

(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2013-247981

(P2013-247981A)

(43) 公開日 平成25年12月12日(2013.12.12)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F1
A61B 8/00テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2012-122787 (P2012-122787)
(22) 出願日 平成24年5月30日 (2012.5.30)(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 100107261
弁理士 須澤 修
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(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 EE04 EE09 GB06 GB19 HH01
HH05

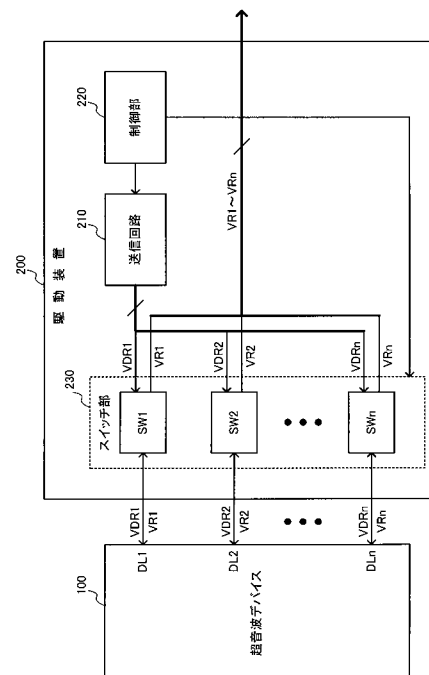
(54) 【発明の名称】 駆動装置、超音波プローブ及び超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】位相走査時の超音波強度の変化を低減することができる駆動装置、超音波プローブ及び超音波診断装置等を提供すること。

【解決手段】駆動装置200は、超音波デバイス100の駆動装置であって、超音波デバイス100が有する第1～第n(nは2以上の整数)の駆動電極線DL1～DLnに対して第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnを出力する送信回路210と、送信回路210を制御する制御部220とを含む。送信回路210は、第i(iは1 i n-1である整数)の駆動信号VDRiと第i+1の駆動信号VDRi+1との位相差が第1の位相差である場合に、第iの駆動信号VDRiと第i+1の駆動信号VDRi+1との位相差が第1の位相差よりも大きい第2の位相差である場合と比べて、より大きい電圧振幅の第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnを出力する。

【選択図】図7



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波デバイスの駆動装置であって、

前記超音波デバイスが有する第 1 の駆動電極線～第 n (n は 2 以上の整数) の駆動電極線に対して第 1 の駆動信号～第 n の駆動信号を出力する送信回路と、

前記送信回路を制御する制御部とを含み、

前記送信回路は、

前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号のうちの第 i (i は $1 \leq i \leq n-1$ である整数) の駆動信号と第 $i+1$ の駆動信号との位相差が第 1 の位相差である場合に、

前記第 i の駆動信号と前記第 $i+1$ の駆動信号との前記位相差が前記第 1 の位相差よりも大きい第 2 の位相差である場合と比べて、より大きい電圧振幅の前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号を出力することを特徴とする駆動装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 において、

前記送信回路は、

正面出射モードの場合には、位相走査モードの場合に比べてより大きい電圧振幅の前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号を出力することを特徴とする駆動装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、

前記送信回路は、

20

前記制御部によりゲインが制御されるゲインアンプを有し、

前記制御部は、

前記ゲインアンプのゲインを制御することで、前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号の電圧振幅を制御することを特徴とする駆動装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記送信回路は、

信号生成回路と、

前記制御部により遅延時間が制御される遅延回路とをさらに有し、

前記ゲインアンプは、

30

前記信号生成回路からの基準信号を増幅し、

前記遅延回路は、

前記制御部の制御に基づいて、増幅された前記基準信号を遅延することで、前記第 i の駆動信号と前記第 $i+1$ の駆動信号との位相差を有する前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号を生成することを特徴とする駆動装置。

【請求項 5】

請求項 3 又は 4 において、

前記第 1 の駆動信号が第 1 のタイミングで出力され、前記第 n の駆動信号が第 n のタイミングで出力される場合に、

前記ゲインアンプのゲインが、前記第 1 のタイミングから、前記第 1 のタイミングと前記第 n のタイミングとの中間のタイミングに向かって増加し、前記中間のタイミングから前記第 n のタイミングに向かって減少することで、

40

前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号の電圧振幅が、前記第 1 のタイミングから前記中間のタイミングに向かって増加し、前記中間のタイミングから前記第 n のタイミングに向かって減少することを特徴とする駆動装置。

【請求項 6】

請求項 1 又は 2 において、

前記送信回路は、

複数の電圧のうちの 1 つを選択電圧として選択する電圧選択回路を有し、

前記電圧選択回路は、

50

選択した前記選択電圧を電圧振幅とする信号を出力し、
前記制御部は、
前記選択電圧を切り換える制御を行うことで、前記選択電圧を電圧振幅とする前記信号の電圧振幅を制御し、
前記送信回路は、
前記選択電圧を電圧振幅とする前記信号に基づいて、前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号を出力することを特徴とする駆動装置。

【請求項 7】

請求項 6 において、
前記送信回路は、
信号生成回路と、
前記制御部により遅延時間が制御される遅延回路とをさらに有し、
前記電圧選択回路は、
前記信号生成回路からの基準信号に同期して、前記選択電圧を電圧振幅とする前記信号を出力し、

前記遅延回路は、
前記制御部の制御に基づいて、前記電圧選択回路からの前記選択電圧を電圧振幅とする前記信号を遅延し、

前記送信回路は、
前記遅延回路からの遅延された信号に基づいて、前記第 i の駆動信号と前記第 i + 1 の駆動信号との位相差を有する前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号を出力することを特徴とする駆動装置。

【請求項 8】

請求項 5 又は 6 において、
前記第 1 の駆動信号が第 1 のタイミングで出力され、前記第 n の駆動信号が第 n のタイミングで出力される場合に、

前記電圧選択回路の前記選択電圧が、前記第 1 のタイミングから、前記第 1 のタイミングと前記第 n のタイミングとの中間のタイミングに向かって増加し、前記中間のタイミングから前記第 n のタイミングに向かって減少することで、

前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号の電圧振幅が、前記第 1 のタイミングから前記中間のタイミングに向かって増加し、前記中間のタイミングから前記第 n のタイミングに向かって減少することを特徴とする駆動装置。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれかにおいて、
前記超音波デバイスが有するコモン電極線の電圧をモニターするコモン電圧モニター回路を含み、

前記制御部は、
前記コモン電圧モニター回路のモニター結果に基づいて、前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号の電圧振幅を制御することを特徴とする駆動装置。

【請求項 10】

請求項 9 において、
前記制御部は、
前記コモン電圧モニター回路の前記モニター結果に基づいて、前記コモン電極線の電圧の振幅が大きいほど、前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号の電圧振幅を大きくする制御を行うことを特徴とする駆動装置。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかにおいて、
前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号は、m (m は 0 . 5 の自然数倍) 波の正弦波又は矩形波であることを特徴とする駆動装置。

【請求項 12】

請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の駆動装置を含むことを特徴とする超音波プローブ。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の駆動装置と、
前記超音波デバイスからの受信信号に基づいて生成される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。

【請求項 14】

超音波デバイスの駆動装置であって、
前記超音波デバイスが有する第 1 の駆動電極線～第 n (n は 2 以上の整数) の駆動電極線に対して出力する第 1 のパルス信号～第 n のパルス信号を出力する送信回路と、
前記送信回路を制御する制御部とを含み、
前記送信回路は、
第 1 のモードでは、
前記第 1 のパルス信号～前記第 n のパルス信号のうちの第 i (i は $1 \leq i \leq n-1$ である整数) のパルス信号と第 $i+1$ のパルス信号とを同じタイミングで出力し、
第 2 のモードでは、
前記第 i のパルス信号が出力されるタイミングから遅れたタイミングで前記第 $i+1$ のパルス信号を出力し、
前記第 1 のモードでは、
前記第 2 のモードよりもパルス信号の電圧振幅が大きい前記第 1 のパルス信号～前記第 n パルス信号を出力することを特徴とする駆動装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、駆動装置、超音波プローブ及び超音波診断装置等に関する。

【背景技術】

【0002】

対象物に向けて超音波を照射し、対象物内部における音響インピーダンスの異なる界面からの反射波を受信するための装置として、例えば人体の内部を検査するための超音波診断装置が知られている。超音波診断装置に用いられる超音波装置（超音波プローブ）として、特許文献 1 には圧電素子をマトリックスアレイ状に配列し、行・列毎に配線を設けることで行方向及び列方向にビームを走査する手法が開示されている。しかしながらこの手法では、圧電素子に駆動信号が印加されることによりコモン電極線の電位が変動し、このために位相走査を行う場合にビーム方向（ステアリング角）によって超音波強度が変化するという問題がある。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2006-61252 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の幾つかの態様によれば、位相走査時の超音波強度の変化を低減することができる駆動装置、超音波プローブ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】

【0005】

本発明の一態様は、超音波デバイスの駆動装置であって、前記超音波デバイスが有する第 1 の駆動電極線～第 n (n は 2 以上の整数) の駆動電極線に対して第 1 の駆動信号～第 n の駆動信号を出力する送信回路と、前記送信回路を制御する制御部とを含み、前記送信回路は、前記第 1 の駆動信号～前記第 n の駆動信号のうちの第 i (i は $1 \leq i \leq n-1$ で

50

ある整数)の駆動信号と第 $i + 1$ の駆動信号との位相差が第1の位相差である場合に、前記第 i の駆動信号と前記第 $i + 1$ の駆動信号との前記位相差が前記第1の位相差よりも大きい第2の位相差である場合と比べて、より大きい電圧振幅の前記第1の駆動信号～前記第 n の駆動信号を出力する駆動装置に係する。

【0006】

本発明の一態様によれば、第 i の駆動信号と第 $i + 1$ の駆動信号との位相差が小さいほど、第1～第 n の駆動信号の電圧振幅を大きくすることができるから、位相差を変化させる場合に超音波の強度の変化を低減させることができる。

【0007】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、正面出射モードの場合には、位相走査モードの場合に比べてより大きい電圧振幅の前記第1の駆動信号～前記第 n の駆動信号を出力してもよい。

10

【0008】

このようにすれば、正面出射モードの場合と位相走査モードの場合とにおける超音波強度の差を低減することができる。

【0009】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、前記制御部によりゲインが制御されるゲインアンプを有し、前記制御部は、前記ゲインアンプのゲインを制御することで、前記第1の駆動信号～前記第 n の駆動信号の電圧振幅を制御してもよい。

【0010】

このようにすれば、送信回路は、制御部の制御に基づいて、第 i の駆動信号と第 $i + 1$ の駆動信号との位相差に応じて第1～第 n の駆動信号の電圧振幅を変化させることができる。

20

【0011】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、信号生成回路と、前記制御部により遅延時間が制御される遅延回路とをさらに有し、前記ゲインアンプは、前記信号生成回路からの基準信号を増幅し、前記遅延回路は、前記制御部の制御に基づいて、増幅された前記基準信号を遅延することで、前記第 i の駆動信号と前記第 $i + 1$ の駆動信号との位相差を有する前記第1の駆動信号～前記第 n の駆動信号を生成してもよい。

【0012】

このようにすれば、送信回路は、制御部の制御に基づいて、所望の位相差をもつ第1～第 n の駆動信号を出力することができる。

30

【0013】

また本発明の一態様では、前記第1の駆動信号が第1のタイミングで出力され、前記第 n の駆動信号が第 n のタイミングで出力される場合に、前記ゲインアンプのゲインが、前記第1のタイミングから、前記第1のタイミングと前記第 n のタイミングとの中間のタイミングに向かって増加し、前記中間のタイミングから前記第 n のタイミングに向かって減少することで、前記第1の駆動信号～前記第 n の駆動信号の電圧振幅が、前記第1のタイミングから前記中間のタイミングに向かって増加し、前記中間のタイミングから前記第 n のタイミングに向かって減少してもよい。

40

【0014】

このようにすれば、送信回路は、電圧振幅が第1のタイミングから中間のタイミングに向かって増加し、中間のタイミングから第 n のタイミングに向かって減少する第1～第 n の駆動信号を出力することができる。

【0015】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、複数の電圧のうちの1つを選択電圧として選択する電圧選択回路を有し、前記電圧選択回路は、選択した前記選択電圧を電圧振幅とする信号を出力し、前記制御部は、前記選択電圧を切り換える制御を行うことで、前記選択電圧を電圧振幅とする前記信号の電圧振幅を制御し、前記送信回路は、前記選択電圧を電圧振幅とする前記信号に基づいて、前記第1の駆動信号～前記第 n の駆動信号を出力し

50

てもよい。

【 0 0 1 6 】

このようにすれば、送信回路は、制御部の制御に基づいて、第 i の駆動信号と第 $i + 1$ の駆動信号との位相差に応じて第 1 ~ 第 n の駆動信号の電圧振幅を変化させることができる。

【 0 0 1 7 】

また本発明の一態様では、前記送信回路は、信号生成回路と、前記制御部により遅延時間が制御される遅延回路とをさらに有し、前記電圧選択回路は、前記信号生成回路からの基準信号に同期して、前記選択電圧を電圧振幅とする前記信号を出力し、前記遅延回路は、前記制御部の制御に基づいて、前記電圧選択回路からの前記選択電圧を電圧振幅とする前記信号を遅延し、前記送信回路は、前記遅延回路からの遅延された信号に基づいて、前記第 i の駆動信号と前記第 $i + 1$ の駆動信号との位相差を有する前記第 1 の駆動信号 ~ 前記第 n の駆動信号を出力してもよい。

10

【 0 0 1 8 】

このようにすれば、送信回路は、制御部の制御に基づいて、所望の位相差をもつ第 1 ~ 第 n の駆動信号を出力することができる。

【 0 0 1 9 】

また本発明の一態様では、前記第 1 の駆動信号が第 1 のタイミングで出力され、前記第 n の駆動信号が第 n のタイミングで出力される場合に、前記電圧選択回路の前記選択電圧が、前記第 1 のタイミングから、前記第 1 のタイミングと前記第 n のタイミングとの中間のタイミングに向かって増加し、前記中間のタイミングから前記第 n のタイミングに向かって減少することで、前記第 1 の駆動信号 ~ 前記第 n の駆動信号の電圧振幅が、前記第 1 のタイミングから前記中間のタイミングに向かって増加し、前記中間のタイミングから前記第 n のタイミングに向かって減少してもよい。

20

【 0 0 2 0 】

このようにすれば、送信回路は、電圧振幅が第 1 のタイミングから中間のタイミングに向かって増加し、中間のタイミングから第 n のタイミングに向かって減少する第 1 ~ 第 n の駆動信号を出力することができる。

【 0 0 2 1 】

また本発明の一態様では、前記超音波デバイスが有するコモン電極線の電圧をモニターするコモン電圧モニター回路を含み、前記制御部は、前記コモン電圧モニター回路のモニター結果に基づいて、前記第 1 の駆動信号 ~ 前記第 n の駆動信号の電圧振幅を制御してもよい。

30

【 0 0 2 2 】

このようにすれば、送信回路は、コモン電極線の電圧の変化に応じて第 1 ~ 第 n の駆動信号の電圧振幅を変化させることができる。

【 0 0 2 3 】

また本発明の一態様では、前記制御部は、前記コモン電圧モニター回路の前記モニター結果に基づいて、前記コモン電極線の電圧の振幅が大きいほど、前記第 1 の駆動信号 ~ 前記第 n の駆動信号の電圧振幅を大きくする制御を行ってもよい。

40

【 0 0 2 4 】

このようにすれば、コモン電極線の電圧の振幅の変化による超音波の強度の変化を低減することができる。

【 0 0 2 5 】

また本発明の一態様では、前記第 1 の駆動信号 ~ 前記第 n の駆動信号は、 m (m は 0 . 5 の自然数倍) 波の正弦波又は矩形波であってもよい。

【 0 0 2 6 】

このようにすれば、正弦波の位相差又は矩形波のタイミング差に応じて、第 1 ~ 第 n の駆動信号の電圧振幅を制御することができる。

【 0 0 2 7 】

50

本発明の他の態様は、上記いずれかに記載の駆動装置を含む超音波プローブに係する。

【0028】

本発明の他の態様は、上記いずれかに記載の駆動装置と、前記超音波デバイスからの受信信号に基づいて生成される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。

【0029】

本発明の他の態様は、超音波デバイスの駆動装置であって、前記超音波デバイスが有する第1の駆動電極線～第 n (n は2以上の整数)の駆動電極線に対して出力する第1のパルス信号～第 n のパルス信号を出力する送信回路と、前記送信回路を制御する制御部とを含み、前記送信回路は、第1のモードでは、前記第1のパルス信号～前記第 n のパルス信号のうちの第 i (i は1 i $n-1$ である整数)のパルス信号と第 $i+1$ のパルス信号とを同じタイミングで出力し、第2のモードでは、前記第 i のパルス信号が出力されるタイミングから遅れたタイミングで前記第 $i+1$ のパルス信号を出力し、前記第1のモードでは、前記第2のモードよりもパルス信号の電圧振幅が大きい前記第1のパルス信号～前記第 n パルス信号を出力する駆動装置に係する。

10

【0030】

本発明の他の態様によれば、送信回路は、第1のモードでは第2のモードよりもパルス信号の電圧振幅が大きい第1～第 n パルス信号を出力することができるから、第1のモードの場合と第2のモードの場合とにおける超音波強度の差を低減することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】図1(A)、図1(B)は、超音波素子の基本的な構成例。

【図2】超音波デバイスの構成例。

【図3】超音波デバイスにおける位相走査を説明する図。

【図4】図4(A)、図4(B)、図4(C)は、位相走査時におけるコモン電極線の電位の変化を説明する図。

【図5】図5(A)、図5(B)は、駆動信号波形及びコモン電極線の電圧変動の一例。

【図6】図6(A)、図6(B)は、駆動信号波形及びコモン電極線の電圧変動の一例。

【図7】駆動装置の第1の構成例。

30

【図8】図8(A)、図8(B)は、駆動信号の信号波形の例。

【図9】駆動装置の第2の構成例。

【図10】送信回路の構成例及び駆動装置の第1の構成例における制御の一例。

【図11】送信回路の構成例及び駆動装置の第2の構成例における制御の一例。

【図12】図12(A)～図12(D)は、ゲイン制御の第1の例。

【図13】図13(A)～図13(D)は、ゲイン制御の第2の例。

【図14】超音波プローブ及び超音波診断装置の基本的な構成例。

【図15】図15(A)、図15(B)は、超音波診断装置の具体的な構成例。図15(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】

40

【0032】

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。

【0033】

1. 超音波素子

図1(A)、図1(B)に本実施形態の超音波装置に含まれる超音波素子UEの基本的な構成例を示す。本実施形態の超音波素子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素

50

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。

【0034】

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。

【0035】

超音波素子UEは、基板SUBにアレイ状に配置された複数の開口OPの各開口ごとに設けられる。超音波素子UEは、開口OPを塞ぐ振動膜MBと、振動膜MBの上に設けられる圧電素子部とを有する。圧電素子部は、振動膜MBの上に設けられる下部電極EL1と、下部電極EL1の少なくとも一部を覆うように設けられる圧電体膜PEと、圧電体膜PEの少なくとも一部を覆うように設けられる上部電極EL2とを有する。

【0036】

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。

【0037】

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。

【0038】

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。

【0039】

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。

【0040】

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

【0041】

超音波素子UEの第1の電極(下部電極)は、第1電極層EL1により形成され、第2の電極(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に覆われた部分が第1の電極を形成し、第2電極層EL2のうちの圧電体膜PEを覆う部分が第2の電極を形成する。即ち、圧電体膜PEは、第1の電極と第2の電極に挟まれて設けられる。

【0042】

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

10

20

30

40

50

。

【 0 0 4 3 】

２．超音波デバイス

図 2 に、本実施形態の超音波デバイス 1 0 0 の構成例を示す。本構成例の超音波デバイス 1 0 0 は、アレイ状に配置された複数の超音波素子 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。

10

【 0 0 4 4 】

複数の超音波素子 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 4 5 】

超音波素子 U E は、例えば図 1 (A)、図 2 (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 個の超音波素子が配置される。

20

【 0 0 4 6 】

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 7 】

超音波を出射する送信期間には、後述する駆動装置 2 0 0 が出力する第 1 ～ 第 1 2 の駆動信号 V D R 1 ～ V D R 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に供給される。また、超音波エコー信号を受信する受信期間には、超音波素子 U E からの受信信号が駆動電極線 D L 1 ～ D L 1 2 を介して出力される。駆動信号 V D R 1 ～ V D R 1 2 の詳細については、後述する。

30

【 0 0 4 8 】

第 1 ～ 第 8 (広義には第 m) のコモン電極線 C L 1 ～ 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 ～ 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 ～ 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 列に配置される各超音波素子 U E が有する第 2 の電極に接続される。

。

【 0 0 4 9 】

第 1 ～ 第 8 のコモン電極線 C L 1 ～ 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。

40

【 0 0 5 0 】

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。

【 0 0 5 1 】

第 1 ～ 第 8 (広義には第 m) のコモン電極線 C L 1 ～ C L 8 の電圧 V M をモニターする

50

ための電圧モニター用配線を設けることができる。こうすることで、後述するコモン電圧モニター回路 250 によりコモン電極線 CL1 ~ CL8 の電圧をモニターすることができる。

【0052】

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

【0053】

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 UE 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 UE1 - 1 には、駆動電極線 DL1 に供給される駆動信号電圧 VDR1 とコモン電極線 CL1 に供給されるコモン電圧 VCOM との差 VDR1 - VCOM が印加される。同様に、超音波素子 UE4 - 6 には、駆動電極線 DL6 に供給される駆動信号電圧 VDR6 とコモン電極線 CL4 に供給されるコモン電圧 VCOM との差 VDR6 - VCOM が印加される。

【0054】

第 1 ~ 第 12 の駆動信号 VDR1 ~ VDR12 の位相が一致している場合には、各超音波素子からそれぞれ放射される超音波が合成されて、超音波デバイス 100 の素子アレイ面に垂直な方向（アレイ面の法線方向）に放射される超音波が形成される。一方、駆動信号 VDR1 ~ VDR12 が互いに位相差をもつ場合には、合成された超音波は位相差に応じてアレイ面の法線方向からずれた方向に放射される。この現象を利用すれば、各駆動信号の位相差を変化させることで超音波の放射方向を変化させることができる。各駆動信号の位相差を制御することで、超音波の放射方向（ビーム方向）を走査することを「位相走査」又は「ビームステアリング」と呼ぶ。

【0055】

図 3 は、本実施形態の超音波デバイス 100 における位相走査を説明する図である。簡単にするために、図 3 では 4 個の超音波素子 UE1 ~ UE4 について説明する。UE1 ~ UE4 は、等間隔 d で配置されている。そして供給される駆動信号 VDR1 ~ VDR4 の位相は VDR1 が最も早く、VDR2、VDR3、VDR4 の順に所定の位相差だけ遅くなる。即ち、駆動信号 VDR1 ~ VDR4 は、VDR1、VDR2、VDR3、VDR4 の順に所定の時間差 Δt を伴って供給される。

【0056】

図 3 には、各超音波素子 UE1 ~ UE4 から放射された超音波の或る時刻における波面 W1 ~ W4 を示す。各超音波素子から放射された超音波は合成されて、合成された超音波の波面 WT を形成する。この波面 WT の法線方向 DT が合成された超音波の放射方向（ビーム方向）となる。ビーム方向 DT とアレイ面の法線方向との成す角度 θs は、

$$\sin \theta_s = c \times \Delta t / d \quad (1)$$

で与えられる。ここで c は音速、Δt は駆動信号の時間差、d は素子間隔である。

【0057】

このように位相走査、即ち各超音波素子に供給する駆動信号の位相差（時間差）を変化させることで、ビーム方向を変化させることができる。具体的には、例えば図 2 に示す構成例では、駆動電極線 DL1 ~ DL12 に供給する駆動信号 VDR1 ~ VDR12 の位相差（時間差）を変化させることで、ビーム方向を第 2 の方向 D2 に沿って走査（スキャン）させることができる。即ち、第 2 の方向 D2 は位相走査のスキャン方向であり、第 1 の方向 D1 はスライス方向である。

【0058】

図 4 (A)、図 4 (B)、図 4 (C) は、位相走査時におけるコモン電極線 CL1 ~ CL8 の電位の変化を説明する図である。簡単にするために、第 i 行の 6 個の超音波素子 UE、駆動電極線 DL1 ~ DL6 及び第 i のコモン電極線 CLi について説明する。

【0059】

図 4 (A) には、超音波素子 UE 及びコモン電極線 CLi の等価回路を示す。超音波素

子UEは、電氣的には容量素子（キャパシター）CEとみなすことができる。コモン電極線CLiは配線抵抗RCOMを有するから、各超音波素子UEには抵抗素子RCOMを介してコモン電圧VCOMが印加される。コモン電極線CLiは、超音波素子UEが持つ容量CEを介して駆動電極線DL1～DL6に接続されるから、駆動電極線DL1～DL6に入力される駆動信号VDR1～VDR6によって、コモン電極線CLiの電位が変化する。

【0060】

図4（B）には、正面出射、即ち超音波のビーム方向がアレイ面の法線方向である場合（第1のモード、正面出射モード）の駆動信号VDR1～VDR6の波形の一例を示す。正面出射時には、同位相の駆動信号が同一タイミングで入力されるから、6個の超音波素子が同時に駆動される。即ち、駆動信号VDR1～VDR6が第1～第6の期間T1～T6において入力され、第1～第6の期間T1～T6の重なり度合は6である。

10

【0061】

図4（C）には、超音波のビーム方向がアレイ面の法線方向からずれた方向である場合（第2のモード、位相走査モード）の駆動信号VDR1～VDR6の波形の一例を示す。この場合には、駆動信号は互いに位相差（時間差）を伴って入力される。期間TB1、TB3では同時に駆動される超音波素子は1個であるが、期間TB2では同時に駆動される超音波素子は2個である。即ち、駆動信号VDR1～VDR6が第1～第6の期間T1～T6において入力され、期間TB1、TB3では重なり度合は1であり、期間TB2では重なり度合は2である。

20

【0062】

このように、図4（B）に示す正面出射モードの場合では、1本のコモン電極線に接続される全ての超音波素子が同時に駆動されるから、コモン電極線の電位変化（電圧変動）は大きくなる。一方、図4（C）に示す位相走査モードの場合では、同時に駆動される超音波素子の個数は少なくなるから、コモン電極線の電位変化（電圧変動）は図4（B）の場合より小さくなる。上記の説明では、1本のコモン電極線について説明したが、コモン電極線が複数ある場合でも同様である。

【0063】

図5（A）、図5（B）、図6（A）、図6（B）に、回路シミュレーションによる駆動信号波形及びコモン電極線の電圧変動の一例を示す。具体的には、駆動信号波形は図4（A）のVDR3の波形であり、コモン電極線の電圧はVDR3が入力される超音波素子のコモン電極ノード（図4（A）のN3）の電圧V（N3）である。

30

【0064】

図5（A）には第1のステアリング角（ビーム方向とアレイ面の法線方向とが成す角） θ_1 の場合を示し、図5（B）には第2のステアリング角 θ_2 （ $< \theta_1$ ）の場合を示し、図6（A）には正面出射（ステアリング角が0）の場合を示す。

【0065】

図5（A）、図5（B）、図6（A）から分かるように、ステアリング角が小さいほど、即ち駆動信号の位相差（時間差）が小さいほどコモン電極線の電圧変動は大きくなる。これは上述したように、駆動信号の位相差（時間差）が小さいほど同時に駆動される超音波素子の個数が多くなり、反対に駆動信号の位相差（時間差）が大きいほど同時に駆動される超音波素子の個数が少なくなるからである。

40

【0066】

図6（B）には、超音波素子に印加される電圧（実効電圧）VDR3 - V（N3）を示す。ステアリング角が θ_1 の場合には、A1に示すように最も実効電圧の振幅が大きくなる。そしてステアリング角 θ_2 （ $< \theta_1$ ）の場合には、A2に示すように実効電圧の振幅が θ_1 の場合よりも小さくなり、正面出射の場合にはA3に示すように実効電圧の振幅が最も小さくなる。このように、ステアリング角が小さくなるほど、即ち駆動信号の位相差（時間差）が小さいほど実効電圧の振幅は小さくなり、反対にステアリング角が大きくなるほど、即ち駆動信号の位相差（時間差）が大きいほど実効電圧の振幅は大きくなる。

50

【0067】

実効電圧の振幅がステアリング角によって変化すると、放射される超音波の強度がステアリング角によって変化してしまう。例えば超音波診断装置などで位相走査する場合に、ビーム方向によって放射される超音波強度が変化するためにエコー信号の強度も方向により変化する。その結果、正確なエコー画像を得ることが難しいなどの問題が生じる。

【0068】

本実施形態の駆動装置200は、この問題を解決する手段を提供するものである。本実施形態の駆動装置200によれば、第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnの位相差（時間差）に応じて駆動信号の電圧振幅を変化させることができる。こうすることで、位相走査モードにおいて、ステアリング角に応じた超音波強度の変化を低減する、或いは強度をほぼ一定にすることができる。

10

【0069】

本実施形態の駆動装置200は、バルク超音波素子（バルク振動子を用いた超音波素子）にも適用することができるが、図1（A）、図1（B）に示したような薄膜超音波素子の駆動により適したものである。というのは、バルク超音波素子に比べて薄膜超音波素子では、図4（A）に示した容量CEが大きいためにコモン電極線の電位変化が大きくなるからである。

【0070】

3．駆動装置

図7に、本実施形態の駆動装置200の第1の構成例を示す。第1の構成例の駆動装置200は、超音波デバイス100の駆動装置であって、送信回路210、制御部220及びスイッチ部230を含む。なお、本実施形態の駆動装置200は図7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

【0071】

送信回路210は、超音波デバイス100が有する第1～第n（nは2以上の整数）の駆動電極線DL1～DLnに対して第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnを出力する。なお、送信回路210の構成については、後述する。

【0072】

制御部220は、送信回路210及びスイッチ部230を制御する。具体的には、制御部220は、送信回路210が出力する駆動信号VDR1～VDRnの位相差（タイミング）及び電圧振幅を制御する。また、スイッチ部230が行う駆動信号と受信信号との切り換えを制御する。

30

【0073】

スイッチ部230は、スイッチ回路SW1～SWnを含み、駆動信号と受信信号との切り換えを行う。例えばSW1は、送信期間には送信回路210からの駆動信号VDR1を超音波デバイス100の駆動電極線DL1に対して出力し、受信期間には駆動電極線DL1からの受信信号を受信部240（図示せず）に対して出力する。

【0074】

送信回路210は、第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnのうちの第i（iは1 ≤ i ≤ n-1である整数）の駆動信号VDRiと第i+1の駆動信号VDRi+1との位相差が第1の位相差である場合に、第iの駆動信号VDRiと前記第i+1の駆動信号VDRi+1との位相差が第1の位相差よりも大きい第2の位相差である場合と比べて、より大きい電圧振幅の第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnを出力する。

40

【0075】

こうすることで、VDRiとVDRi+1との位相差が小さいほど、駆動信号VDR1～VDRnの電圧振幅を大きくすることができるから、位相差が小さい場合に超音波素子に印加される電圧（実効電圧）の低下を抑制することができる。その結果、駆動信号の位相差の違い（ステアリング角の違い）による超音波強度の差を低減することができる。

【0076】

50

また、送信回路 210 は、正面出射モードの場合には、位相走査モードの場合に比べてより大きい電圧振幅の第 1 ~ 第 n の駆動信号 $VDR1 \sim VDRn$ を出力する。こうすることで、正面出射モードの場合に駆動信号 $VDR1 \sim VDRn$ の電圧振幅を大きくすることができるから、正面出射モードの場合と位相走査モードの場合との超音波素子に印加される電圧（実効電圧）の差を低減することができる。その結果、正面出射モードの場合と位相走査モードの場合との超音波強度の差を低減することができる。

【0077】

以上の説明では、駆動信号 $VDR1 \sim VDRn$ として、正弦波の信号を例として説明したが、駆動信号は正弦波に限定されるものではない。例えば、矩形波のパルス信号を用いてもよい。例えば、送信回路 210 は、第 1 のモード（正面出射モード）では、第 1 ~ 第 n のパルス信号のうちの第 i （ i は 1 から $n - 1$ である整数）のパルス信号と第 $i + 1$ のパルス信号とを同じタイミングで出力する。また第 2 のモード（位相走査モード）では、第 i のパルス信号が出力されるタイミングから遅れたタイミングで、第 $i + 1$ のパルス信号を出力する。

10

【0078】

図 8（A）、図 8（B）に、駆動信号の信号波形の例を示す。図 8（A）は、正弦波の駆動信号であって、例として半波の正弦波、1 波の正弦波及び 1.5 波の正弦波を示す。図 8（B）は、矩形波の駆動信号であって、例として半波の矩形波、1 波の矩形波及び 1.5 波の矩形波を示す。 VA は各信号の電圧振幅を示す。

20

【0079】

このように駆動信号 $VDR1 \sim VDRn$ として、 k （ k は 0.5 の自然数倍、即ち $k = 0.5, 1, 1.5, 2, \dots$ ）波の正弦波又は矩形波を用いることができる。

20

【0080】

図 4（A）～図 4（C）、図 5（A）、図 5（B）、図 6（A）、図 6（B）で説明したステアリング角による実効電圧の振幅の変化は、駆動信号が矩形波の場合でも同様に生じる。即ち、ステアリング角が小さくなるほど、即ち駆動信号のタイミング差が小さいほど実効電圧の振幅は小さくなり、反対にステアリング角が大きくなるほど、即ち駆動信号のタイミング差が大きいほど実効電圧の振幅は大きくなる。

【0081】

正弦波の場合と同様に、送信回路 210 は、第 1 のモード（正面出射モード）では、第 2 のモード（位相走査モード）よりもパルス信号の電圧振幅が大きい第 1 ~ 第 n のパルス信号を出力することで、正面出射モードの場合と位相走査モードの場合との実効電圧の差を低減することができる。

30

【0082】

図 9 に、本実施形態の駆動装置 200 の第 2 の構成例を示す。第 2 の構成例の駆動装置 200 は、超音波デバイス 100 の駆動装置であって、送信回路 210、制御部 220、スイッチ部 230 及びコモン電圧モニター回路 250 を含む。なお、本実施形態の駆動装置 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。

40

【0083】

送信回路 210 及びスイッチ部 230 については、既に説明した第 1 の構成例（図 7）と同じであるから、ここでは詳細な説明を省略する。

【0084】

コモン電圧モニター回路 250 は、超音波デバイス 100 が有するコモン電極線 $CL1 \sim CL8$ の電圧 VM をモニターする。

【0085】

制御部 220 は、第 1 の構成例と同様に、送信回路 210 及びスイッチ部 230 を制御する。特に第 2 の構成例では、コモン電圧モニター回路 250 のモニター結果に基づいて、第 1 ~ 第 n の駆動信号 $VDR1 \sim VDRn$ の電圧振幅を制御する。

50

【0086】

図10に、送信回路210の構成例及び駆動装置200の第1の構成例における制御の一例を示す。送信回路210は、信号生成回路S__GEN、ゲインアンプG__AMP1～G__AMPn（又は電圧選択回路V__SEL1～V__SELn）、遅延回路DLY1～DLYnを含む。なお、本実施形態の送信回路210は図10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。

【0087】

信号生成回路S__GENは、基準信号VRFを出力する。基準信号VRFは、正弦波であってもよいし、矩形波であってもよい。

【0088】

ゲインアンプG__AMP1～G__AMPnは、制御部220によりゲインが制御される。ゲインアンプG__AMP1～G__AMPnは、制御部220により設定されたゲインで基準信号VRFを増幅して、増幅された基準信号VRA1～VRAnを出力する。即ち、制御部220は、ゲインアンプG__AMP1～G__AMPnのゲインを制御することで、第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnの電圧振幅を制御することができる。

【0089】

遅延回路DLY1～DLYnは、制御部220により遅延時間が制御される。遅延回路DLY1～DLYnは、制御部220の制御に基づいて、増幅された基準信号VRA1～VRAnを遅延することで、所望の位相差（タイミング差）を有する第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnを生成する。即ち、第i（iは1～i＝n-1である整数）の駆動信号VDRiと第i+1の駆動信号VDRi+1との位相差を有する第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnを生成する。

【0090】

ゲインアンプG__AMP1～G__AMPnは、電圧選択回路V__SEL1～V__SELnで置き換えることができる。電圧選択回路V__SEL1～V__SELnは、制御部220の制御に基づいて、複数の電圧のうちの1つを選択電圧として選択する。そして信号生成回路S__GENからの基準信号VRFに同期して、選択電圧を電圧振幅とする信号VRA1～VRAnを出力する。即ち、制御部220は、選択電圧を切り換える制御を行うことで、第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnの電圧振幅を制御することができる。

【0091】

遅延回路DLY1～DLYnは、制御部220の制御に基づいて、電圧選択回路V__SEL1～V__SELnからの選択電圧を電圧振幅とする信号VRA1～VRAnを遅延することで、所望の位相差（タイミング差）を有する第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnを生成する。即ち、第i（iは1～i＝n-1である整数）の駆動信号VDRiと第i+1の駆動信号VDRi+1との位相差を有する第1～第nの駆動信号VDR1～VDRnを生成する。

【0092】

制御部220は、ゲインテーブルが格納されたレジスタ（記憶回路）を有し、このゲインテーブルに基づいてゲインアンプG__AMP1～G__AMPnのゲインを設定することができる。ゲインテーブルは、例えばステアリング角とゲインの関係を示すテーブルであってもよいし、位相差（タイミング差）とゲインの関係を示すテーブルであってもよい。

【0093】

また、電圧選択回路V__SEL1～V__SELnを用いる構成では、ゲインテーブルの代わりに、例えばステアリング角と選択電圧の関係を示すテーブルであってもよいし、位相差（タイミング差）と選択電圧の関係を示すテーブルであってもよい。

【0094】

図11に、送信回路210の構成例及び駆動装置200の第2の構成例における制御の一例を示す。送信回路210は、図10に示した構成と同じであるから、ここでは詳細な説明は省略する。

10

20

30

40

50

【 0 0 9 5 】

制御部 2 2 0 は、コモン電圧モニター回路 2 5 0 のモニター結果に基づいて、第 1 ~ 第 n の駆動信号 $VDR1 \sim VDRn$ の電圧振幅を制御する。具体的には、コモン電極線の電圧 VM の振幅が大きいほど、駆動信号 $VDR1 \sim VDRn$ の電圧振幅を大きくする制御を行う。こうすることで、実効電圧の変化を抑制することができるから、位相走査モードにおいて駆動信号の位相差（タイミング差）の違いによる超音波強度の差を低減することができる。また、正面出射モードと位相走査モードとの超音波強度の差を低減することができる。

【 0 0 9 6 】

図 1 2 (A) ~ 図 1 2 (D) は、制御部 2 2 0 によるゲイン制御の第 1 の例を示す。ここでは、簡単にするために第 1 ~ 第 3 の駆動信号 $VDR1 \sim VDR3$ について説明する。制御部 2 2 0 は、駆動信号の重なり度合いに応じてゲインを 1、2、3 のいずれかに設定する。図 1 2 (A) ~ 図 1 2 (D) では、例として正弦波の駆動信号を示しているが、矩形波であっても同様にゲインを設定することができる。

【 0 0 9 7 】

図 1 2 (A) は、正面出射モードの場合を示し、第 1 ~ 第 3 の駆動信号 $VDR1 \sim VDR3$ の各駆動信号間の位相差は 0 度である。この場合は、駆動信号の重なり度合いが 3 であり、コモン電極線の電圧変動が最も大きくなるから、制御部 2 2 0 はゲインを 3 に設定する。

【 0 0 9 8 】

図 1 2 (B) は、位相走査モードの場合を示す。第 1 ~ 第 3 の駆動信号 $VDR1 \sim VDR3$ の各駆動信号間の位相差は 9 0 度である。この場合は、ステアリング角が小さいため駆動信号の重なり度合いは 1、2、3、2、1 と時間的に変化する。これに対応して制御部 2 2 0 はゲインを 1、2、3、2、1 と時間的に変化させる。即ち、第 1 の駆動信号 $VDR1$ が第 1 のタイミング t_{b1} で出力され、第 3 の駆動信号 $VDR3$ （広義には第 n の駆動信号 $VDRn$ ）が第 3 のタイミング t_{b3} （広義には第 n のタイミング t_{bn} ）で出力される場合に、ゲインアンプ $G_AMP1 \sim G_AMPn$ のゲインは、第 1 のタイミング t_{b1} から、第 1 のタイミング t_{b1} と第 3 のタイミング t_{b3} との中間のタイミング t_{bm} に向かって増加する。そして中間のタイミング t_{bm} から第 3 のタイミング t_{b3} に向かって減少する。こうすることで、第 1 ~ 第 3 の駆動信号 $VDR1 \sim VDR3$ の電圧振幅が、第 1 のタイミング t_{b1} から中間のタイミング t_{bm} に向かって増加し、中間のタイミング t_{bm} から第 3 のタイミング t_{b3} に向かって減少する。

【 0 0 9 9 】

図 1 2 (C) も位相走査モードの場合であるが、ステアリング角は図 1 2 (B) の場合より大きい。第 1 ~ 第 3 の駆動信号 $VDR1 \sim VDR3$ の各駆動信号間の位相差は 1 8 0 度である。この場合には、駆動信号の重なり度合いは 1、2、1 と時間的に変化する。これに対応して制御部 2 2 0 はゲインを 1、2、1 と時間的に変化させる。即ち、第 1 の駆動信号 $VDR1$ が第 1 のタイミング t_{c1} で出力され、第 3 の駆動信号 $VDR3$ （広義には第 n の駆動信号 $VDRn$ ）が第 3 のタイミング t_{c3} （広義には第 n のタイミング t_{cn} ）で出力される場合に、ゲインアンプ $G_AMP1 \sim G_AMPn$ のゲインは、第 1 のタイミング t_{c1} から、第 1 のタイミング t_{c1} と第 3 のタイミング t_{c3} との中間のタイミング t_{cm} に向かって増加する。そして中間のタイミング t_{cm} から第 3 のタイミング t_{c3} に向かって減少する。こうすることで、第 1 ~ 第 3 の駆動信号 $VDR1 \sim VDR3$ の電圧振幅が、第 1 のタイミング t_{c1} から中間のタイミング t_{cm} に向かって増加し、中間のタイミング t_{cm} から第 3 のタイミング t_{c3} に向かって減少する。

【 0 1 0 0 】

図 1 2 (D) も位相走査モードの場合であるが、ステアリング角は図 1 2 (C) の場合よりさらに大きい。第 1 ~ 第 3 の駆動信号 $VDR1 \sim VDR3$ の各駆動信号間の位相差は 3 6 0 度である。この場合には、駆動信号の重なり度合いは 1 であるから、制御部 2 2 0 はゲインを 1 に設定する。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 1 】

図 1 2 (B) と図 1 2 (C) から分かるように、各駆動信号間の位相差が 9 0 度である場合には最大のゲインが 3 であり、各駆動信号間の位相差が 1 8 0 度である場合には最大のゲインが 2 である。従って、送信回路 2 1 0 は、各駆動信号間の位相差が 9 0 度 (広義には第 1 の位相差) である場合に、各駆動信号間の位相差が第 1 の位相差よりも大きい 1 8 0 度 (広義には第 2 の位相差) である場合と比べて、より大きい電圧振幅の駆動信号を出力する。図 1 2 (B) と図 1 2 (D)、及び図 1 2 (C) と図 1 2 (D) についても同様である。

【 0 1 0 2 】

ゲインアンプ $G_AMP\ 1 \sim G_AMP\ n$ の代わりに、電圧選択回路 $V_SEL\ 1 \sim V_SEL\ n$ を用いる構成でも、同様な制御を行うことができる。制御部 2 2 0 は、図 1 2 (A) ~ 図 1 2 (D) に示すゲイン制御の代わりに、例えば第 1、第 2、第 3 の選択電圧のいずれかを選択する制御を行うことができる。このようにすれば、電圧選択回路 $V_SEL\ 1 \sim V_SEL\ n$ の選択電圧は、第 1 のタイミングから、第 1 のタイミングと第 n のタイミングとの中間のタイミングに向かって増加する。そして中間のタイミングから第 n のタイミングに向かって減少する。

【 0 1 0 3 】

図 1 3 (A) ~ 図 1 3 (D) は、制御部 2 2 0 によるゲイン制御の第 2 の例を示す。ここでは、簡単にするために第 1 ~ 第 3 の駆動信号 $VDR\ 1 \sim VDR\ 3$ について説明する。図 1 3 (A) ~ 図 1 3 (D) では、例として正弦波の駆動信号を示しているが、矩形波であっても同様である。

【 0 1 0 4 】

第 2 の例では、制御部 2 2 0 は、駆動信号の重なり度合いだけでなく位相も考慮してゲインを制御することができる。具体的には、3 つの信号が同位相で重なる場合には最大のゲイン 4 に設定し、2 つの信号が同位相で重なる場合にはゲイン 3 に設定し、3 つの信号が重なるがそのうちの 2 つの信号が逆位相である場合にはゲイン 2 に設定し、信号の重なりがない場合にはゲイン 1 に設定し、2 つの逆位相の信号が重なる場合にはゲイン 1 に設定する。こうすることで、逆位相の駆動信号が重なることによる打消しの効果を考慮したゲイン制御を行うことができる。

【 0 1 0 5 】

図 1 3 (A) は、正面出射モードの場合を示す。この場合は、3 つの信号が同位相で重なり、コモン電極線の電圧変動が最も大きくなるから、制御部 2 2 0 はゲインを最大のゲイン 4 に設定する。

【 0 1 0 6 】

図 1 3 (B) は、位相走査モードの場合を示す。この場合は、制御部 2 2 0 はゲインをゲイン 2、ゲイン 3、ゲイン 2、ゲイン 3、ゲイン 2 と時間的に変化させる。

【 0 1 0 7 】

図 1 3 (C) も位相走査モードの場合であるが、ステアリング角は図 1 3 (B) の場合より大きい。この場合には、制御部 2 2 0 はゲインをゲイン 2、ゲイン 1、ゲイン 2 と時間的に変化させる。

【 0 1 0 8 】

図 1 3 (D) も位相走査モードの場合であるが、ステアリング角は図 1 3 (C) の場合よりさらに大きい。この場合には、制御部 2 2 0 はゲインをゲイン 2 に設定する。

【 0 1 0 9 】

なお、ゲインアンプ $G_AMP\ 1 \sim G_AMP\ n$ の代わりに、電圧選択回路 $V_SEL\ 1 \sim V_SEL\ n$ を用いる構成でも、ゲイン制御の代わりに、例えば第 1 ~ 第 4 の選択電圧のいずれかを選択する制御を行うことで、同様な制御を行うことができる。

【 0 1 1 0 】

以上説明したように、本実施形態の駆動装置 2 0 0 によれば、駆動信号の位相差 (時間差) に応じて駆動信号の電圧振幅を制御することができる。こうすることで、位相走査モ

10

20

30

40

50

ードにおいて、ステアリング角に応じた超音波強度の変化を低減し、或いは超音波強度をほぼ一定にすることができる。また、正面出射モードの場合に駆動信号の電圧振幅を大きくすることができるから、正面出射モードの場合と位相走査モードの場合との超音波強度の差を低減することができる。その結果、超音波のビーム方向による強度の変化を低減することができるから、精度の高いエコー画像を得ることなどが可能になる。

【0111】

4. 超音波プローブ及び超音波診断装置

図14に、本実施形態の超音波プローブ300及び超音波診断装置400の基本的な構成例を示す。超音波プローブ300は、超音波デバイス100、駆動装置200及び受信部240を含む。

10

【0112】

受信部（アナログフロントエンド）240は、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）などを行い、検出データ（検出情報）として処理部320に出力する。受信部240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。

【0113】

制御部220は、上述したように送信回路210及びスイッチ回路230の制御を行い、さらに受信部240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220は、例えばFPGA（Field-Programmable Gate Array）で実現することができる。

20

【0114】

なお、制御部220が行う制御の一部は、超音波診断装置400の主制御部310が行ってもよい。

【0115】

超音波診断装置400は、超音波プローブ300、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。

【0116】

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、受信部240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が行う制御の一部は、駆動装置200の制御部220が行ってもよい。

30

【0117】

図15（A）、図15（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15（A）は携帯型の超音波診断装置400を示し、図15（B）は据置型の超音波診断装置400を示す。

40

【0118】

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。

【0119】

図15（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13（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。

【0120】

50

プローブヘッド 301 は、超音波デバイス 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。

【0121】

プローブ本体 302 は、処理装置 201 及びプローブ本体側コネクタ CNb を含む。処理装置 201 は、駆動装置 200 及び受信部 240 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に接続される。

【0122】

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。また駆動装置、超音波プローブ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】

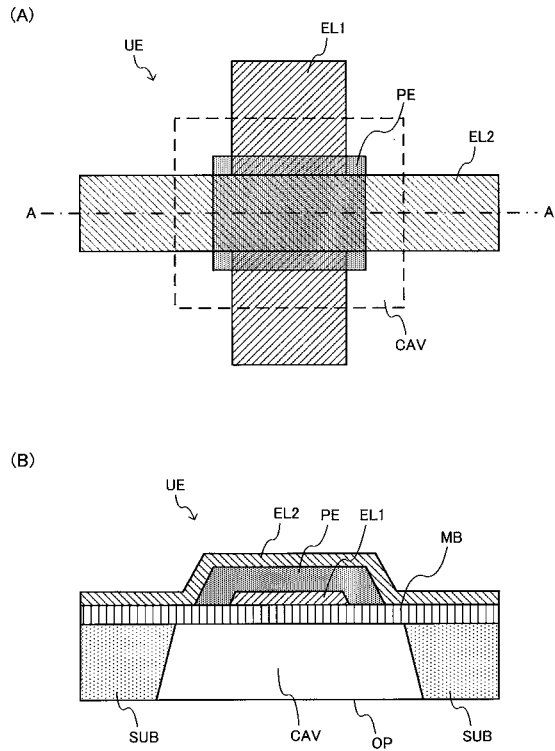
【0123】

100 超音波デバイス、130 接触部材、140 プローブ筐体、
200 駆動装置、201 処理装置、210 送信回路、220 制御部、
230 スイッチ部、240 受信部、250 コモン電圧モニター回路、
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、410 超音波診断装置本体、
UE 超音波素子、DL1～DL12 駆動電極線、
CL1～CL8 コモン電極線、VDR1～VDR12 駆動信号、
VCOM コモン電圧

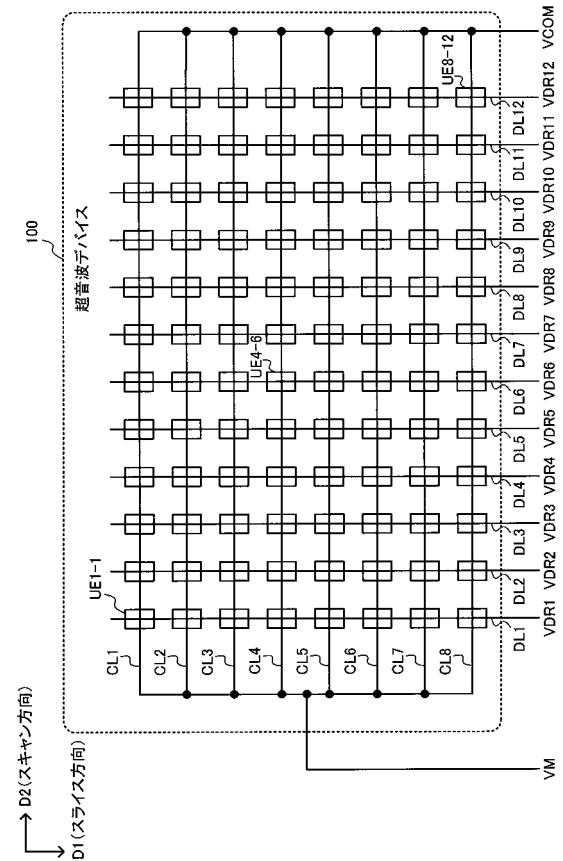
10

20

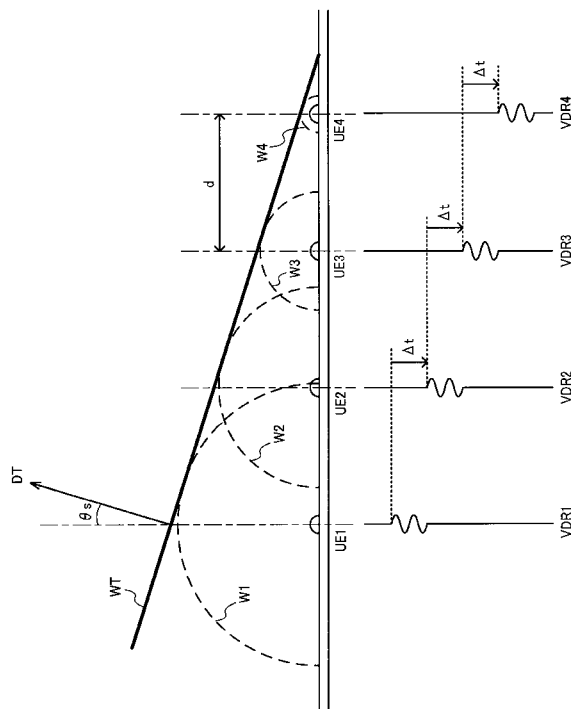
【図 1】



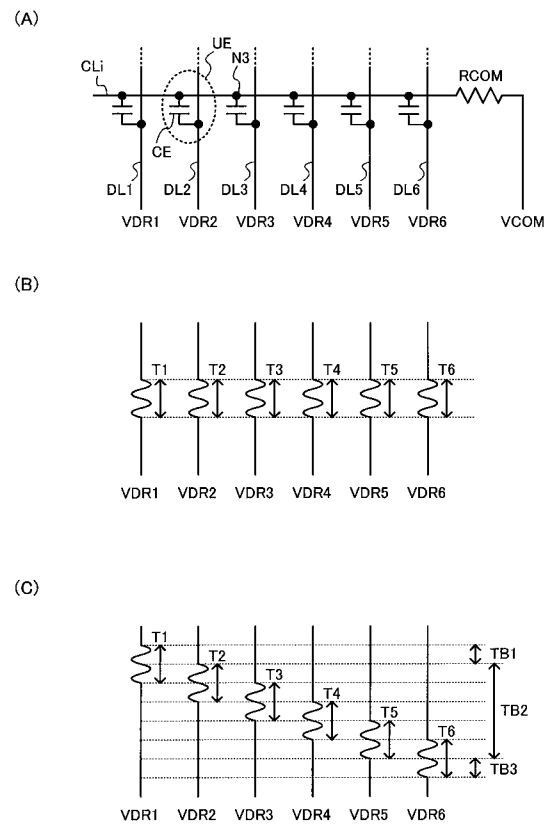
【図 2】



【図 3】

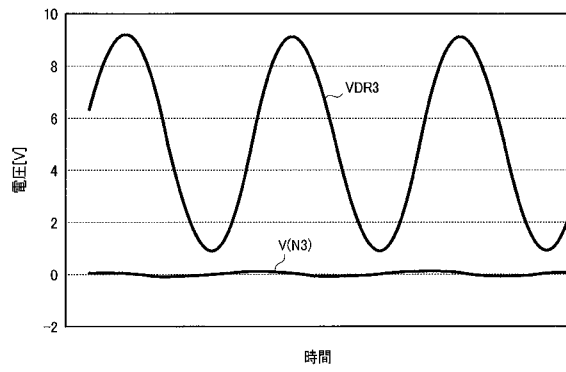


【図 4】

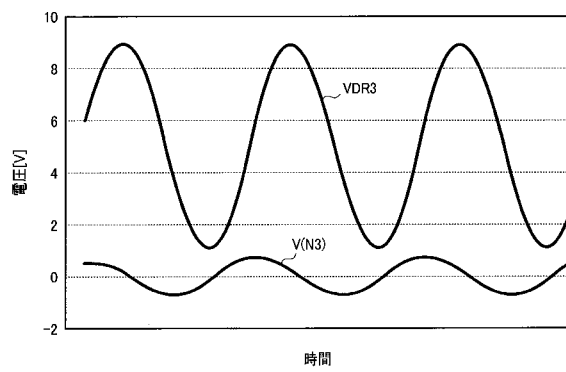


【図 5】

(A)

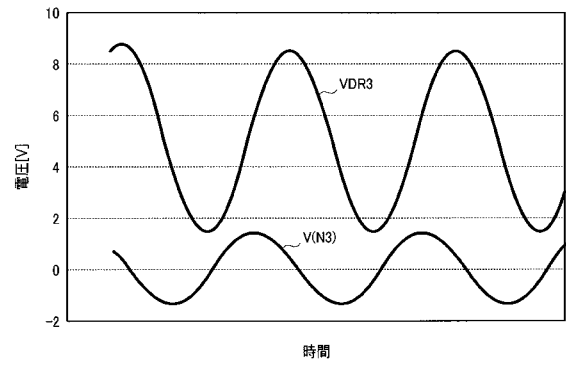


(B)

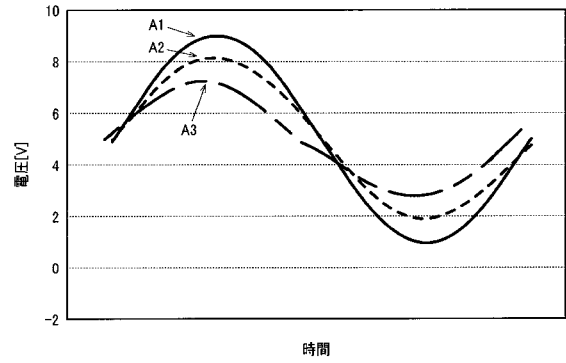


【図 6】

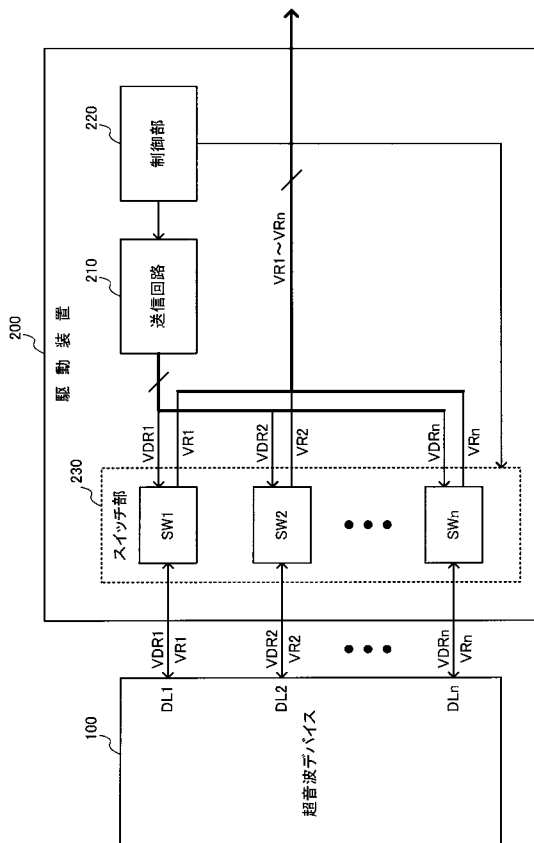
(A)



(B)

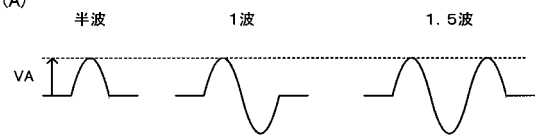


【図 7】

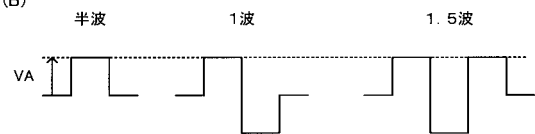


【図 8】

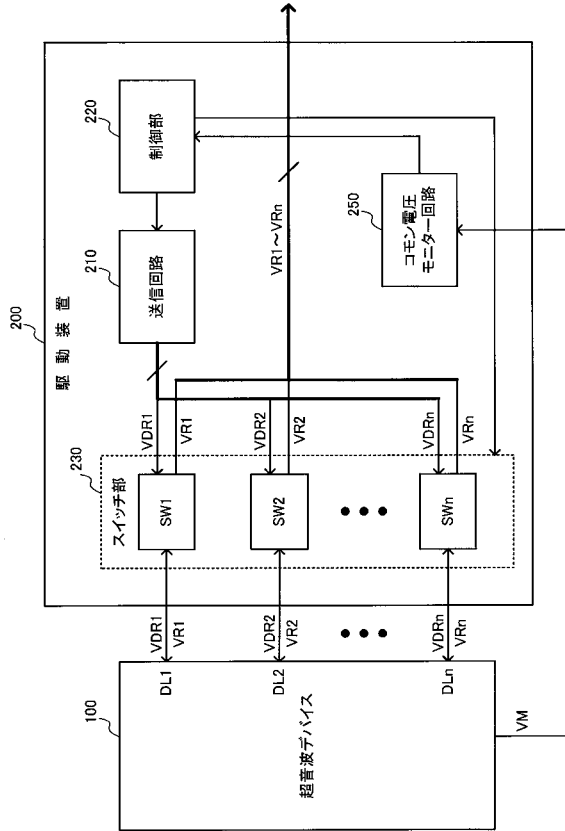
(A)



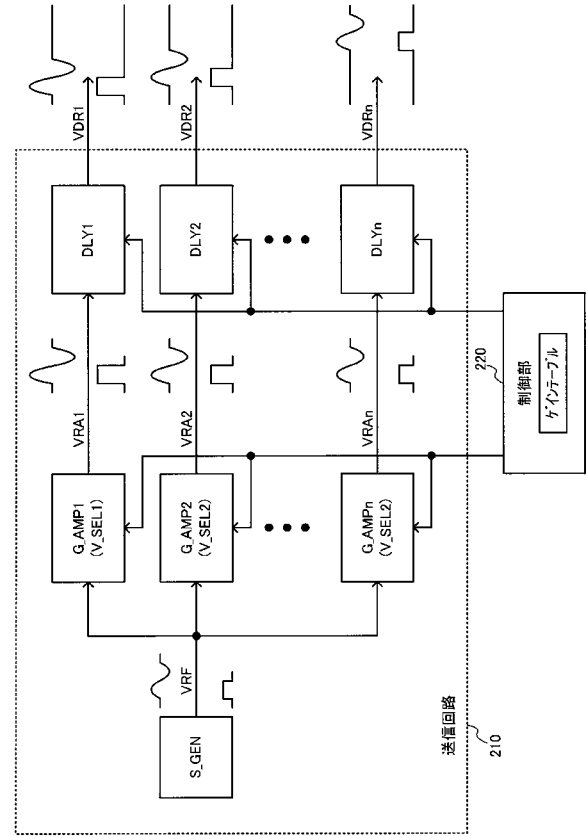
(B)



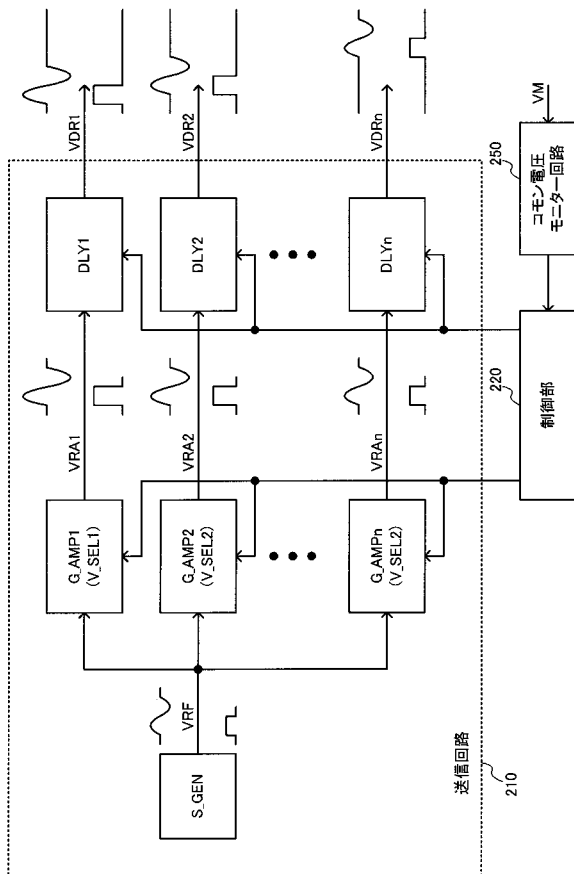
【図 9】



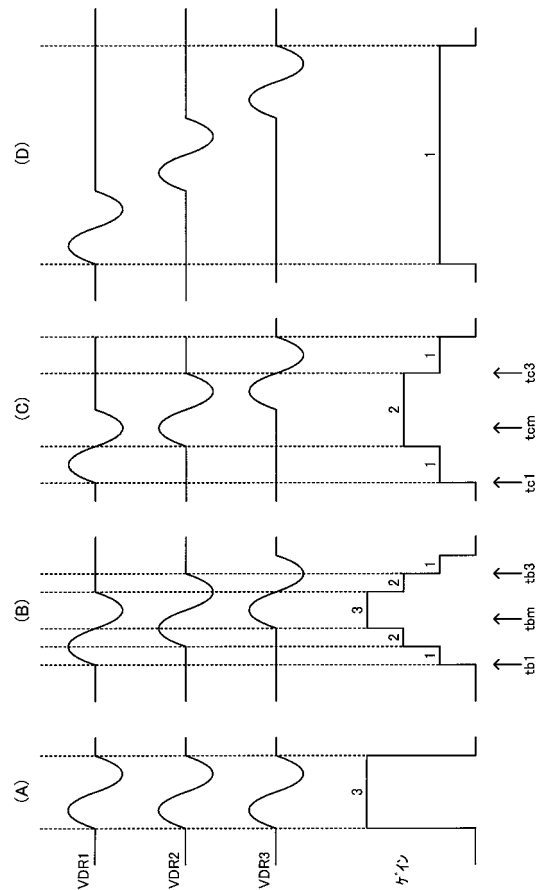
【図 10】



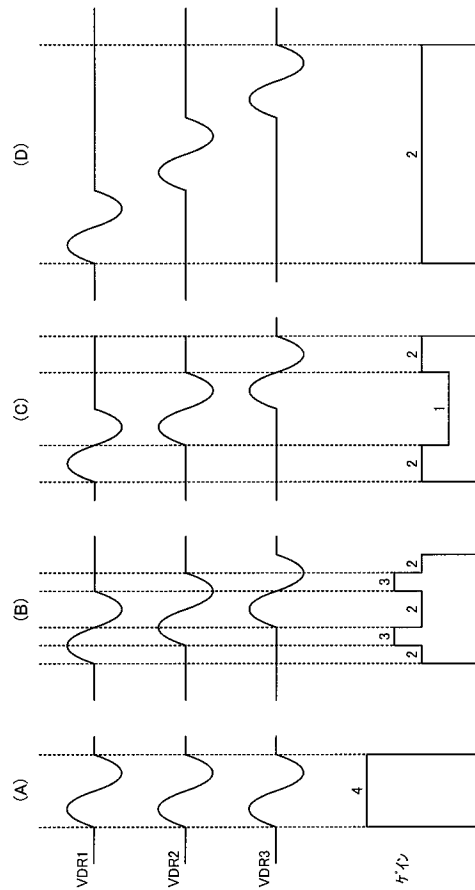
【図 11】



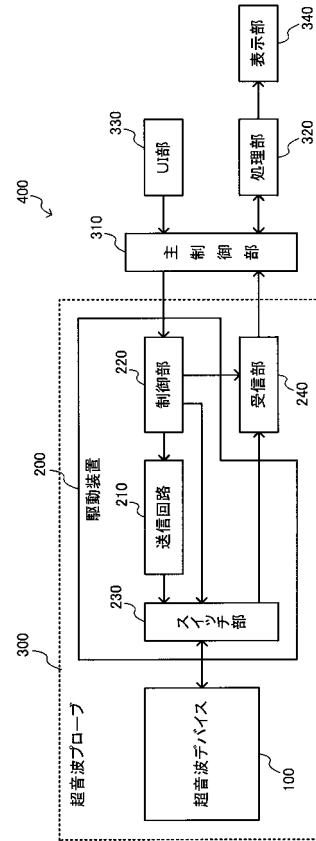
【図 12】



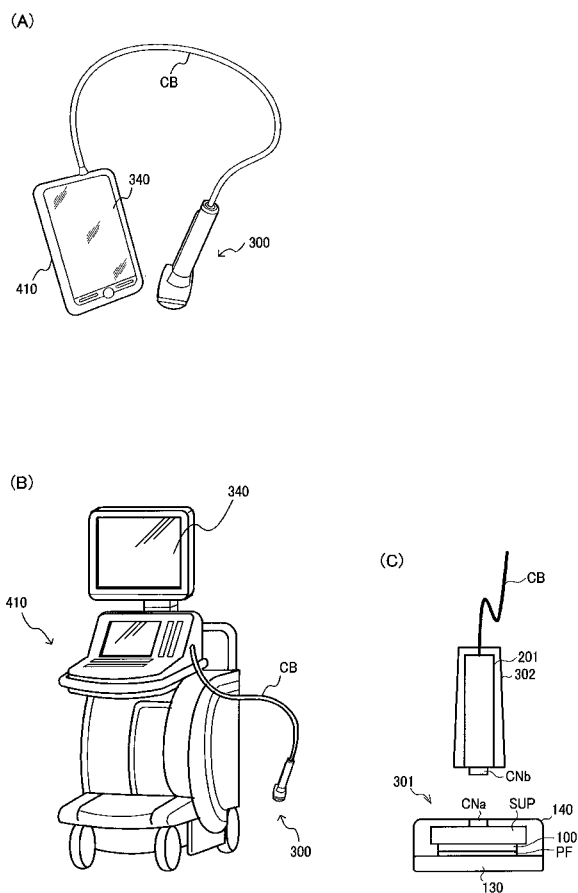
【図 13】



【図 14】



【図 15】



专利名称(译)	驱动装置，超声波探头和超声波诊断装置		
公开(公告)号	JP2013247981A	公开(公告)日	2013-12-12
申请号	JP2012122787	申请日	2012-05-30
[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	G10K11/18 A61B8/4405 A61B8/4411 A61B8/4427 A61B8/4444 A61B8/4483 A61B8/4494 A61B8/461 A61B8/54 B06B1/0629 G01S7/5202 G01S15/8925 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/EE09 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/HH01 4C601/HH05		
代理人(译)	须泽 修 宫坂和彦		
其他公开文献	JP5970704B2 JP2013247981A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题提供能够减少相位扫描期间的超声波强度变化的驱动装置，超声波探头，超声波诊断装置等。 解决方案：驱动装置200是超声波装置100的驱动装置。驱动装置200相对于第一至第n驱动电极线DL1至DLn驱动超声波装置100（n为2或更大的整数）传输电路210用于输出第一至第n驱动信号VDR 1至VDRn，以及控制单元220，用于控制传输电路210。在第i个（i是满足 $1 \leq i \leq n-1$ 的整数）驱动信号VDRi和第（i+1）个驱动信号VDRi+1之间的相位差是第一相位差的情况下，第i驱动信号VDRi与第（i+1）驱动信号VDRi+1之间的相位差是大于第一相位差的第二相位差，第一相位差至第n驱动信号VDR 1至VDRn。 点域7

