



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106817105 A

(43)申请公布日 2017.06.09

(21)申请号 201611042603.3

(22)申请日 2016.11.23

(30)优先权数据

2015-229831 2015.11.25 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 山崎清夏 田村博明

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 田喜庆 纪秀凤

(51)Int.Cl.

H03H 9/05(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

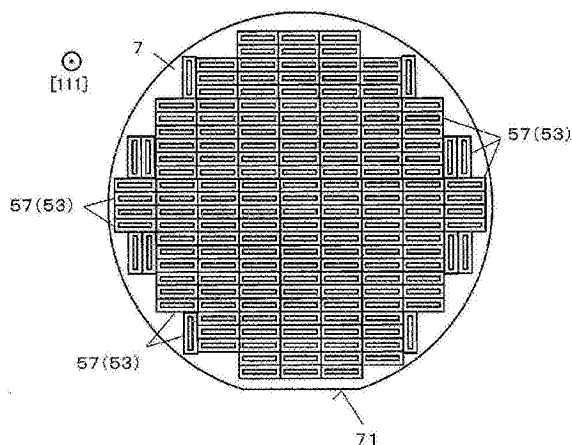
权利要求书1页 说明书6页 附图9页

(54)发明名称

压电元件及其制造方法、超声波探头、超声波测量装置

(57)摘要

提供了压电元件及其制造方法、超声波探头、超声波测量装置。压电元件,层叠压电体和以面方位为[111]的单晶硅作为振动用材料的振动板(53)。并且,压电元件的制造方法,包括:从面方位为[111]的单晶硅晶圆切出用于振动板(53)的振动用材料的工序,以及层叠压电体和所述振动板的工序。



1. 一种压电元件,其特征在于,
所述压电元件把压电体以及以面方位为[111]的单晶硅作为振动用材料的振动板进行层叠而得。
2. 根据权利要求1所述的压电元件,其特征在于,
所述压电元件包括接合于所述振动板的支承基板,
从所述支承基板的厚度方向看的俯视观察中,所述支承基板在与所述压电体重合的位置具有空腔部。
3. 根据权利要求2所述的压电元件,其特征在于,
在所述压电体和所述振动板之间设置有氧化锆层及氧化硅层。
4. 一种超声波探头,其特征在于,
所述超声波探头具备权利要求1所述的压电元件,用于发送超声波。
5. 一种超声波探头,其特征在于,
所述超声波探头具备权利要求1所述的压电元件,用于接收超声波。
6. 一种超声波探头,其特征在于,
所述超声波探头具备权利要求1所述的压电元件,用于发送和接收超声波。
7. 一种超声波测量装置,其特征在于,
所述超声波测量装置具备权利要求4所述的超声波探头。
8. 一种压电元件的制造方法,其特征在于,包括:
从面方位为[111]的单晶硅晶圆切出用于振动板的振动用材料的工序;以及
层叠压电体和所述振动板的工序。

压电元件及其制造方法、超声波探头、超声波测量装置

技术领域

[0001] 本发明涉及压电元件等。

背景技术

[0002] 使用将压电元件用作超声波的发送用及接收用的换能器的超声波探头及超声波测量装置,测量生物体信息,进行血管机能的评价或血管疾患的判断。例如,专利文献1中公开了使用通过处理接收的超声波的振幅信息得到的来自生物体组织的反射波信号强度,以及通过处理接收的超声波的相位信息得到的生物体组织的移动速度,自动地检测血管壁的超声波探头及超声波测量装置。

[0003] 在这种超声波探头及超声波测量装置中使用的压电元件,例如专利文献2公开的那样,在薄膜上的振动板上层叠压电体而制成。

[0004] 可知在通常的压电元件的制造中所使用的单晶硅晶圆中,对应面方位,杨氏模量或泊松比具有各向异性。但是,在以往的压电元件的制造方法中,并未特别重视各向异性,而是简单地在单晶硅晶圆上铺满多个元件,进行图案化、切出而制成。换言之,即便是从相同硅晶圆切出制成的压电元件,各压电元件的振动特性不同,进而压电元件的性能产生不稳定。

[0005] 在先技术文献

[0006] 专利文献

[0007] 专利文献1:日本特开2008-173177号公报

[0008] 专利文献2:日本特开昭60-206315号公报。

发明内容

[0009] 本发明以此为背景提出,其目的在于提供抑制起因于硅晶圆的各向异性的性能不稳定的压电元件。

[0010] 为了解决上述课题的第一发明是层叠压电体和以面方位为[111]的单晶硅为振动用材料的振动板的压电元件。

[0011] 面方位[111]的单晶硅晶圆的杨氏模量和泊松比没有偏角的各向异性,杨氏模量和泊松比具有各向同性。因此,根据第一发明,如果将面方位[111]的单晶硅晶圆作为振动用材料制成振动板,则制成的压电元件无论从硅晶圆的何处进行图案化,也能比以往大幅度地降低起因于硅晶圆的各向异性的性能不稳定。

[0012] 第二发明是具备第一发明的压电元件的超声波探头用于发送超声波。

[0013] 第三发明是具备第一发明的压电元件的超声波探头用于接收超声波。

[0014] 第四发明是具备第一发明的压电元件的超声波探头用于发送和接收超声波。

[0015] 根据第二至第四的任一发明,能够实现抑制起因于硅晶圆的各向异性的压电元件的性能不稳定的超声波探头。

[0016] 第五发明是具备第二至第四的任一发明的超声波探头的超声波测量装置。

[0017] 根据第五发明,能够实现抑制起因于硅晶圆的弹性模量的各向异性的压电元件的性能不稳定的超声波测量装置。

[0018] 第六发明是压电元件的制造方法,包括:从面方位为[111]的单晶硅晶圆切出用于振动板的振动用材料的工序,以及层叠压电体和所述振动板的工序。

[0019] 根据第六发明,能制造得到和第一发明同样的作用效果的压电元件。

附图说明

[0020] 图1是示出第一实施方式的超声波测量装置的系统构成例的图。

[0021] 图2是示出第一实施方式的超声波探头的构成例的图。

[0022] 图3是示出第一实施方式的第二压电元件的构成例的俯视图。

[0023] 图4是图3中的A-A截面图。

[0024] 图5是图3中的B-B截面图。

[0025] 图6是示出单晶硅的[001]面内的杨氏模量的各向异性的例子的图表。

[0026] 图7是示出单晶硅的[001]面内的泊松比的各向异性的例子的图表。

[0027] 图8是示出单晶硅的[111]面内的杨氏模量的各向同性的例子的图表。

[0028] 图9是示出单晶硅的[111]面内的泊松比的各向同性的例子的图表。

[0029] 图10是用于说明第一实施方式的压电元件的制造工序的流程图。

[0030] 图11是用于说明[111]面方位硅晶圆的压电元件的硅层及振动板的图案化的位置关系的概念图。

[0031] 图12是示出第二实施方式的压电元件的构成例的俯视图。

[0032] 图13是图12的C-C截面。

[0033] 图14是图12的D-D的截面图。

[0034] 图15是示出压电元件的构成的变形例的截面图(其1)。

[0035] 图16是示出压电元件的构成的变形例的截面图(其2)。

[0036] 图17是示出压电元件的构成的变形例的截面图(其3)。

[0037] 图18是示出超声波探头的构成的变形例的图。

[0038] 图19是示出压电元件的构成的变形例的截面图(其4)。

[0039] 图20用于说明使用各向异性蚀刻的情况下的压电元件的制造工序的流程图。

具体实施方式

[0040] [第一实施方式]

[0041] 图1是示出本实施方式的超声波测量装置10的系统构成例的图。

[0042] 超声波测量装置10是通过向被测量者2发送超声波并测量反射波,来测量被测量者2的生物体信息的装置。在本实施方式中,作为生物体信息的一种,测量被称作颈动脉3的IMT(Intima Media Thickness:血管的内膜中膜复合体厚)的血管机能信息。当然,除IMT之外,也可以是血管直径、从血管直径推定血压、从血管直径的变化算出脉搏这些测量其他的血管机能信息或生物体信息。并且,测量对象不限于人。

[0043] 超声波测量装置10具有测量控制装置20、贴付型的超声波探头40。

[0044] 测量控制装置20是便携式个人电脑,具备兼有用于对测量结果或操作信息进行图

像显示的手段及用于操作输入的手段的触摸面板22、在与超声波探头40之间控制信号的收发接口电路24、控制基板30。此外,适当具备未图示的内置电池等。

[0045] 控制基板30搭载有CPU (Central Processing Unit:中央处理器) 31、ASIC (Application Specific Integrated Circuit:专用集成电路)、FPGA (Field Programmable Gate Array:现场可编程门阵列) 各种集成电路之外,搭载有IC存储器32、经由接口电路24与外部装置(在本实施方式中的超声波探头40)实现数据通信的通信IC 33。控制基板30通过执行CPU 31等中IC存储器32所存储的控制程序,实现以超声波测量为首的本实施方式的各种机能。

[0046] 即,超声波测量装置10通过控制基板30的演算处理等,从贴付于被测量者2的超声波探头40向生物体内组织发送/照射超声波束,接收反射波。然后,通过对反射波的接收信号进行增大/信号处理,能生成被测量者2的生物体内构造相关的反射波数据。然后,根据反射波数据,实现各种生物体信息的连续性的计测和数据存储。

[0047] 图2是示出本实施方式的超声波探头40的构成例的图,是从向被测量者2的贴付面(超声波收发面)侧观察的图。

[0048] 超声波探头40在贴付面侧具有使超声波探头40装卸自如地粘合于被测量者2的皮肤的粘合部42、超声波传感器44。

[0049] 超声波传感器44是在超声波收发面的长边方向和短边方向二维排列多个超声波换能器46的集合体。超声波探头40以超声波传感器44的长边横切颈动脉3的短轴方向的相对姿势贴付于被测量者2的皮肤表面。

[0050] 一个超声波换能器46包括压电元件50。压电元件50是向压电体施加电压时产生物理性(机械性)运动的元件,并且是对应压电体受到的外力(在本实施方式的情况下为超声波)产生电压的元件。即,在本实施方式中,压电元件50兼任超声波的发送和接收。

[0051] 图3是示出本实施方式的压电元件50的构成例的俯视图。图4是图3中的A-A截面图。图5是图3中的B-B截面图。

[0052] 本实施方式的压电元件50是向压电体施加电压时产生物理性(机械性)运动的元件。更具体而言,是对应电压伸缩的元件。本实施方式的压电元件50在设置有空腔部51(空腔部51被打开)的俯视为矩形状的支承基板52的上表面接合薄膜状的硅层57。此外,也可以在支承基板52的上表面形成硅层57后,形成空腔部51。

[0053] 硅层57具有渡过空腔部51的双支梁构造(两端固定支承构造)的振动板53。即,以覆盖空腔部51的方式接合硅层57,沿着俯视矩形的空腔部51的长度方向的边缘部设置有条缝隙54。这两条缝隙54正好作出长度方向渡过空腔部51的薄板的桥梁构造、即薄板的两支梁。

[0054] 然后,在振动板53的上表面层叠压电转换部55。本实施方式的压电转换部55构成通过上部电极552和下部电极553夹着在电能和动能之间转换能量的压电体551。在本实施方式中,使用压电陶瓷、锆钛酸铅(PZT)作为压电体551,但也能适当选择其他的压电材料。

[0055] 若向上部电极552和下部电极553之间施加交流电压,则压电体551及振动板53向高伸缩方向(本实施方式的构成中为振动板53的长度方向)周期性伸缩。即,压电转换部55及振动板53振动。由此,压电元件50向其上方(面向图3较近的侧,面向图4及图5上侧)或下

方(面向图3的较远侧,面向图4及图5下侧)输送超声波。

[0056] 由压电元件50发出的超声波在被测量者2的体内反射而成为反射波,压电元件50从其上方或下方接收它。接收反射波后,一体地形成的压电转换部55及振动板53挠曲,对应其挠曲量在压电体551内产生电荷,电压产生在上部电极552和下部电极553之间。超声波测量装置10在该测量控制装置20对该电压进行运算处理,算出生物体信息。

[0057] 那么,发送超声波时的压电元件50的转换效率与除压电转换部55之外振动板53的弹性特性有关。同样地,接收超声波时的接收灵敏度也与振动板53的弹性特性有关。以往,由于超声波的发送和接收所使用的压电元件对面方位[001]的单晶硅晶圆进行图案化并切出,以便于切出尽可能多地压电元件,因如何被图案化而振动板的弹性特性产生差异,弹性特性的差异成为压电元件的性能不稳定的成因。

[0058] 具体地叙述的话,图6是示出单晶硅的[001]面内的杨氏模量的各向异性的例子的图表,记为朝向图6较近的方向为面方位[001],朝向图6下侧的面方位为[110]。如图6所示,单晶硅[001]面内的杨氏模量具有四边的中央稍向内侧凹的菱形的各方异性。因此,如果在面方位[001]的单晶硅晶圆水平垂直排列多个压电元件50并进行图案化,则因该压电元件50的振动板53的高伸缩方向(在本实施方式中为振动板53的长度方向)朝向哪个方位而性能改变,产生不稳定。

[0059] 例如,振动板53的高伸缩方向(在本实施方式中振动板53的长度方向)沿着杨氏模量相对低的低杨氏模量方位[100]的压电元件,相比于振动板53的高伸缩方向沿着高杨氏模量方位[-110]的压电元件,由于振动板53易于挠曲,即便向压电元件50施加相同电压,产生更强的超声波。

[0060] 另外,图7是示出单晶硅的[001]面内的泊松比的各向异性的例子的图表,记为朝向图7较近的方向为面方位[001],朝向图7下侧的面方位为[110]。如图7所示,单晶硅的[001]面内的泊松比具有四个叶状的各向异性。因此,如果在面方位[001]的单晶硅晶圆水平垂直排列多个压电元件50并进行图案化,则因该压电元件50的振动板53的高伸缩方向朝向哪个方位而性能改变,产生不稳定。

[0061] 例如,振动板53的高伸缩方向沿着泊松比相对低的低泊松比方位[-110]的压电元件,相比于振动板53的高伸缩方向沿着高泊松比方位[100]的压电元件,换言之成为拉紧的状态,接收超声波的情况下的接收灵敏度变高。

[0062] 在此,在本实施方式中,为了抑制这种不稳定,由偏角的杨氏模量或泊松比没有各向异性的面方位[111]的单晶硅晶圆制成压电元件50。

[0063] 图8是示出单晶硅的[111]面内的杨氏模量的各向同性的例子的图表,记为朝向图8较近的方向为面方位[111],朝向图8下侧的面方位为[-110]。另外,图9是示出单晶硅的[111]面内的泊松比的各向同性的例子的图表,记为朝向图9较近的方向为面方位[111],朝向图9下侧的面方位为[-110]。

[0064] 如图8及图9所示,在面方位[111]的单晶硅晶圆中,偏角的杨氏模量或泊松比没有各向异性。即,无论如何对压电元件50进行图案化,也能够抑制起因于硅晶圆的各向异性的性能的不稳定。

[0065] 图10是用于说明本实施方式的压电元件50的制造工序的流程图。本实施方式的压电元件50的制造工序,首先,通过在不产生杨氏模量和泊松比的各向异性的(换言之,杨氏

模量和泊松比所代表的弹性特性为各向同性的) [111] 面方位对单晶硅铸锭进行切片来制成硅晶圆7 (步骤S6)。此外,不是由单晶硅铸锭切片来制成硅晶圆7,也可以通过其他方法买入 [111] 面方位的硅晶圆7等来准备。

[0066] 接着,在该硅晶圆7对压电元件50进行图案化,切出包括作为振动板53的材料的压电元件50的硅层57 (步骤S8)。然后,层叠包括上部电极552及下部电极553的、压电体551和振动板53,制成压电元件50 (步骤S10)。

[0067] 图11是用于说明本实施方式的 [111] 面方位的硅晶圆7的、压电元件50的图案化,更具体而言包括振动板53的硅层57的图案化的位置关系的概念图。在 [111] 面方位的硅晶圆7,在对应规定方位的缘部形成定向平面71。因此,将该定向平面71作为记号,能够逐个对压电元件50的硅层57图案化。但是,由于 [111] 面方位的硅晶圆7没有各向异性 (换言之,为各向同性),压电元件50的硅层57各自的图案化的朝向可以是任意的。无论如何切出,都能使作为压电元件50的弹性特性相等。

[0068] 以上,根据本实施方式,能够实现抑制起因于硅圆片的弹性特性的各向异性的性能不稳定的压电元件50、使用了该压电元件的超声波探头40、使用了该压电元件的超声波测量装置10。

[0069] 此外,本实施方式的压电元件50的层叠构造,但还可以采用在上表面侧还设置薄膜片层的构成。

[0070] [第二实施方式]

[0071] 接着,说明适用本发明的第二实施方式。

[0072] 本实施方式基本上与第一实施方式同样地实现,但压电元件的结构不同。此外,下文中主要叙述与第一实施方式的差异,相同的构成要素赋予相同的符号,省略说明。

[0073] 图12是示出本实施方式的压电元件50C的构成例的俯视图。图13是图12的C-C截面图。图14是图12的D-D截面图。在本实施方式的压电元件50C中,振动板53形成为对于空腔部51延伸设置的薄板的单支梁构造。

[0074] 包括振动板53的硅层57的硅晶圆7的图案化和第一实施方式相同。

[0075] [变形例]

[0076] 以上,说明了适用本发明的实施方式,但能适当地进行构成要素的追加/省略/变更。

[0077] [其1]

[0078] 例如,在上述实施方式中,将振动板53作为硅的单层结构,但如图15的振动板长度方向截面图 (相当于图5) 所示,也可以是与压电转换部55之间具有氧化锆层58或二氧化硅层59的多层结构。

[0079] [其2]

[0080] 此外,在上述实施方式中,将支承基板52和硅层57用作不同材料,但图16的振动板长度方向截面图所示,可以将支承基板52和硅层57用作相同材料,也可以通过蚀刻等制成空腔部51。

[0081] [其3]

[0082] 并且,在上述实施方式中,在振动板53的周围设置缝隙54,但如图17的截面图 (相当于图4) 所示,也可以作为省略缝隙54的构成。例如,如果将振动板53作为俯视下矩形,则

能够称为以支承基板52支承该四片的支承结构。

[0083] [其4]

[0084] 此外,在上述实施方式中,说明了各压电元件50构成兼任超声波的发送用和接收用,但例如,如图18所示,也可以构成在一个超声波换能器46分别设置超声波的发送用的第一压电元件50A和接收用的第二压电元件50B。这种情况下,能够在其任一方或两方采用上述实施方式的压电元件50。

[0085] [其5]

[0086] 此外,在上述实施方式中,将振动板53的材料作为单晶硅,但如果是能在偏角方向具有杨氏模量和泊松比的各向同性的结晶方位面制成薄板的材料,也可以是其他物质。例如,能利用砷化镓等和硅相同碳族元素的其他元素(第14族元素)的材料等。

[0087] [其6]

[0088] 此外,在上述实施方式中,构成为开放空腔部51的下表面侧,但如图19所示,也可以构成为适当地设置背面板58,作为闭合空间具有空腔部51。

[0089] 该构成中的压电元件50例如在以面方位[111]的单晶硅制成硅层57,以与其不同的面方位的单晶硅制成支承基板52的情况下,能够通过利用图20所示的各向异性蚀刻的SOI(绝缘体上硅)工序实现。

[0090] 具体而言,制成成为支承基板52的单晶硅晶圆(例如,面方位[110]的单晶硅晶圆),进行表面氧化处理(步骤S20)。

[0091] 接着,制成杨氏模量和泊松比没有各向异性的面方位[111]的单晶硅晶圆,使其接合于之前制成的成为支承基板52的单晶硅晶圆的上表面侧(步骤S22),对面方位[111]的单晶硅晶圆进行研磨/薄化,制成硅层57(步骤S24)。

[0092] 接下来,在面方位[111]的单晶硅晶圆之上形成压电元件55(步骤S26),对成为支承基板52的单晶硅晶圆实施各向异性蚀刻(例如,使用氢氧化钾的所谓的KOH蚀刻),形成空腔部51(步骤S28)。然后,在进行了背面板58的形成处理之后(步骤S28),进行切出(步骤S30)。

[0093] 此外,若省略步骤S28,该制造过程也能适当地应用于本说明书中其他构成的压电元件的制成中。

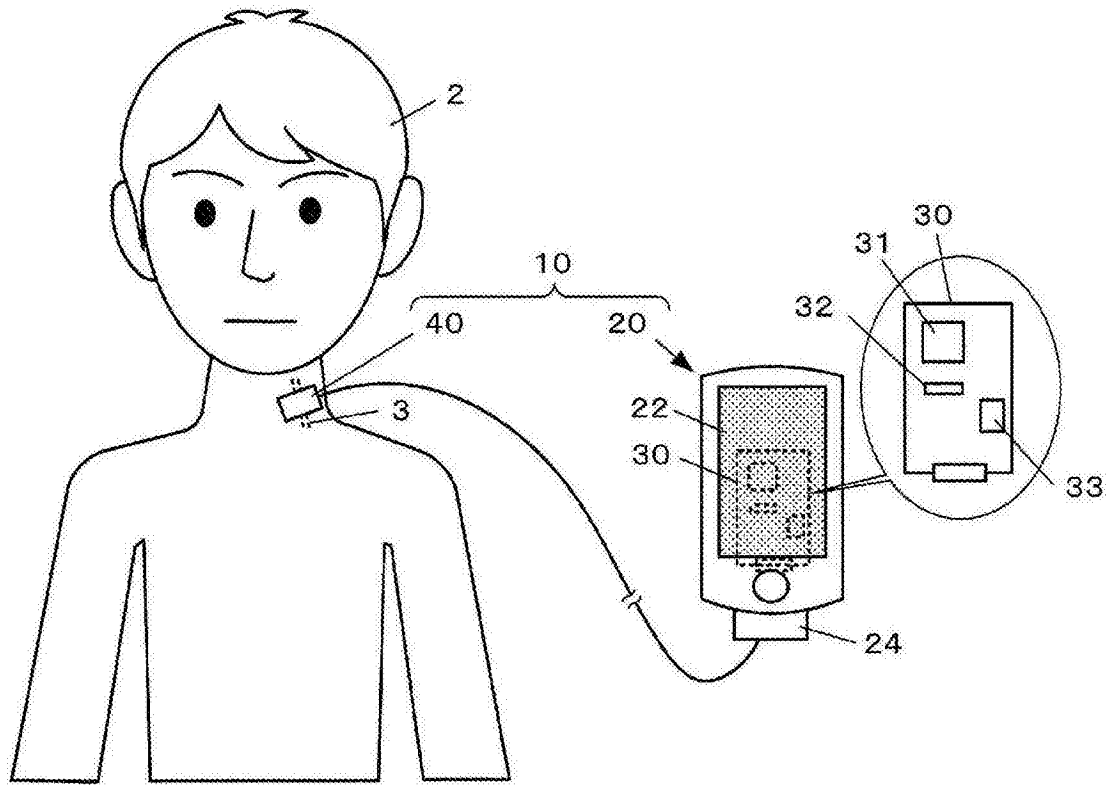


图1

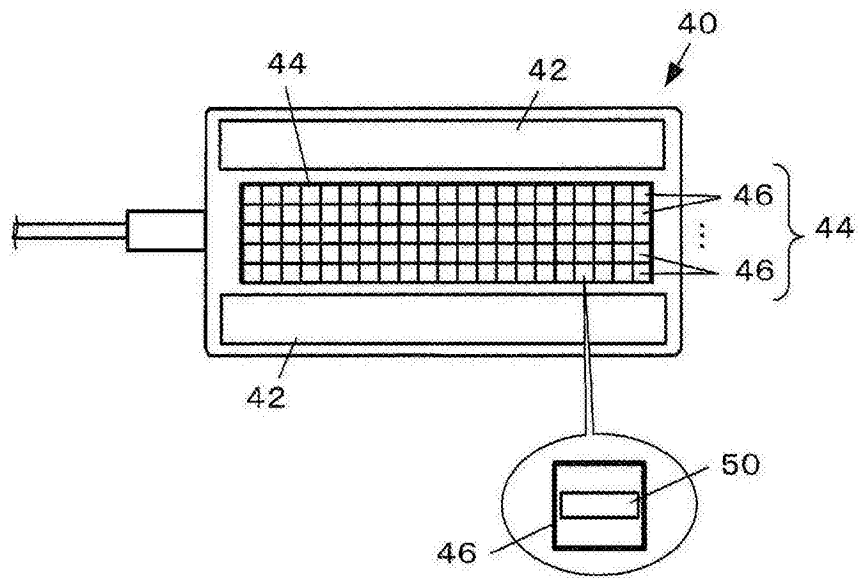


图2

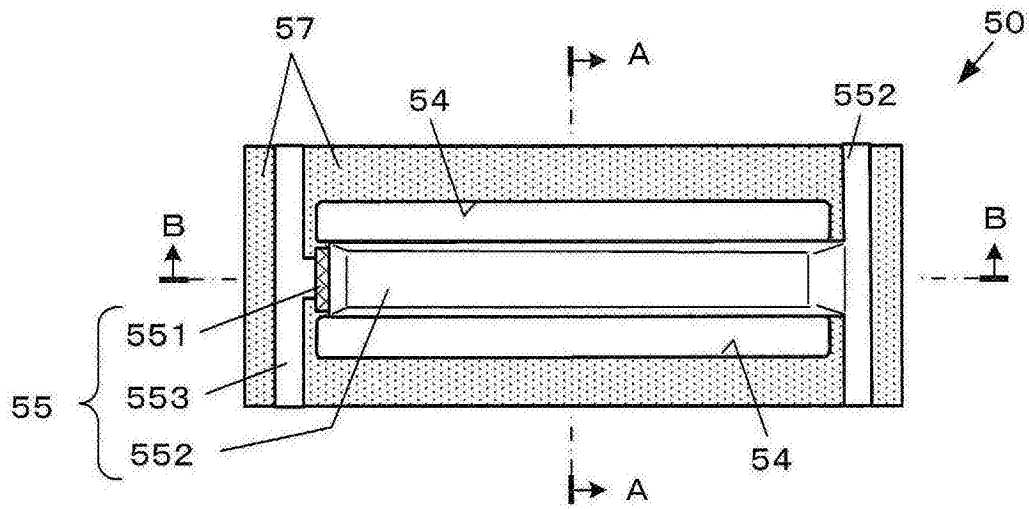


图3

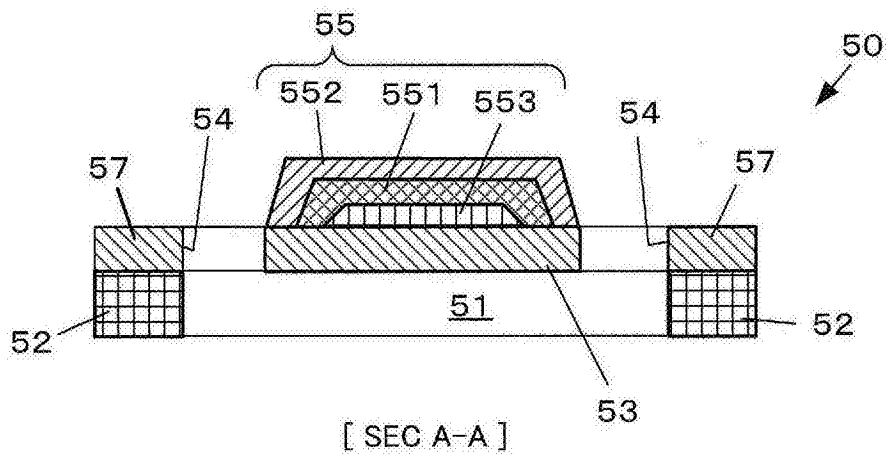


图4

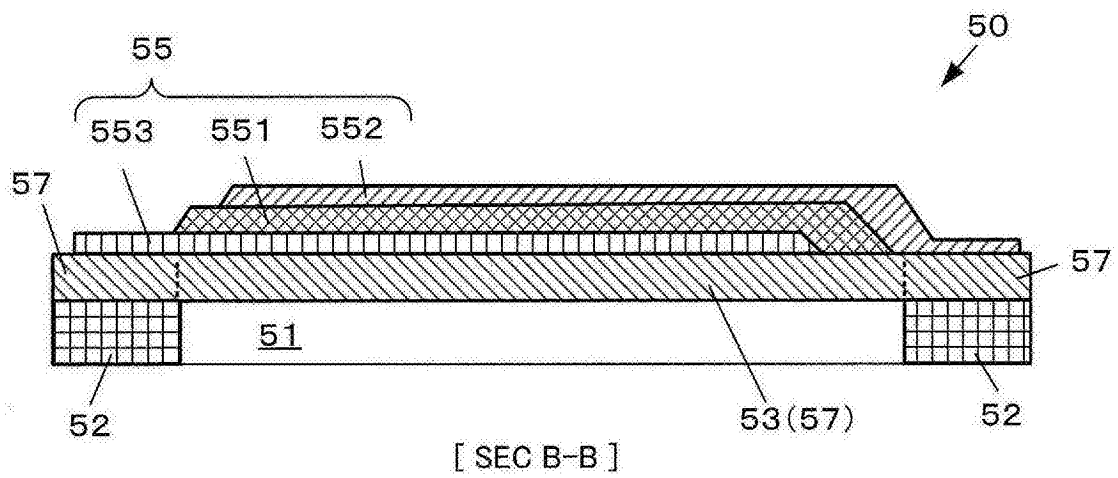


图5

杨氏模量

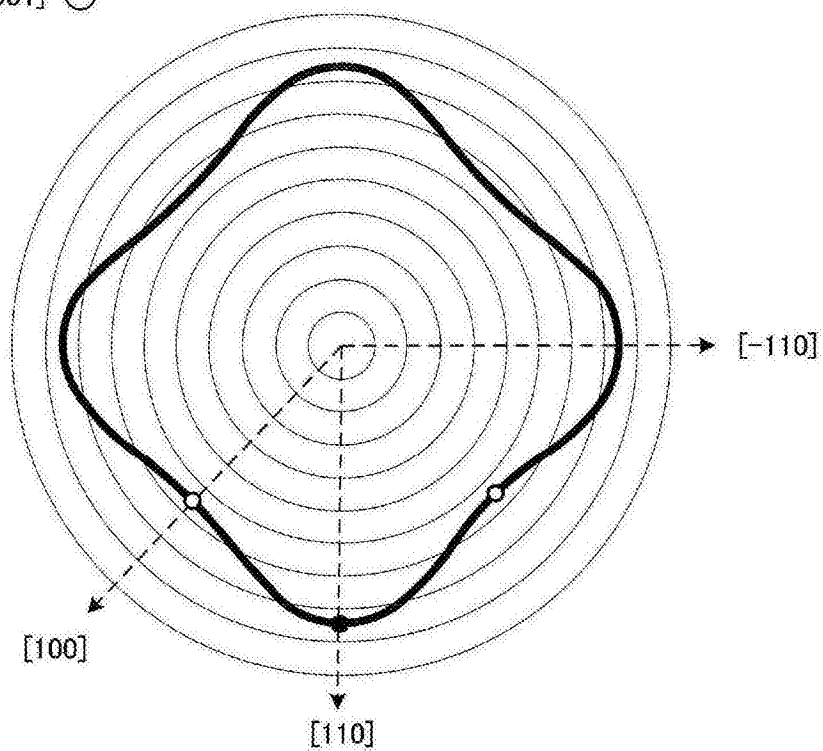
[001] $\odot$ 

图6

泊松比

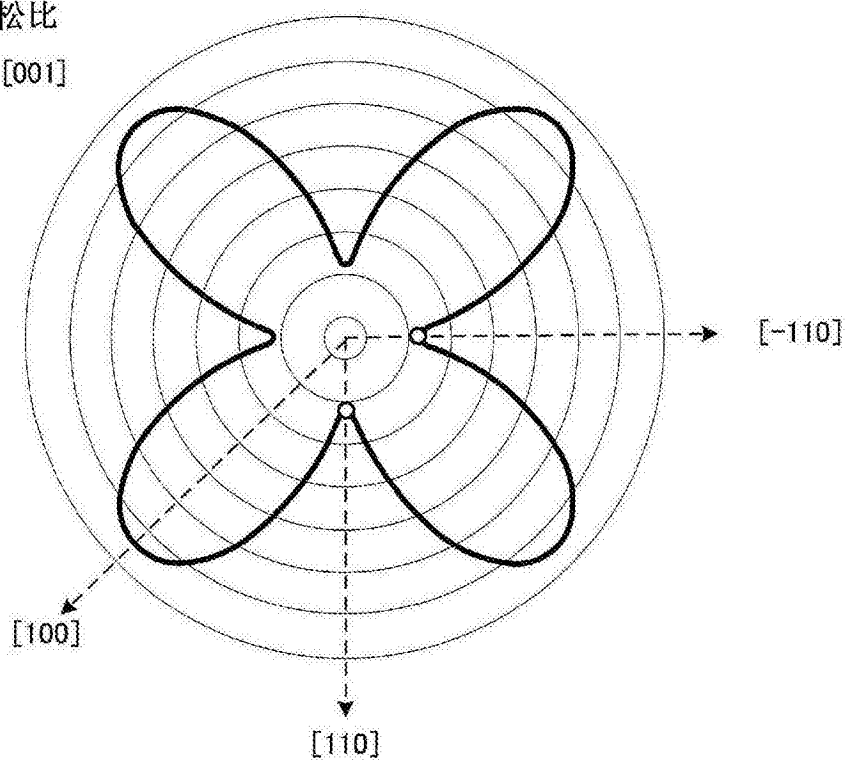
 $\odot$ [001]

图7

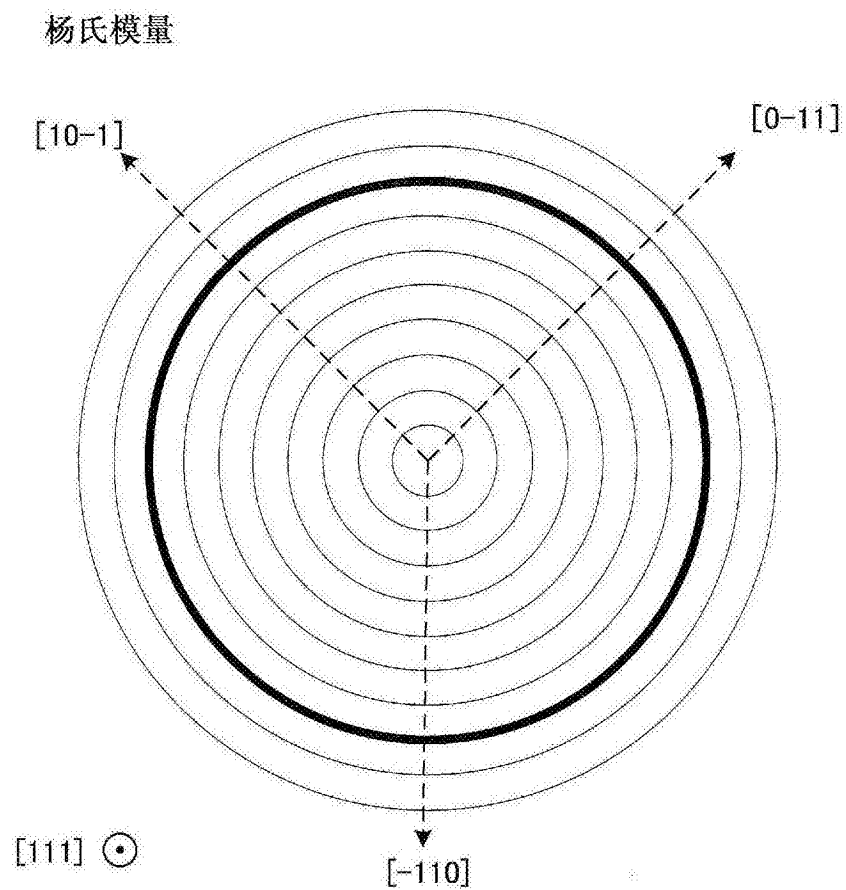


图8

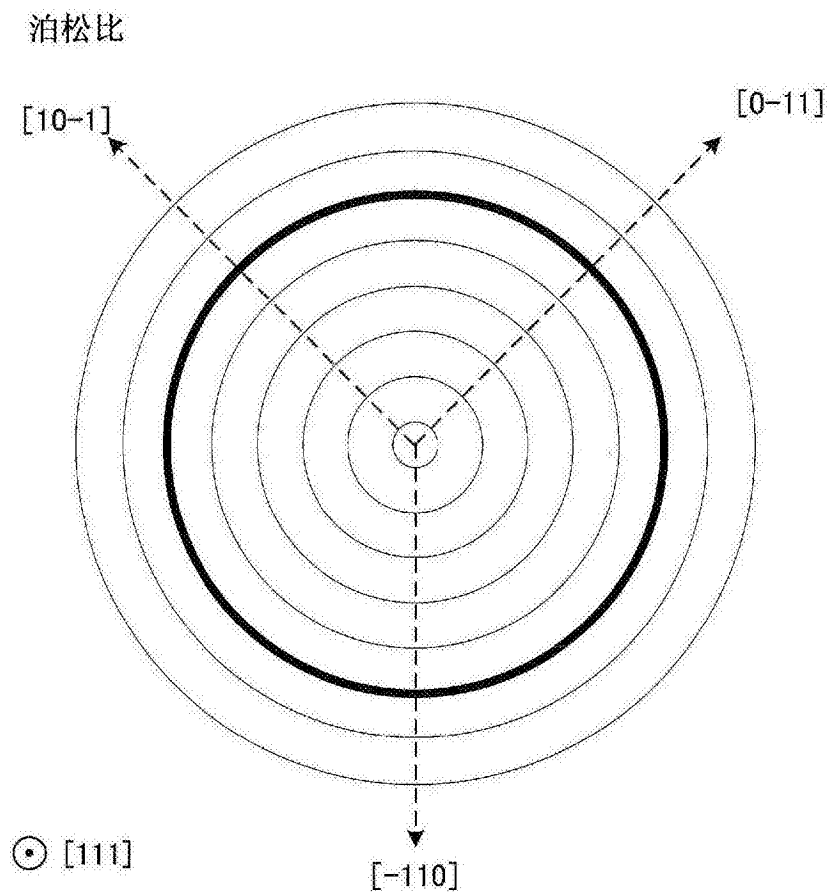


图9

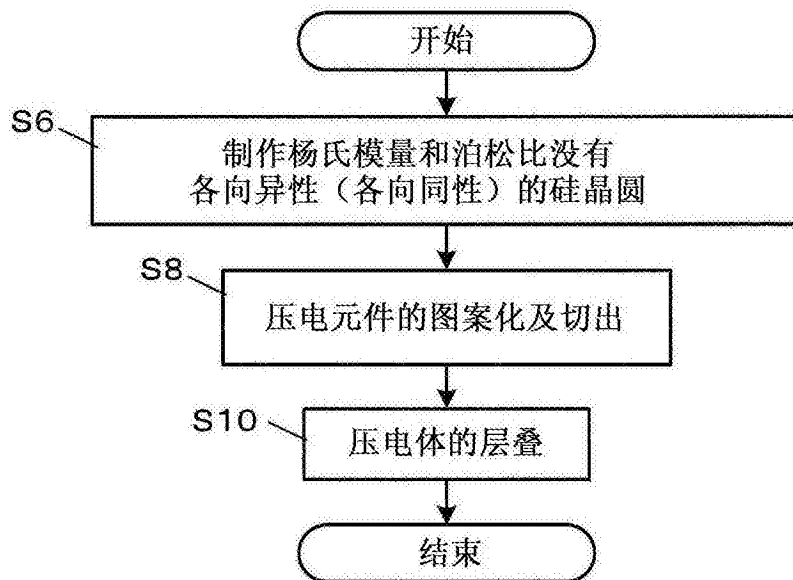


图10

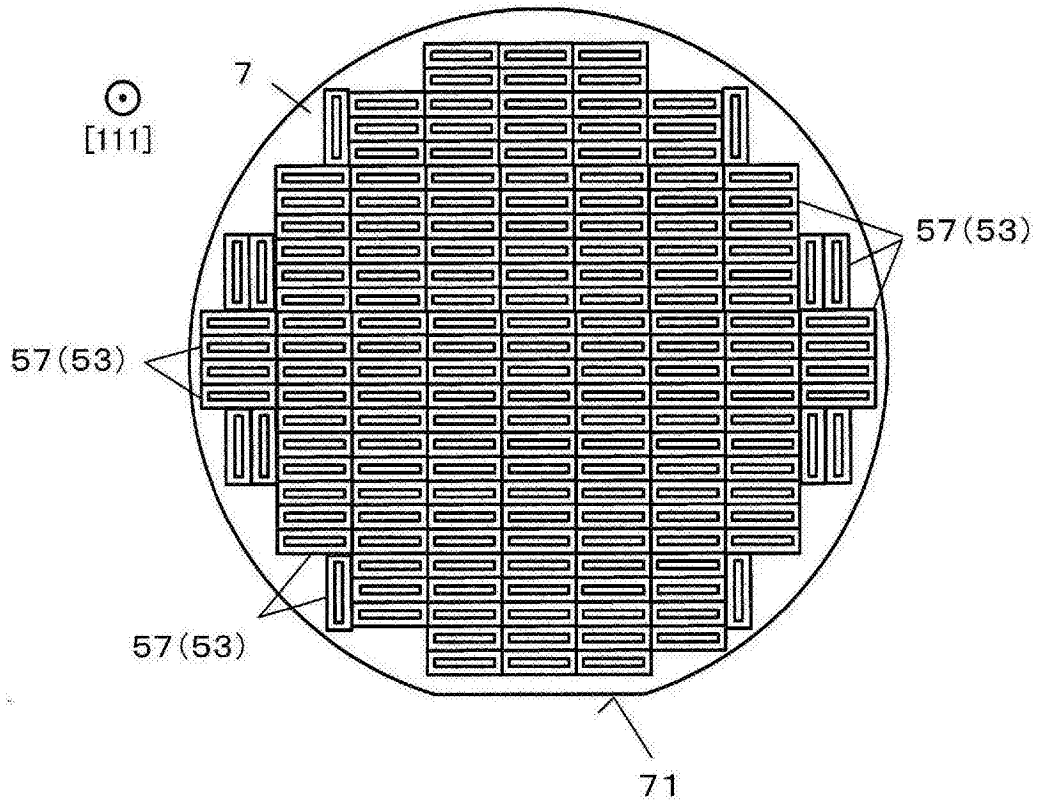


图11

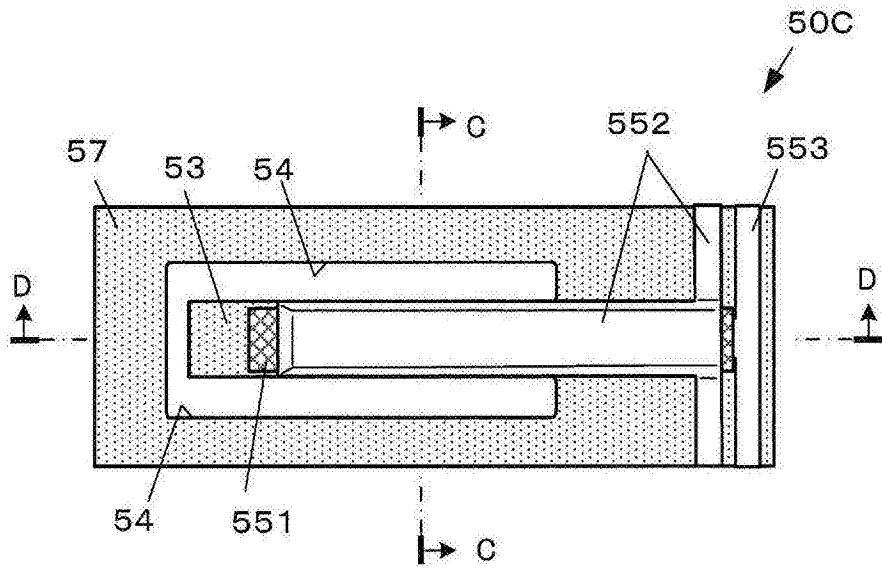


图12

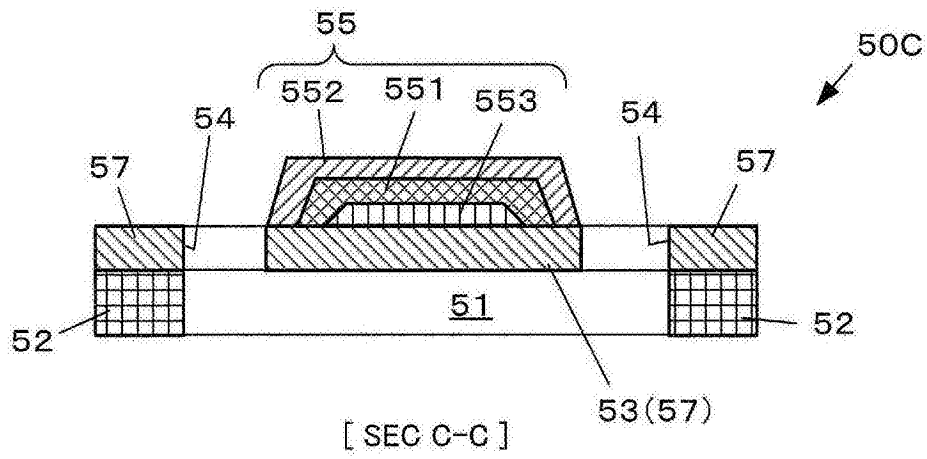


图13

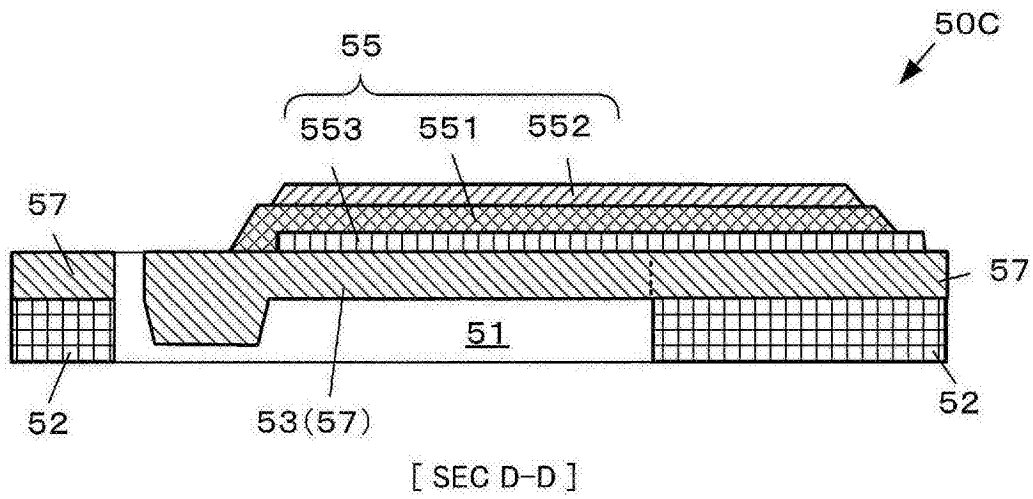


图14

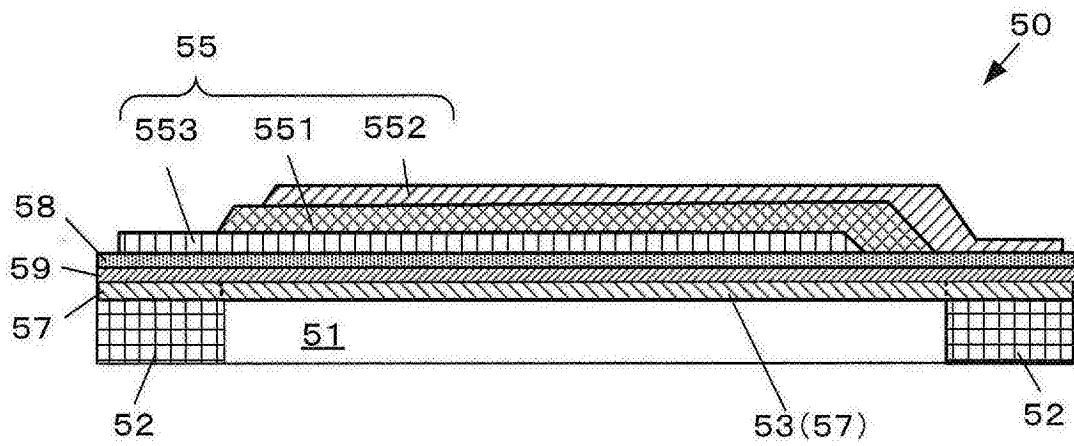


图15

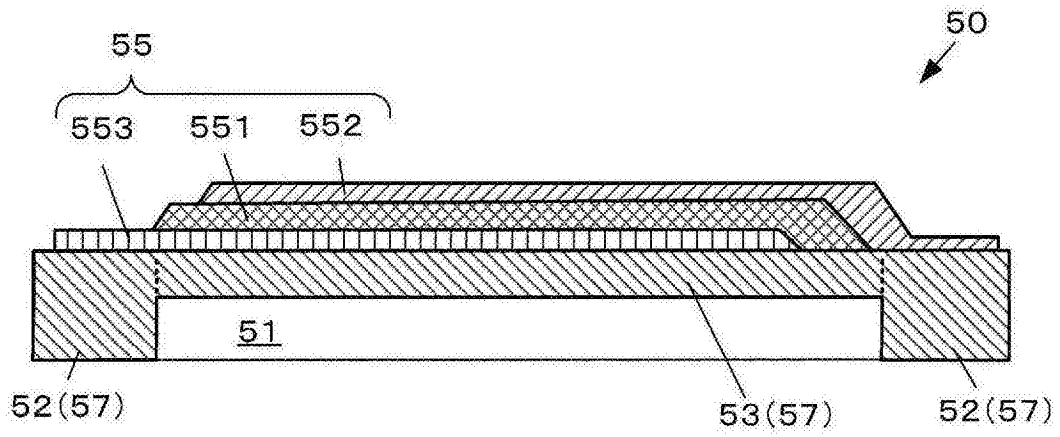


图16

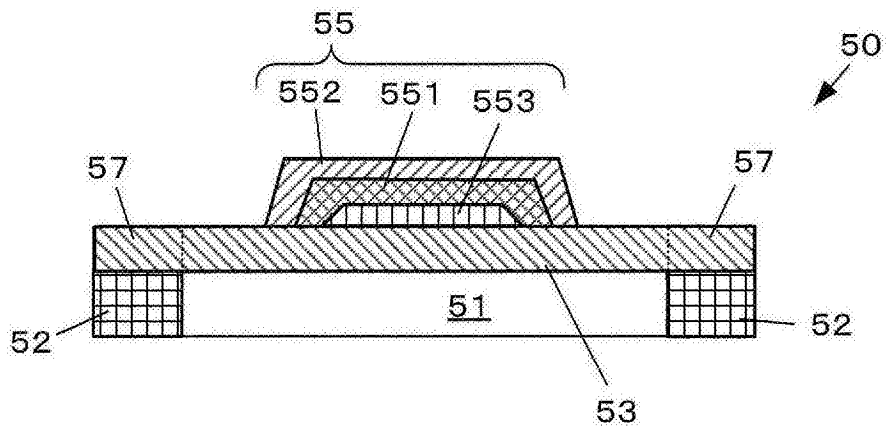


图17

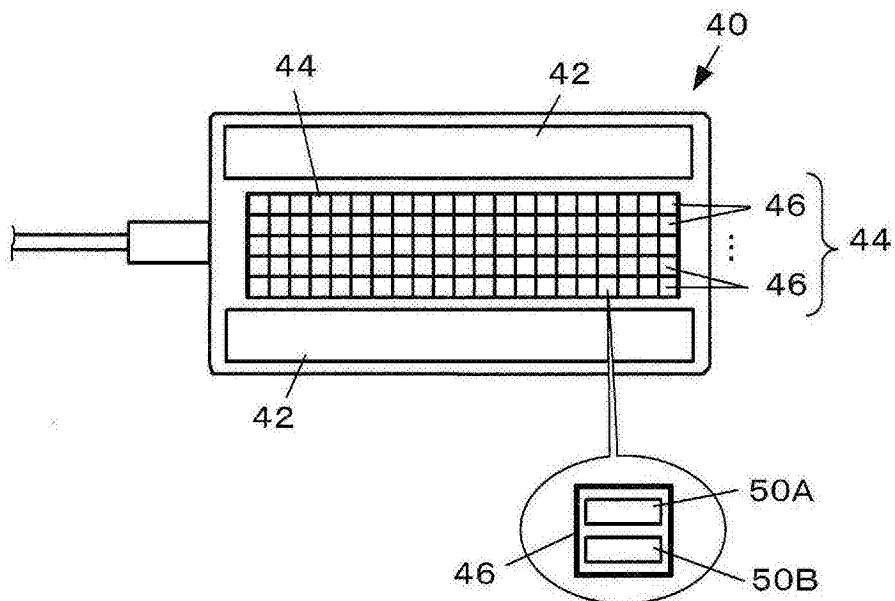


图18

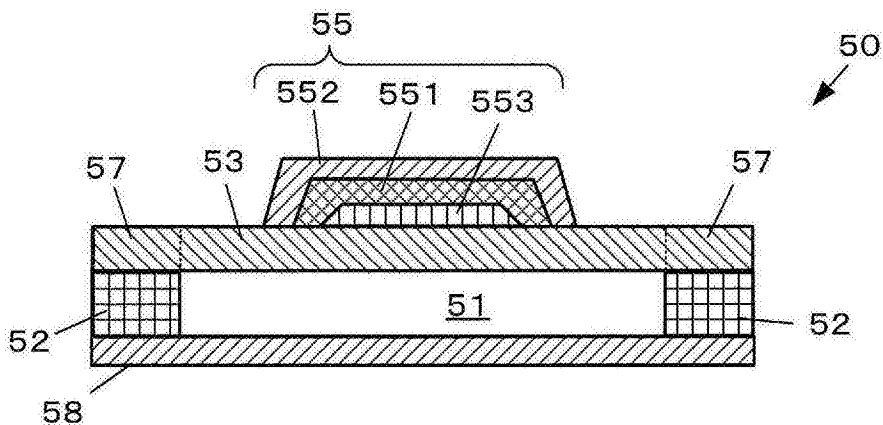


图19

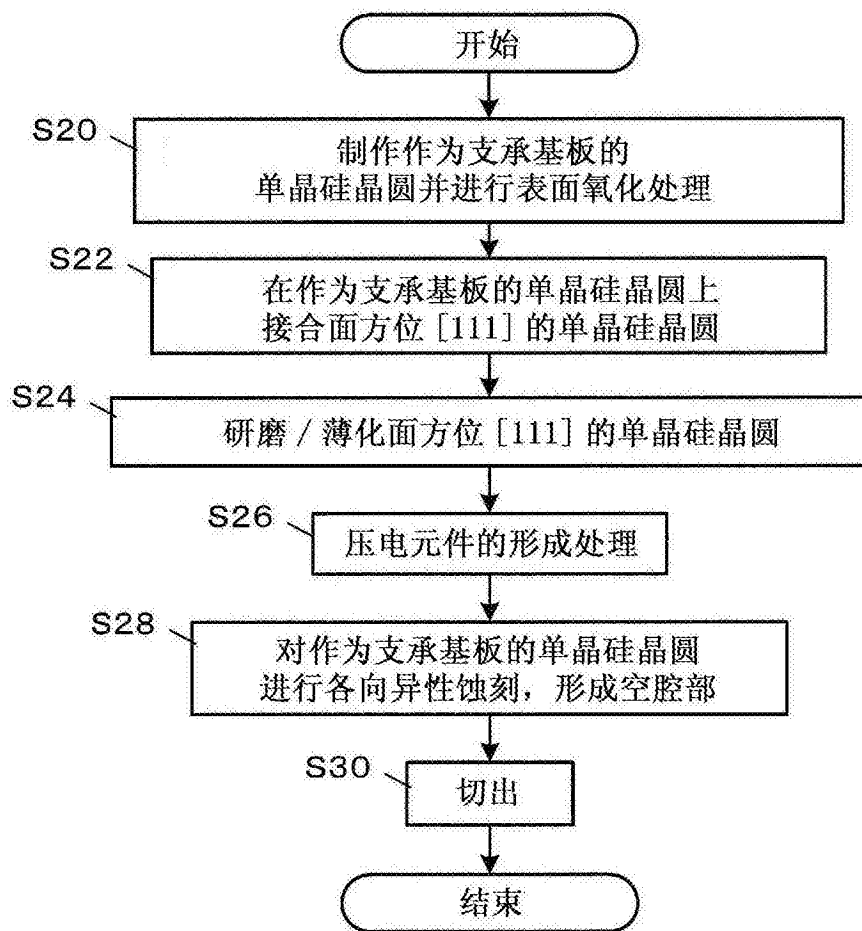


图20

专利名称(译)	压电元件及其制造方法、超声波探头、超声波测量装置		
公开(公告)号	CN106817105A	公开(公告)日	2017-06-09
申请号	CN201611042603.3	申请日	2016-11-23
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
[标]发明人	山崎清夏 田村博明		
发明人	山崎清夏 田村博明		
IPC分类号	H03H9/05 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/0891 A61B8/14 A61B8/4427 A61B8/4444 B06B1/0629 H01L41/081 H01L41/09 H01L41/0933 H01L41/094 H01L41/113 H01L41/31 H01L41/312 H01L41/338 H03H9/05 A61B8/44		
代理人(译)	纪秀凤		
优先权	2015229831 2015-11-25 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

提供了压电元件及其制造方法、超声波探头、超声波测量装置。压电元件，层叠压电体和以面方位为[111]的单晶硅作为振动用材料的振动板(53)。并且，压电元件的制造方法，包括：从面方位为[111]的单晶硅晶圆切出用于振动板(53)的振动用材料的工序，以及层叠压电体和所述振动板的工序。

