

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5970704号
(P5970704)

(45) 発行日 平成28年8月17日 (2016. 8. 17)

(24) 登録日 平成28年7月22日 (2016. 7. 22)

(51) Int.Cl.
A 6 1 B 8/14 (2006.01)

F I
A 6 1 B 8/14

請求項の数 14 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-122787 (P2012-122787)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成24年5月30日 (2012. 5. 30)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-247981 (P2013-247981A)		東京都新宿区新宿四丁目 1 番 6 号
(43) 公開日	平成25年12月12日 (2013. 12. 12)	(74) 代理人	100116665
審査請求日	平成27年5月26日 (2015. 5. 26)		弁理士 渡辺 和昭
		(74) 代理人	100164633
			弁理士 西田 圭介
		(74) 代理人	100179475
			弁理士 仲井 智至
		(74) 代理人	100107261
			弁理士 須澤 修
		(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

最終頁に続く

(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) 【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 の駆動電極線ないし第 n (n は 2 以上の整数) の駆動電極線に対して第 1 の駆動信号ないし第 n の駆動信号を出力する送信回路と、
前記第 1 の駆動信号ないし前記第 n の駆動信号におけるタイミングおよび電圧振幅を制御する制御部とを含み、
前記第 1 の駆動信号ないし前記第 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) の駆動信号と前記第 i 以外の駆動信号とが重なる前記タイミングおよび重なり度合に基づいて、前記制御部が、前記第 i の駆動信号における前記タイミングおよび前記電圧振幅を制御することを特徴とする駆動装置。

【請求項 2】

前記制御部が、前記重なり度合が大きいほど前記第 i の駆動信号における前記電圧振幅を大きく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、
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 の駆動信号ないし前記第 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、
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 の駆動信号ないし前記第
 n の駆動信号を生成することを特徴とする駆動装置。

10

【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、

前記第 1 の駆動信号ないし前記第 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。

20

【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、

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、

30

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 の駆動信号ないし前記第
 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、

40

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 の駆動信号ないし前記第 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】

50

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 の駆動信号ないし前記第 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】

10

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 の駆動信号ないし前記第 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 の駆動信号ないし前記第 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。

20

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれかにおいて、

前記第 1 の駆動信号ないし前記第 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】

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 の駆動電極線ないし第 n (n は 2 以上の整数) の駆動電極線に対して第 1 のパルス信号ないし第 n のパルス信号を出力する送信回路と、

30

前記第 1 のパルス信号ないし前記第 n のパルス信号におけるタイミングおよび電圧振幅を制御する制御部とを含み、

前記制御部が、前記第 1 のパルス信号ないし前記第 n のパルス信号を合成した電圧振幅に基づいて前記第 1 のパルス信号ないし前記第 n のパルス信号の前記タイミングおよび前記電圧振幅を制御することを特徴とする駆動装置。

【請求項 13】

請求項 1 乃至 12 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 14】

請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の駆動装置と、

40

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。

【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

50

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。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開２００６－６１２５２号公報

10

【発明の概要】

【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。

20

【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】

30

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。

【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。

40

【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。

【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。

50

【 0 0 1 2 】

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 3 】

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。

10

【 0 0 1 4 】

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 1 5 】

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てもよい。

20

【 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。

30

【 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。

40

【 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 】

50

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。

【0022】

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。

【0023】

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。

10

【0024】

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。

【0025】

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。

【0026】

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。

20

【0027】

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 $\leq i \leq n-1$ 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駆動装置に係する。

30

【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。

40

【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。

50

【図 7】駆動装置の第 1 の構成例。

【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。

10

【発明を実施するための形態】

【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 U E の基本的な構成例を示す。本実施形態の超音波素子 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。

20

【0034】

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。

【0035】

超音波素子 U E は、基板 S U B にアレイ状に配置された複数の開口 O P の各開口ごとに設けられる。超音波素子 U E は、開口 O P を塞ぐ振動膜 M B と、振動膜 M B 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 M B の上に設けられる下部電極 E L 1 と、下部電極 E L 1 の少なくとも一部を覆うように設けられる圧電体膜 P E と、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上部電極 E L 2 とを有する。

30

【0036】

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。

【0037】

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 ($PbTiO_3$)、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。

40

【0038】

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。

【0039】

振動膜 (メンブレン) M B は、例えば SiO_2 薄膜と ZrO_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

50

させることができる。

【0040】

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。この空洞領域C A Vの開口O Pより超音波が放射される。

【0041】

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

10

【0042】

圧電体膜P Eは、第1の電極と第2の電極との間、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開口O Pから放射される。圧電体膜P E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。

20

【0043】

2. 超音波デバイス

図2に、本実施形態の超音波デバイス100の構成例を示す。本構成例の超音波デバイス100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=12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100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

【0044】

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12列に配置される。

【0045】

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 - 11、U E 4 - 12の12個の超音波素子が配置される。

40

【0046】

第1～第12（広義には第n）の駆動電極線D L 1～D L 12は、第1の方向D 1に沿って配線される。第1～第12の駆動電極線D L 1～D L 12のうちの第j（jは1～12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。

【0047】

超音波を出射する送信期間には、後述する駆動装置200が出力する第1～第12の駆動信号V D R 1～V D R 12が駆動電極線D L 1～D L 12を介して各超音波素子に供給

50

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UEからの受信信号が駆動電極線DL1～DL12を介して出力される。駆動信号VDR1～VDR12の詳細については、後述する。

【0048】

第1～第8（広義には第m）のコモン電極線CL1～CL8は、第2の方向D2に沿って配線される。超音波素子UEが有する第2の電極は、第1～第mのコモン電極線CL1～CLm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CL1～CL8のうちの第i（iは1～8である整数）のコモン電極線CLiは、第i列に配置される各超音波素子UEが有する第2の電極に接続される。

10

【0049】

第1～第8のコモン電極線CL1～CL8には、コモン電圧VCOM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、0V即ちグラウンド電位（接地電位）でなくともよい。

【0050】

例えば図2に示す超音波素子UE1-1については、第1の電極が駆動電極線DL1に接続され、第2の電極が第1のコモン電極線CL1に接続される。また、例えば図2に示す超音波素子UE4-6については、第1の電極が第6の駆動電極線DL6に接続され、第2の電極が第4のコモン電極線CL4に接続される。

【0051】

20

第1～第8（広義には第m）のコモン電極線CL1～CL8の電圧VMをモニターする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。

30

【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。

40

【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

50

の順に所定の時間差 Δt を伴って供給される。

【 0 0 5 6 】

図 3 には、各超音波素子 $U E 1 \sim U E 4$ から放射された超音波の或る時刻における波面 $W 1 \sim W 4$ 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 $W T$ を形成する。この波面 $W T$ の法線方向 $D T$ 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 $D T$ 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。

【 0 0 5 7 】

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 $D L 1 \sim D L 12$ に供給する駆動信号 $V D R 1 \sim V D R 12$ 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 $D 2$ 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 $D 2$ は位相走査のスキャン方向であり、第 1 の方向 $D 1$ はスライス方向である。

【 0 0 5 8 】

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 $C L 1 \sim C L 8$ 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 $U E$ 、駆動電極線 $D L 1 \sim D L 6$ 及び第 i のコモン電極線 $C L i$ について説明する。

【 0 0 5 9 】

図 4 (A) には、超音波素子 $U E$ 及びコモン電極線 $C L i$ の等価回路を示す。超音波素子 $U E$ は、電気的には容量素子（キャパシター） $C E$ とみなすことができる。コモン電極線 $C L i$ は配線抵抗 $R C O M$ を有するから、各超音波素子 $U E$ には抵抗素子 $R C O M$ を介してコモン電圧 $V C O M$ が印加される。コモン電極線 $C L i$ は、超音波素子 $U E$ が持つ容量 $C E$ を介して駆動電極線 $D L 1 \sim D L 6$ に接続されるから、駆動電極線 $D L 1 \sim D L 6$ に入力される駆動信号 $V D R 1 \sim V D R 6$ によって、コモン電極線 $C L i$ の電位が変化する。

【 0 0 6 0 】

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 $V D R 1 \sim V D R 6$ 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 $V D R 1 \sim V D R 6$ が第 1 ～第 6 の期間 $T 1 \sim T 6$ において入力され、第 1 ～第 6 の期間 $T 1 \sim T 6$ の重なり度合は 6 である。

【 0 0 6 1 】

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 $V D R 1 \sim V D R 6$ 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 $T B 1$ 、 $T B 3$ では同時に駆動される超音波素子は 1 個であるが、期間 $T B 2$ 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 $V D R 1 \sim V D R 6$ が第 1 ～第 6 の期間 $T 1 \sim T 6$ において入力され、期間 $T B 1$ 、 $T B 3$ では重なり度合は 1 であり、期間 $T B 2$ では重なり度合は 2 である。

【 0 0 6 2 】

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。

【 0 0 6 3 】

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

10

20

30

40

50

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。

【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) $\theta 1$ の場合を示し、図5(B)には第2のステアリング角 $\theta 2$ ($< \theta 1$) 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。

【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 $\theta 1$ 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 $\theta 2$ ($< \theta 1$) の場合には、A2に示すように実効電圧の振幅が $\theta 1$ 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。

【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。

【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。

【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 $VDR_1 \sim VDR_n$ 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。

【0073】

スイッチ部 230 は、スイッチ回路 $SW_1 \sim SW_n$ を含み、駆動信号と受信信号との切り換えを行う。例えば SW_1 は、送信期間には送信回路 210 からの駆動信号 VDR_1 を超音波デバイス 100 の駆動電極線 DL_1 に対して出力し、受信期間には駆動電極線 DL_1 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 $VDR_1 \sim VDR_n$ のうちの第 i （ i は $1 \leq i \leq n-1$ である整数）の駆動信号 VDR_i と第 $i+1$ の駆動信号 VDR_{i+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 VDR_i と前記第 $i+1$ の駆動信号 VDR_{i+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 $VDR_1 \sim VDR_n$ を出力する。

【0075】

こうすることで、 VDR_i と VDR_{i+1} との位相差が小さいほど、駆動信号 $VDR_1 \sim VDR_n$ 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】

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 $VDR_1 \sim VDR_n$ 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 $VDR_1 \sim VDR_n$ 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 $VDR_1 \sim VDR_n$ 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 $1 \leq i \leq n-1$ 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。

【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。 V_A は各信号の電圧振幅を示す。

【0079】

このように駆動信号 $VDR_1 \sim VDR_n$ 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。

【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。

【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。

10

【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 ~ 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 ~ VDRn の電圧振幅を制御する。

20

【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 SGEN、ゲインアンプ GAMP1 ~ GAMPn（又は電圧選択回路 VSEL1 ~ VSELn）、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 SGEN 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。

30

【0088】

ゲインアンプ GAMP1 ~ GAMPn は、制御部 220 によりゲインが制御される。ゲインアンプ GAMP1 ~ GAMPn 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 GAMP1 ~ GAMPn 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 ~ 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。

40

【0090】

ゲインアンプ GAMP1 ~ GAMPn は、電圧選択回路 VSEL1 ~ VSELn で置き換えることができる。電圧選択回路 VSEL1 ~ VSELn 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 SGEN 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。

50

【 0 0 9 1 】

遅延回路 D L Y 1 ~ D L Y n は、制御部 2 2 0 の制御に基づいて、電圧選択回路 V _ S E L 1 ~ V _ S E L n からの選択電圧を電圧振幅とする信号 V R A 1 ~ V R A n 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 V D R 1 ~ V D R n 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 V D R i と第 i + 1 の駆動信号 V D R i + 1 との位相差を有する第 1 ~ 第 n の駆動信号 V D R 1 ~ V D R n を生成する。

【 0 0 9 2 】

制御部 2 2 0 は、ゲインテーブルが格納されたレジスター（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 _ A M P 1 ~ G _ A M P n 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。

10

【 0 0 9 3 】

また、電圧選択回路 V _ S E L 1 ~ V _ S E L n 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。

【 0 0 9 4 】

図 1 1 に、送信回路 2 1 0 の構成例及び駆動装置 2 0 0 の第 2 の構成例における制御の一例を示す。送信回路 2 1 0 は、図 1 0 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。

20

【 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 V D R 1 ~ V D R n の電圧振幅を制御する。具体的には、コモン電極線の電圧 V M の振幅が大きいくほど、駆動信号 V D R 1 ~ V D R n 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 】

30

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 V D R 1 ~ V D R 3 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 V D R 1 ~ V D R 3 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。

40

【 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 V D R 1 ~ V D R 3 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 V D R 1 が第 1 のタイミング t b 1 で出力され、第 3 の駆動信号 V D R 3 （広義には第 n の駆動信号 V D R n ）が第 3 のタイミング t b 3 （広義には第 n のタイミング t b n ）で出力される場合に、ゲインアンプ G _ A M P 1 ~ G _ A M P n のゲインは、第 1 のタイミング t b 1 から、第 1 のタイミング t b 1 と第 3 のタイミング t b 3 との中間のタイミング t b m に向かって増加する。そして中間のタイミング t b m から第 3 のタイミング t b 3

50

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～VDR3の電圧振幅が、第1のタイミングtb1から中間のタイミングtbmに向かって増加し、中間のタイミングtbmから第3のタイミングtb3に向かって減少する。

【0099】

図12(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12(B)の場合より大きい。第1～第3の駆動信号VDR1～VDR3の各駆動信号間の位相差は180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220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tc1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tc3(広義には第nのタイミングtcn)で出力される場合に、ゲインアンプGAMP1～GAMPnのゲインは、第1のタイミングtc1から、第1のタイミングtc1と第3のタイミングtc3との中間のタイミングtcmに向かって増加する。そして中間のタイミングtcmから第3のタイミングtc3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～VDR3の電圧振幅が、第1のタイミングtc1から中間のタイミングtcmに向かって増加し、中間のタイミングtcmから第3のタイミングtc3に向かって減少する。

【0100】

図12(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12(C)の場合よりさらに大きい。第1～第3の駆動信号VDR1～VDR3の各駆動信号間の位相差は360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220はゲインを1に設定する。

【0101】

図12(B)と図12(C)から分かるように、各駆動信号間の位相差が90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180度である場合では最大のゲインが2である。従って、送信回路210は、各駆動信号間の位相差が90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180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12(B)と図12(D)、及び図12(C)と図12(D)についても同様である。

【0102】

ゲインアンプGAMP1～GAMPnの代わりに、電圧選択回路VSEL1～VSELn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220は、図12(A)～図12(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VSEL1～VSELn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。

【0103】

図13(A)～図13(D)は、制御部220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VDR1～VDR3について説明する。図13(A)～図13(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。

【0104】

第2の例では、制御部220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2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。

10

【 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 __ A M P 1 ~ G __ A M P n の代わりに、電圧選択回路 V __ S E L 1 ~ V __ S E L 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。

20

【 0 1 1 1 】

4 . 超音波プローブ及び超音波診断装置

図 1 4 に、本実施形態の超音波プローブ 3 0 0 及び超音波診断装置 4 0 0 の基本的な構成例を示す。超音波プローブ 3 0 0 は、超音波デバイス 1 0 0、駆動装置 2 0 0 及び受信部 2 4 0 を含む。

30

【 0 1 1 2 】

受信部（アナログフロントエンド）2 4 0 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 3 2 0 に出力する。受信部 2 4 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。

【 0 1 1 3 】

制御部 2 2 0 は、上述したように送信回路 2 1 0 及びスイッチ部 2 3 0 の制御を行い、さらに受信部 2 4 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 2 0 は、例えば F P G A（Field-Programmable Gate Array）で実現することができる。

40

【 0 1 1 4 】

なお、制御部 2 2 0 が行う制御の一部は、超音波診断装置 4 0 0 の主制御部 3 1 0 が行ってもよい。

【 0 1 1 5 】

超音波診断装置 4 0 0 は、超音波プローブ 3 0 0、主制御部 3 1 0、処理部 3 2 0、U I（ユーザーインターフェース）部 3 3 0、表示部 3 4 0 を含む。

【 0 1 1 6 】

主制御部 3 1 0 は、超音波プローブ 3 0 0 に対して超音波の送受信制御を行い、処理部 3 2 0 に対して検出データの画像処理等の制御を行う。処理部 3 2 0 は、受信部 2 4 0 か

50

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。

【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。

10

【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】

20

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】

30

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。

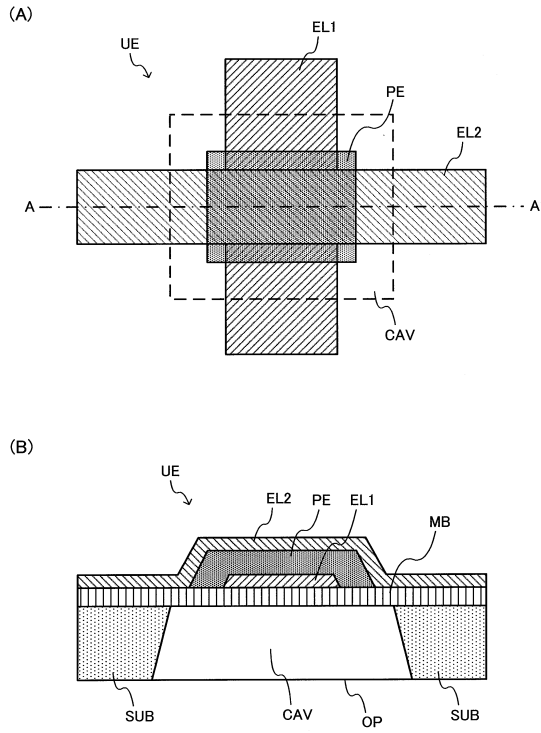
【符号の説明】

【0123】

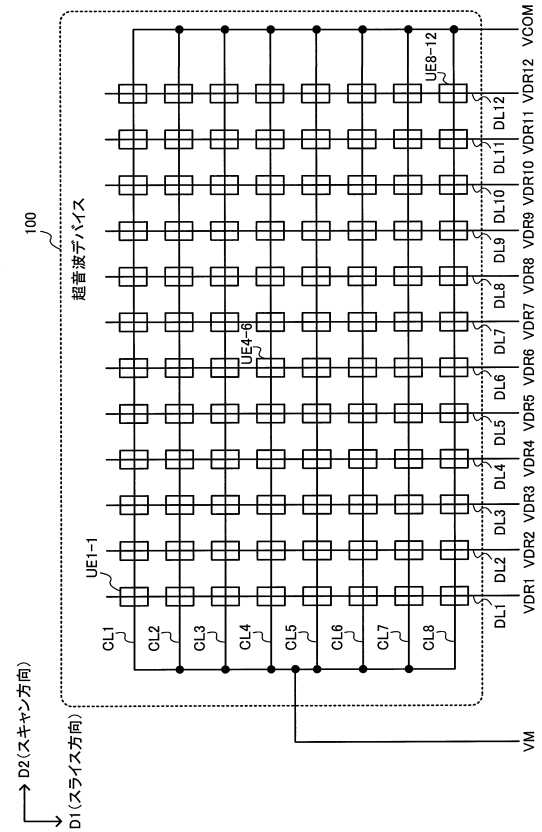
100 超音波デバイス、130 接触部材、140 プローブ筐体、
200 駆動装置、201 処理装置、210 送信回路、220 制御部、
230 スイッチ部、240 受信部、250 コモン電圧モニター回路、
300 超音波プローブ、301 プローブヘッド、302 プローブ本体、
310 主制御部、320 処理部、330 UI部、
340 表示部、400 超音波診断装置、410 超音波診断装置本体、
UE 超音波素子、DL1～DL12 駆動電極線、
CL1～CL8 コモン電極線、VDR1～VDR12 駆動信号、
VCOM コモン電圧

40

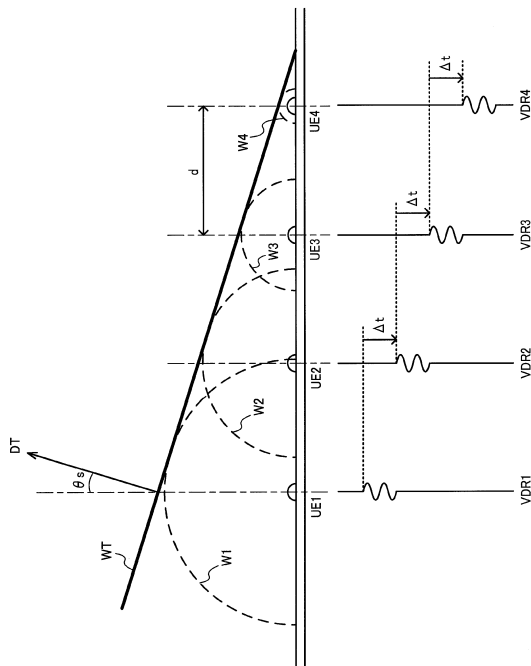
【図 1】



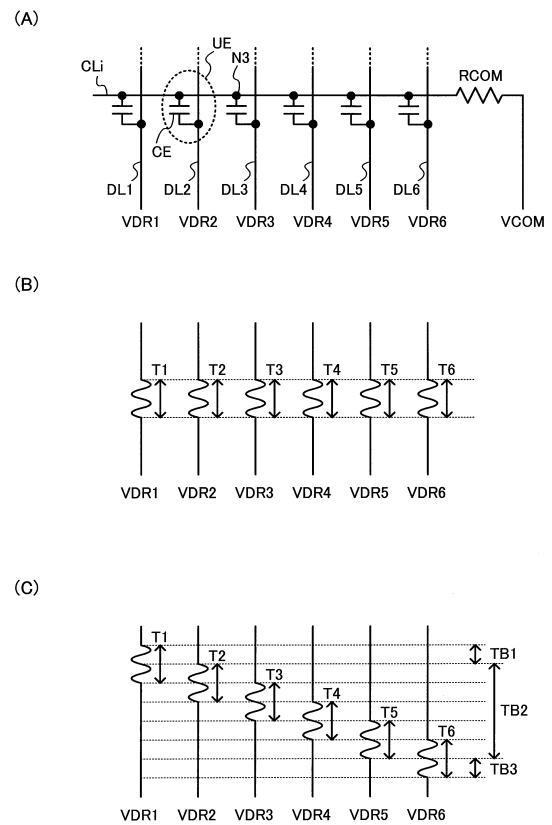
【図 2】



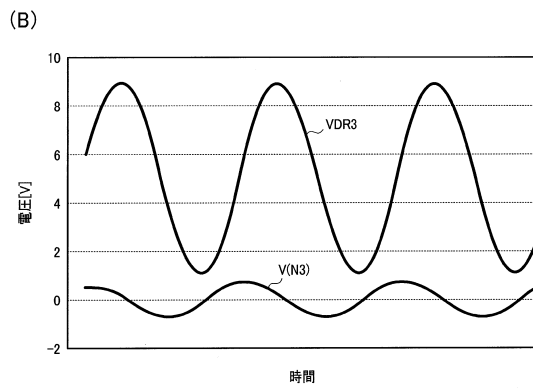
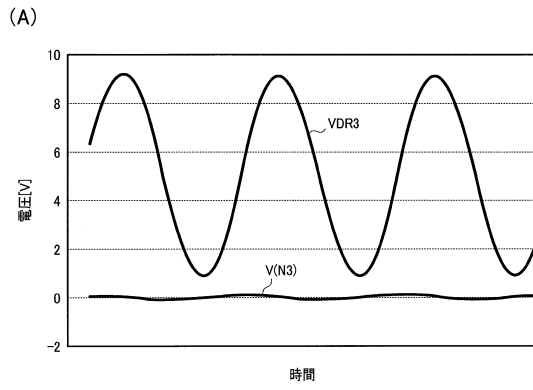
【図 3】



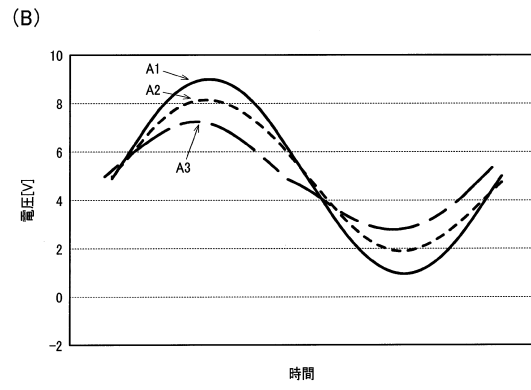
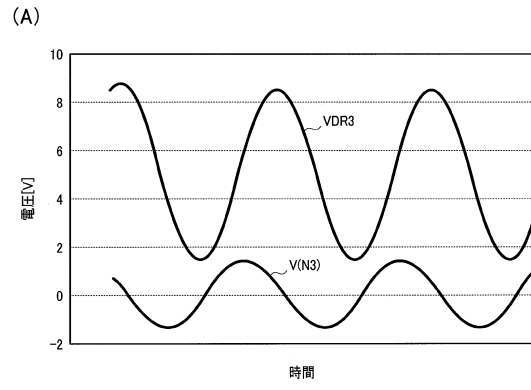
【図 4】



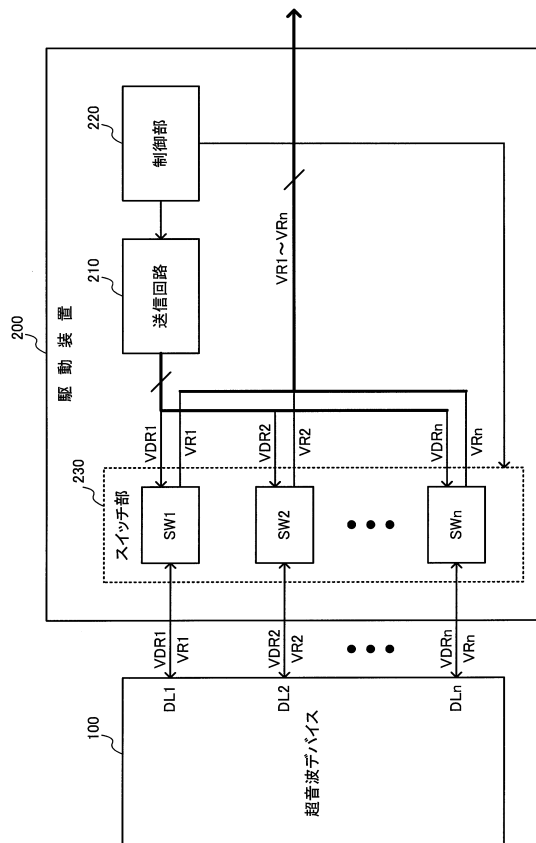
【図 5】



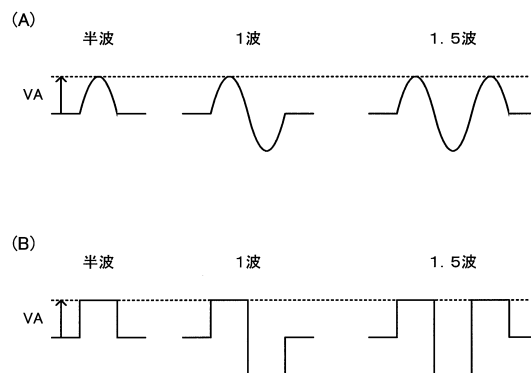
【図 6】



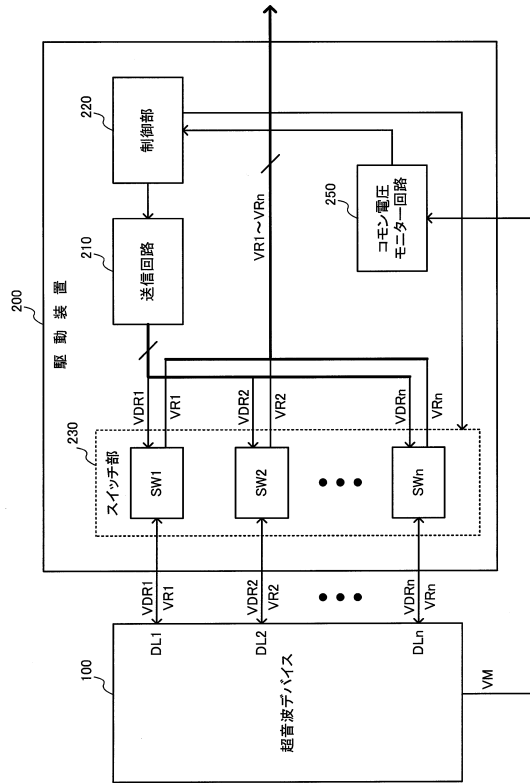
【図 7】



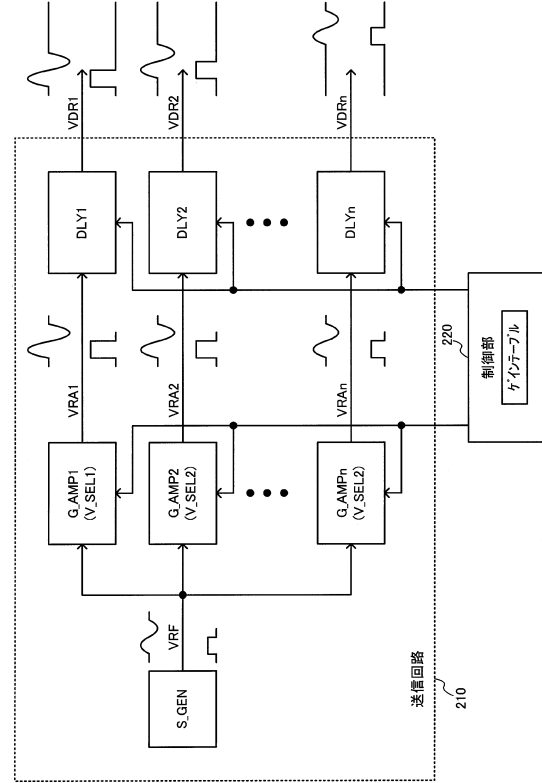
【図 8】



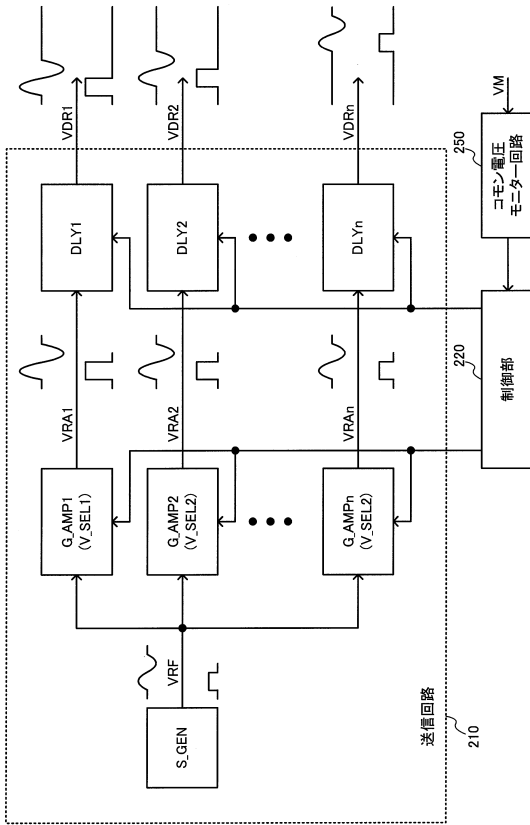
【図 9】



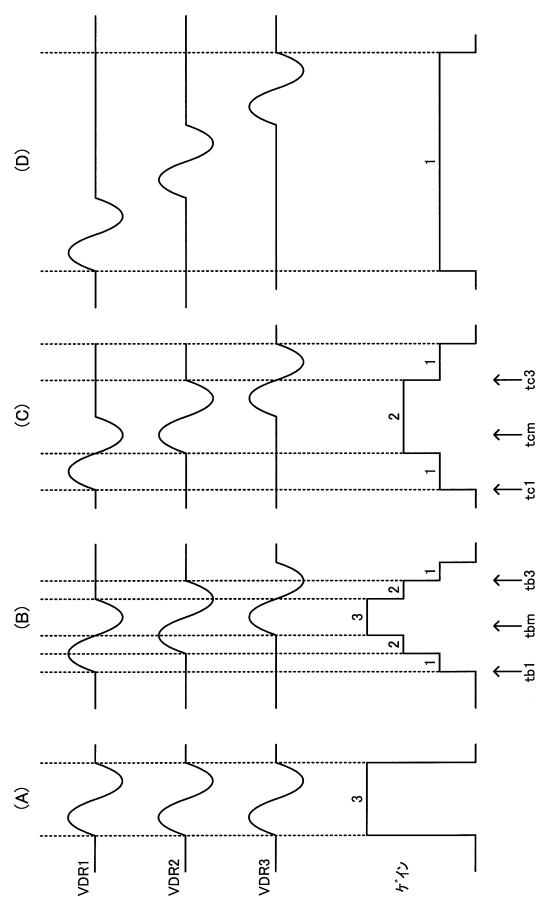
【図 10】



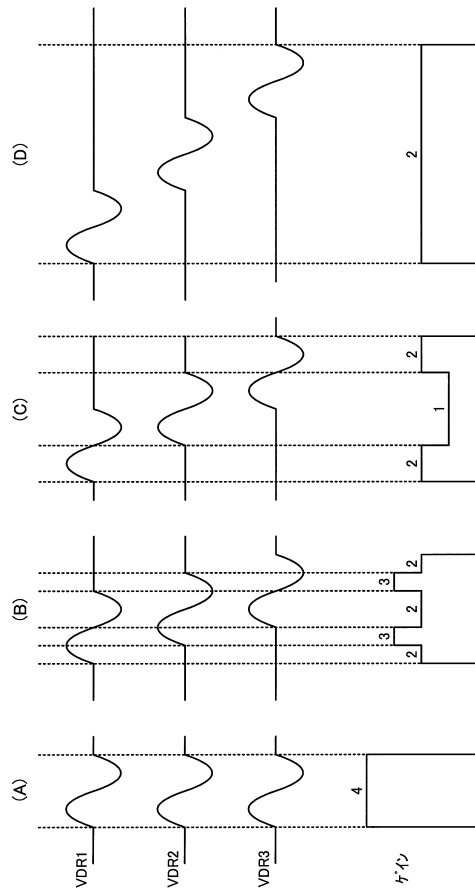
【図 11】



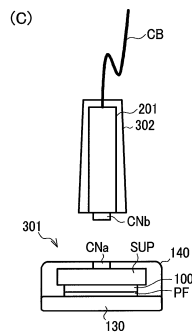
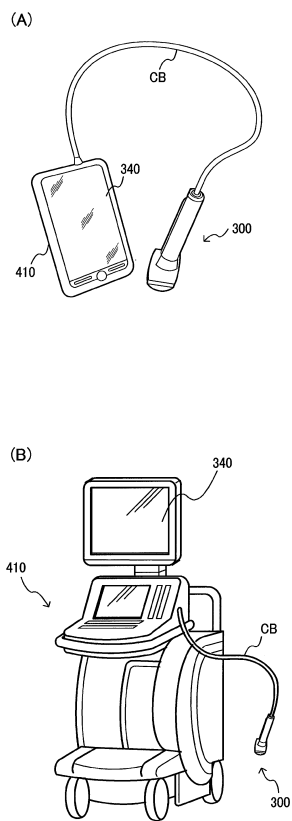
【図 12】



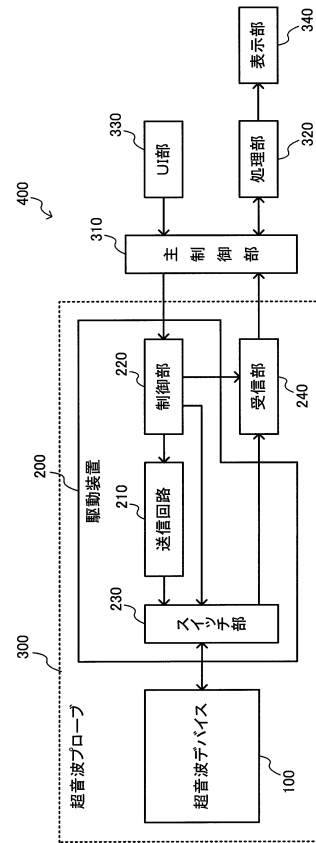
【図 13】



【図 15】



【図 14】



フロントページの続き

審査官 右▲高▼ 孝幸

(56)参考文献 特開昭59-101141(JP,A)
特開2005-253699(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/14

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	JP5970704B2	公开(公告)日	2016-08-17
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		
当前申请(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	A61B8/14		
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	A61B8/14 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/EE04 4C601/EE09 4C601/GB06 4C601/GB19 4C601/HH01 4C601/HH05		
代理人(译)	渡边和明 西田圭介 仲井 智至 须泽 修		
其他公开文献	JP2013247981A JP2013247981A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种用于超声波装置的驱动装置，包括：传输电路，用于将第一至第n（其中n是整数2或更大）的驱动信号输出到属于超声波装置的第一至第n驱动电极线，以及控制单元，用于控制传输电路。在第i个（其中i是整数1 @ i @ n-1）驱动信号和第i+1个驱动信号之间的相位差是第一相位差的情况下，发送电路输出第一个相位差。第n驱动信号的电压幅度大于第i驱动信号和第i+1驱动信号之间的相位差大于第一相位差的第二相位差的情况。

图 3】

