

(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2014-180401

(P2014-180401A)

(43) 公開日 平成26年9月29日(2014.9.29)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01)	A 6 1 B 8/00	4 C 6 0 1
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 2 B	5 D 0 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-56388 (P2013-56388)
 (22) 出願日 平成25年3月19日 (2013.3.19)

(71) 出願人 000001270
 コニカミノルタ株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
 (74) 代理人 110001254
 特許業務法人光陽国際特許事務所
 (72) 発明者 水野 隆
 東京都日野市さくら町1番地 コニカミノ
 ルタエムジー株式会社内
 Fターム(参考) 4C601 EE04 GB04 GB41
 5D019 AA21 BB18 FF04 HH01

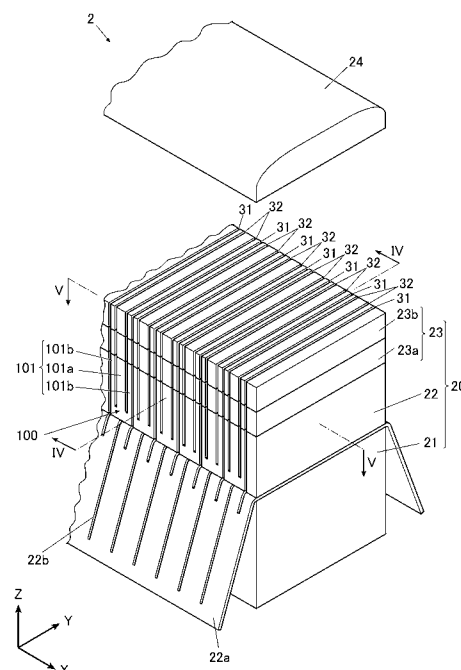
(54) 【発明の名称】 超音波探触子及び超音波画像診断装置

(57) 【要約】

【課題】振動子の走査方向に伝播するラム波の発生を抑制し、走査方向の分解能が乱れるのを防止すること。

【解決手段】走査方向(X方向)に配列された複数の振動子100を備えた超音波探触子2において、複数の振動子100は、超音波を送受信する圧電体を所定の間隔毎に第1の分割溝(メインダイス溝)31により分割することで互いに分離され、複数の振動子100の各々は、第1の分割溝と平行な第2の分割溝(サブダイス溝)32により更に分割されて形成された複数の分割素子(サブダイス素子)101を備え、複数の分割素子は、走査方向の寸法の異なる少なくとも2種類の分割素子(サブダイス素子)101a、101bからなる

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

駆動信号によって被検体に向けて送信超音波を出力するとともに、被検体からの反射超音波を受信することにより受信信号を出力するための走査方向に配列された複数の振動子を備えた超音波探触子において、

前記複数の振動子は、超音波を送受信する圧電体を所定の間隔毎に第 1 の分割溝により分割することで互いに分離され、

前記複数の振動子の各々は、前記第 1 の分割溝と平行な第 2 の分割溝により更に分割されて形成された複数の分割素子を備え、

前記複数の分割素子は、走査方向の寸法の異なる少なくとも 2 種類の分割素子からなることを特徴とする超音波探触子。

10

【請求項 2】

前記複数の振動子の各々は、3 つ以上の前記分割素子を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

3 つ以上の前記分割素子は、前記振動子の走査方向の寸法を二等分する仮想中央線に対して対称となるよう配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記複数の振動子の各々は、3 つの前記分割素子を備え、

3 つの前記分割素子は、

前記仮想中央線と重なるように配される第 1 分割素子と、

前記第 1 分割素子より走査方向の寸法が狭く、当該第 1 分割素子を挟むように配される 2 つの第 2 分割素子と、

を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の超音波探触子。

20

【請求項 5】

前記複数の振動子の各々は、3 つの前記分割素子を備え、

3 つの前記分割素子は、

前記仮想中央線と重なるように配される第 1 分割素子と、

前記第 1 分割素子より走査方向の寸法が広く、当該第 1 分割素子を挟むように配される 2 つの第 2 分割素子と、

を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の超音波探触子。

30

【請求項 6】

3 つ以上の前記分割素子は、

前記振動子の走査方向の一端部側に配される第 1 分割素子と、

前記第 1 分割素子より走査方向の寸法が狭い少なくとも 2 つの第 2 分割素子と、

を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

駆動信号によって被検体に向けて送信超音波を出力するとともに、被検体からの反射超音波を受信することにより受信信号を出力する請求項 1 ～ 6 の何れか一項に記載の超音波探触子と、

40

前記超音波探触子によって出力された前記受信信号に基づいて超音波画像データを生成する画像生成部と、

を備えたことを特徴とする超音波画像診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波探触子及び超音波画像診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

従来、被検体内を超音波で走査し、被検体内からの反射超音波から生成した受信信号に

50

基づいて、当該被検体内の内部状態を画像化する超音波画像診断装置がある。

この超音波画像診断装置では、被検体に対して超音波を送受信する超音波探触子が用いられている。

超音波探触子は、例えば、超音波を発生すると共に被検体内部において生じる反射超音波を受けて受信信号を生成する複数の振動子（圧電素子）と、振動子から出力される超音波を集束させる音響レンズと、振動子と音響レンズとの間に配置され、振動子と被検体との音響インピーダンスを整合させる音響整合層と、振動子の背面側において、振動子から後方へ放射される超音波を反射、減衰及び吸収するためのバッキング層と、等を備えて構成されている。

このうち複数の振動子は、１枚の圧電体にダイシングにより所定ピッチ毎に切込みを入れることにより短冊状に分割され、走査方向に配列された構成となっている。

【０００３】

こうした超音波探触子においては、その振動効率を高めるため、各振動子に更に所定ピッチ毎に切込みを入れて所謂サブダイス素子と称される微小な素子（分割素子）を形成することが知られている（例えば、特許文献１参照）。

また、グレーティングローブを抑制するため、全ての振動子の走査方向の寸法（幅）を同一とせず、幅の異なる振動子を備えた超音波探触子とする技術が提案されている（例えば、特許文献２参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特許４１５７１８８号公報

【特許文献２】米国特許出願公開第１３５９７１号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

しかしながら、上記特許文献１の技術では、各振動子に幅が同一の複数の分割素子が設けられた構成であるため、その分割素子の周期的な構造から走査方向に伝播する Lamb 波（ラム波）が励起されやすく、超音波探触子の音響特性に影響が生じて超音波画像が乱れる恐れがあった。

また、上記特許文献２の技術では、振動子の幅が均一でないため、走査方向の分解能がイメージの視野ごとに異なり、一定の画質の超音波画像が得られないという問題があった。更に、かかる特許文献２の技術では、各振動子に対してその大きさに見合った電圧制御が必要となって駆動シーケンスが複雑となり、また、振動子間の音線の管理も複雑となる等の問題もあった。

【０００６】

本発明の課題は、振動子の走査方向に伝播するラム波の発生を抑制しつつ、走査方向の分解能を一定に維持でき、良好な超音波画像を得ることのできる超音波探触子及び超音波画像診断装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

請求項１に記載の発明は、

駆動信号によって被検体に向けて送信超音波を出力するとともに、被検体からの反射超音波を受信することにより受信信号を出力するための走査方向に配列された複数の振動子を備えた超音波探触子において、

前記複数の振動子は、超音波を送受信する圧電体を所定の間隔毎に第１の分割溝により分割することで互いに分離され、

前記複数の振動子の各々は、前記第１の分割溝と平行な第２の分割溝により更に分割されて形成された複数の分割素子を備え、

前記複数の分割素子は、走査方向の寸法の異なる少なくとも２種類の分割素子からなる

10

20

30

40

50

ことを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

また、請求項 2 に記載の発明は、請求項 1 に記載の超音波探触子において、前記複数の振動子の各々は、3 つ以上の前記分割素子を備えることを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

また、請求項 3 に記載の発明は、請求項 2 に記載の超音波探触子において、3 つ以上の前記分割素子は、前記振動子の走査方向の寸法を二等分する仮想中央線に対して対称となるよう配置されることを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

また、請求項 4 に記載の発明は、請求項 3 に記載の超音波探触子において、前記複数の振動子の各々は、3 つの前記分割素子を備え、
3 つの前記分割素子は、
前記仮想中央線と重なるように配される第 1 分割素子と、
前記第 1 分割素子より走査方向の寸法が狭く、当該第 1 分割素子を挟むように配される
2 つの第 2 分割素子と、
を備えることを特徴とする。 10

【 0 0 1 1 】

また、請求項 5 に記載の発明は、請求項 3 に記載の超音波探触子において、前記複数の振動子の各々は、3 つの前記分割素子を備え、
3 つの前記分割素子は、
前記仮想中央線と重なるように配される第 1 分割素子と、
前記第 1 分割素子より走査方向の寸法が広く、当該第 1 分割素子を挟むように配される
2 つの第 2 分割素子と、
を備えることを特徴とする。 20

【 0 0 1 2 】

また、請求項 6 に記載の発明は、請求項 2 に記載の超音波探触子において、3 つ以上の前記分割素子は、
前記振動子の走査方向の一端部側に配される第 1 分割素子と、
前記第 1 分割素子より走査方向の寸法が狭い少なくとも 2 つの第 2 分割素子と、
を備えることを特徴とする。 30

【 0 0 1 3 】

また、請求項 7 に記載の発明は、超音波画像診断装置において、
駆動信号によって被検体に向けて送信超音波を出力するとともに、被検体からの反射超音波を受信することにより受信信号を出力する請求項 1 ～ 6 の何れか一項に記載の超音波探触子と、
前記超音波探触子によって出力された前記受信信号に基づいて超音波画像データを生成する画像生成部と、
を備えたことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、振動子の走査方向に伝播するラム波の発生を抑制しつつ、走査方向の分解能を一定に維持でき、良好な超音波画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】超音波画像診断装置の概略構成図である。

【図 2】超音波画像診断装置の制御構成を示すブロック図である。

【図 3】超音波探触子の概略構成を示す斜視図である。

【図 4】図 3 の I V - I V 線における断面図である。

【図 5】図 3 の V - V 線における断面図である。

【図 6】図 5 の断面図の変形例を示す図である。 50

【図 7】本実施形態の超音波探触子の周波数帯域形状について説明するための図である。

【図 8】振動子の変形例を説明するための図である。

【図 9】図 8 の振動子の製造方法を説明するための図である。

【図 10】図 8 の振動子を有する超音波探触子の周波数帯域形状について説明するための図である。

【図 11】振動子の変形例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態に係る超音波画像診断装置について、図面を参照して説明する。ただし、発明の範囲は図示例に限定されない。なお、以下の説明において、同一の機能及び構成を有するものについては、同一の符号を付し、その説明を省略する。

10

【0017】

[超音波画像診断装置]

本実施の形態に係る超音波画像診断装置 5 は、図 1 及び図 2 に示すように、超音波画像診断装置本体 1 と超音波探触子 2 とを備えている。

【0018】

超音波画像診断装置本体 1 は、超音波探触子 2 とケーブル 3 を介して接続され、超音波探触子 2 に電気信号の駆動信号を送信することによって超音波探触子 2 に図示しない生体等の被検体に対して超音波（送信超音波）を送信させるとともに、超音波探触子 2 にて受信した被検体内からの反射超音波（エコー）に応じて超音波探触子 2 で生成された電気信号である受信信号に基づいて被検体内の内部状態を超音波画像として画像化する。

20

【0019】

超音波探触子 2 は、被検体に対して送信超音波を送信するとともに、この被検体で反射した超音波の反射波（反射超音波）を受信する。

超音波探触子 2 は、例えば、方位方向（走査方向）に一次元アレイ状に複数配列された、圧電素子からなる超音波振動子（以下、振動子という）100（図 3 参照）を備えている。振動子 100 の個数は、任意に設定することができるが、本実施の形態では、例えば、192 個の振動子 100 を備えた超音波探触子 2 を用いている。

また、本実施の形態では、超音波探触子 2 について、リニア走査方式の電子スキャンプロブを採用したが、電子走査方式あるいは機械走査方式の何れを採用してもよく、また、リニア走査方式、セクタ走査方式あるいはコンベックス走査方式の何れの方式を採用することもできる。超音波探触子 2 における帯域幅は任意に設定することができる。

30

【0020】

[超音波画像診断装置本体]

超音波画像診断装置本体 1 は、例えば、図 2 に示すように、操作入力部 11 と、送信部 12 と、受信部 13 と、画像生成部 14 と、メモリー部 15 と、DSC（Digital Scan Converter）16 と、表示部 17 と、制御部 18 とを備えて構成されている。

【0021】

操作入力部 11 は、例えば、診断開始を指示するコマンドや被検体の個人情報等のデータの入力などを行うための各種スイッチ、ボタン、トラックボール、マウス、キーボード等を備えており、操作信号を制御部 18 に出力する。

40

【0022】

送信部 12 は、制御部 18 の制御に従って、超音波探触子 2 にケーブル 3 を介して電気信号である駆動信号を供給して超音波探触子 2 に送信超音波を発生させる回路である。送信部 12 は、例えば、クロック発生回路、遅延回路、パルス発生回路を備えている。

クロック発生回路は、駆動信号の送信タイミングや送信周波数を決定するクロック信号を発生させる回路である。

遅延回路は、振動子 100 毎に対応した個別経路毎に遅延時間を設定し、設定された遅延時間だけ駆動信号の送信を遅延させて送信超音波によって構成される送信ビームの集束（送信ビームフォーミング）や、送信ビームの角度の設定（ステアリング）を行うための

50

回路である。

パルス発生回路は、所定の周期で駆動信号としてのパルス信号を発生させるための回路である。

上述のように構成された送信部 12 は、制御部 18 の制御に従って、例えば、超音波探触子 2 に配列された複数（例えば、192 個）の振動子 100 のうちの連続する一部（例えば、64 個）を駆動して送信超音波を発生させる。そして、送信部 12 は、送信超音波を発生させる毎に駆動する振動子 100 を方位方向にずらすことで走査（スキャン）を行う。また、送信部 12 は、送信ビームの角度を変更しながら走査を行うことで、角度の異なる複数の走査領域において超音波の走査を行うことができる。

【0023】

受信部 13 は、制御部 18 の制御に従って、超音波探触子 2 からケーブル 3 を介して電気信号の受信信号を受信する回路である。受信部 13 は、例えば、増幅器、A/D 変換回路、整相加算回路を備えている。

増幅器は、受信信号を、振動子 100 毎に対応した個別経路毎に、予め設定された所定の増幅率で増幅させるための回路である。

A/D 変換回路は、増幅された受信信号をアナログ - デジタル変換（A/D 変換）するための回路である。

整相加算回路は、A/D 変換された受信信号に対して、振動子 100 毎に対応した個別経路毎に遅延時間を与えて時相を整え、これらを加算（整相加算）して音線データを生成するための回路である。

【0024】

画像生成部 14 は、受信部 13 からの音線データに対して包絡線検波処理や対数増幅などを実施し、ゲインの調整等を行って輝度変換することにより、B モード画像データを生成する。すなわち、B モード画像データは、受信信号の強さを輝度によって表したものである。画像生成部 14 にて生成された B モード画像データは、メモリー部 15 に送信される。

【0025】

メモリー部 15 は、例えば、D R A M（Dynamic Random Access Memory）などの半導体メモリーによって構成されており、画像生成部 14 から送信された B モード画像データをフレーム単位で記憶する。すなわち、メモリー部 15 は、フレーム単位により構成された超音波診断画像データとして記憶することができる。メモリー部 15 に記憶された超音波診断画像データは、制御部 18 の制御に従って読み出され、D S C 16 に送信される。

【0026】

D S C 16 は、メモリー部 15 より受信した超音波診断画像データをテレビジョン信号の走査方式による画像信号に変換し、表示部 17 に出力する。

【0027】

表示部 17 は、L C D（Liquid Crystal Display）、C R T（Cathode-Ray Tube）ディスプレイ、有機 E L（Electronic Luminescence）ディスプレイ、無機 E L ディスプレイ及びプラズマディスプレイ等の表示装置が適用可能である。表示部 17 は、D S C 16 から出力された画像信号に従って表示画面上に超音波診断画像の表示を行う。なお、表示装置に代えてプリンター等の印刷装置等を適用してもよい。

【0028】

制御部 18 は、例えば、C P U（Central Processing Unit）、R O M（Read Only Memory）、R A M（Random Access Memory）を備えて構成され、R O M に記憶されているシステムプログラム等の各種処理プログラムを読み出して R A M に展開し、展開したプログラムに従って超音波画像診断装置 S の各部の動作を集中制御する。

R O M は、半導体等の不揮発メモリー等により構成され、超音波画像診断装置 S に対応するシステムプログラム及び該システムプログラム上で実行可能な各種処理プログラムや、各種データ等を記憶する。これらのプログラムは、コンピューターが読み取り可能なプログラムコードの形態で格納され、C P U は、当該プログラムコードに従った動作を逐次

10

20

30

40

50

実行する。

R A Mは、C P Uにより実行される各種プログラム及びこれらプログラムに係るデータを一時的に記憶するワークエリアを形成する。

【 0 0 2 9 】

[超音波探触子]

次に、本実施の形態に係る超音波探触子 2 の構成について、図 3 ~ 図 5 を参照しながら説明する。

図 3 は、超音波探触子 2 の概略構成を示す斜視図であり、図 4 は、図 3 の I V - I V 線における断面図であり、図 5 は、図 3 の V - V 線における断面図である。

なお、図 3 は、積層体 2 0 と音響レンズ 2 4 (何れも後述) とを分解した状態を示している。

また、以下の説明において、超音波探触子 2 における方位方向 (走査方向) を X 方向とし、振動子 1 0 0 の厚み方向を Z 方向とし、X 方向及び Z 方向と直交する方向を Y 方向とする。

【 0 0 3 0 】

超音波探触子 2 は、図 3、4 に示すように、例えば、バッキング層 2 1、フレキシブルプリント基板 (F P C) 2 2 a を介してバッキング層 2 1 上に積層された圧電層 2 2、及び音響整合層 2 3 の順に下方から積層された積層体 2 0 と、音響整合層 2 3 上に積層された音響レンズ 2 4 と、を備えて構成されている。

【 0 0 3 1 】

バッキング層 2 1 は、圧電層 2 2 を支持し、不要な超音波を吸収し得る超音波吸収体である。すなわち、バッキング層 2 1 は、圧電層 2 2 の被検体に音波を送受信する方向と反対の板面に装着され、被検体の方向の反対側から発生する超音波を吸収する。

【 0 0 3 2 】

バッキング層 2 1 を構成するバッキング材としては、天然ゴム、フェライトゴム、エポキシ樹脂や、これらの材料に酸化タンゲステンや酸化チタン、フェライト等の粉末を入れてプレス成形したゴム系複合材やエポキシ樹脂複合材、塩化ビニル、ポリビニルブチラール (P V B)、A B S 樹脂、ポリウレタン (P U R)、ポリビニルアルコール (P V A L)、ポリエチレン (P E)、ポリプロピレン (P P)、ポリアセタール (P O M)、ポリエチレンテレフタレート (P E T P)、フッ素樹脂 (P T F E) ポリエチレングリコール、

このうち好ましいバッキング材としては、ゴム系複合材料、及び / 又は、エポキシ樹脂複合材からなるものが挙げられ、その形状は圧電層 2 2 やこれを含む超音波探触子のヘッドの形状に応じて、適宜選択することができる。

【 0 0 3 3 】

圧電層 2 2 は、電極及び圧電材料を有し、電気信号を機械的な振動に、また機械的な振動を電気信号に変換可能で超音波の送受信が可能な素子 (圧電素子) である。

【 0 0 3 4 】

圧電材料は、電気信号を機械的な振動に、また機械的な振動を電気信号に変換可能な圧電体を含む材料である。圧電体としては、チタン酸ジルコン酸鉛 (P Z T) 系セラミックス、チタン酸鉛、メタニオブ酸鉛などの圧電セラミックス、ニオブ酸リチウム、亜鉛ニオブ酸鉛とチタン酸鉛、マグネシウムニオブ酸鉛とチタン酸鉛等の固溶系単結晶からなる圧電単結晶、水晶、ロッシェル塩、ポリフッ化ビニリデン (P V D F)、あるいは V D F と、例えば、3 フッ化エチレン (T r F E) の共重合体であるポリフッ化ビニリデン - 3 フッ化エチレン (P (V D F - T r F E)) のような P V D F 共重合体、シアン化ビニリデン (V D C N) の重合体であるポリシアン化ビニリデン (P V D C N)、あるいはシアン化ビニリデン系共重合体あるいはナイロン 9、ナイロン 1 1 などの奇数ナイロンや、芳香族ナイロン、脂環族ナイロン、あるいはポリ乳酸や、ポリヒドロキシブチレートなどのポリヒドロキシカルボン酸、セルロース系誘導体、ポリウレアなどの有機高分子圧電材

10

20

30

40

50

料などを用いることができる。

【0035】

圧電材料の厚さとしては、概ね $100 \sim 500 \mu\text{m}$ の範囲で用いられる。圧電材料は、その両面に電極が付された状態で、後述する振動子100として用いられる。

【0036】

圧電材料に付される電極に用いられる材料としては、金(Au)、白金(Pt)、銀(Ag)、パラジウム(Pd)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、ニッケル(Ni)、スズ(Sn)などが挙げられる。

【0037】

圧電材料に電極を付す方法としては、例えば、チタン(Ti)やクロム(Cr)などの下地金属をスパッタ法により $0.02 \sim 1.0 \mu\text{m}$ の厚さに形成した後、上記金属元素を主体とする金属及びそれらの合金からなる金属材料、さらには必要に応じ一部絶縁材料をスパッタ法、その他の適当な方法で $1 \sim 10 \mu\text{m}$ の厚さに形成する方法が挙げられる。

10

【0038】

電極形成はスパッタ法以外でも、微粉末の金属粉末と低融点ガラスとを混合した導電ペーストをスクリーン印刷やディッピング法、溶射法で形成することもできる。電極は、圧電材料の上面及び下面に、超音波探触子2の形状に応じて、圧電体面の全面あるいは圧電体面の一部に、設けられる。

【0039】

圧電層22とバッキング層21は、接着層を介して積層されていることが好ましい態様である。接着層を形成するための接着剤としては、エポキシ系の接着剤を用いることができる。

20

【0040】

圧電層22は、電極がFPC22aと接触されており、FPC22aはケーブル3と電氣的に接続されている。したがって、超音波画像診断装置本体1から出力される駆動信号がFPC22aを介して圧電層22に入力され、圧電層22で発生した受信信号が超音波画像診断装置本体1に出力される。

【0041】

音響整合層23は、圧電層22と被検体との間の音響インピーダンスを整合させ、境界面での反射を抑制するものである。音響整合層23は、圧電層22の、超音波の送受信が行われる送受信方向である被検体側に装着される。

30

【0042】

音響整合層23は、少なくとも1層を有して構成されていれば良いが、本実施の形態においては、下層23a及び上層23bが積層された構成を例示する。

音響整合層23の層厚は、超音波の波長を λ とすると、 $\lambda/4$ となるように定めるのが好ましい。音響整合層23の層厚が適切になされないと、本来の共振周波数とは異なる周波数ポイントに複数の不要スプリアスが出現し、基本音響特性が大きく変動してしまう場合がある。結果、残響時間の増加、反射エコーの波形歪みによる感度やS/Nの低下を引き起こす場合がある。このような音響整合層の厚さとしては、通常、概ね $20 \sim 500 \mu\text{m}$ の範囲のものが用いられる。

40

【0043】

音響整合層23は、圧電層22と被検体との概ね中間の音響インピーダンスを有する。音響整合層23は、下層23aから上層23bにかけて音響インピーダンスが漸次小さくなるように設定される。このとき、後述する音響レンズ24の音響インピーダンスと整合させるため上層23bの音響インピーダンスは 2.5 MRayls 以下とするのが好ましい。

【0044】

音響整合層23に用いられる材料としては、アルミ、アルミ合金(例えばAL-Mg合金)、マグネシウム合金、マコールガラス、ガラス、溶融石英、コッパーグラファイト、PE(ポリエチレン)やPP(ポリプロピレン)、PC(ポリカーボネート)、ABC樹

50

脂、ABS樹脂、AAS樹脂、AES樹脂、ナイロン(PA6、PA6-6)、PPO(ポリフェニレンオキシド)、PPS(ポリフェニレンスルフィド：ガラス繊維入りも可)、PPE(ポリフェニレンエーテル)、PEEK(ポリエーテルエーテルケトン)、PAI(ポリアミドイミド)、PETP(ポリエチレンテレフタレート)、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂等を用いることができる。好ましくはエポキシ樹脂等の熱硬化性樹脂に、充填剤として、亜鉛華、酸化チタン、シリカやアルミナ、ベンガラ、フェライト、酸化タングステン、酸化イットリビウム、硫酸バリウム、タングステン、モリブデン等を入れて成形したものが適用できる。

本実施の形態において、特に上層23bには、少なくともシリコン樹脂粒子が含有されているのが好ましい。

10

【0045】

上記したようなバッキング層21、圧電層22、及び音響整合層23が積層された積層体20は、図3に示すように、ダイシングにより所定の間隔毎に切込み(第1の分割溝、以下、メインダイス溝という)31が入れられ、これにより分割されて複数(ここでは192個)の振動子100が形成される。なお、振動子100毎に、FPC22aに形成された1本の信号線22bが対応している。即ち、メインダイス溝31が入れられることにより、互いに電氣的に分離した振動子100が形成されている。

具体的には、積層体20に対し、Y方向に沿うようダイシングブレードを設置し、音響整合層23側からバッキング層21の所定位置にかけて、X方向において所定の間隔ごとにダイシングすることで、音響整合層23、圧電層22、及びバッキング層21の上部が分割され、複数チャンネルの振動子100が1次元アレイ状に形成される。こうして形成された隣接する振動子100間の空隙がメインダイス溝31である。

20

【0046】

一般に、このような振動子100は、その幅 w (X方向の寸法)と高さ t (Z方向の寸法)の関係、いわゆる w/t 比が0.6近辺の時に、最も効率よく超音波を送受信することができる。

このため、本実施形態における各振動子100は、振動の効率を高めるために更に切込み(第2の分割溝、以下、サブダイス溝という)32が入れられた構造となっている。

具体的には、各振動子100に対し、Y方向に沿うようダイシングブレードを設置し、音響整合層23側から圧電層22の所定位置にかけてダイシングすることで、音響整合層23、及び圧電層22が分割され、複数の分割素子(以下、サブダイス素子という)101が形成される。こうして形成された各振動子100を分割する空隙がサブダイス溝32である。

30

サブダイス溝32は、メインダイス溝31と同一又はそれよりも浅く形成されるものであり、その深さは、圧電層22を完全に分割しても良く、圧電層22の一部が残るようにしても良い。なお、圧電層22の一部が残るようにした場合には、圧電層22を完全に分割した場合と比べて、接着面積を増やすことができる。本実施形態においては、図3に示すように、圧電層22の一部が残るようにした例である。

【0047】

また、本実施の形態においては、サブダイス溝32が、1つの振動子100に対して2本ずつ形成された構成となっている。

40

つまり、1つの振動子100内に3つのサブダイス素子101が形成されている。

3つのサブダイス素子101は、その幅(X方向の寸法)の異なる2種類のサブダイス素子(第1サブダイス素子101a、及び第2サブダイス素子101b)から構成される。

また、3つのサブダイス素子101は、各振動子100においてその幅を二等分する仮想中央線Lに対して対称となるよう配置される。

【0048】

具体的に、図5に示すように、3つのサブダイス素子101は、仮想中央線Lと重なるように配される第1サブダイス素子(第1分割素子)101aと、第1サブダイス素子1

50

0 1 a より幅が狭く、当該第 1 サブダイス素子 1 0 1 a を挟むように配される 2 つの第 2 サブダイス素子 (第 2 分割素子) 1 0 1 b 、 1 0 1 b と、からなる。

即ち、3 つのサブダイス素子 1 0 1 は、幅が相対的に広い 1 つの第 1 サブダイス素子 1 0 1 a を、幅が相対的に狭い 2 つの第 2 サブダイス素子 1 0 1 b 、 1 0 1 b にて挟むように配置された構成である。

なお、このとき第 1 サブダイス素子 1 0 1 a の幅 (w_1) と第 2 サブダイス素子 1 0 1 b の幅 (w_2) の関係としては、例えば w_2 / w_1 が 0 . 7 5 となる程度に設定される。

【 0 0 4 9 】

また、図 6 に示すように、3 つのサブダイス素子 1 0 1 は、仮想中央線 L と重なるように配される第 1 サブダイス素子 1 0 1 a と、第 1 サブダイス素子 1 0 1 a より幅が広く、当該第 1 サブダイス素子 1 0 1 a を挟むように配される 2 つの第 2 サブダイス素子 1 0 1 b 、 1 0 1 b と、を備えることとしても良い。

即ち、3 つのサブダイス素子 1 0 1 としては、幅が相対的に狭い 1 つの第 1 サブダイス素子 1 0 1 a を、幅が相対的に広い 2 つの第 2 サブダイス素子 1 0 1 b 、 1 0 1 b にて挟むように配置された構成としても良い。

なお、このとき第 1 サブダイス素子 1 0 1 a の幅 (w_1) と第 2 サブダイス素子 1 0 1 b の幅 (w_2) の関係としては、例えば w_2 / w_1 が 1 . 5 となる程度に設定される。

【 0 0 5 0 】

このように、3 つのサブダイス素子 1 0 1 が、各振動子 1 0 0 の幅を二等分する仮想中央線 L に対して対称となるよう配置されることにより、形状の対称なビームを得ることができることとなる。

【 0 0 5 1 】

また、メインダイス溝 3 1 及びサブダイス溝 3 2 には、隣接する素子の振動に応じて励振し不必要な信号を生じるいわゆる音響的カップリングを生じないように、充填材 (図示省略) が充填される。充填材としては、例えば、従来公知のシリコン系ゴム、ブタジエン系ゴム、ポリウレタンゴム、エピクロルヒドリンゴム等のホモポリマー、エチレンとプロピレンとを共重合させてなるエチレン - プロピレン共重合体ゴム等の共重合体ゴム等が適用可能である。

【 0 0 5 2 】

音響レンズ 2 4 は、屈折を利用して超音波ビームを集束し分解能を向上するために、音響整合層 2 3 の上方に積層するように配置されるものである。すなわち、音響レンズ 2 4 は、超音波探触子 2 の被検体と接する側に設けられ、圧電層 2 2 にて発生した超音波を、被検体に効率よく入射させる。音響レンズ 2 4 は、被検体と接する部分で、内部の音速に応じて凸型又は凹型のレンズ形状を有し、被検体に入射される超音波を、撮像断面と直交する厚さ方向 (エレベーション方向) で収束させる。

【 0 0 5 3 】

音響レンズ 2 4 は、概ね被検体及び音響整合層 2 3 の中間の音響インピーダンスを有する軟質の高分子材料により形成される。

音響レンズ 2 4 を構成する素材としては、従来公知のシリコン系ゴム、ブタジエン系ゴム、ポリウレタンゴム、エピクロルヒドリンゴム等のホモポリマー、エチレンとプロピレンとを共重合させてなるエチレン - プロピレン共重合体ゴム等の共重合体ゴム等が適用可能である。これらのうち、シリコン系ゴム及びブタジエン系ゴムを用いることが好ましい。

【 0 0 5 4 】

次に、本実施の形態に係る超音波探触子 2 の作用について説明する。

まず、各振動子に幅が同一の周期的構造のサブダイス素子が設けられた構成の超音波探触子を考えると、かかる構成の場合、その周期的構造に起因して X 方向に伝播するラム波が励起される。励起されたラム波は不要振動として、超音波探触子の音響特性に影響が生じる。

ここで、ラム波の共振周波数 f [H z] は、ラム波の位相速度を V [m / s] 、サブダ

10

20

30

40

50

イス素子の周期長（サブダイス素子の幅）を d [m] とした場合、 $f = V / d$ の関係が成り立つ。

なお、ラム波の位相速度 V は、圧電材料のレイリー速度、サブダイス溝 3 2 に充填された充填材のレイリー速度、圧電材料及び充填材の体積比率から決定される。

【0055】

これに対して、本実施の形態の超音波探触子 2 は、振動子 1 0 0 が、幅の異なる 2 種類のサブダイス素子 1 0 1 a、1 0 1 b を備えた構成であり、X 方向に周期的な構造でないため、X 方向に伝播する不要振動（ラム波）の発生を抑制できる。よって、ラム波の影響で及ぼされる周波数応答のリップルや時間応答リンキングが抑制でき、これらに起因するノイズやコントラスト低下等の画質劣化が発生するのを防止することができる。

10

また、本実施の形態の超音波探触子 2 は、振動子 1 0 0 が、何れも同一幅であるため、走査方向の分解能がイメージの視野ごとにばらつくといった問題が生じることがない。

【0056】

また、本実施の形態の超音波探触子 2 においては、各振動子 1 0 0 は 3 つのサブダイス素子 1 0 1 を有し、3 つのサブダイス素子 1 0 1 は、振動子 1 0 0 の幅を二等分する仮想中央線 L に対して対称となるよう配置されている。このため、振動子 1 0 0 が放射音場に形成する音響ビームプロファイルが、放射音軸（仮想中央線 L）に対して X 方向に対称となる。

【0057】

ここで、本実施の形態における超音波探触子 2 の周波数特性を図 7 に示す。

20

図 7 において、縦軸は音圧強度、横軸は規格化周波数である。

また、図 7 において、実線は、上記図 5 の振動子 1 0 0 を有する超音波探触子 2 の周波数帯域形状を示し、破線は、上記図 6 の振動子 1 0 0 を有する超音波探触子 2 の周波数帯域形状を示し、一点鎖線は、同一幅のサブダイス素子が形成された振動子を有する超音波探触子の周波数帯域形状を示している。

図 7 から、本実施の形態の超音波探触子（実線及び破線）は、従来の同一幅のサブダイス素子が形成された振動子を有する超音波探触子（一点鎖線）と比較して、特性を損なうことはないことがわかる。

【0058】

以上のように、本実施の形態の超音波探触子 2 によれば、複数の振動子 1 0 0 は、超音波を送受信する圧電体を所定の間隔毎にメインダイス溝 3 1 により分割することで互いに分離され、複数の振動子 1 0 0 の各々は、メインダイス溝 3 1 と平行なサブダイス溝 3 2 により更に分割されて形成された 3 つのサブダイス素子 1 0 1 を備え、3 つのサブダイス素子 1 0 1 は、幅の異なる 2 種類のサブダイス素子 1 0 1 a、1 0 1 b からなる。

30

このため、2 種類のサブダイス素子 1 0 1 a、1 0 1 b を含む構成であることから、サブダイス素子に起因する X 方向に伝播するラム波の発生を抑制でき、且つ各振動子 1 0 0 は同一幅であることから X 方向の分解能を一定に維持できるので、良好な超音波画像を得ることができる。

【0059】

また、本実施の形態によれば、3 つのサブダイス素子 1 0 1 は、振動子 1 0 0 の幅を二等分する仮想中央線 L に対して対称となるよう配置されている。

40

具体的には、3 つのサブダイス素子 1 0 1 は、仮想中央線 L と重なるように配される第 1 サブダイス素子 1 0 1 a と、第 1 サブダイス素子 1 0 1 a より X 方向の寸法が狭く、当該第 1 サブダイス素子 1 0 1 a を挟むように配される 2 つの第 2 サブダイス素子 1 0 1 b、1 0 1 b と、を備える。

或いは、3 つのサブダイス素子 1 0 1 は、仮想中央線 L と重なるように配される第 1 サブダイス素子 1 0 1 a と、第 1 サブダイス素子 1 0 1 a より幅が広く、当該第 1 サブダイス素子 1 0 1 a を挟むように配される 2 つの第 2 サブダイス素子 1 0 1 b、1 0 1 b と、を備える。

このため、このため、振動子 1 0 0 が放射音場に形成する音響ビームプロファイルを、

50

放射音軸（仮想中央線 L）に対して X 方向に対称とすることができる。

【0060】

<変形例>

次に、上記実施の形態の変形例について説明する。

上記実施の形態では、サブダイス素子 101 が、仮想中央線 L に対して対称となる構成を例示して説明したが、1つの振動子 100 内に幅の異なる少なくとも2種類のサブダイス素子が設けられた構成であれば、仮想中央線 L に対して非対称な構成とすることもできる。

例えば、図8に示すように、振動子 100 の X 方向の一端部側に配される第1サブダイス素子（第1分割素子）101A と、第1サブダイス素子 101A より幅が狭い2つの第2サブダイス素子（第2分割素子）101B、101B と、を備えることとしても良い。

このように構成した場合、図9に示すように、圧電層 22 の X 方向の一端側からダイシングを行って、サブダイス溝 32 より深いメインダイス溝 31 を形成しようとする場合、メインダイス溝 31 を形成するのに幅を大きくとることができるため、ダイシングによりサブダイス素子が潰れる等の問題が発生しづらく、素子分割時（ダイシング時）の製造の歩留まりを良好にすることができる。このため、サブダイス素子の形成を容易にすることができる。

【0061】

ここで、上記変形例における超音波探触子の周波数特性を、図10に示す。

図10において、縦軸は音圧強度、横軸は規格化周波数である。

また、図10において、実線は、上記図8の振動子 100 を有する超音波探触子の周波数帯域形状を示し、破線は、同一幅のサブダイス素子が形成された振動子を有する超音波探触子の周波数帯域形状を示している。

図10から、変形例の超音波探触子（実線）であっても、従来の同一幅のサブダイス素子が形成された振動子を有する超音波探触子（破線）と比較して、特性を損なうことはないことがわかる。

【0062】

なお、上記実施の形態及び変形例では、何れも、振動子 100 が3つのサブダイス素子 101 を備える構成を例示して説明したが、サブダイス素子 101 の数はこれに限定されない。

例えば、図11(a)に示すように、各振動子 100 に2つずつサブダイス素子 101 を形成し、この2つのサブダイス素子 101 を、幅の異なるサブダイス素子 101a、101b とすることとしても良い。

また、図示は省略するが、各振動子 100 に、4つ以上のサブダイス素子 101 を形成することとしても良い。

【0063】

また、上記実施の形態及び変形例では、何れも、サブダイス素子 101 が幅の異なる2種類のサブダイス素子 101a、101b を有する構成を例示して説明したが、サブダイス素子 101 の幅としては3種類以上であっても良い。

例えば、図11(b)に示すように、振動子 100 が3つのサブダイス素子 101（101a、101b、101c）を備え、これらの幅が全て異なることとしても良い。

【0064】

また、上記実施の形態では、振動子 100 は、X 方向に一次元アレイ状に複数配列された構成を例示して説明したが、2次元アレイ状に形成することもできる。

【0065】

また、上記実施の形態では、図3に示すように、音響整合層 23 及び圧電層 22 が積層された状態でダイシングが実行された構成を例示しているが、圧電層 22 にのみダイシングが行われる構成とすることもできる。

【0066】

また、圧電層 22 とバッキング層 21 との間にヘビーバッキング層（図示省略）を設け

10

20

30

40

50

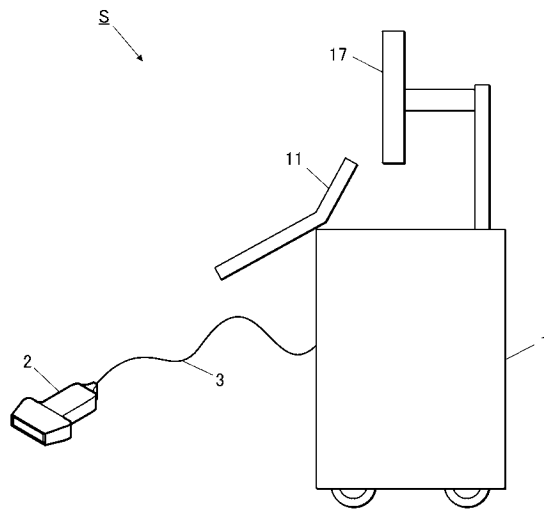
るようにしてもよい。ヘビーバッキング層は、音響インピーダンスが圧電層 2 2 よりも大きい材料により形成されており、圧電層 2 2 に対し被検体の方向とは反対側に出力される超音波を反射する。このように、ヘビーバッキング層を備えることにより、圧電層 2 2 における超音波の送受波に対する感度をさらに向上させることができる。なお、ヘビーバッキング層を追加することにより狭帯域化するが、音響整合層 2 3 を 3 層以上とすることで広帯域にすることができる。

【符号の説明】

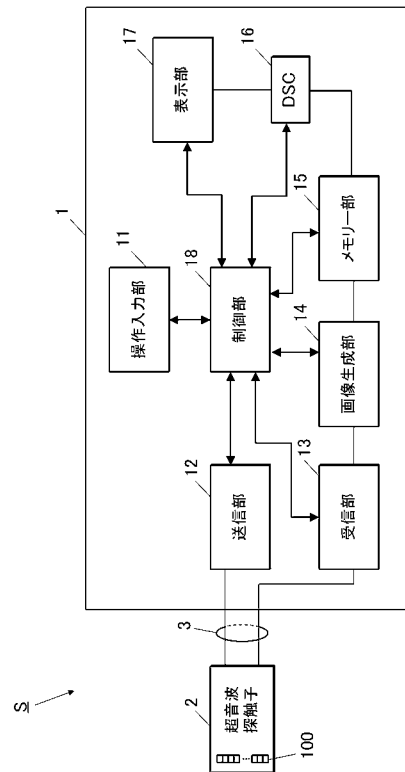
【 0 0 6 7 】

S	超音波画像診断装置	
1	超音波画像診断装置本体	10
2	超音波探触子	
2 0	積層体	
2 1	バッキング層	
2 2	圧電層	
2 2 a	フレキシブルプリント基板	
2 2 b	信号線	
2 3	音響整合層	
2 4	音響レンズ	
3 1	メインダイス溝（第 1 の分割溝）	
3 2	サブダイス溝（第 2 の分割溝）	20
1 0 0	振動子	
1 0 1	サブダイス素子（分割素子）	
1 0 1 a	第 1 サブダイス素子（第 1 分割素子）	
1 0 1 b	第 2 サブダイス素子（第 2 分割素子）	
1 0 1 A	第 1 サブダイス素子（第 1 分割素子）	
1 0 1 B	第 2 サブダイス素子（第 2 分割素子）	
L	仮想中央線	

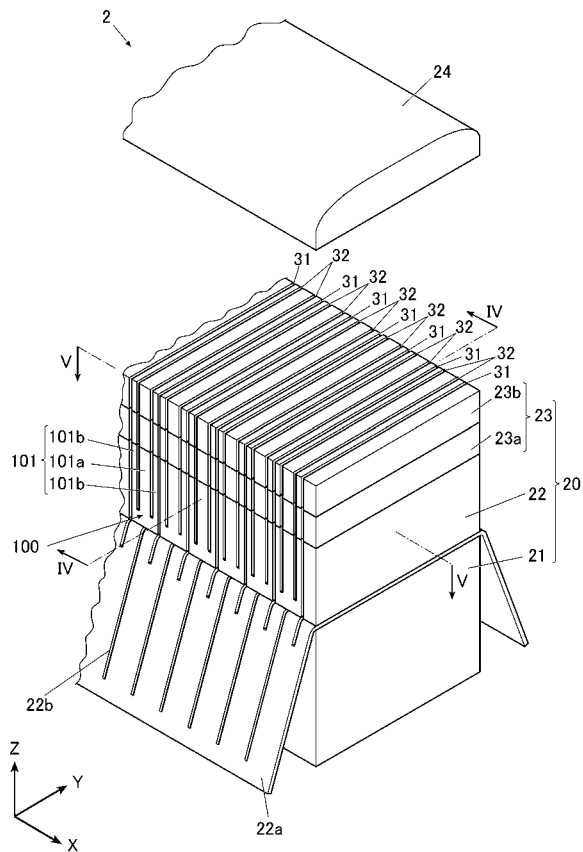
【図 1】



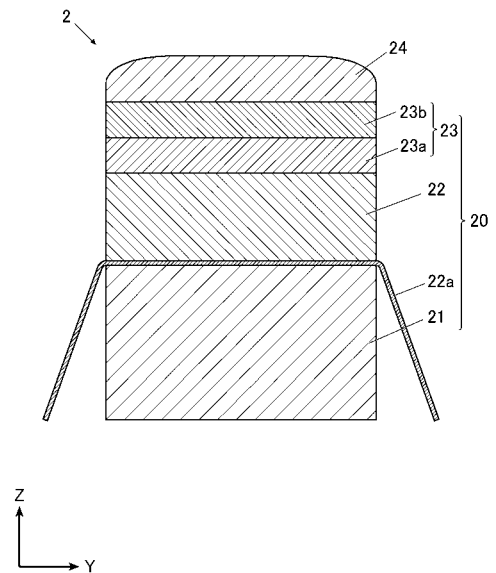
【図 2】



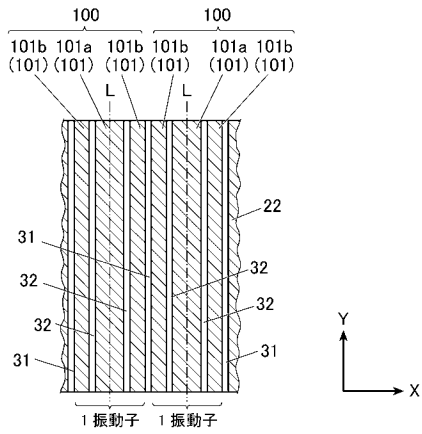
【図 3】



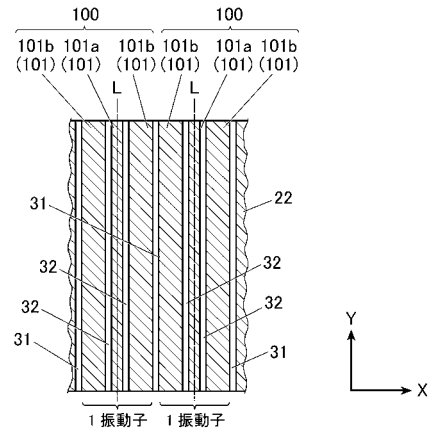
【図 4】



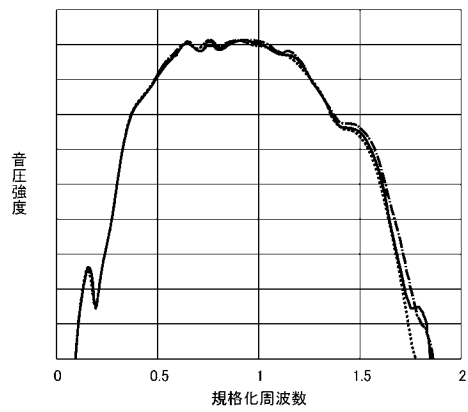
【図 5】



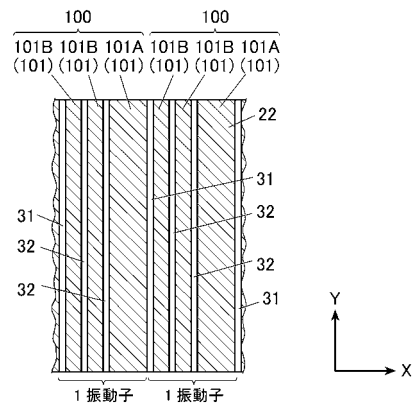
【図 6】



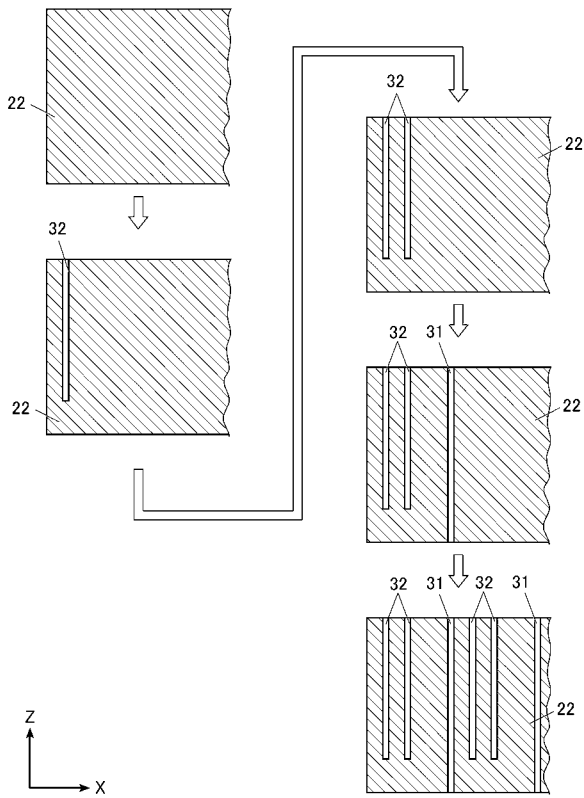
【図 7】



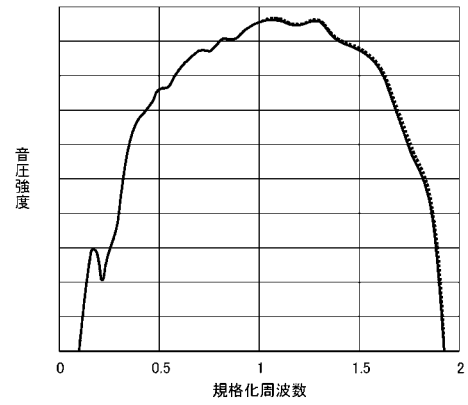
【図 8】



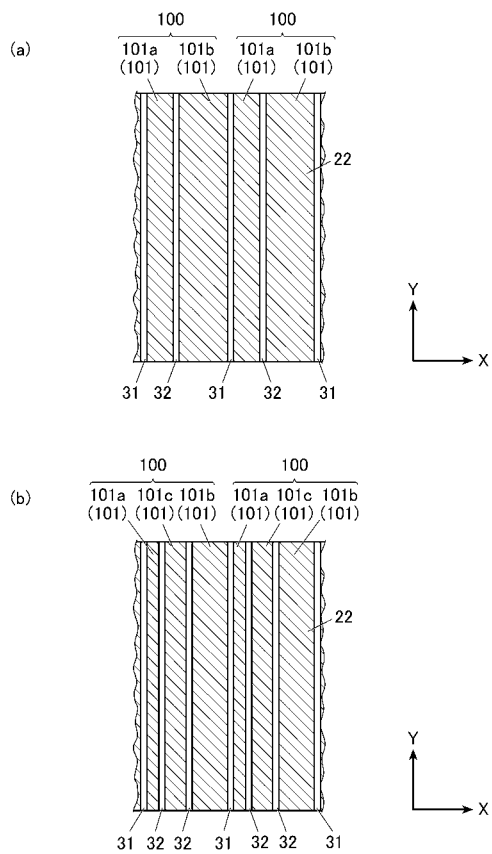
【図 9】



【図 10】



【図 11】



专利名称(译)	超声波探头和超声波图像诊断设备		
公开(公告)号	JP2014180401A	公开(公告)日	2014-09-29
申请号	JP2013056388	申请日	2013-03-19
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	水野隆		
发明人	水野 隆		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.332.B		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/GB04 4C601/GB41 5D019/AA21 5D019/BB18 5D019/FF04 5D019/HH01		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：通过抑制在振动器的扫描方向上传播的冲压波的发生来防止在扫描方向上的分辨率干扰。解决方案：超声波探头2配备有沿扫描方向（X方向）排列的多个振动器100。）。通过以每个指定的间隔通过第一划分槽（主模具槽）31划分发送/接收超声波的压电体来将多个振动器100彼此分离。多个振动器100中的每一个包括多个分割元件（子模具元件）101，所述多个分割元件101由与第一划分槽平行的第二分割槽（子模具槽）32进一步分割而形成。多个分割元件包括在扫描方向上具有不同尺寸的至少两种分割元件（子模具元件）101a，101b。

