



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107773271 A

(43)申请公布日 2018.03.09

(21)申请号 201710709559.5

B06B 3/00(2006.01)

(22)申请日 2017.08.17

(30)优先权数据

2016-163344 2016.08.24 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 宫泽弘 伊藤浩 中村友亮

山田昌佳 清濑摄内 船坂司

(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 张永明 玉昌峰

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

A61B 8/06(2006.01)

B06B 1/06(2006.01)

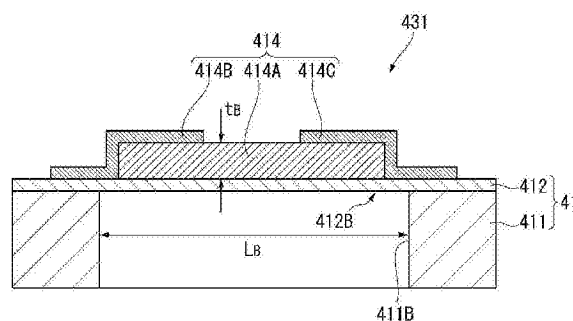
权利要求书2页 说明书17页 附图16页

(54)发明名称

超声波器件、超声波组件以及超声波测定装置

(57)摘要

本发明提供了超声波的发送接收效率高的超声波器件、超声波组件以及超声波测定装置。超声波器件具备：基板，具有第一开口和第二开口；支撑膜，设置在所述基板上，所述支撑膜将所述第一开口和所述第二开口堵塞；发送用压电膜，设置在所述支撑膜上，且当从所述基板的厚度方向观察时，设置于与所述第一开口重叠的位置，在所述基板的厚度方向上被一对电极夹着；以及接收用压电膜，设置在所述支撑膜上，且当从所述基板的厚度方向观察时，设置于与所述第二开口重叠的位置，在与所述基板的厚度方向交叉的交叉方向上被一对电极夹着，相对于所述基板的厚度方向的所述接收用压电膜的膜厚尺寸小于所述发送用压电膜的膜厚尺寸。



1. 一种超声波器件,其特征在于,具备:
基板,具有第一开口和第二开口;
支撑膜,设置在所述基板上,所述支撑膜将所述第一开口和所述第二开口堵塞;
发送用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第一开口重叠的位置,在所述基板的厚度方向上被一对电极夹着;以及
接收用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第二开口重叠的位置,在与所述基板的厚度方向交叉的交叉方向上被一对电极夹着,
相对于所述基板的厚度方向的所述接收用压电膜的膜厚尺寸小于所述发送用压电膜的膜厚尺寸。
2. 根据权利要求1所述的超声波器件,其特征在于,
所述发送用压电膜的膜厚尺寸是300nm以上1800nm以下,
所述接收用压电膜的膜厚尺寸是80nm以上。
3. 根据权利要求1或2所述的超声波器件,其特征在于,
所述支撑膜包括:将所述第一开口堵塞的第一振动部、和将所述第二开口堵塞的第二振动部,
发送换能器构成为包括所述第一振动部和所述发送用压电膜,
接收换能器构成为包括所述第二振动部和所述接收用压电膜,
所述发送换能器的固有频率与所述接收换能器的固有频率不同。
4. 根据权利要求3所述的超声波器件,其特征在于,
所述发送换能器的固有频率与所述接收换能器的固有频率之差是0.2MHz以上0.8MHz以下。
5. 根据权利要求3或4所述的超声波器件,其特征在于,
所述接收换能器的固有频率小于所述发送换能器的固有频率。
6. 一种超声波组件,其特征在于,具备超声波器件和收纳所述超声波器件的箱体,
所述超声波器件具备:基板,具有第一开口和第二开口;支撑膜,设置在所述基板上,所述支撑膜将所述第一开口和所述第二开口堵塞;发送用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第一开口重叠的位置,在所述基板的厚度方向上被一对电极夹着;以及接收用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第二开口重叠的位置,在与所述基板的厚度方向交叉的交叉方向上被一对电极夹着,
相对于所述基板的厚度方向的所述接收用压电膜的膜厚尺寸小于所述发送用压电膜的膜厚尺寸。
7. 一种超声波测定装置,其特征在于,具备超声波器件和控制所述超声波器件的控制部,
所述超声波器件具备:基板,具有第一开口和第二开口;支撑膜,设置在所述基板上,所述支撑膜将所述第一开口和所述第二开口堵塞;发送用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第一开口重叠的位置,在所述基板的厚度方向上被一对电极夹着;以及接收用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第二开口重叠的位置,在与所述基板的厚度方向交叉的交叉方向

上被一对电极夹着，

相对于所述基板的厚度方向的所述接收用压电膜的膜厚尺寸小于所述发送用压电膜的膜厚尺寸。

超声波器件、超声波组件以及超声波测定装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声波器件、超声波组件以及超声波测定装置等。

背景技术

[0002] 以往,作为进行超声波的发送处理和接收处理的超声波换能器,已知具备被一对电极夹着的压电体、使用了对电极间施加电压而使压电体本身振动来发送超声波或者通过检测来自被输入超声波的压电体的输出电压而接收超声波的、所谓的堆积型压电体的超声波换能器。但是,这种堆积型压电体需要较厚地形成压电体的厚度尺寸,难以实现薄型化或小型化。

[0003] 相对于此,已知由振动膜和压电膜构成的使用了薄膜型压电膜的超声波换能器(例如参照专利文献1),上述振动膜以覆盖具有开口的支撑体的上述开口的方式设置,上述压电膜设置于振动膜上,被一对电极夹着。

[0004] 在这种超声波换能器中,通过向电极间施加电压而使振动膜振动来发送超声波,利用通过振动膜的振动而从压电膜输出的电压来检测超声波的接收。这种通过薄膜型压电体使振动膜振动的超声波换能器与堆积型超声波换能器相比,能大幅度地缩小相对于超声波的发送接收方向的厚度尺寸,能够实现超声波测定装置的薄型化和小型化。

[0005] 【现有技术文献】

[0006] 【专利文献】

[0007] 专利文献1:日本特开2002—271897号公报

[0008] 然而,薄膜型超声波换能器在通过振动膜的振动发送超声波后,由于利用反射的超声波振动的振动膜而使压电膜变形,从而检测超声波的接收。在该情况下,当发送超声波时,通过使振动膜较大地移位从而输出高输出的超声波,当接收超声波时,在振动膜的振动小的情况下也需要以高灵敏度检测振动而检测超声波的接收。因而,为了成为与各个功能相应的特性,需要构成发送用超声波换能器和接收用换能器。

[0009] 另外,优选专利文献1中记载的超声波换能器为了提高接收超声波时的接收灵敏度而增大一对电极间的距离。但是,专利文献1中记载的超声波换能器的一对电极间的距离成为压电膜的膜厚尺寸,在增大一对电极间的距离上存在界限。即,当过度地增大压电膜的膜厚尺寸时,由于压电膜的刚性而阻碍振动膜的移位,接收灵敏度会降低。

[0010] 如上所示,当将上述专利文献1中记载的超声波换能器作为发送接收兼用的超声波换能器或者在发送用和接收用中使用同一构成的超声波换能器时,存在超声波的发送接收效率降低的课题。

发明内容

[0011] 本发明的目的之一在于提供超声波的发送接收效率高的超声波器件、超声波组件以及超声波测定装置,以下说明能达到该目的的应用例和实施方式。

[0012] 一应用例的超声波器件的特征在于具备:基板,具有第一开口和第二开口;支撑

膜,设置在所述基板上,所述支撑膜将所述第一开口和所述第二开口堵塞;发送用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第一开口重叠的位置,在所述基板的厚度方向上被一对电极夹着;以及接收用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第二开口重叠的位置,在与所述基板的厚度方向交叉的交叉方向上被一对电极夹着,相对于所述基板的厚度方向的所述接收用压电膜的膜厚尺寸小于所述发送用压电膜的膜厚尺寸。

[0013] 在本应用例中,超声波器件具备发送用超声波换能器(发送换能器)和接收用超声波换能器(接收换能器)。发送换能器包括:覆盖基板的第一开口的支撑膜(作为支撑膜的与第一开口重叠的区域的第一振动部)、发送用压电膜以及从膜厚方向夹着发送用压电膜的一对电极(发送用电极)。接收换能器包括:覆盖基板的第二开口的支撑膜(作为支撑膜的与第二开口重叠的区域的第二振动部)、接收用压电膜以及从与膜厚方向交叉的交叉方向夹着接收用压电膜的一对电极(接收用电极)。并且,接收用压电膜比发送用压电膜较薄地形成膜厚。

[0014] 在使用使配置在振动膜上的压电膜驱动来进行超声波的发送接收的超声波换能器来发送超声波的情况下,当将规定的驱动电压施加到电极间时,需要增大压电膜的移位量。在该情况下,移位量定性地与电极间的距离成反比,因此缩小电极间的距离。另一方面,在通过超声波换能器接收超声波的情况下,需要根据微小的振动膜的移位得到大的信号(检测信号)。在该情况下,检测信号的信号值定性地与电极间的距离成正比,因此增大电极间的距离。

[0015] 在此,在本应用例中,在发送换能器中,成为一对发送用电极从膜厚方向夹着发送用压电膜的构成,因此发送用电极间的距离与发送用压电膜的膜厚尺寸相同。由此,能充分地提高发送灵敏度(施加了规定电压时的振动膜的移位量(挠曲量))。

[0016] 另外,在接收换能器中,成为一对接收用电极从交叉方向夹着接收用压电膜的构成。在该情况下,例如与从膜厚方向以一对接接收用电极夹着接收用压电膜的构成相比,能增大一对接接收用电极间的距离。因而,能提高接收灵敏度。

[0017] 即,在本应用例中,发送换能器和接收换能器分别作为个体设置,从而能在发送换能器中设为适合超声波的发送的特性,在接收换能器中设为适合超声波的接收的特性。另外,在与接收用压电膜的厚度方向交叉的交叉方向上配置夹着接收用压电膜的电极,从而与设为在接收用压电膜的厚度方向上配置电极来夹着接收用压电膜的构成的情况相比,能显著地提高接收灵敏度。

[0018] 另外,本申请发明的发明人将对发送换能器施加了规定电压时的第一振动部的变形量(nm)与接收换能器的接收灵敏度(nV/Pa)的乘积定义为超声波器件的超声波的发送接收的性能指数(nm·nV/Pa),发现该性能指数越高,超声波器件的发送接收效率越高。并且,在本应用例中,在上述构成的发送换能器和接收换能器中,接收用压电膜的膜厚尺寸小于发送用压电膜的膜厚尺寸。在该情况下,例如与发送用压电膜的膜厚尺寸小于接收用压电膜的膜厚尺寸的情况相比,性能指数变高。即,在具备上述那样的发送换能器和接收换能器的超声波器件中,能通过使接收用压电膜的膜厚尺寸小于发送用压电膜的膜厚尺寸来提高发送接收效率。

[0019] 在本应用例的超声波器件中,优选所述发送用压电膜的膜厚尺寸是300nm以上

1800nm以下,所述接收用压电膜的膜厚尺寸是80nm以上。

[0020] 在本应用例中,能抑制发送用压电膜和接收用压电膜的绝缘破坏且能得到高发送接收效率的超声波器件。

[0021] 即,发送换能器是通过在ZrO₂等的振动膜上按一对发送用电极中的一方(下部发送用电极)、发送用压电膜(PZT)、一对发送用电极中的另一方(上部发送用电极)的顺序成膜而形成的。此时,当烧制发送用压电膜(PZT)的成膜时,Pb原子有时会向下部发送用电极侧扩散。一般Pb原子的扩散在下部发送用电极与振动膜(ZrO₂)的界面停止,但由于Pb原子的扩散,会在发送用压电膜的整个区域产生Pb缺陷,诱发氧缺陷。在该情况下,例如在极化处理等中,当施加极化电压时以氧缺陷为泄漏路径,电子的跳跃传导增大,最终发生绝缘破坏,耐压降低。

[0022] 在此,若使发送用压电膜的膜厚尺寸小于300nm,则绝缘破坏的发生风险提高,超声波器件的可靠性降低。另外,在膜厚尺寸超过1800nm的情况下,由于发送用压电膜的刚性的影响,振动膜不易挠曲,发送灵敏度降低。而在发送用压电膜的膜厚是上述范围的情况下,能降低绝缘破坏的发生风险,且还能抑制发送灵敏度的降低。

[0023] 另一方面,在接收换能器中,当进行极化处理时,对在交叉方向上配置的一对接收用电极间施加极化电压。如上所述,接收用电极间的距离成为足够大的距离,因此耐压也变得足够高。因而,接收换能器的接收用压电膜的膜厚即使小于发送用压电膜,绝缘破坏的发生风险也小。但是,当接收用压电膜的膜厚小于80nm时,成膜时的Pb原子会向成膜气氛中扩散,与此同时还产生氧缺陷,极化处理时的绝缘破坏的发生风险变高。而如本应用例所示,通过将接收用压电膜的膜厚设为80nm以上,能抑制极化处理时的绝缘破坏。

[0024] 优选在本应用例的超声波器件中,所述支撑膜包括:将所述第一开口堵塞的第一振动部、和将所述第二开口堵塞的第二振动部,发送换能器构成为包括所述第一振动部和所述发送用压电膜,接收换能器构成为包括所述第二振动部和所述接收用压电膜,所述发送换能器的固有频率与所述接收换能器的固有频率不同。

[0025] 在本应用例中,发送换能器与接收换能器的固有频率不同。如上所述,在本应用例中,从发送换能器发送超声波,用接收换能器接收被对象物反射的超声波,此时,若使发送换能器与接收换能器的固有频率一致,则当从发送换能器发送了超声波时,接收换能器发生共振。在该情况下,从接收换能器输出包含噪声成分的输出电压,对超声波的接收精度产生影响。而在本应用例中,发送换能器与接收换能器的固有频率分别不同。由此,当发送了超声波时,能抑制接收换能器的共振,能抑制在输出电压中包含噪声的质量下降。

[0026] 优选在本应用例的超声波器件中,所述发送换能器的固有频率与所述接收换能器的固有频率之差是0.2MHz以上0.8MHz以下。

[0027] 在发送换能器与接收换能器的固有频率之差不到0.2MHz的情况下,如上所述,当发送超声波时,由于接收换能器共振,所以在输出电压中较多地包含噪声,接收换能器的接收精度降低。另一方面,在发送换能与接收换能器的固有频率之差超过0.8MHz的情况下,通过发送换能器发送的超声波的频率与能用接收换能器适当地接收的超声波的频率之差变大,接收换能器的接收精度降低。

[0028] 而在本应用例中,如上所述,通过将发送换能器与接收换能器的固有频率之差设为0.2MHz以上0.8MHz以下,能减小噪声成分且能用接收换能器以高接收灵敏度接收从发送

换能器发送的超声波的反射波,能实现超声波器件的超声波的发送接收效率的提高。

[0029] 优选在本应用例的超声波器件中,所述接收换能器的固有频率小于所述发送换能器的固有频率。

[0030] 在本应用例中,接收换能器的固有频率小于发送换能器的固有频率。即,在从发送换能器发送超声波而用接收换能器接收被对象物反射的超声波的情况下,被反射的超声波与发送了的超声波相比较大地衰减。因而,在超声波测定中,需要进一步提高接收换能器的接收灵敏度。在本应用例中,减小接收换能器的固有频率。此外,既可以增大第二开口的开口宽度,也可以减小接收用压电膜的膜厚尺寸。由此,接收换能器的第二振动部易于挠曲,能提高接收灵敏度。

[0031] 一应用例的超声波组件的特征在于,具备超声波器件和收纳所述超声波器件的箱体,所述超声波器件具备:基板,具有第一开口和第二开口;支撑膜,设置在所述基板上,所述支撑膜将所述第一开口和所述第二开口堵塞;发送用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第一开口重叠的位置,在所述基板的厚度方向上被一对电极夹着;以及接收用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第二开口重叠的位置,在与所述基板的厚度方向交叉的交叉方向上被一对电极夹着,相对于所述基板的厚度方向的所述接收用压电膜的膜厚尺寸小于所述发送用压电膜的膜厚尺寸。

[0032] 在本应用例中,如上所述,能提高超声波器件的发送接收效率。因而,在收纳了这种超声波器件的超声波组件中也能起到同样的作用效果,当进行超声波的发送接收处理时,能提高发送接收效率。

[0033] 一应用例的超声波测定装置的特征在于,具备超声波器件和控制所述超声波器件的控制部,所述超声波器件具备:基板,具有第一开口和第二开口;支撑膜,设置在所述基板上,所述支撑膜将所述第一开口和所述第二开口堵塞;发送用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第一开口重叠的位置,在所述基板的厚度方向上被一对电极夹着;以及接收用压电膜,设置在所述支撑膜上,且当从所述基板的厚度方向观察时,设置于与所述第二开口重叠的位置,在与所述基板的厚度方向交叉的交叉方向上被一对电极夹着,相对于所述基板的厚度方向的所述接收用压电膜的膜厚尺寸小于所述发送用压电膜的膜厚尺寸。

[0034] 在本应用例中,如上所述,能提高超声波器件的发送接收效率。因而,通过控制部控制这种超声波器件,从而能通过发送接收效率高的超声波的发送接收处理来实施精度高的超声波测定,例如在基于超声波测定的测定结果取得对象物的内部断层图像的情况下,能取得精度高的内部断层图像。

附图说明

[0035] 图1是表示本发明的第一实施方式的超声波测定装置的概略构成的立体图。

[0036] 图2是表示本实施方式的超声波测定装置的概略构成的框图。

[0037] 图3是表示本实施方式的超声波探测器的概略构成的截面图。

[0038] 图4是表示本实施方式的超声波器件的概略构成的俯视图。

[0039] 图5是本实施方式的发送换能器的放大俯视图。

- [0040] 图6是本实施方式的接收换能器的放大俯视图。
- [0041] 图7是本实施方式的发送换能器的截面图。
- [0042] 图8是本实施方式的接收换能器的截面图。
- [0043] 图9是表示超声波换能器的开口的开口宽度与超声波换能器的固有频率的关系的图。
- [0044] 图10是表示发送换能器的发送用压电膜的膜厚尺寸与发送灵敏度的关系的图。
- [0045] 图11是表示接收换能器的接收用压电膜的膜厚尺寸与接收灵敏度的关系的图。
- [0046] 图12是表示第一开口和第二开口为 $30\mu\text{m}$ 时的、发送用压电膜的膜厚尺寸、接收用压电膜的膜厚尺寸以及性能指数的关系(CAV宽度 $30\mu\text{m}$;发送接收元件的PZT膜厚与性能指数的关系)的图。
- [0047] 图13是表示第一开口和第二开口为 $35\mu\text{m}$ 时的、发送用压电膜的膜厚尺寸、接收用压电膜的膜厚尺寸以及性能指数的关系(CAV宽度 $35\mu\text{m}$;发送接收元件的PZT膜厚与性能指数的关系)的图。
- [0048] 图14是表示第一开口和第二开口为 $40\mu\text{m}$ 时的、发送用压电膜的膜厚尺寸、接收用压电膜的膜厚尺寸以及性能指数的关系(CAV宽度 $40\mu\text{m}$;发送接收元件的PZT膜厚与性能指数的关系)的图。
- [0049] 图15是表示第一开口和第二开口为 $45\mu\text{m}$ 时的、发送用压电膜的膜厚尺寸、接收用压电膜的膜厚尺寸以及性能指数的关系(CAV宽度 $45\mu\text{m}$;发送接收元件的PZT膜厚与性能指数的关系)的图。
- [0050] 图16是表示现有例的超声波换能器的性能指数的图。
- [0051] 图17是表示接收换能器的变形例的图。
- [0052] 图18是表示接收换能器的其它变形例的图。
- [0053] 符号说明
- [0054] 1:超声波测定装置;2:超声波探测器;4:超声波器件;10:控制装置;22:超声波传感器;41:元件基板;42:超声波发送部;43:超声波接收部;63:极化电压输出部;143:极化控制部;411:元件基板;411A:第一开口;411B:第二开口;411C:隔壁部;412:支撑膜;412A:第一振动部;412B:第二振动部;413:发送压电元件;413A:下部电极;413B:发送用压电膜;413C:上部电极;414:接收压电元件;414A:接收用压电膜;414B:第一电极;414C:第二电极;421:发送换能器;431:接收换能器;G1:间距;L_A:第一开口的开口宽度;L_B:第二开口的开口宽度;SL:信号线;f_A:固有频率;f_B:固有频率;t_A:膜厚尺寸;t_B:膜厚尺寸。

具体实施方式

- [0055] 以下,基于附图说明本实施方式的超声波测定装置。
- [0056] [超声波测定装置的构成]
- [0057] 图1是表示本实施方式的超声波测定装置1的概略构成的立体图。图2是表示本实施方式的超声波测定装置1的概略构成的框图。
- [0058] 如图1所示,本实施方式的超声波测定装置1具备超声波探测器2和经由电缆3电连接到超声波探测器2的控制装置10。
- [0059] 该超声波测定装置1使超声波探测器2抵接到对象物(例如生物)的表面,从超声波

探测器2向生物内送出超声波。另外,用超声波探测器2接收被对象物(生物)内的器官反射的超声波,基于该接收信号取得例如生物内的内部断层图像,或者测定生物内器官的状态(例如血流等)。

[0060] [超声波探测器的构成]

[0061] 图3是表示超声波探测器2的概略构成的截面图。

[0062] 超声波探测器2是超声波组件,具备箱体21和超声波传感器22。

[0063] [箱体的构成]

[0064] 如图1所示,箱体21形成为俯视为矩形的箱状,收纳超声波传感器22。在与箱体21的厚度方向正交的一个面(传感器面21A)中设置有传感器窗21B,超声波传感器22的一部分(后述的声透镜7)露出。另外,在箱体21的一部分(在图1所示的例子中为侧面)设置有通过孔,电缆3经由通过孔插入箱体21的内部。该电缆3虽省略图示,但在箱体21的内部连接到超声波传感器22(后述的电路板6)。

[0065] 此外,在本实施方式中,示出使用电缆3连接超声波探测器2与控制装置10的构成例,但不限于此,例如既可以通过无线通信连接超声波探测器2与控制装置10,也可以在超声波探测器2内设置有控制装置10的各种构成。

[0066] [超声波传感器的构成]

[0067] 如图3所示,超声波传感器22具备超声波器件4、电路板6和声透镜7。后述在电路板6设置有用于控制超声波器件4的驱动电路等,超声波器件4例如经由柔性基板等配线构件5电连接到电路板6。在该超声波器件4的超声波发送接收侧的面中设置有声透镜7,该声透镜7从箱体21的一面侧露出到外部。

[0068] [超声波器件的构成]

[0069] 图4是表示超声波器件4的一例的俯视图。

[0070] 在以下的说明中,如后所述将具有一维阵列结构的超声波器件4的扫描方向设为X方向,将与扫描方向交叉(例如在本实施方式中为正交)的切片方向设为Y方向。

[0071] 超声波器件4具备超声波发送部42、超声波接收部43、信号线SL、共用电极线CL、第一信号端子SA、第二信号端子SB以及共用端子CA。

[0072] 它们之中的超声波发送部42具有作为发送用超声波换能器的多个发送换能器421,这些多个发送换能器421构成为沿着Y方向配置。另外,超声波接收部43具有作为接收用超声波换能器的多个接收换能器431,这些多个接收换能器431构成为沿着Y方向配置。

[0073] 此外,在本实施方式的超声波器件4中,多个超声波发送部42和超声波接收部43在X方向上交替配置,在X方向上相邻的1组超声波发送部42作为1个发送信道发挥功能。另外,各超声波接收部43作为1个接收信道发挥功能。

[0074] 图5是发送换能器421的放大俯视图,图6是接收换能器431的放大俯视图。另外,图7是用图5的A—A线切断的发送换能器421的放大截面图,图8是用图6的B—B线切断的接收换能器431的放大截面图。

[0075] 如图7和图8所示,超声波器件4具备元件基板411、设置在元件基板411上的支撑膜412、设置在支撑膜412上的发送压电元件413、以及设置在支撑膜412上的接收压电元件414。

[0076] 元件基板411例如是Si等的半导体基板。在该元件基板411中设置有第一开口411A

和第二开口411B,上述第一开口411A设置于与各发送换能器421的配置位置重叠的位置,上述第二开口411B设置于与各接收换能器431的配置位置重叠的位置。这些第一开口411A和第二开口411B被设置于元件基板411的背面41A侧的支撑膜412堵塞。此外,后述关于第一开口411A和第二开口411B的开口宽度(开口面积)的说明。

[0077] Si基板的面取向只要是(100)、(110)、(111)中的任意一个即可。另外,元件基板411可以包括SOI(Silicon On Insulator:硅绝缘体)等复合基板。而且,元件基板411可以是铝、 Ga_2O_3 、 GaN 。

[0078] 支撑膜412包括例如 SiO_2 的单层、 SiO_2 、 ZrO_2 以及YSZ(钇稳定化锆)的层叠体等,覆盖元件基板411的整个背面41A侧设置。该支撑膜412的厚度尺寸成为相对于元件基板411足够小的厚度尺寸。 SiO_2 的杨氏模量是75GPa程度。另外, ZrO_2 的杨氏模量是200GPa程度。

[0079] 在此,如图5和图7所示,当从支撑膜412中的、元件基板411和支撑膜412的厚度方向观察时,与第一开口411A(发送换能器421)重叠的区域构成第一振动部412A。另外,如图6和图7所示,当从支撑膜412中的、元件基板411和支撑膜412的厚度方向观察时,与第二开口411B(接收换能器431)重叠的区域构成第二振动部412B。即,第一振动部412A由包围第一开口411A的隔壁部411C支撑,第二振动部412B由包围第二开口411B的隔壁部411C支撑。

[0080] 发送压电元件413与堵塞第一开口411A的第一振动部412A一起构成发送换能器421。

[0081] 如图5和图7所示,该发送压电元件413是下部电极413A、发送用压电膜413B以及上部电极413C的层叠体,设置在第一振动部412A上。

[0082] 下部电极413A构成在元件基板411的厚度方向上夹着发送用压电膜413B的一对电极的一方,上部电极413C构成上述一对电极的另一方。

[0083] 下部电极413A形成为沿着Y方向的直线状,跨多个发送换能器421设置。因而,在Y方向上排列的发送换能器421中,下部电极413A成为相同电位。该下部电极413A如图4所示例如通过信号线SL连接到配置于支撑膜412的 $\pm Y$ 侧的外周部的对应的第一信号端子SA,在第一信号端子SA中电连接到电路基板6。

[0084] 在本实施方式中,将2个Y方向的超声波发送部42作为1组,构成1个发送信道。因而,如图4所示,相邻的2个超声波发送部42连接到同一第一信号端子SA。

[0085] 发送用压电膜413B由PZT(锆钛酸铅)等压电体的薄膜形成,以在第一振动部412A上覆盖下部电极413A的方式构成。

[0086] 上部电极413C形成为沿着X方向的直线状,跨在X方向上排列的多个发送换能器421设置。另外,各上部电极413C被共用电极线CL连接,例如连接到设置于支撑膜412的外周部(例如 $\pm Y$ 侧)的共用端子CA(参照图4),在共用端子CA中电连接到电路基板6。此外,该共用电极线CL还连接到接收换能器431的第二电极414C。即,在本实施方式中,连接到共用电极线CL的上部电极413C和第二电极414C相互连接,被施加同一共用电压。

[0087] 接收压电元件414与堵塞第二开口411B的第二振动部412B一起构成接收换能器431。

[0088] 如图6和图8所示,该接收压电元件414是具备接收用压电膜414A以及设置在接收用压电膜414A上的第一电极414B及第二电极414C的层叠体,设置在第二振动部412B上。

[0089] 第一电极414B构成在与元件基板411的厚度方向交叉的交叉方向(在本实施方式

中为与Z方向正交的X方向)上夹着接收用压电膜414A的一对电极中的一方,第二电极414C构成另一方。

[0090] 接收用压电膜414A由压电体的薄膜形成,配置在第二振动部412B上。作为接收用压电膜414A,优选包括钙钛矿型过渡金属氧化物,更优选与发送用压电膜413B同样是PZT等包含Pb、Zr和Ti的钙钛矿型过渡金属氧化物。此外,接收用压电膜414A不限于PZT,可以是BiFeMnO₃-BaTiO₃、KNaNbO₃等无铅材料。用于发送用压电膜413B或接收用压电膜414A的PZT的杨氏模量在薄膜中是80GPa程度。这种包括钙钛矿型过渡金属氧化物(特别是PZT)的接收用压电膜414A的压电特性(压电e常数)特别高,当接收用压电膜414A变形时,输出的电信号变大。

[0091] 在本说明书的模拟试验中使用的压电体PZT的压电常数 e_{ij} 、相对介电常数 ϵ_{ij} 、刚性 c_{ij} 的值采用PZT-5H的数据。已知薄膜(通过溅射等形成的膜)的PZT具有与块状(从烧结体切出的尺寸较大的固体)的PZT大致同等的物理常数。

[0092] 第一电极414B配置于接收用压电膜414A的上面(-Z侧的端面)的-X侧并在-X侧延伸设置。另外,如图4所示,构成1个接收信道的超声波接收部43所包含的第一电极414B由信号线SL相互接线。并且,连接到第一电极414B的信号线SL连接到配置于元件基板411的支撑膜412的±Y侧的外周部的对应的第二信号端子SB,在第二信号端子SB中电连接到电路基板6。

[0093] 第二电极414C配置于接收用压电膜414A的上面的+X侧并在+X侧延伸设置。第二电极414C的前端在Y方向上延伸出来而连接到共用电极线CL。因而,与发送换能器421的上部电极413C同样地对第二电极414C施加共用电压。

[0094] 从导电性、材料的稳定性以及向PZT的薄膜应力的观点出发,优选下部电极413A、上部电极413C、第一电极414B和第二电极414C将Ti、Ir、TiO₂、IrO₂、Pt中的1个或者多个材料复合后使用。这些各电极413A、413C、414B、414C的杨氏模量是200GPa程度。

[0095] 在这种构成的超声波器件4中,对下部电极413A和上部电极413C之间施加规定频率的矩形波电压,由此,第一振动部412A振动,从发送换能器421发送超声波。另外,当第二振动部412B由于被生物反射的超声波而振动时,从夹着接收用压电膜414A的第一电极414B输出与接收用压电膜414A的变形量相应的输出电压,检测超声波的接收。

[0096] 另外,虽省略图示,但在支撑膜412的与元件基板411相反的一侧配置有加强板。该加强板例如利用树脂层等与位于元件基板411的隔壁部411C上的支撑膜412接合,加强元件基板411和支撑膜412。

[0097] 而且,在元件基板411的第一开口411A和第二开口411B中填充由硅等构成的声匹配层,在该声匹配层上设置声透镜7。

[0098] [发送换能器和接收换能器的尺寸]

[0099] 接着,在下面说明上述那样的发送换能器421和接收换能器431的尺寸。

[0100] 此外,在下面的说明中,图9~图17是基于有限元法并使用COMSOL Multiphysics(注册商标:COMSOL公司)计算而得到的结果。在COMSOL Multiphysics中,将结构计算和压电计算作为多物理场相连而计算。

[0101] 图9是表示超声波换能器的开口(第一开口411A、第二开口411B)的开口宽度与超声波换能器的固有频率(能发送接收的超声波的频率)的关系的图。

[0102] 一般进行向生物的超声波测定时的超声波的频率是2.5~10MHz程度。在超声波换能器(发送换能器421、接收换能器431)中,在发送接收上述2.5~10MHz的超声波的情况下,如图9所示,与该频率对应的开口宽度(短轴方向的宽度尺寸)成为30 μ m~45 μ m程度。因而,在以下的说明中,说明使第一开口411A和第二开口411B的开口宽度在30 μ m~45 μ m的范围内变化时的、发送换能器421和接收换能器431的各特性。

[0103] 图10是表示发送换能器421的发送用压电膜413B的膜厚尺寸与发送灵敏度的关系的图。此外,在此描述的发送灵敏度表示将规定的驱动电压(例如25V)施加到下部电极413A和上部电极413C之间时的发送用压电膜413B的变形量(开口方向、即向支撑膜412的厚度方向的挠曲量(nm))。

[0104] 图10是基于有限元法的模拟试验结果。当将发送用压电膜413B的膜厚尺寸设为 t_A 、将对下部电极413A和上部电极413C之间施加的驱动电压设为 V_1 、将电极间的介电常数(发送用压电膜的介电常数)设为 ϵ 、将发送用压电膜413B的压电常数设为 e 时,施加了驱动电压 V_1 时的发送用压电膜413B的变形量 η (发送灵敏度)能定性用 $\eta = \epsilon (V_1/t_A) e$ 表示。通过基于有限元法的多物理场的模拟试验将施加了驱动电压 V_1 时的发送用压电膜413B的、在物理上更准确的变形量 η (发送灵敏度)作为图10而得到。

[0105] 因而,膜厚尺寸 t_A 越增大,发送灵敏度越降低。在此,在膜厚尺寸 t_A 不到300nm的情况下,例如由于极化处理时的极化电压或驱动电压的施加而有可能发生绝缘破坏,因此不是优选的。

[0106] 即,在发送换能器421中,在支撑膜412(例如ZrO₂)上形成例如包括Pt和Ir氧化物的层叠结构的下部电极413A,在其上层形成基于PZT的发送用压电膜413B。在此,当进行PZT的成膜烧制时,施加700 $^{\circ}$ C前后的温度。此时,发生PZT的Pb原子向下部电极413A侧扩散的现象。Pb原子的扩散在下部电极413A与支撑膜412(ZrO₂)的界面停止,在PZT内(发送用压电膜413B)的整个区域产生Pb缺陷。该Pb缺陷引发氧缺陷,例如当对发送用压电膜413B施加极化电压而进行极化处理时,以氧缺陷为泄漏路径而使电子的跳跃传导增大,最终有可能发生绝缘破坏且耐压降低。为了抑制这种绝缘破坏,优选发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 设为300nm以上。另外,在实际形成发送用压电膜413B的情况下,需要考虑制造时的不匀。因而,为了考虑制造范围后确保耐压性,如图10所示,更优选将膜厚尺寸 t_A 设为500nm以上。

[0107] 另一方面,在膜厚尺寸超过1800nm的情况下,由于发送用压电膜413B的刚性的影响而使第一振动部412A不易挠曲(发送灵敏度降低)。特别是在超声波测定装置1中,从发送换能器421发送的超声波在生物内衰减,衰减后的反射超声波被接收换能器431接收。在该情况下,作为发送换能器421的发送灵敏度,优选将第一振动部412A的挠曲量确保至少约120nm以上。在第一开口411A的开口宽度成为发送灵敏度最低的30 μ m的情况下,为了满足上述条件,作为发送用压电膜413B的膜厚尺寸,优选设为1800nm以下。

[0108] 即,在本实施方式中,发送用压电膜413B优选膜厚尺寸 t_A 在300nm以上1800nm以下的范围、更优选在500nm以上1800nm以下的范围内形成。

[0109] 图11是表示通过使用了有限元法的多物理场的模拟试验得到的接收灵敏度的图。在图11中,示出接收换能器431的接收用压电膜414A的膜厚尺寸与接收灵敏度(nV/Pa)的关系。

[0110] 当将接收用压电膜414A的变形量设为 η 、将电极间的间距 G_1 (参照图6)的距离设为

g、将电极间的介电常数(接收用压电膜的介电常数)设为 ϵ 、将接收用压电膜414A的压电常数设为 e 时,在接收换能器431中从第一电极414B输出的输出电压 V_2 定性地成为 $V_2 = \eta g e / \epsilon$ 。即,可明确的是,接收灵敏度在不考虑接收用压电膜414A的刚性的情况下,不取决于接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 而成为固定的。

[0111] 但是,当增大膜厚尺寸 t_B 时,第二振动部412B的刚性也变大而不易挠曲。因而,接收换能器431的接收灵敏度如图11所示,接收灵敏度随着膜厚尺寸 t_B 的增大而降低。

[0112] 然而,接收换能器431由于接收衰减后的反射超声波,因此只要得到至少5000 (nV/Pa) 以上的接收灵敏度即可。如图11所示,在接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 是500nm以下的情况下,能满足上述条件,可得到适当的接收效率的接收换能器431。

[0113] 另外,在膜厚尺寸 t_B 超过500nm的情况下,第二振动部412B由于接收用压电膜414A的刚性的影响而不易挠曲,接收灵敏度降低。

[0114] 另外,在接收换能器431的极化处理中,对第一电极414B和第二电极414C之间施加极化电压。在此,在本实施方式中,接收用压电膜414A由薄膜形成,因此第一电极414B和第二电极414C之间的间距 G_1 与接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 相比足够大,例如成为 $5\mu\text{m}$ 。另外,接收用压电膜414A在支撑膜412上形成PZT,因此不会如发送压电元件413那样夹着吸收Pb原子的电极层。因而,可抑制Pb原子从PZT扩散,可抑制Pb扩散和其导致的氧缺陷。即,接收用压电膜414A的耐压与发送用压电膜413B相比较。

[0115] 但是,在接收用压电膜414A中,当膜厚尺寸 t_B 不到80nm时,当形成接收用压电膜414A时也易于发生Pb原子向成膜气氛中的扩散和与此相伴的氧缺陷。为了抑制该情况,优选将接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 设为80nm以上。另外,为了确保考虑了制造范围的耐压性,更优选设为150nm以上。

[0116] 即,接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 优选设为80nm以上500nm以下,更优选设为150nm以上500nm以下。

[0117] 然而,在超声波器件4中,进行基于发送换能器421的超声波的发送处理和基于接收换能器431的超声波的接收处理。因此,即使仅任意一方的特性合适,当另一方不合适时,发送接收效率也会降低。

[0118] 在此,本申请发明的发明人发现为了将发送换能器421的发送灵敏度与接收换能器431的接收灵敏度的乘积定义为超声波器件的发送接收处理的性能指数并实施高精度的发送接收处理,性能指数需要成为750000以上。

[0119] 图12是表示第一开口411A和第二开口411B为 $30\mu\text{m}$ 时的、发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 、接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 以及性能指数的关系的图。图13是表示第一开口411A和第二开口411B为 $35\mu\text{m}$ 的时的、发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 、接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 以及性能指数的关系的图。图14是表示第一开口411A和第二开口411B为 $40\mu\text{m}$ 时的、发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 、接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 以及性能指数的关系的图。图15是表示第一开口411A和第二开口411B为 $45\mu\text{m}$ 时的、发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 、接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 以及性能指数的关系的图。此外,是图12至图15所示的等高线中的、将性能指数按每250000进行划分的等高线,数值随着往左而变大。另外,粗线的等高线表示性能指数750000。

[0120] 另外,图16是表示现有例的超声波换能器的性能指数的图。作为现有例,示出使用

与发送换能器421相同的构成(在支撑膜上层叠下部电极、压电膜、上部电极)的超声波换能器进行超声波的发送接收(发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 与接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 的值相同)的例子。

[0121] 在此,如图16所示的现有例那样,在发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 与接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 的值相同的情况下,性能指数无法达到750000。

[0122] 另一方面,在本实施方式中,如图12至图15所示,性能指数随着第一开口411A和第二开口411B的开口宽度变大而变大。另外,在第一开口411A和第二开口411B的开口宽度为 $30\mu\text{m}$ 的情况(性能指数成为最低的情况)下,也可得到发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 是 300nm 以上 1800nm 以下、接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 成为 80nm 以上 500nm 以下的范围且性能指数超过750000的超声波器件4。

[0123] 另外,在图12至图15中,当划出相对于成为 $t_A=t_B$ 的线(单点划线L1)正交的线(单点划线L2)时,各等高线的倾斜度的绝对值大于单点划线L2的倾斜度的绝对值。即,各等高线向与纵轴平行的方向倾斜。这意味着当减小接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 时,性能指数变高的倾向大。即,示出通过使接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 小于发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A ($t_A < t_B$),性能指数存在进一步变高的倾向。

[0124] 然而,如图9所示,在将超声波换能器的固有频率设定为规定值的情况下,还依赖于构成该超声波换能器的压电膜(发送用压电膜413B或接收用压电膜414A)的膜厚尺寸,膜厚尺寸越增大,固有频率越高,膜厚尺寸越减少,固有频率越低。

[0125] 在此,在超声波器件4中,为了实施规定频率的超声波的发送接收处理,需要使发送换能器421的固有频率与接收换能器431的固有频率大致一致。另外,如上所述,发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 比接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 小在构成高性能的超声波器件4上较有利。因而,在本实施方式中,与发送换能器421重叠的第一开口411A的开口宽度 L_A 形成小于与接收换能器431重叠的第二开口411B的开口宽度 L_B 。

[0126] 例如当进行 8MHz 的超声波的发送接收处理时,发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 是 650nm ,在接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 是 300nm 的情况下,第一开口411A的开口宽度 L_A 成为约 $32.8\mu\text{m}$,第二开口的开口宽度 L_B 成为约 $33.4\mu\text{m}$ 。

[0127] 但是,若将发送换能器421和接收换能器431的固有频率设为相同的值,则当从发送换能器421发送超声波时,接收换能器431发生共振,从接收换能器431输出由该共振导致的输出电压,这成为噪声成分。

[0128] 因而,在本实施方式中,发送换能器421的固有频率设定为与接收换能器431的固有频率不同的值。具体地,接收换能器431的固有频率与发送换能器421的固有频率相比,优选在 0.2MHz 以上 0.8MHz 以下的范围内较小地设定,更优选设定为比接收换能器431的固有频率小 0.5MHz 。

[0129] 例如在 8MHz 的超声波的发送接收处理中,在将发送换能器421的固有频率设定为 8MHz 的情况下,接收换能器431的固有频率设定为 7.5MHz 。因而,在发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 是 650nm 、接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 是 300nm 的情况下,第一开口411A的开口宽度 L_A 成为约 $32.8\mu\text{m}$,第二开口411B的开口宽度 L_B 成为约 $34.0\mu\text{m}$ 。

[0130] 在该情况下,与接收换能器431对应的第二开口411B的开口宽度 L_B 变大,第二振动部412B易于振动,因此接收灵敏度也会提高。

[0131] 在本实施方式的超声波器件4中,与和生物的测定部位(深度)相应的超声波的频率匹配地设定发送换能器421的固有频率 f_A ,将比该发送换能器421的固有频率小例如0.5MHz的频率设定为接收换能器431的固有频率 f_B 。并且,求出满足上述设定的固有频率 f_A 的发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 和第一开口411A的开口宽度 L_A 的组合、以及满足固有频率 f_B 的接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 和第二开口411B的开口宽度 L_B 的组合中的、超声波的发送接收处理的性能指数超过750000的组合,更优选求出性能指数成为最大的组合。以成为这样求出的发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 、第一开口411A的开口宽度 L_A 、接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 以及第二开口411B的开口宽度 L_B 的方式形成发送换能器421和接收换能器431。

[0132] 由此,构成发送接收效率相对于希望的超声波频率成为最佳的超声波器件4。

[0133] [声透镜的构成]

[0134] 回到图3,说明构成超声波传感器22的声透镜7。

[0135] 声透镜7使从超声波器件4发送的超声波高效地传送到作为测定对象的生物,另外,将在生物内反射的超声波高效地传送到超声波器件4。该声透镜7沿着超声波器件4发送接收超声波的面配置。此外,虽省略图示,但在超声波器件4与声透镜7之间设置声匹配层。这些声透镜7和声匹配层例如由硅等构成,设定为元件基板411的超声波换能器(发送换能器421和接收换能器431)的声阻抗与生物的声阻抗中间的声阻抗。

[0136] [电路基板的构成]

[0137] 接着,回到图2,说明电路基板6。

[0138] 电路基板6具备多个驱动信号端子(省略图示)、多个接收信号端子(省略图示)以及多个共用信号端子(省略图示),通过配线构件5连接超声波器件4。具体地,多个驱动信号端子各自连接到与发送换能器421的下部电极413A连接的对应的第一信号端子SA,多个接收信号端子各自连接到与接收换能器431的第一电极414B连接的对应的第二信号端子SB,多个共用信号端子各自连接到共用端子CA。

[0139] 另外,该电路基板6设置有用于驱动超声波器件4的驱动电路等。具体地,电路基板6如图2所示构成为包括发送电路61、接收电路62、极化电压输出部63、发送选择电路64以及接收选择电路65等。

[0140] 发送电路61通过控制装置10的控制将用于使发送换能器421驱动的脉冲波形的驱动电压输出到发送选择电路64。

[0141] 接收电路62将从接收换能器431输出的输出电压(接收信号)输出到控制装置10。接收电路62构成为包括例如放大电路、低通滤波器、A/D转换器、调相相加电路等,在实施了接收信号向数字信号的转换、噪声成分的去、向希望信号电平的放大、各接收信道各者的调相相加处理等各信号处理后,将处理后的接收信号输出到控制装置10。

[0142] 极化电压输出部63输出用于进行发送用压电膜413B和接收用压电膜414A的极化处理的极化电压。

[0143] 为了维持发送换能器421和接收换能器431的发送接收效率,需要在实施超声波的发送接收处理前(或者按每一周期)对发送用压电膜413B和接收用压电膜414A双方施加200kV/cm以上的电场,对极化方向进行初始化。在不到200kV/cm的电场中,各压电膜的极化方向的初始化不充分,这会导致发送接收效率的降低。

[0144] 另外,如上所述,接收用压电膜414A与发送用压电膜413B相比耐压较高,更不易发生绝缘破坏。另外,在接收压电元件414中,第一电极414B和第二电极414C之间的距离例如是 $5\mu\text{m}$,用于进行合适的极化处理的极化电压(接收极化电压 V_B)变高。另一方面,在发送压电元件413中,下部电极413A和上部电极413C之间的距离成为发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A ,因此用于不发生绝缘破坏地实施合适的极化处理的极化电压(发送极化电压 V_A)与接收极化电压 V_B 相比足够小。即,在本实施方式中,极化电压输出部63分别对发送用压电膜413B和接收用压电膜414A施加成为 $V_A < V_B$ 的发送极化电压 V_A 和接收极化电压 V_B 。

[0145] 发送选择电路64基于控制装置10的控制切换为将各超声波发送部42(第一信号端子SA)与发送电路61连接的超声波发送连接以及将各超声波发送部42(第一信号端子SA)与极化电压输出部63连接的发送极化连接。

[0146] 接收选择电路65基于控制装置10的控制切换为将各超声波接收部43(第二信号端子SB)与接收电路62连接的超声波接收连接以及将各超声波接收部43(第二信号端子SB)与极化电压输出部63连接的接收极化连接。

[0147] [控制装置的构成]

[0148] 如图2所示,控制装置10例如构成为具备操作部11、显示部12、存储部13和控制部14。该控制装置10例如既可以使用平板终端或智能电话、个人计算机等终端装置,也可以是用于操作超声波探测器2的专用终端装置。操作部11是用户用于操作超声波测定装置1的UI(User Interface:用户界面),例如能由设置在显示部12上的触摸面板、操作按钮、键盘、鼠标等构成。

[0149] 显示部12例如由液晶显示器等构成,显示图像。

[0150] 存储部13存储用于控制超声波测定装置1的各种程序或各种数据。

[0151] 控制部14例如包括CPU(Central Processing Unit:中央处理单元)等运算电路、实施后述的各处理的处理电路、存储器等存储电路。并且,控制部14通过读入并执行由存储部13存储的各种程序而作为发送接收控制部141、信号处理部142以及极化控制部143等发挥功能。

[0152] 发送接收控制部141例如当从操作部11输入实施超声波测定的旨意的操作信号时,将发送选择电路64切换为超声波发送连接,将接收选择电路65切换为超声波接收连接。并且,发送接收控制部141使驱动电压从发送电路61输出,使超声波从各发送换能器421发送。另外,发送接收控制部141取得从接收电路62输出的接收信号。

[0153] 信号处理部142基于从接收电路62取得的接收信号实施规定的处理。例如信号处理部142基于接收信号生成生物的内部断层图像,将其输出到显示部12,或者实施血流、血压的测定处理。

[0154] 极化控制部143例如按规定的定时将发送选择电路64切换为发送极化连接,将接收选择电路65切换为接收极化连接。作为该定时,可以例示例如超声波测定装置1的电源从关断状态切换为接通状态时、刚要由发送接收控制部141实施测定处理前、或者每一周期等。

[0155] [本实施方式的作用效果]

[0156] 本实施方式的超声波器件4具备发送换能器421和接收换能器431。发送换能器421包括覆盖元件基板411的第一开口411A的支撑膜412(第一振动部412A)和设置在第一振动

部412A上的发送压电元件413。发送压电元件413具备在厚度方向上被下部电极413A和上部电极413C夹着的发送用压电膜413B。另外,接收换能器431包括覆盖元件基板411的第二开口411B的支撑膜412(第二振动部412B)和设置在第二振动部412B上的接收压电元件414。接收压电元件414通过利用第一电极414B和第二电极414C从与厚度方向交叉的交叉方向(在本实施方式中为与厚度方向正交的X方向)夹着设置在第二振动部412B上的接收用压电膜414A而构成。并且,在本实施方式中,接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 形成为小于发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 。

[0157] 在使用发送换能器421发送超声波的情况下,当将规定的驱动电压施加到电极间时,需要增大压电膜的移位量,该移位量定性地与电极间的距离成反比。在本实施方式中,下部电极413A和上部电极413C的电极间的距离成为发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A ,因此能充分地提高发送灵敏度。

[0158] 另外,在接收换能器431中接收超声波的情况下,需要根据微小的第二振动部412B的移位得到大的信号,信号值定性地与电极间的距离成正比。在本实施方式中,第一电极414B和第二电极414C的电极间的距离成为比接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 足够大的值,因此能充分地提高接收灵敏度。

[0159] 因而,与通过1个超声波换能器进行超声波的发送接收的情况、在发送换能器和接收换能器中使用相同的膜厚尺寸的压电膜的情况等相比,能提高发送换能器421的超声波的发送效率,能提高接收换能器431的超声波的接收效率。

[0160] 而且,在图12至图15中性能指数的等高线成为相对于纵轴平行地接近的形状。即,减小 t_B 与减小 t_A 的情况相比,示出性能指数更高。由此,通过设为 $t_B < t_A$,能有效地提高性能指数,即能显著地提高超声波器件4的发送接收效率。

[0161] 另外,在本实施方式中,发送用压电膜413B的膜厚尺寸 t_A 是300nm以上1800nm以下,更优选是500nm以上1800nm以下。另外,接收用压电膜414A的膜厚尺寸 t_B 是80nm以上。

[0162] 通过这种构成能得到抑制发送用压电膜413B和接收用压电膜414A的绝缘破坏且高发送接收效率的超声波器件4。

[0163] 在本实施方式中,发送换能器421的固有频率 f_A 设定为比接收换能器431的固有频率 f_B 大0.2MHz~0.8MHz(更优选0.5MHz)。

[0164] 若使发送换能器421与接收换能器431的固有频率一致,则当从发送换能器421发送了超声波时,接收换能器431发生共振,输出包含噪声成分的输出电压,对超声波的接收精度产生影响。而在本实施方式中,发送换能器421与接收换能器431的固有频率分别不同,因此能降低上述那样的共振所致的噪声,能提高接收精度。

[0165] 在此,在成为 $f_A - f_B < 0.2\text{MHz}$ 的情况下,当发送超声波时,无法充分地抑制接收换能器431的共振,接收精度降低。另外,在成为 $f_A - f_B > 0.8\text{MHz}$ 的情况下,由发送换能器421发送的超声波的频率与能通过接收换能器431适当地接收的超声波的频率之差变大,因此接收换能器的接收精度降低。而通过设为上述那样的范围,能抑制噪声成分向从接收换能器431输出的输出电压的混入且能用接收换能器431以高接收灵敏度接收从发送换能器421发送的超声波的反射波,可实现超声波器件4的超声波的发送接收效率的提高。

[0166] 另外,在本实施方式中,使接收换能器431的固有频率 f_B 小于发送换能器421的固有频率 f_A 。在该情况下,增大接收换能器431的第二开口411B的开口宽度 L_B ,因此第二振动部

412B易于挠曲,可实现接收换能器431的接收灵敏度的提高。

[0167] 在本实施方式中,在电路基板6中设置极化电压输出部63,该极化电压输出部63例如在超声波器件4实施超声波的发送接收处理前,对发送用压电膜413B施加发送极化电压 V_A 而进行极化处理,对接收用压电膜414A施加比发送极化电压 V_A 大的接收极化电压 V_B 而进行极化处理。当对发送用压电膜413B施加接收极化电压 V_B 时,由于电压过大而有可能在发送用压电膜413B中发生绝缘破坏,当对接收用压电膜414A施加发送极化电压 V_A 时,无法进行充分的极化处理,接收灵敏度降低。而在本实施方式中,能对发送用压电膜413B和接收用压电膜414A各者施加最佳的极化电压,能较高地维持发送换能器421和接收换能器431的发送接收效率。

[0168] 如上所示,在本实施方式中,超声波器件4的发送接收效率变高,因此在实施使用了超声波探测器2的向生物的超声波测定的情况下,也能适当地进行超声波的发送接收处理。另外,控制装置10能基于通过该超声波器件4得到的超声波测定的结果进行高精度的测定处理(例如内部断层图像的生成、血压或血流的测定等)。

[0169] [变形例]

[0170] 此外,本发明不限于上述的各实施方式,通过将能达到本发明的目的的范围内的变形、改良以及各实施方式适当地组合等而得到的构成包含在本发明中。

[0171] 在上述实施方式中,示出为了使接收换能器431的固有频率 f_B 小于发送换能器421的固有频率 f_A 而增大第二开口411B的开口宽度的例子。而也可以减小接收用压电膜414A的膜厚尺寸,也可以增大第二开口411B的开口宽度且减小接收用压电膜414A的膜厚尺寸。如上所述,接收用压电膜414A与发送用压电膜413B相比耐压较大,更不易发生绝缘破坏。因而,如上所述,在减小接收用压电膜414A的膜厚尺寸的情况下,也能以由此带来的绝缘破坏的发生风险不会较大地上升的方式实现高发送接收效率。

[0172] 而且,在上述实施方式或变形例中,通过使接收换能器431的固有频率 f_B 小于发送换能器421的固有频率 f_A 从而实现了共振所致的接收灵敏度的降低的抑制,但不限于此。例如也可以使发送换能器421的固有频率 f_A 小于接收换能器431的固有频率 f_B 。本实施方式的接收换能器431与用2个电极从厚度方向夹着接收用压电膜的现有的构成相比,能实现高接收灵敏度。因而,在本实施方式中,可以通过增大第二开口411B的开口宽度或者减小发送用压电膜413B的膜厚尺寸来提高发送灵敏度。

[0173] 而且,在上述实施方式或变形例中,是使接收换能器431的固有频率 f_B 、发送换能器421的固有频率 f_A 相对于设为目标的固有频率(例如8MHz)降低的例子,但也可以设为比设为目标的固有频率高的固有频率设计。

[0174] 另外,将发送换能器421的固有频率 f_A 与接收换能器431的固有频率 f_B 之差设为0.2MHz以上0.8MHz以下,但不限于此。例如在实施用接收换能器431接收来自测定对象的谐波的所谓的谐波处理等情况下,可以使接收换能器431的固有频率 f_B 与谐波的频率(f_A 的整数倍)一致。

[0175] 而且,示出了将发送换能器421的固有频率 f_A 和接收换能器431的固有频率 f_B 设为不同的值的例子,但不限于此,也可以设为同一固有频率。

[0176] 例如,在上述实施方式中,沿着X方向交替地配置了超声波发送部42和超声波接收部43,但也可以在元件基板41上分别独立地设置仅设有超声波发送部42的发送区域和仅设

有超声波接收部43的接收区域。在该情况下,在发送区域与接收区域之间设置例如吸收振动的减振构件。另外,也可以将仅设有超声波发送部42的发送基板和仅设有超声波接收部43的接收基板分别设为分开的个体。通过设为这种构成,能抑制从发送区域(发送基板)向接收区域(接收基板)传递振动,能减小共振所致的噪声。

[0177] 在上述实施方式中,例示了第一开口411A和第二开口411B当从元件基板411的厚度方向观察时成为矩形的构成,但不限于此。例如既可以是圆形,也可以是其它多边形状等。

[0178] 在上述实施方式中,示出了接收换能器431在支撑膜412上的接收用压电膜414A的上面(与支撑膜412相反的一侧)设置第一电极414B和第二电极414C的例子,但不限于此。

[0179] 图17和图18是表示接收换能器的其它例子的截面图。

[0180] 如图17所示,作为接收换能器431,可以设为在支撑膜412上设置第一电极414B和第二电极414C、在第一电极414B和第二电极414C上层叠接收用压电膜414A的构成。即,可以设为在接收用压电膜414A与支撑膜412之间设置第一电极414B和第二电极414C的构成。

[0181] 另外,如图18所示,作为接收换能器431,可以设为在接收用压电膜414A的内部埋入第一电极414B和第二电极414C的构成。

[0182] 在这些构成中,在第一电极414B和第二电极414C之间不存在空气层,因此能更有效地抑制绝缘破坏的发生。

[0183] 另外,在上述实施方式、图17和图18的例子中,是在相对于厚度方向(Z方向)正交的X方向上配置第一电极414B和第二电极414C的例子,但也可以沿着Y方向配置第一电极414B和第二电极414C,也可以在向X方向和Y方向倾斜的方向上配置第一电极414B和第二电极414C。

[0184] 另外,不限于与Z方向正交的方向。第一电极414B距离支撑膜412的距离也可以与第二电极414C距离支撑膜412的距离不同。例如可以设为第一电极414B和第二电极414C中的任意一方设置于支撑膜412与接收用压电膜414A的边界位置、另一方埋入接收用压电膜414A内的构成。

[0185] 在上述实施方式中,示出超声波器件4在支撑膜412的与元件基板411相反的一侧设置加强板、向与第一开口411A侧相反的一侧发送超声波、接收来自与第二开口411B相反的一侧的超声波的例子,但不限于此。例如可以设为经由树脂等将加强板与元件基板411的支撑膜412侧接合的构成。在该情况下,发送换能器421向第一开口411A侧发送超声波,接收换能器431接收从第二开口411B侧入射的超声波。

[0186] 在上述各实施方式中,例示了将生物的一部分作为测定对象的超声波测定装置,但本发明不限于此。例如能在将各种结构物作为测定对象、进行该结构物的缺陷的检测或老化检查的超声波测定装置中应用本发明。另外,例如还能在将半导体封装、晶片等作为测定对象而检测该测定对象的缺陷的超声波测定装置中应用本发明。特别是在本发明中,接收换能器431的接收灵敏度极高,因此在测定对象的超声波衰减大的情况下也能以高灵敏度接收超声波。因而,通过具有与符合测定对象的超声波频率相应的第一开口411A和第二开口411B的开口宽度或发送用压电膜413B和接收用压电膜414A的膜厚尺寸的超声波器件4,能不取决于测定对象地以高发送接收效率进行超声波测定。另外,在根据相对于测定对象的超声波的频率而更大地形成第一开口411A或第二开口411B的情况下,也可以将发送用

压电膜的膜厚尺寸设为1800nm以上。

[0187] 在上述实施方式中,优选将发送用压电膜413B的膜厚尺寸设为300nm以上、将接收用压电膜414A的膜厚尺寸设为80nm以上,但不限于此。即,在发送用压电膜413B或接收用压电膜414A使用PZT以外的压电原材料的情况下,能根据各个原材料的耐压性规定最小膜厚尺寸。

[0188] 除此以外,实施本发明时的具体结构既可以通过在能达到本发明的目的的范围内将上述各实施方式和变形例适当地组合来构成,也可以适当地变更为其它构成等。

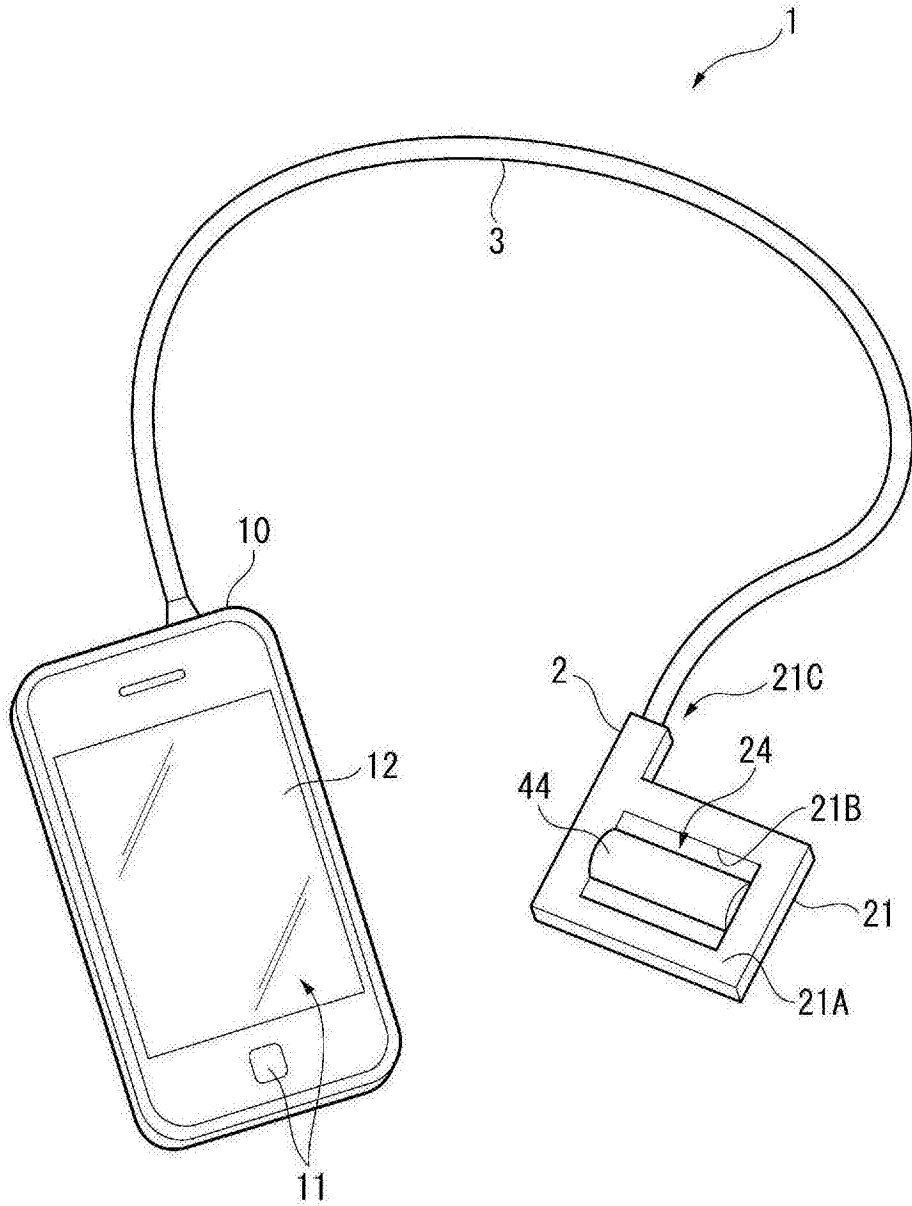


图1

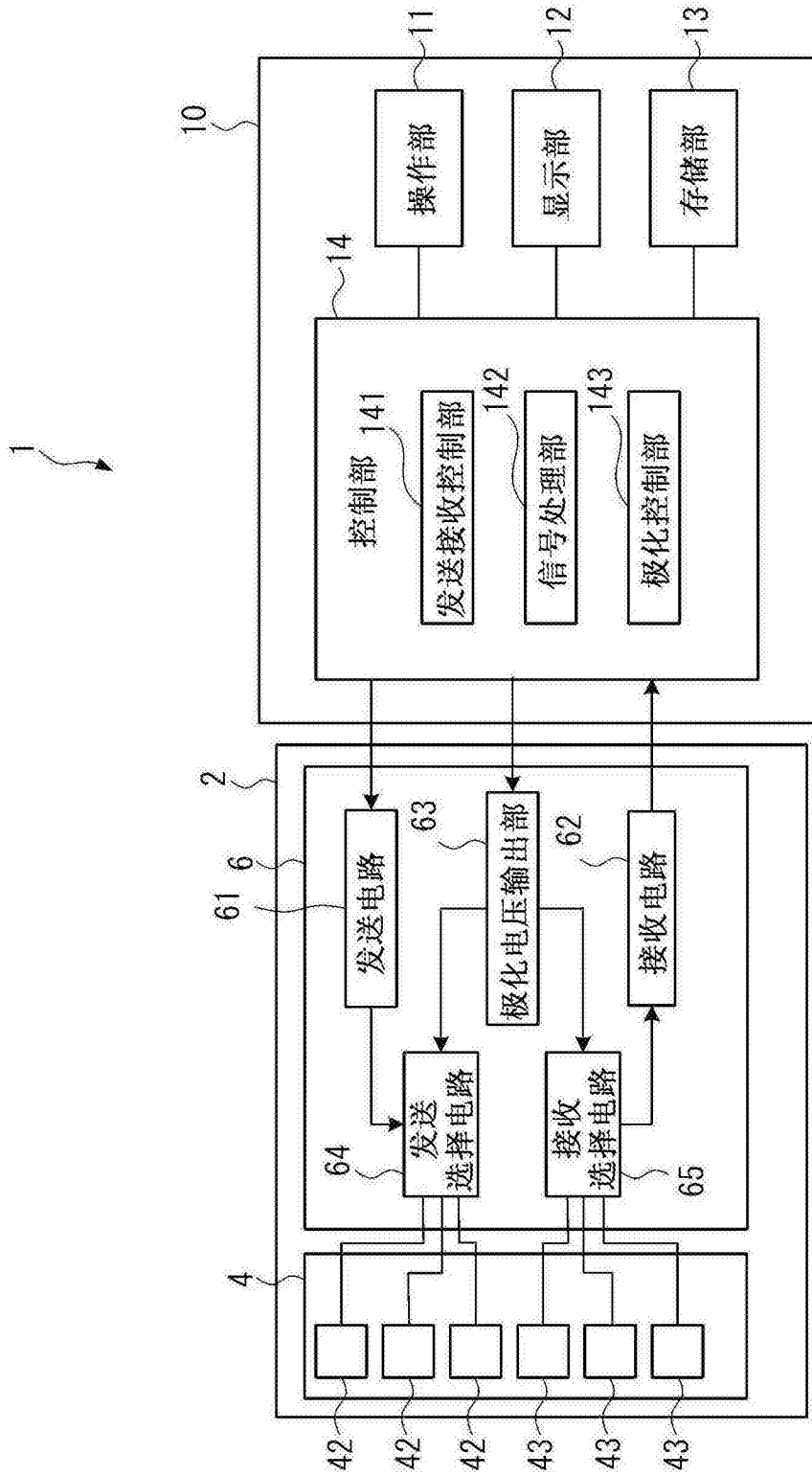


图2

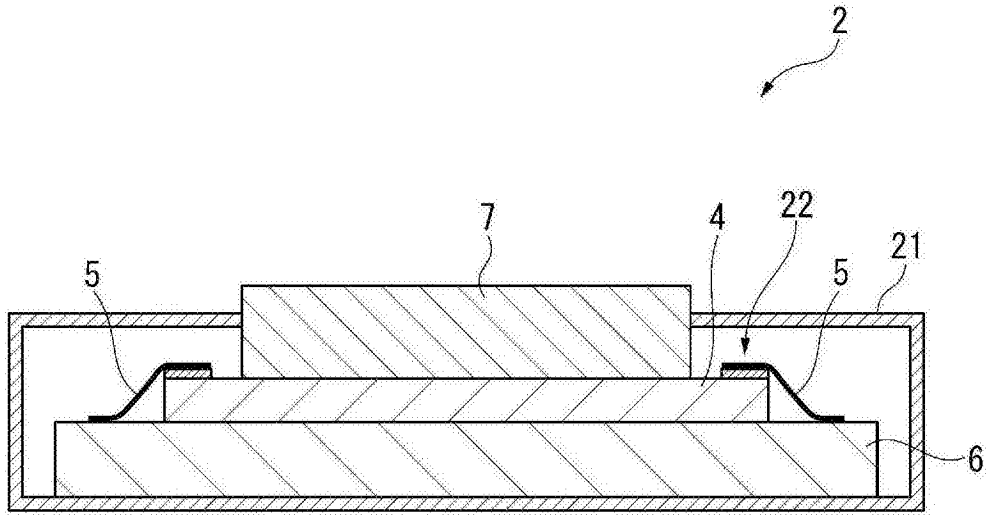


图3

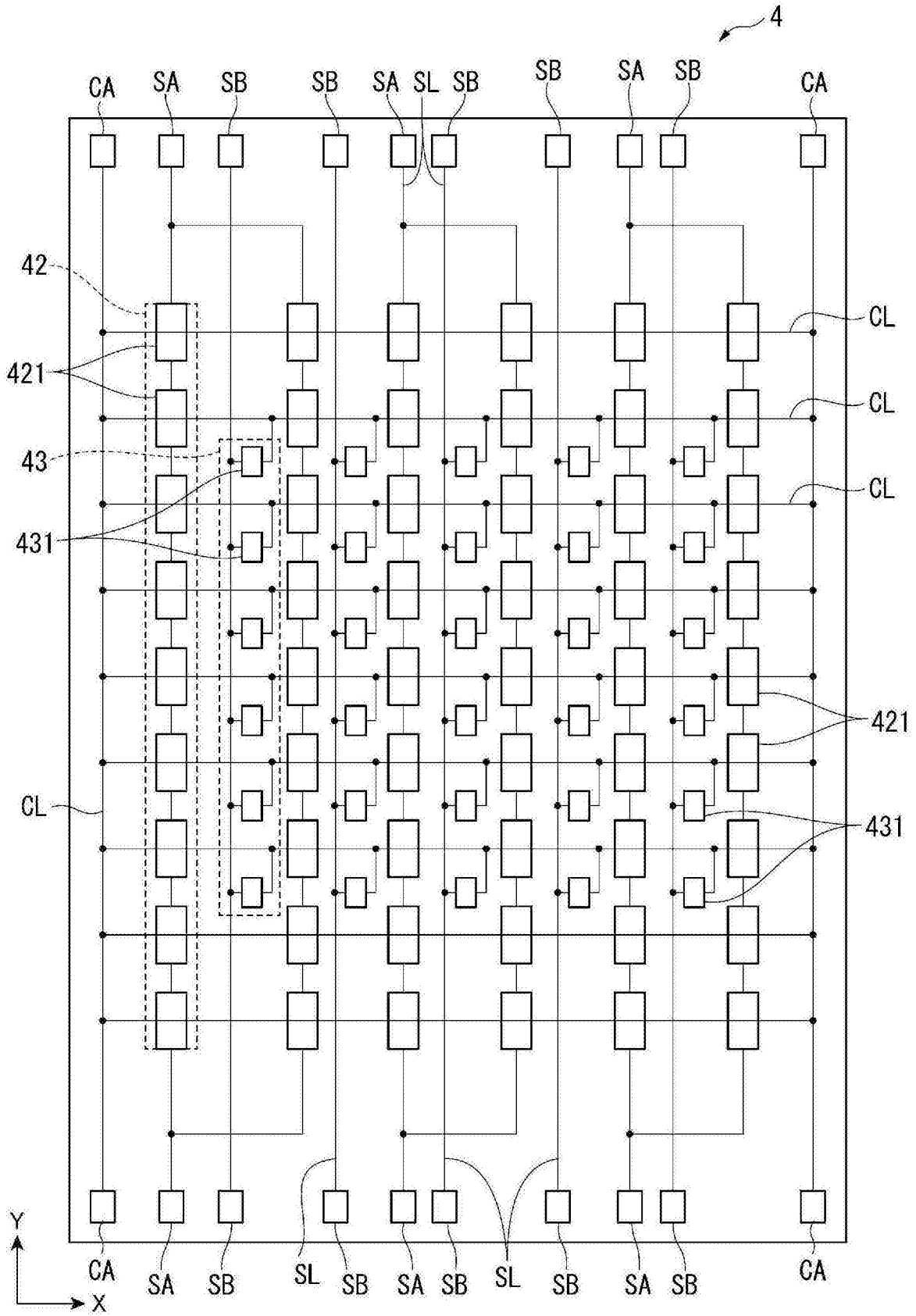


图4

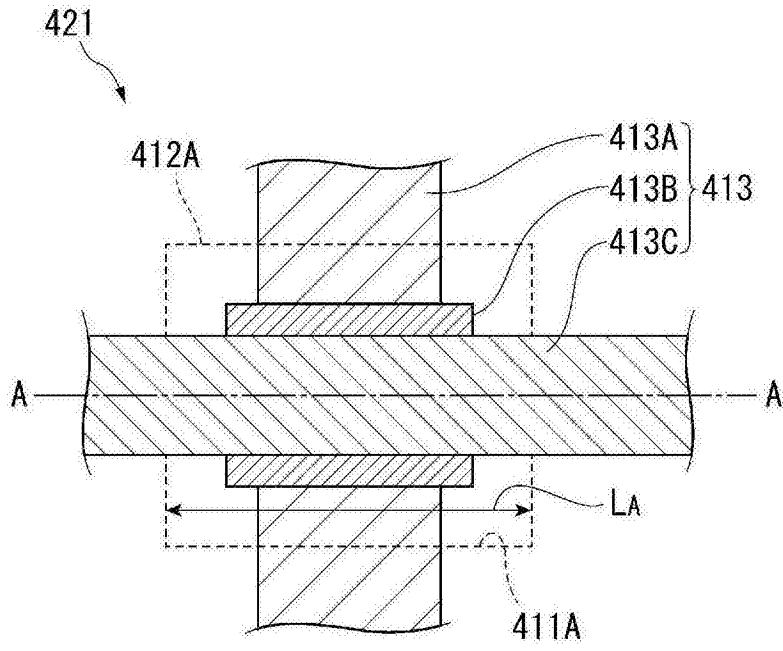


图5

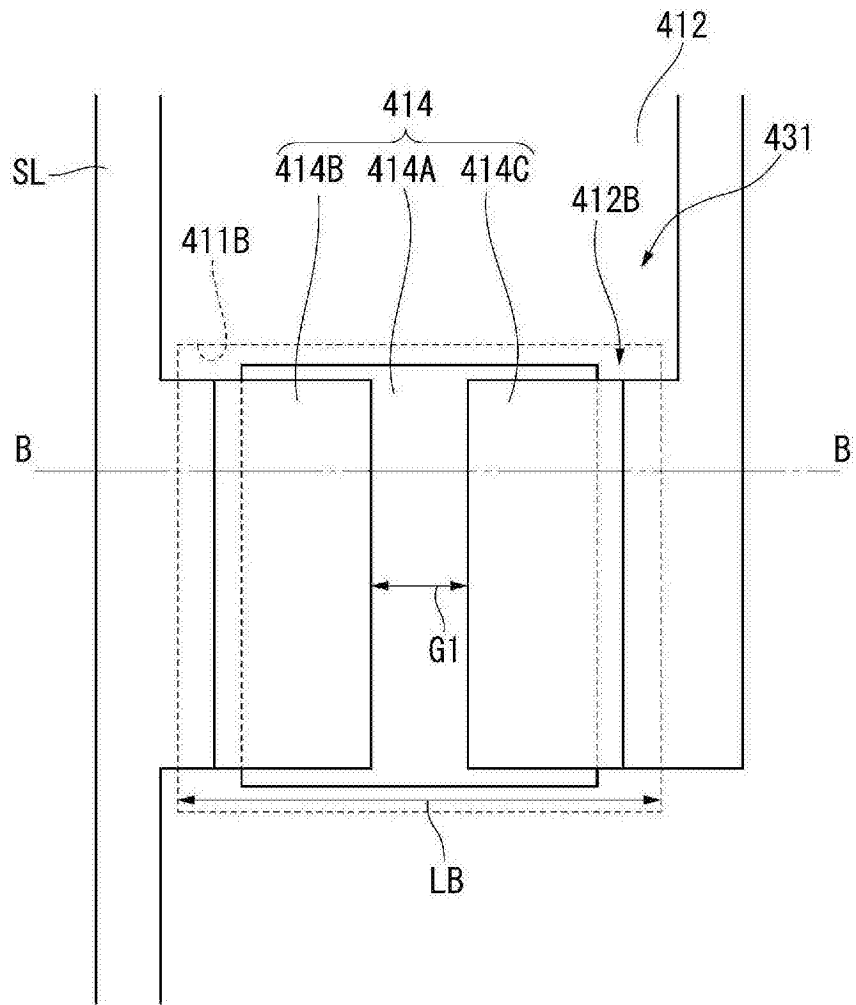


图6

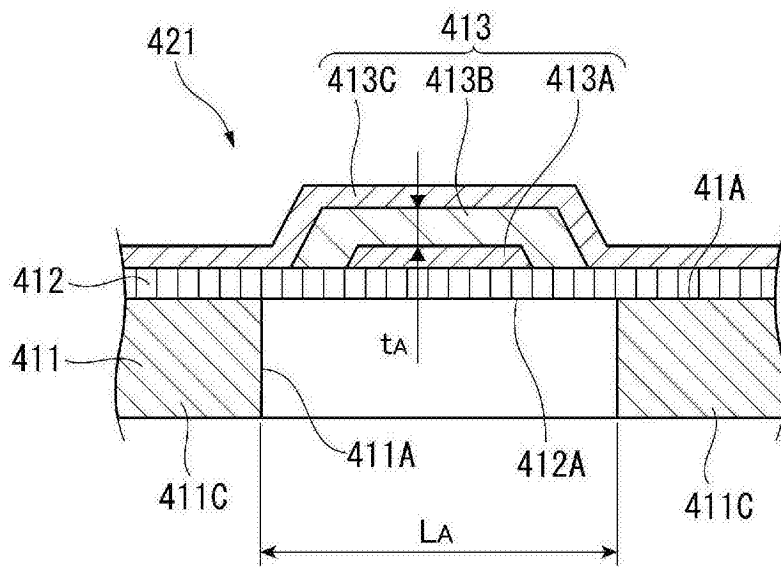


图7

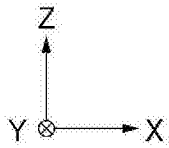
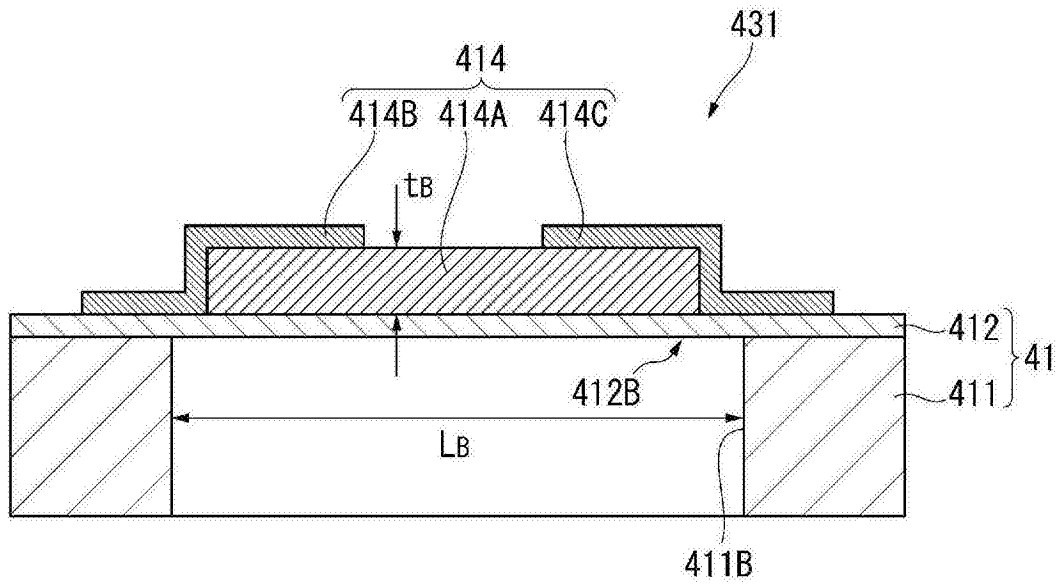


图8

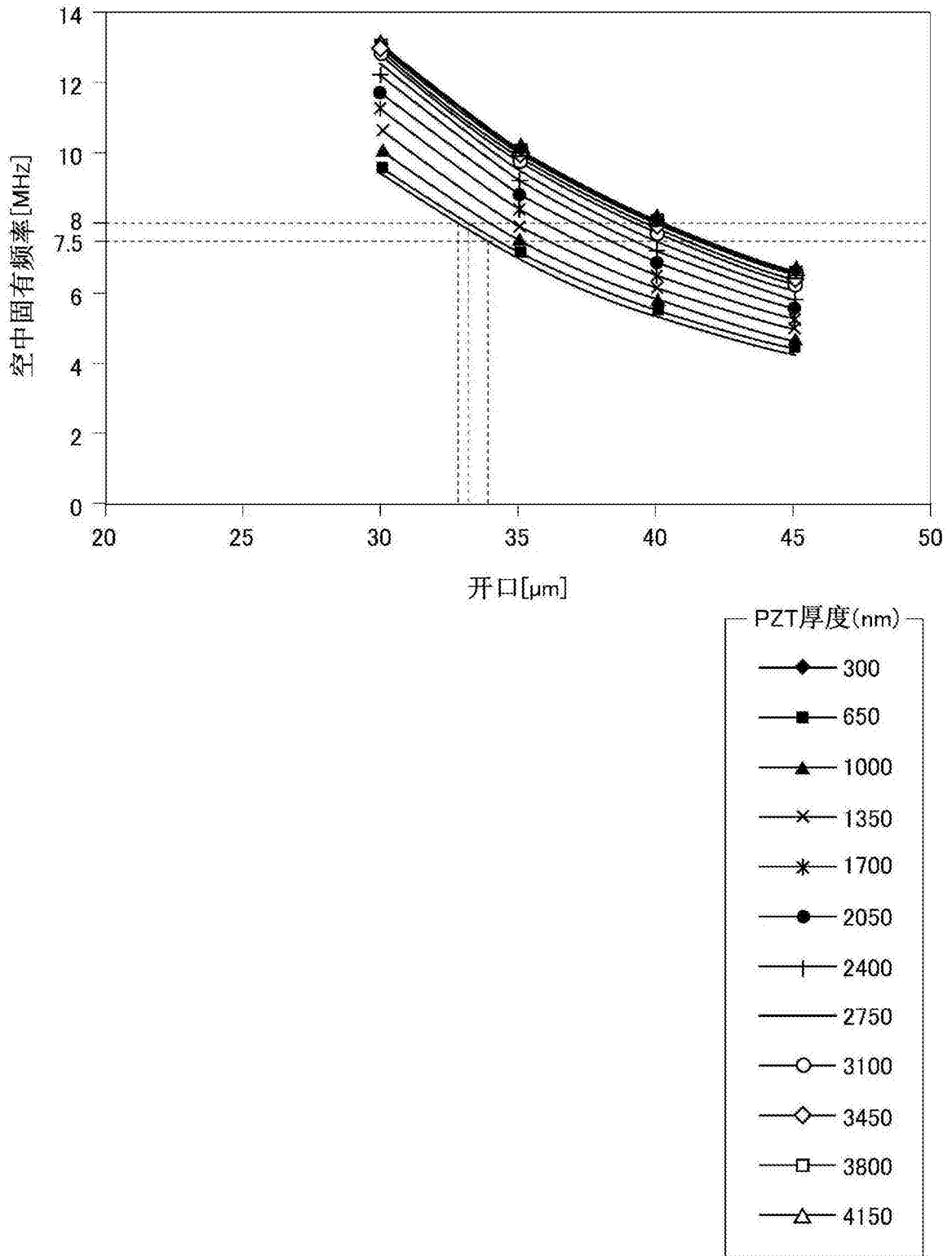


图9

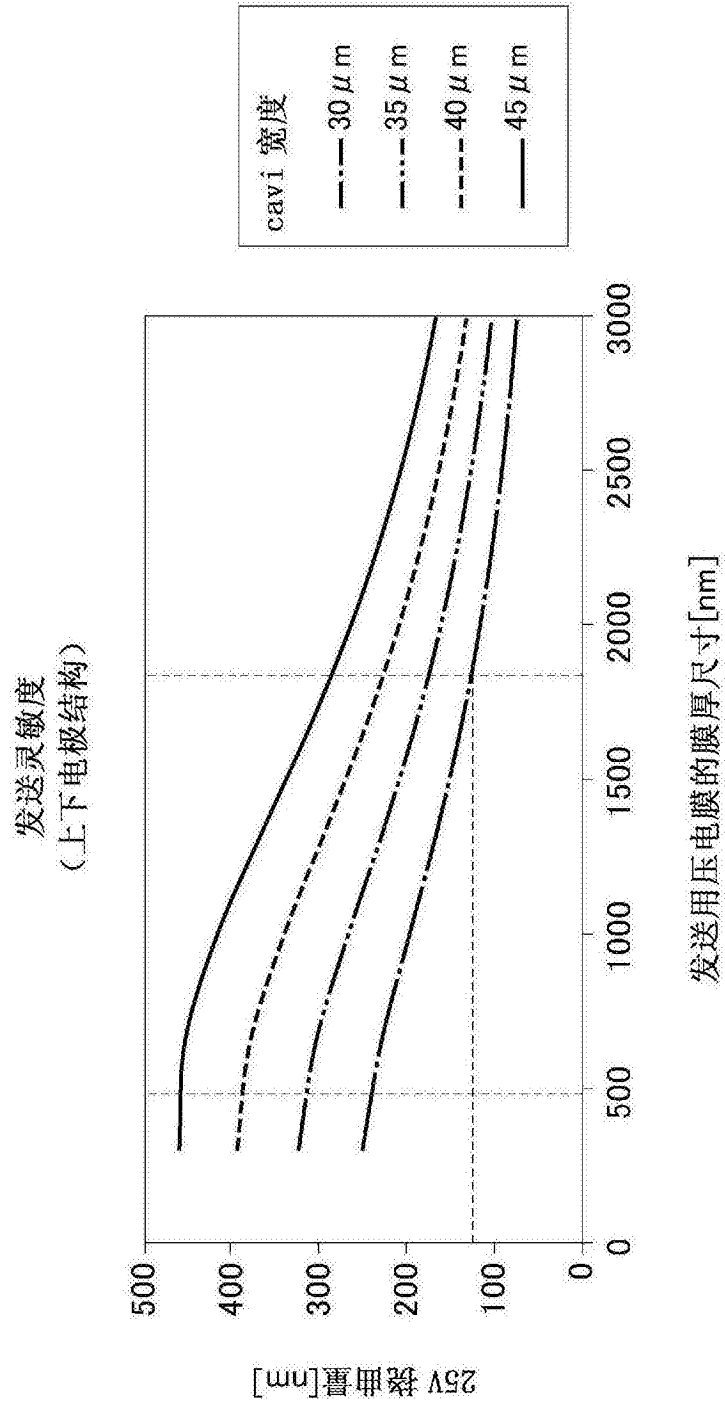


图10

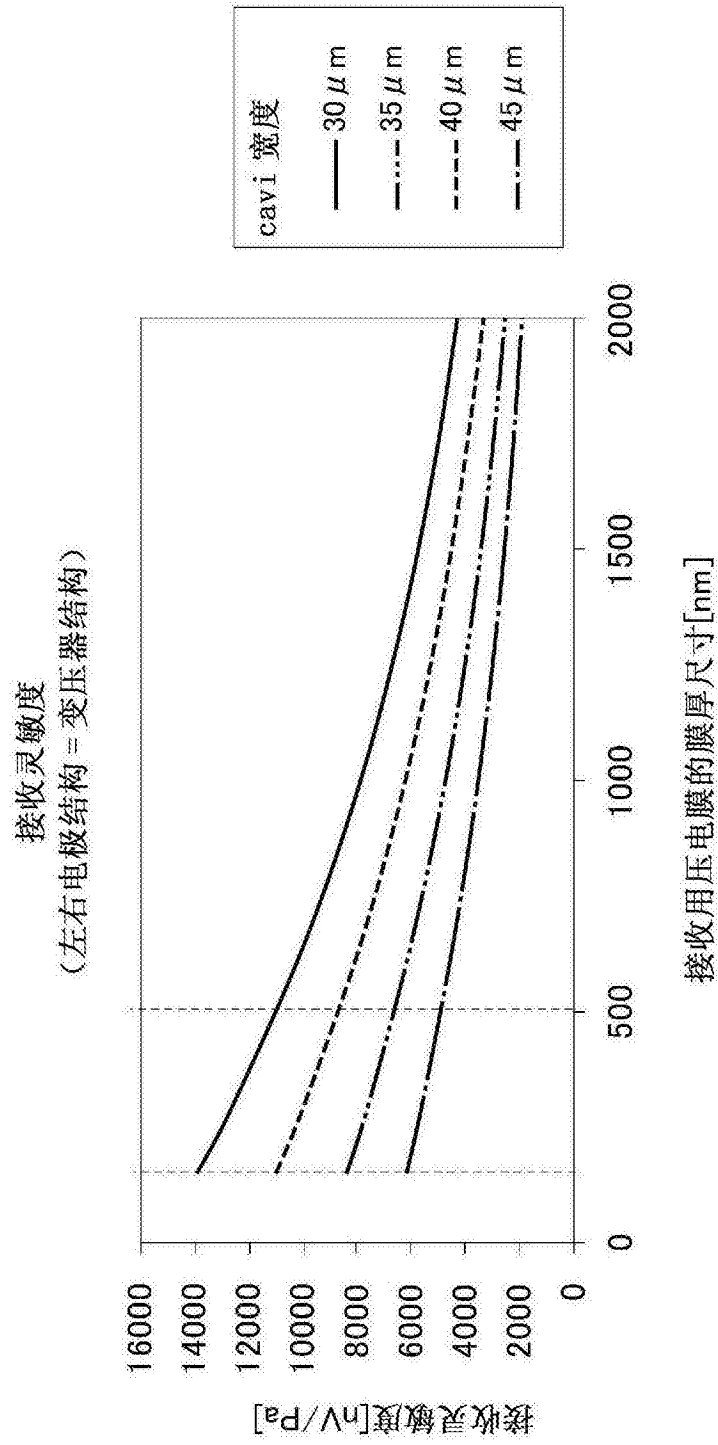


图11

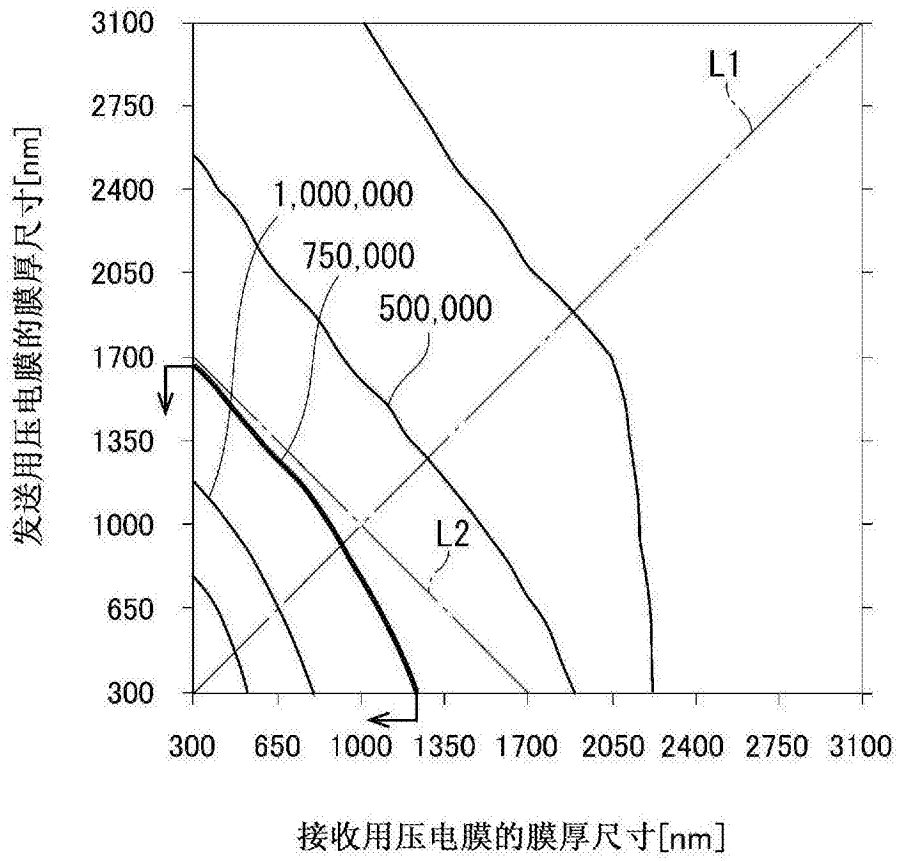


图12

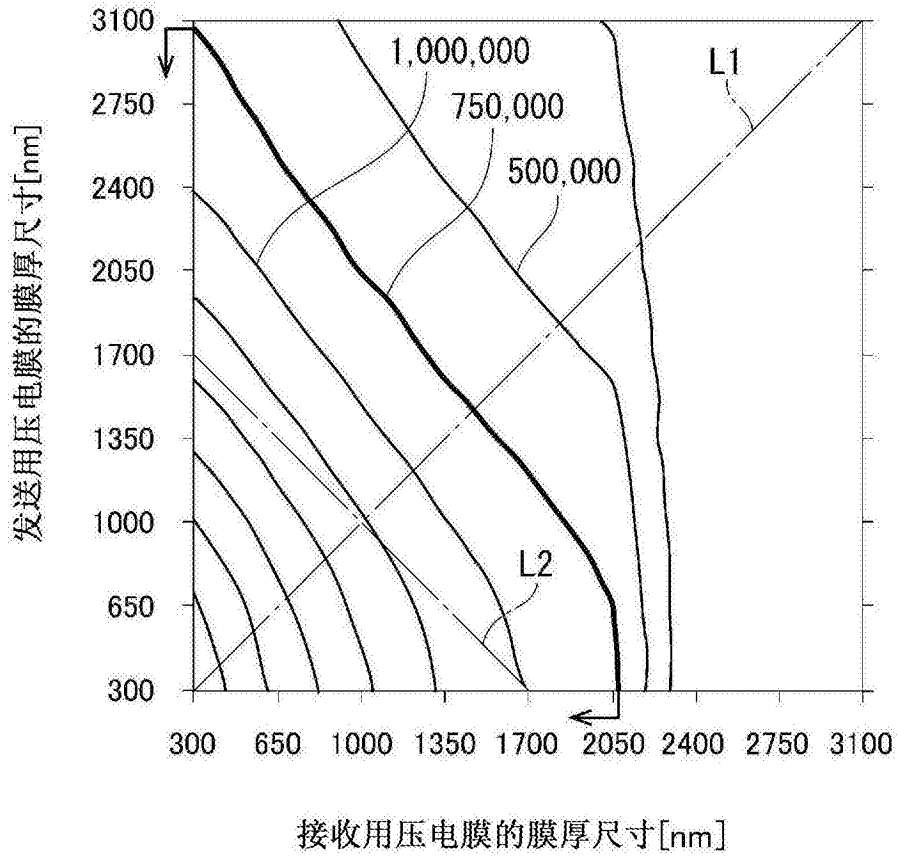


图13

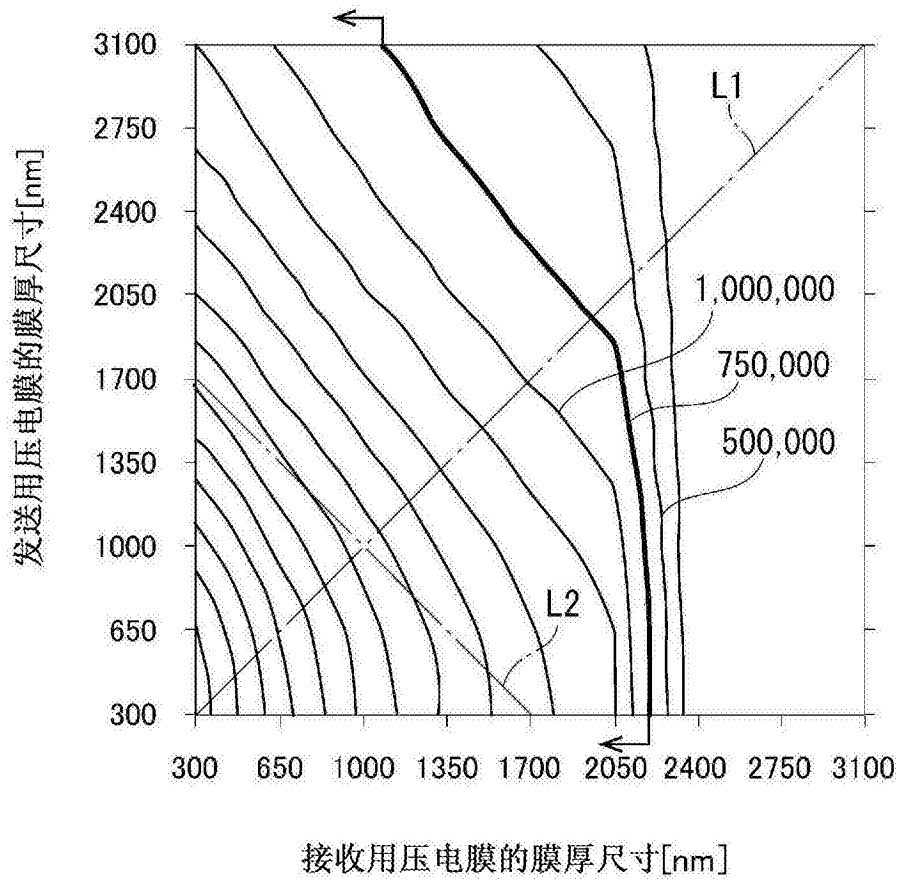


图14

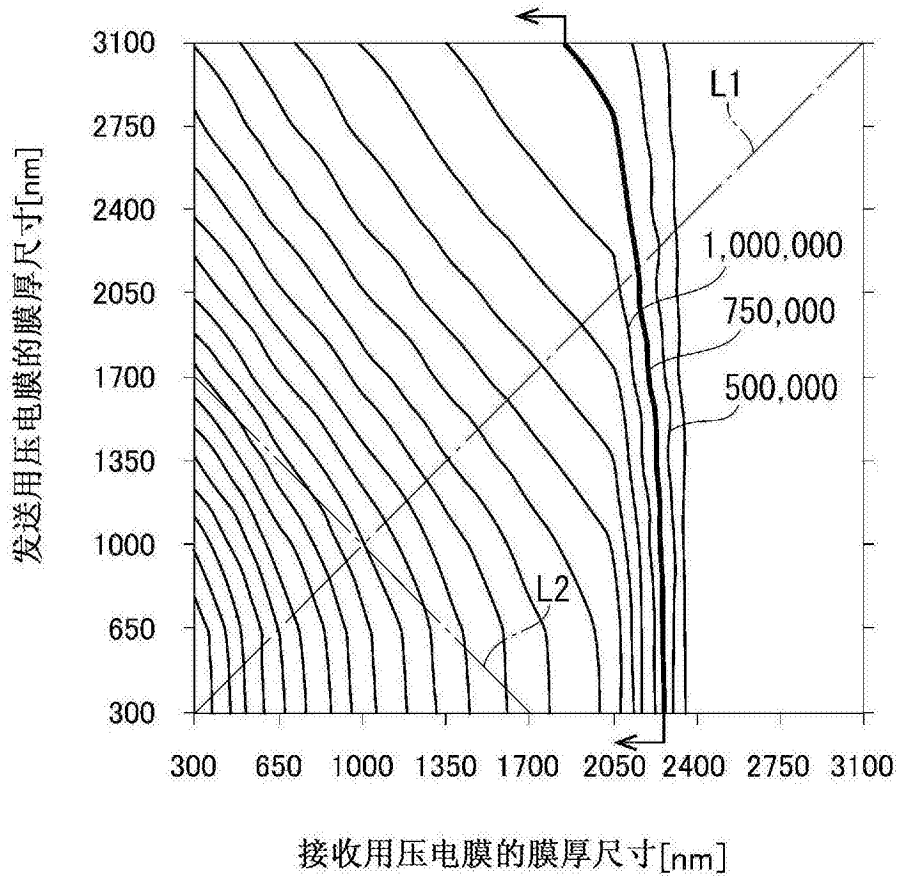


图15

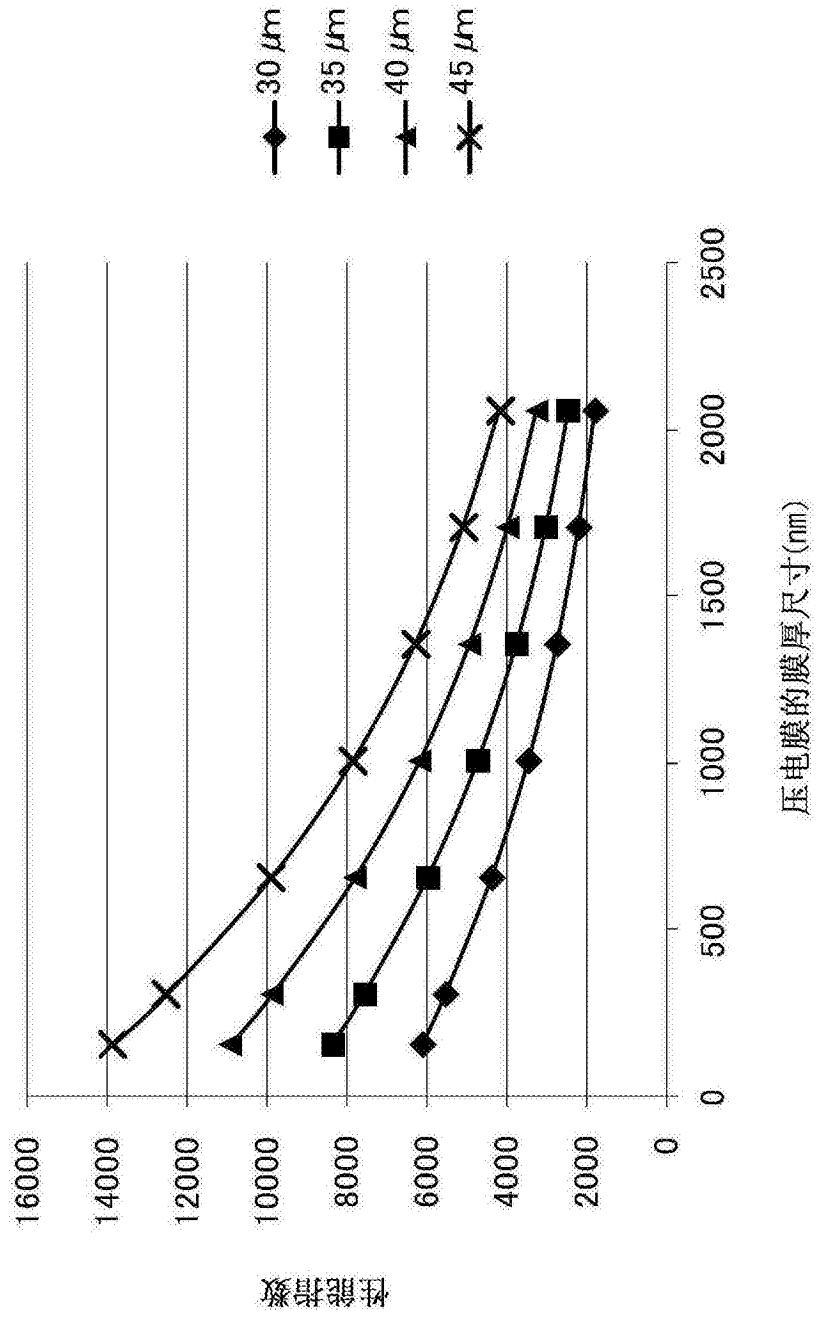


图16

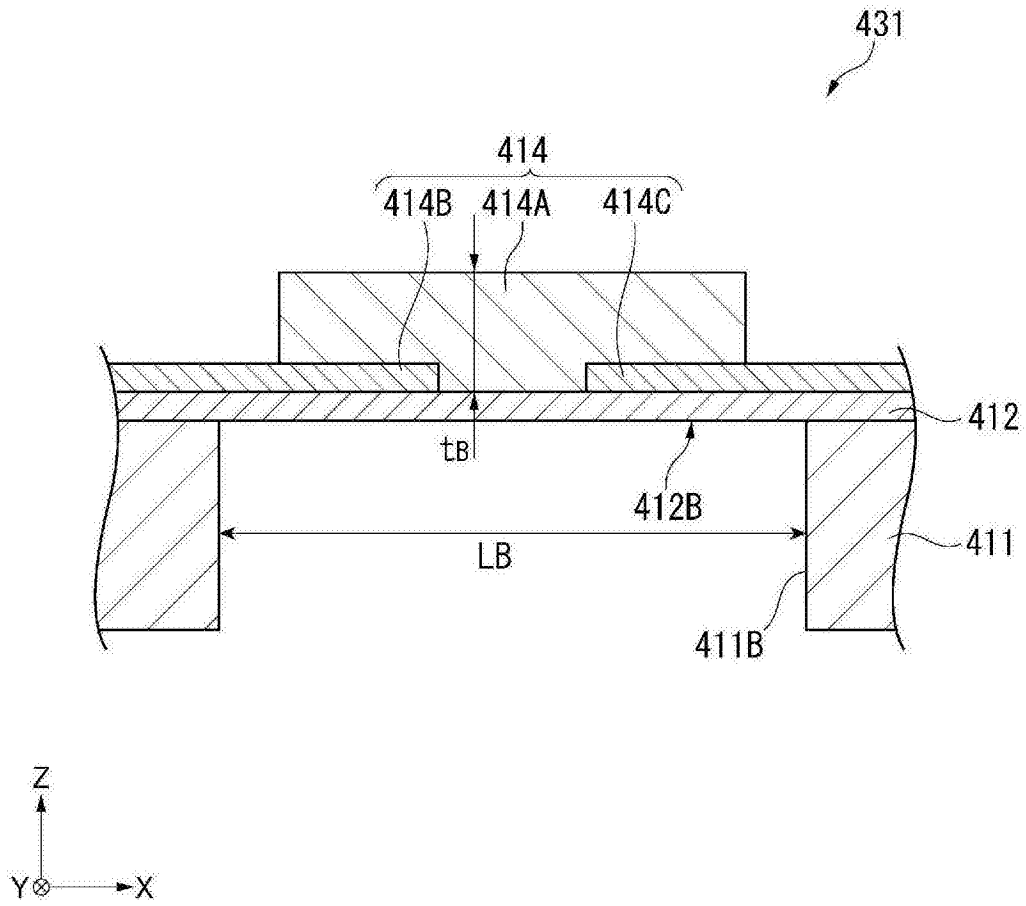


图17

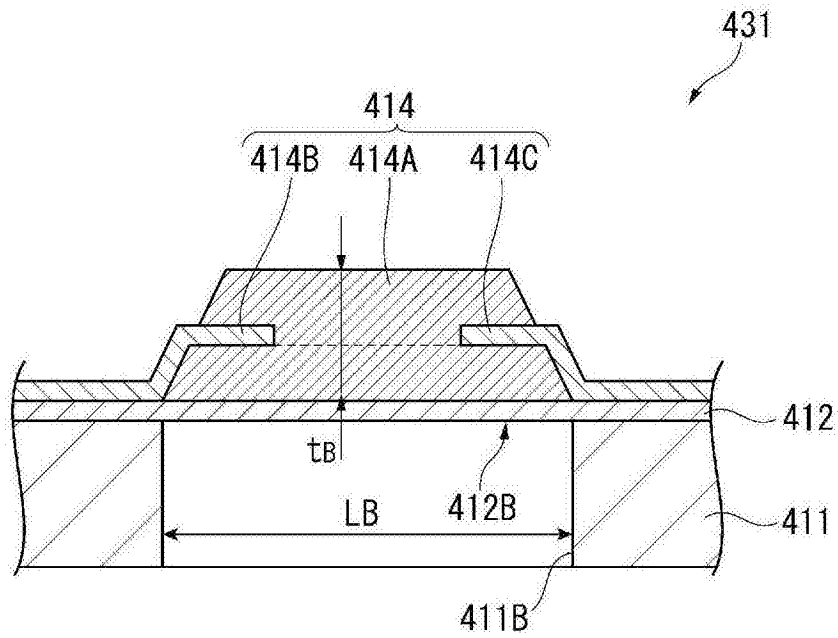


图18

专利名称(译)	超声波器件、超声波组件以及超声波测定装置		
公开(公告)号	CN107773271A	公开(公告)日	2018-03-09
申请号	CN201710709559.5	申请日	2017-08-17
[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	宫泽弘 伊藤浩 中村友亮 山田昌佳 清濑摄内 船坂司		
发明人	宫泽弘 伊藤浩 中村友亮 山田昌佳 清濑摄内 船坂司		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/06 B06B1/06 B06B3/00		
代理人(译)	张永明		
优先权	2016163344 2016-08-24 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供了超声波的发送接收效率高的超声波器件、超声波组件以及超声波测定装置。超声波器件具备：基板，具有第一开口和第二开口；支撑膜，设置在所述基板上，所述支撑膜将所述第一开口和所述第二开口堵塞；发送用压电膜，设置在所述支撑膜上，且当从所述基板的厚度方向观察时，设置于与所述第一开口重叠的位置，在所述基板的厚度方向上被一对电极夹着；以及接收用压电膜，设置在所述支撑膜上，且当从所述基板的厚度方向观察时，设置于与所述第二开口重叠的位置，在与所述基板的厚度方向交叉的交叉方向上被一对电极夹着，相对于所述基板的厚度方向的所述接收用压电膜的膜厚尺寸小于所述发送用压电膜的膜厚尺寸。

