

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4931386号
(P4931386)

(45) 発行日 平成24年5月16日 (2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年2月24日 (2012.2.24)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 8/06 (2006.01) A 6 1 B 8/06
G O 1 S 15/89 (2006.01) G O 1 S 15/89 B

請求項の数 9 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2005-243679 (P2005-243679)
(22) 出願日 平成17年8月25日 (2005.8.25)
(65) 公開番号 特開2006-61693 (P2006-61693A)
(43) 公開日 平成18年3月9日 (2006.3.9)
審査請求日 平成20年8月21日 (2008.8.21)
(31) 優先権主張番号 10/928,077
(32) 優先日 平成16年8月27日 (2004.8.27)
(33) 優先権主張国 米国 (US)

前置審査

(73) 特許権者 390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
クタディ、リバーロード、1番
(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 100129779
弁理士 黒川 俊久
(72) 発明者 クイェル・クリストファーセン
ノルウェー、オスロ・0379、モンテベ
ロヴェイエン・7番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 2Dマトリクスアレイを用いてCWドップラー超音波を実施する方法およびその装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

連続波 (CW) 送信信号を対象物体の中に送信する超音波プローブ (106) と、
前記 CW 送信信号を送信するように前記プローブ (106) を制御する送信機 (102)
であって、前記 CW 送信信号がディザー信号成分を含み、前記ディザー信号成分が周期的
であり、前記プローブ (106) が前記 CW 送信信号に応答する前記物体からの超音波エ
コー信号を受信し、前記プローブ (106) が、前記超音波エコー信号に基づいて、前置
増幅器と接続する少なくとも1つの受信チャネルを介して CW 受信信号を出力する送信機
(102) と、
前記少なくとも1つの受信チャネルからの前記 CW 受信信号に対してビーム形成を行うビ
ーム形成器 (110、209) と、
前記ビーム形成器の出力を処理するプロセッサ (112、228) とを含み、
前記 CW 送信信号が、前記 CW 送信信号に前記ディザー信号成分を導入するための位相変
調または周波数変調を含む、超音波システム。

【請求項 2】

前記プローブ (106) が、変換素子 (105、107) の 1D アレイおよび 2D マトリ
クスアレイの一方を含む、請求項 1 記載の超音波システム。

【請求項 3】

前記プローブ (106) が複数の変換素子 (105、107) を含み、前記変換素子が複
数のサブ開口セットに構成され、各サブ開口セットが個々の受信チャネルと関連付けられ

10

20

る、請求項 1 記載の超音波システム。

【請求項 4】

前記ビーム形成器 (1 1 0) が、同数の受信チャネルと関連付けられた複数のアナログデジタル (A / D) 変換器 (1 1 1) を有するデジタルビーム形成器である、請求項 1 記載の超音波システム。

【請求項 5】

スペクトルアナライザ (1 1 6) をさらに含み、前記ディザー信号成分の周期が、前記スペクトルアナライザ (1 1 6) に入力される信号のサンプリング周期を整数で割った値に等しい、請求項 1 記載の超音波システム。

【請求項 6】

デジタル壁フィルタ (2 2 4) をさらに含み、前記ディザー信号成分の周期が、前記デジタル壁フィルタ (2 2 4) のサンプリング周期を整数で割った値に等しい、請求項 1 記載の超音波システム。

【請求項 7】

前記 C W 送信信号が、方形波、正弦波、トライレベル波、マルチレベル波、および鋸波のうちの 1 つである搬送波を含む、請求項 1 記載の超音波システム。

【請求項 8】

前記ビーム形成器 (2 0 9) と前記プロセッサの間に設けられた A / D 変換器 (2 2 2) をさらに含み、請求項 1 記載の超音波システム。

【請求項 9】

前記プローブ (1 0 6) が、前記 C W 送信信号を 2 つの次元について電子的に操作する、請求項 8 記載の超音波システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、一般に、2次元 (2 D) マトリクスアレイを用いた連続波 (C W) ドップラー超音波方式およびその装置に関する。より詳細には、C W 伝送信号においてディザー信号成分を利用する、C W ドップラー方式およびその装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

人間や動物、地下空洞、物理的構造などの対象物を検査する様々な技術を実現する超音波システムがいくつか提案されている。例えば、医療診断用撮像技術としては、Bモード撮像法、カラードップラー法、パワードップラー法、パルスドップラー法、組織速度撮像法、連続波ドップラー撮像法などがある。こうした様々な撮像技術では、2D画像または3D画像、および時間グラフ (例えば時間経過にともなう動きなど) などをユーザに対して提供することができる。C W ドップラー撮像の間、従来のシステムでは、超音波プローブを駆動して、中断のない連続波超音波信号を所望の一定周波数で送信する。C W 信号の波形は正弦的であり、方形波などにすることができる。この周波数帯域において、C W 信号は、関連する周波数スペクトルが搬送周波数に近い信号スペクトル線を示すような (例えば、送信される C W 信号が実質的に 0 の帯域幅を有するような) 単一の周波数成分を含む。

【 0 0 0 3 】

従来の超音波システムでは、それぞれの検査技術を実施するために様々なプローブ構成を利用している。プローブの例としては、経食道プローブ、コンベックスプローブ、セクタプローブ、パイプレンプローブ、トリプレンプローブなどがある。通常、プローブは、1次元アレイまたは2次元アレイに配列された一群の変換素子を含む。変換素子は、個々に、またはグループ単位で、電子的に制御することができる。したがって、超音波システムでは、操作可能な C W ドップラー撮像を行うために、1Dアレイ状の素子を含むプ

10

20

30

40

50

ローブを利用している。1Dアレイは、プローブの一部分に近いCWドップラー送信信号を連続的に送信する第1のグループの変換素子と、それとは別の、エコー信号を連続的に受信する第2のグループの変換素子とに分割される。

【0004】

プローブ内では、各変換素子は、1つまたは複数の前置増幅器に接続される。プローブ内でサブアレイ（サブ開口とも呼ぶ）ビーム形成を行って、システムに接続されるチャンネル数を約2000から約128にまで減少させる、2Dマトリクスプローブを用いる超音波システムがいくつか提案されている。隣接する（例えば4×4個の）素子からなる素子グループからの信号をサブアレイプロセッサで遅延させて合計し、1つのサブ開口プロセッサからのアナログ出力を受信側（Rx）ビーム形成器の関連するチャンネルに送り返す。プローブ内でサブアレイビーム形成を行う電子機器は、プローブ内に多数の前置増幅器を設置する。これだけの数の前置増幅器があることを考えると、プローブ内では低パワーの前置増幅器を使用することが望ましい。

10

【0005】

ほとんどの超音波撮像方式（Bモード、カラードップラー、PWドップラーなど）では、パルス超音波を送信する。パルス超音波では、変換素子が検出するエコー信号の強度は、プローブから当該エコー信号の発生点までの距離によって様々である。物体内の深い部分（遠距離場）で発生したエコー信号は強度が弱く、プローブに近い部分（近距離場）で発生したエコー信号は強度が強い。これに対して、CWドップラー超音波は連続的に送信および受信されるので、近距離場からの信号と遠距離場からの信号とが受信信号内に同時に存在する。これにより、CW処理チェーンのダイナミックレンジを大きくする必要があ

20

【0006】

プローブ内の受信側前置増幅器のダイナミックレンジは制限されている。前置増幅器のダイナミックレンジは、増幅器のパワー要件と密接な相関がある。変換素子の数が増加すると、受信側増幅器の数も増加する。増幅器の数が増加すると、パワー要件も高くなる。CW超音波方式では、前置増幅器の利得は、それらの遠距離場感度が所望のレベルに維持されるように設定される。ダイナミックレンジの制限により、受信側前置増幅器は、近距離場エコー（搬送波のフィードスルーまたはクロストークと呼ぶこともある）によって長時間にわたって飽和状態になる可能性がある。前置増幅器が飽和状態になることにより、CW信号処理チェーンにおいて誤差が生じる。

30

【特許文献1】米国特許第5406949号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

処理チェーンに生じるエラーの影響を低減することができる超音波方法および装置が必要とされている。また、CW超音波撮像を行う2Dマトリクスアレイを有する低パワープローブを利用した超音波方法および装置も必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

40

1実施形態では、対象物体中に連続波（CW）ドップラー送信信号を送信する2Dマトリクス状の変換素子を有する超音波プローブを含む超音波システムを提供する。CW送信信号はディザー信号成分を含み、プローブは、CW送信信号に応答する当該物体からの超音波エコー信号を受信する。プローブ内のサブアレイプロセッサは、これらの超音波エコー信号に基づいて、いくつかのアナログCW受信信号を生成する。これらの信号は、アナログビーム形成器で遅延されて合計され、複素復調器でベースバンドI/Q信号に変換される。アナログデジタル（A/D）変換器が、このベースバンド信号を所定のサンプリング周波数でデジタルI/Q信号に変換し、プロセッサが、CWドップラー撮像に関連してこのデジタルCW受信信号を処理する。

【0009】

50

代替実施形態によれば、物体の超音波検査を行う方法が提供される。この方法は、搬送波およびディザー信号成分を有する連続波（ＣＷ）送信信号を形成するステップと、２Ｄマトリクス状の変換素子を有する超音波プローブを用いてこのＣＷ送信信号を対象物体中に送信するステップとを含む。この方法は、さらに、ＣＷ送信信号に応答した当該物体からの超音波エコー信号を受信するステップと、受信した超音波エコー信号に基づいてアナログＣＷ受信信号を生成するステップとを含む。アナログＣＷ受信信号を所定のサンプリング周波数でサンプリングしてデジタルＣＷ受信信号を生成し、このデジタルＣＷ受信信号を処理する。

【００１０】

必要なら、この方法は、ＣＷ送信信号の搬送波に重畳される変調信号としてディザー信号成分を生成するステップを含むこともできる。ここで、この変調信号はサンプリング周波数と関係がある。ＣＷ送信信号の搬送波を、位相変調および振幅変調の少なくとも一方によって変調して、ＣＷ送信信号にディザー信号成分を導入することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１１】

図１は、本発明の１実施形態で形成される超音波システム１００を示すブロック図である。超音波システム１００は、プローブ１０６を駆動する送信機１０２を含む。プローブ１０６は、１Ｄアレイ、１．２５Ｄアレイ、１．５Ｄアレイ、１．７５Ｄアレイ、２Ｄアレイなどを含むことができる。必要に応じて、プローブは、単一の送信用素子および単一の受信用素子を備えた独立型ＣＷプローブにすることもできる。図１では、プローブ１０６内に２次元（２Ｄ）アレイ状の素子１０４が示してある。プローブ１０６は、送信用素子グループ１０５および受信用素子グループ１０７を含む。送信側ビーム形成器１０１は送信機１０２を制御し、送信機１０２は、送信用サブ開口ビーム形成器１０３を介して、素子グループ１０５を駆動して、連続波（ＣＷ）超音波送信信号を対象領域（例えば人間、動物、地下空洞、物理的構造など）に発出する。送信されたＣＷ超音波信号は、血球など対象物体内の諸構造によって後方散乱され、素子グループ１０７に戻るエコーを生じる。

【００１２】

受信用素子グループ１０７は、受信したエコーをアナログ信号に変換する。このアナログ信号は、受信用サブ開口ビーム形成器１０９によるサブ開口ビーム形成を施され、その後、受信機１０８に送られる。受信機１０８の出力は受信側ビーム形成器１１０に伝えられ、受信側ビーム形成器１１０は、さらにビーム形成動作を行い、ＲＦ信号を出力する。受信機１０８と受信側ビーム形成器１１０の間にＡ／Ｄ変換器１１１を示してあるが、これは、入来した受信信号を（アナログビーム形成器のように）ビーム形成器１１０のフロントエンドでアナログ形式からデジタル形式に変換することができることを示すためである。

【００１３】

受信機１０８およびビーム形成器１１０は、一体化して、デジタル形式にすることができる単一のビーム形成器にすることもできる。その後、ＲＦ信号はＲＦプロセッサ１１２に送られる。ＲＦプロセッサ１１２は、ＲＦ信号を復調して、エコー信号を表す複数のＩＱデータ対を形成する複素復調器（図示せず）を含むことができる。次いで、ＲＦ信号データまたはＩＱ信号データは、ＲＦ／ＩＱバッファ１１４に直接ルーティングして、一時記憶することができる。ユーザ入力装置１２０を使用して、患者データ、走査パラメータ、走査モードの変化などを入力することができる。

【００１４】

また、超音波システム１００は、取得したＣＷドップラー情報（すなわちＲＦ信号データまたはＩＱデータ対）を表示システム１１８に表示できるように処理する信号プロセッサ１１６も含む。信号プロセッサ１１６は、取得した超音波情報に基づく選択可能な複数の超音波モダリティに従って、１つまたは複数の処理動作を実行するようになされている。取得した超音波情報は、走査セッション中にエコー信号を受信しながら、実時間で処理

することができる。これに加えて、または別法として、超音波情報は、走査セッション中にはRF/IQバッファ114に一時的に格納しておき、ライブ動作またはオフライン動作で実時間ではなく処理することもできる。

【0015】

超音波システム100は、CW超音波信号などの超音波情報を連続的に取得することができる。取得した超音波情報の処理済みフレームを表示するまで格納しておくための画像バッファ122も備えられている。画像バッファ122は、任意の既知のデータ記憶媒体で構成することができる。

【0016】

図2は、超音波システムのフロントエンドサブシステム200を示すブロック図である。このフロントエンドサブシステム200は、2Dアレイ状の変換素子204を含むプロンプ205に接続される。これらの素子204は、送信用グループ206と受信用グループ208とに分割される。送信用グループ206は、送信機202が生成したCW送信信号を連続的に送信する。受信用グループ208の各素子204は、超音波エコーを連続的に受信し、アナログエコー信号を受信側ビーム形成器209に送達する。送信機202および受信側ビーム形成器209は、1)物理的に分離する、2)DSPを用いた共通の複数の電子基板上に実装する、または3)共通のパーソナルコンピュータなどに実装することができる。

【0017】

送信機202および受信側ビーム形成器209は、個別の同軸線(例えば256本の線)を有する同軸リンク214を介して、送信用グループ206および受信用グループ208の対応する素子204に接続される。リンク214内の個々の線は、各素子204に対応させることができる。あるいは、これらの素子204は、送信機202および/または受信側ビーム形成器208に結合されたリンク214内の通信線の1本をそれぞれ有する、複数のサブ開口セットに編成することもできる。

【0018】

受信側ビーム形成器209は、受信用グループ208の素子204から受信したエコー信号を合成して、CW受信信号を形成する。受信エコー信号およびCW受信信号はアナログである。CW受信信号は、物体内の指定対象領域で生じたエコー信号に対応する。例えば、血管内のある一点でCWドップラー撮像を実行する際には、当該対象領域における血流をユーザが分析できるようにするために、対象領域をこの血管内とする。受信側ビーム形成器209は、この対象領域における受信エコー信号を収束させて、CW受信信号と血管内の当該所望の点とを関連付ける。

【0019】

CW受信信号は、CW受信信号を復調する復調器218に送られる。復調された信号は、復調器218から低域フィルタ220に送られてフィルタリングされ、その後、アナログ壁運動フィルタ(AWMF)221に送られ、次いで、アナログデジタル(A/D)変換器222に送られる。AWMF221は、近距離場内の静止した、または低速で運動している組織からの信号成分など、最も強度の強い低周波数信号成分を除去することにより、A/D変換器222のダイナミックレンジ要件を緩和する。A/D変換器222は、所定のサンプリング周波数でCW受信信号をサンプリングして、デジタルCW受信信号を生成する。

【0020】

A/D変換器222のサンプリング周波数は、送信機202からのCW送信信号と関連して、送信ディザーに関連する雑音をA/D変換器のサンプリング周波数の整数倍に等しい周期を有する周期信号に変化させるように制御される。復調器218およびA/D変換器222のタイミングは、共通のタイミング発生器230によって制御される。次いで、デジタルCW受信信号は壁運動フィルタ224に送られ、壁運動フィルタ224は、CW受信信号から、対象領域内の組織の運動に関連する成分を除去する。また、壁運動フィルタ224は、DCレベル、もしくはそれに近いレベルの雑音、またはサンプリング周波数

10

20

30

40

50

の整数倍の雑音を除去する。壁運動フィルタ 224 の出力は、低域フィルタ 226 に送られ、次いで高速フーリエ変換 (FFT) プロセッサ 228 に送られる。FFT プロセッサ 228 は、CW 受信信号を分析し、表示システム 118 を通じて視覚的、聴覚的にユーザに対して提供される CW ドップラー情報を生成する。

【0021】

送信機 202 は、複数のパルサ 232 を含む。これらのパルサはそれぞれ、リンク 214 を介して送信用グループ 206 内の 1 つまたは 1 群の素子 204 につながる 1 本の送信線と関連付けられる。各線はリンク 214 内にあり、各パルサ 232 は、1 つのチャンネルと一意的に関連付けられる。各パルサ 232 は、個々に関連付けられた送信用パルス発生器 234 によって制御される。各送信用パルス発生器 234 は、送信信号のデジタル表現を CW 波形セグメントとして記憶するメモリ 236 を含む。CW 波形セグメントは、繰り返し、また連続的にメモリ 236 から読み出される。CW 波形セグメントは、CW 送信信号の基本周波数を規定する搬送波と、これにより搬送されるディザ信号成分のスピントを含む送信信号を規定する。

【0022】

必要なら、送信用パルス発生器 234 は、ディザ信号成分を備えた搬送波を、例えばディザ信号原 (図示せず) から供給されるディザ制御信号に基づいて変調することもできる。あるいは、送信用パルス発生器 234 が、送信信号として搬送波を変調器 (図示せず) に送り、この変調器が、この送信信号をディザ源からのディザ制御信号に基づいて変調してもよい。送信信号は、最終的に関連するパルサ 232 まで搬送される信号を表す。

【0023】

搬送波は、方形波、鋸波、正弦波、トライレベル波、マルチレベル波など、様々な波形のいずれで構成することもできる。送信信号は、搬送波に重畳されたディザ信号成分を含む。ディザ信号成分は周期的な成分であり、A/D 変換器 222 のサンプリング周波数と所定の関係にある周期を有する。例えば、ディザ信号成分は、A/D 変換器 222 のサンプリング周波数の整数倍となる周期を有することができる。

【0024】

例えば、ディザ信号成分は、搬送波の位相を調節して位相変調方形波または位相幅変調方形波を生成するという形で、搬送波に重畳することができる。あるいは、ディザ信号成分は、搬送波の振幅を調節して振幅変調 CW 送信信号を形成するという形で、搬送波に重畳することもできる。

【0025】

各送信用パルス発生器 234 は、対応するパルサ 232 に送られる CW 送信制御信号を生成し、パルサ 232 は、プローブの対応する素子 204 および送信用グループ 206 に搬送される CW 送信信号を生成する。素子 204 を複数のサブ開口セットに編成するときには、関連するサブ開口セット内の全ての素子 204 に対して共通の送信用パルサ 232 を使用することができる。あるいは、各素子 204 を別個に制御するときには、各素子 204 に対して別個の送信用パルサ 232 を設ける。

【0026】

送信用パルス発生器 234 は、クロック 230 から受信する同期信号に基づいて周期的に、メモリ 236 から CW 送信セグメントを読み取る。したがって、クロック 230 は、各送受信チャンネルごとに、送信用パルス発生器 234、復調器 218 および A/D 変換器 222 に対する 3 つのタイミング信号を提供する。これら 3 つのタイミング信号は互いに同期しており、異なる周波数を有する。

【0027】

図 3 のブロック図では、単一のサブ開口プロセッサの構成を示しているが、プローブ 106 内にはこのようなサブ開口プロセッサが複数設けられることを理解されたい。必要なら、各前置増幅器と対応する加算ノードとの間にプログラマブル遅延ユニットを設けることもできる。各サブ開口処理モジュールは、単一の受信チャンネルを駆動することができる

10

20

30

40

50

。

【0028】

必要なら、送信機は、CW送信信号の基本周波数を規定する搬送波を生成する搬送波源を含むこともできる。搬送波は変調器に送ることができ、変調器は、この搬送波を、ディザース源で生成されるディザース制御信号に基づいて変調する。ディザース源によって生成されるディザース制御信号は周期的な信号であり、A/D変換器のサンプリング周波数と既定の関係にある周期を有する。例えば、ディザース制御信号は、A/D変換器のサンプリング周波数の整数倍となる周期を有することができる。変調器は、ディザース制御信号に基づいて、ディザース信号成分を搬送波に重畳する。例えば、変調器は、ディザース制御信号に基づいて、搬送波の位相を調節することができる。あるいは、変調器は、ディザース制御信号に基づいて、搬送波の振幅を調節することもできる。

10

【0029】

変調器は、一連の送信用パルスに送られるパルス制御信号を生成する。送信用パルスはそれぞれ、プローブの送信用グループ内の対応する素子に搬送されるCW送信信号を生成する。

【0030】

代替実施形態では、アナログビーム形成器の代わりに、デジタルビーム形成器を使用することもできる。デジタルビーム形成器は、受信側ビーム形成器の各受信チャネルと関連付けられたA/D変換器を含む。図2に示す受信チェーン内の低域フィルタ220および226ならびにAWMF221は、省略されることになる。その代わりに、サンプリングレート変換器(SRC)が追加されることになる。サンプリングレートは、デジタルビーム形成器のA/D変換器のサンプリングレートを整数で割った値に等しくなる。送信側ビーム形成器は、デジタルビーム形成器のA/D変換器と同じクロックによって駆動されることになる。

20

【0031】

図3は、本発明の1実施形態で形成されるプローブ106内に設けられる電子機器の一部分を示すブロック図である。図3では、プローブ106は複数のサブ開口処理モジュールを含み、これらはそれぞれ、1組のサブ開口セットの変換素子104と関連付けられる。分かりやすくするために、1つの変換素子104を、それが関連する1つのサブ開口処理モジュールとともに示してある。通信リンク214内の個々の線またはチャネル250は、素子104と関連付けられる。素子104で送信を行うことが望ましいときには、対応するパルス236(図2)からのCW送信信号が、線またはチャネル250に沿って受動送信構成要素252を通して搬送される。受動送信構成要素252の出力により、素子104が駆動される。送信中には、受動受信構成要素254は、送信信号がASIC256に進むのを阻止する開路として機能する。コンデンサ258も、ASIC256を送信信号から分離している。

30

【0032】

受信中には、変換素子104が検出したエコー信号が、電気信号に変換され、コンデンサ258を介してサブ開口プロセッサのASIC256に搬送される。ASIC256は、特に、入来する電気信号を増幅する増幅器260を含み、増幅された電気信号は、その後加算器262に送られて、変換素子104に関連するサブ開口セット内に含まれるその他の増幅器および変換素子からのその他の電気信号と加算される。必要なら、各変換素子104からの信号を、その他の変換素子104からの信号と加算せずに、関連する線250およびフロントエンドサブシステム200に直接搬送することもできる。この代替実施形態の場合には、加算器262は省略されることになる。加算器262の出力は、受動受信構成要素254を介して線250に送られ、同軸リンク214を介して受信機108に搬送される。

40

【0033】

増幅器260は、遠距離場(例えばプローブ表面から数センチメートル)で生じるエコー信号を所望のレベルで増幅する制限されたダイナミックレンジを有するように選択する

50

ことができる。増幅器 260 は、近距離場（例えばプローブから 1 または 2 センチメートル以内）で生じたエコー信号を受信すると、その増幅範囲の上限に達して飽和することにより、クリッピングされた出力信号を生成することがある。増幅器 260 では、近距離場で生じたエコー信号のために増幅器 260 の出力がクリッピングされると、プローブ 106 の信号応答に非線形性が生じる。プローブ 106、プローブ電子機器、またはシステム電子機器は、ヒステリシスなど、その他の非線形性を示すこともある。クリッピング、ヒステリシス、およびその他の非線形性によって信号依存の雑音が発生され、この雑音は、補正しなければ、プローブ 106 の感度に影響を及ぼす。少なくとも増幅器 260 によるクリッピングによってプローブ 106 内で発生するこの信号依存の雑音は、CW 受信信号の処理中に、フロントエンドサブシステム 200 によって、すなわち A/D 変換器 222 および壁運動フィルタ 224 で除去される。

10

【0034】

ディザ信号は、受信機チェーンを線形化し、それによりスペクトル表示の全体的な信号対雑音比を改善するために付加される。受信信号の大パワー部分は、静止した、または低速で運動している近距離場の目標から生じたものである。従来の CW システムでは、近距離場受信信号は、振幅および位相がゆっくりと変化する正弦波に似ている。この近距離場受信信号に非線形性（例えばクリッピングやヒステリシスなど）を与えると、エラー信号（理想処理チャンネルと実際の処理チャンネルの間の出力差として定義される）もまた、ゆっくりと変化する振幅および位相を有する周期信号となる。エラー信号のスペクトルは、CW ドップラーシステムの通過帯域に入ることにより、雑音レベルを上昇させる可能性もある。一定の背景雑音とは異なり、この雑音は、エラー信号が通過帯域に出入りすると信号自体とともに変化するもので、その特徴は非常に望ましくない。

20

【0035】

ディザを付加すると、エラー信号は、急激に変化し、かつ広い周波数帯域に及ぶようになり、雑音に帰するパワーは、そのごく一部しか CW ドップラーシステムの通過帯域に入らなくなる。雑音の低減量は、使用するディザの量、およびディザ信号の周期の長さとともに改善される。しかし、ディザにより、血液からのドップラー信号の相関が低下し、これにより所望の信号の信号パワーも低下する。通常、最適な信号対雑音比は、1 dB 程度の信号損失に対応する少量のディザを用いて得られる。

【0036】

30

図 4 は、本発明の 1 実施形態で利用される、例示的な搬送波 300、およびディザ信号成分を含む CW 送信信号 304 を示す図である。搬送波 300 は、周波数 $F(cw)$ を有する方形波である。メモリ 236 は、CW 送信信号 304 を記憶する。

【0037】

CW 送信信号 304 は、正負の移相によって搬送波 300 の位相を前後に調節して、ディザを導入したものである。正の移相では CW 送信信号 304 のパルス幅が増大し（310 で示す）、負の移相では CW 送信信号 304 のパルス幅が減少する（312 で示す）。CW 送信信号 304 のパルス 314 の長さは、搬送波 300 のパルス 316 と等しい。ディザ信号成分は、A/D 変換器 222（図 2）のサンプリング周波数に基づく周期 $P(dcs)$ を有する。必要なら、送信機は、CW 送信信号をプローブの複数の素子に関する 2 つの次元（例えば方位角と仰角）について操作することもできる。必要なら、送信機は、プローブが当該物体の異なる領域に収束させた第 1 の CW 送信信号および第 2 の CW 送信信号を同時に送信できるように、マルチライン送信を実施するようにプローブを制御することもできる。複数の CW 送信信号を同時に送信することにより、システムは、複数の対象領域に関する CW ドップラー情報を同時に取得することができる。必要なら、受信機は、マルチライン受信を実施するようにプローブを制御することもできる。マルチライン受信中には、複数の CW ドップラー受信信号を同時に取得するために、プローブは物体の複数の領域に同時に焦点を合わせて受信を行う。

40

【0038】

必要なら、ディザ信号成分は、A/D 変換器 222 以外の成分に関連する周期を有す

50

ることにもできる。例えば、デジタルビーム形成器では、ディザ信号成分は、ビーム形成器内の各受信チャンネルに関連するA/D変換器の整数倍となる周期を有することができる。あるいは、ディザ信号成分は、システム内のスペクトルアナライザの整数倍となる周期を有することにもできる。

【0039】

必要なら、送信機は、位相変調および振幅変調の少なくとも一方によってCW送信信号の搬送波を変調してディザ信号成分をCW送信信号に導入した状態にして、CW送信信号を対象物体内に送信するようにプローブを制御することにもできる。ディザ信号成分は、A/D変換器のサンプリング周波数の整数倍となる周期を有する周期信号を構成することにもできる。

10

【0040】

様々な具体的な実施例について本発明を説明したが、本発明は、特許請求の範囲の趣旨および範囲内で修正を加えて実施することができることを、当業者なら理解するであろう。また、図面の符号に対応する特許請求の範囲中の符号は、単に本願発明の理解をより容易にするために用いられているものであり、本願発明の範囲を狭める意図で用いられたものではない。そして、本願の特許請求の範囲に記載した事項は、明細書に組み込まれ、明細書の記載事項の一部となる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明の1実施形態で形成される超音波システムを示すブロック図である。

20

【図2】本発明の1実施形態で形成される超音波システムのフロントエンドサブシステムを示すブロック図である。

【図3】本発明の1実施形態による、プローブ内に設けられる送受信電子機器を示すブロック図である。

【図4】本発明の1実施形態で形成される、例示的な搬送波、ディザ制御信号、およびCW送信信号を示す図である。

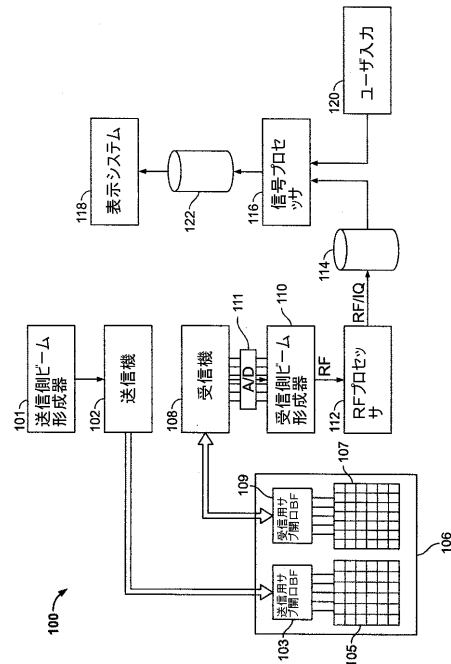
【符号の説明】

【0042】

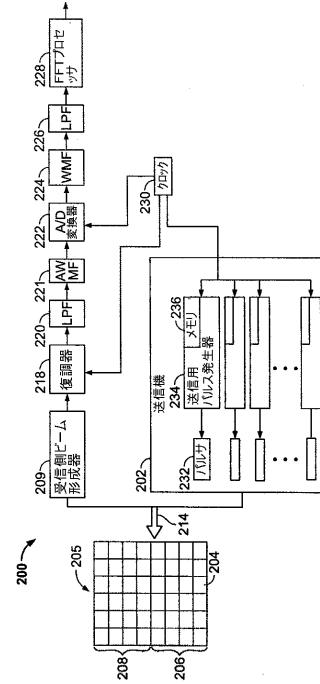
- 100 超音波システム
- 200 超音波システムのフロントエンドサブシステム
- 202 送信機
- 204 変換素子
- 205 プローブ
- 209 受信側ビーム形成器
- 214 同軸リンク
- 230 クロック
- 232 パルサ
- 234 送信用パルス発生器
- 236 メモリ

30

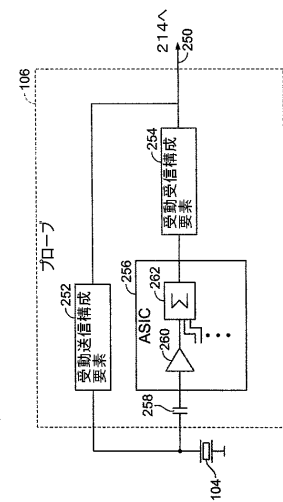
【図 1】



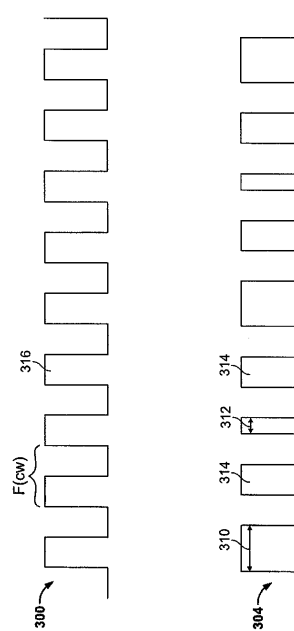
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 グレン・ライダー・リー

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、グレイスランド・ドライブ、エヌ
４９・ダブリュ１６２３７番

審査官 宮澤 浩

- (56)参考文献 特開平０８－０５２１３４（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０４８７８９（ＪＰ，Ａ）
特開２００１－１７００５２（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－０１２７３９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２３７９２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－０５６９４３（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１０７８９７（ＪＰ，Ａ）
特開昭５３－０４６１８８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－０８２６３５（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－２０２１３５（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０４３３３３５３（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)

A 6 1 B 8 / 0 6
G 0 1 S 1 5 / 8 9

| | | | |
|----------------|--|---------|------------|
| 专利名称(译) | 使用2D矩阵阵列执行CW多普勒超声的方法和装置 | | |
| 公开(公告)号 | JP4931386B2 | 公开(公告)日 | 2012-05-16 |
| 申请号 | JP2005243679 | 申请日 | 2005-08-25 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 通用电气公司 | | |
| 申请(专利权)人(译) | 通用电气公司 | | |
| 当前申请(专利权)人(译) | 通用电气公司 | | |
| [标]发明人 | クイェルクリストファーセン グレンライダーリー | | |
| 发明人 | クイェル・クリストファーセン グレン・ライダー・リー | | |
| IPC分类号 | A61B8/06 G01S15/89 | | |
| CPC分类号 | G01S15/8925 G01S7/5203 G01S15/8927 G01S15/8959 | | |
| FI分类号 | A61B8/06 G01S15/89.B | | |
| F-TERM分类号 | 4C601/BB03 4C601/DD03 4C601/DE02 4C601/EE09 4C601/HH03 4C601/HH22 4C601/JB03 4C601/JB24 5J083/AA02 5J083/AB17 5J083/AC12 5J083/AC16 5J083/AE08 5J083/BA15 5J083/BA20 5J083/BC02 5J083/BD12 5J083/BE43 5J083/BE56 5J083/CA03 5J083/CA12 5J083/CA13 5J083/DA01 5J083/DC05 5J083/EA18 | | |
| 代理人(译) | 小仓 博 | | |
| 审查员(译) | 宫泽浩 | | |
| 优先权 | 10/928077 2004-08-27 US | | |
| 其他公开文献 | JP2006061693A | | |
| 外部链接 | Espacenet | | |

摘要(译)

要解决的问题：提供使用二维（2D）矩阵阵列及其装置的连续波（CW）多普勒超声波方法。解决方案：超声系统包括超声探头（205），其具有2D矩阵形式的转换元件（204），其将连续波多普勒信号发送到物体。CW透射率信号（304）包括抖动信号分量。探头（205）接收来自响应CW透射率信号的物体的超声回波信号。探头（205）基于这些超声回波信号产生模拟CW接收信号。模拟/数字转换器（111或222）将模拟CW接收信号转换为具有指定采样射频的数字CW接收信号。处理器（112或228）处理与CW多普勒拾取图像有关的数字CW接收信号。Z

【 図 2 】

