

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第4767522号
(P4767522)

(45) 発行日 平成23年9月7日(2011.9.7)

(24) 登録日 平成23年6月24日(2011.6.24)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

A 6 1 B 8/00

H 0 4 R 3/00 (2006.01)

H 0 4 R 3/00 3 3 0

請求項の数 10 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-315270 (P2004-315270)	(73) 特許権者	300019238
(22) 出願日	平成16年10月29日(2004.10.29)		ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
(65) 公開番号	特開2005-131407 (P2005-131407A)		ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
(43) 公開日	平成17年5月26日(2005.5.26)		エルシー
審査請求日	平成19年10月25日(2007.10.25)		アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53
(31) 優先権主張番号	10/697, 215		188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
(32) 優先日	平成15年10月30日(2003.10.30)		ュー・ブルバード・ダブリュー・710
(33) 優先権主張国	米国 (US)		・3000
		(74) 代理人	100137545
			弁理士 荒川 聡志
		(74) 代理人	100105588
			弁理士 小倉 博
		(74) 代理人	100106541
			弁理士 伊藤 信和

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 単一送信ゴレイ符号化励起のための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波ビームの符号化励起方法(400)であって、

第1の超音波ビームをゴレイ符号を含む第1の符号で符号化する段階と、

第2の超音波ビームを、前記第1の符号に相補的なゴレイ符号を含む第2の符号で符号化する段階と、

第1の経路にて前記第1の超音波ビームを、前記第1の経路に空間的に隣接した第2の経路にて前記第2の超音波ビームを、単一の送信により、送信する段階(410, 440)と、

前記第1及び第2の超音波ビームからのエコー信号を受け取る段階(420, 450)と、

前記第1及び第2の超音波ビームからの前記エコー信号を処理して超音波ラインを形成し、

さらに、隣り合った走査ラインからの隣接するエコー信号について、横方向のフィルタ処理を行うことを特徴とする超音波ビームの符号化励起方法(400)。

【請求項 2】

更に、前記エコー信号に、整合フィルタ処理を施す段階(430, 460)を含むことを特徴とする請求項1記載の方法(400)。

【請求項 3】

前記横方向のフィルタ処理は、横方向の平均化フィルタ処理と高次の有限インパルス応答

10

20

フィルタ処理との少なくとも一方のフィルタ処理であることを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 4】

前記第 1 と第 2 の経路が同一である場合に、前記第 1 と第 2 の超音波ビームは、第 1 と第 2 の送信焦点区域で符号化され、そして、前記第 1 と第 2 の経路上に送信されることを特徴とする請求項 1 の方法。

【請求項 5】

さらに、

前記第 1 と第 2 の超音波ビームからの前記エコー信号を整合フィルタ処理する段階と、
前記第 1 と第 2 の送信焦点区域間で平均化処理を行う段階とを具備することを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

信号の単一送信符号化励起方法 (4 0 0) であって、

複数の信号の各々を、複数の相補的ゴレイ符号の内の 1 つの相補的ゴレイ符号により、符号化する段階と、

前記複数の信号を、空間的に隣接した複数の経路から、単一送信で、送信する段階 (4 1 0 , 4 4 0 , 4 7 0) と、

前記複数の信号から生成されたエコー信号を処理して超音波ラインを形成する段階 (4 3 0 , 4 6 0) と、を含み、

さらに、隣り合った走査ラインからの隣接するエコー信号について、横方向のフィルタ処理を行う、単一送信符号化励起方法 (4 0 0) 。

【請求項 7】

更に、前記エコー信号をフィルタ処理する段階を含んでいる請求項 6 に記載の方法 (4 0 0) 。

【請求項 8】

送信符号化超音波信号を用いた改良超音波イメージング・システム (8 0 0) であって、

複数の超音波信号用の複数の波形を発生し、前記複数の波形と前記複数の超音波信号の各々を単一の相補性ゴレイ符号により符号化する波形発生器 (8 1 0) と、

前記波形に基づいた超音波ビームを、互いに空間的に隣接した複数のビーム経路に沿って単一送信で送信して、前記超音波ビームに応答したエコー送信を受け取るトランスデューサ (8 3 0) と、

前記エコー信号を画像データに変換すると共に、前記エコー信号を処理して超音波ラインを形成する復号器 (8 4 0) と、

隣り合った走査ラインからの隣接するエコー信号について、横方向のフィルタ処理を行うフィルタと、

を具備する改良超音波イメージング・システム (8 0 0) 。

【請求項 9】

マルチライン・ビームフォーマを含むビームフォーマ (8 2 0 , 8 3 5) を更に含んでおり、前記マルチライン・ビームフォーマが超音波信号に応答した複数のエコー信号を受信する、請求項 8 に記載のシステム (8 0 0) 。

【請求項 10】

前記波形発生器 (8 1 0) は第 1 及び第 2 の超音波ビームを第 1 及び第 2 の相補的ゴレイ符号で符号化し、前記トランスデューサ (8 3 0) は前記第 1 及び第 2 の超音波ビームを一ビーム経路に沿った第 1 及び第 2 の焦点区域に送信し、前記復号器 (8 4 0) は前記第 1 及び第 2 の超音波ビームに応答して受信したエコー信号を整合フィルタ処理すると共に、前記第 1 及び第 2 の焦点区域の間で前記エコー信号を平均する、請求項 8 に記載のシステム (8 0 0) 。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 1 】

本発明は一般的に云えば超音波イメージングに関するものである。具体的には、本発明は、超音波イメージングのための符号化励起信号の単一送信に関するものである。

【 背景技術 】

【 0 0 0 2 】

超音波は、通常の間人が聞くことのできる周波数よりも高い周波数を持つ音波である。超音波イメージングは超音波、すなわち、通常の間人に聞こえる周波数よりも高い周波数スペクトル、例えば 2 . 5 ~ 1 0 M H z の範囲の振動を利用する。超音波イメージング・システムは患者のような被検体の中へ超音波を短いパーストの形で送信する。被検体から反射されたエコーがシステムへ戻ってくる。これらのエコーから診断用画像を作成することができる。超音波イメージング技術は、ソナー及びレーダーで使用される技術と同様である。

10

【 0 0 0 3 】

医用超音波システムはイメージング対象物へ送出された超音波ビームからエコー信号を逐次的に取得することによって画像を形成する。個別のビームは、集束されたパルスを送信して、連続した深さ範囲にわたってエコーを受信することによって形成される。エコー信号の振幅は、対象物内での信号反射体の位置が深くなるにつれて、介在する組織層のような介在する構造による信号の減衰が増大するので、著しく減少する。

【 0 0 0 4 】

解剖学的構造及び患者のタイプが異なっても常に最良の画像を形成することは、診断用イメージング・システムにとって重要である。画像品質が悪いと、画像の信頼性のある解析が妨げられる恐れがある。例えば、画像のコントラストが低下すると、臨床上使用できない信頼性の無い画像が生じる恐れがある。更に、実時間イメージング・システムの出現により、鮮明な高品質の画像を作成する重要性が増大している。従来のイメージング・システムでは、対象物内への超音波信号の侵入深さの増大とその結果得られるエコーから形成された画像の分解能との間で妥協を行っていた。分解能が悪いと、画像内に余分なノイズ又は干渉が生じる。従って、例えば信号増幅器によって生じるノイズは任意の低いレベルまで減少させることができないので、信号対ノイズ比 (S N R) が減少する。

20

【 0 0 0 5 】

信号対ノイズ比を回復させる一方法は、物体の中へ送信される信号エネルギーを増大させることである。送信エネルギーを増大させる簡単な方法は、送信波形の振幅を増大させることである。しかしながら、信号の送信振幅を増大させることは、患者の安全性、最大駆動レベル及び非線形歪みに関連して制約がある。米国食品医薬局 (F D A) は患者の画像を得るために使用される超音波パルスの振幅を健康及び安全性のために制限している。別の簡単な方法は、より多くのエネルギーを送信できるようにパルスの持続時間を増大させることである。しかしながら、パルスの持続時間を増大させることは、距離分解能を減少させると云う望ましくない結果を生じさせる。

30

【 0 0 0 6 】

送信エネルギーを増大させる第 2 の方法は、符号化励起を使用することである。符号化パルスは、侵入深さと分解能との間の二律背反 (トレードオフ) を克服するために送信することができる。長いパルスを送信することができ、次いで対象物からのエコーを復号しフィルタ処理 (filtering) して、対象物の中への侵入深さが保存されるような短いパルスを生じさせることができる。使用することのできる一種の符号は、1998 年 4 月 20 に出願され且つ 1999 年 11 月 16 日に発明者リチャード・Y・チャオ等に付与された米国特許第 5984869 号に開示されているようなゴレイ (Golay) 符号である。ゴレイ符号は、典型的には対にして使用される相補的符号である。現在のゴレイ符号化励起では、1 回の取得よりはむしろ 2 回のデータ取得を必要とする。2 回の取得は、第 1 の取得では第 1 の符号を用い且つ第 2 の取得では第 2 の符号を用いて行われる。2 回の取得に 2 つの符号を使用することは、超音波データを取得するための時間を 2 倍にする。ゴレイ符号の二重送信はイメージング・システムのフレーム・レートを低下させる。従って、分解能及び

40

50

フレーム・レートを改善したシステムがあれば非常に望ましい。

【特許文献１】米国特許第５９８４８６９号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

ゴレイ符号化励起は距離サイドローブ(range sidelobe)を相殺するために使用することができる。他の符号化励起方法は、超音波画像内にアーティファクトとして現れ得る距離サイドローブを生成する。しかしながら、ゴレイ符号化励起は、送信及び取得時間が増大するので現在のシステムでは殆ど使用されていない。従って、ゴレイ符号化励起を効率よく且つ効果的に使用するシステム及び方法があれば非常に望ましい。二重送信及び二倍の取得時間を必要としないような、超音波イメージングにおけるゴレイ符号化励起のためのシステム及び方法が要望されている。

10

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本発明の特定の実施形態では、単一送信符号化励起を使用した改良超音波イメージング方法及びシステムを提供する。本方法の特定の実施形態では、第１の超音波ビームを第１の符号で符号化する段階と、第１の超音波ビームを第１の経路で送信する段階と、第２の超音波ビームを第２の符号で符号化する段階と、第２の超音波ビームを第２の経路で送信する段階と、第１及び第２の超音波ビームからのエコー信号を受け取る段階とを含んでいる。符号は相補的ゴレイ符号又は他の相補的符号とすることができる。第１及び第２の経路は隣り合う走査ラインとすることができる。本方法はまた、エコー信号を記憶する段階を含むことができる。更に、本方法は、エコー信号を処理して、画像データを生成する段階を含むことができる。エコー信号は、平均フィルタ、整合フィルタ又は他のフィルタなどによりフィルタ処理することができる。本方法はまた、エコー信号を第１及び第２の超音波ビームと整合させる段階を含むことができる。

20

【０００９】

別の実施形態による方法は、複数の信号を複数の相補的符号で符号化する段階と、複数の信号を複数の経路で送信する段階と、複数の信号から生じたエコー信号を処理する段階とを含んでいる。符号は相補的ゴレイ符号又は他の相補的符号とすることができる。本方法はまた、エコー信号をフィルタ処理する段階を含むことができる。本方法は更に、エコー信号を複数の信号と整合させる段階を含むことができる。本方法はまた、複数のエコー信号を補間して、画像データ信号を形成する段階を含むことができる。一実施形態では、第１及び第２の超音波ビームは、第１及び第２の送信焦点区域において符号化されて、一ビーム経路で送信される。第１及び第２の超音波ビームから受け取ったエコー信号は整合フィルタ処理されて、第１及び第２の送信焦点区域の間で平均される。

30

【００１０】

特定の実施形態では、送信符号化超音波信号についての改良超音波イメージング・システムを提供する。本システムは、複数の超音波信号のための波形を発生する波形発生器を含んでいる。波形発生器は複数の超音波信号のための前記波形を符号化する。本システムはまた、前記波形に基づいた超音波ビームを複数のビーム経路に沿って送信するトランスデューサを含んでいる。トランスデューサはまた、前記超音波ビームに応答したエコー信号を受け取ることもできる。本システムは更に、前記エコー信号を画像データに変換する復号器を含んでいる。一実施形態では、波形発生器は前記複数の超音波信号をゴレイ符号で符号化する。別の実施形態では、波形発生器は前記複数の超音波信号を相補的符号で符号化する。一実施形態では、復号器が更に、エコー信号をフィルタ処理するための整合フィルタを含んでいる。復号器はまた、横方向(lateral)平均フィルタ及び／又は有限インパルス応答フィルタを含むことができる。

40

【００１１】

本システムはまた、前記波形から前記超音波ビームを形成するためのビームフォーマを含むことができる。一実施形態では、ビームフォーマはマルチライン・ビームフォーマを

50

含む。マルチライン・ビームフォーマは超音波信号にตอบสนองして複数のエコー信号を受信する。本システムは更に、前記波形及び前記エコー信号の少なくとも一方を記憶することが可能なメモリを含むことができる。本システムはまた、本システムのイメージング・モード及びパラメータを制御するためのシステム制御装置を含むことができる。一実施形態では、波形発生器が第1及び第2の超音波ビームを第1及び第2の相補的ゴレイ符号で符号化する。次いで、トランスデューサが第1及び第2の超音波ビームを同じビーム経路に沿った第1及び第2の焦点区域に送信する。復号器が、第1及び第2の超音波ビームにตอบสนองして受信されたエコー信号を整合フィルタ処理すると共に、第1及び第2の焦点区域の間でエコー信号を平均する。

【0012】

10

本発明の特定の実施形態についての上記の概要ならびに以下の詳しい説明は、添付の図面を参照して読んだときより良く理解されよう。本発明を例示する目的で、特定の実施形態を図面に示している。しかしながら、本発明が図面に示した構成及び手段に限定されないことを理解されたい。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

図1は、本発明の一実施形態に従って使用される超音波イメージング・システム5のブロック図を示している。システム5は、トランスデューサ10と、フロントエンド20と、イメージング・モード・プロセッサ30と、ユーザ・インターフェース60と、制御プロセッサ50と、表示装置75とを含んでいる。イメージング・モード・プロセッサ30及び制御プロセッサ50はバックエンド・システムの一部とすることができる。トランスデューサ10は、電気アナログ信号を超音波エネルギーに変換することによって超音波を被検体の中へ送出するために使用される。トランスデューサ10はまた、超音波エネルギーをアナログ電気信号に変換することによって被検体から後方散乱された超音波を受け取るためにも使用される。フロントエンド20は、受信器と送信器とビームフォーマとを含んでいて、送信される波形、ビーム・パターン、受信フィルタ処理手法、及び様々なイメージング・モードのために用いる復調方式を生成するために使用される。フロントエンド20はデジタル・データをアナログ・データに変換し、またその逆の変換も行う。フロントエンド20はアナログ・インターフェース15を介してトランスデューサ10に接続される。フロントエンド20はデジタル母線70を介してイメージング・モード・プロセッサ30及び制御プロセッサ50に接続される。デジタル母線70は数個のデジタル副母線を含むことができる。デジタル副母線は別々の構成を有していて、超音波イメージング・システム5の様々な部分に対するデジタル・データ・インターフェースを提供することができる。

20

30

【0014】

イメージング・モード・プロセッサ30は、振幅検出、データ圧縮、並びにBモード・イメージング、Mモード・イメージング、BMモード・イメージング、高調波イメージング、ドップラーL・イメージング、カラーフロー・イメージング及び/又は任意の他の超音波イメージング・モードのようなイメージング・モードのための他の処理動作を行う。イメージング・モード・プロセッサ30はフロントエンド20からデジタル信号データを受け取る。イメージング・モード・プロセッサ30は受け取ったデジタル信号データを処理して、推定パラメータ値を生成する。推定パラメータ値は、受け取ったデジタル信号データを使用して生成することができる。デジタル信号データは、送信された信号の基本波、高調波又は低調波を中心周波数とする周波数帯域で分析して、推定パラメータ値を生成することができる。イメージング・モード・プロセッサ30は、デジタル母線70を介して推定パラメータ値を制御プロセッサ50へ送る。イメージング・モード・プロセッサ30はまた、デジタル母線70を介して推定パラメータ値を表示装置75へ送る。

40

【0015】

表示装置75は表示プロセッサ80とモニタ90を含んでいる。表示プロセッサ80は

50

イメージング・モード・プロセッサ 30 及び制御プロセッサ 50 からデジタル・パラメータ値を受け入れる。表示プロセッサ 80 は、例えば、走査変換機能、カラー・マッピング機能、並びに組織 / 流れ調停機能を実行することができる。表示プロセッサ 80 は表示のためにデジタル・データを処理しマッピングし書式設定し、更にデジタル表示データをアナログ表示信号に変換し、該アナログ表示信号をモニタ 90 へ送る。モニタ 90 は表示プロセッサ 80 からアナログ表示信号を受け入れて、その結果の画像を表示する。オペレータはモニタ 90 で画像を観察することができる。

【 0016 】

ユーザ・インターフェース 60 により、オペレータは制御プロセッサ 50 を介して超音波イメージング・システム 5 へユーザ指令を入力するのが可能になる。ユーザ・インターフェース 60 は、例えば、キーボード、マウス、スイッチ、ノブ、ボタン、トラックボール、及び / 又は画面上メニューを含むことができる。

10

【 0017 】

制御プロセッサ 50 は超音波イメージング・システム 5 の中央プロセッサである。制御プロセッサ 50 は、デジタル母線 70 を使用して超音波イメージング・システム 5 の他の構成要素に接続される。制御プロセッサ 50 は様々なイメージング及び診断モードのために様々なデータ・アルゴリズム及び機能を実行する。デジタル・データ及び指令は制御プロセッサ 50 と超音波イメージング・システム 5 の他の構成要素との間で送受信することができる。代替実施形態では、制御プロセッサ 50 によって実行される機能は、複数のプロセッサによって実行することができ、及び / 又はイメージング・モード・プロセッサ 30 及び / 又は表示プロセッサ 80 の中に集積することができる。別の実施形態では、プロセッサ 30 , 50 及び 80 の機能は、単一のパーソナル・コンピュータ (PC) より成るバックエンドの中に集積することができる。

20

【 0018 】

図 2 は、本発明の一実施形態による超音波イメージング方法 200 を例示する。先ず、段階 210 で、トランスデューサ 10 が超音波エネルギーを患者のような被検体の中へ送出する。次いで段階 220 で、被検体から後方散乱された超音波エネルギーすなわちエコーがトランスデューサ 10 で受け取られる。被検体から後方散乱された超音波に応じた信号がフロントエンド 20 で受信される。

【 0019 】

30

次に、段階 230 で、この受信信号はデジタル母線 70 を使用してフロントエンド 20 からイメージング・モード・プロセッサ 30 へ伝送される。段階 240 で、イメージング・モード・プロセッサ 30 が受信信号に基づいてパラメータ値を作成する。次いで、段階 250 で、これらのパラメータ値は制御プロセッサ 50 へ送られる。

【 0020 】

段階 260 で、制御プロセッサ 50 が、表示装置 75 における表示、記憶及び診断に使用するためにパラメータ値を処理する。制御プロセッサ 50 はアーティファクトを低減するように画像データ・パラメータ値を処理し、且つ得られた画像を処理する。

【 0021 】

次に、段階 270 で、処理済みのパラメータ値が表示装置 75 へ伝送される。表示プロセッサ 80 がまた、複数の焦点区域画像からのパラメータ値を処理して、制御プロセッサ 50 と共に及び / 又は該制御プロセッサとは別に組合せ画像を生成することもできる。

40

【 0022 】

最後に、段階 280 で、診断用画像を生成して、モニタ 90 へ出力する。画像は、例えば、記憶し、表示し、印刷し、及び / 又は更に伝送することができる。表示プロセッサ 80 は、デジタル信号データからの処理済みのパラメータ値を使用して診断用画像を生成することができる。

【 0023 】

受信エコー信号内のノイズを低減するためにグレイ符号のような符号を使用して超音波信号を符号化することができる。一実施形態では、グレイ符号は 2 つの相補的符号 [A]

50

及び「B」を含んでいる。二重送信ゴレイ符号は順次に送信される2つの符号を含んでいる。符号対の第1の符号「A」は一ビーム経路で送信する。次いでエコーを受信する。次に、符号「A」を使用して受信エコーを整合フィルタ処理して、「 $A * A$ 」を形成する。ここで、「 $*$ 」は相関を表す。次いで、その相関したエコーを記憶する。次に、第2の符号「B」を前記ビーム経路で送信する。次いでエコーを受信する。これらのエコーを整合フィルタ処理して、「 $B * B$ 」を形成する。これらの整合フィルタ処理済み信号は「A」送信についての前記フィルタ処理済みエコーに加算して、 $(A * A) + (B * B)$ を形成し、その結果、最終的な復号された受信パルスを生じる。この二重送信及び整合フィルタ処理プロセスは別の超音波ラインについて繰り返えられる。従って、超音波ラインは、「A」及び「B」送信についての整合フィルタ処理済みエコーを加算することによって形成される。図3は、二重送信ゴレイ符号化の一例を示す。

10

【0024】

現在のゴレイ符号化方法は「A」及び「B」符号化信号を同じ経路に沿って送信することに関する。しかしながら、一実施形態では、「A」及び「B」符号は、同じ経路に沿って送信するよりはむしろ、空間的に隣り合った経路で送信することができる。図3は、このような隣り合った単一送信ゴレイ符号化の一例も示している。空間的に隣り合った相補的符号は、フレーム・レートを改善し、又は送受信フレーム・レートについての符号化の影響を低減することができる。ゴレイ符号を対にして使用することは、受信エコー信号から距離サイドローブを相殺するか又は最小にするのに役立つ。更に、各符号を個々に処理してから一緒に合算するとき、信号の主ローブのエネルギーが増大する。任意の走査方向に1つのゴレイ符号を送信することによって、画像取得時間を減少させることができ、且つ画像フレーム・レートを増大させることができる。ゴレイ符号は一走査ラインから別の走査ラインへ交互に変えることができる。しかしながら、単一符号は受信エコー信号に距離サイドローブを導入する恐れがある。単一符号によって導入されたサイドローブは、もともとゴレイ対の両方の符号を持っていた走査ラインを補間することによって抑圧することができる。一実施形態では、位相判別補間を使用してサイドローブを相殺するために、無線周波(RF)又は同相及び直角位相(IQ)信号データを用いることができる。走査ラインは補間、組合せ及び又はフィルタ処理を行うことができる。

20

【0025】

図4は、本発明の一実施形態に従って使用される単一送信ゴレイ符号化方法400についての流れ図を示す。まず、段階410で、第1の符号「A」を第1の送信ラインで送信する。次いで、段階420で、RFエコーを受信する。次に、段階430で、受信エコーを整合フィルタ処理して記憶する。段階440で、符号「B」を第2の送信ラインで送信する。次いで、段階450で、エコーを受信する。次に、段階460で、受信エコーを整合フィルタ処理して記憶する。

30

【0026】

段階470で、符号「A」を奇数ラインで且つ符号「B」を偶数ラインで送信することによって上記のプロセスを繰り返す。エコーは整合フィルタ処理し、これらの整合フィルタ処理されたエコーを記憶する。このようにして、各々の超音波走査ラインが単一送信を使用して形成される。単一送信符号化は、符号化しない方法に比べて取得時間を増大させない。次いで、段階480で、記憶されたRFエコーを、複数の超音波ラインにわたる横方向移動平均フィルタによって処理する。一実施形態では、この横方向平均フィルタは $[1, 1]$ の係数を持つ。 $[1, 1]$ の係数を持つ横方向平均フィルタは2つの隣り合った走査ラインを加算する。処理済み信号データは超音波画像を形成するために使用することができる。

40

【0027】

図5は、本発明の一実施形態に従って隣り合ったラインで交互の符号を送信し且つ受信エコー信号を補間する例を示す。補間された又は横方向平均フィルタ処理されたラインは、典型的にゴレイ符号に伴うフレーム・レートの低下を生じることなく、ゴレイ符号化励起による信号対ノイズ比(SNR)についての利益を有する。複数の超音波ラインにわた

50

る横方向平均フィルタはズーム又は拡大した画像に何らかのアーティファクトを生じさせることがある。アーティファクトは、より進歩した平均フィルタを適用することによって低減又は除去することができる。

【 0 0 2 8 】

例えば、図 5 に示されている [1 , 1] 横方向フィルタは、[1 , 3 , 3 , 1] フィルタのようなより高次の横方向フィルタに置き換えることができる。[1 , 3 , 3 , 1] 横方向フィルタはアーティファクトを画像においてもはや目に見えないレベルまで低減する。データ取得及びエコー記憶は、図 4 に関連して前に説明した方法 4 0 0 に従って進めることができる。[1 , 3 , 3 , 1] フィルタ及び他の同様な横方向フィルタの場合、その横方向フィルタは複数の超音波ビームにわたって作用する。[1 , 3 , 3 , 1] 横方向フィルタを用いると 4 つの取得したエコー信号ラインから 1 本の超音波ラインが形成される。補間ラインは、例えば、3 の重み係数を持つ 2 つの隣り合う取得したラインの和と、1 の重み係数を持つ次に隣り合う一対のラインの和とを加算したものである。

10

【 0 0 2 9 】

標準的な有限インパルス応答 (F I R) フィルタ又は他のフィルタ設計手法を使用して他のフィルタ処理方式を導き出すことができる。フィルタ設計により、例えば、画像分解能とゴレイ又は他の符号のアーティファクトと運動感受性との相互間での二律背反を最適化することができる。平均フィルタは補間するために偶数又は奇数の取得したラインを使用することができる。しかしながら、偶数及び奇数のラインを使用した補間が、一般的に、イメージング・アーティファクトの発生をより少なくする。この代わりに、交互のゴレイ符号「 A 」及び「 B 」を同じ超音波ラインに沿ったその後の送信焦点区域に適用することができる。交互の符号「 A 」及び「 B 」を同じ超音波ラインに沿ったその後の送信焦点区域に適用した場合、フィルタ処理がこれらの焦点区域に沿って適用される。各ラインは隣接のラインとは独立に処理することができる。別の実施形態では、ゴレイ符号「 A 」及び「 B 」は、図 6 に例示しているように、送信焦点区域と超音波ラインとの間で交互にすることができる。フィルタの動作は、例えば、複数の超音波ラインに沿った、及び / 又は複数の送信焦点区域に沿った 2 次元の動作とすることができる。

20

【 0 0 3 0 】

隣り合った超音波ラインの間での交互のゴレイ符号「 A 」及び「 B 」は、取得時間が 2 倍になることを防止又は低減することができる。ビームに沿った平均フィルタ処理動作により、ゴレイ符号から S N R の改善が得られる。超音波ビームに沿った平均フィルタ処理動作により、また、単一送信ゴレイ符号によって生じたような画像アーティファクトが低減又は除去される。

30

【 0 0 3 1 】

1 回の送信に関連したマルチライン取得 (M L A) を使用して、フレーム・レートの更なる改善を達成することができる。例えば、ツー・フォー・ワン (two-for-one) 取得では、1 つの送信ビーム経路の左側及び右側の 2 つのビームを 1 つの送信ビーム毎に受信することができる。ツー・フォー・ワン M L A をゴレイ「 A 」及び「 B 」発射と組み合わせるために、ゴレイ「 A 」発射についての受信した左側ビームが、整合フィルタ処理の後に、次のゴレイ「 B 」発射についての受信した右側ビームと組み合わせられると共に、ゴレイ「 A 」発射についての受信した右側ビームが、整合フィルタ処理の後に、次のゴレイ「 B 」発射についての受信した左側ビームと組み合わせられる。図 7 に示されているように、隣り合ったラインでの交互の符号を組み合わせ、復号して、マルチライン取得からのビームの空間的歪みを防止することができる。例えば、「 1 , 1 」平均横方向フィルタが各々 2 つのビームの組合せのために使用される。使用されているビームを注意深く選択することによって、より巧みな横方向フィルタを適用することもできる。

40

【 0 0 3 2 】

一実施形態では、フロントエンド・サブシステム 2 0 は送信信号を符号「 A 」及び「 B 」で符号化する。この符号化された信号は送信波形メモリに記憶される。フロントエンド 2 0 の送信器がトランスデューサ 1 0 を介して A 符号化ビームを一ビーム経路で送信する

50

。フロントエンド 20 の受信器がトランスデューサ 10 を介してイメージング対象物からのエコー信号を受信する。フロントエンド 20 のビームフォーマが、受信したエコーを処理のための信号に形成する。一実施形態では、各々の送信ビームについて 1 つ又は 2 つのビームを受け取ることができる。ユーザ又はプログラムにより、例えば、フレーム・レート及び画像品質を選択することができる。例えば、1 つのビームは低いフレーム・レートで受信し、また複数のビームはより高いフレーム・レートで受信することができる。一実施形態では、送信ビームの左及び右に 2 つの受信ビームを配置することができる。受信ビームは、受信したエコーをフロントエンド 20 のビームフォーマによってビーム形成した後、メモリ、例えば、フロントエンド 20 内のメモリ、イメージング・モード・プロセッサ 30、制御プロセッサ 50 及び / 又は他のメモリにセーブ（保存）される。

10

【0033】

次いで、イメージング対象物に関するデータを得るために、B 符号化ビームがトランスデューサ 10 を介して送信される。信号「A」の場合と同様に、「B」信号からのエコーがフロントエンド 20 で受信され、ビーム形成され、メモリに記憶される。

【0034】

次いで、エコー信号は、信号符号化（例えば、「A」又は「B」）に対応する復号用フィルタを使用して、フロントエンド 20 によって復号される。復号された信号は組み合わせられて、復号合成信号を形成する。次に、イメージング・モード・プロセッサ 30 及び他のシステム構成要素が、前に述べたように、低域通過又は帯域通過フィルタ処理、走査変換などのような、超音波信号及び画像処理を実行する。次いで、その結果得られた画像が表示される。

20

【0035】

例えば、[1 , 3 , 3 , 1] フィルタの場合、メモリは、「A」、その隣の「B」、その隣の「A」及びその隣の「B」のような少なくとも 4 つの送信に対応するビームを記憶する。これらのビームは送信され、受信され、且つ復号される。復号後、復号された信号は [1 , 3 , 3 , 1] フィルタに通されて、画像を形成するための最終的なパルスを得る。

【0036】

一実施形態では、フロントエンド 20 のビームフォーマはマルチライン・ビームフォーマとすることができる。マルチライン・ビームフォーマは、送信された各ビーム毎に少なくとも 2 つのラインを受信することができる。符号「A」及び「B」についての受信ベクトルを記憶するために、ビームフォーマと連絡するメモリが使用される。マルチライン・ビームフォーマでは、符号「A」についての受信エコー信号は、「B」についてのエコーが受信されるまでメモリに保持することができる。次いで、これらのエコー信号は処理される。送信された各信号毎に 2 つのエコー信号を受信することにより、空間的に隣り合った送信を使用してフレーム・レートを 2 倍にすることができる。

30

【0037】

図 8 は、本発明の一実施形態に従って使用されるグレイ符号化励起イメージング・システム 800 を例示する。システム 800 はシステム 5 内に組み込むことができ、又は別個のシステムとすることができ、或いは代替システムとすることができ。システム 800 は、中央制御装置 805 と、グレイ波形発生器 810 と、波形メモリ 815 と、送信ビームフォーマ 820 と、送信 / 受信スイッチ 825 と、トランスデューサ 830 と、受信ビームフォーマ 835 と、グレイ復号器 840 と、グレイ・シーケンス・メモリ 860 と、送信モード・メモリ 865 と、B モード・プロセッサ 870 と、走査変換ユニット 875 と、表示装置 880 とを含んでいる。グレイ復号器 840 は、整合 FIR フィルタ 845 と、バッファ・メモリ 850 と、コヒーレント横方向フィルタ 855 とを含んでいる。システム 800 の構成要素はソフトウェア及び / 又はハードウェアで具現化することができる。これらの構成要素は別々のユニットであってよく及び / 又は組み合わせてもよい。例えば、波形メモリ 815、グレイ・シーケンス・メモリ 860、バッファ・メモリ 850 及び送信モード・メモリ 865 は単一のメモリ・ユニットとすることができる。また、構

40

50

成要素同士はワイヤ、無線又は他の接続を介して連絡することができる。システム 800 は、例えば、ゴレイ符号又は他のこのような相補的符号を利用することができる。

【0038】

中央制御装置 805 は、イメージング・モード及び／又は他のイメージング又は動作パラメータと共にユーザ又はプログラムからの入力を受け取る。イメージング・モード及びパラメータは、波形を発生し且つ受信信号を処理するために使用される。イメージング・モード及び他のパラメータに関する情報はゴレイ波形発生器 810 に送ることができる。波形発生器 810 は送信信号のために 1 つ又は複数の波形を発生する。発生器 810 は波形を 1 つ又は複数のゴレイ符号で符号化する。発生器 810 はまた波形のための遅延情報も発生する。波形及び遅延情報は波形メモリ 815 に記憶される。

10

【0039】

送信ビームフォーマ 820 は、メモリ 815 からの波形を、送信すべきビームに形成する。ビームフォーマ 820 は、送信ビームを形成するとき、遅延及び／又は他のイメージング・パラメータを考慮することができる。そこで、ビームは送信／受信スイッチ 825 を介してトランスデューサ 830 へ送られる。送信／受信スイッチ 825 はシステム 800 における送信モードと受信モードとを切り換える。スイッチ 825 は、トランスデューサ 830 がビームを送信し且つエコーを受信することができるようにする。スイッチ 825 は送信ビームフォーマ 820 からの信号をトランスデューサ 830 へ通し、且つトランスデューサ 830 からの信号を受信ビームフォーマ 835 へ通す。

【0040】

20

トランスデューサ 830 はビームを対象物の中に送信する。ビームは特定の角度で送信することができる。患者の中の骨のような対象物内の構造から後方散乱又は反射されたエコーがトランスデューサ 830 で受け取られる。送信／受信スイッチ 825 は受信モードに切り換えて、受け取ったエコーを受信ビームフォーマ 835 へ通す。受信ビームフォーマ 835 はエコー（1 つ又は複数）から受信信号を抽出する。次いで、受信信号はゴレイ復号器 840 へ送られる。

【0041】

ゴレイ復号器 840 において、受信信号は先ず整合 FIR フィルタ 845 へ通される。整合フィルタ 845 は受信信号を、送信ビームを符号化するために使用された適切なゴレイ符号と整合させる。ゴレイ・シーケンス・メモリ 860 が、受信画像データ信号と共に整合フィルタ処理する際に使用するためのゴレイ符号を記憶している。整合フィルタ処理済み信号が次いで、横方向フィルタ 855 への伝送のためにバッファ・メモリ 850 に一時保持される。コヒーレント横方向フィルタ 855 は、例えば、[1 , 1] 又は [1 , 3 , 3 , 1] 移動平均フィルタのようなフィルタを使用して、画像データをフィルタ処理する。フィルタ 855 は、信号を復号して、画像データ信号を形成する。送信モード・メモリ 865 が、選択されたイメージング・モードに関連した情報又はパラメータを記憶する。イメージング・モード・パラメータは整合フィルタ処理済み信号に適用されるフィルタを決定して、画像データ信号を形成するために使用することができる。

30

【0042】

B モード・プロセッサ 870 はゴレイ復号器 840 から画像データ信号を受け取る。プロセッサ 870 は画像データ信号を処理して、画像値又は画像パラメータ値を生成する。画像データは、例えば、周波数帯域毎に分析することができる。画像データはまた、例えば、アーティファクト及びスペックル（斑点）を除去し、画像を微調整し、及び／又は他の信号処理を行うように、プロセッサ 870 によって処理することができる。次いで、画像／画像パラメータ値は走査変換装置 875 へ送られる。走査変換装置 875 は表示装置 880 又は他も記憶装置に出力するために画像データを調製する。走査変換装置 875 は、例えば、走査変換機能、カラー・マッピング機能、組織／流れ調停機能、書式設定機能、及び／又は他の表示機能を提供する。表示装置 880 は、結果として得られた画像をモニタ又は他の媒体上に表示する。結果として得られた画像はまたメモリに記憶し及び／又は伝送することができる。

40

50

【 0 0 4 3 】

従って、本発明の特定の実施形態では、二重送信ゴレイ符号化超音波イメージングに対して利点を有する。特定の実施形態は、符号化励起により S N R を増大させる。特定の実施形態は、距離サイドローブ・イメージング・アーティファクトを低減又は除去する。特定の実施形態は、フレーム・レートの低下を最小にし又は無くす。特定の実施形態は、例えば、超音波、ソナー、レーダー及び/又は他の波動に基づいたシステムにおいてノイズを低減することができる。

【 0 0 4 4 】

特定の実施形態では、隣り合った超音波送信ラインでゴレイ対の交互のコードを送信する。各受信エコーについて整合フィルタ処理を実行する。その結果得られた R F 又は I Q ラインは移動平均フィルタ（例えば、[1 , 1] 又は [1 , 3 , 3 , 1] ）により処理して、距離サイドローブが相殺され、且つ主ローブが S N R を改善するようにする。特定の実施形態は、焦点区域の間でゴレイ符号を交互にして、これらの焦点区域に沿って平均フィルタ処理する。特定の実施形態は、焦点区域の間でゴレイ符号を交互にして、例えば 2 次元で平均フィルタ処理を実行する。偶数番号又は奇数番号の取得したラインを補間のために用いることができる。特定の実施形態は、マルチライン取得を空間的に交互のゴレイ「 A 」及び「 B 」と組み合わせる。復号して、マルチライン取得からのビームの空間的歪みを防止するために、ゴレイ「 A 」発射についての受信した左側ビームが、整合フィルタ処理の後に、次のゴレイ「 B 」発射についての受信した右側ビームと組み合わせられると共に、ゴレイ「 A 」発射についての受信した右側ビームが、整合フィルタ処理の後に、次のゴレイ「 B 」発射についての受信した左側ビームと組み合わせられる。交互のゴレイ符号を用いたマルチライン取得は、フレーム・レートを更に改善する（例えば、フレーム・レートを 2 倍にする）ことができる。

【 0 0 4 5 】

本発明の特定の実施形態は、交互のゴレイ符号及び平均フィルタを使用することによりアーティファクトを低減又は除去する。フィルタ処理及び補間方式は、例えば、画像分解能とアーティファクトと運動感受性との釣り合いをとることができる。特定の実施形態は、サイドローブを相殺又は抑圧し、且つ主ローブにおける信号対ノイズ比を改善する。

【 0 0 4 6 】

本発明を様々な特定の実施形態について説明したが、当業者には、本発明の範囲から逸脱することなく、様々な変更を行うことができ、且つ等価物と置換できることが理解されよう。更に、特定の状況及び部材を、本発明の範囲から逸脱することなく本発明の教示に適合させるように、様々な修正を行うことができる。従って、本発明は開示した特定の実施形態に制限されるものではなく、むしろ本発明は特許請求の範囲に記載した範囲内に入る全ての実施形態を含むものとする。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 7 】

【 図 1 】 本発明の一実施形態に従って使用される超音波イメージング・システムのブロック図である。

【 図 2 】 本発明の一実施形態に従った超音波イメージング方法を例示する。

【 図 3 】 本発明の一実施形態に従って使用される二重及び単一送信ゴレイ符号化の例を示す。

【 図 4 】 本発明の一実施形態に従って使用される単一送信ゴレイ符号化方法についての流れ図である。

【 図 5 】 本発明の一実施形態に従って隣り合ったラインに沿って交互の符号を送信し且つ受信エコー信号を補間する例を示す。

【 図 6 】 本発明の一実施形態に従って使用される焦点区域と走査ラインとの間でゴレイ符号を交互にする符号シーケンスを示す。

【 図 7 】 本発明の一実施形態に従って使用されるマルチライン取得において交互の符号を持つ横方向補間方式を示す。

【図 8】本発明の一実施形態に従って使用されるゴレイ符号化励起イメージング・システムを例示する。

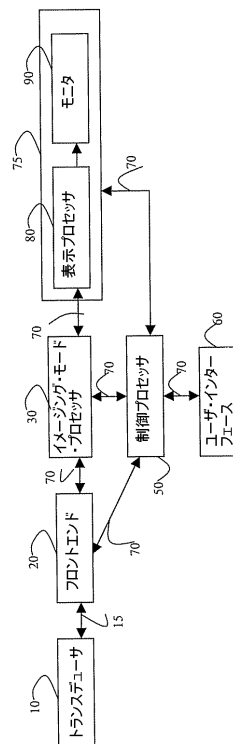
【符号の説明】

【 0 0 4 8 】

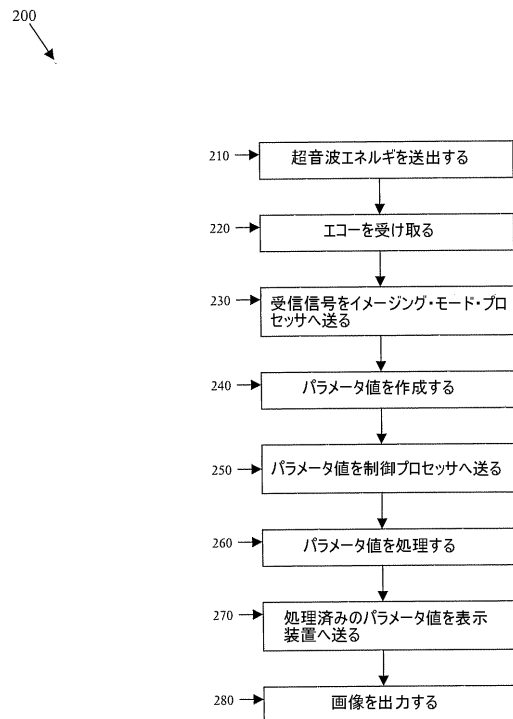
- 5 超音波イメージング・システム
- 15 アナログ・インターフェース
- 70 デジタル母線
- 75 表示装置
- 200 超音波イメージング方法
- 400 単一送信ゴレイ符号化方法
- 800 ゴレイ符号化励起イメージング・システム
- 825 送信／受信スイッチ
- 830 トランスデューサ

10

【図 1】



【図 2】



【 図 3 】

従来のゴレイ符号: ゴレイ符号の二重発射(1ライン当り2回の発射)に起因するフレーム・レートの下下

ライン	1	2	3	4	5	6	...
符号	A	A	A	A	A	A	...
	B	B	B	B	B	B	...

解決策: 隣り合うラインで符号を交互にし、受信したRFを補間する

ライン
符号

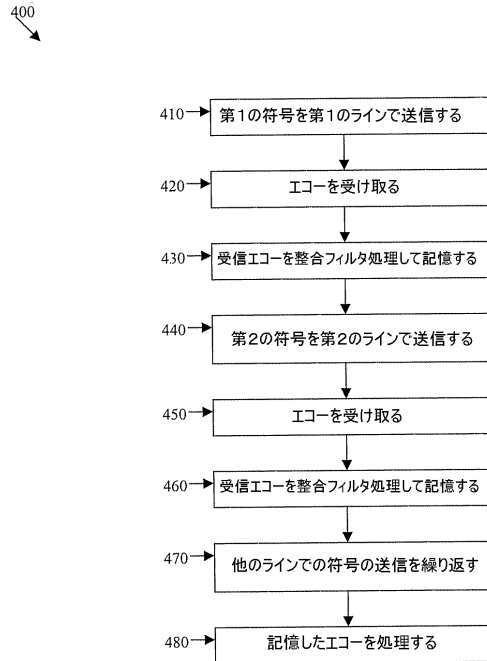
RF補間

1 2 3 4 5 6

1' 2' 3' 4' 5'

RF補間

【 図 4 】



【 図 5 】

代替解決策 1331フィルタ

ライン
符号

RF補間

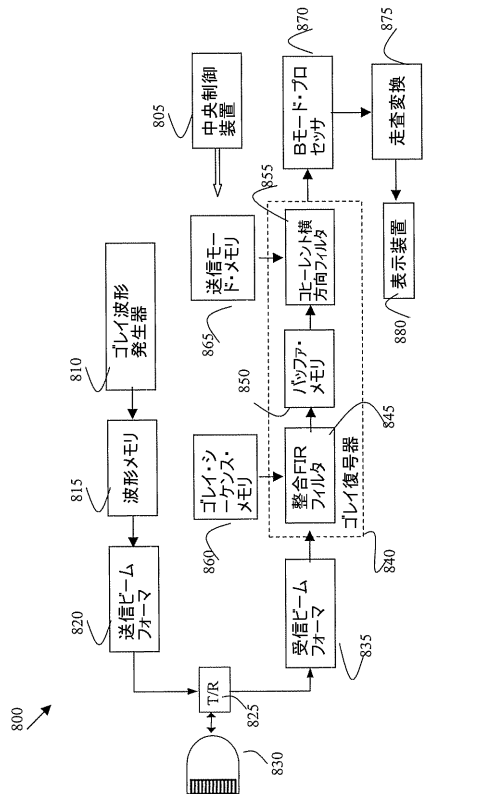
【圖 6】

ライン 区域	1	2	3	4	5 ...
1	A	B	A	B	A
2	B	A	B	A	B
3	A	B	A	B	A
4	B	A	B	A	B

【圖 7】

MLA(ツー・フォー・ワン)状況 隣り合うラインで符号を交互にし、奇数ラインの右側パイプを偶数ラインの左側パイプと交換する

【 図 8 】



フロントページの続き

(74)代理人 100129779

弁理士 黒川 俊久

(72)発明者 シャオホイ・ハオ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ウォーキシャ、エーピーティー・エー、カムデン・ウェイ、
1301番

(72)発明者 リチャード・ヨン・チャオ

アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、メノモニー・フォールズ、プレイリー・ドーン、エヌ53・
ダブリュ167459番

(72)発明者 ブルーノ・ハイダー

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ボールストン・レイク、ウエストサイド・ドライブ、64番

審査官 富永 昌彦

(56)参考文献 特開2003-010181(JP,A)

特開2004-209087(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00

H04R 3/00

专利名称(译)	用于单次传输的方法和装置Golay编码激励		
公开(公告)号	JP4767522B2	公开(公告)日	2011-09-07
申请号	JP2004315270	申请日	2004-10-29
申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
当前申请(专利权)人(译)	GE医疗系统环球技术公司有限责任公司		
[标]发明人	シャオホイハオ リチャードヨンチャオ ブルーノハイダー		
发明人	シャオホイハオ リチャード・ヨン・チャオ ブルーノ・ハイダー		
IPC分类号	A61B8/00 H04R3/00 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	G01S15/8961 G01S7/52046 G01S7/52077 G01S7/52085 G01S7/52095 G01S15/8959		
FI分类号	A61B8/00 H04R3/00.330		
F-TERM分类号	4C601/BB06 4C601/EE08 4C601/HH11 4C601/HH27 4C601/HH28 4C601/HH30 4C601/JB26 4C601/JB32 4C601/JB48 5D019/AA06 5D019/FF04		
代理人(译)	小仓 博 伊藤亲		
优先权	10/697215 2003-10-30 US		
其他公开文献	JP2005131407A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：使用单传输编码激励来提供改进的超声成像方法（400）和系统（800）。在特定实施例中，用第一代编码第一超声波束，在第一路径上发射第一超声波束（410），并且发射第二超声波束（440）第二路径中的第二超声波束，并接收来自第一和第二超声波束（420,450）的回波信号。代码可以是互补的Golay代码或其他互补代码。第一和第二路径可以是相邻的扫描线。该方法还可以包括匹配滤波（430,460）回波信号和相应的匹配滤波器。点域4

