



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101714858 A

(43) 申请公布日 2010. 05. 26

(21) 申请号 200910222851. X

(22) 申请日 2005. 03. 24

(30) 优先权数据

2004-095962 2004. 03. 29 JP

(62) 分案原申请数据

200580009757. 6 2005. 03. 24

(71) 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

(72) 发明人 门田道雄 神藤始

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任
公司 11021

代理人 李香兰

(51) Int. Cl.

H03H 9/64 (2006. 01)

H03H 3/08 (2006. 01)

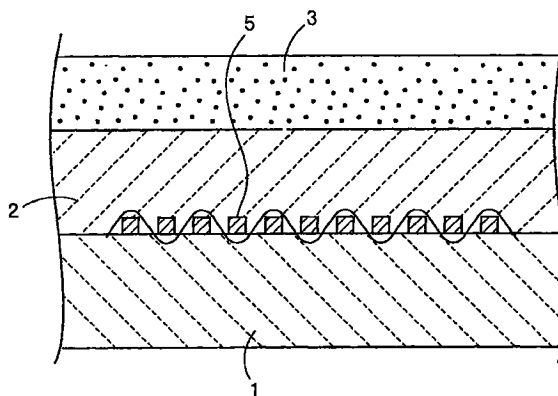
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 7 页

(54) 发明名称

声界面波装置的制造方法

(57) 摘要

本发明提供一种频率偏差较小的声界面波装置的制造方法。该声界面波装置,按顺序叠层第1~第3媒质(1~3)、并且第1媒质(1)与第2媒质(2)间的界面上设有电极(5)。该制造方法中,准备叠层第1媒质(1)与第2媒质(2),并在第1、第2媒质(1、2)的界面中设有电极(5)的叠层体,在该叠层体阶段,通过调整第2媒质(2)的膜厚来调整频率或声表面波、伪声界面波或声界面波的声速,实施该调整后,形成声界面波的声速及/或材料与第2媒质不同的第3媒质(3)。



1. 一种声界面波装置的制造方法,该声界面波装置按顺序叠层有第1~第4媒质、且第1媒质与第2媒质间的界面上设有电极,该声界面波装置的制造方法,包括:

准备按顺序叠层有第1~第3媒质、并在第1媒质与第2媒质的界面上设有电极的叠层体的工序;

在上述叠层体阶段,调整第3媒质的膜厚,来调整频率、或声表面波、伪声界面波或声界面波的声速的调整工序;以及,

上述调整工序后,形成声速及/或材料与第3媒质不同的第4媒质的工序。

2. 如权利要求1所述的声界面波装置的制造方法,其特征在于:

在设声界面波的波长为 λ 时,上述第4媒质的厚度大于 0.5λ 。

3. 如权利要求1或2所述的声界面波装置的制造方法,其特征在于:

至少1个媒质,具有层积了多个材料层的层积构造。

4. 如权利要求1或2所述的声界面波装置的制造方法,其特征在于:

使用从Au、Ag、Cu、Fe、Ta、W、Ti以及Pt所构成的群中选择出的1种金属,作为上述电极材料。

5. 如权利要求1或2所述的声界面波装置的制造方法,其特征在于:

上述媒质层,使用从铌酸锂、铈酸钾、钽酸锂、四硼酸锂、硅酸镓钽或铈酸镓钽、水晶、PZT(锆钛酸铅陶瓷)、ZnO、AlN、氧化硅、玻璃、硅、蓝宝石、氮化硅以及氮化碳所构成的群中所选择出的至少1种材料构成。

6. 如权利要求1或2所述的声界面波装置的制造方法,其特征在于:

上述电极,是用来构成声界面波共振子或声界面波滤波器的电极,得到声界面波共振子或声界面波滤波器作为声界面波装置。

声界面波装置的制造方法

技术领域

[0001] 本发明,涉及一种利用在媒质的界面传送的声界面波的声界面波装置的制造方法以及该声界面波装置,更为详细来说,涉及一种具有在电极两侧的媒质中的一方媒质的外侧还叠层媒质的构造的声界面波装置的制造方法以及声界面波装置。

背景技术

[0002] 以往,在移动电话用 RF 滤波器与 IF 滤波器,以及 VCO 用共振子与电视机用 VIF 滤波器等中,使用各种声表面波装置。声表面波装置,使用在媒质表面传送的瑞利波或第 1 泄漏波等声表面波。

[0003] 声表面波由于在媒质表面传送,因此对媒质的表面状态的变化很敏感。因此,为了保护媒质的声表面波传送面,声表面波器件被气密封在设有面对该传送面的空洞的封装中。由于使用这种具有空洞的封装,因此声表面波装置的成本不得不增高。另外,由于封装的尺寸远大于声表面波器件的尺寸,因此声表面波装置不得不增大。

[0004] 另外,在弹性波中,除了上述声表面波之外,还有在固体间的界面中传送的声界面波 (Boundary Acoustic Wave)。

[0005] 例如,下述的非专利文献 1 中,公开了一种在 126° 旋转 Y 板 X 传送的 LiTaO_3 基板上形成有 IDT,并且 IDT 与 LiTaO_3 基板上 SiO_2 膜形成为给定的厚度的声界面波装置。这里,示出了传送称作斯通利 (stoneley) 波的 SV+P 型的声界面波的情形。另外,非专利文献 1 中,示出了在上述 SiO_2 膜的膜厚为 1.0λ (λ 为声界面波的波长) 的情况下,机电结合系数为 2%。

[0006] 声界面波,在能量集中在固体间的界面部分中的状态下传送。因此,上述 LiTaO_3 基板的底面以及 SiO_2 膜的表面上,几乎不存在能量,所以基板或薄膜的表面状态的变化几乎不引起特性变化。所以,能够省去空洞形成封装,减小弹性波装置的尺寸。

[0007] 另外,利用弹性波的滤波器或共振子中,为了抑制共振频率或中心频率的偏差,提出了各种各样的频率调整方法。例如,下述专利文献 1 中,公开了一种在利用体波的厚度振动的压电陶瓷滤波器中,通过对压电陶瓷基板的表面上形成有的共振电极蒸镀绝缘性物质,来进行频率调整的方法。

[0008] 另外,下述专利文献 2 中,在利用表面波的表面波装置中,形成 SiN 膜来将形成在压电基板上的 IDT 电极以及反射器覆盖起来,通过该 SiN 膜的膜厚调整,来调整中心频率或共振频率。

[0009] 另外,下述专利文献 3 中,公开了图 12 所示的声界面波装置。声界面波装置 100 中,在压电性的第 1 基板 101 上,形成有梳齿电极 102、102。之后,形成电介质膜 103 覆盖梳齿电极 102、102。之后,在电介质膜 103 的上面,层积由 Si 类材料所形成的第 2 基板 104。声界面波装置 100 中, Si 类材料所形成的第 2 基板 104 不与梳齿电极 102、102 直接接触,之间设有电介质膜 103,因此能够降低梳齿电极 102、102 间的寄生电阻。

[0010] 非专利文献 1:“Piezoelectric Acoustic Boundary Waves Propagating Along

the Interface Between SiO₂ and LiTaO₃”IEEE Trans. Sonics and ultrason., VOL. SU-25, No. 6, 1978 IEEE

[0011] 专利文献 1 : 特开平 5-191193 号公报

[0012] 专利文献 2 : 特开平 2-301210 号公报

[0013] 专利文献 3 : W098/51011 号

[0014] 前述的声界面波装置中, 由于不需要空洞形成封装, 因此能够实现弹性波装置的小型化。但是, 根据本发明人的实验, 声界面波装置中, 也和声表面波装置的情况一样, 容易因制造偏差引起共振频率或中心频率偏差。特别是声界面波装置中, 在第 1 媒质上形成了电极之后, 形成第 2 媒质覆盖该电极。因此, 第 2 媒质的制造如果产生偏差, 声界面波装置的频率就容易产生很大的偏差。

[0015] 另外, 专利文献 1 与专利文献 2 所述的方法中, 在实施体波装置的频率调整时, 在体波基板表面蒸镀绝缘性物质, 专利文献 2 所述的方法中, 在表面波基板上设置 SiN 膜进行频率调整。也即, 以往的体波装置或声表面波装置中, 利用振动能量分布在基板表面这一点, 通过在基板表面上设置绝缘体或金属, 来进行频率调整。另外, 还公知有通过蚀刻基板表面的电极, 或蚀刻基板表面来调整频率的方法。

[0016] 但是, 声界面波装置中, 由于装置表面几乎没有分布界面波的振动能量, 因此无法使用这样的频率调整方法。也即, 即使在基板表面设置绝缘物等异物, 或切削基板表面, 共振频率或通频带也不会变化。

[0017] 专利文献 3 所述的声界面波装置 100 中, 通过介插上述电介质膜 103 来实现寄生电阻的降低, 但完成后无法进行频率调整。

发明内容

[0018] 本发明, 正是鉴于上述以往技术的现状提出的, 其目的在于: 提供一种能够稳定且可靠地提供能够有效抑制制造偏差等所引起的频率偏差, 从而具有所期望的频率特性的声界面波装置的制造方法, 以及频率偏差较少, 且具有所期望的频率特性的声界面波装置。

[0019] 本申请的第 1 发明, 是一种声界面波装置的制造方法, 该声界面波装置按顺序叠层第 1 ~ 第 3 媒质、并且第 1 媒质与第 2 媒质间的界面上设有电极, 该声界面波装置的制造方法, 包括: 准备叠层第 1 媒质与第 2 媒质、并在第 1、第 2 媒质的界面上设有电极的叠层体的工序; 在上述叠层体阶段, 通过第 2 媒质的膜厚调整频率、或声表面波、伪声界面波或声界面波的声速的调整工序; 以及, 上述调整工序后, 形成声界面波的声速及 / 或材料与第 2 媒质不同的第 3 媒质的工序。

[0020] 第 1 发明的某个特定方案中, 在设声界面波的波长为 λ 时, 第 3 媒质的厚度, 大于 0.5λ 。

[0021] 本申请的第 2 发明, 是一种声界面波装置的制造方法, 该声界面波装置按顺序叠层第 1 ~ 第 4 媒质、且第 1 媒质与第 2 媒质间的界面上设有电极, 该声界面波装置的制造方法, 包括: 准备按顺序叠层第 1 ~ 第 3 媒质、并在第 1 媒质与第 2 媒质的界面上设有电极的叠层体的工序; 在上述叠层体阶段, 调整频率、或声表面波、伪声界面波或声界面波的声速的调整工序; 以及, 上述调整工序后, 形成声速及 / 或材料与第 3 媒质不同的第 4 媒质的工序。

[0022] 如上所述,第 1、第 2 发明中,分别让第 3 媒质及第 4 媒质,构成为与第 2 媒质及第 3 媒质的声速及 / 或材料不同。这种情况下,如果材料不同,纵波的声速或横波的声速就不同。另外,即使是同一材料,通过让结晶状态不同,或在多晶体的情况下通过变更致密程度,能够变更声速。另外,在媒质层为各向同性体的情况下,媒质层的纵波的声速 V_s ,与横波的声速 V_p ,由该媒质层的弹性劲度常数 C_{11} 、 C_{12} 以及密度 ρ ,通过下述式 (1) 与式 (2) 表示。

[0023] [数 1]

$$[0024] \quad V_s = \sqrt{\frac{C_{11} - C_{12}}{2\rho}} \quad \dots (1)$$

[0025] [数 2]

$$[0026] \quad V_p = \sqrt{\frac{C_{11}}{\rho}} \quad \dots (2)$$

[0027] 第 2 发明的某个特定方案中,在设声界面波的波长为 λ 时,上述第 4 媒质的厚度大于 0.5λ 。

[0028] 第 1、第 2 发明的另一特定方案中,至少 1 个媒质,具有层积了多个材料层的层积构造。

[0029] 第 1、第 2 发明的再另一特定方案中,使用从 Au、Ag、Cu、Fe、Ta、W、Ti 以及 Pt 所构成的群中选择出的 1 种金属,作为上述电极材料。

[0030] 第 1、第 2 发明的制造方法的另一特定方案中,上述媒质层,使用从铈酸锂、铈酸钾、钽酸锂、四硼酸锂、硅酸镓镧 (LGS) 或铈酸镓镧 (LGN)、水晶、PZT (锆钛酸铅陶瓷)、ZnO、AlN、氧化硅、玻璃、硅、蓝宝石、氮化硅以及氮化碳所构成的群中选择出的至少 1 种材料构成。

[0031] 第 1、第 2 发明的制造方法的再另一特定方案中,上述电极是用来构成声界面波共振子或声界面波滤波器的电极,得到声界面波共振子或声界面波滤波器作为声界面波装置。

[0032] 本申请的第 3 发明,是一种声界面波装置,按顺序叠层第 1 ~ 第 4 媒质,在第 1 媒质与第 2 媒质间的界面上设有电极,第 3 媒质与第 4 媒质的声速及 / 或材料不同。

[0033] 第 1 发明的制造方法中,准备叠层第 1 媒质与第 2 媒质、且在第 1 媒质与第 2 媒质的界面上设有电极的叠层体,之后,在该叠层体阶段,通过第 2 媒质的膜厚调整频率或声界面波的声速。调整工序之后,形成声速及 / 或材料与第 2 媒质不同的第 3 媒质。也即,如果准备第 1、第 2 媒质间设有电极的叠层体,在该叠层体阶段调整第 2 膜厚,就能够调整频率或声表面波、伪声界面波或声界面波的声速。因此,能够得到实现所期望的频率的声界面波装置的叠层体。这种情况下,为了在叠层体阶段通过第 2 媒质调整频率或声速,可以在得到叠层体时调整第 2 媒质的膜厚,或得到叠层体后变化第 2 媒质的膜厚,来进行调整。

[0034] 之后,虽然上述调整工序后,形成声速及 / 或材料与第 2 媒质不同的第 3 媒质,但由于第 3 媒质中几乎不存在声界面波的能量分布,因此即使产生了第 3 媒质的制造偏差,也不易产生所得到的声界面波装置中的声速或频率的偏差。因此能够容易并稳定地提供特性

偏差较小的声界面波装置。

[0035] 第 2 发明的制造方法中,准备按顺序叠层第 1 媒质与第 2 媒质以及第 3 媒质、且在第 1 媒质与第 2 媒质的界面上设有电极的叠层体之后,在该叠层体阶段,通过第 3 媒质的膜厚调整频率或声界面波的声速。调整工序后,形成声速及 / 或材料与第 3 媒质不同的第 4 媒质。也即,如果准备第 1、第 2 媒质间设有电极、且第 2 媒质之上叠层第 3 媒质的叠层体,并在该叠层体阶段调整第 3 媒质的膜厚,就能够调整频率或声表面波、伪声界面波或声界面波的声速。因此,能够得到实现所期望的频率的声界面波装置的叠层体。这种情况下,为了在该叠层体阶段通过第 3 媒质调整频率或声速,可以在得到叠层体时调整第 3 媒质的膜厚,或得到叠层体后变化第 3 媒质的膜厚,来进行调整。

[0036] 之后,虽然上述调整工序后,形成声速及 / 或材料与第 3 媒质不同的第 4 媒质,但由于第 4 媒质中几乎不存在声界面波的能量分布,因此即使产生了第 4 媒质的制造偏差,也不易产生所得到的声界面波装置中的声速或频率的偏差。因此能够容易并稳定地提供特性偏差较小的声界面波装置。

[0037] 在第 1 发明或第 2 发明所构成的声界面波装置中传送的界面波,过半的能量分布在第 1 发明的媒质 3 或第 2 发明的媒质 4 的厚 0.5λ 的范围内。因此,可以将第 1 发明的媒质 3 或第 2 发明的媒质 4 的厚度设为 0.5λ 以上。

[0038] 在至少 1 个媒质具有层积了多个材料层的层积构造的情况下,通过选择多个材料层,能够容易地形成各种各样的声速或频率特性的媒质层。

[0039] 在使用从 Ag、Au、Cu、Fe、Ta、W、Ti 以及 Pt 所构成的群中选择出的 1 种金属,作为电极材料的情况下,这些金属可以用作界面波装置的传送通道或 IDT、反射器。

[0040] 在媒质层使用从铌酸锂、铯酸钾、钽酸锂、四硼酸锂、LGS 或 LGN、水晶、PZT、ZnO、AlN、氧化硅、玻璃、硅、蓝宝石、氮化硅以及氮化碳所构成的群中选择出的至少 1 种材料构成的情况下,使用这些金属材料与媒质材料,调整金属材料的膜厚或 IDT、反射器的占空比,让界面波的声速比媒质材料的声速低,通过这样能够构成界面波装置。

[0041] 在上述电极是用来构成声界面波共振子或声界面波滤波器的电极的情况下,按照本发明,能够提供一种频率偏差较小的声界面波共振子或声界面波滤波器。

[0042] 本发明的声界面波装置,按顺序叠层第 1 ~ 第 3 媒质,在第 1 媒质与第 2 媒质间的界面上设有电极,第 2 媒质与第 3 媒质的声速及 / 或材料不同;由于界面波的能量如图 5 所示分布,因此通过变化第 2 媒质的厚度能够调整界面波的声速。另外,即使变化第 3 媒质的厚度,由于第 3 媒质的表面没有分布界面波的能量,因此不会调整界面波的声速。界面波装置的动作频率 F ,通过界面波的声速 V 与 IDT 的条形配置周期 λ ,表示为 $F = V/\lambda$,因此通过调整声速能够调整界面波装置的动作频率。

[0043] 第 3 发明中,按顺序叠层第 1 ~ 第 4 媒质,在第 1 媒质与第 2 媒质间的界面上设有电极,第 3 媒质与第 4 媒质的声速及 / 或材料不同;由于界面波的能量如图 6 所示分布,因此通过变化第 3 媒质的厚度能够调整界面波的声速。另外,即使变化第 4 媒质的厚度,由于第 4 媒质的表面没有分布界面波的能量,因此不会调整界面波的声速。界面波装置的动作频率 F ,通过界面波的声速 V 与 IDT 的条形配置周期 λ ,表示为 $F = V/\lambda$,因此通过调整声速能够调整界面波装置的动作频率。

[0044] 另外,第 3 发明中,第 2 媒质与第 4 媒质能够使用相同材料,通过这样能够实现各

种特性的改善。一般来说,很多电介质材料、金属材料相对弹性波的声速,具有负的温度系数。在第1~第3媒质层以及电极层分别使用负的材料的情况下,声界面波的声速的温度系数变为负。声界面波装置的动作频率的温度系数TCF为:

[0045] [数3]

$$[0046] \quad TCF = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta T} - \alpha$$

[0047] 这里,V为界面波的声速, ΔV 为声速变化幅度, ΔT 为温度变化幅度, α 为线热膨胀系数。 α 在很多电介质材料、金属材料中为正。因此,声界面波装置的TCF变为负。声界面波装置中,希望TCF为零。

[0048] 为了改善温度特性,能够通过具有正的温度系数的 SiO_2 构成第2媒质与第4媒质。这种情况下,与第2媒质通过具有负的温度系数的电介质材料构成的情况相比,能够让温度系数接近零。进而,如果适当选择第1与第3媒质材料或各个媒质的厚度,就能够将TCF设为零。

附图说明

[0049] 图1为说明本发明的一个实施方式的声界面波装置的简略主视剖面图。

[0050] 图2(a)、(b)为表示本发明成立的前提的声表面波装置中的电极构造的平面图以及该声界面波装置的主视剖面图。

[0051] 图3为说明声界面波装置中的IDT或反射器的占空比的示意部分放大剖面图。

[0052] 图4为表示以前的声界面波装置的剖面构造与声界面波的能量分布的关系的图。

[0053] 图5为表示通过本申请的第1发明所得到的声界面波装置的剖面构造与声界面波的能量分布的关系的图。

[0054] 图6为表示通过本申请的第2发明所得到的声界面波装置的剖面构造与声界面波的能量分布的关系的图。

[0055] 图7为表示实施例1中所得到的声界面波装置中的第2媒质即 SiO_2 膜的膜厚 H_2 与声速(中心频率 $\times \lambda$)之间的关系图。

[0056] 图8为表示实施例1中所得到的声界面波装置中的第2媒质即 SiO_2 膜的膜厚 H_2 与频率温度系数之间的关系图。

[0057] 图9为表示作为实施例2中所得到的声界面波装置中的第3媒质的多结晶Si的膜厚 H_3 与声速(中心频率 $\times \lambda$)之间的关系图。

[0058] 图10为表示作为实施例2中所得到的声界面波装置中的第3媒质的多结晶Si的膜厚 H_3 与频率温度系数之间的关系图。

[0059] 图11为表示作为使用本发明的声界面波装置之一例的梯式滤波器的电路结构的电路图。

[0060] 图12为用来说明以前的声界面波装置之一例的立体图。

[0061] 图13为表示以前的声界面波装置中,产生频率偏差的状态的频率特性图。

[0062] 图中:1-第1媒质,2-第2媒质,3-第3媒质,5-电极,20-声界面波装置,21-第1媒质,22-第2媒质,23-第3媒质,24-第4媒质,25-电极。

具体实施方式

[0063] 下面,对照附图对本发明的具体实施方式进行说明,通过这样来明确本发明。

[0064] 本发明人,制作了如图 2(a) 以及 (b) 所示的声界面波装置,并进行了研究。图 2(b) 为该声界面波装置 200 的主视剖面图,声界面波装置 200,具有层积了第 1 媒质 201 与第 2 媒质 202 的构造。第 1、第 2 媒质 201、202 间的界面中,作为电极形成有输入 IDT205、输出 IDT206、207 以及反射器 208、209。这些电极构造,在图 2(a) 中通过平面图来表示。

[0065] 制作上述声界面波装置 200 时,第 1 媒质 201 通过 15° Y 切 X 传送的 LiNbO_3 基板构成,将基于 IDT205 ~ 207 的中心部的配置周期的波长 λ 设为 $30\text{ }\mu\text{m}$,电极指交叉幅度为 50λ 。另外,输入 IDT205 的电极指的对数为 14.5 对,该 IDT204 的界面波传送方向外侧的 4 根电极指的配置周期为 0.86λ 。输出 IDT206、207 中,电极指的对数分别为 8.5 对,接近输入 IDT205 侧设置的 4 根电极指的配置周期为 0.86λ 。反射器 208、209 的电极指的根数为 41 根,配置周期为 1.033λ 。并且,反射器 208、209 的反射带域内配置滤波器通过带域,输入 IDT205 与输出 IDT206、207 的最接近电极指中心间距离为 0.43λ 。另外,输出 IDT206、207 与反射器 208、209 的最接近电极指中心间距离为 0.5λ 。IDT205 ~ 207 与反射器 208、209 的占空 (duty) 比为 0.5。

[0066] 另外,图 3 为说明上述占空比的示意剖面图。占空比是由图 3 的 L/P 所决定的值。这里,L 是电极指的宽度,P 是在界面波传送方向上相邻的电极指间空间的中心间距。IDT 或反射器的配置周期 λ ,通过 $\lambda = 2 \times P$ 来表示。

[0067] 另外,上述各个电极,通过 0.05λ 的 Au 膜、与设置在该 Au 膜的基底处的 0.003λ 的 NiCr 膜的叠层体构成。另外,第 2 媒质通过 SiO_2 膜构成。

[0068] 制作两次上述声界面波装置,得到第 1 批与第 2 批的各个声界面波装置。

[0069] 然后,测定由第 1 批与第 2 批所得到的声界面波装置的 S21 特性 (通过特性) 的结果,如图 13 所示,可以确认通过带域的中心频率在第 1 批的平均值与第 2 批的平均值上,有 5.6MHz 的差别。

[0070] 滤波器的通过带域中,需要使其中心频率与所期望的中心频率相一致,需要高精度抑制通过带域的频率偏差。因此,与上述第 1、第 2 批同样,再次制作第 1 批与第 2 批的声界面波装置。这里,测定作为第 2 媒质的 SiO_2 膜的成膜前后的通过频率。结果显示在下述的表 1 中。

[0071] [表 1]

[0072]

	第 1 批	第 2 批
SiO_2 成膜前	844MHz	847MHz
SiO_2 成膜后	1060MHz	1065MHz

[0073] 从表 1 可以得知,第 1 批与第 2 批中, SiO_2 膜成膜前后的频率变化幅度都很大,达到了约 220MHz。另外,将第 1 批的声界面波装置的情况下的结果、与第 2 批的声界面波装置的结果进行比较,可以得知在 SiO_2 膜成膜之后,频率差进一步扩大了 2MHz。因此可以得知,

作为第 2 媒质的 SiO_2 膜成的批量间的偏差,给最终所得到的声界面波装置的频率偏差带来了很大的影响。

[0074] 如上所述,在第 1 媒质上形成电极之后,形成作为第 2 媒质的 SiO_2 膜的情况下,如果第 2 媒质中产生了偏差,声界面波装置中就会产生很大的频率偏差。

[0075] 与此相对,本申请的第 1 发明中,在形成第 2 媒质的叠层体阶段,进行频率调整。因此,在频率调整工序后,批量间的频率偏差显著降低。并且,在进一步还形成了第 3 媒质的情况下,即使第 3 媒质产生偏差,所得到的声界面波装置中的频率偏差也得到了有效抑制。对照图 1、图 4 以及图 5 对这一点进行说明。

[0076] 图 1 为表示本发明的一实施方式的声界面波装置的部分剖切主视剖面图。该声界面波装置中,第 1 媒质 1 上叠层第 2 媒质 2 以及第 3 媒质 3。第 1 媒质 1 与第 2 媒质 2 之间的界面上,形成有电极 5。本实施方式中,在第 1 媒质上形成了电极 5 之后,形成第 2 媒质 2,得到叠层体。然后,在该叠层体阶段,进行频率调整。具体的说,变化第 2 媒质 2 的膜厚,进行频率调整。变化该第 2 媒质的膜厚的方法,例如有:使用通过蚀刻等使得第 2 媒质 2 的膜厚变薄的加工的方法,或进一步通过溅射等成膜法成膜由与第 2 媒质相同的材料构成的膜,并实质上增大第 2 媒质 2 的膜厚的方法等。或者在第 2 媒质 2 的成膜阶段,调整其膜厚。

[0077] 之后,本实施方式中,在进行了膜厚调整之后,形成第 3 媒质 3。

[0078] 另外,第 2 媒质 2 以及第 3 媒质 3 的形成方法,并不仅限于溅射等成膜形成方法,可以通过各种各样的方法来进行。特别是对于第 3 媒质 3,还可以将另外准备的由第 3 媒质形成的薄膜或板状体,贴合在第 2 媒质上。

[0079] 另外,第 1 发明的声界面波装置中,需要让第 3 媒质 3 相对第 2 媒质 2,构成为界面波的声速及 / 或材料不同。在第 2 媒质 2 与第 3 媒质 3 中的声速以及材料相同的情况下,有时即使进行上述频率调整工序,频率也不会变化。

[0080] 图 4 为表示以前的声界面波装置的示意主视剖面图、与声界面波的能量分布之间的关系图。从图 4 可以得知,声界面波装置 200 中,在膜厚 H_1 的第 1 媒质 201 与膜厚 H_2 的第 2 媒质 202 的界面上,设有 IDT205 等电极。如图 4 的右侧所示,界面波的能量集中在界面附近。但是,第 1、第 2 媒质 201、202 中,随着远离界面,能量衰减,但例如第 2 媒质 202 中,图 4 的带阴影的部分中也分布有能量。因此,第 2 媒质 202 形成之后,如果第 2 媒质中产生偏差,就会产生频率偏差。

[0081] 图 5 为表示按照本申请的第 1 发明所构成的上述实施方式的声界面波装置的示意剖面图与能量分布之间的关系图。

[0082] 图 5 所示的声界面波装置中,膜厚 H_1 的第 1 媒质 1 与膜厚 H_2 的第 2 媒质 2 的界面上形成有电极 5。这种情况下,在第 1 媒质上形成电极 5,既而形成第 2 媒质 2。在形成该第 2 媒质的阶段,进行频率调整。然后,在频率调整后形成膜厚 H_3 的第 3 媒质 3。这样所得到的声界面波装置中,在层积第 1、第 2 媒质 1、2 的叠层体阶段,进行频率调整。

[0083] 另外,上述声界面波装置中的界面波的能量分布中,如图 5 的右侧所示,第 3 媒质 3 中只分布了能量的极少的一部分。因此可知,即使第 3 媒质 3 中产生制造偏差,其所引起的频率偏差也非常小。因此,通过在第 3 媒质 3 形成前进行频率调整,能够显著降低形成第 3 媒质 3 后的声界面波装置的频率偏差。

[0084] 图6为用来说明第2发明的声界面波装置中能够减小频率偏差的理由的示意剖面图以及表示界面波的能量分布的图。

[0085] 第2发明的声界面波装置20中,膜厚H1的第1媒质21与膜厚H2的第2媒质22间形成电极25,进而层积膜厚H3的第3媒质23,得到叠层体。在该叠层体阶段进行频率调整。然后,在第3媒质23上层积膜厚H4的第4媒质24。这样所得到的声界面波装置20中,界面波的能量分布如图6的右侧所示。也即,第4媒质中,只分布了界面波的能量极少的一部分。因此,如果在形成上述第3媒质23的叠层体阶段进行频率调整,显著减小频率偏差,则即使进一步形成第4媒质24,也能够将频率偏差控制得较小。

[0086] 另外,第2发明中,需要让第3媒质23与第4媒质24,构成为声速不同、及/或材料不同。这是由于,如果不这样频率就不会变化。

[0087] 如上所述,本申请的第1、第2发明的制造方法中能够抑制频率偏差,是通过在最后所形成的第3媒质或第4媒质被形成之前,进行频率调整,最后再形成第3媒质及第4媒质。也即,第1发明中的第3媒质、第2发明中的第4媒质中,只分布有极少一部分界面波的能量。因此,第1发明中的第3媒质、第2发明中的第4媒质中,即使发生了制造偏差,该制造偏差也基本不会给最终所得到的声界面波装置的频率偏差带来太多影响。因此,通过在叠层体阶段进行频率调整,能够提供一种频率偏差小的声界面波装置。

[0088] 另外,第2发明中,第2媒质22与第4媒质24既可以由同一材料构成,又可以由不同材料构成。例如,在第2媒质22通过频率温度系数为正的材料的 SiO_2 构成的情况下,通过将 SiO_2 与频率温度系数为负的多种材料组合起来,能够改善界面波装置的频率温度系数。第1发明中,在第2媒质2与第3媒质3的一方使用 SiO_2 的情况下,另一方最好使用频率温度为负的 SiO_2 以外的材料。不过,第2媒质2与第3媒质3双方也可以由 SiO_2 构成,但这种情况下,由于需要让 SiO_2 的密度或硬度(弹性常数)等不同,来使得声速不同,因此有可能会使频率温度系数的改善效果恶化。因此,第1发明中,最好让第2媒质2与第3媒质3中只有一方使用 SiO_2 。

[0089] 另外,第2发明中,在第2媒质22与第4媒质24双方由 SiO_2 构成的情况下,第3媒质23可以使用 SiO_2 以外的材料。因此,能够在维持由 SiO_2 实现的频率温度系数改善效果的同时,进行频率调整。

[0090] 另外,第1发明中,第2媒质的厚度 $H2(\lambda)$ 最好为 1λ 以下。也即,通过将第2媒质的厚度设为 1λ 以下,由于声界面波的能量分布几乎不分布在第3媒质侧,因此能够有效地降低第3媒质的制造偏差所引起的频率偏差。另外,最好让第3媒质的厚度 $H3$ 大于 0.5λ 。如果第3媒质的厚度大于 0.5λ ,则即使在第3媒质中分布有界面波的能量,如图5所示,在到达与媒质2相接的面的相反侧的媒质3的表面之前,界面波的能量被可靠衰减,可得到良好的界面波传送。如果像这样构成,则即使在表面附着有异物的情况下,界面波装置的特性也很稳定。

[0091] 第2发明中,如果将第2媒质的厚度 $H2$ 设为 0.5λ 以下,便如图6所示,能够将界面波的能量泄漏到第3媒质中。另外,如果将第3媒质的厚度 $H3$ 设为 0.1λ 以下,能将界面波的能量泄漏到第4媒质中。由于“第2、第4”与“第3”媒质的声速不同,因此如果调整第3媒质的厚度,就能够调整界面波的声速。在第2媒质较厚,界面波的能量不会泄漏到第3媒质中的情况下,即使变更第3媒质的状态,也无法调整界面波的声速。进而,在第3媒质

较厚,界面波的能量不会泄漏到第 4 媒质中的情况下,即使变更第 4 媒质的厚度,也无法调整界面波的声速。

[0092] 另外,如图 6 所示,在到达与媒质 3 相接的面的相反侧的媒质 4 的表面之前,界面波的能量被可靠衰减,可得到良好的界面波传送。如果像这样构成,则即使在表面附着有异物的情况下,界面波装置的特性也很稳定。

[0093] 接下来对具体实施例进行说明。

[0094] (实施例 1)

[0095] 准备 15° Y 切 X 传送的 LiNbO_3 基板作为第 1 媒质,在该 LiNbO_3 基板上,制作如图 2 所示的电极构造。也即,形成如图 2(a) 所示的输入 IDT205、输出 IDT206、207 以及反射器 208、209。形成电极时,将 LiNbO_3 基板清洗之后,旋涂保护层,预烘干之后,进行显影,形成保护层图形。之后,按顺序真空蒸镀 NiCr 膜与 Au 膜,剔除保护层并洗净。如上所述,得到了 Au 膜的膜厚为 0.055λ , NiCr 的膜厚为 0.001λ 的电极构造。

[0096] 接下来,覆盖上述 LiNbO_3 基板的电极形成面,通过 RF 溅射法成膜厚 0.1λ 的 SiO_2 膜,作为第 2 媒质。这样,得到了如图 2(b) 所示的叠层体。

[0097] 接下来,在上述 SiO_2 膜上,旋涂保护层并显影,形成保护层图形,之后实施反应性离子蚀刻以及保护层去除,去除与外部电连接的电极上的 SiO_2 膜。

[0098] 将晶片探测器的检查端子接触如上所露出的外部端子,测定中心频率。对 SiO_2 膜进行加工,使得所得到的测定值与所期望的中心频率相一致。进行该加工时,使用通过反应性离子蚀刻让 SiO_2 膜变薄的加工,或者通过溅射来成膜,增厚 SiO_2 膜的方法来进行。

[0099] 也即,在测定值低于所期望的中心频率的情况下,如上所述削薄 SiO_2 膜,反之在高于的情况下增加 SiO_2 膜的厚度。

[0100] 另外,此时所传送的弹性波,并不是声界面波而是将变位集中在表面的声表面波,频率调整对声表面波进行。

[0101] 频率调整之后,在上述 SiO_2 膜上,通过溅射法形成厚 1λ 的多结晶 Si 膜,作为第 3 媒质。

[0102] 此时,所传送的弹性波变为声界面波。

[0103] 在上述多结晶 Si 膜上,旋涂保护层并显影、烧接,并通过反应性离子蚀刻进行构图。之后,去除保护层,去除外部端子上的多结晶 Si。这样,得到多个声界面波装置。

[0104] 如上所得到的声界面波装置,共振频率的偏差较小。

[0105] 另外,图 7 为表示本实施例所得到的声界面波装置中的 SiO_2 的膜厚 H_2 、与中心频率乘以 λ 所求出的界面波装置的声速之间的关系图。另外,图 8 中示出了 SiO_2 的膜厚 H_2 与频率温度系数 TCF(ppm/ $^\circ\text{C}$) 之间的关系。另外,由于是声界面波装置,因此第 3 媒质即多结晶 Si 的膜厚与声速无关。

[0106] 从图 7 可以得知,作为第 2 媒质的 SiO_2 膜的膜厚 H_2 越大,声速就越低。另外,从图 8 可以得知, SiO_2 膜的膜厚 H_2 越厚,频率温度系数 TCF 就越能得到改善。

[0107] (实施例 2)

[0108] 准备 15° Y 切 X 传送的 LiNbO_3 基板作为第 1 媒质,与实施例 1 一样,形成如图 2(a) 所示的电极构造。准备多个这样的形成有电极的 LiNbO_3 基板。

[0109] 接下来,在 LiNbO_3 基板上通过 RF 溅射法成膜 SiO_2 膜,覆盖上述 LiNbO_3 基板上的电

极。这种情况下,分别制造成膜有厚为 0.1λ 、 0.3λ 、 0.5λ 以及 1.0λ 的膜厚的 SiO_2 膜的构造。之后,在 SiO_2 膜上通过 RF 溅射法成膜厚 0.5λ 的多晶硅,准备具有多结晶 Si/ SiO_2 /电极/ LiNbO_3 基板的层积构造、即叠层有第 3 媒质/第 2 媒质/电极/第 1 媒质的叠层体。

[0110] 另外,此时所传送的弹性波不是声界面波,而是变位集中在表面的声表面波,频率调整对声表面波进行。

[0111] 接下来,在如上所得到的叠层体的多结晶 Si 膜上,旋涂保护层并预烘干、构图,之后进行反应性离子蚀刻,去除保护层,通过这样,去除外部端子上的多结晶 Si 与 SiO_2 ,让外部端子露出来。将晶片探测器的检查端子接触如上所露出的外部端子,测定滤波特性的中心频率。

[0112] 对多结晶 Si 进行加工,使得频率测定值与所期望的中心频率相一致。实施该加工时,在测定值低于中心频率的目标值的情况下,通过反应性离子蚀刻将多结晶 Si 加工得较薄。反之,在测定值高于所期望的中心频率的情况下,通过溅射再次成膜多结晶 Si,增大多结晶 Si 的膜厚。频率调整工序之后,在多结晶 Si 上,通过溅射法形成厚 1λ 的 SiO_2 膜,作为第 4 媒质。

[0113] 此时,所传送的弹性波变为声界面波。

[0114] 在上述 SiO_2 膜上,旋涂保护层并构图,进行反应性离子蚀刻,去除保护层,通过这样,去除外部端子上的 SiO_2 膜。这样,得到了多个声界面波装置。

[0115] 对如上所得到的多个声界面波装置测定中心频率。形成有厚 0.1λ 、 0.3λ 、 0.5λ 、以及 1.0λ 的第 2 媒质的各个声界面波装置中的中心频率的偏差,分别依次减小。

[0116] 图 9 为表示如上所得并且第 2 媒质 SiO_2 膜的厚度 H_2 为 0.1λ 、 0.3λ 、 0.5λ 的声界面波装置中的、第 3 媒质即多结晶 Si 的厚度 H_3 、与声速(中心频率 $\times \lambda$)之间的关系图。图 10 为表示多结晶 Si 的厚度 H_3 与频率温度系数 TCF(ppm/ $^{\circ}\text{C}$)之间的关系。

[0117] 另外,由于是声界面波装置,因此第 4 媒质 SiO_2 膜的膜厚与声速无关。

[0118] 从图 9 可以得知,在多结晶 Si 的膜厚 H_3 为 $0 \sim 0.1\lambda$ 的范围内,声速的变化较大,在该范围内能够高效地进行频率调整。另外,在该范围内,从图 10 可以得知,频率温度系数 TCF 与图 8 所示的实施例 1 的情况下的频率温度系数相比,最大改善了 25ppm/ $^{\circ}\text{C}$ 。另外,虽然第 2 媒质即 SiO_2 膜的膜厚为 0.5λ 时,如图 9 所示能够看到声速的变化,但在第 2 媒质的膜厚大于 0.5λ 的情况下,即使多结晶 Si 的膜厚 H_3 在图 9 所示的范围内变化,声速也不会变化。

[0119] 因此优选,在层积第 1~第 4 媒质构成的声界面波装置中,让第 2 媒质的膜厚 H_2 为 0.5λ 以下。

[0120] 另外,上述实施例中,对图 2(a) 所示的 3IDT 构造的纵结合型声界面波共振子滤波器进行了说明,但本发明的声界面波装置,能够采用各种各样的电极构造。也即,可以是使用两个以上的 IDT 的纵结合型声界面波共振子滤波器,或如图 11 中电路图所示,多个声界面波共振子 S1、S2、P1、P2 连接而成的梯式滤波器。另外,虽然图 11 中连接有 4 个声界面波共振子,但也可以构成任意级数的梯式滤波器。

[0121] 另外,梯式滤波器中的共振子的数目没有特别限制。另外,本发明的声界面波装置及其制造方法,还能够提供横结合型声界面波滤波器。

[0122] 进而,电极可以不使用 IDT,而使用“声表面波工学”(电子信息通信学会发行,初

版第 6 次印刷,第 57 页)中所记载的梳形换能器(transducer)。在使用梳形换能器的情况下, λ 为梳形换能器的梳齿的配置周期。总之,只要将电声变换器进行激励的波长设为 λ 即可。

[0123] 再有,虽然上述实施例 1、2 中,电极以 Au 所构成的电极层为主体,基底叠层有 NiCr 层,但也可以使用其他金属来形成电极。例如,可以使用 Ag、Cu、Fe、Ta、W、Ti 以及 Pt 中的 1 种。另外,为了提高电极对第 1 媒质与第 2 媒质的密合性,提高耐电性,还可以层积 Ti、Cr 或 NiCr 等所构成的较薄的第 2 电极层。第 2 电极层,可以设置在第 1 媒质与上述 Au 等所构成的主电极层之间,或主电极层与第 2 媒质之间。再有,电极还可以采用层积了 3 个以上的电极层的构造,这种情况下,第 2 电极层可以作为中间层来层积。

[0124] 另外,本发明中,电极构造可以通过多个金属所构成的合金来构成。

[0125] 进而,构成本发明中的第 1 ~ 第 3 媒质以及第 1 ~ 第 4 媒质的材料也没有特别限制。也即,可以使用各种各样的电介质作为媒质。作为这样的媒质,可以列举出例如:铌酸锂、铌酸钾、钽酸锂、四硼酸锂、硅酸镓镧(Langasite)或铌酸镓镧(Langanite)、水晶、PZT、ZnO、AlN、氧化硅、玻璃、硅、蓝宝石、氮化硅以及氮化碳所构成的群中所选择出的 1 种等。

[0126] 另外,媒质不必由单一材料构成,也可以具有层积多个媒质层所构成的层积构造。也即,第 1 ~ 第 3 媒质或第 1 ~ 第 4 媒质中的至少 1 个媒质,可以具有层积多个材料层的层积构造。

[0127] 另外,本发明的声界面波装置中,外侧可以形成用来提高强度、防止腐蚀性气体等侵入的保护层。另外,声界面波装置,如果并不排斥部件尺寸较大,则还可以具有封入在封装中的构造。

[0128] 另外,上述保护层可以通过氧化钛、氮化铝、氧化铝等绝缘性材料构成,或 Au、Al 或 W 等金属膜构成,还可以通过环氧树脂等树脂膜构成。

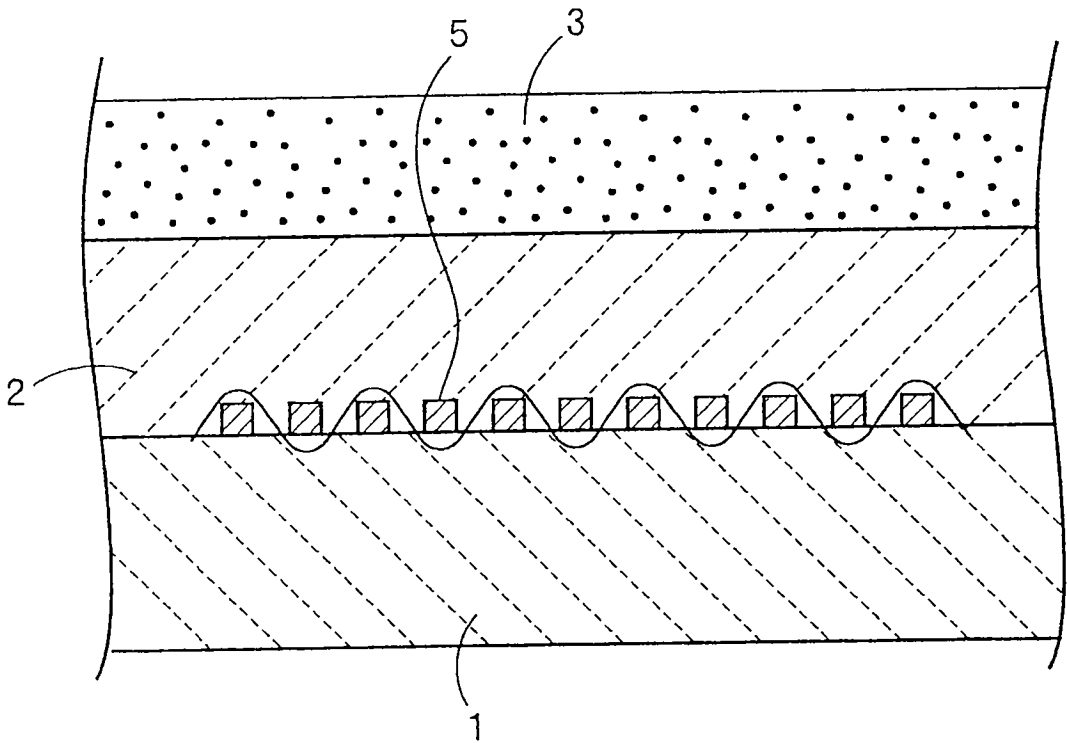


图 1

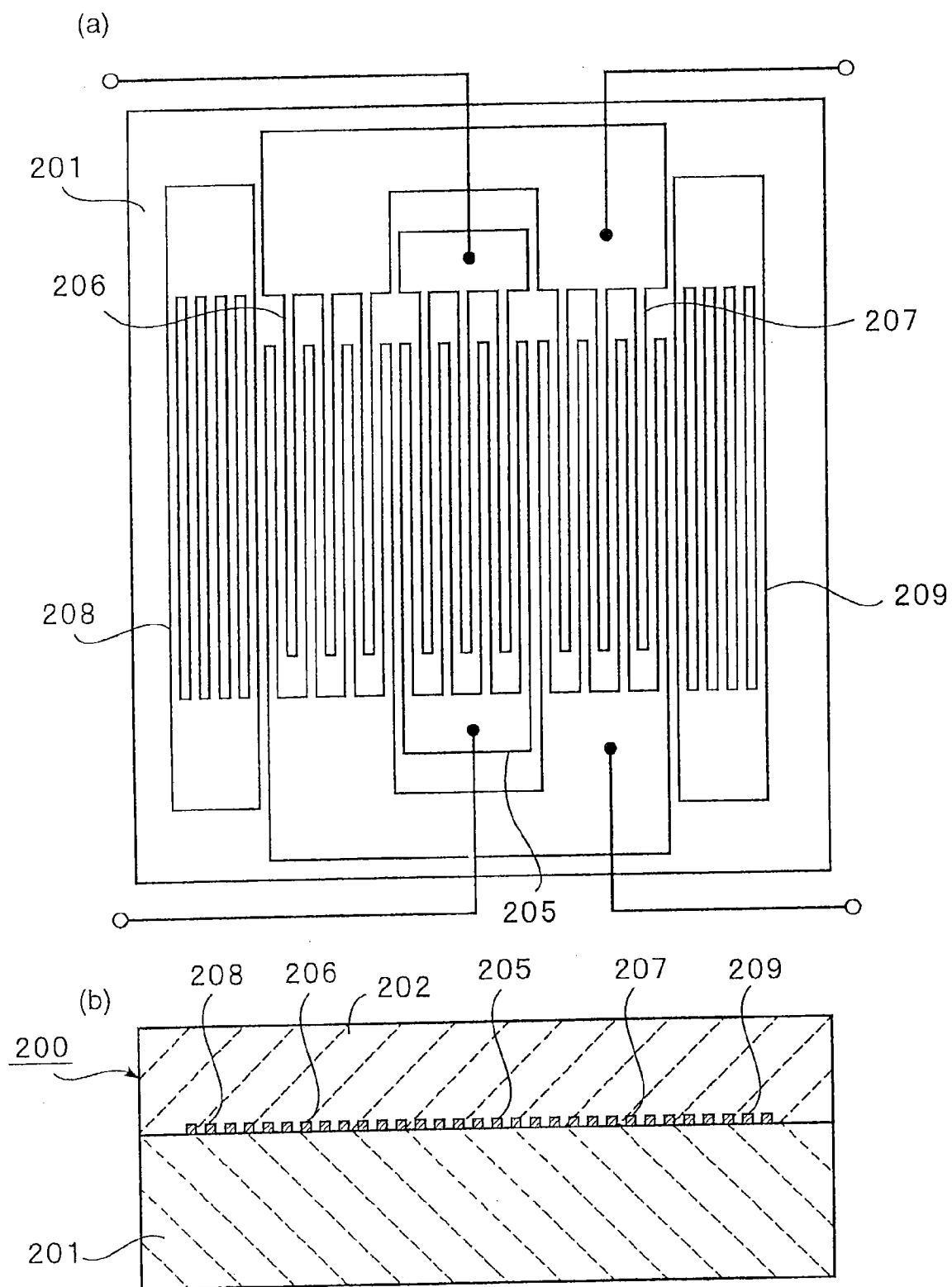


图 2

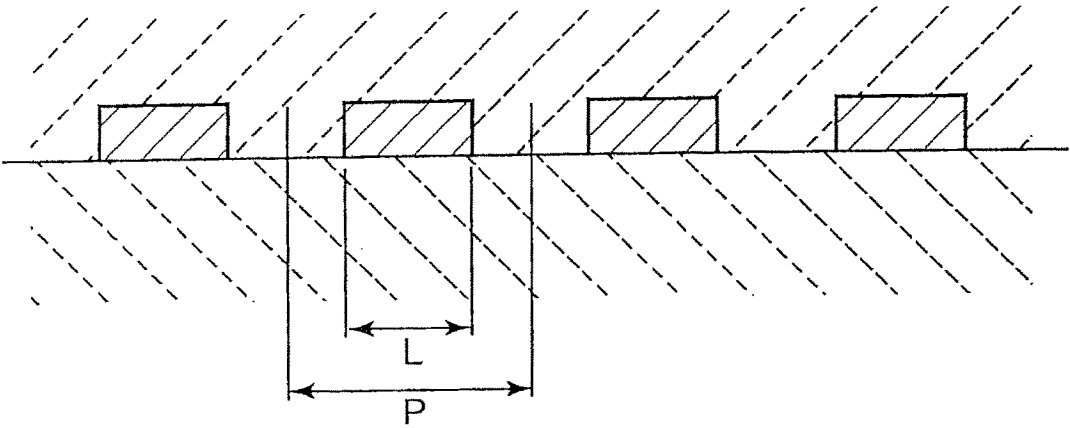


图 3

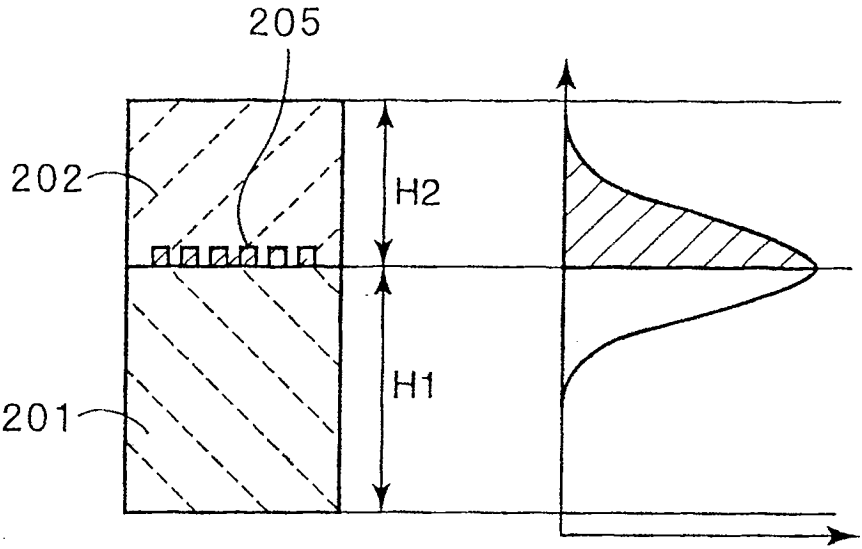


图 4

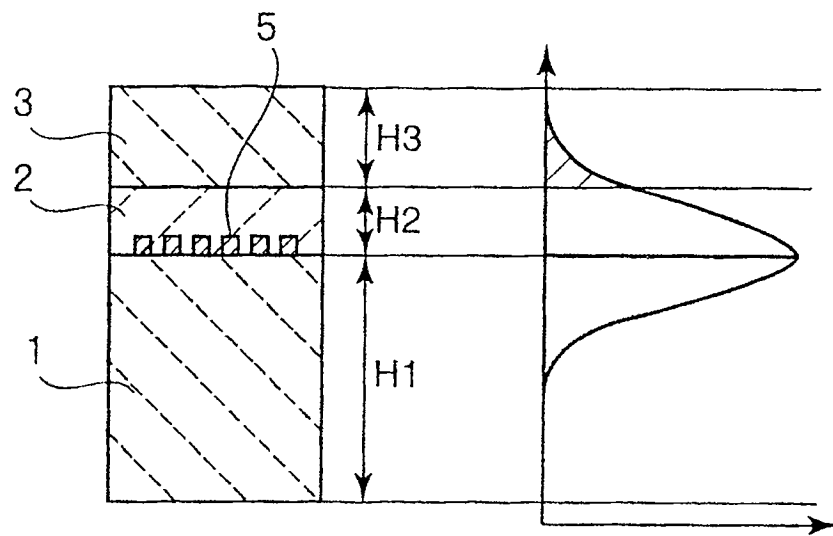


图 5

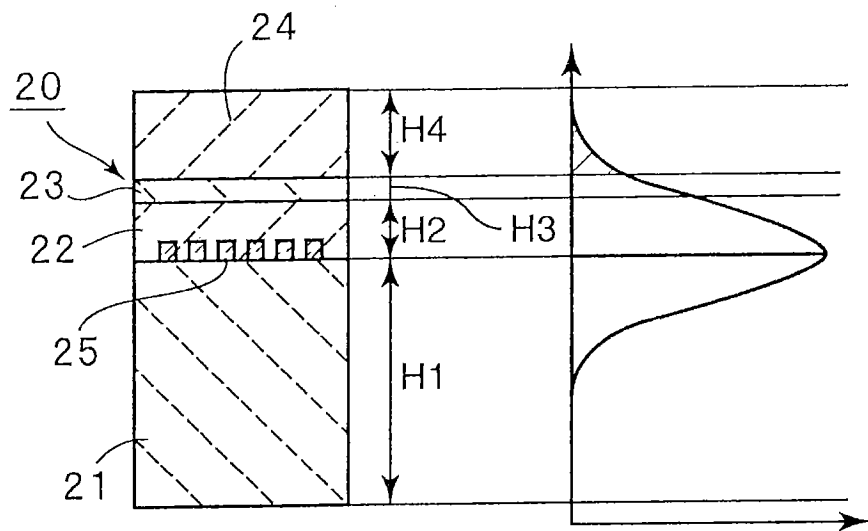


图 6

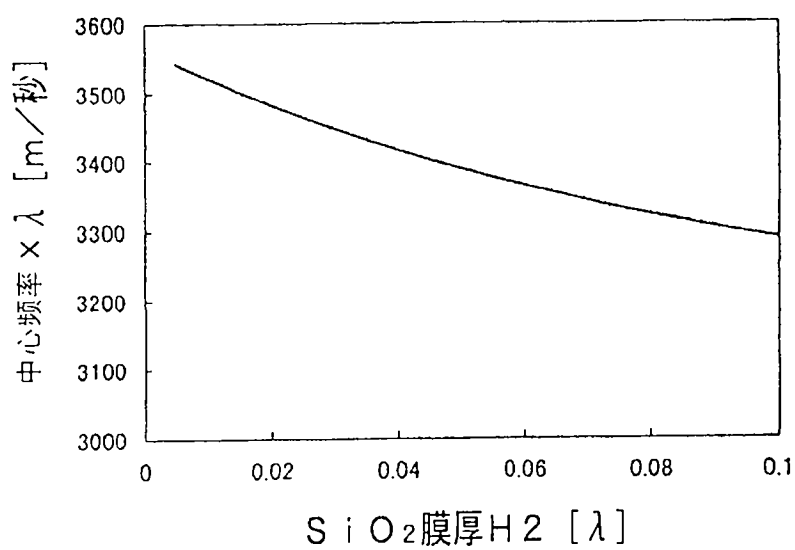


图 7

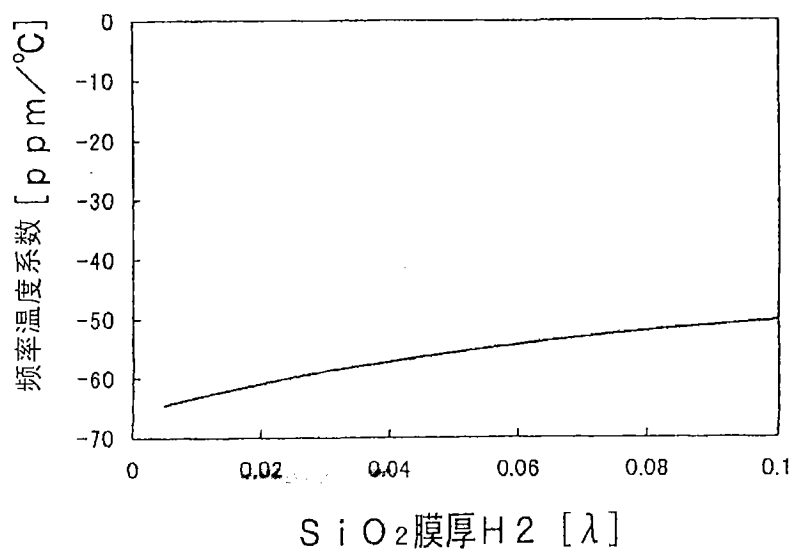


图 8

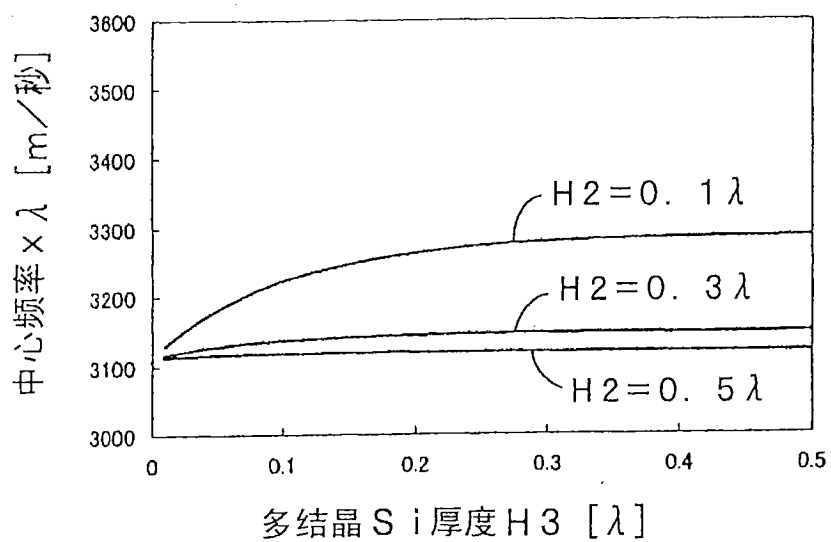


图 9

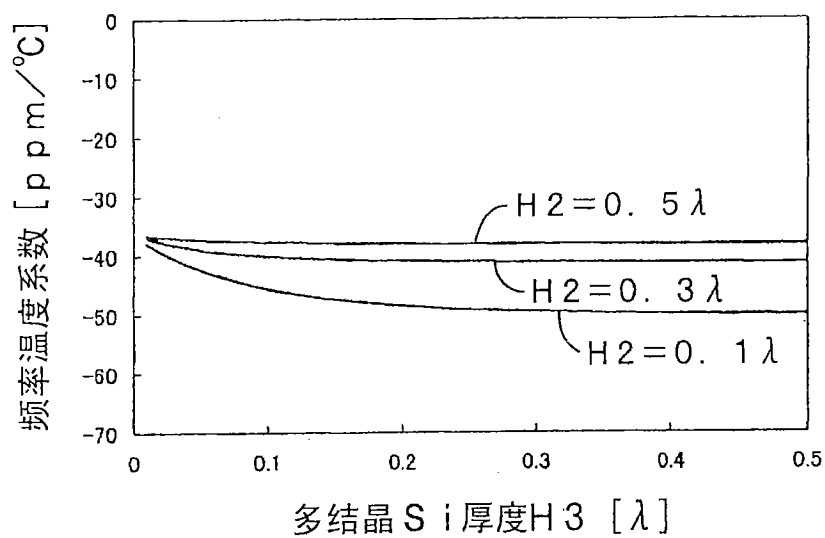


图 10

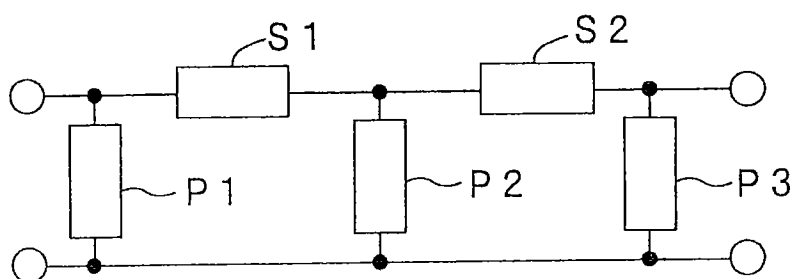


图 11

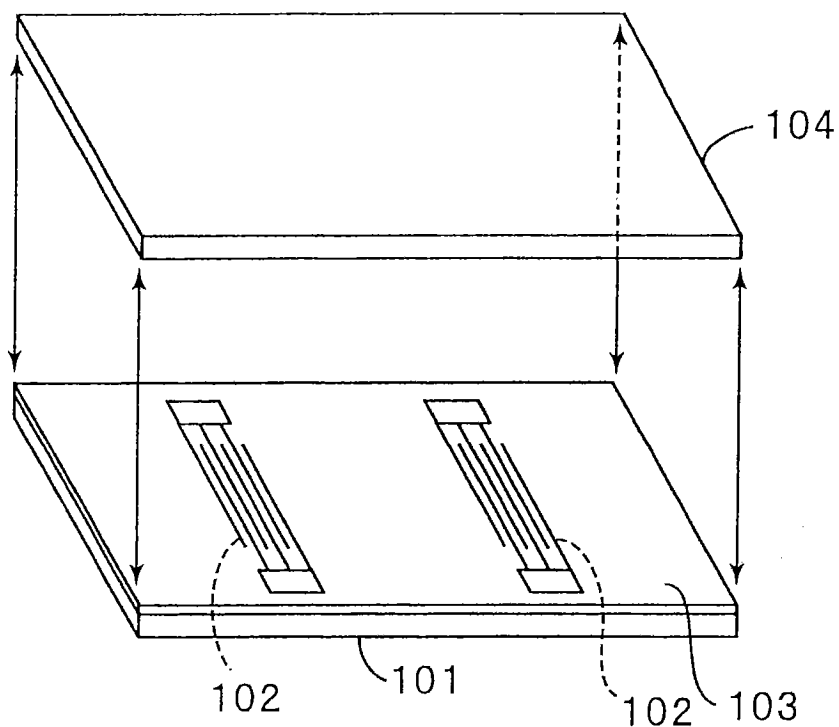


图 12

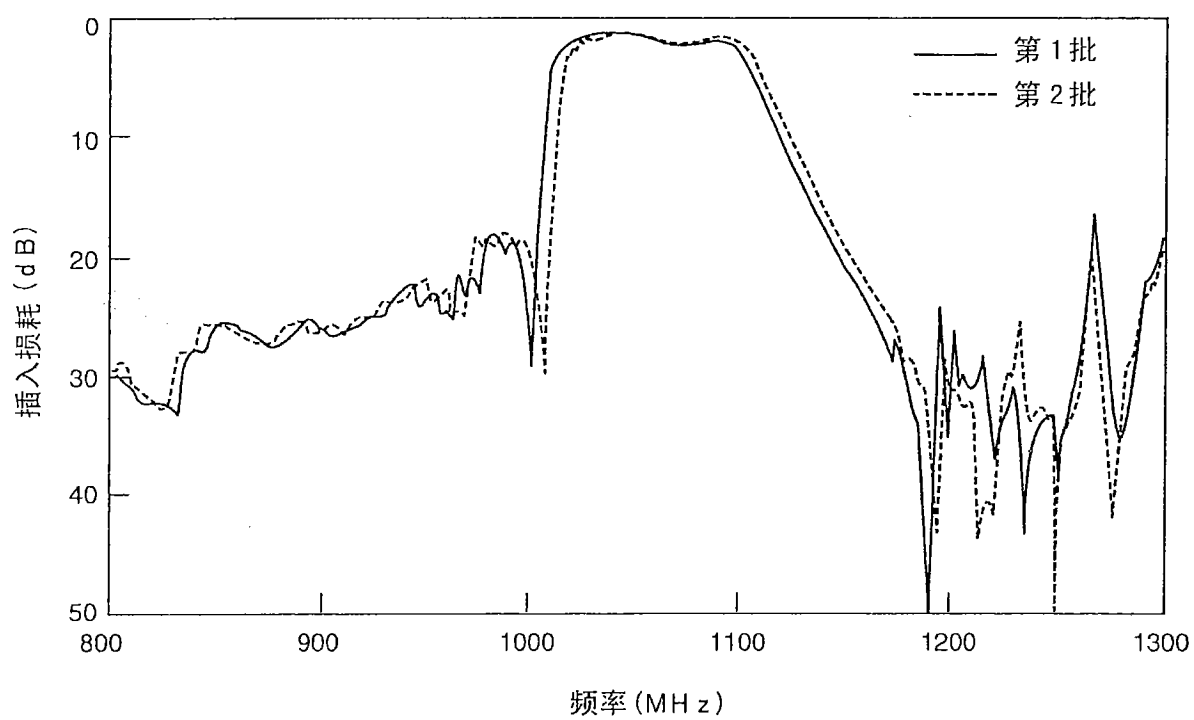


图 13