

(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2019-126660

(P2019-126660A)

(43) 公開日 令和1年8月1日(2019.8.1)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/12 (2006.01)	A 6 1 B 8/12	4 C 6 0 1
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14	5 D 0 1 9
H 0 4 R 17/00 (2006.01)	H 0 4 R 17/00 3 3 0 J	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2018-11822 (P2018-11822)	(71) 出願人	000001270
(22) 出願日	平成30年1月26日 (2018.1.26)		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	100105050
			弁理士 鷲田 公一
		(74) 代理人	100155620
			弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	斉藤 孝悦
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	門田 光太郎
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 EE01 EE19 FE07 GB04 GB28
			GB30 GB31 GB41
			最終頁に続く

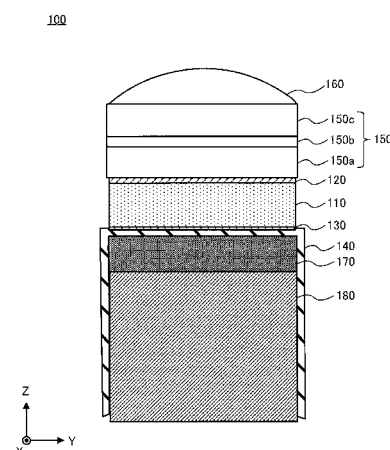
(54) 【発明の名称】 超音波探触子および超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】超音波探触子の広帯域化をより簡易な構成で図れる超音波探触子を提供すること。

【解決手段】超音波を送受信する圧電素子と、上記圧電素子の背面側に設けられたバッキングと、上記圧電素子と上記バッキングとの間に配置された中間層と、を有する超音波探触子。上記中間層は、上記バッキングを構成する材料とは異なる音響インピーダンスを有する材料から形成され、かつ、上記圧電素子を送受信する上記超音波の波長に対して、0.2倍以上0.7倍未満の厚みを有する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波を送受信する圧電素子と、
前記圧電素子の背面側に設けられたバッキングと、
前記圧電素子と前記バッキングとの間に配置された中間層と、を有し、
前記中間層は、前記バッキングを構成する材料とは異なる音響インピーダンスを有する材料から形成され、かつ、前記圧電素子が発送受信する前記超音波の波長に対して、0.2倍以上0.7倍未満の厚みを有する、
超音波探触子。

【請求項 2】

前記中間層は、前記バッキングを構成する材料が有する音響インピーダンスよりも小さい音響インピーダンスを有する材料から形成され、かつ、前記圧電素子が発送受信する前記超音波の波長に対して、0.4倍より大きく0.7倍未満の厚みを有する、請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記中間層は、前記バッキングを構成する材料が有する音響インピーダンスよりも大きい音響インピーダンスを有する材料から形成され、かつ、前記圧電素子が発送受信する前記超音波の波長に対して、0.2倍以上0.4倍未満の厚みを有する、請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記中間層は、前記バッキングを構成する材料が有する音響インピーダンスよりも0.3倍以上1.0倍未満または1.0倍より大きく2.7倍以下の音響インピーダンスを有する材料から形成された、請求項1～3のいずれか1項に記載の超音波探触子。

【請求項 5】

前記中間層は、前記圧電素子が発送受信する前記超音波の感度が-6dBとなる周波数の帯域を広げる、請求項1～4のいずれか1項に記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記中間層は、前記バッキングを構成する材料が有する熱伝導率よりも大きい熱伝導率を有する材料から形成された、請求項1～5のいずれか1項に記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記中間層は、前記バッキングを構成する材料が有する熱伝導率よりも3倍以上大きい熱伝導率を有する材料から形成された、請求項6に記載の超音波探触子。

【請求項 8】

前記中間層と熱的に接続した放熱材を有する、請求項1～7のいずれか1項に記載の超音波探触子。

【請求項 9】

前記圧電素子を構成する材料が有する音響インピーダンスよりも大きい音響インピーダンスを有する材料から形成され、前記圧電素子と前記バッキングとの間に配置された帯域調整層を有する、請求項1～8のいずれか1項に記載の超音波探触子。

【請求項 10】

請求項1～9のいずれか1項に記載の超音波探触子を備える超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波探触子および超音波診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波診断装置は、当該超音波診断装置に接続され、または超音波診断装置と通信可能に構成された超音波探触子を、ヒトやその他の動物などを含む被検体の体表に当てるかま

10

20

30

40

50

たは体内へ挿入するという簡単な操作で、組織の形状および動きなどを超音波診断画像として得ることを可能とする。超音波診断装置は、安全性が高いため繰り返して検査を行うことができるという利点を有する。

【0003】

超音波探触子は、超音波を送受信する圧電素子などを内蔵する。圧電素子は、超音波診断装置からの電気信号（送信信号）を受信し、受信した送信信号を超音波信号に変換して送波し、生体内で反射された超音波を受信して電気信号（受信信号）に変換し、電気信号に変換された受信信号を超音波診断装置に送信する。

【0004】

また、超音波探触子は、圧電素子よりも被検体とは反対の方向に、バックリングを有する（なお、以下、超音波探触子を構成する部材に関して、より被検体に近くなる方向を向いた面を「前面」ともいい、より被検体から遠くなる方向を向いた面を「背面」ともいう。）。バックリングは、圧電素子から背面側に送波された超音波を減衰（吸収・散乱含む）して、上記背面側に送波された超音波がバックリング端面から反射することによるノイズ（アーチファクト）の発生などを抑制する。

【0005】

さらに、特許文献1には、圧電素子の背面側に形成された回路導体層の厚さや位置を調整するなどして、上記回路導体層で反射する超音波パルスの波形を調整する構成とした、超音波探触子が記載されている。特許文献1に記載の超音波探触子は、圧電素子の背面側に送波されて上記回路導体層で波形を調整されて反射された超音波と、圧電素子の前面側に送波された超音波と、を合波させる。特許文献1によれば、当該構成により、超音波探触子から送波される超音波パルスの波形を整形してパルス幅を短くできるため、超音波探触子の広帯域化が図れるとされている。

【0006】

また、特許文献2には、圧電素子とバックリングとの間に、バックリングよりも熱伝導率が高い材質からなる熱伝導層を形成した、超音波探触子が記載されている。特許文献2によれば、上記熱伝導層は、圧電素子で発生した熱を被検体とは反対側に逃がすことができるため、圧電素子で発生した熱による影響を抑えるための超音波の出力の制限を防止することができる。なお、特許文献2には、上記熱伝導層の厚さは、圧電素子から送波される超音波の中心周波数の波長の10%以下とされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2007-195584号公報

【特許文献2】特開2013-077883号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

超音波診断装置に対しては、高分解能化への要望が存在する。超音波診断装置の高分解能化のために、超音波探触子には、使用する周波数の広帯域化が望まれている。

【0009】

特許文献1では、当該文献に記載の回路導体層によって、超音波探触子の広帯域化が図れるとされている。しかし、当該超音波探触子は、電気端子としても使用される回路導体層をより厚く形成し、さらには分割および多層化などして配置する必要があるため、製造が困難である。

【0010】

本発明は、上記課題に鑑み、超音波探触子の広帯域化をより簡易な構成で図れる超音波探触子、および当該超音波探触子を備える超音波診断装置を提供することを、その目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

上記課題を解決するための、本発明の一実施形態に関する超音波探触子は、超音波を送受信する圧電素子と、上記圧電素子の背面側に設けられたバッキングと、上記圧電素子と上記バッキングとの間に配置された中間層と、を有する。上記中間層は、上記バッキングを構成する材料とは異なる音響インピーダンスを有する材料から形成され、かつ、上記圧電素子が送受信する上記超音波の波長に対して、0.2倍以上0.7倍未満の厚みを有する。

【 0 0 1 2 】

また、上記課題を解決するための、本発明の一実施形態に関する超音波診断装置は、上記超音波探触子を備える。

10

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、超音波探触子の広帯域化をより簡易な構成で図れる超音波探触子、および当該超音波探触子を備える超音波診断装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図1】図1は、本発明の第1の実施形態に関する超音波探触子の全体構造の一例を示す断面図である。

【図2】図2は、中間層の音響インピーダンス(Z_m)とバッキングの音響インピーダンス(Z_b)との比、および中間層の厚みを変えた複数の条件で、正規化された周波数の比帯域を計算した結果を示すグラフである。

20

【図3】図3Aおよび図3Bは、 Z_m / Z_b を1未満にしたときの、超音波の周波数(単位: MHz)に対する感度(単位: dB)の関係(周波数特性)を示すグラフである。

【図4】図4Aおよび図4Bは、 Z_m / Z_b を1より大きくしたときの、超音波の周波数(単位: MHz)に対する感度(単位: dB)の関係(周波数特性)を示すグラフである。

【図5】図5は、 Z_m / Z_b をさらに大きくしたときの、超音波の周波数(単位: MHz)に対する感度(単位: dB)の関係(周波数特性)を示すグラフである。

【図6】図6は、本発明の第1の実施形態に関する超音波探触子を備える超音波診断装置の一例を示す模式図である。

30

【図7】図7は、本発明の第2の実施形態に関する超音波探触子の全体構造の一例を示す断面図である。

【図8】図8は、本発明の第3の実施形態に関する超音波探触子の全体構造の一例を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態について説明する。

【 0 0 1 6 】

[第1の実施形態]

(超音波探触子)

40

図1は、本発明の第1の実施形態に関する超音波探触子100の全体構造の一例を示す断面図である。超音波探触子100は、超音波診断に用いられる探触子であり、その一部を被検者の体腔内に挿入し、当該体腔内において超音波を走査可能な体腔内挿入型探触子である。

【 0 0 1 7 】

図1に示すように、超音波探触子100は、圧電素子110と、圧電素子110に電圧を印加するために前面側に配置された接地電極120ならびに背面側に配置された信号電極130および信号用電気端子140と、圧電素子110から前面側にこの順で配置された音響マッチング層150および音響レンズ160と、信号用電気端子140から背面側にこの順で配置された中間層170およびバッキング180と、を有する。本実施形態に

50

において、中間層 170 およびバッキング 180 は、互いに接して配置される。

【0018】

圧電素子 110 は、電圧の印加により超音波を送波する複数の圧電体が図 1 中 X 方向に 1 次元に配列されて形成される。圧電素子 110 の厚さは、たとえば 0.05 mm 以上 0.4 mm 以下とすることができる。それぞれの圧電体は、チタン酸ジルコン酸鉛 (PZT) 系などの圧電セラミック、マグネシウム酸ニオブ酸鉛・チタン酸鉛固溶体 (PMN-PT) および亜鉛酸ニオブ酸鉛・チタン酸鉛固溶体 (PZN-PT) などの圧電単結晶、ならびにこれらの材料と高分子材料を複合した複合圧電体、などにより形成される。

【0019】

接地電極 120 は、金および銀などを、蒸着、スパッタリングおよび銀の焼き付けなどの方法で圧電素子 110 の前面に配置した電極であり、信号電極 130 は、金および銀などを、蒸着、スパッタリングおよび銀の焼き付けなどの方法で圧電素子 110 の背面に配置した電極である。信号用電気端子 140 は、信号電極 130 の背面側に接して配置され、信号電極 130 と超音波診断装置の本体に配置された外部の電源などとを接続する。

【0020】

音響マッチング層 150 は、圧電素子 110 と音響レンズ 160 との間の音響特性を整合させるための層であり、圧電素子 110 と音響レンズ 160 との概ね中間の音響インピーダンスを有する材料により構成される。本実施形態では、音響マッチング層 150 は、第 1 の音響マッチング層 150 a、第 2 の音響マッチング層 150 b および第 3 の音響マッチング層 150 c の 3 層からなる。

【0021】

本実施形態において、第 1 の音響マッチング層 150 a は、音響インピーダンスが 8 メガレール以上 20 メガレール以下である、シリコン、水晶、快削性セラミックス、金属粉を充填したグラファイト、および金属または酸化物などのフィラーを充填したエポキシ樹脂などの材料から形成される。第 2 の音響マッチング層 150 b は、音響インピーダンスが 3 メガレール以上 8 メガレール以下である、グラファイト、および金属または酸化物などのフィラーを充填したエポキシ樹脂から形成される。第 3 の音響マッチング層 150 c は、音響インピーダンスが 1.9 メガレール以上 2.3 メガレール以下である、ゴム材料を混合したプラスチック材、およびシリコンゴム粉を充填した樹脂などから形成される。このように音響マッチング層 150 を多層化することで、超音波探触子の広帯域化を図れる。なお、音響マッチング層 150 を多層化するときは、音響レンズ 160 に近づくにつれて音響レンズ 160 の音響インピーダンスに段階的または連続的に近づくように、各層の音響インピーダンスが設定されることがより好ましい。また、多層化された音響マッチング層 150 の各層は、エポキシ系接着剤などの、当該技術分野で通常使用される接着剤で接着されてもよい。

【0022】

なお、音響マッチング層 150 の材料は上記材料に限定されず、アルミニウム、アルミニウム合金、マグネシウム合金、マコールガラス、ガラス、溶融石英、コッパグラファイト、および、樹脂などを含む公知の材料を使用することが可能である。上記樹脂の例には、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ABS 樹脂、AAS 樹脂、AES 樹脂、ナイロン、ポリフェニレンオキシド、ポリフェニレンスルフィド、ポリフェニレンエーテル、ポリエーテルエーテルケトン、ポリアミドイミド、ポリエチレンテレフタレート、エポキシ樹脂およびウレタン樹脂などが含まれる。

【0023】

音響レンズ 160 は、生体に近い音響インピーダンスを有し、かつ生体とは異なる音速を有する、たとえば軟質の高分子材料などにより構成されており、生体と音響レンズ 160 との音速差による屈折を利用して圧電素子 110 から送波された超音波を集束して、分解能を向上させる。本実施形態では、音響レンズ 160 は、図中 Y 方向 (圧電体の配列方向 X に直交する方向) に沿って延び、Z 方向に凸状となる、シリンドリカル型の音響レンズであり、上記超音波を Y 方向に集束させて超音波探触子 100 の外部に出射する。

【 0 0 2 4 】

上記軟質の高分子材料の例には、シリコンゴムなどが含まれる。

【 0 0 2 5 】

中間層 1 7 0 は、圧電素子 1 1 0 (信号電極 1 3 0 、信号用電気端子 1 4 0) とバックリング 1 8 0 との間に配置された層であり、超音波探触子 1 0 0 が使用できる周波数を広帯域化する機能を有する。中間層 1 7 0 は、上記バックリングを構成する材料とは異なる音響インピーダンスを有する材料から形成される。

【 0 0 2 6 】

バックリング 1 8 0 は、圧電素子 1 1 0 を保持し、かつ、圧電素子 1 1 0 から背面側に送波された超音波を減衰させる層である。バックリング 1 8 0 は、通常、音響インピーダンスを調整するための材料を充填した合成ゴム、天然ゴム、エポキシ樹脂および熱可塑性樹脂などから形成される。

10

【 0 0 2 7 】

超音波探触子 1 0 0 は、圧電素子 1 1 0 などを生体との接触による圧力から保護するための保護部材であるウインドウ (不図示) を、超音波探触子 1 0 0 の被検体と接触する側を被覆する位置に有してもよい。また、超音波探触子 1 0 0 は、ウインドウと音響レンズ 1 6 0 などとの間に、ウインドウと圧電素子 1 1 0 の送受波面との間を音響的に整合させるための音響媒体液 (不図示) を有してもよい。

【 0 0 2 8 】

また、超音波探触子 1 0 0 は、圧電素子 1 1 0 を揺動させ超音波信号を走査するための揺動機構部 (不図示) を、バックリングの背面側に有してもよい。

20

【 0 0 2 9 】

(中間層とバックリングとの関係について)

本実施形態では、中間層の厚みを、圧電素子 1 1 0 が送受信する超音波の波長に対して 0 . 2 倍以上 0 . 7 倍未満の厚みとする。

【 0 0 3 0 】

図 2 は、中間層 1 7 0 の音響インピーダンス (Z_m) とバックリング 1 8 0 の音響インピーダンス (Z_b) との比、または中間層の厚みを変えた複数の条件で、正規化された周波数の比帯域を計算した結果を示すグラフである。なお、図 2 は、表 1 に示す材料を用いて各構成部材を作製した、図 1 に例示する構成の超音波探触子 1 0 0 において、圧電素子 1 1 0 からの超音波の中心周波数を 7 . 0 M H z としたときの、圧電素子 1 1 0 から送受信した超音波の周波数特性を、K L M 法によりシミュレーションして得られた結果である。図 2 では、上記超音波探触子 1 0 0 において、感度が - 6 d B となる比帯域を、中間層 1 7 0 がない構成と比較したときに感度が - 6 d B となる比帯域を基準として正規化している。なお、感度が - 6 d B までとなる周波数であれば、送受信波形の調整が容易であり高分解能化が期待できる。そのため、感度が - 6 d B となる周波数の帯域が広がっていれば (比帯域が 1 以上であれば) 、超音波探触子 1 0 0 が使用できる周波数を広帯域化できるといえる。

30

【 0 0 3 1 】

【表 1】

構成	材料	音響インピーダンス (単位：メガレールズ)
圧電素子 110	PZT系の圧電セラミックス (PZT-5H相当の材料)	—
第1の 音響マッチング層 150a	フェライト粉を充填した エポキシ樹脂	10.0
第2の 音響マッチング層 150b	フェライト粉を充填した エポキシ樹脂	4.00
第3の 音響マッチング層 150c	ブタジエンゴムをブレンドした ポリスチレン	1.95
音響レンズ 160	シリコーンゴム	1.45
バックング 180	タングステンと中空体を充填した エポキシ樹脂	3.0

10

【0032】

20

図2において、横軸に示す中間層170の厚みは、波長 λ （材料の音速／周波数）で正規化された値である。図2では、中間層170の厚みを、 $0.1\lambda \sim 0.9\lambda$ の範囲で変化させている。

【0033】

また、図2において、縦軸に示す比帯域の値は、中間層170の音響インピーダンス（ Z_m ）とバックング180の音響インピーダンス（ Z_b ）の比（ Z_m / Z_b ）が1であるとき（中間層170とバックング180との音響インピーダンスが同じ値であり、中間層170がない構成を模擬する。）の、感度が -6 dB となる比帯域を基準にして、正規化した値である。つまり、図2において縦軸に示す正規化された比帯域が1以上であるとき、当該構成では、中間層170がない従来の構成に対して周波数の比帯域が大きくなったことを示し、広帯域化が実現できることを示す。

30

【0034】

図2には、 Z_m / Z_b を0.3、1、1.67、2.3、3および3.7としたときの、中間層170の厚みに対する、上記正規化された比帯域が示される。なお、本シミュレーションではバックング180を音響インピーダンス（ Z_b ）が3.0メガレールズである材料から形成しているため、たとえば Z_m / Z_b が0.3についての上記正規化された比帯域は、中間層170に音響インピーダンス（ Z_m ）が0.9メガレールズである材料から形成したときの値を示し、 Z_m / Z_b が1.67についての上記正規化された比帯域は、中間層170に音響インピーダンス（ Z_m ）が5メガレールズである材料から形成したときの値を示す。

40

【0035】

図2から明らかなように、中間層170の厚みを、波長 λ に対して0.2倍以上0.7倍未満（ $0.2\lambda \sim 0.7\lambda$ ）としたときに、上記正規化された比帯域を1以上とすることができる。特に、中間層170を、バックング180を構成する材料が有する音響インピーダンスよりも小さい音響インピーダンスを有する材料から形成したとき（ Z_m / Z_b ：0.3）は、中間層170の厚さを 0.4λ より大きく 0.7λ 未満、好ましくは 0.5λ より大きく 0.7λ 未満としたとき（超音波の波長に対して0.4倍より大きく0.7倍未満としたとき）に、上記正規化された比帯域を1以上とすることができる。また、中間層170を、バックング180を構成する材料が有する音響インピーダンスよりも大きい音響インピーダンスを有する材料から形成したとき（ Z_m / Z_b ：1.67、2.3、3および3

50

.7) は、中間層 170 の厚さを 0.2λ 以上 0.4λ 未満としたとき (超音波の波長に対して 0.2 倍以上 0.4 倍未満としたとき) に、上記正規化された比帯域を 1 以上とすることができる。

【0036】

図 3 A および図 3 B は、 Z_m / Z_b を 1 未満にしたときの、超音波の周波数 (単位: MHz) に対する感度 (単位: dB) の関係 (周波数特性) を示すグラフである。

【0037】

図 3 A は、 Z_m / Z_b が 0.3 であるときの、中間層 170 の厚みを 0λ (中間層 170 がいない構成)、 0.6λ および 0.7λ としたときの周波数特性を示す。中間層 170 の厚みを 0.6λ としたとき (太線) は、中間層 170 の厚みが 0λ (細線) であるときよりも、感度が -6 dB となる周波数の帯域が広がっているが、中間層 170 の厚みを 0.7λ としたとき (点線) は、中間層 170 の厚みが 0λ (細線) であるときよりも、感度が -6 dB となる周波数の帯域が狭くなっていることがわかる。

10

【0038】

図 3 B は、 Z_m / Z_b が 0.6 であるときの、中間層 170 の厚みを 0λ (中間層 170 がいない構成)、 0.56λ および 0.8λ としたときの周波数特性を示す。中間層 170 の厚みを 0.56λ としたとき (太線) は、中間層 170 の厚みが 0λ (細線) であるときよりも、感度が -6 dB となる周波数の帯域が広がっているが、中間層 170 の厚みを 0.8λ としたとき (点線) は、中間層 170 の厚みが 0λ (細線) であるときよりも、感度が -6 dB となる周波数の帯域が狭くなっていることがわかる。

20

【0039】

図 4 A および図 4 B は、 Z_m / Z_b を 1 より大きくしたときの、超音波の周波数 (単位: MHz) に対する感度 (単位: dB) の関係 (周波数特性) を示すグラフである。

【0040】

図 4 A は、 Z_m / Z_b が 1.67 であるときの、中間層 170 の厚みを 0λ (中間層 170 がいない構成)、 0.28λ および 0.5λ としたときの周波数特性を示す。中間層 170 の厚みを 0.28λ としたとき (太線) は、中間層 170 の厚みが 0λ (細線) であるときよりも、感度が -6 dB となる周波数の帯域が広がっているが、中間層 170 の厚みを 0.5λ としたとき (点線) は、中間層 170 の厚みが 0λ (細線) であるときよりも、感度が -6 dB となる周波数の帯域が狭くなっていることがわかる。

30

【0041】

図 4 B は、 Z_m / Z_b が 2.3 であるときの、中間層 170 の厚みを 0λ (中間層 170 がいない構成)、 0.28λ および 0.5λ としたときの周波数特性を示す。中間層 170 の厚みを 0.28λ としたとき (太線) は、中間層 170 の厚みが 0λ (細線) であるときよりも、感度が -6 dB となる周波数の帯域が広がっているが、中間層 170 の厚みを 0.5λ としたとき (点線) は、中間層 170 の厚みが 0λ (細線) であるときよりも、感度が -6 dB となる周波数の帯域が狭くなっていることがわかる。

【0042】

図 5 は、 Z_m / Z_b をさらに大きくしたときの、超音波の周波数 (単位: MHz) に対する感度 (単位: dB) の関係 (周波数特性) を示すグラフである。

40

【0043】

中間層 170 の厚みを 0.2λ 以上 0.4λ 未満の範囲内である 0.28λ としたとき、 Z_m / Z_b が 2.7 (一点鎖線) であれば、感度が -6 dB となる周波数の帯域が広がっていることがわかるが、 Z_m / Z_b が 3.0 であると、周波数 7 MHz の付近にディップ (感度の落ち込み) が見られることがわかる。このディップが感度 -6 dB 以下の範囲にまで生じると、超音波探触子 100 からの送信波形の調整が難しくなり、高分解能化も困難となることがある。そのため、 Z_m / Z_b は 2.7 以下であることが好ましい。

【0044】

これらの周波数特性から示されるように、中間層 170 を構成する材料は、バッキング 180 を構成する材料が有する音響インピーダンスよりも 0.3 倍以上 1.0 倍未満または

50

1.0 倍より大きく 2.7 倍以下の音響インピーダンスを有する材料であることが好ましい。

【0045】

なお、ここまで説明した結果は、音響インピーダンスが 3 メガレールスの材料によりバックング 180 を形成したときの結果であるが、本発明者らは、音響インピーダンスが 1 メガレールス～7 メガレールスの他の材料によりバックング 180 を形成したときに、中間層 170 の厚みを $0.2\lambda \sim 0.7\lambda$ とすることで、感度が -6 dB となる周波数の帯域が広がること、および、中間層 170 を構成する材料を、バックング 180 を構成する材料が有する音響インピーダンスよりも 0.3 倍以上 1.0 倍未満または 1.0 倍より大きく 2.7 倍以下の音響インピーダンスを有する材料とすることで、感度が -6 dB となる周波数の帯域が広がることを確認している。たとえば、音響インピーダンスが 1 メガレールスの材料によりバックング 180 を形成したときは、音響インピーダンスが 0.3 メガレールス ($Z_m/Z_b: 0.3$) の材料を中間層 170 に選択し、かつ、中間層 170 の厚みを 0.5λ とすることができる。また、音響インピーダンスが 7 メガレールスの材料によりバックング 180 を形成したときは、音響インピーダンスが 18.9 メガレールス ($Z_m/Z_b: 2.7$) の材料を中間層 170 に選択し、かつ、中間層 170 の厚みを 0.3λ とすることができる。このように、中間層 170 は、厚みを適切に調整することで、音響インピーダンスが 0.3 メガレールス以上 18.9 メガレールス以下の材料により形成することができる。より具体的には、中間層 170 は、バックング 180 を構成する材料が有する音響インピーダンスよりも小さい音響インピーダンスを有する材料から形成されるときは、音響インピーダンスが 0.3 メガレールス以上 7 メガレールス未満の材料により形成し、かつ、厚みを 0.4λ より大きく 0.7λ 未満とすればよい。また、中間層 170 は、バックング 180 を構成する材料が有する音響インピーダンスよりも大きい音響インピーダンスを有する材料から形成されるときは、音響インピーダンスが 1 メガレールスより大きく 18.9 メガレールス未満の材料により形成し、かつ、厚みを 0.2λ 以上 0.4λ 未満とすればよい。

10

20

【0046】

なお、中間層 170 を構成する材料は、音響インピーダンスが 0.3 メガレールス以上 18.9 メガレールス以下の材料であればよいが、これらの材料のうち、バックング 180 を構成する材料が有する熱伝導率よりも大きい熱伝導率を有する材料であることが好ましい。

30

【0047】

超音波探触子 100 のうち、ウインドウの表面などの被検体と接触する箇所は、被検体への安全性を高める観点から、表面温度を制御して低減することが求められる。そのため、従来は、発熱体でもある圧電素子 110 からの発熱を抑制する必要がある、圧電素子 110 へ印加する電圧を高めることが困難であった。しかし、被検体の内部のうち、より深い領域までの超音波診断を可能とする観点から、超音波探触子 100 には、圧電素子 110 へ印加する電圧を高めたいという要望がある。

【0048】

そこで、圧電素子 110 の背面側に熱伝導率が高い材料を配置して、圧電素子 110 からの発熱を背面側に放熱する試みが検討されている。しかし、超音波の減衰効率の向上と高い熱伝導率とを両立させることは困難であるため、バックング 180 の熱伝導率を高めてバックング 180 による放熱効果を高めることは、容易ではない。ちなみに、バックング 180 の熱伝導率は、通常は $0.2\text{ W/m}\cdot\text{K} \sim 1\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 程度である。

40

【0049】

なお、特許文献 1 に記載の回路導体層は、熱伝導率が高い金属から形成されるものであるが、当該回路導体層は製造が困難である。また、特許文献 2 に記載の熱伝導層も、圧電素子からの熱を放熱するために配置されている。しかし、当該熱伝導層は、圧電素子から熱伝導層に到達した超音波の反射を抑制するため、圧電素子から送波される超音波の中心周波数の波長の 10% 以下とされている。このような薄い熱伝導層では、放熱効果を高め

50

ることが困難である。

【0050】

これに対し、本実施形態に関する超音波探触子100が有する中間層170を、バックリング180を構成する材料が有する熱伝導率よりも大きい熱伝導率を有する材料から形成すれば、中間層170を介して圧電素子110からの熱を超音波探触子100の背面側の外部に放熱できる。そのため、当該熱伝導率がより高い材料から形成された中間層170を有する超音波探触子100は、被検体と接触する表面温度の上昇を抑制しつつ、より高い電圧を圧電素子110に印加することが可能となる。また、中間層170は、製造が容易であり、かつ、上述したように超音波の中心周波数の波長 λ に対して0.2倍以上0.7倍未満($0.2\lambda \sim 0.7\lambda$)の厚みを有するため、放熱効果を十分に高めることが可能である。

10

【0051】

中間層170を構成する材料が有する熱伝導率は、たとえばバックリング180を構成する材料が有する熱伝導率の3倍以上であれば、十分な上記放熱効果を期待できる。

【0052】

上記条件を満たす中間層170を構成する材料の例には、黒鉛、ならびに、窒化シリコン、窒化ホウ素、窒化ジルコン、炭化タングステン、銅、アルミニウムおよびタングステンなどを黒鉛に充填した複合体などが含まれる。たとえば、黒鉛を膨張させたシートである東洋炭素株式会社製のPERMA-FOIL PF(「PERMA-FOIL」は同社の登録商標)は、音速が 380 m/s であり、音響インピーダンスが0.38メガレールズであり、熱伝導率が $200\text{ W/m}\cdot\text{K}$ である。なお、中間層170の音響インピーダンスおよび熱伝導率は、上記充填する物質の大きさおよび量などを調整することで、容易に制御できる。

20

【0053】

あるいは、中間層170を構成する材料の例には、熱伝導性材料を充填した樹脂も含まれる。たとえば、熱伝導性材料を充填したポリカーボネートである三菱エンジニアリングプラスチックス株式会社製のTPN2131は、音速が 2400 m/s であり、音響インピーダンスが3.37メガレールズであり、熱伝導率が $4.9\text{ W/m}\cdot\text{K}$ である。また、熱伝導性材料を充填したナイロン6樹脂であるユニチカ株式会社製のTNEG-50Rは、音速が 3030 m/s であり、音響インピーダンスが5.51メガレールズであり、熱伝導率が $50\text{ W/m}\cdot\text{K}$ である。なお、中間層170の音響インピーダンスおよび熱伝導率は、上記充填する熱伝導性材料の大きさおよび量などを調整することで、容易に制御できる。

30

【0054】

さらには、中間層170を構成する材料の例には、マグネシウムおよびアルミニウムなどの金属も含まれる。

【0055】

上述した中間層170を構成する材料は、バックリング180を構成する材料にあわせて、適宜選択すればよい。たとえば、バックリング180を、タングステンと中空体を充填したエポキシ樹脂であって音響インピーダンス(Z_b)を3メガレールズとした材料から形成したとすると、バックリング180の熱伝導率は、 $0.5\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下となる。このとき、中間層170には、音速が 2790 m/s であり、音響インピーダンスが5.05メガレールズであり、熱伝導率が $93\text{ W/m}\cdot\text{K}$ である、東海カーボン社のG540などのグラファイトを用いることができる。さらにこのとき、 Z_m/Z_b は約1.67となるため、中間層170の厚みを 0.2λ 以上 0.4λ 未満である、たとえば 0.28λ (圧電素子110が送受信する周波数の中心波長が 7 MHz だとすると、 0.111 mm に相当する。)とすればよい。

40

【0056】

なお、放熱効率をより高める観点からは、中間層170は、信号電極130と接して、信号電極130を挟んで圧電素子110の反対側に配置されることが好ましい。このとき

50

、中間層１７０を構成する材料は、上述した材料のうち、絶縁性が高い材料を選択することが望ましい。一方で、中間層１７０と信号電極１３０との間にエポキシ樹脂のような絶縁性が高い接着剤の層を配置したり、中間層１７０と信号電極１３０との間にポリイミドフィルムなどからなる絶縁性が高い層を配置したりすることで、中間層１７０を構成する材料を、導電性を有する材料を選択することも可能となる。

【００５７】

（超音波診断装置）

図６は、超音波探触子１００を備える超音波診断装置１０の一例を示す模式図である。超音波診断装置１０は、超音波探触子１００、本体部１１、コネクタ部１２およびディスプレイ１３を備える。

10

【００５８】

超音波探触子１００は、コネクタ部１２に接続されたケーブル１４を介して超音波診断装置１０と接続される。

【００５９】

超音波診断装置１０からの電気信号（送信信号）は、ケーブル１４を通じて超音波探触子１００の圧電素子１１０に送信される。この送信信号は、圧電素子１１０において超音波に変換され、生体内に送波される。送波された超音波は生体内の組織などで反射され、当該反射波の一部がまた圧電素子１１０に受波され電気信号（受信信号）に変換され、超音波診断装置１０の本体部１１に送信される。受信信号は、超音波診断装置１０の本体部１１において画像データに変換されディスプレイ１３に表示される。

20

【００６０】

（効果）

上述した超音波探触子１００は、超音波の広帯域化を容易として、超音波診断装置の高分解能化を容易とする。また、上述した超音波探触子１００は、中間層１７０の材料を適宜選択することにより、ウインドウの表面などの表面温度を制御しつつ、より高い電圧を圧電素子１１０に印加することを可能とするため、超音波診断装置を用いて、被検体の内部のうちより深い領域まで超音波診断することを容易とする。

【００６１】

〔第２の実施形態〕

図７は、本発明の第２の実施形態に関する超音波探触子２００の全体構造の一例を示す断面図である。

30

【００６２】

超音波探触子２００は、導電性の材料から形成された中間層１７０aが圧電素子１１０と電氣的に接続された信号電極１３０に接して配置され、中間層１７０aとバッキング１８０とは信号用電気端子１４０を挟んで配置される。なお、超音波探触子２００および当該超音波探触子２００を有する超音波診断装置は、超音波探触子における上記中間層１７０aの配置以外は第１の実施形態と同様の構成であるため、重複する記載は省略する。

【００６３】

本実施形態に関する超音波探触子２００も、第１の実施形態に関する超音波探触子１００と同様に、超音波の広帯域化を容易として、超音波診断装置の高分解能化を容易とする。また、当該超音波探触子２００も、第１の実施形態に関する超音波探触子１００と同様に、超音波診断装置を用いて、被検体の内部のうちより深い領域まで超音波診断することを容易とする。

40

【００６４】

〔第３の実施形態〕

図８は、本発明の第３の実施形態に関する超音波探触子３００の全体構造の一例を示す断面図である。

【００６５】

超音波探触子３００は、中間層１７０と熱的に接続した放熱材１９０を有する。放熱材１９０は、中間層１７０の背面側に連通しており、中間層１７０から超音波探触子３００

50

の背面側への、熱の放出を容易とする。なお、超音波探触子 300 および当該超音波探触子 300 を有する超音波診断装置は、超音波探触子が放熱材 190 を有すること以外は第 1 の実施形態または第 2 の実施形態と同様の構成であるため、重複する記載は省略する。

【0066】

バッキング 180 による超音波の減衰効果を低減させにくくする観点から、放熱材 190 は、バッキング 180 の周囲を取り囲むように配置されることが好ましい。

【0067】

放熱材 190 は、中間層 170 と同一の材料から形成されてもよいし、中間層 170 とは異なる材料から形成されてもよい。放熱材 190 は、放熱効果を高めるための構成であるため、中間層 170 とは異なり、音響インピーダンスに関する制限はない。放熱効果を高める観点からは、放熱材 190 は、熱伝導率が $50 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上である材料から形成されることが好ましく、たとえばアルミニウムおよび銅などの金属およびグラファイト系の材料から形成されることができる。

10

【0068】

本実施形態に関する超音波探触子 300 は、第 1 の実施形態に関する超音波探触子 100 および第 2 の実施形態に関する超音波探触子 200 よりも放熱効果を高めることができる。そのため、本実施形態に関する超音波探触子 300 は、ウインドウの表面などの表面温度を制御しつつ、より高い電圧を圧電素子 110 に印加することを可能として、超音波診断装置を用いて、被検体の内部のうちさらに深い領域まで超音波診断することを容易とする。

20

【0069】

[その他の実施形態]

なお、上述した各実施形態は、いずれも本発明の例示的な実施形態を示すものであり、本発明はこれらの実施形態として説明した態様に限定されることはない。

【0070】

たとえば、各実施形態では、超音波探触子は、被検者の体腔内に挿入し、当該体腔内において超音波を走査可能な体腔内挿入型探触子であったが、被検体の体表に当てて超音波を走査する体腔内検査用探触子であってもよい。

【0071】

また、上記各実施形態では、圧電素子は、複数個の圧電体が図 1 中 X 方向に 1 次元に配列されて形成されていたが、複数個の圧電体が図 1 中 X 方向および Y 方向に 2 次元に配列されて形成されてもよいし、単一の圧電体から形成されてもよい。

30

【0072】

また、上記各実施形態では、信号用電気端子は信号電極の背面側に配置されていたが、信号用電気端子を信号電極の側面側に取り出す構成であってもよい。

【0073】

また、上記各実施形態において、圧電素子と中間層との間に、圧電素子を構成する材料が有する音響インピーダンスよりも大きい音響インピーダンスを有する材料から形成されたデマッチング層を配置してもよい。上記デマッチング層は、圧電素子から背面側に送波された超音波を反射して、圧電素子から前面側に送波された超音波を増強する。このとき、上記反射された超音波と前面側に送波された超音波とを位相合わせする観点から、デマッチング層の厚みは、圧電素子が送波する上記超音波の波長の約 $1/4$ 倍の厚みとする。

40

【0074】

また、上記第 3 の実施形態において、放熱材は、バッキングの中に埋め込まれて、バッキングからの放熱効果を高めてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0075】

本発明によれば、超音波探触子の広帯域化および高電圧の印加による診断領域の深化をより簡易な構成で図れる。そのため、本発明によれば、超音波診断が適用され得る範囲を拡大することが期待される。

50

【符号の説明】

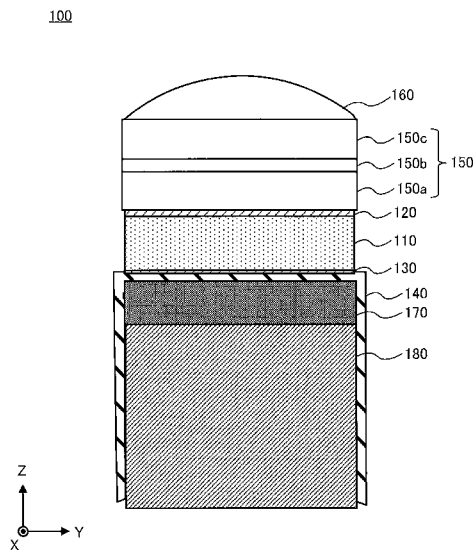
【 0 0 7 6 】

- 1 0 超音波診断装置
- 1 1 本体部
- 1 2 コネクタ部
- 1 3 ディスプレイ
- 1 4 ケーブル
- 1 0 0、2 0 0、3 0 0 超音波探触子
- 1 1 0 圧電素子
- 1 2 0 接地電極
- 1 3 0 信号電極
- 1 4 0 信号用電気端子
- 1 5 0 音響マッチング層
- 1 5 0 a 第1の音響マッチング層
- 1 5 0 b 第2の音響マッチング層
- 1 5 0 c 第3の音響マッチング層
- 1 6 0 音響レンズ
- 1 7 0、1 7 0 a 中間層
- 1 8 0 バッキング
- 1 9 0 放熱材

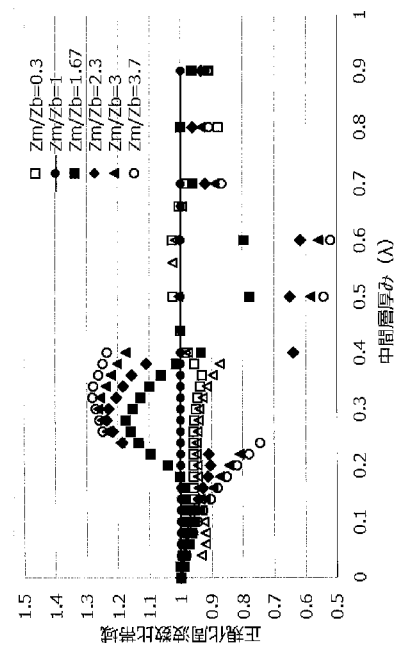
10

20

【 図 1 】



【 図 2 】



【図 3】

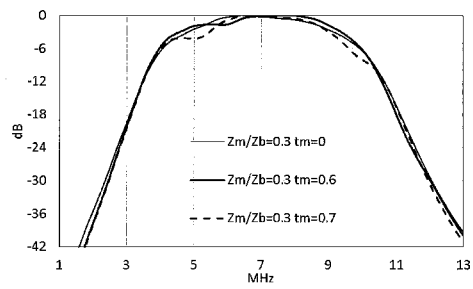


図3A

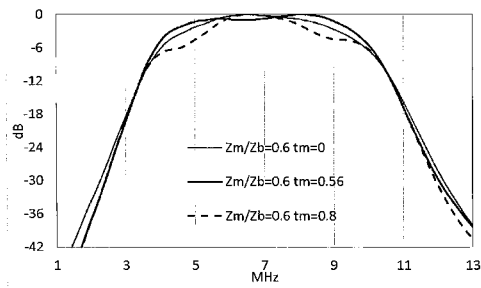


図3B

【図 4】

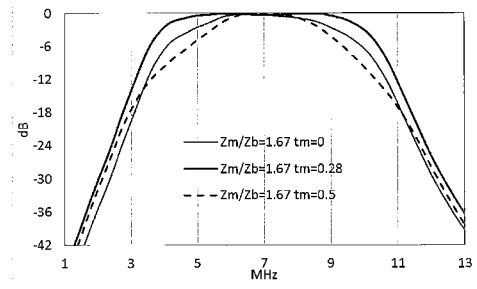


図4A

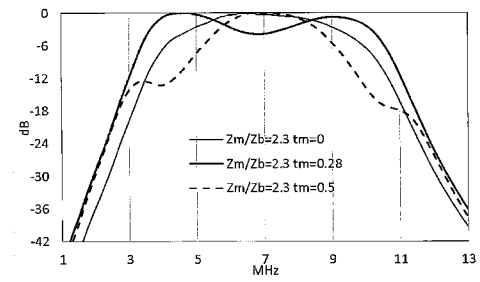
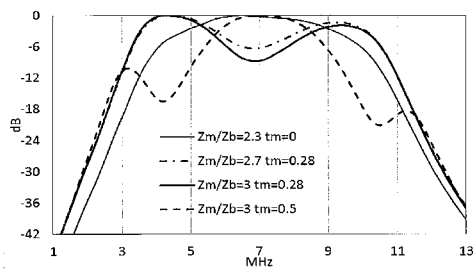
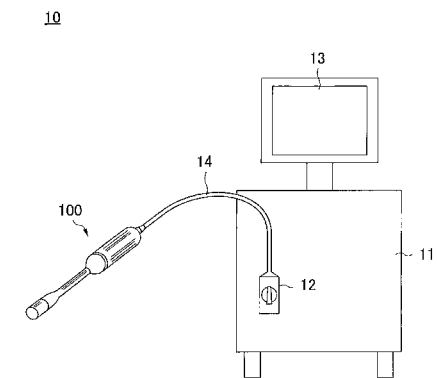


図4B

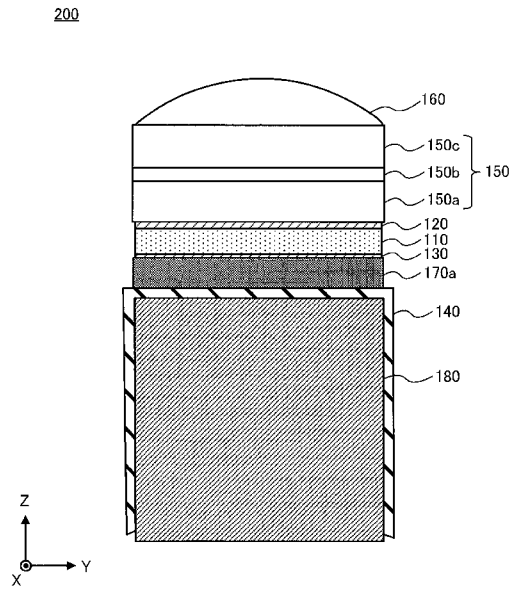
【図 5】



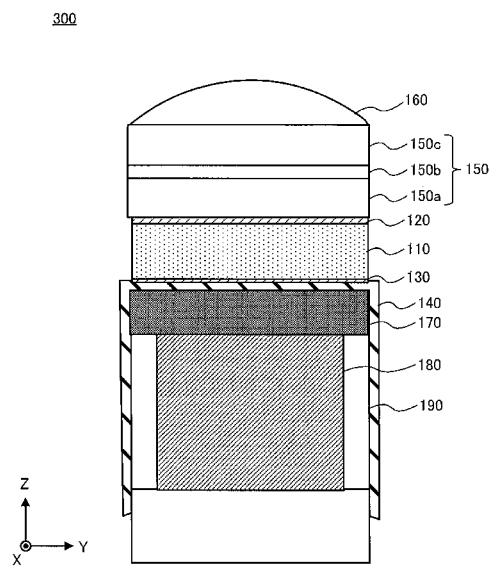
【図 6】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 5D019 AA09 AA17 BB02 FF04 GG01 GG06

专利名称(译)	超声波探头和超声波诊断仪		
公开(公告)号	JP2019126660A	公开(公告)日	2019-08-01
申请号	JP2018011822	申请日	2018-01-26
[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	齐藤孝悦 門田光太郎		
发明人	齐藤 孝悦 門田 光太郎		
IPC分类号	A61B8/12 A61B8/14 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/12 A61B8/14 H04R17/00.330.J		
F-TERM分类号	4C601/EE01 4C601/EE19 4C601/FE07 4C601/GB04 4C601/GB28 4C601/GB30 4C601/GB31 4C601/GB41 5D019/AA09 5D019/AA17 5D019/BB02 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG06		
代理人(译)	木曾隆		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种超声波探头，其能够以更简单的配置加宽超声波探头的带宽。一种超声波探头，包括：压电元件，其发射和接收超声波;背衬，设置在压电元件的后侧;以及中间层，设置在压电元件和背衬之间。。中间层由具有与构成背衬的材料的声阻抗不同的声阻抗的材料形成，并且具有由压电元件发送和接收的超声波的波长的0.2至0.7倍的厚度。。[选择]图1

