

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6147532号
(P6147532)

(45) 発行日 平成29年6月14日 (2017. 6. 14)

(24) 登録日 平成29年5月26日 (2017. 5. 26)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 8/00 (2006. 01)**H 0 4 R** 1/06 (2006. 01)**H 0 4 R** 17/00 (2006. 01)

A 6 1 B 8/00

H 0 4 R 1/06 3 3 0

H 0 4 R 17/00 3 3 0 H

H 0 4 R 17/00 3 3 2 A

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2013-58866 (P2013-58866)
 (22) 出願日 平成25年3月21日 (2013. 3. 21)
 (65) 公開番号 特開2014-183858 (P2014-183858A)
 (43) 公開日 平成26年10月2日 (2014. 10. 2)
 審査請求日 平成28年1月8日 (2016. 1. 8)

(73) 特許権者 594164542
 東芝メディカルシステムズ株式会社
 栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠
 (74) 代理人 100103034
 弁理士 野河 信久
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司
 (74) 代理人 100153051
 弁理士 河野 直樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

端面に電極が設けられた複数の超音波振動子を二次元状に配列して形成された超音波振動子アレイと、前記各電極から電気配線を引き出すための積層体と、を具備する超音波プローブであって、

前記複数の超音波振動子は、少なくとも第1群と第2群とに分類され、

前記積層体は、前記超音波振動子アレイを積層する第1のFPC層と、当該第1のFPC層を積層する第2のFPC層と、を少なくとも有し、

前記第1のFPC層は、前記超音波振動子アレイを積層する上面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられ前記複数の電極と電氣的に接続された複数の第1の上面接続手段と、前記上面と反対側の下面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられた複数の第1の下面接続手段と、前記上面から前記下面に亘って形成され少なくとも前記第2群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記複数の第1の上面接続手段と前記複数の第1の下面接続手段とを電氣的に接続する複数の第1のスルーホールと、前記第1群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記第1の上面接続手段と電子回路とを電氣的に接続する第1の信号配線と、を少なくとも有し、

前記第2のFPC層は、前記第1のFPC層を積層する上面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられ前記複数の第1の下面接続手段と電氣的に接続された複数の第2の上面接続手段と、前記上面と反対側の下面において前記複数の超音波

10

20

振動子と空間的に対応するように設けられた複数の第2の下面接続手段と、前記第2群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記第2の上面接続手段と前記電子回路とを電氣的に接続する第2の信号配線と、を少なくとも有し、

前記複数の第1の下面接続手段の少なくとも1つ、前記複数の第2の上面接続手段の少なくとも1つ、および前記複数の第2の下面接続手段の少なくとも1つは、電気信号の引き出しに寄与しないこと

を特徴とする超音波プローブ。

【請求項2】

前記複数の超音波振動子は、少なくとも前記第1群及び前記第2群と第3群とに分類され、

前記積層体は、前記第1のFPC層と、前記第2のFPC層と、当該第2のFPC層を積層する第3のFPC層と、を少なくとも有し、

前記第2のFPC層は、前記上面から前記下面に亘って形成され少なくとも前記第3群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記第2の上面接続手段と前記第2の下面接続手段とを電氣的に接続する複数の第2のスルーホールをさらに有し、

前記第3のFPC層は、前記第2のFPC層を積層する上面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられ前記複数の第2の下面接続手段と電氣的に接続された複数の第3の上面接続手段と、前記上面と反対側の下面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられた複数の第3の下面接続手段と、前記第3群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記第3の上面接続手段と前記電子回路とを電氣的に接続する第3の信号配線と、を少なくとも有し、

前記複数の第3の上面接続手段の少なくとも1つ、および前記複数の第3の下面接続手段の少なくとも1つは、電気信号の引き出しに寄与しないこと

を特徴とする請求項1記載の超音波プローブ。

【請求項3】

前記複数の超音波振動子は、少なくとも前記第1群から第n群（ただし、nはn-4を満たす自然数）に分類され、

前記積層体は、前記第1群から前記第n群のそれぞれに対応する前記第1のFPC層から第nのFPC層を少なくとも有し、

前記第n-1のFPC層は、前記上面から前記下面に亘って形成され少なくとも前記第n群に属する超音波振動子の前記電極に接続された複数の第n-1の上面接続手段と複数の第n-1の下面接続手段とを電氣的に接続する複数の第n-1のスルーホールをさらに有し、

前記第nのFPC層は、前記第n-1のFPC層を積層する上面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられ前記複数の第n-1の下面接続手段と電氣的に接続された複数の第nの上面接続手段と、前記上面と反対側の下面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられた複数の第nの下面接続手段と、前記第n群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記第nの上面接続手段と前記電子回路とを電氣的に接続する第nの信号配線と、を少なくとも有し、

前記複数の第n-1の下面接続手段の少なくとも1つ、前記複数の第nの上面接続手段の少なくとも1つ、および前記複数の第nの下面接続手段の少なくとも1つは、電気信号の引き出しに寄与しないこと

を特徴とする請求項2記載の超音波プローブ。

【請求項4】

前記各FPC層の前記複数の上面接続手段及び前記複数の下面接続手段は、それぞれ同一のレベルを維持し、前記各FPC層は実質的に均一の厚さを有することを特徴とする請求項1乃至3のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

【請求項5】

前記各FPC層同士は、前記超音波振動子アレイの幅に対応する領域において接着されており、前記超音波振動子アレイの幅に対応する領域以外においては接着されていないこ

10

20

30

40

50

と、を特徴とする請求項 1 乃至 4 のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記各 F P C 層は、前記複数の上面接続手段が形成された上面層と、前記複数の下面接続手段が形成された下面層と、前記信号配線が形成された少なくとも一つの間層と、を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記各 F P C 層において、前記複数の上面接続手段及び前記複数の下面接続手段は、同一の導電性素材で形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記各 F P C 層において、前記信号配線と電氣的に接続されていない前記複数の上面接続手段及び前記複数の下面接続手段は、樹脂によって形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記各 F P C 層同士は、前記複数の上面接続手段と前記複数の下面接続手段との空間的な対応を維持しながら圧着されたものであることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

【請求項 10】

前記各 F P C 層同士は、前記複数の上面接続手段と前記複数の下面接続手段との空間的な対応を維持しながら A C F 接続されたものであることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

【請求項 11】

前記電子回路をさらに具備することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のうちいずれか一項記載の超音波プローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、超音波プローブに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置等において用いられる超音波プローブには、複数の超音波振動子を配列して構成されるアレイ型超音波プローブが用いられる。近年では、特に複数の超音波振動子を二次元状に配列して構成される二次元アレイプローブが登場し、被検体の診断対象部位に対する三次元走査を可能としている。このような二次元アレイプローブでは、素子数が膨大になるため、プローブ把持部内に送受信を行うための電子回路を内蔵することが一般的に行われる。一例としては、通常は診断装置本体で行う送受信の一部をプローブ内部の電子回路に機能として組み込むものである。

【0003】

このような二次元アレイプローブを用いる場合、超音波振動子の数（すなわちチャンネル数）の数が膨大になることから、送受信に要する超音波プローブと超音波診断装置本体との間の配線数も大規模になりがちである。これを防止するため、例えば、送信パルスが発生する電子回路を超音波診断装置本体ではなく超音波プローブ内に設け、超音波プローブ内において受信信号を所定の信号数にした後、超音波診断装置本体に送り出す等の工夫がなされている。また、複数の超音波振動子を接続パターン可変なスイッチで共通接続し、複数の振動子を一括して診断装置本体の送受信回路に接続する技術、動作させる素子数を減らして接続線数や電子回路規模を減少させることで実現性を高めるスパース技術等も提案されている。（図 10 参照）。

【0004】

また、超音波プローブ内に設けられた電子回路と各超音波振動子とを接続する手法についても、従来からいくつか提案されている。典型的には、以下の 3 つの手法を上げること

10

20

30

40

50

ができる。

【 0 0 0 5 】

(1) 超音波振動子 (素子) 背面に F P C を設置し、F P C のパターンにより横方向に信号線を引き出して、F P C 上に直接電子回路 (I C) を実装する、或いは I C を実装した基板に多接点の接続を行う。

【 0 0 0 6 】

(2) バッキング内に縦方向に信号線を通し、バッキングの裏面や側面に設置した I C に接続する。

【 0 0 0 7 】

(3) 超音波振動子背面に、パンプ等により直接 I C を接続し、電子回路の裏面から F P C やバッキング内の配線に接続する。

10

【 0 0 0 8 】

上記 (1) の手法は、超音波プローブの構造としては単純で安価に実現でき、I C の自由度も高い。このため、開発コストも低く抑えられる。その一方で、F P C のパターンピッチの限界により、特に、アレイ中央部の素子からの信号をアレイ端部の素子のスルーホール間に通すことができなくなる。図 8 に、隣接するスルーホール間に 5 本の配線パターンを通した場合を示す。

【 0 0 0 9 】

しかしながら、上記 (1) の手法を用いた場合、例えば素子ピッチを $0.4\text{ mm} \times 0.4\text{ mm}$ 、スルーホールの最小パッド径を 0.1 mm とすると、パッド間のギャップは 0.3 mm となる。ここに、例えば配線ピッチ $40\text{ }\mu\text{m}$ で配線する場合には 7 本のパターンしか通すことはできない。また、この例においてアレイの両方向にパターンを引き出すとすると、16 列の振動子しか配線を取り出せない。16 列の振動子では口径 6.4 mm であり、十分な口径が得られない。

20

【 0 0 1 0 】

F P C の構造として、内層に配線層を設け、表面層と各層をスルーホールにより接続する積層 F P C を採用することも可能である。しかしながら、積層 F P C は製造プロセスが複雑でコストが高く、内層において微細なパターンを配線することは限界がある。また、F P C 自体の柔軟性が悪化することでプローブ把持部内の引き回しに困難が生じたり、電子回路基板との接続部が一面に限定されるので、振動子アレイと電子回路基板の接続面積の増大を招くという問題点がある。この問題を解決するため、図 9 のように、アレイ全体を複数のモジュールに分割し、モジュール毎に F P C を設置、モジュール間に F P C を挟み込むような構造をとることがある (上記の例では、例えば 2 モジュールでアレイを構成すると、32 列の振動子が形成される)。この場合、モジュール間の素子ピッチが本来のピッチに比べ増大し、サイドローブが発生する。また、モジュール相互の位置精度が悪いと、ディレイの精度が悪化し、画像に悪影響を与える。特に、音響放射面の面精度を良好に保つことは極めて困難である。また、モジュール分割により部品や工程が増え、コストアップとなる。

30

【 0 0 1 1 】

上記 (2) の手法では、縦方向に狭ピッチかつ膨大な本数の信号線を貫通させたバッキング材の製造が困難で高価あること、また、そのような構造を持つバッキング材では、音響的な共振から、波形の収斂性が悪化し、画像に悪影響を与える。さらに、バッキング材のような柔軟な材質では研磨を行っても十分な平面度が得られず、I C チップの電極との接続信頼性に劣るという問題がある。

40

【 0 0 1 2 】

上記 (3) の手法では、電子回路の両面にパッドが必要で、通常の半導体プロセスでは実現困難である。このような構造は、シリコン貫通電極と称される半導体プロセスを用いて形成されるが、特殊なプロセスであるため高価になる。

【 0 0 1 3 】

(3) の手法においてシリコン貫通電極を用いず、片面電極露出として、I C 端部から

50

ワイヤボンディング等により電極を取り出すことも考えられるが、ＩＣ、基板両方のボンディングパッドおよび配線スペースが必要で、音響的無効部分が増大し、プローブ外形の大型化は避けられない。さらに、ＩＣ（シリコン半導体）が音響的に悪影響を生じないためにはＩＣチップ自体を極めて薄く（約１００μｍ以下）研磨し、ペアチップ実装することが必要であるが、そのような場合にはＩＣのハンドリングが困難であると同時に、シリコン貫通電極の場合にはそのような極めて薄いチップを製造することも困難である。

【００１４】

また、素子配列に応じた回路規模を持つ専用ＩＣが必要になるため、ＩＣの単価が高価になると同時に、アレイ使用毎に専用ＩＣ（ＡＳＩＣ）を開発しなければならず、開発コストの増大も問題である。また、図１０に示すスパース技術では、素子が歯抜けになるために、音場や感度に悪影響を与える。

10

【００１５】

また、図１１、図１２に示す様な構成を有する超音波プローブも提案されている。しかしながら、ＦＰＣの段差を作成する工程と、厚さの異なる導電層を設ける必要があり、その製造法は複雑である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１６】

【特許文献１】特開２００４－５６５０４号公報

【特許文献２】特開２００４－１１２３２６号公報

20

【特許文献３】特開２０１１－２５０１１９号公報

【特許文献４】米国出願公開ＵＳ２００７／０２４４３９２Ａ１

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１７】

上述の通り、超音波プローブ内に設けられた電子回路と各超音波振動子とを接続する従来の手法は、製造コスト、製品の信頼性において十分でない場合がある。

【００１８】

上記事情を鑑みて、電子回路実装の自由度が高く、超音波振動子からの電気配線の引出しを既存の配線技術レベルで簡単且つ低コストに実現することができる超音波プローブを提供することを目的としている。

30

【課題を解決するための手段】

【００１９】

本実施形態に係る超音波プローブは、端面に電極が設けられた複数の超音波振動子を二次元状に配列して形成された超音波振動子アレイと、前記各電極から電気配線を引き出すための積層体と、前記積層体によって引き出された各電気配線に接続される電子回路と、を具備する超音波プローブであって、前記複数の超音波振動子は、少なくとも第１群と第２群とに分類され、前記積層体は、前記超音波振動子アレイを積層する第１のＦＰＣ層と、当該第１のＦＰＣ層を積層する第２のＦＰＣ層と、を少なくとも有し、前記第１のＦＰＣ層は、前記超音波振動子アレイを積層する上面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられ前記複数の電極と電氣的に接続された複数の第１の上面接続手段と、前記上面と反対側の下面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられた複数の第１の下面接続手段と、前記上面から前記下面に亘って形成され少なくとも前記第２群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記複数の第１の上面接続手段と前記複数の第１の下面接続手段とを電氣的に接続する複数の第１のスルーホールと、前記第１群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記第１の上面接続手段と前記電子回路とを電氣的に接続する前記第１の信号配線と、を少なくとも有し、前記第２のＦＰＣ層は、前記第１のＦＰＣ層を積層する上面において前記複数の超音波振動子と空間的に対応するように設けられ前記複数の第１の下面接続手段と電氣的に接続された複数の第２の上面接続手段と、前記上面と反対側の下面において前記複数の超音波振動子と

40

50

空間的に対応するように設けられた複数の第2の下面接続手段と、前記第2群に属する超音波振動子の前記電極に接続された前記第2の上面接続手段と前記電子回路とを電氣的に接続する第2の信号配線と、を少なくとも有すること、を特徴とするものである。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】図1は、本実施形態に係る超音波プローブが設けられる超音波診断装置1のブロック構成図を示している。

【図2】図2は、本実施形態に係る超音波プローブ2を超音波照射面側から（図3の矢印Aから）見た上面図である。

【図3】図3は、本実施形態に係る超音波プローブ2の側面図である。

10

【図4】図4は、4つのFPC層を有するFPC積層体22を適用する超音波プローブ2を超音波照射面側から（図3の矢印Aから）見た上面図である。

【図5】図5は、図4に示す超音波プローブ2の側面図であり、4つのFPC層を有するFPC積層体22を例示している。

【図6】図6は、本実施形態に係る超音波プローブの効果の説明するための図である。

【図7】図7は、図3に示した第1群に属する第2の下面電極パッド222bをカバレイ（樹脂層）に置き換えた例を示した図である。

【図8】図8は、従来の超音波プローブ内における電子回路と各超音波振動子とを接続する手法の一例を説明するための図である。

【図9】図9は、従来の超音波プローブ内における電子回路と各超音波振動子とを接続する手法の他の例を説明するための図である。

20

【図10】図10は、従来の超音波プローブ内における電子回路と各超音波振動子とを接続する手法の他の例（スパース技術）を説明するための図である。

【図11】図11は、従来の超音波プローブ内における電子回路と各超音波振動子とを接続する手法の他の例を説明するための図である。

【図12】図12は、従来の超音波プローブ内における電子回路と各超音波振動子とを接続する手法の他の例を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本実施形態を図面に従って説明する。なお、以下の説明において、略同一の機能及び構成を有する構成要素については、同一符号を付し、重複説明は必要な場合にのみ行う。

30

【0022】

図1は、本実施形態に係る超音波プローブが設けられる超音波診断装置1のブロック構成図を示している。同図に示すように、本超音波診断装置1は、超音波プローブ2、入力装置13、モニター14、超音波受信ユニット32、Bモード処理ユニット33、血流検出ユニット34、RAWデータメモリ35、ボリュームデータ生成ユニット36、画像処理ユニット38、表示処理ユニット40、制御プロセッサ39、記憶ユニット41、インターフェースユニット42を具備している。

【0023】

40

超音波プローブ2は、被検体に対して超音波を送信し、当該送信した超音波に基づく被検体からの反射波を受信するデバイス（探触子）であり、その先端に配列された複数の超音波振動子、整合層、背面材（バックング材）、送信パルスを発生し各超音波振動子に所定のタイミングで供給する電子回路（IC）、各超音波振動子が発生する受信信号を所定の単位で加算することで超音波診断装置本体側に送り出す受信信号数を所定の数に低減する電子回路（IC）等を有し、超音波診断装置本体11とケーブルで接続される。特に、本実施形態に係る超音波プローブ2は、上記各電子回路と各超音波振動子とを電氣的に好適に接続するためのFPC積層体を有する。当該FPC積層体の構造、及びこれを用いた電子回路と各超音波振動子とを電氣的接続手法については、後で詳しく説明する。

【0024】

50

なお、本実施形態に係る超音波プローブ 2 は、二次元アレイプローブ（複数の超音波振動子が二次元マトリックス状に配列されたプローブ）であるとする。しかしながら、当該例に拘泥されず、例えば 1 . 5 次元アレイプローブについても、後述する F P C 積層を用いた電氣的接続手法は適用可能である。

【 0 0 2 5 】

入力装置 1 3 は、装置本体 1 1 に接続され、オペレータからの各種指示、条件、関心領域（R O I）の設定指示、種々の画質条件設定指示等を装置本体 1 1 にとりこむ。モニター 1 4 は、表示処理ユニット 2 7 からのビデオ信号に基づいて、生体内の形態学的情報や、血流情報を画像として表示する。

【 0 0 2 6 】

超音波受信ユニット 3 2 は、超音波プローブ 2 から受け取った所定数の受信信号に所定の処理を施すことにより、指向性を有する信号（エコー信号）を生成する。B モード処理ユニット 3 3 は、受信ユニット 2 2 からエコー信号を受け取り、対数増幅、包絡線検波処理などを施し、信号強度が輝度の明るさで表現されるデータを生成する。ドプラ処理ユニット 3 4 は、受信ユニット 2 2 から受け取ったエコー信号から血流データとして平均速度、分散、パワー等の血流情報を多点について求め、血流データを生成する。

【 0 0 2 7 】

R A W データメモリ 3 5 は、B モード処理ユニット 3 3、ドプラ処理ユニット 3 4 から受け取った複数のデータを用いて R A W データを生成する。ポリウムデータ生成ユニット 3 6 は、R A W データをポリウム単位へのデータ配置に変換することにより、ポリウムデータを生成する。画像処理ユニット 3 8 は、ポリウムデータ生成ユニット 3 6 から受け取ったデータを用いて、ポリウムレンダリング、多断面変換表示（M P R : M u l t i P l a n a r R e c o n s t r u c t i o n）、最大値投影表示（M I P : M a x i m u m I n t e n s i t y P r o j e c t i o n）等の所定の画像処理を行う。表示処理ユニット 4 0 は、画像処理ユニット 3 8 において生成・処理された各種画像データに対し、ダイナミックレンジ、輝度（ブライトネス）、コントラスト、γカーブ補正、R G B 変換等の各種を実行する。

【 0 0 2 8 】

制御プロセッサ 3 9 は、情報処理装置（計算機）としての機能を持ち、本超音波診断装置本体の動作を制御する。記憶ユニット 4 1 は、診断情報（患者 I D、医師の所見等）、診断プロトコル、送受信条件、画像処理プログラム、その他のデータ群が保管されている。インターフェースユニット 4 2 は、入力装置 1 3、ネットワーク、新たな外部記憶装置（図示せず）に関するインターフェースである。当該装置によって得られた超音波画像等のデータや解析結果等は、インターフェースユニット 4 2 よって、ネットワークを介して他の装置に転送可能である。

【 0 0 2 9 】

（ F P C 積層体を有する超音波プローブ ）

図 2 は、本実施形態に係る超音波プローブ 2 を超音波照射面側から（図 3 の矢印 A から）見た上面図であり、図 3 は、本実施形態に係る超音波プローブ 2 の側面図である。図 2、図 3 に示す様に、超音波プローブ 2 は、複数の超音波振動子 2 0、G N D 電極として機能する G N D 層 2 1、F P C 積層体 2 2、背面材 2 6、電子回路基板 2 8 を具備する。なお、複数の超音波振動子 2 0 は、二次元上に配列され振動子アレイを形成する。また、F P C 積層体 2 2 を用いた各超音波振動子からの配線引出を具体的なものとするため、図 2 においては、超音波振動子を空間的な条件によって第 1 群と第 2 群とに分類している（当該構成を一般化したものについては、後述する）。超音波振動子の群への分け方は、典型的には、F P C 積層体 2 2 を介して接続される回路基盤の向きに依存する。本実施形態では、回路基盤が図 2 に示す様に縦方向に並ぶとして、群分けしている。しかしながら、当該例に拘泥されず、超音波振動子の群への分け方は、回路基盤の向きに応じて適宜変更可能である。

【 0 0 3 0 】

超音波振動子 2 0 は、圧電体 2 0 0、音響整合層 2 0 2 a、2 0 2 b、中間層 2 0 4 を

10

20

30

40

50

有する。圧電体 200 は、電子回路基板 28 の電子回路からの駆動信号に基づきスキャン領域内の所望の方向に超音波を送信し、当該被検体からの反射波を電気信号に変換する。音響整合層 202 a、202 b は、圧電体に設けられ、超音波エネルギーを効率良く伝播させる。中間層 204 は、圧電体 200 の音響放射面と反対側に設けられ、FPC 積層体 22 による超音波振動子の振動特性への影響をおさえるために、圧電体 200 や電導層よりも十分に高い音響インピーダンスを有する。この中間層 204 により、導電層の音響的影響を最小限にし、アレイ全体の均一性を向上させることができる。

【0031】

GND 層 21 は、FPC 積層体 22 の GND 層（図示せず）を経由して電子回路基板 28 の GND 電極（図示せず）に接続される。背面材 26 は、各超音波振動子から微弱ながらも後方へ放射された超音波を減衰させる。電子回路基板 28 は、送信及び受信に用いられる電子回路を実装し、例えば図 3、図 5 に示す様に超音波振動子アレイの配列面（紙面）に対して垂直になるように配置される。

10

【0032】

FPC 積層体 22 は、第 1 の FPC 層 221、第 2 の FPC 層 222、第 1 の FPC 層 221 と第 2 の FPC 層 222 とを振動子アレイの幅に対応する領域において接着する接着層（ACF）220 を具備している。背面材 26 と FPC 積層体 22 は、通常のエポキシ接着剤などで、接着されている。第 1 の FPC 層 221、第 2 の FPC 層 222 は、振動子アレイの幅に対応する領域以外においては接着されていないため、柔軟性を維持しながら独立して自由な取り回しをすることができる。例えば、第 1 の FPC 層 221、第 2 の FPC 層 222 は、背面材 26 端部にて直角に曲げられ、端部で再び露出する基板接続用パッド（図示せず）によって電子回路基板 28 に接続される。

20

【0033】

第 1 の FPC 層 221 は、複数の第 1 の上面電極パッド 221 a、第 1 の下面電極パッド 221 b、複数の第 1 の信号線パターン 221 d、複数の第 1 のスルーホール 221 c を有している。なお、以下においては、説明の便宜上、例えば第 n 群に属する超音波振動子に空間的に対応する第 1 の上面電極パッド 221 a を、単に「第 n 群に属する第 1 の上面電極パッド 221 a」と呼ぶ。下面電極パッド、信号線パターン、スルーホールについても同様である。

【0034】

複数の第 1 の上面電極パッド 221 a は、振動子アレイの積層面（上面）において、複数の超音波振動子（の電極）と空間的に対応する配列、ピッチにて形成され一対一の関係で電氣的に接続される。なお、各超音波振動子の電極は、各第 1 の上面電極パッド 221 a に加圧接着などの手段により接続される。しかしながら、当該手法に拘泥されず、例えば接着層（ACF）、半田を用いたリフローによるもの、その他の同等な手段により実現することができる。

30

【0035】

複数の第 1 の下面電極パッド 221 b は、振動子アレイの積層面と反対側の下面において複数の超音波振動子（の電極）と空間的に対応する配列、ピッチにて形成される。

【0036】

複数の第 1 のスルーホール 221 c は、複数の超音波振動子（の電極）と空間的に対応する配列、ピッチにて上面から下面にかけて貫通し、第 1 の上面電極パッド 221 a と第 1 の下面電極パッド 221 b とを、一対一の関係で電氣的に接続する。

40

【0037】

複数の第 1 の信号線パターン 221 d は、第 1 のスルーホール 221 c を経由して、複数の第 1 の上面電極パッド 221 a のうち第 1 群に属する第 1 の上面電極パッド 221 a から第 1 の FPC 層 221 端部へ引出す配線であり、当該第 1 群に属する第 1 の上面電極パッド 221 a を電子回路と電氣的に接続する。

【0038】

なお、第 1 群に属する第 1 の下面電極パッド 221 b は、第 1 の信号線パターン 221

50

dにも接続されず、従って、いずれの超音波振動子からも電氣的に独立したものとなる。

【0039】

第2のFPC層222は、複数の第2の上面電極パッド222a、複数の第2の下面電極パッド222b、複数の第2のスルーホール222c、複数の第2の信号線パターン222dを有している。

【0040】

複数の第2の上面電極パッド222aは、第1のFPC層221の積層面(上面)において、複数の超音波振動子(の電極)と空間的に対応する配列、ピッチにて形成される。また、各第2の上面電極パッド222aは、(第1のFPC層221)の空間的に対応する第1の下面電極パッド221bと電氣的導通が取られる。その結果、複数の第2の上面電極パッド222aのうち、第2群に属する第2の上面電極パッド222aは、当該第2群に属する超音波振動子と電氣的に接続されることになる。

10

【0041】

複数の第2の下面電極パッド222bは、第1のFPC層221を積層する上面と反対側の下面において複数の超音波振動子(の電極)と空間的に対応する配列、ピッチにて形成される。

【0042】

複数の第2のスルーホール222cは、少なくとも第2群に属する超音波振動子(の電極)と空間的に対応する配列、ピッチにて上面から下面にかけて貫通し、少なくとも第2群に属する第2の上面電極パッド222aと少なくとも第2群に属する第2の下面電極パッド222bとを、一対一の関係で電氣的に接続する。

20

【0043】

複数の第2の信号線パターン222dは、第2のスルーホール222cを経由して、第2群に属する第2の上面電極パッド222aから第2のFPC層222端部への引出配線であり、当該第2群に属する第2の上面電極パッド222aを電子回路と電氣的に接続する。その結果、第2群に属する超音波振動子は、当該第2の信号線パターン222dによって電子回路と電氣的に接続される。

【0044】

なお、本第2のFPC層222の第1群に属する第2の下面電極パッド222bは、いずれのスルーホールや信号線パターンとも接続されない。従って、当該第1群に属する第2の下面電極パッド222bは、いずれの第2の上面電極パッド222a或いは超音波振動子からも電氣的に独立したものとなる。

30

【0045】

また、第1のFPC層221と第2のFPC層222とは、例えば接着層(ACF)220を用いて、対面する電極同士が電極的に導通するように接着される。なお、第1のFPC層221と第2のFPC層222との接着は、接着層220を用いる例に拘泥されず、例えば加圧接着、半田接続、その他の同等な手段により実現することができる。

【0046】

また、図2、図3で示した第1のFPC層221の例は、複数の第1の上面電極パッド221aが形成された上面を有する上面層、複数の第1の下面電極パッド221bが形成された下面を有する下面層、上面層と下面層との間に形成され、複数の第1の信号線パターン221dを有する中間層を有するものとした。しかしながら、当該例に拘泥されず、例えば超音波振動子の数が多い場合には、複数の中間層を形成し、各中間層において第1の上面電極パッド221aから段階的に配線を引き出すようにしてもよい。第2のFPC層221についても同様である。

40

【0047】

本実施形態に係る超音波プローブ2が有するFPC積層体22は、図2、図3に例示した2つのFPC層を有する例に拘泥されず、超音波振動子の数に応じて、さらに多くのFPC層を設けることも可能である。

【0048】

50

図4は、4つのFPC層を有するFPC積層体22を適用する超音波プローブ2を超音波照射面側から(図5の矢印Aから)見た上面図である。同図では、回路基盤の向きを基準として振動子アレイを第1群~第4群に分類している。図5は、図4に示す超音波プローブ2の側面図であり、4つのFPC層を有するFPC積層体22を例示している。以下、図2、図3に示した例と異なる構成についてのみ説明する。

【0049】

超音波振動子20のFPC積層体22は、第1のFPC層221、第2のFPC層222、第3のFPC層223、第4のFPC層224、各FPC層間を振動子アレイの幅に対応する領域において接着する接着層(ACF)220を具備している。

【0050】

第1のFPC層221の第2群~第4群に属する第1のスルーホール221cは、第2群~第4群に属する第1の上面電極パッド221aと第2群~第4群に属する第1の下面電極パッド221bとを一对一の関係で電氣的に接続する。

【0051】

第2のFPC層222の第2群~第4群に属する第2の上面電極パッド222aは、各第2の上面電極パッド222aと、(第1のFPC層221)の空間的に対応する第1の下面電極パッド221bとの電氣的導通の結果、第2群~第4群に属する超音波振動子と電氣的に接続される。複数の第2のスルーホール222cは、第2群、第3群、第4群に属する超音波振動子(の電極)と空間的に対応する配列、ピッチにて上面から下面にかけて貫通し、第2群、第3群、第4群に属する第2の上面電極パッド222aと第2群、第3群、第4群に属する第2の下面電極パッド222bとを、一对一の関係で電氣的に接続する。複数の第2の信号線パターン222dは、第2のスルーホール222cを経由して、第2群に属する第2の上面電極パッド222aから第2のFPC層222端部へ配線を引出し、第2群に属する第2の上面電極パッド222aを電子回路と電氣的に接続する。なお、第1群に属する第2の下面電極パッド222bは、いずれの第2の上面電極パッド222a或いは超音波振動子からも電氣的に独立したものとなっている。

【0052】

第3のFPC層223の上面においては複数の第3の上面電極パッド223aが、下面においては複数の第3の下面電極パッド223bが、それぞれ複数の超音波振動子と空間的に対応する配列、ピッチにて形成されている。第2のFPC層222と第3のFPC層223との接着の結果、第3群、第4群に属する第3の上面電極パッド223aは、第3群、第4群に属する超音波振動子と電氣的に接続される。複数の第3のスルーホール223cは、第3群、第4群に属する超音波振動子と空間的に対応する配列、ピッチにて上面から下面にかけて貫通し、第3群、第4群に属する第3の上面電極パッド223aと第3群、第4群に属する第3の電極パッド223bとを、一对一の関係で電氣的に接続する。複数の第3の信号線パターン223dは、第3のスルーホール223cを経由して、第3群に属する第3の上面電極パッド223aから第3のFPC層223端部へ配線を引出、第3群に属する第3の上面電極パッド223aを電子回路と電氣的に接続する。なお、第1群、第2群に属する第3の電極パッド223bは、いずれの第3の上面電極パッド223a或いは超音波振動子からも電氣的に独立したものとなっている。

【0053】

第4のFPC層224の上面においては複数の第4の上面電極パッド224aが、下面においては複数の第4の下面電極パッド224bが、それぞれ複数の超音波振動子と空間的に対応する配列、ピッチにて形成されている。第3のFPC層223と第4のFPC層224との接着の結果、第4群に属する第4の上面電極パッド224aは、第4群に属する超音波振動子と電氣的に接続される。複数の第4のスルーホール224cは、第4群に属する超音波振動子と空間的に対応する配列、ピッチにて上面から下面にかけて貫通し、第4群に属する第4の上面電極パッド224aと第4群に属する第4の下面パッド224bとを、一对一の関係で電氣的に接続する。複数の信号線パターン224dは、スルーホール224cを経由して、第4群に属する第4の上面電極パッド224aから第4のFPC

10

20

30

40

50

C層224端部へ配線を引出し、第4群に属する第4の上面電極パッド224aを電子回路と電氣的に接続する。なお、第1群、第2群、第3群に属する第4の下面電極パッド224bは、いずれの第4の上面電極パッド224a或いは超音波振動子からも電氣的に独立したものとなっている。

【0054】

以上述べたように、4つのFPC層を有するFPC積層体22を適用した超音波プローブ2を実現することも可能である。

【0055】

なお、本実施形態に係る超音波プローブは、原理的には、FPC層の数には制限がなく、超音波プローブの複数群の分類と共に、何層にでも拡張することができる。すなわち、複数の超音波振動子をn群に分類し、各群に属する超音波振動子からの配線を、n層（ただし、nはn-2を満たす自然数）を有するFPC積層体22の対応するFPC層から引き出すものとして一般化できる。しかしながら、各FPC層の端部が接着されてないとしても、積層するFPC層の数が多くなると、FPC積層体22の端部の剛性が高くなり、取扱いが困難になる。従って、FPC積層体22の端部の柔軟性を維持できる範囲で、FPC層の数を調整することが好ましい。

【0056】

以上述べた構成によれば、FPC積層体22が有する各FPC層は、各超音波振動子に空間的に対応する位置において、均一のレベルを維持する上面接続パッド及び下面電極パッドを有している。従って、例えば図6に示す様な、各超音波振動子に空間的に対応する位置においてパッドの有無による凹凸を発生させることがなく、FPC積層体22の厚さ（高さ）を均一にすることができ、超音波振動子アレイとFPC積層体とを容易且つ高精度に接続することができる。当該構成は、加圧接着等により電氣的接続を得ようとする場合等に、特に実益が大きい。

【0057】

また、FPC積層体22を構成する複数のFPC層同士は、超音波振動子アレイの幅に対応する領域においてのみ一体構造とされており、一方、超音波振動子アレイの幅に対応する領域以外においては接着されておらず分離している。従って、個々のFPC層の柔軟性を維持した状態でそれぞれ独立して電子回路基板に接続したり、それぞれ異なる電子回路基板に接続したりすることができる。その結果、各電子回路基板の面積を小さくし、複数枚の電子回路基板を厚み方向に積み重ねる等の構成を実現でき、面積を抑えつつ、膨大な電子回路の実装が可能になる。また、ICを直接振動子に実装しなくてよいため、異なる仕様毎に専用IC(ASIC)を開発する必要がない。さらに、一つのICの規模（面積）を抑え、複数のICを用いて全アレイの処理を行うことが可能であり、開発コストや製品コストを低減することができる。スパースにともなう不接続素子や、モジュール分割に伴うギャップも大幅に低減でき、高性能化が可能である。

【0058】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。具体的な変形例としては、例えば次のようなものがある。

【0059】

(1) 例えば図3に示した第1群に属する第2の下面電極パッド222b、図5に示した第1群に属する第2の下面電極パッド222b、第1群、第2群に属する第3の下面電極パッド223b、第1群、第2群、第3群に属する第4の下面電極パッド224bは、電氣的に独立したものであり、超音波振動子の制御に寄与しない。従って、これらの独立した電極パッドをカバーレイなどの樹脂に置き換えることも可能である。図7に、図3に示した第1群に属する第2の下面電極パッド222bをカバーレイ（半田レジストなどの樹脂層）221b'に置き換えた例を示した。ただし、この樹脂層の厚さを同じ面に形成された電極層の厚さへそろえることが必要である。従って、図3、図5等にしたように、独立した第2の電極パッドを用いるほうが、製造性の観点からすれば有利であると言え

る。

【0060】

(2) 上記実施形態においては、超音波診断装置に用いる超音波プローブを例として説明した。しかしながら、当該例に拘泥されず、本願実施形態に係る構成は、建築等において利用される超音波センサの超音波プローブについても適用可能である。

【0061】

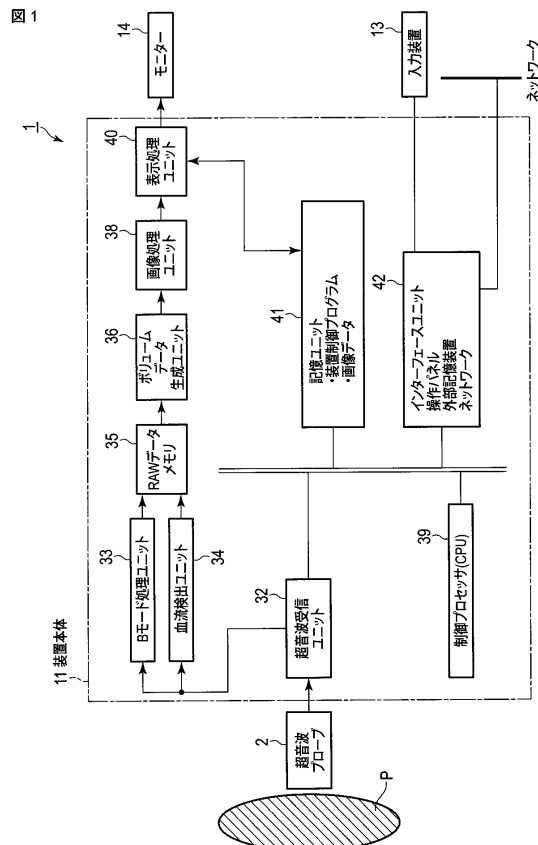
また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

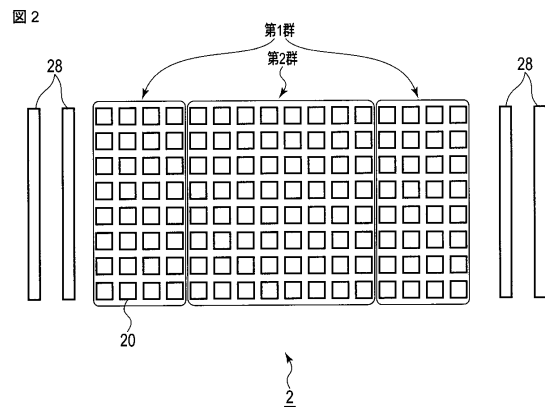
【0062】

1 ... 超音波診断装置、2 ... 超音波プローブ、13 ... 入力装置、14 ... モニター、20 ... 超音波振動子、21 ... GND層、22 ... FPC積層体、26 ... 背面材、28 ... 電子回路基板、32 ... 超音波受信ユニット、33 ... Bモード処理ユニット、34 ... ドプラ処理ユニット、35 ... RAWデータメモリ、36 ... ボリュームデータ生成ユニット、38 ... 画像処理ユニット、39 ... 制御プロセッサ、41 ... 記憶ユニット、42 ... インターフェースユニット、200 ... 圧電体、202a、202b ... 音響整合層、204 ... 中間層、220 ... 接着層(ACF)、221 ... 第1のFPC層、222 ... 第2のFPC層、223 ... 第3のFPC層、224 ... 第4のFPC層、221a ... 第1の上面電極パッド、222a ... 第2の上面電極パッド、223a ... 第3の上面電極パッド、224a ... 第4の上面電極パッド、221b ... 第1の下面電極パッド、222b ... 第2の下面電極パッド、223b ... 第3の下面電極パッド、224b ... 第4の下面電極パッド、221c ... 第1のスルーホール、222c ... 第2のスルーホール、223c ... 第3のスルーホール、224c ... 第4のスルーホール、221d ... 第1の信号線パターン、222d ... 第2の信号線パターン、223d ... 第3の信号線パターン、224d ... 第4の信号線パターン

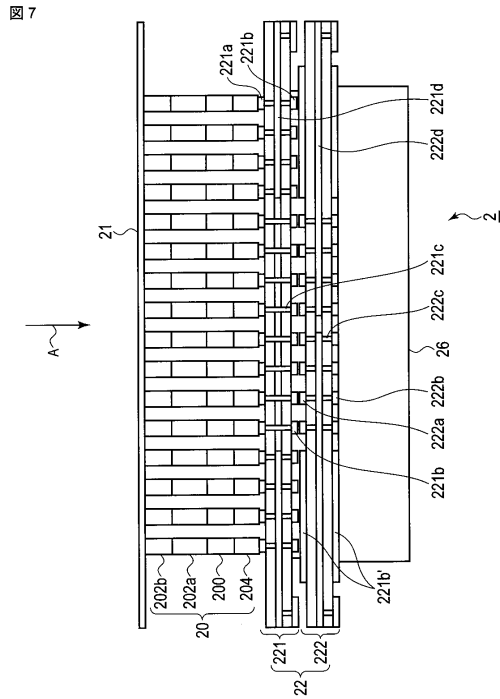
【図1】



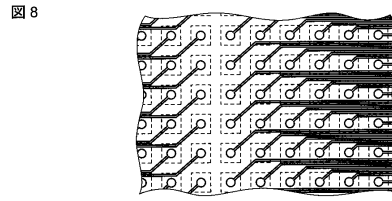
【図2】



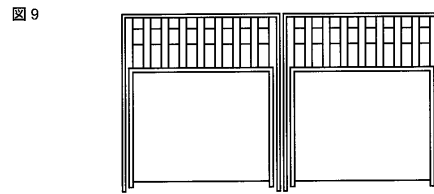
【図 7】



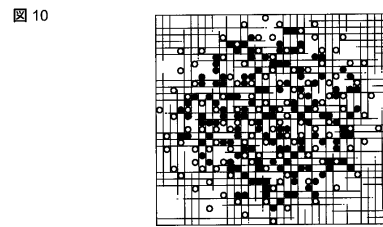
【図 8】



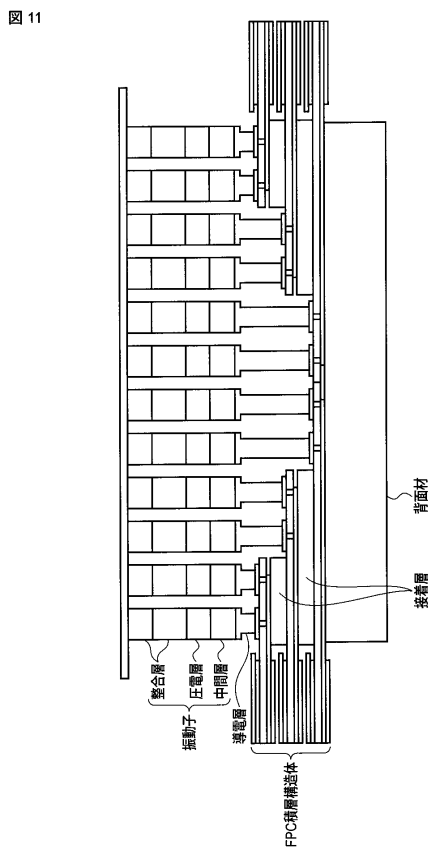
【図 9】



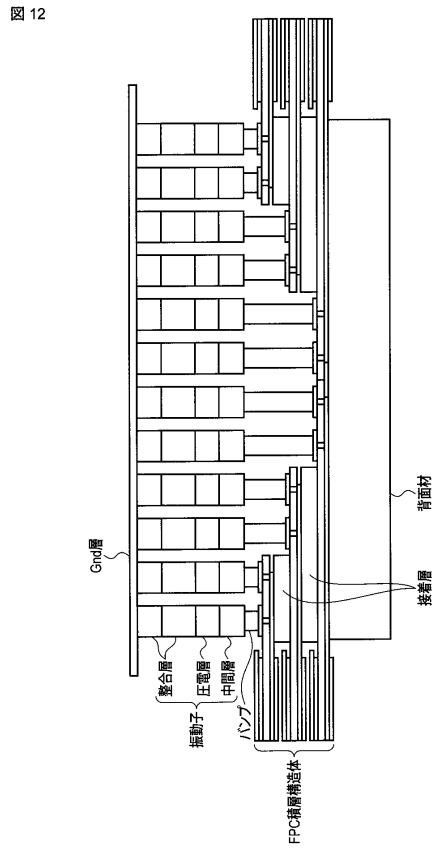
【図 10】



【図 11】



【図 12】



フロントページの続き

- (74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
- (74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
- (74)代理人 100172580
弁理士 赤穂 隆雄
- (74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
- (74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
- (74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
- (74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
- (72)発明者 尾名 康裕
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 四方 浩之
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 手塚 智
栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内
- (72)発明者 朝桐 智
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内
- (72)発明者 大石 美智子
東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社東芝内

審査官 永田 浩司

- (56)参考文献 特開 2 0 0 8 - 1 8 3 4 0 2 (J P , A)
特開昭 6 2 - 0 9 8 7 9 1 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 3 1 7 9 7 2 (U S , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 0 3 / 0 0 5 5 3 0 8 (U S , A 1)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5
H 0 4 R 1 7 / 0 0

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	JP6147532B2	公开(公告)日	2017-06-14
申请号	JP2013058866	申请日	2013-03-21
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	尾名康裕 四方浩之 手塚智 朝桐智 大石美智子		
发明人	尾名 康裕 四方 浩之 手塚 智 朝桐 智 大石 美智子		
IPC分类号	A61B8/00 H04R1/06 H04R17/00		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/4494 B06B1/0629 G01S15/8927 A61B8/4444		
FI分类号	A61B8/00 H04R1/06.330 H04R17/00.330.H H04R17/00.332.A		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/EE14 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/GB20 5D019/AA26 5D019/BB19 5D019/BB26 5D019/BB28 5D019/FF04		
代理人(译)	中村诚 河野直树 井上 正 冈田隆		
审查员(译)	永田浩二		
其他公开文献	JP2014183858A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

该电子电路实现的一个自由度很高，提供一种超声波探头，其能够实现在从超声波振子的电线的现有布线技术水平简易且低成本的抽屉。 解决方案：超声探头包括超声换能器阵列和用于从每个电极提取电线的层叠体，其中多个超声换能器包括至少第一组和第二组并且，层压体至少具有第一FPC层和第二FPC层，在第一FPC层上层叠超声换能器阵列，第二FPC层上层叠有第一FPC层。第一和第二FPC层FPC具有上表面连接垫和下表面电极垫，其在空间上对应于每个超声换能器的位置处保持均匀的水平。构成FPC层叠体22的多个FPC层是在对应于超声换能器阵列的宽度的区域的整体结构结合，而在比对应于超声换能器阵列的宽度的区域以外的区域接合他们没有分开。 点域

(51) Int. Cl.			F I		
A 6 1 B	8/00	(2006. 01)	A 6 1 B	8/00	
H O 4 R	1/06	(2006. 01)	H O 4 R	1/06	3 3 O
H O 4 R	17/00	(2006. 01)	H O 4 R	17/00	3 3 O H
			H O 4 R	17/00	3 3 2 A

請求項の数 11 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-58866 (P2013-58866)	(73) 特許権者	594164542 東芝メディカルシステムズ株式会社
(22) 出願日	平成25年3月21日 (2013. 3. 21)		栃木県大田原市下石上1 3 8 5番地
(65) 公開番号	特開2014-183858 (P2014-183858A)	(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
(43) 公開日	平成26年10月2日 (2014. 10. 2)	(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
審査請求日	平成28年1月8日 (2016. 1. 8)	(74) 代理人	100086683 弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100103034 弁理士 野河 信久
		(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100153051 弁理士 河野 直樹
			最終頁に続く