

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6143427号
(P6143427)

(45) 発行日 平成29年6月7日(2017.6.7)

(24) 登録日 平成29年5月19日(2017.5.19)

(51) Int.Cl.	F I
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 2 B
	H 0 4 R 17/00 3 3 0 D

請求項の数 7 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-167244 (P2012-167244)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成24年7月27日 (2012.7.27)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2014-23775 (P2014-23775A)		東京都八王子市石川町2951番地
(43) 公開日	平成26年2月6日 (2014.2.6)	(74) 代理人	100076233
審査請求日	平成27年2月27日 (2015.2.27)		弁理士 伊藤 進
前置審査		(74) 代理人	100101661
			弁理士 長谷川 靖
		(74) 代理人	100135932
			弁理士 篠浦 治
		(72) 発明者	若林 勝裕
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパスメディカルシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	平岡 仁
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
			リンパスメディカルシステムズ株式会社内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子及び超音波振動子を用いた超音波内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

前記基板上に形成された複数のC-MUTセルと、

それぞれが、複数の前記C-MUTセルのうち所定のC-MUTセル群を有して構成される複数の振動子エレメントと、

を具備する超音波振動子において、

前記複数の振動子エレメントは、それぞれの前記振動子エレメントが最小の駆動単位を構成した領域を有する部材であって、当該領域の短手方向に前記振動子エレメント間の境界部を介して列状に配設されると共に、少なくとも一部の前記複数の振動子エレメントは、前記短手方向に隣接する振動子エレメント同士が前記境界部を含んで同一の平面上に配設される配置関係を有する振動子エレメント群を構成し、

前記同一の平面上に配設される配置関係を有する前記振動子エレメント群と、当該振動子エレメント群に対して前記短手方向に隣接する前記振動子エレメントとは、分割溝部により分割され、当該分割溝部において隣接する互いの前記振動子エレメント同士は、当該分割溝部が曲折することにより湾曲状を呈するように配設され、

前記同一の平面上に配設される配置関係を有する前記振動子エレメント群における前記境界部にも、前記C-MUTセルが配設される

ことを特徴とする超音波振動子。

【請求項2】

10

20

前記同一の平面上に配設される配置関係を有する前記振動子エレメント群を構成する前記短手方向に隣接する振動子エレメント同士において、前記境界部を挟んで対向する位置に配設される複数の前記C－MUTセル対におけるそれぞれの前記C－MUTセル間の距離を互いに異なるように配置した

ことを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子。

【請求項3】

前記C－MUTセルは、振動膜、上部電極、空隙層、および下部電極を有して構成されており、

前記振動膜、前記上部電極、前記空隙層、前記下部電極の各サイズの少なくとも1つを変更することにより共振周波数の異なる複数のC－MUTセルを有する

10

ことを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子。

【請求項4】

前記C－MUTセルは、振動膜、上部電極、空隙層、および下部電極を有して構成されており、

前記C－MUTセルの前記平面における径と、前記振動膜の厚みとを調整することにより同一の共振周波数となる複数のC－MUTセルを有する

ことを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子。

【請求項5】

前記C－MUTセルの配置形状は、二等辺三角格子状、正三角格子状、または歪斜格子状のいずれか1つの種類の配置形状である

20

ことを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子。

【請求項6】

前記分割溝部は凸凹形状に形成されたことを特徴とする請求項1に記載の超音波振動子。

【請求項7】

請求項1－6のいずれか1項に記載の超音波振動子を備えた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】

30

本発明は、超音波振動子、及び超音波振動子を挿入部の先端部側に設けた超音波内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、体内に超音波を照射し、その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。このような超音波診断法に用いられる医療装置には、例えば、体表から体内の状態を画像化できる超音波エコー装置、先端部に超音波を送受信する超音波振動子部を備え、体内に挿入して体内の状態を画像化できる超音波内視鏡などがある。

【0003】

40

これらの超音波診断用の医療装置のうち、特に超音波内視鏡は、体内への挿入性の向上、及び患者の苦痛を軽減するために細径化のための種々の工夫がなされている。そのため、超音波振動子部も小型化が進み、そのための種々の工夫がなされている。

【0004】

このような超音波内視鏡に用いられる、小型化を実現することができる超音波振動子部に、例えば、C－MUT (Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer：静電容量型微細加工超音波振動子) を用いられることがある。

【0005】

C－MUTは、基板上にリソグラフィ技術を用いて複数のC－MUTセルをパターンニ

50

グすることにより形成される。そして、基板上の複数のC-MUTセルを覆うように可撓性膜を設けることにより、超音波振動子アレイであるC-MUTアレイが形成される。

ここで、ラジアルスキャン走査方式及びコンベックスキャン走査方式の超音波内視鏡においては、超音波振動子部を湾曲状に形成する必要がある。

【0006】

このため、公知の従来方法では、複数のC-MUTセルで構成された振動子エレメントを有するC-MUTアレイを、ダイシングソーを用いたダイシングにより、分割溝を夫々形成して、ひとつの駆動単位のエレメントを形成し、その後、これらの複数の分割溝の幅を収縮させるように分割溝側に該C-MUTアレイを曲げることにより、湾曲状の超音波振動子部を形成するようにしている。

10

【0007】

このような湾曲状の超音波振動子部としては、例えば、特許文献1に記載されているように、振動子ユニットが、複数の正方形の振動子エレメントから構成され、隣接する振動子ユニット間には振動子ユニット配列方向溝が設けられ、さらに、各振動子ユニット内において隣接する振動子エレメント間に振動子エレメント間溝が設けられた静電容量型超音波振動子がある。

【0008】

また、関連する従来技術としては、例えば、特許文献2に記載されているように、複数の振動子（振動子エレメントに相当）が短冊状に配設された1次元アレイ型のものであって、1つの振動子が、超音波振動子セルに相当する複数の振動要素を有し、これら複数の振動要素が、配列方向およびこの配列方向に直交する方向に均等間隔に並んで形成された構成の超音波振動子がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2006-122188号公報

【特許文献2】WO2005/032374号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

30

しかしながら、特許文献1に記載の静電容量型超音波振動子では、さらに超音波振動子の小型化を図ろうとすると、振動子エレメントサイズを小さくしなければならない。このため、公知の従来方法により分割溝を形成すると、特に分割溝近傍にはC-MUTセルを配設することができなくなるため、1つの振動子エレメント内のC-MUTセル数が減少してしまい、その結果、超音波の送受信感度が低下してしまう。

【0011】

すなわち、特許文献1に記載の静電容量型超音波振動子は、振動子エレメント間に振動子エレメント間溝が設けられたそれぞれの振動子エレメントに複数のC-MUTセルを高密度に配設して、超音波の送受信感度を向上させるといった目的、およびその目的を達成するための構成については考慮されていない。

40

【0012】

また、特許文献2に記載の超音波振動子は、1つの振動子エレメント内に複数のC-MUTセル（振動要素）を設けてはいるものの、複数の超音波振動子セルが、配列方向に均等間隔に並んで形成された構成であるため、振動子エレメント同士にクロストークが発生してしまい、超音波の送受信感度に影響を及ぼしてしまうといった問題点がある。

【0013】

そこで、本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、簡単な構成で、振動子エレメント内に複数のC-MUTセルを高密度に配設して、超音波の送受信感度を向上させることができるとともに、振動子エレメント同士のクロストークの発生を防止することができる小型化の超音波振動子、およびこの超音波振動子を用いた超音波内視鏡を提供することを目

50

的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記目的を達成するため本発明の一態様の超音波振動子は、基板と、前記基板上に形成された複数のC-MUTセルと、複数の前記C-MUTセルより構成された複数の振動子エレメントと、を具備する超音波振動子において、周方向に向かって複数の前記振動子エレメントが同一の平面に形成された部分を含み、同一の周面に形成された前記複数の振動子エレメント間の境界部分においても前記C-MUTセルを配置し、さらに複数の前記平面の間に各々設けられた溝部に沿って折り曲げることで湾曲状に形成されたことを特徴とする。

10

【0015】

また、本発明の一態様の超音波内視鏡は、本発明の一態様の超音波振動子を用いたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0016】

本発明の超音波振動子、およびこの超音波振動子を用いた超音波内視鏡によれば、簡単な構成で、振動子エレメント内に複数のC-MUTセルを高密度に配設して、超音波の送受信感度を向上させることができるとともに、振動子エレメント同士のクロストークの発生を防止することができ、小型化が可能である。

【図面の簡単な説明】

20

【0017】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波振動子を用いた超音波内視鏡の概略構成を説明する構成図

【図2】図1の超音波内視鏡の先端部分の概略構成を示し、ラジアルスキャン走査方式の超音波振動子を示す斜視図

【図3】図2の超音波振動子部の変形例1を示し、コンベックスキャン走査方式の超音波振動子を有する超音波内視鏡の先端部分の概略構成を示す上面図

【図4】図2の超音波振動子を構成する超音波振動子部の構成を示す斜視図。

【図5】超音波振動子部の保護膜形成後の6つの超音波振動子エレメントの短手方向に沿った断面図

30

【図6】第1の実施形態に係る超音波振動子の構成を説明するための、振動子エレメントの平面図

【図7】図6の振動子エレメント内に配設されたC-MUTセルの断面図

【図8】第1の実施形態の超音波振動子の作用・効果を説明するための説明図

【図9】変形例2に係る超音波振動子部を説明するための振動子エレメントの平面図

【図10】変形例3に係る超音波振動子部を説明するための振動子エレメントの平面図

【図11】変形例4に係る超音波振動子部を説明するための振動子エレメントの平面図

【図12】第2の実施形態に係る超音波振動子を示し、隣接するC-MUTセルの構成を説明する断面図

【図13】図12に示すC-MUTセルを有する各振動子エレメントの平面図

40

【図14】第3の実施形態に係る超音波振動子を説明するための、振動子エレメントの平面図

【図15】図14のX I I I - X I I I 線の断面図で、隣接するC-MUTセルの構成を説明するための図

【図16】第4の実施形態に係る超音波振動子を説明するための、各振動子エレメント内のセルの配列例を示す図

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態について詳細に説明する。

(第1の実施形態)

50

図1から図11は、本発明の第1の実施形態に係り、図1は、本発明の第1の実施形態に係る超音波振動子を用いた超音波内視鏡の概略構成を説明する構成図、図2は、図1の超音波内視鏡の先端部分の概略構成を示し、ラジアルスキャン走査方式の超音波振動子を示す斜視図である。

【0019】

図1に示すように、本実施形態の超音波内視鏡1は、体腔内に挿入される細長の挿入部2と、この挿入部2の基端に位置する操作部3と、この操作部3の側部から延出するユニバーサルコード4と、で主に構成されている。

【0020】

ユニバーサルコード4の基端部には図示しない光源装置に接続される内視鏡コネクタ4aが設けられている。この内視鏡コネクタ4aからは図示しないカメラコントロールユニットに電気コネクタ5aを介して着脱自在に接続される電気ケーブル5および図示しない超音波観測装置に超音波コネクタ6aを介して着脱自在に接続される超音波ケーブル6が延出される。

10

【0021】

挿入部2は、先端側から順に、硬質な樹脂部材で形成した先端硬性部7と、この先端硬性部7の後端に位置する湾曲自在な湾曲部8と、この湾曲部8の後端に位置して前記操作部3の先端部に至る細径かつ長尺で可撓性を有する可撓管部9とを連設して構成される。そして、先端硬性部7の先端側には、超音波を送受する複数の電子走査型の超音波振動子を配列した超音波送受部である超音波振動子部20が設けられている。

20

なお、先端硬性部7の材質としては、特に限定されないが、耐薬品性、或いは生体適合性を備えていることが好ましく、例えばポリスルホンが挙げられる。

【0022】

また、操作部3には、湾曲部8を所望の方向に湾曲制御するアングルノブ11と、送気、及び送水操作を行うための送気送水ボタン12と、吸引操作を行うための吸引ボタン13と、体内に導入する処置具の入り口となる処置具挿入口14等が設けられている。

【0023】

超音波振動子部20は、ラジアルスキャン走査方式で構成されたものである。この超音波振動子部20が設けられた先端硬性部7の先端面7aには、図2に示すように、照明光学系を構成する照明用レンズカバー21と、観察光学系を構成する観察用レンズカバー22と、吸引口を兼ねる鉗子口23と、図示しない送気送水ノズルとが配置されている。

30

【0024】

超音波振動子を構成する超音波振動子部20は、基板に対してシリコンマイクロマシーニング技術を用いて加工してなる、超音波振動子セルであるC-MUT（静電容量型微細加工超音波振動子）の振動膜が外向するように形成され、複数のC-MUTセルから構成される最小の駆動単位で、表面が矩形状の振動子エレメント24が、図4に示すように、円筒状に複数配列された電子ラジアル型振動子先端部となっている。基板としては、シリコン基板または石英基板などを用いることができる。

【0025】

なお、本実施形態では、ラジアルスキャン走査方式の超音波振動子部20を用いたが、これに限定されるものではなく、例えば、図3の変形例1に示すように、コンベックスキャン走査方式の超音波振動子20Aを用いて構成しても良い。

40

この場合、図3に示すように、超音波振動子部20Aが設けられた先端硬性部7の先端面7aaには、照明光学系を構成する照明用レンズカバー21aと、観察光学系を構成する観察用レンズカバー22aと、吸引口を兼ねる鉗子口23aと、送気送水ノズル23bとが配置されている。

なお、図3は、図2の超音波振動子の変形例1を示し、コンベックスキャン走査方式の超音波振動子を有する超音波内視鏡の先端部分の概略構成を示す上面図、図4は、図2の超音波振動子を構成する超音波振動子部の構成を示す斜視図である。

【0026】

50

図4に示すように、超音波振動子部20は、複数の振動子エレメント24と、複数の制御回路ユニット25と、複数の配線用フレキシブルプリント基板（以下、配線用FPCと称す）26とを有して構成される。

複数の長形状の振動子エレメント24は、各振動子エレメントの短手方向に直列に配設することによって、円筒形に構成される。複数の配線用FPC26は、図示はしないがFPC上に配線パターンや電極パッドが形成されている。複数の制御回路ユニット25は、配線用FPC26に対しC-MUTセルとは反対の面に振動子エレメント24の位置に合わせて、1振動子エレメントに1制御回路ユニット25という配置で設けられている。

【0027】

配線用FPC26には、図示はしないがC-MUTセルの振動子エレメント毎にスルーホールが形成され、そのスルーホールを通してC-MUTセルの振動子エレメント24と制御回路ユニット25が接続されるようになっている。制御回路ユニット25は、パルサー、チャージアンプ、マルチプレクサ等の集積回路等から構成される。なお、振動子エレメント24の形状は、長方形に限定されるものではない。

【0028】

図5は、超音波振動子部20の保護膜形成後の6つの超音波振動子エレメント24の短手方向に沿った断面図を示している。

超音波振動子部20を構成する各エレメント24（24a、24b、24c…）には、図5に示すように、少なくとも1つ以上、ここでは複数のC-MUTセル（以下、単にセルという）28が配列されたセル領域が形成されている。

【0029】

また、隣り合う2つのエレメント24間には、所定数のセル群を離隔するように、直線状の切り溝であり溝部30を構成する、分割溝30a、30b、30c…が設けられている。この分割溝30a、30b、30c…によって、所定の距離で離間するように分け隔たれ、分割された部分が最小の駆動単位振動子であるエレメント24となる。

【0030】

なお、各エレメント24に設けられた電極パッド31及びGND（グランド）電極パッド32（図6参照）が接続されたケーブル接続基板部（図示せず）は、エレメント24の基端側に連設されている。そして、超音波振動子部20からは、図示しないケーブル接続基板部に各信号線が電氣的に接続された同軸ケーブル束（図示せず）が延設している。この同軸ケーブル束は、先端硬性部7、湾曲部8、可撓管部9、操作部3、ユニバーサルコード4、及び超音波ケーブル6に挿通され、超音波コネクタ6aを介して、図示しない超音波観測装置と接続される。

なお、各エレメント24間の印加（信号）側の電極は、夫々が個別に同軸ケーブル束の各ケーブルから電気信号が供給される構造となっている。

【0031】

また、超音波振動子部20は、図5に示すように、各エレメント24の背面側（裏面側）には可撓性部材27が設けられ、さらに、各エレメント24の表面には保護膜29が形成されており、その後、前記分割溝30a、30b、30c…によって、図4に示すように湾曲状に形成される。なお、超音波振動子部20の各エレメント24により形成された円筒形の内部には、図示はしないが分配線などの内蔵物を覆うようにバッキング材が設けられている。

【0032】

次に、本実施形態の超音波振動子部20の特徴となる構成について図6～図7を用いて説明する。なお、図6は、第1の実施形態に係る超音波振動子の構成を説明するための、振動子エレメントの平面図、図7は、図6の振動子エレメント内に配設されたC-MUTセルの断面図である。

【0033】

図6～図7に示すように、本実施形態の超音波振動子を構成する超音波振動子部20は、複数のエレメント部24Zを有して構成される。各エレメント部24Zは、基板33の

10

20

30

40

50

上部側に形成された２つの振動子エレメント２４a、２４bを有する。

【００３４】

第１の振動子エレメント２４aは、複数の第１のセル２８A、２８aを有する。第２の振動子エレメント２４bは、短手方向の一縁が第１の振動子エレメント２４aの短手方向の一縁に隣接し、短手方向の他縁が溝部３０bを介して別の第１の振動子エレメント２４aに隣接する、複数の第２のセル２８B、２８bを有する。

【００３５】

また、第１の振動子エレメント２４aと第２の振動子エレメント２４b間には、第１の溝３０aが形成されている。そして、隣り合う２つのエレメント部２４Z間には、溝３０bが設けられている。

10

【００３６】

そして、超音波振動子部２０の複数のエレメント部２４Zは、第１の振動子エレメント２４aと第２の振動子エレメント２４bとの間に隣接する第１のセル２８aと第２のセル２８bとの間の距離が異なるように構成されて、第１の振動子エレメント２４aと第２の振動子エレメント２４bを同一平面上に形成している。

【００３７】

すなわち、超音波振動子部２０の複数のエレメント部２４Zには、第１の振動子エレメント２４a内において第２の振動子エレメント２４bと隣接する第１のセル２８aと、第２の振動子エレメント２４b内において第１の振動子エレメント２４aと隣接する第２のセル２８bとが、複数存在する。エレメント部２４Zは、第１のセル２８aと第２のセル２８bとの間の複数の距離が互いに異なるように構成されている。

20

【００３８】

第１のセル２８A、２８aおよび第２のセル２８B、２８b等の各セル２８は、図７に示すように、基板３３と、その基板３３の上部に積層された、内部に下部電極３４を有する第１の積層部３５と、この第１の積層部３５の上部に積層され、下から順に空隙層３６、上部電極３７を配置するとともに、上部側に振動膜３８を形成する第２の積層部３９と、を有して構成される。

すなわち、基板３３は、第１の振動子エレメント２４a、第２の振動子エレメント２４bを含むエレメント部２４Zの裏面全体に設けられている。基板としては、例えばシリコン基板または石英基板を用いることができる。

30

【００３９】

また、本実施形態においては、図６に示すように、複数のエレメント部２４Zは、同一平面上に形成される振動子エレメント２４aと２４bにおいて、溝部３０の形成方向Mに沿って少なくとも３個以上、ここでは５個の第１のセル２８A、２８aおよび少なくとも３個以上、ここでは５個の第２のセル２８B、２８bが配設されている。

【００４０】

また、複数のエレメント部２４Zは、１つの振動子エレメントにおいて、第１の振動子エレメント２４aおよび第２の振動子エレメント２４bの短手方向である配列方向Eにおいて、第１のセル２８aと第２のセル２８bとの距離が、それぞれ異なる２種類以上の距離L₀～L₄となるように構成されている。

40

【００４１】

また、複数のエレメント部２４Zは、同一平面上に形成される振動子エレメントにおいて、第１の振動子エレメント２４aおよび第２の振動子エレメント２４bの配列方向Eに沿って少なくとも２個以上、ここでは２個の第１のセル２８A、２８a、および少なくとも２個以上、ここでは２個の第２のセル２８B、２８bが配列されている。

【００４２】

さらに、複数のエレメント部２４Zでは、前記エレメントの配列方向Eにおいて、第１のセルと第２のセルとの距離L₀～L₄が、第１のセル同士２８Aの距離Lおよび第２のセルB同士の距離Lとは異なるように構成されている。

【００４３】

50

具体的な構成を説明すると、エレメント部24Zの第1の振動子エレメント24aは、ここでは、14個の第1のセル(C-MUTセル)28A、28aを有して構成される。この場合、第1のセル28aは、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの間に隣接する第2のセル28bとの間の距離が異なるように配設されたセルである。

【0044】

また、第2の振動子エレメント24bは、ここでは、14個の第2のセル28B、28bを有して構成される。この場合、第2のセル28bは、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの間に隣接する第1のセル28aとの間の距離が異なるように配設されたセルである。

10

【0045】

なお、超音波振動子部20の形状の具体的な数値を示すと、第2の溝30bの幅W2は、ストリートラインの幅を含めて、例えば50 μ mであり、また、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとを合わせたエレメント幅W3は、例えば0.4mmである。

【0046】

次に、本実施形態の超音波振動子部20の具体的な構成、および作用・効果について図6、および図8を用いて説明する。なお、図8は第1の実施形態の超音波振動子の作用及び効果を説明するための説明図であり、本実施形態の超音波振動子の構成と比較するために、従来の超音波振動子部20Xの構成を示している。

20

【0047】

図8に示すように、従来の超音波振動子部20Xを構成する各振動子エレメント24xには、ここでは14個のセル28xが略等間隔で配設されているが、このような構成であると、第1の溝30a、第2の溝30b等の分割溝30が介在することによって、各振動子エレメント24X間において、セル28xが配設できない領域ERが複数発生してしまう。

【0048】

このため、従来の超音波振動子部20Xでは、1つの振動子エレメント24x内に複数のセル28xを高密度に配設することができず、超音波の送受信感度を向上させることができない。また、振動子エレメント間の隣接するセル28xが等間隔で配設されているため、振動子エレメント24x同士にクロストークが発生してしまう。

30

【0049】

そこで、本実施形態では、前記図6にて説明したように、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの間に隣接する第1のセル28aと第2のセル28bとの間の距離が異なるように構成している。

【0050】

具体的には、前記隣接する第1のセル28aおよび第2のセル28bを、例えば図6中のセル内の矢印に示すように移動させることにより、セル間の距離を変えている。すなわち、第1のセル28aの中心C1から第2のセル28bの中心C2との距離を、図6に示すように、それぞれ異なる距離である距離L0、距離L1、距離L2、距離L3、距離L4となるように第1のセル28aと第2のセル28bとを配設している。

40

【0051】

このような構成とすることにより、従来設けられていた第1の溝30a(図8中破線で示す)とセルが配設できない領域ERを無くして、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bを同一平面上に形成することができる。

【0052】

これにより、同一平面上に形成された第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの境界部分(第1の溝30a部分に相当)にセル配置領域を形成することができ、このセル配置領域に、新たな4個のセル(図6中二重丸で示す)28X1~28X4を配設することができる。

50

【0053】

なお、これら4個のセル28X1～28X4を、第1のセル28aまたは第2のセル28bとして配設した場合でも、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの間に隣接する第1のセル28aと第2のセル28bとの間の距離が異なるように構成されることになる。

【0054】

すなわち、セル28X1を第2の振動子エレメント24b側に設けられたセルとした場合、このセル28X1に隣接する第1の振動子エレメント24のセル28aとの間の距離L01と、他の隣接するセル28aとの間の距離L11との距離も異なる。なお、このセル28X1以外のセル28X2～28X4についても同様の関係を満足する。

10

【0055】

このため、本実施形態の超音波振動子部20は、同一平面上に形成された第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの中に複数のセル28A、28a、28B、28b、28x1～28x4を高密度に配設することができるので、超音波の送受信の感度を向上させることができる。

【0056】

また、超音波振動子部20は、第1の振動子エレメント24aおよび第2の振動子エレメント24bの配列方向Eにおいて、これら振動子エレメント間において、第1のセル28aと第2のセル28bとの距離が、それぞれ異なる2種類以上の距離L0～L3、L01、L11、L12となるように構成されている。

20

【0057】

このため、振動子エレメント間の隣接するセル同士が共振することがないので、振動子エレメント間でのクロストークの発生を防止することでき、超音波の送受信感度に影響を及ぼすこともない。

【0058】

従って、第1の実施形態によれば、簡単な構成で、振動子エレメント24内に複数のC-MUTセル28を高密度に配設して、超音波の送受信感度を向上させることができるとともに、振動子エレメント24同士のクロストークの発生を防止することができる小型化の超音波振動子、およびこの超音波振動子を用いた超音波内視鏡1を実現できる。

【0059】

30

なお、本実施形態の超音波振動子部20は、後述する変形例2～4に示すように構成してもよく、このような変形例2～4を図9～図11を用いて説明する。

【0060】

図9は、変形例2に係る超音波振動子部を説明するための振動子エレメントの平面図である。

【0061】

第1の実施形態の超音波振動子部20は、例えば、図9の変形例2に示すように、溝部30の形成方向Mに配列された、複数の前記第1のセル28A、28aの中心軸C1同士を結ぶ第1の中心軸線O1、O2と、複数の前記第2のセル28B、28bの中心軸C2同士を結ぶ第2の中心軸線O3、O4と、が、非平行となるように構成してもよい。

40

【0062】

なお、第2の振動子エレメント24bの、溝部30の形成方向Mに配列された、複数の前記第2のセル28B、28bの中心軸C2同士を結ぶ第1の中心軸線O3、O4と、第2の振動子エレメント24bに隣接する第3の振動子エレメント24cの、溝部30の形成方向Mに配列された、複数の前記第3のセル28C、28cの中心軸C3同士を結ぶ第3の中心軸線O5、O6とについても非平行となるように構成される。

このように構成した場合でも、前記第1の実施形態と同様の作用・効果を得ることができる。

【0063】

図10は、変形例3に係る超音波振動子部を説明するための振動子エレメントの平面図

50

である。

第1の実施形態に係る超音波振動子部20は、例えば、図10の超音波振動子部20Aのエレメント部24Z1に示すように、一組の振動子エレメント間の溝を無くすように構成してもよい。図10には、6組の振動子エレメントが示されており、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bが、第3の振動子エレメント24cと第4の振動子エレメント24dが、さらに、第5の振動子エレメント24eと第6の振動子エレメント24fが、それぞれ同一平面上となるように形成して、振動子エレメントの各組内に存在した溝30を削除するように構成した構成を示した。こうして、エレメント部24Z1は、振動子エレメント組間の第2の溝30b1、第3の溝30b2、第4の溝30b3を形成した、6つの振動子エレメントとして形成される。

10

【0064】

さらに、これら第2～4の溝30b1、30b2、30b3の形状は、溝配列方向Mに沿って直線ではなく、例えば、図10に示すように、セルを新たに配設可能な設置領域を確保できるような凸凹形状（鋸歯形状）に構成してもよい。

【0065】

なお、これら第2～4の溝30b1、30b2、30b3は、例えば、反応性イオンエッチング（Reactive Ion Etching：RIE）等のドライエッチングにより形成することができる。

【0066】

このような構成により、溝部30の溝数を少なくでき、かつ、溝形状を凸凹形状（鋸歯形状）に構成しているので、従来存在していたセルが配設できない領域ERを減らすと同時に、セルを配設配設する領域を十分に確保することができる。すなわち、図10に示すように、さらに、各振動子エレメントにおいて、新たな4つのセル28Y1～28Y4を配設することができる。

20

【0067】

これにより、振動子エレメント内にセルを、より一層高密度で配設することができ、超音波の送受信感度を向上させることができる。また、振動子エレメント間のピッチを小さくすることができるので、超音波振動子部20Aの小型化に寄与できる。

【0068】

図11は、変形例4に係る超音波振動子部を説明するための振動子エレメントの平面図である。

30

変形例4に係る超音波振動子部20Bは、略変形例3に示す構成と同様であるが、第3の振動子エレメント24cが第4の振動子エレメント24dと同一平面上に形成されずに1つの振動子エレメントとして形成し、同時に第6の振動子エレメント24fについても同様に1つの振動子エレメントとして形成される。これに応じて、各振動子エレメントを隔てるように第2～第5の溝30b1～30b4が設けられている。

その他の構成は前記変形例3と同様である。

従って、変形例4における構成であっても、前記変形例3における超音波振動子部20Aと同様の作用・効果が得られる。

【0069】

40

（第2の実施形態）

図12および図13は、本発明に係る超音波振動子の第2の実施形態を示し、図12は、第2の実施形態に係る超音波振動子を示し、C-MUTセルの構成を従来と比較説明する断面図、図13は、図12に示すC-MUTセルを有する各振動子エレメントの平面図である。なお、図12および図13は、前記第1の実施形態の超音波振動子と同様の構成要素については同一の符号を付して説明を省略し、異なる部分のみを説明する。

【0070】

本実施形態の超音波振動子部のエレメント部24bは、従来の同一形状をしたセル28a1からなる振動子エレメント部24aとは異なり、セル28b1が、異形状をしておりセル28b1間で伝播しやすい共振周波数が異なるような構造で構成されている。

50

【0071】

そして、異形状をしたセル28b1は、それぞれ、振動膜38a、38b、上部電極37a、37b、空隙層36a、36b、および下部電極34a、34bを有して構成され、振動膜38a、38b、上部電極37a、37b、空隙層36a、36b、および下部電極34a、34bの各サイズの少なくとも1つを変えることによって異なる構造で構成される。

【0072】

例えば、下部電極34a、34bのサイズを変えたとすると、図12に示す構成とすることができる。この場合、図12(a)の従来のセルに示すように、セル28a1の下部電極34aの平面における円径のサイズをK1とすると、本実施の形態のセル28b1の下部電極34bの平面におけるある方向における径のサイズK2は、例えば、図12(b)に示すように、下部電極34aのサイズK1よりも大きくなるように構成している。なお、従来セル28a1の平面における径であるセル径D1と、本実施の形態のセル28b1の平面における径であるセル径D2は、同じサイズである。

10

【0073】

すなわち、下部電極34bは、この径のサイズアップした部分34b1によってサイズK2となり、さらにこのサイズアップした部分34b1を設けたことによって、第2の積層部39bは、下部電極34aの配設方向（径方向）に延設部39b1が延設される。このため、第2のセル28b1は、下部電極34b1のようにサイズ変更した場合でも、超音波の送受信感度を損なうことはない。

20

【0074】

なお、下部電極34b1のサイズK2は、これに限定されるものではなく、必要に応じて適宜変更してもよい。また、セル28b1の下部電極34bのサイズを変更したが、これに限定されるものではなく、セル28b1の上部電極37bのサイズを、下部電極34bのように変更してもよい。

さらに、サイズ変更した下部電極34b1の形状は、図12(b)に示すように楕円形状となるが、この形状に限定されるものではない。

【0075】

このように下部電極34bのサイズおよび形状を変更することにより、セル28b1は、電極間に積層される積層部35b、39bの厚みを変えずに、セルの断面形状の変更が可能となる。

30

【0076】

このため、隣接するセル28b1間の形状を変えることができるため、共振しにくい構成となる。したがって、図13(b)に示すような配置のセルを配設した振動子エレメント24bを構成すれば、振動子エレメント間の発生するクロストークを低減することができる。

なお、本実施形態において、超音波振動子部20の周波数帯域を広くとるような場合には、空隙層36bの形状またはサイズを変更してもよい。

その他の構成は、第1の実施形態と同様である。

【0077】

40

従って、第2の実施形態によれば、セル28b1の、振動膜38b、上部電極37b、空隙層36b、および下部電極34bの各形状またはサイズの少なくとも1つを変更することにより、前記第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

【0078】

（第3の実施形態）

図14および図15は、本発明の超音波振動子の第3の実施の形態を示し、図14は、第3の実施形態に係る超音波振動子を説明するための、振動子エレメントの平面図、図15は、図14のX I I I - X I I I 線の断面図で、隣接するC-MUTセルの構成を説明するための図である。なお、図14および図15は、前記第1の実施形態の超音波振動子と同様の構成要素については同一の符号を付して説明を省略し、異なる部分のみを説明す

50

る。

【0079】

第1の実施形態の複数のエレメント部24Zは、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの間に隣接する第1のセル28aと第2のセル28bとの間の距離が異なるように構成し、第2の実施形態の複数のエレメント部24bは、隣接する各セル28b間で部分的な構造が異なり、各セル28b間の共振する周波数が異なるような構造で構成した。

【0080】

そこで、本実施形態の複数のエレメント部24X4は、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの間に隣接する第1のセル28aと第2のセル28bとの間の距離と構造との双方を、それぞれ異なるように構成している。

10

【0081】

具体的には、図14に示すように、エレメント部24Z4は、同一平面上に形成される振動子エレメントにおいて、第1の振動子エレメント24aおよび第2の振動子エレメント24bの配列方向Eにおいて、第1のセル28a2、28A2と第2のセル28b2、28B2との距離が、それぞれ異なる2種類以上の距離LL0~LL3、・・・となるように構成されている。

【0082】

また、第1の振動子エレメント24aは、セル径の異なる2種類の第1のセル28a2、28A2を複数有して構成される。また、第2の振動子エレメント24bは、セル径の異なる2種類の第2のセル28b2、28B2を複数有して構成される。なお、図14においては、セル径の小さい方が第1のセル28a2、第2のセル28b2であり、セル径の大きい方が第1のセル28A2、第2のセル28B2である。

20

【0083】

ここで、セル径を大小異なるように変えて配設すると、セル自体の周波数帯域が変わってしまうことになる。そこで、本実施形態においては、第1のセル28a1、28A1及び第2のセル28b1、28B1は、そのセルの平面における径であるセル径D1、D2と、振動膜38a、38Aの厚みとを調整することにより、同一の共振周波数としている。

【0084】

30

つまり、C-MUTセルについては、振動膜38a、38Aに相当するメンブレンの振動を周辺固定の円板の横振動と考えると、メンブレンの1次振動モードでの固有周波数fは、振動モード定数をλ、メンブレンの半径をR、ヤング率をE、メンブレンの厚さをt、メンブレンの密度をρ、メンブレンのポアソン比をσとすると、下記の「式1」で表すことができる。

【0085】

$$f = \frac{\lambda t}{2\pi R^2} \sqrt{\frac{E}{12\rho(1-\sigma^2)}}$$

40

・・・「式1」

したがって、第1のセル28a1、28A1及び第2のセル28b1、28B1は、そのセルの平面における径であるセル径D1、D2と、振動膜38a、38Aの厚みとを調整することにより、同一の共振周波数にすることができる。

【0086】

このような構成例が、図15に示されている。すなわち、図15に示すように、第1のセル28a2のセル径D1は、第1のセル28A2のセル径D2よりも大きく、かつ、第1のセル28aの振動膜38aのメンブレンの厚さt1は、第1のセル28A2の振動膜38Aのメンブレンの厚さt2よりも小さい。このように構成することにより、第1の振動子エレメント24a内に同一の共振周波数となる第1のセル28a2、28A2を配設

50

することができる。

【0087】

したがって、同じように第2の振動子エレメント24bについても、セル径とメンブレンの厚さを変えた第2のセル28b2、28B2を設けるとともに、エレメント間において隣接するセル同士を、図14に示すように、セル径とメンブレンの厚さが異なる第1のセル28a2、28A2と第2のセル28b2、28B2とを用いて配設する。

この構成により、エレメント部24Z4としての単一周波数による超音波の送受信機能を確保できると同時に、第1の実施形態と同様に、隣接する第1のセルと第2のセルとの距離が異なるので、エレメント間のクロストークの発生を防ぐことができる。

【0088】

なお、本実施形態において、超音波振動子部を構成するエレメント部24Z4は、各振動子エレメント内の対向する上部電極37、下部電極34の重なり部の重心Pが等間隔（等ピッチ）で配列した構成であってもよい。この構成にすれば、音軸が等間隔（等ピッチ）で形成でき、従来と同じ画像処理により、超音波の送受信感度を向上しつつ、エレメント間のクロストークも十分に低減することができる。

【0089】

従って、第3の実施の形態によれば、第1の振動子エレメント24aと第2の振動子エレメント24bとの間に隣接する第1のセル28aと第2のセル28bとの間の距離と構造との双方を、それぞれ異なるように構成することで、前記第1および第2の実施形態と同様の効果が得られる。

【0090】

（第4の実施形態）

図16は、本発明の第4の実施形態に係る超音波振動子を説明するための、各振動子エレメント内のセルの配列例を示す図である。

【0091】

第4の実施形態では、前記第1～3の実施形態に係る超音波振動子において、複数の第1のセル28aの配置形状は、図16（a）に示す二等辺三角格子状、図16（b）に示す正三角格子状、または図16（e）に示す歪斜格子状のいずれか1つの種類の配置形状となるように構成される。

【0092】

また、複数の第2の振動子セル28bの配置形状は、図16（a）に示す二等辺三角格子状、図16（b）に示す正三角格子状、または図16（e）に示す歪斜格子状のいずれか1つの種類の配置形状となるように構成される。

【0093】

なお、複数の第1のセル28aおよび複数の第2のセル28bは、セル径とメンブレンの厚さを変えた構造が異なるセルであれば、図16（c）に示す正方格子状や、図16（d）に示す矩形格子状の配置形状となるように構成してもよい。

このような第4の実施形態においても、前記第1～3の実施形態と同様の効果が得られる。

【0094】

なお、前記第1～第4の実施形態、および変形例においては、円形状のC-MUTセルを用いた場合について説明したが、これに限定されるものではない。例えば、六角形等の多角形状のC-MUTセルを用いて構成してもよい。

【0095】

また、C-MUTセルにおける振動膜部分の一部に、圧電素子を配置したP-MUT（Piezoelectric Micromachined Ultrasonic Transducer）をC-MUTの代わりに配置してもよい。

【0096】

本発明は、上述した実施形態及び変形例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。

10

20

30

40

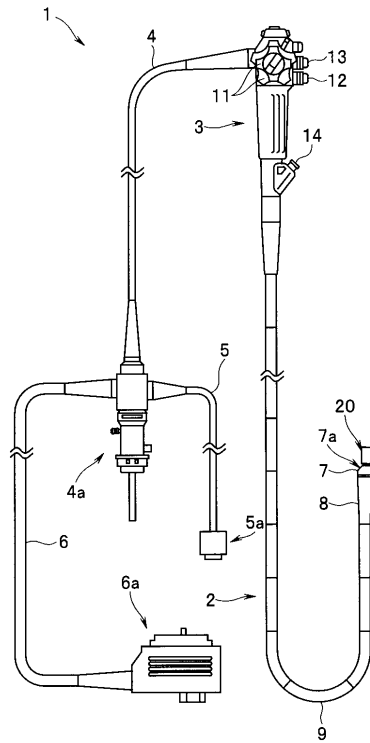
50

【符号の説明】

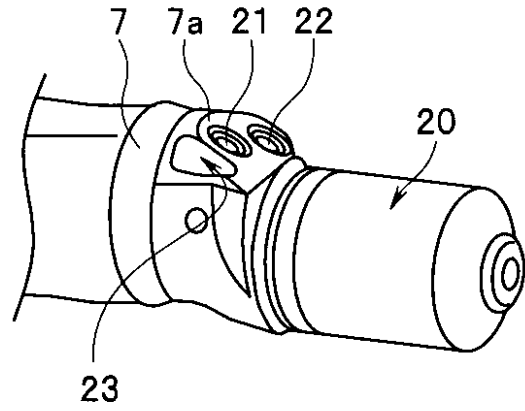
【0097】

1 …超音波内視鏡	
2 …挿入部	
3 …操作部	
4 …ユニバーサルコード	
5 …電気ケーブル	
6 …超音波ケーブル	
7 …先端硬性部	
7 a …先端面	10
7 a a …先端面	
8 …湾曲部	
9 …可撓管部	
1 1 …アングルノブ	
1 2 …送気送水ボタン	
1 3 …吸引ボタン	
1 4 …処置具挿入口	
2 0 …超音波振動子部	
2 1 …照明用レンズカバー	
2 2 …観察用レンズカバー	20
2 3 …鉗子口	
2 4 …振動子エレメント	
2 4 a …第1の振動子エレメント	
2 4 b …第2の振動子エレメント	
2 4 Z …エレメント部	
2 5 …制御回路ユニット	
2 7 …可撓性部材	
2 8、2 8 A、2 8 a、2 8 b …超音波振動子セル（C－MUTセル）	
2 9 …保護膜	
3 0 …溝部	30
3 0 a、3 0 b、3 0 c …分割溝	
3 1、3 2 …電極パッド	
3 3 …基板	
3 4 …下部電極	
3 5 …第1の積層部	
3 6 …空隙層	
3 7 …上部電極	
3 8 …振動膜	
3 9 …第2の積層部	

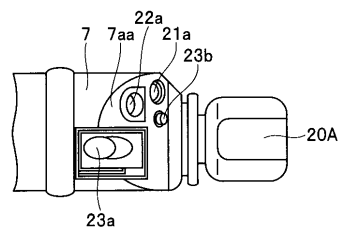
【図 1】



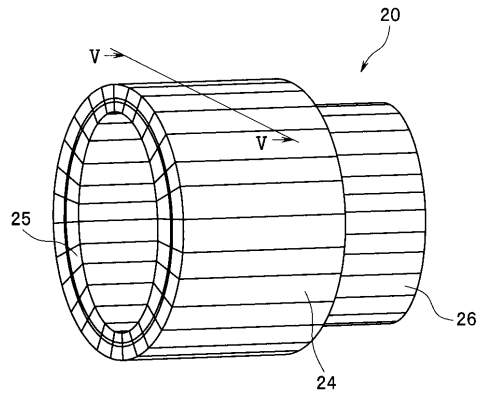
【図 2】



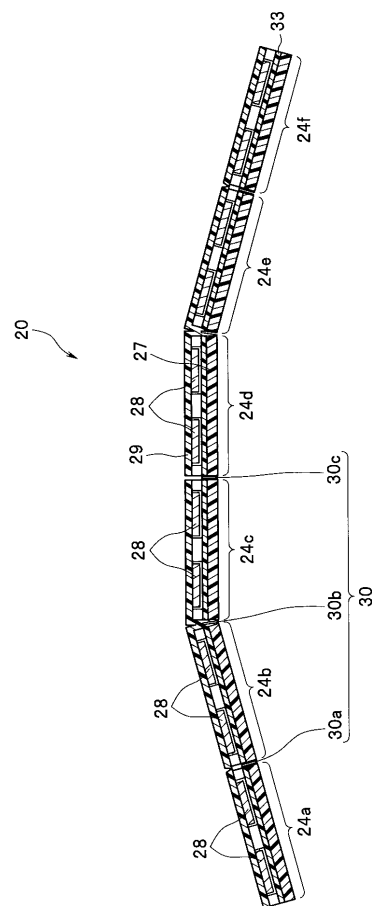
【図 3】



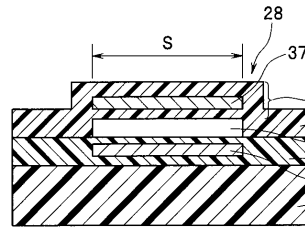
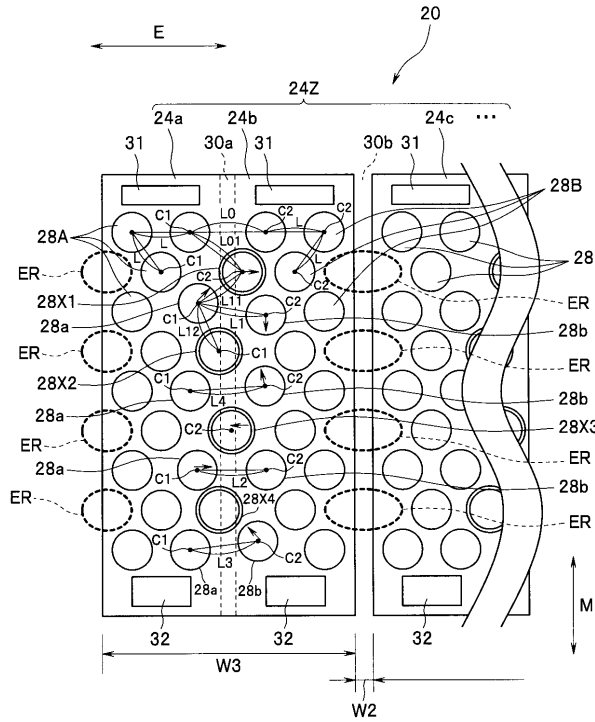
【図 4】



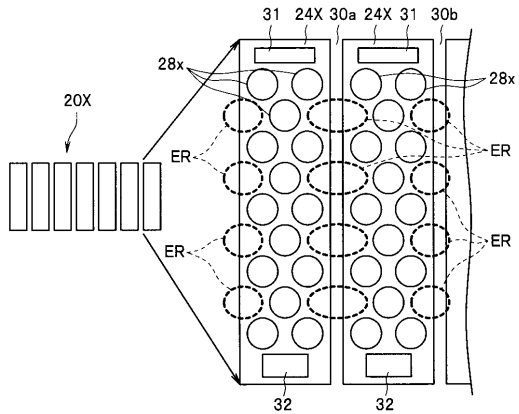
【図 5】



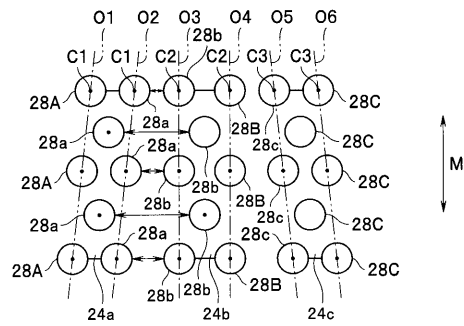
【図 7】



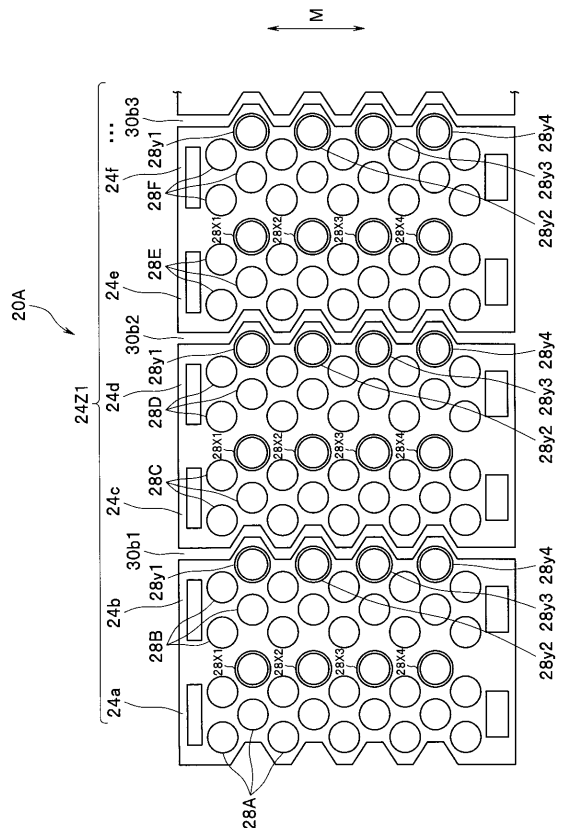
【图 8】



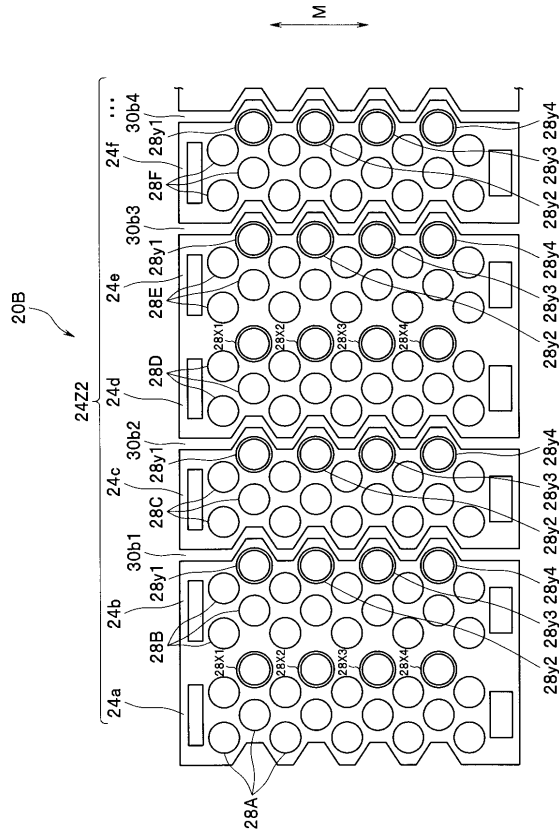
【图 9】



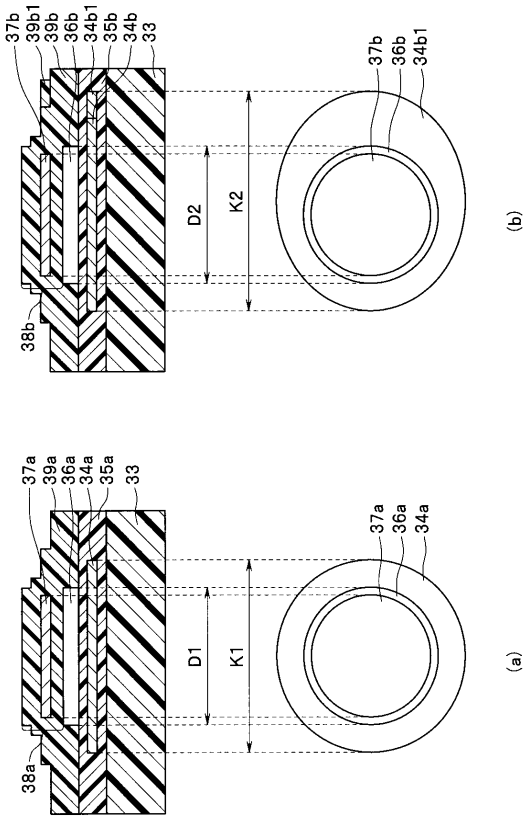
【図 10】



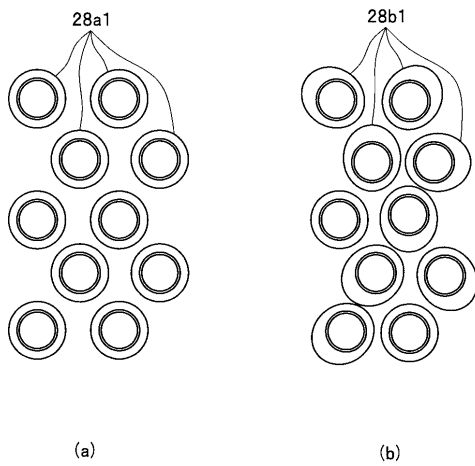
【図 1 1】



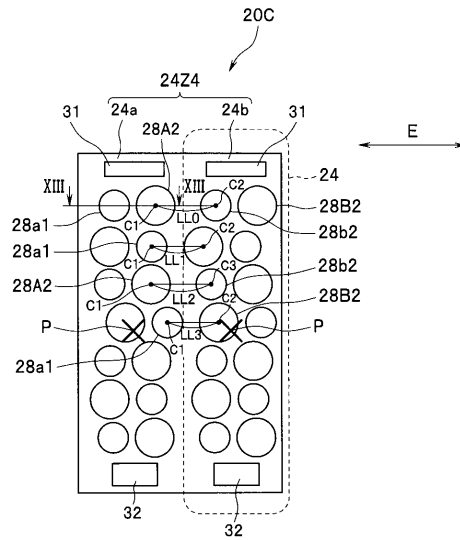
【図 1 2】



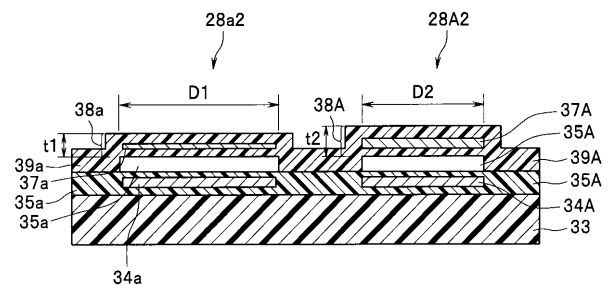
【図 1 3】



【図 1 4】

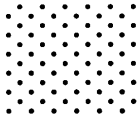


【図 1 5】

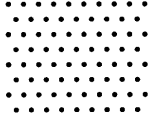


【図 16】

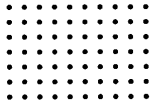
(a)



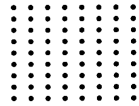
(b)



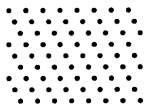
(c)



(d)



(e)



フロントページの続き

- (72)発明者 吉田 暁
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内
- (72)発明者 松本 一哉
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル株式会社内
- (72)発明者 長谷川 守
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル株式会社内
- (72)発明者 唐木 和久
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナル株式会社内
- (72)発明者 栗生 夕美子
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリジナルメディカルシステムズ株式会社内

審査官 宮澤 浩

- (56)参考文献 特開2008-099036 (JP, A)
米国特許第06262946 (US, B1)
特開2008-110060 (JP, A)
特開2006-122188 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/12
H04R 17/00

专利名称(译)	超声波内窥镜使用超声波换能器和超声波换能器		
公开(公告)号	JP6143427B2	公开(公告)日	2017-06-07
申请号	JP2012167244	申请日	2012-07-27
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	若林勝裕 平岡仁 吉田暁 松本一哉 長谷川守 唐木和久 粟生夕美子		
发明人	若林 勝裕 平岡 仁 吉田 暁 松本 一哉 長谷川 守 唐木 和久 粟生 夕美子		
IPC分类号	A61B8/12 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/12 H04R17/00.332.B H04R17/00.330.D		
F-TERM分类号	4C601/BB22 4C601/BB24 4C601/EE03 4C601/EE13 4C601/FE02 4C601/GB05 4C601/GB16 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB41 5D019/AA21 5D019/AA25 5D019/BB10 5D019/FF04		
代理人(译)	伊藤 进 长谷川 靖 ShinoUra修		
审查员(译)	宫泽浩		
其他公开文献	JP2014023775A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声诊断设备，其能够以简单的配置在换能器元件中以高密度布置多个C-MUT单元，提高超声波的发送/接收灵敏度并在换能器元件之间产生串扰可以防止并且可以实现小型化。 解决方案：根据本发明的超声换能器具有多个元件部分24Z，并且多个元件部分24Z中的每一个形成在第一换能器元件24a和第二换能器元件24b之间，第一单元28a和第二单元28b之间彼此相邻的距离彼此不同，或者相邻的第一单元28a和相邻的第二单元28b趋于共振的频率是第一换能器元件24a和第二换能器元件24b形成在同一平面上。 .The 10

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 8/12 (2006. 01)	A 6 1 B 8/12
H O 4 R 17/00 (2006. 01)	H O 4 R 17/00 3 3 2 B
	H O 4 R 17/00 3 3 0 D

請求項の数 7 (全 19 頁)		
(21) 出願番号	特願2012-167244 (P2012-167244)	(73) 特許権者 000000376
(22) 出願日	平成24年7月27日 (2012. 7. 27)	オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2014-23775 (P2014-23775A)	東京都八王子市石川町2 9 5 1 番地
(43) 公開日	平成26年2月6日 (2014. 2. 6)	(74) 代理人 100076233
審査請求日	平成27年2月27日 (2015. 2. 27)	弁理士 伊藤 達
前置審査		(74) 代理人 100101661
		弁理士 兵谷川 靖
		(74) 代理人 100135932
		弁理士 藤浦 治
		(72) 発明者 若林 勝裕
		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4 3番2号 オ
		リンバスメディカルシステムズ株式会社内
		(72) 発明者 平岡 仁
		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4 3番2号 オ
		リンバスメディカルシステムズ株式会社内
		最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子及び超音波振動子を用いた超音波内視鏡