

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4430997号
(P4430997)

(45) 発行日 平成22年3月10日 (2010.3.10)

(24) 登録日 平成21年12月25日 (2009.12.25)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

G O 1 N 29/04 (2006.01)

G O 1 N 29/10

G O 1 N 29/44 (2006.01)

G O 1 N 29/22 5 O 1

請求項の数 9 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-205706 (P2004-205706)
 (22) 出願日 平成16年7月13日 (2004.7.13)
 (65) 公開番号 特開2006-25905 (P2006-25905A)
 (43) 公開日 平成18年2月2日 (2006.2.2)
 審査請求日 平成19年2月27日 (2007.2.27)

(73) 特許権者 306037311
 富士フイルム株式会社
 東京都港区西麻布2丁目26番30号
 (74) 代理人 100110777
 弁理士 宇都宮 正明
 (74) 代理人 100100413
 弁理士 渡部 温
 (72) 発明者 佐藤 智夫
 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
 富士写真フイルム株式会社内

審査官 川上 則明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波送受信装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の駆動信号に従って超音波を被検体に送信し、前記被検体から反射された超音波エコーを受信して複数の検出信号をそれぞれ出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波用探触子と、

送信帯域において互いに中心周波数が異なる複数の周波数成分の内から離散的に選択された複数の周波数成分を所定の割合で加算することにより得られる複数種類のスペクトル拡散信号に対応する複数種類の超音波ビームを前記超音波用探触子から複数の方向に同時に送信するための複数の駆動信号を発生する駆動信号発生手段と、

前記複数の超音波トランスデューサからそれぞれ出力される複数の検出信号に対して信号処理を施し、信号処理が施された複数の検出信号に基づいて、前記超音波用探触子から送信される超音波ビームの数に対応して複数の受信焦点を形成するように複数種類の位相整合を行う受信側信号処理手段と、
 を具備する超音波送受信装置。

【請求項 2】

前記駆動信号発生手段が、送信帯域において互いに中心周波数が異なり、かつ、直交する複数の周波数成分の内から離散的に選択された複数の周波数成分を所定の割合で加算することにより得られる複数種類のスペクトル拡散信号に対応する複数種類の超音波ビームを前記超音波用探触子から複数の方向に同時に送信するための複数の駆動信号を発生する、請求項 1 記載の超音波送受信装置。

10

20

【請求項 3】

前記駆動信号発生手段が、送信帯域において互いに中心周波数が異なる複数の周波数成分の中から所定の順序で選択された複数群の周波数成分に基づいて、各群の周波数成分を所定の割合で加算することにより得られる複数種類のスペクトル拡散信号に対応する複数種類の超音波ビームを前記超音波用探触子から複数の方向に同時に送信するための複数の駆動信号を発生する、請求項 1 又は 2 記載の超音波送受信装置。

【請求項 4】

前記駆動信号発生手段が、前記複数種類のスペクトル拡散信号に対して送信ビームフォーミングのための複数種類の遅延処理を施して得られる複数種類の波形を合成することにより、前記複数の駆動信号を発生する、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項記載の超音波送受信装置。

10

【請求項 5】

前記駆動信号発生手段が、

前記複数種類のスペクトル拡散信号に対応する複数種類の超音波ビームを前記超音波用探触子から複数の方向に同時に送信するための複数の駆動信号の波形を表す波形データをそれぞれ生成する波形データ生成手段と、

前記波形データ生成手段によって生成された波形データに基づいて複数の駆動信号を生成し、該複数の駆動信号を前記超音波用探触子に供給する複数の送信回路と、を含む、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項記載の超音波送受信装置。

20

【請求項 6】

前記超音波用探触子から送信される複数の超音波ビームの方向を予め定められた走査方法に従って変化させるように前記波形データ生成手段を制御する走査制御手段をさらに具備する請求項 5 記載の超音波送受信装置。

【請求項 7】

前記駆動信号発生手段が、送信帯域において互いに中心周波数が異なる複数の周波数成分の位相関係をずらし、それらの内から離散的に選択された複数の周波数成分を所定の割合で加算することにより、擬似白色雑音化された複数種類のスペクトル拡散信号を得る、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項記載の超音波送受信装置。

【請求項 8】

前記受信側信号処理手段が、前記超音波用探触子から同時に送信される超音波ビームの数に対応して複数の受信焦点を形成するように前記複数の検出信号に対して複数種類の位相整合及び加算を行うことにより複数種類の信号を得て、該複数種類の信号の各々に対してパルス圧縮処理を施す、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項記載の超音波送受信装置。

30

【請求項 9】

前記受信側信号処理手段が、前記複数種類の信号の各々にフィルタ処理及び補間処理を施すことにより、欠落している情報が復元された複数の周波数成分を求め、該複数の周波数成分に異なる遅延量を与えて加算することによりパルス圧縮処理を施す、請求項 8 記載の超音波送受信装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、超音波を送受信して生体内臓器の診断や非破壊検査を行うための超音波送受信装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

一般的に、超音波診断装置や工業用の探傷装置等として用いられる超音波送受信装置においては、超音波の送受信機能を有する複数の超音波トランスデューサを含む超音波用探触子（プローブ）が用いられる。このような超音波用探触子を用いて、複数の超音波を合波することにより形成される超音波ビームによって被検体を走査し、被検体内部において反射された超音波エコーを受信することにより、超音波エコーの強度に基づいて被検体に

50

関する画像情報が得られる。さらに、この画像情報に基づいて、被検体に関する２次元又は３次元画像が再現される。

【０００３】

超音波送受信装置において、複数の超音波トランスデューサによって構成される超音波トランスデューサアレイを用いて超音波ビームを送受信する方法として、以下の（１）及び（２）に述べる方式が知られている。

【０００４】

（１）受信時ビーム分割方式

図５の（ａ）は、従来方式による超音波ビームの送信を説明するための模式図であり、図５の（ｂ）は、従来方式による超音波ビームの受信を説明するための模式図である。この方式においては、送信系に設けられた複数のパルスから供給される駆動信号に基づいて、超音波トランスデューサアレイ１００を構成する複数の超音波トランスデューサ１０１のそれぞれから、超音波パルスが間欠的に送信される。この超音波パルスは、図５の（ａ）に示すように、超音波トランスデューサアレイ１００から被検体に向けて送信され、被検体内を伝播して超音波ビーム１０２を形成する。

10

【０００５】

超音波ビーム１０２は、送信位置から近距離の領域においては進行するほど次第に狭くなっていき、焦点Ｆで最も狭くなり、その後は次第に広がっていく。この超音波ビームが被検体内に存在する反射体によって反射されて超音波エコーが発生し、図５の（ｂ）に示すように、この超音波エコーが超音波トランスデューサアレイ１００によって受信される。超音波トランスデューサアレイ１００を構成する複数の超音波トランスデューサ１０１から出力される検出信号は、受信系に設けられている位相整合演算手段によって所定の遅延が与えられた後に加算されて受信ビームフォーミング処理が施されることにより、超音波ビームごとの検出信号が得られる。この例では、３つの受信超音波ビーム１０３、１０４及び１０５が示されている。

20

【０００６】

（２）多方向同時送信方式

図６は、従来他の方式による超音波ビームの送受信を説明するための模式図である。この方式においては、複数のパルスから複数の超音波トランスデューサ１０１に、同時に複数種類の駆動信号が供給される。例えば、図６に示すように、１組のエレメントにＡ系パルスとＢ系パルスの２組のタイミングパルスを印加して、超音波ビームＡと超音波ビームＢの両方を発生する。なお、Ａ系パルスとＢ系パルスとが重なる場合には、共通パルスとなる。このようにして、複数の方向（図６においては２方向）に向けて、同時に複数の超音波ビームが送信される。

30

【０００７】

超音波ビームを受信する際には、超音波ビームＡと超音波ビームＢを送信した方向に合わせて、複数の超音波トランスデューサ１０１から出力される検出信号に受信ビームフォーミング処理を施すことにより、２つの超音波ビームが分離される。ただし、送信される超音波ビームＡと超音波ビームＢとの間の角度差が小さい場合には、十分なセパレーションが得られないので、これらの超音波ビームを区別するための工夫が必要となる。

40

【０００８】

関連する技術として、下記の特許文献１には、比較的簡素な構成で、周囲の超音波雑音の影響及び複数の超音波変換器を近傍で並列運用する際の相互干渉の発生並びに多重反射波のそれぞれの影響を低減して、物体の有無及び距離を正確に計測することができる超音波物体計測装置が開示されている。この超音波物体計測装置は、擬似雑音信号によってトーンバースト波に周波数拡散変調を施して送信し、反射波を受信して復調した信号と周波数拡散変調に用いた擬似雑音信号との相互相関を得る。その相関度合いから、物体での反射信号の受信の有無が判定され、さらに距離が計測される。また、複数の擬似雑音信号を順次切り替えて区別した周波数拡散変調信号を用いて送信トーンバースト波を送出することにより、複数のトーンバースト波が区別される。

50

【 0 0 0 9 】

特許文献 1 には、複数の擬似雑音信号として、周期が異なる複数の M 系列符号 (Maximum Linear Code) を用いることが記載されているが、複数の M 系列符号によってそれぞれ変調された複数のトーンバースト波の間のクロストークは、最悪の場合、ある一定値よりも小さくならないという問題がある。

【 0 0 1 0 】

また、下記の特許文献 2 には、無線干渉識別能力を最適化し、反射レーダーエコーのドップラースhiftを評価する超広帯域干渉レーダーシステムが開示されている。このレーダーシステムにおいては、送受信プロセスが多数の連続したサブプロセスに分割され、各サブプロセスは、送信と、それに続く 1 オクターブの一部からなる相対帯域幅を有する信号の受信とからなっている。異なる狭帯域送信により受信された信号は、パルス圧縮技術によって、広帯域レーダーデータを再構成するために用いられる。しかしながら、送受信プロセスが多数の連続したサブプロセスに分割されることにより、データ収集のために時間を要するという問題がある。

10

【特許文献 1】特開平 7 - 1 0 4 0 6 3 号公報 (第 1 頁、図 1)

【特許文献 2】特表 2 0 0 0 - 5 0 7 3 5 6 号公報 (第 1 頁、図 1)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 1 】

そこで、上記の点に鑑み、本発明は、同時に複数の方向に複数の超音波ビームを送信することにより、被検体を走査するために要する時間を短縮すると共に、これらの超音波ビーム間のセパレーションを向上させた超音波送受信装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 2 】

上記課題を解決するため、本発明に係る超音波送受信装置は、複数の駆動信号に従って超音波を被検体に送信し、被検体から反射された超音波エコーを受信して複数の検出信号をそれぞれ出力する複数の超音波トランスデューサを含む超音波用探触子と、送信帯域において互いに中心周波数が異なる複数の周波数成分の内から離散的に選択された複数の周波数成分を所定の割合で加算することにより得られる複数種類のスペクトル拡散信号に対応する複数種類の超音波ビームを超音波用探触子から複数の方向に同時に送信するための複数の駆動信号を発生する駆動信号発生手段と、複数の超音波トランスデューサからそれぞれ出力される複数の検出信号に対して信号処理を施し、信号処理が施された複数の検出信号に基づいて、超音波用探触子から送信される超音波ビームの数に対応して複数の受信焦点を形成するように複数種類の位相整合を行う受信側信号処理手段とを具備する。

30

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明によれば、送信帯域において互いに中心周波数が異なる複数の周波数成分の内から離散的に選択された複数の周波数成分を所定の割合で加算することにより得られる複数種類のスペクトル拡散信号に基づいて、同時に複数の方向に複数の超音波ビームを送信することにより、被検体を走査するために要する時間を短縮すると共に、これらの超音波ビーム間のセパレーションを向上させることができる。

40

【 0 0 1 4 】

なお、本願においては、トランスデューサアレイを構成する 1 エlement 分のトランスデューサを、「超音波トランスデューサ」という。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 5 】

以下、本発明を実施するための最良の形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。なお、同一の構成要素には同一の参照番号を付して、説明を省略する。

図 1 は、本発明の一実施形態に係る超音波送受信装置の構成を示すブロック図である。本実施形態に係る超音波送受信装置は、被検体に向けて超音波を送信し、被検体から反射

50

される超音波エコーを受信して、受信した超音波エコーに基づいて超音波画像を表示する機能を備えている。

【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、この超音波送受信装置は、被検体に当接させて用いられる超音波用探触子（プローブ）1 と、超音波用探触子 1 に接続された超音波送受信装置本体 2 によって構成される。

【 0 0 1 7 】

超音波用探触子 1 は、1 次元又は 2 次元状等に配列された N 個の超音波トランスデューサ 1 0 を含むトランスデューサアレイ（「アレイトランスデューサ」ともいう）を内蔵している。これらの超音波トランスデューサ 1 0 は、信号線を介して、超音波送受信装置本体 2 に接続される。

10

【 0 0 1 8 】

超音波トランスデューサ 1 0 は、例えば、P Z T（チタン酸ジルコン酸鉛：Pb(lead) zirconate titanate）に代表される圧電セラミックや、P V D F（ポリフッ化ビニリデン：polyvinylidene difluoride）に代表される高分子圧電素子等の圧電性を有する材料（圧電材料）の両端に電極を形成した振動子によって構成される。また、近年において、超音波トランスデューサの感度及び帯域向上に寄与するとして期待が寄せられている P Z N T（鉛、亜鉛、ニオブ、チタンを含む酸化物）単結晶を含む圧電材料を用いても良い。

【 0 0 1 9 】

このような振動子の電極に、パルス状又は連続波の電気信号を送って電圧を印加すると、圧電材料が伸縮する。この伸縮により、それぞれの振動子からパルス状又は連続波の超音波が発生し、これらの超音波の合成によって超音波ビームが形成される。また、それぞれの振動子は、伝搬する超音波を受信することによって伸縮し、電気信号を発生する。これらの電気信号は、超音波の検出信号として利用される。

20

【 0 0 2 0 】

超音波送受信装置本体 2 は、複数の切換回路 2 1 と、複数の送信回路 2 2 と、複数の受信回路 2 3 と、コンピュータ 3 0 と、記録部 4 0 と、表示部 5 0 とを含んでいる。

複数の切換回路 2 1 は、超音波の送信時において、超音波用探触子 1 に内蔵されている複数の超音波トランスデューサ 1 0 を複数の送信回路 2 2 にそれぞれ接続し、超音波の受信時において、超音波用探触子 1 に内蔵されている複数の超音波トランスデューサ 1 0 を複数の受信回路 2 3 にそれぞれ接続する。

30

【 0 0 2 1 】

複数の送信回路 2 2 の各々は、波形データ生成部 3 1 から供給される波形データをアナログの駆動信号に変換する D / A 変換器と、D / A 変換器から出力される駆動信号を増幅する A 級パワーアンプとを含んでいる。D / A 変換器は、高速・高分解能で動作し、超音波の送信信号の周波数（送信信号が変調波の場合にはキャリア周波数）の 1 0 倍以上のサンプリング周波数に対応しており、より好ましくは、1 0 0 M H z 以上の周波数帯域を有するアナログ信号を出力することができる。また、D / A 変換器の分解能は、1 0 ビット以上であり、より好ましくは、1 4 ビット以上とする。また、A 級パワーアンプの替わりに、B 級又は C 級以下のパワーアンプ、特に D 級又は E 級のパワーアンプを用いるようにしても良い。

40

【 0 0 2 2 】

各受信回路 2 3 は、プリアンプと、T G C（time gain compensation：タイム・ゲイン・コンペンセーション）増幅器と、A / D（アナログ / デジタル）変換器とを含んでいる。各々の超音波トランスデューサ 1 0 から出力される検出信号は、プリアンプによって増幅され、T G C 増幅器によって、被検体内において超音波が到達した距離による減衰の補正が施される。

【 0 0 2 3 】

T G C 増幅器から出力される検出信号は、A / D 変換器によってデジタル信号に変換される。なお、A / D 変換器のサンプリング周波数としては、少なくとも超音波の周波数

50

の10倍程度の周波数が必要であり、超音波の周波数の16倍以上の周波数が望ましい。
また、A/D変換器の分解能としては、10ビット以上が望ましい。

【0024】

コンピュータ30は、記録部40に記録されているソフトウェア（制御プログラム）に基づいて超音波の送受信を制御する。記録部40においては、ハードディスク、フレキシブルディスク、MO、MT、RAM、CD-ROM、又は、DVD-ROM等の記録媒体を用いることができる。コンピュータ30に含まれている中央演算装置（CPU）と、ソフトウェアとによって、波形データ生成部31と、走査制御部32と、フィルタバンク34A及び34Bと、波形補間部35A及び35Bと、遅延部36A及び36Bと、加算部37A及び37Bと、表示画像演算部38とが、機能ブロックとして実現される。また、コンピュータ30は、受信メモリ33を有している。

10

【0025】

波形データ生成部31は、スペクトルの異なる複数種類の超音波ビームを超音波用探触子1から複数の方向に同時に送信するために、各々の超音波トランスデューサ10について複数の駆動波形を合成した合成駆動波形を表す波形データを生成し、1組の波形データを複数の送信回路22にそれぞれ供給する。これらの送信回路22は、1組の波形データに基づいて複数の駆動信号を生成し、複数の超音波トランスデューサ10にそれぞれ供給する。

【0026】

これにより、送信フォーカス処理が行われて、図1に示すように、超音波ビームA及びBが、超音波用探触子1から複数の方向に同時に送信される。走査制御部32は、超音波ビームA及びBの送信方向を順次設定し、これらの超音波ビームの送信方向を予め定められた走査方法に従って変化させる。また、走査制御部32は、受信時において、超音波エコーの受信方向を順次設定する。

20

【0027】

ここで、本発明の特徴である送受信方式について説明する。

図2は、本実施形態における送信波の生成を説明するための図である。図2示す送信期間 T_x において連続する送信波形を生成するために、送信帯域において互いに中心周波数が異なり、かつ直交するサブバンドの周波数成分 $f_1 \sim f_M$ の内から幾つかの周波数成分が、位相をランダムにずらされて加算され、擬似白色雑音が生じられる。ここで、整数 $m = 1, 2, \dots, M$ について、周波数成分 f_m の中心周波数は m/T_x となっており、サブバンドの周波数成分 $f_1 \sim f_M$ と周波数成分 f_m との相関を求めて時間幅 T_x において積分すると、自己相関となる周波数成分 f_m 以外の周波数成分の積分値はゼロとなる。また、このように位相をランダムにずらすことにより、送信波の焦点位置において、空間的にはパワーを集中させても、時間的にはパワーを集中させないようにすることができる。これにより、送信波の尖頭値を従来よりも小さく抑えることが可能である。

30

【0028】

従来の送受信方式においては、送信期間が各チャンネル当たり1 μ 秒程度であり、セクタスキャンにおいてビームを傾ける場合には、全チャンネルをトータルしても、送信期間が15 μ 秒程度である。これに対し、本実施形態においては、時間的にパワーを集中させないようにするために、送信期間を各チャンネル当たり20 μ 秒程度としている。

40

【0029】

図3は、本実施形態におけるスペクトル拡散信号の生成を説明するための図である。図3に示すように、サブバンドの周波数成分 $f_1 \sim f_M$ に異なる遅延量を与えることにより位相関係をランダムにずらし、周波数成分 $f_1 \sim f_M$ の内から離散的に選択された周波数成分 f_i に係数 a_i を掛けて足し合わせることにより（ $i = 1, 3, \dots, M-1$ ）、擬似白色雑音化された波形を有するスペクトル拡散信号Aが得られる。同様に、周波数成分 $f_1 \sim f_M$ の内から離散的に選択された周波数成分 f_j に係数 a_j を掛けて足し合わせることにより（ $j = 2, 4, \dots, M$ ）、擬似白色雑音化された波形を有するスペクトル拡散信号Bが得られる。

50

【0030】

さらに、スペクトル拡散信号 A に対して送信ビームフォーミングのための遅延処理を施して得られる第 1 組の波形と、スペクトル拡散信号 B に対して送信ビームフォーミングのための遅延処理を施して得られる第 2 組の波形とを合成することにより、複数の超音波トランスデューサに供給される 1 組の駆動信号が得られる。

【0031】

図 4 に、本実施形態における送信波のスペクトルの例を示す。スペクトル拡散信号 A 及び B のスペクトルに、超音波トランスデューサの周波数特性を掛け合わせることで、超音波ビーム A 及び B のスペクトルが得られる。従来の送受信方式においては、送信波のスペクトルは集中しているが、本実施形態においては、送信波のスペクトルが拡散しており、櫛形の形状を有している。

10

【0032】

マルチビーム方式を用いて複数の超音波ビームを複数の方向に同時に送信する場合には、それらの超音波ビームに、図 4 に示すような複数種類のスペクトルを対応させることにより、超音波ビーム間のクロストークを低減することができる。

【0033】

本実施形態においては、超音波送受信装置が、2 種類の超音波ビームを 2 つの方向に同時に送信するようにしているが、本発明に係る超音波送受信装置は、3 種類以上の超音波ビームを 3 つ以上の方向に同時に送信するようにしても良い。いずれにしても、図 1 に示す波形データ生成部 31 が、送信帯域において互いに中心周波数が異なる複数の周波数成分の中から離散的に選択された複数の周波数成分を所定の割合で加算することにより複数種類のスペクトル拡散信号を生成する。さらに、波形データ生成部 31 は、各スペクトル拡散信号に対して送信ビームフォーミングのための遅延処理を施すことにより、各送信ビームについて複数の超音波トランスデューサのための 1 組の送信波形を求め、複数の送信ビームを形成するための複数組の送信波形を合成することにより、1 組の送信波形を表す波形データを生成する。

20

【0034】

例えば、3 種類の超音波ビームを送信する場合には、波形データ生成部 31 が、周波数成分 f_1 、 f_4 、 f_7 、 \dots を有する第 1 のスペクトル拡散信号と、周波数成分 f_2 、 f_5 、 f_8 、 \dots を有する第 2 のスペクトル拡散信号と、周波数成分 f_3 、 f_6 、 f_9 、 \dots を有する第 3 のスペクトル拡散信号とを生成する。さらに、波形データ生成部 31 は、各スペクトル拡散信号に対して送信ビームフォーミングのための遅延処理を施すことにより、3 つの送信ビームについて 3 組の送信波形を求め、それらを合成することにより 1 組の送信波形を表す波形データを生成し、複数の送信回路 22 に供給する。それらの送信回路 22 は、1 組の波形データに基づいて複数の駆動信号を発生し、複数の超音波トランスデューサ 10 にそれぞれ供給する。それらの超音波トランスデューサ 10 は、複数の駆動信号に従って、第 1 ～ 第 3 のスペクトル拡散信号に対応する 3 種類の超音波ビームを超音波用探触子 1 から複数の方向に同時に送信する。

30

【0035】

このように、複数の周波数成分（サブバンド又はサブキャリア）を利用する点において、本実施形態における送受信方式は、通信方式において用いられている OFDM (orthogonal frequency division multiplexing: 直交周波数分割多重) と共通しており、OFDM において用いられていると同様の回路構成によって、複数種類のスペクトル拡散信号を生成することができる。

40

【0036】

受信時において、送信された超音波ビーム A が被検体によって反射されて生じる超音波エコーには、図 4 に示す実線のスペクトルが含まれており、超音波ビーム B が被検体によって反射されて生じる超音波エコーには、図 4 に示す破線のスペクトルが含まれていることになる。このように、受信される超音波エコーには、送信帯域における半分の情報が欠けているので、周波数成分 $f_1 \sim f_M$ の一部の合成によって得られるスペクトル拡散信号

50

を圧縮しても、周波数成分が櫛状に欠けているので、所望の単パルスに圧縮することができない。そこで、本実施形態においては、櫛形状に欠けている周波数成分を補間によって補い、パルス圧縮処理を施すことにより、所望の単パルスが得られるようにしている。

【0037】

再び図1を参照すると、受信メモリ33は、複数の受信回路23のA/D変換器から出力されるデジタルの検出信号を、超音波トランスデューサごとに時系列に記憶する。フィルタバンク34Aは、受信メモリ33から読み出された検出信号に対して、まず、送信された超音波ビームAに対応して受信焦点を形成するように位相整合処理を施した後、これらを加算する。これにより、受信フォーカス処理が行われ、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号が形成される。次に、フィルタバンク34Aは、この音線信号に対して、超音波ビームAの周波数成分に対応する櫛形フィルタ処理を施すことにより、音線信号から超音波ビームAの周波数成分 f_1 、 f_3 、 \dots 、 f_{2n-1} 、 \dots 、 f_{M-1} を抽出する。これにより、超音波ビームBの周波数成分を低減させて、クロストークを改善することができる。さらに、波形補間部35Aは、送信帯域において欠けている周波数成分を補間して周波数成分 $f_1 \sim f_M$ を求め、これらの周波数成分を出力する。

10

【0038】

同様に、フィルタバンク34Bは、受信メモリ33から読み出された検出信号に対して、まず、送信された超音波ビームBに対応して受信焦点を形成するように位相整合処理を施した後、これらを加算する。これにより、受信フォーカス処理が行われ、超音波エコーの焦点が絞り込まれた音線信号が形成される。次に、フィルタバンク34Bは、この音線信号に対して、超音波ビームBの周波数成分に対応するフィルタ処理を施すことにより、音線信号から超音波ビームBの周波数成分 f_2 、 f_4 、 \dots 、 f_{2n} 、 \dots 、 f_M を抽出する。これにより、超音波ビームAの周波数成分を低減させて、クロストークを改善することができる。さらに、波形補間部35Bは、送信帯域において欠けている周波数成分を補間して周波数成分 $f_1 \sim f_M$ を求め、これらの周波数成分を出力する。

20

【0039】

遅延部36A及び36Bは、送信時にランダムにずらされた複数の周波数成分の位相関係を戻すために、それぞれの波形補間部35A及び35Bから出力される複数の周波数成分に異なる遅延量を与えて位相関係を元に戻す。

【0040】

加算部37A及び37Bは、それぞれの遅延部36A及び36Bから出力される複数の周波数成分を加算する。これにより、パルス圧縮が行われ、単パルス波形を有する音線信号が形成される。

30

【0041】

表示画像演算部38は、加算部37A及び37Bから出力される音線信号に基づいて、画像データを生成する。例えば、表示画像演算部38は、セクタスキャンによって得られた音線信号に基づいて、2次元画面上に超音波画像を表示するためのBモード画像データを生成したり、ドブラ法によって得られた音線信号に基づいて、血流等の移動する対象物を表示するためのドブラ画像データを生成したり、カラーフローマッピング(CFM)によって得られた音線信号に基づいて、安定したドブラ画像を表示するためのCFM画像データを生成する。ここで、CFMとは、各距離において、ある程度安定したドブラ周波数が得られるまで超音波ビームを固定して送信を繰り返しながら、超音波ビームを方位方向に走査する動作を所定の走査範囲内で繰り返す2次元ドブラ断層法のことをいう。

40

【0042】

さらに、表示画像演算部38は、画像データの走査フォーマットを変換することにより、音線信号空間の画像データを物理空間の画像データに変換する。表示部50は、例えば、CRTやLCD等のディスプレイ装置を含んでおり、表示画像演算部38によって生成された画像データに基づいて、超音波画像を表示する。

【0043】

なお、本実施形態においては、波形データ生成部31と、走査制御部32と、フィルタ

50

バンク 3 4 A 及び 3 4 B と、波形補間部 3 5 A、3 5 B と、遅延部 3 6 A 及び 3 6 B と、加算部 3 7 A 及び 3 7 B と、表示画像演算部 3 8 とを、C P U とソフトウェアで構成したが、デジタル回路やアナログ回路で構成しても良い。

【 0 0 4 4 】

また、波形データ生成部 3 1 から各送信回路 2 2 に実際の波形データを転送する代わりに、各送信回路 2 2 にサブバンド毎の発振回路を内蔵させ、動的に変化する制御量として、振幅、初期位相、遅延量の 3 種類を制御する制御信号を、走査制御部 3 2 が各送信回路 2 2 に供給するようにしても良い。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 4 5 】

10

本発明は、超音波を送信して生体内の臓器等を観察するために用いられる超音波送受信装置において利用することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 6 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る超音波送受信装置の構成を示すブロック図である。

【図 2】本発明の一実施形態における送信波の生成を説明するための図である。

【図 3】本発明の一実施形態におけるスペクトル拡散信号の生成を説明するための図である。

【図 4】本発明の一実施形態における送信波のスペクトルの例を示す図である。

【図 5】(a) は、従来方式による超音波ビームの送信を説明するための模式図であり、(b) は、従来方式による超音波ビームの受信を説明するための模式図である。

20

【図 6】従来他の方式による超音波ビームの送受信を説明するための模式図である。

【符号の説明】

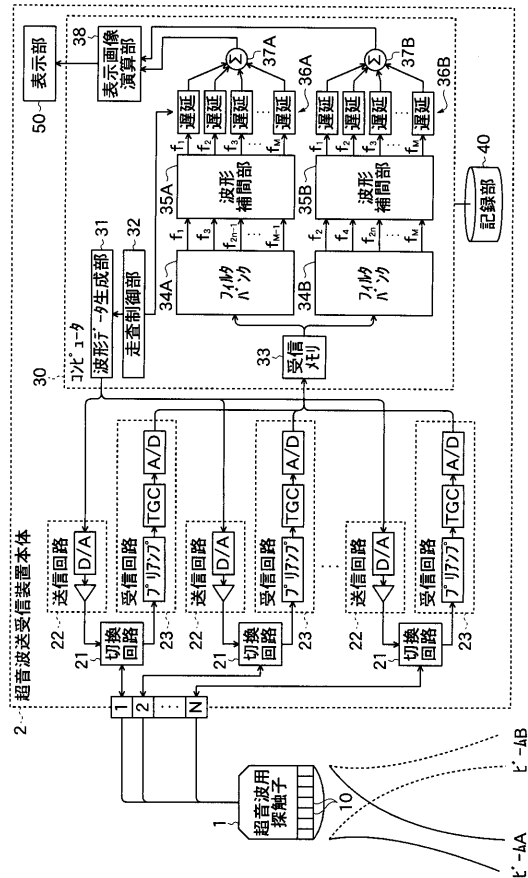
【 0 0 4 7 】

- 1 超音波用探触子
- 2 超音波送受信装置本体
- 1 0 超音波トランスデューサ
- 2 1 切換回路
- 2 2 送信回路
- 2 3 受信回路
- 3 0 コンピュータ
- 3 1 波形データ生成部
- 3 2 走査制御部
- 3 3 受信メモリ
- 3 4 A、3 4 B フィルタバンク
- 3 5 A、3 5 B 波形補間部
- 3 6 A、3 6 B 遅延部
- 3 7 A、3 7 B 加算部
- 3 8 表示画像演算部
- 4 0 記録部
- 5 0 表示部

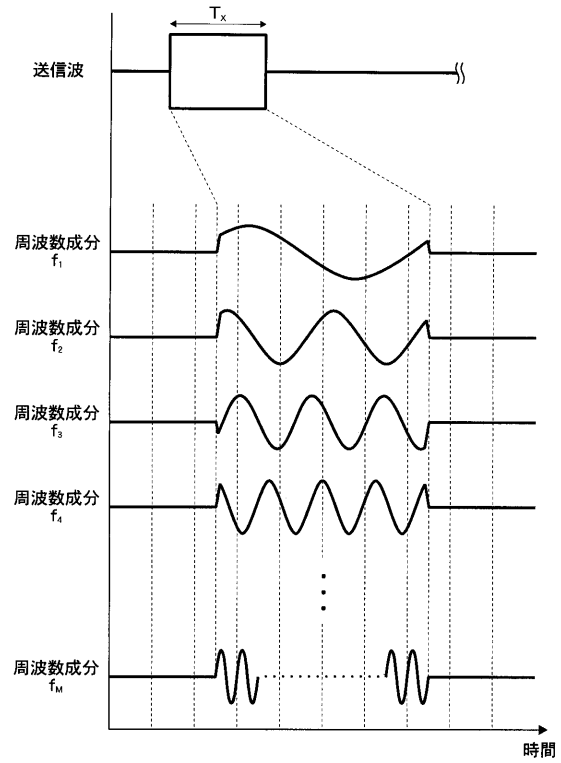
30

40

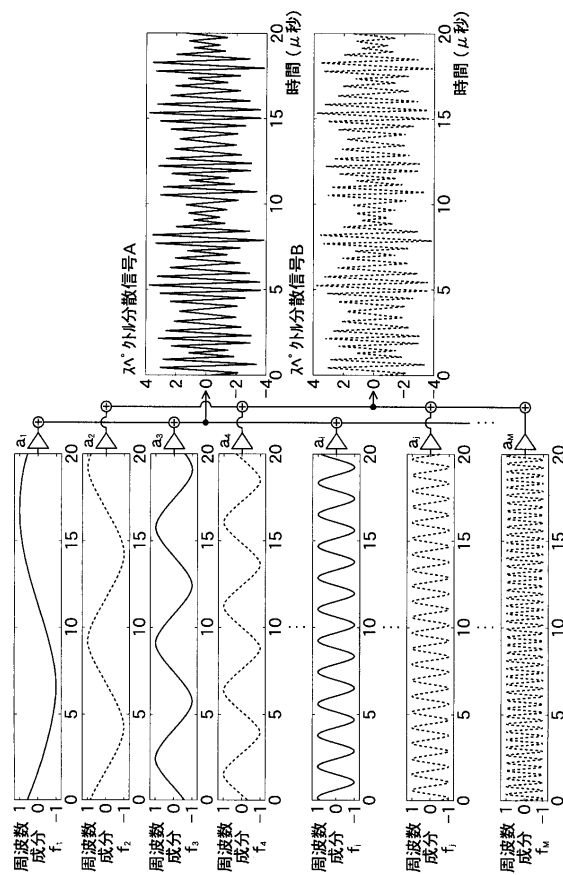
【 図 1 】



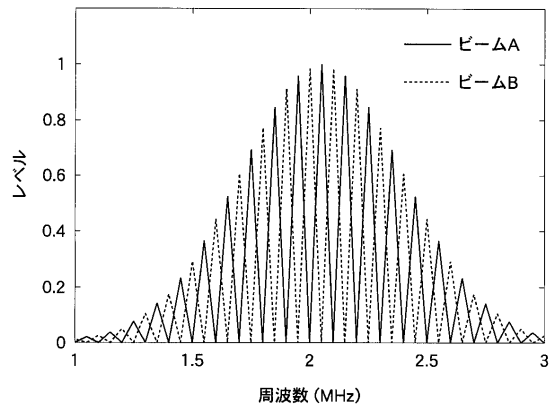
【 図 2 】



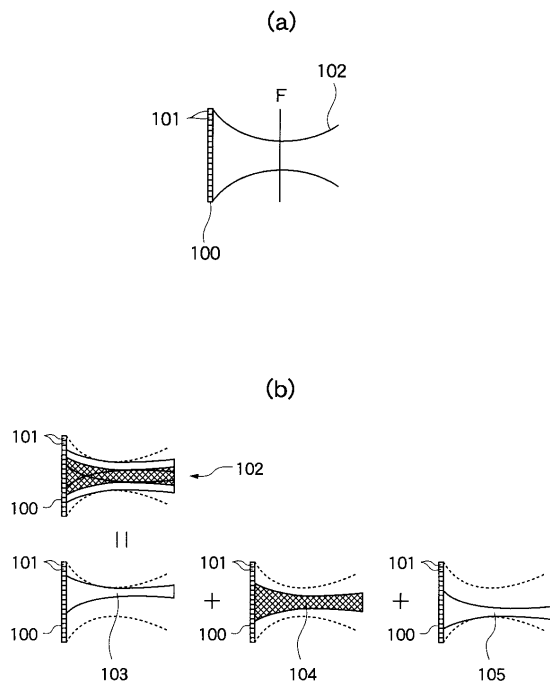
【 図 3 】



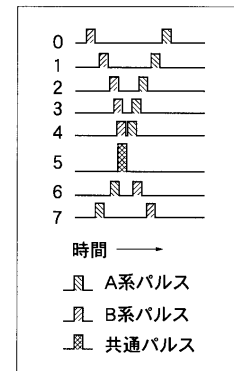
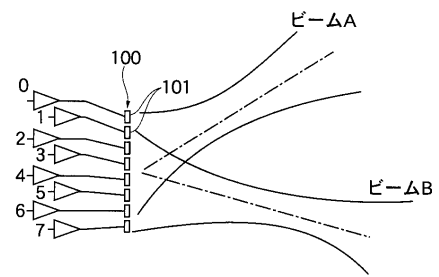
【 図 4 】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2002 - 360570 (JP, A)
特開 2002 - 45359 (JP, A)
特開 2000 - 300550 (JP, A)
特開 2002 - 153462 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00
G01N 29/04
G01N 29/44

专利名称(译)	超音波送受信装置		
公开(公告)号	JP4430997B2	公开(公告)日	2010-03-10
申请号	JP2004205706	申请日	2004-07-13
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	佐藤智夫		
发明人	佐藤 智夫		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/04 G01N29/44		
CPC分类号	A61B8/14 G01S7/52033 G01S7/5209 G01S7/52092 G01S15/8952 G01S15/8979 G10K11/346		
FI分类号	A61B8/00 G01N29/10 G01N29/22.501		
F-TERM分类号	2G047/AA12 2G047/AC13 2G047/BA03 2G047/BC07 2G047/BC13 2G047/DB02 2G047/EA02 2G047/EA04 2G047/EA09 2G047/GB02 2G047/GF08 2G047/GF11 2G047/GF17 2G047/GF18 2G047/GF21 2G047/GG42 4C601/BB06 4C601/EE04 4C601/EE08 4C601/EE10 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/HH06 4C601/HH09 4C601/HH27 4C601/HH30 4C601/HH35 4C601/JB03 4C601/JB33 4C601/JB44 4C601/JB45 4C601/JC03		
代理人(译)	宇都宫正明		
审查员(译)	川上 則明		
其他公开文献	JP2006025905A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声波发射和接收装置，其通过在两个或多个方向上同时发射两个或更多个超声波束来缩短扫描时间，并改善这些超声波束之间的分离。ZSOLUTION：超声波发射和接收装置具有用于超声波探头1的探头，其包括两个或更多个超声波换能器10，驱动信号发生装置22和31，其产生两个或更多个驱动信号，用于两个或更多个的多向和同时传输对应于两种或多种类型的频谱扩散信号的超声波束和接收侧信号处理装置23-37AB，所述两种或多种频谱扩散信号是通过将两个或更多个频率元素从具有相互不同的中心频率的频率元素中分开选择而获得的。根据从两个或更多个换能器输出的两个或更多个检测信号，执行两种或更多种类型的相位匹配，以形成与发送的超声波束的数量对应的两个或更多个接收焦点。Z

