

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6024120号
(P6024120)

(45) 発行日 平成28年11月9日(2016.11.9)

(24) 登録日 平成28年10月21日(2016.10.21)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00

請求項の数 15 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2012-38361 (P2012-38361)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成24年2月24日(2012.2.24)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-172800 (P2013-172800A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	平成25年9月5日(2013.9.5)	(74) 代理人	100104710
審査請求日	平成27年2月23日(2015.2.23)		弁理士 竹腰 昇
		(74) 代理人	100090479
			弁理士 井上 一
		(74) 代理人	100124682
			弁理士 黒田 泰
		(72) 発明者	高橋 正輝
			長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
		審査官	門田 宏
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 超音波プローブ、プローブヘッド、電子機器及び診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プローブ本体と、前記プローブ本体に脱着可能なヘッドユニットとを含む超音波プローブであって、

前記ヘッドユニットは、

前記超音波プローブの前記プローブ本体と当該ヘッドユニットとを電氣的に接続する接続部と、

アレイ状に配置された複数の開口を有する基板と、前記開口に設けられる超音波トランスデューサー素子と、を有する超音波素子アレイを含み、前記接続部を介して前記プローブ本体と電氣的に接続される素子チップと、

前記素子チップを支持する支持部材とを含み、

前記プローブ本体は、

前記接続部を介して前記素子チップに設けられたチップ端子に信号を出力する制御を行う制御部を有し、

前記制御部は、

前記ヘッドユニットとして、第1のヘッドユニットが前記プローブ本体に接続された場合には、第1の制御処理として、超音波診断画像処理に対応する超音波の送受信の制御処理を行い、

前記ヘッドユニットとして、第2のヘッドユニットが前記プローブ本体に接続された場合には、第2の制御処理として、血圧測定処理に対応する超音波の送受信の制御処理を行

うことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 2】

超音波プローブのプローブ本体に接続されるプローブヘッドであって、
ヘッドユニットと、
被検体と接触する接触部材と、
前記ヘッドユニットを格納するプローブ筐体と、
を含み、
前記ヘッドユニットは、
前記超音波プローブの前記プローブ本体と当該ヘッドユニットとを電氣的に接続する接
続部と、

10

アレイ状に配置された複数の開口を有する基板と、前記開口に設けられる超音波トラン
スデューサー素子と、を有する超音波素子アレイを含み、前記接続部を介して前記プロー
ブ本体と電氣的に接続される素子チップと、
前記素子チップを支持する支持部材と、を含み、
前記素子チップは、前記接触部材と前記支持部材との間に設けられ、
前記ヘッドユニットは、前記ヘッドユニットの交換時に前記プローブ筐体から取り外し
可能となるように前記プローブ筐体に格納されることを特徴とするプローブヘッド。

【請求項 3】

請求項 2 において、
前記素子チップと前記接触部材との間には、前記素子チップを保護する保護部材が設け
られていることを特徴とするプローブヘッド。

20

【請求項 4】

請求項 2 又は 3 において、
前記接続部は、
前記プローブ本体に接続される複数の接続端子を有し、前記支持部材の第 1 の面側に設
けられる少なくとも 1 つのコネクターと、
前記コネクターと前記素子チップとを接続する配線が形成される少なくとも 1 つのフレ
キシブル基板と、を有し、
前記支持部材の前記第 1 の面の裏面である第 2 の面側に前記素子チップが支持され、
前記フレキシブル基板は、前記支持部材の前記第 2 の面から、前記支持部材の側面を辿
って、前記支持部材の前記第 1 の面に沿うように設けられることを特徴とするプローブヘ
ッド。

30

【請求項 5】

請求項 4 において、
前記接続部は、
前記少なくとも 1 つのコネクターとして、第 1 のコネクター及び第 2 のコネクターを有
し、前記少なくとも 1 つのフレキシブル基板として、第 1 のフレキシブル基板及び第 2 の
フレキシブル基板を有し、
前記第 1 のフレキシブル基板には、
前記素子チップの第 1 の辺に沿う周辺部に設けられる第 1 のチップ端子群と前記第 1 の
コネクターとを接続する第 1 の配線群が形成され、
前記第 2 のフレキシブル基板には、
前記素子チップの前記第 1 の辺に対向する第 2 の辺に沿う周辺部に設けられる第 2 のチ
ップ端子群と前記第 2 のコネクターとを接続する第 2 の配線群が形成され、
前記第 1 のチップ端子群と前記第 2 のチップ端子群とに、前記超音波トランスデューサ
ー素子を駆動する駆動信号が入力されることを特徴とするプローブヘッド。

40

【請求項 6】

請求項 4 において、
前記接続部は、
前記素子チップの第 1 の辺に沿う周辺部に設けられる第 1 のチップ端子群の信号が入力

50

又は出力される第 1 の接続端子群と、

前記素子チップの前記第 1 の辺に対向する第 2 の辺に沿う周辺部に設けられる第 2 のチップ端子群の信号が入力又は出力される第 2 の接続端子群とを有し、

前記第 1 のチップ端子群と前記第 2 のチップ端子群とに、前記超音波トランスデューサ素子を駆動する駆動信号が入力されることを特徴とするプローブヘッド。

【請求項 7】

請求項 2 乃至 6 のいずれかにおいて、

前記接続部は、

前記素子チップの検査用の信号が入力又は出力される検査用接続端子を有することを特徴とするプローブヘッド。

10

【請求項 8】

請求項 7 において、

前記素子チップは、

前記素子チップの検査用配線と、

前記検査用配線に接続される配線破断検査用チップ端子とを有することを特徴とするプローブヘッド。

【請求項 9】

請求項 8 において、

前記配線破断検査用チップ端子には、前記プローブ本体からの配線破断検査信号が入力されることを特徴とするプローブヘッド。

20

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記素子チップは、

前記配線破断検査用チップ端子として、前記素子チップに設けられた信号端子の第 1 の方向側に設けられる第 1 の配線破断検査用チップ端子を有することを特徴とするプローブヘッド。

【請求項 11】

請求項 10 において、

前記素子チップは、

前記配線破断検査用チップ端子として、前記素子チップに設けられた前記信号端子の前記第 1 の方向の反対方向である第 2 の方向側に設けられる第 2 の配線破断検査用チップ端子と、

30

前記検査用配線として、前記第 1 の配線破断検査用チップ端子と前記第 2 の配線破断検査用チップ端子とに接続され、前記超音波素子アレイの周囲に沿って配線される配線破断検査用配線とを有することを特徴とするプローブヘッド。

【請求項 12】

プローブ本体と、

前記プローブ本体に脱着可能な請求項 2 乃至 11 のいずれかに記載のプローブヘッドを含むことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 13】

40

請求項 12 において、

前記プローブ本体は、

前記接続部を介して前記素子チップに設けられたチップ端子に信号を出力する制御を行う制御部を有し、

前記制御部は、

前記ヘッドユニットとして、第 1 のヘッドユニットが前記プローブ本体に接続された場合には、第 1 の制御処理を行い、

前記ヘッドユニットとして、第 2 のヘッドユニットが前記プローブ本体に接続された場合には、前記第 1 の制御処理とは異なる第 2 の制御処理を行うことを特徴とする超音波プローブ。

50

【請求項 1 4】

請求項 1、1 2 又は 1 3 のいずれかに記載の超音波プローブを含むことを特徴とする電子機器。

【請求項 1 5】

請求項 1、1 2 又は 1 3 のいずれかに記載の超音波プローブと、

表示用画像データを表示する表示部とを含むことを特徴とする診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波プローブ、プローブヘッド、電子機器及び診断装置等に関する。

10

【背景技術】

【0002】

対象物に向けて超音波を照射し、対象物内部における音響インピーダンスの異なる界面からの反射波を受信するための装置として、例えば人体の内部を検査するための超音波診断装置が知られている。超音波診断装置に用いられる超音波プローブとして、例えば特許文献 1 には圧電素子をマトリックスアレイ状に配列して超音波ビームを放射させる手法が開示されている。

【0003】

しかしながらこの手法では、圧電素子の経時劣化や破損などの場合にプローブ全体を交換又は修理する必要がある、修理費が高くなるなどの問題がある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 4 2 5 5 5 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の幾つかの態様によれば、交換できるヘッドユニット、超音波プローブ、電子機器及び診断装置等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

30

【0006】

本発明の一態様は、超音波プローブのヘッドユニットであって、前記超音波プローブのプローブ本体と当該ヘッドユニットとを電氣的に接続する接続部と、アレイ状に配置された複数の開口を有する基板と、前記複数の開口の各開口ごとに各超音波トランスデューサー素子が設けられる複数の超音波トランスデューサー素子と、を有する超音波素子アレイを含み、前記接続部を介して前記プローブ本体と電氣的に接続される素子チップと、前記接続部を介して前記プローブ本体と接続される素子チップと、前記素子チップを支持する支持部材とを含むヘッドユニットに関係する。

【0007】

本発明の一態様によれば、接続部によりプローブ本体とヘッドユニットとを電氣的に接続することができ、さらにヘッドユニットをプローブ本体に脱着可能にすることができるから、素子チップが破損した場合などにヘッドユニットを交換することができる。その結果、例えば超音波診断装置などにおいて、修理費用の低減やユーザーの利便性の向上などが可能になる。

40

【0008】

また本発明の一態様では、前記接続部は、前記プローブ本体に接続される複数の接続端子を有し、前記支持部材の第 1 の面側に前記複数の接続端子が設けられ、前記支持部材の前記第 1 の面の裏面である第 2 の面側に前記素子チップが支持されてもよい。

【0009】

このようにすれば、素子チップが支持される第 2 の面側から超音波を放射することがで

50

きる。また、複数の接続端子が設けられる第1の面側をプローブ本体の方向に向けることができるから、プローブ本体に妨げられることなく超音波を放射することができる。

【0010】

また本発明の一態様では、前記接続部は、前記複数の接続端子を有する少なくとも1つのコネクタと、前記コネクタと前記素子チップとを接続する配線が形成される少なくとも1つのフレキシブル基板とを有してもよい。

【0011】

このようにすれば、コネクタを支持部材の第1の面側に設け、支持部材の第2の面側に支持された素子チップとコネクタとをフレキシブル基板によって接続することができるから、素子チップとプローブ本体とを電氣的に接続することができる。

10

【0012】

また本発明の一態様では、前記接続部は、前記少なくとも1つのコネクタとして、第1のコネクタ及び第2のコネクタを有し、前記少なくとも1つのフレキシブル基板として、第1のフレキシブル基板及び第2のフレキシブル基板を有し、前記第1のフレキシブル基板には、前記素子チップの第1の辺に沿う周辺部に設けられる第1のチップ端子群と前記第1のコネクタとを接続する第1の配線群が形成され、前記第2のフレキシブル基板には、前記素子チップの前記第1の辺に対向する第2の辺に沿う周辺部に設けられる第2のチップ端子群と前記第2のコネクタとを接続する第2の配線群が形成され、前記第1のチップ端子群と前記第2のチップ端子群とに、前記複数の超音波トランスデューサー素子を駆動する駆動信号が入力されてもよい。

20

【0013】

このようにすれば、素子チップの第1、第2の辺に沿う周辺部に第1、第2のチップ端子群が設けられる場合に、第1のフレキシブル基板により第1のチップ端子群と第1のコネクタとを接続し、第2のフレキシブル基板により第2のチップ端子群と第2のコネクタとを接続することができる。そして第1、第2のチップ端子群に駆動信号が入力されることで、配線抵抗に起因する駆動信号電圧の降下が低減されるから、より高い超音波放射強度を得ることができる。

【0014】

また本発明の一態様では、前記接続部は、前記素子チップの第1の辺に沿う周辺部に設けられる第1のチップ端子群の信号が入力又は出力される第1の接続端子群と、前記素子チップの前記第1の辺に対向する第2の辺に沿う周辺部に設けられる第2のチップ端子群の信号が入力又は出力される第2の接続端子群とを有し、前記第1のチップ端子群と前記第2のチップ端子群とに、前記複数の超音波トランスデューサー素子を駆動する駆動信号が入力されてもよい。

30

【0015】

このようにすれば、素子チップの第1、第2の辺に沿う周辺部に第1、第2のチップ端子群が設けられる場合に、第1の接続端子群及び第2の接続端子群により、素子チップとプローブ本体とを電氣的に接続することができる。そして第1、第2のチップ端子群に駆動信号が入力されることで、配線抵抗に起因する駆動信号電圧の降下が低減されるから、より高い超音波放射強度を得ることができる。

40

【0016】

また本発明の一態様では、前記接続部は、前記素子チップの検査用の信号が入力又は出力される検査用接続端子を有してもよい。

【0017】

このようにすれば、素子チップを検査することができるから、ヘッドユニットを交換した場合などに素子チップに異常があるか否かを検査することができる。その結果、ヘッドユニットが交換可能で、且つ信頼性の高い超音波プローブを実現することなどが可能になる。

【0018】

また本発明の一態様では、前記素子チップは、前記素子チップの検査用配線と、前記検

50

査用配線に接続される配線破断検査用チップ端子とを有してもよい。

【0019】

このようにすれば、配線破断検査用チップ端子を用いて、素子チップの配線の破断の有無を検査することができるから、ヘッドユニットを交換した場合などに素子チップに異常があるか否かを検査することができる。

【0020】

また本発明の一態様では、前記配線破断検査用チップ端子には、前記プローブ本体からの配線破断検査信号が入力されてもよい。

【0021】

このようにすれば、配線破断検査信号によって、素子チップの配線の破断の有無を検査することができる。

10

【0022】

また本発明の一態様では、前記素子チップは、前記配線破断検査用チップ端子として、前記素子チップに設けられた信号端子の第1の方向側に設けられる第1の配線破断検査用チップ端子を有してもよい。

【0023】

このようにすれば、第1の配線破断検査用チップ端子を用いて、素子チップの配線の破断の有無を検査することができる。

【0024】

また本発明の一態様では、前記素子チップは、前記配線破断検査用チップ端子として、前記素子チップに設けられた前記信号端子の前記第1の方向の反対方向である第2の方向側に設けられる第2の配線破断検査用チップ端子と、前記検査用配線として、前記第1の配線破断検査用チップ端子と前記第2の配線破断検査用チップ端子とに接続され、前記超音波素子アレイの周囲に沿って配線される配線破断検査用配線とを有してもよい。

20

【0025】

このようにすれば、第1、第2の配線破断検査用チップ端子を用いて、配線破断検査用配線の破断の有無を検査することができる。

【0026】

本発明の他の態様は、前記プローブ本体と、前記プローブ本体に脱着可能な上記いずれかに記載のヘッドユニットとを含む超音波プローブに係る。

30

【0027】

また本発明の他の態様では、前記プローブ本体は、前記接続部を介して前記素子チップに設けられたチップ端子に信号を出力する制御を行う制御部を有し、前記制御部は、前記ヘッドユニットとして、第1のヘッドユニットが前記プローブ本体に接続された場合には、第1の制御処理を行い、前記ヘッドユニットとして、第2のヘッドユニットが前記プローブ本体に接続された場合には、前記第1の制御処理とは異なる第2の制御処理を行ってもよい。

【0028】

このようにすれば、例えば超音波診断装置において、診断対象に応じてヘッドユニットを交換し、その診断対象に適した制御処理を行うことができる。その結果、効率の良い超音波診断などが可能になる。

40

【0029】

また本発明の他の態様では、前記制御部は、前記ヘッドユニットとして、前記第1のヘッドユニットが前記プローブ本体に接続された場合には、前記第1の制御処理として、超音波診断画像処理に対応する超音波の送受信の制御処理を行い、前記ヘッドユニットとして、前記第2のヘッドユニットが前記プローブ本体に接続された場合には、前記第2の制御処理として、血圧測定処理に対応する超音波の送受信の制御処理を行ってもよい。

【0030】

このようにすれば、超音波診断画像処理を行う場合には、第1のヘッドユニットをプローブ本体に接続して、超音波診断画像処理に適した制御処理を行うことができる。また、

50

血圧測定処理を行う場合には、第２のヘッドユニットをプローブ本体に接続して、血圧測定処理に適した制御処理を行うことができる。

【００３１】

本発明の他の態様は、上記いずれかに記載のヘッドユニットを含む電子機器に係る。

【００３２】

本発明の他の態様は、上記いずれかに記載のヘッドユニットと、表示用画像データを表示する表示部とを含む診断装置に係る。

【図面の簡単な説明】

【００３３】

10

【図１】図１（Ａ）、図１（Ｂ）は、超音波トランスデューサー素子の基本的な構成例。

【図２】素子チップの第１の構成例。

【図３】素子チップの第２の構成例。

【図４】ヘッドユニットの第１の構成例。

【図５】ヘッドユニットの第２の構成例。

【図６】図６（Ａ）、図６（Ｂ）、図６（Ｃ）は、ヘッドユニットの第２の構成例の詳細な構成例。

【図７】図７（Ａ）、図７（Ｂ）は、配線破断検査を説明する図。

【図８】配線破断検査のフローチャートの一例。

【図９】図９（Ａ）、図９（Ｂ）は、プローブヘッド及び超音波プローブの構成例。

20

【図１０】超音波診断装置の基本的な構成例。

【発明を実施するための形態】

【００３４】

以下、本発明の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお以下に説明する本実施形態は特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではなく、本実施形態で説明される構成の全てが本発明の解決手段として必須であるとは限らない。

【００３５】

１．超音波トランスデューサー素子

図１（Ａ）、図１（Ｂ）に、本実施形態のヘッドユニットに含まれる超音波トランスデューサー素子（超音波素子）ＵＥの基本的な構成例を示す。本実施形態の超音波トランスデューサー素子ＵＥは、第１電極層ＥＬ１、圧電体層ＰＥ、第２電極層ＥＬ２、メンブレン（支持部材）ＭＢ、空洞領域（空洞部）ＣＡＶを含む。なお、本実施形態の超音波トランスデューサー素子ＵＥは図１の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

30

【００３６】

図１（Ａ）は、基板（シリコン基板）ＳＵＢに形成された超音波トランスデューサー素子ＵＥの、素子形成面側の基板に垂直な方向から見た平面図である。図１（Ｂ）は、図１（Ａ）のＡ－Ａ'に沿った断面を示す断面図である。

【００３７】

40

第１電極層ＥＬ１は、メンブレンＭＢの上層に例えば金属薄膜で形成される。この第１電極層（下部電極層）ＥＬ１は、図１（Ａ）に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波トランスデューサー素子ＵＥに接続される配線であってもよい。

【００３８】

圧電体層ＰＥは、例えばＰＺＴ（ジルコン酸チタン酸鉛）薄膜により形成され、第１電極層ＥＬ１の少なくとも一部を覆うように設けられる。なお、圧電体層ＰＥの材料は、ＰＺＴに限定されるものではなく、例えばチタン酸鉛（ $PbTiO_3$ ）、ジルコン酸鉛（ $PbZrO_3$ ）、チタン酸鉛ランタン（ $(Pb, La)TiO_3$ ）などを用いてもよい。

【００３９】

第２電極層（上部電極層）ＥＬ２は、例えば金属薄膜で形成され、圧電体層ＰＥの少な

50

くとも一部を覆うように設けられる。この第2電極層EL2は、図1(A)に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波トランスデューサー素子UEに接続される配線であってもよい。

【0040】

メンブレンMBは、例えばSiO₂薄膜とZrO₂薄膜との2層構造により空洞領域CAVの上層に設けられる。このメンブレンMBは、圧電体層PE及び第1、第2電極層EL1、EL2を支持すると共に、圧電体層PEの伸縮に従って振動し、超音波を発生させることができる。

【0041】

空洞領域CAVは、シリコン基板SUBの裏面(素子が形成されない面)側から反応性イオンエッチング(RIE)等によりエッチングすることで形成される。この空洞領域CAVの開口部OPより超音波が放射される。

【0042】

超音波トランスデューサー素子UEの第1の電極は、第1電極層EL1により形成され、第2の電極は、第2電極層EL2により形成される。具体的には、第1電極層EL1のうちの圧電体層PEに覆われた部分が第1の電極を形成し、第2電極層EL2のうちの圧電体層PEを覆う部分が第2の電極を形成する。即ち、圧電体層PEは、第1の電極と第2の電極に挟まれて設けられる。

【0043】

圧電体層PEは、第1の電極と第2の電極との間、即ち第1電極層EL1と第2電極層EL2との間に電圧が印加されることで、面内方向に伸縮する。圧電体層PEの一方の面は第1電極層EL1を介してメンブレンMBに接合されているが、他方の面には第2電極層EL2が形成されるものの、第2電極層EL2上には他の層が形成されない。そのため圧電体層PEのメンブレンMB側が伸縮しにくく、第2電極層EL2側が伸縮し易くなる。従って、圧電体層PEに電圧を印加すると、空洞領域CAV側に凸となる撓みが生じ、メンブレンMBを撓ませる。圧電体層PEに交流電圧を印加することで、メンブレンMBが膜厚方向に対して振動し、このメンブレンMBの振動により超音波が開口部OPから放射される。圧電体層PEに印加される電圧は、例えば10～30Vであり、周波数は例えば1～10MHzである。

【0044】

2. 素子チップ

図2に、本実施形態のヘッドユニットに含まれる素子チップ200の第1の構成例を示す。第1の構成例の素子チップ200は、超音波素子アレイUARを含む。超音波素子アレイUARは、アレイ状に配置された複数の開口を有する基板と、複数の開口の各開口ごとに各超音波トランスデューサー素子が設けられる複数の超音波トランスデューサー素子UEとを有する。超音波素子アレイUARは、第1～第n(nは2以上の整数)の信号線LX1～LXn、第1～第m(mは2以上の整数)のコモン電極線LY1～LYmをさらに含む。また、素子チップ200は、第1～第nの信号端子X1～Xn、配線破断検査用配線(広義には検査用配線)LT、第1、第2の配線破断検査用チップ端子PT1、PT2及びコモン端子COMをさらに含む。図2では、例としてm=8、n=12の場合を示すが、これ以外の値であってもよい。なお、本実施形態の素子チップ200は図2の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【0045】

超音波素子アレイUARは、例えばm行n列のマトリックスアレイ状(広義にはアレイ状)に配置される複数の超音波トランスデューサー素子UEを含む。超音波トランスデューサー素子UEは、例えば図1(A)、図1(B)に示した構成とすることができる。具体的には、図2に示すように、第3の方向D3に向かって第1行～第8行(広義には第m行)の超音波トランスデューサー素子UEが配置され、第3の方向D3に交差する第1の方向D1に向かって第1列～第12列(広義には第n列)の超音波トランスデューサー素

10

20

30

40

50

子UEが配置される。なお、以下の説明において、超音波トランスデューサー素子UEのアレイ内での位置を特定する場合には、例えば第4行第6列に位置する超音波トランスデューサー素子をUE46と表記する。

【0046】

超音波トランスデューサー素子（超音波素子）UEの配置は、図2に示すm行n列のマトリックス配置に限定されない。例えば奇数番目の列にm個の超音波トランスデューサー素子が配置され、偶数番目の列にm-1個の超音波トランスデューサー素子が配置される、いわゆる千鳥配置であってもよい。

【0047】

第1～第8（広義には第m）のコモン電極線LY1～LY8は、超音波素子アレイUARにおいて第1の方向D1又は第2の方向D2に沿って配線される。第1～第8のコモン電極線LY1～LY8のうちの第i（iは1～8である整数）のコモン電極線LYiは、超音波素子アレイUARの第i行に配置される超音波トランスデューサー素子UEがそれぞれ有する第1の電極及び第2の電極のうち一方の電極に接続される。

10

【0048】

第1～第12（広義には第n）の信号線LX1～LX12は、超音波素子アレイUARにおいて第3の方向D3又は第4の方向D4に沿って配線される。第1～第12の信号線LX1～LX12のうちの第j（jは1～12である整数）の信号線LXjは、超音波素子アレイUARの第j列に配置される超音波トランスデューサー素子UEがそれぞれ有する第1の電極及び第2の電極のうち一方とは異なる他方の電極に接続される。

20

【0049】

具体的には、例えば図2に示す超音波トランスデューサー素子UE11については、第1の電極が信号線LX1に接続され、第2の電極が第1のコモン電極線LY1に接続される。また、例えば図2に示す超音波トランスデューサー素子UE46については、第1の電極が第6の信号線LX6に接続され、第2の電極が第4のコモン電極線LY4に接続される。

【0050】

第1～第12（広義には第n）の信号端子X1～X12は、例えば素子チップ200の第1の辺に沿う周辺部に設けられ、第1～第12の信号線LX1～LX12が接続される。超音波を放射する送信期間には、超音波トランスデューサー素子UEを駆動する駆動信号が信号端子X1～X12に入力される。また、超音波エコー信号を受信する受信期間には、超音波トランスデューサー素子UEからの受信信号が信号端子X1～X12から出力される。

30

【0051】

コモン端子COMは、例えば素子チップ200の第1の辺に沿う周辺部に設けられ、第1～第8のコモン電極線LY1～LY8が共通接続される。

【0052】

ここで第1の辺とは、素子チップ200が平面視において矩形である場合に、素子チップ200の中心から第3の方向D3にある辺をいう。また、第1の辺に沿う周辺部とは、素子チップ200の周辺部分のうちの第1の辺に沿う部分をいう。

40

【0053】

配線破断検査用配線（広義には検査用配線）LTは、素子チップ200を検査するための配線であり、超音波素子アレイUARの周囲に沿って配線される。LTの一端は第1の配線破断検査用チップ端子PT1に接続され、他端は第2の配線破断検査用チップ端子PT2に接続される。配線破断検査用チップ端子PT1、PT2には、プローブ本体からの配線破断検査信号が入力される。

【0054】

第1の配線破断検査用チップ端子PT1は、素子チップ200に設けられた配線の破断の有無を検査するための端子であって、例えば素子チップ200に設けられた信号端子X1～X12の第1の方向D1側に設けられる。

50

【 0 0 5 5 】

第2の配線破断検査用チップ端子PT2は、素子チップ200に設けられた配線の破断の有無を検査するための端子であって、例えば素子チップ200に設けられた信号端子X1～X12の第1の方向D1の反対方向である第2の方向D2側に設けられる。

【 0 0 5 6 】

本実施形態の素子チップ200によれば、第1及び第2の配線破断検査用チップ端子PT1、PT2の間の導通の有無を調べることで、配線破断検査用配線LTが破断しているか否かを判定することができる。このようにすることで、例えば素子チップ200が破損した場合には配線破断検査用配線LTが破断して配線破断検査用チップ端子PT1、PT2間が非導通になるから、素子チップ200の破損などを検出することができる。

10

【 0 0 5 7 】

図3に、本実施形態のヘッドユニットに含まれる素子チップ200の第2の構成例を示す。第2の構成例の素子チップ200は、超音波素子アレイUAR、第1～第n（nは2以上の整数）の信号線LX1～LXn、第1～第m（mは2以上の整数）のコモン電極線LY1～LYm、第1の辺に沿う周辺部の第1～第nの信号端子（広義には第1のチップ端子群）X1～Xn、第2の辺に沿う周辺部の第1～第nの信号端子（広義には第2のチップ端子群）X1'～Xn'、配線破断検査用配線（広義には検査用配線）LT、第1、第2の配線破断検査用チップ端子PT1、PT2及びコモン端子COMを含む。図3では、例としてm=8、n=12の場合を示すが、これ以外の値であってもよい。なお、本実施形態の素子チップ200は図3の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

20

【 0 0 5 8 】

超音波素子アレイUAR、第1～第8（広義には第m）のコモン電極線LY1～LY8及びコモン端子COMは、上述した第1の構成例（図2）と同じであるから、ここでは詳細な説明を省略する。

【 0 0 5 9 】

第1～第12（広義には第n）の信号線LX1～LX12は、超音波素子アレイUARにおいて第3の方向D3又は第4の方向D4に沿って配線される。信号線LX1～LX12の一端は素子チップ200の第1の辺（第3の方向D3側の辺）に沿う周辺部に設けられる信号端子X1～X12に接続され、他端は素子チップ200の第1の辺に対向する第2の辺（第4の方向D4側の辺）に沿う周辺部に設けられる信号端子X1'～X12'に接続される。

30

【 0 0 6 0 】

第1～第12（広義には第n）の信号端子X1～X12は、素子チップ200の第1の辺（第3の方向D3側の辺）に沿う周辺部に設けられ、信号線LX1～LX12の一端が接続される。また、第1～第nの信号端子X1'～Xn'は、素子チップ200の第1の辺に対向する第2の辺（第4の方向D4側の辺）に沿う周辺部に設けられ、信号線LX1～LX12の他端が接続される。

【 0 0 6 1 】

ここで第1の辺とは、素子チップ200が平面視において矩形である場合に、素子チップ200の中心から第3の方向D3にある辺をいう。また、第1の辺に沿う周辺部とは、素子チップ200の周辺部分のうちの第1の辺に沿う部分をいう。同様に、第2の辺とは、素子チップ200の中心から第4の方向D4にある辺をいう。また、第2の辺に沿う周辺部とは、素子チップ200の周辺部分のうちの第2の辺に沿う部分をいう。

40

【 0 0 6 2 】

素子チップ200の第1の辺に沿う周辺部に設けられる信号端子X1～X12（広義には第1のチップ端子群）と素子チップ200の第2の辺に沿う周辺部に設けられる信号端子X1'～X12'（広義には第2のチップ端子群）とに、複数の超音波トランスデューサ素子UEを駆動する駆動信号が入力される。このようにすることで、信号線LX1～

50

L X 1 2 の一端だけに駆動信号が入力される場合と比較して、信号線 L X 1 ~ L X 1 2 の配線抵抗に起因する駆動信号電圧の降下が低減されるから、より高い放射強度（放射音圧）を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

第 1 及び第 2 の配線破断検査用チップ端子 P T 1、P T 2 は、例えば第 1 の辺に沿う周辺部の信号端子 X 1 ~ X 1 2 の第 1 の方向 D 1 側に設けられる。配線破断検査用配線 L T は、素子チップ 2 0 0 を検査するための配線であり、超音波素子アレイ U A R の周囲に沿って配線される。L T の一端は第 1 の配線破断検査用チップ端子 P T 1 に接続され、他端は第 2 の配線破断検査用チップ端子 P T 2 に接続される。

【 0 0 6 4 】

第 2 の構成例の素子チップ 2 0 0 によれば、配線破断検査用配線 L T が超音波素子アレイ U A R の周囲を取り囲むように配線することができるから、第 1 及び第 2 の配線破断検査用チップ端子 P T 1、P T 2 の間の導通の有無を調べることで、素子チップ 2 0 0 の破損などをより確実に検出することができる。

【 0 0 6 5 】

なお、図 2、図 3 に従って本実施形態の素子チップ 2 0 0 の構成例を説明したが、信号端子、配線破断検査用チップ端子、コモン端子の配置は図 2、図 3 に示すものに限定されない。例えば配線破断検査用チップ端子を信号端子 X 1 ~ X 1 2 の第 2 の方向 D 2 側に設けてもよいし、第 2 の辺に沿う周辺部の信号端子 X 1 ' ~ X 1 2 ' の第 1 の方向 D 1 側又は第 2 の方向 D 2 側に設けてもよい。

【 0 0 6 6 】

3 . ヘッドユニット

図 4 に、本実施形態のヘッドユニット 2 2 0 の第 1 の構成例を示す。第 1 の構成例のヘッドユニット 2 2 0 は、素子チップ 2 0 0、接続部 2 1 0 及び支持部材 S U P を含む。なお、本実施形態のヘッドユニット 2 2 0 は図 4 の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【 0 0 6 7 】

素子チップ 2 0 0 は、図 2 に示した第 1 の構成例の素子チップを用いることができる。上述したように、素子チップ 2 0 0 は、超音波素子アレイ U A R、信号線 L X 1 ~ L X 1 2、コモン電極線 L Y 1 ~ L Y 8、信号端子 X 1 ~ X 1 2、配線破断検査用配線 L T、配線破断検査用チップ端子 P T 1、P T 2 及びコモン端子 C O M を含む。

【 0 0 6 8 】

接続部 2 1 0 は、超音波プローブのプローブ本体とヘッドユニット 2 2 0 とを電氣的に接続するものであって、プローブ本体に接続される複数の接続端子を有するコネクタ C N と、コネクタ C N と素子チップ 2 0 0 とを接続する配線が形成されるフレキシブル基板 F P とを有する。コネクタ C N は、素子チップ 2 0 0 を検査する検査用接続端子 T T 1、T T 2 を有する。接続部 2 1 0 を設けることで、プローブ本体とヘッドユニット 2 2 0 とを電氣的に接続することができ、さらにヘッドユニット 2 2 0 をプローブ本体に脱着可能にすることができる。

【 0 0 6 9 】

支持部材 S U P は、素子チップ 2 0 0 を支持する部材であって、支持部材 S U P の第 1 の面側に複数の接続端子が設けられ、支持部材 S U P の第 1 の面の裏面である第 2 の面側に素子チップ 2 0 0 が支持される。なお、素子チップ 2 0 0、接続部 2 1 0 及び支持部材 S U P の具体的な構造については後述する。

【 0 0 7 0 】

図 5 に、本実施形態のヘッドユニット 2 2 0 の第 2 の構成例を示す。第 2 の構成例のヘッドユニット 2 2 0 は、素子チップ 2 0 0、接続部 2 1 0 及び支持部材 S U P を含む。なお、本実施形態のヘッドユニット 2 2 0 は図 5 の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形

10

20

30

40

50

実施が可能である。

【0071】

素子チップ200は、図3に示した第2の構成例の素子チップを用いることができる。上述したように、素子チップ200は、超音波素子アレイUAR、信号線LX1～LX12、コモン電極線LY1～LY8、信号端子（広義には第1のチップ端子群）X1～X12、信号端子（広義には第2のチップ端子群）X1'～X12'、配線破断検査用配線LT、配線破断検査用チップ端子PT1、PT2及びコモン端子COMを含む。

【0072】

接続部210は、プローブ本体とヘッドユニット220とを電氣的に接続するものであって、複数の接続端子を有するコネクタ－CNと、コネクタ－CNと素子チップ200とを接続する配線が形成されるフレキシブル基板FPとを有する。具体的には、接続部210は、コネクタ－として第1のコネクタ－CN1及び第2のコネクタ－CN2を有し、フレキシブル基板として第1のフレキシブル基板FP1及び第2のフレキシブル基板FP2を有する。コネクタ－CN1は、素子チップ200を検査する検査用接続端子TT1、TT2を有する。

10

【0073】

第1のフレキシブル基板FP1には、素子チップ200の第1の辺（図3において第3の方向D3側の辺）に沿う周辺部に設けられる第1のチップ端子群X1～X12と第1のコネクタ－CN1とを接続する第1の配線群が形成される。また、第2のフレキシブル基板FP2には、素子チップ200の第1の辺に対向する第2の辺（図3において第4の方向D4側の辺）に沿う周辺部に設けられる第2のチップ端子群X1'～X12'と第2のコネクタ－CN2とを接続する第2の配線群が形成される。

20

【0074】

接続部210は、図5に示す構成に限定されるものではない。接続部210は、素子チップ200の第1の辺に沿う周辺部に設けられる第1のチップ端子群X1～X12の信号が入力又は出力される第1の接続端子群と、素子チップ200の第1の辺に対向する第2の辺に沿う周辺部に設けられる第2のチップ端子群X1'～X12'の信号が入力又は出力される第2の接続端子群とを有してもよい。

【0075】

接続部210を設けることで、プローブ本体とヘッドユニット220とを電氣的に接続することができ、さらにヘッドユニット220をプローブ本体に脱着可能にすることができる。

30

【0076】

支持部材SUPは、素子チップ200を支持する部材であって、支持部材SUPの第1の面側に複数の接続端子が設けられ、支持部材SUPの第2の面側に、素子チップ200が支持される。なお、素子チップ200、接続部210及び支持部材SUPの具体的な構造については後述する。

【0077】

図6(A)、図6(B)、図6(C)に、本実施形態のヘッドユニット220の第2の構成例の詳細な構成例を示す。図6(A)は支持部材SUPの第2の面SF2側を示し、図6(B)は支持部材SUPの第1の面SF1側を示し、図6(C)は支持部材SUPの側面側を示す。なお、本実施形態のヘッドユニット220は、図6(A)、図6(B)、図6(C)の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

40

【0078】

支持部材SUPの第1の面SF1側には、コネクタ－CN1、CN2が設けられ、フレキシブル基板FP1、FP2の他端が接続される。フレキシブル基板FP1、FP2には、例えばブリアンプPA1、PA2などの回路を設けることができる。コネクタ－CN1、CN2は、プローブ本体側の対応するコネクタ－に脱着可能である。

【0079】

50

支持部材 S U P の第 1 の面 S F 1 の裏面である第 2 の面 S F 2 側には、素子チップ 2 0 0 が設けられ、素子チップ 2 0 0 の第 1、第 2 のチップ端子群にはフレキシブル基板 F P 1、F P 2 の一端が接続される。固定用部材 H L は、支持部材 S U P の各コーナー部に設けられ、ヘッドユニット 2 2 0 をプローブ筐体に固定するために用いられる。

【 0 0 8 0 】

ここで支持部材 S U P の第 1 の面側とは、支持部材 S U P の第 1 の面 S F 1 の法線方向側であり、支持部材 S U P の第 2 の面側とは、支持部材 S U P の第 1 の面 S F 1 の裏面である第 2 の面 S F 2 の法線方向側である。なお、「第 1 の (第 2 の) 面側に設けられる」とは、第 1 の面 S F 1 (第 2 の面 S F 2) に接して設けられること、及び別の部材を介して設けられることを含む。

10

【 0 0 8 1 】

図 6 (C) に示すように、素子チップ 2 0 0 の裏面 (図 1 (B) において開口部 O P が設けられる面) には、素子チップ 2 0 0 を保護する保護部材 (保護膜) P F が設けられる。

【 0 0 8 2 】

図 7 (A)、図 7 (B) は、本実施形態のヘッドユニット 2 2 0 による配線破断検査を説明する図である。図 7 (A) は、第 1 の構成例の素子チップ 2 0 0 (図 2) の場合であり、図 7 (B) は、第 2 の構成例の素子チップ 2 0 0 (図 3) の場合である。

【 0 0 8 3 】

図 7 (A)、図 7 (B) に示すように、プローブ本体に設けられた検査回路 C H K からの配線破断検査信号 V A 1 が配線破断検査用チップ端子 P T 1 に入力される。配線破断検査用配線 L T が破断していない場合には、配線破断検査信号 V A 1 のリターン信号 V A 2 が検査回路 C H K に入力される。破断している場合には、リターン信号 V A 2 は検査回路 C H K に入力されない。検査回路 C H K は、このリターン信号 V A 2 を検出することで、配線破断の有無を判定することができる。なお、検査回路 C H K は、配線破断検査信号 V A 1 を P T 2 に出力し、P T 1 からリターン信号 V A 2 を受け取ってもよい。

20

【 0 0 8 4 】

図 8 は、本実施形態のヘッドユニット 2 2 0 による配線破断検査のフローチャートの一例である。

【 0 0 8 5 】

最初のステップ S 1 では、素子チップ 2 0 0 の交換作業が行われる。そして次のステップ S 2 で、検査回路 C H K により配線破断検査が実行され、破断が有るか否かの判断が行われる (ステップ S 3)。破断が検出されない場合には、素子チップの交換が正常であることを表示し、送受信部をリセットする (ステップ S 4)。続いてステップ S 5 で超音波診断を開始する。このステップ S 4、S 5 の処理は、例えば超音波診断装置本体の制御部の制御に基づいて行われる。

30

【 0 0 8 6 】

一方、ステップ S 3 で破断有りと判断した場合には、素子チップの交換が正常でないことを表示する (ステップ S 6)。ユーザーはこの表示に基づいて、別の素子チップに交換するなどの対応をとることができる (ステップ S 1)。

40

【 0 0 8 7 】

4 . プローブヘッド及び超音波プローブ

図 9 (A)、図 9 (B) に、本実施形態のプローブヘッド 3 1 0 及び超音波プローブ 3 0 0 の構成例を示す。図 9 (A) はプローブヘッド 3 1 0 がプローブ本体 3 2 0 に装着された場合を示し、図 9 (B) はプローブヘッド 3 1 0 がプローブ本体 3 2 0 から分離された場合を示す。

【 0 0 8 8 】

プローブヘッド 3 1 0 は、ヘッドユニット 2 2 0、被検体と接触する接触部材 2 3 0 及びヘッドユニット 2 2 0 を格納するプローブ筐体 2 4 0 を含む。素子チップ 2 0 0 は、接触部材 2 3 0 と支持部材 S U P との間に設けられる。

50

【0089】

プローブ本体320は、送受信部TRX、制御部CTL、検査回路CHK及びプローブ本体側コネクタCNbを含む。送受信部TRXは、制御部CTLの制御に基づいて、超音波トランスデューサー素子を駆動する駆動信号の送信処理を行い、また超音波トランスデューサー素子からの超音波エコー信号（受信信号）の受信処理を行う。制御部CTLは、送受信部TRX及び検査回路CHKの制御処理を行う。検査回路CHKは、上述した配線破断検査を行う。プローブ本体側コネクタCNbは、ヘッドユニット（又はプローブヘッド）側コネクタCNaと接続される。プローブ本体320は、ケーブルCBにより例えば超音波診断装置本体に接続される。

【0090】

ヘッドユニット220は、プローブ筐体240に格納されているが、ヘッドユニット220をプローブ筐体240から取り外すことができる。こうすることで、ヘッドユニット220だけを交換することができる。或いは、プローブ筐体240に格納された状態で、即ちプローブヘッド310として交換することもできる。

【0091】

制御部CTLは、接続部210を介して素子チップ200に設けられたチップ端子に信号を出力する制御を行う。制御部CTLは、第1のヘッドユニット220がプローブ本体320に接続された場合には、第1の制御処理を行い、また第2のヘッドユニット220がプローブ本体320に接続された場合には、第1の制御処理とは異なる第2の制御処理を行うことができる。具体的には、第1のヘッドユニット220がプローブ本体320に接続された場合には、第1の制御処理として、送受信部TRXに対して超音波診断画像処理に対応する超音波の送受信の制御処理を行う。また、第2のヘッドユニット220がプローブ本体320に接続された場合には、第2の制御処理として、送受信部TRXに対して血圧測定処理に対応する超音波の送受信の制御処理を行う。こうすることで、診断対象に応じてヘッドユニットを交換し、その診断対象に適した超音波の送受信の制御処理を行うことができる。

【0092】

以上説明したように、本実施形態のヘッドユニット、プローブヘッド及び超音波プローブによれば、ヘッドユニット（又はプローブヘッド）だけを交換することができる。こうすることで、素子チップが破損した場合などにヘッドユニット（又はプローブヘッド）だけを交換すればよいから修理費の低減やユーザーの利便性の向上などが可能になり、さらにヘッドユニットを使い捨てにすることで衛生面の向上なども期待できる。

【0093】

また、本実施形態のヘッドユニット、プローブヘッド及び超音波プローブによれば、素子チップ内に配線破断検査用配線を設けることで、交換時に生じる素子チップの破損や接続不良などを検出することができる。その結果、信頼性の高い超音波プローブを実現することなどが可能になる。

【0094】

さらに、診断対象に応じてヘッドユニットを交換し、その診断対象に適した制御処理を行うことができるから、効率の良い超音波診断などが可能になる。

【0095】

図10に、本実施形態のヘッドユニット220を含む診断装置（電子機器）の基本的な構成例を示す。診断装置は、超音波プローブ300及び超音波診断装置本体400を含む。超音波診断装置本体400は、制御部410、処理部420、UI（ユーザーインターフェース）部430、表示部440を含む。

【0096】

制御部410は、プローブ本体320の制御部CTLと共に、送受信部TRXに対して超音波の送受信制御を行う。さらに制御部410は、処理部420に対して検出データの画像処理等の制御を行う。処理部420は、送受信部TRXからの検出データを受けて、必要な画像処理や表示用画像データの生成などを行う。UI（ユーザーインターフェース

10

20

30

40

50

部 4 3 0 は、ユーザーの行う操作（例えばタッチパネル操作など）に基づいて制御部 4 1 0 に必要な命令（コマンド）を出力する。表示部 4 4 0 は、例えば液晶ディスプレイ等であって、処理部 4 2 0 からの表示用画像データを表示する。

【 0 0 9 7 】

なお、プローブ本体 3 2 0 の制御部 C T L が行う制御の一部を超音波診断装置本体 4 0 0 の制御部 4 1 0 が行ってもよいし、また超音波診断装置本体 4 0 0 の制御部 4 1 0 が行う制御の一部をプローブ本体 3 2 0 の制御部 C T L が行ってもよい。

【 0 0 9 8 】

なお、以上のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項および効果から実体的に逸脱しない多くの変形が可能であることは当業者には容易に理解できるであろう。従って、このような変形例はすべて本発明の範囲に含まれるものとする。例えば、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。またヘッドユニット、超音波プローブ、電子機器及び診断装置の構成、動作も本実施形態で説明したものに限定されず、種々の変形実施が可能である。

【 符号の説明 】

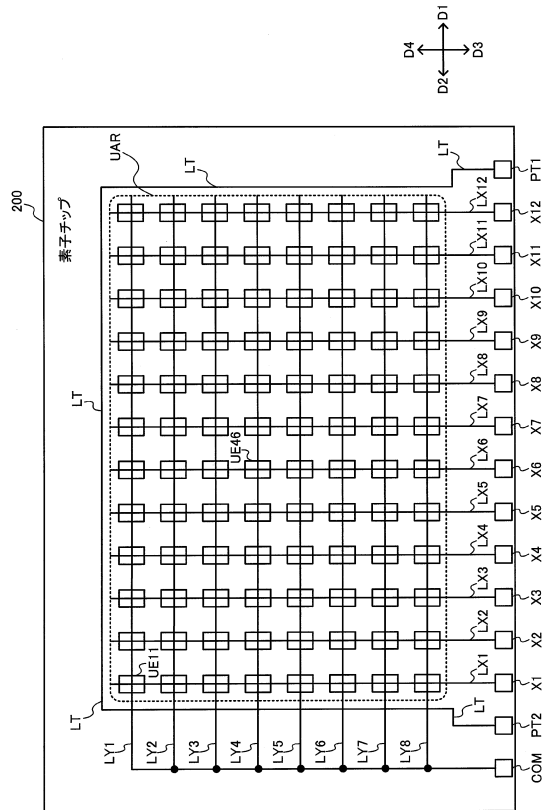
【 0 0 9 9 】

2 0 0 素子チップ、2 1 0 接続部、2 2 0 ヘッドユニット、2 3 0 接触部材、
2 4 0 プローブ筐体、3 0 0 超音波プローブ、3 1 0 プローブヘッド、
3 2 0 プローブ本体、4 1 0 制御部、4 2 0 処理部、4 3 0 U I 部、
4 4 0 表示部、
U E 超音波トランスデューサー素子、U A R 超音波素子アレイ、
L T 配線破断検査用配線、
P T 1、P T 2 配線破断検査用チップ端子、L Y 1 ~ L Y 8 コモン電極線、
L X 1 ~ L X 1 2 信号線、X 1 ~ X 1 2 信号端子、C O M コモン端子、
C N、C N 1、C N 2 コネクター、F P、F P 1、F P 2 フレキシブル基板、
S U P 支持部材、T R X 送受信部、C T L 制御部、C H K 検査回路、
C B ケーブル

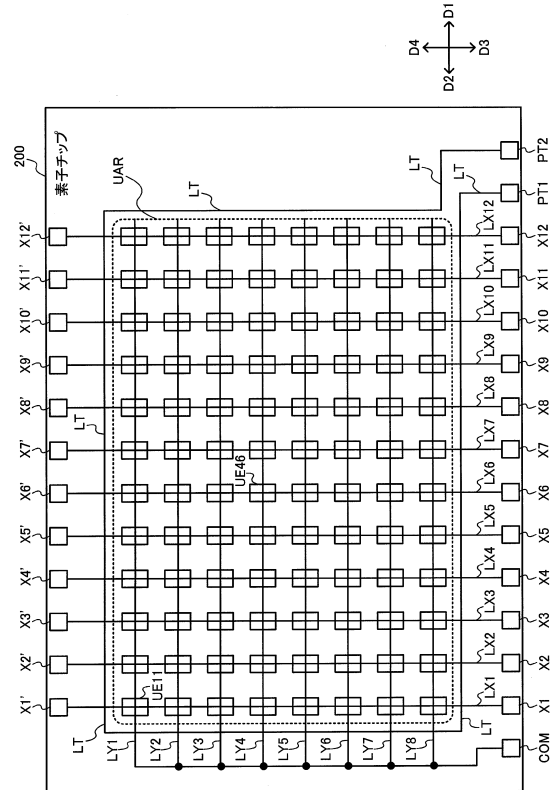
10

20

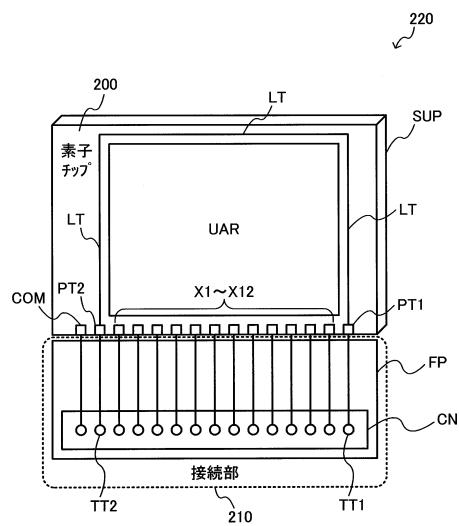
【図 2】



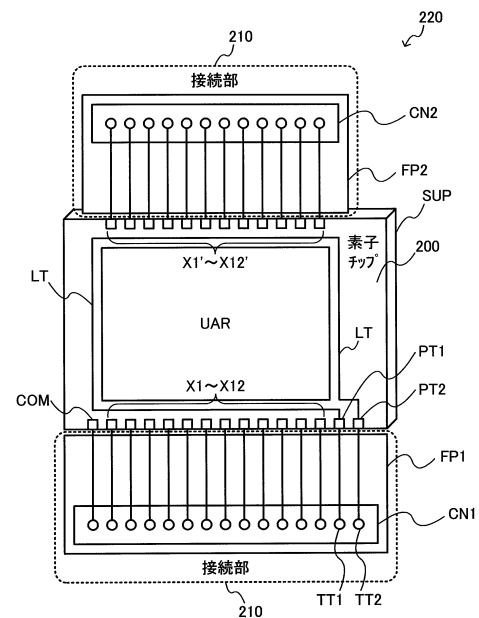
【図 3】



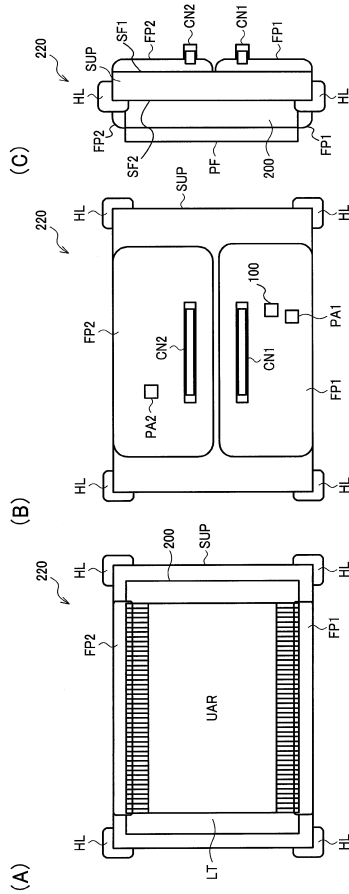
【図 4】



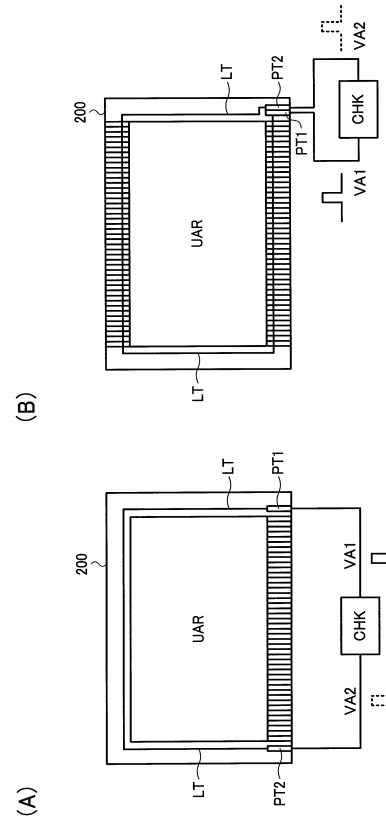
【図 5】



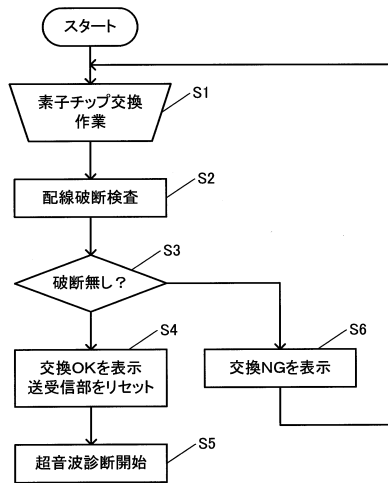
【図 6】



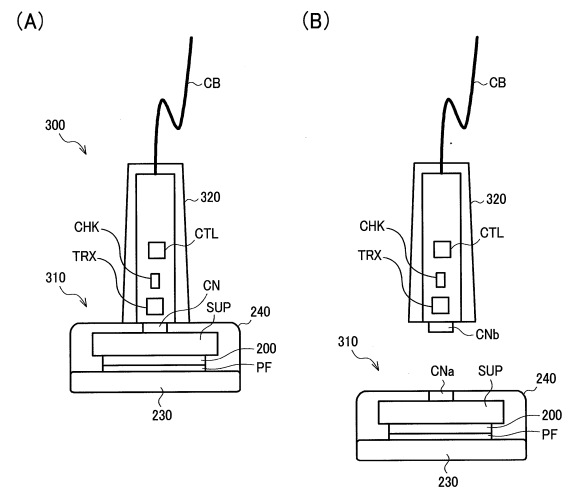
【図 7】



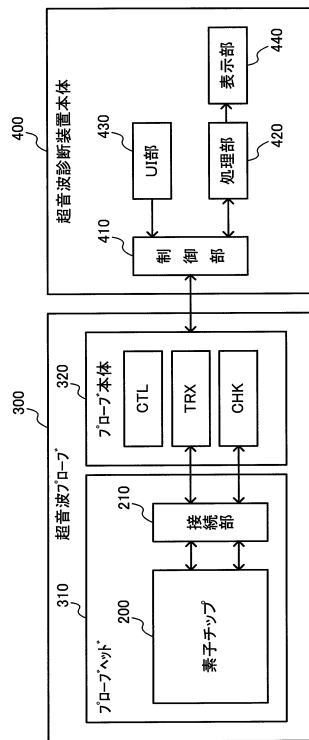
【図 8】



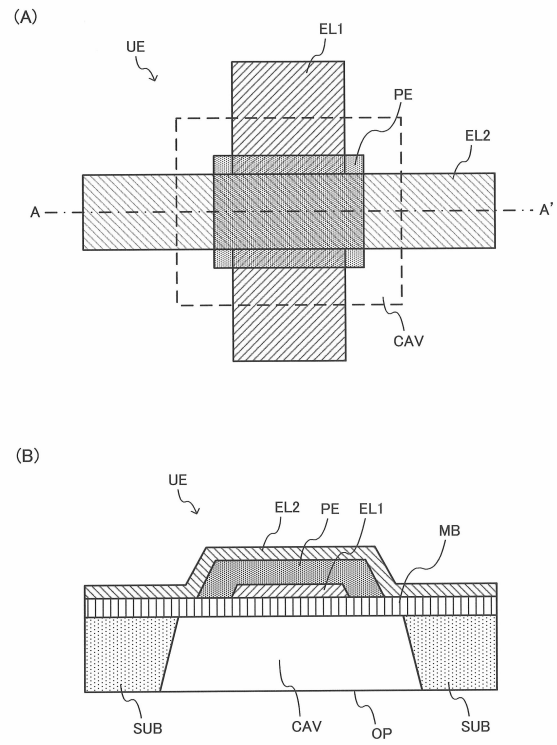
【図 9】



【図10】



【図1】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平07-289554(JP,A)
特開2005-049303(JP,A)
特開2011-174876(JP,A)
実開昭63-135609(JP,U)
実開昭60-049461(JP,U)
国際公開第2008/146600(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15