

(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2014-54355  
(P2014-54355A)

(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 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-200364 (P2012-200364)  
(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

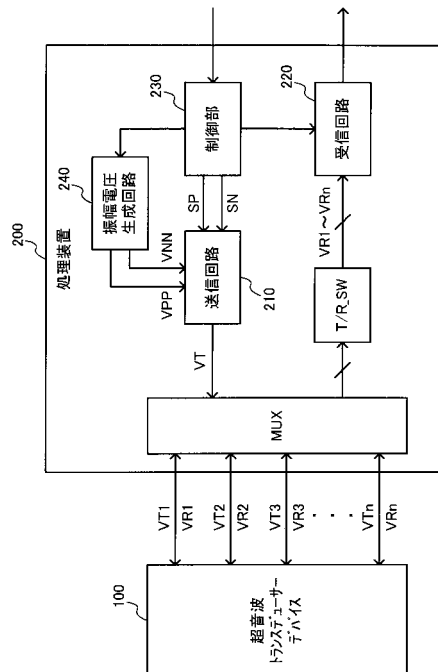
(54) 【発明の名称】 処理装置、超音波プローブ、電子機器及び超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】 残響振動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VR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、駆動信号VTとして交番電圧を出力する。第2の期間における交番電圧は、第1の期間における交番電圧と同じ周期で逆位相であって、第1の期間における交番電圧の振幅より小さく且つ時間と共に減少する。

【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、

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、

前記駆動信号として交番電圧を出力し、

前記交番電圧の1周期以上で、且つ、前記交番電圧の半周期の整数倍の期間を第1の期間とし、前記第1の期間に連続する期間を第2の期間とする場合に、

前記第1の期間における交番電圧の周期と前記第2の期間における交番電圧の周期は同じであり、

前記第2の期間における交番電圧の位相は、前記第1の期間における交番電圧と逆位相であり、

前記第2の期間における交番電圧の振幅は、前記第1の期間における交番電圧の振幅より小さく、且つ時間と共に減少することを特徴とする処理装置。

10

20

## 【請求項 2】

請求項1において、

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駆動信号を出力することを特徴とする処理装置。

30

## 【請求項 3】

請求項1において、

前記送信回路は、

前記第1の期間において前記駆動信号を出力する第1の送信部と、

前記第2の期間において前記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駆動信号を出力することを特徴とする処理装置。

40

50

## 【請求項 4】

請求項 3 において、  
前記制御部は、  
前記第 1 の制御信号又は前記第 2 の制御信号をアクティブにすることで前記第 1 の送信部に対して前記駆動信号の出力指示を行った後、

所与の設定期間遅れて前記第 3 の制御信号又は前記第 4 の制御信号をアクティブにすることで、前記第 2 の送信部に対して前記駆動信号の出力指示を行うことを特徴とする処理装置。

【請求項 5】

請求項 4 において、

前記設定期間は可変に設定されることを特徴とする処理装置。

10

【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 の期間及び前記第 2 の期間において前記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 の期間において前記駆動信号を出力させ、前記第 2 の期間において前記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。

20

【請求項 8】

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 9】

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】

30

【0002】

対象物に向けて超音波を照射し、対象物内部における音響インピーダンスの異なる界面からの反射波を受信するための装置として、例えば人体の内部を検査するための超音波診断装置が知られている。超音波診断装置の応用例として、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、送信と受信とを同一素子で行う超音波診断装置では、超音波出射後の残響振動(尾引き)により、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。

【0003】

この課題に対して、例えば特許文献 1 には、超音波振動子の駆動に用いた高周波信号とは逆位相の残響抑制信号で高周波信号の半周期分だけ超音波振動子を駆動することにより、残響振動を抑制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の場合には、残響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。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 8 - 1 4 6 1 2 1 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

本発明の幾つかの態様によれば、残響振動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】

【0006】

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、前記駆動信号として交番電圧を出力し、前記交番電圧の1周期以上で、且つ、前記交番電圧の半周期の整数倍の期間を第1の期間とし、前記第1の期間に連続する期間を第2の期間とする場合に、前記第1の期間における交番電圧の周期と前記第2の期間における交番電圧の周期は同じであり、前記第2の期間における交番電圧の位相は、前記第1の期間における交番電圧と逆位相であり、前記第2の期間における交番電圧の振幅は、前記第1の期間における交番電圧の振幅より小さく、且つ時間と共に減少する処理装置に係する。

10

【0007】

本発明の一態様によれば、送信回路が第1の期間においては、駆動信号として交番電圧を出力して、超音波トランスデューサーデバイスが有する振動膜を所定の周期で振動させることができる。そして第2の期間においては、超音波トランスデューサーデバイスが有する振動膜の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出力することができる。その結果、振動膜の残響振動を低減す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。

20

【0008】

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駆動信号を出力してもよい。

30

【0009】

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、交番電圧を駆動信号として出力することができる。

【0010】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、前記第1の期間において前記駆動信号を出力する第1の送信部と、前記第2の期間において前記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駆動信号を出力してもよい。

40

【0011】

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、交番電圧を駆動信号として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、交番電圧を駆動信号として出力することができる。

50

## 【0012】

また本発明の一態様では、前記制御部は、前記第1の制御信号又は前記第2の制御信号をアクティブにすることで前記第1の送信部に対して前記駆動信号の出力指示を行った後、所与の設定期間遅れて前記第3の制御信号又は前記第4の制御信号をアクティブにすることで、前記第2の送信部に対して前記駆動信号の出力指示を行ってもよい。

## 【0013】

このようにすれば、第2の送信部は、残響振動の抑制に適したタイミングで駆動信号を出力することができるから、より効果的に残響振動を低減することができる。

## 【0014】

また本発明の一態様では、前記設定期間は可変に設定されてもよい。

10

## 【0015】

このようにすれば、第2の送信部は、受信信号が受信されるタイミングに応じて駆動信号を出力することができるから、より効果的に残響振動を低減することができる。

## 【0016】

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の期間及び前記第2の期間において前記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の期間において前記駆動信号を出力させ、前記第2の期間において前記駆動信号を非出力にする制御を行ってもよい。

## 【0017】

このようにすれば、残響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のモードにより残響振動を低減させることができる。一方、残響振動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。

20

## 【0018】

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係する。

## 【0019】

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係する。

## 【0020】

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係する。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【0021】

【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】図3(A)、図3(B)は、超音波素子の残響振動(尾引き)を説明する図。

【図4】処理装置の第1の構成例。

【図5】送信回路の第1の構成例。

【図6】図6(A)、図6(B)は、制御部による制御信号の生成を説明する図。

【図7】処理装置の第1の構成例による駆動信号及び超音波素子の振動の波形例。

40

【図8】処理装置の第2の構成例。

【図9】送信回路の第2の構成例。

【図10】処理装置の第2の構成例による駆動信号及び超音波素子の振動の波形例。

【図11】図11(A)、図11(B)は、制御信号の変形例。

【図12】制御部による制御信号の生成の変形例。

【図13】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。

【図14】図14(A)、図14(B)は、超音波診断装置の具体的な構成例。図14(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】

## 【0022】

50

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。

【0023】

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)UEの基本的な構成例を示す。本構成例の超音波トランスデューサー素子UEは、振動膜(メンブレン、支持部材)MB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)EL1、圧電体膜(圧電体層)PE、上部電極(第2電極層)EL2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UEは図1の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

10

【0024】

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

【0025】

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

20

【0026】

第1電極層EL1は、振動膜MBの上層に例えば金属薄膜で形成される。この第1電極層EL1は、図1(A)に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波素子UEに接続される配線であってもよい。

【0027】

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

【0028】

第2電極層EL2は、例えば金属薄膜で形成され、圧電体膜PE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EL2は、図1(A)に示すように素子形成領域の外側へ延長され、隣接する超音波素子UEに接続される配線であってもよい。

30

【0029】

振動膜(メンブレン)MBは、例えば $SiO_2$ 薄膜と $ZrO_2$ 薄膜との2層構造により開口OPを塞ぐように設けられる。この振動膜MBは、圧電体膜PE及び第1、第2電極層EL1、EL2を支持すると共に、圧電体膜PEの伸縮に従って振動し、超音波を発生させることができる。

【0030】

開口OPは、例えば後述する図2に示すように、基板SUBにアレイ状に配置される。空洞領域CAVは、シリコン基板SUBの裏面(素子が形成されない面)側から反応性イオンエッチング(RIE)等によりエッチングすることで形成される。

40

【0031】

超音波素子UEの下部電極は、第1電極層EL1により形成され、上部電極は、第2電極層EL2により形成される。具体的には、第1電極層EL1のうちの圧電体膜PEに覆われた部分が下部電極を形成し、第2電極層EL2のうちの圧電体膜PEを覆う部分が上部電極を形成する。即ち、圧電体膜PEは、下部電極と上部電極に挟まれて設けられる。

【0032】

圧電体膜PEは、下部電極と上部電極との間、即ち第1電極層EL1と第2電極層EL2との間に電圧が印加されることで、面内方向に伸縮する。圧電体膜PEの一方の面は第

50

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（駆動電圧）は、例えばピークからピークで 1 0 ~ 3 0 V であり、周波数は例えば 1 ~ 1 0 M H z である。

【 0 0 3 3 】

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。

10

【 0 0 3 4 】

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。

【 0 0 3 5 】

2 . 超音波トランスデューサーデバイス

図 2 に、本実施形態の処理装置と共に用いられる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 ) の駆動電極線 D L 1 ~ D 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 = 1 2 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。

20

【 0 0 3 6 】

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。

30

【 0 0 3 7 】

複数の超音波素子（超音波トランスデューサー素子）U E は、m 行 n 列のマトリックス状に配置される。例えば図 2 に示すように、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 1 2 列に配置される。

【 0 0 3 8 】

超音波素子 U E は、例えば図 1 ( A )、図 1 ( B ) に示した構成とすることができる。以下の説明において、超音波素子 U E のアレイ内での位置を特定する場合には、例えば第 4 行第 6 列に位置する超音波素子 U E を U E 4 - 6 と表記する。例えば第 6 列には、U E 1 - 6、U E 2 - 6、・・・U E 7 - 6、U E 8 - 6 の 8 個の超音波素子 U E が配置される。また、例えば第 4 行には、U E 4 - 1、U E 4 - 2、・・・U E 4 - 1 1、U E 4 - 1 2 の 1 2 個の超音波素子 U E が配置される。

40

【 0 0 3 9 】

第 1 ~ 第 1 2 ( 広義には第 n ) の駆動電極線 D L 1 ~ D L 1 2 は、第 1 の方向 D 1 に沿って配線される。第 1 ~ 第 1 2 の駆動電極線 D L 1 ~ D L 1 2 のうちの第 j ( j は 1 ~ 1 2 である整数 ) の駆動電極線 D L j は、第 j 列に配置される各超音波素子 U E が有する第 1 の電極に接続される。

【 0 0 4 0 】

後述する処理装置 2 0 0 が出力する第 1 ~ 第 1 2 の駆動信号 V T 1 ~ V T 1 2 が駆動電極線 D L 1 ~ D L 1 2 を介して各超音波素子 U E に供給される。また、超音波エコー信号

50

を受信する受信期間には、超音波素子  $U E$  からの受信信号が駆動電極線  $D L 1 \sim D L 1 2$  を介して処理装置 200 に出力される。

【0041】

後述するように、本実施形態の処理装置 200 によれば、超音波を出射する第 1 の期間に連続する期間である第 2 の期間を設けることで、第 1 の期間後の超音波素子  $U E$  の振動膜  $M B$  の振動（残響振動、尾引き）を抑えることができる。駆動信号  $V T 1 \sim V T 1 2$  の詳細については、後述する。

【0042】

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。超音波素子  $U E$  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  $\leq i \leq 8$  である整数）のコモン電極線  $C L i$  は、第  $i$  列に配置される各超音波素子  $U E$  が有する第 2 の電極に接続される。

10

【0043】

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）でなくてもよい。

【0044】

例えば図 2 に示す超音波素子  $U E 1 - 1$  については、第 1 の電極が駆動電極線  $D L 1$  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 に示す超音波素子  $U E 4 - 6$  については、第 1 の電極が第 6 の駆動電極線  $D L 6$  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。

20

【0045】

なお、超音波素子  $U E$  の配置は、図 2 に示す  $m$  行  $n$  列のマトリクス配置に限定されない。例えば奇数番目の超音波素子列に  $m$  個の超音波素子  $U E$  が配置され、偶数番目の超音波素子列に  $m - 1$  個の超音波素子  $U E$  が配置される、いわゆる千鳥配置であってもよい。

【0046】

第 1 の期間では、駆動信号電圧とコモン電圧との差の電圧が各超音波素子  $U E$  に印加され、所定の周波数の超音波が放射される。例えば、図 2 の超音波素子  $U E 1 - 1$  には、駆動電極線  $D L 1$  に供給される駆動信号電圧  $V T 1$  とコモン電極線  $C L 1$  に供給されるコモン電圧  $V C O M$  との差  $V T 1 - V C O M$  が印加される。同様に、超音波素子  $U E 4 - 6$  には、駆動電極線  $D L 6$  に供給される駆動信号電圧  $V T 6$  とコモン電極線  $C L 4$  に供給されるコモン電圧  $V C O M$  との差  $V T 6 - V C O M$  が印加される。

30

【0047】

また第 2 の期間では、超音波素子  $U E$  の振動膜  $M B$  の振動と逆位相の駆動信号が各超音波素子  $U E$  に供給され、超音波素子  $U E$  の振動膜  $M B$  の振動（残響振動、尾引き）が抑えられる。

【0048】

なお、以下の説明では、第 1 ～ 第  $n$  の駆動信号  $V T 1 \sim V T n$  について個々の駆動信号を区別する必要がないときは、まとめて駆動信号  $V T$  と表記する。

40

【0049】

図 2 に示す構成例では、1 つの駆動信号（例えば  $V T 1$ ）が 1 つの超音波素子列（例えば  $U E 1 - 1 \sim U E 8 - 1$ ）を駆動するが、本実施形態の超音波トランスデューサーデバイス 100 はこれに限定されるものではない。例えば、1 つの駆動信号が複数の超音波素子列を駆動してもよい。即ち、複数本の駆動電極線を束ねたものを 1 チャンネルとし、各々のチャンネルに対して駆動信号が供給されてもよい。

【0050】

3. 処理装置

図 3 (A)、図 3 (B) は、超音波素子  $U E$  の残響振動（尾引き）を説明する図である

50

。図3(A)に示すように、送信期間において駆動信号が超音波素子UEに入力されて超音波素子UEの振動膜MBが振動する。そして送信期間後においても振動膜MBの振動が残る。これが残響振動(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20~30 $\mu$ sに及ぶことがある。

【0051】

図3(A)に示すように、残響振動が終わった後にエコーが受信される場合には受信信号に対する残響振動の影響はない。しかし、図3(B)に示すように残響振動が続いている期間にエコーが受信される場合には、残響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 $\mu$ 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、残響振動が特に問題となる。

10

【0052】

このような課題に対して、例えば特許文献1には、超音波振動子の駆動に用いた高周波信号とは逆位相の残響抑制信号で高周波信号の半周期分だけ超音波振動子を駆動することにより、残響振動を抑制する手法が開示されている。

【0053】

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UEの場合には、残響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UEでは、クロストーク(機械的クロストーク)により残響振動のエネルギーの一部が隣接する超音波素子に伝搬し、残響振動が徐々に減衰するので、それに対応して制振信号も徐々に減衰させる必要がある。

20

【0054】

以下に説明する本実施形態の処理装置200によれば、第1の期間(送信期間)の後の第2の期間(制振期間)において、第1の期間における交番電圧と同じ周期で逆位相であって、振幅が第1の期間における交番電圧より小さく、且つ時間と共に減少する駆動信号VT(交番電圧、制振信号)を出力することで、超音波素子(特に薄膜圧電型超音波素子)の残響振動(尾引き)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。

【0055】

図4に、本実施形態の処理装置200の第1の構成例を示す。第1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及び振幅電圧生成回路240を含み、選択回路MUX及び送受信切換回路T/R\_\_SWをさらにも含む。なお、本実施形態の処理装置200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。

30

【0056】

送信回路210は、選択回路MUXを介して、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として交番電圧を出力する。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期間を第1の期間とし、第1の期間に連続する期間を第2の期間とする場合に、第1の期間における交番電圧の周期と第2の期間における交番電圧の周期は同じである。また、第2の期間における交番電圧の位相は、第1の期間における交番電圧と逆位相である。即ち、送信回路210は、第2の期間では、第1の期間の駆動信号VTによって生じた超音波素子UEの振動膜MBの振動と逆位相の駆動信号VTを出力する。また、第2の期間における交番電圧の振幅は、第1の期間における交番電圧の振幅より小さく、且つ時間と共に減少する。

40

【0057】

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、第1の期間に出力される駆動信号VTを「送信信号」、第2の期間に出力される駆動信号VTを「制振信号」と呼ぶこともできる。

50

## 【 0 0 5 8 】

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、駆動信号 V T 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駆動信号 V T 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駆動信号 V T を出力する。

## 【 0 0 5 9 】

ここで正極性の電圧及び負極性の電圧とは、ある基準電圧に対してそれより高い電圧及び低い電圧である。この基準電圧は 0 V ( 接地電位 ) に限定されない。例えば基準電圧を 1 0 V として、正極性の電圧を 2 0 V、負極性の電圧を 0 V としてもよい。なお、駆動信号 V T については、後で具体的に説明する。

10

## 【 0 0 6 0 】

受信回路 2 2 0 は、超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 からの受信信号 V R 1 ~ V R n の信号処理を行う。具体的には、受信回路 2 2 0 は、受信期間において、選択回路 M U X 及び送受信切換回路 T / R \_ S W を介して超音波トランスデューサデバイス 1 0 0 からの受信信号 V R 1 ~ V R n 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 1 2 に示す電子機器本体 4 1 0 の処理部 3 2 0 に出力する。受信回路 2 2 0 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、ローパスフィルター、A / D コンバーターなどで構成することができる。

20

## 【 0 0 6 1 】

制御部 2 3 0 は、送信回路 2 1 0 及び受信回路 2 2 0 を制御する。具体的には、制御部 2 3 0 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 2 1 0 に対して出力する。制御部 2 3 0 は、第 1 の期間 ( 送信期間 ) においては、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 ( 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 ( 制振期間 ) においては、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 2 3 0 は、受信回路 2 2 0 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 2 3 0 は、例えば F P G A ( 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。

30

## 【 0 0 6 2 】

また、制御部 2 3 0 は、第 1 のモードでは、送信回路 2 1 0 に対して、第 1 の期間及び第 2 の期間において駆動信号 V T ( 送信信号及び制振信号 ) を出力させる制御を行い、第 2 のモードでは、送信回路 2 1 0 に対して、第 1 の期間において駆動信号 V T ( 送信信号 ) を出力させ、第 2 の期間において駆動信号 V T ( 制振信号 ) 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、残響振動が問題となる場合、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 のモードにより残響振動を低減させることができる。一方、残響振動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。

40

## 【 0 0 6 3 】

振幅電圧生成回路 2 4 0 は、制御部 2 3 0 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 P P、V N N を生成し、送信回路 2 1 0 に出力する。後述する図 5 に示すように、駆動信号 V T ( 交番電圧 ) の振幅は、第 1、第 2 の振幅設定電圧 V P P、V N N により設定される。従って、制御部 2 3 0 の制御に基づいて、振幅電圧生成回路 2 4 0 が第 1、第 2 の振幅設定電圧 V P P、V N N を可変に設定することで、駆動信号 V T の振幅を可変に設定することができる。即ち、第 2 の期間における駆動信号 V T ( 交番電圧 ) の振幅を第 1 の期間における交番電圧の振幅より小さく、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残響振動に対応して第 2 の期間の駆動信号 V T 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

50

残響振動を低減することができる。

【 0 0 6 4 】

振幅電圧生成回路 2 4 0 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。

【 0 0 6 5 】

選択回路 M U X は、制御部 2 3 0 の制御に基づいて、超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 が有する駆動電極線 D L 1 ~ D L n のうちの少なくとも 1 つを選択する。そして選択された駆動電極線に対して送信回路 2 1 0 からの駆動信号 V T を出力する。例えば選択回路 M U X が駆動電極線 D L 1 を選択した場合には、第 1 の期間及び第 2 の期間には駆動信号 V T 1 が駆動電極線 D L 1 に出力される。選択回路 M U X は、n 本の駆動電極線 D L 1 ~ D L n の全てを同じタイミングで選択してもよいし、例えば D L 1、D L 2、D L 3、・・・のように順番に 1 本ずつ選択してもよい。

10

【 0 0 6 6 】

送受信切換回路 T / R \_\_ S W は、n 個のスイッチ素子を有し、制御部 2 3 0 の制御に基づいて、駆動信号 V T 及び受信信号 V R 1 ~ V R n の切り換えを行う。具体的には、第 1 の期間及び第 2 の期間には n 個のスイッチ素子をオフ状態に設定することで、送信回路 2 1 0 から出力された駆動信号 V T が受信回路 2 2 0 に入力することを防止し、受信期間には n 個のスイッチ素子をオン状態に設定することで、超音波トランスデューサーデバイス 1 0 0 からの受信信号 V R 1 ~ V R n が受信回路 2 2 0 に入力される。

20

【 0 0 6 7 】

図 5 に、本実施形態の送信回路 2 1 0 の第 1 の構成例を示す。第 1 の構成例の送信回路 2 1 0 は、第 1、第 2 のレベル変換回路 L T \_\_ P、L T \_\_ N、第 1、第 2 のドライバー回路 D R \_\_ P、D R \_\_ N、P 型トランジスタ Q P、N 型トランジスタ Q N、第 1、第 2 の抵抗素子 R P、R N 及び第 1、第 2 のダイオード D P、D N を含む。なお、本実施形態の送信回路 2 1 0 は図 5 の構成に限定されず、その構成要素の一部を省略したり、他の構成要素に置き換えたり、他の構成要素を追加するなどの種々の変形実施が可能である。

【 0 0 6 8 】

第 1、第 2 のレベル変換回路 L T \_\_ P、L T \_\_ N は、第 1、第 2 の制御信号 S P、S N 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 D R \_\_ P、D R \_\_ N に対して出力する。制御信号 S P、S N は、例えば低電位レベル ( L レベル、V S S 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 L T \_\_ P、L T \_\_ N によってドライバー回路 D R \_\_ P、D R \_\_ N を駆動するのに必要な電圧レベルに変換される。

30

【 0 0 6 9 】

第 1、第 2 のドライバー回路 D R \_\_ P、D R \_\_ N は、第 1、第 2 のドライバー回路 D R \_\_ P、D R \_\_ N からの信号に基づいて、P 型トランジスタ Q P 及び N 型トランジスタ Q N をそれぞれ駆動する。具体的には、第 1 のドライバー回路 D R \_\_ P は、第 1 の制御信号 S P がアクティブ (例えば 1 . 5 V ) のときは P 型トランジスタ Q P をオン状態にするゲート電圧 (例えば 2 V ) を出力し、S P が非アクティブ (例えば 0 V ) のときは Q P をオフ状態にするゲート電圧 (例えば 1 0 V ) を出力する。また、第 2 のドライバー回路 D R \_\_ N は、第 2 の制御信号 S N がアクティブ (例えば 1 . 5 V ) のときは N 型トランジスタ Q N をオン状態にするゲート電圧 (例えば - 2 V ) を出力し、S P が非アクティブ (例えば 0 V ) のときは Q P をオフ状態にするゲート電圧 (例えば - 1 0 V ) を出力する。

40

【 0 0 7 0 】

P 型トランジスタ Q P は、例えば数 1 0 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 Q P のソースには第 1 の振幅設定電圧 V P P (例えば 1 0 V ) が印加され、ゲートには第 1 のドライバー回路 D R \_\_ P の出力信号が入力され、ドレインは抵抗素子 R P を介して V S S ノード (例えば 0 V ) に接続されると

50

共にダイオード D P を介して駆動信号 V T を出力する。

【 0 0 7 1 】

N 型トランジスタ Q N は、例えば数 1 0 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 Q N のソースには第 2 の振幅設定電圧 V N N (例えば - 1 0 V) が印加され、ゲートには第 2 のドライバー回路 D R \_ N の出力信号が入力され、ドレインは抵抗素子 R N を介して V S S ノード (例えば 0 V) に接続されると共にダイオード D N を介して駆動信号 V T を出力する。

【 0 0 7 2 】

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

10

【 0 0 7 3 】

図 6 ( A )、図 6 ( B ) は、制御部 2 3 0 による制御信号 S P、S N の生成を説明する図である。図 6 ( A ) に示すように、制御部 2 3 0 は、クロック信号 C L K 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 C N T と、カウント処理の結果 (カ

20

【 0 0 7 4 】

図 6 ( B ) には、クロック信号 C L K、カウント値 C N、制御信号 S P、S N の一例を示す。カウンター部 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、1 1、1 2 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、1 0 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 7 5 】

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 6 ( 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。

30

【 0 0 7 6 】

制御部 2 3 0 は、第 2 の期間においては、例えば図 6 ( 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。

40

【 0 0 7 7 】

図 6 ( 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。

【 0 0 7 8 】

図 7 に、処理装置 2 0 0 の第 1 の構成例 (図 4) による駆動信号 V T 及び超音波素子 U E の振動の波形例を示す。制御信号 S P、S N は、図 6 ( 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駆動信号 V T 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駆動信号 V T を出力する。

50

## 【 0 0 7 9 】

図 7 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 7 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 0 8 0 】

第 1 の期間においては、図 7 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）の駆動信号 V T が出力され（図 7 の A 2、A 4）、期間 T 2 には負極性の電圧（例えば - 1 0 V）の駆動信号 V T が出力される（図 7 の A 3）。

## 【 0 0 8 1 】

一方、第 2 の期間においては、最初の期間 T 4 には正極性の電圧が出力され（図 7 の A 5）、次の期間 T 5 には負極性の電圧が出力され（図 7 の A 6）、次の期間 T 6 には正極性の電圧が出力される（図 7 の A 7）。第 2 の期間に出力される交番電圧は、第 1 の期間に出力される交番電圧と逆位相であって、振幅が第 1 の期間に出力される交番電圧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 の期間の駆動信号 V T の振幅を徐々に小さくすることができるから、より効果的に残響振動を低減することができる。

## 【 0 0 8 2 】

超音波素子 U E は、第 1 の期間（送信期間）において駆動信号 V T により振動膜 M B が図 7 に示すように振動する。そして第 2 の期間（制振期間）においては残響振動と逆位相の駆動信号 V T（制振信号）が印加されることで、残響振動が抑えられる。その結果、受信回路 2 2 0 は、超音波エコーによる受信信号 V R を確実に受け取ることができる。一方、第 2 の期間の駆動信号 V T（制振信号）がない場合には、破線に示すように受信信号 V R は残響振動による信号と重なってしまう。

## 【 0 0 8 3 】

なお、駆動信号 V T は、図 7 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。

## 【 0 0 8 4 】

図 8 に、本実施形態の処理装置 2 0 0 の第 2 の構成例を示す。第 2 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 及び振幅電圧生成回路 2 4 0 を含み、選択回路 M U X 及び送受信切換回路 T / R \_ S W をさらに含んでもよい。送信回路 2 1 0 は、第 1 の送信部 T X 1 及び第 2 の送信部 T X 2 を含む。なお、本実施形態の処理装置 2 0 0 は図 8 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 8 5 】

第 2 の構成例の送信回路 2 1 0 は、第 1 の期間において駆動信号 V T を出力する第 1 の送信部 T X 1 と、第 2 の期間において駆動信号 V T を出力する第 2 の送信部 T X 2 とを有する。第 1 の送信部 T X 1 は、制御部 2 3 0 からの第 1、第 2 の制御信号 S P 1、S N 1 に基づいて、駆動信号 V T を出力する。また、第 2 の送信部 T X 2 は、制御部 2 3 0 からの第 3、第 4 の制御信号 S P 2、S N 2 に基づいて、駆動信号 V T を出力する。具体的には、第 1 の送信部 T X 1 は、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駆動信号 V T を出力する。そして第 2 の送信部 T X 2 は、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駆動信号 V T 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駆動信号 V T を出力する。

## 【 0 0 8 6 】

第 2 の構成例の制御部 2 3 0 は、第 1 の制御信号 S P 1 及び第 2 の制御信号 S N 1 を第 1 の送信部 T X 1 に対して出力し、第 3 の制御信号 S P 2 及び第 4 の制御信号 S N 2 を第 2 の送信部 T X 2 に対して出力する。具体的には、制御部 2 3 0 は、第 1 の期間において、第 1 の制御信号 S P 1 及び第 2 の制御信号 S N 1 を所定の周期（交番電圧の周期）で交

10

20

30

40

50

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、第1のモードでは、送信回路210に対して、第1の期間及び第2の期間において駆動信号VT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の期間において駆動信号VTを出力させ、第2の期間において駆動信号VTを非出力にする制御を行うことができる。

【0087】

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9に示すように、第2の期間に出力される駆動信号VT（交番電圧）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の期間の駆動信号VTの振幅を可変に設定することができる。即ち、第2の期間における駆動信号VT（交番電圧）の振幅を第1の期間における交番電圧の振幅より小さく、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残響振動に対応して第2の期間の駆動信号VTの振幅を徐々に小さくすることができるから、より効果的に残響振動を低減することができる。

10

【0088】

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。

20

【0089】

第2の構成例の選択回路MUXは、制御部230の制御に基づいて、超音波トランスデューサデバイス100が有する駆動電極線DL1～DLnのうちの少なくとも1つを選択する。そして選択された駆動電極線に対して、第1の送信部TX1からの駆動信号VT及び第2の送信部TX2からの駆動信号VTを出力する。例えば選択回路MUXが駆動電極線DL1を選択した場合には、第1の期間には第1の送信部TX1からの駆動信号VT1が駆動電極線DL1に出力され、第2の期間には第2の送信部TX2からの駆動信号VT2が駆動電極線DL1に出力される。選択回路MUXは、n本の駆動電極線DL1～DLnの全てを同じタイミングで選択してもよいし、例えばDL1、DL2、DL3、・・・のように順番に1本ずつ選択してもよい。

30

【0090】

受信回路220、送受信切換回路T/R\_\_SW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。

【0091】

図9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。

40

【0092】

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0Vで高電位レベル（Hレベル）が1.5Vの口

50

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。

【0093】

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  $1.5V$ ）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  $2V$ ）を出力し、 $SP1$  が非アクティブ（例えば  $0V$ ）のときは  $QP1$  をオフ状態にするゲート電圧（例えば  $10V$ ）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  $1.5V$ ）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  $-2V$ ）を出力し、 $SP1$  が非アクティブ（例えば  $0V$ ）のときは  $QP1$  をオフ状態にするゲート電圧（例えば  $-10V$ ）を出力する。

10

【0094】

P型トランジスタ  $QP1$  は、例えば数  $10V$  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  $10V$ ）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  $0V$ ）に接続されると共にダイオード  $DP1$  を介して駆動信号  $VT$  を出力する。

【0095】

N型トランジスタ  $QN1$  は、例えば数  $10V$  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  $-10V$ ）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  $0V$ ）に接続されると共にダイオード  $DN1$  を介して駆動信号  $VT$  を出力する。

20

【0096】

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、 $QP1$  がオン状態で  $QN1$  がオフ状態になるから、正極性の電圧（例えば  $10V$ ）の駆動信号  $VT$  が出力される。一方、第1の制御信号  $SP1$  が非アクティブで、第2の制御信号  $SN1$  がアクティブであるときは、 $QP1$  がオフ状態で  $QN1$  がオン状態になるから、負極性の電圧（例えば  $-10V$ ）の駆動信号  $VT$  が出力される。また、第1及び第2の制御信号  $SP1$ 、 $SN1$  が共に非アクティブであるときは、 $QP1$  及び  $QN1$  が共にオフ状態になるから、駆動信号  $VT$  は  $VSS$  レベル（例えば  $0V$ ）に設定される。駆動信号  $VT$  の振幅は、第1の振幅設定電圧  $VPP1$  及び第2の振幅設定電圧  $VNN1$  により設定される。

30

【0097】

第2の送信部  $TX2$  の構成と動作は、第1の送信部  $TX1$  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  $SP2$  がアクティブで、第4の制御信号  $SN2$  が非アクティブであるときは、 $QP2$  がオン状態で  $QN2$  がオフ状態になるから、正極性の電圧（例えば  $10V$ ）の駆動信号  $VT$  が出力される。一方、第3の制御信号  $SP2$  が非アクティブで、第4の制御信号  $SN2$  がアクティブであるときは、 $QP2$  がオフ状態で  $QN2$  がオン状態になるから、負極性の電圧（例えば  $-10V$ ）の駆動信号  $VT$  が出力される。また、第3及び第4の制御信号  $SP2$ 、 $SN2$  が共に非アクティブであるときは、 $QP2$  及び  $QN2$  が共にオフ状態になるから、駆動信号  $VT$  は  $VSS$  レベル（例えば  $0V$ ）に設定される。駆動信号  $VT$  の振幅は、第3の振幅設定電圧  $VPP2$  及び第4の振幅設定電圧  $VNN2$  により設定される。

40

【0098】

制御部 230 による制御信号  $SP1$ 、 $SN1$ 、 $SP2$ 、 $SN2$  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  $SGEN$  は、例えば図6(B)において、カウント値  $CN$  が 1、2、5、6 であるときに、第1の制御信号  $SP1$  を Hレベルに設定

50

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、11、12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、10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。

【0099】

図10に、処理装置200の第2の構成例(図8)による駆動信号V T及び超音波素子U Eの振動の波形例を示す。第2の構成例の送信回路210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駆動信号V T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駆動信号V Tを出力する。

10

【0100】

図10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10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。

【0101】

第1の期間においては、図10のB 1に示す電圧レベル(例えば0V)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10V)の駆動信号V Tが出力され(図10のB 2、B 4)、期間T 2には負極性の電圧(例えば-10V)の駆動信号V Tが出力される(図10のB 3)。

20

【0102】

一方、第2の期間においては、図10のC 1に示す電圧レベル(例えば0V)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10のC 2)、次の期間T 5には負極性の電圧が出力され(図10のC 3)、次の期間T 6には正極性の電圧が出力される(図10のC 4)。第2の期間に出力される交番電圧は、第1の期間に出力される交番電圧と逆位相であって、振幅が第1の期間に出力される交番電圧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の期間の駆動信号V Tの振幅を徐々に小さくすることができるから、より効果的に残響振動を低減することができる。

30

【0103】

超音波素子U Eは、第1の期間(送信期間)において駆動信号V Tにより振動膜M Bが図10に示すように振動する。そして第2の期間(制振期間)においては残響振動と逆位相の駆動信号V T(制振信号)が印加されることで、残響振動が抑えられる。その結果、受信回路220は、超音波エコーによる受信信号V Rを確実に受け取ることができる。一方、第2の期間の駆動信号V T(制振信号)がない場合には、破線に示すように受信信号V Rは残響振動による信号と重なってしまう。

【0104】

図10では、第1の期間の最後の期間T 3に続く期間T 4において第3の制御信号S P 2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S P 2又は第4の制御信号S N 2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S P 1又は第2の制御信号S N 1をアクティブにすることで第1の送信部T X 1に対して駆動信号V T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S P 2又は第4の制御信号S N 2をアクティブにすることで、第2の送信部T X 2に対して駆動信号V T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駆動信号V Tを出力することができる。また、残響振動の抑制に適したタイミングで駆動信号V Tを出力することができるから、より効果的に残響振動を低減すること

40

50

ができる。

#### 【0105】

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。

#### 【0106】

図11(A)、図11(B)に、制御信号SP、SNの変形例を示す。図11(A)の変形例では、第1の期間の最初の期間T1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T2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T3では第2の制御信号SNがアクティブになり、次の期間T4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T3では負極性の電圧の駆動信号VTが出力され、次の期間T4では正極性の電圧の駆動信号VTが出力される。

10

#### 【0107】

図11(B)の変形例では、第1の期間の最初の期間T1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T2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T3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T4では第1の制御信号SPがアクティブになり、次の期間T5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T3では基準電圧(例えば0V)の駆動信号VTが出力され、次の期間T4では正極性の電圧の駆動信号VTが出力され、次の期間T5では負極性の電圧の駆動信号VT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、即ち駆動信号VTの信号レベルが基準電圧となる期間を設けてもよい。

20

#### 【0108】

図12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12の変形例は、図6(A)、図6(B)の変形例であって、クロック信号CLKに基づいて生成された基準信号SRFにより第1の期間の期間T1、T2、T3、及び第2の期間の期間T4、T5、T6が規定される。第1の期間において、期間T1、T3は基準信号SRFがHレベルになる期間であり、期間T2は基準信号SRFがLレベルになる期間である。第2の期間において、期間T4、T6は基準信号SRFがLレベルになる期間であり、期間T5は基準信号SRFがHレベルになる期間である。このように、クロック信号CLKに基づいて生成された基準信号SRFにより制御信号SP、SNを生成してもよい。

30

#### 【0109】

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)の後の第2の期間(制振期間)において、第1の期間における交番電圧と同じ周期で逆位相であって、振幅が第1の期間における交番電圧より小さく、且つ時間と共に減少する駆動信号VT(交番電圧、制振信号)を出力することで、超音波素子(特に薄膜圧電型超音波素子)の残響振動(尾引き)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。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

#### 【0110】

##### 4. 超音波プローブ、電子機器及び超音波診断装置

図13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、UI(ユーザーインターフェース)部330、表示部340を含む。

50

## 【0111】

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。UI（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。

## 【0112】

図14(A)、図14(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14(A)は携帯型の超音波診断装置400を示し、図14(B)は据置型の超音波診断装置400を示す。

10

## 【0113】

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CB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CB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。

## 【0114】

図14(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、超音波素子の残響振動（尾引き）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。さらに差分演算処理などの追加処理が不要であるから、回路構成を簡素にし、消費電力を低く抑えることができる。その結果、装置を小型化することなどができるから、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。

20

## 【0115】

図14(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14(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。

30

## 【0116】

プローブヘッド301は、超音波トランスデューサーデバイス100、支持部材SUP、被検体と接触する接触部材130、超音波トランスデューサーデバイス100を保護する保護部材（保護膜）PF、コネクタCNa及びプローブ筐体140を含む。超音波トランスデューサーデバイス100は、接触部材130と支持部材SUPとの間に設けられる。

## 【0117】

プローブ本体302は、処理装置200及びプローブ本体側コネクタCNbを含む。プローブ本体側コネクタCNbは、プローブヘッド側コネクタCNaと接続される。プローブ本体302は、ケーブルCBにより超音波診断装置本体410に接続される。

40

## 【0118】

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。

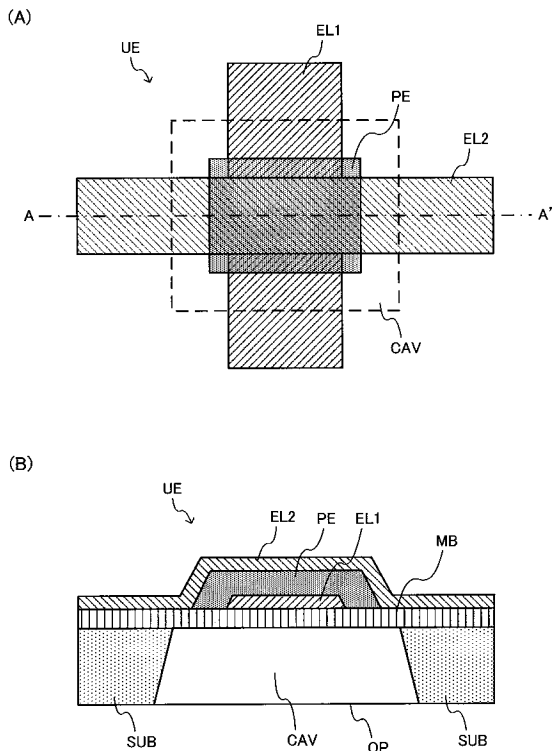
## 【符号の説明】

## 【0119】

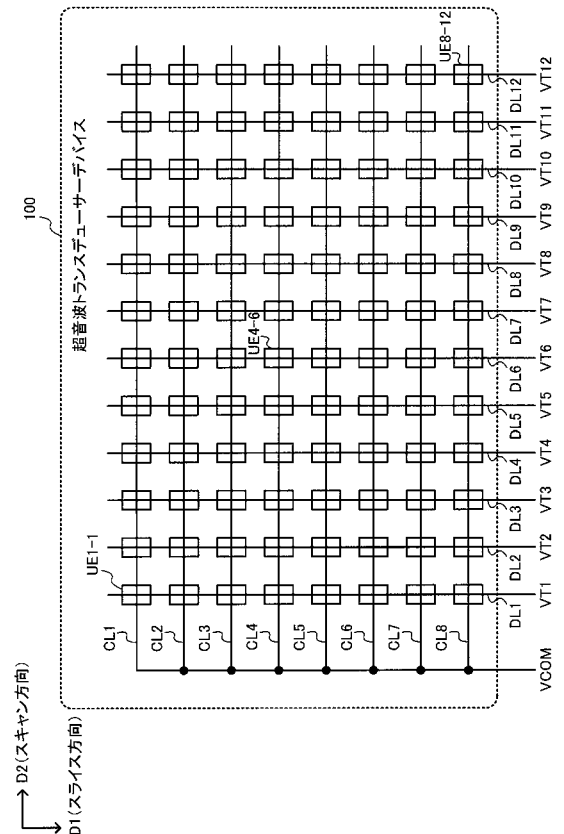
50

- 100 超音波トランスデューサーデバイス、130 接触部材、
- 140 プローブ筐体、200 処理装置、210 送信回路、220 受信回路、
- 230 制御部、240 振幅電圧生成回路、300 超音波プローブ、
- 301 プローブヘッド、302 プローブ本体、310 主制御部、
- 320 処理部、330 UI部、340 表示部、
- 400 超音波診断装置(電子機器)、
- 410 超音波診断装置本体(電子機器本体)、
- UE 超音波素子、DL1~DLn 駆動電極線、CL1~CLm コモン電極線、
- MUX 選択回路、T/R\_SW 送受信切換回路、SP、SN 制御信号、
- VT1~VTn 駆動信号、VR1~VRn 受信信号、VCOM コモン電圧

【図1】

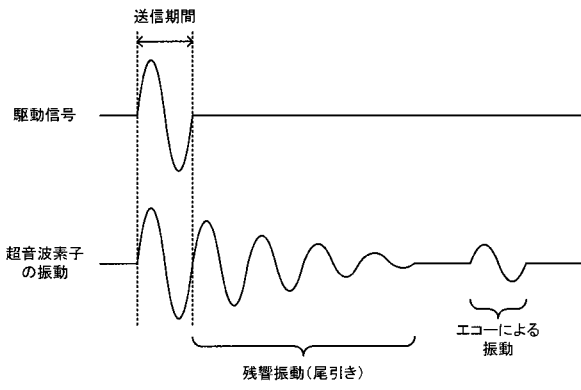


【図2】

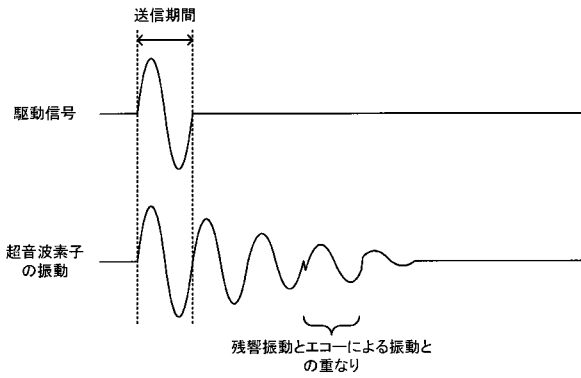


【 図 3 】

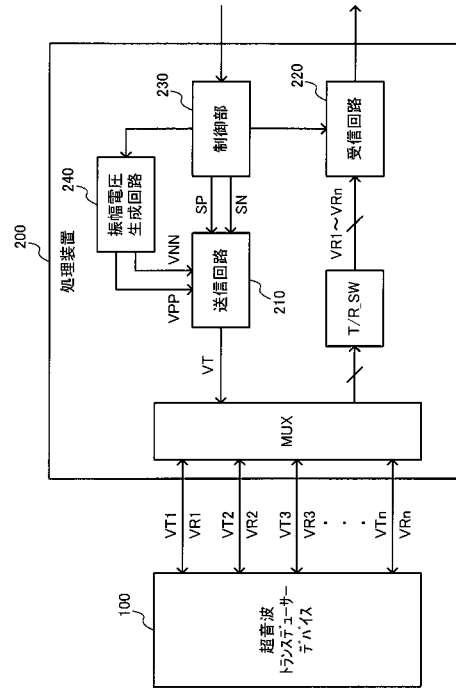
(A)



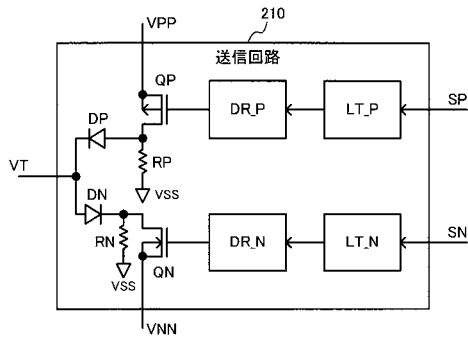
(B)



【 図 4 】

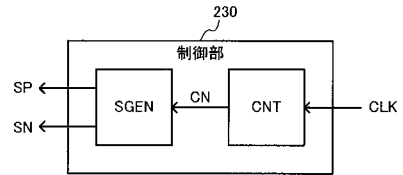


【 図 5 】

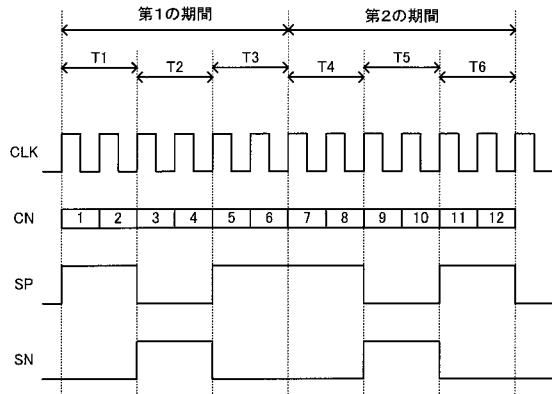


【 図 6 】

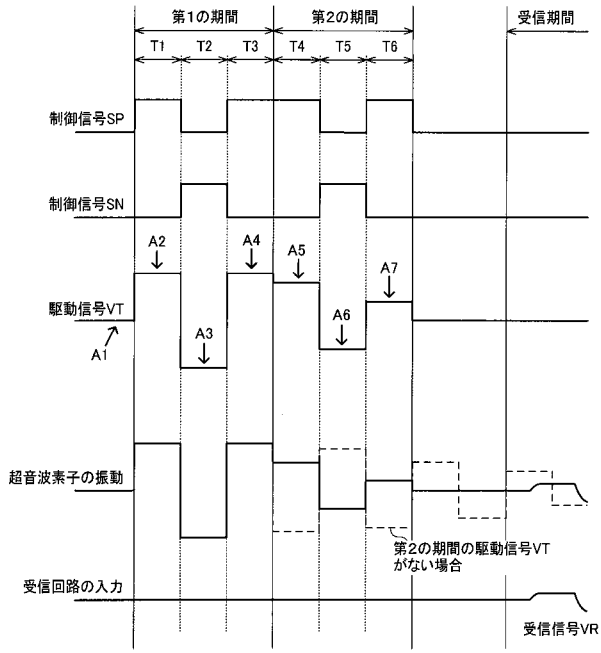
(A)



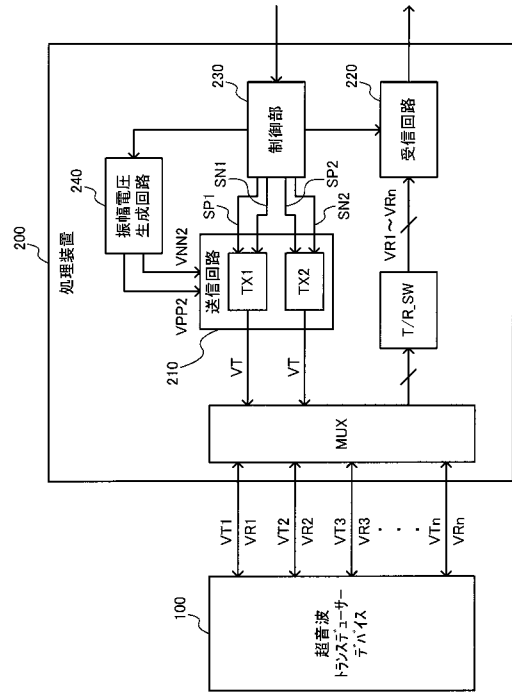
(B)



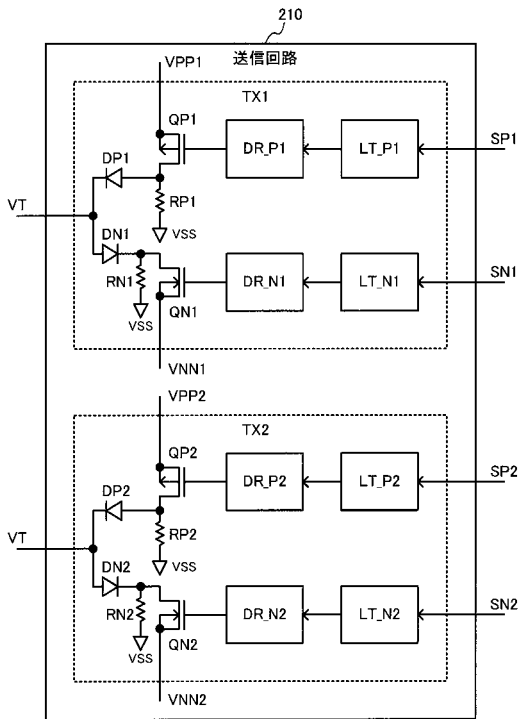
【図7】



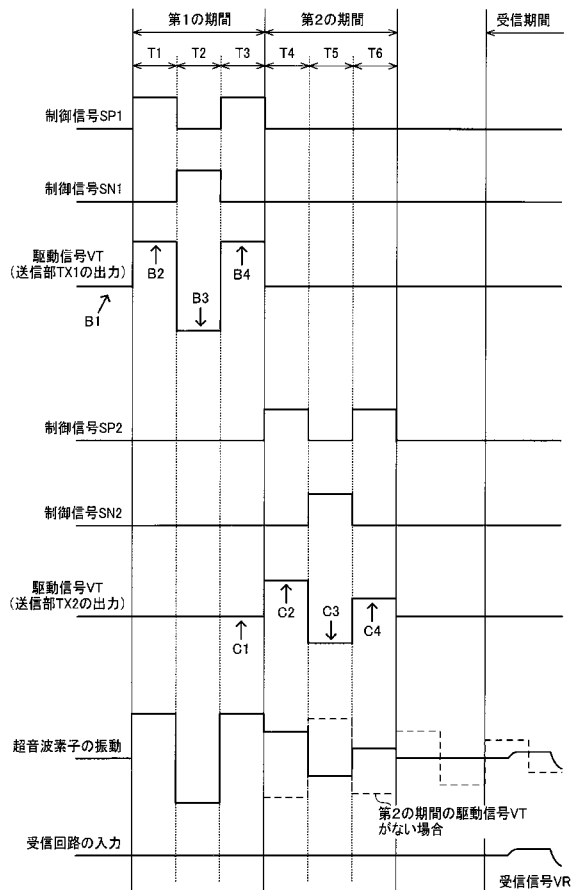
【図8】



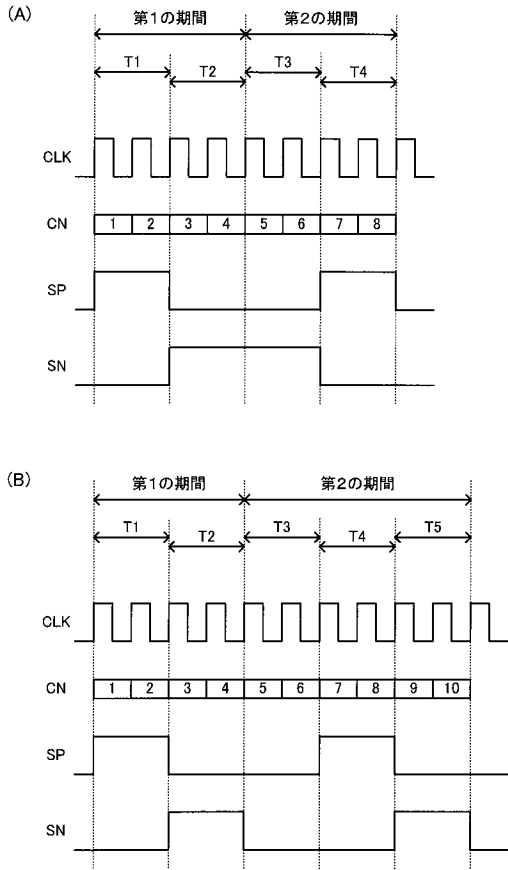
【図9】



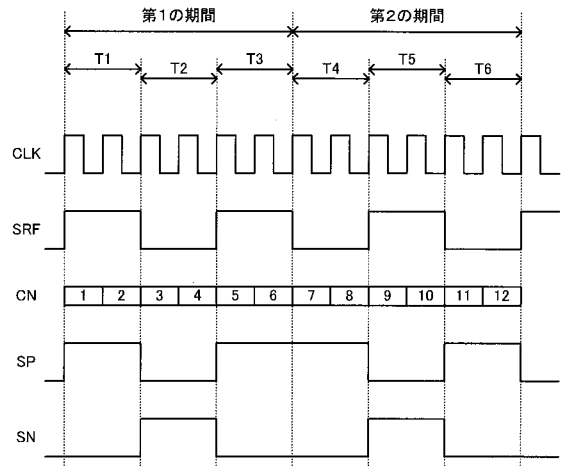
【図10】



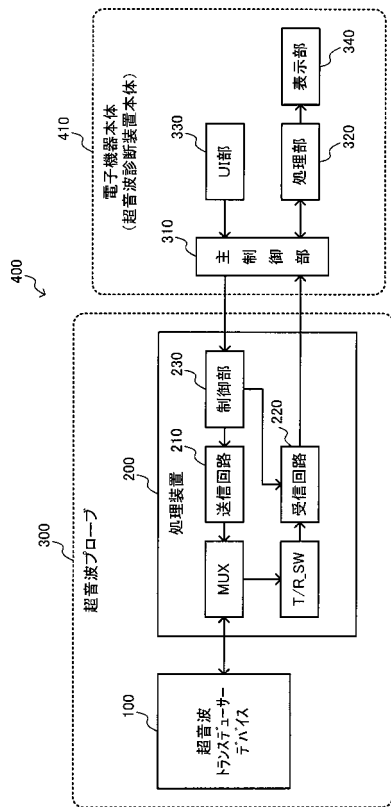
【図 1 1】



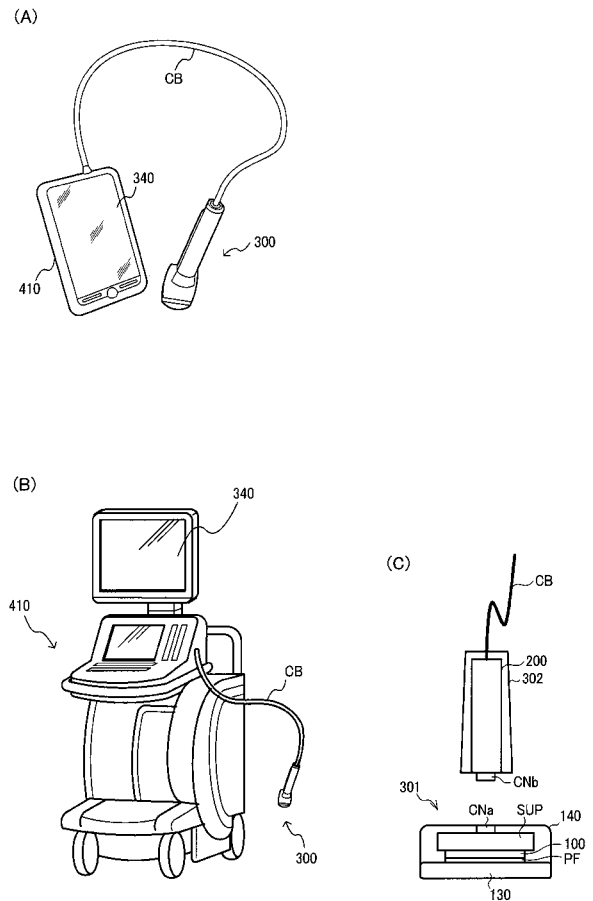
【図 1 2】



【図 1 3】



【図 1 4】



专利名称(译)	加工装置，超声波探头，电子仪器		
公开(公告)号	<a href="#">JP2014054355A</a>	公开(公告)日	2014-03-27
申请号	JP2012200364	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	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

摘要：要解决的问题：提供可以减少混响振动的处理器，超声波探头，电子设备，超声波诊断设备等。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其中多个开口以阵列布置的基板，并且包括：传输电路210，用于将驱动信号VT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VR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输出交流电压作为驱动信号VT。第二时段中的交流电压与第一时段中的交流电压和相反相位中的交流电压相同，小于第一时段中的交流电压的幅度，并且随着时间的推移而减小。

