



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104349722 B

(45)授权公告日 2016.08.31

(21)申请号 201380030605.9

(22)申请日 2013.05.10

(30)优先权数据

2012-132026 2012.06.11 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2014.12.10

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2013/063173 2013.05.10

(87)PCT国际申请的公布数据

W02013/187158 JA 2013.12.19

(73)专利权人 奥林巴斯株式会社

地址 日本东京都

(72)发明人 佐藤宪

(74)专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事

务所(普通合伙) 11277

代理人 刘新宇

(51)Int.Cl.

A61B 8/12(2006.01)

H04R 1/40(2006.01)

H04R 19/00(2006.01)

(56)对比文件

JP 特開2002-336248 A, 2002.11.26, 说明书第【0012】-【0016】段.

JP 平3-165749 A, 1991.07.17, 说明书第3页右上栏第7行-左下栏第9行.

CN 1197199 A, 1998.10.28, 全文.

CN 101229070 A, 2008.07.30, 全文.

EP 2335595 B1, 2012.04.04, 全文.

审查员 许流芳

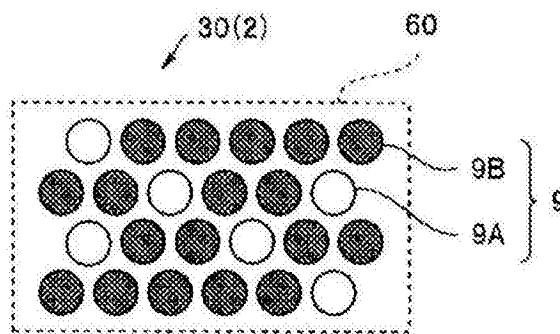
权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(54)发明名称

超声波部件以及超声波内窥镜

(57)摘要

超声波部件(30)具备多个元件(60),该多个元件(60)包括下部电极(11A)与构成振动片(18)的上部电极(16A)隔着空腔(13)相向配置的N个单体(9),元件(60)具有N₁个第一单体(9A)以及与第一单体(9A)相比接收灵敏度高且发送灵敏度低的N₂个第二单体(9B),其中,N₁≠N₂、N₁+N₂=N。



1. 一种超声波部件, 具备多个超声波振子元件, 各超声波振子元件包括下部电极与构成振动片的上部电极隔着空腔相向配置的N个超声波振子单体, 该超声波部件的特征在于,

上述超声波振子元件具有 N_1 个第一超声波振子单体以及与上述第一超声波振子单体相比接收灵敏度高且发送灵敏度低的 N_2 个第二超声波振子单体, 其中, $N_1 \neq N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$ 。

2. 根据权利要求1所述的超声波部件, 其特征位于,

上述第一超声波振子单体的上部电极与上述第二超声波振子单体的上部电极相连接, 上述第一超声波振子单体的下部电极与上述第二超声波振子单体的下部电极相连接, 上述第一超声波振子单体和上述第二超声波振子单体均用于发送和接收。

3. 根据权利要求2所述的超声波部件, 其特征位于,

上述第一超声波振子单体的发送灵敏度为 S_{T1} 、接收灵敏度为 S_{R1} , 上述第二超声波振子单体的发送灵敏度为 S_{T2} 、接收灵敏度为 S_{R2} , 满足以下式,

$$0.9X \leq N_1 \leq 1.1X$$

其中,

$$X = \frac{2S_{T2}S_{R2} - S_{T1}S_{R2} - S_{T2}S_{R1}}{2(S_{T1} - S_{T2})(S_{R1} - S_{R2})} N \quad S_{T1} > S_{T2}, S_{R1} < S_{R2}.$$

4. 根据权利要求1所述的超声波部件, 其特征位于,

上述第一超声波振子单体是面积为 A_1 的发送专用单体, 上述第二超声波振子单体是面积为 A_2 的接收专用单体, 满足以下式,

$$0.9Y \leq N_1 \leq 1.1Y$$

其中,

$$Y = \frac{A_2}{A_1 + A_2} N \quad A_1 \neq A_2.$$

5. 根据权利要求2所述的超声波部件, 其特征位于,

上述第一超声波振子单体的发送灵敏度为 S_{T1} 、接收灵敏度为 S_{R1} 、面积为 A_1 , 上述第二超声波振子单体的发送灵敏度为 S_{T2} 、接收灵敏度为 S_{R2} 、面积为 A_2 , 满足以下式,

$$0.9Z \leq N_1 \leq 1.1Z$$

其中,

$$Z = \frac{2S_{T2}S_{R2}A_1 - (S_{T1}S_{R2} + S_{T2}S_{R1})A_2}{2S_{T1}S_{R1}A_2 + 2S_{T2}S_{R2}A_1 - (S_{T1}S_{R2} + S_{T2}S_{R1})(A_1 + A_2)} N \quad S_{T1} > S_{T2}, S_{R1} <$$

$S_{R2}, A_1 \neq A_2$ 。

6. 一种超声波内窥镜, 其特征位于,

具备前端部, 该前端部具有根据权利要求1~5中的任一项所述的超声波部件。

超声波部件以及超声波内窥镜

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有多个静电电容型的超声波振子单体的超声波部件以及具备上述超声波部件的超声波内窥镜。

背景技术

[0002] 对被检物照射超声波并根据回波信号将体内的状态图像化来进行诊断的超声波诊断法正在普及。使用于超声波诊断法的超声波诊断装置之一是超声波内窥镜。超声波内窥镜在向体内插入的插入部的前端部配置有超声波部件。超声波部件具有将电信号变换为超声波向体内发送并且接收在体内反射的超声波而变换为电信号的功能。

[0003] 在超声波部件中,作为超声波振子利用使用了压电陶瓷材料(例如PZT:锆钛酸铅)的压电型超声波振子或者使用MEMS技术制造的静电电容型超声波振子(Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducer:c-MUT)。

[0004] c-MUT型单体的下部电极与构成振动片的上部电极隔着空腔相向配置。当在单体的电极间施加电压时由于静电力而振动片变形并产生超声波。另一方面,当由被摄体反射的反射超声波(回波)入射到单体时,由于振动片变形,因此通过测量电极间的静电电容来接收超声波。

[0005] 在此,使单体的发送灵敏度提高与使接收灵敏度提高是相反的。因此,例如在日本特表2005-210264号公报中公开了一种超声波部件,具有重视发送灵敏度的构造的发送专用单体以及重视接收灵敏度的构造的接收专用单体。

[0006] 但是,在以往的超声波部件中,发送专用单体或者接收专用单体分别只能用于发送或者接收,并且个数和占有面积相同。因此,在发送接收效率这一观点出发,不能说是具有充分高的特性。

发明内容

[0007] 发明要解决的问题

[0008] 本发明的实施方式的目的,在于,提供一种发送接收灵敏度高的超声波部件以及发送接收灵敏度高的超声波内窥镜。

[0009] 用于解决问题的方案

[0010] 本发明的实施方式的超声波部件具备多个超声波振子元件,该多个超声波振子元件包括下部电极与构成振动片的上部电极隔着空腔相向配置的N个超声波振子单体,上述超声波振子元件具有 N_1 个第一超声波振子单体以及与上述第一超声波振子单体相比接收灵敏度高且发送灵敏度低的 N_2 个(其中, $N_1 \neq N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$)第二超声波振子单体。

[0011] 另外,本发明的其它实施方式的超声波内窥镜具备超声波部件,该超声波部件具备多个超声波振子元件,该多个超声波振子元件包括下部电极与构成振动片的上部电极隔着空腔相向配置的N个超声波振子单体,上述超声波振子元件具有 N_1 个第一超声波振子单体以及与上述第一超声波振子单体相比接收灵敏度高且发送灵敏度低的 N_2 个(其中, $N_1 \neq$

N_2 、 $N_1+N_2=N$)第二超声波振子单体。

附图说明

- [0012] 图1是用于说明第一实施方式的超声波内窥镜的外观图。
[0013] 图2是用于说明第一实施方式的超声波内窥镜的前端部的结构的立体图。
[0014] 图3是用于说明第一实施方式的超声波部件的立体图。
[0015] 图4是用于说明第一实施方式的超声波部件的超声波振子元件的立体图。
[0016] 图5是用于说明第一实施方式的超声波部件的超声波振子单体的构造的截面图。
[0017] 图6是用于说明第一实施方式的超声波部件的元件的超声波振子单体的配置等的俯视图。
[0018] 图7是用于说明第二实施方式的超声波部件的元件的超声波振子单体的配置等的俯视图。
[0019] 图8是用于说明第三实施方式的超声波部件的元件的超声波振子单体的配置等的俯视图。

具体实施方式

- [0020] <第一实施方式>
[0021] 以下,参照附图说明第一实施方式的超声波部件30以及具有超声波部件30的超声波内窥镜2。此外,附图均为用于进行说明而示出的示意图,结构要素的数量、大小以及大小等的比率等与实际不同。
[0022] <超声波内窥镜系统的结构>
[0023] 如图1所示,超声波内窥镜2与超声波观测装置3和监视器4一起构成超声波内窥镜系统1。超声波内窥镜2具备向体内插入的细长的插入部41、配置于插入部41的基端的操作部42以及从操作部42的侧部延伸出的通用线缆43。
[0024] 在通用线缆43的基端部配置有与光源装置(未图示)相连接连接器44A。从连接器44A延伸出线缆45以及线缆46,线缆45经由连接器45A以自由地安装和拆卸的方式与摄像头控制部件(未图示)连接,线缆46经由连接器46A以自由地安装和拆卸的方式与超声波观测装置3连接。在超声波观测装置3上连接监视器4。
[0025] 插入部41构成为从前端侧起依次连续设置有前端部47、位于前端部47的后端的弯曲部48以及位于弯曲部48的后端并至操作部42为止是细长而具有挠性的挠性管部49。而且,在前端部47配置有超声波部件30(参照图2)。
[0026] 在操作部42中配置有:角旋钮42A,其进行弯曲控制来使弯曲部48向期望的方向弯曲;送气送水按钮42B,进行送气和送水操作;吸引按钮42C,其进行吸引操作;处置器具插入口42D,其成为具有向体内导入的穿刺针等的处置器具的入口等。
[0027] 而且,如图2所示,在配置了超声波内窥镜2的超声波部件30的前端部47配置有构成照明光学系统的照明用透镜罩31、观察光学系统的观察用透镜罩32、钳子口33以及未图示的送气送水喷嘴。如后文中所述,超声波部件30具有多个超声波振子元件(以下称为“元件”)60。
[0028] 如图3所示,外部电极62A与线缆80的导线81A相连接,外部电极62B与线缆80的导

线81B相连接。

[0029] 如图4所示,作为发送接收超声波的基本单位的元件60具有第一主面60SA以及与第一主面60SA相向的第二主面60SB。而且,在元件60的第一主面60SA的大致中央部形成有发送接收超声波的发送接收部61,在第一主面60SA的两端部配置有外部电极62A、62B。如后文中所述,元件60具有多个超声波振子单体(以下称为“单体”)9。

[0030] 如图5所示,元件60的单体9具有在作为基体的硅基板10上依次层叠的下部电极层11、下部绝缘层12、空腔13、其支承层14、上部绝缘层15、上部电极层16以及保护层17。此外,图5示出一个单体9的截面构造,但是一般由几十个~几千个单体9构成一个元件60。

[0031] 下部电极层11具有多个下部电极11A以及从下部电极11A的缘边部延伸设置的多个下部电极布线(未图示)。下部电极层11连接相同元件60的其它单体9的下部电极11A。上部电极层16具有多个上部电极16A以及从上部电极16A延伸设置的多个上部电极布线(未图示)。上部电极层16连接相同元件60的其它单体9的上部电极16A。而且,各单体9具有隔着空腔13相向配置的下部电极11A与上部电极16A。

[0032] 如上所述,配置于相同元件60的多个单体9的全部下部电极11A相互连接,全部上部电极16A也相互连接。而且,对下部电极层11施加驱动电压,上部电极层16成为接地电位。

[0033] 当在元件60的下部电极层11与上部电极层16之间施加脉冲电压时,由于静电力而包含上部电极16A的振动片(振动部)18振动,由此产生超声波。另外,当从外部入射超声波时振动片18变形并下部电极层11与上部电极层16的间隔发生变化,因此根据静电电容的变化将超声波转换为电信号。

[0034] 如图6所示,在超声波部件30中,元件60的N个单体9包括 N_{1a} 个第一单体9A和 N_{2a} 个第二单体9B(其中, $N_{1a} \neq N_{2a}$)。第二单体9B与第一单体9A相比接收灵敏度高且发送灵敏度低。即,第一单体9A为发送灵敏度 S_{T1a} 、接收灵敏度 S_{R1a} ,第二单体9B为发送灵敏度 S_{T2a} (其中, $S_{T1a} > S_{T2a}$)、接收灵敏度 S_{R2a} (其中, $S_{R1a} < S_{R2a}$)。例如能够通过改变振动片18的厚度,将单体9的发送灵敏度和接收灵敏度优化为适于发送或者接收。

[0035] 以下,将超声波部件30(元件60)的发送接收灵敏度S定义为发送灵敏度 S_T (单位:Pa/V)与接收灵敏度 S_R (单位:V/Pa)的积,理论性地导出发送接收灵敏度S成为最大的条件。

[0036] 用以下(式11)表示元件60的单体9的总数 N_a 、单体9A的个数 N_{1a} 、单体9B的个数 N_{2a} 。

[0037] (式11)

$$[0038] \quad N_a = N_{1a} + N_{2a}$$

[0039] 而且,用(式12)表示元件60的发送灵敏度 S_{Ta} 。

[0040] (式12)

$$[0041] \quad S_{Ta} = S_{T1a} \cdot N_{1a} + S_{T2a} \cdot N_{2a} = S_{T1a} \cdot N_{1a} + S_{T2a} \cdot (N_a - N_{1a})$$

[0042] 另一方面,用(式13)表示元件60的接收灵敏度 S_{Ra} 。

[0043] (式13)

$$[0044] \quad S_{Ra} = S_{R1a} \cdot N_{1a} + S_{R2a} \cdot N_{2a} = S_{R1a} \cdot N_{1a} + S_{R2a} \cdot (N_a - N_{1a})$$

[0045] 即,在超声波部件30(元件60)中,发送灵敏度高且接收灵敏度低的第一单体9A和发送灵敏度低且接收灵敏度高的第二单体9B均使用于发送和接收。

[0046] 如上所述,用(式14)定义元件60的发送接收灵敏度 S_a 。

[0047] (式14)

$$\begin{aligned}
S_a &= S_{T2a} \cdot S_{R2a} \\
&= \{S_{T1a} \cdot N_1 + S_{T2a} \cdot (N_a - N_{1a})\} \{S_{R1a} \cdot N_{1a} + S_{R2a} \cdot (N_a - N_{1a})\} \\
&= (S_{T1a} S_{R1a} + S_{T2a} S_{R2a} - S_{T1a} S_{R2a} - S_{T2a} S_{R1a}) \cdot N_{1a}^2 \\
&+ (S_{T1a} S_{R2a} + S_{T2a} S_{R1a} - 2S_{T2a} S_{R2a}) \cdot N_a N_{1a} + S_{T2a} S_{R2a} N_a^2 \\
[0048] \quad &= (S_{T1a} - S_{T2a}) (S_{R1a} - S_{R2a}) \left\{ N_{1a} + \frac{S_{T1a} S_{R2a} + S_{T2a} S_{R1a} - 2S_{T2a} S_{R2a}}{2(S_{T1a} - S_{T2a})(S_{R1a} - S_{R2a})} N_a \right\}^2 \\
&+ S_{T2a} S_{R2a} N_a^2 \frac{(S_{T1a} S_{R2a} + S_{T2a} S_{R1a} - 2S_{T2a} S_{R2a})^2 \cdot N_a^2}{4(S_{T1a} - S_{T2a})(S_{R1a} - S_{R2a})}
\end{aligned}$$

[0049] 根据(式14),用(式15)表示成为最大的发送接收灵敏度 S_a 的第一单体9A的数 N_{1a} 。

[0050] (式15)

$$[0051] \quad N_{1a} = \frac{2S_{T2a} S_{R2a} - S_{T1a} S_{R2a} - S_{T2a} S_{R1a}}{2(S_{T1a} - S_{T2a})(S_{R1a} - S_{R2a})} N_a$$

[0052] 此外,用(式16)表示成为最大的发送接收灵敏度 S_a 的第二单体9B的数 N_{2a} 。

[0053] (式16)

$$[0054] \quad N_{2a} = N_a - N_{1a} = \frac{2S_{T1a} S_{R1a} - S_{T1a} S_{R2a} - S_{T2a} S_{R1a}}{2(S_{T1a} - S_{T2a})(S_{R1a} - S_{R2a})} N_a$$

[0055] 即,第一单体9A的数 N_{1a} 如(式15)所示那样构成并第二单体9B的数 N_{2a} 如(式16)所示那样构成的元件60的发送接收灵敏度 S_a 变得最大。

[0056] 如上所述,超声波部件30使用适合于发送的第一单体9A与适合于接收的第二单体9B两者,来进行发送和接收。因此,与仅使用适合于发送的第一单体9A来进行发送的以往的超声波部件相比发送灵敏度更高。同样地,与仅使用适合于接收的第二单体9B来进行接收的以往的超声波部件相比接收灵敏度更高。

[0057] 并且,具有用(式15)表示的数的第一单体9A以及用(式16)表示的数的第二单体9B的超声波部件30的发送接收灵敏度高。而且,具备超声波部件30的超声波内窥镜2的发送接收灵敏度高。

[0058] 此外,单体9的数(比率)严格地说并不限于用(式15)等表示的数,根据元件内的配置等的关系,在从用(式15)等表示的数起 $\pm 10\%$ 的范围内即可。

[0059] 即,对于用(式15)表示的数(X),第一单体9A的数 N_{1a} 满足以下(式15A)即可。

[0060] (式15A)

$$[0061] \quad 0.9X \leq N_{1a} \leq 1.1X$$

[0062] 以下,作为具体例,例示 $S_{T2a} = 1/2S_{T1a}$ 、 $S_{R2a} = 3S_{R1a}$ 的情况。

[0063] 根据(式15)和(式16),第一单体9A的数 N_{1a} 、第二单体9B的数 N_{2a} 成为(式17)、(式18)的数。

[0064] (式17)

$$N_{1a} = \frac{2 \cdot \frac{1}{2} S_{T1a} \cdot 3S_{R1a} - S_{T1a} \cdot 3S_{R1a} - \frac{1}{2} S_{T2a} S_{R1a}}{2(S_{T1a} - \frac{1}{2} S_{T1a})(S_{R1a} - 3S_{R1a})} N_a$$

$$= \frac{-\frac{1}{2} S_{T2a} S_{R1a}}{2(\frac{1}{2} S_{T1a})(-2S_{R1a})} N_a = \frac{-\frac{1}{2} S_{T2a} S_{R1a}}{-2S_{T1a} S_{R1a}} \cdot N_a = \frac{1}{4} N_a$$

[0066] (式18)

$$N_{2a} = \frac{2S_{T1a} S_{R1a} - S_{T1a} \cdot 3S_{R1a} - \frac{1}{2} S_{T1a} S_{R1a}}{2(S_{T1a} - \frac{1}{2} S_{T1a})(S_{R1a} - 3S_{R1a})} N_a$$

$$= \frac{-\frac{3}{2} S_{T1a} S_{R1a}}{-2S_{T1a} S_{R1a}} N_a = \frac{3}{4} N_a$$

[0068] 即,将元件60的多个单体9的个数设定为25%为第一单体9A、75%为第二单体9B,由此发送接收效率变得最大。

[0069] 此外,如上所述,如果第一单体9A的个数 N_{1a} 为多个单体9的个数 N_a 的22.5%(25×0.9)以上且27.5%(25×1.1)以下,则效果如所说明的那样。

[0070] <第二实施方式>

[0071] 接着,说明第二实施方式的超声波部件30b和超声波内窥镜2b。超声波部件30b等与超声波部件30等类似,因此对相同的结构要素附加相同的附图标记而省略说明。

[0072] 在超声波部件30b的元件60b中,个数 N_{1b} 的第一单体9Ab为占有面积 A_{1b} 的发送专用单体,个数 N_{2b} 的第二单体9Bb为占有面积 A_{2b} (其中, $A_{1b} \neq A_{2b}$)的接收专用单体。

[0073] 即,在超声波部件30b中,配置于元件60b的作为驱动电位电极的第一单体9Ab的下部电极与第二单体9Bb的下部电极未连接。此外,作为接地电位电极的第一单体9Ab的上部电极与第二单体9Bb的上部电极可连接。

[0074] 当在元件60b中将配置第一单体9Ab和第二单体9Bb的发送接收部61的面积设为A、将构成元件60b的超声波单体数的总和设为 N_b 时,(式21)和(式22)的关系成立。

[0075] (式21)

$$[0076] \quad N_b = N_{1b} + N_{2b}$$

[0077] (式22)

$$[0078] \quad A = A_{1b} \cdot N_{1b} + A_{2b} \cdot N_{2b}$$

[0079] 即,单体9b的占有面积例如并非意味着各空腔的直径等,而是指如图7所示那样由配置于元件60的情况下的将中心与周围的其它单体9b的中心的中间点进行连结的线包围的部分的面积。

[0080] 当使(式22)变形时成为(式23)。

[0081] (式23)

$$[0082] \quad N_{2b} = \frac{1}{A_{2b}} (A - A_{1b} \cdot N_{1b})$$

[0083] 当将第一单体9Ab的发送灵敏度设为 S_{Tb} 、将第二单体9Bb的接收灵敏度设为 S_{Rb} 时,

用(式24)表示元件60b的发送接收灵敏度 S_b 。

[0084] (式24)

$$S_b = (S_{Tb} \cdot N_{1b}) \cdot (S_{Rb} \cdot N_{2b})$$

$$= S_{Tb} S_{Rb} \cdot \frac{1}{A_{2b}} \left\{ (A - A_{1b} \cdot N_{1b}) N_{1b} \right\}$$

[0085]

$$= -S_{Tb} S_{Rb} \cdot \frac{A_{1b}}{A_{2b}} \left(N_{1b}^2 - \frac{A}{A_{1b}} N_{1b} \right)$$

$$= -S_{Tb} S_{Rb} \cdot \frac{A_{1b}}{A_{2b}} \left\{ \left(N_{1b} - \frac{A}{2A_{1b}} \right)^2 - \left(\frac{A}{2A_{1b}} \right)^2 \right\}$$

[0086] 根据(式24)可知,在第一单体9Ab的数 N_{1b} 满足(式25)的情况下,发送接收灵敏度 S_b 变得最大。

[0087] (式25)

[0088]

$$N_{1b} = \frac{A}{2A_{1b}}$$

[0089] 此外,用(式26)表示该情况下的第二单体9Bb的数 N_{2b} 。

[0090] (式26)

[0091]

$$N_{2b} = \frac{1}{A_{2b}} \left(A - A_{1b} \cdot \frac{A}{2A_{1b}} \right) = \frac{1}{A_{2b}} \left(A - \frac{A}{2} \right) = \frac{A}{2A_{2b}}$$

[0092] 因而,根据超声波单体9Ab、9Bb的数之比得到(式27)。

[0093] (式27)

[0094]

$$N_{1b} : N_{2b} = \frac{A}{2A_{1b}} : \frac{A}{2A_{2b}}$$

[0095]

$$\frac{N_{2b}}{A_{1b}} = \frac{N_{1b}}{A_{2b}}$$

[0096]

$$N_{2b} = \frac{A_{1b}}{A_{2b}} N_{1b}$$

[0097] 根据(式22)和(式27),超声波单体9Ab、9Bb的数的关系成为(式28)的关系。

[0098] (式28)

[0099]

$$N_b = N_{1b} + N_{2b} = N_{1b} + \frac{A_{1b}}{A_{2b}} N_{1b} = \left(1 + \frac{A_{1b}}{A_{2b}} \right) N_{1b} = \frac{A_{1b} + A_{2b}}{A_{2b}} N_{1b}$$

[0100] 因此,在超声波部件30b中发送接收灵敏度 S_b 变得最大是满足(式29)的情况。

[0101] (式29)

$$[0102] \quad N_{1b} = \frac{A_{2b}}{A_{1b} + A_{2b}} N_b$$

[0103] 此外,用(式30)表示发送接收灵敏度 S_b 变得最大的第二单体9Bb的数 N_{2b} 。

[0104] (式30)

$$[0105] \quad N_{2b} = \frac{A_{1b}}{A_{1b} + A_{2b}} N_b$$

[0106] 另外,单体9的数(比率)严格地说并不限于用(式29)等表示的数,根据元件内的配置等的关系,从用(式29)等表示的数起 $\pm 10\%$ 的范围内即可。

[0107] 即,对于用(式29)表示的数(Y),第一单体9Ab的数 N_{1b} 满足以下(式29A)即可。

$$[0108] \quad 0.9Y \leq N_{1b} \leq 1.1Y \text{ (式29A)}$$

[0109] 以下,作为具体例,说明第二单体9Bb的面积 A_{2b} 为第一单体9Ab的面积 A_{1b} 的2倍、即 $A_{2b} = 2A_{1b}$ 的情况。根据(式29)和(式30),用(式31)、(式32)表示发送接收灵敏度 S_b 为最大第一单体9Ab的数 N_{1b} 、第二单体9Bb的数 N_{2b} 。

[0110] (式31)

$$[0111] \quad N_{1b} = \frac{A_{2b}}{A_{1b} + A_{2b}} N_b = \frac{2A_{1b}}{A_{1b} + 2A_{1b}} N_b = \frac{2}{3} N_b$$

[0112] (式32)

$$[0113] \quad N_{2b} = \frac{A_{1b}}{A_{1b} + A_{2b}} N_b = \frac{A_{1b}}{A_{1b} + 2A_{1b}} N_b = \frac{1}{3} N_b$$

[0114] 即,将元件60的多个单体9的个数设定为 $2/3$ 为第一单体9Ab并 $1/3$ 为第二单体9Bb,由此发送接收效率变得最大。

[0115] 此外,如上所述,如果第一单体9Ab的个数 N_{1b} 为多个单体9的个数 N_b 的 60% ($(2/3) \times 0.9$)以上且 73.3% ($(2/3) \times 1.1$)以下,则效果如所说明的那样。

[0116] 如上所述,超声波部件30b仅使用发送专用的第一单体9Ab来进行发送,仅使用接收专用的第二单体9Bb来进行接收。但是,与以往的超声波部件不同,第一单体9Ab的占有面积 A_{1b} 与第二单体9Bb的占有面积 A_{2b} 不同。

[0117] 如上所述,在具有发送专用单体和接收专用单体的元件60b中,成为发送接收灵敏度的最大值的单体的个数(比率),与发送灵敏度或者接收灵敏度无关系。

[0118] 而且,各元件60b具有用(式31)、(式32)表示的数的单体9Ab、9Bb的超声波部件30b的发送接收灵敏度高。而且,具备超声波部件30b的超声波内窥镜2b的发送接收灵敏度高。

[0119] <第三实施方式>

[0120] 接着,说明第三实施方式的超声波部件30c和超声波内窥镜2c。超声波部件30c等与超声波部件30等类似,因此对相同的结构要素附加相同的附图标记而省略说明。

[0121] 在超声波部件30c的元件60c中,将能够配置超声波单体的部分的面积设为 A_c ,第一单体9Ac为发送灵敏度 ST_{1c} 、接收灵敏度 SR_{1c} 、面积 A_{1c} ,第二单体9Bc为发送灵敏度 ST_{2c} (其中, $ST_{1c} > ST_{2c}$)、接收灵敏度 SR_{2c} (其中, $SR_{1c} < SR_{2c}$)、面积 A_{2c} (其中, $A_{1c} \neq A_{2c}$)。

[0122] 即,(式41)成立。

[0123] (式41)

$$[0124] \quad A_c = A_{1c} \cdot N_{1c} + A_{2c} \cdot N_{2c}$$

[0125] 当使(式41)变形时,得到(式42)。

[0126] (式42)

$$[0127] \quad N_{2c} = \frac{1}{A_{2c}} (A_c - A_{1c} \cdot N_{1c})$$

[0128] 用(式43)表示元件60c的发送灵敏度 S_{Tc} 。

[0129] (式43)

$$[0130] \quad S_{Tc} = S_{T1c} \cdot N_{1c} + S_{T2c} \cdot N_{2c}$$

[0131] 另一方面,用(式44)表示元件60c的接收灵敏度 S_{Rc} 。

[0132] (式44)

$$[0133] \quad S_{Rc} = S_{R1c} \cdot N_{1c} + S_{R2c} \cdot N_{2c}$$

[0134] 而且,用(式45)表示元件60c的发送接收灵敏度 S_c 。

[0135] (式45)

[0136]

$$\begin{aligned} S_c &= S_{Tc} \cdot S_{Rc} \\ &= (S_{T1c} \cdot N_{1c} + S_{T2c} \cdot N_{2c}) (S_{R1c} \cdot N_{1c} + S_{R2c} \cdot N_{2c}) \\ &= S_{T1c} S_{R1c} \cdot N_{1c}^2 + (S_{T1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) N_{1c} N_{2c} + S_{T2c} S_{R2c} \cdot N_{2c}^2 \\ &= S_{T1c} S_{R1c} \cdot N_{1c}^2 + \frac{1}{A_{2c}} (S_{T1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) (A_c - A_{1c} N_{1c}) N_{1c} + \frac{1}{A_{2c}^2} S_{T2c} S_{R2c} (A_c - A_{1c} N_{1c})^2 \end{aligned}$$

[0137] 在此,以下那样定义 α 、 β 、 γ 。

$$[0138] \quad \alpha = S_{T1c} S_{R1c} A_{2c}^2 - (S_{T1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) A_{1c} A_{2c} + S_{T2c} S_{R2c} A_{1c}^2$$

$$[0139] \quad \beta = \{ (S_{R1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) A_{2c} - 2 S_{T2c} S_{R2c} A_{1c} \} A_c$$

$$[0140] \quad \gamma = S_{T2c} S_{R2c} A_c^2$$

[0141] 由此,用(式46)表示发送接收灵敏度 S_c 。

[0142] (式46)

$$S_c = \frac{1}{A_{2c}^2} (\alpha N_{1c}^2 + \beta N_{1c} + \gamma)$$

[0143]

$$= \frac{1}{\alpha A_{2c}^2} \left\{ \left(N_{1c} + \frac{\beta}{2\alpha} \right)^2 - \left(\frac{\beta}{2\alpha} \right)^2 + \frac{\gamma}{\alpha} \right\}$$

[0144] 根据(式46)可知,在第一单体9Ac的数 N_{1c} 满足(式47)的情况下,发送接收灵敏度 S_c 变得最大。

[0145] (式47)

$$[0146] \quad N_{1c} = \frac{\beta}{2\alpha} = \frac{A_c}{2} \cdot \frac{2 S_{T2c} S_{R2c} A_{1c} - (S_{T1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) A_{2c}}{S_{T1c} S_{R1c} A_{2c}^2 - (S_{T1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) A_{1c} A_{2c} + S_{T2c} S_{R2c} A_{1c}^2}$$

[0147] 另一方面,用(式48)表示发送接收灵敏度 S_c 变得最大的第二单体9Bc的数 N_{2c} 。

[0148] (式48)

$$\begin{aligned}
 N_{2c} &= \frac{1}{A_{2c}} (A_c - A_{1c} \cdot N_{1c}) \\
 [0149] \quad &= \frac{1}{A_{2c}} \left[A_c - A_{1c} \left\{ \frac{A_c}{2} \frac{2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}}{S_{T1c}S_{R1c}A_{2c}^2 - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}A_{2c} + S_{T2c}S_{R2c}A_{1c}^2} \right\} \right] \\
 &= \frac{A_c}{2} \frac{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}}{S_{T1c}S_{R1c}A_{2c}^2 - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}A_{2c} + S_{T2c}S_{R2c}A_{1c}^2}
 \end{aligned}$$

[0150] 因而,根据各单体的数之比得到(式49)。

[0151] (式49)

$$[0152] \quad N_{1c} : N_{2c} = 2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c} : 2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}$$

$$[0153] \quad N_{2c} = \frac{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}}{2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}} N_{1c}$$

[0154] 当将构成元件60c的单体的数的总和设为 N_c 时,(式50)和(式51)成立。

[0155] (式50)

$$[0156] \quad N_c = N_{1c} + N_{2c}$$

$$[0157] \quad N_c = N_{1c} + \frac{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}}{2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}} N_{1c}$$

$$[0158] \quad N_c = \left\{ 1 + \frac{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}}{2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}} \right\} N_{1c}$$

[0159]

$$N_c = \frac{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c} + 2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}}{2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}} N_{1c}$$

$$[0160] \quad N_c = \frac{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} + 2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})(A_{1c} + A_{2c})}{2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}} N_{1c}$$

$$[0161] \quad N_{1c} = \frac{2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}}{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} + 2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})(A_{1c} + A_{2c})} N_c$$

[0162] (式51)

$$[0163] \quad N_{2c} = \frac{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}}{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} + 2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})(A_{1c} + A_{2c})} N_c$$

[0164] 第一单体9Ac的数 N_{1c} 和第二单体9Bc的数 N_{2c} 满足(式50)和(式51)的元件60c(超声波部件30c)的发送接收灵敏度 S_c 变得最大。

[0165] 另外,单体9的数(比率)严格地说并不限于用(式50)等表示的数,根据元件内的配置等的关系,从用(式50)等表示的数起 $\pm 10\%$ 的范围内即可。

[0166] 即,对于用(式50)表示的数(Z),第一单体9Ac的数 N_{1c} 满足以下(式50A)即可。

$$[0167] \quad Z \cdot 0.9 \leq N_{1c} \leq Z \cdot 1.1 \quad (\text{式50A})$$

[0168] 例如,在 $N_c=1000$ 、发送灵敏度 $S_{T1c}=100\text{Pa/V}$ 、发送灵敏度 $S_{T2c}=20\text{Pa/V}$ 、接收灵敏度 $S_{R1c}=300\text{pV/Pa}$ 、接收灵敏度 $S_{R2c}=900\text{pV/Pa}$ 、面积 $A_c=4.2\text{mm}^2$ 、面积 $A_{1c}=4000\mu\text{m}^2$ 、 $A_{2c}=5000\mu\text{m}^2$ 的情况下,成为 $N_{1c}=800$ 、 $N_{2c}=200$ 。

[0169] 此外,如上所述,如果第一单体 $9A_c$ 的个数 N_{1c} 为720(800×0.9)以上且880(800×1.1)以下,则具有效果。

[0170] 超声波部件30c兼备超声波部件30、30b的效果,因此发送接收灵敏度更高。而且,具备超声波部件30c的超声波内窥镜2c的发送接收灵敏度更高。

[0171] 本发明并不限于上述实施方式等,在不改变本发明的宗旨的范围内能够进行各种变更、改变等。

[0172] 本申请主张2012年6月11日向日本申请的特愿2012-132026号的优先权,并以此为基础提出申请,上述公开内容引用于本申请的说明书、权利要求、附图。

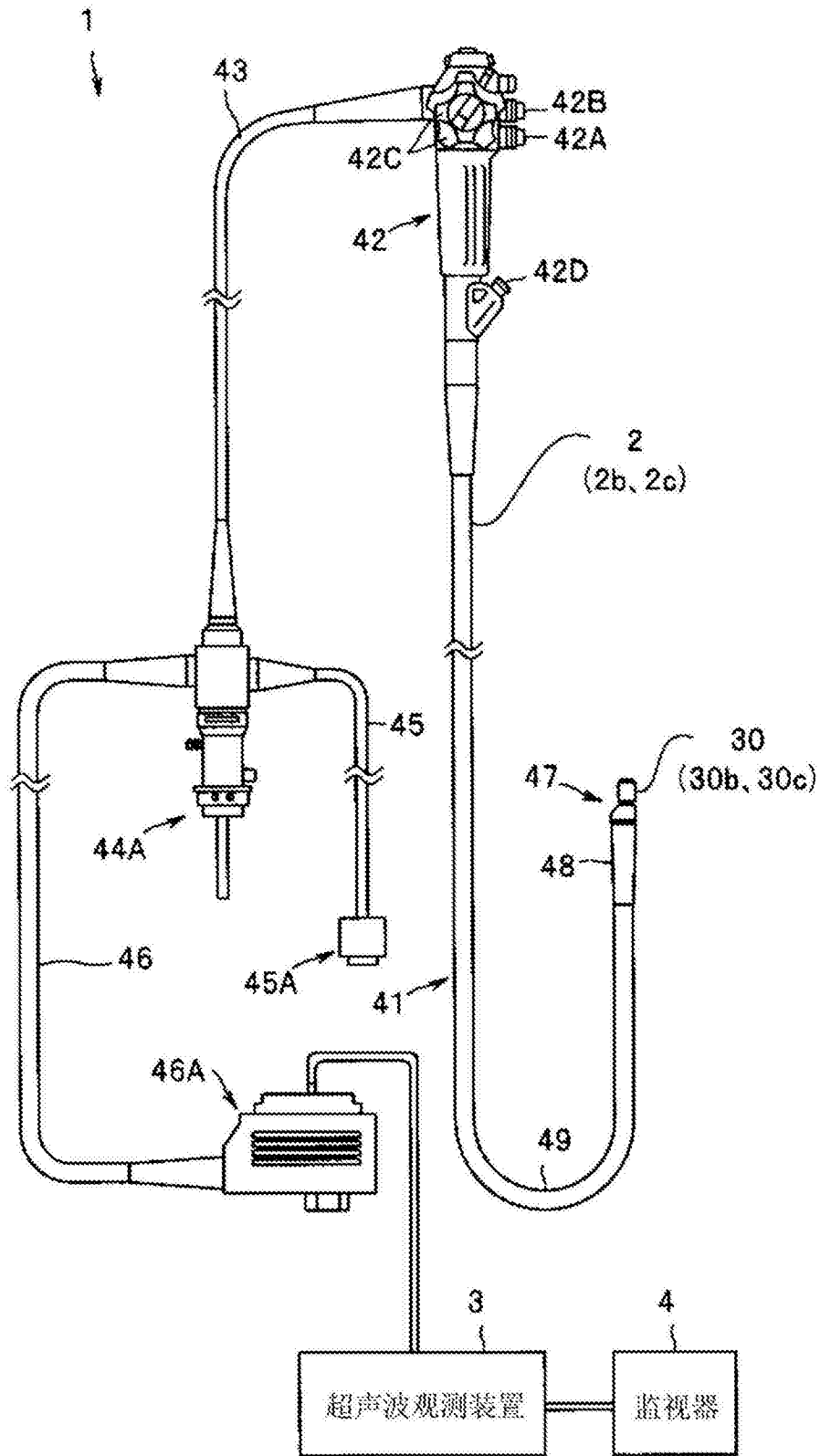


图1

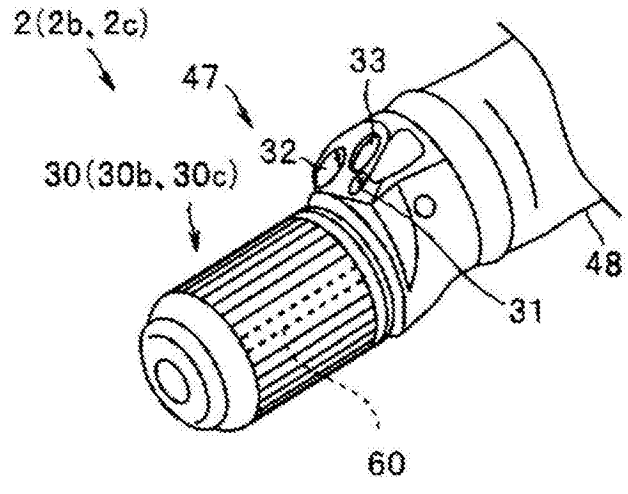


图2

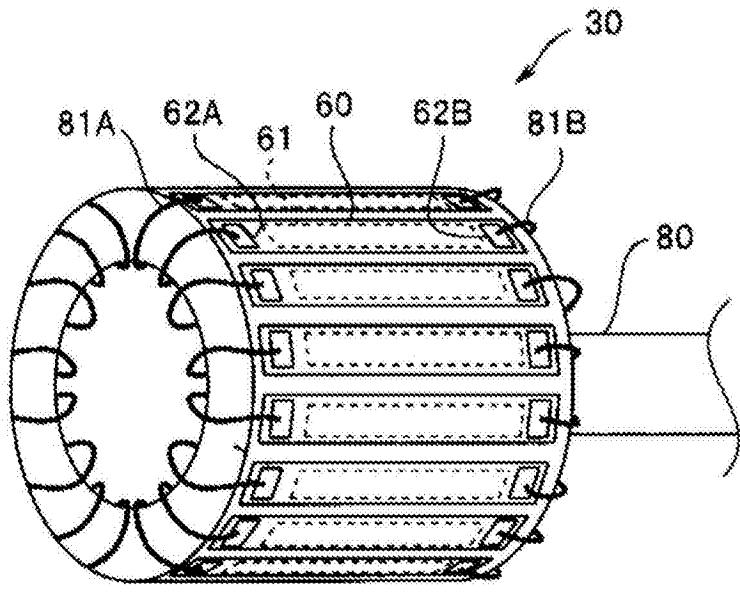


图3

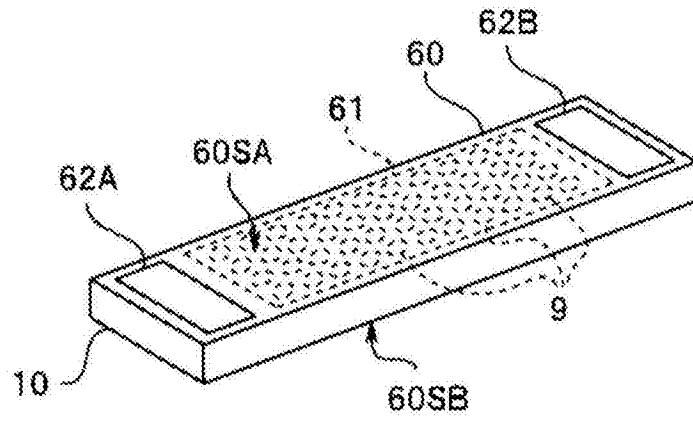


图4

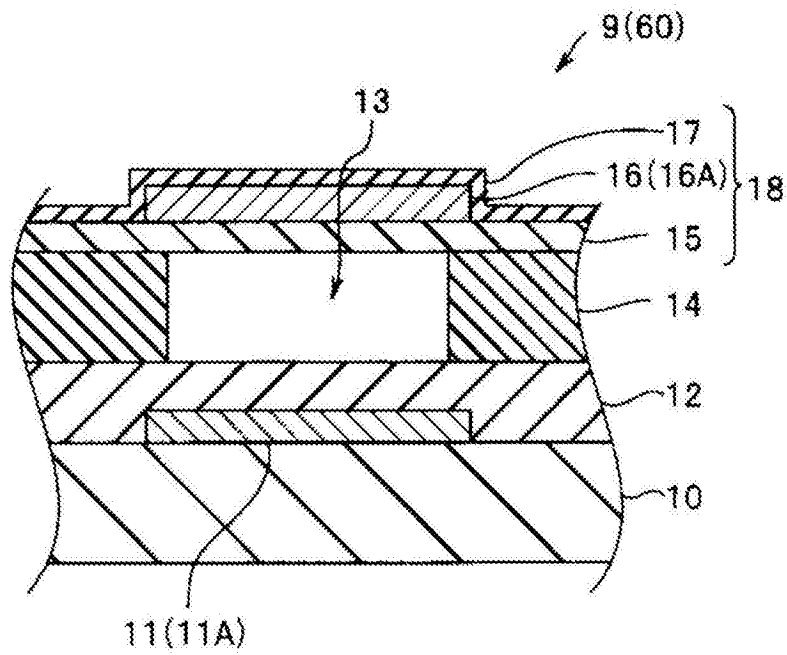


图5

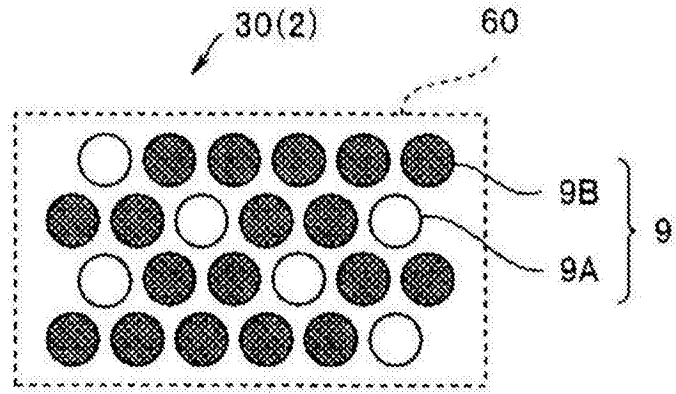


图6

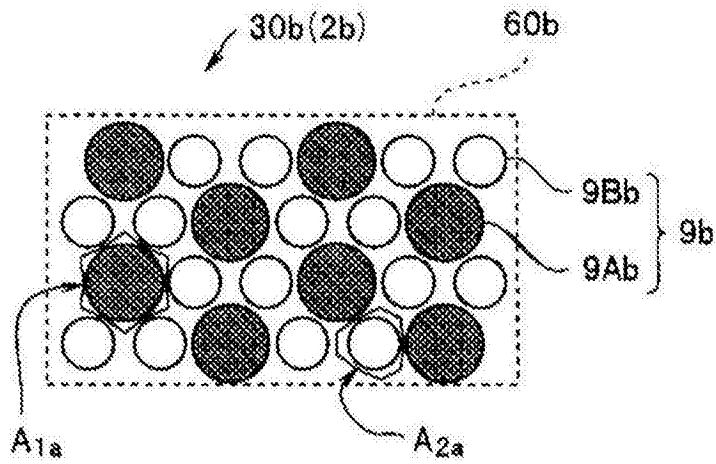


图7

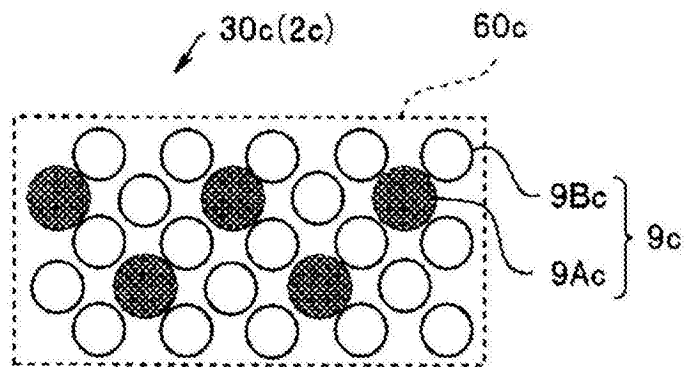


图8

专利名称(译)	超声波部件以及超声波内窥镜		
公开(公告)号	CN104349722B	公开(公告)日	2016-08-31
申请号	CN201380030605.9	申请日	2013-05-10
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
[标]发明人	佐藤宪		
发明人	佐藤宪		
IPC分类号	A61B8/12 H04R1/40 H04R19/00		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B1/005 A61B8/12 A61B8/445 A61B8/4455 A61B8/4494 B06B1/0292 B06B2201/20 H02N1/08		
代理人(译)	刘新宇		
优先权	2012132026 2012-06-11 JP		
其他公开文献	CN104349722A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

超声波部件(30)具备多个元件(60)，该多个元件(60)包括下部电极(11A)与构成振动片(18)的上部电极(16A)隔着空腔(13)相向配置的N个单体(9)，元件(60)具有N1个第一单体(9A)以及与第一单体(9A)相比接收灵敏度高且发送灵敏度低的N2个第二单体(9B)，其中， $N1 \neq N2$ 、 $N1 + N2 = N$ 。

