



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104668175 A

(43) 申请公布日 2015. 06. 03

(21) 申请号 201410664677. 5

(22) 申请日 2014. 11. 19

(30) 优先权数据

2013-247767 2013. 11. 29 JP

(71) 申请人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

(72) 发明人 鹤野次郎

(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 余刚 吴孟秋

(51) Int. Cl.

B06B 1/06(2006. 01)

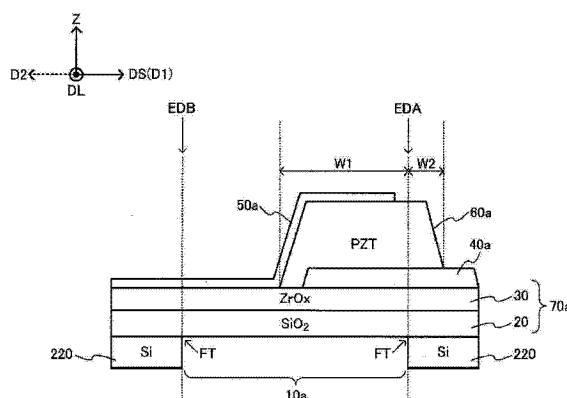
权利要求书2页 说明书16页 附图14页

(54) 发明名称

超声波换能器装置、超声波测量装置及超声波图像装置

(57) 摘要

一种超声波换能器装置、超声波测量装置及超声波图像装置，超声波换能器装置其特征在于，包括：基板，设置有第一开口及第二开口；第一超声波换能器元件，对应于所述第一开口而形成于所述基板；以及第二超声波换能器元件，对应于所述第二开口而形成于所述基板，所述第一开口具有对应于扫描方向的第一方向侧的第一缘部及与所述第一方向相反的第二方向侧的第二缘部，所述第一超声波换能器元件，具有：第一振动膜，闭塞所述第一开口；第一压电体层，在从所述基板的厚度方向的俯视观察中，以覆盖所述第一开口的所述第一缘部的方式设置于所述第一振动膜上。



1. 一种超声波换能器装置,其特征在于,
包括:
基板,设置有第一开口及第二开口;
第一超声波换能器元件,对应于所述第一开口而形成于所述基板;以及
第二超声波换能器元件,对应于所述第二开口而形成于所述基板,
所述第一开口具有对应于扫描方向的第一方向侧的第一缘部及与所述第一方向相反的第二方向侧的第二缘部,
所述第一超声波换能器元件具有:
第一振动膜,闭塞所述第一开口;以及
第一压电体层,在从所述基板的厚度方向的俯视观察中,以覆盖所述第一开口的所述第一缘部的方式设置于所述第一振动膜上。
2. 根据权利要求1所述的超声波换能器装置,其特征在于,
所述第二超声波换能器元件具有:
第二振动膜,闭塞所述第二开口;以及
第二压电体层,在所述俯视观察中,与所述第二开口的所述第一方向侧的第三缘部以及所述第二方向侧的第四缘部中的任一个均不重叠地设置于所述第二振动膜上。
3. 根据权利要求2所述的超声波换能器装置,其特征在于,
所述第一超声波换能器元件以相对于基准方向向所述第一方向侧倾斜的方向的指向性接收超声波,
所述第二超声波换能器元件以所述基准方向的指向性接收超声波。
4. 根据权利要求2或3所述的超声波换能器装置,其特征在于,所述第一振动膜和所述第二振动膜形成于同一平面。
5. 根据权利要求1或2所述的超声波换能器装置,其特征在于,
还包括第三超声波换能器元件,所述第三超声波换能器元件对应于设置于所述基板的第三开口而形成于所述基板;
所述第三超声波换能器元件具有:
第三振动膜,闭塞所述第三开口;以及
第三压电体层,在所述俯视观察中,以覆盖在所述第三开口的所述第一方向侧的第五缘部以及所述第二方向侧的第六缘部中的所述第六缘部的方式设置于所述第三振动膜上。
6. 根据权利要求5所述的超声波换能器装置,其特征在于,
所述第一超声波换能器元件以相对于基准方向向所述第一方向侧倾斜的方向的指向性接收超声波,
所述第三超声波换能器元件以相对于所述基准方向向所述第二方向侧倾斜的方向的指向性接收超声波。
7. 根据权利要求5或6所述的超声波换能器装置,其特征在于,
所述第一振动膜和所述第三振动膜形成于同一平面。
8. 根据权利要求1至7中任一项所述的超声波换能器装置,其特征在于,
所述第一压电体层在所述俯视观察中,所述开口上的面积比所述基板上的面积更大。
9. 一种超声波换能器装置,其特征在于,包括:

第一超声波换能器元件,具有与基准方向不同的第一指向方向的指向性,用于进行超声波的接收;以及

第二超声波换能器元件,具有作为所述基准方向的第二指向方向的指向性,用于进行超声波的发送或者发送及接收。

10. 根据权利要求 9 所述的超声波换能器装置,其特征在于,

还包括第三超声波换能器元件,所述第三超声波换能器元件具有与所述基准方向不同的第三指向方向的指向性,用于进行超声波的接收,

所述基准方向为所述第一指向方向和所述第三指向方向之间的方向。

11. 一种超声波测量装置,其特征在于,包括:

权利要求 1 至 10 中任一项所述的超声波换能器装置;以及

处理部,基于所述第一超声波换能器元件接收的第一接收信号而生成超声波图像。

12. 一种超声波测量装置,其特征在于,包括:

权利要求 2 至 4 中任一项所述的超声波换能器装置;以及

处理部,根据第一接收信息对第二接收信息进行校正处理,其中,所述第一接收信息为所述第一超声波换能器元件接收的第一接收信号或者从所述第一接收信号得到的第一接收数据,所述第二接收信息为所述第二超声波换能器元件接收的第二接收信号或者从所述第二接收信号得到的第二接收数据。

13. 一种超声波图像装置,其特征在于,包括:

权利要求 1 至 10 中任一项所述的超声波换能器装置;

处理部,基于所述第一超声波换能器元件接收的第一接收信号而生成超声波图像;以及

显示部,显示所述超声波图像。

超声波换能器装置、超声波测量装置及超声波图像装置

技术领域

[0001] 本发明有关超声波换能器装置、超声波测量装置以及超声波图像装置等。

背景技术

[0002] 在使用超声波的图像装置中,向被检体发送超声波束,接收由被检体反射的超声波回声,由该接收信号构成图像。例如,在线性扫描中,通过一束超声波束构成一根像素线(扫描线)。并且,通过移动超声波束的射出位置而扫描被检体,通过由此得到的多根像素线构成一个图像。

[0003] 理想情况下,超声波束为非常窄幅的波束的话,则回声仅从超声波束的真正的射出方向返回,因此,能够得到高方位分解度的图像。但是,由于超声波束实际上具有一定程度的扩散,因此,存在方位分解度下降的问题。并且,在超声波束中存在旁瓣的情况下,在图像中显示伪影(显示实际上不存在的虚像的现象),存在妨碍诊断的问题。

[0004] 例如,在专利文献1中,作为提高方位分解度的方法,使两个外侧阵列相对于中央阵列倾斜而配置,处理该三个阵列的接收信号的方法。但是,由于在该方法中以阵列单位改变倾斜,因此,在靠近阵列的区域难以期待方位分解度的提高。

[0005] 因此,本发明期待得到一种能够实现方位分解度的提高或者伪影的降低的超声波换能器装置、超声波测量装置以及超声波图像装置。

[0006] 现有技术文献

[0007] 专利文献

[0008] 专利文献1:日本特开2012-523920号公报

发明内容

[0009] 本发明的一个方式有关一种超声波换能器装置,包括:基板,设置有第一开口及第二开口;第一超声波换能器元件,对应于所述第一开口而形成于所述基板;第二超声波换能器元件,对应于所述第二开口而形成于所述基板;所述第一开口具有对应于扫描方向的第一方向侧的第一缘部及与所述第一方向相反的第二方向侧的第二缘部,所述第一超声波换能器元件,具有:第一振动膜,闭塞所述第一开口;第一压电体层,在从所述基板的厚度方向的俯视观察中,以覆盖所述第一开口的所述第一缘部的方式设置于所述第一振动膜上。

[0010] 根据本发明的一个方式,在从基板的厚度方向的俯视观察中,第一压电体层,以覆盖第一开口的第一缘部及第二缘部中的第一缘部的方式设置于第一振动膜上。通过使用这种超声波换能器元件,能够实现方位分解度的提高或者伪影的降低。

[0011] 在本发明的一个方式中,可以为如下:所述第二超声波换能器元件,具有:第二振动膜,闭塞所述第二开口;第二压电体层,在所述俯视观察中,与所述第二开口的所述第一方向侧的第三缘部以及所述第二方向侧的第四缘部的任一个均不重叠地设置于所述第二振动膜上。

[0012] 如此,在从基板的厚度方向的俯视观察中,通过与第三缘部及第四缘部的任一个

均不重叠地设置第二压电体层,能够设置与第一超声波换能器元件不同的指向性的超声波换能器元件。

[0013] 在本发明的一个方式中,可以为如下:所述第一超声波换能器元件,以相对于基准方向向所述第一方向侧倾斜的方向的指向性接收超声波,所述第二超声波换能器元件,以所述基准方向的指向性接收超声波。

[0014] 如此,通过第一、第二超声波换能器元件,以不同的指向性接收超声波,能够进行后述的校正处理,通过该校正处理,能够实现提高方位分解度或者降低伪影。

[0015] 在本发明的一个方式中,可以为如下:所述第一振动膜和所述第二振动膜,形成于同一平面。

[0016] 如此,仅需使第一、第二压电体层的形成位置相对于第一、第二开口错开,能够在同一平面的第一、第二振动膜上,形成指向性不同的第一、第二超声波换能器元件。由此,与例如倾斜元件形成面而使其具有指向性的情况相比,能够使超声波换能器装置的制造步骤简单化。

[0017] 在本发明的一个方式中,可以为如下:包括第三超声波换能器元件,所述第三超声波换能器元件,对应于设置于所述基板的第三开口而形成于所述基板;所述第三超声波换能器元件,具有:第三振动膜,闭塞所述第三开口;第三压电体层,在所述俯视观察中,在所述第三开口的所述第一方向侧的第五缘部以及所述第二方向侧的第六缘部中,以覆盖所述第六缘部的方式而设置于所述第三振动膜上。

[0018] 如此,在从基板的厚度方向的俯视观察中,通过以覆盖第五缘部及第六缘部中的第六缘部的方式设置第三压电体层,能够设置与第一、第二超声波换能器元件不同的指向性的超声波换能器元件。

[0019] 在本发明的一个方式中,可以为如下:所述第一超声波换能器元件,以相对于基准方向向所述第一方向侧倾斜的方向的指向性接收超声波,所述第三超声波换能器元件,以相对于基准方向向所述第二方向侧倾斜的方向的指向性接收超声波。

[0020] 如此,能够以相对于基准方向向第一方向以及第二方向倾斜的指向性接收超声波。由此,能够在基准方向的两侧进行后述的校正处理,能够在基准方向的两侧实现提高方位分解度或者降低伪影。

[0021] 在本发明的一个方式中,可以为如下:所述第一振动膜和所述第三振动膜,形成于同一平面。

[0022] 如此,仅需使第一、第三压电体层的形成位置相对于第一、第三开口错开,能够在同一平面的第一、第三振动膜上,形成指向性不同的第一、第三超声波换能器元件。由此,与例如倾斜元件形成面而使其具有指向性的情况相比,能够使超声波换能器装置的制造步骤简单化。

[0023] 在本发明的一个方式中,可以为如下:所述第一压电体层,在所述俯视观察中,所述开口上的面积比所述基板上的面积更大。

[0024] 在超声波换能器中,由于例如对应于超声波的频率而设定元件间距,因此,希望能够自由地设定元件间距。有关这点,在本发明的一个方式中,由于能够减小第一压电体层位于基板之上的面积,能够缩窄相邻的元件之间的间距,能够使元件具有指向性的同时实现希望的元件间距。

[0025] 本发明的其他方式有关一种超声波换能器装置,其特征在于,包括:第一超声波换能器元件,具有与基准方向不同的第一指向方向的指向性,进行超声波的接收,第二超声波换能器元件,具有作为所述基准方向的第二指向方向的指向性,进行超声波的发送或者发送及接收。

[0026] 此外,在本发明的其他方式中,可以为如下:包括第三超声波换能器元件,所述第三超声波换能器元件,具有与基准方向不同的第三指向方向的指向性,进行超声波的接收,所述基准方向为所述第一指向方向和所述第三指向方向之间的方向。

[0027] 当压电体层与缘部重叠时,应力容易作用于缘部的振动膜,在接收时,振动膜不会向发送时那样地大幅地振动,因此,作用于缘部的振动膜的应力也小。根据本发明的其他方式,通过压电体层与开口的缘部不重叠的第二超声波换能器元件发送超声波,压电体层与开口的缘部重叠的第一、第三超声波换能器元件进行超声波的接收。由此,能够抑制元件的损坏,同时得到不同指向性的信息。

[0028] 此外,本发明的其他方式有关一种超声波测量装置,包括:上述任一项所述的超声波换能器装置;处理部,基于所述第一超声波换能器元件接收的第一接收信号而生成超声波图像。

[0029] 此外,本发明的其他方式有关一种超声波测量装置,包括:上述任一项所述的超声波换能器装置;处理部,根据第一接收信息对第二接收信息进行校正处理,其中,所述第一接收信息为所述第一超声波换能器元件接收的第一接收信号或者从所述第一接收信号得到的第一接收数据,所述第二接收信息为所述第二超声波换能器元件接收的第二接收信号或者从所述第二接收信号得到的第二接收数据。

[0030] 此外,本发明的其他方式有关一种超声波图像装置,包括:上述任一项所述的超声波换能器装置;处理部,基于所述第一超声波换能器元件接收的第一接收信号而生成超声波图像;显示部,显示所述超声波图像。

附图说明

[0031] 图 1 为第一超声波换能器元件的构成例。

[0032] 图 2 为第二超声波换能器元件的构成例。

[0033] 图 3 为第三超声波换能器元件的构成例。

[0034] 图 4 的 (A) ~ 图 4 的 (C) 为接收指向性的测量条件的说明图。

[0035] 图 5 的 (A)、图 5 的 (B) 为接收指向性的测量结果。

[0036] 图 6 的 (A) ~ 图 6 的 (F) 为对于产生指向性的原理的说明图。

[0037] 图 7 的 (A)、图 7 的 (B) 为对于线性扫描的说明图。

[0038] 图 8 为本实施方式的比较例。

[0039] 图 9 为本实施方式的超声波测量装置及超声波图像装置的构成例。

[0040] 图 10 的 (A) 为第一方法中的校正处理的示例。图 10 的 (B) 为第一方法的变形例中的校正处理的示例。

[0041] 图 11 为第二方法中的校正处理的示例。

[0042] 图 12 为超声波换能器装置的构成例。

[0043] 图 13 为信道的构成例。

[0044] 图 14 的 (A)、图 14 的 (B) 为超声波图像装置的具体构成例。图 14 的 (C) 为超声波探测器的具体的构成例。

[0045] 符号说明

[0046] 10a ~ 10c 开口 ; 20SiO₂膜 ; 30ZrO_x膜 ; 40a ~ 40c 第一电极层 ; 50a ~ 50c 第二电极层 ; 60a ~ 60c 压电体层 ; 70a ~ 70c 振动膜 ; 100 超声波测量装置 ; 110 发送部 ; 120 接收部 ; 130 处理部 ; 200 超声波换能器装置 ; 210 超声波换能器元件阵列 ; 220 基板 ; 300 超声波探测器 ; 311 探测器基体 ; 312 探测器框体 ; 313 探测器头侧连接器 ; 315 探测器头 ; 320 探测器本体 ; 323 探测器本体侧连接器 ; 350 电缆 ; 400 超声波图像装置 ; 410 显示部 ; AS 臂部 ; BM1 ~ BM9 超声波束 ; CH1 ~ CH64 信道 ; D1 第一方向 ; D2 第二方向 ; DL 切片方向 ; DR2A ~ DR2C 第一 ~ 第三指向性 ; DS 扫描方向 ; EDA ~ EDF 第一 ~ 第六缘部 ; FT 边界 ; L1 ~ L9、L1A ~ L3C 像素线 ; LA1 ~ LA64、LB1 ~ LB64、LC1 ~ LC64 信号电极线 ; LB1i ~ LB3i 信号电极线 ; LMi, LY1 ~ LY8 共通电极线 ; RB1 ~ RB7 反射体 ; RD1A ~ RD1C、RD2A ~ RD2C 接收数据 ; RS1 ~ RS9、RS1A ~ RS1C、RS2A ~ RS2C 接收信号 ; UE11 ~ UE58 超声波换能器元件 ; V1 ~ V5 像素位置 ; XA1 ~ XA64、XB1 ~ XB64、XC1 ~ XC64 信号端子 ; XMi 共通端子 ; Z 深度方向 ; t₀ ~ t₅ 定时。

具体实施方式

[0047] 以下,对于本发明的优选实施方式进行详细说明。并且,以下说明的本实施方式并非不当地限定权利要求中记载的本发明的内容,本实施方式所说明的构成的全部作为本发明的解决方案并非一定是必须的。

[0048] 1. 超声波换能器元件

[0049] 为了解决上述的问题,在本实施方式中,使第一 ~ 第三超声波换能器元件具有不同的指向性。以下,对于该第一 ~ 第三超声波换能器元件的构成进行说明。

[0050] 图 1 示出本实施方式的第一超声波换能器元件的构成例。第一开口 10a 设置于超声波换能器装置的基板 220。第一超声波换能器元件,对应于第一开口 10a 而形成于基板 220。

[0051] 第一超声波换能器元件,包括闭塞第一开口 10a 的第一振动膜 70a 和设置于第一振动膜 70a 上的第一压电体层 60a。第一压电体层 60a,在从基板 220 的厚度方向 Z 的俯视观察中,以覆盖第一开口 10a 的第一缘部 EDA 及第二缘部 EDB 中的第一缘部 EDA 的方式而设置于第一振动膜 70a 上。第一缘部 EDA 为第一方向 D1 侧的缘部,第二缘部 EDB 为与第一方向 D1 相反的第二方向 D2 侧的缘部。第一方向 D1,为在基板 220 上对应于扫描方向 DS 的方向。

[0052] 在此,缘部为第一开口 10a 和基板 220 的边界。更具体而言,为基板 220 和第一振动膜 70a 相接的面中的第一开口 10a 和基板 220 的边界 FT。第一缘部 EDA 及第二缘部 EDB 为扫描方向 DS 和深度方向 Z 所成的平面的截面中的边界 FT。

[0053] 如此,使第一压电体层 60a 从第一开口 10a 的中央向第一方向 D1 侧错开而使第一压电体层 60a 置于第一开口 10a 的肩部 (边界 FT) 之上,而使其具有向该上置侧倾斜的第一指向性。此外,对于产生指向性的详细理由将于后述。

[0054] 作为本实施方式的比较例,可以考虑如上述专利文献 1 所述的通过以阵列单位改

变倾斜而改变指向性的方法。但是,由于位于阵列近前的被检体,仅在其附近的阵列观测,因此,存在方位分解度在阵列的近前不会提高的问题。

[0055] 有关该点,在本实施方式中,并非以阵列单位,而是能够以超声波换能器元件单位或超声波换能器元件列单位改变指向性。因此,即使为接近超声波换能器元件阵列的区域,也能够得到指向性不同的接收信号,提高方位分解度。

[0056] 图 2 示出本实施方式的第二超声波换能器元件的构成例。第二开口 10b 设置于基板 220。第二超声波换能器元件,对应于第二开口 10b 而形成于基板 220。

[0057] 第二超声波换能器元件,包括:闭塞第二开口 10b 的第二振动膜 70b 和设置于第二振动膜 70b 上的第二压电体层 60b。第二压电体层 60b,在从基板 220 的厚度方向 Z 的俯视观察中,与第二开口 10b 的第三缘部 EDC 及第四缘部 EDD 的任一个均不重叠地设置于第二振动膜 70b 上。即,在扫描方向 DS,第二压电体层 60b 的宽度比第二开口 10b 的宽度小。第三缘部 EDC 为第一方向 D1 侧的缘部,第四缘部 EDD 为第二方向 D2 侧的缘部。

[0058] 如此,通过在第二开口 10b 的中央设置第二压电体层 60b,并不使第二压电体层 60b 置于第二开口 10b 的肩部(边界 FT)之上,从而能够使其具有不向第三缘部 EDC 及第三缘部 EDC 任一侧倾斜的基准方向的第二指向性。此外,第二压电体层 60b 不一定设置于第二开口 10b 的中央,只要与第二开口 10b 的缘部不重叠即可。

[0059] 上述的第一超声波换能器元件,以相对于基准方向向第一方向 D1 侧倾斜的方向的第一指向性(图 10 的(A)的 DR2A)接收超声波。另一方面,第二超声波换能器元件,以基准方向的第二指向性(图 10 的(A)的 DR2B)接收超声波。

[0060] 在此,基准方向,为基板的厚度方向 Z,其为与扫描方向 DS 及切片方向 DL 正交(包括大致正交)的方向。即,所谓相对于基准方向向第一方向 D1 侧倾斜的第一指向性,是指从切片方向 DL 观察使基板 220 的厚度方向 Z 顺时针旋转的方向。

[0061] 此外,所谓指向性是指对应于超声波的入射方向而接收敏感度不同的性质。即,如图 5 的(A)、图 5 的(B)所示,在指向性不同的超声波换能器元件中,对于超声波的入射方向的接收敏感度的分布不同。例如,第一指向性对应于图 5 的(A),在正面方向的接收敏感度最大。另一方面,第二指向性对应于图 5 的(B),在正面偏右侧方向的接收敏感度最大。

[0062] 如上所述,通过指向性不同的超声波换能器元件接收超声波回声,使用该接收信号进行校正处理,能够实现提高方位分解度或者降低旁瓣导致的伪影。例如,通过图 10 的(A)所示的后述的第一校正方法,对于来自于存在于两个指向性之间的反射体 RB7 的回声(RS2B 的定时 t_4),能够基于该两个指向性的接收信号(RS2A 及 RS2B)而进行抑制。由此,由于能够抑制来自非超声波束 BM2 的正面的反射体 RB7 的回声,因此,能够生成方位分解度高或者伪影降低的超声波图像。

[0063] 图 3 示出本实施方式的第三超声波换能器元件的构成例。第三开口 10c 设置于基板 220。第三超声波换能器元件,对应于第三开口 10c 而形成于基板 220。

[0064] 第三超声波换能器元件,包括:闭塞第三开口 10c 的第三振动膜 70c 和设置于第三振动膜 70c 上的第三压电体层 60c。第三压电体层 60c,在从基板 220 的厚度方向 Z 的俯视观察中,以覆盖第三开口 10c 的第五缘部 EDE 及第六缘部 EDF 中的第六缘部 EDF 的方式设置于第三振动膜 70c 上。即,在扫描方向 DS,第三压电体层 60c 的宽度比第三开口 10c 的宽度小。第五缘部 EDE 为第一方向 D1 侧的缘部,第六缘部 EDF 为第二方向 D2 侧的缘部。

[0065] 如此,使第三压电体层 60c 从第三开口 10c 的中央向第二方向 D2 侧错开而使第三压电体层 60c 置于第三开口 10c 的肩部(边界 FT)之上,而使其具有向该上置侧倾斜的第三指向性。

[0066] 上述第三超声波换能器元件,以从基准方向(基板 220 的厚度方向 Z)向第二方向 D2 侧倾斜的方向的第三指向性接收超声波。

[0067] 在此,所谓相对于基准方向向第二方向 D2 侧倾斜的方向,是指从切片方向 DL 观察使基板 220 的厚度方向 Z 逆时针旋转的方向。旋转角度例如与第一指向性相同(包括大致相同)。

[0068] 如此,能够夹着基准方向以第一指向性和相反侧的第三指向性接收超声波回声。通过使用该接收信号进行校正处理,对于基准方向的两侧能够进行例如后述的图 10 的(A)中的校正处理,能够在基准方向的两侧实现提高方位分解度或者降低旁瓣导致的伪影。

[0069] 上述的第一~第三超声波换能器元件的第一~第三振动膜 70a~70c,形成于同一(包括大致同一)平面。同一平面,为基板 220 的平面,其为扫描方向 DS 和切片方向 DL 所成的平面。如后所述,第一~第三振动膜 70a~70c,例如由层叠于基板 220 上的共通的 SiO_2 膜 20 及 ZrO_x 膜 30 构成。该共通的振动膜中,各元件的形成区域中的振动膜为第一~第三振动膜 70a~70c。

[0070] 作为比较例,考虑例如通过使元件形成面倾斜而使其具有发送指向性或者接收指向性的方法。但是,为了形成多个指向方向,需要根据指向方向而改变元件形成面的倾斜度。将该方法应用于本实施方式的超声波换能器元件的话,则会形成多个不同倾斜度的振动膜,元件阵列的制造步骤变得复杂。

[0071] 有关该点,根据本实施方式,由于仅使第一~第三压电体层 60a~60c 的形成位置相对于第一~第三开口 10a~10c 错开,而能够改变指向性,因此,能够将指向性不同的超声波换能器元件形成于同一平面。由此,能够使元件阵列的制造步骤简单化。例如,在第一~第三压电体层 60a~60c 的形成步骤中,由于能够通过改变掩模而改变形成位置,因此,能够通过与单一指向性的元件阵列相同的步骤,制造指向性混合的元件阵列。

[0072] 下面,以图 1 的第一超声波换能器元件为例,对于第一~第三超声波换能器元件共通的构成进行说明。

[0073] 第一超声波换能器元件,包括:第一振动膜 70a(膜)、第一电极层 40a(下部电极层、第一电极)、第一压电体层 60a(压电体膜、压电元件部)、第二电极层 50a(上部电极层、第二电极)。

[0074] 第一超声波换能器元件,形成于深度方向 Z 侧的基板 220 上。深度方向 Z 为发送超声波的方向,其为垂直于基板 220 的平面的方向。基板 220 例如为 Si(硅)基板。

[0075] 第一开口 10a,通过从基板 220 的未形成有元件的里面侧通过反应离子蚀刻(RIE: Reactive Ion Etching)等的蚀刻而形成。超声波的共振频率由第一振动膜 70a(隔膜)的尺寸所决定,而该第一振动膜 70a 由于上述第一开口 10a 的形成而能够振动。

[0076] 第一振动膜 70a,以通过 SiO_2 膜 20 和 ZrO_x 膜 30 的双层构造闭塞第一开口 10a 的方式而设置。该第一振动膜 70a,支撑第一压电体层 60a 及第一电极层 40a、第二电极层 50a 的同时,随着第一压电体层 60a 的伸缩而振动,从而能够使超声波产生。

[0077] 第一电极层 40a,例如通过金属薄膜形成于第一振动膜 70a 的上层。金属薄膜为层

叠例如铂 (Pt) 或铱 (Ir) 等的金属而成的薄膜。可以将第一电极层 40a 向元件形成区域的外侧延长形成, 形成信号电极线等的配线。

[0078] 第一压电体层 60a, 例如由 PZT (锆钛酸铅) 薄膜形成, 以覆盖第一电极层 40a 的至少一部分的方式而设置。此外, 第一压电体层 60a 的材料, 不限于 PZT, 例如可以使用钛酸铅 (PbTiO_3)、锆酸铅 (PbZrO_3)、钛酸镧铅 ($(\text{Pb}, \text{La})\text{TiO}_3$) 等。

[0079] 通过将电压施加于第一电极层 40a 和第二电极层 50a 之间, 第一压电体层 60a 在面内方向收缩。超声波换能器元件, 采用将薄的压电元件 (第一压电体层 60a) 和金属板 (第一振动膜 70a) 贴合的单晶物 (单层压电片) 构造, 当第一压电体层 60a 在面内收缩时, 贴合的第一振动膜 70a 的尺寸保持不变, 因此, 产生翘曲。通过向第一压电体层 60a 施加交流电压, 第一振动膜 70a 相对于膜厚方向振动, 通过该第一振动膜 70a 的振动而放射超声波。

[0080] 第二电极层 50a, 例如通过金属薄膜形成, 以覆盖第一压电体层 60a 的至少一部分的方式而设置。金属薄膜为例如使用铱 (Ir) 等的金属的薄膜。可以将第二电极层 50a 向元件形成区域的外侧延长形成, 形成共通电极线等的配线。

[0081] 如上所述, 通过第一压电体层 60a 构成超声波换能器元件, 与体型超声波换能器元件相比, 能够使元件小型化。由此, 由于能够缩窄元件间距, 因此能够抑制栅瓣的产生。并且, 由于与体型超声波换能器元件相比, 能够以较小的电压振幅进行驱动, 因此, 能够通过低耐压的电路元件构成驱动电路。

[0082] 如图 1 所示, 第一压电体层 60a 与第一开口 10a 重叠的部分的宽度 W_1 , 大于第一压电体层 60a 与基板 220 重叠的部分的宽度 W_2 。宽度 W_1 为第二方向 D2 上的从第一缘部 EDA 至第一压电体层 60a 的端部的距离, 宽度 W_2 为第一方向 D1 上的从第一缘部 EDA 至第一压电体层 60a 的端部的距离。在从基板 220 的厚度方向 Z 观察的俯视观察中, 第一开口 10a 上的第一压电体层 60a 的面积大于基板 220 上的第一压电体层 60a 的面积。

[0083] 超声波换能器元件, 由于对应于超声波的频率而设定元件间距, 并且元件间距与栅瓣等的性能相关, 因此, 优选能够自由地设定元件间距。有关该点, 在本实施方式中, 与向基板 220 的上置宽度 W_2 大的情况相比, 能够缩窄与相邻的元件之间的间距, 使元件具有指向性的同时能够实现希望的元件间距。

[0084] 2. 超声波换能器元件的接收指向性

[0085] 下面, 对于测量上述的超声波换能器元件的接收指向性的结果进行说明。

[0086] 图 4 的 (A)、图 4 的 (B) 示出测量条件的说明图。如图 4 的 (A) 所示, 从上方观察水槽时, 超声波换能器装置 200 设置于水槽壁。将超声波的发生源 UWS 设置于深度方向 Z 侧, 向超声波换能器装置 200 照射超声波。以深度方向 Z 为 0 度, 超声波的入射角度为 +10 度 ~ -10 度。接收通过一系列 (一个) 超声波换能器元件进行。

[0087] 如图 4 的 (B) 所示, 将开口的宽度 WC 与重叠于开口的压电体层的宽度 WP 之比定义为 $\text{PCR} = \text{WP}/\text{WC}$ 。宽度 WC、WP, 为从基板的厚度方向 Z 观察时的扫描方向 DS 上的开口和压电体层的宽度。

[0088] 图 5 的 (A) 示出未将压电体层重叠于基板的超声波换能器元件 (图 2) 的接收指向性的测量结果。纵轴为通过最大值而标准化的接收电压。于是可知, 接收电压以入射角度 0 度为最大, 以入射角度 0 度为中心大致对称地分布, 在基板的厚度方向 Z 具有指向性。

[0089] 图 5 的 (B) 示出将压电体层重叠于基板的超声波换能器元件 (图 1) 的接收指向性的测量结果。接收电压以入射角度 +5 度为最大值而分布,可知具有从基板的厚度方向 Z 向扫描方向 DS 侧倾斜的方向的指向性。即便 PCR 改变,对于指向性也几乎没有影响,一定要谈及影响的话,则 PCR 大的情况 (PCR = 60%) 下,指向性的峰值更为尖锐,指向性更强。

[0090] 下面,使用图 6 的 (A) ~ 图 6 的 (F),对于指向性产生的原理进行说明。此外,在此,将深度方向 Z 的相反方向称为“垂直方向”,将扫描方向 DS 称为“水平方向”。

[0091] 如图 6 的 (A) 所示,当超声波入射至元件时,振动膜 70 挠曲,压电体层 60 被向横向拉伸。并且,该压电体层 60 的变形 SP 通过压电效果而被转换为接收电压。这是基本的接收的原理。

[0092] 超声波从斜方向 DI 入射至压电体层 60 未上置于基板 220 的元件。这种情况下,力 F 以方向 DI 施加于振动膜 70。当入射角度为 θ 时,能够将力 F 分解为水平方向的力 $F_x = F \sin \theta$ 和垂直方向的力 $F_y = F \cos \theta$ 。当振动膜 70 由于该力 F 而挠曲时,与压电体层 60 上置的部分相比,压电体层 60 未上置的臂部 AS 更易于伸展。因此,水平方向的力 F_x 由于两侧的臂部 AS 的伸展而被抵消,在压电体层 60 上不产生力 F_x 导致的变形,仅垂直方向的力 F_y 被转换为接收电压。力 $F_y = F \cos \theta$,在 $\theta = 0$ 度时为最大,越具有角度则变得越小,因此,在垂直方向具有指向性。

[0093] 如图 6 的 (B) 所示,超声波从斜方向 DI 入射至压电体层 60 上置于基板 220 的元件。这种情况下,由于臂部 AS 仅存在于压电体层 60 的单侧,因此,水平方向的力 F_x 不被抵消,表现出接收电压相对于入射角度 θ 的依存性。

[0094] 具体而言,由于压电体层 60 未上置的振动膜 70 的臂部 AS 充分地柔软、弯曲被抵消,因此,可以如图 6 的 (C) 所示地示意性地表示振动膜 70。可以考虑振幅 Au 的超声波以入射角度 θ 均匀地入射至该振动膜 70 的整体的状态。

[0095] 如图 6 的 (B) 所示,将由于振动膜 70 的振动而施加至压电体层 60 的端部的点 PA 的力设为矢量 VA。矢量 VA 的方向,与弯曲的压电体层 60 的端部的切线的方向相等。在压电体层 60 的内部产生的变形 SP,为与矢量 VA 正交的垂直方向 (图 6 的 (D)) 的变形,和在矢量 VA 的方向上与矢量 VA 的大小成正比的变形。

[0096] 当将矢量 VA 的方向和垂线所成的角度设为 α 时,则在压电体层 60 的垂直方向产生的应力 σ_{PZT} 近似地为下式 (1)。

$$[0097] \quad \sigma_{PZT} = Au \cdot \sin(90^\circ - \alpha + \theta) \quad (1)$$

[0098] 此外,施加于臂部 AS 的矢量 VA 的方向的应力 σ_{arm} 近似地为下式 (2)。

$$[0099] \quad \sigma_{arm} = Au \cdot \cos(90^\circ - \alpha + \theta) \quad (2)$$

[0100] 产生于压电体层 60 的电荷 C_{PZT} 为下式 (3)。 g_{31} 为对于由于应力 σ_{PZT} 而在压电体层 60 的垂直方向产生的变形的压电常数。 g_{33} 为对于由于施加于臂部 AS 的应力 σ_{arm} 而在压电体层 60 的矢量 VA 的方向产生的变形的压电常数。

$$[0101] \quad C_{PZT} = g_{31} \cdot \sigma_{PZT} \cdot WP + g_{33} \cdot \sigma_{arm} \cdot WC$$

$$[0102] \quad = g_{31} \cdot WP \cdot Au \cdot \sin(90^\circ - \alpha + \theta) +$$

$$[0103] \quad g_{33} \cdot WC \cdot Au \cdot \cos(90^\circ - \alpha + \theta) \quad (3)$$

[0104] 如图 6 的 (E) 所示,以上式 (3) 表示敏感度特性时,入射角度 θ 为负的情况下,感度为极大值。即,如图 6 的 (F) 所示,当超声波从压电体层 60 重叠于基板 220 侧入射时,存

在敏感度的峰值,具有与压电体层 60 不重叠于基板 220 的情况不同的接收指向性。

[0105] 3. 线性扫描

[0106] 下面,对于使用由上述第一~第三超声波换能器元件得到的接收信号进行校正处理的基本方法进行说明。首先,使用图 7 的 (A)、图 7 的 (B) 示出的示意性说明图,对于线性扫描进行说明。

[0107] 图 7 的 (A) 为从切片方向 DL 侧观察超声波换能器元件阵列 210 的图。在扫描方向 DS 上配列有信道 CH1 ~ CH13。以通过 8 信道发送一束超声波束的情况为例来进行说明,首先,信道 CH1 ~ CH8 发送超声波束 BM1。信道 CH1 ~ CH8 接收其反射波,通过其接收信号生成 B 模式图像的像素线 L1(扫描线)。以信道 CH2 ~ CH9、信道 CH3 ~ CH10、……的方式重复上述操作,生成 B 模式图像的像素线 L2、L3、……。由于分别错开 1 个信道来扫描,因此,1 条像素线对应于 1 个信道的宽度。

[0108] 图 7 的 (B) 中示出存在反射体的情况下的接收信号和 B 模式图像的示例。接收信号 RS1 ~ RS9 通过超声波束 BM1 ~ BM9 而得到。在图 7 的 (B) 中,将各接收信号中的回声的接收开始设为定时 t_0 ,显示接收信号的时间变化。反射体 RB1 ~ RB4,为被检体中的周围和声阻抗不同、反射超声波的部分。来自该反射体 RB1 ~ RB4 的回声,作为接收信号 RS1 ~ RS9 的振幅而呈现。将从超声波换能器元件阵列 210 至反射体 RB1 ~ RB4 的距离通过 D1 ~ D5 ($D1 < D2 < D3 < D4 < D5$) 来表示时,则来自距离 D1 ~ D5 的回声,在接收信号的定时 $t_1 \sim t_5$ ($t_0 < t_1 < t_2 < t_3 < t_4 < t_5$) 呈现。

[0109] B 模式图像通过将接收信号 RS1 ~ RS9 的振幅转换为像素线 L1 ~ L9 的辉度值而得到。具体而言,将纸面横方向的像素位置设为 V1 ~ V5 的情况下,将接收信号的定时 $t_1 \sim t_5$ 的振幅分别转换为像素在像素位置 V1 ~ V5 的辉度值。也就是说,像素位置 V1 ~ V5,对应于与超声波换能器元件阵列 210 的距离 D1 ~ D5。如此,通过线性扫描得到对应于反射体 RB1 ~ RB4 的位置的 B 模式图像。

[0110] 图 8 示出本实施方式的比较例。如图 8 所示,假设小的反射体 RB5 ~ RB7 分别在超声波束 BM1 ~ BM3 的照射范围内。理想情况下,发送超声波束 BM1 ~ BM3 时,应该仅接收分别来自反射体 RB5 ~ RB7 的回声。

[0111] 但是,实际上超声波束在扫描方向 DS 上具有宽度,该宽度大于信道的间距时,相邻的超声波束会发生重叠。由于反射体 RB5、RB7 位于超声波束重叠的区域,因此,不仅对于超声波束 BM1、BM3,对于超声波束 BM2 也观测到回声,A1 或 A2 所示的信号也混入接收信号 RS2 中。该回声作为像而呈现于像素线 L2 的 A3 或 A4 所示的像素中。理想情况下,希望反射体 RB5、RB7 的像呈现于 A5、A6 所示的像素中,但由于波束的宽度,像横跨了两条像素线。这表现在扫描方向 DS 看上去存在大于实际的反射体的反射体。如此,存在由于波束的扩展而作为图像的方位分解度下降的问题。

[0112] 4. 校正处理的基本方法

[0113] 对于能够解决上述课题的本实施方式的超声波测量装置 100 所进行的校正处理进行说明。详细的构成或动作将于后述,这里说明基本方法。

[0114] 如图 9 所示,超声波测量装置 100 包括超声波换能器装置 200 和处理部 130。

[0115] 超声波换能器装置 200 具有:以第一指向性接收超声波的第一超声波换能器元件和以第二指向性接收超声波的第二超声波换能器元件。

[0116] 处理部 130 通过第一接收信息对于第一接收信号进行校正处理。第一接收信息为第一超声波换能器元件接收的第一接收信号或者从第一接收信号得到的第一接收数据。第二接收信息为第二超声波换能器元件接收的第二接收信号或者从第二接收信号得到的第二接收数据。

[0117] 第一接收信息和第二接收信息,为在线性扫描中通过 1 次的超声波束的发送而得到的接收信息。如图 10 的 (A) 所示,超声波束的发送,通过单一指向性(例如,仅正面)的超声波换能器元件进行(超声波束 BM2)。回声的接收,使指向性不同的超声波换能器元件混合而进行(指向性 DR2A ~ DR2C),取得指向性不同的第一接收信息和第二接收信息。

[0118] 例如在图 10 的 (A) 所示的后述的第一校正方法中,通过第一接收信号 RS2A 对于第二接收信号 RS2B 进行校正处理,从而得到抑制了由于波束的扩展而产生的不需要的回声的接收信号 RS2,方位分解度提高。并且,如后述的图 10 的 (B) 所示,也可以将作为模拟信号的第一接收信号 RS2A 及第二接收信号 RS2B 转换为数字信号,通过该第一接收数据 RD2A 对于第二接收数据 RD2B 进行校正处理。或者,在后述的图 11 所示的第二校正处理中,在使用第一接收数据 RD2A 和第二接收数据 RD2B 生成超声波图像时进行校正处理,从而得到抑制了不需要的回声的超声波图像(像素线 L2A ~ L2C),方位分解度提高。

[0119] 此外,这些方法能够降低旁瓣导致的伪影。旁瓣是在与主波束不同的方向上产生峰值声压的现象,由于来自该旁瓣的方向的回声,在 B 模式图像上产生伪影。上述的方法能够降低来自波束正面以外的方向的回声的影响,具有降低伪影的效果。

[0120] 更具体而言,在图 10 的 (A) 的第一校正方法中,处理部 130,当检测出第一接收信号 RS2A 及第二接收信号 RS2B 的情况下,进行使该检测量时的第二接收信号 RS2B 的振幅衰减的处理。

[0121] 回声存在于第一接收信号 RS2A 和第二接收信号 RS2B 的双方,是指反射该回声的反射体 RB7,存在于第一指向性 DR2A 的方向侧,而非超声波束 BM2 的正面。通过使这种回声衰减,能够仅保留波束正面的回声(定时 t_2 的接收信号 RS2B)。如此,使用第一超声波换能器元件和第二超声波换能器元件的指向性的不同,能够直接地抑制第二接收信号 RS2B 中含有的不需要的回声。

[0122] 在图 11 的第二校正处理中,处理部 130 基于第一接收信息及第二接收信息进行超声波图像的校正处理。也就是说,第一接收信号 RS2A 及第二接收信号 RS2B,基于分别将上述信号数据化的第一接收数据 RD2A 及第二接收数据 RD2B,生成 B 模式图像的像素线 L2A、L2B。此时,校正上述像素线 L2A、L2B 的像素值。

[0123] 在图 11 的示例中,E1 所示的像素的辉度值减少。由此,E2、E3 所示的反射体 RB7 的像,存在于像素线 L2A 的纸面下侧,与图 8 的比较例(A3、A6)相比,成为反映了反射体 RB7 的实际的位置的像。如此,使用第一超声波换能器元件和第二超声波换能器元件的指向性的不同,能够生成提高了方位分解度的 B 模式图像。

[0124] 图 9 的超声波换能器装置 200,进一步包括以第三指向性接收超声波的第三超声波换能器元件。处理部 130,通过第一接收信息及第三接收信息,对第二接收信息进行校正处理。第三接收信息,为第三超声波换能器元件接收的第三接收信号或者从第三接收信号得到的第三接收数据。

[0125] 如图 10 的 (A) 所示,波束的射出方向为第二指向性 DR2B 的方向(基准方向),其

为在第一指向性 DR2A 和第三指向性 DR2C 之间存在的第二指向性 DR2B 的方向。通过具有这种指向性的第一接收信息及第三接收信息,对第二接收信息进行校正处理,从而能够抑制从相对于波束的射出方向而存在于两侧的反射体 RB5、RB7 发出的回声,能够进一步提高方位分解度。此外,对于旁瓣导致的伪影,对于主波束的两侧的旁瓣,也能够降低伪影。

[0126] 5. 超声波测量装置、超声波图像装置

[0127] 下面,对于本实施方式的详细情况进行说明。图 9 示出本实施方式的超声波测量装置 100 及超声波图像装置 400 的构成例。超声波测量装置 100,包括:超声波换能器装置 200、发送部 110、接收部 120、处理部 130。并且,超声波图像装置 400,包括:超声波测量装置 100、显示部 410。

[0128] 超声波换能器装置 200 具有超声波换能器元件。超声波换能器元件,将作为电信号的发送信号转换为超声波,此外,将来自被检体(对象物)的超声波回声转换为电信号。超声波换能器元件,既可以例如为薄膜压电型超声波换能器元件,或者可以为电容式微型制造超声换能器元件(CMUT:Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducer)。

[0129] 发送部 110 进行超声波束的发送处理。具体而言,发送部 110 基于处理部 130 的控制而向超声波换能器装置 200 输出作为电信号的发送信号(驱动信号),超声波换能器装置 200 将作为电信号的发送信号转换为超声波,发送超声波。

[0130] 接收部 120 进行超声波回声的接收处理。超声波回声由超声波束被被检体反射而得到。具体而言,超声波换能器装置 200 将来自对象物的超声波回声转换为电信号,向接收部 120 输出。接收部 120,对于作为来自超声波换能器装置 200 的电信号的接收信号(模拟信号),进行放大、检测、A/D 转换、相位调整等的接收处理,将作为接收处理后的信号的接收数据(数字信号)输出至处理部 130。或者,接收部 120,也可以不进行 A/D 转换,而将接收处理后的接收信号(模拟信号)输出至处理部 130。

[0131] 处理部 130,进行发送部 110 及接收部 120 的控制处理、基于来自接收部 120 的接收信号或者接收数据而生成超声波图像的处理。具体而言,当由接收部 120 输入接收数据时,对于该接收数据进行校正处理,从该校正处理后的接收数据生成超声波图像。或者,当从接收部 120 输入接收信号时,对该接收信号进行校正处理,对于该校正处理后的接收信号进行 A/D 转换,将该数字信号转换为超声波图像。

[0132] 处理部 130,例如可以由专用的数字信号处理器(DSP)构成,也可以由通用的微处理器(MPU)构成。或者,使个人电脑(PC)执行处理部 130 所执行的处理的一部分或全部。处理部 130 也进行模拟信号处理的情况下,可以进一步含有进行信号的放大或 A/D 转换的集成电路装置。

[0133] 显示部 410 例如为液晶显示器等的显示装置,显示由处理部 130 生成的超声波图像(例如,B 模式图像)。

[0134] 6. 第一校正方法

[0135] 下面,对于处理部 130 进行的校正处理的第一方法进行说明。图 10 的(A)示出发送超声波束 BM2 的情况的校正处理的示例。

[0136] 第一~第三指向性 DR2A~DR2C,示意性地示出回声接收中的第一~第三超声波换能器元件的指向性。将在各指向性中接收敏感度最大的方向,称为该指向性的方向(或者指向方向)。

[0137] 超声波束 BM2, 向与第二指向性 DR2B 相同的深度方向 Z 发送。超声波束 BM2 的正面存在反射体 RB6, 反射体 RB5、RB7 从正面离开。由于反射体 RB7 存在于第一指向性 DR2A 及第二指向性 DR2B 的范围内, 因此, 第一接收信号 RS2A 及第二接收信号 RS2B 在定时 t_4 振幅变大。当通过双方的接收信号检测到振幅变大时, 在该定时 t_4 使第二接收信号 RS2B 的振幅衰减。

[0138] 振幅的检测及衰减, 例如通过如下进行。首先, 对于第一接收信号 RS2A 和第二接收信号 RS2B 进行检测处理等, 取出表示振幅的信号, 通过参考电压 (阈值电压) 和比较器比较该信号。在第一接收信号 RS2A 和第二接收信号 RS2B 的双方的比较结果活跃期间, 通过放大电路 (增益 < 1) 减小第二接收信号 RS2B 的振幅。

[0139] 对于第三指向性 DR2C 进行同样的处理。也就是说, 由于反射体 RB5 存在于第二指向性 DR2B 及第三指向性 DR2C 的范围内, 因此, 第二接收信号 RS2B 及第三接收信号 RS2C 在定时 t_5 振幅变大。当通过双方的接收信号检测到振幅变大时, 在该定时 t_5 使第二接收信号 RS2B 的振幅衰减。

[0140] 如上所述, 将使振幅衰减的第二接收信号 RS2B, 作为对应于超声波束 BM2 的接收信号 RS2, 将该接收信号 RS2 转换为 B 模式图像的像素线 L2。例如, 接收信号 RS2 的振幅越大则越增大像素的辉度值。在图 10 的 (A) 中, 以反白表示高辉度的像素, 以阴影表示低辉度的像素。

[0141] 在像素线 L2 中, 由于在 C1 和 C2 所示的像素中抑制了反射体 RB5、RB7 的像, 因此, B 模式图像成为正确地反映了反射体 RB5 ~ RB7 的实际的配置的图像。在图 8 的比较例中, 假设反射体 RB5、RB7 存在于同一距离 (例如 D4) 时, 在 B 模式图像中像不会分离, 但通过进行图 10 的 (A) 的校正处理, 能够分离反射体 RB5、RB7 的像。也就是说, 如图 8 所示, 原本方位分解度由于超声波束 BM2 的宽度而受到限制, 但通过进行图 10 的 (A) 的校正处理, 能够得到仿佛发送了比超声波束 BM2 的宽度窄的宽度的波束似的方位分解度。

[0142] 如以上所说明的, 第二超声波换能器元件进行超声波的发送, 第一 ~ 第三超声波换能器元件进行超声波的接收。也就是说, 发送以第一、第三指向方向之间的第二指向方向 (基准方向) 的指向性 DR2B 进行, 发送以第一 ~ 第三指向方向的指向性 DR2A ~ DR2C 进行。

[0143] 作为本实施方式的比较例, 考虑例如以多个不同的指向性发送超声波, 使用其接收信号得到各指向方向的信息的方法。但是, 当希望通过本实施方式的超声波换能器元件实现该方法时, 需要通过如图 1 所示压电体层 60a 上置于基板 220 的元件来进行发送。由于发送时压电体层 60a 大幅地伸缩, 大的应力作用于振动膜 70a 的开口 10a 和基板 220 的边界 FT 部分, 振动膜 70a 有可能破损。

[0144] 有关这一点, 根据本实施方式, 将压电体层 60a 上置于基板 220 的元件专用于接收。接收时, 振动膜 70a 并不会像发送时那样大幅地振动, 因此, 作用于边界 FT 部分的应力也小。由此, 无需破坏元件而能够得到不同指向性的信息, 使用该信息而能够进行校正处理。

[0145] 7. 第一校正方法的变形例

[0146] 此外, 也可以如图 10 的 (B) 所示, 第一 ~ 第三接收信号 RS2A ~ RS2C 转换为数字数据之后, 进行与上述相同的校正处理。

[0147] 具体而言, 处理部 130, 将第一 ~ 第三接收信号 RS2A ~ RS2C 的振幅转换为辉度值,

将该辉度值的数据作为第一～第三接收数据 RD2A～RD2C 而生成。例如,与 B 模式图像同样地,分别将定时 $t_1 \sim t_5$ 的振幅转换为像素位置 V1～V5 的辉度值。并且,处理部 130,当检测到第一接收数据 RD2A 及第二接收数据 RD2B 时,进行减少该检测的数据位置的第三接收数据 RD2C 的辉度值的处理。并且,处理部 130,当检测到第二接收数据 RD2B 及第三接收数据 RD2C 时,进行减少该检测的数据位置的第三接收数据 RD2C 的辉度值的处理。将进行了如上的减少处理的第三接收数据 RD2C 作为 B 模式图像的像素线 L2 的数据。

[0148] 接收数据的检测及辉度值的减少处理,例如通过以下进行。也就是说,将第一～第三接收数据 RD2A～RD2C 的各像素的辉度值与参考值(阈值)比较。第一接收数据 RD2A 及第二接收数据 RD2B 的双方,或者第二接收数据 RD2B 及第三接收数据 RD2C 的双方,其辉度值都超过参考值的情况下,在其像素位置(V4 或者 V5)使第二接收数据 RD2B 的辉度值减少。

[0149] 通过以上的变形例,与补正模拟信号的情况同样地,能够使方位分解度提高。此外,由于通过数字信号处理进行校正处理,因此,能够使处理简单化。处理部 130 由于不需要放大电路或 A/D 转换电路等的处理模拟信号的电路,因此,可以仅通过进行数字信号处理的电路构成,因此,可以使电路结构简单化。

[0150] 8. 第二校正方法

[0151] 下面,对于处理部 130 进行的校正处理的第二方法进行说明。图 11 示出发送超声波束 BM1、BM2 时的校正处理的示例。反射体的配置与图 10 的 (A) 相同。

[0152] 在图 12 中,如后所述,超声波换能器装置 200 作为第 1～第 n 单元而包括例如第 1～第 64 单元(信道 CH1～CH64)。各单元,包括:第一超声波换能器元件(图 13 的 UE11～UE18)和第二超声波换能器元件(图 13 的 UE21～UE48)和第三超声波换能器元件(图 13 的 UE51～UE58)。

[0153] 如图 7 的 (A) 所说明的,在线性扫描中,通过作为第 1～第 k 的信道例如第 1～第 8 信道 CH1～CH8 进行第一发送接收,通过作为第 2～第 k+1 的信道例如第 2～第 9 信道 CH2～CH9 进行第二发送接收。对应于第一发送接收而得到第一像素线 L1,对应于第二发送接收而得到第二像素线 L2。

[0154] 在第二方法中,处理部 130,在第一像素线 L1A(L1) 和第二像素线 L2A(L2) 之间生成处理中间像素线 L1B。中间像素线 L1B,基于通过第一发送接收而得到的第一～第三接收数据 RD2A～RD2C 而生成。

[0155] 如上在像素线之间进一步插入像素线,相当于假想地增加超声波换能器元件阵列 210 的扫描方向 DS 上的信道数量(缩窄信道间距)。由此,能够以更窄的间距将被检体图像化。

[0156] 具体而言,处理部 130 将第一～第三接收信号 RS1A～RS1C 的振幅转换为辉度值,生成第一～第三接收数据 RD1A～RD1C。当检测到第一接收数据 RD1A 及第二接收数据 RD1B 时,处理部 130 进行减少第二接收数据 RD1B 的辉度值的处理。并且,进行维持或者增加第一接收数据 RD1A 的辉度值的处理。

[0157] 在图 11 的示例中,对应于反射体 RB5,第一接收信号 RS1A 和第二接收信号 RS1B 的双方的振幅在定时 t_5 最大,第一接收数据 RD1A 和第二接收数据 RD1B 的双方的辉度值在像素位置 V5 高。处理部 130,对其检测,使第二接收数据 RD1B 的像素位置 V5 的辉度值减少,

将该第二接收数据 RD1B 作为第一像素线 L1A。并且,维持或者增加第一接收数据 RD1A 的像素位置 V5 的辉度值,将该第一接收数据 RD1A 作为中间像素线 L1B。此外,辉度值的检测等,通过与第一校正方法同样的方法实现。

[0158] 如此,在 B 模式图像中,示于 E4 的像素的辉度被抑制,示于 E5 的像素的辉度被维持或者增加。

[0159] 处理部 130,在第一像素线 L1A 和第二像素线 L2A 之间生成处理中间像素线 L2C。中间像素线 L2C,基于通过第二发送接收而得到的第一~第三接收数据 RD2A ~ RD2C 而生成。

[0160] 具体而言,处理部 130,当检测到第一接收数据 RD2A 及第三接收数据 RD2C 时,进行减少第二接收数据 RD2B 的辉度值的处理,生成第二像素线 L2A。并且,进行维持或者增加第三接收数据 RD2C 的辉度值的处理,生成中间像素线 L2C。

[0161] 由于第二接收数据 RD2B 和第三接收数据 RD2C 在像素位置 V5 的辉度值高,因此,在 B 模式图像中,E6 所示的像素的辉度被抑制,E7 所示的像素的辉度被维持或者增加。

[0162] 将图 8 的比较例应用于图 11 时,反射体 RB5 的像,在 B 模式图像的像素位置 V5 呈现于像素线 L1C ~ L2A。即,由于超声波束的宽度,像在扫描方向扩展(变得模糊)。有关这点,在使用第二校正方法的情况下,反射体 RB5 的像呈现于像素线 L1A、L2C,因此,扫描方向的像的宽度与比较例相比变窄。也就是说,超声波束的扩展的影响被降低,方位分解度提高。

[0163] 此外,上述的第一校正方法和第二校正方法,既可以单独使用,也可以组合使用。组合使用的情况下,例如在深度方向 Z 上靠近超声波换能器元件阵列 210 的区域使用第一校正方法,在远离的区域使用第二校正方法而生成超声波图像。

[0164] 第一校正方法,由于直接地抑制来自非波束正面的反射体的回声,因此,降低旁瓣导致的伪影的效果高。旁瓣由于与主波束相比,其到达距离短,因此,通过在靠近超声波换能器元件阵列 210 的区域使用第一校正方法,能够有效地降低伪影。此外,由于超声波束超过焦点后会有宽度扩展的倾向,因此,通过在远离超声波换能器元件阵列 210 的区域使用第二校正方法,能够有效地提高方位分解度。

[0165] 9. 超声波换能器装置

[0166] 图 12 示出上述的校正方法中使用的超声波换能器装置 200 的构成例。

[0167] 此外,以下以 64 信道的情况为例来说明,超声波换能器装置 200 也可以包括 $n = 64$ 以外的第 1 ~ 第 n 信道。此外,以下以将信号端子配置于超声波换能器装置 200 的一方的端部的情况为例进行说明,也可以将信号端子配置于超声波换能器装置 200 的两侧的端部而从两侧进行信号的输入输出。

[0168] 超声波换能器装置 200,包括:基板 220、形成于基板 220 的超声波换能器元件阵列 210、形成于基板 220 的信号端子 XA1 ~ XA64、XB1 ~ XB64、XC1 ~ XC64、形成于基板 220 的信号电极线 LA1 ~ LA64、LB1 ~ LB64、LC1 ~ LC64。

[0169] 信号端子 XAi、XB_i、XC_i (i 为 $1 \leq i \leq n = 64$ 的自然数),配置于切片方向 DL 中的超声波换能器元件阵列 210 的一方的端部。信号端子 XAi、XB_i、XC_i,分别连接于信号电极线 XAi、XB_i、XC_i 的一端。例如,基板 220 为以扫描方向 DS 为长边方向的矩形,沿该矩形的一长边而配置有信号端子 XAi、XB_i、XC_i。

[0170] 在此,切片方向 DL 及扫描方向 DS,表示从厚度方向(深度方向 Z)观察基板 220 的平面中的方向。扫描方向 DS,例如在线性扫描或扇形扫描等的扫描动作中,对应于扫描超声波束的方向。切片方向 DL 为与扫描方向 DS 交叉(例如正交)的方向,例如在通过扫描超声波束而得到断层图像的情况下,对应于与该断层正交的方向。

[0171] 超声波换能器元件阵列 210,包括沿扫描方向 DS 而配置的信道 CH1 ~ CH64。各信道 CHi,通过与信号电极线 XAi、XBi、XCi 的任一个电气连接的多个超声波换能器元件构成。

[0172] 10. 信道

[0173] 图 13 示出信道 CHi 的详细的构成例。信道 CHi,包括以沿切片方向 DL 具有 8 行以及沿扫描方向 DS 具有 5 列的矩阵状配置的超声波换能器元件 UE11 ~ UE58。

[0174] 第 1 列的超声波换能器元件 UE11 ~ UE18,具有第一指向性。此外,第 2 ~ 第 4 列的超声波换能器元件 UE21 ~ UE48,具有第二指向性。第 5 列的超声波换能器元件 UE51 ~ UE58,具有第三指向性。此外,指向性的配置不限于此,例如第 1 列的超声波换能器元件 UE11 ~ UE18,具有第三指向性,第 5 列的超声波换能器元件 UE51 ~ UE58,具有第一指向性。

[0175] 第 1 列 ~ 第 5 列的超声波换能器元件的一方的电极(例如,图 1 ~ 图 3 的第一电极层 40a ~ 40c),分别连接于信号电极线 LAi、LB1i、LB2i、LB3i、LCi。信号电极线 LB1i、LB2i、LB3i,沿切片方向 DL 配线,连接于信号电极线 LBi。

[0176] 第 1 行 ~ 第 8 行的超声波换能器元件的另一方的电极(例如,图 1 ~ 图 3 的第二电极层 50),分别连接于共通电极 LY1 ~ LY8。共通电极 LY1 ~ LY8,沿扫描方向 DS 配线,连接于共通电极线 LMi。共通电极线 LMi,沿切片方向 DL 配线,连接于共通端子 XMi。共通端子 XMi 形成在基板 220 上,例如与配置有信号端子 XAi 等的边配置于同一边。

[0177] 在上述的信道 CHi 中,超声波的发送接收如下进行。发送部 110 向信号端子 XBi 供给发送信号(例如,电压脉冲),超声波换能器元件 UE21 ~ UE48 将该发送信号转换为超声波。并且,超声波换能器元件 UE11 ~ UE58 将对象物反射的超声波回声转换为接收信号(例如,电压信号),从信号端子 XAi ~ XCi 输出该接收信号。接收部 120,接收来自信号端子 XAi ~ XCi 的接收信号,对该接收信号进行接收处理。此外,发送部 110 或者接收部 120 向共通端子 XMi 供给共通电压(例如,一定的电压)。

[0178] 此外,以上以将超声波换能器元件配置为 8 行 5 列的矩阵状为例进行了说明,但不限于此,也可以将超声波换能器元件配置为 8 行 5 列以外的 M 行 N 列(M、N 为 2 以上的自然数)的矩阵状。这种情况下,超声波换能器元件阵列 210 成为 M 行(n×N)列的矩阵状。

[0179] 此外,超声波换能器元件阵列 210 不限于矩阵状的配置。例如,既可以切片方向 DL 的元件数量不同的信道混合存在,或者,也可以元件在扫描方向 DS 或切片方向 DL 上不配置在一直线上(例如,交错格子状配置)。

[0180] 此外,在上述中,将具有第一指向性、第二指向性、第三指向性超声波换能器元件,分别配置为 1 列、3 列、1 列,但不限于此,可以分别配置为 2 列以上的多列、3 列以外的 1 或多列、2 以上的多列。

[0181] 11. 超声波图像装置、超声波探测器

[0182] 图 14 的 (A) 示出便携式超声波图像装置 400,图 14 的 (B) 示出台式超声波图像装置 400。

[0183] 便携式及台式超声波图像装置 400 都包括超声波测量装置 100、超声波探测器

300、电缆 350 及显示部 410。超声波探测器 300 包括超声波换能器装置 200,通过电缆 350 而连接于超声波测量装置 100。显示部 410 显示显示用图像数据。

[0184] 超声波测量装置 100 所具有的发送部 110、接收部 120 及处理部 130 的至少一部分也可以设置于超声波探测器 300。

[0185] 图 14 的 (C) 示出超声波探测器 300 的具体的构成例。超声波探测器 300 包括探测器头 315 及探测器本体 320。如图 14 的 (C) 所示,探测器头 315 能够从探测器本体 320 拆卸。

[0186] 探测器头 315,包括 :超声波换能器装置 200、探测器基体 311、探测器框体 312、探测器头侧连接器 313。

[0187] 探测器本体 320 包括探测器本体侧连接器 323。探测器本体侧连接器 323,与探测器头侧连接器 313 连接。探测器本体 320,通过电缆 350 而连接于超声波测量装置 100。此外,可以将超声波测量装置 100 所具有的发送部 110、接收部 120 的至少一部分设置于探测器本体 320。

[0188] 以上对于本实施方式进行了详细地说明,对于本领域技术人员来说,能够容易地理解能够进行实质上不脱离本发明的新事项及效果的多种变形。因此,这样的变形例也全部包括于本发明的范围内。例如,在说明书或附图中,至少一次与更为广义或者同义的不同用语一并记载的用语,在说明书或附图的任意地方,都能够替换为该不同用语。此外,本实施方式及变形例的全部的组合也包括于本发明的范围内。此外,超声波测量装置、超声波图像装置的构成、动作以及超声波图像的处理方法等,也不限于本实施方式所说明的内容,能够进行各种变形实施。

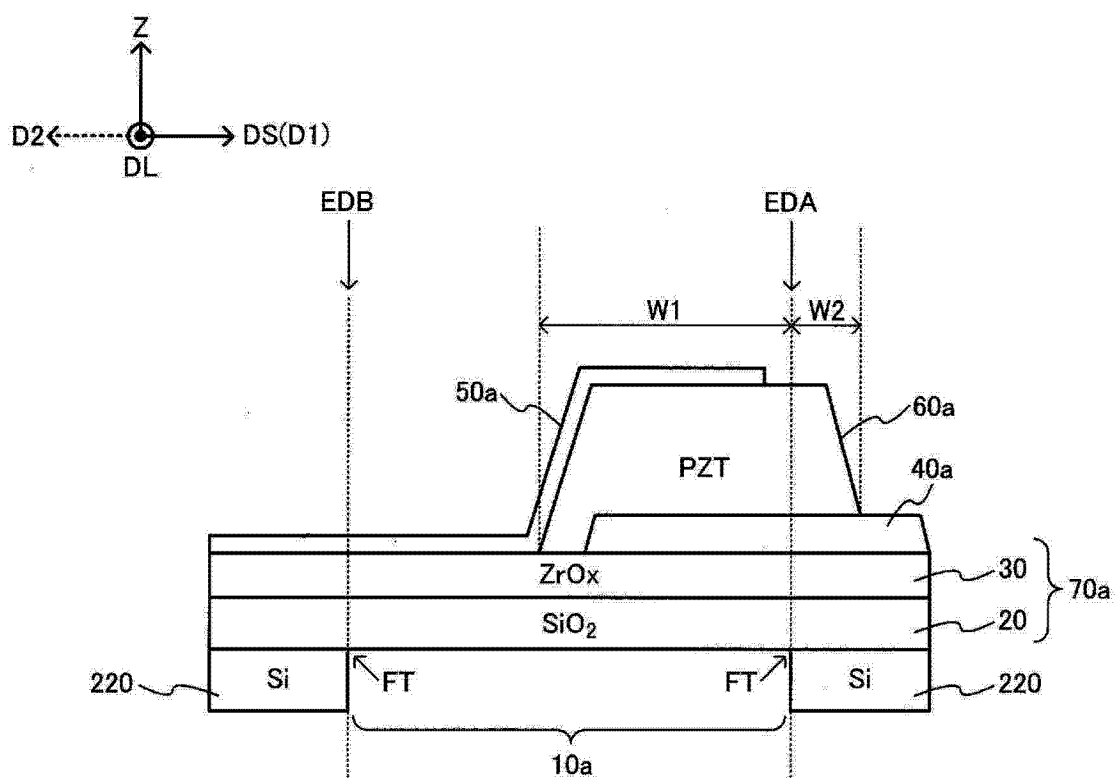


图 1

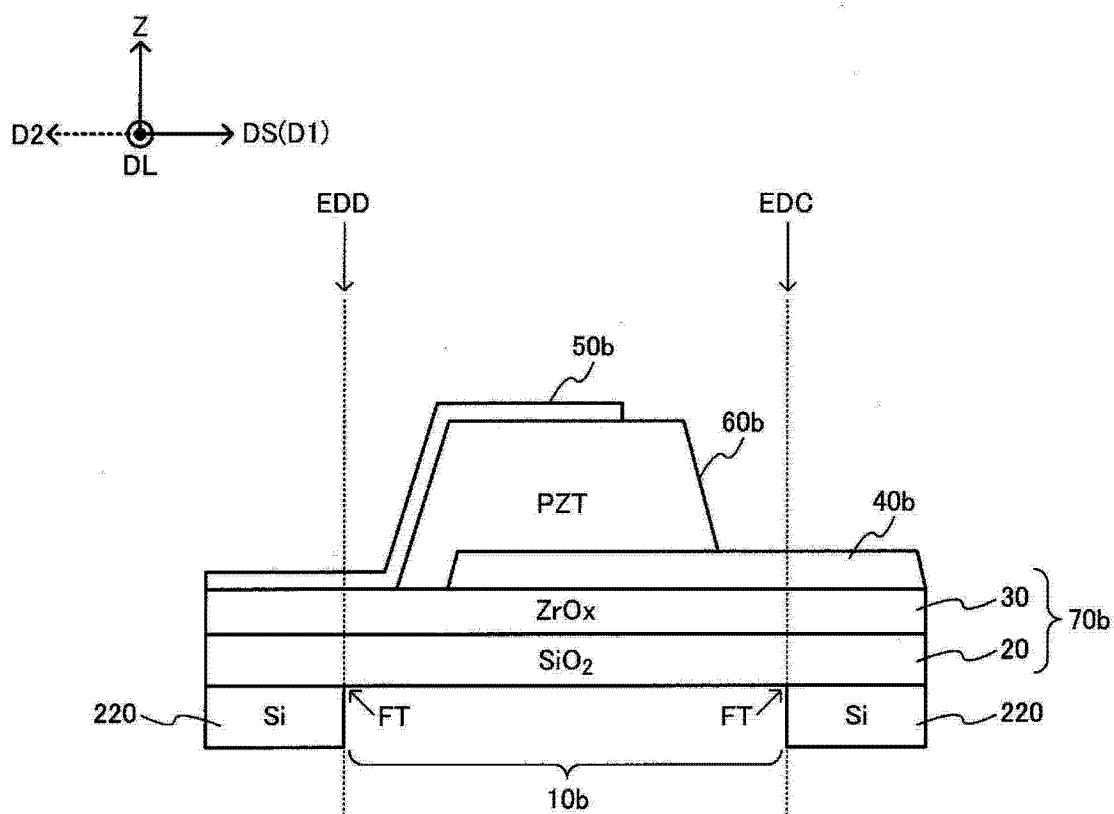


图 2

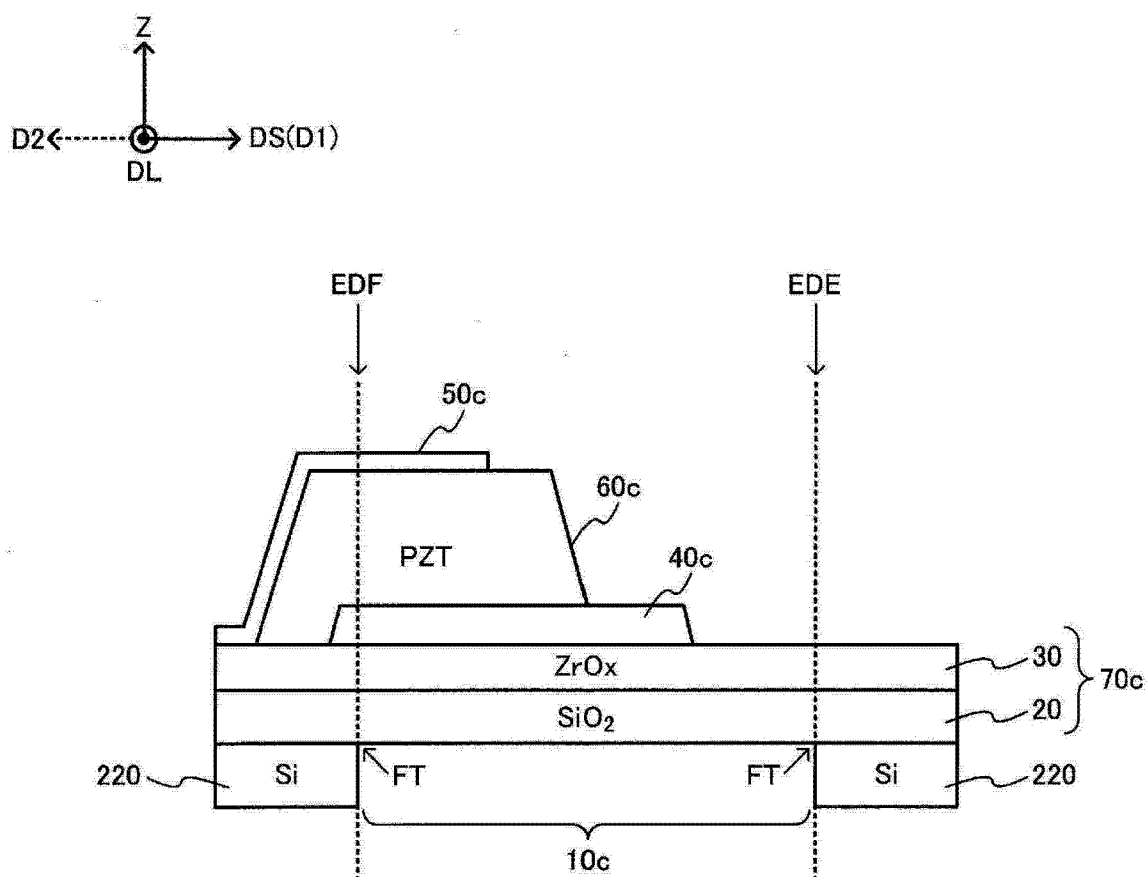
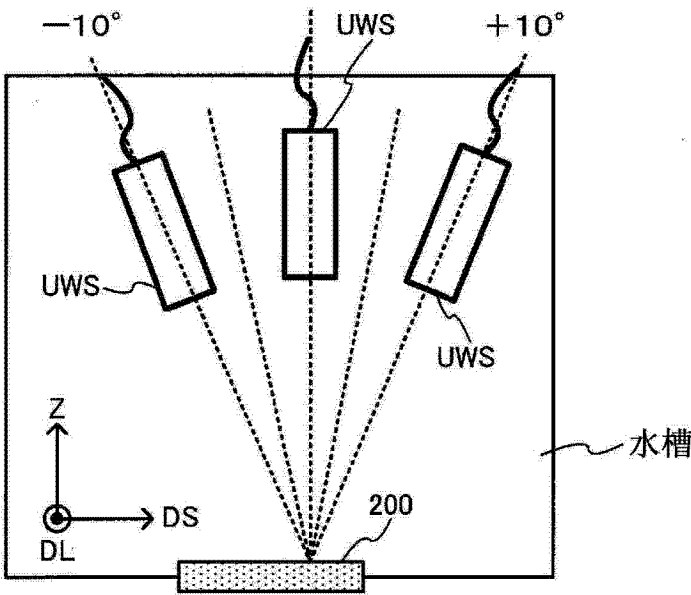


图 3

(A)



(B)

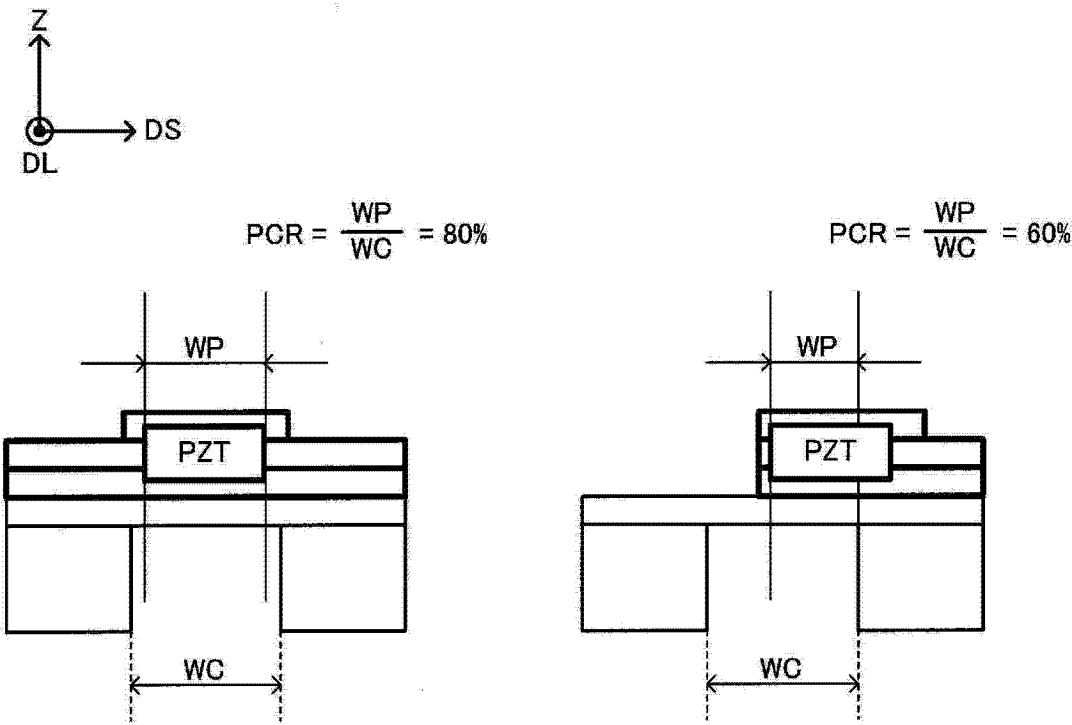
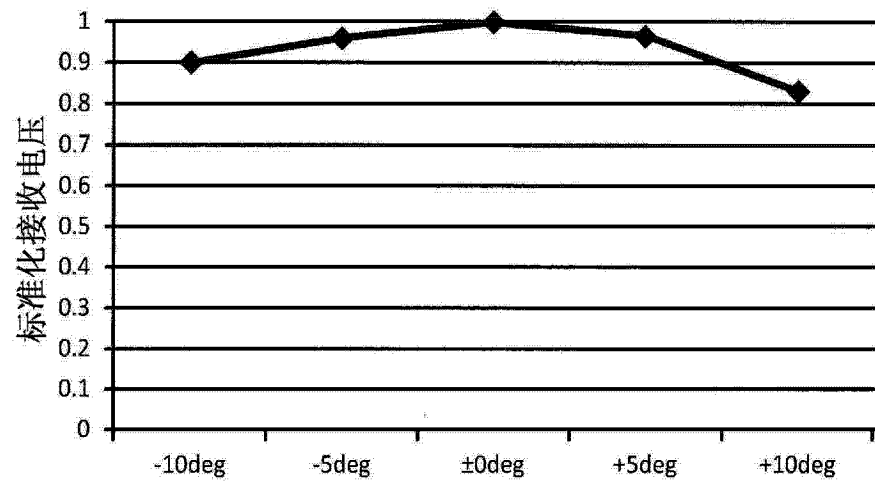


图 4

(A)



(B)

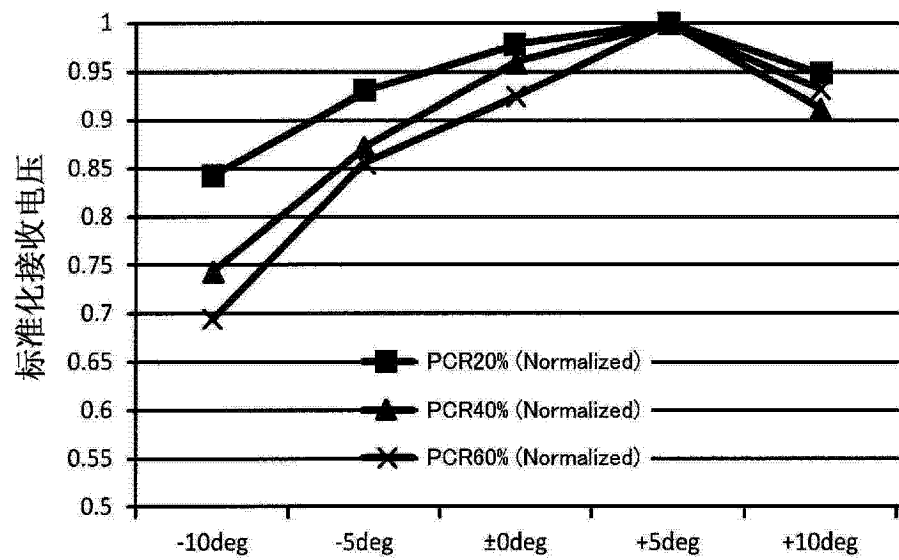


图 5

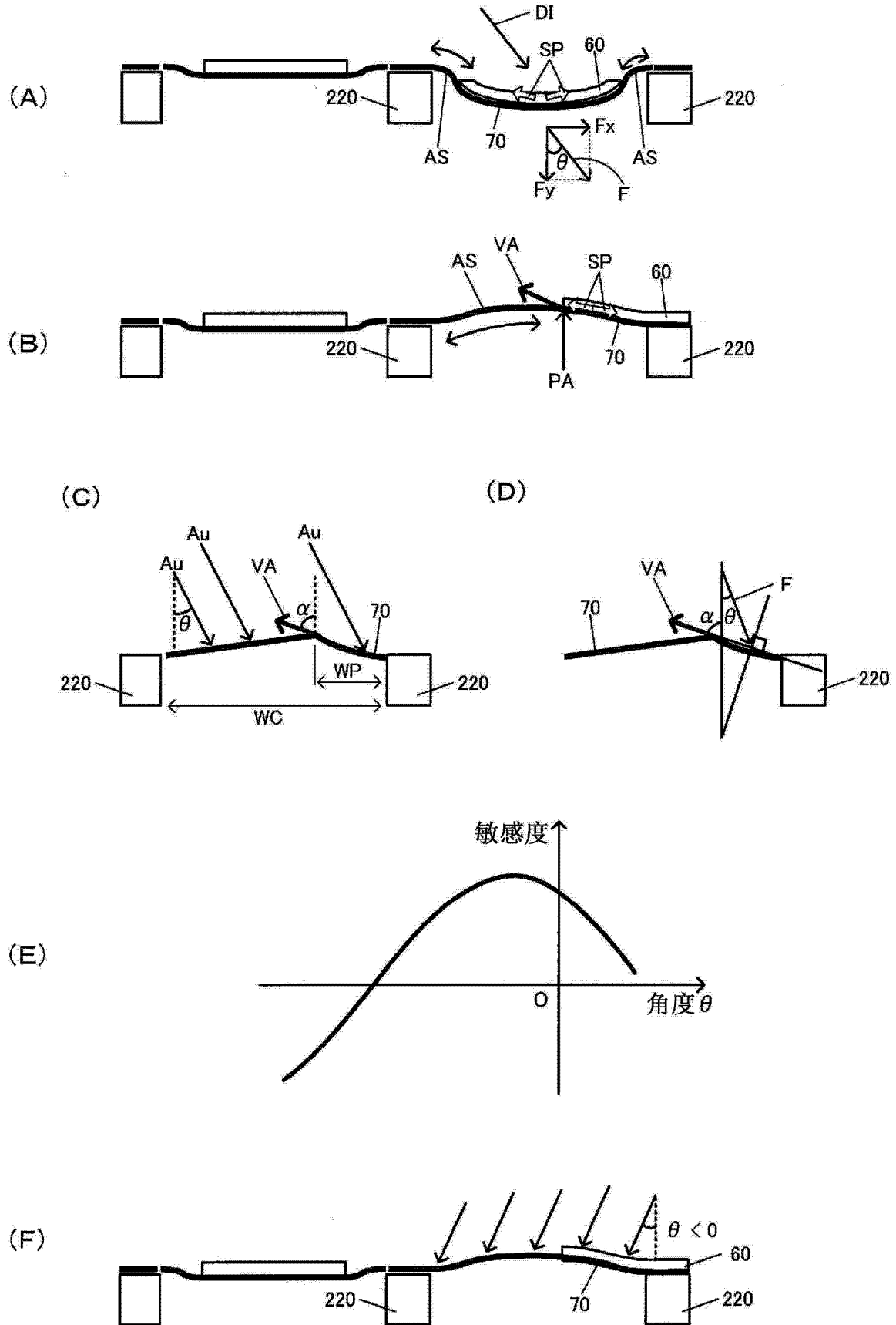
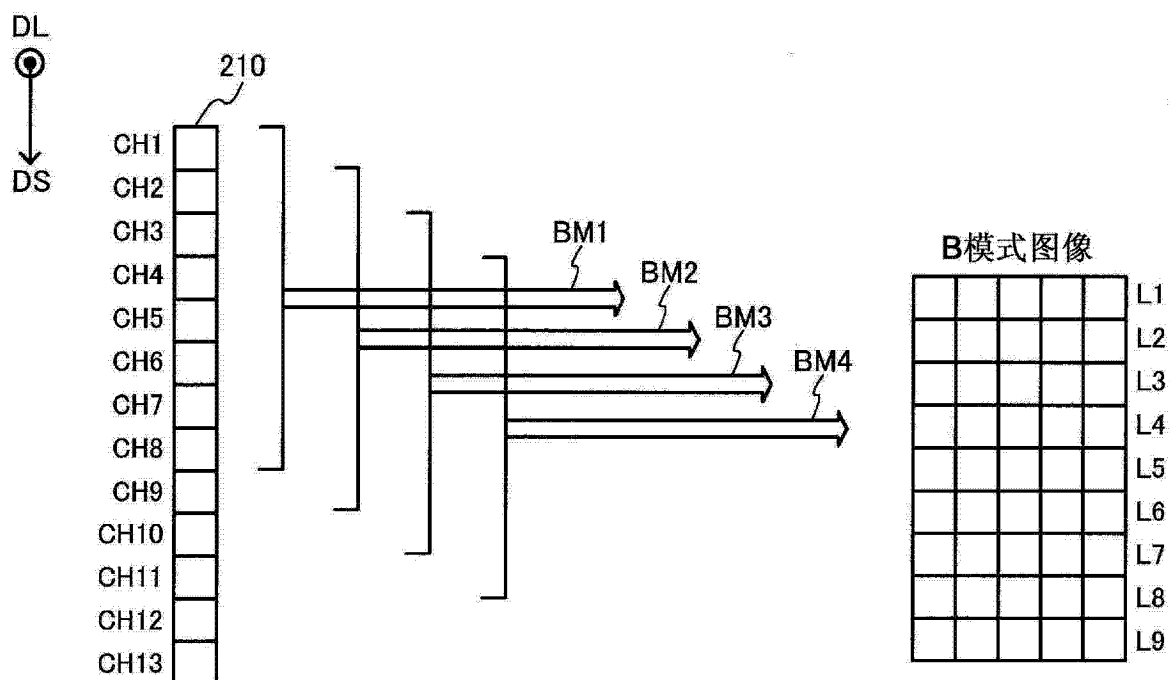


图 6

(A)



(B)

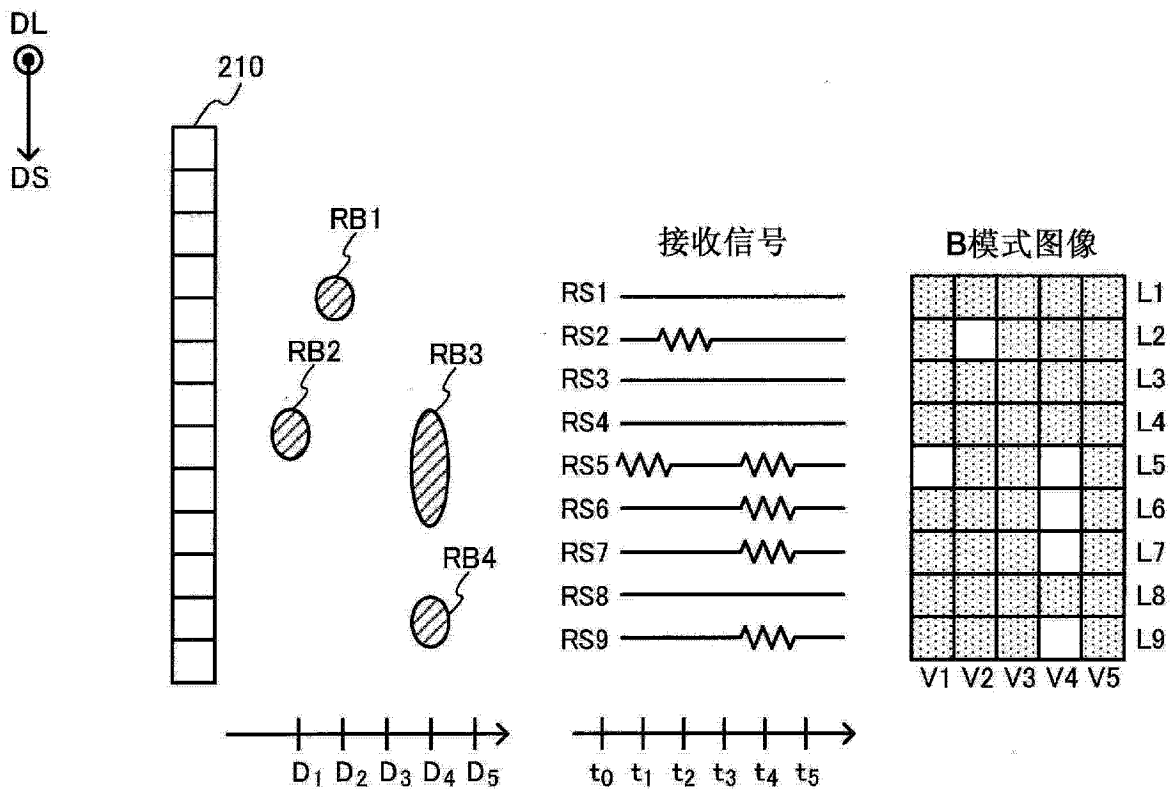


图 7

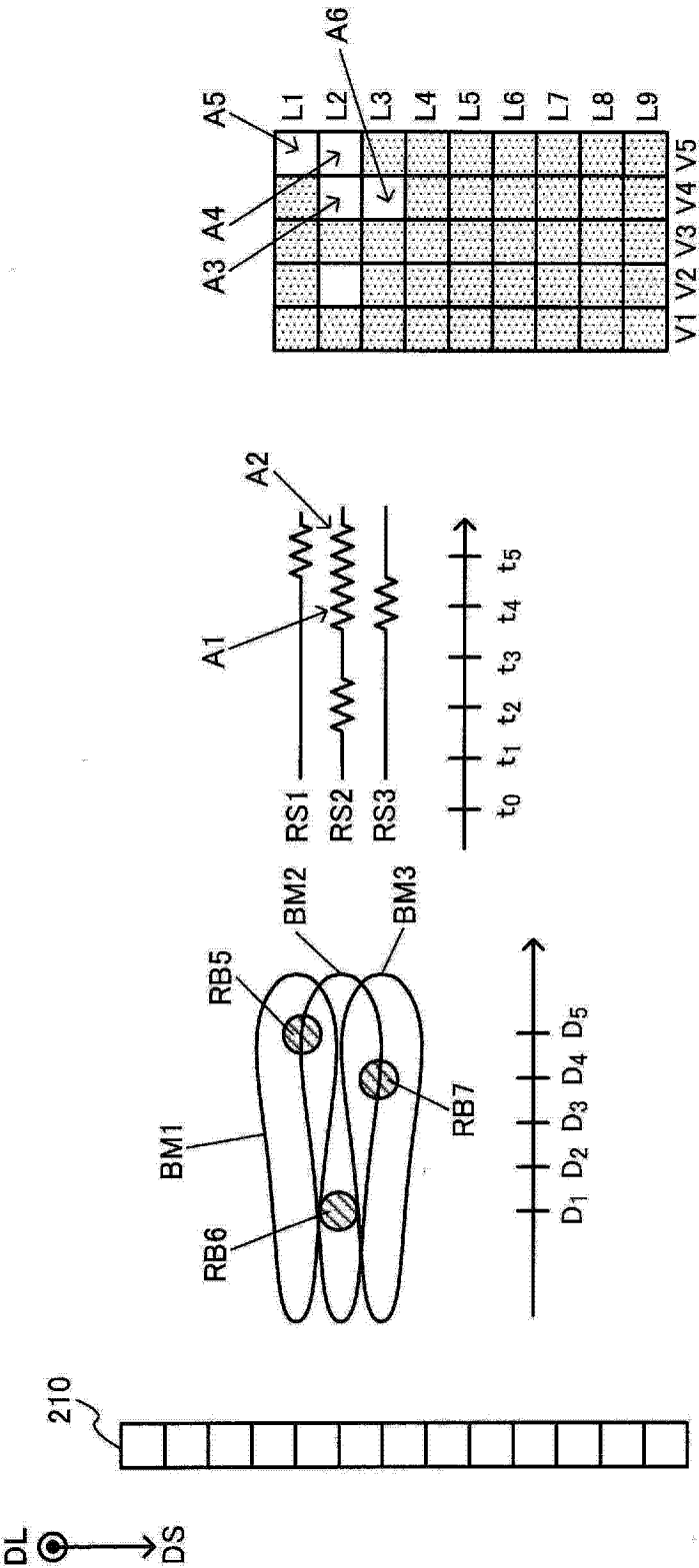


图 8

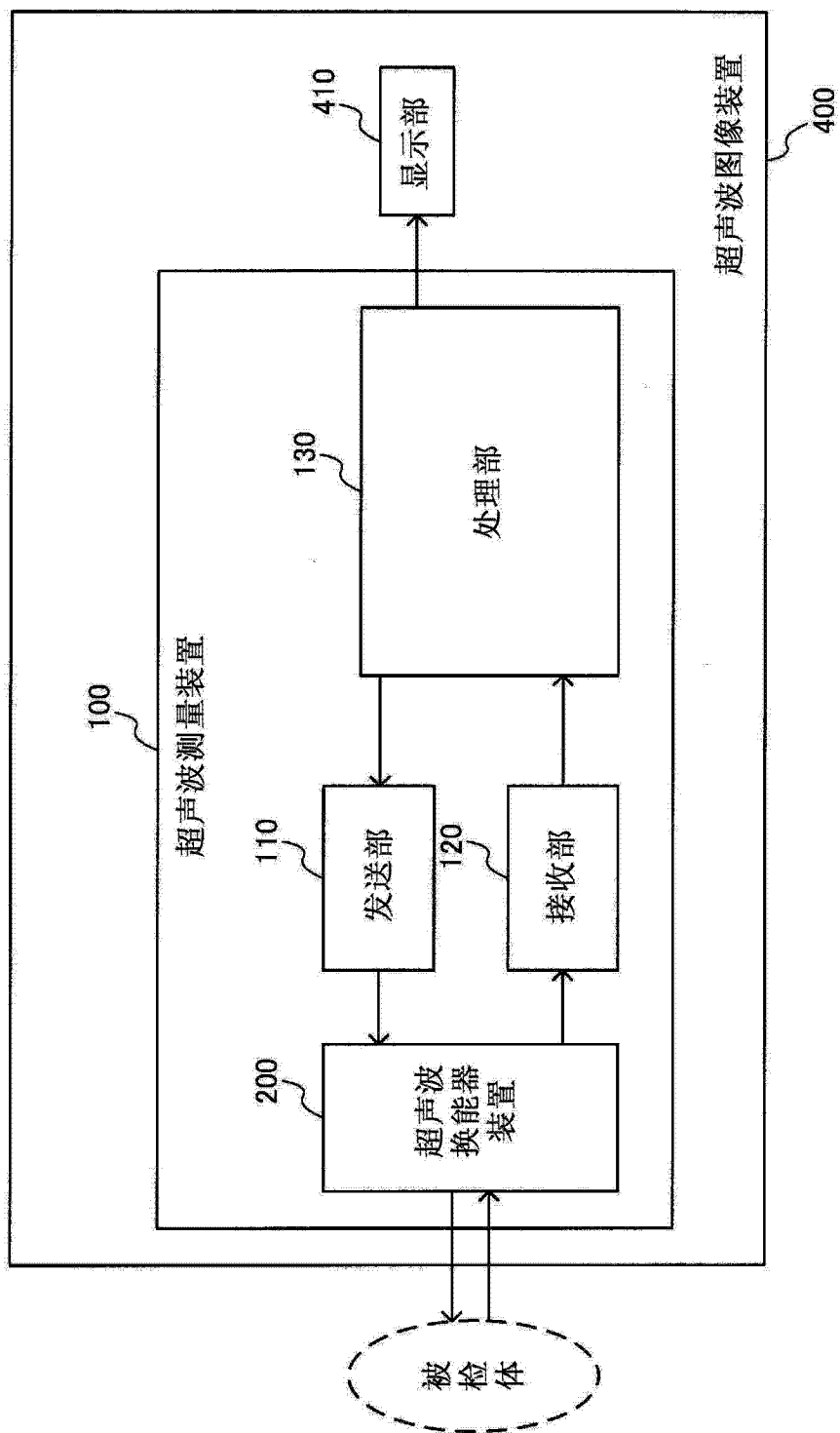


图 9

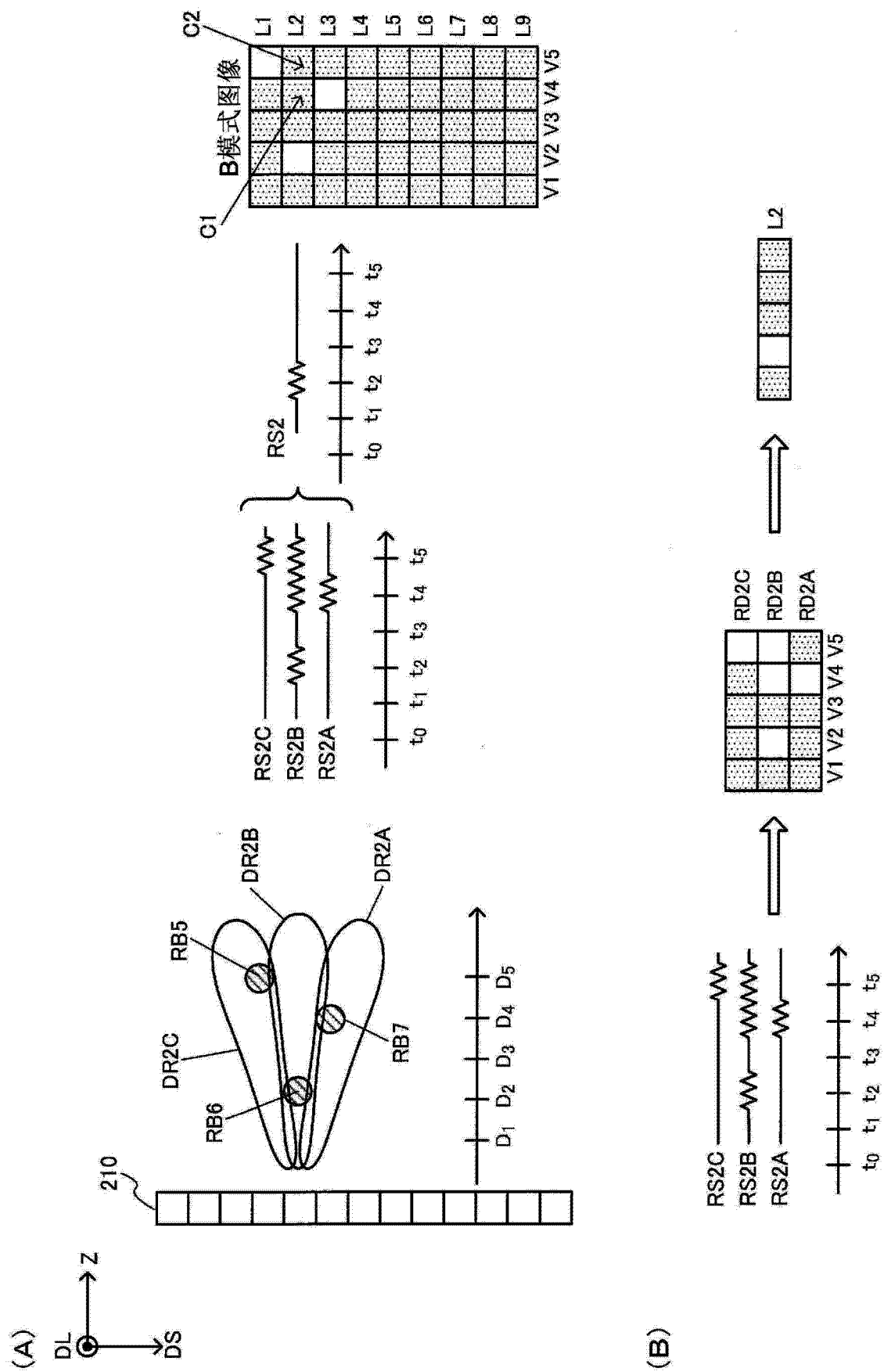


图 10

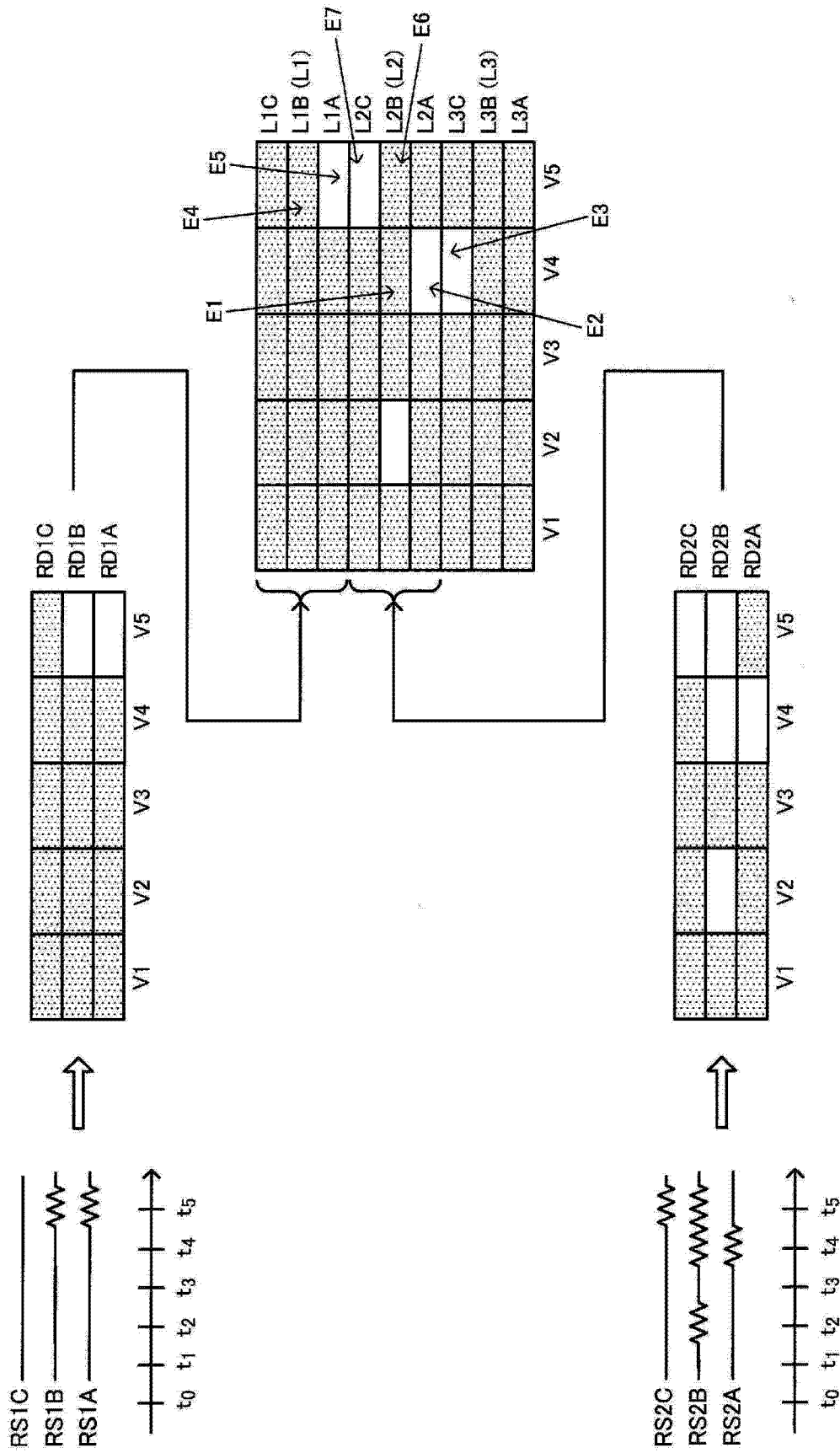


图 11

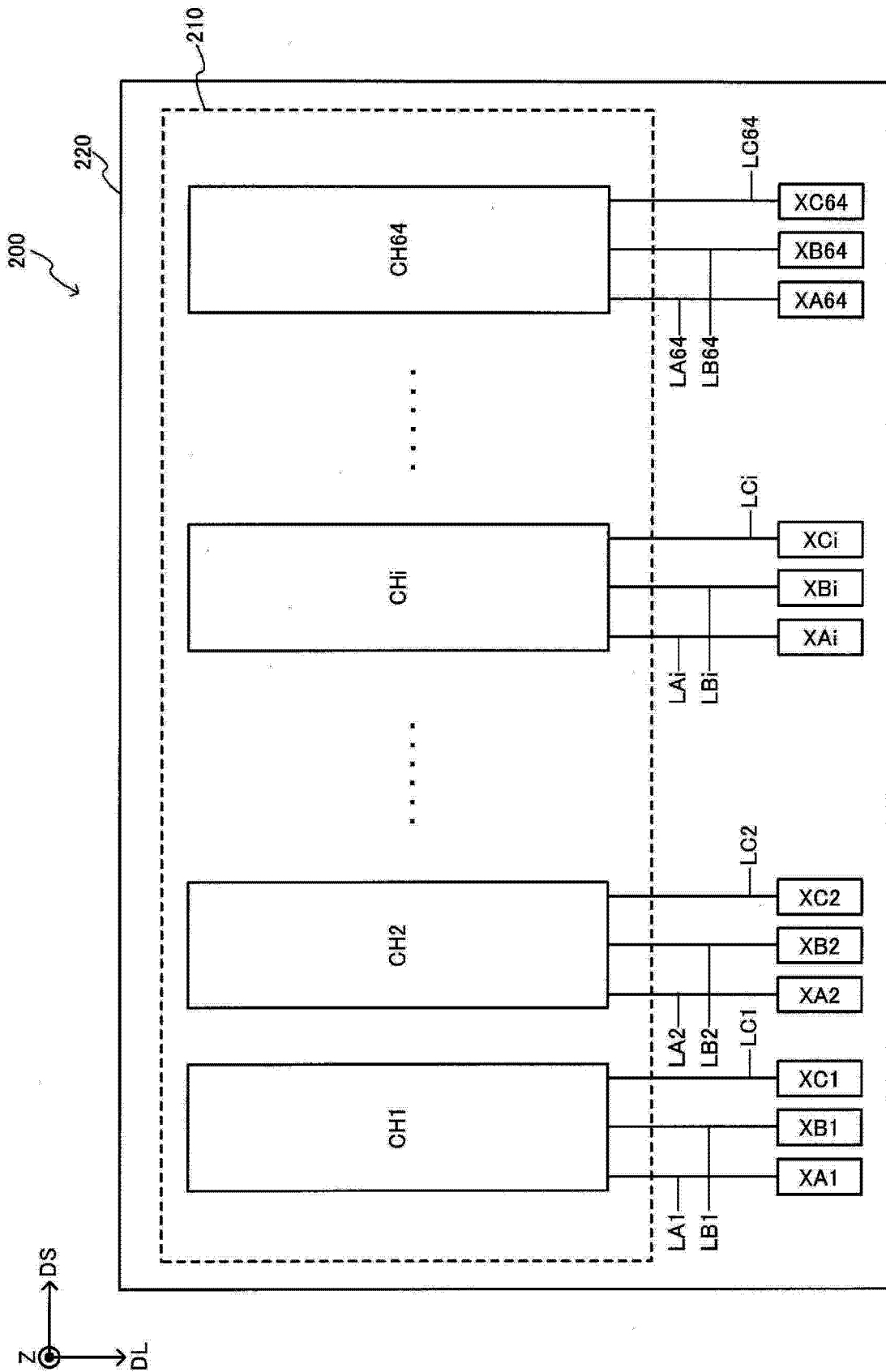


图 12

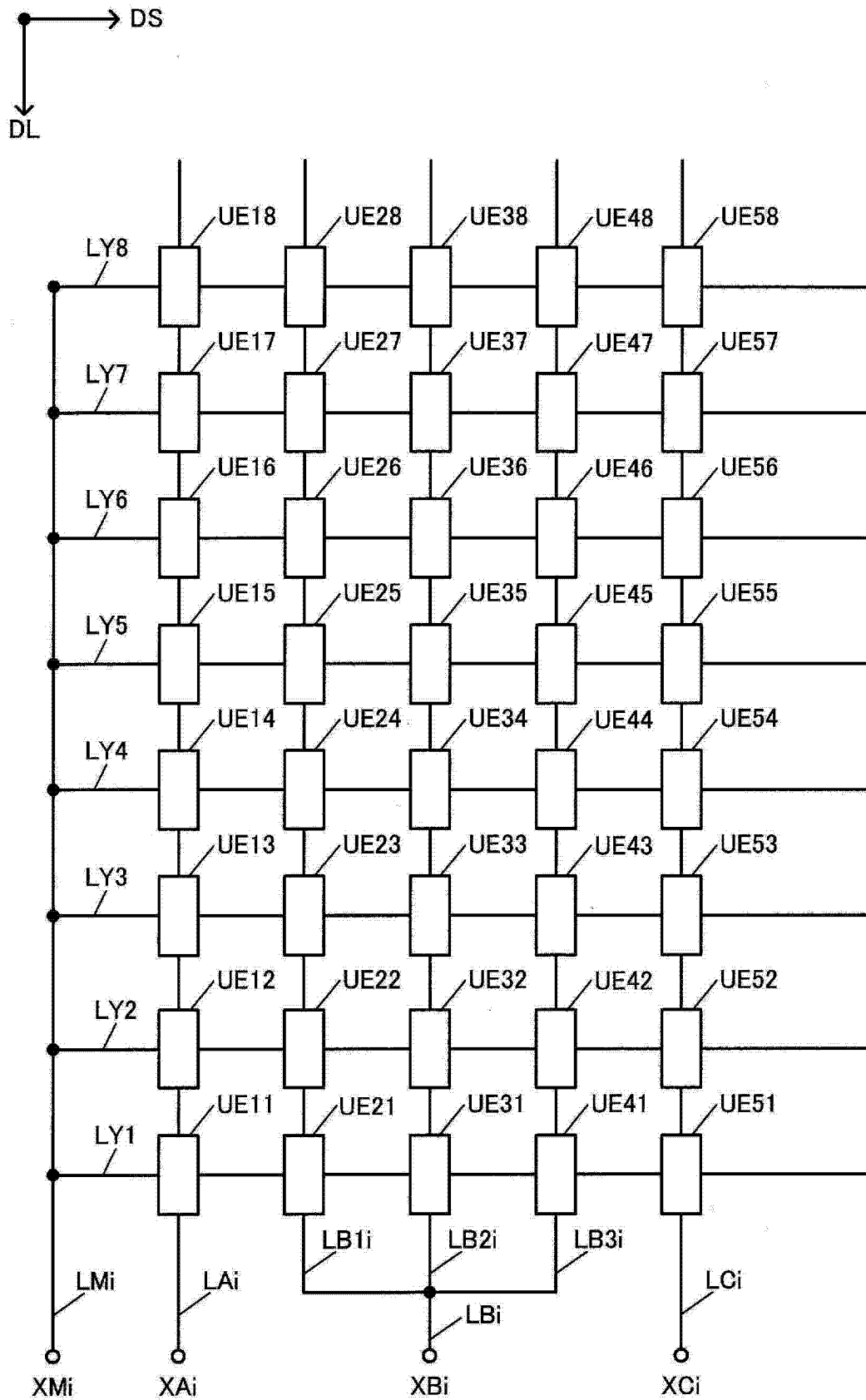
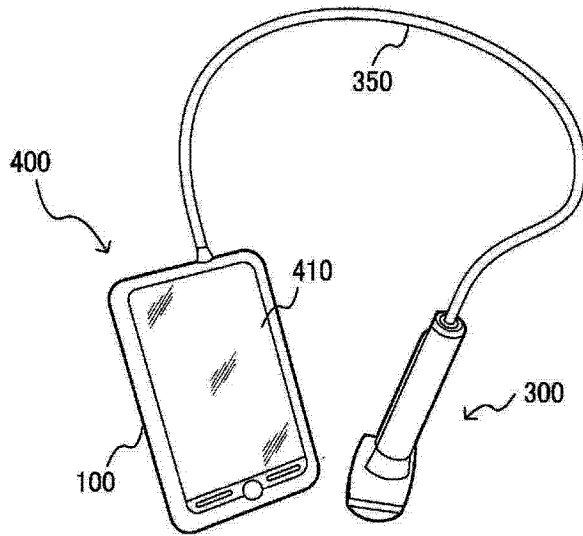
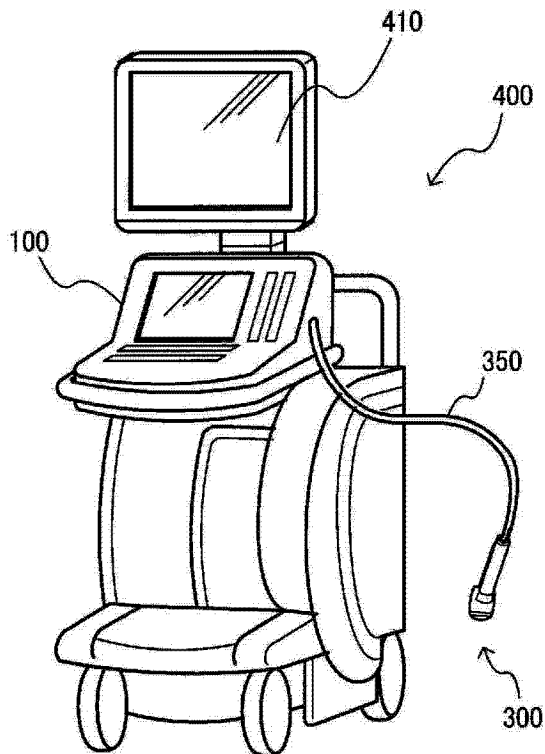


图 13

(A)



(B)



(C)

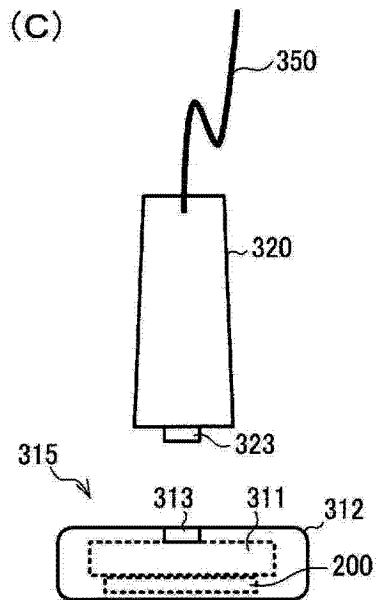


图 14