

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2009/050881

発行日 平成23年2月24日 (2011. 2. 24)

(43) 国際公開日 平成21年4月23日 (2009. 4. 23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO4R 17/00 (2006.01)	HO4R 17/00 330J	2G047
A61B 8/00 (2006.01)	HO4R 17/00 330H	4C601
GO1N 29/24 (2006.01)	HO4R 17/00 332A	5D019
	A61B 8/00	
	GO1N 29/24 502	
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)		

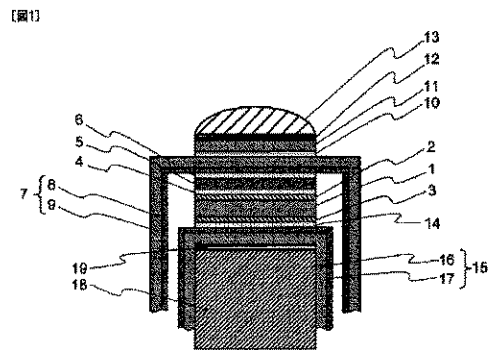
出願番号 特願2009-537915 (P2009-537915)
 (21) 国際出願番号 PCT/JP2008/002905
 (22) 国際出願日 平成20年10月14日 (2008.10.14)
 (31) 優先権主張番号 特願2007-267610 (P2007-267610)
 (32) 優先日 平成19年10月15日 (2007.10.15)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 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 大浦 浩二
 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
 (72) 発明者 深瀬 浩一
 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内
 Fターム(参考) 2G047 AC13 BC13 CA01 EA11 GB02
 GB21 GB23 GB30 GB32 GB36
 4C601 EE10 GB04 GB19 GB26 GB28
 GB30 GB41 GB45 GB47
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波探触子

(57) 【要約】

アレイ間の感度ばらつきを少なくすることのできる超音波探触子が開示され、この超音波探触子は、圧電振動子1と、圧電振動子1の一方の面側に形成された第1電極層2と、第1電極層2に接着層4を介して積層された1又は2以上の導電性の音響整合層5と、音響整合層5上に、接着層6を介して積層され、接着層6側に電極パターンが形成された第1のフィルム7と、圧電振動子1の他方の面側に形成された第2電極層3と、第2電極層3に接着層14を介して積層され、接着層14側に電極パターンが形成された第2のフィルム15を備え、接着層4、6、14は、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電振動子と、
 前記圧電振動子の一方の面側に形成された第1電極層と、
 前記第1電極層に接着層を介して積層された1又は2以上の導電性の音響整合層と、
 前記音響整合層上に接着層を介して積層され、かつ前記接着層側に電極パターンが形成された第1のフィルムと、
 前記圧電振動子の他方の面側に形成された第2電極層と、
 前記第2電極層に接着層を介して積層され、かつ前記接着層側に電極パターンが形成された第2のフィルムとを、
 備え、前記接着層の少なくとも一層以上には前記接着剤に黒鉛粉末を均一分散させている超音波探触子。

10

【請求項 2】

前記第2のフィルムの他方の面側に背面負荷材を備え、前記接着層は熱硬化型2液性接着剤である請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記圧電振動子の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ(Rz)は3.5µmから6.5µmの範囲内であり、前記黒鉛粉末の平均粒径は3.5µmから6.5µmの範囲内である請求項1又は2に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記圧電振動子の一方の面側に形成された第1電極層と1又は2以上の導電性の音響整合層の間に介在する接着層1、及び1又は2以上の導電性の音響整合層と電極パターンが形成された第1のフィルムの間介在する接着層2には黒鉛粉末を均一分散させ、前記圧電振動子の他方の面側に形成された第2電極層と電極パターンが形成された第2のフィルムの間介在する接着層3にはタングステン粉末を均一分散させた請求項1から3のいずれか1つに記載の超音波探触子。

20

【請求項 5】

前記圧電振動子は、両面に電極を設けた前記圧電振動子を角状に切断して樹脂を埋め込んだ複合圧電体であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1つに記載の超音波探触子。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を被検者の体内に放射し、各体内素子の境界で反射する超音波から、体内の画像を表示することの出来る超音波診断装置に接続される超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

次に、図面を用いて本発明の従来技術について説明する。図8は従来 of 超音波探触子の構成を示す図である(例えば下記の特許文献1参照)。この図の説明において、「上」及び「下」とはそれぞれ図面の紙面平面における上方向及び下方向を言うものとする。図8において、両面に電極を設けた圧電振動子81は、超音波を送受信するための素子である。圧電振動子81の上面には、第1の電極層として、接地電極層82が、下面には、第2の電極層として正電極層83が、前もってそれぞれ形成されている。

40

【0003】

導体の音響整合層85は、被検体(生体)に超音波を効率よく送受信するためのもので、加圧硬化された絶縁性の接着剤層84を介して、圧電振動子81の上面(接地電極層82側)に積層されている。音響整合層85上には、加圧硬化された絶縁性の接着剤層84を介して、ポリイミドなどの高分子フィルム87が積層されている。高分子フィルム87は、音響整合層としてのフィルム本体88と、このフィルム本体88の接着剤層86側に形成された導体層(銅層)89との2層からなる。図8には示していないが、生体との音

50

響的な整合を更に図るため、前記フィルム本体 8 8 の面上に、接着剤層を介して高分子材料などの第 2 の音響整合層を積層することもある。更に前記第 2 の音響整合層の面上には音響レンズ 9 0 を設ける。

【 0 0 0 4 】

尚、圧電振動子 8 1 と圧電振動子 8 1 上に積層されている複数の音響整合層は、ダイシングにより、電氣的に独立した複数のアレイに分割されている。圧電振動子 8 1 の下面（正電極層 8 3 側）には、加圧硬化された絶縁性の接着剤層 8 1 0 を介して FPC 8 1 1 が積層されている。この FPC 8 1 1 は、ポリイミドのベース部 8 1 2 と、このベース部 8 1 2 上の圧電振動子 8 1 側には、圧電振動子 8 1 に対応した導電パターン 8 1 3 が形成されている。又、FPC 8 1 1 の両サイドは、圧電振動子 8 1 との積層部分より延出し、延出部分の両端は電極取出し部 8 1 1 a が形成されている。背面負荷材 8 1 4 は FPC 8 1 1 のベース部 8 1 2 側に接着剤層 8 1 5 を介して取り付けられ、圧電振動子 8 1 を機械的に支え、圧電振動子 8 1 に音響的に制動をかけて、超音波パルス波形を短くする。

10

【 0 0 0 5 】

従来の超音波探触子においては、圧電振動子 8 1 の接地電極層 8 2 と導電性の音響整合層 8 5、及び音響整合層 8 5 と導電パターンが形成された高分子フィルム 8 7、また、前記圧電振動子 8 1 の正電極層 8 3 と FPC 8 1 1 の導電パターン 8 1 3 とを、絶縁性であるエポキシ樹脂を加圧、加熱硬化することによって極めて薄く接着させることにより、電氣的に接続している。このような薄い絶縁性の層があっても、トンネル効果、ショットキー導電、不純物導電等により、電荷の移動は起こる。絶縁性の層が均一な薄さならば導通抵抗は一定となるが、絶縁性の接着剤層 8 4、8 6 及び 8 1 0 の厚さは一定ではなく、対向する導体部材の表面粗さによりある確率的に存在するものである。

20

【 0 0 0 6 】

場所によっては、厚さが極めて 0 に近くなっている、つまり、圧電振動子 8 1 の接地電極層 8 2 と音響整合層 8 5 とが、又、音響整合層 8 5 と高分子フィルム 8 7 の導電層 8 9 とが、更に、圧電振動子 8 1 の正電極層 8 3 と FPC 8 1 1 の導電パターン 8 1 3 とが、接触している箇所もあり、この接触箇所では導通抵抗は小さくなる。従って、材料の密着状態、即ち互いの材料の接触箇所の総面積により、その導通抵抗は変化することとなる。

【 0 0 0 7 】

絶縁性であるエポキシ樹脂により接着積層された圧電振動子 8 1、導電性の音響整合層 8 5、導電パターンが形成された高分子フィルム 8 7、FPC 8 1 1 の導電パターンは、ダイシングにより、電氣的に独立した複数のアレイに分割されるが、各々のアレイにおいて電極接続部の導通抵抗はばらつき、その結果、アレイ間において感度がばらつくという問題があった。高周波化指向により、分割電極の幅が狭くなる近年においては、その問題を大きくする。

30

【 0 0 0 8 】

また、上記問題を解決する方法として、絶縁性であるエポキシ樹脂の接着剤の代わりに、導電ペーストや厚み方向にのみ導電性を有する異方導電性接着剤などを用いる方法がある。

【特許文献 1】特許第 3 4 2 3 7 8 8 号公報（第 1 - 2 頁、第 2 図）

40

【 0 0 0 9 】

しかしながら、加熱硬化することにより体積収縮あるいは金属粉末同士が低温焼結して導電パスが生じることによって導電性を示す導電ペーストや、1 液からなる絶縁性の高い接着剤中に微細導電粒子を均一分散させた異方導電性接着剤は、硬化温度が 1 0 0 以上と高い。分極処理された圧電振動子を 1 0 0 以上の高温環境下におくと圧電性が失われるため、導電ペーストや異方導電性接着剤の実用化を阻む原因となっていた。また、導電ペーストや異方導電性接着剤は、高価であるという問題も有している。

【発明の開示】

【 0 0 1 0 】

本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、品質を良好に維持するととも

50

に、アレイ間の感度ばらつきが少なく、かつ、作業性を良好とした構造の超音波探触子を提供することを目的とする。

【0011】

本発明の超音波探触子は、
圧電振動子と、
前記圧電振動子の一方の面側に形成された第1電極層と、
前記第1電極層に接着層を介して積層された1又は2以上の導電性の音響整合層と、
前記音響整合層上に接着層を介して積層され、かつ前記接着層側に電極パターンが形成された第1のフィルムと、
前記圧電振動子の他方の面側に形成された第2電極層と、
前記第2電極層に接着層を介して積層され、かつ前記接着層側に電極パターンが形成された第2のフィルムとを、
備え、前記接着層の少なくとも一層以上には前記接着剤に黒鉛粉末を均一分散させた構成を有している。
また、前記第2のフィルムの他方の面側に背面負荷材を備え、前記接着層は熱硬化型2液性接着剤であることは、本発明の好ましい態様である。

10

【0012】

この構成により、黒鉛粉末で各層の面間電気的間隙を埋めることで電気的接続を補強することができ、接着積層された圧電振動子、導電性の音響整合層、導電パターンが形成された高分子フィルム、FPCの導電パターンにおける電気的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきを小さくすることができる。

20

【0013】

また、本発明の超音波探触子は、圧電振動子の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ(Rz)を3.5µmから6.5µmの範囲にし、黒鉛粉末の平均粒径を3.5µmから6.5µmの範囲にした構成を有している。

【0014】

この構成により、圧電振動子表面の凹凸に黒鉛粉末が入り込み、材料相互の密着性、即ち互いの材料の接触面積が大きくなるので、電気的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなることとなる。また、圧電振動子の凹部深さと黒鉛粒子の径が同サイズとなっているので、互いの材料を極めて薄く接着させることが出来るので、接着剤や接着剤内にある黒鉛粉末による超音波の吸収・反射・散乱損失を抑えられ、その結果、超音波探触子の感度が向上することとなる。

30

【0015】

さらに、本発明の超音波探触子は、圧電振動子の一方の面側に形成された第1電極層と1又は2以上の導電性の音響整合層の間に介在する接着層1、及び1又は2以上の導電性の音響整合層と電極パターンが形成された第1のフィルムの間介在する接着層2には黒鉛粉末を混入し、前記圧電振動子の他方の面側に形成された第2電極層と電極パターンが形成された第2のフィルムの間介在する接着層3にはタングステン粉末を混入した構成を有している。

【0016】

この構成により、接着層1、及び接着層2と導電性の音響整合層との音響インピーダンスの差が小さくなり、また、接着層3と第2フィルムの電極、及び背面負荷材との音響インピーダンスの差が小さくなるので、音響媒質の境界面で生じる超音波の反射損失が抑えられ、その結果、超音波探触子の感度が向上することとなる。

40

【0017】

さらに、本発明の超音波探触子は、超音波を発生する圧電振動子に、両面に電極を設けた圧電振動子を角状に切断して樹脂を埋め込んだ複合圧電体を用いる構成を有している。

【0018】

この構成により、圧電振動子の音響インピーダンスが低くなり、生体組織との整合性が良くなる。その結果、音響伝達損失が少なくなり、超音波探触子の感度が向上することと

50

なる。

【0019】

本発明は、圧電振動子、導電性の音響整合層、電極パターンが形成された第1のフィルム、及び電極パターンが形成された第2のフィルムを積層接着する際に、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤を用いることにより、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなるという効果を有する超音波探触子を提供することができるものである。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】本発明の第1の実施例における超音波探触子の概略断面図である。

10

【図2】本発明の第2の実施例において圧電振動子の表面粗さを説明する図である。

【図3】本発明の第2の実施例における接着界面層の断面模式図である。

【図4】本発明の第3の実施例における超音波探触子の概略断面図である。

【図5A】本発明の第4の実施例における複合圧電材料の斜視図である。

【図5B】本発明の第4の実施例における複合圧電材料の側面断面図である。

【図6】本発明の第4の実施例における超音波探触子の概略断面図である。

【図7A】本発明の第4の実施例における超音波探触子の静電容量を示す図である。

【図7B】本発明の第4の実施例における超音波探触子の感度ばらつきを示す図である。

【図8】従来の超音波探触子の概略断面図である。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0021】

以下、本発明の実施例の超音波探触子について、図面を用いて説明する。

【0022】

本発明の第1の実施例の超音波探触子を図1に示す。図1は、超音波探触子の短軸方向の断面図である。尚、この図の説明において、「上」及び「下」とはそれぞれ図面の紙面平面における上方向及び下方向を言うものとする（図4、図6においても同様とする）。図1において、圧電振動子1は、PZT系などの圧電セラミックス、単結晶、及び、PVD等の高分子等を用いた圧電素子である。複数の圧電振動子1の一方の面上には、第1の電極層として接地電極層2が、他方の面側には、第2の電極層として正電極層3が、前もってそれぞれ形成されている。

30

【0023】

本実施例では、接地電極層2、正電極層3は、高周波化に有効な厚さ1000程度の金スパッタ電極層としたが、材質は限定するものではない。圧電振動子1の接地電極層2側には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層4を介して、超音波を効率良く伝播させるための導体の音響整合層5が積層されている。導体の音響整合層5には、例えば、グラファイトなどが用いられている。更に、音響整合層5上には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層6を介して、第1のフィルムとしての高分子フィルム7が積層されている。

【0024】

高分子フィルム7は、音響整合層としてのフィルム本体8と、このフィルム本体8の接着剤層6側に形成された、例えば銅層からなる電極パターン9との2層からなる。そして、この高分子フィルム7の端部は、圧電振動子1との積層部分より延出し、延出部分の先端は接地用電気端子（図示せず）に電氣的に接続される。尚、電極パターン9の銅層表面には、蒸着、めっき、スパッタリングにより、金又はニッケル層等を形成し、酸化防止を行うのが望ましい。前記フィルム本体7の面上には、黒鉛粉末を含まない（生体に近いため音響インピーダンスを上げたくないため）接着剤層10を介して、超音波を効率良く伝播させるための、高分子材料などの第2の音響整合層11を積層している。

40

【0025】

圧電振動子1の正電極層3側には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層14を介して、第2のフィルムとしてのFPC15が積層されている。このFPC15

50

は、ポリイミドのベース部16と、このベース部16上の圧電振動子1側には、圧電振動子1に対応するように形成された、例えば銅層からなる導電パターン17とで構成されている。又、FPC15の両サイドは、圧電振動子1との積層部分より延出し、延出部分の両端は信号用電気端子(図示せず)に電氣的に接続される。尚、導電パターン17の銅層表面には、蒸着、めっき、スパッタリングにより、金又はニッケル層等を形成し、酸化防止を行うのが望ましい。

【0026】

第2の音響整合層11、接着剤層10、高分子フィルム7、接着剤層6、第1の音響整合層5、接着剤層4、圧電振動子1、接着剤層14、FPC15等を積層した上で、高圧力を印加し、加熱することによって、これらを圧接、固着している。

10

【0027】

ここで高圧力(圧電振動子1の材質や厚みによって変わる)とは、圧電振動子1が加圧により割れない(破損しない)、且つ、各材料の対向面間は充分近接した状態(面間の接着剤層の厚さは、場所によっては、厚さが極めて0に近づいている状態)になる圧力を言う。

【0028】

更に前記第2の音響整合層11の面上には、接着剤層12を介して音響レンズ13が積層されている。これは、超音波を収束するためのもので、上側(被検体側)が凸曲面形状をしている。

【0029】

背面負荷材18はFPC15のベース部16側に接着剤層19を介して取り付けられ、圧電振動子1を機械的に支え、圧電振動子1に音響的な制動をかけて、超音波パルス波形を短くする。

20

【0030】

次に、以上のように構成された超音波探触子の動作を説明する。超音波診断装置本体(図示せず)の送信部から送信された複数の電気信号は、ケーブル(図示せず)及び、FPC15を介して、アレイ状に配列された複数の圧電振動子1に印加される。圧電振動子1は、加えられた電気信号に対応して、超音波(機械振動)を励起(送波)する。励起された超音波は、第1の音響整合層5及び、第2の音響整合層11、音響レンズ13によって生体との音響的な整合が図られ、音響レンズ13で収束されて生体内へ送波される。又、圧電振動子1は、圧電効果により、生体より戻って来た超音波に対応して電気信号を発生(受波)する。

30

【0031】

電気信号に変換された後、ケーブルを介して、超音波診断装置本体の受信部に送信される。受信部で受信した信号を処理し、超音波診断装置本体の表示部に受信信号の画像を表示することにより、患者の体内の画像をモニター上で確認できる。これらの動作は従来の超音波探触子と同様のものであるが、本発明の超音波探触子は、上記の本体の送信、受信方式に限定されるものではない。

【0032】

ところで、圧電振動子1の接地電極層2と導電性の音響整合層5、及び導電性の音響整合層5と導電パターン9が形成された高分子フィルム7、また、前記圧電振動子1の正電極層3とFPC15の導電パターン17との間には、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層4,6,14がそれぞれ介在している。黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層4,6,14について、以下に説明する。

40

【0033】

黒鉛粉末は、球状粒子に加工されたものを用い、また、熱硬化型2液性接着剤は、2液性エポキシ系接着剤を用いる。まず、熱硬化型2液性接着剤の主剤に、黒鉛粉末を一定量配合する。ここで、黒鉛粉末の比率が高くなると、導電性は向上するが(導通抵抗が下がるが)、接着強度が低下する。従って、熱硬化型2液性接着剤、黒鉛粉末、及び被着物の種類や材質によって導電性と接着強度とがそれぞれ許容できる値となるよう主剤と黒鉛粉

50

末の配合比を決定することが必要となり、本発明の実施例においては、主剤と黒鉛粉末の配合比は、重量比で主剤：黒鉛粉末＝100：5としている。

【0034】

黒鉛粉末を配合した熱硬化型2液性接着剤の主剤を攪拌し、主剤中の黒鉛粉末を均一に分散させる。また、攪拌によって主剤に混入した空気を除くため、真空脱泡を行う。

【0035】

さらに、黒鉛粉末を配合した熱硬化型2液性接着剤を使用する際は、上記黒鉛粉末を配合した熱硬化型2液性接着剤の主剤に、硬化剤を配合し、再度、攪拌し、真空脱泡を行う。一方、上記したように高分子フィルム7、導電性の音響整合層5、圧電振動子1、及びFPC15は、それぞれ黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤を用い、高圧力が印加された状態で加熱硬化し、一体化されている。

10

【0036】

よって、これらの黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤の厚さは薄く、各導体部材は充分近接した状態にある。それ故、トンネル効果、ショットキー導電、不純物導電等により、電荷の移動が起こる。また、接着剤層の厚さは一定ではなく、対向する導体部材の表面粗さによりある確率的に存在するものであり、場所によっては、厚さが極めて0に近くなっている、つまり、圧電振動子1の接地電極層2と導電性の音響整合層5とが、又、圧電振動子1の正電極層3とFPC15の導電パターン17とが、更に、導電性の音響整合層5と高分子フィルム7の導電パターン9とが接触している箇所もあり、この接触箇所では導通抵抗は小さくなる。

20

【0037】

また、対向する導体部材の表面粗さから、その表面には幾何学的不規則性（凹凸）がある。それ故に、場所によっては、上記に述べたように、厚さが極めて0に近くなっている箇所もあれば、逆に、厚さが極めて厚い箇所も存在する。厚い箇所では、トンネル効果、ショットキー導電、不純物導電等の効果が弱く、結果、導通抵抗が高くなることとなる。ここで、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤を用いることにより、各導体部材の凹凸に伝導性である黒鉛粉末が入り込み、材料相互の導体間を電氣的に接続する、即ち互いの材料の導体部の接触面積が大きくなるので、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなる（図3参照）。その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなるとともに、ノイズなどの発生を押さえることが出来る。

30

【0038】

ここで、黒鉛粉末を配合した2液性エポキシ系接着剤を用いる理由を以下に述べる。

【0039】

(1) 2液性を選択することにより、接着剤の硬化温度が低くなる。例えば、米国エポキシ・テクノロジー社の2液性エポキシ系接着剤353NDでは、標準硬化温度・時間は60・90分である。一般的に硬化温度が100以上である導電ペーストや異方導電性接着剤に対し、圧電素子を高温環境に晒さずにすむので、圧電素子の性能を劣化させることなく、製作が容易な超音波探触子を提供することが出来る。

【0040】

(2) ガラス転移温度が100以上と高く、耐熱性に優れる。例えば、米国エポキシ・テクノロジー社の2液性エポキシ系接着剤353NDのガラス転移温度は124であり、耐熱性に優れるとともに、医療用としてUSP（医薬品の安全試験に関する基準）に対応する。

40

【0041】

(3) 接着剤の常温放置が可能であり、保管性に優れる。一般的に冷凍保管が必要である導電ペーストや異方導電性接着剤に対し、例えば、米国エポキシ・テクノロジー社の2液性エポキシ系接着剤353NDの保管期間は室温保管で1年間である。

【0042】

(4) 接着剤主剤に黒鉛粉末を均一分散した後、その接着剤を使用する際に、硬化剤を加えることによって、直ぐに接着作業が出来るので、作業性に優れる。

50

【 0 0 4 3 】

(5) 黒鉛粉末 , 2 液性エポキシ系接着剤ともにローコストである。

【 0 0 4 4 】

このような本発明の第 1 の実施例の超音波探触子によれば、圧電振動子、導電性の音響整合層、電極パターンが形成された第 1 のフィルム、及び電極パターンが形成された第 2 のフィルムを積層接着する際に、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤を用いることにより、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきを小さくすることができる。また、品質、作業性も良好であり、かつ、ローコストである。

なお、第 1 の実施例として熱硬化型 2 液性接着剤を用いたが、この代わりに、1 液の接着剤で硬化温度が 1 0 0 以下のものが使用できれば、さらに作業性を向上させることができることは言うまでもない。

【 0 0 4 5 】

次に、本発明の第 2 の実施例の超音波探触子について説明する。

【 0 0 4 6 】

第 2 の実施例の超音波探触子は、第 1 の実施例の超音波探触子において、圧電振動子 1 の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ (R z) を 3 . 5 μ m から 6 . 5 μ m の範囲内にし、更に、高分子フィルム 7 , 導電性の音響整合層 5 , 圧電振動子 1 , 及び FPC 1 5 を接着する黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4 , 6 , 1 4 の黒鉛粉末の平均粒径を、3 . 5 μ m から 6 . 5 μ m の範囲内にした。

【 0 0 4 7 】

図 2 は、圧電振動子 2 1 の断面上の表面の形 (粗さ) を示している。

【 0 0 4 8 】

接地電極層 2 2 は圧電振動子 2 1 の表面に金スパッタにより形成された層である (正電極層 3 も同様に金スパッタにより形成している) 。

【 0 0 4 9 】

断面曲線 2 3 から基準長さ 2 4 だけ抜き取った部分において、平均線 2 5 に平行、かつ断面曲線を横切らない直線から縦倍率の方向 2 6 に測定した最高から 5 番目までの山頂の標高の平均値と、最深から 5 番目までの谷底の標高の平均値との差の値 (十点平均粗さ) を式 (1) より求める。

【 0 0 5 0 】

$$R z = \{ (R 2 + R 4 + R 6 + R 8 + R 1 0) - (R 1 + R 3 + R 5 + R 7 + R 9) \} / 5 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

圧電振動子 2 1 の両面に形成された電極層 (接地電極層 2 2 および正電極層 3) の表面の十点平均粗さ (R z) を 3 . 5 μ m から 6 . 5 μ m の範囲内にすることにより、断面曲線 2 3 にある例えば山 2 7 と谷底 2 8 との高低差は、平均で 3 . 5 μ m から 6 . 5 μ m の範囲にあることとなる。従って、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤において、黒鉛粉末の平均粒径を 3 . 5 μ m から 6 . 5 μ m の範囲内にすることにより、圧電振動子 2 1 の表面にある窪みに、黒鉛粉末の粒子が勘合し易くなる。

【 0 0 5 1 】

図 3 は、本発明の第 2 の実施例の超音波探触子において、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤における接着界面層の断面模式図を示している。その他の構成は、第 1 の実施例 (図 1) と変わらない。

【 0 0 5 2 】

圧電振動子 3 1 面上に形成された接地電極層 3 2 の表面に平均粒径を 3 . 5 μ m から 6 . 5 μ m の範囲内にある黒鉛粉末 3 4 を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤 3 6 を塗布し、導体の音響整合層 3 3 を積層する。これらの材料同士を圧接、固着するとき、高圧力を印加するため、圧電振動子 3 1 表面の窪みより飛び出る黒鉛粉末は粉碎され、その欠片 3 5 は、他の窪みに入ることとなる。黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤 3 6 は加熱することによって、これらを固着する。ここで部位 3 7 では、接着剤の厚さが極

10

20

30

40

50

めて0に近くなっている、つまり、圧電振動子31の接地電極層32と導電性の音響整合層33とが接触している箇所であり、この接触箇所では導通抵抗は小さくなる。また、前述したように、対向する導体部材の表面粗さから、その表面には幾何学的不規則性(凹凸)がある。それ故に、場所によっては、上記に述べたように、接着剤の厚さが極めて0に近くなっている箇所もあれば、逆に、厚さが極めて厚い箇所も存在する。

【0053】

部位38に示すように、厚い箇所では、黒鉛粉末が充填されることにより、材料相互の導体間を電氣的に接続することとなる。例え、材料相互の導体間が電氣的に接続されなくとも、部位39に示すように、窪みに黒鉛粉末が充填されることにより、各導体部材は充分近接した状態になり、それ故、トンネル効果、ショットキー導電、不純物導電等により、電荷の移動が起こることとなる。

【0054】

結果、互いの材料の導体部の接触面積が大きくなるので、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなる。また、圧電振動子31の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ(Rz)を3.5μmから6.5μmの範囲内にすることにより、熱硬化型2液性接着剤36が圧電振動子31の表面にある空隙に浸入硬化し、釘又はくさびのような働きをする投錨効果(アンカー効果)によって、接着強度が増すこととなる。

【0055】

また、超音波探触子の感度を確保するため、圧電振動子31、及び導体の音響整合層33は、互いの材料を極めて薄く接着させ、接着剤や接着剤内にある黒鉛粉末による超音波の吸収・反射・散乱損失を抑える必要がある。それ故に、互いの材料間の隙間(最大接着層厚)は10μm以下が好ましい。一方、球状化粉碎加工により球状粒子に加工された黒鉛粉末は、現状、最小のもので球状粒子の長軸の長さで3.5μmから6.5μmの微小範囲のものが加工可能となってきた。

【0056】

以上より、圧電振動子31の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ(Rz)を3.5μmから6.5μmの範囲内にし、更に、圧電振動子31と導電性の音響整合層33を接着する黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤の黒鉛粉末の平均粒径(長軸の長さ)を、3.5μmから6.5μmの範囲内にする必要がある。

【0057】

尚、第2の実施例の製造方法及び、動作方法は、第1の実施例と同様なので省略する。

【0058】

以上のように本発明の第2の実施例の超音波探触子によれば、圧電振動子の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ(Rz)は3.5μmから6.5μmの範囲内とし、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤の黒鉛粉末の平均粒径を3.5μmから6.5μmの範囲内にすることによって、圧電振動子表面の凹凸に黒鉛粉末が入り込み、材料相互の密着性、即ち互いの材料の接触面積が大きくなるので、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなる。また、圧電振動子の凹部深さと黒鉛粒子の径が同サイズとなっているので、互いの材料を極めて薄く接着させることが出来るので、接着剤や接着剤内にある黒鉛粉末による超音波の吸収・反射・散乱損失を抑えられ、その結果、超音波探触子の感度が向上することとなる。

【0059】

次に、本発明の第3の実施例の超音波探触子を図4に示す。本発明の第3の実施例と、第1の実施例との違いは、圧電振動子1の正電極層3側に、その中にタンゲステン粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層44を介して、FPC15が積層されていることである。圧電振動子1の接地電極層2側には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層4を介して、超音波を効率良く伝播させるための導体の音響整合層5が積層されている。更に、音響整合層5上には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層6を介して、第1のフィルムとしての高分子フィルム7が積層されている。導体の音響整合層5には、例えば、グラファイトなどが用いられている。

【 0 0 6 0 】

従って、黒鉛粉末を添加していない熱硬化型 2 液性接着剤を用いる従来の超音波探触子に比べ、接着剤層 4 と導電性の音響整合層 5 , 及び導電性の音響整合層 5 と接着剤層 6 との音響インピーダンスの差が小さくなるので、音響媒質の境界面で生じる超音波の反射損失が抑えられる。一方、圧電振動子 1 の正電極層 3 側には、その中にタングステン粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4 4 を介して、FPC 1 5 が積層されている。この FPC 1 5 は、ポリイミドのベース部 1 6 と、このベース部 1 6 上の圧電振動子 1 側には、圧電振動子 1 に対応するように形成された、例えば銅層からなる導電パターン 1 7 とで構成されている。また、FPC 1 5 のベース部 1 6 側に接着剤層 1 9 を介して背面負荷材 1 8 が取り付けられている。

10

【 0 0 6 1 】

圧電振動子 1 から送信された超音波は背面負荷材 1 8 にも伝搬する。背面負荷材 1 8 に伝搬した超音波は不要なものであるため、背面負荷材 1 8 内で減衰させ、再び圧電振動子 1 に戻らないようにしなければならない。そのためには、圧電振動子 1 の背面に放射された不要な超音波を、効率良く背面負荷材 1 8 へ伝搬しなければならない。圧電振動子 1 の正電極層 3 側に、その中にタングステン粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4 4 を介して、FPC 1 5 を積層することにより、接着剤層 4 4 と FPC 1 5 上にある銅層からなる導電パターン 1 7 , 及び背面負荷材 1 8 との音響インピーダンスの差が小さくなるので、音響媒質の境界面で生じる超音波の反射損失が抑えられることとなる。その結果、圧電振動子 1 の背面に放射された不要な超音波が、再び圧電振動子 1 に戻らないこととなる。

20

【 0 0 6 2 】

以上のように本発明の第 3 の実施例の超音波探触子によれば、前記圧電振動子の一方の面側に形成された第 1 電極層と 1 又は 2 以上の導電性の音響整合層の間に介在する接着層 1、及び 1 又は 2 以上の導電性の音響整合層と電極パターンが形成された第 1 のフィルムの間に介在する接着層 2 には黒鉛粉末を均一分散させ、前記圧電振動子の他方の面側に形成された第 2 電極層と電極パターンが形成された第 2 のフィルムの間に介在する接着層 3 にはタングステン粉末を均一分散させることにより、音響媒質の境界面で生じる超音波の反射損失が抑えられ、その結果、超音波探触子の感度が向上することとなる。

【 0 0 6 3 】

次に、本発明の第 4 の実施例の超音波探触子について説明する。近年では、圧電振動子を、樹脂シート中に圧電振動子の柱が埋め込まれた複合圧電材料にすることにより、高感度かつ周波数帯域を広くすることが可能であると示唆されている。

30

【 0 0 6 4 】

従来、複合圧電材料を製作する方法として圧電振動子板をダイシング切断により角状に切断して樹脂を埋め込むダイス・アンド・フィル法が用いられている。図 5 A、5 B に複合圧電材料を斜視図と側面図でそれぞれ示す。圧電振動子柱列 5 1 は圧電振動子板をダイシング切断により角状に切断したものであり、圧電振動子柱列 5 1 の隙間にエポキシ樹脂 5 2 を真空含浸し、上下面を研磨で除去して所定の厚さとした後、クロムと金をスパッタ成膜して電極 5 3 , 5 4 とした。上記のように製作した複合圧電材料を超音波探触子に組み込み、所定のピッチでダイシングを行い、複合圧電材料を電氣的に独立した複数のアレ

40

【 0 0 6 5 】

従来の製作方法では、上述した研磨加工において、エポキシ樹脂、セラミック等からなる圧電振動子と異種材料が交互に並ぶ面を平坦に研磨加工することが必要であるが、硬さが異なる異種材料の境界を平坦にするのは困難であった。

【 0 0 6 6 】

また、上述したスパッタ成膜工程において、熱膨張係数の違いなどにより、異種材料間の境界にクラックが生じるという問題がある。従って、複合圧電材料では、その製造プロセス（品質確保）の難しさからコスト高になるという問題がある。

【 0 0 6 7 】

50

本発明の第4の実施例の超音波探触子を図6に示す。本発明の第4の実施例の超音波探触子では、既にクロムと金をスパッタ成膜した圧電振動子板を用い、超音波探触子の製造プロセスの中で、上記圧電振動子板の柱列加工を行い、且つ、圧電振動子柱列の隙間にエポキシ樹脂を含浸することによって複合圧電材料を超音波探触子に組み込む。その結果、従来必要であった圧電振動子柱列の隙間にエポキシ樹脂を真空含浸した後の、研磨加工、スパッタ成膜による電極形成加工が省けるため、品質が上がる。

【0068】

本発明の第4の実施例と、第1の実施例との違いは、超音波を発生する圧電振動子に、両面に電極を設けた圧電振動子を角状に切断して樹脂を埋め込んだ複合圧電体56を用いることである。従って構成及び機能については、ここでは省略する。本発明の第4の実施例の超音波探触子の製造方法は、第1の実施例の超音波探触子の製造方法と、基本のフローはほとんど同じであるが、ダイシングのタイミングの関係で、両面に金スパッタにより形成した接地電極層62及び正電極層63を備えた圧電振動子61の両側に高分子フィルム7、FPC15等を黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層14等を介して積層した後、高圧力を印加するのではなく、つまり圧電素子に対して両側を積層してから高圧力を印加するのではなく片側ずつ積層から高圧力を印加、加熱し、下記のようにダイシングする点で異なる。

【0069】

ダイシングに関しては、高分子フィルム7側からそして圧電振動子61手前側より長軸方向に向かって、所定のピッチでダイシングを行い、圧電振動子柱列を作る。

【0070】

ここで、圧電振動子61の正電極層63，若しくは、FPC15の導電パターン17まで切り込まない、即ち、圧電振動子61の正電極層63，若しくは、FPC15の導電パターン17は分割しない。

【0071】

圧電振動子柱列61の隙間に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤64を切込み溝の中へ流し込む。更に、圧電振動子61上の接地電極層62に導体の音響整合層5を積層する。黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層6を用いて導体の音響整合層5上に高分子フィルム7を積層する。尚、高分子フィルム7上に形成された電極パターン9は導体の音響整合層5側へ対向させる。

【0072】

高分子フィルム7上に、接着剤層10を用いて、第2の音響整合層11を積層する。高圧力を印加し、加熱することによって、これらを圧接、固着する。FPC15側より所定のピッチでダイシングを行い、圧電振動子61を電氣的に独立した複数のアレイに分割する。つぎにFPC15の両サイド、高分子フィルム7の両サイドを折り曲げ、図6に示すような形状とする。音響レンズ13をシリコン系の接着剤層12を用いて取り付ける。

【0073】

上記製造プロセスにおいて、複合圧電体56を形成した結果、接地電極層62の分割電極のサイズは極めて小さくなることから、従来の接着方法では電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは更に大きくなり、中には、導通を確保できない電極も発生するところである。しかし、本発明の第4の実施例の超音波探触子によれば、高分子フィルム7，導電性の音響整合層5，圧電振動子61，及びFPC15を接着する黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層6，64，14を用いることにより、例え、複合圧電体56の形成の中で接地電極層62の分割電極のサイズが極めて小さくならうとも、各電氣的接続部の導通は確保可能であり、また、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきを小さく抑えることが可能となる。その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなる。

【0074】

図7A、7Bにその効果を示す。図7Aは、上記製造プロセスによって製作した複合圧電材料を適用する本発明の第4の実施例における超音波探触子と、上記製造プロセスによって製作した複合圧電材料を適用する、かつ、黒鉛粉末を含まない熱硬化型2液性接着剤

10

20

30

40

50

を用いた超音波探触子において、各チャンネル間における静電容量のばらつきを示している。図7Bは、同様に各チャンネル間における感度ばらつきを示している。高分子フィルム7，導電性の音響整合層5，圧電振動子61，及びFPC15を接着する接着剤に黒鉛粉末を含まない場合は、各チャンネル間の電氣的接続部の導通確保が完全ではなく、また導通抵抗のばらつきも大きいので、静電容量、ならびに感度ばらつきが大きくなる。本発明の第4の実施例における超音波探触子では、静電容量、ならびに感度ばらつきが小さいのは明らかである。

【0075】

以上のように本発明の第4の実施例の超音波探触子によれば、超音波探触子の製造プロセスの中で、圧電振動子板の柱列加工を行い、かつ、圧電振動子柱列の隙間にエポキシ樹脂を含浸する。高分子フィルム，導電性の音響整合層，複合圧電振動子，及びFPCの電氣接続部は、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤により圧接、固着する。その結果、複合圧電体56を適用した超音波探触子を低コストで製作できるとともに、複合圧電体56により、圧電振動子の音響インピーダンスが低くなり、生体組織との整合性が良くなるので、音響伝達損失が少なくなり、超音波探触子の感度が向上する。

【0076】

尚、以上の説明では、リニア型の超音波探触子で説明を行ったが、その他のコンベックス型や、マトリックスアレー型の超音波探触子についても同様に実施可能である。

【産業上の利用可能性】

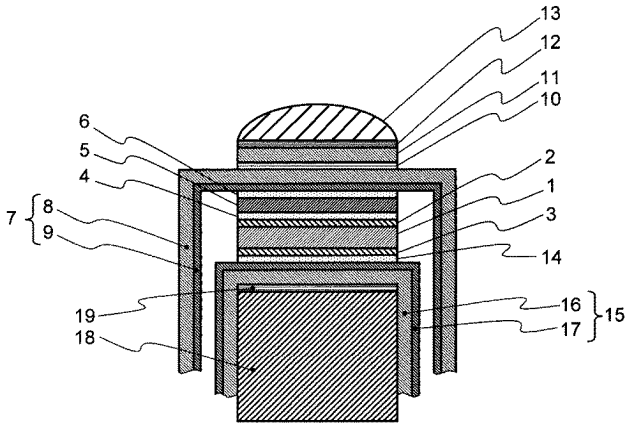
【0077】

以上のように、本発明にかかる超音波探触子は、圧電振動子、導電性の音響整合層、電極パターンが形成された第1のフィルム、及び電極パターンが形成された第2のフィルムを積層接着する際に、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤を用いることによって、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきは少なくなるという効果を有し、超音波を被検者の体内に放射し、各体内素子の境界で反射する超音波から、体内の画像を表示することの出来る超音波診断装置に接続される超音波探触子等として有用である。

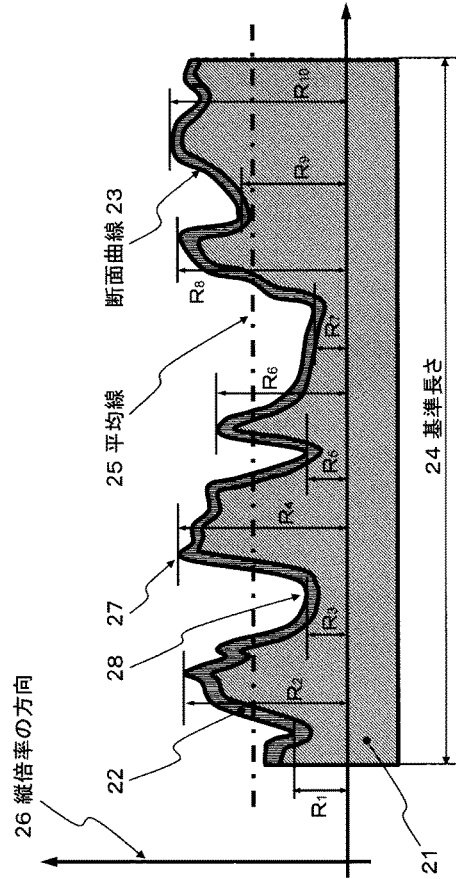
10

20

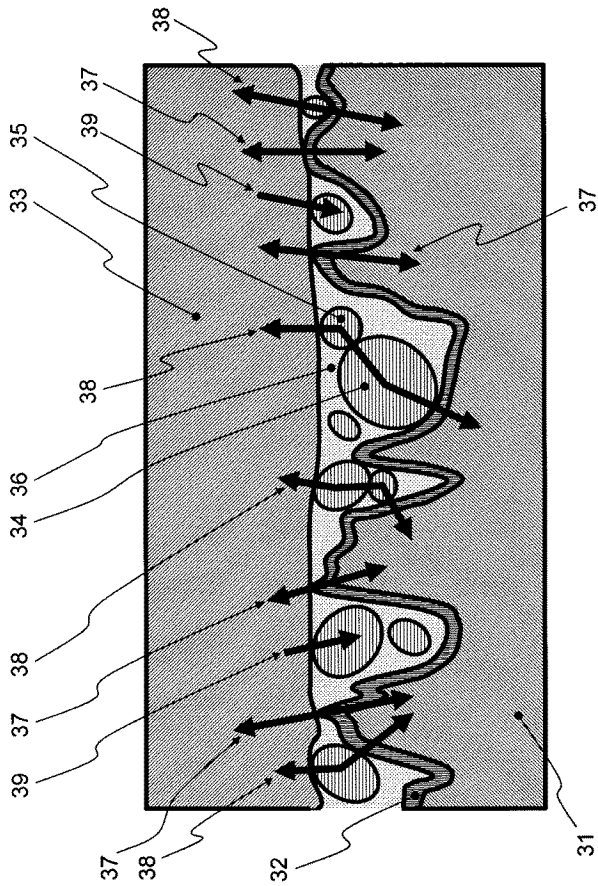
【図1】



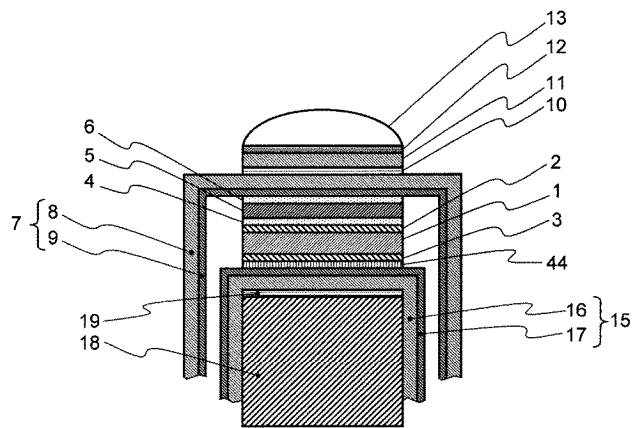
【図2】



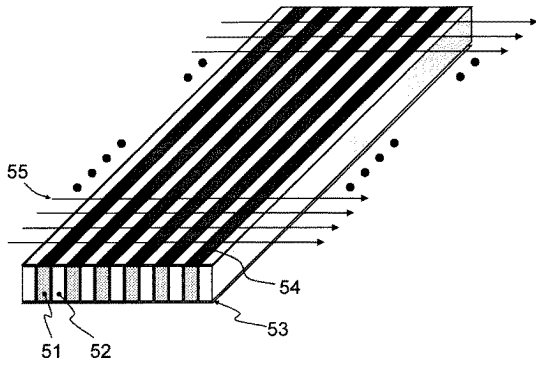
【図3】



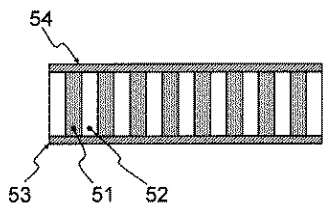
【図4】



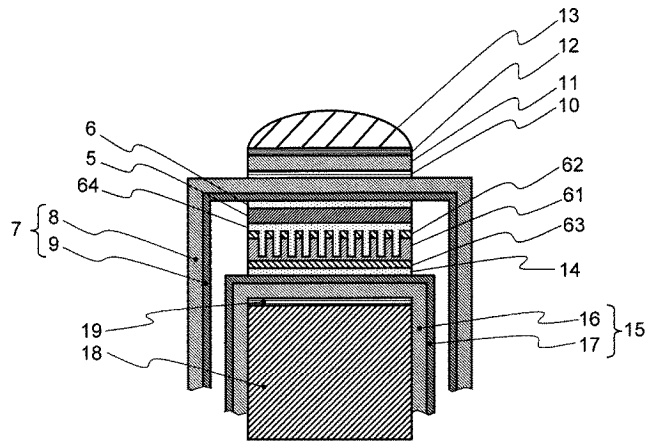
【図5A】



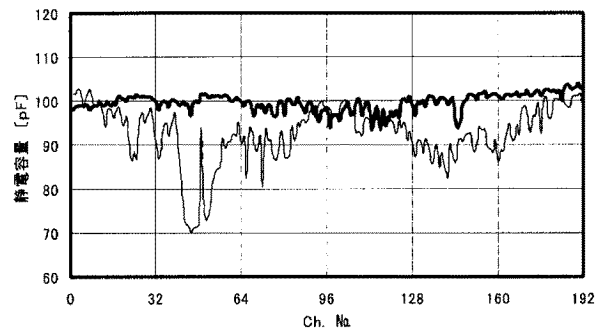
【図5B】



【図6】

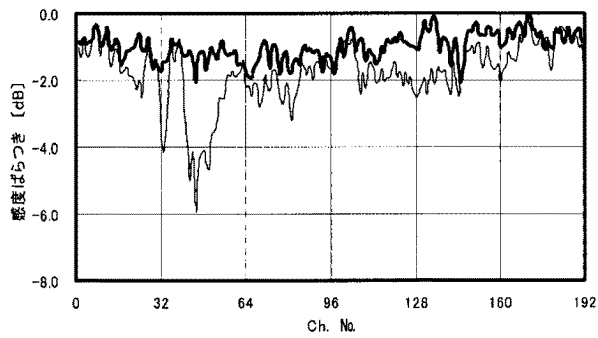


【図7A】



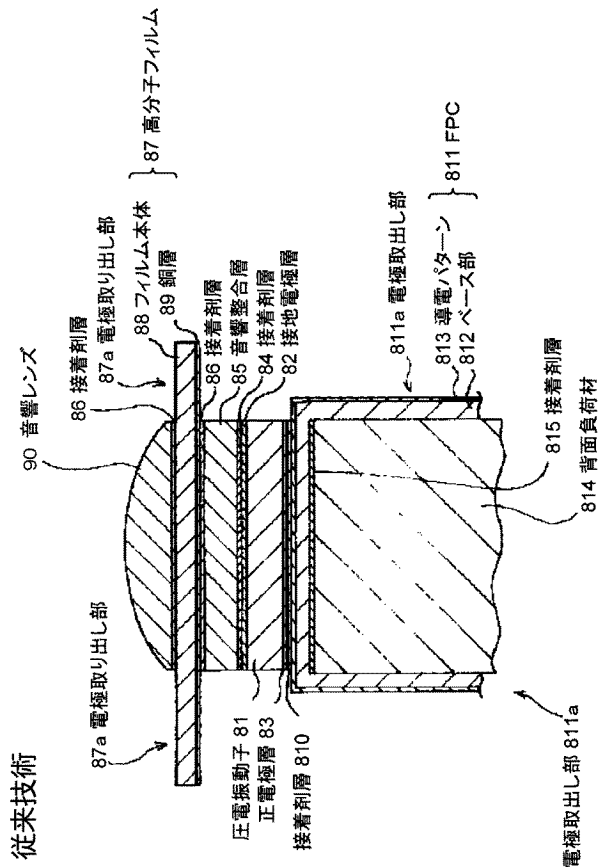
— 本発明の第4の実施形態における超音波探触子
 — 従来の超音波探触子

【図7B】



— 本発明の第4の実施形態における超音波探触子
 — 従来の超音波探触子

【図8】



【手続補正書】

【提出日】平成22年4月14日(2010.4.14)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧電振動子と、

前記圧電振動子の一方の面側に形成された第1電極層と、

前記第1電極層に接着層を介して積層された1又は2以上の導電性の音響整合層と、

前記音響整合層上に接着層を介して積層され、かつ前記接着層側に電極パターンが形成された第1のフィルムと、

前記圧電振動子の他方の面側に形成された第2電極層と、

前記第2電極層に接着層を介して積層され、かつ前記接着層側に電極パターンが形成された第2のフィルムとを、

備え、前記接着層の少なくとも一層以上には前記接着剤に黒鉛粉末を均一分散させている超音波探触子。

【請求項 2】

前記第2のフィルムの他方の面側に背面負荷材を備え、前記接着層は熱硬化型2液性接着剤である請求項1に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記圧電振動子の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ(Rz)は3.5μmから6.5μmの範囲内であり、前記黒鉛粉末の平均粒径は3.5μmから6.5μmの範囲内である請求項1又は2に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記圧電振動子の一方の面側に形成された第1電極層と1又は2以上の導電性の音響整合層の間に介在する接着層1、及び1又は2以上の導電性の音響整合層と電極パターンが形成された第1のフィルムの間介在する接着層2には黒鉛粉末を均一分散させ、前記圧電振動子の他方の面側に形成された第2電極層と電極パターンが形成された第2のフィルムの間介在する接着層3にはタングステン粉末を均一分散させた請求項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】

前記圧電振動子は、両面に電極を設けた前記圧電振動子を角状に切断して樹脂を埋め込んだ複合圧電体であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1つに記載の超音波探触子。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を被検者の体内に放射し、各体内素子の境界で反射する超音波から、体内の画像を表示することの出来る超音波診断装置に接続される超音波探触子に関する。

【背景技術】

【0002】

次に、図面を用いて本発明の従来技術について説明する。図8は従来 of 超音波探触子の

10

20

30

40

50

構成を示す図である（例えば下記の特許文献1参照）。この図の説明において、「上」及び「下」とはそれぞれ図面の紙面平面における上方向及び下方向を言うものとする。図8において、両面に電極を設けた圧電振動子81は、超音波を送受信するための素子である。圧電振動子81の上面には、第1の電極層として、接地電極層82が、下面には、第2の電極層として正電極層83が、前もってそれぞれ形成されている。

【0003】

導体の音響整合層85は、被検体（生体）に超音波を効率よく送受信するためのもので、加圧硬化された絶縁性の接着剤層84を介して、圧電振動子81の上面（接地電極層82側）に積層されている。音響整合層85上には、加圧硬化された絶縁性の接着剤層84を介して、ポリイミドなどの高分子フィルム87が積層されている。高分子フィルム87は、音響整合層としてのフィルム本体88と、このフィルム本体88の接着剤層86側に形成された導体層（銅層）89との2層からなる。図8には示していないが、生体との音響的な整合を更に図るため、前記フィルム本体88の面上に、接着剤層を介して高分子材料などの第2の音響整合層を積層することもある。更に前記第2の音響整合層の面上には音響レンズ90を設ける。

10

【0004】

尚、圧電振動子81と圧電振動子81上に積層されている複数の音響整合層は、ダイシングにより、電氣的に独立した複数のアレイに分割されている。圧電振動子81の下面（正電極層83側）には、加圧硬化された絶縁性の接着剤層810を介してFPC811が積層されている。このFPC811は、ポリイミドのベース部812と、このベース部812上の圧電振動子81側には、圧電振動子81に対応した導電パターン813が形成されている。又、FPC811の両サイドは、圧電振動子81との積層部分より延出し、延出部分の両端は電極取出し部811aが形成されている。背面負荷材814はFPC811のベース部812側に接着剤層815を介して取り付けられ、圧電振動子81を機械的に支え、圧電振動子81に音響的に制動をかけて、超音波パルス波形を短くする。

20

【0005】

従来の超音波探触子においては、圧電振動子81の接地電極層82と導電性の音響整合層85、及び音響整合層85と導電パターンが形成された高分子フィルム87、また、前記圧電振動子81の正電極層83とFPC811の導電パターン813とを、絶縁性であるエポキシ樹脂を加圧、加熱硬化することによって極めて薄く接着させることにより、電氣的に接続している。このような薄い絶縁性の層があっても、トンネル効果、ショットキー導電、不純物導電等により、電荷の移動は起こる。絶縁性の層が均一な薄さならば導通抵抗は一定となるが、絶縁性の接着剤層84、86及び810の厚さは一定ではなく、対向する導体部材の表面粗さによりある確率的に存在するものである。

30

【0006】

場所によっては、厚さが極めて0に近くなっている、つまり、圧電振動子81の接地電極層82と音響整合層85とが、又、音響整合層85と高分子フィルム87の導電層89とが、更に、圧電振動子81の正電極層83とFPC811の導電パターン813とが、接触している箇所もあり、この接触箇所では導通抵抗は小さくなる。従って、材料の密着状態、即ち互いの材料の接触箇所の総面積により、その導通抵抗は変化することとなる。

40

【0007】

絶縁性であるエポキシ樹脂により接着積層された圧電振動子81、導電性の音響整合層85、導電パターンが形成された高分子フィルム87、FPC811の導電パターンは、ダイシングにより、電氣的に独立した複数のアレイに分割されるが、各々のアレイにおいて電極接続部の導通抵抗はばらつき、その結果、アレイ間において感度がばらつくという問題があった。高周波化指向により、分割電極の幅が狭くなる近年においては、その問題を大きくする。

【0008】

また、上記問題を解決する方法として、絶縁性であるエポキシ樹脂の接着剤の代わりに、導電ペーストや厚み方向にのみ導電性を有する異方導電性接着剤などを用いる方法があ

50

る。

【特許文献1】特許第3423788号公報(第1-2頁、第2図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、加熱硬化することにより体積収縮あるいは金属粉末同士が低温焼結して導電パスが生じることによって導電性を示す導電ペーストや、1液からなる絶縁性の高い接着剤中に微細導電粒子を均一分散させた異方導電性接着剤は、硬化温度が100以上と高い。分極処理された圧電振動子を100以上の高温環境下におくと圧電性が失われるため、導電ペーストや異方導電性接着剤の実用化を阻む原因となっていた。また、導電ペーストや異方導電性接着剤は、高価であるという問題も有している。

10

【0010】

本発明は、従来の問題を解決するためになされたもので、品質を良好に維持するとともに、アレイ間の感度ばらつきが少なく、かつ、作業性を良好とした構造の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】

【0011】

本発明の超音波探触子は、
圧電振動子と、
前記圧電振動子の一方の面側に形成された第1電極層と、
前記第1電極層に接着層を介して積層された1又は2以上の導電性の音響整合層と、
前記音響整合層上に接着層を介して積層され、かつ前記接着層側に電極パターンが形成された第1のフィルムと、
前記圧電振動子の他方の面側に形成された第2電極層と、
前記第2電極層に接着層を介して積層され、かつ前記接着層側に電極パターンが形成された第2のフィルムとを、
備え、前記接着層の少なくとも一層以上には前記接着剤に黒鉛粉末を均一分散させた構成を有している。

20

また、前記第2のフィルムの他方の面側に背面負荷材を備え、前記接着層は熱硬化型2液性接着剤であることは、本発明の好ましい態様である。

30

【0012】

この構成により、黒鉛粉末で各層の面間電気的間隙を埋めることで電気的接続を補強することができ、接着積層された圧電振動子、導電性の音響整合層、導電パターンが形成された高分子フィルム、FPCの導電パターンにおける電気的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきを小さくすることができる。

【0013】

また、本発明の超音波探触子は、圧電振動子の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ(Rz)を3.5μmから6.5μmの範囲にし、黒鉛粉末の平均粒径を3.5μmから6.5μmの範囲にした構成を有している。

【0014】

この構成により、圧電振動子表面の凹凸に黒鉛粉末が入り込み、材料相互の密着性、即ち互いの材料の接触面積が大きくなるので、電気的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなることとなる。また、圧電振動子の凹部深さと黒鉛粒子の径が同サイズとなっているので、互いの材料を極めて薄く接着させることが出来るので、接着剤や接着剤内にある黒鉛粉末による超音波の吸収・反射・散乱損失を抑えられ、その結果、超音波探触子の感度が向上することとなる。

40

【0015】

さらに、本発明の超音波探触子は、圧電振動子の一方の面側に形成された第1電極層と1又は2以上の導電性の音響整合層の間に介在する接着層1、及び1又は2以上の導電性の音響整合層と電極パターンが形成された第1のフィルムの間介在する接着層2には黒

50

鉛粉末を混入し、前記圧電振動子の他方の面側に形成された第2電極層と電極パターンが形成された第2のフィルムの中に介在する接着層3にはタングステン粉末を混入した構成を有している。

【0016】

この構成により、接着層1、及び接着層2と導電性の音響整合層との音響インピーダンスの差が小さくなり、また、接着層3と第2フィルムの電極、及び背面負荷材との音響インピーダンスの差が小さくなるので、音響媒質の境界面で生じる超音波の反射損失が抑えられ、その結果、超音波探触子の感度が向上することとなる。

【0017】

さらに、本発明の超音波探触子は、超音波を発生する圧電振動子に、両面に電極を設けた圧電振動子を角状に切断して樹脂を埋め込んだ複合圧電体を用いる構成を有している。

10

【0018】

この構成により、圧電振動子の音響インピーダンスが低くなり、生体組織との整合性が良くなる。その結果、音響伝達損失が少なくなり、超音波探触子の感度が向上することとなる。

【発明の効果】

【0019】

本発明は、圧電振動子、導電性の音響整合層、電極パターンが形成された第1のフィルム、及び電極パターンが形成された第2のフィルムを積層接着する際に、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤を用いることにより、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなるという効果を有する超音波探触子を提供することができるものである。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下、本発明の実施例の超音波探触子について、図面を用いて説明する。

【0021】

本発明の第1の実施例の超音波探触子を図1に示す。図1は、超音波探触子の短軸方向の断面図である。尚、この図の説明において、「上」及び「下」とはそれぞれ図面の紙面平面における上方向及び下方向を言うものとする(図4、図6においても同様とする)。図1において、圧電振動子1は、PZT系などの圧電セラミックス、単結晶、及び、PVD等高分子等を用いた圧電素子である。複数の圧電振動子1の一方の面上には、第1の電極層として接地電極層2が、他方の面側には、第2の電極層として正電極層3が、前もってそれぞれ形成されている。

30

【0022】

本実施例では、接地電極層2、正電極層3は、高周波化に有効な厚さ1000程度の金スパッタ電極層としたが、材質は限定するものではない。圧電振動子1の接地電極層2側には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層4を介して、超音波を効率良く伝播させるための導体の音響整合層5が積層されている。導体の音響整合層5には、例えば、グラファイトなどが用いられている。更に、音響整合層5上には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層6を介して、第1のフィルムとしての高分子フィルム7が積層されている。

40

【0023】

高分子フィルム7は、音響整合層としてのフィルム本体8と、このフィルム本体8の接着剤層6側に形成された、例えば銅層からなる電極パターン9との2層からなる。そして、この高分子フィルム7の端部は、圧電振動子1との積層部分より延出し、延出部分の先端は接地用電気端子(図示せず)に電氣的に接続される。尚、電極パターン9の銅層表面には、蒸着、めっき、スパッタリングにより、金又はニッケル層等を形成し、酸化防止を行うのが望ましい。前記フィルム本体7の面上には、黒鉛粉末を含まない(生体に近いため音響インピーダンスを上げたくないため)接着剤層10を介して、超音波を効率良く伝播させるための、高分子材料などの第2の音響整合層11を積層している。

50

【 0 0 2 4 】

圧電振動子 1 の正電極層 3 側には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 1 4 を介して、第 2 のフィルムとしての FPC 1 5 が積層されている。この FPC 1 5 は、ポリイミドのベース部 1 6 と、このベース部 1 6 上の圧電振動子 1 側には、圧電振動子 1 に対応するように形成された、例えば銅層からなる導電パターン 1 7 とで構成されている。又、FPC 1 5 の両サイドは、圧電振動子 1 との積層部分より延出し、延出部分の両端は信号用電気端子（図示せず）に電氣的に接続される。尚、導電パターン 1 7 の銅層表面には、蒸着、めっき、スパッタリングにより、金又はニッケル層等を形成し、酸化防止を行うのが望ましい。

【 0 0 2 5 】

第 2 の音響整合層 1 1、接着剤層 1 0、高分子フィルム 7、接着剤層 6、第 1 の音響整合層 5、接着剤層 4、圧電振動子 1、接着剤層 1 4、FPC 1 5 等を積層した上で、高圧力を印加し、加熱することによって、これらを圧接、固着している。

【 0 0 2 6 】

ここで高圧力（圧電振動子 1 の材質や厚みによって変わる）とは、圧電振動子 1 が加圧により割れない（破損しない）、且つ、各材料の対向面間は充分近接した状態（面間の接着剤層の厚さは、場所によっては、厚さが極めて 0 に近づいている状態）になる圧力を言う。

【 0 0 2 7 】

更に前記第 2 の音響整合層 1 1 の面上には、接着剤層 1 2 を介して音響レンズ 1 3 が積層されている。これは、超音波を収束するためのもので、上側（被検体側）が凸曲面形状をしている。

【 0 0 2 8 】

背面負荷材 1 8 は FPC 1 5 のベース部 1 6 側に接着剤層 1 9 を介して取り付けられ、圧電振動子 1 を機械的に支え、圧電振動子 1 に音響的な制動をかけて、超音波パルス波形を短くする。

【 0 0 2 9 】

次に、以上のように構成された超音波探触子の動作を説明する。超音波診断装置本体（図示せず）の送信部から送信された複数の電気信号は、ケーブル（図示せず）及び、FPC 1 5 を介して、アレイ状に配列された複数の圧電振動子 1 に印加される。圧電振動子 1 は、加えられた電気信号に対応して、超音波（機械振動）を励起（送波）する。励起された超音波は、第 1 の音響整合層 5 及び、第 2 の音響整合層 1 1、音響レンズ 1 3 によって生体との音響的な整合が図られ、音響レンズ 1 3 で収束されて生体内へ送波される。又、圧電振動子 1 は、圧電効果により、生体より戻って来た超音波に対応して電気信号を発生（受波）する。

【 0 0 3 0 】

電気信号に変換された後、ケーブルを介して、超音波診断装置本体の受信部に送信される。受信部で受信した信号を処理し、超音波診断装置本体の表示部に受信信号の画像を表示することにより、患者の体内の画像をモニター上で確認できる。これらの動作は従来の超音波探触子と同様のものであるが、本発明の超音波探触子は、上記の本体の送信、受信方式に限定されるものではない。

【 0 0 3 1 】

ところで、圧電振動子 1 の接地電極層 2 と導電性の音響整合層 5、及び導電性の音響整合層 5 と導電パターン 9 が形成された高分子フィルム 7、また、前記圧電振動子 1 の正電極層 3 と FPC 1 5 の導電パターン 1 7 との間には、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4、6、1 4 がそれぞれ介在している。黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4、6、1 4 について、以下に説明する。

【 0 0 3 2 】

黒鉛粉末は、球状粒子に加工されたものを用い、また、熱硬化型 2 液性接着剤は、2 液性エポキシ系接着剤を用いる。まず、熱硬化型 2 液性接着剤の主剤に、黒鉛粉末を一定量

10

20

30

40

50

配合する。ここで、黒鉛粉末の比率が高くなると、導電性は向上するが（導通抵抗が下がるが）、接着強度が低下する。従って、熱硬化型 2 液性接着剤、黒鉛粉末、及び被着物の種類や材質によって導電性と接着強度とがそれぞれ許容できる値となるよう主剤と黒鉛粉末の配合比を決定することが必要となり、本発明の実施例においては、主剤と黒鉛粉末の配合比は、重量比で主剤：黒鉛粉末 = 100 : 5 としている。

【 0 0 3 3 】

黒鉛粉末を配合した熱硬化型 2 液性接着剤の主剤を攪拌し、主剤中の黒鉛粉末を均一に分散させる。また、攪拌によって主剤に混入した空気を除くため、真空脱泡を行う。

【 0 0 3 4 】

さらに、黒鉛粉末を配合した熱硬化型 2 液性接着剤を使用する際は、上記黒鉛粉末を配合した熱硬化型 2 液性接着剤の主剤に、硬化剤を配合し、再度、攪拌し、真空脱泡を行う。一方、上記したように高分子フィルム 7、導電性の音響整合層 5、圧電振動子 1、及び FPC 1 5 は、それぞれ黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤を用い、高圧力が印加された状態で加熱硬化し、一体化されている。

【 0 0 3 5 】

よって、これらの黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤の厚さは薄く、各導体部材は充分近接した状態にある。それ故、トンネル効果、ショットキー導電、不純物導電等により、電荷の移動が起こる。また、接着剤層の厚さは一定ではなく、対向する導体部材の表面粗さによりある確率的に存在するものであり、場所によっては、厚さが極めて 0 に近くなっている、つまり、圧電振動子 1 の接地電極層 2 と導電性の音響整合層 5 とが、又、圧電振動子 1 の正電極層 3 と FPC 1 5 の導電パターン 1 7 とが、更に、導電性の音響整合層 5 と高分子フィルム 7 の導電パターン 9 とが接触している箇所もあり、この接触箇所では導通抵抗は小さくなる。

【 0 0 3 6 】

また、対向する導体部材の表面粗さから、その表面には幾何学的不規則性（凹凸）がある。それ故に、場所によっては、上記に述べたように、厚さが極めて 0 に近くなっている箇所もあれば、逆に、厚さが極めて厚い箇所も存在する。厚い箇所では、トンネル効果、ショットキー導電、不純物導電等の効果が弱く、結果、導通抵抗が高くなることとなる。ここで、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤を用いることにより、各導体部材の凹凸に伝導性である黒鉛粉末が入り込み、材料相互の導体間を電氣的に接続する、即ち互いの材料の導体部の接触面積が大きくなるので、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなる（図 3 参照）。その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなるとともに、ノイズなどの発生を押さえることが出来る。

【 0 0 3 7 】

ここで、黒鉛粉末を配合した 2 液性エポキシ系接着剤を用いる理由を以下に述べる。

【 0 0 3 8 】

(1) 2 液性を選択することにより、接着剤の硬化温度が低くなる。例えば、米国エポキシ・テクノロジー社の 2 液性エポキシ系接着剤 3 5 3 N D では、標準硬化温度・時間は 6 0 ・ 9 0 分である。一般的に硬化温度が 1 0 0 以上である導電ペーストや異方導電性接着剤に対し、圧電素子を高温環境に晒さずにすむので、圧電素子の性能を劣化させることなく、製作が容易な超音波探触子を提供することが出来る。

【 0 0 3 9 】

(2) ガラス転移温度が 1 0 0 以上と高く、耐熱性に優れる。例えば、米国エポキシ・テクノロジー社の 2 液性エポキシ系接着剤 3 5 3 N D のガラス転移温度は 1 2 4 であり、耐熱性に優れるとともに、医療用として U S P (医薬品の安全試験に関する基準) に対応する。

【 0 0 4 0 】

(3) 接着剤の常温放置が可能であり、保管性に優れる。一般的に冷凍保管が必要である導電ペーストや異方導電性接着剤に対し、例えば、米国エポキシ・テクノロジー社の 2 液性エポキシ系接着剤 3 5 3 N D の保管期間は室温保管で 1 年間である。

【 0 0 4 1 】

(4) 接着剤主剤に黒鉛粉末を均一分散した後、その接着剤を使用する際に、硬化剤を加えることによって、直ぐに接着作業が出来るので、作業性に優れる。

【 0 0 4 2 】

(5) 黒鉛粉末，2液性エポキシ系接着剤ともにローコストである。

【 0 0 4 3 】

このような本発明の第1の実施例の超音波探触子によれば、圧電振動子、導電性の音響整合層、電極パターンが形成された第1のフィルム、及び電極パターンが形成された第2のフィルムを積層接着する際に、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤を用いることにより、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきを小さくすることができる。また、品質，作業性も良好であり、かつ、ローコストである。

なお、第1の実施例として熱硬化型2液性接着剤を用いたが、この代わりに、1液の接着剤で硬化温度が100以下のものが使用できれば、さらに作業性を向上させることができることは言うまでもない。

【 0 0 4 4 】

次に、本発明の第2の実施例の超音波探触子について説明する。

【 0 0 4 5 】

第2の実施例の超音波探触子は、第1の実施例の超音波探触子において、圧電振動子1の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ(Rz)を3.5μmから6.5μmの範囲にし、更に、高分子フィルム7，導電性の音響整合層5，圧電振動子1，及びFPC15を接着する黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層4，6，14の黒鉛粉末の平均粒径を、3.5μmから6.5μmの範囲にした。

【 0 0 4 6 】

図2は、圧電振動子21の断面上の表面の形(粗さ)を示している。

【 0 0 4 7 】

接地電極層22は圧電振動子21の表面に金スパッタにより形成された層である(正電極層3も同様に金スパッタにより形成している)。

【 0 0 4 8 】

断面曲線23から基準長さ24だけ抜き取った部分において、平均線25に平行、かつ断面曲線を横切らない直線から縦倍率の方向26に測定した最高から5番目までの山頂の標高の平均値と、最深から5番目までの谷底の標高の平均値との差の値(十点平均粗さ)を式(1)より求める。

【 0 0 4 9 】

$$Rz = \{ (R2 + R4 + R6 + R8 + R10) - (R1 + R3 + R5 + R7 + R9) \} / 5 \quad \cdot \cdot \cdot (1)$$

圧電振動子21の両面に形成された電極層(接地電極層22および正電極層3)の表面の十点平均粗さ(Rz)を3.5μmから6.5μmの範囲内にすることにより、断面曲線23にある例えば山27と谷底28との高低差は、平均で3.5μmから6.5μmの範囲にあることとなる。従って、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤において、黒鉛粉末の平均粒径を3.5μmから6.5μmの範囲内にすることにより、圧電振動子21の表面にある窪みに、黒鉛粉末の粒子が吻合し易くなる。

【 0 0 5 0 】

図3は、本発明の第2の実施例の超音波探触子において、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤における接着界面層の断面模式図を示している。その他の構成は、第1の実施例(図1)と変わらない。

【 0 0 5 1 】

圧電振動子31面上に形成された接地電極層32の表面に平均粒径を3.5μmから6.5μmの範囲内にある黒鉛粉末34を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤36を塗布し、導体の音響整合層33を積層する。これらの材料同士を圧接、固着するとき、高圧力

を印加するため、圧電振動子 3 1 表面の窪みより飛び出る黒鉛粉末は粉碎され、その欠片 3 5 は、他の窪みに入ることとなる。黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤 3 6 は加熱することによって、これらを固着する。ここで部位 3 7 では、接着剤の厚さが極めて 0 に近くなっている、つまり、圧電振動子 3 1 の接地電極層 3 2 と導電性の音響整合層 3 3 とが接触している箇所であり、この接触箇所では導通抵抗は小さくなる。また、前述したように、対向する導体部材の表面粗さから、その表面には幾何学的不規則性（凹凸）がある。それ故に、場所によっては、上記に述べたように、接着剤の厚さが極めて 0 に近くなっている箇所もあれば、逆に、厚さが極めて厚い箇所も存在する。

【 0 0 5 2 】

部位 3 8 に示すように、厚い箇所では、黒鉛粉末が充填されることにより、材料相互の導体間を電氣的に接続することとなる。例え、材料相互の導体間が電氣的に接続されなくとも、部位 3 9 に示すように、窪みに黒鉛粉末が充填されることにより、各導体部材は充分近接した状態になり、それ故、トンネル効果、ショットキー導電、不純物導電等により、電荷の移動が起こることとなる。

【 0 0 5 3 】

結果、互いの材料の導体部の接触面積が大きくなるので、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなる。また、圧電振動子 3 1 の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ（ R_z ）を $3.5 \mu\text{m}$ から $6.5 \mu\text{m}$ の範囲内にすることにより、熱硬化型 2 液性接着剤 3 6 が圧電振動子 3 1 の表面にある空隙に浸入硬化し、釘又はくさびのような働きをする投錨効果（アンカー効果）によって、接着強度が増すこととなる。

【 0 0 5 4 】

また、超音波探触子の感度を確保するため、圧電振動子 3 1、及び導体の音響整合層 3 3 は、互いの材料を極めて薄く接着させ、接着剤や接着剤内にある黒鉛粉末による超音波の吸収・反射・散乱損失を抑える必要がある。それ故に、互いの材料間の隙間（最大接着層厚）は $10 \mu\text{m}$ 以下が好ましい。一方、球状化粉碎加工により球状粒子に加工された黒鉛粉末は、現状、最小のもので球状粒子の長軸の長さで $3.5 \mu\text{m}$ から $6.5 \mu\text{m}$ の微小範囲のものが加工可能となってきた。

【 0 0 5 5 】

以上より、圧電振動子 3 1 の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ（ R_z ）を $3.5 \mu\text{m}$ から $6.5 \mu\text{m}$ の範囲内にし、更に、圧電振動子 3 1 と導電性の音響整合層 3 3 を接着する黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤の黒鉛粉末の平均粒径（長軸の長さ）を、 $3.5 \mu\text{m}$ から $6.5 \mu\text{m}$ の範囲内にする必要がある。

【 0 0 5 6 】

尚、第 2 の実施例の製造方法及び、動作方法は、第 1 の実施例と同様なので省略する。

【 0 0 5 7 】

以上のように本発明の第 2 の実施例の超音波探触子によれば、圧電振動子の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ（ R_z ）は $3.5 \mu\text{m}$ から $6.5 \mu\text{m}$ の範囲内とし、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤の黒鉛粉末の平均粒径を $3.5 \mu\text{m}$ から $6.5 \mu\text{m}$ の範囲内にすることによって、圧電振動子表面の凹凸に黒鉛粉末が入り込み、材料相互の密着性、即ち互いの材料の接触面積が大きくなるので、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなる。また、圧電振動子の凹部深さと黒鉛粒子の径が同サイズとなっているので、互いの材料を極めて薄く接着させることが出来るので、接着剤や接着剤内にある黒鉛粉末による超音波の吸収・反射・散乱損失を抑えられ、その結果、超音波探触子の感度が向上することとなる。

【 0 0 5 8 】

次に、本発明の第 3 の実施例の超音波探触子を図 4 に示す。本発明の第 3 の実施例と、第 1 の実施例との違いは、圧電振動子 1 の正電極層 3 側に、その中にタングステン粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4 4 を介して、FPC 1 5 が積層されていることである。圧電振動子 1 の接地電極層 2 側には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4 を介して、超音波を効率良く伝播させるための導体の音響整合層 5 が積

層されている。更に、音響整合層 5 上には、その中に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 6 を介して、第 1 のフィルムとしての高分子フィルム 7 が積層されている。導体の音響整合層 5 には、例えば、グラファイトなどが用いられている。

【 0 0 5 9 】

従って、黒鉛粉末を添加していない熱硬化型 2 液性接着剤を用いる従来の超音波探触子に比べ、接着剤層 4 と導電性の音響整合層 5、及び導電性の音響整合層 5 と接着剤層 6 との音響インピーダンスの差が小さくなるので、音響媒質の境界面で生じる超音波の反射損失が抑えられる。一方、圧電振動子 1 の正電極層 3 側には、その中にタングステン粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4 4 を介して、FPC 1 5 が積層されている。この FPC 1 5 は、ポリイミドのベース部 1 6 と、このベース部 1 6 上の圧電振動子 1 側には、圧電振動子 1 に対応するように形成された、例えば銅層からなる導電パターン 1 7 とで構成されている。また、FPC 1 5 のベース部 1 6 側に接着剤層 1 9 を介して背面負荷材 1 8 が取り付けられている。

10

【 0 0 6 0 】

圧電振動子 1 から送信された超音波は背面負荷材 1 8 にも伝搬する。背面負荷材 1 8 に伝搬した超音波は不要なものであるため、背面負荷材 1 8 内で減衰させ、再び圧電振動子 1 に戻らないようにしなければならない。そのためには、圧電振動子 1 の背面に放射された不要な超音波を、効率良く背面負荷材 1 8 へ伝搬しなければならない。圧電振動子 1 の正電極層 3 側に、その中にタングステン粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤層 4 4 を介して、FPC 1 5 を積層することにより、接着剤層 4 4 と FPC 1 5 上にある銅層からなる導電パターン 1 7、及び背面負荷材 1 8 との音響インピーダンスの差が小さくなるので、音響媒質の境界面で生じる超音波の反射損失が抑えられることとなる。その結果、圧電振動子 1 の背面に放射された不要な超音波が、再び圧電振動子 1 に戻らないこととなる。

20

【 0 0 6 1 】

以上のように本発明の第 3 の実施例の超音波探触子によれば、前記圧電振動子の一方の面側に形成された第 1 電極層と 1 又は 2 以上の導電性の音響整合層の間に介在する接着層 1、及び 1 又は 2 以上の導電性の音響整合層と電極パターンが形成された第 1 のフィルムの間介在する接着層 2 には黒鉛粉末を均一分散させ、前記圧電振動子の他方の面側に形成された第 2 電極層と電極パターンが形成された第 2 のフィルムの間介在する接着層 3 にはタングステン粉末を均一分散させることにより、音響媒質の境界面で生じる超音波の反射損失が抑えられ、その結果、超音波探触子の感度が向上することとなる。

30

【 0 0 6 2 】

次に、本発明の第 4 の実施例の超音波探触子について説明する。近年では、圧電振動子を、樹脂シート中に圧電振動子の柱が埋め込まれた複合圧電材料にすることにより、高感度かつ周波数帯域を広くすることが可能であると示唆されている。

【 0 0 6 3 】

従来、複合圧電材料を製作する方法として圧電振動子板をダイシング切断により角状に切断して樹脂を埋め込むダイス・アンド・フィル法が用いられている。図 5 A、5 B に複合圧電材料を斜視図と側面図でそれぞれ示す。圧電振動子柱列 5 1 は圧電振動子板をダイシング切断により角状に切断したものであり、圧電振動子柱列 5 1 の隙間にエポキシ樹脂 5 2 を真空含浸し、上下面を研磨で除去して所定の厚さとした後、クロムと金をスパッタ成膜して電極 5 3、5 4 とした。上記のように製作した複合圧電材料を超音波探触子に組み込み、所定のピッチでダイシングを行い、複合圧電材料を電氣的に独立した複数のアレイ 5 5 に分割することとなる。

40

【 0 0 6 4 】

従来の製作方法では、上述した研磨加工において、エポキシ樹脂、セラミック等からなる圧電振動子と異種材料が交互に並ぶ面を平坦に研磨加工することが必要であるが、硬さが異なる異種材料の境界を平坦にするのは困難であった。

【 0 0 6 5 】

また、上述したスパッタ成膜工程において、熱膨張係数の違いなどにより、異種材料間

50

の境界にクラックが生じるという問題がある。従って、複合圧電材料では、その製造プロセス（品質確保）の難しさからコスト高になるという問題がある。

【0066】

本発明の第4の実施例の超音波探触子を図6に示す。本発明の第4の実施例の超音波探触子では、既にクロムと金をスパッタ成膜した圧電振動子板を用い、超音波探触子の製造プロセスの中で、上記圧電振動子板の柱列加工を行い、且つ、圧電振動子柱列の隙間にエポキシ樹脂を含浸することによって複合圧電材料を超音波探触子に組み込む。その結果、従来必要であった圧電振動子柱列の隙間にエポキシ樹脂を真空含浸した後の、研磨加工、スパッタ成膜による電極形成加工が省けるため、品質が上がる。

【0067】

本発明の第4の実施例と、第1の実施例との違いは、超音波を発生する圧電振動子に、両面に電極を設けた圧電振動子を角状に切断して樹脂を埋め込んだ複合圧電体56を用いることである。従って構成及び機能については、ここでは省略する。本発明の第4の実施例の超音波探触子の製造方法は、第1の実施例の超音波探触子の製造方法と、基本のフローはほとんど同じであるが、ダイシングのタイミングの関係で、両面に金スパッタにより形成した接地電極層62及び正電極層63を備えた圧電振動子61の両側に高分子フィルム7、FPC15等を黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層14等を介して積層した後、高圧力を印加するのではなく、つまり圧電素子に対して両側を積層してから高圧力を印加するのではなく片側ずつ積層から高圧力を印加、加熱し、下記のようにダイシングする点で異なる。

【0068】

ダイシングに関しては、高分子フィルム7側からそして圧電振動子61手前側より長軸方向に向かって、所定のピッチでダイシングを行い、圧電振動子柱列を作る。

【0069】

ここで、圧電振動子61の正電極層63，若しくは、FPC15の導電パターン17まで切り込まない、即ち、圧電振動子61の正電極層63，若しくは、FPC15の導電パターン17は分割しない。

【0070】

圧電振動子柱列61の隙間に黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤64を切込み溝の中へ流し込む。更に、圧電振動子61上の接地電極層62に導体の音響整合層5を積層する。黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層6を用いて導体の音響整合層5上に高分子フィルム7を積層する。尚、高分子フィルム7上に形成された電極パターン9は導体の音響整合層5側へ対向させる。

【0071】

高分子フィルム7上に、接着剤層10を用いて、第2の音響整合層11を積層する。高圧力を印加し、加熱することによって、これらを圧接、固着する。FPC15側より所定のピッチでダイシングを行い、圧電振動子61を電氣的に独立した複数のアレイに分割する。つぎにFPC15の両サイド、高分子フィルム7の両サイドを折り曲げ、図6に示すような形状とする。音響レンズ13をシリコン系の接着剤層12を用いて取り付ける。

【0072】

上記製造プロセスにおいて、複合圧電体56を形成した結果、接地電極層62の分割電極のサイズは極めて小さくなることから、従来の接着方法では電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは更に大きくなり、中には、導通を確保できない電極も発生するところである。しかし、本発明の第4の実施例の超音波探触子によれば、高分子フィルム7，導電性の音響整合層5，圧電振動子61，及びFPC15を接着する黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤層6，64，14を用いることにより、例え、複合圧電体56の形成の中で接地電極層62の分割電極のサイズが極めて小さくならうとも、各電氣的接続部の導通は確保可能であり、また、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきを小さく抑えることが可能となる。その結果、アレイ間の感度ばらつきは小さくなる。

【0073】

10

20

30

40

50

図7A、7Bにその効果を示す。図7Aは、上記製造プロセスによって製作した複合圧電材料を適用する本発明の第4の実施例における超音波探触子と、上記製造プロセスによって製作した複合圧電材料を適用する、かつ、黒鉛粉末を含まない熱硬化型2液性接着剤を用いた超音波探触子において、各チャンネル間における静電容量のばらつきを示している。図7Bは、同様に各チャンネル間における感度ばらつきを示している。高分子フィルム7、導電性の音響整合層5、圧電振動子61、及びFPC15を接着する接着剤に黒鉛粉末を含まない場合は、各チャンネル間の電氣的接続部の導通確保が完全ではなく、また導通抵抗のばらつきも大きいので、静電容量、ならびに感度ばらつきが大きくなる。本発明の第4の実施例における超音波探触子では、静電容量、ならびに感度ばらつきが小さいのは明らかである。

10

【0074】

以上のように本発明の第4の実施例の超音波探触子によれば、超音波探触子の製造プロセスの中で、圧電振動子板の柱列加工を行い、かつ、圧電振動子柱列の隙間にエポキシ樹脂を含浸する。高分子フィルム、導電性の音響整合層、複合圧電振動子、及びFPCの電氣接続部は、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤により圧接、固着する。その結果、複合圧電体56を適用した超音波探触子を低コストで製作できるとともに、複合圧電体56により、圧電振動子の音響インピーダンスが低くなり、生体組織との整合性が良くなるので、音響伝達損失が少なくなり、超音波探触子の感度が向上する。

【0075】

尚、以上の説明では、リニア型の超音波探触子で説明を行ったが、その他のコンベックス型や、マトリックスアレー型の超音波探触子についても同様に実施可能である。

20

【産業上の利用可能性】

【0076】

以上のように、本発明にかかる超音波探触子は、圧電振動子、導電性の音響整合層、電極パターンが形成された第1のフィルム、及び電極パターンが形成された第2のフィルムを積層接着する際に、黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型2液性接着剤を用いることによって、電氣的接続部の導通抵抗のばらつきは小さくなり、その結果、アレイ間の感度ばらつきは少なくなるという効果を有し、超音波を被検者の体内に放射し、各体内素子の境界で反射する超音波から、体内の画像を表示することの出来る超音波診断装置に接続される超音波探触子等として有用である。

30

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図1】本発明の第1の実施例における超音波探触子の概略断面図である。

【図2】本発明の第2の実施例において圧電振動子の表面粗さを説明する図である。

【図3】本発明の第2の実施例における接着界面層の断面模式図である。

【図4】本発明の第3の実施例における超音波探触子の概略断面図である。

【図5A】従来の複合圧電材料の斜視図である。

【図5B】従来の複合圧電材料の側面断面図である。

【図6】本発明の第4の実施例における超音波探触子の概略断面図である。

【図7A】本発明の第4の実施例における超音波探触子の静電容量を示す図である。

40

【図7B】本発明の第4の実施例における超音波探触子の感度ばらつきを示す図である。

【図8】従来の超音波探触子の概略断面図である。

【手続補正3】

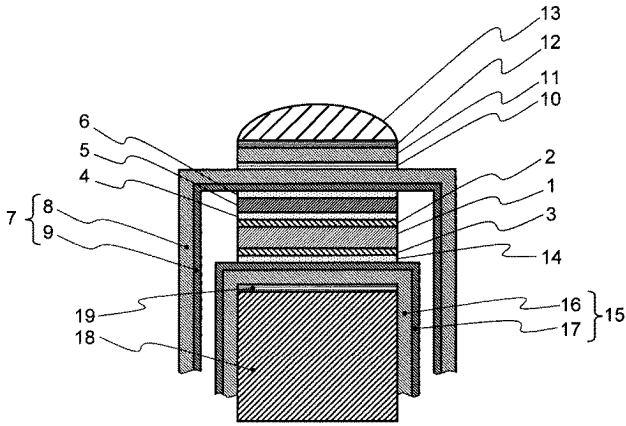
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】全図

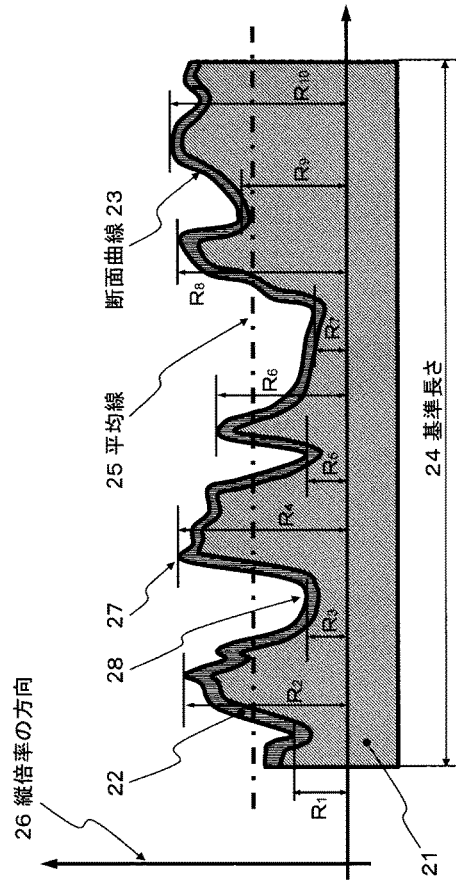
【補正方法】変更

【補正の内容】

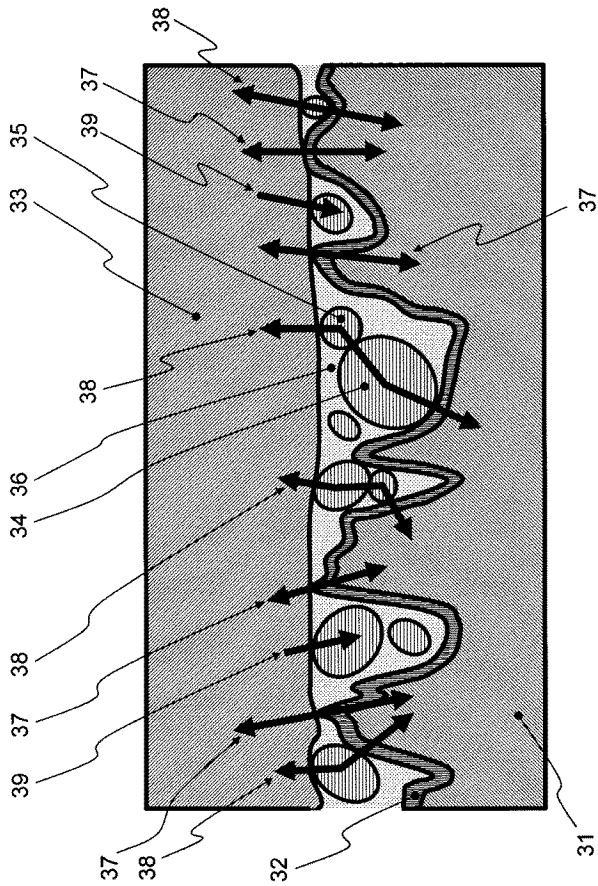
【 図 1 】



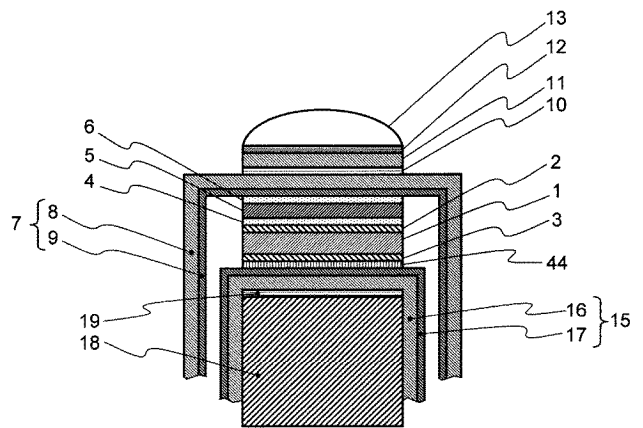
【 図 2 】



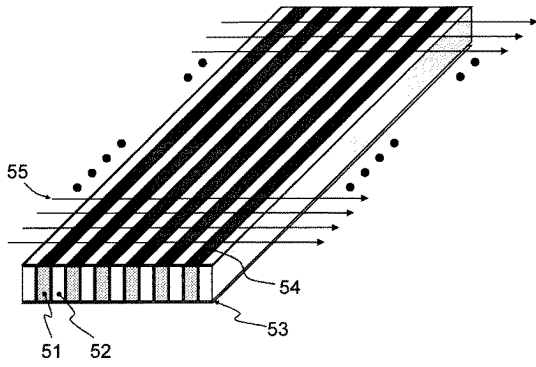
【 図 3 】



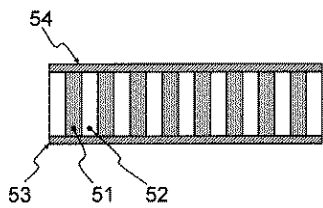
【 図 4 】



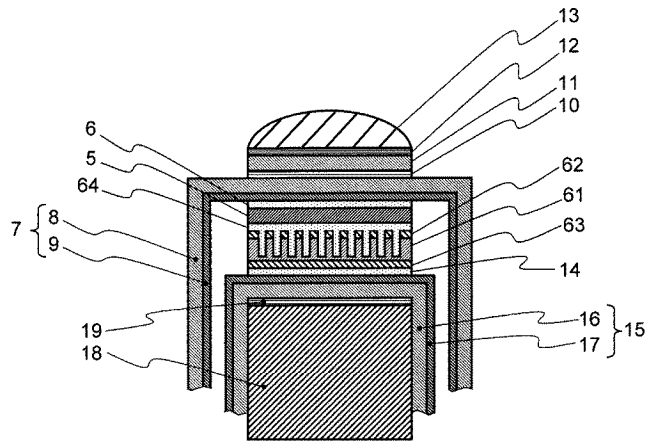
【図5A】



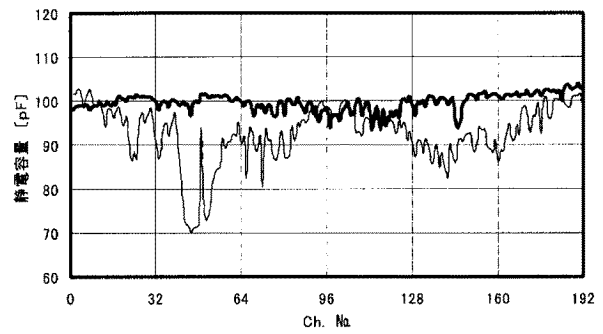
【図5B】



【図6】

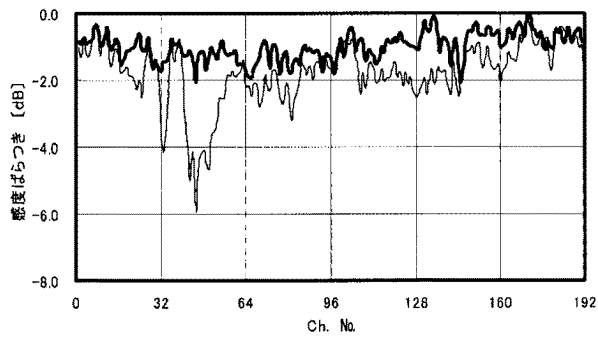


【図7A】



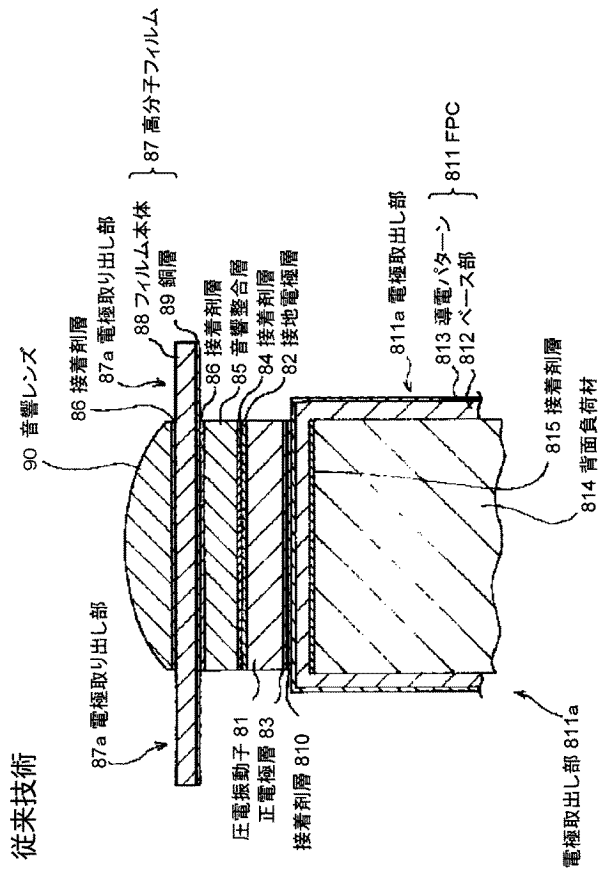
— 本発明の第4の実施形態における超音波探触子
 — 従来の超音波探触子

【図7B】



— 本発明の第4の実施形態における超音波探触子
 — 従来の超音波探触子

【図8】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/002905

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H04R17/00(2006.01)i, A61B8/00(2006.01)i, B06B1/06(2006.01)i, G01N29/24(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H04R17/00, A61B8/00, B06B1/06, G01N29/24 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 07-123497 A (GE Yokogawa Medical Systems, Ltd.), 12 May, 1995 (12.05.95), Par. Nos. [0022] to [0041]; Figs. 1 to 7 (Family: none)	1-5
Y	JP 2003-299196 A (Nihon Dempa Kogyo Co., Ltd.), 17 October, 2003 (17.10.03), Par. Nos. [0003], [0004], [0011] to [0023]; Figs. 1 to 4 & US 2003/0189391 A1	1-5
Y	JP 2005-323630 A (Toshiba Corp. (et al.)), 24 November, 2005 (24.11.05), Par. No. [0038]; Fig. 1 (Family: none)	1-5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention	
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone	
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art	
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 27 November, 2008 (27.11.08)	Date of mailing of the international search report 09 December, 2008 (09.12.08)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/002905

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 06-000184 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 January, 1994 (11.01.94), Par. No. [0017]; Fig. 1 (Family: none)	2-5
Y	JP 05-023341 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 02 February, 1993 (02.02.93), Par. No. [0017]; Fig. 1 (Family: none)	2-5
Y	JP 04-048900 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 18 February, 1992 (18.02.92), Page 3, lower left column, line 13 to lower right column, line 4 (Family: none)	2-5
Y	JP 2001-258097 A (Toshiba Ceramics Co., Ltd.), 21 September, 2001 (21.09.01), Par. No. [0017]; Fig. 1 (Family: none)	3-5
Y	JP 2005-308691 A (Hitachi, Ltd.), 04 November, 2005 (04.11.05), Par. No. [0039] (Family: none)	3-5

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2008/002905									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04R17/00 (2006.01)i, A61B8/00 (2006.01)i, B06B1/06 (2006.01)i, G01N29/24 (2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. H04R17/00, A61B8/00, B06B1/06, G01N29/24											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2008年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2008年	日本国実用新案登録公報	1996-2008年	日本国登録実用新案公報	1994-2008年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2008年										
日本国実用新案登録公報	1996-2008年										
日本国登録実用新案公報	1994-2008年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
Y	JP 07-123497 A (ジーイー横河メディカルシステム株式会社) 1995.05.12, 【0022】 - 【0041】 及び第1-7図 (ファミリーなし)	1-5									
Y	JP 2003-299196 A (日本電波工業株式会社) 2003.10.17, 【0003】、【0004】、【0011】 - 【0023】 及び第1-4図 & US 2003/0189391 A1	1-5									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。											
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献									
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの									
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの									
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 27.11.2008		国際調査報告の発送日 09.12.2008									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 新川 圭二	5Z 3654								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3541								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 8 / 0 0 2 9 0 5
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2005-323630 A (株式会社東芝 (他 1 名)) 2005. 11. 24, 【0038】及び第1図 (ファミリーなし)	1-5
Y	JP 06-000184 A (松下電器産業株式会社) 1994. 01. 11, 【0017】及び第1図 (ファミリーなし)	2-5
Y	JP 05-023341 A (松下電器産業株式会社) 1993. 02. 02, 【0017】及び第1図 (ファミリーなし)	2-5
Y	JP 04-048900 A (オリンパス光学工業株式会社) 1992. 02. 18, 第3頁左下欄第13行-右下欄第4行 (ファミリーなし)	2-5
Y	JP 2001-258097 A (東芝セラミックス株式会社) 2001. 09. 21, 【0017】及び第1図 (ファミリーなし)	3-5
Y	JP 2005-308691 A (株式会社日立製作所) 2005. 11. 04, 【0039】 (ファミリーなし)	3-5

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),
EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,SK,T
R),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,
BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,K
G,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PG,PH,PL,PT
,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

Fターム(参考) 5D019 AA21 AA22 BB18 BB26 FF04 GG01 GG12

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	JPWO2009050881A1	公开(公告)日	2011-02-24
申请号	JP2009537915	申请日	2008-10-14
申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	大浦浩二 深瀬浩一		
发明人	大浦 浩二 深瀬 浩一		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/463 A61B8/488 B06B1/0622		
FI分类号	H04R17/00.330.J H04R17/00.330.H H04R17/00.332.A A61B8/00 G01N29/24.502		
F-TERM分类号	2G047/AC13 2G047/BC13 2G047/CA01 2G047/EA11 2G047/GB02 2G047/GB21 2G047/GB23 2G047/GB30 2G047/GB32 2G047/GB36 4C601/EE10 4C601/GB04 4C601/GB19 4C601/GB26 4C601/GB28 4C601/GB30 4C601/GB41 4C601/GB45 4C601/GB47 5D019/AA21 5D019/AA22 5D019/BB18 5D019/BB26 5D019/FF04 5D019/GG01 5D019/GG12		
优先权	2007267610 2007-10-15 JP		
其他公开文献	JP5415274B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种能够减少阵列之间的灵敏度不规则的超声波探头。该压电元件包括：压电元件1；以及压电元件1。在压电元件1的一侧形成的第一电极层2。在第一电极层2上隔着粘接剂层4层叠有一个以上的导电性声匹配层5。第一膜7，其隔着粘接剂层6层叠在声匹配层5上，并且在粘接剂层6的侧面形成有电极图案。在压电元件1的另一侧形成第二电极层3。第二膜15通过粘合剂层14层叠在第二电极层3上，并且在粘合剂层14的侧面上形成电极图案，其中粘合剂层4、6和14是热固性两组分的石墨粉均匀分布在其中的新型粘合剂。