

(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2017-153750

(P2017-153750A)

(43) 公開日 平成29年9月7日(2017.9.7)

(51) Int.Cl.  
A61B 8/14 (2006.01)

F I  
A61B 8/14

テーマコード (参考)  
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2016-40519 (P2016-40519)  
(22) 出願日 平成28年3月2日 (2016.3.2)

(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  
(74) 代理人 110000866  
特許業務法人三澤特許事務所  
(72) 発明者 芝沼 浩幸  
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  
(72) 発明者 内海 勲  
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  
(72) 発明者 岩間 信行  
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

最終頁に続く

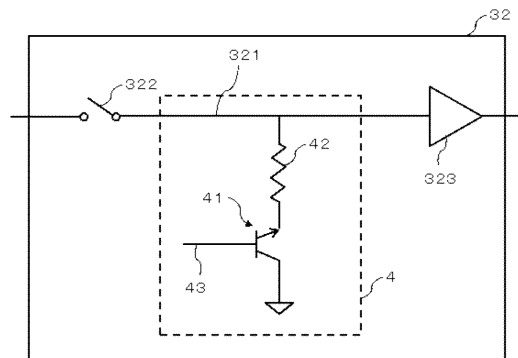
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】コントラストハーモニックイメージングのために振幅変調法を行う場合に、超音波を送信するチャンネルから送信しないチャンネルへのクロストークを回避し送信しないチャンネルからの送信を低減することで、S/N比の低下を防ぎ所望の画質を備える超音波画像の生成を可能とする超音波診断装置を提供する。

【解決手段】独立した複数のチャンネルのうち、超音波を送信するチャンネルと超音波を送信しないチャンネルとを制御する制御回路と、受信回路32と、を備え、受信回路32は、ラインスイッチング素子322とプリアンプ323とをつなぐ受信エコー信号ライン321であって、ラインスイッチング素子322とプリアンプ323との間に、受信回路32のラインインピーダンスを、被検体内部に超音波を送信する送信期間中は、被検体内部で生ずる反射波を振動子で受信する受信期間中よりも低インピーダンスに設定するラインインピーダンス制御回路4を備える。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

独立した複数のチャンネルに対応する複数の振動子から被検体内部に超音波を送信し、前記被検体内部で生ずる反射波を前記振動子で受信する超音波診断装置であって、

前記複数のチャンネルのうち、前記超音波を送信するチャンネルと前記超音波を送信しないチャンネルとを制御する制御回路と、

前記反射波の受信の ON、OFF を切り替えるラインスイッチング素子と、前記反射波を増幅するプリアンプとを備える受信回路と、を備え、

前記受信回路は、前記ラインスイッチング素子と前記プリアンプとをつなぐ受信エコー信号ラインであって、前記ラインスイッチング素子と前記プリアンプとの間に、前記振動子から見たときの前記受信回路のラインインピーダンスを、前記振動子から前記被検体内部に前記超音波を送信する送信期間中は、前記反射波を前記振動子で受信する受信期間中よりも低インピーダンスに設定するラインインピーダンス制御回路を備えることを特徴とする超音波診断装置。

10

**【請求項 2】**

前記ラインインピーダンス制御回路は、前記受信エコー信号ラインとグランドとに接続されるインピーダンス制御スイッチング素子を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

**【請求項 3】**

前記ラインインピーダンス制御回路は、さらに、前記受信エコー信号ラインと前記インピーダンス制御スイッチング素子との間に抵抗を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波診断装置。

20

**【請求項 4】**

前記制御回路は、前記振動子から前記被検体内部に前記超音波を送信する送信期間中、前記インピーダンス制御スイッチング素子を ON とする制御信号を生成し、前記制御信号を前記インピーダンス制御スイッチング素子に対して出力することで、前記受信回路を前記ラインインピーダンス制御回路を介して接地させて低インピーダンスに設定することを特徴とする請求項 2 または請求項 3 に記載の超音波診断装置。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】**

30

**【0001】**

本発明の実施の形態は、超音波診断装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

医療の分野において、超音波診断装置は被検体の内部構造や血流状態などを非侵襲に調べられることから、様々な診断や治療に利用されている。超音波診断装置は、先端に振動子（圧電振動子）を備えた超音波プローブを被検体の体表面に接触させ、体内に超音波を送信する。そして被検体内部で音響インピーダンスの不整合によって生ずる反射波を超音波プローブの振動子で受信する。このようにして得られた受信信号に基づいて超音波画像を生成する。

40

**【0003】**

超音波診断装置が超音波画像を生成する際、振動子で受信した反射波（受信エコー）は受信回路におけるプリアンプで増幅される。ただプリアンプに対して適切なゲインの制御が行われないとプリアンプが飽和を起こしてしまい、適切な超音波画像を生成、表示させることができない。このように超音波診断装置では、被検体から受信した反射波を利用して超音波画像を生成することから、超音波の送受信の際には、可能な限り正確な送受信を行う必要がある。

**【0004】**

ところで、近年、超音波画像の生成に関して音波が伝搬する際に微量に検出される非線形成分を利用したハーモニックイメージングと呼ばれる手法が開発されている。物質中を

50

伝搬する超音波の速度は、音圧が高い部分は早く、低い部分では遅くなるという性質がある。そのため、送信された超音波が基準波成分からなる正弦波であっても伝搬過程で徐々に歪みが生じ、非線形成分をもつ高調波が含まれるようになる。

【0005】

このような高調波（ハーモニック）成分を利用したハーモニックイメージングとして、例えば、コントラストハーモニックイメージング（CHI；Contrast Harmonic Imaging）を挙げることができる。当該CHIは被検体に超音波用の微小気泡（マイクロバブル）を含む造影剤を投与し、マイクロバブルが共振、崩壊するときに発生する高調波成分を画像化するものである。

【0006】

従ってCHIでは、マイクロバブルを破壊しないように利用することが必要となる。但し、当該マイクロバブルは、通常の診断で利用される超音波照射であっても、超音波の機械的作用によって破壊され得る。マイクロバブルが破壊されてしまうと反射信号の強度が劣化してしまう。そこで、可能な限りマイクロバブルを破壊させないようにするべく、低音圧の超音波送信による画像化が求められる。一方で、低音圧の超音波送信による画像化ではS/N比の低下も懸念される。

【0007】

CHIでは、基準波成分と高調波成分とをフィルタや波形演算により分離することで高調波成分を取り出している。この高調波成分を取り出す方法としては様々な方法があるが、上述した低音圧の超音波送信による画像化における弊害を解消するべく、例えば、振幅変調法と呼ばれる方法が用いられる。この振幅変調法では、送信される超音波の相対的な音圧を1:2:1となるように3回送信し、送信音圧が2となる受信信号から、送信音圧が1となる2つの受信信号の合計を差し引くことで、基準波成分を取り除き、高調波成分を取り出す。

【0008】

このように、CHIでは高調波成分を取り出すために、異なる音圧で複数回の送受信を行う。送信音圧を1と2との異なる値に設定するために、振動子に対する印加電圧を異なる値に設定する方法もあるが、印加電圧を異なる値に高精度で設定することは難しい。そこで、送信音圧が2の場合は全ての振動子を動作させ、送信音圧が1の場合はその半分の振動子を動作させることで音圧を調整している。送信音圧を1にする場合、送信音圧が2の場合と送信開口を合わせるため、振動子の配列の奇数番目または偶数番目（すなわち、1つおきのチャンネル）の振動子を動作させるように制御する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平6-154210号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、送信しないチャンネル、すなわち、振動子が駆動しないチャンネルでも、クロストーク（振動子が駆動するチャンネルからの送信信号の漏れ込み）により、送信パルスが発生するという問題がある。このように、送信しないチャンネルからの送信により、実際に被検体に送信される相対的な音圧の比率が2より大きくなってしまふ場合がある。従って、上述の振幅変調法で基準波成分をキャンセルできず、S/N比の低下や画質劣化の原因となっていた。

【0011】

本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、コントラストハーモニックイメージングのために振幅変調法を行う場合に、超音波を送信するチャンネルから送信しないチャンネルへのクロストークを回避し、送信しないチャンネルからの送信を低減することで、S/N比の低下を防ぎ所望の画質を備える超音波画像の生成を可能とす

10

20

30

40

50

る超音波診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

実施形態における超音波診断装置は、独立した複数のチャンネルに対応する複数の振動子から被検体内部に超音波を送信し、被検体内部で生ずる反射波を振動子で受信する超音波診断装置であって、制御回路と受信回路とを備える。制御回路は、複数のチャンネルのうち、超音波を送信するチャンネルと超音波を送信しないチャンネルとを制御する。受信回路は、反射波の受信のON、OFFを切り替えるラインスイッチング素子と、反射波を増幅するプリアンプとを備え、さらに、ラインスイッチング素子とプリアンプとをつなぐ受信エコー信号ラインであって、ラインスイッチング素子とプリアンプとの間に、振動子から見たときの受信回路のラインインピーダンスを、振動子から被検体内部に超音波を送信する送信期間中は、反射波を振動子で受信する受信期間中よりも低インピーダンスに設定するラインインピーダンス制御回路を備える。

10

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施の形態における超音波診断装置の全体構成を示すブロック図。

【図2】実施の形態における受信回路の内部構成を示すブロック図。

【図3】送信チャンネルと非送信チャンネルについて説明する説明図。

【図4】送信チャンネルと非送信チャンネルについて説明する説明図。

【図5】実施の形態において超音波を送受信する際の信号波形と送受信の際のラインインピーダンス制御回路におけるインピーダンス制御スイッチング素子への制御信号の波形との関係を示す波形図。

20

【図6】実施の形態において超音波を送受信する際の制御の流れを示すフローチャート。

【図7】実施の形態において超音波を送受信する際の制御の流れを示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0015】

[超音波診断装置の構成]

図1は、実施の形態における超音波診断装置1の全体構成を示すブロック図である。図1に示すように、超音波診断装置1は、被検体に対して超音波の送受信(送受波)を行う超音波プローブ2と、当該超音波プローブ2が着脱可能に接続される装置本体3とを備えている。

30

【0016】

超音波プローブ2は、被検体の表面にその先端面を接触させた状態で、超音波の送受信を行う。この超音波プローブ2は複数の圧電振動子を内蔵しており、それらは先端面に1次元的に配列されている。超音波プローブ2は、各圧電振動子により被検体内に超音波を送信してスキャン領域を走査し、被検体からの反射波をエコー信号として受信する。なお、このスキャンとしては、例えばBモードスキャンやドプラモードスキャンなど各種のスキャンがある。

40

【0017】

また、超音波プローブ2には、セクタ走査対応、リニア走査対応、コンベックス走査対応等があり、診断部位に応じて任意に選択される。さらに、振動子は1次元配列に限定されず、振動子を2次元的に配置することで、ボリウムデータをリアルタイムに取得することができる。3次元立体画像を得る場合は、超音波プローブ2として、3D走査用のプローブが利用される。3D走査用のプローブとしては、2Dアレイプローブやメカニカル4Dプローブを挙げることができる。

【0018】

装置本体3は、超音波プローブ2に対する駆動信号の送信を行う送信回路31と、超音波プローブ2からの反射信号の受信を行う受信回路32と、反射信号を処理する信号処理

50

回路 3 3 と、超音波画像を生成する画像処理回路 3 4 と、各種画像を表示する表示回路 3 5 と、検査者などの操作者により入力操作される入力回路 3 6 と、各部を制御する制御回路 3 7 とを内蔵している。またこれら各回路は互いにバス 3 8 に接続され、各種信号のやりとりが可能とされている。

【 0 0 1 9 】

なお、装置本体 3 は、通信ネットワークを介して他の画像診断装置（モダリティ）や画像サーバ、画像処理装置等と接続されていても良い。この通信ネットワークを介してやり取りされる情報に関する規格は、D I C O M（Digital Imaging and Communications in Medicine）等、いずれの規格であっても良い。

【 0 0 2 0 】

送信回路 3 1 は、制御回路 3 7 による制御に基づき、超音波プローブ 2 に超音波を発生させるための駆動信号、すなわち各圧電振動子に印加する電気パルス信号（以下、駆動パルスという）を生成し、その駆動パルスを超音波プローブ 2 に送信する。送信回路 3 1 は、図示しない、例えば、基準パルス発生回路、遅延制御回路、駆動パルス発生回路等の各回路を備えており、各回路が上述した機能を果たす。

【 0 0 2 1 】

受信回路 3 2 は、超音波プローブ 2 からの反射信号、すなわちエコー信号を受信し、その受信信号に対して整相加算を行い、その整相加算により取得した信号を信号処理回路 3 3 に出力する。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、実施の形態における受信回路 3 2 の内部構成を示すブロック図である。受信回路 3 2 は、振動子に接続され、受信したエコー信号を信号処理回路 3 3 へと送る受信エコー信号ライン 3 2 1 を備える。受信エコー信号ライン 3 2 1 には、その前段（振動子に近い位置）にラインスイッチング素子 3 2 2、後段（信号処理回路 3 3 に近い位置）にプリアンプ 3 2 3 がそれぞれ接続されている。

【 0 0 2 3 】

ラインスイッチング素子 3 2 2 は、振動子との接続の O N、O F F を切り替える。従って、ラインスイッチング素子 3 2 2 が O N の場合は反射波を受信し、O F F の場合は反射波を受信することはない。また、プリアンプ 3 2 3 は、振動子から送信され受信エコー信号ライン 3 2 1 を通って入力された反射波を増幅する役割を果たす。

【 0 0 2 4 】

なお、図 2 に示す受信エコー信号ライン 3 2 1 には上述したラインスイッチング素子 3 2 2 とプリアンプ 3 2 3 のみが接続されているように示されているが、例えば、プリアンプ 3 2 3 の前段にコンデンサを接続しても良い。

【 0 0 2 5 】

さらに、本発明の実施の形態における受信回路 3 2 には、ラインスイッチング素子 3 2 2 とプリアンプ 3 2 3 との間に、受信エコー信号ライン 3 2 1 に接続されるラインインピーダンス制御回路 4 が設けられている。当該ラインインピーダンス制御回路 4 は、振幅変調法により送信回路 3 1 から振動子を介して被検体の内部に向けて超音波が送信される際に、送信しないチャンネルへのクロストークによる弊害を低減する。

【 0 0 2 6 】

ラインインピーダンス制御回路 4 は、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 を備えている。インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 は、エミッタが受信エコー信号ライン 3 2 1 と接続され、コレクタはグランドに接地されている。

【 0 0 2 7 】

本発明の実施の形態においては、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 と受信エコー信号ライン 3 2 1 との間に抵抗 4 2 が設けられている。抵抗 4 2 の一方は、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 のエミッタに、他方は受信エコー信号ライン 3 2 1 に接続されている。インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 のベースには制御回路 3 7 からの制御信号を入力する入力ライン 4 3 が接続されている。

10

20

30

40

50

## 【0028】

ここで図1に戻り、信号処理回路33は、受信回路32から供給された受信信号を用いて各種のデータを生成し、画像処理回路34や制御回路37に出力する。信号処理回路33は、いずれも図示しない、例えば、Bモード処理回路(或いは、Bcモード処理回路)やドプラモード処理回路、カラードプラモード処理回路などを有している。Bモード処理回路は、受信信号の振幅情報の映像化を行い、Bモード信号のデータを生成する。ドプラモード処理回路は、受信信号からドプラ偏移周波数成分を取り出し、さらに、FFT(Fast Fourier Transform)処理などを施し、血流情報のドプラ信号のデータを生成する。カラードプラモード処理回路は、受信信号に基づいて血流情報の映像化を行い、カラードプラモード信号のデータを生成する。

10

## 【0029】

画像処理回路34は、信号処理回路33から供給されたデータに基づいてスキャン領域に関する二次元や三次元の超音波画像を生成する。例えば、画像処理回路34は、供給されたデータからスキャン領域に関するボリュームデータを生成する。そしてその生成したボリュームデータからMPR処理(多断面再構成法)により二次元の超音波画像のデータやボリュームレンダリング処理により三次元の超音波画像のデータを生成する。画像処理回路34は、生成した二次元や三次元の超音波画像を表示回路35に出力する。なお、超音波画像としては、例えば、Bモード画像やドプラモード画像、カラードプラモード画像、Mモード画像などがある。

20

## 【0030】

表示回路35は、画像処理回路34により生成された超音波画像や操作画面(例えば、操作者から各種指示を受け付けるためのGUI(Graphical User Interface)などの各種画像を制御回路37の制御に従って表示する。この表示回路35としては、例えば、液晶ディスプレイや有機EL(Electroluminescence)ディスプレイなどを用いることが可能である。

## 【0031】

入力回路36は、例えば、撮像指示や画像表示、画像の切り替え、モード指定、各種設定などの操作者による様々な入力操作を受け付ける。この入力回路36としては、例えば、GUI、あるいは、ボタンやキーボード、トラックボールなどの入力デバイスを用いることが可能である。

30

## 【0032】

制御回路37は、図示しないメモリを備え、超音波診断装置1の各部を統括的に制御する。例えば、制御回路37は、送信回路31、受信回路32を介して超音波の送受信を行う際の受信回路32内におけるインピーダンスの制御、信号処理回路33から供給されたデータや所定処理により得られたデータなどを記憶回路に保存する制御、さらに、表示回路35に画像を表示させる制御などを行う。

## 【0033】

なお、例えば、送信回路31については、所定のメモリ等に記憶されるプログラムをプロセッサに実行させるソフトウェアによって実現することも可能である。ここで本明細書における「プロセッサ」という文言は、例えば、専用又は汎用のCPU(Central Processing Unit) arithmetic circuit(circuitry)、或いは、特定用途向け集積回路(Application Specific Integrated Circuit:ASIC)、プログラマブル論理デバイス(例えば、単純プログラマブル論理デバイス(Simple Programmable Logic Device:SPLD)、複合プログラマブル論理デバイス(Complex Programmable Logic Device:CPLD)、及びフィールドプログラマブルゲートアレイ(Field Programmable Gate Array:FPGA))等の回路を意味する。

40

## 【0034】

プロセッサは、メモリに保存された、又は、プロセッサの回路内に直接組み込まれたプ

50

プログラムを読み出し実行することで機能を実現する。プログラムを記憶するメモリは、プロセッサごとに個別に設けられるものであっても構わないし、或いは、例えば、図1における信号処理回路33が行う機能に対応するプログラムを記憶するものであっても構わない。メモリの構成には、例えば、一般的なRAM(Random Access Memory)やHDD(Hard Disc Drive)等の記憶装置が適用される。

#### 【0035】

制御回路37は、駆動パルスを形成するための制御信号と送信期間と受信期間とを区別する制御信号により、送信回路31を制御する。送信回路31は、制御信号の組み合わせに基づき各振動子から送信パルスを形成するための駆動パルスを生成する。また、送信回路31は、これらの制御信号の組み合わせで複数の振動子のうち、送信パルスを送信する振動子と送信しない振動子とを選択する。

10

#### 【0036】

送信パルスを送信する振動子と送信しない振動子の選択は、送信音圧を制御するために行われる。例えば、送信時に全ての振動子数から送信パルスを送信する場合を2とし、相対的に音圧が1となるような送信音圧で送信パルスを送信する場合、奇数番目または偶数番目の振動子を、送信しない振動子として割り当てる。なお、受信する時は、送信する振動子と送信しない振動子との両方で振動子からの反射波(受信エコー)の受信を行う。

#### 【0037】

送信回路31は、遅延させた基準パルスに基づいて振動子を駆動させる電圧や極性が異なる波形の駆動パルスを発生させる。駆動パルスは振動子ごとに発生され、それぞれの駆動パルスが対応する振動子に印加されることで各振動子から送信パルスが被検体の内部に送信される。つまり送信回路31内において駆動パルスを発生させる回路と当該駆動パルスが印加される振動子是对となっている。そこで以下、送信パルスを送信する振動子とその振動子に対応する駆動パルスを発生させる回路とを合わせて「チャンネル」という。また、送信を行うチャンネルを「送信チャンネル」、送信しないチャンネルを「非送信チャンネル」という。

20

#### 【0038】

駆動パルスは振動子に印加される電気パルスであり、振動子から送信される波形に対応するバイポーラのパルス信号である。駆動パルスの電圧によって送信される超音波の音圧が決まる。また、駆動パルスのパースト周波数とパースト数によって、超音波の周波数や超音波のパースト数が決まる。

30

#### 【0039】

図3及び図4は、送信チャンネルと非送信チャンネルを説明する説明図である。図3及び図4において各チャンネルは円形で示されている。また、円形を実線で示す場合は、送信チャンネルに割り当てられていることを、円形が破線で示されている場合は非送信チャンネルに割り当てられていることを示している。送信チャンネルからは被検体の内部に向けて送信パルスが送信される。図3及び図4においてはこのことを、送信チャンネルを示す実線の円形から右向きに延びる矢印で示している。

#### 【0040】

CHIにおいて振幅変調法を用いる場合、送信チャンネルの数を制御することにより送信音圧を変更している。例えば、図3は、送信音圧が「2」の場合、図4は送信音圧が図3に示す場合の1/2である「1」の場合を示している。図3及び図4では、説明の便宜上、6つのチャンネルのみが示されているが、実際にはこれよりも多いチャンネル数、例えば、128チャンネル等から構成される。

40

#### 【0041】

図3において示すように、送信音圧が「2」の場合は、全てのチャンネルが送信チャンネルに割り当てられ、全てのチャンネルから送信パルスが送信される。

#### 【0042】

一方、図4に示すように、送信音圧が「1」の場合は、例えば、奇数番号のチャンネルが送信チャンネルに割り当てられ、偶数番号のチャンネルは非送信チャンネルに割り当てられる。

50

送信ごとに奇数番号のチャンネルと偶数番号のチャンネルとで送信チャンネル、非送信チャンネルの割り当てが交互に替わる。送信チャンネルに割り当てられた振動子からは送信パルスが送信される。

【0043】

図4の非送信チャンネルは、矢印aで示すように、隣接する送信チャンネルからのクロストーク（送信信号の漏れ込み）の影響を受ける。ここで上述したように、非送信チャンネルとして割り当てられると、駆動パルスは発生しないことから振動子に駆動パルスは印加されない。従って非送信チャンネルの振動子から送信パルスが送信されることはない。それにも拘わらず、送信チャンネルからのクロストークにより非送信チャンネルの振動子に電圧が掛かり、矢印bで示すように非送信チャンネルに割り当てられている振動子から意図しない送信パルスが発生してしまう場合がある。このような送信チャンネルからの非送信チャンネルに対するクロストークの影響により、実際に出力された送信音圧が「1」よりも大きくなる場合がある。

10

【0044】

なお、図3では、説明を単純にするために、超音波プローブ2に存在する全てのチャンネルが奇数と偶数とで交互に送信している状態を例に挙げて説明した。しかし、実際の超音波プローブでは開口幅に応じて使用される振動子数が決定される場合もあり、開口幅に応じて利用されない振動子は非送信チャンネルとして存在する。従って、開口を形成するために選択されていない振動子にはクロストークが発生する可能性がある。また、開口幅に応じて利用される振動子が決定するが、利用される振動子の位置を送信ごとに変更することで、利用される振動子が偏らないようにしている。例えば、送信パルスごとに所定の振動子数分シフトさせながら振動子を使用し、はじめは開口範囲に選ばれていない振動子が順に使用されるように制御されている。

20

【0045】

本発明の実施の形態においては、受信回路32の受信エコー信号ライン321におけるラインインピーダンスを制御することで、送信チャンネルと非送信チャンネルとの間に生ずるクロストークを原因とする画像劣化を防止する。

【0046】

[動作]

次に、受信回路32の受信エコー信号ライン321におけるラインインピーダンスを制御する動作について、以下、図2及び図5を用いて説明する。

30

【0047】

上述したように、送信チャンネルから送信パルスが送信される際に、非送信チャンネルは隣接する送信パルスからのクロストークの影響を受ける。そのため、本来ならば送信パルスを送信することのない非送信チャンネルからも意図しない送信パルスが被検体に向けて送信されてしまう。そこで、このような非送信チャンネルからの送信パルスの送信を低減するためには、非送信チャンネルが送信チャンネルからのクロストークの影響を受けないように制御すれば良いことになる。

【0048】

具体的には、以下の通りである。まず、送信チャンネルと隣接する非送信チャンネルにおける制御について説明する。送信チャンネルから送信パルスが被検体に対して送信されている場合、非送信チャンネルから被検体に対して送信パルスが送信されることはない。換言すれば、非送信チャンネルは被検体からの反射波を受信する状態になっている。

40

【0049】

そのため、受信回路32の受信エコー信号ライン321におけるラインスイッチング素子322はONの状態にあり、振動子と受信回路32とは接続されている。受信エコー信号ライン321がこの状態にあるとき、振動子からみた当該受信エコー信号ライン321のインピーダンスは、プリアンプ323の入力インピーダンスとなる。

【0050】

このような状態にある非送信チャンネルにおける受信回路32に送信チャンネルからの送信

50

クロストークが入力されると、受信エコー信号ライン 3 2 1 には信号ライン間インピーダンスと元々の受信エコー信号ライン 3 2 1 における入力インピーダンスとで分圧された送信信号が現われる。このようなクロストークの影響を回避するべく、受信エコー信号ライン 3 2 1 に設けられるラインインピーダンス制御回路 4 を用いて、受信エコー信号ライン 3 2 1 のインピーダンスを低く維持する。

【 0 0 5 1 】

図 5 は、超音波を送受信する際の信号波形と、送受信の際のラインインピーダンス制御回路 4 におけるインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 への制御信号の波形との関係を示す波形図である。

【 0 0 5 2 】

図 5 において、上段には送信チャネルから被検体に対して超音波を送信させるための、制御回路 3 7 から送信チャネルに対して送られる送信信号の波形と、送信チャネルが反射波を受信する際の受信信号の波形とが示されている。一方、下段には、制御回路 3 7 から入力ライン 4 3 を介してインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 に入力される制御信号の ON、OFF が示されている。

【 0 0 5 3 】

なお、上段、下段、いずれの波形図も横軸が時間 ( s e c ) を表わしている。また、下段においては、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 に入力される制御信号の電圧 ( v ) を縦軸に示している。制御回路 3 7 からインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 へ入力される制御信号の電圧は V d d ( v ) である。

【 0 0 5 4 】

制御回路 3 7 は、送信チャネルにおける振動子から送信パルスが被検体に実際に送信される時よりも前に、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 に対して制御信号を送信する。制御回路 3 7 からの制御信号が入力されることでインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 は ON となる。インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 が ON となると、受信エコー信号ライン 3 2 1 とグランドとが接続される。

【 0 0 5 5 】

ラインインピーダンス制御回路 4 においてインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 は抵抗 4 2 と接続されている。従って、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 が ON となることで受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスは、抵抗 4 2 のインピーダンスとなる。

【 0 0 5 6 】

上述したように、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 が OFF の状態にあると、受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスはプリアンプ 3 2 3 の入力インピーダンスとなる。プリアンプ 3 2 3 の入力インピーダンスは、超音波画像として生成したい帯域に合わせて選択されることになるが、高インピーダンスが維持される。受信回路 3 2 が受信した反射波を用いて超音波画像を生成する場合、受信回路 3 2 における入力インピーダンスが低いと受信感度が低下し、所望の超音波画像を生成することができない。そのため、少なくとも受信エコー信号を受信する間は受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスは高インピーダンスに維持されている必要がある。

【 0 0 5 7 】

一方で、超音波プローブ 2 の振動子から送信パルスが被検体に対して送信されている状態の場合、超音波プローブ 2 では反射波を受信していない。従ってこのような状態の場合には、受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスを十分に低い値とすることで送信チャネルからのクロストークの影響を可能な限り低減することができる。

【 0 0 5 8 】

そこで受信エコー信号ライン 3 2 1 をグランドに接続することによって、受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスをゼロとすることができる。受信回路 3 2 の入力インピーダンスをゼロとすることができれば、送信チャネルからのクロストークによる影響を受けることもなく、送信チャネルから送信が行われる際に非送信チャネルから

10

20

30

40

50

意図しない送信パルスが送信されることも防止することができる。

【 0 0 5 9 】

但し、受信エコー信号ライン 3 2 1 が直流電位を持っていた場合、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 が ON とされて受信回路 3 2 の受信エコー信号ライン 3 2 1 とグラウンドとが接続されると、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 自体が流れる電流に耐えられないことが考えられる。そこで、ラインインピーダンス制御回路 4 では、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 と受信エコー信号ライン 3 2 1 との間に抵抗 4 2 が接続されている。

【 0 0 6 0 】

インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 が ON とされると、受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスは当該抵抗 4 2 が示すインピーダンスとなる。そこで低インピーダンスの抵抗 4 2 を接続することで、受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスを元々の受信エコー信号ライン 3 2 1 における入力インピーダンスからみて十分に低いインピーダンスとすることができる。その結果、隣接する送信チャネルからのクロストークが発生しても受信エコー信号ライン 3 2 1 を低インピーダンスに維持することができる。また、抵抗 4 2 が接続されていることによって、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 に流れる電流が緩和されることになるため、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 の保護につながる。

【 0 0 6 1 】

制御回路 3 7 からインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 に対する制御信号の入力は、送信チャネルからの送信が終了した後もしばらく続く。このように実際に送信チャネルに対して送信信号が送出される時だけではなく、その前後を含めて送信チャネルからの送信パルスの送信期間とし、制御回路 3 7 からインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 への制御信号の入力を継続することで、送信チャネルから非送信チャネルへのクロストークによる影響を十分に排除することができる。

【 0 0 6 2 】

そして送信期間が終了すると、受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスを低インピーダンスに維持しておく必要がなくなることから、制御回路 3 7 からインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 への制御信号の入力も終了する。ここから次の送信期間が始まるまでが受信期間である。受信期間内は、画像生成の基となる振動子からの反射波を受信するので、上述したように、受信回路 3 2 の受信エコー信号ライン 3 2 1 における入力インピーダンスは高インピーダンスに維持されていなければならない。そのためインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 を OFF として受信エコー信号ライン 3 2 1 とグラウンドとの接続を切断する。これによって、受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスをプリアンプ 3 2 3 の入力インピーダンス、すなわち、高インピーダンスとすることができる。

【 0 0 6 3 】

受信エコー信号ライン 3 2 1 が高インピーダンスに維持されることで、送信チャネル、及び、非送信チャネルの両者が振動子からの反射波を受信する場合であっても受信回路 3 2 において高感度に受信することができる。

【 0 0 6 4 】

ここまでで、非送信チャネルの受信回路 3 2 における送信チャネルからのクロストークの影響を低減させる制御について説明した。一方、送信チャネルに対応する受信回路 3 2 に対する制御も考慮する必要がある。

【 0 0 6 5 】

送信チャネルにおいて駆動パルスが振動子に印加され送信パルスが被検体に対して送信される際には、当該送信チャネルに対応する受信回路 3 2 の受信エコー信号ライン 3 2 1 に接続されているラインスイッチング素子 3 2 2 は OFF となる。送信チャネルにおいてラインスイッチング素子 3 2 2 が ON の状態となっていると、振動子に駆動パルスが印加される際に受信回路 3 2 が影響を受けるからである。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 6 6 】

このように送信チャネルに対応する受信回路 3 2 の受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインスイッチング素子 3 2 2 は OFF となるよう制御されているということは、送信チャネルにおける送信回路 3 1 と受信回路 3 2 とは接続されておらず切り離された状態にある。従って、当該受信エコー信号ライン 3 2 1 をグランドに接続しても送信チャネルからの被検体への送信パルスの送信に影響はないと考えられる。

## 【 0 0 6 7 】

そこで、送信チャネルからの被検体への送信パルスの送信期間中、送信チャネルに対応する受信回路 3 2 に設けられているラインインピーダンス制御回路 4 のインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 を ON の状態として、これまで説明したように受信エコー信号ライン 3 2 1 のラインインピーダンスを低インピーダンスとなるよう維持する。

10

## 【 0 0 6 8 】

以上のことから、送信チャネルから被検体に送信パルスが送信される送信期間中は、送信チャネルの奇数、偶数を問わず、送信チャネル、非送信チャネル全てのチャネルにおける受信回路 3 2 のラインインピーダンスを低インピーダンスに維持するようラインインピーダンス制御回路 4 が制御される。

## 【 0 0 6 9 】

ここで改めて図 5 を見ると、チャネル信号として振動子に送信信号（駆動パルス）が印加される時は、送信パルスの送信期間中であるとして、制御信号がインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 へ印加される。これにより、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 は ON となり、受信エコー信号ライン 3 2 1 はグランドと接続されるため、受信エコー信号ライン 3 2 1 におけるラインインピーダンスをグランドと接続しない場合に比べて低インピーダンスとすることができる。

20

## 【 0 0 7 0 】

一方、送信期間が終了して反射波（受信エコー信号）を受信する状態に移行すると、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 への制御信号の印加は終了し、インピーダンス制御スイッチング素子 4 1 は OFF となる。これにより受信エコー信号ライン 3 2 1 のラインインピーダンスを高インピーダンスとすることができるため、反射波を感度良く受信することができる。

## 【 0 0 7 1 】

次に図 6 及び図 7 に示すフローチャートを用いて、実施の形態において超音波を送受信する際の制御の流れを説明する。

30

## 【 0 0 7 2 】

まず制御回路 3 7 において、超音波プローブ 2 から被検体に対して超音波を送信するに当たって用いる送信チャネルを選択する（ST 1）。上述したように振幅変調法においては、相対的な音圧の比率を 1 : 2 : 1 として被検体に超音波を送信する。従ってこの比率が維持できるのであれば、偶数番号のチャネル、奇数番号のチャネルのいずれのチャネルから送信が開始されても良い。ここでは説明の都合上、まず偶数番号のチャネルから送信パルスを被検体に送信する。

## 【 0 0 7 3 】

制御回路 3 7 は、全てのチャネルにおけるインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 に対して制御信号の入力を行う（ST 2）。これによりインピーダンス制御スイッチング素子 4 1 は ON となり、受信回路 3 2 における全てのチャネルに対応する受信エコー信号ライン 3 2 1 のラインインピーダンスは反射波を受信する場合に比べて低く維持される。

40

## 【 0 0 7 4 】

次に、制御回路 3 7 から送信回路 3 1 の偶数番号のチャネルに対して送信信号の入力を行う。これにより、偶数番号のチャネルから送信パルスが被検体に向けて送信される（ST 3）。

## 【 0 0 7 5 】

制御回路 3 7 から偶数番号のチャネルに対する送信信号の入力が終了すると（ST 4）

50

、制御回路 37 は、全てのチャンネルにおけるインピーダンス制御スイッチング素子 41 に対する制御信号の入力を終了する (ST5)。これにより、インピーダンス制御スイッチング素子 41 は OFF となる。インピーダンス制御スイッチング素子 41 が OFF となることで、これまで低く維持されていたインピーダンスは高インピーダンスとなるため、反射波を感度良く受信することが可能となる。

【0076】

受信エコー信号ライン 321 におけるラインインピーダンスが高い状態で、全てのチャンネルにおいて超音波プローブからの受信信号 (反射波) を受信する (ST6)。以上で、偶数番号のチャンネルから超音波が送信される際のラインインピーダンス制御回路 4 の制御は終了する。

10

【0077】

次に、制御回路 37 は、超音波プローブ 2 から被検体に対して超音波を送信するに当たって用いる送信チャンネルとして、全てのチャンネルを選択する (ST7)。

【0078】

さらに制御回路 37 は、全てのチャンネルにおけるインピーダンス制御スイッチング素子 41 に対して制御信号の入力を行う (ST8)。これによりインピーダンス制御スイッチング素子 41 は ON となり、受信エコー信号ライン 321 のラインインピーダンスは反射波を受信する場合に比べて低く維持される。

【0079】

制御回路 37 から送信回路 31 の全てのチャンネルに対して送信信号の入力を行う。これにより、全てのチャンネルから送信パルスが被検体に向けて送信される (ST9)。

20

【0080】

制御回路 37 から全てのチャンネルに対する送信信号の入力が終了すると (ST10)、制御回路 37 は、全てのチャンネルにおけるインピーダンス制御スイッチング素子 41 に対する制御信号の入力を終了する (ST11)。これにより、インピーダンス制御スイッチング素子 41 は OFF となる。インピーダンス制御スイッチング素子 41 が OFF となることで、これまで低く維持されていたインピーダンスは高インピーダンスとなるため、反射波を感度良く受信することが可能となる。

【0081】

受信エコー信号ライン 321 におけるラインインピーダンスが高い状態で、全てのチャンネルにおいて超音波プローブからの受信信号 (反射波) を受信する (ST12)。以上で、全てのチャンネルから超音波が送信される際のラインインピーダンス制御回路 4 の制御は終了する。

30

【0082】

次に制御回路 37 において、超音波プローブ 2 から被検体に対して超音波を送信するに当たって用いる送信チャンネルとして、奇数チャンネルを選択する (図 7 の ST13)。

【0083】

制御回路 37 は、全てのチャンネルにおけるインピーダンス制御スイッチング素子 41 に対して制御信号の入力を行う (ST14)。これによりインピーダンス制御スイッチング素子 41 は ON となり、受信エコー信号ライン 321 のラインインピーダンスは反射波を受信する場合に比べて低く維持される。

40

【0084】

制御回路 37 から送信回路 31 の奇数番号のチャンネルに対して送信信号の入力を行う。これにより、奇数番号のチャンネルから送信パルスが被検体に向けて送信される (ST15)。

【0085】

制御回路 37 から奇数番号のチャンネルに対する送信信号の入力が終了すると (ST16)、制御回路 37 は、全てのチャンネルにおけるインピーダンス制御スイッチング素子 41 に対する制御信号の入力を終了する (ST17)。これにより、インピーダンス制御スイッチング素子 41 は OFF となる。インピーダンス制御スイッチング素子 41 が OFF と

50

なることで、これまで低く維持されていたインピーダンスは高インピーダンスとなるため、反射波を感度良く受信することが可能となる。

【0086】

受信エコー信号ライン321におけるラインインピーダンスが高い状態で、全てのチャンネルにおいて超音波プローブからの受信信号（反射波）を受信する（ST18）。以上で、奇数番号のチャンネルから超音波が送信される際のラインインピーダンス制御回路4の制御は終了する。

【0087】

以上で超音波画像を1枚生成するに必要な受信信号を受信したことになる。制御回路37は、継続して超音波の送受信を行うか否か、すなわち、超音波の送受信が完了したか否かを確認した上で、継続して超音波の送受信を行う場合には（ST19のYES）、再度ステップST1に戻り、上述した一連の制御を繰り返す。一方、これ以上超音波の送受信を行わない場合には（ST19のNO）、以上で超音波画像の生成が終了する。

10

【0088】

以上説明したように、受信回路32の受信エコー信号ライン321におけるラインインピーダンスを、振動子から被検体内に超音波を送信する送信期間中は、被検体内部で生ずる反射波を振動子で受信する受信期間中よりも低インピーダンスに設定する。一方、送信期間中は、送信チャンネル、非送信チャンネルに拘わらず、全てのチャンネルの受信回路32の受信エコー信号ライン321におけるラインインピーダンスを高インピーダンスに設定する。このように制御することによって、コントラストハーモニックイメージングのために振幅変調法を行う場合に、超音波を送信するチャンネルから送信しないチャンネルへのクロストークを回避し送信しないチャンネルからの送信を低減することで、S/N比の低下を防ぎ所望の画質を備える超音波画像の生成を可能とする超音波診断装置を提供することができる。

20

【0089】

本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は、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を意図していない。この実施形態は、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。この実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると共に、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。

30

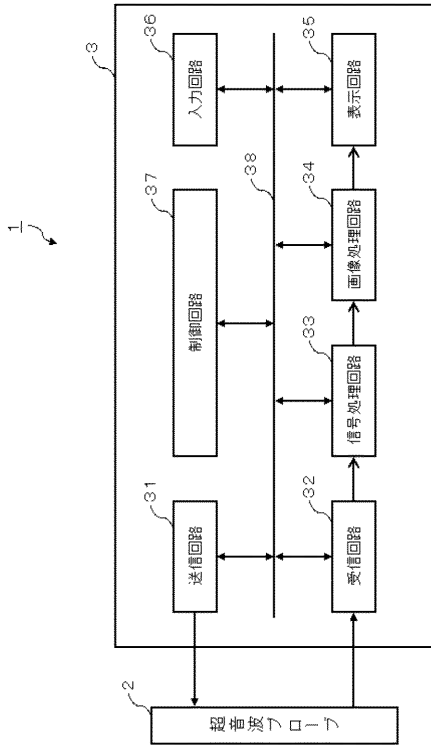
【符号の説明】

【0090】

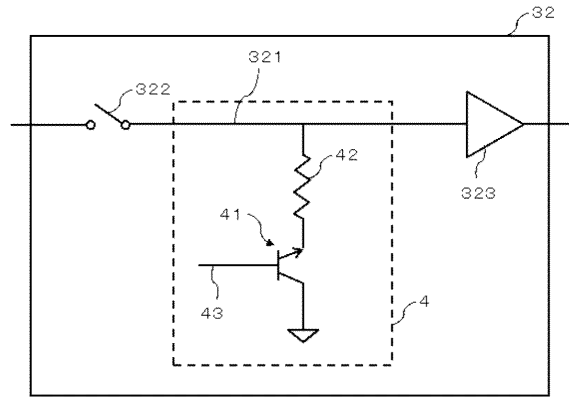
- 1 超音波診断装置
- 2 超音波プローブ
- 3 装置本体
- 31 送信回路
- 32 受信回路
- 321 受信エコー信号ライン
- 322 ラインスイッチング素子
- 323 プリアンプ
- 4 ラインインピーダンス制御回路
- 41 インピーダンス制御スイッチング素子
- 42 抵抗
- 43 入力ライン

40

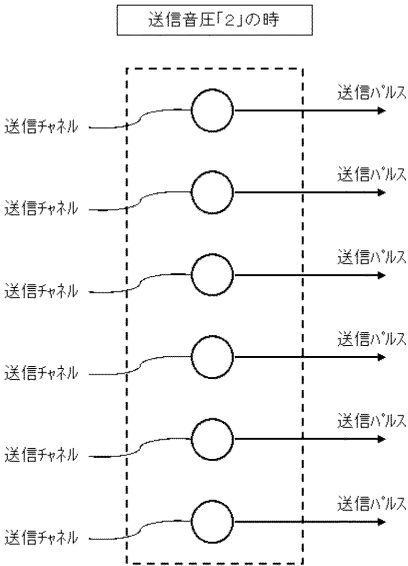
【 図 1 】



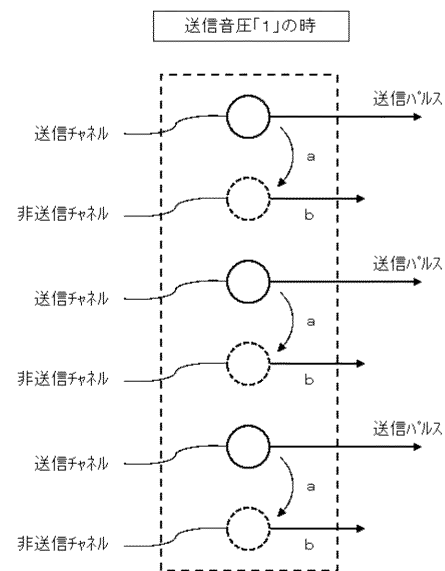
【 図 2 】



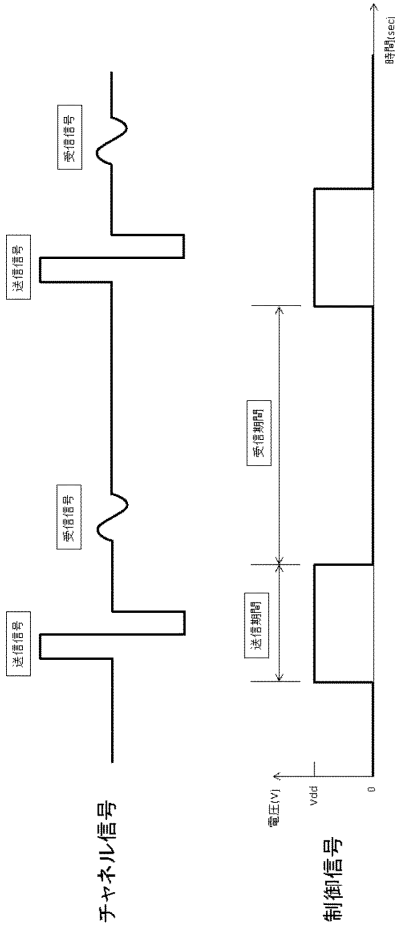
【 図 3 】



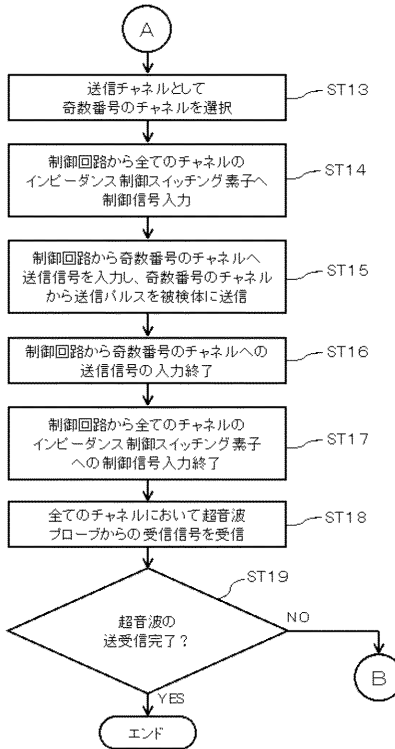
【 図 4 】



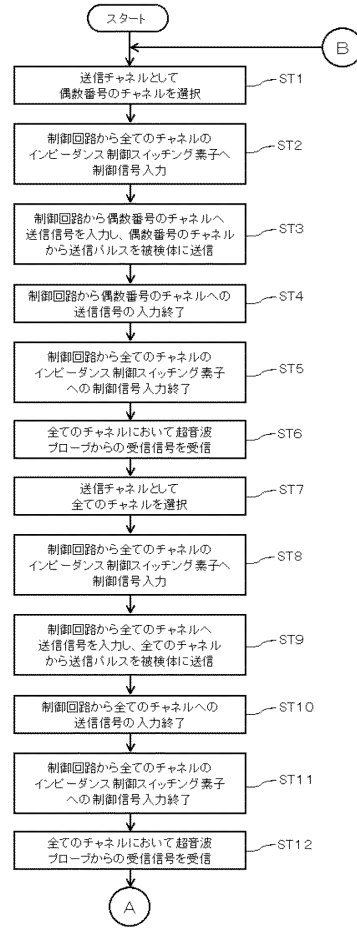
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 亀石 渉

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社内

(72)発明者 福尾 悠平

栃木県大田原市下石上 1 3 8 5 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 DE10 DE15 EE02 EE04 HH40

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP2017153750A</a>	公开(公告)日	2017-09-07
申请号	JP2016040519	申请日	2016-03-02
[标]申请(专利权)人(译)	东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	芝沼浩幸 内海勲 岩間信行 亀石涉 福尾悠平		
发明人	芝沼 浩幸 内海 勲 岩間 信行 亀石 涉 福尾 悠平		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/145 A61B8/4488 A61B8/54 G01S7/5202 G01S7/52025 G01S7/52039 G01S15/8915		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/DE10 4C601/DE15 4C601/EE02 4C601/EE04 4C601/HH40		
其他公开文献	JP2017153750A5		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

要解决的问题为了在进行对比度谐波成像的振幅调制方法的情况下，为了减少从发送超声波的信道到非发送信道的串扰和减少来自非发送信道的发送，S/N比超声波诊断设备，能够生成所需的图像质量超声波图像，防止减少为了提供一个位置。控制电路控制用于发送超声波的信道和不在多个独立信道之间发送超声波的信道，以及接收电路32。接收电路32包括线路切换元件322。接收前置放大器323的接收回波信号线321和线路切换所述元件322和前置放大器323，接收电路32的线路阻抗，在发射超声波的被检体内部，比在接收期间，用于接收与振动器受试者产生的反射波的传输周期之间并且线路阻抗控制电路4用于将阻抗设置为低阻抗。

