

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-239713

(P2012-239713A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12	4 C 6 0 1
H 0 4 R 19/00 (2006.01)	H 0 4 R 19/00 3 3 0	5 D 0 1 9
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2011-113906 (P2011-113906)	(71) 出願人	304050923
(22) 出願日	平成23年5月20日 (2011. 5. 20)		オリンパスメディカルシステムズ株式会社
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
		(74) 代理人	100076233
			弁理士 伊藤 進
		(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
			リンパス株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 BB06 BB24 EE10 FE02 GB05
			GB19 GB41 GB42 HH35
			5D019 AA26 DD01 FF04 HH01

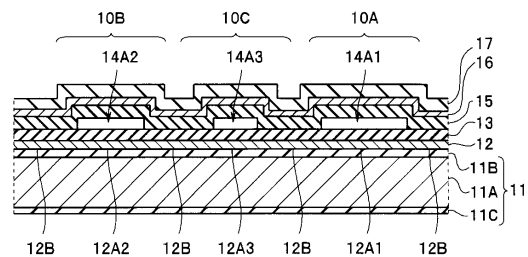
(54) 【発明の名称】 超音波振動子エレメントおよび超音波内視鏡

(57) 【要約】

【課題】特性が安定した超音波振動子エレメント20を提供する。

【解決手段】超音波振動子エレメント20は、シリコン基板11と、下部電極層12と、第1絶縁層13と、キャビティ14Aおよびチャンネル14Bが形成された第2絶縁層15と、上部電極層16と、有し、第1キャビティ14A1と第2キャビティ14A2とは大きさが異なり、第1開口部15C1から第1キャビティ14A1の中心までの第1チャンネル14B1を介した最短距離d1と、第2開口部15C2から第2キャビティ14A2の中心までの第2チャンネル14B2を介した最短距離d2と、が同じである。

【選択図】図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基体と、下部電極層と、第 1 絶縁層と、キャビティおよびチャンネルが形成された第 2 絶縁層と、上部電極層と、有し、

複数の第 1 超音波セルおよび複数の第 2 超音波セルが作製されており、

前記第 2 絶縁層に、それぞれの前記第 1 超音波セルの第 1 キャビティが複数の第 1 チャンネルを介して流入したエッチング剤による犠牲層のエッチングにより形成されているとともに、それぞれの前記第 2 超音波セルの第 2 キャビティが複数の第 2 チャンネルを介して流入した前記エッチング剤による前記犠牲層のエッチングにより形成されており、更に、複数の前記第 1 チャンネルのそれぞれの第 1 開口部と複数の前記第 2 チャンネルのそれぞれの第 2 開口部とが形成されており、

10

前記第 1 キャビティが前記第 2 キャビティよりも大きく、

前記第 1 開口部から前記第 1 キャビティの中心までの前記第 1 チャンネルを介した最短距離と、前記第 2 開口部から前記第 2 キャビティの中心までの前記第 2 チャンネルを介した最短距離と、が同じであることを特徴とする超音波振動子エレメント。

【請求項 2】

それぞれの第 1 キャビティの中心から放射状に、互いに直交する 4 方向に、4 本の前記第 1 チャンネルが延設されており、

それぞれの第 2 キャビティの中心から放射状に、互いに直交する 4 方向に、4 本の前記第 2 チャンネルが延設されていることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波振動子エレメント。

20

【請求項 3】

互いに隣り合う前記第 1 超音波セルの前記第 1 開口部と前記第 1 超音波セルの前記第 2 開口部とが、同一の共通開口部により構成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波振動子エレメント。

【請求項 4】

前記第 1 チャンネルと前記第 2 チャンネルとは経路形状が異なり、

それぞれの前記第 1 チャンネルに 1 個の第 1 開口部が形成されており、それぞれの前記第 2 チャンネルに 1 個の第 2 開口部が形成されており、

前記第 1 超音波セルの 4 個の前記第 1 開口部により囲まれる面積が、前記第 2 超音波セルの 4 個の前記第 2 開口部により囲まれる面積よりも広いことを特徴とする請求項 2 に記載の超音波振動子エレメント。

30

【請求項 5】

前記第 1 超音波セルおよび前記第 2 超音波セルと同一の構成でキャビティの大きさが異なる少なくとも 1 種類の超音波セルが作製されていることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の超音波振動子エレメント。

【請求項 6】

前記上部電極層の一部が、複数の前記第 1 開口部および複数の第 2 開口部を封止していることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波振動子エレメント。

【請求項 7】

請求項 1 から請求項 6 のいずれか 1 項に記載の超音波振動子エレメントが配設された先端硬性部を有する挿入部と、

40

前記挿入部の基端に位置する操作部と、

前記操作部の側部から延出するユニバーサルコードと、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、静電容量型の超音波振動子エレメント、および、超音波振動子エレメントを具備する超音波内視鏡に関する。

50

【背景技術】

【0002】

下部電極と上部電極との間にキャビティ（空隙部）があり、上部電極を含むメンブレンが振動する、静電容量型の超音波振動子セルが知られている。複数の超音波振動子セルが2次元配列した超音波振動子エレメントを、MEMS技術を用いて作製する場合、キャビティ形成には、犠牲層エッチング技術が用いられる。

【0003】

米国特許第5870351号明細書には、酸化シリコンからなる犠牲層の上に形成した上部絶縁層の開口部から、フッ酸溶液等のエッチング剤を流し込み、犠牲層を除去するキャビティ形成方法が開示されている。また、上記明細書には、異なる大きさのキャビティの複数の超音波振動子セルを有する超音波振動子エレメントは、送受信する超音波周波数の広帯域化が可能なが開示されている。

10

【0004】

しかし、犠牲層のエッチングにより、異なる大きさのキャビティを作製するのは容易ではないことがあった。すなわち、キャビティの大きさが異なると、犠牲層のエッチング完了までに要する時間が異なる。このために、小さいキャビティの上部絶縁層はエッチング完了後も、大きなキャビティのエッチングが完了するまでエッチング剤に曝される。

【0005】

メンブレンを構成する上部絶縁層が長時間、エッチング剤に曝されると、侵食され薄くなることがある。すると、キャビティ厚さ（高さ）が増大するため超音波の送受信感度が低下したり、共振周波数が変化したりして、超音波振動子エレメントの特性が不安定化するおそれがあった。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第5870351号明細書

【特許文献2】特開2008-118632号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の実施形態は、特性が安定した超音波振動子エレメントおよび特性が安定した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振動子エレメントは、基体と、下部電極層と、第1絶縁層と、キャビティおよびチャネルが形成された第2絶縁層と、上部電極層と、有し、複数の第1超音波セルおよび複数の第2超音波セルが作製されており、前記第2絶縁層に、それぞれの前記第1超音波セルの第1キャビティが複数の第1チャネルを介して流入したエッチング剤による犠牲層のエッチングにより形成されているとともに、それぞれの前記第2超音波セルの第2キャビティが複数の第2チャネルを介して流入した前記エッチング剤による前記犠牲層のエッチングにより形成されており、更に、複数の前記第1チャネルのそれぞれの第1開口部と複数の前記第2チャネルのそれぞれの第2開口部とが形成されており、前記第1キャビティが前記第2キャビティよりも大きく、前記第1開口部から前記第1キャビティの中心までの前記第1チャネルを介した最短距離と、前記第2開口部から前記第2キャビティの中心までの前記第2チャネルを介した最短距離と、が同じである。

40

【0009】

本発明の別の実施形態の超音波内視鏡は、上記超音波振動子エレメントが配設された先端硬性部を有する挿入部と、前記挿入部の基端に位置する操作部と、前記操作部の側部から延出するユニバーサルコードと、を具備する。

【発明の効果】

50

【 0 0 1 0 】

本発明の実施形態によれば、特性が安定した超音波振動子エレメントおよび特性が安定した超音波内視鏡を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【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を説明するための斜視図である。

【図 3】第 1 実施形態の超音波内視鏡の先端部の超音波振動子部の構成を説明するための斜視図である。

【図 4】第 1 実施形態の超音波振動子エレメントの超音波振動子セルの構造を説明するための分解図である。

10

【図 5】第 1 実施形態の超音波振動子エレメントの第 2 絶縁層のパターンを説明するための上面図である。

【図 6】第 1 実施形態の超音波振動子エレメントの説明するための断面図である。

【図 7】第 1 実施形態の超音波振動子エレメントの第 2 絶縁層のパターンを説明するための上面図である。

【図 8】第 1 実施形態の超音波振動子エレメントの犠牲層のエッチング処理を説明するための上面図である。

【図 9】第 2 実施形態の超音波振動子エレメントの第 2 絶縁層のパターンを説明するための分解図である。

20

【図 10】第 2 実施形態の超音波振動子エレメントの第 2 絶縁層のパターンを説明するための上面図である。

【図 11】第 2 実施形態の変形例の超音波振動子エレメントの第 2 絶縁層のパターンを説明するための分解図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

< 第 1 実施形態 >

以下、図面を参照して第 1 実施形態の超音波振動子エレメント（以下、「US エレメント」という）20、および US エレメント 20 を有する超音波内視鏡（以下、「US 内視鏡」という）2 について説明する。

30

【 0 0 1 3 】

< 超音波内視鏡の構成 >

図 1 に示すように US 内視鏡 2 は、超音波観測装置 3 およびモニタ 4 とともに超音波内視鏡システム 1 を構成する。US 内視鏡 2 は、体内に挿入される細長の挿入部 21 と、挿入部 21 の基端に配された操作部 22 と、操作部 22 の側部から延出したユニバーサルコード 23 と、を具備する。

【 0 0 1 4 】

ユニバーサルコード 23 の基端部には、光源装置（不図示）に接続されるコネクタ 24A が配設されている。コネクタ 24A からは、カメラコントロールユニット（不図示）にコネクタ 25A を介して着脱自在に接続されるケーブル 25 と、超音波観測装置 3 にコネクタ 26A を介して着脱自在に接続されるケーブル 26 と、が延出している。超音波観測装置 3 にはモニタ 4 が接続される。

40

【 0 0 1 5 】

挿入部 21 は、先端側から順に、先端硬性部 37 と、先端硬性部 37 の後端に位置する湾曲部 38 と、湾曲部 38 の後端に位置して操作部 22 に至る細径かつ長尺で可撓性を有する可撓管部 39 と、を連設して構成されている。そして、先端硬性部 37 の先端側には、複数の細長い US エレメント 20（図 2 等参照）を配設した、超音波送受部である超音波振動子部（以下「US 振動部」という）9 が配設されている。

【 0 0 1 6 】

操作部 22 には、湾曲部 38 を所望の方向に湾曲制御するアングルノブ 22A と、送気

50

および送水操作を行う送気送水ボタン 2 2 B と、吸引操作を行う吸引ボタン 2 2 C と、体内に導入する処置具の入り口となる処置具挿入口 2 2 D 等と、が配設されている。

【 0 0 1 7 】

図 2 に示すように、U S 振動子部 9 は、複数の細長い U S エLEMENT 2 0 の長辺が連結され、円筒状に湾曲配置されたラジアル型振動子である。U S 振動子部 9 が、設けられた先端硬性部 3 7 には、照明光学系を構成する照明用レンズカバー 3 1 と、観察光学系の観察用レンズカバー 3 2 と、吸引口を兼ねる鉗子口 3 3 と、図示しない送気送水ノズルと、が配設されている。

【 0 0 1 8 】

図 3 に示すように、複数の U S エLEMENT 2 0 の電極と接続される複数の電極パッドを備えたケーブル接続基板部 3 4 が、U S 振動子部 9 の基端側に配設されている。そして、U S 振動子部 9 からは、ケーブル接続基板部 3 4 と接続された同軸ケーブル束 3 5 が延設している。同軸ケーブル束 3 5 は、先端硬性部 3 7 と、湾曲部 3 8 と、可撓管部 3 9 と、操作部 2 2 と、ユニバーサルコード 2 3 と、超音波ケーブル 2 6 と、に挿通され、超音波コネクタ 2 6 a を介して、超音波観測装置 3 と接続されている。

10

【 0 0 1 9 】

なお、それぞれの U S エLEMENT 2 0 は信号電極とグランド電極とを有する。それぞれの信号電極には、超音波ケーブル 2 6 の一の同軸ケーブルと接続されている。すなわち、複数の U S エLEMENT 2 0 の、複数の信号電極は、互い部電氣的に非接続である。一方、複数の U S エLEMENT 2 0 の、それぞれのグランド電極は、互いに電氣的に接続されている。

20

【 0 0 2 0 】

なお、後述するように、それぞれの U S エLEMENT 2 0 が共振周波数の異なる U S セル毎に信号電極を有していてもよい。また、U S 振動子部 9 は、ラジアル型振動子であるが、U S 振動子部は、凸形状に湾曲したコンベックス型振動子であってもよい。

【 0 0 2 1 】

< 超音波セルの基本構造および基本作製方法 >

次に、図 4 を用いて、U S エLEMENT 2 0 の超音波セル（以下、「U S セル」という）1 0 の基本構造および基本作製方法について説明する。なお、以下の図は説明のための模式図であり、各層の厚さおよび各パターンの大きさ等の比率は実際の U S セルとは大きく異なる。

30

【 0 0 2 2 】

また後述するように、U S エLEMENT 2 0 には、キャビティ 1 4 A の大きさが異なる 3 種類の U S セル 1 0 A、1 0 B、1 0 C が作製されているが、その基本構成は同じであるため、U S セル 1 0 として説明する。

【 0 0 2 3 】

図 4 に示すように、U S セル 1 0 は、基体であるシリコン基板 1 1 上に、順に積層された、信号電極と接続された下部電極層 1 2 と、第 1 絶縁層（下部絶縁層）1 3 と、空隙部 1 4 が形成された第 2 絶縁層（上部絶縁層）1 5 と、グランド電極と接続された上部電極層 1 6 と、保護層 1 7 と、を有する。空隙部 1 4 は、円筒状のキャビティ 1 4 A と、4 本のチャンネル 1 4 B とからなる。キャビティ 1 4 A の直上の、第 2 絶縁層 1 5 の一部 1 5 B ~ 保護層 1 7 が、振動膜であるメンブレン 1 8 を構成している。

40

【 0 0 2 4 】

シリコン基板 1 1 は、シリコン 1 1 A の表面にシリコン熱酸化膜 1 1 B、1 1 C を形成した基板である。シリコン基板 1 1 の厚さは、例えば、1 0 0 ~ 6 0 0 μm であり、好ましくは 2 0 0 ~ 3 0 0 μm である。シリコン熱酸化膜 1 1 B、1 1 C の厚さは、例えば、5 ~ 2 5 μm であり、好ましくは 1 0 ~ 2 0 μm である。

【 0 0 2 5 】

シリコン基板 1 1 の一面上に形成される下部電極層 1 2 は、モリブデン等の金属、またシリコンなどの導電性材料からなる。下部電極層 1 2 の厚さは、例えば、0 . 1 ~ 0 . 5

50

μm であり、好ましくは $0.2 \sim 0.4 \mu\text{m}$ である。導電性材料はシリコン基板11の全面にスパッタ法等により成膜される。そして、フォトリソグラフィによるマスクパターンを形成後にエッチングにより部分的に除去することにより、下部電極12Aおよび伝導部12Bが形成される。

【0026】

すなわち、下部電極層12は、円形の下部電極12Aと、下部電極12Aの縁辺部の四方から延設している伝導部12Bとからなる。伝導部12Bにより、下部電極12Aは、同じUSエレメント20のUSセルの下部電極と電氣的に接続されている。

【0027】

なお、キャピティ14Aの大きさが異なる3種類のUSセル10A、10B、10Cは共振周波数が異なる。このため同じ種類のUSセルの下部電極は接続し、異なる種類のUSセルの下部電極とは接続されていなくともよい。

【0028】

次に、下部電極層12が形成されたシリコン基板11の一面に、SiN等の絶縁性材料からなる第1絶縁層13がCVD法（化学気相成長法）等により成膜される。第1絶縁層13の厚さは、例えば、 $0.10 \sim 0.20 \mu\text{m}$ である。

【0029】

そして第1絶縁層13上に、犠牲層材料を成膜した後、部分的に除去することで、キャピティ14Aの形状の犠牲層とチャンネル14Bの形状の犠牲層と、が形成される。チャンネルは、キャピティにエッチング剤を流入するための流路である。

【0030】

チャンネル形状犠牲層は、円柱状のキャピティ形状犠牲層の縁辺部の四方から延設されている。すなわち、キャピティ14Aの中心から放射状に、互いに直交する4方向に、4本のチャンネル14Bが延設されている。

【0031】

このため、後述するように、犠牲層エッチング工程（空隙部作製工程）では、キャピティ14Aには4方向からエッチング剤が流入し、キャピティ14Aの中心部の犠牲層が溶解すると犠牲層エッチングが終了する。

【0032】

犠牲層の厚さは、キャピティ14Aの高さとなるために、例えば、 $0.05 \sim 0.3 \mu\text{m}$ であり、好ましくは $0.05 \sim 0.15 \mu\text{m}$ である。犠牲層材料としては、例えば、リンガラス（PSG：含リン酸化シリコン）、二酸化ケイ素、ポリシリコン、または金属などを用いる。

【0033】

犠牲層が形成された第1絶縁層13の上面に、第2絶縁層15が、例えば第1絶縁層13と同様の方法および同様の材料により形成される。第2絶縁層15の厚さは、例えば $0.20 \sim 0.50 \mu\text{m}$ であり、好ましくは $0.3 \sim 0.45 \mu\text{m}$ である。なお図4に示すように、第2絶縁層15は、犠牲層と同じ厚さの第2絶縁層15Aと、犠牲層の上に形成される第2絶縁層15Bと、からなるとみなすこともできる。もちろん、第2絶縁層15Aと第2絶縁層15Bとは同時に形成される。そして、キャピティ14Aの形状の犠牲層の上に形成された第2絶縁層15Bが、メンブレン18の一部となる。

【0034】

そして、第2絶縁層15の所定の位置に、犠牲層を除去するために、エッチング剤を流入する円柱形状の開口部15Cが、フォトリソグラフィ／エッチングにより形成される。すなわち、開口部15Cは、貫通孔である。そして、4本のチャンネル形状犠牲層の端部側の上に、それぞれ1個の開口部15Cが形成されている。なお、開口部15Cは、四角柱形状等でもよい。

【0035】

次に、犠牲層のエッチングによりキャピティ14Aおよびチャンネル14Bからなる空隙部14が形成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

エッチング剤は、第 1 絶縁層、第 2 絶縁層および犠牲層の材料により適宜選択される液体または気体である。例えば犠牲層としてリンガラスを用い、第 1 絶縁層 1 3 および第 2 絶縁層 1 5 として SiN を用いた場合には、エッチング剤としてフッ酸溶液（バッファード HF 溶液）を用いる。HF 溶液はリンガラスを溶解するが、SiN は溶解しにくい。このため、犠牲層が除去され、第 1 絶縁層 1 3 と第 2 絶縁層 1 5 との間に、キャビティ 1 4 A およびチャンネル 1 4 B からなる空隙部 1 4 が形成される。

【 0 0 3 7 】

空隙部形成工程では、開口部 1 5 C からチャンネル 1 4 B を介して流入したエッチング剤により、犠牲層が除去される。すなわち、開口部 1 5 C から流入したエッチング剤は、まずチャンネル形状犠牲層を溶解し、チャンネル形状犠牲層が除去された後に、キャビティ形状犠牲層を溶解する。このため後述するように、チャンネル長が長いとキャビティ形状犠牲層の溶解開始までの時間が長くなる。

【 0 0 3 8 】

次に、上部電極 1 6 A と伝導部 1 6 B とからなる上部電極層 1 6 が、下部電極層 1 2 と同様に形成される。ここで、上部電極層 1 6 の一部は開口部 1 5 C を封止する封止部 1 6 C としての機能を有する。上部電極層 1 6 の厚さは、例えば 0 . 5 ~ 1 . 0 μm である。

なお、円形の上部電極 1 6 A および下部電極 1 2 A は、キャビティ 1 4 A と略同径である。

【 0 0 3 9 】

キャビティ 1 4 A は円柱形状に限られるものではなく、多角柱形状等でもよい。キャビティ 1 4 A が多角柱形状の場合には、上部電極 1 6 A および下部電極 1 2 A の形状も多角形とすることが好ましい。また、例えば、上部電極層 1 6 はパターンニングされていない導電層であってもよい。

【 0 0 4 0 】

最後に、上部電極層 1 6 を覆う保護層 1 7 が形成される。保護層 1 7 は、第 2 絶縁層 1 5 と同様の方法および同様の材料により形成される絶縁層である。なお、保護層 1 7 は SiN 等からなる絶縁層の上に、更にポリパラキシリレン等の生体適合性のある外皮膜が形成された 2 層構造であってもよい。保護層 1 7 の厚さは、例えば 0 . 2 ~ 1 . 5 μm であり、好ましくは 0 . 5 ~ 1 . 0 μm である。

【 0 0 4 1 】

図 4 に示す上記構造の US セル 1 0 では、キャビティ 1 4 A の直上領域の、第 2 絶縁層 1 5 B と上部電極層 1 6 と保護層 1 7 とが、振動部であるメンブレン 1 8 を構成する。

【 0 0 4 2 】

なお、US セルの封止部は上記に限られるものではなく、例えば、CVD 法で形成した SiN 等の絶縁膜で開口部 1 5 C を封止し、その上に上部電極層 1 6 を形成してもよいし、保護層 1 7 が封止部の機能を有していてもよい。

【 0 0 4 3 】

< 超音波振動子エレメントの構成 >

すでに説明したように、US エレメント 2 0 には、マトリックス状に 2 次元配置されたキャビティ 1 4 A の平面寸法の大きさが異なる 3 種類の US セル 1 0 A、1 0 B、1 0 C が作製されている。3 種類の US セル 1 0 A、1 0 B、1 0 C の、それぞれの基本構成は、いずれも US セル 1 0 として説明した構成と同じである。

【 0 0 4 4 】

すなわち、図 5 に示すように、第 2 絶縁層 1 5 の第 2 絶縁層 1 5 A は、3 種類のキャビティ 1 4 A 1、1 4 A 2、1 4 A 3 と、3 種類のチャンネル 1 4 B 1、1 4 B 2、1 4 B 3 と、が形成されている。例えば、第 1 US セル 1 0 A のキャビティ 1 4 A 1 の直径 ($2r_1$) は 40 μm であり、第 2 US セル 1 0 B のキャビティ 1 4 A 2 の直径 ($2r_2$) は 30 μm であり、第 3 US セル 1 0 C のキャビティ 1 4 A 3 の直径 ($2r_3$) は 20 μm である。

【 0 0 4 5 】

大きさの異なる 3 種類のキャビティ 1 4 A 1 ~ 1 4 A 3 は等間隔に格子状に配置されている。すなわち、3 種類の U S セルのキャビティ 1 4 A 1 ~ 1 4 A 3 の中心間の距離 d は、例えば同じ $50 \mu m$ である。なお、キャビティ 1 4 A 1、1 4 A 2、1 4 A 3 の配置、すなわち、U S セル 1 0 A、1 0 B、1 0 C の配置は、規則的な格子配置、千鳥配置、または、三角メッシュ配置等であってもよいし、ランダム配置であってもよい。

【 0 0 4 6 】

それぞれのキャビティ 1 4 A は、中心から放射状に互いに直交する 4 方向に、延設された 4 本のチャンネル 1 4 B と挿通している。なお、後述するように互いに隣り合う U S セル 1 0 の開口部 1 5 C は、同一の共通開口部により構成されている。すなわち隣り合う U S セル 1 0 の共通の開口部 1 5 C が、それぞれのチャンネル 1 4 B が交差する部分に形成されている。

10

【 0 0 4 7 】

3 種類のキャビティ 1 4 A 1 ~ 1 4 A 3 は等間隔に配置されているため、それぞれのキャビティ 1 4 A 1 ~ 1 4 A 3 から延設されたチャンネル 1 4 B 1 ~ 1 4 B 3 は長さが異なる。すなわち、最も大きなキャビティ 1 4 A 1 のチャンネル 1 4 B 1 が最も短く、最も小さなキャビティ 1 4 A 3 のチャンネル 1 4 B 3 が最も長い。

【 0 0 4 8 】

そして、3 種類の U S セル 1 0 A、1 0 B、1 0 C は、同一のシリコン基板 1 1 上に同時に作製される。ここで、図 6 は図 5 の V I - V I 線に沿った断面構造を示している。図 6 に示すように、U S エlement 2 0 は、シリコン基板 1 1 と、下部電極層 1 2 と、第 1 絶縁層 1 3 と、キャビティ 1 4 A およびチャンネル 1 4 B が形成された第 2 絶縁層 1 5 と、上部電極層 1 6 と、保護層 1 7 と、を有する。

20

【 0 0 4 9 】

例えば、下部電極層 1 2 は、複数の第 1 U S セル 1 0 A の、それぞれの第 1 の下部電極 1 2 A 1 と、複数の第 2 U S セル 1 0 B の、それぞれの第 2 の下部電極 1 2 A 2 と、複数の第 3 U S セル 1 0 C の、それぞれの第 3 の下部電極 1 2 A 3 と、複数の第 1 の下部電極 1 2 A 1 と複数の第 2 の下部電極 1 2 A 2 と複数の第 3 の下部電極 1 2 A 3 とを互いに接続する下部電極配線である伝導部 1 2 B と、を有する。

【 0 0 5 0 】

そして、第 1 絶縁層 1 3 と第 2 絶縁層 1 5 との間に 3 種類のキャビティ 1 4 A 1、1 4 A 2、1 4 A 3 と、3 種類の長さが異なるチャンネル 1 4 B 1、1 4 B 2、1 4 B 3 と、が形成されている。

30

【 0 0 5 1 】

すなわち、第 2 絶縁層 1 5 には、それぞれの第 1 U S セル 1 0 A の第 1 キャビティ 1 4 A 1 が、第 1 チャンネル 1 4 B 1 を介して流入したエッチング剤による犠牲層のエッチングにより形成されている。また、第 2 絶縁層 1 5 には、それぞれの第 2 U S セル 1 0 B の第 2 キャビティ 1 4 A 2 が、第 2 チャンネル 1 4 B 2 を介して流入したエッチング剤による犠牲層のエッチングにより形成されている。また、第 2 絶縁層 1 5 には、それぞれの第 3 U S セル 1 0 C の第 3 キャビティ 1 4 A 3 が、第 3 チャンネル 1 4 B 3 を介して流入したエッチング剤による犠牲層のエッチングにより形成されている。

40

【 0 0 5 2 】

図 7 に示すように、第 2 絶縁層 1 5 B には、複数の第 1 チャンネル 1 4 B 1 のそれぞれの第 1 開口部 1 5 C 1 と、複数の第 2 チャンネル 1 4 B 2 のそれぞれの第 2 開口部 1 5 C 2 と、複数の第 3 チャンネル 1 4 B 3 のそれぞれの第 3 開口部 1 5 C 3 と、が形成されている。

【 0 0 5 3 】

そして、第 1 開口部 1 5 C 1 から第 1 キャビティ 1 4 A 1 の中心 C A 1 までの第 1 チャンネル 1 4 B 1 を介した最短距離 d_1 と、第 2 開口部 1 5 C 2 から第 2 キャビティ 1 4 A 2 の中心 C A 2 までの第 2 チャンネル 1 4 B 2 を介した最短距離 d_2 と、第 3 開口部 1 5 C 3 から第 3 キャビティ 1 4 A 3 の中心 C A 3 までの第 3 チャンネル 1 4 B 3 を介した最短距離

50

d 3 と、が同じである。

【0054】

なお、US エlement 20 では、互いに隣り合う第1 US セル 10 A の第1 開口部 15 C 1 と第1 US セル 10 B の第2 開口部 15 C 2 と第3 US セル 10 C の第3 開口部 15 C 3 とが、マトリックス状に配置された同一の共通開口部により構成されている。

【0055】

例えば、図7に引き出し線で示した第1 開口部 15 C 1 は、1つの第1 US セル 10 A と、1つの第2 US セル 10 B と、2つの第3 US セル 10 C と、の共通の開口部である。

【0056】

10

そして、図8に示すように、US エlement 20 では、例えば開口部 15 C 1 から流入したエッチング剤によりキャビティ 14 A 1 のエッチングが終了するのに要する時間と、開口部 15 C 2 から流入したエッチング剤によりキャビティ 14 A 2 のエッチングが終了するのに要する時間と、開口部 15 C 3 から流入したエッチング剤によりキャビティ 14 A 3 のエッチングが終了するのに要する時間と、が同じである。

【0057】

図8は、引き出し線で示した開口部 15 C から流入したエッチング剤は4本のチャネルに沿って犠牲層を溶解している様子を示している。すなわち、エッチング液がチャネル内の犠牲層を溶解する速度と、キャビティ内の犠牲層を溶解する速度は同じである。これは、犠牲層溶解反応が、反応速度律速で進行することに起因する。すなわち、犠牲層溶解の反応速度が、エッチング剤の進入速度よりも十分に遅く、犠牲層とエッチング剤の溶解反応のみがエッチングの進行速度を決定している。

20

【0058】

このため、大きさの違うキャビティ 14 A を、同時に犠牲層エッチングにより作製しても、チャネル 14 B の長さが異なるため、小さいキャビティの第2 絶縁層 15 (および第1 絶縁層 13) だけが長時間にわたりエッチング剤に曝されることがない。すなわち、Element 20 では、キャビティ 14 A の大きさ(直径)の相違によるエッチング時間の相違を、チャネル 14 B の長さにより調整して、キャビティ 14 A の大きさに関係なく同時にエッチングが完了するようにしている。

【0059】

30

このため、US エlement 20 は、特性が安定している。また、US エlement 20 を有するUS 内視鏡 2 は特性が安定している。

【0060】

また、Element 20 では、それぞれのキャビティ 14 A の中心から放射状に、互いに直交する4方向に、4本のチャネル 14 B が延設されており、それぞれのチャネル 14 B に開口部 15 C が形成されている。このため、Element 20 では、4方向からエッチング剤が流入されるため、エッチング時間が短縮できる。

【0061】

1個のキャビティ 14 A に挿通するチャネル 14 B が複数あれば前記効果が得られる。エッチング流入経路は多いほど、前記効果が高いが、チャネル本数が増える。このため、1個のキャビティ 14 A に挿通するチャネル 14 B は3本以上6本以下が好ましく、特に好ましくは4本である。

40

【0062】

キャビティ 14 A の大きさの異なる3種類のUS セル 10 A、10 B、10 C は、共振周波数が異なる。このため、US エlement 20 A は送受信可能な超音波周波数が広い。なお、異なる共振周波数の複数のUS セルを駆動するための駆動信号は例えば広帯域の周波数帯の中心周波数で駆動してもよいし、駆動信号の周波数を切り替えてもよいし、3波混合型等の特殊波形で駆動してもよい。もちろん、US セル 10 A、10 B、10 C の下部電極が接続されていない場合には、それぞれの共振周波数の駆動信号を用いる。

【0063】

50

また、USエレメント20が、有する3種類のUSセル10A、10B、10Cは、略同数でもよいが、キャビティの大きいUSセルの数がキャビティの小さいUSセルの数よりも少ないことが好ましい。これは、キャビティの大きいUSセルのメンブレンは、キャビティの小さいUSセルのメンブレンよりも同じ電圧の駆動信号、または同じ強さの超音波に対して振動しやすいためである。3種類のUSセルの個数が異なるUSエレメントは、送受信感度の周波数による影響を小さくすることができる。

【0064】

また、USエレメント20における3種類のUSセル10A、10B、10Cの2次元配置も均等配置である必要はない。例えば、細長いエレメントの中央領域に、低周波送受信の大きなキャビティの複数のUSセルを配置し、端部領域に高周波送受信の小さなキャビティの複数のUSセルを配置することも、指向性を調整できるため好ましい。

10

【0065】

なお、USエレメント20Aには、それぞれのキャビティ14Aの大きさの異なる3種類のUSセル10が作製されているが、キャビティ14Aの大きさの異なる2種類の第1のUSセル10Aと第2のUSセル10Bとが作製されていてもUSエレメント20Aと同様の効果を有することは明らかである。

【0066】

逆に、それぞれのキャビティ14Aの大きさの異なる4種類以上のUSセル10が作製されているUSエレメントでも、USエレメント20Aと同様の効果を有することは明らかである。すなわち、実施形態の、USエレメントのUSセル10の種類は、2種類以上であればよく、上限は例えば10種類である。言い換えれば、実施形態のUSエレメントには、第1USセル10Aおよび第2USセル10Bと同一の構成でキャビティ14Aの大きさが異なる少なくとも1種類の超音波セルが作製されている。

20

【0067】

またそれぞれのキャビティ14Aの大きさの異なる2種類以上のUSセル10が作製されているUSエレメントを有するUS内視鏡が、US内視鏡2と同様の効果を有することも明らかである。

【0068】

< 第2実施形態 >

以下、第2実施形態のUSエレメント20A、およびUSエレメント20Aを有するUS内視鏡2Aについて説明する。USエレメント20A、US内視鏡2Aは、それぞれUSエレメント20、US内視鏡2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。

30

【0069】

第1実施形態のUSエレメント20は、大きさの異なるキャビティのUSセルが等間隔（距離d）に2次元配置されていた。すなわち、最も大きなキャビティ14A1のUSセル10Aを基準に他のすべてのUSセルが配置されていた。このため、高密度にUSセル10を配置することができないため、USエレメント20の小型化が容易ではなかった。

【0070】

また、複数のキャビティ14Aが開口部15Cを共通化しているため、製造時のトラブルから、1つの開口部15Cが所定の寸法で形成できなかった場合等であっても、複数のUSセル10が不良となってしまう可能性があった。

40

【0071】

これに対して、図9(A)～図9(C)に示す第2絶縁層パターン15A1のように、USエレメント20Aには、大きさの異なる3種類のUSセル10D、10E、10Fが作製されている。USセル10Dのキャビティ14ADは直径40 μ mであり、USセル10Eのキャビティ14AEは直径30 μ mであり、USセル10Fのキャビティ14AFは直径20 μ mである。

【0072】

そして、USセル10Dの4本のチャネル14BDと、USセル10Eの4本のチャネ

50

ル 1 4 B E と、U S セル 1 0 F の 4 本のチャンネル 1 4 B F と、は経路形状が異なる。

チャンネル 1 4 B D は直線状であるが、チャンネル 1 4 B E とチャンネル 1 4 B F とは、湾曲部のある曲線状である。

【 0 0 7 3 】

また、それぞれのチャンネル 1 4 B は、それぞれ専用の四角柱状の開口部 1 5 C を有する。すなわち、4 本のチャンネル 1 4 B D のそれぞれの端部には開口部 1 5 C D があり、4 本のチャンネル 1 4 B E のそれぞれの端部には開口部 1 5 C E があり、4 本のチャンネル 1 4 B F のそれぞれの端部には開口部 1 5 C F がある。

【 0 0 7 4 】

3 種類の U S セル 1 0 D、1 0 E、1 0 F は空隙部 1 4 のパターン形状が大きく異なるが、それぞれのキャビティ中心 C A から開口部 1 5 C までの最短距離は、同じである。すなわち、図 9 (A) に示すキャビティ中心 C A 4 から開口部 1 5 C D までの最短距離 d_4 と、図 9 (B) に示すキャビティ中心 C A 5 から開口部 1 5 C E までの最短距離 d_5 と、図 9 (C) に示すキャビティ中心 C A 6 から開口部 1 5 C F までの最短距離 d_6 と、は同じである。

10

【 0 0 7 5 】

このため、U S エLEMENT 2 0 A は、第 1 実施形態の U S エLEMENT 2 0 と同じ効果を有し、U S エLEMENT 2 0 A を有する U S 内視鏡 2 A は、第 1 実施形態の U S 内視鏡 2 と同じ効果を有する。

【 0 0 7 6 】

20

更に、U S エLEMENT 2 0 A では、第 1 U S セル 1 0 D の 4 個の第 1 開口部 1 5 C D により囲まれる面積が、第 2 U S セル 1 0 E の 4 個の第 2 開口部 1 5 C E により囲まれる面積よりも広い。そして、第 2 U S セル 1 0 E の 4 個の第 2 開口部 1 5 C E により囲まれる面積が、第 3 U S セル 1 0 F の 4 個の第 3 開口部 1 5 C F により囲まれる面積よりも広い。なお、U S セル 1 0 の専有面積は、開口部に囲まれる面積で近似できる。

【 0 0 7 7 】

このため、図 1 0 に示すように、U S エLEMENT 2 0 A は、所定面積に配設可能な U S セル 1 0 の合計数が、同じ所定面積に配設可能な最も大きなキャビティ 1 4 A D のある U S セル 1 0 D の数よりも、多い。

【 0 0 7 8 】

30

言い換えれば、図 1 0 に示すように、U S エLEMENT 2 0 A は、例えば U S セル 1 0 D のキャビティの中心 C A D から、隣り合う複数の U S セルのキャビティの中心までの距離は、 d_7 、 d_8 、 d_9 、 d_{10} であり、同じではない。

【 0 0 7 9 】

U S エLEMENT 2 0 A は、U S セル 1 0 が U S エLEMENT 2 0 よりも高密度に配設されているため、より小型である。

【 0 0 8 0 】

更に、U S エLEMENT 2 0 A は、製造時のトラブルから、いずれかの開口部 1 5 C が所定の寸法で形成できなかった場合でも、不良となるのは 1 個の U S セル 1 0 だけである。このため、U S エLEMENT 2 0 と比べると、U S エLEMENT 2 0 A は製造歩留まりが高い。すなわち、U S エLEMENT は多くの U S セル 1 0 を有するため、一部の U S セル 1 0 が不良であっても仕様の範囲内として使用可能である。

40

【 0 0 8 1 】

また、キャビティ 1 4 A の大きさの異なる 2 種類の第 1 の U S セルと第 2 の U S セルとだけが作製されている U S エLEMENT が、3 種類の U S セルが作製されている U S エLEMENT 2 0 A と同様の効果を有することは明らかである。

【 0 0 8 2 】

すなわち、第 1 チャンネルと前記第 2 チャンネルとは経路形状が異なり、それぞれの前記第 1 チャンネルに 1 個の第 1 開口部が形成されており、それぞれの前記第 2 チャンネルに 1 個の第 2 開口部が形成されており、前記第 1 超音波セルの 4 個の前記第 1 開口部により囲まれ

50

る面積が、前記第２超音波セルの４個の前記第２開口部により囲まれる面積よりも広い超音波振動子エレメントは、超音波振動子エレメント２０Ａと同様の効果を有する。

【００８３】

< 第２実施形態の変形例 >

次に、図１０（Ａ）および図１０（Ｂ）を用いて、第２実施形態の変形例のＵＳエレメント２０Ｂ、２０Ｃについて説明する。

【００８４】

ＵＳエレメント２０ＢのＵＳセル１０ＧおよびＵＳエレメント２０ＣのＵＳセル１０Ｈは、それぞれ折り返し部のあるジグザグ状の経路形状のチャンネル１４Ｂを有する。しかしそれぞれの開口部１５Ｃからそれぞれのキャビティ１４Ａの中心ＣＡまでの最短距離が同じになるように設計することで、第２実施形態のＵＳセル１０Ｅ、１０Ｆと同様に用いることができる。

10

【００８５】

そして、ＵＳセル１０ＧまたはＵＳセル１０Ｈを有するＵＳエレメント２０Ｂ、２０Ｃは、ＵＳエレメント２０Ａのキャビティと同じ効果を有する。また、ＵＳエレメント２０Ｂ、２０ＣのあるＵＳ内視鏡２Ｂ、２ＣはＵＳ内視鏡２Ａと同じ効果を有する。

【００８６】

本発明は、上述した実施形態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。

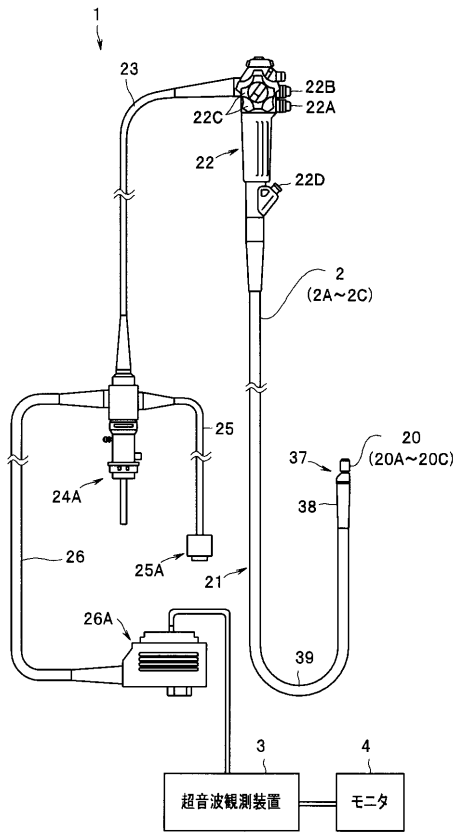
20

【符号の説明】

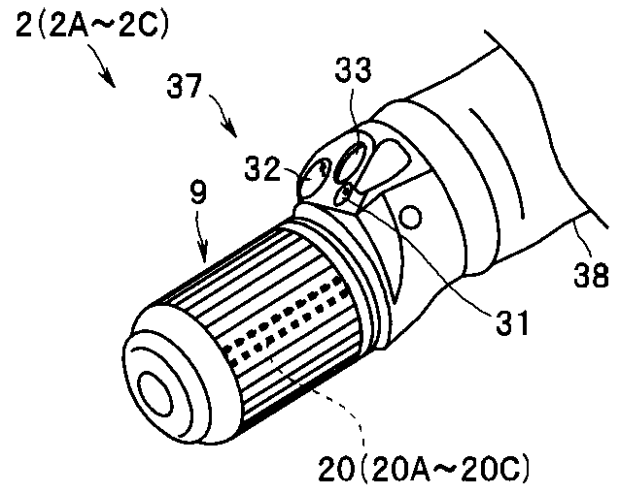
【００８７】

１…超音波内視鏡システム、２…ＵＳ内視鏡、３…超音波観測装置、９…振動子部、１０…ＵＳセル、１１…シリコン基板、１２…下部電極層、１２Ｂ…伝導部、１３…絶縁層、１４…空隙部、１４Ａ…キャビティ、１４Ｂ…チャンネル、１５…絶縁層、１５Ａ…絶縁層、１５Ｂ…絶縁層、１５Ｃ…開口部、１６…上部電極層、１６Ａ…上部電極、１６Ｂ…伝導部、１６Ｃ…封止部、１７…保護層、１８…メンブレン、２０…ＵＳエレメント

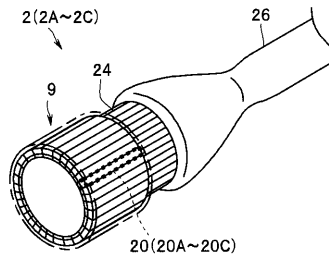
【図 1】



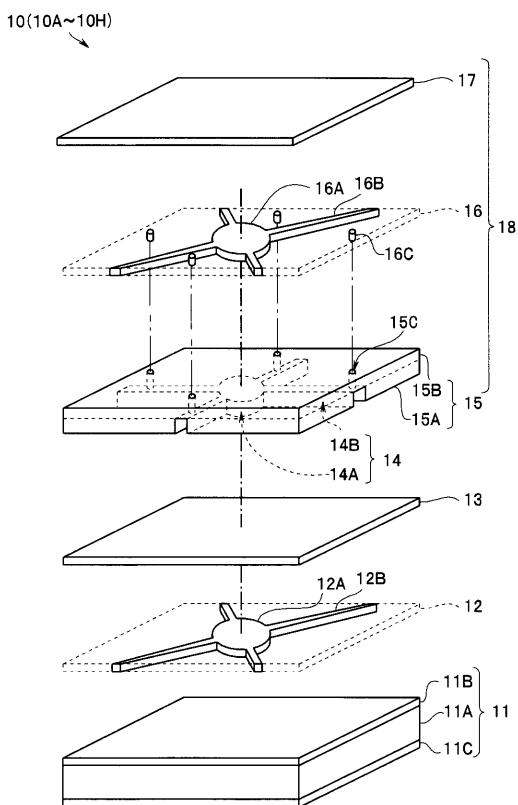
【図 2】



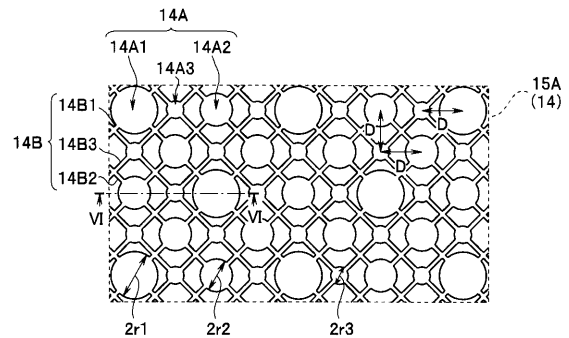
【図 3】



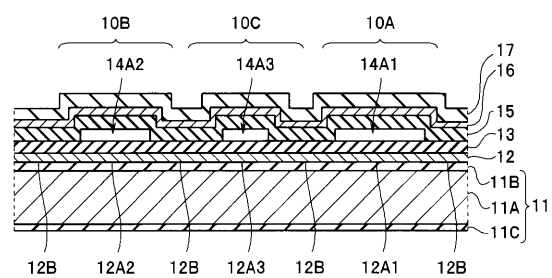
【図 4】



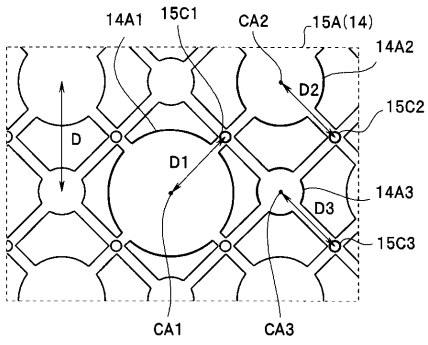
【図 5】



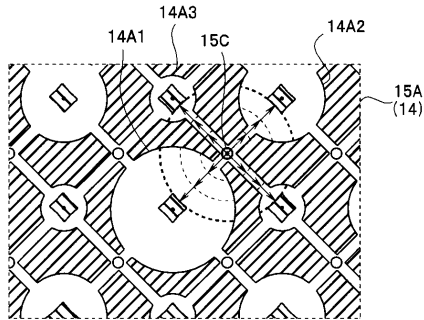
【図 6】



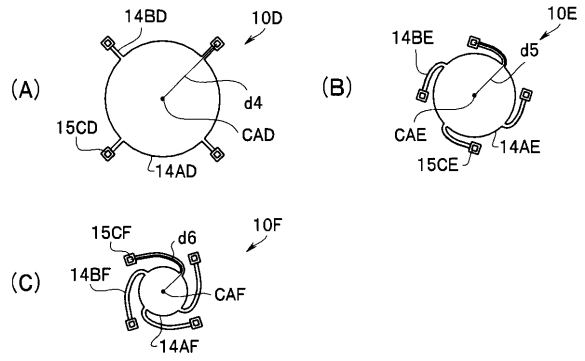
【図 7】



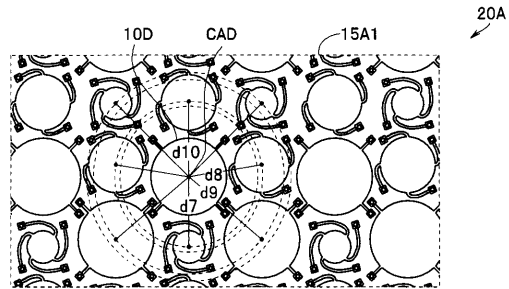
【図 8】



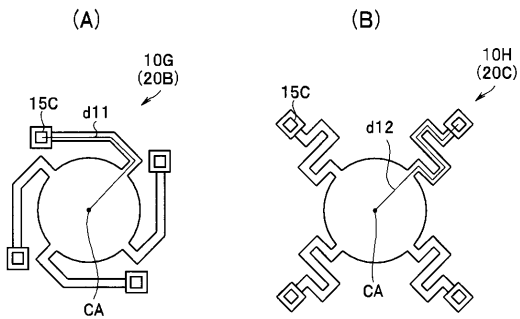
【図 9】



【図 10】



【図 11】



专利名称(译)	超声换能器元件和超声内窥镜		
公开(公告)号	JP2012239713A	公开(公告)日	2012-12-10
申请号	JP2011113906	申请日	2011-05-20
[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		
[标]发明人	長谷川 守		
发明人	長谷川 守		
IPC分类号	A61B8/12 H04R19/00 A61B8/00		
FI分类号	A61B8/12 H04R19/00.330 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/BB24 4C601/EE10 4C601/FE02 4C601/GB05 4C601/GB19 4C601/GB41 4C601/GB42 4C601/HH35 5D019/AA26 5D019/DD01 5D019/FF04 5D019/HH01		
代理人(译)	伊藤 进		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供具有稳定特性的超声换能器元件20。 解决方案：超声换能器元件20包括硅衬底11，下电极层12，第一绝缘层13，其中形成腔体14A和沟道14B的第二绝缘层15，以及上电极层16，第一空腔14A1和第二空腔14A2的尺寸彼此不同，并且经由第一通道14B1和第二开口从第一开口15C1到第一空腔14A1的中心的最近距离d1并且，经由第二通道14B2从部分15C2到第二腔体14A2的中心的最近距离d2是相同的。 点域6

