



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107174281 A

(43)申请公布日 2017.09.19

(21)申请号 201710135408.3

(22)申请日 2017.03.08

(30)优先权数据

2016-045884 2016.03.09 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 中村友亮

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 田喜庆 吴孟秋

(51)Int.Cl.

A61B 8/00(2006.01)

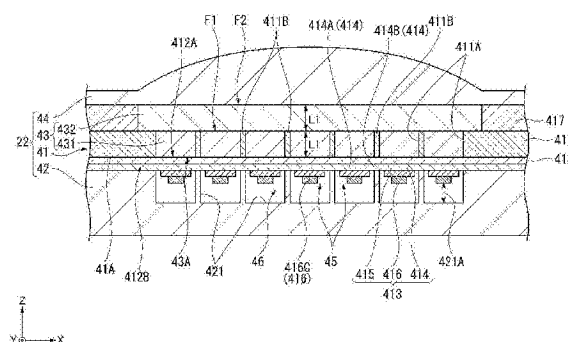
权利要求书3页 说明书17页 附图12页

(54)发明名称

超声波器件、超声波模块及超声波测定装置

(57)摘要

本发明提供超声波器件、超声波模块及超声波测定装置。超声波器件(22)具备:超声波换能器(45),具有振动膜(412),从振动膜(412)的第一面(412A)一侧发送超声波;声匹配层(43),设置于振动膜(412)的第一面(412A)一侧;以及声透镜(44),设置于声匹配层(43)的与振动膜(412)相反的一侧,声匹配层(43)由包括第一层(431)和第二层(432)的偶数层构成,第二层(432)的声阻抗小于第一层(431)和声透镜(44)的声阻抗,在声匹配层(43)中,从振动膜(412)朝声透镜(44)依次配置有第一层(431)和第二层(432),在将超声波的波长设为 λ 时,第一层(431)和第二层(432)具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。



1. 一种超声波器件,其特征在于,具备:
超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;
声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及
声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,
所述声匹配层由包括第一层和第二层的偶数层构成,所述第二层的声阻抗小于所述第一层和所述声透镜的声阻抗,在所述声匹配层中,从所述振动膜朝所述声透镜依次配置所述第一层和所述第二层,
在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述第一层和所述第二层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。
2. 根据权利要求1所述的超声波器件,其特征在于,
所述声匹配层具有一层所述第一层和一层所述第二层。
3. 一种超声波器件,其特征在于,具备:
超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;
声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及
声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,
所述声匹配层的声阻抗小于所述声透镜的声阻抗,并且,在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。
4. 根据权利要求3所述的超声波器件,其特征在于,还具备:
中间层,所述中间层配置于所述声匹配层与所述声透镜之间,
所述中间层由包括第一中间层和第二中间层的偶数层构成,所述第一中间层的声阻抗大于所述声匹配层的声阻抗,所述第二中间层的声阻抗小于所述第一中间层和所述声透镜的声阻抗,在所述中间层中,从所述振动膜朝着所述声透镜依次配置所述第一中间层和所述第二中间层,
所述第一中间层和所述第二中间层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。
5. 根据权利要求4所述的超声波器件,其特征在于,
所述中间层具有一层所述第一中间层和一层所述第二中间层。
6. 根据权利要求1至5中任一项所述的超声波器件,其特征在于,
所述振动膜具有平面状的所述第一面,
所述声匹配层的所述振动膜一侧的面和所述声透镜一侧的面以及所述声透镜的所述声匹配层一侧的面平行于所述第一面。
7. 根据权利要求1至6中任一项所述的超声波器件,其特征在于,
所述超声波换能器具备压电元件,所述压电元件设置于所述振动膜的所述第一面相反侧的第二面一侧。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的超声波器件,其特征在于,
所述超声波换能器具有支撑所述振动膜的基板,
所述基板具有开口部,所述开口部由所述振动膜堵塞,并在与所述振动膜相反的一侧开口,
所述声匹配层的至少一部分配置于所述开口部内。

9. 根据权利要求8所述的超声波器件,其特征在于,所述超声波器件还具备:

调整部件,所述调整部件配置于所述基板的所述声透镜一侧,用于调整所述声匹配层的厚度。

10. 一种超声波模块,其特征在于,具备:超声波器件和供所述超声波器件设置的电路板基板,

所述超声波器件具备:

超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;

声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及

声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,

所述声匹配层由包括第一层和第二层的偶数层构成,所述第二层的声阻抗小于所述第一层和所述声透镜的声阻抗,在所述声匹配层中,从所述振动膜朝所述声透镜依次配置所述第一层和所述第二层,

在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述第一层和所述第二层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。

11. 一种超声波模块,其特征在于,具备:超声波器件和供所述超声波器件设置的电路板基板,

所述超声波器件具备:

超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;

声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及

声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,

所述声匹配层的声阻抗小于所述声透镜的声阻抗,并且,在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。

12. 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:

超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;

声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及

声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,

所述声匹配层由包括第一层和第二层的偶数层构成,所述第二层的声阻抗小于所述第一层和所述声透镜的声阻抗,在所述声匹配层中,从所述振动膜朝所述声透镜依次配置所述第一层和所述第二层,

在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述第一层和所述第二层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。

13. 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:

超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;

声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及
声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,
所述声匹配层的声阻抗小于所述声透镜的声阻抗,并且,在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。

超声波器件、超声波模块及超声波测定装置

[0001] 关联申请的交叉引用

[0002] 于2016年3月9日提交的日本专利申请No. 2016-045884的全部内容结合于此作为参考。

技术领域

[0003] 本发明涉及超声波器件、超声波模块及超声波测定装置。

背景技术

[0004] 目前,已知具备振动膜和作为使振动膜振动的振子而设置于振动膜上的压电元件的压电器件(例如专利文献1)。该压电器件通过驱动压电元件而使振动膜振动来发送超声波,并通过使用压电元件检测超声波引起的振动膜的振动来接收超声波。

[0005] 专利文献1所记载的压电器件还具备设于振动膜上的声匹配层和设于声匹配层上的、具有接近作为测定对象的生物体的声阻抗的声透镜。该压电器件在将声透镜抵接于生物体等测定对象的状态下发送和接收超声波。例如,通过压电元件的驱动而发送的超声波在声匹配层和声透镜内传播后,从声透镜的表面输出至生物体内。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2015-195351号公报

[0009] 在此,如上所述,在层叠声匹配层和声透镜的构成中,存在从振子发送的超声波的一部分(以下,也称为“第一波”)从声透镜输出至测定对象,另一部分在声匹配层与声透镜的界面反射的情况。在这种情况下,担心在界面上反射的界面反射波在振子中反射至声透镜一侧,从声透镜输出至生物体,从而距离分辨率(distance resolution)下降。

[0010] 即,界面反射波比第一波延迟对应于声匹配层的厚度的时间地射出至测定对象。因而,在测定对象上反射的第一波和在测定对象上反射的界面反射波在不同的时机被检测到。在这种情况下,存在用压电器件接收到超声波时所输出的接收信号产生所谓的拖尾(tailing),即除检测对应于第一波的峰值外,还检测对应于界面反射波的峰值,导致距离分辨率下降的技术问题。

发明内容

[0011] 本发明的目的在于,提供能够提高距离分辨率的作为以下方式或应用例的超声波器件、超声波模块及超声波测定装置。

[0012] 一应用例所涉及的超声波器件,其特征在于,具备:超声波换能器,具有振动膜,从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,所述声匹配层由包括第一层和第二层的偶数层构成,所述第二层的声阻抗小于所述第一层和所述声透镜的声阻抗,在所述声匹配层中,从所述振动膜朝所述声透镜依次配置所述第一层和所述第二层,在将所

述超声波的波长设为 λ 时,所述第一层和所述第二层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。

[0013] 在本应用例中,声匹配层从振动膜一侧起依次配置有第一层和第二层,并由偶数层构成。在将从超声波换能器发送的超声波的波长设为 λ 时,这些第一层和第二层中各层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。另外,第二层的声阻抗小于第一层和声透镜的声阻抗。即,在本应用例中,声匹配层由偶数层构成,各层相对于相邻层的声阻抗的关系是从振动膜朝着声透镜由大变小。

[0014] 在这样的构成中,即使在声匹配层与声透镜的界面、声匹配层间的界面上产生了界面反射波,也能够抑制该界面反射波如上述那样迟于第一波地从声透镜射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0015] 也就是说,如果从声阻抗大的第一介质(媒质)朝声阻抗小的第二介质传播的超声波在第一介质与第二介质的界面处反射,则超声波的相位反转。因此,当来自声匹配层(第一层)的超声波在与超声波换能器(振动膜)的界面反射时以及当来自第一层的超声波在与第二层的界面反射时,超声波的相位反转。这时,在本应用例中,由于各声匹配层的厚度为 $\lambda/4$ 的奇数倍,因此如上述那样相位反转的超声波和相位未反转的超声波相互抵消(cancel out)。因而,能够抑制位于超声波换能器和声透镜之间的各界面上的界面反射波从声透镜射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0016] 在本应用例的超声波器件中,优选地,所述声匹配层具有一层所述第一层和一层所述第二层。

[0017] 在本应用例中,声匹配层由双层构成。在这样的构成中,例如与声匹配层由四层以上构成的情况相比,能够使声匹配层整体的厚度变薄,能够抑制从声透镜射出的超声波的衰减。

[0018] 一应用例所涉及的超声波器件,其特征在于,具备:超声波换能器,具有振动膜,从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,所述声匹配层的声阻抗小于所述声透镜的声阻抗,在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。

[0019] 在本应用例中,在将从超声波换能器发送的超声波的波长设为 λ 时,声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。另外,声匹配层的声阻抗小于声透镜的声阻抗。

[0020] 在这样的构成中,即使在声匹配层与声透镜的界面处产生了界面反射波,也能够抑制该界面反射波迟于第一波地从声透镜射出至测定对象,能够提高距离分辨率。即,与上述应用例同样,能够使界面反射波的相位成为与上述第一波相反的相位,能够用第一波抵消界面反射波。

[0021] 在本应用例的超声波器件中,优选地,还具备:中间层,配置于所述声匹配层和所述声透镜之间,所述中间层由包括第一中间层和第二中间层的偶数层构成,所述第一中间层的声阻抗大于所述声匹配层的声阻抗,所述第二中间层的声阻抗小于所述第一中间层和所述声透镜的声阻抗,在所述中间层中,从所述振动膜朝所述声透镜依次配置所述第一中间层和所述第二中间层,所述第一中间层和所述第二中间层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。

[0022] 在本应用例中,中间层配置于声匹配层和声透镜之间。该中间层从声匹配层一侧起依次配置有第一中间层和第二中间层,并由偶数层构成。另外,第一中间层的声阻抗大于

声匹配层的声阻抗,第二中间层的声阻抗小于第一中间层和声透镜的声阻抗。另外,在将从超声波换能器发送的超声波的波长设为 λ 时,第一中间层和第二中间层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。

[0023] 在这样的构成中,与上述应用例同样,即使在声匹配层与中间层的界面、第一中间层与第二中间层的界面、中间层与声透镜的界面处产生了界面反射波,也能够抑制该界面反射波迟于上述第一波地从声透镜射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0024] 在本应用例的超声波器件中,优选地,所述中间层具有一层所述第一中间层和一层所述第二中间层。

[0025] 在本应用例中,中间层由双层构成。在这样的构成中,例如与中间层由四层以上构成的情况相比,能够使中间层整体的厚度变薄,能够抑制第一波衰减。

[0026] 在本应用例的超声波器件中,优选地,所述振动膜具有平面状的所述第一面,所述声匹配层的所述振动膜一侧的面和所述声透镜一侧的面以及所述声透镜的所述声匹配层一侧的面平行于所述第一面。

[0027] 在本应用例中,振动膜具有平面状的第一面,各界面是平面状且平行于第一面。由此,例如与界面并非平面状的情况相比,无论各界面的面方向上的界面反射波的反射位置如何,都能更可靠地抵消该界面反射波,能够提高距离分辨率。即,在界面非平面状且不平行的情况下,界面反射波向与反射位置相应的方向反射,传播距离根据反射位置而变化。由此,担心再次入射至界面时的界面反射波的相位未成为与第一波相反的相位,界面反射波未被抵消。在本应用例中,由于界面反射波向界面的法线方向反射,而与反射位置无关,因此能够抑制上述不良情况的出现,能够利用第一波更可靠地抵消界面反射波。

[0028] 在本应用例的超声波器件中,优选地,所述超声波换能器具备压电元件,所述压电元件设置于所述振动膜的所述第一面相反侧的第二面一侧。

[0029] 在本应用例中,超声波换能器在振动膜的设有声匹配层的第一面相反一侧的第二面上设置有压电元件。通过驱动该压电元件,能够使振动膜振动而从第一面一侧发送超声波。

[0030] 在这样的构成中,由于声匹配层与超声波换能器的界面由平面状的第一面形成,因此能够提高声匹配层与超声波换能器的界面的平坦性。因而,能够使界面间的距离更均匀,能够更可靠地抵消界面反射波。

[0031] 在本应用例的超声波器件中,优选地,所述超声波换能器具有支撑所述振动膜的基板,所述基板具有开口部,所述开口部由所述振动膜堵塞,并在与所述振动膜相反的一侧开口,所述声匹配层的至少一部分配置于所述开口部内。

[0032] 在本应用例中,超声波换能器具有基板,基板具有由振动膜堵塞的开口部,并堵塞该振动膜。另外,与振动膜相邻的声匹配层的至少一部分配置于开口部内。在这样的构成中,例如通过在声匹配层由单层形成的情况下将整个声匹配层配置于开口部内,在声匹配层由多层形成的情况下将振动膜一侧的一层配置于开口部内,从而能够并且容易地根据开口部的厚度调整声匹配层的厚度。

[0033] 在本应用例的超声波器件中,其特征在于,所述超声波器件还具备:调整部件,配置于所述基板的所述声透镜一侧,用于调整所述声匹配层的厚度。

[0034] 在本应用例中,具备调整声匹配层的厚度的调整部件。在这样的构成中,例如通过

调整调整部件的厚度,能够容易地调整声匹配层的厚度。另外,容易使声匹配层的厚度为合适的值。

[0035] 一应用例所涉及的超声波模块,其特征在于,具备超声波器件和供所述超声波器件设置的电路基板,所述超声波器件具备:超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,所述声匹配层由包括第一层和第二层的偶数层构成,所述第二层的声阻抗小于所述第一层和所述声透镜的声阻抗,在所述声匹配层中,从所述振动膜朝所述声透镜依次配置所述第一层和所述第二层,在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述第一层和所述第二层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。

[0036] 在本应用例中,声匹配层从振动膜一侧起依次配置有第一层和第二层,并由偶数层构成。在将从超声波换能器发送的超声波的波长设为 λ 时,这些第一层和第二层中各层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。另外,第二层的声阻抗小于第一层和声透镜的声阻抗。

[0037] 在这样的构成中,与上述超声波器件所涉及的应用例同样,即使在声匹配层与声透镜的界面、声匹配层间的界面上产生了界面反射波,也能够抑制该界面反射波如上述那样迟于第一波地从声透镜射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0038] 一应用例所涉及的超声波模块,其特征在于,具备超声波器件和供所述超声波器件设置的电路基板,所述超声波器件具备:超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,所述声匹配层的声阻抗小于所述声透镜的声阻抗,并且,在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。

[0039] 在本应用例中,在将从超声波换能器发送的超声波的波长设为 λ 时,声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。另外,声匹配层的声阻抗小于声透镜的声阻抗。在这样的构成中,与上述超声波器件所涉及的应用例同样,即使在声匹配层与声透镜的界面上产生了界面反射波,也能够抑制该界面反射波迟于第一波地从声透镜射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0040] 一应用例所涉及的超声波测定装置,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:超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,所述声匹配层由包括第一层和第二层的偶数层构成,所述第二层的声阻抗小于所述第一层和所述声透镜的声阻抗,在所述声匹配层中,从所述振动膜朝所述声透镜依次配置所述第一层和所述第二层,在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述第一层和所述第二层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。

[0041] 在本应用例中,声匹配层从振动膜一侧起依次配置有第一层和第二层,并由偶数层构成。在将从超声波换能器发送的超声波的波长设为 λ 时,这些第一层和第二层中各层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。另外,第二层的声阻抗小于第一层和声透镜的声阻抗。

[0042] 在这样的构成中,与上述超声波器件所涉及的应用例同样,即使在声匹配层与声透镜的界面、声匹配层间的界面上产生了界面反射波,也能够抑制该界面反射波如上述那样迟于第一波地从声透镜射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0043] 一应用例所涉及的超声波测定装置,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:超声波换能器,具有振动膜,所述超声波换能器从所述振动膜的第一面一侧发送超声波;声匹配层,设置于所述振动膜的所述第一面一侧;以及声透镜,设置于所述声匹配层的与所述振动膜相反的一侧,所述声匹配层的声阻抗小于所述声透镜的声阻抗,并且,在将所述超声波的波长设为 λ 时,所述声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。

[0044] 在本应用例中,在将从超声波换能器发送的超声波的波长设为 λ 时,声匹配层具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。另外,声匹配层的声阻抗小于声透镜的声阻抗。

[0045] 在这样的构成中,与上述超声波器件所涉及的应用例同样,即使在声匹配层与声透镜的界面上产生了界面反射波,也能够抑制该界面反射波迟于第一波地从声透镜射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

附图说明

[0046] 图1是示出第一实施方式的超声波装置的简要构成的图。

[0047] 图2是示出第一实施方式中的超声波传感器的简要构成的平面图。

[0048] 图3是从密封板一侧观察第一实施方式中的超声波器件的元件基板的平面图。

[0049] 图4是沿图3的A-A线截断超声波器件时的截面图。

[0050] 图5是示出第一实施方式中的超声波器件的简要构成的截面图。

[0051] 图6是示出由从第一实施方式的超声波器件和比较例的超声波器件发送的超声波引起的声压变动的图。

[0052] 图7是示出由从第一实施方式的超声波器件和比较例的超声波器件发送的超声波引起的声压变动的图。

[0053] 图8是示出第一实施方式的超声波器件的一例制造方法的流程图。

[0054] 图9是示出第一实施方式的超声波器件的制造工序的图。

[0055] 图10是示出第一实施方式的超声波器件的制造工序的图。

[0056] 图11是示出第一实施方式的超声波器件的制造工序的图。

[0057] 图12是示出第二实施方式的超声波器件的简要构成的截面图。

[0058] 图13是示出由从第二实施方式的超声波器件和比较例的超声波器件发送的超声波引起的声压变动的图。

[0059] 图14是示出第三实施方式的超声波器件的简要构成的截面图。

具体实施方式

[0060] 第一实施方式

[0061] 下面,基于附图,说明第一实施方式的超声波装置。

[0062] 超声波测定装置的构成

[0063] 图1是示出本实施方式的超声波测定装置1的简要构成的立体图。

[0064] 本实施方式的超声波测定装置1相当于电子设备,如图1所示,其具备超声波探测器2和经由电缆3而电连接于超声波探测器2的控制装置10。

[0065] 该超声波测定装置1的超声波探测器2抵接于生物体(例如人体)的表面,并从超声

波探测器2向生物体内送出超声波。另外,利用超声波探测器2接收由生物体内的器官反射的超声波,并基于该接收信号,例如获取生物体内的内部断层图像、或者测定生物体内的器官的状态(例如血流等)。

[0066] 控制装置的构成

[0067] 如图1所示,控制装置10例如具备操作部11和显示部12。另外,虽省略图示,但控制装置10具备由存储器等构成的存储部和由CPU(中央处理单元:Central Processing Unit)等构成的运算部。另外,控制装置10通过运算部读取并执行存储于存储部中的各种程序,从而例如输出用于控制超声波探测器2的驱动指令,或者基于从超声波探测器2输入接收信号,形成生物体的内部结构的图像并将其显示于显示部12,抑或测定血流等生物体信息并将其显示于显示部12。即,控制装置10相当于控制部。作为这样的控制装置10,例如可以使用平板终端、智能手机、个人计算机等终端装置,也可以使用用于操作超声波探测器2的专用终端装置。

[0068] 超声波探测器的构成

[0069] 图2是示出超声波探测器2中的超声波传感器24的简要构成的平面图。

[0070] 超声波探测器2具备:壳体21(参见图1);设置于壳体21内部的超声波器件22;以及设有用于控制超声波器件22的驱动电路等的配线基板23。需要说明的是,由超声波器件22和配线基板23构成超声波传感器24(相当于超声波模块)。

[0071] 壳体的构成

[0072] 如图1所示,壳体21例如在俯视观察时形成为矩形形状的箱状,在正交于厚度方向的一面(传感器面21A)上设置有传感器窗21B,超声波器件22局部露出。另外,在壳体21的局部(在图1所示的例子中为侧面)设置有电缆3的通过孔21C,电缆3从通过孔21C插入壳体21的内部,连接于配线基板23的连接部231(参见图2)。另外,通过向电缆3与通过孔21C之间的缝隙填充例如树脂材料等,从而确保了防水性。

[0073] 需要说明的是,在本实施方式中,示出了利用电缆3连接超声波探测器2和控制装置10的构成例,并不限于此,例如,超声波探测器2和控制装置10也可以通过无线通信进行连接,还可以在超声波探测器2内设置控制装置10的各种构成。

[0074] 配线基板的构成

[0075] 配线基板23相当于电路板,具有与超声波器件22所具备的电极垫414P、416P(参见图3)电连接的端子部。

[0076] 另外,配线基板23设置有用于驱动超声波器件22的驱动电路等。具体而言,配线基板设置有用于从超声波器件22发送超声波的发送电路、处理由超声波器件22接收到超声波时的接收信号的接收电路等。另外,在该配线基板上,通过电缆3等而连接有控制装置10,基于来自控制装置10的指令来驱动超声波器件22。

[0077] 超声波器件的构成

[0078] 图3是从密封板42一侧观察超声波器件22中的元件基板41时的平面图。图4是沿图3中的A-A线截断的超声波器件22的截面图。

[0079] 如图4所示,超声波器件22由元件基板41、密封板42、声匹配层43及声透镜44构成。

[0080] 元件基板的构成

[0081] 如图4所示,元件基板41具备基板主体部411、设置于基板主体部411的密封板42一

侧的振动膜412、设置于振动膜412的压电元件413、以及用于调整下文所述的声匹配层43的第二层432的厚度的调整部件417。这里,在以后的说明中,将元件基板41的与密封板42相对的面称为背面41A。另外,将振动膜412的与密封板42相反一侧的面(第一面)称为超声波收发面412A,将密封板42一侧的面(第二面)称为工作面412B。另外,在从基板厚度方向观察元件基板41的俯视观察时,元件基板41的中央区域为阵列区域Ar1,在该阵列区域Ar1内,多个超声波换能器45呈矩阵状配置。

[0082] 基板主体部411是支撑振动膜412的基板,由例如Si等的半导体基板构成。在基板主体部411的阵列区域Ar1内设置有对应于各个超声波换能器45的开口部411A。另外,各开口部411A由设置于基板主体部411的背面41A一侧的振动膜412堵塞。需要说明的是,在开口部411A的内部填充有声匹配层43的第一层431,开口部411A的深度尺寸与第一层431的厚度尺寸一致,对此将于下文说明。因此,可以根据开口部411A的深度尺寸调整第一层431的厚度尺寸。

[0083] 振动膜412由例如SiO₂、SiO₂和ZrO₂的层叠体等构成,其以覆盖基板主体部411的整个背面41A侧的方式设置。该振动膜412的厚度尺寸是相对于基板主体部411足够小的厚度尺寸。在用Si构成基板主体部411、用SiO₂构成振动膜412的情况下,例如通过对基板主体部411的背面41A一侧进行氧化处理,能够容易地形成期望的厚度尺寸的振动膜412。另外,在这种情况下,通过将SiO₂的振动膜412作为蚀刻终止层而对基板主体部411进行蚀刻处理,能够容易地形成上述开口部411A。

[0084] 另外,如图4所示,在堵塞各开口部411A的振动膜412上(背面41A一侧)设置有各自为下部电极414、压电膜415及上部电极416的层叠体的压电元件413。在此,由堵塞开口部411A的振动膜412和压电元件413构成一个超声波换能器45。

[0085] 在这样的超声波换能器45中,通过向下部电极414和上部电极416之间施加规定频率的矩形波电压,能够使开口部411A的开口区域内的振动膜412振动而从超声波收发面412A一侧送出超声波。另外,如果振动膜412因从目标物反射并从超声波收发面412A一侧入射的超声波而产生振动,则压电膜415的上下之间产生电位差。因此,通过检测下部电极414和上部电极416之间产生的上述电位差,能够检测接收到的超声波。

[0086] 另外,在本实施方式中,如图3所示,多个上述那样的超声波换能器45沿X方向(切片方向)和交叉(在本实施方式中为正交)于X方向的Y方向(扫描方向)配置于元件基板41的阵列区域Ar1内,从而构成超声波换能器阵列46。需要说明的是,超声波换能器阵列46相当于超声波收发部。

[0087] 在此,下部电极414形成为沿X方向的直线状。即,下部电极414跨沿X方向排列的多个超声波换能器45而设置,具有位于压电膜415和振动膜412之间的下部电极主体414A;连结相邻的下部电极主体414A的下部电极线414B;以及向阵列区域Ar1外的端子区域Ar2引出的下部端子电极线414C。因此,在沿X方向排列的超声波换能器45中,下部电极414成为同电位。

[0088] 另外,下部端子电极线414C延伸至阵列区域Ar1外的端子区域Ar2,在端子区域Ar2中构成第一电极垫414P。该第一电极垫414P连接至设置于配线基板的端子部。

[0089] 另一方面,如图3所示,上部电极416具有:跨沿Y方向排列的多个超声波换能器45而设置的元件电极部416A;以及连结多个元件电极部416A的端部彼此的公共电极部416B。

元件电极部416A具有：层叠于压电膜415上的上部电极主体416C；连结相邻的上部电极主体416C的上部电极线416D；以及从配置于Y方向的两端部的超声波换能器45沿Y方向延伸至外侧的上部端子电极416E。

[0090] 公共电极部416B分别设置于阵列区域Ar1的+Y侧端部和-Y侧端部。+Y侧的公共电极部416B连接从沿Y方向设置的多个超声波换能器45中的设置于+Y侧端部的超声波换能器45向+Y侧延伸出的上部端子电极416E彼此。-Y侧端部的公共电极部416B连接向-Y侧延伸出的上部端子电极416E彼此。因此，在阵列区域Ar1内的各超声波换能器45中，上部电极416成为同电位。另外，该一对公共电极部416B沿X方向设置，其端部从阵列区域Ar1引出至端子区域Ar2。另外，公共电极部416B在端子区域Ar2中构成连接于配线基板的端子部的第二电极垫416P。

[0091] 在上述那样的超声波换能器阵列46中，通过由下部电极414连结的沿X方向排列的超声波换能器45构成一个超声波换能器组45A，从而构成该超声波换能器组45A沿Y方向排列多个而成的一维阵列结构。

[0092] 调整部件417是调整下文所述的声匹配层43的第二层432的厚度的部件，其以包围形成有开口部411A的阵列区域Ar1的方式配置于基板主体部411的+Z侧。在由该调整部件417包围的区域内填充有第二层432，调整部件417的厚度尺寸与第二层432的厚度尺寸一致。因此，可以根据调整部件417的厚度调整第二层432的厚度。

[0093] 密封板的构成

[0094] 从厚度方向观察密封板42时，其平面形状形成为例如与元件基板41相同的形状，由Si等的半导体基板、绝缘体基板构成。需要说明的是，由于密封板42的材质、厚度影响超声波换能器45的频率特性，因此优选地，根据由超声波换能器45收发的超声波的中心频率进行设定。

[0095] 另外，该密封板42在与元件基板41的阵列区域Ar1相对的阵列对置区域内形成有与元件基板41的开口部411A对应的多个凹槽421。由此，在振动膜412中的通过超声波换能器45而振动的区域（开口部411A内）中，与元件基板41之间设有规定尺寸的间隙421A，由此，不会阻碍振动膜412的振动。并且，能够抑制来自一个超声波换能器45的背面波射入其它相邻的超声波换能器45的不良情况（串扰）。

[0096] 另外，当振动膜412振动时，除了向开口部411A一侧（超声波收发面412A一侧）发出作为背面波（back wave）的超声波以外，还向密封板42一侧（背面41A一侧）发出作为背面波的超声波。该背面波被密封板42反射，并再次经由间隙421A而向振动膜412侧发出。此时，如果反射背面波与从振动膜412向超声波收发面412A一侧发出的超声波的相位错开，则超声波会发生衰减。因此，本实施方式中，以间隙421A中的声程（声学距离（音響的な距離））为超声波波长 λ 的四分之一（ $\lambda/4$ ）的奇数倍的方式设定各凹槽421的槽深。换句话说，考虑从超声波换能器45发出的超声波的波长 λ 来设定元件基板41、密封板42的各部的厚度尺寸。

[0097] 另外，密封板42也可以采用在与元件基板41的端子区域Ar2相对的位置，与设置于端子区域Ar2的各电极垫414P、416P相对应地设有开口部（省略图示）的构成等。在这种情况下，通过在该开口部内设置沿厚度方向贯通密封板42的贯通电极（TSV；Through-Silicon Via：穿透硅通孔），从而各电极垫414P、416P经由该贯通电极连接至配线基板上的端子部。另外，也可以采用将FPC（Flexible printed circuits：柔性印刷电路）、电缆线、电线

(wire)等插入开口部内来连接各电极垫414P、416P和配线基板的构成等。

[0098] 声透镜的构成

[0099] 声透镜44设置于将在下文详细说明了的声匹配层43上(+Z侧)。如图1所示,该声透镜44从壳体21的传感器窗21B露出至外部。另外,声透镜44的声阻抗Z3设定为与生物体的声阻抗接近的声阻抗。声透镜44通过紧贴于生物体表面,使从超声波换能器45发送的超声波经由声匹配层43在生物体内高效汇聚,另外,使在生物体内反射的超声波高效传播至超声波换能器45。需要说明的是,在本实施方式中,声阻抗Z3例如为1.5MRayls。

[0100] 作为这样的声透镜44的形成材料,例如可例示混炼型硅橡胶。混炼型硅橡胶含有例如包含乙烯基的二甲基聚硅氧烷结构的硅橡胶、二氧化硅及硫化剂。具体而言,二氧化硅作为相对于硅橡胶的质量比为40质量%以上50质量%以下、重均粒径为15 μ m~30 μ m的二氧化硅粒子而混入硅橡胶中。作为硫化剂,可使用例如2,5-二甲基-2,5-二叔丁基过氧化己烷。

[0101] 声匹配层的构成

[0102] 如图4所示,声匹配层43设置于振动膜412的超声波收发面412A一侧,具有振动膜412上的第一层431和设置于第一层431上的第二层432。声匹配层43与声透镜44一起使从超声波换能器45发送的超声波高效传播至作为测定对象的生物体,另外,使在生物体内反射的超声波高效传播至超声波换能器45。因而,声匹配层43设定为与生物体的声阻抗接近的声阻抗。作为具有这样的声阻抗的材料,可使用例如RTV硅橡胶等有机硅树脂材料。

[0103] 第一层431填充在元件基板41的开口部411A内,并设置于振动膜412上(+Z侧)。即,第一层431具有与开口部411A的深度尺寸相应的厚度尺寸L1。该第一层431的与振动膜412相反一侧的面、即与第二层432之间的界面(以下,也称为“第一界面F1”)大致平行于超声波收发面412A。需要说明的是,声匹配层43的振动膜412一侧的面43A是接触超声波收发面412A的面,其平行于超声波收发面412A。另外,第一层431的声阻抗Z1大于第二层432的声阻抗Z2。在本实施方式中,声阻抗Z1例如为1.5MRayls,声阻抗Z2例如为1MRayls。另外,优选地,声阻抗Z1与声阻抗Z2之差设定为在第一层和第二层之间适度产生超声波反射的值,优选为0.1MRayls至1MRayls左右,更优选为0.3MRayls至0.7MRayls左右。

[0104] 第二层432设置于第一层431上(+Z侧),具有与第一层431相同的厚度尺寸L1。需要说明的是,第二层432的厚度通过将上述调整部件417的厚度尺寸设为L1来调整。第二层432的第一层431一侧的面(即第一界面F1)和声透镜44一侧的界面(以下,也称为“第二界面F2”)大致平行于超声波收发面412A。

[0105] 另外,第二层432的声阻抗Z2小于第一层431的声阻抗Z1和声透镜44的声阻抗Z3。需要说明的是,声阻抗的值可以用介质的密度与介质中的声速的积来得到。例如,通过使用密度小于第一层431的材料来形成第二层432,能够使第二层432的声阻抗Z2小于第一层431的声阻抗Z1。需要说明的是,在本实施方式中,声阻抗Z1例如为1.5MRayls。

[0106] 这些第一层431和第二层432的厚度尺寸L1即为超声波收发面412A与第一界面F1之间的距离,在将从超声波换能器45发送的超声波的波长设为 λ 、将1以上的整数设为n时,第一界面F1与第二界面F2之间的距离满足下述式(1)。即,以使尺寸L1为 $\lambda/4$ 的奇数倍的方式形成第一层431和第二层432。需要说明的是,将于下文说明L1满足下述式(1)所带来的作用效果。

[0107] $L1 = (\lambda/4) \times (2n-1) \dots\dots (1)$

[0108] 通过声匹配层抑制拖尾

[0109] 在此,超声波器件22通过接收从超声波换能器45发送并在声匹配层43和声透镜44内传播而射出至生物体内的超声波(以下,也称为“第一波”)的反射波来实施超声波测定。在实施该超声波测定时,对于在超声波收发面412A上层叠有声匹配层43和声透镜44的构成,担心由在声匹配层43与声透镜44的界面上产生的界面反射波所引起的超声波(以下,也称为“第二波”)晚于第一波射出至生物体内,从而从超声波器件22射出的超声波产生拖尾。若产生该拖尾,则担心超声波的脉冲宽度增大,距离分辨率下降。

[0110] 针对于此,在本实施方式的超声波器件22中,如在下文详细说明的那样,声匹配层43的第一层431和第二层432的厚度尺寸(超声波收发面412A与第一界面F1之间的距离以及第一界面F1与第二界面F2之间的距离) $L1$ 满足上述式(1)。另外,第二层432的声阻抗 $Z2$ 小于第一层431的声阻抗 $Z1$ 且小于声透镜44的声阻抗 $Z3$ 。通过这样的构成,能够抑制上述第二波射出至生物体内,能够提高距离分辨率。

[0111] 图5是用于说明本实施方式的超声波器件22中的由界面反射波引起的拖尾的抑制作用的图,示意性示出了超声波器件22的主要部分(声匹配层43和声透镜44)的截面。需要说明的是,在图5中,简化了超声波器件22的构成进行图示。

[0112] 如图5所示,从超声波换能器45沿法线方向发送的、透过第一界面F1和第二界面F2的超声波 $U0$ 从声透镜44射出至测定对象内。通过利用超声波换能器45检测该超声波 $U0$ 的反射波来进行超声波测定。

[0113] 在此,如图5所示,存在射入第一界面F1的超声波 $U0$ 的一部分在第一界面F1处反射,从而产生界面反射波 $U1$ 的情况。该界面反射波 $U1$ 在经超声波收发面412A反射而再次到达第一界面F1时,相对于超声波 $U0$ 相位相反。因而,界面反射波 $U1$ 的至少一部分被超声波 $U0$ 抵消。

[0114] 详细而言,如果从声阻抗小于第二层423的第一层431一侧入射至第一界面F1的超声波在第一界面F1处反射,则超声波的相位反转。另外,当在第一层431内传播并在超声波收发面412A处反射时,超声波的相位也发生反转。因而,通过将第一层431的厚度(超声波收发面412A与第一界面F1之间的距离)设为 $\lambda/4$ 的奇数倍,能够使再次入射至第一界面F1时的界面反射波 $U1$ 的相位成为相对于超声波 $U0$ 相反的相位。根据上述情况,在第一界面F1处反射并在超声波收发面412A处反射后再次入射至第一界面F1的界面反射波 $U2$ 的至少一部分被超声波 $U0$ 抵消。

[0115] 另外,存在入射至第二界面F2的超声波 $U0$ 的一部分在第二界面F2处反射,由此产生界面反射波 $U2$,进而该界面反射波 $U2$ 的一部分在第一界面F1处反射而产生界面反射波 $U21$ 的情况。该界面反射波 $U21$ 在经第一界面F1反射而再次到达第二界面F2时,相对于超声波 $U0$ 相位相反。因而,界面反射波 $U21$ 的至少一部分被超声波 $U0$ 抵消。

[0116] 详细而言,通过将第二层432的厚度(第一界面F1与第二界面F2之间的距离)设为 $\lambda/4$ 的奇数倍,能够使再次入射至第二界面F2时的界面反射波 $U21$ 的相位成为相对于超声波 $U0$ 相反的相位。因此,在第二界面F2上,界面反射波 $U21$ 的至少一部分被超声波 $U0$ 抵消。

[0117] 另外,界面反射波 $U2$ 中透过了第一界面F1的界面反射波 $U22$ 透过第一层431后,在经超声波收发面412A反射而再次到达第二界面F2时,相对于超声波 $U0$ 相位相反。界面反射

波U22的至少一部分被超声波U0抵消。即,界面反射波U22在超声波收发面412A反射时,其相位反转。因此,通过将第一层431和第二层432的厚度设为 $\lambda/4$ 的奇数倍(即,通过将第二界面F2与超声波收发面412A之间的距离设为 $\lambda/4$ 的偶数倍,换言之设为 $\lambda/2$ 的整数倍),能够使再次入射至第二界面F2时的界面反射波U22的相位成为与超声波U0相反的相位。因此,在第二界面F2上,界面反射波U22的至少一部分被超声波U0抵消。

[0118] 如上所述,通过抵消在第一界面F1、第二界面F2上产生的界面反射波的至少一部分,能够抑制该界面反射波射出至生物体内,能够提高距离分辨率。

[0119] 另外,在本实施方式中,由于声匹配层43的振动膜412一侧的面43A及第一界面F1、第二界面F2大致平行于超声波收发面412A,因此界面反射波能够沿超声波收发面412A及第一界面F1、第二界面F2的法线方向(Z方向)传播。因而,能够使界面反射波的传播距离为上述距离,能够更可靠地抵消界面反射波。

[0120] 图6和图7是示出从超声波器件发送的超声波的一例时间变化的图。在此,用实线表示从本实施方式的超声波器件22射出的超声波的时间变化。另一方面,点划线表示从比较例的超声波器件发送的超声波的一例时间变化,比较例的超声波器件具备厚度非 $\lambda/2$ 的整数倍的单层的声匹配层。需要说明的是,在图6和图7中,将第一层431和声透镜44的声阻抗的值设为1.5MRayls,将第二层432的声阻抗的值设为1MRayls。

[0121] 在图6和图7所示的例子中,向超声波换能器45施加例如具有5MHz的冲击波(burst wave)的波形的驱动电压,以驱动超声波换能器45。如图6所示,当超声波器件22的Q值为2时,在点划线所示的比较例中,约 3.00×10^{-7} sec以后检测到声压的变动,产生了所谓的“拖尾”。与此相对,在实线所示的本实施方式的超声波器件22中,发现声压变化被抑制,拖尾得到抑制。

[0122] 另外,如图7所示,即使在超声波器件22的Q值为4的情况下,与比较例相比,通过使用本实施方式的超声波器件22,拖尾部分的声压变化得以抑制。

[0123] 另外,如图5所示,超声波U0在通过第一界面F1时,从声阻抗高的第一层431传播至声阻抗低的第二层432,其声压变小,而在通过第二界面F2时,相反地,从声阻抗低的第二层432传播至声透镜44,其声压变大。因此,与声匹配层为单层构成的比较例的超声波器件相比,具备双层构成的声匹配层43的超声波器件22既能够抑制拖尾,也能够抑制声压下降。

[0124] 需要说明的是,如图6和图7所示,对于比较例,通过减小超声波器件的Q值,也能够抑制拖尾部分的声压变化。但是,超声波U0的输出也会变小。与此相对,通过使用本实施方式的超声波器件22,即使不减小Q值,也能够抑制拖尾部分的声压变化。因此,根据超声波器件22,能够抑制超声波U0的输出下降,并能抑制拖尾的影响,能够进行高精度的超声波测定。

[0125] 超声波器件的制造方法

[0126] 接着,对上述那样的超声波器件22的制造方法进行说明。

[0127] 图8是示出本实施方式的超声波传感器24的制造中的各工序的流程图。图9至图11是简要示出各工序中的超声波传感器24的图。

[0128] 为了制造超声波传感器24,如图8所示,实施器件主体形成工序S1、第一层形成工序S2、第二层形成工序S2及声透镜配置工序S4。

[0129] 在器件主体形成工序S1中,形成包括元件基板41和密封板42的器件主体40(参见

图9)。

[0130] 在该步骤S1中,在基板主体部411上形成振动膜412后,在振动膜412上形成压电元件413,并在基板主体部411上形成开口部411A。这时,将开口部411A形成为其深度与第一层431的厚度相同。然后,形成密封板42,并接合器件主体40和密封板42。

[0131] 接着,实施第一层形成工序S2。在步骤S2中,如图10所示,在器件主体40的开口部411A内形成声匹配层43的第一层431。具体而言,在开口部411A的内部填充第一层431的形成材料。需要说明的是,以使开口部411A和第一层431的+Z侧的面为同一平面的方式,除去从开口部411A溢出的多余的形成材料。

[0132] 接着,实施第二层形成工序S3。在步骤S3中,如图11所示,在基板主体部411上配置调整部件417。该调整部件417的厚度形成为与第二层432的厚度相同。然后,在被调整部件417包围的区域内填充第二层432的形成材料。需要说明的是,以使调整部件417和第二层432的+Z侧的面为同一平面的方式,除去溢出的多余的形成材料。

[0133] 接着,实施声透镜配置工序S4,在第二层432的+Z侧配置声透镜44。这样,便形成了超声波器件22。

[0134] 需要说明的是,上述的超声波器件22的形成方法中,在接合了元件基板41和密封板42后再形成声匹配层43并配置声透镜44,但不限于于此。即,也可以是,在接合于密封板42之前的元件基板41上形成声匹配层43并配置声透镜44。

[0135] 另外,在元件基板41上配置了调整部件417后形成第二层432,但不限于于此,也可以是,在不设置调整部件417的情况下形成第二层432。另外,也可以是,不在元件基板41侧形成第二层432,而是在声透镜44侧形成第二层432。在这种情况下,例如也可以是,在声透镜44上设置凹部,并在该凹部的内部形成第二层432,将形成有第二层432的声透镜44接合于形成有第一层431的元件基板41。

[0136] 第一实施方式的作用效果

[0137] 本实施方式的超声波器件22具备设置于振动膜412的超声波收发面412A的声匹配层43和设置于声匹配层43的声透镜44。该声匹配层43具备超声波收发面412A一侧的第一层431和声透镜44一侧的第二层432,在将超声波的波长设为 λ 时,各层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。另外,第二层432的声阻抗小于第一层431和声透镜44的声阻抗。在这样构成的超声波器件22中,即使在声匹配层43和声透镜44各自的第一界面F1、第二界面F2处产生了界面反射波(参见图5的界面反射波U1、U2),如上所述,在界面反射波再次入射至界面时,也能够使界面反射波的相位成为与从超声波换能器45发送的超声波U0的相位相反的相位。因此,通过抵消界面反射波的至少一部分,能够抑制该界面反射波迟于超声波U0地从声透镜44射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0138] 另外,在本实施方式中,声匹配层43由双层构成。在此,即使采用声匹配层43为偶数层且第一层431和第二层432交替配置的构成,同样能够抑制由界面反射波引起的拖尾的发生。另一方面,若声匹配层43变厚,则还存在超声波的衰减增大,超声波的发送输出甚至接收灵敏度下降的担忧。虽然也可以通过使各层变薄来使声匹配层43整体变薄,但使各层变薄是有限的。针对于此,通过用双层构成声匹配层43,能够实现声匹配层43的薄型化,薄型化也变得容易。

[0139] 另外,振动膜412具有平面状的超声波收发面412A,第一界面F1、第二界面F2平行

于超声波收发面412A。这里,在第一界面F1、第二界面F2并非平面状、且不平行于超声波收发面412A的情况下,界面反射波沿与反射位置相应的方向反射。因而,传播距离会根据界面反射波的反射位置发生变化,担心再次入射至界面时的界面反射波的相位未成为与超声波U0相反的相位。与此相对,在本实施方式中,由于界面反射波沿为第一界面F1、第二界面F2的法线方向的Z方向反射,而与反射位置无关,因此能够抑制上述不良情况的发生,能够更可靠地抵消界面反射波。

[0140] 另外,在本实施方式中,压电元件413设置于振动膜412的工作面412B一侧,从超声波收发面412A一侧发送超声波。在这样的构成中,例如与压电元件413形成于超声波收发面412A一侧的构成相比,能够提高作为声匹配层43与超声波换能器45的界面的超声波收发面412A的平坦性。因此,能够使超声波收发面412A与第一界面F1、第二界面F2之间的距离更均匀,能够更可靠地抵消界面反射波。

[0141] 在本实施方式中,声匹配层43中的第一层431填充在形成于基板主体部411的开口部411A内。在这样的构成中,能够形成对应于开口部411A的深度的第一层431。另外,通过适当调整开口部411A的厚度,能够将第一层431的厚度调整为适当的值,容易形成具有期望厚度的第一层431。

[0142] 另外,在本实施方式中,具备调整声匹配层43中的第二层432的厚度的调整部件417。该调整部件417是配置于基板主体部411的+Z侧的框状的部件。通过在由该调整部件417包围的凹部内形成第二层432,能够形成对应于调整部件417的厚度的第二层432。因此,通过调整调整部件417的厚度,能够将第二层432的厚度调整为适当的值,容易形成具有期望厚度的第二层432。

[0143] 第二实施方式

[0144] 接着,说明超声波器件的第二实施方式。

[0145] 在上述第一实施方式中,例示了超声波器件22具备由第一层431和第二层432组成的声匹配层43的构成。与此相对,第二实施方式的超声波器件与上述第一实施方式的区别点在于:具备单层的声匹配层47来代替上述声匹配层43。

[0146] 图12是示意性示出第二实施方式的超声波器件25的截面的截面图。

[0147] 如图12所示,超声波器件25包括元件基板41、密封板42、声匹配层47及声透镜44。

[0148] 对于本实施方式的元件基板41,除了在将由超声波换能器45发送的超声波的波长设为 λ 时开口部411A的深度尺寸是 $\lambda/2$ 的整数倍这一点之外,其余均与第一实施方式大致相同地构成。

[0149] 声匹配层47与第一实施方式的第二层432同样,由声阻抗小于声透镜44的材料形成。该声匹配层47填充于开口部411A内。在该声匹配层47的+Z侧配置有声透镜44。

[0150] 在将从超声波换能器45发送的超声波的波长设为 λ 、将1以上的整数设为 n 时,声匹配层47的厚度尺寸 $L2$ 、即声匹配层47和声透镜44的界面F3与超声波收发面412A之间的距离 $L2$ 满足下述式(2)。即,以使尺寸 $L2$ 为 $\lambda/2$ 的整数倍的方式形成声匹配层47。需要说明的是,在本实施方式中,也可以根据开口部411A的深度调整声匹配层47的厚度。

[0151] $L2 = (\lambda/2) \times n \dots \dots (2)$

[0152] 通过声匹配层抑制拖尾

[0153] 在本实施方式中,也能够抑制由在界面F3上产生的界面反射波引起的拖尾的发

生,能够提高距离分辨率。即,在界面F3处产生的、沿-Z方向传播的界面反射波在经超声波收发面412A反射时,其相位反转。因而,通过将声匹配层47的厚度(超声波收发面412A与界面F3之间的距离)设为 $\lambda/2$ 的整数倍,能够使再次入射至界面F3时的界面反射波的相位相对于从超声波换能器45发送的超声波U0(参见图5)为相反的相位。根据上述,在经界面F3反射并在超声波收发面412A上反射后再次入射至界面F3的界面反射波的至少一部分被超声波U0抵消。因此,能够抑制界面反射波迟于超声波U0地射出至生物体内,能够提高距离分辨率。

[0154] 图13是示出从超声波器件25发送的超声波的一例时间变化的图。在图13中,与图6同样,用实线表示从本实施方式的超声波器件25射出的超声波的时间变化。另一方面,点划线表示从比较例的超声波器件发送的超声波的一例时间变化,比较例的超声波器件具备厚度非 $\lambda/2$ 的整数倍的单层的声匹配层。另外,在图13中,将声透镜44的声阻抗的值设为1.5MRayls,将声匹配层47的声阻抗的值设为1MRayls,将超声波器件25的Q值设为2。另外,例示了向超声波换能器45施加例如具有5MHz的冲击波的波形的驱动电压的情况。

[0155] 如图13所示,可以看出,相对于点划线所示的比较例,在实线所示的本实施方式的超声波器件25中,约 3.00×10^{-7} sec以后的声压变化被抑制,拖尾得到抑制。

[0156] 第二实施方式的作用效果

[0157] 在本实施方式的超声波器件25中,声匹配层47由单层构成,在将超声波的波长设为 λ 时,其具有 $\lambda/2$ 的整数倍的厚度。另外,声匹配层47的声阻抗小于声透镜44的声阻抗。在这样构成的超声波器件25中,即使在声匹配层47与声透镜44的界面F3处产生了界面反射波,如上所述,在界面反射波再次入射至界面时,也能够使界面反射波的相位成为与从超声波换能器45发送的超声波U0的相位相反的相位。因此,通过抵消界面反射波的至少一部分,能够抑制该界面反射波迟于超声波U0地从声透镜44射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0158] 第三实施方式

[0159] 接着,说明超声波器件的第三实施方式。

[0160] 在上述第二实施方式中,例示了在声匹配层47上配置声透镜44的超声波器件25的构成。与此相对,第三实施方式的超声波器件与上述第二实施方式的区别点在于:在声匹配层47和声透镜44之间具备中间层48。

[0161] 图14是示意性示出第三实施方式的超声波器件26的截面的截面图。

[0162] 如图14所示,超声波器件26包括元件基板41、密封板42、声匹配层47、中间层48及声透镜44。在第三实施方式中,除了中间层48具备第一中间层481和第二中间层482这一点、以及具备调整第一中间层481的厚度的第一调整部件418和调整第二中间层482的厚度的第二调整部件419这一点之外,其余均与第二实施方式大致相同地构成。

[0163] 第一调整部件418与第一实施方式的调整部件417同样地构成,设置于基板主体部411的+Z侧。在由该第一调整部件418包围的凹部内填充有中间层48的第一中间层481。因此,可以通过适当调整第一调整部件418的厚度来调整第一中间层481的厚度。

[0164] 第二调整部件419设置于第一调整部件418的+Z侧。在由该第二调整部件419包围的凹部内填充有第二中间层482。因此,可以通过适当调整第二调整部件419的厚度来调整第二中间层482的厚度。

[0165] 在第二调整部件419和第二中间层482的+Z侧配置有声透镜44。

[0166] 如图14所示,中间层48具有设置于声匹配层47上的第一中间层481和设置于第一中间层481上的第二中间层482。其中,第一中间层481对应于第一实施方式的第一层431,另外,第二中间层482对应于第一实施方式的第二层432。即,第一中间层481的声阻抗大于第二中间层482的声阻抗且大于声匹配层47的声阻抗。另外,第二中间层482的声阻抗小于声透镜44的声阻抗。

[0167] 另外,声匹配层47与第一中间层481的界面(以下,也称为“第一界面F4”)、第一中间层481与第二中间层482的界面(以下,也称为“第二界面F5”)、以及第二中间层482与声透镜44的界面(以下,也称为“第三界面F6”)大致平行于超声波收发面412A。

[0168] 进而,在将从超声波换能器45发送的超声波的波长设为 λ 、将1以上的整数设为 n 时,第一中间层481和第二中间层482的厚度尺寸 $L3$ (即第一界面F4与第二界面F5之间的距离以及第二界面F5与第三界面F6之间的距离)满足下述式(3)。

[0169] $L3 = (\lambda/4) \times (2n-1) \dots\dots (3)$

[0170] 这样构成的中间层48发挥与第一实施方式的声匹配层43相同的作用。即,本实施方式的第一界面F4、第二界面F5和第三界面F6分别相当于第一实施方式的超声波收发面412A、第一界面F1和第二界面F2。

[0171] 另外,本实施方式的第一界面F4相当于第二实施方式的界面F3。

[0172] 因此,在上述那样构成的超声波器件26中,与第一实施方式和第二实施方式同样,即使在第一界面F4、第二界面F5、第三界面F6处产生了界面反射波,也能够抑制由该界面反射波引起的拖尾的发生,能够提高距离分辨率。

[0173] 第三实施方式的作用效果

[0174] 本实施方式的超声波器件26具备设置于振动膜412的超声波收发面412A的声匹配层47、设置于声匹配层47的中间层48、以及设置于中间层48的声透镜44。该中间层48具备声匹配层47一侧的第一中间层481和声透镜44一侧的第二中间层482,在将超声波的波长设为 λ 时,各层具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。另外,第二中间层482的声阻抗小于第一中间层481和声透镜44的声阻抗。在这样构成的超声波器件26中,即使在声匹配层47、中间层48及声透镜44各自的第一界面F4、第二界面F5和第三界面F6处产生了界面反射波,如上所述,在界面反射波再次入射至界面时,也能够使界面反射波的相位成为与从超声波换能器45发送的超声波 $U0$ 的相位相反的相位。因此,通过抵消界面反射波的至少一部分,能够抑制该界面反射波迟于超声波 $U0$ 地从声透镜44射出至测定对象,能够提高距离分辨率。

[0175] 另外,在本实施方式中,中间层48由两层构成。在此,即使采用中间层48为四层以上的偶数层且第一中间层481和第二中间层482交替配置的构成,同样也能够抑制由界面反射波引起的拖尾的发生。另一方面,若中间层48变厚,则超声波的衰减增大,还存在超声波的发送输出甚至接收灵敏度下降的担忧。虽然也可以通过使各层变薄来使中间层48整体变薄,但使各层变薄也是有限的。针对于此,通过用两层构成中间层48,能够实现中间层48的薄型化,薄型化也变得容易。

[0176] 变形例

[0177] 需要说明的是,上述各实施方式并不限定于在各实施方式的说明中所描述的构成,也可以进行变形、改良以及对各实施方式适当组合等。

[0178] 例如,在上述第一实施方式中,例示了声匹配层43为双层构成的情况,但不限于于此,也可以由四层以上的偶数层构成。在这种情况下,采用第一层431和第二层432交替配置的构成即可。

[0179] 另外,在上述第三实施方式中,例示了中间层48为双层构成的情况,但不限于于此,也可以由四层以上的偶数层构成。在这种情况下,采用第一中间层481和第二中间层482交替配置的构成即可。

[0180] 在上述第一实施方式中,例示了第一层431和第二层432为相同厚度的构成,但不限于于此,也可以是,第一层431和第二层432为不同厚度。另外,同样,在上述第三实施方式中,例示了第一中间层481和第二中间层482为相同厚度的构成,但不限于于此,也可以是,第一中间层481和第二中间层482为不同厚度。

[0181] 在上述第一实施方式中,例示了在元件基板41上设置调整第二层432的厚度的调整部件417的构成,但既可以将该调整部件417一体形成于元件基板41,也可以采用不设置调整部件417的构成。例如,也可以是,在声透镜44上设置作为调整第二层432的厚度的调整部的凹部。在这种情况下,也能够通过调整声透镜44的凹部的深度来调整第二层432的厚度。

[0182] 另外,也可以采用不设置调整部件417的构成。例如,既可以在第一层431上形成第二层432后调整其厚度,也可以将形成为适当厚度的第二层432配置于第一层431上。

[0183] 另外,对于上述第三实施方式也同样,例示了在元件基板41上设置第一调整部件418、第二调整部件419的构成,但不限于于此,既可以将第一调整部件418、第二调整部件419一体形成于元件基板41,也可以采用不设置第一调整部件418、第二调整部件419的构成。

[0184] 在上述第一实施方式中,例示了第一层431的厚度与开口部411A的深度相同的构成,并根据开口部411A的深度调整第一层431的厚度,但不限于于此。例如,也可以是开口部411A的深度与第一层431的厚度不同的构成。另外,对于上述第二实施方式和第三实施方式也同样,也可以采用声匹配层47的厚度不同于开口部411A的构成。

[0185] 在上述各实施方式中,如图4所示,例示了形成有开口部411A的基板主体部411设置于振动膜412的超声波收发面412A一侧,压电元件413设置于振动膜412的工作面412B一侧,从超声波收发面412A一侧发送和接收超声波的构成,但不限于于此。

[0186] 例如,也可以采用在振动膜412的超声波收发面412A一侧设置基板主体部411并在超声波收发面412A一侧设置压电元件413的构成。另外,也可以采用在振动膜412的工作面412B一侧设置基板主体部411并在超声波收发面412A一侧设置压电元件413的构成。另外,也可以采用在振动膜412的工作面412B一侧设置基板主体部411并在工作面412B一侧的开口部411A内设置压电元件413的构成。

[0187] 在上述各实施方式中,作为超声波换能器45所具备的压电元件413,例示了由下部电极414、压电膜415、上部电极416沿厚度方向层叠的层叠体构成的例子,但不限于于此。例如,也可以采用在压电膜415的正交于厚度方向的一面侧上将一对电极配置成彼此相对的构成等。另外,也可以是,在压电膜的沿着厚度方向的侧面以夹着压电膜的方式配置电极。

[0188] 另外,在上述各实施方式中,例示了超声波换能器45进行发送和接收的构成,但也可以是超声波换能器45仅进行发送的构成。

[0189] 在上述实施方式中,例示了以生物体作为测定对象的超声波测定装置,但本发明并不限于此。例如,可以将本发明应用于以各种结构物作为测定对象的、用于对该结构物进行缺陷检测、老化检查的电子设备。另外,例如,还可以将本发明应用于以半导体封装、晶片等作为测定对象的、用于检测该测定对象的缺陷的电子设备。

[0190] 此外,本发明实施时的具体结构在能够达成本发明目的的范围内,可以通过适当组合上述各实施方式及变形例而构成,另外也可以适当变更为其它结构等。

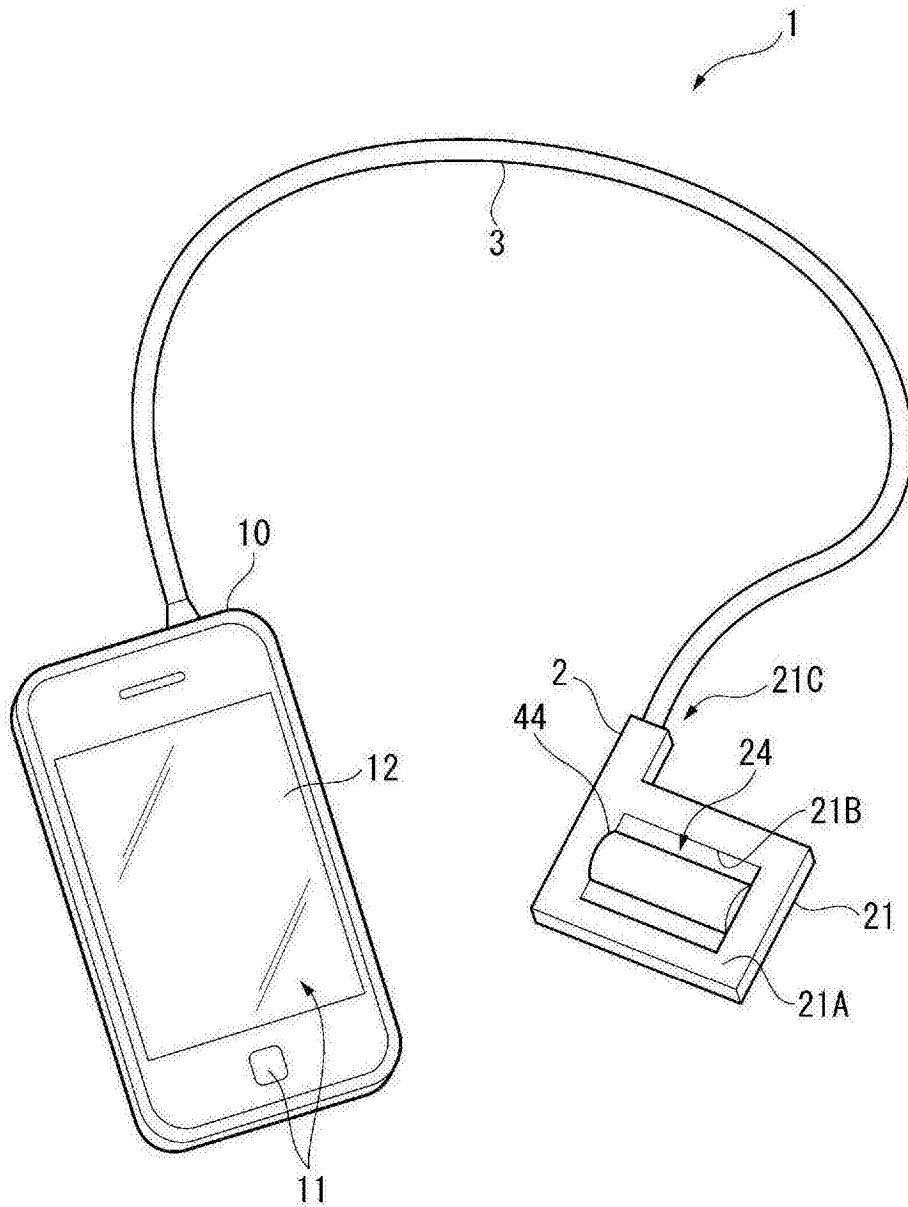


图1

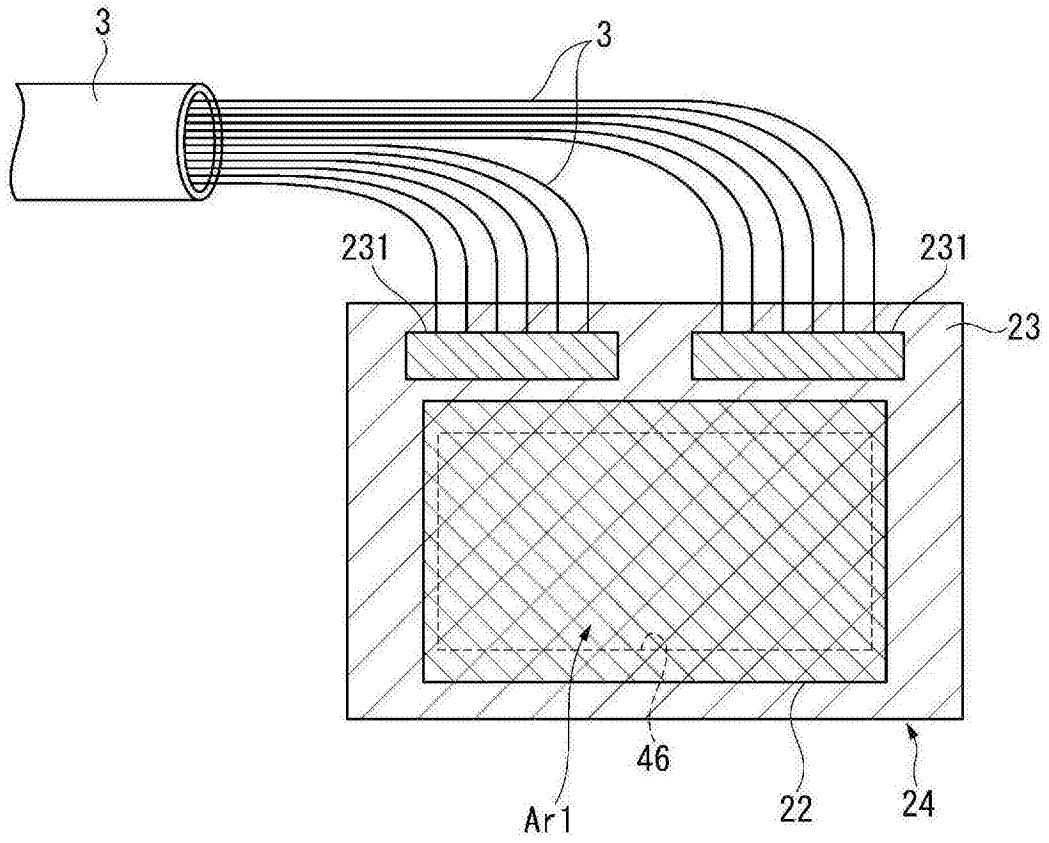


图2

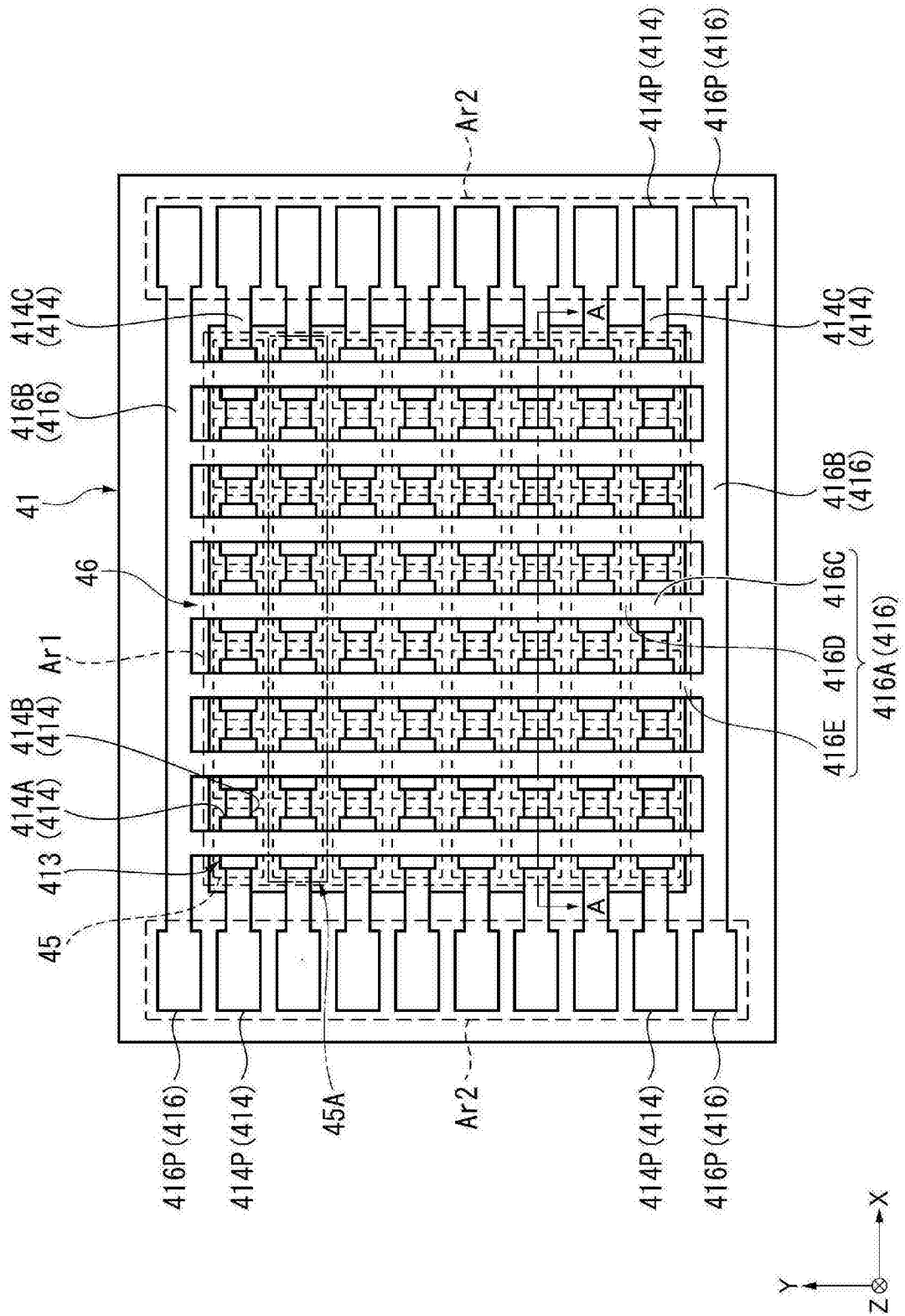


图3

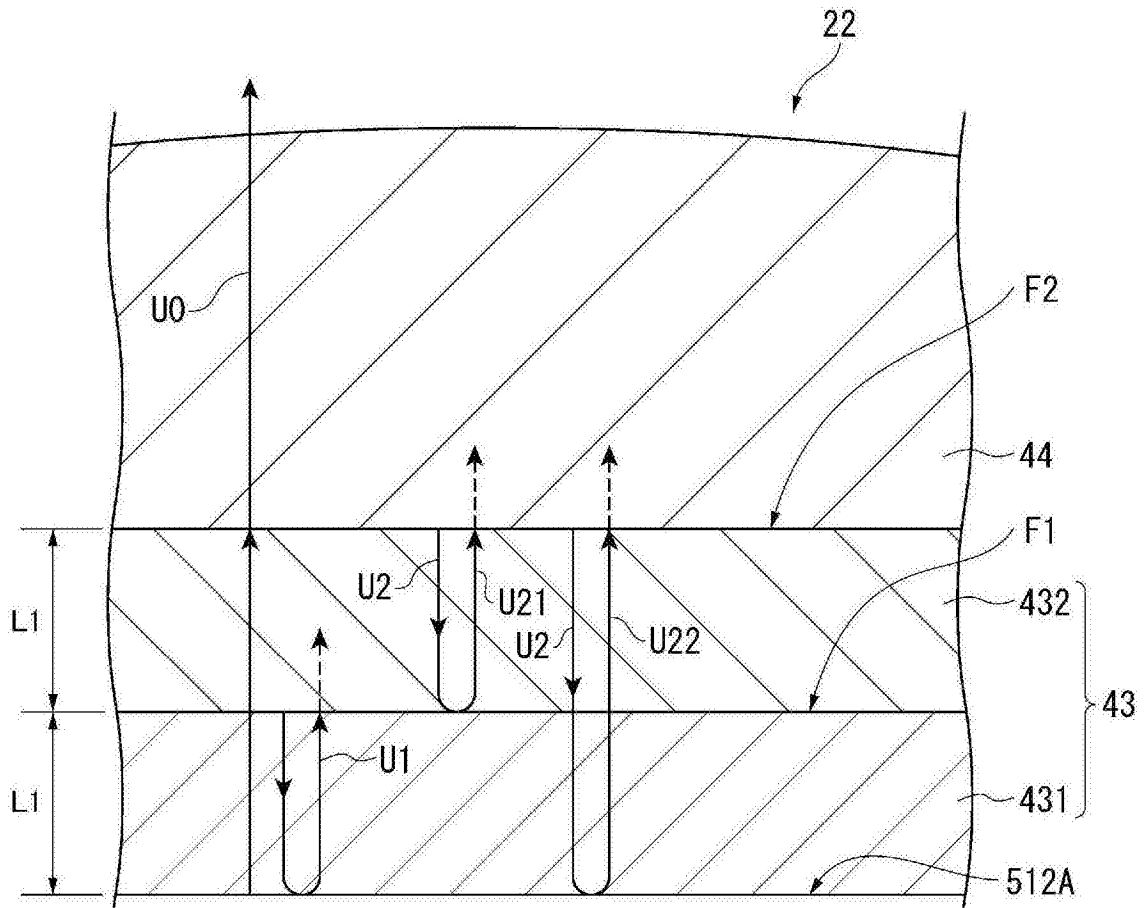


图5

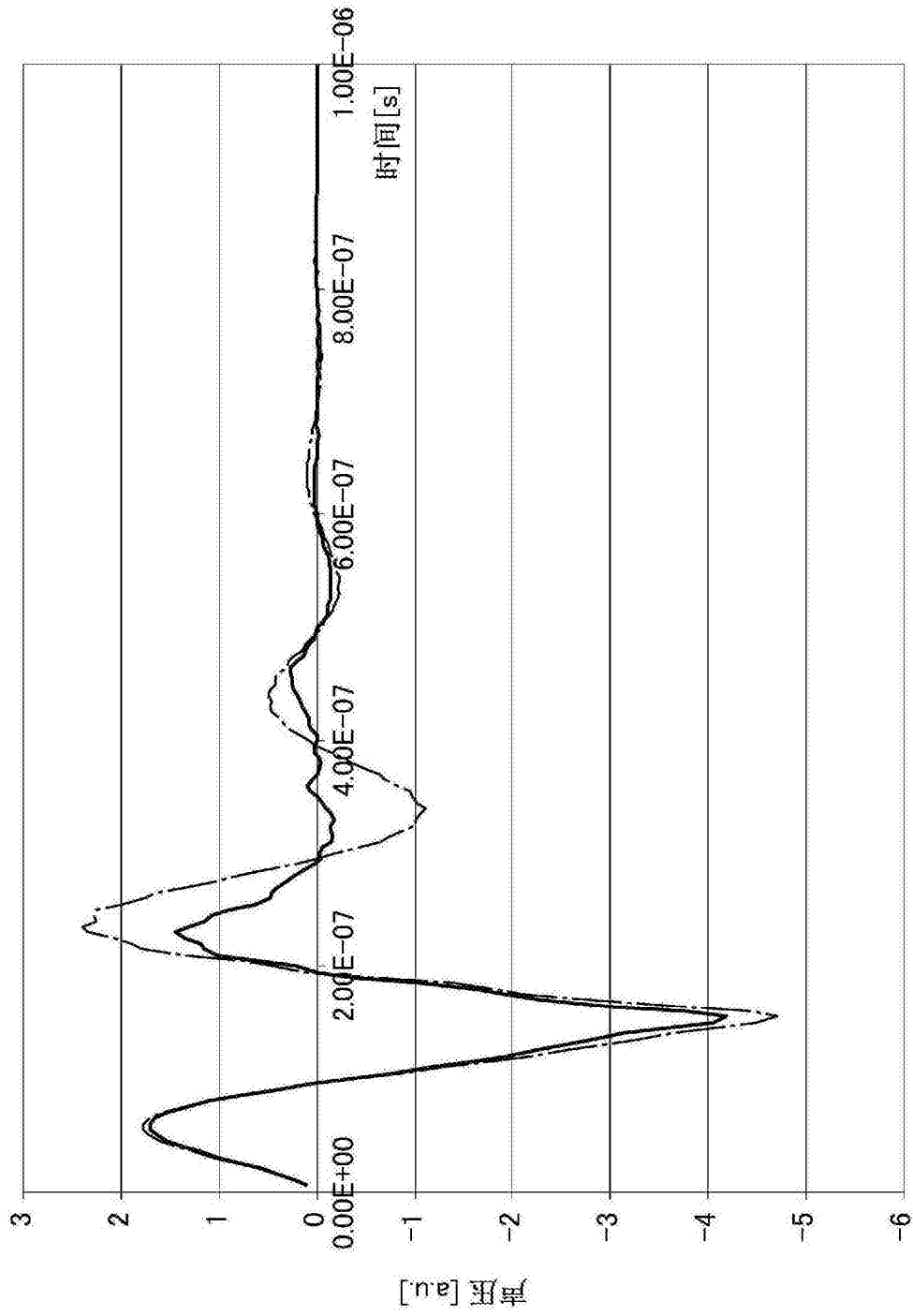


图6

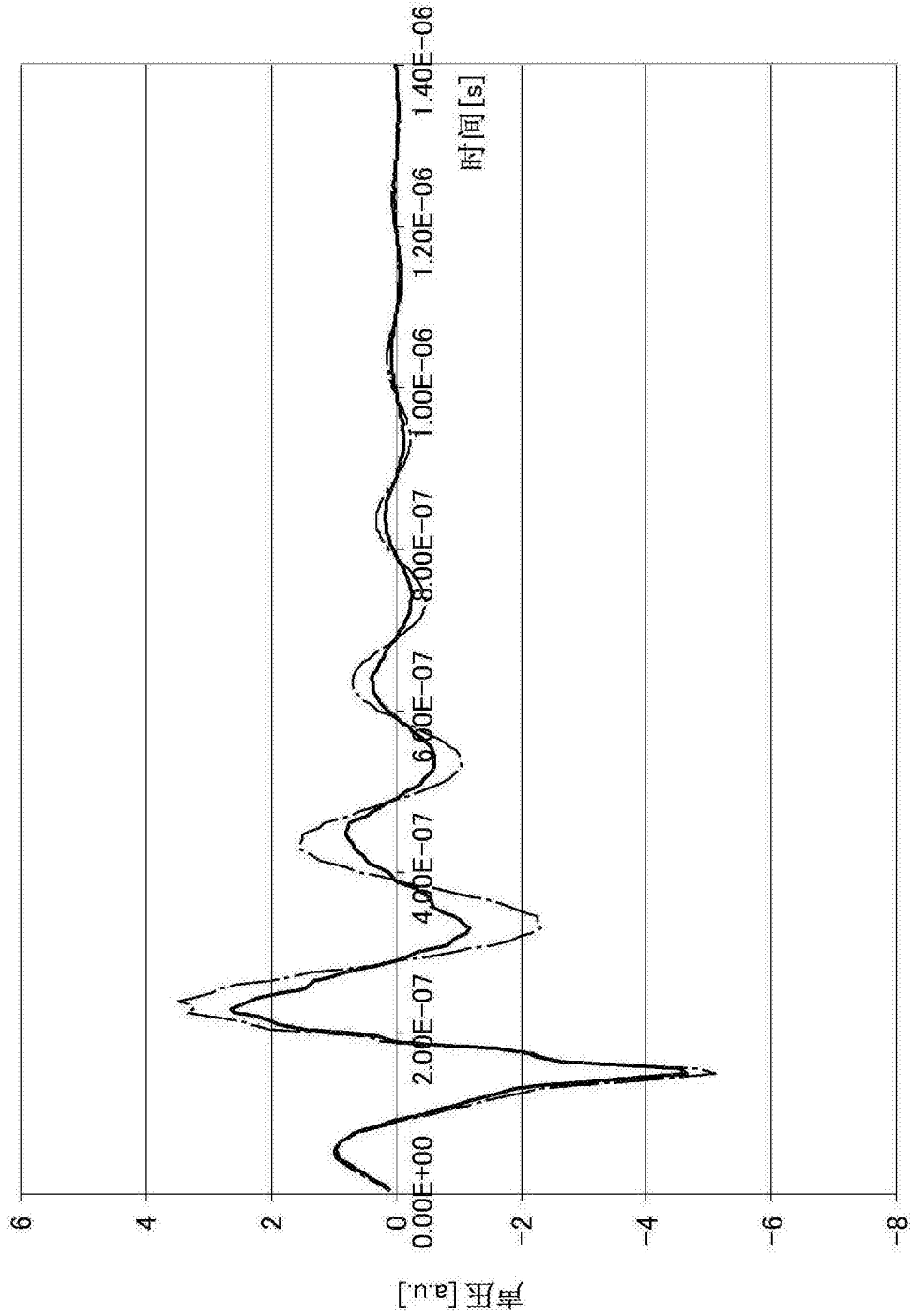


图7

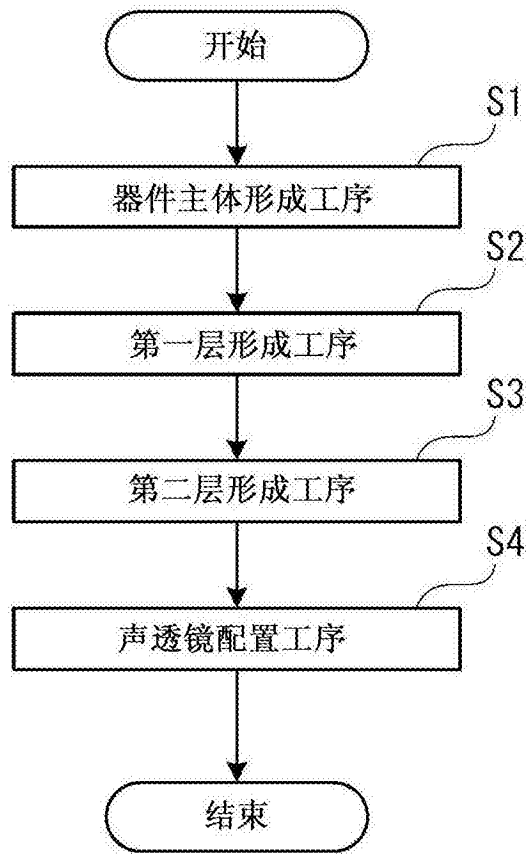


图8

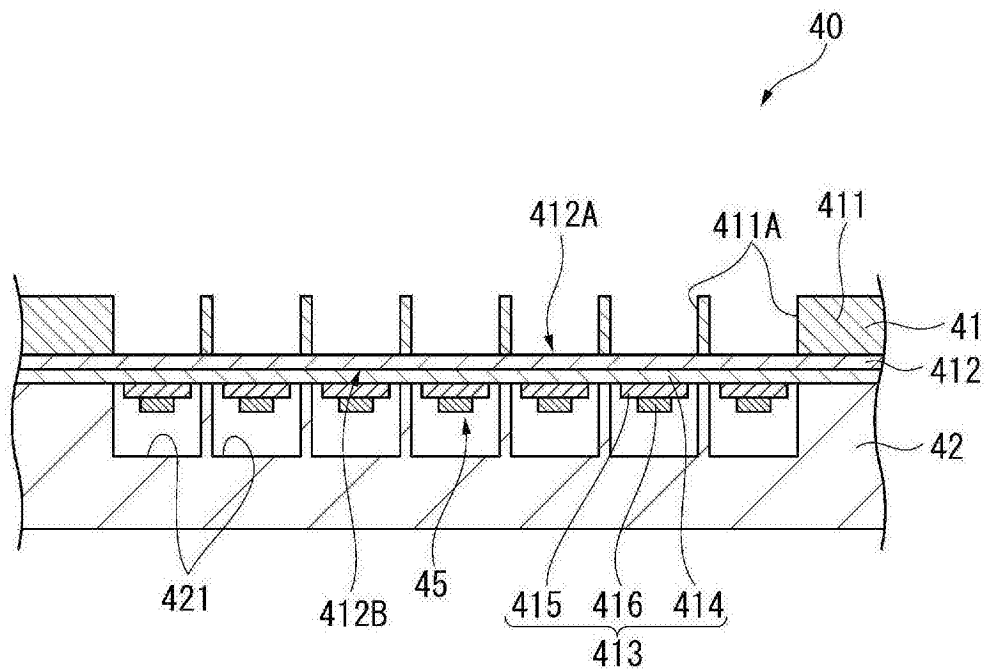


图9

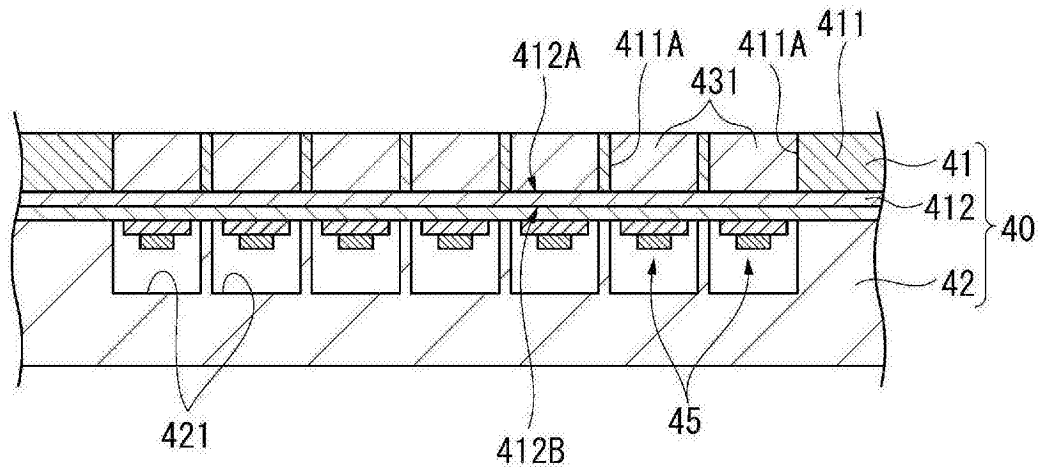


图10

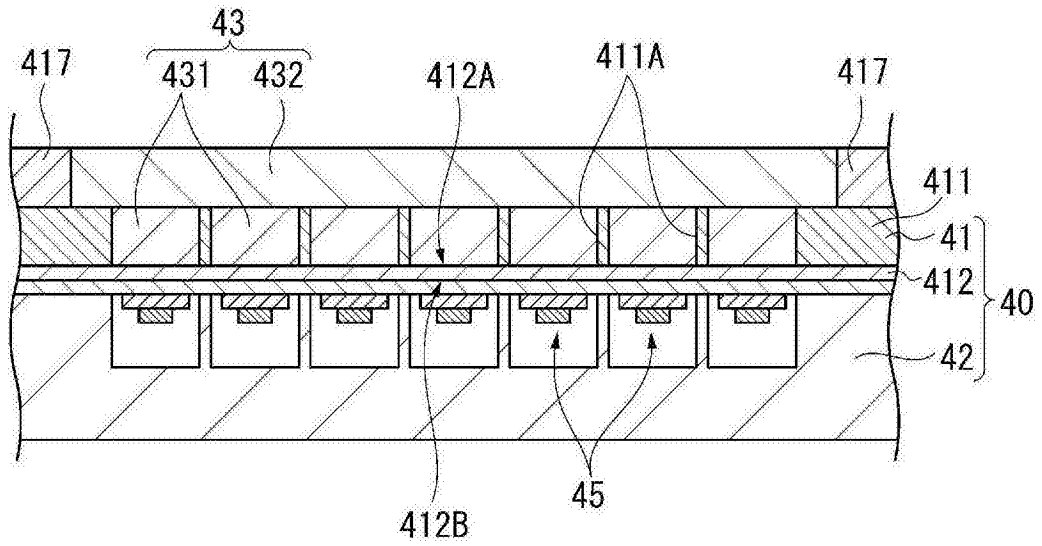


图11

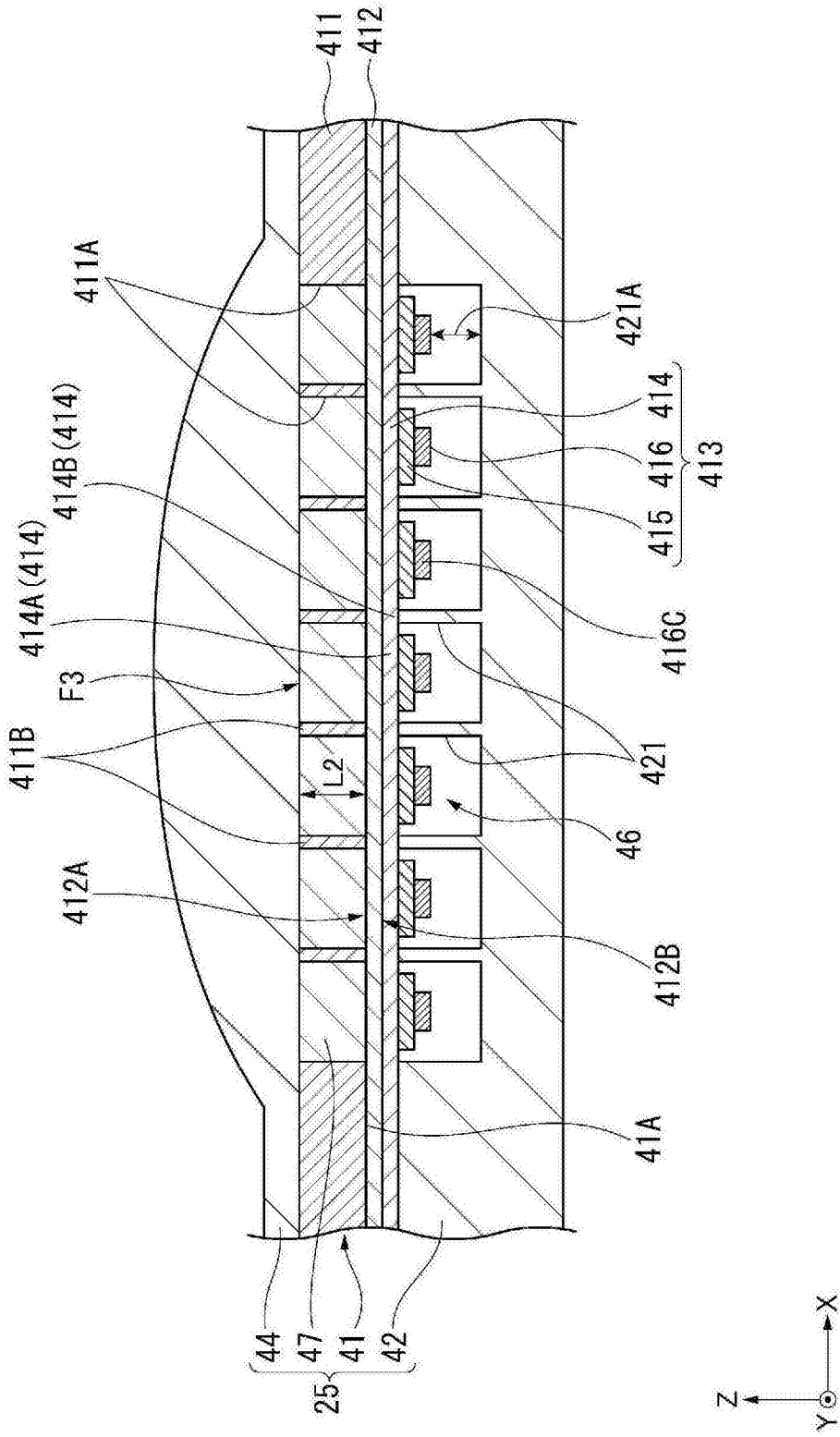


图12

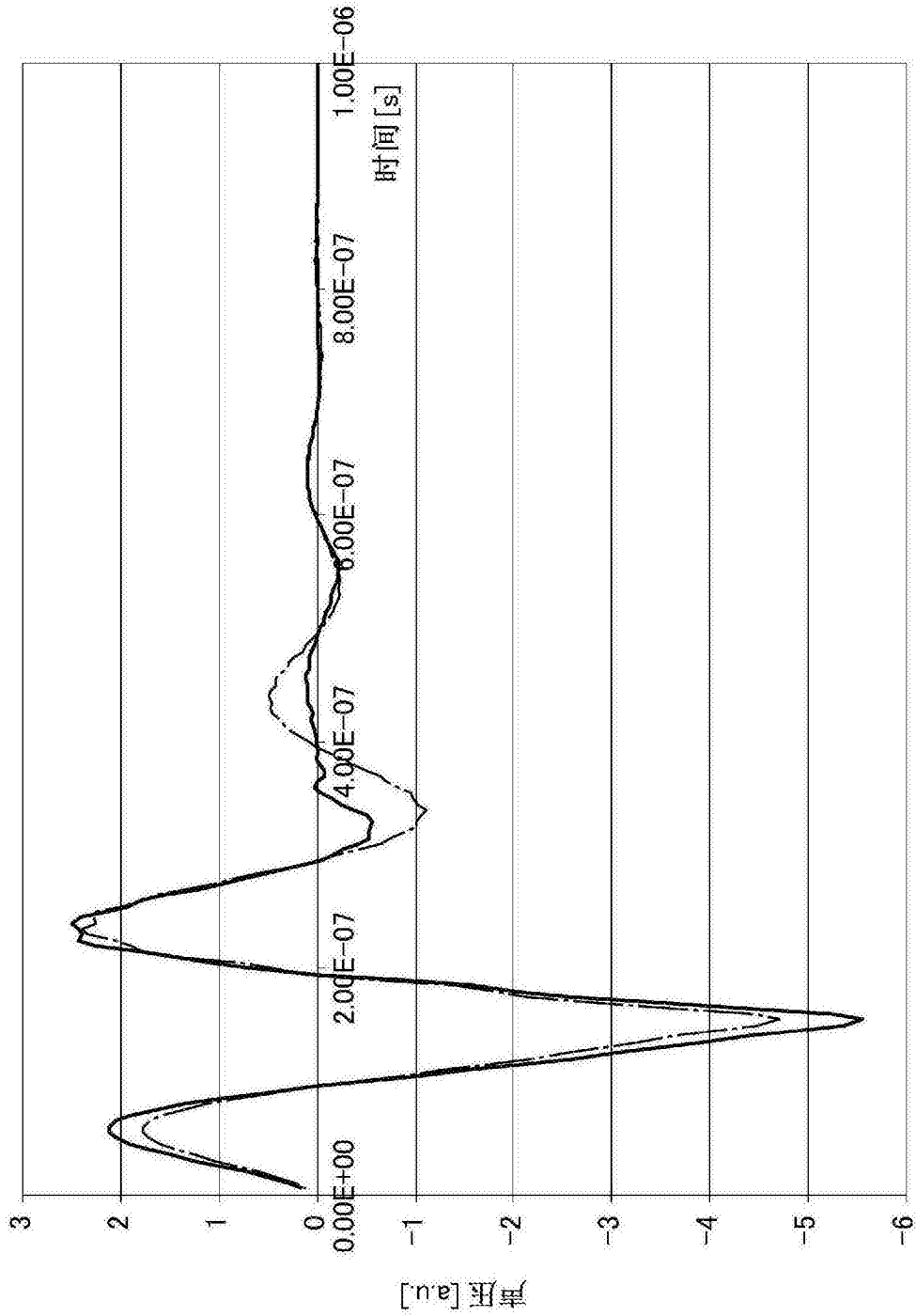


图13

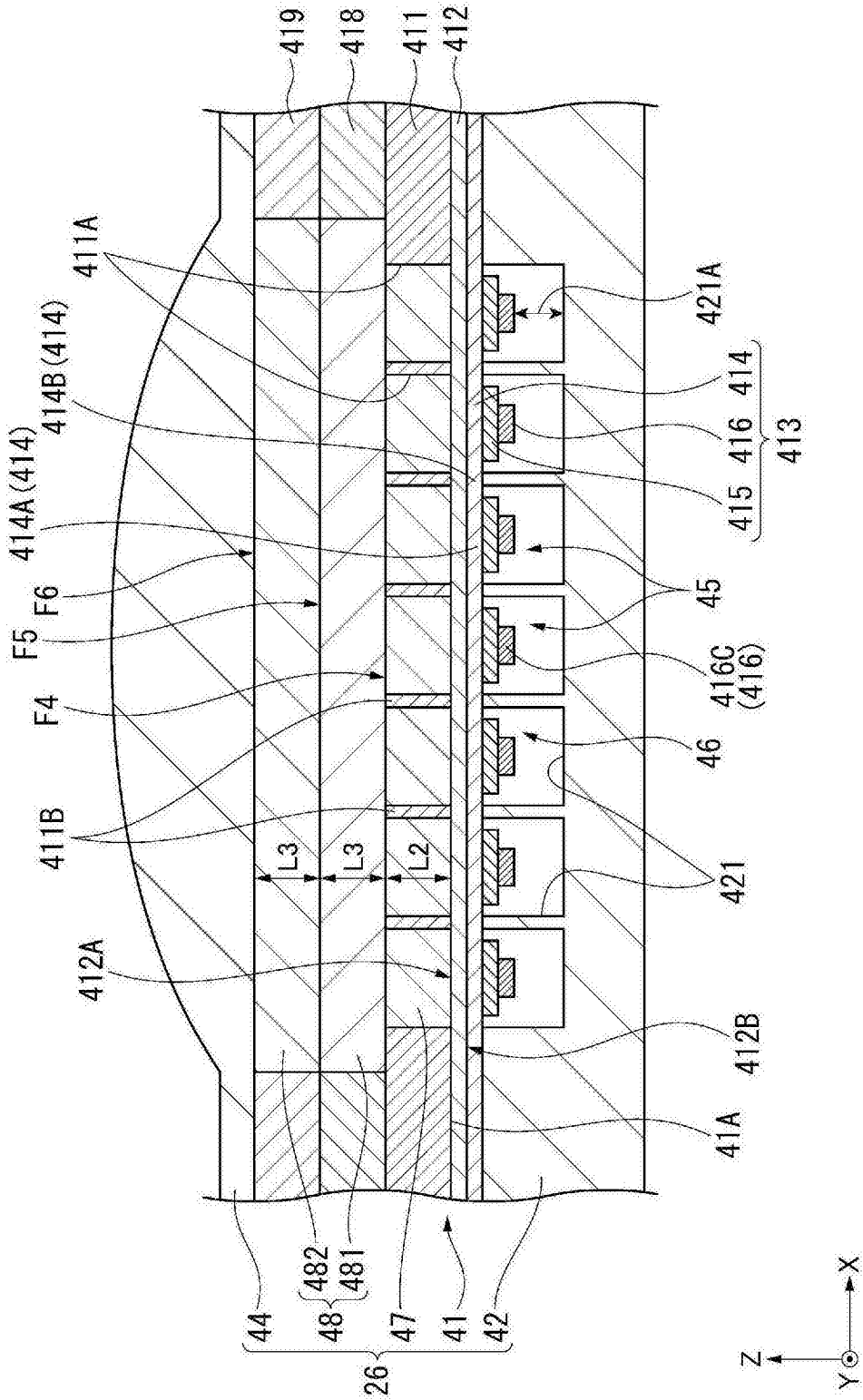


图14

专利名称(译)	超声波器件、超声波模块及超声波测定装置		
公开(公告)号	CN107174281A	公开(公告)日	2017-09-19
申请号	CN201710135408.3	申请日	2017-03-08
[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	中村友亮		
发明人	中村友亮		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4411 A61B8/4483 A61B8/4281 A61B8/4427 A61B8/4444 B06B1/0688 G01S7/52079 B06B1/06 B06B1/10 H01L41/0475 H01L41/0815 H01L41/0825 H01L41/083		
优先权	2016045884 2016-03-09 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供超声波器件、超声波模块及超声波测定装置。超声波器件(22)具备：超声波换能器(45)，具有振动膜(412)，从振动膜(412)的第一面(412A)一侧发送超声波；声匹配层(43)，设置于振动膜(412)的第一面(412A)一侧；以及声透镜(44)，设置于声匹配层(43)的与振动膜(412)相反的一侧，声匹配层(43)由包括第一层(431)和第二层(432)的偶数层构成，第二层(432)的声阻抗小于第一层(431)和声透镜(44)的声阻抗，在声匹配层(43)中，从振动膜(412)朝声透镜(44)依次配置有第一层(431)和第二层(432)，在将超声波的波长设为 λ 时，第一层(431)和第二层(432)具有 $\lambda/4$ 的奇数倍的厚度。

