

(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.  
A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F I  
A 6 1 B 8/00

請求項の数 13 (全 17 頁)

|           |                               |           |                  |
|-----------|-------------------------------|-----------|------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2007-329041 (P2007-329041)  | (73) 特許権者 | 000003078        |
| (22) 出願日  | 平成19年12月20日 (2007.12.20)      |           | 株式会社東芝           |
| (65) 公開番号 | 特開2009-148424 (P2009-148424A) |           | 東京都港区芝浦一丁目1番1号   |
| (43) 公開日  | 平成21年7月9日 (2009.7.9)          | (73) 特許権者 | 594164542        |
| 審査請求日     | 平成22年12月20日 (2010.12.20)      |           | 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、

超音波を電氣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氣信号に基づく画像を表示する表示手段をさらに備え、

10

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。

20

【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。

30

【請求項 8】

超音波を電氣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。

40

【請求項 9】

超音波を電氣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】

50

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、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、デジタルレシーバ（DR）15、デ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

10

20

30

40

50

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 LNA 29 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  $4 \times 4$  や  $5 \times 5$  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  $48 \times 48 = 2304$  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  $4 \times 4 = 16$  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、TGC 13、ビームフォーマ 14、DR 15 および DSC 16 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

10

20

30

40

50

ープの内蔵回路による発熱はほとんど変化しない。

【 0 0 1 3 】

Bモード、カラーモード、あるいはボリウ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。

【 0 0 1 4 】

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】

10

【 0 0 1 5 】

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方法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、超音波を電氣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方法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方法として判定する。

20

【 0 0 1 6 】

本発明の第2の態様による超音波プローブは、超音波を電氣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方法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方法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方法と判定する。

【発明の効果】

【 0 0 1 7 】

30

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】

【 0 0 1 8 】

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。

【 0 0 1 9 】

(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。

【 0 0 2 0 】

40

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、デジタルレシーバ(以下、DRと称する)15、デ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。

【 0 0 2 1 】

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

50

び受信信号に与える遅延量に関する遅延データを送受信タイミング毎に記憶する。

【 0 0 2 2 】

送信遅延回路 2 3 は、振動子群 2 7 から送信される m チャンネルの超音波信号を、シーケンス制御部 3 1 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 チャンネルのそれぞれについて設定する。複数のパルス 2 4 は、n チャンネルのそれぞれに対応してる。複数のパルス 2 4 のそれぞれは、対応するチャンネルに関して送信遅延回路 2 3 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 2 5 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 2 5 は、シーケンス制御部 3 1 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。

【 0 0 2 3 】

送受信スイッチ 2 6 は、振動子群 2 7 に複数のパルス 2 4 および複数の L N A 2 9 を選択的に接続する。送受信スイッチ 2 6 が振動子群 2 7 に複数のパルス 2 4 を接続しているとき、パルス 2 4 で生成された n チャンネルの駆動信号が送受信スイッチ 2 6 を介してそれぞれ振動子群 2 7 に供給される。

【 0 0 2 4 】

振動子群 2 7 には、n チャンネルのそれぞれに対応した超音波振動子が 1 次元または 2 次元的に配列されている。これらの超音波振動子に n チャン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氣的な受信信号に変換する。

【 0 0 2 5 】

送受信スイッチ 2 6 が振動子群 2 7 に複数の L N A 2 9 を接続しているとき、振動子群 2 7 の各超音波振動子で得られた n チャンネルの受信信号は複数の L N A 2 9 にそれぞれ入力される。ゲイン制御部 2 8 は、シーケンス制御部 3 1 からの指示に応じて複数の L N A 2 9 のゲインを設定する。複数の L N A 2 9 は、各チャンネルの受信信号それぞれをゲイン制御部 2 8 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 3 0 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 3 0 では、n チャンネルのサブアレー信号が得られる。n チャンネルのサブアレー信号は、それぞれプロンプ 3 から出力されてメインユニット 1 に入力される。

【 0 0 2 6 】

シーケンス制御部 3 1 は、送受信タイミング毎の遅延データをメモリ 2 2 からロードして送信遅延回路 2 3 およびサブアレービームフォーマ 3 0 へ設定する。シーケンス制御部 3 1 は、所望送信音圧を電圧設定部 2 5 に指示する。シーケンス制御部 3 1 は、所望ゲインをゲイン制御部 2 8 に指示する。さらにシーケンス制御部 3 1 は、バイアス制御部 3 2 に対してバイアス供給のオン / オフを指示する。

【 0 0 2 7 】

バイアス制御部 3 2 は、複数の L N A 2 9 およびサブアレービームフォーマ 3 0 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 3 1 からの指示に応じてオン / オフする。

【 0 0 2 8 】

システム制御部 1 1 は、適用すべきシーケンスをシーケンス制御部 3 1 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ンプ 3 を制御する。またシステム制御部 1 1 は、適用すべきシーケンスに応じた画像を表示部 1 7 に表示するために複数の T G C 1 2、ビームフォーマ 1 4、D R 1 5 および D S C 1 6 のそれぞれの動作を制御する。

【 0 0 2 9 】

複数の T G C 1 3 は、それぞれ n チャンネルのサブアレーに対応している。複数の T G C 1 3 は、タイムゲインコントロールを行うように複数のサブアレー信号のそれぞれを増幅する。ビームフォーマ 1 4 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

10

20

30

40

50

に関するエコー信号を得る。D R 1 5 は、ビームフォーマ 1 4 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。D S C 1 6 は、D R 1 5 で得られたデータを表示部 1 7 での表示に適するデータに変換する。表示部 1 7 は、D S C 1 6 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。

【 0 0 3 0 】

図 2 は 1 つの L N A 2 9 の構成の一例を示す図である。

【 0 0 3 1 】

図 2 に示す L N A 2 9 は、L N A 2 9 a、増幅器 ( A m p ) 2 9 b、定電流源 2 9 c , 2 9 d , 2 9 e , 2 9 f およびスイッチ 2 9 g , 2 9 h を含む。

【 0 0 3 2 】

この L N A 2 9 は、L N A 2 9 a および増幅器 2 9 b を直列に接続した 2 段の増幅回路となっている。L N A 2 9 a および増幅器 2 9 b のそれぞれのバイアス端子の一方は定電流源 2 9 c , 2 9 d を介して電源 V c c に接続され、バイアス端子の他方は定電流源 2 9 e , 2 9 f を介して電源 V e e に接続されるが、各バイアス端子への電源 V c c , V e e からのバイアス印加をオン / オフ可能なようにスイッチ 2 9 g , 2 9 h が設けられている。このスイッチ 2 9 g , 2 9 h は、バイアス制御部 3 2 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 2 9 g , 2 9 h には、L N A 2 9 に内蔵されているため、電界効果トランジスタ F E T やトランジスタが用いられる。

【 0 0 3 3 】

次に以上のように構成された超音波診断装置 1 0 0 の動作について説明する。

【 0 0 3 4 】

この超音波診断装置 1 0 0 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、L N A 2 9 およびサブアレービームフォーマ 3 0 の制御に関わる動作について説明する。

【 0 0 3 5 】

図 3 は超音波診断装置 1 0 0 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。

【 0 0 3 6 】

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 1 1 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 3 1 に通知され、シーケンス制御部 3 1 は超音波送信を停止させる。またシステム制御部 1 1 は、撮像条件の変更処理の実施 / 不実施をバイアス制御部 3 2 に通知する。

【 0 0 3 7 】

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 1 7 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 1 1 は画像表示をフリーズさせる。そしてシステム制御部 1 1 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 1 1 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 3 1 に伝達する。シーケンス制御部 3 1 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 1 1 は、フリーズの実施 / 不実施をバイアス制御部 3 2 に通知する。

【 0 0 3 8 】

シーケンス制御部 3 1 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 P 1 およびフリーズが実施されている期間 P 2 にバイアスをオフするようにバイアス制御部 3 2 に指示する。バイアス制御部 3 2 は、この指示に応じて期間 P 1 , P 2 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 2 9 g , 2 9 h はオンしており、L N A 2 9 a および増幅器 2 9 b には電源 V c c , V e e 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 2 9 g , 2 9 h がオフにな

10

20

30

40

50

り、LNA 29 a および増幅器 29 b が電源  $V_{cc}$  ,  $V_{ee}$  から切り離され、LNA 29 a および増幅器 29 b にはバイアスが印加されなくなる。この結果、期間 P 1 , P 2 においては、LNA 29 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 P 1 , P 2 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。

10

#### 【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 P 3 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 P 3 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 P 3 が到来する毎に、その期間中にはLNA 29 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。

20

#### 【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 P 1、フリーズが実施されている期間 P 2 およびブランキング期間 P 3 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LNA 29 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 P 1 , P 2 , P 3 におけるLNA 29 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LNA 29 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、LNA 29 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。

30

#### 【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、LNA 29 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】

40

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、複数のパルス 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LNA 29、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

50

ス制御部 3 2 に対するバイアス供給のオン / オフの指示に比較回路 4 4 が出力する比較結果を考慮する点がシーケンス制御部 3 1 と異なる。

【 0 0 4 7 】

温度センサ 4 2 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 4 2 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 4 3 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 4 2 が出力する温度信号の値とする。比較回路 4 4 は、温度センサ 4 2 が出力する温度信号の値と設定値出力部 4 3 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 4 1 に通知する。

10

【 0 0 4 8 】

このように構成された超音波診断装置 2 0 0 では、シーケンス制御部 4 1 は、第 1 の実施形態に示した期間 P 1 , P 2 , P 3 に加えて、温度センサ 4 2 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 3 2 に指示する。バイアス制御部 3 2 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、L N A 2 9 およびサブアレービームフォーマ 3 0 の動作が停止される。

【 0 0 4 9 】

かくして超音波診断装置 2 0 0 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 2 0 0 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 L N A 2 9 およびサブアレービームフォーマ 3 0 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。

20

【 0 0 5 0 】

( 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 3 0 0 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。

【 0 0 5 1 】

この超音波診断装置 3 0 0 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 2 2 、送信遅延回路 2 3 、複数のパルサ 2 4 、電圧設定部 2 5 、送受信スイッチ 2 6 、振動子群 2 7 、ゲイン制御部 2 8 、複数の L N A 2 9 、サブアレービームフォーマ 3 0 、バイアス制御部 3 2 、シーケンス制御部 5 1 、加速度センサ 5 2 およびタイマ回路 5 3 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 3 1 に代えてシーケンス制御部 5 1 を備えるとともに、さらに加速度センサ 5 2 およびタイマ回路 5 3 を追加して備えている点である。

30

【 0 0 5 2 】

シーケンス制御部 5 1 は、シーケンス制御部 3 1 とほぼ同様な機能を備えるが、バイアス制御部 3 2 に対するバイアス供給のオン / オフの指示にタイマ回路 5 3 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 3 1 と異なる。

【 0 0 5 3 】

40

加速度センサ 5 2 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 5 3 は、加速度センサ 5 2 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 5 3 は、加速度センサ 5 2 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。

【 0 0 5 4 】

このように構成された超音波診断装置 3 0 0 では、シーケンス制御部 5 1 は、第 1 の実施形態に示した期間 P 1 , P 2 , P 3 に加えて、タイマ回路 5 3 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 3 2 に指示する。バイアス

50

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、LNA 29 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 LNA 29 およびサブアレービームフォーマ 30 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 LNA 61、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、LNA 29、シーケンス制御部 31 およびバイアス制御部 32 に代えて LNA 61、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 LNA 61 のうちの 1 つのみを示してある。

【0062】

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

【0063】

LNA 61 a の入力端には、送受信スイッチ 26 を介して LNA 61 に与えられる m チャンネルの受信信号のうちの 1 つが入力される。LNA 61 a は、この入力される受信信号を増幅する。LNA 61 a の出力は、サブアレービームフォーマ 30 の m チャンネルの入力の 1 つとして LNA 61 から出力される。LNA 61 a のバイアス端子の一方は定電流源 61 b, 61 c, 61 d およびスイッチ 61 h 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 61 e, 61 f, 61 g およびスイッチ 61 i を介して電源 Vee に接続される。このスイッチ 61 h, 61 i 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 61 h は定電流源 61 b, 61 c, 61 d に選択的に電源 Vcc を接続し、スイッチ 61 i は定電流源 61 e, 61 f, 61 g に選択的に電源 Vee を接続する。

10

#### 【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、LNA 61 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 61 h, 61 i を制御する。さらにバイアス制御部 63 は、LNA 61 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 61 h, 61 i 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 LNA 61 に与える。

20

#### 【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、LNA 61 a 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 61 h, 61 i を制御する。例えば、スイッチ 61 h, 61 i が定電流源 61 b, 61 e、定電流源 61 c, 61 f、定電流源 61 d, 61 g を選択したときに LNA 61 a 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 61 b, 61 e 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 61 c, 61 f 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 61 d, 61 g を選択するようにスイッチ 61 h, 61 i を制御する。

30

40

#### 【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、LNA 61 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 LNA 61 a に供給されるバイアスの電流値が低減され、LNA 61 a 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 LNA 61 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 LNA 61 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、LNA 61 の S/N の悪化はあ

50

る程度許容できる。

【 0 0 7 0 】

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。

【 0 0 7 1 】

サブアレービームフォーマ 3 0 はその種類によっては、ミキサ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。

【 0 0 7 2 】

図 8 はサブアレービームフォーマ 3 0 の具体的な構成の一例を示す図である。

【 0 0 7 3 】

サブアレービームフォーマ 3 0 には、小型化、省電力化のため、スイッチドキャパシタや C C D 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。

【 0 0 7 4 】

この図 8 に示すサブアレービームフォーマ 3 0 は、複数のミキサ回路 3 0 a、加算回路 3 0 b、ミキサ回路 3 0 c およびミキサ制御回路 3 0 d 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。

【 0 0 7 5 】

複数のミキサ回路 3 0 a 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 L N A 2 9 からそれぞれ入力される。ミキサ回路 3 0 a は、ミキサ制御回路 3 0 d から供給されるキャリア（例えば 5 M H z）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 3 0 a のそれぞれの出力を加算回路 3 0 b により加算する。こののちに、ミキサ制御回路 3 0 d から供給されるキャリア（例えば 5 M H z）を加算回路 3 0 b 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。

【 0 0 7 6 】

このような構成のサブアレービームフォーマ 3 0 では、ミキサ制御回路 3 0 d からミキサ回路 3 0 a , 3 0 c 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 3 0 の動作を停止し、サブアレービームフォーマ 3 0 での発熱を低下させることができる。

【 0 0 7 7 】

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。

【 0 0 7 8 】

第 3 の実施形態では、加速度センサ 5 2 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。

【 0 0 7 9 】

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、

10

20

30

40

50

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】

【 0 0 8 0 】

10

【図 1】本発明の第 1 の実施形態に係る超音波診断装置 1 0 0 の構成を示す図。

【図 2】図 1 中の 1 つの L N A 2 9 の構成の一例を示す図。

【図 3】図 1 に示す超音波診断装置 1 0 0 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 2 0 0 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 3 0 0 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 4 0 0 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 3 0 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。

20

【符号の説明】

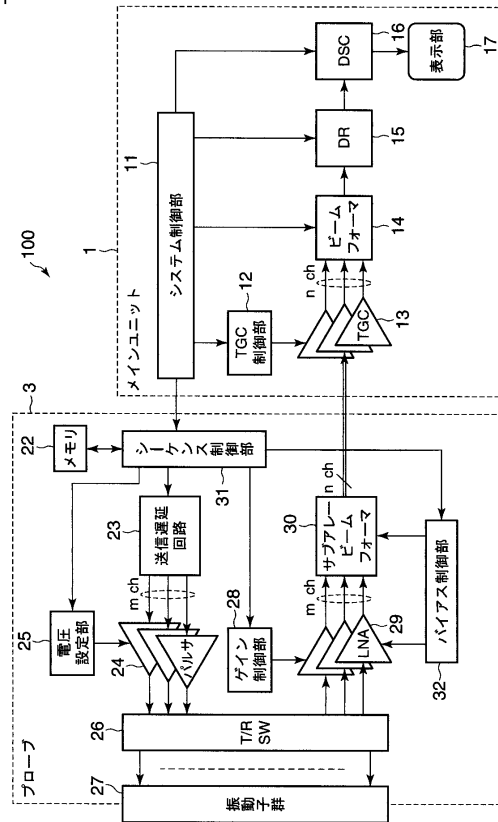
【 0 0 8 1 】

1 ... メインユニット、 2 , 3 , 4 , 5 , 6 ... 超音波プローブ ( プローブ ) 、 1 1 ... システム制御部、 1 2 ... T G C 制御部、 1 3 ... タイムゲインコントローラ ( T G C ) 、 1 4 ... ビームフォーマ、 1 5 ... デジタル再構成部 ( D R ) 、 1 6 ... デジタルスキャンコンバータ ( D S C ) 、 1 7 ... 表示部、 2 1 , 3 1 , 4 1 , 5 1 , 6 2 ... シーケンス制御部、 2 2 ... メモリ、 2 3 ... 送信遅延回路、 2 4 ... パルス、 2 5 ... 電圧設定部、 2 6 ... 送受信スイッチ ( T / R S W ) 、 2 7 ... 振動子群、 2 8 ... ゲイン制御部、 2 9 , 6 1 ... 低雑音増幅器 ( L N A ) 、 2 9 a ... 低雑音増幅器 ( L N A ) 、 2 9 b ... 増幅器、 2 9 c , 2 9 d , 2 9 e , 2 9 f ... 定電流源、 2 9 g , 2 9 h ... スイッチ、 3 0 ... サブアレービームフォーマ、 3 0 a , 3 0 c ... ミキサ回路、 3 0 b ... 加算回路、 3 0 d ... ミキサ制御回路、 3 2 , 6 3 ... バイアス制御部、 4 2 ... 温度センサ、 4 3 ... 設定値出力部、 4 4 ... 比較回路、 5 2 ... 加速度センサ、 5 3 ... タイマ回路、 6 1 h , 6 1 i ... スイッチ、 6 1 b , 6 1 c , 6 1 d , 6 1 e , 6 1 f , 6 1 g ... 定電流源、 1 0 0 , 2 0 0 , 3 0 0 , 4 0 0 ... 超音波診断装置。

30

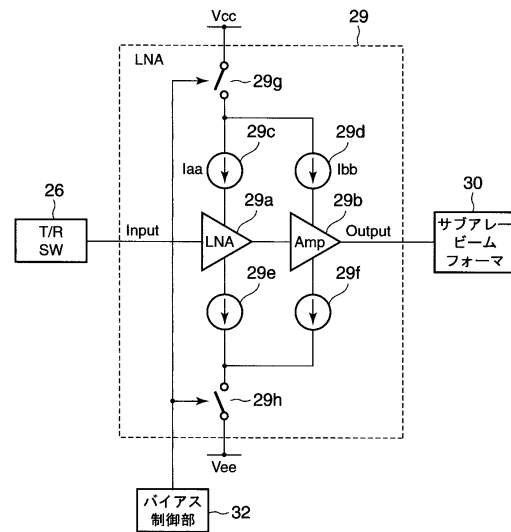
【 図 1 】

图 1



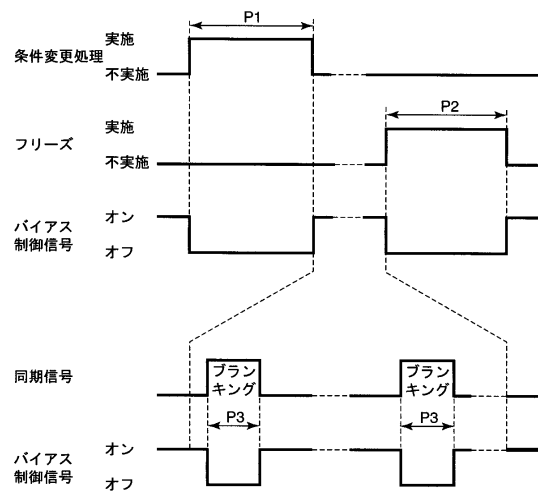
【 図 2 】

图 2



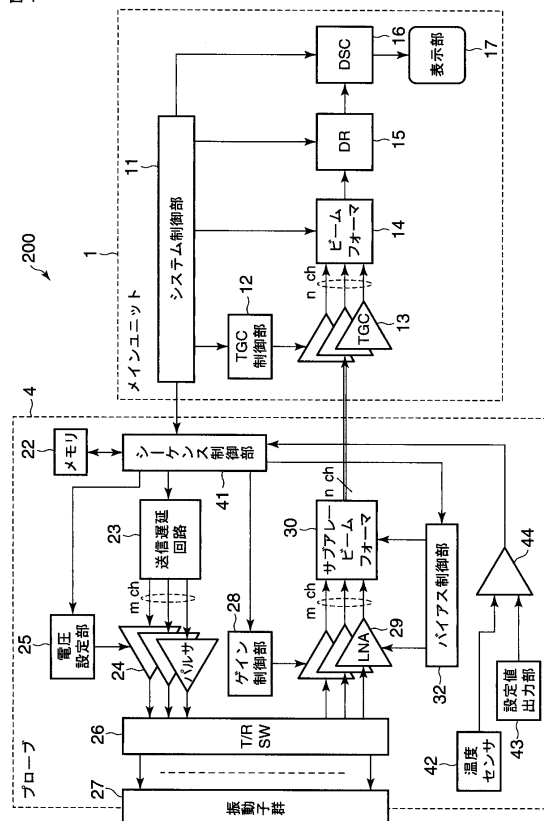
【 図 3 】

图 3



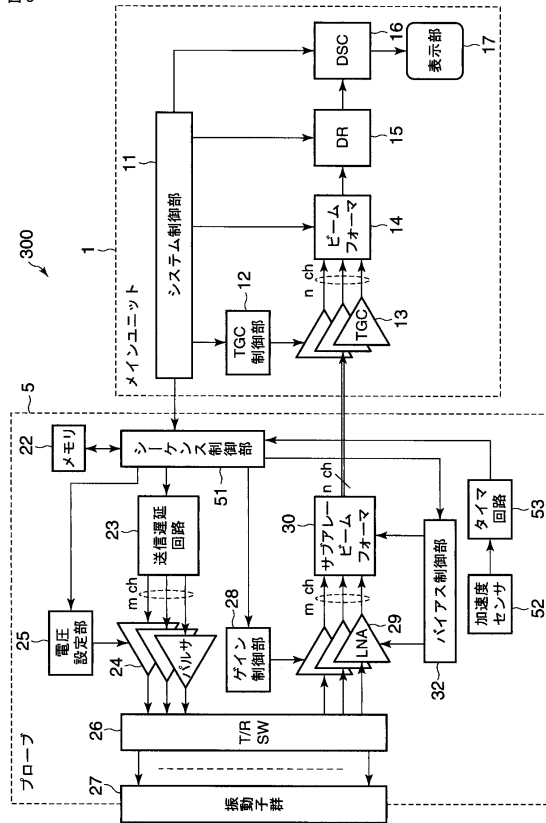
【 図 4 】

图 4



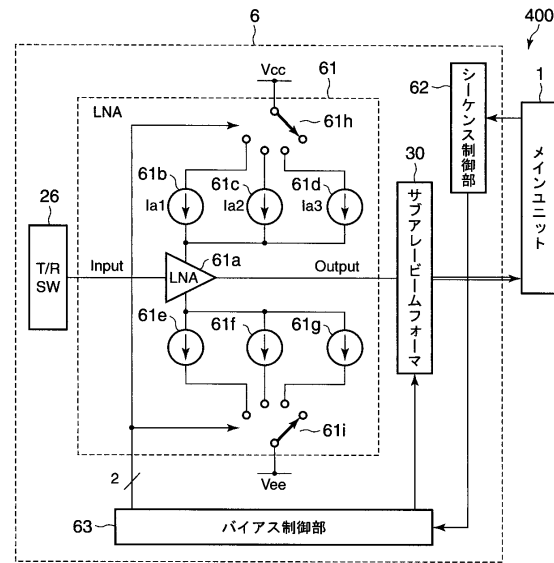
【図 5】

図 5



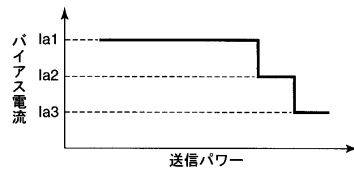
【図 6】

図 6



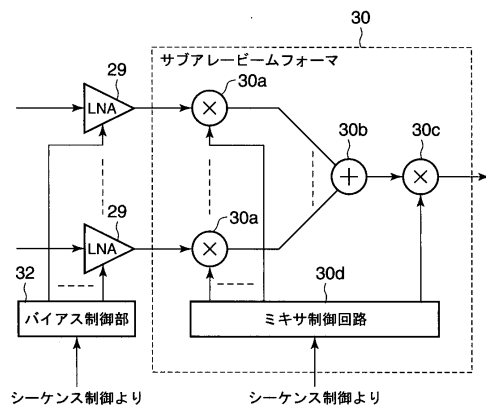
【図 7】

図 7



【図 8】

図 8

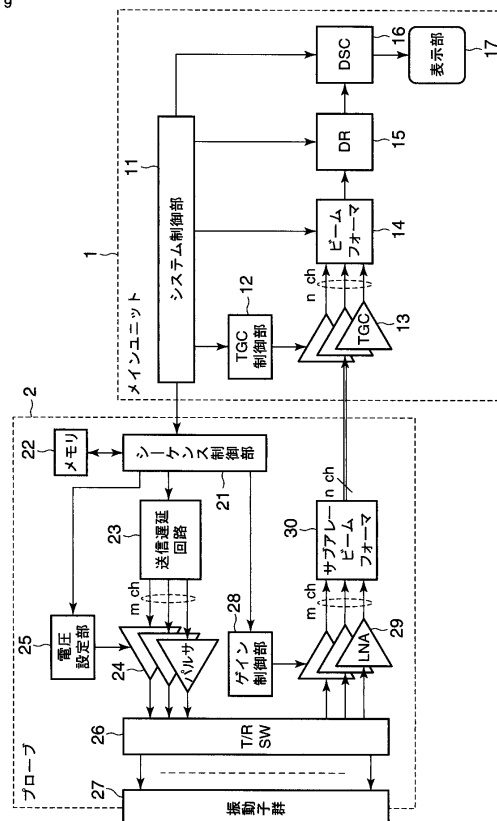


シーケンス制御より

シーケンス制御より

【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 1 3 8 5 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 1 3 8 5 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 1 3 8 5 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 1 3 8 5 番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内

審査官 富永 昌彦

- (56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 7 0 2 6 2 ( J P , A )  
特開平 0 9 - 1 4 0 7 0 6 ( J P , A )  
特開 2 0 0 0 - 3 1 6 8 4 9 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 0 8 8 6 4 ( J P , A )  
特開平 1 0 - 1 2 7 6 3 2 ( J P , A )

特開 2 0 0 6 - 1 7 4 8 5 4 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B        8 / 0 0

## 图 2

[illegible]