



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 106473775 B

(45) 授权公告日 2021.10.15

(21) 申请号 201610755329.8

(22) 申请日 2016.08.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106473775 A

(43) 申请公布日 2017.03.08

(30) 优先权数据
2015-170531 2015.08.31 JP

(73) 专利权人 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
责任公司 11240
代理人 田喜庆 吴孟秋

(51) Int.Cl.
A61B 8/06 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2003055337 A1, 2003.03.20
JP 2011010794 A, 2011.01.20
US 5860926 A, 1999.01.19

审查员 魏娜

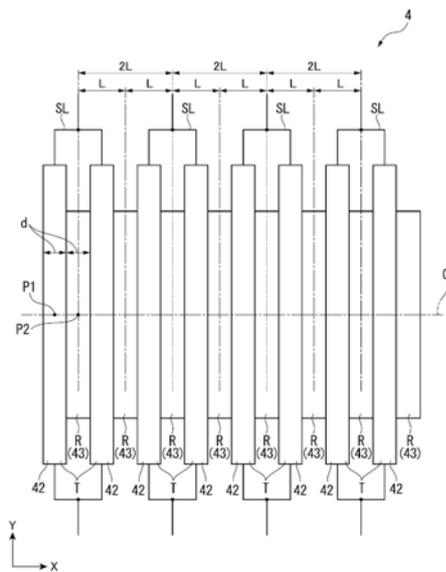
权利要求书3页 说明书16页 附图13页

(54) 发明名称

超声波器件、超声波模块及超声波测定仪

(57) 摘要

本发明涉及超声波器件、超声波模块及超声波测定仪。超声波器件(4)具备:多个超声波发送部(42),发送基波的超声波;以及多个超声波接收部(43),能够接收相对于基波而言的二次谐波,多个超声波发送部(42)和多个超声波接收部(43)沿X方向配置,多个超声波接收部(43)以与二次谐波的次数对应的第一间隔(L)配置,由N个超声波发送部(42)构成一个发送通道(T),构成该发送通道(T)的N个超声波发送部(42)彼此接线,发送通道(T)以第二间隔(2L)配置,第二间隔(2L)是第一间隔(L)的2倍。



1. 一种超声波器件,其特征在于,具备:

多个超声波发送部,发送基波的超声波,其中,所述超声波发送部具有多个发送元件,多个所述发送元件沿第二方向配置;以及

多个超声波接收部,能够接收相对于所述基波而言的N次谐波,其中,所述超声波接收部具有多个接收元件,多个所述接收元件沿所述第二方向配置,

所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,

所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,

由N个所述超声波发送部构成一个发送通道,构成该发送通道的N个所述超声波发送部彼此接线,

所述发送通道以第二间隔配置,所述第二间隔是所述第一间隔的N倍,

在与所述超声波发送部的所述第一方向交叉的所述第二方向上的所述超声波发送部的尺寸大于所述超声波接收部在所述第二方向上的尺寸,

所述第一方向和所述第二方向是与发送所述超声波的方向正交的面中的方向,

所述超声波接收部设置于在沿所述第一方向的投影观察下与所述超声波发送部重叠的位置。

2. 根据权利要求1所述的超声波器件,其特征在于,

所述超声波发送部和所述超声波接收部沿所述第一方向交替配置。

3. 根据权利要求1或2所述的超声波器件,其特征在于,

所述超声波发送部与平行于所述第一方向的假想线重叠,所述假想线穿过所述超声波接收部在与所述第一方向交叉的第二方向上的中心位置。

4. 一种超声波模块,其特征在于,具备:

超声波器件,所述超声波器件具备发送基波的超声波的多个超声波发送部和能够接收相对于所述基波而言的N次谐波的多个超声波接收部,其中,所述超声波发送部具有多个发送元件,多个所述发送元件沿第二方向配置,所述超声波接收部具有多个接收元件,多个所述接收元件沿所述第二方向配置;以及

电路板,设置有所述超声波器件,

所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,

所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,

由N个所述超声波发送部构成一个发送通道,构成该发送通道的N个所述超声波发送部彼此接线,

所述发送通道以第二间隔配置,所述第二间隔是所述第一间隔的N倍,

在与所述超声波发送部的所述第一方向交叉的所述第二方向上的所述超声波发送部的尺寸大于所述超声波接收部在所述第二方向上的尺寸,

所述第一方向和所述第二方向是与发送所述超声波的方向正交的面中的方向,

所述超声波接收部设置于在沿所述第一方向的投影观察下与所述超声波发送部重叠的位置。

5. 一种超声波模块,其特征在于,具备:

超声波器件,所述超声波器件具备发送基波的超声波的多个超声波发送部和能够接收相对于所述基波而言的N次谐波的多个超声波接收部,其中,所述超声波发送部具有多个发

送元件,多个所述发送元件沿第二方向配置,所述超声波接收部具有多个接收元件,多个所述接收元件沿所述第二方向配置;以及

电路板,设置有所述超声波器件且具备选择部,所述选择部在多个所述超声波发送部中选择被输入相同的驱动信号的所述超声波发送部,

所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,

所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,

所述选择部选择所述超声波发送部,以使发送通道以第二间隔配置,所述发送通道被构成为有N个所述超声波发送部被同时驱动,所述第二间隔是所述第一间隔的N倍,

在与所述超声波发送部的所述第一方向交叉的所述第二方向上的所述超声波发送部的尺寸大于所述超声波接收部在所述第二方向上的尺寸,

所述第一方向和所述第二方向是与发送所述超声波的方向正交的面中的方向,

所述超声波接收部设置于在沿所述第一方向的投影观察下与所述超声波发送部重叠的位置。

6. 一种超声波测定仪,其特征在于,具备:

超声波器件,所述超声波器件具备发送基波的超声波的多个超声波发送部和能够接收相对于所述基波而言的N次谐波的多个超声波接收部,其中,所述超声波发送部具有多个发送元件,多个所述发送元件沿第二方向配置,所述超声波接收部具有多个接收元件,多个所述接收元件沿所述第二方向配置;以及

控制部,控制所述超声波器件,

所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,

所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,

由N个所述超声波发送部构成一个发送通道,构成该发送通道的N个所述超声波发送部彼此接线,

所述发送通道以第二间隔配置,所述第二间隔是所述第一间隔的N倍,

在与所述超声波发送部的所述第一方向交叉的所述第二方向上的所述超声波发送部的尺寸大于所述超声波接收部在所述第二方向上的尺寸,

所述第一方向和所述第二方向是与发送所述超声波的方向正交的面中的方向,

所述超声波接收部设置于在沿所述第一方向的投影观察下与所述超声波发送部重叠的位置。

7. 一种超声波测定仪,其特征在于,具备:

超声波器件,所述超声波器件具备发送基波的超声波的多个超声波发送部和能够接收相对于所述基波而言的N次谐波的多个超声波接收部,其中,所述超声波发送部具有多个发送元件,多个所述发送元件沿第二方向配置,所述超声波接收部具有多个接收元件,多个所述接收元件沿所述第二方向配置;

选择部,选择被输入相同的驱动信号的所述超声波发送部;以及

控制部,控制所述超声波器件和所述选择部,

所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,

所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,

所述选择部基于所述控制部的控制选择所述超声波发送部,以使发送通道以第二间隔

配置,所述发送通道被构成为有N个所述超声波发送部被同时驱动,所述第二间隔是所述第一间隔的N倍,

在与所述超声波发送部的所述第一方向交叉的所述第二方向上的所述超声波发送部的尺寸大于所述超声波接收部在所述第二方向上的尺寸,

所述第一方向和所述第二方向是与发送所述超声波的方向正交的面中的方向,

所述超声波接收部设置于在沿所述第一方向的投影观察下与所述超声波发送部重叠的位置。

8. 根据权利要求7所述的超声波测定仪,其特征在于,

所述多个超声波接收部能够接收多个次数的高次谐波,并以与最高次数对应的所述第一间隔配置,

所述选择部选择所述超声波发送部,以使所述第二间隔成为作为接收对象的高次谐波的次数与所述第一间隔的乘积。

9. 根据权利要求8所述的超声波测定仪,其特征在于,

所述超声波接收部具备与接收对象的次数各自对应的接收元件。

超声波器件、超声波模块及超声波测定仪

技术领域

[0001] 本发明涉及超声波器件、超声波模块及超声波测定仪。

背景技术

[0002] 目前,通过使用超声波探测器发送和接收超声波来形成超声波图像的超声波诊断装置(超声波测定仪)已为人知(例如参照专利文献1)。

[0003] 在专利文献1所记载的装置中,超声波探测器具有发送用阵列和接收用阵列。这之中,发送用阵列作为与基波的超声波对应的多个基波振子按照与该基波对应的排列条件沿一个方向(扫描方向)排列而成的一维阵列而构成。另外,接收用阵列作为与相对于基波而言的高次谐波的超声波对应的多个谐波振子按照与高次谐波的次数对应的规定的排列条件沿上述一个方向排列而成的一维阵列而构成。这些发送用阵列和接收用阵列平行靠近配置。

[0004] 现有技术文献

[0005] 专利文献

[0006] 专利文献1:日本特开2011-160856号公报

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 不过,关于发送和接收超声波的上述振子即开口,在一维阵列状配置的超声波阵列中,通过增大正交于扫描方向的切片方向上的开口尺寸,能够提高超声波的检测精度。

[0009] 例如,在使用声透镜等使超声波汇聚的情况下,通过增大发送超声波的开口(发送开口)的切片方向的尺寸,能够使超声波汇聚于更小的区域,能够提高分辨率。

[0010] 另外,通过增大接收超声波的开口(接收开口)的切片方向的尺寸,能够增大超声波的接收面积。由此,能够提高接收开口内的超声波的接收灵敏度。

[0011] 但是,在上述专利文献1所记载的装置中,将接收用阵列配置于在切片方向上靠近发送用阵列的位置。因此,如果增大发送开口和接收开口在切片方向上的尺寸,则超声波阵列在切片方向上的整体尺寸变大,存在超声波探测器大型化的技术问题。因而,难以兼顾超声波探测器的小型化和相对于基波而言的高次谐波的检测精度的提高。

[0012] 本发明的目的之一在于提供能够兼顾小型化和高次谐波的检测精度的提高的超声波器件、超声波模块和超声波测定仪。

[0013] 用于解决问题的手段

[0014] 本发明的一应用例的超声波器件,其特征在于,具备:多个超声波发送部,发送基波的超声波;以及多个超声波接收部,能够接收相对于所述基波而言的N次谐波,所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,由N个所述超声波发送部构成一个发送通道,构成该发送通道的N个所述超声波发送部彼此接线,所述发送通道以第二间隔配置,所述第二间隔

是所述第一间隔的N倍。

[0015] 这里,第一间隔是能够适当接收N次的高次谐波的超声波接收部的间隔。该第一间隔以例如能够以期望的精度接收N次的高次谐波的方式设定为与该高次谐波的波长(频率)对应的最大间隔以下。

[0016] 在本应用例的超声波器件中,超声波发送部和超声波接收部配置成一列。并且,超声波接收部以与高次谐波的次数对应的第一间隔配置。另外,以对应于次数的个数为单位对超声波发送部进行同时驱动,从而这些超声波发送部发挥一个发送通道的作用,该发送通道以将第一间隔按高次谐波的次数倍增而得到的第二间隔配置。

[0017] 在这样的构成中,由于发送通道的间隔是超声波接收部(即接收通道)的间隔的倍数,因此能够高精度地检测相对于基波而言的高次谐波。

[0018] 然后,通过将上述超声波发送部和超声波接收部配置成一列,与将由超声波发送部构成的发送列和由超声波接收部构成的接收列平行配置的构成相比,能够使超声波器件小型化。

[0019] 另外,在上述的发送列和接收列在切片方向上以平行配置的构成和相同的尺寸形成超声波器件的情况下,能够增大发送开口在切片方向上的尺寸,能够提高分辨率。

[0020] 另外,在本应用例中,超声波发送部和超声波接收部配置成一列。在这样的构成中,与将上述的发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使发送开口的中心位置和接收开口的中心位置靠近。因此,能够抑制由于发送开口的中心位置和接收开口的中心位置在正交于超声波发送部和超声波接收部的第一方向的方向上分离而导致的分辨率下降。

[0021] 在本应用例的超声波器件中,优选地,所述超声波发送部和所述超声波接收部沿所述第一方向交替配置。

[0022] 在本应用例中,超声波发送部和超声波接收部交替配置,超声波发送部和超声波接收部分别以规定的间隔配置。

[0023] 在这样的构成中,与超声波发送部间的间隔在第一方向上变化的情况相比,能够更适当地发送作为从各超声波发送部发送的超声波的合成波的基波。例如,能够将波面正交于传播方向的基波更可靠地送出。

[0024] 在本应用例的超声波器件中,优选地,在与所述超声波发送部的所述第一方向交叉的第二方向上的所述超声波发送部的尺寸大于所述超声波接收部在所述第二方向上的尺寸。

[0025] 在本应用例中,在上述第二方向上,超声波发送部的尺寸大于超声波接收部的尺寸。即,在上述第二方向上,超声波接收部的尺寸小于超声波接收部的尺寸。

[0026] 这里,在将超声波发送部和超声波接收部配置成两列的情况下,如果增大上述第二方向上的超声波发送部的尺寸,则超声波发送部的中心位置和超声波接收部的中心位置在切片方向上的距离变大。因此,超声波的发送方向会向超声波接收部一侧倾斜,存在分辨率下降的担忧。

[0027] 与此相对,在本应用例中,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此能够在不改变超声波发送部和超声波接收部在切片方向上的中心位置的情况下,增大上述第二方向上的超声波发送部的尺寸。因而,不存在上述的分辨率下降的担忧,进而,如上所述,能够通过增大超声波发送部的尺寸来提高分辨率。另外,通过缩小超声波接收部的尺寸,能

够利用超声波接收部更适当地接收来自基波的汇聚区域的反射波,能够提高分辨率。

[0028] 在本应用例的超声波器件中,优选地,所述超声波接收部与平行于所述第一方向的假想线重叠,所述假想线穿过所述超声波接收部在交叉于所述第一方向的第二方向上的中心位置。

[0029] 在本应用例中,穿过各超声波接收部(接收开口)的中心位置的假想线与超声波发送部(发送开口)重叠。即,在第二方向上,接收开口的中心位于发送开口的两端部的内侧。由此,与在第二方向上,接收开口的中心位于发送开口的外侧的情况相比,能够减小发送开口和接收开口的各中心的偏移量,能够提高分辨率。

[0030] 需要说明的是,更优选地,在第二方向上,发送开口的中心和接收开口的中心是对齐的。在这种情况下,能够使发送波和反射波的传播方向大致平行,能够进一步提高分辨率。

[0031] 在本应用例的超声波器件中,优选地,所述超声波接收部设置于在沿所述第一方向的投影观察下与所述超声波发送部重叠的位置。

[0032] 在本应用例中,各超声波接收部(接收开口)设置于在沿第一方向的投影观察下与超声波发送部(发送开口)重叠的位置。即,超声波接收部设置成在上述投影观察下包含于超声波发送部中。

[0033] 在这样的构成中,与在上述投影观察下,超声波接收部的至少一部分设置在与超声波发送部不重叠的位置的情况相比,能够提高分辨率。

[0034] 本发明的一应用例的超声波模块,其特征在于,具备:超声波器件,所述超声波器件具备发送基波的超声波的多个超声波发送部和能够接收相对于所述基波而言的N次谐波的多个超声波接收部;以及电路基板,设置有所述超声波器件,所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,由N个所述超声波发送部构成一个发送通道,构成该发送通道的N个所述超声波发送部彼此接线,所述发送通道以第二间隔配置,所述第二间隔是所述第一间隔的N倍。

[0035] 在本应用例的超声波模块中,与上述超声波器件的应用例同样,配置成一列的超声波发送部和超声波接收部中的超声波接收部以与N次的高次谐波的次数对应的第一间隔配置,包括多个超声波发送部的发送通道以将第一间隔按高次谐波的次数倍增而得到的第二间隔配置。

[0036] 在这样的构成中,由于发送通道的间隔是接收通道的间隔的N倍,因此能够高精度地检测高次谐波。

[0037] 并且,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此与将发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使超声波器件、进而使超声波模块小型化。

[0038] 另外,在上述的发送列和接收列在切片方向上以平行配置的构成和相同的尺寸形成超声波器件的情况下,能够增大发送开口在切片方向上的尺寸,能够提高分辨率。

[0039] 另外,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此与上述的发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使发送开口的中心位置和接收开口的中心位置靠近,能够抑制分辨率下降。

[0040] 本发明的一应用例的超声波模块,其特征在于,具备:超声波器件,所述超声波器

件具备发送基波的超声波的多个超声波发送部和能够接收相对于所述基波而言的N次谐波的多个超声波接收部;以及电路板,设置有所述超声波器件且具备选择部,所述选择部在多个所述超声波发送部中选择被输入相同的驱动信号的所述超声波发送部,所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,所述选择部以使构成为有N个所述超声波发送部被同时驱动发送通道以所述第一间隔的N倍的第二间隔配置的方式选择所述超声波发送部。

[0041] 在本应用例的超声波模块中,与上述超声波器件的应用例同样,配置成一列的超声波发送部和超声波接收部中的超声波接收部与高次谐波的次数对应的第一间隔配置。并且,选择部以使包括多个超声波发送部的发送通道间的间隔成为将第一间隔按高次谐波的次数倍增而得到的第二间隔的方式选择要同时驱动的超声波发送部。

[0042] 在这样的构成中,与上述超声波器件同样,由于发送通道的间隔是接收通道的间隔的N倍,因此能够高精度地检测高次谐波。

[0043] 并且,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此与将发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使超声波器件、进而使超声波模块小型化。

[0044] 另外,在上述的发送列和接收列在切片方向上以平行配置的构成和相同的尺寸形成超声波器件的情况下,能够增大发送开口在切片方向上的尺寸,能够提高分辨率。

[0045] 另外,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此与上述的发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使发送开口的中心位置和接收开口的中心位置靠近,能够抑制分辨率下降。

[0046] 进而,在本应用例中,构成为能够通过设置于电路板一侧的选择部选择同时驱动的超声波发送部。由此,例如,也能够单独驱动超声波发送部以将基波作为接收对象,能够提高超声波测定仪的便利性。

[0047] 本发明的一应用例的超声波测定仪,其特征在于,具备:超声波器件,所述超声波器件具备发送基波的超声波的多个超声波发送部和能够接收相对于所述基波而言的N次谐波的多个超声波接收部;以及控制部,控制所述超声波器件,所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,由N个所述超声波发送部构成一个发送通道,构成该发送通道的N个所述超声波发送部彼此接线,所述发送通道以第二间隔配置,所述第二间隔是所述第一间隔的N倍。

[0048] 在本应用例的超声波测定仪中,与上述超声波器件和超声波模块的应用例同样,配置成一列的超声波发送部和超声波接收部中的超声波接收部以与高次谐波的次数对应的第一间隔配置,包括多个超声波发送部的发送通道以将第一间隔按高次谐波的次数倍增而得到的第二间隔配置。

[0049] 在这样的构成中,由于发送通道的间隔是接收通道的间隔的N倍,因此能够高精度地检测高次谐波。

[0050] 并且,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此与将发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使超声波器件、进而使超声波测定仪小型化。

[0051] 另外,在上述的发送列和接收列在切片方向上以平行配置的构成和相同的尺寸形成超声波器件的情况下,能够增大发送开口在切片方向上的尺寸,能够提高分辨率。

[0052] 另外,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此与上述的发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使发送开口的中心位置和接收开口的中心位置靠近,能够抑制分辨率下降。

[0053] 本发明的一应用例的超声波测定仪,其特征在于,具备:超声波器件,所述超声波器件具备发送基波的超声波的多个超声波发送部和能够接收相对于所述基波而言的N次谐波等多个超声波接收部;选择部,选择被输入相同的驱动信号的所述超声波发送部;以及控制部,控制所述超声波器件和所述选择部,所述多个超声波发送部和所述多个超声波接收部沿第一方向配置,所述多个超声波接收部以与所述N次谐波的次数N对应的第一间隔配置,所述选择部基于所述控制部的控制选择所述超声波发送部,以使构成为有N个所述超声波发送部被同时驱动的发送通道以所述第一间隔的N倍的第二间隔配置。

[0054] 在本应用例的超声波测定仪中,与上述超声波器件和超声波模块的应用例同样,配置成一列的超声波发送部和超声波接收部中的超声波接收部以与高次谐波的次数对应的第一间隔配置。并且,选择部以使包括多个超声波发送部的发送通道间的间隔成为将第一间隔按高次谐波的次数倍增而得到的第二间隔的方式选择要同时驱动的超声波发送部。

[0055] 在这样的构成中,由于发送通道的间隔是接收通道的间隔的N倍,因此能够高精度地检测高次谐波。

[0056] 并且,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此与将发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使超声波器件、进而使超声波测定仪小型化。

[0057] 另外,在上述的发送列和接收列在切片方向上以平行配置的构成和相同的尺寸形成超声波器件的情况下,能够增大发送开口在切片方向上的尺寸,能够提高分辨率。

[0058] 另外,由于超声波发送部和超声波接收部配置成一列,因此与上述的发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使发送开口的中心位置和接收开口的中心位置靠近,能够抑制分辨率下降。

[0059] 进而,在本应用例中,构成为能够通过设置于电路基板一侧的选择部选择同时驱动的超声波发送部。由此,例如,也能够单独驱动超声波发送部以将基波作为接收对象,能够提高超声波测定仪的便利性。

[0060] 在本应用例的超声波测定仪中,优选地,所述多个超声波接收部能够接收多个次数的高次谐波,并以对应于最高次数的所述第一间隔配置,所述选择部以使所述第二间隔成为接收对象的高次谐波的次数和所述第一间隔的乘积的方式选择所述超声波发送部。

[0061] 在本应用例中,将多个次数的高次谐波作为接收对象,作为超声波接收部的配置间隔的第一间隔是对应于最高次数的间隔。并且,选择部根据接收对象的高次谐波的次数选择超声波发送部,并将它们同时驱动。

[0062] 在这样的构成中,由于超声波接收部以对应于多个次数中的最高次数的间隔配置,因此在将多个次数作为检测对象时,能够更可靠地检测低于最高次数的高次谐波、强度小于基波的最高次数的高次谐波。

[0063] 另外,选择部根据接收对象的次数选择成为同时驱动的对象超声波发送部,从而能够根据该接收对象的次数设定发送通道的间隔。因此,即使在检测多个次数的高次谐波的情况下,也能够提高各次数的高次谐波的检测精度。

[0064] 在本应用例的超声波测定仪中,优选地,所述超声波接收部具备各自对应接收对

象的次数的接收元件。

[0065] 这里,高次谐波根据次数而具有基波的频率的倍数倍的频率。在本应用例中,对应于接收对象的次数的接收元件是指,例如对具有与次数对应的频率的谐波具有与测定精度对应的期望的灵敏度的接收元件。

[0066] 在本应用例中,超声波接收部具备各自对应多个次数的接收元件。由此,即使在将多个次数的高次谐波作为接收对象的情况下,也能够提高各次数的谐波的检测精度。

附图说明

[0067] 图1是示出本发明的第一实施方式的超声波测定仪的简要构成的立体图。

[0068] 图2是示出第一实施方式的超声波测定仪的简要构成的框图。

[0069] 图3是示出第一实施方式的超声波探测器的简要构成的截面图。

[0070] 图4是示出第一实施方式的超声波器件的简要构成的俯视图。

[0071] 图5是示意性示出第一实施方式的超声波元件的构成的图。

[0072] 图6是示意性示出第一实施方式的超声波器件的图。

[0073] 图7是示意性示出第一实施方式的超声波器件的图。

[0074] 图8是示出第一实施方式的一变形例的超声波器件的简要构成的俯视图。

[0075] 图9是示出本发明的第二实施方式的超声波测定仪的简要构成的框图。

[0076] 图10是示出第二实施方式的超声波器件的简要构成的俯视图。

[0077] 图11是示出第二实施方式的超声波测定处理的流程图。

[0078] 图12是示出本发明的一变形例的超声波器件的简要构成的俯视图。

[0079] 图13是示出本发明的一变形例的超声波器件的简要构成的俯视图。

具体实施方式

[0080] 第一实施方式

[0081] 下面,基于附图对本发明的第一实施方式的作为电子设备的超声波测定仪进行说明。

[0082] 超声波测定仪的构成

[0083] 图1是示出本实施方式的超声波测定仪1的简要构成的立体图。图2是示出超声波测定仪1的简要构成的框图。

[0084] 如图1所示,本实施方式的超声波测定仪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。

[0085] 该超声波测定仪1使超声波探测器2抵接于生物体(例如人体)的表面,将超声波从超声波探测器2送出至生物体内。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中的相对于上述基波而言的高次谐波,并基于其接收信号,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)。

[0086] 超声波探测器的构成

[0087] 图3是示出沿图1中的III-III线截取的超声波探测器2的简要构成的截面图。

[0088] 超声波探测器2具备壳体21和超声波传感器22。

[0089] 壳体的构成

[0090] 如图1所示,壳体21形成为在俯视观察下为矩形形状的箱状,其支撑超声波传感器22。在壳体21的正交于厚度方向的一面(传感器面21A)上设置有传感器窗21B,露出超声波传感器22的局部(下文所述的声透镜7)。另外,在壳体21的局部(在图1所示的例中为侧面)设置有电缆3的通过孔21C,由此插入壳体21的内部。虽省略图示,该电缆3在壳体21的内部连接于超声波传感器22(下文所述的电路板6)。另外,通过向电缆3和通过孔21C之间的间隙填充例如树脂材料等,来确保防水性。

[0091] 需要说明的是,在本实施方式中,示出了使用电缆3连接超声波探测器2和控制装置10的构成例,但并不限于此,例如可以通过无线通信连接超声波探测器2和控制装置10,也可以在超声波探测器2内设置控制装置10的各种构成。

[0092] 超声波传感器的构成

[0093] 超声波传感器22相当于本发明的超声波模块,如图3所示,其具备超声波器件4、柔性基板5、电路板6及声透镜7。在电路板6上设置有用于控制超声波器件4的驱动电路等,超声波器件4经由柔性基板5电连接于电路板6,这将在下文说明。在该超声波器件4的超声波收发侧的面上配置有声透镜7。该超声波传感器22以露出声透镜7的方式收纳于壳体21内,将超声波从露出部分送出至对象,并接收来自对象的反射波。

[0094] 声透镜的构成

[0095] 声透镜7使从超声波器件4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器件4。该声透镜7沿超声波器件4发送和接收超声波的面配置。需要说明的是,虽省略图示,在超声波器件4和声透镜7之间设置有声匹配层。该声透镜7和声匹配层设定为居于元件基板41的超声波元件40(发送元件421和接收元件431)的声阻抗和生物体的声阻抗中间的声阻抗。

[0096] 超声波器件的构成

[0097] 图4是示出从声透镜7一侧观察超声波器件4时其简要构成的俯视图。

[0098] 在以下的说明中,将如下文所述的那样具有一元阵列结构的超声波器件4的扫描方向(第一方向)作为X方向,正交于扫描方向的切片方向(第二方向)作为Y方向。

[0099] 超声波器件4具备超声波发送部42、超声波接收部43、信号电极线SL、公共电极线CL、第一信号端子SA、第二信号端子SB、第一公共端子CA及第二公共端子CB,这些都设置于元件基板41。

[0100] 这些中的超声波发送部42具有作为发送用的超声波元件的多个发送元件421,该多个发送元件421构成为沿Y方向配置。另外,超声波接收部43具有作为接收用的超声波元件的多个接收元件431,该多个接收元件431构成为沿Y方向配置。

[0101] 需要说明的是,在本实施方式的超声波器件4中,多个超声波发送部42和超声波接收部43在X方向上交替配置,在X方向上相邻的1组超声波发送部42发挥一个发送通道的作用,各超声波接收部43发挥一个接收通道的作用。并且,通过各接收通道接收从各发送通道发送的对应于基波的二次谐波。

[0102] 元件基板的构成

[0103] 图5示出元件基板41和超声波元件40的一例构成。图5的(A)是发送元件421的俯视图,图5的(B)是示出沿图5的(A)中的A-A线的截面的截面图,图5的(C)是示出沿图5的(A)中的B-B线的截面的截面图。

[0104] 如图5所示,元件基板41具备基板主体部411、层叠于基板主体部411的振动膜412及层叠于振动膜412的压电元件413。这里,由振动膜412和压电元件413构成超声波元件40(发送元件421和接收元件431)。

[0105] 基板主体部411是例如Si等的半导体基板。在该基板主体部411的阵列区域内设置有对应于每个超声波元件的开口部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。

[0106] 振动膜412由例如 SiO_2 、 SiO_2 和 ZrO_2 的层叠体等构成,设置为覆盖基板主体部411的整个背面41A一侧。该振动膜412的厚度尺寸是相对于基板主体部411而言足够小的厚度尺寸。在用Si构成基板主体部411、用 SiO_2 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 SiO_2 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,能够容易地形成所述开口部411A。

[0107] 超声波发送部的构成

[0108] 如上所述,超声波发送部42具备多个发送元件421。如图5所示,该发送元件421构成为包括振动膜412和压电元件413。

[0109] 压电元件413是下部电极414、压电膜415及上部电极416的层叠体,如图5所示,其设置在堵塞各开口部411A的振动膜412上。

[0110] 在这样的发送元件421中,通过对下部电极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振动而送出超声波。这里,发送元件421的振动膜412(开口部411A的开口尺寸)具有与对应于上述接收对象的二次谐波的基波对应的尺寸。由此,能够通过发送元件421将基波以期望的效率送出。

[0111] 下部电极414具有下部电极主体414A和下部电极线414B,下部电极414形成为沿Y方向的直线状,并跨多个发送元件421设置。因此,在沿Y方向排列的发送元件421中,下部电极414成为同电位。该下部电极414通过信号电极线SL连接于配置在元件基板41的+Y侧的外周部的相应的第一信号端子SA和配置在元件基板41的-Y侧的外周部的相应的第二信号端子SB。驱动电压经由各信号端子SA、SB(参照图4)施加于下部电极414。

[0112] 在本实施方式中,将X方向上的超声波发送部42中的两个作为一组,来构成一个发送通道。即,如图4所示,相邻的两个超声波发送部42连接于相同的信号端子SA、SB。

[0113] 压电膜415由PZT(锆钛酸铅)等的薄膜形成,构成为至少覆盖下部电极414。

[0114] 上部电极416具有上部电极主体416A(参照图5)和上部电极线416B(参照图5)。上部电极416通过公共电极线CL连接于第一公共端子CA和第二公共端子CB(参照图4),并被施加公共电压。

[0115] 超声波接收部的构成

[0116] 如上所述,超声波接收部43具备沿Y方向配置的多个接收元件431。多个超声波接收部43沿X方向配置。该超声波接收部43除具备作为超声波元件40的接收元件431以及Y方向(切片方向)上的尺寸小于超声波发送部42之外,其余基本大致相同地构成。

[0117] 即,接收元件431与上述发送元件421基本相同地构成,构成为包括振动膜412和压电元件413。为了高效地接收从发送元件421送出的对应于基波的二次谐波(在基波的中心频率为 f_0 的情况下,其是中心频率为 $2f_0$ 的高次谐波),接收元件431的振动膜412的尺寸设

定为对应于二次谐波的尺寸。

[0118] 多个超声波接收部43通过信号电极线SL连接于彼此不同的信号端子SA、SB。另外，多个超声波接收部43通过公共电极线CL连接于公共端子CA、CB(参照图4)。即，在X方向上等间隔配置的多个超声波接收部43各自发挥一个接收通道的作用。

[0119] 超声波发送部和超声波接收部的配置

[0120] 图6是示意性示出具备超声波发送部42和超声波接收部43的超声波器件4的简要构成的图。需要说明的是，在图6中，仅图示了信号电极线SL和公共电极线CL中在超声波发送部42内的信号电极线SL。

[0121] 如图6所示，多个超声波发送部42和超声波接收部43交替配置。

[0122] 超声波发送部42和超声波接收部43分别以规定的间隔配置。

[0123] 超声波接收部43分别发挥一个接收通道R的作用。该超声波接收部43，即接收通道R以间隔L(接收节距)配置。这里，接收节距L根据相对于基波而言的二次谐波设定。需要说明的是，接收节距L设定为能够以期望的精度获取从超声波发送部42发送的相对于基波而言的二次谐波的最大间距 L_{max} 以下的尺寸。

[0124] 这里，如上所述，多个超声波发送部42中的在X方向上相邻的两个超声波发送部42通过信号电极线SL接线，构成一个发送通道T。该发送通道T以规定的间隔2L配置。即，多个发送通道T沿X方向以间隔2L(发送节距2L)配置。像这样，在本实施方式中，将发送节距设定为接收节距的2倍。由此，与发送节距和接收节距相同的情况相比，能够高精度地接收相对于基波而言的二次谐波。

[0125] 图7是示意性示出基波从超声波器件4的发送通道T发送的状态的图。

[0126] 在依次推迟来自各发送通道T的基波(波长 λ)的发送定时而将规定的扫描角度 θ 的范围作为扫描对象的情况下，发送节距2L设定为满足由下述式(1)所表示的光栅波瓣(grating lobe)条件。通过这样设定发送节距2L，只要扫描角度在 θ 的范围内，便能抑制光栅波瓣的发生。

[0127] 需要说明的是，假设超声波发送部42和超声波接收部43等间隔配置，且超声波发送部42即发送开口在X方向上的尺寸为d，则在本实施方式中，超声波接收部43即接收开口在X方向上的尺寸也为d，L和d之间存在下述式(2)的关系，d设定成满足下述式(3)。

[0128] [数学式1]

$$[0129] \quad 2L < \lambda / (1 + \sin\theta) \cdots \cdots (1)$$

$$[0130] \quad 2L = 4d \cdots \cdots (2)$$

$$[0131] \quad d < \lambda / 4 (1 + \sin\theta) \cdots \cdots (3)$$

[0132] 返回图6，在超声波器件4中，超声波发送部42和超声波接收部43设置成发送开口的中心位置P1和接收开口的中心位置P2位于平行于X轴的假想线O1上。在这样的构成中，能够接收在沿正交于超声波阵列的面发送、反射后沿该面传播的超声波。因此，与发送开口和接收开口各自的中心偏离Y方向设定、接收以与所发送的超声波不同的角度传播的反射波的构成相比，能够提高分辨率。

[0133] 另外，由于在沿扫描方向(X方向)的投影观察下，各中心位置P1、P2的位置是对齐的，因此能够缩小超声波接收部43在Y方向上的尺寸(接收切片开口的尺寸)，能够提高分辨率。

[0134] 需要说明的是,在本实施方式中,超声波发送部42在Y方向上的尺寸(发送切片开口的尺寸)小于超声波接收部43的尺寸(接收切片开口的尺寸)。另外,超声波发送部42设置于在沿X方向的投影观察下与超声波接收部43的内部重叠的位置。由此,能够实现分辨率的提高。

[0135] 电路基板的构成

[0136] 图2所示的电路板6具备驱动信号端子(省略图示)和公共端子(省略图示),并通过柔性基板5连接有超声波器件4。另外,电路板6经由电缆3连接于控制装置10。

[0137] 该电路板6设置有用于驱动超声波器件4的驱动电路等。具体而言,如图2所示,电路板6具备选择电路61、发送电路62及接收电路63。

[0138] 选择电路61相当于本发明的选择部,其基于控制装置10的控制,选择连接于发送电路62的发送通道T(超声波发送部42)。

[0139] 在控制装置10的控制下切换为发送连接时,发送电路62经由选择电路61输出用于使超声波器件4发送超声波的发送信号。需要说明的是,包含在由选择电路61选择的超声波发送部42内的发送元件421根据该发送信号的输出而被驱动,并发送超声波。

[0140] 接收电路63将从超声波传感器22输入接收信号输出至控制装置10。接收电路63构成为包括例如低噪声放大电路、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、调相加法电路等,在对接收信号实施了转换成数字信号、消除噪声成分、放大至期望信号电平、对应各接收通道的调相加法处理等各种信号处理后,将处理后的接收信号输出至控制装置10。

[0141] 控制装置的构成

[0142] 如图2所示,控制装置10构成为具备例如操作部11、显示部12、存储部13及控制部14。该控制装置10可以使用例如平板终端、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。

[0143] 操作部11是用于用户操作超声波测定仪1的UI(用户界面:user interface),可以由例如设置于显示部12上的触摸面板、操作按钮、键盘、鼠标等构成。

[0144] 显示部12由例如液晶显示器等构成,用于显示图像。

[0145] 存储部13存储用于控制超声波测定仪1的各种程序、各种数据。

[0146] 控制部14由例如CPU(中央处理器:Central Processing Unit)等运算电路、执行下文所述的各处理的处理电路、存储器等存储电路构成。并且,控制部14通过读取并执行存储于存储部13的各种程序,发挥收发控制部141、谐波处理部142、信号处理部143的作用。

[0147] 收发控制部141对选择电路61进行使其选择驱动对象的发送通道T的控制。另外,收发控制部141对发送电路62进行发送信号的生成和输出处理的控制。另外,收发控制部141对接收电路63进行接收信号的频率设定、增益设定等的控制。

[0148] 谐波处理部142基于每个通道的接收信号,按每个通道提取谐波(harmonic)分量(也称为谐波分量)。

[0149] 信号处理部143对经谐波处理的接收信号实施用于获取良好的断层图像的各种处理。作为各种处理,可以例示为了容易地同时确认接收信号的信号强度的最大部分和最小部分而转换表现形式的对数转换处理等的非线性压缩处理、根据反射波的传播时间(即深度)校正放大率(亮度)的STC(灵敏度时间控制:Sensitive Time Control)处理等。另外,信

号处理部143生成B模式图像、M模式图像等各种超声波图像,并将其显示于显示部12。

[0150] 第一实施方式的作用效果

[0151] 在本实施方式中,超声波发送部42和超声波接收部43在X方向上配置成一列。这些中的超声波接收部43以与二次谐波的次数对应的间隔L配置。另外,超声波发送部42构成为以与高次谐波的次数对应的个数为单位,在本实施方式中,以两个为单位进行同时驱动。由此,被同时驱动的超声波发送部42发挥一个发送通道T的作用,该发送通道T以将上述间隔L按高次谐波的次数倍增而得到的间隔,即间隔2L进行配置。

[0152] 在这样的构成中,由于发送通道T的间隔是超声波接收部43(即接收通道R)的间隔的倍数,因此能够高精度地检测相对于基波而言的高次谐波。

[0153] 另外,通过将超声波发送部42和超声波接收部43沿X方向配置成一列,与将由超声波发送部42构成的发送列和由超声波接收部43构成的接收列平行配置的构成相比,能够使超声波器件4小型化。

[0154] 另外,在上述的发送列和接收列在Y方向(切片方向)上以平行配置的构成和相同的尺寸形成超声波器件4的情况下,能够增大发送开口在切片方向上的尺寸,能够提高分辨率。

[0155] 另外,由于超声波发送部42和超声波接收部43沿X方向配置成一列,因此与将上述的发送列和接收列平行配置的构成相比,能够使发送开口的中心位置P1和接收开口的中心位置P2靠近。因此,能够抑制由于发送开口的中心位置P1和接收开口的中心位置P2在Y方向上分离而导致的分辨率下降。

[0156] 另外,各超声波接收部43(接收开口)设置于在沿X方向的投影观察下与超声波发送部42(发送开口)重叠的位置。即,超声波接收部43设置成在上述投影观察下包含于超声波发送部42中。在这样的构成中,与在上述投影观察下,超声波接收部43的至少一部分设置在与超声波发送部42不重叠的位置的情况相比,能够提高分辨率。

[0157] 在本实施方式中,超声波发送部42和超声波接收部43交替配置,这些超声波发送部42和超声波接收部43分别以规定的间隔配置。

[0158] 在这样的构成中,与超声波发送部42间的间隔在排列方向上变化的情况相比,能够更适当地发送作为从各超声波发送部42发送的超声波的合成波的基波。例如,能够更可靠地形成波面正交于传播方向的基波。

[0159] 另外,在本实施方式中,在Y方向上,超声波发送部42的尺寸大于超声波接收部43的尺寸。即,超声波接收部43的尺寸小于超声波发送部42的尺寸。

[0160] 这里,如果增大切片方向(Y方向)上的超声波发送部42的尺寸,则能够使超声波更适当地汇聚。但是,在将超声波发送部42和超声波接收部43配置成两列的情况下,如果增大超声波发送部42的尺寸,则超声波发送部42的中心位置P1和超声波接收部43的中心位置P2在切片方向上的距离变大。因此,发送波会斜向超声波接收部43一侧发送,存在分辨率下降的担忧。

[0161] 与此相对,在本实施方式中,由于超声波发送部42和超声波接收部43在X方向上配置成一列,因此能够在不改变超声波发送部42和超声波接收部43在切片方向(Y方向)上的中心位置的情况下,增大切片方向上的超声波发送部42的尺寸。因而,不存在上述的分辨率下降的担忧,进而,如上所述,能够通过增大超声波发送部42的尺寸来提高分辨率。另外,通

过缩小超声波接收部43的尺寸,能够利用超声波接收部43更适当地接收来自基波的汇聚区域的反射波,能够提高分辨率。

[0162] 在本实施方式中,超声波发送部42的中心位置P1和超声波接收部43的中心位置P2位于同一条假想线O1上。由此,与将超声波发送部42和超声波接收部43配置成两列的情况相比,能够减小发送开口和接收开口的各中心的偏移量,能够提高分辨率。

[0163] 另外,通过使Y方向上的发送开口和接收开口的各中心的位置对齐,能够使发送波和反射波的传播方向大致平行,能够进一步提高分辨率。

[0164] 另外,在本实施方式的超声波器件4中,构成一个发送通道T的两个超声波发送部42连接于相同的端子。由此,通过向该端子输入驱动信号,能够同时驱动上述两个超声波发送部42。因此,与分别向上述两个超声波发送部42单独输入驱动信号来进行同时驱动的情况相比,能够省略使两个超声波发送部42的驱动定时同步等的处理,能够实现控制处理的简化。

[0165] 在本实施方式中,超声波发送部42和超声波接收部43在X方向上配置成一列,并连接于在+Y侧和-Y侧这两侧设置的端子。在这样的构成中,与超声波发送部42和超声波接收部43仅连接于在+Y侧和-Y侧中的单侧上设置的端子的构成相比,能够以期望的特性更适当地驱动超声波发送部42和超声波接收部43。即,虽然超声波发送部42由于内部电阻,根据与端子的距离而存在电压下降,无法以期望的特性驱动压电元件的担忧,但在本实施方式中,由于从设置于Y方向的两侧的端子施加电压,因此能够抑制上述不良情况的发生。

[0166] 需要说明的是,在超声波发送部42和超声波接收部43沿Y方向并列配置的情况下,难以采用上述构成。与此相对,在本实施方式中,由于超声波发送部42和超声波接收部43配置成一列,因此容易将信号线从超声波发送部42和超声波接收部43引出至+Y侧和-Y侧这两侧。

[0167] 第一实施方式的变形例

[0168] 图8是示意性示出第一实施方式的一变形例的超声波器件的图。

[0169] 在上述第一实施方式中,例示了超声波器件4将相对于基波而言的二次谐波作为接收对象,并使在X方向上相邻的两个超声波发送部42发挥一个发送通道T的作用的构成,但本发明并不限于此。

[0170] 在图8所示的超声波器件4A中,以相对于基波而言的三次谐波作为接收对象,使在X方向上相邻的三个超声波发送部42发挥一个发送通道T的作用。即,将三个超声波发送部42连接于公共的信号端子SA、SB(参照图4)。在超声波器件4A中,发送节距是接收节距的三倍,能够高精度地接收相对于基波而言的三次谐波。

[0171] 需要说明的是,在本变形例中,接收节距和接收元件431的振动膜的尺寸根据三次谐波的波长设定。

[0172] 这样,能够将三次以上的谐波作为接收对象。需要说明的是,在将n次谐波作为接收对象的情况下,将相邻的n个超声波发送部42作为一组来构成一个发送通道。

[0173] 另外,如果将X方向上的发送开口和接收开口的尺寸设为d,扫描角度设为 θ ,基波的波长设为 λ ,则发送节距 L_n 与各开口的尺寸d之间存在下述式(4)的关系,上述尺寸d设定成满足光栅波瓣条件、满足下述式(5)。

[0174] [数学式2]

[0175] $L_n = 2nd \dots (4)$

[0176] $d < \lambda / 2n(1 + \sin\theta) \dots (5)$

[0177] 第二实施方式

[0178] 下面,说明本发明的第二实施方式。

[0179] 在第一实施方式中,超声波测定仪将规定次数的谐波作为接收对象,由于使多个超声波发送部发挥一个发送通道的作用,因此将多个超声波发送部连接于公共的端子。

[0180] 与此相对,第二实施方式与第一实施方式的区别点在于:超声波测定仪将多次谐波作为接收对象,并构成能够根据接收对象的谐波的次数变更发送节距。

[0181] 需要说明的是,在本实施方式中,作为接收对象,对以二次谐波和三次谐波为接收对象的例子进行了说明,但既可以将四次以上的谐波作为接收对象,也可以将三种以上的次数的谐波作为接收对象。

[0182] 另外,进行下面的说明时,对与第一实施方式同样的构成标注相同的符号,并省略或简化其说明。

[0183] 图9是示出第二实施方式的超声波测定仪1A的简要构成的框图。另外,图10是示意性示出具备超声波发送部42和超声波接收部44的超声波器件4B的简要构成的图。

[0184] 超声波器件4B构成为各超声波发送部42分别连接于不同的信号端子SA、SB(参照图4),并能够单独驱动。

[0185] 超声波接收部44将作为多个高次谐波的二次谐波和三次谐波作为接收对象,如图10所示,超声波接收部44具有多个接收元件441、442,这些第一接收元件441和第二接收元件442在Y方向上交替配置。

[0186] 第一接收元件441对二次谐波具有对应于期望的测定精度的灵敏度。即,第一接收元件441以能够用期望的灵敏度检测二次谐波的频带的超声波的方式设定振动膜的尺寸和膜厚、压电元件的特性等。

[0187] 第二接收元件442对三次谐波具有对应于期望的测定精度的灵敏度。即,第二接收元件442构成为能够用期望的灵敏度检测三次谐波的频带的超声波。需要说明的是,第一接收元件441和第二接收元件442连接于不同的端子。由此,能够单独检测来自第一接收元件441的检测信号和来自第二接收元件442的检测信号。

[0188] 需要说明的是,超声波接收部44也可以构成为具备能够接收二次谐波和三次谐波两者的接收元件。这时,接收元件以使能够接收的频带包含二次谐波和三次谐波各自的频带的方式设定振动膜的尺寸和膜厚、压电元件的特性等。

[0189] 接收节距根据成为接收对象的高次谐波中的最高次数的谐波设定。在本实施方式中,设定相对于三次谐波的接收节距 L_3 。由此,既能接收最高次数的谐波,也能接收低次谐波。

[0190] 如图9所示,选择电路61基于控制装置10的控制,选择连接于发送电路62的超声波发送部42。需要说明的是,在本实施方式中,选择多个超声波发送部42,通过输出相同的驱动信号,使所选择的超声波发送部42发挥一个发送通道T的作用。

[0191] 在本实施方式中,控制部14A发挥收发控制部141、谐波处理部142、信号处理部143及模式设定部144的作用。

[0192] 收发控制部141选择成为来自发送电路的驱动信号的输入对象的超声波发送部

42。在本实施方式中,选择控制部在超声波发送部42中选择在接收二次谐波时(二次接收模式)和接收三次谐波时(三次接收模式)同时驱动的超声波发送部42。

[0193] 模式设定部144将超声波的收发模式设定为上述二次接收模式和三次接收模式中的任一模式。模式设定部144设定例如由操作部11根据使用者的模式选择操作而指定的收发模式。

[0194] 收发控制部141根据由模式设定部144设定的收发模式,对选择电路61进行使其选择驱动对象的超声波发送部42的控制。

[0195] 这里,从-X侧向+X侧按升序对超声波发送部42标注序号,作为第一发送部42~第N发送部42。

[0196] 在收发模式设定为二次接收模式的情况下,同时驱动第 $(2j-1)$ 发送部42和第 $2j$ 发送部42,并将其作为第 j 个发送通道 T_j 进行驱动(其中, $1 \leq j \leq j_{\max}$, $2j_{\max} = N$, j 及 j_{\max} 为整数)。这时,发送节距是接收节距的2倍,能够高精度地获取二次谐波。

[0197] 另外,在收发模式设定为三次接收模式的情况下,同时驱动第 $(3k-2)$ 发送部42、第 $(3k-1)$ 发送部42及第 $3k$ 发送部42,并将其作为第 k 个发送通道 T_k 进行驱动(其中, $1 \leq k \leq k_{\max}$, $3k_{\max} = N$, k 及 k_{\max} 为整数)。这时,发送节距是接收节距的3倍,能够高精度地获取三次谐波。

[0198] 超声波测定处理

[0199] 图11是示出一例超声波测定处理的流程图。

[0200] 如图11所示,首先,模式设定部144基于使用者的操作指示,设定收发模式(步骤S1)。

[0201] 然后,收发控制部141基于所设定的收发模式,通过驱动超声波探测器2,使超声波测定仪1A实施超声波测定(步骤S2)。

[0202] 例如,在收发模式设定为二次接收模式的情况下,收发控制部141以将相邻的两个超声波发送部42作为一个发送通道 T 进行驱动的方式控制选择电路61。在利用扇形扫描等变更扫描方向的情况下,同时驱动构成各发送通道 T 的第 $(2k-1)$ 发送部42和第 $2k$ 发送部42,接着,从第一个发送通道 T_1 开始使其依次延迟,并使其发送超声波。由此,能够将超声波器件4B驱动成发送节距是接收节距的2倍。

[0203] 需要说明的是,在收到开始进行超声波测定的指示,但并未指示对收发模式进行设定的情况下,控制部14不实施收发模式的设定,而是使用当前设定的收发模式来实施超声波测定。

[0204] 另外,在超声波测定过程中,控制部14在收到收发模式的设定指示的情况下,结束超声波测定处理后,设定收发模式,并基于所设定的收发模式实施超声波测定。

[0205] 第二实施方式的作用效果

[0206] 在本实施方式中,选择电路61基于来自控制部14A的控制选择要同时驱动的超声波发送部42,以使发送通道 T 间的间隔成为将接收通道 R 的间隔 L 按接收对象的高次谐波的次数倍增而得到的间隔。

[0207] 在这样的构成中,除了可以得到与第一实施方式同样的效果,还能够将多个次数的高次谐波作为接收对象,能够高精度地接收各高次谐波。即,如上述那样,在将二次谐波作为接收对象的情况下,使发送通道 T 的间距成为 $2L$,在将三次谐波作为接收对象的情况

下,使发送通道T的间距成为 $3L$,通过以这样的方式适当选择要同时驱动的超声波发送部42,能够设定对应于次数的发送节距。因此,通过一个超声波器件4A,能够高精度地接收多个次数的高次谐波。

[0208] 另外,在本实施方式中,超声波接收部44具备多个次数各自对应的接收元件。由此,即使在将多个次数的高次谐波作为接收对象的情况下,也能够提高各次数的谐波的检测精度。

[0209] 需要说明的是,在接收元件431构成为能够接收基波的情况下,也可以通过分别单独驱动超声波发送部42来将基波作为接收对象,能够提高超声波测定仪的便利性。

[0210] 其他变形例

[0211] 需要说明的是,本发明并不限于上述各实施方式,通过能达到本发明目的的范围内的变形、改良及适当组合各实施方式等而得到的构成都包含在本发明中。

[0212] 图12是示出本发明的一变形例的超声波器件4C的简要构成的图。

[0213] 在上述各实施方式中,发送开口的中心位置P1和接收开口的中心位置P2位于平行于X轴的同一条假想线O1上,本发明并不限于此。即,也可以是接收开口的中心位置P2位于与发送开口的中心位置P1所处的假想线O1不同的假想线O2上的构成。这时,假想线O2至少与发送开口重叠即可,由此,与发送开口和接收开口在Y方向上并列配置的构成相比,能够抑制分辨率下降。另外,能够在实现超声波器件的小型化的同时,抑制分辨率下降。

[0214] 在上述各实施方式中,超声波发送部42和超声波接收部43在X方向上的尺寸相同,本发明并不限于此,也可以是不同尺寸。在这种情况下,如上述各实施方式那样,通过在X方向上交替配置各自具有规定尺寸的超声波发送部42和超声波接收部43,也能够以规定的间隔分别配置超声波发送部42和超声波接收部43。

[0215] 图13是示出本发明的一变形例的超声波器件4D的简要构成的图。

[0216] 在上述各实施方式中,例示了超声波发送部42和超声波接收部43在X方向上交替配置的构成,本发明并不限于此。即,也可以是,至少一部分超声波接收部43相邻配置。

[0217] 在图13中,作为一例,示出了构成为能够接收三次谐波的超声波器件4D。在超声波器件4D中,接收通道R以对应于三次谐波的频率(波长)的规定间隔配置。另一方面,发送通道T由配置在以规定间隔配置的两个接收通道R的Y方向的两侧的两个超声波发送部42构成。在这样的构成中,在接收通道T内,超声波接收部43连续配置于两个超声波发送部42之间。在这样的构成中,与发送通道T由三个超声波发送部42构成的情况相比,能够减少超声波发送部42的数量,能够简化构成。

[0218] 需要说明的是,在图13所示的超声波器件4D中,例示了在构成发送通道T的两个超声波发送部42之间设置两个超声波接收部43,在这两个超声波接收部43之间不配置超声波发送部42的构成,但并不限于此。也可以是,例如,交替配置超声波发送部42和超声波接收部43,并将超声波器件驱动控制成选择性驱动配置于两个超声波接收部43两侧的两个超声波发送部42,且不驱动配置于这两个超声波接收部43间的超声波发送部42。像这样,也可以是,以能够单独驱动的方式构成超声波发送部42,通过驱动与高次谐波的次数对应的数量的多个超声波发送部42中的一部分,来构成发送通道T。

[0219] 在上述第二实施方式中,构成为具备两种第一接收元件441、442,能够接收频率不同的两个高次谐波,本发明并不限于此,也可以采用同时具备适当接收彼此不同的次数

的高次谐波的一种以上的接收元件。

[0220] 在上述各实施方式中,作为超声波器件,例示了具有构成超声波发送部42的各发送元件421被同时驱动的一维阵列结构的构成,本发明并不限于此。即,超声波器件也可以具有构成为在一个超声波发送部42中能够单独驱动发送元件421的二维阵列结构。

[0221] 在上述各实施方式中,例示了将生物体的局部作为测定对象的超声波测定仪,本发明并不限于此。例如,可以将本发明应用于将各种结构物作为测定对象,对该结构物进行缺陷检测、老化检查的超声波测定仪。另外,也可以将本发明应用于例如将半导体封装、晶片等作为测定对象,检测该测定对象的缺陷的超声波测定仪。

[0222] 此外,本发明实施时的具体结构在能够实现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,也可以适当变更成其他结构等。

[0223] 于2015年8月31日提交的日本专利申请号2015-170531的全部内容通过引用明确并入本申请。

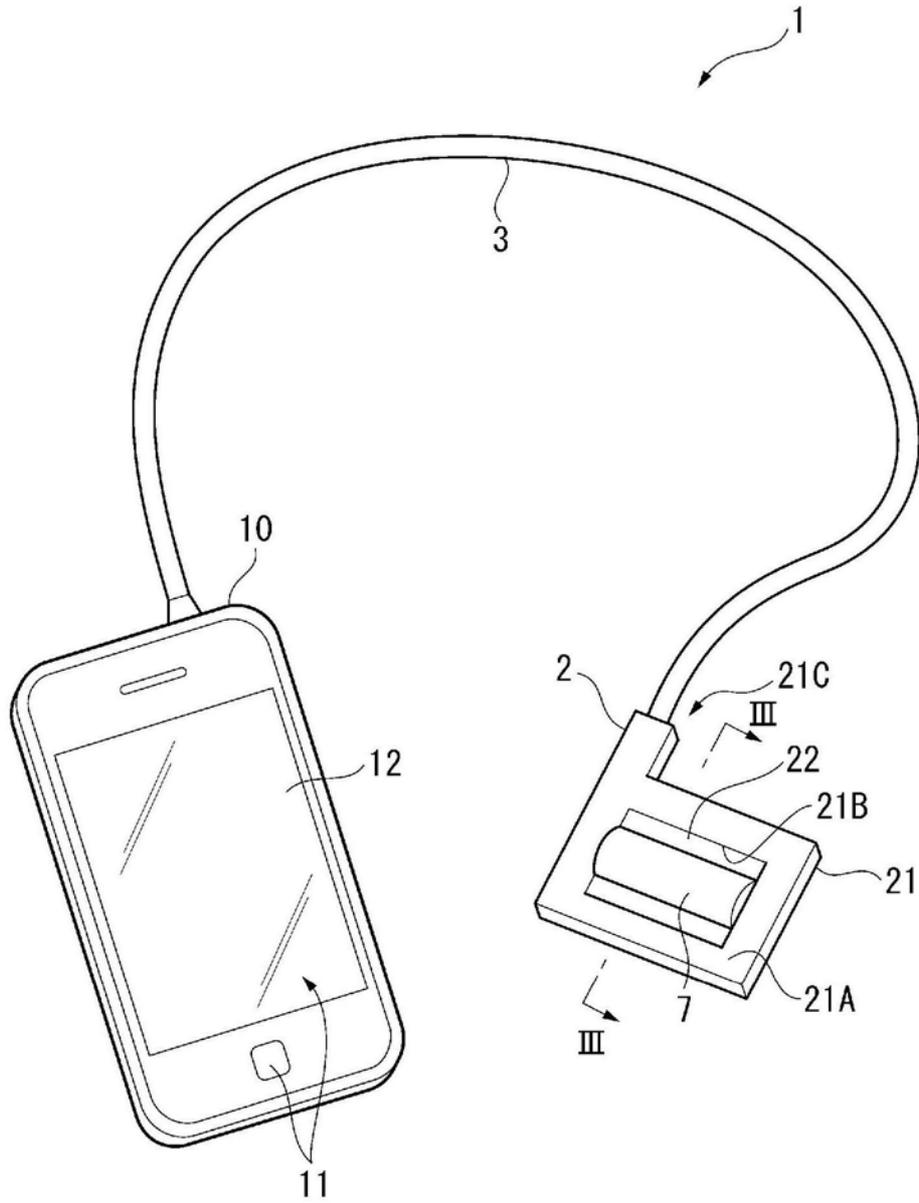


图1

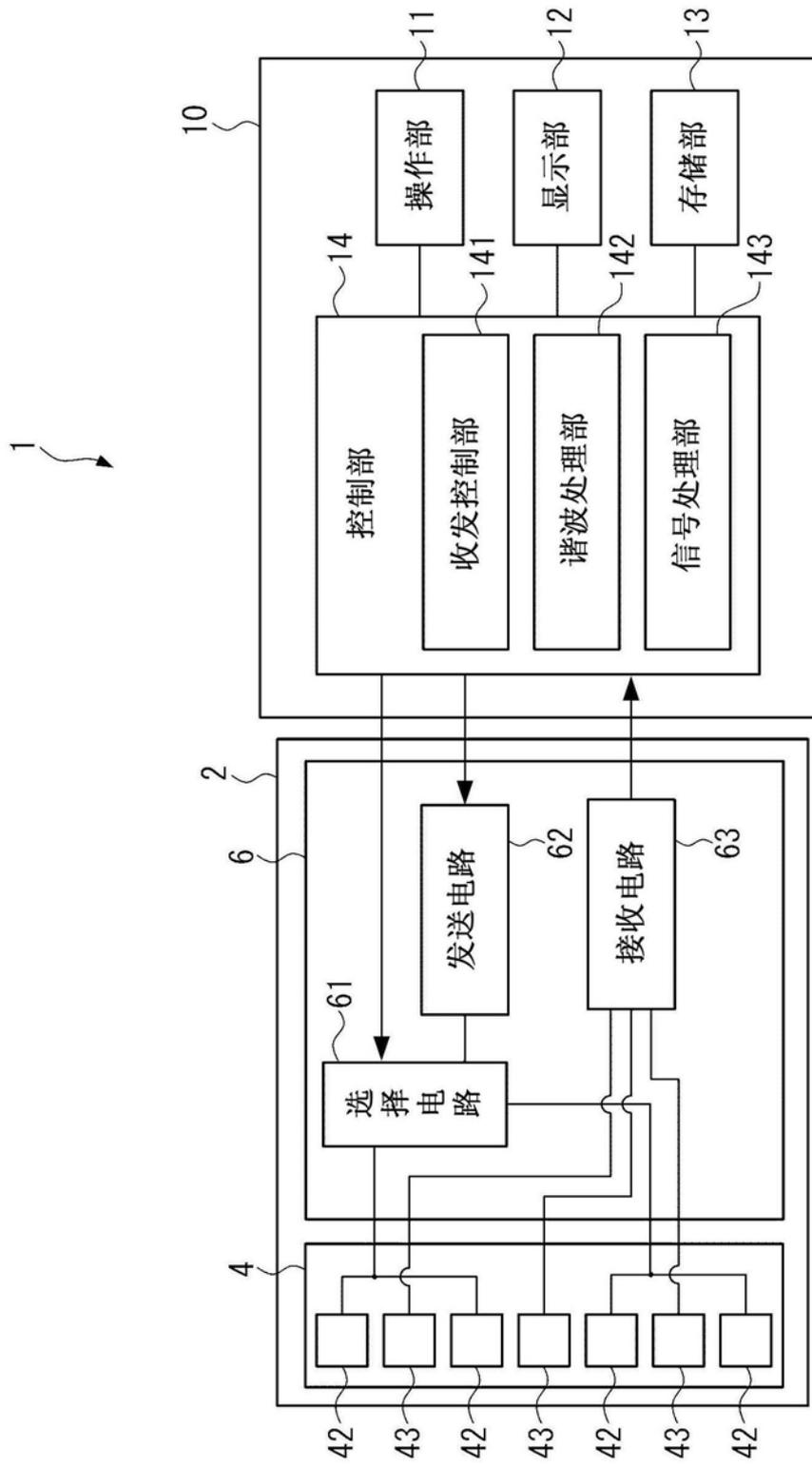


图2

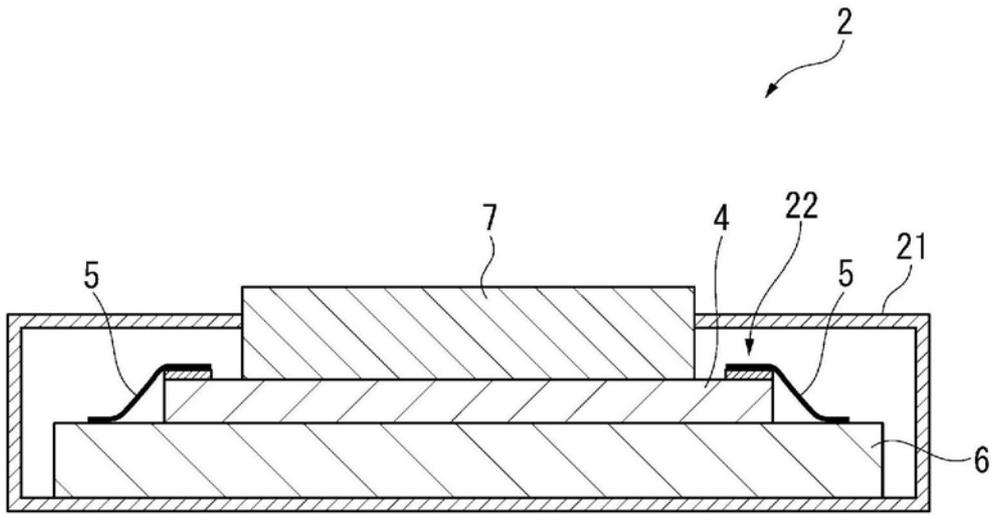


图3

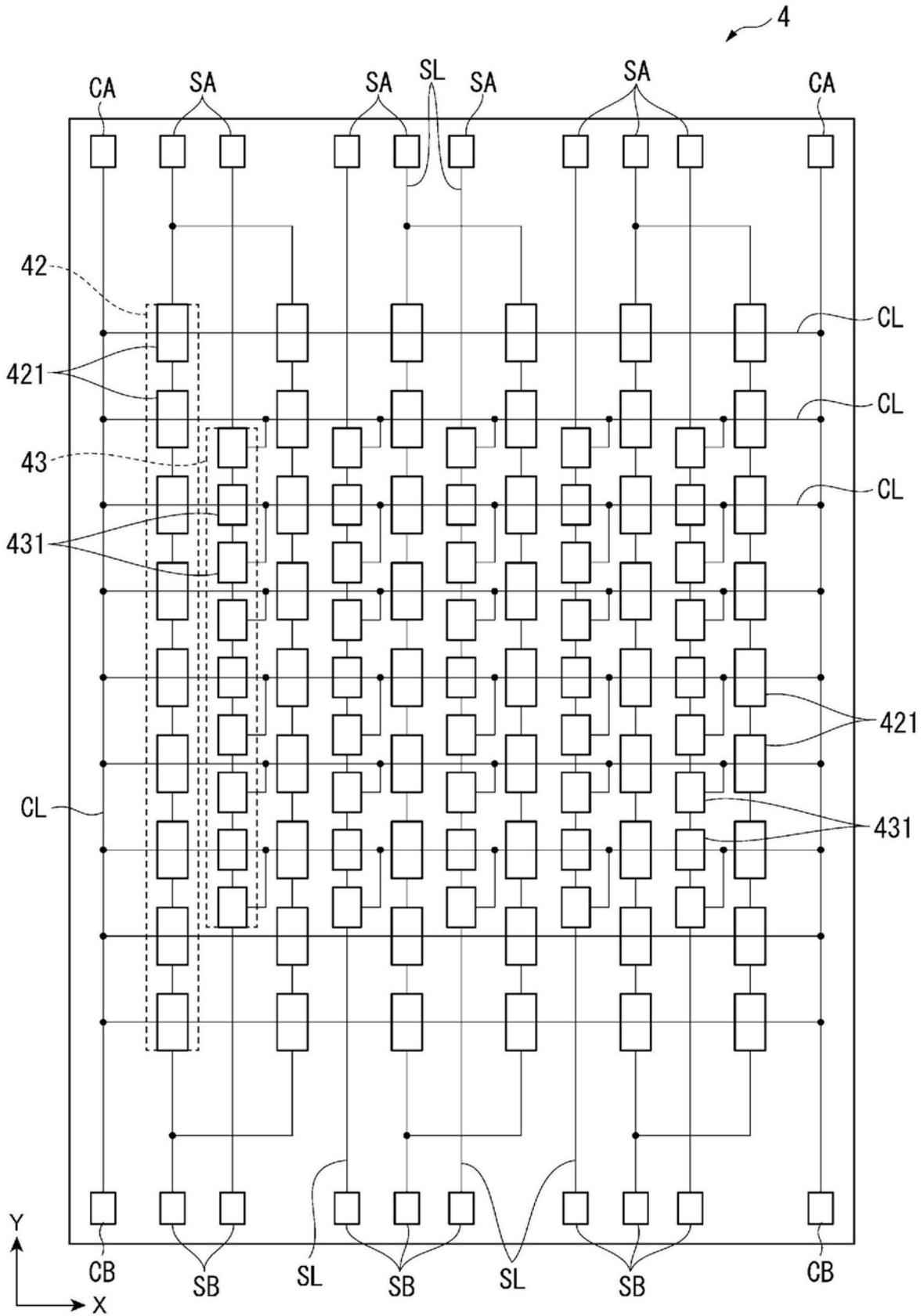


图4

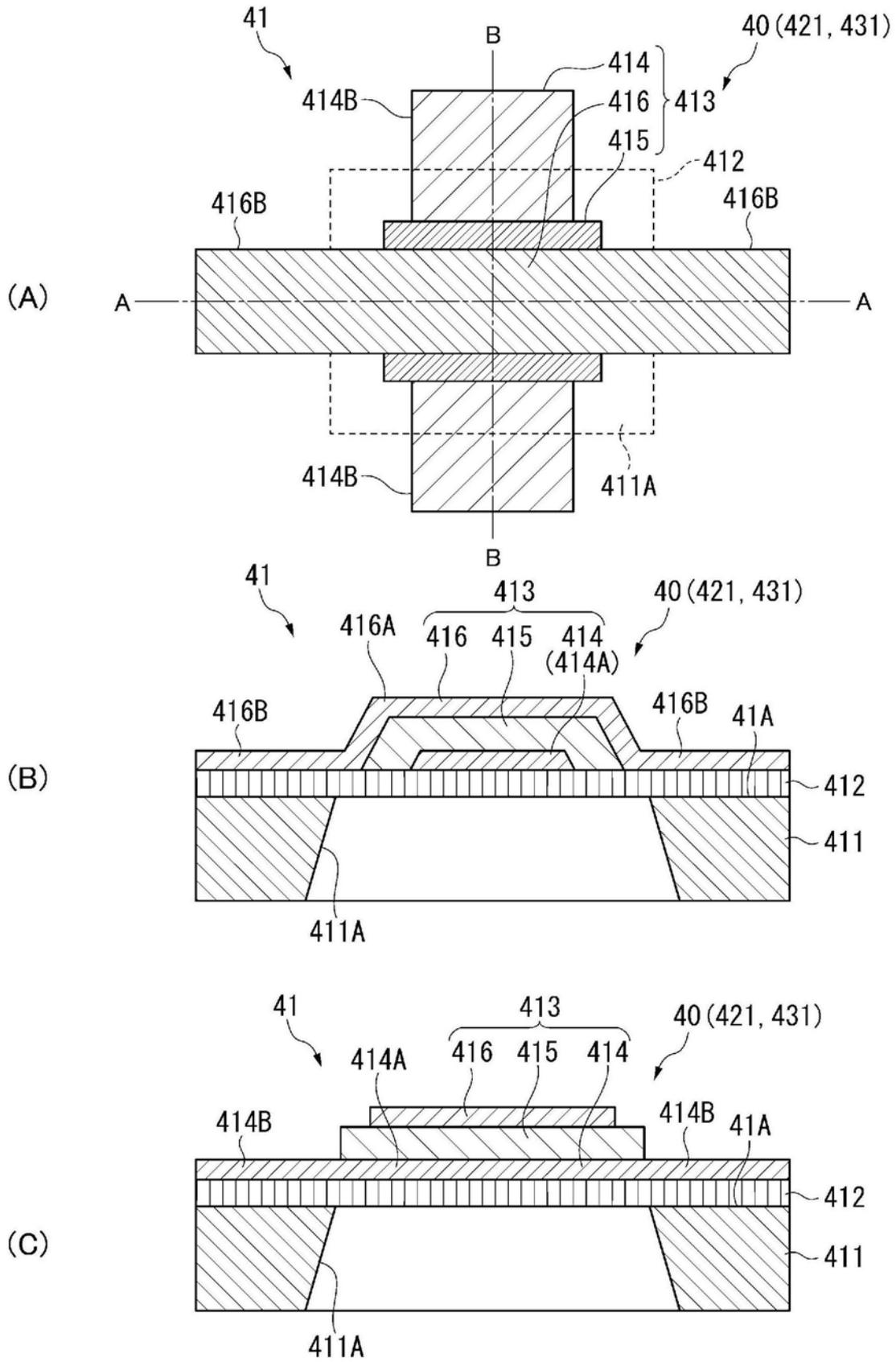


图5

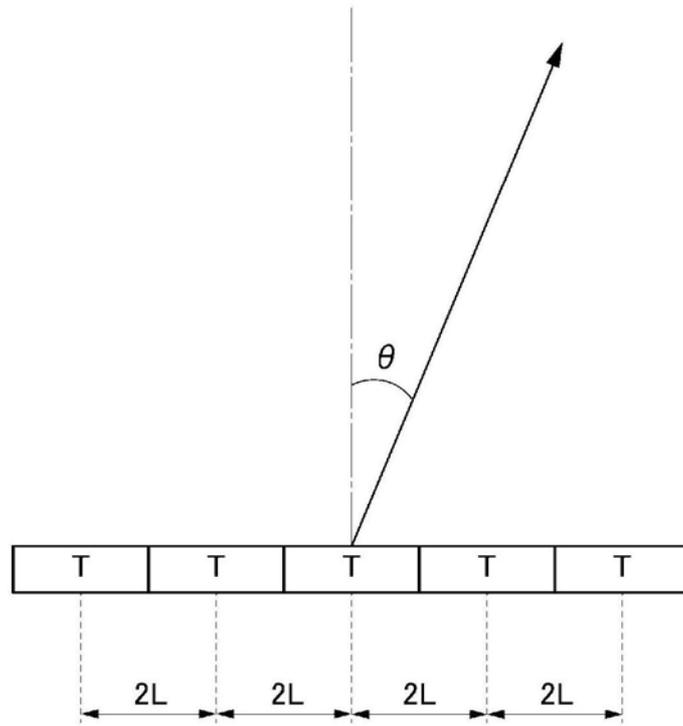


图7

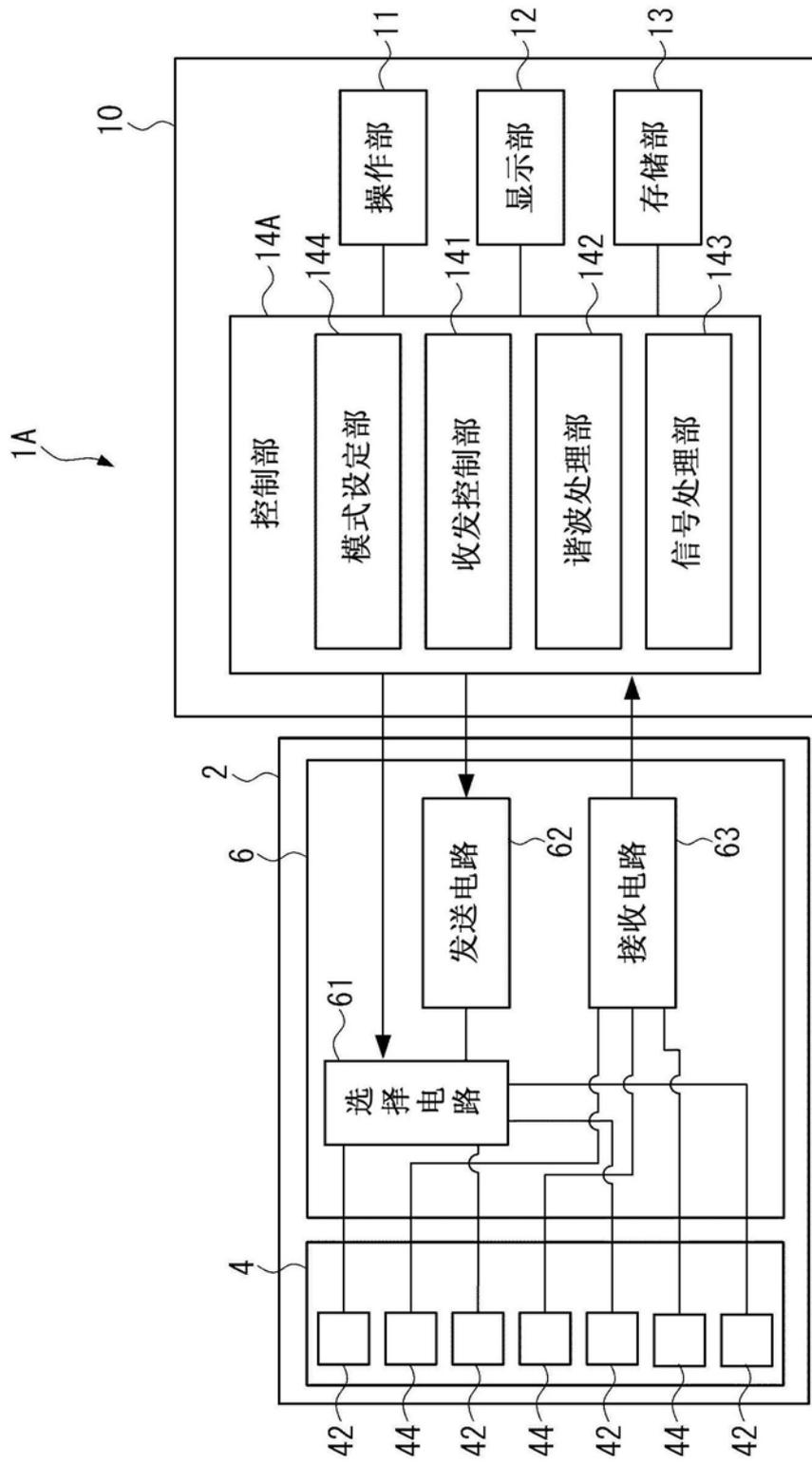


图9

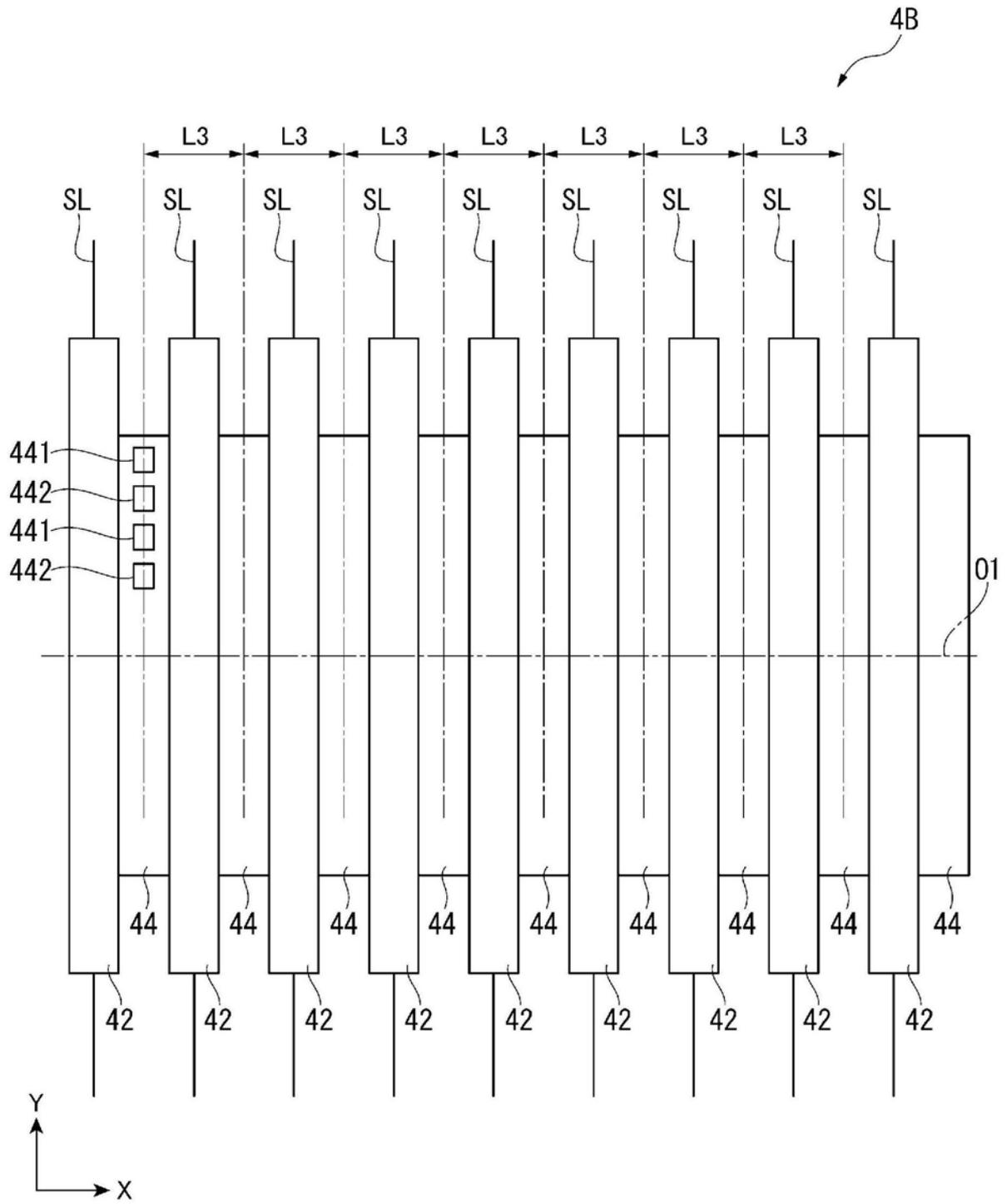


图10

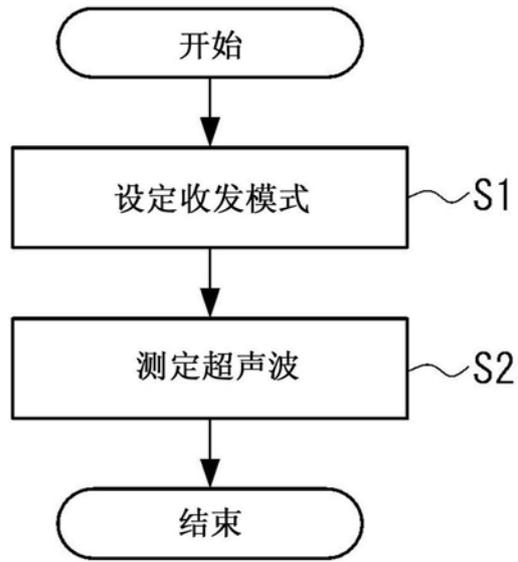


图11

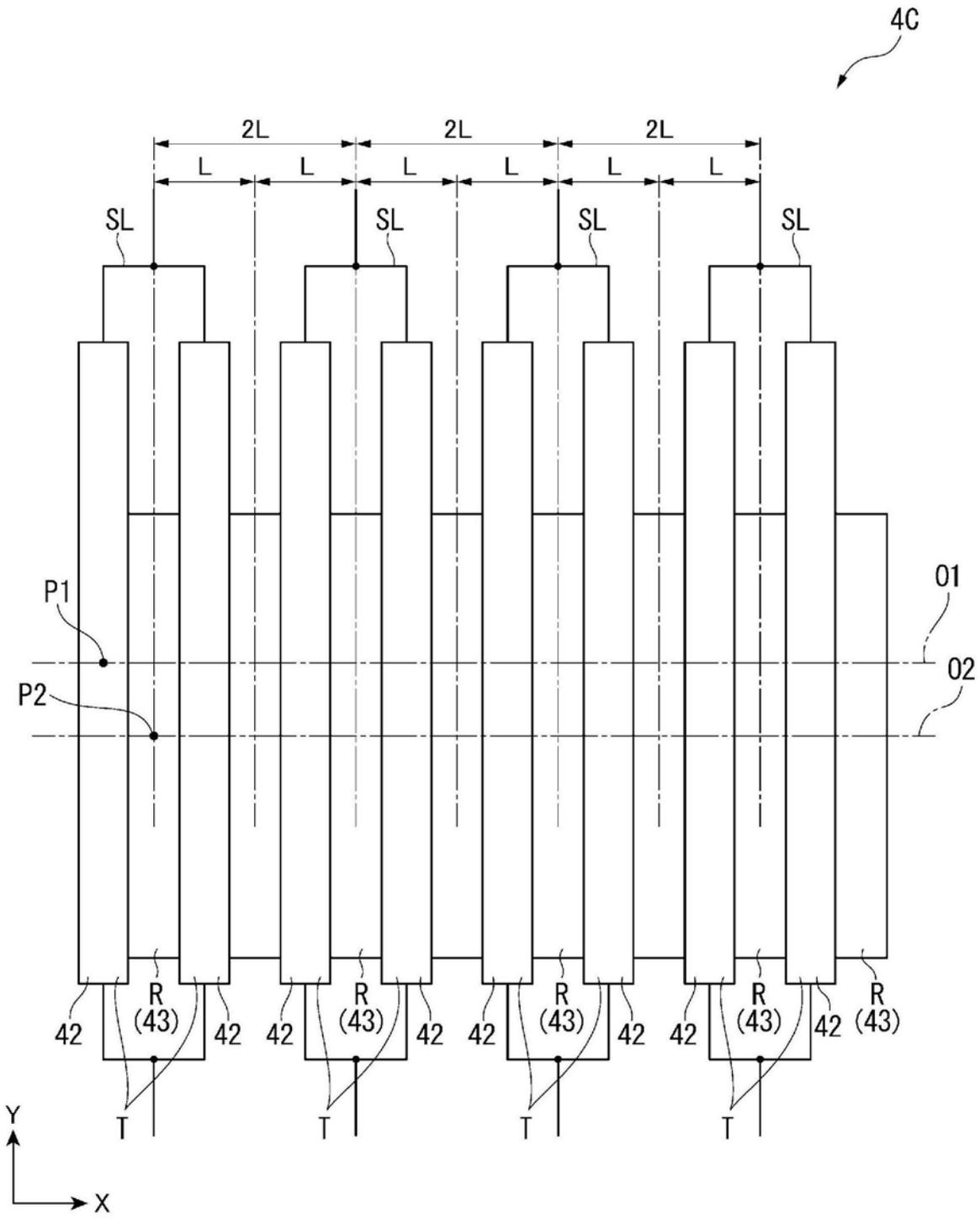


图12

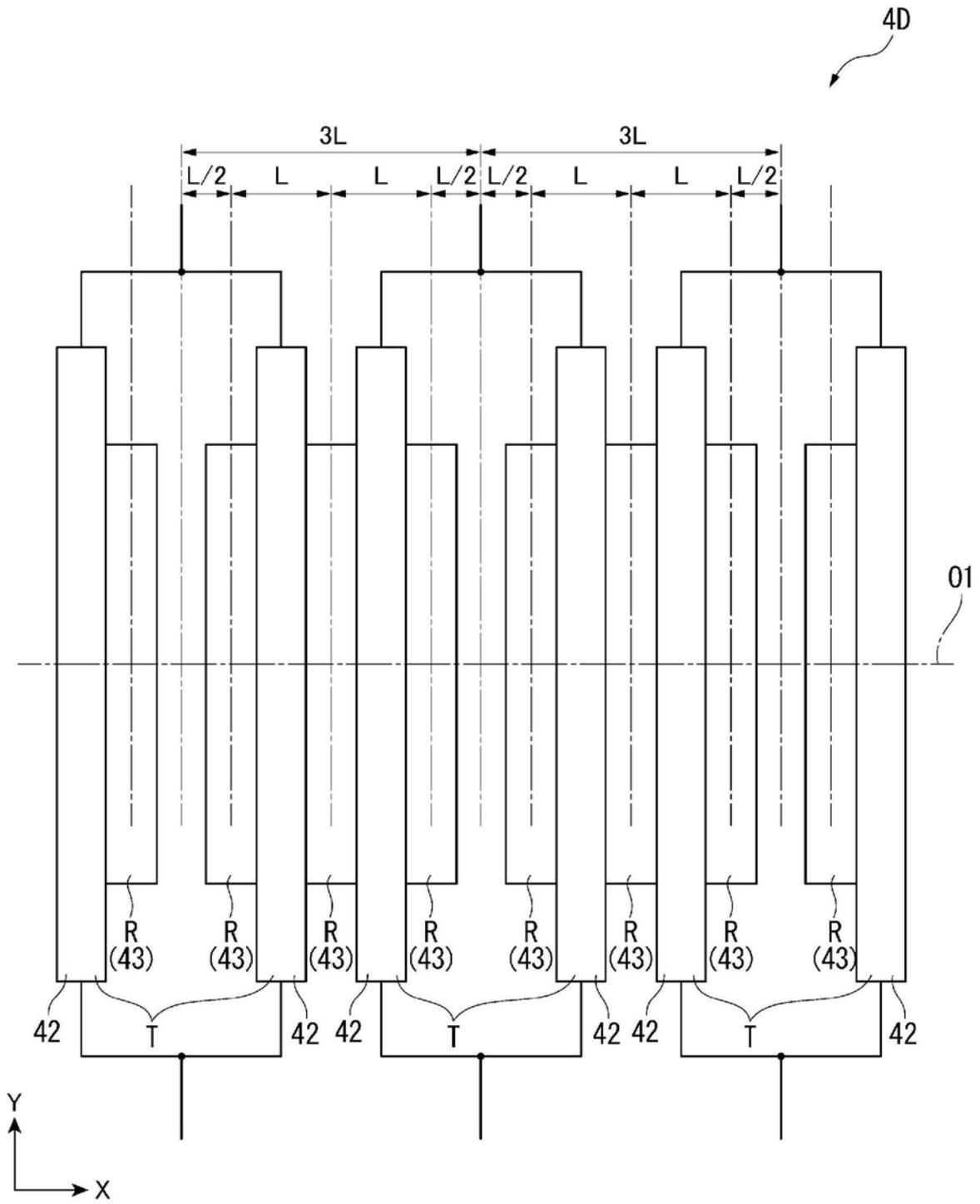


图13