

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5415274号
(P5415274)

(45) 発行日 平成26年2月12日(2014.2.12)

(24) 登録日 平成25年11月22日(2013.11.22)

(51) Int.Cl.	F 1		
HO 4 R 17/00	(2006.01)	HO 4 R	17/00 3 3 0 J
A 6 1 B 8/00	(2006.01)	HO 4 R	17/00 3 3 0 H
GO 1 N 29/24	(2006.01)	HO 4 R	17/00 3 3 2 A
		A 6 1 B	8/00
		GO 1 N	29/24 5 0 2

請求項の数 7 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2009-537915 (P2009-537915)
 (86) (22) 出願日 平成20年10月14日(2008.10.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2008/002905
 (87) 国際公開番号 W02009/050881
 (87) 国際公開日 平成21年4月23日(2009.4.23)
 審査請求日 平成23年8月30日(2011.8.30)
 (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)

(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 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
 審査官 富澤 直樹

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】

第1の方向に配列される複数の圧電振動子と、
 前記圧電振動子の、前記第1の方向と直交する第2の方向において対向する第1の面と第2の面のうち前記第1の面側に形成された第1電極層と、
 前記第1電極層に第1の接着層を介して前記第2の方向に積層された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第2の接着層を介して積層され、かつ前記第2の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、
 前記圧電振動子の前記第2の面側に形成された第2電極層と、
 前記第2電極層に第3の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、
 前記第2の方向に前記第1電極層を貫通し前記圧電振動子に至る切込み溝が、前記第1の方向に延伸するように形成され、
 前記第1の接着層は前記切込み溝の中にも形成されており、
 前記第1から第3の接着層の少なくとも前記第1の接着層を含む一層以上には黒鉛粉末を混入させており、
 前記第1電極層の表面は凹部形状を有し、
 前記凹部形状には、前記第1電極層と前記音響整合層の間に前記黒鉛粉末が連続的に介在

10

20

している箇所と、前記音響整合層と接触する前記黒鉛粉末が前記第 1 電極層まで連続的には介在していない箇所とを有する超音波探触子。

【請求項 2】

前記切込み溝は、前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向に直交する方向に複数設けられている請求項 1 に記載の超音波探触子。

【請求項 3】

前記第 2 のフィルムの他方の面側に背面負荷材を備える請求項 1 又は 2 に記載の超音波探触子。

【請求項 4】

前記黒鉛粉末を混入させた接着層は熱硬化型 2 液性接着剤である請求項 1 から 3 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

10

【請求項 5】

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 $3.5 \mu\text{m}$ から $6.5 \mu\text{m}$ の範囲内であり、前記黒鉛粉末の平均粒径は $3.5 \mu\text{m}$ から $6.5 \mu\text{m}$ の範囲内である請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 6】

前記凹部形状の深さと前記第 1 の接着層に混入された前記黒鉛粒子の径が同じである請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

【請求項 7】

前記第 1 の接着層及び前記第 2 の接着層には黒鉛粉末を均一分散させ、前記第 3 の接着層にはタングステン粉末を均一分散させた請求項 1 から 6 のいずれか 1 つに記載の超音波探触子。

20

【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】

30

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。

【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。

40

【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、電気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 FPC 811 が積

50

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。

【 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。

10

【 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。

20

【 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。

【 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。

30

【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）

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 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。

40

【 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】

【 0 0 1 1 】

本発明の超音波探触子は、
圧電振動子と、

50

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。

【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の範囲内にし、黒鉛粉末の平均粒径を3.5μmから6.5μmの範囲内にした構成を有している。

20

【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できるので、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。

【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のフィルムとの間に介在する接着層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のフィルムとの間に介在する接着層3にはタングステン粉末を混入した構成を有している。

30

【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。

40

【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

50

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。

【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。

【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。

【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。

【0024】

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 FPC 15 が積層されている。この FPC 15 は、ポリミドのベース部 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、FPC 15 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。

【0025】

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、FPC 15 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。

【0026】

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。

【0027】

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。

【0028】

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。

【0029】

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。

【0030】

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。

【0031】

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。

【0032】

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。

【0033】

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。

【0034】

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。

【0035】

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

10

20

30

40

50

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。

【0036】

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。

10

【0037】

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。

【0038】

(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。

20

【0039】

(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。

【0040】

(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。

30

【0041】

(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。

【0042】

(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。

【0043】

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。

40

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。

【0044】

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。

【0045】

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

50

の両面に形成された電極層の表面の十点平均粗さ (Rz) を 3.5 μm から 6.5 μm 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 15 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、3.5 μm から 6.5 μm の範囲内にした。

【0046】

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。

【0047】

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)。

【0048】

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。

【0049】

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

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 3.5 μm から 6.5 μm 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 3.5 μm から 6.5 μm 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 μm から 6.5 μm 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、黒鉛粉末の粒子が勘合し易くなる。

【0050】

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。

【0051】

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 3.5 μm から 6.5 μm 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 31 表面の窪みより飛び出る黒鉛粉末は粉碎され、その欠片 35 は、他の窪みに入る事となる。黒鉛粉末を均一分散させた熱硬化型 2 液性接着剤 36 は加熱することによって、これらを固着する。ここで部位 37 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 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。

【0052】

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。

【0053】

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 3.5 μm から 6.5 μm 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

10

20

30

40

50

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。

【0054】

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10 μ 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 μ mから6.5 μ mの微小範囲のものが加工可能となってきた。

【0055】

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3.5 μ mから6.5 μ mの範囲内にし、更に、圧電振動子31と導体の音響整合層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、3.5 μ mから6.5 μ mの範囲内にする必要がある。

【0056】

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。

【0057】

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3.5 μ mから6.5 μ 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 μ mから6.5 μ 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。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。

【0058】

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。

【0059】

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と導体の音響整合層5、及び導体の音響整合層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44を介して、FPC15が積層されている。このFPC15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。また、FPC15のベース部16側に接着剤層19を介して背面負荷材18が取り付けられている。

【0060】

圧電振動子1から送信された超音波は背面負荷材18にも伝搬する。背面負荷材18に伝搬した超音波は不要なものであるため、背面負荷材18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18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

10

20

30

40

50

4を介して、FPC15を積層することにより、接着剤層44とFPC15上にある銅層からなる導電パターン17、及び背面負荷材18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。

【0061】

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

10

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

【0062】

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。

【0063】

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5A、5B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51は圧電振動子板をダイ

20

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51の隙間にエポキシ樹脂52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53、54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レイ55に分割することとなる。

【0064】

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。

【0065】

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。

【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浸透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

10

20

30

40

50

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を切り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】

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。

【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の電氣的接続部は、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】

10

20

30

40

50

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】

【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

【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。

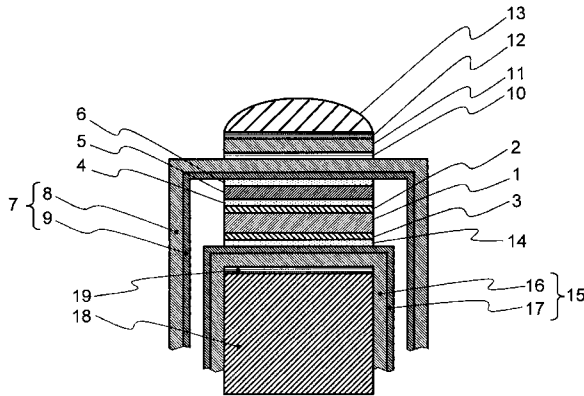
20

【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。

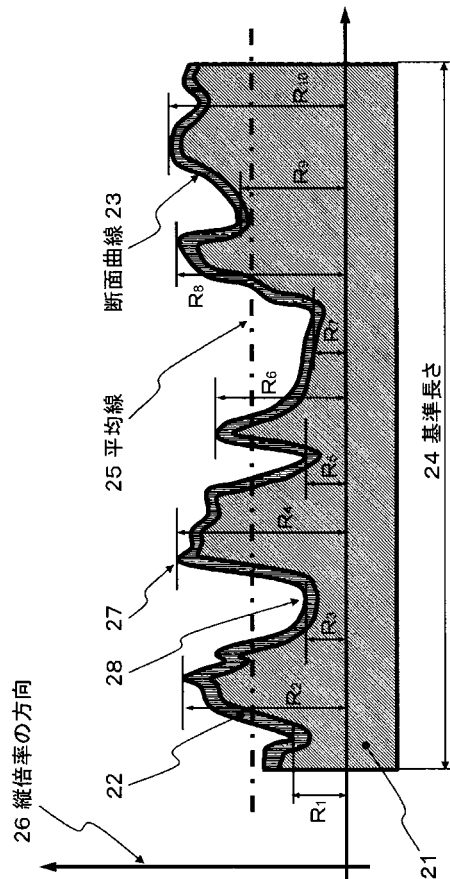
【図7B】本発明の第4の実施例における超音波探触子の感度ばらつきを示す図である。

【図8】従来の超音波探触子の概略断面図である。

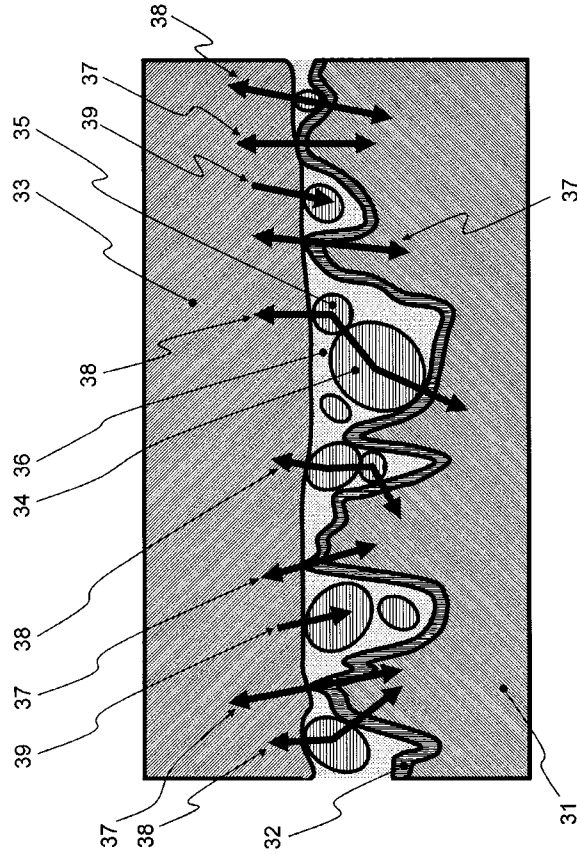
【図1】



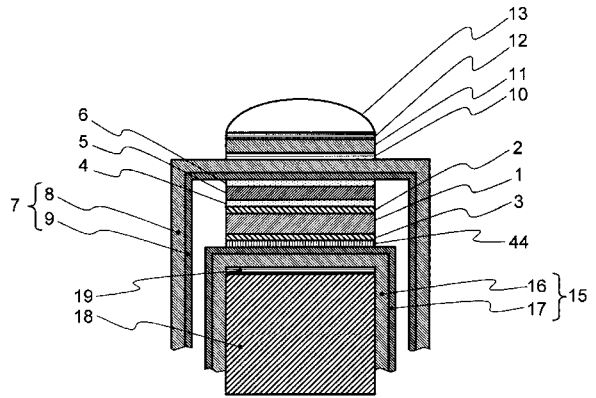
【図2】



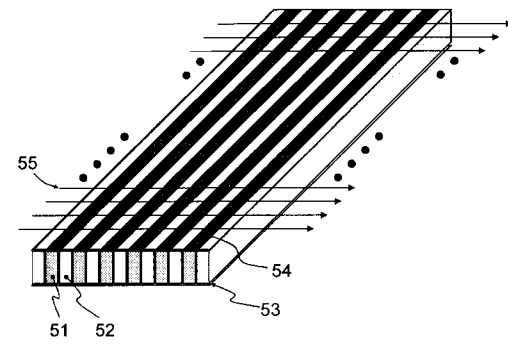
【図3】



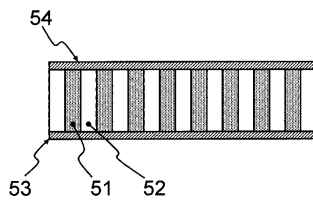
【図4】



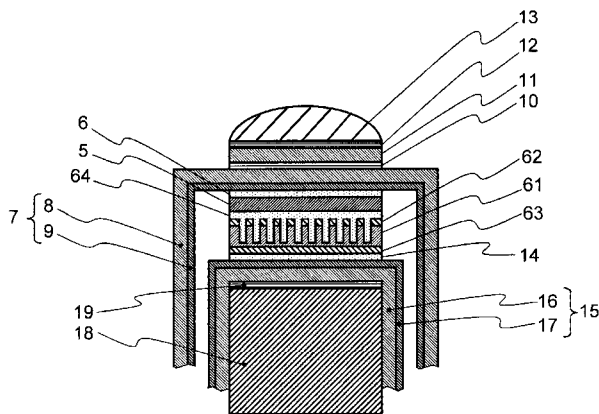
【図5A】



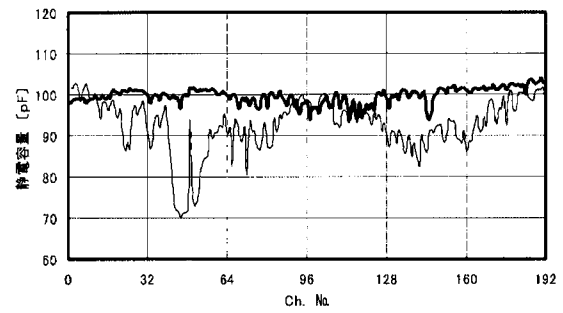
【図5B】



【図6】

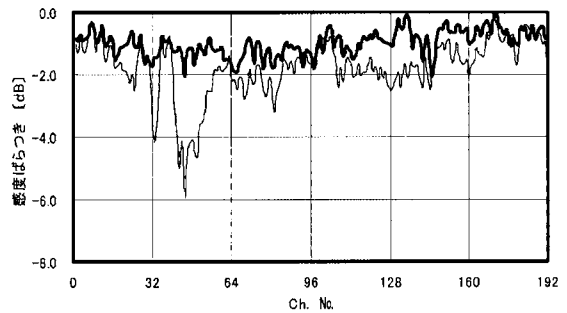


【図7A】



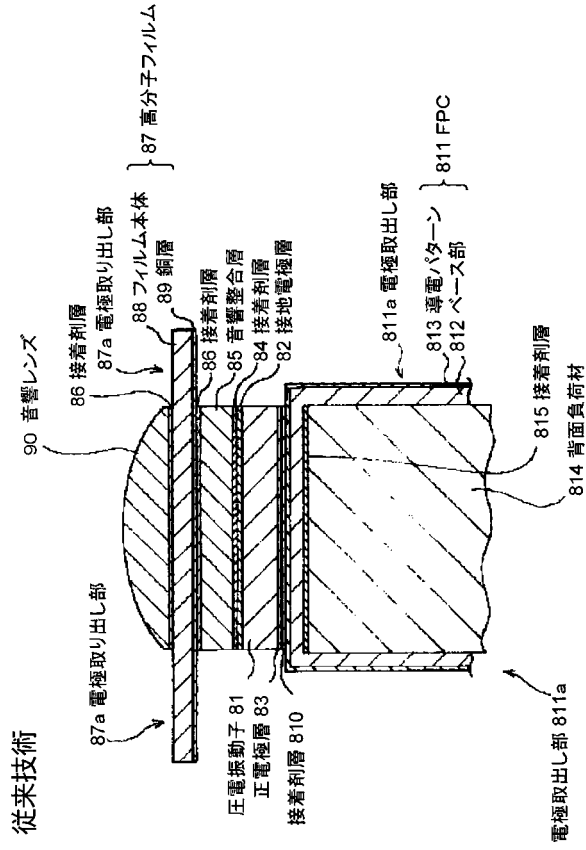
— 本発明の第4の実施形態における超音波探触子
 — 従来の超音波探触子

【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 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07 - 123497 (JP, A)
特開2003 - 299196 (JP, A)
特開2005 - 323630 (JP, A)
特開2000 - 253496 (JP, A)
特開平06 - 000184 (JP, A)
特開平05 - 023341 (JP, A)
特開平04 - 048900 (JP, A)
特開2001 - 258097 (JP, A)
特開2005 - 308691 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04R 17/00
A61B 8/00
G01N 29/24

专利名称(译)	超声波探触子		
公开(公告)号	JP5415274B2	公开(公告)日	2014-02-12
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		
当前申请(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		
审查员(译)	富泽 直树		
优先权	2007267610 2007-10-15 JP		
其他公开文献	JPWO2009050881A1		
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。

图 2

