

(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2005-27752

(P2005-27752A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int. Cl.⁷

A61B 8/00
G01N 29/24

F I

A61B 8/00
G01N 29/24 502

テーマコード (参考)

2G047
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2003-193858 (P2003-193858)	(71) 出願人	000003078 株式会社東芝 東京都港区芝浦一丁目1番1号
(22) 出願日	平成15年7月8日(2003.7.8)	(71) 出願人	594164531 東芝医用システムエンジニアリング株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
		(74) 代理人	100081411 弁理士 三澤 正義
		(72) 発明者	武内 俊 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内
		(72) 発明者	今村 智久 栃木県大田原市下石上字東山1385番の1 株式会社東芝那須工場内

最終頁に続く

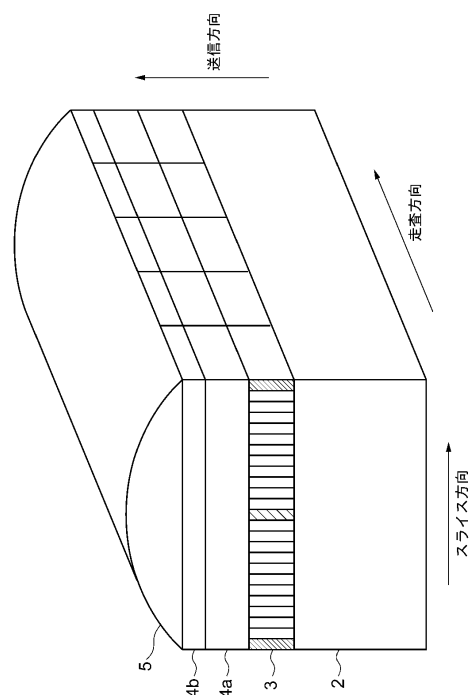
(54) 【発明の名称】 圧電振動子、圧電振動子の製造方法、超音波探触子および超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】簡易な構造を有するとともに、サイドローブが低減された超音波探触子およびそれを利用した超音波診断装置を提供することを目的とする。

【解決手段】超音波探触子1は、背面材2と、その背面材2の上に設けられた圧電振動子3と、その圧電振動子3の上に設けられた整合層4と、その整合層4の上に設けられた音響レンズ5とからなる。圧電振動子3は、スライス方向に複数の圧電体によって構成されており、それぞれ所定の重み付け関数に従った電気機械結合係数を有している。圧電振動子3の中心部に配置された圧電体の重みを“1”とした場合に、圧電振動子3の端部に配置された圧電体の重みを“約0.4”となるような13段階の重みを示す関数となっている。このように重み付けを行うことにより、サイドローブが減少し、近距離から遠距離まで均一な音場が得られる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

電気信号が印加されることにより、超音波を発信する圧電振動子において、組成が異なる複数の圧電体が、前記超音波を送信する方向と直交する方向に連続的に配置されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 2】

電気信号が印加されることにより、超音波を送信する圧電振動子において、電気機械結合係数が異なる複数の圧電体が、前記超音波を送信する方向と直交する方向に連続的に配置されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 3】

電気信号が印加されることにより、超音波を送信する圧電振動子において、前記超音波を送信する方向と直交する方向に複数の圧電体が連続的に配置され、かつ、その中心部における圧電体の電気機械結合係数が最も高く、端の圧電体の電気機械結合係数が最も低くなるように配列されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 4】

電気信号が印加されることにより、超音波を送信する圧電振動子において、比誘電率が異なる複数の圧電体が、前記超音波を送信する方向と直交する方向に連続的に配置されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 5】

電気信号が印加されることにより、超音波を送信する圧電振動子において、前記超音波を送信する方向と直交する方向に複数の圧電体が連続的に配置され、かつ、その中心部における圧電体の比誘電率が最も低く、端の圧電体の比誘電率が最も高くなるように配列されていることを特徴とする圧電振動子。

【請求項 6】

組成の異なる複数の圧電体シートを積層して焼成することにより作製された圧電体ブロックを、前記圧電体シートを積層した方向に沿って直交する方向に所定の間隔ごとに切り出すことにより得られる圧電振動子。

【請求項 7】

組成が異なる複数の圧電体シートを積層して焼成することにより圧電体ブロックを作製する第 1 のステップと、前記圧電体ブロックを、前記圧電体シートを積層した方向に沿って直交する方向に所定の間隔ごとに切り出すことにより、組成が異なる複数の圧電体が連続的に配置された圧電振動子を作製する第 2 のステップと、を含むことを特徴とする圧電振動子の製造方法。

【請求項 8】

電気機械結合係数が異なる複数の圧電体シートを積層して焼成することにより圧電体ブロックを作製する第 1 のステップと、前記圧電体ブロックを、前記圧電体シートを積層した方向に沿って直交する方向に所定の間隔ごとに切り出すことにより、電気結合係数が異なる複数の圧電体が連続的に配置された圧電振動子を作製する第 2 のステップと、を含むことを特徴とする圧電振動子の製造方法。

【請求項 9】

比誘電率が異なる複数の圧電体シートを積層して焼成することにより圧電体ブロックを作製する第 1 のステップと、前記圧電体ブロックを、前記圧電体シートを積層した方向に沿って直交する方向に所定の間隔ごとに切り出すことにより、比誘電率が異なる複数の圧電体が連続的に配置された圧電振動子を作製する第 2 のステップと、を含むことを特徴とする圧電振動子の製造方法。

【請求項 10】

圧電振動子を走査方向に配列することにより超音波の送受信を行う超音波探触子において

10

20

30

40

50

、
前記圧電振動子は、前記走査方向と直交する方向において、組成が異なる複数の圧電体が連続的に配置されていることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 1 1】

圧電振動子を走査方向に配列することにより超音波の送受信を行う超音波探触子において、

、
前記圧電振動子は、前記走査方向と直交する方向において、電気機械結合係数が異なる複数の圧電体が連続的に配置されていることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 1 2】

前記圧電振動子は、前記走査方向に配列している方向と直交する方向に複数の圧電体が連続的に配置され、かつ、その中心部における圧電体の電気機械結合係数が最も高く、端の圧電体の電気機械結合係数が最も低くなるように配列されていることを特徴とする請求項 1 1 に記載の超音波探触子。

10

【請求項 1 3】

圧電振動子を、走査方向に配列することにより超音波の送受信を行う超音波探触子において、

前記圧電振動子は、前記走査方向と直交する方向において、比誘電率が異なる複数の圧電体からなることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 1 4】

前記圧電振動子は、前記走査方向と直交する方向に複数の圧電体が連続的に配置され、かつ、その中心部における圧電体の比誘電率が最も低く、端の圧電体の比誘電率が最も高くなるように配列されていることを特徴とする請求項 1 3 に記載の超音波探触子。

20

【請求項 1 5】

電気信号を発生する手段と、前記電気信号を受けて前記超音波を被検体に向けて送信し、前記被検体から受けた反射波に応じた受信信号を生成する複数の圧電体が配置された超音波探触子と、前記超音波探触子が生成した前記受信信号に応じて、前記被検体の画像を生成する画像処理手段とを有する超音波診断装置において、

前記超音波探触子は、組成が異なる複数の圧電体が連続的に配置されている圧電振動子を有することを特徴とする超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

30

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、送受信される超音波の強度に重み付けを規定できる超音波探触子およびそれを使用した超音波診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

被検体内を超音波で走査し、被検体内からの反射波から生成した受信信号を基に当該被検体の内部状態を画像化する超音波診断装置がある。このような超音波診断装置は、超音波探触子から被検体内に超音波を送信し、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反射波を超音波探触子で受信して受信信号を生成する。

40

【0003】

超音波探触子は、送信信号に基づいて振動して超音波を発生し、反射波を受けて受信信号を生成する圧電体を走査方向に複数個、配置している。このような圧電体は、例えば、走査方向と直交する方向（以下、スライス方向）に均一な矩形強度を有し、音響レンズにより遅延差を与えることにより、ある深さで焦点を形成している。

【0004】

しかしながら、前述した音響レンズによるビーム収束作用には限界があり、このため、そのスライス方向について超音波の音圧に重み付けを与えることが行われている。

【0005】

例えば、圧電体を加工してスライス方向に溝を形成し、密度に重み付けをした超音波探触

50

子が知られている（例えば、特許文献 1）。

【0006】

また、スライス方向に電氣的に分割した圧電振動子を用いて、各振動子の駆動電圧に重み付けをした超音波探触子が知られている（例えば、特許文献 2）。

【0007】

【特許文献 1】

特開平 11 - 146492 号公報（段落 [0012] - [0019]、図 1）

【特許文献 2】

特開平 5 - 23331 号公報（段落 [0016] - [0019]、図 1）

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、特許文献 1 に記載されている超音波探触子では、スライス方向に複数の溝を形成するために圧電体を加工する必要があるため、超音波を送受信することができない部分が存在し、サイドローブが高くなるという問題があった。さらに、超音波探触子および超音波プローブの構造が複雑となるため、その製造工程数が増加してしまい、製造コストが高くなってしまいう問題もあった。

【0009】

また、特許文献 2 に記載されている超音波探触子では、分割された個々の圧電振動子に電極を配置する必要があるため、電気回路の規模が大きくなってしまい、その結果、超音波探触子の製造コストが高くなってしまいう問題があった。さらに、個々の圧電振動子にそれぞれ電極を配置する必要があるため、製造工程数が増加するという問題もあった。

【0010】

本発明は、上記の課題を解決するものであり、組成の異なる複数の圧電体を使用して連続的な重み付けを行って、サイドローブを減少させることが可能な超音波探触子およびそれを利用した超音波診断装置を提供するものである。さらに、簡素な構造を有することにより、製造工程数が少なく、低コストで製造することが可能な圧電振動子およびその製造方法を提供するものである。

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、電気信号が印加されることにより、超音波を発信する圧電振動子において、組成が異なる複数の圧電体が、前記超音波を送信する方向と直交する方向に連続的に配置されていることを特徴とするものである。

【0012】

請求項 2 に記載の発明は、電気信号が印加されることにより、超音波を送信する圧電振動子において、電気機械結合係数が異なる複数の圧電体が、前記超音波を送信する方向と直交する方向に連続的に配置されていることを特徴とするものである。

【0013】

請求項 3 に記載の発明は、電気信号が印加されることにより、超音波を送信する圧電振動子において、前記超音波を送信する方向と直交する方向に複数の圧電体が連続的に配置され、かつ、その中心部における圧電体の電気機械結合係数が最も高く、端の圧電体の電気機械結合係数が最も低くなるように配列されていることを特徴とするものである。

【0014】

請求項 4 に記載の発明は、電気信号が印加されることにより、超音波を送信する圧電振動子において、比誘電率が異なる複数の圧電体が、前記超音波を送信する方向と直交する方向に連続的に配置されていることを特徴とするものである。

【0015】

請求項 5 に記載の発明は、電気信号が印加されることにより、超音波を送信する圧電振動子において、前記超音波を送信する方向と直交する方向に複数の圧電体が連続的に配置され、かつ、その中心部における圧電体の比誘電率が最も低く、端の圧電体の比誘電率が最も高くなるように配列されていることを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

【0016】

請求項6に記載の発明は、組成の異なる複数の圧電体シートを積層して焼成することにより作製された圧電体ブロックを、前記圧電体シートを積層した方向に沿って直交する方向に所定の間隔ごとに切り出すことにより得られる圧電振動子である。

【0017】

請求項7に記載の発明は、組成が異なる複数の圧電体シートを積層して焼成することにより圧電体ブロックを作製する第1のステップと、前記圧電体ブロックを、前記圧電体シートを積層した方向に沿って直交する方向に所定の間隔ごとに切り出すことにより、組成が異なる複数の圧電体が連続的に配置された圧電振動子を作製する第2のステップと、を含むことを特徴とする圧電振動子の製造方法である。

10

【0018】

請求項8に記載の発明は、電気機械結合係数が異なる複数の圧電体シートを積層して焼成することにより圧電体ブロックを作製する第1のステップと、前記圧電体ブロックを、前記圧電体シートを積層した方向に沿って直交する方向に所定の間隔ごとに切り出すことにより、電気結合係数が異なる複数の圧電体が連続的に配置された圧電振動子を作製する第2のステップと、を含むことを特徴とする圧電振動子の製造方法である。

【0019】

請求項9に記載の発明は、比誘電率が異なる複数の圧電体シートを積層して焼成することにより圧電体ブロックを作製する第1のステップと、前記圧電体ブロックを、前記圧電体シートを積層した方向に沿って直交する方向に所定の間隔ごとに切り出すことにより、比誘電率が異なる複数の圧電体が連続的に配置された圧電振動子を作製する第2のステップと、を含むことを特徴とする圧電振動子の製造方法である。

20

【0020】

請求項10に記載の発明は、圧電振動子を走査方向に配列することにより超音波の送受信を行う超音波探触子において、前記圧電振動子は、前記走査方向と直交する方向において、組成が異なる複数の圧電体が連続的に配置されていることを特徴とするものである。

【0021】

請求項11に記載の発明は、圧電振動子を走査方向に配列することにより超音波の送受信を行う超音波探触子において、前記圧電振動子は、前記走査方向と直交する方向において、電気機械結合係数が異なる複数の圧電体が連続的に配置されていることを特徴とするものである。

30

【0022】

請求項12に記載の発明は、請求項11に記載の超音波探触子であって、前記圧電振動子は、前記走査方向に配列している方向と直交する方向に複数の圧電体が連続的に配置され、かつ、その中心部における圧電体の電気機械結合係数が最も高く、端の圧電体の電気機械結合係数が最も低くなるように配列されていることを特徴とするものである。

【0023】

請求項13に記載の発明は、圧電振動子を、走査方向に配列することにより超音波の送受信を行う超音波探触子において、前記圧電振動子は、前記走査方向と直交する方向において、比誘電率が異なる複数の圧電体からなることを特徴とするものである。

40

【0024】

請求項14に記載の発明は、請求項13に記載の超音波探触子であって、前記圧電振動子は、前記走査方向と直交する方向に複数の圧電体が連続的に配置され、かつ、その中心部における圧電体の比誘電率が最も低く、端の圧電体の比誘電率が最も高くなるように配列されていることを特徴とするものである。

【0025】

請求項15に記載の発明は、電気信号を発生する手段と、前記電気信号を受けて前記超音波を被検体に向けて送信し、前記被検体から受けた反射波に応じた受信信号を生成する複数の圧電体が配置された超音波探触子と、前記超音波探触子が生成した前記受信信号に応じて、前記被検体の画像を生成する画像処理手段とを有する超音波診断装置において、前

50

記超音波探触子は、組成が異なる複数の圧電体が連続的に配置されている圧電振動子を有することを特徴とするものである。

【0026】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態の一例について、図1乃至図11を参照しながら詳しく説明する。図1乃至図7は、本発明の第1の実施形態の超音波探触子1に関する図であり、図8乃至図10は、第2の実施形態の超音波探触子に関する図である。また、図11は、本発明の超音波探触子の応用の一態様としての超音波診断装置の概略図である。

【0027】

[第1の実施の形態]

10

(構成)

まず、本発明の第1の実施形態における超音波探触子1の構成について図1乃至図3を参照しつつ説明する。図1は、第1の実施形態の超音波探触子1の構成の概略を示す斜視図である。同図に示すように、第1の実施形態の超音波探触子1は、被検体に向かって、背面材2と、その背面材2の上に設けられた圧電振動子3と、その圧電振動子3の上に設けられた整合層4と、その整合層4の上に設けられた音響レンズ5とからなる。また、本実施形態においては、整合層4は、第一整合層4aと、その第一整合層4aの上に設けられている第二整合層4bとからなる。また、図示しないが、超音波プローブはケーブル側とヘッド側とからなり、ヘッド側には本発明の超音波探触子1が用いられる。

【0028】

20

背面材2は、圧電振動子3から発振された超音波振動や受信時の超音波振動のうち、超音波診断装置の画像抽出にとって必要でない超音波振動成分を減衰吸収する。また、圧電振動子3の両面には図示しない電極が設けられている。この電極によって圧電振動をおこさせるための電圧が圧電振動子3に印加され、圧電現象の発生により機械的な振動に変換される。また、整合層4を複数の層構造にすることで、被検体の音響レンズ5とあいまって被検体の体表との音響インピーダンスの差分による信号ロスの発生を抑えている。本実施形態においては、第一整合層4aと第二整合層4bを設けることにより層構造を形成している。また、音響レンズ5は、被検体の体表面に接触して超音波の送受信の仲介を行う。この音響レンズにより体表より所定の深さに音響的な焦点をスライス方向に結ぶ。また、走査方向の音響的な焦点は、走査方向に短冊状に配置された複数の圧電振動子3の送信/

30

【0029】

受信のタイミングを切り替え制御することにより結ばれる。また、圧電振動子3および整合層4は、走査方向に配置されている。

そして、圧電振動子3に電圧を印加することで圧電現象により超音波を発生させ、その超音波を被検体の診断対象部位に向けて照射する。この照射された超音波は、その診断対象部位に存在して、それぞれ音響インピーダンスが異なる複数の境界面からの反射超音波となる。この反射超音波を圧電振動子3によって受信して電気信号に変換することにより、診断対象部位の内部状態を画像として抽出する。

【0030】

40

次に、図2を参照しながら、圧電振動子3の構成について詳述する。図2は、超音波探触子1を構成する圧電振動子3の形状を示す斜視図である。同図に示すように、圧電振動子3は、スライス方向に複数の圧電体30によって構成されている。この圧電体は例えば、チタン酸ジルコン酸鉛 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 、ニオブ酸リチウム $(LiNbO_3)$ 、チタン酸バリウム $(BaTiO_3)$ 、チタン酸鉛 $(PbTiO_3)$ などのセラミック材料からなる。また、本実施形態においては、これら複数の圧電体30はそれぞれ異なる電気機械結合係数を有している。尚、電気機械結合係数は、電気的エネルギーと機械的エネルギーとの変換能力を表す係数で、生じた機械的エネルギーと与えた電気的エネルギー、または、生じた電気的エネルギーと与えた機械的エネルギーの比の平方根で定義される。

【0031】

そして、各圧電体30は、所定の重み付け関数に従った電気機械結合係数を有している。

50

ここで、図3を参照しつつ、重み付け関数について説明する。図3は、本発明の第1の実施形態に使用される重み付け関数の1例を表したグラフである。図3のグラフにおいて、横軸は圧電振動子3の端からの配列方向の距離を示しており、縦軸は各距離における重みを示している。この重み付け関数は、例えば、圧電振動子3の中心部に配置された圧電体31の重みを“1”とした場合に、圧電振動子3の端部に配置された圧電体32の重みを“約0.4”となるような13段階の重みを示す関数となっている。

【0032】

この関数に従って、各圧電体30は異なる電気機械結合係数を有することとなる。この関数に従って重み付けを行うと、圧電振動子3の中心部に配置された圧電体31の電気機械結合係数が最も高くなり、圧電振動子3の端部に向かうにつれて、階段状に電気機械結合係数が小さくなり、圧電振動子3の端部に配置された圧電体32の電気機械結合係数が最も小さくなる。そして、圧電振動子3の端部に配置された圧電体32の電気機械結合係数は、中心部に配置された圧電体31の電気機械結合係数の約0.4倍になる。

10

【0033】

本実施形態のように圧電体30の電気機械結合係数を変化させるために、圧電体30を構成するセラミック材料の組成を変化させる。圧電体30に $Pb(Zr, Ti)O_3$ を使用した場合について説明する。例えば、 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 中のZrの濃度を変化させることにより、 $Pb(Zr, Ti)O_3$ の電気機械結合係数を変化させることができる。図4に、Zrの濃度の変化に対する $Pb(Zr, Ti)O_3$ の電気機械結合係数の変化を示す。Zrの濃度が約52atom%の場合は、電気機械結合係数は約0.7となり、濃度が48atom%の場合は、電気機械結合係数は約0.4となる。このように、セラミック材料の組成を変化させる(ZrまたはTiの濃度を変化させる)ことにより、電気機械結合係数を変化させることができるため、組成の異なるセラミック材料を使用して圧電振動子3に重み付けを行う。尚、本例においては、同一のセラミック材料(例えば、 $Pb(Zr, Ti)O_3$)を使用して重み付けを行う場合について説明したが、本発明はこれに限られない。各圧電体30に、それぞれ種類の異なるセラミック材料を使用して重み付けを行ってもよい。例えば、圧電体31にはチタン酸ジルコン酸鉛 $Pb(Zr, Ti)O_3$ を使用し、圧電体32にはニオブ酸リチウム($LiNbO_3$)を使用するなどして重み付けを行ってもよい。

20

【0034】

また、本実施形態の圧電振動子3は、例えば、周波数定数の範囲が±約10%以内の圧電体30によって構成されている。基本となる周波数定数の値を2000[m·Hz]とする場合には、周波数定数の値が1800~2200(2000±10%)[m·Hz]となるような複数の圧電体30によって圧電振動子3は構成される。このように、周波数定数の範囲が±約10%以内の圧電体を使用することにより、各圧電体30からほぼ同じ周波数の超音波が得られる。

30

【0035】

(製法)

次に、このような超音波探触子1に使用される圧電振動子3の製造方法について図5を参照しつつ説明する。図5は、本発明の実施形態における圧電振動子3の製造工程の1例を示す圧電体の斜視図である。

40

【0036】

図5(a)に示すように、予めセラミック材料を粉砕し、そのセラミック材料と樹脂とを混合して、重み付け関数の階段の幅に対応した厚さを有するグリーンシート50を作製しておく。本実施形態における圧電振動子3は、電気機械結合係数が異なる13種類のセラミック材料が使用されているため、電気機械結合係数が異なる13種類のグリーンシートを作成する必要がある。そのために、予め電気機械結合係数が異なる13種類のセラミック材料を用意し、それぞれ個別に粉砕してそれぞれ樹脂と混合して、13種類のグリーンシートを作製する。例えば、同一のセラミック材料(例えば、 $Pb(Zr, Ti)O_3$)を使用する場合は、Zrの濃度が異なる複数の $Pb(Zr, Ti)O_3$ を用意し、それぞ

50

れ個別に粉碎して13種類のグリーンシートを作製する。このとき、前述した所定の重み付けに従って、電気機械結合係数が異なる13種類のセラミック材料を使用して13種類のグリーンシートを作製する。尚、本発明の実施形態におけるグリーンシートが、本発明の「圧電体シート」に相当する。

【0037】

そして、圧電振動子3の中心部に配置され、電気機械結合係数が最も高い圧電体31を構成するグリーンシート51を1枚用意し、残りの12種類のセラミック材料については、それぞれ2枚ずつグリーンシートを用意する。そして、図5(b)に示すように、25枚のグリーンシートを積層し、その後焼成して直方体ブロック53を作製する。このとき、電気機械結合係数が最も高いセラミック材料で作製されたグリーンシート51が直方体ブロック53の中心部に配置されるように積層する。そして、直方体ブロックの中心から両端部に向かうにつれて電気機械結合係数が小さくなるように、グリーンシートを積層し、直方体ブロック53の両端部には電気機械結合係数が最も低いセラミック材料で作製されたグリーンシート52を積層する。

10

【0038】

次に、図5(c)に示すように、直方体ブロック53を積層方向にシート状に切り出すことにより、中央部には電気機械結合係数が最も高い圧電体31が配置され、端部に向かうにつれて階段状に電気機械結合係数が低くなり、端部において電気機械結合係数が最も低い圧電体32が配置された圧電振動子3を作製する。そして、所望の周波数を有する超音波が得られるように、圧電振動子3を厚さ方向に研磨する。その後、圧電振動子3の上

20

【0039】

尚、本実施形態に圧電振動子3においては、13段階の重みを示す関数に従って重み付けを行ったが、本発明はこれに限られず、重み付けの階段数を増やすことも可能であり、そのことにより滑らかに重みを付けることができる。例えば、厚さが約100 μ mのグリーンシートを約100枚積層して、前述したように、積層方向にシート状に切り出すことにより、幅が約10mmの圧電振動子を作製することができる。また、本実施形態における

30

【0040】

(作用)

以上のような圧電振動子3を備えた本実施形態の超音波探触子1によれば、次のような好適な作用が奏されることとなる。

【0041】

本実施形態の超音波探触子1に、超音波の送信方向に電気信号を印加することにより、電気機械結合係수에比例して送信する超音波の音圧または、受信する超音波の音圧に重みが付けられる。この作用について図6および図7を参照しつつ説明する。図6は、本実施形態の超音波プローブの受信音圧分布を示したグラフであり、図7は、重み付けを行っていない従来技術の超音波プローブの受信音圧分布を示したグラフであり、図7(a)は、超音波プローブから送信方向への距離が10mmから30mmまでの近距離の受信音圧分布を示しており、図7(b)は、40mmから100mmまでの遠距離の受信音圧分布を示している。図6および図7において、横軸は圧電振動子の中心からの距離を示しており、縦軸は受信した超音波の音圧を示している。従来技術の超音波プローブによると、図7(a)に示すように、超音波プローブから送信方向への距離が10mmから30mmまでの近距離間でビーム幅が広がり、図7(b)に示すように、40mmから100mmまでの遠距離間でサイドローブが高くなる。一方、本実施形態の超音波プローブによると、図6に示すように、サイドローブが減少し、メインローブの幅が狭くなった受信音圧分布を得

40

50

ることができる。

【0042】

[第2の実施の形態]

次に、本発明の第2の実施形態における超音波探触子について説明する。この超音波探触子は、図2と同様な構造を有しているが、圧電体30はそれぞれ異なる比誘電率を有しており、重み付けの仕方が図3の場合とは逆関数となる図8に示す重み付けとしたことが特徴である。

【0043】

ここで、図8を参照しつつ、重み付け関数について説明する。図8は、本発明の第2の実施形態に使用される重み付け関数の1例を表したグラフである。図8のグラフにおいて、横軸は圧電振動子3の端からの距離を示しており、縦軸は各距離における重みを示している。この重み付け関数は、例えば、圧電振動子3の端部に配置された圧電体32の重みを“1”とした場合に、圧電振動子3の中心部に配置された圧電体31の重みを“約0.4”となるような13段階の重みを示す関数となっている。

10

【0044】

この関数に従って、各圧電体30は異なる比誘電率を有することとなる。この関数に従って重み付けを行うと、圧電振動子3の中心部に配置された圧電体31の比誘電率が最も低くなり、圧電振動子32の端部に向かうにつれて、階段状に比誘電率が高くなり、圧電振動子の端部に配置された圧電体32の比誘電率が最も高くなる。そして、圧電振動子3の中心部に配置された圧電体31の比誘電率は、端部に配置された圧電体32の約0.4倍になる。

20

【0045】

本実施形態のように圧電体30の比誘電率を変化させるために、圧電体30を構成するセラミック材料の組成を変化させる。圧電体30に $Pb(Zr, Ti)O_3$ を使用した場合について説明する。例えば、 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 中のZrの濃度を変化させることにより、 $Pb(Zr, Ti)O_3$ の比誘電率を変化させることができる。図9に、Zrの濃度の変化に対する $Pb(Zr, Ti)O_3$ の比誘電率の変化を示す。この図に示すように、セラミック材料の組成を変化させる(ZrまたはTiの濃度を変化させる)ことにより、比誘電率を変化させることができるため、組成の異なるセラミック材料を使用して圧電振動子3に重み付けを行う。また、第1の実施形態と同様に、各圧電体30に、それぞれ種類の異なるセラミック材料を使用して重み付けを行ってもよい。

30

【0046】

また、本実施形態の圧電振動子3は、第1の実施形態における圧電振動子と同様に、周波数定数の範囲が±約10%以内の圧電体30によって構成されている。これにより、各圧電体30からほぼ同じ周波数の超音波が得られる。

【0047】

(作用)

以上のような圧電振動子3を備えた第2の実施形態の超音波探触子によれば、次のような好適な作用が奏される。

【0048】

本実施形態の超音波探触子に、超音波の送信方向に電気信号を印加することにより、送信する超音波の音圧または、受信する超音波の音圧に重みが付けられる。超音波の送信時には、中心付近の音圧強度が低く、端部の音圧強度が高い逆ウェイツィングが掛かった、サイドローブが高いがメインローブが絞られた送信音圧分布が得られる。また、受信時には、サイドローブが小さく、よりメインローブが絞られた受信音圧分布が得られる。図10は、第2の実施形態における受信音圧分布を示したグラフである。図10(a)は超音波プローブからの距離が10mmから30mmまでの近距離間における受信音圧分布を示しており、図10(b)は距離が40mmから100mmまでの遠距離間における受信音圧分布を示している。重み付けを行っていない従来技術と比較すると、メインローブの幅が狭くなった受信音圧分布を得ることができる。

40

50

【0049】

一方、基本周波数で超音波を送信すると、音が被検体を伝わっていくに従って基本周波数の整数倍の周波数（高調波）が生じる。そして、THI（Tissue Harmonic Imaging）機能を備えた超音波診断装置を使用して、基本周波数の超音波を送信して被検体内で発生した高調波成分を受信することにより、サイドローブは小さく、よりメインローブが絞られた受信音圧分布が得られる。ここで、THI法とは、高調波成分のみを抽出して画像化する手法である。高調波成分は音圧の高い部分でより多く発生するので、メインローブが強調され、逆にサイドローブがより軽減される。その結果、図10（a）に示されている10mmから30mmまでの近距離間のサイドローブを減少させ、よりメインローブが絞られた受信音圧分布を得ることができる。

10

【0050】

[第3の実施の形態]

次に、本発明の第3の実施形態における超音波診断装置について説明する。本発明に係る圧電振動子は、超音波プローブに使用される超音波探触子に用いられる。そして、その超音波プローブは一例として、図11に示す超音波診断装置80に実装される。図11は、本発明の実施形態の超音波診断装置60の主要部の構成を示すブロック図である。この超音波診断装置60は、患者などの被検体に対して超音波を送信し、被検体で反射した超音波をエコー信号として受信する圧電体が配列されている超音波プローブ61と、超音波プローブ61に電気信号を供給して超音波を発生させるとともに、超音波プローブ61の各圧電体が受信したエコー信号を受信する送受信回路62と、送受信回路62の送受信制御を行う送受信制御回路63と、送受信回路62が受信したエコー信号を被検体の超音波画像データに変換する画像データ変換回路64と、画像データ変換回路64によって変換された超音波画像データでモニタ66を制御して表示する表示制御回路65と、超音波診断装置60全体の制御を行う制御回路67とからなる。制御回路67には、送受信制御回路63、画像データ変換回路64、表示制御回路65が接続されており、制御回路67はこれら各部の動作を制御している。そして、超音波プローブ61の各圧電体に電気信号を印加して被検体に対して超音波を送信し、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反射波を超音波プローブ61で受信する。

20

【0051】

尚、本実施形態における送受信回路62が本発明の「電気信号を発生する手段」に相当し、画像データ変換回路64が本発明の「画像処理手段」に相当する。

30

【0052】

本実施形態の超音波診断装置によれば、サイドローブが減少し、メインローブの幅が狭い音圧分布が得られ、近距離から遠距離まで均一な音場が得られるため、従来技術と比較して画質が向上した超音波像を得ることができる。

【0053】

【発明の効果】

請求項1乃至請求項3に記載の圧電振動子によれば、超音波探触子に使用することにより、サイドローブが減少し、メインローブの幅が狭くなった受信音圧分布を得ることができる。

40

【0054】

請求項4および請求項5に記載の圧電振動子によれば、超音波探触子に使用することにより、送信時にはサイドローブが高いがメインローブの幅が狭い送信音圧分布が得られ、受信時にはサイドローブが低く、メインローブの幅がより狭い受信音圧分布を得ることができる。

【0055】

請求項6に記載の発明によれば、製造工程数が少ない圧電振動子が得られる。

【0056】

請求項7乃至請求項9に記載の圧電振動子の製造方法によれば、製造工程数を削減することが可能となり、製造コストを低くすることができる。

50

【 0 0 5 7 】

請求項 1 0 乃至請求項 1 4 に記載の超音波探触子によれば、圧電振動子に対して所定の重み付けを行うことにより、サイドローブを減少させることが可能となり、メインローブの幅が狭い音圧分布が得られ、近距離から遠距離まで均一な音場が得られる。

【 0 0 5 8 】

また、請求項 1 5 に記載の超音波診断装置によれば、所定の重み付けがされた圧電振動子が設けられた超音波探触子を使用することにより、サイドローブを減少させることが可能となり、メインローブの幅が狭い音圧分布が得られ、近距離から遠距離まで均一な音場が得られるため、従来技術と比較して画質が向上した超音波像を得ることができる。

【 図面の簡単な説明 】

10

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態における超音波探触子の概略構成を示す斜視図である。

【 図 2 】 本発明の第 1 の実施形態における圧電振動子の形状を示す斜視図である。

【 図 3 】 本発明の第 1 の実施形態における圧電振動子の重み付けに使用される重み付け関数を示す図である。

【 図 4 】 セラミック材料の電気機械結合係数の変化を示す図である。

【 図 5 】 本発明の実施形態における圧電振動子の製造工程を示す圧電体の斜視図である。

【 図 6 】 本発明の第 1 の実施形態における超音波探触子を使用した場合の受信音圧分布を示す図である。

【 図 7 】 従来技術の超音波探触子を使用した場合の受信音圧分布を示す図である。

【 図 8 】 本発明の第 2 の実施形態における圧電振動子の重み付けに使用される重み付け関数を示す図である。

20

【 図 9 】 セラミック材料の比誘電率の変化を示す図である。

【 図 1 0 】 本発明の第 2 の実施形態における超音波探触子を使用した場合の受信音圧分布を示す図である。

【 図 1 1 】 本発明の超音波探触子を使用した超音波診断装置の概略構成を示す図である。

【 符号の説明 】

1 超音波探触子

2 背面材

3 圧電振動子

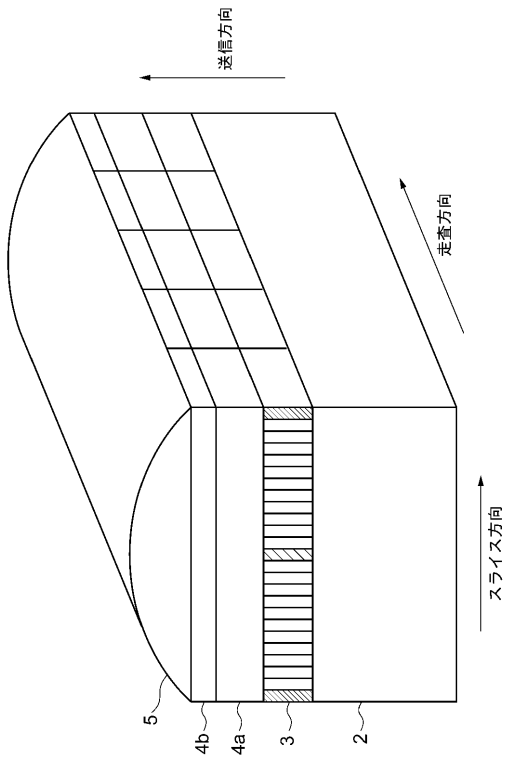
3 0、3 1、3 2 圧電体

4 整合層

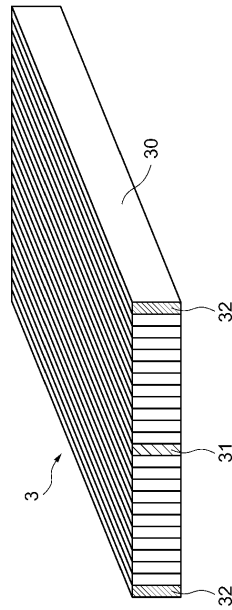
5 音響レンズ

30

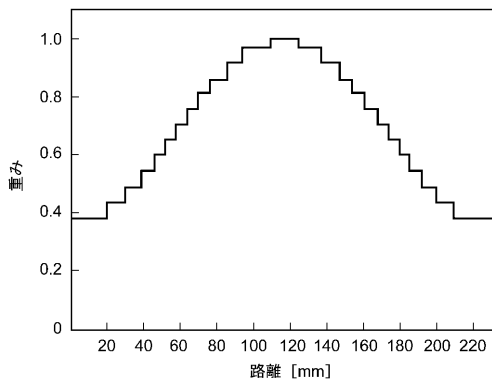
【 図 1 】



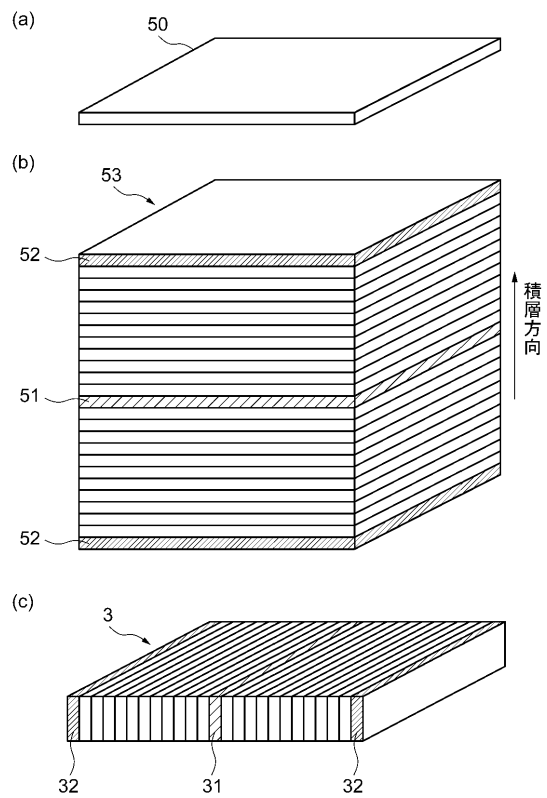
【 図 2 】



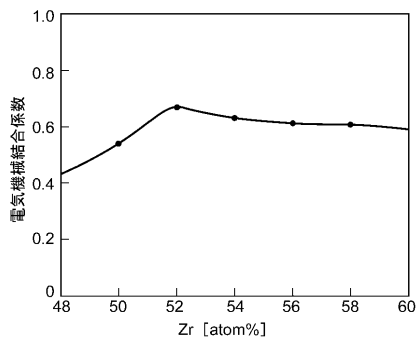
【 図 3 】



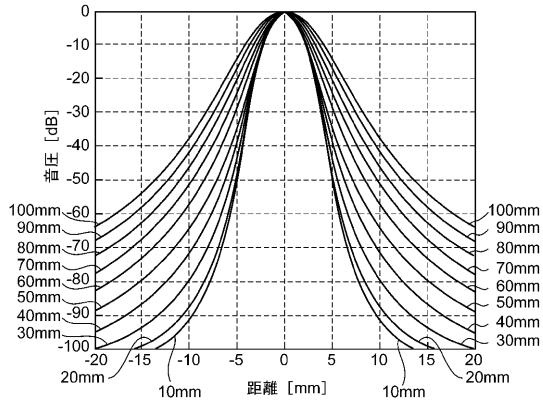
【 図 5 】



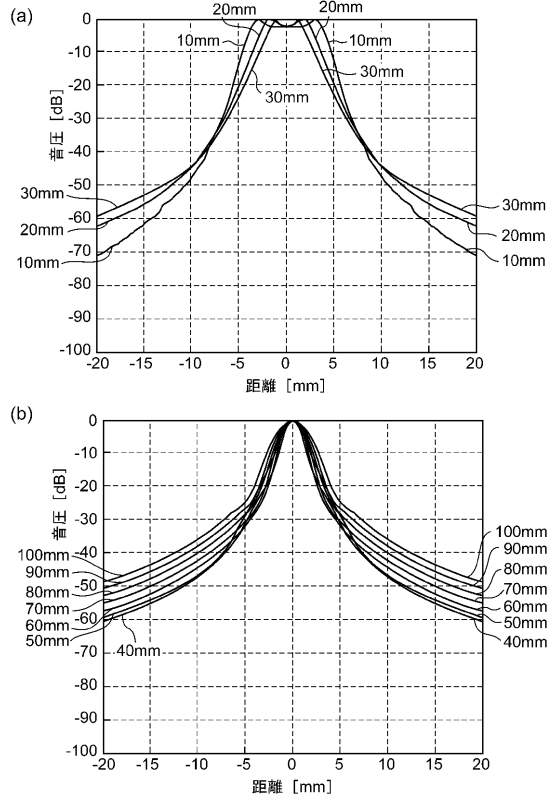
【 図 4 】



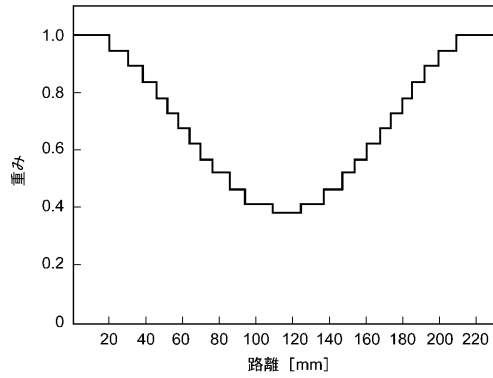
【 図 6 】



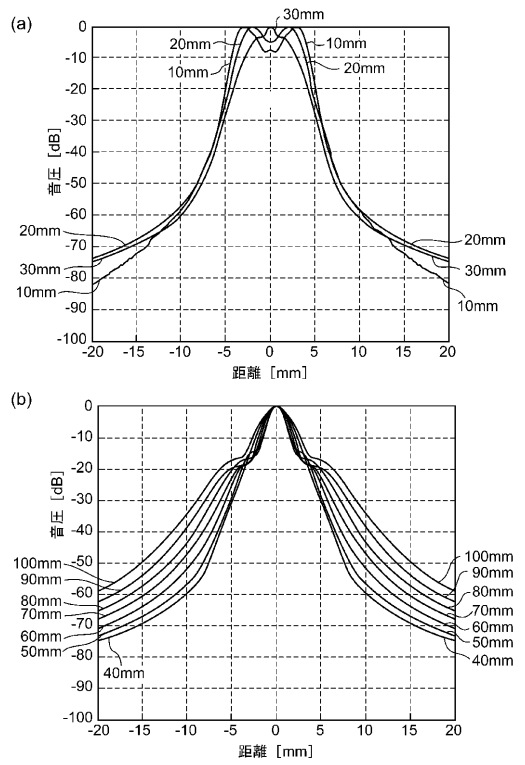
【 図 7 】



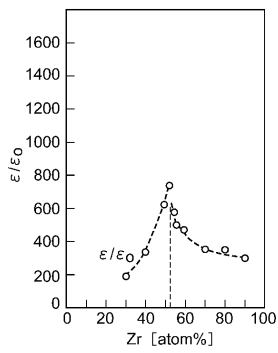
【 図 8 】



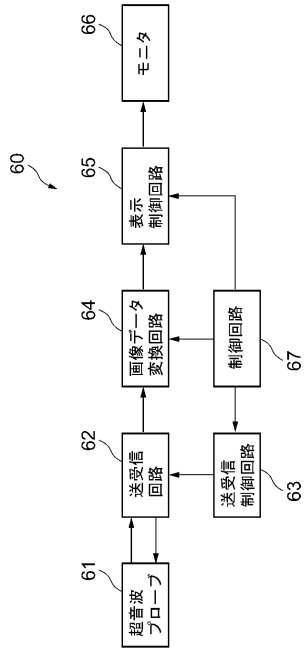
【 図 10 】



【 図 9 】



【図 1 1】



フロントページの続き

(72)発明者 小川 隆士

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝医用システムエンジニアリング株式会社内

F ターム(参考) 2G047 AC13 CA01 DB02 EA02 EA07 GB02 GB17 GB25 GB28 GB32

GB35

4C601 EE04 GB04 GB15 GB26 GB32 GB41 GB44 HH25

专利名称(译)	压电振动器，压电振动器的制造方法，超声波探头和超声波诊断装置		
公开(公告)号	JP2005027752A	公开(公告)日	2005-02-03
申请号	JP2003193858	申请日	2003-07-08
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统工		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统工程有限公司		
[标]发明人	武内俊 今村智久 小川隆士		
发明人	武内 俊 今村 智久 小川 隆士		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 B06B1/06 G10K11/26 H01L41/08 H04R17/00		
CPC分类号	B06B1/0622 G10K11/26		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24.502		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/CA01 2G047/DB02 2G047/EA02 2G047/EA07 2G047/GB02 2G047/GB17 2G047/GB25 2G047/GB28 2G047/GB32 2G047/GB35 4C601/EE04 4C601/GB04 4C601/GB15 4C601/GB26 4C601/GB32 4C601/GB41 4C601/GB44 4C601/HH25 4C601/DE08 4C601/GB02 4C601/GB07 4C601/GB16		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种结构简单且旁瓣减少的超声波探头以及使用该超声波探头的超声波诊断装置。 解决方案：超声波探头1包括衬底材料2，设置在衬底材料2上的压电振动器3，设置在压电振动器3上的匹配层4和声透镜5设置在匹配层4上。 压电振动器3在切片方向上由多个压电体构成，并且各自具有根据预定的加权函数的机电耦合系数。 当放置在压电振动器3的中央的压电体的重量为“1”时，放置在压电振动器3的末端的压电体的重量为“大约0.4”的13个等级。 是指示重量的函数。 通过以这种方式加权，减少了旁瓣，并且可以从短距离到长距离获得均匀的声场。 [选型图]图1

