



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104349722 A

(43) 申请公布日 2015. 02. 11

(21) 申请号 201380030605. 9

H04R 1/40 (2006. 01)

(22) 申请日 2013. 05. 10

H04R 19/00 (2006. 01)

(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

(71) 申请人 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)

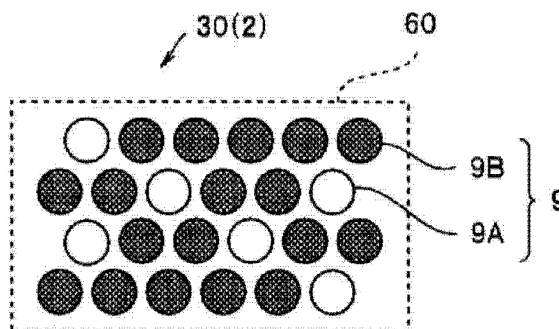
权利要求书1页 说明书10页 附图4页

(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 N_1 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 N_2 个第二单体(9B),其中, $N_1 \neq N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$ 。



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,其特征在于,

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,其特征在于,

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,其特征在于,

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,其特征在于,

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,其特征在于,

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 5)。

[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,其成为具有后述的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
容的变化将超声波变换为电信号。

[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)

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

[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)

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

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

[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)

$$N_b = N_{1b} + N_{2b}$$

[0077] (式 22)

$$A = A_{1b} \cdot N_{1b} + A_{2b} \cdot N_{2b}$$

[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)

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

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

$$[0085] \quad = -S_{Tb} S_{Rb} \cdot \frac{A_{1b}}{A_{2b}} \left(N_{1b}^2 - \frac{A}{A_{1b}} N_{1b} \right)$$

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

[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)

$$[0088] \quad N_{1b} = \frac{A}{2A_{1b}}$$

[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)

$$[0091] \quad N_{2b} = \frac{1}{A_{2b}} \left(A - A_{1b} \cdot \frac{A}{2A_{1b}} \right) = \frac{1}{A_{2b}} \left(A - \frac{A}{2} \right) = \frac{A}{2A_{2b}}$$

[0092] 因而,根据超声波单体 9Ab、9Bb 的数之比得到 (式 27)。

[0093] (式 27)

$$[0094] \quad N_{1b} : N_{2b} = \frac{A}{2A_{1b}} : \frac{A}{2A_{2b}}$$

$$[0095] \quad \frac{N_{2b}}{A_{1b}} = \frac{N_{1b}}{A_{2b}}$$

$$[0096] \quad N_{2b} = \frac{A_{1b}}{A_{2b}} N_{1b}$$

[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)

$$[0099] \quad N_b = N_{1b} + N_{2b} = N_{1b} + \frac{A_{1b}}{A_{2b}} N_{1b} = \left(1 + \frac{A_{1b}}{A_{2b}}\right) N_{1b} = \frac{A_{1b} + A_{2b}}{A_{2b}} N_{1b}$$

[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] $0.9Y \leq N_{1b} \leq 1.1Y$ (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 9A 并 $1/3$ 为第二单体 9B,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 $9A_c$ 为发送灵敏度 S_{T1c} 、接收灵敏度 S_{R1c} 、面积 A_{1c} ,第二单体 $9A_c$ 为发送灵敏度 S_{T2c} (其中, $S_{T1c} > S_{T2c}$)、接收灵敏度 S_{R2c} (其中, $S_{R1c} < S_{R2c}$)、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 。

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

$$[0139] \quad \beta = \{ (S_{T1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) A_{2c} - 2 S_{T2c} S_{R2c} A_{1c} \} A_c$$

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

[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 $9A_c$ 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)

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

[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)

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

[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 9Ac 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。

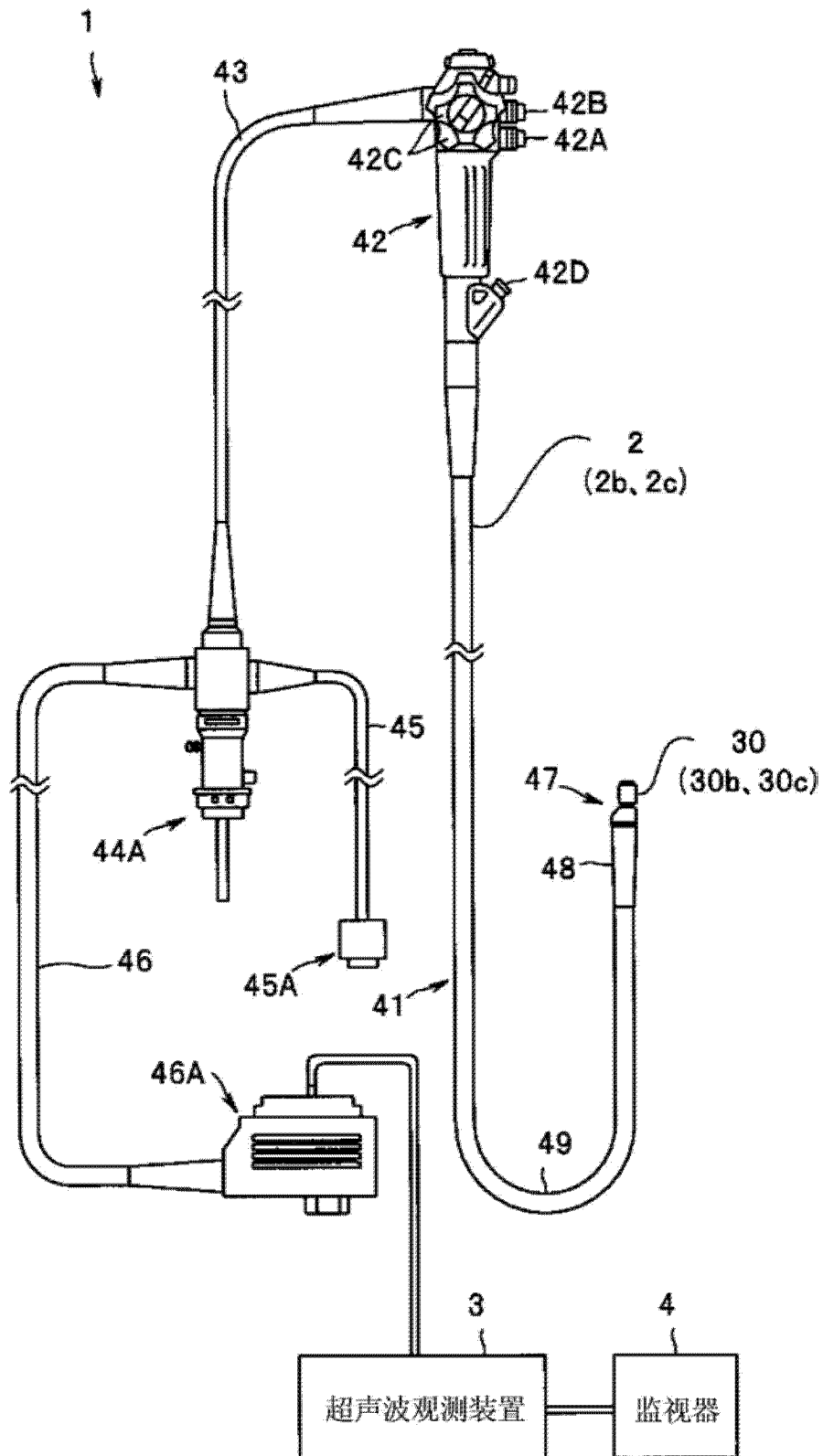


图 1

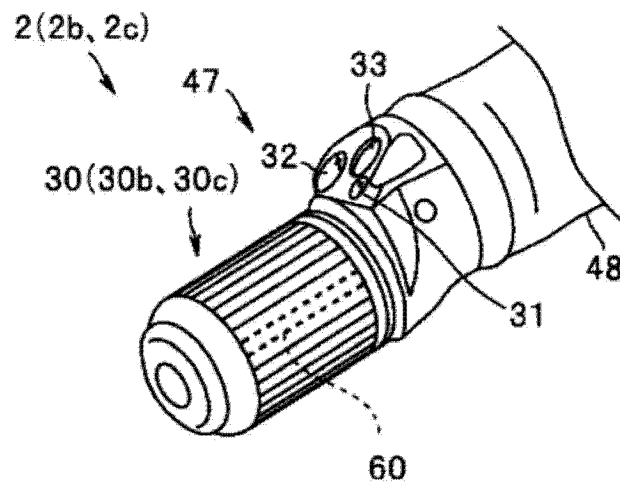


图 2

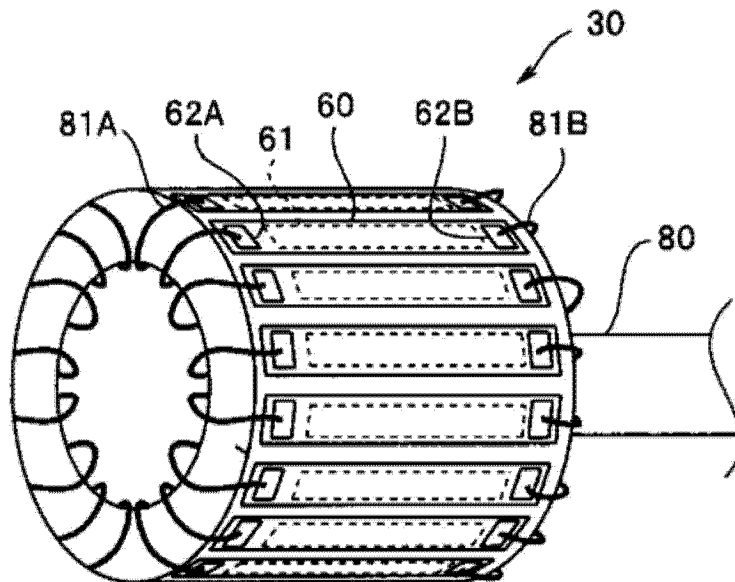


图 3

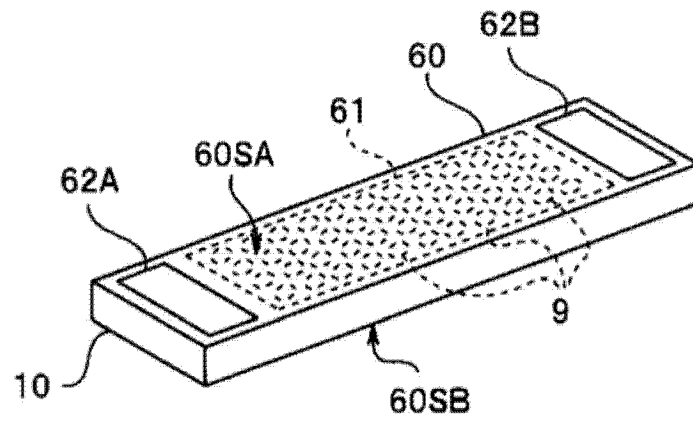


图 4

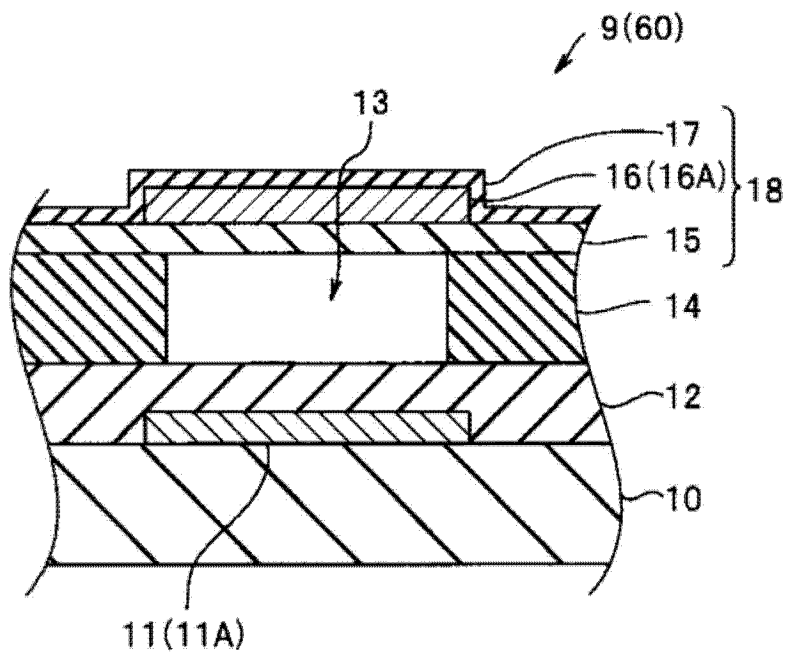


图 5

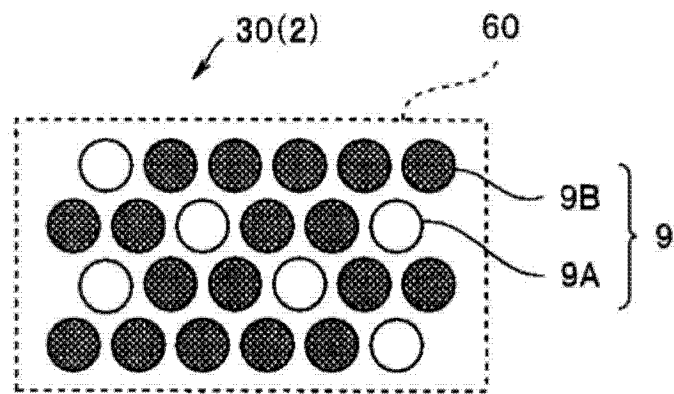


图 6

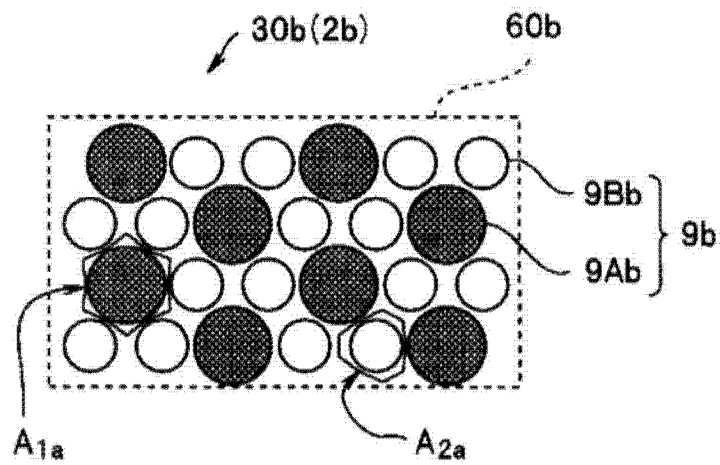


图 7

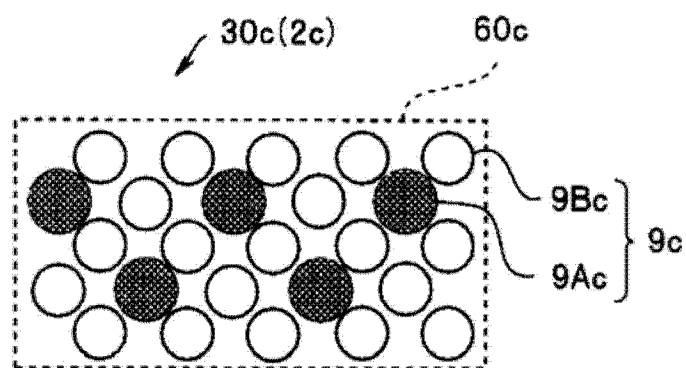


图 8

专利名称(译)	超声波部件以及超声波内窥镜		
公开(公告)号	CN104349722A	公开(公告)日	2015-02-11
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	A61B8/445 B06B2201/20 A61B1/005 A61B8/12 A61B8/4455 B06B1/0292 A61B8/4494 A61B8/4483 H02N1/08		
代理人(译)	刘新宇		
优先权	2012132026 2012-06-11 JP		
其他公开文献	CN104349722B		
外部链接	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， $N1 \neq N2$ 、 $N1 + N2 = N$ 。

