

(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2014-161708

(P2014-161708A)

(43) 公開日 平成26年9月8日(2014.9.8)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F I
A61B 8/00テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2013-38459 (P2013-38459)
(22) 出願日 平成25年2月28日 (2013.2.28)(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 松田 洋史
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 BB06 EE03 GB04 GB14 GB19
GB20 GB21 GB45 GB46

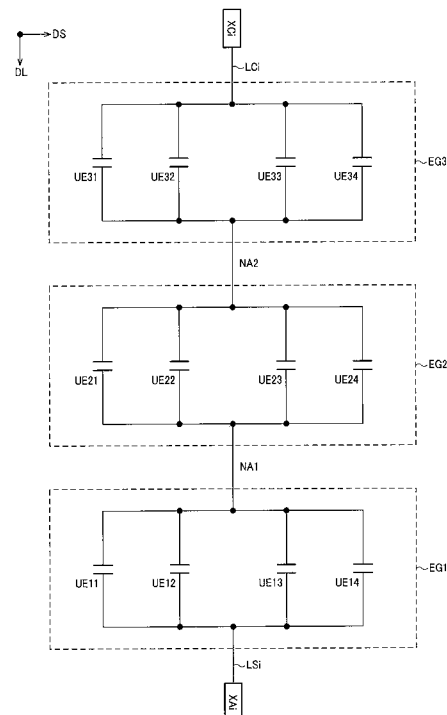
(54) 【発明の名称】 超音波トランスデューサーデバイス、ヘッドユニット、プローブ及び超音波画像装置

(57) 【要約】

【課題】切り替えスイッチを用いずに送受信の感度を向上できる超音波トランスデューサーデバイス、ヘッドユニット、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】超音波トランスデューサーデバイスは、第1の素子群～第kの素子群EG1～EG3を有する超音波トランスデューサー素子アレイと、信号の受信及び送信の少なくとも一方を行う制御部に接続される第1信号端子XAiと、第1信号端子XAiと超音波トランスデューサー素子アレイを介して接続される第2信号端子XCiと、を含む。第1の素子群～第kの素子群EG1～EG3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EG1～EG3内において電氣的に並列接続される。第1の素子群～第kの素子群EG1～EG3は、第1信号端子XAiと第2信号端子XCiとの間に電氣的に直列接続される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 の素子群 ~ 第 k の素子群 (k は $k \geq 2$ の自然数) を有する超音波トランスデューサー素子アレイと、

信号の受信及び送信の少なくとも一方を行う制御部に接続される第 1 信号端子と、

前記第 1 信号端子と前記超音波トランスデューサー素子アレイを介して接続される第 2 信号端子と、

を含み、

前記第 1 の素子群 ~ 前記第 k 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 の素子群 ~ 前記第 k の素子群は、前記第 1 信号端子と前記第 2 信号端子との間に電氣的に直列接続されることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記第 1 信号端子は、信号の受信及び送信を行う前記制御部に接続されていることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

電氣的に並列接続される前記複数の超音波トランスデューサー素子は、スキャン方向である第 1 の方向に並んで配置されていることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

20

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記第 1 の素子群 ~ 前記第 k の素子群は、前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向に並んで配置されていることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記各素子群は、前記複数の超音波トランスデューサー素子として第 1 の超音波トランスデューサー素子 ~ 第 j の超音波トランスデューサー素子 (j は $j \geq 2$ の自然数) を有し、

30

前記第 1 の超音波トランスデューサー素子 ~ 前記第 j の超音波トランスデューサー素子のうち、前記第 1 の素子群 ~ 前記第 k の素子群における第 s の超音波トランスデューサー素子 (s は $s \leq j$ の自然数) の各々は、前記第 2 の方向に並んで配置されていることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 6】

請求項 1 において、

前記各素子群は、電氣的に並列接続される前記複数の超音波トランスデューサー素子として、スキャン方向である第 1 の方向と前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向との 2 方向にマトリックス配置される少なくとも 4 個の超音波トランスデューサー素子を有することを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

40

【請求項 7】

請求項 3 乃至 6 のいずれかにおいて、

前記複数の超音波トランスデューサー素子の各超音波トランスデューサー素子は、第 1 電極と、第 2 電極と、前記第 1 電極と前記第 2 電極の間に設けられるトランスデューサー部と、を有し、

前記第 1 の素子群の前記第 1 電極は、前記第 1 信号端子に接続され、

前記第 1 の素子群の前記第 2 電極は、前記第 2 の素子群の前記第 1 電極に接続されることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 8】

請求項 7 において、

50

前記第 1 の素子群～前記第 k の素子群のうちの第 k - 1 の素子群の前記第 2 電極は、前記第 k の素子群の前記第 1 電極に接続され、

前記第 k の素子群の前記第 2 電極は、前記第 2 信号端子に接続されることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 9】

請求項 3 乃至 8 のいずれかにおいて、

前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向における前記超音波トランスデューサー素子アレイの一方の端部に配置される複数の前記第 1 信号端子と、

前記第 2 の方向における前記超音波トランスデューサー素子アレイの他方の端部に少なくとも配置され、前記第 2 信号端子に接続される第 2 信号電極線と、

を含み、

前記第 1 の素子群～前記第 k の素子群は、前記第 1 信号端子と前記第 2 信号電極線との間に電氣的に直列接続されることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 10】

請求項 9 において、

前記第 2 信号端子は、前記一方の端部に配置され、

前記第 2 信号電極線は、前記他方の端部に前記第 1 の方向に配置される第 1 配線と、前記第 1 配線と前記一方の端部に配置される前記第 2 信号端子とを接続する第 2 配線と、を有することを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 11】

超音波トランスデューサー素子アレイと、

信号の受信及び送信の少なくとも一方を行う制御部に接続される第 1 信号端子と、

前記第 1 信号端子と前記超音波トランスデューサー素子アレイを介して接続される第 2 信号端子と、

を含み、

前記超音波トランスデューサー素子アレイは、

前記第 1 信号端子と前記第 2 信号端子との間に電氣的に直列接続される複数の超音波トランスデューサー素子又は、前記第 1 信号端子と前記第 2 信号端子との間に電氣的に直列接続される複数の素子群を有し、

前記複数の素子群の各素子群は、

電氣的に並列接続される複数の超音波トランスデューサー素子を有し、

前記複数の超音波トランスデューサー素子又は前記複数の素子群は、スキャン方向である第 1 の方向に交差する第 2 の方向に並んで配置されることを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 12】

複数の超音波トランスデューサー素子が電氣的に並列接続されている第 1 の素子群と、

複数の超音波トランスデューサー素子が電氣的に並列接続されている第 2 の素子群と、

前記第 1 の素子群と前記第 2 の素子群を電氣的に直列接続する接続配線と、

を含むことを特徴とする超音波トランスデューサーデバイス。

【請求項 13】

プローブのヘッドユニットであって、

請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載された超音波トランスデューサーデバイスを含み、前記プローブのプローブ本体に対して着脱可能であることを特徴とするヘッドユニット。

【請求項 14】

請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載された超音波トランスデューサーデバイスを含むことを特徴とするプローブ。

【請求項 15】

請求項 14 において、

前記第 1 信号端子に接続される第 1 信号線と、前記第 2 信号端子に接続される第 2 信号

10

20

30

40

50

線と、が配置されるフレキシブル基板を含み、

前記第 1 信号端子及び前記第 2 信号端子は前記超音波トランスデューサーデバイスの一端に配置され、

前記フレキシブル基板は、前記超音波トランスデューサーデバイスの前記一端に設けられることを特徴とするプローブ。

【請求項 16】

請求項 14 又は 15 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】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波トランスデューサーデバイス、ヘッドユニット、プローブ及び超音波画像装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

プローブ先端から対象物に向かって超音波を出射し、その対象物から反射された超音波を検出する超音波画像装置（例えば特許文献 1）が知られている。例えば、患者の体内を映像化して診断に用いる超音波診断装置などとして用いられている。超音波を送信・受信する超音波トランスデューサー素子として、例えば圧電素子が用いられている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2011 - 50571 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献 1 の超音波プローブでは、超音波トランスデューサー素子を並べた超音波トランスデューサーアレイを用いた超音波の送受信で、送信時と受信時において超音波トランスデューサー素子の接続関係を直列と並列との間でスイッチ回路によって切り替えることにより送受信の感度を向上させている。しかしながら、切り替えのためのスイッチ回路やそのための配線が複雑になるという課題がある。

30

【0005】

本発明の幾つかの態様によれば、切り替えスイッチを用いずに送受信の感度を向上できる超音波トランスデューサーデバイス、ヘッドユニット、プローブ及び超音波画像装置等を提供できる。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一態様は、第 1 の素子群～第 k の素子群（k は k ≥ 2 の自然数）を有する超音波トランスデューサー素子アレイと、信号の受信及び送信の少なくとも一方を行う制御部に接続される第 1 信号端子と、前記第 1 信号端子と前記超音波トランスデューサー素子アレイを介して接続される第 2 信号端子と、を含み、前記第 1 の素子群～前記第 k 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 の素子群～前記第 k の素子群は、前記第 1 信号端子と前記第 2 信号端子との間に電氣的に直列接続される超音波トランスデューサーデバイスに関する。

40

【0007】

本発明の一態様によれば、第 1 の素子群～第 k の素子群が第 1 信号端子と第 2 信号端子との間に直列接続され、その各素子群が有する複数の超音波トランスデューサー素子が、並列接続される。これにより、切り替えスイッチを用いずに超音波の送受信の感度を向上

50

することが可能となる。

【0008】

また本発明の一態様では、前記第1信号端子は、信号の受信及び送信を行う前記制御部に接続されていてもよい。

【0009】

このようにすれば、制御部が、第1信号端子を介して信号の受信及び送信を行うことができ、超音波の送受信を行うことが可能となる。

【0010】

また本発明の一態様では、電氣的に並列接続される前記複数の超音波トランスデューサー素子は、スキャン方向である第1の方向に並んで配置されていてもよい。

10

【0011】

また本発明の一態様では、前記第1の素子群～前記第kの素子群は、前記第1の方向に交差する第2の方向に並んで配置されていてもよい。

【0012】

このようにすれば、第1の素子群～第kの素子群は直列接続されているので、第2の方向に沿って配置された第1の素子群～第kの素子群に同一位相・同一振幅の送信信号を印加することが可能となる。これにより、位相遅延等による自然フォーカスを抑制でき、第2の方向におけるビームプロファイルを改善できる。

【0013】

また本発明の一態様では、前記各素子群は、前記複数の超音波トランスデューサー素子として第1の超音波トランスデューサー素子～第jの超音波トランスデューサー素子（jはj-2の自然数）を有し、前記第1の超音波トランスデューサー素子～前記第jの超音波トランスデューサー素子のうち、前記第1の素子群～前記第kの素子群における第sの超音波トランスデューサー素子（sはs-jの自然数）の各々は、前記第2の方向に並んで配置されていてもよい。

20

【0014】

このようにすれば、第1の素子群～第nの素子群における第sの超音波トランスデューサー素子を第2の方向に沿って配置できるため、同一位相・同一振幅の超音波を、第2の方向に沿って配置された超音波トランスデューサー素子から出射できる。これにより、ビームプロファイルをより理想的なプロファイルにできる。

30

【0015】

また本発明の一態様では、前記各素子群は、電氣的に並列接続される前記複数の超音波トランスデューサー素子として、スキャン方向である第1の方向と前記第1の方向に交差する第2の方向との2方向にマトリックス配置される少なくとも4個の超音波トランスデューサー素子を有してもよい。

【0016】

このようにした場合にも、各素子群の第sの超音波トランスデューサー素子を第2の方向に沿って配置することが可能であるため、第2の方向におけるビームプロファイルを改善できる。

【0017】

また本発明の一態様では、前記複数の超音波トランスデューサー素子の各超音波トランスデューサー素子は、第1電極と、第2電極と、前記第1電極と前記第2電極の間に設けられるトランスデューサー部と、を有し、前記第1の素子群の前記第1電極は、前記第1信号端子に接続され、前記第1の素子群の前記第2電極は、前記第2の素子群の前記第1電極に接続されてもよい。

40

【0018】

また本発明の一態様では、前記第1の素子群～前記第kの素子群のうちの第k-1の素子群の前記第2電極は、前記第kの素子群の前記第1電極に接続され、前記第kの素子群の前記第2電極は、前記第2信号端子に接続されてもよい。

【0019】

50

このようにすれば、第 1 の素子群 ~ 第 k の素子群を第 1 信号端子と第 2 信号端子との間に直列接続できる。また、第 1 信号端子と第 1 電極を接続する配線の抵抗や第 2 信号端子と第 2 電極を接続する配線の抵抗により送信信号の位相遅延が生じる可能性があるが、本発明の一態様によれば、第 1 信号端子と第 2 信号端子との間に複数の素子群が直列接続されるため、位相遅延を抑制できる。

【 0 0 2 0 】

また本発明の一態様では、前記第 1 の方向に交差する第 2 の方向における前記超音波トランスデューサー素子アレイの一方の端部に配置される複数の前記第 1 信号端子と、前記第 2 の方向における前記超音波トランスデューサー素子アレイの他方の端部に少なくともも配置され、前記第 2 信号端子に接続される第 2 信号電極線と、を含み、前記第 1 の素子群 ~ 前記第 k の素子群は、前記第 1 信号端子と前記第 2 信号電極線との間に電氣的に直列接続されてもよい。

10

【 0 0 2 1 】

また本発明の一態様では、前記第 2 信号端子は、前記一方の端部に配置され、前記第 2 信号電極線は、前記他方の端部に前記第 1 の方向に配置される第 1 配線と、前記第 1 配線と前記一方の端部に配置される前記第 2 信号端子とを接続する第 2 配線と、を有してもよい。

【 0 0 2 2 】

本発明の一態様によれば、各チャンネルを構成する第 1 の素子群 ~ 第 k の素子群の一端が第 2 信号電極線となるため、複数のチャンネルの第 2 信号電極線を容易に共通接続できる。第 2 信号電極線を第 1 配線及び第 2 配線により第 2 信号端子に共通接続し、その第 2 信号端子及び複数の第 1 信号端子を超音波トランスデューサー素子アレイの一方の端部に配置することで、信号の入出力を一方の端部のみから行うことが可能となる。

20

【 0 0 2 3 】

また本発明の他の態様は、超音波トランスデューサー素子アレイと、信号の受信及び送信の少なくとも一方を行う制御部に接続される第 1 信号端子と、前記第 1 信号端子と前記超音波トランスデューサー素子アレイを介して接続される第 2 信号端子と、を含み、前記超音波トランスデューサー素子アレイは、前記第 1 信号端子と前記第 2 信号端子との間に電氣的に直列接続される複数の超音波トランスデューサー素子又は、前記第 1 信号端子と前記第 2 信号端子との間に電氣的に直列接続される複数の素子群を有し、前記複数の素子群の各素子群は、電氣的に並列接続される複数の超音波トランスデューサー素子を有し、前記複数の超音波トランスデューサー素子又は前記複数の素子群は、スキャン方向である第 1 の方向に交差する第 2 の方向に並んで配置される超音波トランスデューサーデバイスに関係する。

30

【 0 0 2 4 】

また本発明の更に他の態様は、複数の超音波トランスデューサー素子が電氣的に並列接続されている第 1 の素子群と、複数の超音波トランスデューサー素子が電氣的に並列接続されている第 2 の素子群と、前記第 1 の素子群と前記第 2 の素子群を電氣的に直列接続する接続配線と、を含む超音波トランスデューサーデバイスに関係する。

【 0 0 2 5 】

また本発明の更に他の態様は、プローブのヘッドユニットであって、上記のいずれかに記載された超音波トランスデューサーデバイスを含み、前記プローブのプローブ本体に対して着脱可能であるヘッドユニットに関係する。

40

【 0 0 2 6 】

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トランスデューサーデバイスを含み、プローブに関係する。

【 0 0 2 7 】

また本発明の更に他の態様では、前記第 1 信号端子に接続される第 1 信号線と、前記第 2 信号端子に接続される第 2 信号線と、が配置されるフレキシブル基板を含み、前記第 1 信号端子及び前記第 2 信号端子は前記超音波トランスデューサーデバイスの一端に配置さ

50

れ、前記フレキシブル基板は、前記超音波トランスデューサーデバイスの前記一端に設けられてもよい。

【0028】

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係する。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】図1(A)～図1(C)は、超音波トランスデューサー素子の構成例。

【図2】超音波トランスデューサーデバイスの構成例。

【図3】チャンネル素子群の構成例。

10

【図4】チャンネル素子群の第1のレイアウト構成例の平面視図。

【図5】図5(A)、図5(B)は、チャンネル素子群の第1のレイアウト構成例の断面図。

【図6】チャンネル素子群の第2のレイアウト構成例。

【図7】図7(A)は、チャンネルの比較構成例。図7(B)は、比較構成例における音場シミュレーション結果。

【図8】本実施形態における音場シミュレーション結果。

【図9】チャンネル素子群の変形例。

【図10】チャンネル素子群の変形例のレイアウト構成例。

【図11】超音波トランスデューサーデバイスの変形例。

20

【図12】ヘッドユニットの構成例。

【図13】図13(A)～図13(C)は、ヘッドユニットの詳細な構成例。

【図14】図14(A)、図14(B)は、超音波プローブの構成例。

【図15】超音波画像装置の構成例。

【発明を実施するための形態】

【0030】

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】

30

1. 超音波トランスデューサー素子

図1(A)～図1(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。

【0032】

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1(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1(B)は、図1(A)のAA'に沿った断面を示す断面図である。図1(C)は、図1(A)のBB'に沿った断面を示す断面図である。

40

【0033】

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10に接続される配線であってもよい。

【0034】

圧電体層30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、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。

50

【 0 0 3 5 】

第 2 電極層 2 2 は、例えば金属薄膜で形成され、圧電体層 3 0 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 2 2 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 1 0 に接続される配線であってもよい。

【 0 0 3 6 】

第 1 電極層 2 1 のうちの圧電体層 3 0 に覆われた部分及び第 2 電極層 2 2 のうちの圧電体層 3 0 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 3 0 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 3 0 を圧電素子部とも呼ぶ。

10

【 0 0 3 7 】

振動膜 5 0 は、例えば SiO_2 薄膜と ZrO_2 薄膜との 2 層構造により開口 4 0 を塞ぐように設けられる。この振動膜 5 0 は、圧電体層 3 0 及び第 1 電極層 2 1、第 2 電極層 2 2 を支持すると共に、圧電体層 3 0 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。

【 0 0 3 8 】

開口 4 0 (空洞領域) は、基板 6 0 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 4 0 の形成によって振動可能になった振動膜 5 0 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 3 0 側 (図 1 (A) において紙面奥から手前方向) に放射される。

20

【 0 0 3 9 】

圧電体層 3 0 は、第 1 の電極と第 2 の電極との間、即ち第 1 電極層 2 1 と第 2 電極層 2 2 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 1 0 は、薄手の圧電素子 (圧電体層 3 0) と金属板 (振動膜 5 0) 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 3 0 が面内で伸び縮みすると貼り合わせた振動膜 5 0 の寸法はそのままであるため反りが生じる。圧電体層 3 0 に交流電圧を印加することで、振動膜 5 0 が膜厚方向に対して振動し、この振動膜 5 0 の振動により超音波が放射される。この圧電体層 3 0 に印加される電圧は、例えば 1 0 ~ 3 0 V であり、周波数は例えば 1 ~ 1 0 M H z である。

30

【 0 0 4 0 】

上記のように超音波トランスデューサー素子 1 0 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。

【 0 0 4 1 】

2 . 超音波トランスデューサーデバイス

図 2 に、本実施形態の超音波トランスデューサーデバイス 2 0 0 の構成例を示す。超音波トランスデューサーデバイス 2 0 0 としては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できるが、本実施形態はこれに限定されない。例えば c - M U T (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。

40

【 0 0 4 2 】

なお以下では、送受信チャンネルが第 1 ~ 第 6 4 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、 $n = 6 4$ 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、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 4 3 】

50

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に形成された信号端子XA1～XA64と、基板60に形成されたコモン端子XC1～XC64（広義には信号端子）と、基板60に形成された信号電極線LS1～LS64と、基板60に形成されたコモン電極線LC1～LC64（広義には信号電極線）と、を含む。

【0044】

信号端子XA1～XA64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、各信号端子XA i （ i は $i = 1 \sim 64$ の自然数）は、信号電極線LS i の一端に接続される。コモン端子XC1～XC64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、各コモン端子XC i は、コモン電極線LC i の一端に接続される。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信号端子XA1～XA64が配置され、矩形の他方の長辺に沿ってコモン端子XC1～XC64が配置される。

10

【0045】

ここで、スキャン方向DS及びスライス方向DL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、例えばセクタスキャンやリニア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。

20

【0046】

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素子群CH1～CH64を含む。各チャンネル素子群CH i 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LS i の他端及びコモン電極線LC i の他端に接続されている。チャンネル素子群CH i の詳細な構成については後述する。

【0047】

1つの送受信チャンネルは、信号端子XA i と信号電極線LS i とチャンネル素子群CH i とコモン電極線LC i とコモン端子XC i とにより構成される。即ち、信号端子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素子群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、その受信信号が信号端子XA i から出力される。なお、コモン端子XC i にはコモン電圧（例えば一定の電圧）が供給される。

30

【0048】

3．チャンネル素子群

さて、超音波エコーを高感度に検出するためには、送信音圧の増加及び受信感度の向上の少なくとも一方を行う必要がある。

【0049】

送信音圧を増加する手法として、信号端子XA i とコモン端子XC i との間に複数の超音波トランスデューサー素子10を並列に接続することが考えられる。並列接続した場合、端子XA i 、XC i の間の送信電圧が複数の超音波トランスデューサー素子10に印加されるので、超音波トランスデューサー素子10が1個の場合に比べて送信音圧を上げることができる。

40

【0050】

しかしながら、並列接続の場合には、各超音波トランスデューサー素子10の受信電圧の振幅が加算されずに端子XA i 、XC i に出力されるため、受信感度の向上は期待できない。例えば体の深部を観察するためには微弱なエコーを受信する必要がある、受信におけるS/Nを上げる必要がある。また、人体への影響等を考慮すると送信音圧には上限があるため、受信感度を上げることが必要となる。

50

【0051】

受信感度を向上させる手法としては、信号端子 XA_i とコモン端子 XC_i との間に複数の超音波トランスデューサー素子10を直列に接続することが考えられる。直列接続した場合、各超音波トランスデューサー素子10の端子間の受信電圧が加算されて端子 XA_i 、 XC_i に出力されるため、受信感度を向上できる。

【0052】

しかしながら、送信電圧が電圧分割されて複数の超音波トランスデューサー素子10に印加されるため、送信音圧の向上は期待できない。このように、送信音圧と受信感度の双方を上げ、全体として送受信の感度を向上させることは困難であるという課題がある。

【0053】

図3に、上記のような課題を解決できる本実施形態のチャンネル素子群 CH_i の構成例を示す。チャンネル素子群 CH_i は、信号電極線 LS_i とコモン電極線 LC_i との間に直列接続される素子群 $EG_1 \sim EG_k$ (k は $k \geq 2$ の自然数)を含む。なお以下では $k = 3$ 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。

【0054】

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 LS_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。

【0055】

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。

【0056】

なお本実施形態では、超音波トランスデューサー素子 UE_{1s} 、 UE_{2s} 、 UE_{3s} がスライス方向 DL に沿って一直線に並ぶ場合に限定されず、例えば一直線に対して交互にずれて配置されてもよい(例えば UE_{1s} 、 UE_{3s} が紙面右にずれ、 UE_{2s} が紙面左にずれてもよい)。また、各素子群が有する超音波トランスデューサー素子の数は同数の j 個に限定されず、素子群ごとに超音波トランスデューサー素子の数が異なってもよい。

【0057】

4. レイアウト構成

図4～図5(B)に、上記チャンネル素子群 CH_i の第1のレイアウト構成例を示す。図4は、超音波出射方向側から基板60の厚み方向に見たときの平面視図である。図5(A)は、図4のAA'断面における断面図であり、図5(B)は、図4のBB'断面における断面図である。

【0058】

まず、各素子群のレイアウト構成について素子群 EG_2 を例にとり説明する。素子群 EG_2 は、第1電極層72a～72e、第2電極層82、圧電体層92a～92dで構成される。

【0059】

図4に示すように、平面視において、矩形の第1電極層72a～72dがスキャン方向 DS に沿って配置されており、その矩形の長辺がスライス方向 DL に沿うように配置されている。第1電極層72a～72dは、第1電極層72a～72dのスライス方向 DL 側に配置された第1電極層72eに共通接続されている。第1電極層72eは、矩形の長辺

10

20

30

40

50

がスキャン方向 D S に沿うように配置されている。これらの第 1 電極層 7 2 a ~ 7 2 e は、図 5 (A)、図 5 (B) に示すように振動膜 5 0 の上に配置されている。ここで「上」とは、基板 6 0 の厚み方向のうち超音波出射方向に基板 6 0 から遠ざかる方向である。なお、第 1 電極層 7 2 a ~ 7 2 e は便宜的に分割したものであり、1 つの電極層で構成される。

【 0 0 6 0 】

圧電体層 9 2 a ~ 9 2 d は、スキャン方向 D S に沿って等間隔に、第 1 電極層 7 2 a ~ 7 2 d の上を覆うように配置されている。圧電体層 9 2 a ~ 9 2 d は、平面視において矩形であり、その矩形の長辺がスライス方向 D L に沿うように配置されている。第 2 電極層 8 2 は、圧電体層 9 2 a ~ 9 2 d の上を覆うように配置されており、圧電体層 9 2 a ~ 9 2 d により第 1 電極層 7 2 a ~ 7 2 d と絶縁されている。

10

【 0 0 6 1 】

次に、素子群 E G 1 ~ E G 3 のレイアウト構成について説明する。素子群 E G 1 の第 1 電極層 7 1 e は、信号電極線 L S i (又は信号端子 X A i) に対応する。素子群 E G 1 の第 2 電極層 8 1 は、素子群 E G 2 の第 1 電極層 7 2 a ~ 7 2 d の一部と第 1 電極層 7 2 e の上に配置されており、素子群 E G 1 の第 2 電極層 8 1 と素子群 E G 2 の第 1 電極層 7 2 a ~ 7 2 e は導通している。

【 0 0 6 2 】

そして、素子群 E G 2 の第 2 電極層 8 2 は、素子群 E G 3 の第 1 電極層 7 3 a ~ 7 3 d の一部と第 1 電極層 7 3 e の上に配置されており、素子群 E G 2 の第 2 電極層 8 2 と素子群 E G 3 の第 1 電極層 7 3 a ~ 7 3 e とは導通している。素子群 E G 3 の第 2 電極層 8 3 は、コモン電極線 L C i (又はコモン端子 X C i) に対応する第 1 電極層 7 4 に接続されている。第 1 電極層 7 4 は、素子群 E G 3 から見てスライス方向 D L の反対方向側に配置されている。このように、素子群 E G 1 ~ E G 3 が信号電極線 L S i とコモン電極線 L C i との間に直列接続された構成となっている。

20

【 0 0 6 3 】

素子群 E G 1 ~ E G 3 の圧電体層 9 1 a ~ 9 3 a (又は 9 1 b ~ 9 3 b、9 1 c ~ 9 3 c、9 1 d ~ 9 3 d) は、スライス方向 D L に沿って等間隔に配置されている。電極層に挟まれた圧電体層 9 1 a ~ 9 3 a の面積は同一である。この場合、圧電体層 9 1 a ~ 9 3 a を挟む電極間に印加される電圧は等しく、出射される超音波の位相や音圧も同一となる。このように等間隔の素子から同一位相・同一音圧の超音波が出射されることで、図 7 (A) ~ 図 8 で後述するようなスライス方向 D L におけるビームプロファイルの改善を実現できる。

30

【 0 0 6 4 】

なお、上記では平面視において圧電体層 (9 2 a ~ 9 2 d 等) が矩形であり、その矩形の長辺がスライス方向 D L に沿っている配置を例に説明したが、本実施形態はこれに限定されず、例えば圧電体層は正方形 (略正方形) 等であってもよい。

【 0 0 6 5 】

ここで、第 1 電極層 7 1 a ~ 7 1 e、第 1 電極層 7 2 a ~ 7 2 e、第 1 電極層 7 3 a ~ 7 3 e は、便宜的に分割したもの (図 4、図 5 (B) において点線で示す) であり、それぞれ 1 つの電極層 (実線で示す) で構成される。

40

【 0 0 6 6 】

図 6 に、チャンネル素子群 C H i の第 2 のレイアウト変形例を示す。図 6 は、超音波出射方向側から基板 6 0 の厚み方向に見たときの平面視図である。

【 0 0 6 7 】

各素子群のレイアウト構成について素子群 E G 2 を例にとり説明する。素子群 E G 2 は、第 1 電極層 7 2 a、7 2 b、7 2 e、第 2 電極層 8 2 a ~ 8 2 c、圧電体層 9 2 a ~ 9 2 d で構成される。

【 0 0 6 8 】

平面視において、矩形の第 1 電極層 7 2 a、7 2 b がスキャン方向 D S に沿って配置さ

50

れており、その矩形の長辺がスライス方向 D L に沿うように配置されている。第 1 電極層 7 2 a、7 2 b は、第 1 電極層 7 2 a、7 2 b のスライス方向 D L 側に配置された第 1 電極層 7 2 e に共通接続されている。

【0069】

圧電体層 9 2 a、9 2 c は、第 1 電極層 7 2 a の上を覆うように配置されており、圧電体層 9 2 b、9 2 d は、第 1 電極層 7 2 b の上を覆うように配置されている。即ち、スキャン方向 D S に沿って等間隔に配置された圧電体層 9 2 a、9 2 b 及び圧電体層 9 2 c、9 2 d が、スライス方向 D L に沿って 2 段に配置された構成となっている。

【0070】

第 2 電極層 8 2 a は、圧電体層 9 2 a、9 2 b の上を覆うように配置されており、第 2 電極層 8 2 a のスライス方向 D L 側に配置される第 2 電極層 8 2 b は、圧電体層 9 2 c、9 2 d の上を覆うように配置されている。第 2 電極層 8 2 a、8 2 b は、第 2 電極層 8 2 c により接続されている。

10

【0071】

次に、素子群 E G 1 ~ E G 3 のレイアウト構成について説明する。素子群 E G 1 の第 2 電極層 8 1 a は、素子群 E G 2 の第 1 電極層 7 2 a、7 2 b の一部と第 1 電極層 7 2 e の上に配置されている。また、素子群 E G 2 の第 2 電極層 8 2 は、素子群 E G 3 の第 1 電極層 7 3 a、7 3 b の一部と第 1 電極層 7 3 e の上に配置されている。即ち、素子群 E G 1 ~ E G 3 は、信号電極線 L S i (第 1 電極層 7 1 e) とコモン電極線 L C i (第 1 電極層 7 4) との間に直列接続されている。

20

【0072】

素子群 E G 1 ~ E G 3 の圧電体層 9 1 a ~ 9 3 a (又は 9 1 b ~ 9 3 b、9 1 c ~ 9 3 c、9 1 d ~ 9 3 d) は、スライス方向 D L に沿って等間隔に配置されている。即ち、図 6 のように各素子群を多段に構成する場合であっても、スライス方向 D L に等間隔に配置した素子から同一位相・同一音圧の超音波を出射できる。

【0073】

なお、第 1 電極層 7 1 a、7 1 b、7 1 e、第 1 電極層 7 2 a、7 2 b、7 2 e、第 1 電極層 7 3 a、7 3 b、7 3 e、第 2 電極層 8 1 a ~ 8 1 c、第 2 電極層 8 2 a ~ 8 2 c、第 2 電極層 8 3 a ~ 8 3 c は、便宜的に分割したもの (図 6 において点線で示す) であり、それぞれ 1 つの電極層 (実線で示す) で構成される。

30

【0074】

以上の実施形態によれば、超音波トランスデューサーデバイス 2 0 0 は、第 1 ~ 第 k の素子群 (例えば E G 1 ~ E G 3 (k = 3)) を有する超音波トランスデューサー素子アレイ 1 0 0 と、信号の受信及び送信の少なくとも一方を行う制御部 (例えば図 1 5 の処理装置 3 3 0) に接続される第 1 信号端子 (X A i) と、第 1 信号端子 (X A i) と超音波トランスデューサー素子アレイ 1 0 0 を介して接続される第 2 信号端子 (X C i) と、を含む。第 1 ~ 第 k の素子群 (E G 1 ~ E G 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 (例えば E G 1 は U E 1 1 ~ U E 1 4 を有する) は各素子群内において電氣的に並列接続される。第 1 ~ 第 k の素子群 (E G 1 ~ E G 3)、第 1 信号端子 (X A i) と第 2 信号端子 (X C i) との間に電氣的に直列接続される。

40

【0075】

このようにすれば、素子群 E G 1 ~ E G 3 を端子 X A i、X C i の間に直列接続することで、受信電圧の振幅を加算できるため、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。

【0076】

ここで素子群とは、2 つのノード間に電氣的に接続されている複数の超音波トランスデューサー素子のことである。その複数の超音波トランスデューサー素子は、直列に接続されてもよいし、並列に接続されてもよいし、或は直列及び並列の組み合わせで接続されて

50

もよい。

【0077】

例えば本実施形態では、第2信号端子はコモン端子 $X C i$ である。この場合、チャンネル素子群 $C H i$ の一端の端子がコモン端子 $X C i$ となるため、図11で後述するように複数のチャンネル素子群のコモン端子を1つに共通化することが容易となる。コモン端子を共通化した場合、例えば基板60上における配線領域の節約や、外部からコモン端子にコモン電圧を供給するための端子や配線の数削減できる。

【0078】

また本実施形態では、電氣的に並列接続される複数の超音波トランスデューサー素子（例えば素子群EG1の $U E 1 1 \sim U E 1 4$ ）は、スキャン方向DSである第1の方向に並んで配置されている。

10

【0079】

また本実施形態では、第1～第kの素子群（EG1～EG3）は、第1の方向に交差する第2の方向に並んで配置されている。例えば本実施形態では、第2の方向はスライス方向DLである。

【0080】

このようにすれば、スライス方向DLにおけるビームプロファイルを改善することが可能となる。この点について、図7(A)～図8を用いて詳細に説明する。

【0081】

図7(A)に、チャンネルの比較構成例を示す。この比較構成例では、信号端子 $X A i$ 、 $X B i$ が信号電極線 $L S i$ の両端に接続され、コモン端子 $X C A i$ 、 $X C B i$ がコモン電極線 $L C i$ の両端に接続される。そして、超音波トランスデューサー素子 $U E 1 \sim U E 5$ は、スライス方向DLに沿って配置され、信号電極線 $L S i$ とコモン電極線 $L C i$ との間に並列接続される。送信信号としては、同一の信号が信号端子 $X A i$ 、 $X B i$ に供給される。

20

【0082】

このような構成では、信号電極線 $L S i$ やコモン電極線 $L C i$ の配線抵抗と超音波トランスデューサー素子 $U E 1 \sim U E 5$ の電極間に見える容量成分がRC定数回路となっている。このRC定数回路は、信号端子 $X A i$ 、 $X B i$ から印加された送信信号の位相を外側の素子 $U E 1$ 、 $U E 5$ から中央の素子 $U E 3$ に向かって遅延させ、送信信号の振幅を外側の素子 $U E 1$ 、 $U E 5$ から中央の素子 $U E 3$ に向かって小さくさせる。このような位相や振幅の変化によって、スライス方向DLにおけるビームプロファイルが変化してしまう。

30

【0083】

図7(B)に、上記のような並列接続の場合の音場シミュレーション結果を示す。縦軸Yは、スライス方向DLにおける位置を表し、横軸Zは、深度方向（即ち基板60の平面の法線方向）における位置を表す。点線で示すBMA1は、音響レンズを設けない場合の音圧特性線であり、実線で示すBMA2は、音響レンズを設けた場合の音圧特性線である。これらの音圧特性線は、各Z位置において、 $Y = 0$ での音圧から-6dBとなるY位置に引いた線である。Y軸に沿った方向での音圧特性線間の幅はビーム幅を表す。

【0084】

音圧特性線BMA1に示すように、音響レンズを設けない場合であっても、RC定数回路による位相遅延や振幅変化によって、超音波ビームは若干の自然フォーカスを生じている。この自然フォーカスの効果が加わるため、音響レンズを設けた場合の音圧特性線BMA2では、焦点（ $Z = 40 \text{ mm}$ 付近）よりも遠方でビーム幅が大きく拡散してしまう。そうすると、遠方で音圧が低下してしまい、体の深部等を観察することが困難となる。

40

【0085】

この点、本実施形態によれば、直列に接続された第1～第kの素子群（EG1～EG3）をスライス方向DLに沿って配置することで、各素子群に同一位相・同一振幅の送信信号を印加することが可能となる。これにより、上記のような自然フォーカスを抑制し、スライス方向DLにおけるビームプロファイルの改善を実現できる。

50

【 0 0 8 6 】

図 8 に、本実施形態を適用した場合の音場シミュレーション結果を示す。縦軸 Y は、スライス方向 D L における位置を表し、横軸 Z は、深度方向（即ち基板 6 0 の平面の法線方向）における位置を表す。点線で示す B M B 1 は、音響レンズを設けない場合の音圧特性線であり、実線で示す B M B 2 は、音響レンズを設けた場合の音圧特性線である。これらの音圧特性線は、各 Z 位置において、Y = 0 での音圧から - 6 d B となる Y 位置に引いた線である。Y 軸に沿った方向での音圧特性線間の幅はビーム幅を表す。

【 0 0 8 7 】

音響レンズを設けない場合の音圧特性線 B M B 1 は、遠方でも収束せず、自然フォーカスを生じていないことが分かる。音響レンズを設けた場合の音圧特性線 B M B 2 は、比較例の音圧特性線 B M A 2 に比べて遠方でのビーム幅が小さくなっていることが分かる。このように本実施形態では、比較例に比べて遠方での拡散を抑制でき、より遠方までエコーを検出することができる。また、遠方でのビーム幅が小さいことからスライス方向 D L での方位分解能も向上できる。

【 0 0 8 8 】

ここで、「第 1 の方向（又は第 2 の方向）に並んで配置される」とは、例えば、第 1 の方向（又は第 2 の方向）に沿って配置されることである。例えば複数の超音波トランスデューサー素子が第 1 の方向（又は第 2 の方向）に並んで配置される場合、複数の超音波トランスデューサー素子が第 1 の方向（又は第 2 の方向）に沿った直線上に並ぶ場合に限らず、例えば複数の超音波トランスデューサー素子が第 1 の方向（又は第 2 の方向）に沿った直線に対してジグザグに配置されてもよい。

【 0 0 8 9 】

さて本実施形態では、各素子群は、複数の超音波トランスデューサー素子として第 1 ~ 第 j の超音波トランスデューサー素子（E G 1 の U E 1 1 ~ U E 1 4、E G 2 の U E 2 1 ~ U E 2 4、E G 3 の U E 3 1 ~ U E 3 4）を有する。その第 1 ~ 第 j の超音波トランスデューサー素子のうち、第 1 ~ 第 k の素子群（E G 1 ~ E G 3）における第 s の超音波トランスデューサー素子（U E 1 s、U E 2 s、U E 3 s）の各々は、第 2 の方向（スライス方向 D L）に沿って配置されている。

【 0 0 9 0 】

このようにすれば、各素子群の第 s の超音波トランスデューサー素子（U E 1 s、U E 2 s、U E 3 s）をスライス方向 D L に沿って等間隔に配置することが可能となる。これにより、同一位相・同一振幅の超音波を、等間隔に配置された超音波トランスデューサー素子（U E 1 s、U E 2 s、U E 3 s）から出射できるため、上述のビームプロファイルをより理想的なプロファイルにできる。

【 0 0 9 1 】

また本実施形態では、レイアウト変形例で説明したように、各素子群は、電氣的に並列接続される複数の超音波トランスデューサー素子として、スキャン方向 D S である第 1 の方向と第 1 の方向に交差する第 2 の方向（スライス方向 D L）との 2 方向にマトリックス配置される少なくとも 4 個の超音波トランスデューサー素子（例えば図 6 の圧電体層 9 3 a ~ 9 3 d）を有する。

【 0 0 9 2 】

このようなレイアウト構成においても、各素子群の第 s の超音波トランスデューサー素子（U E 1 s、U E 2 s、U E 3 s）をスライス方向 D L に沿って等間隔に配置することが可能となり、ビームプロファイルを改善できる。

【 0 0 9 3 】

5. チャンネル素子群の変形例

以上の実施形態では、素子群 E G 1 ~ E G 3 が直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ず、例えば複数の超音波トランスデューサー素子 1 0 が直列接続されてもよい。図 9 に、この場合のチャンネル素子群 C H i の変形例を示す。

【 0 0 9 4 】

10

20

30

40

50

図 9 に示すチャンネル素子群 CH_i は、スライス方向 DL に沿って配置される超音波トランスデューサー素子 $UE_1 \sim UE_k$ (例えば $k = 3$) を含む。超音波トランスデューサー素子 $UE_1 \sim UE_3$ は、信号電極線 LS_i とコモン電極線 LC_i との間に直列接続される。具体的には、 UE_1 は信号電極線 LS_i とノード NB_1 との間に接続され、 UE_2 はノード NB_1 とノード NB_2 との間に接続され、 UE_3 はノード NB_2 とコモン電極線 LC_i との間に接続される。

【0095】

図 10 に、上記変形例のレイアウト構成例を示す。図 10 は、超音波出射方向側から基板 60 の厚み方向に見たときの平面視図である。超音波トランスデューサー素子 UE_2 のレイアウト構成を例にとり説明する。超音波トランスデューサー素子 UE_2 は、第 1 電極層 72a、72e、第 2 電極層 82、圧電体層 92 で構成される。

10

【0096】

平面視において、第 1 電極層 72a は矩形であり、その矩形の長辺がスライス方向 DL に沿うように配置されている。第 1 電極層 72a は、第 1 電極層 72a のスライス方向 DL 側に配置された第 1 電極層 72e に接続されている。圧電体層 92 は、第 1 電極層 72a の上を覆うように配置されている。圧電体層 92 は、平面視において矩形であり、その矩形の長辺がスライス方向 DL に沿うように配置されている。第 2 電極層 82 は、圧電体層 92 の上を覆うように配置されている。

【0097】

第 1 電極層 72a の一部と第 1 電極層 72e の上には、超音波トランスデューサー素子 UE_1 の第 2 電極層 81 が配置されており、素子群 EG_1 の第 2 電極層 81 と素子群 EG_2 の第 1 電極層 72a、72e は導通している。また、第 2 電極層 82 は、素子群 EG_3 の第 1 電極層 73a の一部と第 1 電極層 73e の上に配置されており、素子群 EG_2 の第 2 電極層 82 と素子群 EG_3 の第 1 電極層 73a、73e とは導通している。

20

【0098】

上記の変形例においても、図 8 で説明したようなスライス方向 DL におけるビーム形状の改善を実現できる。即ち、直列接続された複数の超音波トランスデューサー素子 $UE_1 \sim UE_3$ をスライス方向 DL に沿って配置することで、スライス方向 DL において各超音波トランスデューサー素子の端子間に同一位相・同一振幅の送信電圧を印加できる。これにより、同位相・同音圧の超音波が各超音波トランスデューサー素子から出射され、スライス方向 DL において理想的なビーム形状に近づけることが可能となる。

30

【0099】

なお、第 1 電極層 71a、71e、第 1 電極層 72a、72e、第 1 電極層 73a、73e は、便宜的に分割したもの（図 10 において点線で示す）であり、それぞれ 1 つの電極層（実線で示す）で構成される。

【0100】

6. 超音波トランスデューサーデバイスの変形例

さて、本実施形態では、チャンネル素子群 CH_i の一端に信号端子 XA_i が接続され、他端にコモン端子 XC_i が接続される。そのため、チャンネル素子群 $CH_1 \sim CH_{64}$ のコモン端子 $XC_1 \sim XC_{64}$ を基板 60 上で束ねて容易に共通化できる。図 11 に、コモン端子を共通化した場合の超音波トランスデューサーデバイス 200 の変形例を示す。なお図 2 の構成例と同様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。

40

【0101】

図 11 の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 に形成された信号端子 $XA_1 \sim XA_{64}$ と、基板 60 に形成されたコモン端子 XC （広義には信号端子）と、基板 60 に形成された信号電極線 $LS_1 \sim LS_{64}$ と、基板 60 に形成されたコモン電極線 $LC_1 \sim LC_{64}$ （広義には信号電極線）と、基板 60 に形成された第 1 配線 LCX 及び第 2 配線 LCY と、を含む。

【0102】

50

コモン端子XC及び信号端子XA1～XA64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。コモン端子XCとチャンネル素子群CH1～CH64とは、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の他方の端部から一方の端部へ回り込むように配線された第1配線LCXと第2配線LCYによって接続されている。即ち、第1配線LCX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、スキャン方向DSに沿って配線される。この第1配線LCXは、コモン電極線LC1～LC64に共通接続され、スライス方向DLに沿って配線される第2配線LCYによりコモン端子XCに接続される。

【0103】

上記の変形例によれば、コモン端子XCを共通化することで、全ての端子を超音波トランスデューサーデバイス200の一方の端部に配置することが可能となる。これにより、一方の端部からのみ信号の入出力を行うことができるので、両端部から信号の入出力を行う場合に比べて入出力のための構成部品を削減できる。

7. ヘッドユニット

【0104】

図12に、本実施形態の超音波トランスデューサーデバイス200が搭載されるヘッドユニット220の構成例を示す。図12に示すヘッドユニット220は、超音波トランスデューサーデバイス200（以下では「素子チップ」とも呼ぶ）、接続部210、支持部材250を含む。

【0105】

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と、素子チップ200の第1の辺側に設けられるチップ端子群（信号端子XA1～XA64、コモン端子XC）と、を含む。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15の処理装置330）と電氣的に接続される。

【0106】

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、端子群（複数の接続端子）を有するコネクター421と、フレキシブル基板130と、を有する。フレキシブル基板130には、チップ端子群とコネクター421の端子群とを接続する配線群（複数の信号線、コモン線）が形成される。

【0107】

以上のように、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。また、チップ端子群を素子チップ200の第1の辺側に設けることで、接続部210を1つにできる。なお、図2のように素子チップ200の第2の辺側に第2のチップ端子群（コモン端子XC1～XC64）を設ける場合には、接続部210を素子チップ200の第1の辺側及び第2の辺側に設ければよい。

【0108】

図13（A）～図13（C）に、ヘッドユニット220の詳細な構成例を示す。図13（A）は支持部材250の第2の面SF2側を示し、図13（B）は支持部材250の第1の面SF1側を示し、図13（C）は支持部材250の側面側を示す。

【0109】

支持部材250は、素子チップ200を支持する部材である。支持部材250の第1の面SF1側には、コネクター421が設けられる。このコネクター421は、プローブ本体側の対応するコネクターに脱着可能である。支持部材250の第1の面SF1の裏面である第2の面SF2側には、素子チップ200が支持される。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。

【0110】

ここで支持部材250の第1の面SF1側とは、支持部材250の第1の面SF1の法

10

20

30

40

50

線方向側であり、支持部材 2 5 0 の第 2 の面 S F 2 側とは、支持部材 2 5 0 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。

【 0 1 1 1 】

図 1 3 (C) に示すように、素子チップ 2 0 0 の表面 (図 1 (B) において圧電体層 3 0 が形成される面) には、素子チップ 2 0 0 を保護する保護部材 2 7 0 (保護膜) が設けられる。保護部材 2 7 0 は、例えば音響整合層や音響レンズ等を兼ねてもよい。

【 0 1 1 2 】

8 . 超音波プローブ

図 1 4 (A) 、図 1 4 (B) に、上記のヘッドユニット 2 2 0 が適用される超音波プローブ 3 0 0 (プローブ) の構成例を示す。図 1 4 (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 1 4 (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。

10

【 0 1 1 3 】

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 2 5 0 との間に設けられる。

【 0 1 1 4 】

プローブ本体 3 2 0 は、処理装置 3 3 0 及びプローブ本体側コネクタ 4 2 6 を含む。処理装置 3 3 0 は、送信部 3 3 2 、受信部 3 3 5 (アナログフロントエンド部) 、送受信制御部 3 3 4 を含む。送信部 3 3 2 は、素子チップ 2 0 0 への駆動パルス (送信信号) の送信処理を行う。受信部 3 3 5 は、素子チップ 2 0 0 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 3 3 4 は、送信部 3 3 2 や受信部 3 3 5 の制御を行う。プローブ本体側コネクタ 4 2 6 は、ヘッドユニット側コネクタ 4 2 5 (又はプローブヘッド側コネクタ) と接続される。プローブ本体 3 2 0 は、ケーブル 3 5 0 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。

20

【 0 1 1 5 】

ヘッドユニット 2 2 0 は、プローブ筐体 2 4 0 に格納されているが、ヘッドユニット 2 2 0 をプローブ筐体 2 4 0 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 2 2 0 だけを交換することができる。或いは、プローブ筐体 2 4 0 に格納された状態で、即ちプローブヘッド 3 1 0 として交換することもできる。

30

【 0 1 1 6 】

9 . 超音波画像装置

図 1 5 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 3 0 0 、電子機器本体 4 0 0 を含む。超音波プローブ 3 0 0 は、ヘッドユニット 2 2 0 (超音波ヘッドユニット) 、処理装置 3 3 0 を含む。電子機器本体 4 0 0 は、制御部 4 1 0 、処理部 4 2 0 、ユーザーインターフェース部 4 3 0 、表示部 4 4 0 を含む。

【 0 1 1 7 】

処理装置 3 3 0 は、送信部 3 3 2 、送受信制御部 3 3 4 、受信部 3 3 5 (アナログフロントエンド部) を含む。ヘッドユニット 2 2 0 は、素子チップ 2 0 0 と、素子チップ 2 0 0 を回路基板 (例えばリジッド基板) に接続する接続部 2 1 0 (コネクタ部) と、を含む。回路基板には、送信部 3 3 2 、送受信制御部 3 3 4 、受信部 3 3 5 が実装されている。送信部 3 3 2 は、パルサーの電源電圧を発生する高電圧生成回路 (例えば昇圧回路) を含んでもよい。

40

【 0 1 1 8 】

超音波を送信する場合には、送受信制御部 3 3 4 が送信部 3 3 2 に対して送信指示を行い、送信部 3 3 2 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。超音波の反射波を受信する場合には、素子チップ 2 0 0 により検出された反射波の信号を受信部 3 3 5 が受信する。受信部 3 3 5 は、送受信制御部 3 3 4 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 4 2 0 に送信する。処理部 4 2 0 は、その信号を映像化して表示部 4 4 0 に表示

50

させる。

【 0 1 1 9 】

なお、本実施形態の超音波トランスデューサーデバイスは、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。

【 0 1 2 0 】

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。また超音波トランスデューサーデバイス、プローブ、超音波画像装置の構成・動作等も、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。

10

【 符号の説明 】

【 0 1 2 1 】

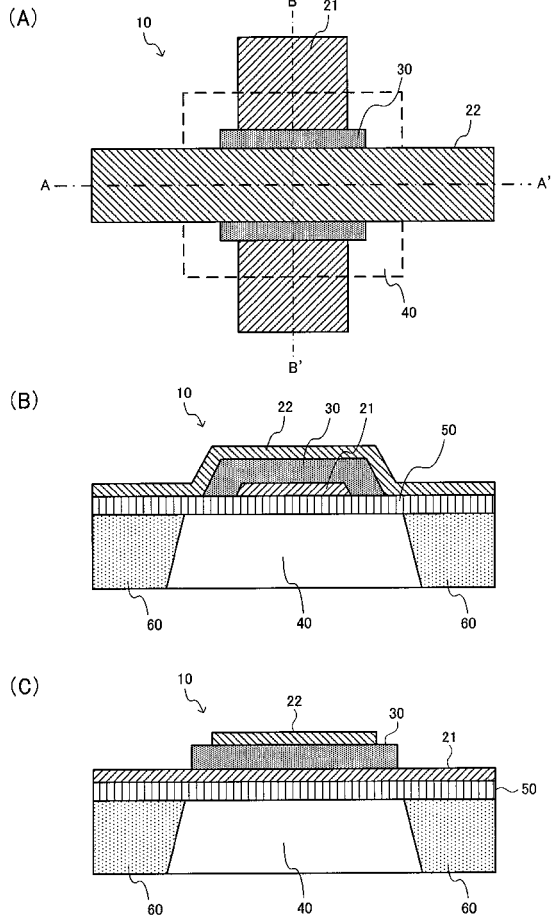
1 0 超音波トランスデューサー素子、 2 1 第 1 電極層、 2 2 第 2 電極層、
 3 0 圧電体層、 4 0 開口、 5 0 振動膜、 6 0 基板、
 7 1 a ~ 7 1 e , 7 2 a ~ 7 2 e , 7 3 a ~ 7 3 e , 7 4 第 1 電極層、
 8 1 ~ 8 3 第 2 電極層、
 9 1 a ~ 9 1 d , 9 2 a ~ 9 2 d , 9 3 a ~ 9 3 d 圧電体層、
 1 0 0 超音波トランスデューサー素子アレイ、 1 3 0 フレキシブル基板、
 2 0 0 超音波トランスデューサーデバイス、 2 1 0 接続部、
 2 2 0 ヘッドユニット、 2 3 0 接触部材、 2 4 0 プローブ筐体、
 2 5 0 支持部材、 2 6 0 固定用部材、 2 7 0 保護部材、
 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、
 3 3 0 処理装置、 3 3 2 送信部、 3 3 4 送受信制御部、
 3 3 5 受信部、 3 5 0 ケーブル、 4 0 0 電子機器本体、
 4 1 0 制御部、 4 2 0 処理部、 4 2 1 コネクター、
 4 2 5 ヘッドユニット側コネクター、 4 2 6 プローブ本体側コネクター、
 4 3 0 ユーザーインターフェース部、 4 4 0 表示部、
 B M A 1 , B M A 2 , B M B 1 , B M B 2 音圧特性線、
 C H 1 ~ C H 6 4 チャンネル素子群、 D L スライス方向、 D S スキャン方向、
 E G 1 ~ E G 3 素子群、 L C 1 ~ L C 6 4 コモン電極線 (信号電極線) 、
 L C X 第 1 配線、 L C Y 第 2 配線、 L S 1 ~ L S 6 4 信号電極線、
 U E 1 ~ U E 5 , U E 1 1 ~ U E 1 4 , U E 2 1 ~ U E 2 4 ,
 U E 3 1 ~ U E 3 4 超音波トランスデューサー素子、
 X A 1 ~ X A 6 4 信号端子、 X C 1 ~ X C 6 4 コモン端子 (信号端子)

20

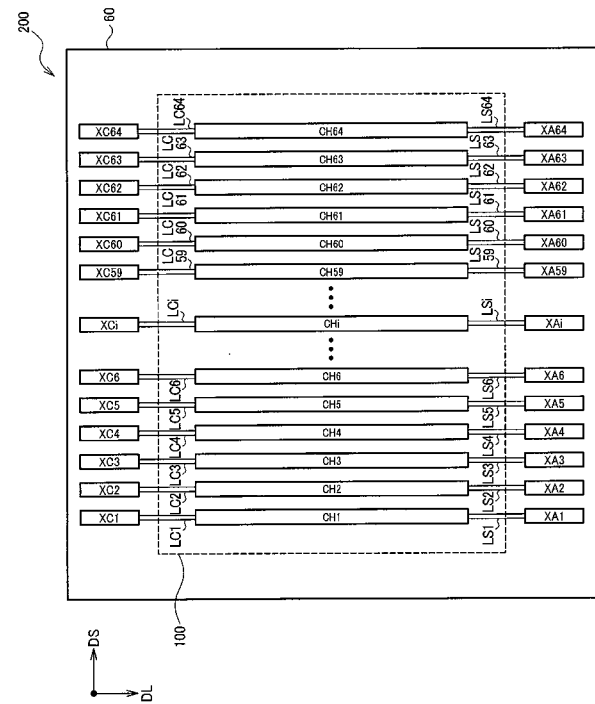
30

40

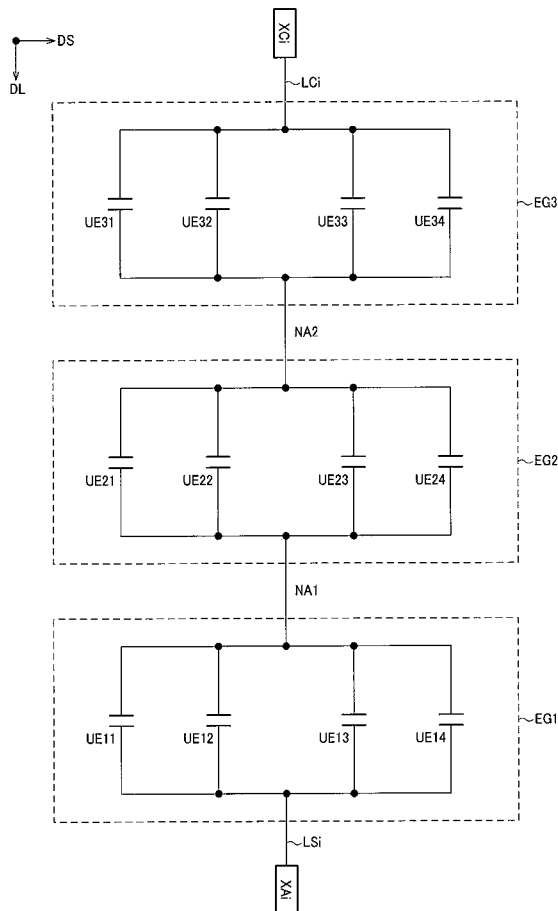
【図 1】



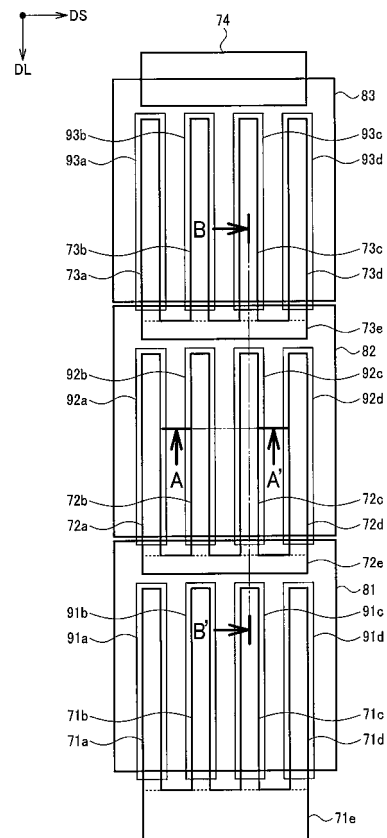
【図 2】



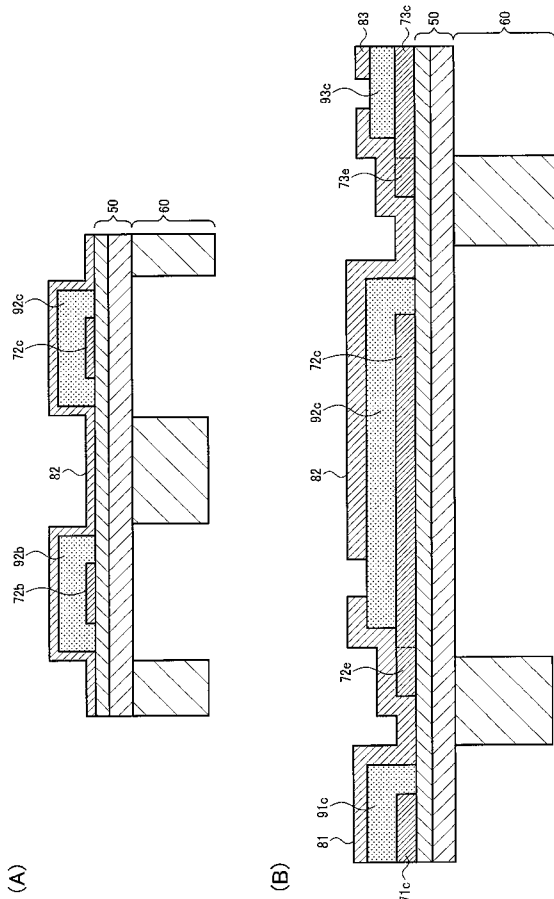
【図 3】



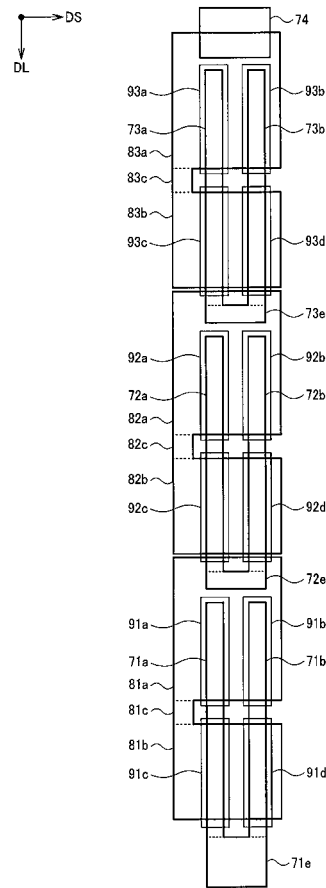
【図 4】



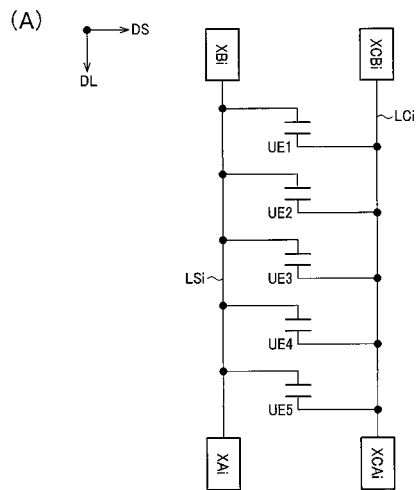
【図 5】



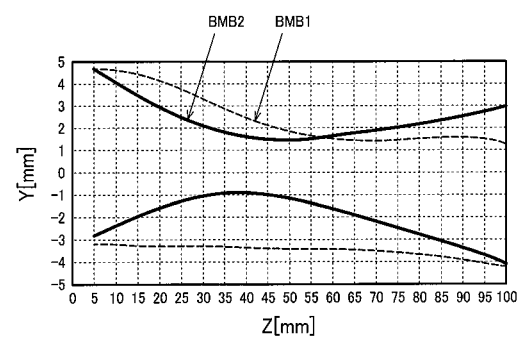
【図 6】



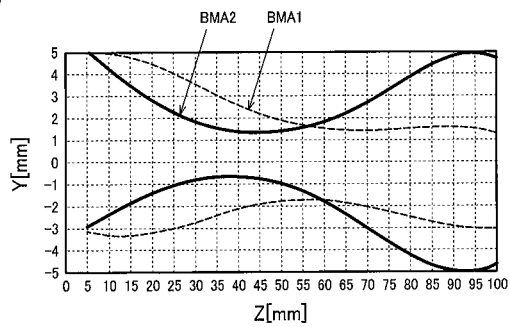
【図 7】



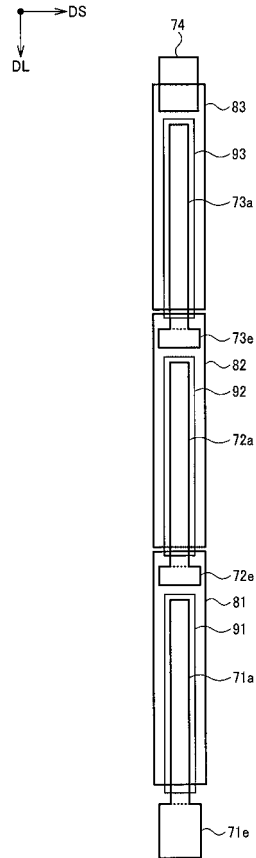
【図 8】



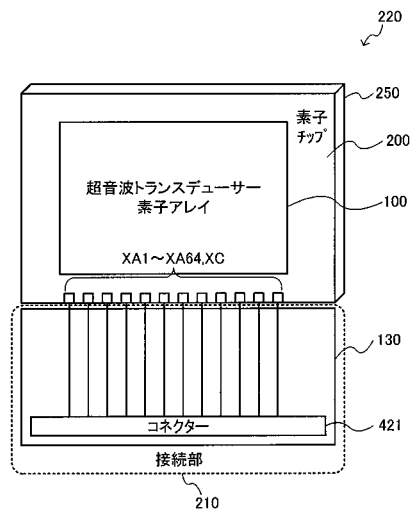
(B)



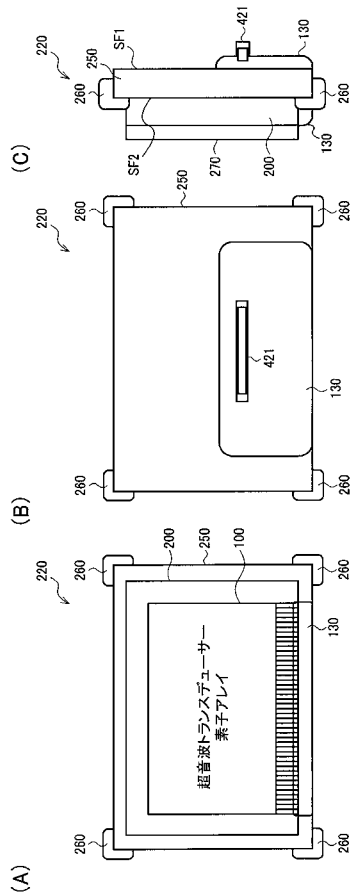
【 図 1 0 】



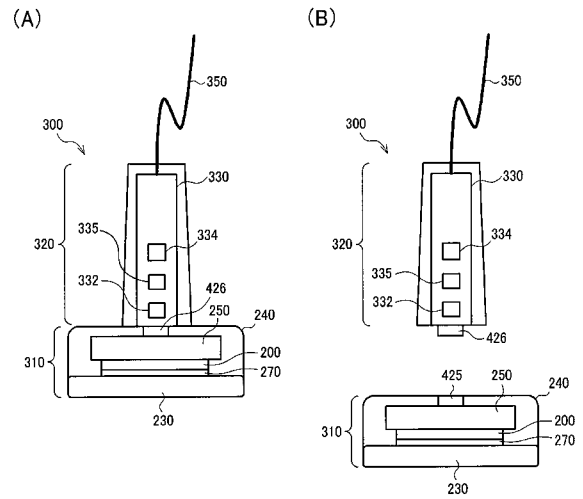
【 ㊦ 1 2 】



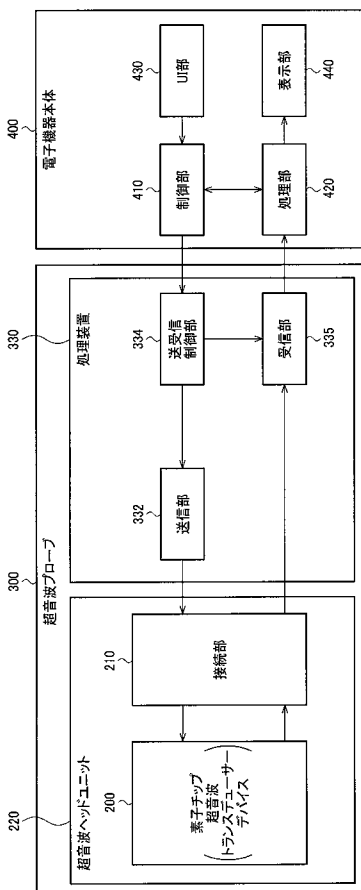
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



专利名称(译)	超声换能器装置，头单元，探头和超声成像装置		
公开(公告)号	JP2014161708A	公开(公告)日	2014-09-08
申请号	JP2013038459	申请日	2013-02-28
[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	松田洋史		
发明人	松田 洋史		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	H01L41/0475 B06B1/0622 G01S7/56 G01S15/02		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/EE03 4C601/GB04 4C601/GB14 4C601/GB19 4C601/GB20 4C601/GB21 4C601/GB45 4C601/GB46		
代理人(译)	宫坂和彦 渡边和明		
其他公开文献	JP6135184B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声换能器装置，头部单元，探头，超声成像装置等，其可以在不使用转换开关的情况下提高发送/接收灵敏度。超声换能器装置连接至超声换能器元件阵列，该超声换能器元件阵列具有第一元件组至第k元件组EG1至EG3以及控制单元，该控制单元执行信号的接收和发送中的至少一个。第一信号端子X_{Ai}和经由超声换能器元件阵列连接到第一信号端子X_{Ai}的第二信号端子X_{Bi}。第一元件组至第k元件组EG1至EG3的每个元件组中包括的多个超声换能器元件在每个元件组EG1至EG3中并联电连接。第一元件组至第k元件组EG1至EG3串联电连接在第一信号端子X_{Ai}和第二信号端子X_{Bi}之间。[选择图]图3

