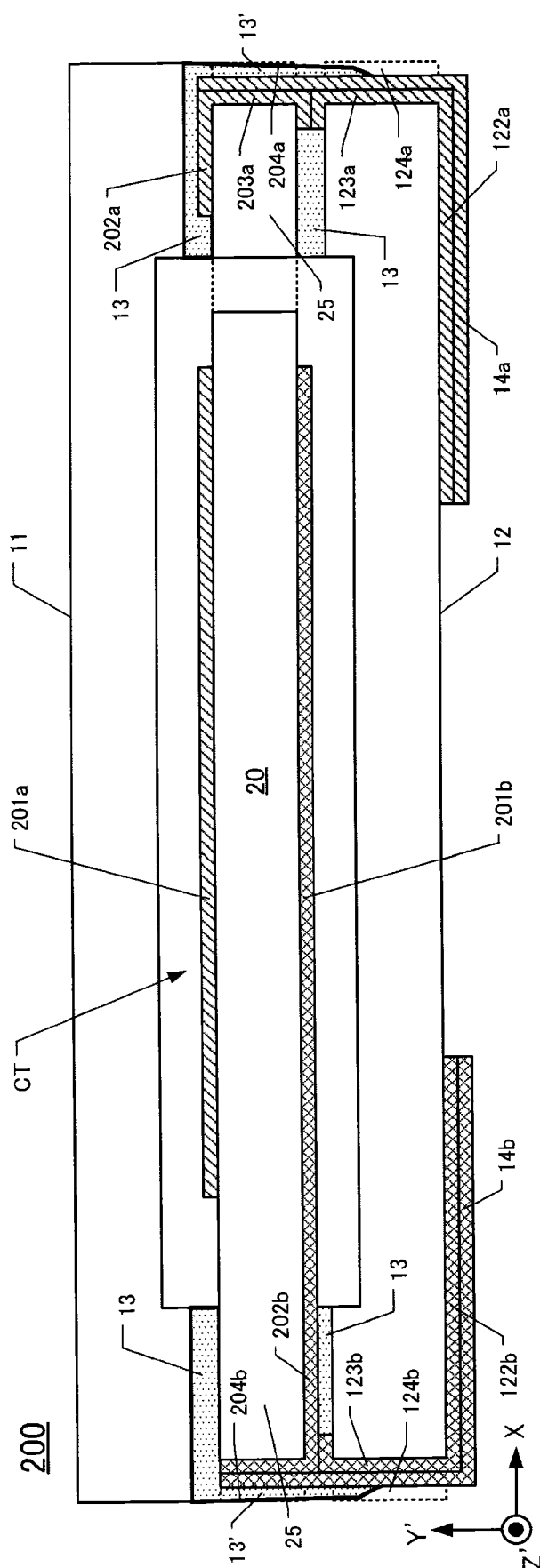


图 7

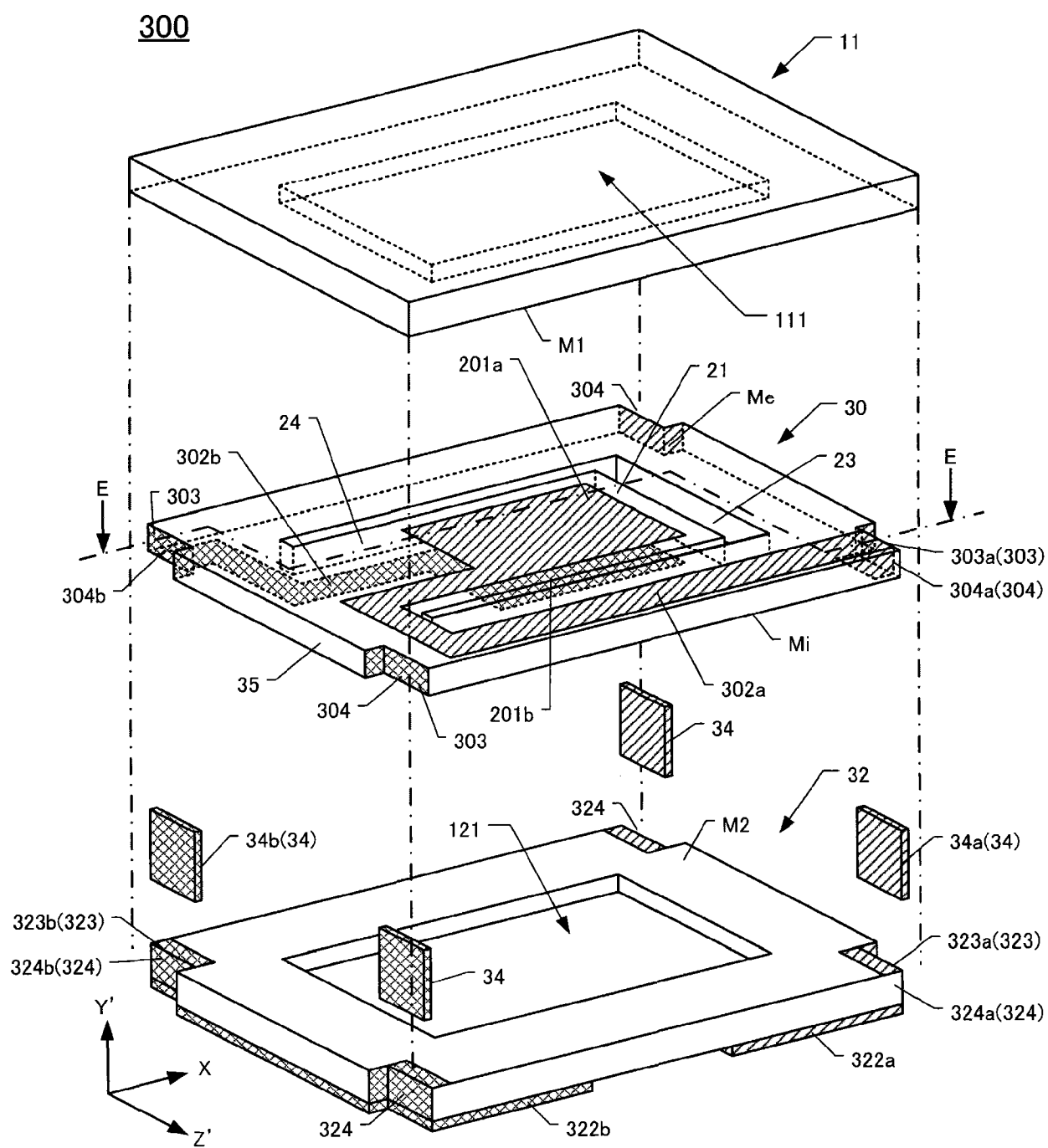


图 8

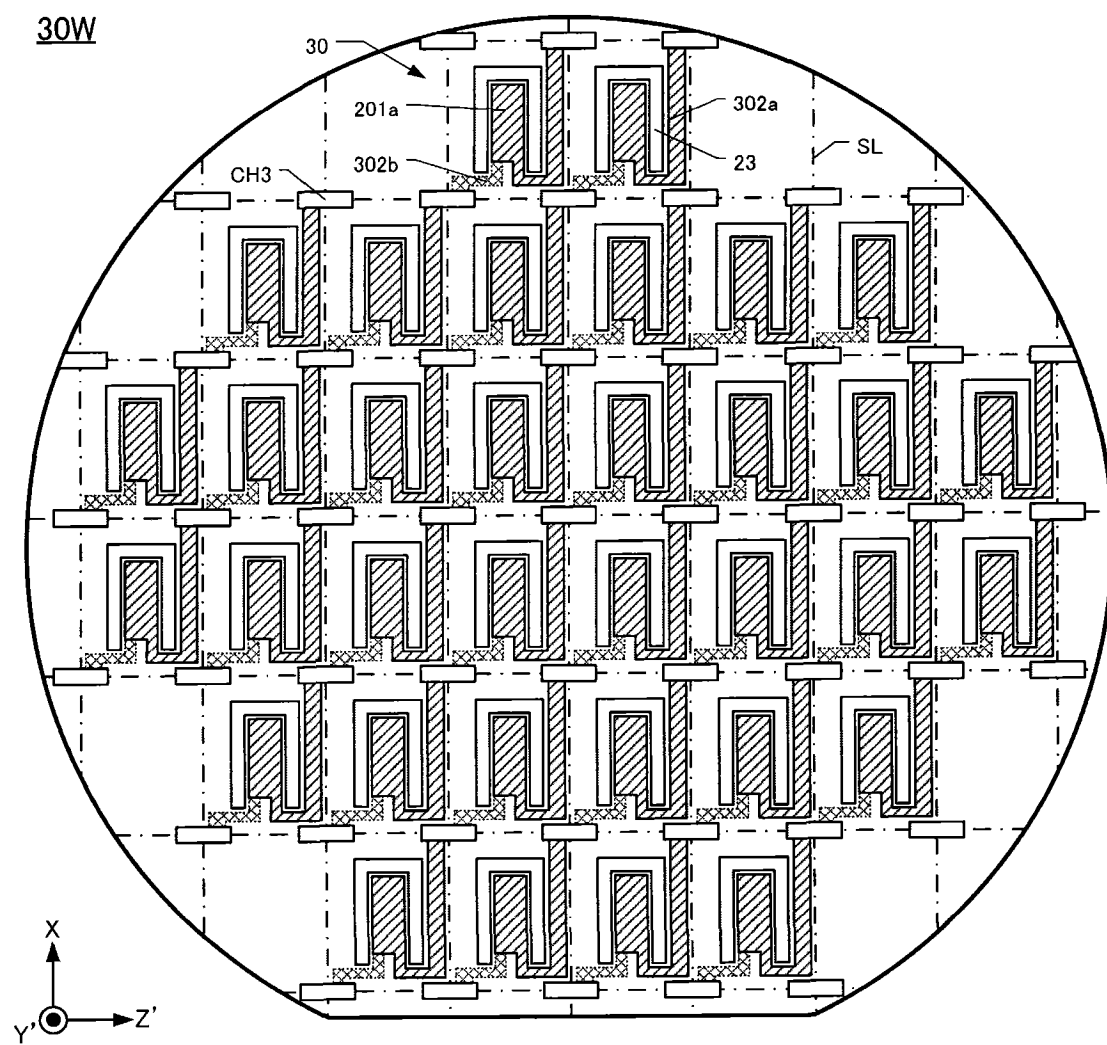


图 9

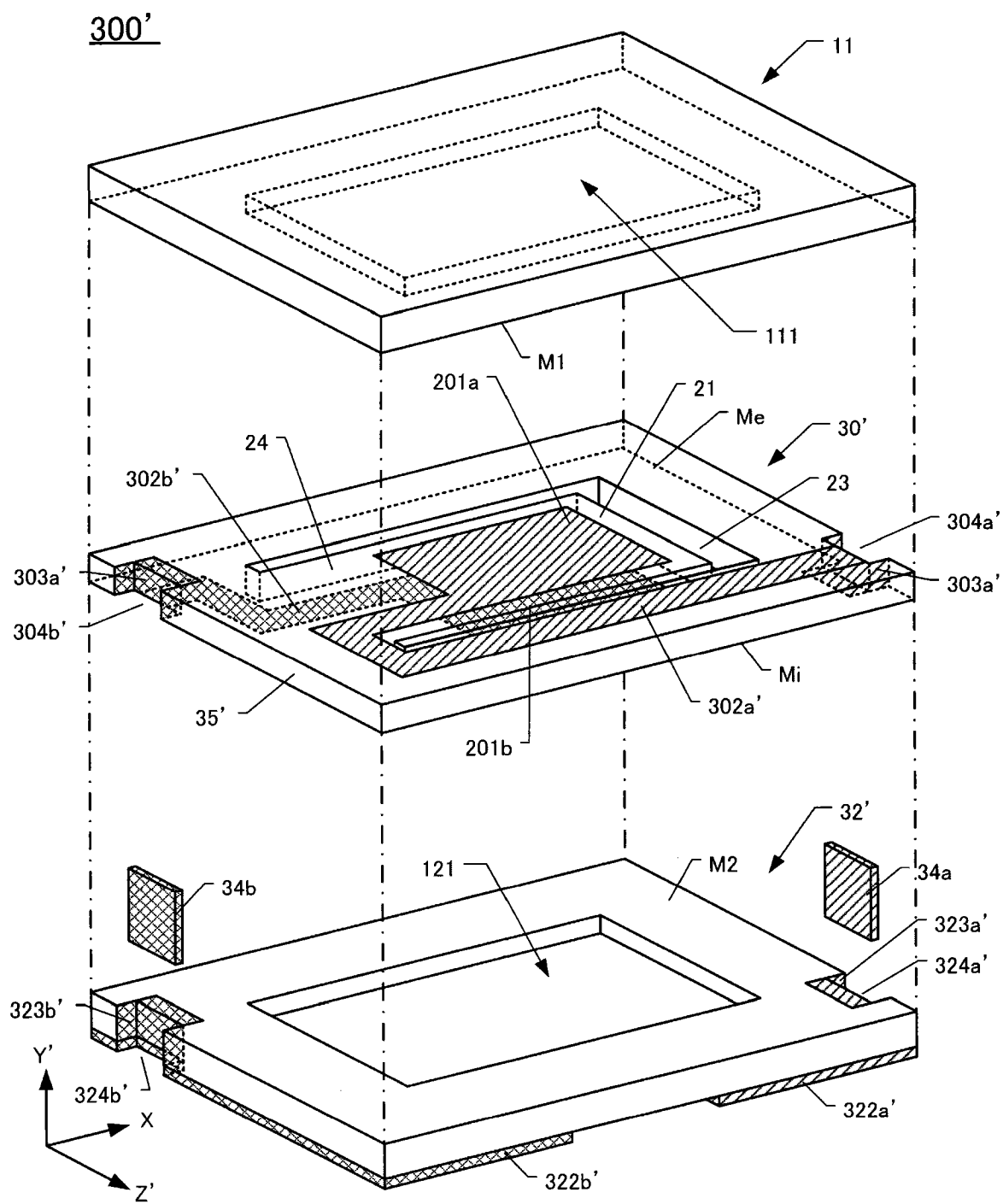


图 10

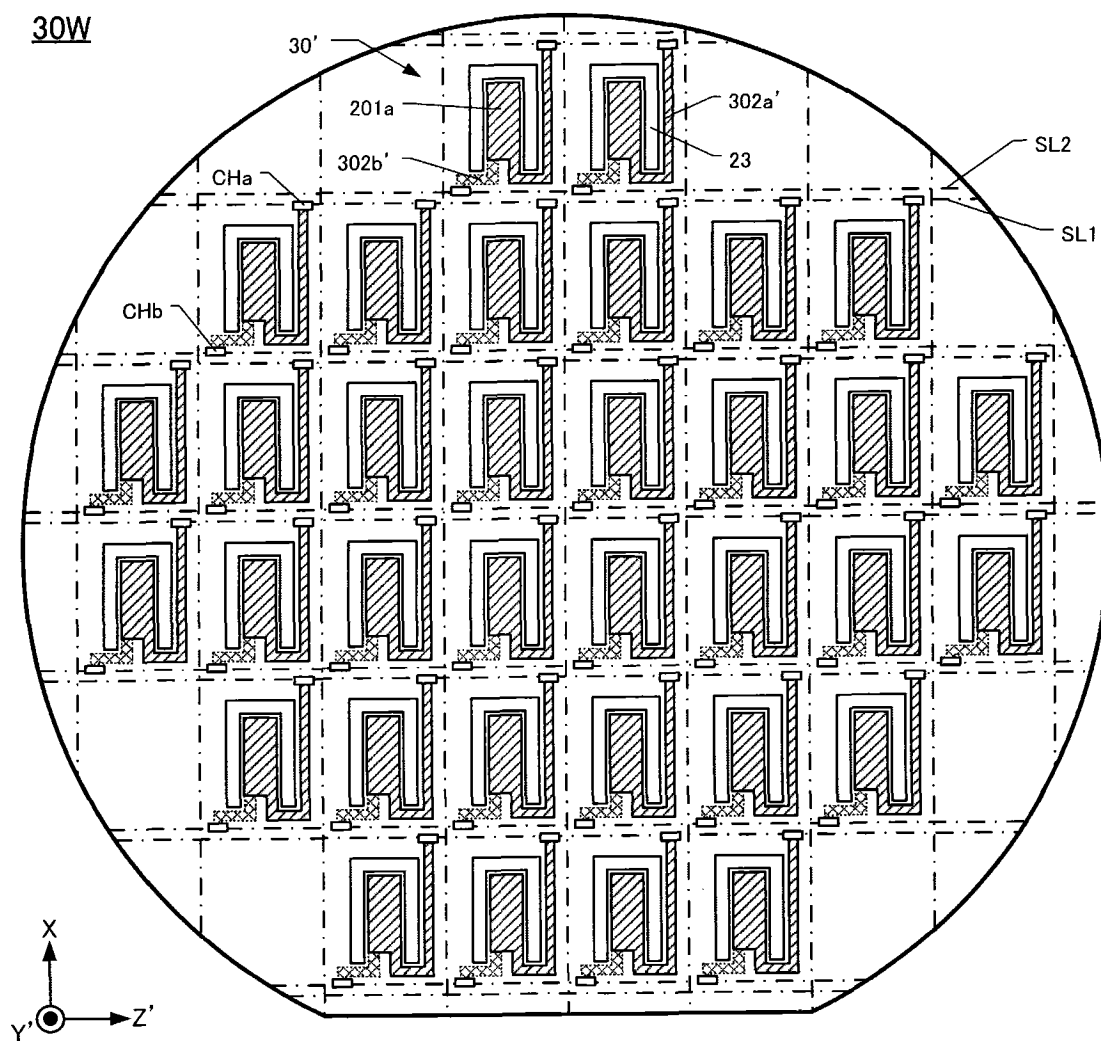


图 11

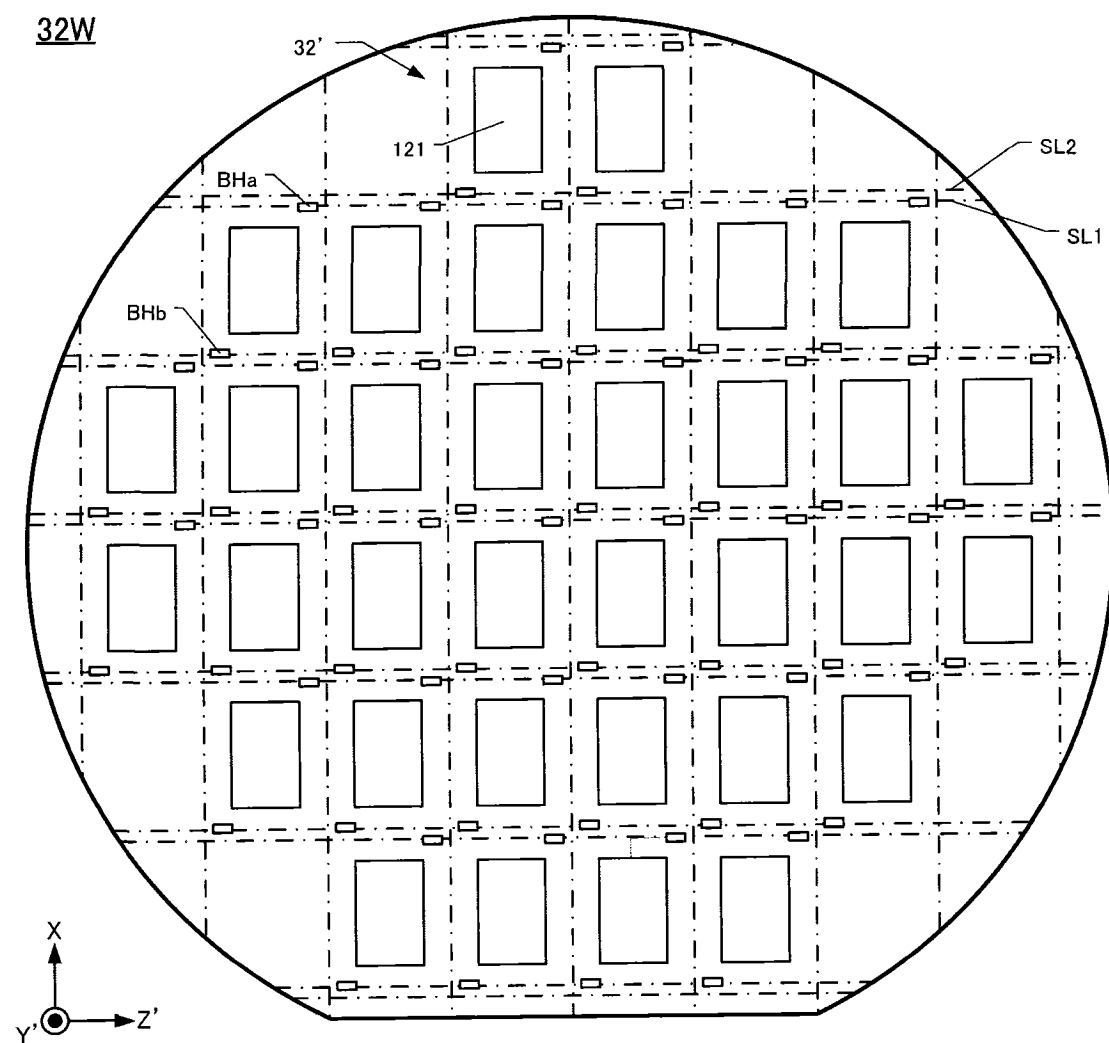


图 12

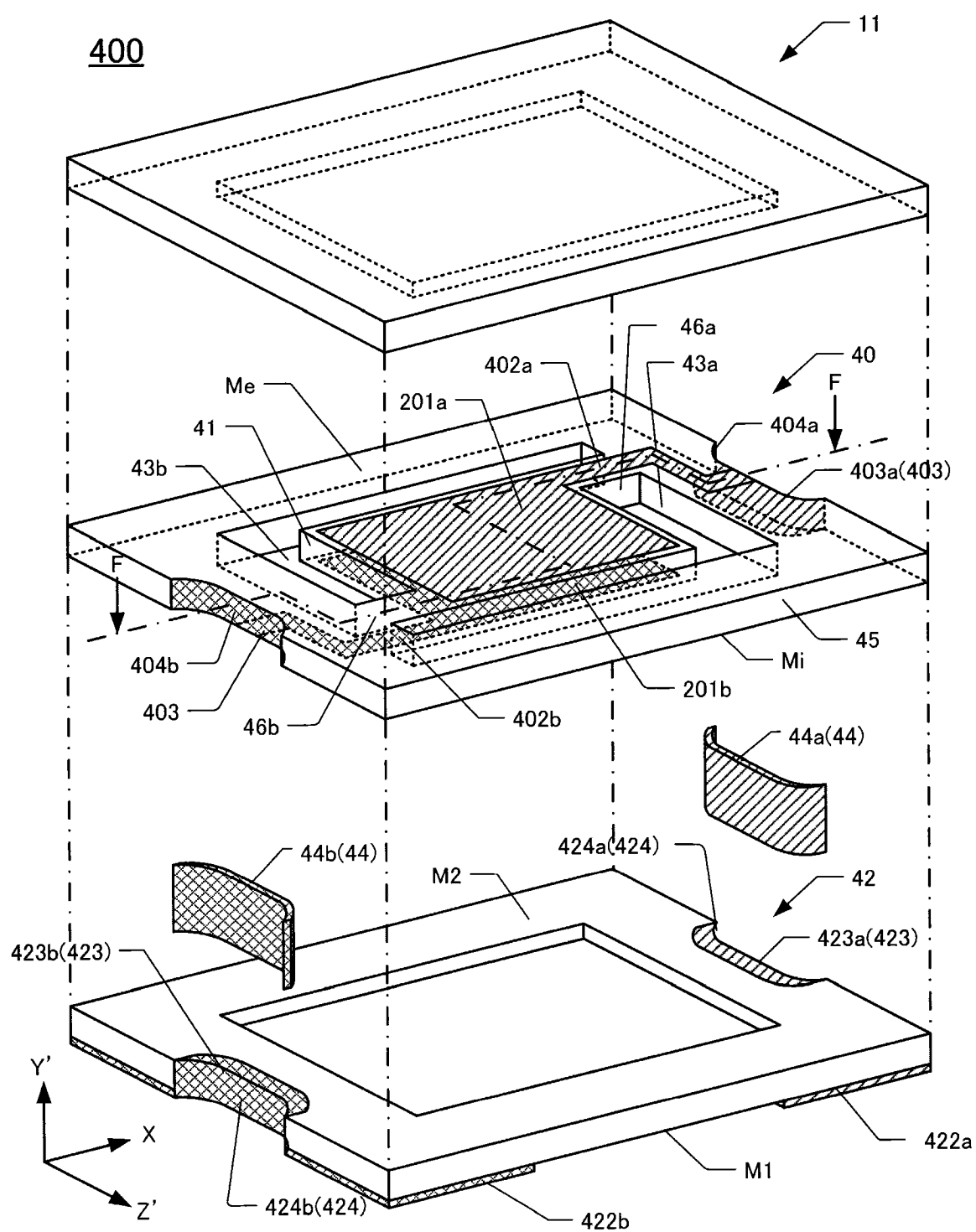


图 13

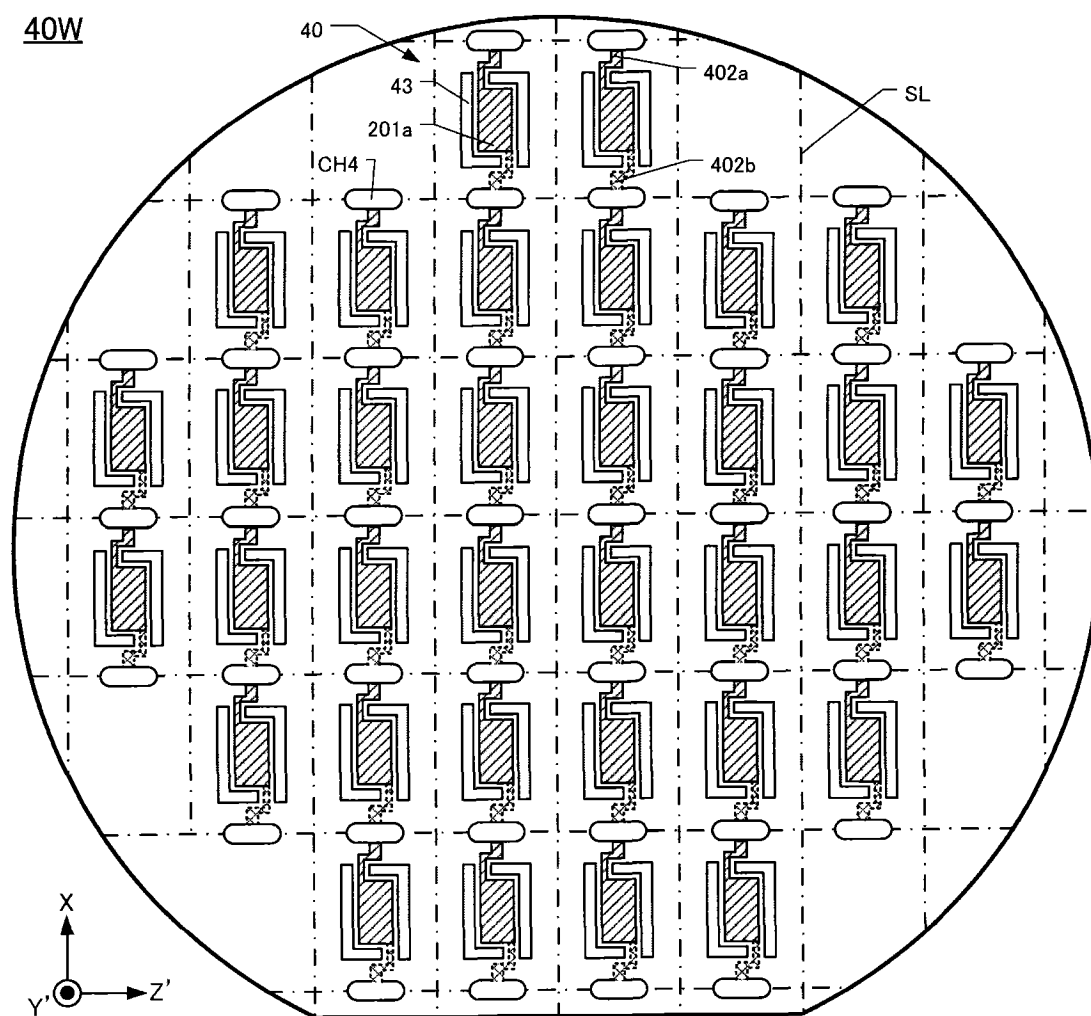


图 14

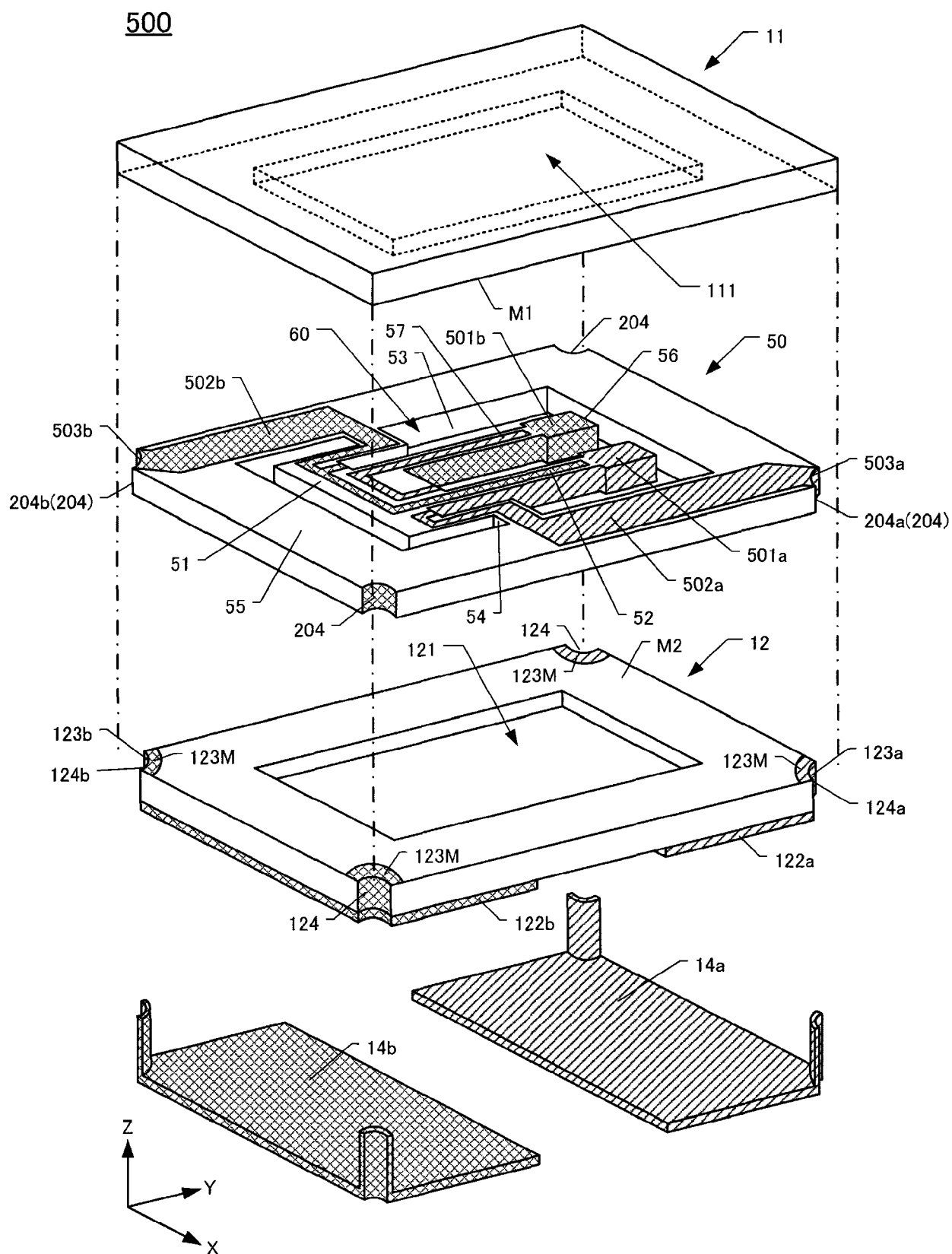


图 15