

(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2017-159030
(P2017-159030A)

(43) 公開日 平成29年9月14日 (2017.9.14)

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

F 1
A 6 1 B 8/14

テーマコード (参考)
4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2017-23972 (P2017-23972)	(71) 出願人	594164542 東芝メディカルシステムズ株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
(22) 出願日	平成29年2月13日 (2017.2.13)	(74) 代理人	110001380 特許業務法人東京国際特許事務所
(31) 優先権主張番号	特願2016-40906 (P2016-40906)	(72) 発明者	永井 岳年 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 メディカルシステムズ株式会社内
(32) 優先日	平成28年3月3日 (2016.3.3)	(72) 発明者	高橋 恭弘 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 メディカルシステムズ株式会社内
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	玉野 友揮 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 メディカルシステムズ株式会社内
		Fターム (参考)	4C601 EE02 EE15 EE22 HH12

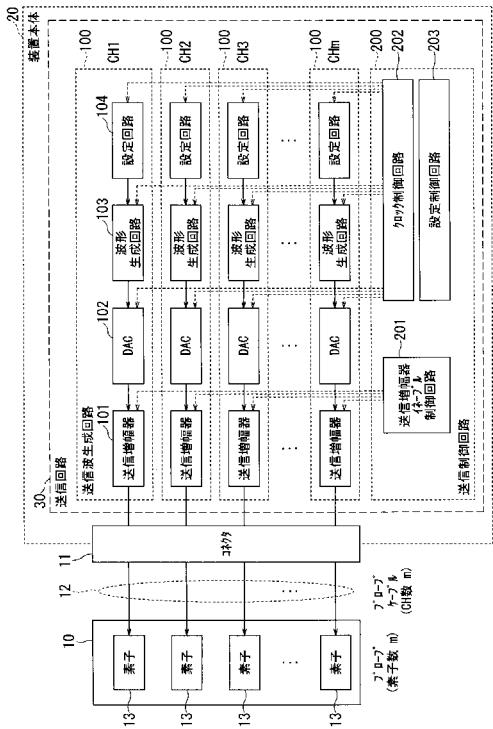
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】送信回路の消費電力や、送信回路から発生するノイズを低減することができる超音波診断装置を提供する。

【解決手段】一実施形態の超音波診断装置は、超音波プローブが有する複数の振動素子に対して、複数のチャネルを介して前記振動素子を駆動するための送信波を供給する複数の送信波生成回路と、前記複数のチャネル毎に、前記送信波生成回路の夫々を、独立かつ動的に異なるタイミングで制御する送信制御回路と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波プローブが有する複数の振動素子に対して、複数のチャネルを介して前記振動素子を駆動するための送信波を供給する複数の送信波生成回路と、

前記複数のチャネル毎に、前記送信波生成回路の夫々を、独立かつ動的に異なるタイミングで制御する送信制御回路と、
を備える超音波診断装置。

【請求項 2】

前記複数の送信波生成回路の夫々は、送信ビームの方向及びフォーカス位置に応じて、夫々異なる遅延時間で前記送信波を生成し、

前記送信制御回路は、前記異なる遅延時間に適応して前記送信波を生成するように、前記複数のチャネル毎に、前記送信波生成回路の夫々を、独立かつ動的に異なるタイミングで制御する、

請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記複数の送信波生成回路は、前記送信波を増幅する送信増幅器を夫々具備し、

前記送信制御回路は、前記異なる遅延時間に適応して、各送信増幅器のイネーブル期間を独立かつ動的に異なるタイミングで制御する、

請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記送信波は、所定のパルス長を有する送信パルスであり、

前記送信制御回路は、前記異なる遅延時間を有する前記送信パルスの夫々に対して、前記送信増幅器のイネーブル期間の開始タイミングを前記送信パルスの夫々の前端の直前に設定し、前記送信増幅器のイネーブル期間の終了タイミングを前記送信パルスの夫々の後端の直後に設定するように、前記送信増幅器のイネーブル期間を制御する、

請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記複数の送信波生成回路は、前記送信増幅器に入力するアナログ波形をデジタル信号から生成するデジタルアナログ変換器を夫々具備し、

前記送信制御回路は、前記異なる遅延時間に適応して、各デジタルアナログ変換器のイネーブル期間を独立かつ動的に異なるタイミングで制御する、

請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記送信波は、所定のパルス長を有する送信パルスであり、

前記送信制御回路は、前記異なる遅延時間を有する前記送信パルスの夫々に対して、前記デジタルアナログ変換器のイネーブル期間の開始タイミングを前記送信パルスの夫々の前端の直前に設定し、前記デジタルアナログ変換器のイネーブル期間の終了タイミングを前記送信パルスの夫々の後端の直後に設定するように、前記デジタルアナログ変換器のイネーブル期間を制御する、

請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記送信制御回路は、前記送信波を生成するための波形生成用クロックを、前記異なる遅延時間に適応して、複数の前記送信波生成回路の夫々に独立かつ動的に異なるタイミングで供給する、

請求項 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

超音波プローブが有する複数の振動素子に対して、複数のチャネルを介して前記振動素子を駆動するための送信波を供給する複数の送信波生成回路と、

前記送信波を生成するためのデータであって、少なくともチャネル毎の遅延時間を含むデータを、前記送信波生成回路に設定するための設定用クロックと共に、前記複数のチャネ

10

20

30

40

50

ルをグループ化したブロック毎に独立したタイミングで、前記送信波生成回路の夫々に供給する送信制御回路と、
を備える超音波診断装置。

【請求項 9】

前記送信制御回路は、前記データ及び前記設定用クロックを、受信期間と送信期間との間に設けられるブランク期間に、前記データ及び前記設定用クロックを前記送信波生成回路の夫々に供給する、

請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記複数の送信波生成回路は、所定数のブロックに分割されて回路基板に配置され、

前記送信制御回路は、前記設定用クロックの位相を、前記ブロック毎に異なる位相に設定して、前記送信波生成回路に供給する、

請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記所定数のブロックのうち互いに隣接しないブロックの集まりを 2 つのグループに分類し、一方のグループを第 1 のブロックグループとし、他方のグループを第 2 のブロックグループとすると、

前記送信制御回路は、前記設定用クロックの位相が、前記第 1 のブロックグループと前記第 2 のブロックグループとの間で、互いに 180 度異なるように、前記設定用クロックを前記送信波生成回路に供給する、

請求項 10 に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波プローブに内蔵された振動素子から発生する超音波パルスや超音波連続波を被検体内に放射し、被検体組織の音響インピーダンスの差異によって生じる超音波反射を振動素子により電気信号に変換して、被検体内の情報を非侵襲的に収集する装置である。超音波診断装置を用いた医療検査は、超音波プローブを体表に接触させる操作によって、各種の動画データやリアルタイム画像データを容易に収集することができるため、臓器の形態診断や機能診断に広く用いられている。

【0003】

超音波プローブに内蔵される振動素子の数は、超音波プローブの種類にも因るが、増加傾向にある。また、近時、3次元画像データを収集するために、振動素子を2次元に配列した2次元アレイプローブが開発されている。2次元アレイプローブは、振動素子を1次元に配列した1次元アレイプローブに比べると、より多くの数の振動素子を有する。

【0004】

超音波プローブの振動素子の数が増加すると、各振動素子に送信波を供給する送信回路の規模が大きくなり、送信回路の消費電力も増大する。また、送信回路では、送信波を生成するための制御信号やクロック信号を用いているが、これらの信号を分配する回路の規模も大きくなるため、制御信号やクロック信号に起因するノイズの量も多くなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2015 - 128532 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

10

20

30

40

50

本発明が解決しようとする課題は、送信回路の消費電力や、送信回路から発生するノイズを低減することができる超音波診断装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

一実施形態の超音波診断装置は、超音波プローブが有する複数の振動素子に対して、複数のチャンネルを介して前記振動素子を駆動するための送信波を供給する複数の送信波生成回路と、前記複数のチャンネル毎に、前記送信波生成回路の夫々を、独立かつ動的に異なるタイミングで制御する送信制御回路と、を備える。

【図面の簡単な説明】

【０００８】

10

【図１】第１の実施形態に係る超音波診断装置の構成例を示す図。

【図２】第１の実施形態に係る超音波診断装置の送信回路の細部構成例を示す図。

【図３】送信波生成回路から出力される各送信波のタイミング関係を模式的に示す図

【図４】送信増幅器とＤＡＣのイネーブル期間を異なる遅延時間に適応させて、チャンネル毎に独立かつ動的に異なるタイミングで制御している例を示すタイミングチャート。

【図５】波形生成用クロックの配信期間を異なる遅延時間に適応させて、チャンネル毎に独立かつ動的に異なるタイミングで制御している例を示すタイミングチャート。

【図６】従来の送信回路の構成例を示す図。

【図７】従来の送信回路における送信増幅器とＤＡＣのイネーブル期間のタイミングを示すタイミングチャート。

20

【図８】実施形態の送信回路の消費電力と、従来の送信回路の消費電力との差異を概念的に説明する図。

【図９】第２の実施形態の送信回路の細部構成例を示す図。

【図１０】実施形態のブロックの概念を説明する図である。

【図１１】第２の実施形態におけるデータ設定のタイミングの概念を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【０００９】

以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【００１０】

30

（第１の実施形態）

（全体構成）

図１は、第１の実施形態の超音波診断装置１の構成例を示すブロック図である。超音波診断装置１は、超音波プローブ１０と装置本体２０を有する。

【００１１】

超音波プローブ１０は、複数の振動素子１３（図２参照）を有している。振動素子１３は、装置本体２０から出力される電気信号としての送信波を超音波の送信波に変換して、被検体に印加する。また、振動素子１３は、被検体から反射されてくる超音波信号を電気信号としての受信信号に変換して、装置本体２０に送出する。超音波プローブ１０は、プローブケーブル１１とコネクタ１２によって、装置本体２０に着脱可能となっている。

【００１２】

40

実施形態の超音波プローブ１０は、複数の振動素子１３が直線状に配列される１次元アレイプローブでもよいし、複数の振動素子１３が面状に配列される２次元アレイプローブでもよい。

【００１３】

装置本体２０は、送信回路３０、送信電源４０、スキャン制御回路５０、受信回路６０、信号／画像処理回路７０、ホストプロセッサ８０、入力デバイス８２、ディスプレイ８４、及びメモリ回路８６を有する。

【００１４】

送信回路３０は、送信波を生成し、所定の電圧に増幅した後、超音波プローブ１０の各振動素子１３に増幅された送信波を供給する。送信回路３０の、詳細な構成及び動作につ

50

いては後述する。

【 0 0 1 5 】

送信電源 4 0 は、送信波を生成するための電源を送信回路 3 0 に供給する。スキャン制御回路 5 0 は、被検体の体内の所定範囲をスキャンするために、送信及び受信に関する超音波ビームの走査方向や焦点位置等の情報を、送信回路 3 0、受信回路 6 0、及び信号 / 画像処理回路 7 0 に出力する。

【 0 0 1 6 】

受信回路 6 0 は、プリアンプ、アナログデジタル変換器、受信遅延回路、及び加算器を内蔵する。プリアンプは、超音波プローブ 1 0 の各振動素子 1 3 から出力される受信信号を所定の電圧に増幅する。アナログデジタル変換器は増幅された受信信号をデジタル量に変換する。受信遅延回路は、デジタル量に変換された受信信号を、振動素子毎に異なる遅延量で遅延させる。遅延量は、スキャン制御回路 5 0 から指示される受信超音波ビームの走査方向や受信焦点位置などの情報に基づいて求められる。加算器は、振動素子毎に異なる遅延量で遅延された受信信号を整相加算する。

10

【 0 0 1 7 】

受信遅延回路と加算器によって、所定の方角を指向する受信ビームが形成されることになるため、受信遅延回路と加算器とを併せて、ビーム形成器と呼ぶ場合がある。また、加算器の出力信号は、形成された受信ビームで受信した受信信号ということもできる。

【 0 0 1 8 】

信号 / 画像処理回路 7 0 は、受信回路 6 0 から出力される受信信号に対して、動作モードに応じた信号処理や画像処理を行う。

20

【 0 0 1 9 】

例えば、Bモードでは、受信信号に対して、振幅検波、対数圧縮等の信号処理を行って、反射波の振幅情報を取得する。また、例えば、カラードップラモードでは、受信信号に対して、MTIフィルタや自己相関等の信号処理を行って、血流等の速度の平均値や分散に関する情報やパワー情報を取得する。また、例えば、ドプラモードでは、フーリエ変換等の信号処理によって、指定された方向や位置における血流等の速度情報を取得する。

【 0 0 2 0 】

さらに、信号 / 画像処理回路 7 0 は、信号処理された受信信号を、ビーム方向や距離（深さ）に応じてスキャン変換し、さらに所定の画像処理を施して、ディスプレイ 8 4 に表示させるための表示用データ、即ち、超音波画像を生成する。

30

【 0 0 2 1 】

ホストプロセッサ 8 0 は、例えば、CPU等を備えて構成され、メモリ回路 8 6 に保存される所定のプログラムをCPUが実行することにより、装置本体 2 0 の動作を全体的に制御する。入力デバイス 8 2 は、例えば、キーボード、マウス、ジョイスティック、トラックボール等のユーザ操作デバイスである。ディスプレイ 8 4 がタッチパネルを備えている場合は、このタッチパネルも入力デバイス 8 2 に含まれる。

【 0 0 2 2 】

ディスプレイ 8 4 は、例えば、液晶パネル等で構成される表示装置である。ディスプレイ 8 4 は、信号 / 画像処理回路 7 0 で生成された各種の超音波画像を表示する他、ユーザインタフェースに関するデータや情報等も表示する。メモリ回路 8 6 は、装置本体 2 0 で使用する種々のデータやプログラムを記憶する。

40

【 0 0 2 3 】

（送信回路の構成及び動作）

次に、実施形態の送信回路 3 0 の構成と動作について、より詳しく説明する。図 2 は、第 1 の実施形態の送信回路 3 0 の細部構成例を示すブロック図である。送信回路 3 0 は、複数のチャンネルを介して超音波プローブ 1 0 の複数の振動素子 1 3 に送信波を供給する。

【 0 0 2 4 】

ここで、「チャンネル」とは、送信回路 3 0 が有する送信波生成の経路、或いは、装置本体 2 0 から超音波プローブ 1 0 に送信波を伝送する経路のことである。したがって、送信

50

回路 30 は、チャンネル数に対応する数の複数の送信波生成回路 100 を有している。

【0025】

なお、チャンネル数と、装置本体 20 に接続される超音波プローブ 10 の振動素子 13 の素子数とは必ずしも一致する必要はない。例えば、2Dアレイプローブのように素子数が多い場合は、2Dアレイプローブ内で所定数の素子をグループ化し（即ち、サブアレイ化し）、各サブアレイに対して、各チャンネルを夫々割り当てる構成が考えられる。この場合、チャンネル数よりも素子数の方が多い。また、超音波プローブ 10 はコネクタを介して他のプローブと交換可能である。したがって、チャンネル数よりも少ない素子数を有するプローブが装置本体 20 に接続される場合もある。ただし、以下の説明では、図 2 に示すように、チャンネル数と素子数が一致する例、即ち、素子数が m であり、チャンネル数も m ($CH_1 \sim CH_m$) である例を用いて説明する。

10

【0026】

各送信波生成回路 100 の内部構成は、どのチャンネルも同じであり、それぞれ、設定回路 104、波形生成回路 103、デジタルアナログ変換回路 102（以下、DAC102 と呼ぶ）、及び送信増幅器 101 を有している。

【0027】

上記の各回路（104、103、102）、及び送信増幅器 101 を制御するため、送信回路 30 は送信制御回路 200 を有している。送信制御回路 200 は、さらにその内部構成として、送信増幅器イネーブル制御回路 201、クロック制御回路 202、及び設定制御回路 203 を有している。

20

【0028】

図 2 に示す送信回路 30 内の上記各構成の動作について、図 3 乃至図 5 を参照して説明する。

【0029】

図 3 は、超音波プローブ 10 の夫々の振動素子 13 から送信される各送信波、即ち、夫々の送信波生成回路 100 から出力される各送信波のタイミング関係を模式的に示す図である。図 3 の上段に示すように、送信波群（全ての素子の送信波の集合）は、所定のパルス繰り返し周期で繰り返し送信される。送信波群の後に受信期間が設けられ、受信期間と送信波群との間には、受信も送信もしないブランク期間が設けられている。

【0030】

30

各送信波は、パルス繰り返し周期に同期した信号の基準位置（図 2 では、中央に上から下に垂直に延びる矢印線で図示）から、素子間で異なる遅延時間で遅延されて送信される。図 2 では、この遅延時間を、 t_{d1} 、 t_{d2} 、 t_{d3} 、 $\dots$ 、 t_{dm} 、と表記している。これらの遅延時間は、送信ビームの走査方向、及び送信ビームの焦点位置に応じて定まるものであり、通常、素子間で異なる値となる。したがって、各チャンネルから出力される送信波の位置は、互いに異なることになる。なお、送信波は、所定のパルス長 τ を有する送信パルスであり、パルス長 τ 等の送信波の波形に関するパラメータは、動作モードに応じて変化するが、各チャンネル間では、通常同一となる。

【0031】

チャンネル毎の遅延時間は、例えば、スキャン制御回路 50 から供給される送信ビームの走査方向や送信ビームの焦点位置に基づいて、送信回路 30 の設定制御回路 203 で算出される。或いは、送信ビームの走査方向や送信ビームの焦点位置に基づいて、スキャン制御回路 50 がチャンネル毎の遅延時間を算出し、算出した遅延時間を設定制御回路 203 が受信するようにしても良い。

40

【0032】

設定制御回路 203 は、算出した（或いは受信した）遅延時間を、夫々の送信波生成回路 100 の設定回路 104 に送出する。設定回路 104 は、受けとった遅延時間を一時的に保持する。また、送信波波形に関するパラメータも設定制御回路 203 から設定回路 104 に送出され、各設定回路 104 は、これを保持する。

【0033】

50

設定回路 104 の次段にある波形生成回路 103 は、設定回路 104 に保持されている遅延時間や、送信波波形に関するパラメータに基づいて、基準位置から遅延した送信波をデジタル値として生成する。送信波（デジタル値）の生成は、クロック制御回路 202 から出力される波形生成用クロックに基づいて、ほぼリアルタイムに生成される。

【0034】

波形生成回路 103 に次段にある DAC 102 は、波形生成回路 103 で生成された送信波（デジタル値）を、アナログ波形の送信波に変換する。この変換も、クロック制御回路 202 から出力される波形生成用クロックに基づいて、ほぼリアルタイムに行われる。

【0035】

DAC 102 の次段にある送信増幅器 101 は、DAC 102 で変換されたアナログ波形の送信波を、所定の電圧に増幅する。増幅された送信波は、超音波プローブ 10 の各振動素子 13 に送られて超音波信号となり、超音波プローブ 10 から被検体に送信される。

【0036】

実施形態の超音波診断装置 1 は、夫々の送信波生成回路 100 で生成される送信波を、チャンネル毎に、独立かつ動的に異なるタイミングで制御している点に特徴がある。上述したように、各送信波の遅延時間は、送信ビームの方向及びフォーカス位置に応じて、各チャンネル間で異なる値となる。つまり、各送信波の送信時間は、各チャンネル間で異なる。

【0037】

そこで、実施形態の超音波診断装置 1 は、異なる遅延時間に適応させて送信波を生成するように、送信波生成回路 100 の各構成の夫々を、図 4 及び図 5 に示すように、チャンネル毎に独立かつ動的に異なるタイミングで制御するようにしている。

【0038】

図 4 は、送信増幅器 101 のイネーブル期間と、DAC 102 のイネーブル期間を、異なる遅延時間に適応させて、チャンネル毎に独立かつ動的に異なるタイミングで制御している例を示すタイミングチャートである。

【0039】

図 4 のタイミングチャートにおいて、ハッチングで示している期間が、送信増幅器 101、及び DAC 102 のイネーブル期間に相当する。各チャンネルのイネーブル期間は、各チャンネルの送信波の送信期間（即ち、送信波のパルス長）の前後に所定のマージンを持たせた期間となっており、各チャンネルの送信波の送信期間とほぼ一致している。言い換えると、各チャンネルにおいて、送信波を生成し増幅するのに必要な期間だけ、送信増幅器 101、及び DAC 102 をイネーブルにしている。

言い換えると、送信制御回路 200 は、送信増幅器 101 のイネーブル期間の開始タイミングを送信パルスの夫々の前端の直前に設定し、送信増幅器 101 のイネーブル期間の終了タイミングを送信パルスの夫々の後端の直後に設定するように、送信増幅器 101 のイネーブル期間を制御している。

同様に、送信制御回路 200 は、DAC 102 のイネーブル期間の開始タイミングを送信パルスの夫々の前端の直前に設定し、DAC 102 のイネーブル期間の終了タイミングを送信パルスの夫々の後端の直後に設定するように、DAC 102 のイネーブル期間を制御している。

【0040】

送信増幅器 101 がイネーブルされていない期間（つまり、ディセーブル期間）は、イネーブル期間に比べて、送信増幅器 101 の消費電力は大幅に低減される。同様に、DAC 102 がイネーブルされていない期間（つまり、ディセーブル期間）は、イネーブル期間に比べて、DAC 102 の消費電力は大幅に低減される。

なお、送信増幅器 101 がイネーブルされている期間（即ち、イネーブル期間）とは、送信増幅器 101 に送信波が入力されたときに、入力された送信波を直ちに増幅して出力することができる期間のことである。イネーブル期間以外の期間がディセーブル期間である。ディセーブル期間中は、送信増幅器 101 に送信波が入力されても、その送信波を増幅せず、また出力もしない。

10

20

30

40

50

同様に、DAC102がイネーブルされている期間（即ち、イネーブル期間）とは、DAC102にデジタルデータが入力されたときに、デジタル信号を直ちにアナログ信号に変換して出力することができる期間のことであり、イネーブル期間以外の期間がディセーブル期間である。ディセーブル期間中は、DAC102にデジタル信号が入力されても、デジタル／アナログ変換は行われない。

【0041】

図5は、送信波を生成するための波形生成用クロックの配信期間を、異なる遅延時間に適応させて、チャンネル毎に独立かつ動的に異なるタイミングで制御している例を示すタイミングチャートである。図5のタイミングチャートにおいて、ハッチングで示している期間が、波形生成用クロックの配信期間に相当する。図5においても、各チャンネルにおける配信期間は、各チャンネルの送信波の送信期間の前後に所定のマージンを持たせた期間となっており、各チャンネルの送信波の送信期間とほぼ一致している。つまり、各チャンネルにおいて、送信波を生成するのに必要な期間だけ、波形生成用クロックを配信している。このため、送信波生成回路100に配信する波形生成用クロックが、チャンネル毎の分散されることになり、波形生成用クロックに起因して生じるノイズが低減されることになる。また、波形生成用クロックを生成する回路の消費電力も低減されることになる。

【0042】

図6は、実施形態の超音波診断装置1との比較のために、従来の送信回路の構成例を示すブロック図である。従来の送信回路では、図6に示すように、各チャンネルに対する制御は全て共通に行っている。例えば、送信増幅器イネーブル制御回路からは、各チャンネルの送信増幅器に対して、イネーブルのための制御信号を共通のタイミングで（即ち、同じ制御信号を同じ制御ラインで）配信している。同様に、各チャンネルのデジタルアナログ変換器（DAC）に対しても、制御信号（例えば、イネーブル信号）を共通のタイミングで（即ち、同じ制御信号を同じ制御ラインで）配信している。また、各チャンネルの波形生成回路や設定回路に対しても、共通のタイミングをもつ波形生成用クロックを配信している。

【0043】

図7は、従来の送信回路における、送信増幅器のイネーブル期間と、DACのイネーブル期間のタイミングを示すタイミングチャートである。前述したように、従来の送信回路では、送信増幅器やDACのイネーブルを制御する信号は、各チャンネル間で共通となっている。このため、各チャンネル間で送信波の送信タイミングが異なっているにもかかわらず、最も短い遅延時間をもつ送信波から最も長い遅延時間をもつ送信波までの全体をカバーする範囲を、送信増幅器やDACの共通のイネーブル期間とせざるを得ない。このため、送信増幅器やDACの消費電力は大きくなる。

【0044】

図8は、実施形態の送信回路30の消費電力と、従来の送信回路の消費電力との差異を概念的に説明する図である。

【0045】

実施形態の送信回路30は、前述したように（図4参照）、各チャンネルの遅延時間に適応して、独立かつ動的に、送信増幅器101及びDAC102のイネーブル期間を制御している。このため、送信増幅器101及びDAC102に関する合計消費電力は、遅延時間がチャンネル間で異なっていることに起因して、分散されることになる。即ち、全チャンネルの合計消費電力の最大値は、図8の下から2段目に示すように、イネーブル期間が重なっているチャンネルの数（図8の例では、3チャンネル）の合計消費電力に過ぎない。

【0046】

これに対して、従来の送信回路では、図7に示したように、最も短い遅延時間をもつ送信波から最も長い遅延時間をもつ送信波までの全体をカバーする範囲をイネーブル期間としている。このため、図8の最下段に示すように、従来構成の送信回路の最大消費電力は、全チャンネルの消費電力を合計した大きな電力となる。しかも、この最大消費電力を、最も短い遅延時間をもつ送信波から最も長い遅延時間をもつ送信波まで、継続して供給し続ける必要がある。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 7 】

上述したように、実施形態の超音波診断装置 1 によれば、複数のチャンネル毎に、送信波生成回路 1 0 0 の夫々を、独立かつ動的に異なるタイミングで制御することによって、送信回路 3 0 の消費電力を低減することが可能となる。例えば、チャンネル毎に異なる遅延時間に適応して、チャンネル毎に、送信増幅器 1 0 1 及び D A C 1 0 2 のイネーブル期間を独立かつ動的に異なるタイミングで制御することによって、送信回路 3 0 の消費電力を低減することが可能となる。

【 0 0 4 8 】

また、実施形態の超音波診断装置 1 によれば、送信波を生成するための波形生成用クロックを、チャンネル毎に異なる遅延時間に適応して、各チャンネルの送信波生成回路の夫々に独立かつ動的に異なるタイミングで供給することによって、波形生成用クロックに起因するノイズの発生を低減することができる。

10

【 0 0 4 9 】

さらに、実施形態の超音波診断装置 1 によれば、装置本体 2 0 に接続される超音波プローブ 1 0 の素子数に応じて、送信回路 3 0 の消費電力を制御することができる。例えば、送信回路 3 0 のチャンネル数（送信波生成回路 1 0 0 の数）が N であり、装置本体 2 0 に接続された超音波プローブ 1 0 の素子数が（N - 6 4）の場合を想定する。超音波プローブ 1 0 の素子数は、例えば、接続された超音波プローブ 1 0 の識別情報（I D）を装置本体 2 0 がコネクタ 1 2 を介して取得することができる。

【 0 0 5 0 】

20

この場合、実施形態の超音波診断装置 1 は、送信回路 3 0 をチャンネル毎に制御することが可能であるため、接続された超音波プローブ 1 0 にとって不必要な 6 4 チャンネル分の送信波生成回路 1 0 0 の送信増幅器 1 0 1 や D A C 1 0 2 を非送信にする（イネーブルにしない）ように制御し、或いは、非送信の制御に加えて、6 4 チャンネル分の送信波生成回路 1 0 0 への波形生成用クロック、データ、及び設定用クロックの配信を停止する制御を行うことによって、送信回路 3 0 の消費電力を必要最小限に抑制することができる。

特に、2 次元アレイプローブは 1 次元アレイプローブに比べて振動素子数が大幅に多くなっており、これに伴ってチャンネル数も多くなり、消費電力も増加する。本実施形態の超音波診断装置 1 は 2 次元アレイプローブにも適用可能であり、1 次元アレイプローブの使用時のみならず、2 次元アレイプローブの使用時においても消費電力やノイズを低減することが可能である。

30

【 0 0 5 1 】

（第 2 の実施形態）

図 9 は、第 2 の実施形態の送信回路 3 0 の細部構成例を示すブロック図である。第 2 の実施形態の送信回路 3 0 は、第 1 の実施形態の構成に加えて、ブロック毎に、データ設定のタイミングを制御することができる構成を有している。データの設定は、主に、設定制御回路 2 0 3 が行う。

【 0 0 5 2 】

なお、第 2 の実施形態においても、第 1 の実施形態（図 2）と同様に、送信増幅器イネーブル制御回路 2 0 1 からの各チャンネルの送信増幅器 1 0 1 に対するイネーブル制御や、クロック制御回路 2 0 2 からの各 D A C 1 0 2 へのイネーブル制御及び各チャンネルへの波形生成用クロックの配信は、チャンネル毎に独立に行われるが、図が煩雑となるため、図 9 では、これらの制御ラインの図示を省略している。

40

【 0 0 5 3 】

設定制御回路 2 0 3 が設定するデータは、遅延時間、及び送信パルス長等の送信波形に関するパラメータ等である。第 2 の実施形態では、これらのデータを、ブロック毎に独立したタイミングで設定する。また、設定制御回路 2 0 3 は、データの設定に使用する設定用クロックの位相を、ブロック毎に異なる位相となるように制御している。

【 0 0 5 4 】

図 1 0 は、「ブロック」の概念を説明する図である。本明細書で使用するブロックとい

50

う用語は、図 10 に示すように、印刷基板を所定数で分割した空間的な分割領域を意味している。図 10 に示す例では、1つの印刷基板を、ブロック A からブロック D の 4 つのブロックに分割している。これらのブロックのうち、ブロック A とブロック C は、印刷基板の中心点に対して点対称に配置されており、互いに隣接していない。ブロック A とブロック C とを第 1 のブロックグループと呼ぶものとする。同様に、ブロック B とブロック D も、印刷基板の中心点に対して点対称に配置されており、互いに隣接していない。ブロック B とブロック D とを第 2 のブロックグループと呼ぶものとする。言い換えると、所定数のブロックのうち互いに隣接しないブロックの集まりを 2 つのグループに分類し、一方のグループを第 1 のブロックグループと呼び、他方のグループを第 2 のブロックグループと呼ぶ。

10

【 0 0 5 5 】

送信回路 30 の各チャネルの送信波生成回路 100 は、例えば、所定数のチャネルが 1 つの集積回路（例えば、FPGA : Field Programmable Gate Array）として構成され、1つの印刷基板に複数個の集積回路が、4つのブロックに配分されて実装される。

【 0 0 5 6 】

この実装上の配分に対応させて、図 9 のブロック図では、チャネル 1 (CH1) からチャネル m (CHm) の送信波生成回路 100 を、ブロック A (Bla) からブロック D (Bld) の 4 つのブロックにグループ化している。

【 0 0 5 7 】

図 11 は、第 2 の実施形態における、データ設定のタイミングの概念を説明する図である。図 11 に示すように、データは、ブロック毎に独立して異なるタイミングで設定される。但し、データの内容に関しては、ブロックに関わらず、例えば遅延時間のように、チャネル毎に異なっているものや、パルス長等のようにチャネル間で共通のものがある。

20

【 0 0 5 8 】

データの設定は、受信も送信も行っていないブランク期間に行われる。この際、設定制御回路 203 から各ブロックに設定するタイミングを、図 11 に示すように、各ブロック間で異なるタイミングとしている（例えば、順にシフトさせている）。この結果、データや設定用クロックの伝送期間が、ブロック間で分散されることになり、データや設定用クロックに起因するノイズを低減することができる。

【 0 0 5 9 】

さらに、第 2 の実施形態では、図 11 の右下のタイミングチャートに示すように、設定用クロックの位相をブロック間で異なる位相に設定しており、これによってノイズをさらに低減している。

30

【 0 0 6 0 】

例えば、ブロック A とブロック C に含まれる送信波生成回路 100 に対しては（即ち、第 1 のブロックグループに対しては）、位相が 0 度の設定用クロックを用いてデータを設定する。一方、ブロック B とブロック D に含まれる送信波生成回路 100 に対しては（即ち、第 2 のブロックグループに対しては）、位相が 180 度の設定用クロックを用いてデータを設定する。図 10 に示したように、例えば、ブロック A は、ブロック B とブロック C に隣接するが、隣接するブロック間では、異なる位相のクロックが使用される。隣接するブロック間で同じ位相のクロック（例えば、同じタイミングで立ち上がるクロック）を用いたい場合、クロックに起因するノイズが増強する可能性がある。これに対して、第 2 の実施形態では、隣接するブロック間で異なる位相のクロックを使用しているため、クロックに起因するノイズを抑制することができる。

40

【 0 0 6 1 】

一方、ブロック A とブロック C とは、互いに隣接しておらず、空間的に離れた領域となっているため、同じ位相のクロックを使用しても、ノイズが増強する可能性は低い。

【 0 0 6 2 】

なお、ブロック数は上述した 4 に限定されるものではなく、8 でも良いし、16 でも良い。この場合にも、互いに隣接するブロック間では異なる位相のクロックを使用し、互い

50

に隣接しないブロック間では、同じ位相のクロックを使用すればよい。

【 0 0 6 3 】

また、クロックの位相も上述した、0度と180度の2種類に限定されるものではない。例えば、0度、90度、180度、及び270度の4種の位相をもつ設定用クロックを使用することもできる。

【 0 0 6 4 】

上述した少なくとも1つの実施形態に係る超音波診断装置1によれば、送信回路の消費電力や、送信回路から発生するノイズを低減することができる。

なお、ここまでは、各実施形態の超音波診断装置1が、超音波プローブ10を含んで構成されるものとして説明してきたが、この構成に限定されない。例えば、超音波診断装置1は、超音波プローブ10に接続可能ではあるものの、超音波診断装置1の構成には超音波プローブ10を含ませない構成としてもよい。つまり、図1における装置本体20を実施形態の超音波診断装置1としてもよい。

10

【 0 0 6 5 】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

20

【 符号の説明 】

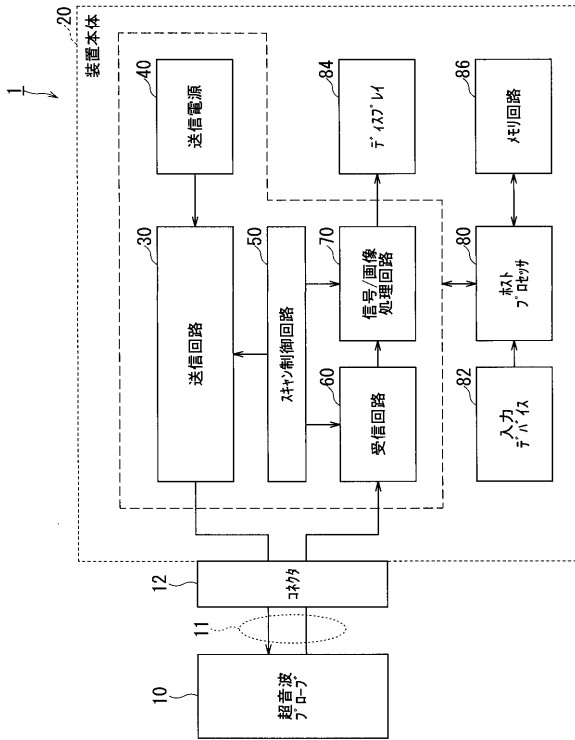
【 0 0 6 6 】

- 1 超音波診断装置
- 10 超音波プローブ
- 13 振動素子
- 20 装置本体
- 30 送信回路
- 40 送信電源
- 50 スキャン制御回路
- 60 受信回路
- 70 信号／画像処理回路
- 80 ホストプロセッサ
- 82 入力デバイス
- 84 ディスプレイ
- 86 メモリ回路
- 100 送信波生成回路
- 101 送信増幅器
- 102 デジタルアナログ変換器
- 103 波形生成回路
- 103 設定回路
- 200 送信制御回路
- 202 クロック制御回路
- 203 設定制御回路

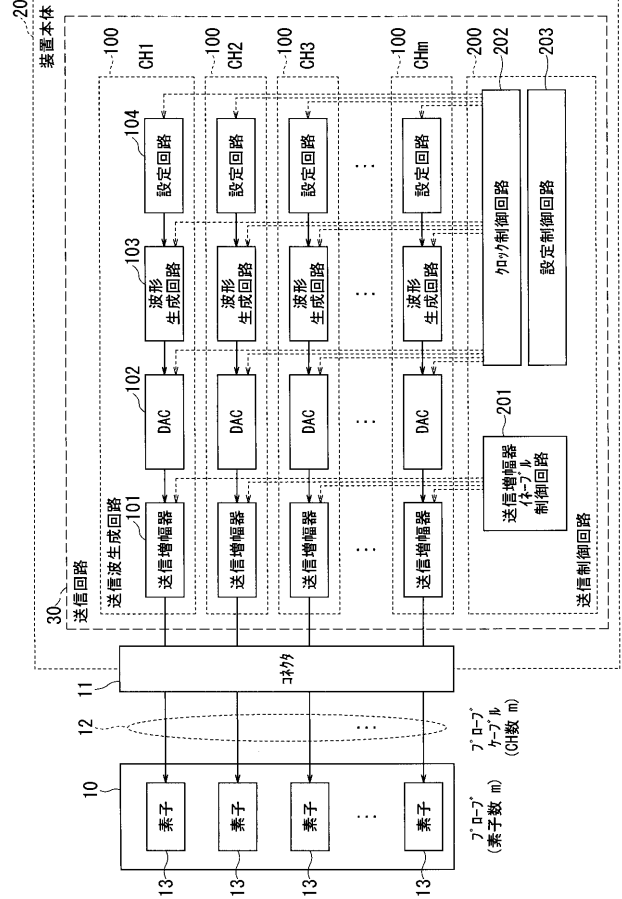
30

40

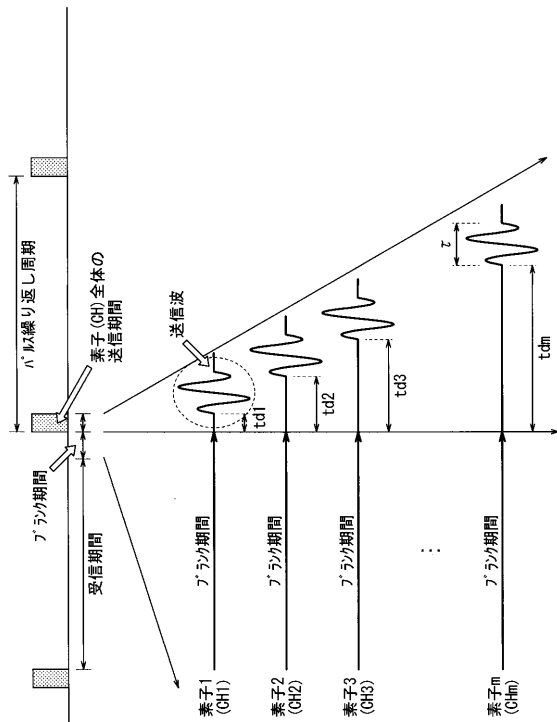
【 図 1 】



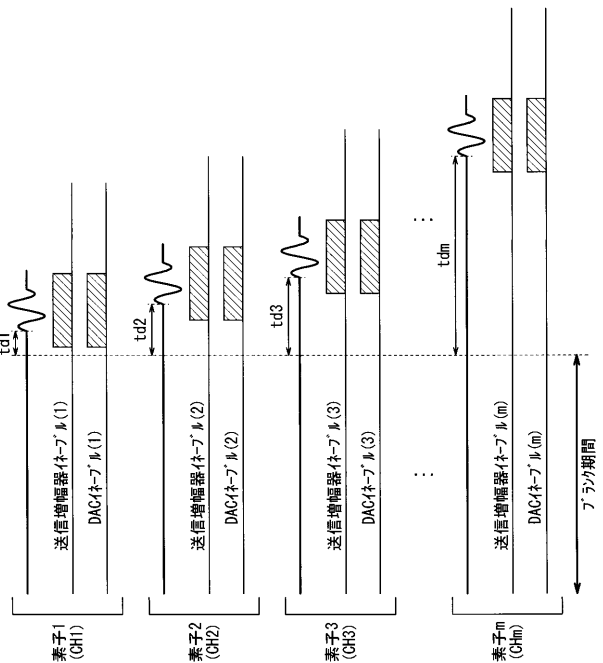
【 図 2 】



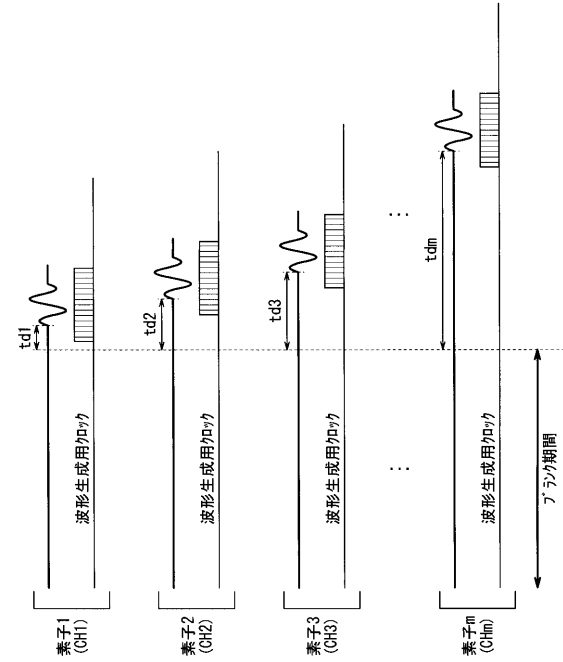
【圖 3】



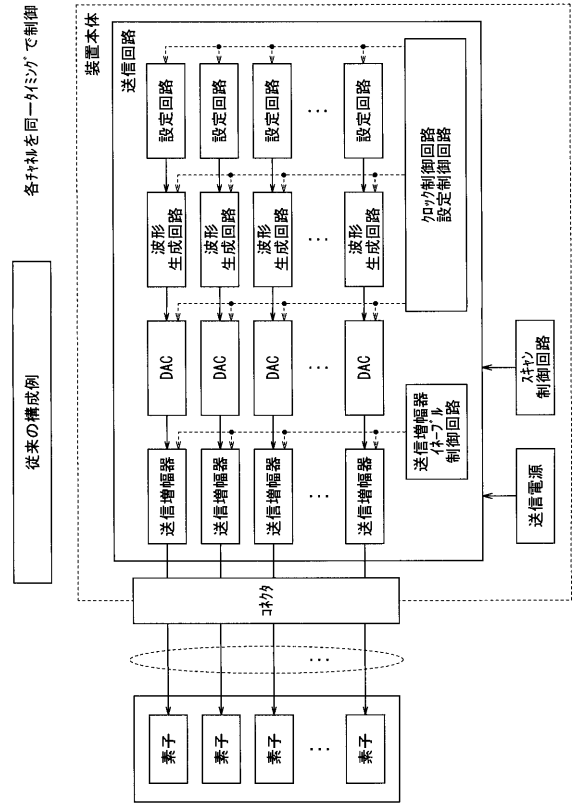
【 図 4 】



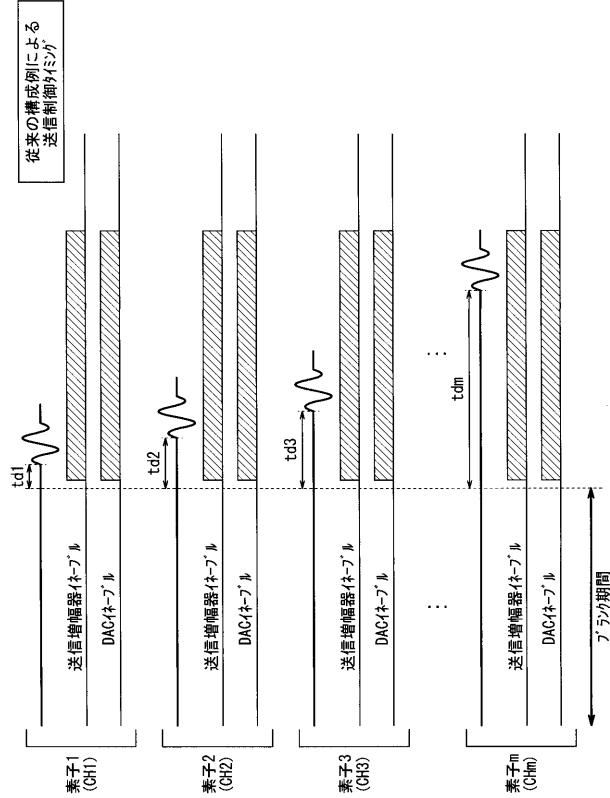
【図 5】



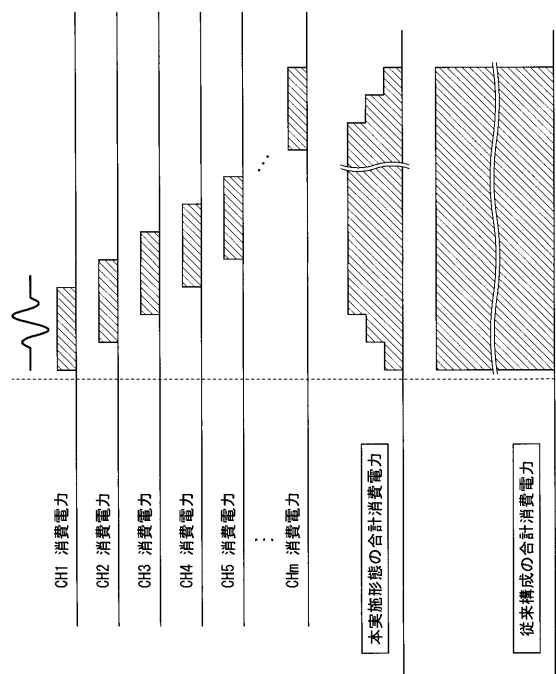
【図 6】



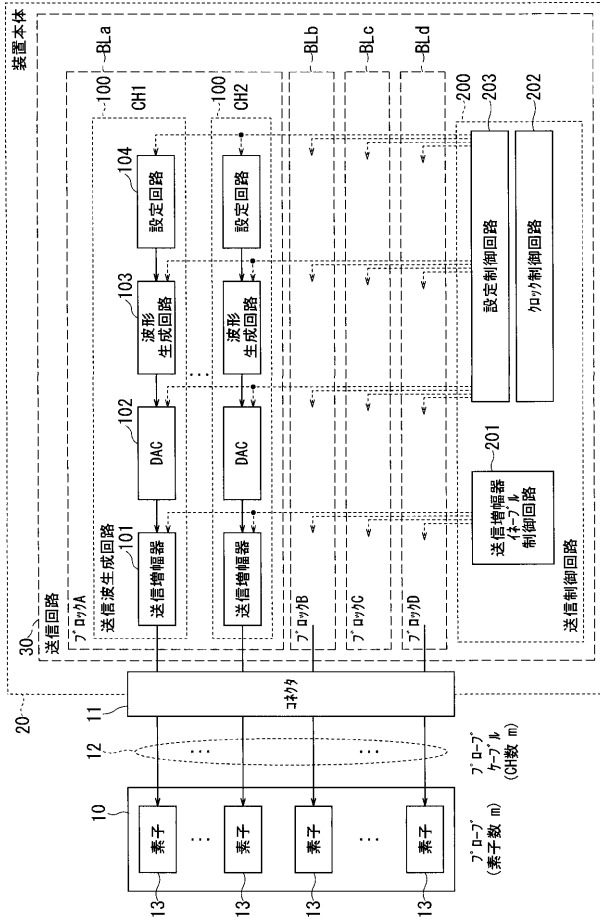
【図 7】



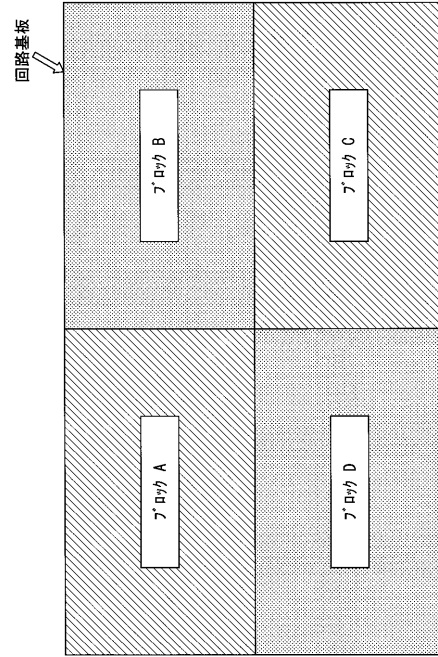
【図 8】



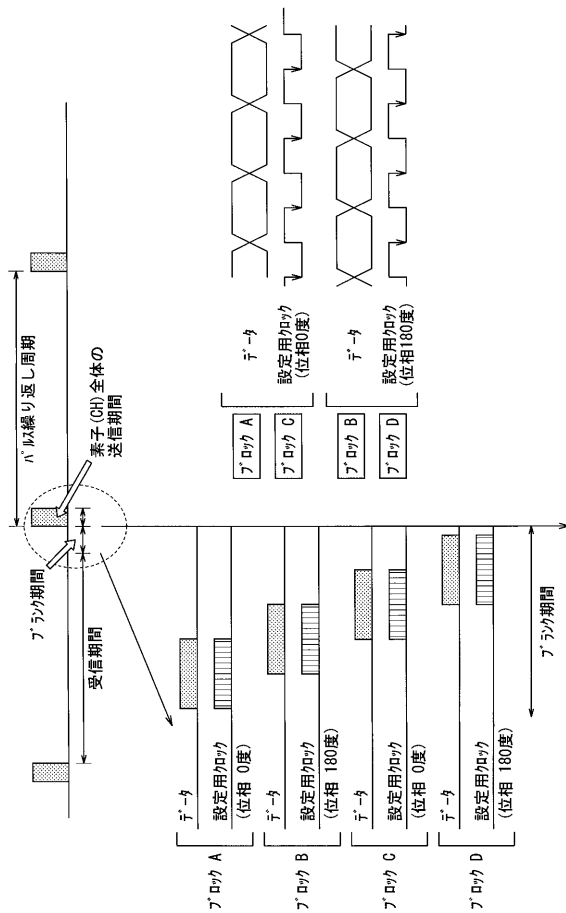
【 図 9 】



【 図 1 0 】



【 ㊦ 1 1 】



要解决的问题：提供一种能够降低发送电路的功耗和发送电路所产生的噪声的超声波诊断装置。一个实施例的超声波诊断装置，对于具有多个发送波，用于通过多个信道的驱动振动元件提供发送波的多个换能器元件的超声波探头的用于所述多个通道中的每个通道的生成电路，以及传输控制电路，其在不同的定时独立地和动态地控制各个波生成电路。发明背景

