

(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2017-63383

(P2017-63383A)

(43) 公開日 平成29年3月30日(2017.3.30)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
H04R	17/00		H04R	17/00	332B	4C601
A61B	8/14		A61B	8/14		5D019
			H04R	17/00	330K	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2015-188718 (P2015-188718)	(71) 出願人	594164542
(22) 出願日	平成27年9月25日 (2015. 9. 25)		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1385番地
		(74) 代理人	110001771
			特許業務法人虎ノ門知的財産事務所
		(72) 発明者	尾名 康裕
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	四方 浩之
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	手塚 智
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内

最終頁に続く

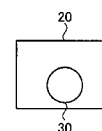
(54) 【発明の名称】 超音波プローブ

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 S / N 比の低下を抑制することができる超音波プローブを提供する。

【解決手段】 超音波プローブは、超音波振動子 20 と、フレキシブル基板とを備える。超音波振動子は、超音波が放射される第 1 の面と、第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する。フレキシブル基板は、第 2 の面側に設けられ、空洞 30 が形成される。

【選択図】 図 3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波が放射される第 1 の面と、前記第 1 の面とは反対側の第 2 の面とを有する超音波振動子と、

前記第 2 の面側に設けられ、空洞が形成されたフレキシブル基板と、
を備える、超音波プローブ。

【請求項 2】

前記空洞は、前記フレキシブル基板の厚み方向の中心よりも前記超音波振動子側に形成されている、請求項 1 に記載の超音波プローブ。

【請求項 3】

前記空洞の大きさは、前記第 1 の面から放射される超音波の波長に応じた大きさである、請求項 1 又は 2 に記載の超音波プローブ。

【請求項 4】

前記超音波振動子が複数配列され、

前記フレキシブル基板は、複数の前記超音波振動子のそれぞれに対応する前記空洞が少なくとも 1 つは形成されている、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 つに記載の超音波プローブ。

【請求項 5】

1 つの前記空洞が、複数の前記超音波振動子に対応して形成されている、請求項 4 に記載の超音波プローブ。

【請求項 6】

前記超音波振動子の前記第 2 の面と前記フレキシブル基板とを接続する電極に接続された信号線が、前記フレキシブル基板の前記超音波振動子側の面とは反対側の面に引き出されて、当該信号線に、前記超音波振動子を駆動させて当該超音波振動子から超音波を放射させる回路が接続される、請求項 4 又は 5 に記載の超音波プローブ。

【請求項 7】

前記超音波振動子の前記第 2 の面と前記フレキシブル基板とを接続する電極に接続された信号線が、前記フレキシブル基板の端部に引き出されて、当該信号線に、前記超音波振動子を駆動させて当該超音波振動子から超音波を放射させる回路が接続される、請求項 4 又は 5 に記載の超音波プローブ。

【請求項 8】

前記複数の超音波振動子が、湾曲面上に配列されている、請求項 7 に記載の超音波プローブ。

【請求項 9】

前記複数の超音波振動子が、二次元状に配列されている、請求項 4 ～ 8 のいずれか 1 つ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】**

超音波診断装置は、被検体内を超音波で走査することにより被検体内からの反射波を受信し、受信した反射波に基づいて、被検体の内部状態を画像化した超音波画像を生成する。例えば、超音波診断装置は、超音波プローブから被検体内に超音波を送信し、被検体内部で音響インピーダンスの不整合によって生じる反射波を超音波プローブで受信し、超音波プローブが受信した反射波に基づいて、超音波画像を生成する。

【0003】

超音波診断装置等において用いられる超音波プローブとしては、例えば、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、この

10

20

30

40

50

二次元アレイプローブによって、被検体の診断対象部位に対する三次元走査が可能となっている。

【 0 0 0 4 】

二次元アレイプローブは、チャンネル数が多い。このため、二次元アレイプローブでは、複数のチャンネルを1つのサブアレイとし、サブアレイごとに信号をまとめてケーブルの数を少なくするためのIC (Integrated Circuit) が組み込まれている。ICは、例えば、ASIC (Application Specific Integrated Circuit) であり、整相加算によりサブアレイごとの信号をまとめる(サブ整相加算処理)。

【 0 0 0 5 】

このICと超音波振動子とを接続する方法として、ICの直上に超音波振動子を直接形成する方法、ICのピッチ(間隔)と、超音波振動子のピッチとの違いを吸収するための基板(インターポーザー基板; 以下、IP基板と略記する)を、ICと超音波振動子との間に挿入する方法、フレキシブル基板(FPC (Flexible Printed Circuits))によりICと超音波振動子とを接続する方法などがある。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開平 5 - 1 2 3 3 1 7 号 公 報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 4 - 1 8 3 8 5 8 号 公 報

【 特許文献 3 】 特開 2 0 1 4 - 2 2 6 4 3 1 号 公 報

20

【 特許文献 4 】 特開 2 0 1 4 - 0 0 0 1 2 2 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明が解決しようとする課題は、S / N 比の低下を抑制することができる超音波プローブを提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

実施形態の超音波プローブは、超音波振動子と、フレキシブル基板とを備える。超音波振動子は、超音波が放射される第1の面と、第1の面とは反対側の第2の面とを有する。フレキシブル基板は、第2の面側に設けられ、空洞が形成されている。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 図 1 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の構成を説明するための図である。

【 図 2 】 図 2 は、第 1 の実施形態に係る超音波プローブが有する超音波探触子の断面図の一部である。

【 図 3 】 図 3 は、超音波振動子の面積、及び、空洞の面積の一例について説明するための図である。

【 図 4 】 図 4 は、超音波探触子のモデルの一例を示す図である。

40

【 図 5 A 】 図 5 A は、シミュレーション結果の一例を示す図である。

【 図 5 B 】 図 5 B は、シミュレーション結果の一例を示す図である。

【 図 5 C 】 図 5 C は、シミュレーション結果の一例を示す図である。

【 図 5 D 】 図 5 D は、シミュレーション結果の一例を示す図である。

【 図 6 A 】 図 6 A は、第 1 の実施形態に係るフレキシブル基板の製造方法の一例について説明するための図である。

【 図 6 B 】 図 6 B は、第 1 の実施形態に係るフレキシブル基板の製造方法の一例について説明するための図である。

【 図 7 】 図 7 は、第 2 の実施形態に係る超音波プローブが有する超音波探触子の断面図の一部である。

50

【図 8】図 8 は、銅、及び、銅に接続された銅を音響放射面側から見た場合の形状を示す図である。

【図 9】図 9 は、第 2 の実施形態に係るフレキシブル基板の平面図である。

【図 10 A】図 10 A は、第 2 の実施形態に係る超音波探触子の外観の模式図である。

【図 10 B】図 10 B は、第 2 の実施形態に係る超音波探触子の断面図である。

【図 11 A】図 11 A は、1 つ目のバリエーションを説明するための図である。

【図 11 B】図 11 B は、2 つ目のバリエーションを説明するための図である。

【図 11 C】図 11 C は、3 つ目のバリエーションを説明するための図である。

【図 11 D】図 11 D は、4 つ目のバリエーションを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0010】

以下、添付図面を参照して、超音波プローブの各実施形態を詳細に説明する。

【0011】

(第 1 の実施形態)

まず、第 1 の実施形態に係る超音波プローブが適用された超音波診断装置の構成について説明する。図 1 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 100 の構成を説明するための図である。図 1 に示すように、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 100 は、超音波プローブ 1 と、モニタ 2 と、入力装置 3 と、装置本体 10 とを有する。

【0012】

超音波プローブ 1 は、超音波を送信するとともに反射波を受信する超音波探触子（超音波トランスデューサー）を有する。超音波探触子は、複数の超音波振動子を有する。複数の超音波振動子は、後述する装置本体 10 が有する送受信回路 11 から供給される駆動信号に基づき超音波を発生する。そして、複数の超音波振動子は、被検体 P からの反射波を受信して、受信した反射波を電気信号に変換する。超音波プローブ 1 は、装置本体 10 と着脱自在に接続される。

20

【0013】

超音波プローブ 1 から被検体 P に超音波が送信されると、送信された超音波は、被検体 P の体内組織における音響インピーダンスの不連続面で次々と反射され、反射波として超音波プローブ 1 が有する複数の超音波振動子にて受信される。反射波は、当該反射波を受信した超音波振動子で電気信号である反射波信号に変換される。反射波信号の振幅は、超音波が反射される不連続面における音響インピーダンスの差に依存する。なお、送信された超音波パルスが、移動している血流や心臓壁等の表面で反射された場合の反射波信号は、ドプラ効果により、移動体の超音波送信方向に対する速度成分に依存して、周波数偏移を受ける。

30

【0014】

第 1 の実施形態では、超音波プローブ 1 が、2 次元状に超音波振動子が配列されたりニア型の超音波プローブである場合について説明する。

【0015】

モニタ 2 は、超音波診断装置 100 の操作者が入力装置 3 を用いて各種設定要求を入力するための GUI (Graphical User Interface) を表示したり、装置本体 10 において生成された超音波画像等を表示したりする。

40

【0016】

入力装置 3 は、トラックボール、スイッチ、ダイヤル、タッチコマンドスクリーン等を有する。入力装置 3 は、超音波診断装置 100 の操作者からの各種設定要求を受け付け、装置本体 10 に対して、受け付けた各種設定要求を転送する。例えば、入力装置 3 は、超音波プローブ 1 を制御するための各種設定要求を受け付けて、制御回路 17 に転送する。

【0017】

装置本体 10 は、超音波プローブ 1 による超音波の送受信を制御して、超音波プローブ 1 が受信した反射波に基づいて超音波画像を生成する装置である。装置本体 10 は、図 1 に示すように、送受信回路 11 と、B モード処理回路 12 と、ドプラ処理回路 13 と、画

50

像生成回路 14 と、画像記憶回路 15 と、内部記憶回路 16 と、制御回路 17 とを有する。

【0018】

送受信回路 11 は、トリガ発生回路、遅延回路およびパルサ回路等を有し、超音波プローブ 1 に駆動信号を供給する。パルサ回路は、所定のレート周波数で、送信超音波を形成するためのレートパルスを繰り返し発生する。また、遅延回路は、超音波プローブ 1 から発生される超音波をビーム状に集束して送信指向性を決定するために必要な超音波振動子ごとの遅延時間を、パルサ回路が発生する各レートパルスに対し与える。また、トリガ発生回路は、レートパルスに基づくタイミングで、超音波プローブ 1 に駆動信号（駆動パルス）を印加する。すなわち、遅延回路は、各レートパルスに対し与える遅延時間を変化させることで、超音波振動子面からの送信方向を任意に調整する。

10

【0019】

また、送受信回路 11 は、後述する制御回路 17 の指示に基づいて、所定のスキャンシーケンスを実行するために、送信周波数、送信駆動電圧等を瞬時に変更可能な機能を有している。特に、送信駆動電圧の変更は、瞬間にその値を切り替え可能なりニアンプ型の発信回路、または、複数の電源ユニットを電氣的に切り替える機構によって実現される。

【0020】

また、送受信回路 11 は、アンプ回路、A/D変換器、加算器等を有し、超音波プローブ 1 において発生した反射波信号に対して各種処理を行なって反射波データを生成する。アンプ回路は、反射波信号をチャンネルごとに増幅してゲイン補正処理を行なう。A/D変換器は、ゲイン補正された反射波信号を A/D 変換し、デジタルデータに受信指向性を決定するのに必要な遅延時間を与える。加算器は、A/D 変換器によって処理された反射波信号の加算処理を行なって反射波データを生成する。加算器の加算処理により、反射波信号の受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調される。このように、送受信回路 11 は、超音波の送受信における送信指向性と受信指向性とを制御する。

20

【0021】

Bモード処理回路 12 は、送受信回路 11 から反射波データを受信し、対数増幅、包絡線検波処理等を行なって、信号強度が輝度の明るさで表現されるデータ（Bモードデータ）を生成するプロセッサである。

【0022】

ドブラ処理回路 13 は、送受信回路 11 から受信した反射波データから速度情報を周波数解析し、ドブラ効果による血流や組織、造影剤エコー成分を抽出し、平均速度、分散、パワー等の移動体情報を多点について抽出したデータ（ドブラデータ）を生成するプロセッサである。

30

【0023】

画像生成回路 14 は、Bモード処理回路 12 及びドブラ処理回路 13 が生成したデータから超音波画像を生成するプロセッサである。すなわち、画像生成回路 14 は、Bモード処理回路 12 が生成した Bモードデータから反射波の強度を輝度にて表した Bモード画像を生成する。また、画像生成回路 14 は、ドブラ処理回路 13 が生成したドブラデータから移動体情報を表す平均速度画像、分散画像、パワー画像、又は、これらの組み合わせ画像としてのカラードブラ画像を生成する。

40

【0024】

画像記憶回路 15 は、画像生成回路 14 が生成した超音波画像を記憶するメモリである。また、画像記憶回路 15 は、Bモード処理回路 12 やドブラ処理回路 13 が生成したデータを記憶することも可能である。画像記憶回路 15 は、例えば、RAM（Random Access Memory）、フラッシュメモリ等の半導体メモリ素子、ハードディスク、光ディスク等により実現される。

【0025】

内部記憶回路 16 は、超音波送受信、画像処理及び表示処理を行なうためのプログラムや、診断情報（例えば、患者 ID、医師の所見等）や、診断プロトコルや各種ボディーマ

50

ーク等の各種データを記憶する。また、内部記憶回路 16 は、必要に応じて、画像記憶回路 15 が記憶する画像の保管等にも使用される。内部記憶回路 16 は、例えば、RAM、フラッシュメモリ等の半導体メモリ素子、ハードディスク、光ディスク等により実現される。

【0026】

制御回路 17 は、情報処理装置（計算機）としての機能を実現する制御プロセッサであり、超音波診断装置 100 の処理全体を制御する。具体的には、制御回路 17 は、入力装置 3 を介して操作者から入力された各種設定要求や、内部記憶回路 16 から読込んだ各種制御プログラム及び各種データに基づき、送受信回路 11、Bモード処理回路 12、ドブラ処理回路 13 及び画像生成回路 14 の処理を制御する。また、制御回路 17 は、画像記憶回路 15 が記憶する超音波画像や、内部記憶回路 16 が記憶する各種画像、又は、画像生成回路 14 による処理を行なうための GUI、画像生成回路 14 の処理結果等をモニター 2 にて表示するように制御する。

【0027】

上記説明において用いた「プロセッサ」という文言は、例えば、CPU (central process unit)、GPU (Graphics Processing Unit)、或いは、特定用途向け集積回路 (Application Specific Integrated Circuit: ASIC)、プログラマブル論理デバイス（例えば、単純プログラマブル論理デバイス (Simple Programmable Logic Device: SPLD)、複合プログラマブル論理デバイス (Complex Programmable Logic Device: CPLD)、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ (Field Programmable Gate Array: FPG A)) 等の回路を意味する。なお、内部記憶回路 16 にプログラムを保存する代わりに、プロセッサの回路内にプログラムを直接組み込むように構成しても構わない。この場合、プロセッサは回路内に組み込まれたプログラムを読み出し実行することで機能を実現する。

【0028】

以上、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 100 の全体構成について説明した。かかる構成のもと、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 100 に適用された超音波プローブ 1 は、詳細を以下に説明するように、S/N 比の低下を抑制することができる。

【0029】

次に、図 2 を参照して、第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 が有する超音波探触子の構成の一例について説明する。図 2 は、第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 が有する超音波探触子の断面図の一部である。

【0030】

図 2 に示すように、超音波探触子は、複数の超音波振動子 20 と、フレキシブル基板 (FPC (Flexible Printed Circuits)) 42 と、IP 基板 43 とを有する。

【0031】

複数の超音波振動子 20 は、2 次元状に配列されている。超音波振動子 20 は、音響整合層 21 と、圧電体 22 と、中間層 23 とを有する。

【0032】

音響整合層 21 は、少なくとも 1 層以上の音響整合層を含む。音響整合層 21 は、圧電体 22 から放射される超音波が効率よく被検体 P 内に入射されるように、圧電体 22 と被検体 P との間の音響インピーダンスの不整合を緩和する。音響整合層 21 は、圧電体 22 の音響放射面 (圧電体 22 の超音波を放射する面) 側に設けられている。

【0033】

圧電体 22 は、圧電性を有する。例えば、圧電体 22 は、PZT (チタン酸ジルコン酸鉛 / Pb (Zr, Ti) O₃)、PMN-PT (マグネシウムニオブ酸鉛 - チタン酸鉛 / Pb (Mg_{1/3}Nb_{2/3}) O₃ - PbTiO₃) 等の圧電素子である。

【0034】

圧電体 22 は、後述の IP 基板 43 に接続された駆動回路からの駆動信号によって駆動されて、音響放射面から超音波を放射する。また、圧電体 22 は、反射波を受信すると、

10

20

30

40

50

受信した反射波を反射波信号（電圧信号）に変換し、変換した反射波信号を中間層 2 3 を介して電極パッド 2 5 に出力する。圧電体 2 2 の音響放射面とは反対側には、中間層 2 3 が設けられている。

【0035】

中間層 2 3 は、圧電体 2 2 よりも十分に高い音響インピーダンスをもつように選定する。そのため、フレキシブル基板 4 2 の超音波振動子 2 0 の振動特性への影響をおさえることができる。

【0036】

中間層 2 3 は、超音波振動子 2 0 の底部であり、超音波振動子 2 0 が配列される土台となるフレキシブル基板 4 2 上に形成された電極パッド 2 5 に、電氣的及び音響的に接続されている。

10

【0037】

電極パッド 2 5 は、超音波振動子 2 0 の超音波が放射される面とは反対側の面と、フレキシブル基板 4 2 とを接続する電極である。電極パッド 2 5 から延びる信号線は、スルーホールなどのフレキシブル基板 4 2 内配線によって、電極パッド 2 5 の直下から引き出される。

【0038】

中間層 2 3 とフレキシブル基板 4 2 とは接着樹脂 2 4 により接着される。本実施形態に係るフレキシブル基板 4 2 は、いわゆるフレキシブル基板が積層化された基板である。フレキシブル基板 4 2 には、フレキシブル基板 3 6 と、フレキシブル基板 3 3 と、フレキシブル基板 2 9 と、フレキシブル基板 2 6 とが、この順で積層されている。

20

【0039】

フレキシブル基板 2 6 は、絶縁基材として、例えば、ポリイミドが用いられた基板である。図 2 に示すように、フレキシブル基板 2 6 の厚み L_1 は、超音波振動子 2 0 の音響放射面から放射される超音波の中心周波数から算定する波長を λ とすると、例えば、 $\lambda / 6$ 以上 $\lambda / 10$ 以下程度である。例えば、超音波振動子 2 0 の音響放射面から放射される超音波がフレキシブル基板 2 6 内を伝わる際の音速が 2200 m/s であり、中心周波数が 4 MHz である場合には、厚み L_1 は、 $10 \mu\text{m} \sim 50 \mu\text{m}$ 程度である。厚み L_1 が大きすぎると、そもそも後述する空洞 3 0 による効果が薄れてしまうからである。図 2 の例に示すように、フレキシブル基板 2 6 には、超音波振動子 2 0 のピッチで、スルーホールにより電極パッド 2 5 が形成されている。

30

【0040】

フレキシブル基板 2 6 と、フレキシブル基板 2 9 とは、接着樹脂 2 8 により接着される。フレキシブル基板 2 9 は、所定の厚みを有する片面フレキシブル基板である。フレキシブル基板 2 9 は、例えば、片面に銅が形成されたフレキシブル基板である。このフレキシブル基板 2 9 は、絶縁基材として、例えば、ポリイミドが用いられている。超音波振動子 2 0 の直下の部分には、銅メッキにより内面がメッキされた空洞 3 0 が存在し、そのメッキ銅 2 7 は、メッキ工程において電極パッド 2 5 に接続される。なお、ここでいうメッキ銅とは、銅メッキにより形成された銅の薄膜を指す。以下の説明では、メッキ銅 2 7 を単に銅 2 7 と表記する。

40

【0041】

そして、超音波振動子 2 0 ごとに、銅 2 7 と、銅 2 7 に接着されたフレキシブル基板 3 3 とによって空洞 3 0 が、超音波振動子 2 0 の直下に形成される。すなわち、複数の超音波振動子 2 0 のそれぞれに対応する空洞 3 0 が形成される。符号 3 1 は、フレキシブル基板 2 9 とフレキシブル基板 3 3 を接着するために使用される接着剤を指す。空洞 3 0 は、超音波振動子 2 0 から背面側に放射される超音波を遮断する機能を有する。また、空洞 3 0 は、この超音波を散乱させる機能も有する。なお、ここでいう背面とは、超音波振動子 2 0 の音響放射面とは反対側の面を指す。

【0042】

ここで、超音波振動子から背面側に放射される超音波が、フレキシブル基板を介して、

50

IP基板やIP基板に接続された、駆動回路としての機能を有するASICなどが形成されたシリコン単結晶基板である駆動回路基板に放射された場合について説明する。この場合には、IP基板や駆動回路基板は、音響的な特性（音響減衰特性）については考慮されずに製造されているため、IP基板や駆動回路基板に放射された超音波によるIP基板や駆動回路基板の振動は、長時間にわたり継続される。そして、IP基板や駆動回路基板の振動は、長時間にわたりフレキシブル基板を介して超音波振動子に伝搬する。振動により超音波振動子の音響ノイズが増加し、S/N比が低くなる。すなわち、S/N比が悪くなる。

【0043】

一方、本実施形態に係る超音波プローブ1によれば、上述したように、IP基板43やIP基板43に接続された駆動回路基板へ向かう超音波を空洞30により遮断したり、散乱したりする。したがって、超音波によるIP基板43や駆動回路基板の振動の発生が抑制される。IP基板43や駆動回路基板の振動の発生が抑制されると、超音波振動子20に伝搬される振動の発生も抑制される。超音波振動子20に伝搬される振動の発生が抑制されると、振動による超音波振動子20の音響ノイズの増加が抑制される。すなわち、本実施形態に係る超音波プローブ1によれば、S/N比の低下を抑制することができる。

【0044】

ここで、空洞30の厚みTHは、ある程度大きいほうがよい。空洞30の厚みTHが極端に薄いと、かえって不要な振動の発生の要因となり得る。例えば、空洞の厚みTHは、 $\lambda/60$ 以上である。例えば、超音波振動子20の音響放射面から放射される超音波がフレキシブル基板42内を伝わる際の音速が2200m/sであり、中心周波数が4MHzである場合には、厚みTHは、10 μ m以上である。このように、空洞30の大きさは、 λ に応じた大きさとなる。

【0045】

フレキシブル基板29と、フレキシブル基板33とは、接着樹脂31により接着される。フレキシブル基板33は、フレキシブル基板29と同様の片面フレキシブル基板である。このフレキシブル基板33は、絶縁基材として、例えば、ポリイミドが用いられている。空洞30の脇の、銅27の直下には、銅メッキにより、銅34が形成されている。銅34は、銅27に接続されている。

【0046】

フレキシブル基板33と、フレキシブル基板36とは、接着樹脂35により接着される。フレキシブル基板36は、フレキシブル基板29やフレキシブル基板33と同様の片面フレキシブル基板である。このフレキシブル基板36は、絶縁基材として、例えば、ポリイミドが用いられている。フレキシブル基板36の超音波振動子20の直下の部分には、銅メッキにより、銅37が形成されている。銅37は、銅34に接続されている。銅37は、後述する金パンプ39を介して、IP基板43の後述する表面電極40と接続される。このように、銅37は、背面側の電極としての機能を有するため、背面電極とも称される。そこで、以下、銅37を背面電極37と表記する。

【0047】

IP基板43は、基板41を有する。フレキシブル基板42の背面電極37に対向する基板41の位置には、表面電極40が形成されている。背面電極37と表面電極40とは、金パンプ39によって電氣的に接続される。なお、背面電極37と表面電極40との接続方法は、金パンプ39に限られない。背面電極37と表面電極40とは、導電性接着剤などにより接続されてもよい。

【0048】

IP基板43の表面電極40に接続された信号線は、上述したASICにより実現される駆動回路と接続される。駆動回路は、超音波振動子20と各種の信号の送受信を行う。例えば、駆動回路は、装置本体10から送信された駆動信号を受信すると、受信した駆動信号を、IP基板43の信号線及び表面電極40、金パンプ39、並びに、フレキシブル基板42の背面電極37、銅34、銅27及び電極パッド25を介して、駆動対象の超音

10

20

30

40

50

波振動子 20 に対して送信する。すなわち、駆動回路は、超音波送信用の駆動信号を超音波振動子 20 に供給する。これにより、超音波振動子 20 が駆動されて超音波が放射される。ここで、背面電極 37、銅 34 及び銅 27 は、電極パッド 25 に接続された信号線を構成する。

【0049】

また、駆動回路は、複数の超音波振動子 20 から出力された反射波信号を、電極パッド 25、電極パッド 25 に接続された信号線（背面電極 37、銅 34 及び銅 27 により構成される信号線）、金パンプ 39、表面電極 40、及び、表面電極 40 に接続された信号線を介して受信すると、受信した反射波信号に対して公知の整相加算処理を施して、整相加算処理が施された反射波信号を装置本体 10 の送受信回路 11 に送信する。

10

【0050】

ここで、空洞 30 の背面側の面からフレキシブル基板 42 の背面までの厚さ L_3 と、空洞 30 の超音波振動子 20 側の面からフレキシブル基板 42 の超音波振動子 20 側の面までの厚さ L_2 との関係について説明する。例えば、厚さ L_3 は、 $\lambda / 10$ 以上である。例えば、超音波振動子 20 の音響放射面から放射される超音波がフレキシブル基板 42 内を伝わる際の音速が 2200 m/s であり、中心周波数が 4 MHz である場合には、厚さ L_3 は、 $50 \mu\text{m}$ 以上である。また、厚さ L_3 は、厚さ L_2 よりも大きい。すなわち、空洞 30 は、フレキシブル基板 42 の厚み方向の中心よりも超音波振動子 20 側に形成される。これにより、フレキシブル基板 42 が、ある程度以上の機械的強度を有することとなる。

20

【0051】

次に、本実施形態に係る超音波プローブ 1 の超音波振動子 20 の面積に対する空洞 30 の面積の割合の一例について説明する。図 3 は、超音波振動子 20 の面積、及び、空洞 30 の面積の一例について説明するための図である。図 4 は、超音波探触子のモデルの一例を示す図である。ここで、超音波振動子 20 の面積とは、図 3 の例に示すように、音響放射面側から見たときの超音波振動子 20 の外形によって定まる面積を指し、また、空洞 30 の面積とは、同様に、音響放射面側から見たときの空洞 30 の外形によって定まる面積を指す。

【0052】

まず、図 4 の例に示す超音波探触子のモデルについて説明すると、このモデルは、超音波振動子のモデル 51 と、フレキシブル基板のモデル 52 と、IP 基板のモデル 53 とを有する。超音波振動子のモデル 51 の音響放射面側には、GND 引き出し電極層および音響レンズ等のモデル 50 が設けられている。また、フレキシブル基板のモデル 52 と、IP 基板のモデル 53 とは、背面電極のモデル 37a、金パンプのモデル 39a 及び 40a を介して接続されている。なお、図 4 の例に示すモデルでは、IP 基板の表面電極のモデルは省略している。

30

【0053】

超音波振動子のモデル 51 は、音響整合層のモデル 21a と、圧電体のモデル 22a と、中間層のモデル 23a とを有する。また、フレキシブル基板のモデル 52 は、空洞 30a が形成されたモデルである。

40

【0054】

図 4 の例に示す超音波探触子のモデルを用いて、超音波振動子のモデル 51 の面積に対する空洞のモデル 30a の面積の割合を様々に変えながら、IP 基板のモデル 53 に伝搬する振動のエネルギーを計算するシミュレーションを行ったところ、超音波振動子のモデル 51 の面積に対する空洞のモデル 30a の面積の割合が $0.1 (10\%)$ 未満では、IP 基板のモデル 53 に伝搬する振動のエネルギーは、超音波振動子のモデル 51 の面積に対する空洞のモデル 30a の面積の割合が $0 (0\%)$ の場合とほぼ変わらなかった。

【0055】

一方で、超音波振動子のモデル 51 の面積に対する空洞のモデル 30a の面積の割合が $0.1 (10\%)$ 以上になると、超音波振動子のモデル 51 の面積に対する空洞のモデル

50

30 a の面積の割合が 0 (0 %) の場合よりも、I P 基板のモデル 5 3 に伝搬する振動のエネルギーの減少が有意に見え始め、超音波振動子のモデル 5 1 の面積に対する空洞のモデル 30 a の面積の割合が 0 . 4 (40 %) 以上になると、さらに減少する結果であった。したがって、このシミュレーションからは、超音波振動子 20 の面積に対する空洞 30 の面積の割合は、0 . 1 (10 %) 以上が好ましく、さらに、0 . 4 (40 %) 以上が特に好ましいことが分かる。

【 0 0 5 6 】

図 5 A ~ 図 5 D は、このシミュレーション結果の一例である。

【 0 0 5 7 】

図 5 A は、超音波振動子のモデル 5 1 の 1 素子における方位方向の幅が $160\ \mu\text{m}$ であり、1 つの空洞のモデル 30 a の方位方向の幅が 0、すなわち、空洞がない場合のシミュレーション結果の一例を示す図である。図 5 A の例において、横軸は時間 ($10\ [\text{マイクロ秒}]$) を表し、縦軸は、音圧 ($10^4\ [\text{Pa}]$) を表す。図 5 A の例に示すように、音圧は、最大 $4.00 \times 10^4\ [\text{Pa}]$ となる。

10

【 0 0 5 8 】

図 5 B は、超音波振動子のモデル 5 1 の 1 素子における方位方向の幅が $160\ \mu\text{m}$ であり、1 つの空洞モデル 30 a の方位方向の幅が $50\ \mu\text{m}$ である場合のシミュレーション結果の一例を示す図である。図 5 B の例において、横軸は時間 ($10\ [\text{マイクロ秒}]$) を表し、縦軸は、音圧 ($10^4\ [\text{Pa}]$) を表す。図 5 B の例に示すように、音圧は、最大 $1.5 \times 10^4\ [\text{Pa}]$ となる。よって、図 5 B に示すシミュレーション結果から、空洞 30 の方位方向の幅が、超音波振動子 20 の方位方向の幅の 3 分の 1 程度になると、音圧が半分程度になる。なお、音響エネルギーとしては、この 2 乗のオーダーで低減する。

20

【 0 0 5 9 】

図 5 C は、超音波振動子のモデル 5 1 の 1 素子における方位方向の幅が $160\ \mu\text{m}$ であり、1 つの空洞モデル 30 a の方位方向の幅が $100\ \mu\text{m}$ である場合のシミュレーション結果の一例を示す図である。図 5 C の例において、横軸は時間 ($10\ [\text{マイクロ秒}]$) を表し、縦軸は、音圧 ($10^4\ [\text{Pa}]$) を表す。図 5 C の例に示すように、音圧は、最大 $1.0 \times 10^4\ [\text{Pa}]$ となる。よって、図 5 C に示すシミュレーション結果から、空洞 30 の方位方向の幅が、超音波振動子 20 の方位方向の幅の 8 分の 5 程度になると、音圧が 4 分の 1 程度になる。

30

【 0 0 6 0 】

図 5 D は、超音波振動子のモデル 5 1 の 1 素子における方位方向の幅が $160\ \mu\text{m}$ であり、1 つの空洞モデル 30 a の方位方向の幅が $160\ \mu\text{m}$ である場合のシミュレーション結果の一例を示す図である。図 5 D の例において、横軸は時間 ($10\ [\text{マイクロ秒}]$) を表し、縦軸は、図 5 A ~ 図 5 C とは異なり、音圧 ($10^3\ [\text{Pa}]$) を表す。図 5 D の例に示すように、音圧は、最大 $4.0 \times 10^3\ [\text{Pa}]$ となる。よって、図 5 D に示すシミュレーション結果から、空洞 30 の方位方向の幅が、超音波振動子 20 の方位方向と同程度になると、音圧が 10 分の 1 程度になる。

【 0 0 6 1 】

次に、図 6 A 及び図 6 B を参照して、第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 のフレキシブル基板 42 の製造方法の一例について説明する。図 6 A 及び図 6 B は、第 1 の実施形態に係るフレキシブル基板 42 の製造方法の一例について説明するための図である。

40

【 0 0 6 2 】

図 6 A の例に示すように、工程 1 では、フレキシブル基板 26 に、超音波振動子 20 のピッチで、スルーホールにより電極パッド 25 を形成する。ここで、電極パッド 25 の背面側の部分は、銅 27 と接続されるランドとなる。そして、工程 2 では、電極パッド 25 が形成されたフレキシブル基板 26 と、フレキシブル基板 29 とを、接着樹脂 28 により接着する。なお、フレキシブル基板 26 は、片面に銅 29 a が形成された片面フレキシブル基板である。

【 0 0 6 3 】

50

そして、工程 3 では、電極パッド 2 5 の直下の銅 2 9 a の部分を除去する。そして、工程 4 では、レーザーなどで、上述した電極パッド 2 5 のランドまで穴をあけて、仮に、銅メッキにより銅が形成された場合に、形成された銅が、確実に電極パッド 2 5 と導通するように、レーザーなどで領域を確保する。

【 0 0 6 4 】

そして、工程 5 では、ポリイミドエッチングを行い、空洞が形成される領域のポリイミドを排除する。そして、工程 6 では、銅メッキを行って、電極パッド 2 5 と接続し、かつ、銅 2 9 a を覆うように、銅 2 7 を形成する。

【 0 0 6 5 】

そして、工程 7 では、片面に銅 3 3 a が形成されたフレキシブル基板 3 3 の銅 3 3 a が形成された面とは逆側の面に、接着樹脂 3 1 を設ける。そして、工程 8 では、フレキシブル基板 2 9 と、フレキシブル基板 3 3 とを、接着樹脂 3 1 により接着する。この結果、銅 2 7 とフレキシブル基板 3 3 とによって空洞 3 0 が、超音波振動子 2 0 の直下に形成される。

10

【 0 0 6 6 】

そして、図 6 B の例に示すように、工程 9 では、空洞 3 0 の脇の銅 2 7 の直下の銅 3 3 a の部分などをエッチングし、スルーホール領域を作成する。そして、工程 1 0 では、空洞 3 0 の脇に形成した銅 2 7 のランドまで、レーザーなどで穴をあける。

【 0 0 6 7 】

そして、工程 1 1 では、銅メッキを行って、銅 2 7 と接続し、かつ、銅 3 3 a を覆うように銅 3 4 を形成する。そして、工程 1 2 では、フレキシブル基板 3 3 と、片面に銅 3 6 a が形成されたフレキシブル基板 3 6 の銅 3 6 a が形成された面とは逆側の面とを接着樹脂 3 5 により接着する。

20

【 0 0 6 8 】

そして、工程 1 3 では、電極パッド 2 5 の直下の銅 3 6 a の部分などをエッチングし、スルーホール領域を作成する。そして、工程 1 4 では、レーザーなどでポリイミドを除去し、銅 3 4 のランドまでの穴をあける。そして、工程 1 5 では、銅メッキを行って、銅 3 4 と接続し、かつ、銅 3 6 a を覆うように背面電極 3 7 を形成する。

【 0 0 6 9 】

ここで、例えば、超音波探触子において、フレキシブル基板に空洞を形成するのではなく、各超音波振動子を基板から浮かせるように、超音波振動子間に設けられた高分子材料が超音波振動子を保持するようなことが考えられる。これにより、超音波振動子と基板との間に空隙ができる。しかしながら、この場合には、高分子材料が、超音波振動子間のクロストークの発生の原因となり得る。そのため、超音波ビームの指向性が劣化する。

30

【 0 0 7 0 】

また、このような超音波探触子の製造方法について考えられる一例を説明する。例えば、振動子板に形成した電極層に対して樹脂板を張り付け、振動子板と電極層を貫いて樹脂板に到達する深さまでマトリクス状に切り込んで、溝を形成する。この結果、超音波振動子と電極層が完全に切断され、2次元に配列された超音波振動子と電極層とが形成される。そして、溝に、高分子材料を充填する。そして、超音波振動子、電極層及び高分子材料から構成されるアセンブリから樹脂板を剥離し、樹脂板が剥離されたアセンブリにおける高分子材料を基板に接続する。これにより、超音波振動子が基板から浮くように、高分子材料が超音波振動子を保持する。しかしながら、このような製造方法では、上述のアセンブリから樹脂板を剥離するなどの実現が困難な工程が存在するため、簡易に超音波探触子を製造することができない。

40

【 0 0 7 1 】

一方、本実施形態に係る超音波プローブ 1 によれば、超音波振動子 2 0 を支えるフレキシブル基板 4 2 内に空洞 3 0 を形成するので、超音波振動子 2 0 間には、高分子材料が充填されることなく、隙間が形成される。そのため、超音波振動子 2 0 間のクロストークの発生が抑制される。よって、本実施形態に係る超音波プローブ 1 によれば、超音波ビーム

50

の指向性の劣化を抑制しつつ、S / N 比の低下を抑制することができる。

【 0 0 7 2 】

また、本実施形態によれば、空洞 3 0 が形成されたフレキシブル基板 4 2 上に、電極層が形成された振動子板を張り付け、振動子板及び電極層をマトリクス状に切り込むだけで、樹脂板を剥離するなどの実現が困難な工程を行うことなく、超音波探触子を製造することができる。

【 0 0 7 3 】

以上、第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 について説明した。第 1 の実施形態に係る超音波プローブ 1 によれば、上述したように、空洞 3 0 により、S / N 比の低下を抑制することができる。

【 0 0 7 4 】

(第 2 の実施形態)

ここで、第 1 の実施形態では、超音波プローブ 1 が、2 次元状に超音波振動子が配列されたリニア型の超音波プローブである場合について説明した。しかしながら、超音波プローブは、これに限られない。例えば、超音波プローブは、2 次元状に超音波振動子が配列されたコンベックス型の超音波プローブであってもよい。そこで、超音波プローブが、2 次元状に超音波振動子が配列されたコンベックス型の超音波プローブである実施形態を、第 2 の実施形態として説明する。以下、第 1 の実施形態と同様の構成については、同一の符号を付して説明を省略する場合がある。

【 0 0 7 5 】

図 7 を参照して、第 2 の実施形態に係る超音波プローブが有する超音波探触子の構成の一例について説明する。図 7 は、第 2 の実施形態に係る超音波プローブが有する超音波探触子の断面図の一部である。フレキシブル基板 7 0 は、フレキシブル基板 2 6 と、フレキシブル基板 2 9 と、フレキシブル基板 3 3 と、フレキシブル基板 3 6 とを有する。

【 0 0 7 6 】

図 7 の例において、超音波振動子 2 0 、音響整合層 2 1 、圧電体 2 2 、中間層 2 3 、接着樹脂 2 4 、電極パッド 2 5 、フレキシブル基板 2 6 、銅 2 7 、接着樹脂 2 8 、フレキシブル基板 2 9 、空洞 3 0 、接着樹脂 3 1 、フレキシブル基板 3 3 、銅 3 3 a 、フレキシブル基板 3 6 、及び、銅 3 6 a については、第 1 の実施形態と同様であるため、説明を省略する。

【 0 0 7 7 】

図 7 の例に示す 3 つの銅 2 7 のうち、中央の銅 2 7 に接続し、かつ、銅 3 3 a を覆うように銅 3 4 a が形成されている。銅 3 4 a は、信号線として、フレキシブル基板 7 0 の端部に引き出されるように延びている。この銅 3 4 a は、後述する電極パッド 2 6 (図 9) に接続されている。

【 0 0 7 8 】

図 7 の例に示す 3 つの銅 2 7 のうち、右側の銅 2 7 に接続し、かつ、銅 3 6 a を覆うように銅 3 4 b が形成されている。銅 3 4 b は、信号線として、フレキシブル基板 7 0 の端部に引き出されるように延びている。この銅 3 4 b は、後述する電極パッド 2 6 (図 9) に接続されている。

【 0 0 7 9 】

図 8 は、銅 2 8 、及び、銅 2 7 に接続された銅 3 4 a を音響放射面側から見た場合の形状を示す図である。図 8 の例に示すように、銅 2 7 は、円形の形状を成しており、その結果、内部に形成される空洞 3 0 の形状も円形となっている。また、銅 3 4 a の端部側の部分は、後述する電極パッド 2 6 (図 9) との電氣的な接続が確実なものとなるように、他の部分と比べて面積が大きくなっていると同時に厚みが大きくなっている。

【 0 0 8 0 】

図 9 は、第 2 の実施形態に係るフレキシブル基板 7 0 の平面図である。フレキシブル基板 7 0 は、複数の超音波振動子 2 0 が配列される配列面 8 0 と、駆動回路に接続される接続面 8 1 とを有する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 1 】

配列面 8 0 には、超音波振動子 2 0 と接続する電極パッド 2 5 が形成されている。電極パッド 2 5 には、信号線 7 1 の一端が接続されている。

【 0 0 8 2 】

接続面 8 1 には、上述した駆動回路と接続する電極パッド 2 6 が形成されている。電極パッド 2 6 には、信号線 7 1 の他端が接続されている。

【 0 0 8 3 】

図 1 0 A は、第 2 の実施形態に係る超音波探触子の外観の模式図である。第 2 の実施形態では、コンベックス形状のベース部材 9 0 の上面に、フレキシブル基板 7 0 の配列面 8 0 が張り付けられる。この面 8 0 の複数の電極パッド 2 5 のそれぞれには、複数の超音波振動子 2 0 のそれぞれが接続される。すなわち、ベース部材 9 0 の湾曲面上には、複数の超音波振動子 2 0 が 2 次元状に配列される。そして、図 9 の例に示す破線で配列面 8 0 に対して接続面 8 1 を折り曲げて、接続面 8 1 に形成された電極パッド 2 6 を駆動回路 9 1 に接続する。これにより、駆動回路 9 1 と超音波振動子 2 0 とが電氣的に接続される。

【 0 0 8 4 】

ここで、例えば、超音波プローブがコンベックス型である場合に、超音波振動子の直下に駆動回路を配置するときには、超音波振動子が湾曲面上に配列されていることを考慮すると、駆動回路の形状を変形させることが考えられる。しかしながら、A S I C などで実現される駆動回路の形状を変形させることは、困難である。

【 0 0 8 5 】

しかしながら、本実施形態に係る超音波プローブによれば、信号線がフレキシブル基板 7 0 の端部に引き出されているので、駆動回路の形状を変形させることなく、駆動回路と超音波振動子 2 0 とを接続することができる。

【 0 0 8 6 】

また、ベース部材 9 0 をアルミとすることで、超音波振動子 2 0 が発する熱を拡散することもできる。

【 0 0 8 7 】

図 1 0 B は、第 2 の実施形態に係る超音波探触子の断面図である。図 1 0 B の例に示すように、ベース部材 9 0 の上面は、湾曲面であり、この上面に 2 次元状に超音波振動子 2 0 が配列されている。また、各超音波振動子 2 0 の直下には、空洞 3 0 が形成されているため、熱拡散のために金属ベース部材を採用しても、S / N 比の低下を抑制することができる。

【 0 0 8 8 】

また、本実施形態に係る超音波プローブによれば、空洞 3 0 が形成されたフレキシブル基板 7 0 の配列面 8 0 をベース部材 9 0 の上面に張り付けて、配列面 8 0 の電極パッド 2 5 に超音波振動子 2 0 を接続し、図 9 の例に示す破線で配列面 8 0 に対して接続面 8 1 を折り曲げて、接続面 8 1 に形成された電極パッド 2 6 を駆動回路 9 1 に接続するという簡易な方法で、S / N 比の低下を抑制しつつ、駆動回路と超音波振動子 2 0 とが接続された超音波探触子を製造することができる。これは、空洞 3 0 が、形状を変形することができるフレキシブル基板 7 0 内に設けられているからである。

【 0 0 8 9 】

以上、第 2 の実施形態に係る超音波プローブについて説明した。第 2 の実施形態に係る超音波プローブによれば、上述したように、S / N 比の低下を抑制することができる。

【 0 0 9 0 】

(第 3 の実施形態)

第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態では、超音波振動子 2 0 のそれぞれに対応する空洞 3 0 が形成されている場合について説明したが、空洞 3 0 の大きさや超音波振動子 2 0 に対する空洞 3 0 の位置や数には、様々なバリエーションがある。そこで、図 1 1 A ~ 図 1 1 D を参照して、バリエーションについて説明する。

【 0 0 9 1 】

図 1 1 A は、1 つ目のバリエーションを説明するための図である。図 1 1 A の例には、超音波振動子 2 0 の音響放射面側から見た超音波振動子 2 0 と、空洞 3 0 との位置関係の一例が示されている。図 1 1 A の例では、超音波振動子 2 0 の直下に 1 つの空洞 3 0 が形成されている場合が示されている。図 1 1 A の例の場合には、各超音波振動子 2 0 に対して大きさが同じ 1 つの空洞 3 0 を形成するだけなので、S / N 比の低下を抑制できる超音波探触子を簡易に製造することができる。

【 0 0 9 2 】

図 1 1 B は、2 つ目のバリエーションを説明するための図である。図 1 1 B の例には、超音波振動子 2 0 の音響放射面側から見た超音波振動子 2 0 と、空洞 3 0 との位置関係の一例が示されている。図 1 1 B の例では、超音波振動子 2 0 の直下に 4 つの空洞 3 0 が形成されている場合が示されている。4 つの空洞 3 0 のうち、2 つの空洞 3 0 は、その外形の一部が、超音波振動子 2 0 の外形からはみ出している。図 1 1 B の例の場合には、図 1 1 A に示すほどの大きな空洞 3 0 を形成することができない場合に、S / N 比の低下を抑制できる超音波探触子を製造することができる。

10

【 0 0 9 3 】

図 1 1 C は、3 つ目のバリエーションを説明するための図である。図 1 1 C の例には、超音波振動子 2 0 の音響放射面側から見た超音波振動子 2 0 と、空洞 3 0 との位置関係の一例が示されている。図 1 1 C の例では、4 つの超音波振動子 2 0 の直下にまたがって 1 つの空洞 3 0 が形成されている場合が示されている。すなわち、図 1 1 C の例では、1 つの空洞 3 0 が、4 つの超音波振動子 2 0 に対応して形成されている。図 1 1 C の場合には、超音波振動子 2 0 ごとに空洞 3 0 を形成しなくてすむので、F P C の製造精度を緩めたり、工程を簡略化(歩留まり向上)することができる。なお、1 つの空洞 3 0 が、直下にまたがる超音波振動子 2 0 の数は、4 つに限られず、4 つ以外の複数であってもよい。

20

【 0 0 9 4 】

図 1 1 D は、4 つ目のバリエーションを説明するための図である。図 1 1 D の例には、超音波振動子 2 0 の音響放射面側から見た超音波振動子 2 0 と、空洞 3 0 との位置関係の一例が示されている。図 1 1 D の例では、均等な間隔で配置された超音波振動子 2 0 に対して、ランダムに空洞 3 0 が形成される。そのため、超音波振動子 2 0 を配置する際に、配置に関する制約が少ないため、簡易に超音波振動子 2 0 を配置することができる。その結果、S / N 比の低下を抑制できる超音波探触子を簡易に製造することができる。なお、図 1 1 D の例においても、図 1 1 C の例と同様に、1 つの空洞 3 0 b が、複数(図 1 1 D の例では 2 つ)の超音波振動子 2 0 に対応して形成されている。

30

【 0 0 9 5 】

以上、第 3 の実施形態に係る超音波プローブについて説明した。第 3 の実施形態に係る超音波プローブによれば、上述したように、S / N 比の低下を抑制することができる。

【 0 0 9 6 】

なお、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態では、超音波振動子 2 0 が 2 次元状に配列されている場合を例に挙げて説明したが、超音波振動子 2 0 は、1 次元状に配列されてもよい。

40

【 0 0 9 7 】

また、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態では、超音波振動子 2 0 の直下に空洞 3 0 が形成されている場合を例に挙げて説明したが、空洞 3 0 は、空洞 3 0 が形成されていない場合に比べて、少しでも I P 基板 4 3 や駆動回路基板に伝わる振動が少なくなるのであれば、超音波振動子 2 0 の直下に形成されていなくてもよい。

【 0 0 9 8 】

また、第 1 の実施形態～第 3 の実施形態では、全ての超音波振動子 2 0 の直下に空洞 3 0 が形成されている場合を例に挙げて説明したが、少なくとも 1 つの超音波振動子 2 0 の直下に空洞 3 0 が形成されていればよい。

【 0 0 9 9 】

以上述べた少なくとも 1 つの実施形態の超音波プローブによれば、S / N 比の低下を抑

50

制することができる。

【 0 1 0 0 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

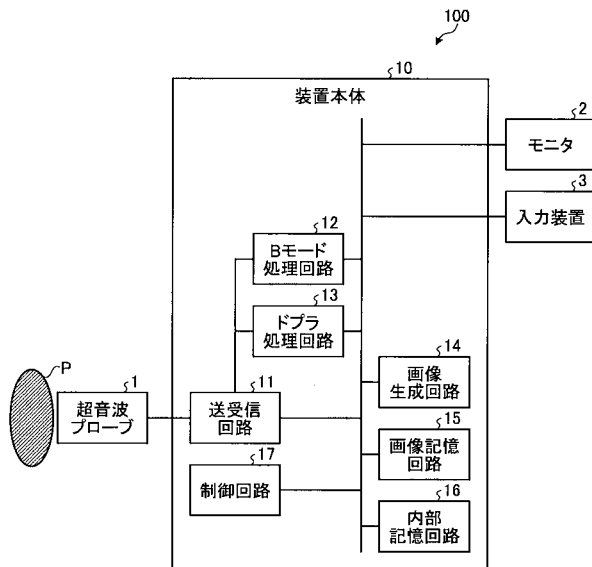
【 符号の説明 】

【 0 1 0 1 】

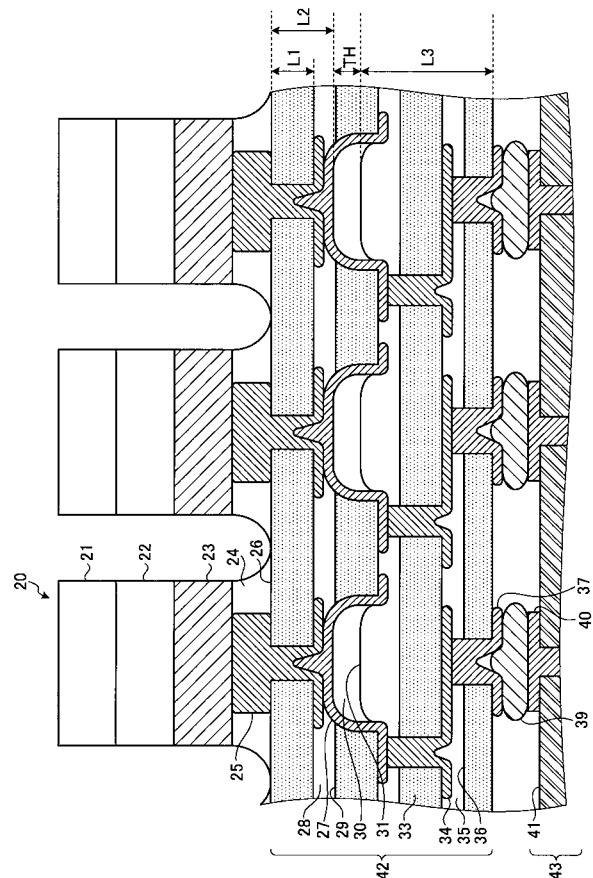
- 1 超音波プローブ
- 2 0 超音波振動子
- 3 0 空洞

10

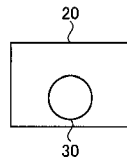
【 図 1 】



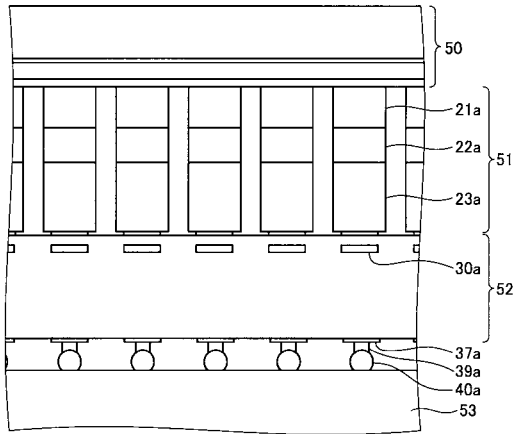
【 図 2 】



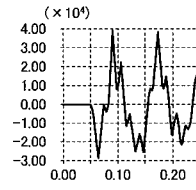
【図 3】



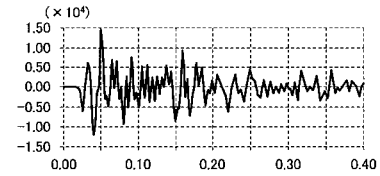
【図 4】



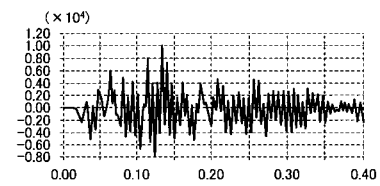
【図 5 A】



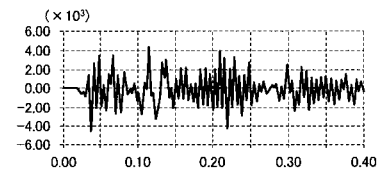
【図 5 B】



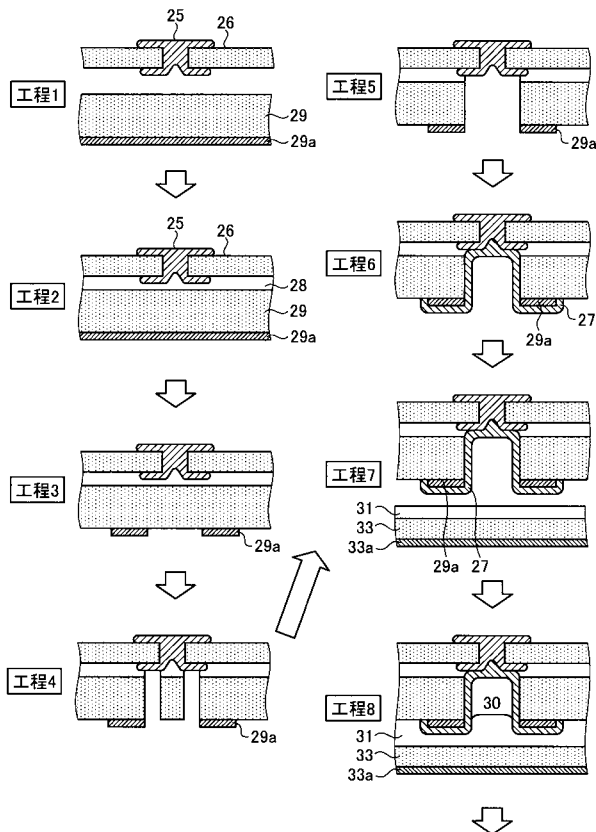
【図 5 C】



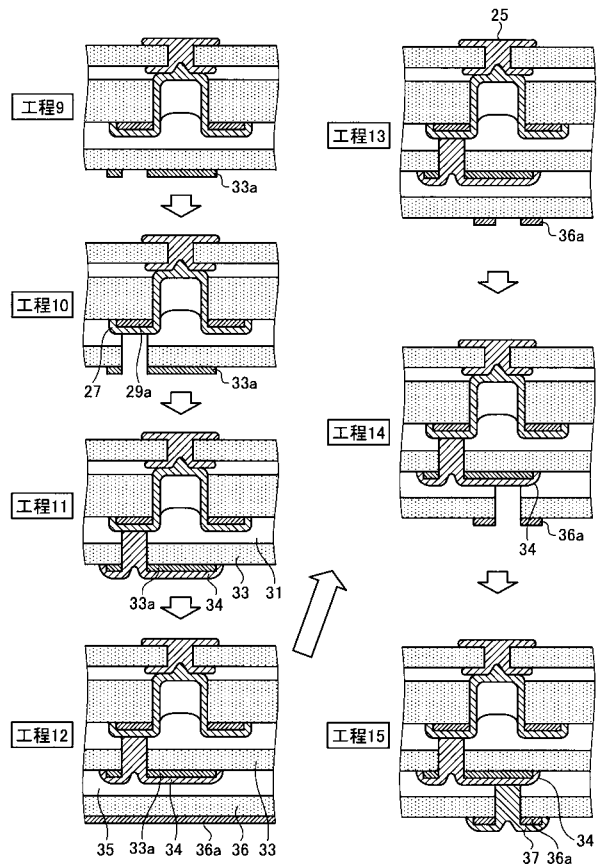
【図 5 D】



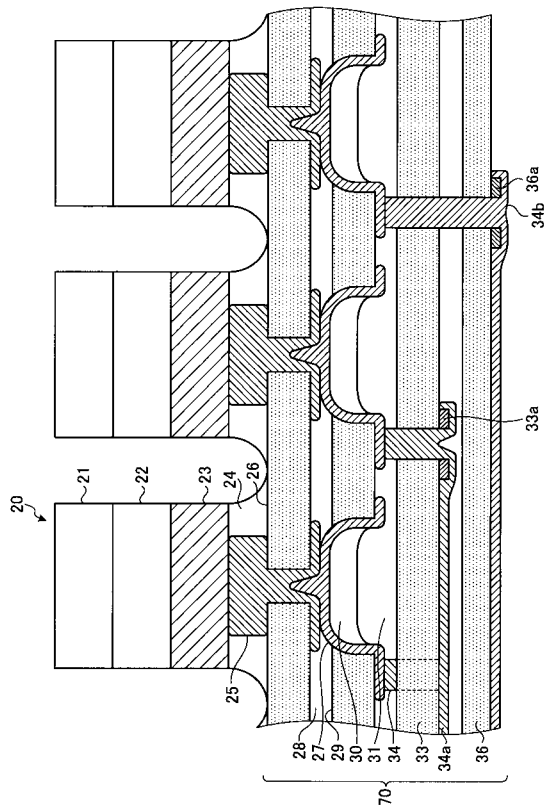
【図 6 A】



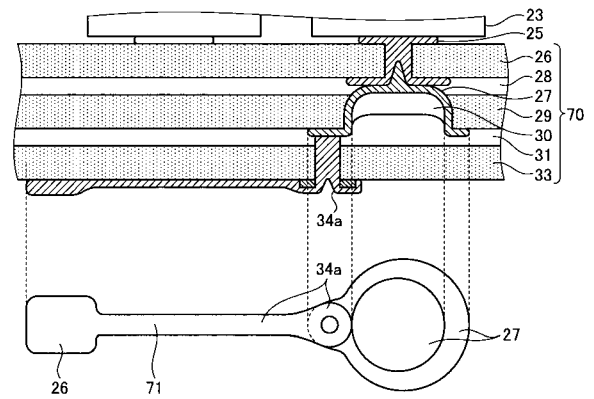
【図 6 B】



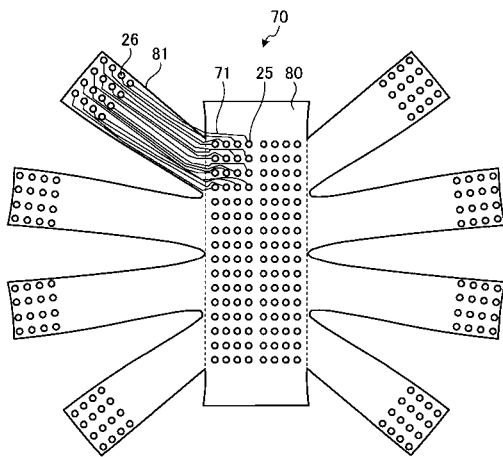
【図 7】



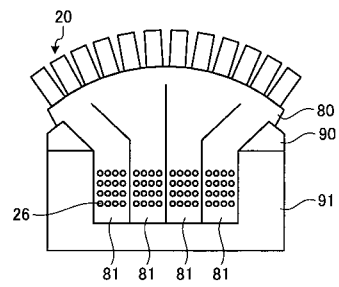
【図 8】



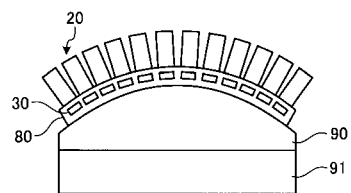
【図 9】



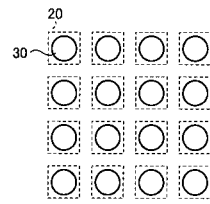
【図 10 A】



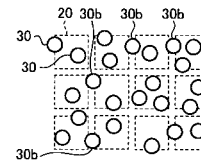
【図 10 B】



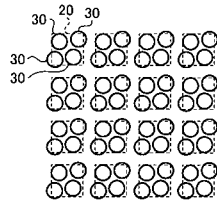
【図 1 1 A】



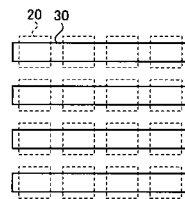
【図 1 1 D】



【図 1 1 B】



【図 1 1 C】



フロントページの続き

(72)発明者 武内 俊
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内

(72)発明者 宮城 武史
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内

(72)発明者 岡田 健吾
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内

(72)発明者 坂口 文康
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内

F ターム(参考) 4C601 GA02 GB06 GB16 GB17
5D019 AA08 AA21 BB03 BB19 FF04 GG06

专利名称(译)	超声波探头		
公开(公告)号	JP2017063383A	公开(公告)日	2017-03-30
申请号	JP2015188718	申请日	2015-09-25
[标]申请(专利权)人(译)	东芝医疗系统株式会社		
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 武内俊 宫城武史 冈田健吾 坂口文康		
发明人	尾名 康裕 四方 浩之 手塚 智 武内 俊 宫城 武史 冈田 健吾 坂口 文康		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/14		
FI分类号	H04R17/00.332.B A61B8/14 H04R17/00.330.K		
F-TERM分类号	4C601/GA02 4C601/GB06 4C601/GB16 4C601/GB17 5D019/AA08 5D019/AA21 5D019/BB03 5D019/BB19 5D019/FF04 5D019/GG06		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供能够抑制S / N比降低的超声波探头。 超声波探头包括超声波换能器和柔性基板。超声换能器具有第一表面和第二表面，超声波在第一表面上辐射，第二表面与第一表面相对。柔性基板设置在第二表面侧上，并且形成腔30。 点域

