

(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2015-23994
(P2015-23994A)

(43) 公開日 平成27年2月5日(2015.2.5)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 8/00 (2006.01) A 6 1 B 8/00 4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 31 頁)

(21) 出願番号 特願2013-155346 (P2013-155346)
(22) 出願日 平成25年7月26日 (2013.7.26)

(71) 出願人 000002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅誉
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(74) 代理人 100116665
弁理士 渡辺 和昭
(72) 発明者 遠藤 甲午
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
Fターム(参考) 4C601 GA02 GB03 GB19 GB20 GD18

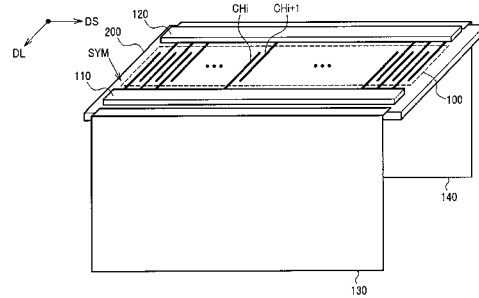
(54) 【発明の名称】 超音波測定装置、超音波ヘッドユニット、超音波プローブ及び超音波画像装置

(57) 【要約】

【課題】装置の小型化が可能な超音波測定装置、超音波ヘッドユニット、超音波プローブ及び超音波画像装置等を提供すること。

【解決手段】超音波測定装置は、超音波トランスデューサーデバイス200と、超音波トランスデューサー素子アレイ100の第1の方向(DL)での一方の端部において基板60に実装され、第1のチャンネル群(CH_i)への信号の送信及び第1のチャンネル群からの信号の受信の少なくとも一方を行う第1の集積回路装置110と、第1の方向での他方の端部において基板60に実装され、第2のチャンネル群(CH_{i+1})への信号の送信及び第2のチャンネル群からの信号の受信の少なくとも一方を行う第2の集積回路装置120と、を含む。第1のチャンネル群(CH_i)と、第2のチャンネル群(CH_{i+1})とが、チャンネル毎に交互に第2の方向に沿って配置される。

【選択図】 図6



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

基板と、前記基板上に配置される第 1 のチャンネル群及び第 2 のチャンネル群を有する超音波トランスデューサー素子アレイと、を有する超音波トランスデューサーデバイスと

、
前記超音波トランスデューサー素子アレイの第 1 の方向での一方の端部において、前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向に長辺方向が沿うように前記基板に実装され、前記第 1 のチャンネル群への信号の送信及び前記第 1 のチャンネル群からの信号の受信の少なくとも一方を行う第 1 の集積回路装置と、

前記超音波トランスデューサー素子アレイの前記第 1 の方向での他方の端部において、前記第 2 の方向に長辺方向が沿うように前記基板に実装され、前記第 2 のチャンネル群への信号の送信及び前記第 2 のチャンネル群からの信号の受信の少なくとも一方を行う第 2 の集積回路装置と、

を含み、

前記超音波トランスデューサー素子アレイにおいて、前記第 1 のチャンネル群と前記第 2 のチャンネル群とが、チャンネル毎に交互に前記第 2 の方向に沿って配置されることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

第 1 のスキャン期間では、前記第 1 の集積回路装置は第 1 ~ 第 k のパルス信号 (k は 2 以上の自然数) のうち奇数番のパルス信号を第 1 ~ 第 k のチャンネルのうち前記第 1 のチャンネル群に属するチャンネルに出力し、前記第 2 の集積回路装置は前記第 1 ~ 第 k のパルス信号のうち偶数番のパルス信号を前記第 1 ~ 第 k のチャンネルのうち前記第 2 のチャンネル群に属するチャンネルに出力し、

前記第 1 のスキャン期間の後の第 2 のスキャン期間では、前記第 2 の集積回路装置は前記奇数番のパルス信号を第 2 ~ 第 k + 1 のチャンネルのうち前記第 2 のチャンネル群に属するチャンネルに出力し、前記第 1 の集積回路装置は前記偶数番のパルス信号を前記第 2 ~ 第 k + 1 のチャンネルのうち前記第 1 のチャンネル群に属するチャンネルに出力することを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、

前記第 1 のスキャン期間及び前記第 2 のスキャン期間における送信を制御する制御コマンドを前記第 1 の集積回路装置及び前記第 2 の集積回路装置に出力する処理部を含み、

前記第 1 の集積回路装置及び前記第 2 の集積回路装置の各集積回路装置は、

パルス信号の送信を行う複数の送信回路と、

前記制御コマンドに基づいて前記複数の送信回路を制御する制御回路と、

を有することを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 4】

請求項 1 又は 2 において、

受信信号の受信処理を行う処理部を含み、

前記処理部は、

前記第 1 の集積回路装置及び前記第 2 の集積回路装置が信号を送信することで得られた前記第 1 のチャンネル群からの前記受信信号及び前記第 2 のチャンネル群からの前記受信信号に基づいて、前記受信処理を行うことを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、

前記超音波トランスデューサー素子アレイには、第 1 ~ 第 N のチャンネル (N は 2 以上の自然数) が前記第 2 の方向に沿って配置され、

前記第 1 のチャンネル群は、前記第 1 ~ 第 N のチャンネルのうち奇数番のチャンネルであり、

10

20

30

40

50

前記第 2 のチャンネル群は、前記第 1 ~ 第 N のチャンネルのうち偶数番のチャンネルであることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、
前記第 1 の集積回路装置は、
前記第 2 の方向に沿って配置され、前記第 1 のチャンネル群に対して信号を送信する複数の送信回路を有し、
前記第 2 の集積回路装置は、
前記第 2 の方向に沿って配置され、前記第 2 のチャンネル群に対して信号を送信する複数の送信回路を有することを特徴とする超音波測定装置。

10

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかにおいて、
前記第 1 の集積回路装置及び前記第 2 の集積回路装置は、
前記基板に対してフリップチップ実装されることを特徴とする超音波測定装置。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、
前記第 1 のチャンネル群及び前記第 2 のチャンネル群の各チャンネルは、第 1 ~ 第 m の素子群 (m は 2 以上の自然数) を有し、
前記第 1 ~ 第 m の素子群の各素子群に含まれる複数の超音波トランスデューサー素子は、前記各素子群内において電氣的に並列接続され、
前記第 1 ~ 第 m の素子群は、電氣的に直列接続されることを特徴とする超音波測定装置。

20

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれかにおいて、
前記第 1 のチャンネル群及び前記第 2 のチャンネル群の各チャンネルは、第 1 ~ 第 m の素子群 (m は 2 以上の自然数) を有し、
前記第 1 ~ 第 m の素子群の各素子群に含まれる複数の超音波トランスデューサー素子は、前記各素子群内において電氣的に直列接続され、
前記第 1 ~ 第 m の素子群は、電氣的に並列接続されることを特徴とする超音波測定装置。

30

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 のいずれかにおいて、
前記基板は、アレイ状に配置された複数の開口を有し、
前記超音波トランスデューサー素子アレイは、前記複数の開口毎に超音波トランスデューサー素子を有し、
前記超音波トランスデューサー素子は、
前記複数の開口のうちの対応する開口を塞ぐ振動膜と、
前記振動膜の上に設けられる圧電素子部と、
を有し、
前記圧電素子部は、
前記振動膜の上に設けられる下部電極と、
前記下部電極の少なくとも一部を覆うように設けられる圧電体層と、
前記圧電体層の少なくとも一部を覆うように設けられる上部電極と、
を有することを特徴とする超音波測定装置。

40

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載された超音波測定装置を含むことを特徴とする超音波ヘッドユニット。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載された超音波測定装置を含むことを特徴とする超音波プローブ。

50

【請求項 13】

請求項 12 に記載されたプローブと、
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超音波画像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波測定装置、超音波ヘッドユニット、超音波プローブ及び超音波画像装置等に関する。

【背景技術】

10

【0002】

従来から、超音波を送受信する超音波トランスデューサー素子としてバルクの圧電部材が用いられている。例えば特許文献 1 には、バルクの圧電部材の後面電極の一部から圧電部材の側面にかけて絶縁体層が設けられ、圧電部材の前面電極に連続し後面電極側まで回り込むように導電体層が設けられ、圧電部材の後面側において導電体層及び後面電極には、フレキシブル基板に形成された配線が接続される超音波プローブが、開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 341085 号公報

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

さて、バルクの圧電部材を駆動するためには例えば 100V 程度の高電圧が必要であるため、高耐圧の駆動 IC を用いる必要がある。高耐圧の IC は一般的に実装面積が大きくなったり、IC の個数が多くなるため、その IC を搭載した装置の小型化が困難であるという課題がある。

【0005】

本発明の幾つかの態様によれば、装置の小型化が可能な超音波測定装置、超音波ヘッドユニット、超音波プローブ及び超音波画像装置等を提供できる。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様は、基板と、前記基板上に配置される第 1 のチャンネル群及び第 2 のチャンネル群を有する超音波トランスデューサー素子アレイと、を有する超音波トランスデューサーデバイスと、前記超音波トランスデューサー素子アレイの第 1 の方向での一方の端部において、前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向に長辺方向が沿うように前記基板に実装され、前記第 1 のチャンネル群への信号の送信及び前記第 1 のチャンネル群からの信号の受信の少なくとも一方を行う第 1 の集積回路装置と、前記超音波トランスデューサー素子アレイの前記第 1 の方向での他方の端部において、前記第 2 の方向に長辺方向が沿うように前記基板に実装され、前記第 2 のチャンネル群への信号の送信及び前記第 2 のチャンネル群からの信号の受信の少なくとも一方を行う第 2 の集積回路装置と、を含み、前記超音波トランスデューサー素子アレイにおいて、前記第 1 のチャンネル群と前記第 2 のチャンネル群とが、チャンネル毎に交互に前記第 2 の方向に沿って配置される超音波測定装置に係する。

40

【0007】

本発明の一態様によれば、超音波トランスデューサー素子アレイの第 1 の方向での一方の端部に第 1 の集積回路装置が配置され、他方の端部に第 2 の集積回路装置が配置され、第 1 の集積回路装置が信号の送信及び受信の少なくとも一方を行う第 1 のチャンネル群と第 2 の集積回路装置が信号の送信及び受信の少なくとも一方を行う第 2 のチャンネル群とが、第 2 の方向に沿って交互に配置される。これにより、装置を小型化することが可能と

50

なる。

【0008】

また本発明の一態様では、第1のスキャン期間では、前記第1の集積回路装置は第1～第kのパルス信号（kは2以上の自然数）のうち奇数番のパルス信号を第1～第kのチャンネルのうち前記第1のチャンネル群に属するチャンネルに出力し、前記第2の集積回路装置は前記第1～第kのパルス信号のうち偶数番のパルス信号を前記第1～第kのチャンネルのうち前記第2のチャンネル群に属するチャンネルに出力し、前記第1のスキャン期間の後の第2のスキャン期間では、前記第2の集積回路装置は前記奇数番のパルス信号を第2～第k+1のチャンネルのうち前記第2のチャンネル群に属するチャンネルに出力し、前記第1の集積回路装置は前記偶数番のパルス信号を前記第2～第k+1のチャンネルのうち前記第1のチャンネル群に属するチャンネルに出力してもよい。

10

【0009】

このようにすれば、第1のチャンネル群と第2のチャンネル群とがチャンネル毎に交互に配置される本発明の一態様において、スキャン動作を行うことができる。

【0010】

また本発明の一態様では、前記第1のスキャン期間及び前記第2のスキャン期間における送信を制御する制御コマンドを前記第1の集積回路装置及び前記第2の集積回路装置に出力する処理部を含み、前記第1の集積回路装置及び前記第2の集積回路装置の各集積回路装置は、パルス信号の送信を行う複数の送信回路と、前記制御コマンドに基づいて前記複数の送信回路を制御する制御回路と、を有してもよい。

20

【0011】

このようにすれば、処理部が制御コマンドを出力し、各集積回路装置が制御コマンドに基づいて複数の送信回路を制御することにより、複数の送信回路が第1のスキャン期間及び第2のスキャン期間におけるパルス信号を送信できる。

【0012】

また本発明の一態様では、受信信号の受信処理を行う処理部を含み、前記処理部は、前記第1の集積回路装置及び前記第2の集積回路装置が信号を送信することで得られた前記第1のチャンネル群からの前記受信信号及び前記第2のチャンネル群からの前記受信信号に基づいて、前記受信処理を行ってもよい。

【0013】

このようにすれば、第1のチャンネル群からの受信信号及び第2のチャンネル群からの受信信号を処理部により受信処理するので、例えば受信フォーカス処理等の受信処理において複数チャンネルの受信信号を合成できる。

30

【0014】

また本発明の一態様では、前記超音波トランスデューサ素子アレイには、第1～第Nのチャンネル（Nは2以上の自然数）が前記第2の方向に沿って配置され、前記第1のチャンネル群は、前記第1～第Nのチャンネルのうち奇数番のチャンネルであり、前記第2のチャンネル群は、前記第1～第Nのチャンネルのうち偶数番のチャンネルであってもよい。

【0015】

このようにすれば、第1の集積回路装置が送信及び受信のうち少なくとも一方を行う第1のチャンネル群と、第2の集積回路装置が送信及び受信のうち少なくとも一方を行う第2のチャンネル群とを、チャンネル毎に交互に配置できる。

40

【0016】

また本発明の一態様では、前記第1の集積回路装置は、前記第2の方向に沿って配置され、前記第1のチャンネル群に対して信号を送信する複数の送信回路を有し、前記第2の集積回路装置は、前記第2の方向に沿って配置され、前記第2のチャンネル群に対して信号を送信する複数の送信回路を有してもよい。

【0017】

このようにすれば、第1の集積回路装置が奇数番のチャンネルに送信信号を出力し、第

50

2の集積回路装置が偶数番のチャンネルに送信信号を出力できる。これにより、送信回路の配置ピッチよりもチャンネルの配置ピッチが小さくなるので、より素子ピッチが小さい超音波トランスデューサー素子アレイを実現できる。

【0018】

また本発明の一態様では、前記第1の集積回路装置及び前記第2の集積回路装置は、前記基板に対してフリップチップ実装されてもよい。

【0019】

このようにすれば、例えばフラットパッケージなどによってリジッド基板に集積回路装置を実装するのではなく、超音波トランスデューサーデバイス上に集積回路装置を実装できるので、超音波測定装置を小型化することが可能となる。

10

【0020】

また本発明の一態様では、前記第1のチャンネル群及び前記第2のチャンネル群の各チャンネルは、第1～第mの素子群（mは2以上の自然数）を有し、前記第1～第mの素子群の各素子群に含まれる複数の超音波トランスデューサー素子は、前記各素子群内において電氣的に並列接続され、前記第1～第mの素子群は、電氣的に直列接続されてもよい。

【0021】

このようにすれば、第1～第mの素子群が直列接続されるので、第1～第mの素子群での受信電圧の振幅が加算され、受信感度を向上できる。また、各素子群に含まれる超音波トランスデューサー素子が並列接続されることで、送信音圧を大きくできる。このようにして、送信音圧の増大と受信感度の向上を両立できる。

20

【0022】

また本発明の一態様では、前記第1のチャンネル群及び前記第2のチャンネル群の各チャンネルは、第1の素子群～第mの素子群（mは2以上の自然数）を有し、前記第1の素子群～前記第mの素子群の各素子群に含まれる複数の超音波トランスデューサー素子は、前記各素子群内において電氣的に直列接続され、前記第1の素子群～前記第mの素子群は、電氣的に並列接続されてもよい。

【0023】

このようにすれば、各素子群において複数の超音波トランスデューサー素子が直列接続されるので、複数の超音波トランスデューサー素子での受信電圧の振幅が加算され、受信感度を向上できる。また、第1～第mの素子群が並列接続されることで、送信音圧を大きくできる。このようにして、送信音圧の増大と受信感度の向上を両立できる。

30

【0024】

また本発明の一態様では、前記基板は、アレイ状に配置された複数の開口を有し、前記超音波トランスデューサー素子アレイは、前記複数の開口毎に超音波トランスデューサー素子を有し、前記超音波トランスデューサー素子は、前記複数の開口のうちの対応する開口を塞ぐ振動膜と、前記振動膜の上に設けられる圧電素子部と、を有し、前記圧電素子部は、前記振動膜の上に設けられる下部電極と、前記下部電極の少なくとも一部を覆うように設けられる圧電体層と、前記圧電体層の少なくとも一部を覆うように設けられる上部電極と、を有してもよい。

【0025】

このようにすれば、開口を塞ぐ振動膜を圧電体層により振動させる超音波トランスデューサー素子によって超音波トランスデューサー素子アレイを構成できる。これにより、バルクの圧電素子を用いる場合に比べて低電圧の駆動信号で超音波トランスデューサー素子を駆動することが可能になり、集積回路装置を低耐圧のプロセスで製造できるため、集積回路装置をコンパクトに形成することが可能となる。

40

【0026】

また本発明の他の態様は、上記のいずれかに記載された超音波測定装置を含む超音波ヘッドユニットに関係する。

【0027】

また本発明の更に他の態様は、上記のいずれかに記載された超音波測定装置を含む超音

50

波プローブに関係する。

【0028】

また本発明の更に他の態様は、上記に記載されたプローブと、表示用画像データを表示する表示部と、を含む超音波画像装置に関係する。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】図1(A)、図1(B)は、本実施形態の比較例についての説明図。

【図2】図2(A)、超音波プローブの仕様と疾病の例。図2(B)は、市販の一般的なプローブの仕様の例。

【図3】図3(A)～図3(C)は、超音波トランスデューサー素子の構成例。

10

【図4】超音波トランスデューサーデバイスの構成例。

【図5】図5(A)、図5(B)は、チャンネルの構成例。

【図6】超音波測定装置の基本構成例。

【図7】超音波測定装置の基本構成例。

【図8】超音波測定装置の構成例の回路ブロック図。

【図9】集積回路装置の詳細な構成例。

【図10】送受信制御についての説明図。

【図11】集積回路装置のレイアウト構成例。

【図12】超音波プローブの構成例。

【図13】超音波測定装置の第2の構成例の回路ブロック図。

20

【図14】集積回路装置の第2の詳細な構成例。

【図15】集積回路装置の第2のレイアウト構成例。

【図16】チャンネルの第1の変形構成例。

【図17】チャンネルの第2の変形構成例。

【図18】ヘッドユニットの構成例。

【図19】図19(A)～図19(C)は、超音波ヘッドユニットの詳細な構成例。

【図20】図20(A)、図20(B)は、超音波プローブの構成例。

【図21】超音波画像装置の構成例。

【発明を実施するための形態】

【0030】

30

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。

【0031】

1. 本実施形態の比較例

上述したように、バルクの超音波トランスデューサー素子を用いると、高耐圧の駆動ICが必要となるため、装置の小型化が困難であるという課題がある。例えば、ポータブル式の超音波画像装置等では、そのプローブや装置本体を小型化するニーズがあるが、高耐圧の駆動ICを搭載すると小型化が妨げられてしまう。

【0032】

40

また、上述した特許文献1では、超音波トランスデューサー素子であるバルク圧電部材の電極がフレキシブル基板を介して送受信部に接続される。フレキシブル基板には、電極と送受信部を接続する配線のみが形成されているため、部品点数やコストが増加するという課題がある。

【0033】

また、超音波トランスデューサー素子を駆動するIC(集積回路装置)のほぼ全てがリジッド基板である主基板に実装されることになるため、ICはフラットパッケージで構成されることが想定され、主基板上でICが大きな面積を占めてしまう。またバルク圧電部材を駆動するために100V程度の高電圧に耐える半導体プロセスを用いる必要があるため、ICの実装面積が大きくなる。このように特許文献1の手法では、例えばポータブル

50

式の超音波画像装置等に適用した場合に装置の小型化が困難であるという課題がある。

【0034】

また、上述のように実装面積が大きなICを用いて装置を小型化しようとする、駆動チャンネル数を減らすことで駆動ICの面積や個数を減らすことになるため、超音波トランスデューサー素子アレイのチャンネル数が減少するという課題がある。チャンネル数が減少すると超音波ビームの収束性が低下するため、超音波画像装置の重要な特性である分解能が低減してしまう。

【0035】

そこで本実施形態では、図3(A)等で後述するように、薄膜の圧電素子(圧電体層30)を用いて超音波トランスデューサー素子を構成する。この構成では、10~30Vで超音波トランスデューサー素子を駆動できるので、駆動ICを小型化できる。例えば図1(A)に本実施形態の比較構成例を示す。

10

【0036】

この比較構成例は、チャンネルCH1~CH64と、チャンネルCH1~CH64を両端から駆動する集積回路装置IC1、IC2を含む。チャンネルCH1~CH64は、複数の超音波トランスデューサー素子で構成されており、例えば図5(A)で後述するような素子列である。チャンネルCH1~CH64により超音波トランスデューサー素子アレイが構成されており、そのスキャン方向での長さをヘッド長Wとする。集積回路装置IC1、IC2は、その長辺方向がヘッド長Wの方向に沿うように配置されており、その長辺に沿って64チャンネル分の出力端子が並ぶ構成となっている。本実施形態では駆動電圧がバルクよりも低圧であるため、集積回路装置IC1、IC2を小型化して、図1(A)のような構成にすることが可能である。

20

【0037】

さて、図2(A)に、本実施形態において想定される仕様と疾病の例を示し、図2(B)に、市販の一般的なプローブの仕様の例を示す。診察する疾病の種類に応じて観察に適した深さがあり、その深さに応じて超音波の周波数やチャンネル数が設定されている。例えば、図2(A)に示すリンパ浮腫や褥瘡等では、それぞれ観察に適した深さや超音波の周波数が決まっている。図2(B)に示すように、超音波の周波数が決まると、それに対応してヘッド長やチャンネル数が決まってくる。一般的に、深さが浅いほど、高い周波数と多数のチャンネルが必要である。

30

【0038】

一方で、図2(A)や図2(B)に示すように、疾病やチャンネル数に関わらずヘッド長は同一(又はほぼ同一)である。即ち、浅い部分を観察する疾病に対応するためには多チャンネル化が必要であるが、ヘッド長は変わらないことになる。例えば、図1(B)に示すように、64チャンネルの場合と同一のヘッド長Wで128チャンネルを構成する。この場合、集積回路装置IC1、IC2を128チャンネルにする必要があるが、10~30Vの耐圧のプロセスを用いるので、長辺方向の長さを維持しながら多チャンネル化するのは困難である。そのため、長辺方向の長さがヘッド長Wよりも長くなり、コンパクトに配置・配線することが困難となるという課題がある。

40

【0039】

2. 超音波トランスデューサー素子

以下では、このような課題を解決できる本実施形態の超音波測定装置について説明する。まず本実施形態の超音波測定装置に適用される超音波トランスデューサー素子について説明する。

【0040】

図3(A)~図3(C)に、本実施形態の超音波トランスデューサーデバイスに適用される超音波トランスデューサー素子10の構成例を示す。この超音波トランスデューサー素子10は、振動膜50(メンブレン、支持部材)、第1電極層21(下部電極層)、圧電体層30(圧電体膜)、第2電極層22(上部電極層)を含む。

【0041】

50

超音波トランスデューサー素子 10 は、基板 60 に形成される。基板 60 は例えばシリコン基板である。図 3 (A) は、超音波トランスデューサー素子 10 を、素子形成面側の基板 60 に垂直な方向から見た平面図である。図 3 (B) は、図 3 (A) の A A' に沿った断面を示す断面図である。図 3 (C) は、図 3 (A) の B B' に沿った断面を示す断面図である。

【0042】

第 1 電極層 21 は、振動膜 50 の上層に例えば金属薄膜で形成される。この第 1 電極層 21 は、図 3 (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 10 に接続される配線であってもよい。

【0043】

圧電体層 30 は、例えば P Z T (ジルコン酸チタン酸鉛) 薄膜により形成され、第 1 電極層 21 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 30 の材料は、P Z T に限定されるものではなく、例えばチタン酸鉛 (P b T i O₃)、ジルコン酸鉛 (P b Z r O₃)、チタン酸鉛ランタン ((P b、L a) T i O₃) などを用いてもよい。

【0044】

第 2 電極層 22 は、例えば金属薄膜で形成され、圧電体層 30 の少なくとも一部を覆うように設けられる。この第 2 電極層 22 は、図 3 (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 10 に接続される配線であってもよい。

【0045】

第 1 電極層 21 のうちの圧電体層 30 に覆われた部分及び第 2 電極層 22 のうちの圧電体層 30 を覆う部分の一方が第 1 の電極を形成し、他方が第 2 の電極を形成する。圧電体層 30 は、第 1 の電極と第 2 の電極に挟まれて設けられている。これらの第 1 の電極、第 2 の電極、圧電体層 30 を圧電素子部とも呼ぶ。

【0046】

振動膜 50 は、例えば S i O₂ 薄膜と Z r O₂ 薄膜との 2 層構造により開口 40 を塞ぐように設けられる。この振動膜 50 は、圧電体層 30 及び第 1 電極層 21、第 2 電極層 22 を支持すると共に、圧電体層 30 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。

【0047】

開口 40 (空洞領域) は、基板 60 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: Reactive Ion Etching) 等によりエッチングすることで形成される。この開口 40 の形成によって振動可能になった振動膜 50 のサイズによって超音波の共振周波数が決定され、その超音波は圧電体層 30 側 (図 3 (A) において紙面奥から手前方向) に放射される。

【0048】

圧電体層 30 は、第 1 の電極と第 2 の電極との間、即ち第 1 電極層 21 と第 2 電極層 22 との間に電圧が印加されることで、面内方向に伸縮する。超音波トランスデューサー素子 10 は、薄手の圧電素子 (圧電体層 30) と金属板 (振動膜 50) を貼り合わせたモノモルフ (ユニモルフ) 構造を用いており、圧電体層 30 が面内で伸び縮みすると貼り合わせた振動膜 50 の寸法はそのままであるため反りが生じる。圧電体層 30 に交流電圧を印加することで、振動膜 50 が膜厚方向に対して振動し、この振動膜 50 の振動により超音波が放射される。この圧電体層 30 に印加される電圧は、例えば 10 ~ 30 V であり、周波数は例えば 1 ~ 10 MHz である。

【0049】

上記のように超音波トランスデューサー素子 10 を構成することにより、バルク型の超音波トランスデューサー素子に比べて素子を小型化できるため、素子ピッチを狭くすることができる。これにより、グレーティングローブの発生を抑制できる。また、バルク型の超音波トランスデューサー素子に比べて小さい電圧振幅で駆動できるため、低耐圧の回路素子で駆動回路を構成できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

3. 超音波トランスデューサーデバイス

図 4 に、本実施形態の超音波測定装置に含まれる超音波トランスデューサーデバイス 200 の構成例を示す。

【 0 0 5 1 】

なお以下では、超音波トランスデューサーデバイス 200 として上述したような圧電素子（薄膜圧電素子）を用いるタイプのトランスデューサーを採用する場合を例に説明するが、本実施形態はこれに限定されない。例えば c-MUT (Capacitive Micro-machined Ultrasonic Transducers) などの容量性素子を用いるタイプのトランスデューサーを採用してもよい。

10

【 0 0 5 2 】

また以下では、送受信チャンネルが第 1 ~ 第 128 チャンネルで構成される場合を例に説明するが、本実施形態はこれに限定されず、 $N = 128$ 以外の第 1 ~ 第 N チャンネルで構成されてもよい。また以下では、チャンネル端子（信号端子）とコモン端子との間に素子群が接続される場合を例に説明するが、本実施形態はこれに限定されない。即ち、2 つの信号端子の間に素子群を接続し、その 2 つの信号端子に例えば逆位相の信号を供給してもよい。

【 0 0 5 3 】

超音波トランスデューサーデバイス 200 は、基板 60 と、基板 60 に形成された超音波トランスデューサー素子アレイ 100 と、基板 60 に形成されたチャンネル端子 $XA1 \sim XA128$ （信号端子）と、基板 60 に形成されたコモン端子 $XC1 \sim XC128$ （広義には信号端子）と、基板 60 に形成された信号電極線 $LX1 \sim LX128$ と、基板 60 に形成されたコモン電極線 $LC1 \sim LC128$ （広義には信号電極線）と、を含む。

20

【 0 0 5 4 】

チャンネル端子 XA_i （ i は奇数）及びコモン端子 XC_i は、スライス方向 DL における超音波トランスデューサー素子アレイ 100 の一方の端部に配置される。チャンネル端子 XA_i は、信号電極線 LX_i の一端に接続され、コモン端子 XC_i は、コモン電極線 LC_i の一端に接続される。チャンネル端子 XA_{i+1} （ $i+1$ は偶数）及びコモン端子 XC_{i+1} は、スライス方向 DL における超音波トランスデューサー素子アレイ 100 の他方の端部に配置される。チャンネル端子 XA_{i+1} は、信号電極線 LX_{i+1} の一端に接続され、コモン端子 XC_{i+1} は、コモン電極線 LC_{i+1} の一端に接続される。例えば、基板 60 は、スキャン方向 DS を長辺方向とする矩形であり、その矩形の一方の長辺に沿って奇数番のチャンネル端子 XA_i 及びコモン端子 XC_i が配置され、矩形の他方の長辺に沿って偶数番のチャンネル端子 XA_{i+1} 及びコモン端子 XC_{i+1} が配置される。

30

【 0 0 5 5 】

ここで、スライス方向 DL （第 1 の方向）及びスキャン方向 DS （第 2 の方向）は、基板 60 の平面上における方向を表す。スキャン方向 DS とは、例えばリニアスキャンやセクタスキャン等のスキャン動作において超音波ビームをスキャンする方向に対応する。スライス方向 DL とは、スキャン方向 DS に交差（例えば直交）する方向であり、例えば超音波ビームをスキャンして断層画像を得る場合、その断層に直交する方向に対応する。

40

【 0 0 5 6 】

超音波トランスデューサー素子アレイ 100 は、スキャン方向 DS に沿って配置されるチャンネル $CH1 \sim CH128$ を含む。各チャンネル CH_i 、 CH_{i+1} は、電気的に接続された複数の超音波トランスデューサー素子 10 で構成され、信号電極線 LX_i 、 LX_{i+1} の他端及びコモン電極線 LC_i 、 LC_{i+1} の他端に接続されている。チャンネル CH_i 、 CH_{i+1} の詳細な構成については後述する。

【 0 0 5 7 】

超音波の送受信は次のように行われる。奇数番のチャンネルを例にとると、チャンネル端子 XA_i に送信信号（例えば電圧パルス）が供給されると、その送信信号をチャンネル CH_i の超音波トランスデューサー素子 10 が超音波に変換し、超音波が出射される。そ

50

して、対象物が反射した超音波エコーを超音波トランスデューサー素子 10 が受信信号（例えば電圧信号）に変換し、その受信信号がチャンネル端子 X A i から出力される。なお、コモン端子 X C i にはコモン電圧（例えば一定の電圧）が供給される。

【0058】

4. チャンネル

図5(A)に、チャンネル C H i（チャンネル素子群）の詳細な構成例を示す。なお、チャンネル C H i + 1 についても同様に構成できる。

【0059】

チャンネル C H i は、スライス方向 D L に沿って配置される超音波トランスデューサー素子 U E 1 ~ U E 8 を含む。超音波トランスデューサー素子 U E 1 ~ U E 8 の一方の電極（例えば図3(A)の第1電極層 2 1）は、信号電極線 L X i に接続される。他方の電極（例えば図3(A)の第2電極層 2 2）は、コモン電極線 L Y 1 ~ L Y 8 に接続される。コモン電極線 L Y 1 ~ L Y 8 は、スキャン方向 D S に沿って配線され、コモン電極線 L C i に接続される。

10

【0060】

図5(A)のチャンネル C H i を図4に適用した場合、超音波トランスデューサー素子アレイ 1 0 0 には、8行128列のマトリックス状に超音波トランスデューサー素子 1 0 が配置されることになる。

【0061】

なお、上記ではスライス方向 D L に沿って8個の超音波トランスデューサー素子が配置される場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されず、M = 8 以外の M 個（M は 2 以上の自然数）の超音波トランスデューサー素子が配置されてもよい。即ち、超音波トランスデューサー素子アレイ 1 0 0 は、M 行 N 列のマトリックスであってもよい。また、超音波トランスデューサー素子アレイ 1 0 0 は、マトリックス状の配置に限定されない。例えばスライス方向 D L の素子数が異なるチャンネルが混在してもよいし、或は、スキャン方向 D S やスライス方向 D L において素子が一直線上に配置されなくてもよい（例えば千鳥格子状の配置）。

20

【0062】

また、上記では1チャンネルが1列の素子列で構成される場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されず、1チャンネルが複数列の素子列で構成されてもよい。例えば図5(B)に示すように、チャンネル C H i は、スライス方向 D L に沿って配置される超音波トランスデューサー素子 U E 1 1 ~ U E 1 8 及び U E 2 1 ~ U E 2 8 を有する。超音波トランスデューサー素子 U E 1 1 ~ U E 1 8、U E 2 1 ~ U E 2 8 は、信号電極線 L X 1 i、L X 2 i に接続される。信号電極線 L X 1 i、L X 2 i は、チャンネル端子 X A i に接続される。

30

【0063】

また、上記では各チャンネルにコモン端子が接続され、各チャンネルでコモン電極線が分離されている場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、チャンネル C H 1 ~ C H 1 2 8 が共通のコモン電極線及びコモン端子に接続されてもよい。

【0064】

5. 超音波測定装置の基本構成

図6、図7に、本実施形態の超音波測定装置の基本構成例を示す。この超音波測定装置は、超音波トランスデューサーデバイス 2 0 0 と、第1のフレキシブル基板 1 3 0 と、第2のフレキシブル基板 1 4 0 と、超音波トランスデューサーデバイス 2 0 0 の基板 6 0 に実装される第1の集積回路装置 1 1 0 及び第2の集積回路装置 1 2 0 と、を含む。なお、以下では適宜、超音波トランスデューサーデバイス 2 0 0 を素子チップとも呼ぶ。

40

【0065】

素子チップ 2 0 0 の基板 6 0 の超音波出射方向側（即ち、圧電体層 3 0 が形成される側）の面 S Y M には、スライス方向 D L に沿って信号電極線 L X 1 ~ L X 1 2 8 が形成され、集積回路装置 1 1 0、1 2 0 が実装される。集積回路装置 1 1 0、1 2 0 が実装された

50

状態において、奇数番の信号電極線 L X 1、L X 3、・・・、L X 1 2 7 には、集積回路装置 1 1 0 の送信端子 T T 1 ~ T T 6 4 とダミー端子 T D 1 ~ T D 6 4 が接続され、偶数番の信号電極線 L X 2、L X 4、・・・、L X 1 2 8 には、集積回路装置 1 2 0 の送信端子 T T B 1 ~ T T B 6 4 とダミー端子 T D B 1 ~ T D B 6 4 が接続される。

【 0 0 6 6 】

送信端子 T T 1 ~ T T 6 4 は、集積回路装置 1 1 0 の第 1 の長辺 (図 1 1 の H L 1) に沿って配列される。ダミー端子 T D 1 ~ T D 6 4 は、集積回路装置 1 1 0 の第 2 の長辺 (H L 2) に沿って配列される。集積回路装置 1 1 0 は、長辺がスキャン方向 D S に沿うと共に送信端子 T T 1 ~ T T 6 4 側の長辺が超音波トランスデューサー素子アレイ 1 0 0 側を向くように、基板 6 0 に実装される。集積回路装置 1 1 0 の実装側から基板 6 0 を見た平面視において、信号電極線 L X 1、L X 3、・・・、L X 1 2 7 は、集積回路装置 1 1 0 の下を通っている。

10

【 0 0 6 7 】

ここで、「ダミー端子」とは、例えば送信信号や受信信号、制御信号等の信号を入出力しない端子であり、例えばパンプ端子のみが形成され、そのパンプ端子に回路が接続されていない端子である。なお、ダミー端子は、製造プロセスのテスト工程において信号入出力を行うテスト端子を含んでもよい。また、ダミー端子には、静電保護回路が接続されていてよい。

【 0 0 6 8 】

なお、集積回路装置 1 1 0 の第 1 の短辺 (図 1 1 の H S 1)、第 2 の短辺 (H S 2) に沿って制御端子 (図 9 の T P) を配置してもよい。制御端子は、素子チップ 2 0 0 の基板 6 0 に形成された制御信号線に接続される。この制御信号線は、例えば図 3 (A) 等で説明した第 1 電極層 2 1 や第 2 電極層 2 2 と同じ配線層 (導電層) で形成される。制御端子には、例えば図 8 の送受信制御回路 5 6 0 から送信パルス信号や送受信制御信号が供給され、集積回路装置 1 1 0 は、その送信パルス信号や送受信制御信号に基づいて送信信号を生成する。また、図示を省略しているが、集積回路装置 1 1 0 にはコモン出力端子を設けてもよい。コモン出力端子は、素子チップ 2 0 0 のコモン電極線 L C 1、L C 3、・・・、L C 1 2 7 に対してコモン電圧を供給する。

20

【 0 0 6 9 】

集積回路装置 1 1 0 の端子はパンプ端子であり、例えば集積回路装置 1 1 0 のパッド端子に対して金属メッキを施すことにより形成する。あるいは、集積回路装置 1 1 0 の素子形成面に対して、絶縁層となる樹脂層と、金属配線と、その金属配線に接続されるパンプ端子と、を形成してもよい。

30

【 0 0 7 0 】

集積回路装置 1 2 0 の端子についても集積回路装置 1 1 0 の端子と同様に構成できる。平面視において、集積回路装置 1 2 0 の下には信号電極線 L X 2、L X 4、・・・、L X 1 2 8 が通る。

【 0 0 7 1 】

フレキシブル基板 1 3 0 には、信号線 L T 1 ~ L T 6 4 が形成されている。この信号線 L T 1 ~ L T 6 4 は、フレキシブル基板 1 3 0 の内側 (図 7 の紙面に向かって右側) に形成されており、素子チップ 2 0 0 の奇数番のチャンネル端子 X A 1、X A 3、・・・、X A 1 2 7 に接続されている。信号線 L T 1 ~ L T 6 4 の他端は、フレキシブル基板 1 3 0 の他端まで延伸され、例えば後段の回路基板に接続するためのコネクタ端子等に接続される。

40

【 0 0 7 2 】

フレキシブル基板 1 4 0 についてもフレキシブル基板 1 3 0 と同様に構成できる。フレキシブル基板 1 4 0 の信号線 L T B 1 ~ L T B 6 4 は、素子チップ 2 0 0 の偶数番のチャンネル端子 X A 2、X A 4、・・・、X A 1 2 8 に接続される。

【 0 0 7 3 】

上記の超音波測定装置の動作について説明する。集積回路装置 1 1 0、1 2 0 からの送

50

信信号が、送信端子TT1～TT64、TTB1～TTB64と信号電極線LX1～LX128とを介して超音波トランスデューサー素子アレイ100に対して入力される。超音波トランスデューサー素子アレイ100は、その送信信号により超音波を出射し、その超音波が観察対象から反射され、その反射波が超音波トランスデューサー素子アレイ100により受信される。この超音波の受信時には、超音波トランスデューサー素子アレイ100からの受信信号が、信号電極線LX1～LX128とチャンネル端子XA1～XA128を介して、フレキシブル基板130、140の信号線LT1～LT64、LTB1～LTB64に出力される。そして、受信信号は、後段の受信回路（例えば図8のアナログフロントエンド回路550）に出力される。集積回路装置110、120の詳細な回路構成・動作については、後述する。

【0074】

6. フリップチップ実装

以下では集積回路装置110を例にフリップチップ実装について説明する。なお、集積回路装置120も実装手法は同様である。

【0075】

集積回路装置110の実装は、図7に示すように、異方性導電フィルム115（ACF: Anisotropic Conductive Film）を用いたフリップチップ実装（ベアチップ実装）により実現される。異方性導電フィルム115は、金属微粒子等の導電粒子を含んだ樹脂フィルムである。この異方性導電フィルム115を間に挟んで集積回路装置110を基板60に接着し、異方性導電フィルム115を熱硬化させると、異方性導電フィルム115が硬化収縮し、その硬化収縮によって集積回路装置110と基板60が引き合う。そして、集積回路装置110の突起端子（ bumps ）が導電粒子を押しつぶすことにより基板60の配線に対して導通し、その突起端子が硬化収縮の力に対抗することにより集積回路装置110を支える。端子に圧迫されていない部分のフィルムは、樹脂によって導電粒子間が絶縁状態に保たれており、端子のショートは生じないようになっている。

【0076】

このように異方性導電フィルム115を用いて基板60に対してフリップチップ実装を行うことで、フラットパッケージの集積回路装置を後段のプリント基板（リジッド基板）に対して実装する場合に比べて実装面積を削減できる。また、本実施形態の素子チップ200は上述のように10～30V程度で駆動可能であるため集積回路装置110を小型化できる。そのため、高耐圧の集積回路装置が必要なバルク圧電素子では困難な、フリップチップ実装による小型化を容易に実現できる。また、基板60は、集積回路装置110と同じシリコン基板で構成される。即ち、熱膨張率が同じもの同士の接合であるため、熱膨張率が異なる異素材の接合に比べて接合信頼性が高い実装を実現できる。

【0077】

なお、フリップチップ実装は、例えば、素子形成面を基板60側にして実装するフェースダウン実装である。或は、素子形成面の裏面を基板60側にして実装するフェースアップ実装であってもよい。

【0078】

さて、本実施形態では、集積回路装置110にダミー端子TD1～TD64を設けている。仮にダミー端子TD1～TD64を設けない場合、集積回路装置110の長辺の一方のみに送信端子TT1～TT64が存在することになり、異方性導電フィルム115の硬化収縮の力が、端子が無い側と有る側とで不均衡を生じる。この不均衡により、端子が無い側には、集積回路装置110と基板60が引き合う力が生じる。一方、その引き合う力により、端子が存在する側には端子を持ち上げる力が生じるため、送信端子TT1～TT64が信号電極線LX1、LX3、・・・、LX127から浮いてしまう可能性がある。

【0079】

この点、本実施形態では、集積回路装置110の第2の長辺にダミー端子TD1～TD64を設けている。これにより、異方性導電フィルム115の硬化収縮の力に対して、送信端子TT1～TT64が対抗する力とダミー端子TD1～TD64が対抗する力とが釣

10

20

30

40

50

り合うため、力が均衡し、送信端子 T T 1 ~ T T 6 4 と信号電極線 L X 1、L X 3、・ ・ ・、L X 1 2 7 との導通を保つことができる。

【 0 0 8 0 】

なお、本実施形態では異方性導電フィルム 1 1 5 (A C F) による実装に限定されず、例えば A C P (Anisotropic Conductive Paste) や N C F (Non-Conductive Film)、N C P (Non-Conductive Paste) 等を用いて集積回路装置 1 1 0 を基板 6 0 に実装してもよい。

【 0 0 8 1 】

第 2 の集積回路装置 1 2 0 についても、上記と同様にして実装される。即ち、集積回路装置 1 2 0 は、素子チップ 2 0 0 の超音波出射方向側の面 S Y M に、異方性導電フィルム 1 2 5 によりフリップチップ実装される。

10

【 0 0 8 2 】

7 . 超音波測定装置の詳細構成

図 8 に、超音波測定装置の構成例の回路ブロック図を示す。この超音波測定装置は、素子チップ 2 0 0、集積回路装置 1 1 0、1 2 0、処理部 5 0 0 を含む。処理部 5 0 0 は、アナログフロントエンド回路 5 5 0、送受信制御回路 5 6 0 を含む。

【 0 0 8 3 】

送受信制御回路 5 6 0 は、集積回路装置 1 1 0、1 2 0 に対して、超音波の送信制御や受信制御を行う。送受信制御回路 5 6 0 は、その制御信号を、集積回路装置 1 1 0、1 2 0 の制御端子 (図 9 の T P) を介して集積回路装置 1 1 0、1 2 0 へ供給する。

20

【 0 0 8 4 】

アナログフロントエンド回路 5 5 0 には、素子チップ 2 0 0 からフレキシブル基板 1 3 0、1 4 0 を介して受信信号が入力され、アナログフロントエンド回路 5 5 0 は、その受信信号に対して受信処理を行う。受信処理は、例えば増幅処理や A / D 変換処理、受信フォーカス処理等である。またアナログフロントエンド回路 5 5 0 は、集積回路装置 1 1 0、1 2 0 が出力する高電圧の送信信号を制限するリミッター回路 5 7 0 を含む。送信信号の振幅は 1 0 ~ 3 0 V 程度であり、アナログフロントエンド回路 5 5 0 は数 V で動作するため、送信信号がそのままアナログフロントエンド回路 5 5 0 に入力されるとアナログフロントエンド回路 5 5 0 が破壊 (静電破壊) される可能性がある。そのため、リミッター回路 5 7 0 を設け、送信信号がアナログフロントエンド回路 5 5 0 に入力されないようにしている。なお、リミッター回路 5 7 0 ではなく、超音波の送信期間にオフになるスイッチ素子を設けてもよい。

30

【 0 0 8 5 】

集積回路装置 1 1 0 は、送信パルス信号を増幅する送信回路 1 1 2 と、送受信制御回路 5 6 0 からの指示に基づいて送信回路 1 1 2 を制御する制御回路 1 1 4 を含む。集積回路装置 1 2 0 は、送信パルス信号を増幅する送信回路 1 2 2 と、送受信制御回路 5 6 0 からの指示に基づいて送信回路 1 2 2 を制御する制御回路 1 2 4 を含む。

【 0 0 8 6 】

図 9 に、集積回路装置 1 1 0 の詳細な構成例を示す。なお、集積回路装置 1 1 0 を例に説明するが、集積回路装置 1 2 0 も同様に構成できる。集積回路装置 1 1 0 は、送信回路 T X 1 ~ T X 6 4 (例えばパルサー) と制御回路 1 1 4 を含む。送信回路 T X 1 ~ T X 6 4 は図 8 の送信回路 1 1 2 に対応する。

40

【 0 0 8 7 】

超音波の送信期間では、送受信制御回路 5 6 0 は、端子群 T P (制御端子) を介して制御回路 1 1 4 へ送信制御コマンドを入力する。例えば、送信制御コマンドは、不図示のレジスタに書き込まれる。制御回路 1 1 4 は、送信制御コマンドに基づいてスキャン制御や送信フォーカス制御を行い、送信回路 T X 1 ~ T X 6 4 へ送信パルス信号を供給する。送信回路 T X 1 ~ T X 6 4 は、供給された送信パルス信号を増幅し、その増幅した送信パルス信号を送信端子 T T 1 ~ T T 6 4 を介して超音波トランスデューサー素子アレイ 1 0 0 へ出力する。

50

【0088】

超音波の受信期間では、超音波トランスデューサ素子アレイ100は観察対象からの超音波の反射波を受信し、その受信信号が信号電極線LX1、LX3、・・・、LX127を介してアナログフロントエンド回路550へ入力される。受信信号は、送信信号に比べて微弱（電圧振幅が小さい）ため、リミッター回路570で制限されずに通過し、アナログフロントエンド回路550の受信回路等（例えばローノイズアンプやA/D変換回路）に入力される。

【0089】

8. 送受信制御

リニアスキャンを行う場合を例に、送受信制御について詳細に説明する。図10に、送受信制御の説明図を示す。以下では、1つの超音波ビームを8チャンネルで出力する場合を例に説明するが、本実施形態はこれに限定されない。

10

【0090】

図10に示すスキャン期間T1、T2、・・・は、それぞれ、リニアスキャンにおいて1つの超音波ビームを送受信する期間である。パルス信号P1～P8は、1つの超音波ビームを構成するパルス波形の信号である。パルス信号P1～P8には、送信フォーカス制御によりディレイが設けられている。例えば、正面方向（基板60に垂直）に超音波ビームを出射する場合、外側のパルス信号P1、P8が最初に出射され、中心のパルス信号P4、P5に向かってディレイが大きくなる。

【0091】

スキャン期間T1では、チャンネルCH1～CH8により送受信を行う。即ち、集積回路装置110の送信回路TX1～TX4が奇数番のパルス信号P1、P3、P5、P7を奇数番のチャンネルCH1、CH3、CH5、CH7へ出力する。また、集積回路装置120の送信回路TX1～TX4が偶数番のパルス信号P2、P4、P6、P8を偶数番のチャンネルCH2、CH4、CH6、CH8へ出力する。受信時には、アナログフロントエンド回路550がチャンネルCH1～CH8の受信信号を受けて、送信時のディレイに応じてディレイ調整を行い、加算して1つの受信信号（深さ方向の1ライン分の信号）を得る。

20

【0092】

次のスキャン期間T2では、1つチャンネルをシフトさせ、チャンネルCH2～CH9により送受信を行う。即ち、集積回路装置120の送信回路TX1～TX4が奇数番のパルス信号P1、P3、P5、P7を偶数番のチャンネルCH2、CH4、CH6、CH8へ出力する。また、集積回路装置110の送信回路TX2～TX5が偶数番のパルス信号P2、P4、P6、P8を奇数番のチャンネルCH3、CH5、CH7、CH9へ出力する。アナログフロントエンド回路550は、チャンネルCH2～CH9の受信信号から1つの受信信号を得る。

30

【0093】

以降のスキャン期間T3、T4、・・・では、1つずつチャンネルをシフトさせ、同様の送受信制御を行う。

【0094】

なお、パルス信号P1～P8は、正面に超音波ビームを出射するものに限定されず、例えば正面に対して斜め方向に超音波ビームを出射するディレイをもった波形であってもよい。また、パルス信号P1～P8は各スキャン期間で同一である必要はなく、例えば各スキャン期間で異なるディレイをもったパルス信号であってもよい。例えば、スキャン期間T1、T2、T3、・・・で順次、出射方向を変化させるディレイをもっていてよい。

40

【0095】

また、本実施形態ではリニアスキャンに限定されず、例えばセクタースキャン（位相走査）を行ってもよい。セクタースキャンを行う場合、チャンネルCH1～CH128の位相制御によりビーム方向をスキャンする。このとき、集積回路装置110が受け持つ奇数番のチャンネルと集積回路装置120が受け持つ偶数番のチャンネルのディレイを適切に

50

制御し、チャンネルCH1～CH128の位相差（ディレイ）を制御する。

【0096】

9. 集積回路装置のレイアウト構成

図11に、集積回路装置110のレイアウト構成例を示す。なお、集積回路装置110を例に説明するが、集積回路装置120も同様に構成できる。集積回路装置110は、送信回路TX1～TX64、制御回路CTS1、CTS2を含む。

【0097】

送信回路TX1～TX64は、集積回路装置110の長辺方向に沿って配列される。このような配置にすることで、集積回路装置110が長辺方向に長細い矩形形状に構成されるため、超音波トランスデューサー素子アレイ100に対して集積回路装置110の送信端子TT1～TT64を対向させることができる。これにより、素子チップ200上の配線が簡素になり、超音波トランスデューサーデバイス200をコンパクトに構成することが可能になる。なお、集積回路装置110の長辺は、第1の長辺HL1と第2の長辺HL2である。第1の長辺HL1は、実装時において超音波トランスデューサー素子アレイ100に対向する辺であり、送信端子TT1～TT64が配列される辺である。第2の長辺HL2は、実装時においてチャンネル端子XA1、XA3、・・・、XA127に対向する辺であり、ダミー端子TD1～TD64が配列される辺である。

【0098】

制御回路CTS1は、集積回路装置110の第1の短辺HS1側に配置される。また制御回路CTS2は、集積回路装置110の第2の短辺HS2側に配置される。制御回路CTS1、CTS2は、図8の制御回路114に対応する。このように制御回路CTS1、CTS2を短辺側に配置することで、短辺に制御端子を配置でき、長辺方向に長細い形状を保ったまま短辺を有効に活用できる。

【0099】

10. 超音波プローブ

図12に、本実施形態の超音波測定装置を含む超音波プローブの構成例を示す。この超音波プローブは、筐体600、音響部材610、素子チップ200、集積回路装置110、120、フレキシブル基板130、140、コネクタ421～424、リジッド基板431～433、集積回路装置441～448、回路素子451～455を含む。

【0100】

音響部材610は、例えば音響整合層や音響レンズなどで構成され、素子チップ200と観察対象との間の音響インピーダンスの整合や、超音波ビームの収束などを行う。例えば、集積回路装置110、120のシリコン基板は薄く研磨されており、その集積回路装置110、120は超音波トランスデューサーデバイス200の基板60に実装されている。音響部材610は例えばシリコン樹脂（シリコンゴム）の層で形成され、そのシリコン樹脂の層は、集積回路装置110、120を含めて超音波トランスデューサーデバイス200の出射面を覆っている。このように、音響部材610の中に集積回路装置110、120を含めることで、薄く研磨した集積回路装置110、120の保護や、プローブヘッドの小型化が可能になる。

【0101】

超音波トランスデューサーデバイス200に接続されたフレキシブル基板130、140は、コネクタ421、422によりリジッド基板432に接続される。リジッド基板431～433はコネクタ423、424により接続されており、リジッド基板431～433には集積回路装置441～448と回路素子451～455が実装されている。

【0102】

集積回路装置441～448には、図8等で説明したアナログフロントエンド回路550や送受信制御回路560が含まれている。また、集積回路装置441～448は、例えば超音波プローブを接続する超音波画像装置の本体部との通信処理を行う通信処理回路や、画像処理を行う画像処理回路などを含むことができる。回路素子451～455としては、例えば抵抗素子やキャパシター、コイル、電子ボタン、スイッチ等の種々の回路素子

10

20

30

40

50

を用いることができる。

【0103】

さて、上述したように、バルクタイプの超音波トランスデューサー素子は100V程度の駆動電圧を必要とするので、高耐圧の駆動ICが必要となり、装置（例えばプローブ）の小型化が困難であるという課題がある。そこで、図1（A）等で説明したように、本実施形態では薄膜の圧電素子を超音波トランスデューサー素子として用いることで、駆動電圧を10～30Vに低下させ、低耐圧の駆動ICにより小型化を実現できる。

【0104】

しかしながら、図1（B）等で説明したように、チャンネルの配置ピッチを小さくする必要がある場合があり、チャンネル数の増加にともなって駆動ICのサイズが大きくなるので、コンパクトな配置ができない可能性がある。例えば図11等のレイアウトでは、耐圧の関係で送信回路TX1～TX64の配置ピッチが所定以上小さくできないので、図1（B）のヘッド長Wよりも大幅に駆動ICのサイズが大きくなる可能性がある。

【0105】

そこで、本実施形態の超音波測定装置は、超音波トランスデューサーデバイス200と第1の集積回路装置110と第2の集積回路装置120とを含む（図4、図6等）。

【0106】

そして、超音波トランスデューサーデバイス200は、基板60と、基板60上に配置される超音波トランスデューサー素子アレイ100と、を有する。超音波トランスデューサー素子アレイ100は、第1のチャンネル群（CH1、CH3、・・・、CH127）及び第2のチャンネル群（CH2、CH4、・・・、CH128）を有する。第1の集積回路装置110は、超音波トランスデューサー素子アレイ100の第1の方向（スライス方向DL）での一方の端部において、第1の方向に交差する第2の方向（スキャン方向DS）に長辺方向が沿うように基板60に実装され、第1のチャンネル群への信号の送信及び第1のチャンネル群からの信号の受信の少なくとも一方を行う。第2の集積回路装置120は、超音波トランスデューサー素子アレイ100の第1の方向での他方の端部において、第2の方向に長辺方向が沿うように基板60に実装され、第2のチャンネル群への信号の送信及び第2のチャンネル群からの信号の受信の少なくとも一方を行う。

【0107】

そして、超音波トランスデューサー素子アレイ100において、第1のチャンネル群（CH1、CH3、・・・、CH127）と、第2のチャンネル群（CH2、CH4、・・・、CH128）とが、チャンネル毎に交互に第2の方向に沿って配置される。

【0108】

このようにすれば、集積回路装置110、120は、それぞれ1チャンネル間隔で送信信号を供給すればよいので、集積回路装置110のサイズを変えなくても、超音波トランスデューサー素子アレイ100のチャンネルの配置ピッチを小さくできる。これにより、コンパクトな配置を実現し、また図2（A）等で説明したような種々の用途に対応できる。また、同一面積に実装できる超音波トランスデューサー素子が多くなるため、高解像度化が可能となる。

【0109】

ここで、チャンネルとは、超音波トランスデューサー素子アレイ100に配置された超音波トランスデューサー素子のうち、同一の信号電極線に接続される（即ち同一の送信信号が供給される）超音波トランスデューサー素子で構成される素子群である。例えば、図5（A）の例では、超音波トランスデューサー素子UE1～UE8がチャンネルを構成する。或は、後述の図16の例では、超音波トランスデューサー素子UE11～UE43がチャンネルを構成する。

【0110】

また本実施形態では、第1のスキャン期間T1では、第1の集積回路装置110は、第1～第kのパルス信号P1～P8（k=8、kは2以上の自然数であればよい）のうち奇数番のパルス信号P1、P3、P5、P7を、第1～第kのチャンネルCH1～CH8の

10

20

30

40

50

うち第1のチャンネル群に属するチャンネルCH1、CH3、CH5、CH7に出力し、第2の集積回路装置120は、第1～第kのパルス信号P1～P8のうち偶数番のパルス信号P2、P4、P6、P8を、第1～第kのチャンネルCH1～CH8のうち第2のチャンネル群に属するチャンネルCH2、CH4、CH6、CH8に出力する。第1のスキャン期間T1の後の第2のスキャン期間T2では、第2の集積回路装置120は、奇数番のパルス信号P1、P3、P5、P7を、第2～第k+1のチャンネルCH2～CH9のうち第2のチャンネル群に属するチャンネルCH2、CH4、CH6、CH8に出力し、第1の集積回路装置110は、偶数番のパルス信号P2、P4、P6、P8を、第2～第k+1のチャンネルCH2～CH9のうち第1のチャンネル群に属するチャンネルCH3、CH5、CH7、CH9に出力する(図10等)。

10

【0111】

このようにすれば、第1のチャンネル群(CH1、CH3、・・・、CH127)と第2のチャンネル群(CH2、CH4、・・・、CH128)とがチャンネル毎に交互に配置される本実施形態において、スキャン動作を実現できる。即ち、集積回路装置110、120が偶数番と奇数番のパルス信号をスキャン期間毎に交互に出力することで、スキャン期間毎に1チャンネルずつ超音波ビームをシフトさせるリニアスキャンを実現できる。

【0112】

また本実施形態では、超音波測定装置は、第1のスキャン期間T1及び第2のスキャン期間T2における送信を制御する制御コマンドを第1の集積回路装置110及び第2の集積回路装置120に出力する処理部500を含む(図8等)。第1の集積回路装置110及び第2の集積回路装置120の各集積回路装置は、パルス信号P1～P8の送信を行う複数の送信回路TX1～TX64と、制御コマンドに基づいて複数の送信回路を制御する制御回路114、124と、を有する(図9等)。

20

【0113】

このような制御コマンドを用意することにより、上記のようなスキャン動作を集積回路装置110、120に指示できる。即ち、処理部500が制御コマンドを出力し、制御回路114、124が制御コマンドを解釈し、パルス信号のディレイや出力チャンネルを設定することにより、送信回路TX1～TX64が適切なパルス信号P1～P8を送信できる。

【0114】

また本実施形態では、処理部500は、受信信号の受信処理を行う。即ち、処理部500は、第1の集積回路装置110及び第2の集積回路装置120が信号を送信することで得られた第1のチャンネル群(CH1、CH3、・・・、CH127)からの受信信号及び第2のチャンネル群(CH2、CH4、・・・、CH128)からの受信信号に基づいて、受信処理を行う(図8等)。

30

【0115】

受信処理では、受信フォーカス処理等により複数チャンネルの受信信号を合成し、最終的な受信信号を得る必要がある。この点、本実施形態では集積回路装置110、120がそれぞれ奇数番、偶数番のチャンネルに送信するが、受信においては奇数番及び偶数番のチャンネルの受信信号を処理部500が受信処理することで、最終的な受信信号を得ることができる。

40

【0116】

また本実施形態では、超音波トランスデューサー素子アレイ100には、第1～第NのチャンネルCH1～CH128(N=128、Nは2以上の自然数であればよい)が第2の方向(スキャン方向DS)に沿って配置される。第1のチャンネル群は、第1～第Nのチャンネルのうち奇数番のチャンネルCH1、CH3、・・・、CH127である。第2のチャンネル群は、第1～第Nのチャンネルのうち偶数番のチャンネルCH2、CH4、・・・、CH128である。

【0117】

このようにすれば、第1の集積回路装置110が信号の送信及び受信の少なくとも一方

50

を行う第1のチャンネル群と、第2の集積回路装置120が信号の送信及び受信の少なくとも一方を行う第2のチャンネル群とを、交互に配置できる。

【0118】

また本実施形態では、第1の集積回路装置110の複数の送信回路TX1～TX64は、第2の方向（スキャン方向DS）に沿って配置され（図11等）、第1のチャンネル群（CH1、CH3、・・・、CH127）に対して信号を送信する。第2の集積回路装置120の複数の送信回路TX1～TX64は、第2の方向に沿って配置され、第2のチャンネル群（CH2、CH4、・・・、CH128）に対して信号を送信する。

【0119】

このようにすれば、第1の集積回路装置110が奇数番のチャンネルに送信信号を出力し、第2の集積回路装置120が偶数番のチャンネルに送信信号を出力できる。これにより、スキャン方向DSに並ぶ送信回路の個数をチャンネル数の半分にできるので、同じサイズの集積回路装置110、120で倍の素子ピッチの超音波トランスデューサー素子アレイ100を実現できる。

【0120】

また本実施形態では、第1の集積回路装置110及び第2の集積回路装置120は、基板60に対してフリップチップ実装される。

【0121】

このようにすれば、例えばフラットパッケージなどによってリジッド基板に集積回路装置を実装するのではなく、超音波トランスデューサーデバイス200上に集積回路装置110、120を実装できるので、超音波測定装置を小型化することが可能となる。

【0122】

11．超音波測定装置の第2詳細構成

上述の実施形態では、集積回路装置110が送信回路TX1～TX64と制御回路114のみを含む場合を例に説明したが、本実施形態ではこれに限定されず、集積回路装置110は更にスイッチ素子やマルチプレクサーを含んでもよい。以下では、この場合の超音波測定装置の構成例について説明する。

【0123】

図13に、超音波測定装置の構成例の回路ブロック図を示す。この超音波測定装置は、素子チップ200、集積回路装置110、120、処理部500を含む。処理部500は、アナログフロントエンド回路550、送受信制御回路560を含む。なお、図8等で説明した構成要素と同一の構成要素については同一の符号を付し、適宜説明を省略する。

【0124】

集積回路装置110は、送信パルス信号を増幅する送信回路112と、送信回路112からの送信信号の送信制御と素子チップ200からの受信信号の受信制御とを行うマルチプレクサー116と、マルチプレクサー116からの受信信号をアナログフロントエンド回路550に対して出力する送受信切替回路118と、送受信制御回路560からの指示に基づいて送信回路112とマルチプレクサー116と送受信切替回路118を制御する制御回路114と、を含む。同様に、集積回路装置120は、送信回路122と、マルチプレクサー126と、送受信切替回路128と、制御回路124と、を含む。

【0125】

図14に、集積回路装置110の詳細な構成例を示す。なお、集積回路装置110を例に説明するが、集積回路装置120も同様に構成できる。集積回路装置110は、送信回路TX1～TX64（パルサー）、制御回路114、マルチプレクサー116、スイッチ素子SW1～SW64（送受信切り替えスイッチ）を含む。送信回路TX1～TX64は図13の送信回路112に対応し、スイッチ素子SW1～SW64は図13の送受信切替回路118に対応する。

【0126】

超音波の送信期間では、送受信制御回路560は、端子群TP（制御端子）を介して制御回路114へ送信制御コマンドを入力する。制御回路114は、送信制御コマンドに基

10

20

30

40

50

づいて送信回路TX1～TX64へ送信パルス信号を供給する。送信回路TX1～TX64は、供給された送信パルス信号を増幅してマルチプレクサー116へ出力する。マルチプレクサー116は、増幅された送信パルス信号を送信端子TT1～TT64を介して超音波トランスデューサー素子アレイ100へ出力する。

【0127】

送信期間では、スイッチ素子SW1～SW64は、制御回路114からの指示に基づいてオフになっており、送信回路TX1～TX64からの送信パルス信号がアナログフロントエンド回路550へ出力されないようになっている。アナログフロントエンド回路550は、一般的に数V程度の電圧で動作しており、10～30V程度の振幅を持つ送信パルス信号によって破壊されないように送信パルス信号を遮断している。

10

【0128】

超音波の受信期間では、超音波トランスデューサー素子アレイ100は観察対象からの超音波の反射波を受信し、その受信信号が送受信端子TT1～TT64を介してマルチプレクサー116へ入力される。マルチプレクサー116は、その受信信号をスイッチ素子SW1～SW64へ出力する。スイッチ素子SW1～SW64は、超音波トランスデューサー素子アレイ100の受信期間ではオンになっており、受信信号出力端子TR1～TR64を介してアナログフロントエンド回路550へ受信信号を出力する。

【0129】

12. 第2詳細構成における送受信制御

図10で説明したリニアスキャンを例に、送受信制御について詳細に説明する。リニアスキャンでは、送信回路TX5～TX64は非動作モード（例えばパワーセーブモードやパワーダウンモード）に設定され、スイッチ素子SW5～SW64はオフになっている。マルチプレクサー116は、制御回路114からの指示に基づいて送信信号や受信信号のスイッチング制御を行う。

20

【0130】

具体的には、スキャン期間T1では、集積回路装置110の送信回路TX1～TX4は奇数番のパルス信号P1、P3、P5、P7を出力する。マルチプレクサー116は、そのパルス信号P1、P3、P5、P7をチャンネルCH1、CH3、CH5、CH7へ出力する。集積回路装置120の送信回路TX1～TX4は偶数番のパルス信号P2、P4、P6、P8を出力し、マルチプレクサー126は、そのパルス信号P2、P4、P6、P8をチャンネルCH2、CH4、CH6、CH8へ出力する。

30

【0131】

受信時には、集積回路装置110のマルチプレクサー116は、チャンネルCH1、CH3、CH5、CH7の受信信号を、集積回路装置110のスイッチ素子SW1～SW4を介してアナログフロントエンド回路550へ出力する。集積回路装置120のマルチプレクサー126は、チャンネルCH2、CH4、CH6、CH8の受信信号を、集積回路装置110のスイッチ素子SW1～SW4を介してアナログフロントエンド回路550へ出力する。

【0132】

次のスキャン期間T2では、1つチャンネルをシフトさせ、チャンネルCH2～CH9により送受信を行う。即ち、集積回路装置120の送信回路TX1～TX4が奇数番のパルス信号P1、P3、P5、P7を出力し、マルチプレクサー126がそのパルス信号P1、P3、P5、P7をチャンネルCH2、CH4、CH6、CH8へ出力する。また、集積回路装置110の送信回路TX1～TX4が偶数番のパルス信号P2、P4、P6、P8を出力し、マルチプレクサー116がそのパルス信号P2、P4、P6、P8をチャンネルCH3、CH5、CH7、CH9へ出力する。

40

【0133】

受信時には、集積回路装置120のマルチプレクサー126は、チャンネルCH2、CH4、CH6、CH8の受信信号を、集積回路装置110のスイッチ素子SW1～SW4を介してアナログフロントエンド回路550へ出力する。集積回路装置110のマルチプ

50

レクサー 116 は、チャンネル CH3、CH5、CH7、CH9 の受信信号を、集積回路装置 110 のスイッチ素子 SW1 ~ SW4 を介してアナログフロントエンド回路 550 へ出力する。

【0134】

以降のスキャン期間 T3、T4、・・・では、マルチプレクサー 116 が1つずつチャンネルをシフトさせ、同様の送受信制御を行う。

【0135】

なお、本実施形態ではリニアスキャンに限定されず、例えばセクタースキャン（位相走査）を行ってもよい。セクタースキャンを行う場合、送信時には送信回路 TX1 ~ TX64 がパルス信号を出力し、受信時にはスイッチ素子 SW1 ~ SW64 がオンになる。

10

【0136】

また、図14では64チャンネル（素子チップ200のチャンネル数128の半分）の送信回路とスイッチ素子を有する場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されない。例えば、リニアスキャンを行う場合には、4チャンネル（1つの超音波ビームを出力するチャンネル数8の半分）の送信回路とスイッチ素子を有する構成としてもよい。

【0137】

このように、本実施形態の超音波測定装置では、スキャンモードや駆動チャンネル数、受信チャンネル数などに応じて、送信回路やスイッチ素子の個数（及び、それに対応した端子の個数）を種々の組み合わせに構成することができる。

【0138】

また、本実施形態ではマルチプレクサー 116、126 を省略して構成してもよい。この場合、リニアスキャンを行う際には、図9で説明した送信動作と同様に、送信信号を出力する送信回路をスキャン期間毎に順次切り替える。受信時には、スキャン期間 T1 では集積回路装置 110 のスイッチ素子 SW1 ~ SW4 と集積回路装置 120 のスイッチ素子 SW1 ~ SW4 がチャンネル CH1 ~ CH8 の受信信号を通過させる。次のスキャン期間 T2 では集積回路装置 120 のスイッチ素子 SW1 ~ SW4 と集積回路装置 110 のスイッチ素子 SW2 ~ SW5 がチャンネル CH2 ~ CH9 の受信信号を通過させる。このように、オンするスイッチ素子を順次切り替える。

20

【0139】

13. 集積回路装置の第2レイアウト構成

図15に、集積回路装置 110 の第2のレイアウト構成例を示す。以下では集積回路装置 110 を例に説明するが、集積回路装置 120 も同様に構成できる。集積回路装置 110 は、マルチプレクサー MUX1 ~ MUX64、送信回路 TX1 ~ TX64、スイッチ素子 SW1 ~ SW64、制御回路 CTS1、CTS2 を含む。なお、マルチプレクサー MUX1 ~ MUX64 は、図14のマルチプレクサー 116 に対応し、制御回路 CTS1、CTS2 は、図14の制御回路 114 に対応する。

30

【0140】

マルチプレクサー MUX1 ~ MUX64 は、集積回路装置 110 の第1の長辺 HL1 に沿って配列される。マルチプレクサー MUX は、図15のようにセル化して配置されてもよいし、あるいは一体の回路ブロックとして形成してもよい。一体の回路ブロックとして形成する場合には、その回路ブロックの長辺が第1の長辺 HL1 に沿うように配置する。このような配置にすることで、マルチプレクサー MUX1 ~ MUX64 を送受信端子 TT1 ~ TT64 に対応して近い位置に配置できるため、効率の良いレイアウトを実現できる。

40

【0141】

スイッチ素子 SW1 ~ SW64 は、集積回路装置 110 の第2の長辺 HL2 に沿って配列される。第2の長辺 HL2 には、受信信号出力端子 TR1 ~ TR64 が配列される。スイッチ素子 SW1 ~ SW64 は、図15のようにセル化して配置される。このような配置にすることで、スイッチ素子 SW1 ~ SW64 を受信信号出力端子 TR1 ~ TR64 に対応して近い位置に配置できるため、効率の良いレイアウトを実現できる。

50

【 0 1 4 2 】

受信信号出力端子 $TR 1 \sim TR 64$ には、受信信号線 $LR 1$ 、 $LR 3$ 、 \dots 、 $LR 127$ の一端が接続される。受信信号線 $LR 1$ 、 $LR 3$ 、 \dots 、 $LR 127$ の他端にはチャンネル端子 $XA 1$ 、 $XA 3$ 、 \dots 、 $XA 127$ が接続される。スイッチ素子 $SW 1 \sim SW 64$ からの受信信号は、受信信号線 $LR 1$ 、 $LR 3$ 、 \dots 、 $LR 127$ を介してチャンネル端子 $XA 1$ 、 $XA 3$ 、 \dots 、 $XA 127$ からアナログフロントエンド回路 550 へ出力される。受信信号線 $LR 1$ 、 $LR 3$ 、 \dots 、 $LR 127$ は、スライス方向 DL に沿って配線される。

【 0 1 4 3 】

送信回路 $TX 1 \sim TX 64$ は、マルチプレクサー $MUX 1 \sim MUX 64$ とスイッチ素子 $SW 1 \sim SW 64$ との間に、長辺方向に沿って配列される。送信回路 $TX 1 \sim TX 64$ は、図 15 のようにセル化して配置される。

10

【 0 1 4 4 】

制御回路 $CTS 1$ は、集積回路装置 110 の第 1 の短辺 $HS 1$ 側に配置される。また制御回路 $CTS 2$ は、集積回路装置 110 の第 2 の短辺 $HS 2$ 側に配置される。このように制御回路 $CTS 1$ 、 $CTS 2$ を短辺側に配置することで、短辺に制御端子を配置でき、長辺方向に長細い形状を保ったまま短辺を有効に活用できる。

【 0 1 4 5 】

なお、以上の実施形態では集積回路装置 110、120 が送信のみを行う場合と送信及び受信を行う場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されず、集積回路装置 110、120 は送信及び受信の少なくとも一方を行えばよい。例えば、集積回路装置 110 が送信のみを行い、集積回路装置 120 が受信のみを行ってもよい。この場合、奇数番の 64 チャンネルで送信を行い、偶数番の 64 チャンネルで受信を行う。集積回路装置 120 に集積する受信回路としては、例えば受信信号の増幅回路や A/D 変換回路等のアナログフロントエンド回路が想定される。

20

【 0 1 4 6 】

14. チャンネルの変形構成例

図 5 (A)、図 5 (B) では、超音波トランスデューサ素子がチャンネル端子 $XA i$ とコモン端子 $XC i$ の間に並列接続される場合を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されない。

30

【 0 1 4 7 】

図 16 に、チャンネル $CH i$ の第 1 変形構成例を示す。チャンネル $CH i$ は、信号電極線 $LX i$ とコモン電極線 $LC i$ との間に並列接続される素子群 $EG 1 \sim EG m$ (m は $m \geq 2$ の自然数) を含む。なお以下では $m = 4$ である場合を例に説明するが、本実施形態はこれに限定されない。

【 0 1 4 8 】

素子群 $EG 1 \sim EG 4$ の各素子群は、直列接続された j 個の超音波トランスデューサ素子 10 (j は $j \geq 2$ の自然数) を有する。なお以下では $j = 3$ である場合を例に説明するが、本実施形態はこれに限定されない。具体的には、素子群 $EG t$ (t は $t = 1 \sim 4$ の自然数) は、信号電極線 $LX i$ とノード $NA t 1$ との間に設けられる超音波トランスデューサ素子 $UE t 1$ と、ノード $NA t 1$ とノード $NA t 2$ との間に設けられる超音波トランスデューサ素子 $UE t 2$ と、ノード $NA t 2$ とコモン電極線 $LC i$ の間に設けられる超音波トランスデューサ素子 $UE t 3$ と、を有する。

40

【 0 1 4 9 】

各素子群 $EG t$ の超音波トランスデューサ素子 $UE t 1 \sim UE t 3$ は、スキャン方向 DS に沿って配置されており、素子群 $EG 1 \sim EG 4$ は、スライス方向 DL に沿って配置されている。具体的には、素子群 $EG 1 \sim EG 4$ の第 s の超音波トランスデューサ素子 $UE 1 s$ 、 $UE 2 s$ 、 $UE 3 s$ 、 $UE 4 s$ (s は $s = 1 \sim j$ の自然数) は、スライス方向 DL に沿って配置されている。

【 0 1 5 0 】

50

上記の第1変形例によれば、各チャンネル CH_i （又は CH_{i+1} ）は、第1～第 m の素子群 $EG_1 \sim EG_4$ （ $m=4$ 、 m は2以上の自然数であればよい）を有する。第1～第 m の素子群 $EG_1 \sim EG_4$ の各素子群に含まれる複数の超音波トランスデューサー素子は、各素子群内において電氣的に直列接続される。第1～第 m の素子群 $EG_1 \sim EG_4$ は、電氣的に並列接続される。

【0151】

このようにすれば、各素子群において複数の超音波トランスデューサー素子が端子 XA_i 、 XC_i の間に直列接続されるので、複数の超音波トランスデューサー素子での受信電圧の振幅が加算され、受信感度を向上できる。また、素子群 $EG_1 \sim EG_3$ を並列接続することで、送信音圧を大きくできる。このようにして、送信音圧の増大と受信感度の向上を両立でき、送信超音波による人体への影響を抑えながら人体深部からの微小なエコーを高 S/N で受信することが可能となる。

10

【0152】

図17に、チャンネル CH_i の第2変形構成例を示す。チャンネル CH_i は、信号電極線 LX_i とコモン電極線 LC_i との間に直列接続される素子群 $EG_1 \sim EG_m$ （ m は $m \geq 2$ の自然数）を含む。なお以下では $m=3$ である場合を例に説明するが、本実施形態はこれに限定さない。

【0153】

素子群 $EG_1 \sim EG_3$ の各素子群は、並列接続された j 個の超音波トランスデューサー素子 10 （ j は $j \geq 2$ の自然数）を有する。なお以下では $j=4$ である場合を例に説明するが、本実施形態はこれに限定さない。具体的には、素子群 EG_1 は、信号電極線 LX_i とノード NA_1 との間に並列接続される超音波トランスデューサー素子 $UE_{11} \sim UE_{14}$ を有し、素子群 EG_2 は、ノード NA_1 とノード NA_2 との間に並列接続される超音波トランスデューサー素子 $UE_{21} \sim UE_{24}$ を有し、素子群 EG_3 は、ノード NA_2 とコモン電極線 LC_i との間に並列接続される超音波トランスデューサー素子 $UE_{31} \sim UE_{34}$ を有する。

20

【0154】

各素子群の超音波トランスデューサー素子 $UE_{11} \sim UE_{14}$ 、 $UE_{21} \sim UE_{24}$ 、 $UE_{31} \sim UE_{34}$ は、スキャン方向 DS に沿って配置されており、素子群 $EG_1 \sim EG_3$ は、スライス方向 DL に沿って配置されている。具体的には、超音波トランスデューサー素子 UE_{1s} 、 UE_{2s} 、 UE_{3s} （ s は $s=1 \sim j$ の自然数）は、スライス方向 DL に沿って配置されている。

30

【0155】

上記の第2変形例によれば、各チャンネル CH_i （又は CH_{i+1} ）は、第1～第 m の素子群 $EG_1 \sim EG_3$ （ $m=3$ 、 m は2以上の自然数であればよい）を有する。第1～第 m の素子群 $EG_1 \sim EG_3$ の各素子群に含まれる複数の超音波トランスデューサー素子は、各素子群内において電氣的に並列接続される。第1～第 m の素子群 $EG_1 \sim EG_3$ は、電氣的に直列接続される。

【0156】

このようにすれば、素子群 $EG_1 \sim EG_3$ が端子 XA_i 、 XC_i の間に直列接続されるので、素子群 $EG_1 \sim EG_3$ での受信電圧の振幅が加算され、受信感度を向上できる。また、各素子群の超音波トランスデューサー素子を並列接続することで、送信音圧を大きくできる。このようにして、送信音圧の増大と受信感度の向上を両立でき、送信超音波による人体への影響を抑えながら人体深部からの微小なエコーを高 S/N で受信することが可能となる。

40

【0157】

15. ヘッドユニット

図18に、本実施形態の超音波測定装置が搭載されるヘッドユニット220の構成例を示す。図18に示すヘッドユニット220は、素子チップ200、接続部210、支持部材250を含む。

50

【 0 1 5 8 】

素子チップ 200 は、図 4 で説明した超音波トランスデューサーデバイスに対応する。素子チップ 200 は、超音波トランスデューサー素子アレイ 100、第 1 のチップ端子群 X G 1 (奇数番のチャンネル端子 X A i、コモン端子 X C i)、第 2 のチップ端子群 X G 2 (偶数番のチャンネル端子 X A i + 1、コモン端子 X C i + 1) を含む。素子チップ 200 には、集積回路装置 110、120 がフリップチップ実装される。素子チップ 200 は、接続部 210 を介してプローブ本体が有する処理装置 (例えば図 21 の処理装置 330) と電氣的に接続される。

【 0 1 5 9 】

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 421、422 と、コネクタ 421、422 が設けられるフレキシブル基板 130、140 と、を有する。フレキシブル基板 130 には、素子チップ 200 の第 1 の辺側に設けられる第 1 のチップ端子群 X G 1 とコネクタ 421 の端子群とを接続する第 1 の配線群が形成される。フレキシブル基板 140 には、素子チップ 200 の第 2 の辺側に設けられる第 2 のチップ端子群 X G 2 とコネクタ 422 の端子群とを接続する第 2 の配線群が形成される。

10

【 0 1 6 0 】

なお接続部 210 は、図 18 に示す構成に限定されるものではない。例えば、フレキシブル基板 130 には、コネクタ 421 に変えて、第 1 の接続端子群を設けてもよい。フレキシブル基板 140 には、コネクタ 422 に変えて、第 2 の接続端子群を設けてもよい。

20

【 0 1 6 1 】

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、更にヘッドユニット 220 をプローブ本体に脱着可能にすることができる。

【 0 1 6 2 】

支持部材 250 は、素子チップ 200 を支持する部材であって、後述するように、支持部材 250 の第 1 の面側に複数の接続端子が設けられ、支持部材 250 の第 1 の面の裏面である第 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 250 の具体的な構造については後述する。

30

【 0 1 6 3 】

図 19 (A) ~ 図 19 (C) に、ヘッドユニット 220 の詳細な構成例を示す。図 19 (A) は支持部材 250 の第 2 の面 S F 2 側を示し、図 19 (B) は支持部材 250 の第 1 の面 S F 1 側を示し、図 19 (C) は支持部材 250 の側面側を示す。

【 0 1 6 4 】

支持部材 250 の第 1 の面 S F 1 側には、コネクタ 421、422 が設けられる。コネクタ 421、422 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。

【 0 1 6 5 】

支持部材 250 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 200 が支持される。素子チップ 200 の端子にはフレキシブル基板 130、140 の他端が接続される。固定用部材 260 は、支持部材 250 の各コーナー部に設けられ、ヘッドユニット 220 をプローブ筐体に固定するために用いられる。

40

【 0 1 6 6 】

図 19 (C) に示すように、素子チップ 200 の表面 (図 3 (B) において圧電体層 30 が形成される面) には、素子チップ 200 を保護する保護部材 270 (保護膜) が設けられる。集積回路装置 110、120 は、素子チップ 200 の表面と共に保護部材 270 により覆われている。

【 0 1 6 7 】

16. 超音波プローブ

図 20 (A)、図 20 (B) に、上記のヘッドユニット 220 が適用される超音波プロ

50

ープ300の構成例を示す。図20(A)はプローブヘッド310がプローブ本体320に装着された場合を示し、図20(B)はプローブヘッド310がプローブ本体320から分離された場合を示す。

【0168】

プローブヘッド310は、ヘッドユニット220、被検体と接触する接触部材230及びヘッドユニット220を格納するプローブ筐体240を含む。素子チップ200は、接触部材230と支持部材250との間に設けられる。

【0169】

プローブ本体320は、処理装置330及びプローブ本体側コネクタ426を含む。処理装置330は、受信部335(アナログフロントエンド部)、送受信制御部334を含む。受信部335は、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。送受信制御部334は、集積回路装置110、120や受信部335の制御を行う。プローブ本体側コネクタ426は、ヘッドユニット側コネクタ425と接続される。プローブ本体320は、ケーブル350により電子機器(例えば超音波画像装置)本体に接続される。

10

【0170】

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。

20

【0171】

17. 超音波画像装置

図21に、超音波画像装置の構成例を示す。超音波画像装置は、超音波プローブ300、電子機器本体400を含む。超音波プローブ300は、超音波ヘッドユニット220、処理装置330を含む。電子機器本体400は、制御部410、処理部420、ユーザーインターフェース部430、表示部440を含む。

【0172】

処理装置330は、送受信制御部334、受信部335(アナログフロントエンド部)を含む。超音波ヘッドユニット220は、素子チップ200(超音波トランスデューサーデバイス)と、素子チップ200に実装された集積回路装置340と、素子チップ200を回路基板(例えばリジッド基板)に接続する接続部210(コネクタ部)と、を含む。回路基板には、送受信制御部334、受信部335が実装されている。集積回路装置340は、送信部332を含む。なお、集積回路装置340は、集積回路装置110、120に対応する。

30

【0173】

超音波を送信する場合には、送受信制御部334が送信部332に対して送信指示を行い、送信部332がその送信指示を受けて駆動信号を高電圧に増幅して駆動電圧を出力する。受信部335は不図示のリミッター回路を有しており、そのリミッター回路が駆動電圧を遮断する。超音波の反射波を受信する場合には、素子チップ200により検出された反射波の信号を受信部335が受信する。受信部335は、送受信制御部334からの受信指示に基づいて、反射波の信号を処理(例えば増幅処理や、A/D変換処理等)し、処理後の信号を処理部420に送信する。処理部420は、その信号を映像化して表示部440に表示させる。

40

【0174】

なお、本実施形態の超音波測定装置は、上記のような医療用の超音波画像装置に限らず、種々の電子機器に適用可能である。例えば、超音波トランスデューサーデバイスが適用された電子機器として、建築物等の内部を非破壊検査する診断機器や、ユーザーの指の動きを超音波の反射により検出するユーザーインターフェース機器等が想定される。

【0175】

なお、上記のように本実施形態について詳細に説明したが、本発明の新規事項及び効果

50

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、より広義又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。また本実施形態及び変形例の全ての組み合わせも、本発明の範囲に含まれる。また集積回路装置、超音波トランスデューサー素子、超音波トランスデューサーデバイス、超音波ヘッドユニット、超音波プローブ、超音波画像装置の構成・動作や、集積回路装置の実装手法、超音波ビームのスキャン手法等も、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】

【0176】

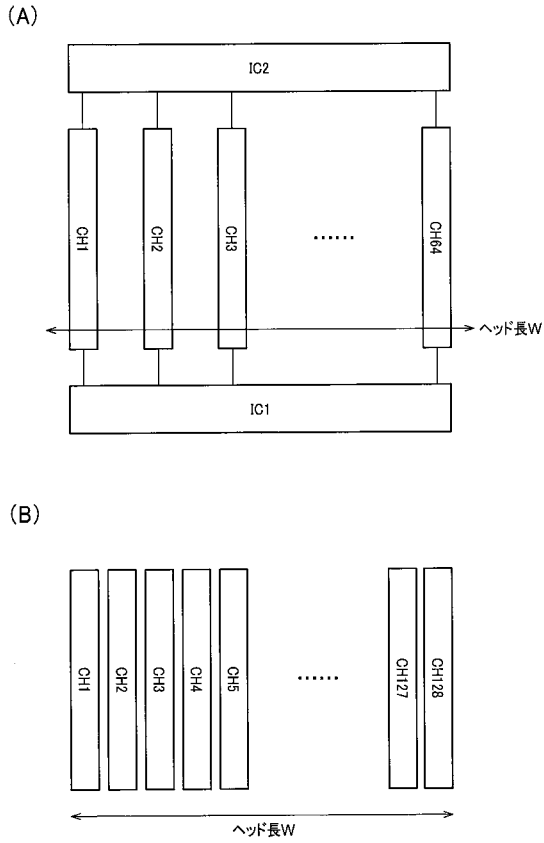
10 超音波トランスデューサー素子、21 第1電極層、22 第2電極層、
 30 圧電体層、40 開口、50 振動膜、60 基板、
 100 超音波トランスデューサー素子アレイ、110 第1の集積回路装置、
 112 送信回路、114 制御回路、115 異方性導電フィルム、
 116 マルチプレクサー、118 送受信切替回路、120 第2の集積回路装置、
 122 送信回路、124 制御回路、125 異方性導電フィルム、
 126 マルチプレクサー、128 送受信切替回路、
 130 第1のフレキシブル基板、140 第2のフレキシブル基板、
 200 超音波トランスデューサーデバイス(素子チップ)、210 接続部、
 220 超音波ヘッドユニット、230 接触部材、240 プローブ筐体、
 250 支持部材、260 固定用部材、270 保護部材、300 超音波プローブ、
 310 プローブヘッド、320 プローブ本体、330 処理装置、332 送信部、
 334 送受信制御部、335 受信部、340 集積回路装置、350 ケーブル、
 400 電子機器本体、410 制御部、420 処理部、
 421~424 コネクター、425 ヘッドユニット側コネクター、
 426 プローブ本体側コネクター、430 ユーザーインターフェース部、
 431~433 リジッド基板、440 表示部、441~448 集積回路装置、
 451~455 回路素子、500 処理部、550 アナログフロントエンド回路、
 560 送受信制御回路、570 リミッター回路、600 筐体、610 音響部材、
 CH1~CH128 チャンネル、CTS1, CTS2 制御回路、
 DL スライス方向(第1の方向)、DS スキャン方向(第2の方向)、
 EG1~EG4 素子群、HL1 第1の長辺、HL2 第2の長辺、
 LC1~LC128 コモン電極線、LX1~LX128 信号電極線、
 P1~P8 パルス信号、SW1~SW64 スイッチ素子、
 T1~T5 スキャン期間、TD1~TD64 ダミー端子、
 TT1~TT64 送信端子(送受信端子)、TX1~TX64 送信回路、
 UE1 超音波トランスデューサー素子、XA1~XA128 チャンネル端子、
 XC1~XC128 コモン端子

10

20

30

【図1】



【図2】

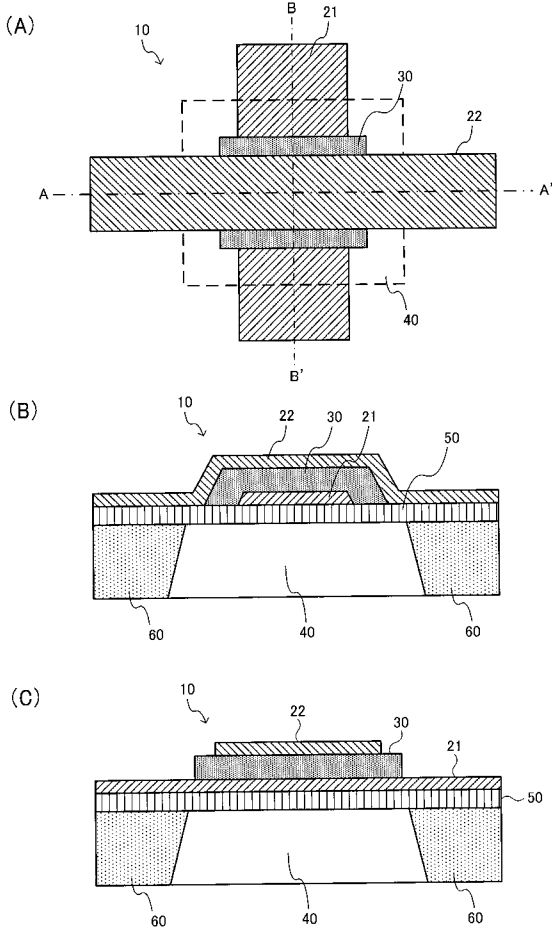
用途	リンパ浮腫	時創	皮膚	腱・筋肉
主用途	乳癌予後等	悪化予防	コラーゲン繊維	効果判定
深さ	~80mm	~50mm	~30mm	~80mm
ヘッド長	40mm	40mm	40mm	40mm
周波数	5MHz	7MHz	20MHz	5MHz~

周波数	3.5MHz	7.5MHz	7.5MHz
ヘッド長	38~40mm	25~26mm	38~40mm
チャンネル数	64	64	128
送受信CH数	8	8	16
水平分解能	3mm	2mm	0.5mm

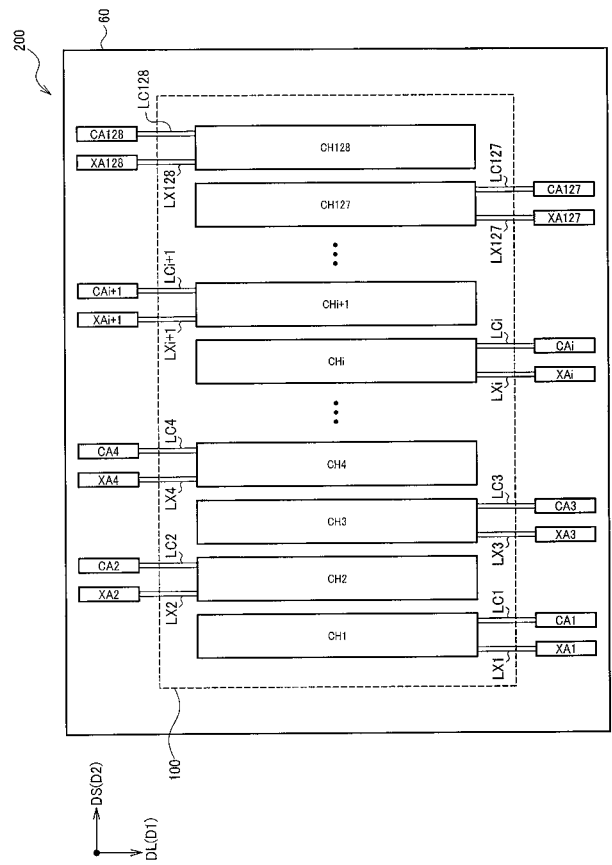
(A)

(B)

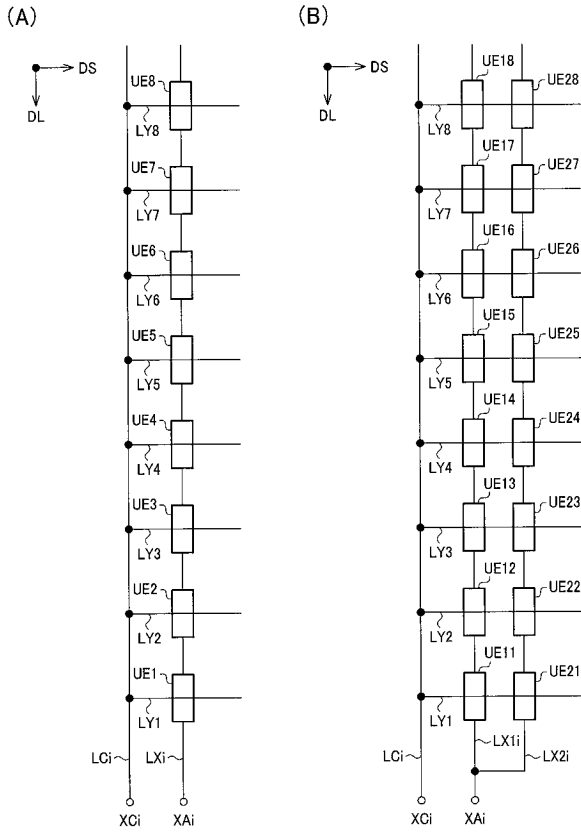
【図3】



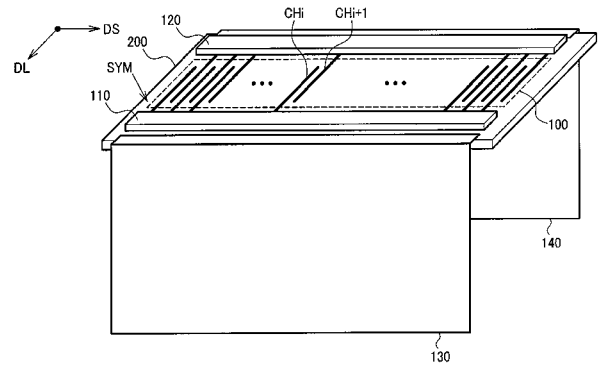
【図4】



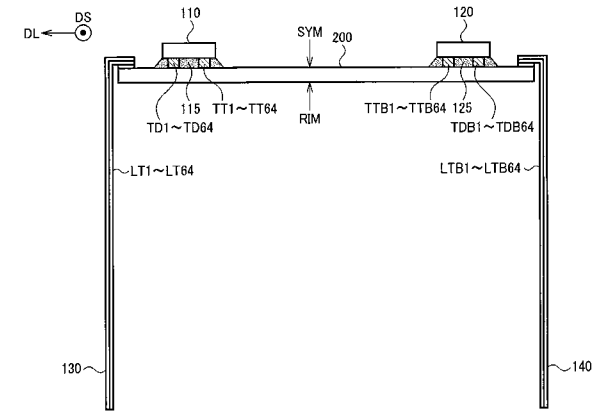
【図5】



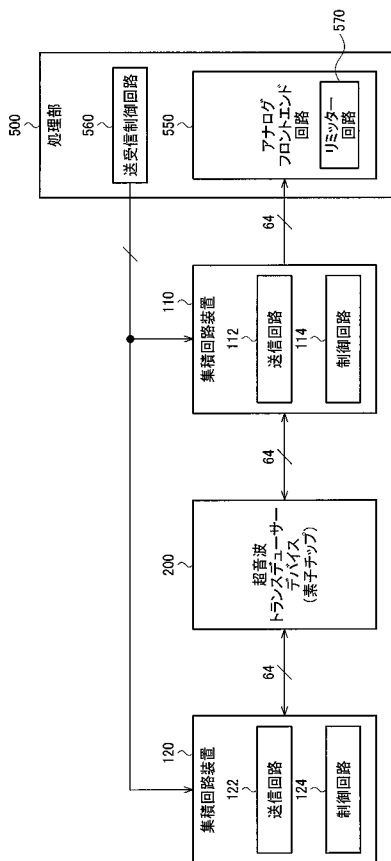
【図6】



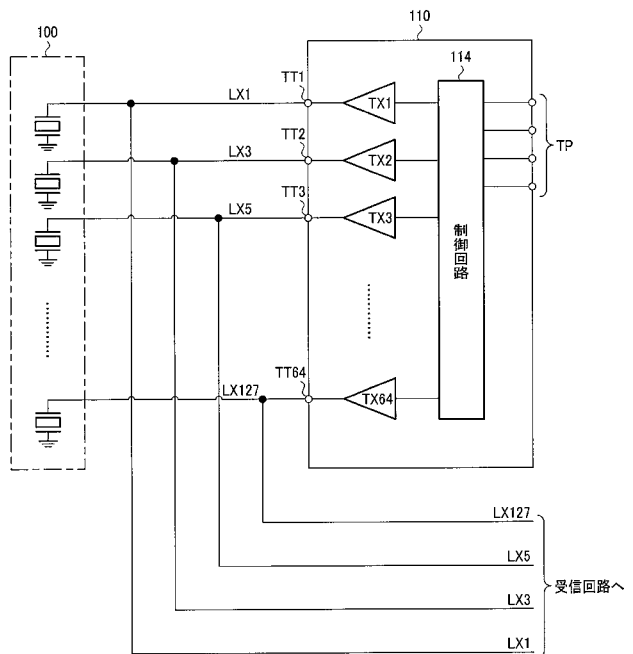
【図7】



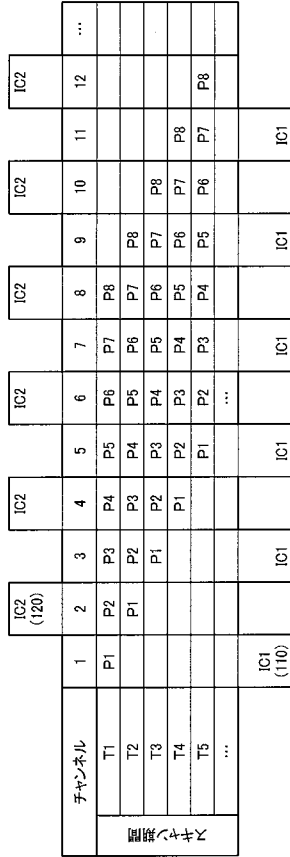
【図8】



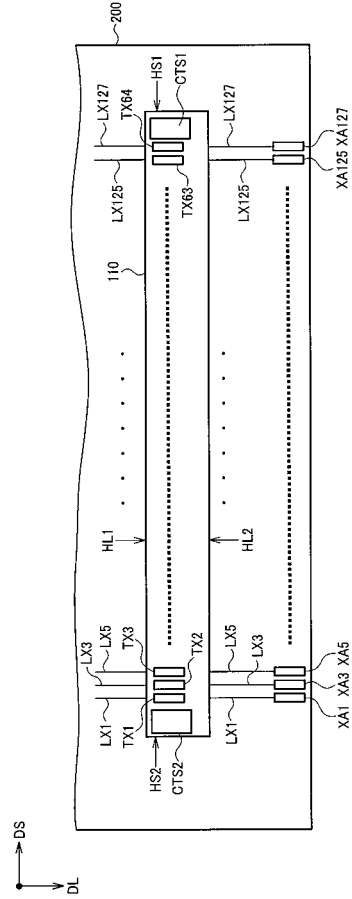
【図9】



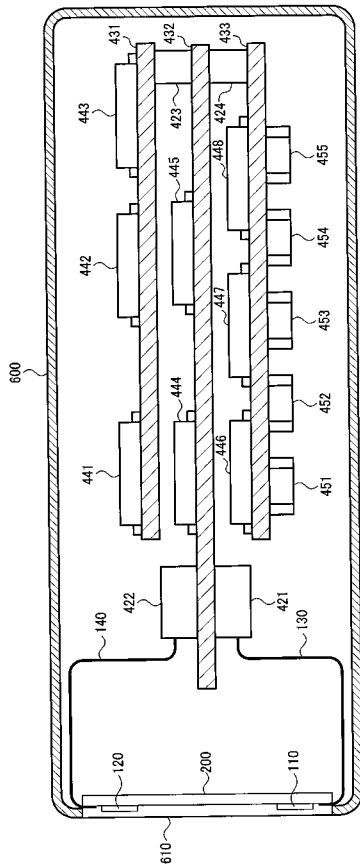
【図 1 0】



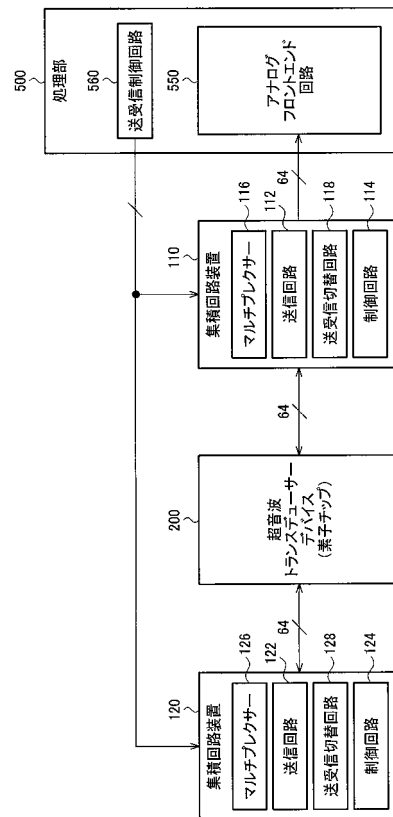
【図 1 1】



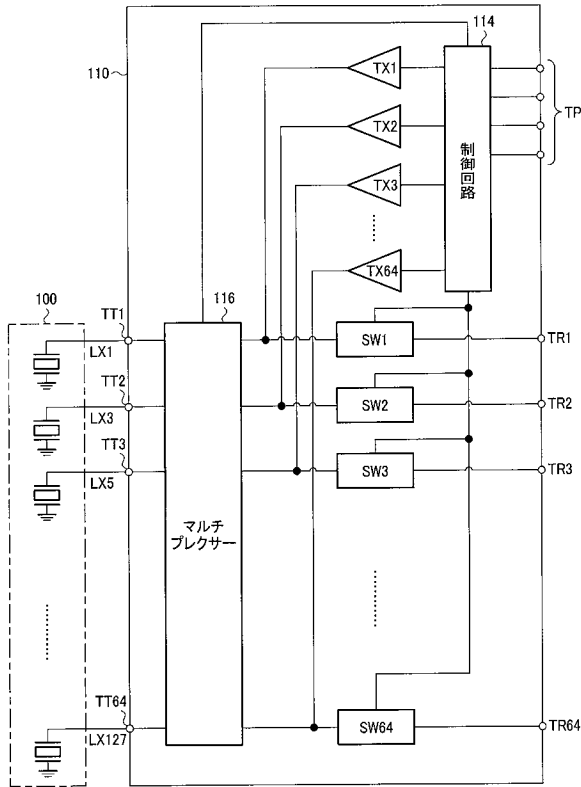
【図 1 2】



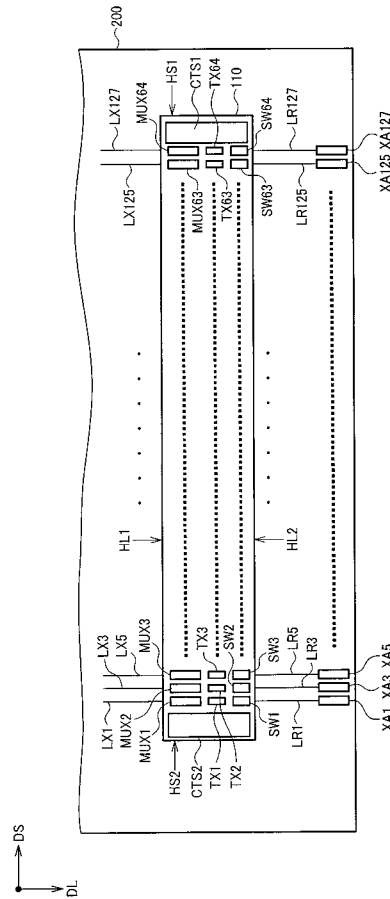
【図 1 3】



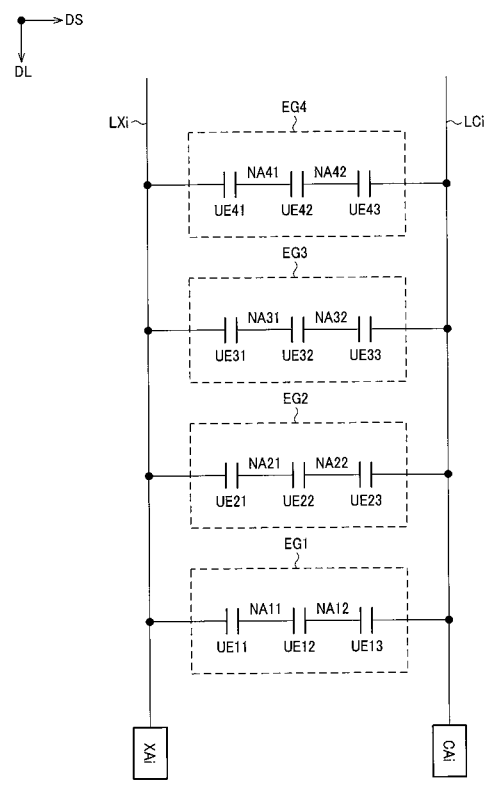
【図 14】



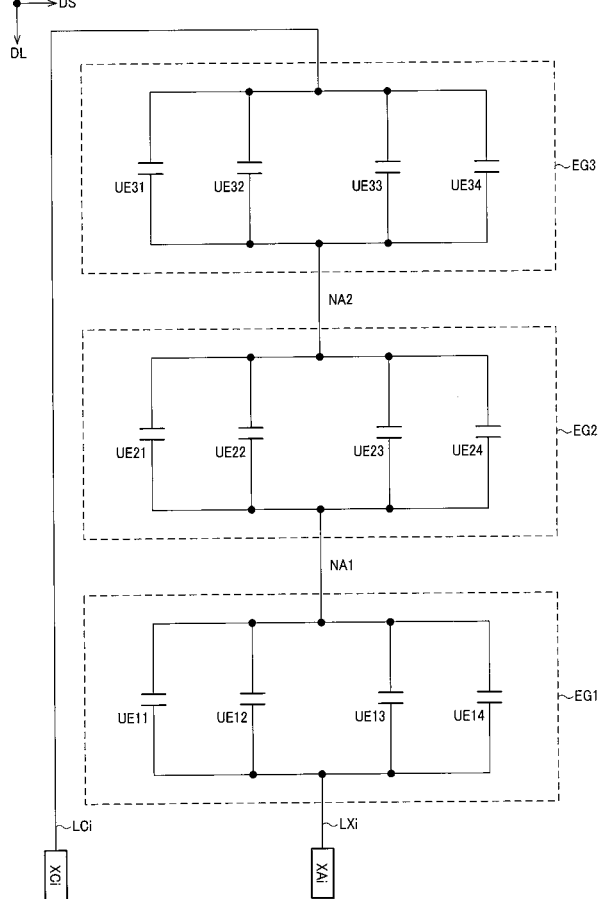
【図 15】



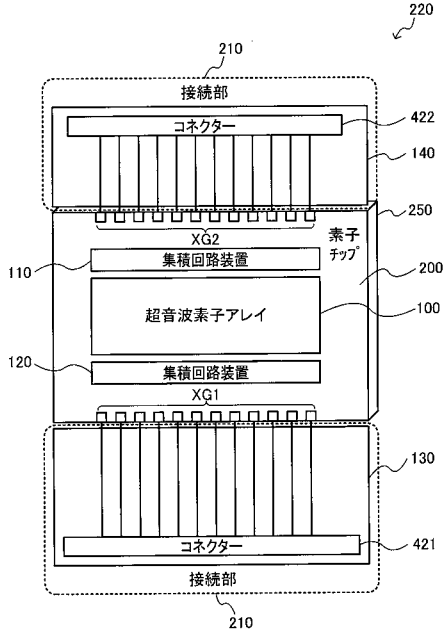
【図 16】



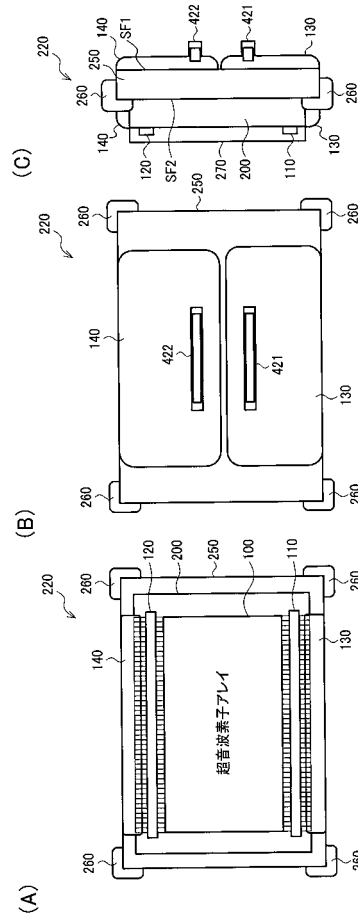
【図 17】



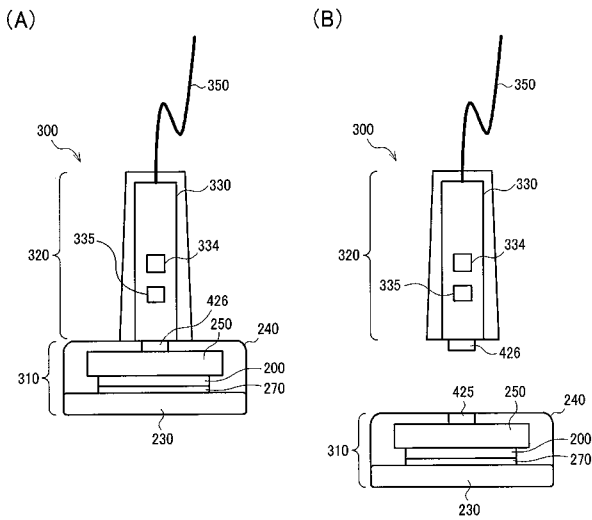
【図18】



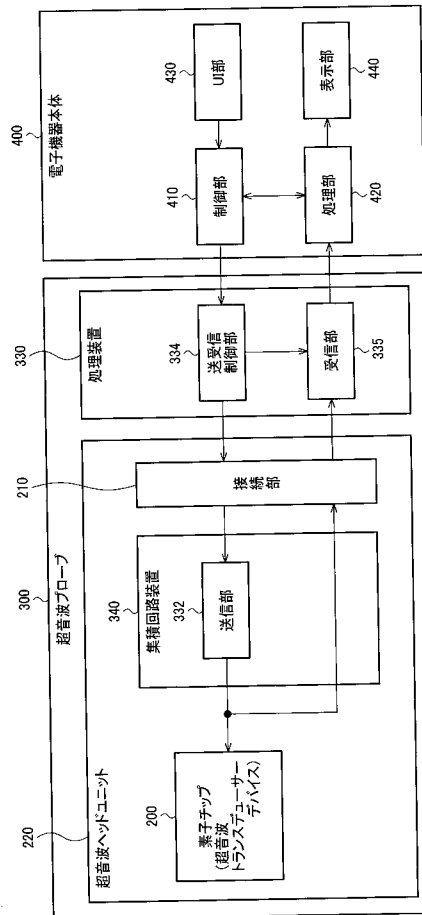
【図19】



【図20】



【図21】



专利名称(译)	超声波测量装置，超声波头单元，超声波探头和超声波成像装置		
公开(公告)号	JP2015023994A	公开(公告)日	2015-02-05
申请号	JP2013155346	申请日	2013-07-26
[标]申请(专利权)人(译)	精工爱普生株式会社		
申请(专利权)人(译)	精工爱普生公司		
[标]发明人	遠藤甲午		
发明人	遠藤 甲午		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/13 A61B8/4483 A61B8/5207 A61B8/54 B06B1/0215 B06B1/0622 B06B2201/51 B06B2201/55 G01S7/5208 G01S7/52082 G01S7/52085 G01S15/8915		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/GA02 4C601/GB03 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GD18		
代理人(译)	宫坂和彦 渡边和明		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种能够减小设备尺寸的超声测量设备，超声头单元，超声探头，超声图像设备等。超声测量装置沿第一方向（DL）安装在超声换能器装置（200）和超声换能器元件阵列（100）的一端的基板（60）上，并具有第一通道。第一集成电路装置110执行向组（ CH_i ）的信号发送和从第一通道组的信号接收中的至少一个，并且在第一方向上的另一端安装在基板60上。第二集成电路器件120执行以下至少之一：将信号发送到第二通道组（ CH_{i+1} ）和从第二通道组接收信号。第一通道组（ CH_i ）和第二通道组（ CH_{i+1} ）沿第二方向针对每个通道交替布置。[选择图]图6

