



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103684335 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310381638. X

H03H 3/02 (2006. 01)

(22) 申请日 2013. 08. 28

A61B 8/00 (2006. 01)

(30) 优先权数据

2012-187427 2012. 08. 28 JP

(71) 申请人 株式会社东芝

地址 日本东京都

申请人 东芝医疗系统株式会社

(72) 发明人 山本纪子 山下洋八 细野靖晴

逸见和弘 樋口和彦

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司

公司 11227

代理人 舒艳君 李洋

(51) Int. Cl.

H03H 9/145 (2006. 01)

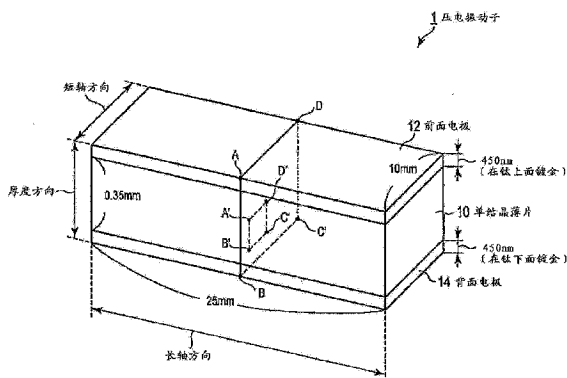
权利要求书2页 说明书11页 附图9页

(54) 发明名称

超声波探头及其制造方法、以及压电振动子及其制造方法

(57) 摘要

本实施方式涉及的超声波探头具备：具有结晶方位为 [100] 的面亦即第 1 面以及与所述第 1 面对置并且结晶方位为 [100] 的面亦即第 2 面的单结晶压电体；被设置在所述单结晶压电体的所述第 1 面侧的第 1 电极以及被设置在所述单结晶压电体的所述第 2 面侧的第 2 电极；被设置在所述第 1 电极之上的声匹配层；以及被设置在所述第 2 电极之下的背衬材料，所述单结晶压电体沿着经过所述第 1 电极、所述单结晶压电体和所述第 2 电极的第 1 方向被分极，包含所述第 1 方向的剖开面具有沿着所述第 1 电极或所述第 2 电极的多层形状，所述多层形状中的各层的厚度为 0.5 微米以上 5 微米以下。



1. 一种超声波探头,具备:

单结晶压电体,该单结晶压电体具有结晶方位为 [100] 的面亦即第 1 面以及与所述第 1 面对置并且结晶方位为 [100] 的面亦即第 2 面;

设置在所述单结晶压电体的所述第 1 面侧的第 1 电极以及设置在所述单结晶压电体的所述第 2 面侧的第 2 电极;

声匹配层,其被设置在所述第 1 电极之上;以及

背衬材料,其被设置在所述第 2 电极之下,

所述单结晶压电体沿着通过所述第 1 电极、所述单结晶压电体以及所述第 2 电极的第 1 方向被分极,包含所述第 1 方向的剖开面具有沿着所述第 1 电极或所述第 2 电极的多层形状,

所述多层形状中的各层的厚度为 0.5 微米以上 5 微米以下。

2. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其中,

所述单结晶压电体包含铅复合钙钛矿化合物。

3. 根据权利要求 2 所述的超声波探头,其中,

所述铅复合钙钛矿化合物具有氧化镁和氧化铟中的至少一种以及氧化铌。

4. 根据权利要求 1 所述的超声波探头,其中,

所述各层的厚度为 0.5 微米以上 2 微米以下。

5. 根据权利要求 2 所述的超声波探头,其中,

所述铅复合钙钛矿化合物具有 $v\text{mol}\%$ 的锆酸铅、 $x\text{mol}\%$ 的铟铌酸铅、 $y\text{mol}\%$ 的镁铌酸铅、以及 $z\text{mol}\%$ 的钛酸铅, $v=0 \sim 0.15$ 、 $x=0.24 \sim 0.74$ 、 $y=0 \sim 0.50$ 、 $z=0.26 \sim 0.33$, 并且 $v+x+y=0.67 \sim 0.74$, 并且 $v+x+y+z=1$,

所述铅复合钙钛矿化合物的结晶结构的相转移温度为 95°C 以上 150°C 以下。

6. 一种超声波探头制造方法,其中,

制作由具有氧化镁和氧化铟中的至少一种以及氧化铌的铅复合钙钛矿化合物构成的压电单结晶,

通过以所述压电单结晶的结晶方位为 [100] 的面切断所述压电单结晶,制作具有成为结晶方位为 [100] 的面的第 1 面、以及与所述第 1 面对置并且成为结晶方位为 [100] 的面的第 2 面的单结晶晶片,

在所述单结晶晶片的所述第 1 面侧和所述第 2 面侧分别设置第 1 电极以及第 2 电极,

在所述第 1 电极与第 2 电极之间以规定的次数施加具有规定的频率和规定的峰间电场的交流电场,

在所述第 1 电极之上设置声匹配层,

在所述第 2 电极之下设置背衬材料。

7. 根据权利要求 6 所述的超声波探头制造方法,其中,

所述规定的峰间电场为 $0.5\text{kV}/\text{mm}$ 以上 $2.5\text{kV}/\text{mm}$ 以下,

在施加了所述交流电场之后,在所述电极之间施加具有 $0.25\text{kV}/\text{mm}$ 以上 $2.5\text{kV}/\text{mm}$ 以下的电场的直流电场。

8. 根据权利要求 6 所述的超声波探头制造方法,其中,

所述规定的频率为 0.1 赫兹以上 1000 赫兹以下,

所述规定的次数为 2 次以上 1000 次以下。

9. 根据权利要求 7 所述的超声波探头制造方法,其中,所述规定的峰间电场大于所述直流电场的最大电场。

10. 一种压电振动子,具备:

单结晶压电体,该单结晶压电体由具有氧化镁和氧化镧中的至少一种以及氧化铈的铅复合钙钛矿化合物构成,并且具有结晶方位为 [100] 的面亦即第 1 面、以及与所述第 1 面对置且结晶方位为 [100] 的面亦即第 2 面;以及

设置在所述单结晶压电体的所述第 1 面侧的第 1 电极以及设置在所述单结晶压电体的所述第 2 面侧的第 2 电极,

所述单结晶压电体沿着通过所述第 1 电极、所述单结晶压电体以及所述第 2 电极的第 1 方向被分极,包含所述第 1 方向的剖开面具有沿着所述第 1 电极或所述第 2 电极的多层形状,

所述多层形状中的各层的厚度为 0.5 微米以上 5 微米以下。

11. 一种压电振动子制造方法,其中,

制作由具有氧化镁和氧化镧中的至少一种以及氧化铈的铅复合钙钛矿化合物构成的压电单结晶,

通过以所述压电单结晶的结晶方位为 [100] 的面切断所述压电单结晶,制作具有成为结晶方位为 [100] 的面的第 1 面以及与所述第 1 面对置并且成为结晶方位为 [100] 的面的第 2 面的单结晶晶片,

在所述单结晶晶片的所述第 1 面侧和所述第 2 面侧分别设置第 1 电极以及第 2 电极,

在所述第 1 电极以及第 2 电极之间以规定的次数施加具有规定的频率和规定的峰间电场的交流电场。

超声波探头及其制造方法、以及压电振动子及其制造方法

[0001] 本申请主张 2012 年 8 月 28 日申请的日本专利申请号 2012-187427 的优先权，并在本申请中引用上述专利申请的全部内容。

技术领域

[0002] 本发明的实施方式涉及超声波探头、压电振动子、超声波探头制造方法以及压电振动子制造方法。

背景技术

[0003] 医用超声波诊断装置以及超声波图像检查装置经由超声波探头向对象物发送超声波，并根据由来自对象物内部的反射波产生的反射信号（回波信号），对对象物的内部进行图像化。在医用超声波诊断装置以及超声波图像检查装置中，主要使用具有超声波发送接收功能的电子操作式的阵列式超声波探头。

[0004] 通常的超声波探头具有：背衬材料；被接合在背衬材料上并在压电体的两面形成电极的压电振动子；以及被接合在压电振动子上的声匹配层。压电振动子以及声匹配层通过阵列加工被形成为多个通道。在声匹配层上形成了声透镜。与各通道相对应的压电振动子的电极经由控制信号基板（挠性印制电路板：Flexible printed circuit, FPC），再经由电缆，与医用超声波诊断装置以及超声波图像检查装置的装置主体连接。

[0005] 在如上所述的超声波探头中，压电振动子在进行超声波的发送接收的能动部件。作为压电振动子的特性，要求大的介电常数和压电常数以及小的介质损失。

[0006] 作为压电振动子的材料，从 1970 年代就已开始使用锆钛酸铅（PZT）系压电陶瓷。作为压电振动子的材料，从 2005 年起开始使用了具有铅复合钙钛矿结构的高性能的压电单结晶。具有铅复合钙钛矿结构的高性能的压电单结晶由钛酸铅（ PbTiO_3 ）和包含由 $\text{Pb}(\text{B1}, \text{Nb})\text{O}_3$ （其中，B1 是镁、锌、铟、铈等中的至少一种）构成的弛豫（relaxor）系铅复合钙钛矿化合物的压电单结晶构成。

[0007] 在现有技术中，示出了一种压电单结晶，该压电单结晶是具有以 $[\text{Pb}(\text{Mg}, \text{Nb})\text{O}_3]_{(1-x)} \cdot [\text{Pb}(\text{TiO}_3)]_{(x)}$ （以下，称为 PMN-PT）： $(x=0.26$ 以上 0.29 以下）等组成的且具有铅复合钙钛矿结构的伪立方晶的单结晶；其特征在于：在 25°C 下的介电常数的值为 5000 以上，且伪立方晶和正方晶之间的变态温度 T_{rt} 下的相对介电常数的值为 25°C 下的相对介电常数的 2.5 倍以上。

[0008] 作为其他的现有例，示出了铟酸铅 - 钛酸铅 $\text{Pb}(\text{Zn}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-Pb}(\text{TiO}_3)$ （以下，称为 PZN-PT）中，当一边从相转移温度以上的高温使温度降低一边施加直流电场时，能够根据条件将区域尺寸控制在 $8\text{-}20\ \mu\text{m}$ 的范围内。该方法中的区域沿与电极面平行的方向形成。

发明内容

[0009] 本发明能够提供提高了介电常数和压电常数 d_{33} 的压电振动子以及压电振动子

的制造方法,并且能够提供提高了灵敏度的超声波探头以及超声波探头制造方法。

附图说明

[0010] 图 1 是表示制造本实施方式涉及的压电振动子的步骤的流程图的一个例子的图。

[0011] 图 2 是表示本实施方式的实施例 1 涉及的压电振动子的外观的一个例子的外观图。

[0012] 图 3 是表示用剖面 ABCD 剖开图 2 中的压电振动子之后的剖开面中、一部分 A' B' C' D' 的剖面像的图。

[0013] 图 4 是表示在图 3 的剖开面 A' B' C' D' 中,厚度方向的凹凸分布的一个例子的图。。

[0014] 图 5 是将在被直流极化的 PMN-PT (71/29) 的压电振动子(比较例)中、与剖开面 ABCD 的一部分(10 μ m \times 10 μ m)A' B' C' D' 相对应的部分的剖面像与凹凸的图例一起表示的图。

[0015] 图 6 是表示在与图 3 的剖开面 ABCD 的一部分 A' B' C' D' 相对应的比较例的剖开面中,厚度方向的凹凸分布的一个例子的图。

[0016] 图 7 是表示本实施方式的实施例 3 涉及的压电振动子的外观的一个例子的外观图。

[0017] 图 8 是表示用剖面 EFGH 剖开图 7 中的压电振动子之后的剖开面中、一部分 E' F' G' H' 的剖面像的图。

[0018] 图 9 是表示在剖开面 E' F' G' H' 中,厚度方向的凹凸分布的一个例子的图。

[0019] 图 10 是表示本实施方式的实施例 4 涉及的超声波探头的结构的一个例子的图。

[0020] 图 11 是表示示出制造本实施方式的实施例 4 涉及的超声波探头的步骤的流程图的一个例子的图。

[0021] 图 12 是将本实施方式的实施例 4 涉及的、将频谱与比较例的频谱一起表示的图。

[0022] 图 13 是将本实施方式的实施例 4 涉及的、基于多个通道产生的输出(灵敏度)分布与比较例的输出分布一起表示的图。

[0023] 符号说明

[0024] 1...压电振动子、10...单晶晶片、12...前面电极、14...背面电极、20...压电振动子、21...单晶晶片、23...前面电极、25...背面电极、100...超声波探头、102...背衬材料、104...信号用 FPC、106...单结晶压电振动子、108...第 1 声匹配层

具体实施方式

[0025] 本实施方式涉及的超声波探头具备:单结晶压电体、第 1 电极、第 2 电极、声匹配层、以及背衬材料。单结晶压电体具有结晶方位为 [100] 的面亦即第 1 面、以及与第 1 面对置并且结晶方位为 [100] 的面亦即第 2 面。第 1 电极被设置在单结晶压电体的第 1 面侧上。第 2 电极被设置在单结晶压电体的第 2 面侧上。声匹配层被设置在第 1 电极之上。背衬材料被设置在第 2 电极之下。单结晶压电体沿着经过第 1 电极、单结晶压电体以及第 2 电极的第 1 方向被分极。包含第 1 方向的剖开面具有沿着第 1 电极或第 2 电极的多层形状。多层形状中的各层的厚度为 0.5 微米以上 5 微米以下。

[0026] 以下,参照附图对实施方式涉及的压电振动子的制作方法、压电振动子、阵列式超声波探头的制造方法、以及阵列式超声波探头进行说明。

[0027] 本实施方式涉及的压电振动子通过以下的方法制造。

[0028] 图 1 是表示制造本实施方式涉及的压电振动子的步骤的流程的流程图。

[0029] 本实施方式涉及的压电单结晶至少包含钛酸铅(PbTiO_3)和驰豫系铅复合钙钛矿化合物($\text{Pb}(\text{B}_1, \text{B}_2)\text{O}_3$): (B_1 是镁、铌中的至少一种, B_2 是铈)。关于上述压电单结晶的铸锭制造方法,存在溶剂法、熔融布里奇曼法、TSSC法(Top Seeded Solution Groth)、水平熔融布里奇曼法、以及 CZ 法(Czochralski 法,直拉法)等。在本实施方式中,并不局限于上述压电单结晶的铸锭制造法。通过上述的任一项的方法,都能够制造出压电单结晶(步骤 Sa1)。

[0030] 铅复合钙钛矿化合物在 95°C 以上 150°C 以下的范围内,具有从棱面体晶系到正方晶系的相转移温度(以下,称为 Trt)、从棱面体晶系到单斜晶系的相转移温度(以下,称为 Trm)、以及从单斜晶系到正晶系的相转移温度(以下,称为 Tmt)。在相转移温度小于 95°C 的情况下,如下所述,介电常数、结合系数等的电气特性的温度依存特性变得显著。另外,在相转移温度为 150°C 以上的情况下,如下所述,无法获得所期望的介电常数。根据以上所述,优选地,相转移温度的温度范围为 95°C 以上 150°C 以下。

[0031] 具体而言,铅复合钙钛矿化合物具有 $67\text{mol}\%$ 以上 $74\text{mol}\%$ 以下的镁铈酸铅或铌铈酸铅、以及 $26\text{mol}\%$ 以上 $33\text{mol}\%$ 以下的钛酸铅。在钛酸铅相对于铅复合钙钛矿化合物的比例小于 $26\text{mol}\%$ 的情况下,无法得到高介电常数以及结合系数。另外,在钛酸铅相对于铅复合钙钛矿化合物的比例超过 $33\text{mol}\%$ 的情况下,相转移温度(Trt 、 Trm 、 Tmt)变为 90°C 以下,特别是,在从室温至 85°C 下,介电常数和结合系数的温度依存特性变得显著。根据如上所述,为了维持高介电常数和结合系数并且在室温到 85°C 下减小上述温度依存特性,需要将钛酸铅在铅复合钙钛矿化合物中的比例设定为 $26\text{mol}\%$ 以上 $33\text{mol}\%$ 以下。

[0032] 另外,铅复合钙钛矿化合物也可以具有铌铈酸铅、镁铈酸铅以及钛酸铅。即,铅复合钙钛矿化合物具有 $0\text{mol}\%$ 以上 $50\text{mol}\%$ 以下的铌铈酸铅、 $24\text{mol}\%$ 以上 $74\text{mol}\%$ 以下的镁铈酸铅、以及 $26\text{mol}\%$ 以上 $33\text{mol}\%$ 以下的钛酸铅,它们的总量为 $100\text{mol}\%$ 。即,在设 $\text{Pb}[\{(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})_x(\text{In}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})_y\}\text{Tiz}]\text{O}_3$ 时, $x=0.24 \sim 0.74$ 、 $y=0 \sim 0.50$ 、 $z=0.26 \sim 0.33$, 且 $x+y=0.67 \sim 0.74$, 并且 $x+y+z=1$ 。

[0033] 在钛酸铅相对于铅复合钙钛矿化合物的比例小于 $26\text{mol}\%$ 的情况下,无法得到必要的介电常数。另外,在钛酸铅相对于铅复合钙钛矿化合物的比例超过 $33\text{mol}\%$ 的情况下,在从室温至 80°C 的温度范围下,介电常数以及结合系数的温度依存特性变得显著。即,在从室温至 80°C 的温度范围下,铅复合钙钛矿化合物的电气特性会变得不稳定。

[0034] 另外,在镁铈酸铅相对于铅复合钙钛矿化合物的比例小于 $24\text{mol}\%$ 的情况下,不能得到必要的介电常数。并且,在镁铈酸铅相对于铅复合钙钛矿化合物的比例超过 $74\text{mol}\%$ 的情况下,在从室温至 80°C 的温度范围下,介电常数以及结合系数的电气特性会变得显著。即,在从室温至 80°C 的温度范围下,铅复合钙钛矿化合物的电气特性会变得不稳定。另外,在铌铈酸铅相对于铅复合钙钛矿化合物的比例超过 $50\text{mol}\%$ 的情况下,铅复合钙钛矿化合物的单结晶的制作会变得很难,并且有可能难以得到由具有高均一性的 3 成分(铌铈酸铅、镁铈酸铅、以及钛酸铅)构成的铅复合钙钛矿化合物的单结晶。

[0035] 根据如上所述,为了维持高介电常数和结合系数并且降低从室温至 85°C 下的上述

温度依存特性,铅复合钙钛矿化合物具有 0mol% 以上 50mol% 以下的铟铈酸铅、24mol% 以上 74mol% 以下的镁铈酸铅、以及 26mol% 以上 33mol% 以下的钛酸铅,并且通过将铟铈酸铅和镁铈酸铅的和设定为 67mol% 以上 74mol% 以下,来使它们的总含量为 100mol%。

[0036] 压电单结晶也可以还包含 15mol% 以下的锆酸铅。此时,压电单结晶的组成如下。即,具有 0mol% 以上 15mol% 以下的锆酸铅、以及 0mol% 以上 50mol% 以下的铟铈酸铅、2mol% 以上 74mol% 以下的镁铈酸铅、以及 26mol% 以上 33mol% 以下的钛酸铅,它们的总量为 100mol%。即,在将锆酸铅设为 v mol%、将铟铈酸铅设为 x mol%、将镁铈酸铅设为 y mol%、将钛酸铅设为 z mol% 时, $v=0 \sim 0.15$ 、 $x=0.24 \sim 0.74$ 、 $y=0 \sim 0.50$ 、 $z=0.26 \sim 0.33$,并且, $v+x+y=0.67 \sim 0.74$,并且 $v+x+y+z=1$ 。

[0037] 作为结晶的方位,在超声波探头中主要使用所有的面为 {100} 的压电单结晶。另外,也可以在这些压电单结晶中微量地添加氧化锰等。

[0038] 为了使超声波探头的驱动中心频率为 2MHz 以上 10MHz 以下,用于医用超声波诊断装置以及超声波图像检查装置的超声波探头的压电振动子例如为 0.05mm 以上 0.5mm 以下的厚度。

[0039] 从通过上述方法获得的单结晶凝块的中央部附近,使用金刚石刀片或细绳刀将单结晶凝块分割成多个具有一定厚度的晶片(薄板)。接着,通过包装或抛光,制作厚度例如为 0.05mm 以上 0.5mm 以下并且被制造出电极的面的结晶方位为 [100] 的结晶板(单结晶晶片)(步骤 Sa2)。

[0040] 之后,作为电极,烧付型的银或金、通过溅射法或镀金法制造出的金、白金或镍等在单结晶晶片的前面以及背面中以 100nm 以上 5000nm 以下程度的厚度形成(步骤 Sa3)。以下,将设置在单结晶晶片的前面的电极称为前面电极,将设置在单结晶晶片的背面的电极称为背面电极。另外,在使用溅射法,蒸镀法,或镀金法施加电极的情况下,为了提高与单结晶基板(单结晶晶片)之间的密接性,期望施加 10nm 以上 200nm 左右的铬(Cr)、镍(Ni)、钛(Ti)、钯(Pd) 等作为基极。以下,将设置有电极的单结晶晶片称为压电振动子。

[0041] 针对这个未分极的压电振动子实施下一个分极工序(步骤 Sa4)。

[0042] 分极工序(步骤 Sa4)中的分级电场是频率为 0.1Hz 以上 1000Hz 以下的无偏移(最大电压的绝对值和最小电压的绝对值相等)的正弦波,或者三角波的交流电场。频率小于 0.1Hz 的频率是无法获得后述的本申请的特征形状以及效果的频率。另外,超过 1000Hz 的频率使单结晶晶片产生热,其结果是,单结晶晶片容易损坏。根据如上所述,交流电场的频率有必要在 0.1Hz 以上 1000Hz 以下的范围内。该交流电场下的峰间(peak-to-peak:以下称为 pp)电场为 0.5kV/mm 以上 2.5kV/mm 以下。在 pp 电场小于 0.5kV/mm 的情况下,很难得到后述的本申请的特征形状以及效果。另外,在 pp 电场超过 2.5kV/mm 的情况下,在单结晶晶片上产生热,其结果是,单结晶晶片容易损坏。根据如上所述,优选地,交流电场中的 pp 的电场为 0.5kV/mm 以上 2.5kV/mm 以下的范围。交流电场将以 0kV/mm 开始、经过 1 波长(1 周期)之后以 0kV/mm 结束的过程作为 1 个周期。分极工序(Sa4)是针对单结晶晶片的厚度方向经由所制作出的电极、以 2 周期以上 1000 周期以下施加上述分级信号的工序。在周期小于 2 的情况下,难以获得后述的本申请的特征形状以及效果。并且,在超过 1000 周期的情况下,在单结晶晶片上产生热,其结果是,单结晶晶片容易损坏。根据如上所述,优选地,施加交流电场的周期例如为 2 周期以上 1000 周期以下的范围。另外,交流电场的施加次数

(周期)也可以根据单结晶材料来确定。另外,优选地,在小于相转移温度(T_{rt} , T_{rm} , T_{mt})的温度(例如,室温)并且在一定的温度环境下实施分极工序(步骤 Sa4)。

[0043] 此外,压电常数 d_{33} 的测量使用 Berlincourt 型的 Piezo. d_{33} Meter、ZJ-3D、Institute of Acoustics Academia Sinica, 在 25°C 下进行测量。介电常数和介质损失的测量使用 HP4284A Precision LCR meter、以 1kHz 、 1vrms 的条件,在 25°C 下进行测量。

[0044] (实施例 1)

[0045] 作为压电振动子,在镁铌酸铅-钛酸铅($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-\text{PbTiO}_3$)的 $0.71\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-0.29\text{PbTiO}_3$ (PMN-PT71/29) 单结晶的 $[100]$ 板上,通过溅射装置,形成 50nm 的厚度的钛电极。并且,在钛电极的上部,形成 400nm 厚度的金电极。使用具有 10mm (短轴) $\times 25\text{mm}$ (长轴) $\times 0.35\text{mm}$ (厚度)的尺寸并且形成有电极的样品(压电振动子),在室温 25°C 下,对介电常数以及压电常数进行了评价。室温下的抗电场 E_c 是利用 Sawyer • Tower 电路进行评价,室温下的抗电场 E_c 为 0.3kV/mm 。该样品通过热处理而处于未分极状态。针对该未分极样品,在 20 个周期施加频率 1Hz 、 pp 电场 1kV/mm 的正弦波之后,执行分极处理(以下,称为交流分极)。在分极处理之后 24 小时后,对室温介电常数 ϵ_r 和压电常数进行测量。其结果是,室温介电常数 ϵ_r 为 9000,介质损失为 0.3%,压电常数为 2100pC/N 。另外,室温介电常数和压电常数为 5 个样品的平均值。此时,压电单晶体的剖开面的多层形状中的各层的厚度为 $1.5\mu\text{m}$ 。

[0046] 本实施方式涉及的超声波探头由具有氧化镁和氧化铌中的至少一种和氧化铌的铅复合钙钛矿化合物构成,并且具备:具有结晶方位为 $[100]$ 的面亦即第 1 面以及与该第 1 面对置并且结晶方位为 $[100]$ 的面亦即第 2 面的单结晶压电体;被设置在单结晶压电体的第 1 面侧上的第 1 电极以及被设置在单结晶压电体的第 2 面侧上的第 2 电极;被设置在第 1 电极之上的声匹配层;以及被设置在第 2 电极之下的背衬材料。单结晶压电体沿着经过第 1 电极、单结晶压电体以及第 2 电极的第 1 方向被分极,包含第 1 方向的剖开面具有沿着垂直于第 1 方向的第 2 方向的多层形状,多层形状中的各层的厚度为 0.5 微米以上 5 微米以下。

[0047] 图 2 是表示本实施方式的压电振动子 1 的外观的一个例子的外观图。在图 2 中,在单结晶晶片(单结晶压电体) 10 的结晶方位 $[100]$ 面的前面(第 1 面)上设置有前面电极(第 1 电极) 12。在图 2 中,在单结晶晶片 10 的结晶方位 $[100]$ 面的背面(第 2 面)上设置有背面电极(第 2 电极) 14。将经过前面电极 12、单结晶晶片 10 以及背面电极 14 的一个方向作为厚度方向(第 1 方向)。在图 2 中,将垂直于前面电极 12 和背面电极 14 的方向作为厚度方向。即,厚度方向与单结晶晶片 10 的结晶方位 $[100]$ 面垂直。另外,将平行于单结晶晶片 10 的结晶方位 $[100]$ 面并且垂直于厚度方向的一个方向作为短轴方向(第 2 方向)。单结晶晶片 10 沿着厚度方向被分极。

[0048] 图 3 是表示使用剖面 ABCD 剖开图 2 中的压电振动子 1 的剖开面中、一部分 $A'B'C'D'$ 剖面像的图。边 AB 平行于边 $A'B'$,边 CD 平行于边 $C'D'$,点 A、点 B、点 C、点 D 分别与点 A' 、点 B' 、点 C' 、点 D' 对应。将经过前面电极 12、单结晶晶片 10 以及背面电极 14 的一个方向作为厚度方向(第 1 方向)。在图 3 中,关于厚度方向,是将垂直于前面电极 12 和背面电极 14 的方向作为厚度方向。即,厚度方向垂直于单结晶晶片 10 的结晶方位 $[100]$ 面。另外,将平行于单结晶晶片 10 的结晶方位 $[100]$ 面并且垂直于厚度方向的一个方向作

为短轴方向。单晶晶片 10 沿着厚度方向被分极。具体而言,图 3 是将实施例 1 的镁铌酸铅 - 钛酸铅($\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$) 的 $0.7\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-}0.29\text{PbTiO}_3$ (PMN-PT71/29) 的压电振动子 1 中、剖开面 ABCD 的一部分($10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$)A' B' C' D' 的剖面像与凹凸的图例一起表示的图。如图 3 中所示,剖开面 A' B' C' D' 的剖开像表示平行于短轴方向的多层形状。

[0049] 在此,所谓“沿着厚度方向”包含着在剖开面中即使各层不平行于短轴方向、一个层的近似线也大体平行于厚度方向的情况。

[0050] 图 4 是表示在图 2 的剖开面 A' B' C' D' 中、相对于厚度方向上的长轴方向的凹凸分布的一个例子的图。如图 4 所示,剖开面 A' B' C' D' 具有与上述各层形状相对应的规则的凹凸形状。剖开面的凹部和凸部的长度例如为 200nm。相邻的凹部彼此之间的间隔,或相邻的凸部彼此之间的间隔例如为 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下。

[0051] 针对基于实施了交流分极的凸部彼此之间的间隔或凹部彼此之间的间隔、即多层形状中的各层的厚度的范围($0.5\mu\text{m}$ 以上 $5\mu\text{m}$ 以下)进行说明。厚度的下限($0.5\mu\text{m}$)与通过交流分极形成的层的厚度的下限相对应。另外,厚度的范围的上限($5\mu\text{m}$)为通过交流分极形成的厚度中、能够获得期望的高介电常数以及高压电常数的上限的厚度。

[0052] 各层形状中的各层的厚度的范围特别优选为 $0.5\mu\text{m}$ 以上 $2\mu\text{m}$ 以下,这是因为,如果各层的厚度为 $2\mu\text{m}$ 以下,则尤其是介电常数和结合常数将增大,由此能够有利于灵敏度的提高。

[0053] 此外,可以考虑图 3 中的多层形状中的凹部与具有垂直于纸面朝下的分极方向的分极领域(区域结构)相对应,并且,图 3 中的多层形状中的凸部与具有垂直于纸面朝上的分极方向的分极领域(区域构造)相对应。

[0054] (比较例)

[0055] 作为比较例,将与实施例 1 相同构成的压电振动子从未分极的状态在通常的直流分极条件、即直流电场 0.5kV/mm 下进行处理时间为 30 分钟的分极处理。在分极处理之后 24 小时后,对室温介电常数 ϵ_r 和压电常数进行了测试。取 5 个样品的平均值, ϵ_r 平均为 5600,介质损失率 0.4%,压电常数平均为 1450pC/N 。

[0056] 图 5 是将被进行了直流分极的 PMN-PT (71/29) 的压电振动子(比较例)中,与剖开面 ABCD 的一部分($10\mu\text{m}\times 10\mu\text{m}$)A' B' C' D' 相对应部分的剖面像与凹凸的图例一起表示的图。如图 5 所示,剖开面具有楔形形状,并且沿着厚度方向不具有规则的形状(多层形状)。

[0057] 图 6 是表示在与图 3 的剖开面 ABCD 的一部分 A' B' C' D' 对应的比较例的剖开面中,相对于厚度方向上的长轴方向的凹凸分布的一例的图。如图 6 所示,比较例的剖开面不具有规则性凹凸形状。

[0058] (实施例 2)

[0059] 在将如实施例 1 所示的未分极的压电振动子沿着长轴方向一分为二、将其中的一方作为交流分极、将另一方作为直流分极由此实施分级工序时,其结果是,如同上述,进行了交流分极的一方表示高介电常数和压电常数以及低介质损失。

[0060] (实施例 3)

[0061] 通过对铌铌酸铅 - 镁铌酸铅 - 钛酸铅 $\text{Pb}(\text{In}_{1/2}, \text{Nb}_{1/2})\text{O}_3\text{-Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-PbTiO}_3$

的 $0.24\text{Pb}(\text{In}_{1/2}, \text{Nb}_{1/2})\text{O}_3-0.45\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-0.31\text{PbTiO}_3$ (PIN-PMN-PT24/45/31) 的 [100] 板进行研磨加工, 制作出外形为 $12\text{mm} \times 12\text{mm}$ 并且厚度为 0.3mm 的单结晶晶片。单结晶晶片的 $12\text{mm} \times 12\text{mm}$ 的面的结晶方位为 [100] (以下, 称为 [100] 面)。通过利用湿式无电解电镀法执行钯 (Pd) 镀金, 在 [100] 面上形成 300nm 厚度的镍 (Ni), 在镍上形成 200nm 厚度的金 (Au), 由此形成电极。被赋予电极的单结晶晶片 (压电振动子) 的外形被切断加工成 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 。被进行了切断加工的压电振动子具有大约 100°C 的相转移温度 T_{rt} 、以及大约 190°C 的居里温度。另外, 该被进行了切断加工的压电振动子的抗电场 E_c 使用 Sawyer-Tower 电路来进行测量, 抗电场 E_c 为 0.6kV/mm 。

[0062] 在分极工序中, 对被进行了切断加工的压电振动子以 50Hz 的频率, 长达 50 次施加 pp 电场为 0.8kV/mm 以上 2.5kV/mm 以下的正弦波的交流电场。在分极工序之后, 在用于交流分极的电极之间执行了在室温下将 1.2kV/mm 的直流电场施加 5 分钟的直流分极。在直流分极之后的 24 个小时后, 对介电常数和压电常数进行了测量。其结果是, 室温介电常数 ϵ_r 为 9500, 介质损失为 0.4% , 压电常数为 3500pC/N 。此外, 室温介电常数、压电常数以及介质损失为 5 个样品的平均值。此时, 压电单晶体的剖开面的多层形状中的各层的厚度为 $0.8\mu\text{m}$ 。

[0063] 交流分极后且切断加工后的直流分极主要是以使由通过切断加工在单结晶晶片内产生的热引起的分极的变动复原 (整列) 为目的。因此, 例如, 能够使在直流分极中使用的电场小于交流分极中的 pp 电场, 并且能够使在直流分极中使用的电场为能够复原分极的变动的电场。具体而言, 在直流分极中使用的电场为 0.25kV/mm 以上 2.5kV/mm 以下。在实施例 1 至 3 中也能应用上述交流分极后的直流电场的施加。此外, 优选地, 当在交流分极前已经实施了直流分极 (压电振动子出货时等) 时, 实施交流分极之前, 使单结晶晶片预先处于未分极状态。另外, 实施直流分极的时间依存于切断加工或由于抛光在单结晶晶片上产生的热量等, 例如, 在室温 (20 以上 25°C 以下) 下, 实施直流分极的时间通常为 1 秒以上 30 分钟以下。

[0064] 图 7 是表示本实施方式的压电振动子 20 的外观的一例的外观图。在图 7 中, 在单结晶晶片 21 的结晶方位 [100] 面的前面设置有前面电极 23。在图 7 中, 在单结晶晶片 21 的结晶方位 [100] 面的背面设置有背面电极 25。

[0065] 图 8 是表示用剖面 EFGH 剖开图 7 中的压电振动子 20 之后的剖开面中的一部分 E'F'G'H' 的剖面像的图。具体而言, 图 8 是将在实施例 3 的铟铌酸铅 - 镁铌酸铅 - 钛酸铅 ($\text{Pb}(\text{In}_{1/2}, \text{Nb}_{1/2})\text{O}_3-\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-\text{PbTiO}_3$) 的 $0.24\text{Pb}(\text{In}_{1/2}, \text{Nb}_{1/2})\text{O}_3-0.45\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}, \text{Nb}_{2/3})\text{O}_3-0.31\text{PbTiO}_3$ (PIN-PMN-PT24/45/31) 的压电振动子 20 中, 剖开面 EFGH 的一部分的 ($10\mu\text{m} \times 10\mu\text{m}$) E'F'G'H' 的剖面像与凹凸的图例一起表示的图。如图 8 所示, 剖开面 E'F'G'H' 具有沿着厚度方向平行于横向的多层形状。此时, 压电单晶体的剖开面的多层形状中的各层厚度为 $0.8\mu\text{m}$ 。

[0066] 图 9 是表示在图 7 的剖开面 E'F'G'H' 中, 相对于厚度方向的纵方向的凹凸分布的一例的图。边 EF 平行于边 E'F', 边 GH 平行于边 G'H', 点 E、点 F、点 G、点 H 分别与点 E'、点 F'、点 G'、点 H' 相对应。将经过前面电极 12、单结晶晶片 10 以及背面电极 14 的一个方向作为厚度方向 (第 1 方向)。在图 9 中, 厚度方向是将垂直于前面电极 12 和背面电极 14 的方向作为厚度方向。即, 厚度方向垂直于单结晶晶片 10 的结晶方位 [100] 面。另外, 将

平行于单晶晶片 10 的结晶方位 [100] 面并且垂直于厚度方向的一个方向作为短轴方向。单晶晶片 10 沿着厚度方向被分极。

[0067] 如图 9 所示,剖开面 E' F' G' H' 具有与上述多层形状相对应的大体规则性的凹凸形状。剖开面凹部和凸部的长度例如是 200nm。相邻的凹部彼此之间的间隔或相邻的凸部彼此之间的间隔例如是 0.5 μm 以上 5 μm 以下。

[0068] 另外,可以考虑图 8 中的多层形状中的凹部与具有垂直纸面朝下的分极方向的分极领域(区域领域)相对应,并且图 8 中的多层形状中的凸部与具有垂直于纸面朝上的分极方向的分极领域(区域领域)相对应。

[0069] 实施例 3 中的介电常数和压电常数表示了后述的比较例的 1.2 以上 2 倍以下的高值。

[0070] (比较例)

[0071] 作为对比,通过针对具有与实施例 3 相同构成的未分极的压电振动子,长达 5 分钟在室温下施加直流电场 1.2kV/mm,来执行直流分极,在直流分极之后 24 个小时后,对介电常数、介电损失以及压电常数进行了测量。

[0072] 其结果是,室温介电常数 ϵ_r 为 5500,介质损失率为 0.6%,压电常数为 1700pC/N。此外,室温介电常数、压电常数以及介质损失率为 5 个样品的平均值。

[0073] 尽管未图示,但在作为分极处理被施加了直流电场的 PIN-PMN-PT (24/45/31) 的压电振动子(比较例)中,与剖开面 EFGH 的一部分(10 μm×10 μm)E' F' G' H' 相对应的部分的剖面像具有楔形形状,并且沿着厚度方向不具有略规则的形状(多层形状)。另外,与剖开面 E' F' G' H' 相对应的剖开面的剖开面不具有大体规则的凹凸形状。

[0074] (实施例 4)

[0075] 以下,参照图 10 对使用了经过上述分极工序制作出的压电振动子的超声波探头的结构进行说明。

[0076] 如图 10 所示,超声波探头 100 包括背衬材料 102、信号用 FPC(Flexible Printed Circuit)104、单结晶压电振动元件 106、第 1 声匹配层 108、第 2 声匹配层 110、接地用 FPC112、以及声透镜 114。此外,在图 10 中,为了使说明简便,将会省略对单结晶压电振动元件 106 的前面的第 1、第 2 声匹配层以及接地用 FPC 的说明。

[0077] 背衬材料 102 是橡胶制,并且使用具有低声阻抗(AI=2MRayls 以上 6MRayls 以下)的材料及硬度很高的金属。信号用 FPC104 被设置在背衬材料 102 的前面侧。在信号用 FPC104 的前面侧配置有金属配线。单结晶压电振动元件 106 是通过对上述的压电振动子(设置有电极的单晶晶片)进行抛光而制作出的。单结晶压电振动元件 106 具有通过在上述实施例 1 至 3 中所说明的铅复合钙钛矿化合物构成的单结晶压电体和单结晶压电体的超声波放射面侧和背面侧未图示的电极(前面电极以及背面电极)。此外,也可以在电极中的单结晶压电体侧设置基极。第 1 声匹配层 108 被设置在单结晶压电振动元件 106 的超声波放射面侧。第 1 声匹配层 108 具有在前面侧和背面侧未图示的电极。第 2 声匹配层 110 被设置在第 1 声匹配层 108 的前面侧。第 2 声匹配层 110 具有在前面侧和背面侧未图示的电极。接地用 FPC112 具有在背面侧的接地用电极。声透镜 114 被设置在接地用 FPC112 的前面侧。

[0078] 在单结晶压电体通过 PMN-PT(71/29)构成的情况下,图 10 中的单结晶压电振动元

件 1061 的剖面 IJKL 的一部分 I' J' K' L' 与图 2 的 A' B' C' D' 相对应。此时, I' J' K' L' 中的剖开面的形状与图 3 以及图 4 中的剖开面的形状相对应。另外, 在单结晶压电体通过 PIN-PMN-PT (24/45/31) 构成的情况下, 图 10 中的单结晶压电振动元件 1061 的剖面 I' J' K' L' 与图 7 中的 E' F' G' H' 相对应。此时, I' J' K' L' 中的剖开面的形状与图 8 以及图 9 中的剖开面的形状相对应。

[0079] 另外, 在单结晶压电振动元件 106 的超声波放射面侧, 不仅可以配置 2 层的声匹配层, 还可以配置 3 层或 4 层的声匹配层。在多个声匹配层被设置在单结晶压电振动元件 106 的超声波放射面侧的情况下, 声匹配层各自的声阻抗从单结晶压电振动元件 106 向声透镜 114 逐步地减小。在声匹配层例如为 1 层的情况下, 单结晶压电振动元件 106 的正上方的第 1 个声匹配层(第 1 声匹配层)具有 25°C 下 4Mrayls 以上 7Mrayls 以下的声匹配层。在声匹配层为 2 层的情况下, 单结晶压电振动元件 106 的正上方的第 1 个声匹配层 108 具有 25°C 下 5Mrayls 以上 10Mrayls 以下的声匹配层, 第 2 个声匹配层(第 2 声匹配层 110)优选使用具有 2Mrayls 以上 4Mrayls 以下的声匹配层阻抗的材料。

[0080] 优选地, 在声匹配层为 1 层的情况下, 第 1 声匹配层 108 例如通过向导电材料的碳、作为有机物的环氧树脂添加氧化物粒子调整了声阻抗的材料而制造出。

[0081] 优选地, 在声匹配层为 2 层的情况下, 第 1 声匹配层 108 例如由碳、含有氧化物的环氧树脂制造出, 第 2 声匹配层 110 例如由环氧硅以及聚乙烯系树脂材料制造出。另外, 在对声匹配层使用绝缘性的环氧材料的情况下, 也可以根据需要, 通过电镀法等对声匹配层表面赋予导电性。

[0082] 优选地, 在声匹配层为 3 层的情况下, 第 1 声匹配层 108 例如由玻璃材料制造出, 第 2 声匹配层 110 例如由碳、在环氧树脂中充填了氧化物的材料制造出, 第 3 声匹配层由聚乙烯系树脂材料以及硅系树脂制造出。另外, 在对声匹配层使用绝缘性的材料的情况下, 也可以根据需要使用溅射法以及电镀法等对声匹配层表面赋予导电性。

[0083] 图 11 是表示图 10 中所说明的超声波探头 100 的制造方法的流程的流程图。首先, 利用在上述压电振动子的制造方法中说明的方法制作压电振动子(步骤 Sb1 至步骤 Sb4)。将信号用 FPC104 和背衬材料 102 接合在压电振动子的背面侧(步骤 Sb5)。将多个声匹配层接合在压电振动子的超声波放射面侧(步骤 Sb6)。从压电振动子的超声波放射面侧到背衬材料, 利用切割刀片, 以规定的间隔执行抛光(步骤 Sb7)。通过这种抛光, 压电振动子以及多个声匹配层被分割成多个。通过该分割, 在多个单结晶压电体上形成各自对应的多个通道。另外, 在抛光之后, 也可以利用比交流分极中的 pp 电场小的电场执行直流分极。另外, 还存在着在通过分割产生的间隙的一部分内填充绝缘性树脂的情况。在所填充的树脂硬化之后, 将声透镜接合在被进行了分割的声匹配层的前面(步骤 Sb8)。

[0084] 以下对使用了通过上述制造方法制造出的超声波探头 100 的超声波的发送进行说明。将超声波探头 100 抵接于被检体。然后, 在单结晶压电振动元件 106 的超声波放射面上的电极与单结晶压电振动元件 106 的超声波放射面上的电极之间施加规定的电压。通过规定电压的施加, 单结晶压电振动元件 106 会发生共振, 并产生超声波。所产生的超声波经由第 1 声匹配层 108 和第 2 声匹配层 110、以及声透镜 114, 被发送到被检体。

[0085] 以下对使用了通过上述制造方法制造出的超声波探头 100 的超声波的接收进行说明。在被检体内产生的超声波经由声透镜 114、第 1 声匹配层 108、以及第 2 声匹配层 110,

使单结晶压电振动元件 106 发生振动。单结晶压电振动元件 106 将由超声波产生的振动转换成电气信号。针对每个通道,根据被检体的深度,电气信号被进行延迟累加。被进行了延迟累加的信号被进行包络线检波以及对数转换,并被显示为图像。另外,通过将第 1 声匹配层 108 和第 2 声匹配层 110 的声阻抗以逐渐地接近被检体的声阻抗的方式设定在单结晶压电振动元件 106 的声阻抗(20 ~ 30MRayls)和被检体的声阻抗(1.5MRayls)之间,从而能够提高超声波的发送接收效率。

[0086] 另外,构成通道的声匹配层并不局限于 2 层,也可以是 3 层或 4 层。在这种情况下,声匹配层也可以形成在接地用 FPC112 上。

[0087] 图 12 是关于具有被执行了基于交流电场的分极处理(以下,称为交流分极)的单结晶压电体的超声波探头 100(实施例 4),将对于频率的灵敏度(以下,称为频谱)与比较例(具有被执行了基于直流电场的分极处理(直流分极)的单结晶压电体的超声波探头)的频谱一起表示的图。如图 12 所示,与基于实施例 4 的超声波探头 100 有关的频谱和与基于比较例的超声波探头有关的频谱相比较,带域宽且灵敏度高。

[0088] 图 13 是关于具有被执行了交流分极的单结晶压电体的超声波探头 100(实施例 4),将基于多个通道输出(灵敏度)分布与比较例(具有被执行了直流分极的单结晶压电体的超声波探头)的输出分布一起表示的图。如图 13 所示,基于实施例 4 的超声波探头 100 中的多个通道的输出的不均(图 13 的 a)小于基于比较例的超声波探头中的多个通道的输出的不均(图 13 的 b)。而且,基于实施例 4 中的超声波探头 100 的通道输出大于比较例的超声波探头中的通道输出。即,实施例 4 的超声波探头 100 中的灵敏度平均为比较例的灵敏度的 1.2 倍。即,根据实施例 4,与以往相比,灵敏度提高了 20%。

[0089] 根据如上所述的构成以及方法,可以获得以下的效果。

[0090] 在压电单结晶元件的制作中,有必要调整精密的材料组成。另外,在不需要调整组成的情况下,在压电单结晶元件的制作中,需要精密的温度控制且分极所需要的时间变长。另外,对压电振动子要求压电振动子的内部以及多个压电振动子之间的介质和压电常数的均一性。

[0091] 根据本实施方式的压电振动子的制造方法,通过对具有高介电常数和高压电常数的压电振动子进行单结晶创建后的后处理(交流分极),能够以低成本很容易地并且在短时间内制作出。在通过本压电振动子制造方法制作出的压电振动子或本实施方式涉及的压电振动子中,与厚度方向相关的压电振动子的剖开面的形状具有包含规定的厚度的多层形状。并且,也可以考虑多层形状与交流分极后的区域构造相对应。

[0092] 另外,根据本实施方式的超声波探头制造方法,使用具有高介电常数和高压电常数的压电振动子,能够制作出超声波探头。通过本超声波探头制造方法制作出的超声波探头的灵敏度、或本实施方式涉及的超声波探头的灵敏度比使用了通过直流分极被分极的压电振动子的超声波探头的灵敏度提高。本实施方式涉及的超声波探头中的通道之间的特性(灵敏度、输出)的不均比使用了被执行了直流分极的压电振动子的超声波探头减小。而且,与本实施方式涉及的超声波探头有关的频率带宽比使用了被执行了直流分极的压电振动子的超声波探头的频率带宽更宽。另外,由于介质损失也减小,因此驱动超声波探头时的发热也减小。根据这些,通过使用本实施方式涉及的超声波探头,能够提高诊断性能。另外,本实施方式涉及的压电振动子的利用并不局限于实施例 4 的超声波探头 100,例如还能够

应用于声响装置(水中声波探知机)、非破坏检查装置、致动器、能量收集元件等。

[0093] 虽然说明了本发明的几个实施方式,但这些实施方式是作为例子而提示的,并不意图限定本发明的范围。这些实施方式能够以其他的各种方式进行实施,在不脱离发明的要旨的范围内,能够进行各种的省略、置换、变更。这些实施方式或其变形与包含于发明的范围或要旨中一样,包含于权利要求书记载的发明及其均等的范围中?

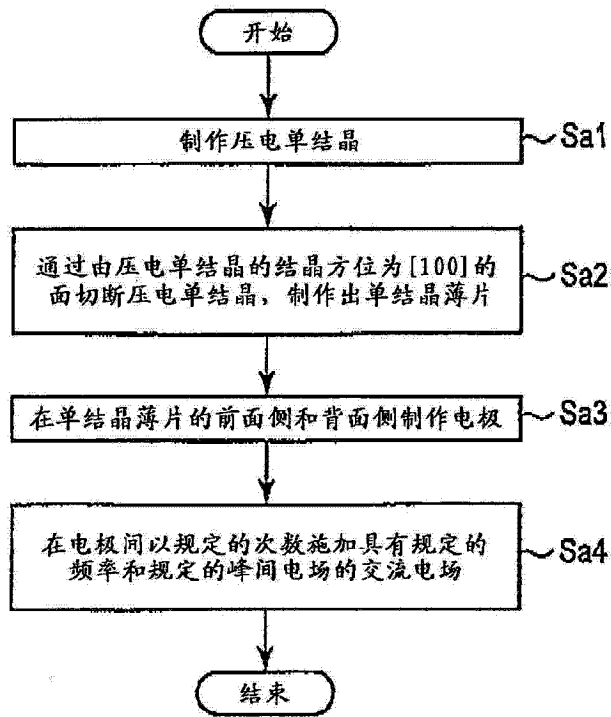


图 1

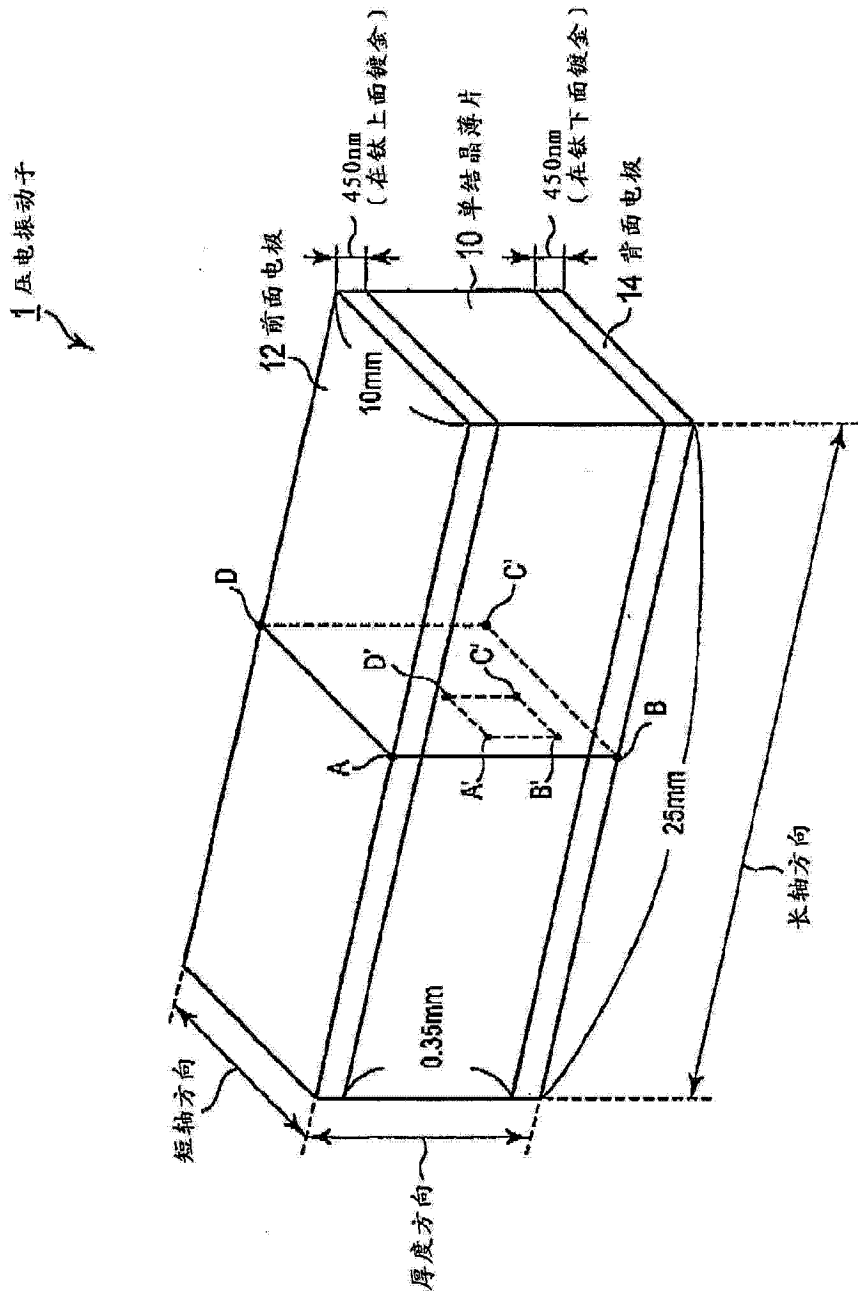


图 2

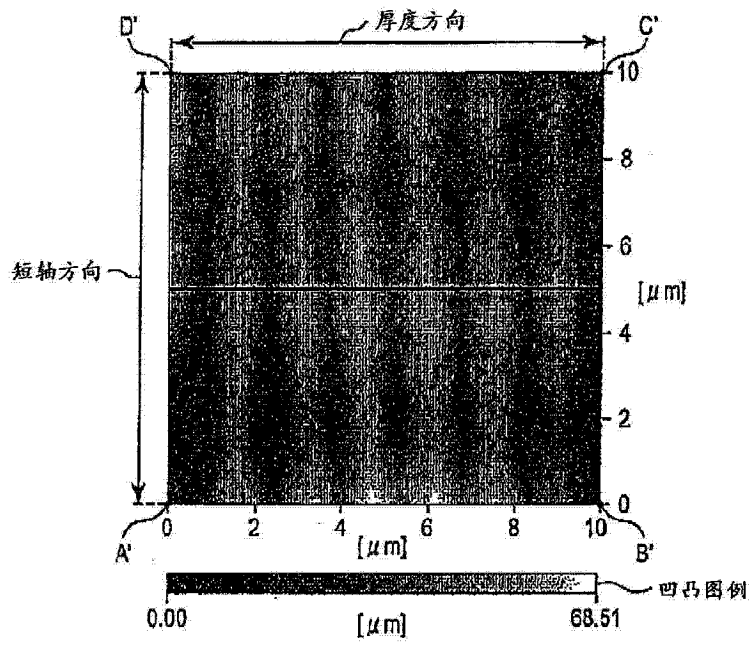


图 3

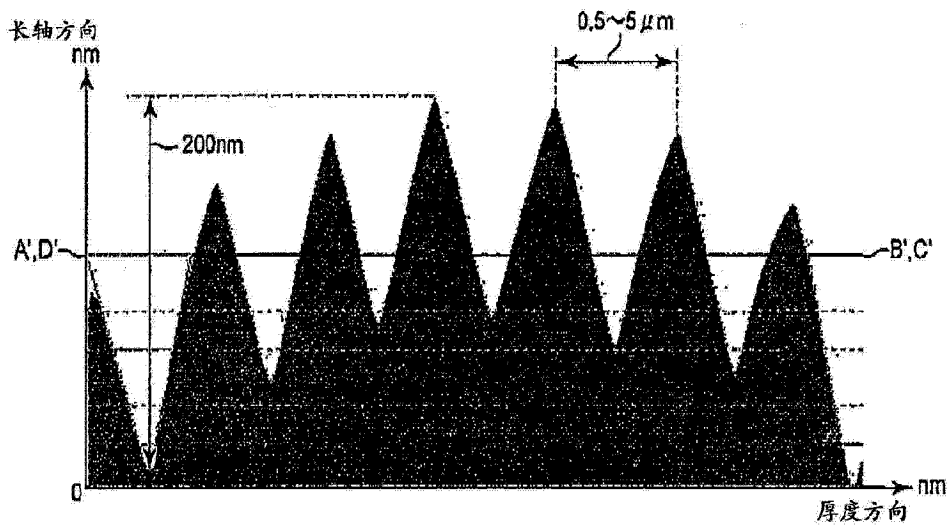


图 4

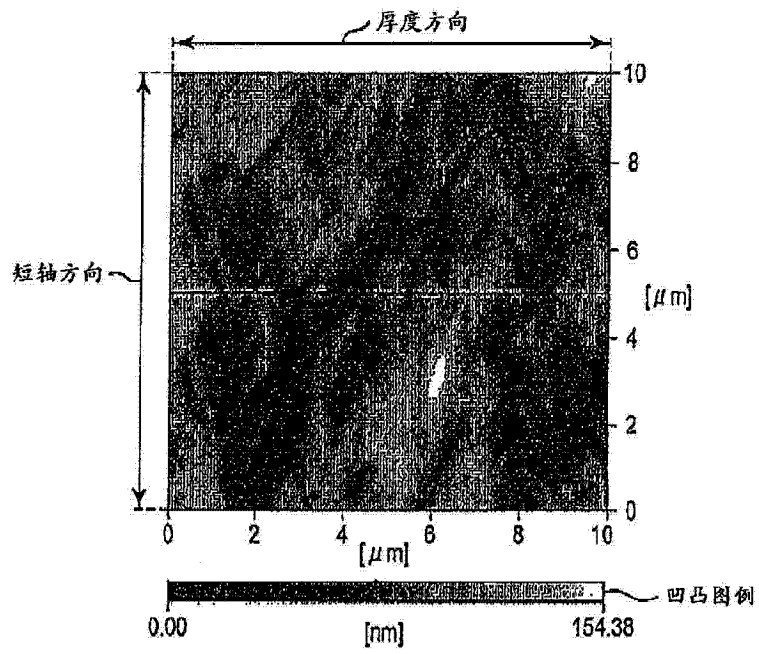


图 5

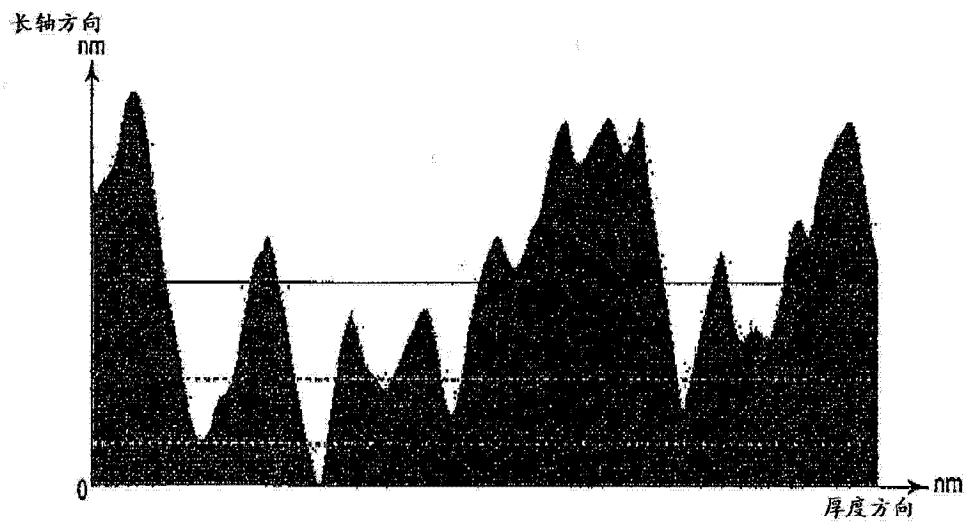


图 6

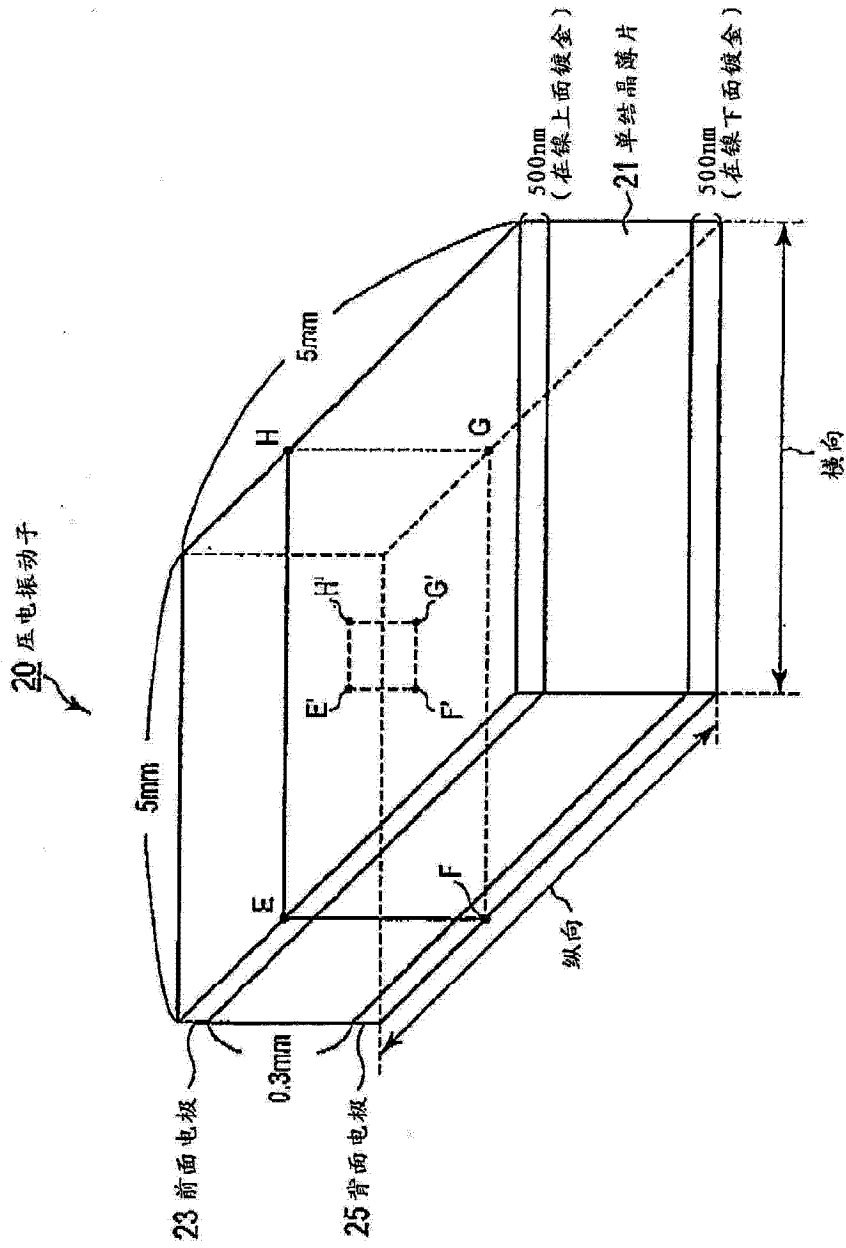


图 7

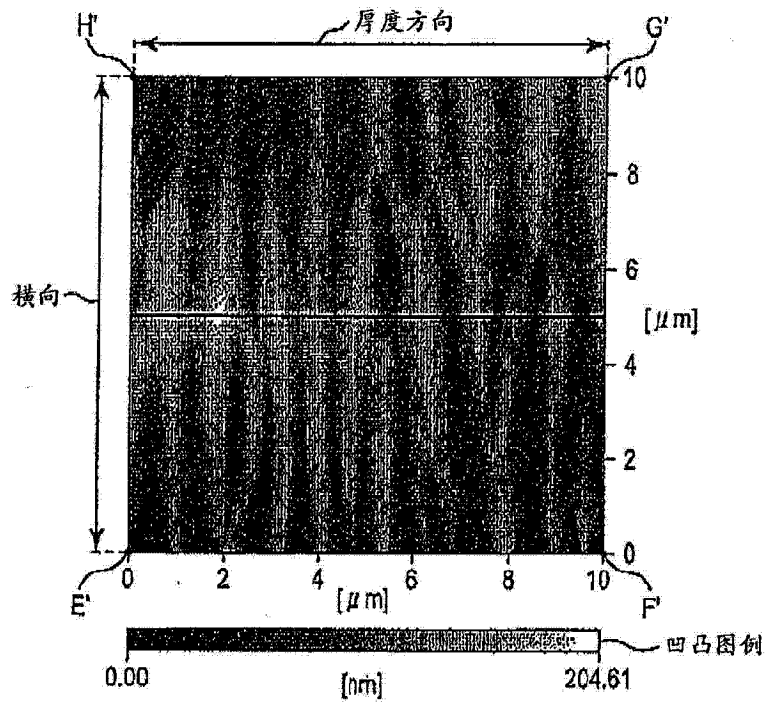


图 8

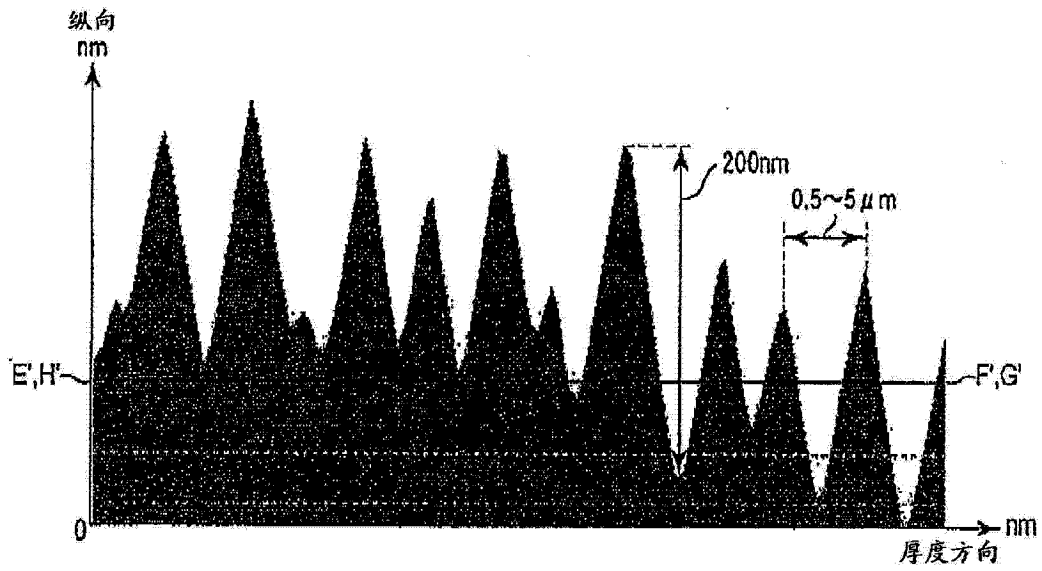


图 9

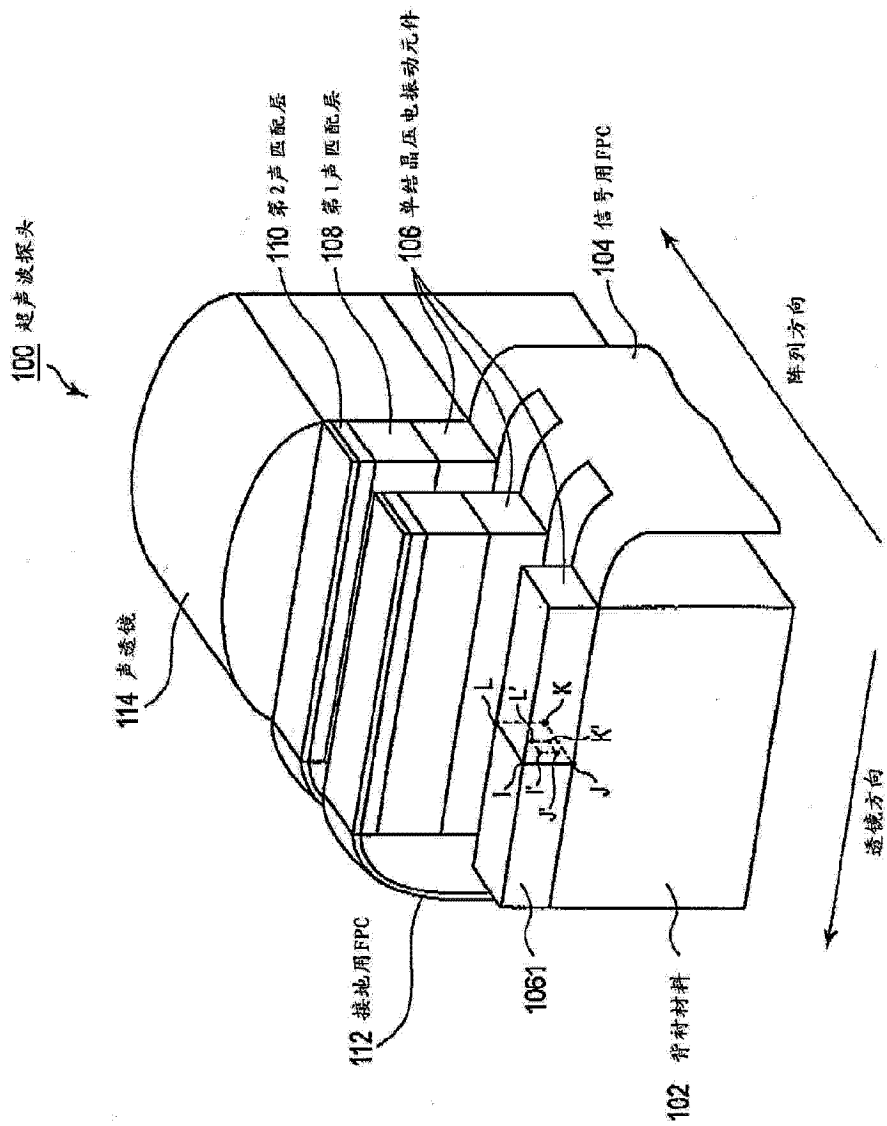


图 10

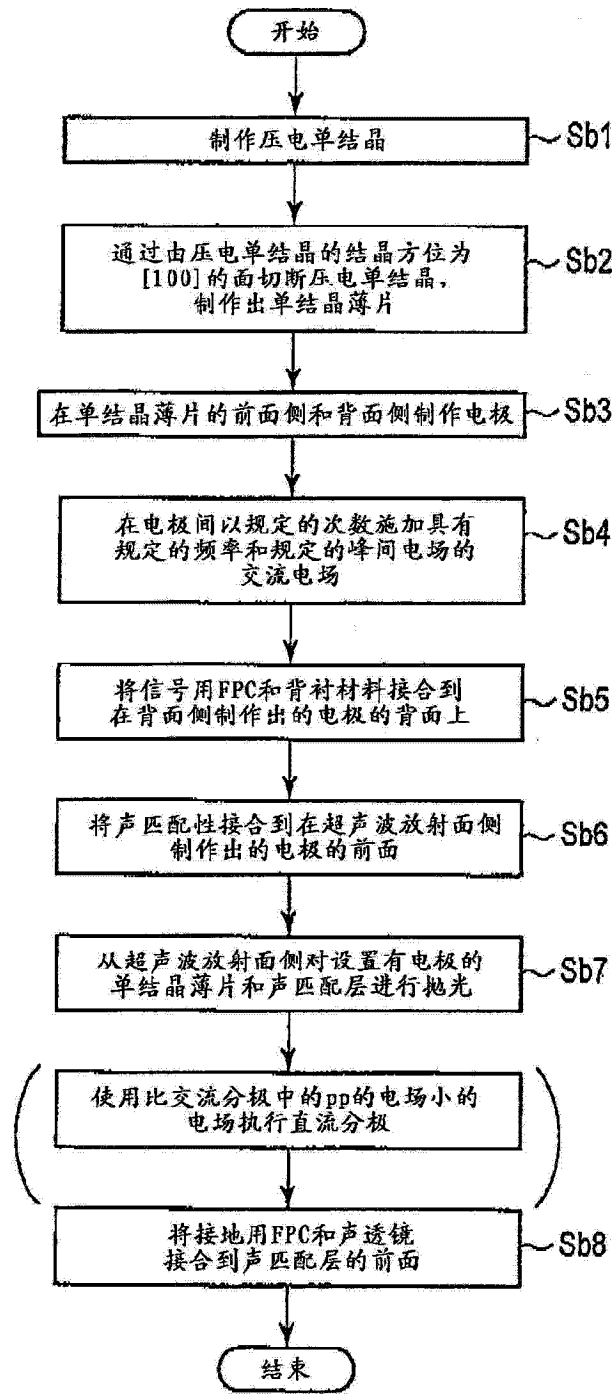


图 11

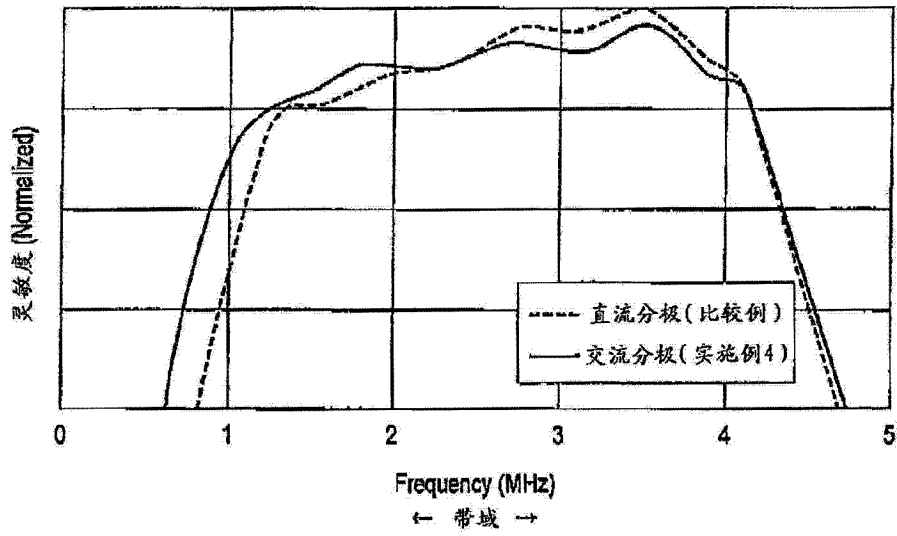


图 12

输出(灵敏度) Vpp (mV)

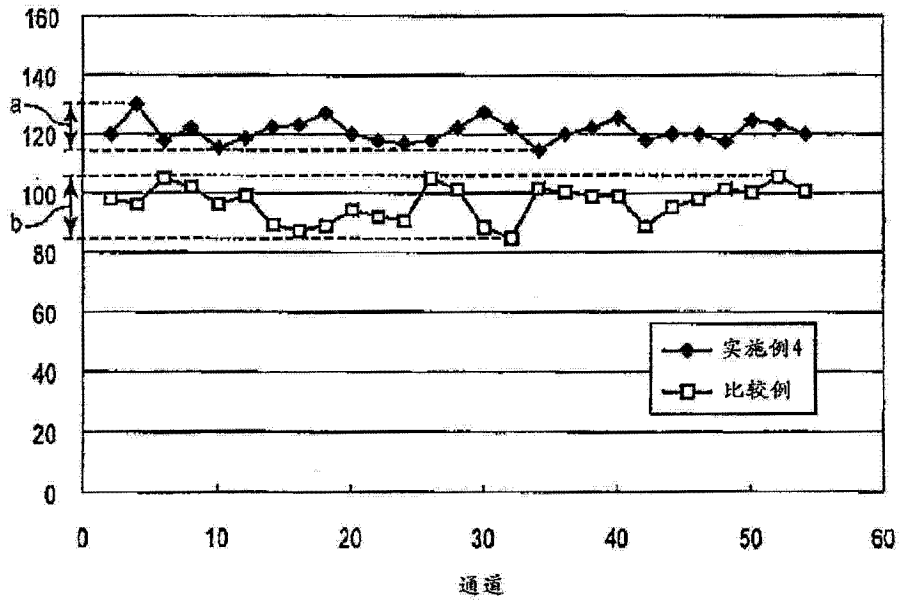


图 13

专利名称(译)	超声波探头及其制造方法、以及压电振动子及其制造方法		
公开(公告)号	CN103684335A	公开(公告)日	2014-03-26
申请号	CN201310381638.X	申请日	2013-08-28
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
[标]发明人	山本纪子 山下洋八 细野靖晴 逸见和弘 樋口和彦		
发明人	山本纪子 山下洋八 细野靖晴 逸见和弘 樋口和彦		
IPC分类号	H03H9/145 H03H3/02 A61B8/00		
CPC分类号	B06B1/067 H01L41/25 H01L41/18 H01L41/0825 H01L41/338 H01L41/257 B06B1/0622 H01L41/187 Y10T29/42		
代理人(译)	李洋		
优先权	2012187427 2012-08-28 JP		
其他公开文献	CN103684335B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本实施方式涉及的超声波探头具备：具有结晶方位为[100]的面亦即第1面以及与所述第1面对置并且结晶方位为[100]的面亦即第2面的单结晶压电体；被设置在所述单结晶压电体的所述第1面侧的第1电极以及被设置在所述单结晶压电体的所述第2面侧的第2电极；被设置在所述第1电极之上的声匹配层；以及被设置在所述第2电极之下的背衬材料，所述单结晶压电体沿着经过所述第1电极、所述单结晶压电体和所述第2电极的第1方向被分极，包含所述第1方向的剖开面具有沿着所述第1电极或所述第2电极的多层形状，所述多层形状中的各层的厚度为0.5微米以上5微米以下。

