

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/187158

発行日 平成28年2月4日 (2016.2.4)

(43) 国際公開日 平成25年12月19日 (2013.12.19)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A61B 8/12 (2006.01)	A61B 8/12	4C601
H04R 19/00 (2006.01)	H04R 19/00 330	5D019
A61B 8/14 (2006.01)	A61B 8/14	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

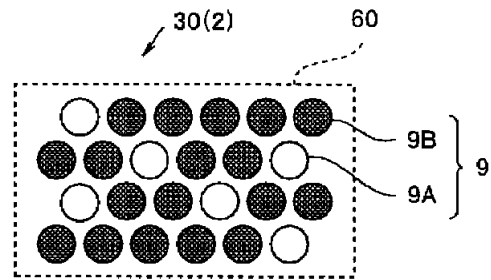
出願番号 特願2014-521024 (P2014-521024)	(71) 出願人 000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2013/063173	
(22) 国際出願日 平成25年5月10日 (2013.5.10)	
(31) 優先権主張番号 特願2012-132026 (P2012-132026)	(74) 代理人 100076233 弁理士 伊藤 進
(32) 優先日 平成24年6月11日 (2012.6.11)	(74) 代理人 100101661 弁理士 長谷川 靖
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(74) 代理人 100135932 弁理士 篠浦 治
	(72) 発明者 佐藤 憲 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内
	Fターム(参考) 4C601 FE02 GB05 GB16 GB19 GB41 5D019 AA21 DD01 FF04 GG11

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波ユニットおよび超音波内視鏡

(57) 【要約】

超音波ユニット30は、下部電極11Aとメンブレン18を構成する上部電極16Aとがキャビティ13を介して対向配置しているN個のセル9を含む複数のエレメント60を具備し、エレメント60が、N₁個の第1のセル9Aと、第1のセル9Aよりも受信感度が高く送信感度の低いN₂個(但し、N₁、N₂、N₁+N₂=N)の第2のセル9Bを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

下部電極とメンブレンを構成する上部電極とがキャビティを介して対向配置している N 個の超音波振動子セルを含む複数の超音波振動子エレメントを具備し、

前記超音波振動子エレメントが、 N_1 個の第 1 の超音波振動子セルと、前記第 1 の超音波振動子セルよりも受信感度が高く送信感度の低い N_2 個（但し、 $N_1 \geq N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$ ）の第 2 の超音波振動子セルを有することを特徴とする超音波ユニット。

【請求項 2】

前記第 1 の超音波振動子セルの上部電極と前記第 2 の超音波振動子セルの上部電極とが接続されており、前記第 1 の超音波振動子セルの下部電極と前記第 2 の超音波振動子セルの下部電極とが接続されており、前記第 1 の超音波振動子セルおよび前記第 2 の超音波振動子セルが送信および受信に使用されることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波ユニット。

【請求項 3】

前記第 1 の超音波振動子セルが送信感度 S_{T1} 、受信感度 S_{R1} であり、前記第 2 の超音波振動子セルが送信感度 S_{T2} （但し、 $S_{T1} > S_{T2}$ ）、受信感度 S_{R2} （但し、 $S_{R1} < S_{R2}$ ）であり、以下の式を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波ユニット。

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

但し、

$$X = \frac{2S_{T2}S_{R2} - S_{T1}S_{R2} - S_{T2}S_{R1}}{2(S_{T1} - S_{T2})(S_{R1} - S_{R2})} N$$

【請求項 4】

前記第 1 の超音波振動子セルが面積 A_1 の送信専用セルであり、前記第 2 の超音波振動子セルが面積 A_2 （但し、 $A_1 \geq A_2$ ）の受信専用セルであり、以下の式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の超音波ユニット。

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

但し、

$$Y = \frac{A_2}{A_1 + A_2} N$$

【請求項 5】

前記第 1 の超音波振動子セルが送信感度 S_{T1} 、受信感度 S_{R1} 、面積が A_1 であり、前記第 2 の超音波振動子セルが、送信感度 S_{T2} （但し、 $S_{T1} > S_{T2}$ ）、受信感度 S_{R2} （但し、 $S_{R1} < S_{R2}$ ）、面積 A_2 （但し、 $A_1 \geq A_2$ ）であり、以下の式を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の超音波ユニット。

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

但し、

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

【請求項 6】

請求項 1 から請求項 5 のいずれか 1 項に記載の超音波ユニットを有する先端部を具備することを特徴とする超音波内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の静電容量型の超音波振動子セルを有する超音波ユニットおよび前記超音波ユニットを具備する超音波内視鏡に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

被検物に超音波を照射し、エコー信号から体内の状態を画像化して診断する超音波診断法が普及している。超音波診断法に用いられる超音波診断装置の1つに超音波内視鏡がある。超音波内視鏡は、体内へ挿入される挿入部の先端部に超音波ユニットが配設されている。超音波ユニットは電気信号を超音波に変換し体内へ送信し、また体内で反射した超音波を受信して電気信号に変換する機能を有する。

【0003】

超音波ユニットには超音波振動子として、圧電セラミックス材料（例えばPZT：チタン酸ジルコン酸鉛）を用いた圧電型超音波振動子、またはMEMS技術を用いて製造される静電容量型超音波振動子（Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducer：c-MUT）が使用されている。

10

【0004】

c-MUT型セルは、下部電極とメンブレンを構成する上部電極とがキャピティを介して対向配置している。セルの電極間に電圧が印加されると静電力によりメンブレンが変形して超音波が発生する。一方、被写体で反射した反射超音波（エコー）がセルに入射すると、メンブレンが変形するため、電極間の静電容量を測定することにより超音波を受信される。

【0005】

ここで、セルの送信感度を高くすることと、受信感度を高くすることとは、相反する。このため、例えば、日本国特表2005-210264号公報には、送信感度を重視した構造の送信専用セルと、受信感度を重視した構造の受信専用セルと、を有する超音波ユニットが開示されている。

20

【0006】

しかし、従来の超音波ユニットでは、送信専用セルまたは受信専用セルは、それぞれ送信または受信にしか使われず、さらに個数および占有面積が同じであった。このため、送受信効率という観点からは十分に高い特性を有するとは言えなかった。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の実施形態は、送受信感度が高い超音波ユニットおよび送受信感度が高い超音波内視鏡を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の実施形態の超音波ユニットは、下部電極とメンブレンを構成する上部電極とがキャピティを介して対向配置しているN個の超音波振動子セルを含む複数の超音波振動子エレメントを具備し、前記超音波振動子エレメントが、 N_1 個の第1の超音波振動子セルと、前記第1の超音波振動子セルよりも受信感度が高く送信感度の低い N_2 個（但し、 $N_1 \geq N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$ ）の第2の超音波振動子セルと、を有する。

40

【0009】

また本発明の別の実施形態の超音波内視鏡は、下部電極とメンブレンを構成する上部電極とがキャピティを介して対向配置しているN個の超音波振動子セルを含む複数の超音波振動子エレメントを具備し、前記超音波振動子エレメントが、 N_1 個の第1の超音波振動子セルと、前記第1の超音波振動子セルよりも受信感度が高く送信感度の低い N_2 個（但し、 $N_1 \geq N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$ ）の第2の超音波振動子セルと、を有する超音波ユニットを具備する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】第1実施形態の超音波内視鏡を説明するための外観図である。

【図2】第1実施形態の超音波内視鏡の先端部の構成を説明するための斜視図である。

50

【図 3】第 1 実施形態の超音波ユニットを説明するための斜視図である。

【図 4】第 1 実施形態の超音波ユニットの超音波振動子エレメントを説明するための斜視図である。

【図 5】第 1 実施形態の超音波ユニットの超音波振動子セルの構造を説明するための断面図である。

【図 6】第 1 実施形態の超音波ユニットのエレメントの超音波振動子セルの配置等を説明するための上面図である。

【図 7】第 2 実施形態の超音波ユニットのエレメントの超音波振動子セルの配置等を説明するための上面図である。

【図 8】第 3 実施形態の超音波ユニットのエレメントの超音波振動子セルの配置等を説明するための上面図である。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

< 第 1 実施形態 >

以下、図面を参照して第 1 実施形態の超音波ユニット 30 および超音波ユニット 30 を有する超音波内視鏡 2 について説明する。なお、図はいずれも説明のための模式図であり、構成要素の数、大きさ、および大きさ等の比率等は実際とは異なる。

【0012】

< 超音波内視鏡システムの構成 >

図 1 に示すように、超音波内視鏡 2 は、超音波観測装置 3 およびモニター 4 とともに超音波内視鏡システム 1 を構成する。超音波内視鏡 2 は、体内に挿入される細長の挿入部 41 と、挿入部 41 の基端に配された操作部 42 と、操作部 42 の側部から延出したユニバーサルコード 43 と、を具備する。

20

【0013】

ユニバーサルコード 43 の基端部には、光源装置（不図示）に接続されるコネクタ 44 A が配設されている。コネクタ 44 A からは、カメラコントロールユニット（不図示）にコネクタ 45 A を介して着脱自在に接続されるケーブル 45 と、超音波観測装置 3 にコネクタ 46 A を介して着脱自在に接続されるケーブル 46 と、が延出している。超音波観測装置 3 にはモニター 4 が接続される。

【0014】

挿入部 41 は、先端側から順に、先端部 47 と、先端部 47 の後端に位置する湾曲部 48 と、湾曲部 48 の後端に位置して操作部 42 に至る細径かつ長尺で可撓性を有する可撓管部 49 と、を連設して構成されている。そして、先端部 47 には、超音波ユニット 30 が配設されている（図 5 参照）。

30

【0015】

操作部 42 には、湾曲部 48 を所望の方向に湾曲制御するアングルノブ 42 A と、送気および送水操作を行う送気送水ボタン 42 B と、吸引操作を行う吸引ボタン 42 C と、後述する体内に導入する穿刺針等を有する処置具の入り口となる処置具挿入口 42 D 等と、が配設されている。

【0016】

そして、図 2 に示すように、超音波内視鏡 2 の超音波ユニット 30 が配設された先端部 47 には、照明光学系を構成する照明用レンズカバー 31 と、観察光学系の観察用レンズカバー 32 と、鉗子口 33 と、図示しない送気送水ノズルと、が配設されている。後述するように、超音波ユニット 30 は複数の超音波振動子エレメント（以下、「エレメント」という）60 を有する。

40

【0017】

図 3 に示すように、外部電極 62 A は、ケーブル 80 の導線 81 A と接続され、外部電極 62 B はケーブル 80 の導線 81 B と接続されている。

【0018】

図 4 に示すように、超音波を送受信する基本単位であるエレメント 60 は、第 1 の主面

50

60SAと、第1の主面60SAと対向する第2の主面60SBと、を有する。そして、エレメント60の第1の主面60SAの略中央部には超音波を送受信する送受信部61が形成されており、第1の主面60SAの両端部には外部電極62A、62Bが配設されている。後述するように、エレメント60は複数の超音波振動子セル（以下、「セル」という）9を有する。

【0019】

図5に示すように、エレメント60のセル9は、基体であるシリコン基板10上に、順に積層された、下部電極層11と、下部絶縁層12と、キャビティ13と、その支持層14と、上部絶縁層15と、上部電極層16と、保護層17と、を有する。なお、図5は1個のセル9の断面構造で示しているが、一般的には数十個～数千個のセル9が1個のエレメント60を構成している。

10

【0020】

下部電極層11は、複数の下部電極11Aと、下部電極11Aの縁辺部から延設している複数の下部電極配線（不図示）と、を有する。下部電極層11は、同じエレメント60の他のセル9の下部電極11Aを接続している。上部電極層16は、複数の上部電極16Aと、上部電極16Aから延設している複数の上部電極配線（不図示）と、を有する。上部電極層16は、同じエレメント60の他のセル9の上部電極16Aを接続している。そして、それぞれのセル9は、キャビティ13を介して対向配置している下部電極11Aと上部電極16Aとを有する。

【0021】

以上の説明のように、同じエレメント60に配置された複数のセル9の全ての下部電極11Aは互いに接続されており、全ての上部電極16Aも互いに接続されている。そして下部電極層11には、駆動電圧が印加され、上部電極層16は接地電位となっている。

20

【0022】

エレメント60の下部電極層11と上部電極層16との間にパルス電圧が印加されると、静電力により上部電極16Aを含むメンブレン（振動部）18が振動することで、超音波が発生する。また外部から超音波が入射するとメンブレン18が変形し下部電極層11と上部電極層16との間隔が変化するため、静電容量の変化から超音波を電気信号に変換する。

【0023】

図6に示すように、超音波ユニット30では、エレメント60のN個のセル9は、 N_{1a} 個の第1のセル9Aと、 N_{2a} 個の第2のセル9Bと、を含む（但し、 $N_{1a} \geq N_{2a}$ ）。第2のセル9Bは、第1のセル9Aよりも受信感度が高く送信感度が低い。すなわち、第1のセル9Aが送信感度 S_{T1a} 、受信感度 S_{R1a} であり、第2のセル9Bが送信感度 S_{T2a} （但し、 $S_{T1a} > S_{T2a}$ ）、受信感度 S_{R2a} （但し、 $S_{R1a} < S_{R2a}$ ）である。セル9の送信感度および受信感度は、例えば、メンブレン18の厚さを変えることで、送信または受信に最適化することができる。

30

【0024】

以下、超音波ユニット30（エレメント60）の送受信感度Sを、送信感度 S_T （単位：Pa/V）と受信感度 S_R （単位：V/Pa）との積と定義し、送受信感度Sが最大となる条件を理論的に導き出す。

40

【0025】

エレメント60のセル9の総数 N_a 、セル9Aの個数 N_{1a} 、セル9Bの個数 N_{2a} は、以下の（式11）で示される。

【0026】

（式11）

$$N_a = N_{1a} + N_{2a}$$

そして、エレメント60の送信感度 S_{T_a} は、（式12）で示される。

【0027】

50

(式12)

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

一方、エレメント60の受信感度 S_{Ra} は、(式13)で示される。

【0028】

(式13)

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

すなわち、超音波ユニット30(エレメント60)では、送信感度が高く受信感度の低い第1のセル9Aおよび送信感度が低く受信感度が高い第2のセル9Bが、共に、送信および受信に使用される。

10

【0029】

既に説明したように、エレメント60の送受信感度 S_a は、(式14)で定義される。

【0030】

(式14)

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

20

(式14)より、最大の送受信感度 S_a となる第1のセル9Aの数 N_{1a} は、(式15)で示される。

【0031】

(式15)

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

30

なお、最大の送受信感度 S_a となる第2のセル9Bの数 N_{2a} は、(式16)で示される。

【0032】

(式16)

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

40

すなわち、第1のセル9Aの数 N_{1a} が(式15)に示すように、第2のセル9Bの数 N_{2a} が(式16)に示すように構成されたエレメント60は送受信感度 S_a が最大となる。

【0033】

以上の説明のように、超音波ユニット30は、送信に適した第1のセル9Aと受信に適した第2のセル9Bとの両方を用いて、送信および受信を行う。このため、送信に適した第1のセル9Aだけを用いて送信を行う従来の超音波ユニットよりも送信感度が高い。同様に受信に適した第2のセル9Bだけを用いて受信を行う従来の超音波ユニットよりも受信感度が高い。

50

【 0 0 3 4 】

さらに、(式15)で示される数の第1のセル9 A、および(式16)で示される数の第2のセル9 Bを有する超音波ユニット30は、送受信感度が高い。そして、超音波ユニット30を具備する超音波内視鏡2は送受信感度が高い。

【 0 0 3 5 】

なお、セル9の数(比率)は、厳密に(式15)等で示される数に限定されるものではなく、エレメント内での配置等の関係から、(式15)等で示される数から±10%の範囲内であればよい。

【 0 0 3 6 】

すなわち、(式15)で示される数(X)に対して、第1のセル9 Aの数 N_{1a} は以下の(式15 A)を満たしていればよい。

10

【 0 0 3 7 】

(式15 A)

$$0.9X \leq N_{1a} \leq 1.1X$$

以下、具体例として、 $S_{T2a} = 1/2 S_{T1a}$ 、 $S_{R2a} = 3 S_{R1a}$ の場合について例示する。

【 0 0 3 8 】

(式15)および(式16)より、第1のセル9 Aの数 N_{1a} 、第2のセル9 Bの数 N_{2a} は(式17)、(式18)のようになる。

【 0 0 3 9 】

20

(式17)

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

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

(式18)

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

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

30

すなわち、エレメント60の複数のセル9の個数を、25%が第1のセル9 A、75%が第2のセル9 Bとなるように設定することで、送受信効率は最大となる。

【 0 0 4 0 】

なお、第1のセル9 Aの個数 N_{1a} が、複数のセル9の個数 N_a の22.5%(25×0.9)以上27.5%(25×1.1)以下であれば、効果があることは既に説明した通りである。

40

【 0 0 4 1 】

< 第2実施形態 >

次に、第2実施形態の超音波ユニット30 bおよび超音波内視鏡2 bについて説明する。超音波ユニット30 b等は、超音波ユニット30等と類似しているので、同じ構成要素には同じ符号を付し説明は省略する。

【 0 0 4 2 】

超音波ユニット30 bのエレメント60 bでは、個数 N_{1b} の第1のセル9 A bが占有面積 A_{1b} の送信専用セルであり、個数 N_{2b} の第2のセル9 B bが占有面積 A_{2b} (但し、 $A_{1b} = A_{2b}$)の受信専用セルである。

【 0 0 4 3 】

50

すなわち、超音波ユニット 30b では、エレメント 60b に配置された駆動電位電極である第 1 のセル 9Ab の下部電極と第 2 のセル 9Bb の下部電極とは接続されていない。なお、接地電位電極である第 1 のセル 9Ab の上部電極と第 2 のセル 9Bb の上部電極とは接続されていてもよい。

【0044】

エレメント 60b において第 1 のセル 9Ab および第 2 のセル 9Bb を配置する送受信部 61 の面積を A、エレメント 60b を構成する超音波セルの数の総和を N_b とおくと (式 21) および (式 22) の関係が成り立つ。

【0045】

(式 21)

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

(式 22)

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

すなわち、セル 9b の占有面積とは、例えば個々のキャピティの直径等を意味するものではなく、図 7 に示すように、エレメント 60 に配置した場合の中心と周囲の他のセル 9b の中心との中間点を結ぶ線で囲まれる部分の面積である。

【0046】

(式 22) を変形すると (式 23) となる。

【0047】

(式 23)

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

第 1 のセル 9Ab の送信感度を S_{Tb} 、第 2 のセル 9Bb の受信感度を S_{Rb} とすると、エレメント 60b の送受信感度 S_b は、(式 24) で示される。

【0048】

(式 24)

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

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

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

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

(式 24) から、第 1 のセル 9Ab の数 N_{1b} が、(式 25) を満たす場合に送受信感度 S_b が最大となることが明らかである。

【0049】

(式 25)

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

なお、この場合の第 2 のセル 9Bb の数 N_{2b} は、(式 26) で示される。

【0050】

(式 26)

10

20

30

40

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

したがって、超音波セル 9 A b、9 B b の数の比より (式 27) が得られる。

【0051】

(式 27)

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

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

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

10

(式 22) および (式 27) より、超音波セル 9 A b、9 B b の数の関係は (式 28) の通りとなる。

【0052】

(式 28)

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

20

よって、超音波ユニット 30 b では送受信感度 S_b が最大となるのは、(式 29) を満足する場合である。

【0053】

(式 29)

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

なお、送受信感度 S_b が最大となる第 2 のセル 9 B b の数 N_{2b} は、(式 30) で示される。

30

【0054】

(式 30)

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

また、セル 9 の数 (比率) は、厳密に (式 29) 等で示される数に限定されるものではなく、エレメント内での配置等の関係から、(式 29) 等で示される数から $\pm 10\%$ の範囲内であればよい。

【0055】

すなわち、(式 29) で示される数 (Y) に対して、第 1 のセル 9 A b の数 N_{1b} は以下の (式 29A) を満たしていればよい。

40

【0056】

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

以下、具体例として、第 2 のセル 9 B b の面積 A_{2b} が第 1 のセル 9 A b の面積 A_{1b} の 2 倍、すなわち $A_{2b} = 2A_{1b}$ であった場合について説明する。(式 29) および (式 30) より、送受信感度 S_b が最大第 1 のセル 9 A b の数 N_{1b} 、第 2 のセル 9 B b の数 N_{2b} は、(式 31)、(式 32) で示される。

【0057】

(式 31)

$$N_{1b} = \frac{A_{2b}}{A_{1b} + A_{2b}} N_b = \frac{2A_{1b}}{A_{1b} + 2A_{1b}} N_b = \frac{2}{3} N_b$$

(式 3 2)

$$N_{2b} = \frac{A_{1b}}{A_{1b} + A_{2b}} N_b = \frac{A_{1b}}{A_{1b} + 2A_{1b}} N_b = \frac{1}{3} N_b$$

すなわち、エレメント 6 0 の複数のセル 9 の個数を、2 / 3 が第 1 のセル 9 A とし、1 / 3 が第 2 のセル 9 B となるように設定することで、送受信効率は最大となる。

【 0 0 5 8 】

なお、第 1 のセル 9 A b の個数 N_{1b} が、複数のセル 9 の個数 N_b の 6 0 % ((2 / 3) × 0 . 9) 以上 7 3 . 3 % ((2 / 3) × 1 . 1) 以下であれば効果があることは既に説明した通りである。

【 0 0 5 9 】

以上の説明のように、超音波ユニット 3 0 b は、送信専用の第 1 のセル 9 A b だけを用いて送信を行い、受信専用の第 2 のセル 9 B b だけを用いて受信を行う。しかし、従来の超音波ユニットとは異なり、第 1 のセル 9 A b の占有面積 A_{1b} と、第 2 のセル 9 B b の占有面積 A_{2b} と、が異なる。

【 0 0 6 0 】

上記で説明したように、送信専用セルおよび受信専用セルを有するエレメント 6 0 b では、送受信感度の最大値となるセルの個数 (比率) は、送信感度または受信感度は関係がない。

【 0 0 6 1 】

そして、それぞれのエレメント 6 0 b が (式 3 1)、(式 3 2) で示される数のセル 9 A b、9 B b を有する超音波ユニット 3 0 b は、送受信感度が高い。そして、超音波ユニット 3 0 b を具備する超音波内視鏡 2 b は、送受信感度が高い。

【 0 0 6 2 】

< 第 3 実施形態 >

次に、第 3 実施形態の超音波ユニット 3 0 c および超音波内視鏡 2 c について説明する。超音波ユニット 3 0 c 等は、超音波ユニット 3 0 等と類似しているので、同じ構成要素には同じ符号を付し説明は省略する。

【 0 0 6 3 】

超音波ユニット 3 0 c のエレメント 6 0 c は、超音波セルが配置可能な部分の面積を A_c 、第 1 のセル 9 A c が送信感度 S_{T1c} 、受信感度 S_{R1c} 、面積が A_{1c} であり、第 2 のセル 9 A c が、送信感度 S_{T2c} (但し、 $S_{T1c} > S_{T2c}$)、受信感度 S_{R2c} (但し、 $S_{R1c} < S_{R2c}$)、面積 A_{2c} (但し、 $A_{1c} > A_{2c}$) である。

【 0 0 6 4 】

すなわち、(式 4 1) が成り立つ。

【 0 0 6 5 】

(式 4 1)

$$A_c = A_{1c} \cdot N_{1c} + A_{2c} \cdot N_{2c}$$

(式 4 1) を変形すると、(式 4 2) が得られる。

【 0 0 6 6 】

(式 4 2)

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

エレメント 6 0 c の送信感度 S_{Tc} は (式 4 3) で示される。

【 0 0 6 7 】

10

20

30

40

50

(式43)

$$S_{Tc} = S_{T1c} \cdot N_{1c} + S_{T2c} \cdot N_{2c}$$

一方、エレメント60cの受信感度 S_{Rc} は(式44)で示される。

【0068】

(式44)

$$S_{Rc} = S_{R1c} \cdot N_{1c} + S_{R2c} \cdot N_{2c}$$

そして、エレメント60cの送受信感度 S_c は(式45)で示される。

【0069】

(式45)

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

ここで、 α 、 β 、 γ を、以下のように定義する。

【0070】

$$\begin{aligned} \alpha &= S_{T1c} S_{R1c} A_{2c}^2 - (S_{T1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) A_{1c} A_{2c} + S_{T2c} S_{R2c} A_{1c}^2 \\ \beta &= \{(S_{T1c} S_{R2c} + S_{T2c} S_{R1c}) A_{2c} - 2S_{T2c} S_{R2c} A_{1c}\} A_c \\ \gamma &= S_{T2c} S_{R2c} A_c^2 \end{aligned}$$

それにより、送受信感度 S_c は(式46)で表される。

【0071】

(式46)

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

(式46)から、第1のセル9Acの数 N_{1c} が(式47)を満たす場合に、送受信感度 S_c は最大となることは明らかである。

【0072】

(式47)

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

一方、送受信感度 S_c は最大となる第2のセル9Bcの数 N_{2c} は、(式48)で示される。

【0073】

(式48)

10

20

30

40

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

したがって、それぞれのセルの数の比より（式 49）が得られる。

【 0074 】

（式 49）

$$\begin{aligned}
N_{1c} : N_{2c} &= 2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c} : 2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c} \\
N_{2c} &= \frac{2S_{T1c}S_{R1c}A_{2c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{1c}}{2S_{T2c}S_{R2c}A_{1c} - (S_{T1c}S_{R2c} + S_{T2c}S_{R1c})A_{2c}} N_{1c}
\end{aligned}$$

エレメント 60c を構成するセルの数の総和を N_c とすると（式 50）および（式 51）が成り立つ。

【 0075 】

（式 50）

$$N_c = N_{1c} + N_{2c}$$

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

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

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

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

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

（式 51）

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

第 1 のセル 9Ac の数 N_{1c} および第 2 のセル 9Bc の数 N_{2c} が、（式 50）および（式 51）を満たすエレメント 60c（超音波ユニット 30c）は送受信感度 S_c が最大となる。

【 0076 】

また、セル 9 の数（比率）は、厳密に（式 50）等で示される数に限定されるものではなく、エレメント内での配置等の関係から、（式 50）等で示される数から $\pm 10\%$ の範囲内であればよい。

【 0077 】

すなわち、（式 50）で示される数（Z）に対して、第 1 のセル 9Ac の数 N_{1c} は以下の（式 50A）を満たしていればよい。

【 0078 】

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

10

20

30

40

50

例えば、 $N_c = 1000$ 、送信感度 $S_{T1c} = 100 \text{ Pa/V}$ 、送信感度 $S_{T2c} = 20 \text{ Pa/V}$ 、受信感度 $S_{R1c} = 300 \text{ pV/Pa}$ 、受信感度 $S_{R2c} = 900 \text{ pV/Pa}$ 、面積 $A_c = 4.2 \text{ mm}^2$ 、面積 $A_{1c} = 4000 \text{ }\mu\text{m}^2$ 、 $A_{2c} = 5000 \text{ }\mu\text{m}^2$ の場合は、 $N_{1c} = 800$ 、 $N_{2c} = 200$ 、となる。

【0079】

なお、第1のセル9Acの個数 N_{1c} が、 $720 (800 \times 0.9)$ 以上 $880 (800 \times 1.1)$ 以下であれば効果があることは既に説明した通りである。

【0080】

超音波ユニット30cは、超音波ユニット30、30bの効果을併せ持つため、送受信感度が、より高い。そして超音波ユニット30cを具備する超音波内視鏡2cは送受信感度が、より高い。

10

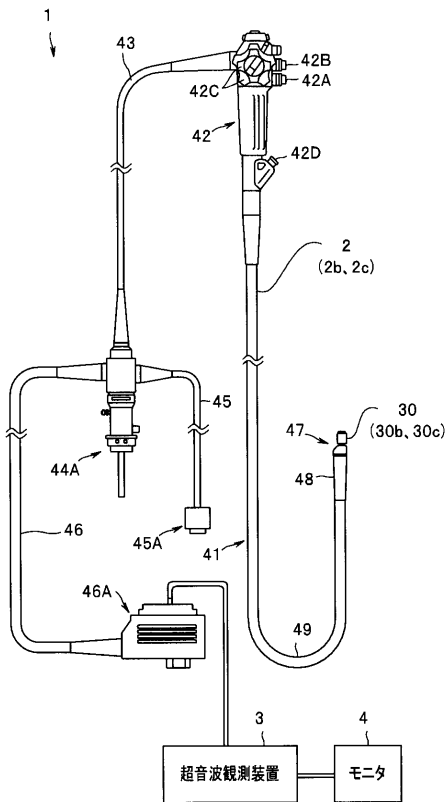
【0081】

本発明は、上述した実施形態等に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

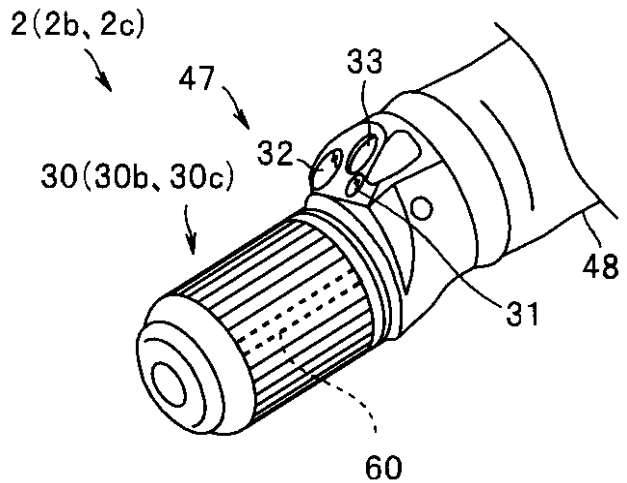
【0082】

本出願は、2012年6月11日に日本国に出願された特願2012-132026号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものとする。

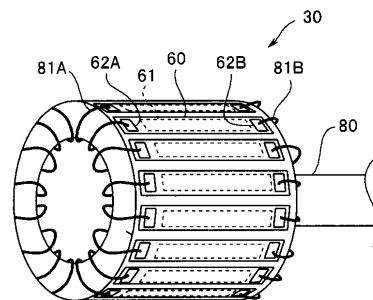
【図1】



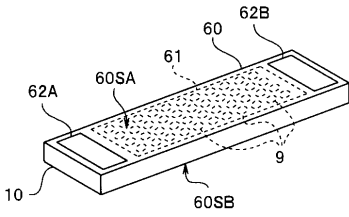
【図2】



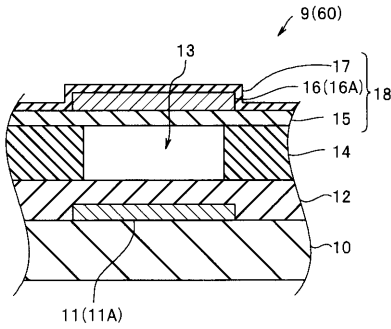
【図3】



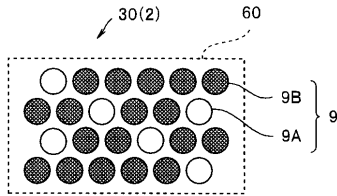
【 図 4 】



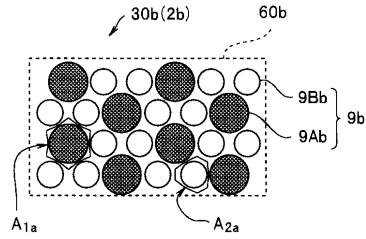
【 図 5 】



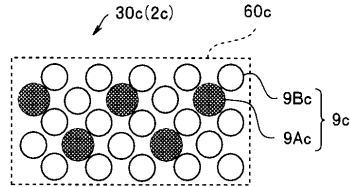
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



【 手続補正書 】

【 提出日 】 平成27年11月6日 (2015.11.6)

【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 0 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 0 8 】

本発明の実施形態の超音波ユニットは、下部電極とメンブレンを構成する上部電極とがキャビティを介して対向配置しているN個の超音波振動子セルを含む複数の超音波振動子エレメントを具備し、前記超音波振動子エレメントが、 N_1 個の第1の超音波振動子セルと、前記第1の超音波振動子セルよりも受信感度が高く送信感度の低い N_2 個（但し、 $N_1 > N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$ ）の第2の超音波振動子セルと、を有し、前記第1の超音波振動子セルの上部電極と前記第2の超音波振動子セルの上部電極とが接続されており、前記第1の超音波振動子セルの下部電極と前記第2の超音波振動子セルの下部電極とが接続されており、前記第1の超音波振動子セルおよび前記第2の超音波振動子セルが送信および受信に使用される。

【 手続補正 2 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 0 9

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 0 0 9 】

また本発明の別の実施形態の超音波内視鏡は、下部電極とメンブレンを構成する上部電極とがキャビティを介して対向配置しているN個の超音波振動子セルを含む複数の超音波

振動子エレメントを具備し、前記超音波振動子エレメントが、 N_1 個の第1の超音波振動子セルと、前記第1の超音波振動子セルよりも受信感度が高く送信感度の低い N_2 個（但し、 $N_1 \geq N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$ ）の第2の超音波振動子セルと、を有し、前記第1の超音波振動子セルの上部電極と前記第2の超音波振動子セルの上部電極とが接続されており、前記第1の超音波振動子セルの下部電極と前記第2の超音波振動子セルの下部電極とが接続されており、前記第1の超音波振動子セルおよび前記第2の超音波振動子セルが送信および受信に使用される超音波ユニットを具備する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

挿入部41は、先端側から順に、先端部47と、先端部47の後端に位置する湾曲部48と、湾曲部48の後端に位置して操作部42に至る細径かつ長尺で可撓性を有する可撓管部49と、を連結して構成されている。そして、先端部47には、超音波ユニット30が配設されている（図2参照）。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

操作部42には、湾曲部48を所望の方向に湾曲制御するアングルノブ42Aと、送気および送水操作を行う送気送水ボタン42Bと、吸引操作を行う吸引ボタン42Cと、体内に導入する穿刺針等を有する処置具の入り口となる処置具挿入口42D等と、が配設されている。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0057】

（式31）

$$N_{1b} = \frac{A_{2b}}{A_{1b} + A_{2b}} N_b = \frac{2A_{1b}}{A_{1b} + 2A_{1b}} N_b = \frac{2}{3} N_b$$

（式32）

$$N_{2b} = \frac{A_{1b}}{A_{1b} + A_{2b}} N_b = \frac{A_{1b}}{A_{1b} + 2A_{1b}} N_b = \frac{1}{3} N_b$$

すなわち、エレメント60の複数のセル9の個数を、 $2/3$ が第1のセル9A_bとし、 $1/3$ が第2のセル9B_bとなるように設定することで、送受信効率は最大となる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0063

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0063】

超音波ユニット30cのエレメント60cは、超音波セルが配置可能な部分の面積をA

c、第1のセル9Acが送信感度 S_{T1c} 、受信感度 S_{R1c} 、面積が A_{1c} であり、第2のセル9Bcが、送信感度 S_{T2c} （但し、 $S_{T1c} > S_{T2c}$ ）、受信感度 S_{R2c} （但し、 $S_{R1c} < S_{R2c}$ ）、面積 A_{2c} （但し、 $A_{1c} > A_{2c}$ ）である。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0075】

(式50)

$$N_c = N_{1c} + N_{2c}$$

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

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

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

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

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

(式51)

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

第1のセル9Acの数 N_{1c} および第2のセル9Bcの数 N_{2c} が、(式50)および(式51)を満たすエレメント60c(超音波ユニット30c)は送受信感度 S_c が最大となる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

下部電極とメンブレンを構成する上部電極とがキャビティを介して対向配置しているN個の超音波振動子セルを含む複数の超音波振動子エレメントを具備し、

前記超音波振動子エレメントが、 N_1 個の第1の超音波振動子セルと、前記第1の超音波振動子セルよりも受信感度が高く送信感度の低い N_2 個(但し、 $N_1 > N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$)の第2の超音波振動子セルを有し、

前記第1の超音波振動子セルの上部電極と前記第2の超音波振動子セルの上部電極とが接続されており、前記第1の超音波振動子セルの下部電極と前記第2の超音波振動子セルの下部電極とが接続されており、前記第1の超音波振動子セルおよび前記第2の超音波振動子セルが送信および受信に使用されることを特徴とする超音波ユニット。

【請求項2】

前記第1の超音波振動子セルが送信感度 S_{T1} 、受信感度 S_{R1} であり、前記第2の超音波振動子セルが送信感度 S_{T2} （但し、 $S_{T1} > S_{T2}$ ）、受信感度 S_{R2} （但し、 $S_{R1} < S_{R2}$ ）であり、以下の式を満足することを特徴とする請求項1に記載の超音波ユニット。

$$0.9 X \quad N_1 \quad 1.1 X$$

但し、

$$X = \frac{2S_{T2}S_{R2} - S_{T1}S_{R2} - S_{T2}S_{R1}}{2(S_{T1} - S_{T2})(S_{R1} - S_{R2})} N$$

【請求項3】

下部電極とメンブレンを構成する上部電極とがキャピティを介して対向配置しているN個の超音波振動子セルを含む複数の超音波振動子エレメントを具備し、

前記超音波振動子エレメントが、 N_1 個の第1の超音波振動子セルと、前記第1の超音波振動子セルよりも受信感度が高く送信感度の低い N_2 個（但し、 $N_1 \geq N_2$ 、 $N_1 + N_2 = N$ ）の第2の超音波振動子セルを有し、

前記第1の超音波振動子セルが面積 A_1 の送信専用セルであり、前記第2の超音波振動子セルが面積 A_2 （但し、 $A_1 \geq A_2$ ）の受信専用セルであり、以下の式を満足することを特徴とする超音波ユニット。

$$0.9 Y \quad N_1 \quad 1.1 Y$$

但し、

$$Y = \frac{A_2}{A_1 + A_2} N$$

【請求項4】

前記第1の超音波振動子セルが送信感度 S_{T1} 、受信感度 S_{R1} 、面積が A_1 であり、前記第2の超音波振動子セルが、送信感度 S_{T2} （但し、 $S_{T1} > S_{T2}$ ）、受信感度 S_{R2} （但し、 $S_{R1} < S_{R2}$ ）、面積 A_2 （但し、 $A_1 \geq A_2$ ）であり、以下の式を満足することを特徴とする請求項1に記載の超音波ユニット。

$$0.9 Z \quad N_1 \quad 1.1 Z$$

但し、

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

【請求項5】

請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の超音波ユニットを有する先端部を具備することを特徴とする超音波内視鏡。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/063173

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B8/12(2006.01)i, H04R1/40(2006.01)i, H04R19/00(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B8/12, H04R1/40, H04R19/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-336248 A (Aloka Co., Ltd.), 26 November 2002 (26.11.2002), paragraphs [0012] to [0016] (Family: none)	1, 6 2-5
Y A	JP 3-165749 A (Aloka Co., Ltd.), 17 July 1991 (17.07.1991), page 3, upper right column, line 7 to lower left column, line 9 (Family: none)	1, 6 2-5
A	JP 2011-25055 A (Olympus Corp.), 10 February 2011 (10.02.2011), paragraphs [0007], [0021] (Family: none)	1-6
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 10 July, 2013 (10.07.13)		Date of mailing of the international search report 23 July, 2013 (23.07.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/063173

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	JP 2013-34665 A (Olympus Medical Systems Corp.), 21 February 2013 (21.02.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 6 3 1 7 3	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/12(2006.01)i, H04R1/40(2006.01)i, H04R19/00(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/12, H04R1/40, H04R19/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2013年 日本国実用新案登録公報 1996-2013年 日本国登録実用新案公報 1994-2013年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
Y A	JP 2002-336248 A (アロカ株式会社) 2002.11.26, 段落【0012】-【0016】 (ファミリーなし)	1,6 2-5	
Y A	JP 3-165749 A (アロカ株式会社) 1991.07.17, 第3頁右上欄第7行 -左下欄第9行 (ファミリーなし)	1,6 2-5	
A	JP 2011-25055 A (オリンパス株式会社) 2011.02.10, 段落【0007】【0021】 (ファミリーなし)	1-6	
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 10.07.2013		国際調査報告の発送日 23.07.2013	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 松谷 洋平	2Q 3410
		電話番号 03-3581-1101	内線 3292

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 6 3 1 7 3
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
P, A	JP 2013-34665 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2013.02.21, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-6

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声波单元和超声波内窥镜		
公开(公告)号	JPWO2013187158A1	公开(公告)日	2016-02-04
申请号	JP2014521024	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)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	佐藤 憲		
发明人	佐藤 憲		
IPC分类号	A61B8/12 H04R19/00 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B1/005 A61B8/12 A61B8/445 A61B8/4455 A61B8/4494 B06B1/0292 B06B2201/20 H02N1/08		
FI分类号	A61B8/12 H04R19/00.330 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/FE02 4C601/GB05 4C601/GB16 4C601/GB19 4C601/GB41 5D019/AA21 5D019/DD01 5D019/FF04 5D019/GG11		
代理人(译)	伊藤 进 长谷川 靖 ShinoUra修		
优先权	2012132026 2012-06-11 JP		
其他公开文献	JP5927294B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声波单元30包括多个元件60，所述多个元件60包括N个单元9，构成膜18的下部电极11A和上部电极16A通过空腔13彼此相对，第一个单元9A和N 2 (其中N 1, N 1, N 2, 2 N≠N 2, N 1 + N 2 = N)。

