(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 115989637 A
(43)申请公布日 2023.04.18

(21)申请号 202180052339.4
(22)申请日 2021.08.31
(30)优先权数据
2020-148279 2020.09.03 JP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.02.23
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2021/031896 2021.08.31
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/050260 JA 2022.03.10
(71)申请人 株式会社村田制作所
地址 日本京都府
(72)发明人 大门克也
(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)

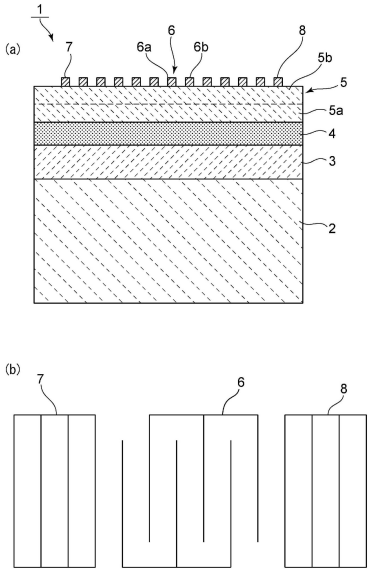
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

弹性波装置

(57)摘要

本发明提供一种能够抑制带外杂散的弹性波装置。弹性波装置(1)具备:支承基板(2);压电膜(5),设置在支承基板(2)上;以及IDT电极(6),设置在压电膜(5)上,在将由IDT电极(6)的电极指的周期决定的弹性波的波长设为λ时,压电膜(5)的膜厚设为1λ以下,压电膜(5)在压电膜(5)的厚度方向上具有第1区域(5a)和第2区域(5b),作为第1区域(5a)中的密度的第1密度与作为第2区域(5b)中的密度的第2密度不同。



CN 115989637 A

1.一种弹性波装置,具备:

支承基板;

压电膜,设置在所述支承基板上;以及

IDT电极,设置在所述压电膜上,

在将由所述IDT电极的电极指的周期决定的弹性波的波长设为λ时,所述压电膜的膜厚设为1λ以下,

所述压电膜在所述压电膜的厚度方向上具有第1区域和第2区域,

在将所述第1区域中的密度设为第1密度并将所述第2区域中的密度设为第2密度的情况下,所述第1密度和所述第2密度不同。

2.一种弹性波装置,具备:

支承基板;

压电膜,设置在所述支承基板上;以及

IDT电极,设置在所述压电膜上,

在将由所述IDT电极的电极指的周期决定的弹性波的波长设为λ时,所述压电膜的膜厚设为1λ以下,

所述压电膜具有第1压电膜和直接或间接地层叠于所述第1压电膜的第2压电膜,

所述第1压电膜和所述第2压电膜包含相同系的压电材料,

在将所述第1压电膜的密度设为第1密度并将所述第2压电膜的密度设为第2密度的情况下,所述第1密度和所述第2密度不同。

3.根据权利要求1或2所述的弹性波装置,其中,

所述第2区域位于比所述第1区域靠所述IDT电极侧,或者所述第2压电膜位于比所述第1压电膜靠所述IDT电极侧,

所述第1密度比所述第2密度低。

4.根据权利要求1或2所述的弹性波装置,其中,

所述第2区域位于比所述第1区域靠所述IDT电极侧,或者所述第2压电膜位于比所述第1压电膜靠所述IDT电极侧,

所述第2密度比所述第1密度低。

5.根据权利要求2所述的弹性波装置,其中,

所述第2压电膜位于比所述第1压电膜靠所述IDT电极侧,

所述第1压电膜的膜厚比所述第2压电膜的膜厚厚。

6.根据权利要求2或5所述的弹性波装置,其中,

所述第1压电膜或所述第2压电膜具有密度相对高的高密度区域和密度相对低的低密度区域,所述高密度区域和所述低密度区域沿着所述第1压电膜或所述第2压电膜的厚度方向设置。

7.根据权利要求1～6中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述压电膜包含钽酸锂。

8.根据权利要求1～7中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述第1密度以及所述第2密度中的一者比$7.454\times10^{3}kg/m^{3}$低。

9.根据权利要求1～7中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述第1密度以及所述第2密度中的一者比$7.454\times10^{3}kg/m^{3}$高。

10.根据权利要求1～6中的任一项所述的弹性波装置,其中,

所述压电膜包含铌酸锂。

11.根据权利要求1～10中的任一项所述的弹性波装置,其中,

还具备:

高声速材料层,层叠在所述支承基板与所述压电膜之间,由所传播的体波的声速比在所述压电膜传播的弹性波的声速高的高声速材料构成;以及

低声速材料层,层叠在所述高声速材料层与所述压电膜之间,由所传播的体波的声速比在所述压电膜传播的体波的声速低的低声速材料构成。

12.根据权利要求11所述的弹性波装置,其中,

所述高声速材料为从包含氮化铝、氧化铝、氮化硅以及DLC的组选择的至少一种材料,

所述低声速材料为氧化硅。

13.根据权利要求11或12所述的弹性波装置,其中,

所述支承基板和所述高声速材料层为由所述高声速材料构成的一体的高声速支承基板。

弹性波装置

技术领域

[0001] 本发明涉及用于弹性波谐振器、弹性波滤波器的弹性波装置。

背景技术

[0002] 在下述的专利文献1公开了具有包含$LiTaO_3$的压电膜的弹性波装置。在该弹性波装置中，在高声速支承基板上层叠有低声速膜以及压电膜。在压电膜上设置有IDT电极。在上述构造中，在将由ITD电极的电极周期决定的波长设为λ时，压电膜的膜厚设为0.05λ～0.5λ的范围。由此，能够提高Q值。

[0003] 在先技术文献

[0004] 专利文献

[0005] 专利文献1：日本特开2015-73331号公报

发明内容

[0006] 发明要解决的问题

[0007] 在像专利文献1记载的弹性波装置那样利用了声表面波且压电膜的膜厚比较薄的情况下，有时在带外产生杂散。在将该弹性波装置用于带通型的弹性波滤波器的情况下，有时滤波器特性劣化。

[0008] 本发明的目的在于，提供一种能够抑制带外杂散的弹性波装置。

[0009] 用于解决问题的技术方案

[0010] 本申请的第1发明是一种弹性波装置，具备：支承基板；压电膜，设置在所述支承基板上；以及IDT电极，设置在所述压电膜上，在将由所述IDT电极的电极指的周期决定的弹性波的波长设为λ时，所述压电膜的膜厚设为1λ以下，所述压电膜在所述压电膜的厚度方向上具有第1区域和第2区域，在将所述第1区域中的密度设为第1密度并将所述第2区域中的密度设为第2密度的情况下，所述第1密度和所述第2密度不同。

[0011] 本申请的第2发明是一种弹性波装置，具备：支承基板；压电膜，设置在所述支承基板上；以及IDT电极，设置在所述压电膜上，在将由所述IDT电极的电极指的周期决定的弹性波的波长设为λ时，所述压电膜的膜厚设为1λ以下，所述压电膜具有第1压电膜和直接或间接地层叠于所述第1压电膜的第2压电膜，所述第1压电膜和所述第2压电膜包含相同系的压电材料，在将所述第1压电膜的密度设为第1密度并将所述第2压电膜的密度设为第2密度的情况下，所述第1密度和所述第2密度不同。

[0012] 发明效果

[0013] 根据第1发明、第2发明(以下，统称为本发明)，能够提供一种能够抑制带外杂散的弹性波装置。

附图说明

[0014] 图1(a)以及图1(b)是本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的主视剖视图以及

示出电极构造的示意性俯视图。

[0015] 图2是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置中的、IDT电极的电极指间距P和波长λ的俯视图。

[0016] 图3是用于说明第1实施方式涉及的弹性波装置的压电膜的构造的主视剖视图。

[0017] 图4是示出实施例1以及比较例1的相位-频率特性的图。

[0018] 图5是示出实施例2以及比较例1的相位-频率特性的图。

[0019] 图6是示出实施例3以及比较例1的相位-频率特性的图。

[0020] 图7是示出将图6的用椭圆A示出的部分放大示出的相位-频率特性的图。

[0021] 图8是示出实施例4以及比较例1的相位-频率特性的图。

[0022] 图9是示出将图8的用椭圆B示出的部分放大示出的相位-频率特性的图。

[0023] 图10是示出第1区域的厚度和高阶模的相位的关系的图。

[0024] 图11是第2实施方式涉及的弹性波装置中的压电膜的主视剖视图。

[0025] 图12是第3实施方式涉及的弹性波装置中的压电膜的主视剖视图。

[0026] 图13是用于说明本发明的弹性波装置的变形例的主视剖视图。

具体实施方式

[0027] 以下,参照附图对本发明的具体的实施方式进行说明,由此明确本发明。

[0028] 另外,需要指出,在本说明书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。

[0029] 图1(a)是本发明的第1实施方式涉及的弹性波装置的主视剖视图,图1(b)是示出其电极构造的示意性俯视图。

[0030] 弹性波装置1具有支承基板2。在支承基板2上依次层叠有高声速材料层3、低声速材料层4以及压电膜5。即,在支承基板2上间接地设置有压电膜5。在压电膜5上设置有IDT电极6以及反射器7、8。另外,也可以设置包含氧化硅等的保护膜,使得覆盖压电膜5、IDT电极6以及反射器7、8。

[0031] 如图1(b)所示,反射器7、8设置在IDT电极6的弹性波传播方向两侧。由此,构成作为单端口型的弹性波谐振器的声表面波装置。在IDT电极6中,多根第1电极指6a和多根第2电极指6b相互交错对插。如图2所示,第1电极指6a和第2电极指6b的中心间距离为电极指间距P。而且,由该第1电极指6a、第2电极指6b的配置周期决定的弹性波的波长λ成为λ=2P。

[0032] 支承基板2包含硅、矾土、石英等适当的绝缘性材料或半导体材料。

[0033] 高声速材料层3由所传播的体波(bulk wave)的声速比在压电膜5传播的弹性波的声速高的高声速材料构成。作为高声速材料,没有特别限定,可列举硅、氮化铝、氧化铝、氮化硅、碳化硅、蓝宝石、钽酸锂、铌酸锂、石英、矾土、氧化锆、堇青石、莫来石、块滑石、镁橄榄石、氧化镁、DLC(类金刚石碳)膜或金刚石、以上述材料为主成分的材料。此外,可适当地使用从包含氮化铝、氧化铝、氮化硅以及DLC的组选择的至少一种。

[0034] 低声速材料层4由所传播的体波的声速比在压电膜5传播的体波的声速低的低声速材料构成。作为低声速材料,没有特别限定,可列举氧化硅、氮氧化硅、氧化钽或玻璃、或氧化硅中添加了氟、碳或硼的化合物等。此外,上述低声速材料也可以是以上述各材料为主成分的材料。

[0035] 在本实施方式中，高声速材料层3包含氮化硅，低声速材料层4包含氧化硅。

[0036] 压电膜5包含$LiTaO_3$。不过，压电膜5也可以包含钽酸锂以外的压电材料，例如，铌酸锂。

[0037] IDT电极6以及反射器7、8包含适当的金属或合金。IDT电极6以及反射器7、8也可以包含多个金属膜的层叠体。

[0038] 弹性波装置1的特征在于，如图1(a)以及图3所示，压电膜5在厚度方向上具有第1区域5a和第2区域5b。第2区域5b位于IDT电极6侧。

[0039] 第1区域5a和第2区域5b的密度不同。即，在将第1区域5a的密度设为第1密度并将第2区域5b的密度设为第2密度的情况下，第1密度和第2密度不同。密度不同的第1区域5a以及第2区域5b例如能够通过如下方式来形成，即，通过将氢离子等对压电膜5进行离子注入，从而调整进行了离子注入的区域的密度。或者，也可以在成膜了第1区域5a之后对第2区域5b进行成膜。通过使其成膜条件不同，从而能够使第1密度和第2密度不同。在本实施方式中，使第1密度高于第2密度。

[0040] 另外，压电膜5的第1区域5a、第2区域5b的密度能够通过如下方法来求出，即，从利用X射线得到的晶格间图根据晶格间的距离的变化来得到，或者通过如下方式来求出，即，从压电膜5的剖面的照片求出颜色浅(即，密度低)的部分的比例，并与单晶的照片进行对比。

[0041] 在弹性波装置1中，具有上述密度不同的第1区域5a、第2区域5b，因此能够降低带外杂散。可认为这是由于，通过密度相对低的第2区域5b，高阶模成为泄漏模式，降低了带外杂散。另外，由于密度相对高的第1区域5a的存在，从而在谐振频率的2.2倍附近产生的杂散被分割。因此，能够减弱杂散的各个强度，由此也能够降低带外杂散。

[0042] 此外，优选第1区域5a以及第2区域5b中的一者例如为压电单晶的理论密度。例如，在$LiTaO_3$单晶的情况下，理论密度为$7.454\times10^3(kg/m^3)$。在该情况下，优选设置IDT电极6的第2区域5b为该理论密度。在该情况下，可得到良好的压电特性。

[0043] 不过，第1区域5a的密度以及第2区域5b的密度可以均高于理论密度，也可以均低于理论密度。

[0044] 通过对以下的实施例1～4进行说明，从而明确上述弹性波装置1的效果。

[0045] 通过以下的设计参数构成了实施例1。

[0046] 支承基板2：(111面)的硅基板，$\psi=46^\circ$

[0047] 高声速材料层3：SiN膜，膜厚为300nm

[0048] 低声速材料层4：SiO_2膜，膜厚为300nm

[0049] 压电膜5：55°Y切割的$LiTaO_3$。第1区域5a的膜厚＝200nm，第2区域5b的膜厚＝200nm

[0050] 第1区域5a的密度$=7.454\times10^3(kg/m^3)$，另外，该值与$LiTaO_3$的理论密度相等。

[0051] 设为第2区域5b的密度＝第1区域5a的密度的0.8倍。因此，第1密度＞第2密度。

[0052] IDT电极6以及反射器7、8：从压电膜5侧起厚度为12nm的Ti膜、100nm膜的AlCu膜以及厚度为4nm的Ti膜的层叠体。

[0053] 作为保护膜，设置了厚度为35nm的氧化硅膜，使得覆盖IDT电极6以及反射器7、8。

[0054] 由IDT电极6的电极指间距P决定的波长$\lambda=2\mu m$，占空比设为0.5。

[0055] 为了比较，除了使用了厚度为400nm且密度为7.454×10^3(kg/m^3)的$LiTaO_3$膜以外，与实施例1同样地构成了比较例1的弹性波装置。

[0056] 图4示出上述实施例1以及比较例1的弹性波装置的相位-频率特性。实线示出实施例1的结果，虚线示出比较例1的结果。

[0057] 在上述实施例1以及比较例1的弹性波装置中，谐振频率与反谐振频率之间的频带存在于2000MHz附近。而且，在比较例1中，认为是起因于高阶模的带外杂散较大地出现在4600MHz附近。另一方面，可知在实施例1中，抑制了该大的杂散。认为这是因为，由于压电膜5具有上述密度不同的第1区域5a、第2区域5b，从而高阶模作为泄漏模式而被释放。

[0058] (实施例2)

[0059] 作为实施例2，构成了以下的设计参数的弹性波装置。

[0060] 支承基板2：(111面)的硅基板、ψ＝46°

[0061] 高声速材料层3：SiN膜，膜厚为300nm

[0062] 低声速材料层4：SiO_2膜，膜厚为300nm

[0063] 压电膜5：55°Y切割的$LiTaO_3$。第1区域5a的膜厚＝200nm，第2区域5b的膜厚＝200nm

[0064] 设为第1区域5a的密度＝第2区域5b的密度的0.8倍。

[0065] 第2区域5b的密度＝7.454×10^3(kg/m^3)

[0066] IDT电极6以及反射器7、8：从压电膜5侧起厚度为12nm的Ti膜、100nm膜的AlCu膜以及厚度为4nm的Ti膜的层叠体。

[0067] 作为保护膜，设置了厚度为35nm的氧化硅膜，使得覆盖IDT电极6以及反射器7、8。

[0068] 由IDT电极6的电极指间距P决定的波长λ＝2μm，占空比设为0.5。

[0069] 在实施例2中，将第2区域5b的密度设为7.454×10^3(kg/m^3)，将第1区域5a的密度设为第2区域5b的密度的0.8倍。因此，第1密度＜第2密度。关于其它结构，实施例2设为与实施例1相同。

[0070] 图5示出实施例2以及比较例1的相位-频率特性。虚线示出比较例1的结果，实线示出实施例2的结果。

[0071] 根据图5可明确，在实施例2中，也能够有效地抑制4600MHz附近的认为是由高阶模造成的杂散。

[0072] (实施例3)

[0073] 在压电膜5中，将第2区域5b的第2密度设为第1区域5a的第1密度的1.1倍。其它结构设为与实施例1相同而构成了实施例3的弹性波装置。因此，在实施例3中，成为第1密度＜第2密度。

[0074] 图6是示出实施例3以及比较例1的相位一频率特性的图。此外，图7是将图6的用椭圆A示出的部分放大示出的相位-频率特性图。虚线示出比较例1的结果，实线示出实施例3的结果。

[0075] 根据图6以及图7明确可知，在4500MHz～4600MHz附近，在比较例1中出现了大的杂散，相对于此，在实施例3中被分割为两个杂散，因此最大的杂散的强度与比较例1相比变小。因此，可知在实施例3中，与比较例1相比，也能够抑制带外杂散。

[0076] (实施例4)

[0077] 将第2区域5b的密度设为$7.454\times10^3(kg/m^3)$，将第1区域5a的密度设为第2区域5b的密度的1.1倍。即，第1密度＞第2密度。

[0078] 其它构造设为与实施例1相同而构成了实施例4的弹性波装置。

[0079] 图8示出实施例4以及比较例1的相位一频率特性，图9是示出将图8的用椭圆B示出的部分放大示出的相位-频率特性图。

[0080] 根据图8以及图9可明确，在实施例4中，在4400MHz～4600MHz附近出现的认为是由高阶模造成的杂散也分割为两个，其强度变小。因此，可知与比较例1相比，能够有效地抑制由高阶模造成的带外杂散。

[0081] 根据上述实施例1～实施例4的结果可明确，在弹性波装置1中，压电膜5具有密度不同的第1区域5a和第2区域5b，由此能够抑制认为是由高阶模造成的带外杂散。

[0082] (实施例5)

[0083] 在实施例5中，将作为第1区域5a的密度的第1密度设为$7.454\times10^3(kg/m^3)$，将作为第2区域5b的密度的第2密度设为第1密度的0.8倍。而且，将第1区域5a和第2区域5b的合计厚度设为$0.2\lambda=0.4\mu m$，使第1区域5a的厚度在0.05μn～0.35μm的范围以0.05μm的步长变化。其它结构设为与实施例1相同而构成了上述第1区域5a的厚度不同的多个弹性波装置。

[0084] 图10是在上述实施例5中示出第1区域5a的厚度和得到的弹性波装置中的高阶模的相位的关系的图。

[0085] 根据图10明确可知，若第1区域5a的厚度变厚，则高阶模的杂散变小。优选地，第1区域5a的厚度为0.2μm以上，即，0.1λ以上，在该情况下，能够更有效地抑制高阶模。

[0086] 图11是示出第2实施方式涉及的弹性波装置中的压电膜5的主视剖视图。在第2实施方式中，压电膜5具有第1压电膜5A和第2压电膜5B。像这样，在本发明中，压电膜5并不限于具有密度不同的第1区域5a、第2区域5b，也可以具有层叠了第1压电膜5A以及第2压电膜5B的构造。在该情况下，也是第1压电膜5A的密度为第1密度，第2压电膜5B的密度为第2密度。而且，第2压电膜5B位于IDT电极侧。

[0087] 另外，在第1压电膜5A以及第2压电膜5B中，两者包含相同系的压电材料。在此，所谓相同系的压电材料，例如可考虑压电单晶和在该压电单晶中添加或掺杂了杂质的材料等的组合。若举一个更具体的例子，则可列举如下的例子，即，由在钽酸锂中掺杂了杂质的材料构成第1压电膜5A，且作为第2压电膜5B而使用了钽酸锂。

[0088] 图12是用于说明第3实施方式涉及的弹性波装置中的压电膜5的主视剖视图。在第3实施方式中，压电膜5具有第1压电膜5A和第2压电膜5B。而且，第1压电膜5A具有第1部分5A1和层叠在第1部分5A1上的第2部分5A2。第1部分5A1是密度相对低的低密度区域，第2部分5A2是与第1部分5A1相比密度相对高的高密度区域。即，沿着第1压电膜5A的厚度方向配置有作为高密度区域的第2部分5A2和作为低密度区域的第1部分5A1。像这样，也可以是，第1压电膜5A具有密度不同的多个区域。这样的构造例如能够通过如下方式来得到，即，在成膜了第1部分5A1之后，从一个面进行离子注入，由此设置第2部分5A2。不过，这样的密度不同的第1部分5A1、第2部分5A2的形成方法没有特别限定。

[0089] 进而，虽然在图12中，第1压电膜5A具有密度不同的部分5A1、5A2，但是也可以将第2压电膜5B侧设置为具有密度不同的多个部分。进而，也可以在第1压电膜5A以及第2压电膜5B的双方设置密度不同的多个部分。进而，密度不同的部分的数量也可以为3个以上。

[0090] 此外，压电膜5并不限于第1压电膜和第2压电膜的层叠体，也可以具有除第1压电膜和第2压电膜以外还层叠有第3压电膜的构造。

[0091] 虽然在图1中，在支承基板2与压电膜5之间层叠有高声速材料层3以及低声速材料层4，但是也可以是如下的构造，即，像图13所示的变形例那样，在高声速支承基板2A与压电膜5之间层叠有低声速材料层4。高声速支承基板2A由前述的高声速材料构成。即，也可以通过高声速材料将图1所示的支承基板2和高声速材料层3一体化。

[0092] 附图标记说明

[0093] 1：弹性波装置；

[0094] 2：支承基板；

[0095] 2A：高声速支承基板；

[0096] 3：高声速材料层；

[0097] 4：低声速材料层；

[0098] 5：压电膜；

[0099] 5a、5b：第1区域、第2区域；

[0100] 5A、5B：第1压电膜、第2压电膜；

[0101] 5A1、5A2：第1部分、第2部分；

[0102] 6：IDT电极；

[0103] 6a、6b：第1电极指、第2电极指；

[0104] 7、8：反射器。

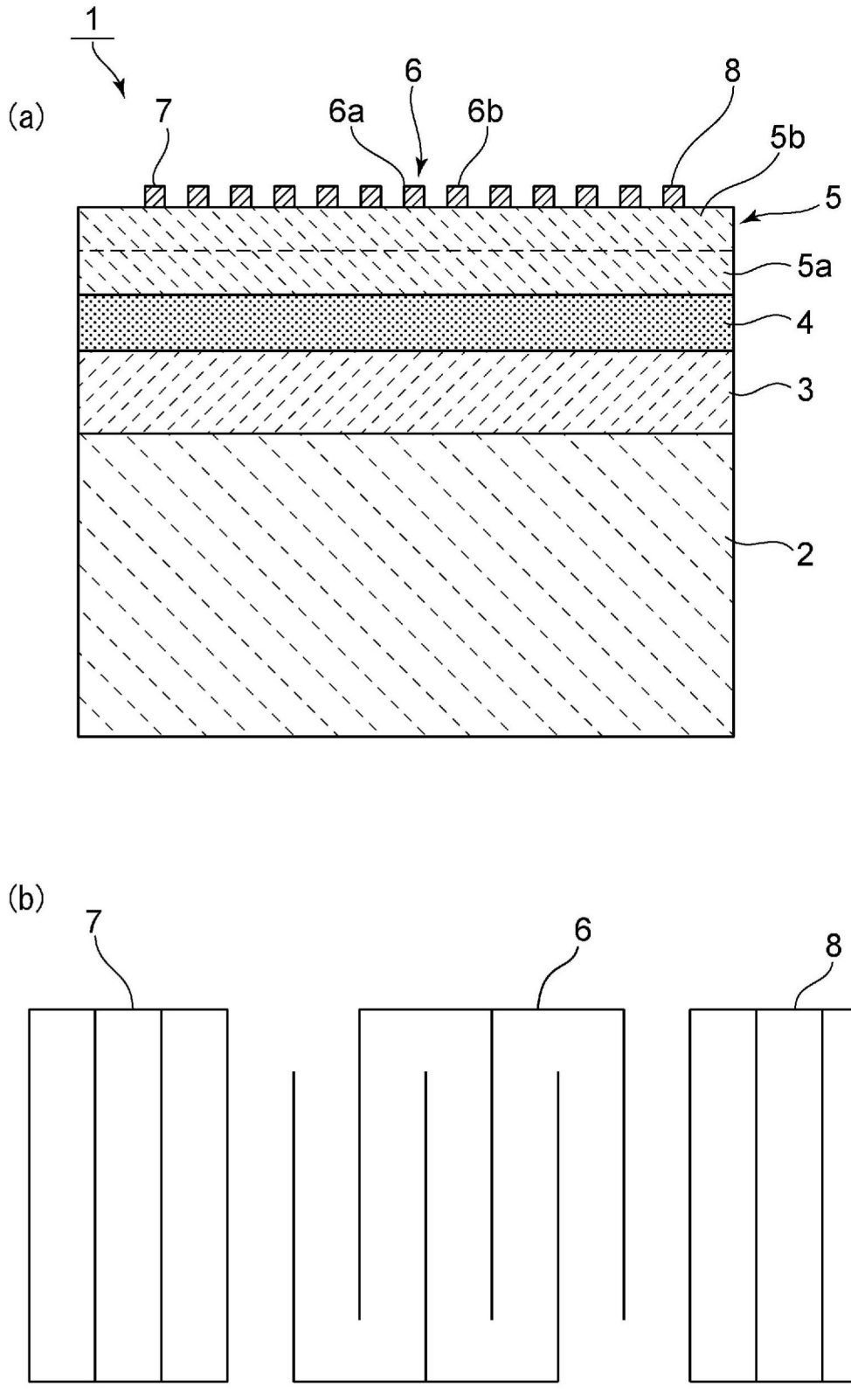


图1

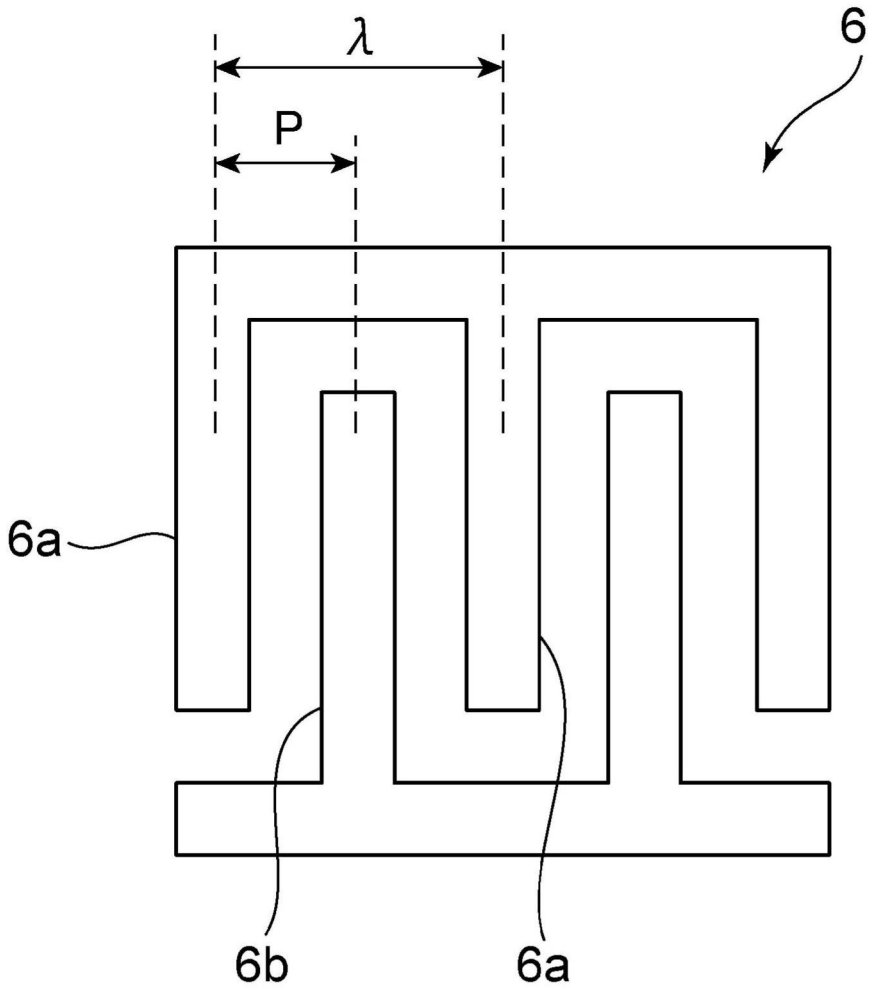


图2

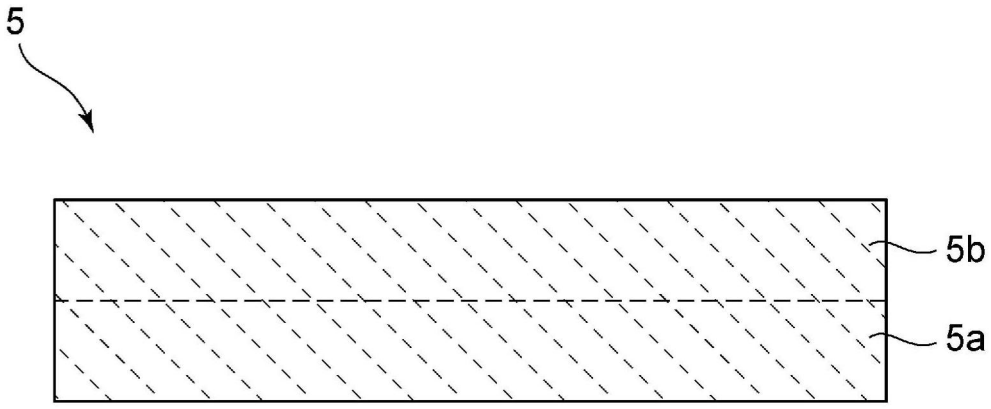


图3

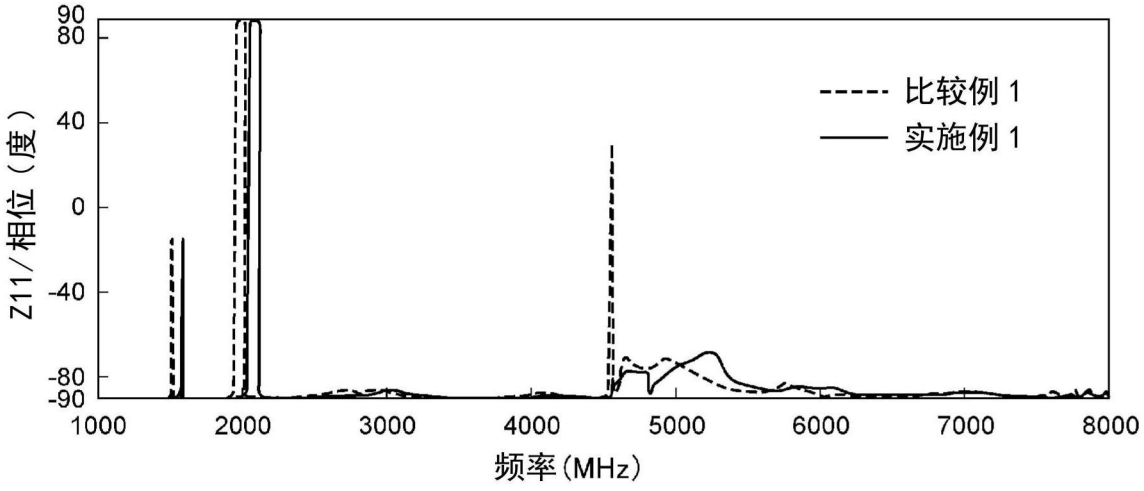

90
80
40
0
-40
-80
-90
Z11/相位（度）
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
频率(MHz)
比较例 1
实施例 1

图4

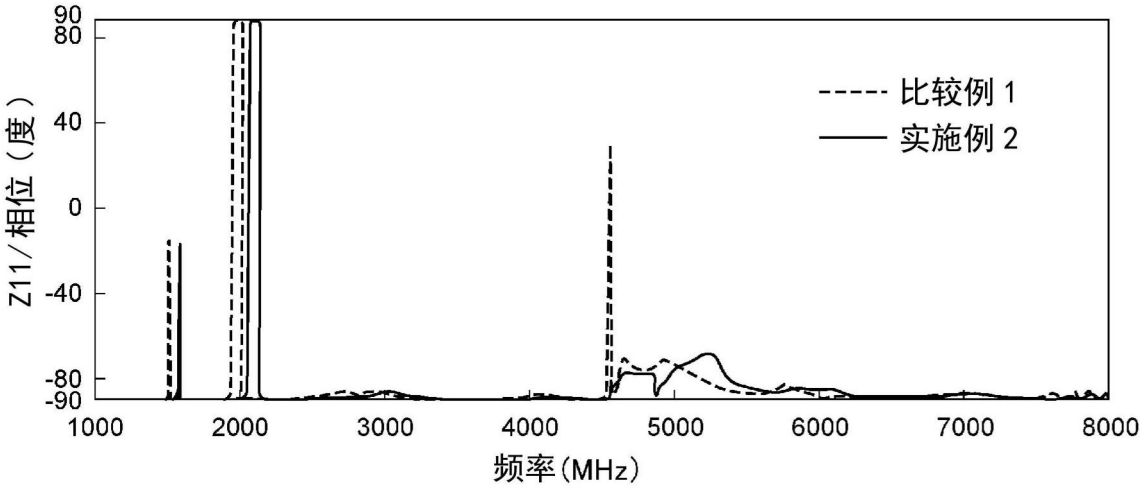

90
80
40
0
-40
-80
-90
Z11/相位（度）
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
频率(MHz)
比较例 1
实施例 2

图5

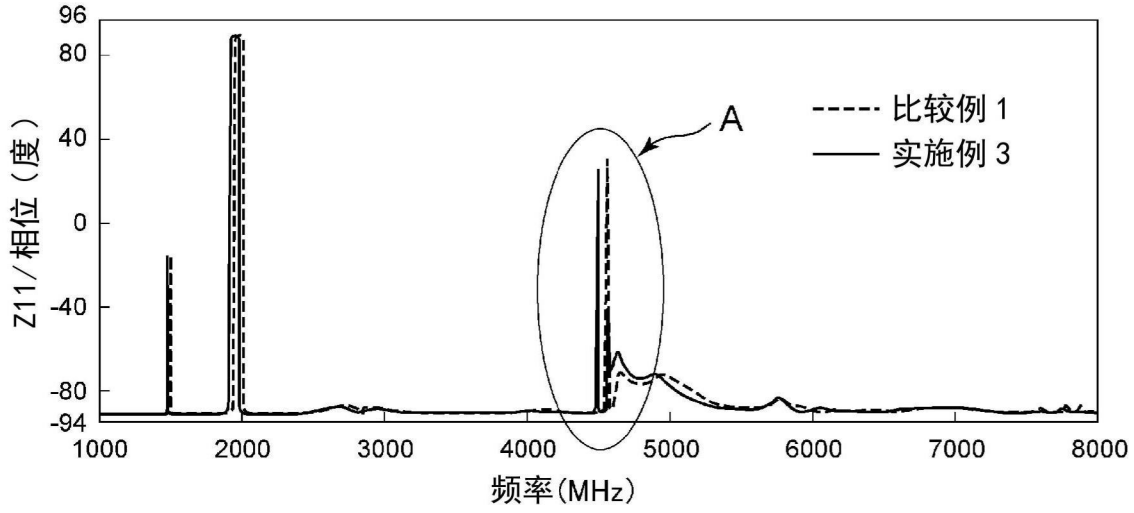

96
80
40
0
-40
-80
-94
Z11/相位（度）
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
频率(MHz)
A
比较例 1
实施例 3

图6

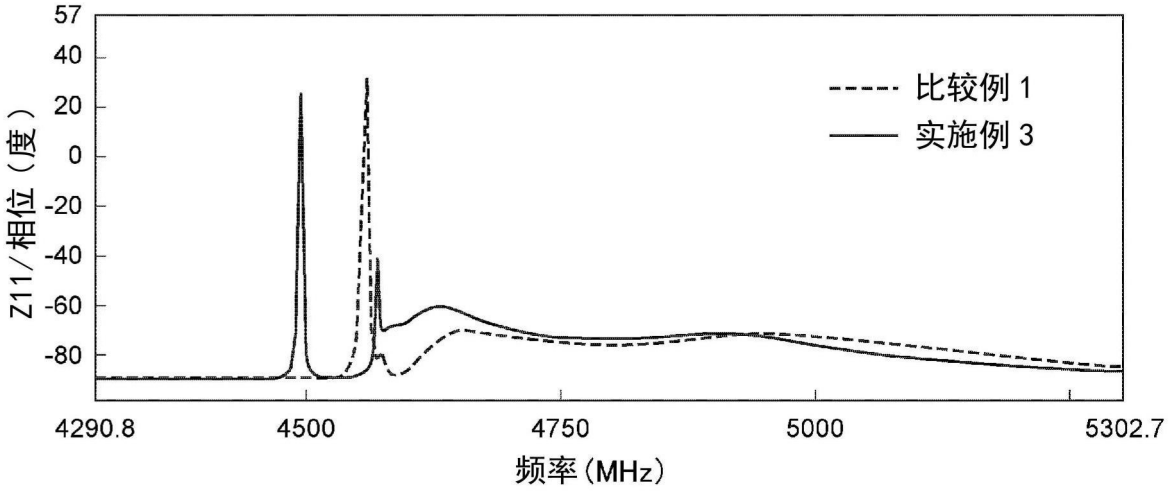

57
40
20
0
-20
-40
-60
-80
Z11/相位（度）
4290.8
4500
4750
5000
5302.7
频率(MHz)
比较例 1
实施例 3

图7

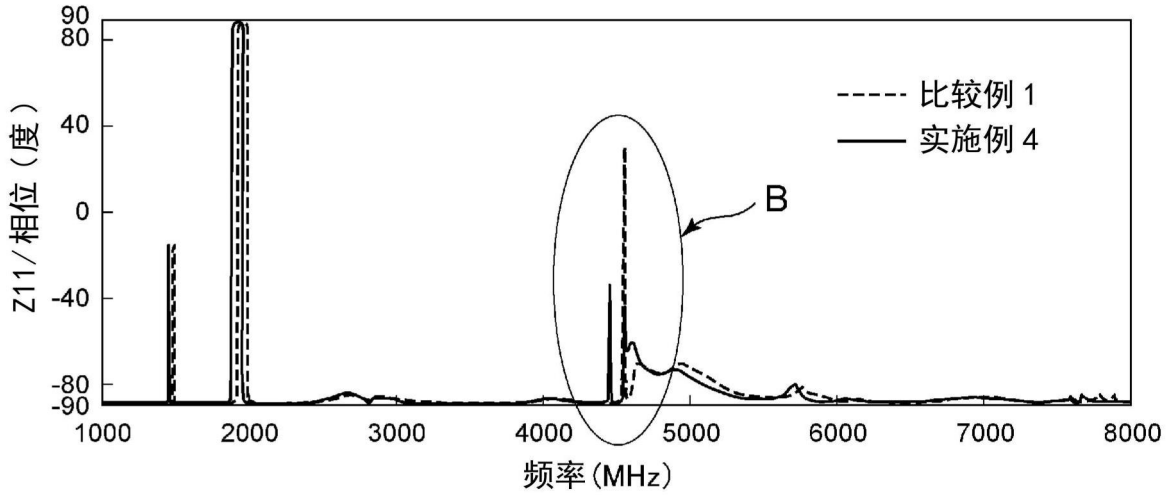

90
80
40
0
-40
-80
-90
Z11/相位（度）
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
频率(MHz)
比较例 1
实施例 4
B

图8

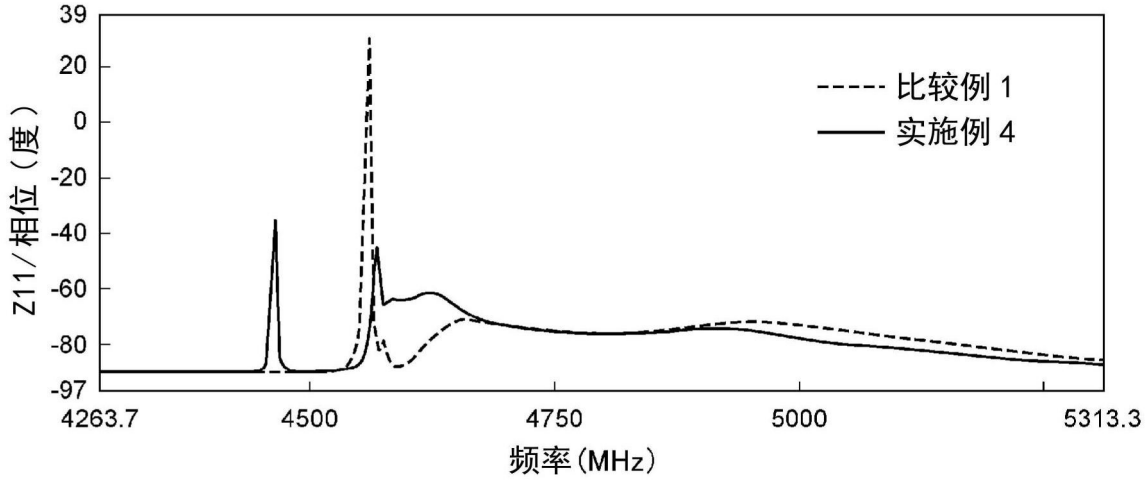

39
20
0
-20
-40
-60
-80
-97
Z11/相位（度）
4263.7
4500
4750
5000
5313.3
频率(MHz)
比较例 1
实施例 4

图9

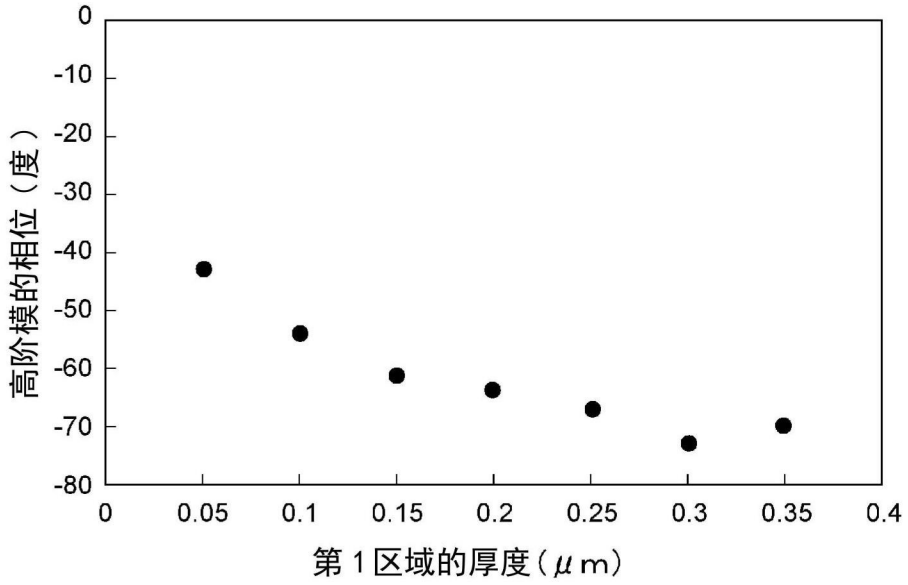

0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
-70
-80
高阶模的相位（度）
0
0.05
0.1
0.15
0.2
0.25
0.3
0.35
0.4
第1区域的厚度（μm）

图10

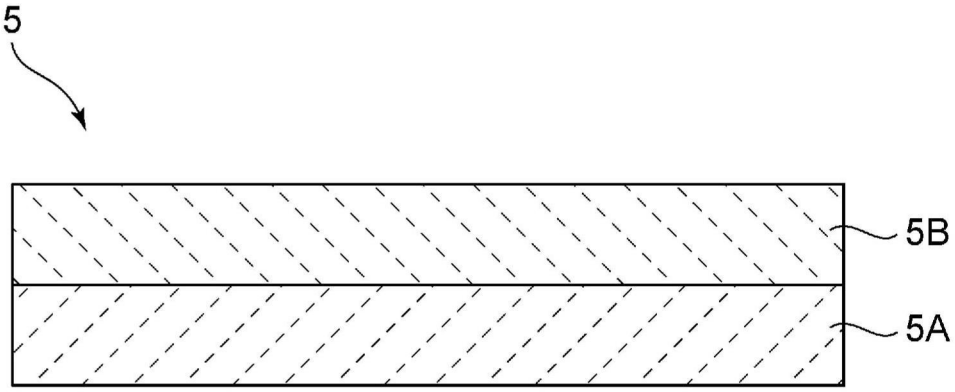

5
5B
5A

图11

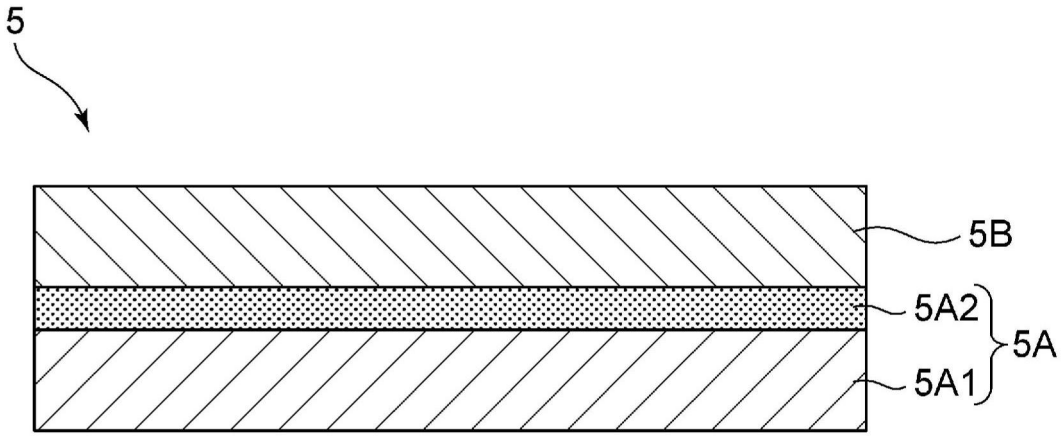

5
5B
5A2
5A
5A1

图12

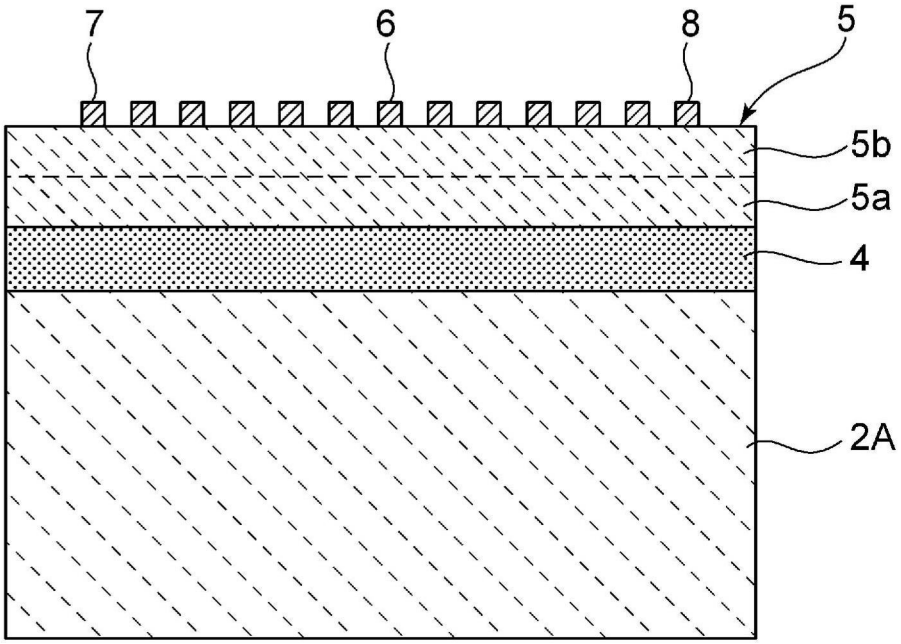


图13