



(10) 申请公布号 CN 118020249 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 10

(21) 申请号 202280065526.0

(22) 申请日 2022.09.30

(30) 优先权数据

63/250,547 2021.09.30 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.03.27

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2022/036781 2022.09.30

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/054694 JA 2023.04.06

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 山根毅 井上和则

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

专利代理师 朴云龙

(51) Int.Cl.

H03H 9/25 (2006.01)

H03H 3/08 (2006.01)

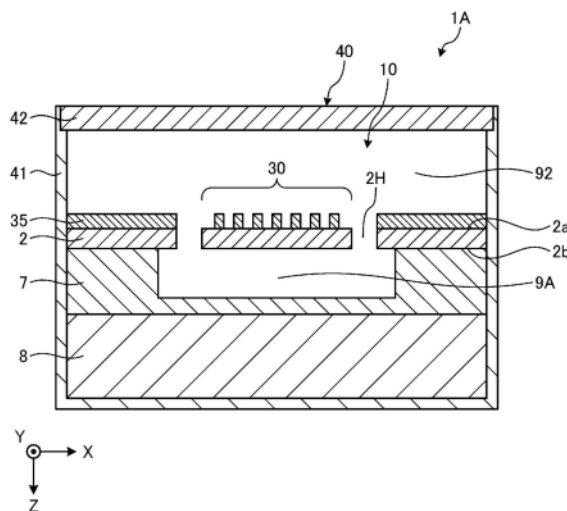
权利要求书4页 说明书18页 附图22页

(54) 发明名称

弹性波装置以及弹性波装置的制造方法

(57) 摘要

本发明抑制压电层的破损。弹性波装置具备弹性波元件和容纳弹性波元件的封装件,弹性波元件具备:支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;压电层,层叠于支承构件,具有第1主面和在第1方向上与第1主面相反侧的第2主面;以及功能电极,设置在压电层的第1主面以及第2主面中的至少一者。在支承构件中,在压电层侧并且在第1方向上俯视时至少一部分与功能电极重叠的位置具有第1空间部,在封装件中,在第1空间部的外部具有第2空间部,在压电层具有与第1空间部以及第2空间部连通的贯通孔,第1空间部、第2空间部、以及封装件的外部通过至少一个路径相连。



1. 一种弹性波装置,具备:
弹性波元件;以及
封装件,容纳所述弹性波元件,
所述弹性波元件具备:
支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;
压电层,层叠于所述支承构件,具有第1主面和在所述第1方向上与所述第1主面相反侧的第2主面;以及
功能电极,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者,
在所述支承构件中,在所述压电层侧并且在所述第1方向上俯视时至少一部分与所述功能电极重叠的位置具有第1空间部,
在所述封装件中,在所述第1空间部的外部具有第2空间部,
在所述压电层具有与所述第1空间部以及所述第2空间部连通的贯通孔,
所述第1空间部、所述第2空间部、以及所述封装件的外部通过至少一个路径相连。
2. 一种弹性波装置,具备:
弹性波元件;以及
封装件,容纳所述弹性波元件,
所述弹性波元件具备:
支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;
压电层,层叠于所述支承构件,具有第1主面和在所述第1方向上与所述第1主面相反侧的第2主面;以及
功能电极,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者,
在所述支承构件中,在所述压电层侧并且在所述第1方向上俯视时至少一部分与所述功能电极重叠的位置具有第1空间部,
在所述封装件中,在所述第1空间部的外部具有第2空间部,
在所述压电层具有与所述第1空间部以及所述第2空间部连通的贯通孔,
所述第1空间部、所述第2空间部、以及所述封装件的外部的气压相同。
3. 根据权利要求1或2所述的弹性波装置,其中,
所述封装件的至少一部分由能够通气的树脂构成。
4. 一种弹性波装置,具备:
支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;
压电层,层叠于所述支承构件,具有第1主面和在所述第1方向上与所述第1主面相反侧的第2主面;
功能电极,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者;
支承框,设置在所述压电层的所述第1方向上;以及
盖部,设置在所述支承框的所述第1方向上,
在所述支承构件中,在所述压电层侧并且在所述第1方向上俯视时至少一部分与所述功能电极重叠的位置具有第1空间部,
在所述支承框具有第2空间部,
在所述压电层具有将所述第1空间部和所述第2空间部连通的贯通孔,

所述第1空间部、所述第2空间部、以及盖体的外侧通过至少一个路径相连。

5. 一种弹性波装置,具备:

支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;

压电层,层叠于所述支承构件,具有第1主面和在所述第1方向上与所述第1主面相反侧的第2主面;

功能电极,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者;

支承框,设置在所述压电层的所述第1方向上;以及

盖部,设置在所述支承框的所述第1方向上,

在所述支承构件中,在所述压电层侧并且在所述第1方向上俯视时至少一部分与所述功能电极重叠的位置具有第1空间部,

在所述支承框具有第2空间部,

在所述压电层具有将所述第1空间部和所述第2空间部连通的贯通孔,

所述第1空间部、所述第2空间部、以及盖体的外侧的气压相同。

6. 根据权利要求4或5所述的弹性波装置,其中,

所述支承框和所述盖体中的至少一者的至少一部分由能够通气的树脂构成。

7. 根据权利要求1至6中的任一项所述的弹性波装置,其中,

还具备:贯通塞,设置在所述贯通孔,贯通所述压电层,

所述贯通塞能够通气。

8. 根据权利要求7所述的弹性波装置,其中,

所述贯通塞包含感光性聚酰亚胺树脂。

9. 根据权利要求1至8中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述功能电极是IDT电极。

10. 根据权利要求1至9中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述功能电极具有:

多个第1电极指,在与所述第1方向交叉的第2方向上延伸;

第1汇流条电极,连接有所述多个第1电极指;

多个第2电极指,在与所述第2方向正交的第3方向上与所述多个第1电极指中的任一个对置,并在所述第2方向上延伸;以及

第2汇流条电极,连接有所述多个第2电极指,

在将所述多个第1电极指和所述多个第2电极指中的相邻的第1电极指与第2电极指之间的中心间距设为 p 的情况下,所述压电层的厚度为 $2p$ 以下。

11. 根据权利要求1至10中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述压电层包含铌酸锂或钽酸锂。

12. 根据权利要求1至11中的任一项所述的弹性波装置,其中,

构成为能够利用板波。

13. 根据权利要求1至11中的任一项所述的弹性波装置,其中,

构成为能够利用厚度剪切模式的体波。

14. 根据权利要求1至11中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述功能电极具有:

多个第1电极指,在与所述第1方向交叉的第2方向上延伸;

第1汇流条电极,连接有所述多个第1电极指;

多个第2电极指,在与所述第2方向正交的第3方向上与所述多个第1电极指中的任一个对置,并在所述第2方向上延伸;以及

第2汇流条电极,连接有所述多个第2电极指,

在将所述压电层的厚度设为 d 并将相邻的所述第1电极指和所述第2电极指的中心间距设为 p 的情况下, $d/p \leq 0.5$ 。

15. 根据权利要求14所述的弹性波装置,其中,

d/p 为0.24以下。

16. 根据权利要求1至11中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述功能电极具有:

多个第1电极指,在与所述第1方向交叉的第2方向上延伸;

第1汇流条电极,连接有所述多个第1电极指;

多个第2电极指,在与所述第2方向正交的第3方向上与所述多个第1电极指中的任一个对置,并在所述第2方向上延伸;以及

第2汇流条电极,连接有所述多个第2电极指,

金属化比 MR 满足 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$,所述金属化比 MR 是激励区域内的所述第1电极指和所述第2电极指相对于所述激励区域的面积的比例,所述激励区域是在所述第1电极指和所述第2电极指对置的方向上观察时所述第1电极指和所述第2电极指相互重叠的区域。

17. 根据权利要求1至11中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述压电层包含铌酸锂或钽酸锂,构成所述压电层的铌酸锂或钽酸锂的欧拉角 (φ, θ, ψ) 处于以下的式(1)、式(2)或式(3)的范围,

$(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意的}\psi) \cdots \text{式(1)}$

$(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2})$ 或 $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2}] \sim 180^\circ) \cdots \text{式(2)}$

$(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\psi - 90)^2/8100)^{1/2}] \sim 180^\circ, \text{任意的}\psi)$

$\cdots \text{式(3)}。$

18. 一种弹性波装置的制造方法,具有:

牺牲层形成工序,在具有在厚度方向上对置的一对主面的压电层的所述一对主面中的一个主面的一部分形成牺牲层;

中间层形成工序,在所述压电层的所述一个主面以及所述牺牲层形成中间层;

接合工序,将所述压电层经由所述中间层接合于支承基板;

电极形成工序,在所述压电层的所述一对主面中的至少一个主面形成电极;

贯通孔形成工序,在所述压电层形成贯通孔;以及

牺牲层除去工序,将所述牺牲层除去。

19. 一种弹性波装置的制造方法,具有:

中间层形成工序,在支承基板上形成中间层;

压电层形成工序,在所述中间层上形成压电层;

电极形成工序,在所述压电层上形成电极;

贯通孔形成工序,在所述压电层和所述中间层形成贯通孔;
第1蚀刻形成工序,在所述支承基板的一部分形成空间部;以及
第2蚀刻工序,对在所述空间部露出的所述中间层进行蚀刻。

20. 根据权利要求18或19所述的弹性波装置的制造方法,其中,
还具有:

填充剂填充工序,将填充剂填充到所述贯通孔;
支承框形成工序,在所述压电层上形成支承框;以及
填充剂蚀刻工序,对所述填充剂进行蚀刻。

21. 根据权利要求20所述的弹性波装置的制造方法,其中,
所述填充剂包含非感光性的树脂。

22. 根据权利要求18至21中的任一项所述的弹性波装置的制造方法,其中,
还具有:贯通塞形成工序,在所述贯通孔形成贯通塞。

弹性波装置以及弹性波装置的制造方法

技术领域

[0001] 本公开涉及弹性波装置以及弹性波装置的制造方法。

背景技术

[0002] 在专利文献1记载了弹性波装置。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1:日本特开2012-257019号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 专利文献1所示的弹性波装置有时在内部设置空间部。在该情况下,压电层有可能由于空间部和空间部的外部的的气压差而破损。

[0008] 本公开用于解决上述的问题,其目的在于,抑制压电层的破损。

[0009] 用于解决问题的技术方案

[0010] 一个方式涉及的弹性波装置具备:弹性波元件;以及封装件,容纳所述弹性波元件,所述弹性波元件具备:支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;压电层,层叠于所述支承构件,具有第1主面和在所述第1方向上与所述第1主面相反侧的第2主面;以及功能电极,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者,在所述支承构件中,在所述压电层侧并且在所述第1方向上俯视时至少一部分与所述功能电极重叠的位置具有第1空间部,在所述封装件中,在所述第1空间部的外部具有第2空间部,在所述压电层具有与所述第1空间部以及所述第2空间部连通的贯通孔,所述第1空间部、所述第2空间部、以及所述封装件的外部通过至少一个路径相连。

[0011] 另一个方式涉及的弹性波装置具备:弹性波元件;以及封装件,容纳所述弹性波元件,所述弹性波元件具备:支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;压电层,层叠于所述支承构件,具有第1主面和在所述第1方向上与所述第1主面相反侧的第2主面;以及功能电极,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者,在所述支承构件中,在所述压电层侧并且在所述第1方向上俯视时至少一部分与所述功能电极重叠的位置具有第1空间部,在所述封装件中,在所述第1空间部的外部具有第2空间部,在所述压电层具有与所述第1空间部以及所述第2空间部连通的贯通孔,所述第1空间部、所述第2空间部、以及所述封装件的外部的的气压相同。

[0012] 另一个方式涉及的弹性波装置具备:支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;压电层,层叠于所述支承构件,具有第1主面和在所述第1方向上与所述第1主面相反侧的第2主面;功能电极,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者;支承框,设置在所述压电层的所述第1方向上;以及盖部,设置在所述支承框的所述第1方向上,在所述支承构件中,在所述压电层侧并且在所述第1方向上俯视时至少一部分与所

述功能电极重叠的位置具有第1空间部,在所述支承框具有第2空间部,在所述压电层具有将所述第1空间部和所述第2空间部连通的贯通孔,所述第1空间部、所述第2空间部、以及盖体的外侧通过至少一个路径相连。

[0013] 另一个方式涉及的弹性波装置具备:支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板;压电层,层叠于所述支承构件,具有第1主面和在所述第1方向上与所述第1主面相反侧的第2主面;功能电极,设置在所述压电层的所述第1主面以及所述第2主面中的至少一者;支承框,设置在所述压电层的所述第1方向上;以及盖部,设置在所述支承框的所述第1方向上,在所述支承构件中,在所述压电层侧并且在所述第1方向上俯视时至少一部分与所述功能电极重叠的位置具有第1空间部,在所述支承框具有第2空间部,在所述压电层具有将所述第1空间部和所述第2空间部连通的贯通孔,所述第1空间部、所述第2空间部、以及盖体的外侧的气压相同。

[0014] 一个方式涉及的弹性波装置的制造方法具有:牺牲层形成工序,在具有在厚度方向上对置的一对主面的压电层的所述一对主面中的一个主面的一部分形成牺牲层;中间层形成工序,在所述压电层的所述一个主面以及所述牺牲层形成中间层;接合工序,将所述压电层经由所述中间层接合于支承基板;电极形成工序,在所述压电层的所述一对主面中的至少一个主面形成电极;贯通孔形成工序,在所述压电层形成贯通孔;以及牺牲层除去工序,将所述牺牲层除去。

[0015] 另一个方式涉及的弹性波装置的制造方法具有:中间层形成工序,在支承基板上形成中间层;压电层形成工序,在所述中间层上形成压电层;电极形成工序,在所述压电层上形成电极;贯通孔形成工序,在所述压电层和所述中间层形成贯通孔;第1蚀刻形成工序,在所述支承基板的一部分形成空间部;以及第2蚀刻工序,对在所述空间部露出的所述中间层进行蚀刻。

[0016] 发明效果

[0017] 根据本公开,能够抑制压电层的破损。

附图说明

[0018] 图1A是示出第1实施方式的弹性波装置的立体图。

[0019] 图1B是示出第1实施方式的电极构造的俯视图。

[0020] 图2是图1A的沿着II-II线的部分的剖视图。

[0021] 图3A是用于说明在比较例的压电层传播的拉姆波的示意性的剖视图。

[0022] 图3B是用于说明在第1实施方式的压电层传播的厚度剪切一阶模的体波的示意性的剖视图。

[0023] 图4是用于说明在第1实施方式的压电层传播的厚度剪切一阶模的体波的振幅方向的示意性的剖视图。

[0024] 图5是示出第1实施方式的弹性波装置的谐振特性的例子的说明图。

[0025] 图6是示出在第1实施方式的弹性波装置中将相邻的电极的中心间距离或中心间距离的平均距离设为 p 并将压电层的平均厚度设为 d 的情况下 $d/2p$ 和作为谐振子的相对带宽的关系的说明图。

[0026] 图7是示出在第1实施方式的弹性波装置中设置有一对电极的例子的俯视图。

- [0027] 图8是示出第1实施方式的弹性波装置的谐振特性的一个例子的参考图。
- [0028] 图9是示出第1实施方式的弹性波装置的、构成了许多的弹性波谐振子的情况下的相对带宽和作为杂散的大小的用180度进行了归一化的杂散的阻抗的相位旋转量的关系的说明图。
- [0029] 图10是示出 $d/2p$ 、金属化比 MR 、以及相对带宽的关系的说明图。
- [0030] 图11是示出使 d/p 无限接近于0的情况下的相对带宽相对于 $LiNbO_3$ 的欧拉角(0° , θ, ψ)的映射的说明图。
- [0031] 图12是用于说明本公开的实施方式涉及的弹性波装置的部分切割立体图。
- [0032] 图13是示出第1实施方式涉及的弹性波装置的一个例子的剖视图。
- [0033] 图14是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的牺牲层形成工序的示意性的剖视图。
- [0034] 图15是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的中间层形成工序的示意性的剖视图。
- [0035] 图16是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的接合工序的示意性的剖视图。
- [0036] 图17是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的压电层研磨工序的示意性的剖视图。
- [0037] 图18是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的电极形成工序的示意性的剖视图。
- [0038] 图19是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的贯通孔形成工序的示意性的剖视图。
- [0039] 图20是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的牺牲层除去工序的示意性的剖视图。
- [0040] 图21是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的俯视图。
- [0041] 图22是沿着图21的线XXII-XXII的剖视图。
- [0042] 图23是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的一部分的俯视图。
- [0043] 图24是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的填充剂填充工序的说明图。
- [0044] 图25是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的支承框形成工序的说明图。
- [0045] 图26是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的填充剂蚀刻工序的说明图。
- [0046] 图27是示出第3实施方式涉及的弹性波装置的剖视图。
- [0047] 图28是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的中间层形成工序的示意性的剖视图。
- [0048] 图29是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的接合工序的示意性的剖视图。
- [0049] 图30是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的压电层研磨工序的示意性的剖视图。

[0050] 图31是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的电极形成工序的示意性的剖视图。

[0051] 图32是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的贯通孔形成工序的示意性的剖视图。

[0052] 图33是示出第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的贯通塞形成工序的图。

[0053] 图34是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的第1蚀刻工序的示意性的剖视图。

[0054] 图35是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的第2蚀刻工序的示意性的剖视图。

具体实施方式

[0055] 以下,基于附图对本公开的实施方式进行详细说明。另外,本公开并不被该实施方式所限定。另外,本公开记载的各实施方式是例示性的,能够在不同的实施方式间进行结构的部分置换或组合在变形例、第2实施方式以后,省略关于与第1实施方式共同的事项的记述,仅对不同点进行说明。特别是,关于基于同样的结构的同样的作用效果,将不在每个实施方式中逐次提及。

[0056] (第1实施方式)

[0057] 图1A是示出第1实施方式的弹性波装置的立体图。图1B是示出第1实施方式的电极构造的俯视图。

[0058] 第1实施方式的弹性波装置1具有包含 LiNbO_3 的压电层2。压电层2也可以包含 LiTaO_3 。在第1实施方式中, LiNbO_3 、 LiTaO_3 的切割角为Z切割。 LiNbO_3 、 LiTaO_3 的切割角也可以是旋转Y切割、X切割。优选地,Y传播以及X传播 $\pm 30^\circ$ 的传播方位是优选的。

[0059] 压电层2的厚度没有特别限定,但是为了有效地激励厚度剪切一阶模,优选为50nm以上且1000nm以下。

[0060] 压电层2具有在Z方向上相互对置的第1主面2a和第2主面2b。在第1主面2a上设置有电极指3以及电极指4。

[0061] 在此,电极指3是“第1电极指”的一个例子,电极指4是“第2电极指”的一个例子。在图1A以及图1B中,多个电极指3是与第1汇流条电极5连接的多个“第1电极指”。多个电极指4是与第2汇流条电极6连接的多个“第2电极指”。多个电极指3和多个电极指4彼此相互交错对插。由此,构成具备电极指3、电极指4、第1汇流条电极5、以及第2汇流条电极6的IDT (Interdigital Transducer,叉指换能器)电极。

[0062] 电极指3以及电极指4具有矩形形状,并具有长度方向。在与该长度方向正交的方向上,电极指3和与电极指3相邻的电极指4对置。电极指3、电极指4的长度方向以及与电极指3、电极指4的长度方向正交的方向均为与压电层2的厚度方向交叉的方向。因此,也可以说,电极指3和与电极指3相邻的电极指4在与压电层2的厚度方向交叉的方向上对置。在以下的说明中,有时将压电层2的厚度方向设为Z方向(或第1方向),将电极指3、电极指4的长度方向设为Y方向(或第2方向),将电极指3、电极指4的正交的方向设为X方向(或第3方向),从而进行说明。

[0063] 此外,电极指3、电极指4的长度方向也可以与图1A以及图1B所示的与电极指3、电极指4的长度方向正交的方向对调。即,在图1A以及图1B中,也可以使电极指3、电极指4在第1汇流条电极5以及第2汇流条电极6延伸的方向上延伸。在该情况下,第1汇流条电极5以及第2汇流条电极6变得在图1A以及图1B中在电极指3、电极指4延伸的方向上延伸。而且,在与上述电极指3、电极指4的长度方向正交的方向上,连接于一个电位的电极指3和连接于另一个电位的电极指4相邻的一对构造设置有多对。

[0064] 在此,所谓电极指3和电极指4相邻,不是指电极指3和电极指4配置为直接接触的情况,而是指电极指3和电极指4隔开间隔配置的情况。此外,在电极指3和电极指4相邻的情况下,在电极指3与电极指4之间不配置包含其它电极指3、电极指4在内的与信号(hot)电极、接地电极连接的电极。该对数无需为整数对,也可以是1.5对、2.5对等。

[0065] 电极指3与电极指4之间的中心间距离(即,间距)优选为 $1\mu\text{m}$ 以上且 $10\mu\text{m}$ 以下的范围。此外,所谓电极指3与电极指4之间的中心间距离,成为将与电极指3的长度方向正交的方向上的电极指3的宽度尺寸的中心和与电极指4的长度方向正交的方向上的电极指4的宽度尺寸的中心连结的距离。

[0066] 进而,在电极指3、电极指4中的至少一者存在多根的情况下(在将电极指3、电极指4设为一对电极组时存在1.5对以上的电极组的情况下),电极指3、电极指4的中心间距离是指1.5对以上的电极指3、电极指4中的相邻的电极指3、电极指4各自的中心间距离的平均值。

[0067] 此外,电极指3、电极指4的宽度(即,电极指3、电极指4的对置方向上的尺寸)优选为 150nm 以上且 1000nm 以下的范围。另外,所谓电极指3与电极指4之间的中心间距离,成为将与电极指3的长度方向正交的方向上的电极指3的尺寸(宽度尺寸)的中心和与电极指4的长度方向正交的方向上的电极指4的尺寸(宽度尺寸)的中心连结的距离。

[0068] 此外,在第1实施方式中,使用了Z切割的压电层,因此与电极指3、电极指4的长度方向正交的方向成为与压电层2的极化方向正交的方向。在作为压电层2而使用了其它切割角的压电体的情况下,并不限于此。在此,所谓“正交”,并非仅限于严格地正交的情况,也可以是大致正交(与电极指3、电极指4的长度方向正交的方向和极化方向所成的角度例如为 $90^\circ \pm 10^\circ$)。

[0069] 在压电层2的第2主面2b侧,隔着中间层7层叠有支承基板8。中间层7以及支承基板8具有框状的形状,如图2所示,具有开口部7a、8a。由此,形成了空间部(气隙)9。

[0070] 空间部9为了不妨碍压电层2的激励区域C的振动而设置。因此,上述支承基板8在与设置有至少一对电极指3、电极指4的部分不重叠的位置隔着中间层7层叠于第2主面2b。另外,也可以不设置中间层7。因此,支承基板8能够直接或间接地层叠于压电层2的第2主面2b。

[0071] 中间层7由氧化硅形成。不过,除了氧化硅以外,中间层7还能够由氮化硅、矾土等适当的材料形成。

[0072] 支承基板8由Si形成。Si的压电层2侧的面的面方位可以为(100)、(110),也可以为(111)。优选地,最好是电阻率为 $4\text{k}\Omega$ 以上的高电阻的Si。不过,对于支承基板8,也能够使用适当的绝缘性材料、半导体材料来构成。作为支承基板8的材料,例如,能够使用氧化铝、钽酸锂、铌酸锂、石英等压电体、矾土、氧化镁、蓝宝石、氮化硅、氮化铝、碳化硅、氧化锆、堇青

石、莫来石、块滑石、镁橄榄石等各种陶瓷、金刚石、玻璃等电介质、氮化镓等半导体等。

[0073] 上述多个电极指3、电极指4以及第1汇流条电极5、第2汇流条电极6包含Al、AlCu合金等适当的金属或合金。在第1实施方式中,电极指3、电极指4以及第1汇流条电极5、第2汇流条电极6具有在Ti膜上层叠了Al膜的构造。另外,也可以使用Ti膜以外的密接层。

[0074] 在驱动时,在多个电极指3与多个电极指4之间施加交流电压。更具体地,在第1汇流条电极5与第2汇流条电极6之间施加交流电压。由此,能够得到利用了压电层2中激励的厚度剪切一阶模的体波的谐振特性。

[0075] 此外,在弹性波装置1中,在将压电层2的厚度设为 d 并将多对电极指3、电极指4中的任意相邻的电极指3、电极指4的中心间距离设为 p 的情况下, d/p 设为0.5以下。因此,可有效地激励上述厚度剪切一阶模的体波,能够得到良好的谐振特性。更优选地, d/p 为0.24以下,在该情况下,能够得到更加良好的谐振特性。

[0076] 另外,在像第1实施方式那样电极指3、电极指4中的至少一者存在多根的情况下,即,在将电极指3、电极指4设为一对电极组时电极指3、电极指4存在1.5对以上的情况下,相邻的电极指3、电极指4的中心间距离 p 成为各相邻的电极指3、电极指4的中心间距离的平均距离。

[0077] 在第1实施方式的弹性波装置1中,具备上述结构,因此即使欲谋求小型化而减少了电极指3、电极指4的对数,也不易产生 Q 值的下降。这是因为,是在两侧不需要反射器的谐振器,传播损耗少。此外,之所以不需要上述反射器,是由于利用了厚度剪切一阶模的体波。

[0078] 图3A是用于说明在比较例的压电层传播的拉姆波的示意性的剖视图。图3B是用于说明在第1实施方式的压电层传播的厚度剪切一阶模的体波的示意性的剖视图。图4是用于说明在第1实施方式的压电层传播的厚度剪切一阶模的体波的振幅方向的示意性的剖视图。

[0079] 在图3A中,是在专利文献1记载的那样的弹性波装置,在压电层传播拉姆波。如图3A所示,波在压电层201中如箭头所示地传播。在此,压电层201具有第1主面201a和第2主面201b,将第1主面201a和第2主面201b连结的厚度方向为 Z 方向。 x 方向是IDT电极的电极指3、4排列的方向。如图3A所示,如果是拉姆波,则波如图所示地在 X 方向上传播过去。因为是板波,所以尽管压电层201作为整体进行振动,但是波在 X 方向上传播,因此在两侧配置反射器而得到谐振特性。因此,产生波的传播损耗,在谋求了小型化的情况下,即,在减少了电极指3、4的对数的情况下, Q 值下降。

[0080] 相对于此,如图3B所示,在第1实施方式的弹性波装置中,振动位移是厚度剪切方向,因此波大体上在将压电层2的第1主面2a和第2主面2b连结的方向(即, Z 方向)上传播、谐振。即,波的 X 方向分量与 Z 方向分量相比,显著地小。而且,因为可通过该 Z 方向上的波的传播来得到谐振特性,所以不需要反射器。因而,不产生在反射器传播时的传播损耗。因此,即使欲发展小型化而减少了包含电极指3、电极指4的电极对的对数,也不易产生 Q 值的下降。

[0081] 另外,如图4所示,厚度剪切一阶模的体波的振幅方向在压电层2的激励区域C(参照图1B)包含的第1区域251和激励区域C包含的第2区域252中变得相反。在图4中,示意性地示出了在电极指3与电极指4之间施加了电极指4与电极指3相比成为高电位的电压的情况下的体波。第1区域251是激励区域C中的假想平面VP1与第1主面2a之间的区域,假想平面VP1与压电层2的厚度方向正交,并将压电层2分为两个部分。第2区域252是激励区域C中的

假想平面VP1与第2主面2b之间的区域。

[0082] 在弹性波装置1中,配置有包含电极指3和电极指4的至少一对电极,但是并不是使波在X方向上传播,因此该包含电极指3、电极指4的电极对的对数未必一定要存在多对。即,只要设置有至少一对电极即可。

[0083] 例如,上述电极指3是与信号电位连接的电极,电极指4是与接地电位连接的电极。不过,也可以是,电极指3与接地电位连接,电极指4与信号电位连接。在第1实施方式中,至少一对电极像上述的那样是与信号电位连接的电极或与接地电位连接的电极,未设置浮置电极。

[0084] 图5是示出第1实施方式的弹性波装置的谐振特性的例子的说明图。另外,得到了图5所示的谐振特性的弹性波装置1的设计参数如下。

[0085] 压电层2:欧拉角为 $(0^\circ, 0^\circ, 90^\circ)$ 的 LiNbO_3

[0086] 压电层2的厚度:400nm

[0087] 激励区域C(参照图1B)的长度:40 μm

[0088] 包含电极指3、电极指4的电极的对数:21对

[0089] 电极指3与电极指4之间的中心间距离(间距):3 μm

[0090] 电极指3、电极指4的宽度:500nm

[0091] d/p :0.133

[0092] 中间层7:厚度为1 μm 的氧化硅膜

[0093] 支承基板8:Si

[0094] 另外,所谓激励区域C(参照图1B),是在与电极指3和电极指4的长度方向正交的X方向上观察时电极指3和电极指4重叠的区域。所谓激励区域C的长度,是激励区域C的沿着电极指3、电极指4的长度方向的尺寸。

[0095] 在第1实施方式中,包含电极指3、电极指4的电极对的电极间距离在多对中设为全部相等。即,以等间距配置了电极指3和电极指4。

[0096] 根据图5可明确,尽管不具有反射器,仍得到了相对带宽为12.5%的良好的谐振特性。

[0097] 此外,在将上述压电层2的厚度设为 d 并将电极指3和电极指4的电极的中心间距离设为 p 的情况下,在第1实施方式中, d/p 为0.5以下,更优选为0.24以下。参照图6对此进行说明。

[0098] 与得到了图5所示的谐振特性的弹性波装置同样地,不过使 $d/2p$ 变化,从而得到了多个弹性波装置。图6是示出在第1实施方式的弹性波装置中将相邻的电极的中心间距离或中心间距离的平均距离设为 p 并将压电层2的平均厚度设为 d 的情况下 $d/2p$ 和作为谐振子的相对带宽的关系的说明图。

[0099] 如图6所示,若 $d/2p$ 超过0.25,即,如果 $d/p > 0.5$,则即使调整 d/p ,相对带宽也不足5%。相对于此,在 $d/2p \leq 0.25$ 的情况下,即,在 $d/p \leq 0.5$ 的情况下,如果在该范围内使 d/p 变化,则能够使相对带宽为5%以上,即,能够构成具有高的耦合系数的谐振子。此外,在 $d/2p$ 为0.12以下的情况下,即,在 d/p 为0.24以下的情况下,能够将相对带宽提高为7%以上。除此以外,如果在该范围内对 d/p 进行调整,则能够得到相对带宽更加宽的谐振子,能够实现具有更加高的耦合系数的谐振子。因此,可知通过将 d/p 设为0.5以下,从而能够构成利用了

上述厚度剪切一阶模的体波的、具有高的耦合系数的谐振子。

[0100] 另外,至少一对电极也可以是一对,在一对电极的情况下,上述p设为相邻的电极指3、电极指4的中心间距离。此外,在1.5对以上的电极的情况下,只要将相邻的电极指3、电极指4的中心间距离的平均距离设为p即可。

[0101] 此外,对于压电层2的厚度d,在压电层2具有厚度偏差的情况下,也只要采用对其厚度进行了平均化的值即可。

[0102] 图7是示出在第1实施方式的弹性波装置中设置有一对电极的例子的俯视图。在弹性波装置101中,在压电层2的第1主面2a上设置有具有电极指3和电极指4的一对电极。另外,图7中的K成为交叉宽度。如前所述,在本公开的弹性波装置中,电极的对数也可以是一对。即使在该情况下,也只要使上述d/p为0.5以下,就能够有效地激励厚度剪切一阶模的体波。

[0103] 在弹性波装置1中,优选地,在多个电极指3、电极指4中,任意相邻的电极指3、电极指4相对于激励区域C的金属化比MR最好满足 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$,其中,激励区域C是上述相邻的电极指3、电极指4在对置的方向上观察时重叠的区域。在该情况下,能够有效地减小杂散。参照图8以及图9对此进行说明。

[0104] 图8是示出第1实施方式的弹性波装置的谐振特性的一个例子的参考图。在谐振频率与反谐振频率之间出现了箭头B所示的杂散。另外,设 $d/p=0.08$,并且设 LiNbO_3 的欧拉角为 $(0^\circ, 0^\circ, 90^\circ)$ 。此外,设上述金属化比 $MR=0.35$ 。

[0105] 参照图1B对金属化比MR进行说明。在图1B的电极构造中,在着眼于—对电极指3、电极指4的情况下,设仅设置有这一对电极指3、电极指4。在该情况下,被单点划线包围的部分成为激励区域C。该所谓激励区域C,是在与电极指3、电极指4的长度方向正交的方向(即,对置方向)上观察电极指3和电极指4时电极指3中的与电极指4相互重叠的区域、电极指4中的与电极指3相互重叠的区域、以及电极指3与电极指4之间的区域中的电极指3和电极指4相互重叠的区域。而且,相对于该激励区域C的面积、激励区域C内的电极指3、电极指4的面积成为金属化比MR。即,金属化比MR是金属化部分的面积相对于激励区域C的面积之比。

[0106] 另外,在设置有多对电极指3、电极指4的情况下,只要将全部激励区域C包含的金属化部分相对于激励区域C的面积的比例设为MR即可。

[0107] 图9是示出第1实施方式的弹性波装置的、构成了许多的弹性波谐振子的情况下的相对带宽和作为杂散的大小的用180度进行了归一化的杂散的阻抗的相位旋转量的关系的说明图。另外,对压电层2的膜厚、电极指3、电极指4的尺寸进行各种变更,从而对相对带宽进行了调整。此外,虽然图9是使用了包含Z切割的 LiNbO_3 的压电层2的情况下的结果,但是即使在使用了其它切割角的压电层2的情况下,也成为同样的倾向。

[0108] 在图9中的被椭圆J包围的区域中,杂散变大至1.0。根据图9可明确,若相对带宽超过0.17,即,若超过17%,则即便使构成相对带宽的参数变化,也会在通带内出现杂散电平为1以上的大的杂散。即,像图8所示的谐振特性那样,在带内出现箭头B所示的大的杂散。因而,优选相对带宽为17%以下。在该情况下,能够通过调整压电层2的膜厚、电极指3、电极指4的尺寸等,从而减小杂散。

[0109] 图10是示出 $d/2p$ 、金属化比MR、以及相对带宽的关系的说明图。在第1实施方式的弹性波装置1中,构成 $d/2p$ 和MR不同的各种各样的弹性波装置1,并测定了相对带宽。图10的

虚线D的右侧的附上影线示出的部分是相对带宽为17%以下的区域。该附上了影线的区域和未附上影线的区域的边界可通过 $MR=3.5(d/2p)+0.075$ 来表示。即, $MR=1.75(d/p)+0.075$ 。因此,优选 $MR\leq 1.75(d/p)+0.075$ 。在该情况下,容易使相对带宽为17%以下。更优选为图10中的单点划线D1所示的 $MR=3.5(d/2p)+0.05$ 的右侧的区域。即,如果 $MR\leq 1.75(d/p)+0.05$,则能够可靠地使相对带宽为17%以下。

[0110] 图11是示出使 d/p 无限接近于0的情况下的相对带宽相对于 LiNbO_3 的欧拉角(0° , θ, ψ)的映射的说明图。图11的附上影线示出的部分为可得到至少5%以上的相对带宽的区域。若对区域的范围进行近似,则成为可通过下述的式(1)、式(2)以及式(3)来表示的范围。

[0111] $(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意的}\psi) \cdots$ 式(1)

[0112] $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2})$ 或 $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2}] \sim 180^\circ) \dots$ 式(2)

[0113] $(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\psi - 90)^2/8100)^{1/2}] \sim 180^\circ, \text{任意的}\psi)$

[0114] $\cdots$ 式(3)

[0115] 因此,在上述式(1)、式(2)或式(3)的欧拉角范围的情况下,能够使相对带宽变得足够宽,是优选的。

[0116] 图12是用于说明本公开的实施方式涉及的弹性波装置的部分切割立体图。在图12中,用虚线示出空间部9的外周缘。本公开的弹性波装置也可以是利用板波的弹性波装置。在该情况下,如图12所示,弹性波装置301具有反射器310、311。反射器310、311设置在压电层2的电极指3、4的弹性波传播方向两侧。在弹性波装置301中,通过在空间部9上的电极指3、4施加交流电场,从而激励作为板波的拉姆波。此时,因为在两侧设置有反射器310、311,所以能够得到基于作为板波的拉姆波的谐振特性。

[0117] 像以上说明的那样,在弹性波装置1、101中,利用了厚度剪切一阶模的体波。此外,在弹性波装置1、101中,第1电极指3和第2电极指4是彼此相邻的电极,在将压电层2的厚度设为 d 并将第1电极指3和第2电极指4的中心间距离设为 p 的情况下, d/p 设为0.5以下。由此,即使将弹性波装置小型化,也能够提高Q值。

[0118] 在弹性波装置1、101中,压电层2由铌酸锂或钽酸锂形成。在压电层2的第1主面2a或第2主面2b具有在与压电层2的厚度方向交叉的方向上对置的第1电极指3和第2电极指4,并优选用保护膜覆盖第1电极指3以及第2电极指4的上方。

[0119] 图13是示出第1实施方式涉及的弹性波装置的一个例子的剖视图。如图13所示,第1实施方式涉及的弹性波装置1A具备弹性波元件10和封装件40。弹性波元件10具备支承构件、压电层2、功能电极30、以及布线电极35。

[0120] 支承构件是具备支承基板8的构件。在第1实施方式中,支承构件具备支承基板8和中间层7。另外,支承构件也可以仅包含支承基板8。在支承构件中,在Z方向上俯视时至少一部分与功能电极30重叠的位置具有空间部9。在图15的例子中,空间部9设置在中间层7的压电层2侧,但是这只是一个例子,空间部9也可以在Z方向上贯通中间层7而还设置在支承基板8的压电层2侧。此外,在支承构件仅包含支承基板8的情况下,空间部9也可以设置在支承基板8的压电层2侧。

[0121] 压电层2设置在支承构件的Z方向上。在第1实施方式中,在压电层2具有在Z方向上贯通压电层2的贯通孔2H。在第1实施方式中,贯通孔2H设置于在Z方向上俯视时与空间部9A

重叠的位置。在图13的例子中,贯通孔2H在功能电极30的X方向上的两侧设置有两个。贯通孔2H与空间部9A连通。由此,可抑制空间部9A和空间部9A外的压力差,能够防止压电层2破损。

[0122] 功能电极30是IDT电极。即,功能电极30具备第1电极指3、第2电极指4、第1汇流条电极5、以及第2汇流条电极6。另外,在图13的例子中,功能电极30设置在压电层2的第1主面2a,但是并不限于此,也可以设置在第2主面2b。

[0123] 布线电极35与功能电极30电连接。布线电极35包含Al、AlCu合金等适当的金属或合金。在图13的例子中,布线电极35设置在压电层2的第1主面2a,但是这只是一个例子。

[0124] 封装件40在内部容纳弹性波元件10。在第1实施方式中,封装件40包含壳体41和盖部42。壳体41是Z方向上的一个面成为开口的斗状的构件。盖部42是将壳体41的开口封闭的板状的构件。在将弹性波元件10容纳于壳体41之后,用盖部42进行封口,由此能够使封装件40内变得液密。在第1实施方式中,封装件40具有第2空间部92。第2空间部92是Z方向上的压电层2的第1主面2a与盖部42之间的空间。即,第2空间部92是处于封装件40内并且处于空间部9外的空间。在第1实施方式中,封装件40不是气密的,能够使气体通过。具体地,封装件40例如由能够通气的树脂构成,但是只要第2空间部92变得液密并且能够与封装件40的外部通气即可,并不限于此。例如,也可以是,封装件40的一部分由能够通气的树脂构成,还可以是,在封装件40设置有使第2空间部92和封装件40的外部通气的通气孔。由此,空间部9A、第2空间部92、以及封装件40的外部的气压变得相同,变得通过至少一个路径相连。在第1实施方式中,所谓路径,是指从空间部9A经由贯通孔2H、第2空间部92、以及封装件40而连结至封装件40的外部的、气体能够移动的路径。由此,能够抑制由空间部9A、第2空间部92、以及封装件40的外部的、气压差造成的压电层2的破损。

[0125] 像以上说明的那样,第1实施方式涉及的弹性波装置1A具备弹性波元件10和容纳弹性波元件10的封装件40,弹性波元件10具备:支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板8;压电层2,层叠于支承构件,具有第1主面2a和在第1方向上与第1主面2a相反侧的第2主面2b;以及功能电极30,设置在压电层2的第1主面2a以及第2主面2b中的至少一者,在支承构件中,在压电层2侧并且在第1方向上俯视时至少一部分与功能电极30重叠的位置具有第1空间部(空间部9),在封装件40中,在空间部9A的外部具有第2空间部92,在压电层2具有与第1空间部以及第2空间部92连通的贯通孔2H,第1空间部、第2空间部92、以及封装件40的外部通过至少一个路径相连。由此,能够抑制由第1空间部、第2空间部92、以及封装件40的气压差造成的压电层2的破损。

[0126] 此外,第1实施方式涉及的弹性波装置1A具备弹性波元件10和容纳弹性波元件10的封装件40,弹性波元件10具备:支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板8;压电层2,层叠于支承构件,具有第1主面2a和在第1方向上与第1主面2a相反侧的第2主面2b;以及功能电极30,设置在压电层2的第1主面2a以及第2主面2b中的至少一者,在支承构件中,在压电层2侧并且在第1方向上俯视时至少一部分与功能电极30重叠的位置具有第1空间部(空间部9),在封装件40中,在空间部9A的外部具有第2空间部92,在压电层2具有与第1空间部以及第2空间部92连通的贯通孔2H,第1空间部、第2空间部92、以及封装件40的外部的、气压相同。由此,能够抑制由第1空间部、第2空间部92、以及封装件40的气压差造成的压电层2的破损。

[0127] 作为优选的方式,封装件40的至少一部分由能够通气的树脂构成。由此,能够使第2空间部92变得液密,并且能够与封装件40的外部通气。

[0128] 作为优选的方式,功能电极30是IDT电极。由此,能够将弹性波装置1小型化,并且能够提高Q值。

[0129] 作为优选的方式,功能电极30具有:多个第1电极指3,在与第1方向交叉的第2方向上延伸;第1汇流条电极5,连接有多个第1电极指3;多个第2电极指4,在与第2方向正交的第3方向上与多个第1电极指3中的任一个对置,并在第2方向上延伸;以及第2汇流条电极6,连接有多个第2电极指4,在将多个第1电极指3和多个第2电极指4中的相邻的第1电极指3与第2电极指4之间的中心间距设为p的情况下,压电层2的厚度为2p以下。由此,能够将弹性波装置1小型化,并且能够提高Q值。

[0130] 作为优选的方式,压电层2包含铌酸锂或钽酸锂。由此,能够提供可得到良好的谐振特性的弹性波装置。

[0131] 作为优选的方式,构成为能够利用板波。由此,耦合系数提高,能够提供可得到良好的谐振特性的弹性波装置。

[0132] 作为优选的方式,构成为能够利用厚度剪切模式的体波。由此,耦合系数提高,能够提供可得到良好的谐振特性的弹性波装置。

[0133] 作为优选的方式,功能电极30具有:多个第1电极指3,在与第1方向交叉的第2方向上延伸;第1汇流条电极5,连接有多个第1电极指3;多个第2电极指4,在与第2方向正交的第3方向上与多个第1电极指3中的任一个对置,并在第2方向上延伸;以及第2汇流条电极6,连接有多个第2电极指4,在将压电层2的厚度设为d并将相邻的第1电极指3和第2电极指4的中心间距设为p的情况下, $d/p \leq 0.5$ 。由此,能够将弹性波装置1小型化,并且能够提高Q值。

[0134] 作为更优选的方式, d/p 为0.24以下。由此,能够将弹性波装置1小型化,并且能够提高Q值。

[0135] 作为优选的方式,功能电极30具有:多个第1电极指3,在与第1方向交叉的第2方向上延伸;第1汇流条电极5,连接有多个第1电极指3;多个第2电极指4,在与第2方向正交的第3方向上与多个第1电极指3中的任一个对置,并在第2方向上延伸;以及第2汇流条电极6,连接有多个第2电极指4,第1电极指3以及第2电极指4相对于激励区域C的金属化比MR满足 $MR \leq 1.75(d/p) + 0.075$,该激励区域C是在第3方向上观察时第1电极指3和第2电极指4重叠的区域。在该情况下,能够可靠地使相对带宽为17%以下。

[0136] 作为优选的方式,压电层2是铌酸锂或钽酸锂,铌酸锂或钽酸锂的欧拉角 (Φ, θ, ψ) 处于以下的式(1)、式(2)或式(3)的范围。在该情况下,能够使相对带宽变得足够宽。

[0137] $(0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \sim 20^\circ, \text{任意的}\psi) \cdots \text{式(1)}$

[0138] $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, 0^\circ \sim 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2})$ 或 $(0^\circ \pm 10^\circ, 20^\circ \sim 80^\circ, [180^\circ - 60^\circ (1 - (\theta - 50)^2/900)^{1/2}] \sim 180^\circ) \cdots \text{式(2)}$

[0139] $(0^\circ \pm 10^\circ, [180^\circ - 30^\circ (1 - (\psi - 90)^2/8100)^{1/2}] \sim 180^\circ, \text{任意的}\psi)$

[0140] $\cdots \text{式(3)}$

[0141] 以下,使用附图对第1实施方式涉及的弹性波装置1A的制造方法进行说明。另外,以下所示的制造方法只是一个例子,并不限于此。

[0142] 图14是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的牺牲层形成工序

的示意性的剖视图。如图14所示,在牺牲层形成工序中,在压电层2的第2主面2b的一部分形成牺牲层9S。

[0143] 图15是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的中间层形成工序的示意性的剖视图。如图15所示,在中间层形成工序中,在压电层2的第2主面2b以及牺牲层9S形成中间层7的第1部分7A。第1部分7A的表面被平坦化,使得由于牺牲层7S的影响而造成的凹凸消失。

[0144] 图16是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的接合工序的示意性的剖视图。如图16所示,在接合工序中,将压电层2经由中间层7接合于支承基板8。更详细地,将在压电层2进行了制膜的中间层7的第1部分7A和在支承基板8进行了制膜的中间层7的第2部分7B接合。由此,压电层2(压电基板)被支承基板8支承。

[0145] 图17是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的压电层研磨工序的示意性的剖视图。如图17所示,在压电层研磨工序中,对压电层2的与第2主面2b在厚度方向上相反侧的面进行研磨,从而将压电层2薄化,形成第1主面2a。

[0146] 图18是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的电极形成工序的示意性的剖视图。如图18所示,在电极形成工序中,通过剥离法在压电层2的第1主面2a形成功能电极30以及布线电极35。

[0147] 图19是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的贯通孔形成工序的示意性的剖视图。如图19所示,在贯通孔形成工序中,在压电层2的第1主面2a对抗蚀剂30R进行制膜,并通过干式蚀刻在压电层2形成贯通孔2H。在形成贯通孔2H之后,抗蚀剂30R被除去。

[0148] 图20是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的牺牲层除去工序的示意性的剖视图。如图20所示,在牺牲层除去工序中,使蚀刻液流入到进行了抗蚀剂图案化的贯通孔2H,将牺牲层9S除去。由此,形成空间部9。

[0149] 通过以上的工序,制造第1实施方式涉及的弹性波装置1A的弹性波元件10。对弹性波元件10进行频率特性的检查,并适当地进行频率特性的调整。然后,将弹性波元件10容纳于壳体41,并用盖部42封闭壳体41的开口部,由此制造第1实施方式涉及的弹性波装置1A。

[0150] 像以上说明的那样,第1实施方式涉及的弹性波装置1A的制造方法具有:牺牲层形成工序,在具有在厚度方向上对置的一对主面的压电层2的一对主面中的一个主面的一部分形成牺牲层9S;中间层形成工序,在压电层2的一个主面以及牺牲层9S形成中间层7;接合工序,将压电层2经由中间层7接合于支承基板8;电极形成工序,在压电层2的一对主面中的至少一个主面形成电极(功能电极30以及布线电极35);贯通孔形成工序,在压电层2形成贯通孔2H;以及牺牲层除去工序,将牺牲层9S除去。由此,通过除去牺牲层9S而形成的第1空间部和第1空间部的外侧的空间连通,因此能够抑制由空间部9A的内外的气压差造成的压电层2的破损。

[0151] (第2实施方式)

[0152] 图21是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的俯视图。图22是沿着图21的线XXII-XXII的剖视图。第2实施方式涉及的弹性波装置1B与第1实施方式的不同点在于,代替封装件40而具备支承框43和盖体45。以下,使用附图对第2实施方式涉及的弹性波装置1B进行说明。另外,对于与第1实施方式涉及的弹性波装置1A同样的结构,标注相同的附图标记并省

略说明。

[0153] 图23是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的一部分的俯视图。图23是从弹性波装置1B除去了盖体45的图。如图21至图23所示,弹性波装置1B具备支承构件、压电层2、功能电极30、布线电极32、支承框43、内部支承部44、以及盖体45。

[0154] 布线电极32设置在压电层2的第1主面2a。布线电极32包含Al、AlCu合金等适当的金属或合金。在图22的例子中,布线电极32设置于在Z方向上俯视时与空间部9A不重叠的位置。布线电极32与功能电极30电连接。

[0155] 支承框43是使压电层2支承于盖体45的支承部。支承框43由感光性树脂构成。关于支承框43,在图23所示的例子中,支承框43由线状的图案形成,使得在Z方向上俯视时包围功能电极30的周围。支承框43的Z方向上的一个面与布线电极32粘接,支承框43的Z方向上的另一个面与盖体45粘接。在支承框43具有第2空间部92A。第2空间部92A是处于支承框43的内侧的空间,并且是处于压电层2与后述的盖体45之间的空间。

[0156] 内部支承部44是使压电层2支承于盖体45的支承部。内部支承部44由感光性树脂构成。在图23所示的例子中,内部支承部44设置在第2空间部92A内。内部支承部44设置于在Z方向上俯视时与空间部9A不重叠的位置。内部支承部44的Z方向上的一个面与压电层2的第1主面2a或布线电极32相接。内部支承部44的Z方向上的另一个面与盖体45相接。由此,盖体45还被内部支承部44支承,因此能够提高盖体45的强度。另外,内部支承部44不是必需的结构。

[0157] 盖体45是设置在支承框43以及内部支承部44的片材。盖体45由树脂构成。盖体45通过端子电极57固定于支承框43。

[0158] 在第2实施方式中,支承框43以及盖体45使液体不能通过。此外,支承框43和盖体45中的至少一者能够使气体通过。具体地,支承框43和盖体45中的至少一者例如由能够通气的树脂构成,但是只要第2空间部92A变得液密并且能够与盖体45的外部通气即可,并不限于此。例如,也可以是,支承框43或盖体45的一部分由能够通气的树脂构成,还可以是,在支承框43或盖体45设置有使第2空间部92A和盖体45的外侧通气的通气孔。由此,第2空间部92A一方面变得液密,另一方面不变得气密。由此,空间部9A、第2空间部92、以及盖体45的外侧的气压变得相同,变得通过至少一个路径相连。在第2实施方式中,所谓路径,是指从空间部9A经由贯通孔2H、第2空间部92A、以及支承框43或盖体45而连结至盖体45的外侧的、气体能够移动的路径。由此,能够抑制由空间部9A、第2空间部92、以及盖体45的外侧的气压差造成的压电层2的破损。

[0159] 端子电极57是在Cu层、Ni层之上镀敷了Au层的层叠体。端子电极57设置为贯通支承框43以及盖体45。端子电极57是所谓的凸块金属,与布线电极32电连接。

[0160] 在端子电极57设置有凸块58。凸块58是所谓的凸块金属,是BGA(ball grid array,球栅阵列)凸块。凸块58层叠在端子电极57的Z方向上,与端子电极57电连接。由此,从凸块58到功能电极30被电连接。

[0161] 以上,对第2实施方式涉及的弹性波装置1B进行了说明,但是第2实施方式涉及的弹性波装置并不限于图22中所示的弹性波装置。例如,弹性波装置1B也可以具有多个空间部9A,还可以设置有多个谐振子。

[0162] 像以上说明的那样,第2实施方式涉及的弹性波装置1B具备:支承构件,具备在第1

方向上具有厚度的支承基板8;压电层2,层叠于支承构件,具有第1主面2a和在第1方向上与第1主面2a相反侧的第2主面2b;功能电极30,设置在压电层2的第1主面2a以及第2主面2b中的至少一者;支承框43,设置在压电层2的第1方向上;以及盖体45,设置在支承框43的第1方向上,在支承构件中,在压电层2侧并且在第1方向上俯视时至少一部分与功能电极30重叠的位置具有第1空间部(空间部9A),在支承框43具有第2空间部92A,在压电层2具有将第1空间部和第2空间部92A连通的贯通孔2H,第1空间部、第2空间部92A、以及盖体45的外侧通过至少一个路径相连。由此,能够抑制由第1空间部、第2空间部92、以及盖体45的外侧的气压差造成的压电层2的破损。

[0163] 此外,第2实施方式涉及的弹性波装置1B具备:支承构件,具备在第1方向上具有厚度的支承基板8;压电层2,层叠于支承构件,具有第1主面2a和在第1方向上与第1主面2a相反侧的第2主面2b;功能电极30,设置在压电层2的第1主面2a以及第2主面2b中的至少一者;支承框43,设置在压电层2的第1方向上;以及盖体45,设置在支承框43的第1方向上,在支承构件中,在压电层2侧并且在第1方向上俯视时至少一部分与功能电极30重叠的位置具有第1空间部(空间部9A),在支承框43具有第2空间部92A,在压电层2具有将第1空间部和第2空间部92A连通的贯通孔2H,第1空间部、第2空间部92A、以及盖体45的外侧的气压相同。由此,能够抑制由第1空间部、第2空间部92、以及盖体45的外侧的气压差造成的压电层2的破损。

[0164] 作为优选的方式,支承框43和盖体45中的至少一者的至少一部分由能够通气的树脂构成。由此,能够使第2空间部92A变得液密,并且能够与盖体45通气。

[0165] 以下,对第2实施方式涉及的弹性波装置1B的制造方法进行说明。在此,在第2实施方式涉及的弹性波装置1B的制造方法中,从牺牲层形成工序到牺牲层除去工序是与第1实施方式涉及的弹性波装置1A的制造方法相同的工序,因此省略说明。另外,以下所示的制造方法只是一个例子,并不限于此。

[0166] 图24是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的填充剂填充工序的说明图。在填充剂填充工序中,从贯通孔2H注入填充剂9R。此时,如图24所示,注入填充剂9R,使得覆盖空间部9A的内壁、贯通孔2H的内壁、以及功能电极30。由此,在后述的支承框形成工序中,在Z方向上俯视时处于与空间部9A重叠的位置的压电层2被保护,因此能够抑制压电层2的破损。另外,在填充剂填充工序中,空间部9A也可以不被填充剂9R填满,也可以在空间部9产生气泡9B。

[0167] 在此,填充剂9R包含非感光性树脂。由此,在后述的支承框形成工序中,能够防止填充剂9R被除去。另外,填充剂9R只要是在支承框形成工序中不会被显影液除去并且在填充剂蚀刻工序中能够用不使支承框43溶解的溶剂除去材料即可,并不限于此,例如,也可以是抗蚀剂。

[0168] 图25是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的支承框形成工序的说明图。如图25所示,在支承框形成工序中,在压电层2上形成支承框43以及内部支承部44。更详细地,将感光性树脂涂敷于具有布线电极35以及填充剂9R的压电层2的第1主面2a,并通过曝光和显影将支承框43以及内部支承部44以外的部分除去。在此,填充剂9R由不与显影液反应的物质构成,因此能够保护压电层2,并且能够形成支承框43以及内部支承部44。

[0169] 图26是示出第2实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的填充剂蚀刻工序的说明图。如图26所示,在填充剂蚀刻工序中,通过蚀刻液对填充剂9R进行蚀刻。填充剂9R的蚀

刻液是不使支承框43溶解的溶剂。由此,能够完全除去空间部9A内的残渣,能够抑制频率特性劣化。

[0170] 在蚀刻了填充剂之后,在支承框43设置盖体45。然后,设置端子电极57,使得在Z方向上贯通盖体45。然后,在端子电极57层叠凸块58。通过以上的工序,能够制造弹性波装置1B。

[0171] 像以上说明的那样,第1实施方式涉及的弹性波装置1B的制造方法还具有:填充剂填充工序,将填充剂9R填充到贯通孔2H;支承框形成工序,在压电层2上形成支承框43;以及填充剂蚀刻工序,对填充剂9R进行蚀刻。由此,在支承框形成工序中压电层2被保护,因此能够抑制压电层2的破损。

[0172] 作为优选的方式,填充剂9R包含非感光性的树脂。由此,在由感光性材料形成支承框43的情况下,能够防止受到支承框形成工序中的曝光、显影的影响。

[0173] (第3实施方式)

[0174] 图27是示出第3实施方式涉及的弹性波装置的剖视图。第3实施方式涉及的弹性波装置1C与第1实施方式的不同点在于,还具备贯通塞21。以下,使用附图对第2实施方式涉及的弹性波装置1C进行说明。另外,对于与第1实施方式涉及的弹性波装置1A同样的结构,标注附图标记并省略说明。

[0175] 如图27所示,在第3实施方式中,支承构件存在空间部9。空间部9是在Z方向上贯通支承构件的空间。在图27的例子中,在Z方向上俯视时,在空间部9露出的开口部7a处于在空间部9露出的开口部8a的内侧。

[0176] 如图27所示,贯通塞21设置为贯通压电层2。在此,贯通塞21设置在形成于压电层2的贯通孔2H。即,贯通孔2H被贯通塞21塞住。贯通塞21由一方面使液体不能通过而另一方面使气体能够通过的材料构成,例如,由感光性聚酰亚胺树脂构成。由此,能够使空间部9变得液密,并且空间部9和第2空间部92的气压变得相同,变得通过至少一个路径相连。在第3实施方式中,所谓路径,是指从空间部9经由贯通塞21、第2空间部92、以及封装件40而连结至封装件40的外部的、气体能够移动的路径。由此,能够防止压电层2由于空间部9、第2空间部92、以及封装件40的外部的的气压差而破损。

[0177] 像以上说明的那样,第3实施方式涉及的弹性波装置1C还具备设置在贯通孔2H并贯通压电层2的贯通塞21,贯通塞21能够通气。由此,能够将空间部9和第2空间部92的气压保持得相同,并且能够使空间部9变得液密。

[0178] 作为优选的方式,贯通塞21包含感光性聚酰亚胺树脂。在该情况下,容易制造弹性波装置1C。由此,贯通塞21一方面使液体不能通过,另一方面使气体能够通过,因此能够使空间部9变得液密,并且能够抑制空间部9和第2空间部92的压力差。

[0179] 以下,对第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法进行说明。另外,以下所示的制造方法只是一个例子,并不限于此。

[0180] 图28是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的中间层形成工序的示意性的剖视图。如图28所示,在中间层形成工序中,在压电层2的第2主面2b形成中间层7的第1部分7A。

[0181] 图29是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的接合工序的示意性的剖视图。如图29所示,在接合工序中,将压电层2经由中间层7接合于支承基板8。更详细

地,将在压电层2进行了制膜的中间层7的第1部分7A和在支承基板8进行了制膜的中间层7的第2部分7B接合。由此,压电层2(压电基板)被支承基板8支承。

[0182] 图30是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的压电层研磨工序的示意性的剖视图。如图30所示,在压电层研磨工序中,对压电层2的与第2主面2b在厚度方向上相反侧的面进行研磨,从而将压电层2薄化,形成第1主面2a。

[0183] 图31是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的电极形成工序的示意性的剖视图。如图31所示,在电极形成工序中,通过剥离法在压电层2的第1主面2a形成功能电极30以及布线电极35。

[0184] 图32是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的贯通孔形成工序的示意性的剖视图。如图32所示,在贯通孔形成工序中,在压电层2的第1主面2a对抗蚀剂30R进行制膜,并通过干式蚀刻在压电层2以及中间层7形成贯通孔2H。在形成贯通孔2H之后,抗蚀剂30R被除去。

[0185] 图33是示出第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的贯通塞形成工序的图。如图33所示,在贯通塞形成工序中,形成贯通塞21,使得塞住贯通孔2H。具体地,贯通塞21由感光性的树脂构成,通过曝光和显影来形成。

[0186] 图34是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的第1蚀刻工序的示意性的剖视图。如图34所示,在第1蚀刻工序中,通过DRIE(Deep Reactive Ion Etching, 深反应离子刻蚀)等干式蚀刻对支承基板8的一部分进行蚀刻,由此形成空间部9。

[0187] 图35是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置的制造方法中的第2蚀刻工序的示意性的剖视图。如图35所示,在第2蚀刻工序中,通过对中间层7的一部分进行蚀刻,从而使空间部9在厚度方向上扩大。由此,贯通塞21不被蚀刻,仅中间层7被蚀刻。另外,此时,在Z方向上俯视时,在空间部9露出的开口部7a成为在空间部9露出的开口部8a的内侧。

[0188] 通过以上的工序,制造第3实施方式涉及的弹性波装置1C的弹性波元件10C。对弹性波元件10C进行频率特性的检查,并适当地进行频率特性的调整。然后,将弹性波元件10C容纳于壳体41,并用盖部42封闭壳体41的开口部,由此制造第3实施方式涉及的弹性波装置1C。

[0189] 像以上说明的那样,第3实施方式涉及的弹性波装置1C的制造方法具有:中间层形成工序,在支承基板8上形成中间层7;压电层形成工序,在中间层7上形成压电层2;电极形成工序,在压电层2上形成电极(功能电极30以及布线电极35);贯通孔形成工序,在压电层2和中间层7形成贯通孔2H;第1蚀刻形成工序,在支承基板8的一部分形成空间部9;以及第2蚀刻工序,对在空间部9露出的中间层7进行蚀刻。由此,通过将牺牲层9S除去而形成的空间部9和空间部9的外侧的空间连通,因此能够抑制由空间部9的内外的气压差造成的压电层2的破损。

[0190] 此外,第3实施方式涉及的弹性波装置1C的制造方法还具有在贯通孔2H形成贯通塞21的贯通塞形成工序。由此,能够抑制起因于贯通孔2H的压电层2的破坏,并且可抑制空间部9和第2空间部92的压力差,能够抑制压电层2的破损。

[0191] 另外,上述的实施方式用于使本公开容易理解,并非用于对本公开进行限定解释。本公开能够在不脱离其主旨的情况下进行变更/改良,并且本公开还包含其等价物。

[0192] 附图标记说明

- [0193] 1、1A~1C、101、301:弹性波装置;
- [0194] 2:压电层;
- [0195] 2H:贯通孔;
- [0196] 2a:第1主面;
- [0197] 2b:第2主面;
- [0198] 3:电极指(第1电极指);
- [0199] 4:电极指(第2电极指);
- [0200] 5:汇流条电极(第1汇流条电极);
- [0201] 6:汇流条电极(第2汇流条电极);
- [0202] 7:中间层;
- [0203] 7a:开口部;
- [0204] 7A:第1部分;
- [0205] 7B:第2部分;
- [0206] 7S:牺牲层;
- [0207] 8:支承基板(第1基板);
- [0208] 8a:开口部;
- [0209] 9、9A:空间部(第1空间部);
- [0210] 9B:气泡;
- [0211] 9S:牺牲层;
- [0212] 9R:填充剂;
- [0213] 10、10C:弹性波元件;
- [0214] 21:贯通塞;
- [0215] 30:功能电极;
- [0216] 30R:抗蚀剂;
- [0217] 32、35:布线电极;
- [0218] 40:封装件;
- [0219] 41:壳体;
- [0220] 42:盖部;
- [0221] 43:支承框;
- [0222] 44:内部支承部;
- [0223] 45:盖体;
- [0224] 57:端子电极;
- [0225] 58:凸块;
- [0226] 92、92A:第2空间部;
- [0227] 201:压电层;
- [0228] 201a:第1主面;
- [0229] 201b:第2主面;
- [0230] 251:第1区域;
- [0231] 252:第2区域;

- [0232] 310、311:反射器;
- [0233] C:激励区域;
- [0234] VP1:假想平面。

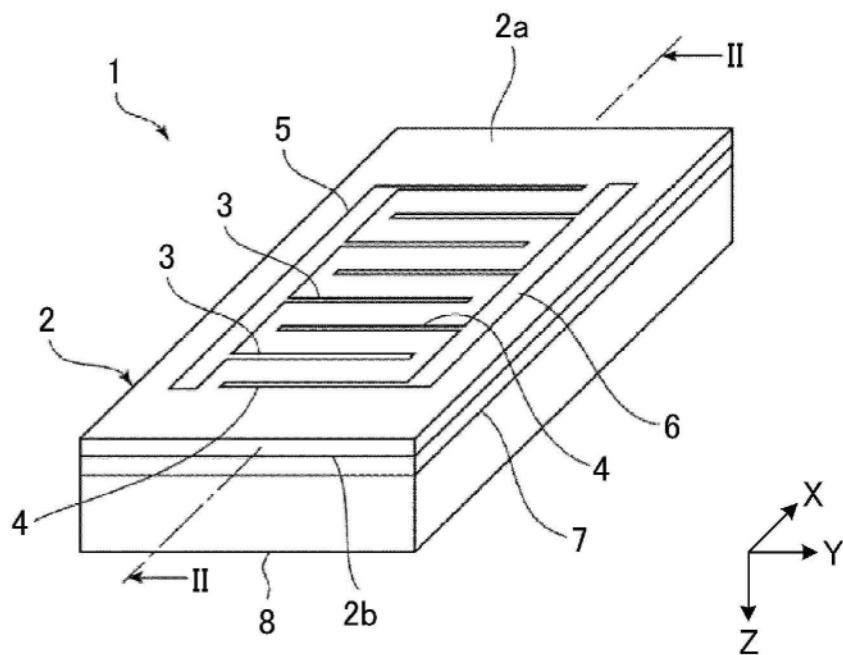


图1A

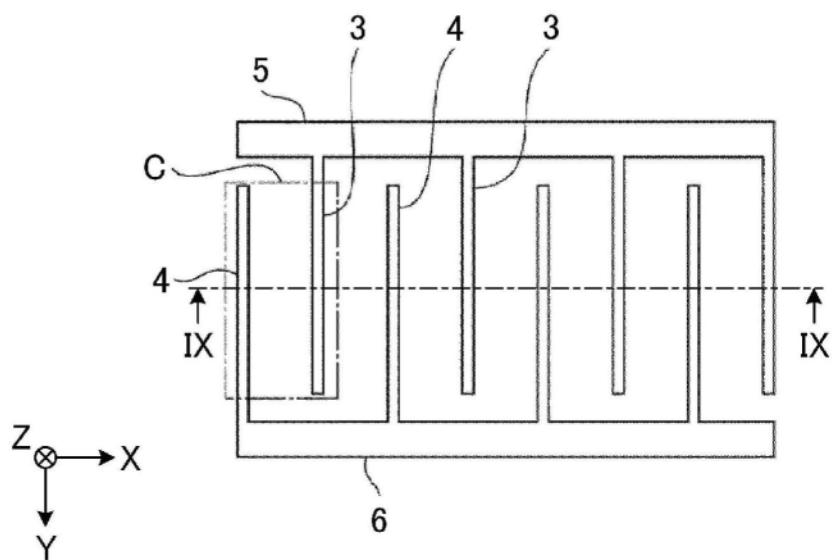


图1B

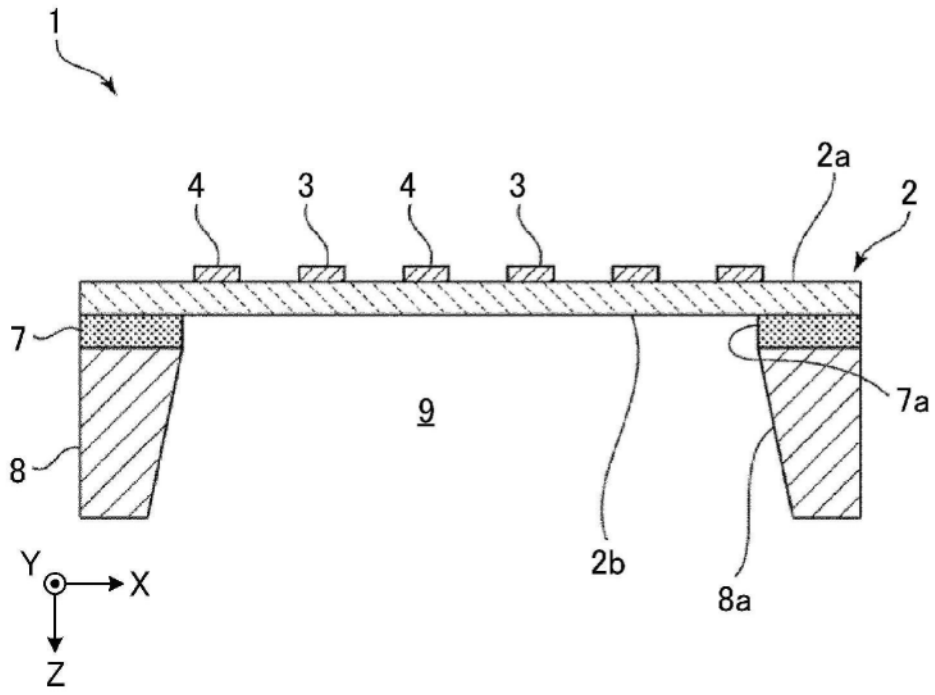


图2

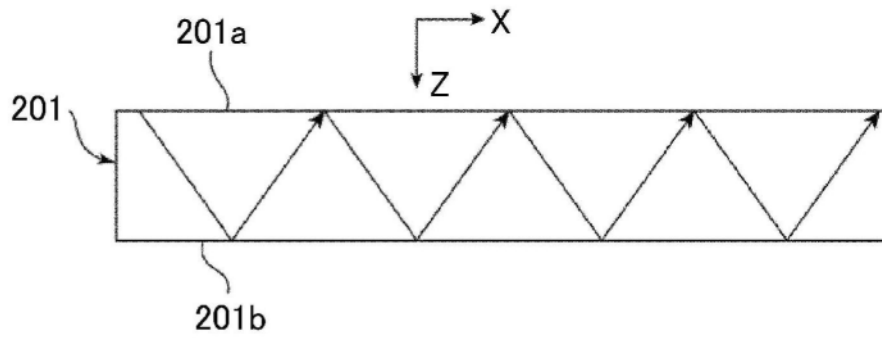


图3A

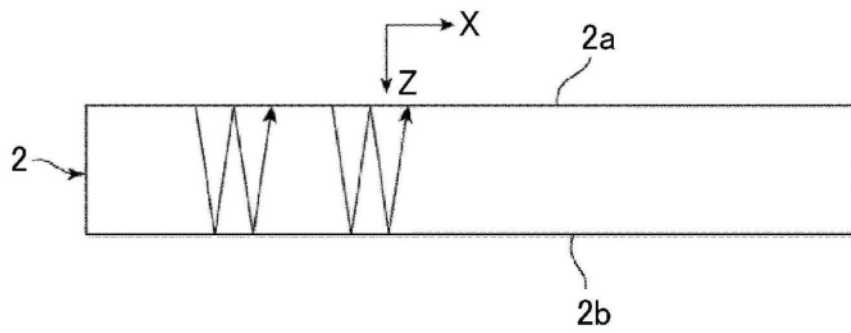


图3B

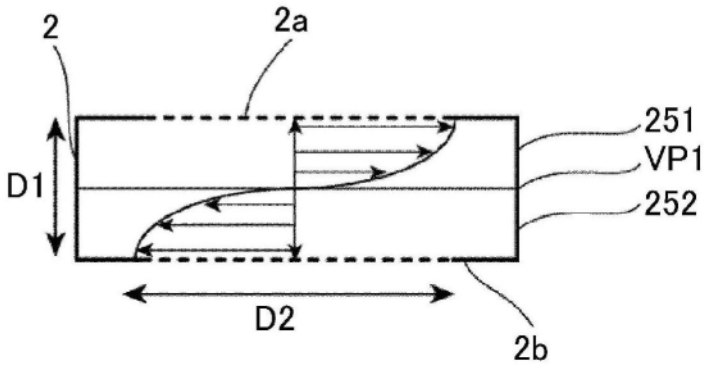


图4

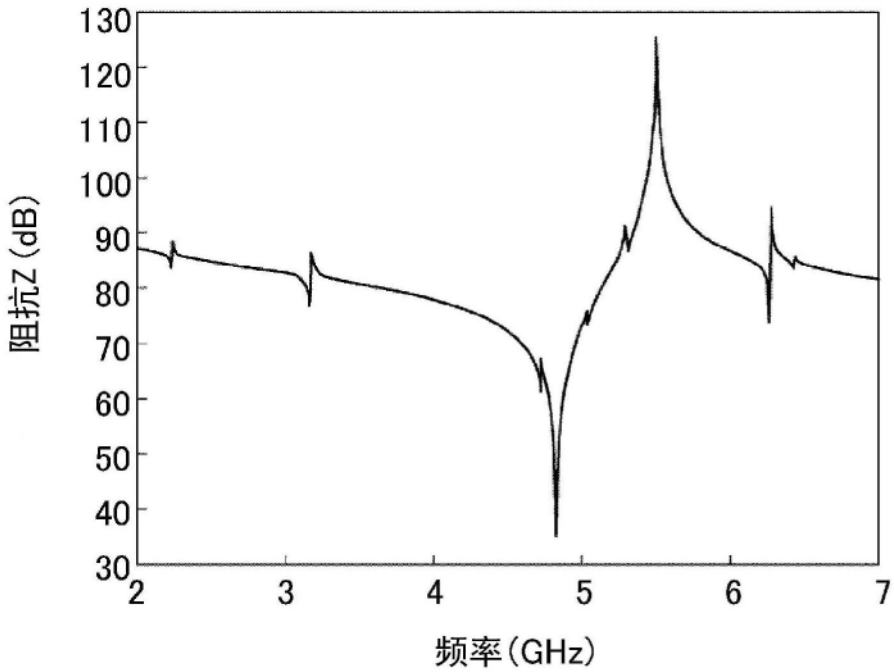


图5

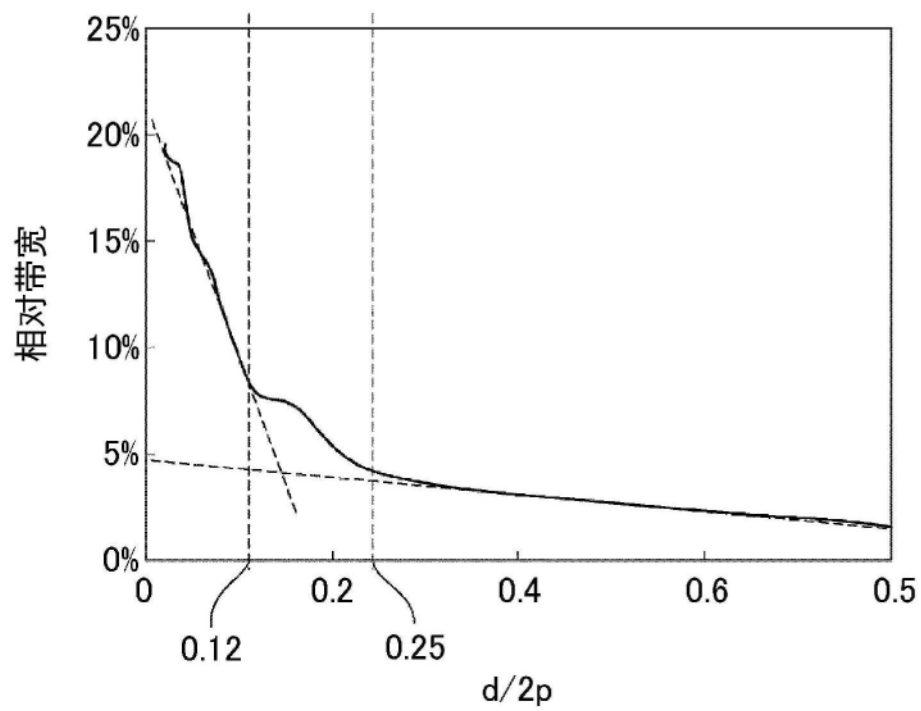


图6

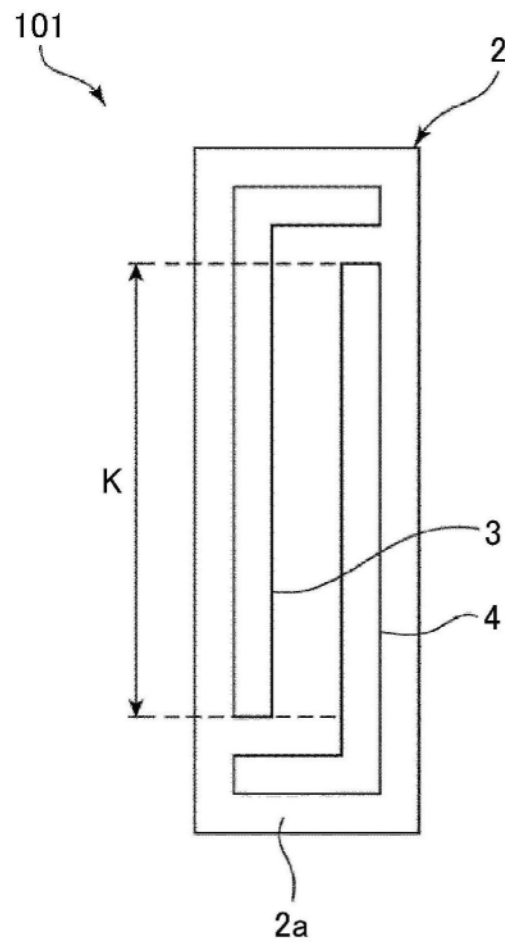


图7

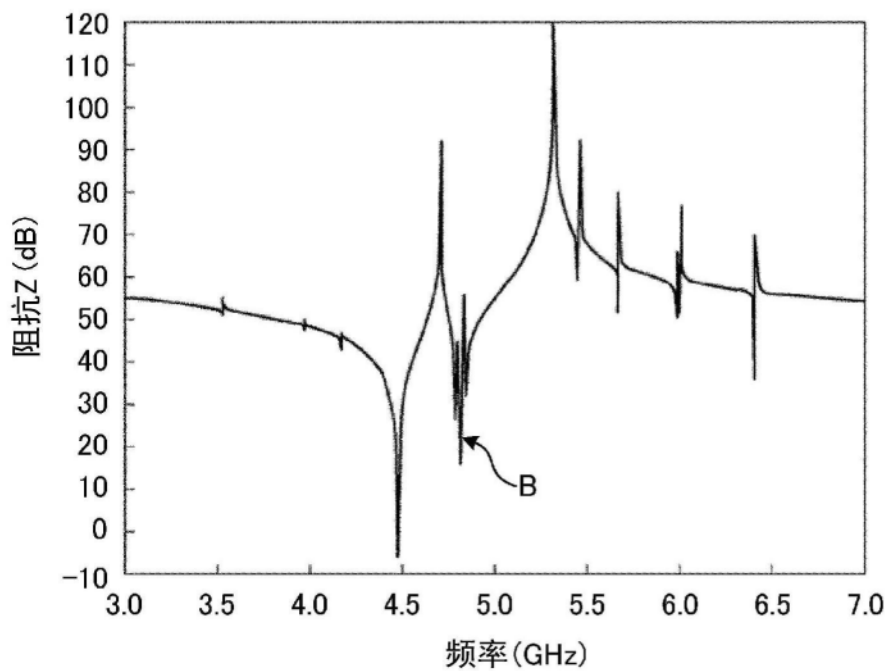


图8

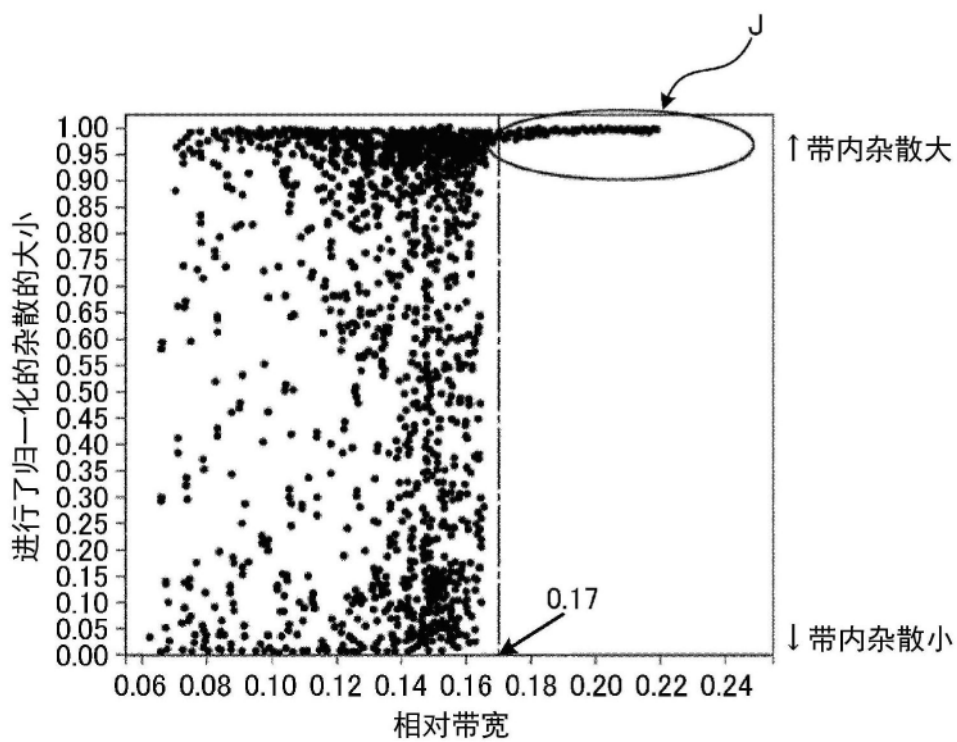


图9

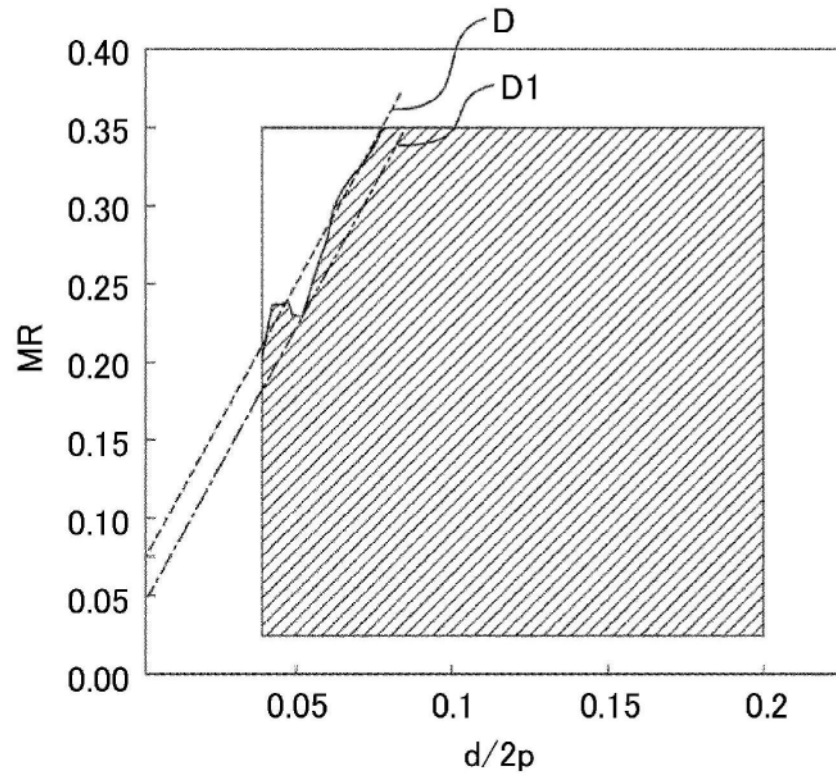


图10

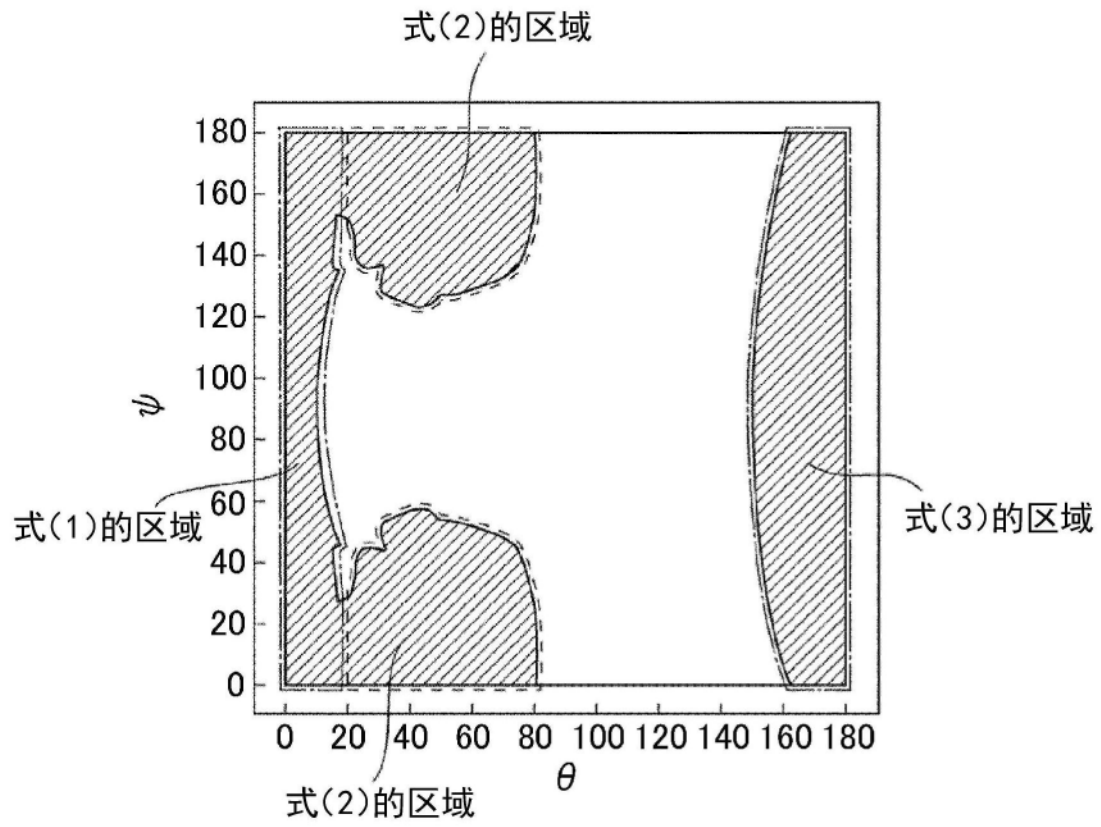


图11

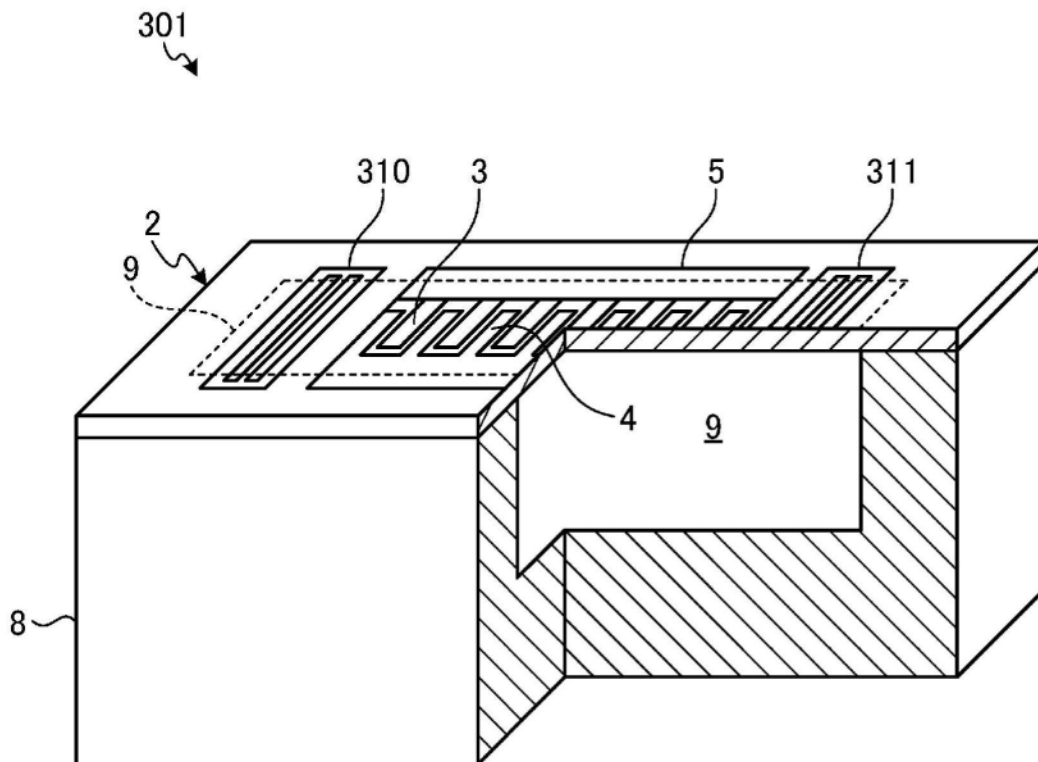


图12

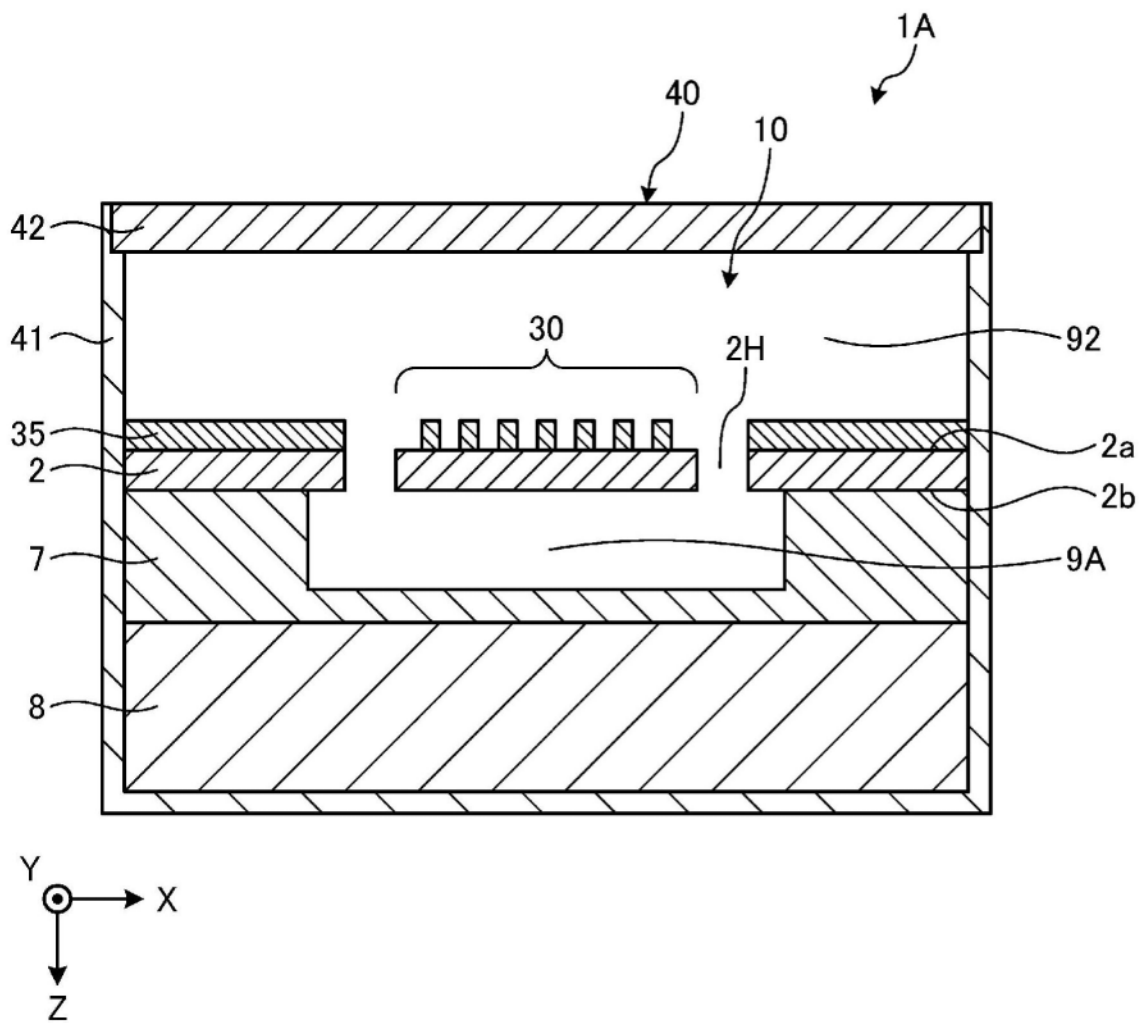


图13

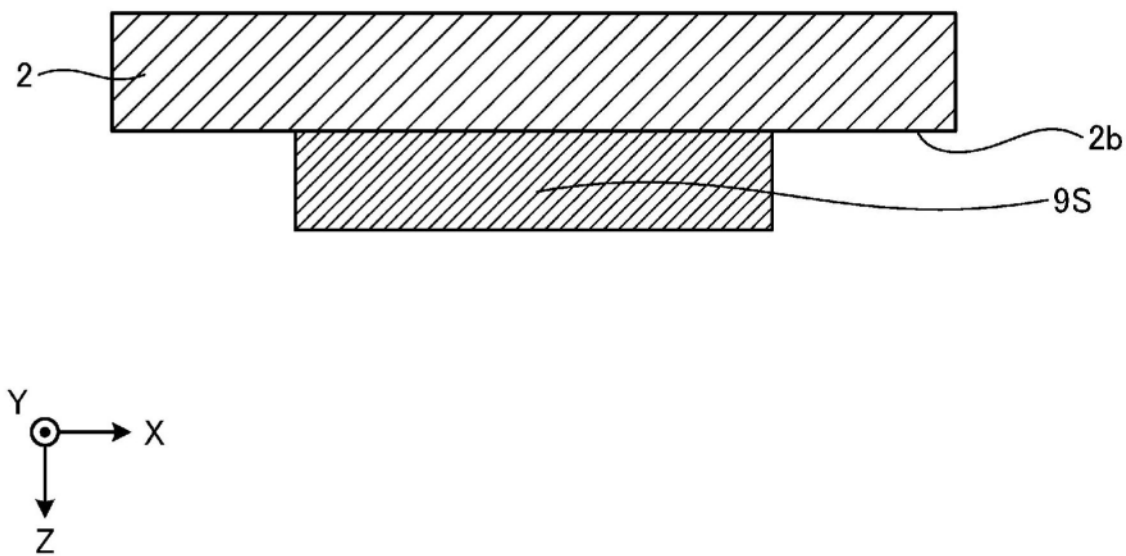


图14

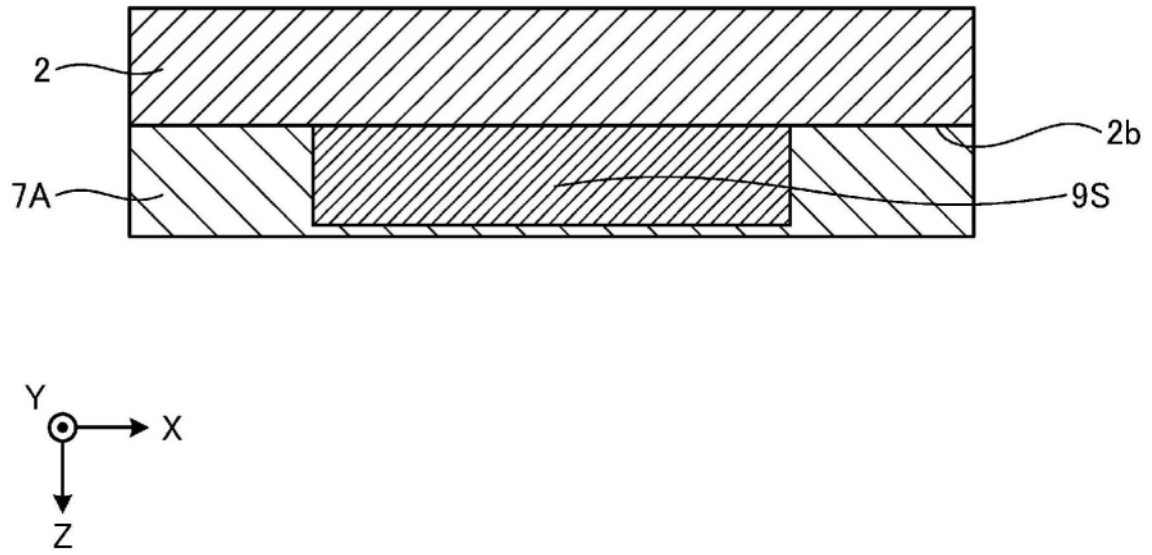


图15

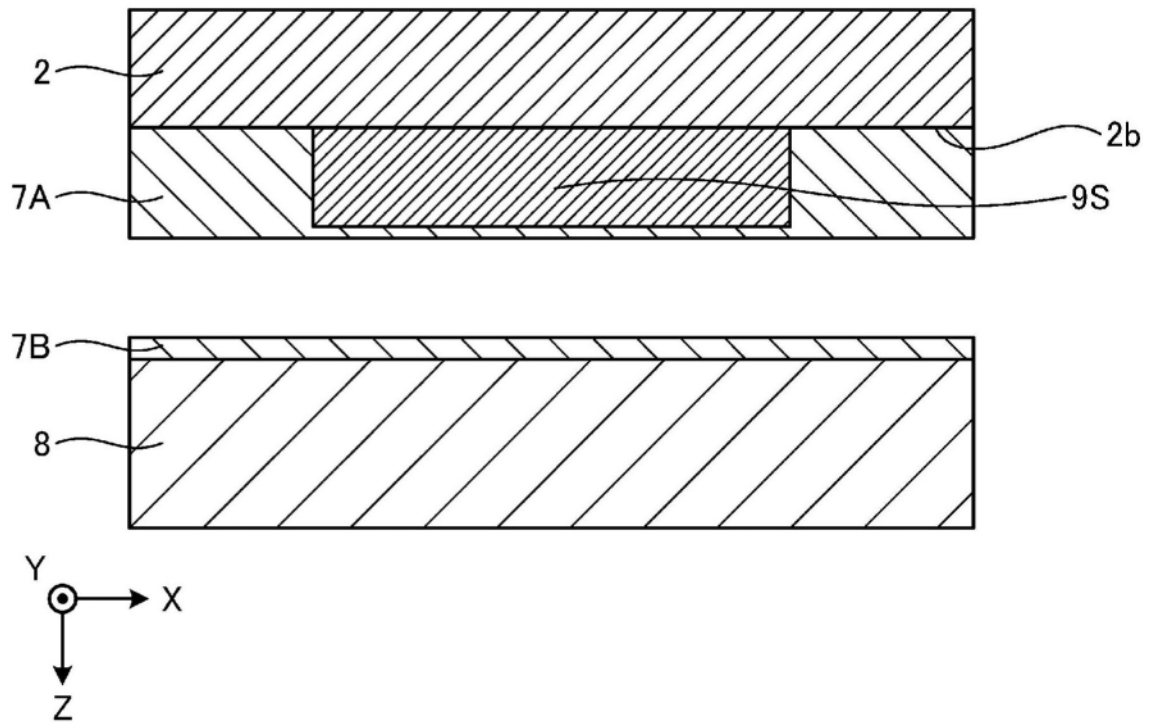


图16

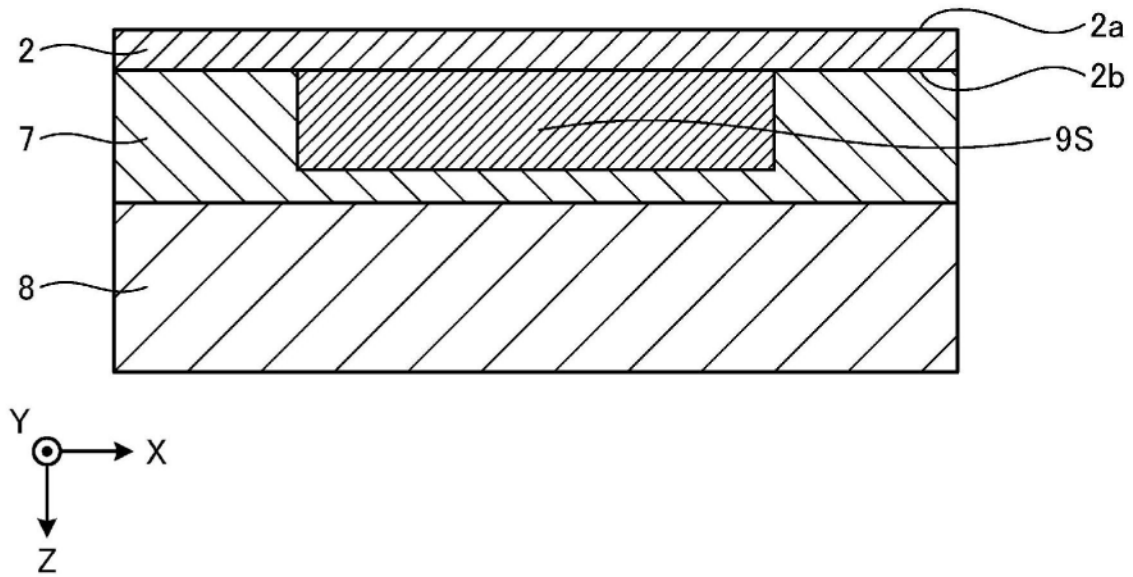


图17

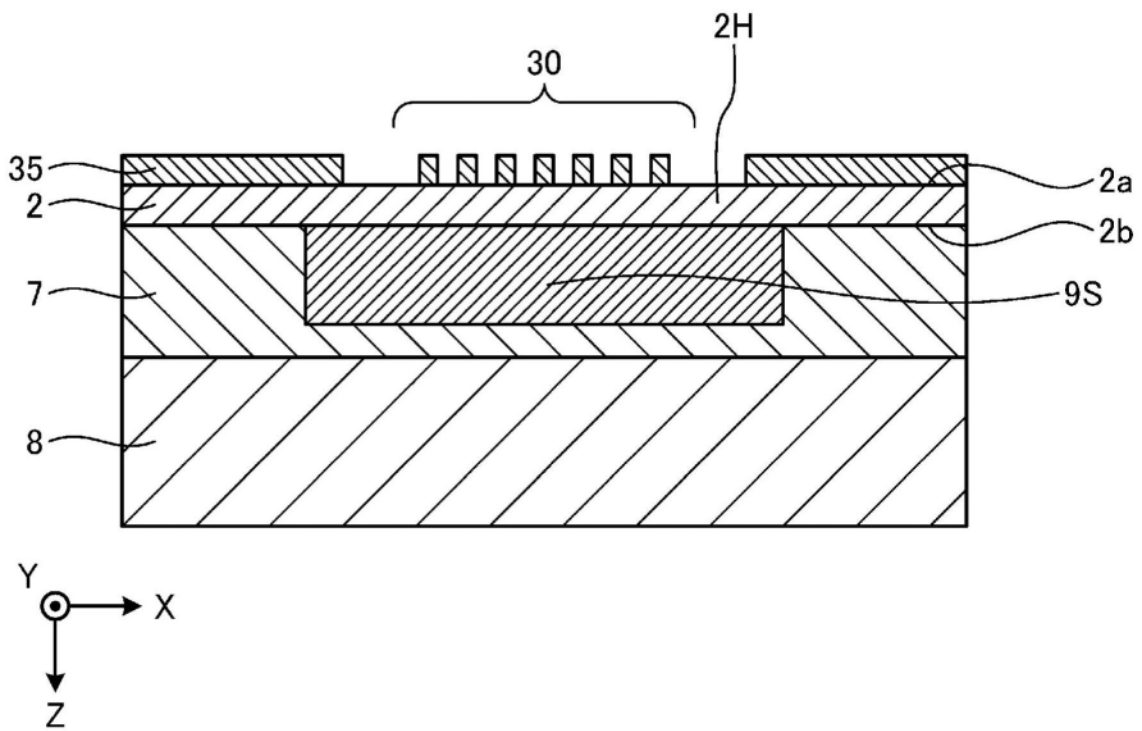


图18

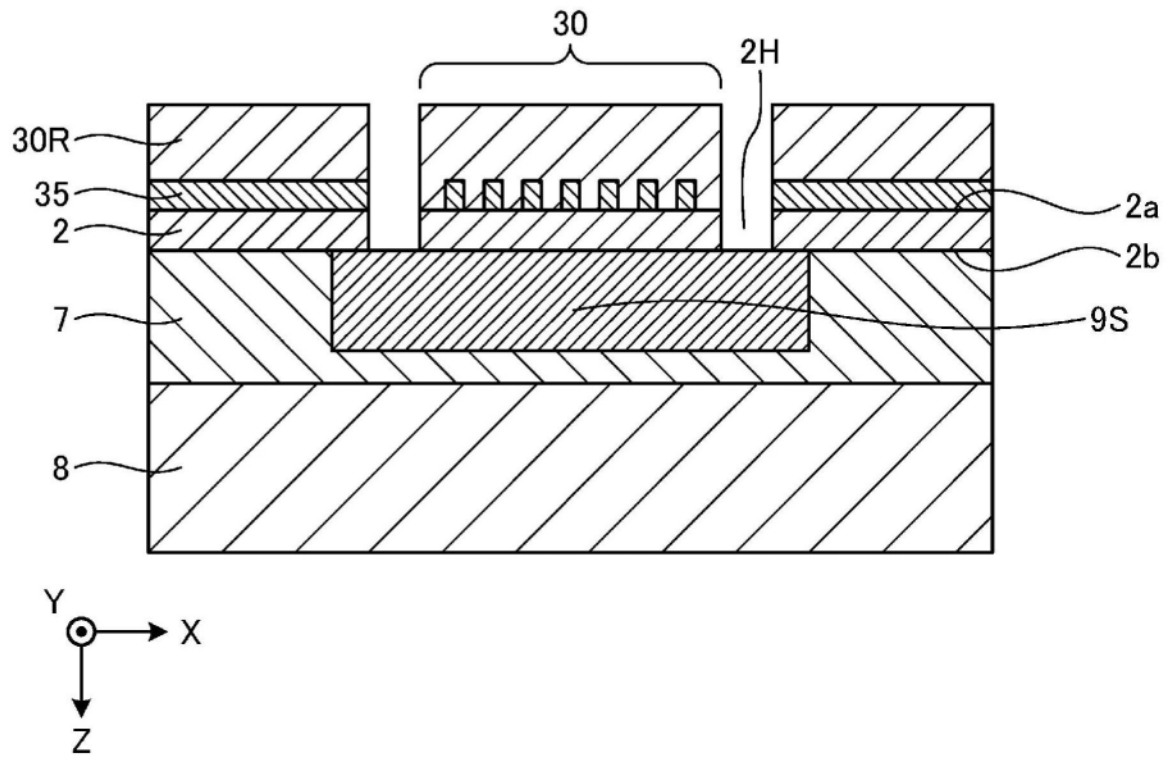


图19

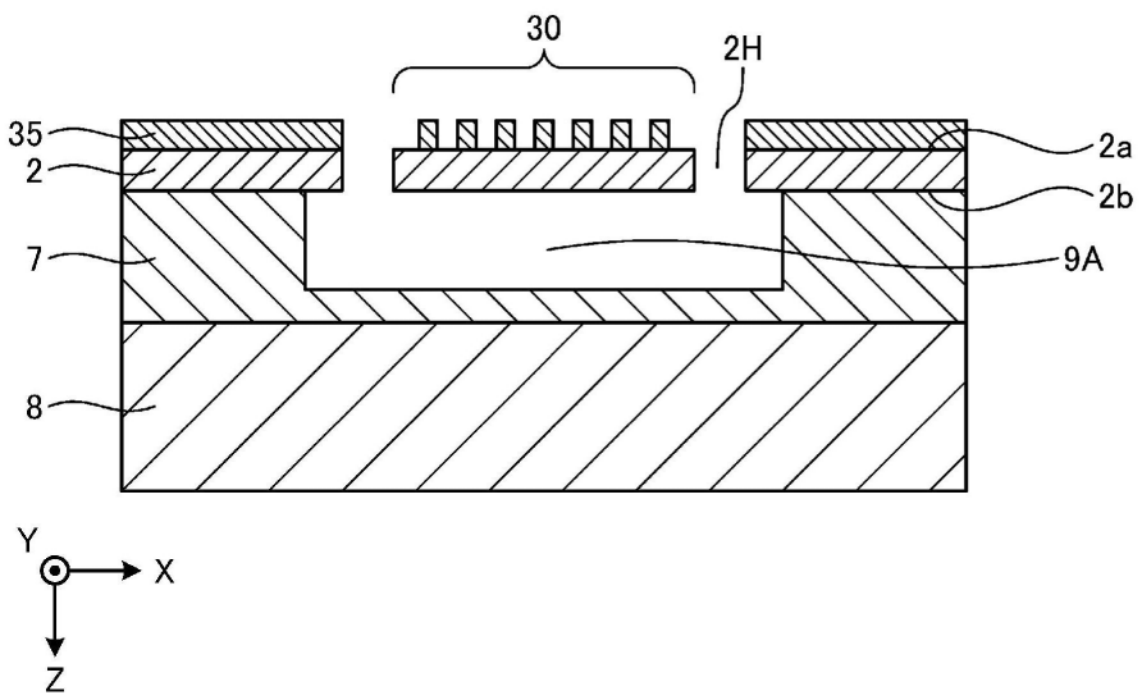


图20

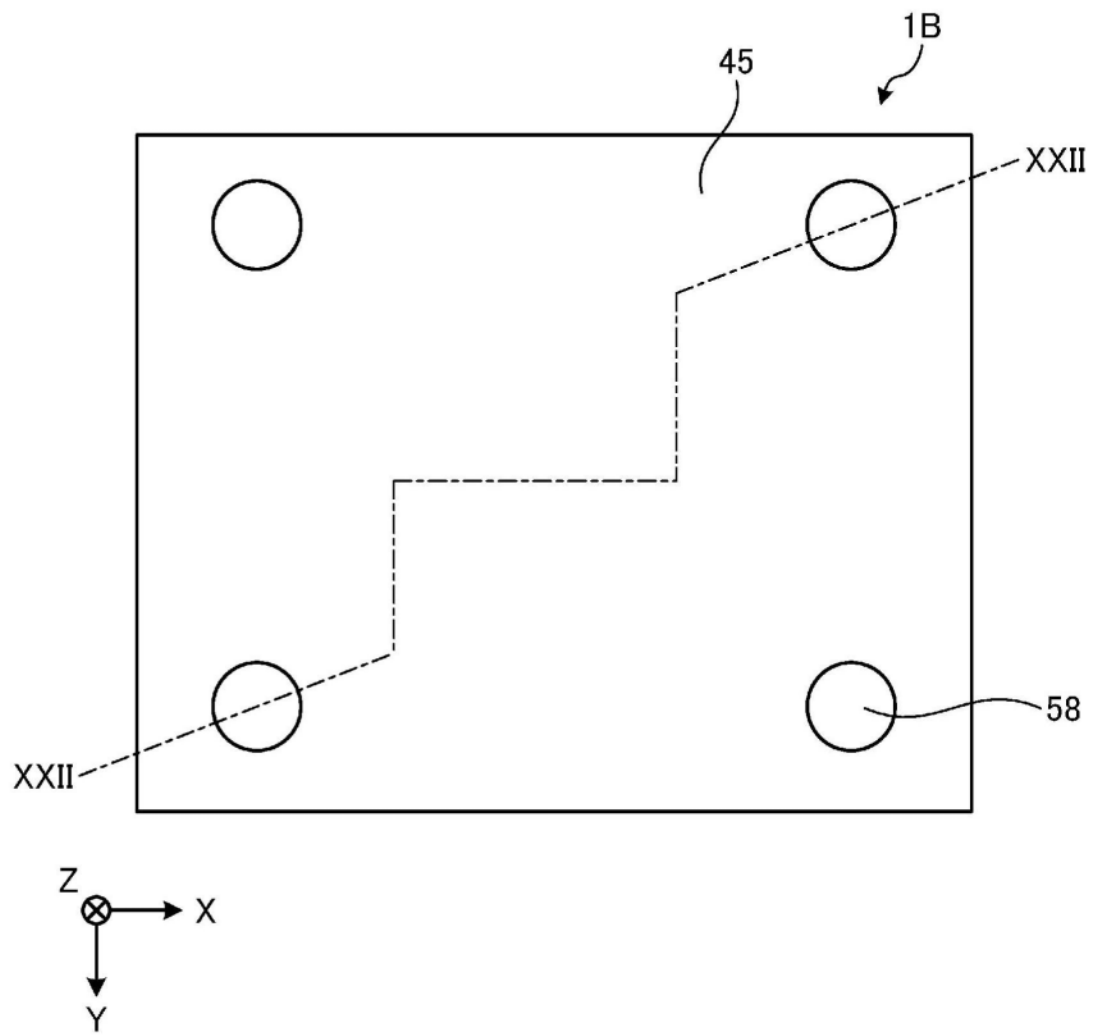


图21

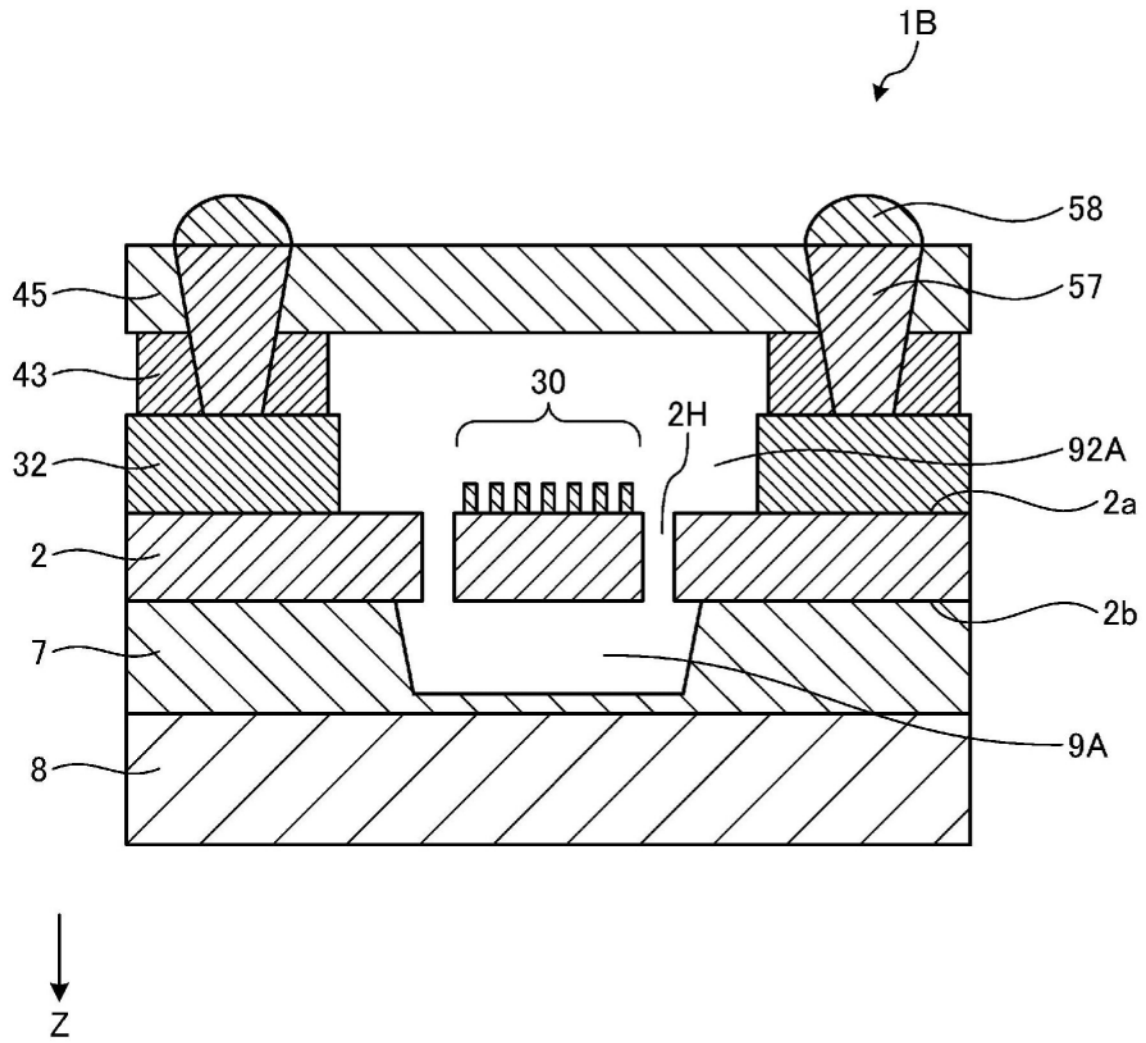


图22

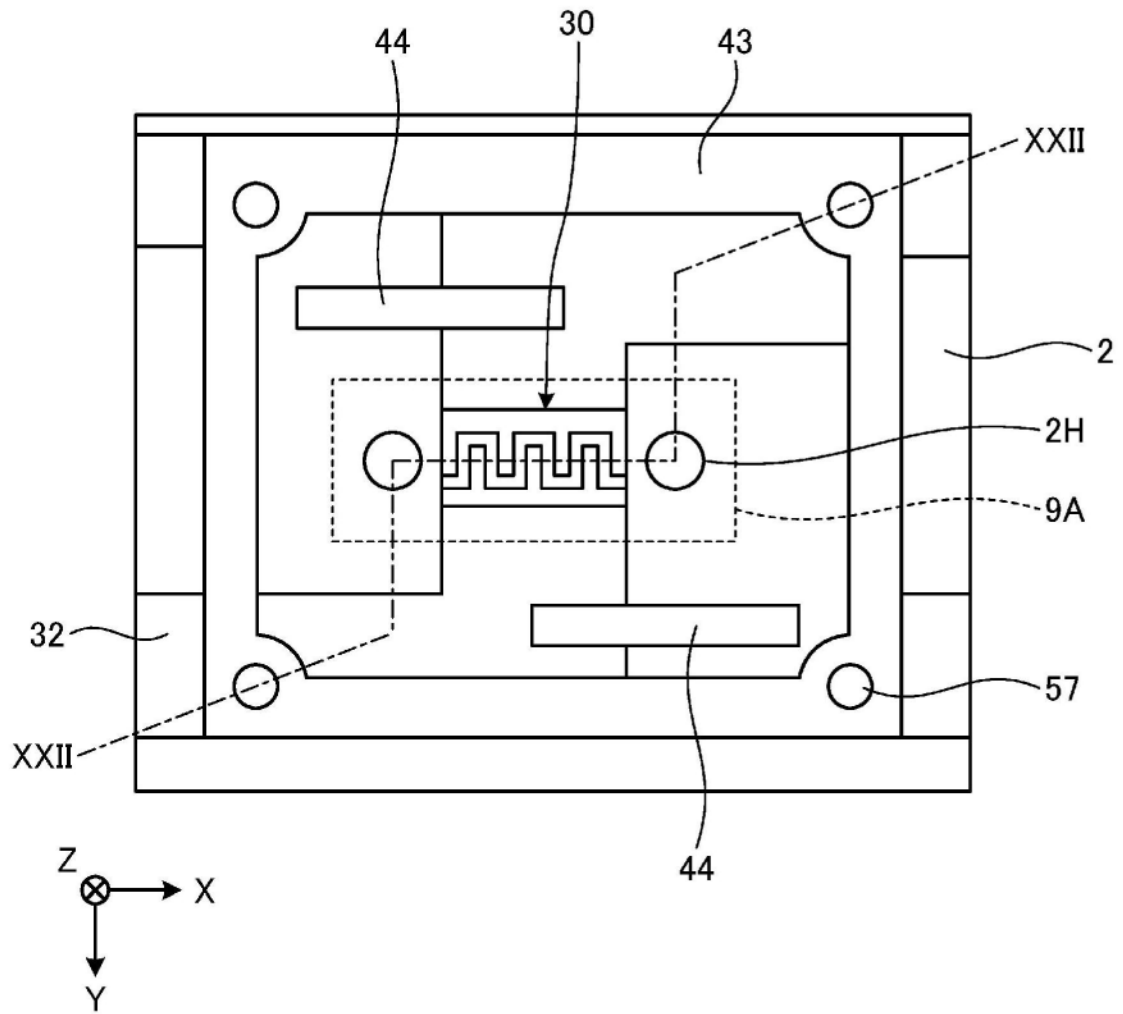


图23

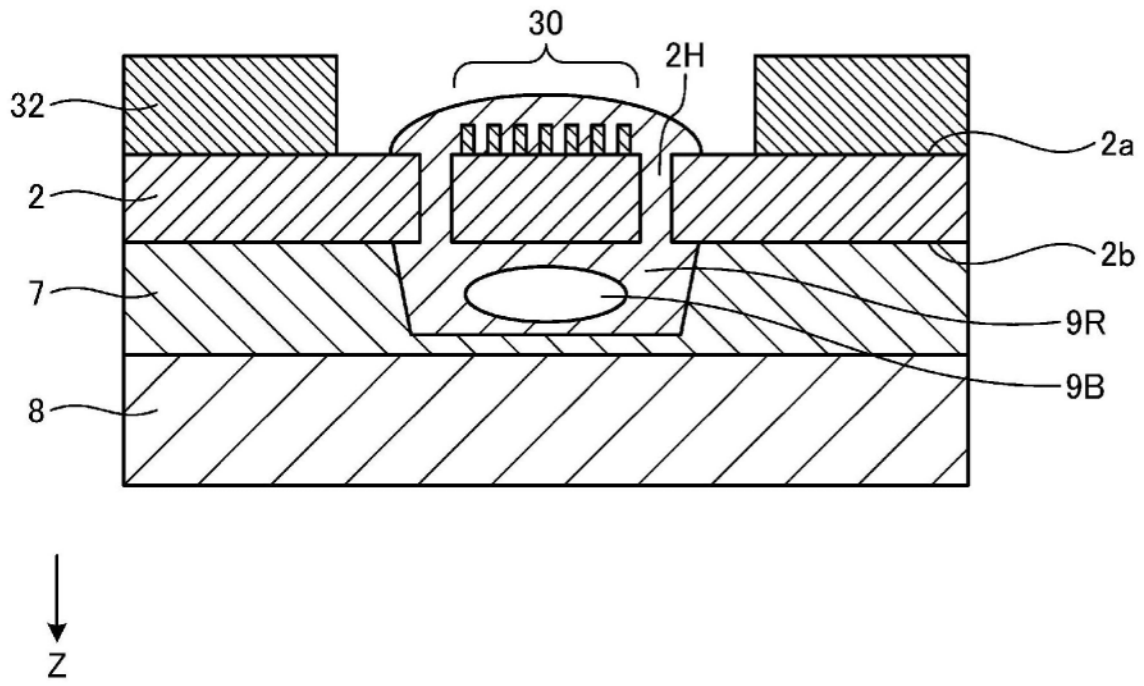


图24

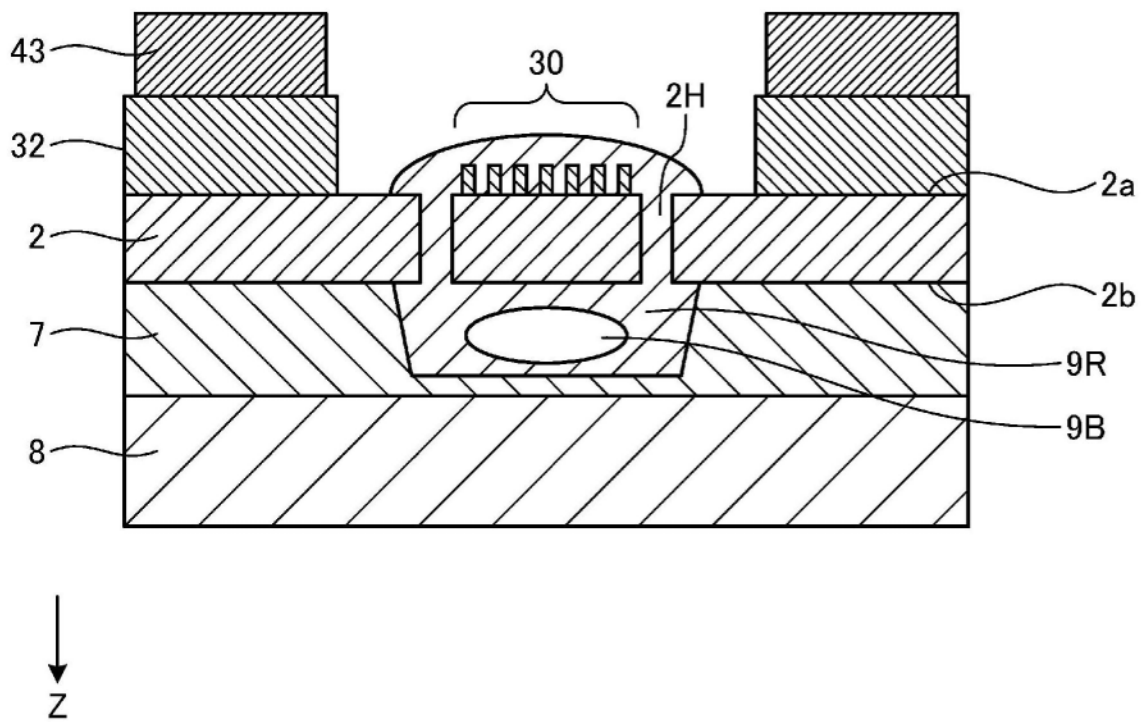


图25

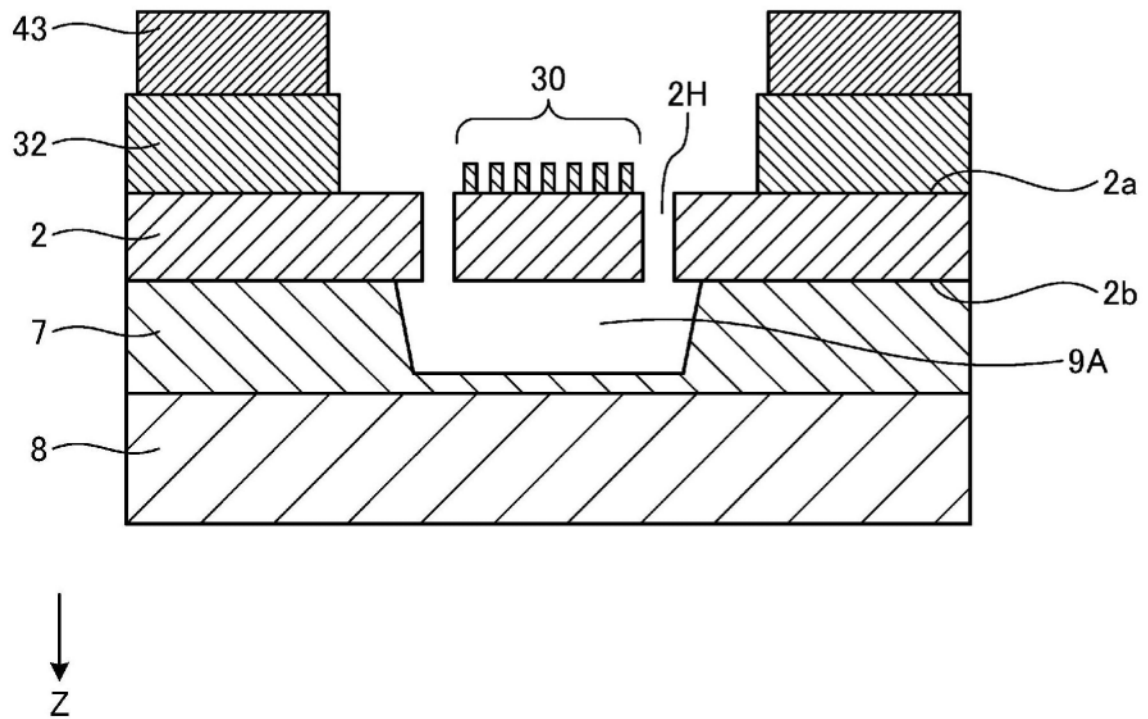


图26

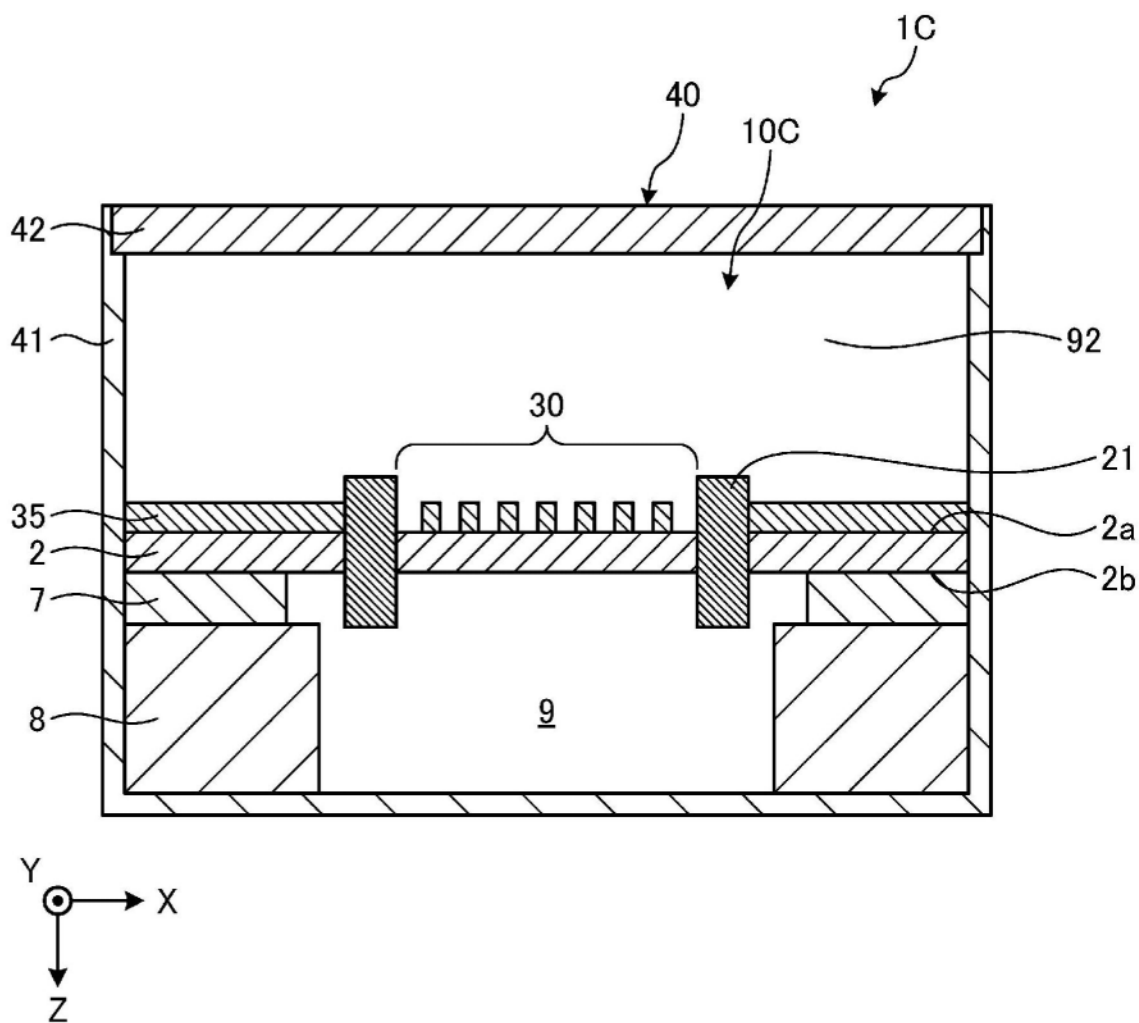


图27

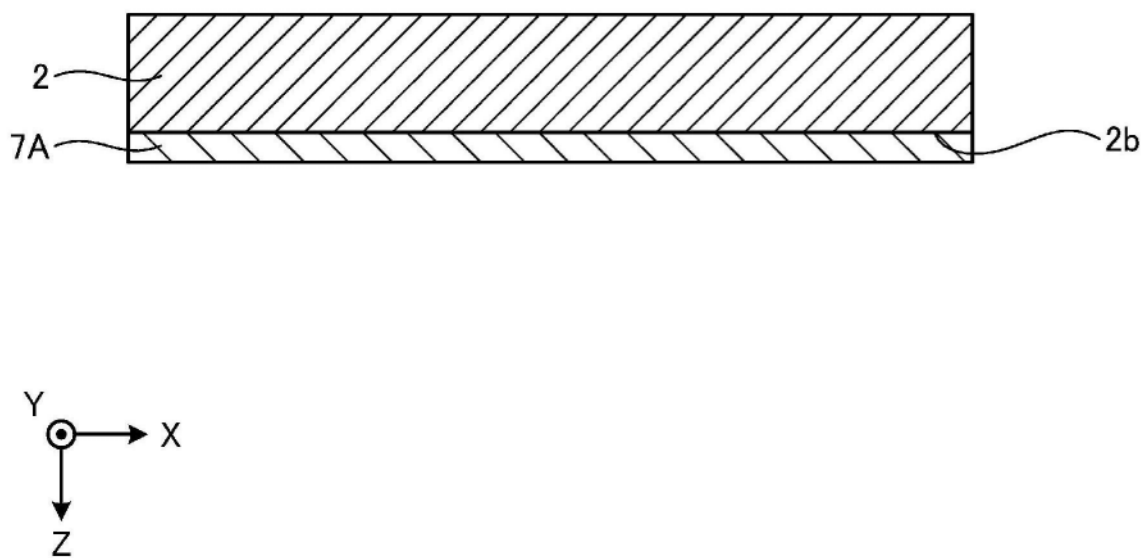


图28

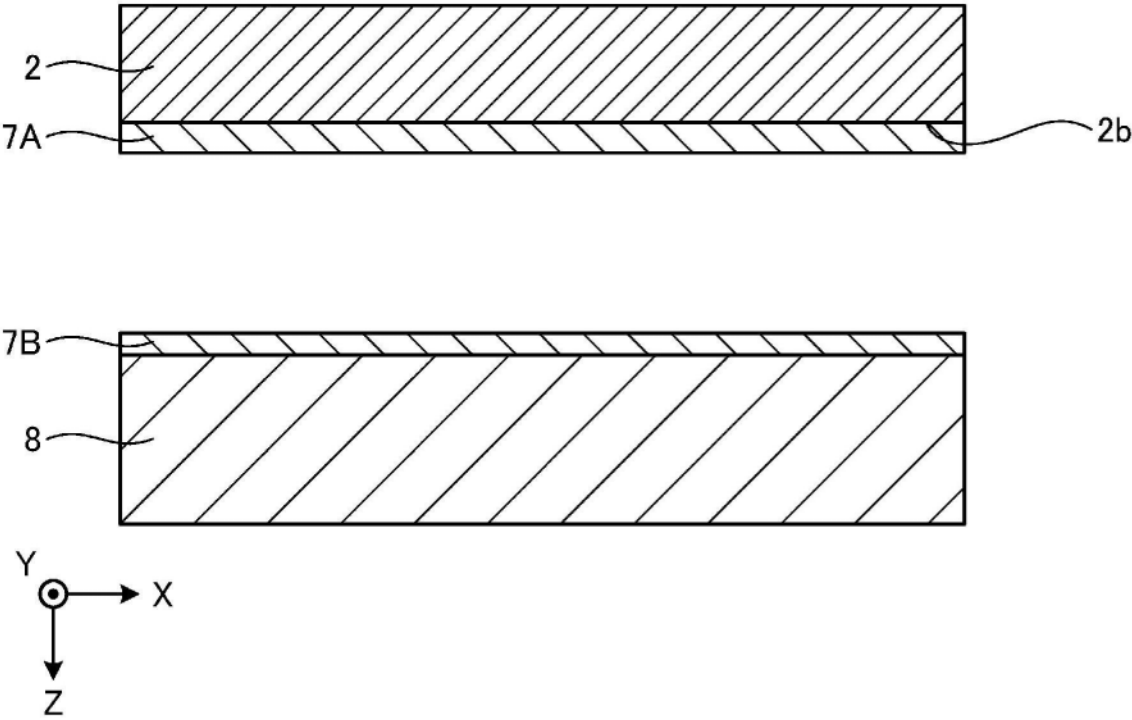


图29

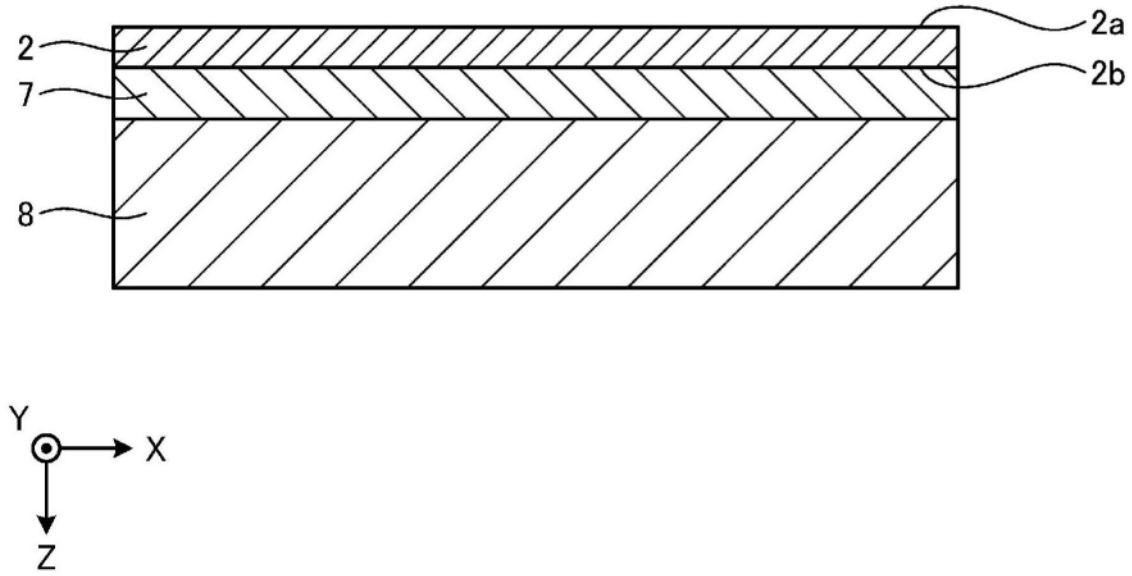


图30

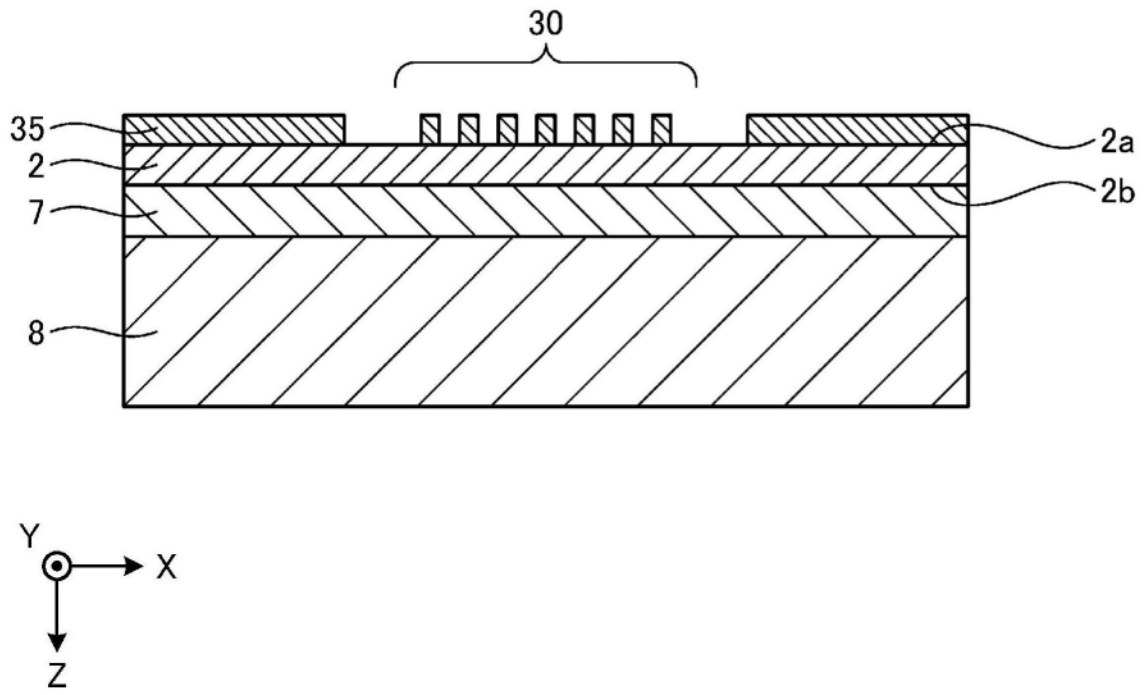


图31

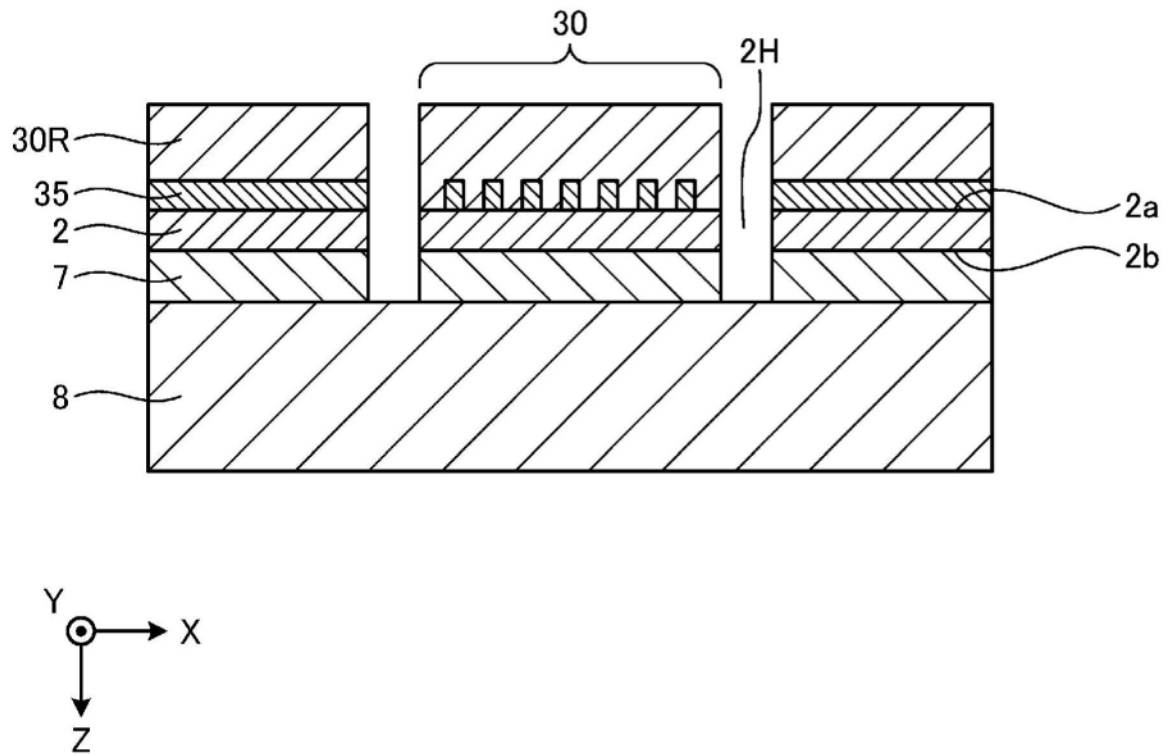


图32

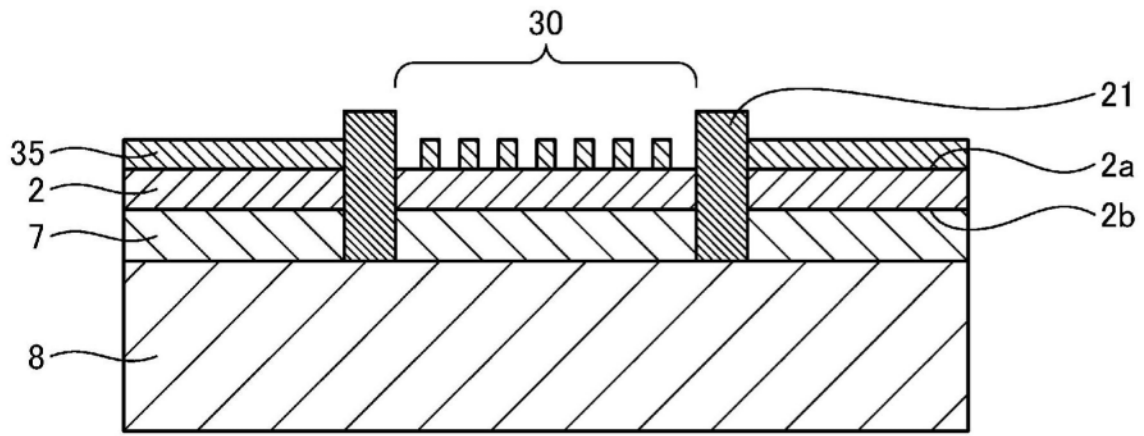


图33

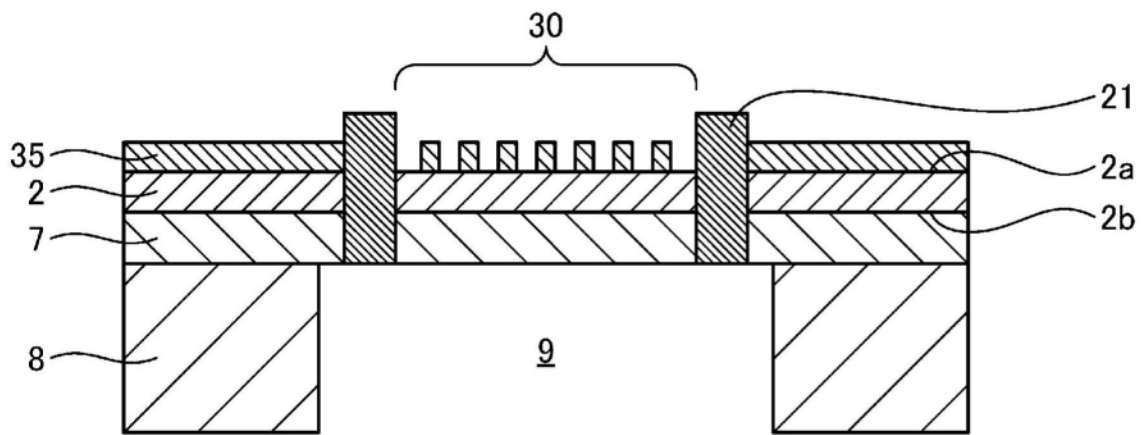


图34

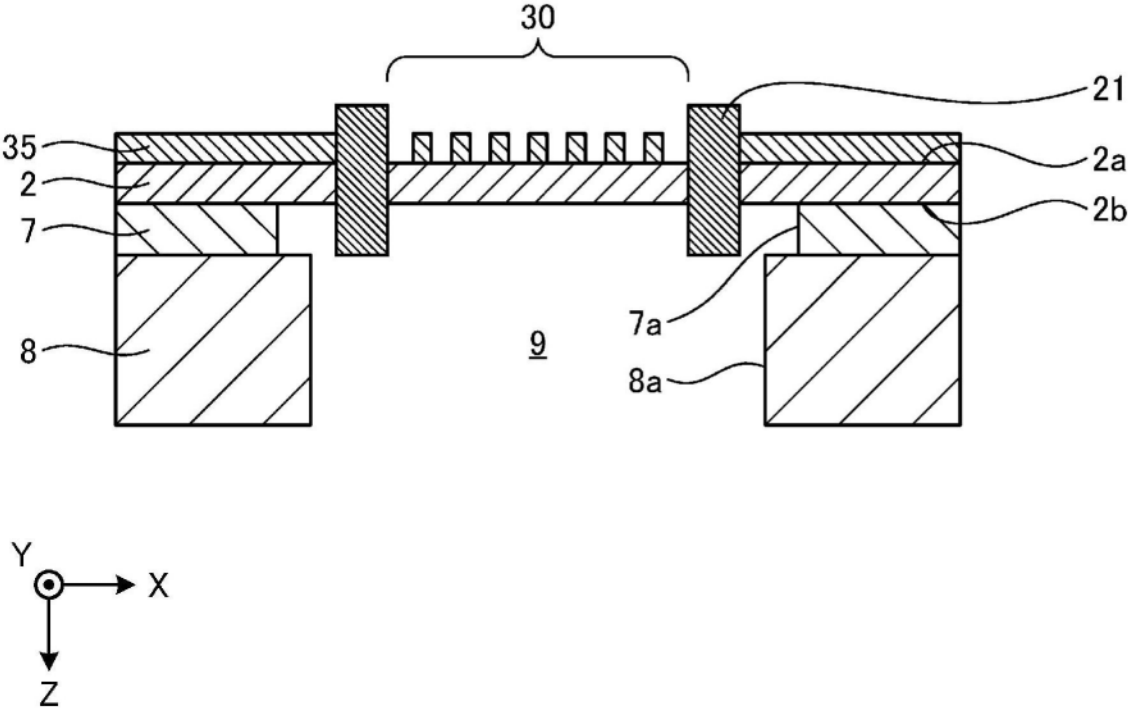


图35