

(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2014-54356

(P2014-54356A)

(43) 公開日 平成26年3月27日(2014.3.27)

(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 10 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2012-200365 (P2012-200365)
(22) 出願日 平成24年9月12日 (2012.9.12)(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 100104710
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
Fターム(参考) 4C601 EE04 GB06 GB20 GB44 HH02
HH04 HH05 HH08

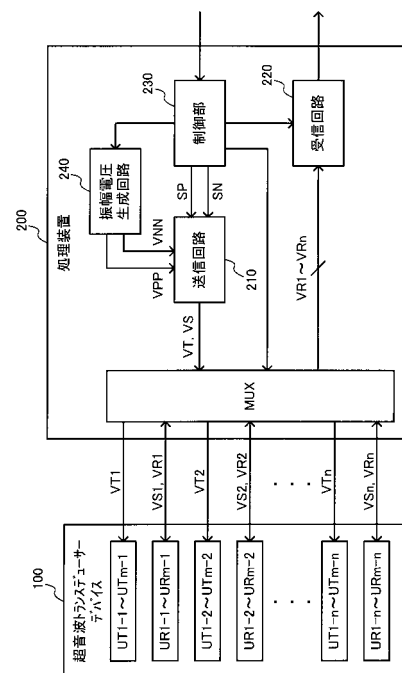
(54) 【発明の名称】 処理装置、超音波プローブ、電子機器及び超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】送信素子と受信素子との間のクロストークを低減することができる処理装置、超音波プローブ、電子機器及び超音波診断装置等を提供すること。

【解決手段】処理装置200は、複数の超音波トランスデューサー素子と、複数の開口がアレイ状に配置された基板とを有する超音波トランスデューサーデバイス100の処理装置であって、超音波トランスデューサーデバイス100に対して駆動信号VT、VSを出力する送信回路210と、超音波トランスデューサーデバイス100からの受信信号VR1～VRnの信号処理を行う受信回路220と、送信回路210及び受信回路220を制御する制御部230を含む。送信回路210は、第1の期間において、一部の超音波トランスデューサー素子UTに対して第1の駆動信号VTを出力し、第1の期間に連続する期間である第2の期間において、第1の駆動信号VTが出力されなかった超音波トランスデューサー素子URに対して第2の駆動信号VSを出力する。

【選択図】図4



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の超音波トランスデューサー素子と、複数の開口がアレイ状に配置された基板とを有する超音波トランスデューサーデバイスの処理装置であって、

前記超音波トランスデューサーデバイスに対して駆動信号を出力する送信回路と、
前記超音波トランスデューサーデバイスからの受信信号の信号処理を行う受信回路と、
前記送信回路及び前記受信回路を制御する制御部とを含み、
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、

前記複数の開口の各開口を塞ぐ振動膜と、

10

前記振動膜の上に設けられた下部電極、上部電極及び圧電体膜を備える圧電素子部とを有し、

前記送信回路は、

第 1 の期間において、前記駆動信号として、交番電圧の 1 周期以上で、且つ、前記交番電圧の半周期の整数倍の信号である第 1 の駆動信号を、前記複数の超音波トランスデューサー素子のうちの一部の超音波トランスデューサー素子に対して出力し、

前記送信回路は、

前記第 1 の期間に連続する第 2 の期間において、前記駆動信号として、前記第 1 の駆動信号の交番電圧と周期が同じであり、前記第 1 の駆動信号の交番電圧と逆位相であり、且つ前記第 1 の駆動信号の交番電圧より小さく時間と共に減少する振幅を有する第 2 の駆動信号を、前記複数の超音波トランスデューサー素子のうちの前記第 1 の駆動信号が出力されなかった超音波トランスデューサー素子に対して出力し、

20

前記受信回路は、

前記第 2 の駆動信号の出力が終了した後に、前記複数の超音波トランスデューサー素子のうちの前記第 2 の駆動信号が出力された超音波トランスデューサー素子からの受信信号の信号処理を行うことを特徴とする処理装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記送信回路及び前記受信回路に接続される選択回路を有し、

前記選択回路は、

30

前記第 1 の期間において、前記送信回路からの前記第 1 の駆動信号を前記一部の超音波トランスデューサー素子に出力し、

前記第 2 の期間において、前記送信回路からの前記第 2 の駆動信号を前記第 1 の駆動信号が出力されなかった超音波トランスデューサー素子に出力し、

前記第 2 の期間の後の第 3 の期間において、前記第 2 の駆動信号が出力された超音波トランスデューサー素子からの前記受信信号を前記受信回路に出力するように選択することを特徴とする処理装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

前記制御部は、

40

第 1 の制御信号及び第 2 の制御信号を前記送信回路に対して出力し、

前記送信回路は、

前記第 1 の制御信号がアクティブのときは正極性の電圧となる前記第 1 の駆動信号又は前記第 2 の駆動信号を出力し、

前記第 2 の制御信号がアクティブのときは負極性の電圧となる前記第 1 の駆動信号又は前記第 2 の駆動信号を出力することを特徴とする処理装置。

【請求項 4】

請求項 1 乃至 3 のいずれかにおいて、

前記送信回路は、

前記第 1 の駆動信号を出力する第 1 の送信部と、

50

前記第 2 の駆動信号を出力する第 2 の送信部とを有し、
前記制御部は、
第 1 の制御信号及び第 2 の制御信号を前記第 1 の送信部に対して出力し、
第 3 の制御信号及び第 4 の制御信号を前記第 2 の送信部に対して出力し、
前記制御部は、
前記第 1 の期間において、前記第 1 の制御信号及び前記第 2 の制御信号を前記交番電圧
の周期で交互にアクティブにし、
前記第 2 の期間において、前記第 3 の制御信号及び前記第 4 の制御信号を前記交番電圧
の周期で交互にアクティブにし、
前記第 1 の送信部は、
前記第 1 の制御信号がアクティブのときは正極性の電圧となる前記第 1 の駆動信号を出
力し、
前記第 2 の制御信号がアクティブのときは負極性の電圧となる前記第 1 の駆動信号を出
力し、
前記第 2 の送信部は、
前記第 3 の制御信号がアクティブのときは正極性の電圧となる前記第 2 の駆動信号を出
力し、
前記第 4 の制御信号がアクティブのときは負極性の電圧となる前記第 2 の駆動信号を出
力することを特徴とする処理装置。

10

20

30

40

50

【請求項 5】

請求項 4 において、
前記制御部は、
前記第 2 の期間において、前記第 2 の制御信号と前記第 4 の制御信号とを同じタイミン
グでアクティブにし、前記第 1 の制御信号と前記第 3 の制御信号とを同じタイミングでア
クティブにすることを特徴とする処理装置。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれかにおいて、
前記制御部は、
第 1 のモードでは、前記送信回路に対して、前記第 1 の駆動信号及び前記第 2 の駆動信
号を出力させる制御を行い、
第 2 のモードでは、前記送信回路に対して、前記第 1 の駆動信号を出力させ、前記第 2
の駆動信号を非出力にする制御を行うことを特徴とする処理装置。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の処理装置を含むことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 8】

請求項 7 において、
前記第 1 の駆動信号が出力される超音波トランスデューサー素子を有する第 1 の超音波
トランスデューサー素子列及び前記第 2 の駆動信号が出力される超音波トランスデューサ
ー素子を有する第 2 の超音波トランスデューサー素子列が交互に配置される前記超音波ト
ランスデューサーデバイスをさらに含むことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の処理装置を含むことを特徴とする電子機器。

【請求項 10】

請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の処理装置と、
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診断装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、処理装置、超音波プローブ、電子機器及び超音波診断装置等に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

対象物に向けて超音波を出射し、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。超音波診断装置の応用例として、内臓脂肪の測定や血流量の測定など、被験体の表層の画像診断を用いたヘルスケア分野への展開が期待されている。しかし、送信素子の振動が受信素子に伝播する現象（クロストーク）があるために、超音波の出射後短時間で戻ってくる被験体の表層からのエコーを分離・検出することが難しいという問題がある。

【 0 0 0 3 】

この課題に対して、例えば特許文献 1 には、クロストークによる受信素子の振動を打ち消すような駆動信号を受信素子に対して出力する手法が開示されている。しかしながらこの手法では、薄膜圧電型超音波素子などの場合には、クロストークによる受信素子の振動を適切に抑制することができないという問題がある。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 9 - 1 7 5 1 1 9 号 公 報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

本発明の幾つかの態様によれば、送信素子と受信素子との間のクロストークを低減することができる処理装置、超音波プローブ、電子機器及び超音波診断装置等を提供できる。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 6 】

本発明の一態様は、複数の超音波トランスデューサー素子と、複数の開口がアレイ状に配置された基板とを有する超音波トランスデューサーデバイスの処理装置であって、前記超音波トランスデューサーデバイスに対して駆動信号を出力する送信回路と、前記超音波トランスデューサーデバイスからの受信信号の信号処理を行う受信回路と、前記送信回路及び前記受信回路を制御する制御部とを含み、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、前記複数の開口の各開口を塞ぐ振動膜と、前記振動膜の上に設けられた下部電極、上部電極及び圧電体膜を備える圧電素子部とを有し、前記送信回路は、第 1 の期間において、前記駆動信号として、交番電圧の 1 周期以上で、且つ、前記交番電圧の半周期の整数倍の信号である第 1 の駆動信号を、前記複数の超音波トランスデューサー素子のうちの一部の超音波トランスデューサー素子に対して出力し、前記送信回路は、前記第 1 の期間に連続する第 2 の期間において、前記駆動信号として、前記第 1 の駆動信号の交番電圧と周期が同じであり、前記第 1 の駆動信号の交番電圧と逆位相であり、且つ前記第 1 の駆動信号の交番電圧より小さく時間と共に減少する振幅を有する第 2 の駆動信号を、前記複数の超音波トランスデューサー素子のうちの前記第 1 の駆動信号が出力されなかった超音波トランスデューサー素子に対して出力し、前記受信回路は、前記第 2 の駆動信号の出力が終了した後に、前記複数の超音波トランスデューサー素子のうちの前記第 2 の駆動信号が出力された超音波トランスデューサー素子からの受信信号の信号処理を行う処理装置に係する。

【 0 0 0 7 】

本発明の一態様によれば、送信回路は、第 1 の期間において、第 1 の駆動信号を、一部の超音波トランスデューサー素子に対して出力し、第 1 の期間に連続する期間である第 2 の期間において、第 1 の駆動信号が出力されなかった超音波トランスデューサー素子に対して第 2 の駆動信号を出力することができる。こうすることで、第 1 の駆動信号が供給された素子と第 1 の駆動信号が出力されなかった素子との間のクロストークによる第 1 の駆動信号が出力されなかった素子の振動を低減することができる。その結果、対象物との距離が短い場合であってもエコー信号を確実に受信することができる。

【 0 0 0 8 】

また本発明の一態様では、前記送信回路及び前記受信回路に接続される選択回路を有し、前記選択回路は、前記第 1 の期間において、前記送信回路からの前記第 1 の駆動信号を前記一部の超音波トランスデューサー素子に出力し、前記第 2 の期間において、前記送信回路からの前記第 2 の駆動信号を前記第 1 の駆動信号が出力されなかった超音波トランスデューサー素子に出力し、前記第 2 の期間の後の第 3 の期間において、前記第 2 の駆動信号が出力された超音波トランスデューサー素子からの前記受信信号を前記受信回路に出力するように選択してもよい。

【 0 0 0 9 】

このようにすれば、第 2 の期間において、送信回路からの第 2 の駆動信号を第 1 の駆動信号が出力されなかった素子に出力することができるから、クロストークによる第 1 の駆動信号が出力されなかった素子の振動を低減することができる。さらに、第 2 の期間の後の第 3 の期間においては、第 2 の駆動信号が出力された素子からの受信信号を受信回路に出力することができるから、エコー信号を確実に受信することができる。

【 0 0 1 0 】

また本発明の一態様では、前記制御部は、第 1 の制御信号及び第 2 の制御信号を前記送信回路に対して出力し、前記送信回路は、前記第 1 の制御信号がアクティブのときは正極性の電圧となる前記第 1 の駆動信号又は前記第 2 の駆動信号を出力し、前記第 2 の制御信号がアクティブのときは負極性の電圧となる前記第 1 の駆動信号又は前記第 2 の駆動信号を出力してもよい。

【 0 0 1 1 】

このようにすれば、送信回路は、制御部からの第 1 及び第 2 の制御信号に基づいて、正極性及び負極性の電圧の第 1 の駆動信号又は第 2 の駆動信号を出力することができる。

【 0 0 1 2 】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、前記第 1 の駆動信号を出力する第 1 の送信部と、前記第 2 の駆動信号を出力する第 2 の送信部とを有し、前記制御部は、第 1 の制御信号及び第 2 の制御信号を前記第 1 の送信部に対して出力し、第 3 の制御信号及び第 4 の制御信号を前記第 2 の送信部に対して出力し、前記制御部は、前記第 1 の期間において、前記第 1 の制御信号及び前記第 2 の制御信号を前記交番電圧の周期で交互にアクティブにし、前記第 2 の期間において、前記第 3 の制御信号及び前記第 4 の制御信号を前記交番電圧の周期で交互にアクティブにし、前記第 1 の送信部は、前記第 1 の制御信号がアクティブのときは正極性の電圧となる前記第 1 の駆動信号を出力し、前記第 2 の制御信号がアクティブのときは負極性の電圧となる前記第 1 の駆動信号を出力し、前記第 2 の送信部は、前記第 3 の制御信号がアクティブのときは正極性の電圧となる前記第 2 の駆動信号を出力し、前記第 4 の制御信号がアクティブのときは負極性の電圧となる前記第 2 の駆動信号を出力してもよい。

【 0 0 1 3 】

このようにすれば、第 1 の期間においては、第 1 の送信部が、交番電圧の周期で正極性の電圧と負極性の電圧とに交互に設定される第 1 の駆動信号を出力することができる。また、第 2 の期間においては、第 2 の送信部が、第 1 の駆動信号の交番電圧と逆位相となる第 2 の駆動信号を出力することができる。

【 0 0 1 4 】

また本発明の一態様では、前記制御部は、前記第 2 の期間において、前記第 2 の制御信号と前記第 4 の制御信号とを同じタイミングでアクティブにし、前記第 1 の制御信号と前記第 3 の制御信号とを同じタイミングでアクティブにしてもよい。

【 0 0 1 5 】

このようにすれば、第 2 の期間において、第 1 の送信部が第 1 の期間の第 1 の駆動信号と逆位相の第 1 の駆動信号を第 1 の期間に第 1 の駆動信号が出力された素子に対して出力し、第 2 の送信部がクロストークによって生じる振動と逆位相となる第 2 の駆動信号を第 1 の駆動信号が出力されなかった素子に対して出力することができる。その結果、第 2 の

10

20

30

40

50

期間において、第 1 の駆動信号が出力された素子の残響振動を低減し、且つ、第 1 の駆動信号が出力されなかった素子のクロストークによる振動を低減することができるから、より効果的にクロストークを抑制することが可能になる。

【 0 0 1 6 】

また本発明の一態様では、前記制御部は、第 1 のモードでは、前記送信回路に対して、前記第 1 の駆動信号及び前記第 2 の駆動信号を出力させる制御を行い、第 2 のモードでは、前記送信回路に対して、前記第 1 の駆動信号を出力させ、前記第 2 の駆動信号を非出力にする制御を行ってもよい。

【 0 0 1 7 】

このようにすれば、クロストークによる振動が問題となる場合、例えば超音波診断装置などで被検体の表層部分の画像を取得したい場合などには、第 1 のモードによりクロストークによる振動を低減させることができる。一方、クロストークが問題にならない場合には、第 2 のモードを用いることで消費電力を低減することができる。

10

【 0 0 1 8 】

本発明の他の態様は、上記いずれかに記載の処理装置を含む超音波プローブに関する。

【 0 0 1 9 】

また本発明の他の態様では、前記第 1 の駆動信号が出力される超音波トランスデューサー素子を有する第 1 の超音波トランスデューサー素子列及び前記第 2 の駆動信号が出力される超音波トランスデューサー素子を有する第 2 の超音波トランスデューサー素子列が交互に配置される前記超音波トランスデューサーデバイスをさらに含んでもよい。

20

【 0 0 2 0 】

このようにすれば、隣接する第 1 の超音波トランスデューサー素子列と第 2 の超音波トランスデューサー素子列との間のクロストークを低減することができる。

【 0 0 2 1 】

本発明の他の態様は、上記いずれかに記載の処理装置を含む電子機器に関する。

【 0 0 2 2 】

本発明の他の態様は、上記いずれかに記載の処理装置と、表示用画像データを表示する表示部とを含む超音波診断装置に関する。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 3 】

【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】超音波トランスデューサーデバイスの構成例。

【図 3】送信素子と受信素子との間のクロストークを説明する図。

【図 4】処理装置の第 1 の構成例。

【図 5】図 5 (A)、図 5 (B)、図 5 (C) は、選択回路の第 1 の構成例。

【図 6】送信回路の第 1 の構成例。

【図 7】図 7 (A)、図 7 (B) は、制御部による制御信号の生成を説明する図。

【図 8】処理装置の第 1 の構成例による第 1 の駆動信号、第 2 の駆動信号及び送信素子と受信素子の振動等の波形例。

40

【図 9】処理装置の第 2 の構成例。

【図 10】図 10 (A)、図 10 (B)、図 10 (C) は、選択回路の第 2 の構成例。

【図 11】送信回路の第 2 の構成例。

【図 12】処理装置の第 2 の構成例による第 1 の駆動信号、第 2 の駆動信号及び受信素子の振動等の第 1 の波形例。

【図 13】処理装置の第 2 の構成例による第 1 の駆動信号、第 2 の駆動信号及び受信素子の振動等の第 2 の波形例。

【図 14】図 14 (A)、図 14 (B) は、制御信号の変形例。

【図 15】制御部による制御信号の生成の変形例。

【図 16】超音波プローブ及び電子機器（超音波診断装置）の基本的な構成例。

50

【図 17】図 17 (A)、図 17 (B) は、超音波診断装置の具体的な構成例。図 17 (C) は、超音波プローブの具体的な構成例。

【発明を実施するための形態】

【0024】

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。

【0025】

1. 超音波トランスデューサー素子

図 1 (A)、図 1 (B) に本実施形態の処理装置と共に用いられる超音波トランスデューサー素子 (薄膜圧電型超音波トランスデューサー素子) U E 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 U E は、振動膜 (メンブレン、支持部材) M B と、圧電素子部とを有する。圧電素子部は、下部電極 (第 1 電極層) E L 1、圧電体膜 (圧電体層) P E、上部電極 (第 2 電極層) E L 2 を有する。なお、本実施形態の超音波トランスデューサー素子 U E 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。

10

【0026】

なお、以下の説明では、超音波トランスデューサー素子 U E を「超音波素子 U E」とも呼ぶ。

20

【0027】

図 1 (A) は、基板 (シリコン基板) S U B に形成された超音波素子 U E 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。

【0028】

第 1 電極層 E L 1 は、振動膜 M B の上層に例えば金属薄膜で形成される。この第 1 電極層 E L 1 は、図 1 (A) に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波素子 U E に接続される配線であってもよい。

【0029】

圧電体膜 P E 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 E L 1 の少なくとも一部を覆うように設けられる。なお、圧電体膜 P E 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 ($P b T i O_3$)、ジルコン酸鉛 ($P b Z r O_3$)、チタン酸鉛ランタン ($(P b, L a) T i O_3$) などを用いてもよい。

30

【0030】

第 2 電極層 E L 2 は、例えば金属薄膜で形成され、圧電体膜 P E 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 E L 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、隣接する超音波素子 U E に接続される配線であってもよい。

【0031】

振動膜 (メンブレン) M B は、例えば $S i O_2$ 薄膜と $Z r O_2$ 薄膜との 2 層構造により開口 O P を塞ぐように設けられる。この振動膜 M B は、圧電体膜 P E 及び第 1、第 2 電極層 E L 1、E L 2 を支持すると共に、圧電体膜 P E 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。

40

【0032】

開口 O P は、例えば後述する図 2 に示すように、基板 S U B にアレイ状に配置される。空洞領域 C A V は、シリコン基板 S U B 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 (R I E) 等によりエッチングすることで形成される。

【0033】

超音波素子 U E の下部電極は、第 1 電極層 E L 1 により形成され、上部電極は、第 2 電極層 E L 2 により形成される。具体的には、第 1 電極層 E L 1 のうちの圧電体膜 P E に覆われた部分が下部電極を形成し、第 2 電極層 E L 2 のうちの圧電体膜 P E を覆う部分が上

50

部電極を形成する。即ち、圧電体膜 P E は、下部電極と上部電極に挟まれて設けられる。

【 0 0 3 4 】

圧電体膜 P E は、下部電極と上部電極との間、即ち第 1 電極層 E L 1 と第 2 電極層 E L 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。圧電体膜 P E の一方の面は第 1 電極層 E L 1 を介して振動膜 M B に接合されているが、他方の面には第 2 電極層 E L 2 が形成されるものの、第 2 電極層 E L 2 上には他の層が形成されない。そのため圧電体膜 P E の振動膜 M B 側が伸縮しにくく、第 2 電極層 E L 2 側が伸縮し易くなる。従って、圧電体膜 P E に電圧を印加すると、空洞領域 C A V 側に凸となる撓みが生じ、振動膜 M B を撓ませる。圧電体膜 P E に交流電圧を印加することで、振動膜 M B が膜厚方向に対して振動し、この振動膜 M B の振動により超音波が放射される。圧電体膜 P E 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。

10

【 0 0 3 5 】

バルクの超音波素子の駆動電圧がピークからピークで 1 0 0 V 程度であるのに対して、図 1 (A)、図 1 (B) に示すような薄膜による超音波素子 U E では、駆動電圧をピークからピークで 1 0 ~ 3 0 V 程度に小さくすることができる。

【 0 0 3 6 】

超音波素子 U E は、出射された超音波が対象物で反射されて戻ってくる超音波エコーを受信する受信素子としても動作する。超音波エコーにより振動膜 M B が振動し、この振動によって圧電体膜 P E に圧力が加わり、下部電極と上部電極との間に電圧が発生する。この電圧を受信信号として取り出すことができる。

20

【 0 0 3 7 】

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 1 0 0 の構成例を示す。本構成例の超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 は、基板 S U B、基板 S U B にアレイ状に配置された複数の送信素子 U T (広義には超音波トランスデューサー素子 U E) 及び複数の受信素子 U R (広義には超音波トランスデューサー素子 U E)、第 1 ~ 第 n (n は 2 以上の整数) の送信信号線 T L 1 ~ T L n、第 1 ~ 第 n の受信信号線 R L 1 ~ R L n、第 1 ~ 第 m (m は 2 以上の整数) のコモン電極線 C L 1 ~ C L m を含む。図 2 では、例として m = 8、n = 6 の場合を示すが、これ以外の値であってもよい。なお、本実施形態の超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 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。

30

【 0 0 3 8 】

基板 S U B は、例えばシリコン基板であって、アレイ状に配置された複数の開口 O P を有する。複数の開口 O P の各々に対応して、超音波トランスデューサー素子 U E が設けられる。具体的には、複数の開口 O P の各々に対応して、送信素子 U T 又は受信素子 U R が設けられる。

【 0 0 3 9 】

複数の送信素子 U T 及び複数の受信素子 U R は、m 行 n 列のマトリックス状にそれぞれ配置される。例えば図 2 に示すように、複数の送信素子 U T は第 1 の方向 D 1 に沿って 8 行、そして第 1 の方向 D 1 に交差する第 2 の方向 D 2 に沿って 6 列に配置される。また、複数の受信素子 U R も同様に、第 1 の方向 D 1 に沿って 8 行、そして第 1 の方向 D 1 に交差する第 2 の方向 D 2 に沿って 6 列に配置される。送信素子 U T の列 (広義には第 1 の超音波トランスデューサー素子列) と受信素子 U R の列 (広義には第 2 の超音波トランスデューサー素子列) とは交互に配置される。

40

【 0 0 4 0 】

送信素子 U T 及び受信素子 U R は、薄膜圧電型超音波トランスデューサー素子であって、例えば図 1 (A)、図 1 (B) に示した構成とすることができる。但し、素子の各部のサイズ、例えば圧電体膜 P E や空洞領域 C A V のサイズなどは、送信素子 U T と受信素子 U R とで異なってもよい。

50

【 0 0 4 1 】

以下の説明において、送信素子 $U T$ 及び受信素子 $U R$ 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 3 列に位置する送信素子 $U T$ を $U T 4 - 3$ と表記し、同様に第 4 行第 3 列に位置する受信素子 $U R$ を $U R 4 - 3$ と表記する。例えば送信素子 $U T$ のアレイの第 3 列には、 $U T 1 - 3$ 、 $U T 2 - 3$ 、 $\dots$ 、 $U T 7 - 3$ 、 $U T 8 - 3$ の 8 個の送信素子 $U T$ が配置される。また、例えば受信素子 $U R$ のアレイの第 3 列には、 $U R 1 - 3$ 、 $U R 2 - 3$ 、 $\dots$ 、 $U R 7 - 3$ 、 $U R 8 - 3$ の 8 個の受信素子 $U R$ が配置される。

【 0 0 4 2 】

第 1 ~ 第 6 (広義には第 n) の送信信号線 $T L 1 \sim T L 6$ は、第 1 の方向 $D 1$ に沿って配線される。第 1 ~ 第 6 の送信信号線 $T L 1 \sim T L 6$ のうちの第 j (j は 1 ~ 6 である整数) の送信信号線 $T L j$ は、第 j 列に配置される各送信素子 $U T$ が有する第 1 の電極に接続される。

10

【 0 0 4 3 】

第 1 ~ 第 6 (広義には第 n) の受信信号線 $R L 1 \sim R L 6$ は、第 1 の方向 $D 1$ に沿って配線される。第 1 ~ 第 6 の受信信号線 $R L 1 \sim R L 6$ のうちの第 j の受信信号線 $R L j$ は、第 j 列に配置される各受信素子 $U R$ が有する第 1 の電極に接続される。

【 0 0 4 4 】

送信素子 $U T$ は、複数の超音波トランスデューサー素子 $U E$ のうちの一部の超音波トランスデューサー素子 $U E$ であって、第 1 の駆動信号 $V T$ が供給される素子である。また、受信素子 $U R$ は、複数の超音波トランスデューサー素子 $U E$ のうちの第 1 の駆動信号 $V T$ が供給されない素子、或いは第 2 の駆動信号 $V S$ が供給される素子である。

20

【 0 0 4 5 】

超音波を出射する第 1 の期間 (送信期間) には、後述する処理装置 2 0 0 が出力する第 1 の駆動信号 $V T$ ($V T 1 \sim V T 6$) が送信信号線 $T L 1 \sim T L 6$ を介して各送信素子 $U T$ に供給される。また、超音波エコー信号を受信する第 3 の期間 (受信期間) には、受信素子 $U R$ からの受信信号 $V R 1 \sim V R 6$ が受信信号線 $R L 1 \sim R L 6$ を介して処理装置 2 0 0 に出力される。

【 0 0 4 6 】

後述するように、本実施形態の処理装置 2 0 0 によれば、第 1 の期間に連続する第 2 の期間 (制振期間) において、各受信素子 $U R$ に対して第 2 の駆動信号 $V S$ ($V S 1 \sim V S 6$) を供給することで、受信素子 $U R$ と隣接する送信素子 $U T$ との間のクロストークによって生じる受信素子 $U R$ の振動膜 $M B$ の振動を低減することができる。第 1 の駆動信号 $V T$ 及び第 2 の駆動信号 $V S$ の詳細については、後述する。

30

【 0 0 4 7 】

第 1 ~ 第 8 (広義には第 m) のコモン電極線 $C L 1 \sim C L 8$ は、第 2 の方向 $D 2$ に沿って配線される。送信素子 $U T$ 及び受信素子 $U R$ が有する第 2 の電極は、第 1 ~ 第 m のコモン電極線 $C L 1 \sim C L m$ のうちのいずれかに接続される。具体的には、例えば図 2 に示すように、第 1 ~ 第 8 のコモン電極線 $C L 1 \sim C L 8$ のうちの第 i (i は 1 ~ 8 である整数) のコモン電極線 $C L i$ は、第 i 列に配置される送信素子 $U T$ の第 2 の電極及び第 i 列に配置される受信素子 $U R$ が有する第 2 の電極に接続される。

40

【 0 0 4 8 】

第 1 ~ 第 8 のコモン電極線 $C L 1 \sim C L 8$ には、コモン電圧 $V C O M$ が供給される。このコモン電圧は一定の直流電圧であればよく、0 V 即ちグランド電位 (接地電位) でなくともよい。

【 0 0 4 9 】

例えば図 2 に示す送信素子 $U T 1 - 1$ については、第 1 の電極が送信信号線 $T L 1$ に接続され、第 2 の電極が第 1 のコモン電極線 $C L 1$ に接続される。また、例えば図 2 に示す受信素子 $U R 4 - 3$ については、第 1 の電極が第 3 の受信信号線 $R L 3$ に接続され、第 2 の電極が第 4 のコモン電極線 $C L 4$ に接続される。

【 0 0 5 0 】

50

なお、送信素子 U_T 及び受信素子 U_R 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。例えば奇数番目の送信素子列に m 個の送信素子 U_T が配置され、偶数番目の送信素子列に $m - 1$ 個の送信素子 U_T が配置される、いわゆる千鳥配置であってもよい。また、送信素子 U_T の列と受信素子 U_R の列とが交互に配置されることは、必須ではない。例えば複数の送信素子 U_T から成るアレイと複数の受信素子 U_R から成るアレイとが離れて配置されてもよい。また、送信素子 U_T の個数と受信素子 U_R の個数は異なってもよい。

【0051】

送信素子 U_T には、第 1 の駆動信号電圧 V_T とコモン電圧との差の電圧が印加され、所定の周波数の超音波が放射される。例えば、図 2 の第 1 列の送信素子 $U_{T1-1} \sim U_{T8-1}$ には、送信信号線 $TL1$ に供給される第 1 の駆動信号電圧 V_{T1} とコモン電圧 V_{COM} との差 $V_{T1} - V_{COM}$ が印加される。同様に、第 3 列の送信素子 $U_{T1-3} \sim U_{T8-3}$ には、送信信号線 $TL3$ に供給される第 1 の駆動信号電圧 V_{T3} とコモン電圧 V_{COM} との差 $V_{T3} - V_{COM}$ が印加される。

10

【0052】

受信素子 U_R には、第 2 の駆動信号電圧 V_S とコモン電圧との差の電圧が印加されて、クロストークによる振動が低減される。例えば、図 2 の第 1 列の受信素子 $U_{R1-1} \sim U_{R8-1}$ には、受信信号線 $RL1$ に供給される第 2 の駆動信号電圧 V_{S1} とコモン電圧 V_{COM} との差 $V_{S1} - V_{COM}$ が印加される。同様に、第 3 列の受信素子 $U_{R1-3} \sim U_{R8-3}$ には、受信信号線 $RL3$ に供給される第 2 の駆動信号電圧 V_{S3} とコモン電圧 V_{COM} との差 $V_{S3} - V_{COM}$ が印加される。

20

【0053】

受信素子 U_R は、受信期間には超音波エコーを受信して受信信号 V_R を出力する。例えば、図 2 の第 1 列の受信素子 $U_{R1-1} \sim U_{R8-1}$ は、受信信号 V_{R1} を受信信号線 $RL1$ を介して出力する。同様に、第 3 列の受信素子 $U_{R1-3} \sim U_{R8-3}$ は、受信信号 V_{R3} を受信信号線 $RL3$ を介して出力する。

【0054】

図 2 に示す構成例では、1 つの第 1 の駆動信号（例えば V_{T1} ）が 1 つの送信素子列（例えば $U_{T1-1} \sim U_{T8-1}$ ）を駆動し、1 つの第 2 の駆動信号（例えば V_{S1} ）が 1 つの受信素子列（例えば $U_{R1-1} \sim U_{R8-1}$ ）を駆動するが、本実施形態の超音波トランスデューサデバイス 100 はこれに限定されるものではない。例えば、1 つの第 1 の駆動信号が複数の送信素子列を駆動してもよいし、1 つの第 2 の駆動信号が複数の受信素子列を駆動してもよい。即ち、複数本の送信信号線又は複数本の受信信号線を束ねたものを 1 チャンネルとし、各々のチャンネルに対して第 1 の駆動信号又は第 2 の駆動信号が供給されてもよい。

30

【0055】

3. 処理装置

図 3 は、送信素子 U_T と受信素子 U_R との間のクロストークを説明する図である。図 3 に示すように、送信期間では駆動信号が送信素子 U_T に入力されて送信素子 U_T の振動膜 MB が振動する。この振動が振動膜 MB を形成する層を伝わって、隣接する受信素子 U_R の振動膜 MB が振動する。これがクロストーク（機械的クロストーク）である。

40

【0056】

図 1 (A)、図 1 (B) に示した薄膜圧電型超音波素子 UE では、送信素子 U_T と受信素子 U_R との距離が短く、振動膜 MB を形成する層が薄いために、バルク型超音波素子に比べて機械的クロストークが大きくなる。なお、以下の説明では、機械的クロストークを単に「クロストーク」とも呼ぶ。

【0057】

また、送信期間後においても送信素子 U_T の振動膜 MB の振動が残る。これは残響振動（尾引き）といわれる現象である。残響振動は徐々に振幅が減少するが、残響振動の持続時間は例えば $20 \sim 30 \mu s$ に及ぶことがある。この送信素子 U_T の残響振動によっても

50

クロストークが生じるし、さらに受信素子 U R 自身の残響振動も加わる。

【 0 0 5 8 】

このように、送信期間後においても受信素子 U R の振動が残るから、図 3 に示すようにクロストークによる振動が続いている期間にエコーが受信される場合には、クロストークによる振動とエコーによる振動との重なりが生ずる。このために、エコーが短時間（例えば 10 μ s 程度）で戻ってくる場合にはエコーによる信号（エコー信号）を分離して受信することが困難になる。例えば超音波診断装置を用いて内臓脂肪の測定や血流量の測定など被検体の表層部分の画像を取得する場合には、クロストークが特に問題となる。

【 0 0 5 9 】

このような課題に対して、例えば特許文献 1 には、クロストークによる受信素子の振動を打ち消すような駆動信号を受信素子に対して出力する手法が開示されている。しかしながら、この手法では、例えば図 1 (A)、図 1 (B) に示した薄膜圧電型超音波素子 U E などの場合には、クロストークによる振動を適切に抑制することができないという問題がある。例えば、薄膜圧電型超音波素子 U E では、振動のエネルギーが基板 S U B や配線層 E L 1、E L 2などを介して散逸するため、クロストークによる振動が徐々に減衰する。従って、クロストークによる受信素子 U R の振動を適切に抑制するためには、制振信号もそれに対応して徐々に減衰させる必要がある。

【 0 0 6 0 】

以下に説明する本実施形態の処理装置 2 0 0 によれば、第 1 の期間に連続する第 2 の期間において、受信素子 U R に対して、第 1 の駆動信号 V T (送信信号) の交番電圧と周期が同じであり、第 1 の駆動信号 V T の交番電圧と逆位相であり、且つ第 1 の駆動信号 V T の交番電圧より小さく時間と共に減少する振幅を有する第 2 の駆動信号 V S (制振信号) を出力することで、受信素子 U R のクロストークによる振動を効果的に抑えることができる。その結果、対象物との距離が短い場合であってもエコー信号を確実に受信することができる。

【 0 0 6 1 】

図 4 に、本実施形態の処理装置 2 0 0 の第 1 の構成例を示す。第 1 の構成例の処理装置 2 0 0 は、送信回路 2 1 0、受信回路 2 2 0、制御部 2 3 0、振幅電圧生成回路 2 4 0 及び選択回路 M U X を含む。なお、本実施形態の処理装置 2 0 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 2 】

送信回路 2 1 0 は、選択回路 M U X を介して、超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 に対して第 1 の駆動信号 V T 及び第 2 の駆動信号 V S を出力する。具体的には、送信回路 2 1 0 は、第 1 の期間において、駆動信号として、交番電圧の 1 周期以上で、且つ、交番電圧の半周期の整数倍の信号である第 1 の駆動信号 V T を、複数の超音波トランスデューサー素子 U E のうちの一部の超音波トランスデューサー素子（送信素子 U T）に対して出力する。そして第 1 の期間に連続する第 2 の期間において、駆動信号として、第 1 の駆動信号 V T の交番電圧と周期が同じであり、第 1 の駆動信号 V T の交番電圧と逆位相であり、且つ第 1 の駆動信号 V T の交番電圧より小さく時間と共に減少する振幅を有する第 2 の駆動信号 V S を、複数の超音波トランスデューサー素子 U E のうちの第 1 の駆動信号 V T が出力されなかった超音波トランスデューサー素子（受信素子 U R）に対して出力する。

【 0 0 6 3 】

なお、第 1 の期間を「送信期間」、第 2 の期間を「制振期間」と呼ぶこともできる。また、送信素子 U T に対して出力される第 1 の駆動信号 V T を「送信信号」、受信素子 U R に対して出力される第 2 の駆動信号 V S を「制振信号」と呼ぶこともできる。

【 0 0 6 4 】

送信回路 2 1 0 は、制御部 2 3 0 からの第 1、第 2 の制御信号 S P、S N に基づいて、第 1 の駆動信号 V T 又は第 2 の駆動信号 V S を出力する。具体的には、第 1 の制御信号 S

Pがアクティブのときは正極性の電圧となる第1の駆動信号V_T又は第2の駆動信号V_Sを出力する。一方、第2の制御信号S_Nがアクティブのときは負極性の電圧となる第1の駆動信号V_T又は第2の駆動信号V_Sを出力する。

【0065】

ここで正極性の電圧及び負極性の電圧とは、0V（接地電位）に対する正（プラス）の電圧、負（マイナス）の電圧に限定されない。ある基準電圧に対してそれより高い電圧又は低い電圧であってもよい。例えば基準電圧を10Vとして、正極性の電圧を20V、負極性の電圧を0Vとしてもよい。なお、第1の駆動信号V_T及び第2の駆動信号V_Sについては、後で具体的に説明する。

【0066】

受信回路220は、受信素子U_Rからの受信信号V_{R1}～V_{Rn}の信号処理を行う。具体的には、受信回路220は、受信期間において、選択回路M_{UX}を介して受信素子U_Rからの受信信号V_{R1}～V_{Rn}を受け取り、受信信号の増幅、ゲイン設定、周波数設定、A/D変換（アナログ/デジタル変換）などの信号処理を行う。信号処理の結果は、検出データ（検出情報）として例えば図14に示す電子機器本体410の処理部320に出力する。受信回路220は、例えば低雑音増幅器、電圧制御アッテネーター、プログラマブルゲインアンプ、ローパスフィルタ、A/Dコンバータなどで構成することができる。

【0067】

制御部230は、送信回路210及び受信回路220を制御する。具体的には、制御部230は、第1の制御信号S_P及び第2の制御信号S_Nを送信回路210に対して出力する。制御部230は、第1の期間において、第1の制御信号S_P及び第2の制御信号S_Nを所定の周期（交番電圧の周期）で交互にアクティブにする。そして第2の期間において、第1の制御信号S_P及び第2の制御信号S_Nを、第1の期間における交番電圧と逆位相になるように、交互にアクティブにする。また、制御部230は、受信回路220に対して受信信号の周波数設定やゲインなどの制御を行う。制御部230は、例えばFPGA（Field-Programmable Gate Array）で実現することができる。なお、第1、第2の制御信号S_P、S_Nについては、後で詳細に説明する。

【0068】

また、制御部230は、第1のモードでは、送信回路210に対して、第1の駆動信号V_T及び第2の駆動信号V_Sを出力させる制御を行い、第2のモードでは、送信回路210に対して、第1の駆動信号V_Tを出力させ、第2の駆動信号V_Sを非出力にする制御を行うことができる。このようにすれば、例えば超音波診断装置などにおいて、クロストークが問題となる場合、即ち内臓脂肪の測定や血流量の測定など被検体の表層部分の画像を取得したい場合には、第1のモードによりクロストークを低減させることができる。一方、クロストークが問題にならない場合には、第2のモードを用いることで消費電力を低減することができる。

【0069】

振幅電圧生成回路240は、制御部230の制御に基づいて、電圧値が可変に設定される第1、第2の振幅設定電圧V_{PP}、V_{NN}を生成し、送信回路210に出力する。後述する図6に示すように、第1の駆動信号V_T及び第2の駆動信号V_Sの振幅は、第1、第2の振幅設定電圧V_{PP}、V_{NN}により設定される。従って、制御部230の制御に基づいて、振幅電圧生成回路240が第1、第2の振幅設定電圧V_{PP}、V_{NN}を可変に設定することで、第2の駆動信号V_Sの振幅を可変に設定することができる。即ち、第2の駆動信号V_Sの振幅を第1の駆動信号V_Tの振幅より小さく、且つ時間と共に減少させることができる。このようにすることで、振幅が徐々に減少する受信素子U_Rの振動に対応して第2の駆動信号V_Sの振幅を徐々に小さくすることができるから、より効果的にクロストークによる振動を低減することができる。

【0070】

振幅電圧生成回路240は、例えばD/A変換器及び演算増幅器などで実現することが

10

20

30

40

50

できる。或いは、抵抗ラダー回路、スイッチ素子、演算増幅器などで実現することもできる。

【0071】

選択回路MUXは、送信回路210及び受信回路220に接続され、制御部230の制御に基づいて、送信信号線TL1～TLn及び受信信号線RL1～RLnのうちの少なくとも1つを選択する。具体的には、選択回路MUXは、第1の期間において、送信信号線TL1～TLnのうちの少なくとも1つを選択し、選択された送信信号線を介して送信回路210からの第1の駆動信号VTを送信素子UTに出力する。そして第2の期間において、受信信号線RL1～RLnのうちの少なくとも1つを選択し、選択された受信信号線を介して送信回路210からの第2の駆動信号VSを受信素子URに出力する。また第2の期間の後の受信期間において、受信信号線RL1～RLnを選択し、受信素子URからの受信信号VR1～VRnを受信回路220に出力する。

10

【0072】

図5(A)、図5(B)、図5(C)に、選択回路MUXの第1の構成例を示す。第1の構成例の選択回路MUXは、スイッチ素子SWT1～SWTn、スイッチ素子SWs1～SWsn、スイッチ素子SWR1～SWRnを含む。なお、本実施形態の選択回路MUXは図5(A)、図5(B)、図5(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。

【0073】

スイッチ素子SWT1～SWTnは、第1の期間において送信信号線TL1～TLnを選択する。スイッチ素子SWs1～SWsnは、第2の期間において受信信号線RL1～RLnを選択する。スイッチ素子SWR1～SWRnは、受信期間において受信信号線RL1～RLnを選択する。

20

【0074】

図5(A)は、第1の期間(送信期間)における各スイッチ素子の状態を示す。スイッチ素子SWT1～SWTnがオン状態であり、他のスイッチ素子はオフ状態である。この場合には、選択された送信信号線TL1～TLnに対して、送信回路210からの第1の駆動信号VT(送信信号)がVT1～VTnとして出力される。

【0075】

図5(B)は、第2の期間(制振期間)における各スイッチ素子の状態を示す。スイッチ素子SWs1～SWsnがオン状態であり、他のスイッチ素子はオフ状態である。この場合には、選択された受信信号線RL1～RLnに対して、送信回路210からの第2の駆動信号VS(制振信号)がVS1～VSnとして出力される。

30

【0076】

図5(C)は、受信期間における各スイッチ素子の状態を示す。スイッチ素子SWR1～SWRnがオン状態であり、他のスイッチ素子はオフ状態である。この場合には、選択された受信信号線RL1～RLnを介して、受信素子URからの受信信号VR1～VRnが受信回路220に出力される。

【0077】

なお、選択回路MUXは、第1の期間において送信信号線TL1～TLnの全てを同じタイミングで選択してもよいし、例えばTL1、TL2、TL3、・・・のように順番に1本ずつ選択してもよい。同様に、第2の期間において受信信号線RL1～RLnの全てを同じタイミングで選択してもよいし、例えばRL1、RL2、RL3、・・・のように順番に1本ずつ選択してもよい。

40

【0078】

図6に、本実施形態の送信回路210の第1の構成例を示す。第1の構成例の送信回路210は、第1、第2のレベル変換回路LT__P、LT__N、第1、第2のドライバー回路DR__P、DR__N、P型トランジスタQP、N型トランジスタQN、第1、第2の抵抗素子RP、RN及び第1、第2のダイオードDP、DNを含む。なお、本実施形態

50

の送信回路 210 は図 6 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。

【0079】

第 1、第 2 のレベル変換回路 LT__P、LT__N は、第 1、第 2 の制御信号 SP、SN を受けて、レベル変換した信号を第 1、第 2 のドライバー回路 DR__P、DR__N に対して出力する。制御信号 SP、SN は、例えば低電位レベル（L レベル、VSS レベル）が 0 V で高電位レベル（H レベル）が 1.5 V のロジック信号であるが、レベル変換回路 LT__P、LT__N によってドライバー回路 DR__P、DR__N を駆動するのに必要な電圧レベルに変換される。

【0080】

第 1、第 2 のドライバー回路 DR__P、DR__N は、第 1、第 2 のドライバー回路 DR__P、DR__N からの信号に基づいて、P 型トランジスタ QP 及び N 型トランジスタ QN をそれぞれ駆動する。具体的には、第 1 のドライバー回路 DR__P は、第 1 の制御信号 SP がアクティブ（例えば 1.5 V）のときは P 型トランジスタ QP をオン状態にするゲート電圧（例えば 2 V）を出力し、SP が非アクティブ（例えば 0 V）のときは QP をオフ状態にするゲート電圧（例えば 10 V）を出力する。また、第 2 のドライバー回路 DR__N は、第 2 の制御信号 SN がアクティブ（例えば 1.5 V）のときは N 型トランジスタ QN をオン状態にするゲート電圧（例えば -2 V）を出力し、SP が非アクティブ（例えば 0 V）のときは QP をオフ状態にするゲート電圧（例えば -10 V）を出力する。

10

20

【0081】

P 型トランジスタ QP は、例えば数 10 V 程度のドレイン・ソース間耐圧を有する P 型トランジスタである。P 型トランジスタ QP のソースには第 1 の振幅設定電圧 VP（例えば 10 V）が印加され、ゲートには第 1 のドライバー回路 DR__P の出力信号が入力され、ドレインは抵抗素子 RP を介して VSS ノード（例えば 0 V）に接続されると共にダイオード DP を介して第 1 の駆動信号 VT 又は第 2 の駆動信号 VS を出力する。

【0082】

N 型トランジスタ QN は、例えば数 10 V 程度のドレイン・ソース間耐圧を有する N 型トランジスタである。N 型トランジスタ QN のソースには第 2 の振幅設定電圧 VN（例えば -10 V）が印加され、ゲートには第 2 のドライバー回路 DR__N の出力信号が入力され、ドレインは抵抗素子 RN を介して VSS ノード（例えば 0 V）に接続されると共にダイオード DN を介して第 1 の駆動信号 VT 又は第 2 の駆動信号 VS を出力する。

30

【0083】

第 1 の制御信号 SP がアクティブで、第 2 の制御信号 SN が非アクティブであるときは、QP がオン状態で QN がオフ状態になるから、正極性の電圧（例えば 10 V）の第 1 の駆動信号 VT 又は第 2 の駆動信号 VS が出力される。一方、第 1 の制御信号 SP が非アクティブで、第 2 の制御信号 SN がアクティブであるときは、QP がオフ状態で QN がオン状態になるから、負極性の電圧（例えば -10 V）の第 1 の駆動信号 VT 又は第 2 の駆動信号 VS が出力される。また、第 1 及び第 2 の制御信号 SP、SN が共に非アクティブであるときは、QP 及び QN が共にオフ状態になるから、第 1 の駆動信号 VT 又は第 2 の駆動信号 VS は VSS レベル（例えば 0 V）に設定される。第 1 の駆動信号 VT 及び第 2 の駆動信号 VS の振幅は、第 1、第 2 の振幅設定電圧 VP、VN により設定される。

40

【0084】

図 7（A）、図 7（B）は、制御部 230 による制御信号 SP、SN の生成を説明する図である。図 7（A）に示すように、制御部 230 は、クロック信号 CLK に基づいて、所定の周期の長さのカウント処理を行うカウンター部 CNT と、カウント処理の結果（カウント値）CN に基づいて、第 1 の制御信号 SP 及び第 2 の制御信号 SN の生成処理を行う信号生成部 SGEN とを有する。

【0085】

図 7（B）には、クロック信号 CLK、カウント値 CN、制御信号 SP、SN の一例を

50

示す。カウンタ部 C N T は、クロック信号 C L K をカウントしてカウント値 C N (1 ~ 1 2) を出力する。信号生成部 S G E N は、カウント値 C N が 1、2、5、6、7、8、11、12 であるときに、第 1 の制御信号 S P を H レベルに設定し、第 2 の制御信号 S N を L レベルに設定する。また、カウント値 C N が 3、4、9、10 であるときに、第 1 の制御信号 S P を L レベルに設定し、第 2 の制御信号 S N を H レベルに設定する。

【 0 0 8 6 】

このようにすることで、制御部 2 3 0 は、第 1 の期間では、第 1 の制御信号 S P 及び第 2 の制御信号 S N を所定の周期で交互にアクティブにすることができる。例えば図 7 (B) に示すように、第 1 の期間 (送信期間) の最初の期間 T 1 では第 1 の制御信号 S P がアクティブになり、次の期間 T 2 では第 2 の制御信号 S N がアクティブになり、次の期間 T 3 では第 1 の制御信号 S P がアクティブになる。

10

【 0 0 8 7 】

制御部 2 3 0 は、第 2 の期間においては、例えば図 7 (B) に示すように、第 2 の期間の最初の期間 T 4 では第 1 の制御信号 S P がアクティブになり、次の期間 T 5 では第 2 の制御信号 S N がアクティブになり、次の期間 T 6 では第 1 の制御信号 S P がアクティブになる。

【 0 0 8 8 】

図 7 (B) では例として各期間 T 1 ~ T 6 の長さがクロック信号 C L K の 2 周期分になっているが、これに限定されるものではない。また、第 1 の期間と第 2 の期間の長さは同一でなくてもよい。

20

【 0 0 8 9 】

図 8 に、処理装置 2 0 0 の第 1 の構成例 (図 4) による第 1 の駆動信号 V T、第 2 の駆動信号 V S 及び送信素子 U T と受信素子 U R の振動等の波形例を示す。制御信号 S P、S N は、図 7 (B) に示したものである。送信回路 2 1 0 は、上述したように、第 1 の制御信号 S P がアクティブのときは正極性の電圧となる第 1 の駆動信号 V T 又は第 2 の駆動信号 V S を出力し、第 2 の制御信号 S N がアクティブのときは負極性の電圧となる第 1 の駆動信号 V T 又は第 2 の駆動信号 V S を出力する。

【 0 0 9 0 】

図 8 では、第 1 の期間は、出力される交番電圧の周期の 1 . 5 倍の期間であり、第 2 の期間も、出力される交番電圧の周期の 1 . 5 倍の期間である。また、図 8 に示す期間 T 1 ~ T 6 は、それぞれ交番電圧の半周期の期間である。

30

【 0 0 9 1 】

第 1 の期間においては、図 8 の A 1 に示す電圧レベル (例えば 0 V) を基準電圧として、期間 T 1、T 3 には正極性の電圧 (例えば 1 0 V) の第 1 の駆動信号 V T が出力され (図 8 の A 2、A 4)、期間 T 2 には負極性の電圧 (例えば - 1 0 V) の第 1 の駆動信号 V T が出力される (図 8 の A 3)。

【 0 0 9 2 】

一方、第 1 の期間に連続する第 2 の期間においては、図 8 の B 1 に示す電圧レベル (例えば 0 V) を基準電圧として、最初の期間 T 4 には正極性の電圧が出力され (図 8 の B 2)、次の期間 T 5 には負極性の電圧が出力され (図 8 の B 3)、次の期間 T 6 には正極性の電圧が出力される (図 8 の B 4)。第 2 の期間に出力される第 2 の駆動信号 V S は、第 1 の期間に出力される第 1 の駆動信号 V T と逆位相であって、振幅が第 1 の駆動信号 V T より小さく且つ時間と共に減少する。このようにすることで、振幅が徐々に減少する残響振動に対応して第 2 の駆動信号 V S の振幅を徐々に小さくすることができるから、より効果的にクロストークによる振動を低減することができる。

40

【 0 0 9 3 】

図 8 に示すように、第 1 の期間 (送信期間) において、第 1 の駆動信号 V T により送信素子 U T が振動し、クロストークによって隣接する受信素子 U R も振動する。そして第 2 の期間 (制振期間) においては、クロストークによる振動と逆位相の第 2 の駆動信号 V S が受信素子 U R に印加されることで、受信素子 U R の振動が抑えられる。その結果、受信

50

回路 220 は、第 3 の期間（受信期間）において、超音波エコーによる受信信号 VR を確実に受け取ることができる。一方、第 2 の駆動信号 VS がいない場合には、破線に示すように受信信号 VR はクロストークによる振動と重なってしまう。

【0094】

なお、第 1 の駆動信号 VT 及び第 2 の駆動信号 VS は、図 8 に示すような矩形波に限定されず、例えば正弦波や三角波などであってもよい。

【0095】

図 8 では、第 1 の駆動信号 VT 及び第 2 の駆動信号 VS は、共に交番電圧の 1.5 周期分の信号であるが、これに限定されるものではない。例えば、第 1 の駆動信号 VT が交番電圧の 2 周期分の信号であってもよいし、第 2 の駆動信号 VS が交番電圧の 1 周期分の信号であってもよい。

10

【0096】

図 9 に、本実施形態の処理装置 200 の第 2 の構成例を示す。第 2 の構成例の処理装置 200 は、送信回路 210、受信回路 220、制御部 230、振幅電圧生成回路 240 及び選択回路 MUX を含む。送信回路 210 は、第 1 の送信部 TX1 及び第 2 の送信部 TX2 を含む。なお、本実施形態の処理装置 200 は図 9 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。

【0097】

第 2 の構成例の送信回路 210 は、第 1 の駆動信号 VT を出力する第 1 の送信部 TX1 と、第 2 の駆動信号 VS を出力する第 2 の送信部 TX2 とを有する。第 1 の送信部 TX1 は、第 1 の期間において、制御部 230 からの第 1、第 2 の制御信号 SP1、SN1 に基づいて、第 1 の駆動信号 VT を出力する。また、第 2 の送信部 TX2 は、第 2 の期間において、制御部 230 からの第 3、第 4 の制御信号 SP2、SN2 に基づいて、第 2 の駆動信号 VS を出力する。具体的には、第 1 の送信部 TX1 は、第 1 の制御信号 SP1 がアクティブのときは正極性の電圧となる第 1 の駆動信号 VT を出力し、第 2 の制御信号 SN1 がアクティブのときは負極性の電圧となる第 1 の駆動信号 VT を出力する。そして第 2 の送信部 TX2 は、第 3 の制御信号 SP2 がアクティブのときは正極性の電圧となる第 2 の駆動信号 VS を出力し、第 4 の制御信号 SN2 がアクティブのときは負極性の電圧となる第 2 の駆動信号 VS を出力する。

20

30

【0098】

第 2 の構成例の制御部 230 は、第 1 の制御信号 SP1 及び第 2 の制御信号 SN1 を第 1 の送信部 TX1 に対して出力し、第 3 の制御信号 SP2 及び第 4 の制御信号 SN2 を第 2 の送信部 TX2 に対して出力する。具体的には、制御部 230 は、第 1 の期間において、第 1 の制御信号 SP1 及び第 2 の制御信号 SN1 を所定の周期（交番電圧の周期）で交互にアクティブにする。そして第 2 の期間において、第 3 の制御信号 SP2 及び第 4 の制御信号 SN2 を、第 2 の駆動信号 VS が第 1 の駆動信号 VT と逆位相になるように、交互にアクティブにする。

【0099】

また、制御部 230 は、第 1 のモードでは、送信回路 210 に対して、第 1 の駆動信号 VT 及び第 2 の駆動信号 VS を出力させる制御を行い、第 2 のモードでは、送信回路 210 に対して、第 1 の駆動信号 VT を出力させ、第 2 の駆動信号 VS を非出力にする制御を行うことができる。

40

【0100】

振幅電圧生成回路 240 は、制御部 230 の制御に基づいて、電圧値が可変に設定される第 3、第 4 の振幅設定電圧 VPP2、VNN2 を生成し、送信回路 210 に出力する。後述する図 11 に示すように、第 2 の駆動信号 VS の振幅は、第 3、第 4 の振幅設定電圧 VPP2、VNN2 により設定される。従って、制御部 230 の制御に基づいて、振幅電圧生成回路 240 が第 3、第 4 の振幅設定電圧 VPP2、VNN2 を可変に設定することで、第 2 の駆動信号 VS の振幅を可変に設定することができる。即ち、第 2 の駆動信号 V

50

Sの振幅を第1の駆動信号V Tの振幅より小さく、且つ時間と共に減少させることができる。このようにすることで、振幅が徐々に減少する受信素子U Rの振動に対応して第2の駆動信号V Sの振幅を徐々に小さくすることができるから、より効果的にクロストークによる振動を低減することができる。

【0101】

振幅電圧生成回路240は、例えばD/A変換器及び演算増幅器などで実現することができる。或いは、抵抗ラダー回路、スイッチ素子、演算増幅器などで実現することもできる。

【0102】

第2の構成例の選択回路M U Xは、送信回路210及び受信回路220に接続され、制御部230の制御に基づいて、送信信号線T L 1 ~ T L n及び受信信号線R L 1 ~ R L nのうちの少なくとも1つを選択する。

10

【0103】

具体的には、選択回路M U Xは、第1の期間において、送信信号線T L 1 ~ T L nのうちの少なくとも1つを選択し、選択された送信信号線を介して第1の送信部T X 1からの第1の駆動信号V Tを送信素子U Tに出力する。そして第2の期間において、受信信号線R L 1 ~ R L nのうちの少なくとも1つを選択し、選択された受信信号線を介して第2の送信部T X 2からの第2の駆動信号V Sを受信素子U Rに出力する。また第2の期間の後の受信期間において、受信信号線R L 1 ~ R L nを選択し、受信素子U Rからの受信信号V R 1 ~ V R nを受信回路220に出力する。

20

【0104】

受信回路220については、既に説明した第1の構成例(図4)と同じであるから、ここでは詳細な説明を省略する。

【0105】

図10(A)、図10(B)、図10(C)に、選択回路M U Xの第2の構成例を示す。第2の構成例の選択回路M U Xは、スイッチ素子S W T 1 ~ S W T n、スイッチ素子S W S 1 ~ S W S n、スイッチ素子S W R 1 ~ S W R nを含む。なお、本実施形態の選択回路M U Xは図10(A)、図10(B)、図10(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。

30

【0106】

スイッチ素子S W T 1 ~ S W T nは、第1の期間において送信信号線T L 1 ~ T L nを選択する。スイッチ素子S W S 1 ~ S W S nは、第2の期間において、受信信号線R L 1 ~ R L nを選択する。スイッチ素子S W R 1 ~ S W R nは、受信期間において受信信号線R L 1 ~ R L nを選択する。

【0107】

図10(A)は、第1の期間(送信期間)における各スイッチ素子の状態を示す。スイッチ素子S W T 1 ~ S W T nがオン状態である。スイッチ素子S W S 1 ~ S W S nはオフ状態である。スイッチ素子S W R 1 ~ S W R nはオフ状態である。この場合には、選択された送信信号線T L 1 ~ T L nに対して、第1の送信部T X 1からの第1の駆動信号V TがV T 1 ~ V T nとして出力される。

40

【0108】

図10(B)は、第2の期間(制振期間)における各スイッチ素子の状態を示す。スイッチ素子S W S 1 ~ S W S nがオン状態であり、他のスイッチ素子はオフ状態である。この場合には、選択された受信信号線R L 1 ~ R L nに対して、第2の送信部T X 2からの第2の駆動信号V SがV S 1 ~ V S nとして出力される。

【0109】

図10(C)は、第3の期間(受信期間)における各スイッチ素子の状態を示す。スイッチ素子S W R 1 ~ S W R nがオン状態であり、他のスイッチ素子はオフ状態である。この場合には、選択された受信信号線R L 1 ~ R L nを介して、受信素子U Rからの受信信

50

号 $VR1 \sim VRn$ が受信回路 220 に出力される。

【0110】

なお、選択回路 MUX は、第 1 の期間において送信信号線 $TL1 \sim TLn$ の全てを同じタイミングで選択してもよいし、例えば $TL1$ 、 $TL2$ 、 $TL3$ 、 $\dots$ のように順番に 1 本ずつ選択してもよい。同様に、第 2 の期間において受信信号線 $RL1 \sim RLn$ の全てを同じタイミングで選択してもよいし、例えば $RL1$ 、 $RL2$ 、 $RL3$ 、 $\dots$ のように順番に 1 本ずつ選択してもよい。

【0111】

図 11 に、本実施形態の送信回路 210 の第 2 の構成例を示す。第 2 の構成例の送信回路 210 は、第 1 の送信部 $TX1$ 及び第 2 の送信部 $TX2$ を含む。第 1 の送信部 $TX1$ は、第 1、第 2 のレベル変換回路 LT_P1 、 LT_N1 、第 1、第 2 のドライバー回路 DR_P1 、 DR_N1 、P 型トランジスタ $QP1$ 、N 型トランジスタ $QN1$ 、抵抗素子 $RP1$ 、 $RN1$ 及びダイオード $DP1$ 、 $DN1$ を含む。また、第 2 の送信部 $TX2$ は、第 3、第 4 のレベル変換回路 LT_P2 、 LT_N2 、第 3、第 4 のドライバー回路 DR_P2 、 DR_N2 、P 型トランジスタ $QP2$ 、N 型トランジスタ $QN2$ 、抵抗素子 $RP2$ 、 $RN2$ 及びダイオード $DP2$ 、 $DN2$ を含む。なお、本実施形態の送信回路 210 は図 11 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。

【0112】

第 1 の送信部 $TX1$ の第 1、第 2 のレベル変換回路 LT_P1 、 LT_N1 は、第 1、第 2 の制御信号 $SP1$ 、 $SN1$ を受けて、レベル変換した信号を第 1、第 2 のドライバー回路 DR_P1 、 DR_N1 に対して出力する。制御信号 $SP1$ 、 $SN1$ は、例えば低電位レベル（L レベル、VSS レベル）が 0 V で高電位レベル（H レベル）が 1.5 V のロジック信号であるが、レベル変換回路 LT_P1 、 LT_N1 によってドライバー回路 DR_P1 、 DR_N1 を駆動するのに必要な電圧レベルに変換される。

【0113】

第 1、第 2 のドライバー回路 DR_P1 、 DR_N1 は、第 1、第 2 のドライバー回路 DR_P1 、 DR_N1 からの信号に基づいて、P 型トランジスタ $QP1$ 及び N 型トランジスタ $QN1$ をそれぞれ駆動する。具体的には、第 1 のドライバー回路 DR_P1 は、第 1 の制御信号 $SP1$ がアクティブ（例えば 1.5 V）のときは P 型トランジスタ $QP1$ をオン状態にするゲート電圧（例えば 2 V）を出力し、 $SP1$ が非アクティブ（例えば 0 V）のときは $QP1$ をオフ状態にするゲート電圧（例えば 10 V）を出力する。また、第 2 のドライバー回路 DR_N1 は、第 2 の制御信号 $SN1$ がアクティブ（例えば 1.5 V）のときは N 型トランジスタ $QN1$ をオン状態にするゲート電圧（例えば -2 V）を出力し、 $SP1$ が非アクティブ（例えば 0 V）のときは $QP1$ をオフ状態にするゲート電圧（例えば -10 V）を出力する。

【0114】

P 型トランジスタ $QP1$ は、例えば数 10 V 程度のドレイン・ソース間耐圧を有する P 型トランジスタである。P 型トランジスタ $QP1$ のソースには第 1 の振幅設定電圧 $VPP1$ （例えば 10 V）が印加され、ゲートには第 1 のドライバー回路 DR_P1 の出力信号が入力され、ドレインは抵抗素子 $RP1$ を介して VSS ノード（例えば 0 V）に接続されると共にダイオード $DP1$ を介して第 1 の駆動信号 VT を出力する。

【0115】

N 型トランジスタ $QN1$ は、例えば数 10 V 程度のドレイン・ソース間耐圧を有する N 型トランジスタである。N 型トランジスタ $QN1$ のソースには第 2 の振幅設定電圧 $VNN1$ （例えば -10 V）が印加され、ゲートには第 2 のドライバー回路 DR_N1 の出力信号が入力され、ドレインは抵抗素子 $RN1$ を介して VSS ノード（例えば 0 V）に接続されると共にダイオード $DN1$ を介して第 1 の駆動信号 VT を出力する。

【0116】

第 1 の制御信号 $SP1$ がアクティブで、第 2 の制御信号 $SN1$ が非アクティブであると

きは、Q P 1 がオン状態で Q N 1 がオフ状態になるから、正極性の電圧（例えば 1 0 V）の第 1 の駆動信号 V T が出力される。一方、第 1 の制御信号 S P 1 が非アクティブで、第 2 の制御信号 S N 1 がアクティブであるときは、Q P 1 がオフ状態で Q N 1 がオン状態になるから、負極性の電圧（例えば - 1 0 V）の第 1 の駆動信号 V T が出力される。また、第 1 及び第 2 の制御信号 S P 1、S N 1 が共に非アクティブであるときは、Q P 1 及び Q N 1 が共にオフ状態になるから、第 1 の駆動信号 V T は V S S レベル（例えば 0 V）に設定される。第 1 の駆動信号 V T の振幅は、第 1 の振幅設定電圧 V P P 1 及び第 2 の振幅設定電圧 V N N 1 により設定される。

【 0 1 1 7 】

第 2 の送信部 T X 2 の構成と動作は、第 1 の送信部 T X 1 と同様であるから、詳細な説明を省略する。第 3 の制御信号 S P 2 がアクティブで、第 4 の制御信号 S N 2 が非アクティブであるときは、Q P 2 がオン状態で Q N 2 がオフ状態になるから、正極性の電圧（例えば 1 0 V）の第 2 の駆動信号 V S が出力される。一方、第 3 の制御信号 S P 2 が非アクティブで、第 4 の制御信号 S N 2 がアクティブであるときは、Q P 2 がオフ状態で Q N 2 がオン状態になるから、負極性の電圧（例えば - 1 0 V）の第 2 の駆動信号 V S が出力される。また、第 3 及び第 4 の制御信号 S P 2、S N 2 が共に非アクティブであるときは、Q P 2 及び Q N 2 が共にオフ状態になるから、第 2 の駆動信号 V S は V S S レベル（例えば 0 V）に設定される。第 2 の駆動信号 V S の振幅は、第 3 の振幅設定電圧 V P P 2 及び第 4 の振幅設定電圧 V N N 2 により設定される。

【 0 1 1 8 】

制御部 2 3 0 による制御信号 S P 1、S N 1、S P 2、S N 2 の生成は、第 1 の構成例の場合と同様に行うことができる。信号生成部 S G E N は、例えば図 7（B）において、カウント値 C N が 1、2、5、6 であるときに、第 1 の制御信号 S P 1 を H レベルに設定し、第 2 の制御信号 S N 1 を L レベルに設定する。また、カウント値 C N が 3、4 であるときに、第 1 の制御信号 S P 1 を L レベルに設定し、第 2 の制御信号 S N 1 を H レベルに設定する。そしてカウント値 C N が 7、8、1 1、1 2 であるときに、第 3 の制御信号 S P 2 を H レベルに設定し、第 4 の制御信号 S N 2 を L レベルに設定する。また、カウント値 C N が 9、1 0 であるときに、第 3 の制御信号 S P 2 を L レベルに設定し、第 4 の制御信号 S N 2 を H レベルに設定する。

【 0 1 1 9 】

図 1 2 に、処理装置 2 0 0 の第 2 の構成例（図 9）による第 1 の駆動信号 V T、第 2 の駆動信号 V S 及び受信素子 U R の振動等の第 1 の波形例を示す。第 2 の構成例の送信回路 2 1 0 は、上述したように、第 1 の制御信号 S P 1 がアクティブのときは正極性の電圧となる第 1 の駆動信号 V T を出力し、第 2 の制御信号 S N 1 がアクティブのときは負極性の電圧となる第 1 の駆動信号 V T を出力する。また第 3 の制御信号 S P 2 がアクティブのときは正極性の電圧となる第 2 の駆動信号 V S を出力し、第 4 の制御信号 S N 2 がアクティブのときは負極性の電圧となる第 2 の駆動信号 V S を出力する。

【 0 1 2 0 】

図 1 2 では、第 1 の期間は、出力される交番電圧の周期の 1 . 5 倍の期間であり、第 2 の期間も、出力される交番電圧の周期の 1 . 5 倍の期間である。また、図 1 2 に示す期間 T 1 ~ T 6 は、それぞれ交番電圧の半周期の期間である。

【 0 1 2 1 】

第 1 の送信部 T X 1 は、第 1 の期間において、図 1 2 の C 1 に示す電圧レベル（例えば 0 V）を基準電圧として、期間 T 1、T 3 には正極性の電圧（例えば 1 0 V）の第 1 の駆動信号 V T を出力し（図 1 2 の C 2、C 4）、期間 T 2 には負極性の電圧（例えば - 1 0 V）の第 1 の駆動信号 V T を出力する（図 1 2 の C 3）。

【 0 1 2 2 】

第 2 の送信部 T X 2 は、第 2 の期間において、図 1 2 の E 1 に示す電圧レベル（例えば 0 V）を基準電圧として、最初の期間 T 4 には正極性の電圧の第 2 の駆動信号 V S を出力し（図 1 2 の E 2）、次の期間 T 5 には負極性の電圧の第 2 の駆動信号 V S を出力し（図

10

20

30

40

50

12のE3)、次の期間T6には正極性の電圧の第2の駆動信号VSを出力する(図12のE4)。第2の駆動信号VSは、第1の駆動信号VTと逆位相であって、振幅が第1の駆動信号VTより小さく且つ時間と共に減少する。このようにすることで、振幅が徐々に減少する受信素子URの振動に対応して第2の駆動信号VSの振幅を徐々に小さくすることができるから、より効果的にクロストークによる振動を低減することができる。

【0123】

第1の期間(送信期間)において、第1の駆動信号VTにより送信素子UTが振動し、クロストークによって隣接する受信素子URも振動する。そして第2の期間(制振期間)において、クロストークによる振動と逆位相の第2の駆動信号VSが印加されることで、受信素子URの振動が抑えられる。その結果、受信回路220は、第3の期間(受信期間)において、超音波エコーによる受信信号VRを確実に受け取ることができる。一方、第2の駆動信号VSがない場合には、破線に示すように受信信号VRはクロストークによる振動と重なってしまう。

10

【0124】

このように本実施形態の処理装置200の第2の構成例によれば、送信回路210が第2の期間において、第2の駆動信号VSを受信素子URに対して出力することができるから、より効果的にクロストークを低減することができる。

【0125】

送信回路210は、図12に示すように、第1の期間の最後の期間T3に出力された第1の駆動信号VTが正極性の電圧である場合には、第2の期間の最初の期間T4には正極性の電圧となる第2の駆動信号VSを出力する。また、第1の期間の最後の期間T3に出力された第1の駆動信号VTが負極性の電圧である場合には、第2の期間の最初の期間T4には負極性の電圧となる第2の駆動信号VSを出力する。

20

【0126】

図12では、第1の期間の最後の期間T3に続く期間T4において第3の制御信号SP2がアクティブになるが、第1の期間の終了後に所与の設定期間だけ遅れて、第3の制御信号SP2又は第4の制御信号SN2がアクティブになってもよい。具体的には、制御部230は、第1の制御信号SP1又は第2の制御信号SN1をアクティブにすることで第1の送信部TX1に対して第1の駆動信号VTの出力指示を行った後、所与の設定期間遅れて第3の制御信号SP2又は第4の制御信号SN2をアクティブにすることで、第2の送信部TX2に対して第2の駆動信号VSの出力指示を行ってもよい。さらに制御部230は、上記の設定期間を可変に設定してもよい。このようにすることで、受信信号が受信されるタイミングに応じて第2の駆動信号VSを出力することができる。また、クロストークによる振動の抑制に適したタイミングで第2の駆動信号VSを出力することができるから、より効果的にクロストークを低減することができる。

30

【0127】

上記の設定期間は、例えば制御部230に設けられたレジスターに1つ又は複数の設定期間を設定するためのレジスター値を格納しておき、このレジスター値に基づいて設定期間を設定、又は可変に設定することができる。

【0128】

40

処理装置200の第2の構成例(図9)によれば、第2の送信部TX2が、第2の期間だけでなく第1の期間においても、第2の駆動信号VS(制振信号)を受信素子URに対して出力することが可能であり、こうすることで受信素子URのクロストークによる振動をより効果的に低減することができるとも考えられる。しかし、第1の期間において受信素子URに第2の駆動信号VSを印加することにより、隣接する送信素子UTの振動が抑制されるおそれがある。その結果、送信素子UTから出射される超音波の強度が減少するなどの問題が生じるおそれがあるから、第1の期間において第2の駆動信号VSを受信素子URに対して出力することは望ましくない。

【0129】

図13に、処理装置200の第2の構成例(図9)による第1の駆動信号VT、第2の

50

駆動信号 V_S 及び受信素子 U_R の振動等の第 2 の波形例を示す。

【0130】

図 13 に示す第 2 の波形例では、制御部 230 は、第 1 の期間において、第 1 の制御信号 SP_1 及び第 2 の制御信号 SN_1 を所定の周期で交互にアクティブにする。そして第 2 の期間において、第 2 の制御信号 SN_1 と第 4 の制御信号 SN_2 とを同じタイミングでアクティブにし、第 1 の制御信号 SP_1 と第 3 の制御信号 SP_2 とを同じタイミングでアクティブにする。具体的には、期間 T_4 、 T_6 では第 1 の制御信号 SP_1 と第 3 の制御信号 SP_2 とをアクティブにし、期間 T_5 では第 2 の制御信号 SN_1 と第 4 の制御信号 SN_2 とをアクティブにする。即ち、上述した第 1 の波形例（図 12）と異なる点は、第 2 の期間において第 1 の制御信号 SP_1 及び第 2 の制御信号 SN_1 がアクティブになることである。その結果、第 1 の送信部 TX_1 は、第 2 の期間においても正極性又は負極性の電圧となる第 1 の駆動信号 V_T を出力する。

10

【0131】

具体的には、第 1 の送信部 TX_1 は、第 2 の期間の最初の期間 T_4 では正極性の電圧となる第 1 の駆動信号 V_T を出力し（図 13 の F_1 ）、次の期間 T_5 では負極性の電圧となる第 1 の駆動信号 V_T を出力し（図 13 の F_2 ）、次の期間 T_6 では正極性の電圧となる第 1 の駆動信号 V_T を出力する（図 13 の F_3 ）。第 2 の期間の第 1 の駆動信号 V_T は、第 1 の期間の第 1 の駆動信号 V_T と逆位相であって、振幅が第 1 の期間の第 1 の駆動信号 V_T より小さく且つ時間と共に減少する。このようにすることで、送信素子 U_T に対して残響振動と逆位相で振幅が徐々に小さくなる駆動信号を印加することができるから、送信素子 U_T の残響振動を効果的に低減することができる。送信素子 U_T の残響振動を低減することで、より効果的に受信素子 U_R のクロストークによる振動を低減することができる。

20

【0132】

なお、図 13 に示す第 2 の波形例の場合では、例えば図 10 (B) において、選択回路 MUX のスイッチ素子 $SWT_1 \sim SWT_n$ はオン状態に設定される。こうすることで、第 2 の期間において、第 1 の送信部 TX_1 からの第 1 の駆動信号 V_T が $V_{T1} \sim V_{Tn}$ として各送信素子 U_T に対して出力される。

【0133】

図 14 (A)、図 14 (B) に、制御信号 SP 、 SN の変形例を示す。図 14 (A) の変形例では、第 1 の期間の最初の期間 T_1 では第 1 の制御信号 SP がアクティブ (H レベル) になり、次の期間 T_2 では第 2 の制御信号 SN がアクティブになる。第 2 の期間の最初の期間 T_3 では第 2 の制御信号 SN がアクティブになり、次の期間 T_4 では第 1 の制御信号 SP がアクティブになる。こうすることで、第 2 の期間の最初の期間 T_3 では負極性の電圧の第 2 の駆動信号 V_S が出力され、次の期間 T_4 では正極性の電圧の第 2 の駆動信号 V_S が出力される。

30

【0134】

図 14 (B) の変形例では、第 1 の期間の最初の期間 T_1 では第 1 の制御信号 SP がアクティブ (H レベル) になり、次の期間 T_2 では第 2 の制御信号 SN がアクティブになる。第 2 の期間の最初の期間 T_3 では第 1 及び第 2 の制御信号 SP 、 SN が共に非アクティブ (L レベル) になり、次の期間 T_4 では第 1 の制御信号 SP がアクティブになり、次の期間 T_5 では第 2 の制御信号 SN がアクティブになる。こうすることで、第 2 の期間の最初の期間 T_3 では基準電圧（例えば $0V$ ）の第 2 の駆動信号 V_S が出力され、次の期間 T_4 では正極性の電圧の第 2 の駆動信号 V_S が出力され、次の期間 T_5 では負極性の電圧の第 2 の駆動信号 V_S が出力される。このように、第 1 の期間に続いて第 1 及び第 2 の制御信号 SP 、 SN が共に非アクティブになる期間、即ち第 2 の駆動信号 V_S の信号レベルが基準電圧となる期間を設けてもよい。

40

【0135】

図 15 に、制御部 230 による制御信号 SP 、 SN の生成の変形例を示す。図 15 の変形例は、図 7 (A)、図 7 (B) の変形例であって、クロック信号 CLK に基づいて生成

50

された基準信号 S R F により第 1 の期間の期間 T 1、T 2、T 3、及び第 2 の期間の期間 T 4、T 5、T 6 が規定される。第 1 の期間において、期間 T 1、T 3 は基準信号 S R F が H レベルになる期間であり、期間 T 2 は基準信号 S R F が L レベルになる期間である。第 2 の期間において、期間 T 4、T 6 は基準信号 S R F が L レベルになる期間であり、期間 T 5 は基準信号 S R F が H レベルになる期間である。このように、クロック信号 C L K に基づいて生成された基準信号 S R F により制御信号 S P、S N を生成してもよい。

【0136】

以上説明したように、本実施形態の処理装置 200 によれば、第 1 の期間（送信期間）に続く第 2 の期間（制振期間）において、受信素子 U R に対して第 2 の駆動信号 V S（制振信号）を出力して、クロストークによる受信素子 U R の振動を抑えることができるから、対象物との距離が短い場合であってもエコー信号を確実に受信することができる。その結果、例えば薄膜圧電型超音波素子を用いた携帯型の超音波診断装置において、被検体の表層部分の鮮明な画像を取得することなどが可能になる。

10

【0137】

4. 超音波プローブ、電子機器及び超音波診断装置

図 16 に、本実施形態の超音波プローブ 300 及び電子機器（超音波診断装置）400 の基本的な構成例を示す。超音波プローブ 300 は、超音波トランスデューサーデバイス 100、処理装置 200 を含む。電子機器（超音波診断装置）400 は、超音波プローブ 300 及び電子機器本体（超音波診断装置本体）410 を含む。電子機器本体（超音波診断装置本体）410 は、主制御部 310、処理部 320、U I（ユーザーインターフェース）部 330、表示部 340 を含む。

20

【0138】

主制御部 310 は、超音波プローブ 300 に対して超音波の送受信制御を行い、処理部 320 に対して検出データの画像処理等の制御を行う。処理部 320 は、受信回路 220 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。U I（ユーザーインターフェース）部 330 は、ユーザーの行う操作（例えばタッチパネル操作など）に基づいて主制御部 310 に必要な命令（コマンド）を出力する。表示部 340 は、例えば液晶ディスプレイ等であって、処理部 320 からの表示用画像データを表示する。なお、主制御部 310 が行う制御の一部を処理装置 200 の制御部 230 が行ってもよいし、制御部 230 が行う制御の一部を主制御部 310 が行ってもよい。

30

【0139】

図 17（A）、図 17（B）に、本実施形態の超音波診断装置 400 の具体的な構成例を示す。図 17（A）は携帯型の超音波診断装置 400 を示し、図 17（B）は据置型の超音波診断装置 400 を示す。

【0140】

携帯型及び据置型の超音波診断装置 400 は共に、超音波プローブ 300、ケーブル C B 及び超音波診断装置本体 410 を含む。超音波プローブ 300 は、ケーブル C B により超音波診断装置本体 410 に接続される。超音波診断装置本体 410 は表示用画像データを表示する表示部 340 を含む。

【0141】

図 17（A）に示す携帯型の超音波診断装置 400 では、装置を小型化してバッテリーを電源とする必要がある。本実施形態の超音波診断装置 400 によれば、クロストークによる受信素子の振動を抑えることができるから、対象物との距離が短い場合であってもエコー信号を確実に受信することができる。その結果、例えば薄膜圧電型超音波素子を用いた携帯型の超音波診断装置において、被検体の表層部分の鮮明な画像を取得することなどが可能になる。

40

【0142】

図 17（C）に、本実施形態の超音波プローブ 300 の具体的な構成例を示す。超音波プローブ 300 はプローブヘッド 301 及びプローブ本体 302 を含み、図 17（C）に示すように、プローブヘッド 301 はプローブ本体 302 と脱着可能である。

50

【 0 1 4 3 】

プローブヘッド 3 0 1 は、超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0、支持部材 S U P、被検体と接触する接触部材 1 3 0、超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 を保護する保護部材（保護膜）P F、コネクタ C N a 及びプローブ筐体 1 4 0 を含む。超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 は、接触部材 1 3 0 と支持部材 S U P との間に設けられる。

【 0 1 4 4 】

プローブ本体 3 0 2 は、処理装置 2 0 0 及びプローブ本体側コネクタ C N b を含む。プローブ本体側コネクタ C N b は、プローブヘッド側コネクタ C N a と接続される。プローブ本体 3 0 2 は、ケーブル C B により超音波診断装置本体 4 1 0 に接続される。

10

【 0 1 4 5 】

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。また処理装置、超音波プローブ、電子機器及び超音波診断装置の構成、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 】

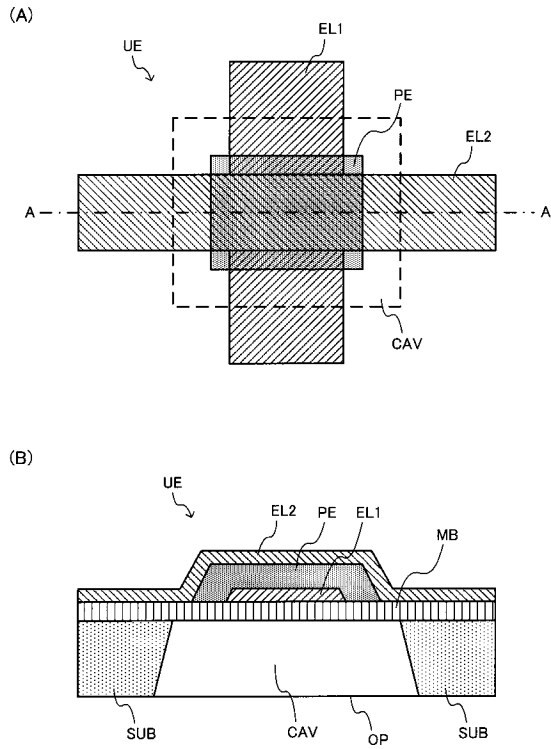
【 0 1 4 6 】

20

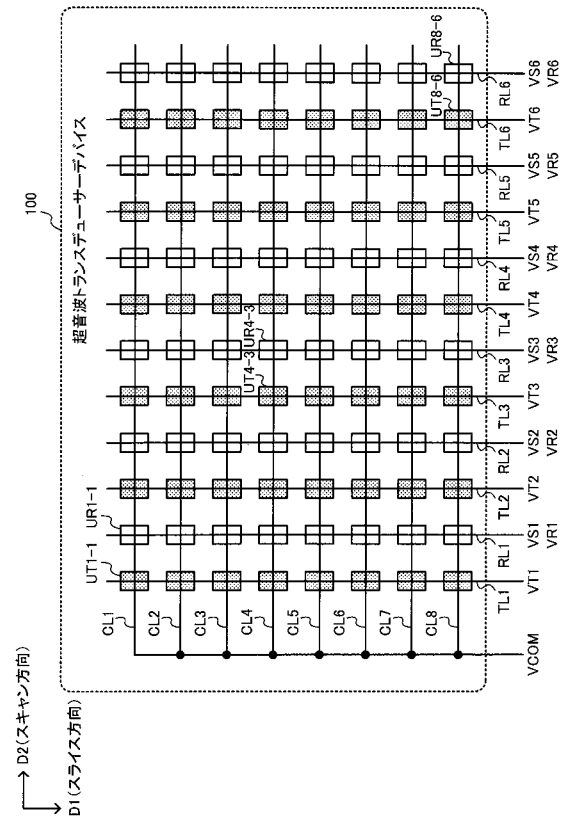
1 0 0 超音波トランスデューサーデバイス、1 3 0 接触部材、
 1 4 0 プローブ筐体、2 0 0 処理装置、2 1 0 送信回路、2 2 0 受信回路、
 2 3 0 制御部、2 4 0 振幅電圧生成回路、3 0 0 超音波プローブ、
 3 0 1 プローブヘッド、3 0 2 プローブ本体、3 1 0 主制御部、
 3 2 0 処理部、3 3 0 U I 部、3 4 0 表示部、
 4 0 0 超音波診断装置（電子機器）、
 4 1 0 超音波診断装置本体（電子機器本体）、
 U T 送信素子、U R 受信素子、M U X 選択回路、T L 1 ~ T L n 送信信号線、
 R L 1 ~ R L n 受信信号線、C L 1 ~ C L m コモン電極線、
 S P、S N 制御信号、
 V T 1 ~ V T n 第 1 の駆動信号、V S 1 ~ V S n 第 2 の駆動信号、
 V R 1 ~ V R n 受信信号、V C O M コモン電圧

30

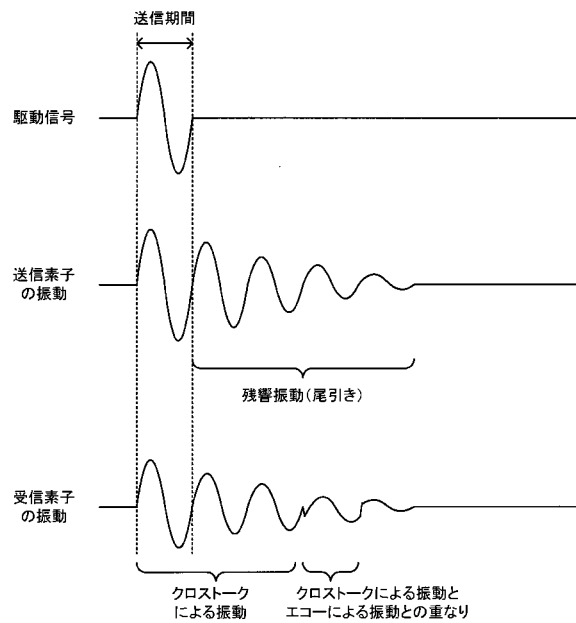
【図 1】



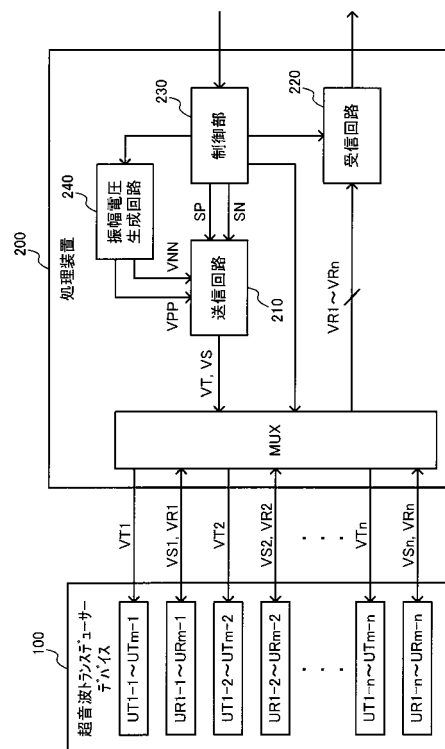
【図 2】



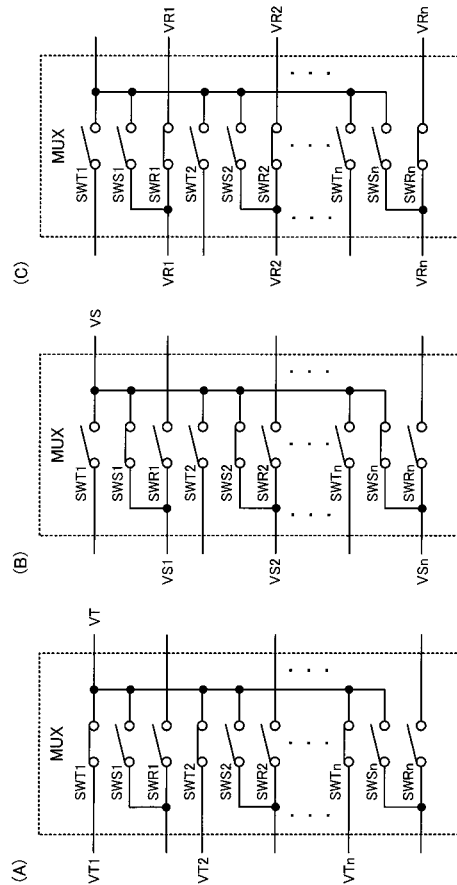
【図 3】



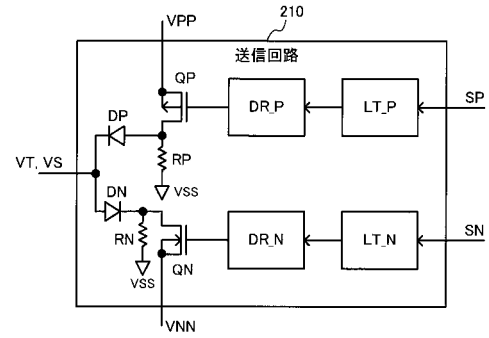
【図 4】



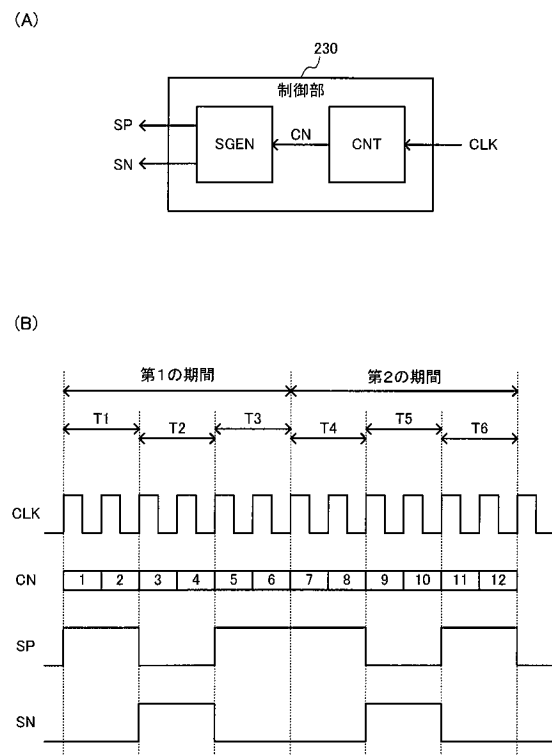
【図 5】



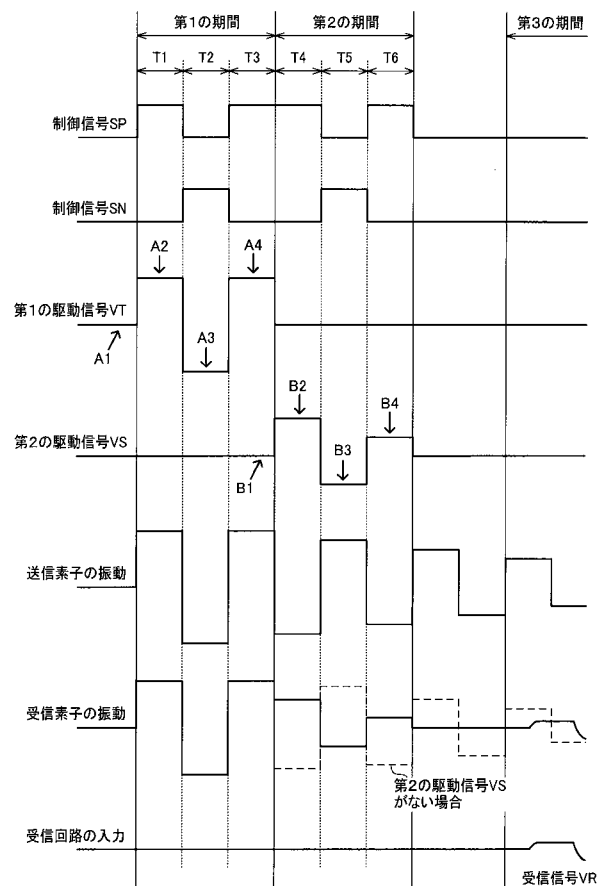
【図 6】



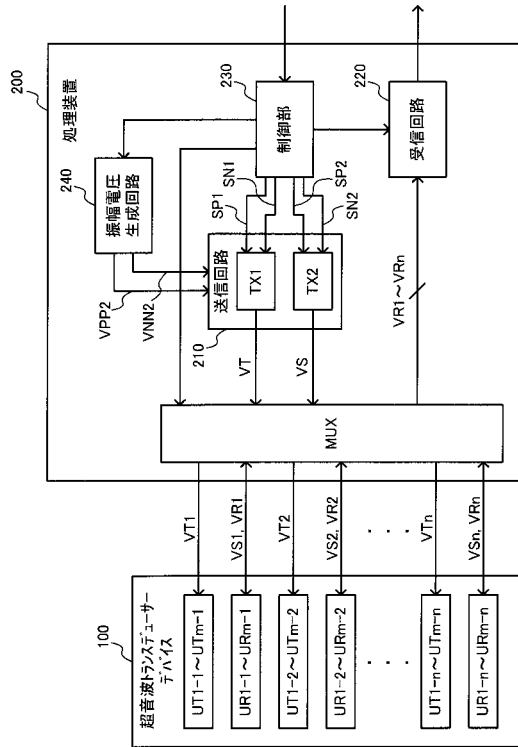
【図 7】



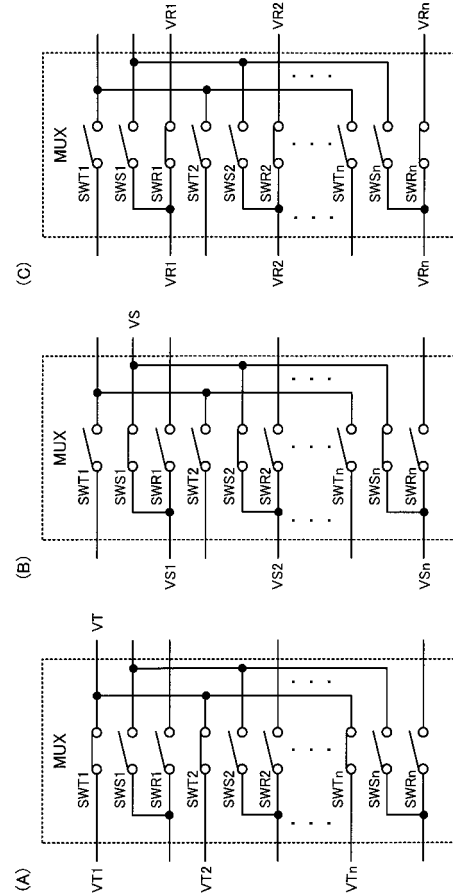
【図 8】



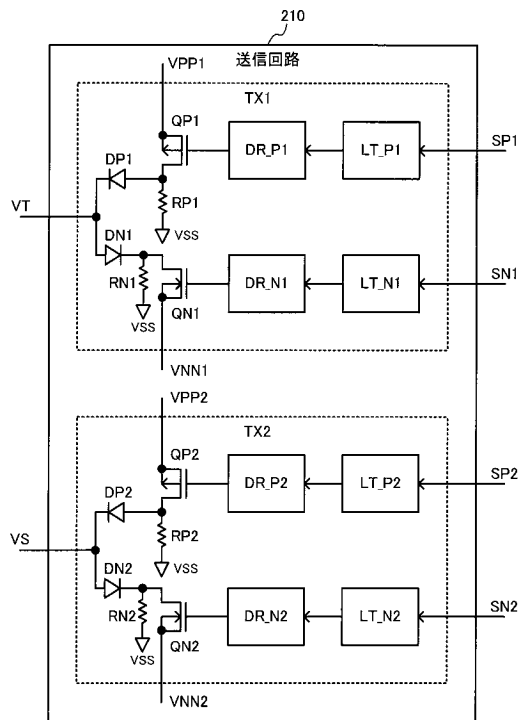
【図 9】



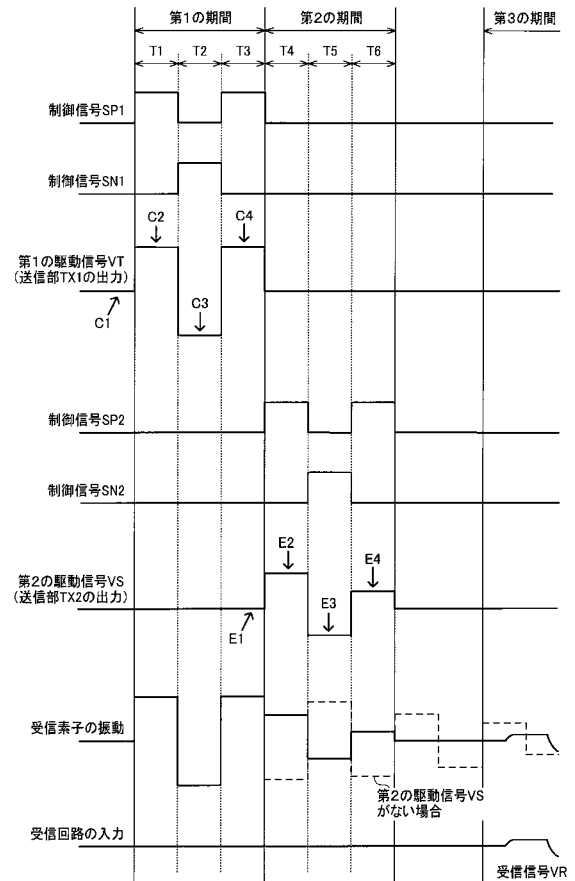
【図 10】



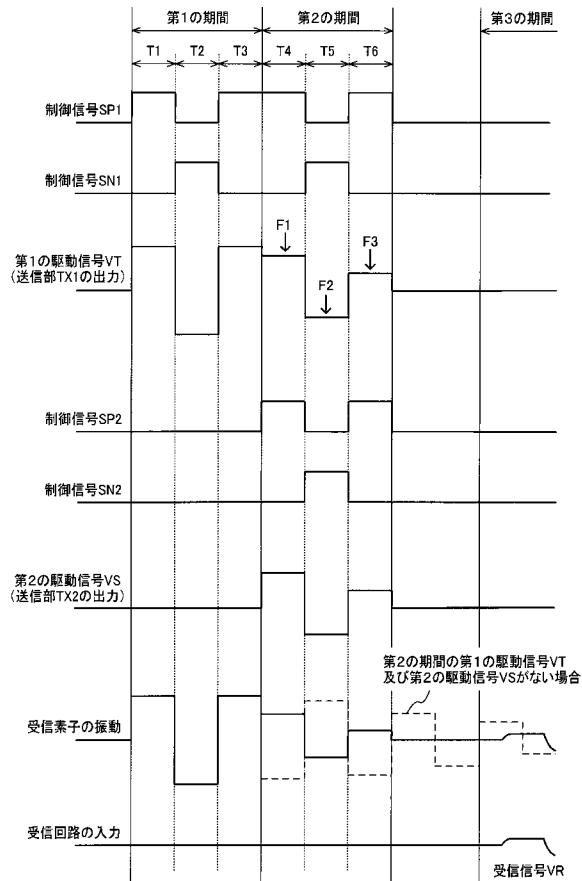
【図 11】



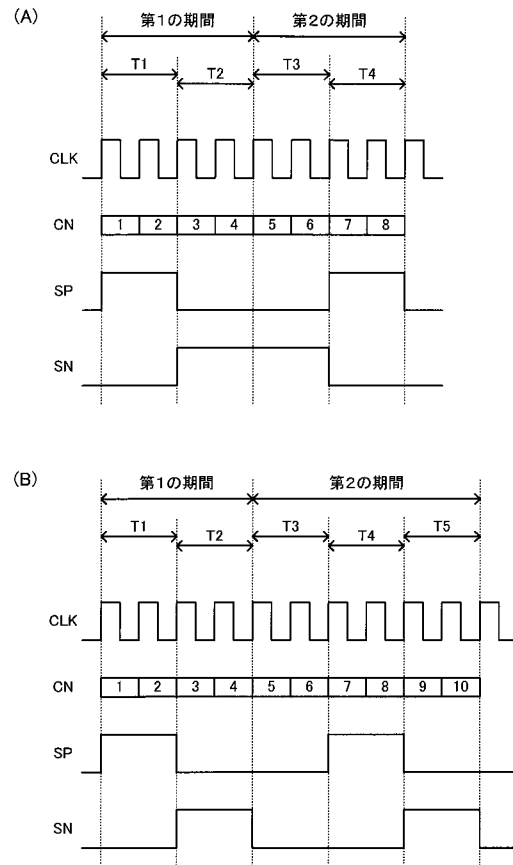
【図 12】



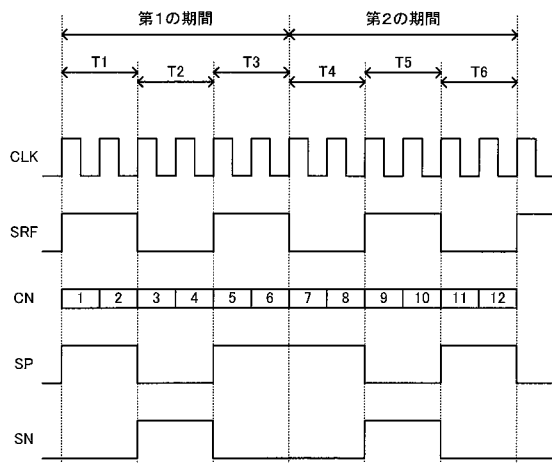
【図 13】



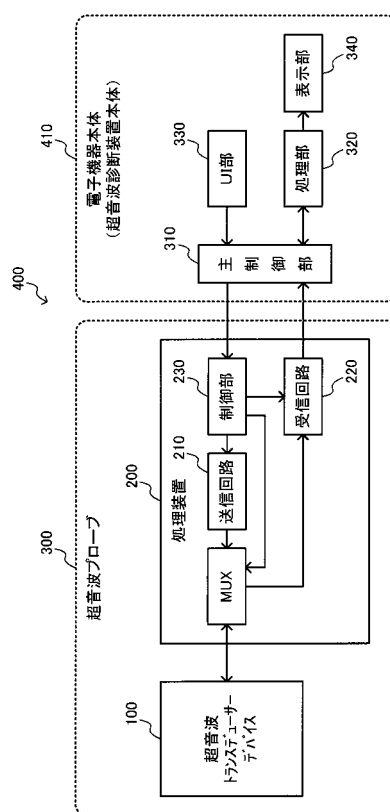
【図 14】



【図 15】

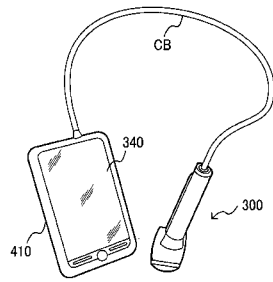


【図 16】

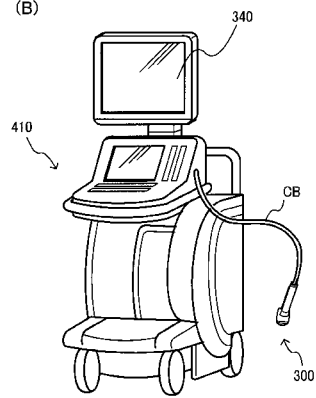


【図 17】

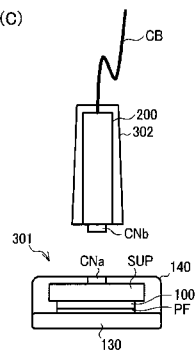
(A)



(B)



(C)



专利名称(译)	加工装置，超声波探头，电子仪器		
公开(公告)号	JP2014054356A	公开(公告)日	2014-03-27
申请号	JP2012200365	申请日	2012-09-12
[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	高橋正輝		
发明人	高橋 正輝		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/GB06 4C601/GB20 4C601/GB44 4C601/HH02 4C601/HH04 4C601/HH05 4C601/HH08		
代理人(译)	井上 一 黑田靖		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：提供一种处理器，超声波探头，电子设备，超声波诊断设备等，其可以减少传输元件和接收元件之间的串扰。解决方案：超声换能器装置100的处理器200具有多个超声换能器元件和基板，其中多个开口以阵列布置，并且包括：传输电路210，用于将驱动信号VT，VS输出到超声换能器装置100；接收电路220，用于对来自超声波换能器装置100的接收信号VR1至VRn进行信号处理；控制单元230，用于控制发送电路210和接收电路220。发送电路210在第一周期中将第一驱动信号VT输出到部分超声换能器元件UT，并将第二驱动信号VS输出到超声换能器元件。在第一周期之后的第二周期期间没有输出第一驱动信号VT的UR。

