(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5159290号
(P5159290)
(45)発行日　平成25年3月6日(2013.3.6)　(24)登録日　平成24年12月21日(2012.12.21)

(51)Int.Cl.　F I
A61B 8/00 (2006.01)　A61B 8/00

請求項の数 13　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2007-329041 (P2007-329041)
(22)出願日　平成19年12月20日 (2007.12.20)
(65)公開番号　特開2009-148424 (P2009-148424A)
(43)公開日　平成21年7月9日 (2009.7.9)
審査請求日　平成22年12月20日 (2010.12.20)

(73)特許権者　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(73)特許権者　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　100088683
弁理士　中村　誠
(74)代理人　100108855
弁理士　蔵田　昌俊
(74)代理人　100109830
弁理士　福原　淑弘
(74)代理人　100075672
弁理士　峰　隆司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】超音波診断装置および超音波プローブ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
メインユニットとこのメインユニットに接続される超音波プローブとを具備した超音波診断装置において、
前記メインユニットまたは前記超音波プローブのいずれかは、前記超音波プローブが不使用状態であることを判定する判定手段を備え、
前記超音波プローブは、
超音波を電気的な受信信号に変換する振動子と、
前記振動子から断続的に超音波を送信させるための送信処理を行う送信回路と、
前記受信信号に対して受信処理を施す受信回路と、
前記判定手段により前記不使用状態であると判定されている期間において動作を停止するように前記受信回路を制御する制御手段とを具備し、
前記判定手段は、断続的な前記超音波の送信が行われている際に前記超音波の送信が行われていない状態を前記不使用状態として判定することを特徴とする超音波診断装置。
【請求項２】
メインユニットとこのメインユニットに接続される超音波プローブとを具備した超音波診断装置において、
前記メインユニットまたは前記超音波プローブのいずれかは、前記超音波プローブが不使用状態であることを判定する判定手段を備え、
前記超音波プローブは、

超音波を電気的な受信信号に変換する振動子と、
前記振動子から断続的に超音波を送信させるための送信処理を行う送信回路と、
前記受信信号に対して受信処理を施す受信回路と、
前記判定手段により前記不使用状態であると判定されている期間において動作を停止するように前記受信回路を制御する制御手段とを具備し、
前記判定手段は、断続的な前記超音波の送信の合間に生じる、前記超音波送信を行わないブランキング期間を前記不使用状態として判定することを特徴とする超音波診断装置。
【請求項３】
前記メインユニットは、前記受信処理が施されたのちの電気信号に基づく画像を表示する表示手段をさらに備え、
前記判定手段は、前記表示手段にて表示する画像をフリーズさせている状態についても、前記不使用状態と判定することを特徴とする請求項１又は２に記載の超音波診断装置。
【請求項４】
前記超音波プローブは、前記超音波プローブの動きを検知する検知手段をさらに備え、
前記判定手段は、前記検知手段により検知される動きが規定量以下である状態についても、前記不使用状態として判定することを特徴とする請求項１又は２に記載の超音波診断装置。
【請求項５】
前記超音波プローブは、前記超音波プローブの温度を検出する温度センサを備え、
前記制御手段は、前記温度センサにより検出された温度が規定温度以上である期間においても、動作を停止するように前記受信回路を制御することを特徴とする請求項１又は２に記載の超音波診断装置。
【請求項６】
前記受信回路は、規定レベル以上のバイアス電流の供給を受けて動作し、
前記制御手段は、前記受信回路へ供給されるバイアス電流を前記規定レベルよりも低下させることにより前記受信回路の動作を停止させることを特徴とする請求項１又は２に記載の超音波診断装置。
【請求項７】
前記受信回路は、クロック信号に同期して動作し、
前記制御手段は、前記受信回路へのクロック信号の供給を停止することにより前記受信回路の動作を停止させることを特徴とする請求項１又は２に記載の超音波診断装置。
【請求項８】
超音波を電気的な受信信号に変換する振動子と、
前記受信信号に対して受信処理を施す受信回路とを具備する超音波プローブであって、
前記振動子から断続的に超音波を送信させるための送信処理を行う送信回路と、
前記超音波プローブが不使用状態であることを判定する判定手段と、
前記判定手段により前記不使用状態であると判定されている期間において動作を停止するように前記受信回路を制御する制御手段とを具備し、
前記判定手段は、断続的な前記超音波の送信が行われない状態を前記不使用状態と判定することを特徴とする超音波プローブ。
【請求項９】
超音波を電気的な受信信号に変換する振動子と、
前記受信信号に対して受信処理を施す受信回路とを具備する超音波プローブであって、
前記振動子から断続的に超音波を送信させるための送信処理を行う送信回路と、
前記超音波プローブが不使用状態であることを判定する判定手段と、
前記判定手段により前記不使用状態であると判定されている期間において動作を停止するように前記受信回路を制御する制御手段とを具備し、
前記判定手段は、断続的な前記超音波の送信の合間に生じる、前記超音波送信を行わないブランキング期間を前記不使用状態として判定することを特徴とする超音波プローブ。
【請求項１０】

前記超音波プローブの動きを検知する検知手段をさらに備え、
前記判定手段は、前記検知手段により検知される動きが規定量以下である状態についても、前記不使用状態として判定することを特徴とする請求項８又は９に記載の超音波プローブ。
【請求項１１】
前記超音波プローブの温度を検出する温度センサを備え、
前記制御手段は、前記温度センサにより検出された温度が規定温度以上である期間においても、動作を停止するように前記受信回路を制御することを特徴とする請求項８又は９に記載の超音波プローブ。
【請求項１２】
前記受信回路は、規定レベル以上のバイアス電流の供給を受けて動作し、
前記制御手段は、前記受信回路へ供給されるバイアス電流を前記規定レベルよりも低下させることにより前記受信回路の動作を停止させることを特徴とする請求項８又は９に記載の超音波プローブ。
【請求項１３】
前記受信回路は、クロック信号に同期して動作し、
前記制御手段は、前記受信回路へのクロック信号の供給を停止することにより前記受信回路の動作を停止させることを特徴とする請求項８又は９に記載の超音波プローブ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、受信回路を内蔵した超音波プローブと、このような超音波プローブを備えた超音波診断装置に関する
【背景技術】
【０００２】
受信信号を感度良く検出するために、超音波プローブ（以下、プローブと称する）内に受信バッファやアンプを内蔵した超音波診断装置がある。また、ボリューム像を表示するために2次元配列の振動子を用い、3次元的に超音波をスキャンするマトリクスプローブも臨床で使用されてきた。特に、マトリクスプローブは、振動子が小さく分割されているためにインピーダンスが高いために、プローブケーブルを引き回して受信回路に接続することは受信感度を大きく落とすことになる。また、送受信チャンネル数が多いため、送信回路を内蔵し、本体との接続のための信号数を減らしたり、受信回路においてはサブアレー接続をし、受信信号を所定の素子毎に束ねてメインユニット側へ出力する方法が近年用いられている。
【０００３】
図９はプローブ内に受信回路を備えた超音波診断装置の従来の構成図である。
【０００４】
この超音波診断装置は、メインユニット１にプローブ２を接続して構成される。メインユニット１は、システム制御部１１、ＴＧＣ制御部１２、複数のタイムゲインコントローラ（ＴＧＣ）１３、ビームフォーマ１４、ディジタルレシーバ（ＤＲ）１５、ディジタルスキャンコンバータ（ＤＳＣ）１６および表示部１７を含む。プローブ２は、シーケンス制御部２１、メモリ２２、送信遅延回路２３、複数のパルサ２４、電圧設定部２５、送受信スイッチ（Ｔ／Ｒ　ＳＷ）２６、振動子群２７、ゲイン制御部２８、複数の低雑音増幅器（ＬＮＡ）２９およびサブアレービームフォーマ３０を含む。
【０００５】
振動子群２７には、多数の超音波振動子が配列されている。プローブ２が3次元ボリューム収集のためのものである場合、例えば縦横48×48の配列で2000素子を超える超音波振動子を備えることがある。このような多数の超音波振動子に対しては、同数のパルサ２４と同数のＬＮＡ２９とが送受信スイッチ２６を介してそれぞれ接続されている。送信遅延回路２３で設定された遅延時間の遅延を持った駆動パルスが複数のパルサ２４のそれぞれ

で生成され、振動子群２７の各超音波振動子にそれぞれ供給される。これにより振動子群２７の各超音波振動子から、上記の遅延を持った超音波がそれぞれ送信される。なお遅延時間は、振動子群２７の各超音波振動子がそれぞれ送信する超音波が所定部位に集束するように計算される。振動子群２７の各超音波振動子ではそれぞれ、入射した超音波が電気的な受信信号に変換される。このように得られた複数の受信信号は、複数のＬＮＡ２９でそれぞれ増幅される。増幅されたのちの複数の受信信号はそれぞれ、それが受信された超音波振動子に応じて複数のサブアレーのいずれかにグルーピングされる。そして各受信信号はサブアレービームフォーマ３０において、グループ内で遅延制御をされた上で、1chに束ねられる。1つのサブアレーグループは、例えば4×4や5×5に構成されている。振動子群２７に含まれた超音波振動子が48×48＝2304素子である場合、角の超音波振動子を除いた2048素子に対応する受信信号だけを、1グループ当たり4×4＝16本として構成されたサブアレーグループに束ねるならば、128chのサブアレー信号が得られる。従って、メインユニット１が128ch分のみの受信信号を入力する能力を持っている場合でも、有効な受信信号の全てをメインユニット１に入力可能である。

【０００６】

送信遅延回路２３およびサブアレービームフォーマ３０へは、シーケンス制御部２１により送受信タイミング毎の遅延データがメモリ２２からシーケンス制御部２１によりロードされて設定される。

【０００７】

プローブ２から出力された受信信号は、ＴＧＣ１３、ビームフォーマ１４、ＤＲ１５およびＤＳＣ１６により、ＴＧＣゲイン制御、ビームフォーミング、再構成およびスキャンコンバートがそれぞれなされて、断層像やボリューム像として表示部１７にて表示される。

【０００８】

さて、このような超音波診断装置では、診断を行うために患者にプローブ２を接触させる必要がある。超音波を送信すると振動子のロスにより振動子が発熱することが広く知られており、生体安全のために音響パワーと接触面温度の上限が規制されている。そこで、音響パワーと発熱が規制の範囲に納まる状態で使用されるように送信パワーの最大値が設定されている。

【０００９】

プローブは一度温度が上昇してしまうと温度が低下するまで時間がかかるために、生体に接触させていない状態（放置状態）を検知し、送信を止める工夫が考案されている（例えば、特許文献１を参照）。

【００１０】

また、1Dアレイプローブを用いた連続波送受信でドプラ信号を得て血流情報を表示するＳＣＷモードでは、振動子群に含まれた超音波振動子を送信側と受信側とで分けて使用するため、送信側の超音波振動子では受信信号を得る必要が無い。このような場合には送信側の超音波振動子に接続された受信バッファのバイアスを本体側で停止する制御も考案されている（例えば、特許文献２を参照）。

【特許文献１】特開平１０－１０８８６４号公報

【特許文献２】特開平６－２９６６１０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【００１１】

マトリクスアレイプローブにおいては、内蔵する回路が大規模になるため、超音波振動子の発熱だけでなく内蔵回路の発熱も大きい。このため、プローブの接触面の温度がさらに上昇し易く、送信パワーが十分に上げられず、深部での感度が不足するという不具合がある。

【００１２】

また特許文献１の技術により送信を止めると、超音波振動子の発熱は停止するが、プロ

ーブの内蔵回路による発熱はほとんど変化しない。

【００１３】

Ｂモード、カラーモード、あるいはボリュームモードなどのような深部感度が重要な映像モードでは、超音波振動子を送受信で使用する。このため、上記のような特許文献２の技術は利用できない。

【００１４】

本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、その目的とするところは、温度上昇を小さく抑えることが可能なプローブおよび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】

【００１５】

本発明の第１の態様による超音波診断装置は、メインユニットとこのメインユニットに接続される超音波プローブとを具備した超音波診断装置であって、前記メインユニットまたは前記超音波プローブのいずれかは、前記超音波プローブが不使用状態であることを判定する判定手段を備え、前記超音波プローブが、超音波を電気的な受信信号に変換する振動子と、前記振動子から断続的に超音波を送信させるための送信処理を行う送信回路と、前記受信信号に対して受信処理を施す受信回路と、前記判定手段により前記不使用状態であると判定されている期間において動作を停止するように前記受信回路を制御する制御手段とを備え、前記判定手段は、断続的な前記超音波の送信が行われている際に前記超音波の送信が行われていない状態を前記不使用状態として判定する。

【００１６】

本発明の第２の態様による超音波プローブは、超音波を電気的な受信信号に変換する振動子と、前記受信信号に対して受信処理を施す受信回路とを具備する超音波プローブであって、前記振動子から断続的に超音波を送信させるための送信処理を行う送信回路と、前記超音波プローブが不使用状態であることを判定する判定手段と、前記判定手段により前記不使用状態であると判定されている期間において動作を停止するように前記受信回路を制御する制御手段とを備え、前記判定手段は、断続的な前記超音波の送信が行われない状態を前記不使用状態と判定する。

【発明の効果】

【００１７】

本発明によれば、温度上昇を小さく抑えることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１８】

以下に、図面を参照しながら本発明の実施形態につき詳細に説明する。

【００１９】

（第１の実施形態）

図１は第１の実施形態に係る超音波診断装置１００の構成を示す図である。なお、図１において図９と同一部分には同一符号を付している。

【００２０】

この超音波診断装置１００は、メインユニット１に超音波プローブ（以下、プローブと称する）３を接続して構成される。メインユニット１は、システム制御部１１、ＴＧＣ制御部１２、複数のタイムゲインコントローラ（以下、ＴＧＣと称する）１３、ビームフォーマ１４、ディジタルレシーバ（以下、ＤＲと称する）１５、ディジタルスキャンコンバータ（以下、ＤＳＣと称する）１６および表示部１７を含む。プローブ３は、メモリ２２、送信遅延回路２３、複数のパルサ２４、電圧設定部２５、送受信スイッチ（Ｔ／Ｒ　ＳＷ）２６、振動子群２７、ゲイン制御部２８、複数の低雑音増幅器（以下、ＬＮＡと称する）２９、サブアレービームフォーマ３０、シーケンス制御部３１およびバイアス制御部３２を含む。

【００２１】

メモリ２２は、送信遅延回路２３およびサブアレービームフォーマ３０で送信信号およ

び受信信号に与える遅延量に関した遅延データを送受信タイミング毎に記憶する。

【００２２】

送信遅延回路２３は、振動子群２７から送信されるｍチャネルの超音波信号を、シーケンス制御部３１から指示される所定部位に収束させるような遅延時間を上記ｍチャネルのそれぞれについて設定する。複数のパルサ２４は、ｎチャネルのそれぞれに対応してる。複数のパルサ２４のそれぞれは、対応するチャネルに関して送信遅延回路２３で設定された遅延時間の遅延を持つとともに電圧設定部２５により設定される電圧値を持った駆動パルスを生成する。電圧設定部２５は、シーケンス制御部３１からの指示に応じて、必要な送信音圧に応じた電圧値を設定する。

【００２３】

送受信スイッチ２６は、振動子群２７に複数のパルサ２４および複数のＬＮＡ２９を選択的に接続する。送受信スイッチ２６が振動子群２７に複数のパルサ２４を接続しているとき、パルサ２４で生成されたｎチャネルの駆動信号が送受信スイッチ２６を介してそれぞれ振動子群２７に供給される。

【００２４】

振動子群２７には、ｎチャネルのそれぞれに対応した超音波振動子が1次元的または2次元的に配列されている。これらの超音波振動子にｎチャネルの駆動信号がそれぞれ印加される。各超音波振動子は、印加された駆動信号に応じた超音波を送信する。また各超音波振動子は、入射した超音波を電気的な受信信号に変換する。

【００２５】

送受信スイッチ２６が振動子群２７に複数のＬＮＡ２９を接続しているとき、振動子群２７の各超音波振動子で得られたｎチャネルの受信信号は複数のＬＮＡ２９にそれぞれ入力される。ゲイン制御部２８は、シーケンス制御部３１からの指示に応じて複数のＬＮＡ２９のゲインを設定する。複数のＬＮＡ２９は、各チャネルの受信信号それぞれをゲイン制御部２８により設定されたゲインで増幅する。増幅されたのちの複数の受信信号はそれぞれ、それが受信された超音波振動子に応じてｎ個のサブアレーのいずれかにグルーピングされる。そして各受信信号はサブアレービームフォーマ３０において、グループ内で遅延制御をされた上で、1chに束ねられる。これによりサブアレービームフォーマ３０では、ｎチャネルのサブアレー信号が得られる。ｎチャネルのサブアレー信号は、それぞれプローブ3から出力されてメインユニット１に入力される。

【００２６】

シーケンス制御部３１は、送受信タイミング毎の遅延データをメモリ２２からロードして送信遅延回路２３およびサブアレービームフォーマ３０へ設定する。シーケンス制御部３１は、所望送信音圧を電圧設定部２５に指示する。シーケンス制御部３１は、所望ゲインをゲイン制御部２８に指示する。さらにシーケンス制御部３１は、バイアス制御部３２に対してバイアス供給のオン／オフを指示する。

【００２７】

バイアス制御部３２は、複数のＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０を動作させるためのバイアスの供給をシーケンス制御部３１からの指示に応じてオン／オフする。

【００２８】

システム制御部１１は、適用するべきシーケンスをシーケンス制御部３１に指示することにより、上記シーケンスに応じたスキャン動作を行うようにプローブ3を制御する。またシステム制御部１１は、適用するべきシーケンスに応じた画像を表示部１７に表示するために複数のＴＧＣ１２、ビームフォーマ１４、ＤＲ１５およびＤＳＣ１６のそれぞれの動作を制御する。

【００２９】

複数のＴＧＣ１３は、それぞれｎチャネルのサブアレーに対応している。複数のＴＧＣ１３は、タイムゲインコントロールを行うように複数のアブアレー信号のそれぞれを増幅する。ビームフォーマ１４は、サブアレー信号の全てを遅延加算して、所要の受信ビーム

に関するエコー信号を得る。ＤＲ１５は、ビームフォーマ１４で得られたエコー信号に対して、フィルタリングやエッジ処理などの波形処理を施す。ＤＳＣ１６は、ＤＲ１５で得られたデータを表示部１７での表示に適するデータに変換する。表示部１７は、ＤＳＣ１６で得られたデータに基づいて断層像やボリューム像などを表示する。

【００３０】

図２は１つのＬＮＡ２９の構成の一例を示す図である。

【００３１】

図２に示すＬＮＡ２９は、ＬＮＡ２９ａ、増幅器（Ａｍｐ）２９ｂ、定電流源２９ｃ，２９ｄ，２９ｅ，２９ｆおよびスイッチ２９ｇ，２９ｈを含む。

【００３２】

このＬＮＡ２９は、ＬＮＡ２９ａおよび増幅器２９ｂを直列に接続した2段の増幅回路となっている。ＬＮＡ２９ａおよび増幅器２９ｂのそれぞれのバイアス端子の一方は定電流源２９ｃ，２９ｄを介して電源Ｖｃｃに接続され、バイアス端子の他方は定電流源２９ｅ，２９ｆを介して電源Ｖｅｅに接続されるが、各バイアス端子への電源Ｖｃｃ，Ｖｅｅからのバイアス印加をオン／オフ可能なようにスイッチ２９ｇ，２９ｈが設けられている。このスイッチ２９ｇ，２９ｈは、バイアス制御部３２から出力されるバイアス制御信号に応じてオン／オフする。スイッチ２９ｇ，２９ｈには、ＬＮＡ２９に内蔵されているため、電界効果トランジスタＦＥＴやトランジスタが用いられる。

【００３３】

次に以上のように構成された超音波診断装置１００の動作について説明する。

【００３４】

この超音波診断装置１００は、超音波を利用して被検体の体内を撮像する。この撮像のための動作は周知であるので、その説明は省略する。そしてここでは、ＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０の制御に関わる動作について説明する。

【００３５】

図３は超音波診断装置１００の動作状態とバイアス制御信号との関係を示したタイミング図である。

【００３６】

診断中に撮像モードの切り替えやゲイン調整等のような撮像条件の変更の必要が生じた場合、操作者は図示しない操作パネルを使用してそのための操作を行う。これに応じてシステム制御部１１は、撮像条件の変更処理を実施する。この旨はシーケンス制御部３１に通知され、シーケンス制御部３１は超音波送信を停止させる。またシステム制御部１１は、撮像条件の変更処理の実施／不実施をバイアス制御部３２に通知する。

【００３７】

一方診断中には、通常は、所定の周期で得られる最新の画像をリアルタイムに表示部１７にて表示している。しかしながら、ある時点で得られた画像を詳細に検討する必要がある場合には、操作者によって図示しないフリーズボタンが押される。このようにフリーズボタンが押されたことに応じて、システム制御部１１は画像表示をフリーズさせる。そしてシステム制御部１１は、操作者によってフリーズ解除が指示されたことに応じて画像表示のフリーズを解除する。システム制御部１１は、フリーズの実施／不実施を示したフリーズ情報をシーケンス制御部３１に伝達する。シーケンス制御部３１は、これを解読してフリーズの実施期間には超音波送信を停止させる。またシステム制御部１１は、フリーズの実施／不実施をバイアス制御部３２に通知する。

【００３８】

シーケンス制御部３１は図３に示すように、撮像条件の変更処理が実施されている期間Ｐ１およびフリーズが実施されている期間Ｐ２にバイアスをオフするようにバイアス制御部３２に指示する。バイアス制御部３２は、この指示に応じて期間Ｐ１，Ｐ２にバイアス制御信号をオフとする。バイアス制御信号がオンであるとき、スイッチ２９ｇ，２９ｈはオンしており、ＬＮＡ２９ａおよび増幅器２９ｂには電源Ｖｃｃ，Ｖｅｅからバイアスが印加されている。バイアス制御信号がオフになると、スイッチ２９ｇ，２９ｈがオフにな

り、ＬＮＡ２９ａおよび増幅器２９ｂが電源Ｖｃｃ，Ｖｅｅから切り離され、ＬＮＡ２９ａおよび増幅器２９ｂにはバイアスが印加されなくなる。この結果、期間Ｐ１，Ｐ２においては、ＬＮＡ２９の動作が停止される。サブアレービームフォーマ３０にも同様なバイアス制御信号が与えられており、期間Ｐ１，Ｐ２においてはサブアレービームフォーマ３０の内部回路へのバイアス印加が停止され、サブアレービームフォーマ３０の動作が停止される。

【００３９】

ところで、撮像条件の変更処理およびフリーズのいずれも実施されていない通常の撮影期間においても、超音波の送受信は表示深さに応じた周期で断続的に行われる。そして、超音波の送受信の合間にブランキング期間が設定され、このブランキング期間内において次の送受信に関わる遅延時間が設定される。そして超音波の送受信を行う期間とブランキング期間とを図３に示すように表す同期信号がシーケンス制御部３１に与えられる。

【００４０】

シーケンス制御部３１は図３に示すように、ブランキング期間Ｐ３においてもバイアスをオフするようにバイアス制御部３２に指示する。バイアス制御部３２は、この指示に応じてブランキング期間Ｐ３にもバイアス制御信号をオフとする。かくしてブランキング期間Ｐ３が到来する毎に、その期間中にはＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０の動作が停止される。

【００４１】

なお、ブランキング期間が明確ではない場合には、バイアス制御部３２は、遅延時間の設定を行っている期間中にバイアス制御信号をオフとしても良い。

【００４２】

かくして超音波診断装置１００によれば、診断中であっても、撮像条件の変更処理が実施されている期間Ｐ１、フリーズが実施されている期間Ｐ２およびブランキング期間Ｐ３のように超音波の送受信を行う必要がない期間においてはＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０でのバイアス印加がオフされてそれらの動作が停止される。かくして期間Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３におけるＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０での消費電力はほとんどゼロとなり、診断中におけるＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０での発熱量が低減される。つまり、ＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０での発熱に起因したプローブ３の温度上昇が抑えられる。

【００４３】

この結果、プローブ３の温度が発熱規制温度に達するまでの時間が延長され、長時間の診断使用が可能になる。また、一定時間内での診断使用の場合には、ＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０での発熱量が低減したことにより生じるエネルギーの余剰を送信パワーに分配すれば、感度向上が図れる。

【００４４】

（第２の実施形態）

図４は第２の実施形態に係る超音波診断装置２００の構成を示す図である。なお、図４において図１と同一の部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【００４５】

この超音波診断装置２００は、メインユニット１に超音波プローブ（以下、プローブと称する）４を接続して構成される。プローブ４は、メモリ２２、送信遅延回路２３、複数のパルサ２４、電圧設定部２５、送受信スイッチ２６、振動子群２７、ゲイン制御部２８、複数のＬＮＡ２９、サブアレービームフォーマ３０、バイアス制御部３２、シーケンス制御部４１、温度センサ４２、設定値出力部４３および比較回路４４を含む。すなわちプローブ４がプローブ３と異なるのは、シーケンス制御部３１に代えてシーケンス制御部４１を備えるとともに、さらに温度センサ４２、設定値出力部４３および比較回路４４を追加して備えている点である。

【００４６】

シーケンス制御部４１は、シーケンス制御部３１とほぼ同様な機能を備えるが、バイア

ス制御部３２に対するバイアス供給のオン／オフの指示に比較回路４４が出力する比較結果を考慮する点がシーケンス制御部３１と異なる。

【００４７】

温度センサ４２は、プローブ４の表面の近くに設置され、プローブ４の生体接触面の温度をモニタする。そして温度センサ４２は、モニタしている温度に応じた値を持った温度信号を出力する。設定値出力部４３は、プローブ４の生体接触面の許容温度を考慮して定めた設定値を出力する。設定値は例えば、プローブ４の生体接触面の温度が42.5度であるときに温度センサ４２が出力する温度信号の値とする。比較回路４４は、温度センサ４２が出力する温度信号の値と設定値出力部４３が出力する設定値とを比較し、その結果をシーケンス制御部４１に通知する。

【００４８】

このように構成された超音波診断装置２００では、シーケンス制御部４１は、第１の実施形態に示した期間Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３に加えて、温度センサ４２が出力する温度信号の値が設定値を上回っている期間にもバイアスをオフするようにバイアス制御部３２に指示する。バイアス制御部３２は、この指示に応じて上記の期間にもバイアス制御信号をオフとする。かくして、プローブ４の生体接触面の温度がある温度を超えている期間にも、ＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０の動作が停止される。

【００４９】

かくして超音波診断装置２００によれば、第１の実施形態と同様な効果が得られる。さらに超音波診断装置２００によれば、プローブ４の生体接触面の温度がある温度を超えるまでに上昇してしまったとしても、そのような状況下でのＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０での発熱量が低減されるので、プローブ４の生体接触面の温度を速やかに低下させることができる。

【００５０】

（第３の実施形態）

図５は第３の実施形態に係る超音波診断装置３００の構成を示す図である。なお、図５において図１と同一の部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【００５１】

この超音波診断装置３００は、メインユニット１に超音波プローブ（以下、プローブと称する）５を接続して構成される。プローブ５は、メモリ２２、送信遅延回路２３、複数のパルサ２４、電圧設定部２５、送受信スイッチ２６、振動子群２７、ゲイン制御部２８、複数のＬＮＡ２９、サブアレービームフォーマ３０、バイアス制御部３２、シーケンス制御部５１、加速度センサ５２およびタイマ回路５３を含む。すなわちプローブ５がプローブ３と異なるのは、シーケンス制御部３１に代えてシーケンス制御部５１を備えるとともに、さらに加速度センサ５２およびタイマ回路５３を追加して備えている点である。

【００５２】

シーケンス制御部５１は、シーケンス制御部３１とほぼ同様な機能を備えるが、バイアス制御部３２に対するバイアス供給のオン／オフの指示にタイマ回路５３が出力するタイムアップ信号を考慮する点がシーケンス制御部３１と異なる。

【００５３】

加速度センサ５２は、プローブ５の動きに伴う加速度をモニタし、その加速度に応じた値を持つ加速度信号を出力する。タイマ回路５３は、加速度センサ５２が出力する加速度信号の値が一定値以下になったことに応じて計数動作を開始し、規定時間を計数し終えたことに応じてタイムアップ信号を出力する。タイマ回路５３は、加速度センサ５２が出力する加速度信号の値が一定値を超えた場合に、計数動作またはタイムアップ信号の出力を停止する。

【００５４】

このように構成された超音波診断装置３００では、シーケンス制御部５１は、第１の実施形態に示した期間Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３に加えて、タイマ回路５３がタイムアップ信号を出力している期間にもバイアスをオフするようにバイアス制御部３２に指示する。バイアス

制御部３２は、この指示に応じて上記の期間にもバイアス制御信号をオフとする。かくして、プローブ５がほとんど動かされない状態が一定時間以上に渡って継続している期間にも、ＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０の動作が停止される。

【００５５】

一般に診断中には、プローブ５が操作者により持たれているため、プローブ５は絶えず動かされている。同一部位を観察しようとする場合、操作者はプローブ５を静止させようとするが、プローブ５は操作者により持たれたままであるために完全に静止することはない。従ってこのような状態では、加速度センサ５２が出力する加速度信号は頻繁に一定値を超えることとなり、タイマ回路５３がタイムアップすることはない。

【００５６】

しかしながら、診断途中であっても、プローブ５を使用しない作業のためにプローブ５が放置されることがある。この場合には、プローブ５が静止することになるために、加速度センサ５２が出力する加速度信号は継続して一定値以下になる。そしてこのような状態が規定時間以上に渡り継続したならば、タイマ回路５３がタイムアップすることになる。

【００５７】

かくして超音波診断装置３００によれば、第１の実施形態と同様な効果が得られる。さらに超音波診断装置３００によれば、診断中であっても操作者がプローブ５を放置しているような状況下ではＬＮＡ２９およびサブアレービームフォーマ３０での発熱量が低減されるので、プローブ４の生体接触面が無駄に温度上昇してしまうことを防止できる。

【００５８】

送信状態のままプローブ５が長時間放置されると、実際の診断再開時にはプローブ５の温度が既にある程度上昇しているため、短時間のうちに規制温度に達し、温度が所定温度まで低下するまで診断を一時停止することが必要になる場合がある。これは、診断のスループットを悪化させる。また、造影剤や薬物投与時の診断をしている場合には、診断を最初からやり直す必要が生じることがある。しかしながら超音波診断装置３００では、このような不具合を効率的に回避できる。

【００５９】

なお、上記の一定値および規定時間は、小さく設定すれば早くバイアスを停止でき温度上昇の低下を防ぐ効果が高まるが、小さすぎるとプローブ５の使用中にその動作を停止させてしまう恐れがある。そこで一定値および規定時間は、両者のバランスを見た適切な値に設定されるべきである。

【００６０】

（第４の実施形態）

図６は第４の実施形態に係る超音波診断装置４００の構成を示す図である。なお、図６において図１と同一の部分には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。また図６では、図１と異なる部分とその周辺のみを示し、その他の同一部分の図示は省略している。

【００６１】

この超音波診断装置４００は、メインユニット１に超音波プローブ（以下、プローブと称する）６を接続して構成される。プローブ６は、メモリ２２、送信遅延回路２３、複数のパルサ２４、電圧設定部２５、送受信スイッチ２６、振動子群２７、ゲイン制御部２８、サブアレービームフォーマ３０、複数のＬＮＡ６１、シーケンス制御部６２およびバイアス制御部６３を含む。すなわちプローブ６がプローブ３と異なるのは、ＬＮＡ２９、シーケンス制御部３１およびバイアス制御部３２に代えてＬＮＡ６１、シーケンス制御部６２およびバイアス制御部６３を備えている点である。なお、図６では、複数のＬＮＡ６１のうちの１つのみを示してある。

【００６２】

ＬＮＡ６１は、ＬＮＡ６１ａ、定電流源６１ｂ，６１ｃ，６１ｄ，６１ｅ，６１ｆ，６１ｇおよびスイッチ６１ｈ，６１ｉを含む。

【００６３】

ＬＮＡ６１ａの入力端には、送受信スイッチ２６を介してＬＮＡ６１に与えられるｍチャネルの受信信号のうちの１つが入力される。ＬＮＡ６１ａは、この入力される受信信号を増幅する。ＬＮＡ６１ａの出力は、サブアレービームフォーマ３０のｍチャネルの入力の１つとしてＬＮＡ６１から出力される。ＬＮＡ６１ａのバイアス端子の一方は定電流源６１ｂ，６１ｃ，６１ｄおよびスイッチ６１ｈを介して電源Ｖｃｃに接続され、バイアス端子の他方は定電流源６１ｅ，６１ｆ，６１ｇおよびスイッチ６１ｉを介して電源Ｖｅｅに接続される。このスイッチ６１ｈ，６１ｉは、バイアス制御部６３から出力されるバイアス制御信号に応じてオン／オフする。さらにオン時には、スイッチ６１ｈは定電流源６１ｂ，６１ｃ，６１ｄに選択的に電源Ｖｃｃを接続し、スイッチ６１ｉは定電流源６１ｅ，６１ｆ，６１ｇに選択的に電源Ｖｅｅを接続する。

【００６４】

シーケンス制御部６２は、シーケンス制御部３１とほぼ同様な機能を備えるが、バイアス制御部３２に対するバイアス供給のオン／オフの指示に加えて、オン時におけるバイアス電流値を超音波の送信パワーに応じて決定してバイアス制御部６３に指示する機能を備える点がシーケンス制御部３１と異なる。

【００６５】

バイアス制御部６３は、バイアス制御部３２と同様にサブアレービームフォーマ３０を動作させるためのバイアスの供給をシーケンス制御部６２からの指示に応じてオン／オフする。またバイアス制御部６３は、ＬＮＡ６１を動作させるためのバイアスの供給をシーケンス制御部６２からの指示に応じてオン／オフするようにスイッチ６１ｈ，６１ｉを制御する。さらにバイアス制御部６３は、ＬＮＡ６１を動作させるためのバイアス電流値をシーケンス制御部６２からの指示に応じて変更するようにスイッチ６１ｈ，６１ｉを制御する。このためバイアス制御部６３は、２ビットのバイアス制御信号をＬＮＡ６１に与える。

【００６６】

このように構成された超音波診断装置４００では、シーケンス制御部６２は、第１の実施形態に示した期間Ｐ１，Ｐ２，Ｐ３にバイアスをオフするようにバイアス制御部６３に指示する。バイアス制御部６３は、この指示に応じてバイアス制御信号をオフとする。

【００６７】

一方、バイアスをオン状態としているときにシーケンス制御部６２は、超音波の送信パワーに応じて例えば図７に示すようにバイアス電流値を決定し、これをバイアス制御部６３に指示する。バイアス制御部６３は、ＬＮＡ６１ａに供給されるバイアスの電流値が指示されたバイアス電流値となるようにスイッチ６１ｈ，６１ｉを制御する。例えば、スイッチ６１ｈ，６１ｉが定電流源６１ｂ，６１ｅ、定電流源６１ｃ，６１ｆ、定電流源６１ｄ，６１ｇを選択したときにＬＮＡ６１ａに供給されるバイアスの電流値をそれぞれＩａ１，Ｉａ２，Ｉａ３とする。このときにバイアス制御部６３は、バイアス電流値としてＩａ１が指示されたならば定電流源６１ｂ，６１ｅを選択し、バイアス電流値としてＩａ２が指示されたならば定電流源６１ｃ，６１ｆを選択し、またバイアス電流値としてＩａ３が指示されたならば定電流源６１ｄ，６１ｇを選択するようにスイッチ６１ｈ，６１ｉを制御する。

【００６８】

かくして超音波診断装置４００によれば、第１の実施形態と同様な効果が得られる。さらに超音波診断装置４００によれば、ＬＮＡ６１の動作を停止することができない状況においても、送信パワーが大きい状況であればＬＮＡ６１ａに供給されるバイアスの電流値が低減され、ＬＮＡ６１ａにおける発熱量を低減できる。

【００６９】

なお、バイアス電流の低下はＬＮＡ６１のＳ／Ｎを悪化させる恐れがあるので、バイアス電流はできるだけ大きくするのが望ましい。しかしながら、受信信号のレベルが十分に大きい場合にはＬＮＡ６１のＳ／Ｎの悪化は大きな不具合とはならない。特に撮像対象が小児や体表部位などであって生体減衰が少ない用途では、ＬＮＡ６１のＳ／Ｎの悪化はあ

る程度許容できる。

【００７０】

この実施形態は、次のような種々の変形実施が可能である。

【００７１】

サブアレービームフォーマ３０はその種類によっては、ミキサークロックを停止することによってその動作を停止することも可能である。

【００７２】

図８はサブアレービームフォーマ３０の具体的な構成の一例を示す図である。

【００７３】

サブアレービームフォーマ３０には、小型化、省電力化のため、スイッチドキャパシタやＣＣＤなどの時間遅延手段、あるいはミキサによる位相遅延手段などが用いられる。図８に示す構成は、位相遅延のためのミキサ回路を用いたものである。

【００７４】

この図８に示すサブアレービームフォーマ３０は、複数のミキサ回路３０ａ、加算回路３０ｂ、ミキサ回路３０ｃおよびミキサ制御回路３０ｄを含む。なお、図８では１つのサブアレーに対応する構成のみを示しており、実際には図８に示す構成がｎ組設けられている。

【００７５】

複数のミキサ回路３０ａには、１つのサブアレーにグルーピングされた複数の受信信号がＬＮＡ２９からそれぞれ入力される。ミキサ回路３０ａは、ミキサ制御回路３０ｄから供給されるキャリア（例えば5MHｚ）を受信信号に対してミキシングすることにより、受信信号を変調する。この際、各受信ビームによって決まる各チャネル毎の遅延時間に合わせて切り替えた位相遅延を与える。そして複数のミキサ回路３０ａのそれぞれの出力を加算回路３０ｂにより加算する。こののちに、ミキサ制御回路３０ｄから供給されるキャリア（例えば5MHｚ）を加算回路３０ｂの出力信号に対してミキシングすることにより、もとの周波数の信号に復調する。そしてこれにより得られた信号をサブアレー信号としてメインユニット１へ伝送される。

【００７６】

このような構成のサブアレービームフォーマ３０では、ミキサ制御回路３０ｄからミキサ回路３０ａ，３０ｃへのキャリア（ミキサクロック）の供給を停止することで、サブアレービームフォーマ３０の動作を停止し、サブアレービームフォーマ３０での発熱を低下させることができる。

【００７７】

前記各実施形態では、送信回路および受信回路が内蔵されたプローブ、すなわちいわゆるマトリクスアレイプローブについて示したが、受信回路だけが内蔵されたプローブでも同様に実施が可能である。もちろん、従来の1次元アレイプローブでも同様の形態で実施することができる。

【００７８】

第３の実施形態では、加速度センサ５２に代えて、ジャイロセンサ、プローブを把持していることが分かる圧力センサなどの各種のセンサを利用可能である。

【００７９】

なお、本発明は上記実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

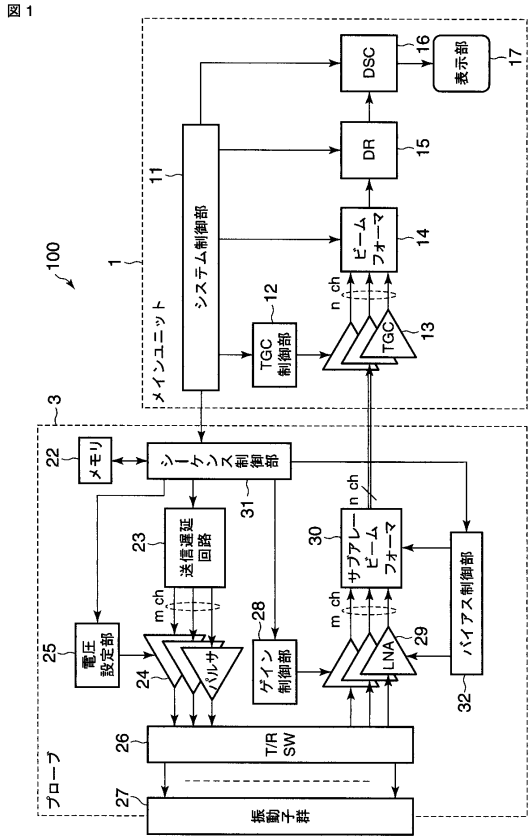
［１］　メインユニットとこのメインユニットに接続される超音波プローブとを具備した超音波診断装置において、

前記超音波プローブは、

超音波を電気的な受信信号に変換する振動子と、
前記受信信号に対して受信処理を施す受信回路と、
所定期間において動作を停止するように前記受信回路を制御する制御手段とを具備することを特徴とする超音波診断装置。
［２］　超音波を電気的な受信信号に変換する振動子と、
前記受信信号に対して受信処理を施す受信回路と、
所定期間において動作を停止するように前記受信回路を制御する制御手段とを具備することを特徴とする超音波プローブ。
【図面の簡単な説明】
【００８０】
【図１】本発明の第１の実施形態に係る超音波診断装置１００の構成を示す図。
【図２】図１中の１つのＬＮＡ２９の構成の一例を示す図。
【図３】図１に示す超音波診断装置１００の動作状態とバイアス制御信号との関係を示したタイミング図。
【図４】第２の実施形態に係る超音波診断装置２００の構成を示す図。
【図５】第３の実施形態に係る超音波診断装置３００の構成を示す図。
【図６】第４の実施形態に係る超音波診断装置４００の構成を示す図。
【図７】超音波の送信パワーとバイアス電流値との関係を示す図。
【図８】サブアレービームフォーマ３０の具体的な構成の一例を示す図。
【図９】プローブ内に受信回路を備えた超音波診断装置の従来の構成図。
【符号の説明】
【００８１】
１…メインユニット、２，３，４，５，６…超音波プローブ（プローブ）、１１…システム制御部、１２…ＴＧＣ制御部、１３…タイムゲインコントローラ（ＴＧＣ）、１４…ビームフォーマ、１５…ディジタル再構成部（ＤＲ）、１６…ディジタルスキャンコンバータ（ＤＳＣ）、１７…表示部、２１，３１，４１，５１，６２…シーケンス制御部、２２…メモリ、２３…送信遅延回路、２４…パルサ、２５…電圧設定部、２６…送受信スイッチ（Ｔ／Ｒ　ＳＷ）、２７…振動子群、２８…ゲイン制御部、２９，６１…低雑音増幅器（ＬＮＡ）、２９ａ…低雑音増幅器（ＬＮＡ）、２９ｂ…増幅器、２９ｃ，２９ｄ，２９ｅ，２９ｆ…定電流源、２９ｇ，２９ｈ…スイッチ、３０…サブアレービームフォーマ、３０ａ，３０ｃ…ミキサ回路、３０ｂ…加算回路、３０ｄ…ミキサ制御回路、３２，６３…バイアス制御部、４２…温度センサ、４３…設定値出力部、４４…比較回路、５２…加速度センサ、５３…タイマ回路、６１ｈ，６１ｉ…スイッチ、６１ｂ，６１ｃ，６１ｄ，６１ｅ，６１ｆ，６１ｇ…定電流源、１００，２００，３００，４００…超音波診断装置。

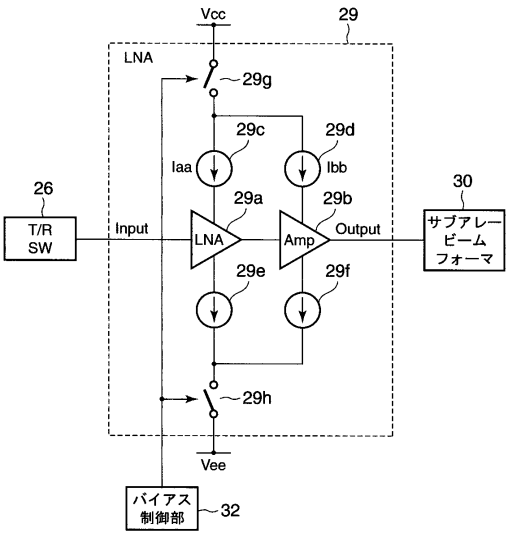
【図１】

図１



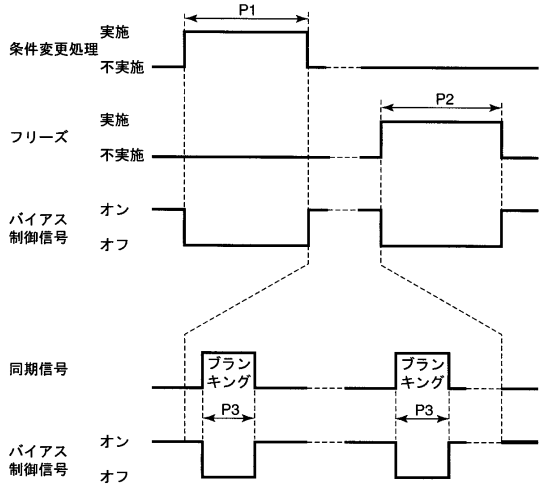
【図２】

図２



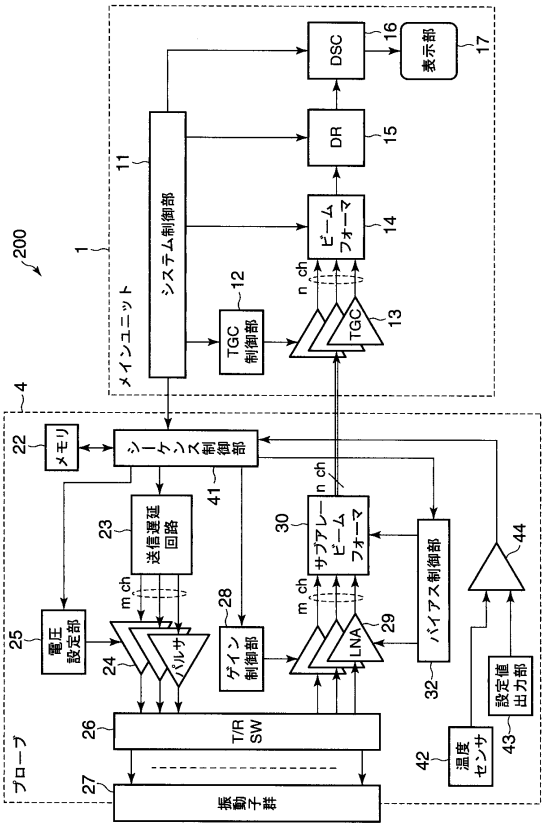
【図３】

図３



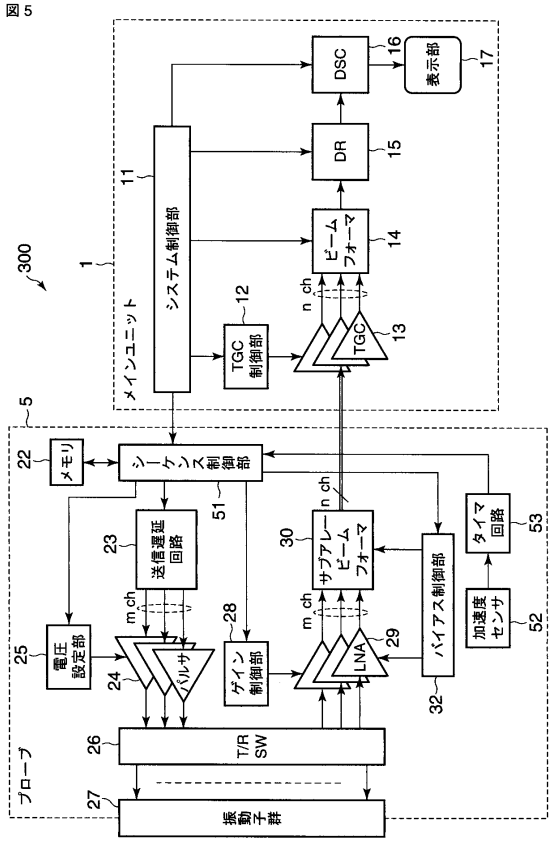
【図４】

図４



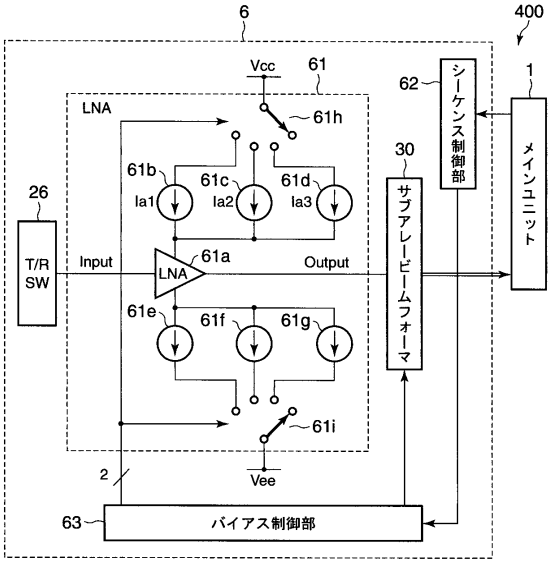
【図５】

図５



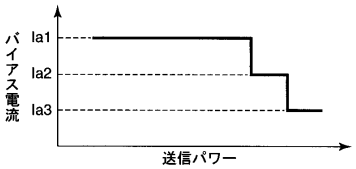
【図６】

図６



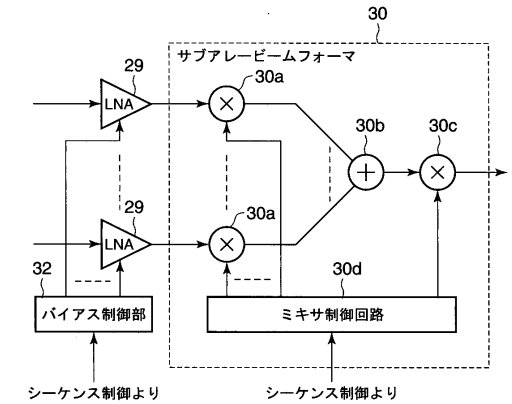
【図７】

図７



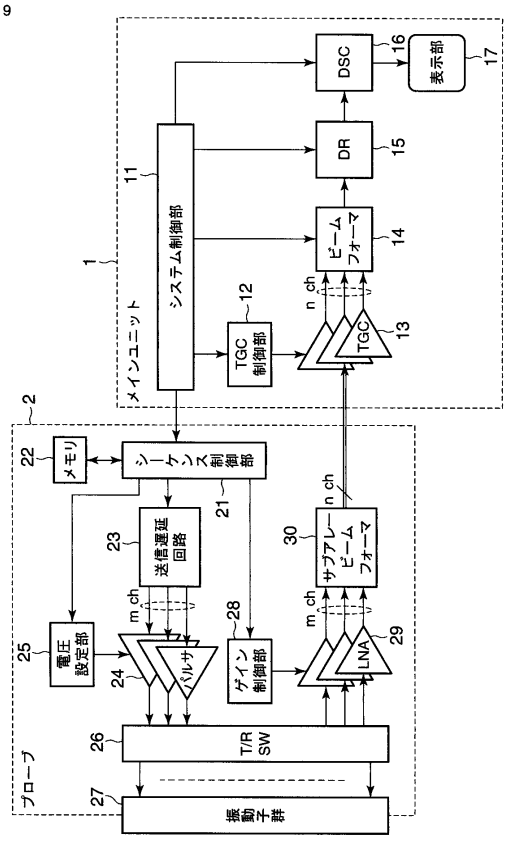
【図８】

図８



【図９】

図９



フロントページの続き

(74)代理人 100095441
弁理士 白根 俊郎
(74)代理人 100084618
弁理士 村松 貞男
(74)代理人 100103034
弁理士 野河 信久
(74)代理人 100119976
弁理士 幸長 保次郎
(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100101812
弁理士 勝村 紘
(74)代理人 100092196
弁理士 橋本 良郎
(74)代理人 100100952
弁理士 風間 鉄也
(74)代理人 100070437
弁理士 河井 将次
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(74)代理人 100134290
弁理士 竹内 将訓
(74)代理人 100127144
弁理士 市原 卓三
(74)代理人 100141933
弁理士 山下 元
(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本社内
(72)発明者 本郷 宏信
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本社内
(72)発明者 石塚 正明
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本社内
(72)発明者 神山 聡
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本社内

審査官 冨永 昌彦

(56)参考文献 特開２０００－０７０２６２（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－１４０７０６（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－３１６８４９（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１０８８６４（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－１２７６３２（ＪＰ，Ａ）

特開２００６－１７４８５４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ　　８／００