

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4266659号
(P4266659)

(45) 発行日 平成21年5月20日 (2009.5.20)

(24) 登録日 平成21年2月27日 (2009.2.27)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 8/06 (2006.01)

A 6 1 B 8/06

請求項の数 16 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2003-39097 (P2003-39097)
 (22) 出願日 平成15年2月18日 (2003.2.18)
 (65) 公開番号 特開2003-245279 (P2003-245279A)
 (43) 公開日 平成15年9月2日 (2003.9.2)
 審査請求日 平成18年2月16日 (2006.2.16)
 (31) 優先権主張番号 09/683810
 (32) 優先日 平成14年2月19日 (2002.2.19)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 300019238
 ジーイー・メディカル・システムズ・グロ
 ーバル・テクノロジー・カンパニー・エル
 エルシー
 アメリカ合衆国・ウィスコンシン州・53
 188・ワウケシャ・ノース・グランドヴ
 ユー・ブルバード・ダブリュー・710
 ・3000
 (74) 代理人 100093908
 弁理士 松本 研一
 (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】 スペクトル・ドブラ・イメージングの自動制御のための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御処理モジュールとドブラ処理モジュールとを有し、ドブラ・スペクトル画像を作成するための超音波システム (5) において、ドブラ・スペクトル画像の表示に関連して使用するパラメータを自動的に確定させる方法 (300) であって、
収集したドブラ・データの複数のスペクトル線からドブラ・データの無信号サブセットを前記制御処理モジュールが決定するステップと、
前記ドブラ・データの無信号サブセットから少なくとも1つのノイズレベルを前記制御処理モジュールが推定するステップと、
前記少なくとも1つのノイズレベルに基づいてドブラ・スペクトル画像のパラメータを前記制御処理モジュールが自動で調整するステップと、
前記ドブラ・データの複数のスペクトル線からエイリアシングの存在を前記制御処理モジュールが判定するステップと、
前記ドブラ・データの複数のスペクトル線に関する周波数ピンを前記ドブラ処理モジュールが作成するステップと、
前記ドブラ・データの複数のスペクトル線からのドブラ・データのサブセットを平均することによって周波数ピンに対する強度レベルを前記制御処理モジュールが計算するステップと、
エイリアシングの存在の判定にตอบสนองしてパルス繰返し周波数 (230 / 240) を前記制御処理モジュールが自動で調整するステップと、を含み、

10

20

前記エイリアシングの存在の判定が、次式：

$$D(f_{min}) > D(f)_{min} * threshold_1$$

が成り立つか否かにより判断され、

ここで、

f_{min} : $A(f)$ が最小値となる周波数ビン

$A(f_{min})$: 周波数ビン f_{min} における画像強度

$D(f)_{min}$: ある周波数ビン f における画像強度の最小偏差

$D(f_{min})$: 周波数ビン f_{min} における画像強度の偏差

$threshold_1$: 所定のしきい値である、方法。

【請求項 2】

前記ドブラ・データの複数のスペクトル線に関する正及び負の周波数ビン (420 / 430) を前記制御処理モジュールが作成するステップと、前記正及び負の周波数ビン (420 / 430) を前記制御処理モジュールが配列し直すステップと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ドブラ・データの複数のスペクトル線からのドブラ・データのサブセットを平均することによって、スペクトル線に対する強度レベルを前記制御処理モジュールが計算するステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記ドブラ・データの複数のスペクトル線から最大強度レベルのスペクトル線 (560) を前記制御処理モジュールが決定するステップと、エイリアシングの存在が確認された場合に前記パルス繰返し周波数 (230 / 240) を増加し、前記エイリアシングの存在の判定を繰り返すステップと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記ドブラ・データの複数のスペクトル線に関する周波数ビンを作成するステップと、最小強度レベルを有する周波数ビン (510) を前記制御処理モジュールが決定するステップと、最小強度レベルを有する周波数ビン (510) に関連するドブラ・データがノイズ情報のみとは反対に信号情報を含むか否かを前記制御処理モジュールが判定するステップと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記ドブラ・データの複数のスペクトル線及び前記少なくとも 1 つのノイズレベルから最も正の信号境界 (580) 及び最も負の信号境界 (590) を前記制御処理モジュールが決定するステップをさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記超音波システム (5) が表示処理モジュールを有しており、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線の各スペクトル線 (575) ごとに正の信号境界 (580) 及び負の (590) 信号境界を前記制御処理モジュールが決定するステップと、前記信号境界に沿ってスペクトル・トレースを前記表示処理モジュールが作成しかつ表示するステップと、をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

ドブラ・スペクトル画像を作成するための超音波システム (5) において、ドブラ・スペクトル画像の表示に関連して使用するパラメータを自動的に確定させる装置であって、ドブラ・データの複数のスペクトル線を収集すること、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線からドブラ・データの無信号サブセットを決定すること、前記ドブラ・データの無信号サブセットから少なくとも 1 つのノイズレベルを推定すること、前記少なくとも 1 つのノイズレベルに基づいてドブラ・スペクトル画像のパラメータを自動で調整すること、を行うデータ処理モジュール (80) と、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線に関する周波数ビンを作成するドブラ処理モジュール (100) とを備え、

10

20

30

40

50

前記データ処理モジュール(80)が、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線からエイリアシングの存在を判定し、かつエイリアシングの存在の判定にตอบสนองしてパルス繰返し周波数(230/240)を自動で調整しており、

前記データ処理モジュール(80)は前記ドブラ・データの複数のスペクトル線からのドブラ・データのサブセットを平均することによって周波数ビンに対する強度レベルを計算し、

前記エイリアシングの存在の判定が、次式：

$$D(f_{min}) > D(f)_{min} * threshold_1$$

が成り立つか否かにより判断され、

ここで、

f_{min} : $A(f)$ が最小値となる周波数ビン

$A(f_{min})$: 周波数ビン f_{min} における画像強度

$D(f)_{min}$: ある周波数ビン f における画像強度の最小偏差

$D(f_{min})$: 周波数ビン f_{min} における画像強度の偏差

$threshold_1$: 所定のしきい値である、装置。

【請求項9】

前記ドブラ処理モジュール(100)が、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線に関する正及び負の周波数ビン(420/430)を作成し、前記データ処理モジュール(80)は前記正及び負の周波数ビン(420/430)を配列し直している、請求項8に記載の装置。

【請求項10】

前記データ処理モジュール(80)は、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線からのドブラ・データのサブセットを平均することによって、スペクトル線(190)に対する強度レベルを計算し、エイリアシングの存在が確認された場合に前記パルス繰返し周波数(230/240)を増加し、前記エイリアシングの存在の判定を繰り返す、請求項11に記載の装置。

【請求項11】

前記ドブラ処理モジュール(100)が、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線に関する周波数ビンを作成すると共に、前記データ処理モジュール(80)は最小強度レベルを有する周波数ビン(510)を決定している、請求項8に記載の装置。

【請求項12】

前記データ処理モジュール(80)は、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線から最大強度レベルのスペクトル線を決定している、請求項8に記載の装置。

【請求項13】

前記ドブラ処理モジュール(100)が前記ドブラ・データの複数のスペクトル線に関する周波数ビンを作成すると共に、前記データ処理モジュール(80)は最小強度レベルを有する周波数ビンを決定し、かつ最小強度レベルを有する周波数ビンに関連するドブラ・データがノイズ情報のみとは反対に信号情報を含むか否かを判定している、請求項8に記載の装置。

【請求項14】

前記データ処理モジュール(80)は、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線及び前記少なくとも1つのノイズレベルから最も正の信号境界(580)及び最も負の信号境界(590)を決定している、請求項8に記載の装置。

【請求項15】

前記データ処理モジュール(80)は、前記ドブラ・データの複数のスペクトル線の各スペクトル線ごとに正の信号境界(580)及び負の(590)信号境界を決定していると共に、さらに、前記信号境界に沿ってスペクトル・トレースを作成しかつ該スペクトル・トレースを表示するための表示アーキテクチャ(120)を備える請求項8に記載の装置。

【請求項16】

被検体の走査面（１５０）内で超音波信号の送信及び受信を行うトランスジューサ（２０）と、前記走査面（１５０）内のサンプル・ゲート（１６０）に関して前記超音波信号を表すデータ・サンプルを導出するビーム形成器（６０）と、請求項８乃至１５のいずれかに記載の装置とを備え、該装置は、更にドブラ・データの未処理周波数ピンの前記組を走査変換する走査変換モジュール（１１０）と、前記走査面（１５０）内の前記サンプル・ゲート（１６０）に対応した前記ドブラ・スペクトル画像を表示する表示アーキテクチャ（１２０）と、を備える医学診断用超音波システム（５）。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明のある種の実施形態は、被検者内部の血流を画像化するための医学診断用超音波システムに関する。さらに詳細には、ある種の実施形態は、走査面内でサンプル・ゲートに関するスペクトル・ドブラ・イメージングを自動で制御するための方法及び装置に関する。

【０００２】

【発明の背景】

ドブラ効果に基づいて血流を検出して画像化するための超音波システムが確立されている。オペレータは、被検体内の計測しようとする画像内のある場所にわたるように１つのサンプリング・ゲートを配置させるのが一般的である。例えば、サンプリング・ゲートは被検者の腎臓内の動脈を覆うように配置させることがある。放出するトランスジューサによって被検体内に超音波エネルギーが送り込まれ、反射したエネルギーは該トランスジューサによって波の形態で受信される。被検体内のサンプリング・ゲート内の血流速度を計測するためには、反射波の位相及び振幅を検出して情報を基準周波数と比較し、サンプリング・ゲート内部の移動する血球により反射波が受けるドブラ・シフト（周波数シフト）を識別する。

【０００３】

所与の一瞬時にに関して、所与のサンプリング・ゲートに対するドブラ情報はある周波数範囲にわたって広がっていることがある。この情報は超音波システムによって周波数または速度情報のスペクトル線として表現される。この情報のスペクトル線は、そのサンプリング・ゲート内における推定される瞬時血流速度を表している。例えば１つの心拍周期にわたって各瞬時ごとにスペクトル線をプロットしたスペクトル表示を形成させることがある。得られる表示形式は、ドブラ周波数（または、速度）対時間である。このスペクトル情報は、様々な周波数におけるスペクトル信号の信号強度すなわちパワーを表すようなグレースケール・コード化を用いてリアルタイムで表示することができる。

【０００４】

各スペクトル線のデータは複数の周波数ピンを含むと共に、各周波数ピンに関連する信号強度（パワー）はディスプレイ上の対応する画素位置に表示される。スペクトル線のすべてを合わせて取得して１つのスペクトログラムを形成させている。このスペクトログラムは時にエイリアシングを生じることがある。スペクトログラムにエイリアシングが生じると、表示したスペクトログラムは速度スケール限界で折り返され（*wrapped around*）、正の速度値が負の値で現れたり、負の速度値が正の値で現れたりすることがある。信号の全スペクトル帯域がパルス繰返し周波数（*PRF*）より小さければ、ベースラインを単純にシフトさせることによってスペクトルの折返しを効果的に解くことができる。スペクトル帯域が*PRF*より大きいと、そのスペクトルはベースライン位置の調整によって折返しを解くことができない。その代わりに、速度スケール（*PRF*）を大きくする必要がある。さらに、スペクトルが反転（*inverted*）している場合は垂直方向の向きによってドブラ・スペクトルを直感性により優れた描出とすることができる。

【０００５】

ある種の標準的な診断用ドブラ・インデックスは、収縮最高期や拡張終期など心拍周期内のある具体的なセグメントにおける周波数推定値に基づいている。オペレータは、このイ

10

20

30

40

50

ンデックスを計算できるようにディスプレイ全体にわたってスペクトル線のピークを追跡したいと希望することが多い。手動式の追跡は極めて困難であり、時間がかかり、かつ不正確であることが多い。

【 0 0 0 6 】

事前算定したノイズレベルに基づいて P R F (速度スケール) を調整することによってドブラ・スペクトル画像内のエイリアシングを自動的に除去するような超音波システムが提案されている。この事前算定したノイズレベルは、スペクトル波形にエイリアシング発生及び/または反転が生じているか否かを予測するために使用される。このアルゴリズムは、時間軸表示の所望の部分にスペクトル波形が配置されるようにベースラインをシフトさせかつ/または速度スケールを反転させるか、あるいは、スペクトル画像内のエイリアシングを除去するために P R F を大きくして速度スケールを拡張させている。予測ノイズレベルは、スペクトル線のピークを決定してディスプレイ上にトレースを描くためにも使用される。この方法の成績は事前算定したノイズレベル推定値の正確さに依存する。

10

【 0 0 0 7 】

例えば、【特許文献 1】米国特許第 5, 9 3 5, 0 7 4 号に記載されている一方法では、スペクトル画像のバックグラウンド内の平均 (mean) ノイズレベルを予測している。プリアンプのジョンソン・ノイズを計算している。このノイズは、ドブラ信号経路内のすべてのフィルタに関して調整される。このノイズ推定値にはアナログ対デジタル変換による量子化雑音を加算される。ノイズは、トランスジューサ・アレイのアポダイゼーション効果を考慮しながらすべての有効受信チャンネルにわたって合計される。このノイズはダイナミックレンジ圧縮を通じてスペクトル表示の平均ノイズレベルに変換される。しかしこの方法は、システム構成に依存する。さらに、信号経路のいずれかの段階においてノイズ予測が不正確であると、予測全体があやしくなる。

20

【 0 0 0 8 】

ドブラ・スペクトル・データの各線内に実際に存在するノイズレベル及び信号レベルにのみ基づくことによって、様々なシステム段階での事前算定の任意のノイズ予測に依存することなく、かつ画像のある領域がノイズのみを含むことを前提とすることなしに、スペクトル・ドブラ・イメージングに関連するある種のパラメータを自動で制御するための方式に対する必要性が存在する。エイリアシングを自動的に除去し、また必要に応じて、スペクトル信号のベースライン及び向きを調整して、スペクトル信号の視覚的に望ましい表示をオペレータに提示するような方法に対する必要性が存在する。さらに、スペクトル・ドブラ・データの各線及び推定ノイズレベルにのみ基づいてスペクトル信号のスペクトル・トレースを作成する必要性が存在する。

30

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

本発明の実施の一形態では、サンプリング・ゲートにより指定される被検体内のある場所に関する速度情報を、その場所に対応するドブラ・スペクトル・イメージングに影響を及ぼすようなある種のパラメータを自動で制御することによって画像化するための超音波システムを提供する。ドブラ・スペクトル・イメージングに関連するある種のパラメータを自動調整することによって、エイリアシングの除去、ディスプレイ上のより望ましい位置へのベースラインの設定、並びにドブラ・スペクトル画像の反転 (invert) が得られる。本超音波システムは生成されるドブラ・データのスペクトル線を収集する。このドブラ・データのスペクトル線から、本システムは、エイリアシングの存在、並びにノイズレベルの推定値及び信号境界を決定する。本システムは、エイリアシング、ノイズレベル及び信号境界に回答して、パルス繰返し周波数 (P R F)、ベースラインシフト、スペクトル方向などある種のパラメータを自動で調整する。本システムはさらに、ドブラ・データの各スペクトル線に関して正の信号境界と負の信号境界を決定し、この信号境界データを処理してスペクトル線のエッジに対応したスペクトル・トレースを表示する。

40

【 0 0 1 0 】

サンプル・ゲートで指定される走査面内の場所に対応して超音波システムにより作成され

50

るドブラ・スペクトル表示に関連するある種のパラメータを制御するための装置を提供する。本装置は、超音波信号を送信及び受信するトランスジューサと、走査面内の指定された場所から反射された超音波信号を表すデータ・サンプルを導出するためのビーム形成器と、を含む。さらに、このデータ・サンプルから未処理スペクトル・ドブラ・データを作成するためのドブラ処理モジュールを設けている。走査変換モジュールにより未処理スペクトル・ドブラ・データを走査変換すると共に、データ処理モジュールによりドブラ・データの複数のスペクトル線を解析し、かつドブラ・スペクトル画像の描出を制御するようにある種のシステム・パラメータを自動で調整している。表示アーキテクチャにより、走査面内の指定された場所に対応したドブラ・スペクトル画像を表示している。データ処理モジュールはさらにドブラ・データのスペクトル線のエッジに対応した信号境界データを生成させており、また表示アーキテクチャはスペクトル線のエッジに対応したスペクトル・トレースを作成して表示している。

10

【 0 0 1 1 】

さらに、走査面内のサンプル・ゲートで指定される場所に対応して超音波システムにより作成されるドブラ・スペクトル表示に関連するある種のパラメータを制御するための方法を提供する。本方法は、超音波システムにより作成されるドブラ・データの複数のスペクトル線を収集することを含む。このドブラ・データの複数のスペクトル線からエイリアシングの存在を判定する。ドブラ・データの複数のスペクトル線からさらに、ノイズレベル及び信号境界を推定する。パルス繰返し周波数、ベースラインシフト及びスペクトル方向を含むシステム・パラメータは、エイリアシングの存在の判定並びにノイズレベル及び信号境界の推定に応答して、必要に応じて自動で調整している。さらに、スペクトル線のエッジに対応するスペクトル・トレースを作成して表示することがある。

20

【 0 0 1 2 】

本発明のある種の実施形態では、ドブラ・スペクトル画像の作成に関連するある種のパラメータを自動で制御するための一方式を提供する。自動制御によってシステムは、指定された場所に対応したドブラ・データのスペクトル線のみを処理することによって、エイリアシングの除去、ベースラインの設定及び画像の反転を必要に応じて行うことができる。さらに、スペクトル線のエッジに対応したスペクトル・トレースの作成が実現される。

【 0 0 1 3 】

【 発明の実施の形態 】

30

図 1 は、本発明の実施の一形態に従ってスペクトル・ドブラ画像を作成かつ制御するための超音波システム 5 のブロック概要図である。超音波システム 5 の図示した要素は、フロントエンド 10、処理アーキテクチャ 70 及び表示アーキテクチャ 120 である。フロントエンド 10 は、トランスジューサ・アレイ 20 (複数のトランスジューサ・アレイ素子 25 からなる) と、送信 / 受信切換回路 30 と、送信器 40 と、受信器 50 と、ビーム形成器 60 と、を備えている。処理アーキテクチャ 70 は、制御処理モジュール 80 と、復調モジュール 90 と、ドブラ処理モジュール 100 と、走査変換モジュール 110 と、を備えている。表示アーキテクチャ 120 は、表示処理モジュール 130 及びモニタ 140 を備えている。

【 0 0 1 4 】

40

これらのアーキテクチャ及びモジュールは、デジタル信号プロセッサを有する回路基板などの専用のハードウェア要素とすることや、商用で市販の PC など汎用のコンピュータまたはプロセッサ上で動作するソフトウェアとすることがある。これらの様々なアーキテクチャ及びモジュールは本発明の様々な実施形態に従って組み合わせたり分離させたりすることができる。

【 0 0 1 5 】

フロントエンド 10 では、トランスジューサ・アレイ 20 を送信 / 受信 (T / R) 切換回路 30 に接続している。T / R 切換回路 30 は送信器 40 の出力及び受信器 50 の入力に接続している。受信器 50 の出力はビーム形成器 60 に入力している。ビーム形成器 60 はさらに、送信器 40 の入力に接続すると共に、処理アーキテクチャ 70 内の制御処理モ

50

ジュール 80 及び復調モジュール 90 の入力に接続している。

【0016】

処理アーキテクチャ 70 では、復調モジュール 90 の出力をドブラ処理モジュール 100 の入力に接続している。制御処理モジュール 80 は、ドブラ処理モジュール 100、走査変換モジュール 110、並びに表示アーキテクチャ 120 内の表示処理モジュール 130 とインタフェースをとっている。ドブラ処理モジュール 100 の出力は走査変換モジュール 110 の入力に接続している。走査変換モジュール 110 の出力は表示アーキテクチャ 120 内の表示処理モジュール 130 の入力に接続している。表示アーキテクチャ 120 では、表示処理モジュール 130 の出力をモニタ 140 の入力に接続している。

【0017】

送信する超音波ビームを生成するために、制御処理モジュール 80 は、あるステアリング角でトランスジューサ・アレイ 20 の表面のある点から放出されるある形状のビームを生成させるような送信パラメータをビーム形成器 60 に作成させるように命じるコマンドデータをビーム形成器に送っている。この送信パラメータはビーム形成器 60 から送信器 40 に送られる。送信器 40 はこの送信パラメータを用いて、T/R 切換回路 30 を介してトランスジューサ・アレイ 20 に送られる送信信号を適正にエンコードしている。この送信信号は、互いに対してあるレベル及び位相になるように設定されていると共に、トランスジューサ・アレイ 20 の個々のトランスジューサ素子 25 に加えられている。この送信信号は、同じ位相及びレベル関係をもった超音波を放出するようにトランスジューサ・アレイ 20 のトランスジューサ素子 25 を励起している。その結果、トランスジューサ・アレイ 20 を例えば超音波ゲルを用いて被検体と音響的に結合させた際に、超音波エネルギーの送信ビームが走査面 150 内で走査線 155 に沿って被検体内に形成される（図 2 参照）。この過程は電子走査として知られている。

【0018】

トランスジューサ・アレイ 20 は双方向トランスジューサである。被検体内に超音波を送信させた後で、超音波は構造内の組織や血液サンプルから後方散乱を受ける。この後方散乱を受けた波は、波を反射させる組織までの距離、並びに波を反射させるトランスジューサ・アレイ 20 の表面に対する角度に応じて、異なる時点でトランスジューサ・アレイ 20 に到達する。トランスジューサ・アレイ 20 のトランスジューサ素子 25 は、後方散乱を受けた波に応答し、後方散乱波からの超音波エネルギーを受信電気信号に変換する。

【0019】

この受信電気信号は T/R 切換回路 30 を経由して受信器 50 に導かれる。受信器 50 はこの受信信号を増幅しデジタル化すると共に、ゲイン補償などの別の機能も備えている。このデジタル化した受信信号は、各トランスジューサ素子 25 が様々な時点で受信した後方散乱波に対応すると共に、後方散乱波の振幅及び位相情報を保持している。

【0020】

デジタル化した受信信号はビーム形成器 60 に送られる。制御処理モジュール 80 はコマンドデータをビーム形成器 60 に送っている。ビーム形成器 60 はこのコマンドデータを用いて、あるステアリング角でトランスジューサ・アレイ 20 の表面上のある点から放出される（典型的には、走査線 155 に沿って送信された直前の超音波ビームの点及びステアリング角に対応する）受信ビームを形成している。ビーム形成器 60 は、制御処理モジュール 80 からのコマンドデータの命令に従って時間遅延及び集束を実行し被検体内で走査面 150 内の走査線 155 に沿ったサンプル・ボリウムに対応した受信ビーム信号を生成させることによって、適当な受信信号に基づいて動作している。様々なトランスジューサ素子 25 からの受信信号の位相、振幅及びタイミング情報を用いて受信ビーム信号が生成される。スペクトル・ドブラ・イメージングのモードでは、サンプル・ゲート 160 内のサンプル・ボリウム位置に対応したこれらの受信信号は、さらに処理してスペクトル・ドブラ時間軸表示を作成している。

【0021】

この受信ビーム信号はデジタル式インタフェース 117 を介して処理アーキテクチャ 70

10

20

30

40

50

0 に送られる。復調モジュール 90 はこの受信ビーム信号に対して復調を実行し、サンプル・ゲート 160 内のサンプル・ボリュームに対応した I 及び Q の復調データ値からなる対を生成させている。この復調は、受信ビーム信号の位相及び振幅を基準周波数と比較することによって実現される。I 及び Q の復調データ値は、受信信号内のドブラ・シフトによって誘導される位相及び振幅の情報を保持している。

【0022】

この復調データはドブラ処理モジュール 100 に伝送される。ドブラ処理モジュール 100 は離散形フーリエ変換 (DFT) 処理など標準的な技法を用いて、サンプル・ゲート 160 から受け取った信号に対応した一組のスペクトル・ドブラ・データを作成している。このスペクトル・ドブラ・データは、図 3 に示すようなスペクトル線としてメモリ内に保存する。図 3 は、スペクトル線の部分組を時間 170 対ドブラ周波数 180 の形式で表している。水平方向の次元は時間 170 であり、また垂直方向の次元はドブラ周波数 180 である。スペクトル線 (例えば、190) は、ある特定の瞬時に於けるサンプル・ゲート 160 内の血流のドブラ周波数成分 (すなわち、速度成分) を意味している。各スペクトル線 (例えば、190) は一組の周波数 (速度) ビンに分類される。例えば、周波数ビン 200 は、サンプル・ゲート 160 に対応したある特定の速度に関するある期間にわたる信号データを含んでいる。

10

【0023】

ドブラ周波数データのスペクトル線は走査変換モジュール 110 に渡される。走査変換モジュール 110 は、走査シーケンス形式から表示形式への変換を実行することによってドブラ周波数データのスペクトル線を処理している。この変換には、スペクトル表示画素データを時間対周波数の表示形式で作成するためのドブラ周波数データのスペクトル線に対する補間演算が含まれる。

20

【0024】

走査変換した画素データは表示アーキテクチャ 120 に送られる。表示アーキテクチャ 120 は表示処理モジュール 130 を備えており、走査変換した画素データに対する最終的な任意の空間的または時間的フィルタ処理の実行、走査変換画素データに対するグレースケールまたは色相の付与、並びにモニタ 140 上での表示のためのデジタル画素データのアナログデータへの変換を行っている。典型的なスペクトル・ドブラ時間軸表示は、図 4 のスペクトル 220 のように現れる。この表示は、サンプル・ゲート 160 に対応したある期間にわたるデータのスペクトル線を表すスペクトル 220 を含んでいる。この表示はさらに、 $+PRF/2$ 及び $-PRF/2$ のそれぞれに対応した最大及び最小の速度スケール 230 及び 240 を含んでおり、これによりベースライン 250 が画像内の 50% 点に表示されることを示している。ベースライン 250 はこの表示のドブラ周波数のゼロ基準となっている。しかし、ベースライン 250 を常に表示の中心に位置させる必要はない。オペレータによるこのスペクトル 220 の描出は、スペクトルにエイリアシングがないようにスペクトルが調整されており、ベースラインが表示の中心に設定されており、かつスペクトルが反転していない (すなわち、正のドブラ・シフトはベースラインの上側に来るように表示され、かつ負のドブラ・シフトはベースラインの下側に来るように表示されている) ために、極めて良好とすることができる。

30

40

【0025】

しかし多くの場合、このスペクトル表示は不適切であり、スペクトル画像は図 5 a、5 b または 5 c のように表示される。図 5 a は、エイリアシングを生じたスペクトル画像を示している。正のピーク 260 は速度スケール限界 230 及び 240 で折り返されベースライン 250 の下側の負の周波数領域内に入り込んでいる。エイリアシングは、ベースラインをもっと下に配置することによって除去することができる。図 5 b は、スペクトル 270 の周波数が負値でありかつ多くの場合直感に反してベースライン 250 の下側に表示されるような反転したスペクトル 270 を示している。解決策の 1 つは、スペクトル 270 を反転させることである。図 5 c は、スペクトルのある正の周波数 280 が速度スケール限界で折り返されてベースラインの下側の負の周波数領域内に入り込んでおり、さらに別

50

のある正の周波数 2 9 0 は再度ベースラインの上側に折り返されているような激しいエイリアシングの場合を示している。この状況は、P R F を増加させ、かつ恐らくはベースライン 2 5 0 をもっと下に来るように調整することによって解決することができる。望ましい特徴の 1 つは、このシステムがスペクトル・ドブラ表示に影響を及ぼすようなある種のパラメータを自動で制御し、オペレータによりスペクトルのより適当な描出が提供されると共にオペレータの関与が最小限となり、これにより走査期間の効率が增大することである。

【 0 0 2 6 】

図 6 は、本発明の実施の一形態に従ってスペクトル・ドブラ画像の表示を自動で調整するために利用される方法 3 0 0 を表している。ステップ 3 1 0 では、制御処理モジュール 8 0 は少なくとも 1 回の心拍周期にわたるデータの最新の N 本のスペクトル線（典型的には、約 1 秒分のデータに対応する）を表示処理モジュール 1 3 0 のメモリから取り込んでいる。別法として、そのデータは制御処理モジュール 8 0 により、走査変換モジュール 1 1 0 内のメモリまたはドブラ処理モジュール 1 0 0 内のメモリから取り込まれることがある。

10

【 0 0 2 7 】

ステップ 3 2 0 では、方法 3 0 0 を単純化させるためにメモリ内でデータを配列し直す。図 7 に示すように、正及び負の周波数ピンをより好都合な座標系に配列し直している。別の座標系により同じアルゴリズムに対応することもできるが、提示した座標系は、画像内でエイリアシングを生じた前進方向または逆方向の任意のフロー・スペクトルを解析のために自動的に展開 (u n f o l d) させているという点で都合がよい。スペクトルの負の部分 4 2 0 は最終的に座標系の最上部に来ることになり、またスペクトルの正の部分 4 3 0 は最終的に最下部に来る。周波数ピン 4 4 0 と 4 5 0 の間の壁状の棄却領域 (w a l l r e j e c t i o n r e g i o n) は配列し直したデータから除去する。周波数ピンには、配列し直したデータ内の最底部から最上部に進むに従って 0 から V まで番号を付け替える。図では、周波数ピンを垂直軸 1 8 0 の方向とし、またスペクトル線（時間ピン）を水平軸 1 7 0 の方向としている。

20

【 0 0 2 8 】

次に、本方法はエイリアシングを検索し、発見されたあらゆるエイリアシングを以下のようにして除去しようと試みる。ステップ 3 3 0 において、制御処理モジュール 8 0 は配列し直したデータ全体にわたって画像強度 $A(f)$ 及び画像偏差 $D(f)$ を周波数ピン f の関数として計算する。 $A(f)$ は、N 本のスペクトル線と M 個の周波数ピンからなるカーネル全体にわたって平均化した所与の周波数ピン f に関する画素強度である。 $D(f)$ は、同じ $M \times N$ のカーネル全体にわたる所与の周波数ピン f に関する画素強度の標準偏差または平均絶対偏差である。図 3 は、カーネル 2 1 0（影を付けた領域）が周波数ピン 2 0 0 全体の中心に位置するように示した一例である。この例では、周波数ピン 2 0 0 に対する $A(f)$ は、カーネル 2 1 0 内の各スペクトル線 / 周波数ピン位置 (n, m) の画素強度値を用いて計算される。この計算は次式となる。

30

【 0 0 2 9 】

【 数 1 】

$$A(f) = \frac{\sum_n \sum_m P_{nm}}{(N * M)} \quad (\text{式1})$$

40

【 0 0 3 0 】

上式において、 P_{nm} はカーネル 2 1 0 内の位置 (n, m)（例えば、2 0 5）における画素強度である。同様の方法により、偏差 $D(f)$ を次式に従って計算することができる。

【 0 0 3 1 】

【 数 2 】

$$D(f) = \sqrt{\frac{\sum_n \sum_m (P_{nm} - A(f))^2}{(N * M) - 1}} \quad (\text{式2})$$

【 0 0 3 2 】

または、

【 0 0 3 3 】

【 数 3 】

$$D(f) = \frac{1}{(N * M)} \sum_n \sum_m |P_{nm} - A(f)| \quad (\text{式3})$$

10

【 0 0 3 4 】

データ内の各周波数ビン f ごとに、周波数ビン f 全体の中心にあるカーネル 2 1 0 について (式 1) と、(式 2) または (式 3) とを用いて $A(f)$ 及び $D(f)$ を計算する。次いで、制御処理モジュール 8 0 は以下のパラメータを決定する。

【 0 0 3 5 】

f_{min} : $A(f)$ が最小値となる周波数ビン

$A(f_{min})$: 周波数ビン f_{min} における画像強度

$A(f)_{max}$: ある周波数ビン f における最大画像強度値

$D(f)_{min}$: ある周波数ビン f における画像強度の最小偏差

20

$D(f_{min})$: 周波数ビン f_{min} における画像強度の偏差

ステップ 3 4 0 及び 3 5 0 では、制御処理モジュール 8 0 は周波数ビン f_{min} に信号が存在するか否かを以下のようにして検索する。先ず、本方法は次式が成り立つか否かをチェックする。

【 0 0 3 6 】

$D(f_{min}) > D(f)_{min} * threshold_1$

上式において、 $threshold_1$ は所定のしきい値である。

$D(f_{min}) > D(f)_{min} * threshold_1$ であれば、 f_{min} に信号が存在する。このスペクトルは完全なエイリアシングが生じていると見なされる。本方法は PRF を増加させるステップ 3 6 0 に進み、続いて本方法はステップ 3 1 0 に戻り新たな PRF で本方法を再度開始する。一方、 $D(f_{min}) < D(f)_{min} * threshold_1$ であれば、本方法は f_{min} での信号の存否に間違いはないかどうかをより厳密にチェックし (例えば、 f_{min} において信号を含む画素が極めて少ない場合、幾らかの量のエイリアシングが続いていることがある)、さらに以下のように続く。

30

【 0 0 3 7 】

図 8 を参照すると、制御処理モジュール 8 0 は、 f_{min} 5 1 0 を中心とするカーネル 4 9 0 において N 本のスペクトル線の各々 (例えば、5 0 0) に関する $A(t)$ 及び $D(t)$ を計算する。 $A(t)$ は画像強度であり、また $D(t)$ は、各スペクトル線 t (例えば、5 0 0) に関して R 個の周波数ビンと S 本のスペクトル線からなるカーネル 4 9 0 全体にわたって計算した画像強度偏差である。 $A(t)$ 及び $D(t)$ は制御処理モジュール 8 0

40

によって次のように計算される。

【 0 0 3 8 】

【 数 4 】

$$A(t) = \frac{\sum_r \sum_s P_{rs}}{(R * S)} \quad (\text{式4})$$

【 0 0 3 9 】

【 数 5 】

$$D(t) = \sqrt{\frac{\sum_r \sum_s (P_{rs} - A(f_{\min}))^2}{(R * S) - 1}} \quad (\text{式5})$$

【 0 0 4 0 】

または、

【 0 0 4 1 】

【 数 6 】

$$D(t) = \frac{\sum_r \sum_s |P_{rs} - A(f_{\min})|}{R * S} \quad (\text{式6})$$

10

【 0 0 4 2 】

上式において、 P_{rs} はカーネル490内の位置(r, s) (例えば、480)における画素強度である。データ内の各スペクトル線 t ごとに、 $f_{\min}$ 510を中心とするカーネル490について(式4)と、(式5)または(式6)を用いて $A(f)$ 及び $D(f)$ を計算する。次いで、以下のパラメータを特定することができる。

【 0 0 4 3 】

$A(t)_{\max}$: あるスペクトル線 t における最大画像強度

$A(t)_{\min}$: 別のあるスペクトル線 t における最小画像強度

20

【 0 0 4 4 】

【 外 1 】

$A(t)_{\text{mean}}$: 平均画像強度 $= \sum_s A(t_s)/S$

【 0 0 4 5 】

$D(t)_{\max}$: あるスペクトル線 t における最大画像強度偏差

【 0 0 4 6 】

【 外 2 】

$D(t)_{\text{mean}}$: 平均画像強度偏差 $= \sum_s D(t_s)/S$

30

【 0 0 4 7 】

次に、制御処理モジュール80は以下の条件、

{ Q 本の連続するスペクトル線に対して、 $A(t)_{\text{mean}} + G[D(t)_{\max}, D(t)_{\text{mean}}] < A(t)$ であること } (ここで、 Q は所定の数であり、また $G[D(t)_{\max}, D(t)_{\text{mean}}]$ は $D(t)_{\max}$ と $D(t)_{\text{mean}}$ の関数である)

{ $A(t)_{\max} - A(t)_{\min} > \text{threshold_2}$ であること }

{ $D(t)_{\max} > \text{threshold_3}$ であること } (ここで、 threshold_2 及び threshold_3 は所定のしきい値である)

40

のいずれかが成り立つか否かをチェックする。

【 0 0 4 8 】

上述の条件のうちのいずれか1つを満足すれば、 $f_{\min}$ には信号が存在する。 $f_{\min}$ に信号が存在する場合、本方法はPRFを増加させるステップ360に進み、続いて、本方法はステップ310に戻り新たなPRFで本方法を再度開始する。条件がすべて満たされていない場合は、 $f_{\min}$ に信号が存在せず、本方法はステップ370に進む。

【 0 0 4 9 】

ステップ370~400では、本方法300は正及び負の信号境界であるそれぞれ f_{b^+} 及び f_{b^-} を検出しようと試みる。これらの信号境界は画像内でスペクトルのピークとして規定される。まず、ステップ370及び380において、大まかな検索を実行する。制御処

50

理モジュール 80 によって第 1 のノイズしきい値を以下のようにして設定する。

【0050】

$$\text{noise_threshold_1} = A(f_{\min}) + D(f)_{\min} \quad (\text{式 7})$$

上式において、 $A(f_{\min})$ 及び $D(f)_{\min}$ は最終算出値である。しかし、 $D(f)_{\min}$ が所定のしきい値 T_1 より小さい場合には次式となる。

【0051】

$$\text{noise_threshold_1} = A(f_{\min}) + T_1 \quad (\text{式 8})$$

一方、 $\text{noise_threshold_1} > A(f_{\min}) * T_2$ の場合には次式となる。

【0052】

$$\text{noise_threshold_1} = A(f_{\min}) * T_2 \quad (\text{式 9})$$

上式において、 T_1 及び T_2 は所定のしきい値である。 T_1 及び T_2 は、 $D(f)_{\min}$ が大きすぎるか小さすぎるかのいずれかであるような極端な場合に noise_threshold_1 が制限されるように設定する。

【0053】

次に、ステップ 370 及び 380 では、制御処理モジュール 80 は周波数ビンのゼロ 550 (図 9 参照) から開始して、連続する z 個の周波数ビンが $A(f) < \text{noise_threshold_1}$ (ここで、 z はある所定の数) であるような第 1 の周波数ビンの検出を試みる。この周波数ビンを f^+530 と指定する。同様に、制御処理モジュール 80 は続いて、最高の周波数ビンから開始して下方向に進みながら連続する z 個の周波数ビンが $A(f) < \text{noise_threshold_1}$ であるような別の周波数ビンの検出を試みる。この周波数ビンを f^-520 と指定する。 f^+ 及び f^- が見つからなければ、ステップ 380 により本方法は PRF を増加させるステップ 360 に戻り、さらに、本方法はステップ 310 に戻る。この反復過程は f^+ 及び f^- が検出されるまで継続する。

【0054】

ステップ 370 及び 380 で f^+ 及び f^- を検出した後、本方法はステップ 390 に進み、信号境界 f_b^+ 及び f_b^- に対する最終的な検索を実行する。まず、制御処理モジュール 80 は、図 9 に示すように f^+530 と f^-520 の間にあるこれらの周波数ビンに対する $A(f)$ の平均値を次式のようにして計算する。

【0055】

【数 7】

$$A(f)_{\text{avg}} = \frac{\sum_{f^+}^{f^-} A(f)}{(f^+ \text{ と } f^- \text{ の間のビン数})} \quad (\text{式 10})$$

【0056】

次に、制御処理モジュール 80 によって次式のようにして信号対雑音比を計算する。

【0057】

$$\text{SNR} = [A(f)_{\max} - A(f_{\min})] / A(f_{\min}), \quad A(f_{\min}) > 0 \quad (\text{式 11})$$

上式において、SNR は信号対雑音比であり、また $A(f)_{\max}$ 及び $A(f_{\min})$ は上で規定した最終の算出値である。

【0058】

次いで、ノイズしきい値を次式に従って計算する。

【0059】

$$\text{noise_threshold} = A(f)_{\text{avg}} * [1 + \text{SNR} * C_1] \quad (A(f_{\min}) > 0 \text{ の場合}) \quad (\text{式 12})$$

または、

$$\text{noise_threshold} = A(f)_{\text{avg}} + A(f)_{\max} * C_1 \quad (A(f_{\min}) = 0 \text{ の場合}) \quad (\text{式 13})$$

上式において、 C_1 はある所定の定数である。しかし、 noise_threshold

は、 C_2 をある所定の定数であるとして $noise_threshold$ が次式、

$$noise_threshold = A(f)_{avg} * C_2 \quad (式14)$$

を超えないように制限している。

【0060】

$noise_threshold$ を決定した後、本方法は次いでステップ400において、最終の信号境界を決定する。まず、周波数ビン f^+530 を中心とした時間次元170の方向でL本のスペクトル線とK個の周波数ビンからなるカーネルにわたって平均した画素強度 $A(t)_{f^+}$ を計算する。走査線 $t_{max}560$ は $A(t)_{f^+}$ が最大である場所に見いだされる。図9を参照すると、次いでI本のスペクトル線とJ個の周波数ビンからなるカーネル全体にわたって平均したスペクトル線 $t_{max}560$ を中心とする各周波数ビン f に対する画素強度 $A'(f)$ を計算する。次に、 f^+530 の上側で次式を満たす連続するh個の周波数ビンを含む第1の周波数ビン f_b^+580 を検出する。

【0061】

$$A'(f) < noise_threshold \quad (式15)$$

上式において、hはある所定の数である。

【0062】

第1の周波数ビン f_b^+580 はスペクトルの一部分565に関する正の信号境界である。負の信号境界 f_b^- はスペクトルの一部分595に関する f^-520 及び $noise_threshold$ を用いて同様の方法で検出する。信号境界 f_b^+ 及び f_b^- は、現在のPRFにおける周波数ビン軸180に沿った全スペクトルの最終範囲を画定している。

【0063】

信号境界 f_b^+ 及び f_b^- により画定される範囲を決定した後、ステップ410において制御プロセッサ80により、必要に応じてPRF、ベースライン及び/または向きに合わせた最終調整を行い、オペレータによる視覚化のためのスペクトル表示を最終決定する。次いで、得られたスペクトル画像を表示アーキテクチャ120によって通常の座標系で表示させる。

【0064】

スペクトルのピークに対応したこれらのスペクトル線に対する f_b^+ 及び f_b^- を検出したのと全く同じように、各スペクトル線に対する正及び負の限界を検出するためにも同様の方法を使用することができる。これにより、この情報を用いてスペクトルのエッジに沿ったスペクトル・トレースを作成することができる。図9を参照すると、ノイズ領域600は、 f_b^+ 及び f_b^- を上で計算した値として周波数ビン f_b^+580 の上側でありかつ周波数ビン f_b^-590 の下側にあると規定されるものと仮定している。このノイズレベルは f_b^+580 と f_b^-590 の間にある $A(f)$ の平均と規定し、これを $noise_level$ と呼ぶことにする。

【0065】

画像内の各スペクトル線（例えば、575）に沿って、各周波数ビン f に対する $A'(f)$ を計算し、I本のスペクトル線とJ個の周波数ビンからなるカーネル全体にわたって平均する。 f_b^+580 の下側で $A'(f)$ の最大値を検出し、これを所与のスペクトル線（例えば、575）に対する $A'(f^+_{max})$ と呼ぶ。信号対雑音(SNR)比は制御処理モジュール80によって次式のようにして計算する。

【0066】

$$SNR = [A'(f^+_{max}) - noise_level] / noise_level, \quad noise_level > 0 \quad (式16)$$

次いで、ノイズしきい値は制御処理モジュール80によって次式のようにして計算する。

【0067】

$$T_{noise} = noise_level * (1 + SNR * C_1) \quad (式17)$$

または、

$$T_{noise} = A'(f^+_{max}) * C_1 \quad (noise_level = 0の場合) \quad (式18)$$

上式において、 C_1 はある所定の定数である。

【0068】

制御処理モジュール80は $f_{\max}^+$ の上側で、 h をある所定の数として $A'(f) < T_{\text{noise}}$ であるような連続する h 個の周波数ピンを有する第1の周波数ピン $f_{\text{trace}585}$ を検出する。周波数ピン $f_{\text{trace}585}$ は、解析中のスペクトル線（例えば、575）に関する正のトレースを表示させる位置を規定している。同様の方法によって、スペクトル線（例えば、575）に関する負のトレース586の位置に対応した周波数ピンを検出する。この過程は各スペクトル線ごとに実行し、正及び負の両方についてドブラ・スペクトルのエッジ全体に沿ったトレース位置を生成させる。次いで、表示アーキテクチャ120はスペクトログラムの最上部にトレースを表示することができる。

【0069】

結論として、その利点及び特徴には、とりわけ、ドブラ・スペクトル・データの各線内に実際に存在するノイズレベル及び信号対雑音比にだけ基づいて、視覚的に望ましいスペクトル・ドブラ画像が作成されるようにパラメータを自動で制御するための方式が含まれる。システムの様々な段階において事前算定した任意のノイズ予測に頼ることがなく、またスペクトル線または周波数ピンの組内のノイズの存在に関していかなる前提も置いていない。ノイズの位置は信号の位置と慎重に区別している。パラメータの自動制御によって必要に応じて、エイリアシングの除去、並びにスペクトル信号のベースライン及び向きが調整が得られ、オペレータに対して視覚的に望ましいスペクトル信号の表示が提供される。さらに、スペクトル線のエッジに対応したスペクトル・トレースの作成は、スペクトル・ドブラ・データの各線にのみ基づいて達成している。

【0070】

ある種の実施形態を参照しながら本発明を記載してきたが、本発明の範囲を逸脱することなく様々な変更が可能であると共に等価物による代用が可能であることは当業者であれば理解するであろう。さらに、多くの修正形態により、本発明の範囲を逸脱することなく具体的な状況や材料を本発明の教示に適應させることができる。したがって、開示した具体的な実施形態に本発明を限定しようという意図ではなく、本発明が添付の特許請求の範囲の域内に属するすべての実施形態を包含するように意図したものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の一形態に従って形成した超音波システムのブロック概要図である。

【図2】ある走査線に沿ったサンプル・ゲートを用いたスペクトル・ドブラ・モードのセクタ走査の図である。

【図3】1つの周波数ピンを中心としたスペクトル線、周波数ピン及びカーネルの概念を表した図である。

【図4】エイリアシングのないスペクトル・ドブラ画像の図である。

【図5】エイリアシング（5a）、反転（5b）、並びに激しいエイリアシング（5c：全体が折り返されたスペクトル）を示す受容しがたいスペクトル・ドブラ画像である。

【図6】本発明の実施の一形態に従ってスペクトル・ドブラ画像の作成に関連したある種のパラメータを制御するために利用される方法を表した流れ図である。

【図7】本発明の実施の一形態に従って正及び負の周波数ピンを配列し直している方法ステップを表した図である。

【図8】時間ピン（すなわち、スペクトル線）並びにある時間ピンを中心としたカーネルの概念を表した図である。

【図9】本発明の実施の一形態に従った信号境界の検出を表した図である。

【符号の説明】

- 5 超音波システム
- 10 フロントエンド
- 20 トランスジューサ・アレイ
- 25 トランスジューサ素子
- 30 送信／受信切換回路、T／R切換回路

10

20

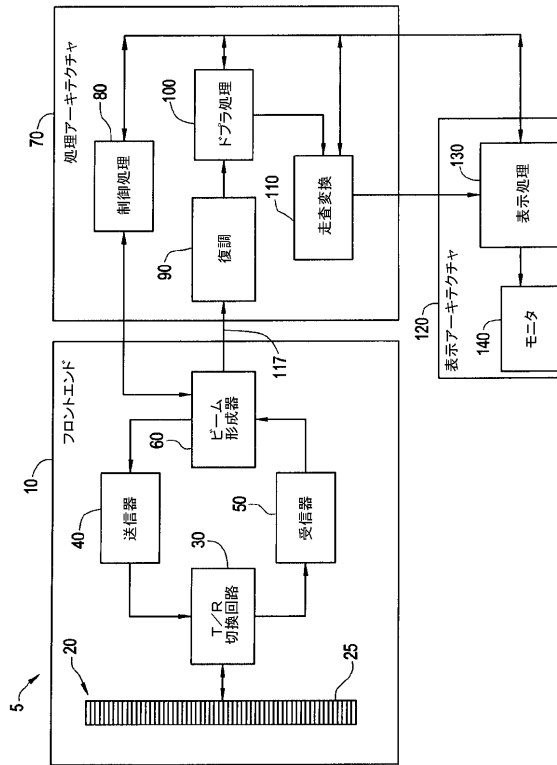
30

40

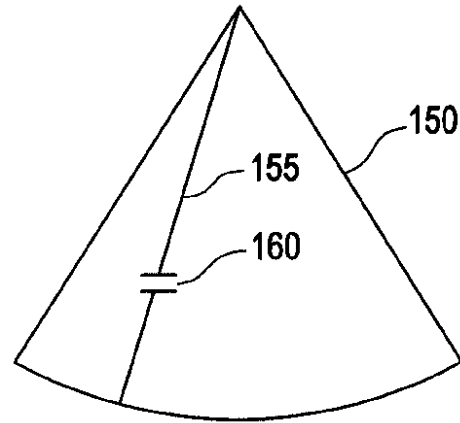
50

4 0	送信器	
5 0	受信器	
6 0	ビーム形成器	
7 0	処理アーキテクチャ	
8 0	制御処理モジュール	
9 0	復調モジュール	
1 0 0	ドブラ処理モジュール	
1 1 0	走査変換モジュール	
1 1 7	デジタル式インタフェース	
1 2 0	表示アーキテクチャ	10
1 3 0	表示処理モジュール	
1 4 0	モニタ	
1 5 0	走査面	
1 5 5	走査線	
1 6 0	サンプル・ゲート	
1 7 0	時間	
1 8 0	ドブラ周波数	
1 9 0	スペクトル線	
2 0 0	周波数ビン	
2 0 5	画素位置	20
2 1 0	カーネル	
2 2 0	典型的なスペクトル・ドブラ時間軸表示	
2 3 0	最大速度スケール、速度スケール限界	
2 4 0	最小速度スケール、速度スケール限界	
2 5 0	ベースライン	
2 8 0	正の周波数	
2 9 0	別のある正の周波数	
4 2 0	負のスペクトル部分	
4 3 0	正のスペクトル部分	
4 4 0	周波数ビン	30
4 5 0	周波数ビン	
4 8 0	画素位置	
4 9 0	カーネル	
5 0 0	スペクトル線	
5 2 0	f^-	
5 3 0	f^+	
5 5 0	周波数ビンのゼロ	
5 6 0	t_{max}	
5 6 5	スペクトルの一部分	
5 7 5	スペクトル線	40
5 8 0	周波数ビン f_b^+	
5 8 5	周波数ビン f_{trace}	
5 9 0	周波数ビン f_b^-	
5 9 5	スペクトルの一部分	
6 0 0	ノイズ領域	

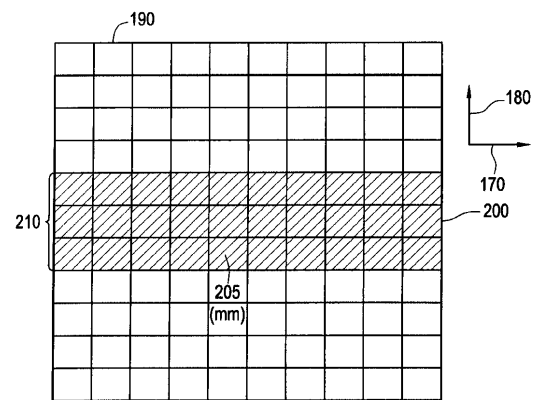
【図 1】



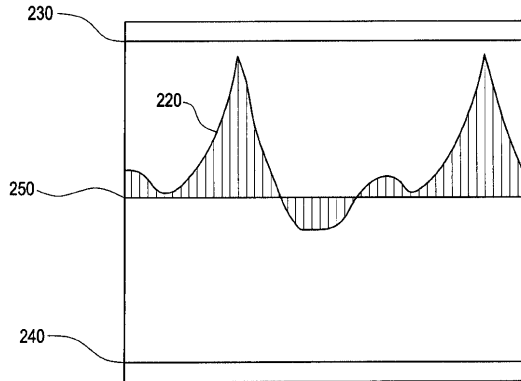
【図 2】



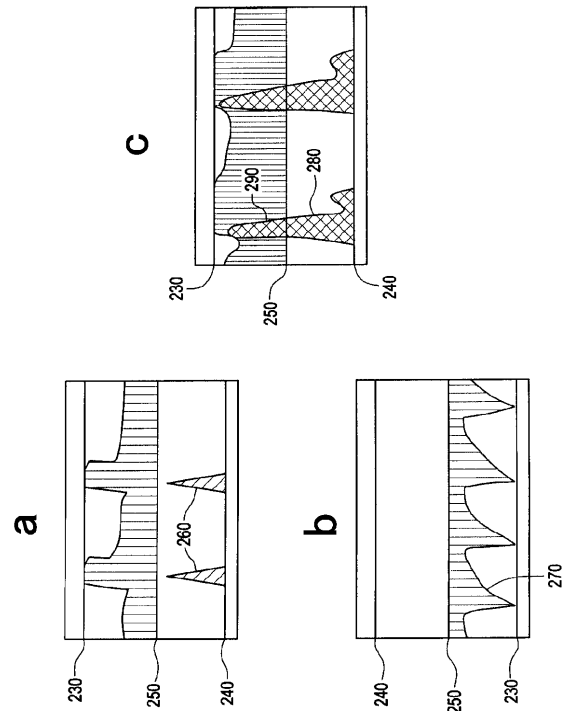
【図 3】



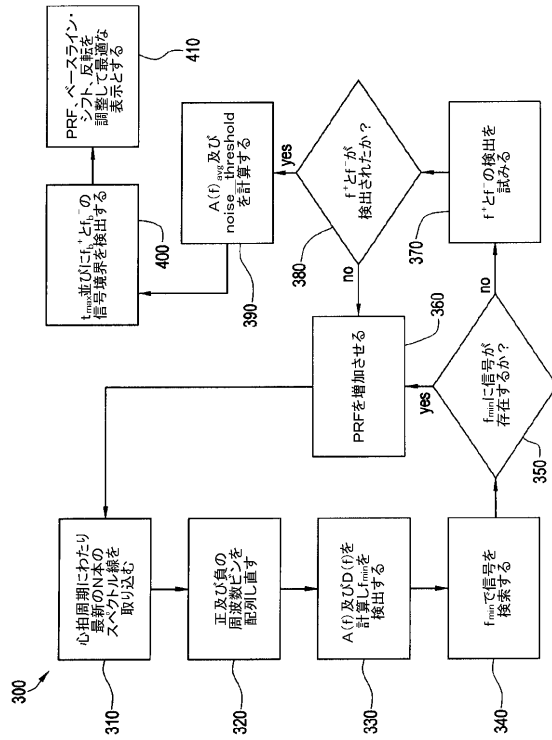
【図 4】



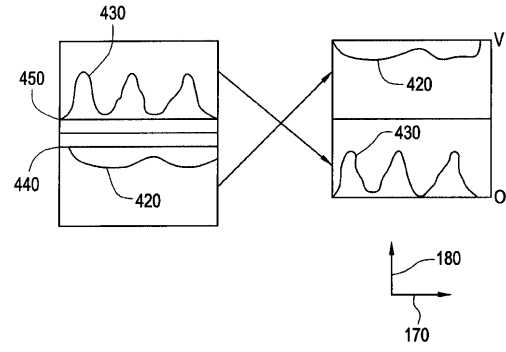
【図 5】



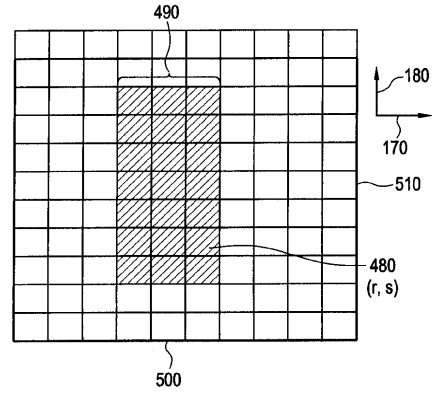
【図 6】



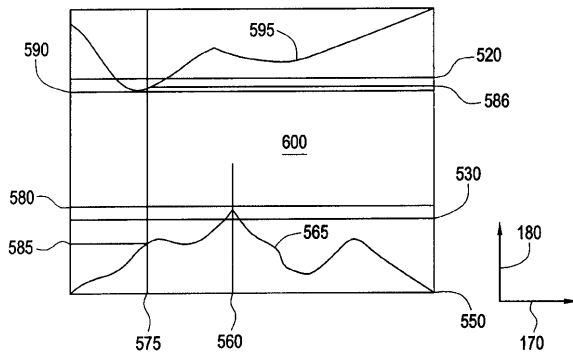
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 リホン・パン
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、ブルックフィールド、オールド・チャーチ・ロード、479
0番
- (72)発明者 リチャード・クラコフスキー
アメリカ合衆国、ウィスコンシン州、リッチフィールド、ステイト・ロード・175、2560番

審査官 川上 則明

- (56)参考文献 特開平08-308843(JP,A)
特開平06-133972(JP,A)
特開2000-197634(JP,A)
特開平02-309934(JP,A)
特開平08-229039(JP,A)
特開平11-033024(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/06

专利名称(译)	用于频谱多普勒成像的自动控制的方法和设备		
公开(公告)号	JP4266659B2	公开(公告)日	2009-05-20
申请号	JP2003039097	申请日	2003-02-18
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	リホンパン リチャードクラコフスキー		
发明人	リホン・パン リチャード・クラコフスキー		
IPC分类号	A61B8/06 G01S7/52 G01S15/89		
CPC分类号	G01S15/8981 G01S7/52046		
FI分类号	A61B8/06		
F-TERM分类号	4C301/DD01 4C301/DD04 4C301/EE04 4C301/EE07 4C301/EE14 4C301/HH04 4C301/JB07 4C301/JB17 4C301/JB23 4C301/JC07 4C301/JC08 4C301/JC14 4C301/KK07 4C301/KK09 4C301/KK27 4C601/DD03 4C601/DE01 4C601/DE03 4C601/EE02 4C601/EE04 4C601/HH04 4C601/HH06 4C601/HH13 4C601/JB16 4C601/JB34 4C601/JB35 4C601/JB36 4C601/JB51 4C601/JC04 4C601/JC09 4C601/JC15 4C601/JC20 4C601/JC21 4C601/KK09 4C601/KK17 4C601/KK31 4C601/LL28		
代理人(译)	松本 健一 小倉 博 伊藤 亲		
审查员(译)	川上 則明		
优先权	09/683810 2002-02-19 US		
其他公开文献	JP2003245279A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：自动调节影响多普勒光谱图像绘制影响的某种类型的参数。解决方案：超声系统（5）中的数据处理器（80）从多普勒数据的谱线确定混叠的存在并估计噪声水平。然后，处理器（80）自动调节系统参数，例如脉冲重复频率（PRF）（230/240），基线移位（250），光谱方向（220）等。系统（5）的处理器（80）还在多普勒数据的每个谱线处确定正信号边界（580）和负边界（580），显示架构（120）处理信号边界数据并显示光谱迹线对应于谱线边缘。ž

【数7】

$$A(f)_{avg} = \frac{\sum_{f^+}^{f^-} A(f)}{(f^+ \text{と} f^- \text{の間のビン数})}$$

【0056】