



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108336216 A

(43)申请公布日 2018.07.27

(21)申请号 201711467423.4

A61B 8/00(2006.01)

(22)申请日 2017.12.28

(30)优先权数据

2017-006213 2017.01.17 JP

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 大桥幸司

(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.

H01L 41/04(2006.01)

H01L 41/083(2006.01)

H04R 17/00(2006.01)

B41J 2/14(2006.01)

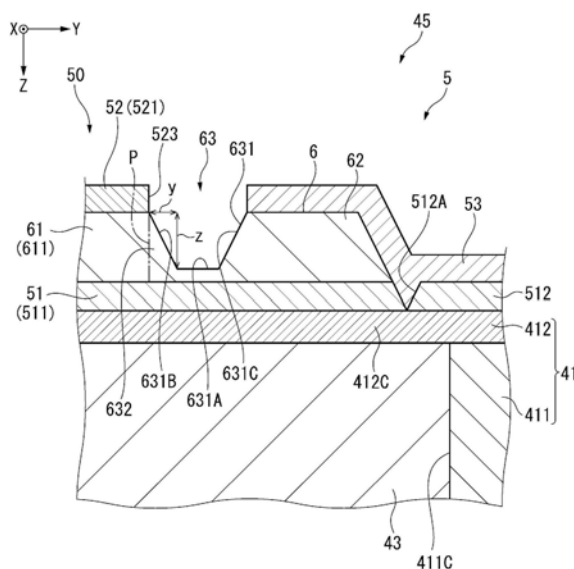
权利要求书2页 说明书17页 附图13页

(54)发明名称

压电元件及致动器、超声波探头、超声波装置、电子设备

(57)摘要

本发明提供压电元件及致动器、超声波探头、超声波装置、电子设备,压电元件依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层,其中,具备导电层,所述导电层位于从第一电极层遍及至所述压电体层的位置,压电体层在从第一电极层、压电体层以及第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,具有与第二电极层重叠的第一部分、与导电层重叠的第二部分以及不与第二电极层及导电层重叠的第三部分,第三部分的至少一部分的厚度比第一部分的厚度小。



1. 一种压电元件,其特征在于,依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层,所述压电元件具备导电层,所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置,

在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分,

所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

2. 根据权利要求1所述的压电元件,其特征在于,

所述第三部分在所述俯视观察下位于至少包含所述第三部分与所述第一部分的边界部的位置处的厚度比所述第一部分的厚度小。

3. 根据权利要求2所述的压电元件,其特征在于,

所述第三部分在所述俯视观察下随着远离所述边界部而厚度逐渐减少。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的压电元件,其特征在于,

所述第三部分在所述俯视观察下具有位于所述第一部分与所述第二部分之间的沟部。

5. 根据权利要求4所述的压电元件,其特征在于,

所述沟部的内表面弯曲。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的压电元件,其特征在于,

所述第二部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

7. 一种压电致动器,其特征在于,

所述压电致动器具备压电元件以及通过所述压电元件驱动的驱动部,

所述压电元件依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层,

所述压电元件具备导电层,所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置,

在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分,

所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

8. 根据权利要求7所述的压电致动器,其特征在于,

所述驱动部是振动膜,

所述压电元件设于所述振动膜。

9. 一种超声波探头,其特征在于,

所述超声波探头具备:

振动膜;

压电元件,在所述振动膜上依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层;以及壳体,对所述振动膜以及所述压电元件进行收纳,

所述压电元件具备导电层,所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置,

在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分

以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分，

所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

10. 一种超声波装置，其特征在于，

所述超声波装置具备：

振动膜；

压电元件，在所述振动膜上依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层；以及控制部，对所述压电元件进行控制，

所述压电元件具备导电层，所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置，

在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下，所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分，

所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

11. 一种电子设备，其特征在于，

所述电子设备具备：

振动膜；

压电元件，依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层；

控制部，对所述压电元件进行控制；以及

驱动部，通过所述压电元件驱动，

所述压电元件具备导电层，所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置，

在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下，所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分，

所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

12. 一种液体喷射头，其特征在于，

具备权利要求7或8所述的压电致动器。

13. 一种液体喷射装置，其特征在于，

具备权利要求12所述的液体喷射头。

压电元件及致动器、超声波探头、超声波装置、电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及压电元件、压电致动器、超声波探头、超声波装置、电子设备、液体喷射头以及液体喷射装置。

背景技术

[0002] 以往,已知有一种超声波换能器,其具备振动膜和设于振动膜上的压电元件(例如专利文献1)。

[0003] 压电元件通过将下电极、压电膜以及上电极层叠而构成,在层叠方向上,这些下电极、压电膜以及上电极重叠的区域是通过向电极间施加电压而变形的区域(以下,也称作能动部)。超声波换能器通过与电压施加对应的能动部的变形而使振动膜振动,由此发送超声波。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2014-195494号公报

[0007] 然而,在专利文献1所记载的压电元件中,若在驱动时能动部变形,则能动部与除能动部以外的部分(非能动部)的变形量产生差异,有可能对压电膜作用应力而在压电膜的局部产生裂纹。

[0008] 例如,在压电膜中的由上电极覆盖的部分(被覆部),通过该上电极使所述应力缓和。另一方面,在未被上电极覆盖的部分(非被覆部),没有通过上电极来应力缓和,与被覆部相比容易产生上述裂纹。

[0009] 而且,在从层叠方向观察的俯视观察下,所述应力有可能集中于能动部与非能动部的边界位置。因此,当以与横跨构成能动部的边界位置的上电极的端部重叠的位置的方式设置压电膜时,在非能动部中的边界位置附近,有可能在压电膜产生裂纹。若水浸入该裂纹,则有可能因下电极与上电极之间的通电而烧毁压电膜,并且导致压电元件的性能降低。

发明内容

[0010] 本发明的一个目的在于,提供作为能够抑制压电膜的裂纹所导致的性能降低的应用例以及实施方式的压电元件、压电致动器、超声波探头、超声波装置、电子设备、液体喷射头以及液体喷射装置。

[0011] 本发明的一应用例的压电元件依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层,所述压电元件具备导电层,所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置,在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分,所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

[0012] 这里,压电体层的第一部分是与所述第二电极层重叠的部分,成为被第一电极层与第

二电极层夹住的部分。该第一部分成为在对第一电极层以及第二电极层之间施加电压而使压电元件驱动时变形的能动部。另一方面,第二部分以及第三部分是不与至少第二电极层重叠的部分,在压电元件的驱动时不被施加电压。即,第二部分以及第三部分相对于所述能动部为非能动部。

[0013] 如上所述,在压电元件的驱动时,由于能动部的变形,有可能应力作用于压电体层而产生裂纹。与此相对,在本应用例中,第一部分层叠有第二电极层,第二部分层叠有导电层,应力得以缓和。因此,能够抑制因应力而导致在第一部分以及第二部分产生裂纹。另外,由于第三部分的至少一部分的厚度比包含能动部的第一部分的厚度小,因此能够易于因能动部的变形而使第三部分变形。因此,能够抑制因应力而在第三部分产生裂纹。因此,根据本应用例,能够抑制压电体层中的裂纹、进而烧毁的产生,能够抑制压电元件的性能的降低。

[0014] 在本应用例的压电元件中,优选的是,所述第三部分在所述俯视观察下位于至少包含所述第三部分与所述第一部分的边界部的位置处的厚度比所述第一部分的厚度小。

[0015] 在本应用例中,第三部分在俯视观察下位于至少包含第三部分与第一部分之间的边界部的位置处的厚度比第一部分的厚度小。即,第三部分至少是在俯视观察下沿着第二电极层的端部的位置处的厚度比第一部分的厚度小。由此,能够更容易使压电体层的第三部分中的、在能动部的驱动时应力所集中的与第一部分之间的边界部的附近位置变形。因此,在边界部处,能够更可靠地抑制压电体层产生裂纹,进而能够更可靠地抑制压电体层的烧毁。

[0016] 在本应用例的压电元件中,优选的是,所述第三部分在所述俯视观察下随着远离所述边界部而厚度逐渐减少。

[0017] 在本应用例中,第三部分在俯视观察下随着远离所述边界部而厚度逐渐减少。在这样的构成中,与在第一部分与第三部分的边界部、其附近例如形成阶梯等应力容易集中的角部的情况相比,能够抑制第三部分的边界部处的应力集中。因此,能够抑制压电体层的边界部处的裂纹的产生,进而能够更可靠地抑制压电体层的烧毁。

[0018] 在本应用例的压电元件中,优选的是,所述第三部分在所述俯视观察下具有位于所述第一部分与第二部分之间的沟部。

[0019] 在本应用例中,由于第三部分具有位于第一部分与第二部分之间的沟部,因此能够更可靠地获得第二电极层与导电层之间的绝缘。例如,若第一部分与第二部分之间的距离较小,即第二电极层与导电层的距离较小,则在压电体层的第三部分的表面附着了水时,存在在第二电极层与导电层之间通电的可能性。与此相对,通过形成上述沟部,能够相对于第二电极层与导电层之间的平面距离增大沿着沟内表面的实际的距离,从而能够更可靠地获得所述的绝缘。

[0020] 在本应用例的压电元件中,优选的是,所述沟部的内表面弯曲。

[0021] 在本应用例中,由于沟部的内表面弯曲,因此与在沟部的内表面形成应力容易集中的角部的情况相比,能够抑制第三部分中的应力集中。因此,能够更可靠地抑制压电体层中的裂纹的产生,进而能够更可靠地抑制压电体层的烧毁。

[0022] 在本应用例的压电元件中,优选的是,所述第二部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

[0023] 在本应用例中,第二部分的至少一部分的厚度比第一部分的厚度小。在这样的构成中,第二部分也容易与第三部分一起变形,因此能够更可靠地抑制在第三部分集中应力并在第三部分产生裂纹。

[0024] 本发明的一应用例的压电致动器的特征在于,具备压电元件以及通过所述压电元件驱动的驱动部,所述压电元件依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层,所述压电元件具备导电层,所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置,在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分,所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

[0025] 在本应用例中,与所述压电元件的应用例相同,第一部分层叠有第二电极层,第二部分层叠有导电层,应力得以缓和。因此,能够抑制因应力而在第一部分以及第二部分产生裂纹。另外,第三部分的至少一部分的厚度比包含能动部的第一部分的厚度小,因此能够易于因能动部的变形使第三部分变形。因此,能够抑制因应力而在第三部分产生裂纹。因此,根据本应用例,能够抑制压电体层中的裂纹、烧毁的产生,能够抑制压电元件的性能的降低、进而是压电致动器的性能降低。

[0026] 在本应用例的压电致动器中,优选的是,所述驱动部是振动膜,所述压电元件设于所述振动膜。

[0027] 在本应用例中,由于压电元件设于振动膜,从而能够根据压电元件的驱动使振动膜振动。在这样的压电致动器中,由于是在能够振动的振动膜设有压电元件的构成,因此成为容易对压电元件施加应力的构成。与此相对,在本应用例中,与所述应用例相同,成为即使在施加了压电元件应力的情况下、也能够抑制在压电体层产生裂纹的构成。因此,即使在压电体层在振动方向上变形的情况下,也能够抑制压电体层的裂纹,进而能够抑制烧毁的产生,并能够抑制压电元件的性能降低。

[0028] 本发明的一应用例的超声波探头的特征在于,具备:振动膜;压电元件,在所述振动膜上依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层;以及壳体,对所述振动膜以及所述压电元件进行收纳,所述压电元件具备导电层,所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置,在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分,所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

[0029] 在本应用例中,与所述压电元件的应用例相同,第一部分层叠有第二电极层,第二部分层叠有导电层,应力得以缓和。因此,能够抑制因应力导致第一部分以及第二部分产生裂纹。另外,由于第三部分的至少一部分的厚度比包含能动部的第一部分的厚度小,因此能够易于对应于能动部的变形使第三部分变形。因此,能够抑制因应力导致第三部分产生裂纹。因此,根据本应用例,能够抑制压电体层中的裂纹、烧毁的产生,能够抑制压电元件的性能降低,进而能够抑制超声波探头的性能降低。

[0030] 本发明的一应用例的超声波装置的特征在于,具备:振动膜;压电元件,在所述振动膜上依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层;以及控制部,对所述压电元件进

行控制,所述压电元件具备导电层,所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置,在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分,所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

[0031] 在本应用例中,与所述压电元件的应用例相同,第一部分层叠有第二电极层,第二部分层叠有导电层,应力得以缓和。因此,能够抑制因应力导致第一部分以及第二部分产生裂纹。另外,第三部分的至少一部分的厚度比包含能动部的第一部分的厚度小,因此能够易于对应于能动部的变形使第三部分变形。因此,能够抑制因应力导致第三部分产生裂纹。因此,根据本应用例,能够抑制压电体层中的裂纹、烧毁的产生,能够抑制压电元件的性能的降低,进而能够抑制超声波装置的性能的降低。

[0032] 本发明的一应用例的电子设备的特征在于,具备:振动膜;压电元件,依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层;控制部,对所述压电元件进行控制;以及驱动部,通过所述压电元件驱动,所述压电元件具备导电层,所述导电层位于从所述第一电极层遍及至所述压电体层的位置,在从所述第一电极层、所述压电体层以及所述第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下,所述压电体层具有与所述第二电极层重叠的第一部分、与所述导电层重叠的第二部分以及不与所述第二电极层及所述导电层重叠的第三部分,所述第三部分的至少一部分的厚度比所述第一部分的厚度小。

[0033] 在本应用例中,电子设备具备所述应用例的压电元件、通过其压电元件驱动的驱动部以及控制压电元件的控制部。

[0034] 因此,与所述应用例相同,能够抑制压电体层中的裂纹、烧毁的产生,能够抑制压电元件的性能的降低。由此,能够抑制电子设备的性能降低。

[0035] 本发明的一应用例的液体喷射头的特征在于,具备所述应用例的压电致动器。

[0036] 在本应用例中,液体喷射头具备与所述应用例相同的压电体层。由此,能够抑制压电体层中的裂纹、烧毁的产生,能够抑制压电元件的性能的降低,进而能够抑制液体喷射头的性能降低。

[0037] 本发明的一应用例的液体喷射装置的特征在于,具备所述应用例的液体喷射头。

[0038] 在本应用例中,设于液体喷射装置的液体喷射头具备与所述应用例相同的压电元件。由此,能够抑制压电体层中的裂纹、烧毁的产生,能够抑制压电元件的性能的降低,进而能够抑制具备液体喷射头的液体喷射装置的性能降低。

附图说明

[0039] 图1是表示第一实施方式的超声波测定装置的概略构成的立体图。

[0040] 图2是表示第一实施方式的超声波探头的概略构成的剖面图。

[0041] 图3是示意性地示出第一实施方式的超声波器件中的元件基板的俯视图。

[0042] 图4是示意性地示出第一实施方式的超声波器件的剖面图。

[0043] 图5是示意性地示出第一实施方式的超声波换能器的俯视图。

[0044] 图6是示意性地示出第一实施方式的超声波换能器的剖面图。

[0045] 图7是示意性地示出第二实施方式的超声波换能器的剖面图。

- [0046] 图8是示意性地示出第三实施方式的超声波换能器的剖面图。
- [0047] 图9是示意性地示出第三实施方式的变形例的超声波换能器的剖面图。
- [0048] 图10是示意性地示出其它变形例的超声波换能器的剖面图。
- [0049] 图11是示意性地示出其它变形例的超声波换能器的剖面图。
- [0050] 图12是表示本发明的一变形例的打印机的概略构成的图。
- [0051] 图13是示意性地示出上述打印机所具备的记录头的分解立体图。
- [0052] 附图标记说明
- [0053] 1…超声波测定装置;2…超声波探头;5…压电元件;6…压电膜;10…控制装置;21…壳体;22…超声波器件;41…元件基板;43…声音层;45、47、47A、48、48A、49…超声波换能器;50…能动部;51…下部电极;52…上部电极;53…导电层;61…第一被覆部;62、64…第二被覆部;63、65…非被覆部;411…基板主体部;411C…开口部;412…振动膜;412C…可挠部;511…下部电极主体部;512…下部电极连接部;512A…凹部;521…上部电极主体部;523…端部;611…压电膜主体部;631…沟部;631A…沟底面;631B…第一沟侧面;631C…第二沟侧面;632…逐渐减少部;634…沟部;634A…沟内表面;651…逐渐减少部;653…弯曲面;P…边界部。

具体实施方式

[0054] (第一实施方式)

[0055] 以下,基于附图对第一实施方式的超声波测定装置进行说明。

[0056] 图1是表示超声波测定装置1的概略构成的立体图。

[0057] 如图1所示,超声波测定装置1具备超声波探头2和经由电缆3电连接于超声波探头2的控制装置10。

[0058] 该超声波测定装置1使超声波探头2接触生物体(例如人体)的表面,从超声波探头2向生物体内送出超声波。另外,利用超声波探头2接收在生物体内的器官反射的超声波,基于该接收信号取得例如生物体内的内部剖面图像,或测定生物体内的器官的状态(例如血流等)。

[0059] (控制装置的构成)

[0060] 控制装置10相当于控制部,如图1所示,具备包含按钮或触摸面板等的操作部11和显示部12。另外,虽然省略图示,控制装置10具备利用存储器等构成的存储部和利用CPU(Central Processing Unit:中央处理器)等构成的运算部。控制装置10通过使运算部执行存储于存储部的各种程序,从而控制超声波测定装置1。例如,控制装置10输出用于控制超声波探头2的驱动的指令,或基于从超声波探头2输入接收信号,形成生物体的内部构造的图像而显示于显示部12,或测定血流等的生物体信息而显示于显示部12。作为这样的控制装置10,例如能够使用平板终端、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头2的专用终端装置。

[0061] (超声波探头的构成)

[0062] 图2是表示超声波探头2的概略构成的剖面图。

[0063] 超声波探头2相当于超声波探头,如图2所示,具备壳体21、收纳于壳体21内部的超声波器件22以及设有用于控制超声波器件22的驱动器电路等的电路板23。此外,利用超

声波器件22和电路板23构成超声波传感器24。

[0064] (壳体的构成)

[0065] 如图1所示,壳体21形成为例如俯视观察下呈矩形状的箱状,在与厚度方向正交的一面(传感器面21A)设有传感器窗21B,使超声波器件22的一部分露出。另外,在壳体21的一部分(在图1所示的例子中是侧面)设有电缆3的通过孔21C,电缆3从通过孔21C连接于壳体21的内部的电路板23。另外,电缆3与通过孔21C的间隙例如被树脂材料等填充,从而确保了防水性。

[0066] 此外,在本实施方式中,示出使用电缆3将超声波探头2与控制装置10连接的构成例,但并不局限于此,也可以例如通过无线通信使超声波探头2与控制装置10连接,还可以在超声波探头2内设有控制装置10的各种构成。

[0067] (电路基板的构成)

[0068] 电路板23与后述的超声波器件22的信号端子413以及共用端子415(参照图3)电连接,基于控制装置10的控制来控制超声波器件22。

[0069] 具体而言,电路板23具备发送电路、接收电路等。发送电路输出向超声波器件22发送超声波的驱动信号。接收电路取得从接收了超声波的超声波器件22输出的接收信号,实施该接收信号的放大处理、A-D转换处理、调相相加处理等而向控制装置10输出。

[0070] (超声波器件的构成)

[0071] 图3是示意性地示出从密封板42侧观察构成超声波器件22的元件基板41时的图。另外,图4是示意性地示出以图3所示的A-A线剖切的超声波器件22的剖面(ZX剖面)的剖面图。另外,图5是示意性地示出从密封板42侧观察设于元件基板41的超声波换能器45时的俯视图。另外,图6是示意性地示出以图5所示的B-B线剖切的超声波换能器45的剖面(YZ剖面)的剖面图。

[0072] 如图2以及图4所示,超声波器件22包含元件基板41、密封板42、声音层43(参照图4)以及声透镜44而构成。

[0073] (元件基板的构成)

[0074] 如图3所示,在从基板厚度方向(Z方向)观察元件基板41的俯视(以下,也简称为俯视)时,在元件基板41的中央的阵列区域Ar1设有包含进行超声波的收发的超声波换能器45的超声波换能器阵列46。该超声波换能器阵列46构成为多个超声波换能器45以矩阵状配置的1维阵列。即,超声波换能器阵列46具有多个作为1CH的收发信道发挥功能的收发列45A。这些多个收发列45A分别由沿Y方向(切片方向)配置的多个超声波换能器45构成,并在X方向(扫描方向)上配置多个。此外,在图3中,为了方便说明,减少了超声波换能器45的配置数量,实际上配置更多的超声波换能器45。

[0075] 如图4所示,元件基板41具备基板主体部411和设于基板主体部411的密封板42侧(-Z侧)的振动膜412。另外,在振动膜412设有多个压电元件5。

[0076] 这里,在之后的说明中,将基板主体部411的声透镜44侧的面称作前面411A,将密封板42侧的面称作背面411B。另外,将振动膜412的与密封板42相反的一侧的面称作超声波收发面412A,将密封板42侧的面称作动作面412B。

[0077] 基板主体部411是支承振动膜412的基板,例如由Si等的半导体基板构成。在基板主体部411设有与各个超声波换能器45对应的开口部411C。

[0078] 振动膜412例如由SiO₂、SiO₂以及ZrO₂的层叠体等构成,并设于基板主体部411的背面411B。振动膜412的厚度尺寸成为相对于基板主体部411充分小的厚度尺寸。该振动膜412被构成开口部411C的壁部411D支承,并具有封堵开口部411C的背面411B侧的可挠部412C。换句话说,开口部411C限定作为振动膜412的振动区域的可挠部412C的外缘。

[0079] 在可挠部412C的动作用面412B设有压电元件5。此外,虽然之后详细叙述,压电元件5构成为依次层叠下部电极51、压电膜6以及上部电极52而成的层叠体。利用这些振动膜412的可挠部412C和压电元件5构成一个超声波换能器45。

[0080] 在这样的超声波换能器45中,通过对下部电极51以及上部电极52之间施加规定频率的脉冲波电压,从而使开口部411C的开口区域内的振动膜412的可挠部412C振动,从超声波收发面412A侧发送超声波。另外,若通过从对象物反射并向超声波收发面412A入射的超声波使振动膜412的可挠部412C振动,则在压电膜6的上下产生电位差。因此,通过检测下部电极51以及上部电极52间产生的上述电位差,从而检测、换句话说接收超声波。

[0081] 这里,如图3所示,下部电极51在1CH的收发列45A分别沿Y方向形成为直线状。该下部电极51的两端部(±Y侧端部)在端子区域Ar2连接于信号端子413。该信号端子413与电路基板23电连接。此外,在图3中,虽然仅图示了阵列区域Ar1的-Y侧的端子区域Ar2,但在阵列区域Ar1的+Y侧也同样设有端子区域Ar2。

[0082] 另外,上部电极52沿X方向形成为直线状,将沿X方向排列的收发列45A连接。而且,上部电极52的±X侧端部与共用电极线414连接。该共用电极线414将沿Y方向配置有多个的上部电极52彼此接线。另外,共用电极线414的两端部(±Y侧端部)在端子区域Ar2连接于共用端子415。该共用端子415例如与电路基板23的基准电位电路(图示省略)连接,被设定为基准电位。

[0083] (密封板的构成)

[0084] 图2以及图4所示的密封板42的从厚度方向观察时的平面形状形成为例如与元件基板41相同的形状,并由Si等的半导体基板、绝缘体基板构成。此外,由于密封板42的材质、厚度给超声波换能器45的频率特性带来影响,因此优选的是基于利用超声波换能器45收发的超声波的中心频率设定。

[0085] 密封板42在与元件基板41的阵列区域Ar1相对的区域具有与开口部411C对应的多个凹沟421(参照图4)。由此,在振动膜412中的形成可挠部412C的区域(开口部411C内),在与元件基板41之间设有规定尺寸的间隙,振动膜412的振动不会被阻碍。另外,能够抑制来自一个超声波换能器45的背面波向其它邻接的超声波换能器45入射的不良情况(串扰)的产生。

[0086] 另外,若振动膜412振动,则除了开口部411C侧(超声波收发面412A侧)之外,在密封板42侧(背面411B侧)也释放出超声波作为背面波。该背面波被密封板42反射,再次经由间隙而向振动膜412侧释放出。此时,若反射背面波和从振动膜412向超声波收发面412A侧释放出的超声波的相位偏离,则超声波衰减。因此,在本实施方式中,以使元件基板41与密封板42之间的间隙中的声学的距离在将超声波的波长设为 λ 时为 $\lambda/4$ 的奇数倍的方式设定了各凹沟421的沟深度。换言之,考虑从超声波换能器45发出的超声波的波长 λ 设定元件基板41、密封板42的各部的厚度尺寸。

[0087] 另外,密封板42在与元件基板41的端子区域Ar2相对的位置设有将各端子413、415

连接于电路基板23的连接部。作为连接部,例示了包含例如设于元件基板41的开口部以及经由该开口部将各端子413、415与电路基板23连接的FPC(Flexible printed circuits:柔性印刷电路)、电缆线、线等布线部件的构成。

[0088] (声音层以及声透镜的构成)

[0089] 如图4所示,声音层43配置于超声波收发面412A侧。即,声音层43填充于开口部411C内。

[0090] 声透镜44配置于元件基板41的前面411A侧、即元件基板41以及声音层43的+Z侧。声透镜44紧贴于生物体表面,使从超声波换能器45发送的超声波在生物体内聚束。另外,声透镜44使在生物体内反射的超声波经由声音层43向超声波换能器45传输。

[0091] 这些声音层43以及声透镜44的声阻抗被设定为接近生物体的声阻抗的值。由此,声音层43以及声透镜44能够使从超声波换能器45发送的超声波高效地向生物体传输,另外,能够使在生物体内反射的超声波高效地向超声波换能器45传输。

[0092] (压电元件的构成)

[0093] 如图5以及图6所示,压电元件5具备依次层叠的下部电极51、压电膜6以及上部电极52、导电层53。

[0094] 压电元件5具有通过下部电极51与上部电极52之间的电压施加变形的能动部50。该能动部50位于相当于驱动部的可挠部412C上,后述的下部电极主体部511、压电膜主体部611以及上部电极主体部521在Z方向(层叠方向)上层叠而构成。

[0095] 下部电极51相当于第一电极层,具备下部电极主体部511和下部电极连接部512。

[0096] 下部电极主体部511在俯视观察下与压电膜6以及上部电极52重叠,设于振动膜412中的可挠部412C。换句话说,下部电极主体部511设于多个压电元件5的每一个。

[0097] 如图5所示,下部电极连接部512从下部电极主体部511的±Y侧的各个沿Y方向延伸。如图3所示,该下部电极连接部512将收发列45A所含的多个下部电极主体部511中的相邻的下部电极主体部511连接。

[0098] 上部电极52相当于第二电极层,是对于各超声波换能器45(压电元件5)的共用电极(参照图3)。作为上部电极52的材料,例如能够使用Pt、Ir、Ti、Zr、Au、Ni、NiCr、TiW、Al、Cu等金属材料。

[0099] 如图5所示,该上部电极52的至少一部分设置在压电膜6上,具有上部电极主体部521和上部电极连接部522。

[0100] 上部电极主体部521在俯视观察下与下部电极51以及压电膜6重叠。换句话说,上部电极主体部521分别设于各压电元件5。

[0101] 上部电极连接部522从上部电极主体部521的±X侧的每一个沿X方向延伸,将在X方向上相邻的上部电极主体部521连接。另外,上部电极连接部522将在X方向上设置的多个压电元件5中的±X侧的压电元件5的下部电极主体部511和共用电极线414连接。

[0102] 导电层53位于从下部电极51的下部电极连接部512遍及至压电膜6的位置,由金属材料形成。作为导电层53的材料,例如能够与上部电极52相同地使用Pt、Ir、Ti、Zr、Au、Ni、NiCr、TiW、Al、Cu等金属材料。

[0103] 然而,在俯视观察下,在下部电极51的下部电极连接部512中的沿着压电膜6的外缘的位置,由于通过干式蚀刻等对压电膜6刻画图案时的过蚀刻,有时会形成图6所示的那

种凹部512A。若形成这样的凹部512A,则该凹部512A中的电阻增大,超声波换能器49的驱动特性降低,根据情况的不同,下部电极主体部511与下部电极连接部512之间断线,导致超声波换能器49不再驱动。

[0104] 与此相对,在本实施方式中,在形成有凹部512A的情况下,如图6所示,导电层53至少在与下部电极连接部512的凹部512A重叠的位置覆盖凹部512A地设置。由此,抑制了凹部512A中的电阻的增大、断线。另外,导电层53的Y方向上的端部设置在压电膜6上,与上部电极52在Y方向上分离,不与上部电极52导通。

[0105] 压电膜6相当于压电体层,例如是具有钙钛矿构造的过渡金属氧化物,具体而言,使用包含Pb、Ti以及Zr的锆钛酸铅而形成。

[0106] 压电膜6在俯视观察下具有大致矩形状的外形,在与可挠部412C重叠的位置覆盖下部电极51的一部分地设置。该压电膜6具有包含压电膜主体部611的第一被覆部61、第二被覆部62以及非被覆部63。

[0107] 如图5所示,第一被覆部61是压电膜6中的由以沿X方向横跨该压电膜6的方式设置的上部电极52所覆盖的部分(第一部分),在俯视观察下与上部电极52重叠。第一被覆部61中的、在俯视观察下与下部电极主体部511以及上部电极主体部521重叠的部分是压电膜主体部611。如上述那样,作为由下部电极主体部511、压电膜主体部611以及上部电极主体部521的层叠体,构成能动部50。

[0108] 如图5所示,第二被覆部62是压电膜6中未被上部电极52覆盖的部分中的、被导电层53覆盖的部分(第二部分),在俯视观察下与导电层53重叠。这里,在压电膜6,在第一被覆部61的±Y侧分别形成有不与上部电极52重叠的区域。这些不与上部电极52重叠的区域中的、设有导电层53的区域是第二被覆部62。该第二被覆部62在Y方向上位于隔着非被覆部63与第一被覆部61分离的位置。另外,第二被覆部62的厚度与第一被覆部61大致相同。

[0109] 如图5以及图6所示,非被覆部63未被压电膜6中的上部电极52以及导电层53覆盖,即,是在俯视观察下不与上部电极52以及导电层53重叠的部分(第三部分)。该非被覆部63具有沟部631,至少一部分的厚度比第一被覆部61的厚度小。

[0110] 沟部631在俯视观察下沿上部电极52的±Y侧各自的端部523形成。换言之,如图6所示,沟部631设于包含非被覆部63中的与第一被覆部61的边界部P(上部电极主体部521的±Y侧的边缘)的位置。另外,如图5所示,沟部631在Y方向上从第一被覆部61的与非被覆部63的边界跨设至第二被覆部62的与非被覆部63的边界,位于第一被覆部61与第二被覆部62之间。该沟部631的Y方向上的尺寸例如约为5 μm 。即,上部电极主体部521与导电层53在Y方向上仅以约5 μm 分离地配置。

[0111] 如图6所示,沟部631具有与XY面大致平行的沟底面631A、沟底面631A及第一被覆部61之间的第一沟侧面631B以及沟底面631A及第二被覆部62之间的第二沟侧面631C。

[0112] 第一沟侧面631B与第一被覆部61(边界部P)和沟底面631A连续,随着远离第一被覆部61而向元件基板41侧(+Z侧)倾斜。

[0113] 利用形成有该第一沟侧面631B的区域构成逐渐减少部632。逐渐减少部632是包含沟部631的第一沟侧面631B的侧壁部分,在俯视观察下随着从边界部P朝向与第一被覆部61相反的一侧而使厚度逐渐减少。

[0114] 第二沟侧面631C与沟底面631A和第二被覆部62连续,随着远离第二被覆部62而向

元件基板41侧(+Z侧)倾斜。

[0115] 逐渐减少部632的Y方向的尺寸y与Z方向的尺寸z之比例如是1:2。在该情况下,与YZ面平行的剖面上的第一沟侧面631B的尺寸约为 $2.2y$ 。

[0116] 此外,在本实施方式中,第二沟侧面631C的Y方向的尺寸也与第一沟侧面631B相同。即,沿着沟部631的内表面的情况下的上部电极52与导电层53的距离与无沟部631的情况相比,增大了约 $2.2y$ 。

[0117] 在如上述那样构成的压电膜6中,第一被覆部61的厚度是压电膜6的最大厚度,优选的是例如1000nm至2000nm,在本实施方式中是1300nm。

[0118] 另外,沟部631的形成有沟底面631A的区域中的膜比厚压电膜6的最大厚度小,例如是100nm以上500nm以下。通过将压电膜6的厚度设为100nm以上,能够抑制因超声波换能器45驱动时的压电膜6的变形导致非被覆部63产生裂纹。另外,通过将压电膜6的厚度设为500nm以下,在超声波换能器45驱动时能够使沟部631易于变形。

[0119] (第一实施方式的作用效果)

[0120] 在如上述那样构成的第一实施方式中,能够获得以下的效果。

[0121] 在本实施方式中,压电膜6中的第一被覆部61层叠有上部电极52,第二被覆部62层叠有导电层53,因此能够抑制第一被覆部61以及第二被覆部62中的裂纹的产生。另外,非被覆部63的至少一部分的厚度比包含能动部50的第一被覆部61的厚度小。在这样的构成中,即使因电压施加导致能动部50变形的情况下,由于非被覆部63的厚度尺寸变小的一部分变形,从而能够抑制包含能动部50与非能动部的边界部P的非被覆部63中的裂纹的产生。

[0122] 根据以上,采用本实施方式的压电元件5,能够抑制压电膜6中的裂纹的产生、进而烧毁的产生,从而能够抑制压电元件5的性能的降低。

[0123] 另外,在本实施方式中,利用金属层构成了上部电极52以及导电层53。因此,通过金属层的弹力,能够更可靠地使向压电膜6的第一被覆部61以及第二被覆部62的应力缓和。

[0124] 另外,非被覆部63在俯视观察下位于至少包含边界部P的位置处的厚度比第一被覆部61的厚度小。即,非被覆部63至少在俯视观察下沿着上部电极52的端部523的位置处的厚度比第一被覆部61的厚度小。由此,能够使压电膜6的非被覆部63中的边界部P的附近位置更可靠地易于变形。因此,在边界部P中,能够更可靠地抑制压电膜6产生裂纹,进而能够更可靠地抑制压电膜6的烧毁。

[0125] 非被覆部63具有在俯视观察下随着从边界部P朝向与第一被覆部61相反的一侧而厚度逐渐减少的逐渐减少部632。在这样的构成中,与为了减小非被覆部63的厚度而例如在边界部P、其附近形成阶梯等来形成容易集中应力的角部的情况相比,能够抑制边界部P中的应力集中。因此,能够抑制压电膜6的边界部P中的裂纹的产生,进而能够更可靠地抑制压电膜6的烧毁。

[0126] 非被覆部63具有位于第一被覆部61与第二被覆部62之间的沟部631。由此,与未设有沟部631的情况相比,能够增大沿着非被覆部63的-Z侧的面(沟部631的内面)的上部电极52与导电层53之间的距离。即,与未形成沟部631的情况相比,通过形成第一沟侧面631B以及第二沟侧面631C,能够使上部电极52与导电层53之间的实际的距离增大。因此,即使在非被覆部63的-Z侧的面也附着水的情况下,也能够更可靠地获得上部电极52与导电层53之间的绝缘。

[0127] 另外,通过如上述那样形成沟部631,能够抑制压电膜6的裂纹、烧毁以及上部电极52与导电层53之间的通电,因此无需以覆盖非被覆部63的方式另外设置保护膜。因此,通过设置保护膜,能够不阻碍压电元件5的驱动地抑制超声波换能器45的输出的降低。另外,与设置保护膜的情况相比,能够简化构成,能够实现制造工序的简化及制造成本的减少。

[0128] (第二实施方式)

[0129] 以下,对第二实施方式进行说明。

[0130] 在第一实施方式的超声波换能器中,沟部631具有大致平面状的沟底面631A、分别与沟底面631A连续的大致平面状的第一沟侧面631B以及第二沟侧面631C。与此相对,在第二实施方式中,在沟部631具有弯曲的沟内表面这一点与第一实施方式不同。

[0131] 此外,在之后的说明中,对与第一实施方式相同的构成标注相同的附图标记,省略或者简化其说明。

[0132] 图7是示意性地示出第二实施方式的超声波换能器47中的、与YZ面平行的面的剖面的剖面图。

[0133] 如图7所示,在超声波换能器47中,在压电膜6的非被覆部63形成有沟部634。

[0134] 沟部634除了具有弯曲的沟内表面634A这一点以外构成为与第一实施方式的沟部631大致相同。即,沟部634沿上部电极52的±Y侧的各自的端部523形成。另外,沟部634在非被覆部63中的Y方向上在第一被覆部61与第二被覆部62重叠的区域从第一被覆部61形成至第二被覆部62。另外,沟内表面634A以随着朝向Y方向上的中心部而增大沟部634的深度尺寸的方式,朝向+Z侧以凹状弯曲。

[0135] 形成有上述的沟部634的非被覆部63的厚度随着从第一被覆部61(边界部P)朝向沟部634的最深部634B而逐渐减少。即,非被覆部63中的Y方向上的边界部P至最深部634B的区域相当于逐渐减少部。

[0136] (第二实施方式的作用效果)

[0137] 在第二实施方式中,除了与第一实施方式相同的作用效果之外,能够获得以下的作用效果。

[0138] 在第二实施方式中,沟部634的沟内表面634A是弯曲面。具体而言,沟内表面634A以随着朝向Y方向上的中心部而增大沟部634的深度尺寸的方式,朝向+Z侧以凹状弯曲。在这样的构成中,与在沟内表面634A形成容易集中应力的角部的情况相比,能够抑制非被覆部63中的应力集中。因此,能够抑制压电膜6中的裂纹的产生,进而能够更可靠地抑制压电膜6的烧毁。

[0139] (第三实施方式)

[0140] 以下,对第三实施方式进行说明。

[0141] 在第一实施方式的超声波换能器中,第一被覆部61与第二被覆部62位于隔着沟部631的位置,第二被覆部62的厚度与第一被覆部61的厚度大致相同。与此相对,在第三实施方式中,在第二被覆部62的厚度比第一被覆部61的厚度小这一点与第一实施方式不同。

[0142] 此外,在之后的说明中,对与第一实施方式相同的构成标注相同的附图标记,省略或者简化其说明。

[0143] 图8是示意性地示出第三实施方式的超声波换能器48中的、与YZ面平行的面的剖面的剖面图。

[0144] 如图8所示,超声波换能器48的压电膜6具有第一被覆部61、厚度比第一被覆部61小的第二被覆部64以及非被覆部65。

[0145] 非被覆部65是压电膜6中的、在俯视观察下不与上部电极52以及导电层53重叠的区域,具有逐渐减少部651和薄壁部652。

[0146] 逐渐减少部651在俯视观察下沿上部电极52的±Y侧的各自的端部523形成,随着从与第一被覆部61的边界部P朝向与第一被覆部61相反的一侧而使厚度逐渐减少。即,逐渐减少部651的-Z侧的面651A随着从边界部P沿Y方向远离而朝向元件基板41侧(+Z侧)倾斜(以下,也称作倾斜面651A)。

[0147] 此外,在本实施方式中,逐渐减少部651的Y方向的尺寸y和Z方向的尺寸z之比例如也是1:2,倾斜面651A的尺寸约为 $2.2y$ 。

[0148] 薄壁部652在俯视观察下相对于逐渐减少部651位于Y方向上的与第一被覆部61相反的一侧,并与逐渐减少部651连续地设置。该薄壁部652的厚度至少比第一被覆部61的厚度小,例如是100nm以上500nm以下。通过将薄壁部652的厚度设为100nm以上,能够抑制因超声波换能器48驱动时的压电膜6的变形导致非被覆部65产生裂纹。另外,通过将压电膜6的厚度设为500nm以下,在超声波换能器45驱动时容易使非被覆部65变形。

[0149] 第二被覆部64除了厚度比第一被覆部61小这一点之外,构成为与第一实施方式的第二被覆部62大致相同,并被导电层53覆盖。第二被覆部64的厚度与薄壁部652的厚度一致。即,薄壁部652与第二被覆部64的-Z侧的面成为同一平面。

[0150] (第三实施方式的作用效果)

[0151] 在第三实施方式中,除了与第一实施方式相同的作用效果之外,能够获得以下的作用效果。

[0152] 第二被覆部62的至少一部的厚度比第一被覆部61的厚度小。在这样的构成中,第二被覆部62也与非被覆部65一同能够容易变形。因此,能够更可靠地抑制在压电元件5的驱动时在非被覆部65集中应力并产生裂纹。

[0153] 另外,由于能够使作为非能动部的一部分的第二被覆部62与非被覆部65易于变形,因此能够实现超声波换能器48的输出的提高。

[0154] 另外,通过形成逐渐减少部651,能够增大沿着非被覆部65的-Z侧的面的上部电极52与导电层53之间的距离。因此,即使在非被覆部65的-Z侧的面也附着了水的情况下,也能够更可靠地获得上部电极52与导电层53之间的绝缘。

[0155] (变形例)

[0156] 此外,本发明并不限定于上述的各实施方式,通过适当地组合能够实现本发明的目的范围内的变形、改进以及各实施方式等而得的构成也包含在本发明内。

[0157] 图9是示意性地示出一变形例的超声波换能器49的剖面图。在图9中,示出与超声波换能器49的YZ面平行的剖面。

[0158] 在图9所示的变形例的超声波换能器49中,逐渐减少部651的倾斜面651A和薄壁部652的-Z侧的面(也称作上表面)652A通过弯曲面653连接这一点与上述第三实施方式不同。该弯曲面653朝向+Z侧以凹状弯曲。在这样的构成中,能够抑制应力集中于倾斜面651A与上表面652A的边界部分,能够更可靠地抑制非被覆部65产生裂纹。

[0159] 在上述第三实施方式以及变形例中,在非被覆部65形成有逐渐减少部651以及薄

壁部652,但并不局限于此,也可以不形成薄壁部652。即,逐渐减少部651也可以从第一被覆部61形成至第二被覆部64。

[0160] 另外,在上述第三实施方式以及变形例中,逐渐减少部651仅形成于非被覆部65,但逐渐减少部也可以从非被覆部65形成至第二被覆部64的至少一部分。例如,压电膜6的厚度也可以在俯视观察下随着远离第一被覆部61而变小。

[0161] 在上述各实施方式中,例示了逐渐减少部的厚度在俯视观察下随着远离第一被覆部61而连续地减少的构成,但并不局限于此,也可以采用逐级减少的构成。

[0162] 图10是示意性地示出第三实施方式的一变形例的超声波换能器48A的剖面图。

[0163] 在图10所示的超声波换能器48A中,非被覆部65A在俯视观察下随着远离第一被覆部61而使厚度逐级变小。即,非被覆部65A的逐渐减少部654具有多个阶梯部,各阶梯部的厚度随着从第一被覆部61侧朝向第二被覆部64侧而变小。在这样的构成中,能够使多个阶梯部中的相比第二被覆部64侧靠第一被覆部61(边界部P)一侧的阶梯部的强度增大,能够抑制边界部P附近的裂纹的产生。另外,通过使第二被覆部64侧的强度降低,从而即使产生裂纹,也能够使裂纹的产生位置远离边界部P,进而能够更可靠地抑制烧毁的产生。

[0164] 此外,在具有图10所示的那种多个阶梯部的构成中,也可以采用各阶梯部的上表面(-Z侧的面)和与各上面连续的侧面的边界利用弯曲面连续的构成。由此,能够抑制向各阶梯部的上表面与侧面的边界的应力集中,从而能够抑制该边界的裂纹的产生。

[0165] 另外,也可以设为在逐渐减少部654的阶梯部的侧面和薄壁部652的上表面的边界形成角部,并在该边界容易产生裂纹。由此,能够使裂纹的产生位置远离边界部P,能够可靠地抑制烧毁。

[0166] 在上述第一以及第二实施方式中,例示了在非被覆部63形成一的沟部634的构成,但并不局限于此,也可以形成多个沟部。

[0167] 图11是示意性地示出第二实施方式的一变形例的超声波换能器47A的剖面图。

[0168] 在图11所示的超声波换能器47A中,非被覆部63A具有作为多个沟部的第一沟部635与第二沟部636。第一沟部635具有弯曲的沟内表面,在俯视观察下沿上部电极52的端部523形成。第二沟部636具有弯曲的沟内表面,在俯视观察下沿导电层53的Y方向上的端部形成。在这样的构成中,能够进一步使上部电极52与导电层53的实际的距离增大。

[0169] 此外,在具有图11所示的那种多个沟部的构成中,也可以随着从第一被覆部61朝向第二被覆部62侧而增大沟部的深度尺寸。在这样的构成中,能够使多个沟部中的、比第二被覆部64侧靠第一被覆部61(边界部P)侧的沟部中的压电膜6的强度增大,进而能够抑制边界部P附近的裂纹的产生。另外,通过使第二被覆部64侧的强度降低,从而即使产生了裂纹,也能够使裂纹的产生位置远离边界部P,进而能够更可靠地抑制烧毁的产生。

[0170] 另外,并不限定于多个沟部的全部的沟内表面是弯曲面的构成,也可以将至少一个沟部的沟内表面设为弯曲面。例如,也可以在位于第二被覆部62侧的第二沟部636中的沟底面和与该沟底面连续的沟侧面的边界形成角部。在这样的构成中,能够使应力集中于该角部,能够抑制在边界部P的附近产生裂纹。另外,即使在上述角部产生了裂纹,也能够使裂纹的产生位置远离边界部P,进而能够更可靠地抑制烧毁的产生。此外,通过在第二沟部636的沟侧面中的位于第二被覆部62侧的沟底面与沟内表面的边界形成角部,能够如上述那样使应力容易集中的角部的位置远离边界部P。

[0171] 在上述第一以及第二实施方式中,例示了第二被覆部62的厚度与第一被覆部61的厚度相同的构成,但并不限于此。例如,第二被覆部62的厚度也可以比第一被覆部61的厚度小。在这样的构成中,能够使第二被覆部62易于变形,能够抑制向非被覆部63的应力集中。另外,由于能够使第二被覆部62易于变形,因此能够使超声波换能器45的收发灵敏度提高。

[0172] 在上述第一以及第二实施方式中,例示了在俯视观察下沟部从第一被覆部61形成至第二被覆部62的构成,但并不限于此。例如,也可以将沟部形成于第一被覆部61与第二被覆部62之间的一部分。

[0173] 在上述第一以及第二实施方式中,沟部沿上部电极52的端部523形成,在上述第三实施方式中,逐渐减少部沿上部电极52的端部523形成,但并不限于此。

[0174] 例如,沟部、逐渐减少部也可以至少形成于沿着构成能动部50的上部电极主体部521的端部的位置。即,也可以设为,压电膜的厚度在俯视观察下至少在沿着上部电极主体部521的端部的位置处比第一被覆部61的厚度小。在这样的构成中,也能够抑制在驱动时产生于压电膜的应力集中于非被覆部63中的沿着能动部50的端部的位置,能够抑制压电膜产生裂纹。

[0175] 在上述第二实施方式中,沟部的内表面整体为弯曲面,但也可以设为例如使作为第一实施方式中的沟底面631A与第一沟侧面631B的边界的角部、作为沟底面631A与第二沟侧面631C的边界的角部弯曲的构成。另外,也可以遍及第一以及第二实施方式的沟部的内表面形成导电层53的一部分,即,沟部也可以遍及第二被覆部地形成。

[0176] 在上述第一实施方式、第二实施方式中,也可以在沟部内设置例如抑制沟底部的裂纹的保护部件。作为保护部件,可以沿沟部的内周面形成薄膜状,也可以填充于沟部内。作为保护部件,例如使用具有伸缩性的非导电性材料。作为这样的保护部件,例如能够例示硅酮等树脂剂。

[0177] 在上述各实施方式中,例示了非被覆部具有逐渐减少部的构成,但并不限于此。即,包含边界部P的位置的非被覆部的厚度比第一被覆部61的厚度小即可,也可以在第一被覆部61与非被覆部的边界部P形成阶梯。在这样的构成中,也能够使非被覆部易于变形。

[0178] 另外,并不限于如上述各实施方式那样非被覆部的至少包含边界部P的位置处的厚度比第一被覆部61的厚度小构成,也可以使非被覆部的包含边界部P的位置的厚度与第一被覆部61的厚度相同,并且使不包含边界部P的位置处的厚度比第一被覆部61的厚度小。另外,也可以使非被覆部的与第二被覆部的边界部的附近处的厚度与第二被覆部相同,使除此以外的部分的厚度比第二被覆部的厚度小。在该情况下,也通过使非被覆部的至少一部分的厚度比第一被覆部61的厚度小,能够使非被覆部易于变形。

[0179] 在上述各实施方式中,上部电极52以及导电层53由金属材料形成,但并不限于此。例如,上部电极52以及导电层53也可以使用氧化铟锡(ITO)、氟掺杂氧化锡(FTO)等氧化锡类导电材料、氧化锌类导电材料、钌酸铈(SrRuO_3)、镍酸镧(LaNiO_3)、元素掺杂钛酸铈等氧化物导电材料、导电性聚合物等形成。

[0180] 在上述各实施方式中,在俯视观察下,在比开口部411C(可挠部412C)的外周缘靠内侧形成有压电元件5的能动部50,但并不限于此。例如,能动部50的外周缘也可以位于开口部411C(可挠部412C)的外周缘的外侧。即,被覆部也可以形成在壁部411D上。

[0181] 在上述各实施方式中,例示了在振动膜412的与基板主体部411(开口部411C)相反的一侧设有压电元件5以及密封板42、在基板主体部411设有声音层43以及声透镜44、并从基板主体部411侧的面进行超声波的收发的构成,但并不限于此。例如,也可以设为如下构成:在振动膜412的与基板主体部411相反的一侧设有压电元件5、声音层43以及声透镜44,在基板主体部411侧设有密封板42(加强板),并从与基板主体部411相反的一侧的面进行超声波的收发。

[0182] 在上述各实施方式中,作为电子设备,例示了将生物体内的器官作为测定对象的超声波装置,但并不限于此。例如,也能够将各种构造物作为测定对象并进行该构造物的缺陷的检测、陈旧化的检查的测定机中应用上述实施方式以及各变形例的构成。另外,例如,对于将半导体封装、晶片等作为测定对象并检测该测定对象的缺陷的测定机也是相同的。

[0183] 上述各实施方式中,作为电子设备,例示了将生物体内的器官作为测定对象的超声波装置,但并不限于此。例如,也能够将各种构造物作为测定对象并进行该构造物的缺陷的检测、陈旧化的检查的测定机中应用上述实施方式以及各变形例的构成。另外,例如,对于将半导体封装、晶片等作为测定对象并检测该测定对象的缺陷的测定机也是相同的。另外,对于具备使压电元件驱动而排出墨滴的喷墨头的记录装置也是相同的。

[0184] 图12是表示作为具备本发明的压电元件的记录装置的一应用例的打印机100的外观的构成例的图。另外,图13是示意性地示出打印机100所具备的记录头70的分解立体图。

[0185] 打印机100相当于液体喷射装置,如图12所示,具备供给介质的供给单元110、输送介质的输送单元120、供记录头70安装的滑架130、使滑架130移动的滑架移动单元140以及控制打印机100的控制单元(未图示)等。该打印机100例如基于从个人计算机等的外部机器输入的打印数据,控制各单元110、120、140以及滑架130,在介质M上印刷图像。

[0186] 供给单元110向图像形成位置供给介质M。例如,供给单元110具备卷绕安装介质M的卷筒体111、卷筒驱动马达(未图示)以及卷筒驱动轮列(未图示)等。而且,基于来自控制单元100的指令,使卷筒驱动马达旋转驱动,卷筒驱动马达的旋转力经由卷筒驱动轮列传递到卷筒体111。由此,卷筒体111旋转,卷绕安装于卷筒体111的纸面向 β 方向(副扫描方向)上的下游侧(+ β 侧)供给。

[0187] 输送单元120沿 β 方向输送从供给单元110供给的介质M。例如,输送单元120具备输送辊121、与输送辊121隔着介质M地配置并向输送辊121从动的从动辊(未图示)以及设于输送辊121的 β 方向的下游侧的台板122。输送辊121被传递来自未图示的输送马达的驱动力,若通过控制单元(未图示)的控制驱动输送马达,则通过其旋转力而旋转驱动,以在与从动辊之间夹住介质M的状态沿 β 方向输送。

[0188] 滑架130安装有对介质M印刷图像的记录头70等。记录头70等经由电缆131连接于控制单元。之后叙述记录头70。滑架130被设为能够通过滑架移动单元140沿与 β 方向交叉的 α 方向(主扫描方向)移动。

[0189] 滑架移动单元140使滑架130沿 α 方向往复移动。例如,滑架移动单元140具备滑架导轨141、滑架马达142以及同步带143等。滑架导轨141沿 α 方向配置,两端部固定于打印机100的壳体。滑架马达142使同步带143驱动。同步带143被支承为与滑架导轨141大致平行,滑架130的一部分被固定。若基于控制单元的指令驱动滑架马达142,则同步带143正反行

驶,固定于同步带143的滑架130被滑架导轨141引导而往复移动。

[0190] 记录头70相当于液体喷射头,将从墨罐(未图示)供给的墨向与 α 方向以及 β 方向交叉的 γ 方向喷射,在介质M上形成图像。如图13所示,记录头70具备压力室形成基板71、喷嘴板72、致动器单元73以及密封板74等。

[0191] 压力室形成基板71是例如由硅单晶基板等构成的板材。在该压力室形成基板71形成有多个压力室711、向这些压力室711供给墨的墨供给路712以及经由墨供给路712连通于各压力室711的连通部713。

[0192] 多个压力室711如后述那样与形成于喷嘴板72的构成喷嘴列的各喷嘴721一一对应设置。即,各压力室711沿喷嘴列方向以与喷嘴721的形成间距相同的间距形成。连通部713沿多个压力室711形成。该连通部713与后述的振动板731的连通开口部734以及密封板74的液室空部742连通,被从墨罐(未图示)供给的墨填充。填充于连通部713的墨经由墨供给路712向压力室711供给。即,连通部713构成与各压力室711共用的墨室即储液箱(共用液室)。

[0193] 此外,墨供给路712以比压力室711窄的宽度形成,对于从连通部713流入压力室711的墨成为流路阻力的部分。

[0194] 喷嘴板72形成由多个喷嘴721构成的喷嘴列,接合于压力室形成基板71的一方的面(与致动器单元73相反的一侧的面)。多个喷嘴721以相当于点形成密度(例如,300dpi)的间距形成。此外,喷嘴板72例如由玻璃陶瓷、硅单晶基板、或者不锈钢等构成。

[0195] 致动器单元73包含设于压力室形成基板71的与喷嘴板72相反的一侧的振动板731以及层叠于振动板731的压电元件5等而构成。

[0196] 振动板731包含形成在压力室形成基板71上的弹性膜732和形成在该弹性膜732上的绝缘体膜733。此外,作为弹性膜732例如优选使用厚度为300~2000nm的二氧化硅(SiO_2)。另外,作为绝缘体膜733,例如优选使用厚度为30~600nm的氧化锆(ZrO_x)。该振动板731的封堵压力室711的区域是在通过压电元件5的驱动而与喷嘴721接触和分离的方向上允许挠曲变形的区域(可挠部)。此外,在振动板731中的与压力室形成基板71的连通部713对应的部分,设有与该连通部713连通的连通开口部734。

[0197] 压电元件5如上述那样具备依次层叠的下部电极51、压电膜6以及上部电极52、导电层53。压电元件5设于与压力室711对应的位置,与作为振动板731的封堵压力室711的区域的可挠部一起构成压电致动器。此外,虽然省略图示,下部电极51以及上部电极52通过引线电极735而与形成于端子区域的电极端子。

[0198] 此外,在图13中,例示了形成有遍及沿一个方向配置的多个压电元件5的非被覆部的沟部的构成,但并不局限于此,也可以在各压电元件5分别形成沟部。

[0199] 密封板74接合于致动器单元73的与压力室形成基板71相反的一侧的面。在该密封板74的致动器单元73侧的面形成有能够收容压电元件5的收容空部741。另外,在密封板74的与连通开口部734以及连通部713对应的区域设有液室空部742。液室空部742与连通开口部734以及连通部713连通,在各压力室711构成成为共用的墨室的储液箱。此外,虽然未图示,在密封板74的与致动器单元73的端子区域对应的位置设有沿厚度方向贯通的布线开口部。在该布线开口部内,露出上述端子区域的电极端子。这些电极端子与连接于打印机主体的未图示的布线部件连接。

[0200] 在这种构成的记录头70中,从墨盒获取墨,在到达储液箱、墨供给路712、压力室711以及喷嘴721的流路内填充墨。然后,通过来自打印机主体侧的驱动信号的供给,驱动与压力室711对应的各个压电元件5后,振动板731的与压力室711对应的区域(可挠部)位移,在压力室711内产生压力变动。通过控制该压力变动,从喷嘴721喷射墨。

[0201] 在上述各实施方式中,例示了具备相当于驱动部的可挠部412C和使可挠部412C振动的压电元件5的超声波换能器45,但并不限于此。即,在具备除振动膜以外的驱动部的压电致动器中应用本发明的压电元件。例如,也可以在具备反射膜作为驱动部、并通过使压电元件驱动而使反射膜的朝向、曲率变化的镜器件等中应用本发明的压电元件。

[0202] 除此之外,实施本发明的时的具体的构造可以通过在能够实现本发明的目的范围内适当地组合上述各实施方式以及变形例而构成,此外,也可以适当地变更为其它构造等。

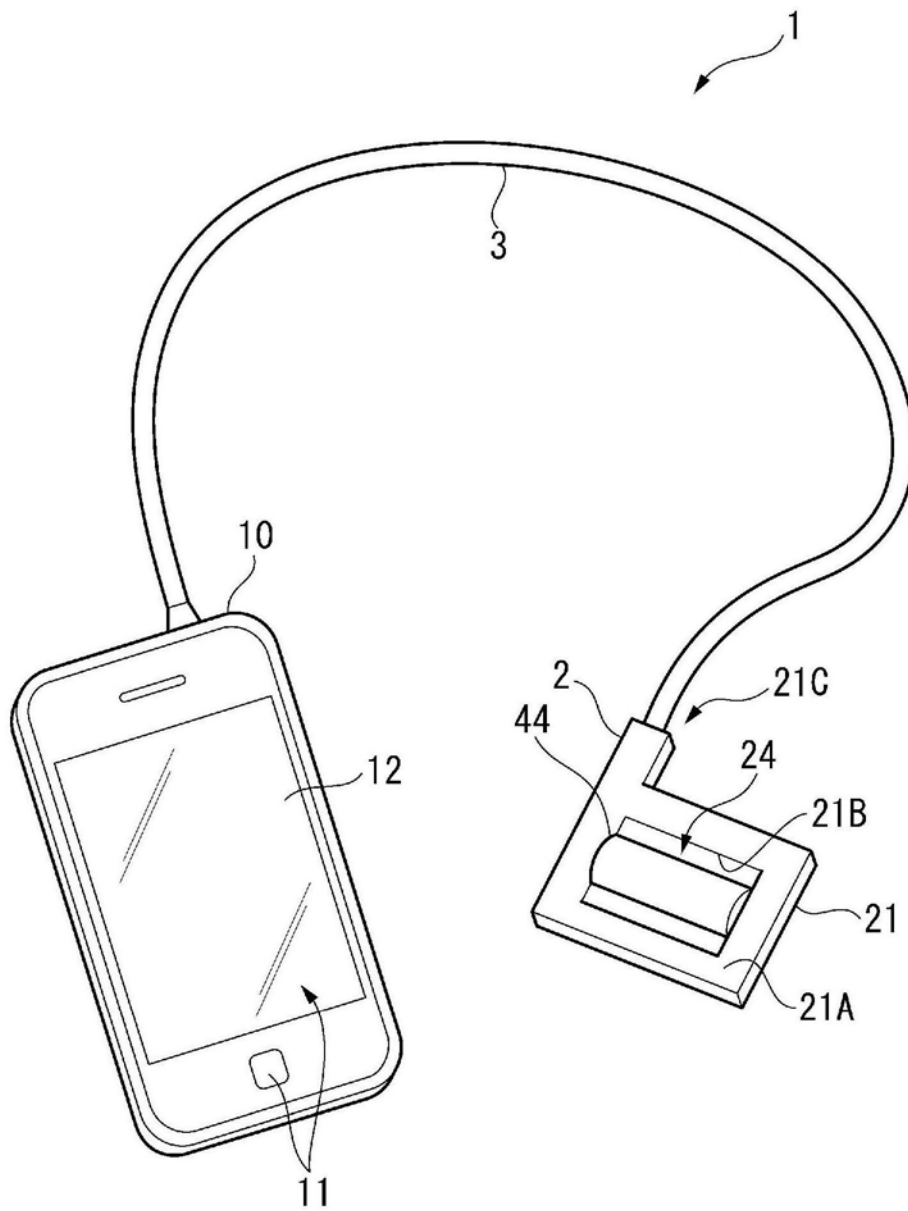


图1

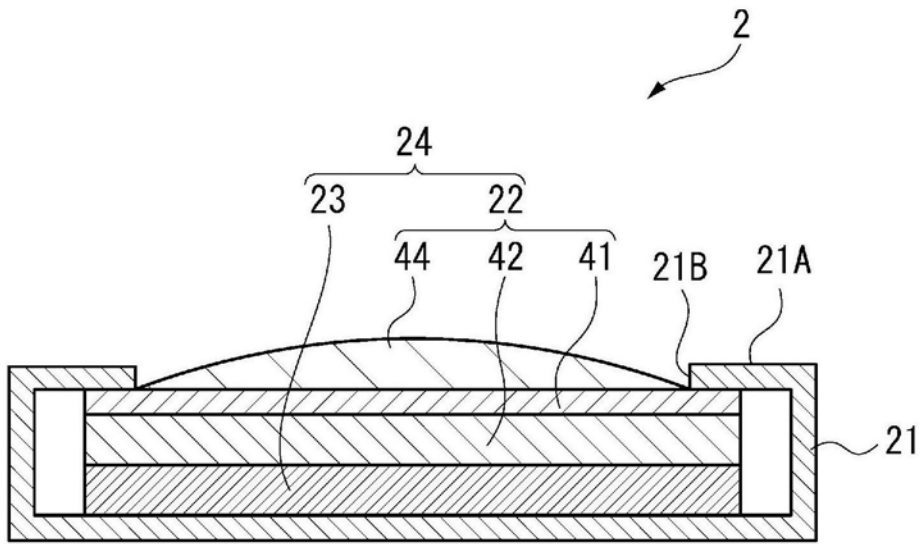


图2

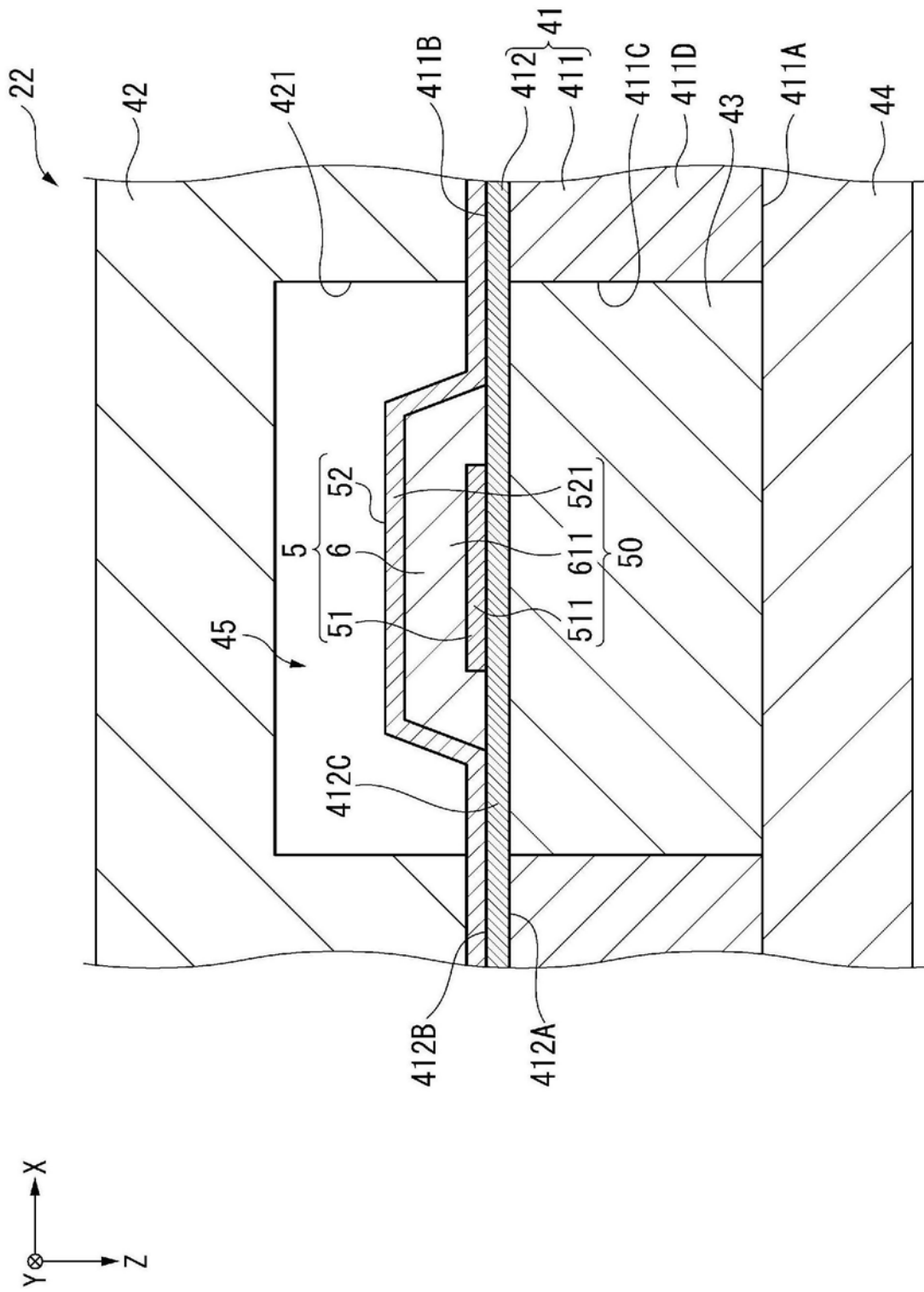


图4

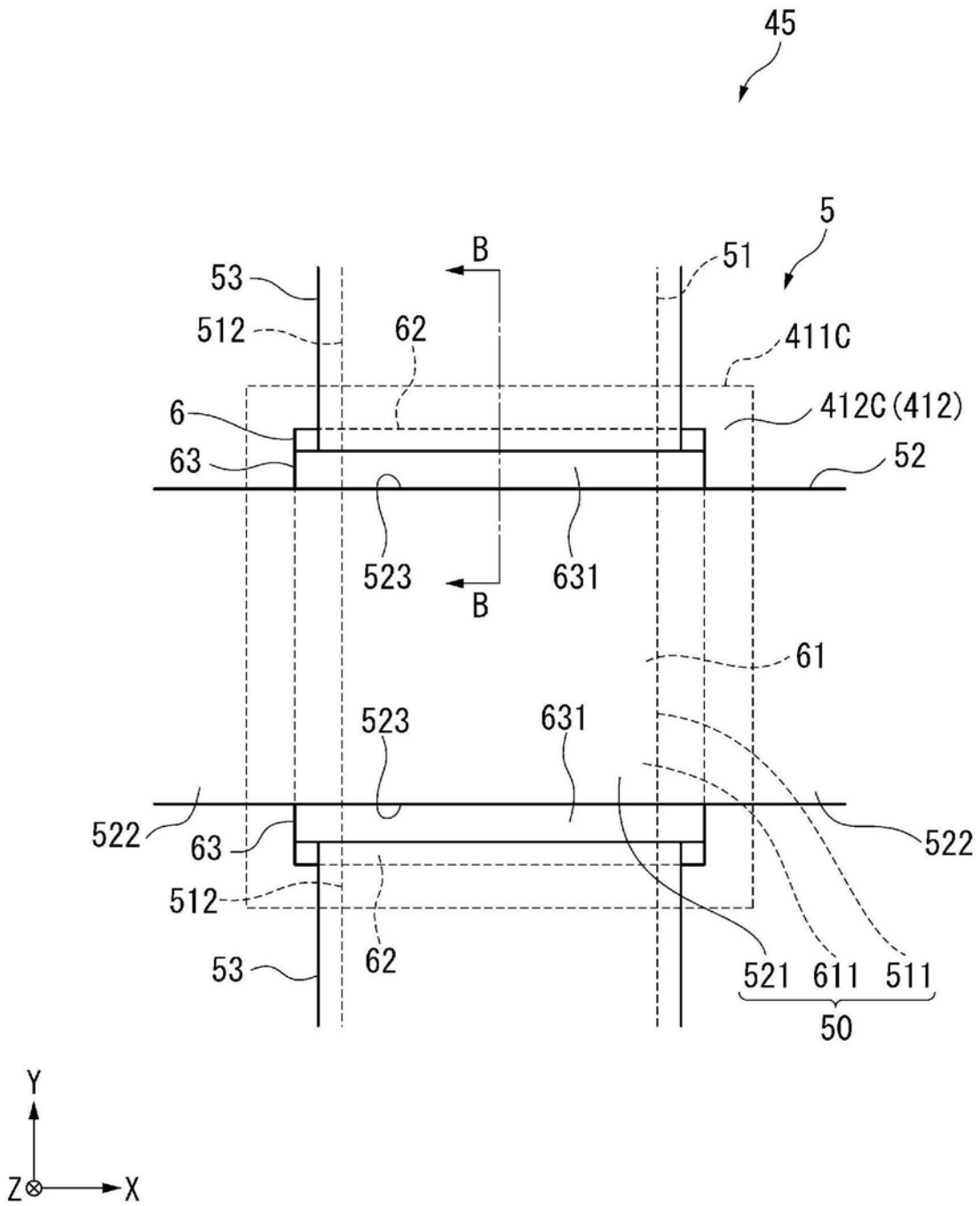


图5

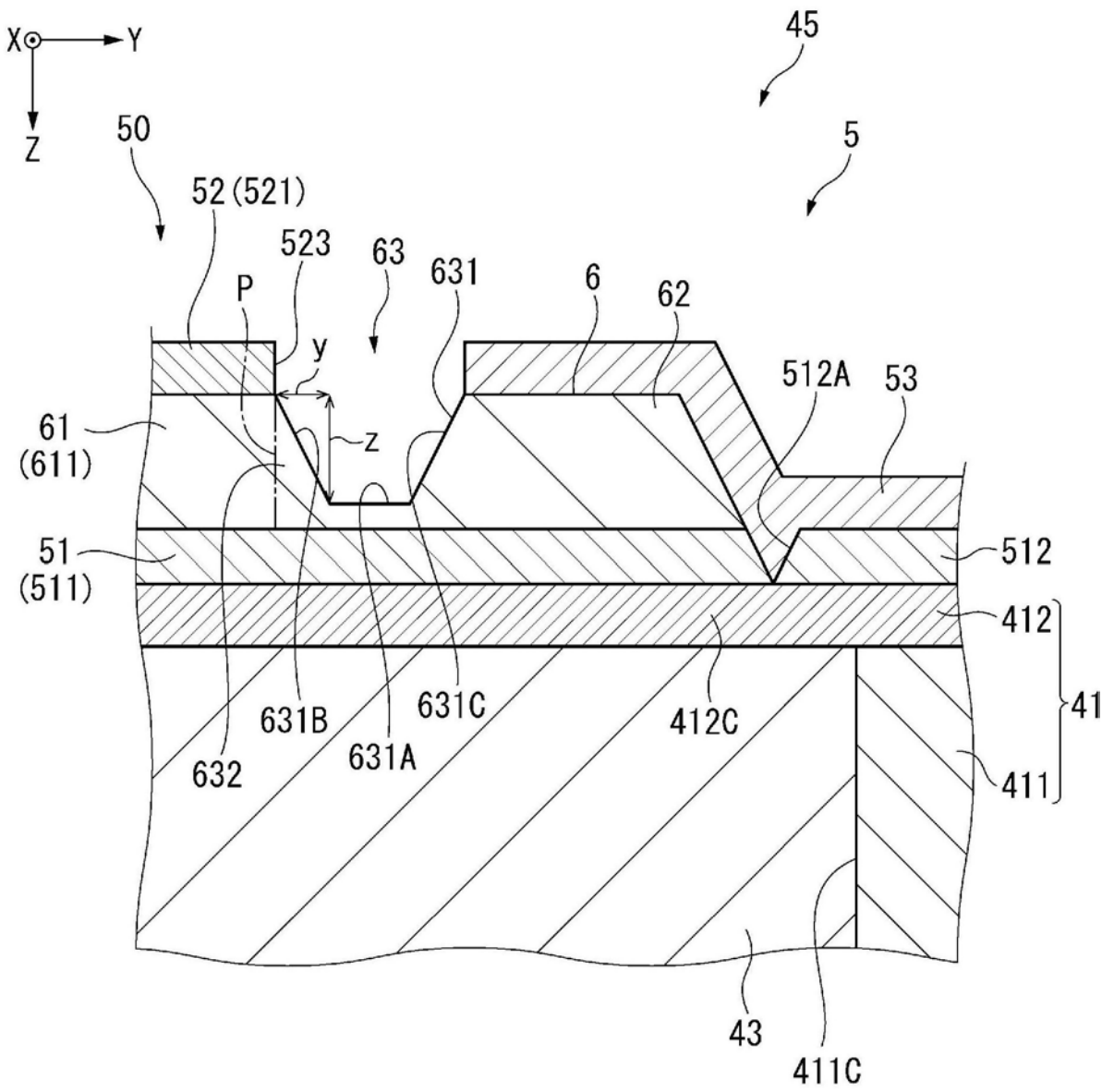


图6

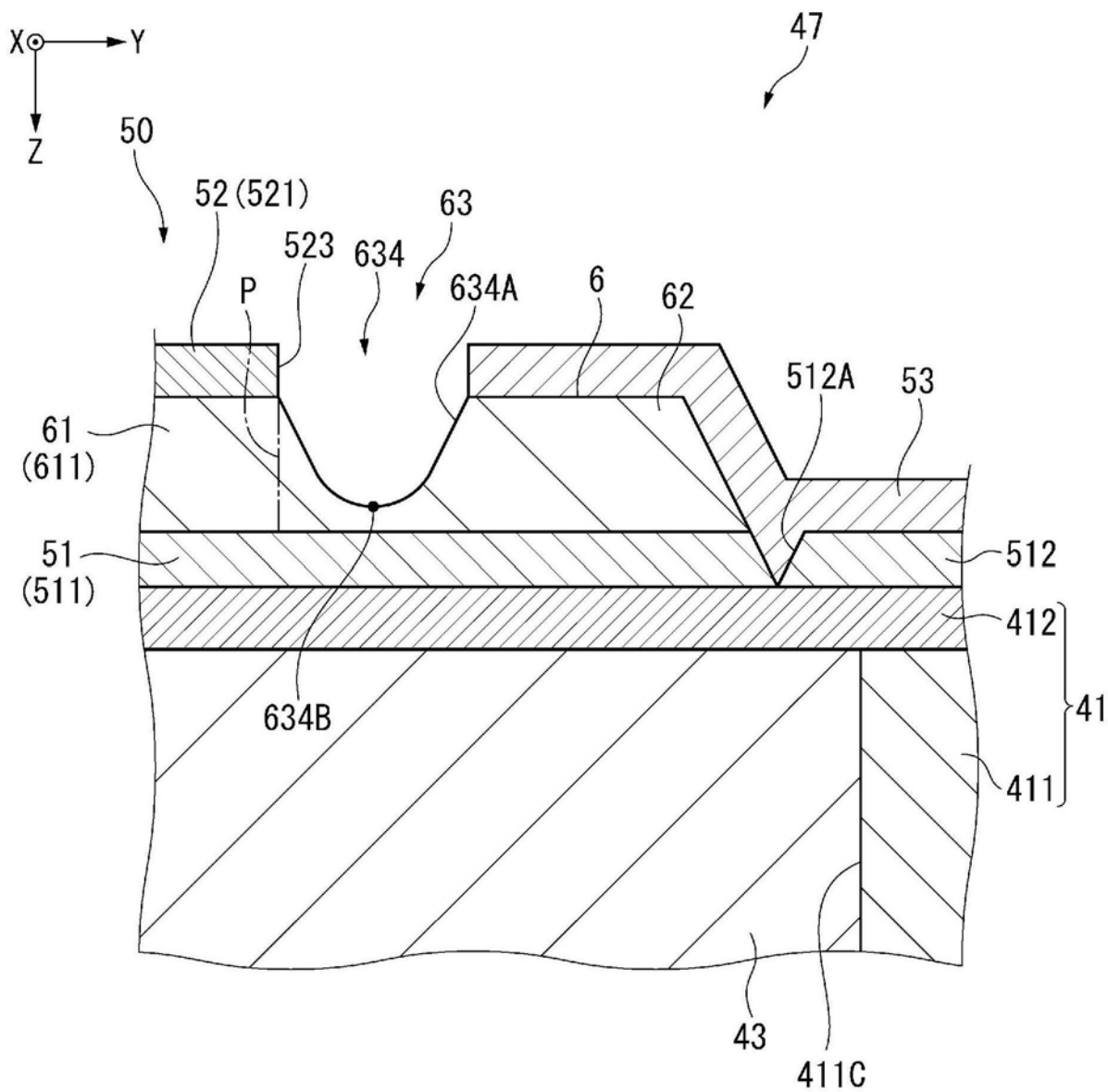


图7

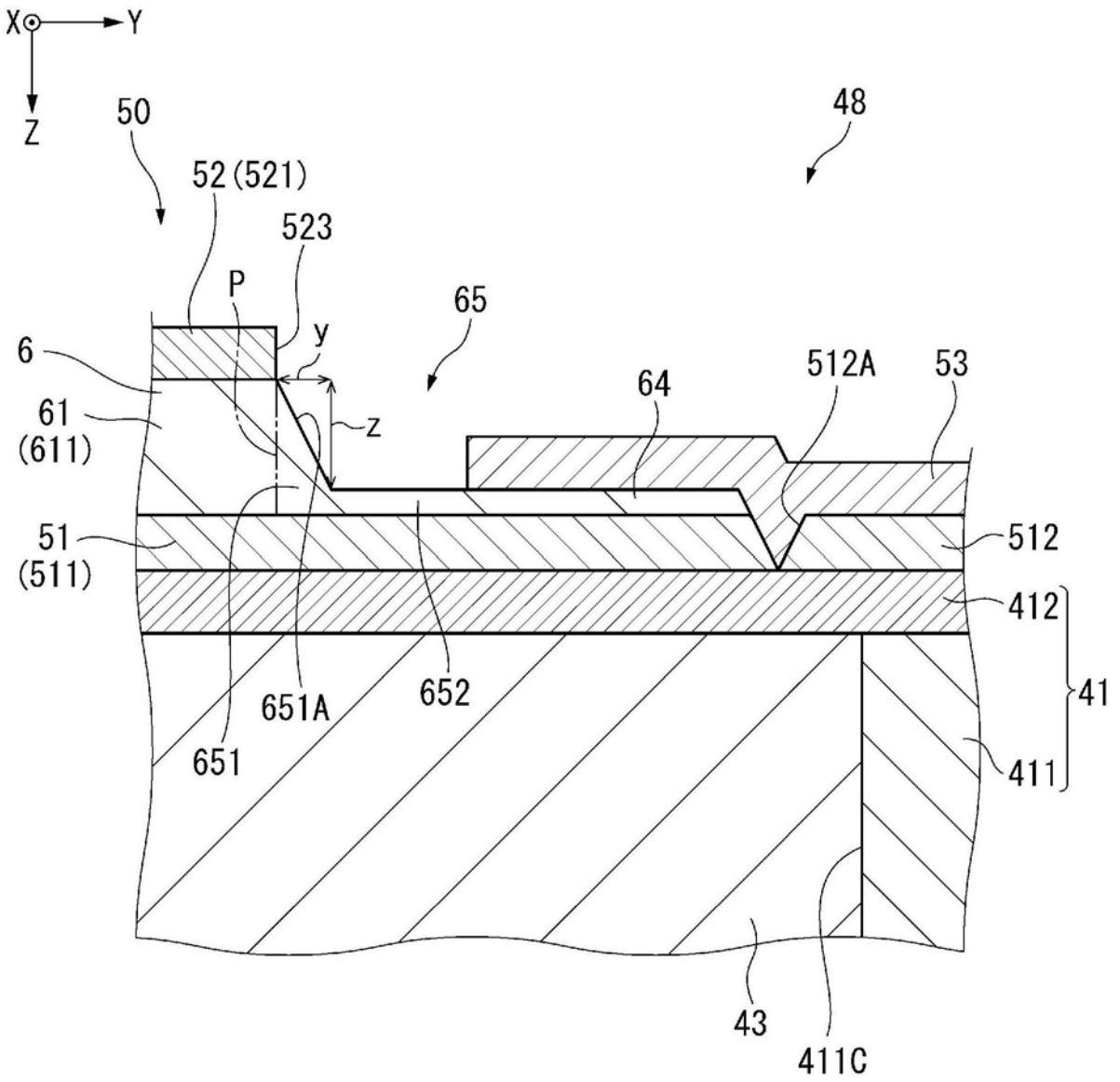


图8

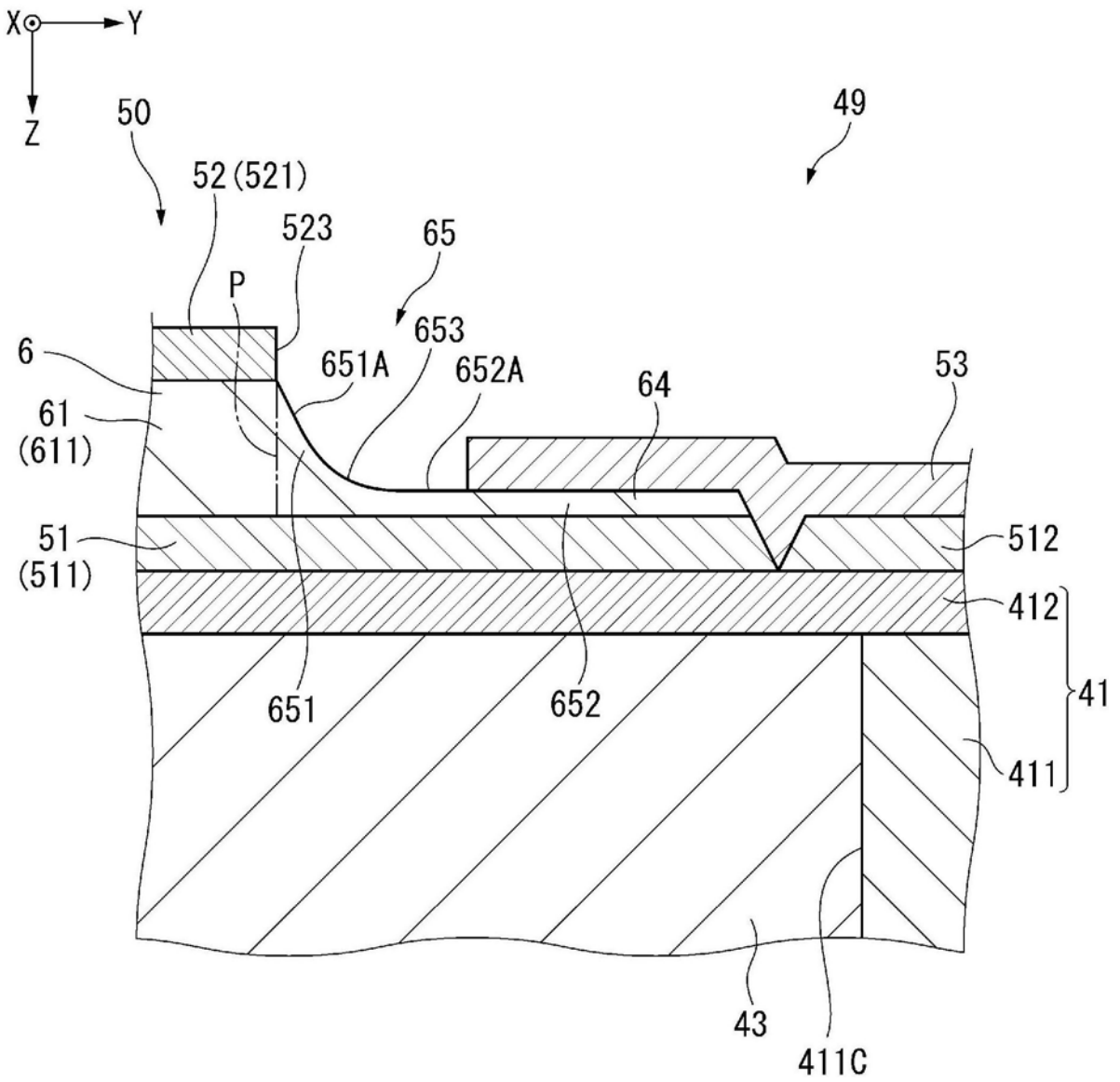


图9

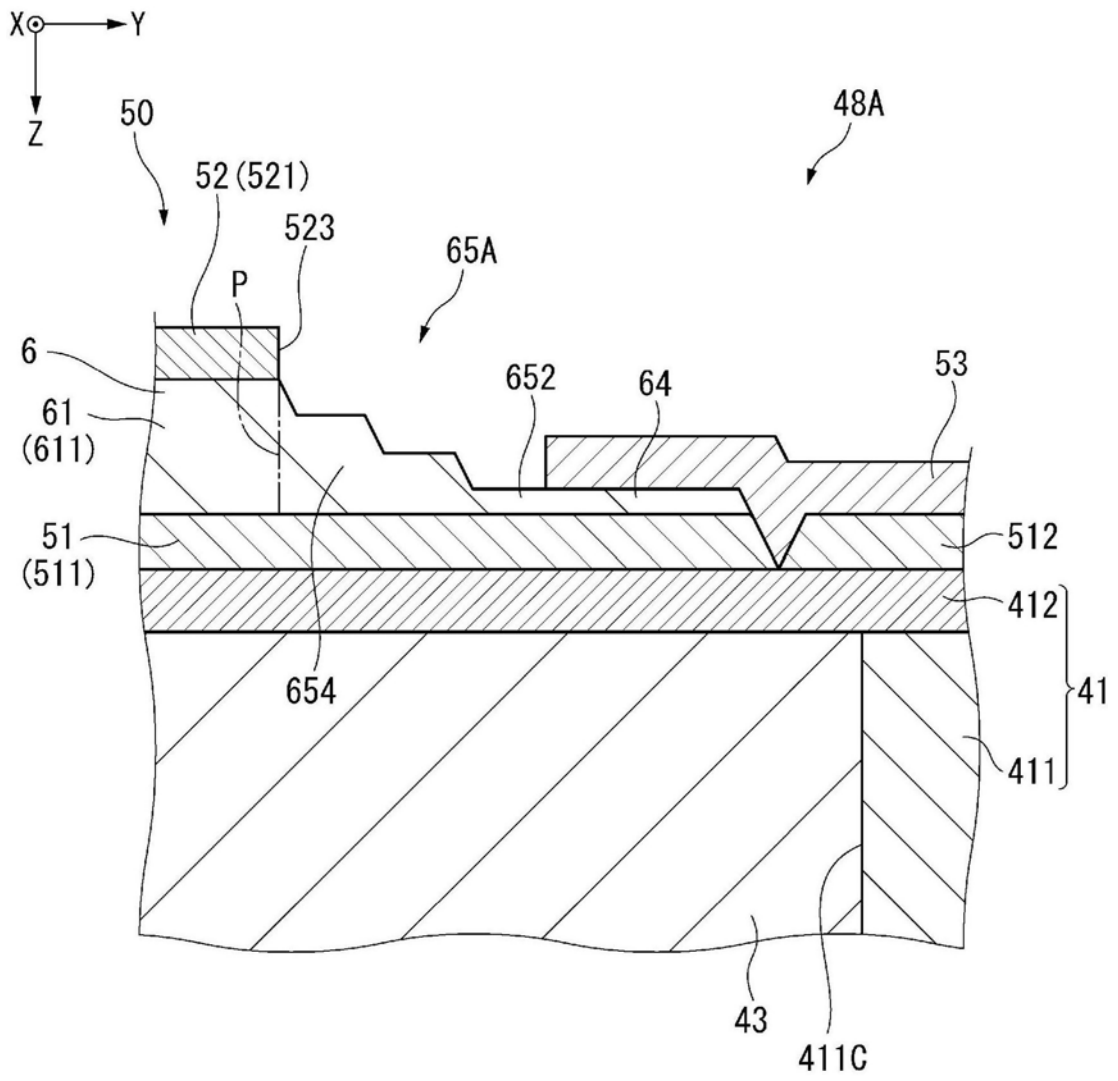


图10

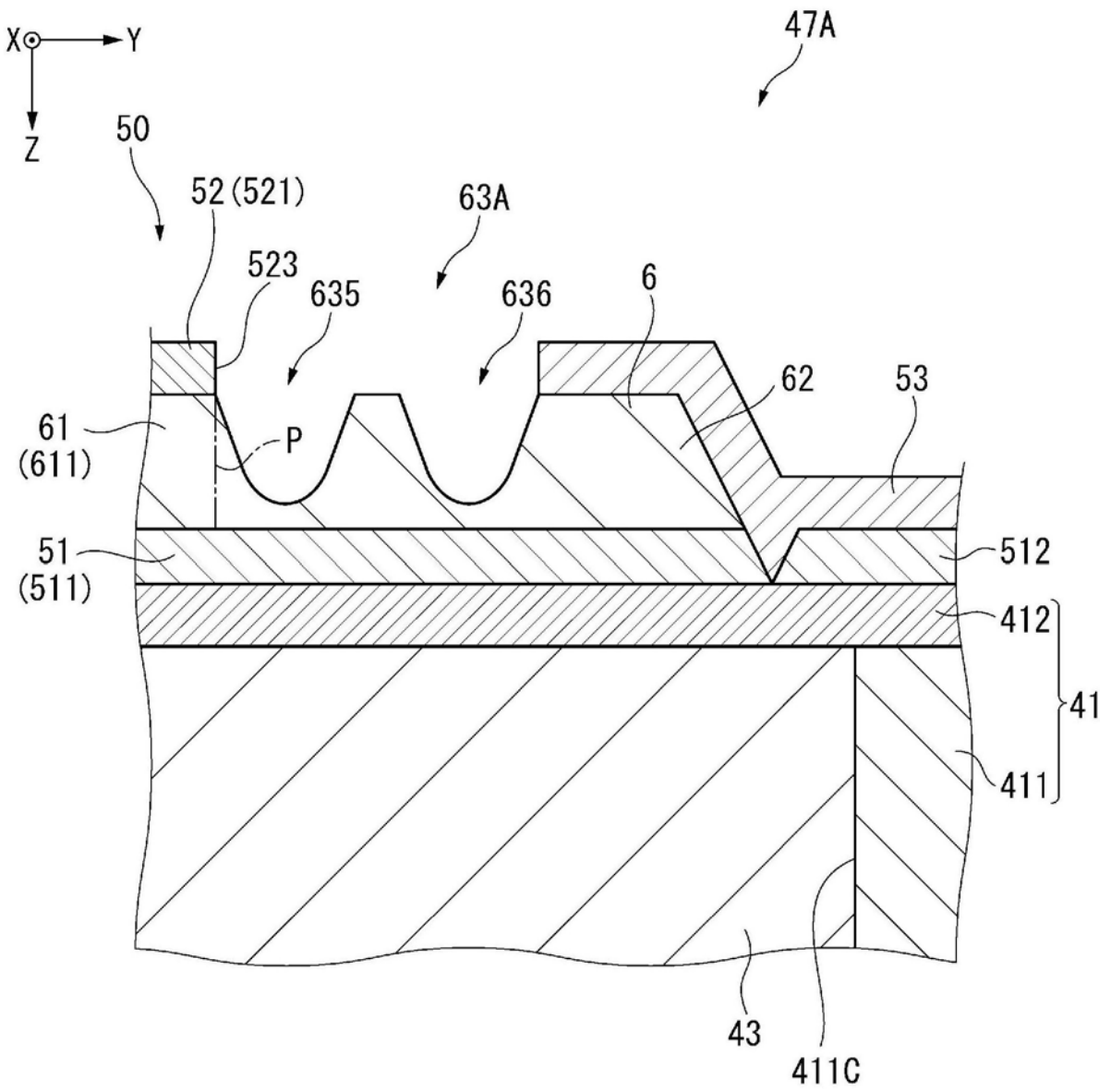


图11

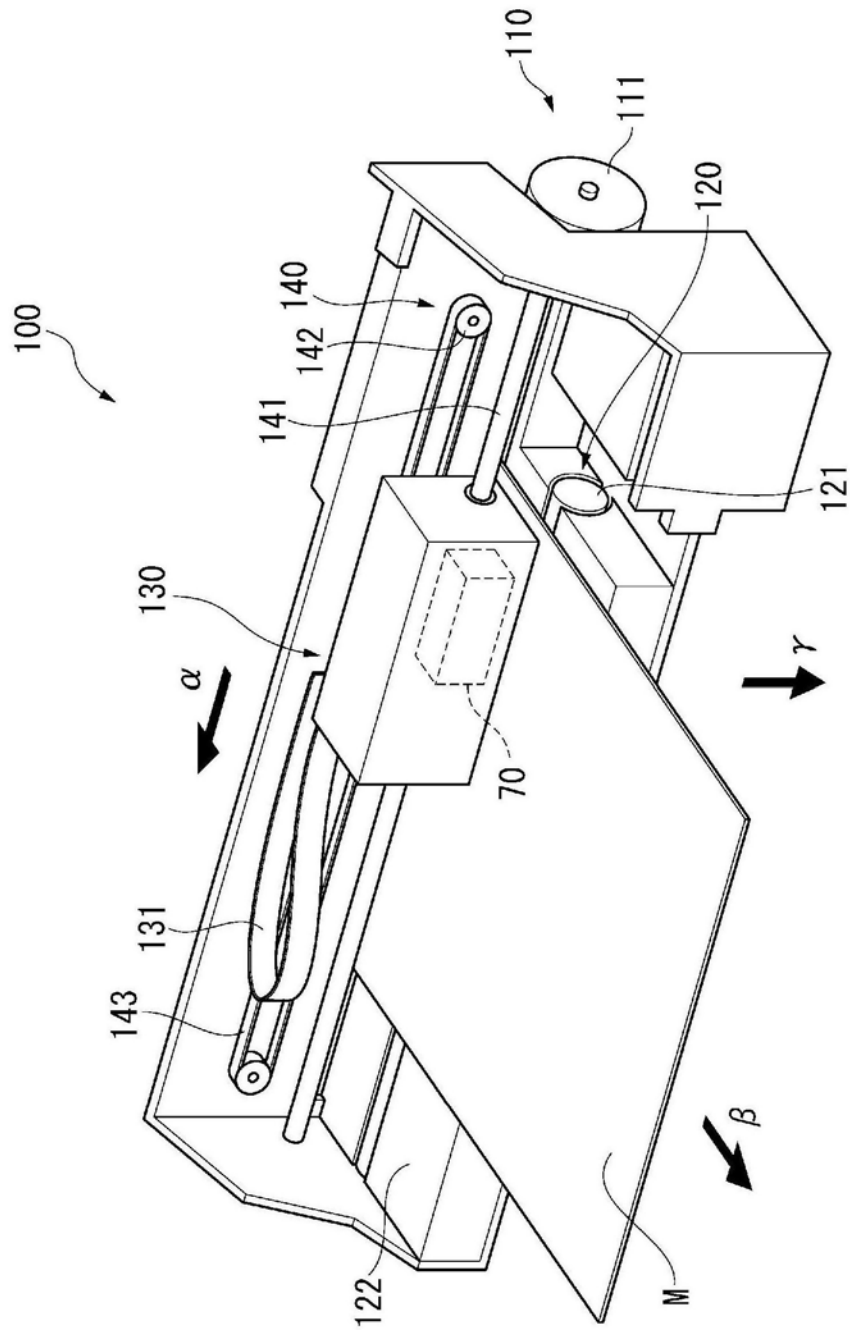


图12

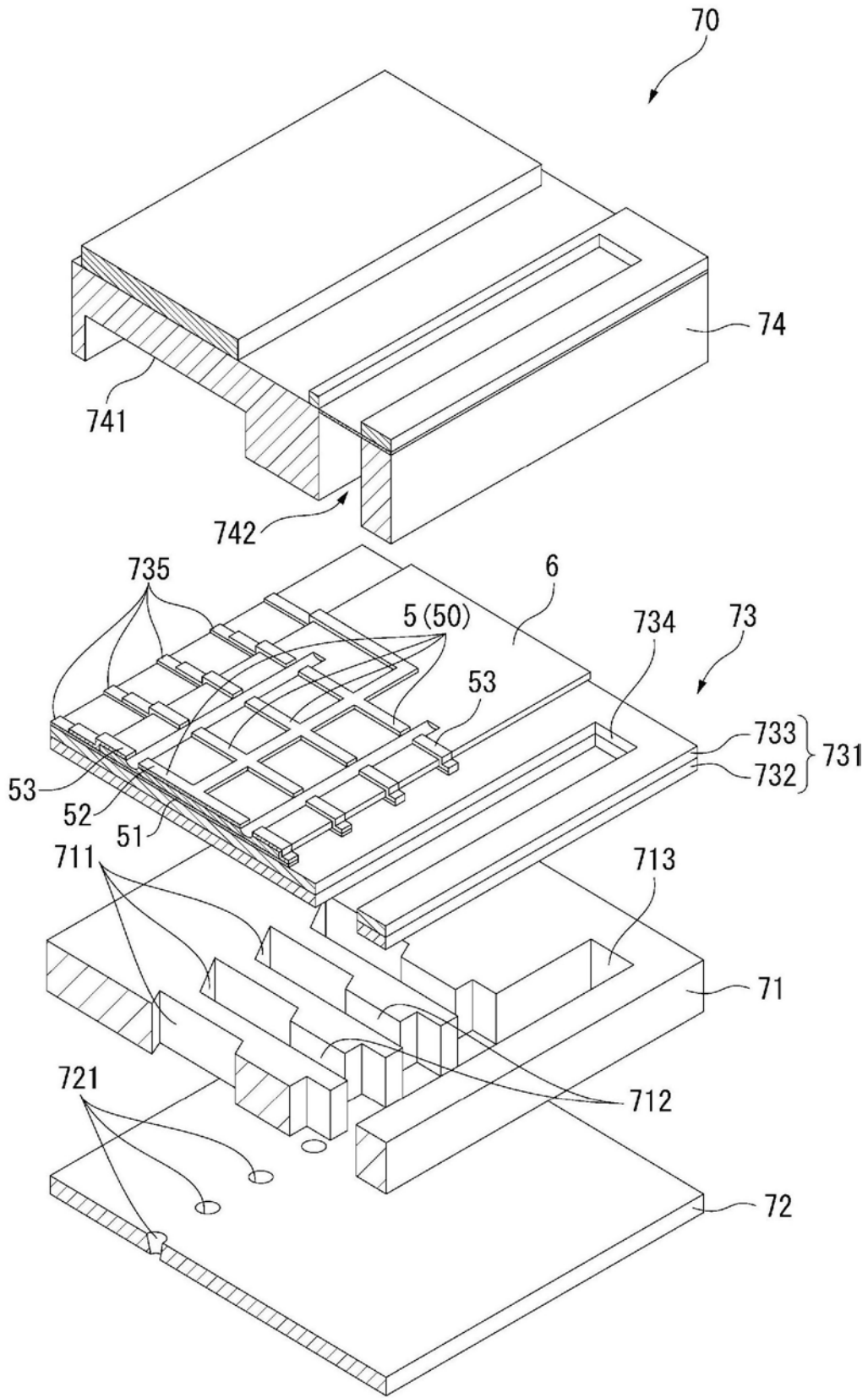


图13

专利名称(译)	压电元件及致动器、超声波探头、超声波装置、电子设备		
公开(公告)号	CN108336216A	公开(公告)日	2018-07-27
申请号	CN201711467423.4	申请日	2017-12-28
[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	大桥幸司		
发明人	大桥幸司		
IPC分类号	H01L41/04 H01L41/083 H04R17/00 B41J2/14 A61B8/00		
CPC分类号	H01L41/0533 B06B1/0207 B06B1/0644 B41J2/14201 B41J2/14233 B41J2002/14241 B41J2002/14491 H01L41/042 H01L41/047 H01L41/0471 H01L41/081 H01L41/09 A61B8/4494 H01L41/04 H01L41/083 H04R17/00		
代理人(译)	张永明		
优先权	2017006213 2017-01-17 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明提供压电元件及致动器、超声波探头、超声波装置、电子设备，压电元件依次层叠有第一电极层、压电体层以及第二电极层，其中，具备导电层，所述导电层位于从第一电极层遍及至所述压电体层的位置，压电体层在从第一电极层、压电体层以及第二电极层的层叠方向观察的俯视观察下，具有与第二电极层重叠的第一部分、与导电层重叠的第二部分以及不与第二电极层及导电层重叠的第三部分，第三部分的至少一部分的厚度比第一部分的厚度小。

