

(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2004-24464
(P2004-24464A)

(43) 公開日 平成16年1月29日(2004.1.29)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00	A 6 1 B 8/00	2 G O 4 7
G O 1 N 29/24	G O 1 N 29/24 5 O 2	4 C 3 O 1
H O 4 R 17/00	H O 4 R 17/00 3 3 O J	5 D O 1 9
	H O 4 R 17/00 3 3 O L	
	H O 4 R 17/00 3 3 2 A	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)		

(21) 出願番号	特願2002-183991 (P2002-183991)	(71) 出願人	390029791 アロカ株式会社 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(22) 出願日	平成14年6月25日 (2002. 6. 25)	(74) 代理人	100075258 弁理士 吉田 研二
		(74) 代理人	100096976 弁理士 石田 純
		(72) 発明者	渡辺 徹 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内
		(72) 発明者	石川 盛之 東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内

最終頁に続く

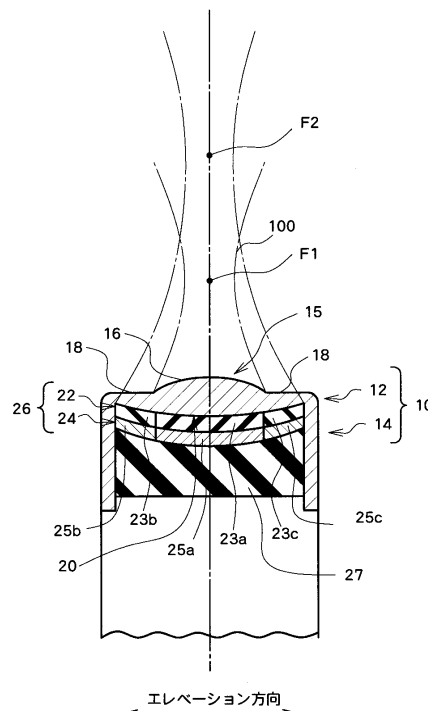
(54) 【発明の名称】 超音波探触子及び超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 電子走査方向と直交するエレベーション方向において複数の焦点を形成できるようにする。また、その場合に生体との密着性を良好にする。

【解決手段】 音響レンズ12において、表面15の中央部分16は生体側に緩やかな凸状の形態を有している。音響レンズ12の裏面20は非生体側に緩やかな凸状を有している。超音波を音響レンズ12の中央部分に通過させれば近距離焦点F1を形成でき、音響レンズ12の全体に超音波を通過させれば近距離焦点F1及び遠距離焦点F2の両方を形成可能である。超音波振動子24を構成する各振動素子は複数の要素25a、25b、25cに分割されそれらを選択的に動作させることによって送受波開口の切換えを行える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

生体側の表面が第 1 焦点距離を形成する第 1 形状を有し、非生体側の裏面が第 2 焦点距離を形成する第 2 形状を有する音響レンズと、
前記音響レンズの裏面側に設けられ、前記第 2 形状に沿った形状を有する送受波部と、
を含むことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

請求項 1 記載の超音波探触子において、
前記第 1 形状は、超音波の通過領域内の第 1 部分領域に形成され、第 1 曲率をもった生体側へ凸状の形状であり、
前記第 2 形状は、超音波の通過領域の全体にわたって形成され、第 2 曲率をもった生体側へ凹状の形状であることを特徴とする超音波探触子。

10

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の超音波探触子において、
前記第 1 焦点距離は前記第 2 焦点距離よりも小さいことを特徴とする超音波探触子。

【請求項 4】

請求項 2 記載の超音波探触子において、
前記送受波部は、前記第 2 形状に沿って前記第 2 曲率で湾曲した全体形状を有することを特徴とする超音波探触子。

20

【請求項 5】

請求項 4 記載の超音波探触子において、
前記送受波部の裏面の形状に沿って湾曲した上面をもったバッキング層を有することを特徴とする超音波探触子。

【請求項 6】

請求項 1 記載の超音波探触子において、
前記送受波部は、電子走査方向に整列した複数の圧電素子を含み、
前記第 1 形状及び前記第 2 形状は前記電子走査方向と直交するエレベーション方向に湾曲した形状であることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 7】

請求項 4 記載の超音波探触子において、
前記各圧電素子は前記エレベーション方向に整列した分割要素群によって構成されることを特徴とする超音波探触子。

30

【請求項 8】

装置本体とそれに接続された超音波探触子とからなる超音波診断装置において、
前記超音波探触子は、
生体側の表面の中央部が近焦点距離を形成するための第 1 形状を有し、非生体側の裏面の全体が遠焦点距離を形成するための第 2 形状を有する音響レンズと、
前記音響レンズの裏面側に設けられ、前記第 2 形状に沿った形状を有する振動子と、
を含み、
前記振動子は前記電子走査方向に整列した複数の圧電素子からなり、各圧電素子は前記電子走査方向と直交するエレベーション方向に整列した分割要素群からなり、
前記装置本体は、近焦点処理を形成する場合には前記各圧電素子を構成する要素群の内で中央部を送受波動作させ、遠焦点距離を形成する場合には前記各圧電素子を構成する要素群の全体を送受波動作させる開口制御部を含むことを特徴とする超音波診断装置。

40

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は超音波探触子及び超音波診断装置に関し、特に、複数の焦点（超音波フォーカス点）の形成に関する。

【0002】

50

【従来の技術】

超音波探触子は、超音波振動子（単振動子又はアレイ振動子）と、その上面側に設けられた1又は複数の整合層と、その上面側に設けられた音響レンズと、超音波振動子の下面側に設けられたバッキング層と、を有する。

【0003】

従来において、音響レンズによってそれを通過する超音波が集束され、これによって超音波ビームが音響的に形成される。具体的には、アレイ振動子の場合、電子走査方向において電子フォーカス制御によって超音波ビームのフォーカスがなされるが、それと直交するエレベーション方向については基本的に音響レンズによって超音波ビームのフォーカスがなされる。そのような音響レンズは、従来において1つの焦点のみを有しており、例えば、観測する深さ範囲の中央に焦点が位置決めされるように、音響レンズの表面曲率などが設定される。なお、音響レンズの裏面は平坦に形成され、整合層及び圧電体も平板状をなす。

10

【0004】

以上のように、エレベーション方向において、1つの焦点が固定的に設定されると、どうしても超音波探触子の近傍あるいは深部において空間分解能が低下するという問題がある。そこで、蒲鉾状の音響レンズの上面の曲率に対してその中央部の曲率を部分的に大きくして、つまり2つの曲率を音響レンズにもたせることが提案されている（特開平6-245931号公報）。

【0005】**【発明が解決しようとする課題】**

しかし、上記の提案内容によると、音響レンズの表面において、中央部分が隆起し、端部が生体側からより引っ込んでいるため、音響レンズの全体（特に端部）を生体表面に密着させるのが困難となる。一方、従来において、音響レンズの下面側形状は平坦であり、その形状を積極的に利用することはなされていない。

20

【0006】

本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、生体との密着性をできるだけ良好にしつつ、音響レンズによって複数の焦点を形成できるようにすることにある。

【0007】

本発明の他の目的は、焦点形成条件を切り換えられるようにすることにある。

30

【0008】

本発明の他の目的は、音響レンズの下面側形状あるいは振動子形状を活用することにある。

【0009】**【課題を解決するための手段】**

(1) 上記目的を達成するために、本発明は、生体側の表面が第1焦点距離を形成する第1形状を有し、非生体側の裏面が第2焦点距離を形成する第2形状を有する音響レンズと、前記音響レンズの裏面側に設けられ、前記第2形状に沿った形状を有する送受波部と、を含むことを特徴とする。

40

【0010】

上記構成によれば、音響レンズの表面が第1焦点距離を形成するための第1形状を有し、音響レンズの裏面が第2焦点距離を形成するための第2形状を有し、音響レンズの表面の形状に加えて、その裏面の形状も超音波ビーム形成に利用することができる。ここで、送受波部も音響レンズの裏面に沿った形状を有しており、送受波部の形状と相俟って音響レンズの裏面の形状を超音波ビームの形成に役立てることができる。

【0011】

望ましくは、前記第1形状は、超音波の通過領域内の第1部分領域に形成され、第1曲率をもった生体側へ凸状の形状であり、前記第2形状は、超音波の通過領域の全体にわたって形成され、第2曲率をもった生体側へ凹状の形状である。

50

【0012】

上記構成によれば、音響レンズの表面及び裏面の両方で超音波ビームを収束させる作用を発揮させることができる（但し、音響レンズの音速は生体の音速（1530 m/s）より遅いことが条件である）。表面の部分領域に第1形状が形成され、裏面の全体に第2形状が形成されているため、送受波部の動作範囲を選択することによって焦点形成条件を切り換えられる。例えば、送受波部の中央部のみで送受波を行えば単一の焦点を形成でき、送受波部の全体で送受波を行えば複数の焦点を形成できる。

【0013】

望ましくは、前記第1焦点距離は前記第2焦点距離よりも小さい。つまり、第1形状の曲率半径よりも第2形状の曲率半径の方が大きく設定される。その結果、第1焦点距離が近距離となり、第2焦点距離が遠距離となる。

10

【0014】

望ましくは、前記送受波部は、前記第2形状に沿って前記第2曲率で湾曲した全体形状を有する。この構成によれば、送受波部自体の形状によって超音波ビームの集束を行える。つまり、正確には、音響レンズの裏面と送受波部の上面との接合面の形状によって、音響的な集束作用を発揮させることができる。

【0015】

望ましくは、前記送受波部の裏面の形状に沿って湾曲した上面をもったバッキング層を有する。この構成によれば、送受波部からの不要な背面放射を効果的に吸収できる。

【0016】

望ましくは、前記送受波部は、電子走査方向に整列した複数の圧電素子を含み、前記第1形状及び前記第2形状は前記電子走査方向と直交するエレベーション方向に湾曲した形状である。

20

【0017】

この構成によれば、電子走査方向については従来同様に電子フォーカス技術が適用され、一方、エレベーション方向については音響レンズの表面及び裏面の形状を利用してフォーカスを行える。

【0018】

望ましくは、前記各圧電素子は前記エレベーション方向に整列した分割要素群によって構成される。この構成によれば、送受波部におけるエレベーション方向における動作範囲を適宜選択することによって、焦点条件を切り換えることができる。

30

【0019】

(2) また、上記目的を達成するために、本発明は、装置本体とそれに接続された超音波探触子とからなる超音波診断装置において、前記超音波探触子は、生体側の表面の中央部が近焦点距離を形成する第1形状を有し、非生体側の裏面の全体が遠焦点距離を形成する第2形状を有する音響レンズと、前記音響レンズの裏面側に設けられ、前記第2形状に沿った形状を有する振動子と、を含み、前記振動子は前記電子走査方向に整列した複数の圧電素子からなり、各圧電素子は前記電子走査方向と直交するエレベーション方向に整列した分割要素群からなり、前記装置本体は、近焦点処理を形成する場合には前記各圧電素子を構成する分割要素群の中で中央部を送受波動作させ、遠焦点距離を形成する場合には前記各圧電素子を構成する分割要素群の全体を送受波動作させる開口制御部を含むことを特徴とする。

40

【0020】

上記構成によれば、エレベーション方向における送受波開口の制御を行うことができ、各圧電素子を構成する分割要素群の中で中央部だけを利用して送受波を行うと、そこで送受波される超音波は音響レンズの中央部を通過することになるため、その音響レンズの中央部が有する主に第1形状に従った伝播特性が形成される。一方、各圧電素子を構成する分割要素群の全体を利用して送受波を行うと、そこで送受波される超音波は音響レンズの全体を通過することになるため、音響レンズ表面の第1形状及び音響レンズ裏面の第2形状の双方によって伝播特性が形成される。後者の場合には2焦点が形成される。

50

【 0 0 2 1 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【 0 0 2 2 】

図 1 には、本発明に係る超音波探触子の要部構成が断面図として示されている。ここで、その断面図は電子走査方向と直交するエレベーション方向を示すものである。

【 0 0 2 3 】

図 1 において、先端カバー部 1 0 は大別して音響レンズ 1 2 とスカート部 1 4 とによって構成される。音響レンズ 1 2 は生体表面上に当接され、エレベーション方向に超音波の集束作用を発揮するものである。スカート部 1 4 は音響レンズ 1 2 の端部に連なって一体形成されたものであり、超音波探触子の先端部の側面を包み込んでいる。ちなみに、先端カバー部 1 0 はそれ全体として樹脂などの材料によって構成されている。ここで、その材料としては例えば生体と同等の音響インピーダンスを有するものを用いるのが望ましい。

10

【 0 0 2 4 】

音響レンズ 1 2 について説明する。音響レンズ 1 2 の表面 1 5 は生体表面に当接される面であり、その中央部 1 6 は緩やかな凸状を有している。本実施形態においては、その中央部 1 6 の曲率は電子走査方向において同一であり、それ全体として円筒曲面状の形態を有している。中央部 1 6 の両側には平坦部 1 8 が形成されている。この平坦部 1 8 は本実施形態においてエレベーション方向（及び電子走査方向）に沿って平面を構成している。ちなみに、音響レンズ 1 2 の縁は丸みを帯びている。

20

【 0 0 2 5 】

一方、音響レンズ 1 2 の裏面 2 0 は非生体側に緩やかな凸状の形態を有している。ここで、裏面 2 0 の曲率半径は上記の表面 1 5 の中央部 1 6 の曲率半径よりも大きい。よって、中央部 1 6 は図において符号 1 0 0 で示すように近距離に焦点 F 1 を有する超音波集束作用を発揮し、一方、裏面 2 0 は遠距離に焦点 F 2 を形成する超音波集束作用を発揮する。ちなみに、図 1 に示されるように、中央部 1 6 の膨らみは表面 1 5 全体としてそれほど大きくはなく、表面 1 5 を生体表面に接触させた場合には表面 1 5 の全体を生体表面に密着させることができる。すなわち、仮に、平坦部 1 8 ではなくその部分が非生体側に引っ込んだ形態を有していると当該部分において生体との密着性が低下するが、本実施形態においてはそのような問題を解消することができる。

30

【 0 0 2 6 】

なお、本実施形態において、焦点 F 1 の焦点距離は例えば 4 m m であり、焦点 F 2 の焦点距離は例えば 9 m m である。

【 0 0 2 7 】

先端カバー部 1 0 の内部には、送受波部 2 6 及びバッキング層 2 7 が収納されている。ここで、送受波部 2 6 は本実施形態において整合層 2 2 と超音波振動子 2 4 とによって構成され、音響レンズ 1 2、整合層 2 2 及び超音波振動子 2 4 がそれぞれ重合されている。整合層 2 2 は、非生体側にかけて緩やかに凸状をもった形態を有しており、これと同様に超音波振動子 2 4 も非生体側に緩やかな凸状をもった形態を有している。それぞれの部材の曲率は音響レンズ 1 2 の裏面 2 0 の曲率に一致している。超音波振動子 2 4 の非生体側の面はバッキング層 2 7 の上面に接合しており、ここでそのバッキング層 2 7 の上面は生体側に緩やかな凹面を有している。ちなみに、各部材の曲率は電子走査方向の各位置において同一である。

40

【 0 0 2 8 】

上記の超音波振動子 2 4 は複数の振動素子からなるアレイ振動子を構成している。図 2 には、超音波振動子 2 4 の構成が概念的に示されており、当該超音波振動子 2 4 は電子走査方向に配列された複数の振動素子 2 5 によって構成され、各振動素子 2 5 は複数の要素 2 5 a, 2 5 b, 2 5 c で構成されている。

【 0 0 2 9 】

図 1 に示されるように、中央部分の要素 2 5 a は音響レンズ 1 2 の中央部 1 6 のエレベ

50

ション方向の範囲に対応した大きさをもっており、各振動素子 2 5 における両端部の要素 2 5 b , 2 5 c はそれぞれ平坦部 1 8 の大きさに対応した大きさを有している。本実施形態においては、各振動素子 2 5 が 3 つの要素 2 5 a , 2 5 b , 2 5 c によって構成されているが、もちろんより多くの要素によって構成されるようにしてもよい。

【 0 0 3 0 】

このように各振動素子 2 5 がエレベーション方向において複数の要素に分割されているため、後述するようにエレベーション方向における送受波開口の切換えを行えるという利点がある。

【 0 0 3 1 】

ちなみに、整合層 2 2 は電子走査方向に配列された複数の整合素子によって構成され、ここで各整合素子は各振動素子 2 5 に対応している。各整合素子は図 1 に示されるように 3 つの要素 2 3 a , 2 3 b , 2 3 c に分割されており、それぞれの要素 2 3 a , 2 3 b , 2 3 c は上記の要素 2 5 a , 2 5 b , 2 5 c に対応した大きさをもって重ね合わされている。ちなみに、図 1 に示されるように、各要素 2 5 a , 2 5 b , 2 5 c 及び 2 3 a , 2 3 b , 2 3 c の相互間における境界は図においてエレベーション方向及び電子走査方向に対して直交する方向と並行に形成されているが、その境界をフォーカス点の方向に向けて斜めに形成することも可能である。上記のように各振動素子及び各整合要素が複数の要素に分割されているため、エレベーション方向における超音波の回り込みあるいはクロストークといった問題を効果的に解消することができる。もちろん、そのような問題が生じない限りにおいて、各整合素子を単一の材料によって構成することも可能である。

10

20

【 0 0 3 2 】

また、図 1 に示す実施形態では、各振動素子 2 5 が複数の要素に分割されていたが、各振動素子 2 5 を単一の素子として構成してもよい。この場合においては、それぞれの振動素子を利用して超音波の送受波を行う場合に 2 つの焦点を形成できる。

【 0 0 3 3 】

図 2 には、本実施形態に係る超音波診断装置の全体構成が概念図として示されている。この超音波診断装置は大別して超音波探触子 3 0 と装置本体 3 2 とで構成される。

【 0 0 3 4 】

装置本体 3 2 について説明すると、送信部 3 4 は、各振動素子 2 5 を構成する要素 2 5 a , 2 5 b , 2 5 c に対して送信信号を供給する回路であり、電子走査方向において送信ビームの形成を実行し、またエレベーション方向において送受波開口の切換えを行える機能を有している。もちろん、その送受波開口の制御に代えて、あるいはそれと共にエレベーション方向についても電子的なビームフォーミング制御を行ってもよい。

30

【 0 0 3 5 】

受信部 3 6 は、各振動素子 2 5 を構成する要素からの受信信号を受けて、整相加算処理を実行し、これによって受信ビームを形成する機能を有している。この受信部 3 6 も送信部 3 4 と同様に、電子走査方向において受信ビームの電子走査制御を実行し、またエレベーション方向において送受波開口の切換制御を実行する。もちろん、この場合において、エレベーション方向において受信ビームフォーミングに関する制御を行ってもよい。制御部 3 8 は送信部 3 4 及び受信部 3 6 の動作条件を切り換える手段である。入力部 4 0 は操作パネルなどによって構成され、ユーザーによって焦点形成条件あるいはビーム形成条件を切り換えることができる。もちろん、そのような条件の切換は送受波モードあるいは診断深さなどに応じて自動的に行われるようにしてもよい。

40

【 0 0 3 6 】

画像処理部 4 2 は、受信部 3 6 から出力される整相加算後の受信信号に基づいて例えば B モード画像（二次元断層画像）などの超音波画像を形成する回路である。表示部 4 4 にはそのような超音波画像が表示される。

【 0 0 3 7 】

超音波探触子 3 0 を生体表面に当接し、その状態において体表面近傍の領域について超音波診断を行う場合、制御部 3 8 の制御の下、送信部 3 4 及び受信部 3 6 の作用によって、

50

各振動素子 2 5 における中央部分の要素 2 5 a のみが送受波動作する。すると、音響レンズ 1 2 における中央部分のみを超音波が通過することになり、その場合、表面 1 5 における中央部 1 6 の超音波集束作用が支配的となる。すなわち、近距離の焦点 F 1 が設定される。一方、体表面から深い部位あるいは近距離から遠距離までの全体にわたって超音波診断を行う場合には、送信部 3 4 及び受信部 3 6 の作用によって各振動素子 2 5 における全要素が送受波動作し、その結果、音響レンズ 1 2 の全体を超音波が通過することになる。よって中央部分を通過する超音波によって近距離の焦点 F 1 が形成されると共に、その中央部分の両側を通過する超音波によって遠距離に焦点 F 2 が形成される。すなわち、複数の焦点が同時に形成され、近距離から遠距離までの広い範囲にわたって空間分解能を向上させることが可能である。もちろん、場合によっては、要素 2 5 b 及び 2 5 c のみを送受波動作させ、遠距離の焦点 F 2 のみを形成するようにしてもよい。あるいは、送信時と受信時とで焦点形成条件を切り換えるようにしてもよい。ちなみに、電子走査方向については、電子的にフォーカシングが行われるため、これは従来同様に実行される。具体的には、送信時においては必要に応じて送信多段フォーカスが実行され、受信時には必要に応じて受信ダイナミックフォーカスが適用される。

10

【0038】

以上のように、本実施形態の超音波診断装置によれば、エレベーション方向における送受波開口の大きさを切り換えるだけで、焦点形成条件を切り換えることができ、これによって必要に応じて近距離についての空間分解能を向上させたり、あるいは近距離から遠距離まで空間分解能を向上させたりすることができる。もちろん、音響レンズ 1 2 の作用と共にエレベーション方向において電子フォーカス制御を併せて適用することによりエレベーション方向における多様なビーム制御を実現することも可能である。なお、図 1 及び図 2 に示した実施形態において、電子走査方向においては、各振動素子 2 5 が直線状に配列され、これによって電子リニア走査が実現されていたが、もちろんそれと同一の構成において電子セクタ走査を行うようにしてもよく、あるいは各振動素子 2 5 を円弧状に配列して電子コンベックス型超音波探触子を構成することもできる。この場合においても上記同様に音響レンズ 1 2 の表面 1 8 及び裏面 2 0 の形状を所望のものにすることによって各種の焦点形成条件を設定できる。

20

【0039】

また、上記実施形態においては、いわゆるアレイ振動子についての説明を行ったが、円形の単振動子あるいは円形のアニュラーアレイ振動子についても上記の原理を適用することができ、すなわちその場合においては円形の音響レンズが利用されるが、その表面の中央部分の曲率と裏面の全体の曲率とを適宜設定することによってマルチフォーカスを実現することが可能である。

30

【0040】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、生体との密着性を良好にしつつエレベーション方向において複数の焦点を設定することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る超音波探触子の要部構成を示す断面図である。

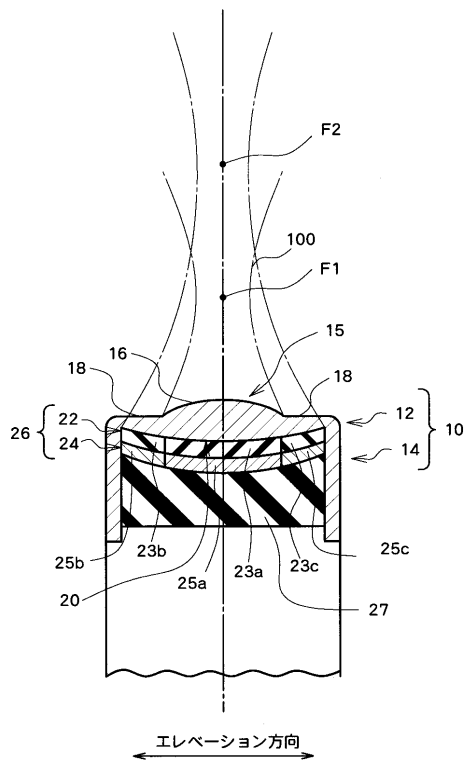
40

【図 2】本発明に係る超音波診断装置の全体構成を示すブロック図である。

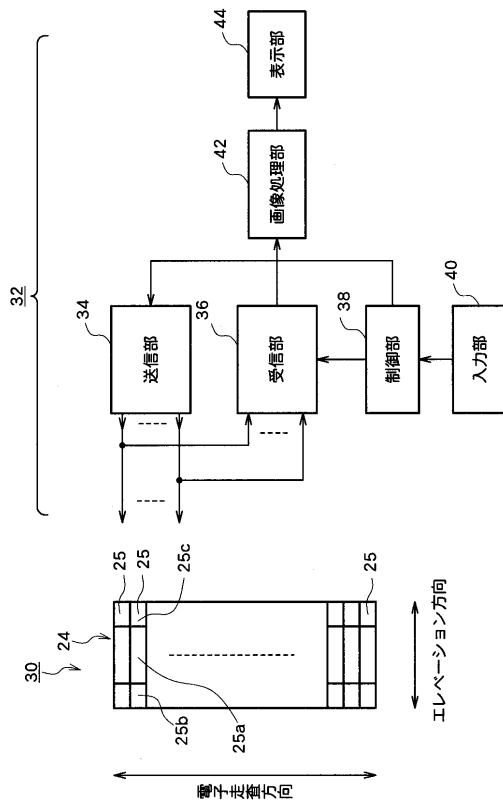
【符号の説明】

1 0 先端カバー部、1 2 音響レンズ、1 4 スカート部、1 5 表面、1 6 中央部、1 8 平坦部、2 0 裏面、2 2 整合層、2 4 超音波振動子（アレイ振動子）、2 6 送受波部、2 7 パッキング層。

【 図 1 】



【 図 2 】



フロントページの続き

(72)発明者 麻生 剛己

東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号 アロカ株式会社内

Fターム(参考) 2G047 EA02 GB02 GB15 GB17 GB25 GF18

4C301 BB22 CC02 EE07 GB09 GB28 HH23

5D019 AA02 BB18 EE02 FF04 GG03 GG06