

(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2017-18390

(P2017-18390A)

(43) 公開日 平成29年1月26日(2017.1.26)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)

F1

A61B 8/14

テーマコード(参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2015-139345 (P2015-139345)
 (22) 出願日 平成27年7月13日(2015.7.13)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (72) 代理人 110001210
 特許業務法人YK I 国際特許事務所
 (72) 発明者 元木 和也
 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 日立
 アロカメディカル株式会社内
 Fターム(参考) 4C601 EE19 GB03 GB20 GB41

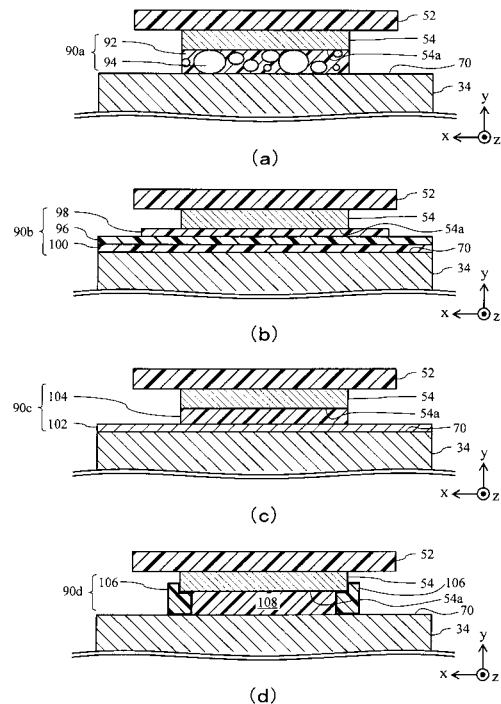
(54) 【発明の名称】 超音波プローブ

(57) 【要約】

【課題】超音波プローブ内において、電子回路チップと熱伝導体との絶縁性を担保しつつ、両者間の十分な熱伝導性を確保する。

【解決手段】裏面54aが導電性であるASIC54、及び金属製の後側熱伝導体34が、絶縁機能及び熱伝導機能を有する複合層90bを介して、互いに接合される。複合層90bは、絶縁性の薄膜状のフィルム96、フィルム96とASIC54とを接着する前側接着層98、及びフィルム96と後側熱伝導体34とを接着する後側接着層100を含んで構成される。フィルム96によりASIC54と後側熱伝導体34との間の絶縁性が担保される。また、フィルム96を絶縁耐力の比較的高い物質で形成することで、フィルム96を数μm程度に薄くしても絶縁性を担保可能となる。フィルム96の厚みを数μm程度にすることで複合層90bの厚みも数μm~数十μmまで小さくすることが可能になり、複合層90bの熱伝導性が高く維持される。

【選択図】図5



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の振動素子と、

前記複数の振動素子に供給される複数の送信信号及び前記複数の振動素子から出力される複数の受信信号の少なくとも一方を処理する電子回路と、少なくとも一部が導電性であるチップ面とを有する熱源としての電子回路チップと、

前記チップ面に対向する対向面を有する熱伝導体と、

前記チップ面と前記対向面との間において熱伝導機能及び電氣的絶縁機能を発揮する複合機能層と、

を備えることを特徴とする超音波プローブ。

10

【請求項 2】

前記複合機能層は、更に前記電子回路チップと前記熱伝導体とを接着する接着機能を発揮する、

ことを特徴とする、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記複合機能層は、更に衝撃吸収機能を発揮する、

ことを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記複合機能層において、前記チップ面と前記対向面との間に所定の距離を設定し維持する距離設定手段により前記電氣的絶縁機能の絶縁性能が一定に維持される、

ことを特徴とする、請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブ。

20

【請求項 5】

前記複合機能層は、絶縁体で形成される薄膜状の絶縁フィルム、前記絶縁フィルムと前記電子回路を接着する第 1 接着層、及び、前記絶縁フィルムと前記熱伝導体とを接着する第 2 接着層を含む、

ことを特徴とする、請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記絶縁フィルムの弾性率は、前記第 1 接着層及び前記第 2 接着層の弾性率よりも小さい、

ことを特徴とする、請求項 5 に記載の超音波プローブ。

30

【請求項 7】

前記対向面の面積は、前記チップ面の面積よりも大きく、

前記絶縁フィルムは、前記対向面の全体を覆うように設けられる、

ことを特徴とする、請求項 5 に記載の超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、超音波プローブに関し、特に、超音波プローブ内に配置される電子回路チップと熱伝導体との接合構造に関する。

【背景技術】

40

【0002】

医療の分野において超音波診断装置が活用されている。超音波診断装置は、被検体に対して超音波を送受波し、これにより得られた受信信号に基づいて超音波画像を形成する装置である。超音波の送受波は、装置本体に有線あるいは無線で接続される超音波プローブにより行われる。超音波プローブの中には、チャンネルリダクション（装置本体と超音波プローブ間における信号線の本数削減）などのための電子回路チップが搭載されたものがある。

【0003】

電子回路チップが搭載された超音波プローブが動作すると、電子回路チップにおいて多大な熱が発生する。一方、超音波プローブは被検体に当接させるものであることから、被

50

検体に接触する部分の表面温度が所定値を超えてはならないという規定が設けられている。そこで、電子回路チップにおいて発生した熱を被検体に接触する部分にできるだけ伝わらないように放熱する技術が提案されている。

【0004】

例えば、特許文献1には、電子回路チップにおいて発生した熱を電子回路チップの後ろ側、つまり被検体との接触面から離れる方向に移送するよう、熱伝導率の高い物質で形成されたバッキング材（音響エネルギーを減衰させるための支持ブロック）を電子回路チップの後ろ側に配置する構造が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0005】

【特許文献1】特表2014-508022号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

電子回路チップにおいて生じた熱を放熱するためには、高い熱伝導率を示す金属で形成される熱伝導体を電子回路チップに直接接触させるのが好適である。このようにすれば、より多くの熱量を電子回路チップから熱伝導体に移送（吸収）させることができる。そして、熱伝導体に吸収された熱を被検体との接触面から離れる方向に移送させることができる。

20

【0007】

一方、放熱性能向上のため、若しくは超音波プローブの小型化又は軽量化などのために、パッケージ化されていないチップ、つまりベアチップが電子回路チップとして用いられる場合がある。ベアチップは、電子回路を構成するシリコン基板の表面（裏面）が露出しているものである。これにより、その裏面から効果的な放熱を行える。その結果、電子回路チップの表面が導電性となっている。

【0008】

電子回路チップとしてベアチップが利用されている場合は、電子回路チップの表面が導電性となっているから、導体である熱伝導体を直接電子回路チップに接触させることはできない。熱伝導体に一定の電位（例えばグランド電位）が与えられていれば当然に接触させることはできないし、たとえ熱伝導体の電位が不定だったとしても、熱伝導体は一般に高い熱吸収量を得るために体積が大きくなっており、体積の大きい導体が電子回路の一部に接触すると当該回路の容量リアクタンスが変動するなどして回路の性能に問題が生じる可能性があるため、やはり熱伝導体を直接電子回路チップに接触させることはできない。一方において、熱伝導体は電子回路チップにおいて発生した熱を吸収して移送するためのものであるから、電子回路チップと熱伝導体との間の良好な熱伝導性も確保しなければならない。

30

【0009】

本発明の目的は、超音波プローブ内において、電子回路チップと熱伝導体との絶縁性を担保しつつ、両者間の十分な熱伝導性を確保することにある。

40

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明に係る超音波プローブは、複数の振動素子と、前記複数の振動素子に供給される複数の送信信号及び前記複数の振動素子から出力される複数の受信信号の少なくとも一方を処理する電子回路と、少なくとも一部が導電性であるチップ面とを有する熱源としての電子回路チップと、前記チップ面に対向する対向面を有する熱伝導体と、前記チップ面と前記対向面との間において熱伝導機能及び電気的絶縁機能を発揮する複合機能層と、を備えることを特徴とする。

【0011】

上記構成によれば、表面（チップ面）の少なくとも一部が導電性である、つまりベアチ

50

ップである電子回路チップのチップ面と熱伝導体の対向面との間に、熱伝導機能及び電氣的絶縁機能を発揮する複合機能層が設けられる。これにより、チップ面と対向面との間の電氣的短絡を防ぎつつ、電子回路チップにおいて発生した熱を好適に熱伝導体へ移送することができる。

【0012】

電氣的絶縁機能は、複合層に含まれる絶縁体によって実現される。当該絶縁体によりチップ面と対向面の接触を防ぐ、あるいは、チップ面と対向面との間で絶縁破壊が起こり得る程度に両者が近接することを防ぐことで電氣的絶縁機能が発揮される。

【0013】

熱伝導機能は、複合機能層をできるだけ薄くすること、つまりチップ面と対向面とをできるだけ近づけることで実現される。あるいは、絶縁性であって熱伝導率の高い物質を複合層に含めるようにしてもよい。その場合であっても、チップ面と対向面との間の距離はできるだけ小さい方が好ましい。チップ面と対向面との距離は、両者の電氣的絶縁が担保される（つまりチップ面と対向面との間で絶縁破壊が生じない）限りにおいて最小に設定されるのが好ましい。当該距離は、例えば複合機能層に含まれる絶縁体の絶縁耐力とチップ面と対向面との間に生じ得る電位差を考慮して決定される。なお、当該熱伝導機能により、少なくとも、電子回路チップにおいて生じた熱により超音波プローブの被検体当接面の温度上昇が所定値（例えば規定により定められる温度）以上とならない程度に電子回路チップからの熱を熱伝導体へ移送できればよい。

10

【0014】

望ましくは、前記複合機能層は、更に前記電子回路チップと前記熱伝導体とを接着する接着機能を発揮する。

20

【0015】

複合機能層が接着機能を有することで、熱伝導体を電子回路チップに対して、複合機能層を介して密着固定させることができる。これにより、チップ面と対向面とが不意に離れたりすることがないので、電子回路チップにおいて生じた熱がより好適に熱伝導体へ移送される。

【0016】

望ましくは、前記複合機能層は、更に衝撃吸収機能を発揮する。

【0017】

超音波プローブは人の手によって動かされる部品であるため、ぶついたり、あるいはケーブルが引っ張られたりすることなどによって衝撃を受けやすい。特に、ペアチップである電子回路チップは、衝撃耐性がパッケージチップよりも低い。したがって、電子回路チップが衝撃から保護されることが好ましい。複合機能層が衝撃吸収機能を有することで、少なくとも超音波プローブの後方（超音波送受波面とは反対の方向）から電子回路チップへ伝わる衝撃（例えばケーブルから伝わってくる衝撃）を低減させることができる。

30

【0018】

望ましくは、前記複合機能層において、前記チップ面と前記対向面との間に所定の距離を設定し維持する距離設定手段により前記電氣的絶縁機能の絶縁性能が一定に維持される。

40

【0019】

上述のように、電子回路チップから熱伝導体への熱伝導性を高く保つという観点から、チップ面と対向面との間の距離は電氣的絶縁が担保される限りにおいて最小に設定される。チップ面と対向面とが極限まで近接していると、チップ面と対向面との間の距離が不意に縮まり電氣的短絡を生じるおそれがある。そこで、チップ面と対向面との間の距離を一定に保つ距離設定手段を設けることで両者間の距離が一定に保たれ、複合機能層の絶縁性能が一定に維持される。もちろん、チップ面と対向面との間の距離が維持されることで、複合機能層の熱伝導性能も一定に維持される。

【0020】

望ましくは、前記複合機能層は、絶縁体で形成される薄膜状の絶縁フィルム、前記絶縁

50

フィルムと前記電子回路を接着する第1接着層、及び、前記絶縁フィルムと前記熱伝導体とを接着する第2接着層を含む。

【0021】

当該構成によれば、絶縁フィルム、第1接着層、及び第2接着層によりチップ面と対向面との間の絶縁性が担保される。つまり、絶縁フィルム、第1接着層、及び第2接着層によって、チップ面と対向面との間の距離が、電氣的絶縁を担保する限りにおける最小距離に設定される。もちろん第1及び第2の接着層においては、絶縁性の接着剤が用いられるのが好ましい。また、複合機能層に薄膜状の絶縁フィルムを設けることで、複合機能層の厚さ（つまりチップ面と対向面との間の距離）をより小さくすることが可能になる。もちろん、絶縁フィルムとしては絶縁耐圧が大きい物質で形成されるのが好ましい。これにより、電子回路チップから熱伝導体への熱伝導性が高く維持される。また、第1接着層及び第2接着層により接着機能が発揮される。

10

【0022】

望ましくは、前記絶縁フィルムの弾性率は、前記第1接着層及び前記第2接着層の弾性率よりも小さい。

【0023】

第1及び第2接着層をできるだけ薄くしつつ、且つ、高い接着力を発揮するために、第1及び第2接着層においては弾性率の高い（つまり硬い）硬化型の接着剤を用いなければならない場合がある。そのような場合、第1及び第2接着層では衝撃吸収機能を発揮するのが難しいため、少なくとも第1及び第2接着層よりも弾性率が小さく柔らかい絶縁フィルムを用いることで、絶縁フィルムにおいて衝撃吸収機能を発揮することができる。

20

【0024】

望ましくは、前記対向面の面積は、前記チップ面の面積よりも大きく、前記絶縁フィルムは、前記対向面の全体を覆うように設けられる。

【0025】

対向面の面積がチップ面の面積よりも大きい場合、電子回路チップの側面と対向面との間で絶縁破壊により電氣的短絡が生じるおそれがある。対向面の全体が絶縁フィルムで覆われていることにより、このような電子回路チップの側面と対向面との間の電氣的短絡を防止することができる。

【発明の効果】

30

【0026】

本発明によれば、超音波プローブ内において、電子回路チップと熱伝導体との絶縁性を担保しつつ、両者間の十分な熱伝導性を確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本実施形態に係る超音波プローブの外観斜視図である。

【図2】本実施形態に係る超音波プローブの分解斜視図である。

【図3】送受波ユニットの拡大図である。

【図4】後側熱伝導体の構造を示す斜視図である。

【図5】複合層の例を示す断面図である。

40

【図6】図5(b)に示す複合層の変形例を示す図である。

【図7】複合層の熱抵抗と超音波送受波面との温度上昇値との関係を示すグラフである。

【図8】反りが生じたASICに複合層を接合した場合の断面図である。

【図9】ASICの研磨量の例を示す図である。

【図10】好適な研磨方向の例を示す図である。

【図11】研磨後のASICを複合層に接合した場合の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0028】

以下、本発明に係る用超音波プローブの実施形態について説明する。なお、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

50

【 0 0 2 9 】

図 1 は、本実施形態に係る超音波プローブ 1 0 の外観斜視図である。超音波プローブ 1 0 は前後方向に伸長した形状であり、最前部に設けられた超音波送受波面 1 2 から超音波を送受波する。つまり、超音波送受波面 1 2 が被検体に対して当接される面である。超音波プローブ 1 0 は、防水あるいは防菌のための外皮として前側ケース 1 4 及び後側ケース 1 6 を有している。前側ケース 1 4 及び後側ケース 1 6 は組み合わされることで一体となる。これによりプローブケースが構成される。前側ケース 1 4 及び後側ケース 1 6 は、防水性、防菌性、及び絶縁性の高い物質で構成されるのが好適である。本実施形態では、前側ケース 1 4 及び後側ケース 1 6 は樹脂で構成されている。超音波プローブ 1 0 の最後部からは超音波診断装置本体に接続されるケーブル 1 8 が伸びている。ケーブル 1 8 と後側

10

【 0 0 3 0 】

図 2 は、超音波プローブ 1 0 の分解斜視図である。超音波プローブ 1 0 は、ケース内部に、振動子及び電子回路チップを含む送受波ユニット 3 0、振動子からの熱を前側ケース 1 4 に伝える前側熱伝導体 3 2、電子回路からの熱を後側ケース 1 6 に伝える後側熱伝導体 3 4、中継基板を介して電子回路チップに電氣的に接続され超音波診断装置本体からの信号の経路となる F P C (Flexible Printed Circuits) 4 2、F P C 4 2 へ接続される

20

【 0 0 3 1 】

図 3 は、送受波ユニット 3 0 の拡大図である。送受波ユニット 3 0 は、複数の振動素子を含み超音波を送受波する振動子アレイ 5 0、振動子アレイ 5 0 に含まれる各振動素子と A S I C 5 4 とを電氣的に接続し、また F P C 4 2 と A S I C 5 4 とを電氣的に接続する中継基板 5 2、電子回路チップとしての A S I C 5 4、振動子アレイ 5 0 の不要な振動を抑えるバッキング材 5 6、振動子アレイ 5 0 と被検体との間の音響インピーダンスの整合を取り超音波の反射を抑制する音響整合層 5 8、及び音響レンズ 6 0 を含んで構成されている。図 3 に示される通り、送受波ユニット 3 0 においては、前側から、音響レンズ 6 0

30

【 0 0 3 2 】

中継基板 5 2 は、例えばガラスエポキシなどの材質で形成される基板である。中継基板 5 2 は多層基板であり、各層において電氣的配線が施されている。中継基板 5 2 の面積は、A S I C 5 4 の面積よりも大きくなっており、その裏面 5 2 a (後側の面)において、略中央に A S I C 5 4 が、A S I C 5 4 の周囲にコンデンサあるいはサーミスタなどのチップ部品が表面実装されている。中継基板 5 2 のおもて面(前側の面)には、バッキング材 5 6 に設けられる複数のリード線(後述)と電氣的に接触するための複数のパッドが設けられている。

40

【 0 0 3 3 】

A S I C 5 4 は、送信サブビームフォーマー及び受信サブビームフォーマーとして機能するものである。送信サブビームフォーマーは、振動子アレイ 5 0 が有する各振動素子に、遅延関係をもった複数の送信信号を生成する。受信サブビームフォーマーは、各振動素子から得られる複数の受信信号に対して整相加算処理を行い、受信信号を生成する。受信信号は、F P C 4 2 あるいは線材 4 4 などを經由して超音波診断装置本体に送られ、装置本体内部において処理され 1 つのビームデータが生成される。A S I C 5 4 が上記処理を行うことにより、超音波プローブ 1 0 と装置本体との間の信号線の本数が低減される。

【 0 0 3 4 】

A S I C 5 4 は、A S I C 5 4 において生じた熱を好適に放熱するため、あるいは超音

50

波プローブ10の小型・軽量化の観点から、パッケージングされていないチップ、つまりベアチップとなっている。したがって、その裏面54a(後側の面)に電子回路の一部が露出しており、裏面54aの一部又は全部が導電性となっている。本実施形態では、ASIC54の裏面54aに数十ボルトの電圧が印加される場合がある。

【0035】

超音波プローブ10が動作することによりASIC54において熱が生じる。振動子アレイ50においても発熱するが、ASIC54の発熱量は振動子アレイ50の発熱量に比して数倍あるいは十数倍大きくなっている。したがって、超音波プローブ10における主な発熱源はASIC54である。

【0036】

バッキング材56は、振動子アレイ50に含まれる各振動素子の余分な振動を抑えるものである。それと同時に、本実施形態においては、バッキング材56が振動子アレイ50と中継基板52との間に設けられていることから、バッキング材56は、各振動素子と中継基板52とを電氣的に接続するための複数のリード線を有している。バッキング材56は、比較的前後に長い形状となっている。これにより、より好適に各振動素子の振動を抑えることができると同時に、主熱源であるASIC54を被検体との接触面である超音波送受波面12(図1参照)からより遠ざけるといった効果も奏する。

【0037】

図4は、後側熱伝導体34の構造を示す図である。図2を参照しながら図4を用いて後側熱伝導体34の構造を説明する。後側熱伝導体34は、送受波ユニット30よりも後側、つまり主熱源であるASIC54よりも後側に配置される。図4に示される通り、後側熱伝導体34は、メインフレーム36、上側フレーム38、下側フレーム40を含んで構成される。メインフレーム36、上側フレーム38、及び下側フレーム40は互いに組み合わせ可能な形状となっており、これらが組み合わされることで後側熱伝導体34が構成される。具体的には、メインフレーム36は、上下が解放された構造となっており、板状の上側フレーム38がメインフレーム36の上側解放部を覆うように組み合わせられ、同じく板状の下側フレーム40がメインフレーム36の下側解放部を覆うように組み合わせられる。

【0038】

本実施形態においては、メインフレーム36後部には凸部74と凹部76が設けられる。上側フレーム38後部には、凸部74に対向する位置に凹部80が設けられ、凹部76に対向する位置に凸部78が設けられている。凸部74と凹部80が、凹部76と凸部78とがそれぞれ嵌め合わされる。さらに、上側フレーム38の両側に突出辺82が設けられる。メインフレーム36の突出辺82に対向する位置には溝部84が設けられる。突出辺82と溝部84が嵌め合わされる。上記構造によりメインフレーム36と上側フレーム38とが組み合わせられる。下側フレーム40についても同様にメインフレーム36と組み合わせられる。

【0039】

メインフレーム36、上側フレーム38、及び下側フレーム40が組み合わせられた後側熱伝導体34は、xz断面の輪郭が楕円状となる。後側ケース16の内周面のxz断面も同様に楕円状となっており、後側熱伝導体34の外周面が後側ケース16の内周面に丁度収まるようになっている。これにより、後側熱伝導体34と後側ケース16との接触面積が大きくなり、後側熱伝導体34に伝わった熱をより効率的に後側ケース16に伝えることができる。ただし、必ずしも後側熱伝導体34のxz断面輪郭は楕円状である必要はなく、少なくとも一部において後側ケース16の内周面に接触する外周面を有していればよい。もちろん、後側ケース16と後側熱伝導体34の接触面積が大きい方が好ましいため、上述のように後側熱伝導体34の形状は後側ケース16の内周面に即した形状であることが好ましい。

【0040】

メインフレーム36は、その前側の面であって、ASIC54の裏面54aに対向する

10

20

30

40

50

前側面 70 を有している。前側面 70 の面積は、ASIC 54 の裏面 54 a の面積よりも大きくなっている。前側面 70 が ASIC 54 と後述の複合層を介して間接的に接触することで、ASIC 54 において発生した熱は、後側熱伝導体 34 へ吸収され後方へ移送される。これにより ASIC 54 からの熱が超音波送受波面 12 へと伝わることを防ぐ。前側面 70 と裏面 54 a との接合構造については後に詳述する。

【0041】

また、メインフレーム 36 には、前側面 70 から後側へ伸びるブロック 72 を有している。ブロック 72 を有することで、後側熱伝導体 34 は、筒状の中実構造ではなくある程度中身の詰まった中実構造となる。これにより、後側熱伝導体 34 の体積が増えることで熱容量が増え、ひいては後側熱伝導体 34 の熱吸収性あるいは熱伝導性が向上されることになる。熱吸収率や熱伝達率のみを考慮すれば、後側熱伝導体 34 を完全な中実構造とするのが好ましく、このような態様も採用し得る。しかし、本実施形態では、超音波プローブの軽量化の観点、あるいは FPC 42 や線材 44、あるいはコネクタ 46 を後側熱伝導体内に収めるためにある程度の空間（隙間部）を残している。

10

【0042】

上述のように、メインフレーム 36 と上側フレーム 38 及び下側フレーム 40 とが組み合わされた状態において、ブロック 72 と上側フレーム 38 との間、ブロック 72 と下側フレーム 40 との間、及びブロック 72 の後端部より後側の部分において隙間部が生じる。この隙間部に FPC 42、コネクタ 46 及び線材 44 が配置される。これにより、FPC 42、コネクタ 46 及び線材 44 も後側熱伝導体 34 の内部に配置されることになるため、FPC 42、コネクタ 46 及び線材 44 によって後側熱伝導体 34 と後側ケース 16 との接触が妨げられることがない。

20

【0043】

後側熱伝導体 34 は、熱伝導率の良い物質で形成されるのが好ましい。例えば、銅、アルミ、マグネシウムなどの金属又はその合金、あるいは炭素材料などで形成される。超音波プローブ 10 の軽量化の観点から、本実施形態においては、後側熱伝導体 34 の材質として比較的比重の軽いアルミニウムが用いられる。このように、後側熱伝導体 34 は、金属などで形成されることから導電性となっている。本実施形態では、後側熱伝導体 34 は、ケーブル 18 に含まれるグランドシースなどに接続されておりグランド電位となっている。

30

【0044】

以下、ASIC 54 と後側熱伝導体 34 との間に設けられ、熱伝導機能、電気的絶縁機能、及びその他の機能を発揮する複合層について説明する。上述の通り、ASIC 54 はベアチップであり、その裏面 54 a の一部又は全部が導電性となっている。また、後側熱伝導体 34 は導電性である。したがって、ASIC 54 の裏面 54 a と後側熱伝導体 34 の前側面 70 とを直接接触させることができない。そのため、本実施形態では、両者の間に複合層を設けている。

【0045】

図 5 には、複合層として利用可能な 4 つの構造が示されている。図 5 (a) ~ (d) においては、上側が超音波プローブ 10 の前側であり、下側が超音波プローブ 10 の後側であり、中継基板 52、ASIC 54、複合層 90 a ~ d、及び後側熱伝導体 34 の x y 断面図が示されている。

40

【0046】

図 5 (a) に示される複合層 90 a は、接着剤 92 及びフィラー 94 を含んで構成されている。

【0047】

接着剤 92 としては絶縁性の接着剤が用いられる。そのため、ASIC 54 の裏面 54 a と後側熱伝導体 34 の前側面 70 との間に接着剤 92 が設けられるだけで、裏面 54 a と前側面 70 との間における絶縁が実現され得る。しかし、複合層 90 a における熱伝導性を高める（つまり ASIC 54 において発生した熱をより多く後側熱伝導体 34 へ移送

50

する)ために接着剤92の厚さを非常に薄くした場合、局地的に裏面54aと前側面70とが接触、あるいは近接して絶縁破壊を生じること、両者の間に電氣的短絡が生じるおそれがある。

【0048】

そのため、複合層90aにおいては、絶縁性であり球形の複数のフィラー94を接着剤92に混合させている。複数のフィラー94の直径は、フィラー94あるいは接着剤92の絶縁耐力と、裏面54aと前側面70との間に生じ得る電位差を考慮して決定される。つまり、裏面54aと前側面70との間において絶縁破壊が起きない距離と同等に設定される。本実施形態では、フィラー94の径は40 μ mに設定される。接着剤92に複数のフィラー94が混合されることにより、裏面54aと前側面70との間の距離は、フィラー94の直径以下になることはなく、つまり両者の間の絶縁性が担保され、且つ、絶縁性が担保される限りにおける最小の距離となり、つまり複合層90aの熱伝導性が高く維持される。

10

【0049】

フィラー94は、接着剤92と同等の絶縁性能を有し、且つ、高い(少なくとも接着剤92よりも高い)熱伝導率を有する部材で形成される。例えば、窒化アルミニウム(アルミナイトライド)や酸化アルミニウム(アルミナ)などで形成される。これにより、ASIC54で生じた熱を、熱伝導性のよいフィラー94を介して後側熱伝導体34へ移送させることができる。つまり、フィラー94は、裏面54aと前側面70との間の絶縁性を担保すると共に、複合層90aの熱伝導性を向上させる役割を果たしている。

20

【0050】

また、複合層90aにおいては、接着剤92がASIC54と後側熱伝導体34とを密着及び固定するための接着機能を発揮する。これにより、ASIC54と後側熱伝導体34との位置関係が固定され、つまり両者の間の距離がフィラー94の直径以上に離れることがなくなり、好適な熱伝導性が維持される。

【0051】

図5(b)に示される複合層90bは、薄膜状のフィルム96、フィルム96とASIC54とを接着するための前側接着層98、及びフィルム96と後側熱伝導体34とを接着するための後側接着層100を含んで構成されている。

【0052】

フィルム96、前側接着層98、及び後側接着層100はいずれも絶縁性の物質で形成される。これらの絶縁性の物質が裏面54aと前側面70との間に挟まれることで両者間の絶縁性が担保される。

30

【0053】

フィルム96は、例えば、ポリイミド(PI)、ポリエチレンテレフタレート(PET)、あるいはポリフェニレンスルファイド(PPS)などで形成されてよい。これらの物質は、絶縁耐力が比較的大きく、フィルム96を例えば4 μ m程度に薄くしても裏面54aと前側面70との間の絶縁性を担保することができる。もちろん、フィルム96の材質としては、熱伝導率の高い材質である方が好ましい。

【0054】

また、複合層90bにおいては、前側接着層98及び後側接着層100により接着機能が発揮される。もちろん、前側接着層98及び後側接着層100は、接着機能が発揮し得る限りにおいてできるだけ薄いのが好ましい。前側接着層98及び後側接着層100は、できるだけ薄く形成され、且つ、確実な接着機能を発揮するため、接着力の強い硬化型の接着剤(例えばエポキシなど)が用いられる。

40

【0055】

このように、極薄にしても絶縁性が担保できるフィルム96を用いることで、裏面54aと前側面70との距離を数 μ m程度まで小さくすることができる(つまり複合層90bの厚さを数 μ m程度まで薄くすることができる)。それにより、複合層90bの熱伝導性が高く維持される。

50

【0056】

フィルム96は、弾性率が比較的 low、比較的柔らかい材質で形成されるのが好適である。少なくとも硬化型の接着剤で形成され弾性率が比較的大きい（つまり硬い）前側接着層98及び後側接着層100よりも柔らかい材質で形成されるのが好適である。これにより、フィルム96が、ASIC54と後側熱伝導体34との間における衝撃吸収材として機能する。

【0057】

ベアチップであるASIC54は、パッケージされていないことから衝撃耐性が比較的弱い。また、超音波プローブ10のように、ケーブル18により装置本体と接続されるタイプの超音波プローブにおいては、使用中にケーブル18が引っかかったり引っ張られたりすることによって、超音波プローブ10の後側において衝撃を受ける場合がある。したがって、本実施形態ではフィルム96を比較的柔らかい材質で形成し衝撃吸収材としての機能も持たせることで、衝撃に弱いベアチップであるASIC54を後方からの衝撃から守っている。

10

【0058】

絶縁性及び衝撃吸収性を考慮すると、フィルム96は、優れた絶縁性を有し、且つ弾性率が比較的 low、比較的柔らかいポリイミドで形成されるのが好適である。

【0059】

図5(b)に示される通り、前側面70の面積はASIC54の面積よりも大きくなっており、フィルム96は前側面70の全体を覆うように設けられている。また、フィルム96が前側面70の全体において接着されるよう後側接着層100も前側面70の全体を覆うように設けられている。この効果について図6を用いつつ説明する。

20

【0060】

図6(a)には、図5(b)に示す複合層90bの変形例である複合層90eが示されている。複合層90eにおいては、フィルム96、前側接着層98、及び後側接着層100のxz面の面積がASIC54の裏面54aと同じ面積となっている。つまり、フィルム96は前側面70の全体を覆っておらず、前側面70はむき出し部分70aを有している。

【0061】

複合層90eにおいても絶縁性のフィルム96が設けられているから、複合層90eは裏面54aと前側面70との間における好適な絶縁機能及び熱伝導機能を発揮し得る。現に、複合層90eの態様も採用し得る。しかし、複合層90eの厚さは数 μm 程度まで小さくなることから、図6(a)に示される通り、ASIC54の側面54bと前側面70のむき出し部分70aとの間の距離がかなり近接する。この状態において、側面54bとむき出し部分70aとの間に比較的大きい電位差が生じると、絶縁破壊が生じて両者の間に電氣的短絡が生じるおそれがある。

30

【0062】

この点、図5(b)に示す複合層90bによれば、前側面70の全体がフィルム96で覆われているから、前側面70においてむき出し部分70aが存在しないため、ASIC54の側面54bとの間で電氣的短絡が生じるおそれがない。なお、フィルム96は、必ずしも前側面70の全てを覆う必要はなく、ASIC54の側面54bと前側面70との間において絶縁破壊が生じないようにASIC54付近においてある程度前側面70を覆っていればよい。

40

【0063】

また、図6(b)に示すように、複合層90eにおいて、ASIC54（送受波ユニット30）と後側熱伝導体34との接着工程において、両者が互いに押しつけられるなどして前側接着層98及び後側接着層100がフィルム96の側端部よりも側方へはみ出してしまい、フィルム96の側方において前側接着層98と後側接着層100とが結合してしまう場合が考えられる。このような場合、エポキシなどの硬化型の接着剤で形成された前側接着層98及び後側接着層100とが一体となってしまう、後方からの衝撃が結合部を

50

介してASIC54へ伝わってしまう。つまり、フィルム96による衝撃吸収機能が好適に発揮できなくなる。

【0064】

この点においても、図5(b)に示す複合層90bによれば、フィルム96は前側面70の全体を覆っていることから、ASIC54の側端部から前側接着層98が多少はみ出したとしても、それが後側接着層100と結合することがない。つまり、前側接着層98と後側接着層100との間に常にフィルム96が挟みこまれる形になるから、複合層90bは好適に衝撃吸収機能を発揮することができる。なお、この観点においてもフィルム96が必ずしも前側面70の全てを覆っている必要はなく、前側接着層98のはみ出し部分と後側接着層100とが結合しない程度にASIC54付近においてある程度前側面70を覆っていればよい。

10

【0065】

上述の通り、複合層90bの厚さによりその熱伝導性が決定する。図7に、複合層90bの熱抵抗と超音波送受波面12の温度上昇値との関係を示すグラフが示されている。熱抵抗とは、温度の伝えにくさを表す値である。つまり複合層90bの熱抵抗が大きければ、ASIC54において生じた熱が複合層90b側に伝わりにくくなり、その分の熱が前側、つまり超音波送受波面12へ移送されるため超音波送受波面12の温度上昇値が大きくなる。超音波プローブ10における種々の条件(ASIC54の発熱量、その他の構造体における放熱量など)により、超音波送受波面12の上昇温度は10以下に抑える必要があるとする。その場合、図7に示すグラフから、複合層90bの熱抵抗を 2×10^{-4} [K・m²/W]以下にする必要があることになる。本実施形態においては、複合層90bの厚さが約40μmのときに複合層90bの熱抵抗が約 2×10^{-4} [K・m²/W]となるため、複合層90bの厚みは40μm以下に設定される。

20

【0066】

もちろん、複合層90bがあまりに薄い場合は、フィルム96による絶縁機能及び衝撃吸収機能、あるいは前側接着層98及び後側接着層100による接着機能が十分に発揮されないおそれがあることから、複合層90bの厚さにはおのずと下限がある。つまり、複合層90bの厚さは、熱伝導性と、絶縁性、衝撃吸収性、及び接着性とを考慮して決定される。

【0067】

本実施形態においては、複合層90bの熱伝導性、絶縁性、衝撃吸収性、及び接着性を考慮し、複合層90bが取り得る厚みの範囲として、取り得る範囲は5~40μm(このときフィルム96の厚みは4~35μmを取り得る)、望ましい範囲は、7~20μm(このときフィルム96の厚みは4~15μmを取り得る)、好適には8~10μm(このときフィルム96の厚みは4μm)となっている。

30

【0068】

図5(c)に示される複合層90cは、後側熱伝導体34の前側面70の表面において形成される絶縁性の酸化被膜102、及び酸化被膜102とASIC54の裏面54aとを接着する接着剤104を含んで構成される。

【0069】

酸化被膜102は、例えば、後側熱伝導体34がアルミニウムの場合アルマイト処理によって形成される。アルマイトは高い絶縁性を示すため、酸化被膜102により絶縁機能が発揮される。また、一般的に金属酸化物の熱伝導率は比較的高いために、酸化被膜102を設けたとしても複合層90cの熱伝導性は高く維持される。もちろん、酸化被膜102の厚さは、絶縁性が担保される限りにおいてできるだけ薄いのが好ましい。

40

【0070】

複合層90cにおいては、接着剤104がASIC54と後側熱伝導体34とを密着及び固定するための接着機能を発揮する。もちろん、接着剤104も、熱伝導性の観点から、接着機能を発揮し得る限りにおいてできるだけ薄い方が好ましい。

【0071】

50

図5(d)に示される複合層90dは、ASIC54と後側熱伝導体34との間に挟みこまれる複数のスペーサ106と、絶縁性の接着剤108とを含んで構成される。

【0072】

複数のスペーサ106がASIC54と後側熱伝導体34との間に挟みこまれることにより、ASIC54の裏面54a及び後側熱伝導体34の前側面70との間の距離が一定(スペーサ厚)に保たれる。それにより、裏面54aと前側面70との間の絶縁性が担保される。もちろん、スペーサ106は絶縁性の材質で形成される。スペーサ106の厚さも、スペーサ106あるいは接着剤108の絶縁耐力と、裏面54aと前側面70との間に生じ得る電位差を考慮して決定される。

【0073】

また、スペーサ106としては、熱伝導率の高い材質で形成される。これにより、ASIC54において生じた熱が複数のスペーサ106を介して後側熱伝導体34へ移送される。つまり、スペーサ106は複合層90dの熱伝導性を向上させる役割を果たしている。スペーサ106は、熱伝導率が比較的高く、また絶縁性も比較的大きい窒化アルミニウム(アルミナイトライド)や酸化アルミニウム(アルミナ)などで形成される。

【0074】

複合層90dにおいては、接着剤108がASIC54と後側熱伝導体34とを密着及び固定するための接着機能を発揮する。また、接着剤108は、複数のスペーサ106の位置を固定する機能も果たしている。

【0075】

以上説明した各複合層によれば、ASIC54の裏面54aと後側熱伝導体34の前側面70との間において電氣的絶縁性が担保されつつ、ASIC54から後側熱伝導体34への熱伝導性が高く維持される。つまり、上記各複合層によれば、ASIC54としてベアチップが設けられた場合においても、ASIC54において生じた熱を好適に後側(つまり被検体との接触面である超音波送受波面12とは反対側)へ移送することができる。

【0076】

以下、図8~図11を用いて、中継基板52にASIC54をリフロー処理によりはんだ付けする際に、ASIC54に反りが生じた場合における処理について説明する。

【0077】

図8には、リフロー処理により反りが生じた中継基板52及びASIC54が複合層90aを介して後側熱伝導体34に接合された場合の断面図が示されている。図8に示すように、中継基板52及びASIC54が反った状態において後側熱伝導体34に複合層90aを介して接合されると、裏面54aと前側面70の間の距離がxz平面における各位置において異なることになる。これにより、複合層90aの厚さが余分に大きくなって好適な熱伝導性が維持できなくなったり、あるいは、裏面54aと前側面70との間の距離が絶縁のために必要な距離以下となってしまう箇所ができてしまい絶縁破壊が生じたりするおそれがある。

【0078】

本実施形態においては、ASIC54に反りが生じた場合、反った状態の裏面54aを平坦化して処理後の裏面を前側面70と平行にした上で、ASIC54と後側熱伝導体34とが複合層を介して接合させられる。例えば、図9を参照して、リフロー処理により反ってしまったASIC54のうち、1点鎖線よりも後側の部分を削り取ることによりASICの裏面を平坦化する。

【0079】

平坦化は、例えばダイシング装置や平面研削盤を用いて行う。平坦化処理において、チップ割れを防ぐために、研削方向をASIC54の劈開方向とは異なる方向に設定する。図10を参照して、ASIC54においてはx軸方向及びz軸方向が劈開方向であるとすると、その方向を避けた矢印方向を研削方向とする。

【0080】

図11に、平坦化処理後のASIC54が複合層90aを介して後側熱伝導体34に接

10

20

30

40

50

合させられている状態が示されている。図 1 1 に示される通り、リフロー処理により A S I C 5 4 に反りが生じた場合であっても、平坦化処理を行うことで、A S I C 5 4 の反りの影響を生じさせずに、A S I C 5 4 の裏面 5 4 a と後側熱伝導体 3 4 の前側面 7 0 との距離を好適に保つことができる。

【 0 0 8 1 】

以上、本発明に係る実施形態を説明したが、本発明は上記実施形態に限られるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

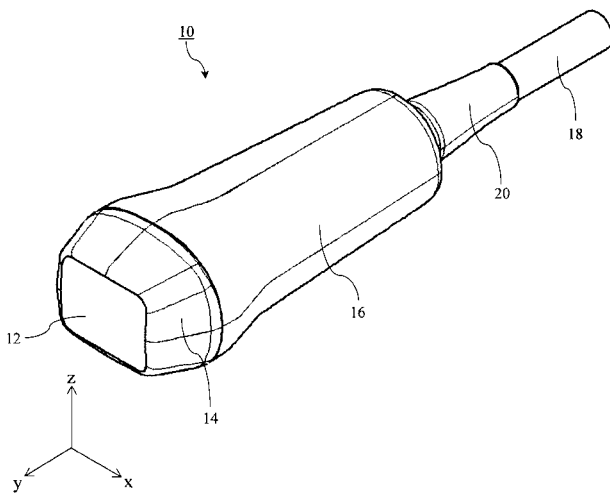
【 符号の説明 】

【 0 0 8 2 】

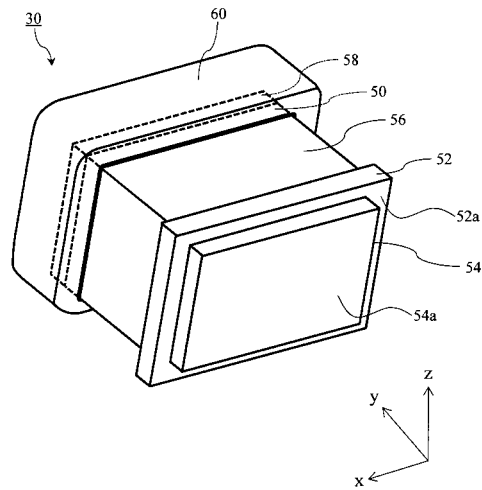
1 0 超音波プローブ、1 2 超音波送受波面、1 4 前側ケース、1 6 後側ケース、1 8 ケーブル、2 0 ケーブル保護ブーツ、3 0 送受波ユニット、3 2 前側熱伝導体、3 4 後側熱伝導体、3 6 メインフレーム、3 8 上側フレーム、4 0 下側フレーム、4 2 F P C、4 4 線材、4 6 コネクタ、5 0 振動子アレイ、5 2 中継基板、5 4 A S I C、5 4 a 裏面、5 4 b 側面、5 6 バックング材、5 8 音響整合層、6 0 音響レンズ、7 0 前側面、7 0 a むき出し部分、7 2 ブロック、7 4 , 7 8 凸部、7 6 , 8 0 凹部、8 2 突出辺、8 4 溝部、9 0 a , 9 0 b , 9 0 c , 9 0 d , 9 0 e 複合層、9 2 , 1 0 4 , 1 0 8 接着剤、9 4 フィラー、9 6 フィルム、9 8 前側接着層、1 0 0 後側接着層、1 0 2 酸化被膜、1 0 6 スペース。

10

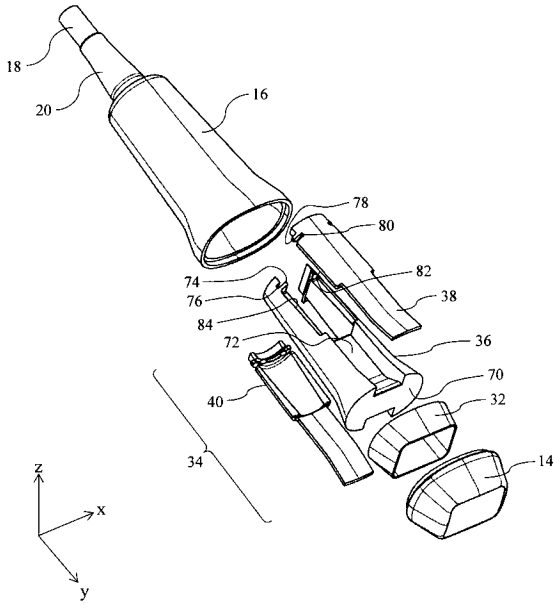
【 図 1 】



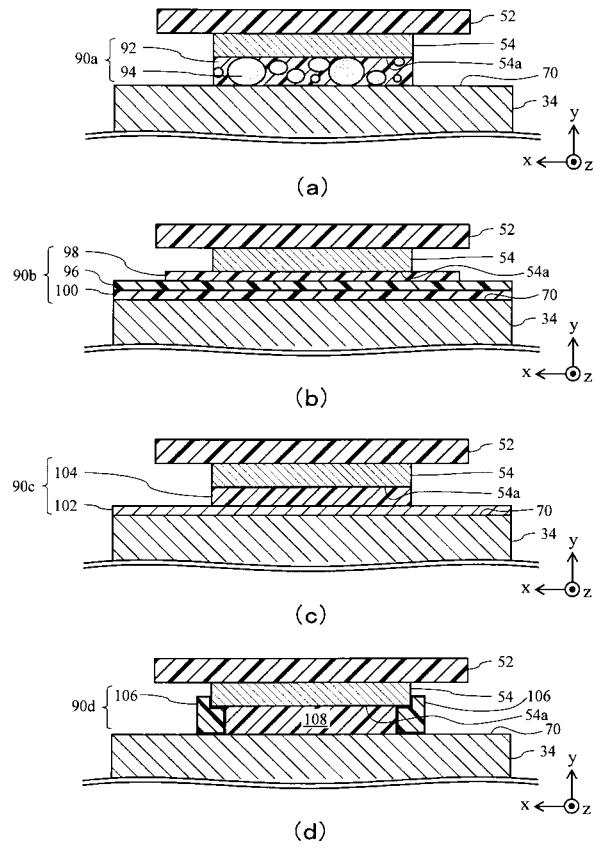
【 図 3 】



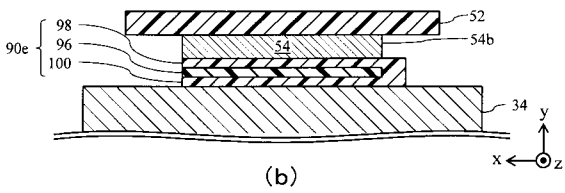
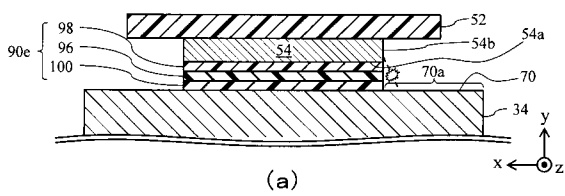
【 図 4 】



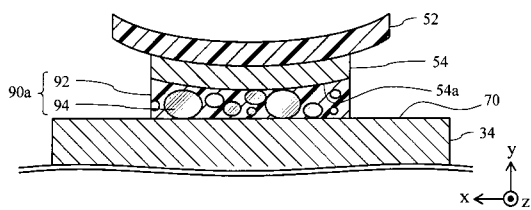
【 図 5 】



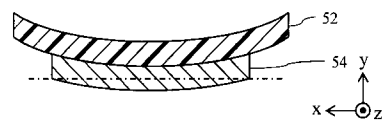
【 図 6 】



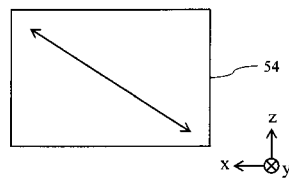
【 図 8 】



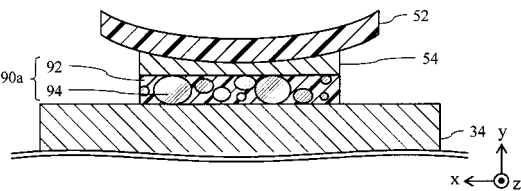
【 図 9 】



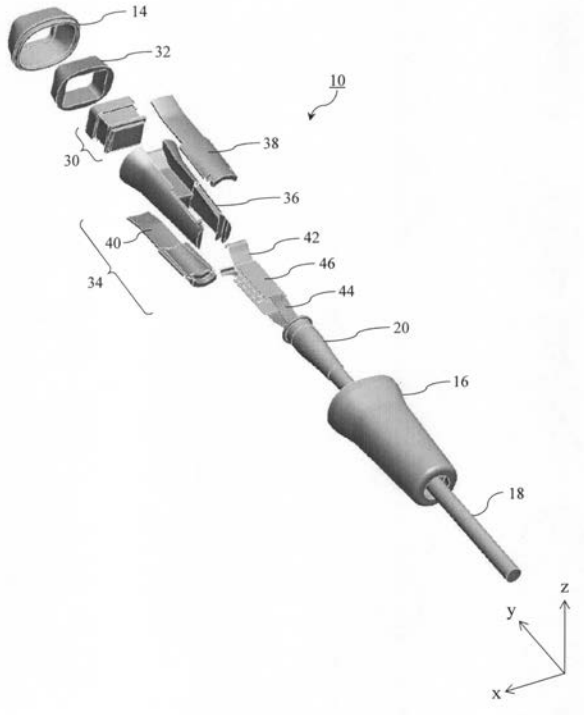
【 図 10 】



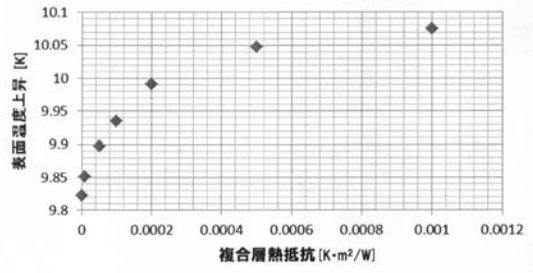
【 図 11 】



【 図 2 】



【 図 7 】



专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	JP2017018390A	公开(公告)日	2017-01-26
申请号	JP2015139345	申请日	2015-07-13
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立制作所		
[标]发明人	元木和也		
发明人	元木 和也		
IPC分类号	A61B8/14		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE19 4C601/GB03 4C601/GB20 4C601/GB41		
其他公开文献	JP6661290B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：确保电子电路芯片和热导体之间足够的导热性，同时确保电子电路芯片和超声波探头中的热导体之间的绝缘性。 解决方案：具有后表面54a导电的ASIC 54和由金属制成的后侧热导体34通过具有绝缘功能和导热功能的复合层90b彼此连接。复合层90b包括绝缘薄膜96，用于粘合膜96和ASIC 54的前粘合层98，以及用于粘合膜96和后热导体34的后粘合层100。是的。膜96确保ASIC 54和后热导体34之间的绝缘。此外，通过用具有相对高的介电强度的材料形成膜96，即使膜96被减薄到约几微米，也可以确保绝缘。通过将膜96的厚度设定为大约几 μm ，可以将复合层90b的厚度减小到几 μm 到几十 μm ，并且复合层90b的热导率保持高。 点域5

