



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102457249 B

(45) 授权公告日 2015. 12. 02

(21) 申请号 201110280541. 0

(22) 申请日 2011. 09. 20

(30) 优先权数据

2010-232454 2010. 10. 15 JP

2010-280069 2010. 12. 16 JP

2011-086933 2011. 04. 11 JP

(73) 专利权人 日本电波工业株式会社

地址 日本东京都涩谷区

(72) 发明人 水沢周一 高桥岳宽

(74) 专利代理机构 北京同立钧成知识产权代理

有限公司 11205

代理人 臧建明 王申

(51) Int. Cl.

H03H 9/19(2006. 01)

H03H 3/02(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 1533031 A, 2004. 09. 29,

CN 101729038 A, 2010. 06. 09,

CN 101383599 A, 2009. 03. 11,

CN 1301084 A, 2001. 06. 27,

审查员 王洋

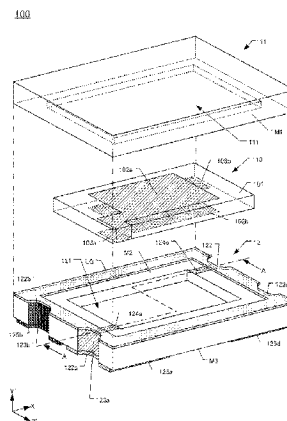
权利要求书4页 说明书15页 附图25页

(54) 发明名称

压电装置及压电装置的制造方法

(57) 摘要

本发明提供不受相邻的压电装置的影响,能够对形成于晶片上的多个压电装置的频率进行测定并调整的压电装置及压电装置的制造方法。压电装置(100)具备:具有形成在两主面的一对励振电极及从一对励振电极引出的一对引出电极的压电振动片(10);以及具有形成在压电振动片一侧的第1面并与一对引出电极连接的一对连接电极及形成在第1面的相反侧的第2面的两对实装端子,并且从上第1面观察具有四个边的四边形的底部(12)。在底部的相互对向的两边上形成向底部的中心侧洼进的两对侧槽(122a~122d)及在两对侧槽上连结第1面和第2面的两对侧面电极。另外,两对侧面电极中的一对分别与一对连接电极及两对实装端子中的一对连接。



1. 一种放置于印制电路基板的压电装置,其特征在于,具备:

具有形成在两主面的一对励振电极以及从所述一对励振电极引出的一对引出电极的压电振动片;以及

具有形成在放置有所述压电振动片的第1面并与所述一对引出电极连接的一对连接电极以及形成在所述第1面的相反侧的第2面的将所述压电装置与外部电路电连接的两个外部电极以及用于将所述压电装置接地或接合至所述印制电路基板的两个接地电极,并且从上所述第1面观察具有包括长边和短边的四边形的底部,

在所述底部的各所述长边或各所述短边的每个边上形成向所述底部的中心侧洼进的两个侧槽,

每个所述边上的所述两个侧槽中的一个侧槽上形成有连接在所述外部电极和所述连接电极之间的第一侧面电极,每个所述边上的所述两个侧槽中的另一个侧槽上形成有连接至所述接地电极的第二侧面电极,

其中所述侧槽未形成在所述底部的所述长边或所述短边的边缘,并且

各所述第一侧面电极在所述底部的所述长边和所述短边延伸的方向与所述第二侧面电极相对齐,并且一个边上的所述第一侧面电极在所述底部的所述长边和所述短边延伸的所述方向不与另一个边上的所述第一侧面电极相对齐。

2. 根据权利要求1所述的压电装置,其特征在于,

所述外部电极被形成为不与未形成有所述侧槽的所述长边或所述短边相接触。

3. 根据权利要求1所述的压电装置,其特征在于,

所述底部具有从所述第1面凹进的凹部,

所述压电振动片以所述一对引出电极与所述一对连接电极连接的方式利用导电性粘接剂配置在所述底部上。

4. 根据权利要求3所述的压电装置,其特征在于,

具备接合在所述底部的所述第1面上的所述四边形的盖部,

所述盖部与所述底部由封装材料进行接合。

5. 根据权利要求1所述的压电装置,其特征在于,

所述压电振动片具有形成所述一对励振电极的振动部以及形成所述引出电极且包围所述振动部的所述四边形的框体,

所述压电振动片以所述一对引出电极与所述一对连接电极连接的方式进行配置。

6. 根据权利要求5所述的压电装置,其特征在于,

具备接合在所述框体的一侧的主面上的盖部,

所述盖部与所述框体的一侧的主面由封装材料进行接合,所述框体的另一侧的主面与所述底部由封装材料进行接合。

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,

连结所述第1面与所述第2面的所述侧槽的侧面的剖面具有从所述第1面至所述第2面的中央部向外侧突出的突出部。

8. 一种放置于印制电路基板的压电装置,其特征在于,具备:

具有形成在两主面的一对励振电极以及从所述一对励振电极引出的一对引出电极的压电振动片;以及

具有形成在放置有所述压电振动片的第 1 面并与所述一对引出电极连接的一对连接电极以及形成在所述第 1 面的相反侧的第 2 面的将所述压电装置与外部电路电连接的两个外部电极以及用于将所述压电装置接地或接合至所述印制电路基板的两个接地电极,并且从上所述第 1 面观察具有包括长边和短边的四边形的底部,

在所述底部的各所述长边或各所述短边的每个边上上形成向所述底部的中心侧洼进的两个侧槽,

其中所述侧槽未形成在所述底部的所述长边或所述短边的边缘,并且

连接在所述外部电极和所述连接电极之间的第一侧面电极形成在所述底部的一边的各所述两个侧槽上,连接至所述接地电极的第二侧面电极形成在所述底部的另一边的各所述两个侧槽上并且与相对边上的所述第一侧面电极面对面形成。

9. 根据权利要求 8 所述的压电装置,其特征在于,

所述外部电极被形成成为不与未形成有所述侧槽的所述长边或所述短边相接触。

10. 根据权利要求 8 所述的压电装置,其特征在于,

所述底部具有从所述第 1 面凹进的凹部,

所述压电振动片以所述一对引出电极与所述一对连接电极连接的方式利用导电性粘接剂配置在所述底部上。

11. 根据权利要求 10 所述的压电装置,其特征在于,

具备接合在所述底部的所述第 1 面上的所述四边形的盖部,

所述盖部与所述底部由封装材料进行接合。

12. 根据权利要求 8 或所述的压电装置,其特征在于,

所述压电振动片具有形成所述一对励振电极的振动部以及形成所述引出电极且包围所述振动部的所述四边形的框体,

所述压电振动片以所述一对引出电极与所述一对连接电极连接的方式进行配置。

13. 根据权利要求 12 所述的压电装置,其特征在于,

具备接合在所述框体的一侧的主面上的盖部,

所述盖部与所述框体的一侧的主面由封装材料进行接合,所述框体的另一侧的主面与所述底部由封装材料进行接合。

14. 根据权利要求 8 至 13 的任意一项所述的压电装置,其特征在于,

连结所述第 1 面与所述第 2 面的所述侧槽的侧面的剖面具有从所述第 1 面至所述第 2 面的中央部向外侧突出的突出部。

15. 一种压电装置的制造方法,该压电装置具有将所述压电装置与外部电路电连接的两个外部电极以及用于将所述压电装置接地或接合至印制电路基板的两个接地电极,其特征在于,具备:

准备压电振动片的压电振动片的准备工序,该压电振动片具有形成在两主面的一对励振电极以及从所述一对励振电极引出的一对引出电极;

准备底部晶片的底部晶片的准备工序,该底部晶片包含具有第 1 面及所述第 1 面的相反侧的第 2 面的四边形的第 1 底部及第 2 底部,并且从所述第 1 面观察时所述第 1 底部及所述第 2 底部具有包括长边和短边的四边形,所述第 1 底部及所述第 2 底部在所述长边或所述短边彼此相邻,且在相邻的所述第 1 底部与所述第 2 底部的共有的一边上形成有从所

述第 1 面贯通至所述第 2 面的一对贯通孔,并且所述一对贯通孔未形成在所述长边或所述短边的边缘;

电极形成工序,在所述底部晶片的所述一对贯通孔的侧面形成一对侧面电极,并在所述底部晶片的所述第 1 底部和所述第 2 底部的各第 2 面上形成所述两个外部电极和所述两个接地电极,所述侧面电极中的一个连接所述外部电极中的一个和所述接地电极的一个,其中,对于所述侧面电极中的一个,所述外部电极中的一个形成在所述第 1 底部或所述第 2 底部中的一个上,所述接地电极中的一个形成在所述第 1 底部或所述第 2 底部中的另一个上;

放置工序,以所述压电振动片的所述一对引出电极与所述第 1 底部的所述外部电极所述第 2 底部的所述外部电极连接的方式,将所述压电振动片配置在所述第 1 底部及所述第 2 底部的所述第 1 面上;以及

第 1 测定工序,通过外部电极测定放置在所述第 1 底部上的所述压电振动片的频率及放置在所述第 2 底部上的所述压电振动片的频率。

16. 根据权利要求 15 所述的压电装置的制造方法,其特征在于,还具备:

在所述第 1 测定工序后调整所述压电振动片的频率的第 1 调整工序;

准备盖部晶片的盖部晶片准备工序;以及

由所述盖部晶片进行封装后以通过所述一对贯通孔的方式切断所述底部晶片的切断工序。

17. 根据权利要求 15 所述的压电装置的制造方法,其特征在于,

在所述底部晶片的准备工序中,形成所述贯通孔时从所述第 1 面及所述第 2 面进行蚀刻或喷砂,

在所述电极形成工序中,将所述侧面电极形成在所述贯通孔时,从所述第 1 面及所述第 2 面进行喷镀。

18. 一种压电装置的制造方法,该压电装置具有将所述压电装置与外部电路电连接的两个外部电极以及用于将所述压电装置接地或接合至印制电路基板的两个接地电极,其特征在于,具备:

准备压电晶片的压电晶片的准备工序,该压电晶片使第 1 压电振动片与第 2 压电振动片分别相邻地形成,该第 1 压电振动片及第 2 压电振动片包含具有形成在两主面的一对励振电极的振动片以及具有从所述一对励振电极引出的一对引出电极并包围所述振动片的框体;

准备底部晶片的底部晶片的准备工序,该底部晶片包含具有第 1 面及所述第 1 面的相反侧的第 2 面的具有长边和短边的四边形的第 1 底部及第 2 底部且在相邻的所述第 1 底部与所述第 2 底部的共有的一边上形成有从所述第 1 面贯通至所述第 2 面的一对贯通孔,并且所述一对贯通孔未形成在所述长边或所述短边的边缘;

电极形成工序,在所述底部晶片的所述一对贯通孔的侧面形成一对侧面电极,并在所述底部晶片的所述第 1 底部和所述第 2 底部的各第 2 面上形成所述两个外部电极和所述两个接地电极,所述侧面电极中的一个连接所述外部电极中的一个和所述接地电极的一个,其中,对于所述侧面电极中的一个,所述外部电极中的一个形成在所述第 1 底部或所述第 2 底部中的一个上,所述接地电极中的一个形成在所述第 1 底部或所述第 2 底部中的另一个

上；

放置工序,以所述第 1 压电振动片及第 2 压电振动片分别对应所述第 1 底部及所述第 2 底部的方式,将所述压电晶片配置在所述底部晶片上;以及

第 1 测定工序,通过所述外部电极测定所述第 1 压电振动片的频率及所述第 2 压电振动片的频率。

19. 根据权利要求 18 所述的压电装置的制造方法,其特征在于,还具备:

在所述第 1 测定工序后调整所述压电振动片的频率的第 1 调整工序;

准备盖部晶片的盖部晶片准备工序;以及

由所述盖部晶片进行封装后以通过所述一对贯通孔的方式切断所述底部晶片的切断工序。

20. 根据权利要求 18 所述的压电装置的制造方法,其特征在于,

在所述底部晶片的准备工序中,形成所述贯通孔时从所述第 1 面及所述第 2 面进行蚀刻或喷砂,

在所述电极形成工序中,将所述侧面电极形成在所述贯通孔时,从所述第 1 面及所述第 2 面进行喷镀。

21. 根据权利要求 18 所述的压电装置的制造方法,其特征在于,还具备:

在所述压电晶片的准备工序后且所述放置工序前,通过所述一对引出电极测定所述压电晶片的所述第 1 压电振动片及所述第 2 压电振动片的频率的第 2 测定工序;以及

在所述第 2 测定工序后调整所述第 1 压电振动片及所述第 2 压电振动片的频率的第 2 调整工序。

## 压电装置及压电装置的制造方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及能够以晶片状态制造多个盖部及底部的压电装置及压电装置的制造方法。

### 背景技术

[0002] 表面实装用的压电装置最好能够一次性地大量进行制造。专利文献 1(日本特开 2006-148758 号公报)所示的压电装置,将形成有多个水晶振动片的水晶晶片夹持在与水晶晶片相同形状的盖部晶片与底部晶片之间进行制造。另外,在专利文献 1 的压电装置的制造方法中,通过在盖部晶片及底部晶片上形成开口部,在压电装置的四角上形成电连接水晶振动片的励振电极与外部电极的侧部配线。将以晶片为单位进行制造的压电装置分离成单体而完成制造。

[0003] 但是,专利文献 1 的压电装置的制造方法,由于在盖部晶片及底部晶片的开口部上同时形成侧部配线,因此晶片上的相邻的压电装置通过形成在开口部上的侧部配线而相互连接。因此,若对于以晶片为单位进行制造的多个压电振动片中的一个压电振动片,抵接频率测定用的探针,则会受到相邻的压电振动片的影响。即,在公开于专利文献 1 中的压电装置或其制造方法中,不能分别对以晶片为单位进行制造的多个压电振动片的一个一个的压电振动片的频率进行测定并调整。因此,只能在将一个压电振动片从晶片中分离成单体后测定频率。

[0004] 在以晶片为单位制造压电装置时,希望以晶片为单位测定压电振动片的频率,以晶片为单位调整压电振动片的频率后,将压电装置分离为单体而实现其量产性。

### 发明内容

[0005] 因此,本发明的目的在于提供一种不受相邻的压电装置的影响,能够对形成于晶片上的多个压电装置的频率进行测定并调整的压电装置及压电装置的制造方法。

[0006] 第 1 观点的压电装置,具备:具有形成在两主面的一对励振电极以及从一对励振电极引出的一对引出电极的压电振动片;以及具有形成在压电振动片一侧的第 1 面并与一对引出电极连接的一对连接电极以及形成在第 1 面的相反侧的第 2 面的两对实装端子,并且从上第 1 面观察具有四个边的四边形的底部。在底部的相互对向的两边上形成向底部的中心侧洼进的两对侧槽以及在两对侧槽上连结第 1 面和第 2 面的两对侧面电极。另外,两对侧面电极中的一对分别与一对连接电极以及两对实装端子中的一对连接。

[0007] 第 2 观点的压电装置,两对实装端子包含与外部通电的一对外部电极以及用于接地的一对接地电极,一对外部电极以及一对接地电极相互配置在第 2 面的对角线上。

[0008] 第 3 观点的压电装置,两对实装端子包含与外部通电的一对外部电极以及用于接地的一对接地电极,一对外部电极形成在两边中的一侧,一对接地电极形成在两边中的另一侧。

[0009] 第 4 观点的压电装置,底部具有从第 1 面凹进的凹部,压电振动片以一对引出电极

与一对连接电极连接的方式利用导电性粘接剂配置在底部上。

[0010] 第 5 观点的压电装置,具备接合在底部的第 1 面上的四边形的盖部,盖部与底部由封装材料进行接合。

[0011] 第 6 观点的压电装置,压电振动片具有形成一对励振电极的振动部以及形成引出电极且包围振动部的四边形的框体,压电振动片以一对引出电极与一对连接电极连接的方式进行配置。

[0012] 第 7 观点的压电装置,具备接合在框体的一侧的主面上的盖部,盖部与框体的一侧的主面由封装材料进行接合,框体的另一侧的主面与底部由封装材料进行接合。

[0013] 第 8 观点的压电装置,连结第 1 面与第 2 面的侧槽的侧面的剖面具有从第 1 面至第 2 面的中央部向外侧突出的突出部。

[0014] 第 9 观点的压电装置的制造方法是具有两对实装端子的压电装置的制造方法。该压电装置的制造方法具备:准备压电振动片的压电振动片的准备工序,该压电振动片具有形成在两主面的一对励振电极以及从一对励振电极引出的一对引出电极;准备底部晶片的底部晶片的准备工序,该底部晶片包含具有第 1 面及第 1 面的相反侧的第 2 面的四边形的第 1 底部及第 2 底部且在相邻的第 1 底部与第 2 底部的共有的一边上形成有从第 1 面贯通至第 2 面的一对贯通孔;电极形成工序,在底部晶片的一对贯通孔的侧面形成一对侧面电极,在第 2 面的一对贯通孔的周围形成第 1 底部的实装端子及第 2 底部的实装端子;放置工序,以压电振动片的一对引出电极与第 1 底部的实装端子及第 2 底部的实装端子连接的方式,将压电振动片配置在第 1 底部及第 2 底部上;以及第 1 测定工序,通过实装端子测定放置在第 1 底部上的压电振动片的频率及放置在第 2 底部上的压电振动片的频率。两对实装端子包含与外部导通的一对外部电极以及用于接地的一对接地电极,电极形成工序,在一对侧面电极中的一侧形成第 1 底部的外部电极与第 2 底部的接地电极,在一对侧面电极中的另一侧形成第 1 底部的接地电极与第 2 底部的外部电极。

[0015] 第 10 观点的压电装置的制造方法是具有两对实装端子的压电装置的制造方法。该压电装置的制造方法具备:准备压电晶片的压电晶片的准备工序,该压电晶片使第 1 压电振动片与第 2 压电振动片分别相邻地形成,该第 1 压电振动片及第 2 压电振动片包含具有形成在两主面的一对励振电极的振动片以及具有从一对励振电极引出的一对引出电极并包围振动片的框体;准备底部晶片的底部晶片的准备工序,该底部晶片包含具有第 1 面及第 1 面的相反侧的第 2 面的四边形的第 1 底部及第 2 底部且在相邻的第 1 底部与第 2 底部的共有的一边上形成有从第 1 面贯通至第 2 面的一对贯通孔;电极形成工序,在底部晶片的一对贯通孔的侧面形成一对侧面电极,在第 2 面的一对贯通孔的周围形成第 1 底部的实装端子及第 2 底部的实装端子;放置工序,以第 1 压电振动片及第 2 压电振动片分别对应第 1 底部及第 2 底部的方式,将压电晶片配置在底部晶片上;以及第 1 测定工序,通过实装端子测定第 1 压电振动片的频率及第 2 压电振动片的频率。两对实装端子包含与外部导通的一对外部电极及用于接地的一对接地电极,电极形成工序,在一对侧面电极中的一侧形成第 1 底部的外部电极与第 2 底部的接地电极,在一对侧面电极中的另一侧形成第 1 底部的接地电极与第 2 底部的外部电极。

[0016] 第 11 观点的压电装置的制造方法,还具备:在第 1 测定工序后调整压电振动片的频率的第 1 调整工序;准备盖部晶片的盖部晶片准备工序;以及由盖部晶片进行封装后以

通过一对贯通孔的方式切断底部晶片的切断工序。

[0017] 第 12 观点的压电装置的制造方法,在底部晶片的准备工序中,形成贯通孔时从第 1 面及第 2 面进行蚀刻或喷砂,在电极形成工序中,将侧面电极形成在贯通孔时,从第 1 面及第 2 面进行喷镀。

[0018] 第 13 观点的压电装置的制造方法,还具备:在压电晶片的准备工序后且放置工序前,通过一对引出电极测定压电晶片的第 1 压电振动片及第 2 压电振动片的频率的第 2 测定工序;以及在第 2 测定工序后调整第 1 压电振动片及第 2 压电振动片的频率的第 2 调整工序。

[0019] 根据本发明的制造方法,能够得到不受相邻的压电装置的影响,能够对形成于晶片上的多个压电装置的频率进行测定并调整的压电装置及压电装置的制造方法。

## 附图说明

[0020] 图 1 是第 1 实施方式的第 1 水晶振子 100 的分解立体图。

[0021] 图 2(a) 是图 1 的 A-A 剖视图。

[0022] 图 2(b) 是第 1 水晶振子 100 的仰视图。

[0023] 图 3 是表示制造第 1 实施方式的第 1 水晶振子 100 的流程图。

[0024] 图 4 是水晶晶片 10W 的俯视图。

[0025] 图 5 是盖部晶片 11W 的俯视图。

[0026] 图 6 是底部晶片 12W 的俯视图。

[0027] 图 7 是底部晶片 12W 的仰视图。

[0028] 图 8 是第 1 实施方式的第 1 水晶振子 100' 的分解立体图。

[0029] 图 9 是图 8 的 A-A 剖视图。

[0030] 图 10 是底部晶片 12W' 的俯视图。

[0031] 图 11 是第 2 实施方式的第 2 水晶振子 200 的分解立体图。

[0032] 图 12 是第 2 水晶振子 200 的仰视图。

[0033] 图 13 是底部晶片 22W 的仰视图。

[0034] 图 14 是第 3 实施方式的第 3 水晶振子 300 的分解立体图。

[0035] 图 15 是图 14 的 B-B 剖视图。

[0036] 图 16 是表示制造第 3 实施方式的第 3 水晶振子 300 的流程图。

[0037] 图 7 是水晶晶片 30W 的俯视图。

[0038] 图 18(a) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的水晶振动片 30' 的俯视图。

[0039] 图 18(b) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的水晶振动片 30' 的透视图。

[0040] 图 18(c) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的底部 32' 的俯视图。

[0041] 图 18(d) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的底部 32' 的透视图。

[0042] 图 19 是图 18(b) 的 D-D 剖视图。

[0043] 图 20(a) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的第 3 水晶振子 300' 的俯视图,并省略盖部 31 进行描绘。

[0044] 图 20(b) 是图 20(a) 的虚线 E 所包围的区域的放大图。

[0045] 图 21 是第 4 实施方式的第 4 水晶振子 400 的分解立体图。

[0046] 图 22(a) 是图 21 的 C-C 剖视图。

[0047] 图 22(b) 是第 4 水晶振子 400 的仰视图。

[0048] 图 23 是水晶晶片 40W 的俯视图。

[0049] 图 24 是底部晶片 42W 的俯视图。

[0050] 图 25 是底部晶片 42W 的仰视图。

[0051] 图中：

[0052] 10、20、30、30'- 水晶振动片, 40- 音叉型水晶振动片, 10W、30W、40W- 水晶晶片, 11、31、41- 盖部, 11W- 盖部晶片, 12、12A、12B、12'、22、32、32'、42- 底部, 12W、12W'、22W、42W- 底部晶片, 13- 导电性粘接剂, 100、100'、200、300、300'、400- 水晶振子, 101- 水晶片, 301- 水晶振动部, 102a、102b、302a、302b、402a、402b- 励振电极, 103a、103b、203a、203b、303a、303b、303a'、303b'、403a、403b- 引出电极, 111、121、311、321、411、421- 凹部, 122a ~ 122d、122a' ~ 122d'、306a ~ 306d、322a ~ 322d、422a ~ 422d- 侧槽, 123a ~ 123d、123a' ~ 123d'、223a ~ 223d、307a ~ 307d、323a ~ 323d、423a ~ 423d- 侧面电极, 124a、124b、224a、224b- 连接电极, 125a ~ 125d、225a ~ 225d、325a ~ 325d、425a ~ 425d- 实装端子, 126- 突出部, 127- 突出区域, 304a、304b、304a'、304b'- 支撑部, 305a、305b、305a'、305b'- 贯通开口部, 307M、323M- 连接垫片, 308- 框体, 404- 基部, 405- 振动臂, 406a、406b- 支撑臂, 407- 槽部, 408- 锤部, BH1、BH2、CH- 贯通孔, CT- 空腔, LG- 低熔点玻璃, SP1 ~ SP7- 间隔。

## 具体实施方式

[0053] 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, 在第 1 实施方式及第 2 实施方式中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' 方向进行说明。

[0054] (第 1 实施方式)

[0055] < 第 1 水晶振子 100 的整体构成 >

[0056] 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 S-S 剖视图。

[0057] 如图 1 及图 2 所示, 第 1 水晶振子 100 包含: 具有盖部凹部 111 的盖部 11; 具有底部凹部 121 的底部 12; 以及夹持在盖部 11 及底部 12 之间的矩形的水晶框架 10。

[0058] 水晶振动片 10 由 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 上连接有延伸至水晶片 101 的底面 (+Z' 侧) 的 -X 侧的引出电极 103a, 在励振电极 102b 上连接有延伸至水晶片 101 的底面 (-Z' 侧) 的 +X 侧的引出电极 103b。水晶振动片 10 可以是台面型或逆台面型。

[0059] 在此, 励振电极 102a、102b 及引出电极 103a、103b 例如使用作为质地的铬层, 在铬层的上面使用金层。另外, 铬层的厚度例如为  $0.05\ \mu\text{m} \sim 0.1\ \mu\text{m}$ , 金层的厚度例如为  $0.2\ \mu\text{m} \sim 2\ \mu\text{m}$ 。

[0060] 底部 12 由玻璃或压电材料构成, 在表面 (+Y' 侧的面) 上具有形成于底部凹部 121

的周围的第2端面M2。另外,底部12在-X轴方向的一边上形成有形成底部贯通孔BH1(参照图6及图7)时的在Z'轴方向上延伸的2个底部侧槽122a、122b。在此,底部侧槽122a形成于+Z'侧,底部侧槽122b形成于-Z'侧。同样,底部12在+X轴方向的另一边上形成有形成底部贯通孔BH1(参照图6及图7)时的在Z'轴方向上延伸的另外2个底部侧槽122c、122d。在此,底部侧槽122c形成于-Z'侧,底部侧槽122d形成于+Z'侧。即,底部侧槽122a与底部侧槽122c配置在底部12的对角线方向上,底部侧槽122b与底部侧槽122d配置在底部12的对角线方向上。

[0061] 另外,在底部侧槽122a~122d上分别形成有底部侧面电极123a~123d。另外,在底部12的第2端面M2上形成有一对连接电极124a、124b。在此,连接电极124a与底部侧面电极123a电连接,连接电极124b与配置在底部侧面电极123a的底部12的对角线方向上的底部侧面电极123c电连接。

[0062] 再有,底部12在实装面M3上具有分别与底部侧面电极123a~123d电连接的两对实装端子125a~125d。其中,两对实装端子125a~125d中,一对是配置在底部12的对角线方向上并通过底部侧面电极123a、123c分别连接在连接电极124a、124b上的外部电极用的实装端子(以下称为外部电极)125a、125c。即,外部电极125a、125c配置在底部12的对角线方向上。另外,若在外部电极125a、125c上施加交替电压(正负交替的电位),则水晶振动片10进行厚度滑动振动。

[0063] 另一方面,两对实装端子125a~125d中,另一对是连接在底部侧面电极123b、123d上的用于接地的接地电极用的实装端子(以下称为接地电极)125b、125d。即,接地电极125b、125d配置在底部12的与外部电极125a、125c不同的对角线方向上。在此,虽然接地电极125b、125d用于接地,但是也可以包含为了将第1水晶振子100可靠地接合在实装印制电路基板(未图示)上而用作未进行电连接的端子。

[0064] 如图2(b)所示,一对外部电极125a、125c及一对接地电极125b、125d分别相互分离而形成。另外,外部电极125a及接地电极125d与底部12的+Z'侧的一边分离而形成,接地电极125b及外部电极125c与底部12的-Z'侧的另一边分离而形成。在此,外部电极125a与接地电极125b、以及外部电极125c与接地电极125d的Z'轴方向的间隔SP1例如为 $200\mu\text{m}\sim 500\mu\text{m}$ 左右。另外,外部电极125a及接地电极125d与底部12的+Z'侧的一边的间隔SP2、以及接地电极125b及外部电极125c与底部12的-Z'侧的另一边的间隔SP2例如为 $0\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 左右。

[0065] 在第1水晶振子100中,水晶振动片10的X轴方向的长度比底部凹部121的X轴方向的长度大。因此,如图2(a)所示,若利用导电性粘接剂13将水晶振动片10放置在底部12上,则水晶振动片10的X轴方向的两端被放置在底部12的第2端面M2上。此时,水晶振动片10的引出电极103a、103b分别电连接在底部12的连接电极124a、124b上。由此,外部电极125a、125c通过底部侧面电极123a、123c、连接电极124a、124b、导电性粘接剂13及引出电极103a、103b分别电连接在励振电极102a、102b上。

[0066] 盖部11具有在XZ'平面上面积比底部凹部121大的盖部凹部111与形成在其周围的第1端面M1。其中,盖部11的第1端面M1与底部12的第2端面M2接合,由盖部凹部111与底部凹部121形成收放水晶振动片10的空腔CT。另外,空腔CT填满惰性气体或以真空状态进行气密。

[0067] 在此,盖部 11 的第 1 端面 M1 与底部 12 的第 2 端面 M2 例如由作为封装材料(非导电性粘接剂)的低熔点玻璃 LG 进行接合。低熔点玻璃 LG 包含熔点为  $350^{\circ}\text{C} \sim 410^{\circ}\text{C}$  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。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。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。

[0068] 在盖部 11 中,盖部凹部 111 的 X 轴方向的长度比水晶振动片 10 的 X 轴方向的长度及底部凹部 121 的 X 轴方向的长度大。另外,如图 1 及图 2 所示,低熔点玻璃 LG 在底部 12 的第 2 端面 M2 的外侧(宽度为  $300\text{ }\mu\text{m}$  左右)接合盖部 11 与底部 12。

[0069] 另外,虽然在第 1 实施方式中水晶振动片 10 放置在基部 12 的第 2 端面 M2 上,但是也可以收放在底部凹部 121 的内部。此时,连接电极从底部侧槽 122a、122c 通过第 2 端面 M2 延伸至底部凹部 121 的底面而形成。另外,在这种情况下,盖部可以是没有形成盖部凹部的平板状。

[0070] 图 3 是表示制造第 1 水晶振子 100 的流程图。在图 3 中,水晶振动片 10 的制造步骤 S10、盖部 11 的制造步骤 S11 及底部 12 的制造步骤可以并行。另外,图 4 是可以同时制造多个水晶振动片 10 的水晶晶片 10W 的俯视图,图 5 是可以同时制造多个盖部 11 的盖部晶片 11W 的俯视图,图 6 是可以同时制造多个底部 12 的底部晶片 12W 的俯视图,图 7 是从其底部晶片 12W 的仰视图。

[0071] 在步骤 S10 中制造水晶振动片 10。步骤 S10 包含步骤 S101 ~ S103。

[0072] 在步骤 S101 中,如图 4 所示,在均匀的水晶晶片 10W 上通过蚀刻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。

[0073] 在步骤 S102 中,首先通过喷镀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)将描绘在光致抗蚀剂上的励振电极、引出电极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 4 所示,在水晶晶片 10W 的两面及侧面上形成励振电极 102a、102b 及引出电极 103a、103b。

[0074] 在步骤 S103 中,对各个水晶振动片 10 进行切断。在切断工序中,使用利用了激光的切割装置、或利用切割用刀片的切割装置,沿图 4 所示的点划线的切断线 CL 进行切断。

[0075] 在步骤 S11 中,制造盖部 11。步骤 S11 包含步骤 S111 及 S112。

[0076] 在步骤 S111 中,如图 5 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。在盖部晶片 11W 上通过蚀刻或机械加工形成盖部 111,在盖部凹部 111 的周围形成第 1 端面 M1。

[0077] 在步骤 S112 中,通过丝网印刷在盖部晶片 11W 的第 1 端面 M1 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 膜。在对应于底部贯通孔 BH1(图 1 中的底部侧槽 122a ~ 122d)的部位 112 上不形成低熔点玻璃膜。在本实施方式中,虽然低熔点玻璃 LG 形成在盖部 11 上,但也可以形成在底部 12 的第二端面 M2 上。

[0078] 在步骤 S12 中,制造底部 12。步骤 S12 包含步骤 S121 及 S122。

[0079] 在步骤 S121 中,如图 6 所示,在均匀厚度的水晶平板的底部晶片 12W 上形成数百至数千个底部凹部 121。在底部晶片 12W 上通过蚀刻或机械加工形成底部凹部 121,在底部

凹部 121 的周围形成第 2 端面 M2。同时,在各底部 12 的 X 轴方向的两边上分别形成 2 个贯穿底部晶片 12W 的圆角长方形的底部贯通孔 BH1。在此,圆角长方形的底部贯通孔 BH1 被分割一半成为一个底部侧槽 122a ~ 122d(参照图 1)。

[0080] 在步骤 S122 中,通过喷镀或真空蒸镀在底部晶片 12W 的两面以铬 (Cr) 作为质地在其表面上形成金 (Au) 层。之后,如图 6 所示,通过蚀刻在第 2 端面 M2 上形成连接电极 124a、124b。同时在底部贯通孔 BH1 的全面形成底部侧面电极 123a ~ 123d(参照图 1)。

[0081] 与此同时,如图 7 所示,在底部晶片 12W 的底面形成一对外部电极 125a、125c 及一对接地电极 125b、125d。在此,形成于在 X 轴方向上相邻的底部 12 上的外部电极和接地电极形成为一体。具体而言,以图 7 中被虚线所包围的 4 个底部 (12A ~ 12D) 为例进行说明。底部 12B 的外部电极 125a、底部 12C 的接地电极 125d 以及底部贯通孔 BH1 的底部侧面电极 123a、123d 形成为一体。另外,底部 12B 的外部电极 125c、底部 12A 的接地电极 125b 以及底部贯通孔 BH1 的底部侧面电极 123b、123c 形成为一体。再有,底部 12B 的实装端子 (外部电极、接地电极) 与形成于在 Z' 轴方向上相邻的底部 12D 上的实装端子 (外部电极、接地电极) 隔着间隔 SP3 而形成。在此,间隔 SP3 为  $40\ \mu\text{m} \sim 280\ \mu\text{m}$  左右。此外,当间隔 SP3 例如为  $40\ \mu\text{m}$  时,若后述的步骤 S17 中说明的切割的宽度也为  $40\ \mu\text{m}$ ,则如图 2(b) 所示的间隔 SP2 成为  $0\ \mu\text{m}$ 。即,成为如下状态:形成于在 X 轴方向上相邻的底部 12 上的外部电极与接地电极相互连接,形成于在 Z' 轴方向上相邻的底部 12 上的外部电极与接地电极不连接。

[0082] 在步骤 S13 中,将在步骤 S10 中制造的各个水晶振动片 10 通过导电性粘接剂 13 放置在形成于底部晶片 12W 上的底部 12 的第 2 端面 M2 上。此时,以水晶振动片 10 的引出电极 103a、103b 与形成在底部 12 的第 2 端面 M2 上的连接电极 124a、124b 的位置吻合的方式将水晶振动片 10 放置在底部 12 的第 2 端面 M2 上。在底部晶片 12W 上放置数百至数千个水晶振动片 10。

[0083] 在步骤 S14 中,将一对频率测定用的探针 PB1、PB2(参照图 7) 分别抵接在同一底部 12 的一对外部电极 125a 及外部电极 125c 上,测定一个一个的水晶振动片 10 的频率。

[0084] 在此,参照图 7 进行说明。即使在底部 12B 的外部电极 125a、125c 上从探针 PB1、PB2 施加交替电极,底部 12A、12C、12D 的外部电极 125a、125c 也不会彼此电连接。因此,不会受到来自底部 12A、12C、12D 的水晶振动片 10 的影响,因此,在进行切断之前的晶片状态下,可以正确地测定底部 12B 的水晶振动片 10 的频率。另外,在步骤 S14 中,虽然一对频率测定用的探针 PB1、PB2 抵接在一对外部电极 125a、125c 上,但是也可以抵接在一对连接电极 124a、124b 或一对底部侧面电极 123a、123b 上而测定水晶振动片 10 的频率。

[0085] 在步骤 S15 中,对水晶振动片 10 的励振电极 102a 的厚度进行调整。在励振电极 102a 上喷镀金属而增加质量使频率下降,或者进行逆喷镀从励振电极 102a 升华金属而减少质量使频率上升。频率调整的详细技术已在本申请人的特开 2009-141825 中公开。其中,若频率的测定结果在规定范围内,则不需要对频率进行调整。

[0086] 也可以在步骤 S14 中对 1 个水晶振动片 10 的频率进行测定后,在步骤 S15 中对该水晶振动片 10 的频率进行调整。重复上述步骤对底部晶片 12W 上的所有的水晶振动片 10 进行调整。另外,也可以在步骤 S14 中对底部晶片 12W 的所有水晶振动片 10 的频率进行测定后,在步骤 S15 中一个一个地对水晶振动片 10 的频率进行调整。

[0087] 在步骤 S16 中,加热低熔点玻璃 LG,对盖部晶片 11W 和底部晶片 12W 进行加压。由

此使盖部晶片 11W 与底部晶片 12W 通过低熔点玻璃 LG 进行接合。

[0088] 在步骤 S17 中,将已接合的盖部晶片 11W 与底部晶片 12W 切割成单体。在切割工序中使用利用激光的切割装置或利用切割刀片的切割装置,沿着图 5 ~ 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。由此形成数百至数千个第 1 水晶振子 100。

[0089] (第 1 实施方式的变形例)

[0090] < 第 1 水晶振子 100' 的整体构成 >

[0091] 参照图 8 及图 9 对第 1 水晶振子 100' 的整体构成进行说明。图 8 是第 1 实施方式的第 1 水晶振子 100' 的分解立体图,图 9 是图 8 的 A-A 剖视图。在此,在图 8 中为了能够观察整个连接电极 124a、124b,将作为封装材料的低熔点玻璃 LG 透明地进行绘制。

[0092] 如图 8 及图 9 所示,第 1 水晶振子 100' 具有盖部 11、底部 12' 及放置在底部 12' 上的水晶振动片 10。

[0093] 在底部 12' 中,在底部侧槽 122a' ~ 122d' 上分别形成有在 Y' 轴方向上的大致中央部上向外侧突出的圆锥状的突出部 126。

[0094] 根据这种构成,由于在底部侧槽 122a' ~ 122d' 上形成倾斜的区域,因此当通过喷镀等形成底部侧面电极 123a' ~ 123d' 时,可以缩短成膜时间。

[0095] 在图 8 及图 9 中,对相对于第 1 实施方式具有突出部 126 的变形例进行了说明,但同样适用于以下的第 2 ~ 第 4 实施方式及第 3 实施方式的变形例。

[0096] < 第 1 水晶振子 100' 的制造方法 >

[0097] 第 1 水晶振子 100' 的制造方法与图 3 中说明的第 1 水晶振子 100 的制造方法的流程图大致相同。但是,形成底部 12' 的步骤 S12 有所不同。图 10 是底部晶片 12W' 的俯视图。

[0098] 在第 1 实施方式的变形例中,在步骤 S121 中,通过从 +Y' 侧及 -Y' 侧进行蚀刻,形成底部侧槽 122a' ~ 122d'。在此,在从 +Y' 侧进行蚀刻时,同时形成底部凹部 121。由此,如图 10 所示,在底部晶片 12W' 的底部贯通孔 BH1 上形成突出区域 127。其中,若突出区域 127 分割成一半,则成为突出部 126(参照图 8 及图 9)。

[0099] 在第 1 实施方式的变形例中,在步骤 S122 中,通过从 +Y' 侧及 -Y' 侧进行喷镀,在底部侧槽 122a' ~ 122d' 上形成底部侧面电极 123a' ~ 123d'。在此,由于在底部贯通孔 BH1 上形成有突出区域 127,因此可以在更短的时间内形成底部侧面电极 123a' ~ 123d'。

[0100] (第 2 实施方式)

[0101] < 第 2 水晶振子 200 的整体构成 >

[0102] 参照图 11 及图 12,对第 2 水晶振子 200 的整体构成进行说明。图 11 是第 2 实施方式的第 2 水晶振子 200 的分解立体图,图 12 是第 2 水晶振子 200 的仰视图。其中,在图 11 中为了可以观察整个连接电极 224a、224b,将作为封装材料的低熔点玻璃 LG 透明地进行绘制。另外,对于在第 1 实施方式中说明的构成要素附上相同的符号进行说明。

[0103] 如图 11 及图 12 所示,第 2 水晶振子 200 具有盖部 11、底部 22 及放置在底部 22 上的平板状的水晶振动片 20。

[0104] 水晶振动片 20 由 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 上连接有延伸至水晶片

101 的底面 (+Z' 侧) 的 -X 侧的引出电极 203a, 在励振电极 102b 上连接有延伸至水晶片 101 的底面 (-Z' 侧) 的 -X 侧的引出电极 203b。水晶振动片 20 与第 1 实施方式的水晶振动片 10 相比引出电极的形状有所不同。

[0105] 在底部 22 的 X 轴方向的两边上形成有形成底部贯通孔 BH1 (参照图 12) 时的两对底部侧槽 122a ~ 122d。另外, 在底部侧槽 122a ~ 122d 上分别形成有底部侧面电极 223a ~ 223d。

[0106] 随着水晶振动片 20 的形状, 在形成于底部 22 的 -X 侧的底部侧面电极 223a、223b 上分别连接有形成在第 2 端面 M2 上的连接电极 224a、224b。另外, 在底部 22 的实装面 M3 的 -X 侧上形成有分别与底部侧面电极 223a、223b 连接的一对外部电极 225a、225b。另一方面, 形成于底部 22 的 +X 侧的底部侧面电极 223c、223d 连接在形成于底部 22 的实装面 M3 的 +X 侧的一对接地电源 225c、225d。

[0107] 一对外部电极 225a、225b 及一对接地电极 225c、225d 如图 1 所示地分别分离而形成。在此, 一对外部电极 225a、225b 彼此之间的 Z' 轴方向的间隔 SP1、以及一对接地电极 225c、225d 彼此之间的 Z' 轴方向的间隔 SP1 例如为  $200\ \mu\text{m} \sim 500\ \mu\text{m}$  左右。另外, 外部电极 225a 及接地电极 225d 与底部 22 的 +Z' 侧的一边分离, 外部电极 225b 及接地电极 225c 与底部 22 的 -Z' 侧的一边分离而形成。在此, 外部电极 225a 及接地电极 225d 与底部 22 的 +Z 侧的一边之间的间隔 SP2、以及外部电极 225b 及接地电极 225c 与底部 22 的 -Z 侧的另一边之间的间隔 SP2 例如为  $0\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$ 。

[0108] 在第 2 水晶振子 200 中, 水晶振动片 20 通过导电性粘接剂 13 (参照图 2(a)) 放置在底部 22 的第 2 端面 M2 上。此时, 水晶振动片 20 的引出电极 203a、203b 分别与底部 22 的连接电极 224a、224b 电连接。由此, 外部电极 225a、225b 通过底部侧面电极 223a、223b、连接电极 224a、224b、导电性粘接剂 13 及引出电极 203a、203b 电连接在励振电极 102a、102b 上。

[0109] < 第 2 水晶振子 200 的制造方法 >

[0110] 第 2 水晶振子 200 的制造方法与在图 3 中说明的第 1 水晶振子 100 的制造方法的流程图大致相同。但是, 当以底部晶片 22W 的状态形成底部 22 时, 如图 13 所示, 外部电极与接地电极的位置有所不同。

[0111] 图 13 是能够同时制造多个底部 22 的底部晶片 22W 的仰视图。如图 13 所示, 在 X 轴方向上相邻的底部 22A、22B 中, 外部电极 225a 与接地电极 225d 形成一体, 外部电极 225b 与接地电极 225c 形成一体。另外, 在 Z' 轴方向上相邻的底部的实装端子 (外部电极、接地电极) 分别相互分离而形成, 这些在 Z' 轴方向的间隔 SP3 为  $40\ \mu\text{m} \sim 280\ \mu\text{m}$  左右。

[0112] 因此, 若将一对频率测定用的探针 PB1、PB2 分别抵接在底部 22A 的外部电极 225a 与外部电极 225b 上, 则能够测定一个水晶振动片 20 的频率。即使从探针 PB1、PB2 向底部 22A 的外部电极 225a、225b 施加交替电压, 由于外部电极 225a、225b 仅连接在底部 22B 的接地电极 225c、225d 上, 因此并不与底部 22B 的水晶振动片 20 电连接。因此, 可以不受相邻底部 22 的影响, 而以晶片状态正确地测定水晶振动片 20 的频率。

[0113] (第 3 实施方式)

[0114] < 第 3 水晶振子 300 的整体构成 >

[0115] 参照图 14 及图 15, 对第 3 水晶振子 300 的整体构成进行说明。图 14 是第 3 实施

方式的第 3 水晶振子 300 的分解立体图,图 15 是图 14 的 B-B 剖视图。

[0116] 如图 14 及图 15 所示,第 3 水晶振子 300 具备:具有盖部凹部 311 的盖部 31;具有底部凹部 321 的底部 32;以及被盖部 31 与底部 32 夹持的矩形的水晶振动片 30。

[0117] 水晶振动片 30 由在两面形成励振电极 302a、302b 的水晶振动部 301 及包围该水晶振动部 301 的框体 308 构成。另外,在水晶振动部 301 与框体 308 之间具有从水晶振动部 301 以分别沿 X 轴方向的两侧延伸的方式与框体 308 连结的一对支撑部 304a、304b。因此,在水晶振动部 301 与框体 308 之间形成一对“L”字型的贯通开口部 305a、305b。在配置于水晶振动片 30 的 X 轴方向的两侧并沿 Z' 轴方向延伸的两边上,分别形成有 2 个形成圆角长方形的水晶贯通孔 CH(参照图 17)时的水晶侧槽 306a ~ 306d。在水晶侧槽 306a ~ 306d 上分别形成有水晶侧面电极 307a ~ 307d。

[0118] 另外,在支撑部 304a 的表面 Me 上形成有连接励振电极 302a 与形成在水晶振动片 30 的 -X 轴方向的一边的 +Z' 侧的水晶侧面电极 307a 的引出电极 303a。在此,水晶侧面电极 307a 最好延伸至水晶振动片 30 的背面 Mi 而形成连接垫片 307M。连接垫片 307M 与后述的底部侧面电极 323a 的连接垫片 323M 可靠地电连接。同样,在支撑部 304b 的背面 Mi 形成有连接励振电极 302b 与形成在水晶振动片 30 的 +X 轴方向的另一边的 -Z' 侧的水晶侧面电极 307c 的引出电极 303b。在此,引出电极 303b 与后述的底部侧面电极 323c 的连接垫片 323M 连接。

[0119] 底部 32 由玻璃或水晶材料构成,并在表面(+Y' 侧的面)上具有形成于底部凹部 321 的周围的第 2 端面 M2。另外,在底部 32 的 X 轴方向的两边上分别形成有 2 个形成底部贯通孔 BH1(参照图 6 及图 7)时的底部侧槽 322a ~ 322d。再有,在底部侧槽 322a ~ 322d 上分别形成底部侧面电极 323a ~ 323d。在此,在形成于底部 32 的 -X 轴方向的一边的 +Z 侧的底部侧面电极 323a 通过形成于第 2 端面 M2 上的连接垫片 323M 与形成在水晶振动片 30 上的水晶侧面电极 307a 的连接垫片 307M 连接。由此,底部侧面电极 323a 通过连接垫片 307M 及水晶侧面电极 307a 与引出电极 303a 电连接。另外,形成于底部 32 的 +X 轴方向的另一边的 -Z 侧的底部侧面电极 323c 与形成在水晶振动片 30 的引出电极 303b 连接。

[0120] 另一方面,底部 32 在其实装面 M3 的对角线上形成有一对外部电极 325a、325c 及一对接地电极 325b、325d(参照图 2)。其中,一对外部电极 325a、325c 分别与连接在水晶振动片 30 的引出电极 303a、303b 的底部侧面电极 323a、323c 连接,另外,一对接地电极 325b、325d 分别与其他底部侧面电极 323b、323d 连接。

[0121] 另外,如图 5 所示,由盖部 31、水晶振动片 30 的框体 308 及底部 32 形成收放水晶振动片 30 的水晶振动部 301 的空腔 CT。在此,盖部 31 与水晶振动片 30、以及水晶振动片 30 与底部 32 利用作为封装材料的低熔点玻璃 LG 进行接合。

[0122] 另外,虽然在第 3 实施方式中如第 1 实施方式中的说明,将一对外部电极及一对接地电极配置在配置在水晶振子 300 的实装面的对角线方向上,但是也可以如第 2 实施方式中的说明,将一对外部电极及一对接地电极形成在相同的边上。

[0123] < 第 3 水晶振子 300 的制造方法 >

[0124] 参照图 16,对第 3 水晶振子 300 的制造方法进行说明。图 16 是表示制造第 3 实施方式的第 3 水晶振子 300 的流程图。另外,图 17 是能够同时制造多个水晶振动片 30 的水晶晶片 30W 的俯视图。

[0125] 在步骤 T10 中,制造水晶振动片 30。步骤 T10 包含 T101 ~ T104。

[0126] 在步骤 T101 中,如图 17 所示,在均匀的水晶晶片 30W 上通过蚀刻形成多个水晶振动片 30 的外形。即,形成水晶振动部 301、框体 308 及一对贯通开口部 305a、305b。同时,在各水晶振动片 30 的 X 轴方向的两边上分别形成两个贯通水晶晶片 30W 的水晶贯通孔 CH。水晶贯通孔 CH 被分割为一半成为一个水晶侧槽 306a ~ 306d(参照图 14)。

[0127] 在步骤 T102 中,如图 17 所示,在水晶晶片 30W 的两面及侧面形成励振电极 302a、302b 及引出电极 303a、303b。

[0128] 在步骤 T103 中,分别将一对频率测定用的探针 PB1、PB2(参照图 17)抵接在同一水晶振动片 30 的一对引出电极 303a 及引出电极 303b 上,测定出一个一个的水晶振动片 30 的频率。

[0129] 在步骤 T104 中,对水晶振动片 30 的励振电极 302a 的厚度进行调整。通过在励振电极 302a 上喷镀金属而增加质量使频率下降,通过逆喷镀使励振电极 302a 上的金属升华而减少质量是频率上升。

[0130] 在步骤 T11 中,通过步骤 T111 及步骤 T112 制造多个盖部 31。即,由步骤 T111 形成盖部 31 的外形,由步骤 T112 在盖部 31 的第 1 断面 M1 上形成低熔点玻璃 LG(参照图 15)。

[0131] 在步骤 T12 中,由步骤 T10 制造的包含多个水晶振动片 30 的水晶晶片利用低熔点玻璃 LG 接合在形成有多个底部 32 的底部晶片上。在此,水晶晶片 30W 的连接垫片 307M 与底部晶片的一侧的连接垫片 323M 连接,水晶晶片的引出电极 303b 与底部晶片的另一侧的连接垫片 323M 连接。

[0132] 在步骤 T14 中,分别将一对频率测定用的探针 PB1、PB2 抵接在同一底部 32 的外部电极 325a、325c 上,测定一个一个的水晶振动部 301 的频率。在此,即使在外部电极 325a、325c 上施加交替电压,外部电极 325a、325c 仅与相邻的底部 32 的接地电极 325b、325d 连接,外部电极 325a、325c 彼此不连接。因此,能够以水晶状态正确地测定水晶振动部 301 的频率。

[0133] 在步骤 T15 中,如第 1 实施方式的图 3 的步骤 S15 中的说明,对水晶振动部 301 的励振电极 302a 的厚度进行调整。

[0134] 在步骤 T16 中,加热低熔点玻璃 LG,对盖部晶片与水晶晶片 30W 加压,由此盖部晶片与水晶晶片 30W 通过低熔点玻璃 LG 进行接合。

[0135] 在步骤 T17 中,对已接合的盖部晶片、水晶晶片 30W 及底部晶片进行切断。由此,形成数百至数千个第 3 水晶振子 300。

[0136] 在第 3 实施方式中,通过底部 32 的制造步骤 T12 形成底部侧面电极 323a ~ 323d、外部电极 325a、325c 及接地电极 325b、325d 后,在步骤 T13 中对水晶晶片与底部晶片进行接合。但是,也可以在接合了水晶晶片与没有形成各电极的底部晶片后,再通过喷镀等形成底部侧面电极 323a ~ 323d、外部电极 325a、325c 及接地电极 325b、325d。从而,可以不形成图 14 及图 15 中说明的底部 32 的连接垫片 323M。另外,这种制造方法还适用于以下的第 3 实施方式的变形例中。

[0137] (第 3 实施方式的变形例)

[0138] <第 3 水晶振子 300' 的整体构成>

[0139] 参照图 18 ~ 图 20,对第 3 实施方式的变形例的第 3 水晶振子 300' 的整体构成进

行说明。图 18(a) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的水晶振动片 30' 的俯视图,图 18(b) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的水晶振动片 30' 的透视图,图 18(c) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的底部 32' 的俯视图,图 18(d) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的底部 32' 的透视图。图 19 是图 18(b) 的 D-D 剖视图。图 20(a) 是从 +Y' 侧观察第 3 实施方式的变形例的第 3 水晶振子 300' 的俯视图,并省略盖部 31 进行描绘,图 20(b) 是图 20(a) 的虚线 E 所包围的区域的放大图。另外,在图 20 中,为了能够看见底部 32', 透明地绘制了水晶振动片 30'。

[0140] 如图 18(a) 及图 18(b) 所示,第 3 水晶振子 300' 的水晶振动片 30' 由在两面形成有励振电极 302a、302b 的水晶振动部 301 和包围该水晶振动部 301 的框体 308 构成。在水晶振动部 301 与框体 308 之间具有从水晶振动部 301 分别向 -X 侧延伸的一对支撑部 304a'、304b'。因此,在水晶振动部 301 与框体 308 之间形成一边(-X 侧)开口的矩形的贯通开口部 305a', 在一对支撑部 304a'、304b' 之间形成矩形的贯通开口部 305b'。

[0141] 如图 19 所示,与形成在水晶振动片 30' 的表面 Me 上的励振电极 302a 连接的引出电极 303a' 通过贯通开口部 305a' 的侧面 M4 从水晶振动片 30' 的表面 Me 向背面 Mi 延伸而形成。

[0142] 回到图 18(a) 及图 18(b), 延伸至水晶振动片 30' 的引出电极 303a' 形成在水晶振动片 30' 的 -X 侧的 +Z' 侧的一角上。在此,由于如第 3 实施方式中说明的水晶振动片 30' 以晶片状态进行制造,因此引出电极 303a' 与水晶振动片 30' 的 +Z 侧的一边隔着间隔 SP1 而形成(参照图 7),使得不受到来自相邻的水晶振动片 30' 的影响。

[0143] 另外,形成于水晶振动片 30' 的背面 Mi 的引出电极 303b' 从水晶振动部 301 的 -X 侧延伸,沿着框体 308 形成至水晶振动片 30' 的 +X 侧的 -Z' 侧的另一角上。在此,如第 3 实施方式中的说明,由于水晶振动片 30' 以晶片状态进行制造,因此引出电极 303b' 以不受相邻的水晶振动片 30' 的影响的方式从水晶振动片 30' 的 -Z' 侧的另一边隔着间隔 SP1 而形成。

[0144] 如图 18(c) 及图 18(d) 所示,第 3 实施方式的变形例的底部 32' 与第 3 实施方式的底部 32 的大致相同。但是,与接地电极 325b、325d 连接的底部侧面电极 323b、323d(参照图 14) 延伸至底部 32' 的第 2 端面 M2 而形成连接垫片 323M。

[0145] 再有,如图 20(a) 所示,以水晶振动片 30' 的引出电极 303a'、303b' 与连接在外部电极 325a、325c 上的连接垫片 323M 分别连接的方式,盖部 31(参照图 14) 和水晶振动片 30' 和底部 32' 进行接合。由此,分别使形成在底部 32' 上的外部电极 325a、325c 与形成在水晶振动片 30' 上的励振电极 302a、302b 连接。

[0146] 另外,最好使在水晶振动片 30' 的背面 Mi 经由框体 308 延伸的引出电极 303b' 与形成在底部 32' 的第 2 端面 M2 上且连接在底部侧槽 322b 上的连接垫片 323M 分离而形成。这是因为:当以晶片状态同时制造多个底部 32' 时,与底部侧槽 322b 连接的接地电极 325b 连接在相邻的底部 32' 的外部电极 325c 上(参照图 7)。

[0147] 即,如图 20(b) 所示,引出电极 303b' 最好与连接在底部侧槽 322b 上的连接垫片 323M 在 X 方向上隔着间隔 SP7 而形成。在此,间隔 SP7 为 10  $\mu$ m 即可。

[0148] 在图 20 中,虽然引出电极 303b' 与 -X 侧的连接垫片 323M 在 X 方向上分离而形成,但是不是必须分离的。即,若引出电极 303b' 与 -X 侧的连接垫片 323M 在 Y' 轴方向上被低

熔点玻璃 LG 隔离,则也可以不形成图 20 所示的 X 轴方向的间隔 SP7。但是,此时为了使引出电极 303b' 与 +X 侧的连接垫片 323M 可靠地连接,也可以形成覆盖外部电极 325c (参照图 18(d)) 的整体或一部分、底部侧面电极 323c 及引出电极 303b' 的连结电极 (未图示)。所以,由于可以减小框体 308 的宽度,可以使水晶振子小型化,使水晶振动部 301 变大。

[0149] 由于第 3 水晶振子 300' 的制造方法与第 3 实施方式大致相同,因此省略其说明。

[0150] (第 4 实施方式)

[0151] < 第 4 水晶振子 400 的整体构成 >

[0152] 参照图 21 及图 22,对第 4 水晶振子 400 的整体结构进行说明。图 21 是第 4 实施方式的第 4 水晶振子 400 的分解立体图,图 22(a) 是图 21 的 C-C 剖视图,图 22(b) 是第 4 水晶振子 400 的仰视图。在此,在图 21 中为了能够观察整个连接电极 124a、124b,将作为封装材料的低熔点玻璃 LG 透明地进行绘制。

[0153] 由于第 4 水晶振子 400 具有音叉型水晶振动片 40,因此其坐标系并不是第 1 ~ 第 3 实施方式的因 AT 切割而旋转的坐标系。即,涉及第 4 实施方式的图 21 ~ 图 25 中使用与第 1 ~ 第 3 实施方式相同的 X 轴,并且以振动臂 405 延伸的方向作为 Y 方向,以垂直于 X 轴方向及 Y 轴方向的高度方向作为 Z 轴方向进行说明。

[0154] 如图 21 及图 22 所示,第 4 水晶振子 400 包括:具有盖部凹部 411 的盖部 41;具有底部凹部 421 的底部 42;以及放置在底部 42 上具有一对振动臂 405 的音叉型水晶振动片 40。在此,盖部 41 与第 1 ~ 第 3 实施方式中说明的盖部相同。

[0155] 音叉型水晶振动片 40 具备:形成于 -Y 侧且从 Z 轴方向观察大致为矩形形状的基部 404;以及从基部 404 的一边沿 +Y 轴方向延伸的一对振动臂 405。一对振动臂 405 的剖面大致为矩形形状,在表面、背面及侧面形成有励振电极 402a、402b。也可以在一对振动臂 405 的表面及背面形成向 Y 轴方向延伸的槽部 407。再有,还可以在振动臂 405 的 +Y 侧的前端上分别形成锤部 408。锤部 408 是用于使音叉型水晶振动片 40 的一对振动臂 405 容易振动的锤,且为了频率调整进行设置。音叉型水晶振动片 40 是例如以 32.768kHz 振动的振动臂,做成极其小型的振动片。

[0156] 音叉型水晶振动片 40 具有在一对振动臂 405 的 X 轴方向的外侧从基部 404 向 Y 轴方向延伸至音叉型水晶振动片 40 的大致中央部的一对支撑臂 406a、406b。另外,一对支撑臂 406a、406b,其前端部向 X 轴方向的两侧弯曲而形成。在此,一对支撑臂 406a、406b 具有使一对振动臂 405 的振动向第 4 水晶振子 400 的外部泄漏变小的效果。另外,一对支撑臂 406a、406b 具有不受空腔 CT (参照图 22(a)) 的温度变化、或者冲击的影响的效果。基部 404、振动臂 405 及支撑臂 406a、406b 以相同的厚度形成,并且通过湿刻同时形成。

[0157] 另外,音叉型水晶振动片 40 在两面形成有从一对振动臂 405 分别延伸至一对支撑臂 406a、406b 的前端的引出电极 403a、403b。另外,引出电极 403a、403b 分别连接在形成于一对振动臂 405 上的励振电极 402a、402b 上。

[0158] 底部 42 在表面 (+Z 侧的面) 上具有形成于底部凹部 42 的周围的第 2 端面 M2。另外,底部 42 在 X 轴方向的两边分别形成 2 个形成底部贯通孔 BH2 (参照图 24 及图 25) 时的向 Y 轴方向延伸的底部侧槽 422a ~ 422d。在底部侧槽 422a ~ 422d 上分别形成有底部侧面电极 423a ~ 423d。在此,形成于底部 42 的 +X 轴方向的一边的 -Y 轴侧的底部侧面电极 423a 连接在形成于第 2 端面 M2 上的连接电极 424a 上。另外,形成于底部 42 的 -X 轴方向

的另一边的 +Y 轴侧的底部侧面电极 423c 连接在形成于第 2 端面 M2 上的连接电极 424b 上。

[0159] 再有,底部 42 在实装面 M3 上形成:连接在底部侧面电极 423a、423c 上的一对外部电极 425a、425c,连接在底部侧面电极 423b、423d 上的一对接地电极 425b、425d。

[0160] 如图 2(b) 所示,一对外部电极 425a、425c 及一对接地电极 425b、425d 分别分离而形成。另外,外部电极 425a 及接地电极 425b 与底部 42 的 -Y 侧的一边分离而形成,外部电极 425c 及接地电极 425d 与底部 42 的 +Y 侧的另一边分离而形成。在此,外部电极 425a 与接地电极 425d、以及外部电极 425c 与接地电极 425b 之间的 Y 轴方向的间隔 SP4 例如为  $300\ \mu\text{m} \sim 600\ \mu\text{m}$  左右。另外,外部电极 425a 及接地电极 425b 与底部 42 的 -Y 侧的一边、以及外部电极 425c 及接地电极 425d 与底部 42 的 +Y 侧的另一边之间的间距 SP5 为  $0\ \mu\text{m} \sim 100\ \mu\text{m}$  左右。

[0161] 在第 4 水晶振子 400 中,音叉型水晶振动片 40 利用导电性粘接剂 43(参照图 22(a)) 通过一对支撑臂 406a、406b 放置在底部 42 的第 2 端面 M2 上。此时,音叉型水晶振动片 40 的引出电极 403a、403b 分别与底部 42 的连接电极 424a、424b 电连接。由此,外部电极 425a、425c 通过底部侧面电极 423a、423b、连接电极 424a、424b、导电性粘接剂 43 及引出电极 403a、403b 分别与励振电极 402a、402b 电连接。即,当在外部电极 425a、425c 上施加交替电压(正负交替的电压)时,音叉型水晶振动片 40 的一对振动臂 405 能够以规定的频率进行振动。另外,盖部 41 与底部 42 由低熔点玻璃 LG 进行接合。

[0162] 在第 4 实施方式中,虽然对收放音叉型水晶振动片 40 的第 4 水晶振子 400 进行了说明,但是也适用于如第 3 实施方式中说明的具有通过支撑臂连接的包围音叉型水晶振动片的框体的带框的音叉型水晶振子。

[0163] < 第 4 水晶振子 400 的制造方法 >

[0164] 由于第 4 水晶振子 400 的制造方法与图 3 中说明的第 1 水晶振子 100 的制造方法的流程图大致相同,因此参照图 3 进行说明。另外,图 23 是能够同时制造多个音叉型水晶振动片 40 的水晶晶片 40W 的俯视图,图 24 是能够同时制造多个底部 42 的底部晶片 42W 的俯视图,图 25 是其底部晶片 42W 的仰视图。

[0165] 在步骤 S101 中,如图 23 所示,在均匀的水晶晶片 40W 上通过蚀刻形成多个音叉型水晶振动片 40。即,同时形成基部 404、一对振动臂 405、一对支撑臂 406a、406b、槽部 407 及锤部 408。此时,多个音叉型水晶振动片 40 的外形通过连结部 409 连结在水晶晶片 40W 上。

[0166] 在步骤 S102 中,利用图 17 所示的喷镀及蚀刻方法形成励振电极 402a、402b 及引出电极 403a、403b。

[0167] 在步骤 S103 中,沿着点划线的切断线 CL 切断各个音叉型水晶振动片 40。

[0168] 在步骤 S12 中,通过步骤 S121 及步骤 S122 制造多个底部 42。如图 24 及图 25 所示,与第 1 实施方式相比,仅在底部贯通孔 BH2 和连接电极 424a、424b 的形状及位置上有所不同。

[0169] 在步骤 S13 中,在步骤 S10 中制造的音叉型水晶振动片 40 通过导电性粘接剂 43 放置在底部 42 的第 2 端面 M2 上。此时,以音叉型水晶振动片 40 的引出电极 403a、403b 与形成在底部 42 的第 2 端面 M2 上的连接电极 424a、424b 对齐的方式,音叉型水晶振动片 40 放置在底部 42 的第 2 端面 M2 上。

[0170] 在步骤 S14 中,将一对频率测定用探针 PB1、PB2 分别抵接在底部 42B 的外部电极 425a 和外部电极 425c 上,测定一个一个的音叉型水晶振动片 40 的频率。图 25 所示,即使在外部电极 425a、425c 上施加交替电压,底部 42B 的外部电极 425a、425c 仅与底部 42A 或底部 42C 的接地电极 425b、425d 电连接,并不与底部 42A 或底部 42C 的外部电极 425a、425c 电连接。因此,不受来自相邻的底部 42 的影响,能够以晶片状态正确地测定音叉型水晶振动片 40 的频率。

[0171] 在步骤 S15 中,如第 1 实施方式的说明,在音叉型水晶振动片 40 的振动臂 405 的锤部 408 上照射激光,使金属从锤部 408 升华,调整频率。

[0172] 在步骤 S16 中,通过加热低熔点玻璃、加压盖部晶片和底部晶片,盖部晶片和底部晶片由低熔点玻璃 LG 进行接合。

[0173] 在步骤 S17 中,切断已接合的盖部晶片、水晶晶片 40W 及底部晶片 42W。由此,制造数百至数千个第 4 水晶振子 400。

[0174] 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。

[0175] 例如,本说明书中由低熔点玻璃接合了底部晶片、水晶晶片及盖部晶片,但是可以以聚亚胺树脂来代替低熔点玻璃。当使用聚亚胺树脂的情况,可以进行丝网印刷,也可以将感光性的聚亚胺树脂涂布在整面上后进行曝光。

[0176] 另外,在本说明书中使用了水晶振动片,但也可以适用除了水晶之外的钽酸锂、铌酸锂等的压电材料。再有作为压电装置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。

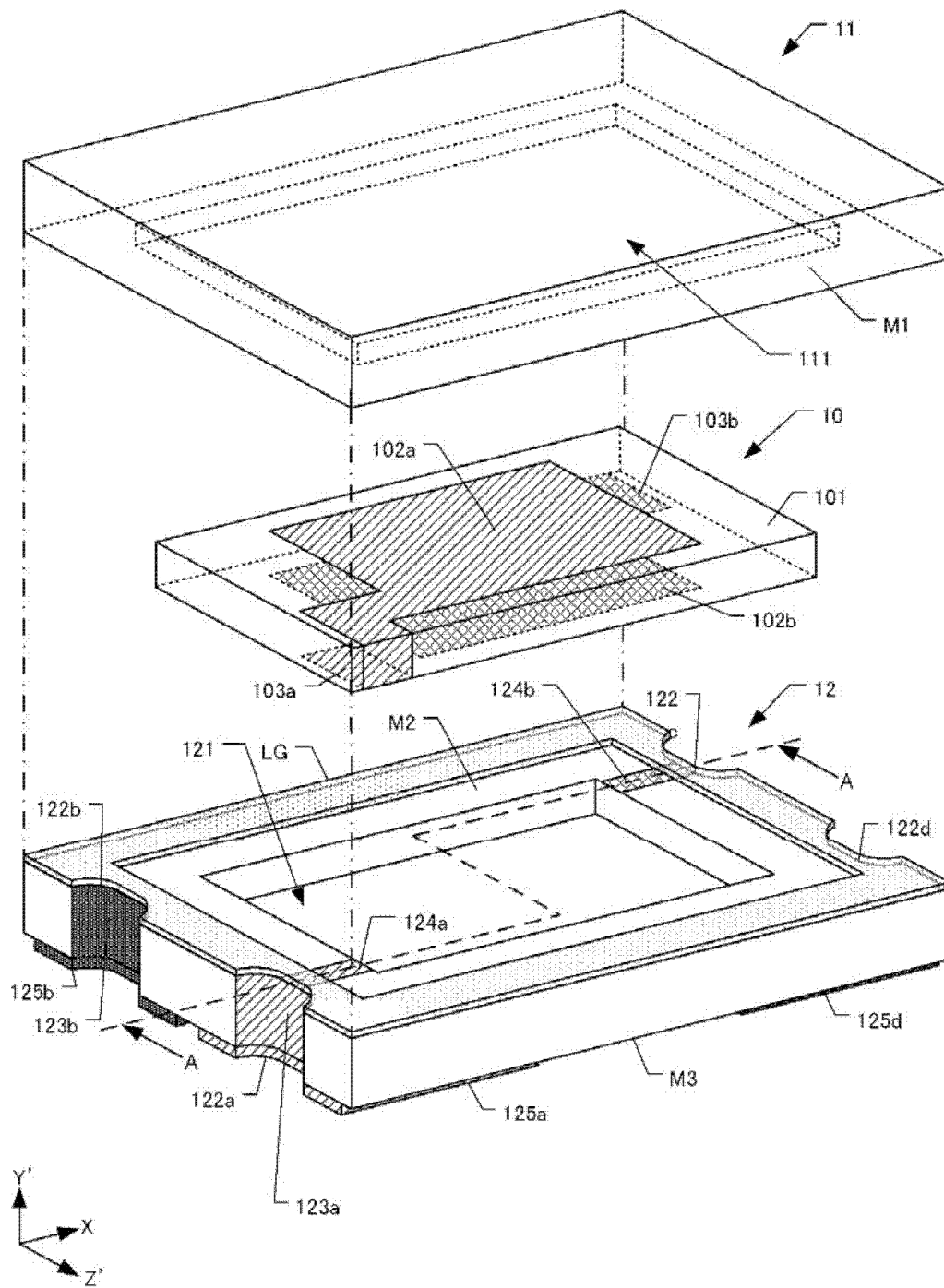
100

图 1



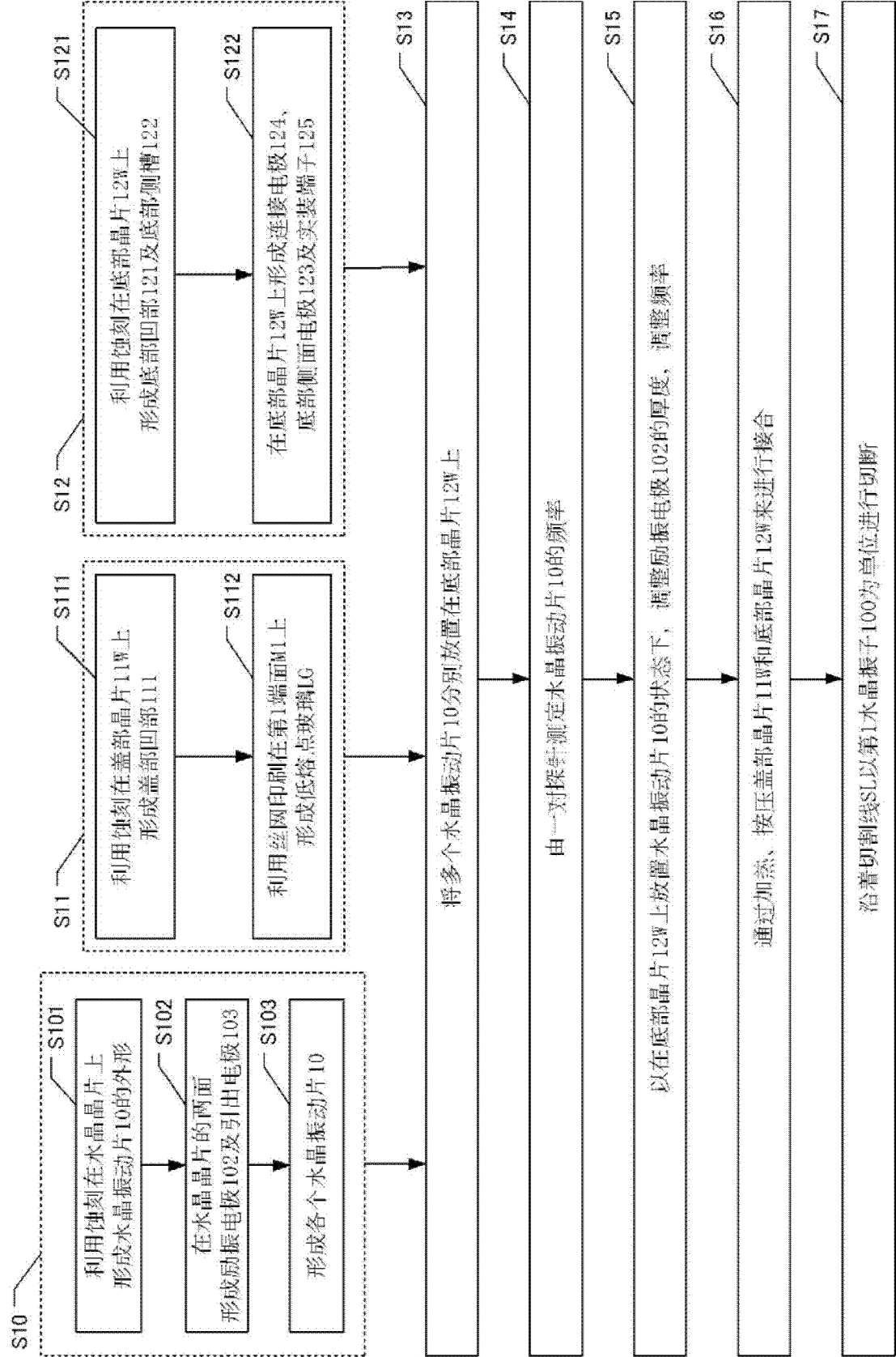


图 3

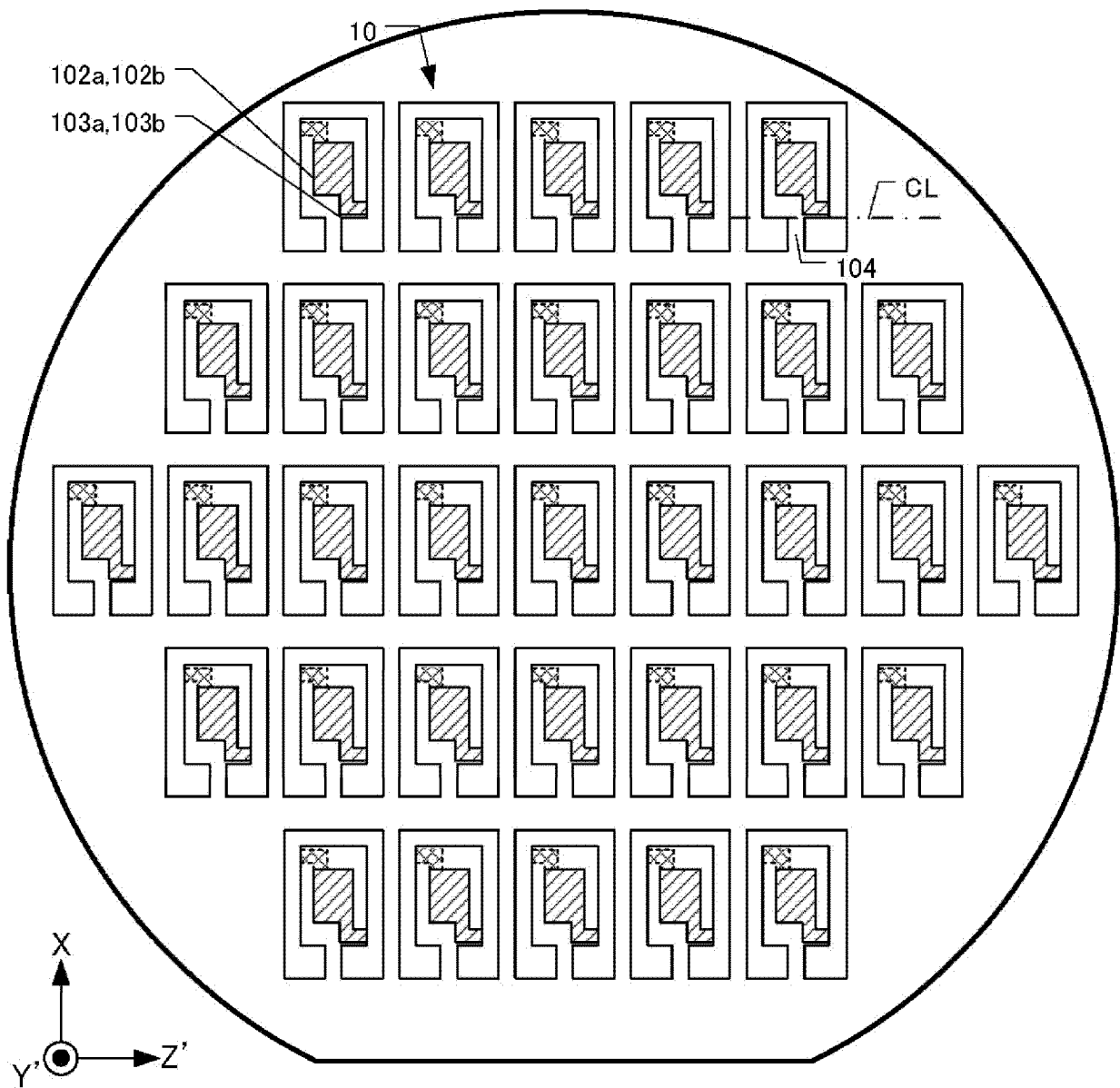
10W

图 4

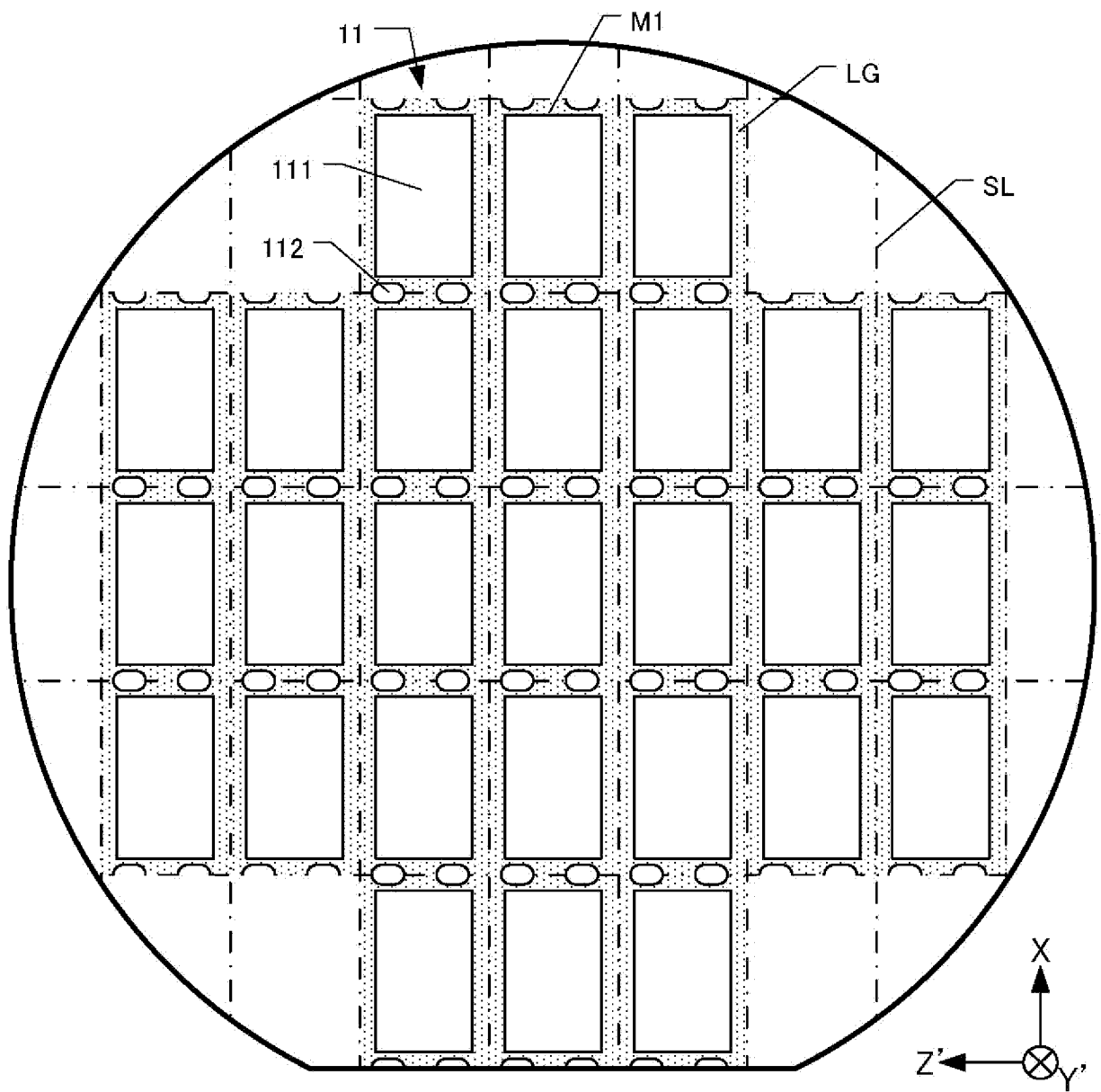
11W

图 5

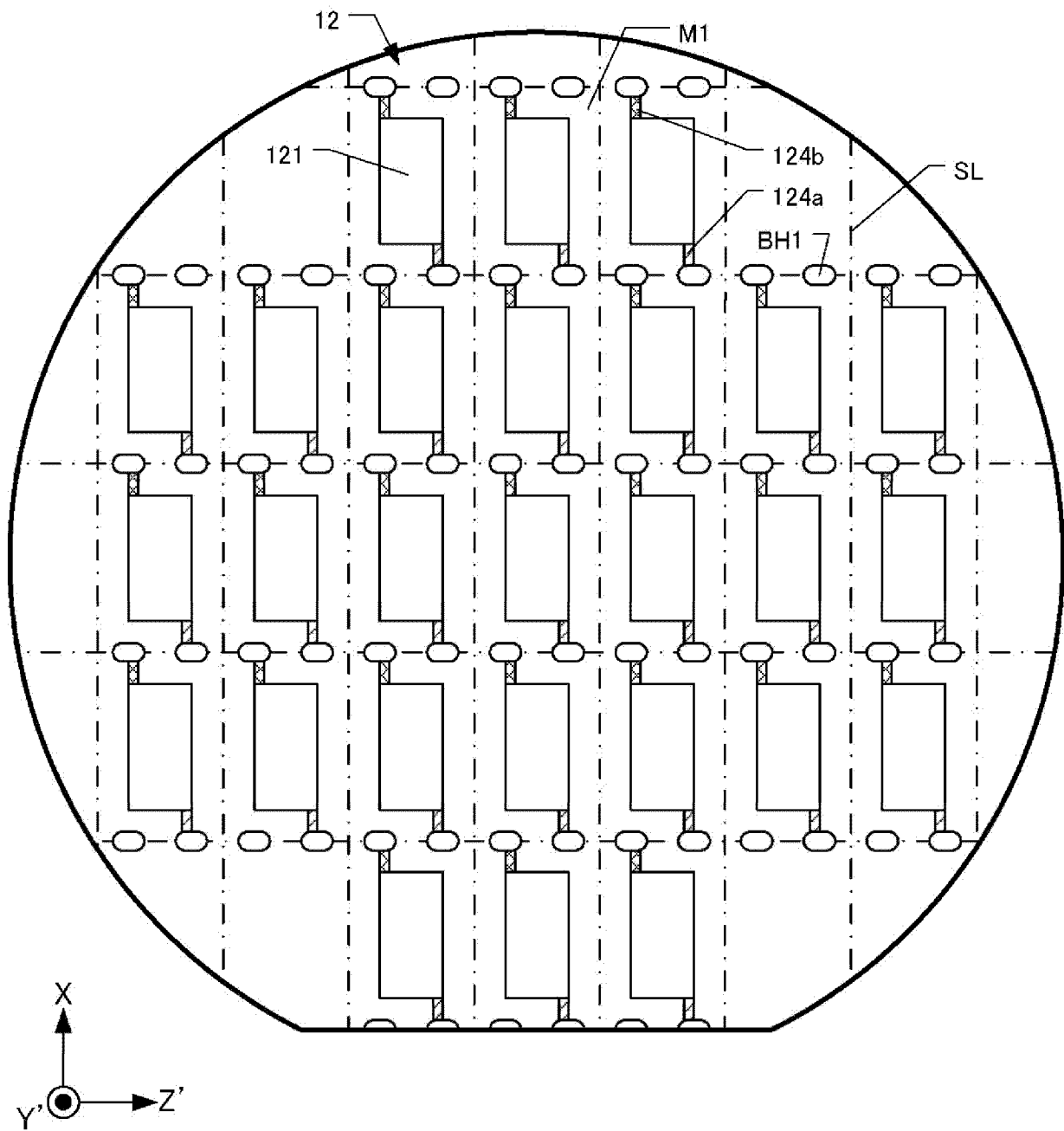
12W

图 6

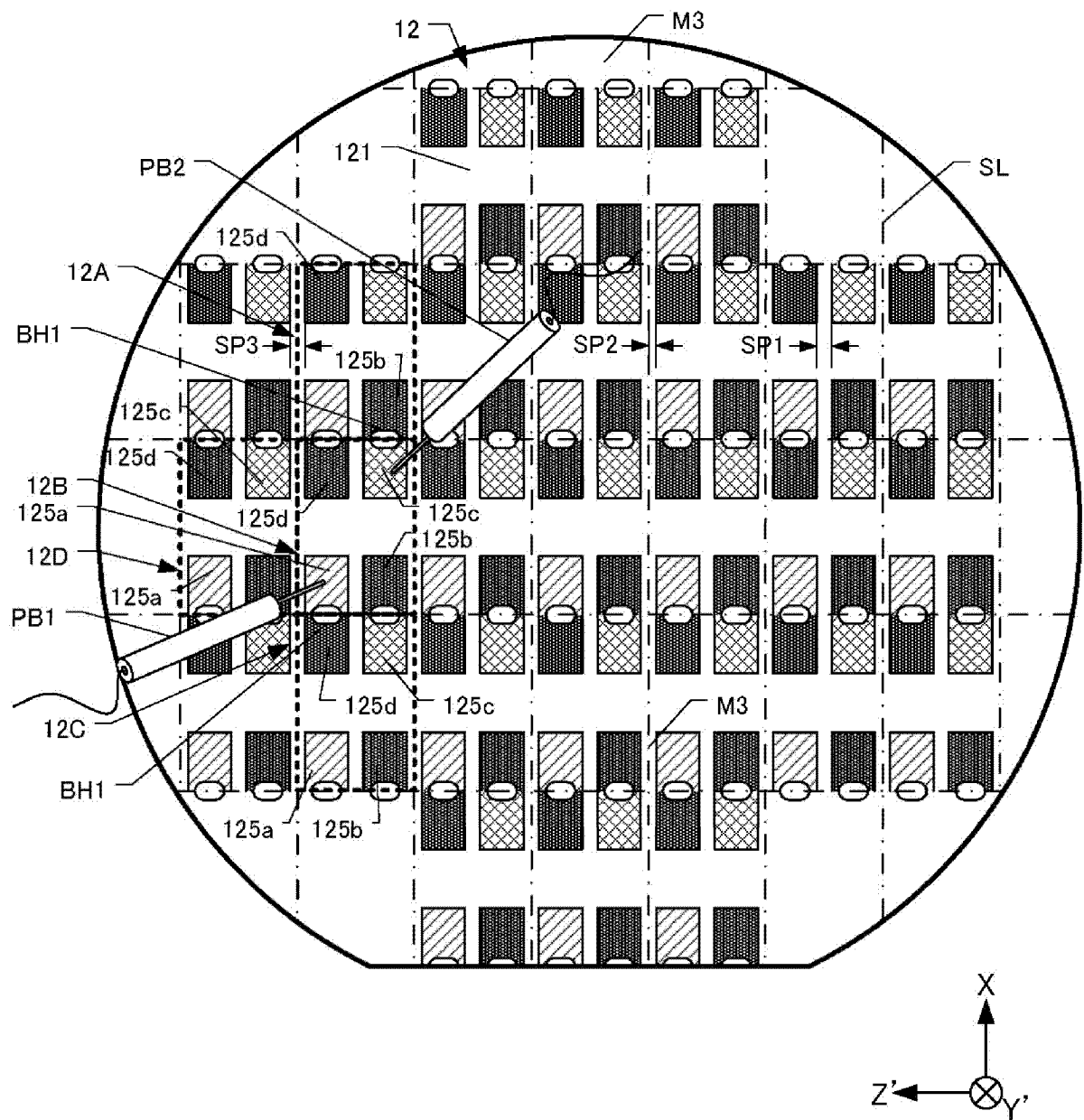
12W

图 7

100'

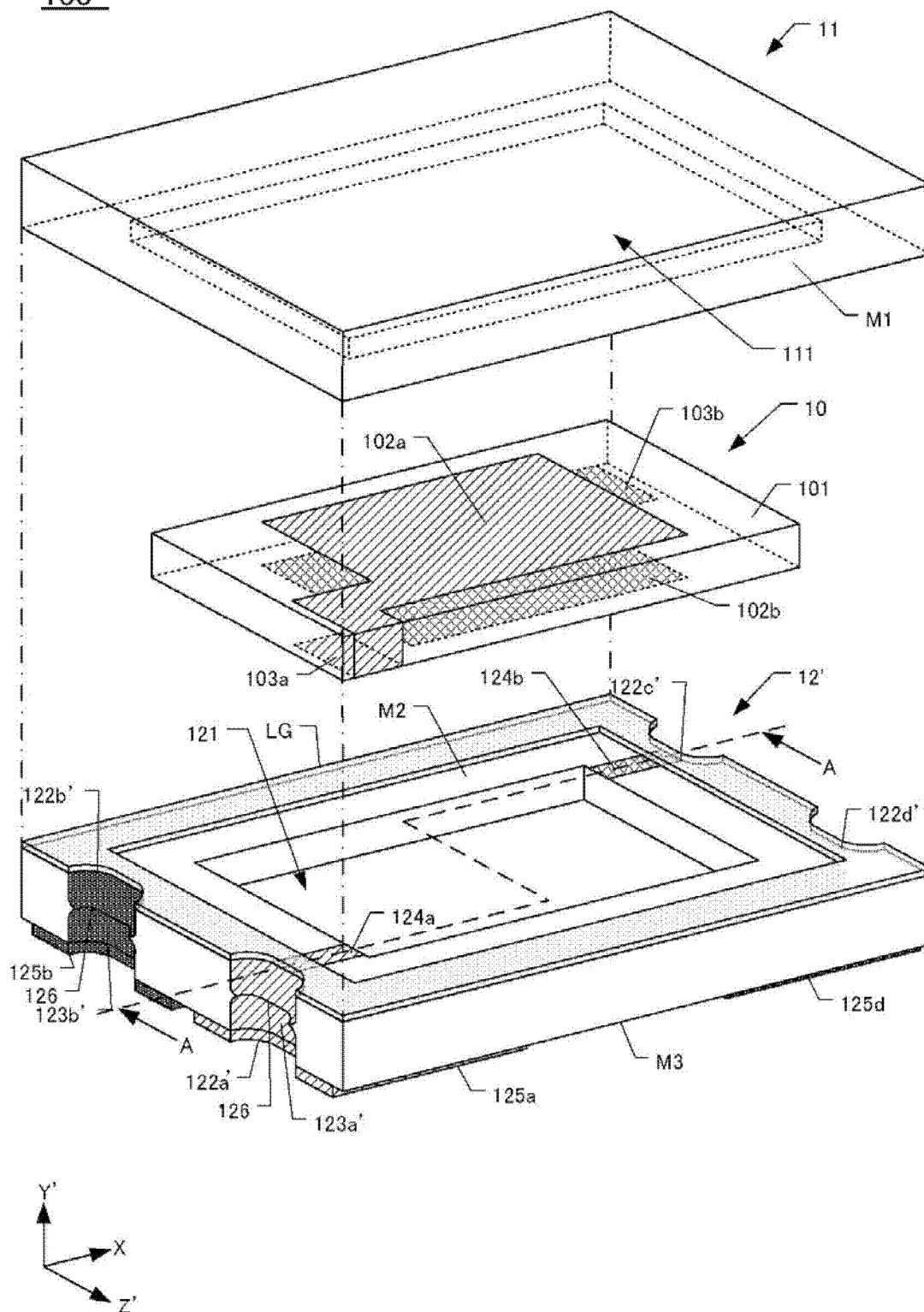


图 8



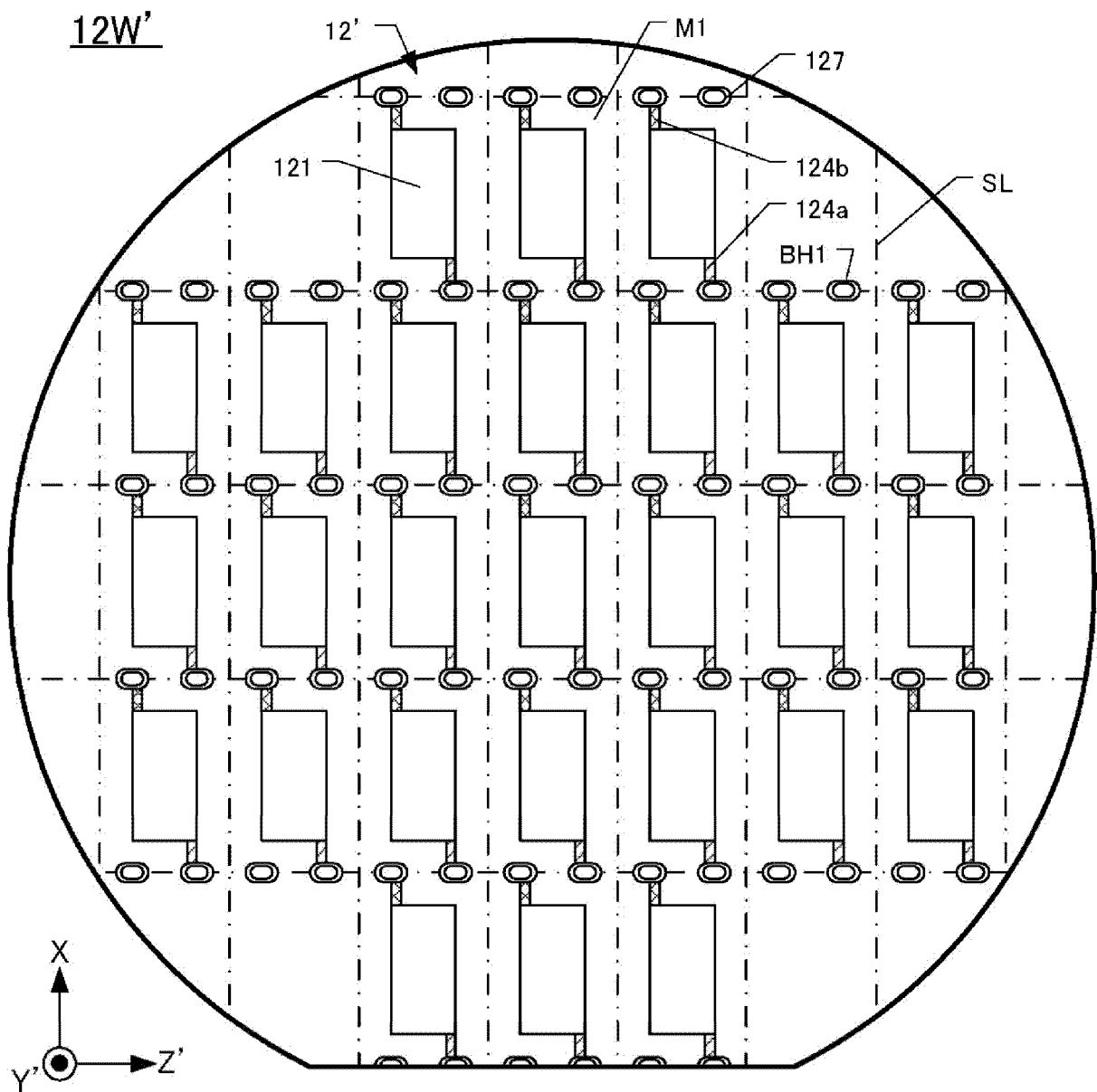


图 10

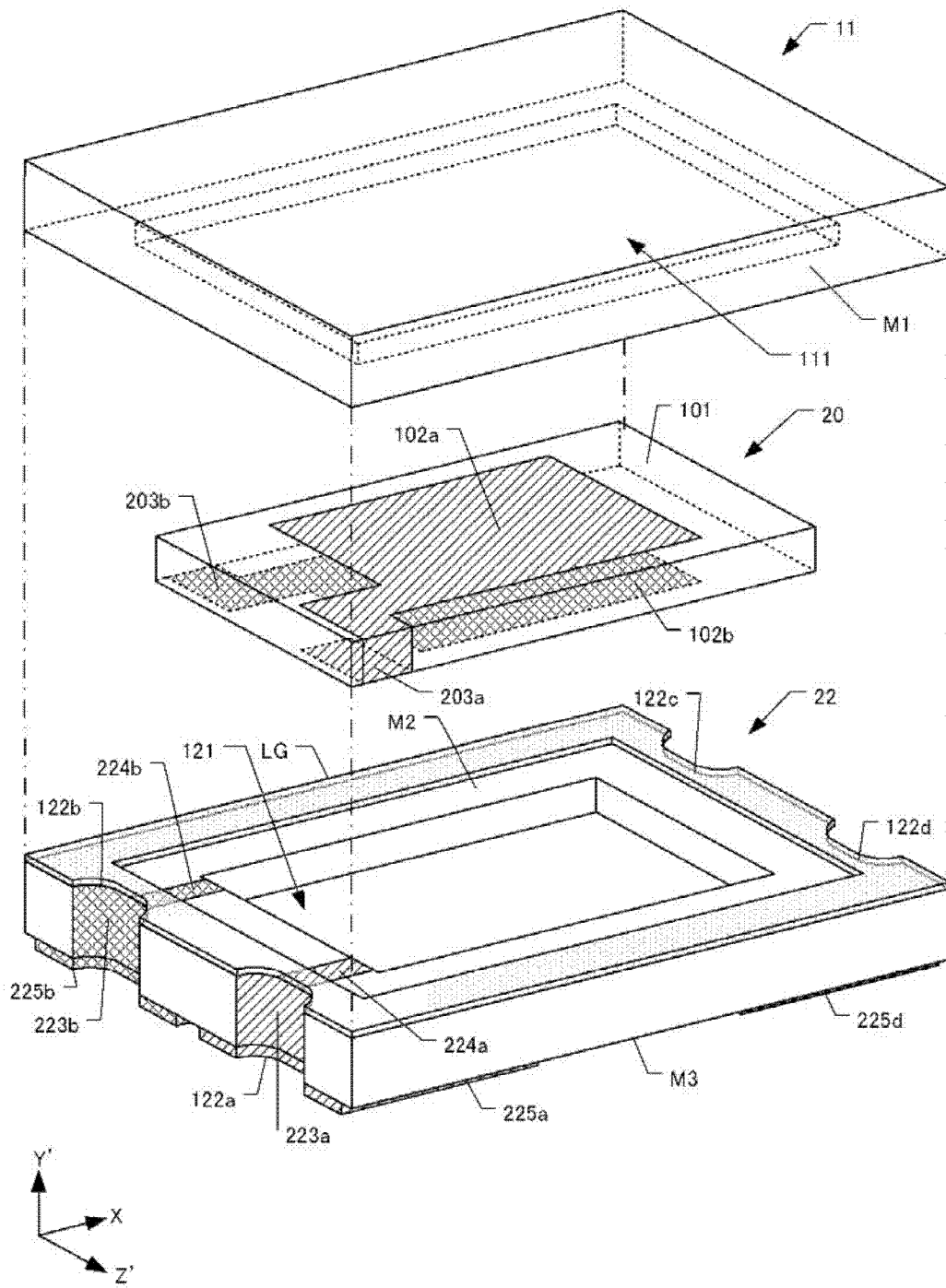
200

图 11

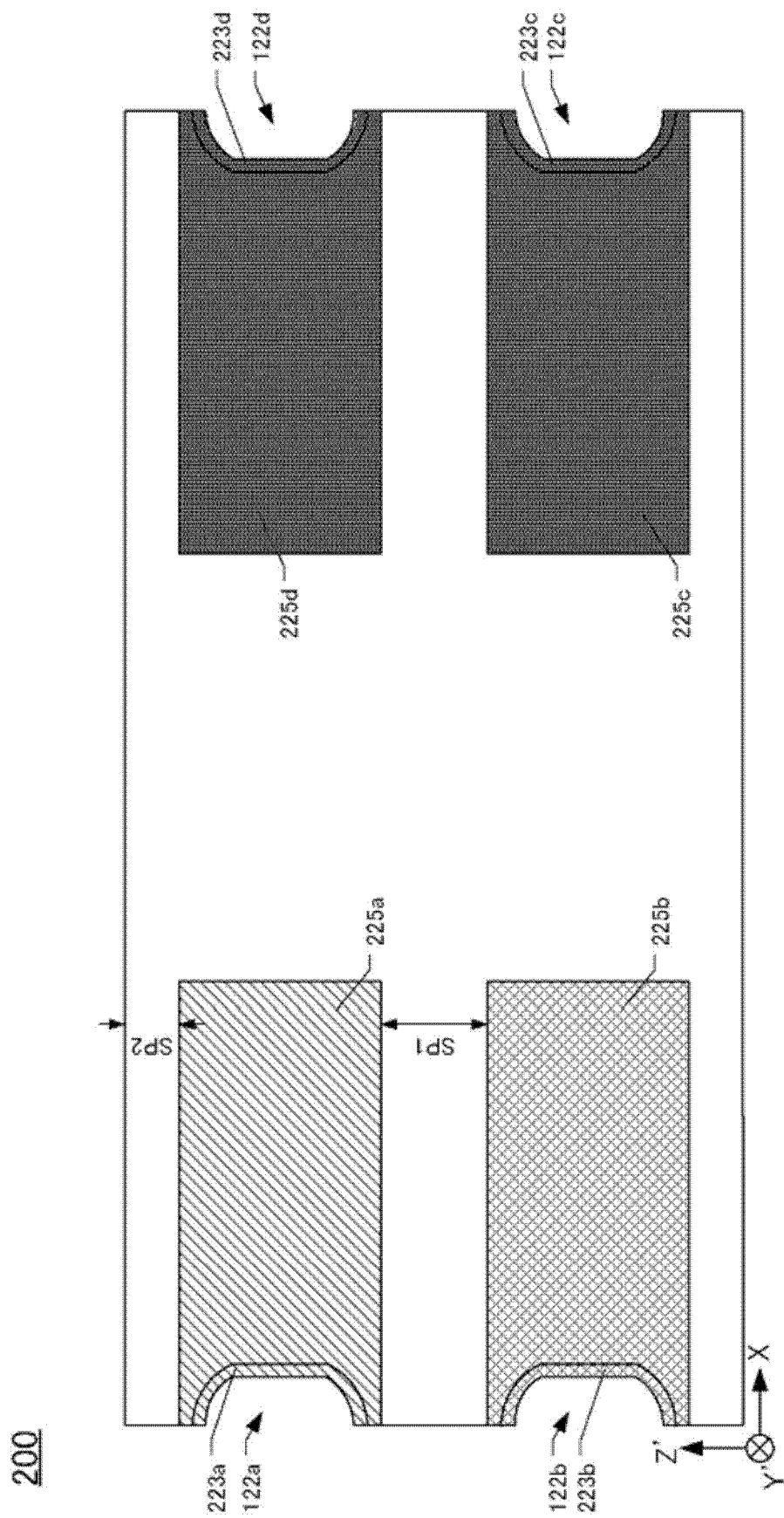


图 12

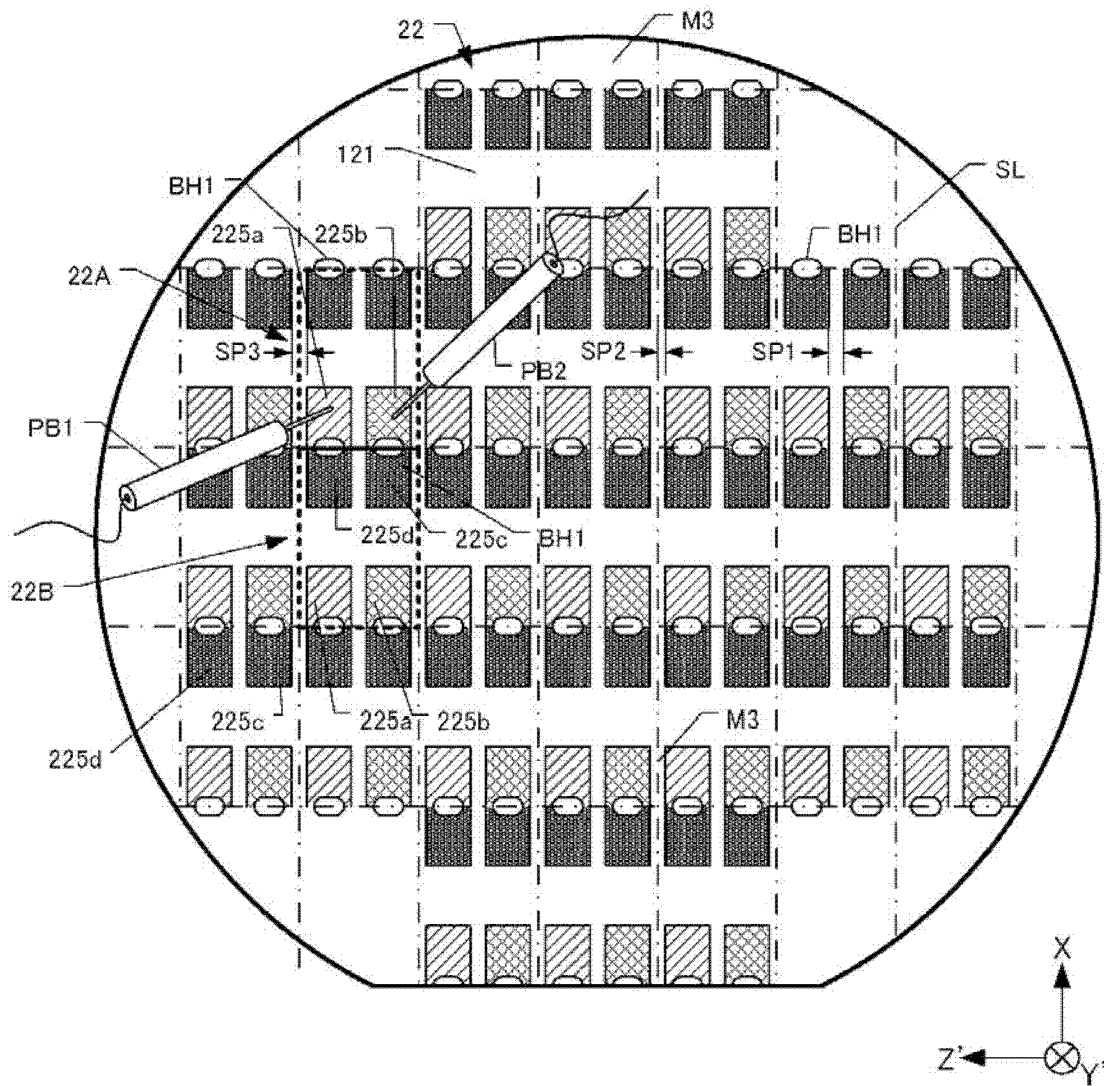
22W

图 13



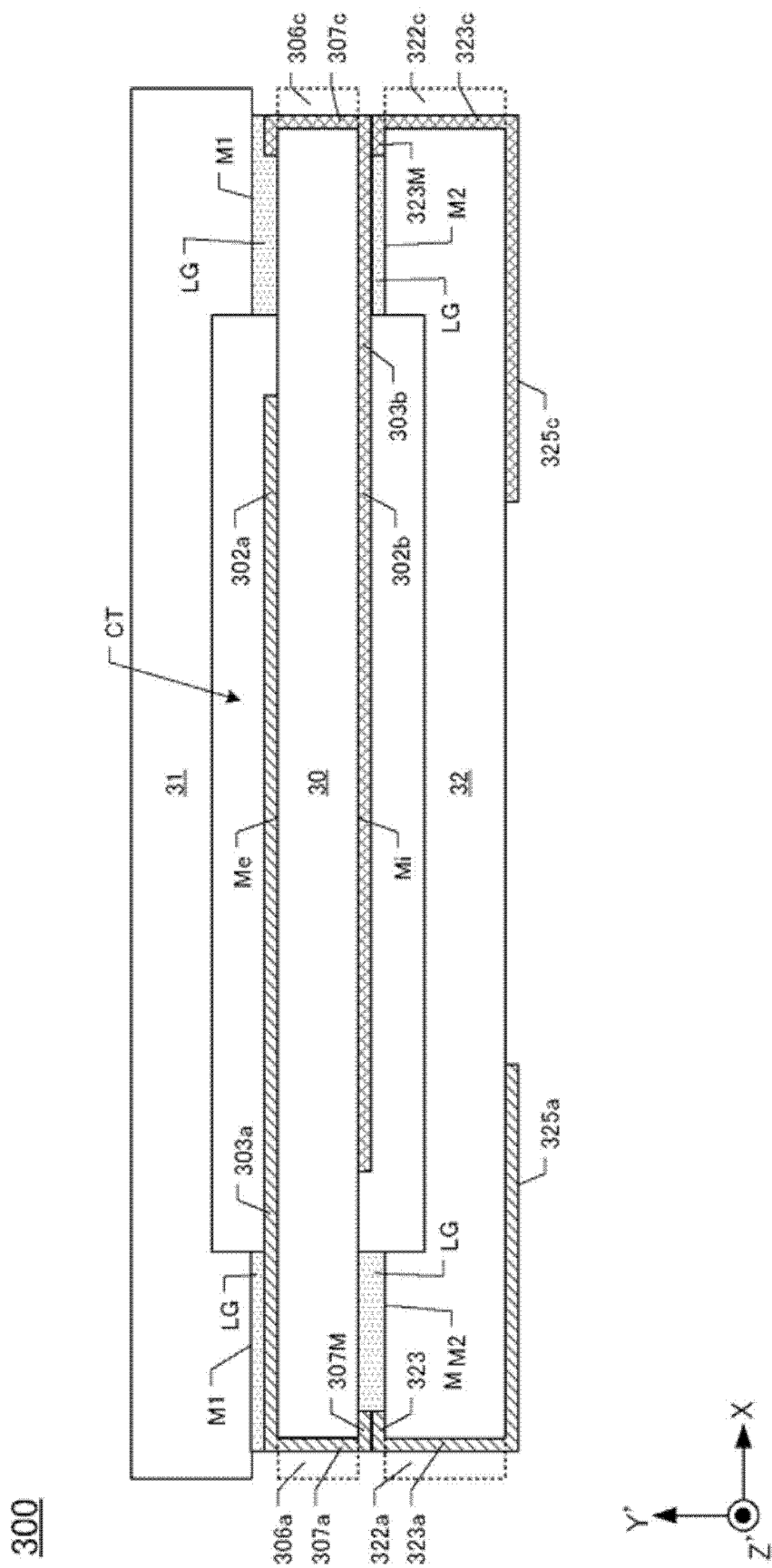


图 15

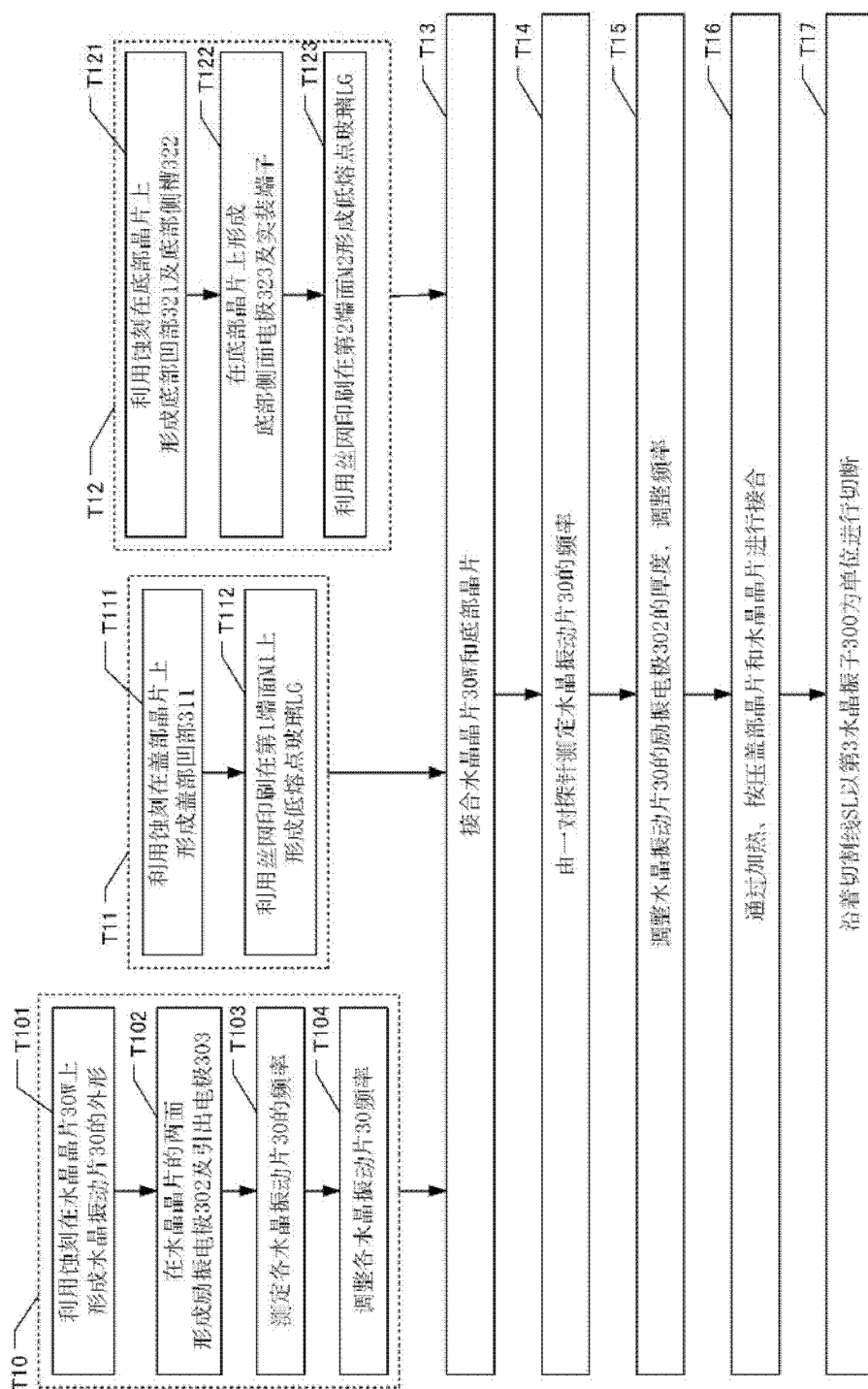


图 16

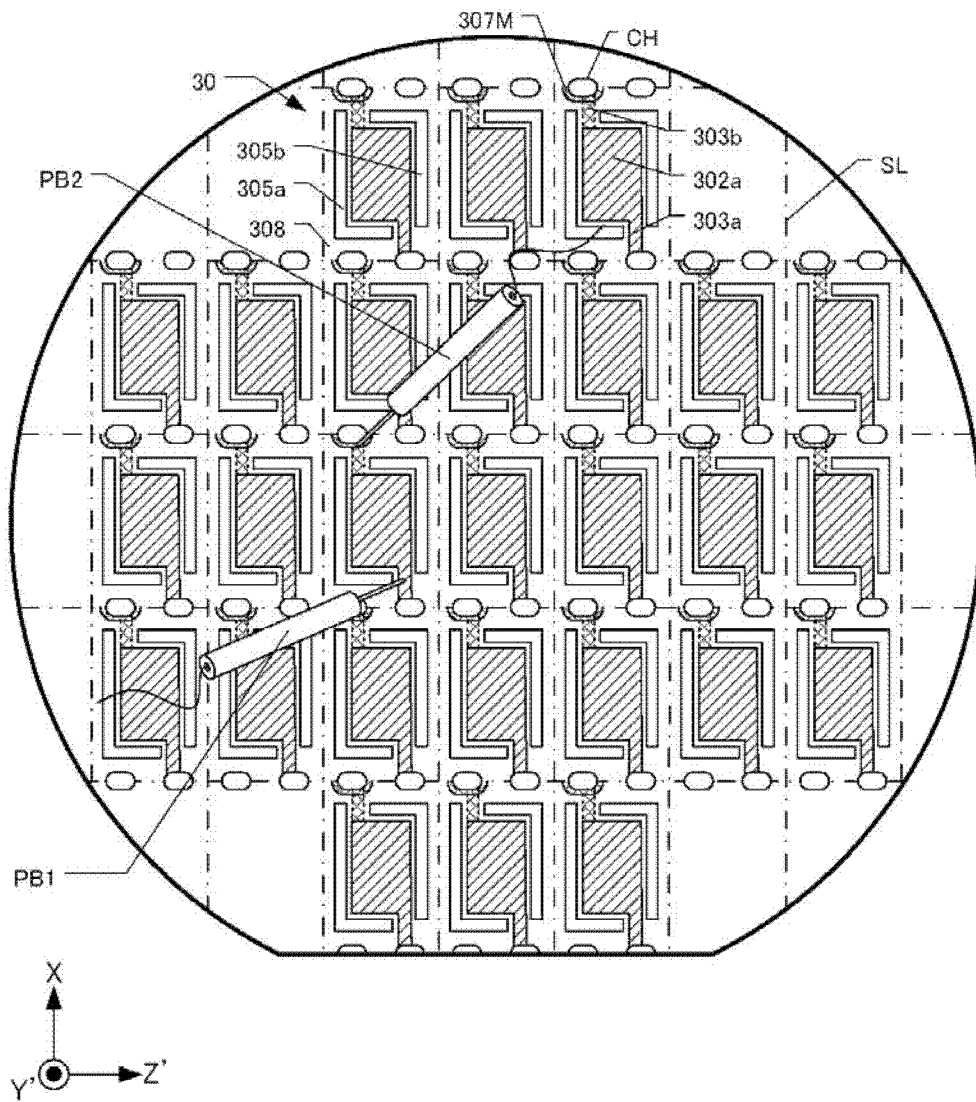
30W

图 17

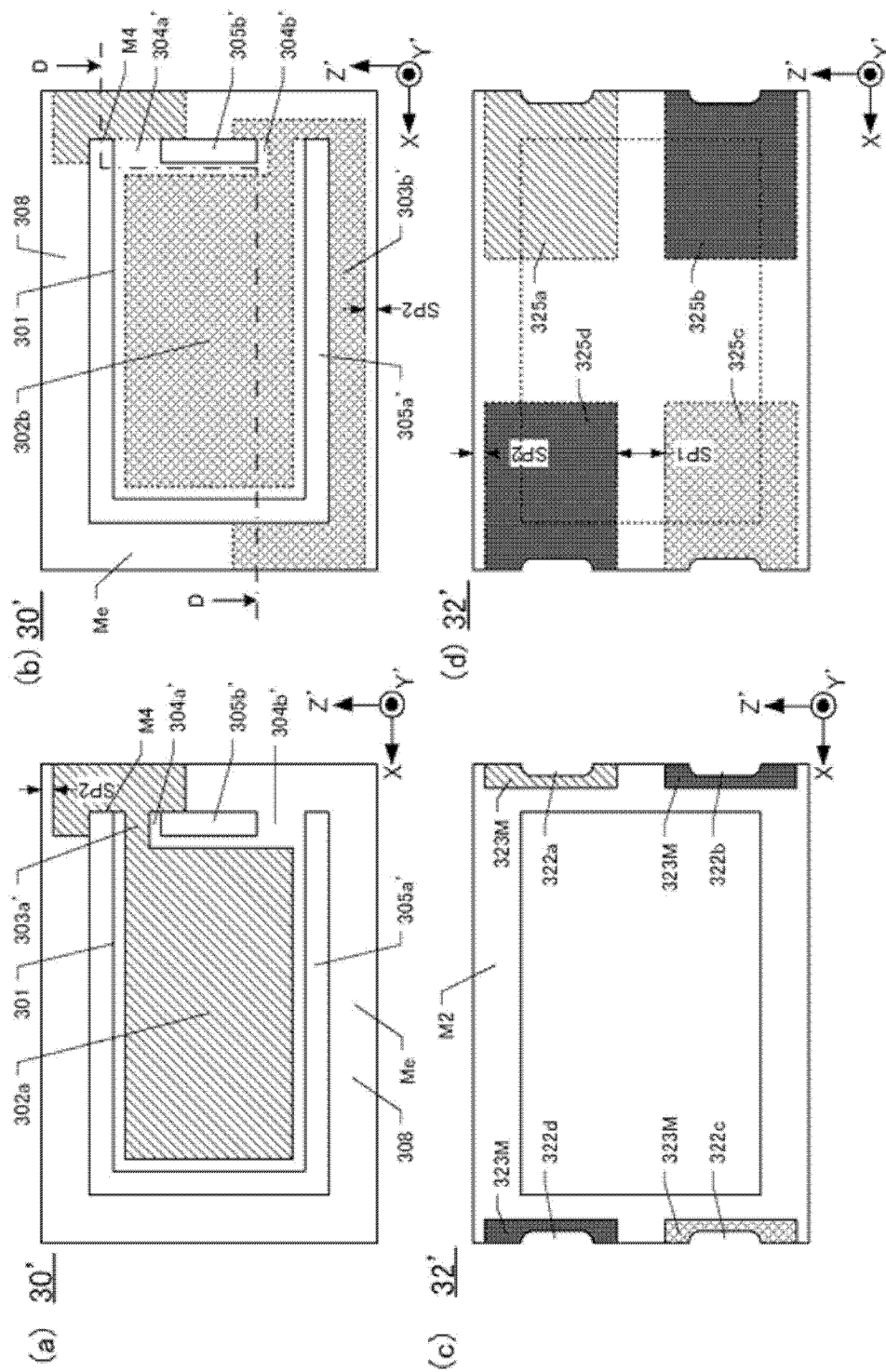


图 18

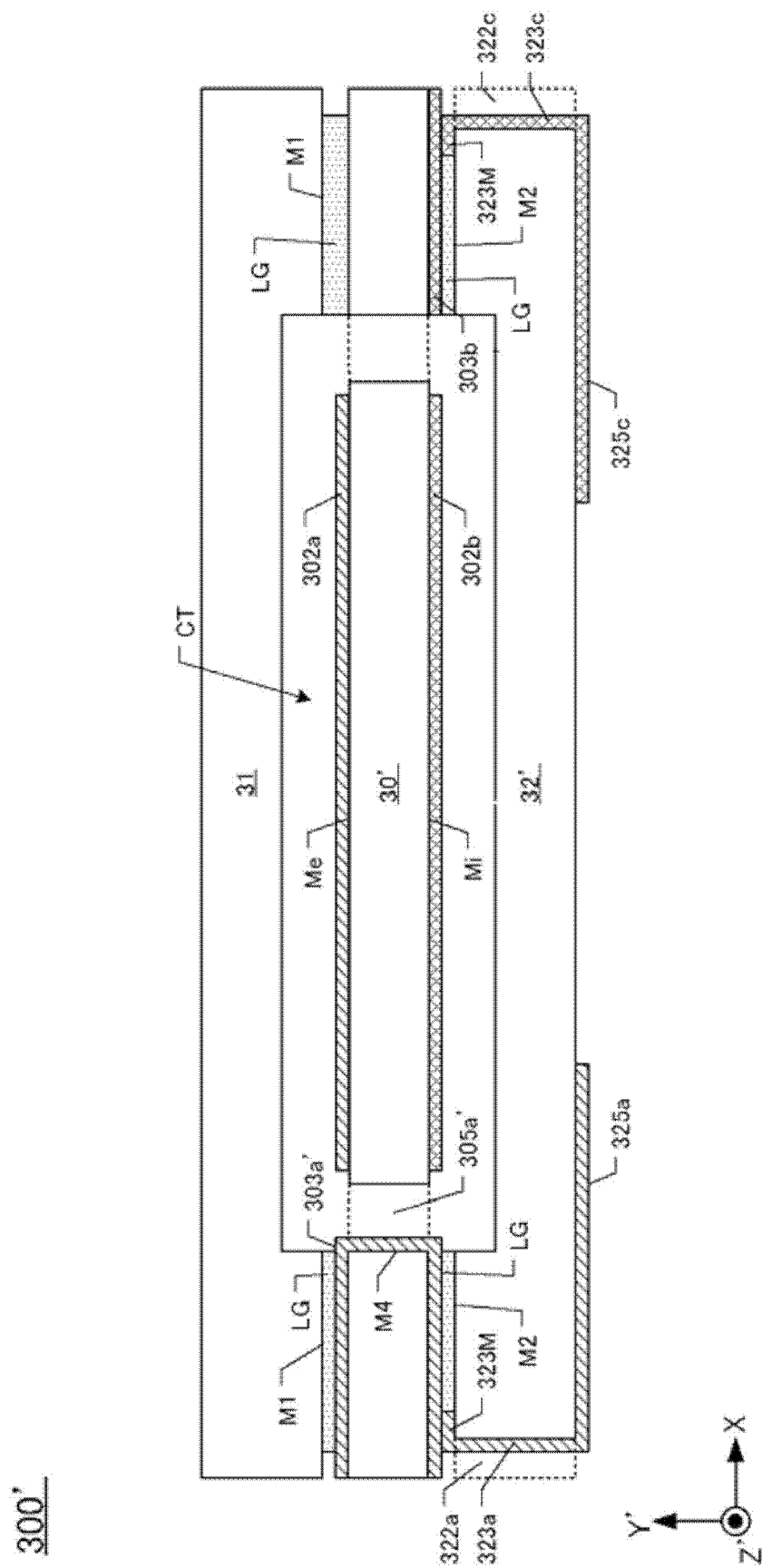


图 19

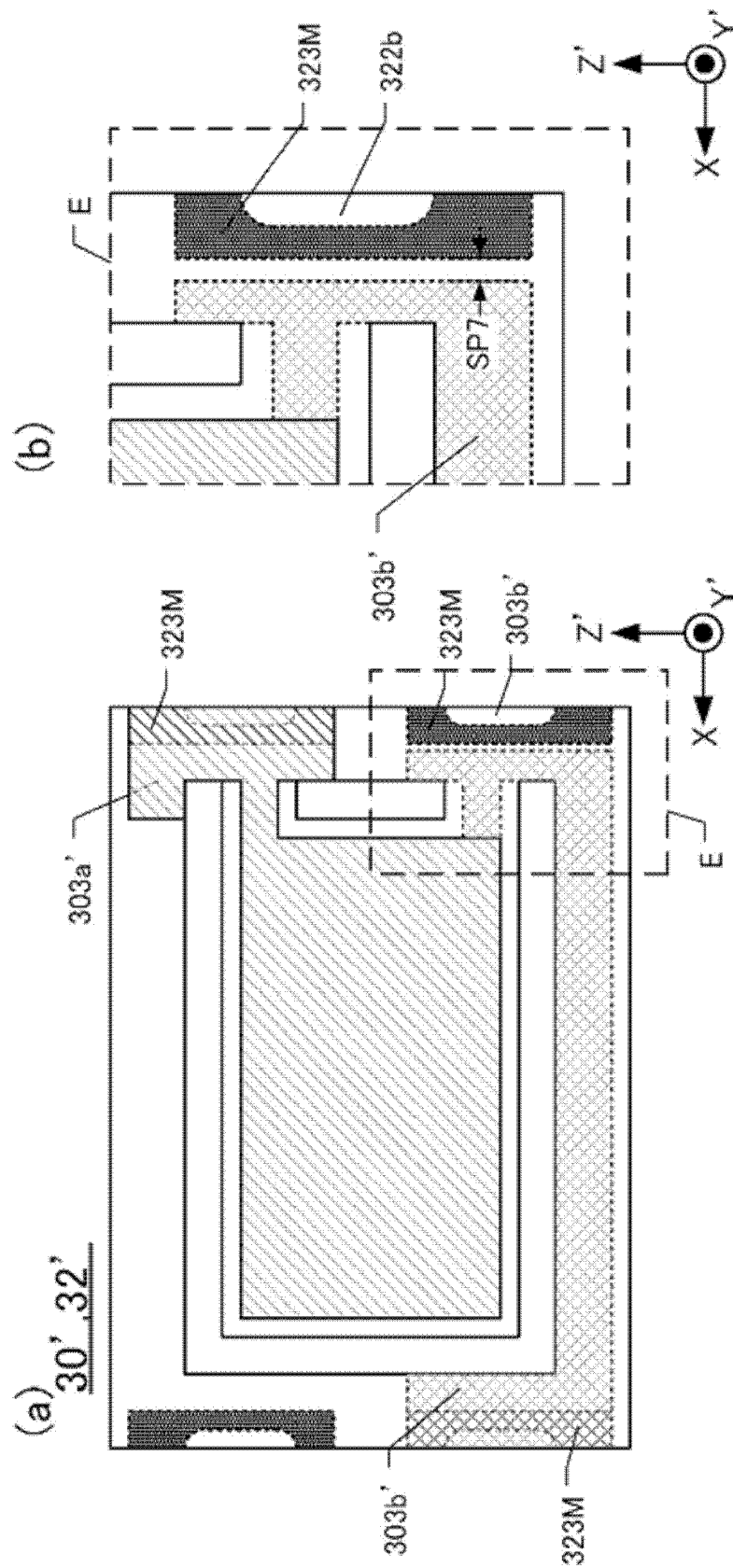


图 20

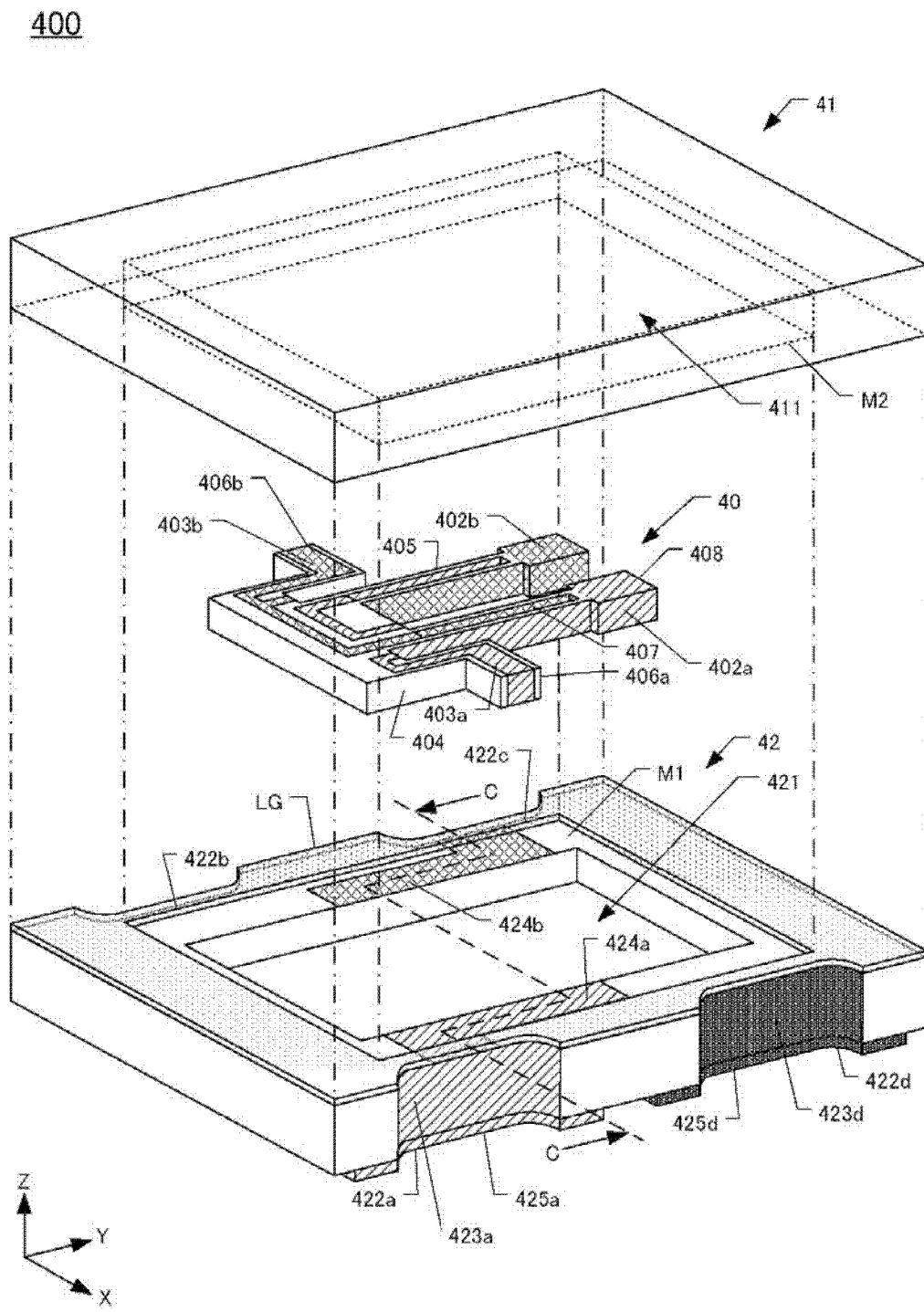
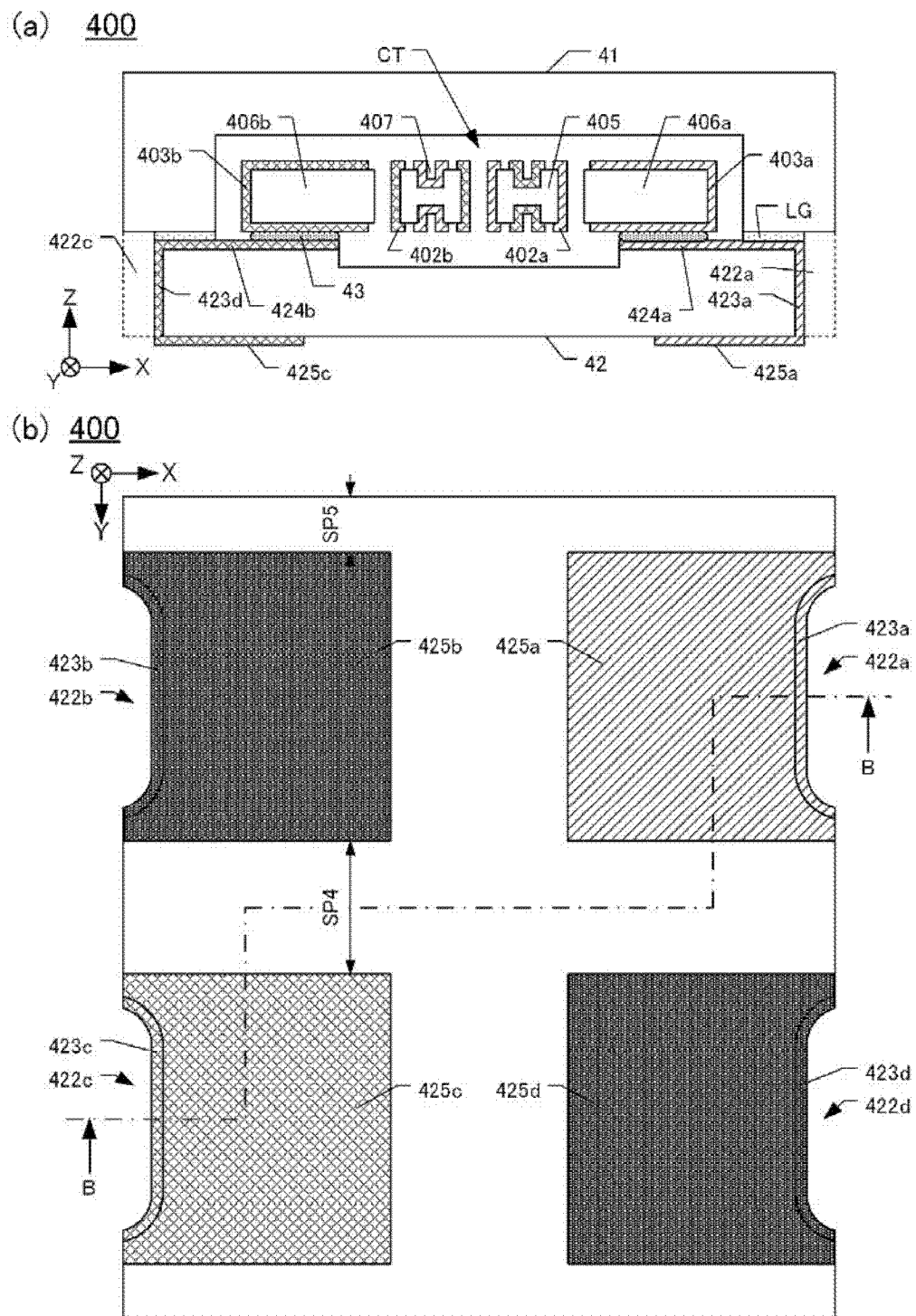


图 21



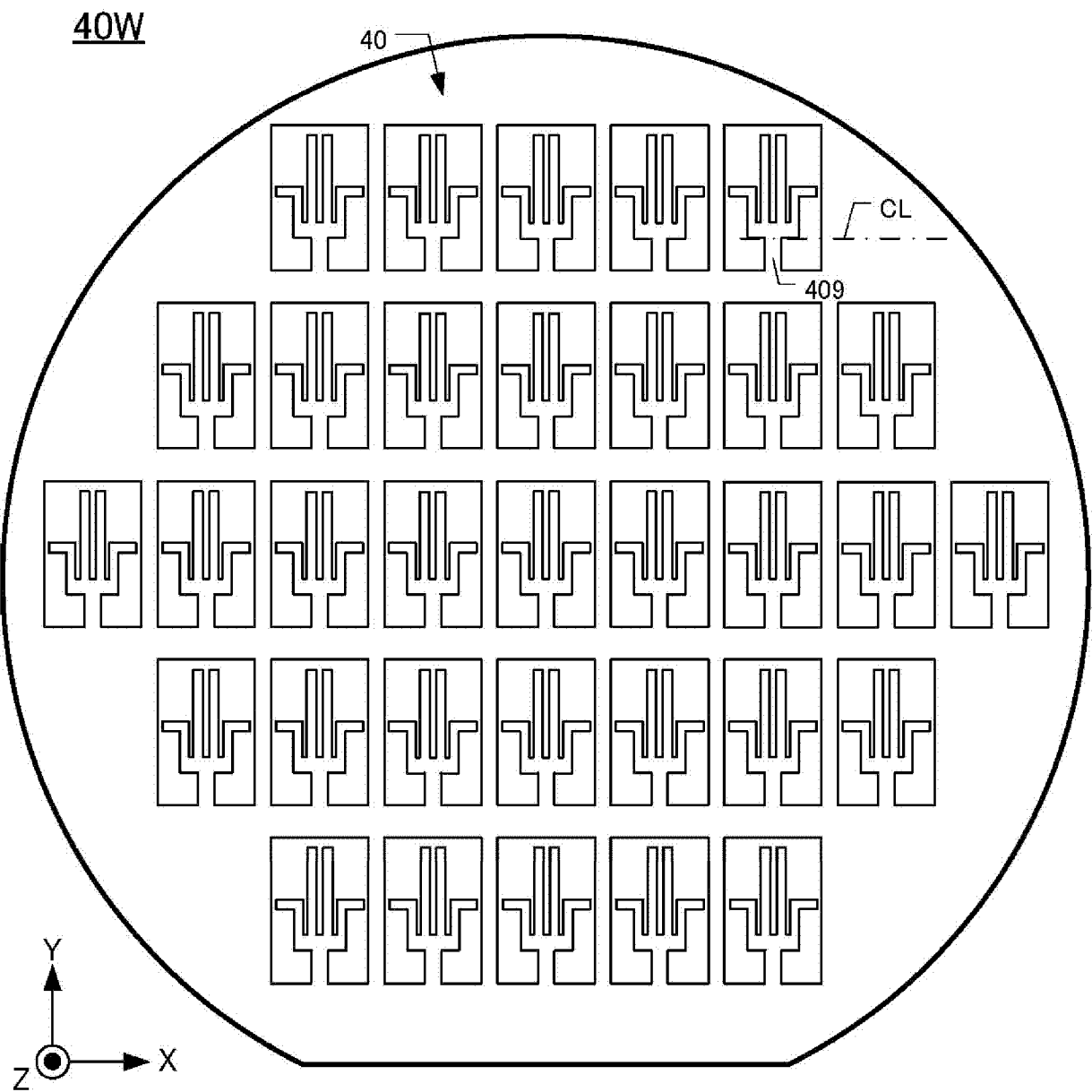


图 23

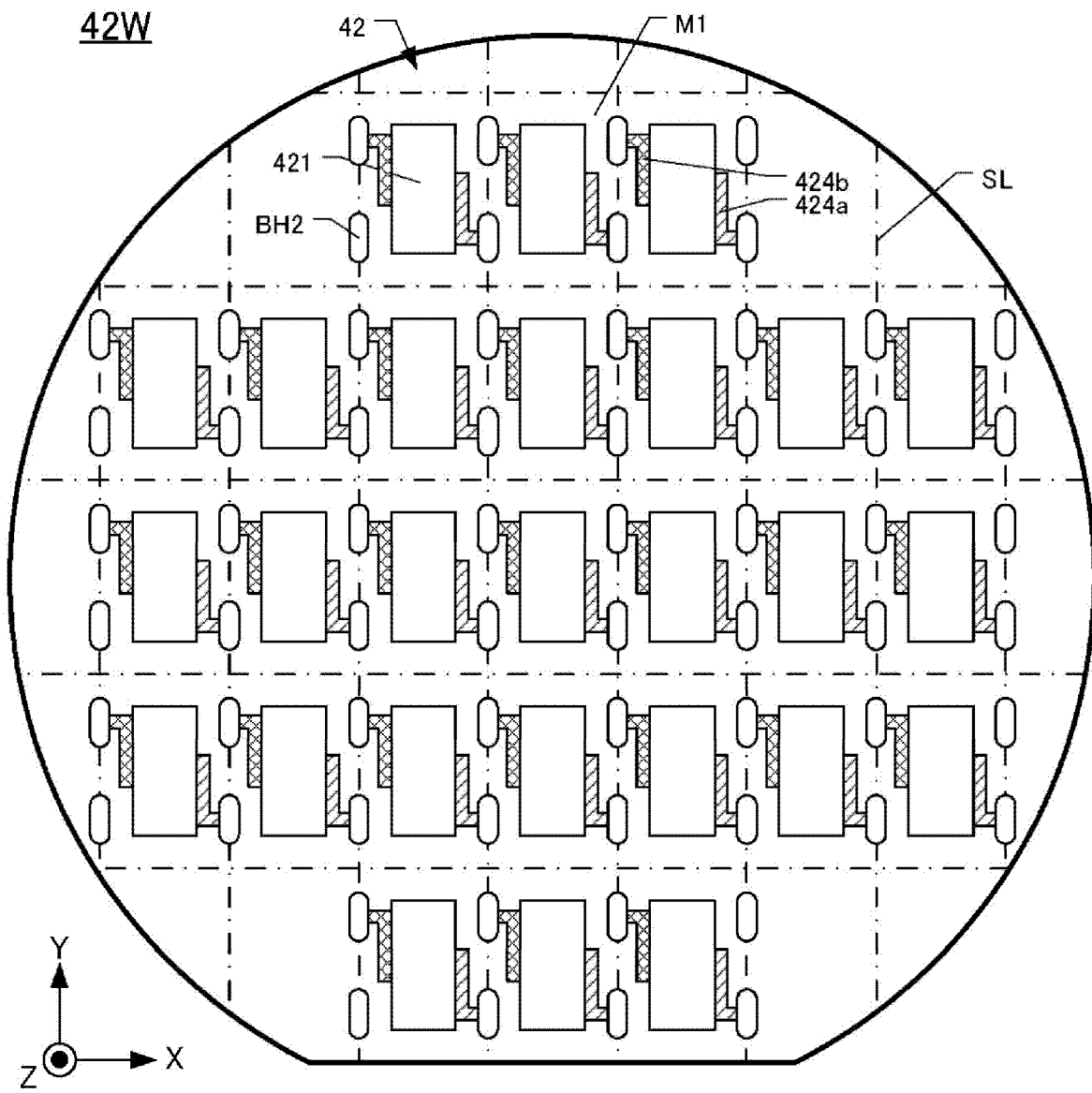


图 24

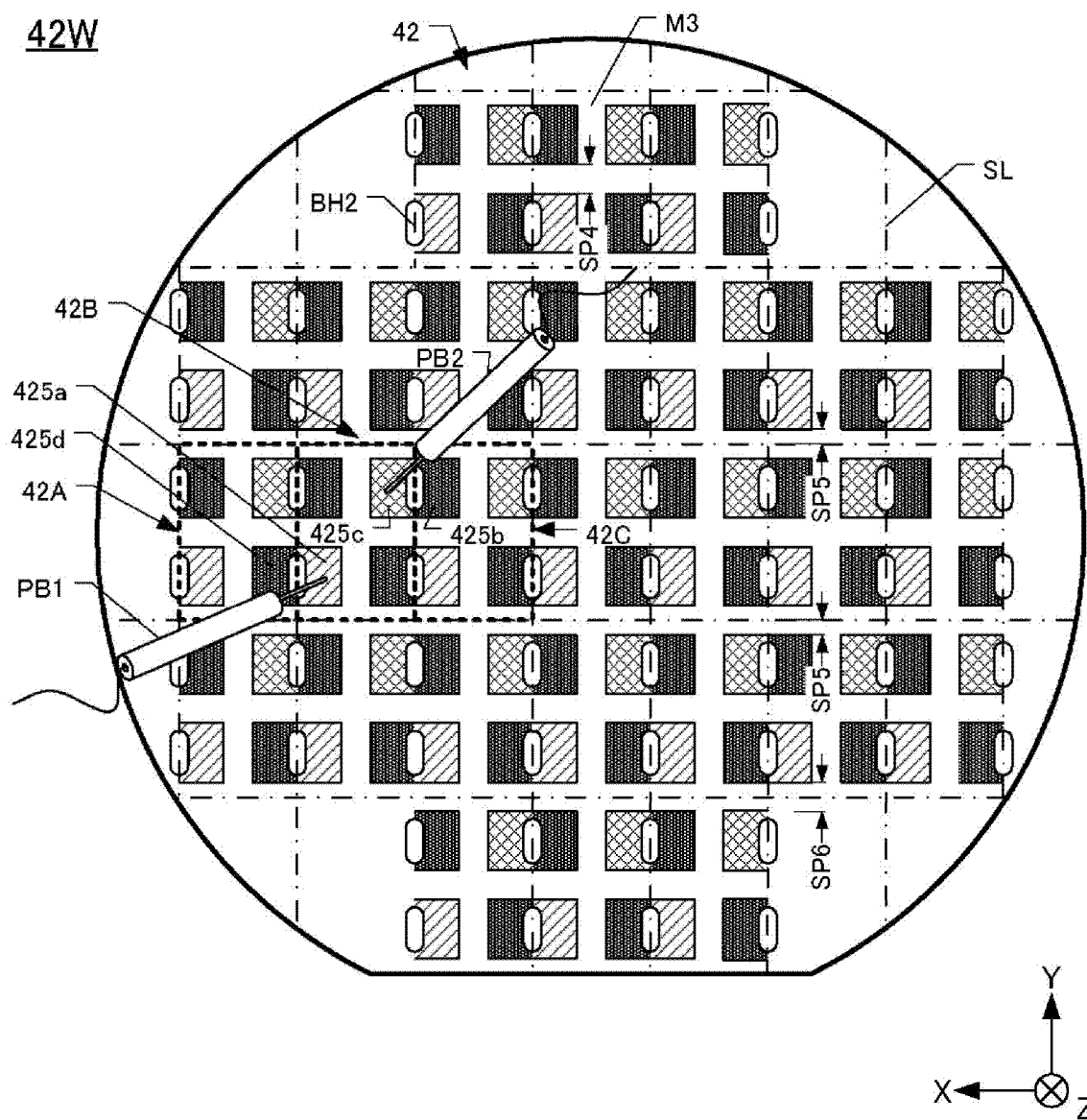


图 25