



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116097565 A

(43) 申请公布日 2023. 05. 09

(21) 申请号 202180051011.0

(22) 申请日 2021.08.27

(30) 优先权数据

2020-144341 2020.08.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2023.02.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2021/031584 2021.08.27

(87) PCT国际申请的公布数据

W02022/045307 JA 2022.03.03

(71) 申请人 京瓷株式会社

地址 日本京都府

(72) 发明人 野添惣一郎

(74) 专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有

限公司 44205

专利代理师 林明校 伍志健

(51) Int.Cl.

H03H 9/25 (2006.01)

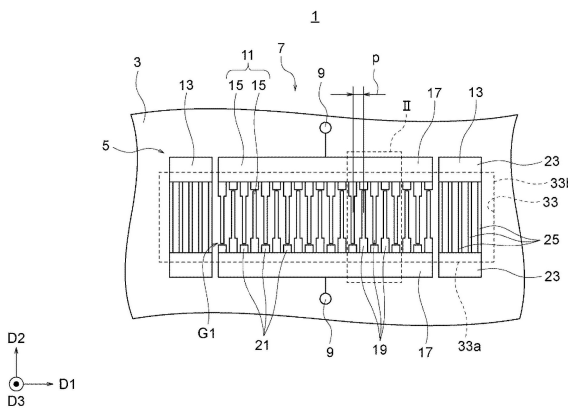
权利要求书2页 说明书21页 附图34页

(54) 发明名称

弹性波元件以及通信装置

(57) 摘要

在压电层与支撑体之间,构成有在俯视透视图角下与IDT电极重叠的空腔。第一电极指和第二电极指相互重复的交叉区域具有:中央区域和其两侧的两个端部区域。空腔与中央区域重叠。空腔的第一汇流条侧的边缘部位于从中央区域的第一汇流条侧的边缘部到第一汇流条的与中央区域的相反侧的边缘部的范围内。从第一汇流条延伸的第一电极指具有:位于中央区域的第一部位和相对于中央区域位于第一汇流条侧或第二汇流条侧的第二部位。每单位长度的、多个第一电极指的下表面之上的质量在第二部位中的值比在第一部位中的值大。



1. 弹性波元件, 具有:
 - 支撑体;
 - 所述支撑体上的压电层; 和,
 - 所述压电层上的IDT电极;
 - 在所述压电层与所述支撑体之间, 构成有在俯视透视角下与所述IDT电极重叠的空腔;
 - 所述IDT电极具有:
 - 第一汇流条以及第二汇流条, 在与第一方向交叉的方向上相互对置;
 - 多个第一电极指, 从所述第一汇流条朝向所述第二汇流条相互并列地延伸; 和,
 - 多个第二电极指, 从所述第二汇流条朝向所述第一汇流条相互并列地延伸;
 - 所述多个第一电极指和多个第二电极指在所述第一方向上交替地排列;
 - 以在所述第一方向观察相互相邻的第一电极指和第二电极指时两者相互重复的交叉宽度、沿着所述多个第一电极指以及所述多个第二电极指的排列而延伸的交叉区域具有:
 - 中央区域, 包括所述第一汇流条和所述第二汇流条之间的中央位置;
 - 第一端部区域, 为从所述中央区域的所述第一汇流条侧的边缘部到所述交叉区域的所述第一汇流条侧的边缘部的区域; 和,
 - 第二端部区域, 为从所述中央区域的所述第二汇流条侧的边缘部到所述交叉区域的所述第二汇流条侧的边缘部的区域;
 - 所述空腔与所述中央区域重叠;
 - 所述空腔的所述第一汇流条侧的边缘部位于从所述中央区域的所述第一汇流条侧的边缘部到所述第一汇流条的与所述中央区域的相反侧的边缘部的范围内;
 - 所述多个第一电极指分别具有:
 - 第一部位, 位于所述中央区域; 和,
 - 第二部位, 相对于所述中央区域位于所述第一汇流条侧或所述第二汇流条侧;
 - 与所述第一方向正交的第二方向上的每单位长度的、所述多个第一电极指的下表面之上的质量在所述第二部位中的值比在所述第一部位的值大。
 - 2. 根据权利要求1所述的弹性波元件, 所述第二部位的宽度比所述第一部位的宽度宽。
 - 3. 根据权利要求1或2所述的弹性波元件, 所述第二部位相对于所述中央区域位于所述第一汇流条侧。
 - 4. 根据权利要求3所述的弹性波元件, 所述第二部位横跨从所述第一汇流条到所述中央区域的所述第一汇流条侧的边缘部的范围。
 - 5. 根据权利要求4所述的弹性波元件, 所述空腔的所述第一汇流条侧的边缘部位于从所述交叉区域的所述第一汇流条侧的边缘部到所述第一汇流条的与所述中央区域的相反侧的边缘部的范围内。
 - 6. 根据权利要求5所述的弹性波元件, 所述IDT电极具有:
 - 多个第一虚设电极, 在所述多个第一电极指之间, 从所述第一汇流条朝向所述第二汇流条突出, 并使其远端和所述多个第二电极指彼此对置; 和,
 - 多个第二虚设电极, 在所述多个第二电极指之间, 从所述第二汇流条朝向所述第一汇流条突出, 并使其远端和所述多个第一电极指彼此对置;

所述空腔的所述第一汇流条侧的边缘部位于从所述多个第一虚设电极的远端到与所述第一汇流条的与所述中央区域的相反侧的边缘部的范围内。

7. 根据权利要求4~6中任一项所述的弹性波元件,所述空腔的所述第一汇流条侧的边缘部位于从所述中央区域的所述第一汇流条侧的边缘部到所述第一汇流条的所述中央区域侧的边缘部的范围内。

8. 根据权利要求1~7中任一项所述的弹性波元件,所述压电层的材料、切角以及厚度具有:使在由所述IDT电极激励的弹性波中A1模式的兰姆波的振幅为最大的关系。

9. 根据权利要求1~8中任一项所述的弹性波元件,所述支撑体材料是硅、蓝宝石或氧化铝烧结体。

10. 根据权利要求1~9中任一项所述的弹性波元件,所述支撑体具有:构成该支撑体的上表面、且其声速为7000m/s以上的层。

11. 通信装置,具有:

滤波器,包括权利要求1~10中任一项所述的弹性波元件;

天线,与所述滤波器连接;

集成电路元件,经由所述滤波器与所述天线连接。

弹性波元件以及通信装置

技术领域

[0001] 本公开涉及弹性波元件以及包括该弹性波元件的通信装置,其中,该弹性波元件能进行从弹性波向电信号的转换以及从电信号向弹性波的转换中的至少一种。

背景技术

[0002] 作为弹性波元件,已知有具有压电层和位于压电层上的IDT(Interdigital Transducer,叉指式换能器)电极的弹性波元件(例如,下述专利文献1或2)。IDT电极具有一对梳齿电极。各梳齿电极具有:汇流条和从汇流条相互并列延伸的多个电极指。一对梳齿电极配置成相互啮合。

[0003] 在专利文献1中,压电层重叠在上表面形成有空腔的支撑体的上表面。IDT电极设置在俯视透视视角下与空腔重叠。在俯视透视视角下,空腔的边缘部位于IDT电极的外侧或者与汇流条重叠。在专利文献2中,电极指与汇流条连接的根部的宽度比其他部分的宽度更宽。另外,在本申请中可以通过参照来引用这些文献的内容。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2012-257019号公报

[0007] 专利文献2:国际公开第2005/100949号

发明内容

[0008] 本公开的一种实施方式的弹性波元件具有:支撑体、所述支撑体上的压电层和所述压电层上的IDT电极。在所述压电层与所述支撑体之间,构成有在俯视透视视角下与所述IDT电极重叠的空腔。所述IDT电极具有:第一汇流条以及第二汇流条,在与第一方向交叉的方向上相互对置;多个第一电极指,从所述第一汇流条朝向所述第二汇流条相互并列地延伸;和,多个第二电极指,从所述第二汇流条朝向所述第一汇流条相互并列地延伸。所述多个第一电极指和多个第二电极指在所述第一方向上交替地排列。将以在所述第一方向观察相互相邻的第一电极指和第二电极指时两者相互重复的交叉宽度、沿着所述多个第一电极指以及所述多个第二电极指的排列而延伸的区域称为交叉区域。该交叉区域具有中央区域、第一端部区域和第二端部区域。所述中央区域包括所述第一汇流条和所述第二汇流条之间的中央位置。所述第一端部区域是从所述中央区域的所述第一汇流条侧的边缘部到所述交叉区域的所述第一汇流条侧的边缘部之间的区域。所述第二端部区域是从所述中央区域的所述第二汇流条侧的边缘部到所述交叉区域的所述第二汇流条侧的边缘部之间的区域。所述空腔与所述中央区域重叠。所述空腔的所述第一汇流条侧的边缘部位于从所述中央区域的所述第一汇流条侧的边缘部到所述第一汇流条的与所述中央区域的相反侧的边缘部的范围内。所述多个第一电极指分别具有:第一部位,位于所述中央区域;和,第二部位,相对于所述中央区域位于所述第一汇流条侧或所述第二汇流条侧。与所述第一方向正交的第二方向上的每单位长度的、所述多个第一电极指的下表面之上的质量在所述第二部

位中的值比在所述第一部位的值大。

[0009] 本公开的一种实施方式的通信装置具有:滤波器,包括上述弹性波元件;天线,与所述滤波器连接;和,集成电路元件,经由所述滤波器与所述天线连接。

附图说明

- [0010] 图1是表示实施方式的弹性波元件的结构的俯视图。
- [0011] 图2是图1的区域II的放大图。
- [0012] 图3A是图2的III-III线处的剖视图。
- [0013] 图3B是表示变形例的剖视图。
- [0014] 图4A是表示比较例的谐振器的特性的图。
- [0015] 图4B是表示比较例以及实施例的谐振器的特性的图。
- [0016] 图5A是表示比较例的谐振器中的空腔的位置以及特性的图。
- [0017] 图5B是表示第一实施例的谐振器中的空腔的位置以及特性的图。
- [0018] 图5C是表示第二实施例的谐振器中的空腔的位置以及特性的图。
- [0019] 图6A是表示第三实施例的谐振器中的空腔的位置以及特性的图。
- [0020] 图6B是表示第四实施例的谐振器中的空腔的位置以及特性的图。
- [0021] 图6C是表示第五实施例的谐振器中的空腔的位置以及特性的图。
- [0022] 图7A是表示空腔层的材料为Si的谐振器的特性的图。
- [0023] 图7B是表示图7A的谐振器的其他特性的图。
- [0024] 图8A是表示空腔层具有Si和SiO₂的谐振器的特性的图。
- [0025] 图8B是图8A的谐振器的其他特性的图。
- [0026] 图9A是表示空腔层具有Si和低电阻层的谐振器的特性的图。
- [0027] 图9B是图9A的谐振器的其他特性的图。
- [0028] 图10A是表示空腔层具有Si和AlN的谐振器的特性的图。
- [0029] 图10B是图10A的谐振器的其他特性的图。
- [0030] 图11A是表示空腔层具有Si和HfO₂的谐振器的特性的图。
- [0031] 图11B是图11A的谐振器的其他特性的图。
- [0032] 图12A是表示扩宽部的占空比为0.70的谐振器的特性的图。
- [0033] 图12B是图12A的谐振器的其他特性的图。
- [0034] 图13A是表示扩宽部的占空比为0.70的谐振器的特性的图。
- [0035] 图13B是图13A的谐振器的其他特性的图。
- [0036] 图14A是表示汇流条的宽度相互不同的比较例以及实施例的谐振器的特性的图。
- [0037] 图14B是图14A的谐振器的其他特性的图。
- [0038] 图15A是表示相对于汇流条的宽度的变化,谐振器的特性的变化的图。
- [0039] 图15B是图15A的谐振器的其他特性的图。
- [0040] 图16A是表示第二实施方式的谐振器的特性的图。
- [0041] 图16B是图16A的谐振器的其他特性的图。
- [0042] 图17是示意性地表示实施方式的分波器的结构的电路图。
- [0043] 图18是表示实施方式的通信装置的结构框图。

具体实施方式

[0044] 以下将参照附图,对本公开的实施方式进行说明。在以下的说明中使用的图是示意性的。因此,例如,附图上尺寸比率等未必与实际情况一致。

[0045] 本公开的弹性波元件,可以设任一个的方向为上方或下方。但是,以下为了方便,定义由D1轴、D2轴以及D3轴构成的正交坐标系,并且以D3轴的正侧为上方,有时使用上表面或下表面等术语。另外,在俯视视角或俯视透视视角下,除非特别说明,是指在D3轴方向观察。另外,D1轴被定义为:与沿着后述的压电层的上表面传播的弹性波的传播方向平行;D2轴被定义为:与压电层的上表面平行且与D1轴正交;D3轴被定义为:与压电层的上表面正交。

[0046] <第一实施方式>

[0047] (弹性波元件的整体结构)

[0048] 图1是表示实施方式的弹性波元件1(以下有时也简称为“元件1”)的主要部分的结构俯视图。

[0049] 元件1例如具有:复合基板3和位于复合基板3的上表面的导体层5。复合基板3的上表面的至少一部分区域(例如图1所示的区域)具有压电性(是压电体。)。通过从导体层5对压电体施加电压,激励在压电体传播的弹性波。和/或,通过弹性波在压电体传播,在压电体生成电荷,对导体层5施加电压。元件1例如可以构成利用这样的弹性波和电压(电信号)之间的转换的谐振器和/或滤波器。

[0050] 在元件1中,可以利用适当模式的弹性波。例如,可以利用在薄板状的压电体传播的板波。作为板波例如可以列举出:A1模式的兰姆波、S0模式的兰姆波以及SH(Shear Horizontal,水平剪切)型的板波。兰姆波是以传播方向(D1方向)的位移成分和压电体的厚度方向(D3方向)的位移成分为主要成分的波。A1模式的兰姆波是厚度方向的波节数为1的兰姆波。此外,弹性波也可以是瑞利波或漏波。

[0051] 尽管未特别地图示,但元件1也可以具有从导体层5之上覆盖复合基板3的上表面的绝缘性的保护膜。保护膜例如可以有助于抑制导体层5的腐蚀、和/或有助于温度补偿。作为保护膜的材料,例如可以列举出: SiO_2 、 Si_3N_4 以及Si。保护膜可以是这些材料的层叠体。

[0052] 此外,元件1还可以具有附加膜,该附加膜与导体层5的上表面或下表面重叠,基本上具有在俯视透视视角下收纳于导体层5的形状。这样的附加膜例如由声学特性与导体层5的材料不同的绝缘材料或金属材料构成,有助于提高弹性波的反射系数。

[0053] 元件1可以适当地封装。封装例如可以是在未图示的基板上,以隔着间隙使复合基板3的上表面对置的方式来安装图示的结构,并从其上方通过模制树脂进行密封;也可以是在复合基板3上设置箱型的盖的晶圆级封装。

[0054] (导体层的概要结构)

[0055] 导体层5的厚度例如大致恒定,而与平面方向(与D1-D2平面平行的方向)的位置无关。导体层5的厚度可以根据元件1所需的特性来适当地设置。例如,导体层5厚度可设为0.04 μm 以上且0.20 μm 以下,和/或50nm以上且600nm以下。

[0056] 导体层5例如通过金属形成。金属可以是适当种类的金属,例如铝(A1)或以A1为主要成分的合金(A1合金)。A1合金例如是A1-铜(Cu)合金。另外,导体层5可以由多层金属层构成。此外,可以在A1或A1合金与复合基板3之间设置由钛(Ti)构成的比较薄的钛层以加强它

们的接合性。

[0057] 在图示的例子中,导体层5形成为构成谐振器7。谐振器7构成为所谓的单端口弹性波谐振器,当从在图1中概念性且示意性地表示的两个端子9的一个输入规定的频率的电信号时产生谐振,产生该谐振的信号能够从两个端子9的另一个输出。

[0058] 导体层5(在另一观点为谐振器7)例如包括:IDT电极11和位于IDT电极11的两侧的一对反射器13。另外,严格地,谐振器7包括与弹性波的传播相关的复合基板3的压电层(后述)。但是,为了方便起见,有时将IDT电极11以及一对反射器13的组合表现为谐振器7。

[0059] IDT电极11包括一对梳齿电极15。各梳齿电极15例如包括:汇流条17、从汇流条17相互并列地延伸的多个电极指19、位于多个电极指19之间并从汇流条17突出的虚设电极21。一对梳齿电极15配置为多个电极指19相互啮合(交叉的方式)。

[0060] 汇流条17例如形成为大致以恒定的宽度沿弹性波的传播方向(D1方向)直线状地延伸的长条状。一对汇流条17在与弹性波的传播方向正交的方向(D2方向)上相互对置。另外,汇流条17的宽度可以变化,或者,相对于弹性波的传播方向倾斜。

[0061] 多个电极指19具有基本上相互相同的形状以及尺寸。各电极指19例如形成为大致沿与弹性波的传播方向正交的方向(D2方向)直线状地延伸的长条状。每个梳齿电极15中,多个电极指19沿弹性波的传播方向排列。此外,一个梳齿电极15的多个电极指19和另一个梳齿电极15的多个电极指19基本上相互交替地排列。

[0062] 多个电极指19的间距 p (例如相互相邻的两个电极指19的中心之间的距离)在IDT电极11内基本上是恒定的。另外,IDT电极11也可以在一部分关于间距 p 具有特别的部分。作为特别部分,例如可以列举出:间距 p 比大部分(例如八成以上)窄的窄间距部、间距 p 比大部分宽的宽间距部、少数的电极指19实质上被间除的间除部。

[0063] 以下,在说明间距 p 的情况下,除非另有说明,均指除去上述的特别部分以外的部分(多个电极指19中的大部分)的间距。另外,即使在除去特别部分以外的大部分的多个电极指27中,在间距变化的情况下,也可以将大部分的多个电极指27的间距的平均值作为间距 p 的值使用。

[0064] 电极指19的根数可以根据谐振器7(元件1)所需的电气特性等来适当地设置。由于图1是示意图,因此电极指19示出的根数很少。实际上,可以排列比图示更多的电极指19。对于后述的反射器13的条形电极25也同样如此。

[0065] 多个电极指19的长度例如相互相等。另外,IDT电极11也可以实施多个电极指19的长度(在另一观点中为交叉宽度)根据传播方向的位置而变化的、所谓的切趾。电极指19的长度以及宽度可以根据所需的电气特性等适当地设置。

[0066] 虚设电极21例如为大致以恒定的宽度沿与弹性波的传播方向正交的方向突出的形状。此外,一个梳齿电极15的虚设电极21的远端,与另一个梳齿电极15的电极指19的远端,隔着间隙 $G1$ 而对置。另外,IDT电极11也可以不包括虚设电极21。

[0067] 一对反射器13在弹性波的传播方向上位于多个IDT电极11的两侧。各反射器13例如可以处于电气浮置状态,也可以被赋予基准电位。各反射器13例如形成为格子状。即,反射器13包括:相互对置的一对汇流条23和在一对汇流条23之间延伸的多个条形电极25。多个条形电极25的间距、以及相互邻接的电极指19与条形电极25之间的间距基本上与多个电极指19的间距相等。

[0068] 当向一对梳齿电极15施加电压时,通过多个电极指19向复合基板3的具有压电性的上表面施加电压,复合基板3的上表面振动。由此,沿复合基板3的上表面传播的弹性波被激励。此时,通过多个电极指19激励的多个弹性波,在其半波长大致与间距 p 相同时,在与多个电极指19正交的方向(D1方向)上相互成为同相,其振幅被相加。即,以间距 p 为半波长、在D1方向上传播的弹性波最容易被激励。其结果是,施加到IDT电极11的电压中,主要的、具有与大致以间距 p 为半波长的弹性波的频率相同的频率的成分被转换为弹性波。此外,在复合基板3的上表面中的一对梳齿电极15的配置区域产生弹性波的情况下,根据与上述相反的原理,主要的、以大致以间距 p 为半波长且沿D1方向传播的弹性波被转换为电压。利用这样的原理,实现谐振器或滤波器。

[0069] 在使用A1模式的兰姆波作为弹性波的情况下,其传播速度(声速)比一般的SAW(Surface Acoustic Wave,表面声波)的传播速度更快。例如,一般的SAW的传播速度为3000~4000m/s,而A1模式的兰姆波的传播速度为10000m/s以上。因此,能够以与以往相同的间距 p 实现与以往相比在高频区域的谐振。例如,能够以 $1\mu\text{m}$ 以上的间距 p 实现5GHz以上的谐振频率。

[0070] (汇流条之间的区域的划分)

[0071] 复合基板3的上表面中的一对汇流条17之间的区域可以考虑基于IDT电极11的形状在D2方向划分为多个区域。基于该划分,可以设定电极指19的扩宽部19b(后述)的D2方向上的范围,或者设定复合基板3的空腔33(后述)的D2方向上的范围。在本实施方式的说明中,将一对汇流条之17间的区域如下地进行划分。

[0072] 图2是图1的区域II的放大图。

[0073] 在以下的说明中,有时将属于一边的梳齿电极15的电极指19称为电极指19A,将属于另一边的梳齿电极15的电极指19称为电极指19B。同样地,有时将属于所述一边的梳齿电极15的汇流条17称为汇流条17A,将属于所述另一边的梳齿电极15的汇流条17称为汇流条17B。有时将属于所述一边的梳齿电极15的虚设电极21称为虚设电极21A,将属于所述另一边的梳齿电极15的虚设电极21称为虚设电极21B。此外,关于D2方向,有时将一对汇流条17之间的中央位置的一侧称为“内侧”,将与中央位置相反的一侧称为“外侧”。

[0074] 一对汇流条17之间的区域具有:所谓的交叉区域R6和相对于交叉区域R6位于D2方向的两侧的两个外侧区域R5。交叉区域R6可以说是:以从弹性波的传播方向(D1方向)观察相互相邻的电极指19A和电极指19B时两者相互重复的宽度(交叉宽度)、沿着多个电极指19A以及多个电极指19B的排列而延伸的区域。在另一观点中,交叉区域R6是:被连结多个电极指19A的远端的虚拟线和连结多个电极指19B远端的虚拟线所夹的区域。外侧区域R5是从一对汇流条17之间的区域中除去交叉区域R6后所剩余的区域。

[0075] 交叉区域R6具有:中央区域R4和相对于中央区域R4位于D2方向的两侧的2个端部区域R3。中央区域R4是包括一对汇流条17之间的中央位置的区域。端部区域R3是从交叉区域R6中除去中央区域R4后所剩余的区域。即,端部区域R3是从中央区域R4的一边(或另一边)的汇流条17侧的边缘部到交叉区域R6的所述一边(或所述另一边)汇流条17侧的边缘部的区域。在另一观点中,端部区域R3是电极指19A以及19B中的一者的远端部所位于的区域。

[0076] 外侧区域R5例如具有:汇流条17侧的虚设区域R1和交叉区域R6侧的间隙区域R2。虚设区域R1是虚设电极21所位于的区域。即,虚设区域R1是从一边(或另一边)的汇流条17

的内侧(中央区域R4侧)的边缘部到将从所述一边(或所述另一边)的汇流条17突出的多个虚设电极21的远端连结的虚拟线的区域。间隙区域R2是虚设电极21和电极指19的远端之间的间隙G1所位于的区域。即,间隙区域R2是从将多个电极指19A(或19B)远端连结的虚拟线到将多个虚设电极21A(或21B)的远端连结的虚拟线的区域。

[0077] 交叉区域R6的汇流条17侧的边缘部(端部区域R3的汇流条17侧的边缘部)、以及外侧区域R5的汇流条17侧的边缘部(虚设区域R1的汇流条17侧的边缘部)例如是与弹性波的传播方向(D1方向)平行的直线状。但是,这些边缘部可以弯曲成曲线状,可以弯曲成角部,可以相对于传输方向倾斜,也可以以蛇形的方式延伸。在另一观点中,如已提及地,IDT电极11可以实施切趾。此外,汇流条17可以弯曲,或者,可以相对于弹性波的传播方向倾斜。

[0078] 中央区域R4的汇流条17侧的边缘部例如可以设定为:与交叉区域R6的汇流条17侧的边缘部的距离(在另一观点中为端部区域R3的宽度)恒定而与D1方向的位置无关。同样地,间隙区域R2的汇流条17侧的边缘部例如可以设定为:与交叉区域R6的汇流条17侧的边缘部的距离(在另一观点中为间隙区域R2的宽度)恒定而与D1方向的位置无关。但是,这些间隔也可以根据D1方向的位置而不同。

[0079] 多个区域的宽度(D2方向的长度)的相对关系可以适当地设定。例如,交叉区域R6的宽度可以比两个外侧区域R5的宽度的总和宽。另外,在实施切趾的方式中,上述关系可以在交叉区域R6的宽度为最宽的位置成立。中央区域R4的宽度可以比2个端部区域R3的宽度的总和宽。一个虚设区域R1的宽度可以比一个间隙区域R2的宽度宽。

[0080] 各区域的宽度的具体值可以适当地设定。例如,交叉区域R6的宽度、外侧区域R5的宽度、间隙区域R2的宽度以及虚设区域R1的宽度可以与公知的各种值大致相同,并没有特别限制。通过与间距 p 的比较,列举这些宽度的范围的一个例子。交叉区域R6的宽度可以为 $10p$ 以上且 $200p$ 以下。各外侧区域R5宽度可以为 $0.2p$ 以上且 $10p$ 以下。各间隙区域R2宽度可以为 $0.1p$ 以上且 $9.9p$ 以下。各虚设区域R1宽度可以为 $0.1p$ 以上 $9.9p$ 以下。关于端部区域R3宽度的具体例,在后述的扩宽部19b的D2方向的长度的说明中描述。

[0081] (电极指的扩宽部)

[0082] 通常地,电极指19的宽度设为在电极指19的整个长度上恒定。在本实施方式中,电极指19的宽度根据长度方向的位置而不同。由此,例如减小了横向模式的杂散。具体地,如下所述。

[0083] 从交叉区域R6以及外侧区域R5定义可知,各电极指19具有:位于交叉区域R6(中央区域R4+端部区域R3)的部分和位于两个外侧区域R5中的一个(间隙区域R2+虚设区域R1)的部分。将电极指19中位于中央区域R4的部分称为主要部分19a。电极指19在从中央区域R4的边缘部到汇流条17的中央区域R4侧的边缘部的范围($R3+R2+R1$)的至少一部分中,具有宽度比主要部分19a的宽度(D1方向的长度)宽的扩宽部19b。

[0084] 作为电极指19中位于中央区域R4的外侧的部分,存在电极指19的远端部和电极指19的根基侧(与汇流条17连接的一侧)的部分这两个部分。在电极指19中,扩宽部19b可以设置在其中任一者上,也可以设置在两者上。在图示的例子中,扩宽部19b设置在根基侧。

[0085] 在扩宽部19b设置在电极指19的根基侧的情况下,扩宽部19b可以设置在端部区域R3、间隙区域R2以及虚设区域R1中的任意一个以上的区域。此外,扩宽部19b可以位于各区域的一部分中,也可以位于各区域的整体中。在图示例子中,扩宽部19b横跨上述三个区域

(R3、R2及R1)的整体。另外,与图示的例子不同,在扩宽部19b设置在电极指19的远端侧的情况下,扩宽部19b位于端部区域R3。

[0086] 如上所述,扩宽部19b可以通过设置在电极指19的根基侧和/或远端侧,而位于端部区域R3。在这样的方式中,虽然与已述的中央区域R4以及端部区域R3的定义的说明相反,但是交叉区域R6中的、扩宽部19b所位于的部分可以被定义为端部区域R3。

[0087] 从扩宽部19b可以设置在中央区域R4的外侧的任意区域的说明可以明确,扩宽部19b的D2方向的长度可以适当地设定。另外,如图所示的例子那样,在扩宽部19b从汇流条17到中央区域R4的边缘部的整个范围的情况下,对于扩宽部19b的D2方向的长度,例如可以引用已述的专利文献2(国际公开第2020/100949号)的内容。

[0088] 在专利文献2中,试制了具有本实施方式的IDT电极11的弹性波元件,并测定了其频率特性。具体地,如本公开的图2所示,将扩宽部19b的从汇流条17向中央区域R4侧的长度中的、从虚设电极21的远端向中央区域R4侧的长度(在另一观点中为一个间隙区域R2的宽度和一个端部区域R3的宽度的总和)定义为“偏移量 s_1 ”。制作了各间隙区域R2的宽度设为0.3p、且使偏移量 s_1 在0p以上且10p以下的范围内相互不同的多个试制品。然后,发现在偏移量 s_1 为1p以上且3p以下的情况下(特别是1.5p以上且2.5p以下的情况下),频率特性提高。此外,附图中表示可能存在即使在上述范围之外也提高特性的偏移量。

[0089] 因此,从汇流条17向中央区域R4侧延伸的扩宽部19b的D2方向的长度例如可以设定为:使偏移量 s_1 大于0p且10p以下、1p以上且3p以下、或者1.5p以上且2.5p以下。在另一观点中,端部区域R3宽度例如可以设为0p以上且10p以下、0.5p以上且2.5p以下、或者1.0p以上且2.0p以下。当端部区域R3的宽度设为如上所述的值时,中央区域R4的宽度例如可以设为交叉区域R6的宽度的65%以上。

[0090] 扩宽部19b的宽度可以适当地设定。例如,关于扩宽部19b宽度,也可以引用专利文献2的内容。如上所述,在专利文献2中,试制了具有本实施方式的IDT电极11的弹性波元件,并测定了其频率特性。具体地,通过电极指19的宽度相对于电极指19的间距p之比即占空比(=宽度/间距p)来规定电极指19的宽度。制作了使主要部分19a的占空比在0.35以上且0.50以下的范围内相互不同,使扩宽部19b的占空比在主要部分19a的占空比以上且0.75以下的范围内相互不同的多个试制品。然后,发现大致在扩宽部19b占空比以0.50以上且1.50以下的差大于主要部分19a的占空比的情况下,频率特性提高。此外,在本公开的后述的模拟计算中,在将主要部分19a的占空比设为0.50、使扩宽部19b的占空比在0.60以上且0.80以下的范围内不同的情况下,得到了减少横向模式的散杂的效果。

[0091] 因此,扩宽部19b的占空比例如以比主要部分19a的占空比大0.05以上为前提,可以设为0.40以上且0.80以下、0.40以上且0.65以下、或者0.50以上且0.60以下。和/或,扩宽部19b的占空比可以设为:以0.5以上且1.5以下的差大于主要部分19a的占空比的值。在另一观点中,扩宽部19b的宽度可以为主要部分19a的宽度的1.05倍以上或1.1倍以上,也可以为2倍以下或1.3倍以下,上述的下限和上限可以适当地组合。

[0092] 电极指19的密度以及厚度例如在电极指19的全长恒定。因此,在另一观点中,扩宽部19b可以说是D2方向上的每单位长度的质量比主要部分19a的每单位长度的质量大的部位。

[0093] 虚设电极21的宽度例如可以在主要部分19a的宽度以上且扩宽部19b的宽度以下

的范围内适当地设定。例如,虚设电极21的宽度可以与电极指19的扩宽部19b的宽度相等(图示的例子),也可以与电极指19的主要部分19a的宽度相等,也可以与两者不同。

[0094] (复合基板)

[0095] 图3是图2的III-III线处的剖视图。

[0096] 复合基板3例如具有:支撑体29和位于支撑体29的上表面的压电层31。压电层31构成了复合基板3上表面的至少一部分的区域。导体层5中至少构成谐振器7的部分位于压电层31的上表面。由此,如已述地,可以实现弹性波与电信号的转换。另外,在本实施方式的说明中,只要没有特别说明,压电层31构成复合基板3的上表面的全部,导体层5的全部位于压电层31的上表面。

[0097] 在支撑体29和压电层31之间构成空腔33。空腔33在俯视透视视角下与谐振器7(在另一观点中为IDT电极11)重叠。由此,例如,如下所述,容易激励特定模式的弹性波。

[0098] 空腔33可以通过在支撑体29的上表面以及压电层31的下表面中的至少一个形成凹部来构成。在图示的例子中,通过在支撑体29的上表面形成凹部来构成空腔33。更详细地,支撑体29具有:支撑基板35和位于支撑基板35上表面的空腔层37。在空腔层37中,构成有沿厚度方向贯通空腔层37的开口,该开口成为空腔33。但是,与图示例子不同,也可以在一体形成的支撑体29的上表面形成凹部。

[0099] 复合基板3的厚度例如在平面方向上大致恒定。此外,该厚度的具体值可以适当地设定。例如,复合基板3的厚度可以设定为:能够确保多个元件1被取下的晶片强度。构成复合基板3的各层(29、31、35、37、以及后述的37a和37b)的厚度例如除去为了构成空腔33而厚度减少的区域以外,在平面方向上大致恒定。

[0100] (支撑体)

[0101] 支撑基板35的厚度可以适当地设定。例如,支撑基板35的厚度分别比压电层31的厚度以及空腔层37的厚度厚,且比它们的总和厚。

[0102] 支撑基板35的材料可以适当地设定。支撑基板35(换言之,构成支撑体29的上表面的部分的下方的部分)与空腔层37不同,对与在压电层31的内部传播的弹性波相关的边界条件的影响小或者没有影响。因此,支撑基板35的材料的高自由度。支撑基板35材料例如可以选择可提高复合基板3的强度的材料。

[0103] 支撑基板35的材料例如为绝缘材料。绝缘材料例如为树脂或陶瓷。绝缘材料可以是在基材中含浸了树脂的复合材料,或者是在树脂中混入有无机粒子的复合材料,也可以不是复合材料而是单一材料。支撑基板35其整体可以由一种材料构成,也可以通过层叠由相互不同的材料构成的层等、而由多种材料构成。支撑基板35可以由热膨胀系数比压电层31低的材料构成。该情况下,例如,能够降低元件1的频率特性因温度变化而变化的可能性。作为这种材料例如能够列举出:硅等的半导体、蓝宝石等的单晶以及氧化铝烧结体等的陶瓷。

[0104] 空腔层37的厚度(在另一观点中为空腔33的高度)可以适当设定。例如,空腔层37的厚度可以在期望的使用状况下,在空腔33的上表面(压电层31的下表面)与空腔33的下表面(支撑基板35的上表面)不产生接触的范围内尽量小,也可以大于那样的大小。此外,例如,空腔层37的厚度可以小于、等于或大于压电层31的厚度。

[0105] 空腔层37的材料可以适当地设定。空腔层37(换言之,构成支撑体29的上表面的部

分)由于与压电层31的下表面接触,因此对与在压电层31的内部传播的弹性波相关的边界条件造成影响。因此,如根据后述的模拟计算的结果所理解的那样,通过该部分的材料的设定,能够提高元件1的特性。但是,无论是哪种材料,与空腔33(换言之为气体)的声学差异都是明确的,获得后述的本实施方式的作用。

[0106] 在空腔层37的材料中,声阻抗和/或声速可以相对高也可以相对低。声阻抗是密度和声速的乘积。此处的声速是弹性模量(例如杨氏模量)除以密度得到的值的平方根。换言之,空腔层37的密度和/或弹性模量可以相对高也可以相对低。

[0107] 空腔层37的材料可以具有相对较高的电阻抗,也可以具有相对较低的电阻抗。对于后者,空腔层37可以是所说的低电阻层。低电阻层例如其薄膜电阻可以为 $5 \times 10^3 \Omega$ 以上且 $5 \times 10^7 \Omega$ 以下。该值基于国际公开第2019/022006号。在薄膜电阻具有频率依赖性的情况下,在从IDT电极11的谐振频率到反谐振频率的范围内的任一频率中,可以满足上述薄膜电阻的值。

[0108] 作为空腔层37的材料的具体例,例如可以列举出:硅(Si)、二氧化硅(SiO_2)、氮化铝(AlN)、氧化铪(HfO_2)、五氧化二钽(Ta_2O_5)、氧化锆(ZrO_2)以及氧化钛(TiO_2)。作为低电阻层的材料,例如可以使用使金属等扩散到 SiO_x 等绝缘材料中而调整了电阻率的材料。

[0109] 空腔层37其整体可以由一种材料构成,也可以通过层叠由相互不同的材料构成的层等、而由多种材料构成。

[0110] 图3B是表示由多个层构成的空腔层37的例子的剖视图,相当于图3A的一部分。

[0111] 图3B中例示的空腔层37可以具有:第一层37a和在第一层37a的上表面重叠的第二层37b。第二层37b构成空腔层37的上表面,并与压电层31接触。第二层37b例如比第一层37a薄。在这样的结构中,例如,可以考虑与在压电层31传播的弹性波相关的边界条件来选择第二层37b的材料。其另一方面,通过第一层37a,能够确保空腔层37的厚度(在另一观点中为空腔33的高度)、空腔层37的强度、和/或与支撑基板35的接合性。

[0112] 对于第一层37a以及第二层37b各自的材料,可以引用已述的空腔层37的材料的说明。例如,第一层37a或第二层37b的材料可以是已述的Si、 SiO_2 、AlN以及 HfO_2 等。此外,第二层37b可以是已述的低电阻层。第二层37b可以通过对由第一层37a的材料构成的空腔层37的上表面注入金属等规定的元素,或者相反地,从空腔层37的上表面释放规定的元素而形成。

[0113] 另外,作为空腔层37的材料而例示的材料也可以用于支撑基板35。同样地,作为支撑基板35的材料而例示的材料也可以用于空腔层37。如已述地,与图示的示例不同,支撑体29可以不具有空腔层37以及支撑基板35,其整体一体地构成。该情况下的支撑体29的材料例如可以是作为空腔层37的材料、和/或支撑体29的材料而例示的材料。

[0114] (压电层)

[0115] 压电层31例如由具有压电性的单晶构成。作为构成这样的单晶的材料,例如可以列举出:钽酸锂(LiTaO_3 。以下有时简称为LT。)、铌酸锂(LiNbO_3 。以下有时简称为LN。)以及水晶(SiO_2)。切角、平面形状以及各种尺寸可以适当地设定。另外,压电层31也可以由多晶构成。

[0116] 列举切角的具体例子。在使用LT作为压电层31的情况下,切角可以以欧拉角(ϕ , θ , ψ)表示为($0^\circ \pm 10^\circ$, 0° 以上且 55° 以下, $0^\circ \pm 10^\circ$)。在另一观点中,LT是旋转Y切X传播的.Y

轴相对于压电层31的法线(D3轴)以 90° 以上且 145° 的角度倾斜。X轴与压电层31的上表面(D1轴)大致平行。但是,X轴与D1轴可以在XZ平面或者D1D2平面上以 -10° 以上且 10° 以下的差相互倾斜。

[0117] 此外,在使用LN作为压电层31的情况下,切角可以以欧拉角(ϕ, θ, ψ)表示为($0^\circ \pm 10^\circ, 15^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \pm 10^\circ$)。在另一观点中,LN是旋转Y切X传播的。Y轴相对于压电层31的法线(D3轴)以 $105^\circ \pm 10^\circ$ 的角度倾斜。切角可以以欧拉角表示为($0^\circ \pm 10^\circ, 0^\circ \pm 15^\circ, \psi$)。 ψ 为 0° 以上且 360° 以下。切角可以为($0^\circ \pm 5^\circ, 0^\circ \pm 5^\circ, \psi$)。在另一观点中,LN可以是Z切基板。

[0118] 压电层31的厚度可以适当地设定。例如,当使用间距p(如已述地除去特别间距p的值)表示时,压电层31的厚度可以为 $1.5p$ 以下。此外,压电层31的厚度也可以为 $0.3p$ 以上且 $0.6p$ 以下。若如上所述地设定压电层31的切角以及厚度,则例如容易利用A1模式的兰姆波或与其相近的振动模式的波作为弹性波。

[0119] 压电层31下表面例如露出在空腔33中。但是,压电层31的下表面也可以在包括与空腔33重叠的区域的至少一部分(例如整个面)被比压电层31薄的层覆盖。作为这样的层的材料,例如,可以使用例示的材料作为空腔层37的材料。上述薄层也可以是低电阻层。可以通过对压电层31的下表面注入规定的元素,或者相反地,从压电层31的下表面释放规定的元素,而形成由与压电层31的材料不同的材料构成的上述薄层。

[0120] (空腔)

[0121] 空腔33例如被密封。空腔33中例如存在气体。气体例如是空气或惰性气体。作为惰性气体,可以列举氮。在假想使用元件1的温度环境下,空腔33中的气压可以低于、等于或高于大气压。

[0122] 空腔33的位置、形状以及尺寸可以适当地设置。如图1所示,在俯视透视视角下,空腔33与谐振器7的至少一部分重叠。换言之,空腔33与IDT电极11的至少一部分重叠。更详细地,空腔33例如与中央区域R4的至少一部分(例如全部)重叠。

[0123] 在俯视透视视角下,空腔33的D2方向的两侧(在另外一观点中为汇流条17侧)的边缘部33a例如与IDT电极11的配置区域重叠。更具体地,边缘部33a位于从中央区域R4的汇流条17侧的边缘部到汇流条17的外侧(与中央区域R4的相反侧)的边缘部的范围(端部区域R3、间隙区域R2以及虚设区域R1)内的任意一个位置。

[0124] 另外,在俯视透视视角下,当空腔33的边缘部33a位于规定的范围内时,边缘部33a也可以位于上述范围的边缘部(与其他范围的边界)。例如,在上述例子中,边缘部33a也可以位于中央区域R4的汇流条17侧的边缘部、或者汇流条17的外侧的边缘部。即使在俯视透视视角下边缘部33a位于规定的范围的边缘部,当然也可以存在公差,在此限度内,边缘部33a也可以位于规定的范围之外。除非另有说明,并且除非出现矛盾,否则相邻区域彼此的边界可以被解释为属于双方。

[0125] 在以下说明中,有时将从汇流条17的外侧的边缘部到空腔33的边缘部33a的距离作为支撑体29(空腔层37)的“侵入量d”(图3a)来参照。

[0126] 在俯视透视视角下,空腔33的D1方向(弹性波传播方向)的两侧的边缘部33b例如位于谐振器7的配置区域的外侧。换言之,边缘部33b位于IDT电极11的配置区域的外侧。另外,在两个以上的IDT电极11沿D1方向排列、并且在其两侧配置有反射器13而构成纵耦合型多模滤波器的方式中,边缘部33b例如可以位于上述滤波器的配置区域的外侧。

[0127] 在俯视透视视角下,空腔33的汇流条17侧的边缘部33a例如与弹性波的传播方向(D1方向)、交叉区域R6的边缘部和/或汇流条17的边缘部平行。在另一个观点中,边缘部33a与交叉区域R6的边缘部和/或汇流条17的边缘部的距离是恒定的。此外,边缘部33a直线状地延伸。

[0128] 但是,边缘部33a与交叉区域R6的边缘部和/或汇流条17的边缘部的距离可以变化,可以弯曲成曲线状,可以弯曲成角部,也可以以蛇形的方式延伸。在这些情况下,上述的边缘部33a的位置的说明(或后述的说明)例如可以对于边缘部33a的一部分成立,可以对于边缘部33a的大部分(例如将边缘部33a与D2方向平行地投影到D1轴上时的长度的8成以上)成立,也可以对于边缘部33a的全部成立。在边缘部33a具有相对于D1方向倾斜的部分和/或弯曲的部分的情况下,例如容易使在边缘部33a处反射的弹性波散乱。

[0129] 在俯视透视视角下,空腔33的D1方向的两侧的边缘部33b例如以与D1方向正交的直线状延伸。但是,边缘部33a可以相对于与D1方向正交的方向倾斜,可以弯曲成曲线状,可以以成为角部的方式弯曲,也可以以蛇形的方式延伸。

[0130] (空腔的边缘部以及电极指的扩宽部)

[0131] 如上所述,在本实施方式中,空腔33的汇流条17侧的边缘部33a位于IDT电极11的配置区域内。此外,IDT电极11的多个电极指19具有扩宽部19b。通过将两者组合,可减小横向模式的杂散,提高元件1的特性。具体地,如下所述。

[0132] 图4A以及4B是表示比较例以及实施例的谐振器的特性的图。在这些图中,横轴表示频率。纵轴表示阻抗的相位。这些图是通过模拟计算得到的。

[0133] 谐振器7具有:阻抗的绝对值为极小值的谐振频率和阻抗的绝对值为极大值的反谐振点频率。一般地,在谐振频率和反谐振频率之间的范围内,阻抗的相位越接近 90° ,谐振器7的特性越好。此外,在上述范围的外侧,阻抗的相位越接近 -90° ,谐振器7的特性越好。在图4A以及4B中,横轴的范围基本上与谐振频率和反谐振频率之间的范围对应。

[0134] 图4A中表示第一比较例C1以及第二比较例C2的特性。在第一比较例C1以及第二比较例C2中,与实施方式不同,电极指19不具有扩宽部19b。此外,在第一比较例C1中,与实施方式不同,空腔33的边缘部33a位于IDT电极11的外侧。在第二比较例C2中,与实施方式同样,空腔33的边缘部33a与IDT电极11重叠。上述以外的条件在两个比较例彼此中相同。

[0135] 在第一比较例C1以及第二比较例C2任一个中,在阻抗的相位应该为 90° 的频率范围内,存在阻抗的相位特别地降低的频率。即,产生了横向模式的杂散。杂散的大小以及数量在第一比较例C1和第二比较例C2中大致相同。这样,在设置有不具有扩宽部19b的电极指19的方式中,空腔33的边缘部33a是否与IDT电极11重叠,对于横向模式的杂散的减少没有产生显著的差异。

[0136] 图4B中表示第三比较例C3以及第一实施例E1的特性。在第三比较例C3以及第一实施例E1中,与实施方式同样地,电极指19具有扩宽部19b。在第三比较例C3中,与实施方式不同,空腔33的边缘部33a位于IDT电极11的外侧。在第一实施例E1中,与实施方式同样地,空腔33的边缘部33a与IDT电极11重叠。上述以外的条件在三个比较例以及第一实施例E1之间相同。

[0137] 在第三比较例C3中,与第一比较例C1以及第二比较例C2相比,虽然杂散减少,但是仍然存在比较大的杂散。另一方面,在第一实施例E1中,与第三比较例C3相比,减小了杂散

的大小。

[0138] 如上所述,通过组合空腔33的汇流条17侧的边缘部33a位于IDT电极11的配置区域内这一事项和IDT电极11的多个电极指19具有扩宽部19b这一事项,杂散的大小首次变小。其理由并不一定明确。然而,扩宽部19b通过增加在电极指19的D2方向的每单位长度的质量,使中央区域R4外侧的区域的声速降低。此外,在空腔33的边缘部33a附近,支撑体29使压电层31内的声速降低。因此,可以举出以下理由:由于两者重叠,中央区域R4与其外侧的区域的边界条件变得突出,横向模式的杂散被减少。根据该理由,扩宽部19b的D2方向的长度、以及支撑体29向IDT电极11的侵入量d也可以很小。这是因为横向模式的杂散多少会减少这一点没有变化。

[0139] 从降低横向模式的杂散的观点来看,空腔33的边缘部33a可以相比于中央区域R4的汇流条17侧的边缘部更位于中央区域R4的内侧。但是,在该情况下,中央区域R4的面积减少。其结果是,阻抗的相位整体下降。因此,边缘部33a在中央区域R4侧的边界位置可以是中央区域R4的边缘部。

[0140] 以下表示上述比较例以及实施例中的共同的条件。

[0141] 压电层31:

[0142] 材料:LN

[0143] 切角:105°旋转Y切X传播

[0144] 厚度:0.44 μm

[0145] 空腔层37:

[0146] 材料:Si

[0147] IDT电极11:

[0148] 材料:Al

[0149] 厚度:0.11 μm

[0150] 间距p:1.0 μm

[0151] 汇流条17的宽度:1.5 μm

[0152] 交叉区域R6的宽度:40p

[0153] 外侧区域R5的宽度:4.32 μm

[0154] 虚设区域R1的宽度:4 μm

[0155] 间隙区域R2宽度:0.32 μm

[0156] 另外,空腔层37的厚度被设定得相对较厚。即,假定支撑基板35的材料不影响弹性波的边界条件。

[0157] 第二比较例C2、第三比较例C3以及第一实施例E1中的电极指19的条件如下所示。

[0158] 主要部分19a的占空比:0.50

[0159] 扩宽部19b的占空比:0.60

[0160] 端部区域R3的宽度:1.68 μm

[0161] 另外,第一比较例C1中的电极指19其整体的占空比为上述主要部分19a的占空比。

[0162] 在图4A以及图4B的模拟计算、以及后述的各种模拟计算中,只要没有特别说明,谐振器7的结构为图1、图2以及图3A(或者图3B)所例示的结构。例如,各个区域(R1~R6)以及空腔33是具有与弹性波的传播方向(D1方向)平行的长边的矩形。扩宽部19b设置在电极指

19的根基侧,横跨从汇流条17到中央区域R4的汇流条17侧的边缘部的范围(R1+R2+R3)。

[0163] (空腔的边缘部的具体位置)

[0164] 空腔33的汇流条17侧的边缘部33a可以设定在从中央区域R4的汇流条17侧的边缘部到汇流条17的外侧(与中央区域R4的相反侧)的边缘部的范围内的适当位置。若在该范围内,则例如有望减少横向模式的杂散的效果。以下,将对于使边缘部33a的位置(在另一观点中为侵入量d)相互不同的多种情况,示出谐振器7的特性的例子。

[0165] 图5A~图5C以及图6A~图6C是表示对于谐振器7的特性进行模拟计算的结果的图。在这些图中,上部分是与图4A以及图4B相同的图。下部分示意性地表示空腔33的边缘部33a与IDT电极11的位置关系。

[0166] 图5A与空腔33的边缘部33a位于IDT电极11外侧的比较例(已述的第三比较例C3)对应。图5B与边缘部33a位于汇流条17的外侧的边缘部的实施例(已述的第一实施例E1)对应。图5C与边缘部33a位于汇流条17中间的第二实施例E2对应。图6A与边缘部33a位于虚设区域R1的第三实施例E3对应。图6B与边缘部33a位于交叉区域R6的边缘部的第四实施例E4对应。图6C与边缘部33a位于中央区域R4的边缘部的第五实施例E5对应。

[0167] 空腔33的边缘部33a的位置以外的条件在上述一个比较例以及五个实施例之间相同,并且,与参照图4B说明的第一实施例E1的条件相同。在第三比较例C3中,边缘部33a与汇流条17的距离为 $1\mu\text{m}$ 。第一实施例E1中,空腔层37(边缘部33a)从汇流条17外侧的边缘部向中央区域R4侧侵入的量(图3A的侵入量d)为 $0\mu\text{m}$ 。在第二实施例E2中侵入量d为 $1\mu\text{m}$ 。在第三实施例E3中侵入量d为 $3\mu\text{m}$ 。在第四实施例E4中侵入量d为 $5.82\mu\text{m}$ 。在第五实施例E5中侵入量d为 $7.5\mu\text{m}$ 。

[0168] 在图5A~图5C以及图6A~图6C所示的例子中,在空腔33的边缘部33a位于从汇流条17的外侧的边缘部到交叉区域R6的边缘部的范围的情况下(图5B~图6B),与第三比较例相比,横向模式的杂散减少。另一方面,在边缘部33a位于中央区域R4的边缘部的情况下(图6C),不能说杂散信号必然减少,并且,阻抗的相位整体下降。因此,在该例中,在端部区域R3内的任意位置,存在能够减少杂散的边缘部33a的位置的范围的中央区域R4侧的边界。

[0169] (评价指标)

[0170] 对评价谐振器7特性的评价指标进行定义。之后,基于该评价指标,对空腔33的汇流条17侧的边缘部33a的位置对谐振器7的特性的影响进行详细的检讨。

[0171] 将对阻抗的相位在从谐振频率到反谐振频率的频率范围内进行平均后的值作为相位平均值 P_m 。阻抗的相位的整体大小通过该相位平均值 P_m 来评价。从此前的说明可知,相位平均值 P_m 越大(越接近 90°),特性越好。

[0172] 将对阻抗的相位的变化相对于频率的变化的变化率的绝对值在从谐振频率到反谐振频率的频率范围内进行平均后的值作为横向模式的指标T。横向模式的杂散通过该指标T进行评价。阻抗的相位的变动越大,指标T越大。因此,指标T越小,杂散越小和/或杂散的数量越少,特性越好。理想情况下,指标T为0。

[0173] (不同材料的空腔的边缘部的位置)

[0174] 根据空腔层37的不同材料,通过模拟计算求出了相位平均值 P_m 以及指标T相对于侵入量d变化的变化。除了空腔层37的材料和侵入量d之外,模拟的条件在多个模拟情况之间相同,并且,与参照图4A~图6C进行说明的模拟情况相同。

[0175] (Si)

[0176] 图7A以及图7B是表示空腔层37的材料为Si的谐振器7的特性的图。

[0177] 在这些图的上部分,横轴表示侵入量d。在图7A的上部分,纵轴表示指标T。在图7B的上部分,纵轴表示相位平均值P_m。图7A以及图7B的下部分示意性地表示IDT电极11的形状。在各图中,上部分的横轴的位置和下部分的IDT电极11内的横向位置相互对应。例如,上部分的0 μ m与下部分的汇流条17的外侧的边缘部对应。上部分的1.5 μ m和下部分的汇流条17的内侧的边缘部对应。

[0178] 图7A以及图7B中,线LE表示实施例的特性。线LC表示比较例的特性。即,线LC表示侵入量d为负的值(更详细地为-1 μ m)时的指标T或相位平均值P_m的值而与横轴的位置无关。

[0179] 在图7A中,指标T相对于侵入量d的变化的变化如下。侵入量d为0时,指标T比比较例的指标T小。当侵入量d从0 μ m开始变大时,指标T大致变小。当空腔33的边缘部33a接近间隙区域R2时,指标T停止下降。之后,从边缘部33a即将到达中央区域R4之前,指标T逐渐上升。当边缘部33a位于中央区域R4内且侵入量d进一步变大时,指标T变得比比较例的指标T大。

[0180] 空腔33的边缘部33a所位于的范围和指标T的大小之间的关系如下。在边缘部33a位于从汇流条17的外侧的边缘部到中央区域R4的边缘部的范围(R1+R2+R3)的情况下,与比较例相比,指标T降低了。此外,在边缘部33a位于上述范围的情况下,指标T大致为侵入量d为0 μ m时的大小以下。更严格地,在边缘部33a位于R1+R2的范围内的情况下,指标T为侵入量d为0 μ m时的大小以下。此外,在边缘部33a落在间隙区域R2和/或其周围的范围内的情况下,指标T最小。作为这样的范围,例如可以列举出:具有以间隙区域R2为中心、间隙区域R2的宽度的10倍左右的宽度的范围。此外,例如可以列举出:虚设区域R1中的、与间隙区域R2邻接、且具有间隙区域R2的5倍左右的宽度的范围。

[0181] 在图7B中,相位平均值P_m相对于侵入量d的变化的变化如下。侵入量d为0时,相位平均值P_m与比较例的相位平均值P_m大致相等(稍大)。即使侵入量d从0 μ m开始增大,相位平均值P_m也没有发生大的变化,而是维持与比较例的相位平均值P_m大致相等的状态。之后,在空腔33的边缘部33a即将到达中央区域R4之前,相位平均值P_m逐渐下降。然后,相位平均值P_m变得比比较例的相位平均值P_m小。

[0182] 空腔33的边缘部33a所位于的范围和相位平均值P_m的大小之间的关系如下。在边缘部33a位于从汇流条17的外侧的边缘部到中央区域R4的边缘部的范围(R1+R2+R3)的情况下,相位平均值P_m相对于比较例的相位平均值P_m为大致相等以上。此外,在边缘部33a位于R1+R2的范围内的情况下,相位平均值P_m比比较例的相位平均值P_m大。

[0183] (SiO₂)

[0184] 图8A以及图8B是表示空腔层37具有由Si构成的第一层37a和由SiO₂构成的第二层37b的谐振器7的特性的图,是与图7A以及图7B同样的图。第二层37b的厚度为0.1 μ m。

[0185] 在图8A中,指标T相对于侵入量d的变化的变化大致与图7A相同。但是,若与图7A相比,则在空腔33的边缘部33a接近间隙区域R2而指标T停止下降之后,指标T的上升提前开始。

[0186] 空腔33的边缘部33a所位于的范围和指标T的大小之间的关系如下。在边缘部33a位于从汇流条17的外侧的边缘部到中央区域R4的边缘部的范围(R1+R2+R3)的情况下,与图

7A同样地,与比较例相比,指标T降低了。但是,与图7A不同,在边缘部33a位于上述范围的情况下,指标T没有变为侵入量d为0 μm 时的大小以下。在边缘部33a位于R1+R2的范围内的情况下,与图7A同样地,指标T为侵入量d为0 μm 时的大小以下。此外,与图7A同样地,在边缘部33a落在间隙区域R2和/或其周围的范围内的情况下,指标T最小。作为这样的范围,例如可以列举出:虚设区域R1中的、与间隙区域R2邻接、且具有间隙区域R2的5倍左右的宽度的范围。

[0187] 在图8B中,相位平均值P_m相对于侵入量d变化的变化大致与图7B相同。但是,与图7A相比,相位平均值P_m的降低提前开始。

[0188] 空腔33的边缘部33a所位于的范围和相位平均值P_m的大小之间的关系如下。在边缘部33a位于从汇流条17的外侧的边缘部到交叉区域R6的边缘部的范围(R1+R2)的情况下,相位平均值P_m与比较例的相位平均值P_m大致相等。

[0189] (低电阻层)

[0190] 图9A以及图9B是表示空腔层37具有由Si构成的第一层37a和由低电阻层构成的第二层37b的谐振器7的特性的图,是与图7A以及图7B同样的图。第二层37b的厚度为2nm。第二层37b电阻率在5500MHz下为2.5 $\Omega \cdot \text{cm}$ 。即,第二层37b的薄膜电阻为1.25 $\times 10^7 \Omega$ 。第二层37b通过对第一层37a的上表面进行规定的处理来调整薄膜电阻,其密度以及弹性模量与Si大致相同。

[0191] 在图9A中,指标T相对于侵入量d变化的变化、以及、空腔33的边缘部33a所位于的范围与指标T的大小的关系大致与图7A的相同。在图9B中,相位平均值P_m相对于侵入量d的变化、以及、空腔33的边缘部33a所位于的范围与相位平均值P_m的大小的关系大致与图7B相同。

[0192] (AlN)

[0193] 图10A以及图10B是表示空腔层37具有由Si构成的第一层37a和由AlN构成的第二层37b的谐振器7的特性的图,是与图7A以及图7B同样的图。第二层37b的厚度为0.1 μm 。

[0194] 在图10A中,指标T相对于侵入量d的变化、以及、空腔33的边缘部33a所位于的范围与指标T的大小的关系大致与图8A中的相同。但是,作为指标T成为最小的范围,例如可以列举出:除了图8A中描述的范围(虚设区域R1中的、与间隙区域R2邻接、且具有间隙区域R2的5倍左右的宽度的范围)之外,还在该范围加上间隙区域R2的虚设区域R1侧的一半的范围。在图10B中,相位平均值P_m相对于侵入量d的变化、以及、空腔33的边缘部33a所位于的范围与相位平均值P_m的大小的关系大致与图8B相同。

[0195] (HfO₂)

[0196] 图11A以及图11B是表示空腔层37具有由Si构成的第一层37a和由HfO₂构成的第二层37b的谐振器7的特性的图,是与图7A以及图7B同样的图。第二层37b的厚度为0.1 μm 。

[0197] 在图11A中,指标T相对于侵入量d的变化、以及、空腔33的边缘部33a所位于的范围与指标T的大小的关系大致与图8A相同。但是,侵入量d为0时的指标T与目前为止的实施例不同,而与比较例的指标T大致相同。此外,在指标T的下降停止后上升时,相比于目前为止的实施例更早地与比较例的指标T的值相等。

[0198] 空腔33的边缘部33a所位于的范围和指标T的大小之间的关系如下。在边缘部33a位于从汇流条17的外侧的边缘部到交叉区域R6的边缘部的范围(R1+R2)的情况下,指标T相对于比较例的指标T大致为相等以下。此外,在边缘部33a位于上述范围的情况下,指标T大致为侵入量d为0 μm 时的大小以下。与图7A同样地,在边缘部33a落在间隙区域R2和/或其周

围的范围内的情况下,指标T最小。作为这样的范围,例如可以列举出:与图8A同样的范围(虚设区域R1中的、与间隙区域R2邻接、且具有间隙区域R2的5倍左右的宽度的范围)。

[0199] 在图11B中,相位平均值 P_m 相对于侵入量 d 的变化、以及空腔33的边缘部33a所位于的范围与相位平均值 P_m 的大小的关系大致与图8B相同。

[0200] (空腔层的材料彼此的比较)

[0201] 将图7A~图11B所示的空腔层37的材料各自的特性在材料彼此之间进行比较。此时,由 HfO_2 构成的第二层37b(图11A)的指标T与其他实施例相比,相对于比较例的指标T的下降量较小。即,在 HfO_2 的情况下,杂散的减少效果相对较小。 HfO_2 是相对高密度的材料。例如,LN以及LT密度为 $4g/cm^3$ 以上且 $8g/cm^3$ 以下。 HfO_2 密度为 $9g/cm^3$ 以上且 $11g/cm^3$ 以下。 Si 、 SiO_2 以及AlN的密度为 $2g/cm^3$ 以上且 $4g/cm^3$ 以下。因此,构成支撑体29的上表面的材料(例如,空腔层37整体或第二层37b)可以是例如具有比压电层31的材料的密度低的密度的材料。

[0202] Si (图7A)和 SiO_2 (图8A)的密度比较接近($2g/cm^3$ 以上且 $3g/cm^3$ 以下)。但是,空腔层37的材料为 Si 的情况下,指标T自身的值小,指标T的相对于比较例的指标T的降低量大,并且,能够降低指标T的侵入量 d 的值的范围宽。作为理由,可列举: SiO_2 内的声速相对较低,从中央区域R4泄漏的弹性波容易集中在空腔层37的边缘部33a附近的部分。 SiO_2 的声速(将弹性模量除以密度得到的值的平方根)为 $5000m/s$ 以上且 $6000m/s$ 以下, Si 的声速为 $7000m/s$ 以上且 $9000m/s$ 以下。因此,构成支撑体29的上表面的材料(例如,空腔层37整体或第二层37b)例如可以是其声速为 $7000m/s$ 以上的材料。

[0203] (扩宽部的宽度)

[0204] 在图7A~图11B所示的实施例中,将扩宽部19b的占空比设为0.60。针对使扩宽部19b的占空比不同于0.60的情况,示出了通过模拟计算获得的特性。另外,扩宽部19b的占空比以外的条件与图7A中的条件相同。例如,空腔层37其整体由 Si 构成。

[0205] 图12A以及图12B是表示扩宽部19b的占空比为0.70的谐振器7的特性的图,是与图7A以及图7B同样的图。图13A以及图13B是表示扩宽部19b的占空比为0.80的谐振器7的特性的图,是与图7A以及图7B同样的图。

[0206] 在这些图中,关于指标T以及相位平均值 P_m 也呈现出与图7A以及图7B相同的倾向。但是,在图7A中,指标T最小的空腔33的边缘部33a的位置是与虚设区域R1中的间隙区域R2邻接的位置,与此相对,在图12A中,指标T最小的边缘部33a的位置位于端部区域R3内。在图13A中,如果将侵入量 d 为 $3\mu m$ 的位置作为特别点来看,则指标T最小的边缘部33a的位置也位于扩宽部19b内。作为理由,可列举:由于扩宽部19b的占空比变大,扩宽部19b对端部区域R3的声速的影响变大。此外,若在图7A、图12A以及图13A对指标T的大小进行比较,则图7A为最小。

[0207] (汇流条的宽度)

[0208] 改变汇流条17的宽度,并通过模拟计算求出了谐振器7的特性。其结果是,确认了能够得到减少横向模式的杂散的作用而与汇流条17的宽度无关。具体地,如下所述。

[0209] 图14B是表示图4A的第一比较例C1以及图6B的第四实施例E4的特性的、与图4A同样的图。如已述地,在第一比较例C1中,电极指19不具有扩宽部19b,并且,空腔33的边缘部33a位于IDT电极11的配置区域的外侧。在第一比较例C1以及第四实施例E4中,汇流条17的

宽度为 $1.5\mu\text{m}$ 。

[0210] 图14A是表示第四比较例C4以及第六实施例E4的特性的、与图4A同样的图。在第四比较例C4以及第六实施例E6中,汇流条17的宽度为 $0.3\mu\text{m}$ 。第四比较例C4中的其他条件与第一比较例C1相同。第六实施例E6中的其他条件与第四实施例E4相同。

[0211] 从这些图可以理解,通过使空腔33的边缘部33a位于IDT电极11的配置区域,并在电极指19设置扩宽部19b,能够得到减少横向模式的杂散的作用而不依赖于汇流条17的宽度。

[0212] 图15A以及图15B是表示相对于汇流条17的宽度的变化,谐振器7的特性的变化的图。

[0213] 在这些图中,横轴BW表示汇流条17的宽度。图15A的纵轴表示指标T。图15B的纵轴表示相位平均值 P_m 。图中的折线表示实施例中的特性。此外,图中示出了表示图14A以及图14B所示的第一比较例C1、第四实施例E4、第四比较例C4以及第六实施例E6的特性的点。从这些图也可知,目前为止已说明的作用不依赖于汇流条17的宽度。

[0214] 如上所述,弹性波元件1具有:支撑体29、支撑体29上的压电层31和压电层31上的IDT电极11。在压电层31与支撑体29之间,构成有在俯视透视视角下与IDT电极11重叠的空腔33。IDT电极11具有:第一汇流条以及第二汇流条(汇流条17A以及17B)、多个第一电极指以及多个第二电极指(电极指19A及19B)。汇流条17A以及17B在与第一方向(D1方向)交叉的方向(D2方向)上相互对置。多个电极指19A从汇流条17A向汇流条17B相互并列地延伸。多个电极指19B从汇流条17B向汇流条17A相互并列地延伸。多个电极指19A和多个电极指19B在D1方向上交替地排列。将以从D1方向观察相互相邻的电极指19A和电极指19B时两者相互重复的交叉宽度、沿着多个电极指19A以及多个电极指19B的排列而延伸的区域,称为交叉区域R6。交叉区域R6具有:中央区域R4、和第一端部区域以及第二端部区域(两个端部区域R3)。中央区域R4包括两个汇流条17之间的中央位置。各端部区域R3是从中央区域R4的汇流条17侧的边缘部到交叉区域R6的汇流条17侧的边缘部的区域。空腔33与中央区域R4重叠。空腔33的汇流条17A侧的边缘部位于从中央区域R4的汇流条17A侧的边缘部到汇流条17A的与中央区域R4的相反侧(外侧)的边缘部的范围内。多个电极指19A分别具有第一部位(主要部分19a)和第二部位(扩宽部19b)。主要部分19a位于中央区域R4。电极指19A的扩宽部19b相对于中央区域R4位于汇流条17A侧或者汇流条17B侧(在本实施方式中为汇流条17A侧)。与D1方向正交的第二方向(D2方向)上的每单位长度的、多个电极指19A的下表面之上的质量,在扩宽部19b中的值比在主要部分19a中的值大。

[0215] 因此,如已述地,通过扩宽部19b,能够降低IDT电极11的配置区域内、且中央区域R4的外侧的区域的声速。此外,通过支撑体29能够降低IDT电极11的配置区域内、且中央区域R4的外侧的区域中的声速。而且,通过该组合,能够减少横向模式的杂散。

[0216] 第二部位(扩宽部19b)的宽度可以比第一部位(主要部分19a)的宽度宽。

[0217] 该情况下,能够通过导体层5的图案化而增大第二部位的每单位长度的质量。其结果是,与通过其他方法来增大D2方向上的每单位长度的、第二部位的下表面之上的质量的方式(该方式也包括在本公开的技术中)相比,能够简便地增大每单位长度的质量。进而在成本的观点上是有利的。

[0218] 电极指19A的扩宽部19b可以相对于中央区域R4位于汇流条17A侧。即,扩宽部19b

可以位于电极指19的根基侧。

[0219] 该情况下,例如,与在电极指19的根基侧的基础上,或者代替地,在电极指19的远端侧设置第二部位(扩宽部19b)的方式(该方式也包含在本公开的技术中)相比,容易减少横向模式的杂散。另外,在电极指19的根基侧的基础上在远端侧设置第二部位的方式中,例如,反谐振频率相比,提高了高频侧的特性。

[0220] 电极指19A的扩宽部19b也可以横跨从汇流条17A到中央区域R4的汇流条17A侧的边缘部的范围(R1+R2+R3)。

[0221] 该情况下,例如,与扩宽部19b仅位于R1+R2+R3的范围的一部分的方式(该方式也包括在本公开的技术中)相比,提高了减少横向模式的杂散的效果。

[0222] 空腔33的汇流条17A侧的边缘部33a可以位于:从交叉区域R6的汇流条17A侧的边缘部到汇流条17A的与中央区域R4的相反侧(外侧)的边缘部的范围内的任意位置。

[0223] 如图7A~图11B所示,与边缘部33a位于端部区域R3的方式相比,起到减少横向模式的杂散的效果的可能性变高。此外,相位平均值 P_m 变小的可能性降低。而且,从图7A、图7B以及图12A~图13B的比较可知,当扩宽部19b的占空比被设定为使得减少横向模式的杂散的效果相对变大时(图7A以及图7B),当边缘部33a位于交叉区域R6的外侧时,横向模式的杂散容易变为最小。

[0224] IDT电极11可以具有第一虚设电极以及第二虚设电极(虚设电极21A及21B)。虚设电极21A在多个电极指19A之间从汇流条17A向汇流条17B突出,并使其远端与多个电极指19B彼此对置。虚设电极21B也同样。空腔33的汇流条17A侧的边缘部33a可以位于:从多个虚设电极21A的远端到汇流条17A的与中央区域R4的相反侧(外侧)的边缘部的范围内的任意位置。

[0225] 该情况下,例如,可以进一步提高上述效果。即,起到减少横向模式的杂散的效果的可能性变高。相位平均值 P_m 变小的可能性降低。当扩宽部19b的占空比被设定为使得减少横向模式的杂散的效果相对变大时,容易使横向模式的杂散为最小。

[0226] 空腔33的汇流条17A侧的边缘部33a可以位于:从中央区域R4的汇流条17A侧的边缘部到汇流条17A的中央区域R4侧(内侧)的边缘部的范围(R1+R2+R3)内的任意位置。

[0227] 在该情况下,例如,如已述地,由于具有侵入量 d 从 $0\mu\text{m}$ 开始越大则指标 T 越小的倾向,因此容易使横向模式的杂散为最小。

[0228] 压电层31的材料、切角以及厚度可以具有:使在由IDT电极11激励的弹性波中A1模式的兰姆波的振幅为最大的关系。即,元件1可以是利用A1模式的兰姆波的元件。

[0229] 该情况下,例如,如已述地,相对于间距 p 的大小提高频率容易化。此外,由于支撑体29的上表面对弹性波的边界条件的影响变大,因此容易起到上述各种效果。

[0230] 支撑体29可以具有:构成该支撑体29的上表面、其密度比压电层31的密度小的层(例如,支撑体29整体、空腔层37或第二层37b)。和/或支撑体29可以具有:构成该支撑体29的上表面、其声速为 7000m/s 以上的层(例如,支撑体29的全部、空腔层37或第二层37b)。

[0231] 该情况下,例如,如已述地,能够提高减少横向模式的杂散的效果。此外,能够扩大能得到减少横向模式的杂散的效果的侵入量 d 的范围。

[0232] <第二实施方式>

[0233] 弹性波元件也可以利用所谓的活塞模式。即使在该情况下,也可得到与第一实施

方式相同的效果。具体地,如下所述。

[0234] 另外,在以下的说明中,基本上只描述与第一实施方式的不同点。对于没有特别提及的事项,可以与第一实施方式相同,也可以从第一实施方式类推。此外,关于与第一实施方式的结构对应的结构,即使存在与第一实施方式的结构的不同点,为了便于说明,有时也使用与第一实施方式相同的附图标记。

[0235] 图16A以及图16B是表示第二实施方式的谐振器的特性的图,是与图7A以及7B同样的图。

[0236] 如图16A以及图16B的下部分所示,在图示的例子中,汇流条217具有:沿弹性波的传播方向(纸面上下方向)上排列的多个(仅图示了一个)开口217h。此外,没有设置虚设电极21(换言之,虚设区域R1)。电极指19不仅在根基侧,在远端侧也具有扩宽部19c。如图16A以及图16B的上部分所示,确认了即使是上述那样的结构,关于指标T以及相位平均值P_m也具有大致与第一实施方式相同的倾向。

[0237] (分波器)

[0238] 图17是示意性地表示作为元件1的应用例的分波器101(例如双工器)的结构的电路图。从该图的纸面的左上角所示的附图标记可理解,在该图中,梳齿电极15通过二叉的叉形状示意性地表示,反射器13用两端弯曲的一条线表示。

[0239] 分波器101例如具有发送滤波器109和接收滤波器111;发送滤波器109对来自发送端子105的发送信号进行滤波,并输出至天线端子103;接收滤波器111对来自天线端子103的接收信号进行滤波,并输出至一对接收端子107。

[0240] 发送滤波器109例如通过多个谐振器7(7S以及7P)连接成梯型而构成的、梯型滤波器构成。即,发送滤波器109具有多个(也可以是一个)串联谐振器7S和多个(也可以是一个)并联谐振器7P(并联臂),多个(也可以是一个)串联谐振器7S在发送端子105与天线端子103之间串联连接,多个(也可以是一个)并联谐振器7P(并联臂)将该串联线(串联臂)和基准电位部(附图标记省略)进行连接。

[0241] 接收滤波器111例如包括谐振器7和多模滤波器(包括双模滤波器。)113而构成。多模滤波器113具有:沿弹性波的传播方向排列的多个(在图示的例子中为三个)IDT电极11和配置于其两侧的一对反射器13。

[0242] 分波器101的多个IDT电极11(以及反射器13)可以设置于一个复合基板3,也可以分散地设置于两个以上的复合基板3。例如,构成发送滤波器109的多个谐振器7可以设置于同一复合基板3。同样地,构成接收滤波器111的谐振器7以及多模滤波器113例如可以设置于同一固定复合基板3。发送滤波器109以及接收滤波器111例如可以设置于同一复合基板3,也可以设置于相互不同的复合基板3。除了上述之外,例如,也可以将多个串联谐振器7S设置于同一复合基板3,并且将多个并联谐振器7P设置于其他的同一复合基板3。

[0243] 图17只是分波器101结构的一个例子。因此,例如,接收滤波器111可以与发送滤波器109同样地由梯型滤波器构成。此外,发送滤波器109可以具有多模滤波器113。分波器101不限于双工器,可以是例如二路复用器,可以是包括三个以上的滤波器的多路复用器。

[0244] 在分波器101中,谐振器7以及多模滤波器113可以分别视为元件1。此外,可以将发送滤波器109以及接收滤波器111分别视为元件1。而且,分波器101可以视为元件1。

[0245] (通信装置)

[0246] 图18是表示作为元件1(在另一观点中为分波器101)的应用例的通信装置151的主要部分的框图。通信设备151使用电波进行无线通信,包括分波器101。

[0247] 在通信设备151中,通过RF-IC(Radio Frequency Integrated Circuit)153,对包括要发送的信息的发送信息信号TIS进行调制以及升频(转换为具有载波频率的高频信号),而成为发送信号TS。发送信号TS通过带通滤波器155,去除发送用的通带以外的非必要成分,并通过放大器157放大,输入至分波器101(发送端子105)。然后,分波器101(发送滤波器109)从输入的发送信号TS中去除发送用的通带以外的非必要成分,并将该去除后的发送信号TS从天线端子103输出至天线159。天线159将输入的电信号(发送信号TS)转换成无线信号(电波)并发送。

[0248] 此外,在通信装置151中,通过天线159接收到的无线信号(电波)通过天线159转换为电信号(接收信号RS),并输入至分波器101(天线端子103)。分波器101(发送滤波器111)从输入的接收信号RS去除接收用的通带以外的非必要成分,并从接收端子107输出至放大器161。输出的接收信号RS通过放大器161放大,通过带通滤波器163去除接收用的通带以外的非必要成分。然后,通过RF-IC153进行降频和解调,将接收信号RS转换为接收信息信号RIS。

[0249] 另外,发送信息信号TIS以及接收信息信号RIS可以是包括适当信息的低频信号(基带信号),例如,为模拟的语音信号或数字化的语音信号。无线信号的通带可以适当地设定,可以遵循公知的各种标准。调制方式可以是相位调制、振幅调制、频率调制或它们中的任意两个以上的组合。尽管电路方式被示例为直接转换方式,但是也可以是除此之外的适当的方式,例如也可以是双超外差方式。此外,图18仅示意性地表示主要部分,可以在适当的位置上添加低通滤波器或隔离器等;另外,可以改变放大器等的位置。

[0250] 另外,在以上实施方式中,汇流条17A以及汇流条217分别是第一汇流条的一个例子。汇流条17B以及汇流条217分别是第二汇流条的一个例子。电极指19A是第一电极指的一个例子。电极指19B是第二电极指的一个例子。汇流条17A侧的端部区域R3是第一端部区域的一个例子。汇流条17B侧的端部区域R3是第二端部区域的一个例子。主要部分19a是第一部位的一个例子。扩宽部19b以及扩宽部19c分别是第二部位的一个例子。虚设电极21A是第一虚设电极的一个例子。虚设电极21B是第二虚设电极的一个例子。RF-IC153是集成电路元件的一个例子。

[0251] 本公开的技术不限于以上实施方式,可以以各种方式实现。

[0252] 例如,增大第二部位的第二方向(电极指的延伸方向)上的每单位长度的、电极指的下表面之上的质量的方法不限于将第二部位作为扩宽部的方法。例如,可以使第二部位的厚度比第一部位的厚度厚,或者可以仅在第一部位以及第二部位中的第二部位上设置绝缘性或者导电性的附加膜。此外,也可以是在从导体层5的上方覆盖压电层31的保护膜中,使第二部位上的部分比第一部位上的部分厚。还可以对以目前为止描述的方法中的两个以上进行组合。从上述说明中也可以理解,电极指的下表面之上的质量不仅可以包括电极指自身的质量,还可以包括与电极指重叠的部件的质量。

[0253] 在实施方式中,扩宽部设置在第一电极指以及第二电极指这两者上。另外,空腔的第一汇流条侧的边缘部和空腔的第二汇流条侧的边缘部这两者与IDT电极重叠。但是,也可以仅在第一电极指以及第二电极指中的一个设置扩宽部,和/或仅第一汇流条侧的边缘部

和第二汇流条侧的边缘部中的一个与IDT电极重叠。参照图7A~图16B而检讨的空腔的边缘部的位置的范围也可以与不同于图示的例子的电极形状进行组合。

[0254] 附图标记说明

[0255] 1…弹性波元件、3…复合基板、5…导体层、11…IDT电极、17A…汇流条(第一汇流条)、17B…汇流条(第二汇流条)、19A…电极指(第一电极指)、19B…电极指(第二电极指)、19a…主要部分(第一部位)、19b…扩宽部(第二部位)、29…支撑体、31…压电层、33…空腔、33a…(空腔的)边缘部、R4…中央区域、R5…端部区域(第一端部区域或第二端部区域)、R6…交叉区域。

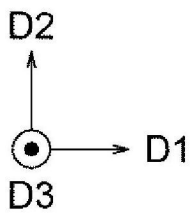
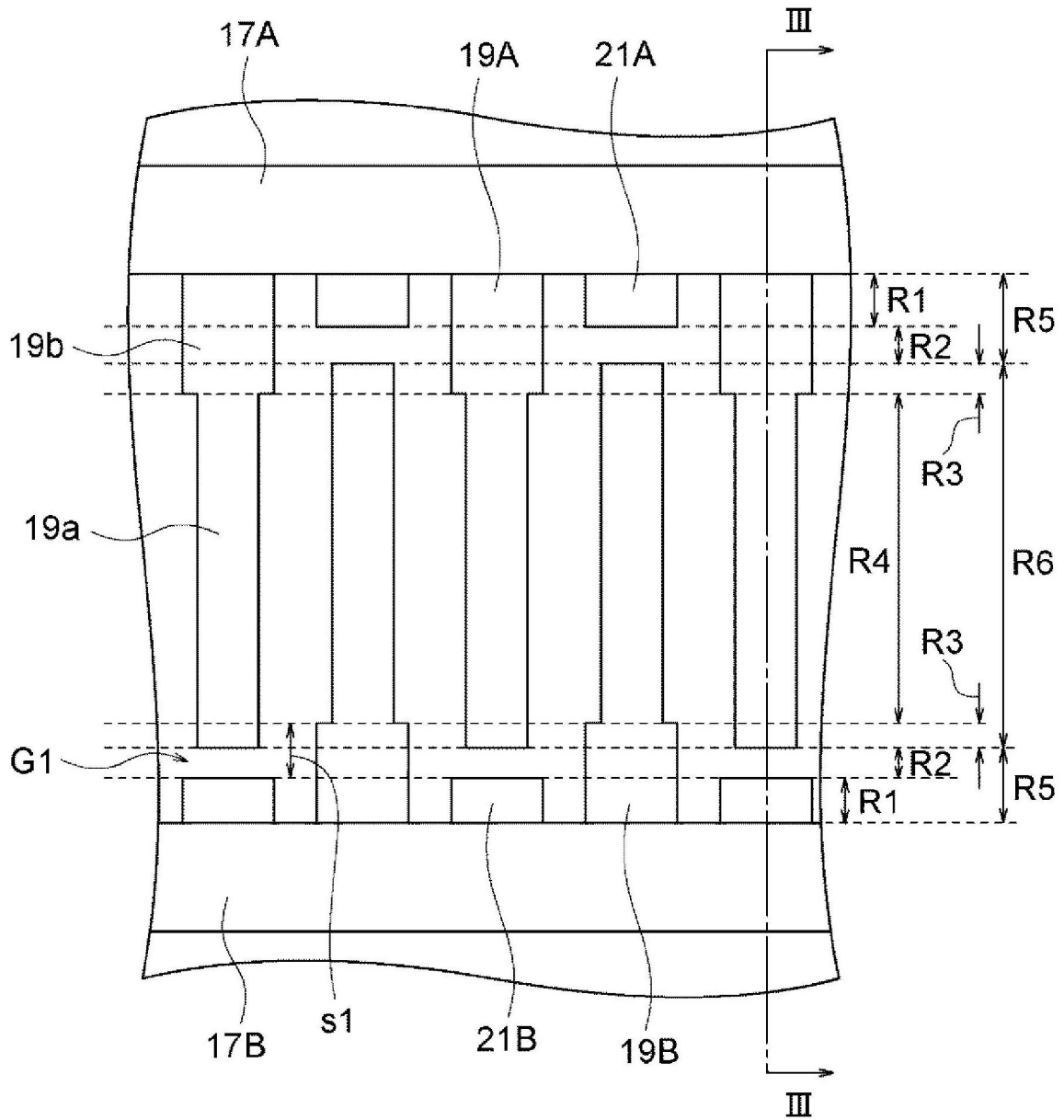


图2

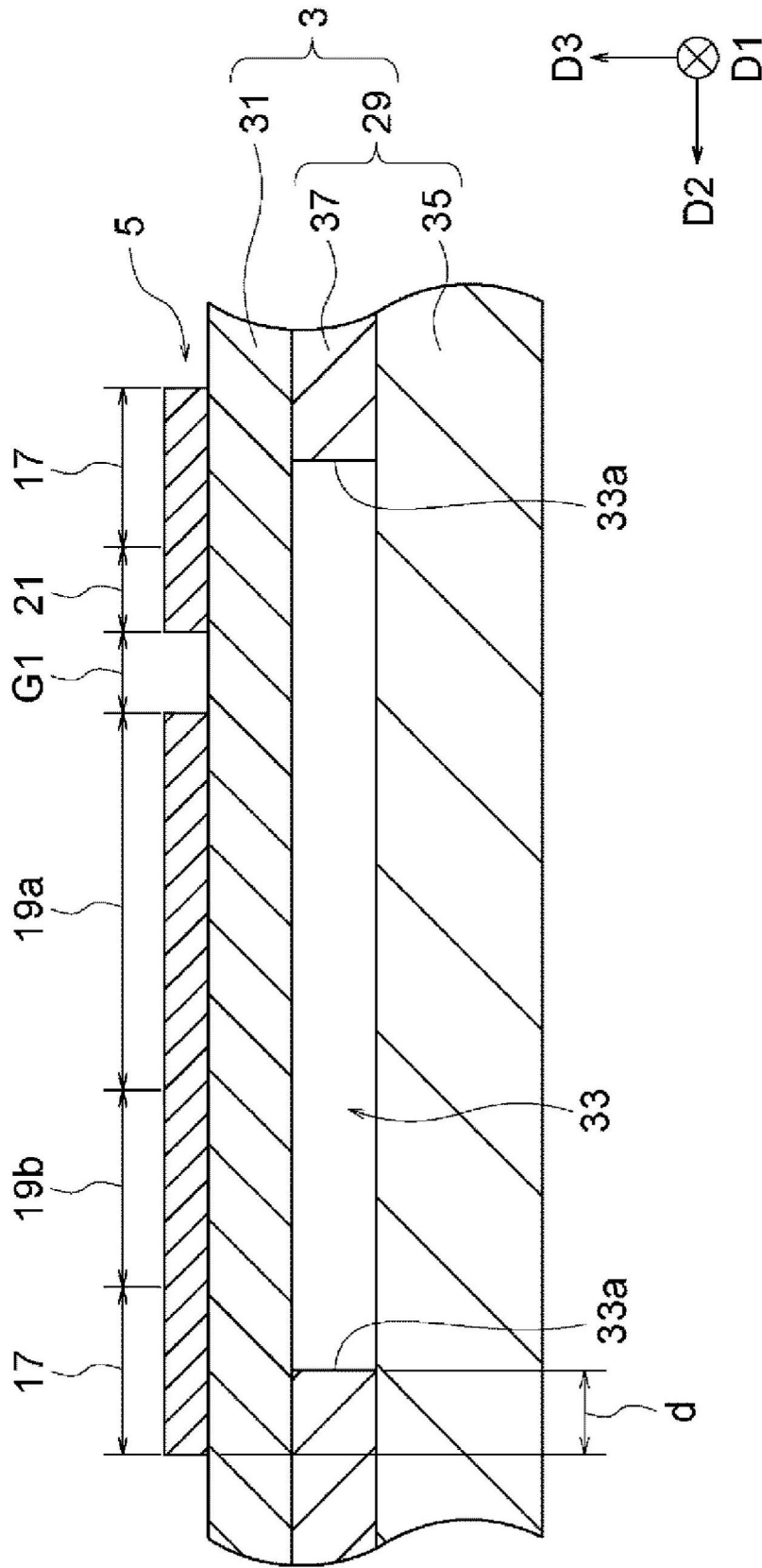


图3A

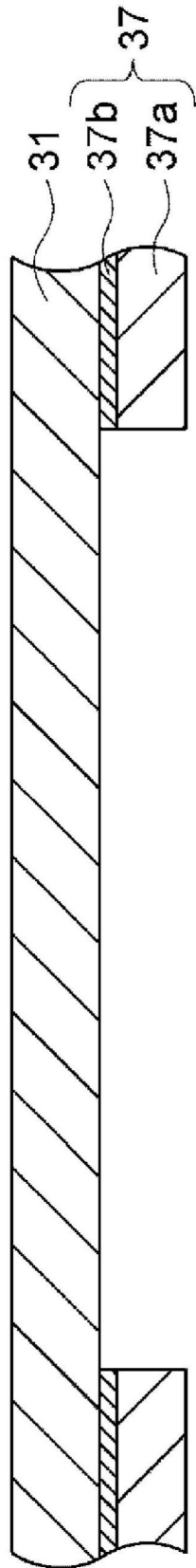


图3B

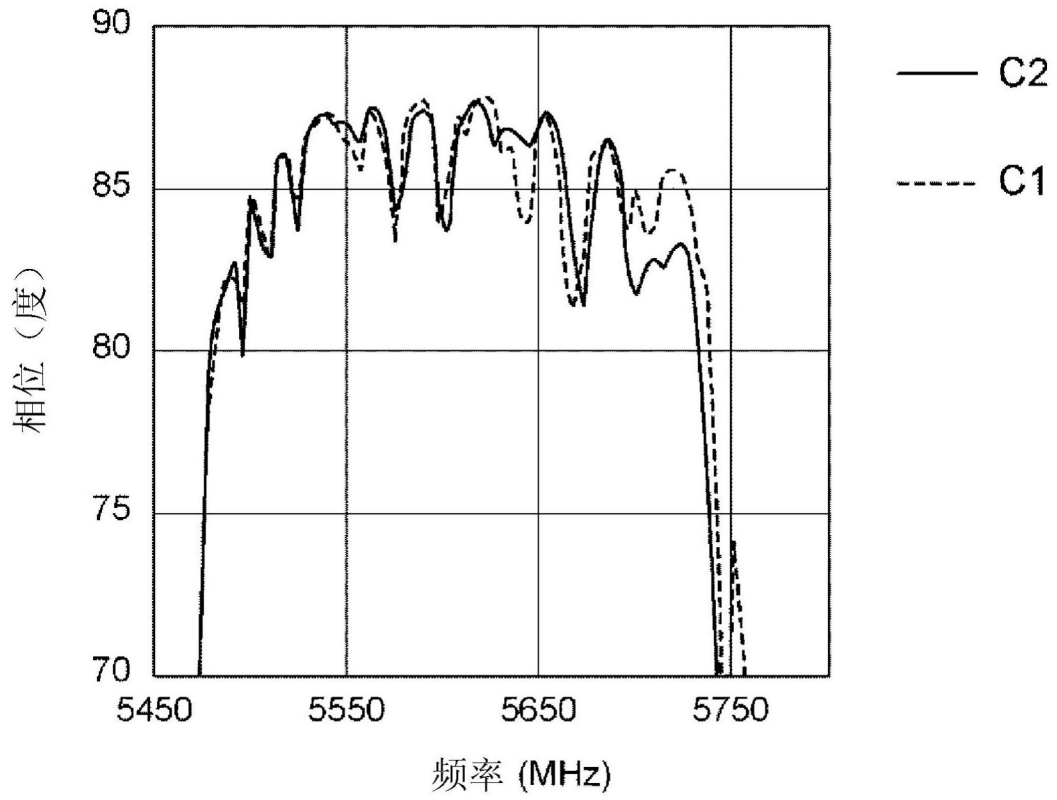


图4A

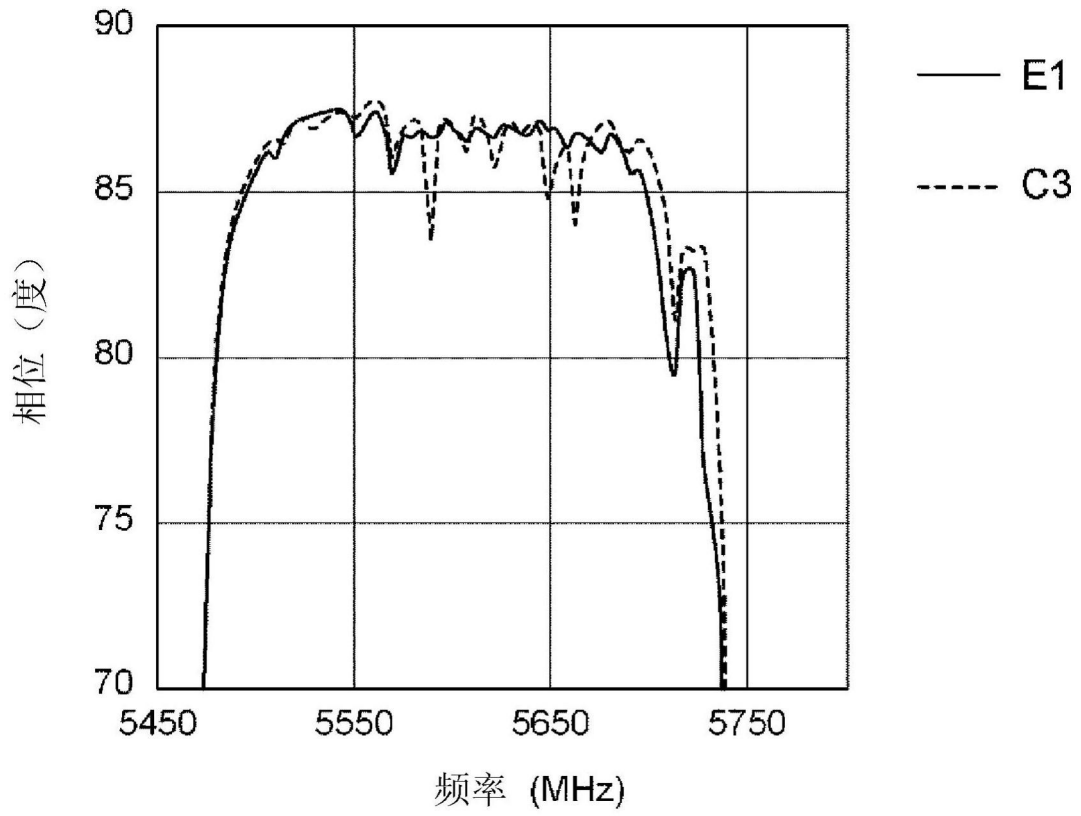


图4B

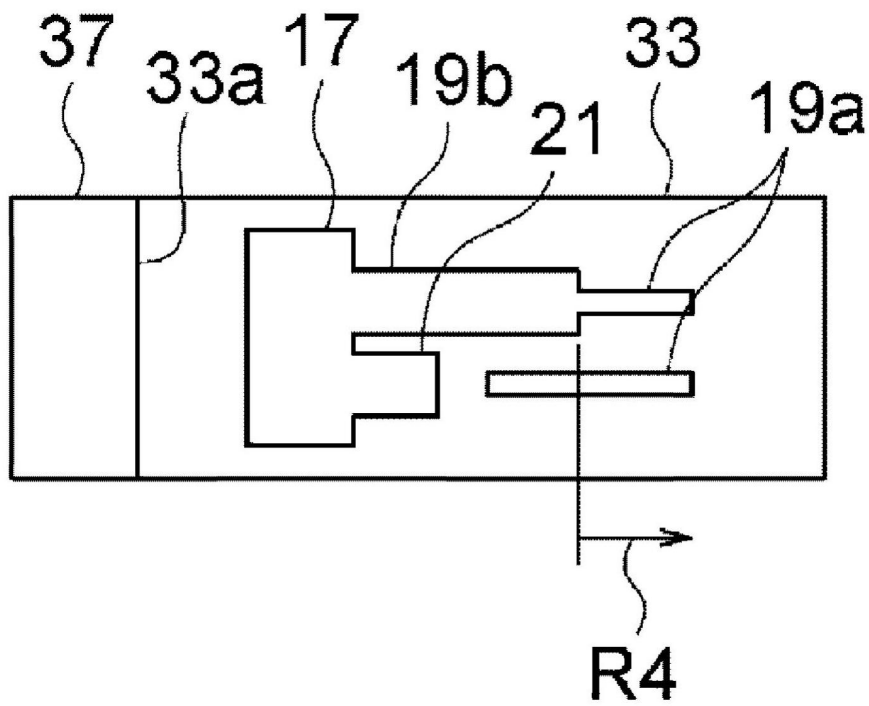
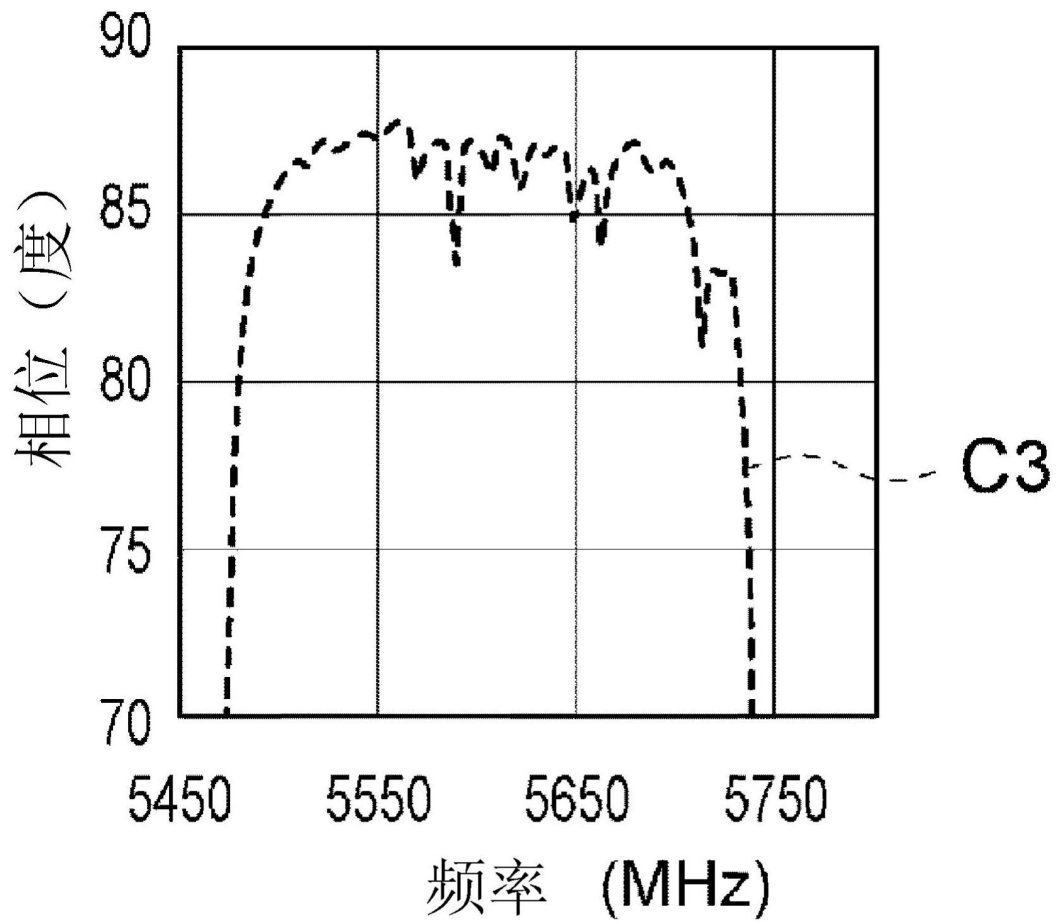


图5A

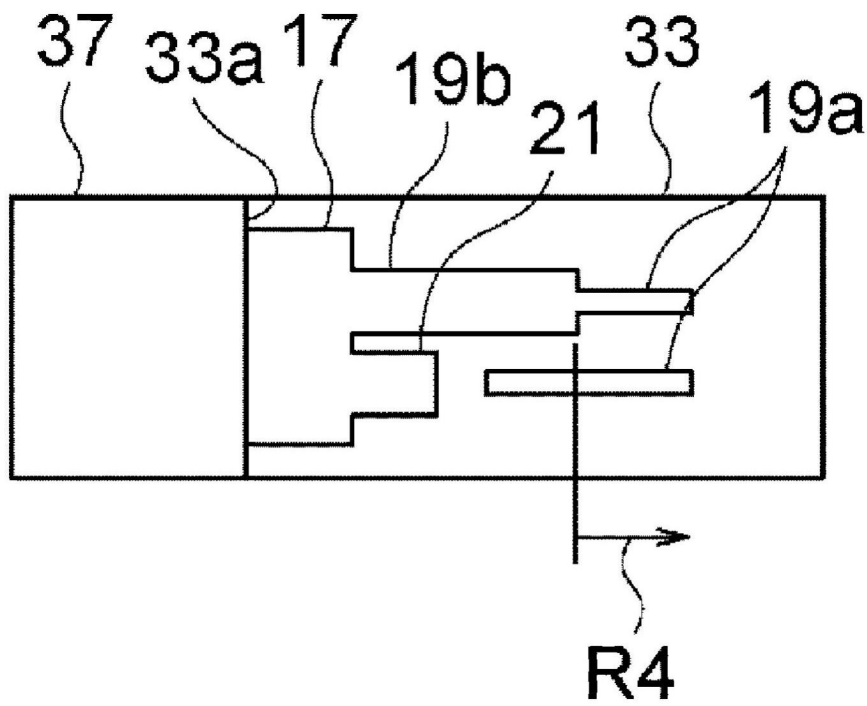
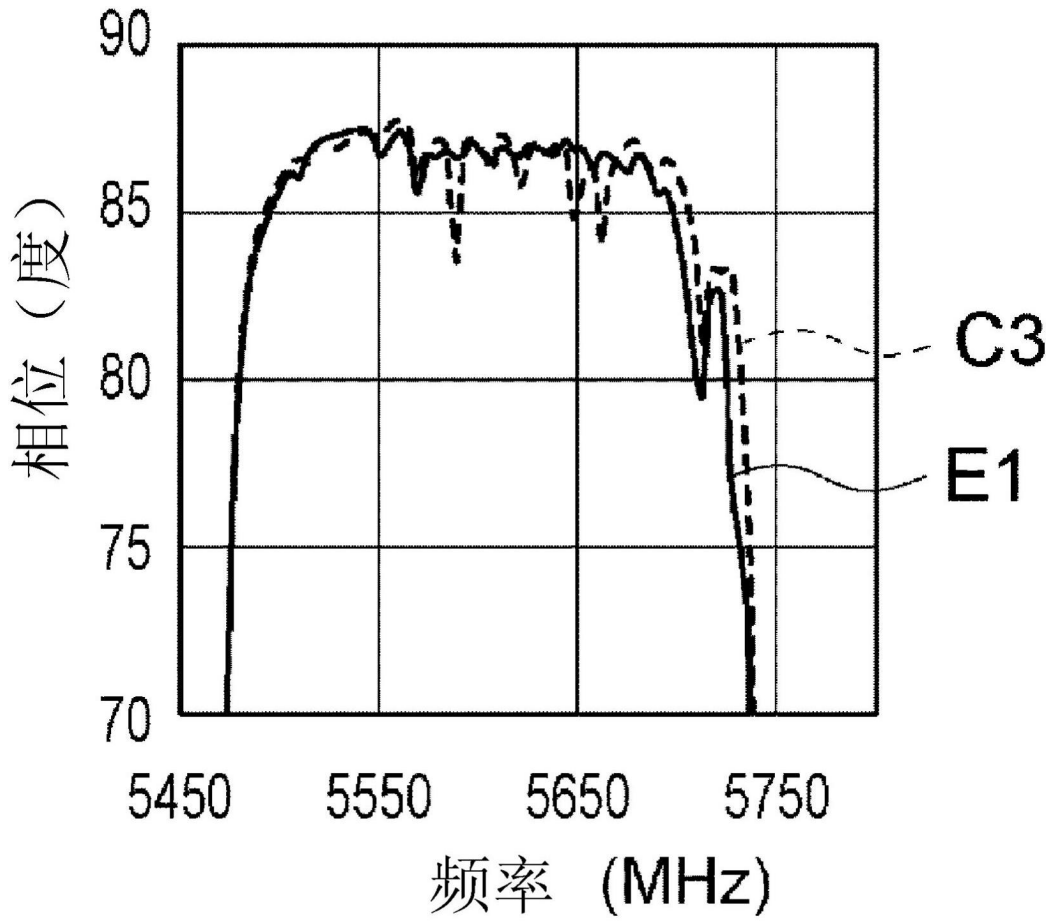


图5B

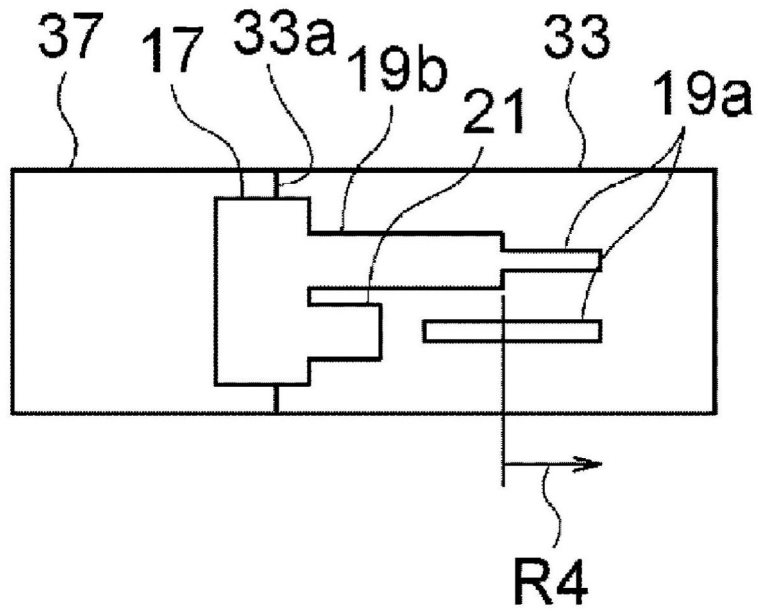
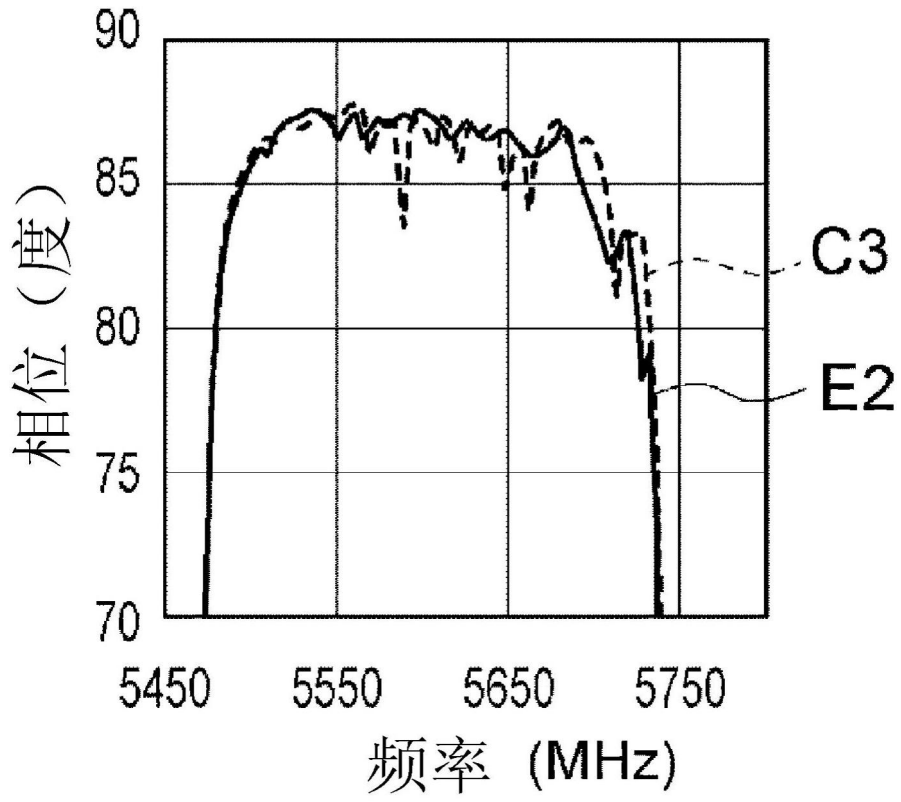


图5C

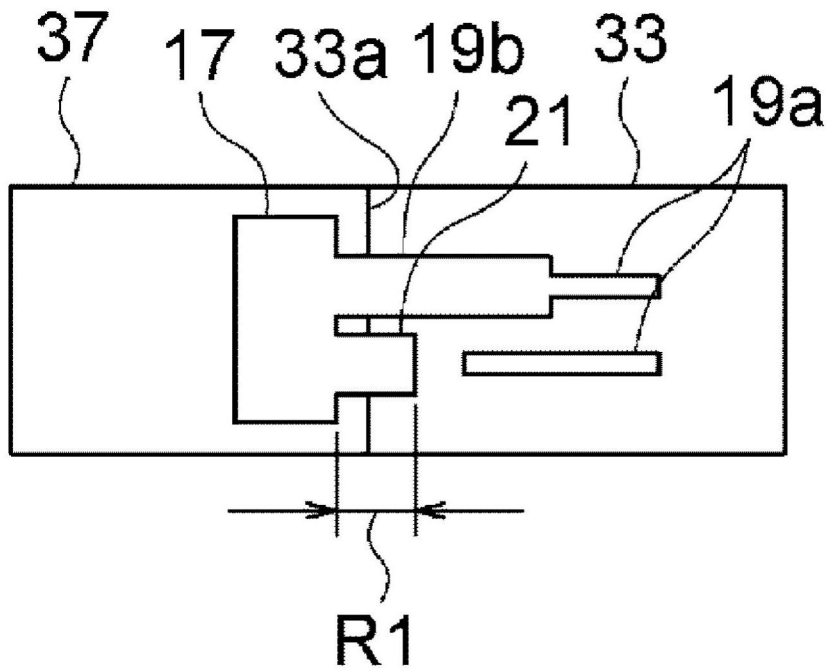
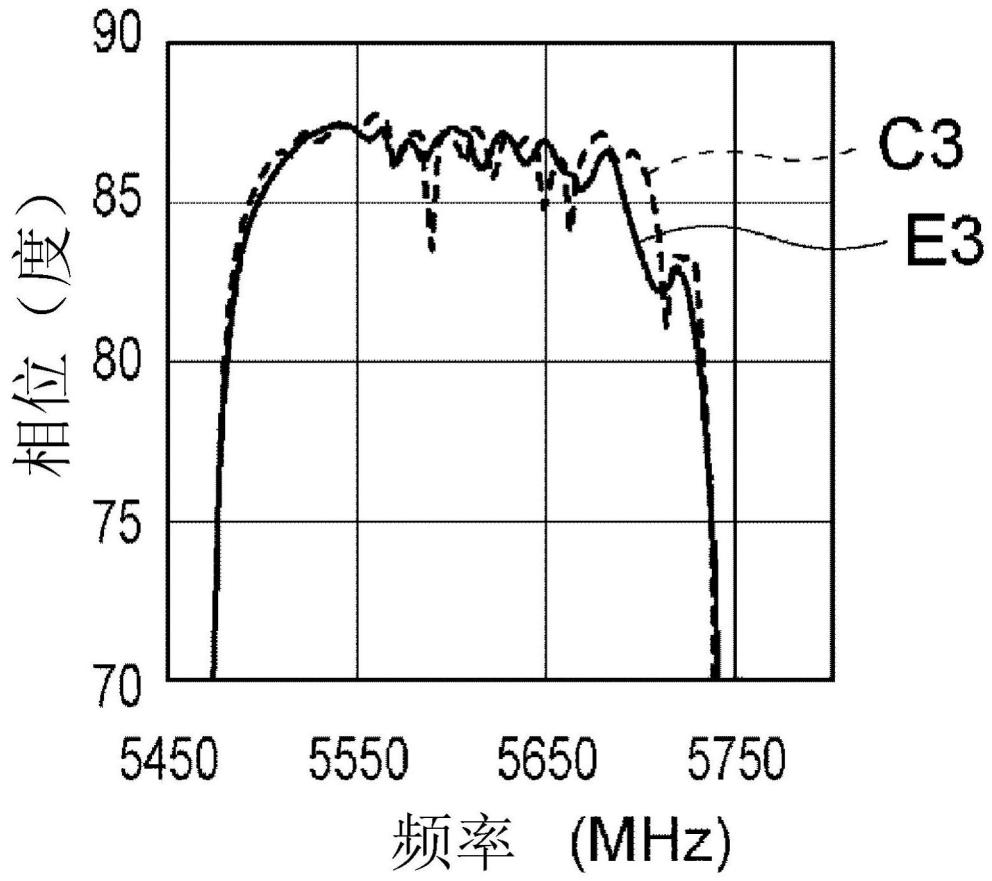


图6A

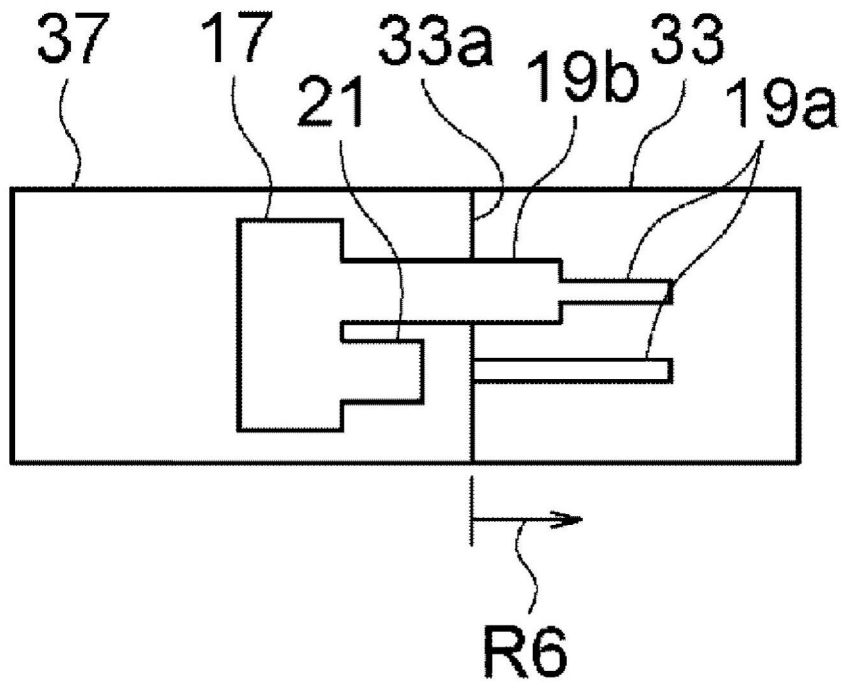
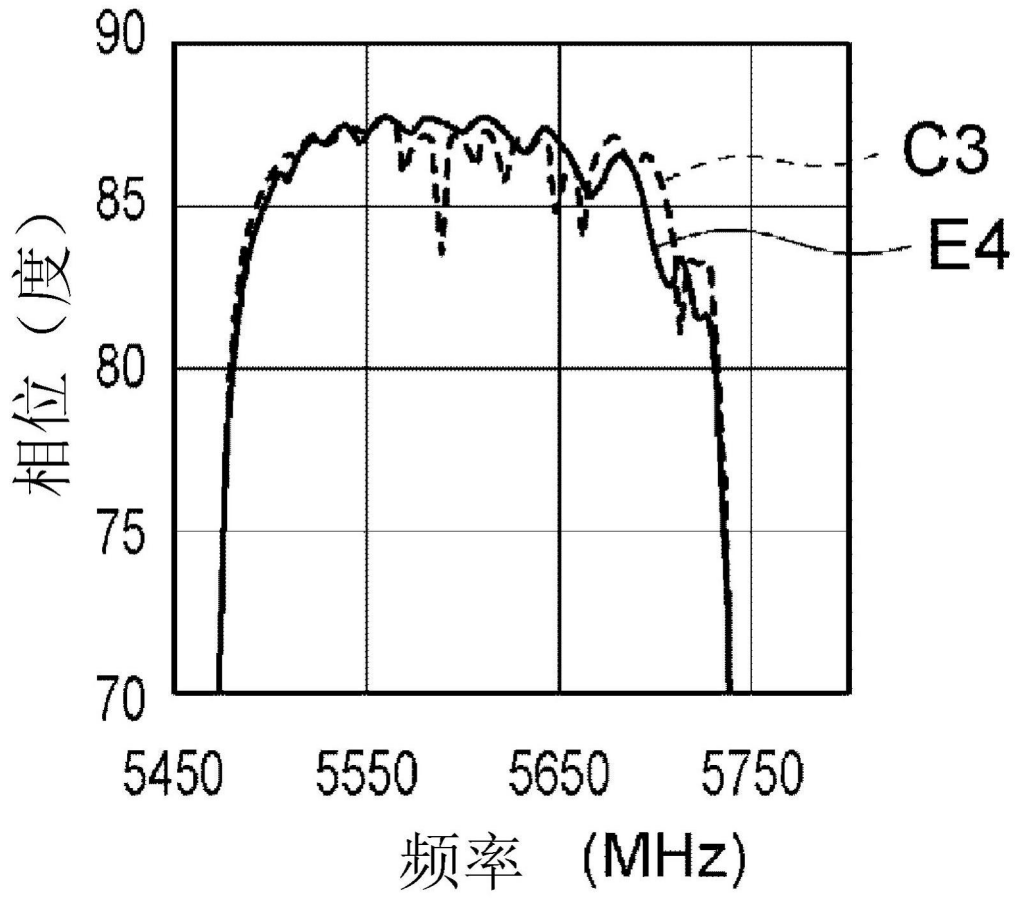


图6B

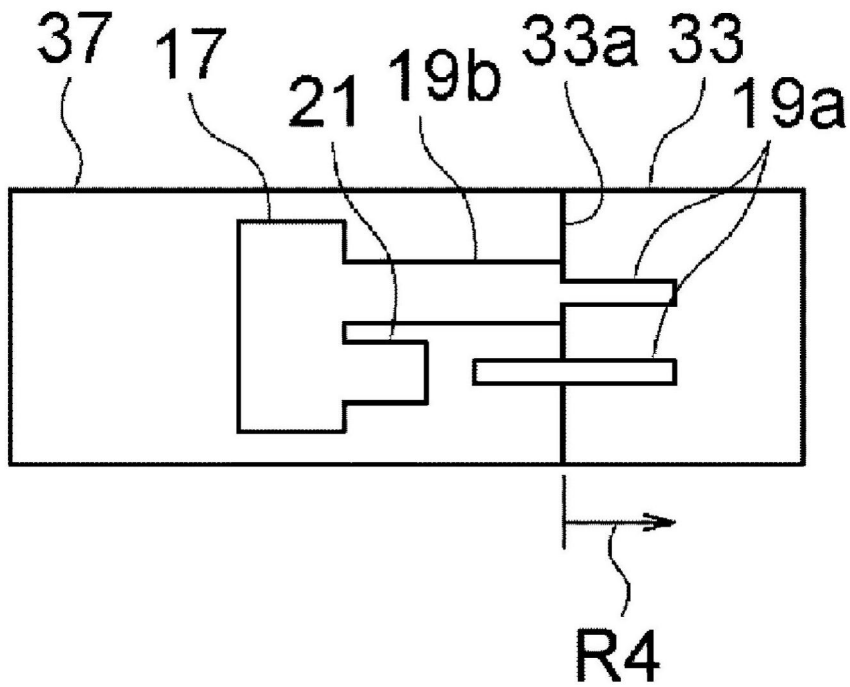
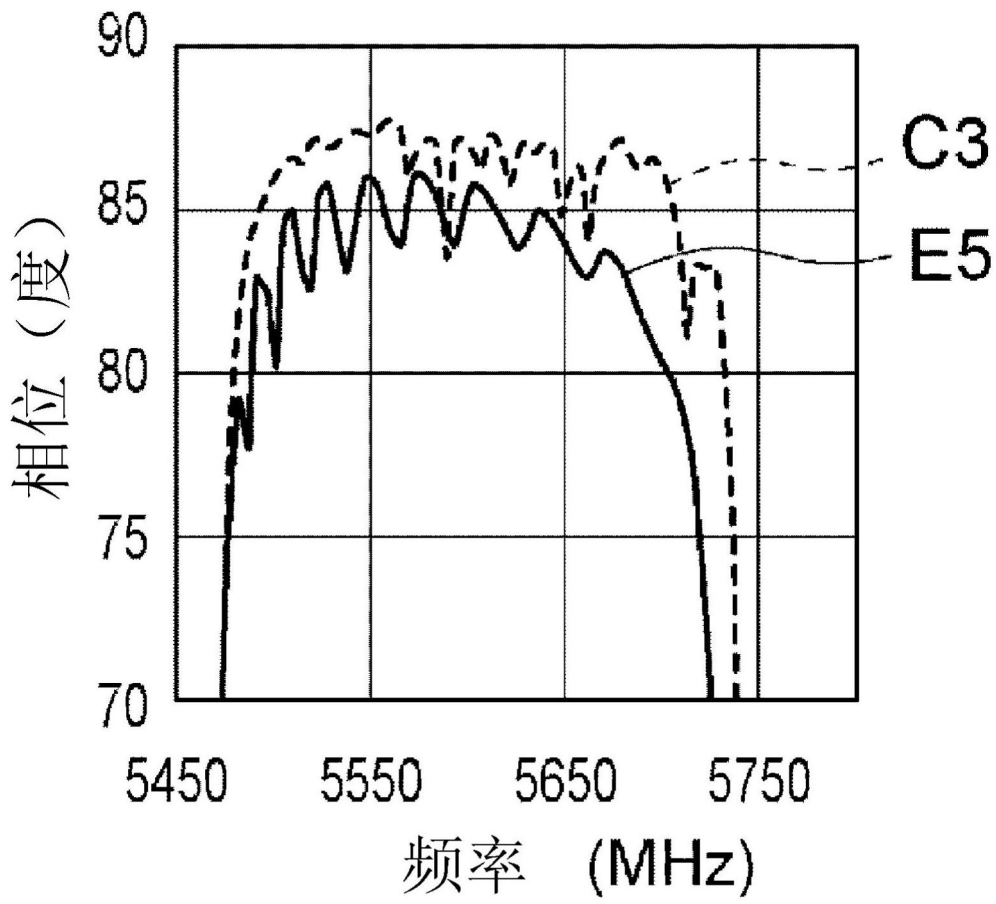


图6C

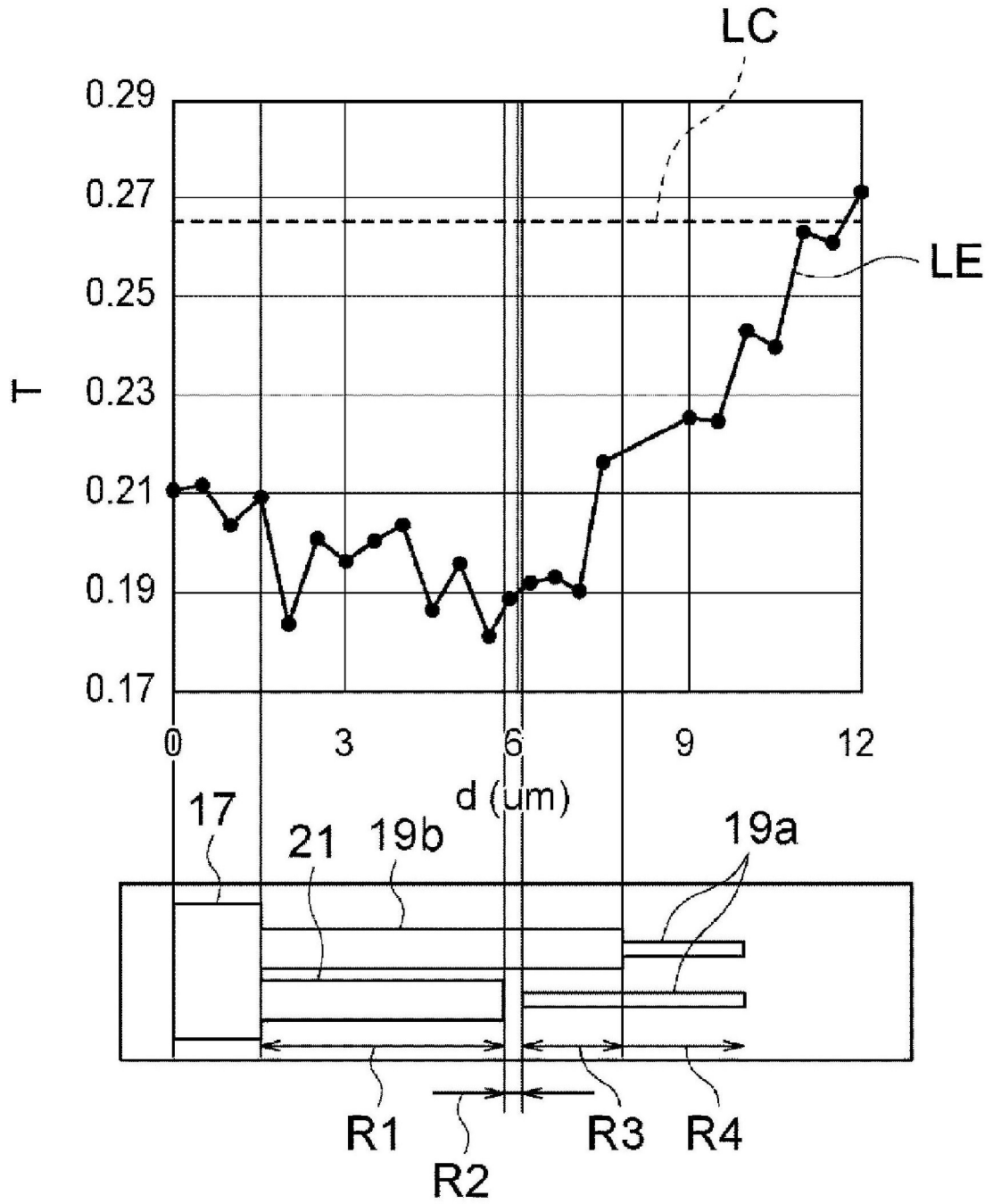


图7A

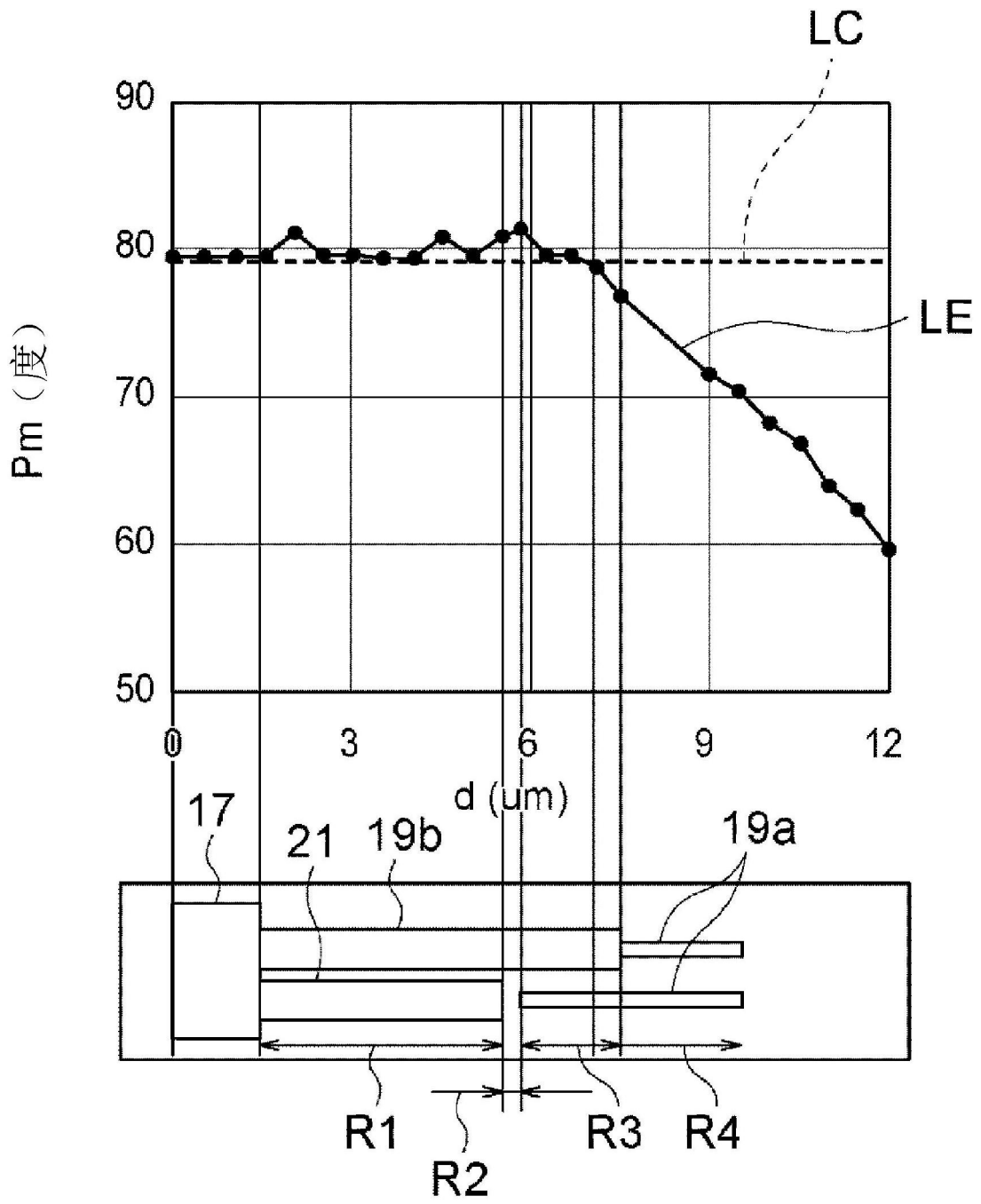


图7B

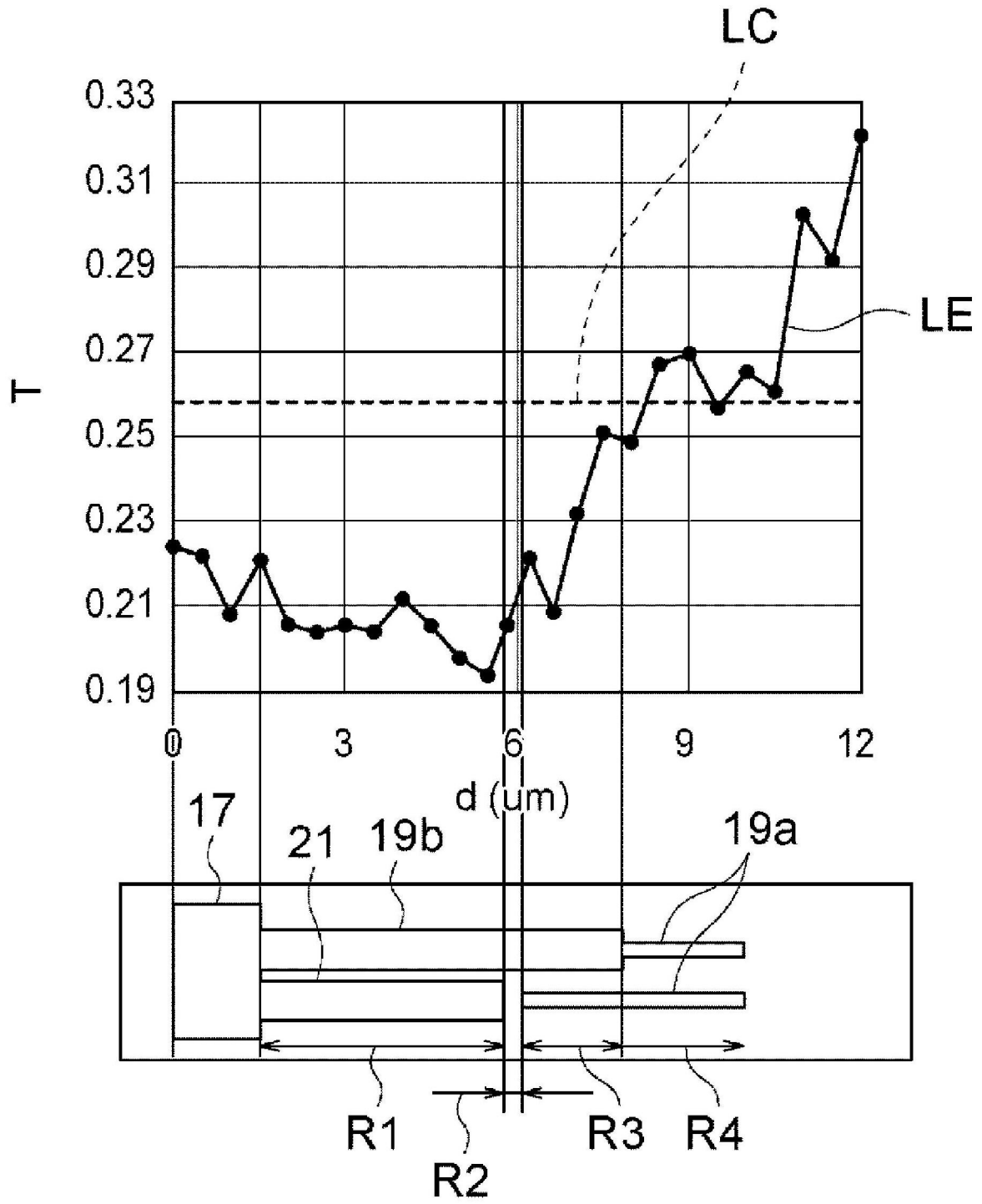


图8A

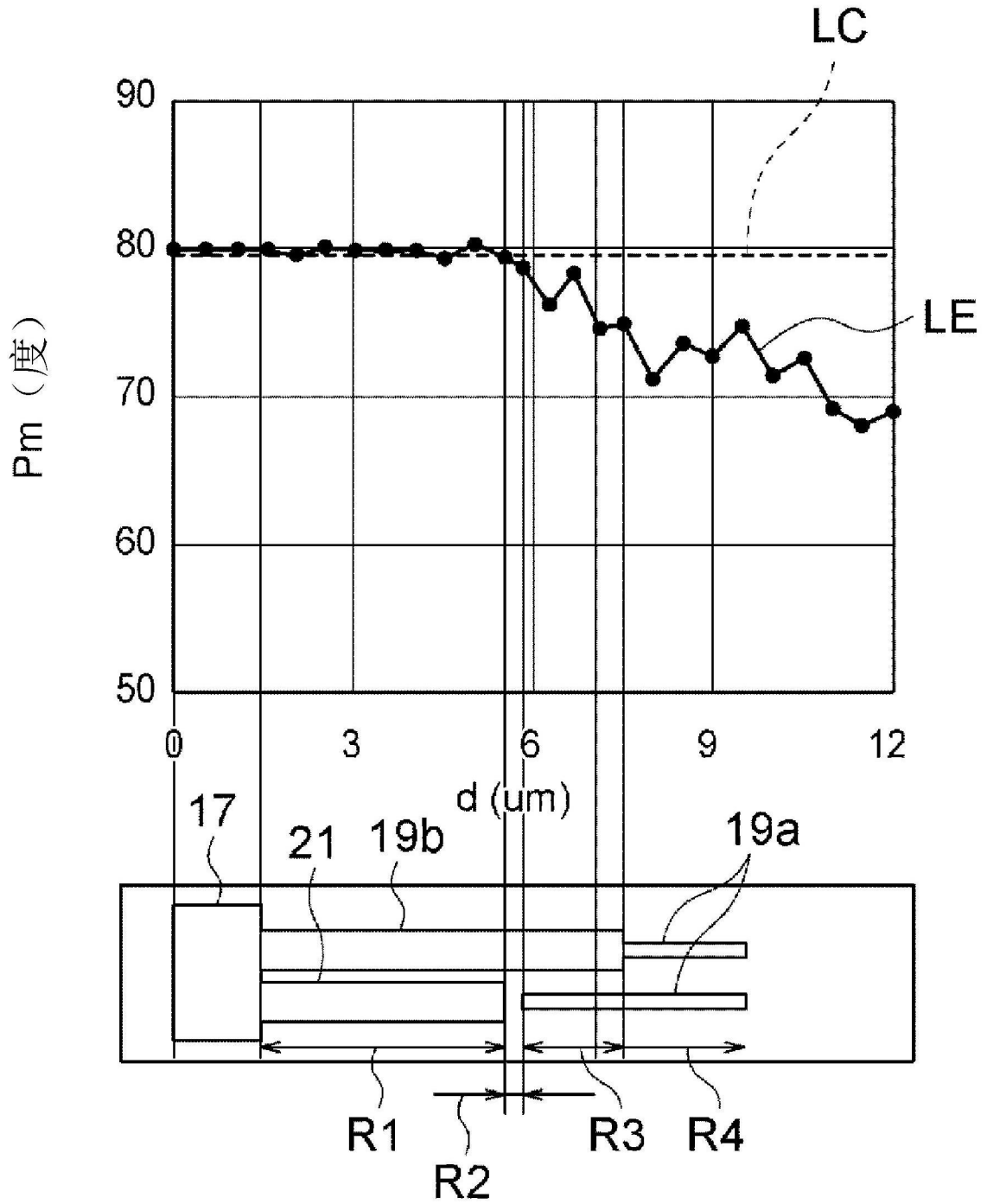


图8B

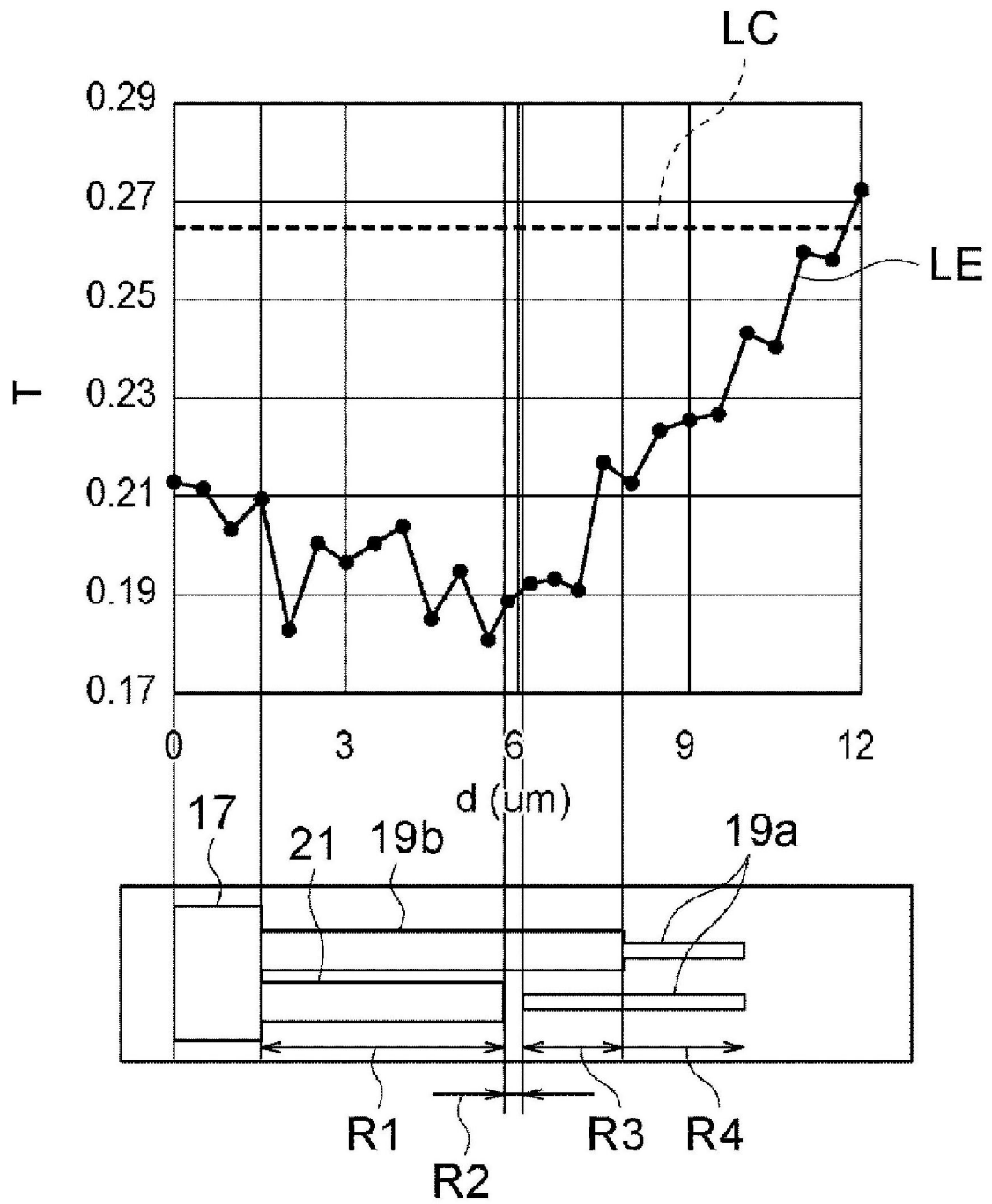


图9A

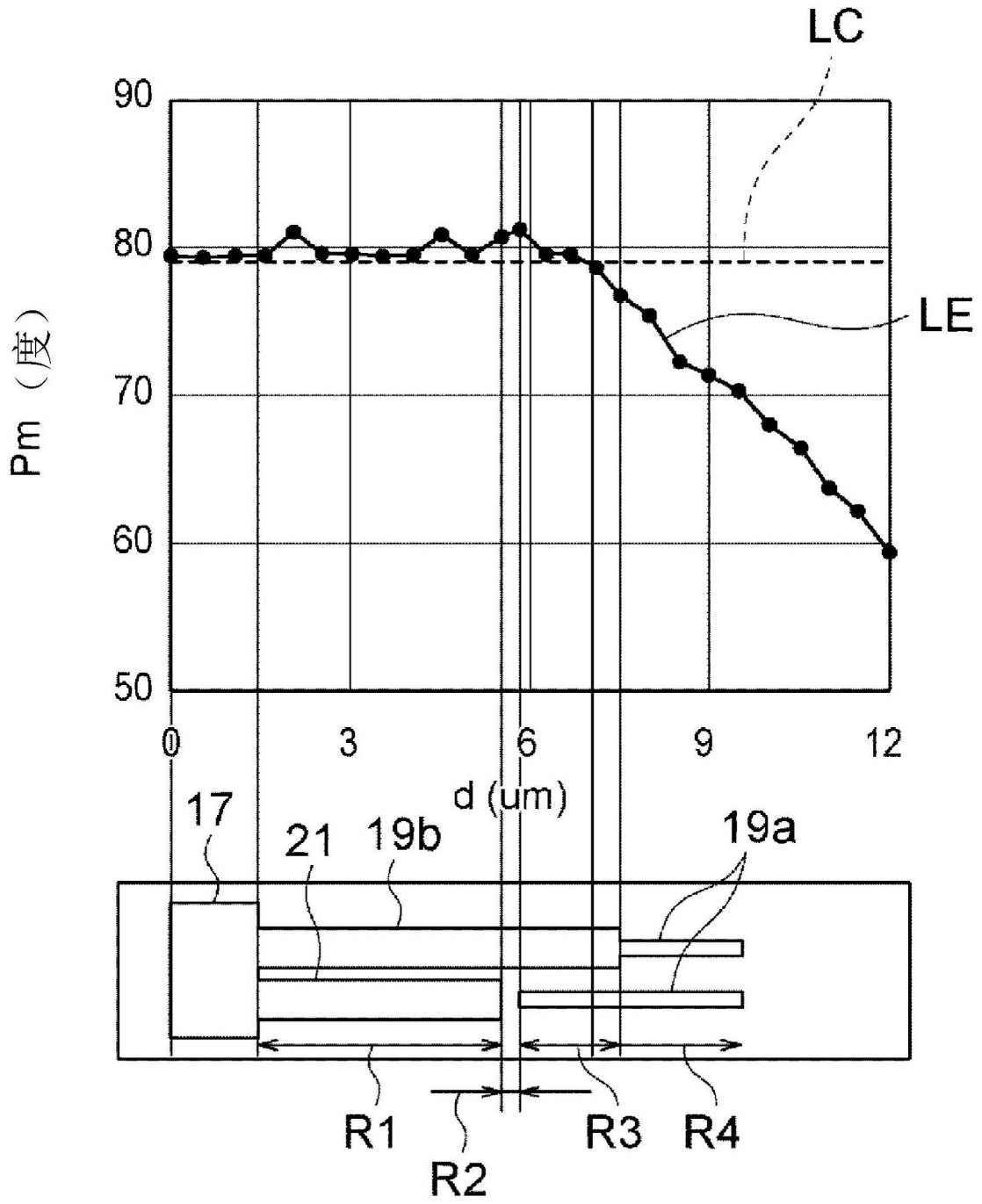


图9B

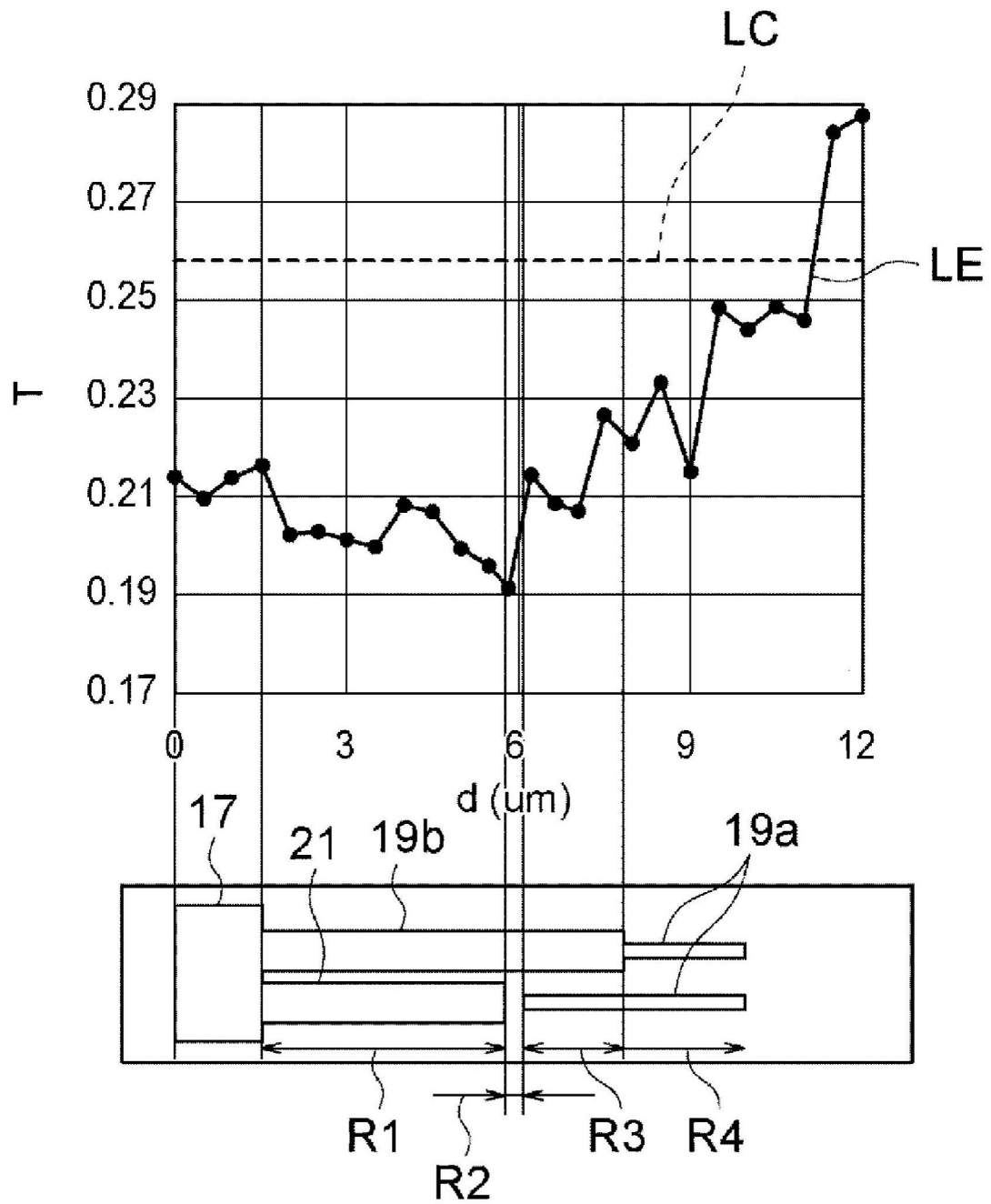


图10A

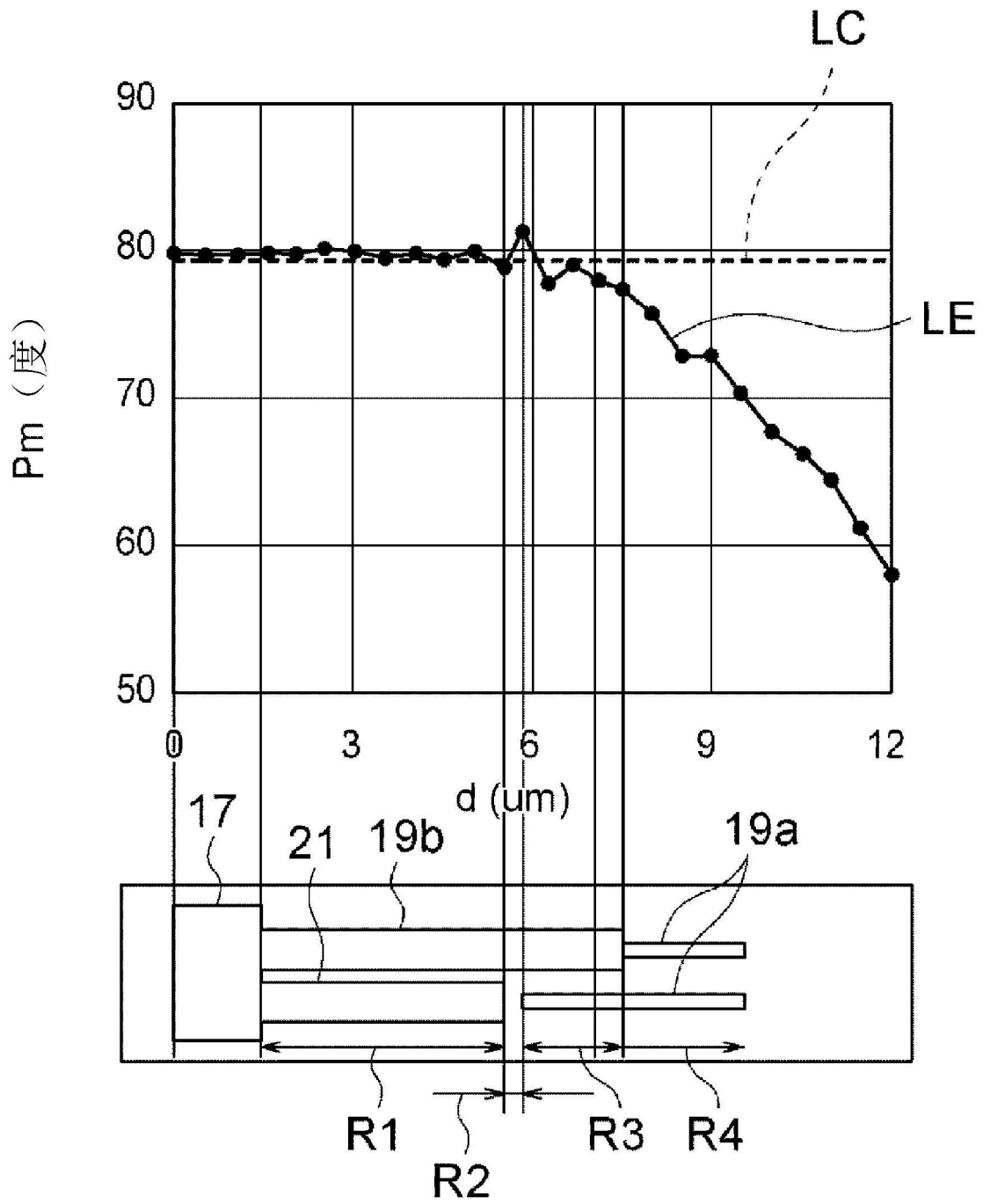


图10B

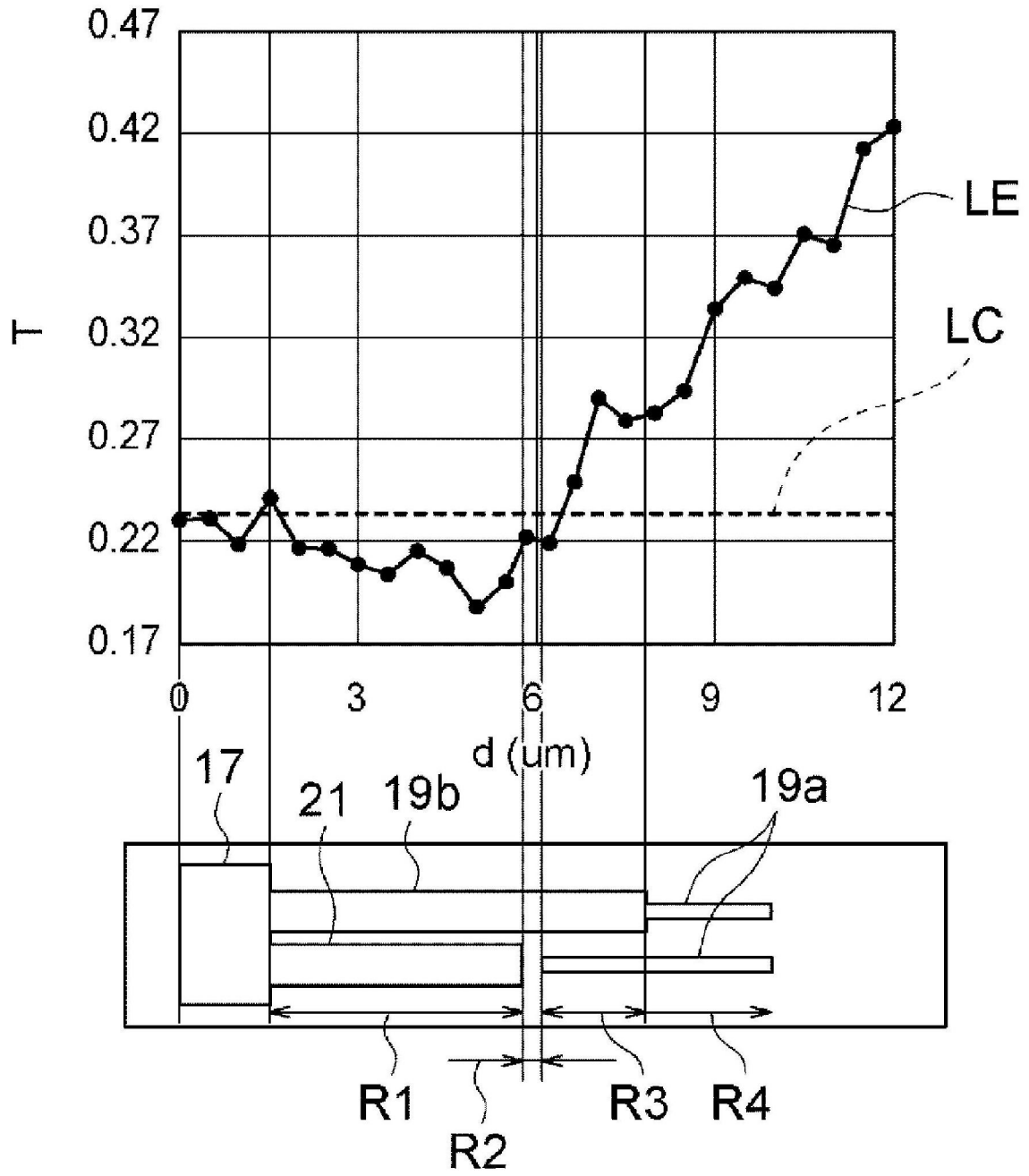


图11A

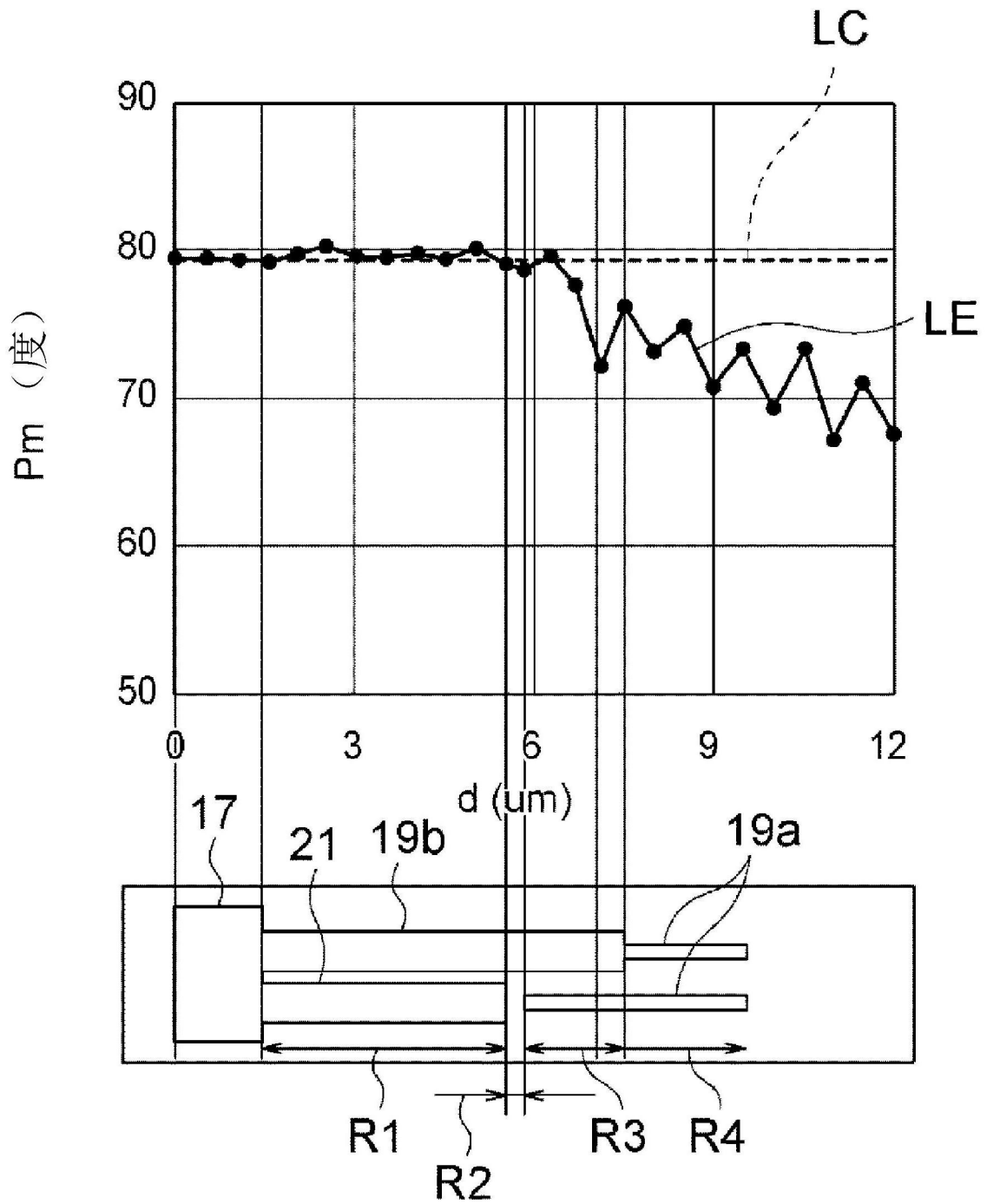


图11B

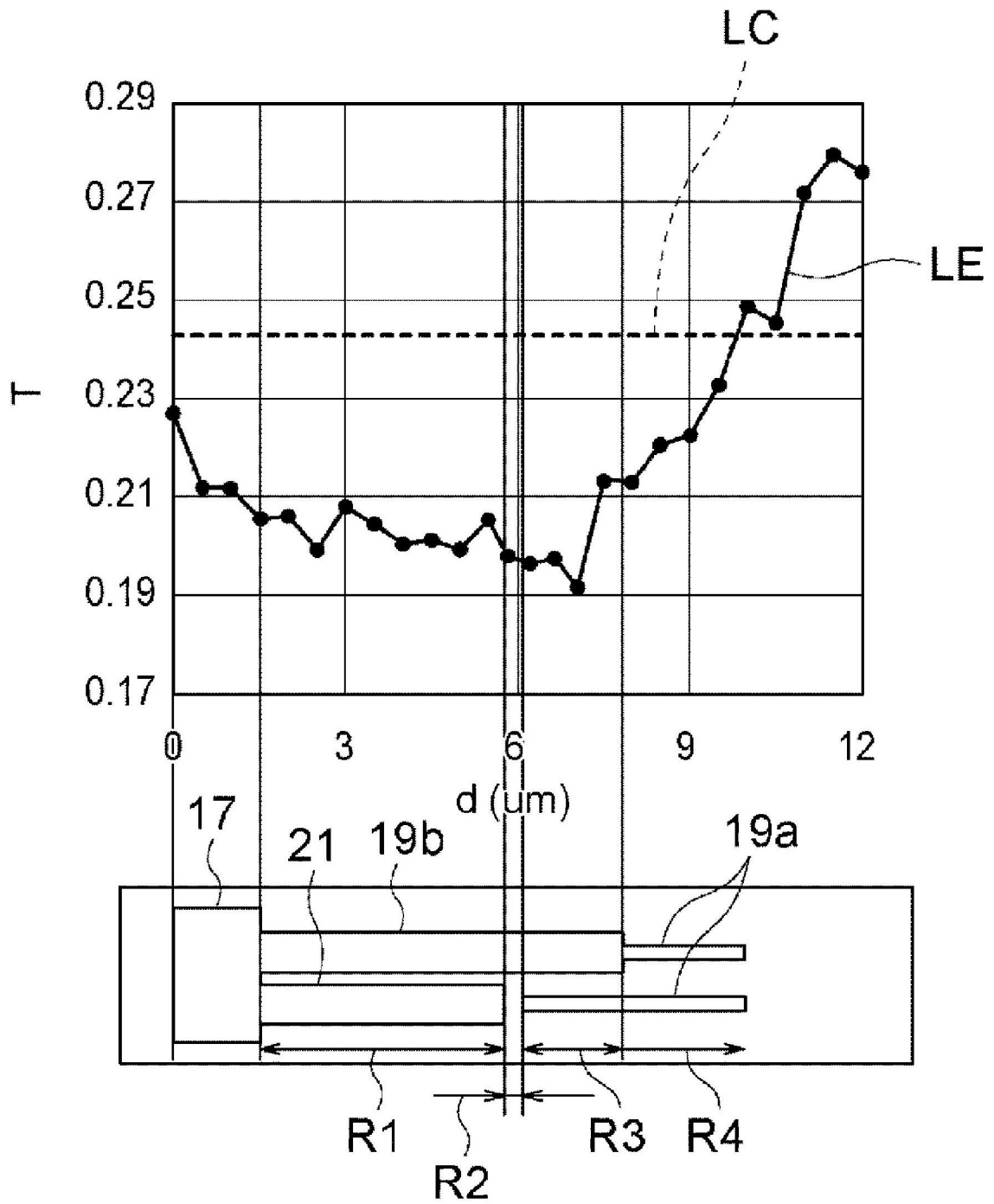


图12A

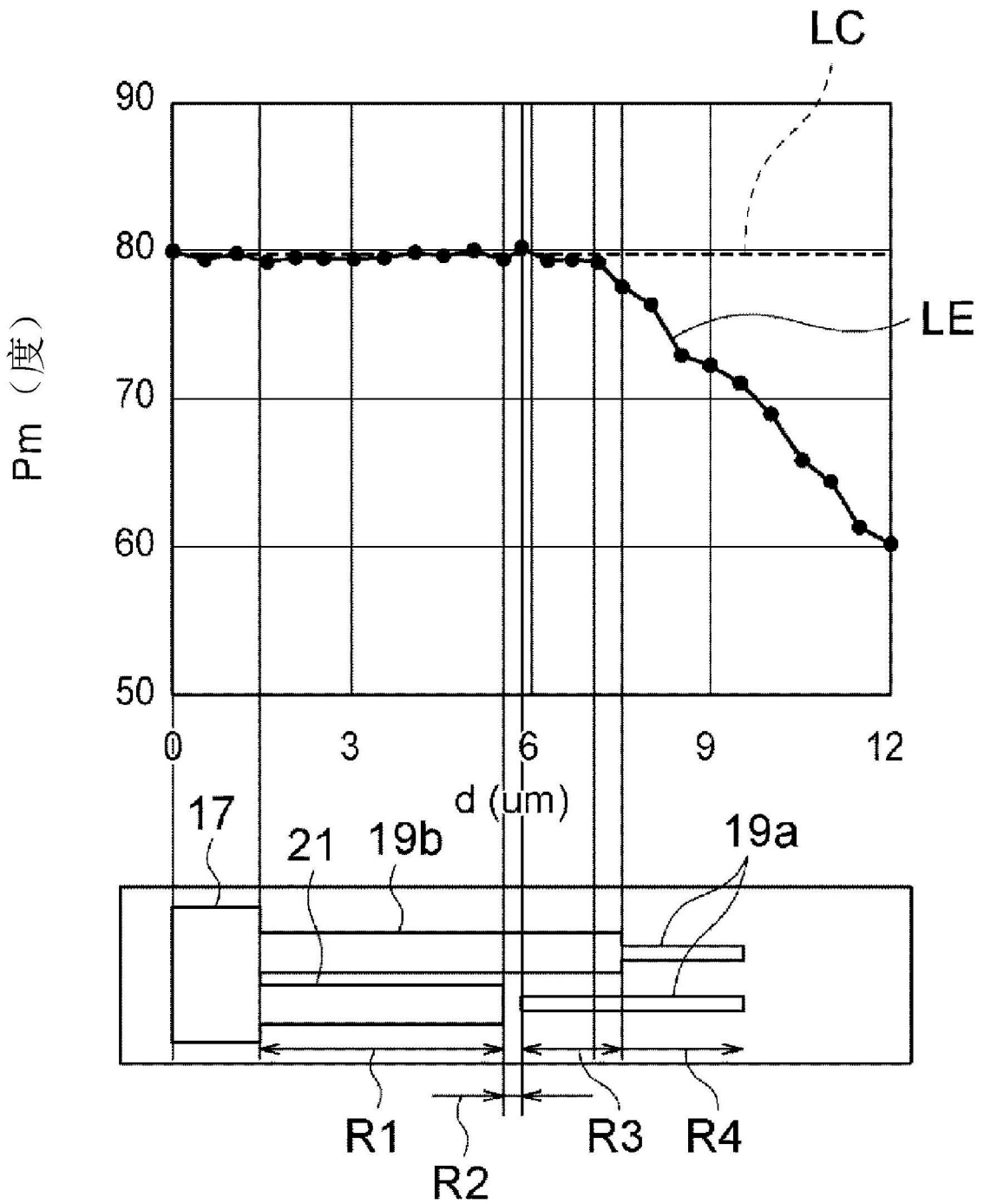


图12B

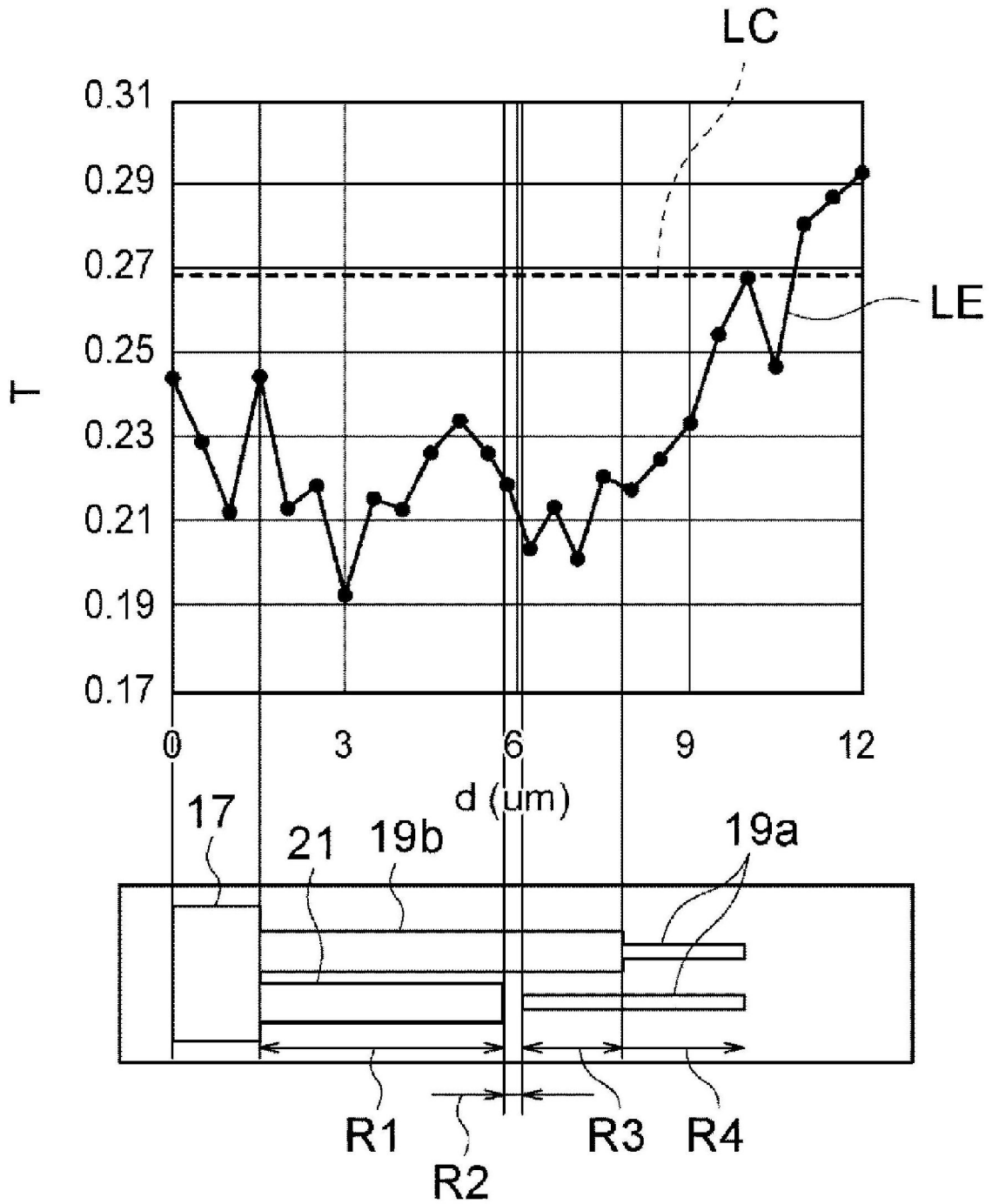


图13A

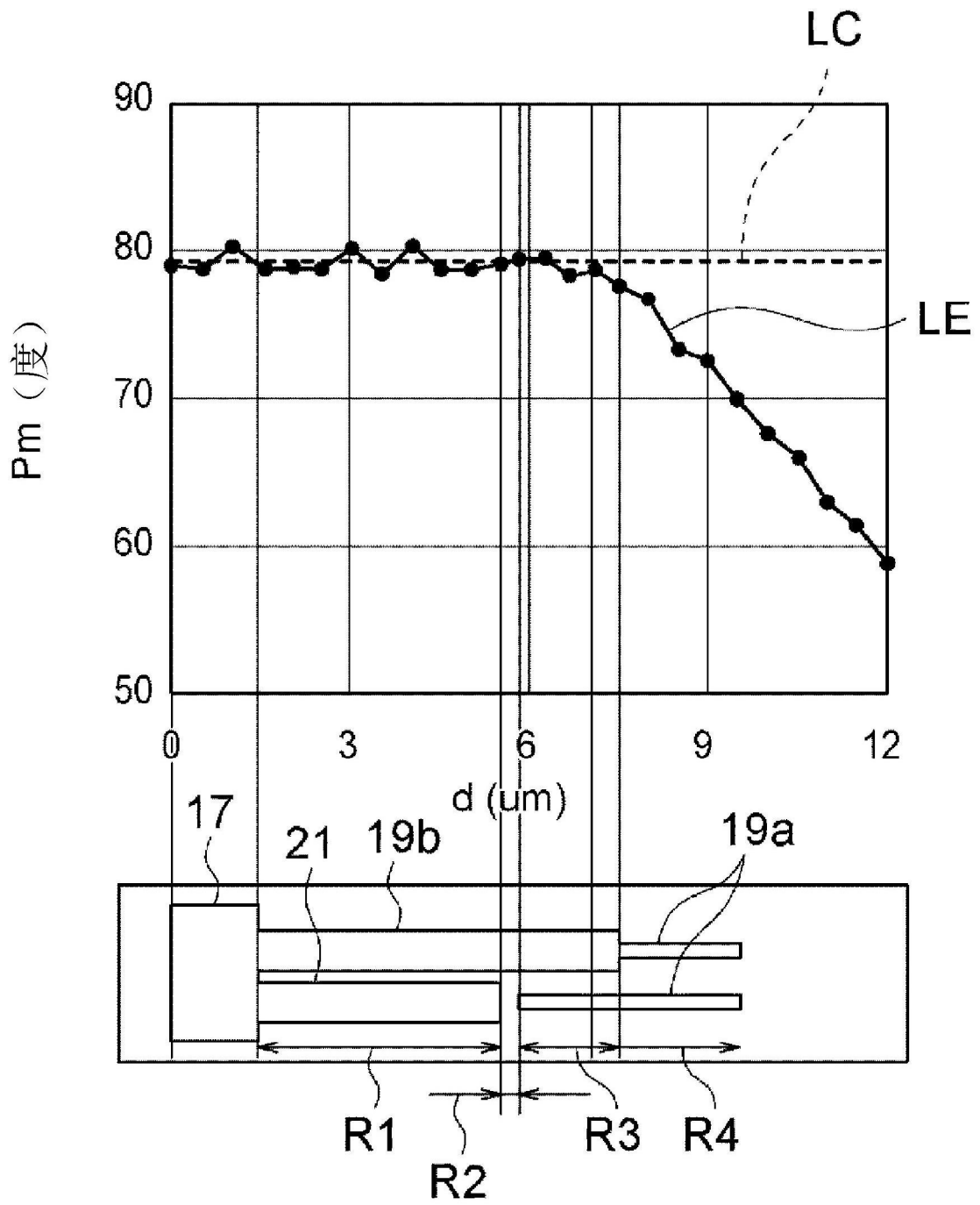


图13B

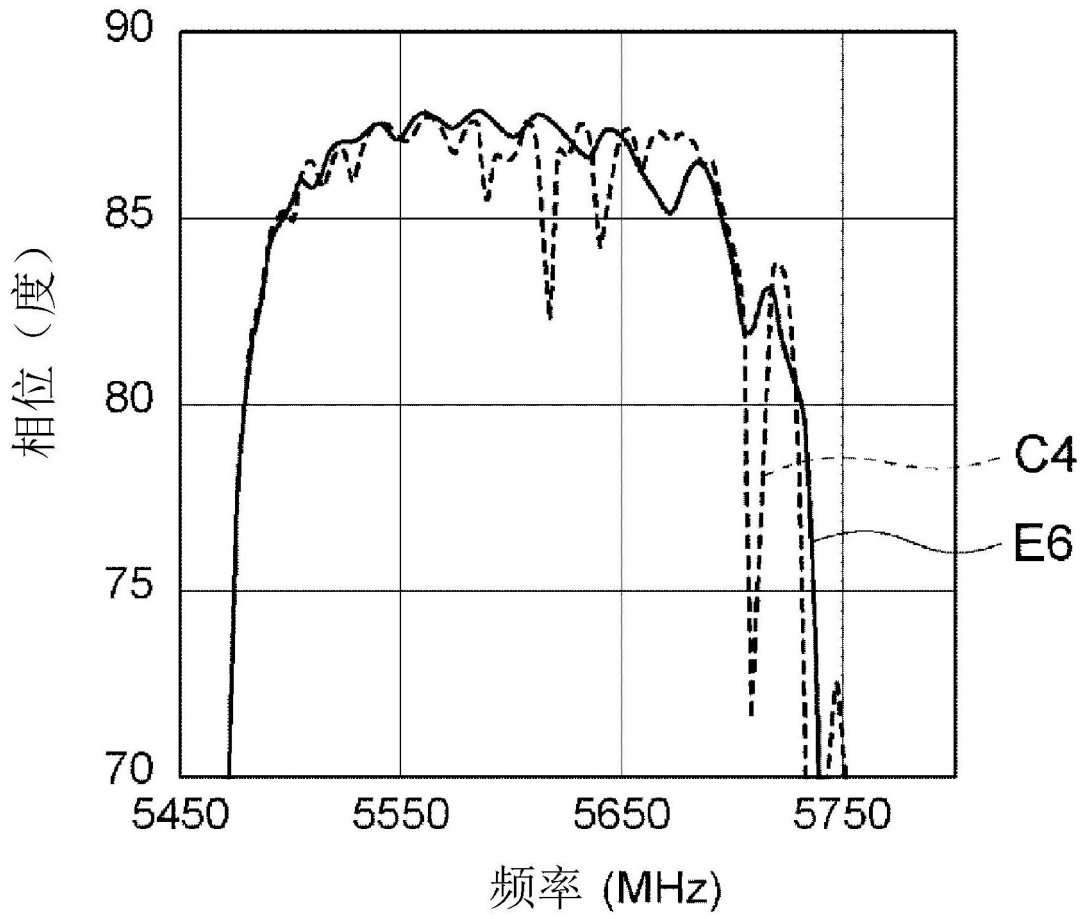


图14A

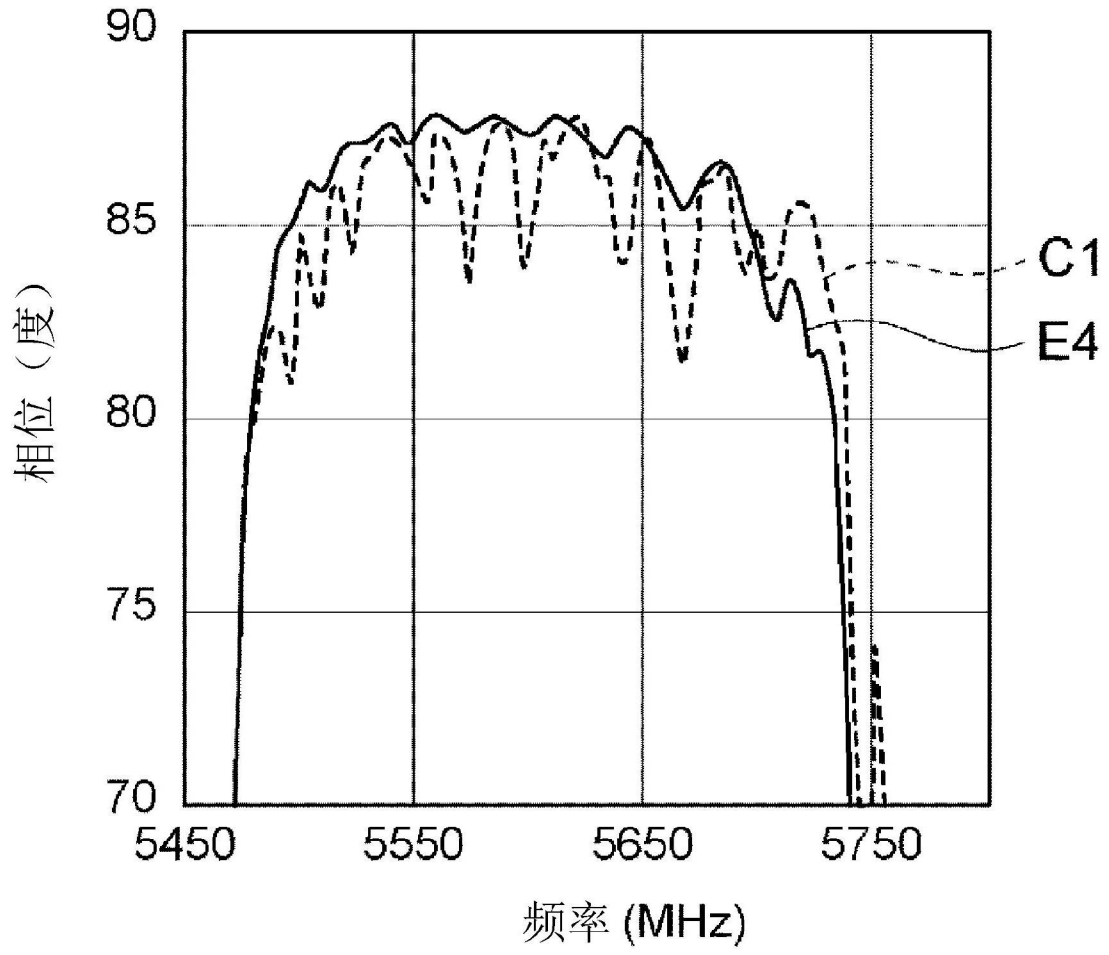


图14B

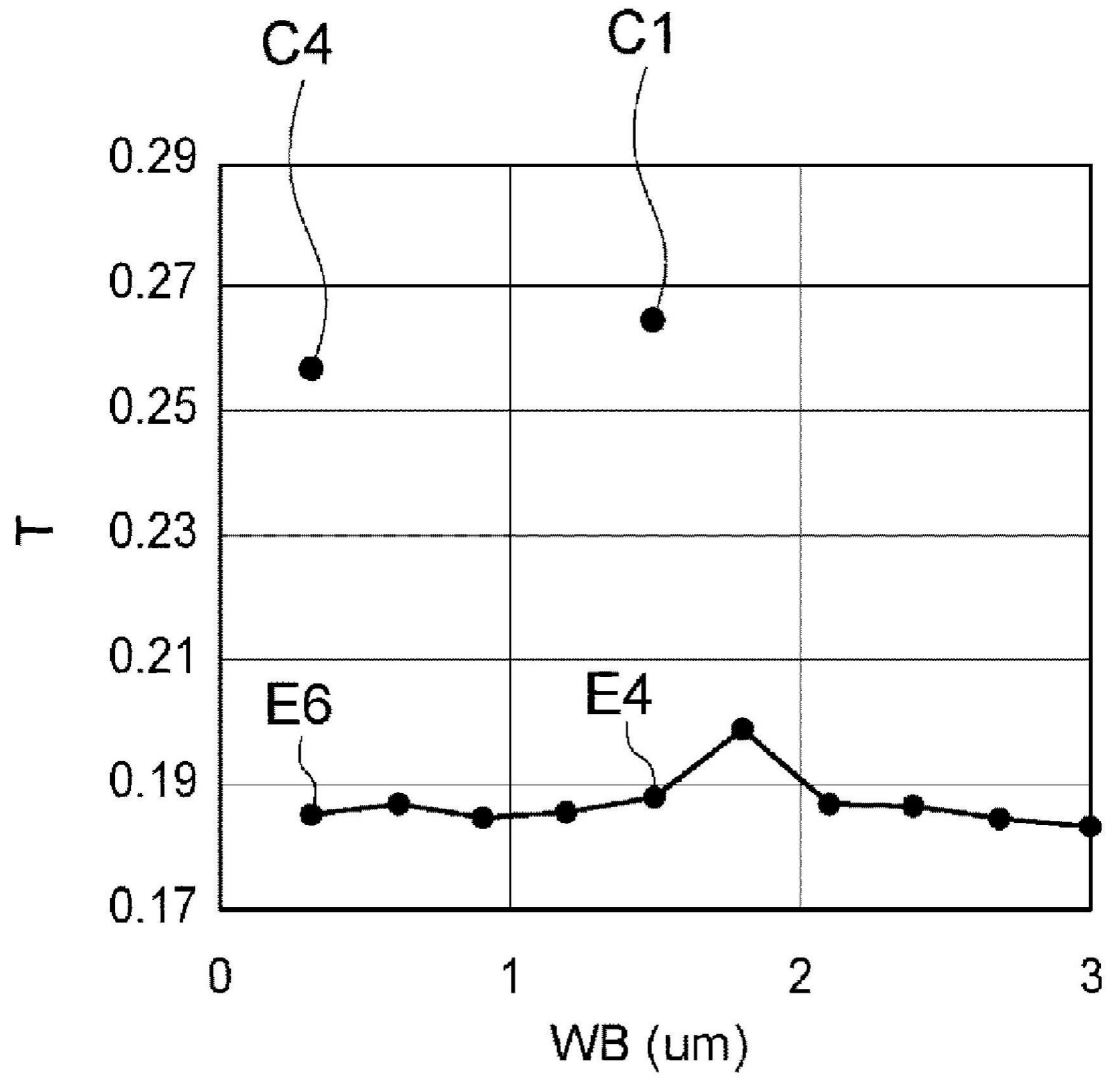


图15A

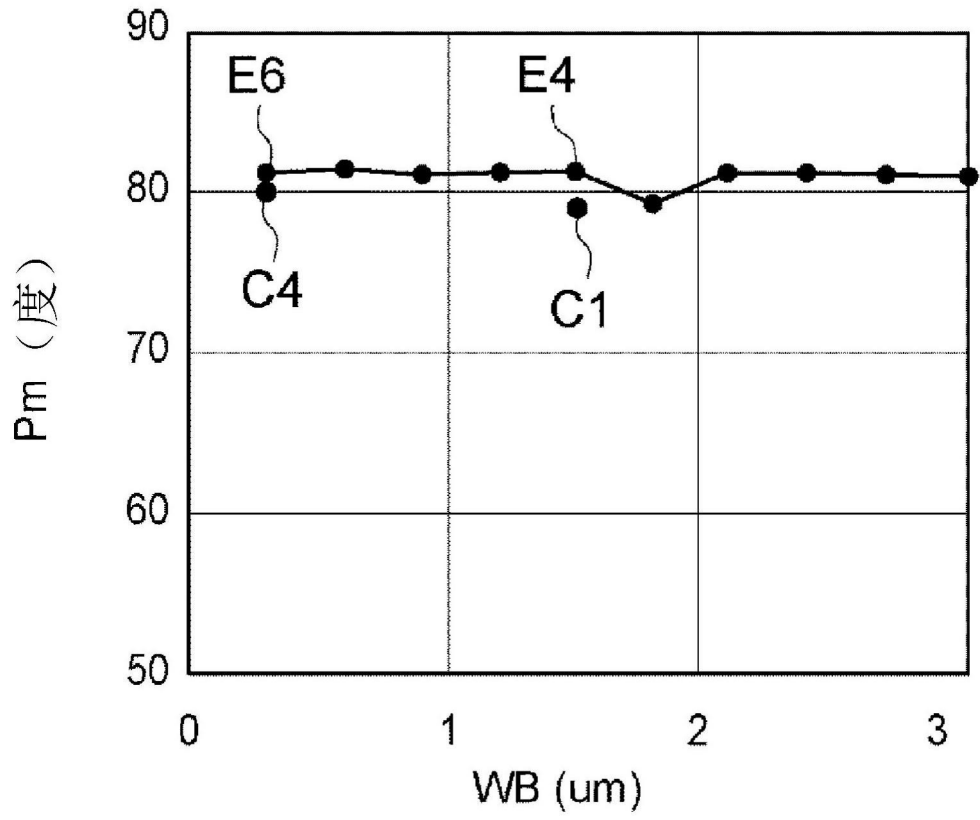


图15B

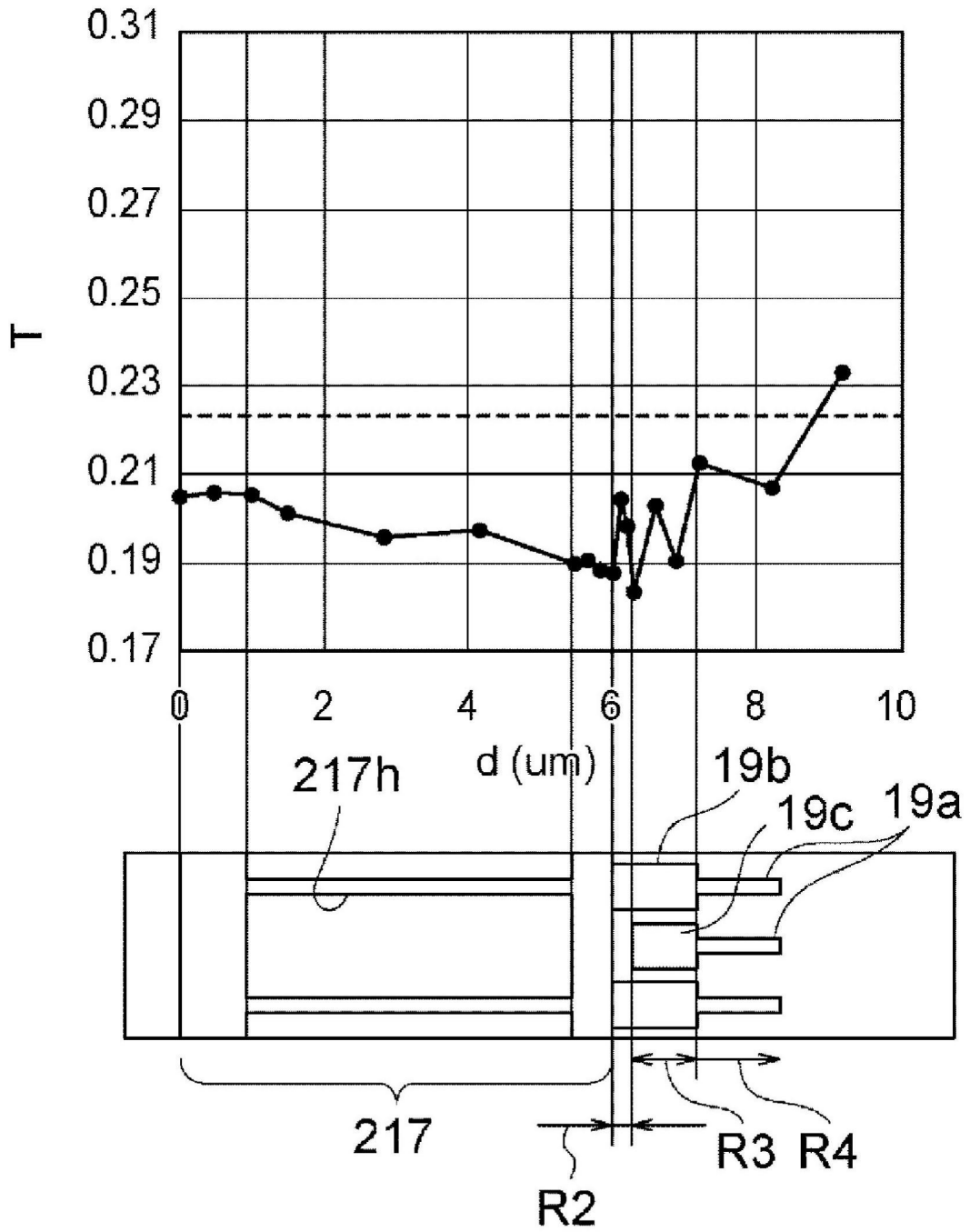


图16A

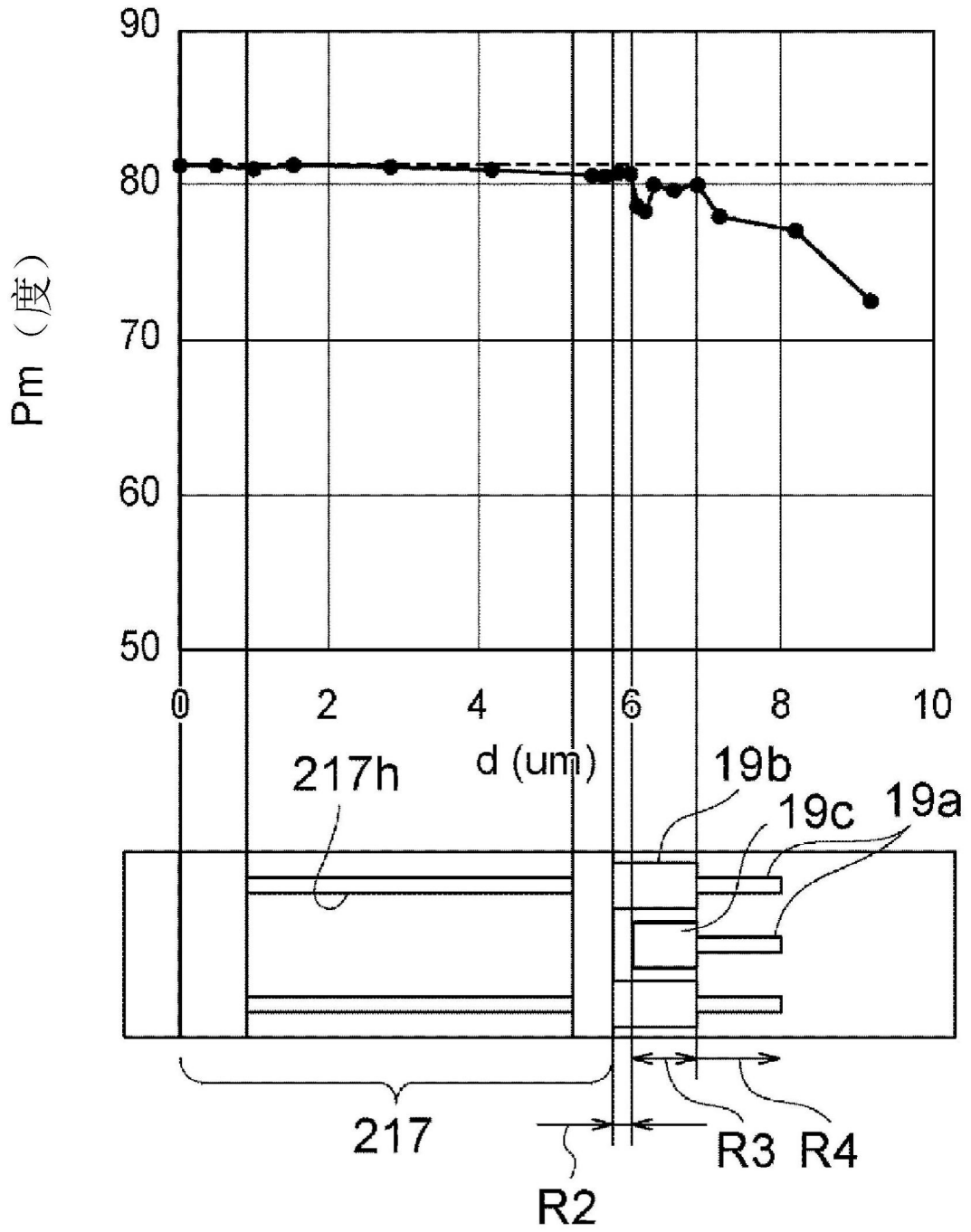


图16B

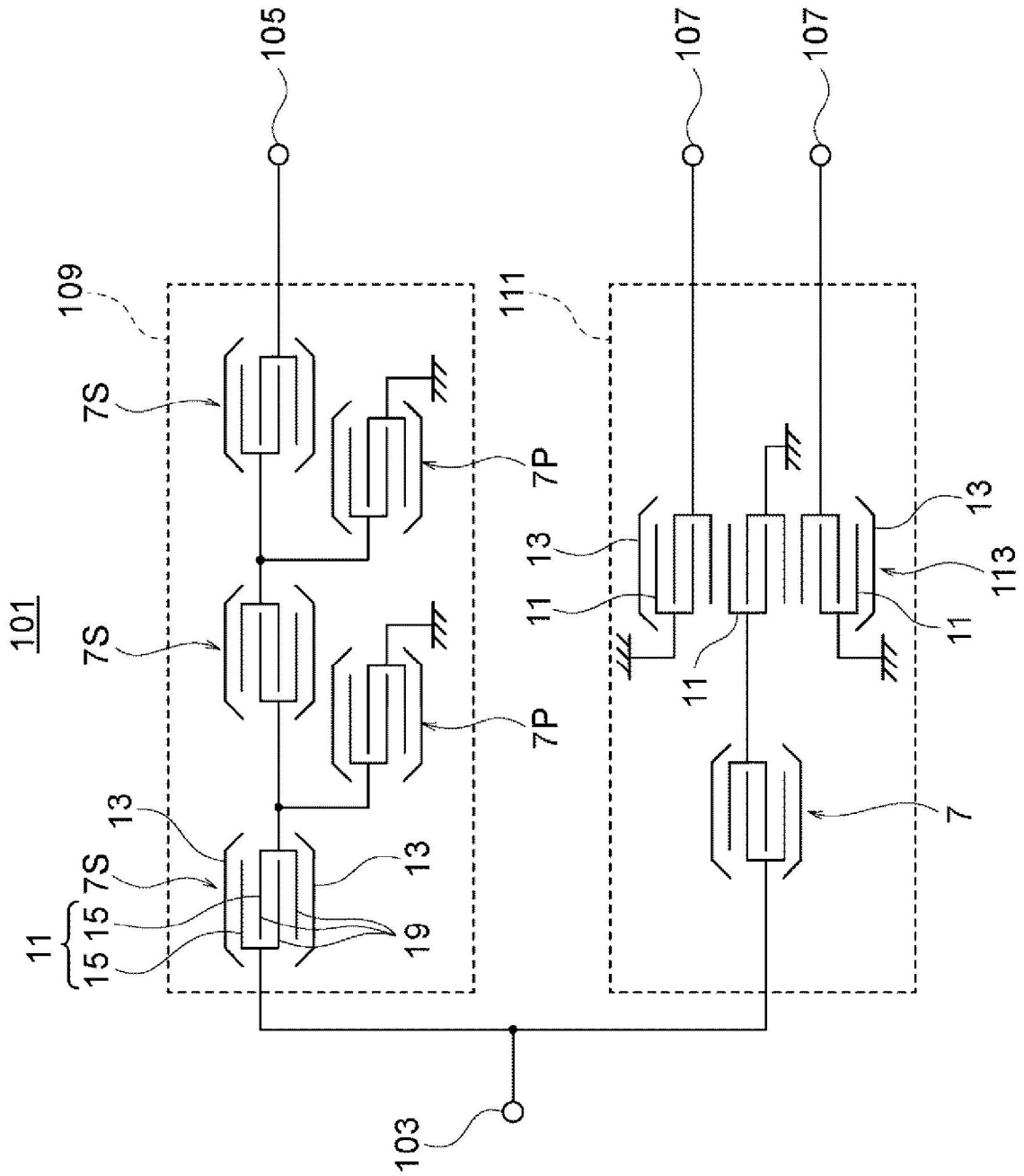


图17

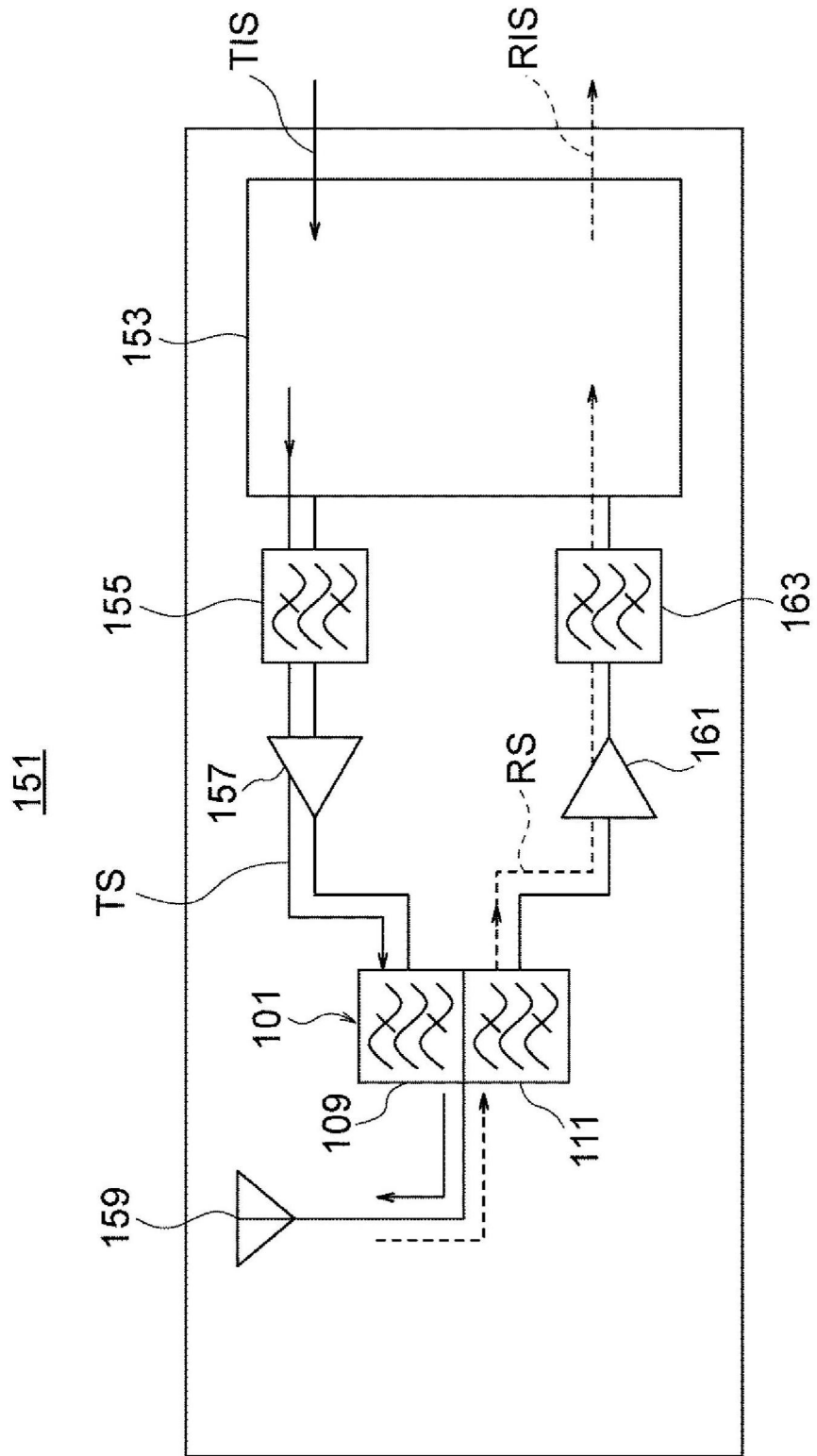


图18