

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B1)

(11) 特許番号

特許第6064098号
(P6064098)

(45) 発行日 平成29年1月18日 (2017. 1. 18)

(24) 登録日 平成28年12月22日 (2016. 12. 22)

(51) Int. Cl.

F I

H04R 17/00 (2006.01)

H04R 17/00 332A

A61B 8/12 (2006.01)

H04R 17/00 330J

A61B 8/14 (2006.01)

H04R 17/00 330H

A61B 8/12

A61B 8/14

請求項の数 13 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2016-549529 (P2016-549529)
 (86) (22) 出願日 平成28年4月15日 (2016. 4. 15)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2016/062085
 審査請求日 平成28年8月1日 (2016. 8. 1)
 (31) 優先権主張番号 特願2015-92991 (P2015-92991)
 (32) 優先日 平成27年4月30日 (2015. 4. 30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000000376
 オリンパス株式会社
 東京都八王子市石川町2951番地
 (74) 代理人 110002147
 特許業務法人酒井国際特許事務所
 (72) 発明者 藤村 毅直
 東京都八王子市石川町2951番地 オリ
 ンパス株式会社内

審査官 大石 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波振動子および超音波プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体に超音波を照射するとともに、該被検体で反射された超音波エコーを受信する超音波振動子であって、

電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波を電気信号に変換する複数の圧電素子と、

前記複数の圧電素子と当該超音波振動子における前記超音波の放射面との間に設けられ、前記超音波による走査方向に平行な平面と直交するエレベーション方向を複数の領域に分割してなる分割領域のうち任意の分割領域をマスク可能であり、マスクした分割領域において、前記超音波を、該超音波の伝搬方向と異なる方向に反射し、前記マスクした分割領域以外の分割領域において、前記超音波を前記伝搬方向に通過させるマスク部と、

を備えたことを特徴とする超音波振動子。

【請求項 2】

前記複数の圧電素子は、一次元的に配列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 3】

前記マスク部は、

前記エレベーション方向に沿って配列され、電気分極を保持して電界を形成する複数のエレクトレット部と、

前記エレクトレット部の配置に応じた帯状の中空空間を形成する複数の中空部と、

前記エレクトレット部と対向して設けられ、帯状をなす複数の対向電極と、
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 4】

前記マスク部は、
屈曲自在なシート状をなす第 1 シートと、シート状をなす第 2 シートとが積層されてなり、

前記第 1 シートは、
前記エレベーション方向に沿って配列され、短冊状をなす複数の第 1 電極
を有し、

前記第 2 シートは、

10

前記第 1 シートと対向する表面から突出する複数の突出部と、
前記第 1 電極と対向して設けられ、短冊状をなす複数の第 2 電極と、
を有し、

前記第 1 シートおよび前記突出部により中空空間が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 5】

前記マスク部は、

第 3 電極を有し、前記第 2 シートの前記第 1 シート側と反対側の表面に積層される第 3 シートと、

前記第 2 シートに形成された突出部とオフセットした位置に形成された第 2 の突出部を
有し、前記第 3 シートの前記第 2 シート側と反対側の表面に積層される第 4 シートと、
をさらに備えたことを特徴とする請求項 4 に記載の超音波振動子。

20

【請求項 6】

前記マスク部は、

熱により体積が膨張する材料が混合されてなり、前記エレベーション方向に沿って配列
された複数の混合部と、

各混合部を通過し、通電により発熱する複数の電熱線と、
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 7】

前記マスク部は、

超音波を伝搬可能な流体が流通可能であり、前記エレベーション方向に沿って配列され
た複数の中空部、

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。

30

【請求項 8】

前記圧電素子と観測対象との間の音響インピーダンスをマッチングさせる音響整合層と

、
前記マスク部を通過した超音波を外部に出射する音響レンズと、
をさらに備え、

前記複数の圧電素子、前記音響整合層、前記マスク部、前記音響レンズの順に積層され
てなる

40

ことを特徴とする請求項 3 に記載の超音波振動子。

【請求項 9】

前記圧電素子と観測対象との間の音響インピーダンスをマッチングさせる音響整合層と

、
前記マスク部を通過した超音波を外部に出射する音響レンズと、
をさらに備え、

前記複数の圧電素子、前記音響整合層、前記マスク部、前記音響レンズの順に積層され
てなる

ことを特徴とする請求項 4 に記載の超音波振動子。

【請求項 10】

50

前記圧電素子と観測対象との間の音響インピーダンスをマッチングさせる音響整合層と

、
前記マスク部を通過した超音波を外部に出射する音響レンズと、
をさらに備え、
前記複数の圧電素子、前記音響整合層、前記音響レンズの順に積層され、
前記マスク部は、前記音響レンズに設けられる
ことを特徴とする請求項 6 に記載の超音波振動子。

【請求項 11】

前記圧電素子と観測対象との間の音響インピーダンスをマッチングさせる音響整合層と

、
前記マスク部を通過した超音波を外部に出射する音響レンズと、
をさらに備え、
前記複数の圧電素子、前記音響整合層、前記音響レンズの順に積層され、
前記マスク部は、前記音響レンズに設けられる
ことを特徴とする請求項 7 に記載の超音波振動子。

【請求項 12】

請求項 1 に記載の超音波振動子を先端に備えたことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 13】

前記超音波振動子を先端に有し、被検体内に挿入される挿入部を備えた超音波内視鏡で
あることを特徴とする請求項 12 に記載の超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を観測対象へ出射するとともに、観測対象で反射された超音波エコーを受信してエコー信号に変換して出力する超音波振動子および超音波プローブに関する。

【背景技術】

【0002】

観測対象である生体組織または材料の特性を観測するために、超音波を適用することがある。具体的には、超音波振動子が、観測対象に超音波を送信し、その観測対象によって反射された超音波エコーを受信し、超音波観測装置が、受信した超音波エコーに対して所定の信号処理を施すことにより、観測対象の特性に関する情報を取得することができる。

【0003】

超音波振動子は、電気的なパルス信号を超音波パルス（音響パルス）に変換して観測対象へ照射するとともに、観測対象で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電気的なエコー信号に変換して出力する複数の圧電素子を備える。例えば、複数の圧電素子を所定の方向に沿って並べて、送受信にかかわる素子を電子的に切り替えたり、各超音波振動子の圧電体の送受信に遅延をかけたりすることで、観測対象から超音波エコーを取得する。このように、所定の一つの方向に沿って超音波を送信して、観測対象で反射された超音波エコーを取得する超音波振動子を 1D アレイの超音波振動子という。

【0004】

超音波振動子は、上述した 1D アレイのほか、複数の圧電素子をマトリクス状に配置し、互いに交差する二つの方向を走査方向とする 2D アレイの超音波振動子が知られている（例えば、特許文献 1 を参照）。2D アレイの超音波振動子は、例えば、1D アレイの超音波振動子の走査方向に対して直交するエレベーション方向の超音波エコーを取得することができる。2D アレイの超音波振動子は、エレベーション方向に沿って複数の超音波画像（断面像）を得ることができる。このため、例えば内視鏡の先端部に超音波振動子を設けて、観測対象内を観察しながら、この内視鏡の先端部から突出させた穿刺針の位置を確認する際、穿刺針の突出方向が走査方向に対して傾斜していたとしても、複数の超音波画像から、穿刺針の傾斜方向を確認することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-245705号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、2Dアレイの超音波振動子は、エレベーション方向に沿って複数の断面像を得ることができる一方で、複数の圧電素子がマトリクス状に設けられ、各々にケーブルを接続する必要があるため、1Dアレイの超音波振動子と比してケーブル数が増え、超音波振動子の構造が複雑化してしまうという問題があった。

10

【0007】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、エレベーション方向に沿った複数の超音波画像を簡易な構成で得ることができる超音波振動子および超音波プローブを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る超音波振動子は、電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波を電気信号に変換する複数の圧電素子と、前記複数の圧電素子と当該超音波振動子における前記超音波の放射面との間に設けられ、前記超音波による走査方向に平行な平面と直交するエレベーション方向を複数の領域に分割してなる分割領域のうち任意の分割領域をマスク可能であり、マスクした分割領域において、前記超音波を、該超音波の伝搬方向と異なる方向に反射し、前記マスクした分割領域以外の分割領域において、前記超音波を前記伝搬方向に通過させるマスク部と、を備えたことを特徴とする。

20

【0009】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記複数の圧電素子は、一次的に配列されたことを特徴とする。

【0010】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記マスク部は、前記エレベーション方向に沿って配列され、電気分極を保持して電界を形成する複数のエレクトレット部と、前記エレクトレット部の配置に応じた帯状の中空空間を形成する複数の中空部と、前記エレクトレット部と対向して設けられ、帯状をなす複数の対向電極と、を有することを特徴とする。

30

【0011】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記マスク部は、屈曲自在なシート状をなす第1シートと、シート状をなす第2シートとが積層されてなり、前記第1シートは、前記エレベーション方向に沿って配列され、短冊状をなす複数の第1電極を有し、前記第2シートは、前記第1シートと対向する表面から突出する複数の突出部と、前記第1電極と対向して設けられ、短冊状をなす複数の第2電極と、を有し、前記第1シートおよび前記突出部により中空空間が形成されたことを特徴とする。

40

【0012】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記マスク部は、第3電極を有し、前記第2シートの前記第1シート側と反対側の表面に積層される第3シートと、前記第2シートに形成された突出部とオフセットした位置に形成された第2の突出部を有し、前記第3シートの前記第2シート側と反対側の表面に積層される第4シートと、をさらに備えたことを特徴とする。

【0013】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記マスク部は、熱により体積が膨張する材料が混合されてなり、前記エレベーション方向に沿って配列された複数の

50

混合部と、各混合部を通過し、通電により発熱する複数の電熱線と、を有することを特徴とする。

【0014】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記マスク部は、超音波を伝搬可能な流体が流通可能であり、前記エレベーション方向に沿って配列された複数の中空部、を有することを特徴とする。

【0015】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記圧電素子と観測対象との間の音響インピーダンスをマッチングさせる音響整合層と、前記マスク部を通過した超音波を外部に射出する音響レンズと、をさらに備え、前記複数の圧電素子、前記音響整合層、前記マスク部、前記音響レンズの順に積層されてなることを特徴とする。

10

【0016】

また、本発明に係る超音波振動子は、上記発明において、前記圧電素子と観測対象との間の音響インピーダンスをマッチングさせる音響整合層と、前記マスク部を通過した超音波を外部に射出する音響レンズと、をさらに備え、前記複数の圧電素子、前記音響整合層、前記音響レンズの順に積層され、前記マスク部は、前記音響レンズに設けられることを特徴とする。

【0017】

また、本発明に係る超音波プローブは、上記の発明に係る超音波振動子を先端に備えたことを特徴とする。

20

【0018】

また、本発明に係る超音波プローブは、上記発明において、前記超音波振動子を先端に有し、被検体内に挿入される挿入部を備えた超音波内視鏡であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明によれば、エレベーション方向に沿った複数の超音波画像を簡易な構成で得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、本発明の実施の形態1に係る内視鏡システムを模式的に示す図である。

30

【図2】図2は、本発明の実施の形態1に係る超音波内視鏡の挿入部の先端構成を模式的に示す斜視図である。

【図3】図3は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の構成を模式的に示す斜視図である。

【図4】図4は、図3に示す矢視A方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。

【図5】図5は、図3に示す矢視B方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。

【図6】図6は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の構成を模式的に示す分解斜視図である。

40

【図7】図7は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。

【図8】図8は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。

【図9】図9は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。

【図10】図10は、本発明の実施の形態1に係る超音波内視鏡の挿入部の先端構成を模式的に示す斜視図である。

【図11】図11は、本発明の実施の形態1に係る超音波振動子の走査範囲と穿刺針との位置関係を説明する図である。

50

【図 1 2】図 1 2 は、図 1 1 に示す超音波振動子の走査により得られる超音波画像を模式的に示す図である。

【図 1 3】図 1 3 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の走査範囲と穿刺針との位置関係を説明する図である。

【図 1 4】図 1 4 は、図 1 3 に示す超音波振動子の走査により得られる超音波画像を模式的に示す図である。

【図 1 5】図 1 5 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の走査範囲と穿刺針との位置関係を説明する図である。

【図 1 6】図 1 6 は、図 1 5 に示す超音波振動子の走査により得られる超音波画像を模式的に示す図である。

10

【図 1 7】図 1 7 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る超音波振動子の構成を説明する図である。

【図 1 8】図 1 8 は、本発明の実施の形態 1 の変形例に係る超音波振動子の構成を説明する図である。

【図 1 9】図 1 9 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。

【図 2 0】図 2 0 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。

【図 2 1】図 2 1 は、本発明の実施の形態 2 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。

20

【図 2 2】図 2 2 は、本発明の実施の形態 2 の変形例に係る超音波振動子の要部の構成を説明する図である。

【図 2 3】図 2 3 は、本発明の実施の形態 3 に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。

【図 2 4】図 2 4 は、本発明の実施の形態 3 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。

【図 2 5】図 2 5 は、本発明の実施の形態 3 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。

【図 2 6】図 2 6 は、本発明の実施の形態 4 に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。

30

【図 2 7】図 2 7 は、本発明の実施の形態 4 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下に、図面を参照して、本発明を実施するための形態（以下、実施の形態）について説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。さらに、図面の記載において、同一の部分には同一の符号を付している。

【0022】

（実施の形態 1）

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る内視鏡システムを模式的に示す図である。内視鏡システム 1 は、超音波内視鏡を用いて人等の被検体内の超音波診断を行うシステムである。この内視鏡システム 1 は、図 1 に示すように、超音波内視鏡 2 と、超音波観測装置 3 と、内視鏡観察装置 4 と、表示装置 5 と、光源装置 6 とを備える。

40

【0023】

超音波内視鏡 2 は、その先端部に、超音波観測装置 3 から受信した電気的なパルス信号を超音波パルス（音響パルス）に変換して被検体へ照射するとともに、被検体で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電気的なエコー信号に変換して出力する超音波振動子を有する。超音波振動子の構成については、後述する。

【0024】

超音波内視鏡 2 は、通常は撮像光学系および撮像素子を有しており、被検体の消化管（

50

食道、胃、十二指腸、大腸)、または呼吸器(気管、気管支)へ挿入され、消化管や、呼吸器の撮像を行うことが可能である。また、その周囲臓器(脾臓、胆嚢、胆管、胆道、リンパ節、縦隔臓器、血管等)を、超音波を用いて撮像することが可能である。また、超音波内視鏡2は、光学撮像時に被検体へ照射する照明光を導くライトガイドを有する。このライトガイドは、先端部が超音波内視鏡2の被検体への挿入部の先端まで達している一方、基端部が照明光を発生する光源装置6に接続されている。

【0025】

超音波内視鏡2は、図1に示すように、挿入部21と、操作部22と、ユニバーサルケーブル23と、コネクタ24とを備える。挿入部21は、被検体内に挿入される部分である。この挿入部21は、図1に示すように、先端側に設けられる超音波振動子7と、超音波振動子7の基端側に連結される硬性部材211と、硬性部材211の基端側に連結され湾曲可能とする湾曲部212と、湾曲部212の基端側に連結され可撓性を有する可撓管部213とを備える。ここで、挿入部21の内部には、具体的な図示は省略したが、光源装置6から供給された照明光を伝送するライトガイド、各種信号を伝送する複数の信号ケーブルが引き回されているとともに、処置具を挿通するための処置具用挿通路が形成されている。

10

【0026】

超音波振動子7は、コンベックス振動子、リニア振動子およびラジアル振動子のいずれでも構わない。本実施の形態1では、超音波内視鏡2が、超音波振動子7として複数の圧電素子をアレイ状に設け、送受信にかかわる圧電素子を電子的に切り替えたり、各圧電素子の送受信に遅延をかけたりすることで、電子的に走査させるものとして説明するが、超音波振動子7をメカ的に走査させるものであってもよい。超音波振動子7の構成については、後述する。

20

【0027】

図2は、本実施の形態1に係る超音波内視鏡の挿入部の先端構成を模式的に示す斜視図である。図2に示すように、硬性部材211には、照明光を集光して外部に出射する照明レンズ211aと、撮像光学系の一部をなし、外部からの光を取り込む対物レンズ211bと、挿入部21内に形成された処置具用挿通路に連通し、挿入部21の先端から処置具を突出させる処置具突出口211cと、を有する。

30

【0028】

操作部22は、挿入部21の基端側に連結され、医師等からの各種操作を受け付ける部分である。この操作部22は、図1に示すように、湾曲部212を湾曲操作するための湾曲ノブ221と、各種操作を行うための複数の操作部材222とを備える。また、操作部22には、処置具用挿通路に連通し、当該処置具用挿通路に処置具を挿通するための処置具挿入口223が形成されている。

【0029】

ユニバーサルケーブル23は、操作部22から延在し、各種信号を伝送する複数の信号ケーブル、および光源装置6から供給された照明光を伝送する光ファイバ等が配設されたケーブルである。

40

【0030】

コネクタ24は、ユニバーサルケーブル23の先端に設けられている。そして、コネクタ24は、超音波ケーブル31、ビデオケーブル41、および光ファイバケーブル61がそれぞれ接続される第1～第3コネクタ部241～243を備える。

【0031】

超音波観測装置3は、超音波ケーブル31(図1)を介して超音波内視鏡2に電氣的に接続し、超音波ケーブル31を介して超音波内視鏡2にパルス信号を出力するとともに超音波内視鏡2からエコー信号を入力する。そして、超音波観測装置3は、当該エコー信号に所定の処理を施して超音波画像を生成する。

【0032】

内視鏡観察装置4は、ビデオケーブル41(図1)を介して超音波内視鏡2に電氣的に

50

接続し、ビデオケーブル 4 1 を介して超音波内視鏡 2 から画像信号を入力する。そして、内視鏡観察装置 4 は、当該画像信号に所定の処理を施して内視鏡画像を生成する。

【 0 0 3 3 】

表示装置 5 は、液晶または有機 E L (Electro Luminescence) などを用いて構成され、超音波観測装置 3 にて生成された超音波画像や、内視鏡観察装置 4 にて生成された内視鏡画像等を表示する。

【 0 0 3 4 】

光源装置 6 は、光ファイバケーブル 6 1 (図 1) を介して超音波内視鏡 2 に接続し、光ファイバケーブル 6 1 を介して被検体内を照明する照明光を超音波内視鏡 2 に供給する。

【 0 0 3 5 】

続いて、挿入部 2 1 の先端に設けられた超音波振動子 7 の構成を図 2 ~ 6 を参照して説明する。図 3 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子の構成を模式的に示す斜視図である。図 4 は、図 3 に示す矢視 A 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。図 5 は、図 3 に示す矢視 B 方向からみた超音波振動子の構成を模式的に示す平面図である。図 6 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子の構成を模式的に示す分解斜視図である。なお、図 3 , 4 では、圧電素子 7 1 が 6 個並んでいるものを図示しているが、説明のために超音波振動子 7 の構成を簡略化した図であり、実際に配設される個数はこの限りではない。本実施の形態 1 では、超音波振動子 7 が、図 2 に示すようなコンベックス型の超音波振動子であって、複数の圧電素子 7 1 が一列に配列された一次元アレイ (1 D アレイ) であるものとして説明する。換言すれば、本実施の形態 1 に係る超音波振動子 7 では、複数の圧電素子 7 1 が、当該超音波振動子 7 の曲面をなす外表面に沿って配置されている。

【 0 0 3 6 】

超音波振動子 7 は、角柱状をなし、長手方向を揃えて並べられてなる複数の圧電素子 7 1 と、圧電素子 7 1 に対し、当該超音波振動子 7 の外表面側にそれぞれ設けられる複数の第 1 音響整合層 7 2 と、第 1 音響整合層 7 2 の圧電素子 7 1 と接する側と反対側に設けられる第 2 音響整合層 7 3 と、第 2 音響整合層 7 3 の第 1 音響整合層 7 2 と接する側と反対側に設けられるマスク部 7 4 と、マスク部 7 4 の第 2 音響整合層 7 3 と接する側と反対側に設けられる音響レンズ 7 5 と、圧電素子 7 1 の第 1 音響整合層 7 2 と接する側と反対側に設けられるバッキング材 7 6 とを有する。なお、本実施の形態 1 では、第 1 音響整合層 7 2 が、圧電素子 7 1 ごとに設けられるとともに、第 2 音響整合層 7 3、マスク部 7 4、音響レンズ 7 5 およびバッキング材 7 6 が、複数の圧電素子 7 1 および第 1 音響整合層 7 2 を一括して覆う構成をなしている。超音波振動子 7 は、一つの圧電素子 7 1 を出力単位とするものであってもよいし、複数の圧電素子 7 1 を出力単位とするものであってもよい。以下、図 2 に示すように、圧電素子 7 1 の長手方向をエレベーション方向 De とよび、圧電素子 7 1 の配列方向を走査方向 Ds とよぶ。また、圧電素子 7 1、第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 により、圧電素子ユニット 7 0 0 を構成する。

【 0 0 3 7 】

圧電素子 7 1 は、電気的なパルス信号を超音波パルス (音響パルス) に変換して被検体へ照射するとともに、被検体で反射された超音波エコーを電圧変化で表現する電気的なエコー信号に変換して出力する。圧電素子 7 1 には、バッキング材 7 6 側の主面に信号入出力用電極が設けられているとともに、圧電素子 7 1 の第 1 音響整合層 7 2 側の主面にグラウンド接地用の電極が設けられている。各電極は、導電性を有する金属材料または樹脂材料を用いて形成される。

【 0 0 3 8 】

圧電素子 7 1 は、P Z T セラミック材料、P M N - P T 単結晶、P M N - P Z T 単結晶、P Z N - P T 単結晶、P I N - P Z N - P T 単結晶またはリラクサー系材料を用いて形成される。P M N - P T 単結晶は、マグネシウム・ニオブ酸鉛およびチタン酸鉛の固溶体の略称である。P M N - P Z T 単結晶は、マグネシウム・ニオブ酸鉛およびチタンコン酸鉛の固溶体の略称である。P Z N - P T 単結晶は、亜鉛・ニオブ酸鉛およびチタン

10

20

30

40

50

酸鉛の固溶体の略称である。P I N - P Z N - P T 単結晶は、インジウム・ニオブ酸鉛、亜鉛・ニオブ酸鉛およびチタン酸鉛の固溶体の略称である。リラクサー系材料は、圧電定数や誘電率を増加させる目的でリラクサー材料である鉛系複合ペロブスカイトをチタン酸ジルコン酸鉛（P Z T）に添加した三成分系圧電材料の総称である。鉛系複合ペロブスカイトは、 $Pb(B1, B2)O_3$ で表され、B 1 はマグネシウム、亜鉛、インジウムまたはスカンジウムのいずれかであり、B 2 はニオブ、タンタルまたはタングステンのいずれかである。これらの材料は、優れた圧電効果を有している。このため、小型化しても電気的なインピーダンスの値を低くすることができ、圧電素子 7 1 に設けられる薄膜電極との間のインピーダンスマッチングの観点から好ましい。

【0039】

10

第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 は、圧電素子 7 1 と観測対象との間で音（超音波）を効率よく透過させるために、圧電素子 7 1 と観測対象との間の音響インピーダンスをマッチングさせる。第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3 は、互いに異なる材料からなる。なお、本実施の形態 1 では、二つの音響整合層（第 1 音響整合層 7 2 および第 2 音響整合層 7 3）を有するものとして説明するが、圧電素子 7 1 と観測対象との特性により一層としてもよいし、三層以上としてもよい。また、音響整合層は、観測対象との音響インピーダンスの整合が取れていれば、該音響整合層を有しない超音波振動子であってもよい。

【0040】

20

マスク部 7 4 は、圧電素子 7 1 のエレベーション方向 De の一部をマスクすることによって、超音波振動子 7 におけるエレベーション方向 De の超音波の通過を規制する。換言すれば、マスク部 7 4 は、エレベーション方向 De を複数の領域に分割してなる分割領域のうち任意の分割領域をマスク可能であり、マスクした分割領域において、超音波を、該超音波の伝搬方向と異なる方向に反射し、マスクした分割領域以外の分割領域において、超音波を伝搬方向に通過させる。

【0041】

図 7 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図であって、マスク部 7 4 の構成を説明する図である。マスク部 7 4 は、超音波が通過可能な材料を用いて形成されるシート状の本体部 7 4 0 を備え、第 2 音響整合層 7 3 と音響レンズ 7 5 との間に設けられる。本体部 7 4 0 は、一方の表面に設けられ、短冊状をなし、電気分極を保持して電界を形成する三つのエレクトレット部 7 4 1 と、エレクトレット部 7 4 1 の配置に応じた帯状の中空空間を形成する三つの中空部 7 4 2 と、他方の表面においてエレクトレット部 7 4 1 と対向して設けられ、帯状をなす三つの対向電極 7 4 3 と、を有する。中空部 7 4 2 には、気体（空気）が充填されているものとして説明する。

30

【0042】

エレクトレット部 7 4 1 は、テフロン（登録商標）などのフッ素樹脂や、ポリエチレンテレフタレート（PolyEthylene Terephthalate : PET）を用いて形成される短冊状をなし、電気分極を保持して電界を形成するエレクトレット（電石）により実現される。本実施の形態 1 では、中空部 7 4 2 側（対向電極 7 4 3 側）が正に帯電しているものとして説明する。

40

【0043】

対向電極 7 4 3 は、図示しない制御部の制御のもと、電荷の印加の有無が切り替えられる。対向電極 7 4 3 は、例えば、電荷が印加されると負に帯電する。対向電極 7 4 3 は、少なくとも超音波が通過可能な材料を用いて形成される。

【0044】

マスク部 7 4 は、三つの対向電極 7 4 3 のうちのいずれかに電荷が印加されると、超音波の進行方向上に存在する中空空間をなくすことで超音波の通過が可能となる。具体的には、エレクトレット部 7 4 1、中空部 7 4 2 および対向電極 7 4 3 からなる三つのマスク構造が、超音波振動子 7 においてエレベーション方向 De に沿って配列されている場合、マスク部 7 4 は、エレベーション方向 De に沿ってマスクする領域を三つに分割する（分

50

割領域 E 1 ~ E 3)。このため、超音波振動子 7 は、エレベーション方向 De の一部の領域がマスクされた超音波を出射する。三つの分割領域 E 1 ~ E 3 において、いずれかの分割領域の対向電極 7 4 3 に電荷が印加されると、エレクトレット部 7 4 1 が中空部 7 4 2 内に入り込んで底面と接触し、当該対向電極 7 4 3 に応じた分割領域において超音波が通過可能となる。例えば、分割領域 E 1 の対向電極 7 4 3 に電荷を印加すると、超音波は、分割領域 E 1 のみから出射されることとなる。

【 0 0 4 5 】

ここで、超音波振動子 7 におけるマスク部 7 4 によるマスク処理について、図 8 , 9 を参照して説明する。図 8 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図であって、対向電極 7 4 3 に電荷が印加されていない状態を示す図である。図 9 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図であって、対向電極 7 4 3 に電荷が印加されている状態を示す図である。

10

【 0 0 4 6 】

マスク部 7 4 は、対向電極 7 4 3 に電荷が印加されていない場合、図 8 に示すように、エレクトレット部 7 4 1 と対向電極 7 4 3 との間には、中空部 7 4 2 により気体が介在するため、超音波の通過を遮断する（図 8 の破線矢印）。この際、超音波は、中空部 7 4 2 （気体）によって、超音波の伝搬方向とは異なる方向に向けて反射される。

【 0 0 4 7 】

マスク部 7 4 は、対向電極 7 4 3 に電荷が印加されている場合、図 9 に示すように、エレクトレット部 7 4 1 が、負に帯電した対向電極 7 4 3 側に引き寄せられて中空部 7 4 2 の内部に進入して中空部 7 4 2 の底部と接触するため、超音波を通過させる（図 9 の破線矢印）。

20

【 0 0 4 8 】

このようにして、対向電極 7 4 3 への電荷の印加によって、マスク部 7 4 による超音波の通過が制御される。分割領域 E 1 ~ E 3 への電荷の印加を制御すれば、所望の領域から超音波を出射させることができる。また、逆に、電荷の印加により超音波エコーの受信領域も制御することができる。

【 0 0 4 9 】

図 3 ~ 6 に戻り、音響レンズ 7 5 は、シリコーン、ポリメチルペンテンや、エポキシ樹脂、ポリエーテルイミドなどを用いて形成され、一方の面が凸状または凹状をなして超音波を絞る機能を有し、マスク部 7 4 を通過した超音波を外部に出射する、または外部からの超音波エコーを取り込む。音響レンズ 7 5 についても、任意に設けることができ、当該音響レンズ 7 5 を有しない構成であってもよい。

30

【 0 0 5 0 】

バックング材 7 6 は、圧電素子 7 1 の動作によって生じる不要な超音波振動を減衰させる。バックング材 7 6 は、減衰率の大きい材料、例えば、アルミナやジルコニア等のフィラーを分散させたエポキシ樹脂や、上述したフィラーを分散したゴムを用いて形成される。

【 0 0 5 1 】

以上の構成を有する超音波振動子 7 は、パルス信号の入力によって圧電素子 7 1 が振動することで、第 1 音響整合層 7 2、第 2 音響整合層 7 3、マスク部 7 4 および音響レンズ 7 5 を介して観測対象に超音波を照射する。この際、圧電素子 7 1 において、第 1 音響整合層 7 2、第 2 音響整合層 7 3、マスク部 7 4 および音響レンズ 7 5 の配設側と反対側は、バックング材 7 6 により、圧電素子 7 1 の振動が減衰され、圧電素子 7 1 の振動が伝わらないようになっている。また、観測対象から反射された超音波は、音響レンズ 7 5、マスク部 7 4、第 2 音響整合層 7 3 および第 1 音響整合層 7 2 を介して圧電素子 7 1 に伝えられる。伝達された超音波により圧電素子 7 1 が振動し、圧電素子 7 1 が該振動を電気的なエコー信号に変換して、エコー信号として図示しない配線を介して超音波観測装置 3 に出力する。

40

【 0 0 5 2 】

50

続いて、上述した超音波振動子 7 を用いて穿刺針の突出方向を検出する方法を説明する。図 10 は、本実施の形態 1 に係る超音波内視鏡の挿入部の先端構成を模式的に示す斜視図である。処置具としての穿刺針 100 を使用する際は、処置具挿入口 223 (図 1 参照) から穿刺針 100 を挿入部 21 に挿入し、穿刺針 100 の先端を処置具突出口 211c から突出させる。これにより、超音波振動子 7 の走査領域内に穿刺針 100 の先端が位置し、超音波画像により穿刺針 100 が突出しているか否かを確認しながら、関心部位に穿刺針 100 を穿刺することができる。

【0053】

しかしながら、超音波画像は、走査方向 D_s と平行な断面像であり、エレベーション方向 D_e における穿刺針 100 の位置を把握できない。超音波画像によって走査方向 D_s における穿刺針 100 の突出位置は確認できても、エレベーション方向 D_e の穿刺針 100 の湾曲を確認することができなかった。

【0054】

以下、本実施の形態 1 にかかる超音波振動子 7 における穿刺針 100 のエレベーション方向の位置の検出方法について説明する。図 11 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子の走査範囲と穿刺針との位置関係を説明する図である。図 11 では、分割領域 E1 における対向電極 743 に電荷が印加されて、該分割領域 E1 を通過した超音波により走査領域 R1 での走査が行われる。図 11 では、分割領域 E2, E3 の対向電極 743 には電荷が印加されていないため、超音波は各中空部 742 により反射されて音響レンズ 75 には到達しない。この場合、エレベーション方向 D_e の中央部において超音波走査が行われる。このため、穿刺針 100 の長手方向が、走査方向 D_s と平行な平面に対して湾曲している場合、図 11 に示すように、穿刺針 100 の先端が、走査領域 R1 から外れる。

【0055】

図 12 は、図 11 に示す超音波振動子の走査により得られる超音波画像を模式的に示す図である。図 12 に示す超音波画像 W1 は、図 11 に示す超音波走査によって得られる画像であって、上述したように、穿刺針 100 の先端側が、走査領域 R1 から外れた場合を示す画像である。穿刺針 100 の先端が走査領域 R1 から外れている場合、図 12 に示すように、超音波画像 W1 には、走査領域 R1 内に存在する穿刺針 100 の像 (針像 200) が存在することとなる。

【0056】

図 13 は、本実施の形態 1 に係る超音波振動子の走査範囲と穿刺針との位置関係を説明する図である。なお、超音波振動子 7 に対する穿刺針 100 の湾曲態様は、図 11 と同様であるものとして説明する。図 13 では、分割領域 E2 における対向電極 743 に電荷が印加されて、該分割領域 E2 を通過した超音波により走査領域 R2 での走査が行われる。図 13 では、分割領域 E1, E3 の対向電極 743 には電荷が印加されていないため、超音波は各中空部 742 により反射されて音響レンズ 75 には到達しない。この場合、エレベーション方向 D_e の一端部において超音波走査が行われる。このため、穿刺針 100 の長手方向が、走査方向 D_s と平行な平面に対して湾曲している場合、図 13 に示すように、穿刺針 100 の先端のみが、走査領域 R2 内に位置する。

【0057】

図 14 は、図 13 に示す超音波振動子の走査により得られる超音波画像を模式的に示す図である。図 14 に示す超音波画像 W2 は、図 13 に示す超音波走査によって得られる画像であって、上述したように、穿刺針 100 の先端のみが走査領域 R2 内に位置する場合を示す画像である。穿刺針 100 の先端のみが走査領域 R2 内に位置する場合、図 14 に示すように、超音波画像 W2 には、走査領域 R2 内に存在する穿刺針 100 の像 (針像 201) が存在することとなる。

【0058】

図 15 は、本発明の実施の形態 1 に係る超音波振動子の走査範囲と穿刺針との位置関係を説明する図である。なお、超音波振動子 7 に対する穿刺針 100 の湾曲態様は、図 11 と同様であるものとして説明する。図 15 では、分割領域 E3 における対向電極 743 に

電荷が印加されて、該分割領域 E 3 を通過した超音波により走査領域 R 3 での走査が行われる。図 1 5 では、分割領域 E 1 , E 2 の対向電極 7 4 3 には電荷が印加されていないため、超音波は各中空部 7 4 2 により反射されて音響レンズ 7 5 には到達しない。この場合、エレベーション方向 De の他端部において超音波走査が行われる。このため、穿刺針 1 0 0 の長手方向が、走査方向 Ds と平行な平面に対して湾曲している場合、図 1 5 に示すように、穿刺針 1 0 0 は走査領域 R 3 の外部に位置する。

【 0 0 5 9 】

図 1 6 は、図 1 5 に示す超音波振動子の走査により得られる超音波画像を模式的に示す図である。図 1 6 に示す超音波画像 W 3 は、図 1 5 に示す超音波走査によって得られる画像であって、上述したように、穿刺針 1 0 0 が走査領域 R 3 の外部に位置する場合を示す画像である。穿刺針 1 0 0 が走査領域 R 3 の外部に位置する場合、図 1 6 に示すように、超音波画像 W 3 には、走査領域 R 3 の像として、穿刺針 1 0 0 の像は存在しない。

10

【 0 0 6 0 】

上述したように、分割領域 E 1 ~ E 3 の対向電極 7 4 3 への電荷の印加を調整することにより、分割領域 E 1 ~ E 3 に対応する走査領域 R 1 ~ R 3 の超音波画像を得ることができる。走査領域 R 1 ~ R 3 の各超音波画像は、エレベーション方向 De を分割した領域に対応する画像である。このため、上述したように、穿刺針 1 0 0 が走査方向 Ds と平行な平面に対して湾曲している場合であっても、走査領域 R 1 ~ R 3 の各超音波画像を確認することにより、穿刺針 1 0 0 の突出方向を検出することができる。穿刺針 1 0 0 の突出方向を正確に検出することで、関心部位への穿刺を一層確実に行うことができる。なお、任意に二つの分割領域を選択して、エレベーション方向 De において分割された二つの走査領域の超音波画像を取得して、穿刺針の検出などを行ってもよい。

20

【 0 0 6 1 】

これに対し、従来の 1 D アレイの超音波振動子では、走査領域 R 1 ~ R 3 をすべて含む超音波画像が得られるため、穿刺針 1 0 0 の突出方向が走査方向 Ds と平行な平面に対して湾曲している場合に、穿刺針 1 0 0 の湾曲方向を判断することが困難であった。

【 0 0 6 2 】

以上説明した本実施の形態 1 によれば、超音波振動子 7 において、第 2 音響整合層 7 3 および音響レンズ 7 5 との間に、電荷の印加によって超音波の通過の可否を、エレベーション方向 De を分割した領域で選択的に制御可能なマスク部 7 4 を設けたので、エレベーション方向 De に沿った複数の超音波画像を簡易な構成で得ることができる。本実施の形態 1 によれば、2 D アレイの超音波振動子と比して、配線数の増加を抑制して、エレベーション方向の超音波画像を取得することができる。配線数を抑制するため、2 D アレイの超音波振動子と比して小型化することができる。

30

【 0 0 6 3 】

また、上述した実施の形態 1 において、エレベーション方向 De の中央部（走査領域 R 1 ）のみを走査する場合に、超音波振動子 7 に印加する周波数（パルス信号のパルス間隔）を高周波とし、エレベーション方向 De の全体（走査領域 R 1 ~ R 3 ）を走査する場合に、超音波振動子 7 に印加する周波数を低周波とすれば、近点の分割能を向上しつつ、遠点の像までを描出した超音波画像を取得することができる。

40

【 0 0 6 4 】

また、上述した実施の形態 1 によれば、エレクトレット部 7 4 1 が、テフロン（登録商標）などのフッ素樹脂や、ポリエチレンテレフタレートを用いて形成されるため、比較的安価に製造することができるとともに、屈曲自在であるため、例えばコンベックス型の超音波振動子のように、曲面に沿って配設が必要な場合であっても、該曲面に沿った形状に変形させてマスク部 7 4 を作製することができる。

【 0 0 6 5 】

なお、上述した実施の形態 1 では、1 D アレイを例に説明したが、超音波振動子の走査方向（1 D アレイにおける圧電素子の配列方向）と略直交する方向（エレベーション方向）に複数の圧電素子（発振部）が配列される 1 . 2 5 D アレイや 1 . 5 D アレイ、1 . 7

50

5 Dアレイなどであっても適用できる。なお、本実施の形態1では、エレベーション方向Deにおいて分割され、かつ走査方向Dsについて一つの超音波画像を取得するような1.25D、1.5Dおよび1.75Dを、一次的に複数の圧電素子が配列されているものとして含む。

【0066】

(実施の形態1の変形例)

図17は、本発明の実施の形態1の変形例に係る超音波振動子の構成を説明する図であって、対向電極743に電荷が印加されていない状態を示す図である。本変形例では、上述した実施の形態1にかかる中空部742に複数の凸部742aを設けた。図17に示すように、本変形例にかかるマスク部74の中空部742には、エレクトレット部741と対向する底面から略直交する方向に突出する凸部742aが設けられている。凸部742aは、底面に対して進退自体に設けられ、最も突出した状態では、エレクトレット部741の表面に当接している。エレクトレット部741は、対向電極743に電荷が印加されていない場合には、凸部742aによって支持された状態となっている。

10

【0067】

図18は、本発明の実施の形態1の変形例に係る超音波振動子の構成を説明する図であって、対向電極743に電荷が印加されている状態を示す図である。マスク部74は、対向電極743に電荷が印加されている場合、図18に示すように、エレクトレット部741が、負に帯電した対向電極743側に引き寄せられて中空部742の内部に進入して中空部742の底部と接触するため、超音波を通過させる。この際、凸部742aは、底面に埋没して、該底面から退避するため、中空部742の底面とエレクトレット部741との接触を妨げない。

20

【0068】

本変形例によれば、中空部742に凸部742aを設けるようにしたので、対向電極743に電荷が印加されていない状態において、凸部742aが、エレクトレット部741を支持することにより、エレクトレット部741と中空部742との間の中空空間の形成を一層確実なものとすることができる。エレクトレット部741には、ある程度の屈曲性が求められるが、凸部742aを設けることによって、エレクトレット部741が自重により中空部742側に屈曲した場合であっても、凸部742aにより、エレクトレット部741と中空部742の底面との接触を抑制することができ、中空部742による超音波の遮断を一段と確実に行うことができる。

30

【0069】

(実施の形態2)

図19は、本発明の実施の形態2に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。上述した実施の形態1では、マスク部74としてエレクトレットを用いるものとして説明したが、本実施の形態2では、マスク部77として、静電容量型超音波トランスデューサ(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer: C-MUT)を用いる。

【0070】

マスク部77は、超音波が通過可能な材料を用いて形成されるシート状をなし、第2音響整合層73と音響レンズ75との間に設けられる。マスク部77は、屈曲自在なシート状をなす第1シート771と、シート状をなす第2シート772とが、積層されてなる。第1シート771および第2シート772は、例えばシリコン膜などを用いて形成される。第1シート771は、短冊状をなす三つの第1電極771aを有する。一方、第2シート772は、第1シート771と対向する表面772aから突出する複数の突出部772b(図20参照)と、第1電極771aと対向して設けられ、短冊状をなす三つの第2電極772cを有する。マスク部77では、第1シート771が突出部772bにより支持されることで帯状の中空空間を形成する複数の中空部773が形成される。中空部773には、気体(空気)が充填されているものとして説明する。

40

【0071】

以上の構成を有するマスク部77は、二つの層の電極の間に空洞(中空空間)を有する

50

静電容量型超音波トランスデューサ（Ｃ－ＭＵＴ）の構成をなす。換言すれば、マスク部 77 は、三対の第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間にそれぞれ一つまたは複数の中空部 773 が形成されている。マスク部 77 では、図示しない電気回路により第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c がそれぞれ接続され、該第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に直流電圧を印加すると、第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に静電気力が作用し、第 1 シート 771（第 1 電極 771 a）が第 2 シート 772（第 2 電極 772 c）側に引き付けられる。

【0072】

マスク部 77 は、三対の第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c のうちのいずれかに直流電圧を印加することで、超音波の進行方向上に存在する中空空間を埋めてクラップス状態とすることによって超音波の通過が可能となる。具体的には、第 1 電極 771 a、第 2 電極 772 c および中空部 773 からなる三つのマスク構造が、超音波振動子 7 においてエレベーション方向 De に沿って配列されている場合、マスク部 77 は、エレベーション方向 De に沿ってマスクする領域を三つに分割する（分割領域 E11 ~ E13）。三つの分割領域 E11 ~ E13 において、いずれかの分割領域の第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に直流電圧が印加されると、第 1 シート 771 が中空部 773 を埋めるように第 2 シート 772 の表面 772 a と接触し、当該分割領域において超音波の通過が可能となる。例えば、分割領域 E11 の第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に直流電圧を印加すると、超音波は、分割領域 E11 のみから出射されることとなる。

【0073】

ここで、超音波振動子 7 におけるマスク部 77 によるマスク処理について、図 20、21 を参照して説明する。図 20 は、本実施の形態 2 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図であって、第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に直流電圧が印加されていない状態を示す図である。図 21 は、本実施の形態 2 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図であって、第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に直流電圧が印加されている状態を示す図である。図 20、21 は、図 19 に示す領域 Q を拡大した図である。

【0074】

マスク部 77 は、第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に直流電圧が印加されていない場合、図 20 に示すように、第 1 シート 771 と第 2 シート 772 との間において、中空部 773 により、超音波の通過が遮断される（図 20 の破線矢印）。

【0075】

マスク部 77 は、第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に直流電圧が印加されている場合、図 21 に示すように第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間に静電気力が作用し、第 1 シート 771 が中空部 773 の内部に進入して第 2 シート 772 の表面 772 a と接触するため、超音波が通過する（図 21 の破線矢印）。

【0076】

このようにして、第 1 電極 771 a および第 2 電極 772 c の間への直流電圧の印加によって、マスク部 77 による超音波の通過が制御される。分割領域 E11 ~ E13 への直流電圧の印加を制御すれば、所望の領域から超音波を出射させることができる。また、逆に、電荷の印加により超音波エコーの受信領域も制御することができる。

【0077】

以上説明した本実施の形態 2 によれば、超音波振動子 7 において、第 2 音響整合層 73 および音響レンズ 75 との間に、電荷の印加によって超音波の通過の可否を、エレベーション方向 De を分割した領域で選択的に制御可能なマスク部 77 を設けるようにしたので、上述した実施の形態 1 と同様に、エレベーション方向 De に沿った複数の超音波画像を簡易な構成で得ることができる。

【0078】

また、本実施の形態 2 によれば、マスク部 77 において、二つの層の電極の間に空洞を有する静電容量型超音波トランスデューサ（Ｃ－ＭＵＴ）の構成を用いるようにしたので

10

20

30

40

50

、高速に超音波の通過または通過の遮断を制御することができる。

【0079】

(実施の形態2の変形例)

図22は、本発明の実施の形態2の変形例に係る超音波振動子の要部の構成を説明する図であって、電極の間に直流電圧が印加されていない状態を示す図である。上述した実施の形態2では、第1電極771aおよび第2電極772cの間に直流電圧が印加されていない状態であっても、第1シート771と突出部772bとが接触した状態にあるため、該突出部772bを介して超音波が通過してしまう場合があった。本変形例では、上述した第1シート771および第2シート772に対して、第3シート774および第4シート775を積層し、突出部772bを介して超音波が通過することを防止する。

10

【0080】

具体的には、図22に示すように、第1シート771、第2シート772、第3シート774、第4シート775の順で積層する。第3シート774および第4シート775は、例えばシリコン膜などを用いて形成される。第3シート774は、短冊状をなす三つの第3電極774aを有する。一方、第4シート775は、第3シート774と対向する表面775aから突出する複数の突出部775bと、第3電極774aと対向して設けられ、短冊状をなす三つの第4電極775cを有する。本変形例に係るマスク部では、第3シート774が突出部775bにより支持されることで帯状の中空空間を形成する複数の中空部776が形成される。

【0081】

20

本変形例において、突出部775bは、第1シート771、第2シート772、第3シート774、第4シート775が積層された際に、超音波の伝搬方向に対して突出部772bと重複しない位置に設けられる。換言すれば、超音波の伝搬方向と直交する方向から見たときに、突出部772b、775bが互い違いに配置されている。これにより、例えば、図22に示すように、第4シート775から超音波が入射する場合、突出部775bを通過した超音波は、中空部773によりマスク部77外への通過が遮断され、中空部776により超音波の通過が遮断されるため、突出部772bには超音波が到達しない。また、各電極間に直流電圧をそれぞれ印加することで、マスク部77の外部に超音波を通過させることができる。

【0082】

30

(実施の形態3)

図23は、本発明の実施の形態3に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。図24、25は、本実施の形態3に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。本実施の形態3では、超音波の伝搬経路上に発泡体を介在させることにより超音波の通過を遮断する。本実施の形態3では、音響レンズ78にマスク部が設けられているものとして説明する。

【0083】

音響レンズ78は、シリコン、ポリメチルペンテンや、エポキシ樹脂、ポリエーテルイミドなどを用いて形成され、一方の面が凸状または凹状をなして超音波を絞る機能を有するレンズ本体781からなる。レンズ本体781には、熱により体積が膨張する材料Fが混合されてなる三つの混合部782が設けられる。レンズ本体781には、混合部782を貫通し、図示しない電気回路に接続する電熱線783が混合部782ごとに設けられている。材料Fは、可逆的に反応し、加熱により膨張し、加熱が停止すると収縮する。本実施の形態3では、材料Fを含む混合部782および電熱線783によりマスク部を構成する。本実施の形態3に係るマスク部は、圧電素子71と超音波の放射面(音響レンズ78の表面)との間に設けられる。

40

【0084】

以上の構成を有する音響レンズ78では、電熱線783に交流電圧を印加しない場合、図24に示すように、材料F中を超音波が通過する。一方で、電熱線783に交流電圧を印加する(通電する)と発熱し、材料Fに発生した熱が伝わる。材料Fに熱が伝わると、

50

図 2 5 に示すように、材料 F が膨張して超音波の通過が遮断される。具体的には、材料 F を含む混合部 7 8 2 に応じたマスク構造が、超音波振動子 7 においてエレベーション方向 De に沿って配列されている場合、音響レンズ 7 8 (マスク部) は、エレベーション方向 De に沿ってマスクする領域を三つに分割する (分割領域 E 2 1 ~ E 2 3)。三つの分割領域 E 2 1 ~ E 2 3 において、いずれかの分割領域の電熱線 7 8 3 に交流電圧が印加されると、当該領域の混合部 7 8 2 の内部に気泡が生じ、超音波の通過が遮断される。例えば、分割領域 E 2 2, 2 3 に応じた電熱線 7 8 3 に交流電圧を印加すると、超音波は、分割領域 E 2 1 のみから出射されることとなる。なお、各混合部 7 8 2 間は、断熱材等により、隣り合う混合部 7 8 2 に熱が伝達するのを防止されていることが好ましい。

【 0 0 8 5 】

10

以上説明した本実施の形態 3 によれば、超音波振動子 7 において、音響レンズ 7 8 の内部に、熱により膨張する材料 F が収容された三つの混合部 7 8 2 を設けて、各混合部 7 8 2 を通過する電熱線 7 8 3 により材料 F の加熱を制御することで、分割領域 E 2 1 ~ E 2 3 から出射される超音波を選択可能としたので、上述した実施の形態 1 と同様に、エレベーション方向 De に沿った複数の超音波画像を簡易な構成で得ることができる。

【 0 0 8 6 】

また、本実施の形態 3 によれば、音響レンズ 7 8 の所定の領域に、熱により膨張する材料 F を混合し、電熱線 7 8 3 を設けるのみで構成されるため、上述した中空部 7 4 2 などの形成などが不要であり、簡易に作製することができる。

【 0 0 8 7 】

20

(実施の形態 4)

図 2 6 は、本発明の実施の形態 4 に係る超音波振動子の要部の構成を示す模式図である。図 2 7 は、本実施の形態 4 に係る超音波振動子における超音波の伝搬を説明する図である。本実施の形態 4 では、超音波の伝搬経路上に流体が通る空間を設けることで、超音波の通過と遮断とを可逆的に行う音響レンズ 7 9 を有する構造とした。

【 0 0 8 8 】

音響レンズ 7 9 は、シリコーン、ポリメチルペンテンや、エポキシ樹脂、ポリエーテルイミドなどを用いて形成され、一方の面が凸状または凹状をなして超音波を絞る機能を有するレンズ本体 7 9 1 からなる。レンズ本体 7 9 1 には、互いに平行に延びる帯状の中空空部を形成する三つの中空部 7 9 2 が設けられる。中空部 7 9 2 には、ポンプおよび電磁弁 7 9 3 を介して、例えば水などの超音波を伝搬可能な流体が流通可能である。本実施の形態 4 では、中空部 7 9 2 および中空部 7 9 2 を挿通する流体によりマスク部を構成する。本実施の形態 4 に係るマスク部は、圧電素子 7 1 と超音波の放射面 (音響レンズ 7 9 の表面) との間に設けられる。

30

【 0 0 8 9 】

以上の構成を有する音響レンズ 7 9 では、中空部 7 9 2 に流体が流通していない場合、図 2 7 に示すように、超音波の通過を遮断する。一方で、中空部 7 9 2 に流体を流通させると、超音波が流体中を通過して音響レンズ 7 9 から外部に出射される。具体的には、中空部 7 9 2 に応じたマスク構造が、超音波振動子 7 においてエレベーション方向 De に沿って配列されている場合、音響レンズ 7 9 (マスク部) は、エレベーション方向 De に沿ってマスクする領域を三つに分割する (分割領域 E 3 1 ~ E 3 3)。三つの分割領域 E 3 1 ~ E 3 3 において、いずれかの分割領域の中空部 7 9 2 に流体を流通させると、当該領域の中空部 7 9 2 を流通する流体が超音波を通過させる。例えば、分割領域 E 3 1 に応じた中空部 7 9 2 のみに流体を流通させると、超音波は、分割領域 E 3 1 のみから出射されることとなる。

40

【 0 0 9 0 】

以上説明した本実施の形態 4 によれば、超音波振動子 7 において、音響レンズ 7 9 の内部に、水などの超音波を伝搬可能な流体が流通可能な三つの中空部 7 9 2 を設けて、中空部 7 9 2 に流通させる流体を制御することで、分割領域 E 3 1 ~ E 3 3 から出射される超音波を選択可能としたので、上述した実施の形態 1 と同様に、エレベーション方向 De に

50

沿った複数の超音波画像を簡易な構成で得ることができる。

【 0 0 9 1 】

また、本実施の形態 4 によれば、音響レンズ 7 9 の内部に流体を流通させるため、例えば、超音波振動子 7、特に音響レンズ 7 9 において生じた熱をこの流体が吸熱することで、音響レンズ 7 9 からの放熱を抑制する効果を奏する。

【 0 0 9 2 】

なお、上述した実施の形態 3、4 では、マスク部を音響レンズに設けるものとして説明したが、実施の形態 1、2 のように、音響レンズとは別体のシートに上述したマスク部を設けて、例えば第 2 音響整合層と音響レンズとの間に配置してもよい。

【 0 0 9 3 】

ここまで、本発明を実施するための形態を説明してきたが、本発明は上述した実施の形態および変形例によってのみ限定されるべきものではない。本発明は、以上説明した実施の形態および変形例には限定されず、請求の範囲に記載した技術的思想を逸脱しない範囲内において、様々な実施の形態を含みうるものである。また、実施の形態および変形例の構成を適宜組み合わせてもよい。

【 0 0 9 4 】

また、上述した実施の形態 1～4 および変形例では、分割領域をエレベーション方向に沿って三つに分割するものとして説明したが、各分割領域は、均等に分割されるものであってもよいし、中央部が両端部よりも大きくてもよいし、互いに異なっているものであってもよい。

【 0 0 9 5 】

また、超音波プローブとして、光学系のない細径の超音波ミニチュアプローブを適用してもよい。超音波ミニチュアプローブは、通常、胆道、胆管、膵管、気管、気管支、尿道、尿管へ挿入され、その周囲臓器（膵臓、肺、前立腺、膀胱、リンパ節等）を観察する際に用いられる。

【 0 0 9 6 】

また、超音波プローブとして、被検体の体表から超音波を照射する体外式超音波プローブを適用してもよい。体外式超音波プローブは、通常、腹部臓器（肝臓、胆嚢、膀胱）、乳房（特に乳腺）、甲状腺を観察する際に用いられる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 9 7 】

以上のように、本発明にかかる超音波振動子および超音波プローブは、エレベーション方向に沿った複数の超音波画像を簡易な構成で得るのに有用である。

【符号の説明】

【 0 0 9 8 】

- 1 内視鏡システム
- 2 超音波内視鏡
- 3 超音波観測装置
- 4 内視鏡観察装置
- 5 表示装置
- 6 光源装置
- 7 超音波振動子
- 2 1 挿入部
- 2 2 操作部
- 2 3 ユニバーサルケーブル
- 2 4 コネクタ
- 3 1 超音波ケーブル
- 4 1 ビデオケーブル
- 6 1 光ファイバケーブル

10

20

30

40

50

7 1 圧電素子
 7 2 第 1 音響整合層
 7 3 第 2 音響整合層
 7 4 , 7 7 マスク部
 7 5 , 7 8 , 7 9 音響レンズ
 7 6 バッキング材
 1 0 0 穿刺針
 2 1 1 硬性部材
 2 1 2 湾曲部
 2 1 3 可撓管部
 2 2 1 湾曲ノブ
 2 2 2 操作部材
 2 2 3 処置具挿入口
 2 4 1 第 1 コネクタ部
 2 4 2 第 2 コネクタ部
 2 4 3 第 3 コネクタ部
 7 4 0 本体部
 7 4 1 エレクトレット部
 7 4 2 中空部
 7 4 2 a 凸部
 7 4 3 対向電極
 7 7 1 第 1 シート
 7 7 1 a 第 1 電極
 7 7 2 第 2 シート
 7 7 2 b , 7 7 5 b 突出部
 7 7 2 c 第 2 電極
 7 7 3 , 7 7 6 , 7 9 2 中空部
 7 7 4 第 3 シート
 7 7 4 a 第 3 電極
 7 7 5 第 4 シート
 7 7 5 c 第 4 電極
 7 8 1 , 7 9 1 レンズ本体
 7 8 2 混合部
 7 8 3 電熱線

10

20

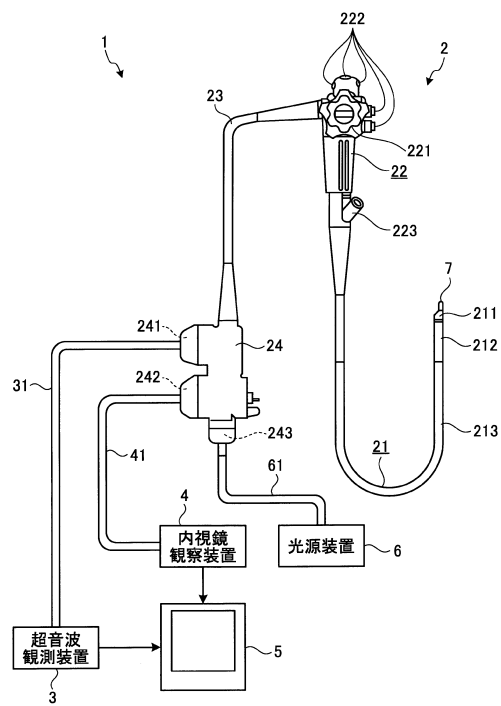
30

【要約】

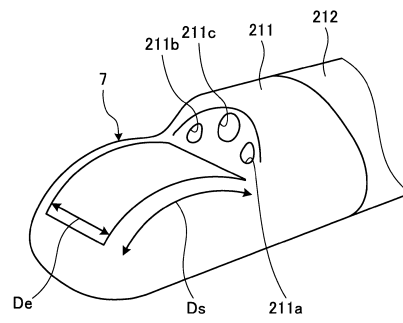
本発明に係る超音波振動子は、電気信号の入力に応じて超音波を出射するとともに、外部から入射した超音波を電気信号に変換する複数の圧電素子と、複数の圧電素子と当該超音波振動子における超音波の放射面との間に設けられ、超音波による走査方向に平行な平面と直交するエレベーション方向を複数の領域に分割してなる分割領域のうち任意の分割領域をマスク可能であり、マスクした分割領域において、超音波を、該超音波の伝搬方向と異なる方向に反射し、マスクした分割領域以外の分割領域において、超音波を伝搬方向に通過させるマスク部と、を備えた。

40

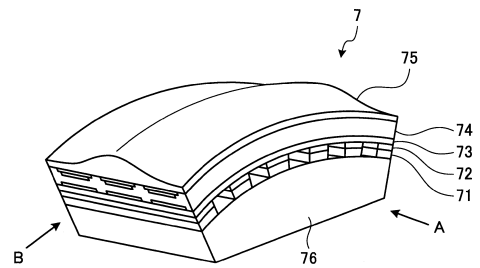
【図 1】



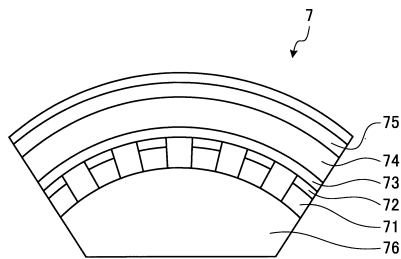
【図 2】



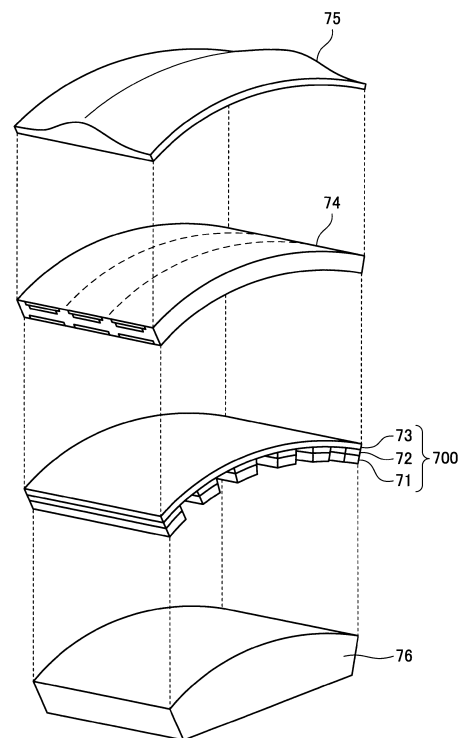
【図 3】



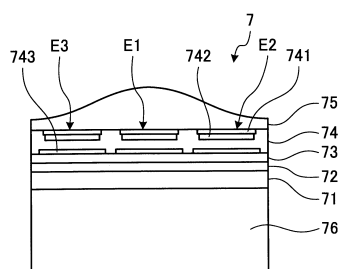
【図 4】



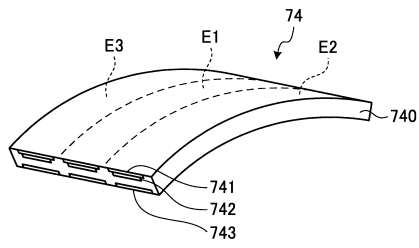
【図 6】



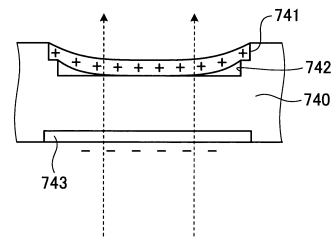
【図 5】



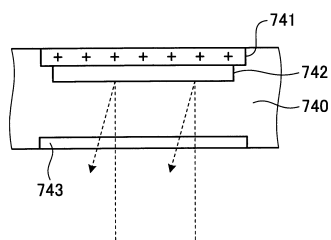
【図 7】



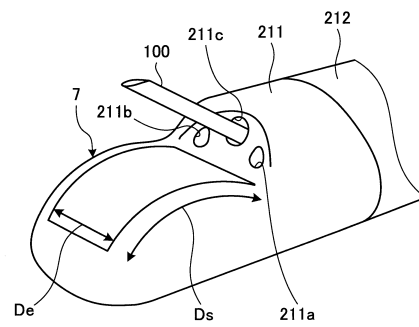
【図 9】



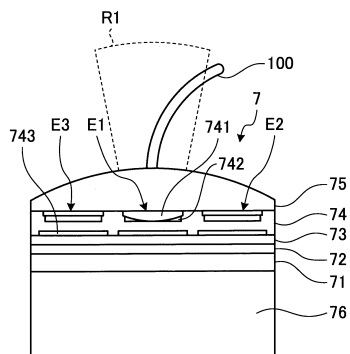
【図 8】



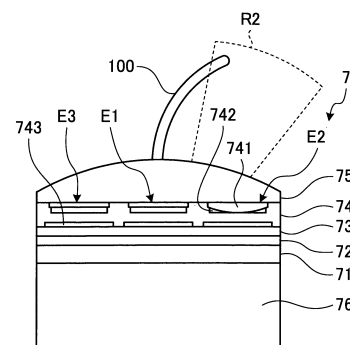
【図 10】



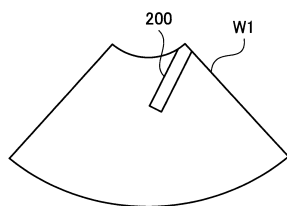
【図 11】



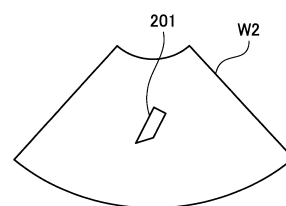
【図 13】



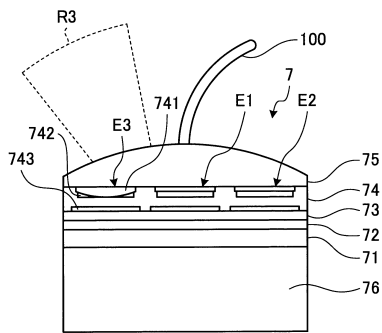
【図 12】



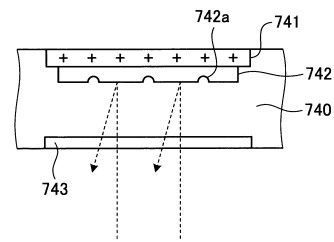
【図 14】



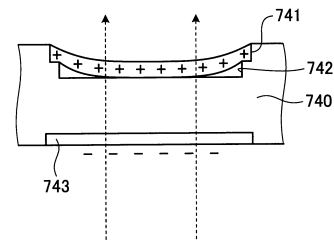
【図 15】



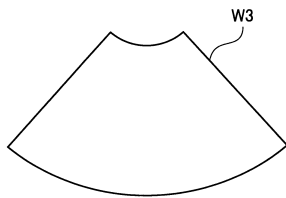
【図 17】



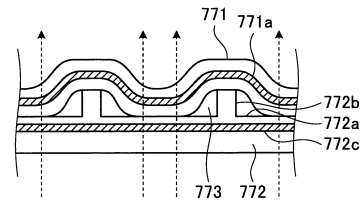
【図 18】



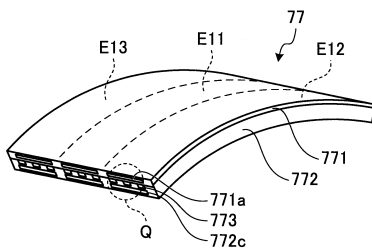
【図 16】



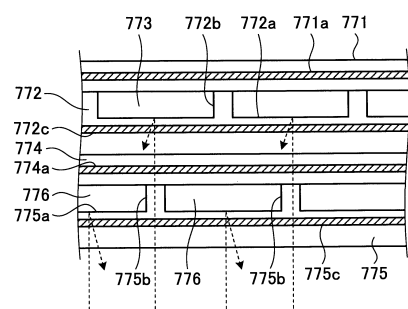
【図 21】



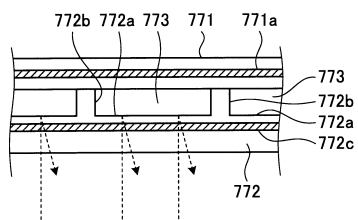
【図 19】



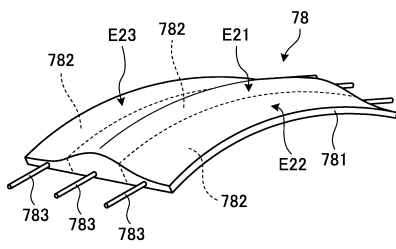
【図 22】



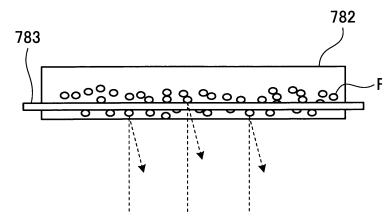
【図 20】



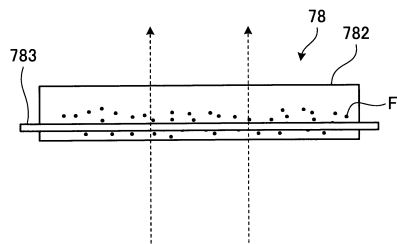
【図 2 3】



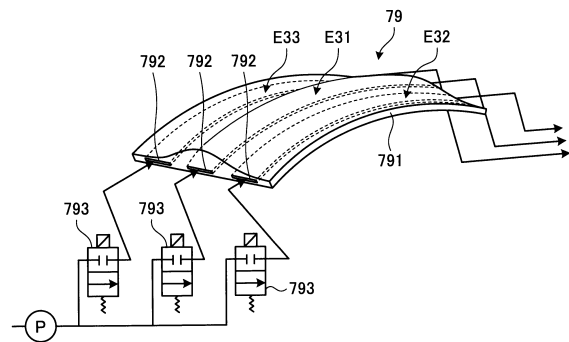
【図 2 5】



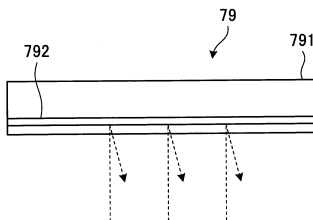
【図 2 4】



【図 2 6】



【図 2 7】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2010/100921(WO,A1)
特開2015-070473(JP,A)
国際公開第2005/120130(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
A61B 8/12
A61B 8/14
H04R 17/00

专利名称(译)	超声波振荡器和超声波探头		
公开(公告)号	JP6064098B1	公开(公告)日	2017-01-18
申请号	JP2016549529	申请日	2016-04-15
[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		
当前申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	藤村毅直		
发明人	藤村 毅直		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/12 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/4281 A61B8/4444 A61B8/4494 B06B1/0622 G10K11/30 G10K11/357 A61B1/00045 A61B1/06 A61B1/307 A61B8/14 A61B8/4483 A61B8/461 H04R17/00 H04R19/00		
FI分类号	H04R17/00.332.A H04R17/00.330.J H04R17/00.330.H A61B8/12 A61B8/14		
审查员(译)	大石 刚		
优先权	2015092991 2015-04-30 JP		
其他公开文献	JPWO2016175050A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的超声波换能器响应于电信号的输入而发射超声波，并且将从外部入射的多个超声波转换为电信号；多个压电元件；以及多个压电元件。可以掩盖设置在换能器的超声辐射表面之间的划分区域的任何划分区域，并将与平行于超声扫描方向的平面正交的仰角方向划分为多个区域。在掩蔽的分割区域中，超声波在与超声波的传播方向不同的方向上反射，并且在除掩蔽的分割区域以外的分割区域中，设置允许超声波沿传播方向通过的掩膜部分。 那是

(19) 日本国特許庁(JP)		(12) 特 許 公 報(B1)		(11) 特許番号 特許第6064098号 (P6064098)	
(45) 発行日 平成29年1月18日(2017.1.18)		(24) 登録日 平成28年12月22日(2016.12.22)			
(51) Int. Cl.		F I			
H O 4 R 17/00 (2006.01)		H O 4 R 17/00		3 3 2 A	
A 6 1 B 8/12 (2006.01)		H O 4 R 17/00		3 3 0 J	
A 6 1 B 8/14 (2006.01)		H O 4 R 17/00		3 3 0 H	
		A 6 1 B 8/12			
		A 6 1 B 8/14			
請求項の数 13 (全 23 頁)					
(21) 出願番号 特願2016-549529 (P2016-549529)		(73) 特許権者 000000376 オリンパス株式会社			
(86) (22) 出願日 平成28年4月15日(2016.4.15)		東京都八王子市石川町2951番地			
(86) 国際出願番号 PCT/JP2016/062085		(74) 代理人 110002147 特許業務法人酒井国際特許事務所			
(31) 優先権主張番号 特願2015-92991 (P2015-92991)		(72) 発明者 藤村 毅直 東京都八王子市石川町2951番地 オリ ンパス株式会社内			
(32) 優先日 平成27年4月30日(2015.4.30)					
(33) 優先権主張国 日本国(JP)					
早期審査対象出願		審査官 大石 剛			
最終頁に続く					
(54) 【発明の名称】 超音波振動子および超音波プローブ					