(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4530836号
(P4530836)
(45)発行日　平成22年8月25日(2010.8.25)　(24)登録日　平成22年6月18日(2010.6.18)

(51)Int.Cl.		F I		
A61B 8/00	(2006.01)	A61B	8/00	
G01N 29/24	(2006.01)	G01N	29/24	
H04R 17/00	(2006.01)	H04R	17/00	330J

請求項の数 8　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願2004-370687 (P2004-370687)
(22)出願日　平成16年12月22日 (2004.12.22)
(65)公開番号　特開2006-174992 (P2006-174992A)
(43)公開日　平成18年7月6日 (2006.7.6)
審査請求日　平成19年11月29日 (2007.11.29)

(73)特許権者　000005821
パナソニック株式会社
大阪府門真市大字門真１００６番地
(74)代理人　100093067
弁理士　二瓶　正敬
(72)発明者　斉藤　孝悦
大阪府門真市大字門真１００６番地　松下電器産業株式会社内

審査官　右▲高▼　孝幸

(56)参考文献　特開２００２－１２５２９６（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－２１０７９５（ＪＰ，Ａ）

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波探触子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

超音波を送信及び受信する圧電素子を有する超音波探触子において、

複数種類の粉体材料を高分子樹脂に充填し、前記高分子樹脂内で音響インピーダンスが厚さ方向に連続的に変化する音響整合層を前記圧電素子の一方の面に形成したことを特徴とする超音波探触子。

【請求項２】

超音波を送信及び受信する圧電素子を有する超音波探触子において、

複数種類の粉体材料を高分子樹脂に充填し、前記高分子樹脂内で音響インピーダンスが厚さ方向に連続的に変化する第１の音響整合層を前記圧電素子の一方の面に形成するとともに、

１種類以上の粉体材料を高分子樹脂に充填し、前記高分子樹脂内で音響インピーダンスが厚さ方向に前記第１の音響整合層の音響インピーダンスから被検体の音響インピーダンスまで連続的に変化する第２の音響整合層を前記第１の音響整合層の表面に形成したことを特徴とする超音波探触子。

【請求項３】

前記複数種類の粉体材料は、それぞれ密度の違う材料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】

前記複数種類の粉体材料は、前記高分子樹脂の密度より大きい材料であることを特徴と

する請求項１から３のいずれか１つに記載の超音波探触子。
【請求項５】
前記複数種類の粉体材料は、前記高分子樹脂の密度より大きい粉体材料と小さい粉体材料を含むものであることを特徴とする請求項１から３のいずれか１つに記載の超音波探触子。
【請求項６】
前記複数種類の粉体材料は、平均粒径が異なる同じ材料若しくは異なる材料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７】
前記複数種類の粉体材料は、金属、酸化物、炭化物、高分子及び中空体の材料のいずれか１種以上であることを特徴とする請求項１から６のいずれか１つに記載の超音波探触子。
【請求項８】
前記第２の音響整合層の材料の前記１種以上の粉体材料は、前記高分子樹脂の密度より小さい粉体材料であることを特徴とする請求項２から６のいずれか１つに記載の超音波探触子。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、超音波を用いて生体情報を得るために使用される超音波探触子に関し、特に圧電素子の一方の面に音響整合層が形成された超音波探触子に関する。
【背景技術】
【０００２】
超音波探触子は、生体を対象とした超音波診断装置などに用いられている。例えば超音波診断装置用の超音波探触子としては、図５に示すような構造（下記の特許文献１に記載）が知られている。この超音波探触子は超音波を送信し、受信する圧電振動子１１の前面に効率よく被検体側に超音波を送受信するために圧電振動子１１と被検体との音響インピーダンス整合を行う２種類の音響インピーダンスの異なる材料１２、１３を用い、一方の材料を厚み方向に四角錐、あるいは円錐に加工した間隙の部分に他方の材料を充填して音響インピーダンスが厚み方向に連続的に変化する音響整合層１４を設け、周波数の広帯域化を図っている。さらにその前面には診断画像の分解能を高めるために超音波ビームを絞る役目をする音響レンズ１５を設け、また、圧電振動子１１の背面には圧電振動子１１を保持したり、あるいは不要な超音波を減衰させる役目をする背面負荷材１６を設けた構成となっている。
【特許文献１】特開平１１－８９８３５号公報（図１、要約書）
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００３】
近年、基本周波数に対して２次、あるいは３次の高調波周波数成分を利用して超音波診断装置の診断画像の分解能を高める方式が用いられているために、超音波探触子の周波数の広帯域化が極めて重要である。そこで、従来例では、広帯域化の取り組みとして音響整合層１４を圧電振動子１１の音響インピーダンスから被検体である生体の音響インピーダンスまで連続的に変化させる方式が考えられている。
【０００４】
音響インピーダンスを連続的に変化させる方式としては、音響インピーダンスが大きいセラミックなどを用いて先細柱状体に加工してその間隙に音響インピーダンスが小さい樹脂などを充填して形成した音響整合層１４があるが、音響インピーダンスの大きいセラミックなどを用いて先細柱状体を狭い間隔でマトリックス状に加工することが極めて難しく、また狭い間隔でマトリックス状にするためには、複数個の圧電振動子１１を配列したアレイ型の超音波探触子に対してそれぞれの周波数、あるいはアレイの間隔に合わせて加工

する必要があり生産性に大きな課題があるとともに、２つの材料で形成する構成では２つの材料の音速差によって、２つの材料の境界部分での超音波が反射、あるいは場合により臨海角により送信、あるいは受信の効率が著しく低下するなどの課題があった。

【０００５】

そこで、本発明は、音響インピーダンスが厚み方向に連続的に変化する音響整合層を容易に形成することができ、ひいては超音波探触子の周波数の広帯域化を可能にし、高分解能な診断画像を得ることができる超音波探触子を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００６】

本発明は上記目的を達成するために、超音波を送信及び受信する圧電素子を有する超音波探触子において、

複数種類の粉体材料を高分子樹脂に充填し、前記高分子樹脂内で音響インピーダンスが厚さ方向に連続的に変化する音響整合層を前記圧電素子の一方の面に形成した構成とした。

【０００７】

また、本発明は上記目的を達成するために、超音波を送信及び受信する圧電素子を有する超音波探触子において、

複数種類の粉体材料を高分子樹脂に充填し、前記高分子樹脂内で音響インピーダンスが厚さ方向に連続的に変化する第１の音響整合層を前記圧電素子の一方の面に形成するとともに、

１種類以上の粉体材料を高分子樹脂に充填し、前記高分子樹脂内で音響インピーダンスが厚さ方向に前記第１の音響整合層の音響インピーダンスから被検体の音響インピーダンスまで連続的に変化する第２の音響整合層を前記第１の音響整合層の表面に形成した構成とした。

【０００８】

前記複数種類の粉体材料は、それぞれ密度の違う材料であることを特徴とする。

また、前記複数種類の粉体材料は、前記高分子樹脂の密度より大きい材料であることを特徴とする。

また、前記複数種類の粉体材料は、前記高分子樹脂の密度より大きい粉体材料と小さい粉体材料を含むものであることを特徴とする。

また、前記複数種類の粉体材料は、平均粒径が異なる同じ材料若しくは異なる材料であることを特徴とする。

また、前記複数種類の粉体材料は、金属、酸化物、炭化物、高分子及び中空体の材料のいずれか１種以上であることを特徴とする。

また、前記第２の音響整合層の材料の前記１種以上の粉体材料は、前記高分子樹脂の密度より小さい粉体材料であることを特徴とする。

【０００９】

この構成により、音響インピーダンスが厚み方向に連続的に変化する音響整合層を容易に形成することができ、ひいては超音波探触子の周波数の広帯域化を可能にし、高分解能な診断画像を得ることができる。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、複数種類の粉体材料を高分子樹脂に充填し、高分子樹脂内で音響インピーダンスが厚さ方向に連続的に変化する音響整合層を圧電素子の一方の面に形成したので、音響インピーダンスが厚み方向に連続的に変化する音響整合層を容易に形成することができ、ひいては超音波探触子の周波数の広帯域化を可能にし、高分解能な診断画像を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

＜第１の実施の形態＞

図１は、本発明の第１の実施の形態に係る超音波探触子の一例を示す概略断面図である。超音波探触子は、超音波診断装置を構成する際に、超音波診断装置本体とケーブルを介して電気的に接続されて使用され得るものであり、超音波を送受信し、その受信波を電気信号に変換して超音波診断装置本体に送信する機能を有している。

【００１２】

図１に示す超音波探触子は、ＰＺＴ系などの圧電セラミック、単結晶、あるいは前記材料と高分子を複合した複合圧電体などが用いられて超音波を送受信する圧電素子１と、金や銀を蒸着、スパッタリング、あるいは銀を焼き付けしたりするなどで圧電素子１の前面に設けられた接地電極２と、接地電極２と同じように金や銀を蒸着、スパッタリング、あるいは銀を焼き付けしたりするなどで圧電素子１の背面に設けられた信号用電極３と、信号用電極３から超音波信号を取り出すための信号用電気端子（図示せず）、圧電素子１を背面から機械的に保持し、かつ必要に応じて不要な超音波信号を減衰させる機能を有する背面負荷材４と、圧電素子１の接地電極２上に設けられた音響整合層５と、さらに、音響整合層５上に被検体と直接、若しくは間接的に接触し超音波ビームを絞る音響レンズ６などが設けられた構成である。

【００１３】

音響整合層５は厚み方向（圧電素子１から音響レンズ６の方向）に対して音響インピーダンスが連続的に変化する特性となっており、圧電素子１の接地電極２側に位置する音響整合層５は、音響インピーダンスが圧電素子１に近い値で大きく、そして被検体側、つまり音響レンズ６側に位置する部分の音響整合層５の音響インピーダンスは、被検体若しくは音響レンズ６の値に近い小さい値となっている。

【００１４】

この超音波探触子は、超音波診断装置などの本体から電気信号を接地電極２と信号用電極３に印加することにより、圧電素子１が機械振動して超音波を音響整合層５及び音響レンズ６を伝播して被検体に発信及び被検体からの反射波を受信するものである。生体を被検体とする超音波診断装置用超音波探触子は、生体に直接接触又は超音波伝播媒体を介して間接的に接触して生体に超音波を送信し、生体から反射してきた反射波を再び超音波探触子で受信してその信号を本体で処理してモニタ上に診断画像を表示して診断するものに用いられるいわゆるセンサである。

【００１５】

近年、基本周波数に対して非線型現象を利用して２次、あるいは３次の高調波周波数成分を利用して超音波診断装置の診断画像の分解能を高めることが行われてきている。前記方法で高分解能化を実現するためには、超音波探触子の周波数の広帯域化が極めて重要であり、このための取り組みとして、圧電セラミックと高分子材料からなる複合圧電体を用いたり、あるいは電気機械結合係数が高い単結晶などの圧電素子を用いた構成の超音波探触子があるが、いずれも製法的に難しいために信頼性と、コスト的な課題が残されている。また、他の方法として音響インピーダンスを圧電セラミックのような大きい値から被検体の音響インピーダンスの小さい値まで連続的に変化させた音響整合層を設ける構成がある。この音響整合層の音響インピーダンスを連続的に変化させた従来の構成としては、図５に示したように音響インピーダンスの大きいセラミックスなどの材料を厚み方向に円錐あるいは四角錐に加工してその間隙に音響インピーダンスの小さい高分子材料を充填して形成していたが、本実施の形態では、前記のような形状に依存せず、また厚み方向に円錐あるいは四角錐に加工する必要がないために容易に形成することができ、また任意に音響インピーダンスを連続的に変化させることができるという特徴を有するものである。

【００１６】

音響整合層５の音響インピーダンスを連続的に大きい値から小さい値に変化させて形成する方法について以下に記述する。高分子の樹脂、例えば主剤と硬化剤からなる２液の熱硬化性のエポキシ樹脂に密度の大きい粉体材料、例えばタングステンなどの金属粉あるいは酸化タングステンなどの酸化物から徐々に密度が小さくなるような粉体材料、例えば酸

化セリウム、酸化鉄、酸化亜鉛などの酸化物、とさらに、前記酸化物より密度が小さい粉体、例えば酸化珪素、酸化アルミニウム、そして高分子の粉体、例えばシリコーンゴム、プラスチックなどの粉体あるいはガラス、プラスチックなどの中空体などのように複数の粉体材料を任意に選択して充填し、攪拌、混合、泡抜きする。

【００１７】

このとき、ある程度エポキシ樹脂単体のときの粘度よりは高くなっているので、密度の大きい粉体は下の方に、そして密度が小さくなっていく粉体は上部の方に位置するように各粉体は移動していく。しかし、これら各粉体材料は各粉体を充填したエポキシ樹脂の粘度はある程度高くなっているので完全に分離して積層されるわけではない。それぞれの粉体は密度の大きい順に下部から位置していくものの各粉体の境界部分では交じり合った状態になって硬化していく。このようにある程度、混合物の粘度を高めていくことによって粉体は相互に交じり合う領域ができて、音響インピーダンスは超音波を送受信する上下方向（厚み方向）に連続して変化した状態を形成することができる。

【００１８】

ここに、エポキシ樹脂（日本ペルノックス社ME106）に、密度が１９．１ｋｇ／m^3と大きい値を有するタングステン金属粉体（エポキシ樹脂に対して重量比で２９％）と、前記タングステンより小さい密度が１５．１ｋｇ／m^3のタングステンカーバイト粉（エポキシ樹脂に対して重量比で５３％）、そして密度が０．０３～０．０７ｋｇ／m^3のプラスチック中空体（エポキシ樹脂に対して重量比 で０．４６％）を充填して混合、攪拌、泡抜き、硬化させて形成したときの音響インピーダンスを厚み方向に対して測定した結果、上部は１．４９Mrayl（＝密度０．８６４ｋｇ／m^3×音速１．７３ｋｍ／ｓ）であり、その下部に位置するところは２．８５Mrayl（＝密度１．２８ｋｇ／m^3×音速２．２３ｋｍ／ｓ）、更に下にいくと３．８Mrayl（＝密度１．６９ｋｇ／m^3×音速２．２６ｋｍ／ｓ）となり、徐々に下部に行くに従って指数関数的に音響インピーダンスは大きくなり、最も下の部分の音響インピーダンスは１３．８Mrayl（＝密度７．９７ｋｇ／m^3×音速１．７３ｋｍ／ｓ）となり、段階的な音響インピーダンスの変化ではなく連続的に変化していることがわかった。

【００１９】

この音響インピーダンスの変化の度合いは、指数関数的に変化していくように形成されたが、これは高分子樹脂のエポキシ樹脂に充填する粉体材料の密度と充填量、さらに、充填後のエポキシ樹脂の粘度を調整することにより任意に変化させることが可能となる。例えば、前述のように充填する３種の粉体でタングステンカーバイトの粉体に替えて密度のもっと小さい酸化タングステン（密度１２．１ｋｇ／m^3）、あるいは酸化セリウム（密度７．３ｋｇ／m^3）などの粉体を充填すると容易に音響インピーダンスの変化の度合いを変えることが可能である。また音響インピーダンスを連続的に変化させる音響整合層５の厚みは、駆動周波数の２分の１波長以上であればよい。

【００２０】

以上のように、高分子樹脂に密度の違う複数の粉体材料を充填することにより、音響インピーダンスを容易に連続的に変化させて形成することができるために、従来のように２次元に多数の四角錐あるいは円錐に精度よく加工することも不要であり、また、前記四角錐あるいは円錐の配列ピッチを使用周波数によって変える必要もないため、極めて容易に周波数の広帯域化を可能にした超音波探触子を実現することができるという特徴がある。

【００２１】

なお、第１の実施の形態では、粉体材料としてタングステン、タングステンカーバイト粉、及びプラスチック中空体の３種類を用いた場合について説明したが、このほかモリブデン、アルミニウムなどの金属粉、また酸化アルミニウム、酸化セリウム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化鉄、二酸化珪素、酸化チタンなどの酸化物、シリコンカーバイトなどの炭化物及び有機物の粉体、若しくはガラスあるいはカーボンなどの無機物の中空体などを用いて、密度の違う前記粉体の材料を複数用いた場合についても音響整合層の音響インピーダンスを連続的に変化させて形成することが可能であり、同様の効果が得ら

れる。

【００２２】

また、第１の実施の形態では、高分子の樹脂としてエポキシ樹脂を用いた場合について説明したが、このほか、ウレタン樹脂、シリコーンゴムなどを用いた場合についても同様の効果が得られる。また、第１の実施の形態では、２種類あるいは３種類の粉体を樹脂に充填して音響インピーダンスを連続的に変化させて音響整合層５を形成する場合について説明したが、このほか３種類以上の密度の違う粉体を樹脂に充填しても同様の効果が得られる。さらに、第１の実施の形態では、単一型の超音波探触子の構成の場合について説明したが、このほか、圧電素子１及び音響整合層５が複数個に配列された、いわゆる１次元あるいは２次元アレイ型超音波探触子の構成に用いても同様の効果が得られる。

【００２３】

上記超音波探触子によれば、高分子樹脂に複数の粉体を充填して、音響インピーダンスを容易に連続的に変化させて音響整合層５を形成することができ、しかも周波数の広帯域化を実現できるため、低コストでしかも広帯域化が可能にできる。したがって、高分解能な診断画像を得ることができる。

【００２４】

＜第２の実施の形態＞

本発明の第２の実施の形態の超音波探触子の概略断面図は図１に示す構成と同じである。図１に示す音響整合層５を形成するときに高分子樹脂に充填する粉体材料の平均粒径を変えた点が本実施の形態の特徴である。つまり、音響インピーダンスが厚み方向に連続的に変化する音響整合層５を形成するために、高分子の樹脂に充填する粉体材料が同じ物質のものでも平均粒径の大きさを変えた複数の粉体材料を用いて形成するという点である。

【００２５】

例えばエポキシ樹脂（日本ペルノックス社ME106）に充填する粉体をタングステンとして、前記タングステンの粉体の平均粒径をそれぞれ１．２マイクロメータ、５．６マイクロメータ、１３．４マイクロメータの３種類を充填（それぞれエポキシ樹脂に対して重量比で５３％）した場合、平均粒径の大きい方から下に層が形成されて平均粒径が小さいものが上部に形成される。この場合、各平均粒径の違うものがそれぞれほぼ単独で積層されないように、粉体を充填したエポキシ樹脂の混合物は粘度をある程度高くする。このことにより、基本的には平均粒径の大きい粉体は下部に形成され、小さいものは上部に積層されるがそれぞれの領域に平均粒径の違うものが残存していく。

【００２６】

この結果を図２に示す。横軸は音響整合層５の厚み方向で左側の０が上部に位置し、右側の１は下部に位置する部分であり、縦軸はその音響インピーダンスを示す。図２の結果から各粉体材料ごとに分離して積層されず、音響インピーダンスが連続的に変化し、ここでは３．１３Mraylから１２Mraylまで変化している。この音響インピーダンスの連続的な変化は、図２から指数関数的に変化していくような傾向になったが、これは高分子樹脂のエポキシ樹脂に充填する粉体材料であるタングステンの平均粒径の種類、数あるいはこれらの充填量、さらにはこれら粉体材料を充填した後のエポキシ樹脂の粘度を調整することにより任意に変化させることが可能となる。

【００２７】

このタングステンの平均粒径が大きくなると音響インピーダンスも大きくなる理由は、平均粒径が大きくなると粒径の表面積が小さくなり、その表面の部分にエポキシ樹脂が介在するために、タングステンの占める割合が高くなった結果として音響インピーダンス（＝音速×密度）が大きくなる。逆に平均粒径が小さくなるにしたがって粉体の表面積が大きくなるため、その分エポキシ樹脂の介在する率が大きくなってエポキシ樹脂の音響インピーダンスに近づき、小さくなるためである。これはタングステンの粉体だけではなく、他の粉体でも同じことが言えることから、高分子の樹脂に充填する粉体材料を違うものでなく同じ材料で粒径を変えることでも音響インピーダンスを任意に変えることができる。

【００２８】

また、図２において音響インピーダンスが最も小さい値の３．１３Mraylは、ほぼエポキシ樹脂単体の音響インピーダンスの値であるのでこれ以下の値にすることは前述の充填する粉体ではできない。これ以下の値にするには、高分子樹脂のエポキシ樹脂より小さい密度あるいは音響インピーダンスの値を有する材料の粉体を追加して充填すれば可能である。高分子樹脂のエポキシ樹脂より小さい密度としては、シリコーンゴムの粉体、あるいはガラス、カーボンなどの無機物の中空体、あるいはプラスチックの有機物の中空体などの粉体がある。例えばエポキシ樹脂（日本ペルノックス社ME106）に密度が０．０３～０．０７ｋｇ／m^3のプラスチック中空体を充填（エポキシ樹脂に対して重量比で０．４６％）して混合、攪拌、泡抜き、硬化させて形成したときは上部にプラスチックの中空体が主に位置し、下部に行くにしたがって徐々にエポキシ樹脂が占める割合が多くなり、最下部ではほとんどがエポキシ樹脂単体の音響インピーダンスとなる。これもやはり中空体の層とエポキシ樹脂の層というように分離することはなく連続的に変化している。この結果を図３に示す。図３から音響インピーダンスは１．４３Mraylから３．１Mraylまで連続的に変化していることが確認できる。

【００２９】

したがって、タングステンの平均粒形の違う複数の種類と、さらに、高分子樹脂のエポキシ樹脂より小さい密度のプラスチックの中空体などを高分子樹脂であるエポキシ樹脂に充填して形成することにより、音響インピーダンスが約１．５Mraylの値から約１５Mraylの値の範囲まで連続的に変化する音響整合層５を容易に作成することができる。

【００３０】

さらに、高分子の樹脂に充填する粉体材料が違うものでも２種類以上の粉体材料の平均粒径の大きさを変えたものを用いて形成してもよい。すなわち充填する粉体材料の平均粒径を任意に選択することにより音響インピーダンスが所望の値で連続的に変化する音響整合層５を形成することができる構成である。

【００３１】

なお、第２の実施の形態では、粉体材料として同じタングステン材料で平均粒径の違う材料の粉体を２種類以上、及びプラスチック中空体を用いた場合について説明したが、このほかモリブデン、アルミニウムなどの金属粉、また酸化アルミニウム、酸化セリウム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化鉄、二酸化珪素、酸化チタンなどの酸化物、シリコンカーバイトなどの炭化物及び有機物の粉体、若しくはガラスあるいはカーボンなどの無機物の中空体などを用いて、平均粒径、密度の違う前記粉体の材料を複数用いた場合についても音響整合層５の音響インピーダンスを連続的に変化させて形成することが可能であり、同様の効果が得られる。

【００３２】

また、第２の実施の形態では、高分子の樹脂としてエポキシ樹脂を用いた場合について説明したが、このほか、ウレタン樹脂、シリコーンゴムなどを用いた場合についても同様の効果が得られる。さらに、第２の実施の形態では、２種類あるいは３種類の平均粒径の粉体を樹脂に充填して音響インピーダンスを連続的に変化させて音響整合層５を形成する場合について説明したが、このほか３種類以上の密度が違い、また平均粒径が違う粉体を樹脂に充填しても同様の効果が得られる。また、第２の実施の形態では、単一型の超音波探触子の構成の場合について説明したが、このほか、圧電素子１及び音響整合層５が複数個に配列されたいわゆる１次元あるいは２次元アレイ型超音波探触子の構成に用いても同様の効果が得られる。

【００３３】

上記超音波探触子によれば、高分子樹脂に複数の粉体を充填して、音響インピーダンスを容易に連続的に変化させて音響整合層５を形成することができ、しかも周波数の広帯域化を実現できるため、低コストでしかも広帯域化が可能になる。したがって、高分解能な診断画像を得ることができる。

【００３４】

＜第３の実施の形態＞

図４は、本発明の第３の実施の形態に係る超音波探触子の一例を示す概略断面図である。超音波探触子は、超音波診断装置を構成する際に、超音波診断装置本体とケーブルを介して電気的に接続されて使用され得るものであり、超音波を送受信し、その受信波を電気信号に変換して超音波診断装置本体に送信する機能を有している。

【００３５】

図４に示す超音波探触子は、ＰＺＴ系などの圧電セラミック、単結晶などが用いられて超音波を送受信する圧電素子１と、金や銀を蒸着又はスパッタリングしたり、あるいは銀を焼き付けしたりするなどで圧電素子１の前面に設けられた接地電極２と、接地電極２と同じように金や銀を蒸着、スパッタリング、あるいは銀を焼き付けしたりするなどで圧電素子１の背面に設けられた信号用電極３と、信号用電極３から超音波信号を取り出すための信号用電気端子（図示せず）と、圧電素子１を機械的に保持し、かつ必要に応じて不要な超音波信号を減衰させる機能を有する背面負荷材４と、圧電素子１の接地電極２上に設けられた２層の音響整合層５（５－１、５－２）と、さらに、音響整合層５上に被検体と直接若しくは間接的に接触し超音波ビームを絞る音響レンズ６などが設けられた構成である。

【００３６】

音響整合層５は音響インピーダンス的に２層５－１、５－２に分かれており、圧電素子１側に設けられた音響整合層５－１（第１の音響整合層）は、厚み方向に対して圧電素子１側に位置する部分は音響インピーダンスが大きく、音響整合層５－２にいくに従って音響インピーダンスが徐々に小さくなっていくように連続的に変化する特性を有している。また圧電素子１側の面と反対の方向の音響整合層５－１面上には音響整合層５－２を設ける。音響整合層５－１面側に位置する音響整合層５－２（第２の音響整合層）の部分の音響インピーダンスは、音響インピーダンス５－１の音響整合層５－２側に位置する値と同じか、若しくは小さい値を有し、厚みの方向にいくに従って音響レンズ６側に位置する音響インピーダンスの値が連続的に変化して小さくなり、ほぼ被検体である生体の音響インピーダンスの値、若しくはそれに近い値になる構成とする。音響整合層５－１と５－２を合わせた音響整合層５の厚みは約２分の１波長以上にするとよい。

【００３７】

音響整合層５－１は、例えば第２の実施の形態で説明した図２の特性の材料を用いる。つまり高分子のエポキシ樹脂に充填する粉体をタングステンとして、タングステンの粉体の平均粒径をそれぞれ１．２マイクロメータ、５．６マイクロメータ、１３．４マイクロメータの３種類を充填した場合、平均粒径の大きい方から下に層が形成されて平均粒径が小さいものが上部に形成される。この材料は、音響インピーダンスが３．１３～１２Mraylまで連続的に変化している特性を有したものである。音響インピーダンス１２Mraylに位置する面は圧電素子１側に設ける。

【００３８】

次に音響整合層５－２は、例えば第２の実施の形態で説明した図３の特性を有した材料を用いる。つまり高分子のエポキシ樹脂に密度が０．０３～０．０７ｋｇ／m^3のプラスチック中空体を充填して、混合、 攪拌、泡抜きそして硬化させて形成した材料を用いる。この材料の音響インピーダンスは１．４３～３．１Mraylまで連続的に変化した特性を有する。音響整合層５－２で音響インピーダンス３．１Mraylに位置する面は音響整合層５－１側にして設け、音響インピーダンス１．４３Mraylに位置する面は被検体側の音響レンズ６側にする。このように音響整合層５－１、５－２は圧電素子１側の音響インピーダンスが１２Mraylになり、被検体側に位置する音響レンズ６に近づくに従って音響インピーダンスは、連続して徐々に小さく変化していき、音響レンズ６側の面では１．４３Mraylとなる。音響整合層５－１と５－２の境界部分は、ほぼ同じ音響インピーダンスの値を有しているので反射することはない。したがって音響整合層５－１、５－２は、音響インピーダンスは連続して傾斜して変化しているので１つの音響整合層５として扱うことができる。

【００３９】

さらに、高分子の樹脂に充填する粉体材料が違うものでも２種類以上の粉体材料の平均粒径の大きさを変えたものを用いて形成してもよい。すなわち充填する粉体材料の平均粒径を任意に選択することにより音響インピーダンスを所望の値に連続的に変化させて音響整合層５－１と５－２が形成できる構成である。

【００４０】

なお、第３の実施の形態では、粉体材料として同じタングステン材料で平均粒径の違う材料の粉体を２種類以上、及びプラスチック中空体を用いた場合について説明したが、このほかモリブデン、アルミニウムなどの金属粉、また酸化アルミニウム、酸化セリウム、酸化モリブデン、酸化タングステン、酸化鉄、二酸化珪素、酸化チタンなどの酸化物、シリコンカーバイトなどの炭化物及び有機物の粉体、若しくはガラスあるいはカーボンなどの無機物の中空体などを用いて、平均粒径、密度の違う前記粉体の材料を複数用いた場合についても音響整合層５の音響インピーダンスを連続的に変化させて形成することが可能であり、同様の効果が得られる。

【００４１】

また、第３の実施の形態では、音響整合層５を２層（音響整合層５－１、５－２）に分けた場合について説明したが、この他３層以上に分けて、音響インピーダンスを連続的に変化させて構成した場合についても同様の効果が得られる。さらに、第３の実施の形態では、高分子の樹脂としてエポキシ樹脂を用いた場合について説明したが、このほか、ウレタン樹脂、シリコーンゴムなどを用いた場合についても同様の効果が得られる。また、第３の実施の形態では、圧電素子にＰＺＴ系の圧電セラミックを用いた場合について説明したが、この他、圧電性を有する単結晶、複合圧電体若しくはＰＶＤＦ（ポリビニリデンフルオライド）などの高分子圧電体を用いても、圧電素子１に近い音響インピーダンスから被検体に近い音響インピーダンスに連続的に変化させた音響整合層を用いた場合についても同様の効果が得られる。

【００４２】

また、第３の実施の形態では、２種類あるいは３種類の平均粒径の粉体を樹脂に充填して音響インピーダンスを連続的に変化させて形成する音響整合層５に構成した場合について説明したが、このほか３種類以上の密度が違い、また平均粒径が違う粉体を樹脂に充填しても同様の効果が得られる。また、第３の実施の形態では、単一型の超音波探触子の構成の場合について説明したが、この他、圧電素子１及び音響整合層５が複数個に配列されたいわゆる１次元あるいは２次元アレイ型超音波探触子の構成に用いても同様の効果が得られる。

【００４３】

上記超音波探触子によれば、高分子樹脂に複数の粉体を充填して、音響インピーダンスを容易に連続的に変化させて音響整合層５を形成することができ、しかも周波数の広帯域化を実現できるため、低コストでしかも広帯域化が可能にできる。したがって、高分解能な診断画像を得ることができる。

【産業上の利用可能性】

【００４４】

本発明の超音波探触子によれば、音響インピーダンスが厚み方向に連続的に変化する音響整合層を容易に形成することができ、ひいては超音波探触子の周波数の広帯域化を可能にし、高分解能な診断画像を得ることができるので、正確な診断が可能となり、超音波診断装置などの各種医療分野の装置に有用である。

【図面の簡単な説明】

【００４５】

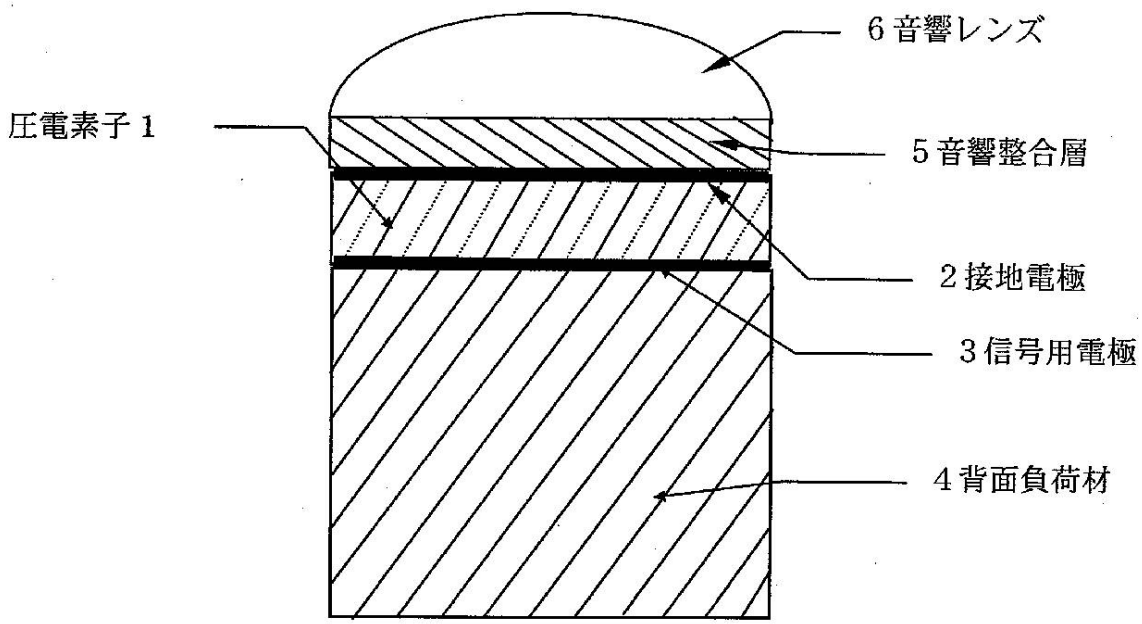
【図１】本発明の第１、第２の実施の形態に係る超音波探触子の一例を示す概略断面図

【図２】本発明の第２の実施の形態に係る音響整合層の厚みと音響インピーダンスの関係を示す特性図

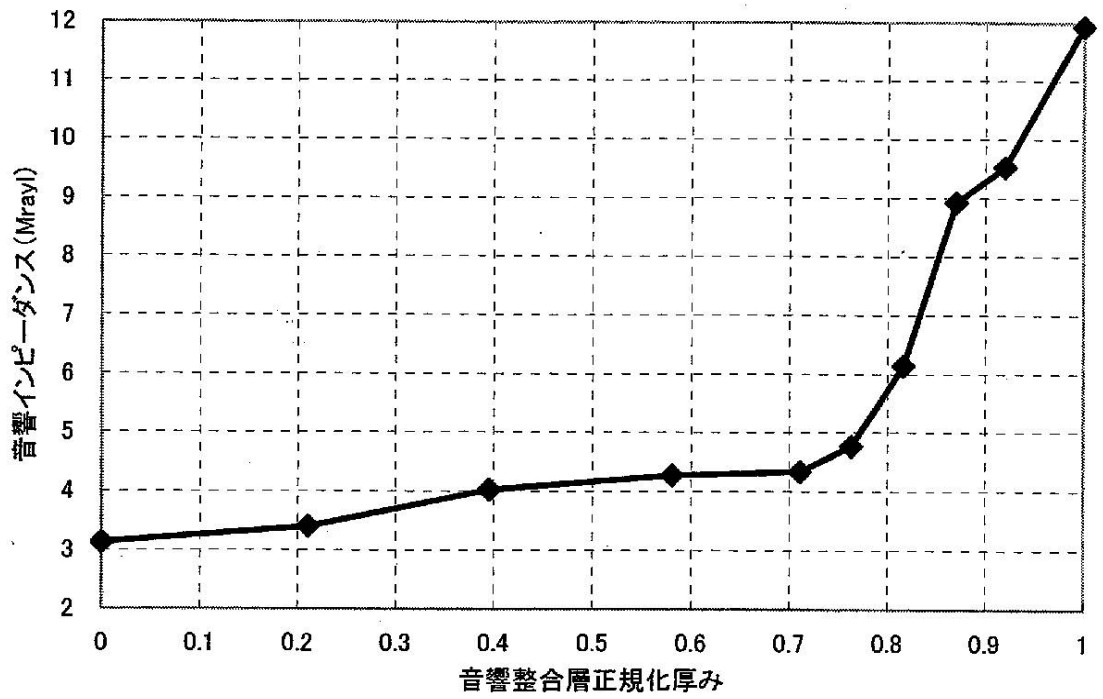
【図３】本発明の第２の実施の形態に係る音響整合層の厚みと音響インピーダンスの関係を示す特性図

【図４】本発明の第３の実施の形態に係る超音波探触子の一例を示す概略断面図
【図５】従来の超音波診断装置用の超音波探触子の断面図
【符号の説明】
【００４６】
１　圧電素子
２　接地電極
３　信号用電極
４　背面負荷材
５、５－１、５－２　音響整合層
６　音響レンズ

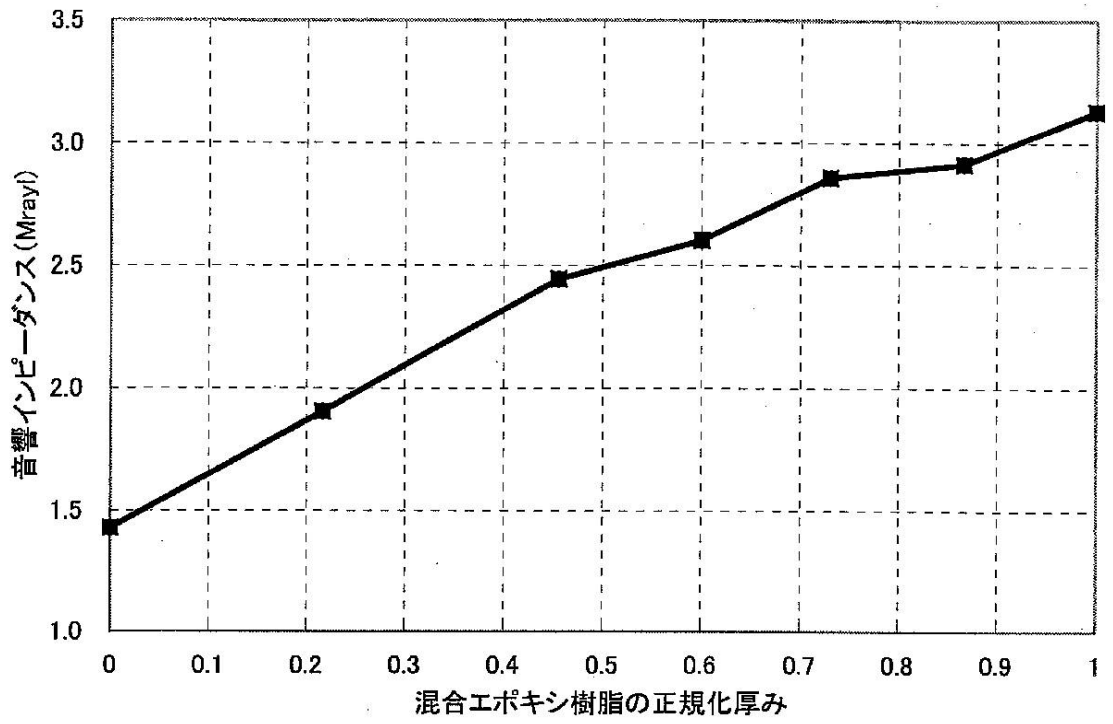
【図１】



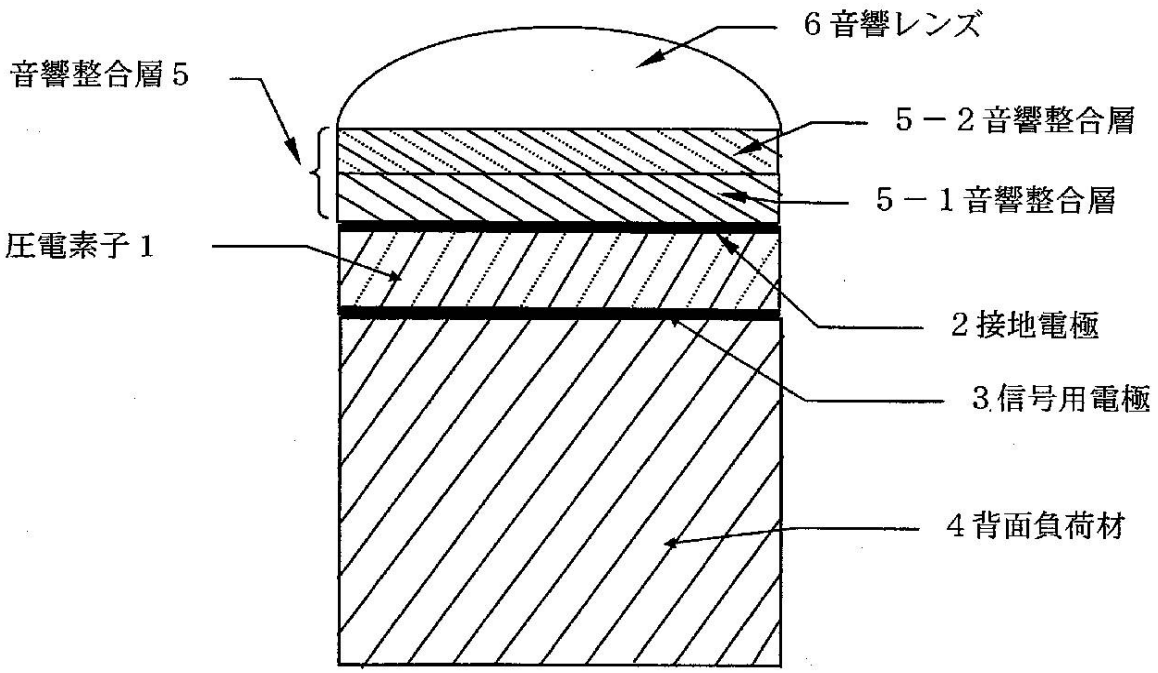
【図２】


音響インピーダンス(Mrayl)
12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
音響整合層正規化厚み

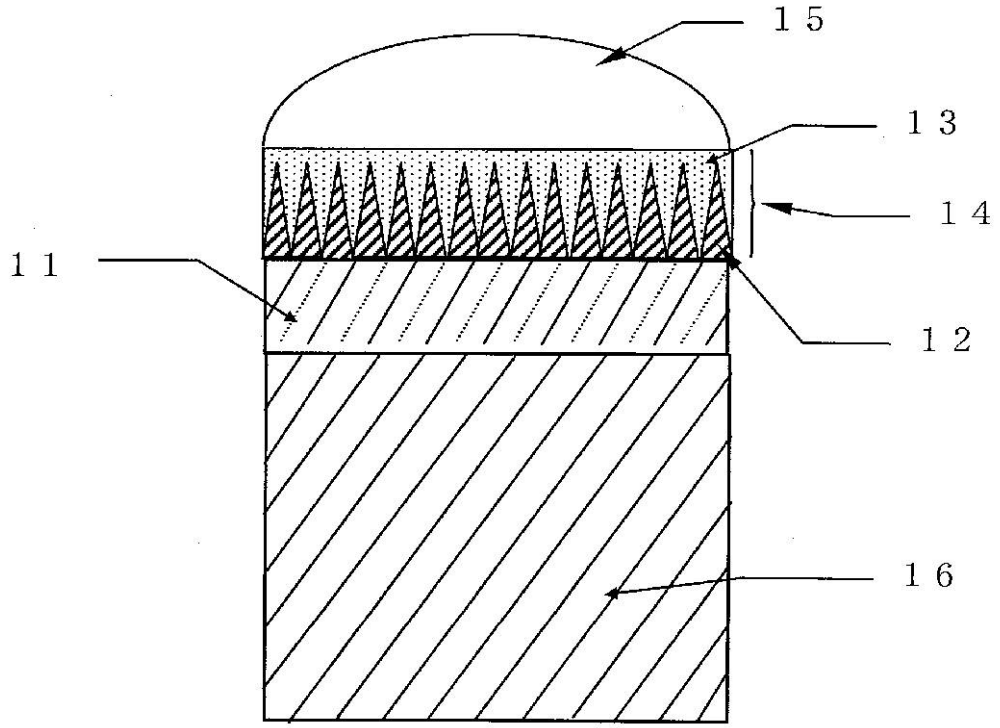
【図３】


音響インピーダンス(Mrayl)
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8
0.9
1
混合エポキシ樹脂の正規化厚み

【図４】


６音響レンズ
音響整合層５
５－２音響整合層
５－１音響整合層
圧電素子１
２接地電極
３信号用電極
４背面負荷材

【図５】


１５
１３
１４
１１
１２
１６

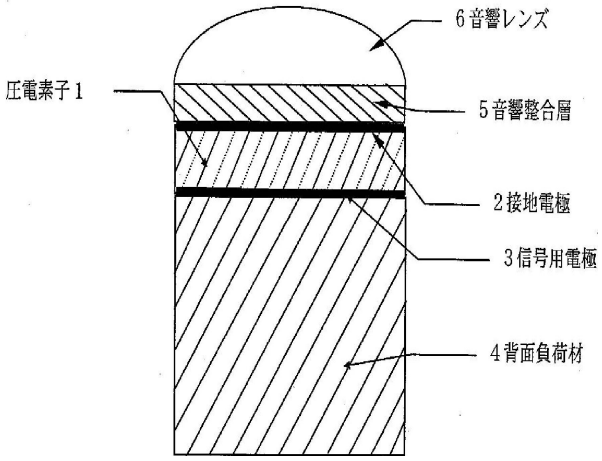
フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)

Ａ６１Ｂ　８／００－８／１５
Ｈ０４Ｒ　１／００－１／４４
Ｇ０１Ｎ　２９／００－２９／４４

专利名称(译)	超音波探触子		
公开(公告)号	JP4530836B2	公开(公告)日	2010-08-25
申请号	JP2004370687	申请日	2004-12-22
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	斉藤孝悦		
发明人	斉藤 孝悦		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/24 H04R17/00.330.J		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/CA01 2G047/EA01 2G047/GB29 2G047/GB32 2G047/GB34 2G047/GB36 4C601/EE01 4C601/GB24 4C601/GB41 4C601/GB43 4C601/GB45 4C601/GB47 5D019/AA22 5D019/GG01		
其他公开文献	JP2006174992A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：容易形成声学匹配层，其中声阻抗在超声波探头中的厚度方向上连续变化，并且加宽超声波探头的频带以获得具有高分辨率的诊断图像。 ŽSOLUTION：超声波探头有一个压电元件，可以发射和接收超声波。在高分子树脂中填充多种粉末材料，并且在压电元件的一面上形成声匹配层5，其中声阻抗在高分子树脂内部的厚度方向上连续变化。 Ž

【図1】