



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113810006 A

(43) 申请公布日 2021.12.17

(21) 申请号 202111053511.6

(22) 申请日 2021.09.08

(71) 申请人 常州承芯半导体有限公司

地址 213166 江苏省常州市武进区国家高
新技术产业开发区淹城南路518号

(72) 发明人 韩兴 周建

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限
公司 11227

代理人 吴敏

(51) Int. Cl.

H03H 9/02 (2006.01)

H03H 9/56 (2006.01)

H03H 9/58 (2006.01)

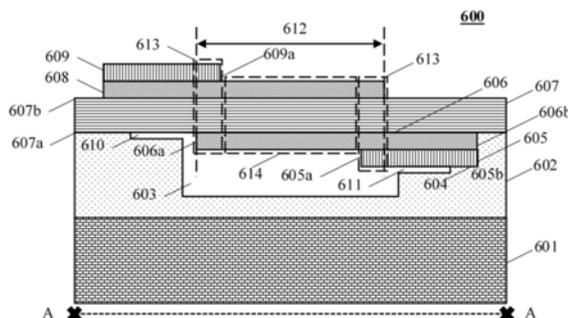
权利要求书3页 说明书30页 附图10页

(54) 发明名称

一种体声波谐振装置、滤波装置及射频前端
装置

(57) 摘要

本发明实施例提供一种体声波谐振装置、滤波装置及射频前端装置,其中,体声波谐振装置包括:第一层,第一层包括空腔;第一电极层,第一电极层的至少一端位于空腔内;压电层,位于第一电极层上,覆盖空腔,压电层包括第一侧及与第一侧相对的第二侧,第一电极层位于第一侧;第二电极层,位于第二侧,位于压电层上;以及至少一个侧空腔,位于第一层与压电层之间,嵌入第一层,与空腔相通,至少一个侧空腔的深度小于空腔的深度。在空腔的至少一边旁设置较浅的侧空腔,横向声波在压电层或电极层或边缘结构与侧空腔的交界处会发生反射,从而阻隔横向模态下朝向支撑层(例如,基底、中间层)传播的漏波,提升Q值。



1. 一种体声波谐振装置,其特征在于,包括:
第一层,所述第一层包括空腔;
第一电极层,所述第一电极层的至少一端位于所述空腔内;
压电层,沿垂直方向位于所述第一电极层上,覆盖所述空腔,所述压电层包括第一侧及与所述第一侧沿所述垂直方向相对的第二侧,所述第一电极层位于所述第一侧;
第二电极层,位于所述第二侧,沿所述垂直方向位于所述压电层上,所述第一电极层、所述第二电极层及所述压电层的重合区域为第一区域;以及
至少一个侧空腔,位于所述第一层与所述压电层之间,嵌入所述第一层,与所述空腔相通,所述至少一个侧空腔的深度小于所述空腔的深度,所述至少一个侧空腔沿水平方向位于所述第一区域外侧。
2. 如权利要求1所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔包括:第一侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第二电极层具有重合部。
3. 如权利要求1所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔包括:第二侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第一电极层之间,接触所述第一电极层,与所述第一电极层具有重合部。
4. 如权利要求1所述的体声波谐振装置,其特征在于,还包括:至少一个边缘结构,位于所述第一电极层和所述第二电极层的重合部的边缘。
5. 如权利要求4所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个边缘结构包括:第一边缘结构,位于所述第二侧,位于所述第二电极层上,其中,所述第一边缘结构包括第一围边部,所述第一围边部位于所述第二电极层上与所述第一电极层重合部的边缘上。
6. 如权利要求5所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第一围边部呈环状。
7. 如权利要求5所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第一边缘结构的材料包括金属。
8. 如权利要求4所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个边缘结构包括:第二边缘结构,所述第一电极层位于所述第二边缘结构上,其中,所述第二边缘结构包括第二围边部,所述第二围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二电极层重合部的边缘。
9. 如权利要求8所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第二围边部呈环状。
10. 如权利要求8所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第二边缘结构的材料包括金属。
11. 如权利要求8所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔包括:第三侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第二边缘结构之间,接触所述第二边缘结构,与所述第二边缘结构具有重合部。
12. 如权利要求4所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个边缘结构包括:第三边缘结构,位于所述第二侧,位于所述第二电极层上,其中,所述第三边缘结构包括第三围边部,所述第三围边部位于所述第二电极层上与所述第一电极层重合部的部分边缘上。
13. 如权利要求12所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个边缘结构还包括:第四边缘结构,所述第一电极层位于所述第四边缘结构上,其中,所述第四边缘结构包

括第四围边部,所述第四围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二电极层重合部的部分边缘。

14.如权利要求13所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第三围边部和所述第四围边部部分重合,形成环状围边。

15.如权利要求13所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第三边缘结构的材料包括金属,所述第四边缘结构的材料包括金属。

16.如权利要求13所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔包括:第四侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第四边缘结构之间,接触所述第四边缘结构,与所述第四边缘结构具有重合部。

17.如权利要求4所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个边缘结构包括:第五边缘结构,位于所述第二侧,位于所述压电层上,所述第五边缘结构包括第五围边部,所述第二电极层位于所述第五围边部内侧,所述第五围边部与所述第一电极层重合,其中,所述第二电极层上与所述第一电极层的重合部即第二电极层。

18.如权利要求17所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第五围边部呈环状。

19.如权利要求17所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第五边缘结构的材料包括金属。

20.如权利要求17所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔包括:第五侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第五边缘结构具有重合部。

21.如权利要求4所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个边缘结构包括第六边缘结构,位于所述第一侧,所述压电层还位于所述第六边缘结构上,所述第六边缘结构包括第六围边部,所述第六围边部位于所述空腔内,所述第一电极层位于所述第六围边部内侧,所述第六围边部与所述第二电极层重合,其中,所述第一电极层上与所述第二电极层的重合部即第一电极层。

22.如权利要求21所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第六围边部呈环状。

23.如权利要求21所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第六边缘结构的材料包括金属。

24.如权利要求21所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔包括:第六侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第六边缘结构之间,接触所述第六边缘结构,与所述第六边缘结构具有重合部。

25.如权利要求4所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个边缘结构包括第七边缘结构,位于所述第二侧,位于所述压电层上,所述第七边缘结构包括第七围边部,所述第七围边部位于所述第二电极层上与所述第一电极层重合部的部分边缘。

26.如权利要求25所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔包括:第七侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第七边缘结构具有重合部。

27.如权利要求25所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个边缘结构还包括第八边缘结构,位于所述第一侧,所述压电层还位于所述第八边缘结构上,所述第八边缘结构包括第八围边部,所述第八围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二

电极层重合部的部分边缘。

28. 如权利要求27所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第八围边部和所述第七围边部部分重合,形成环状围边。

29. 如权利要求27所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第七边缘结构的材料包括金属,所述第八边缘结构的材料包括金属。

30. 如权利要求27所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔包括:第八侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第八边缘结构之间,接触所述第八边缘结构,与所述第八边缘结构具有重合部。

31. 如权利要求1所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述第一层包括:中间层,所述中间层包括所述空腔,其中,所述中间层的材料包括以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。

32. 如权利要求31所述的体声波谐振装置,其特征在于,所述至少一个侧空腔位于所述中间层与所述压电层之间,嵌入所述中间层。

33. 一种滤波装置,其特征在于,包括:至少一个如权利要求1至32其中之一所述的体声波谐振装置。

34. 一种射频前端装置,其特征在于,包括:功率放大装置与至少一个如权利要求33所述的滤波装置;所述功率放大装置与所述滤波装置连接。

35. 一种射频前端装置,其特征在于,包括:低噪声放大装置与至少一个如权利要求33所述的滤波装置;所述低噪声放大装置与所述滤波装置连接。

36. 一种射频前端装置,其特征在于,包括:多工装置,所述多工装置包括至少一个如权利要求33所述的滤波装置。

一种体声波谐振装置、滤波装置及射频前端装置

技术领域

本发明涉及半导体技术领域,具体而言,本发明涉及一种体声波谐振装置、滤波装置及射频前端装置。

背景技术

[0001] 无线通信设备的射频(Radio Frequency,RF)前端芯片包括功率放大器、天线开关、射频滤波器、多工器和低噪声放大器等。其中,射频滤波器包括压电声表面波(Surface Acoustic Wave,SAW)滤波器、压电体声波(Bulk Acoustic Wave,BAW)滤波器、微机电系统(Micro-Electro-Mechanical System,MEMS)滤波器、集成无源装置(Integrated Passive Devices,IPD)滤波器等。

[0002] BAW谐振器的品质因数(Q值)较高,由BAW谐振器制作成低插入损耗、高带外抑制的射频滤波器,即BAW滤波器,是目前手机、基站等无线通信设备使用的主流射频滤波器。其中,Q值是谐振器的品质因数,定义为谐振器中心频率除以谐振器3dB带宽。Q值越高,表明谐振器的性能越好,制作出的滤波器的性能越好。BAW谐振器在振动过程中,将机械能转变为电能,或将电能转变为机械能,这种表示能量相互变换的程度用机电耦合系数(electro-mechanical coupling factor,即 k_{teff}^2)。

$$[0003] \quad k_{\text{teff}}^2 = \left(\frac{\pi}{2}\right) * \left(\frac{f_s}{f_p}\right) / \tan\left[\left(\frac{\pi}{2}\right) * \left(\frac{f_s}{f_p}\right)\right]$$

[0004] 其中, f_s 为谐振频率, f_p 为反谐振频率,当谐振器 k_{teff}^2 越大的时候,谐振器可制作的滤波器的带宽越大。BAW滤波器的使用频率一般为0.7GHz至7GHz。

[0005] 当无线通信技术逐步演进,所使用的频段越来越多,同时随着载波聚合等频段叠加使用技术的应用,无线频段之间的相互干扰变得愈发严重。高性能的BAW技术可以解决频段间的相互干扰问题。随着5G时代的到来,无线移动网络引入了更高的通信频段,而且频段更宽,当前只有BAW技术可以解决高频段高带宽的滤波问题。

[0006] BAW滤波器是由BAW谐振器组成,BAW谐振器通过金属-压电薄膜-金属换能器将电信号转换为声信号,再通过金属-压电薄膜-金属换能器将声信号转换回电信号。BAW滤波器在声信号区间对信号进行滤波器,由于在同频率下,声信号速度是电信号速度的约十万分之一,因此同频率的BAW滤波器的尺寸远小于电学射频滤波器。由于金属-压电薄膜-金属换能器是BAW谐振器的最主要构成部分,BAW谐振器的声学结构是否能够有效地限制漏波的能量泄露直接决定了BAW谐振器的机电耦合系数和Q值。5G移动通信技术对于BAW滤波器的通带带宽、插入损耗及带外抑制提出了更高的要求,上述三个指标与BAW谐振器的机电耦合系数和Q值相关,所以BAW谐振器的声学结构有待进一步地优化和改善。

[0007] 图1示出了一种BAW滤波器电路100,包括由多个BAW谐振器组成的梯形电路,其中, f_1 、 f_2 、 f_3 、 f_4 分别表示4种不同的频率。每个BAW谐振器内,谐振器压电层两侧的金属电极产生交替正负电压,压电层通过交替正负电压产生声波,该谐振器内的声波沿垂直于压电层的方向传播。为了形成谐振,声波需要在上金属电极的上表面和下金属电极的下表面产生

全反射,以形成驻声波。声波反射的条件是与上金属电极的上表面和下金属电极的下表面接触区域的声阻抗与金属电极的声阻抗有较大差别。

[0008] 薄膜体声波谐振器(Film Bulk Acoustic wave Resonator,FBAR)是一种可以把声波能量局限在器件内的BAW谐振器,该谐振器的谐振区上方是空气或真空,下方存在一个空腔。空气和真空的声阻抗与金属电极的声阻抗差别较大,声波可以在上金属电极的上表面和下金属电极的下表面全反射,形成驻波。

[0009] 图2示出了一种FBAR 200的剖面A结构示意图。所述FBAR 200包括:基底201,所述基底201上表面侧包括空腔203;电极层205,位于所述基底201及所述空腔203上;压电层207,位于所述基底201上,覆盖所述电极层205,所述压电层207包括凸起部207a,位于所述电极层205上方;电极层209,位于所述压电层207上,所述电极层209包括凸起部209a,位于所述凸起部207a上;其中,谐振区211(即,所述电极层205和所述凸起部209a的重合区域)位于所述空腔203上,与所述基底201有重合接触部。如果所述基底201的声阻抗和所述压电层207的声阻抗相近,所述谐振区211产生的横向声波会沿箭头的方向向非谐振区扩散,传播进入所述基底201,从而造成谐振器的Q值降低。

发明内容

[0010] 本发明解决的问题是提供一种体声波谐振装置,可以阻隔横向模态下朝向支撑层(例如,基底、中间层)传播的漏波,从而提高Q值。

[0011] 为解决上述问题,本发明实施例提供一种体声波谐振装置,包括:第一层,所述第一层包括空腔;第一电极层,所述第一电极层的至少一端位于所述空腔内;压电层,沿垂直方向位于所述第一电极层上,覆盖所述空腔,所述压电层包括第一侧及与所述第一侧沿所述垂直方向相对的第二侧,所述第一电极层位于所述第一侧,所述第一电极层、所述第二电极层及所述压电层的重合区域为第一区域;第二电极层,位于所述第二侧,沿所述垂直方向位于所述压电层上;以及至少一个侧空腔,位于所述第一层与所述压电层之间,嵌入所述第一层,与所述空腔相通,所述至少一个侧空腔的深度小于所述空腔的深度,所述至少一个侧空腔沿水平方向位于所述第一区域外侧。

[0012] 需要说明的是,在空腔的至少一边旁,谐振区外侧设置较浅的侧空腔,侧空腔内的真空或空气的声阻抗与压电层或电极层或边缘结构的声阻抗不匹配(即,声阻抗不同),横向声波在压电层或电极层或边缘结构与侧空腔的交界处会发生反射,从而阻隔横向模态下朝向支撑层(例如,基底、中间层)传播的漏波,提升Q值。

[0013] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第一侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第二电极层具有重合部。

[0014] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第二侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第一电极层之间,接触所述第一电极层,与所述第一电极层具有重合部。

[0015] 在一些实施例中,所述体声波谐振装置还包括:至少一个边缘结构,位于所述第一电极层和所述第二电极层的重合部的边缘。

[0016] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括:第一边缘结构,位于所述第二侧,位于所述第二电极层上,其中,所述第一边缘结构包括第一围边部,所述第一围边部位于所

述第二电极层上与所述第一电极层重合部的边缘上。

[0017] 在一些实施例中,所述第一围边部呈环状。

[0018] 在一些实施例中,所述第一边缘结构的材料包括金属。

[0019] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括:第二边缘结构,所述第一电极层位于所述第二边缘结构上,其中,所述第二边缘结构包括第二围边部,所述第二围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二电极层重合部的边缘。

[0020] 在一些实施例中,所述第二围边部呈环状。

[0021] 在一些实施例中,所述第二边缘结构的材料包括金属。

[0022] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第三侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第二边缘结构之间,接触所述第二边缘结构,与所述第二边缘结构具有重合部。

[0023] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括:第三边缘结构,位于所述第二侧,位于所述第二电极层上,其中,所述第三边缘结构包括第三围边部,所述第三围边部位于所述第二电极层上与所述第一电极层重合部的部分边缘上。

[0024] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构还包括:第四边缘结构,所述第一电极层位于所述第四边缘结构上,其中,所述第四边缘结构包括第四围边部,所述第四围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二电极层重合部的部分边缘。

[0025] 在一些实施例中,所述第三围边部和所述第四围边部部分重合,形成环状围边。

[0026] 在一些实施例中,所述第三边缘结构的材料包括金属,所述第四边缘结构的材料包括金属。

[0027] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第四侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第四边缘结构之间,接触所述第四边缘结构,与所述第四边缘结构具有重合部。

[0028] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括:第五边缘结构,位于所述第二侧,位于所述压电层上,所述第五边缘结构包括第五围边部,所述第二电极层位于所述第五围边部内侧,所述第五围边部与所述第一电极层重合,其中,所述第二电极层上与所述第一电极层的重合部即第二电极层。

[0029] 在一些实施例中,所述第五围边部呈环状。

[0030] 在一些实施例中,所述第五边缘结构的材料包括金属。

[0031] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第五侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第五边缘结构具有重合部。

[0032] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括第六边缘结构,位于所述第一侧,所述压电层还位于所述第六边缘结构上,所述第六边缘结构包括第六围边部,所述第六围边部位于所述空腔内,所述第一电极层位于所述第六围边部内侧,所述第六围边部与所述第二电极层重合,其中,所述第一电极层上与所述第二电极层的重合部即第一电极层。

[0033] 在一些实施例中,所述第六围边部呈环状。

[0034] 在一些实施例中,所述第六边缘结构的材料包括金属。

[0035] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第六侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第六边缘结构之间,接触所述第六边缘结构,与所

述第六边缘结构具有重合部。

[0036] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括第七边缘结构,位于所述第二侧,位于所述压电层上,所述第七边缘结构包括第七围边部,所述第七围边部位于所述第二电极层上与所述第一电极层重合部的部分边缘。

[0037] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第七侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第七边缘结构具有重合部。

[0038] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构还包括第八边缘结构,位于所述第一侧,所述压电层还位于所述第八边缘结构上,所述第八边缘结构包括第八围边部,所述第八围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二电极层重合部的部分边缘。

[0039] 在一些实施例中,所述第八围边部和所述第七围边部部分重合,形成环状围边。

[0040] 在一些实施例中,所述第七边缘结构的材料包括金属,所述第八边缘结构的材料包括金属。

[0041] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第八侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第八边缘结构之间,接触所述第八边缘结构,与所述第八边缘结构具有重合部。

[0042] 在一些实施例中,所述第一层包括:中间层,所述中间层包括所述空腔,其中,所述中间层的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。

[0043] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔位于所述中间层与所述压电层之间,嵌入所述中间层。

[0044] 本发明实施例还提供一种滤波装置,包括但不限于:至少一个上述实施例其中之一提供的体声波谐振装置。

[0045] 本发明实施例还提供一种射频前端装置,包括但不限于:功率放大装置与至少一个上述实施例提供的滤波装置;所述功率放大装置与所述滤波装置连接。

[0046] 本发明实施例还提供一种射频前端装置,包括但不限于:低噪声放大装置与至少一个上述实施例提供的滤波装置;所述低噪声放大装置与所述滤波装置连接。

[0047] 本发明实施例还提供一种射频前端装置,包括但不限于:多工装置,所述多工装置包括至少一个上述实施例提供的滤波装置。

附图说明

[0048] 图1是一种BAW滤波器电路100的结构示意图;

[0049] 图2是一种FBAR 200的剖面A结构示意图;

[0050] 图3a是本发明实施例的一种体声波谐振装置300的剖面A结构示意图;

[0051] 图3b是一种六方晶系晶粒的结构示意图;

[0052] 图3c (i) 是一种正交晶系晶粒的结构示意图;

[0053] 图3c (ii) 是一种四方晶系晶粒的结构示意图;

[0054] 图3c (iii) 是一种立方晶系晶粒的结构示意图;

[0055] 图3d是本发明实施例的一种体声波谐振装置300的性能示意图;

[0056] 图3e是本发明实施例的一种体声波谐振装置300的俯视结构示意图;

[0057] 图4a是本发明实施例的一种体声波谐振装置400的剖面A结构示意图;

- [0058] 图4b是本发明实施例的一种体声波谐振装置400的俯视结构示意图；
- [0059] 图5a是本发明实施例的一种体声波谐振装置500的剖面A结构示意图；
- [0060] 图5b是本发明实施例的一种体声波谐振装置500的俯视结构示意图；
- [0061] 图6a是本发明实施例的一种体声波谐振装置600的剖面A结构示意图；
- [0062] 图6b是本发明实施例的一种体声波谐振装置600的俯视结构示意图；
- [0063] 图6c是本发明实施例的一种体声波谐振装置600的剖面B结构示意图；
- [0064] 图7a是本发明实施例的一种体声波谐振装置700的剖面A结构示意图；
- [0065] 图7b是本发明实施例的一种体声波谐振装置700的俯视结构示意图；
- [0066] 图8是本发明实施例的一种体声波谐振装置800的剖面A结构示意图；
- [0067] 图9是本发明实施例的一种体声波谐振装置900的剖面A结构示意图；
- [0068] 图10a是本发明实施例的一种体声波谐振装置1000的剖面A结构示意图；
- [0069] 图10b是本发明实施例的一种体声波谐振装置1000的俯视结构示意图；
- [0070] 图10c是本发明实施例的一种体声波谐振装置1000的剖面B结构示意图；
- [0071] 图11是本发明实施例的一种体声波谐振装置1100的剖面A结构示意图。

具体实施方式

[0072] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。

[0073] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明，但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其它方式来实施，因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0074] 如背景技术部分所述，如果基底的声阻抗和压电层的声阻抗相近，谐振区产生的横向声波会沿箭头的方向非谐振区扩散，传播进入基底，从而造成谐振器的Q值降低。

[0075] 本发明的发明人发现在空腔的至少一边旁，谐振区外侧设置较浅的侧空腔，侧空腔内的真空或空气的声阻抗与压电层或电极层或边缘结构的声阻抗不匹配（即，声阻抗不同），横向声波在压电层或电极层或边缘结构与侧空腔的交界处会发生反射，从而阻隔横向模态下朝向支撑层（例如，基底、中间层）传播的漏波，提升Q值。

[0076] 本发明实施例提供一种体声波谐振装置，包括：第一层，所述第一层包括空腔；第一电极层，所述第一电极层的至少一端位于所述空腔内；压电层，沿垂直方向位于所述第一电极层上，覆盖所述空腔，所述压电层包括第一侧及与所述第一侧沿所述垂直方向相对的第二侧，所述第一电极层位于所述第一侧；第二电极层，沿所述垂直方向位于所述第二侧，位于所述压电层上，所述第一电极层、所述第二电极层及所述压电层的重合区域为第一区域；以及至少一个侧空腔，位于所述第一层与所述压电层之间，嵌入所述第一层，与所述空腔相通，所述至少一个侧空腔的深度小于所述空腔的深度，所述至少一个侧空腔沿水平方向位于所述第一区域外侧（即，与所述第一区域无重合部）。

[0077] 需要说明的是，在空腔的至少一边旁，谐振区外侧，设置较浅的侧空腔，侧空腔内的真空或空气的声阻抗与压电层或电极层或边缘结构的声阻抗不匹配（即，声阻抗不同），横向声波在压电层或电极层或边缘结构与侧空腔的交界处会发生反射，从而阻隔横向模态下朝向支撑层（例如，基底、中间层）传播的漏波，提升Q值。

[0078] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第一侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第二电极层具有重合部。

[0079] 在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第二侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第一电极层之间,接触所述第一电极层,与所述第一电极层具有重合部。

[0080] 在一些实施例中,所述体声波谐振装置还包括:至少一个边缘结构,位于所述第一电极层和所述第二电极层的重合部的边缘。

[0081] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括:第一边缘结构,位于所述第二侧,位于所述第二电极层上,其中,所述第一边缘结构包括第一围边部,所述第一围边部位于所述第二电极层上与所述第一电极层重合部的边缘上。在一些实施例中,所述第一围边部呈环状。在一些实施例中,所述第一边缘结构的材料包括金属。

[0082] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括:第二边缘结构,所述第一电极层位于所述第二边缘结构上,其中,所述第二边缘结构包括第二围边部,所述第二围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二电极层重合部的边缘。在一些实施例中,所述第二围边部呈环状。在一些实施例中,所述第二边缘结构的材料包括金属。在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第三侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第二边缘结构之间,接触所述第二边缘结构,与所述第二边缘结构具有重合部。

[0083] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括:第三边缘结构,位于所述第二侧,位于所述第二电极层上,其中,所述第三边缘结构包括第三围边部,所述第三围边部位于所述第二电极层上与所述第一电极层重合部的部分边缘上。在一些实施例中,所述至少一个边缘结构还包括:第四边缘结构,所述第一电极层位于所述第四边缘结构上,其中,所述第四边缘结构包括第四围边部,所述第四围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二电极层重合部的部分边缘。在一些实施例中,所述第三围边部和所述第四围边部部分重合,形成环状围边。在一些实施例中,所述第三边缘结构的材料包括金属,所述第四边缘结构的材料包括金属。在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第四侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第四边缘结构之间,接触所述第四边缘结构,与所述第四边缘结构具有重合部。

[0084] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括:第五边缘结构,位于所述第二侧,位于所述压电层上,所述第五边缘结构包括第五围边部,所述第二电极层位于所述第五围边部内侧,所述第五围边部与所述第一电极层重合,其中,所述第二电极层上与所述第一电极层的重合部即第二电极层。在一些实施例中,所述第五围边部呈环状。在一些实施例中,所述第五边缘结构的材料包括金属。在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第五侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第五边缘结构具有重合部。

[0085] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括第六边缘结构,位于所述第一侧,所述压电层还位于所述第六边缘结构上,所述第六边缘结构包括第六围边部,所述第六围边部位于所述空腔内,所述第一电极层位于所述第六围边部内侧,所述第六围边部与所述第二电极层重合,其中,所述第一电极层上与所述第二电极层的重合部即第一电极层。在一些

实施例中,所述第六围边部呈环状。在一些实施例中,所述第六边缘结构的材料包括金属。在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第六侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第六边缘结构之间,接触所述第六边缘结构,与所述第六边缘结构具有重合部。

[0086] 在一些实施例中,所述至少一个边缘结构包括第七边缘结构,位于所述第二侧,位于所述压电层上,所述第七边缘结构包括第七围边部,所述第七围边部位于所述第二电极层上与所述第一电极层重合部的部分边缘。在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第七侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,接触所述压电层,与所述第七边缘结构具有重合部。在一些实施例中,所述至少一个边缘结构还包括第八边缘结构,位于所述第一侧,所述压电层还位于所述第八边缘结构上,所述第八边缘结构包括第八围边部,所述第八围边部位于所述空腔内,位于所述第一电极层上与所述第二电极层重合部的部分边缘。在一些实施例中,所述第八围边部和所述第七围边部部分重合,形成环状围边。在一些实施例中,所述第七边缘结构的材料包括金属,所述第八边缘结构的材料包括金属。在一些实施例中,所述至少一个侧空腔包括:第八侧空腔,沿所述水平方向位于所述第一区域外侧,位于所述第一层与所述第八边缘结构之间,接触所述第八边缘结构,与所述第八边缘结构具有重合部。

[0087] 在一些实施例中,所述第一层包括:中间层,所述中间层包括所述空腔,其中,所述中间层的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。在一些实施例中,所述至少一个侧空腔位于所述中间层与所述压电层之间,嵌入所述中间层。

[0088] 本发明实施例还提供一种滤波装置,包括但不限于:至少一个上述实施例其中之一提供的体声波谐振装置。

[0089] 本发明实施例还提供一种射频前端装置,包括但不限于:功率放大装置与至少一个上述实施例提供的滤波装置;所述功率放大装置与所述滤波装置连接。

[0090] 本发明实施例还提供一种射频前端装置,包括但不限于:低噪声放大装置与至少一个上述实施例提供的滤波装置;所述低噪声放大装置与所述滤波装置连接。

[0091] 本发明实施例还提供一种射频前端装置,包括但不限于:多工装置,所述多工装置包括至少一个上述实施例提供的滤波装置。

[0092] 图3至图11示出了本发明的多个具体实施例,所述多个具体实施例采用不同结构的谐振装置,但是本发明还可以采用其他不同于在此描述的其他方式来实施,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。

[0093] 图3a是本发明实施例的一种体声波谐振装置300的剖面A结构示意图。

[0094] 如图3a所示,本发明实施例提供一种体声波谐振装置300包括:基底301;中间层302,位于所述基底301上,所述中间层302的上表面侧包括空腔303和凹槽304,其中,所述凹槽304位于所述空腔303的一侧并和所述空腔303相通,所述凹槽304的深度小于所述空腔303的深度;电极层305,所述电极层305的第一端305a位于所述空腔303内,所述电极层305的第二端305b位于所述凹槽304内,其中,所述凹槽304的深度等于所述电极层305的厚度;压电层306,位于所述电极层305及所述中间层302上,覆盖所述空腔303,其中,所述压电层306包括第一侧306a及所述第一侧306a相对的第二侧306b,所述电极层305及所述中间层302位于所述第一侧306a;电极层307,位于所述第二侧306b,位于所述压电层306上;侧空腔

308,位于所述第一侧306a,位于所述中间层302和所述压电层306之间,嵌入所述中间层302,和所述空腔303相通,所述侧空腔308接触所述压电层306;以及侧空腔309,位于所述中间层302和所述电极层305之间,嵌入所述中间层302,和所述空腔303相通;其中,所述侧空腔308的深度小于所述空腔303的深度,所述侧空腔309的深度小于所述空腔303的深度。

[0095] 本实施例中,所述电极层305、所述压电层306及所述电极层307的重合区域为谐振区,所述侧空腔308及所述侧空腔309位于所述谐振区水平方向上的外侧。

[0096] 本实施例中,所述基底301的材料包括但不限于以下至少之一:硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0097] 本实施例中,所述中间层302的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中,所述聚合物包括但不限于以下至少之一:苯并环丁烯(即,BCB)、光感环氧树脂光刻胶(例如,SU-8)、聚酰亚胺。本实施例中,所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一:氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0098] 本实施例中,所述电极层305的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钇、钨、铂、铌、铝、铍。

[0099] 本实施例中,所述压电层306为平层,还覆盖所述中间层302的上表面侧。本实施例中,所述压电层306的材料包括但不限于以下至少之一:氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0100] 本实施例中,所述压电层306包括多个晶粒,所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒,其中,所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。如图3b所示,对于六方晶系的晶粒,例如氮化铝晶粒,采用ac立体坐标系(包括a轴及c轴)表示。如图3c所示,对于(i)正交晶系($a \neq b \neq c$)、(ii)四方晶系($a = b \neq c$)、(iii)立方晶系($a = b = c$)等的晶粒,采用xyz立体坐标系(包括x轴、y轴及z轴)表示。除上述两个实例,晶粒还可以基于其他所属技术领域的技术人员知晓的坐标系表示,因此本发明不受上述两个实例的限制。

[0101] 本实施例中,所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示,所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示,其中,所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及沿第三方向第三坐标轴,所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴,其中,所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高,所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0102] 本实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是,所述第一方向和所述第二方向相同指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第一方向和所述第二方向相反指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0103] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为ac立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一c轴,所述第三坐标轴为第一a轴;所述第二立体坐标系为ac立体坐标系,所述第二坐标轴为第二c轴,所述第四坐标轴为第二a轴,其中,所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0104] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴,所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中,所述第一方向和所

述第二方向相同或相反,所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是,所述第三方向和所述第四方向相同指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第三方向和所述第四方向相反指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0105] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一z轴,所述第三坐标轴为第一y轴,所述第五坐标轴为第一x轴;所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系,所述第二坐标轴为第二z轴,所述第四坐标轴为第二y轴,所述第六坐标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0106] 本实施例中,所述压电层306包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。需要说明的是,摇摆曲线(Rocking curve)描述某一特定晶面(衍射角确定的晶面)在样品中角发散大小,通过平面坐标系表示,其中,横坐标为该晶面与样品面的夹角,纵坐标则表示在某一夹角下,该晶面的衍射强度,摇摆曲线用于表示晶体质量,半峰宽角度越小说明晶体质量越好。此外,半峰宽(Full Width at Half Maximum,FWHM)指在函数的一个峰当中,前后两个函数值等于峰值一半的点之间的距离。

[0107] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层306可以使所述压电层306不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0108] 本实施例中,所述电极层307的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钎、钨、铂、铌、铝、铍。

[0109] 本实施例中,所述电极层305上与所述电极层307重合的部分位于所述空腔303内;所述电极307上与所述电极305重合的部分位于所述空腔303上方。

[0110] 本实施例中,所述空腔303位于所述侧空腔308内侧(即,指向所述滤波装置300中轴线的一侧),所述空腔303还位于所述侧空腔309内侧。本实施例中,所述电极层307位于所述侧空腔308上方,与所述侧空腔308具有重合部;所述电极层305位于所述侧空腔309上,与所述侧空腔309具有重合部。

[0111] 需要说明的是,所述侧空腔308内真空状态或空气的声阻抗小于所述压电层306的声阻抗,所述侧空腔309内真空状态或空气的声阻抗小于所述电极层305的声阻抗,横向模态的声波在所述侧空腔308和所述压电层306的交界处及所述侧空腔309和所述电极层305的交界处发生反射,从而阻隔横向模态下朝向所述中间层302传播的漏波,提升了Q值。为了更直观地理解该有益效果,请参见图3d,品质因数曲线310表示无侧空腔的BAW谐振装置的归一化Q值,品质因数曲线311表示包括侧空腔(例如,所述侧空腔308或所述侧空腔309)的BAW谐振装置的归一化Q值。需要说明的是,图3d仅是示意性的,用于更直观地理解本发明实施例的有益效果,但并不等同本发明实施例的BAW谐振装置的实际性能。

[0112] 图3e是本发明实施例的一种体声波谐振装置300的俯视结构示意图。

[0113] 如图3e所示,本实施例中,所述空腔303呈八边形,对应所述电极层305与所述电极层307的重合部的形状。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的空腔,

例如六边形、五边形等,也可以应用于本发明实施例。本实施例中,所述侧空腔308与所述空腔303的第一边相邻,所述侧空腔309与所述空腔303的第二边相邻。

[0114] 图4a是本发明实施例的一种体声波谐振装置400的剖面A结构示意图。

[0115] 如图4a所示,本发明实施例提供一种体声波谐振装置400包括:基底401;中间层402,位于所述基底401上,所述中间层402的上表面侧包括空腔403和凹槽404,其中,所述凹槽404位于所述空腔403的一侧并和所述空腔403相通,所述凹槽404的深度小于所述空腔403的深度;电极层405,所述电极层405的第一端405a位于所述空腔403内,所述电极层405的第二端405b位于所述凹槽404内,其中,所述凹槽404的深度等于所述电极层405的厚度;压电层406,位于所述电极层405及所述中间层402上,覆盖所述空腔403,其中,所述压电层406包括第一侧406a及所述第一侧406a相对的第二侧406b,所述电极层405及所述中间层402位于所述第一侧406a;电极层407,位于所述第二侧406b,位于所述压电层406上;边缘结构408,位于所述第二侧406b,位于所述电极层407上,所述压电层406和所述边缘结构408分别位于所述电极层407两侧,其中,所述边缘结构408包括围边部408a,位于所述电极层407上与所述电极层405重合部的边缘上;以及侧空腔409,位于所述中间层402和所述电极层405之间,嵌入所述中间层402,和所述空腔403相通;其中,所述侧空腔409的深度小于所述空腔403的深度。

[0116] 由图4a可见,谐振区410(即,所述电极层405和所述电极层407的重合区域)相对于所述空腔403悬空,与所述中间层402没有重合部,从而阻隔横向模态在所述谐振区410水平方向边缘处的声波漏入所述中间层402,可以提高Q值。

[0117] 本实施例中,所述侧空腔409位于所述谐振区410水平方向上的外侧。

[0118] 本实施例中,所述基底401的材料包括但不限于以下至少之一:硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0119] 本实施例中,所述中间层402的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中,所述聚合物包括但不限于以下至少之一:苯并环丁烯(即,BCB)、光感环氧树脂光刻胶(例如,SU-8)、聚酰亚胺。本实施例中,所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一:氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0120] 本实施例中,所述电极层405的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钎、钨、铂、铌、铝、铍。

[0121] 本实施例中,所述压电层406为平层,还覆盖所述中间层402的上表面侧。本实施例中,所述压电层406的材料包括但不限于以下至少之一:氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0122] 本实施例中,所述压电层406包括多个晶粒,所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒,其中,所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。

[0123] 本实施例中,所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示,所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示,其中,所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及沿第三方向第三坐标轴,所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴,其中,所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高,所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0124] 本实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是,所述第一方向和所述第二方向相同指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第一方向和所述第二方向相反指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0125] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为ac立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一c轴,所述第三坐标轴为第一a轴;所述第二立体坐标系为ac立体坐标系,所述第二坐标轴为第二c轴,所述第四坐标轴为第二a轴,其中,所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0126] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴,所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反,所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是,所述第三方向和所述第四方向相同指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第三方向和所述第四方向相反指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0127] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一z轴,所述第三坐标轴为第一y轴,所述第五坐标轴为第一x轴;所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系,所述第二坐标轴为第二z轴,所述第四坐标轴为第二y轴,所述第六坐标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0128] 本实施例中,所述压电层406包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。

[0129] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层406可以使所述压电层406不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0130] 本实施例中,所述电极层407的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钎、钨、铂、铌、铝、铍。

[0131] 本实施例中,所述电极层405上与所述电极层407重合的部分位于所述空腔403内;所述电极407上与所述电极405重合的部分位于所述空腔403上方。

[0132] 本实施例中,所述边缘结构408的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构408的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钎、钨、铂、铌、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构408的材料和所述电极层407的材料相同。在另一个实施例中,压电层上方的边缘结构的材料和上电极层的材料可以不同。

[0133] 本实施例中,所述围边部408a位于所述谐振区410内,为所述谐振区410的围边。需要说明的是,所述谐振区410内的边缘部411的声阻抗大于所述谐振区410内的中间部412的声阻抗,所述边缘部411的声阻抗大于非谐振区的声阻抗,从而使横向模态的声波在所述谐振区410水平方向边缘处反射,留在所述谐振区410内,可以提高Q值。

[0134] 本实施例中,所述围边部408a的内侧(即,朝向所述谐振装置400中轴线的一侧)为

直面。在另一个实施例中，围边部的内侧可以为坡面。

[0135] 本实施例中，所述空腔403位于所述侧空腔409内侧。本实施例中，所述电极层405位于所述侧空腔409上，与所述侧空腔409具有重合部。

[0136] 需要说明的是，所述侧空腔409内真空状态或空气的声阻抗小于所述电极层405的声阻抗，横向模态的声波在所述侧空腔409和所述电极层405的交界处发生反射，从而阻隔横向模态下朝向所述中间层402传播的漏波，提升了Q值。

[0137] 图4b是本发明实施例的一种体声波谐振装置400的俯视结构示意图。

[0138] 如图4b所示，本实施例中，所述围边部408a呈环状。本实施例中，所述围边部408a呈八边形。需要说明的是，所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的围边部，例如六边形、五边形等，也可以应用于本发明实施例。

[0139] 如图4b所示，本实施例中，所述空腔403呈八边形。需要说明的是，所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的空腔，例如六边形、五边形等，也可以应用于本发明实施例。本实施例中，所述侧空腔409与所述空腔403的第一边相邻。

[0140] 图5a是本发明实施例的一种体声波谐振装置500的剖面A结构示意图。

[0141] 如图5a所示，本发明实施例提供一种体声波谐振装置500包括：基底501；中间层502，位于所述基底501上，所述中间层502的上表面侧包括空腔503和凹槽504，其中，所述凹槽504位于所述空腔503的一侧并和所述空腔503相通，所述凹槽504的深度小于所述空腔503的深度；边缘结构505，包括围边部505a，所述围边部505a位于所述空腔503内，及延伸部505b，所述延伸部505b的一端连接所述围边部505a，所述延伸部505b的另一端位于所述凹槽504内；电极层506，位于所述边缘结构505上，所述电极层506的第一端506a位于所述空腔503内，所述电极层506的第二端506b位于所述凹槽504内，其中，所述凹槽504的深度等于所述边缘结构505与所述电极层506的厚度之和；压电层507，位于所述电极层506及所述中间层502上，覆盖所述空腔503，其中，所述压电层507包括第一侧507a及所述第一侧507a相对的第二侧507b，所述电极层506及所述中间层502位于所述第一侧507a；电极层508，位于所述第二侧507b，位于所述压电层507上；其中，所述围边部505a，位于所述电极层506上与所述电极层508重合部的边缘处；以及侧空腔509，位于所述第一侧507a，位于所述中间层502和所述压电层507之间，嵌入所述中间层502，和所述空腔503相通，所述侧空腔509接触所述压电层507；其中，所述侧空腔509的深度小于所述空腔503的深度。

[0142] 由图5a可见，谐振区510（即，所述电极层506和所述电极层508的重合区域）相对于所述空腔503悬空，与所述中间层502没有重合部，从而阻隔横向模态在所述谐振区510水平方向边缘处的声波漏入所述中间层502，可以提高Q值。

[0143] 本实施例中，所述侧空腔509位于所述谐振区510水平方向上的外侧。

[0144] 本实施例中，所述基底501的材料包括但不限于以下至少之一：硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0145] 本实施例中，所述中间层502的材料包括但不限于以下至少之一：聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中，所述聚合物包括但不限于以下至少之一：苯并环丁烯（即，BCB）、光感环氧树脂光刻胶（例如，SU-8）、聚酰亚胺。本实施例中，所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一：氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0146] 本实施例中，所述边缘结构505的材料包括金属。本实施例中，所述边缘结构505的

材料包括但不限于以下至少之一：钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。本实施例中，所述边缘结构505的材料和所述电极层506的材料相同。在另一个实施例中，压电层下方的边缘结构的材料和下电极层的材料可以不同。

[0147] 本实施例中，所述围边部505a位于所述谐振区510内，为所述谐振区510的围边。需要说明的是，所述谐振区510内的边缘部511的声阻抗大于所述谐振区510内的中间部512的声阻抗，所述边缘部511的声阻抗大于非谐振区的声阻抗，从而使横向模态的声波在所述谐振区510水平方向边缘处反射，留在所述谐振区510内，可以提高Q值。

[0148] 本实施例中，所述围边部505a的内侧（即，朝向所述谐振装置500中轴线的一侧）为直面。在另一个实施例中，围边部的内侧可以为坡面。

[0149] 本实施例中，所述电极层506的材料包括但不限于以下至少之一：钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。

[0150] 本实施例中，所述压电层507为平层，还覆盖所述中间层502的上表面侧。本实施例中，所述压电层507的材料包括但不限于以下至少之一：氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0151] 本实施例中，所述压电层507包括多个晶粒，所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒，其中，所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。

[0152] 本实施例中，所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示，所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示，其中，所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及沿第三方向第三坐标轴，所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴，其中，所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高，所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0153] 本实施例中，所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是，所述第一方向和所述第二方向相同指：沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度；所述第一方向和所述第二方向相反指：沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0154] 在另一个实施例中，所述第一立体坐标系为ac立体坐标系，其中，所述第一坐标轴为第一c轴，所述第三坐标轴为第一a轴；所述第二立体坐标系为ac立体坐标系，所述第二坐标轴为第二c轴，所述第四坐标轴为第二a轴，其中，所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0155] 在另一个实施例中，所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴，所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中，所述第一方向和所述第二方向相同或相反，所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是，所述第三方向和所述第四方向相同指：沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度；所述第三方向和所述第四方向相反指：沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0156] 在另一个实施例中，所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系，其中，所述第一坐标轴为第一z轴，所述第三坐标轴为第一y轴，所述第五坐标轴为第一x轴；所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系，所述第二坐标轴为第二z轴，所述第四坐标轴为第二y轴，所述第六坐

标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0157] 本实施例中,所述压电层507包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。

[0158] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层507可以使所述压电层507不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0159] 本实施例中,所述电极层508的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钆、钨、铂、铌、铝、铍。

[0160] 本实施例中,所述电极层506上与所述电极层508重合的部分位于所述空腔503内;所述电极508上与所述电极506重合的部分位于所述空腔503上方。

[0161] 本实施例中,所述空腔503位于所述侧空腔509内侧。本实施例中,所述电极层508位于所述侧空腔509上方,与所述侧空腔509具有重合部。

[0162] 需要说明的是,所述侧空腔509内真空状态或空气的声阻抗小于所述压电层507的声阻抗,横向模态的声波在所述侧空腔509和所述压电层507的交界处发生反射,从而阻隔横向模态下朝向所述中间层502传播的漏波,提升了Q值。

[0163] 图5b是本发明实施例的一种体声波谐振装置500的俯视结构示意图。

[0164] 如图5b所示,本实施例中,所述围边部505a呈环状。本实施例中,所述围边部505a呈八边形。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的围边部,例如,六边形、五边形等,也可以应用于本发明实施例。

[0165] 如图5b所示,本实施例中,所述空腔503呈八边形。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的空腔,例如六边形、五边形等,也可以应用于本发明实施例。本实施例中,所述侧空腔509与所述空腔503的第一边相邻。

[0166] 图6a是本发明实施例的一种体声波谐振装置600的剖面A结构示意图。

[0167] 如图6a所示,本发明实施例提供一种体声波谐振装置600包括:基底601;中间层602,位于所述基底601上,所述中间层602的上表面侧包括空腔603和凹槽604,其中,所述凹槽604位于所述空腔603的一侧并和所述空腔603相通,所述凹槽604的深度小于所述空腔603的深度;边缘结构605,包括围边部605a,所述围边部605a位于所述空腔603内,及延伸部605b,所述延伸部605b的一端连接所述围边部605a,所述延伸部605b的另一端位于所述凹槽604内;电极层606,位于所述边缘结构605上,所述电极层606的第一端606a位于所述空腔603内,所述电极层606的第二端606b位于所述凹槽604内,其中,所述凹槽604的深度等于所述边缘结构605与所述电极层606的厚度之和;压电层607,位于所述电极层606及所述中间层602上,覆盖所述空腔603,其中,所述压电层607包括第一侧607a及所述第一侧607a相对的第二侧607b,所述电极层606及所述中间层602位于所述第一侧607a;电极层608,位于所述第二侧607b,位于所述压电层607上,其中,所述围边部605a位于所述电极层606上与所述电极层608重合部的部分边缘处;边缘结构609,位于所述第二侧607b,位于所述电极层608上,所述压电层607和所述边缘结构609分别位于所述电极层608两侧,其中,所述边缘结构

609包括围边部609a,位于所述电极层608上与所述电极层606重合部的部分边缘上;其中,所述围边部605a和所述围边部609a部分重合,形成围边;侧空腔610,位于所述第一侧607a,位于所述中间层602和所述压电层607之间,嵌入所述中间层602,和所述空腔603相通,所述侧空腔610接触所述压电层607;以及侧空腔611,位于所述中间层602和所述边缘结构605之间,嵌入所述中间层602,和所述空腔603相通;其中,所述侧空腔610的深度小于所述空腔603的深度,所述侧空腔611的深度小于所述空腔603的深度。

[0168] 由图6a可见,谐振区612(即,所述电极层606和所述电极层608的重合区域)相对于所述空腔603悬空,与所述中间层602没有重合部,从而阻隔横向模态在所述谐振区612水平方向边缘处的声波漏入所述中间层602,可以提高Q值。

[0169] 本实施例中,所述侧空腔610及所述侧空腔611位于所述谐振区612水平方向上的外侧。

[0170] 本实施例中,所述基底601的材料包括但不限于以下至少之一:硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0171] 本实施例中,所述中间层602的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中,所述聚合物包括但不限于以下至少之一:苯并环丁烯(即,BCB)、光感环氧树脂光刻胶(例如,SU-8)、聚酰亚胺。本实施例中,所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一:氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0172] 本实施例中,所述边缘结构605的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构605的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铱、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构605的材料和所述电极层606的材料相同。在另一个实施例中,压电层下方的第一边缘结构的材料和下电极层的材料可以不同。

[0173] 本实施例中,所述电极层606的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铱、铝、铍。

[0174] 本实施例中,所述压电层607为平层,还覆盖所述中间层602的上表面侧。本实施例中,所述压电层607的材料包括但不限于以下至少之一:氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0175] 本实施例中,所述压电层607包括多个晶粒,所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒,其中,所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。

[0176] 本实施例中,所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示,所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示,其中,所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及沿第三方向第三坐标轴,所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴,其中,所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高,所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0177] 本实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是,所述第一方向和所述第二方向相同指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第一方向和所述第二方向相反指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0178] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为ac立体坐标系,其中,所述第一坐标轴

为第一c轴,所述第三坐标轴为第一a轴;所述第二立体坐标系为ac立体坐标系,所述第二坐标轴为第二c轴,所述第四坐标轴为第二a轴,其中,所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0179] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴,所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反,所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是,所述第三方向和所述第四方向相同指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第三方向和所述第四方向相反指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0180] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一z轴,所述第三坐标轴为第一y轴,所述第五坐标轴为第一x轴;所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系,所述第二坐标轴为第二z轴,所述第四坐标轴为第二y轴,所述第六坐标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0181] 本实施例中,所述压电层607包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。

[0182] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层607可以使所述压电层607不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0183] 本实施例中,所述电极层608的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。

[0184] 本实施例中,所述电极层606上与所述电极层608重合的部分位于所述空腔603内;所述电极层608上与所述电极层606重合的部分位于所述空腔603上方。

[0185] 本实施例中,所述边缘结构609的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构609的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构609的材料和所述电极层608的材料相同。在另一个实施例中,压电层上方的第二边缘结构的材料和上电极层的材料可以不同。

[0186] 本实施例中,所述围边部605a位于所述谐振区612内,所述围边部609a位于所述谐振区612内,所述围边部605a与所述围边部609a部分重合,形成所述谐振区612的围边。需要说明的是,所述谐振区612内的边缘部613的声阻抗大于所述谐振区612内的中间部614的声阻抗,所述边缘部613的声阻抗大于非谐振区的声阻抗,从而使横向模态的声波在所述谐振区612水平方向边缘处反射,留在所述谐振区612内,可以提高Q值。

[0187] 本实施例中,所述围边部605a的内侧(即,朝向所述谐振装置600中轴线的一侧)为直面,所述围边部609a的内侧为直面。在另一个实施例中,围边部的内侧可以为坡面。

[0188] 本实施例中,所述空腔603位于所述侧空腔610内侧,所述空腔603还位于所述侧空腔611内侧。本实施例中,所述电极层608位于所述侧空腔610上方,与所述侧空腔610具有重合部;所述边缘结构605位于所述侧空腔611上,与所述侧空腔611具有重合部。

[0189] 需要说明的是,所述侧空腔610内真空状态或空气的声阻抗小于所述压电层607的声阻抗,所述侧空腔611内真空状态或空气的声阻抗小于所述边缘结构605的声阻抗,横向模态的声波在所述侧空腔610和所述压电层607的交界处及所述侧空腔611和所述边缘结构605的交界处发生反射,从而阻隔横向模态下朝向所述中间层602传播的漏波,提升了Q值。

[0190] 图6b是本发明实施例的一种体声波谐振装置600的俯视结构示意图。

[0191] 如图6b所示,本实施例中,所述围边部605a与所述围边部609a具有重合部615,形成所述谐振区612的围边,阻隔横向波泄漏。本实施例中,所述围边部605a和所述围边部609a形成的围边呈环状。本实施例中,所述围边部605a和所述围边部609a形成的围边呈八边形。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的围边,例如,六边形、五边形等,也可以应用于本发明实施例。

[0192] 如图6b所示,本实施例中,所述空腔603呈八边形。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的空腔,例如六边形、五边形等,也可以应用于本发明实施例。本实施例中,所述侧空腔610与所述空腔603的七条边相邻,所述侧空腔611与所述空腔603的第八边相邻。

[0193] 图6c是本发明实施例的一种体声波谐振装置600的剖面B结构示意图。图6c示出了所述侧空腔610及所述重合部615的剖面B结构。

[0194] 图7是本发明实施例的一种体声波谐振装置700的剖面A结构示意图。

[0195] 如图7所示,本发明实施例提供一种体声波谐振装置700包括:基底701;中间层702,位于所述基底701上,所述中间层702的上表面侧包括空腔703和凹槽704,其中,所述凹槽704位于所述空腔703的一侧并和所述空腔703相通,所述凹槽704的深度小于所述空腔703的深度;边缘结构705,包括围边部705a,所述围边部705a位于所述空腔703内,及延伸部705b,所述延伸部705b的一端连接所述围边部705a,所述延伸部705b的另一端位于所述凹槽704内;电极层706,位于所述边缘结构705上,所述电极层706的第一端706a位于所述空腔703内,所述电极层706的第二端706b位于所述凹槽704内,其中,所述凹槽704的深度等于所述边缘结构705与所述电极层706的厚度之和;压电层707,位于所述电极层706及所述中间层702上,覆盖所述空腔703,其中,所述压电层707包括第一侧707a及所述第一侧707a相对的第二侧707b,所述电极层706及所述中间层702位于所述第一侧707a;电极层708,位于所述第二侧707b,位于所述压电层707上,其中,所述围边部705a位于所述电极层706上与所述电极层708重合部的边缘处;边缘结构709,位于所述第二侧707b,位于所述电极层708上,所述压电层707和所述边缘结构709分别位于所述电极层708两侧,其中,所述边缘结构709包括围边部709a,位于所述电极层708上与所述电极层706重合部的边缘上;其中,所述围边部705a和所述围边部709a重合,形成围边;侧空腔710,位于所述第一侧707a,位于所述中间层702和所述压电层707之间,嵌入所述中间层702,和所述空腔703相通,所述侧空腔710接触所述压电层707;以及侧空腔711,位于所述中间层702和所述边缘结构705之间,嵌入所述中间层702,和所述空腔703相通;其中,所述侧空腔710的深度小于所述空腔703的深度,所述侧空腔711的深度小于所述空腔703的深度。

[0196] 由图7a可见,谐振区712(即,所述电极层706和所述电极层708的重合区域)相对于所述空腔703悬空,与所述中间层702没有重合部,从而阻隔横向模态在所述谐振区712水平方向边缘处的声波漏入所述中间层702,可以提高Q值。

[0197] 本实施例中,所述侧空腔710及所述侧空腔711位于所述谐振区712水平方向上的外侧。

[0198] 本实施例中,所述基底701的材料包括但不限于以下至少之一:硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0199] 本实施例中,所述中间层702的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中,所述聚合物包括但不限于以下至少之一:苯并环丁烯(即,BCB)、光感环氧树脂光刻胶(例如,SU-8)、聚酰亚胺。本实施例中,所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一:氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0200] 本实施例中,所述边缘结构705的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构705的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铱、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构705的材料和所述电极层706的材料相同。在另一个实施例中,压电层下方的第一边缘结构的材料和下电极层的材料可以不同。

[0201] 本实施例中,所述电极层706的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铱、铝、铍。

[0202] 本实施例中,所述压电层707为平层,还覆盖所述中间层702的上表面侧。本实施例中,所述压电层707的材料包括但不限于以下至少之一:氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0203] 本实施例中,所述压电层707包括多个晶粒,所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒,其中,所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。

[0204] 本实施例中,所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示,所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示,其中,所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及沿第三方向第三坐标轴,所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴,其中,所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高,所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0205] 本实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是,所述第一方向和所述第二方向相同指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第一方向和所述第二方向相反指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0206] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为ac立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一c轴,所述第三坐标轴为第一a轴;所述第二立体坐标系为ac立体坐标系,所述第二坐标轴为第二c轴,所述第四坐标轴为第二a轴,其中,所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0207] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴,所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反,所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是,所述第三方向和所述第四方向相同指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第三方向和所述第四方向相反指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0208] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一z轴,所述第三坐标轴为第一y轴,所述第五坐标轴为第一x轴;所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系,所述第二坐标轴为第二z轴,所述第四坐标轴为第二y轴,所述第六坐标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0209] 本实施例中,所述压电层707包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。

[0210] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层707可以使所述压电层707不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0211] 本实施例中,所述电极层708的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。

[0212] 本实施例中,所述电极层706上与所述电极层708重合的部分位于所述空腔703内;所述电极708上与所述电极706重合的部分位于所述空腔703上方。

[0213] 本实施例中,所述边缘结构709的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构709的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构709的材料和所述电极层708的材料相同。在另一个实施例中,压电层上方的第二边缘结构的材料和上电极层的材料可以不同。

[0214] 本实施例中,所述围边部705a位于所述谐振区712内,所述围边部709a位于所述谐振区712内,所述围边部705a与所述围边部709a重合,形成所述谐振区712的围边。需要说明的是,所述谐振区712内的边缘部713的声阻抗大于所述谐振区712内的中间部714的声阻抗,所述边缘部713的声阻抗大于非谐振区的声阻抗,从而使横向模态的声波在所述谐振区712水平方向边缘处反射,留在所述谐振区712内,可以提高Q值。

[0215] 本实施例中,所述围边部705a的内侧(即,朝向所述谐振装置700中轴线的一侧)为直面,所述围边部709a的内侧为直面。在另一个实施例中,围边部的内侧可以为坡面。

[0216] 本实施例中,所述空腔703位于所述侧空腔710内侧,所述空腔703还位于所述侧空腔711内侧。本实施例中,所述电极层708位于所述侧空腔710上方,与所述侧空腔710具有重合部;所述边缘结构705位于所述侧空腔711上,与所述侧空腔711具有重合部。

[0217] 需要说明的是,所述侧空腔710内真空状态或空气的声阻抗小于所述压电层707的声阻抗,所述侧空腔711内真空状态或空气的声阻抗小于所述边缘结构705的声阻抗,横向模态的声波在所述侧空腔710和所述压电层707的交界处及所述侧空腔711和所述边缘结构705的交界处发生反射,从而阻隔横向模态下朝向所述中间层702传播的漏波,提升了Q值。

[0218] 图7b是本发明实施例的一种体声波谐振装置700的俯视结构示意图。

[0219] 如图7b所示,本实施例中,所述围边部705a与所述围边部709a重合,形成所述谐振区712的围边,阻隔横向波泄漏。本实施例中,所述围边部705a和所述围边部709a形成的围边呈环状。本实施例中,所述围边部705a和所述围边部709a形成的围边呈八边形。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的围边,例如,六边形、五边形等,也可以应

用于本发明实施例。

[0220] 如图7b所示,本实施例中,所述空腔703呈八边形。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的空腔,例如六边形、五边形等,也可以应用于本发明实施例。本实施例中,所述侧空腔710与所述空腔703的五条边相邻,所述侧空腔711与所述空腔703的第六边相邻。

[0221] 图8是本发明实施例的一种体声波谐振装置800的剖面A结构示意图。

[0222] 如图8所示,本发明实施例提供一种体声波谐振装置800包括:基底801;中间层802,位于所述基底801上,所述中间层802的上表面侧包括空腔803和凹槽804,其中,所述凹槽804位于所述空腔803的一侧并和所述空腔803相通,所述凹槽804的深度小于所述空腔803的深度;电极层805,所述电极层805的第一端805a位于所述空腔803内,所述电极层805的第二端805b位于所述凹槽804内,其中,所述凹槽804的深度等于所述电极层805的厚度;压电层806,位于所述电极层805及所述中间层802上,覆盖所述空腔803,其中,所述压电层806包括第一侧806a及所述第一侧806a相对的第二侧806b,所述电极层805及所述中间层802位于所述第一侧806a;电极层807,位于所述第二侧806b,位于所述压电层806上;边缘结构808,位于所述第二侧806b,位于所述压电层806上,其中,所述边缘结构808包括围边部808a,所述电极层807位于所述围边部808a中间(即内侧,朝向所述谐振装置800中轴线的一侧),所述围边部808a与所述电极层805重合;以及侧空腔809,位于所述中间层802和所述电极层805之间,嵌入所述中间层802,和所述空腔803相通;其中,所述侧空腔809的深度小于所述空腔803的深度。

[0223] 由图8可见,谐振区810(即,所述电极层805和所述电极层807及所述围边部808a的重合区域)相对于所述空腔803悬空,与所述中间层802没有重合部,从而阻隔横向模态在所述谐振区810水平方向边缘处的声波漏入所述中间层802,可以提高Q值。

[0224] 本实施例中,所述侧空腔809位于所述谐振区810水平方向上的外侧。

[0225] 本实施例中,所述基底801的材料包括但不限于以下至少之一:硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0226] 本实施例中,所述中间层802的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中,所述聚合物包括但不限于以下至少之一:苯并环丁烯(即,BCB)、光感环氧树脂光刻胶(例如,SU-8)、聚酰亚胺。本实施例中,所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一:氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0227] 本实施例中,所述电极层805材料包括但不限于以下至少之一:钼、钎、钨、铂、铌、铝、铍。

[0228] 本实施例中,所述压电层806为平层,还覆盖所述中间层802的上表面侧。本实施例中,所述压电层806的材料包括但不限于以下至少之一:氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0229] 本实施例中,所述压电层806包括多个晶粒,所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒,其中,所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。

[0230] 本实施例中,所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示,所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示,其中,所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及

沿第三方向第三坐标轴,所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴,其中,所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高,所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0231] 本实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是,所述第一方向和所述第二方向相同指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第一方向和所述第二方向相反指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0232] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为ac立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一c轴,所述第三坐标轴为第一a轴;所述第二立体坐标系为ac立体坐标系,所述第二坐标轴为第二c轴,所述第四坐标轴为第二a轴,其中,所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0233] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴,所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反,所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是,所述第三方向和所述第四方向相同指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第三方向和所述第四方向相反指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0234] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一z轴,所述第三坐标轴为第一y轴,所述第五坐标轴为第一x轴;所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系,所述第二坐标轴为第二z轴,所述第四坐标轴为第二y轴,所述第六坐标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0235] 本实施例中,所述压电层806包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。

[0236] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层806可以使所述压电层806不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0237] 本实施例中,所述电极层807的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。

[0238] 本实施例中,所述电极层805上与所述电极层807重合的部分位于所述空腔803内;所述电极807上与所述电极805重合的部分位于所述空腔803上方。

[0239] 本实施例中,所述边缘结构808的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构808的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构808的材料和所述电极层807的材料相同。在另一个实施例中,压电层上的边缘结构的材料和上电极层的材料可以不同。

[0240] 本实施例中,所述边缘结构808的厚度大于所述电极层807的厚度。在另一个实施例中,压电层上的边缘结构的厚度小于上电极层的厚度。在另一个实施例中,压电层上的边

缘结构的厚度等于上电极层的厚度。

[0241] 本实施例中,所述围边部808a位于所述谐振区810内,为所述谐振区810的围边。需要说明的是,所述谐振区810内的边缘部811的声阻抗大于所述谐振区810内的中间部812的声阻抗,所述边缘部811的声阻抗大于非谐振区的声阻抗,从而使横向模态的声波在所述谐振区810水平方向边缘处反射,留在所述谐振区810内,可以提高Q值。

[0242] 本实施例中,所述围边部808a的内侧为直面。在另一个实施例中,围边部的内侧可以为坡面。

[0243] 本实施例中,所述空腔803位于所述侧空腔809内侧。本实施例中,所述电极层805位于所述侧空腔809上,与所述侧空腔809具有重合部。

[0244] 需要说明的是,所述侧空腔809内真空状态或空气的声阻抗小于所述电极层805的声阻抗,横向模态的声波在所述侧空腔809和所述电极层805的交界处发生反射,从而阻隔横向模态下朝向所述中间层802传播的漏波,提升了Q值。

[0245] 图9是本发明实施例的一种体声波谐振装置900的剖面A结构示意图。

[0246] 如图9所示,本发明实施例提供一种体声波谐振装置900包括:基底901;中间层902,位于所述基底901上,所述中间层902的上表面侧包括空腔903和凹槽904,其中,所述凹槽904位于所述空腔903的一侧并和所述空腔903相通,所述凹槽904的深度小于所述空腔903的深度;电极层905,位于所述空腔903内;边缘结构906,包括围边部906a,所述围边部906a位于所述空腔903内,所述电极层905位于所述围边部906a中间(即内侧,朝向所述谐振装置900中轴线的一侧),及延伸部906b,所述延伸部906b的一端连接所述围边部906a,所述延伸部906b的另一端位于所述凹槽904内,其中,所述凹槽904的深度等于所述边缘结构906的厚度;压电层907,位于所述电极层905、所述边缘结构906及所述中间层902上,覆盖所述空腔903,其中,所述压电层907包括第一侧907a及所述第一侧907a相对的第二侧907b,所述电极层905、所述边缘结构906及所述中间层902位于所述第一侧907a;电极层908,位于所述第二侧907b,位于所述压电层907上,所述围边部906a与所述电极层908重合;以及侧空腔909,位于所述第一侧907a,位于所述中间层902和所述压电层907之间,嵌入所述中间层902,和所述空腔903相通,所述侧空腔909接触所述压电层907;其中,所述侧空腔909的深度小于所述空腔903的深度。

[0247] 由图9可见,谐振区910(即,所述电极层905及所述围边部906a与所述电极层908的重合区域)相对于所述空腔903悬空,与所述中间层902没有重合部,从而阻隔横向模态在所述谐振区910水平方向边缘处的声波漏入所述中间层902,可以提高Q值。

[0248] 本实施例中,所述侧空腔909位于所述谐振区910水平方向上的外侧。

[0249] 本实施例中,所述基底901的材料包括但不限于以下至少之一:硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0250] 本实施例中,所述中间层902的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中,所述聚合物包括但不限于以下至少之一:苯并环丁烯(即,BCB)、光感环氧树脂光刻胶(例如,SU-8)、聚酰亚胺。本实施例中,所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一:氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0251] 本实施例中,所述电极层905的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钎、钨、铂、铌、铝、铍。

[0252] 本实施例中,所述边缘结构906的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构906的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构906的材料和所述电极层905的材料相同。在另一个实施例中,压电层下的边缘结构的材料和下电极层的材料可以不同。

[0253] 本实施例中,所述边缘结构906的厚度大于所述电极层905的厚度。在另一个实施例中,压电层下的边缘结构的厚度小于下电极层的厚度。在另一个实施例中,压电层下的边缘结构的厚度等于下电极层的厚度。

[0254] 本实施例中,所述围边部906a位于所述谐振区910内,为所述谐振区910的围边。需要说明的是,所述谐振区910内的边缘部911的声阻抗大于所述谐振区910内的中间部912的声阻抗,所述边缘部911的声阻抗大于非谐振区的声阻抗,从而使横向模态的声波在所述谐振区910水平方向边缘处反射,留在所述谐振区910内,可以提高Q值。

[0255] 本实施例中,所述围边部906a的内侧为直面。在另一个实施例中,围边部的内侧可以为坡面。

[0256] 本实施例中,所述压电层907为平层,还覆盖所述中间层902的上表面侧。本实施例中,所述压电层907的材料包括但不限于以下至少之一:氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0257] 本实施例中,所述压电层907包括多个晶粒,所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒,其中,所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。

[0258] 本实施例中,所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示,所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示,其中,所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及沿第三方向第三坐标轴,所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴,其中,所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高,所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0259] 本实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是,所述第一方向和所述第二方向相同指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第一方向和所述第二方向相反指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0260] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为ac立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一c轴,所述第三坐标轴为第一a轴;所述第二立体坐标系为ac立体坐标系,所述第二坐标轴为第二c轴,所述第四坐标轴为第二a轴,其中,所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0261] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴,所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反,所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是,所述第三方向和所述第四方向相同指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第三方向和所述第四方向相反指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0262] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系,其中,所述第一坐标

轴为第一z轴,所述第三坐标轴为第一y轴,所述第五坐标轴为第一x轴;所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系,所述第二坐标轴为第二z轴,所述第四坐标轴为第二y轴,所述第六坐标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0263] 本实施例中,所述压电层907包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。

[0264] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层907可以使所述压电层907不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0265] 本实施例中,所述电极层908的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钇、钨、铂、铌、铝、铍。

[0266] 本实施例中,所述电极层905上与所述电极层908重合的部分位于所述空腔903内;所述电极908上与所述电极905重合的部分位于所述空腔903上方。

[0267] 本实施例中,所述空腔903位于所述侧空腔909内侧。本实施例中,所述电极层908位于所述侧空腔909上方,与所述侧空腔909具有重合部。

[0268] 需要说明的是,所述侧空腔909内真空状态或空气的声阻抗小于所述压电层907的声阻抗,横向模态的声波在所述侧空腔909和所述压电层907的交界处发生反射,从而阻隔横向模态下朝向所述中间层902传播的漏波,提升了Q值。

[0269] 图10a是本发明实施例的一种体声波谐振装置1000的剖面A结构示意图。

[0270] 如图10a所示,本发明实施例提供一种体声波谐振装置1000包括:基底1001;中间层1002,位于所述基底1001上,所述中间层1002的上表面侧包括空腔1003和凹槽1004,其中,所述凹槽1004位于所述空腔1003的一侧并和所述空腔1003相通,所述凹槽1004的深度小于所述空腔1003的深度;电极层1005,位于所述空腔1003内;边缘结构1006,包括围边部1006a,所述围边部1006a位于所述空腔1003内,位于所述电极层1005的部分边缘旁,所述电极层1005位于所述围边部1006a内侧(即,朝向所述谐振装置1000中轴线的一侧),及延伸部1006b,所述延伸部1006b的一端连接所述围边部1006a,所述延伸部1006b的另一端位于所述凹槽1004内,其中,所述凹槽1004的深度等于所述边缘结构1006的厚度;压电层1007,位于所述电极层1005、所述边缘结构1006、所述中间层1002上,覆盖所述空腔1003,其中,所述压电层1007包括第一侧1007a及所述第一侧1007a相对的第二侧1007b,所述电极层1005、所述边缘结构1006、所述中间层1002位于所述第一侧1007a;电极层1008,位于所述第二侧1007b,位于所述压电层1007上,所述围边部1006a与所述电极层1008重合;边缘结构1009,位于所述第二侧1007b,位于所述压电层1007上,其中,所述边缘结构1009包括围边部1009a,位于所述电极层1008的部分边缘旁,所述电极层1008位于所述围边部1009a内侧,所述围边部1009a与所述电极层1005重合;其中,所述围边部1006a和所述围边部1009a部分重合,形成围边;侧空腔1010,位于所述第一侧1007a,位于所述中间层1002和所述压电层1007之间,嵌入所述中间层1002,和所述空腔1003相通,所述侧空腔1010接触所述压电层1007;以及侧空腔1011,位于所述中间层1002和所述边缘结构1006之间,嵌入所述中间层1002,和

所述空腔1003相通;其中,所述侧空腔1010的深度小于所述空腔1003的深度,所述侧空腔1011的深度小于所述空腔1003的深度。

[0271] 由图10a可见,谐振区1012(即,所述电极层1005及所述围边部1006a与所述电极层1008及所述围边部1009a的重合区域)相对于所述空腔1003悬空,与所述中间层1002没有重合部,从而阻隔横向模态在所述谐振区1012水平方向边缘侧的声波漏入所述中间层1002,可以提高Q值。

[0272] 本实施例中,所述侧空腔1010及所述侧空腔1011位于所述谐振区1012水平方向上的外侧。

[0273] 本实施例中,所述基底1001的材料包括但不限于以下至少之一:硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0274] 本实施例中,所述中间层1002的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中,所述聚合物包括但不限于以下至少之一:苯并环丁烯(即,BCB)、光感环氧树脂光刻胶(例如,SU-8)、聚酰亚胺。本实施例中,所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一:氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0275] 本实施例中,所述电极层1005的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。

[0276] 本实施例中,所述边缘结构1006的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构1006的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构1006的材料和所述电极层1005的材料相同。在另一个实施例中,压电层下的第一边缘结构的材料和下电极层的材料可以不同。

[0277] 本实施例中,所述边缘结构1006的厚度大于所述电极层1005的厚度。在另一个实施例中,压电层下的第一边缘结构的厚度小于下电极层的厚度。在另一个实施例中,压电层下的第一边缘结构的厚度等于下电极层的厚度。

[0278] 本实施例中,所述压电层1007为平层,还覆盖所述中间层1002的上表面侧。本实施例中,所述压电层1007的材料包括但不限于以下至少之一:氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0279] 本实施例中,所述压电层1007包括多个晶粒,所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒,其中,所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。

[0280] 本实施例中,所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示,所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示,其中,所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及沿第三方向第三坐标轴,所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴,其中,所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高,所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0281] 本实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是,所述第一方向和所述第二方向相同指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第一方向和所述第二方向相反指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0282] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为ac立体坐标系,其中,所述第一坐标轴

为第一c轴,所述第三坐标轴为第一a轴;所述第二立体坐标系为ac立体坐标系,所述第二坐标轴为第二c轴,所述第四坐标轴为第二a轴,其中,所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0283] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴,所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反,所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是,所述第三方向和所述第四方向相同指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第三方向和所述第四方向相反指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0284] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一z轴,所述第三坐标轴为第一y轴,所述第五坐标轴为第一x轴;所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系,所述第二坐标轴为第二z轴,所述第四坐标轴为第二y轴,所述第六坐标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0285] 本实施例中,所述压电层1007包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。

[0286] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层1007可以使所述压电层1007不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0287] 本实施例中,所述电极层1008的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铱、铝、铍。

[0288] 本实施例中,所述电极层1005上与所述电极层1008重合的部分位于所述空腔1003内;所述电极1008上与所述电极1005重合的部分位于所述空腔1003上方。

[0289] 本实施例中,所述边缘结构1009的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构1009的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铱、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构1009的材料和所述电极层1008的材料相同。在另一个实施例中,压电层上的第二边缘结构的材料和上电极层的材料可以不同。

[0290] 本实施例中,所述边缘结构1009的厚度大于所述电极层1008的厚度。在另一个实施例中,压电层上的第二边缘结构的厚度小于上电极层的厚度。在另一个实施例中,压电层上的第二边缘结构的厚度等于上电极层的厚度。

[0291] 本实施例中,所述围边部1006a位于所述谐振区1012内,所述围边部1009a位于所述谐振区1012内,所述围边部1006a与所述围边部1009a部分重合,形成所述谐振区1012的围边。需要说明的是,所述谐振区1012中的边缘部1013的声阻抗大于所述谐振区1012中的中间部1014的声阻抗,所述边缘部1013的声阻抗大于非谐振区的声阻抗,从而使横向模式的声波在所述谐振区1012水平方向边缘处反射,留在所述谐振区1012内,可以提高Q值。

[0292] 本实施例中,所述围边部1006a的内侧为直面,所述围边部1009a的内侧为直面。在另一个实施例中,围边部的内侧可以为坡面。

[0293] 本实施例中,所述空腔1003位于所述侧空腔1010内侧,所述空腔1003还位于所述侧空腔1011内侧。本实施例中,所述边缘结构1009位于所述侧空腔1010上方,与所述侧空腔1010具有重合部;所述边缘结构1006位于所述侧空腔1011上,与所述侧空腔1011具有重合部。

[0294] 需要说明的是,所述侧空腔1010内真空状态或空气的声阻抗小于所述压电层1007的声阻抗,所述侧空腔1011内真空状态或空气的声阻抗小于所述边缘结构1006的声阻抗,横向模态的声波在所述侧空腔1010和所述压电层1007的交界处及所述侧空腔1011和所述边缘结构1006的交界处发生反射,从而阻隔横向模态下朝向所述中间层1002传播的漏波,提升了Q值。

[0295] 图10b是本发明实施例的一种体声波谐振装置1000的俯视结构示意图。

[0296] 如图10b所示,本实施例中,所述围边部1006a与所述围边部1009a具有重合部1015,形成所述谐振区1012的围边,阻隔横向波泄漏。本实施例中,所述围边部1006a和所述围边部1009a形成的围边呈环状。本实施例中,所述围边部1006a和所述围边部1009a形成的围边呈八边形。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的围边,例如,六边形、五边形等,也可以应用于本发明实施例。

[0297] 如图10b所示,本实施例中,所述空腔1003呈八边形。需要说明的是,所属技术领域的技术人员知晓的其他形状的空腔,例如六边形、五边形等,也可以应用于本发明实施例。本实施例中,所述侧空腔1010与所述空腔1003的第一边相邻,所述侧空腔1011与所述空腔1003的第二边相邻。

[0298] 图10c是本发明实施例的一种体声波谐振装置1000的剖面B结构示意图。图10c示出了所述侧空腔1010及所述重合部1015的剖面B结构。

[0299] 图11是本发明实施例的一种体声波谐振装置1100的剖面A结构示意图。

[0300] 如图11所示,本发明实施例提供一种体声波谐振装置1100包括:基底1101;中间层1102,位于所述基底1101上,所述中间层1102的上表面侧包括空腔1103和凹槽1104,其中,所述凹槽1104位于所述空腔1103的一侧并和所述空腔1103相通,所述凹槽1104的深度小于所述空腔1103的深度;电极层1105,位于所述空腔1103内;边缘结构1106,包括围边部1106a,所述围边部1106a位于所述空腔1103内,位于所述电极层1105的边缘旁,所述电极层1105位于所述围边部1106a中间(即内侧,朝向所述谐振装置1100中轴线的一侧),及延伸部1106b,所述延伸部1106b的一端连接所述围边部1106a,所述延伸部1106b的另一端位于所述凹槽1104内,其中,所述凹槽1104的深度等于所述边缘结构1106的厚度;压电层1107,位于所述电极层1105、所述边缘结构1106及所述中间层1102上,覆盖所述空腔1103,其中,所述压电层1107包括第一侧1107a及所述第一侧1107a相对的第二侧1107b,所述电极层1105、所述边缘结构1106及所述中间层1102位于所述第一侧1107a;电极层1108,位于所述第二侧1107b,位于所述压电层1107上;边缘结构1109,位于所述第二侧1107b,位于所述压电层1107上,其中,所述边缘结构1109包括围边部1109a,位于所述电极层1108的边缘旁,所述电极层1108位于所述围边部1109a中间,所述围边部1109a与所述围边部1106a重合,形成围边;侧空腔1110,位于所述第一侧1107a,位于所述中间层1102和所述压电层1107之间,嵌入所述中间层1102,和所述空腔1103相通,所述侧空腔1110接触所述压电层1107;以及侧空腔1111,位于所述中间层1102和所述边缘结构1106之间,嵌入所述中间层1102,和所述空腔

1103相通;其中,所述侧空腔1110的深度小于所述空腔1103的深度,所述侧空腔1111的深度小于所述空腔1103的深度。

[0301] 由图11可见,谐振区1112(即,所述电极层1105及所述围边部1106a与所述电极层1108及所述围边部1109a的重合区域)相对于所述空腔1103悬空,与所述中间层1102没有重合部,从而阻隔横向模态在所述谐振区1112水平方向边缘侧的声波漏入所述中间层1102,可以提高Q值。

[0302] 本实施例中,所述侧空腔1110及所述侧空腔1111位于所述谐振区1112水平方向上的外侧。

[0303] 本实施例中,所述基底1101的材料包括但不限于以下至少之一:硅、碳化硅、玻璃、砷化镓、氮化镓、陶瓷。

[0304] 本实施例中,所述中间层1102的材料包括但不限于以下至少之一:聚合物、绝缘电介质、多晶硅。本实施例中,所述聚合物包括但不限于以下至少之一:苯并环丁烯(即,BCB)、光感环氧树脂光刻胶(例如,SU-8)、聚酰亚胺。本实施例中,所述绝缘电介质包括但不限于以下至少之一:氮化铝、二氧化硅、氮化硅、氧化钛。

[0305] 本实施例中,所述电极层1105的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。

[0306] 本实施例中,所述边缘结构1106的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构1106的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铌、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构1106的材料和所述电极层1105的材料相同。在另一个实施例中,压电层下的第一边缘结构的材料和下电极层的材料可以不同。

[0307] 本实施例中,所述边缘结构1106的厚度大于所述电极层1105的厚度。在另一个实施例中,压电层下的第一边缘结构的厚度小于下电极层的厚度。在另一个实施例中,压电层下的第一边缘结构的厚度等于下电极层的厚度。

[0308] 本实施例中,所述压电层1107为平层,还覆盖所述中间层1102的上表面侧。本实施例中,所述压电层1107的材料包括但不限于以下至少之一:氮化铝、氮化铝合金、氮化镓、氧化锌、钽酸锂、铌酸锂、锆钛酸铅、铌镁酸铅—钛酸铅。

[0309] 本实施例中,所述压电层1107包括多个晶粒,所述多个晶粒包括第一晶粒和第二晶粒,其中,所述第一晶粒和所述第二晶粒是所述多个晶粒中的任意两个晶粒。所属技术领域的技术人员知晓晶粒的晶向、晶面等可以基于坐标系表示。

[0310] 本实施例中,所述第一晶粒可以基于第一立体坐标系表示,所述第二晶粒可以基于第二立体坐标系表示,其中,所述第一立体坐标系至少包括沿第一方向的第一坐标轴及沿第三方向第三坐标轴,所述第二立体坐标系至少包括沿第二方向的第二坐标轴及沿第四方向的第四坐标轴,其中,所述第一坐标轴对应所述第一晶粒的高,所述第二坐标轴对应所述第二晶粒的高。

[0311] 本实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反。需要说明的是,所述第一方向和所述第二方向相同指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第一方向和所述第二方向相反指:沿所述第一方向的向量和沿所述第二方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0312] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为ac立体坐标系,其中,所述第一坐标轴

为第一c轴,所述第三坐标轴为第一a轴;所述第二立体坐标系为ac立体坐标系,所述第二坐标轴为第二c轴,所述第四坐标轴为第二a轴,其中,所述第一c轴和所述第二c轴的指向相同或相反。

[0313] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系还包括沿第五方向的第五坐标轴,所述第二立体坐标系还包括沿第六方向的第六坐标轴。在另一个实施例中,所述第一方向和所述第二方向相同或相反,所述第三方向和所述第四方向相同或相反。需要说明的是,所述第三方向和所述第四方向相同指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括0度至5度;所述第三方向和所述第四方向相反指:沿所述第三方向的向量和沿所述第四方向的向量的夹角范围包括175度至180度。

[0314] 在另一个实施例中,所述第一立体坐标系为xyz立体坐标系,其中,所述第一坐标轴为第一z轴,所述第三坐标轴为第一y轴,所述第五坐标轴为第一x轴;所述第二立体坐标系为xyz立体坐标系,所述第二坐标轴为第二z轴,所述第四坐标轴为第二y轴,所述第六坐标轴为第二x轴。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相同,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相反。在另一个实施例中,所述第一z轴和所述第二z轴的指向相反,所述第一y轴和所述第二y轴的指向相同。

[0315] 本实施例中,所述压电层1107包括多个晶粒,所述多个晶粒形成的晶体的摇摆曲线半峰宽低于2.5度。

[0316] 需要说明的是,在平面上形成所述压电层1107可以使所述压电层1107不包括明显转向的晶粒,从而可以提高谐振装置的机电耦合系数以及谐振装置的Q值。

[0317] 本实施例中,所述电极层1108的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铱、铝、铍。

[0318] 本实施例中,所述电极层1105上与所述电极层1108重合的部分位于所述空腔1103内;所述电极1108上与所述电极1105重合的部分位于所述空腔1103上方。

[0319] 本实施例中,所述边缘结构1109的材料包括金属。本实施例中,所述边缘结构1109的材料包括但不限于以下至少之一:钼、钽、钨、铂、铱、铝、铍。本实施例中,所述边缘结构1109的材料和所述电极层1108的材料相同。在另一个实施例中,压电层上的第二边缘结构的材料和上电极层的材料可以不同。

[0320] 本实施例中,所述边缘结构1109的厚度大于所述电极层1108的厚度。在另一个实施例中,压电层上的第二边缘结构的厚度小于上电极层的厚度。在另一个实施例中,压电层上的第二边缘结构的厚度等于上电极层的厚度。

[0321] 本实施例中,所述围边部1106a位于所述谐振区1112内,所述围边部1109a位于所述谐振区1112内,所述围边部1106a与所述围边部1109a重合,形成所述谐振区1112的围边。需要说明的是,所述谐振区1112内的边缘部1113的声阻抗大于所述谐振区1112内的中间部1114的声阻抗,所述边缘部1113的声阻抗大于非谐振区的声阻抗,从而使横向模态的声波在所述谐振区1112水平方向边缘处反射,留在所述谐振区1112内,可以提高Q值。

[0322] 本实施例中,所述围边部1106a的内侧为直面,所述围边部1109a的内侧为直面。在另一个实施例中,围边部的内侧可以为坡面。

[0323] 本实施例中,所述空腔1103位于所述侧空腔1110内侧,所述空腔1103还位于所述侧空腔1111内侧。本实施例中,所述边缘结构1109位于所述侧空腔1110上方,与所述侧空腔1110具有重合部;所述边缘结构1106位于所述侧空腔1111上,与所述侧空腔1111具有重合部。

[0324] 需要说明的是,所述侧空腔1110内真空状态或空气的声阻抗小于所述压电层1107的声阻抗,所述侧空腔1111内真空状态或空气的声阻抗小于所述边缘结构1106的声阻抗,横向模态的声波在所述侧空腔1110和所述压电层1107的交界处及所述侧空腔1111和所述边缘结构1106的交界处发生反射,从而阻隔横向模态下朝向所述中间层1102传播的漏波,提升了Q值。

[0325] 综上所述,本发明实施例提供的体声波谐振装置在空腔的至少一边旁,谐振区外侧设置较浅的侧空腔,侧空腔内的真空或空气的声阻抗与压电层或电极层或边缘结构的声阻抗不匹配(即,声阻抗不同),横向声波在压电层或电极层或边缘结构与侧空腔的交界处会发生反射,从而阻隔横向模态下朝向支撑层(例如,基底、中间层)传播的漏波,提升Q值。

[0326] 应该理解,此处的例子和实施例仅是示例性的,本领域技术人员可以在不背离本申请和所附权利要求所限定的本发明的精神和范围的情况下,做出各种修改和更正。

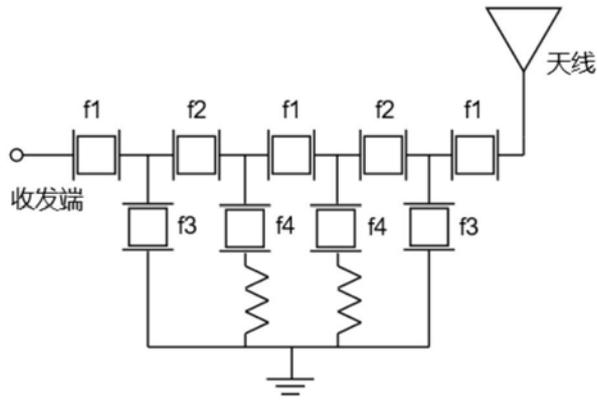


图1

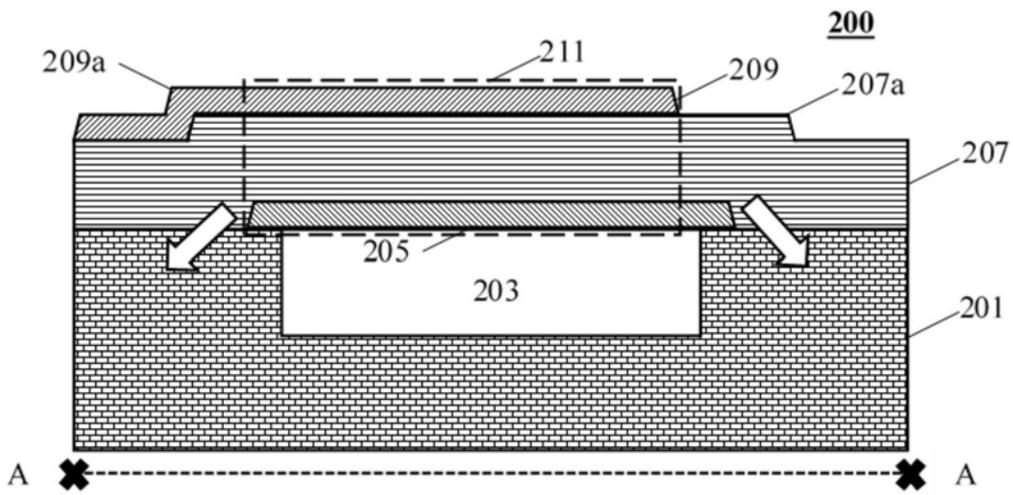


图2

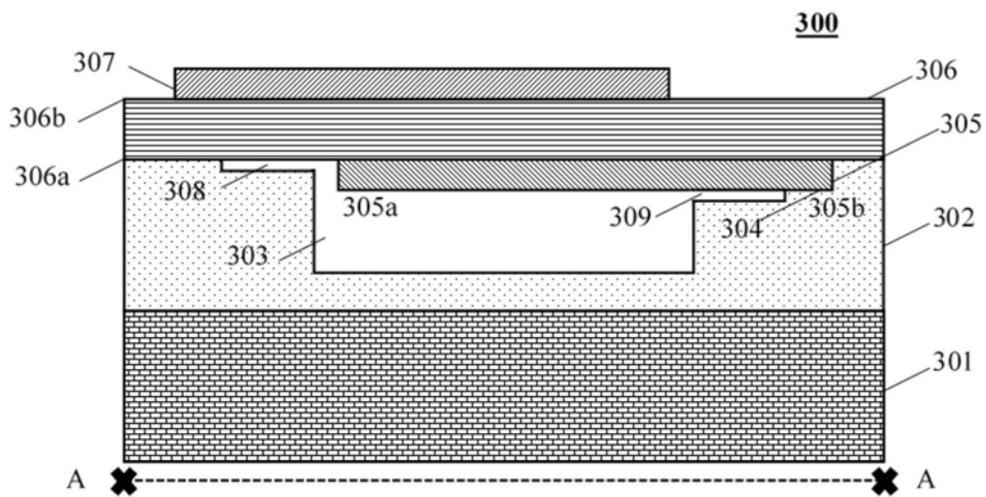


图3a

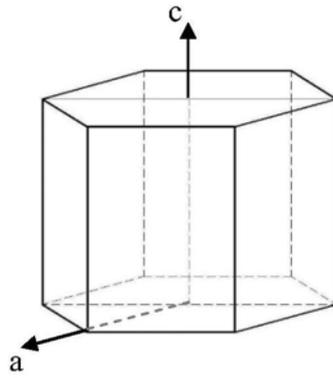


图3b

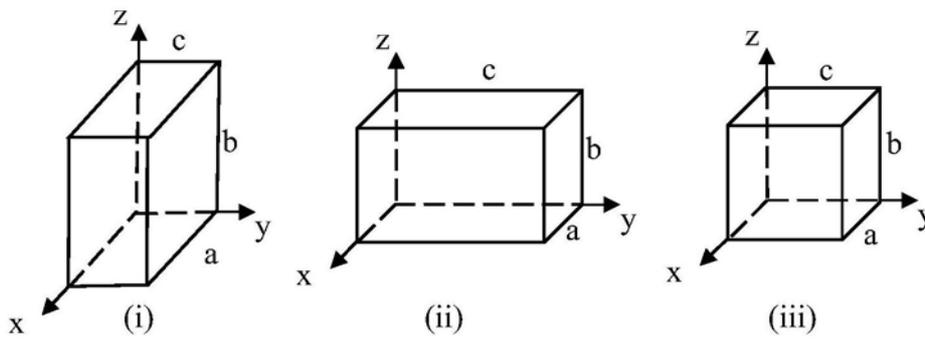


图3c

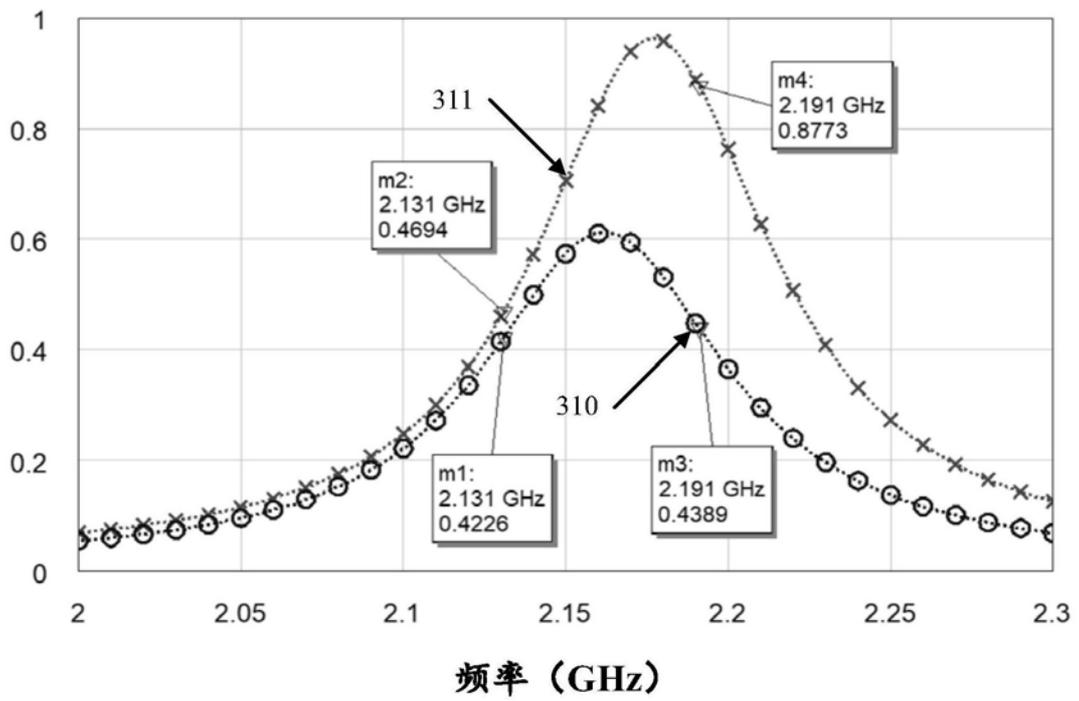


图3d

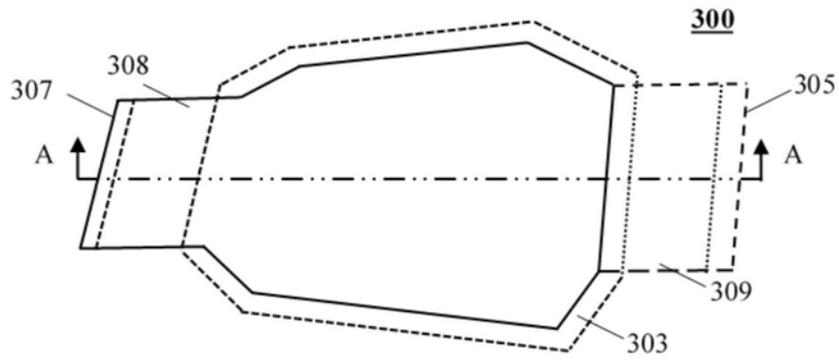


图3e

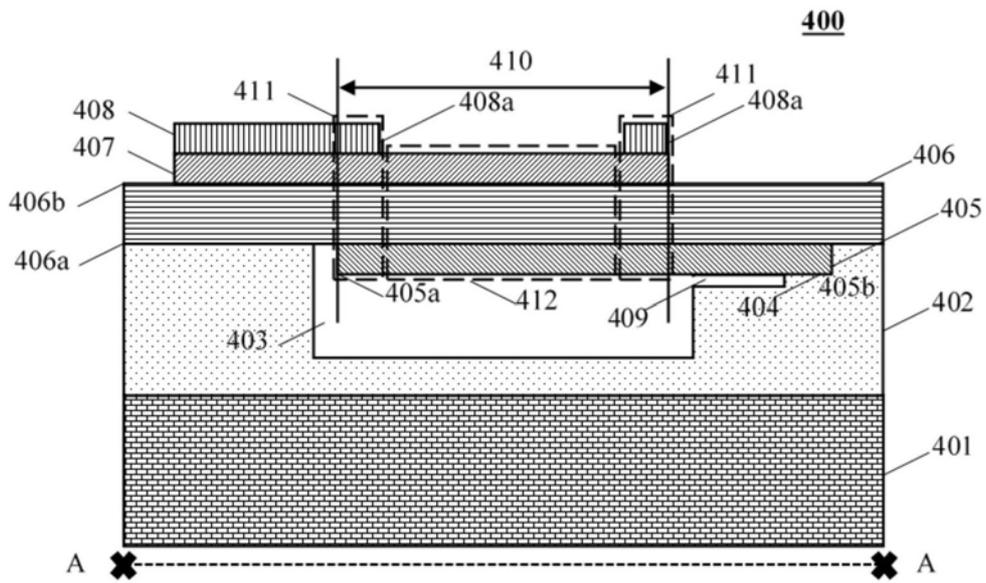


图4a

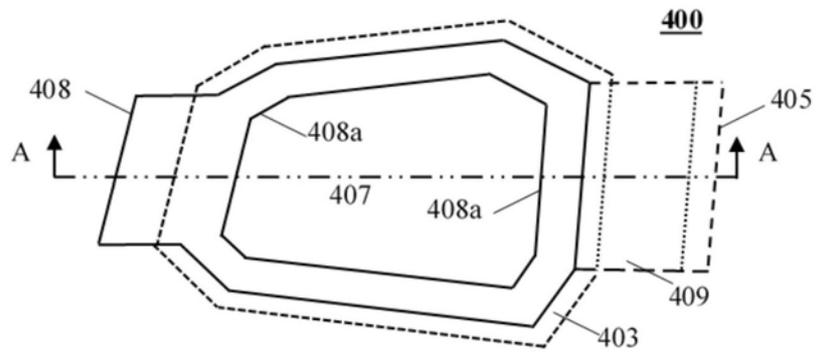


图4b

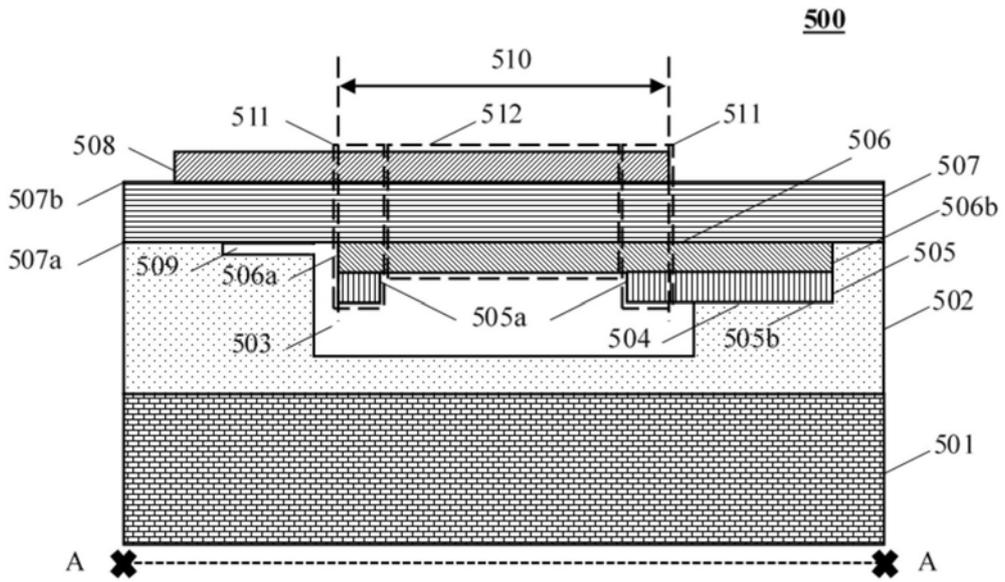


图5a

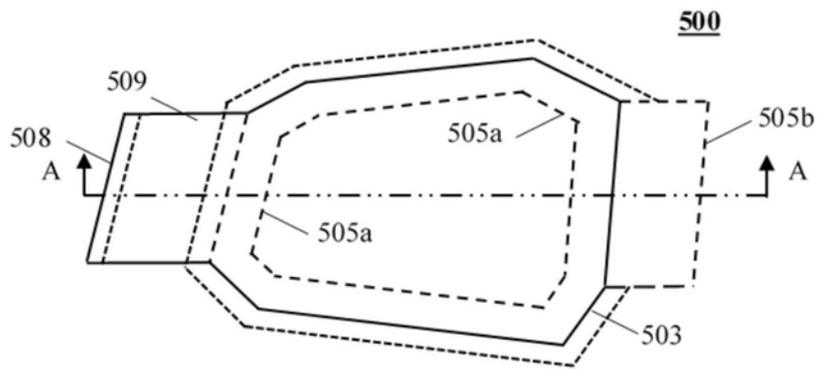


图5b

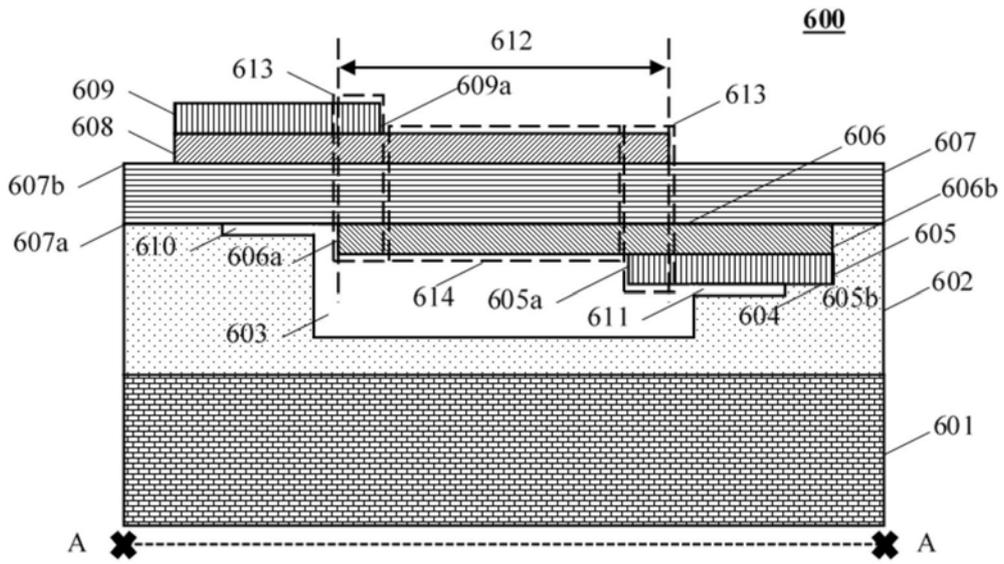


图6a

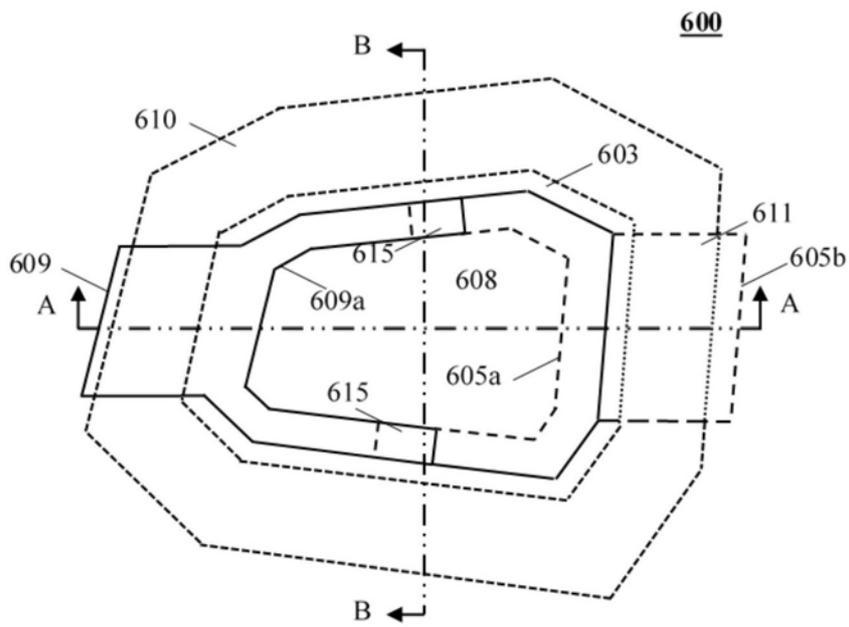


图6b

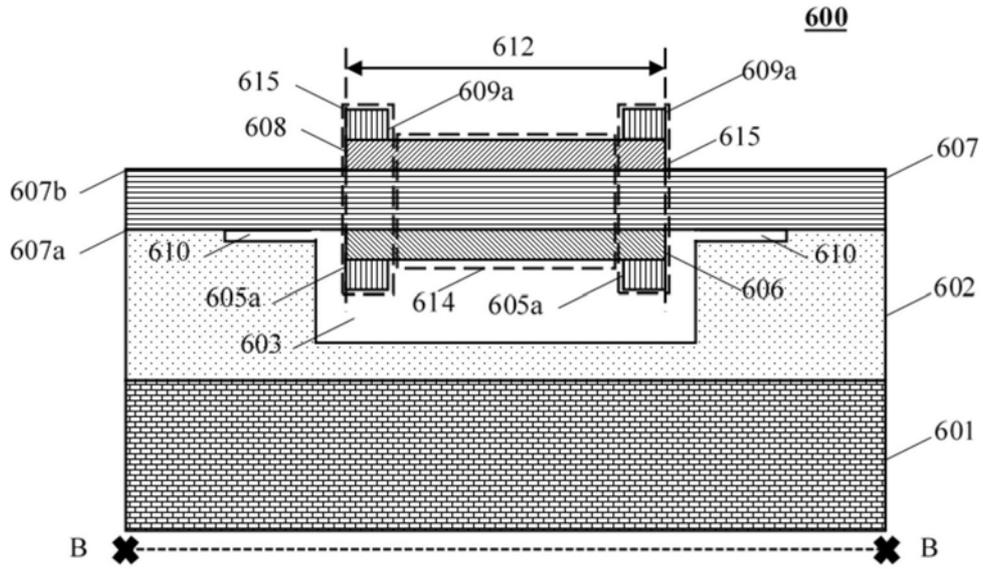


图6c

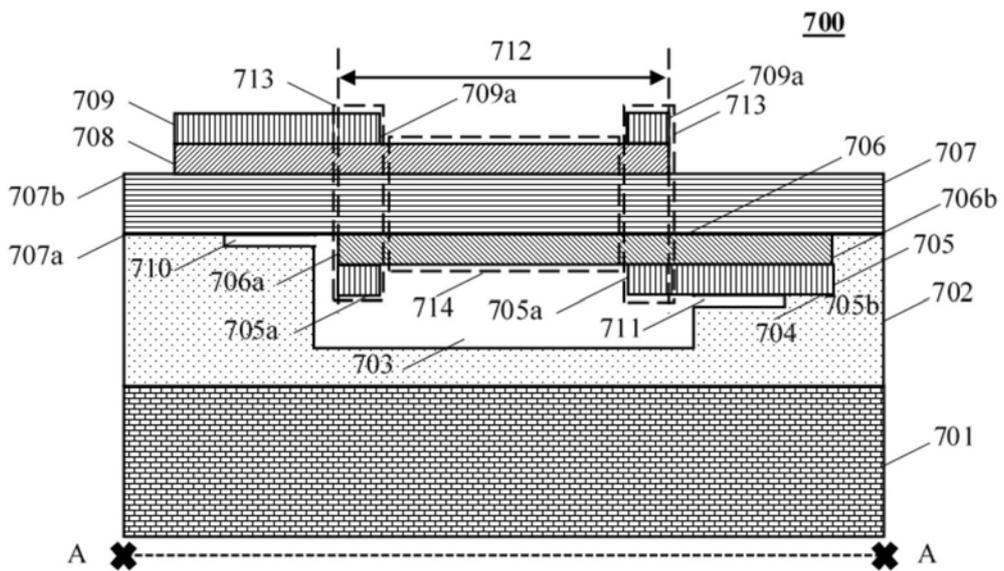


图7a

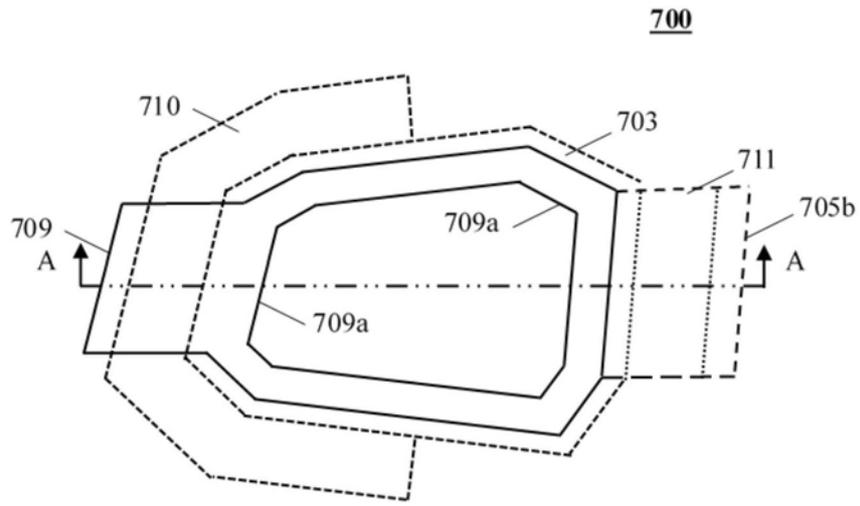


图7b

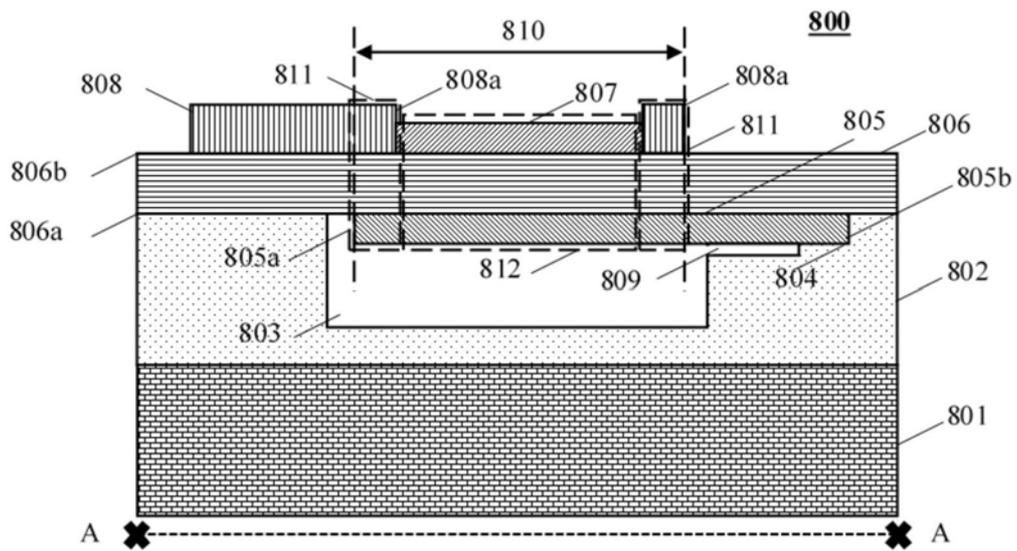


图8

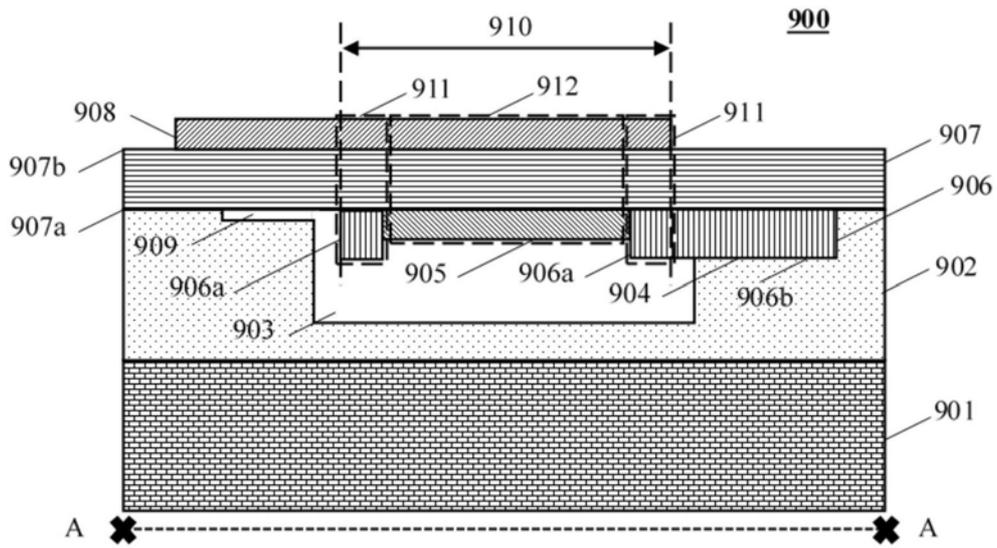


图9

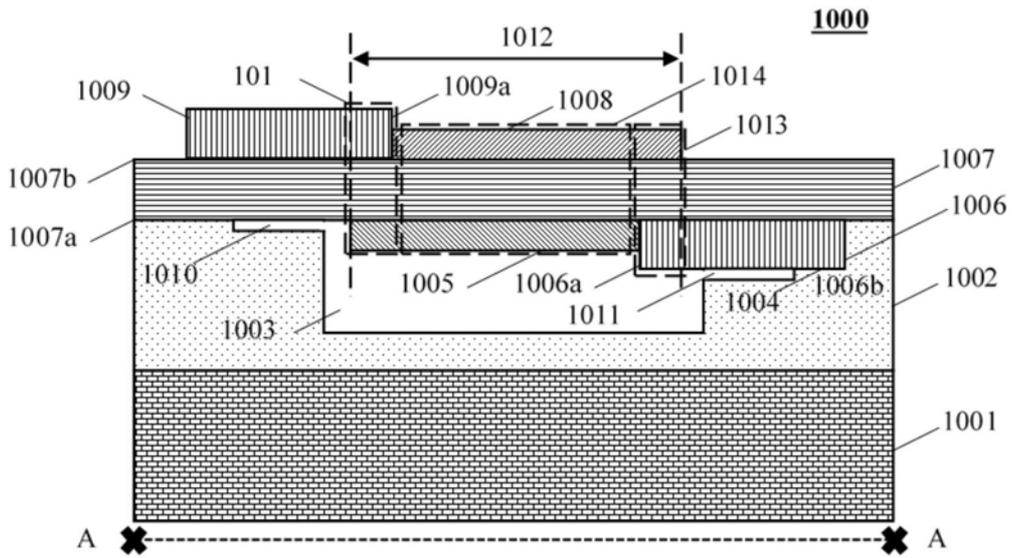


图10a

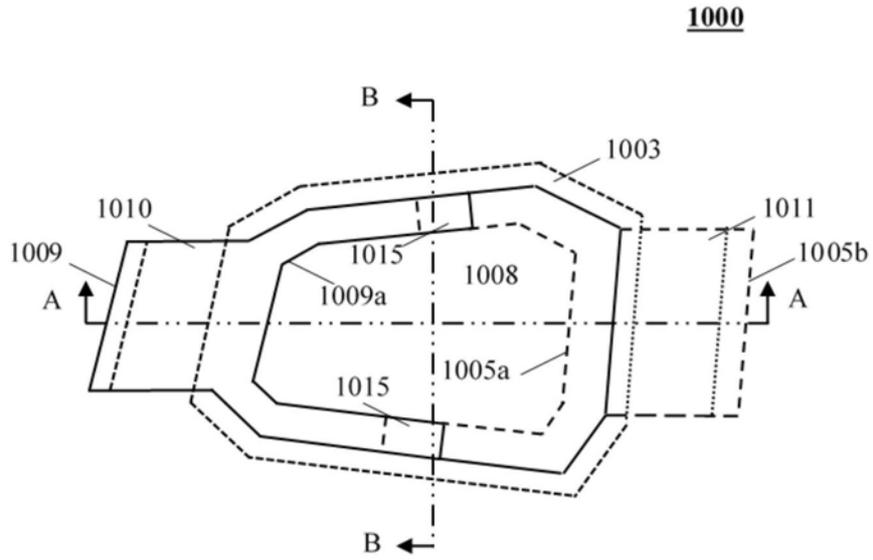


图10b

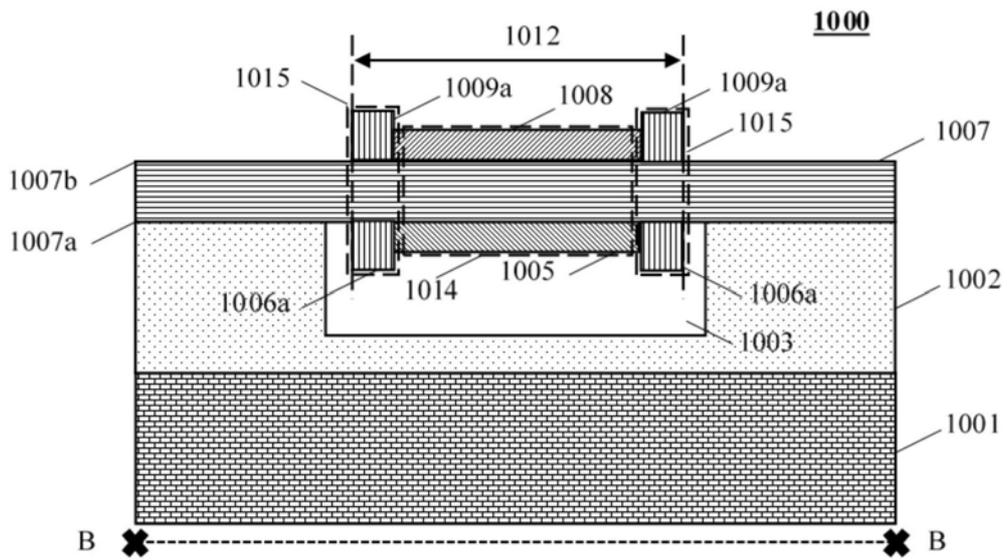


图10c

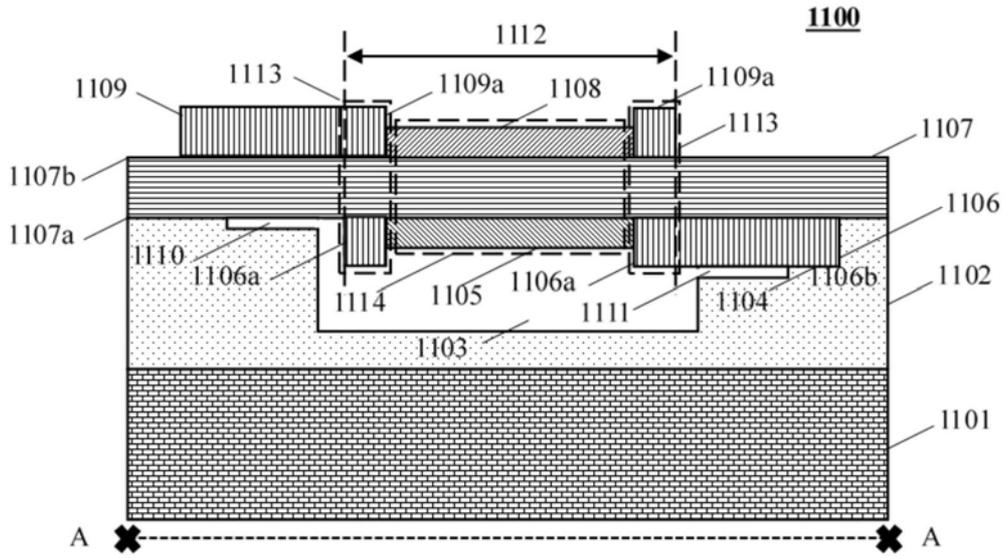


图11