

(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2004-104629

(P2004-104629A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO4R 17/00	HO4R 17/00 332Y	2GO47
A61B 8/00	HO4R 17/00 330J	4C301
GO1N 29/24	A61B 8/00	4C601
	GO1N 29/24 502	5DO19

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2002-266245 (P2002-266245)	(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14年9月12日 (2002.9.12)	(74) 代理人	100083161 弁理士 外川 英明
		(72) 発明者	山下 洋八 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
		(72) 発明者	細野 靖晴 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内
		(72) 発明者	原田 耕一 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

最終頁に続く

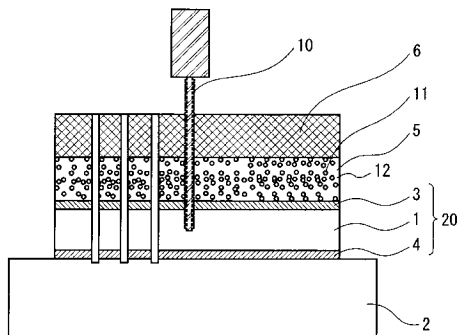
(54) 【発明の名称】 超音波プローブ

(57) 【要約】

【課題】容易に所望の共振周波数を得ることの可能な超音波プローブを提供する。

【解決手段】 $Pb(Me, Nb)_{1-x}Ti_xO_3$ (ただし、xの値は $0 < x < 0.55$ であり、MeはZn、Mg、Sc及びInよりなる群から選ばれる少なくとも一種である) からなる圧電単結晶により圧電体を形成し、音響整合層を、圧電体側に設けられ、有機樹脂及び有機樹脂中に分散された酸化亜鉛粒子を含む第1の音響整合層と、第1の音響整合層上に設けられ、音響インピーダンスが第1の音響整合層よりも小さい第2の音響整合層の2層とした超音波プローブを提供する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

バッキング材と、

前記バッキング材上に設けられ、 $Pb(Me, Nb)_{1-x}Ti_xO_3$ （ただし、 x の値は $0 < x < 0.55$ であり、 Me は Zn 、 Mg 、 Sc 及び In よりなる群から選ばれる少なくとも一種である）からなる圧電単結晶により形成される圧電体と、前記圧電体が前記バッキング材と対向する第1の面及びこの第1の面とは反対側の面である第2の面に夫々設けられる一対の電極とを有する圧電素子と、

前記圧電素子の前記第2の面上に設けられ、有機樹脂及びこの有機樹脂中に分散された酸化亜鉛粒子を含む第1の音響整合層と、

10

前記第1の音響整合層上に設けられ、音響インピーダンスが前記第1の音響整合層よりも小さい第2の音響整合層とを具備し、

前記圧電素子及び前記第1の音響整合層及び前記第2の音響整合層を含む複数の積層体が、前記バッキング材上に一次元若しくは二次元状に配列されていることを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

前記酸化亜鉛粒子の粒径が $0.3 \mu m$ 以上 $20 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記有機樹脂がエポキシ系の樹脂であることを特徴とする請求項1記載の超音波プローブ

20

【請求項 4】

前記積層体の配列の間隔が $0.4 mm$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波プローブに関する。

【0002】

【従来の技術】

30

医用超音波診断装置や非破壊検査機器の分野においては、対象物の内部状態を画像化するために、超音波を対象物に向けて照射し、その対象物における音響インピーダンスの異なる界面からの反射エコーを受信する超音波プローブが用いられている。

【0003】

超音波プローブは通常、バッキング材と、バッキング材上に設けられ超音波を送受信する圧電体と、圧電体上に設けられる音響整合層とを有する。そして、圧電体と音響整合層とで構成される素子ユニット（積層体）を複数、一列にアレイ状（短冊状）に並べ、音響整合層の上に音響レンズを設ける。あるいは、圧電体と音響整合層とで構成される素子ユニットを二次元のアレイとして多数配列することにより、解像度や感度の著しい向上が可能となる。ここで、人体の心臓や肝臓等を診断する際に用いる超音波プローブでは約 $2 \sim 5 MHz$ の共振周波数を、これよりも浅い頸動脈等を診断する際に用いるものでは、さらに高い共振周波数を必要とする。高い共振周波数を得る為には、圧電体は素子ユニットの高さ（厚み）方向に振動するのであるが、圧電体の振動方向の厚みを小さくする必要がある。さらに素子ユニットが複数配列された方向の圧電体の幅は、この厚みの約 60% とすることにより不要振動の発生を抑えられることから、圧電体の配列方向の幅は約 $0.5 mm$ 以下とする必要がある。

40

【0004】

これまで、圧電体の材料としては、ジルコン - チタン酸鉛（PZT）系の圧電セラミクスが主に用いられてきた。このPZT系の圧電セラミクスが優れているとされていたのは、圧電特性が良好な点のみならず、その機械的な特性として、上述したような素子ユニット

50

を多数配列するためにダイシングして分割する際、破壊やチップングが少ない点からである。

【0005】

近年では、圧電体の材料として、 $Pb(Zn, Nb)_{1-x}Ti_xO_3$ （ただし、 x は0.05 x 0.20）等からなるリラクサ-チタン酸鉛系の圧電単結晶が、大きな結合係数、誘電率を有することから注目されている（例えば、特許文献1参照。）。

【0006】

しかしながら、この圧電単結晶を圧電体として用いて超音波プローブを形成し、圧電体と音響整合層との素子ユニットをアレイ状となるようダイシングして複数に分割する際には、圧電単結晶の機械的な強度は低すぎる。特に、圧電単結晶の破壊靱性値 $K1c$ は、従来の圧電セラミクスと比べてかなり低く、圧電セラミクスを分割する際に用いるメタルボンドのダイヤモンドブレード等の硬い刃を用いることが出来ない。そこで、レジンボンドのダイヤモンドブレード等の軟らかい刃を用いて圧電単結晶を分割する必要がある。

10

【0007】

他方、音響整合層は人体と圧電体との音響インピーダンスの整合を取るために設けられるものである。そして、音響インピーダンスの異なる音響整合層を2層設けることにより、圧電体から人体へ、音響インピーダンスを段階的に変化させることにより伝達特性を最適化できる（例えば、特許文献2参照。）。

【0008】

しかしながら、圧電単結晶は上述したように機械的な強度が低いことから軟らかい刃を用いて分割する必要がある。音響整合層として硬度の高いものを用いると、音響整合層を分割することが困難となる。特に、音響インピーダンスが圧電体に近い音響整合層の材料は、硬度の高いものが多い。従って、素子ユニットのうち圧電体と音響整合層とを別の刃を用いて分割する等の必要があり製造工程が増加する、別の刃を用いて分割した場合にも刃を換えるタイミングが難しい等の問題があった。

20

【0009】

上述したように、従来は、圧電単結晶を圧電体として用いた場合に、圧電体と音響整合層との積層したものを分割して配列させることは困難であった。

【0010】

【特許文献1】

特開平06-38963号公報（第3-9頁、第1図）

30

【0011】

【特許文献2】

特開平10-56694号公報（第3-6頁、第1図）

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、容易に所望の共振周波数を得ることの可能な超音波プローブを提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明は、バックング材と、バックング材上に設けられ、 $Pb(Me, Nb)_{1-x}Ti_xO_3$ （ただし、 x の値は0 x 0.55であり、 Me は Zn 、 Mg 、 Sc 及び In よりなる群から選ばれる少なくとも一種である）からなる圧電単結晶により形成される圧電体と、圧電体がバックング材と対向する第1の面及びこの第1の面とは反対側の面である第2の面に夫々設けられる一対の電極とを有する圧電素子と、圧電素子の第2の面上に設けられ、有機樹脂及びこの有機樹脂中に分散された酸化亜鉛粒子を含む第1の音響整合層と、第1の音響整合層上に設けられ、音響インピーダンスが第1の音響整合層よりも小さい第2の音響整合層とを具備し、圧電素子及び第1の音響整合層及び第2の音響整合層を含む複数の積層体が、バックング材上に次元若しくは二次元状に配列されていることを特徴とする超音波プローブを提供する。

40

50

【0014】

本発明においては、酸化亜鉛粒子の粒径が0.3 μm以上20 μm以下であっても良い。

【0015】

また本発明においては、有機樹脂がエポキシ系の樹脂であっても良い。

【0016】

また本発明においては、積層体の配列の間隔が0.4 mm以下であっても良い。

【0017】

【発明の実施の形態】

以下に本発明の超音波プローブについて、図面を用いて説明する。

【0018】

図1は、本発明に係る超音波プローブを説明する断面図である。図1に示すように、本発明に係る超音波プローブは、バック材2と、バック材2上に設けられ圧電単結晶により形成される圧電体1と、圧電体1がバック材2と対向する第1の面に設けられる第2の電極4と、圧電体1の第1の面とは反対側の面である第2の面に設けられる第1の電極3と、第1の電極3上に設けられる第1の音響整合層5と、第1の音響整合層5上の第2の音響整合層6とを有する。ここで、本発明で圧電体1として用いる圧電単結晶は、 $Pb(Me, Nb)_{1-x}Ti_xO_3$ （ただし、xの値は0 < x < 0.55であり、MeはZn、Mg、Sc及びInよりなる群から選ばれる少なくとも一種である）からなる。圧電体1と一対の電極3、4とで、圧電素子20を形成している。また、第1の音響整合層5は、有機樹脂12及びこの有機樹脂12中に分散された酸化亜鉛粒子11を含み、第1の音響整合層5の音響インピーダンスは圧電体1の音響インピーダンスよりも小さく、また、第2の音響整合層6の音響インピーダンスは、第1の音響整合層5の音響インピーダンスよりも小さいものとする。また、圧電素子20及び第1の音響整合層5及び第2の音響整合層6が積層された積層体は、複数に分割されていることから複数がアレイ状に配列された構成となっている。

10

20

【0019】

本発明に係る超音波プローブは、大きな結合係数や誘電率を有する圧電単結晶を圧電体1とした際に、第1の音響整合層5が有機樹脂12及びこの有機樹脂12中に分散された酸化亜鉛粒子11を含む構成とすることにより、製造工程において、圧電体と音響整合層との積層体を分割する作業が容易になるのである。

30

【0020】

上述したように、圧電体として用いられる圧電単結晶は機械的強度が低い。また、音響整合層として用いられる材料は硬度が高いものが多い。特に、音響整合層を2層設け、圧電体（音響インピーダンス：約20～30）から人体（音響インピーダンス：約1.5）に向けて音響インピーダンスを段階的に変化させようとした場合、人体に近い側の音響整合層は樹脂等を用いて形成可能である為に軟らかい材料を用いることが可能であるが、圧電体に近い側の音響整合層は硬い材料が多い。

【0021】

そこで、本発明においては、圧電体に近い側の音響整合層、つまり第1の音響整合層5として、有機樹脂12中に酸化亜鉛粒子11を分散したものをを用いる。これを用いることにより、機械的強度が圧電体に近く、音響インピーダンスが比較的高いことから音響インピーダンスも圧電体に近い音響整合層が得られるのである。有機樹脂12中に分散する酸化亜鉛粒子11は第1の音響整合層5の音響インピーダンスをあげる役割を有するが、酸化亜鉛粒子11は硬度が低く、かつ金属のような延性を持たないため好ましい。人体に近い側の音響整合層、つまり第2の整合層6には樹脂等を用いることにより、第1の音響整合層5よりも音響インピーダンスが小さく、かつ硬度が低いものが得られる。

40

【0022】

従って、ダイヤモンドブレード10で圧電素子20、第1の音響整合層5、第2の音響整合層6を積層した積層体を分割する際に、圧電体1に折れやチッピングを生じることなく、容易に分割出来る。

50

【0023】

本発明においては、圧電体1として用いる圧電単結晶は、 $Pb(Me, Nb)_{1-x}Ti_xO_3$ （ただし、 x の値は $0 < x < 0.55$ であり、 Me は Zn 、 Mg 、 Sc 及び In よりなる群から選ばれる少なくとも一種である）からなるが、不純物として、 Pt 、 Fe 、 Ta 、 Bi 等を $0.1mol\%$ 程度まで含む可能性がある。また、 BrO 、 SrO や La_2O_3 等の添加物を少量加えたものであっても良い。上記の $Pb(Me, Nb)_{1-x}Ti_xO_3$ で示される材料の中でも、 Me として Zn や Mg を用いると圧電体1の誘電率が高くなり超音波プローブに接続する配線等との電氣的なインピーダンスのマッチングが容易となり、好ましい。

【0024】

また本発明においては、第1の音響整合層に含まれる酸化亜鉛粒子の粒径は、約 $0.3\mu m$ 以上約 $20\mu m$ 以下であることが好ましい。約 $0.3\mu m$ 以上とすることにより、有機樹脂中に分散させるときに粘度を下げて凝集を防ぐことが可能となる。また約 $20\mu m$ 以下とすることにより、有機樹脂中に均一に分散可能となり、さらに第1の音響整合層を塗布などにより形成した際に表面に凹凸が出来にくく、接する他の層との接着性を向上できる。酸化亜鉛粒子を有機樹脂中に分散させる際には、まず低濃度の有機樹脂中に酸化亜鉛粒子を分散させて、酸化亜鉛粒子の表面に有機樹脂の被膜を形成してから、第1の音響整合層を形成する際に用いる高濃度の有機樹脂中に酸化亜鉛粒子を分散させることが好ましい。このような方法を用いることにより、酸化亜鉛粒子と有機樹脂との密着性を高めることが出来る。

【0025】

また本発明においては、第1の音響整合層に含まれる有機樹脂としてエポキシ樹脂を用いることが好ましい。エポキシ樹脂は、種類を選別することにより粘性が低いもの入手できることから、酸化亜鉛粒子と混ぜて均一にすることが容易であり、また、接着力が大きいことから分割する際に剥離等が生じ難く、歩留まりが上がる。

【0026】

また本発明においては、第1の音響整合層中の有機樹脂と酸化亜鉛粒子とは、第1の音響整合層の音響インピーダンスが、圧電体として用いる圧電単結晶の音響インピーダンスと第2の音響整合層の音響インピーダンスとの間となるような配合比で配合すればよい。第2の音響整合層の音響インピーダンスは、第1の音響整合層の音響インピーダンスと診断の対象物（音響レンズを用いる場合には音響レンズ）の音響インピーダンスとの間とし、樹脂等を好ましく用いることが出来る。第2の音響整合層として樹脂を第1の音響整合層上に塗布形成しても良いし、第1の音響整合層上にフィルムとして貼り付けても良い。

【0027】

また比較的对象物との距離が近い場合、つまり高い共振周波数が必要となる場合には、アレイの配列の幅（分割幅）が小さくなり分割作業はより困難となることから、本発明に示すような有機樹脂中に酸化亜鉛粒子を分散した第1の音響整合層を用いることが効果的である。特に、共振周波数が約 $3MHz$ 以上、つまり分割幅を約 $0.4mm$ 以下とする必要がある場合には本発明は効果的であると言え、分割幅を約 $0.2mm$ 以下とする必要がある場合にはさらに効果的であるといえる。

【0028】

図2に、圧電素子20及び第1および第2の音響整合層5、6を一次元アレイ状とした場合の超音波プローブの斜視図を示す。図2に示すように、圧電単結晶からなる圧電体1および第1、第2の電極3、4を含む圧電素子20は、バッキング材2上に接着されている。圧電体1は、後に説明する第1の電極3、第2の電極4、第1の音響整合層5および第2の音響整合層6と共に複数に分割されている。分割された各々の圧電体1は短冊形状をなし、2番目に面積が大きい面を超音波送受信面として有する。各々の圧電体1は、図2の矢印A方向に振動する。第1の電極3は、圧電体1の超音波送受信面からそのうちの1つの側面および超音波送受信面と反対側の面の一部に亘って形成されている。第2の電極4は、圧電体1の超音波送受信面と反対側の面に、第1の電極3と絶縁するよう所望の距

10

20

30

40

50

離を隔てて形成されている。このような圧電体 1、第 1、第 2 の電極 3、4 により圧電素子 20 が構成される。第 1 の音響整合層 5 は、圧電素子 20 の超音波送受信面に形成されている。第 2 の音響整合層 6 は、第 1 の音響整合層 5 の上に設けられている。上述したように、圧電素子 20 及び第 1 の音響整合層 5 及び第 2 の音響整合層 6 を含む積層体は、短冊状に分割されている。音響レンズ 7 は、第 2 の音響マッチング層 6 の上に形成されている。アース電極板 8 の各配線は、第 1 の電極 3 の夫々に接続されている。フレキシブル印刷配線板 9 の各配線は、第 2 の電極 4 の夫々に例えばはんだ付けにより接続されている。このような構成とする場合にも、第 1 の音響整合層 5 として、有機樹脂 12 及び有機樹脂 12 に分散した酸化亜鉛粒子 11 を用いることにより、圧電素子 20 と第 1 の音響整合層 5 と第 2 の音響整合層 6 との積層体の分割が容易なアレイ状の超音波プローブを形成できる。

10

【0029】

この超音波プローブを使用する際には、第 1、第 2 の電極 3、4 間に電圧を印加して、圧電体 1 を共振させることで超音波送受信面から超音波を送信する。そして、受信時には、超音波送受信面から受けた超音波によって圧電体 1 を振動させ、この振動を電気的に変換して信号とし、画像を得る。

【0030】

なお、上述したように、圧電素子 20 及び第 1 の音響整合層 5 及び第 2 の音響整合層 6 を分割する際は、図 3 のように、これらが積層された積層面に垂直な方向から見て、一次元のアレイ状、つまり短冊状に分割するだけでなく、図 4 に示すように二次元のアレイ状となるように分割しても良い。図 4 のような二次元のアレイ状に分割する際には、分割された各々の大きさが約 0.4 mm x 0.4 mm 以下と小さくなるため、チップングや折れ等の可能性が増大することから、本発明を適用することは好ましいといえる。なお、二次元のアレイ状の超音波プローブを形成する際には、音響レンズを設けずに解像度や感度を向上することが可能となる。また、一次元アレイ、二次元アレイのどちらの場合でも、圧電素子と音響整合層との積層体を分割した溝にシリコーン樹脂等を充填することにより割れなどを防ぐことが出来る。

20

【0031】

【実施例】

(実施例 1)

$Pb[(Zn, Nb)_{0.91}Ti_{0.09}]O_3$ (以下では PZNT91/9 と呼ぶ) の組成となるように PbO 、 ZnO 、 Nb_2O_5 、 TiO_2 を秤量し、乳鉢で混合した後、アルミナサヤにて温度を約 800 として約 2 時間仮焼する。これをボールミルにて粉碎してポリビニルアルコール (PVA) 約 5% 水溶液を混合した後、約 30 mm x 約 20 mm の金型に入れて成型し、約 850 の温度で約 1 時間焼成する。このようにして得られた原料ペレットと PbO フラックスを直径約 50 mm の白金坩堝に入れ蓋をする。これをブリッジマン法で結晶育成する。白金坩堝をペンチで剥き圧電単結晶を取り出したところ、結晶の大きさは約 50 mm x 約 20 mm であった。この圧電単結晶を 100 面と平行になるように方位を決めて、ワイヤーソーにて約 0.36 mm の厚みに切り出す。圧電単結晶を切り出す際の面は、100 面からの角度のずれが、約 ±5 度の以下であることが好ましく、約 ±1 度以下であることがより好ましい。また、この 100 面を、超音波送受信面とする。圧電単結晶ウエファを最終的に約 300 μm の厚さとなるまで研磨して圧電体とする。電極として導電性ペースト層を形成した後、約 550 の温度で約 10 分間焼結することで約 3 ~ 5 μm の厚さを持つ第 1、第 2 の電極を形成し、圧電素子とし分極する。圧電体の音響インピーダンスは 22 MRayls であった。

30

40

【0032】

圧電素子の超音波送受信面となる第 1 の電極側に第 1 の音響整合層を設ける。第 1 の音響整合層は、充填材料として粒径が約 5 μm である酸化亜鉛粒子を用い、これをエポキシ樹脂中に、重量比で、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 3 となるように分散させ、圧電素子の第 1 の電極側に塗布する。塗布後、乾燥させてから、超音波の中心周波数に対応す

50

る波長をとした場合の / 4 の厚さとなるまで研磨する。本実施例では約 250 μm とした。この研磨工程で、エポキシ樹脂中の酸化亜鉛粒子により生じる凹凸を無くし、厚みの精度を高める。第 1 の音響整合層の音響インピーダンスは約 9 ~ 11 MRayls であった。

【0033】

第 1 の音響整合層上には、エポキシ樹脂を塗布して第 2 の音響整合層とする。第 2 の音響整合層の厚みもやはり / 4 とし、約 200 μm とする。第 2 の音響整合層の音響インピーダンスは約 3.0 MRayls であった。

【0034】

第 1 の電極にアース電極板を、第 2 の電極にフレキシブル印刷配線板を、超音波送受信面と対向する面で導電ペーストを用いて貼り付ける。次いで、これらをゴム系材料からなるバッキング材にエポキシ樹脂を用いて接着する。

10

【0035】

圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層を、厚さが約 50 μm のレジンボンドのダイヤモンドブレードを用い、短冊状となるよう複数に分割する。本実施形態では、分割幅（ピッチ）を約 180 μm とした。本実施形態において、96 チャンネルとなるよう分割したところ、レジンボンドのダイヤモンドブレードに傷み等は見られず、また第 1 及び第 2 の音響整合層、圧電素子の切断面を観察したところ、折れやチッピング等は見られなかった。

【0036】

第 2 の音響整合層上に音響レンズを接着し、配線を接続して本実施形態の超音波プローブを完成する。

20

【0037】**(実施例 2)**

酸化亜鉛粒子の粒径を約 10 μm とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2.5 とした以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。本実施例においては、第 1 の音響整合層の音響インピーダンスは約 8 ~ 9 MRayls であった。第 2 の音響整合層の音響インピーダンスは実施例 1 と同様であり約 3.0 MRayls であった。

【0038】**(実施例 3)**

酸化亜鉛粒子の粒径を約 10 μm とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2 とした以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。本実施例においては第 1 の音響整合層の音響インピーダンスは約 7 ~ 8 MRayls であった。

30

【0039】**(実施例 4)**

酸化亜鉛粒子の粒径を約 15 μm とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2 とし、圧電体の厚みを約 200 μm 、第 1 の音響整合層の厚みを約 180 μm 、第 2 の音響整合層の厚みを約 140 μm とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 120 μm とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。第 1 の音響整合層の音響インピーダンスは実施例 3 と同様であり約 7 ~ 8 MRayls であった。第 2 の音響整合層の音響インピーダンスは実施例 1 と同様であり約 3.0 MRayls であった。

40

【0040】**(実施例 5)**

酸化亜鉛粒子の粒径を約 20 μm とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 1 とし、圧電体の厚みを約 200 μm 、第 1 の音響整合層の厚みを約 180 μm 、第 2 の音響整合層の厚みを約 140 μm とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 120 μm とする以外は実施

50

例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。本実施例においては第 1 の音響整合層の音響インピーダンスは約 5 ~ 6 M R a y l s であった。

【 0 0 4 1 】

(実施例 6)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Zn, Nb)_{0.95}Ti_{0.05}]O_3$ を用い、酸化亜鉛粒子の粒径を約 $1\ \mu m$ とし、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。本実施例においては圧電体の音響インピーダンスは実施例 1 と同様に約 9 ~ 11 M R a y l s であった。第 2 の音響整合層の音響インピーダンスは実施例 1 と同様に約 3 . 0 M R a y l s であった。

10

【 0 0 4 2 】

(実施例 7)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Zn, Nb)_{0.95}Ti_{0.05}]O_3$ を用い、酸化亜鉛粒子の粒径を約 $3\ \mu m$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2 . 5 とし、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

20

【 0 0 4 3 】

(実施例 8)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Zn, Nb)_{0.95}Ti_{0.05}]O_3$ を用い、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2 とし、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

【 0 0 4 4 】

(実施例 9)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Zn, Nb)_{0.95}Ti_{0.05}]O_3$ を用い、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 1 とし、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

30

【 0 0 4 5 】

(実施例 10)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Mg, Nb)_{0.69}Ti_{0.31}]O_3$ を用いる以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。本実施例においては圧電体の音響インピーダンスは約 29 M R a y l s であった。

40

【 0 0 4 6 】

(実施例 11)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Mg, Nb)_{0.69}Ti_{0.31}]O_3$ を用い、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2 . 5 とし、圧電体の厚みを約 $200\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $180\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $140\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $120\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

【 0 0 4 7 】

(実施例 12)

50

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Mg, Nb)_{0.69}Ti_{0.31}]O_3$ を用い、酸化亜鉛粒子の粒径を約 $10\ \mu m$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2.5 として、圧電体の厚みを約 $200\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $180\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $140\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $120\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

【0048】

(実施例 13)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Mg, Nb)_{0.69}Ti_{0.31}]O_3$ を用い、酸化亜鉛粒子の粒径を約 $15\ \mu m$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2.5 として、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

10

【0049】

(実施例 14)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Mg, Nb)_{0.69}Ti_{0.31}]O_3$ を用い、酸化亜鉛粒子の粒径を約 $0.3\ \mu m$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 1 として、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

20

【0050】

(実施例 15)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Zn, Nb)_{0.95}Ti_{0.05}]O_3$ を用い、酸化亜鉛粒子の粒径を約 $30\ \mu m$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2 として、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

30

【0051】

(実施例 16)

圧電体として用いる圧電単結晶として $Pb[(Zn, Nb)_{0.95}Ti_{0.05}]O_3$ を用い、酸化亜鉛粒子の粒径を約 $0.2\ \mu m$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化亜鉛粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化亜鉛粒子 = 約 1 : 2.5 として、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。

【0052】

(比較例 1)

充填材料として酸化アルミニウム粒子を用い、酸化アルミニウム粒子の粒径を約 $10\ \mu m$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化アルミニウム粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化アルミニウム粒子 = 約 1 : 2.5 として、圧電体の厚みを約 $100\ \mu m$ 、第 1 の音響整合層の厚みを約 $80\ \mu m$ 、第 2 の音響整合層の厚みを約 $70\ \mu m$ とし、圧電素子及び第 1 の音響整合層及び第 2 の音響整合層の分割幅を約 $60\ \mu m$ とする以外は実施例 1 と同様にして超音波プローブを作製した。本比較例においては第 1 の音響整合層の音響インピーダンスは約 $6.5\ MRayls$ であった。

40

【0053】

(比較例 2)

充填材料として酸化タングステン粒子を用い、圧電体の厚みを約 $200\ \mu m$ 、第 1 の音響

50

整合層の厚みを約 $180 \mu\text{m}$ 、第2の音響整合層の厚みを約 $140 \mu\text{m}$ として、圧電素子及び第1の音響整合層及び第2の音響整合層の分割幅を約 $120 \mu\text{m}$ とする以外は実施例1と同様にして超音波プローブを作製した。本比較例においては第1の音響整合層の音響インピーダンスは約 14MRayls であった。

【0054】

(比較例3)

圧電体として用いる圧電単結晶として $\text{Pb}[(\text{Zn}, \text{Nb})_{0.95}\text{Ti}_{0.05}]\text{O}_3$ を用い、充填材料として酸化アルミニウム粒子を用い、圧電体の厚みを約 $200 \mu\text{m}$ 、第1の音響整合層の厚みを約 $180 \mu\text{m}$ 、第2の音響整合層の厚みを約 $140 \mu\text{m}$ として、圧電素子及び第1の音響整合層及び第2の音響整合層の分割幅を約 $120 \mu\text{m}$ とする以外は実施例1と同様にして超音波プローブを作製した。本比較例においては第1の音響整合層の音響インピーダンスは約 10MRayls であった。

10

【0055】

(比較例4)

圧電体として用いる圧電単結晶として $\text{Pb}[(\text{Mg}, \text{Nb})_{0.69}\text{Ti}_{0.31}]\text{O}_3$ を用い、充填材料として酸化アルミニウム粒子を用い、酸化アルミニウム粒子の粒径を約 $15 \mu\text{m}$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化アルミニウム粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化アルミニウム粒子 = 約 $1:2.5$ として、圧電体の厚みを約 $100 \mu\text{m}$ 、第1の音響整合層の厚みを約 $80 \mu\text{m}$ 、第2の音響整合層の厚みを約 $70 \mu\text{m}$ として、圧電素子及び第1の音響整合層及び第2の音響整合層の分割幅を約 $60 \mu\text{m}$ とする以外は実施例1と同様にして超音波プローブを作製した。

20

【0056】

(比較例5)

圧電体として用いる圧電単結晶として $\text{Pb}[(\text{Mg}, \text{Nb})_{0.69}\text{Ti}_{0.31}]\text{O}_3$ を用い、充填材料として酸化鉄粒子を用い、酸化鉄粒子の粒径を約 $10 \mu\text{m}$ とし、エポキシ樹脂樹脂と酸化鉄粒子との配合比を、エポキシ樹脂：酸化鉄粒子 = 約 $1:2.5$ として、圧電体の厚みを約 $100 \mu\text{m}$ 、第1の音響整合層の厚みを約 $80 \mu\text{m}$ 、第2の音響整合層の厚みを約 $70 \mu\text{m}$ として、圧電素子及び第1の音響整合層及び第2の音響整合層の分割幅を約 $60 \mu\text{m}$ とする以外は実施例1と同様にして超音波プローブを作製した。

【0057】

【表1】

30

実施例	圧電材料	充填材料	充填材料粒径	樹脂：充填材料配合比	振動子厚み (mm)	分割幅 (mm)	不良チャンネル数
1	PZNT91/09 単結晶	ZnO	5 μ m	1 : 3	0.3	0.18	0/960
2	PZNT91/09 単結晶	ZnO	10 μ m	1 : 2.5	0.3	0.18	0/960
3	PZNT91/09 単結晶	ZnO	10 μ m	1 : 2	0.3	0.18	0/960
4	PZNT91/09 単結晶	ZnO	15 μ m	1 : 2	0.2	0.12	0/960
5	PZNT91/09 単結晶	ZnO	20 μ m	1 : 1	0.2	0.12	0/960
6	PZNT95/05 単結晶	ZnO	1 μ m	1 : 3	0.1	0.06	0/960
7	PZNT95/05 単結晶	ZnO	3 μ m	1 : 2.5	0.1	0.06	0/960
8	PZNT95/05 単結晶	ZnO	5 μ m	1 : 2	0.1	0.06	0/960
9	PZNT95/05 単結晶	ZnO	5 μ m	1 : 1	0.1	0.06	0/960
10	PMNT69/31 単結晶	ZnO	5 μ m	1 : 3	0.3	0.18	0/960
11	PMNT69/31 単結晶	ZnO	5 μ m	1:2.5	0.2	0.12	0/960
12	PMNT69/31 単結晶	ZnO	10 μ m	1:2.5	0.2	0.12	0/960
13	PMNT69/31 単結晶	ZnO	15 μ m	1:2.5	0.1	0.06	0/960
14	PMNT69/31 単結晶	ZnO	0.3 μ m	1:1	0.1	0.06	0/960
15	PZNT95/05 単結晶	ZnO	30 μ m	1:2	0.1	0.06	4/960
16	PZNT95/05 単結晶	ZnO	0.2 μ m	1:2.5	0.1	0.06	2/960

10

20

【 0 0 5 8 】

【 表 2 】

比較例	圧電材料	充填材料	充填材料粒径	樹脂：充填材料配合比	振動子厚み (mm)	分割幅 (mm)	不良チャンネル数
1	PZNT91/09 単結晶	Al ₂ O ₃	10 μ m	1 : 2.5	0.1	0.06	450/960
2	PZNT91/09 単結晶	WO ₃	5 μ m	1 : 3	0.2	0.12	95/960
3	PZNT95/05 単結晶	Al ₂ O ₃	5 μ m	1 : 3	0.2	0.12	110/960
4	PMNT69/31 単結晶	Al ₂ O ₃	15 μ m	1 : 2.5	0.1	0.06	56/960
5	PMNT69/31 単結晶	Fe ₂ O ₃	10 μ m	1 : 2.5	0.1	0.06	22/960

30

【 0 0 5 9 】

これらの実施例の条件を（表 1）に、比較例の条件を（表 2）に示す。

【 0 0 6 0 】

実施例 1 ~ 16、比較例 1 ~ 5 の超音波プローブについて評価を行う。これらの実施例、比較例の各超音波プローブにおいて、圧電素子の 96 チャンネル全てについて第 1 の電極と第 2 の電極との間の容量を測定する。各実施例、比較例について、10 個の超音波プローブの 960 チャンネルについてこれを行う。折れやチップングの生じているチャンネルは所定の容量とは異なった容量に変化してしまうことから、所定の容量よりも約 20% 以上大きいチャンネル若しくは約 20% 以上小さいチャンネルを不良チャンネルとし、これも（表 1）及び（表 2）に示す。

40

【 0 0 6 1 】

（表 1）及び（表 2）の結果から、実施例 1 ~ 16 では不良チャンネル数が少なく、容量のばらつきが少ないことがわかる。これは、チップングや折れなどが少なく、圧電素子の

50

電極の剥がれなどが生じ難いことから、容量がばらつかず、好ましい容量特性が得られているものであると思われる。特に、酸化亜鉛粒子の粒径が約 $0.3 \mu\text{m}$ 以上約 $20 \mu\text{m}$ 以下である実施例 1 ~ 14 では、特に不良チャンネル数が少ない。これは、酸化亜鉛粒子の粒径を上記の値とすることにより、有機樹脂中に酸化亜鉛粒子を均一に分散することが可能となり、第 1 の音響整合層と他の層との接着性を向上させ、チップングや折れを防ぐことが可能となるものと思われる。

【0062】

一方、比較例 1 ~ 5 では、実施例 1 ~ 16 に比べて不良チャンネル数が多い。これは、有機樹脂中に分散させる充填材料として、 Al_2O_3 や WO_3 、 Fe_2O_3 を用いており、これらの材料の硬度が高いことから分割が困難なためであると思われる。

10

【0063】

なお、各実施例及び各比較例の代表的なチャンネルを選び、超音波を発生させてその受信感度を測定したところ、容量のばらつきの小さい各実施例では十分な感度が得られた。

【0064】

また、圧電体として用いる圧電単結晶として、 $\text{Pb}[(\text{Sc}, \text{Nb})_{1-x}\text{Ti}_x]\text{O}_3$ や $\text{Pb}[(\text{In}, \text{Nb})_{1-x}\text{Ti}_x]\text{O}_3$ 等を用いた場合にも、これらの実施例と同様な効果を得ることが可能である。

【0065】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、容易に所望の共振周波数を得ることの可能な超音波プローブを提供することが出来る。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る超音波プローブを説明する断面図である。

【図 2】本発明に係る超音波プローブの斜視図である。

【図 3】本発明に係る一次元アレイ状の超音波プローブの構成を説明する斜視図である。

【図 4】本発明に係る二次元アレイ状の超音波プローブの要部を示す斜視図である。

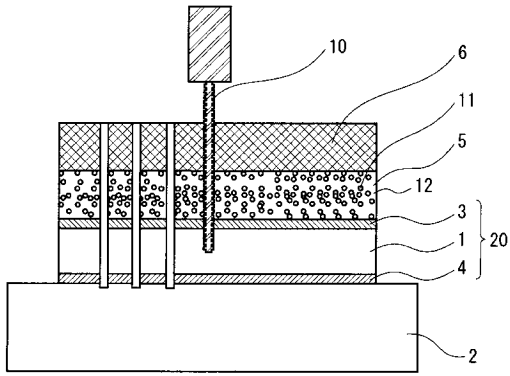
【符号の説明】

- 1 ... 圧電体
- 2 ... バッキング材
- 3 ... 第 1 の電極
- 4 ... 第 2 の電極
- 5 ... 第 1 の音響整合層
- 6 ... 第 2 の音響整合層
- 7 ... 音響レンズ
- 8 ... アース電極板
- 9 ... フレキシブル印刷配線板
- 10 ... ダイヤモンドブレード
- 11 ... 酸化亜鉛粒子
- 12 ... 有機樹脂
- 20 ... 圧電素子

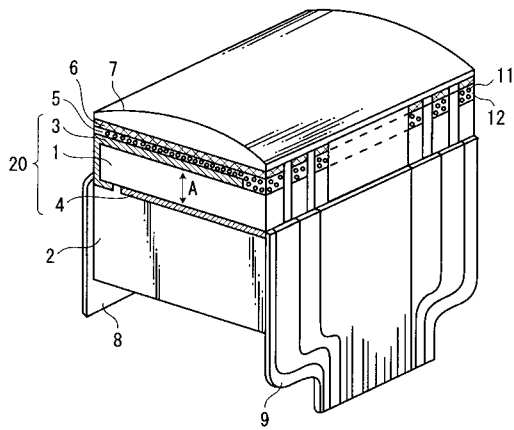
30

40

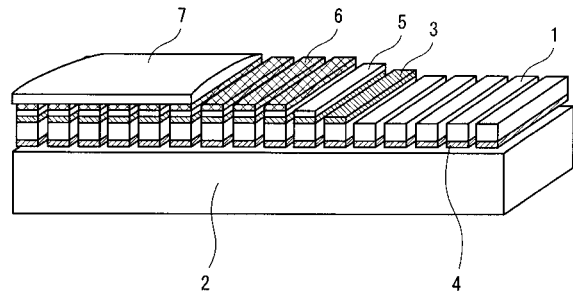
【 図 1 】



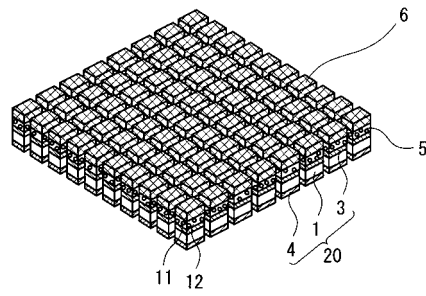
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 泉 守

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株式会社東芝研究開発センター内

Fターム(参考) 2G047 AC13 BC07 CA01 EA05 GB02 GB11 GB21 GB22 GB28 GB36
GF11
4C301 EE20 GB03 GB09 GB19 GB20 GB22 GB24 GB27 GB33 GB37
GB39
4C601 EE30 GB01 GB02 GB03 GB04 GB06 GB19 GB20 GB24 GB25
GB26 GB28 GB32 GB33 GB41 GB42 GB45 GB47
5D019 AA07 BB19

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	JP2004104629A	公开(公告)日	2004-04-02
申请号	JP2002266245	申请日	2002-09-12
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝		
申请(专利权)人(译)	东芝公司		
[标]发明人	山下洋八 細野靖晴 原田耕一 泉守		
发明人	山下 洋八 細野 靖晴 原田 耕一 泉 守		
IPC分类号	G01N29/24 A61B8/00 H04R17/00		
FI分类号	H04R17/00.332.Y H04R17/00.330.J A61B8/00 G01N29/24.502		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BC07 2G047/CA01 2G047/EA05 2G047/GB02 2G047/GB11 2G047/GB21 2G047/GB22 2G047/GB28 2G047/GB36 2G047/GF11 4C301/EE20 4C301/GB03 4C301/GB09 4C301/GB19 4C301/GB20 4C301/GB22 4C301/GB24 4C301/GB27 4C301/GB33 4C301/GB37 4C301/GB39 4C601/EE30 4C601/GB01 4C601/GB02 4C601/GB03 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB24 4C601/GB25 4C601/GB26 4C601/GB28 4C601/GB32 4C601/GB33 4C601/GB41 4C601/GB42 4C601/GB45 4C601/GB47 5D019/AA07 5D019/BB19		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够轻松获得所需共振频率的超声波探头。

ŽSOLUTION：在这种超声波探头中，压电物质由压电单晶组成，由 $Pb(Me, Nb)_{1-x}SB_xTi_xSB_3$ （其中，x的值为 $0 \leq x \leq 0.55$ ，并且Me是选自Zn, Mg, Sc和In形成的组中的至少一种类型），并且声学调整层由两层组成，其是a第一声学调节层，设置在压电物质的一侧，并包括分散在有机树脂中的有机树脂和氧化锌颗粒，以及设置在第一声学调节层上并且其声阻抗小于第一声学调节层的声阻抗的第二声学调节层。第一声学调整层。Ž

