

(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2012-129595

(P2012-129595A)

(43) 公開日 平成24年7月5日(2012.7.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 330K	4C601
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	5D019
H04R 31/00 (2006.01)	H04R 17/00 330J	
	H04R 31/00 330	

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2010-276717 (P2010-276717)	(71) 出願人	303000420
(22) 出願日	平成22年12月13日 (2010.12.13)		コニカミノルタエムジー株式会社
			東京都日野市さくら町1番地
		(72) 発明者	西久保 雄一
			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 DE08 EE04 GB42 GB50
			5D019 AA08 AA09 FF04 GG01 GG04
			HH01

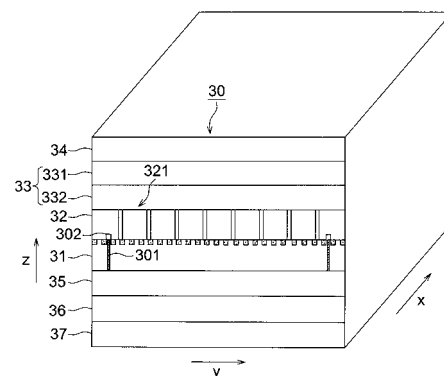
(54) 【発明の名称】 超音波探触子及び超音波探触子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】超音波探触子の送信帯域の広帯域化を図りつつ、反射層からの不要な反射の影響を減じて高精細な超音波画像を得ることが可能な超音波探触子、及びかかる超音波探触子の製造方法を提供する。

【解決手段】圧電素子の背面に反射層を設けている超音波探触子において、前記反射層は両面が平行で表面が平滑な板状であり、前記反射層の前記圧電素子と接する面は、音響インピーダンス値が前記圧電素子より大きい材料Aと音響インピーダンス値が前記圧電素子より小さい材料Bがライン縞模様状に平行に繰り返される構造であり、前記材料Aの前記反射層の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離と、前記材料Bの前記反射層の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離とは前記反射層内で各々一定である。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

圧電素子の背面に反射層を設けている超音波探触子において、
前記反射層は両面が平行で表面が平滑な板状であり、
前記反射層の前記圧電素子と接する面は、音響インピーダンス値が前記圧電素子より大きい材料 A と音響インピーダンス値が前記圧電素子より小さい材料 B がライン縞模様状に平行に繰り返される構造であり、
前記材料 A の前記反射層の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離と、前記材料 B の前記反射層の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離とは前記反射層内で各々一定であることを特徴とする超音波探触子。

10

【請求項 2】

前記材料 A と前記材料 B の各々が前記圧電素子と接する面からの各々の深さは、前記圧電素子が発信する超音波の主波長の 5 % 以上であり、前記材料 A が前記圧電素子と接する面からの深さが、材料 B が前記圧電素子と接する面からの深さより深い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】

材料 A と材料 B との一组が一定の距離ピッチで形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

材料 A と材料 B との一组が不定の距離ピッチで形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の超音波探触子。

20

【請求項 5】

前記距離ピッチは、前記圧電素子のエレベーション方向の長さまたはアジマス方向の長さよりも小さいことを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 6】

圧電素子の背面に反射層を設けている超音波探触子の製造方法において、
前記反射層は、両面が平行で表面が平滑な板状であり、前記圧電素子と接する面は、音響インピーダンス値が前記圧電素子より大きい材料 A と音響インピーダンス値が前記圧電素子より小さい材料 B がライン縞模様状に平行に繰り返される構造であり、前記材料 A の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離と、前記材料 B の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離とは各々一定であって、

30

前記材料 A の平面である表面に、直線ライン状の一定深さの溝を平行に複数設け、該溝を前記材料 B により埋め、前記表面を平滑面に研磨する工程を有することを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【請求項 7】

前記材料 B の前記圧電素子と接する面からの深さは、前記圧電素子が発信する超音波の主波長の 5 % 以上であることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波探触子の製造方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

40

本発明は、被検体内に超音波を送信または受信する超音波探触子、及び、該超音波探触子の製造方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波は、通常、16000Hz 以上の音波をいい、非破壊、無害及び略リアルタイムでその内部を調べることが可能なことから、欠陥の検査や疾患の診断等の様々な分野に用いられている。その一つに、被検体内を超音波で走査し、被検体内から来た超音波の反射波（エコー）から生成した受信信号に基づいて当該被検体内の内部状態を画像化する超音波診断装置がある。この超音波診断装置は、医療用では、他の医療用画像装置に較べて小型で安価であり、そして X 線等の放射線被爆が無く安全性が高いこと、また、ドップラ効

50

果を応用した血流表示が可能であること等の様々な特長を有している。このため、超音波診断装置は、循環器系（例えば心臓の冠動脈等）、消化器系（例えば胃腸等）、内科系（例えば肝臓、膵臓及び脾臓等）、泌尿器系（例えば腎臓及び膀胱等）及び産婦人科系等で広く利用されている。

【0003】

超音波診断装置には、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、圧電現象を利用することによって、送信の電気信号に基づいて機械振動して超音波を発生し、被検体内部で音響インピーダンスの不整合によって生じる超音波の反射波を受けて受信の電気信号を生成する複数の圧電素子を備え、これら複数の圧電素子が例えばアレイ状に2次元配列されて構成されている。

10

【0004】

近年では、超音波探触子から被検体内へ送信された超音波の周波数（基本周波数）成分ではなく、その高調波成分によって被検体内の内部状態の画像を形成するハーモニックイメージング（Harmonic Imaging）技術が研究、開発されている。ハーモニックイメージング技術は、基本周波数成分のレベルに比較してサイドロープレベルが小さく、S/N比（Signal to Noise ratio）が良くなってコントラストが向上すること、周波数が高くなることによってビーム幅が細くなって横方向分解能が向上すること、近距離では音圧が小さくて音圧の変動が少ないために多重反射が抑制されること、及び、焦点以遠の減衰が基本波並みであり高周波を基本波とする場合に較べて深速度を大きく取れること等の様々な利点を有している。（例えば、特許文献1，2参照）。

20

【0005】

かかる高調波成分を利用する場合には、超音波探触子自体の帯域を広げる必要があり、例えば、反射層を設けた構造体（例えば特許文献3）に対し、反射層の形状共振する波長を広げる反射層が提案されている（例えば、特許文献4参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平10-118065号公報

【特許文献2】特開2007-185525号公報

30

【特許文献3】特開2009-213137号公報

【特許文献4】特開2005-286701号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献4に記載の技術は、構造体に設けられた音響インピーダンスの異なる部分の形状に考慮されていないことから、各部分において超音波の不要な反射が生じ、超音波画像に影響を与えてしまうという不具合が生じる。

【0008】

そこで、本発明は、超音波探触子の送信帯域の広帯域化を図りつつ、反射層からの不要な反射の影響を減じて高精細な超音波画像を得ることが可能な超音波探触子、及びかかる超音波探触子の製造方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

前述の目的は、下記に記載する発明により達成される。

【0010】

1. 圧電素子の背面に反射層を設けている超音波探触子において、

前記反射層は両面が平行で表面が平滑な板状であり、

前記反射層の前記圧電素子と接する面は、音響インピーダンス値が前記圧電素子より大きい材料Aと音響インピーダンス値が前記圧電素子より小さい材料Bがライン縞模様状に

50

平行に繰り返される構造であり、

前記材料 A の前記反射層の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離と、前記材料 B の前記反射層の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離とは前記反射層内で各々一定であることを特徴とする超音波探触子。

【0011】

2. 前記材料 A と前記材料 B の各々が前記圧電素子と接する面からの各々の深さは、前記圧電素子が送信する超音波の主波長の 5 % 以上であり、前記材料 A が前記圧電素子と接する面からの深さが、材料 B が前記圧電素子と接する面からの深さより深いことを特徴とする前記 1 に記載の超音波探触子。

【0012】

3. 材料 A と材料 B との一组が一定の距離ピッチで形成されていることを特徴とする前記 1 または 2 に記載の超音波探触子。

【0013】

4. 材料 A と材料 B との一组が不定の距離ピッチで形成されていることを特徴とする前記 1 または 2 に記載の超音波探触子。

【0014】

5. 前記距離ピッチは、前記圧電素子のエレベーション方向の長さまたはアジマス方向の長さよりも小さいことを特徴とする前記 1 から 4 の何れか一項に記載の超音波探触子。

【0015】

6. 圧電素子の背面に反射層を設けている超音波探触子の製造方法において、
前記反射層は、両面が平行で表面が平滑な板状であり、前記圧電素子と接する面は、音響インピーダンス値が前記圧電素子より大きい材料 A と音響インピーダンス値が前記圧電素子より小さい材料 B がライン縞模様状に平行に繰り返される構造であり、前記材料 A の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離と、前記材料 B の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離とは各々一定であって、

前記材料 A の平面である表面に、直線ライン状の一定深さの溝を平行に複数設け、該溝を前記材料 B により埋め、前記表面を平滑面に研磨する工程を有することを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【0016】

7. 前記材料 B の前記圧電素子と接する面からの深さは、前記圧電素子が送信する超音波の主波長の 5 % 以上であることを特徴とする前記 6 に記載の超音波探触子の製造方法。

【発明の効果】

【0017】

超音波探触子の送信帯域の広帯域化を図りつつ、反射層からの不要な反射の影響を減じて高精細な超音波画像を得ることが可能な超音波探触子、及びかかる超音波探触子の製造方法を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図 1】実施形態に係る超音波診断装置 S の外觀構成を示す概要図である。

【図 2】実施形態に係る超音波診断装置 S の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図 3】実施形態に係る超音波診断装置 S の超音波探触子 2 の振動部 30 の構成を示す概要図である。

【図 4】圧電部 32 を z 方向から見た模式図である。

【図 5】圧電部 32 内で共振する超音波の共振周波数を決定する機能についての説明図である。

【図 6】圧電部 32 内で共振する超音波の共振周波数を決定する機能についての説明図である。

【図 7】二軸方向に圧電素子 321 を有する圧電部 32 の模式図である。

【図 8】反射層 31 の作製方法の一例の模式図である。

【図 9】反射層 31 の作製方法の他の例の模式図である。

10

20

30

40

50

【図 10】得られた第 1 バッキング層 31 を用いて振動部 30 を組み立てる順番を示した模式図である。

【図 11】作製した超音波探触子 2、比較探触子 A、B を用いて超音波の送受信を行い、FFT 解析をかけた周波数特性を表す図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下に本発明の実施形態を図面により説明するが、本発明は以下に説明する実施形態に限られるものではない。なお、各図において同一の符号を付した構成は、同一の構成であることを示し、その説明を省略する。なお、本発明における圧電部とは、対向する 2 つの電極ではさまれた、圧電挙動を示す部分を指す。

10

【0020】

図 1 は、実施形態に係る超音波診断装置 S の外観構成を示す概要図である。図 2 は、実施形態に係る超音波診断装置 S の電氣的な構成を示すブロック図である。図 3 は、実施形態に係る超音波診断装置 S の超音波探触子 2 の構成を示す概要図である。

【0021】

超音波診断装置 S は、図 1 及び図 2 に示すように、図略の生体等の被検体 H に対して超音波を送信すると共に、被検体 H で反射した超音波の反射超音波を受信する超音波探触子 2 と、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 へケーブル 3 を介して電気信号の送信信号を送信することによって超音波探触子 2 に被検体 H に対して超音波を送信させると共に、超音波探触子 2 で受信された被検体 H 内からの反射超音波に応じ

20

【0022】

超音波診断装置本体 1 には、超音波探触子 2 を使用しない時に、超音波探触子 2 を保持させておく超音波探触子フォルダ 4 が備えられている。

【0023】

超音波診断装置本体 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、受信信号処理部 14 と、画像処理部 15 と、表示部 16 と、制御部 17 と、記憶部 19 と、送信信号処理部 18 と、を備えて構成されている。

【0024】

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 H の個人情報等のデータを入力するものであり、例えば、複数の入力スイッチを備えた操作パネルやキーボード等である。

30

【0025】

送信信号処理部 18 は、制御部 17 の制御に従って、後述する圧電部 32 を駆動する電気信号の送信信号を生成する機能を有する送信手段としての回路である。

【0026】

送信部 12 は、送信信号処理部 18 が生成した電気信号を増幅し、超音波探触子 2 内の圧電部 32 へ、ケーブル 3 を介して送信信号を供給し、超音波探触子 2 に超音波を発生させる。送信部 12 は、例えば、高電圧のパルスを生成する高圧パルス発生器等を備えて構成される。

40

【0027】

受信部 13 は、制御部 17 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受信手段としての回路であり、この受信信号を受信信号処理部 14 へ出力する。受信部 13 は、例えば、受信信号を予め設定された所定の増幅率で増幅する増幅器、及び、この増幅器で増幅された受信信号をアナログ信号からデジタル信号へ変換するアナログ - デジタル変換器等を備えて構成される。

【0028】

受信信号処理部 14 は、制御部 17 の制御に従って、受信部 13 からの電気信号から高調波成分を抽出したり、所定の信号処理を施す高調波抽出部としての回路であり、その信

50

号処理した反射受信信号を画像処理部 15 へ出力する。

【0029】

画像処理部 15 は、制御部 17 の制御に従って、受信信号処理部 14 で信号処理された反射受信信号に基づいて、ハーモニクイメージング技術等を用いて被検体 H 内の内部状態の超音波画像を生成する回路である。また、例えば、反射受信信号に対して包絡線検波処理を施すことにより、反射超音波の振幅強度に対応した B モード信号を生成する。

【0030】

記憶部 19 は R A M や R O M で構成され、制御部 17 に用いられるプログラムが記録され、また、表示部 16 で表示する各種画像のテンプレートが記録されている。

【0031】

制御部 17 は、例えば、マイクロプロセッサ、記憶素子及びその周辺回路等を備えて構成され、これら操作入力部 11、送信部 12、受信部 13、受信信号処理部 14、画像処理部 15、表示部 16、送信信号処理部 18、記憶部 19 を当該機能に応じてそれぞれ制御することによって超音波診断装置 S の全体制御を行う回路である。

【0032】

表示部 16 は、制御部 17 の制御に従って、画像処理部 15 で生成された超音波画像を表示する装置である。表示部 16 は、例えば、C R T ディスプレイ、L C D、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やプリンタ等の印刷装置等である。

【0033】

一方、超音波探触子 2 は、振動部 30 を備える。振動部 30 は、図略の生体等の被検体 H に対して超音波を送信すると共に、被検体 H からの反射超音波を受信する。振動部 30 は、図 3 に示すように、圧電部 32 と、音響整合層 33 と、音響レンズ 34 と、反射層 31 と、F P C (F l e x i b l e p r i n t e d c i r c u i t s) 35 と、バッキング層 36 と、固定板 37 とを有する。

【0034】

図 4 は、圧電部 32 を z 方向から見た模式図である。圧電部 32 は周期性が一軸方向 (アジマス方向) のみの 1 次元状に複数の圧電素子 321 を備える。

【0035】

圧電部 32 は、圧電素子 321 における圧電現象を利用することによって電気信号と超音波との間で相互に信号を変換するものである。圧電部 32 は、超音波診断装置本体 1 の送信部 12 からケーブル 3 を介して入力された送信信号の電気信号を超音波へ変換して超音波を送信すると共に、受信した反射超音波を電気信号へ変換してこの電気信号 (受信信号) を、ケーブル 3 を介して超音波診断装置本体 1 の受信部 13 へ出力する。超音波探触子 2 が被検体 H に当接されることによって圧電部 32 で生成された超音波が被検体 H 内へ送信され、被検体 H 内からの反射超音波が圧電部 32 で受信される。圧電材料には無機材料や有機材料が使用される。

【0036】

圧電部 32 における圧電素子 321 には、送信信号を圧電素子 321 に印加するための図示しない電極が形成されている。後述するように、圧電部 32 において超音波が共振せられるが、かかる超音波に比べて電極は十分薄いので、以下に説明する超音波の挙動には電極の存在は影響しない。従って、圧電素子 321 の反射層 31 に対向する面は、反射層 31 に接していると看做す。また、圧電部 32 に超音波が共振するとは、圧電部 32 内における圧電素子 321 内で超音波が共振することを示すものとする。

【0037】

圧電ユニット 38 は、圧電部 32 と反射層 31 とを有する。圧電ユニット 38 は、圧電部 32 内で所定の波長の超音波を共振させて送信する機能を有する。詳しくは後述する。

【0038】

圧電部 32 には、後述する F P C 35 から反射層 31 を通して形成される電極でショートしないように空隙の溝 302 が形成されている。

【0039】

10

20

30

40

50

音響整合層 33 は第 1 音響整合層 331 と、第 2 音響整合層 332 とを有する。

【0040】

音響整合層 33 は、圧電部 32 の音響インピーダンスと被検体 H の音響インピーダンスの間の値の音響インピーダンスを備えることで、圧電部 32 から送信される超音波を被検体 H に送信する際に、圧電部 32 と被検体 H との音響インピーダンスの差に応じて生じる反射超音波を軽減する機能を有し、圧電部 32 で生じた超音波を被検体 H へ、また被検体 H 内で反射した超音波を圧電部 32 へ効率良く伝達することができる。

【0041】

本実施形態のごとく第 1 音響整合層 331 と第 2 音響整合層 332 の二つの音響整合層を備えることで、音響整合層が一つの場合に比べて、圧電部 32 と被検体 H の音響インピーダンスを徐々に変化させることができ、圧電部 32 と被検体 H の間で生じる反射超音波の大きさをより軽減することができる。なお、圧電部 32 から被検体 H へ音響インピーダンスが徐々に近づいていくように 3 層以上の音響整合層を形成すれば、さらに反射超音波の大きさを軽減できることは言うまでもない。

【0042】

音響レンズ 34 は、圧電部 32 から送信される超音波を測定箇所へ向けて集束させる機能を有する。

【0043】

反射層 31 は、両面が平行で表面が平滑な板状である。本願の平滑とは、研磨等の平滑化手段を施すことで平滑としている面であり、表面の算術平均粗さで表現すると、 R_a が $5\text{ }\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、より好ましくは $1\text{ }\mu\text{m}$ 以下であり、特に好ましくは 300 nm 以下である。表面の算術平均粗さ R_a の下限値は特にないが、 1 nm 以下を作成することは非常に制作コストが必要となるため、 1 nm 以上が好ましい。

【0044】

反射層 31 は、圧電部 32 の音響インピーダンスに比べて音響インピーダンスが大きい部分と小さい部分とを圧電部 32 に接する面に備えている。

【0045】

反射層 31 は、圧電部 32 で発生し、圧電部 32 内で共振する超音波の周波数（共振周波数）を決定する機能を有する。詳しくは後述する。

【0046】

FPC 35 はフレキシブルプリント基板であり、超音波探触子を電氣的に制御するための回路が形成されている。

【0047】

バックング層 36 は、超音波を吸収する材料から構成された部材であり、圧電部 32 からバックング層 36 方向へ放射される超音波を吸収するものである。

【0048】

バックング層 36 に用いられるバックング材としては、天然ゴム、フェライトゴム、エポキシ樹脂に酸化タング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材料、塩化ビニル、ポリビニルブチラール（PVB）、ABS 樹脂、ポリウレタン（PUR）、ポリビニルアルコール（PVAL）、ポリエチレン（PE）、ポリプロピレン（PP）、ポリアセタール（POM）、ポリエチレンテレフタレート（PETP）、フッ素樹脂（PTFE）ポリエチレングリコール、ポリエチレンテレフタレート - ポリエチレングリコール共重合体などの熱可塑性樹脂などを用いることができる。

【0049】

好ましいバックング材としては、ゴム系複合材料及びまたはエポキシ樹脂複合材からなるものであり、その形状は圧電体や圧電体を含むプローブヘッドの形状に応じて、適宜選択することができる。

【0050】

バックング材の厚さは、概ね $1\sim 10\text{ mm}$ が好ましく、特に $1\sim 5\text{ mm}$ であることが好ましい。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 1 】

固定板 3 7 は、バッキング層 3 6 を固定し、超音波探触子 2 に剛性を持たせたり、加工時に固定したりする機能を有するものである。

【 0 0 5 2 】

次いで、圧電ユニット 3 8 の機能、すなわち圧電部 3 2 内で共振する超音波の共振周波数を決定する機能について説明する。

【 0 0 5 3 】

図 5 と図 6 は、圧電部 3 2 内で共振する超音波の共振周波数を決定する機能についての説明図である。なお超音波の伝搬は縦波であるが、理解しやすいように横波表記している。

10

【 0 0 5 4 】

圧電素子 3 2 1 は一定の帯域を有する超音波を発生させる。超音波は複数の波長の超音波を束ねたものであり、圧電素子 3 2 1 の面 M 1 と面 M 2 との間、または面 M 1 と面 M 3 との間で共振した超音波が増幅されて送信され、超音波診断に供される。

【 0 0 5 5 】

共振に際しては、面 M 1 と面 M 2、または面 M 1 と面 M 3 において超音波の腹、または節が形成される。具体的には、圧電素子 3 2 1 と外部の境界面において圧電素子 3 2 1 の音響インピーダンスが外部の音響インピーダンスより大きければ、その境界面は超音波にとって自由端となるので、超音波の腹が形成される。

【 0 0 5 6 】

一方、圧電素子 3 2 1 と外部の境界面において圧電素子 3 2 1 の音響インピーダンスが外部の音響インピーダンスより小さければ、その境界面は超音波にとって固定端となるので、超音波の節が形成される。

20

【 0 0 5 7 】

つまり、圧電素子 3 2 1 と外部の境界面において圧電素子 3 2 1 の音響インピーダンスが外部の音響インピーダンスに対して大きいか小さいかを制御することで、超音波が節を結ぶか腹を形成するかを制御することができるので、波長の大きさを制御することができることとなる。

【 0 0 5 8 】

なお、ここでは最も基本的な現象について説明したが、実際には接する材料の音響インピーダンスの大きさや、境界面での音響インピーダンスの差の大きさによっても超音波の共振現象は変化する。従って、ここでは音響インピーダンスの大小関係と共振現象について、圧電部 3 2 の音響インピーダンスを Z_p 、溝 5 1 の音響インピーダンスを Z_k 、部材 5 2 の音響インピーダンスを Z_d とした場合、 $Z_p = Z_k$ では自由端反射、 $Z_p < Z_d$ では固定端反射と定義する。

30

【 0 0 5 9 】

図 5 において、反射層 3 1 は、凸部 5 2 と溝 5 1 とを有する。

【 0 0 6 0 】

反射層 3 1 は、被検体 H 方向に存在する第 1 音響整合層 3 3 1 と接する面 M 1 を有している。

40

【 0 0 6 1 】

凸部 5 2 と溝 5 1 とは、紙面奥行き方向 (x 方向) に直線的に延在している。反射層 3 1 を z 方向から見渡すと凸部 5 2 と溝 5 1 とがライン縞模様状に平行に繰り返される構造となっている。凸部 5 2 と溝 5 1 とは、各々一定の距離ピッチ (以下、単にピッチ) で配列されている。凸部 5 2 と溝 5 1 とで一組とした場合、場所に依らずに一定のピッチであることが製造容易性の面で好ましい。

【 0 0 6 2 】

一方、凸部 5 2 と溝 5 1 とは、場所によって同一でない不定ピッチで配列されていてもよい。

【 0 0 6 3 】

50

凸部 5 2 は、圧電部 3 2 に接する面 M 3 を備え、圧電部 3 2 の音響インピーダンスに比べて音響インピーダンスが大きい部分である。

【 0 0 6 4 】

溝 5 1 は、圧電部 3 2 に接する面 M 2 を備え、圧電部 3 2 の音響インピーダンスに比べて音響インピーダンスが小さい部分である。

【 0 0 6 5 】

面 M 3 から、凸部 5 2 の深さ方向の面までの距離は、各凸部 5 2 毎に反射層 3 1 内で一定である。また、面 M 2 から、溝 5 1 の深さ方向の面までの距離は、溝 5 1 毎に反射層 3 1 内で一定にしている。

【 0 0 6 6 】

これは、凸部 5 2 の深さ方向の面から圧電部 3 2 方向に反射する超音波の大きさを各凸部 5 2 毎に一定にし、また同じく溝 5 1 の深さ方向の面から圧電部 3 2 方向に反射する超音波の大きさを各溝 5 1 毎に一定にすることで、超音波診断に与える影響を減ずるためである。

【 0 0 6 7 】

図 5 では、溝 5 1 は、反射層 3 1 の表面を掘り込んだ形状となっているが、溝 5 1 が反射層 3 1 の下面まで到達していてもよい。なお、反射層 3 1 において、溝 5 1 の圧電素子 3 2 1 に接する面から、反対面までの距離を深さと表現する。また、反射層 3 1 において、凸部 5 2 の圧電素子 3 2 1 に接する面から、反対面までの距離も同様に深さと表現する。

【 0 0 6 8 】

かかる圧電素子 3 2 1 は、溝 5 1 が圧電部 3 2 の音響インピーダンスに比べて音響インピーダンスが小さいので、面 M 1 と面 M 2 との間で共振する超音波 w_1 は $1/2$ 波長共振を生じ、面 M 1、面 M 2 とともに腹を形成する。

【 0 0 6 9 】

また、凸部 5 2 が圧電部 3 2 の音響インピーダンスに比べて音響インピーダンスが大きい部分であるので、面 M 1 と面 M 3 との間で共振する超音波 w_2 は $1/4$ 波長共振を生じ、面 M 1 では腹を、面 M 3 では節を形成する。

【 0 0 7 0 】

図 5 では、面 M 1 において腹を形成するとして波形状態を描いている。このように、超音波 w_1 、 w_2 は、面 M 1 においては、共振時、腹の同じ波形状態となり、他方の面 M 2、M 3 において、異なる波形状態となるので、共振する波長が異なるので共振周波数が異なることとなる。

【 0 0 7 1 】

具体的には、図 5 においては、波長が最も長くなるように描かれ、超音波 w_1 の波長は超音波 w_2 の波長の半分の大きさとなっている。また、図 6 のような場合には、超音波 w_1 の波長は超音波 w_2 の波長の $1/4$ の大きさとなっている。

【 0 0 7 2 】

このように、圧電部 3 2 の音響インピーダンスに比べて音響インピーダンスが大きい凸部 5 2、と小さい溝 5 1 とは、互いに異なる材料を適宜選択して設定する。

【 0 0 7 3 】

溝 5 1 に用いられる材料としては、 $Z_p > Z_k$ を満たす材料であり、凸部 5 2 に用いられる材料としては、 $Z_p < Z_d$ を満たす材料である。

【 0 0 7 4 】

特に圧電部 3 2 が有機圧電材料の場合、 Z_p は $2 \sim 4 \text{ MRayl}$ のため、溝 5 1 に用いられる材料は、 Z_k が $1.5 \sim 4 \text{ MRayl}$ のものが好ましい。また凸部 5 2 に用いられる材料は、 Z_d が $5 \sim 120 \text{ MRayl}$ のものが好ましく、 $10 \sim 40 \text{ MRayl}$ のものがより好ましい。

【 0 0 7 5 】

一方、圧電部 3 2 が無機圧電材料の場合、モノリシック、コンポジット (1 - 3、2 -

10

20

30

40

50

2、1-3-0)など様々な構造を取りうる。おおよそ Z_p は $10 \sim 40 \text{ M}\Omega$ のため、溝51に用いられる材料は、 Z_k が $1.5 \sim 10 \text{ M}\Omega$ のものが好ましい。また凸部52に用いられる材料は、 Z_d が $40 \sim 120 \text{ M}\Omega$ のものが好ましく、 $40 \sim 120 \text{ M}\Omega$ のものがより好ましい。

【0076】

溝51の音響照射軸方向の深さは $0.001 \sim 1 \text{ mm}$ が好ましく、また詳細には溝51、凸部52のうち、浅い方の深さが、駆動時の超音波の波長の5%以上であれば、境界条件の違いを明確に発現することができるので好ましい。さらには、溝51に侵入した超音波が溝51の底面で反射し、再度圧電部32に入ってノイズとならないように、面M2で打ち消しあうような溝の深さを設定することも好ましい。

10

【0077】

また、図5に示されているように、溝51、凸部52は、各圧電素子321内に、複数の共振が発生するように、エレベーション方向で比べると、圧電素子321の幅(エレベーションの長さ)より小さい幅を有していることが望ましい。各圧電素子321のエレベーション方向において、周期性を持たせたりしてもよいし、周期性を変化させて不定ピッチにしたりすることもできる。

【0078】

特に、エレベーション方向で比べると、溝51、凸部52の各々の長さは圧電素子321の長さの整数分の一であることが望ましい。また、溝51、凸部52の各々の長さは同一でなくともよい。また、場所によって異なってもよい。さらに、溝51と凸部52とで一組とした場合、この一組は周期的に並んでいてもよいし、非周期的に並んでいてもよい。ただし、溝51が圧電素子321に接する総面積と、凸部52が圧電素子321に接する総面積の比が $0.5 \sim 2.0$ であることが、各圧電素子内に複数の共振周波数を生じさせる点で好ましい。すなわち、全ての溝51が圧電素子321に接する総面積が、全ての凸部52が圧電素子321に接する総面積の 0.5 倍から 1 倍の間であり、または、全ての凸部52が圧電素子321に接する総面積が、全ての溝51が圧電素子321に接する総面積の 0.5 倍から 1 倍の間であることが好ましい。

20

【0079】

図7は、二軸方向に圧電素子321を有する圧電部32の模式図である。

【0080】

周期性が一軸方向、二軸方向の両方の場合においても、圧電素子321の長軸の長さを L とした場合、溝51と凸部52とを一組とした場合の周期性の繰り返しピッチは平均 $L/3$ 以下であることが好ましい。

30

【0081】

このような2次元配置の圧電素子321に用いる電極も2次元状の電極となる。

【0082】

凸部52に用いられる材料としては、タングステン、タンタル、コバルト、モリブデン、ハフニウム、クロムなどの炭化物、窒化物、ホウ化物などがあげられる。好ましくは、タングステンカーバイド(WC 、 W_2C)、ホウ化タングステン(WB 、 W_2B_5)、タンタルカーバイド(TaC)、窒化タンタル(TaN)、ホウ化タンタル(TaB_2)のような化合物から、金属単体、合金(例えば SUS)などである。

40

【0083】

溝51に用いられる材料としては、エポキシ樹脂、シリコン樹脂等の汎用樹脂、さらには前記汎用樹脂にフィラー、微粒子、微粉末を添加したものなどが利用できる。特にフィラーなど添加したものは、音響インピーダンスの調整が可能となるため好ましい。また圧電部32との接着性や超音波伝達の音響特性にも関係するため、エポキシ樹脂、シリコン樹脂が特に好ましい。

【0084】

図8は、反射層31の作製方法の一例の模式図である。図8の反射層31の作製方法においては、ダイサーを利用する。図8(a)に示すように、音響インピーダンスが圧電部

50

3 2 より大きい材料の平板 9 1 を用意し、この平板 9 1 をダイシングして溝 9 2 と凸部 5 2 を形成する。そして、図 8 (b) に示すように、音響インピーダンスが圧電部 3 2 より小さい値の材料を液状にし、溝 9 2 に流し込む。平板 9 1 の上面からはみ出る材料は除去する。液状の材料を乾燥させるためにオープンにて焼成、もしくは硬化し、必要ならダイシング加工面の研磨を行い、溝 5 1 を形成する。そうして固体化された反射層 3 1 を得る。なお溝 9 2 を加工後に、溝 9 2 に流し込む材料を用いて圧電部 3 2 を接着し、溝 9 2 への材料充填と圧電部 3 2 との接着を同時に行うことも可能である。こちらの方が工程を短縮できるメリットがある。

【 0 0 8 5 】

かかる作製方法によれば、凸部 5 2 圧電素子 3 2 1 と接する面からの深さが、溝 5 1 が圧電素子 3 2 1 と接する面からの深さより深くなる。 10

【 0 0 8 6 】

図 9 は、反射層 3 1 の作製方法の他の例の模式図である。最初に、音響インピーダンスが圧電部 3 2 より大きい固体材料 1 0 1 と、音響インピーダンスが圧電部 3 2 より小さい値の固体材料 1 0 2 とを図 9 (a) に示すように複数枚張り合わせる。そしてカットライン C L に沿ってダイサーなどでカットし、図 9 (b) に示すように薄板状に形成する。この状態で反射層 3 1 が得られたことになるが、寸法の最適化や剛性強化のために、図 9 (c) に示すように、平板 1 0 3 を接合してもよい。

【 0 0 8 7 】

図 1 0 は、得られた反射層 3 1 を用いて振動部 3 0 を組み立てる順番を示した模式図である。 20

【 0 0 8 8 】

最初に図 1 0 (a) に示すように、予め積層しておいた音響整合層 3 3 と圧電部 3 2 と反射層 3 1 を接合する。次いで、図 1 0 (b) に示すように、圧電部 3 2 の信号線とグラウンド線がショートしないように、反射層 3 1 に、溝 3 0 1 を形成する。溝 3 0 1 は例えばダイサー等で形成される。その後図 1 0 (c) に示すように、予め F P C 3 5 、バッキング層 3 6 、固定板 3 7 を積層しておいたものを、F P C 3 5 と反射層 3 1 が接するように接着する。最後に図 1 0 (d) に示すように音響レンズ 3 4 を接着し、振動部 3 0 を得る。

。

【 実施例 】

30

【 0 0 8 9 】

(超音波探触子 2 の作製)

反射層 3 1 について、 $5.1\text{ mm} \times 52.5\text{ mm} \times 100\text{ }\mu\text{m}$ に成型したタングステンカーバイド板に、ダイシングにより幅 $40\text{ }\mu\text{m}$ 、深さ $20\text{ }\mu\text{m}$ 、 $60\text{ }\mu\text{m}$ ピッチで長軸方向に溝入れした。次いで、形成した溝にエポキシ系樹脂 C - 1 0 0 1 A / B (株式会社テスク社製) を真空中で充填し、熱硬化後表面を算術平均粗さ R a が $2\text{ }\mu\text{m}$ 以下になるように研磨した。

【 0 0 9 0 】

次いで、音響整合層 3 3 と圧電部 3 2 と反射層 3 1 をエポキシ系接着剤 D P - 4 6 0 (3 M 社製) で、 $2.94 \times 10^6\text{ Pa}$ の圧力下、50 4 時間で接着した。 40

【 0 0 9 1 】

次いで、無機圧電素子を用いた圧電部 3 2 の信号線とグラウンド線がショートしないように、反射層 3 1 に、完全に切断した溝 3 0 1 をダイシングにより形成した。

【 0 0 9 2 】

その後、パターンニングされた F P C 3 5 、バッキング層 3 6 、固定板 3 7 を予め先と同様の接着条件で積層接着しておいたものを、F P C 3 5 と反射層 3 1 が接するように接着した。

【 0 0 9 3 】

その後、長手方向 (アジマス方向) に 0.15 mm ピッチで $20\text{ }\mu\text{m}$ の厚みを有するブレードでダイシングを行った。さらに、パリレン処理にて $3\text{ }\mu\text{m}$ 程度の絶縁層を設け、さ 50

らにその上に音響レンズ 3 4 を接着した。次いで、F P C 3 5 にコネクタを接続し、こうして作製した振動部 3 0 (超音波トランスデューサ)をケースに収め、超音波探触子 2 を作製した。

(比較探触子 A、B の作製)

超音波探触子 2 の構造中の反射層 3 1 を除いたものを作製し、比較探触子 A とした。また超音波探触子 2 の構造中の反射層 3 1 の溝入れ加工をしなかったものを搭載した探触子を比較探触子 B とした。

(超音波探触子の評価)

作製した超音波探触子 2、比較探触子 A、B に、パルサーレシーバー (P A N A M E T R I C S - N D T M O D E L 5 9 0 0 P R、オリンパス社製、入力インピーダンス 5 0 0 0 Ω) とオシロスコープ (T P S 5 0 3 2、T e k t r o n i x 社製) を接続し、脱気した水の中に入れ、超音波放射面側に金属製の反射板を配置した。送受信した超音波は、電気信号に変換され、オシロスコープでその電圧波形を確認した。超音波探触子 2 と反射板とのアライメントは、電圧波形の実効値が最大となる座標で決定した。アライメントの後、超音波の送受信を行い、F F T 解析をかけた周波数特性を比較した。その結果を図 1 1 に示す。横軸は周波数、縦軸は感度を表す。また各々の特性について、最大感度から - 6 d B における帯域幅 (M H z) と中心周波数 (M H z)、比帯域 (%) (帯域幅 / 中心周波数 $\times 1 0 0$) をそれぞれ求め、表 1 に示した。

10

【 0 0 9 4 】

本発明にかかる超音波探触子 2 の比帯域は比較探触子 A、B に対して大きくなっていることが分かる。すなわち、超音波探触子 2 は比較探触子 A、B に対して広帯域化が可能となった。

20

【 0 0 9 5 】

【表 1】

	中心周波数 [MHz]	比帯域 [%]
超音波探触子 2	11.4	87
比較探触子 A	12.8	57
比較探触子 B	9.4	71

30

【 0 0 9 6 】

以上のように、本実施形態によれば、圧電素子の背面に反射層を設けている超音波探触子において、前記反射層は両面が平行で表面が平滑な板状であり、前記反射層の前記圧電素子と接する面は、音響インピーダンス値が前記圧電素子より大きい材料 A と音響インピーダンス値が前記圧電素子より小さい材料 B がライン縞模様状に平行に繰り返される構造であり、前記材料 A の前記反射層の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離と、前記材料 B の前記反射層の圧電素子と接する面からの深さ方向の距離とは前記反射層内で各々一定であることから、

40

前記材料 A の深さ方向の面から圧電部 3 2 方向に反射する超音波の大きさを前記材料 A 毎に一定にし、また同じく前記材料 B の深さ方向の面から圧電部 3 2 方向に反射する超音波の大きさを前記材料 B 毎に一定にすることで、

超音波探触子の送信帯域の広帯域化を図りつつ、反射層からの不要な反射の影響を減じて高精細な超音波画像を得ることが可能な超音波探触子を提供できる。

【 0 0 9 7 】

また、他の実施形態によれば、前記材料 A と前記材料 B の各々が前記圧電素子と接する面からの各々の深さは、前記圧電素子が送信する超音波の主波長の 5 % 以上であり、前記材料 A が前記圧電素子と接する面からの深さが、前記材料 B が前記圧電素子と接する面からの深さより深いことから、前記材料 A と前記材料 B の各々が前記圧電素子と接する面に

50

おける境界条件の違いを明確に発現することができる。さらに、音響インピーダンスが前記圧電素子より大きい材料に対して、溝を形成し前記圧電素子よりインピーダンスが小さい値の材料を液状にして流し込むという簡易な方法で製造できることとなる。

【0098】

また、他の実施形態によれば、材料Aと材料Bとの一組が一定の距離ピッチで形成されていることから、製造容易性な超音波探触子を提供できる。

【0099】

また、他の実施形態によれば、前記距離ピッチは、前記圧電素子のエレベーション方向の長さまたはアジマス方向の長さよりも小さいことから、一つの圧電素子内で複数の異なる共振状態を生成することが可能な超音波探触子を提供できる。

10

【0100】

また、他の実施形態によれば、圧電素子の背面に反射層を設けている超音波探触子の製造方法において、前記反射層は、両面が平行で表面が平滑な板状であり、前記圧電素子と接する面は、音響インピーダンス値が前記圧電素子より大きい材料Aと音響インピーダンス値が前記圧電素子より小さい材料Bがライン縞模様状に平行に繰り返される構造であり、前記材料Aの圧電素子と接する面からの深さ方向の距離と、前記材料Bの圧電素子と接する面からの深さ方向の距離とは各々一定であって、前記材料Aの平面である表面に、直線ライン状の一定深さの溝を平行に複数設け、該溝を前記材料Bにより埋め、前記表面を平滑面に研磨する工程を有することから、前記反射層を容易に作製可能であるので、低コスト、高歩留りで広帯域化された超音波探触子を容易に製造可能な製造方法を提供できる。

20

【0101】

また、他の実施形態によれば、前記材料Bの前記圧電素子と接する面からの深さは、前記圧電素子が発信する超音波の主波長の5%以上であることから、前記材料Aと前記材料Bの各々が前記圧電素子と接する面における境界条件の違いを明確に発現することができる超音波探触子を容易に製造可能な製造方法を提供できる。

【符号の説明】

【0102】

- 1 超音波診断装置本体
- 2 超音波探触子
- 3 ケーブル
- 4 超音波プローブホルダ
- 11 操作入力部
- 12 送信部
- 13 受信部
- 14 受信信号処理部
- 15 画像処理部
- 16 表示部
- 17 制御部
- 18 送信信号処理部
- 19 記憶部
- 30 振動部
- 31 反射層
- 32 圧電部
- 33 音響整合層
- 331 第1音響整合層
- 332 第2音響整合層
- 34 音響レンズ
- 35 FPC
- 36 バッキング層

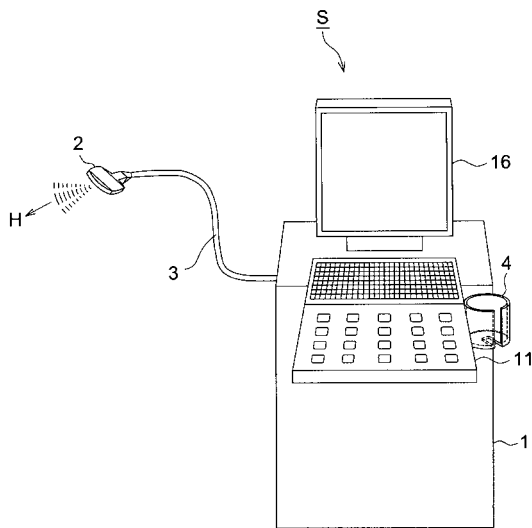
30

40

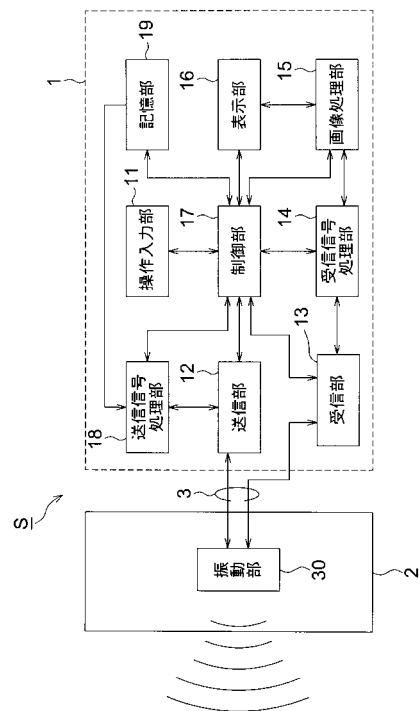
50

- 3 7 固定板
 5 1 溝
 5 2 凸部
 H 被検体
 S 超音波診断装置

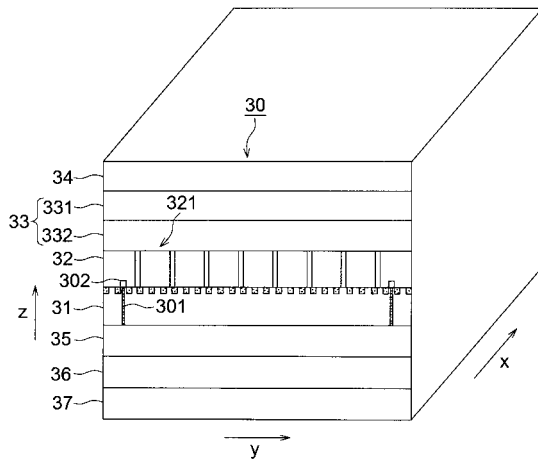
【図 1】



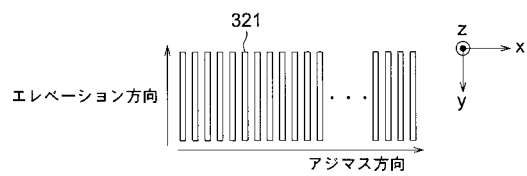
【図 2】



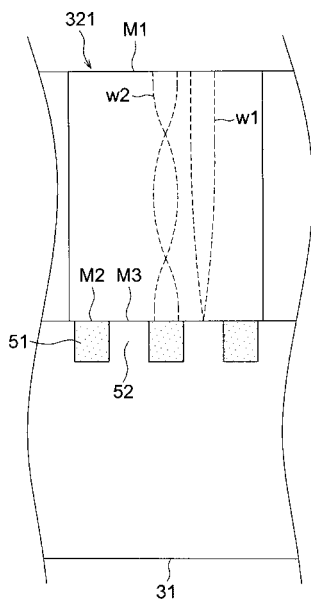
【図 3】



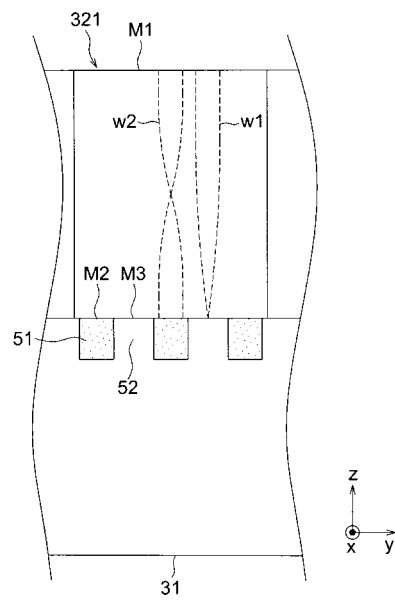
【図 4】



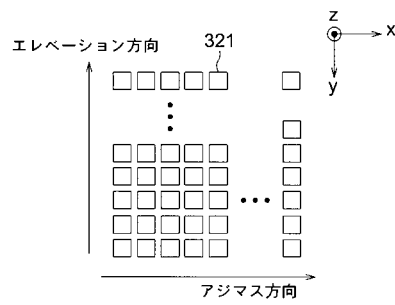
【図 6】



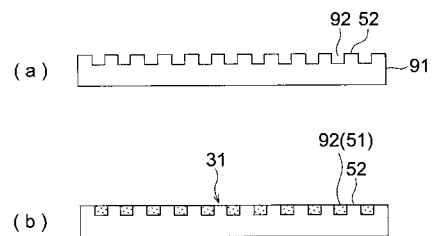
【図 5】



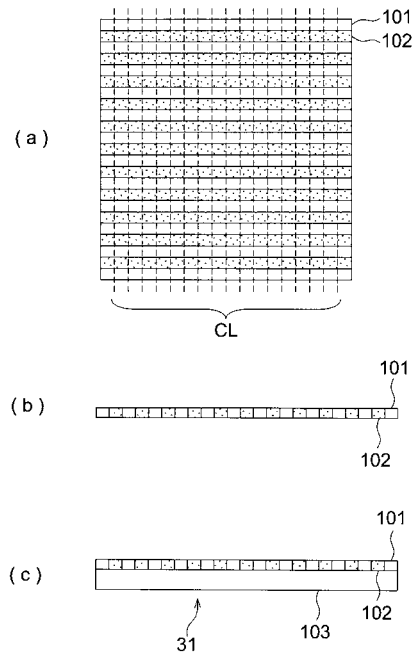
【図 7】



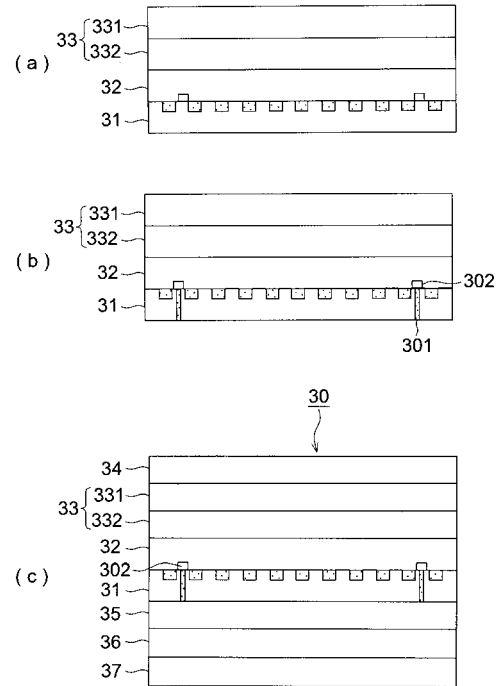
【図 8】



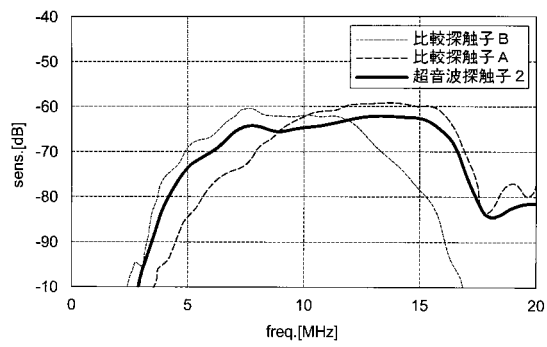
【図 9】



【図 10】



【図 11】



专利名称(译)	超声波探头及超声波探头的制造方法		
公开(公告)号	JP2012129595A	公开(公告)日	2012-07-05
申请号	JP2010276717	申请日	2010-12-13
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达医疗印刷器材有限公司		
[标]发明人	西久保雄一		
发明人	西久保 雄一		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 H04R31/00		
FI分类号	H04R17/00.330.K A61B8/00 H04R17/00.330.J H04R31/00.330		
F-TERM分类号	4C601/DE08 4C601/EE04 4C601/GB42 4C601/GB50 5D019/AA08 5D019/AA09 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG04 5D019/HH01		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：通过减少来自反射层的不必要的反射的影响，同时增加超声探头的透射带，来获得高清晰度的超声图像。提供了一种用于制造超声探头的方法。在压电元件的背面设置有反射层的超声波探头中，反射层具有两面平行且表面光滑的板状，该反射层的与压电元件相接的面为板状。一种结构，其中具有大于压电元件的声阻抗值的材料A和具有小于压电元件的声阻抗值的材料B以线条纹图案平行地重复，并且与材料A的反射层的压电元件接触。与压电元件接触的材料B的从表面到表面的深度方向上的距离和从表面的深度方向上的距离在反射层中都是恒定的。[选择图]图3

