



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108886659 A

(43)申请公布日 2018.11.23

(21)申请号 201780021839.5

(22)申请日 2017.03.30

(30)优先权数据

2016-076475 2016.04.06 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.09.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2017/013299 2017.03.30

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/175660 JA 2017.10.12

(71)申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72)发明人 松田洋史

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 张永明 玉昌峰

(51)Int.Cl.

H04R 17/00(2006.01)

A61B 8/14(2006.01)

H01L 41/047(2006.01)

H01L 41/09(2006.01)

H01L 41/113(2006.01)

H04R 3/00(2006.01)

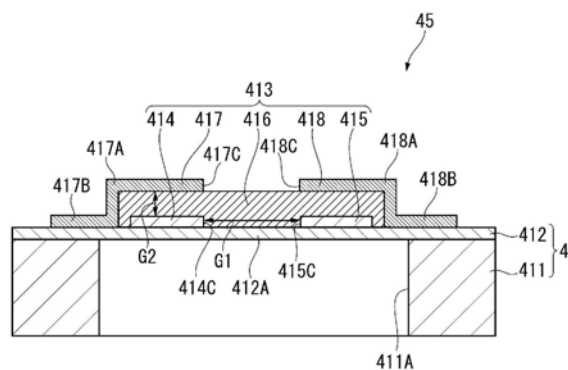
权利要求书3页 说明书22页 附图13页

(54)发明名称

超声波换能器、超声波阵列、超声波模块、超声波探测器以及超声波装置

(57)摘要

超声波换能器具备挠性膜和设于挠性膜的压电元件,压电元件具有压电体和与压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,第一电极与第二电极在第一电极与第二电极之间夹着压电体而分离,并且在从压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,第三电极与第四电极在第三电极与第四电极之间夹着压电体而分离,并且在俯视时重叠,第一电极与第三电极在俯视时分离,第二电极与第四电极在俯视时分离。



1. 一种超声波换能器,其特征在于,具备:

挠性膜;以及

压电元件,设于所述挠性膜,

所述压电元件具有压电体和与所述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,

所述第一电极与所述第二电极在所述第一电极与所述第二电极之间夹着所述压电体而分离,并且在从所述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,

所述第三电极与所述第四电极在所述第三电极与所述第四电极之间夹着所述压电体而分离,并且在所述俯视时重叠,

所述第一电极与所述第三电极在所述俯视时分离,

所述第二电极与所述第四电极在所述俯视时分离。

2. 根据权利要求1所述的超声波换能器,其特征在于,

所述压电元件还具有与所述压电体接触的第五电极以及第六电极,

所述第五电极与所述第六电极在所述第五电极与所述第六电极之间夹着所述压电体而分离,并且在所述俯视时重叠,

所述第五电极位于所述第一电极与所述第三电极之间,

所述第六电极位于所述第二电极与所述第四电极之间。

3. 根据权利要求1或2所述的超声波换能器,其特征在于,

所述第一电极与所述第四电极的距离比所述第一电极与所述第三电极的距离大。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的超声波换能器,其特征在于,

所述第一电极的与所述第三电极对置的端面和所述第二电极的与所述第四电极对置的端面在所述俯视时重叠。

5. 一种超声波阵列,其特征在于,具备多个超声波换能器,该超声波换能器具备挠性膜和设于所述挠性膜的压电元件,

所述压电元件具有压电体和与所述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,

所述第一电极与所述第二电极在所述第一电极与所述第二电极之间夹着所述压电体而分离,并且在从所述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,

所述第三电极与所述第四电极在所述第三电极与所述第四电极之间夹着所述压电体而分离,并且在所述俯视时重叠,

所述第一电极与所述第三电极在所述俯视时分离,

所述第二电极与所述第四电极在所述俯视时分离。

6. 一种超声波模块,其特征在于,具备:

超声波换能器,具备挠性膜以及设于所述挠性膜的压电元件;以及

电路基板,连接于所述压电元件,

所述压电元件具有压电体和与所述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,

所述第一电极与所述第二电极在所述第一电极与所述第二电极之间夹着所述压电体而分离,并且在从所述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,

所述第三电极与所述第四电极在所述第三电极与所述第四电极之间夹着所述压电体而分离,并且在所述俯视时重叠,

所述第一电极与所述第三电极在所述俯视时分离,

所述第二电极与所述第四电极在所述俯视时分离。

7. 根据权利要求6所述的超声波模块,其特征在于,

所述电路基板具有切换部,该切换部在第一连接状态与第二连接状态之间进行切换,该第一连接状态是将所述第一电极以及所述第三电极连接并且将所述第二电极以及所述第四电极连接的状态,该第二连接状态是将所述第一电极以及所述第二电极连接并且将所述第三电极以及所述第四电极连接的状态。

8. 一种超声波探测器,其特征在于,具备:

超声波换能器,具备挠性膜以及设于所述挠性膜的压电元件;以及

壳体,收容所述超声波换能器,

所述压电元件具有压电体和与所述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,

所述第一电极与所述第二电极在所述第一电极与所述第二电极之间夹着所述压电体而分离,并且在从所述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,

所述第三电极与所述第四电极在所述第三电极与所述第四电极之间夹着所述压电体而分离,并且在所述俯视时重叠,

所述第一电极与所述第三电极在所述俯视时分离,

所述第二电极与所述第四电极在所述俯视时分离。

9. 一种超声波装置,其特征在于,具备:

超声波换能器,具备挠性膜以及设于所述挠性膜的压电元件;以及

控制部,控制所述超声波换能器,

所述压电元件具有压电体和与所述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,

所述第一电极与所述第二电极在所述第一电极与所述第二电极之间夹着所述压电体而分离,并且在从所述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,

所述第三电极与所述第四电极在所述第三电极与所述第四电极之间夹着所述压电体而分离,并且在所述俯视时重叠,

所述第一电极与所述第三电极在所述俯视时分离,

所述第二电极与所述第四电极在所述俯视时分离。

10. 根据权利要求9所述的超声波装置,其特征在于,

所述超声波装置具备切换部,该切换部在第一连接状态与第二连接状态之间进行切换,该第一连接状态是将所述第一电极以及所述第三电极连接并且将所述第二电极以及所述第四电极连接的状态,该第二连接状态是将所述第一电极以及所述第二电极连接并且将所述第三电极以及所述第四电极连接的状态。

11. 根据权利要求10所述的超声波装置,其特征在于,

所述控制部具有切换控制部,该切换控制部控制所述切换部,在超声波的发送时切换为所述第一连接状态,在超声波的接收时切换为所述第二连接状态。

12. 根据权利要求9至11中任一项所述的超声波装置,其特征在于,
所述控制部具有极化控制部,该极化控制部实施对所述第一电极与所述第二电极之间以及所述第三电极与所述第四电极之间施加第一极化电压的第一极化处理。

13. 根据权利要求9至12中任一项所述的超声波装置,其特征在于,
所述控制部具有极化控制部,该极化控制部实施对所述第一电极与所述第三电极之间以及所述第二电极与所述第四电极之间施加第二极化电压的第二极化处理。

超声波换能器、超声波阵列、超声波模块、超声波探测器以及 超声波装置

技术领域

[0001] 本发明涉及超声波换能器、超声波阵列、超声波模块、超声波探测器以及超声波装置。

背景技术

[0002] 以往,已知有构成为能够基于压电层的压电效应收发超声波的超声波转换器(例如专利文献1)。

[0003] 专利文献1所记载的超声波转换器具备基板、设置在该基板上的压电层、和配置在压电层的同一面上的第一电极以及第二电极。在这样构成的超声波转换器中,例如能够将对应于接收超声波时的压电层的应变而产生的第一电极与第二电极之间的电位差作为电信号而输出。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2002-271897号公报

发明内容

[0007] 发明将要解决的课题

[0008] 然而,在接收超声波时,相对于根据压电层的应变在压电层的表面产生的电荷 Q ,电极间的电位差 V 与电极间的距离 d 成比例($V \propto Q \times d$)。在上述专利文献1所记载的超声波转换器(即超声波换能器)中,由于能够与压电层的厚度无关地增大电极间的距离尺寸,因此能够实现接收灵敏度的提高。

[0009] 然而,相对于电极间的电位差 V ,压电层的表面所产生的电荷 Q (换句话说是在压电层的应变)与电极间的距离 d 成反比例($Q \propto V/d$)。因此,在使用上述现有的超声波换能器收发超声波的情况下,存在不能使超声波的发送输出(发送灵敏度)与接收灵敏度一同提高的课题。

[0010] 本发明作为以下的方式或者应用例,一个目的在于提供具有较高的发送输出以及接收灵敏度的超声波换能器、超声波阵列、超声波模块、超声波探测器以及超声波装置。

[0011] 用于解决课题的手段

[0012] 一应用例的超声波换能器的特征在于,具备:挠性膜;以及压电元件,其设于上述挠性膜,上述压电元件具有压电体和与上述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,上述第一电极与上述第二电极在上述第一电极与上述第二电极之间夹着上述压电体而分离,并且在从上述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,上述第三电极与上述第四电极在上述第三电极与上述第四电极之间夹着上述压电体而分离,并且在上述俯视时重叠,上述第一电极与上述第三电极在上述俯视时分离,上述第二电极与上述第四电极在上述俯视时分离。

[0013] 在本应用例中,压电元件具有压电体和与压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极。它们中的第一电极与第二电极夹着压电体而分离,并且在从压电体的厚度方向观察的俯视时重叠。另外,第三电极与第四电极夹着压电体而分离,并且在俯视时重叠。另外,在俯视时,第一电极以及第三电极分离,第二电极以及第四电极分离。

[0014] 在这样构成的超声波换能器中,能够减小第一电极以及第二电极之间的距离和第三电极以及第四电极之间的距离,并且能够增大第一电极以及第三电极之间的距离和第二电极以及第四电极之间的距离。由此,能够同时提高超声波换能器的发送输出以及接收灵敏度。

[0015] 换句话说,在使用超声波换能器发送超声波时,通过对第一电极与第二电极之间施加电压,对第三电极与第四电极之间施加电压,从而如上述那样减小电极间距离,能够使超声波换能器的发送输出提高。

[0016] 另一方面,能够检测出对应于压电体的应变在第一电极以及第三电极之间产生的电位差(第二电极以及第四电极之间产生的电位差)而接收超声波。在该情况下,通过增大第一电极以及第三电极(第二电极以及第四电极)之间的距离,能够如上述那样使接收灵敏度提高。

[0017] 根据以上,采用本应用例,能够提供具有较高的发送输出以及接收灵敏度的超声波换能器。

[0018] 另外,采用本应用例,在接收超声波时,使第一电极与第二电极短路,使第三电极与第四电极短路,从而能够容易地进行超声波换能器和连接于该超声波换能器的外部电路之间的阻抗匹配。换句话说,通过如上述那样使电极短路,从而成为由第一电极与第三电极形成的电容器和由第二电极与第四电极形成的电容器以并联的方式连接的构成。因此,与在上述的压电体的一面具备相互分离地配置的二个电极的现有的超声波换能器相比,能够增大本应用例的超声波换能器的静电电容。由此,能够抑制外部电路所具有的寄生电容的影响,能够容易地进行与外部电路的阻抗匹配。

[0019] 在本应用例的超声波换能器中,优选的是,上述压电元件还具有与上述压电体接触的第五电极以及第六电极,上述第五电极与上述第六电极在上述第五电极与上述第六电极之间夹着上述压电体而分离,并且在上述俯视时重叠,上述第五电极位于上述第一电极与上述第三电极之间,上述第六电极位于上述第二电极与上述第四电极之间。

[0020] 在本应用例中,压电元件在俯视时具有相互重叠的第五电极以及第六电极,第五电极位于第一电极与第三电极之间,第六电极位于第二电极与第四电极之间。

[0021] 在这样的构成中,在接收超声波时,通过使第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极短路,并且使第五电极与第六电极短路,能够成为基于第一电极以及第五电极的电容器、基于第三电极以及第五电极的电容器、基于第二电极以及第六电极的电容器、和基于第四电极以及第六电极的电容器以并联的方式连接的构成。由此,能够进一步增大超声波换能器的静电电容,能够更容易地进行与外部电路的阻抗匹配。

[0022] 在本应用例的超声波换能器中,优选的是,上述第一电极与上述第四电极的距离比上述第一电极与上述第三电极的距离大。

[0023] 在本应用例中,由于第一电极与第四电极的距离比第一电极与第三电极的距离大,因此能够抑制第一电极与第四电极短路。例如,在超声波的接收时,即使第一电极与第

三电极之间以及第二电极与第四电极之间产生了电位差的情况下,也能够抑制第一电极与第四电极短路,能够接收超声波。

[0024] 在本应用例的超声波换能器中,优选的是,上述第一电极的与上述第三电极对置的端面 and 上述第二电极的与上述第四电极对置的端面在上述俯视时重叠。

[0025] 在本应用例中,第一电极的与第三电极对置的端面和第二电极的与第四电极对置的端面在上述俯视时重叠。在这样的构成中,例如在对第一电极与第二电极之间施加电压时,与第一电极以及第二电极的各端面在上述俯视时未重叠的情况相比,能够更有效地施加电压。

[0026] 一应用例的超声波阵列具备多个超声波换能器,该超声波换能器具备挠性膜和设于上述挠性膜的压电元件,其特征在于,上述压电元件具有压电体和与上述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,上述第一电极与上述第二电极在上述第一电极与上述第二电极之间夹着上述压电体而分离,并且在从上述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,上述第三电极与上述第四电极在上述第三电极与上述第四电极之间夹着上述压电体而分离,并且在上述俯视时重叠,上述第一电极与上述第三电极在上述俯视时分离,上述第二电极与上述第四电极在上述俯视时分离。

[0027] 在本应用例中,压电元件具有压电体和与压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极。它们中的第一电极与第二电极夹着压电体而分离,并且在从压电体的厚度方向观察的俯视时重叠。另外,第三电极与第四电极夹着压电体而分离,并且在俯视时重叠。另外,在俯视时,第一电极与第三电极分离,第二电极与第四电极在俯视时分离。

[0028] 在这样构成的超声波阵列中,与上述应用例的超声波换能器相同,能够减小第一电极以及第二电极之间的距离和第三电极以及第四电极之间的距离,并且能够增大第一电极以及第三电极之间的距离和第二电极以及第四电极之间的距离。由此,能够使超声波换能器的发送输出以及接收灵敏度提高。

[0029] 另外,能够使用各超声波换能器进行超声波的收发。因此,与具备发送专用的超声波换能器和接收专用的超声波换能器的超声波阵列相比,能够使每单位面积的发送用以及接收用各自的超声波换能器的数量增大,能够使超声波的发送输出以及接收灵敏度提高。

[0030] 一应用例的超声波模块的特征在于,具备:超声波换能器,其具备挠性膜以及设于上述挠性膜的压电元件;以及电路基板,其连接于上述压电元件,上述压电元件具有压电体和与上述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,上述第一电极与上述第二电极在上述第一电极与上述第二电极之间夹着上述压电体而分离,并且在从上述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,上述第三电极与上述第四电极在上述第三电极与上述第四电极之间夹着上述压电体而分离,并且在上述俯视时重叠,上述第一电极与上述第三电极在上述俯视时分离,上述第二电极与上述第四电极在上述俯视时分离。

[0031] 本应用例的超声波模块具备:超声波换能器,其具备压电元件;以及电路基板,其连接有压电元件。它们中的压电元件具有压电体和与压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极。它们中的第一电极与第二电极夹着压电体而分离,并且在从压电体的厚度方向观察的在俯视时重叠。另外,第三电极与第四电极夹着压电体而分离,并且在俯视时重叠。另外,在俯视时,第一电极与第三电极分离,第二电极与第四电极在俯视时分离。

[0032] 在这样构成的超声波模块中,与上述应用例的超声波换能器相同,能够减小第一

电极以及第二电极之间的距离和第三电极以及第四电极之间的距离,并且能够增大第一电极以及第三电极之间的距离和第三电极以及第四电极之间的距离。由此,能够使超声波换能器的发送输出以及接收灵敏度提高。

[0033] 在本应用例的超声波模块中,优选的是,上述电路基板具有切换部,该切换部在将上述第一电极以及上述第三电极连接并且将上述第二电极以及上述第四电极连接的第一连接状态、与将上述第一电极以及上述第二电极连接并且将上述第三电极以及上述第四电极连接的第二连接状态之间进行切换。

[0034] 在本应用例中,切换部在将第一电极以及第三电极连接并且将第二电极以及第四电极连接的第一连接状态、与将第一电极以及第二电极连接并且将第三电极以及第四电极连接的第二连接状态之间进行切换。

[0035] 在第一连接状态下,第一电极以及第三电极被连接,换句话说短路,第二电极以及第四电极短路。在该第一连接状态下,在发送超声波时,例如通过对短路的第一电极以及第三电极施加电压,能够使第一电极以及第二电极之间和第三电极以及第四电极之间产生电位差,能够如上述那样使发送输出提高。

[0036] 另外,在第二连接状态下,第一电极以及第二电极短路,第三电极以及第四电极短路。在该第二连接状态下,在接收超声波时,对应于压电体的应变而在第一电极与第三电极之间产生的电位差(第二电极与第四电极之间产生的电位差)作为电信号被输出。因此,通过检测该电信号,能够如上述那样使超声波的接收灵敏度提高。

[0037] 根据以上,采用本应用例,能够提供具有较高的发送输出以及接收灵敏度的超声波模块。

[0038] 一应用例的超声波探测器的特征在于,具备:超声波换能器,其具备挠性膜以及设于上述挠性膜的压电元件;以及壳体,其收容上述超声波换能器,上述压电元件具有压电体和与上述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,上述第一电极与上述第二电极在上述第一电极与上述第二电极之间夹着上述压电体而分离,并且在从上述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,上述第三电极与上述第四电极在上述第三电极与上述第四电极之间夹着上述压电体而分离,并且在上述俯视时重叠,上述第一电极与上述第三电极在上述俯视时分离,上述第二电极与上述第四电极在上述俯视时分离。

[0039] 本应用例的超声波探测器具备超声波换能器和收容超声波换能器的壳体。它们中的超声波换能器具备压电元件,该压电元件具有压电体和与压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极。它们中的第一电极与第二电极夹着压电体而分离,并且在从压电体的厚度方向观察的俯视时重叠。另外,第三电极与第四电极夹着压电体而分离,并且在俯视时重叠。另外,在俯视时,第一电极与第三电极分离,第二电极与第四电极在俯视时分离。

[0040] 在这样构成的超声波探测器中,与上述应用例的超声波换能器相同,能够减小第一电极以及第二电极之间的距离和第三电极以及第四电极之间的距离,并且能够增大第一电极以及第三电极之间的距离和第三电极以及第四电极之间的距离。由此,能够使超声波换能器的发送输出以及接收灵敏度提高。

[0041] 一应用例的超声波装置的特征在于,具备:超声波换能器,其具备挠性膜以及设于上述挠性膜的压电元件;以及控制部,其控制上述超声波换能器,上述压电元件具有压电体

和与上述压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极,上述第一电极与上述第二电极在上述第一电极与上述第二电极之间夹着上述压电体而分离,并且在从上述压电体的厚度方向观察的俯视时重叠,上述第三电极与上述第四电极在上述第三电极与上述第四电极之间夹着上述压电体而分离,并且在上述俯视时重叠,上述第一电极与上述第三电极在上述俯视时分离,上述第二电极与上述第四电极在上述俯视时分离。

[0042] 本应用例的超声波装置具备超声波换能器和控制超声波换能器的控制部。它们中的超声波换能器具备压电元件,该压电元件具有压电体和与压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极。它们中的第一电极与第二电极夹着压电体而分离,并且在从压电体的厚度方向观察的俯视时重叠。另外,第三电极与第四电极夹着压电体而分离,并且在俯视时重叠。另外,在俯视时,第一电极与第三电极分离,第二电极与第四电极在俯视时分离。

[0043] 在这样构成的超声波装置中,与上述应用例的超声波换能器相同,能够减小第一电极以及第二电极之间的距离和第三电极以及第四电极之间的距离,并且能够增大第一电极以及第三电极之间的距离和第二电极以及第四电极之间的距离。由此,能够使超声波换能器的发送输出以及接收灵敏度提高。

[0044] 在本应用例的超声波装置中,优选的是,具备切换部,该切换部在将上述第一电极以及上述第三电极连接并且将上述第二电极以及上述第四电极连接的第一连接状态、与将上述第一电极以及上述第二电极连接并且将上述第三电极以及上述第四电极连接的第二连接状态之间进行切换。

[0045] 在本应用例中,切换部在将第一电极以及第三电极连接并将第二电极以及第四电极连接的第一连接状态、与将第一电极以及第二电极连接并且将第三电极以及第四电极连接的第二连接状态之间进行切换。

[0046] 在该第一连接状态下,第一电极以及第三电极短路,第二电极以及第四电极短路。在该第一连接状态下,在发送超声波时,例如通过对短路的第一电极以及第三电极施加电压,能够使第一电极以及第二电极之间和第三电极以及第四电极之间产生电位差,能够如上述那样使发送输出提高。

[0047] 另外,在第二连接状态下,第一电极以及第二电极短路,第三电极以及第四电极短路。在该第二连接状态下,在接收超声波时,对应于压电体的应变而在第一电极与第三电极之间产生的电位差(第二电极与第四电极之间产生的电位差)作为电信号被输出。因此,通过检测该电信号,能够如上述那样使超声波的接收灵敏度提高。

[0048] 根据以上,采用本应用例,能够提供具有较高的发送输出以及接收灵敏度的超声波装置。

[0049] 在本应用例的超声波装置中,优选的是,上述控制部具有切换控制部,该切换控制部控制上述切换部,在超声波的发送时切换为上述第一连接状态,在超声波的接收时切换为上述第二连接状态。

[0050] 在本应用例中,控制部具有在超声波的发送时将切换部切换为第一连接状态、在超声波的接收时将切换部切换为第二连接状态的切换控制部。在这样的构成中,能够在超声波的发送时与接收时适当地设定基于切换部的各电极的连接状态。

[0051] 在本应用例的超声波装置中,优选的是,上述控制部具有极化控制部,该极化控制

部实施对上述第一电极与上述第二电极之间以及上述第三电极与上述第四电极之间施加第一极化电压的第一极化处理。

[0052] 在本应用例中,极化控制部实施对第一电极与第二电极之间以及第三电极与第四电极之间施加第一极化电压的第一极化处理。

[0053] 如上述那样,在超声波的发送时,通过对第一电极与第二电极之间以及第三电极与第四电极之间施加电压,能够使超声波换能器的发送输出提高。在本应用例中,通过实施第一极化处理而对压电体施加厚度方向的电场,能够使压电体的极化状态为适合超声波的发送的状态。因此,通过实施第一极化处理,能够进一步提高超声波换能器的发送输出,进而能够进一步提高超声波装置中的超声波测定的测定精度。

[0054] 本应用例的超声波装置中,优选的是,上述控制部具有极化控制部,该极化控制部实施对上述第一电极与上述第三电极之间以及上述第二电极与上述第四电极之间施加第二极化电压的第二极化处理。

[0055] 在本应用例中,极化控制部实施对第一电极与第三电极之间以及第二电极与第四电极之间施加第二极化电压的第二极化处理。

[0056] 如上述那样,在超声波的接收时,通过检测第一电极与第三电极之间以及第二电极与第四电极之间的电压,能够使超声波换能器的接收灵敏度提高。在本应用例中,通过实施第二极化处理而沿与厚度方向交叉的方向对压电体施加电场,能够使压电体的极化状态为适合超声波的接收的状态。因此,通过实施第二极化处理,能够进一步提高超声波换能器的接收灵敏度,进而能够进一步提高超声波装置中的超声波测定的测定精度。

[0057] 在本应用例的超声波装置中,优选的是,上述控制部具有:收发控制部,其控制上述超声波换能器而进行超声波的发送以及接收;切换控制部,其控制上述切换部,在超声波的发送时切换成上述第一连接状态,在超声波的接收时切换成上述第二连接状态;以及极化控制部,其实施对上述第一电极与上述第二电极之间以及上述第三电极与上述第四电极之间施加第一极化电压的第一极化处理、和对上述第一电极与上述第三电极之间以及上述第二电极与上述第四电极之间施加第二极化电压的第二极化处理,通过上述切换控制部切换为上述第一连接状态,通过上述极化控制部实施上述第一极化处理,通过上述收发控制部从上述超声波换能器发送超声波,通过上述切换控制部切换为上述第二连接状态,通过上述极化控制部实施上述第二极化处理,通过上述收发控制部使用上述超声波换能器来接收超声波。

[0058] 在本应用例中,超声波装置能够在切换成第一连接状态并实施第一极化处理之后发送超声波,因此能够使超声波的发送输出提高。另外,超声波装置能够在切换成第二连接状态并实施第二极化处理之后接收超声波,因此能够使超声波的接收灵敏度提高。因此,在本应用例的超声波装置中,能够实施高精度的超声波测定。

附图说明

[0059] 图1是表示第一实施方式的超声波装置的概略结构的立体图。

[0060] 图2是表示第一实施方式的超声波装置的概略结构的框图。

[0061] 图3是表示第一实施方式的超声波设备中的元件基板的概略结构的俯视图。

[0062] 图4是用图3中的A-A线剖切的超声波传感器的剖视图。

- [0063] 图5是表示第一实施方式的超声波换能器的概略结构的俯视图。
- [0064] 图6是表示第一实施方式的超声波换能器的概略结构的剖视图。
- [0065] 图7是示意性地表示第一实施方式中的第一连接状态的图。
- [0066] 图8是示意性地表示第一实施方式中的第二连接状态的图。
- [0067] 图9是表示第一实施方式中的超声波测定处理的一个例子的流程图。
- [0068] 图10是表示第二实施方式的超声波换能器的概略结构的俯视图。
- [0069] 图11是表示第二实施方式的超声波换能器的概略结构的剖视图。
- [0070] 图12是示意性地表示第二实施方式中的超声波换能器与电极焊盘的关系的图。
- [0071] 图13是表示超声波换能器的一变形例的概略结构的俯视图。

具体实施方式

[0072] [第一实施方式]

[0073] 以下,基于附图说明第一实施方式的超声波装置。

[0074] [超声波装置的构成]

[0075] 图1是表示本实施方式的超声波装置1的概略结构的立体图。图2是表示超声波装置1的概略结构的框图。

[0076] 如图1所示,本实施方式的超声波装置1具备超声波探测器2和经由电缆3电连接于超声波探测器2的控制装置10。

[0077] 该超声波装置1使超声波探测器2抵接于生物体(例如人体)的表面,从超声波探测器2向生物体内送出超声波。另外,用超声波探测器2接收被生物体内的器官反射后的超声波,并基于该接收信号获取例如生物体内的内部断层图像、或测定生物体内的器官的状态(例如血流等)。

[0078] [超声波探测器的构成]

[0079] 超声波探测器2具备壳体21(参照图1)、超声波设备22(参照图2)以及设有用于控制超声波设备22的驱动器电路等的电路基板23(参照图2)。此外,利用超声波设备22和电路基板23构成相当于超声波模块的超声波传感器24,并收容于壳体21。

[0080] [壳体的构成]

[0081] 如图1所示,壳体21例如形成为俯视时矩形状的箱状,在与厚度方向正交的一面(传感器面21A)设有传感器窗21B,且超声波设备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的内部的电路基板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。

[0082] 此外,在本实施方式中,虽然示出使用电缆3将超声波探测器2与控制装置10连接的构成例,但并不局限于此,例如超声波探测器2与控制装置10也可以通过无线通信而连接,还可以在超声波探测器2内设有控制装置10的各种构成。

[0083] [超声波设备的构成]

[0084] 图3是从声透镜44侧观察超声波设备22中的元件基板41的俯视图。图4是用图3中的A-A线剖切的超声波传感器24的剖视图。图5是示意性地表示从声透镜44侧观察的超声波换能器45的俯视图。

[0085] 构成超声波传感器24的超声波设备22如图4所示那样由元件基板41、密封板42、声匹配层43以及声透镜44构成。该元件基板41中,如图3所示那样以矩阵状配置有收发超声波的多个超声波换能器45。利用这多个超声波换能器45构成了超声波阵列AL。

[0086] (元件基板的构成)

[0087] 元件基板41具备基板主体部411和层叠于基板主体部411的振动膜412。该元件基板41的中央区域是形成有超声波阵列AL的阵列区域Ar1。

[0088] 基板主体部411例如是Si等的半导体基板。在基板主体部411中的阵列区域Ar1内设有与各个超声波换能器45对应的开口部411A。另外,各开口部411A被设于基板主体部411的声透镜44侧(+Z侧)的振动膜412封堵。

[0089] 振动膜412例如由SiO₂、SiO₂以及ZrO₂的层叠体等构成,将基板主体部411的+Z侧整体覆盖地设置。该振动膜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。在利用Si构成基板主体部411、利用SiO₂构成振动膜412的情况下,例如将基板主体部411进行氧化处理,从而能够容易地形成期望的厚度尺寸的振动膜412。另外,在该情况下,通过使SiO₂的振动膜412为蚀刻阻挡层来将基板主体部411蚀刻处理,能够容易地形成上述开口部411A。

[0090] 另外,在封堵各开口部411A的振动膜412上,设有分别包含第一下部电极414、第二下部电极415、压电膜416、第一上部电极417、以及第二上部电极418而构成的压电元件413(参照图4以及图5)。这里,振动膜412的封堵开口部411A的部分成为在超声波的收发时变形的挠性膜412A。利用该挠性膜412A以及压电元件413构成一个超声波换能器45。之后详细叙述该超声波换能器45。

[0091] 另外,在本实施方式中,如图3所示,上述那种超声波换能器45在元件基板41的规定的阵列区域Ar1内沿Y方向(切片(slice)方向)、以及与Y方向交叉(在本实施方式中是正交)的X方向(扫描方向)配置多个,从而构成超声波阵列AL。

[0092] 另外,利用沿Y方向排列的超声波换能器45,构成了构成一个收发信道的超声波换能器组45A,该超声波换能器组45A沿X方向构成排列多个的一维阵列构造。换句话说,超声波阵列AL是沿X方向配置并构成多个收发信道的一维阵列。

[0093] 这里,如图3所示,构成超声波换能器组45A的多个超声波换能器45的第一下部电极414被连结。换句话说,沿Y方向相邻的超声波换能器45的第一下部电极414利用第一下部电极线414A相互连结。另外,配置于Y方向上的两端的超声波换能器45的第一下部电极414利用第一下部引出线414B,连结于在阵列区域Ar1外的端子区域Ar2形成的第一下部电极焊盘414P。该第一下部电极焊盘414P连接于电路基板23的后述的开关电路231。

[0094] 同样,构成超声波换能器组45A的多个超声波换能器45中的、相邻的超声波换能器45的第二下部电极415利用第二下部电极线415A相互连结。另外,配置于Y方向上的两端的超声波换能器45的第二下部电极415利用第二下部引出线415B,连结于在端子区域Ar2形成的第二下部电极焊盘415P。该第二下部电极焊盘415P连接于电路基板23。

[0095] 另一方面,构成超声波换能器组45A的多个超声波换能器45的第一上部电极417利用第一上部连结电极417A以及第一上部引出线417B,连结于在端子区域Ar2形成的第一上部电极焊盘417P。即,第一上部连结电极417A从第一上部电极417向-X方向引出,并连结于第一上部引出线417B。第一上部引出线417B沿Y方向引出至端子区域Ar2,并连结于第一上

部电极焊盘417P。

[0096] 同样,构成超声波换能器组45A的多个超声波换能器45的第二上部电极418利用第二上部连结电极418A以及第二上部引出线418B,连结于在端子区域Ar2形成的第二上部电极焊盘418P。即,第二上部连结电极418A从第二上部电极418向+X方向引出,并连结于第二上部引出线418B。第二上部引出线418B沿Y方向引出至端子区域Ar2,并连结于第二上部电极焊盘418P。

[0097] (密封板、声匹配层、以及声透镜的构成)

[0098] 密封板42为了加强元件基板41的强度而设置,例如由42合金等金属板、半导体基板等构成,并接合于元件基板41。密封板42的材质、厚度会给超声波换能器45的频率特性带来影响,因此优选的是基于收发的超声波的中心频率来设定。

[0099] 如图4所示,声匹配层43设于元件基板41的与密封板42相反的一侧的面。具体而言,声匹配层43被填充于元件基板41与声透镜44之间,并且距基板主体部411的表面以规定的厚度尺寸形成。

[0100] 声透镜44设于声匹配层43上,如图1所示那样从壳体21的传感器窗21B向外部露出。该声透镜44具有+Z侧的面沿Y方向(切片方向)弯曲的圆柱形状。

[0101] 这些声匹配层43、声透镜44使从超声波换能器45发送的超声波高效地传输至作为测定对象的生物体,而且使在生物体内反射的超声波高效地传输至超声波换能器45。因此,声匹配层43以及声透镜44被设定于元件基板41的超声波换能器45的声阻抗和生物体的声阻抗的中间的声阻抗。作为这样的声阻抗的材料,例如能够列举硅等。

[0102] [超声波换能器的构成]

[0103] 图6是示意性地表示超声波换能器的剖面的剖视图。

[0104] 超声波换能器45包含挠性膜412A和设于挠性膜412A的压电元件413而构成。

[0105] 挠性膜412A是振动膜412中的、封堵基板主体部411的开口部411A的部分。挠性膜412A在从Z方向俯视时具有与开口部411A的开口形状相应的平面形状。换句话说,挠性膜412A的固有频率成为与上述开口形状相应的值。换句话说,能够通过开口部411A的形状调整利用超声波换能器45收发的超声波的频率。

[0106] 压电元件413包含第一下部电极414、第二下部电极415、压电膜416、第一上部电极417、以及第二上部电极418而构成。这些各电极414、415、417、418与压电膜416接触,并且相互分离。

[0107] 第一下部电极414相当于第一电极,在沿Z方向(压电膜416的厚度方向)俯视(以下,也简称为俯视)时,设于挠性膜412A的+Z侧的面上的与压电膜416重叠的位置(参照图5)。在本实施方式中,第一下部电极414如图5所示那样具有大致矩形状的平面形状,+X侧的端面414C在X方向上与第二下部电极415仅分离规定尺寸的间隙G1。此外,第一下部电极414利用第一下部电极线414A,与沿Y方向相邻的其他超声波换能器45的第一下部电极414连结。

[0108] 这样的第一下部电极414例如由Ir、Pt、IrO_x、Ti、TiO_x等导电性的电极材料形成。此时,通过用作为过渡金属氧化物的ZrO₂构成振动膜412的+Z侧的表面,能够使电极材料适当地紧贴在振动膜412上。

[0109] 第二下部电极415相当于第三电极,在俯视时设于挠性膜412A的+Z侧的面上的与

压电膜416重叠的位置(参照图5)。该第二下部电极415由与第一下部电极414相同的材料形成,相对于通过压电膜416的中心并与Y方向平行的虚拟线L,具有与第一下部电极414大致镜像对称的关系。第二下部电极415的-X侧的端面415C在X方向上与第一下部电极414的端面414C仅以规定尺寸的间隙G1分离。此外,第二下部电极415利用第二下部电极线415A,与沿Y方向相邻的其他超声波换能器45的第二下部电极415连结。

[0110] 另外,上述第一下部电极414与第二下部电极415在俯视时隔着压电膜416而分离,并相互绝缘。换言之,上述第一下部电极414与第二下部电极415在俯视时,在上述第一下部电极414与第二下部电极415之间夹着压电膜416而分离,并相互绝缘。

[0111] 压电膜416相当于压电体,在俯视时位于开口部411A内,层叠在第一下部电极414、第二下部电极415、以及挠性膜412A中任一方之上。压电膜416例如使用具有钙钛矿构造的过渡金属氧化物、更具体而言是包含铅(Pb)、钛(Ti)以及锆(Zr)的锆钛酸铅(PZT)而形成。该压电膜416以Zr与Ti的组成比成为52:48的方式形成。通过以成为上述组成比的方式成膜出PZT,能够形成具有良好的压电特性、即特别高的压电常数(e常数)的压电膜416。

[0112] 第一上部电极417相当于第二电极,设于压电膜416的+Z侧。另外,第一上部电极417在俯视时设于与第一下部电极414重叠的位置。即,第一下部电极414与第一上部电极417隔着压电膜416仅以规定尺寸的间隙G2分离,并在俯视时重叠。换言之,第一下部电极414与第一上部电极417在第一下部电极414与第一上部电极417之间夹着压电膜416而仅以规定尺寸的间隙G2分离,并在俯视时重叠。在本实施方式中,第一上部电极417如图5所示那样具有大致矩形状的平面形状,+X侧的端面417C在X方向上与第二上部电极418仅以规定尺寸的间隙G1分离。该第一上部电极417由与第一下部电极414相同的电极材料形成。

[0113] 此外,第一上部电极417利用第一上部连结电极417A以及第一上部引出线417B,与沿Y方向相邻的其他超声波换能器45的第一上部电极417以及第一上部电极焊盘417P连结。

[0114] 第二上部电极418相当于第四电极,并设于压电膜416的+Z侧。另外,第二上部电极418在俯视时设于与第二下部电极415的至少一部分重叠的位置。即,第二下部电极415与第二上部电极418夹着压电膜416仅以规定尺寸的间隙G2分离,并在俯视时重叠。换言之,第二下部电极415与第二上部电极418在第二下部电极415与第二上部电极418之间隔着压电膜416而仅以规定尺寸的间隙G2分离,并在俯视时重叠。在本实施方式中,第二上部电极418如图5所示具有大致矩形状的平面形状,-X侧的端面418C在X方向上与第一上部电极417的端面417C仅以规定尺寸的间隙G1分离。该第二上部电极418由与第一下部电极414相同的电极材料形成。

[0115] 此外,第二上部电极418利用第二上部连结电极418A以及第二上部引出线418B,与沿Y方向相邻的其他超声波换能器45的第二上部电极418以及第二上部电极焊盘418P连结。

[0116] 另外,上述第一上部电极417与第二上部电极418在俯视时分离,并相互绝缘。

[0117] 在本实施方式中,第一下部电极414与第二上部电极418的距离比第二下部电极415的-X侧的端面415C与第一下部电极414的端面414C的间隙G1的尺寸(距离)大。另外,第一下部电极414与第二上部电极418的距离比第一下部电极414与第一上部电极417的间隙G2的尺寸(距离)大。

[0118] 更优选的是,满足上述条件,并且第一下部电极414的端面414C与第一上部电极417的端面417C在俯视时重叠。此外,端面414C与端面417C重叠只要是满足上述条件的构

成,则允许制造上的误差。

[0119] 采用这样的构成,能够减少产生不期望的电极彼此的短路(例如,第一下部电极414与第二上部电极418的短路)的隐患。

[0120] 另外,在本实施方式中,第二下部电极415与第一上部电极417的距离比第二下部电极415的-X侧的端面415C与第一下部电极414的端面414C的间隙G1的尺寸(距离)大。另外,第二下部电极415与第一上部电极417的距离比第二下部电极415与第二上部电极418的间隙G2的尺寸(距离)大。

[0121] 更优选的是,满足上述条件,并且第二下部电极415的端面415C与第二上部电极418的端面418C在俯视时重叠。此外,端面415C与端面418C重叠只要是满足上述条件的构成,则允许制造上的误差。

[0122] 采用这样的构成,能够减少产生不期望电极彼此的短路(例如,第二下部电极415与第一上部电极417的短路)的隐患。

[0123] 上述的超声波换能器45在发送超声波的情况下,在第一下部电极414与第二下部电极415、以及第一上部电极417与第二上部电极418短路的状态下,向第一下部电极414与第一上部电极417之间、以及第二下部电极415与第二上部电极418之间施加电压。

[0124] 另外,超声波换能器45在接收超声波的情况下,在第一下部电极414与第一上部电极417、以及第二下部电极415与第二上部电极418短路的状态下,输出第一下部电极414与第二下部电极415之间、以及第一上部电极417与第二上部电极418之间产生的电位差所对应的电信号。

[0125] [电路基板的构成]

[0126] 电路板23设有用于控制各超声波换能器45的驱动器电路等,例如经由FPC(Flexible Printed Circuits:柔性电路板)等布线部件(图示省略)接合超声波设备22。如图2所示,该电路板23具备开关电路231、选择电路232、发送电路233、接收电路234、以及极化电路235。

[0127] (选择电路、发送电路、接收电路的构成)

[0128] 选择电路232经由开关电路231连接于超声波传感器24,基于控制装置10的控制,切换将超声波传感器24与发送电路233连接的发送连接、以及将超声波传感器24与接收电路234连接的接收连接。

[0129] 发送电路233在通过控制装置10的控制切换成发送连接时,经由选择电路232输出使超声波传感器24发送超声波的主旨的发送信号。

[0130] 接收电路234在通过控制装置10的控制切换成接收连接切换时,经由选择电路232将从超声波传感器24输入的接收信号向控制装置10输出。接收电路234例如包含低噪声放大电路、电压控制衰减器、可编程增益放大器、低通滤波器、A/D转换器等而构成,实施了接收信号向数字信号的转换、噪声成分的除去、向期望信号电平的放大等各信号处理之后,将处理后的接收信号向控制装置10输出。

[0131] (开关电路的构成)

[0132] 开关电路231相当于切换部,分别连接于多个超声波换能器组45A的各电极焊盘414P、415P、417P、418P。该开关电路231构成为能够基于控制装置10的控制,关于各超声波换能器组45A切换与超声波的发送时对应的第一连接状态和与超声波的接收时对应的第二

连接状态。

[0133] 具体而言,开关电路231在第一连接状态下将第一下部电极焊盘414P以及第二下部电极焊盘415P连接,并且将第一上部电极焊盘417P以及第二上部电极焊盘418P连接。另外,开关电路231在第二连接状态下将第一下部电极焊盘414P以及第一上部电极焊盘417P连接,并且将第二下部电极焊盘415P以及第二上部电极焊盘418P连接。

[0134] (超声波发送时的第一连接状态)

[0135] 图7是示意性地表示第一连接状态中的超声波换能器45的各电极414、415、417、418的连接状态的图。

[0136] 开关电路231在超声波的发送时,基于控制装置10的控制,切换到图7所示的第一连接状态。在该第一连接状态下,开关电路231将第一下部电极焊盘414P以及第二下部电极焊盘415P连接,并且将第一上部电极焊盘417P以及第二上部电极焊盘418P连接。由此,超声波换能器45的第一下部电极414以及第二下部电极415短路,第一上部电极417以及第二上部电极418短路。

[0137] 此外,在本实施方式中,各超声波换能器组45A的第二上部电极焊盘418P例如连接于接地电路等,并被设定为规定的共用电位(例如0电位)。换句话说,第二上部电极418与连接状态无关地作为被设定为共用电位的共用电极(COM电极)发挥功能。

[0138] 另外,各超声波换能器组45A的第一下部电极焊盘414P经由开关电路231连接于选择电路232,在超声波的发送时,被从发送电路233输入发送信号,在超声波的接收时,将接收信号向接收电路234输出。换句话说,第一下部电极414与连接状态无关地作为用于进行发送信号的输入、接收信号的输出的信号电极(SIG电极)发挥功能。

[0139] 在图7所示的第一连接状态下,第一上部电极417以及第二上部电极418作为COM电极发挥功能,第一下部电极414以及第二下部电极415作为SIG电极发挥功能。换句话说,通过对第一下部电极414以及第二下部电极415施加规定频率的矩形波电压,从而在第一下部电极414与第一上部电极417之间、以及第二下部电极415与第二上部电极418之间产生电位差,压电膜416向面侧方向伸缩。压电膜416的挠性膜412A侧和相反侧的伸缩量不同,由于该差,使得压电膜416向膜厚方向位移而振动。通过该压电膜416的振动,挠性膜412A振动,送出超声波。

[0140] (超声波接收时的第二连接状态)

[0141] 图8是示意性地表示第二连接状态中的超声波换能器45的各电极414、415、417、418的连接状态的图。

[0142] 开关电路231在超声波的接收时,基于控制装置10的控制,切换到图8所示的第二连接状态。在该第二连接状态下,开关电路231将第一下部电极焊盘414P以及第一上部电极焊盘417P连接,并且将第二下部电极焊盘415P以及第二上部电极焊盘418P连接。由此,超声波换能器45的第一下部电极414以及第一上部电极417短路,第二下部电极415以及第二上部电极418短路。

[0143] 在图8所示的第二连接状态下,第二下部电极415以及第二上部电极418作为COM电极发挥功能,第一下部电极414以及第一上部电极417作为SIG电极发挥功能。换句话说,若通过超声波使挠性膜412A振动,则压电膜416产生与该振动相应的电位差,第一下部电极414与第二下部电极415之间、以及第一上部电极417与第二上部电极418之间产生电位差。

对应于该电位差地从第一下部电极414以及第一上部电极417输出的电信号经由接收电路234向控制装置10输入,从而检测出超声波。

[0144] 这里,在图8所示的第二连接状态下,在第一下部电极414与第一上部电极417之间构成的电容器、和在第二下部电极415与第二上部电极418之间构成的电容器以并联的方式连接。因此,从超声波换能器45输出相当于第一下部电极414以及第一上部电极417之间的电位差、和第二下部电极415以及第二上部电极418之间的电位差的和的电信号,超声波换能器45的超声波的检测灵敏度提高。

[0145] 此外,超声波换能器组45A的各超声波换能器45也以并联的方式连接。因此,从超声波换能器组45A输出相当于各超声波换能器45的各电容器所产生的电位差的和的电信号,超声波换能器组45A的检测灵敏度提高。

[0146] (极化电路的构成)

[0147] 极化电路235基于后述的极化控制部142的控制,对COM电极与SIG电极之间施加电压,进行压电元件413的压电膜416的极化处理。

[0148] 具体而言,极化电路235在超声波的发送前,进行使压电膜416的极化状态为适合超声波的发送的状态第一极化处理。在该第一极化处理中,极化电路235在图7所示的第一连接状态下对第一下部电极414与第一上部电极417之间、以及第二下部电极415与第二上部电极418之间施加第一极化电压,进行压电膜416的极化处理。

[0149] 另外,极化电路235在超声波的接收前,进行使压电膜416的极化状态为适合超声波的接收的状态的第二极化处理。在该第二极化处理中,极化电路235在图8所示的第二连接状态下对第一下部电极414与第二下部电极415之间、以及第一上部电极417与第二上部电极418之间施加第二极化电压,进行压电膜416的极化处理。

[0150] [控制装置的构成]

[0151] 如图2所示,控制装置10例如具备操作部11、显示部12、存储部13、以及控制部14而构成。该控制装置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,也可以是用于操作超声波探测器2的专用终端装置。

[0152] 操作部11是用户操作超声波装置1用的UI(user interface:用户界面),例如能够由设置在显示部12上的触摸面板、操作按钮、键盘、鼠标等构成。

[0153] 显示部12例如由液晶显示器等构成,使图像显示。

[0154] 存储部13存储用于控制超声波装置1的各种程序、各种数据。

[0155] 控制部14例如由CPU(Central Processing Unit:中央处理器)等运算电路、存储器等存储电路构成。而且,控制部14通过读取并执行存储于存储部13的各种程序,从而作为切换控制部141、极化控制部142、以及收发控制部143发挥功能,并控制超声波传感器24。

[0156] 切换控制部141控制开关电路231,在超声波的发送时切换为第一连接状态,在超声波的接收时切换为第二连接状态。

[0157] 极化控制部142控制选择电路232以及极化电路235,进行压电膜416的极化处理。即,极化控制部142控制选择电路232,使开关电路231与极化电路235连接。另外,极化控制部142控制极化电路235,在超声波的发送前进行第一极化处理,在超声波的接收前进行第二极化处理。

[0158] 收发控制部143控制超声波的发送以及接收。收发控制部143例如控制选择电路

232,在超声波的发送时使开关电路231与发送电路233连接,在超声波的接收时使开关电路231与接收电路234连接。另外,收发控制部143对发送电路233进行发送信号的生成以及输出处理的控制,对接收电路234进行接收信号的频率设定、增益设定等的控制。

[0159] [超声波装置中的超声波测定处理]

[0160] 图9是表示超声波装置1中的超声波测定处理的一个例子的流程图。

[0161] 控制部14例如接受基于操作部11的输入操作等测定开始指示后,开始超声波测定处理。

[0162] 首先,切换控制部141控制开关电路231,将连接状态切换为第一连接状态(参照图7)(步骤S1)。

[0163] 在第一连接状态下,第一下部电极焊盘414P以及第二下部电极焊盘415P短路,第一上部电极焊盘417P以及第二上部电极焊盘418P短路。

[0164] 接下来,极化控制部142控制选择电路232以及极化电路235,进行第一极化处理(步骤S2)。

[0165] 极化控制部142控制选择电路232,使开关电路231与极化电路235连接。另外,极化控制部142控制极化电路235,对第一下部电极414与第一上部电极417之间、以及第二下部电极415与第二上部电极418之间施加第一极化电压,进行压电膜416的极化处理。

[0166] 接下来,收发控制部143进行超声波的发送处理(步骤S3)。

[0167] 收发控制部143控制选择电路232,使开关电路231与发送电路233连接。然后,收发控制部143对发送电路233进行发送信号的生成以及输出处理的控制。在被输入了发送信号的超声波换能器45中,由于第一下部电极414与第一上部电极417之间、以及第二下部电极415与第二上部电极418之间产生的电位差,使得压电膜416振动,该压电膜416的振动致使挠性膜412A振动,送出超声波。

[0168] 首先,切换控制部141控制开关电路231,将连接状态切换为第二连接状态(参照图8)(步骤S4)。在第二连接状态下,超声波换能器45的第一下部电极414以及第一上部电极417短路,第二下部电极415以及第二上部电极418短路。

[0169] 接下来,极化控制部142控制选择电路232以及极化电路235,进行第二极化处理(步骤S5)。

[0170] 极化控制部142控制选择电路232,使开关电路231与极化电路235连接。另外,极化控制部142对第一下部电极414与第二下部电极415之间、以及第一上部电极417与第二上部电极418之间施加第二极化电压,进行压电膜416的极化处理。

[0171] 这里,在本实施方式中,相比于第一下部电极414以及第一上部电极417之间的间隙G2(参照图6)的尺寸,第一下部电极414以及第二下部电极415(第一上部电极417以及第二上部电极418)之间的间隙G1的尺寸更大,为了充分提高压电膜416的压电特性,需要比第一极化电压大的第二极化电压。该第二极化电压被设定为,对各超声波换能器45的第一下部电极414以及第二下部电极415(第一上部电极417以及第二上部电极418)之间施加10kV/cm以上的电场。

[0172] 此外,在本实施方式中,第一下部电极414以及第二下部电极415(第一上部电极417以及第二上部电极418)之间的距离例如是6 μ m,作为第二极化电压被施加30V。因此,各超声波换能器45的压电膜416被施加500kV/cm的电场。

[0173] 接下来,收发控制部143进行超声波的接收处理(步骤S6)。

[0174] 收发控制部143控制选择电路232,使开关电路231与接收电路234连接。如上述那样,通过超声波下的挠性膜412A以及压电膜416的振动,从超声波换能器45(超声波换能器组45A)向接收电路234输出第一下部电极414与第二下部电极415之间、以及第一上部电极417与第二上部电极418之间产生的电位差所对应的电信号。接收电路234对接收信号实施各种处理之后,向控制装置10输出。这样,使用超声波换能器45检测出超声波。

[0175] 控制装置10的控制部14基于超声波的检测结果获取内部断层图像,或测定生物体内的器官的状态(例如血流等)。这样构成的超声波装置1重复实施步骤S1至步骤S6,直到接收到测定处理的结束指示为止。

[0176] [第一实施方式的作用效果]

[0177] 本实施方式的超声波换能器45的压电元件413具有压电膜416、和与该压电膜416接触且相互分离的第一下部电极414、第二下部电极415、第一上部电极417、以及第二上部电极418。它们中的第一下部电极414与第一上部电极417经由(夹着)压电膜416而分离,并且在从压电膜416的厚度方向俯视时重叠。另外,第二下部电极415与第二上部电极418经由(夹着)压电膜416而分离,并且在俯视时重叠。另外,沿着X方向,第一下部电极414与第二下部电极415分离,第一上部电极417与第二上部电极418分离。

[0178] 在这样构成的超声波换能器45中,能够减小第一下部电极414以及第一上部电极417(第二下部电极415以及第二上部电极418)之间的距离(换句话说为间隙G2),并且增大第一下部电极414以及第二下部电极415(第一上部电极417以及第二上部电极418)之间的距离(换句话说为间隙G1)。由此,能够同时提高超声波换能器45的发送输出以及接收灵敏度。

[0179] 换句话说,在使用超声波换能器45发送超声波时,利用电路基板23的开关电路231,将各电极连接状态切换为发送时所对应的第一连接状态,通过对第一下部电极414与第一上部电极417之间、以及第二下部电极415与第二上部电极418之间施加电压,从而对压电膜416施加沿着压电膜416的厚度方向的电场。这里,相对于电极间的施加电压,压电膜416的应变量与电极间的距离成反比例。因此,通过减小第一下部电极414以及第一上部电极417(第二下部电极415以及第二上部电极418)之间的距离(间隙G2),能够使超声波换能器45的发送输出增大。

[0180] 另一方面,在接收超声波时,利用电路基板23的开关电路231,将各电极连接状态切换为接收时所对应的第二连接状态,对应于压电膜416的歪量而在第一下部电极414与第二下部电极415之间产生的电位差(第一上部电极417与第二上部电极418之间产生的电位差)被作为电信号而输出。这里,相对于压电体的歪量,电极间的电位差与电极间的距离成比例。因此,通过增大第一下部电极414以及第二下部电极415(第一上部电极417以及第二上部电极418)之间的距离(间隙G1),能够使超声波换能器45的接收灵敏度增大。

[0181] 这样,在本实施方式的超声波换能器45中,减小间隙G2而使发送输出增大,并且增大间隙G1而使接收灵敏度增大。

[0182] 在第一连接状态下,被施加电压的第一下部电极414的端面414C和第一上部电极417的端面417C在从压电膜416的厚度方向(Z方向)俯视时重叠。在这样的构成中,能够增大第一下部电极414与第一上部电极417的重叠量,能够高效地对压电膜416施加电压。另外,

同样,第二下部电极415的端面415C和第二上部电极418的端面418C在上述俯视时重叠,因此能够高效地对位于第二下部电极415与第二上部电极418之间的压电膜416施加电压。因此,能够使超声波换能器45的发送输出提高。

[0183] 另外,在第二连接状态下,能够容易地进行超声波换能器45和与该超声波换能器45连接的外部电路(例如电路基板23所构成的各电路)之间的阻抗匹配。换句话说,在上述的第二连接状态下,由第一下部电极414与第二下部电极415形成的电容器和由第一上部电极417与第二上部电极418形成的电容器以并联的方式连接。在这样的构成中,能够增大超声波换能器45的静电电容。由此,能够抑制电路基板23等外部电路所具有的寄生电容的影响,能够容易地进行与外部电路的阻抗匹配。因此,能够抑制从超声波换能器45输出的接收信号的损失,能够使超声波的检测精度、接收灵敏度提高。

[0184] 另外,在第二连接状态下构成电容器的第一下部电极414与第二下部电极415之间的距离与同样构成电容器的第一上部电极417与第二上部电极418之间的距离相同。在这样的构成中,在接收超声波时,能够抑制电荷集中于电极间的距离尺寸小的电容器,能够使各电容器更均等地发挥功能。因此,能够更可靠地增大超声波换能器45的静电电容。

[0185] 另外,在第二连接状态下,构成电容器的第一下部电极414与第二下部电极415沿X方向夹着压电膜416的中央部而分离。这里,在接收超声波时,以夹着压电膜416的应变比外周部大的中央部的方式配置了第一下部电极414与第二下部电极415。因此,在接收超声波时,能够增大第一下部电极414与第二下部电极415之间的电位差,能够使超声波的接收灵敏度提高。另外,关于第一上部电极417以及第二上部电极418也是相同的。

[0186] 第一下部电极414与第二上部电极418的距离比第一下部电极414与第二下部电极415之间的间隙G1的尺寸、第一下部电极414与第一上部电极417之间的间隙G2的尺寸大。由此,能够抑制第一下部电极414与第二上部电极418的短路。另外,同样,由于第二下部电极415与第一上部电极417的距离比上述间隙G1以及间隙G2的尺寸大,因此能够抑制第二下部电极415与第一上部电极417的短路。

[0187] 另外,在本实施方式中,构成为能够利用开关电路231将超声波换能器45的各电极的连接状态在第一连接状态与第二连接状态之间进行切换。在这样的构成中,在驱动超声波换能器45时,利用切换控制部141控制开关电路231,切换第一连接状态与第二连接状态,从而能够在超声波的发送时与接收时适当地设定各电极的连接状态。

[0188] 另外,通过具备开关电路231,能够使控制部14的处理负荷减少。例如,在本实施方式中,在发送超声波时,利用切换控制部141,将开关电路231切换为第一连接状态。由此,收发控制部143只要以使作为SIG电极的各下部电极414、415输出共用的驱动信号的方式控制发送电路233即可,与需要分别驱动各下部电极414、415的情况相比,处理负荷减少。另外,在接收超声波时也相同,无需分别检测从作为SIG电极的第一下部电极414与第一上部电极417输出的信号,处理负荷减少。

[0189] 并且,能够利用开关电路231使输入输出的信号数减少,能够简化选择电路232、发送电路233以及接收电路234的构成。

[0190] 在本实施方式中,具备对压电膜416施加极化电压的极化电路235。而且,极化控制部142控制极化电路235,在开关电路231切换为第一连接状态之后,并且在发送超声波之前,实施第一极化处理。在第一极化处理中,对配置于第一下部电极414与第一上部电极417

之间、以及第二下部电极415与第二上部电极418之间的压电膜416施加厚度方向的电场。由此,能够使压电膜416的极化状态为适合超声波的发送的状态。通过在超声波的发送前实施该第一极化处理,能够进一步提高超声波换能器45的发送输出,进而能够进一步提高超声波装置1中的超声波测定的测定精度。

[0191] 另外,极化控制部142控制极化电路235,在开关电路231切换为第二连接状态之后,并且在接收超声波之前,实施第二极化处理。在第二极化处理中,在从压电膜416的厚度方向观察的俯视时,对配置于第一下部电极414与第二下部电极415之间、以及第一上部电极417与第二上部电极418之间的压电膜416施加沿与厚度方向交叉的方向(X方向)的电场。由此,能够使压电膜416的极化状态为适合超声波的接收的状态。通过在超声波的接收前实施该第二极化处理,能够进一步提高超声波换能器45的接收灵敏度,进而能够进一步提高超声波装置1中的超声波测定的测定精度。

[0192] 在本实施方式中,超声波阵列AL具备多个超声波换能器45而构成。如上述那样,超声波换能器45能够使超声波的发送灵敏度以及接收灵敏度提高,因此能够适合使用于超声波的发送以及接收中的任一者。因此,与具备发送专用的超声波换能器与接收专用的超声波换能器的超声波阵列相比,能够使每单位面积的发送用以及接收用的各个超声波换能器的数量增大,易于使超声波的发送输出以及接收灵敏度提高。

[0193] 另外,超声波阵列AL具备多个超声波换能器组45A,该超声波换能器组45A由多个超声波换能器45沿Y方向配置且相互连接而构成一个收发信道。在超声波换能器组45A中,在第二连接状态下,由各超声波换能器45的第一下部电极414以及第二下部电极415形成的电容器以并联的方式连接。另外,由第一上部电极417以及第二上部电极418形成电容器也以并联的方式连接。因此,与利用一个超声波换能器45构成一个收发信道的情况相比,能够使第二连接状态中的一个收发信道的静电电容增大,能够容易地进行与外部电路的阻抗匹配。

[0194] [第二实施方式]

[0195] 接下来,对第二实施方式进行说明。

[0196] 在上述第一实施方式中,关于超声波换能器45,在挠性膜412A上配置第一下部电极414以及第二下部电极415,在压电膜416上对置地配置有第一上部电极417以及第二上部电极418。与此相对,在第二实施方式中,在第一下部电极414以及第二下部电极415之间配置第三下部电极、第一上部电极417以及第二上部电极418之间配置第三上部电极这一点不同。

[0197] 以下,对本实施方式的接收用换能器进行说明。此外,在之后的说明中,关于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。

[0198] 图10是示意性地表示从声透镜44侧观察的超声波换能器46的俯视图。另外,图11是示意性地表示超声波换能器46的剖面的剖视图。另外,

[0199] 图12是示意性地表示超声波换能器46所含的各电极与各电极所对应的电极焊盘的关系的图。

[0200] 超声波换能器46包含挠性膜412A和设于挠性膜412A的压电元件413A而构成。在本实施方式中,也利用沿Y方向配置的多个超声波换能器46,构成了构成一个收发信道的超声波换能器组。另外,多个超声波换能器组沿X方向配置,构成超声波阵列AL。

[0201] 在本实施方式中,如图10以及图11所示,压电元件413A除了第一下部电极414、第二下部电极415、压电膜416、第一上部电极417、以及第二上部电极418之外,还包含第三下部电极461和第三上部电极462而构成。这些各电极414、415、417、418、461、462与压电膜416接触并且相互分离。

[0202] 第三下部电极461相当于第五电极,如图10所示,在沿着Z方向的俯视时,在挠性膜412A的+Z侧的面设于与压电膜416重叠的位置。另外,如图10所示,第三下部电极461具有大致矩形状的平面形状,配置于和通过压电膜416的中央位置并与Y方向平行的虚拟线L重叠的位置。另外,如图11所示,第三下部电极461的-X侧的端面461B与第一下部电极414的+X侧的端面414C在X方向上仅以规定尺寸的间隙G3分离。另外,第三下部电极461的+X侧的端面461C与第二下部电极415的-X侧的端面415C在X方向上仅以规定尺寸的间隙G3分离。

[0203] 另外,第三下部电极461与第一下部电极414等同样地,利用第三下部电极线461A,与沿Y方向相邻的其他超声波换能器46的第三下部电极461连结。此外,虽然省略图示,但配置于超声波换能器组的Y方向上的两端的超声波换能器46的第三下部电极461利用第三下部电极引出线(未图示),与形成于端子区域Ar2的第三下部电极焊盘461P(参照图12)连结。

[0204] 第三上部电极462相当于第六电极,如图10所示,在沿着Z方向的俯视时,设于压电膜416的+Z侧的面上的与第三下部电极461重叠的位置。即,第三下部电极461与第三上部电极462经由(夹着)压电膜416而分离,并在俯视时重叠。该第三上部电极462的-X侧的端面462B与第一上部电极417的+X侧的端面417C在X方向上仅以规定尺寸的间隙G3分离。另外,第三上部电极462的+X侧的端面462C与第二上部电极418的-X侧的端面418C在X方向上仅以规定尺寸的间隙G3分离。

[0205] 另外,第三上部电极462与第三下部电极461同样地,利用第三上部电极线462A,与沿Y方向相邻的其他超声波换能器46的第三上部电极462连结。此外,虽然省略图示,但配置于超声波换能器组的Y方向上的两端的超声波换能器46的第三上部电极462利用第三下部电极引出线(未图示)与形成于端子区域Ar2的第三上部电极焊盘462P(参照图12)连结。

[0206] 这样构成的超声波换能器46经由图12所示的各电极焊盘414P、415P、417P、418P、461P、462P,与电路基板23的开关电路231连接。在本实施方式中,开关电路231也将各电极焊盘414P、415P、417P、418P的连接在超声波的发送时所对应的第一连接状态和超声波的接收时所对应的第二连接状态之间切换。

[0207] 具体而言,在超声波的发送时所对应的第一连接状态下,开关电路231将第一下部电极焊盘414P、第二下部电极焊盘415P、以及第三下部电极焊盘461P连接。由此,各下部电极414、415、461短路。这里,在本实施方式中,第三下部电极461被布线成与连接状态无关地作为SIG电极发挥功能。换句话说,在第一连接状态下,相互短路的各下部电极414、415、461作为SIG电极发挥功能。

[0208] 另外,在第一连接状态下,开关电路231将第一上部电极焊盘417P、第二上部电极焊盘418P、以及第三上部电极焊盘462P连接。由此,上部电极417、418、462短路。这里,在本实施方式中,第一上部电极417以及第二上部电极418被布线成与连接状态无关地作为COM电极发挥功能。换句话说,相互短路的各上部电极417、418、462作为COM电极发挥功能。

[0209] 在该第一连接状态下,通过对第一下部电极414与第一上部电极417之间、第二下部电极415与第二上部电极418之间、以及、第三下部电极461与第三上部电极462之间施加

电压,从而压电元件413A被驱动,送出超声波。

[0210] 另一方面,在超声波的接收时所对应的第二连接状态下,开关电路231将第一下部电极焊盘414P、第二下部电极焊盘415P、第一上部电极焊盘417P、以及第二上部电极焊盘418P连接。换句话说,在第二连接状态下,第一下部电极414、第二下部电极415、第一上部电极417、以及第二上部电极418相互短路,作为COM电极发挥功能。

[0211] 另外,在第二连接状态下,开关电路231将第三下部电极焊盘461P以及第三上部电极焊盘462P连接。换句话说,在第二连接状态下,第三下部电极461以及第三上部电极462被短路,作为SIG电极发挥功能。

[0212] 在该第二连接状态下,第一下部电极414(第二下部电极415)与第三下部电极461之间的电位差(换句话说是第一上部电极417(第二上部电极418)与第三上部电极462之间的电位差)所对应的信号被输出给接收电路234。

[0213] 此外,在本实施方式中,在第二连接状态下,以使第一下部电极414、第二下部电极415、第一上部电极417、以及第二上部电极418作为COM电极、使第三下部电极461以及第三上部电极462作为SIG电极发挥功能的方式构成了开关电路231,但并不限于此。例如,也可以以使第一下部电极414、第二下部电极415、第一上部电极417、以及第二上部电极418为SIG电极、使第三下部电极461以及第三上部电极462作为COM电极发挥功能的方式构成开关电路231。

[0214] [第二实施方式的作用效果]

[0215] 在本实施方式中,压电元件413A具有在俯视时相互重叠的第三下部电极461以及第三上部电极462,第三下部电极461位于第一下部电极414与第二下部电极415之间,第三上部电极462位于第一上部电极417与第二上部电极418之间。

[0216] 另外,开关电路231在接收超声波时,切换为使第一下部电极414、第一上部电极417、第二下部电极415、以及第二上部电极418短路、而且使第三下部电极461与第三上部电极462短路的第二连接状态。由此,能够将基于第一下部电极414以及第三下部电极461的电容器、基于第二下部电极415以及第三下部电极461的电容器、基于第一上部电极417以及第三上部电极462的电容器、和基于第二上部电极418以及第三上部电极462的电容器以并联的方式连接。因此,与上述电容器未以并联的方式连接的构成相比,能够使超声波换能器46的静电电容增大,能够更容易地进行与外部电路的阻抗匹配。

[0217] 另外,开关电路231在发送超声波时,切换为使各下部电极414、415、461短路、且使各上部电极417、418、462短路的第二连接状态。这里,第三下部电极461以及第三上部电极462从Z方向观察时配置于压电膜416的中央部。因此,在发送超声波时,能够使压电元件413A的中央部驱动,能够使超声波的发送输出提高。

[0218] [变形例]

[0219] 此外,本发明并不限于上述的各实施方式,本发明中包含将能够实现本发明的目的范围内的变形、改进、以及各实施方式适当地组合等而得的构成。

[0220] 在上述第二实施方式中,例示了如下构成:在使用超声波换能器46发送超声波的情况下,利用开关电路231切换为第一连接状态之后,分别对第一下部电极414以及第一上部电极417、第二下部电极415以及第二上部电极418、和第三下部电极461以及第三上部电极462之间施加电压。然而,并不限于此。例如,也可以采用在发送超声波的情况下仅对第

三下部电极461以及第三上部电极462之间施加电压的构成。

[0221] 在该情况下,开关电路231也可以构成为,在超声波的发送时,切换到第三下部电极461以及第三上部电极462分别连接于选择电路232的第一连接状态,在超声波的接收时,切换到第三下部电极461以及第三上部电极462短路的第二连接状态。

[0222] 另外,在该情况下,能够将第一下部电极414、第一上部电极417、第二下部电极415、以及第二上部电极418作为COM电极而使用。换句话说,能够采用开关电路231将第一下部电极414、第一上部电极417、第二下部电极415、以及第二上部电极418在发送时和接收时都短路的构成。由此,能够简化超声波换能器46的驱动处理,能够抑制处理负荷的增大。

[0223] 此外,也可以将开关电路231构成为,在发送超声波时,能够在仅对第三下部电极461以及第三上部电极462施加电压的上述变形例的构成和对各电极间施加电压的第二实施方式的构成之间进行选择。

[0224] 在上述第二实施方式中,例示了在第一下部电极414与第二下部电极415之间、以及第一上部电极417与第二上部电极418之间分别具备一个电极的构成,但并不局限于此,也可以采用配置二个以上的多个电极的构成。

[0225] 图13是一变形例的超声波换能器47的俯视图。

[0226] 在图13所示的例子中,超声波换能器47在挠性膜412A上配置压电元件413B而构成。在该压电元件413B中,在第一下部电极414以及第二下部电极415之间从-X侧起依次配置有第三下部电极461与第四下部电极463。

[0227] 各下部电极414、415、461、463在俯视时配置成相对于虚拟线L具有大致镜面对称性。另外,各下部电极414、415、461、463在X方向上隔开规定尺寸的间隙G4地分离。

[0228] 第四下部电极463与第三下部电极461大致相同地构成,利用第四下部电极线463A与在Y方向上邻接的超声波换能器47的第四下部电极463连接。另外,在利用沿Y方向配置的多个超声波换能器47构成的超声波换能器组中的、配置于Y方向的两端的超声波换能器47中,第四下部电极463连接于第四下部电极焊盘(未图示)。

[0229] 另外,在第一上部电极417与第二上部电极418之间从-X侧起依次配置有第三上部电极462和第四上部电极464。各上部电极417、418、462、464在俯视时配置成相对于虚拟线L具有大致镜面对称性。另外,各上部电极417、418、462、464在X方向上隔开规定尺寸的间隙G4地分离。

[0230] 第四上部电极464与第三上部电极462大致相同地构成,利用第四上部电极线464A与在Y方向上邻接的超声波换能器47的第四上部电极464连接。另外,在超声波换能器组中的、配置于Y方向的两端的超声波换能器47中,第四上部电极464连接于第四上部电极焊盘(未图示)。

[0231] 在使用上述的超声波换能器47发送超声波的情况下,例如开关电路231切换到使各下部电极414、415、461、463短路、并且使各上部电极417、418、462、464短路的第一连接状态。在该第一连接状态下,使各下部电极414、415、461、463为SIG电极,使各上部电极417、418、462、464为COM电极,对在Z方向上重叠地配置的电极间施加电压,从而从超声波换能器47发送超声波。

[0232] 另外,在使用超声波换能器47接收超声波的情况下,例如,开关电路231切换到使第一下部电极414、第一上部电极417、第四下部电极463、以及第四上部电极464短路、并且

使第二下部电极415、第二上部电极418、第三下部电极461、以及第三上部电极462短路的第二连接状态。在该第二连接状态下,使第一下部电极414、第一上部电极417、第四下部电极463、以及第四上部电极464为SIG电极,使第二下部电极415、第二上部电极418、第三下部电极461、以及第三上部电极462为COM电极,使从超声波换能器47输出与压电膜416的应变相应的电信号。

[0233] 在如上述那样构成的超声波换能器47中,能够在第二连接状态下使超声波换能器47的静电电容更可靠地增大。

[0234] 另外,与第一实施方式相同,在第二连接状态下构成电容器的第三下部电极461与第四下部电极463沿X方向夹着压电膜416的中央部地分离。另外,关于第三上部电极462以及第四上部电极464也是相同的。因此,在接收超声波时,能够增大构成电容器的第三下部电极461以及第四下部电极463之间、和第三上部电极462以及第四上部电极464之间的电位差,能够使超声波的接收灵敏度提高。

[0235] 在上述各实施方式中,例示了各下部电极设于压电膜416的挠性膜412A侧的面(-Z侧的面)、各上部电极设于压电膜416的与挠性膜412A相反的一侧的面(+Z侧的面)的构成,但并不限于此。例如,各上部电极也可以设于挠性膜412A的比+Z侧的面靠-Z侧。在这样的构成中,用压电膜416的一部分覆盖上部电极,从而能够抑制上部电极的劣化。另外,同样,各下部电极也可以配置于压电膜416的比-Z侧的面靠+Z侧、换句话说说是压电膜416的内部。

[0236] 另外,也可以在沿Z方向重叠的电极组即第一下部电极414与第一上部电极417之间进一步配置电极,还可以在第二下部电极415与第二上部电极418之间进一步配置电极。另外,在第二实施方式中,也可以在第三下部电极461与第三上部电极462之间进一步配置电极。另外,在上述各实施方式中,例示了利用沿Z方向重叠的电极构成的电极组沿X方向配置多个、构成各电极组的电极的数量为相同数量的构成,但电极的数量也可以不同。

[0237] 在上述各实施方式中,例示了各下部电极在与Z方向正交的同一直线内配置的构成,但并不局限于此,各下部电极的Z方向上的位置也可以不同。另外,关于各上部电极也是相同的。

[0238] 在上述各实施方式中,超声波装置1例示了在切换成第一连接状态之后、发送超声波之前进行第一极化处理,接着在切换成第二连接状态之后、发送超声波之前进行第二极化处理的构成,但并不限于此。例如,也可以不必在发送超声波时实施第一极化处理,而是例如仅在规定的时刻(例如每当经过规定时间时)实施第一极化处理。另外,第二极化处理也同样,可以不必在接收超声波时实施,例如也可以仅在规定的时刻实施。

[0239] 另外,可以仅实施第一极化处理,也可以仅实施第二极化处理。

[0240] 在上述各实施方式中,例示了具备将超声波换能器的各电极的连接状态在第一连接状态与第二连接状态之间切换的开关电路231的构成,但并不局限于此,例如也可以采用不具备开关电路231的构成。例如,在第一实施方式的超声波换能器45中,在发送超声波时,以对沿Z方向重叠的一对电极间施加电压的方式,对各电极焊盘间(例如,第一下部电极焊盘414P以及第一上部电极焊盘417P之间)施加电压,从而能够使超声波的发送输出提高。另外,在接收超声波时,分别检测各下部电极414、415间产生的电位差和各上部电极417、418间产生的电位差,从而能够检测出超声波,也能够如上述那样使接收灵敏度提高。

[0241] 在上述各实施方式中,例示了在振动膜412(挠性膜412A)的与基板主体部411相反的一侧设置声匹配层43以及声透镜44的构成,但并不限于此。

[0242] 例如,也可以采用声匹配层43以及声透镜44设有振动膜412(挠性膜412A)的基板主体部411侧、在开口部411A内填充声匹配层43的构成。在该情况下,密封板42采用设于振动膜412的与基板主体部411相反的一侧、并在俯视时在与开口部411A对置的位置具备凹槽的构成。在这样的构成中,超声波换能器的压电元件、各布线未在声匹配层43侧露出,能够提高超声波设备22中的防水性。

[0243] 在上述各实施方式中,例示了以生物体内的器官为测定对象的超声波装置,但并不限于此。例如,能够在以各种构造物为测定对象、并进行该构造物的缺陷的检测、老化的检查的测定机中应用本发明。另外,例如,也能够在以半导体封装、晶片等为测定对象、并检测该测定对象的缺陷的测定机中应用本发明。

[0244] 除此之外,实施本发明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他构造等。

[0245] 附图标记说明

[0246] 1…超声波装置,2…超声波探测器,10…控制装置,14…控制部,21…壳体,22…超声波设备,23…电路基板,24…超声波传感器,41…元件基板,45…46、47…超声波换能器,141…切换控制部,142…极化控制部,143…收发控制部,231…开关电路,235…极化电路,411…基板主体部,411A…开口部,412…振动膜,412A…挠性膜,413、413A、413B…压电元件,414…第一下部电极,414C…端面,415…第二下部电极,415C…端面,416…压电膜,417…第一上部电极,417A…第一上部连结电极,417B…第一上部引出线,417C…端面,418…第二上部电极,418A…第二上部连结电极,418B…第二上部引出线,418C…端面,461…第三下部电极,462…第三上部电极,AL…超声波阵列,G1…间隙,G2…间隙。

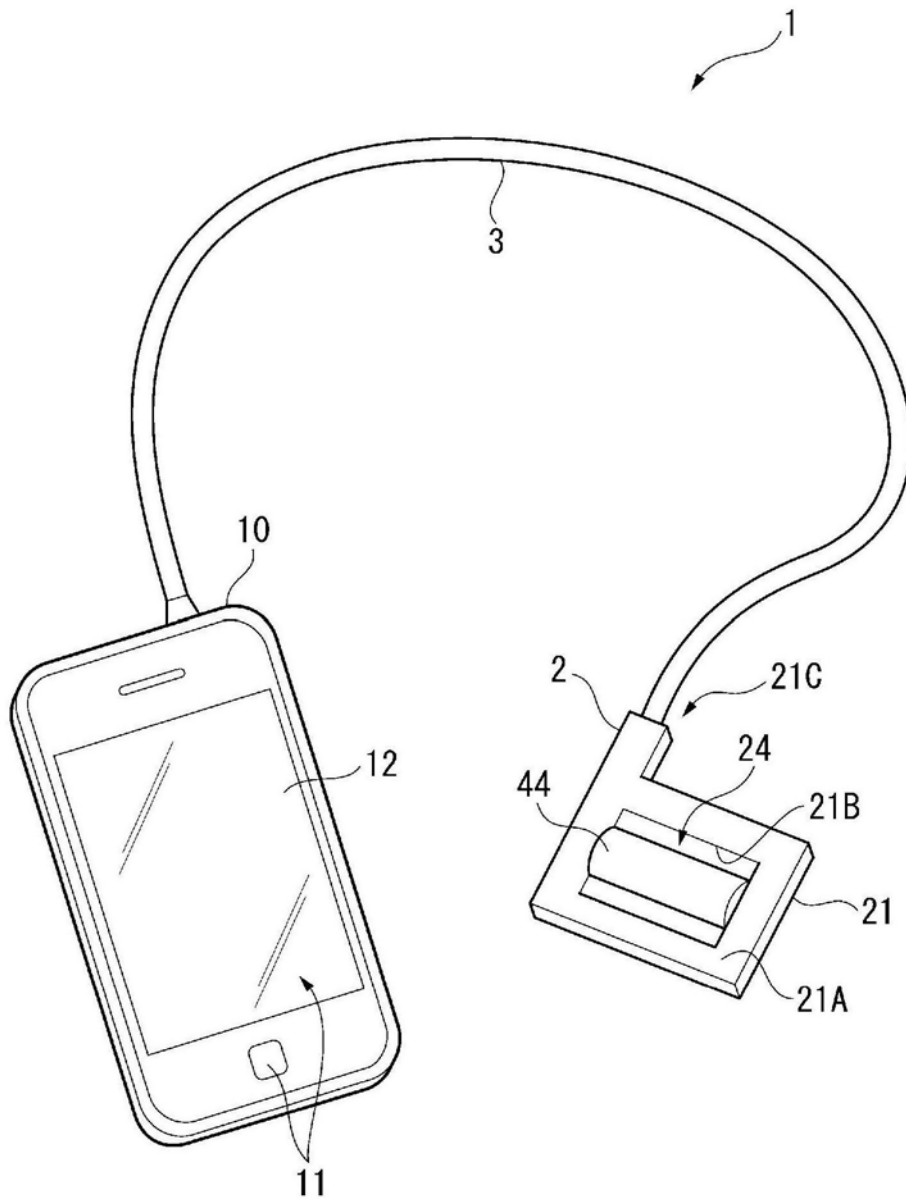


图1

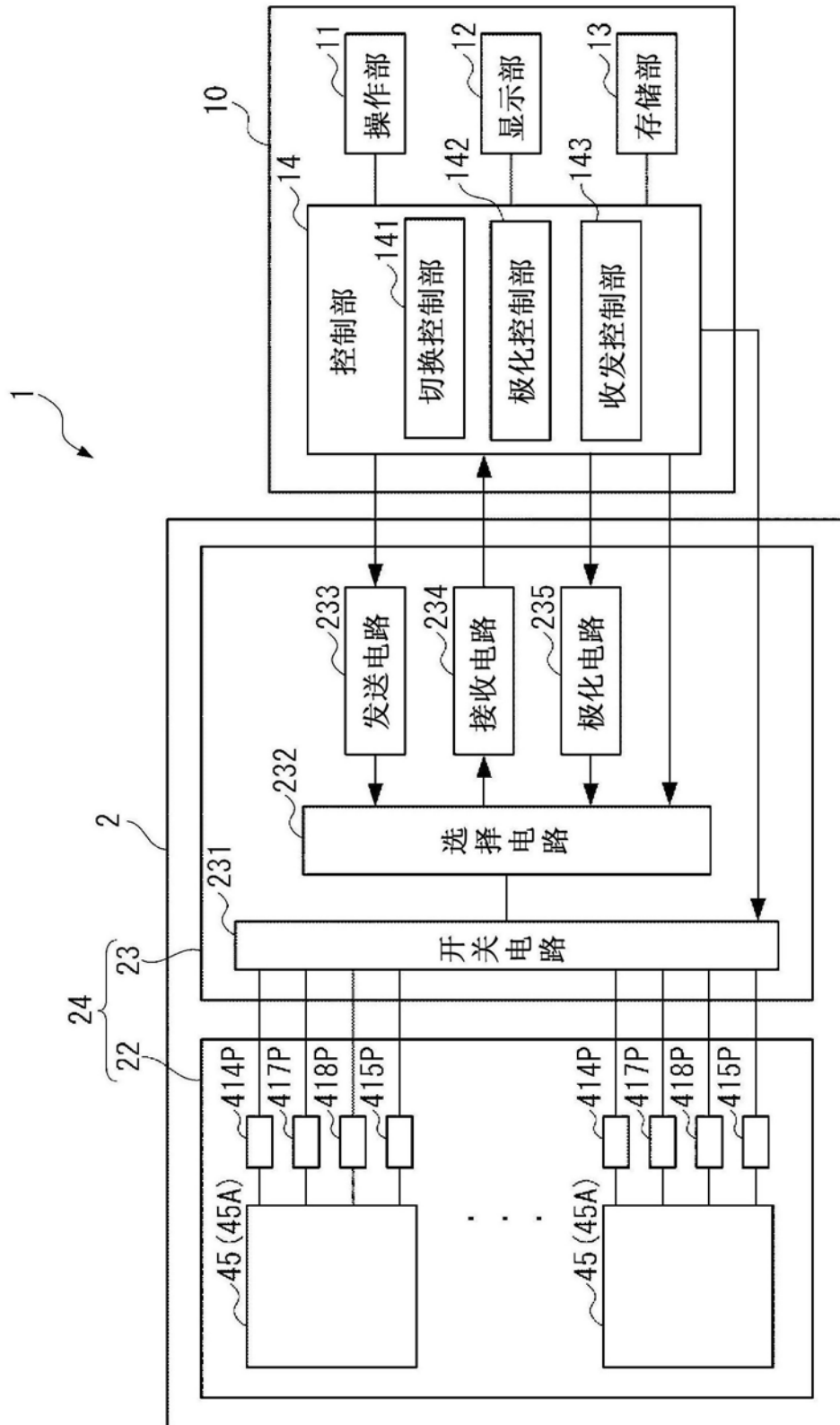


图2

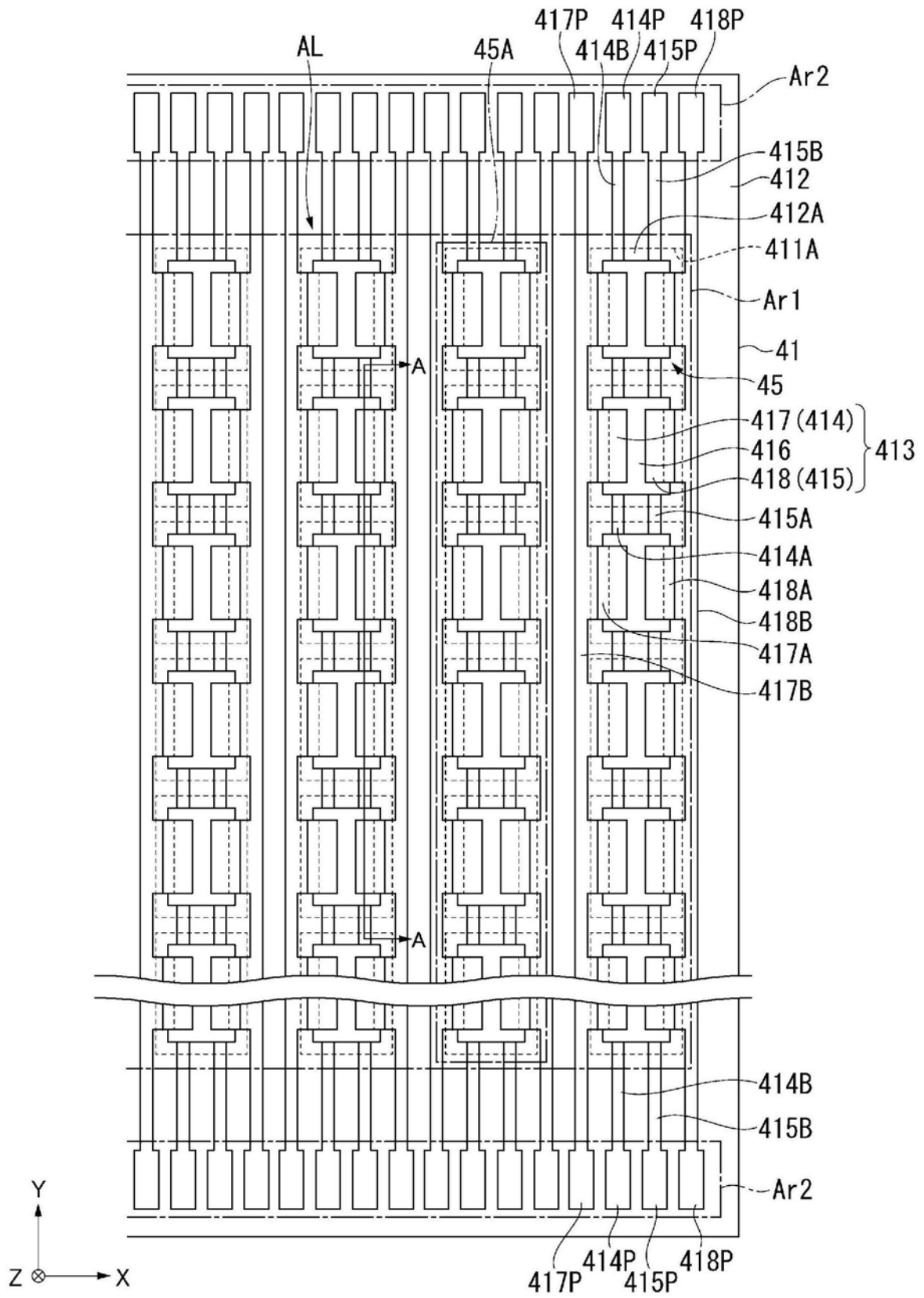


图3

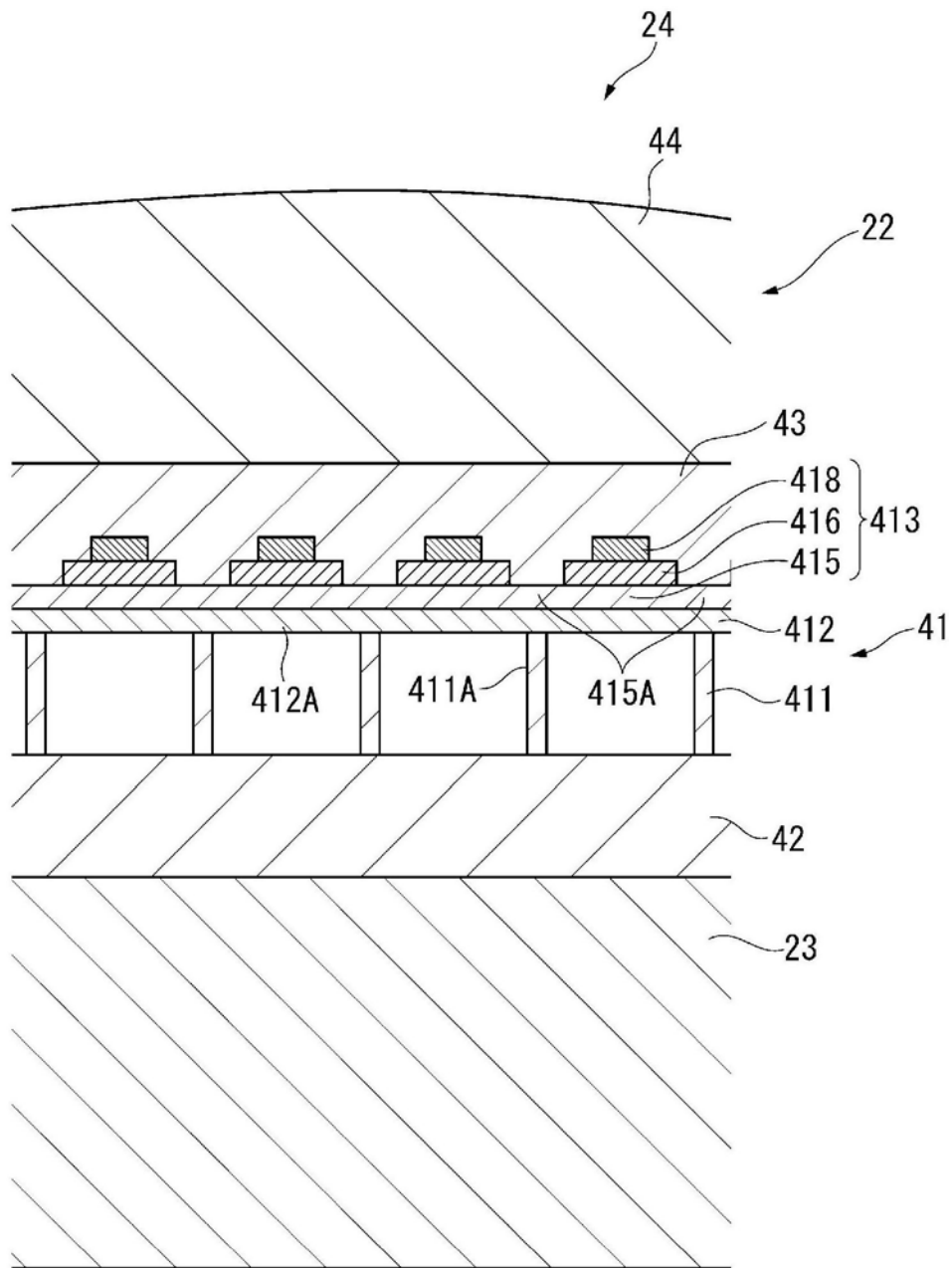


图4

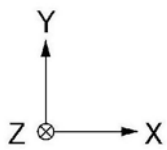
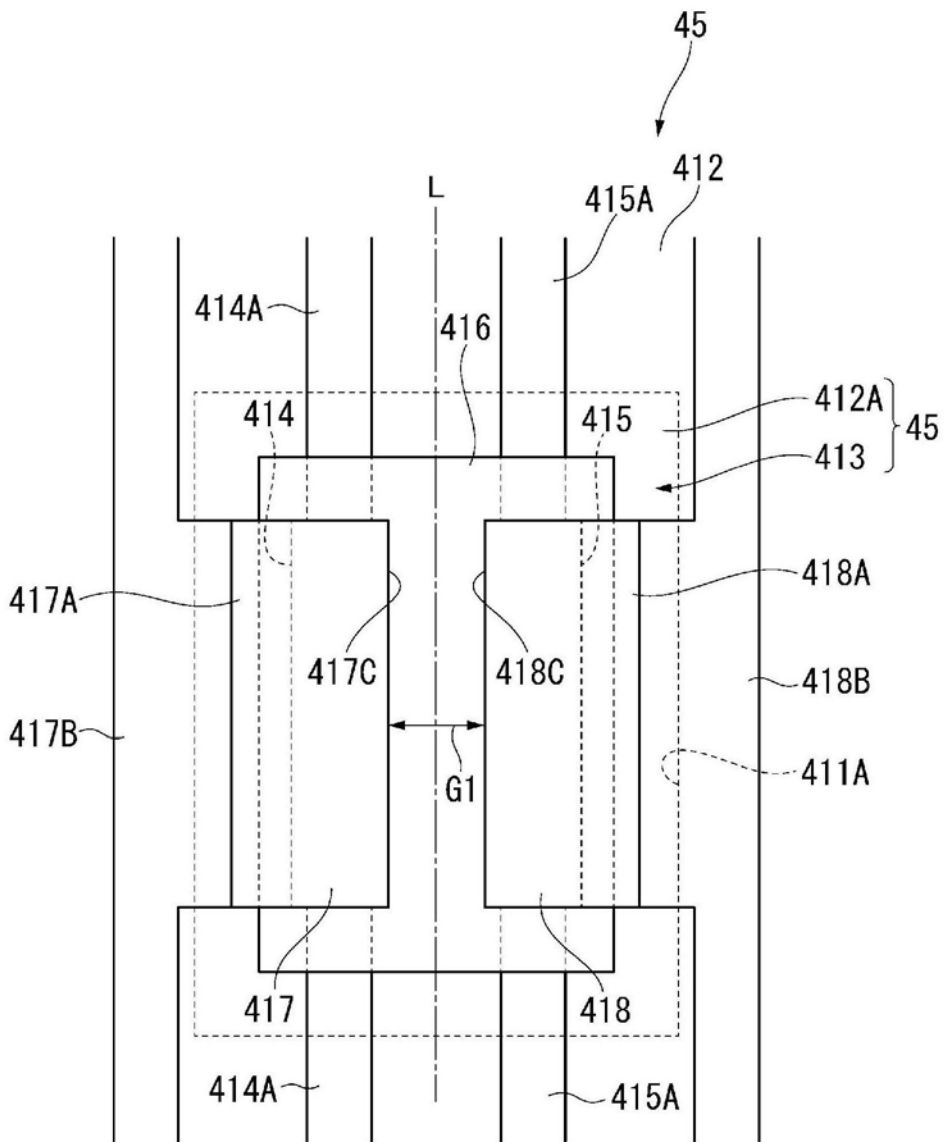


图5

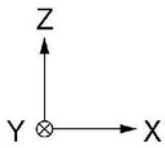
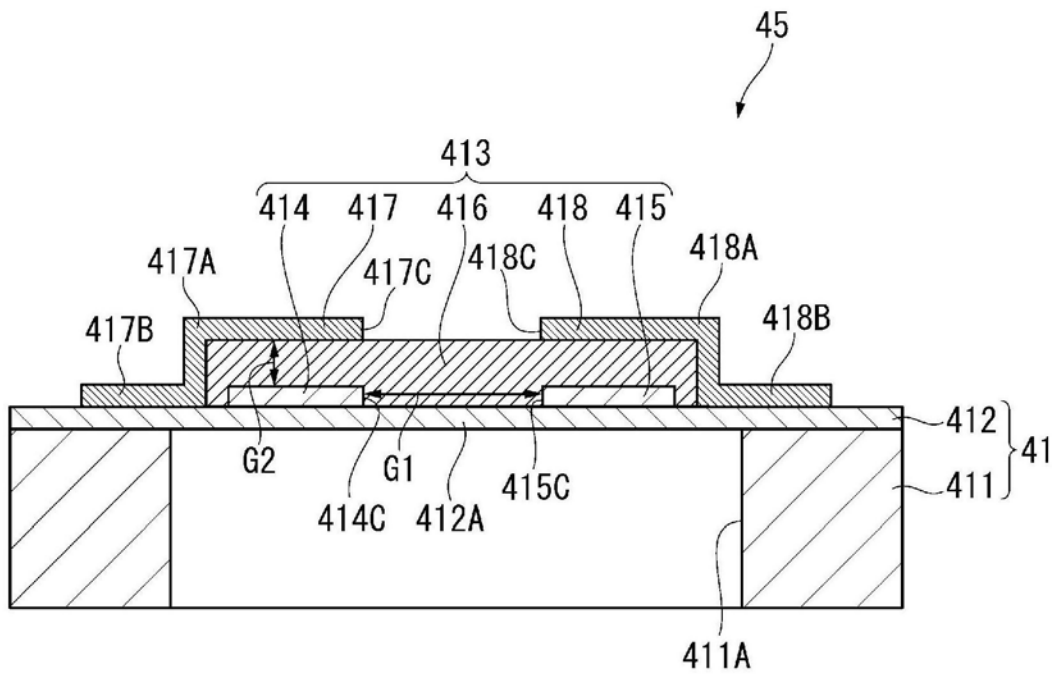


图6

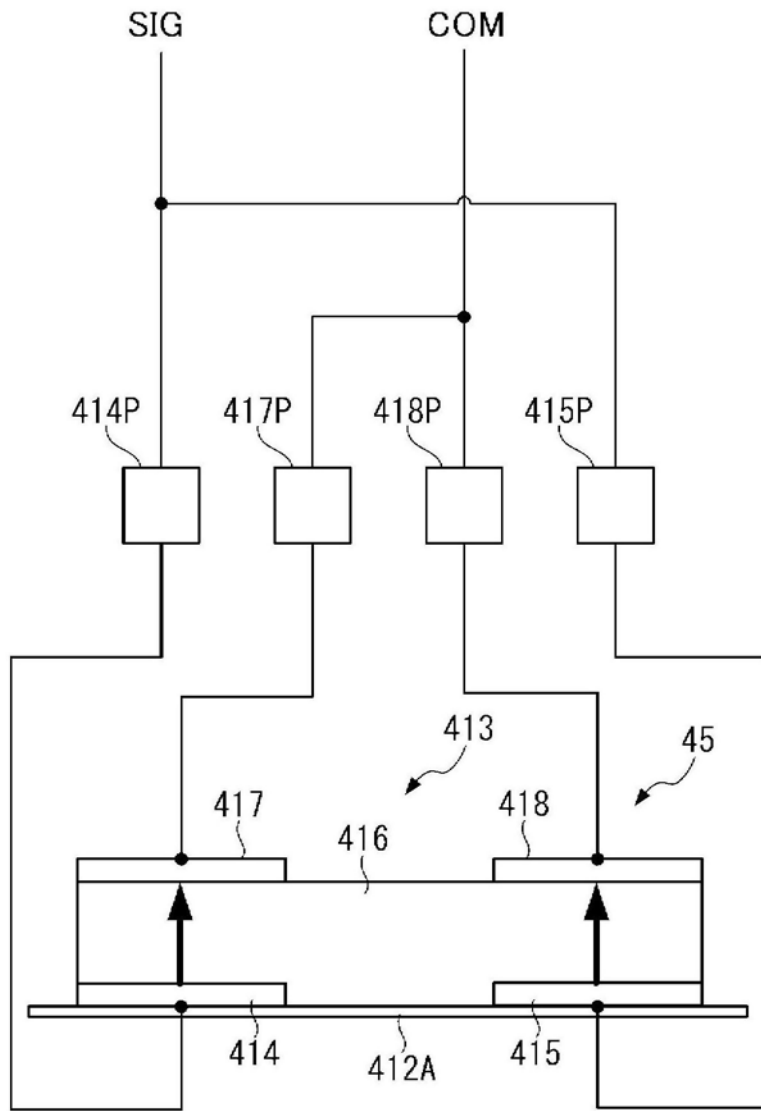


图7

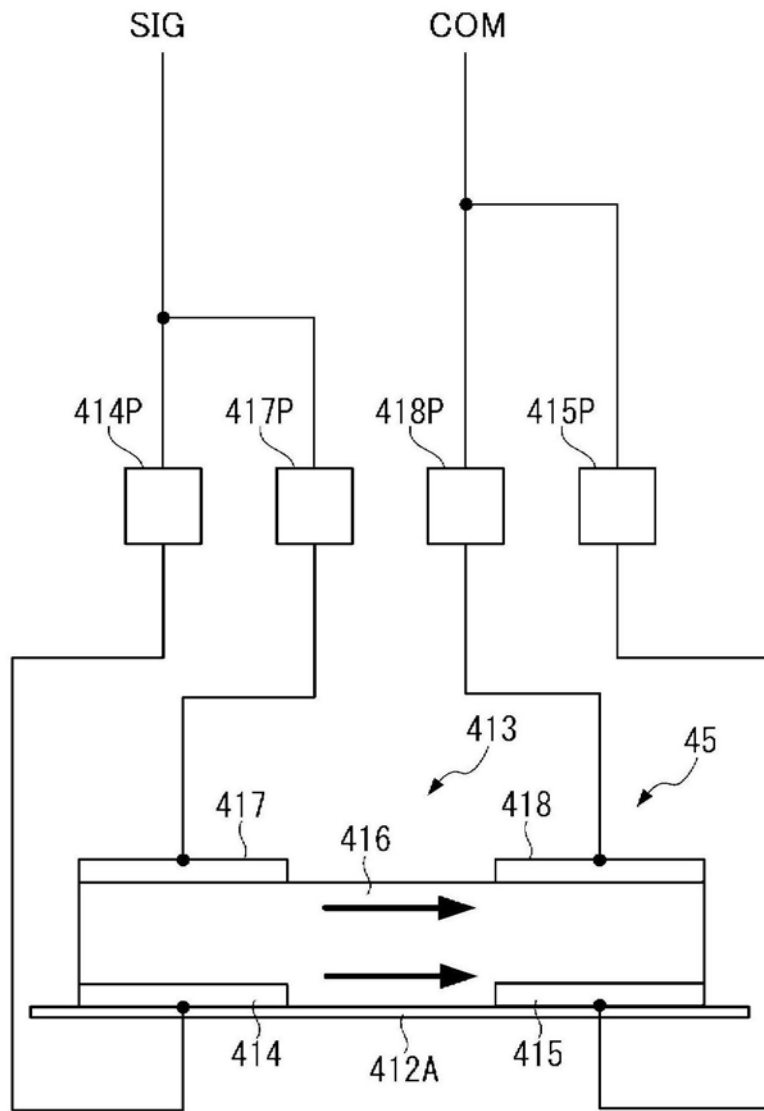


图8

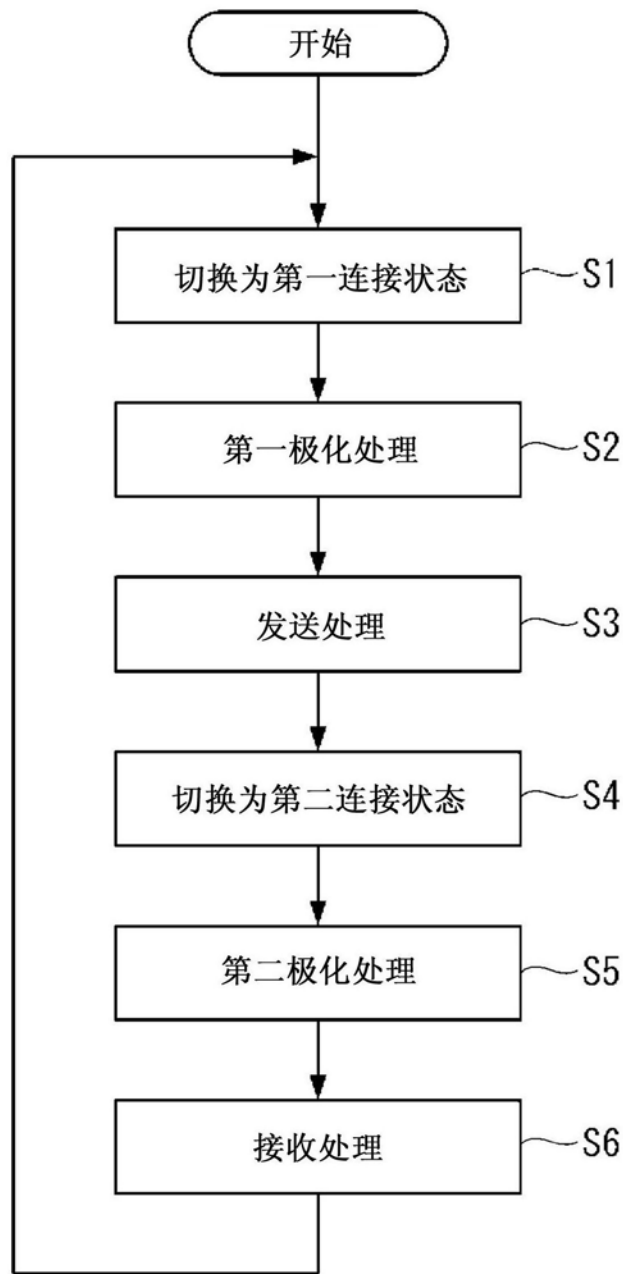


图9

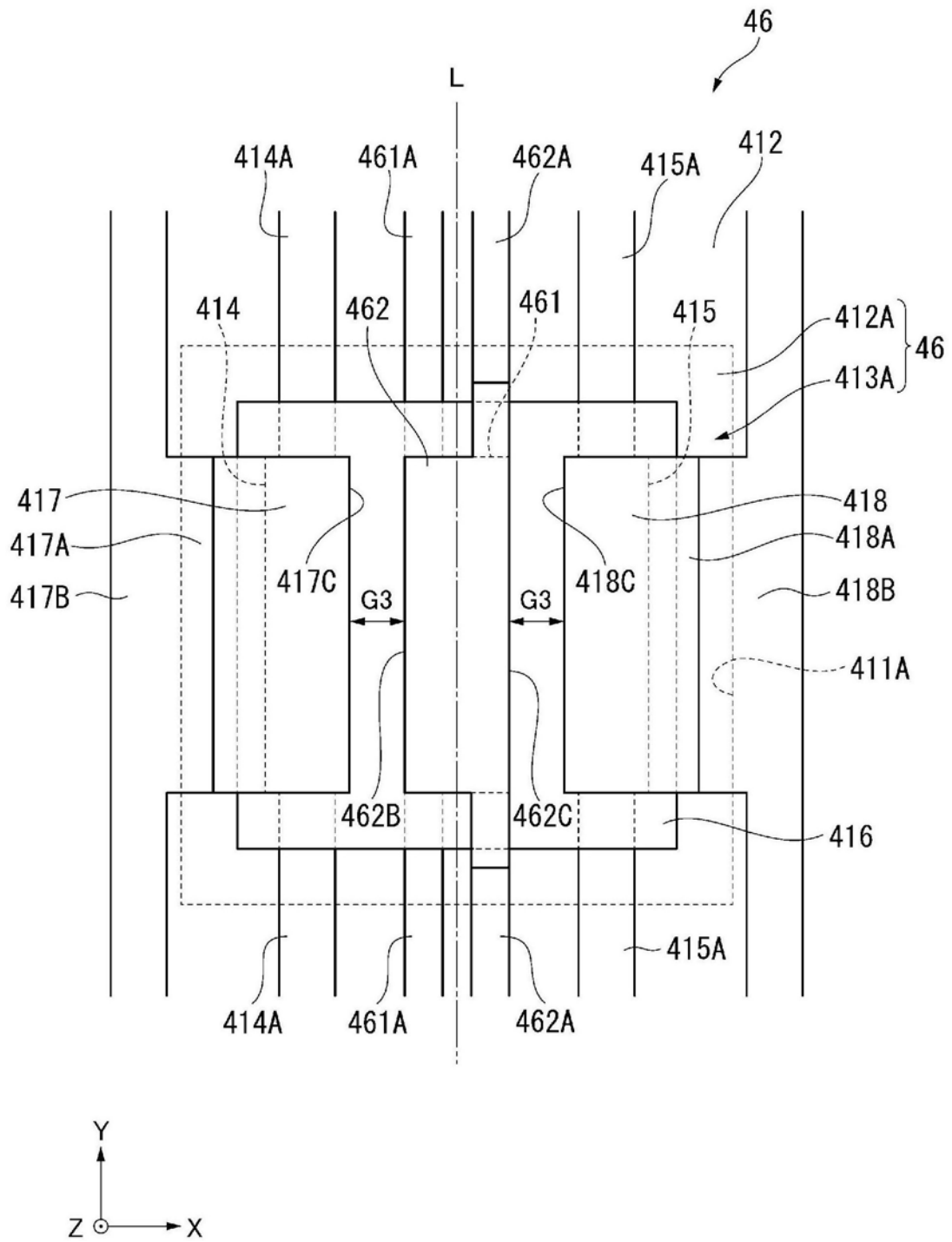


图10

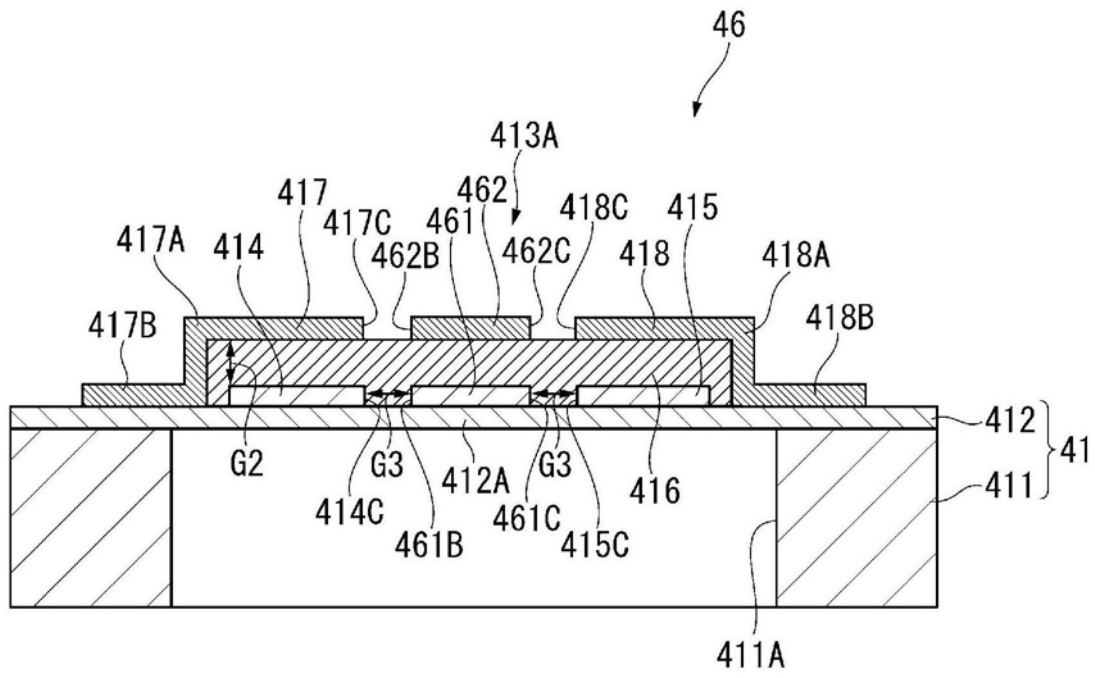


图11

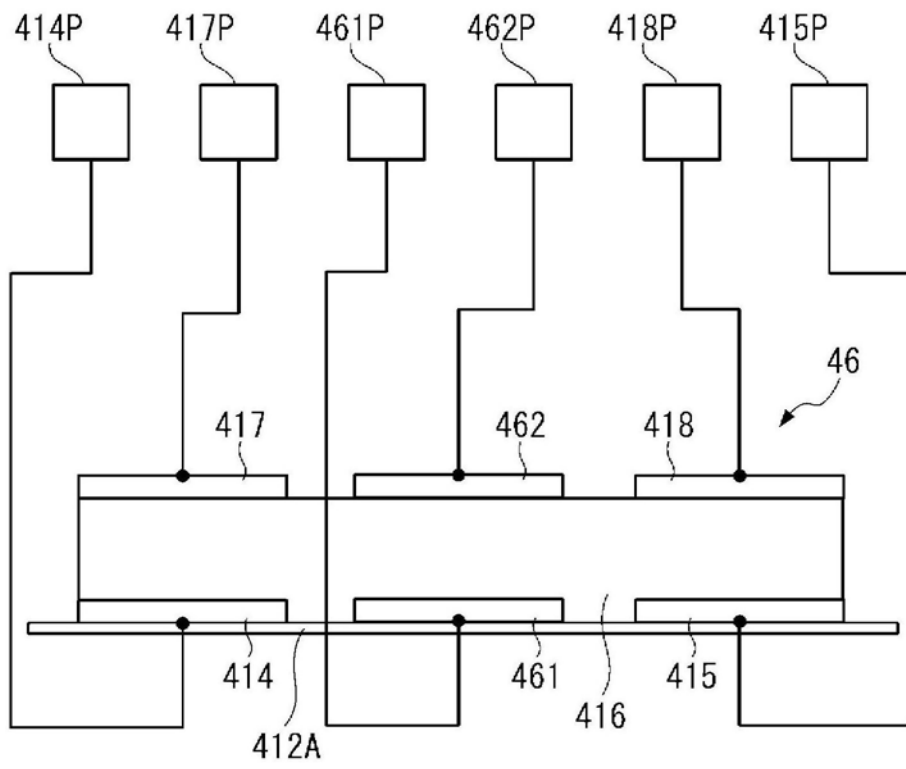


图12

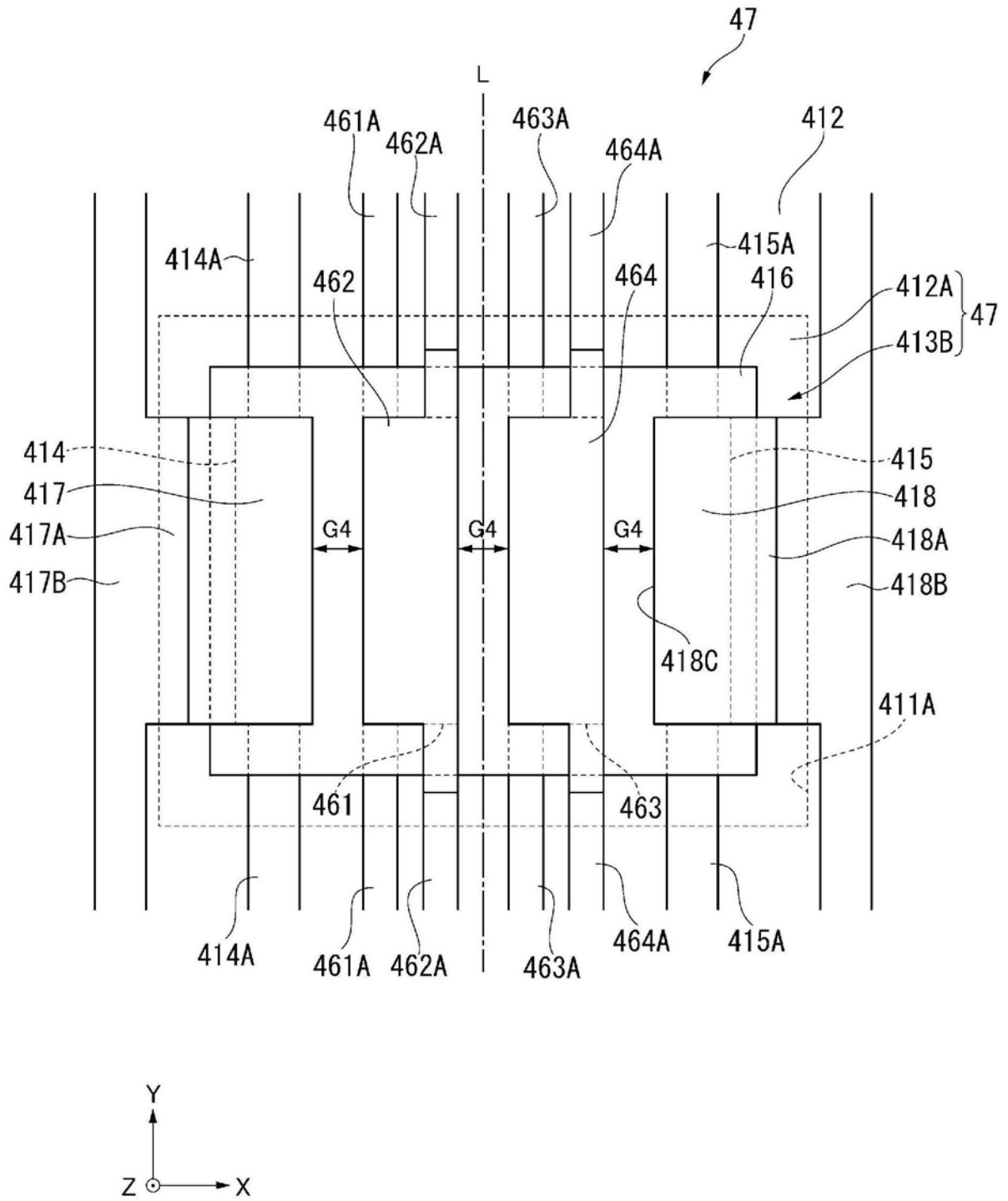


图13

专利名称(译)	超声波换能器、超声波阵列、超声波模块、超声波探测器以及超声波装置		
公开(公告)号	CN108886659A	公开(公告)日	2018-11-23
申请号	CN201780021839.5	申请日	2017-03-30
[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	松田洋史		
发明人	松田洋史		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/14 H01L41/047 H01L41/09 H01L41/113 H04R3/00		
CPC分类号	A61B8/44 A61B8/4483 A61B8/4494 A61B8/54 B06B1/0622 B06B1/0666 G01N29/2437 H01L41/047 H01L41/0825 H01L41/0973 H01L41/257 H01L41/113 A61B8/4488 B06B1/0207 B06B2201/76		
代理人(译)	张永明		
优先权	2016076475 2016-04-06 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

超声波换能器具备挠性膜和设于挠性膜的压电元件，压电元件具有压电体和与压电体接触的第一电极、第二电极、第三电极以及第四电极，第一电极与第二电极在第一电极与第二电极之间夹着压电体而分离，并且在从压电体的厚度方向观察的俯视时重叠，第三电极与第四电极在第三电极与第四电极之间夹着压电体而分离，并且在俯视时重叠，第一电极与第三电极在俯视时分离，第二电极与第四电极在俯视时分离。

