



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118074651 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 24

(21) 申请号 202211482949.0

(22) 申请日 2022.11.24

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路92号

(72) 发明人 庞慰 杨清瑞

(74) 专利代理机构 北京成创同维知识产权代理

有限公司 11449

专利代理师 蔡纯

(51) Int. Cl.

H03H 9/02 (2006.01)

H03H 9/54 (2006.01)

H03H 9/64 (2006.01)

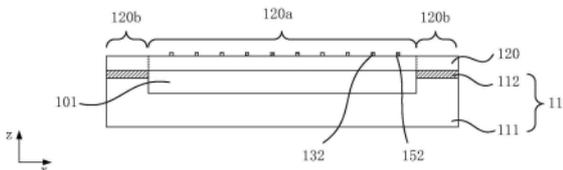
权利要求书2页 说明书14页 附图17页

(54) 发明名称

一种声波谐振器及滤波器

(57) 摘要

公开了一种声波谐振器及滤波器, 声波谐振器包括: 压电层; 以及第一电极和第二电极, 位于所述压电层的第一表面上, 所述第一电极和所述第二电极分别包括主干以及与所述主干相连接的多个分枝, 所述第一电极的多个分枝与所述第二电极的多个分枝交错排列以形成叉指结构; 其中, 所述多个分枝包括: 在所述主干的第一侧边与所述主干相连接的连接部; 以及远离所述主干的第一侧边的端部; 所述主干的第一侧边区域的至少一部分、所述多个分枝中的至少一个分枝的端部以及所述多个分枝中的至少一个分枝的连接部中的至少一个在所述压电层的第一表面上弯折, 形成与压电层第一表面之间的气隙。



1. 一种声波谐振器,包括:

压电层;以及

第一电极和第二电极,位于所述压电层的第一表面上,所述第一电极和所述第二电极分别包括主干以及与所述主干相连接的多个分枝,所述第一电极的多个分枝与所述第二电极的多个分枝交错排列以形成叉指结构;

其中,所述多个分枝包括:

在所述主干的第一侧边与所述主干相连接的连接部;以及

远离所述主干的第一侧边的端部;

所述主干的第一侧边区域的至少一部分、所述多个分枝中的至少一个分枝的端部以及所述多个分枝中的至少一个分枝的连接部中的至少一个在所述压电层的第一表面上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

2. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中,位于不同分枝上的气隙的高度以及长度可以相同或者不同。

3. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中,还包括衬底,所述衬底包括基底层,为所述压电层提供支撑;

所述压电层的第一表面或者第二表面附接于所述衬底上;其中,所述压电层的第一表面和第二表面相对。

4. 根据权利要求3所述的声波谐振器,其中,所述衬底还包括键合层,所述压电层经由所述键合层附接至所述基底层上。

5. 根据权利要求3或4所述的声波谐振器,其中,还包括布拉格反射层,所述布拉格反射层位于所述压电层与所述基底层之间。

6. 根据权利要求5所述的声波谐振器,其中,当所述压电层的第一表面附接于所述衬底上时,所述第一电极和第二电极嵌于所述衬底中,所述布拉格反射层适应性地发生弯曲。

7. 根据权利要求3所述的声波谐振器,其中,所述衬底内具有空腔,所述空腔为从所述衬底与所述压电层接触的表面向着所述衬底的内部延伸,并停止于所述衬底内部的凹槽,或者为贯穿所述衬底的通孔。

8. 根据权利要求7所述的声波谐振器,其中,所述压电层包括:

第一区域,与所述衬底上的空腔相对,悬于所述空腔上方;以及

第二区域,围绕所述第一区域,附接到所述衬底上。

9. 根据权利要求8所述的声波谐振器,其中,所述多个分枝的连接部或全部位于所述第一区域,或部分位于第一区域、部分位于第二区域,或全部位于第二区域。

10. 根据权利要求8所述的声波谐振器,其中,所述主干的第一侧区域或全部位于第一区域,或部分位于第一区域、部分位于第二区域,或全部位于第二区域。

11. 根据权利要求8所述的声波谐振器,其中,所述多个分枝的端部或全部位于第一区域,或部分位于第一区域、部分位于第二区域,或全部位于第二区域。

12. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中,所述第一电极和所述第二电极还分别包括与所述主干连接的引脚。

13. 根据权利要求12所述的声波谐振器,其中,所述引脚位于所述主干不与所述分枝连接的任意一个侧边。

14. 根据权利要求12所述的声波谐振器,其中,整个所述主干在所述压电层的第一表面向上抬起,形成与压电层第一表面之间的气隙。

15. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中,还包括附加层,所述附加层覆盖所述第一电极和第二电极中形成气隙的结构远离或者靠近所述压电层的表面,所述附加层为金属层。

16. 根据权利要求15所述的声波谐振器,其中,所述附加层还位于电极总线上。

17. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中,所述压电层为铌酸锂层或钽酸锂层。

18. 根据权利要求17所述的声波谐振器,其中,所述第一电极和所述第二电极所激励的振动模式至少包括反对称兰姆波模式、水平剪切模式以及对称兰姆波模式。

19. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中,所述第一电极和第二电极还位于所述压电层的第二表面,所述压电层的第一表面和第二表面相对。

20. 根据权利要求19所述的声波谐振器,其中,位于所述压电层的第一表面和第二表面的第一电极和第二电极的结构相同或者不同。

21. 根据权利要求19所述的声波谐振器,其中,位于所述压电层第一表面和位于所述压电层第二表面的第一电极和第二电极中,极性相同的分枝在所述压电层厚度方向上相对应。

22. 根据权利要求1所述的声波谐振器,其中,还包括钝化层,所述钝化层覆盖所述压电层和/或所述第一电极和/或所述第二电极的表面。

23. 一种滤波器,其中,包括权利要求1至22中任意一项所述的声波谐振器。

一种声波谐振器及滤波器

技术领域

[0001] 本发明涉及半导体技术领域,特别涉及一种声波谐振器及滤波器。

背景技术

[0002] 在第五代移动通信(5G)技术标准下,以n77、n78、n79为代表的新频段,其频率范围在3-5GHz,相对带宽在12%-24%之间,而传统射频前端滤波器多采用基于块体钽酸锂或钽酸锂衬底的表面声波(SAW)、基于AlN或Sc掺杂AlN薄膜的体声波(BAW)谐振器技术实现,其相对带宽大多数在10%以下,甚至不超过5%,这使得面向5G应用的射频前端滤波器面临着频率提升和带宽拓展的双重困难。

[0003] 随着离子切片技术的成熟,使得在硅衬底或其他复合衬底上能够实现百纳米到几微米厚度的钽酸锂(LiNbO₃,简称LN)或钽酸锂(LiTaO₃,简称LT)单晶压电薄膜,从而可以利用这类单晶压电薄膜的优良压电特性制作出高频、大带宽滤波器,这类谐振器一般采用叉指型电极结构激励。

[0004] 在叉指型电极结构中,一般采用电极总线将同一极性电极条连接在一起,其中,叉指型电极结构有效电极之外的部分与相反极性的电极之间产生寄生模式。而通过拉开相反极性的电极间距减小耦合时,又会导致非有效区域电极条长度增加,从而增大了串联阻抗,不利于实现高功率容量,同时不利于减小谐振器面积。

发明内容

[0005] 鉴于上述问题,本发明的目的在于提供一种声波谐振器及滤波器,通过设置气隙,在不增大非有效区域相反极性电极间距的前提下,减少寄生模式产生。

[0006] 本发明提供第一方面提供一种声波谐振器,包括:

[0007] 压电层;以及

[0008] 第一电极和第二电极,位于所述压电层的第一表面上,所述第一电极和所述第二电极分别包括主干以及与所述主干相连接的多个分枝,所述第一电极的多个分枝与所述第二电极的多个分枝交错排列以形成叉指结构;

[0009] 其中,所述多个分枝包括:

[0010] 在所述主干的第一侧边与所述主干相连接的连接部;以及

[0011] 远离所述主干的第一侧边的端部;

[0012] 所述主干的第一侧边区域的至少一部分、所述多个分枝中的至少一个分枝的端部以及所述多个分枝中的至少一个分枝的连接部中的至少一个在所述压电层的第一表面上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0013] 优选地,位于不同分枝上的气隙的高度以及长度可以相同或者不同。

[0014] 优选地,还包括衬底,所述衬底包括基层,为所述压电层提供支撑;

[0015] 所述压电层的第一表面或者第二表面附接于所述衬底上;其中,所述压电层的第一表面和第二表面相对。

- [0016] 优选地,所述衬底还包括键合层,所述压电层经由所述键合层附接至所述衬底上。
- [0017] 优选地,还包括布拉格反射层,所述布拉格反射层位于所述压电层与所述基底层之间。
- [0018] 优选地,当所述压电层的第一表面附接于所述衬底上时,所述第一电极和第二电极嵌于所述衬底中,所述布拉格反射层适应性地发生弯曲。
- [0019] 优选地,所述衬底内具有空腔,所述空腔为从所述衬底与所述压电层接触的表面向着所述衬底的内部延伸,并停止于所述衬底内部的凹槽,或者为贯穿所述衬底的通孔。
- [0020] 优选地,所述压电层包括:
- [0021] 第一区域,与所述衬底上的空腔相对,悬于所述空腔上方;以及
- [0022] 第二区域,围绕所述第一区域,附接到所述衬底上。
- [0023] 优选地,所述多个分枝的连接部或全部位于所述第一区域,或部分位于第一区域、部分位于第二区域,或全部位于第二区域。
- [0024] 优选地,所述主干的第一侧区域或全部位于第一区域,或部分位于第一区域、部分位于第二区域,或全部位于第二区域。
- [0025] 优选地,所述多个分枝的端部或全部位于第一区域,或部分位于第一区域、部分位于第二区域,或全部位于第二区域。
- [0026] 优选地,所述第一电极和所述第二电极还分别包括与所述主干连接的引脚。
- [0027] 优选地,所述引脚位于所述主干不与所述分枝连接的任意一个侧边。
- [0028] 优选地,整个所述主干在所述压电层的第一表面上抬起,形成与压电层第一表面之间的气隙。
- [0029] 优选地,还包括附加层,所述附加层覆盖所述第一电极和第二电极中形成气隙的结构远离或者靠近所述压电层的表面,所述附加层为金属层。
- [0030] 优选地,所述附加层还位于电极总线上。
- [0031] 优选地,所述压电层为铌酸锂层或钽酸锂层。
- [0032] 优选地,所述第一电极和所述第二电极所激励的振动模式至少包括反对称兰姆波模式、水平剪切模式以及对称兰姆波模式。
- [0033] 优选地,所述第一电极和第二电极还位于所述压电层的第二表面,所述压电层的第一表面和第二表面相对。
- [0034] 优选地,位于所述压电层的第一表面和第二表面的第一电极和第二电极的结构相同或者不同。
- [0035] 优选地,位于所述压电层第一表面和位于所述压电层第二表面的第一电极和第二电极中,极性相同的分枝在所述压电层厚度方向上相对应。
- [0036] 优选地,还包括钝化层,所述钝化层覆盖所述压电层和/或所述第一电极和/或所述第二电极的表面。
- [0037] 本发明的第二方面提供一种滤波器,包括上述的声波谐振器。
- [0038] 本发明提供的声波谐振器及滤波器,通过在所述主干的第一侧边区域、所述多个分枝的端部以及所述多个分枝的连接部中的至少一个形成与压电层第一表面之间的气隙,在不增大电极间距的前提下,减少寄生模式产生。
- [0039] 进一步地,通过在多个分枝的连接部形成与压电层第一表面之间的气隙,避免了

连接部与相邻的相反极性的端部通过压电层产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。

[0040] 进一步地,通过在主干的第一侧区域形成与压电层第一表面之间的气隙,避免了主干与相对的相反极性的分枝的端部通过压电层产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。

[0041] 进一步地,通过在分枝的端部形成与压电层第一表面之间的气隙,避免了分枝的端部与相反极性的分枝的连接部以及主干通过压电层产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。

[0042] 进一步地,通过设置连接部、端部以及主干与压电层第一区域之间的相对位置,进一步减少寄生模式。

附图说明

[0043] 通过以下参照附图对本发明实施例的描述,本发明的上述以及其他目的、特征和优点将更为清楚,在附图中:

[0044] 图1a示出了本发明第一实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0045] 图1b示出了图1a沿AA方向的剖视图;

[0046] 图1c示出了图1a沿BB方向的剖视图;

[0047] 图1d示出了图1a中S处的放大图;

[0048] 图2示出了本发明第一实施例的压电层的内部电场示意图;

[0049] 图3a示出了本发明第一实施例的反对称兰姆波模式的示意图;

[0050] 图3b示出了本发明第一实施例的水平剪切模式的示意图;

[0051] 图3c示出了本发明第一实施例的对称兰姆波模式的示意图;

[0052] 图4a示出了本发明第二实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0053] 图4b示出了图4a沿AA方向的剖视图;

[0054] 图5a示出了本发明第三实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0055] 图5b示出了图5a沿AA方向的剖视图;

[0056] 图6a示出了本发明第四实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0057] 图6b示出了图6a沿AA方向的剖视图;

[0058] 图7a示出了本发明第五实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0059] 图7b示出了图7a沿AA方向的剖视图;

[0060] 图8a示出了本发明第六实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0061] 图8b示出了图8a沿AA方向的剖视图;

[0062] 图9a示出了本发明第七实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0063] 图9b示出了图9a沿AA方向的截面图;

[0064] 图10a示出了本发明第八实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0065] 图10b示出了图10a沿AA方向的截面图;

[0066] 图11a示出了本发明第九实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

[0067] 图11b示出了图11a沿AA方向的截面图;

[0068] 图12a示出了本发明第十实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;

- [0069] 图12b示出了图12a沿AA方向的截面图；
- [0070] 图13a示出了本发明第十一实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0071] 图13b示出了图13a沿AA方向的截面图；
- [0072] 图14a示出了本发明第十二实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0073] 图14b示出了图14a沿AA方向的截面图；
- [0074] 图14c示出了图14a沿BB方向的截面图；
- [0075] 图15a示出了本发明第十三实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图15b示出了图15a沿AA方向的截面图
- [0076] 图16a示出了本发明第十四实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0077] 图16b-1和图16b-2示出了图16a沿BB方向的截面图,其中：
- [0078] 图16b-1为采用横向电场激励时的截面图；
- [0079] 图16b-2为采用纵向电场激励时的截面图；
- [0080] 图17a示出了本发明第十五实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0081] 图17b示出了图16a沿BB方向的截面图；
- [0082] 图18a示出了本发明第十六实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0083] 图18b示出了图17a沿BB方向的截面图；
- [0084] 图19a示出了本发明第十七实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0085] 图19b示出了图19a沿BB方向的截面图；
- [0086] 图20a示出了本发明第十八实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0087] 图20b示出了图20a沿BB方向的截面图；
- [0088] 图21a示出了压电层第一表面与衬底附接时或者当压电层的第二表面附接至衬底,且压电层的第二表面也形成第一电极和第二电极时的结构示意图；
- [0089] 图21b示出了图21a沿AA方向的结构示意图；
- [0090] 图22a示出了本发明第十九实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0091] 图22b示出了图22a沿AA方向的截面图；
- [0092] 图23a示出了本发明第二十实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0093] 图23b示出了图23a沿AA方向的截面图；
- [0094] 图24a示出了本发明第二十一实施例的声波谐振器的俯视结构示意图；
- [0095] 图24b示出了图24a沿AA方向的截面图。

具体实施方式

[0096] 以下将参照附图更详细地描述本发明。在各个附图中,相同的元件采用类似的附图标记来表示。为了清楚起见,附图中的各个部分没有按比例绘制。此外,可能未示出某些公知的部分。

[0097] 本发明可以各种形式呈现,以下将描述其中一些示例。

[0098] 图1a示出了本发明第一实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图1b示出了图1a沿AA方向的剖视图;图1c示出了图1a沿BB方向的剖视图;图1d示出了图1a中S处的放大图;如图1a至图1d所示,声波谐振器100包括衬底110、位于衬底110上的压电层120以及位于压电层120上的第一电极130和第二电极150。

[0099] 本实施例中,衬底110包括层叠的基底层111和键合层112,压电层120位于键合层112远离基底层111的表面。基底层111为支撑层,为压电层120提供机械支撑,键合层112为压电层120和基底层111之间的连接层。基底层111例如为单晶硅、钽酸锂(LiTaO_3 ,LT)、铌酸锂(LiNbO_3 ,LN)、碳化硅(SiC)、蓝宝石(sapphire)、石英(Quartz)等材料层。在一个具体的实施例中,基底层111例如为高阻硅材料层,电阻率 $>1000 \Omega \cdot \text{cm}$,进一步,电阻率 $>5000 \Omega \cdot \text{cm}$ 。键合层120例如为二氧化硅、氮化硅、多晶硅、不定型硅等材料层及其复合材料层。在其他实施例中,压电层120还可以经由其他中间材料层附接至基底层111上,或者直接附接到基底层111上。

[0100] 压电层120具有相对的第一表面和第二表面,在压电层的第一表面和第二表面可以具有凸起或凹陷结构,或具有曲面结构,本实施例对此不限定。压电层120的第一表面形成第一电极130和第二电极150,第二表面附接到衬底110上。压电层120为压电材料制成的薄单晶层,压电材料例如为铌酸锂、钽酸锂、硅酸镧镓、氮化镓、氮化铝、掺杂氮化铝、锆钛酸铅(PZT)等。

[0101] 第一电极130和第二电极150的极性相反,第一电极130和第二电极150分别包括在第一方向(例如图1a中的x轴方向)延伸的主干以及与所述主干相连接且在第二方向(例如图1a中的y轴方向)延伸的多个分枝,第一电极的多个分枝与所述第二电极的多个分枝交错排列以形成叉指结构。其中,第一方向和第二方向相互垂直。

[0102] 具体地,第一电极130包括第一主干131以及与第一主干131相连接的多个第一分枝132,第二电极150包括第二主干151以及与第二主干151相连接的第二分枝152,其中,第一主干131和第二主干152在第一方向(例如图1a中的x轴方向)延伸,第一分枝132和第二分枝152在第二方向(例如图1a中的y轴方向)延伸,多个第一分枝132和多个第二分枝152交错排布以形成叉指结构。第一电极130和第二电极150的材料可以为铝(Al)、铜(Cu)、金(Au)、钼(Mo)、钨(W)、钌(Ru)、铂(Pt)等金属材料中的一种或几种,以及包含适当种子层或粘附层的复合结构,粘附层例如钛(Ti)、铬(Cr)等材料,但不限于上述情况。

[0103] 图2示出了本发明第一实施例的压电层120的内部电场示意图;图3a示出了本发明第一实施例的反对称兰姆波模式的示意图;图3b示出了本发明第一实施例的水平剪切模式的示意图;图3c示出了本发明第一实施例的对称兰姆波模式的示意图;如图2以及图3a至图3c所示,通过在压电层120上形成第一电极130和第二电极150可以激励出不同的振动模式,振动模式至少包括反对称兰姆波(First antisymmetric Lamb Wave)模式、水平剪切(shear horizontal)模式以及对称兰姆波(Symmetric Lamb Wave)模式。

[0104] 具体地,压电耦合系数例如为 e_{15} (或 d_{15})时,利用在压电层120中形成的横向电场分量 E_1 (平行于压电层120方向,例如x轴方向),可以使得声波谐振器激发出一阶反对称兰姆波(First antisymmetric Lamb Wave)模式,简称A1模式,其最小谐振单元为xz平面内剪切模式;压电耦合系数例如为 e_{16} (或 d_{16})时,利用在压电层120中形成的横向电场分量 E_1 ,可以使得声波谐振器激发出零阶水平剪切(shear horizontal)模式,简称SH0模式,其最小谐振单元为xy平面内剪切模式;压电耦合系数例如为 e_{11} (或 d_{11})时,利用在压电层120中形成横向电场分量 E_1 ,可以使声波谐振器激发出零阶对称兰姆波(Symmetric Lamb Wave)模式,简称S0模式,其最小谐振单元为xz平面内纵波,即沿x轴方向产生拉伸-压缩振动,且相邻单元在同一时刻,拉伸与压缩方向相反。根据所采用的压电材料特性,也可以采用其他合

适的机电耦合系数激发如上振动模式。

[0105] 继续参阅图1a至图1d,主干包括第一侧和第二侧,多个分枝包括在主干的第一侧与主干连接的连接部以及远离主干的端部。具体地,第一主干131包括第一侧131a和第二侧131b,第一分枝132包括第一连接部132a以及第一端部132b,其中,第一连接部132a与在第一主干131的第一侧131a与第一主干131连接,第一端部132b远离所述第一主干131。第二主干151包括第一侧151a和第二侧151b,第二分枝152包括第二连接部152a以及第二端部152b,其中,第二连接部152a在第二主干151的第一侧151a与第二主干151连接,第二端部152b远离第二主干151。

[0106] 进一步地,定义第一分枝132和第二分枝152在第一方向上投影的重叠区域为电极孔径。在第二方向上,第一连接部132a从与第一主干131连接的一端向着远离第一主干131的方向延伸,可以延伸至电极孔径边缘外侧、电极孔径边缘或者电极孔径边缘内侧;同理,在第二方向上,第二连接部152a从与第二主干151连接的一端向着远离第二主干161的方向延伸,可以延伸至电极孔径边缘外侧、电极孔径边缘或者电极孔径边缘内侧。在第二方向上,第一端部132b和第二端部152b大体位于电极孔径的边缘内侧。

[0107] 进一步地,衬底110的内部具有空腔101,空腔101为从衬底110与压电层120接触的表面向着衬底110的内部延伸,并停止于基底层111内部的凹槽。压电层120包括第一区域120a以及围绕第一区域120a的第二区域120b。其中,第一区域120a与衬底110的空腔101相对,悬于空腔101上方;压电层的第二区域120b附接于衬底110上,在所述第一区域120a的外侧围绕所述第一区域120a。

[0108] 多个分枝的连接部可以全部位于第一区域内,部分位于第一区域内,另一部分位于第二区域内,或者全部位于第二区域内;同理,多个分枝的端部可以全部位于第一区域内,部分位于第一区域内,另一部分位于第二区域内,或者全部位于第二区域内,主干的第一侧可以全部位于第一区域内,部分位于第一区域内,另一部分位于第二区域内,或者全部位于第二区域内。

[0109] 本实施例中,多个分枝的连接部、多个分枝的端部以及主干的第一侧全部位于第一区域120a内,主干的第二侧位于第二区域120b内。具体地,多个第一分枝132的第一连接部132a、多个第一分枝132的第一端部132b、第一主干131的第一侧131a、多个第二分枝152的第二连接部152a、多个第二分枝152的第二端部152b以及第二主干151的第一侧151a位于第一区域120a内;第一主干131的第二侧131b以及第二主干151的第二侧151b位于第二区域120b内。

[0110] 本实施例中,通过将多个第一分枝132的第一连接部132a、多个第一分枝132的第一端部132b、第一主干131的第一侧131a、多个第二分枝152的第二连接部152a、多个第二分枝152的第二端部152b以及第二主干151的第一侧151a设置于第一区域120a内,使得多个第一分枝132的第一连接部132a、多个第一分枝132的第一端部132b、第一主干131的第一侧131a、多个第二分枝152的第二连接部152a、多个第二分枝152的第二端部152b以及第二主干151的第一侧151a与衬底110内的空腔101相对,避免了该部分与衬底间产生耦合,形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式,从而影响谐振器整体性能,进一步提高了声波谐振器的性能。

[0111] 进一步地,多个分枝中的至少一个分枝的连接部在压电层的第一表面上弯折,

形成与压电层第一表面之间的气隙。本实施例对气隙的分布以及设置气隙的分枝的数量不做限制。

[0112] 在一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个分枝的连接部形成气隙。例如,多个第一分枝132中的任意一个第一分枝132的第一连接部132a形成与压电层第一表面之间的气隙;或者多个第二分枝152中的任意一个第二分枝152的第二连接部152a形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0113] 在另一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意几个分枝的连接部形成气隙。例如,多个第一分枝132中的任意三个第一分枝132的第一连接部132a形成与压电层第一表面之间的气隙;或者,多个第二分枝152中的任意五个第二分枝152的第二连接部152a形成与压电层第一表面之间的气隙;或者,多个第一分枝132中的任意一个第一分枝132的第一连接部132a形成与压电层第一表面之间的气隙,并且,多个第二分枝152中的任意三个第二分枝152的第二连接部152a形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0114] 在又一个具体的实施例中,多个分枝中的全部分枝的连接部在压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。具体地,多个第一分枝132中的全部第一分枝132的第一连接部132a以及多个第二分枝152中的全部第二分枝152的第二连接部152a在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0115] 本实施例中,第一连接部132a与相邻的第二分枝152的第二端部152b极性相反,极性相反的第一连接部132a和第二端部152b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步产生寄生模式。本实施例通过在第一连接部132a与压电层120的第一表面之间形成气隙,避免了极性相反的第一连接部132a和第二端部152b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。同理,通过在第二连接部152a与压电层120的第一表面之间形成气隙,避免了极性相反的第二连接部152a和第一端部132b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。

[0116] 进一步地,位于不同分枝上的气隙的高度以及长度可以相同或者不同。例如,在多个第一分枝132中的其中一个第一分枝的连接部形成具有第一长度和第一高度的气隙,在多个第一分枝132中的另一个第一分枝的连接部形成具有第二长度和第二高度的气隙,其中,第一长度和第二长度可以相同或者不同,第一高度和第二高度可以相同或者不同。

[0117] 进一步地,分枝连接部的长度过长时(例如分枝连接部远离相应主干的一端延伸至电极孔径边缘内侧时),会损失分枝的有效长度(即电极孔径内的长度),为了防止分枝有效电极长度的损失,分枝连接部的长度尽可能的小。连接部的长度过短时(例如分枝连接部远离相应主干的一端延伸至电极孔径边缘外侧时),依然会存在寄生模式,为了减少寄生模式,可以根据需要对分枝连接部的长度进行适当的设置,本实施例对此不做限制。在一个优选的实施例中,连接部远离相应主干的一端延伸至电极孔径边缘,即与电极孔径的边缘齐平。既保证了不损失分枝的有效电极长度,又尽可能地减少了寄生模式。具体地,第一连接部132a远离第一主干131的一端与电极孔径的边缘齐平,第二连接部152a远离第二主干151的一端与电极孔径的边缘齐平。

[0118] 图4a示出了本发明第二实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图4b示出了图4a沿AA方向的剖视图;与第一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝中的至少一个分枝的端部在压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0119] 在一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个分枝的端部形成气隙。例如,多个第一分枝132中的任意一个第一分枝132的第一端部132b形成与压电层第一表面之间的气隙;或者多个第二分枝152中的任意一个第二分枝152的第二端部152b形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0120] 在另一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意几个分枝的端部形成气隙。例如,多个第一分枝132中的任意三个第一分枝132的第一端部132b形成与压电层第一表面之间的气隙;或者,多个第二分枝152中的任意五个第二分枝152的第二端部152b形成与压电层第一表面之间的气隙;或者,多个第一分枝132中的任意一个第一分枝132的第一端部132b形成与压电层第一表面之间的气隙,并且,多个第二分枝152中的任意三个第二分枝152的第二端部152b形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0121] 在又一个具体的实施例中,所述多个分枝中的全部分枝的端部在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。具体地,多个第一分枝132中的全部的第一分枝132的第一端部132b,以及多个第二分枝152中的全部的第二分枝152的第二端部152b在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0122] 本实施例通过在第一端部132b与压电层120的第一表面之间形成气隙,避免了极性相反的第二连接部152a和第一端部132b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。同理,通过在第二端部152b与压电层120的第一表面之间形成气隙,避免了极性相反的第一连接部132a和第二端部152b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。

[0123] 进一步地,第一主干131的第一侧131a与第二分枝152的第二终端152b极性相反,第一主干131的第一侧131a与第二终端152b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步产生寄生模式。本实施例通过在多个分枝的端部形成与压电层第一表面的气隙,避免了多个分枝的端部与极性相反的主干之间通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步避免产生寄生模式。

[0124] 进一步地,位于不同分枝上的气隙的高度以及长度可以相同或者不同。例如,在多个第一分枝132中的其中一个第一分枝的端部形成具有第三长度和第三高度的气隙,在多个第二分枝152中的其中一个第二分枝的连接部形成具有第四长度和第四高度的气隙,其中,第三长度和第四长度可以相同或者不同,第三高度和第四高度可以相同或者不同。

[0125] 进一步地,由于分枝的端部位于电极孔径边缘内侧,分枝端部的长度过长时,会损失分枝的有效长度,为了防止分枝有效电极长度的损失,分枝端部的长度尽可能的小。

[0126] 图5a示出了本发明第三实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图5b示出了图5a沿AA方向的剖视图;与第一实施例不同的是,本实施例中,所述主干第一侧的至少一部分区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。本实施例对气隙在主干的第一侧边区域的具体位置不做限制。

[0127] 在一个具体的实施例中,第一主干131的第一侧131a区域以及第二主干151的第一侧151a区域中的任意一部分区域或者任意几部分区域形成与压电层第一表面之间的气隙,其中,第一主干131的第一侧131a区域以及第二主干151的第一侧151a区域中的任意几部分区域形成与压电层第一表面之间的气隙时,各形成气隙的部分之间可以彼此连通或者不连通。

[0128] 在另一个具体的实施例中,所述主干的第一侧的全部区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。具体地,第一主干131第一侧131a的全部区域以及第二主干151第一侧151a的全部区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0129] 第一主干131的第一侧131a与第二分枝152的第二终端152b极性相反,第一主干131的第一侧131a与第二终端152b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步产生寄生模式。本实施例通过在第一主干131的第一侧131a区域形成与压电层第一表面之间的气隙,使得第一主干131的第一侧131a与压电层120的第一表面之间具有间隙,避免了第一主干131的第一侧131a与相对的第二分枝152的第二终端152b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。同理,通过在第二主干151的第一侧151a区域形成与压电层第一表面之间的气隙,使得第二主干151的第一侧151a与压电层120的第一表面之间具有间隙,避免了第二主干151的第一侧151a与相对的第一分枝132的第一终端132b通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。

[0130] 图6a示出了本发明第四实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图6b示出了图6a沿AA方向的剖视图;与第一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝中的至少一个分枝的连接部以及多个分枝中的至少一个分枝的端部在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0131] 在一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个分枝的连接部,以及多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个分枝的端部在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0132] 在另一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个分枝的连接部,以及多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意几个分枝的端部形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0133] 在又一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意几个分枝的连接部,以及多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个分枝的端部形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0134] 在又一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意几个分枝的连接部,以及多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意几个分枝的端部形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0135] 在又一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的全部分枝的连接部,以及多个第一分枝132和多个第二分枝152中的全部分枝的端部在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0136] 其中,设置于分枝连接部的气隙以及设置于分枝端部的气隙的长度以及高度可以相同,也可以不同。

[0137] 图7a示出了本发明第五实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图7b示出了图7a沿AA方向的剖视图;与第一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝中的至少一个分枝的连接部以及主干第一侧的至少一部分区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0138] 在一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个分枝

的连接部形成气隙,第一主干131的第一侧131a区域以及第二主干151的第一侧151a区域中的任意一部分区域或者任意几部分区域形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0139] 在另一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意几个分枝的连接部形成气隙,第一主干131的第一侧131a区域以及第二主干151的第一侧151a区域中的任意一部分区域或者任意几部分区域形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0140] 在又一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的全部分枝的连接部,以及第一主干131和第二主干151的第一侧131a的全部区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0141] 进一步地,本实施例中,第一分枝132的第一连接部132a与第一表面之间的气隙和第一主干131与第一表面之间的气隙连通;第二分枝152的第二连接部152a与第一表面之间的气隙和第二主干151与第一表面之间的气隙连通。在其他实施例中,第一连接部132a与第一表面之间的气隙还和第一主干131与第一表面之间的气隙还可以相互独立,本实施例对此不做限制。

[0142] 图8a示出了本发明第六实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图8b示出了图8a沿AA方向的剖视图;与第一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝中的至少一个分枝的端部以及主干第一侧的至少一部分区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0143] 在一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个分枝的端部形成气隙,第一主干131的第一侧131a区域以及第二主干151的第一侧151a区域中的任意一部分区域或者任意几部分区域形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0144] 在另一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意几个分枝的端部形成气隙,第一主干131的第一侧131a区域以及第二主干151的第一侧151a区域中的任意一部分区域或者任意几部分区域形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0145] 在又一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的全部分枝的端部,以及第一主干131和第二主干151的第一侧131a的全部区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0146] 图9a示出了本发明第七实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图9b示出了图9a沿AA方向的剖视图;与第一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝中的至少一个分枝的连接部、多个分枝中的至少一个分枝的端部以及主干第一侧的至少一部分区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0147] 在一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个或者几个分枝的连接部形成气隙,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的任意一个或者几个分枝的端部形成气隙,以及第一主干131的第一侧131a区域以及第二主干151的第一侧151a区域中的任意一部分区域或者任意几部分区域形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0148] 在另一个具体的实施例中,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的全部分枝的连接部,多个第一分枝132和多个第二分枝152中的全部分枝的端部,以及第一主干131和第二主干151的第一侧131a的全部区域在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0149] 进一步地,本实施例中,第一分枝132的第一连接部132a与第一表面之间的气隙和

第一主干131与第一表面之间的间隙连通;第二分支152的第二连接部152a与第一表面之间的间隙和第二主干151与第一表面之间的间隙连通。在其他实施例中,第一连接部132a与第一表面之间的间隙还和第一主干131与第一表面之间的间隙还可以相互独立,本实施例对此不做限制。

[0150] 图10a示出了本发明第八实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图10b示出了图10a沿AA方向的剖视图;与第一实施例至第七实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝位于第一区域内,主干的第一侧区域部分位于第一区域内,部分位于第二区域内。具体地,第一分枝132以及第二分枝152位于第一区域120a内;主干131的第一侧131a区域部分位于第一区域120a内,部分位于第二区域120b内,主干151的第一侧151a区域部分位于第一区域120a内,部分位于第二区域120b内。

[0151] 本实施例中,位于第二区域内主干的第一侧151a与衬底间产生耦合,形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式,从而影响谐振器整体性能,进一步提高了声波谐振器的性能。当在主干的第一侧区域形成与压电层的第一表面形成间隙时,避免了位于第二区域内的主干的第一侧区域与衬底间产生耦合。

[0152] 图11a示出了本发明第九实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图11b示出了图11a沿AA方向的剖视图;与第一实施例至第七实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝的端部以及多个分枝的连接部的一部分位于第一区域120a内;多个分枝的连接部的另一部分以及主干位于所述第二区域120b内。具体地,第一分枝132的第一端部132b、第一分枝132的第一连接部132a靠近第一端部132b的一部分、第二分枝152的第二端部152b以及第二分枝152的第二连接部152a靠近第二端部152b的一部分位于第一区域120a内;第一分枝132的第一连接部132a远离第一端部132b的一部分、主干131、第二分枝152的第二连接部152a远离第二端部152b的一部分以及主干151位于第二区域120b内。

[0153] 本实施例中,位于第二区域内分枝的连接部与衬底间产生耦合,形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式。当多个分枝的连接部形成与压电层第一表面之间的间隙时,避免了位于第二区域120b内的连接部与衬底间产生耦合,进一步避免形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式,以提高声波谐振器的性能。

[0154] 进一步地,位于第二区域内的主干与衬底间产生耦合,当主干的第一侧区域形成与压电层第一表面之间的间隙时,避免了位于第二区域120b内的主干与衬底间产生耦合,进一步避免形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式,以提高声波谐振器的性能。

[0155] 图12a示出了本发明第十实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图12b示出了图12a沿AA方向的剖视图;与第一实施例至第七实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝的端部的一部分位于第一区域内,另一部分位于第二区域内,多个分枝的连接部以及主干位于所述第二区域120b内。具体地,第一分枝132的第一端部132b的一部分位于第一区域内,另一部分位于第二区域内,第二分枝152的第二端部152b的一部分位于第一区域内,另一部分位于第二区域内;第一分枝132的第一连接部132a、第二分枝152的第二连接部152a、主干131、以及主干151位于第二区域120b内。

[0156] 本实施例中,多个分枝的端部形成与压电层第一表面之间的间隙时,一方面避免与极性相反的分枝的连接部以及主干通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。另一方面,避免了位于第二区域120b内的端部与衬底间产生耦合,进一步避免

形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式,以提高声波谐振器的性能。

[0157] 进一步地,位于第二区域内分枝的连接部与衬底间产生耦合,形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式。当多个分枝的连接部形成与压电层第一表面之间的气隙时,避免了位于第二区域120b内的连接部与衬底间产生耦合,进一步避免形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式,以提高声波谐振器的性能。

[0158] 进一步地,位于第二区域内的主干与衬底间产生耦合,当主干的第一侧区域形成与压电层第一表面之间的气隙时,避免了位于第二区域120b内的主干与衬底间产生耦合,进一步避免形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式,以提高声波谐振器的性能。

[0159] 图13a示出了本发明第十一实施例的声波谐振器的俯视结构示意图;图13b示出了图13a沿AA方向的剖视图;与第一实施例至第七实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,多个分枝的端部、多个分枝的连接部以及主干位于所述第二区域120b内。具体地,第一分枝132的第一端部132b、第一分枝132的第一连接部132a、第二分枝152的第二端部152b、第二分枝152的第二连接部152a、主干131、以及主干151位于第二区域120b内。

[0160] 本实施例中,多个分枝的连接部形成与压电层第一表面之间的气隙,一方面避免与极性相反的分枝的端部通过压电层120产生电场和声场耦合,进一步防止产生寄生模式。另一方面,避免了位于第二区域120b内的连接部与衬底间产生耦合,进一步避免形成漏电流、寄生电容以及声学寄生模式,以提高声波谐振器的性能。

[0161] 图14a示出了本发明第十二实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图14b示出了图14a沿AA方向的截面图,图14c示出了图14a沿BB方向的截面图;本实施例以多个分枝的端部以及多个分枝的连接部的一部分位于第一区域120a内;多个分枝的连接部的另一部分以及主干位于所述第二区域120b内为例进行说明。与第一实施例至第十一实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,压电层120的第一表面附接于衬底110上。其中,第一电极130和第二电极150中位于第一区域120a内的部分位于空腔101内,位于第二区域120b内的部分嵌于衬底内。

[0162] 进一步地,主干与压电层之间的气隙与衬底的空腔连通。

[0163] 图15a示出了本发明第十二实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图15b示出了图15a沿AA方向的截面图,与第十二实施例不同的是,本实施例中,本实施例中,主干与压电层之间的气隙与衬底的空腔不连通。

[0164] 图16a示出了本发明第十四实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图16b-1和图16b-2示出了图16a沿BB方向的截面图,其中,图16b-1为采用横向电场(如图2中,E1分量)激励时的截面图,图16b-2为采用纵向电场(如图2中,E3分量)激励时的截面图;与第一实施例至第十一实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,第一电极和第二电极还形成于压电层120的第二表面。

[0165] 特别的,当压电层为铌酸锂或钽酸锂时,且工作模式为横向电场激励A1、SH0或者S0时,则位于压电层120第一表面和位于压电层120第二表面的第一电极和第二电极中,极性相同的电极在压电层120厚度方向上相对应,具体地,在压电层120厚度方向上,位于压电层120第一表面的第一分枝132和位于压电层120第二表面的第一分枝132相对应,位于压电层120第一表面的第二分枝152和位于压电层120第二表面的第二分枝152相对应。

[0166] 当第一电极和第二电极的振动模式为纵向电场激励模式时,位于压电层120第一

表面和位于压电层120第二表面的第一电极和第二电极中,极性相反的电极在压电层120厚度方向上相对应,具体地,在压电层120厚度方向上,位于压电层120第一表面的第一分枝132和位于压电层120第二表面的第二分枝152相对应,位于压电层120第一表面的第二分枝152和位于压电层120第二表面的第一分枝132相对应。

[0167] 进一步地,位于压电层120第二表面的第一电极和第二电极与位于压电层第一表面的第一电极和第二电极的结构(如电极宽度、周期、叉指电极排布方式等)可以相同或者不同。

[0168] 进一步地,所述位于压电层120第二表面的第一电极和第二电极与位于压电层第一表面的第一电极和第二电极上的气隙的分布、长度以及高度可以相同或者不同。

[0169] 进一步地,位于压电层120第二表面的第一电极和第二电极中位于第一区域120a内的部分位于空腔101内,位于第二区域120b内的部分嵌于衬底内。

[0170] 图17a示出了本发明第十五实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图17b示出了图17a沿BB方向的截面图;与第一实施例至第十三实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,空腔101从衬底110与压电层120接触的表面向着衬底110的内部延伸,停止于键合层112内部。

[0171] 图18a示出了本发明第十六实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图18b示出了图18a沿BB方向的截面图;与第一实施例至第十三实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,空腔101从衬底110与压电层120接触的表面向着衬底110的内部延伸,停止于键合层112与基底层111接触的表面,即贯穿键合层112。

[0172] 图19a示出了本发明第十七实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图19b示出了图19a沿BB方向的截面图;与第一实施例至第十三实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,空腔101为贯穿衬底110(即贯穿键合层112以及基底层111)的通孔。

[0173] 需要说明的是,本实施例对空腔的结构不做限制,只要能够在压电层的一侧或两侧表面形成空腔结构即可。

[0174] 图20a示出了本发明第十八实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图20b示出了图20a沿BB方向的截面图;与第一实施例至第十三实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,压电层120经由布拉格反射层113附接到基底层111上,且布拉格反射层中不需要设置空腔。

[0175] 图21a示出了压电层第一表面与衬底附接时或者当压电层的第二表面附接至衬底,且压电层的第二表面也形成第一电极和第二电极时的结构示意图;图21b示出了图21a沿AA方向的结构示意图;如图21a和图21b所示,当压电层120的第一表面附接至衬底110时,或者当压电层120的第二表面附接至衬底110,且压电层120的第二表面也形成第一电极和第二电极时,布拉格反射层根据第一电极和第二电极适应性发生弯曲。

[0176] 图22a示出了本发明第十九实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图22b示出了图22a沿AA方向的截面图;如图22a和图22b所示,与第一实施例至第十七实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,第一电极和第二电极还包括引脚,所述引脚包括第一引脚137和第一引脚138,第一引脚137在第一主干131的第二侧与第一主干131连接,第二引脚138在第二主干151的第二侧与第二主干151连接。

[0177] 进一步地,主干的第二侧区域也在所述压电层的第一表面向上弯折,形成与压电

层第一表面之间的气隙,即整个主干形成与压电层第一表面之间的气隙。

[0178] 本实施例中,主干第二侧区域形成与压电层第一表面之间的气隙,进一步地减少主干与衬底之间的寄生。

[0179] 图23a示出了本发明第二十实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图23b示出了图23a沿AA方向的截面图;如图23a和图23b所示,与第十八实施例不同的是,本实施例中,第一引脚137位于与第一主干131第一侧相邻的任意一个侧边,第二引脚138位于与第二主干151的第一侧相邻的任意一个侧边。

[0180] 图24a示出了本发明第二十一实施例的声波谐振器的俯视结构示意图,图24b示出了图24a沿AA方向的截面图;如图24a和图24b所示,与第一实施例至第十九实施例中任一实施例不同的是,本实施例中,第一电极和第二电极还包括附加层139,从而使得声波谐振器串联阻抗进一步降低。附加层139位于形成气隙的任意部分上,例如,例如形成气隙的分枝的连接部、端部、主干的第一侧区域以及主根的第二侧区域等。

[0181] 在其他实施例中,当主干没有形成气隙时,附加层也覆盖于主干上。进一步地,附加层139的材料为高电导率的金属,例如为金(Au),铝(Al),铜(Cu),钼(Mo),钨(W),钌(Ru),铂(Pt)中的任意一种或几种,或以上述材料为主要成分的合金。

[0182] 进一步地,在其他的实施例中,声波谐振器还包括钝化层,钝化层覆盖压电层和/或所述第一电极和/或所述第二电极的表面,用于保护压电层和/或所述第一电极和/或所述第二电极免受空气氧化或水汽腐蚀。钝化层为介质材料,钝化层的材料例如为二氧化硅、氮化硅、氧化铝、氮化铝等。

[0183] 进一步地,本发明还提供一种滤波器,包括上述任一实施例中的声波谐振器。

[0184] 依照本发明的实施例如上文所述,这些实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明仅为所述的具体实施例。显然,根据以上描述,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地利用本发明以及在本发明基础上的修改使用。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

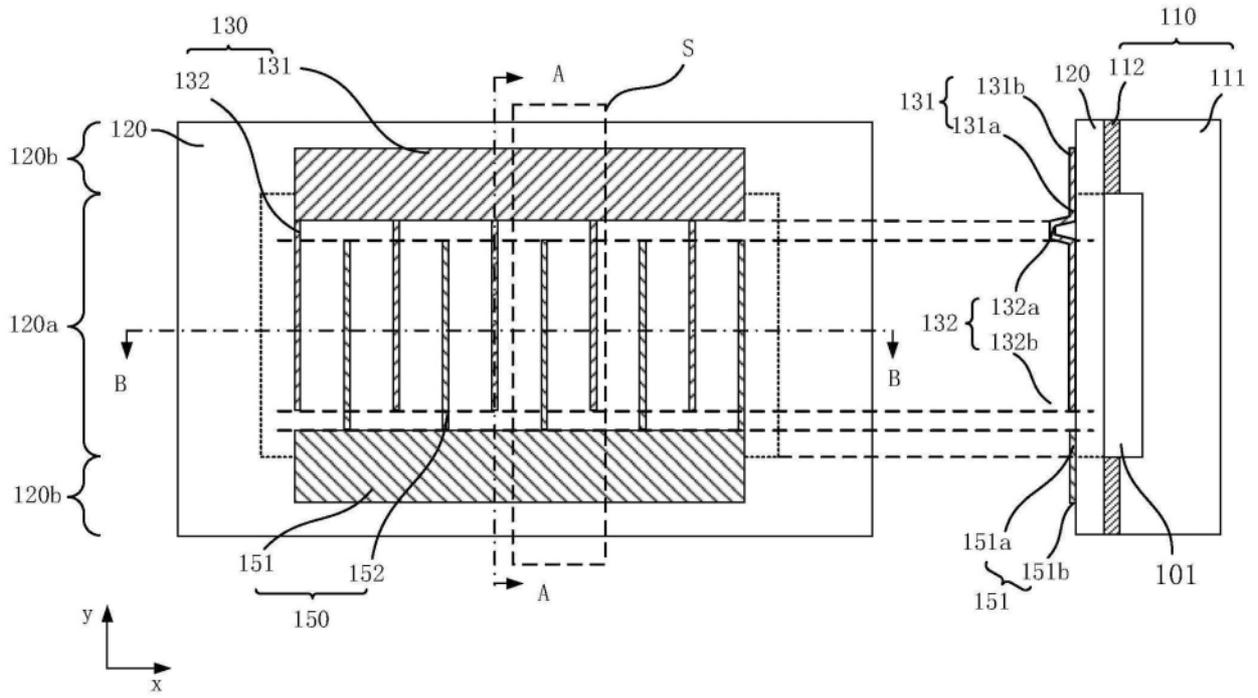


图1a

图1b

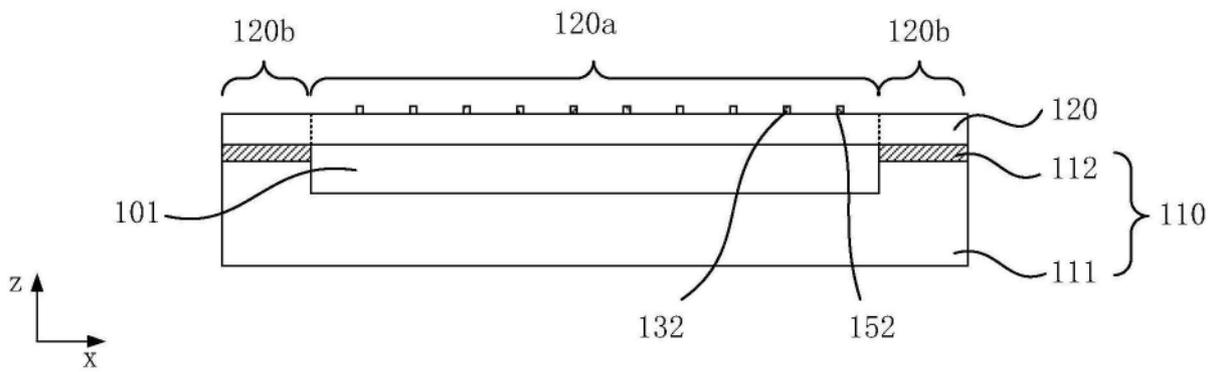


图1c

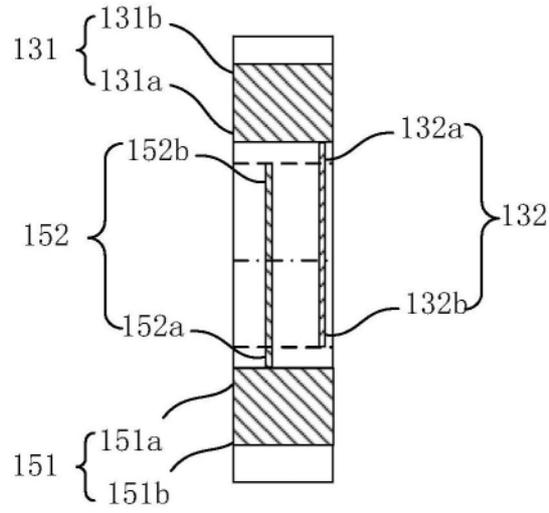


图1d

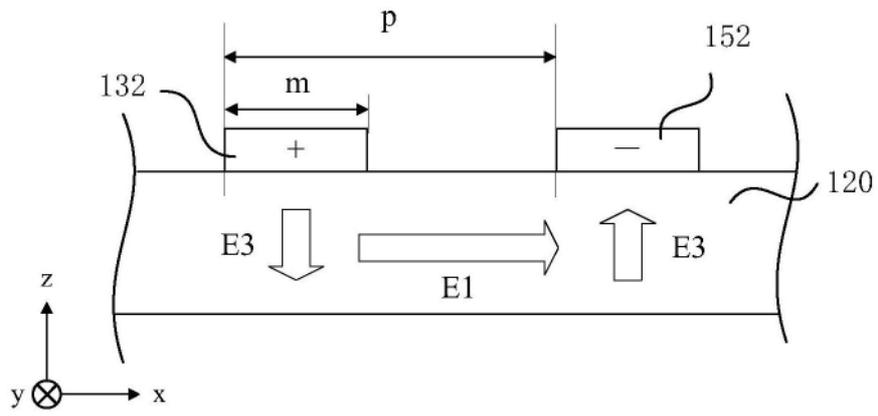


图2

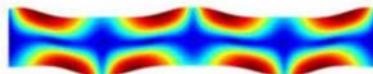


图3a

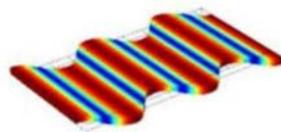


图3b

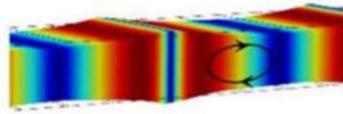


图3c

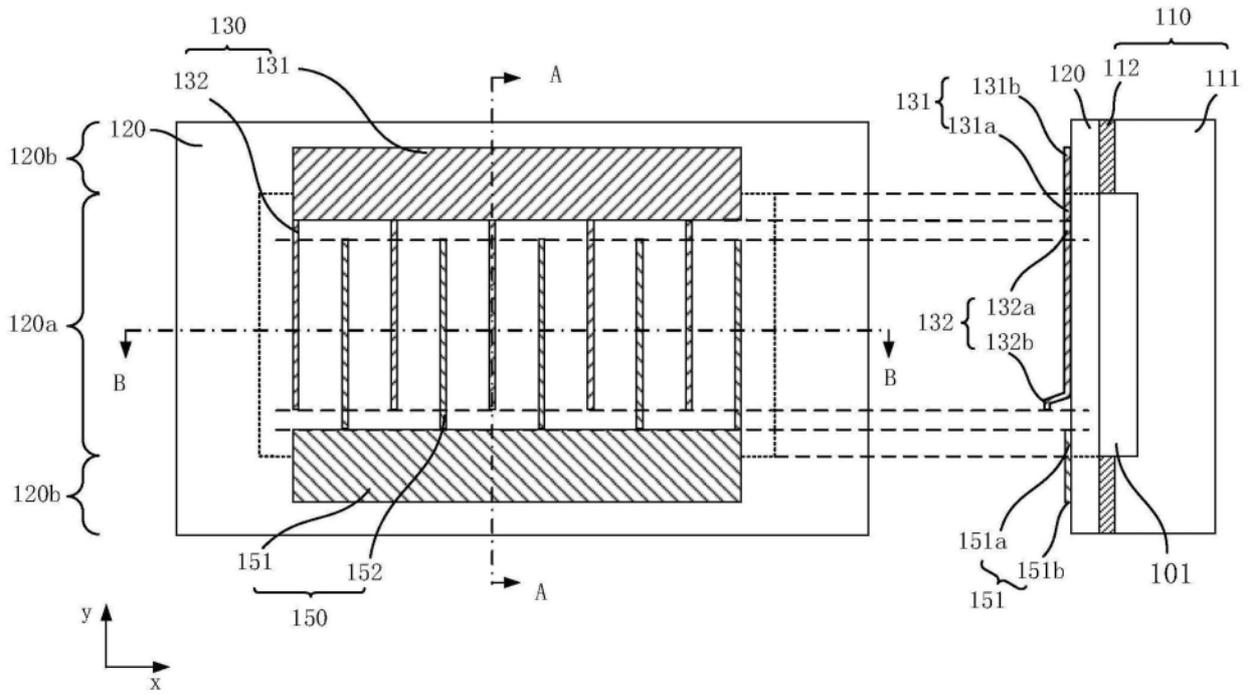


图4a

图4b

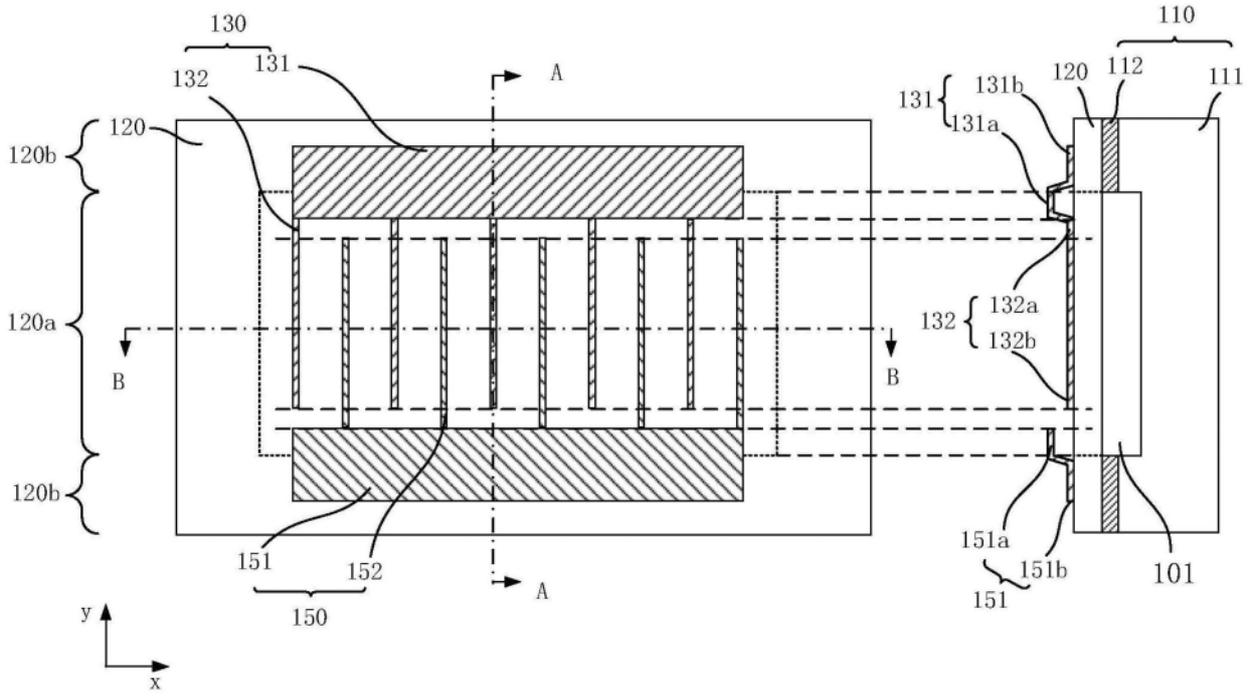


图5a

图5b

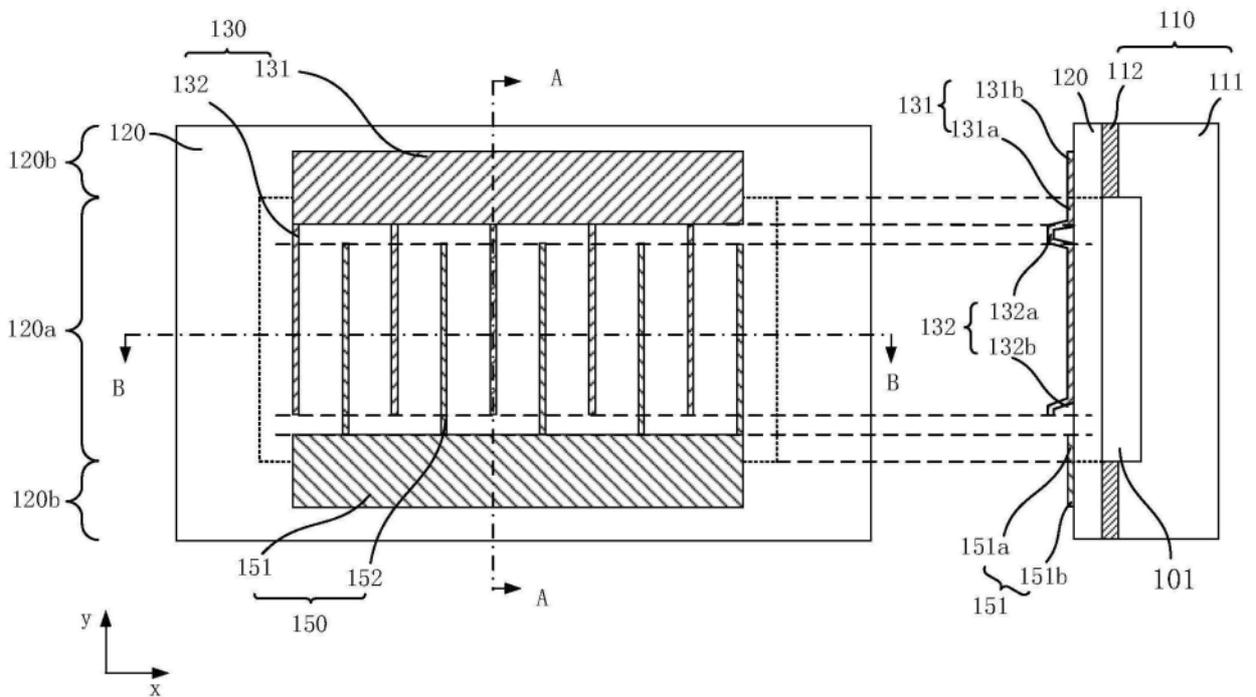


图6a

图6b

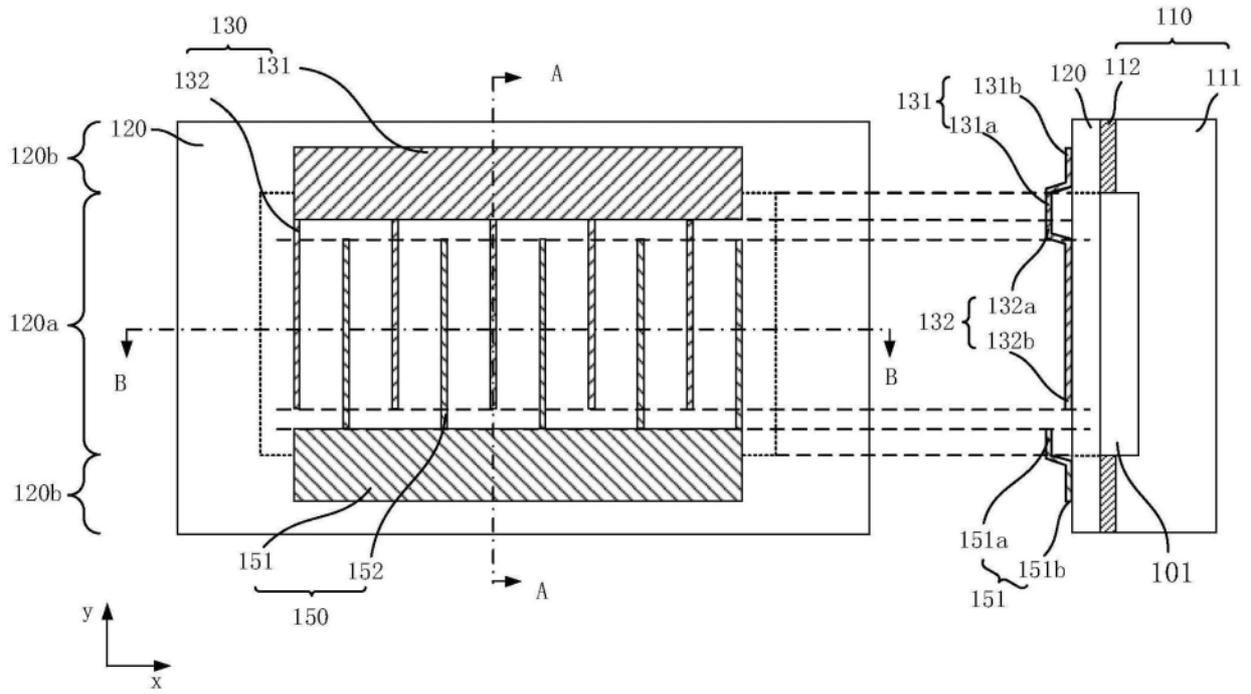


图7a

图7b

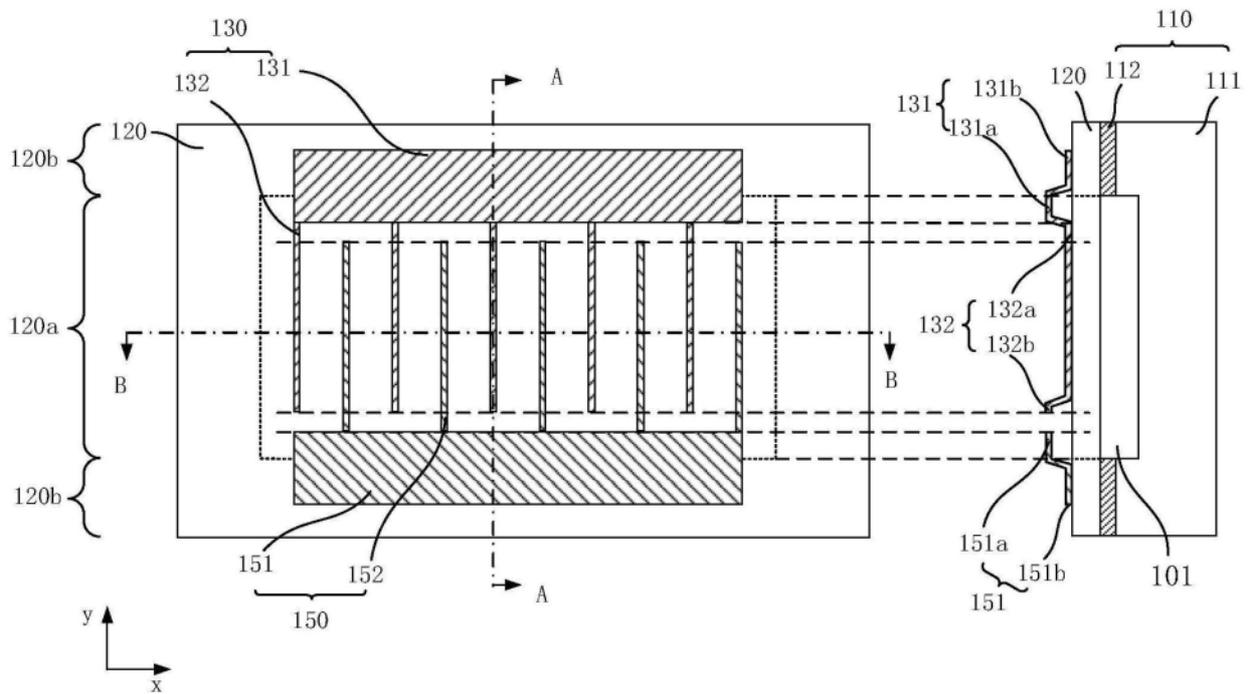


图8a

图8b

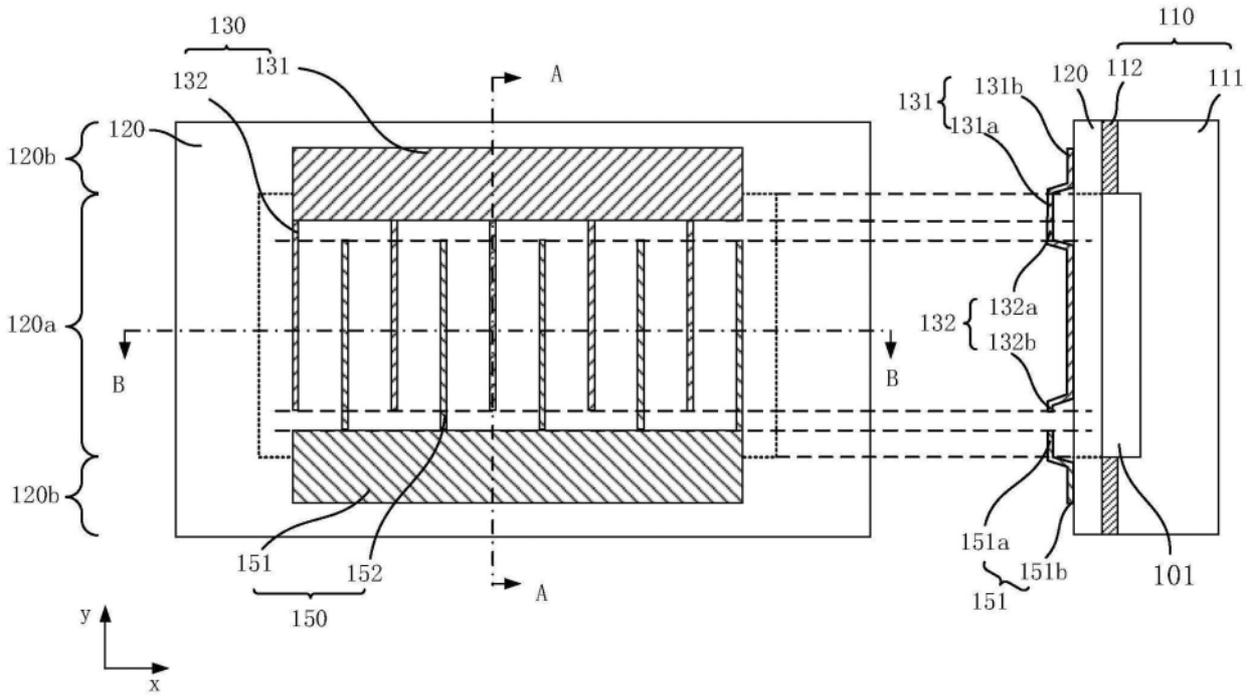


图9a

图9b

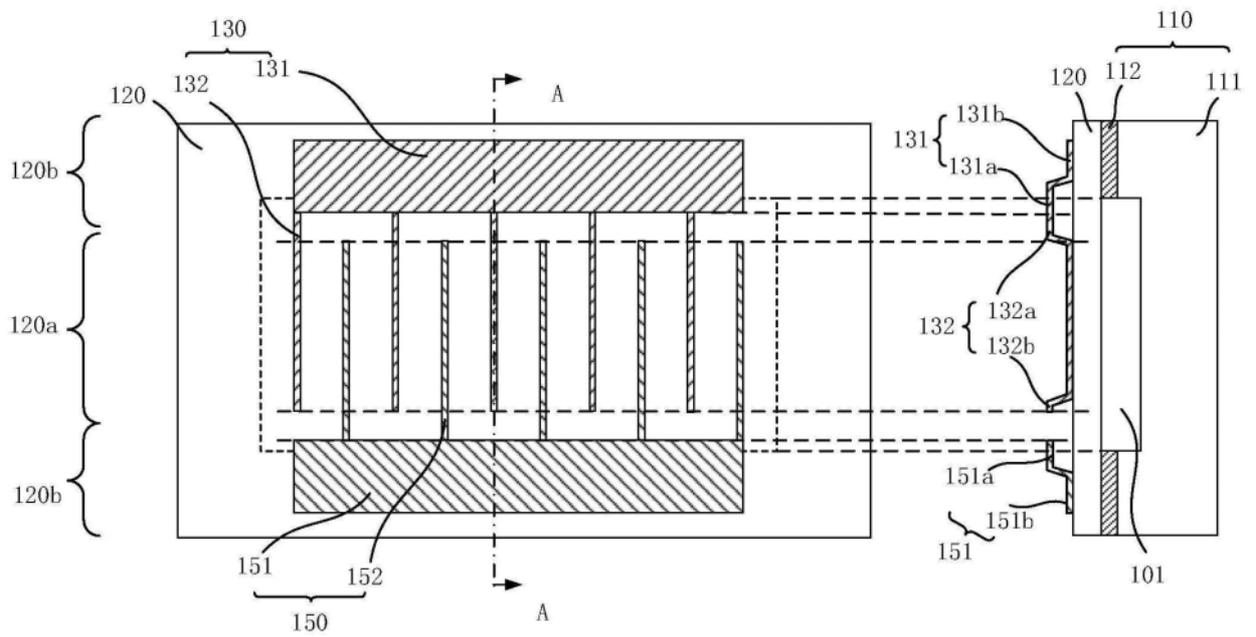


图10a

图10b

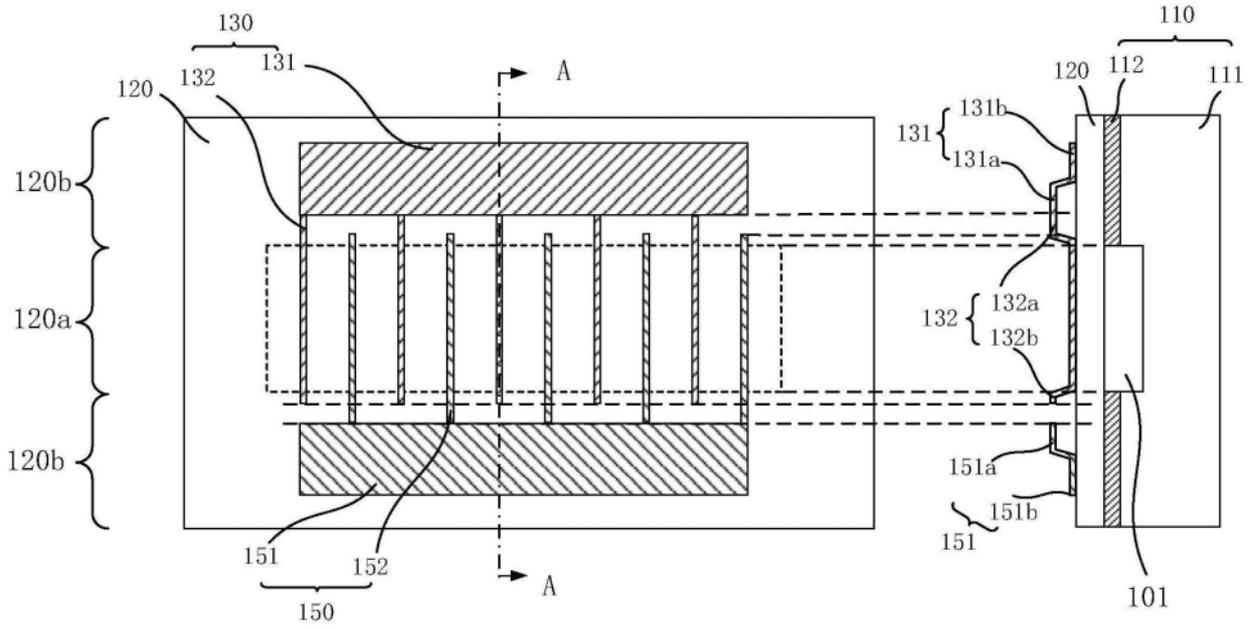


图13a

图13b

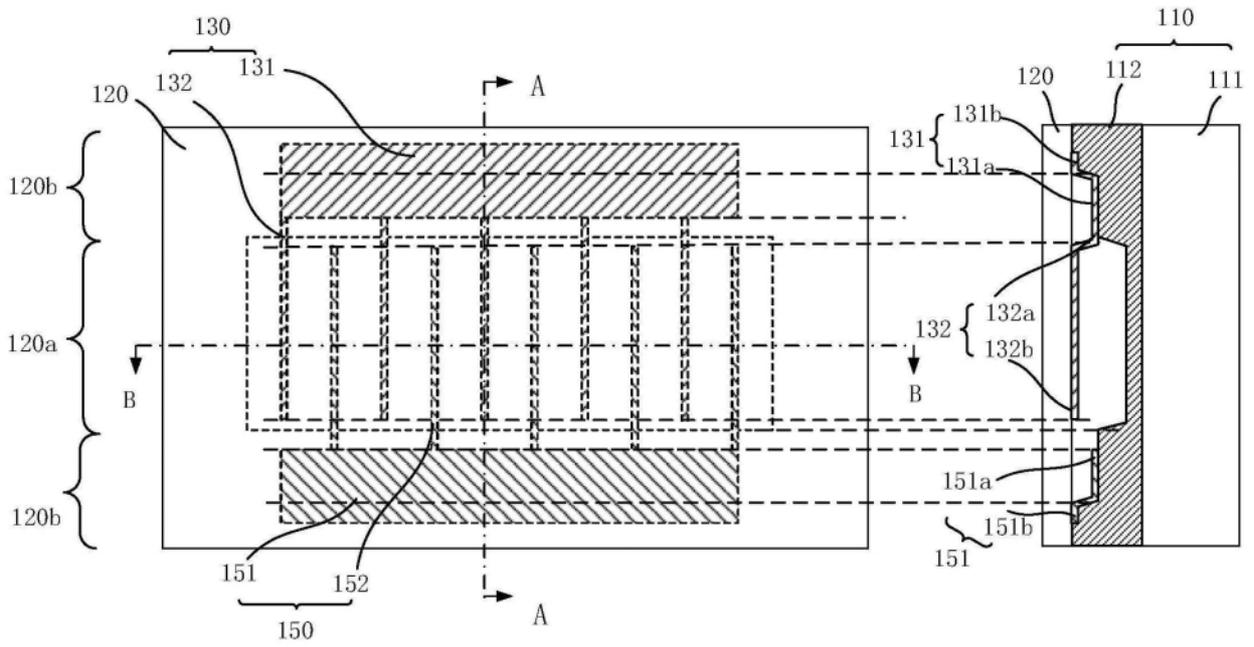


图14a

图14b

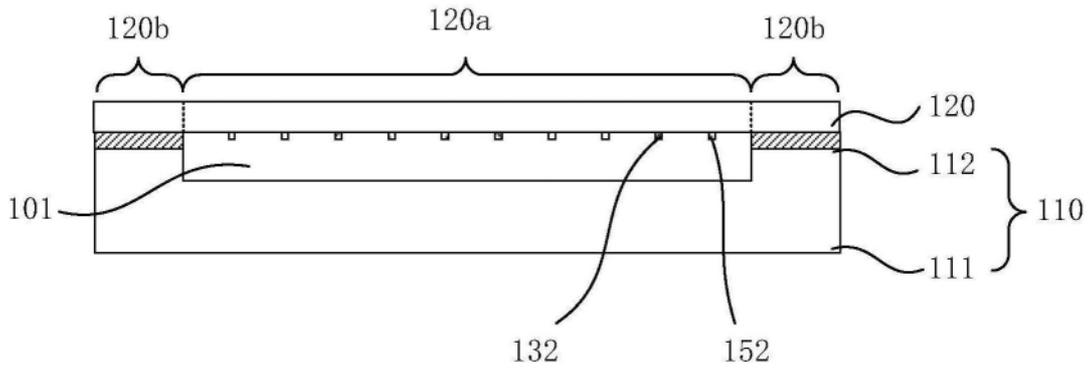


图14c

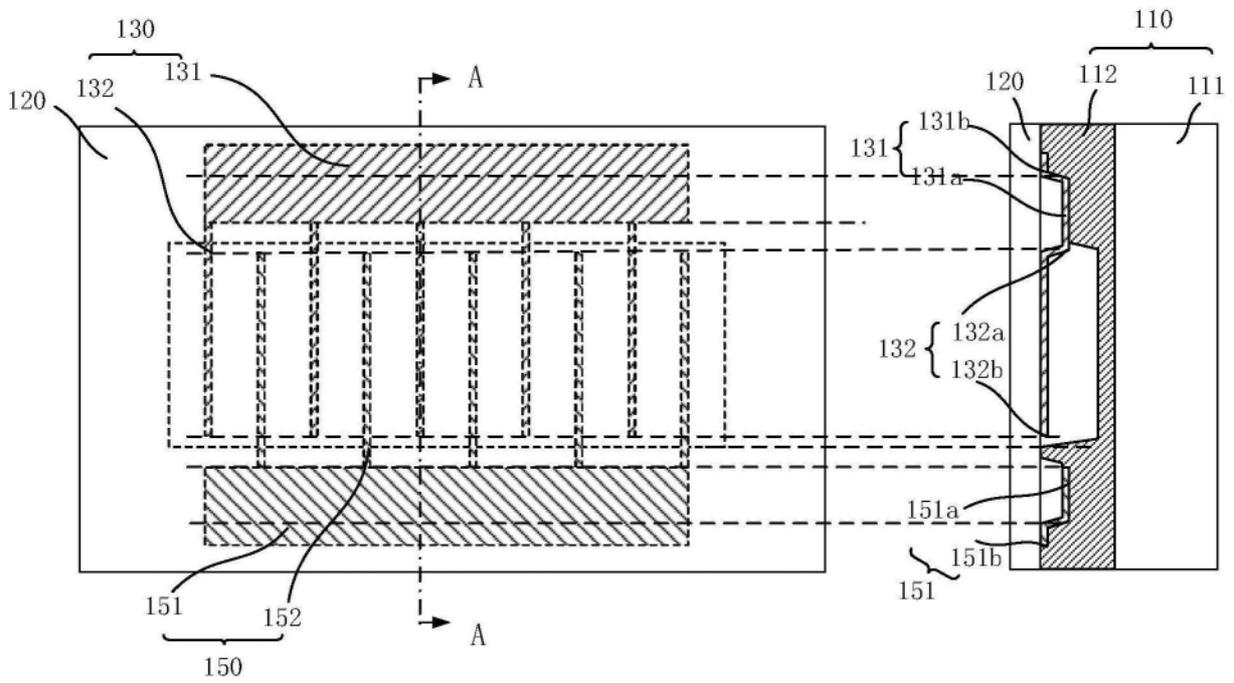


图15a

图15b

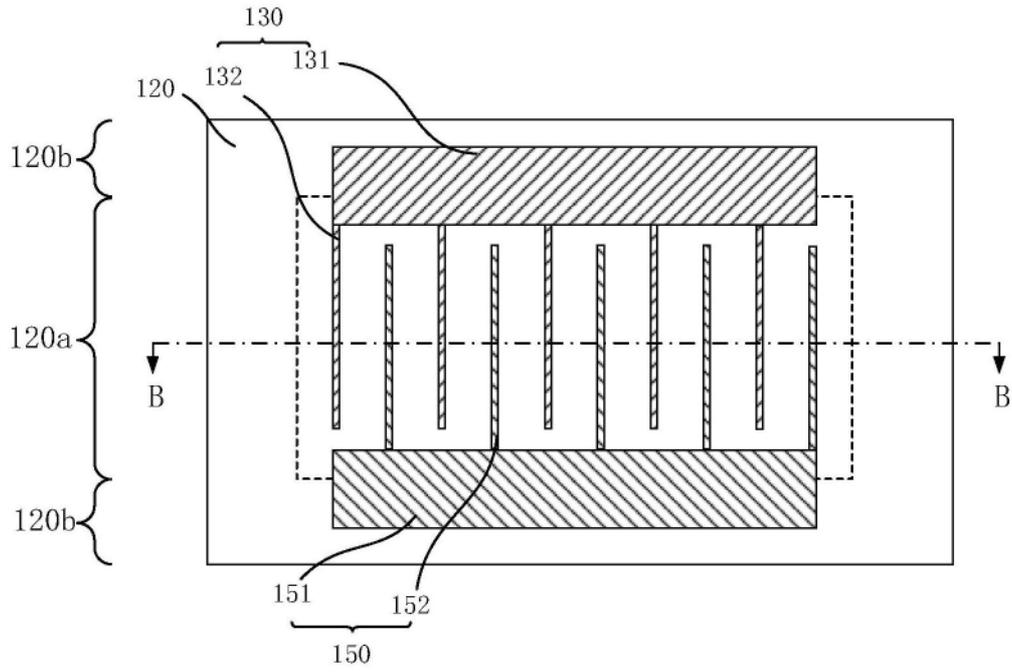


图16a

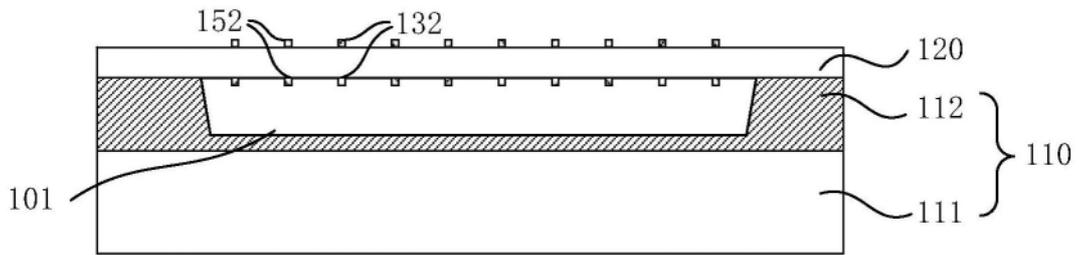


图16b-1

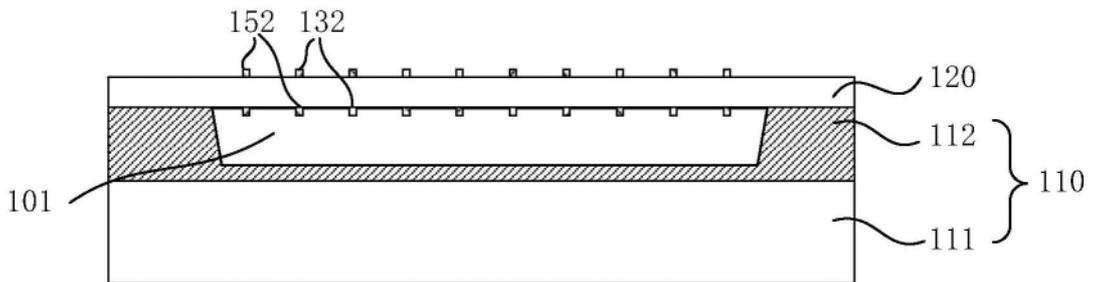


图16b-2

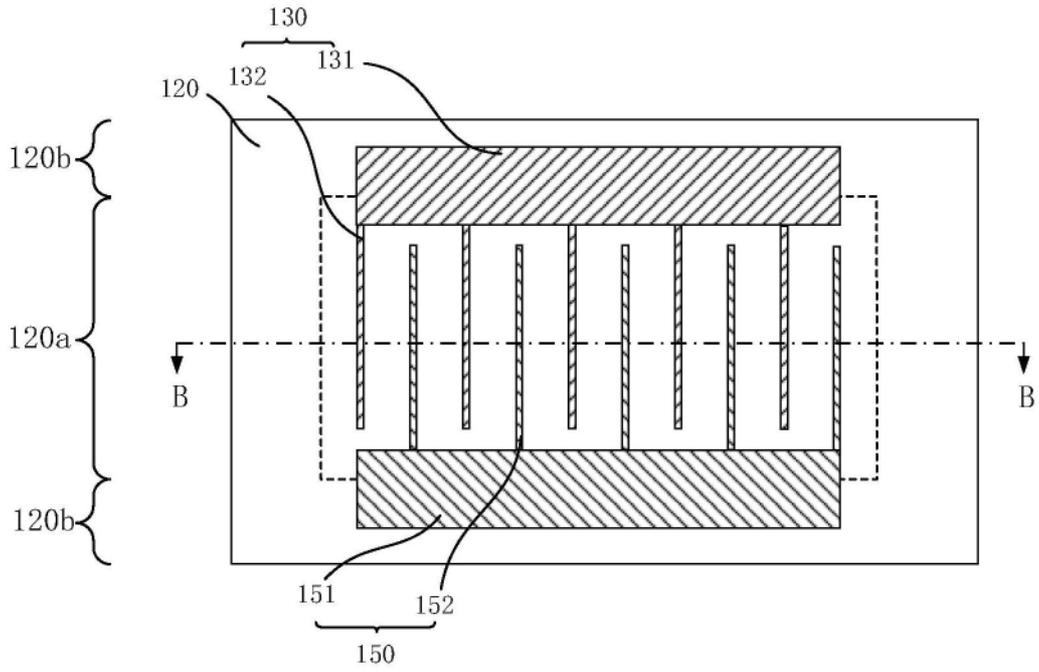


图17a

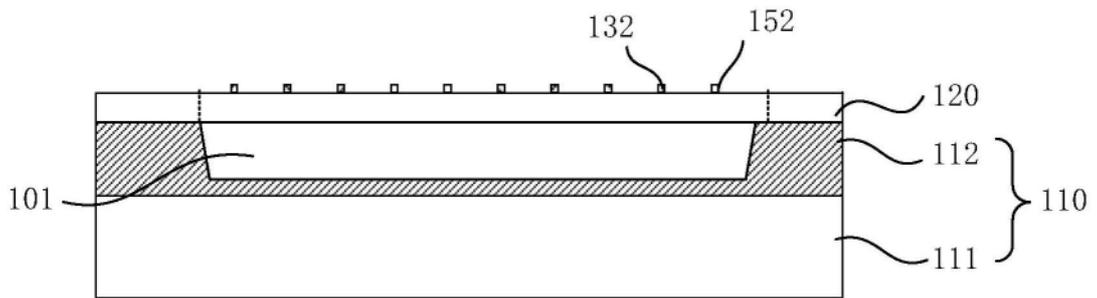


图17b

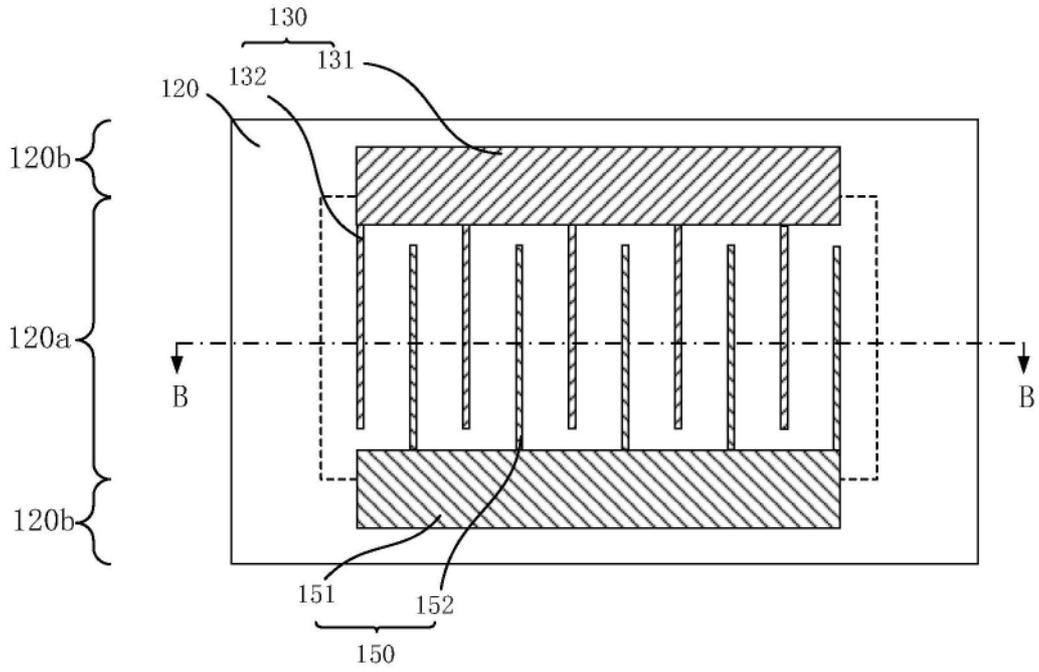


图18a

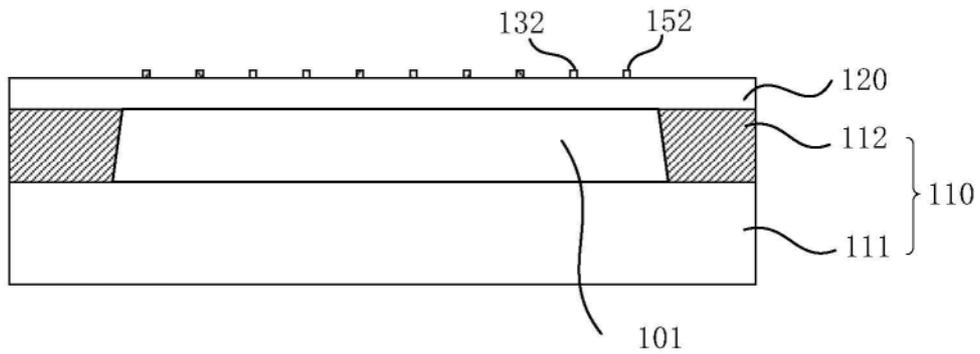


图18b

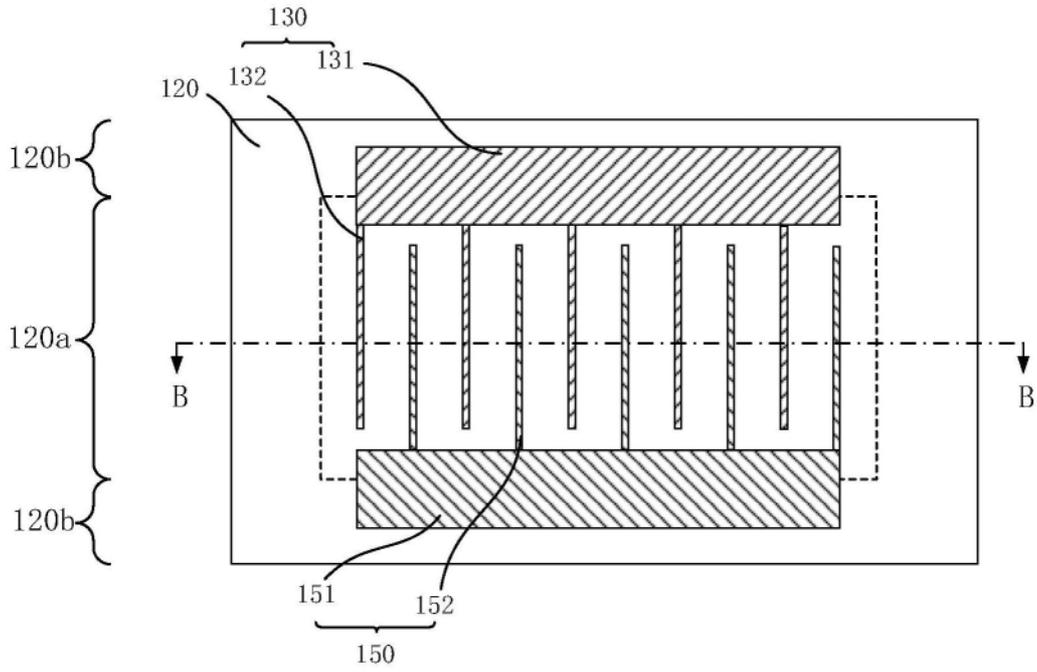


图19a

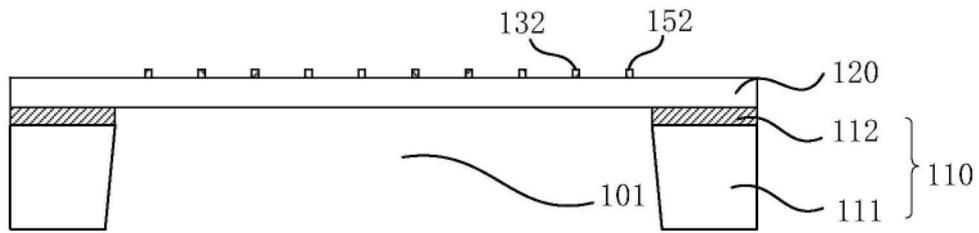


图19b

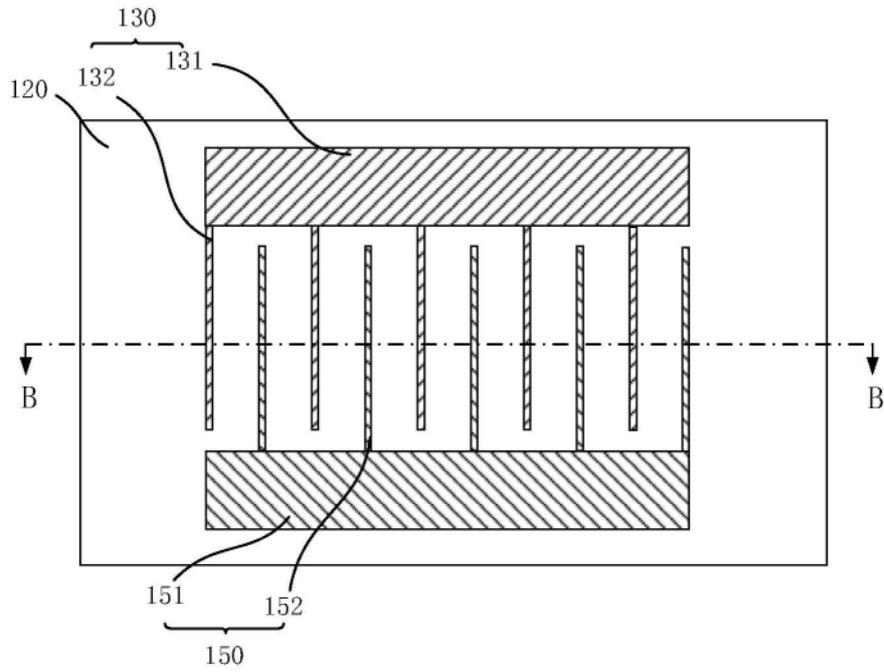


图20a

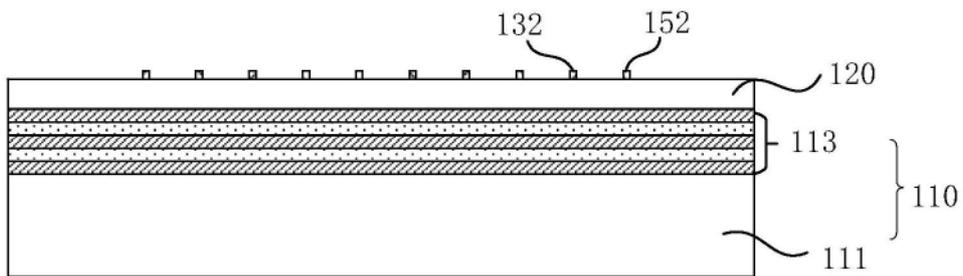


图20b

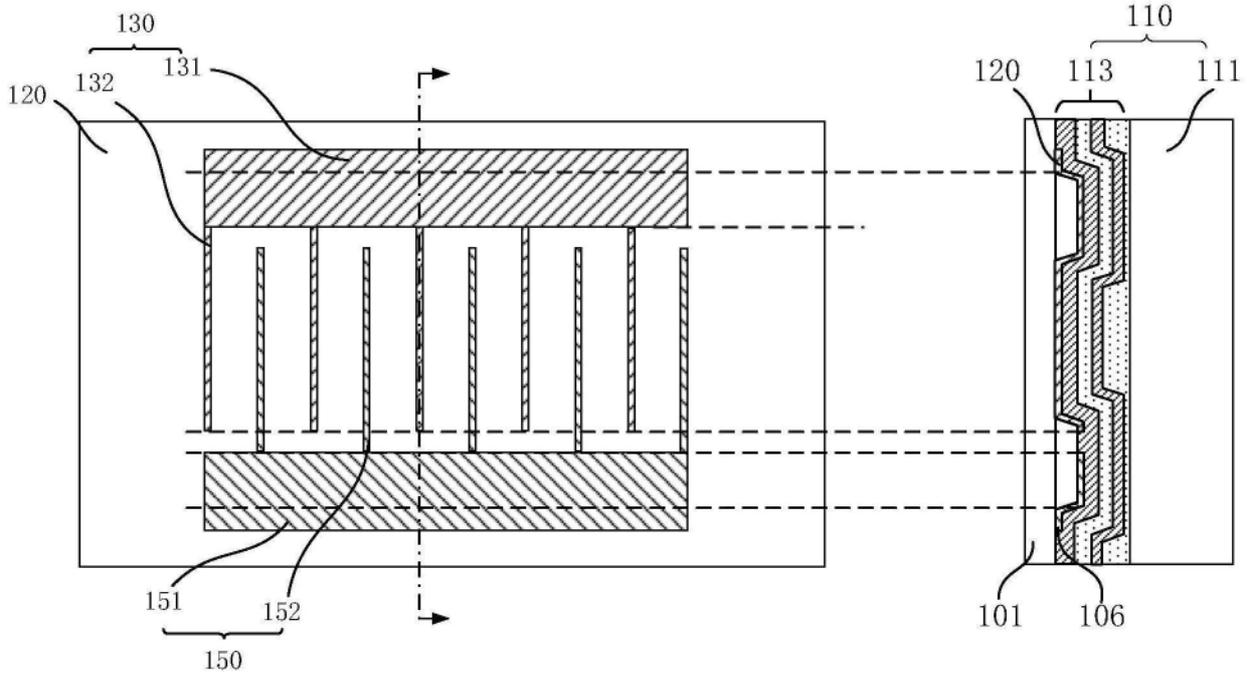


图21a

图21b

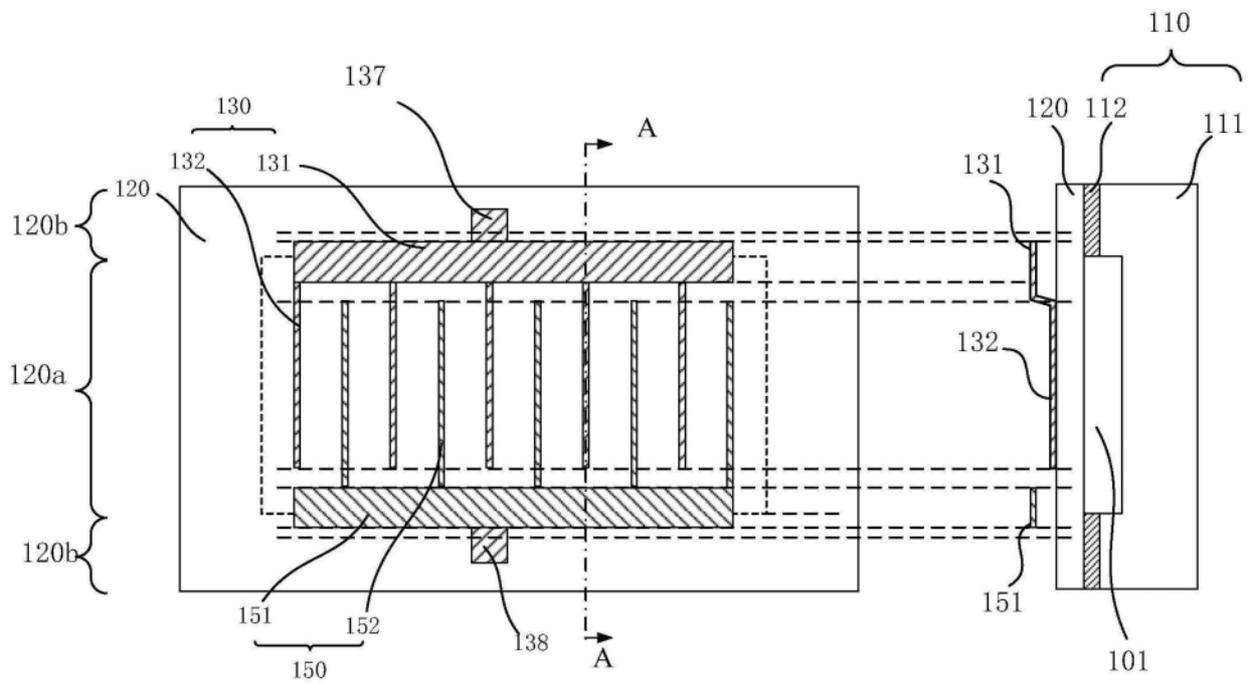


图22a

图22b

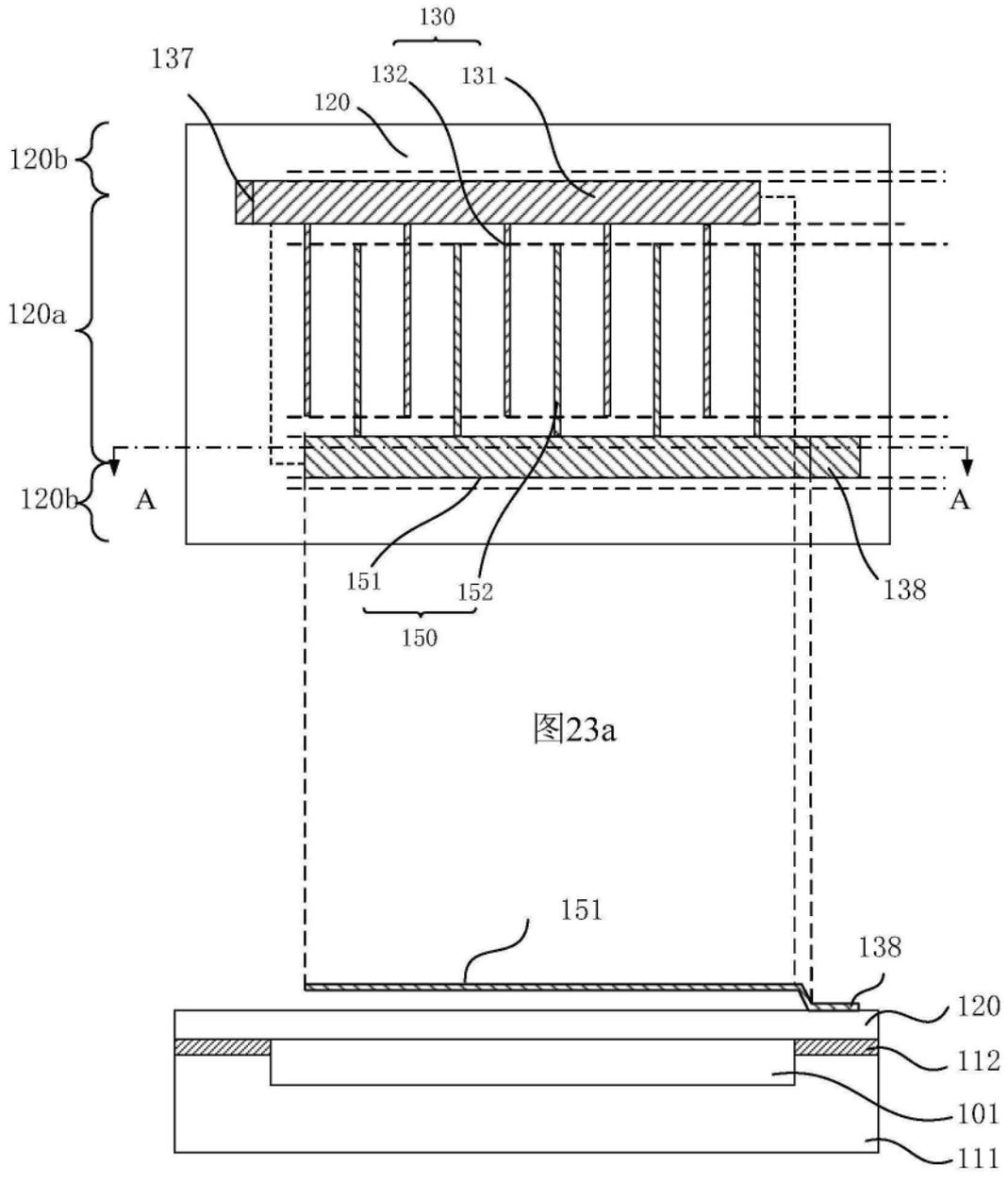


图23b

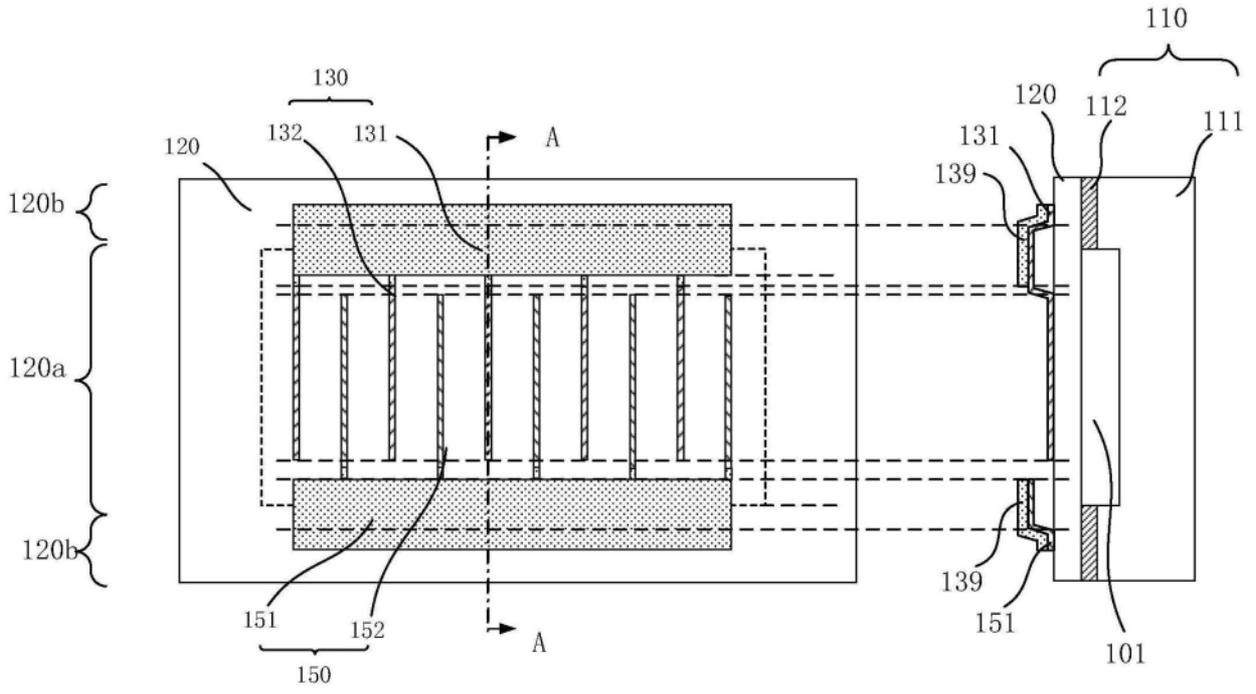


图24a

图24b