

(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2007-134767

(P2007-134767A)

(43) 公開日 平成19年5月31日(2007.5.31)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H04R 17/00 (2006.01)	H04R 17/00 330J	4C601
A61B 8/00 (2006.01)	A61B 8/00	5D019

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2005-323313 (P2005-323313)	(71) 出願人	000153498
(22) 出願日	平成17年11月8日 (2005.11.8)		株式会社日立メディコ
			東京都千代田区外神田四丁目14番1号
		(72) 発明者	近藤 敏郎
			香川県さぬき市志度1314-1
			徳島文理大学内
		(72) 発明者	神田 浩
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立メディ
			コ内
		(72) 発明者	泉 美喜雄
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立メディ
			コ内
			最終頁に続く

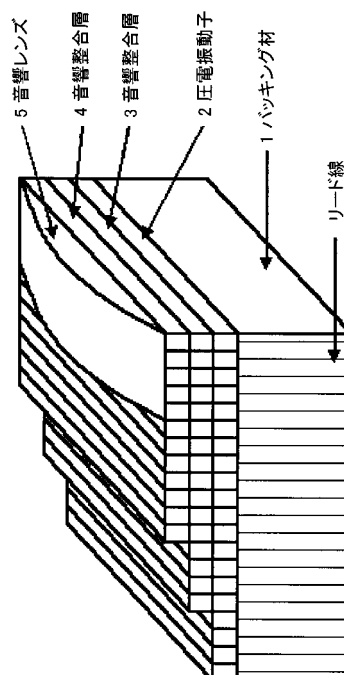
(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

【課題】 軽く且つ広帯域の周波数特性を実現する超音波探触子を提供する。

【解決手段】 バッキング材 1 上に配置された圧電振動子 2 からなる超音波探触子において、バッキング材 1 は繊維材 6 と樹脂とを含む複合材から成り、繊維材 6 の長手方向は圧電振動子 2 の振動方向と方向が一致している。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バックング材上に配置された圧電振動子からなる超音波探触子において、前記バックング材は繊維材と樹脂とを含む複合材から成り、前記繊維材の長手方向は前記圧電振動子の振動方向と方向が一致していることを特徴とする超音波探触子。

【請求項 2】

前記バックング材は、金属粉体を含むことを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記繊維材は、炭素繊維であることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記繊維材は、前記圧電振動子に接続され、前記繊維材をリード線として用いられることを特徴とする請求項 1 記載の超音波探触子。

【請求項 5】

複数本の前記繊維材が、前記圧電振動子毎に接続されるとともに、前記複数本の繊維材は、束ねられて 1 本の信号線とされることを特徴とする請求項 4 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、軽量で取り扱いやすく、高画質が得られる超音波探触子に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波を送受信する超音波探触子は、バックング材の上に配置された圧電振動子からなる。圧電振動子面の前方には、必要に応じて音響整合層と音響レンズ設けられる。特に電子走査型超音波探触子では、幅の狭い圧電振動子素子を多数隣接して配列させて成る。(例えば特許文献1)また、超音波探触子の圧電振動子または圧電セラミックスに繊維複合材料を適用させ、この繊維複合材料中の繊維方向により音響振動を制御している。(例えば特許文献2)

【0003】

このような超音波探触子においてバックング材は、PZT等圧電振動子の背面において、振動子を機械的に支える役割と、音響的に制動をかけて超音波パルス波形を短くする働きをするものである。また、バックング材は振動子から背面に放射された超音波に対して、バックング材の端面からのエコーが戻ってきてゴーストにならないよう、十分な音響的減衰を与える必要がある。バックング材の音響インピーダンスが振動子のそれに近いと、広帯域になり短い超音波パルスが得られる。超音波探触子の周波数特性を広帯域にするため、バックング材の音響インピーダンスを大きくし振動子のそれに近づけるため様々な材料が提案されてきた。

【0004】

広帯域の使い易い超音波探触子のバックング材に望まれる特性をまとめると次のようになる。音響インピーダンスが振動子のそれに近いこと、音響減衰量が大きいこと、電氣的に絶縁物であること(アレイ超音波探触子に適用する場合)、物性が均一な材料であること、軽いこと、加工性が良いことである。

【0005】

以上にあげた条件を満たす材料としてタングステン粉末を分散させたエポキシ樹脂あるいはポリ塩化ビニール、或いはフェライト粉末を充填したゴムなどがあげられることが文献に記載されている。(例えば、非特許文献1)

【0006】

タングステン粉末を分散させたエポキシ樹脂あるいはポリ塩化ビニールからなるバックング材は、それらの音響インピーダンスをPZT圧電振動子のそれに近い大きな値($\sim 30 \text{ MRa y l}$)にするとタングステン粉末の含有率を大きくしなければならない。そのため、この材料によると、超音波探触子は非常に重くなり、使い難くなる。また、タングステン粉末の

10

20

30

40

50

含有率を大きくすると製造が容易でない。このことについては、下記のごとく定量的な記述がなされていることから理解できる。(例えば、非特許文献2)

【0007】

タングステン粉末をプラスチックに分散させて作成した吸音(バックング)材の音響インピーダンスは、7MRayl程度である。この値をPZT系圧電セラミックの音響インピーダンスである30MRaylに近い値にするにはタングステン粉末の量を容積比で0.85程度にする必要がある。このような吸音(バックング)材は、重くなること、減衰もタングステン粉末の量を容積比の増加と共に少なくなる。以上の理由から、タングステン粉末を分散させたエポキシ樹脂等でその音響インピーダンスをPZTのそれに近いものにすることは困難である。

10

【0008】

一方、フェライト粉末を充填したフェライトゴムは、フェライトの密度がタングステンのように大きくないので、その音響インピーダンスを圧電振動子に近い大きな値にすることはできない。かかるバックング材と全く異なる材料でも広帯域超音波探触子を実現可能である。上記のフェライトゴムに換わりPZT等圧電振動子の音響インピーダンスに近似した真鍮をバックング材とした超音波探触子が報告されている。(例えば、非特許文献3)

【特許文献1】特開2004-24464号公報

【特許文献2】特開2001-309495号公報

【非特許文献1】社団法人 日本電子機械工業会 編、「改定 医用超音波機器ハンドブック」、コロナ社、1997年1月20日、pp.68~78

20

【非特許文献2】Martha G.Grewe, T.R.Gururaja, Thomas R.ShROUT, and Robert E.Newnham, "Acoustic Properties of Particle/Polymer Composites for Ultrasonic Transducer Backing Applications," IEEE Trans. Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol.37, No.6, pp.506-514, 1990

【非特許文献3】菊池 喜充, 奥山 大太郎, 河西千広, 立林 清彦, 日本超音波医学会講演論文集, 昭和45年5月, pp.53~54

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

タングステン粉末を分散させたエポキシ樹脂等でその音響インピーダンスをPZTのそれに近いものにすることは困難であるのに対し、真鍮の音響インピーダンスは、PZTのそれに非常に近く、しかも加工が容易である。この真鍮をバックング材に用いた場合問題になるのは、超音波の減衰が小さいため、振動子背面から真鍮の中へ放射された超音波パルスが減衰せずに振動子に戻ってきて、これが妨害波として作用することである。これを防止するため、圧電振動子の背面に接着した等しい断面の真鍮棒の端面を斜めに切断し、この面をタングステン粉末を分散させたエポキシ樹脂からなる吸音材を覆ってある。これにより、バックング材からの妨害反射波は主パルスの-26 dBの大きさに抑制されている。バックング材に真鍮を用いることにより、タングステンに比べ密度が小であるが、かなり重いものになる。また減衰が小さいため、妨害反射を完全に除去することも困難である。よって、以上とりあげた公知例では、前記に示したバックング材に望まれる特性をまとめて記載された事項をすべて満たすことができないため、実用上の課題は全て解決されていない。

30

40

【0010】

そこで本発明は、軽く且つ広帯域周波数特性が実現する超音波探触子を用いることにより、高画質の画像を得ることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記課題を解決するために、本発明は以下の様に構成される。バックング材上に配置された圧電振動子からなる超音波探触子において、前記バックング材は繊維材と樹脂とを含む複合材から成り、前記繊維材の長手方向は前記圧電振動子の振動方向と方向が一致して

50

いる。前記バックング材は、金属粉体を含む。前記繊維材は、炭素繊維である。

前記繊維材は、前記圧電振動子に接続され、前記繊維材をリード線として用いられる。複数本の前記繊維材が、前記圧電振動子毎に接続されるとともに、前記複数本の繊維材は、束ねられて1本の信号線とされる。

【発明の効果】

【0012】

本発明の超音波探触子は、軽く且つ広帯域の周波数特性を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

本発明は以下の様に構成される。図1に示すように超音波探触子は、超音波を減衰させるバックング材1の上に配置された圧電振動子2からなる。圧電振動子2の面の前方には、必要に応じて被検体との音響インピーダンスを整合する音響整合層3と音響整合層4と超音波を収束させる音響レンズ5とが設けられる。なお、音響整合層は1層でもよい。

【0014】

図1に示した幅の狭い多数の圧電振動子2に換わり1枚の圧電振動子2で且つ整合層を省略した単純な構造の超音波探触子を図2に示す。このような構造の超音波探触子により、バックング材1の音波物性が超音波探触子の周波数特性(応答特性)に及ぼす影響のみについて、文献(社団法人 日本電子機械工業会 編、「改定 医用超音波機器ハンドブック」、コロナ社、1997年1月20日、pp.72)で紹介されている電氣的等価回路であるKLMモデルを用いて検討した。ここで圧電振動子2として、代表的なPZT系圧電セラミックであるPZT5Aをとりあげた。また、減衰が大きいバックング材1の音響インピーダンスとして、フェライトゴムに相当する6.3 MRayl, から10 MRayl, 20MRayl, およびPZT5Aに相当の33.7 MRaylに至るまでの数値をとりあげた。これら数値での超音波探触子の周波数帯域と1サイクルのサイン波で駆動した応答特性について、KLMモデルにより計算した結果をそれぞれ図3と図5に示す。

【0015】

これら計算結果より、バックング材1の音響インピーダンスを従来も用いられていたフェライトゴムに相当する6.3 MRaylから逐次大きくしてゆき、バックング材1の音響インピーダンスを圧電振動子2のそれに一致させると、超音波探触子の周波数特性は、1.3MHzから4.3MHzの広帯域に達し、短いパルスを発射できる。

【0016】

また、炭素繊維複合材をバックング材1に適用した超音波探触子の構造を図2に示す。この超音波探触子では、バックング材1内部に一方向に配列した炭素繊維複合材2が用いられている。フェライトゴムあるいはタングステン粉末を分散させたプラスチックに代わり、タングステン粉末を分散させ、一方向に配列した炭素繊維複合材をバックング材1に用いると広帯域周波数特性が実現できる。バックング材1上に配置された圧電振動子2からなる超音波探触子において、バックング材1は繊維材6と樹脂とを含む複合材から成り、繊維材6の長手方向は圧電振動子2の振動方向と方向が一致している。すなわち、繊維材の繊維方向は、圧電振動子2の振動方向と同じであり、振動面に対して垂直である。

【0017】

タングステン粉末を分散させ、一方向に配列した炭素繊維複合材は、タングステン粉末の分散量を調整することにより音響インピーダンスをPZT系圧電セラミックの音響インピーダンスのそれに一致させることができる。

【0018】

炭素繊維複合材のバックング材1は、図4に示すように、一方向に平行に束にした炭素繊維6にエポキシ樹脂を含浸させた。これら複合材の音波物性の測定値を図6に示す。図6に示されたように繊維方向(図4のL方向)の音速は、繊維方向に対して垂直な方向(図4のZ方向)の音速に比べて非常に大きな値になっている。

【0019】

一方向に配列した炭素繊維複合材における繊維方向の音速は、理論的にほとんど繊維の

ヤング率で決まる(植村益次、福田 博 監修、ハイブリッド複合材料、シーエムシー出版、東京、1986、pp.5)。その結果、炭素繊維6のように軽くても非常にヤング率の大きな繊維を40～50%の体積率で用いることにより、複合材の音速は非常に大きいものとなる(図6:炭素繊維M60JB-6000による複合材の音速:11,800)。またエポキシ樹脂(密度: $\sim 1.2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$)と炭素繊維6(密度: $1.4 \sim 2.2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$)から成る複合材において、密度の大きいタングステン粉末(密度: $19.3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$)をわずかに分散させることにより密度を $3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ にすることができる。このことから、タングステン粉末を分散させ、一方向に配列した炭素繊維複合材において、その音響インピーダンス(密度×音速)を容易に 30 MRayl ($30 \cdot 10^6 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s}$)程度にできる。タングステン粉末をエポキシ樹脂に混合して分散させたものを炭素繊維6に含浸させて真空脱気した後硬化させて作成した複合材で所定の密度を達成した。また、一般に異種材料を複合して作る複合材料は、文献(植村益次、福田 博 監修、ハイブリッド複合材料、シーエムシー出版、東京、1986、pp.5)によると均質材料よりも振動減衰特性が大きいと云われている。試作した炭素繊維複合材においても、分散させたタングステン粉末による超音波の散乱による減衰と相俟って、 $-19\text{dB}/(\text{cm} \cdot \text{MHz})$ なる減衰特性が得られ、バックング材1に適していることが明らかになった。

10

20

30

40

【0020】

以上述べたようにタングステン粉末を分散させ、一方向に配列した炭素繊維複合材をバックング材1に用いることにより、超音波探触子の周波数特性を広帯域にして、短いパルスの超音波を送受信できるようになる。その結果、この超音波探触子を超音波診断装置に適用すると画質の向上が実現できる。前記の炭素繊維6は、振動面に対して垂直であることが要求されるが、全ての繊維が一方向に向いていることは必要としない。繊維の一部が異なる方向に向いていても本発明の作用が全く失われるもので無いので、このような複合材も用いることができる。

【0021】

バックング材1にタングステン粉末を分散させ、エポキシ樹脂をマトリックスとする一方向炭素繊維複合材を用いる超音波探触子の実施例について説明したが、炭素繊維2と同等に弾性係数の大きなアルミナ繊維、ボロン繊維等(日本機会学会編、先端複合材料、技報堂出版、東京、1994、pp.13)も炭素繊維6に代えて使用できる。またエポキシ樹脂あるいはタングステン粉末に代えて不飽和ポリエステル樹脂等同等な合成樹脂とか各種金属粉体を用いてもよい。

【0022】

次に第2の実施形態を説明する。第1の実施形態と異なる点は、炭素繊維2を導体とみなし、リード線として用いる点である。具体的には、各圧電振動子2はバックング材内の炭素繊維6に接続され、炭素繊維6は超音波診断装置に繋がっているケーブルに接続されている。各圧電振動子2への信号の送受信は、導体と見なされる炭素繊維6を介して行われる。このように、マトリックスとしてタングステンや金属粉体を用いず、絶縁性に優れたポリウレタンなどの高分子材料を用いた場合、炭素繊維6は導体とみなし適用することができる。つまり、炭素繊維6は、バックング材1としての役割以外に超音波探触子の背面に形成された剣山状(剣山の針を炭素繊維6とみなす。)の複数のリード線としての役割を果たすことができる。また、炭素繊維6(リード線)は高分子材料で囲まれ固定されるため、繊維(線)自体が曲がりにくくなり、一定の強度を保つことができる。

【0023】

この実施形態は、特に圧電振動子が2次元に分割された2次元アレイ探触子(例えば、 $64 \times 64 = 4096$ 素子)における2次元状の信号給電に好適である。この場合、2次元アレイ探触子を構成する1つの圧電素子に接合する炭素繊維6の数は10～1000本である。各圧電素子に接合する炭素繊維6の数は複数であるから、信号給電にはこれら複数の炭素繊維6を束ねて1本の信号線として適用する。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】本発明の全体構成を説明する超音波探触子を示す図。

50

【図 2】炭素繊維複合材をバックング材に適用した超音波探触子を示す図。

【図 3】超音波探触子のパルス波形を示す図。

【図 4】一方向繊維複合材の構造の説明図。

【図 5】バックング材の音響インピーダンスと超音波探触子の周波数帯域の関係を示す図

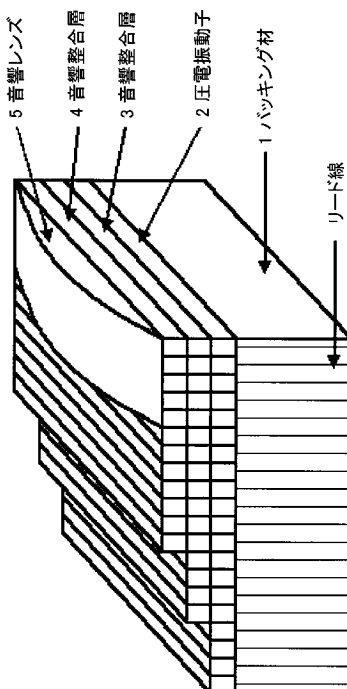
【図 6】複合材の音波物性の測定値を示す図。

【符号の説明】

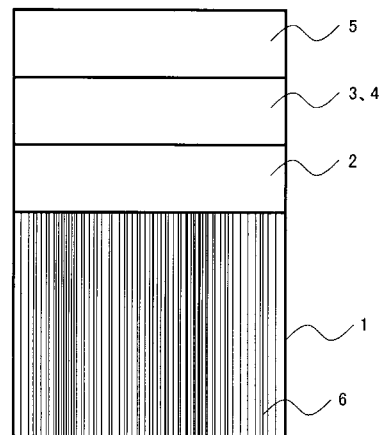
【 0 0 2 5 】

1 バックング材、2 圧電振動子、3 音響整合層、4 音響整合層、5 音響レンズ、6 炭素繊維

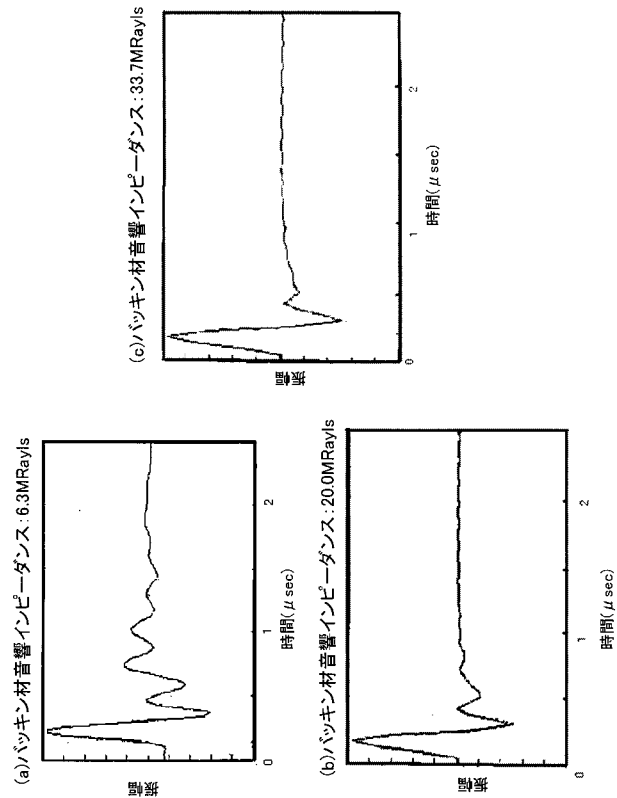
【 図 1 】



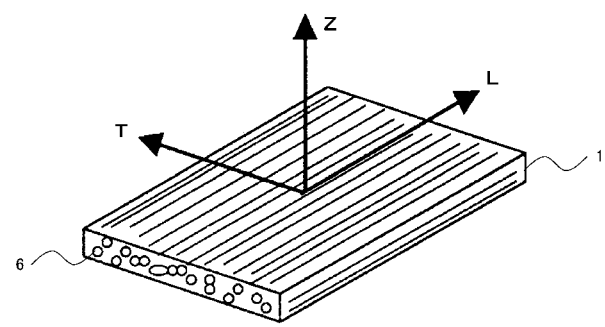
【 図 2 】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

バッキング材1の音響インピーダンスと超音波探触子の周波数帯域の関係

音響インピーダンス(MRayls)	周波数帯域(-6dB幅, MHz)
6.3	1.3
20.0	4.1
33.7	4.3

【図 6】

一方向炭素繊維複合材の音波物性測定値

炭素繊維 品番	密度(10^3kg/m^3)	音速 (m/s) L方向	音速 (m/s) Z方向	音響インピーダンス(MRay) L方向
M40J(実レ)	1.46	9,100	2,700	13.1
M60J(実レ)	1.32	10,400	2,700	13.7

フロントページの続き

F ターム(参考) 4C601 EE12 EE13 GA02 GA03 GB06 GB20 GB31 GB41 GB47
5D019 AA22 FF04 GG06

专利名称(译)	超音波探触子		
公开(公告)号	JP2007134767A	公开(公告)日	2007-05-31
申请号	JP2005323313	申请日	2005-11-08
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メデイコ		
[标]发明人	近藤敏郎 神田浩 泉美喜雄		
发明人	近藤 敏郎 神田 浩 泉 美喜雄		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00		
FI分类号	H04R17/00.330.J A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE12 4C601/EE13 4C601/GA02 4C601/GA03 4C601/GB06 4C601/GB20 4C601/GB31 4C601/GB41 4C601/GB47 5D019/AA22 5D019/FF04 5D019/GG06		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种实现轻量化和宽带频率特性的超声探头。解决方案：在由压电振动器2组成的超声探头上，该压电振动器2布置在衬底材料1上，衬底材料1由包含纤维材料6和树脂的复合材料制成，纤维材料6的纵向是压电的。振荡器2的振动方向与该方向一致。[选型图]图1

