

(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2014-188009

(P2014-188009A)

(43) 公開日 平成26年10月6日(2014.10.6)

(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 0 J	5 D 0 1 9
H 0 4 R 31/00 (2006.01)	H 0 4 R 31/00 3 3 0	

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2013-63263 (P2013-63263)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成25年3月26日 (2013. 3. 26)		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	大沼 憲司
			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 EE01 EE04 GB04 GB06 GB25
			GB26 GB27 GB31 GB33 GB41
			GB44 GB45 GB50
			5D019 AA22 FF04 GG01

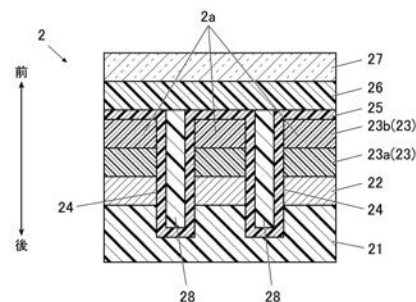
(54) 【発明の名称】 超音波探触子、超音波画像診断装置及び超音波探触子の製造方法

(57) 【要約】

【課題】送受信波形の分解能の高い超音波画像が得られる超音波探触子を提供する。

【解決手段】超音波探触子2は、超音波を送受信する圧電体22と、圧電体22の前面に設けられる少なくとも2層以上の第一音響整合層23と、第一音響整合層23のうち最も前側に位置する層の前面に設けられる保護層25と、保護層25の前面に設けられる少なくとも1層以上の第二音響整合層26と、第二音響整合層26のうち最も前側に位置する層の前面に設けられる音響レンズ27と、を備え、第二音響整合層26は、保護層25よりも音響インピーダンスが低く、音響レンズ27よりも音響インピーダンスが高い。

【選択図】図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波を送受信する圧電体と、
前記圧電体の前面に設けられる少なくとも 2 層以上の第一音響整合層と、
前記第一音響整合層のうち最も前側に位置する層の前面に設けられる保護層と、
前記保護層の前面に設けられる少なくとも 1 層以上の第二音響整合層と、
前記第二音響整合層のうち最も前側に位置する層の前面に設けられる音響レンズと、を
備え、

前記第二音響整合層は、前記保護層よりも音響インピーダンスが低く、前記音響レンズ
よりも音響インピーダンスが高いことを特徴とする超音波探触子。

10

【請求項 2】

前記第一音響整合層のうち最も前側に位置する層と前記保護層との層間の反射率が 30
% 以下であり、

前記保護層と前記第二音響整合層のうち最も後側に位置する層との層間の反射率が 30
% 以下であ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】

前記圧電体、前記第一音響整合層、前記保護層、前記第二音響整合層及び前記音響レン
ズは、互いに隣接する層間の反射率が 30 % 以下であることを特徴とする請求項 1 又は 2
に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記圧電体、前記第一音響整合層、前記保護層、前記第二音響整合層及び前記音響レン
ズは、この順に、音響インピーダンスが段階的に低くなっていることを特徴とする請求項
1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

20

【請求項 5】

前記第二音響整合層が 2 層以上設けられていることを特徴とする請求項 1 から 4 のい
ずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記保護層は、ポリパラキシリレン誘導体からなることを特徴とする請求項 1 から 5 の
いずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記第二音響整合層のうち少なくとも 1 層は、エポキシ - シリコンの複合体からなるこ
とを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

30

【請求項 8】

前記第一音響整合層の層間には、厚さ 1 μ m 以下の接着層が設けられていることを特徴
とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の超音波探触子。

【請求項 9】

前記第一音響整合層同士は、前後のいずれかの層を構成する材料と同一の材料によって
互いに接着されていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の超音波探
触子。

【請求項 10】

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 から 9 のいず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を表示するた
めの超音波画像データを生成する画像生成部と、

を備えることを特徴とする超音波画像診断装置。

【請求項 11】

圧電体及び少なくとも 2 層以上の第一音響整合層を積層して中間積層体を形成する工程
と、

前記中間積層体に切り込み溝を形成する工程と、

50

前記中間積層体の前面及び前記切り込み溝の内面に保護層を設ける工程と、

前記切り込み溝に充填材を充填する工程と、

音響レンズと少なくとも1層以上の第二音響整合層との積層体を、当該第二音響整合層が前記保護層に対向するように、前記保護層の前面に設置する工程と、を有し、

前記第二音響整合層は、前記保護層よりも音響インピーダンスが低く、且つ前記音響レンズよりも音響インピーダンスが高いことを特徴とする超音波探触子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波探触子、超音波画像診断装置及び超音波探触子の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

超音波は、非破壊且つ無害で被検体内部を調べることが可能であることから、欠陥の検査や疾患の診断等の様々な分野に応用されている。その応用分野の一つに、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。

【0003】

この超音波画像診断装置には、被検体に対して超音波を送受信する超音波探触子が設けられている。この超音波探触子は、圧電現象を利用することによって、駆動信号に基づいて機械振動して超音波を発生し、被検体内部において音響インピーダンスの差によっ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圧電素子を備えている。

20

超音波探触子は、圧電素子から出力される超音波をスライス方向に集束させる音響レンズと、圧電素子と音響レンズとの間に配置され、圧電素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、を備え、さらに、圧電素子の背面側には、超音波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が設けられている。

【0004】

音響整合層が、圧電素子と音響レンズとの間に複数層設けられ、各層の音響インピーダンスが、圧電素子側から音響レンズ側にかけて段階的に低くなるように設定されていると、各層間の音響インピーダンス差が小さくなり界面における音響反射を抑制できるため、分解能の高い超音波画像を生成することができる。

30

【0005】

ここで、複数の音響整合層のうち最も前側の音響整合層と音響レンズとの間に、ポリパラキシリレンからなる保護層を設ける技術が提供されている（例えば、特許文献1及び特許文献2参照）。当該保護層が設けられていることにより、当該保護層よりも後側に配置される圧電体等が電氣的、化学的、機械的に保護されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平11-178823号公報

40

【特許文献2】米国特許第5488957号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかしながら、保護層は圧電体等を保護すべく所定の電気特性及び耐薬品性を有している必要があるため、保護層に用いられる材料には制限があり、保護層の音響インピーダンスを一定値以下に抑えるようにすることが困難である。

上記従来技術のように音響整合層と音響レンズとの間に保護層が設けられている場合、音響整合層を多段に設けて圧電体と保護層との間の音響反射を抑制しても、保護層の音響インピーダンスが一定値以下に抑えられていないため、保護層と音響レンズとの間で音

50

響インピーダンスの差を調整できず、その界面における音響反射が大きくなるおそれがある。このようにプローブ内の音響反射が大きくなると、送受信波形の分解能が低下したり、アーチファクトが顕著に現れたりするおそれがある。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明は、プローブ内の音響反射を抑制した超音波探触子、これを備えた超音波画像診断装置、及びそのような超音波探触子の製造方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

以上の課題を解決するため、請求項 1 に記載の発明は、超音波探触子において、
超音波を送受信する圧電体と、
前記圧電体の前面に設けられる少なくとも 2 層以上の第一音響整合層と、
前記第一音響整合層のうち最も前側に位置する層の前面に設けられる保護層と、
前記保護層の前面に設けられる少なくとも 1 層以上の第二音響整合層と、
前記第二音響整合層のうち最も前側に位置する層の前面に設けられる音響レンズと、を
備え、

前記第二音響整合層は、前記保護層よりも音響インピーダンスが低く、前記音響レンズよりも音響インピーダンスが高いことを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

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、
前記第一音響整合層のうち最も前側に位置する層と前記保護層との層間の反射率が 3 0 % 以下であり、
前記保護層と前記第二音響整合層のうち最も後側に位置する層との層間の反射率が 3 0 % 以下であることを特徴とする。

【 0 0 1 1 】

請求項 3 に記載の発明は、請求項 1 又は 2 に記載の超音波探触子において、
前記圧電体、前記第一音響整合層、前記保護層、前記第二音響整合層及び前記音響レンズは、互いに隣接する層間の反射率が 3 0 % 以下であることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の超音波探触子において、
前記圧電体、前記第一音響整合層、前記保護層、前記第二音響整合層及び前記音響レンズは、この順に、音響インピーダンスが段階的に低くなっていることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の超音波探触子において、
前記第二音響整合層が 2 層以上設けられていることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

請求項 6 に記載の発明は、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の超音波探触子において、
前記保護層は、ポリパラキシリレン誘導体からなることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

請求項 7 に記載の発明は、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の超音波探触子において、
前記第二音響整合層のうち少なくとも 1 層は、エポキシ - シリコンの複合体からなることを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

請求項 8 に記載の発明は、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の超音波探触子において、
前記第一音響整合層の層間には、厚さ 1 μ m 以下の接着層が設けられていることを特徴

10

20

30

40

50

とする。

【 0 0 1 7 】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の超音波探触子において、

前記第一音響整合層同士は、前後のいずれかの層を構成する材料と同一の材料によって互いに接着されていることを特徴とする。

【 0 0 1 8 】

請求項 10 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 から 9 のいず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を表示するための超音波画像データを生成する画像生成部と、

を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

請求項 11 に記載の発明は、超音波探触子の製造方法であって、

圧電体及び少なくとも 2 層以上の第一音響整合層を積層して中間積層体を形成する工程と、

前記中間積層体に切り込み溝を形成する工程と、

前記中間積層体の前面及び前記切り込み溝の内面に保護層を設ける工程と、

前記切り込み溝に充填材を充填する工程と、

音響レンズと少なくとも 1 層以上の第二音響整合層との積層体を、当該第二音響整合層が前記保護層に対向するように、前記保護層の前面に設置する工程と、を有し、

前記第二音響整合層は、前記保護層よりも音響インピーダンスが低く、且つ前記音響レンズよりも音響インピーダンスが高いことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 2 0 】

本発明によれば、プローブ内の音響反射を抑制した超音波探触子、これを備えた超音波画像診断装置、及びそのような超音波探触子の製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】超音波画像診断装置の外観構成を示す図である。

【図 2】超音波画像診断装置の概略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断面図である。

【図 4】実施例の超音波探触子の概略構成を示す断面図である。

【図 5】比較例の超音波探触子の概略構成を示す断面図である。

【図 6】実施例の超音波探触子の送信信号波形を示す図である。

【図 7】比較例の超音波探触子の送信信号波形を示す図である。

【図 8】実施例及び比較例の超音波探触子の送信信号波形を処理して得られたグラフである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

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。

【 0 0 2 3 】

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。超音波探触子 2 は、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：エコー）を受信する。超音波画像診断装置本体 1 は、超音波探

10

20

30

40

50

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 に被検体に対して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。

【0024】

超音波探触子 2 は、圧電素子（後述する圧電体 22）からなる振動子 2a を備えており、この振動子 2a は、例えば、方位方向に一次元アレイ状に複数配列されている。本実施の形態では、例えば、192 個の振動子 2a を備えた超音波探触子 2 を用いている。なお、振動子 2a は、二次元アレイ状に配列されたものであっても良い。また、振動子 2a の個数は、任意に設定することができる。また、本実施の形態では、超音波探触子 2 につい

10

【0025】

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。

【0026】

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。

20

【0027】

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。また、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）を行うための回路である。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、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、後述する B モードによる超音波画像を取得する場合には、送信超音波を発生させる毎に駆動する振動子を方位方向にずらすことで走査（スキャン）を行う。また、本実施の形態では、送信部 12 は、パルスドブラー法による超音波画像を表示するためのパルス波による送信超音波を超音波探触子 2 に発生させることができる。

30

【0028】

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 2a 毎に対応した個別経路毎に、あらかじ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 2a 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。

40

【0029】

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

50

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。

【0030】

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。

【0031】

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。

【0032】

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良い。

【0033】

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。

【0034】

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

【0035】

超音波探触子 2 は、図 3 に示すように、例えば、バッキング層 21 と、図示しないフレキシブルプリント基板 (F P C ; Flexible printed circuits) を介してバッキング層 21 の前面に積層された圧電体 22 と、圧電体 22 の前面に積層された第一音響整合層 23 と、これらの層に形成された複数の切り込み溝 24 の内面及び第一音響整合層 23 の前面に設けられた保護層 25 と、保護層 25 の前面に積層された第二音響整合層 26 と、第二音響整合層 26 の前面に積層された音響レンズ 27 と、を備えて構成されている。なお、切り込み溝 24 の内部には、保護層 25 を介して充填材 28 が充填されている。

【0036】

バッキング層 21 は、圧電体 22 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 21 は、圧電体 22 の被検体に超音波を送受信する面と反対側の面に装着され、被検体と反対側の方向へ発生する超音波を吸収する。

【0037】

バッキング層 21 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

10

20

30

40

50

、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が適用できる。

【 0 0 3 8 】

好ましいパ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であり、その形状は圧電体 2 2 やこれ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。

【 0 0 3 9 】

圧電体 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あり、超音波の送受信が可能な素子（圧電素子）である。

【 0 0 4 0 】

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有する材料である。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11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料などを用いることができる。

【 0 0 4 1 】

圧電材料の厚さとしては、おおむね100～500μm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、振動子2aとして用いられる。

【 0 0 4 2 】

圧電材料に付される電極に用いられる材料としては、金（A u）、白金（P t）、銀（A g）、パラジウム（P d）、銅（C u）、アルミニウム（A l）、ニッケル（N i）、スズ（S n）などが挙げられる。

【 0 0 4 3 】

圧電材料に電極を付す方法としては、例えば、チタン（T i）やクロム（C r）などの下地金属をスパッタ法により0.02～1.0μm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1～10μmの厚さに形成する方法が挙げられる。

【 0 0 4 4 】

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、圧電材料上に、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。

【 0 0 4 5 】

圧電体22とパッキング層21は、図示しない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。

【 0 0 4 6 】

圧電体22は、電極がF P C（図示略）と接触されており、F P C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F P Cを介して圧電体22に入力され、圧電体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。

【 0 0 4 7 】

第一音響整合層23は、圧電体22と被検体との間の音響インピーダンスを整合させ、

10

20

30

40

50

境界面での反射を抑制するものである。第一音響整合層 2 3 は、圧電体 2 2 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。

【0048】

第一音響整合層 2 3 は、少なくとも 2 層以上設けられていれば良く、図 3 に示す例では第一音響整合層 2 3 a , 2 3 b が設けられている。一般に、第一音響整合層 2 3 の各層厚は、超音波の波長を λ とすると、 $\lambda / 4$ となるように定められていることが好ましい。しかしながら、第一音響整合層 2 3 が 3 層以上設けられているような場合や、第二音響整合層 2 6 が 2 層以上設けられているような場合においては、各音響整合層 2 3 , 2 6 の層厚は $\lambda / 8$ 程度となるように定められている。

【0049】

第一音響整合層 2 3 はそれぞれ、圧電体 2 2 の音響インピーダンスと被検体の音響インピーダンスの中間程度の音響インピーダンスを有する。また、図 3 に示す例では、前側の第一音響整合層 2 3 b の音響インピーダンスは、後側の第一音響整合層 2 3 a の音響インピーダンスよりも低く設定されている。つまり、2 層以上の第一音響整合層 2 3 は、後側から前側にかけて音響インピーダンスが漸次低くなるように設定される。また、第一音響整合層 2 3 のうち最も前に配置される第一音響整合層 2 3 (図 3 に示す例では、第一音響整合層 2 3 b) の音響インピーダンスは、後述する保護層 2 5 の音響インピーダンスよりも高い。

【0050】

第一音響整合層 2 3 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、熔融石英、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均一になるように混練、成型したものが適用できる。また、第一音響整合層 2 3 には、シリコン樹脂粒子が含有されているものとしても良い。

【0051】

第一音響整合層 2 3 a と第一音響整合層 2 3 b とは、図示しない接着層により接着されている。この接着層を形成するための接着剤は、エポキシ系の接着剤を用いることができる。ここで、この接着層の厚さを $1 \mu\text{m}$ 以下とすると、接着層の厚さが送信信号の波長よりも十分に小さくでき、不要な減衰及び音響反射を抑制できるため、好ましい。このため、接着層の厚さを $1 \mu\text{m}$ 以下とすることで、より分解能の高い超音波画像を得ることができる。

【0052】

なお、第一音響整合層 2 3 a と第一音響整合層 2 3 b とは、当該第一音響整合層 2 3 a 又は第一音響整合層 2 3 b を構成する材料によって互いに接着されているものとしても良い。具体的には、第一音響整合層 2 3 a 及び / 又は 2 3 b がエポキシ樹脂を固化させて構成されたものである場合には、固化前の当該エポキシ樹脂と同組成の樹脂を第一音響整合層 2 3 a と 2 3 b との間に介在させ、これを固化することにより、第一音響整合層 2 3 a と 2 3 b とを接着することができる。また、第一音響整合層 2 3 a 及び / 又は 2 3 b が金属材料で構成されている場合には、第一音響整合層 2 3 a 及び / 又は 2 3 b の接着面を熱や溶媒等で溶かし、これを再度固化することにより、第一音響整合層 2 3 a と 2 3 b とを接着することができる。このような方法によれば、接着層を別個に設ける必要がないため、当該接着層との界面における音響反射が発生しないため好ましい。

【0053】

また、第一音響整合層 2 3 が 3 層以上設けられている場合においても、上記した接着方法と同様の方法で各層を接着することができる。

【 0 0 5 4 】

なお、バッキング層 2 1、圧電体 2 2 及び第一音響整合層 2 3 は、ダイシングブレードによりダイシングされ、所定のピッチで複数の切り込み溝 2 4 が形成されている。これにより、複数の振動子 2 a が形成されている。

【 0 0 5 5 】

保護層 2 5 は、超音波画像診断の測定前後に超音波探触子 2 が洗浄される際などに、洗浄液の超音波探触子 2 内部への侵入を防止し圧電体 2 2 及びその電極を保護する層である。このため、保護層 2 5 は、ガスバリア性を有する材料によって形成されている。

また、本実施形態における保護層 2 5 の音響インピーダンスは、第一音響整合層 2 3 b の音響インピーダンスよりも小さく、音響レンズ 2 7 の音響インピーダンスよりも大きい値に設定されている。

このような保護層 2 5 は、第一音響整合層 2 3 のうち最も前側の層の前面及び切り込み溝 2 4 の内面を覆うように形成されている。

【 0 0 5 6 】

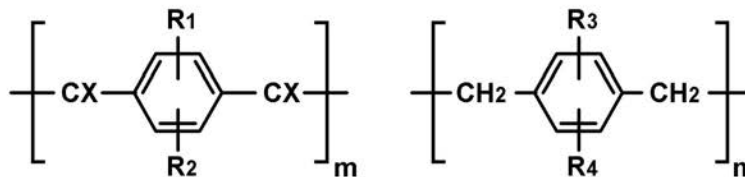
保護層 2 5 の材料としては、ポリパラキシリレン誘導体がいられることが好ましい。ポリパラキシリレン誘導体がいられる場合、保護層 2 5 は、従来公知の蒸着法により形成される。

ポリパラキシリレン誘導体としては、例えば、下記一般式 (1) で表されるポリパラキシリレン構造を有する化合物がいられる。

【 0 0 5 7 】

【 化 1 】

一般式(1)



【 0 0 5 8 】

一般式 (1) 中、X は、水素原子又はフッ素原子を表す。R₁、R₂、R₃ 及び R₄ は、それぞれ独立に、水素原子、塩素原子、アルキル基、アミノ基含有アルキル基又はホルミル基を表し、互いに同一であっても異なっても良い。m 及び n は、それぞれ独立に、重合度を表す正の整数であり、m = 0 であっても良いが、n = 0 となることはない。

【 0 0 5 9 】

また、一般式 (1) で表されるポリパラキシリレン構造を有する化合物としては、下記一般式 (2) ~ (5) で表される化合物が挙げられる。

【 0 0 6 0 】

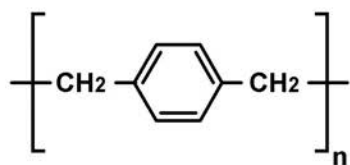
10

20

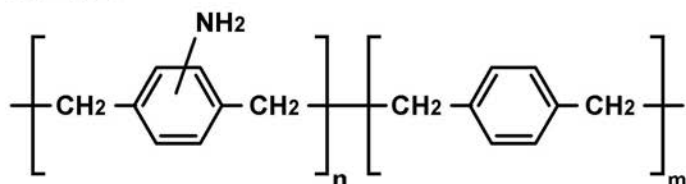
30

【化 2】

一般式(2)

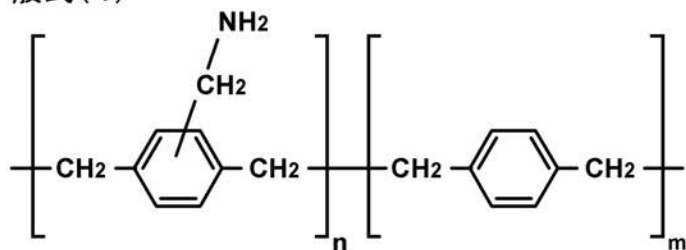


一般式(3)



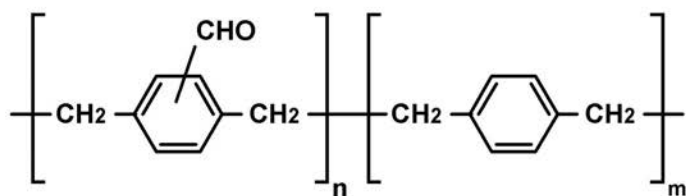
10

一般式(4)



20

一般式(5)



30

【0061】

一般式(2)～(5)中、m及びnは、一般式(1)におけるm及びnと同義である。

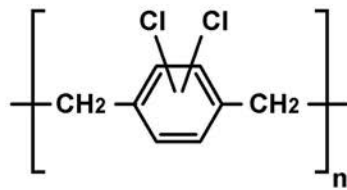
【0062】

また、一般式(1)で表されるポリパラキシリレン構造を有する化合物としては、下記一般式(6)～(8)で表される化合物が挙げられる。

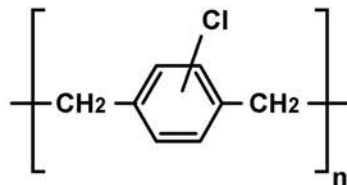
【0063】

【化 3】

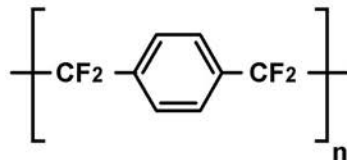
一般式(6)



一般式(7)



一般式(8)



10

20

【0064】

上記一般式(2)～(5)で表される化合物を用いた場合には、保護層25の密度が小さくなるため音響インピーダンスを小さくすることができ、上記一般式(6)～(8)で表される化合物を用いた場合には、保護層の25の密度が大きくなるため音響インピーダンスを大きくすることができる。

本実施形態によれば、保護層25の音響インピーダンスは、第一音響整合層23のうち最も前側の層の音響インピーダンスよりも小さく、音響レンズ27の音響インピーダンスよりも大きく設定されていれば良く、上記一般式(2)～(5)で表される化合物が用いられていても良いし、上記一般式(6)～(8)で表される化合物が用いられていても良い。

30

【0065】

また、保護層25の材料としては、ポリウレア樹脂を用いることもできる。ポリウレア樹脂としては、下記一般式(9)で表される構造を有する化合物を重合して得られる化合物を含有していることが好ましい。

【0066】

一般式(9)： $R_1 - J_1 - X_1 - J_2 - R_2$

一般式(9)中、 J_1 及び J_2 は、それぞれ独立に、2価の連結基を表し、互いに同一であっても良いし異なっても良い。 X_1 は、極性を持つ2価の基を表し、 $-\text{CO}-$ 、 $-\text{NHCO}-$ 、 $-\text{COO}-$ 、 $-\text{SO}_2\text{NH}-$ 、 $-\text{SO}_3-$ 、 $-\text{SO}_2-$ 、 $-\text{SO}-$ 、 $-\text{NHCOO}-$ 又は $-\text{NHCONH}-$ を表す。 R_1 及び R_2 は、それぞれ独立に、官能基を表し、 $-\text{NH}_2$ 又は $-\text{NCO}$ を表す。

40

【0067】

本発明に係る保護層25を構成するポリウレア膜を形成する方法としては、従来公知の蒸着重合法を採用することができる。

【0068】

蒸着重合法的具体的方法・条件については、特開平7-258370号公報、特開平5-311399号公報、及び特開2006-49418号公報に開示されている方法等が参考となる。

【0069】

50

蒸着重合は、通常、 $1.33 \times 10^{-2} \sim 1.33 \times 10^{-3}$ Pa 程度の圧力下で二つの蒸発源からそれぞれ二種類のモノマーを蒸発させて被蒸着面上で重合反応を起こさせ、被蒸着面上に重合体薄膜を形成する方法である。蒸着重合では、上記圧力下で被蒸着面上に到達したモノマー同士をそれぞれのモノマーに固有の蒸気圧によって定まる一定の滞留時間内に反応させる必要がある。この滞留時間は一般的に非常に短いため、それぞれのモノマーは反応性が極めて高いことが望まれる。蒸着重合によって2種類のモノマーを重付加してポリウレア樹脂組成物を形成する際には、蒸着装置本体のチャンバー内側上部に、被蒸着面を下側に向けて被蒸着基板がセットされる。チャンバー内側下部にはタングステンボードなどの容器が2つあり、それぞれの容器の底部には抵抗加熱器などの加熱手段が付設され、2つの容器にそれぞれ収容された蒸着源を加熱できるようになっている。

10

【0070】

保護層25を構成する、ポリウレア樹脂の具体例としては、以下の樹脂を挙げることができる。

【0071】

真空中でアミン成分とイソシアネート成分とを別々の蒸発源から蒸発させ、これを探触子表面上で蒸着重合によりポリウレア膜を形成することが好ましい。

【0072】

原料として使用するアミンは、分子内にアミノ基を2つ以上有するポリアミンが好ましく、ジアミンが最も好ましい。ポリアミンとして、例えば、2,7-ジアミノ-9H-フルオレン、3,6-ジアミノアクリジン、アクリフラビン、アクリジンイエロー、2,2-ビス(4-アミノフェニル)ヘキサフルオロプロパン、4,4'-ジアミノベンゾフェノン、ビス(4-アミノフェニル)スルホン、4,4'-ジアミノジフェニルエーテル、ビス(4-アミノフェニル)スルフィド、1,1-ビス(4-アミノフェニル)シクロヘキサン、4,4'-ジアミノジフェニルメタン、3,3'-ジアミノジフェニルメタン、3,3'-ジアミノベンゾフェノン、4,4'-ジアミノ-3,3'-ジメチルジフェニルメタン、4-(フェニルジアゼニル)ベンゼン-1,3-ジアミン、1,5-ジアミノナフタレン、1,3-フェニレンジアミン、2,4-ジアミノトルエン、2,6-ジアミノトルエン、1,8-ジアミノナフタレン、1,3-ジアミノプロパン、1,3-ジアミノペンタン、2,2-ジメチル-1,3-プロパンジアミン、1,5-ジアミノペンタン、2-メチル-1,5-ジアミノペンタン、1,7-ジアミノヘプタン、N,N-ビス(3-アミノプロピル)メチルアミン、1,3-ジアミノ-2-プロパノール、ジエチレングリコールビス(3-アミノプロピル)エーテル、m-キシリレンジアミン、テトラエチレンペンタミン、1,3-ビス(アミノメチル)シクロヘキサン、ベンゾグアナミン、2,4-ジアミノ-1,3,5-トリアジン、2,4-ジアミノ-6-メチル-1,3,5-トリアジン、6-クロロ-2,4-ジアミノピリミジン、2-クロロ-4,6-ジアミノ-1,3,5-トリアジン等が挙げられる。

20

30

【0073】

原料として使用するイソシアネートは、分子内にイソシアネート基を2つ以上有するポリイソシアネートであれば特に構わないが、アルキルポリイソシアネート又は芳香族ポリイソシアネートが好ましく、アルキルジイソシアネート又は芳香族ジイソシアネートが更に好ましい。アルキルポリイソシアネートは、複数のイソシアネート基が全てアルキル鎖を介して存在している化合物であり、例えば、1,3-ビス(イソシアナトメチル)シクロヘキサン、ジイソシアネート酸イソホロン、トリメチレンジイソシアネート、テトラメチレンジイソシアネート、ペンタメチレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、1,3-シクロペンタンジイソシアネート等が挙げられる。

40

【0074】

芳香族ポリイソシアネートとは、複数のイソシアネート基が全て芳香族環と直接結合している化合物であり、例えば、9H-フルオレン-2,7-ジイソシアネート、9H-フルオレン-9-オン-2,7-ジイソシアネート、4,4'-ジフェニルメタンジイソシ

50

アナート、１，３－フェニレンジイソシアナート、トリレン－２，４－ジイソシアナート、トリレン－２，６－ジイソシアナート、１，３－ビス（イソシアナトメチル）シクロヘキサン、２，２－ビス（４－イソシアナトフェニル）ヘキサフルオロプロパン、１，５－ジイソシアナトナフタレン等が挙げられる。

【００７５】

本実施の形態に係る保護層２５の膜厚は、０．５～５．０μｍであることが好ましいが、より好ましくは２．０～４．０μｍである。

【００７６】

また、保護層２５で内面が被覆された切り込み溝２４には、充填材２８が充填されている。これにより、保護層２５に覆われた中間積層体の前面が平坦になっている。

充填材２８として用いられる材料は、エポキシ樹脂やシリコン樹脂などの汎用樹脂が挙げられる。これらの材料には、物性調整のためにフィラーなどの他の添加物が加えられていても良い。

【００７７】

第二音響整合層２６は、保護層２５と音響レンズ２７との間に少なくとも１層以上設けられている。第二音響整合層２６は、保護層２５と音響レンズ２７との間の音響インピーダンスを整合させ、保護層２５と音響レンズ２７との境界面での反射を抑制する層である。

【００７８】

第二音響整合層２６は、上記した第一音響整合層２３と略同じ構成であるが、音響インピーダンスが保護層２５の音響インピーダンスよりも低く、音響レンズ２７の音響インピーダンスよりも高い点で異なっている。

【００７９】

第二音響整合層２６は、図３に示す例では、１層のみ設けられているが、２層以上設けられていることが好ましい。第二音響整合層２６が複数層設けられている場合には、各層の音響インピーダンスがいずれも保護層２５の音響インピーダンスよりも低く且つ音響レンズ２７の音響インピーダンスよりも高く設定され、後側（保護層２５側）から前側（音響レンズ２７側）にかけて段階的に音響インピーダンスが低くなるように設定されている。

また、２層以上の第二音響整合層２６は、上記した２層以上の第一音響整合層２３と同様の方法で、互いに接着されているものとしても良い。

【００８０】

第二音響整合層２６に用いられる材料としては、上記第一音響整合層２３に用いられる材料と同様のものが挙げられ、第二音響整合層２６の音響インピーダンスの値が、保護層２５の音響インピーダンスよりも低く音響レンズ２７の音響インピーダンスよりも高くなるように各種材料を組み合わせる等して用いられている。

具体的には、例えば、第二音響整合層２６の材料として、エポキシ樹脂とシリコン粒子との複合材料を用いると、第二音響整合層２６の音響インピーダンスを、保護層２５の音響インピーダンスよりも低く且つ音響レンズ２７の音響インピーダンスよりも高く設定することが可能である。

【００８１】

ここで、第一音響整合層２３のうち最も前側に位置する層（図３に示す例では、第一音響整合層２３ｂ）と保護層２５との層間の反射率を３０％以下、保護層２５と第二音響整合層２６との層間の反射率を３０％以下とすると、各層間の界面における音響反射をより効果的に抑制でき、これらの各層間の音響反射に起因する送受信波形のリングングを顕著に低減できるため、好ましい。このように各層を構成することで、より分解能の高い超音波画像を得ることができる。

本発明において、反射率は、下記式（Ａ）で算出される値をいう。

式（Ａ）

$$\text{反射率（％）} = (Z1 - Z2) / (Z1 + Z2) \times 100$$

10

20

30

40

50

Z 1 : 互いに隣接する 2 つの層のうち前側に位置する層の音響インピーダンス

Z 2 : 互いに隣接する 2 つの層のうち後側に位置する層の音響インピーダンス

なお、層間の反射率が小さくなるように、第一音響整合層 2 3 及び第二音響整合層 2 6 は可能な限り多層に設けられていることが好ましいため、本発明において層間の反射率の下限值は特に規定していない。

【 0 0 8 2 】

音響レンズ 2 7 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配置されるものである。すなわち、音響レンズ 2 7 は、超音波探触子 2 の被検体と接する側に設けられ、圧電体 2 2 にて発生した超音波を、被検体に効率良く入射させる。音響レンズ 2 7 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。

10

【 0 0 8 3 】

音響レンズ 2 7 は、被検体と略同程度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。

【 0 0 8 4 】

音響レンズ 2 7 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。

20

【 0 0 8 5 】

本実施の形態で使用されるシリコン系ゴムとしては、シリコンゴム、フッ素シリコンゴム等が挙げられる。特に、レンズ材の特性上、シリコンゴムを使用することが好ましい。シリコンゴムとは、Si - O 結合からなる分子骨格を有し、その Si 原子に複数の有機基が主結合したオルガノポリシロキサンをいい、通常は、その主成分はメチルポリシロキサンで、全体の有機基のうち 9 0 % 以上はメチル基である。メチル基に代えて水素原子、フェニル基、ビニル基、アリル基等を導入したものも使用することができる。当該シリコンゴムは、例えば、高重合度のオルガノポリシロキサンに過酸化ベンゾイルなどの硬化剤（加硫剤）を混練し、加熱加硫し硬化させることにより得ることができる。必要に応じてシリカ、ナイロン粉末等の有機又は無機充填剤、硫黄、酸化亜鉛等の加硫助剤等を添加しても良い。

30

【 0 0 8 6 】

本実施の形態で使用されるブタジエン系ゴムとしては、ブタジエン単独又はブタジエンを主体としこれに少量のスチロール又はアクリロニトリルが共重合した共重合ゴム等が挙げられる。特に、レンズ材の特性上、ブタジエンゴムを使用することが好ましい。ブタジエンゴムとは、共役二重結合を有するブタジエンの重合により得られる合成ゴムをいう。ブタジエンゴムは、共役二重結合を有するブタジエン単独が 1 . 4 又は 1 . 2 重合することにより得ることができる。ブタジエンゴムは、硫黄等により加硫させたものが使用できる。

40

【 0 0 8 7 】

本実施の形態に係る音響レンズ 2 7 においては、シリコン系ゴムとブタジエン系ゴムとを混合し加硫硬化させることにより得ることができる。例えば、シリコンゴムとブタジエンゴムとを適宜割合で、混練ロールにより、混合し、過酸化ベンゾイルなどの加硫剤を添加し、加熱加硫し架橋（硬化）させることにより得ることができる。その際に、加硫助剤として、酸化亜鉛を添加することが好ましい。酸化亜鉛は、レンズ特性を落とさずに、加硫促進を促し、加硫時間を短縮できる。他に、着色剤や音響レンズの特性を損なわない範囲内で他の添加剤を添加しても良い。シリコン系ゴムとブタジエン系ゴムとの混合割合は、その音響インピーダンスが人体に近似しているとともに、その音速が人体より小さく、減衰が少ないものを得るには、通常、1 : 1 が好ましいが、当該混合割合は適宜変更可能

50

である。

【0088】

シリコンゴムは、市販品として入手することができ、例えば信越化学社製、KE742U、KE752U、KE931U、KE941U、KE951U、KE961U、KE850U、KE555U、KE575U等や、モメンティブパフォーマンスマテリアル社製のTSE221-3U、TE221-4U、TSE2233U、XE20-523-4U、TSE27-4U、TSE260-3U、TSE-260-4Uやダウコーニング東レ社製のSH35U、SH55UA、SH831U、SE6749U、SE1120USE4704Uなどを用いることができる。

【0089】

なお、本実施の形態においては、上記シリコン系ゴム等のゴム素材をベース（主成分）として、音速調整、密度調整等の目的に応じ、シリカ、アルミナ、酸化チタンなどの無機充填剤や、ナイロンなどの有機樹脂等を配合することもできる。

【0090】

上記した、バッキング層21、圧電体22、第一音響整合層23a、23b、保護層25、第二音響整合層26及び音響レンズ27は、この順に音響インピーダンスが段階的に低くなるように構成されており、このため、各層間の界面における音響反射が効果的に抑制されている。

【0091】

また、バッキング層21、圧電体22、第一音響整合層23a、23b、保護層25、第二音響整合層26及び音響レンズ27は、互いに隣接する層間の反射率を30%以下とすると、第一音響反射層23bと保護層25との界面における音響反射、及び、保護層25と第二音響整合層26との界面における音響反射のみならず、その他の層の各層間の界面における音響反射も効果的に抑制できるため、好ましい。この点、第一音響整合層23が3層以上設けられている場合においても同様であり、また、第二音響整合層26が2層以上設けられている場合においても同様である。

なお、上記した第一音響整合層23と保護層25との反射率及び保護層25と第二音響整合層26との反射率と同様、各層の層間の反射率が小さくなるように、第一音響整合層23及び第二音響整合層26が可能な限り多層に設けられていることが好ましいため、反射率の下限値は特に規定してしない。

【0092】

ここで、上記したように構成される超音波探触子2を製造する方法について以下に説明する。

【0093】

まず、上記したバッキング層21、圧電体22及び第一音響整合層23a、23bを積層して中間積層体を形成する。すなわち、圧電体22の後面側の電極に対してバッキング材を接着してバッキング層21を形成するとともに、圧電体22の前面側の電極に対して第一音響整合層23を接着する。

【0094】

次に、形成した中間積層体に対して複数の切り込み溝24を入れる切断工程を行う。すなわち、ダイシングブレードにより、バッキング層21を基台として、第一音響整合層23側からバッキング層21に達するように、中間積層体を所定間隔でダイシングする。これにより、圧電体22が複数に分割され、複数チャンネルの振動子2aが1次元アレイ状に形成された超音波探触子2が形成される。振動子2aの間には、切断を行ったダイシングブレードの刃厚に応じた幅の空隙からなる切り込み溝24が形成される。

【0095】

次に、切り込み溝24が形成された中間積層体の前面に保護層25を設ける工程を行う。すなわち、中間積層体の前面側にポリパラキシリレン誘導体等を蒸着させることにより、第一音響整合層23bの前面及び切り込み溝25の内面を覆う保護層25を形成する。

【0096】

10

20

30

40

50

次に、複数の切り込み溝 24 に所定の充填材 28 を充填する工程を行う。これにより、中間積層体の前面に凹状に設けられた切り込み溝 24 が充填材 28 により埋められて、中間積層体の前面が平坦状になる。

【0097】

最後に、切り込み溝 24 に充填材 28 が充填された後の中間積層体の前面に、音響レンズ 27 を接着する工程を行う。ここで、本実施形態においては、音響レンズ 27 の中間積層体に対向する面には、あらかじめ第二音響整合層 26 が設けられている。これにより、音響レンズ 27 を中間積層体の前面に接着すると、保護層 25 と音響レンズ 27 との間に第二音響整合層 26 が設けられる。

以上のようにして、超音波探触子 2 が製造される。

10

【0098】

このような製造方法によれば、あらかじめ一方の面に第二音響整合層 26 が設けられた音響レンズ 27 を、中間積層体に積層するため、圧電体 22 と保護層 25 との間に設ける音響整合層の層数を少なくでき、超音波探触子 2 の製造する工程を簡略化できる。

また、あらかじめ一方の面に第二音響整合層 26 が設けられた音響レンズ 27 を、中間積層体に積層するため、第二音響整合層 26 の厚さ分だけ中間積層体の厚さが小さくなり、ダイシングが容易となる。

【0099】

なお、上記製造方法では、切り込み溝 24 に充填材 28 が充填された中間積層体に、音響レンズ 27 と第二音響整合層 26 との積層体を接着することで超音波探触子 2 を製造するものとしたが、上記した超音波探触子 2 の製造方法はこれに限られるものではない。すなわち、切り込み溝 24 に充填材 28 が充填された中間積層体の前面に、第二音響整合層 26 を設けた後、当該第二音響整合層 26 の前面に音響レンズ 27 を設けることにより製造されても良い。

20

【0100】

以上、本実施形態によれば、保護層 25 と音響レンズ 27 との間に、保護層 25 よりも音響インピーダンスが低く音響レンズ 27 よりも音響インピーダンスが高い第二音響整合層 26 が少なくとも 1 層以上設けられているので、保護層 25 と音響レンズ 27 との間において層間の音響インピーダンスの差を小さくすることができ、保護層 25 と音響レンズ 27 との間の音響反射を抑制することができる。これにより、送受信波形の分解能を高く

30

【0101】

また、第一音響整合層 23 のうち最も前側に位置する層と保護層 25 との層間の反射率が 30% 以下であり、保護層 25 と第二音響整合層 26 のうち最も後側に位置する層との層間の反射率が 30% 以下であるので、第一音響整合層 23 と保護層 25 との界面における音響反射及び保護層 25 と第二音響整合層 26 との界面における音響反射を抑制することができる。

【0102】

また、バッキング層 21、圧電体 22、第一音響整合層 23、保護層 25、第二音響整合層 26 及び音響レンズ 27 が、互いに隣接する層間の反射率が 30% 以下であるので、バッキング層 21 から音響レンズ 27 までにかけての各界面における音響反射を抑制することができる。

40

【0103】

また、バッキング層 21、圧電体 22、第一音響整合層 23、保護層 25、第二音響整合層 26 及び音響レンズ 27 が、この順に音響インピーダンスが段階的に低くなっているため、バッキング層 21 から音響レンズ 27 までにかけて各界面における音響反射をより確実に抑制することができる。

【0104】

また、第二音響整合層 26 が 2 層以上設けられている場合には、保護層 25 と音響レンズ 27 との間の音響インピーダンスの差を更に小さくすることができるため、保護層 25

50

と音響レンズ 27 との界面における音響反射をより確実に抑制することができる。

【0105】

また、第一音響整合層 23 の層間及び 1 第二音響整合層 26 の層間に、厚み $1\ \mu\text{m}$ 以下の接着層が設けられているので、当該接着層との界面における音響反射を無視できる程度に十分に抑制することができる。

【0106】

また、2 層以上の第一音響整合層 23 同士及び 1 層以上の第二音響整合層 26 同士が、上下のいずれかの整合層を構成する材料と同一の材料によって互いに接着されている場合には、接着層が設けられることによる当該接着層との界面における音響反射を発生させないようにすることができる。

10

【0107】

なお、上記した実施形態では、バッキング層 21 の前面に圧電体 22 が設けられているものとしたが、バッキング層 21 と圧電体 22 との間に更に反射層が設けられていても良い。

反射層は、圧電体 22 で発生した超音波を反射する層であり、圧電体 22 とバッキング層 21 との間、より具体的には圧電体 22 と図示しないフレキシブルプリント基板との間に接着されて設けられる。反射層は、圧電体 22 から後側方向に照射される超音波を、前側（被検体側）へ反射させて、被検体に入射する超音波のパワーを増大させる。反射層は、超音波を反射させるものであるため、圧電体 22 よりも音響インピーダンスが大きいものが材料として用いられることが好ましく、例えばタンゲステン等が用いられる。また、反射層は高い導電性を有する物質であるため、フレキシブルプリント基板と圧電体 22 を電氣的に接続することが可能である。

20

【実施例】

【0108】

以下、実施例により本発明をより詳細に説明するが、勿論本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0109】

《超音波探触子 2A, 2B の作製》

まず、バッキング層 21 及び圧電体 22 の前面に、層厚 $65\ \mu\text{m}$ の第一音響整合層 23a、層厚 $45\ \mu\text{m}$ の第一音響整合層 23b、層厚 $35\ \mu\text{m}$ の第一音響整合層 23c、層厚 $35\ \mu\text{m}$ の第一音響整合層 23d、層厚 $3\ \mu\text{m}$ の保護層 25、層厚 $35\ \mu\text{m}$ の第二音響整合層 26、層厚 $500\ \mu\text{m}$ の音響レンズ 27 をこの順に積層して、図 4 に示すような超音波探触子 2A を作製した。

30

超音波探触子 2A を構成する各層の材料は、音響インピーダンスが次の値となるように、上記した各種材料から適宜選択して用いた。すなわち、第一音響整合層 23a の音響インピーダンスが $13.8\ \text{MRayl}$ 、第一音響整合層 23b の音響インピーダンスが $9.4\ \text{MRayl}$ 、第一音響整合層 23c の音響インピーダンスが $5.7\ \text{MRayl}$ 、第一音響整合層 23d の音響インピーダンスが $3.3\ \text{MRayl}$ 、保護層 25 の音響インピーダンスが $2.9\ \text{MRayl}$ 、第二音響整合層 26 の音響インピーダンスが $1.9\ \text{MRayl}$ 、音響レンズ 27 の音響インピーダンスが $1.3\ \text{MRayl}$ となるように各層を形成した。なお、各構成層は、エポキシ樹脂系接着剤を用いて、層厚 $1\ \mu\text{m}$ 以下の接着層により互いに接合した。また、以下に示す評価結果において、各構成層の音響インピーダンスが上記の値に設定されていれば、各構成層の材料はいずれであっても良い。

40

【0110】

このようにして作製した超音波探触子 2A の各構成層のうち、隣接する層同士の層間反射率を上記した式 (A) により算出した。その値を表 1 に示す。

【0111】

【表 1】

超音波探触子 2 A の構成層	層間反射率 (%)
第二音響整合層 2 6 / 音響レンズ 2 7	18.8
保護層 2 5 / 第二音響整合層 2 6	20.8
第一音響整合層 2 3 d / 保護層 2 5	6.5
第一音響整合層 2 3 c / 第一音響整合層 2 3 d	26.7
第一音響整合層 2 3 b / 第一音響整合層 2 3 c	24.5
第一音響整合層 2 3 a / 第一音響整合層 2 3 b	19.0

10

【0 1 1 2】

また、比較例として、図 5 に示すような超音波探触子 2 B を作製した。超音波探触子 2 B は、第二音響整合層 2 6 を設けず、第一音響整合層 2 3 d と保護層 2 5 との間に更に層厚 $35\mu\text{m}$ の第一音響整合層 2 3 e を設けた以外は、上記した超音波探触子 2 A と同様に作製した。なお、第一音響整合層 2 3 e は、上記超音波探触子 2 A の第二音響整合層 2 6 と同一の材料を用いて形成した。

20

【0 1 1 3】

このようにして作製した超音波探触子 2 B の各構成層のうち、隣接する層同士の層間反射率を上記した式 (A) により算出した。その値を表 2 に示す。

【0 1 1 4】

【表 2】

超音波探触子 2 B の構成層	層間反射率 (%)
保護層 2 5 / 音響レンズ 2 7	38.1
第一音響整合層 2 3 e / 保護層 2 5	20.8
第一音響整合層 2 3 d / 第一音響整合層 2 3 e	26.9
第一音響整合層 2 3 c / 第一音響整合層 2 3 d	26.7
第一音響整合層 2 3 b / 第一音響整合層 2 3 c	24.5
第一音響整合層 2 3 a / 第一音響整合層 2 3 b	19.0

30

【0 1 1 5】

《超音波探触子 2 A , 2 B の評価》

上記のようにして作製した超音波探触子 2 A , 2 B に対し、パルサー (パナメトリクス社製 5900PR)、ハイドロホン (Sonora 社製 804) 及びオシロスコープ (Tektronix 社製 TPS5032) を用いて評価を行った。

【0 1 1 6】

まず、脱気した水中に上記ハイドロホンを設置した。そして、超音波探触子 2 A 又は 2 B を、当該超音波探触子の焦点距離とハイドロホンの焦点距離とが合い、且つ、ハイドロホンの受信感度が最も高くなる位置に固定した。そして、 -120V のインパルス駆動により広帯域 (30MHz まで平坦) なパルスを送信し、ハイドロホンにて受信された信号波形、すなわち送信信号波形の比較を行った。超音波探触子 2 A の送信信号波形を図 6 に

50

示し、超音波探触子 2 B の送信信号波形を図 7 に示した。

【 0 1 1 7 】

図 6 及び図 7 に示す信号波形を比較すべく、得られた信号を包絡線処理して最大値が 0 d B になるよう規格化した。その規格化したグラフを図 8 に示す。なお、図 8 中、A が超音波探触子 2 A の信号から得られたグラフを示し、B が超音波探触子 2 B の信号から得られたグラフを示している。図 8 に示す結果から、主となるピークの 6 d B パルス幅、2 0 d B パルス幅をそれぞれ求め、時間方向において主となるピークの次に現れるピークの値を 2 n d 肩（セカンドショルダ）ピーク値として求めた。得られた値を表 3 に示す。

ここで、グラフ中のピークのパルス幅（時間）は小さいほど分解能が高いことを示している。また、グラフ中の 2 n d 肩ピーク値は小さいほどリングングの発生が抑えられて、主ピークによるエコーの後ろに発生する不要な虚像信号を小さく抑えられることを示している。なお、2 n d 肩ピーク値は、好ましくは - 2 0 d B 以下である。

【 0 1 1 8 】

【表 3】

サンプル	6 d B パルス幅 (nsec)	2 0 d B パルス幅 (nsec)	2 n d 肩ピーク値 (dB)
超音波探触子 2 A	0.11	0.29	-23
超音波探触子 2 B	0.13	0.54	-18

【 0 1 1 9 】

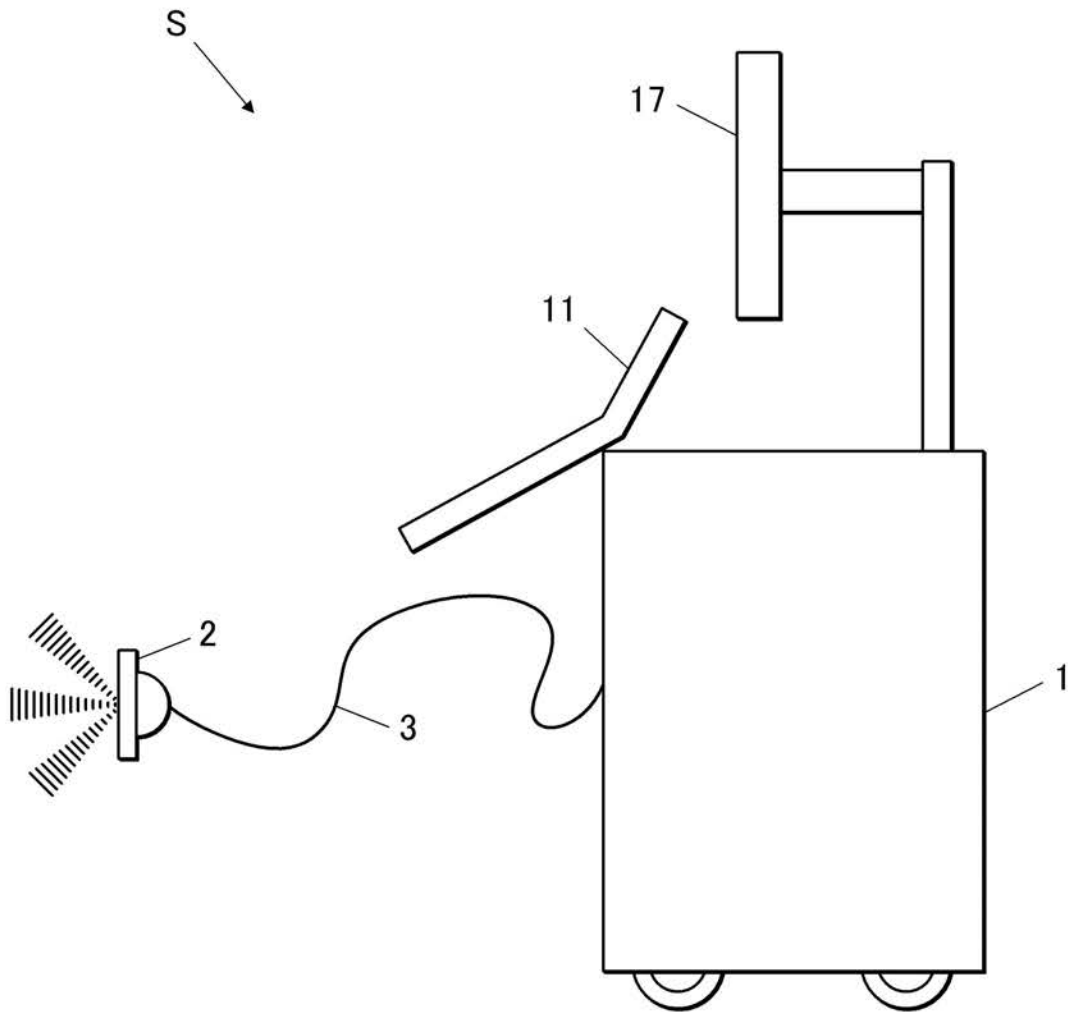
表 3 に示すように、本発明に係る超音波探触子 2 A を用いると、主ピークのパルス幅が小さく、しかも 2 n d 肩ピーク値が小さいため、分解能が高く、鮮明な超音波画像が得られる。したがって、保護層 2 5 と音響レンズ 2 7 との間に第二音響整合層 2 6 を設けた超音波探触子 2 A が、超音波探触子 2 B よりも優れていることが示された。

【符号の説明】

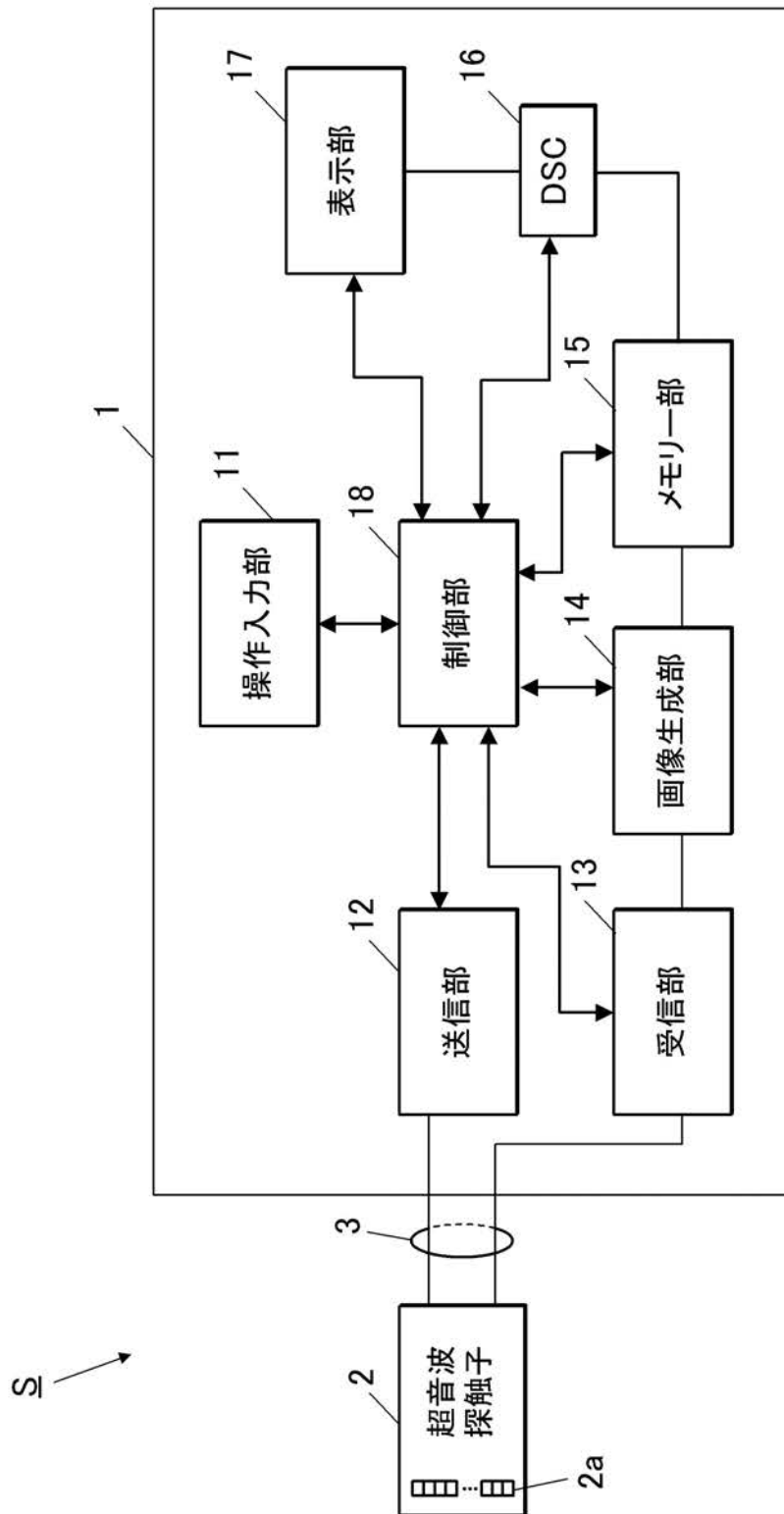
【 0 1 2 0 】

- 1 超音波画像診断装置本体
- 2 , 2 A , 2 B 超音波探触子
- 2 a 振動子
- 1 1 操作入力部
- 1 2 送信部
- 1 3 受信部
- 1 4 画像生成部
- 1 8 制御部
- 2 1 バッキング層
- 2 2 圧電体
- 2 3 第一音響整合層
- 2 3 a , 2 3 b , 2 3 c , 2 3 d , 2 3 e 第一音響整合層
- 2 4 切り込み溝
- 2 5 保護層
- 2 6 第二音響整合層
- 2 7 音響レンズ
- 2 8 充填材
- S 超音波画像診断装置

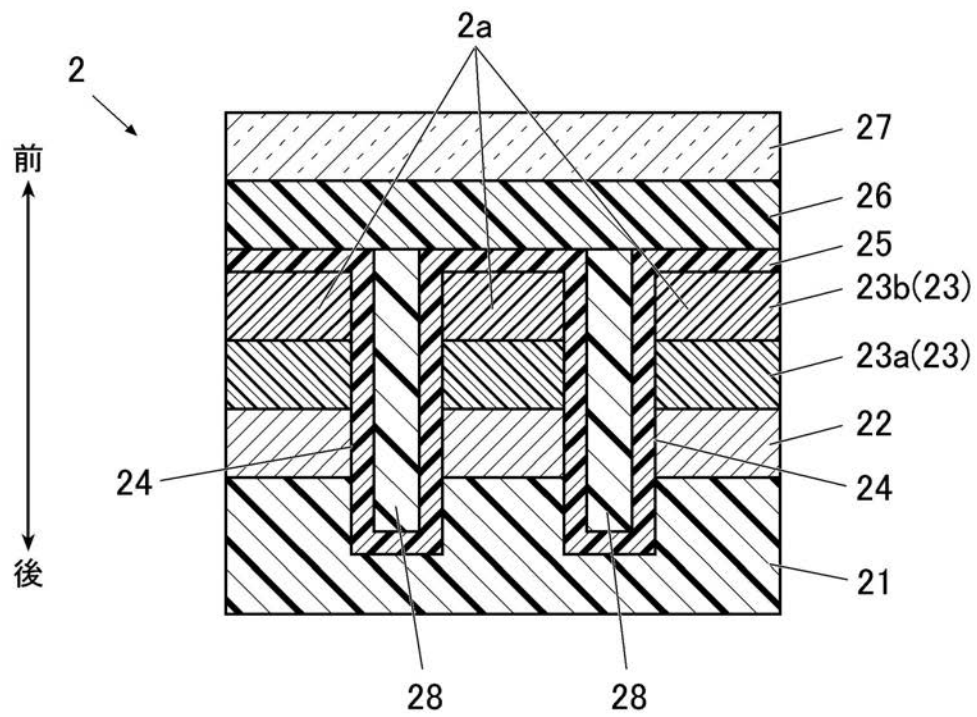
【 図 1 】



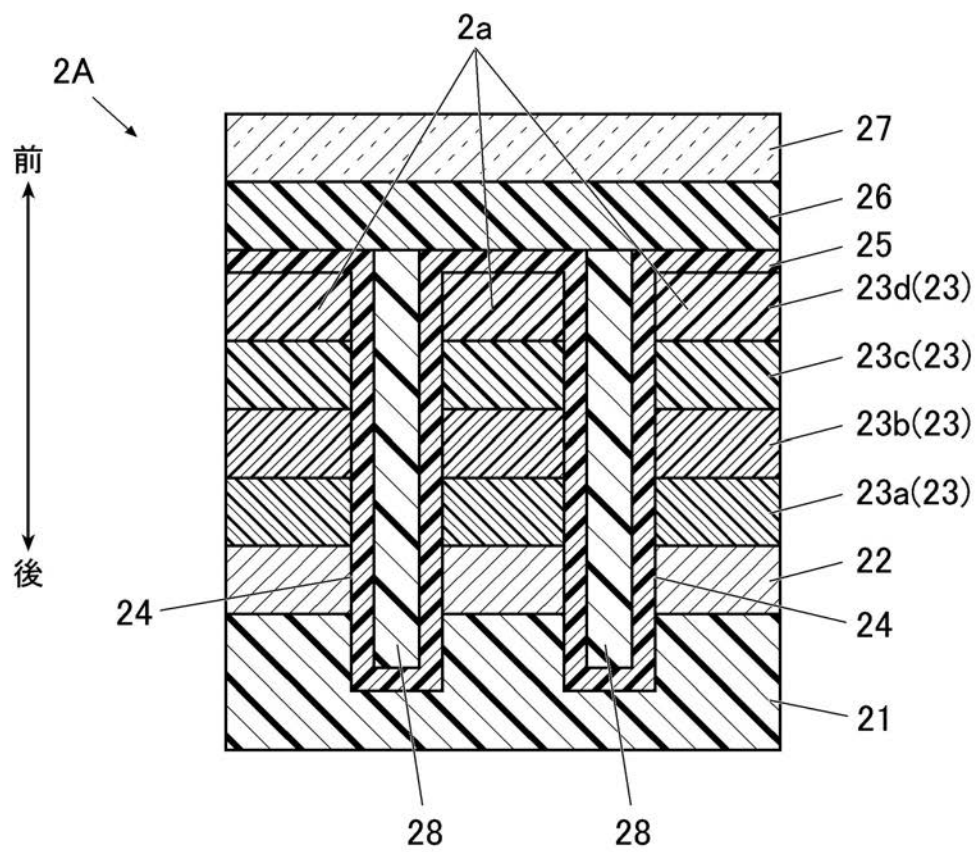
【図 2】



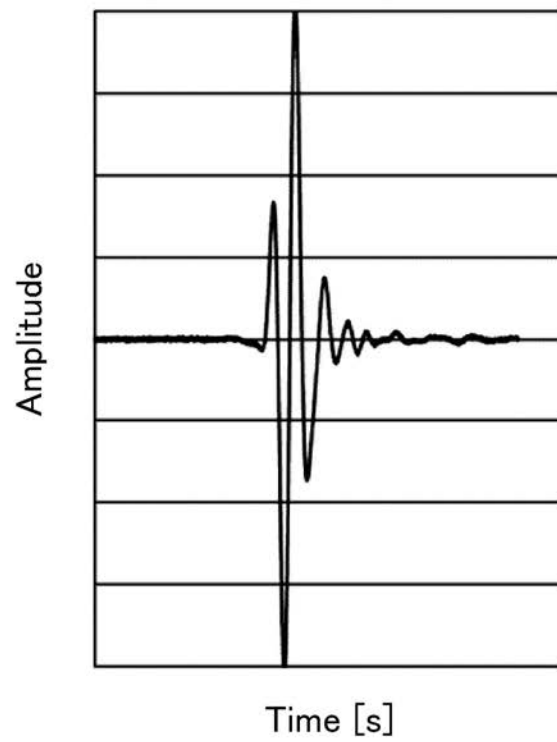
【 図 3 】



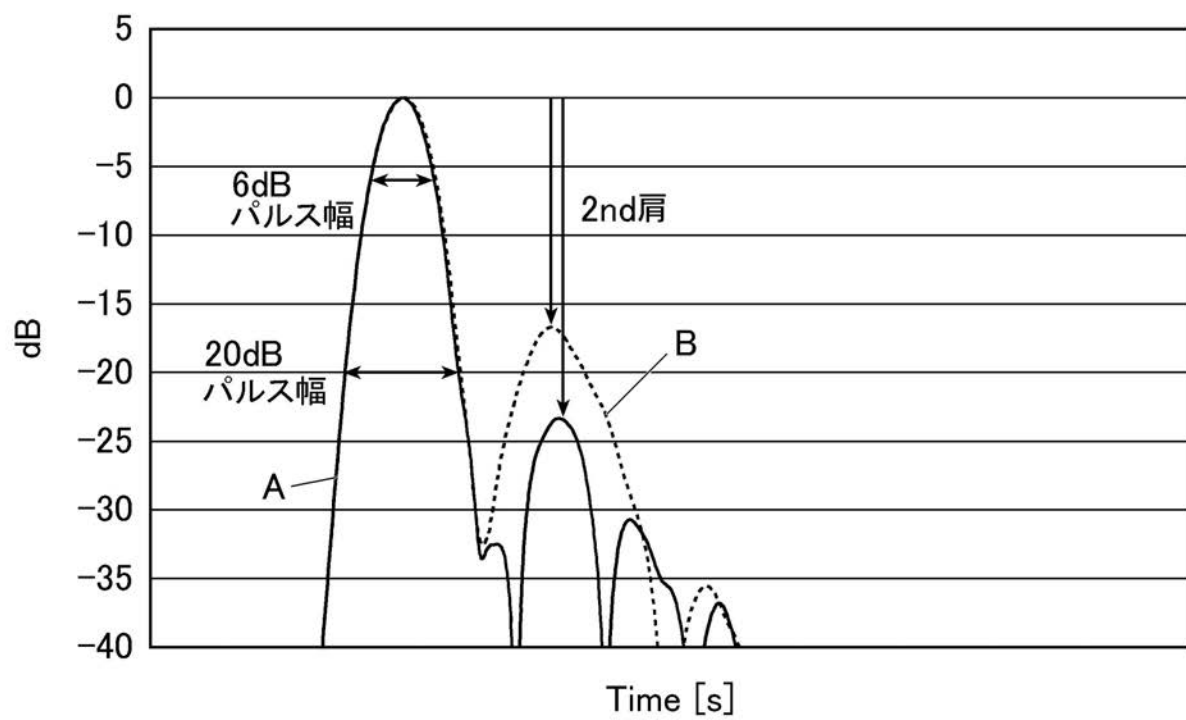
【 図 4 】



【 図 7 】



【 図 8 】



专利名称(译)	超声波探头，超声波图像诊断装置和超声波探头的制造方法		
公开(公告)号	JP2014188009A	公开(公告)日	2014-10-06
申请号	JP2013063263	申请日	2013-03-26
[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	大沼 憲司		
发明人	大沼 憲司		
IPC分类号	A61B8/00 H04R17/00 H04R31/00		
CPC分类号	B06B1/067		
FI分类号	A61B8/00 H04R17/00.330.J H04R31/00.330		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/EE04 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB27 4C601/GB31 4C601/GB33 4C601/GB41 4C601/GB44 4C601/GB45 4C601/GB50 5D019/AA22 5D019/FF04 5D019/GG01		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够以高分辨率发送和接收波形来获取超声图像的超声探头。解决方案：超声探头2包括：用于发送和接收超声波的压电物质22；以及用于检测超声波的压电体22。在压电体22的表面设置有至少两层第一声匹配层23。保护层25设置在位于第一声匹配层23的最前面的层的表面上。设置在保护层25的表面的第二声匹配层26的至少一层以上。声透镜27设置在位于第二声匹配层26的最靠前的层的表面上。第二声匹配层26的声阻抗比保护层25的声阻抗低，并且比保护层25的声阻抗高。声透镜27的

