

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5268280号
(P5268280)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/06 (2006.01) A 6 1 B 8/06

請求項の数 8 外国語出願 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-115112 (P2007-115112)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成19年4月25日(2007.4.25)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2007-296333 (P2007-296333A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(43) 公開日	平成19年11月15日(2007.11.15)		クタデイ、リバーロード、1番
審査請求日	平成22年4月23日(2010.4.23)	(74) 代理人	100137545
(31) 優先権主張番号	60/795,550		弁理士 荒川 聡志
(32) 優先日	平成18年4月27日(2006.4.27)	(74) 代理人	100105588
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 小倉 博
(31) 優先権主張番号	11/418,604	(74) 代理人	100129779
(32) 優先日	平成18年5月5日(2006.5.5)		弁理士 黒川 俊久
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	キール・クリストファーソン
			ノルウェー、オスロ、モンテペロベイエン
			・7番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フロージェットの3D描出のための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波データボリューム内部の血流を表しているボクセルの透明度値を計算するための方法であって、

データボリューム(16)内部のボクセルに関する速度値及び分散値を特定する工程(202)と、

前記分散値と速度値に基づいて前記ボクセルの透明度値を計算する工程(206)とを含み、

前記計算する工程(206)が、

前記ボクセルに関する分散値をしきい値分散レベルと比較する工程(212)と、

前記しきい値分散レベル未満の分散値を有するボクセルに関して第1の伝達関数によって透明度値を計算する工程(214)と、

前記しきい値分散レベルを超える分散値を有するボクセルに関して前記第1の伝達関数と異なる少なくとも1つの伝達関数によって透明度値を計算する工程(216、218)と

を含み、

前記伝達関数は、速度値及び分散値と、透明度との関係を規定する方法。

【請求項2】

前記ボクセルはさらに第1のボクセルを含むと共に、前記計算の工程がさらに、

10

20

前記第 1 のボクセルに関する分散値を N 個の異なるしきい値分散レベルと比較する工程と、

前記第 1 のボクセルの分散値と N 個のしきい値分散レベルとの間の比較結果に基づいて、該第 1 のボクセルに関するフロー透明度値を計算するための伝達関数を N + 1 個の伝達関数のなかから選択する工程と、

を含んでいる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

所定の周波数レート、ナイキスト周波数、及び可変の入力のうちの少なくとも 1 つに基づいて前記ボクセルに関する分散値を少なくとも 1 つのしきい値分散レベルと比較する工程 (2 1 2) と、

10

前記少なくとも 1 つのしきい値分散レベルに対する分散値の関係に基づいて透明度値を計算する工程 (2 1 4 、 2 1 6 、 2 1 8) と、

をさらに含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

超音波データボリューム内部の血流を表示するための装置であって、

血流を含むデータボリューム内部の各ボクセルに関する分散値及び速度値を特定する (2 0 2) ためのプロセッサ (1 1 6) であって、該分散値と速度値の関係に基づいて該ボクセルのそれぞれの透明度値を計算 (2 0 6) しているプロセッサ (1 1 6) と、

データボリューム (1 6) に対するボリュームレンダリング (2 6 4) の間に前記透明度値を利用しているボリュームレンダリング・プロセッサ (4 6) と、

20

ボリュームレンダリングしたデータを前記透明度値に基づいて表示する (2 1 0) ためのディスプレイ (1 1 8) と、

を備え、

前記計算 (2 0 6) が、

前記ボクセルに関する分散値をしきい値分散レベルと比較し (2 1 2) 、

前記しきい値分散レベル未満の分散値を有するボクセルに関して第 1 の伝達関数によって透明度値を計算し (2 1 4) 、

前記しきい値分散レベルを超える分散値を有するボクセルに関して前記第 1 の伝達関数と異なる少なくとも 1 つの伝達関数によって透明度値を計算し (2 1 6 、 2 1 8) 、

前記伝達関数は、速度値及び分散値と、透明度との関係を規定する、
ことを特徴とする装置。

30

【請求項 5】

前記プロセッサ (1 1 6) は第 1 のボクセルに関する第 1 の分散値を N 個のしきい値分散レベルと比較 (2 1 2) しており、該プロセッサ (1 1 6) は該 N 個のしきい値分散レベルに対する第 1 の分散値の関係に基づいた伝達関数によって第 1 のボクセルの透明度値を計算 (2 1 4 、 2 1 6 、 2 1 8) している、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

ユーザインタフェース (1 2 0) と、

前記ユーザインタフェース (1 2 0) からユーザ規定の透明度レベルを受け取っている透明度調整モジュール (1 2 4) であって、前記プロセッサ (1 1 6) はさらに、該ユーザ規定の透明度レベルに基づいてボクセルの少なくとも一部分の透明度値を計算 (2 0 6) している透明度調整モジュール (1 2 4) と、

40

をさらに備える請求項 4 に記載の装置。

【請求項 7】

前記プロセッサ (1 1 6) はさらに、比較的高い分散値を有するボクセルを比較的低い分散値を有するボクセルと比べてディスプレイ (1 1 8) 上でより低い透明度をもつように表示 (2 1 0) させる透明度値を生成するような少なくとも 1 つの伝達関数を用いて透明度値を計算 (2 0 6) することを含む、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 8】

所定の周波数レート、ナイキスト周波数及びユーザ決定の入力値のうちの少なくとも 1

50

つに基づいてしきい値分散レベルを規定することをさらに含むと共に、前記ディスプレイ(118)は該しきい値分散レベルを超える分散値を有するボクセルを該しきい値分散レベル未満の分散値を有するボクセルと比べてより低い透明度をもつように表示(210)している、請求項4に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的には診断用超音波システムに関し、さらに詳細には、血流を表すボクセルに関するフロー透明度値を計算することに関する。

10

【背景技術】

【0002】

血管を通過する乱流性血流を診断し評価することは、現在利用可能な超音波システムでは難しいことがある。ディスプレイやモニター上に表示させたときに正常な血流が乱流ジェットの一部または全部を不明瞭とすることや、さもなければこれらの視覚化を困難にすることがある。僧帽弁や三尖弁の逆流の際に心臓内部に生じる血流ジェットは、典型的にはカラードブラを用いたときのナイキスト速度と比べてより大きな速度を有している。エイリアシングのために、高速度の血流は低速度と比べてその検出及び表示が正しくなく、したがって計測が正確でなくなることがある。

【0003】

20

ある方向においてある強度値とある透明度値(または、不透明度値)を有する1組の連続するボクセルを視覚化するためにはボリュームレンダリングが使用される。この透明度値は、どの程度の光が維持され、またどの程度の光がボクセルから反射されるかを決定するために使用される。換言すると、この透明度値によってボクセルが表示されたときにどの程度の不透明性、すなわち半透明性を有するかが決定される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

したがって、乱流性血流のエリアをより適当に表示するようなフロー透明度値を計算する必要性が存在する。本発明のある種の実施形態は、これらの必要性、並びに以下の説明及び添付の図面から明らかとなるような別の目標を満たすことを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の一実施形態では、超音波データボリューム内部の血流を表しているボクセルに関するフロー透明度値を計算するための方法は、データボリューム内部のボクセルに関する速度(velocity)値及び分散(variance)値を特定する工程を含む。これら分散値と速度値の間の関係に基づいてボクセルに関するフロー透明度値が計算される。

【0006】

本発明の別の実施形態では、超音波データボリューム内部の血流を表示するための装置は、血流を含むデータボリューム内部の各ボクセルに関する分散値及び速度値を特定するためのプロセッサを備える。このプロセッサは、分散値と速度値の間の関係に基づいてボクセルのそれぞれに関するフロー透明度値を計算する。ボリュームレンダリング・プロセッサは、データボリュームに対するボリュームレンダリングの間にこのフロー透明度値を利用している。ディスプレイは、このフロー透明度値に基づいてボリュームレンダリングしたデータを表示している。

40

【0007】

本発明の別の実施形態では、超音波データボリューム内部の血流を表しているボクセルに関するフロー透明度値を計算するための方法は、データボリューム内部のボクセルのそれぞれに関する分散値を特定する工程を含む。ボクセルのそれぞれに関する分散値は、し

50

きい値分散レベルからなる連続体と比較される。少なくともこの分散値、並びに該分散値としきい値分散レベルからなる連続体との間の関係に基づく伝達関数を用いてボクセルのそれぞれに関するフロー透明度値が計算される。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

上述した要約、並びに本発明のある種の実施形態に関する以下の詳細な説明は、添付の図面と共に読むことによってさらに十分な理解が得られよう。これらの図面は、様々な実施形態の機能ブロックからなる図を表したものである。これらの機能ブロックは、必ずしもハードウェア回路間で分割させることを意味するものではない。したがって例えば、1つまたは複数の機能ブロック（例えば、プロセッサやメモリ）を単一のハードウェア（例えば、汎用のプロセッサや処理ブロック、あるいはランダムアクセスメモリ、ハードディスク、その他）内で実現させることがある。同様にそのプログラムは、スタンドアロンのプログラムとすること、オペレーティングシステム内のサブルーチンとして組み込まれること、インストールした撮像ソフトウェアパッケージの形で機能させること、その他とすることができる。こうした様々な実施形態は図面に示した配置や手段に限定されるものではないことを理解すべきである。

【0009】

図1は、超音波システム100のブロック図を表している。超音波システム100は、パルス状の超音波信号を身体内に送出するように探触子106内部のトランスジューサ104を駆動させる送信器102を含む。多種多様な幾何学構成が使用されることがある。例えば、探触子106は2D、3Dまたは4Dの超音波データを収集するために用いられることがあり、また3Dビームステアリングなどの別の機能を有することがある。別のタイプの探触子106が使用されることもある。超音波信号は血球や筋肉組織などの身体内の構造で後方散乱され、トランスジューサ104に戻されるエコーが生成される。このエコーは受信器108によって受信される。受信したエコーは、ビーム形成を実施してRF信号を出力するビーム形成器110を通過させる。ビーム形成器はさらに、2D、3Dまたは4Dの超音波データを処理することがある。次いでこのRF信号は、RFプロセッサ112を通過させる。別法として、RFプロセッサ112はRF信号を復調してエコー信号を表すIQデータ対を形成する複素復調器（図示せず）を含むことがある。RFまたはIQ信号データは次いで、一時的に保存するためにRF/IQバッファ114に直接導かれることがある。

【0010】

超音波システム100はさらに、収集した超音波情報（すなわち、RF信号データまたはIQデータ対）を処理しディスプレイ118上に表示させる超音波情報フレームを作成するためのプロセッサ116を含む。プロセッサ116は、収集した超音波情報に対して複数の選択可能な超音波様式に従って1つまたは複数の処理操作を実施するように適応させている。収集した超音波情報は、エコー信号を受信しながら走査セッション中にリアルタイムで処理されることがある。追加としてまたは別法として、超音波情報は走査セッションの間はRF/IQバッファ114内に一時的に保存され、リアルタイム性がより低いライブ動作またはオフライン動作で処理されることがある。ユーザインタフェース120はオペレータによるデータの入力、走査パラメータの入力及び変更、プロトコルへのアクセス、関心対象構造の計測、その他を可能にしている。ユーザインタフェース120は、回転式ノブ、スイッチ、キーボードのキー、マウス、タッチスクリーン、ライトペン、または別の任意のインタフェースデバイスや当技術分野で周知の方法とすることがある。

【0011】

超音波システム100は、人間の眼の認知速度に近い50フレーム毎秒を超えるフレームレートで超音波情報を連続して収集することがある。収集した超音波情報はディスプレイ118上に表示される。この超音波情報はBモード画像、Mモード、データボリューム（3D）、時間経過に伴うデータボリューム（4D）、または希望する別の描出として表示させることがある。以下に記載するような表示画像の少なくとも一部に適用される透明

10

20

30

40

50

度レベル調整のために、オペレータはユーザインタフェース 120 を用いてフロー透明度調整モジュール 124 に値を入力することがある。

【0012】

即座に表示させる予定がない収集超音波情報の処理済みフレームを保存するために、画像バッファ 122 を含んでいる。この画像バッファ 122 は少なくとも数秒分の超音波情報フレームを保存できるだけの十分な容量をもつことが好ましい。超音波情報のフレームは、収集順序や収集時間に応じたこれらの取り出しが容易となるような方式で保存される。画像バッファ 122 は周知の任意のデータ記憶媒体を備えることがある。

【0013】

図 2 は、代替的な超音波システムを表している。このシステムは、送信器 12 及び受信器 14 と接続された探触子 10 を含んでいる。探触子 10 は、超音波パルスを送信すると共に、走査対象の超音波ボリューム 16 の内部にある構造からエコーを受信している。メモリ 20 は、走査対象の超音波ボリューム 16 から導出された受信器 14 からの超音波データを保存する。ボリューム 16 は様々な技法（例えば、3D 走査、リアルタイム 3D 撮像または 4D 走査、ボリューム走査、位置決めセンサを有するトランスジューサによる 2D 走査、ボクセル相関技法、2D またはマトリックスアレイ・トランスジューサを用いたフリーハンド走査、その他）によって取得されることがある。

【0014】

探触子 10 は、関心領域 (ROI) を走査しながら、直線経路や弓状経路に沿うなどにより移動させることがある。直線状または弓状の各位置において、探触子 10 は走査面 18 を取得する。走査面 18 は、隣接する走査面 18 からなる群すなわち組からなどある厚さにわたって収集される。走査面 18 はメモリ 20 内に保存され、次いでボリューム走査変換器 42 に送られる。幾つかの実施形態では、その探触子 10 は、走査面 18 ではなくラインを取得することがあり、またメモリ 20 は走査面 18 ではなく探触子 10 が取得したラインを保存することがある。ボリューム走査変換器 42 は、走査面 18 ではなく探触子 10 が取得したラインを保存することがある。ボリューム走査変換器 42 は、走査面 18 から生成しようとするスライス厚を特定するためのスライス厚設定制御器 40 からスライス厚設定を受け取る。ボリューム走査変換器 42 は、隣接する複数の走査面 18 から 1 つのデータスライスを作成する。各データスライスを形成するために取得する隣接する走査面 18 の数はスライス厚設定制御器 40 による厚さ選択に依存する。このデータスライスはスライスメモリ 44 内に保存され、さらにボリュームレンダリング・プロセッサ 46 によってアクセスを受ける。ボリュームレンダリング・プロセッサ 46 はこのデータスライスに基づいてボリュームレンダリングを実行する。ボリュームレンダリング・プロセッサ 46 の出力はビデオ・プロセッサ 50 及びディスプレイ 67 に送られる。

【0015】

各エコー信号サンプル (ボクセル) の位置は、幾何学的正確さ (すなわち、あるボクセルから次のボクセルまでの距離)、並びに超音波応答 (及び、この超音波応答から導出された値) に関して規定される。適当な超音波応答は、グレイスケール値、カラーフロー値、並びにアンギオまたはパワードプラ情報を含む。

【0016】

図 3 は、超音波データボリューム内部のフローボクセルのフロー透明度値を計算するための一方法を表している。この計算は、患者の超音波データを走査し収集しながらリアルタイムで実施されることや、メモリ内に保存しておいたデータに対して実施されることがある。工程 200 では、オペレータによって、僧帽弁や三尖弁などの解剖構造を含むことがある関心領域 (ROI) が選択される。任意選択では、その ROI は走査対象のデータボリューム全体とすることがある。各ボクセルは動脈壁や心臓弁上の一点などの血流や組織を表している。本明細書では、血流を表すボクセルのことをボクセルまたはフローボクセルと呼んでおり、組織を表すボクセルのことを組織ボクセルと呼んでいる。データボリューム内部の各フローボクセルは、当該ボクセルの記述及び/または分類に使用し得るような分散、速度及び振幅など関連するパラメータを有している。カラーフローに関する速

10

20

30

40

50

度は、周波数と呼ぶこともある。従来では分散は、周波数の2乗または速度の2乗の単位をもつドブラ信号の帯域幅の2乗に比例する。大きな速度傾斜を有する血液領域を包含したボクセルは、大きな値の分散パラメータを示すことになる。さらに、トランジットタイム効果と呼ばれる物理的メカニズムのために、大きな速度をもつ領域を表すボクセルもまた大きな分散を有することになる。したがって、速度と分散は、大きな速度を有するフローボクセルが大きな分散も有するような関係にある。分散はまた、帯域幅または乱流 (turbulence) と呼ぶこともある。

【0017】

工程202では、プロセッサ116がROI内部の各ボクセルに関する分散値及び速度値を決定する。工程204では、オペレータが任意選択で、透明度計算に対する入力として使用されるユーザ規定の透明度レベルを調整する。この調整は、0と1の間の数などの可変入力値を入れることによってユーザインタフェース120を介して手作業で実施されることがある。別法として、ユーザ規定の透明度レベルは、プロトコルによって設定されることや、ユーザ選好に基づいて設定されることがある。典型的には、入力が0であることは透明性がない(完全に不透明である)ことを示し、また入力が1であることは完全に透明性であることを示している。ユーザ規定の透明度レベルは、すべてのボクセルに関する、あるいはボクセルの一部に関するフロー透明度値を変更するために適用されることがある。例えば、ユーザ規定の透明度レベルは大速度の血流を表すデータの排除を防ぐために所定のしきい値を超えて適用しないことがある。

【0018】

工程206では、プロセッサ116が、 $h(\text{variance}, \text{velocity})$ に等しいフロー透明度値など、しきい値分散レベルからなる連続体を用いた速度と分散の両者に基づくことがある伝達関数によって各ボクセルに関するフロー透明度値を計算する。分散値を含んだ伝達関数を用いることによって、大きな分散をもつボクセルが実際のフロー速度を表すように表示され、エイリアシングに由来する表示の問題点が排除される。さらに、大きな分散値を有するボクセルがディスプレイ118上で強調されることがある。例えばある速度が与えられると、そのフロー透明度は分散値の増加に伴って減少することがある。任意選択では、その伝達関数は、ユーザ規定の透明度レベルによって少なくともその一部が規定されている初期透明度レベルに基づいてフロー透明度値の一部または全部を計算することがある。

【0019】

工程208では、工程206で計算したフロー透明度値を用いてボリュームレンダリングが実施される。図5は、図2について上で検討したようなハードウェア及び/またはソフトウェアによって実施され得る、あるいはまたグラフィックス・プロセッサやグラフィックス基板を用いることで実施され得るフローボリュームレンダリングのための方法の流れ図を表している。さらに、ボリュームレンダリングの当技術分野で周知の別の方法、工程その他が使用されることもある。

【0020】

図3の工程200で特定された組織ボリューム及び/またはROIは、入力されてボリューム走査変換器42などによって複数のスライスに分割される。組織ボリューム250及びフローボリューム252を表すボクセルが特定される。フローボリューム252は血流を表したボクセルに関する速度及び分散値などのデータを含む。

【0021】

フローアービトラクションテーブル (flow arbitration table) 256は、そのフローボクセルや組織ボクセルをレンダリングするか否かを決定するために使用されるフローアービトラクション値を計算する所定の伝達関数またはルックアップ・テーブルを意味している。フローアービトラクションテーブル256は1次元、2次元またはこれ以上の次元を有することがあると共に、速度、分散、パワー、その他などの値を利用することがある。フローアービトラクションテーブル256を形成する際に別の値が使用されることもある。一例として、図3の工程202で決定されたフローボリユー

10

20

30

40

50

ム 2 5 2 内のフローボクセルの速度及び / または分散成分 (複数のこともある) は、フローアービトレーションテーブル 2 5 6 によるフローアービトレーション値の計算に使用されることがある。次いで、フローアービトレーション値と組織ボクセルの強度値を使用して、フローボクセルまたは組織ボクセルがレンダリングされるか否かが決定されることがある。

【 0 0 2 2 】

各スライスがレンダリング 2 5 4 を受ける際に、対応するフローボクセル及び組織ボクセルがロードされる。スライスのそれぞれは、ポリウムレンダリング・プロセッサ 4 6 によってレンダリング 2 6 0 を受け、前のレンダリング工程の結果と混合 2 6 2 される。フロー透明度テーブル 2 5 8 は、フロー透明度調整モジュール 1 2 4 (図 1) 内に保存されたと共に、ユーザインタフェース 1 2 0 を介したオペレータからの可変の入力及び / または事前定義式やユーザ規定式の透明度レベルを受け取ることがある。フロー透明度テーブル 2 5 8 内の透明度値は、スライス混合操作 2 6 2 の間に適用される。ポリウムレンダリング 2 6 4 は、ディスプレイ 1 1 8 上への表示のためにすべての混合スライスが単一のレンダリングになるように合成させることがある。

10

【 0 0 2 3 】

図 3 に戻り工程 2 1 0 では、プロセッサ 1 1 6 が、表示透明度レベルに対応するフロー透明度値に少なくとも基づいて、ポリウムレンダリングした画像 (複数のこともある) をディスプレイ 1 1 8 上に表示させる。任意選択では、オペレータがユーザ規定の透明度レベル (工程 2 0 4) を変更しフローボクセルの一部または全部に対する透明度レベルを増加または減少させることがある。次いでプロセッサ 1 1 6 により新たな透明度値が計算され (工程 2 0 6) 、ポリウムレンダリングが実施され (工程 2 0 8) 、また画像 (複数のこともある) が表示される (工程 2 1 0) 。

20

【 0 0 2 4 】

図 4 は、超音波データポリウム内部のフローボクセルに関するフロー透明度値を計算するための代替的方法を表している。図 3 及び 4 の方法は、同じ項目番号で示した幾つかの工程が共通である。工程 2 0 0 では、オペレータが関心領域 (R O I) を選択する。工程 2 0 2 では、プロセッサ 1 1 6 が R O I 内部の各ボクセルに関する分散値及び速度値を決定する。工程 2 0 4 では、オペレータが任意選択で透明度計算に対する入力として使用されるユーザ規定の透明度レベルを調整することがあり、あるいはプロセッサ 1 1 6 が透明度レベルのプリセット値にアクセスすることがある。

30

【 0 0 2 5 】

工程 2 1 2 では、プロセッサ 1 1 6 が各ボクセルに関する分散値を 1 つまたは複数のしきい値分散レベルと比較する。一実施形態では、単一のしきい値分散レベルを使用する場合は、しきい値分散レベル未満の第 1 のボクセル部分組としきい値分散レベルを超える第 2 の部分組という 2 つのボクセル部分組にボクセルが分割される。一例としてそのしきい値分散レベルは、その値を超えるとドプラ分散の値が高いと見なされるある所定の値とすることがある。例えばそのしきい値分散レベルは、ナイキスト速度の 2 乗値のある分数値に基づくことがある。任意選択では、オペレータは 1 つまたは複数のしきい値分散レベルを調整及び / または規定することがある。

40

【 0 0 2 6 】

図 4 の例では、1 から N までのしきい値分散レベルが使用されており、したがって分散値が第 1 から N までのしきい値分散レベルと比較される。ある具体的なボクセルに関する分散値が第 1 のしきい値分散レベル未満であれば、本方法は工程 2 1 4 に進む。工程 2 1 4 では、プロセッサ 1 1 6 が第 1 の伝達関数を用いてそのボクセルに関するフロー透明度値を計算する。この第 1 の伝達関数は、そのフロー透明度値を速度の絶対値やユーザ規定の透明度レベルなどの 1 つまたは複数のパラメータに基づかせることがある。例えば 1 次元伝達関数はボクセルの速度を利用してフロー透明度値を計算することがある。比較的低い速度を有する第 1 のボクセルがより高い透明度値を有しており、このためより低い透明度値となりディスプレイ 1 1 8 上でより透明度の低い描出となるような比較的高い速度を

50

有する第2のボクセルと比べてより透明となる。

【0027】

工程212に戻ると、そのボクセルに関する分散値が第1のしきい値分散レベルを超えるが第2のしきい値分散レベル未満である場合、本方法は工程216に進む。プロセッサ116は、第1の伝達関数と異なる第2の伝達関数を用いてそのボクセルに関するフロー透明度値を計算する。プロセッサ116は、例えば速度の絶対値を用いることによる1次元伝達関数によって、あるいは $h(\text{variance}, \text{velocity})$ に等しいフロー透明度値など当該ボクセルに関する分散値と速度値（または、周波数）の両方を用いた2次元伝達関数によって、フロー透明度値を計算することがある。

【0028】

工程212に戻ると、そのボクセルに関する分散値が第Nのしきい値分散レベルを超える場合、本方法は工程218に進む。第2と第Nのしきい値分散レベルの間において追加的なしきい値分散レベルが用いられることがある。プロセッサ116は、第1及び第2の伝達関数、並びに間にある任意の他の伝達関数と異なることがある第N+1の伝達関数を用いてそのボクセルに関するフロー透明度値を計算する。

【0029】

一実施形態では、伝達関数のそれぞれは比較的平坦な曲線をなし、ある特定の分散値のレンジ域内にある分散値を有する各ボクセルに対して同様または同じフロー透明度値を割り当てることがある。別法として、その伝達関数は指定されたレンジ域内でより低い分散を有するボクセルに対して比較的高いフロー透明度値を割り当て、かつより高い分散を有するボクセルに対して比較的低いフロー透明度値を割り当てるといったような曲線をなすことがある。

【0030】

工程208では、工程214、216及び218で計算したフロー透明度値を用いてボリュームレンダリングが実施される。工程210では、プロセッサ116が少なくとも表示透明度レベルに対応するフロー透明度値に基づいて、ボリュームレンダリングした画像（複数のこともある）をディスプレイ118上に表示する。任意選択では、オペレータはユーザ規定の異なる透明度レベルを入力（工程204）することがある。次いでプロセッサ116は、新たな透明度値を計算し（工程214、216及び218）、ボリュームレンダリングを実施し（工程208）、かつ画像（複数のこともある）を表示する（工程210）。

【0031】

図6は、異なる透明度レベルによって表示させた2種類のフロージェットの超音波画像を表している。第1、第2及び第3の画像300、302及び304はディスプレイ118上に表示させた透明度制御レベルが異なる第1の乱流ジェット306のボリュームレンダリングを表している。カラーフローを使用する場合、フローのアスペクトが色相を用いて表される。赤色と青色とが探触子106の方向へのフローと探触子106から離れる方向のフローとを示し、一方緑色が乱流を示すことがある。第1の画像300では、プロセッサ116による自動で、あるいはユーザ規定の透明度レベルを用いるかのいずれかによって、低い透明度（透明度がゼロまたはほぼゼロなど）が適用される。第1の乱流ジェット306は心房及び/または心室内の低速度フローによって部分的に取り囲まれて不明瞭になっており、またしたがって第1の乱流ジェット306のうちディスプレイ118上に表示される部分は少ない。この乱流ジェット306の正確なサイズをオペレータが観察したり計測したりすることは不可能である。

【0032】

第2の画像302では、オペレータがより高いユーザ規定の透明度レベル（値0.5など）を入力しフロー透明度調整モジュール124に対してより高い透明度レベルを加えている。低速度血流のより多くの部分が透明となり、またしたがって第1の画像300と比べて第1の乱流ジェット306のより多くの部分が表示されている。第3の画像304では、個別のより高い透明度レベル（値が1またはほぼ1）が加えられており、これによ

10

20

30

40

50

て低速度血流を示すと共に第1の乱流ジェット306を不明瞭にさせる表示ボクセルの大部分が除去されるまたは透明となる。

【0033】

第4、第5及び第6の画像308、310及び312は、異なる透明度制御段階での第2の乱流ジェット314のボリュームレンダリングを表している。第4の画像308では低い透明度レベルが加えられており、第2の乱流ジェット314は周囲の低速度フローによってほとんど不明瞭になっている。第5の画像310はより高い透明度レベルが加えられており、また第4の画像308と比べて第2の乱流ジェット314のより多くの部分が視認可能である。第6の画像312ではさらにより高い透明度レベルが加えられており、このため第2の乱流ジェット314をオペレータが容易に視認することができる。

10

【0034】

技術的効果の1つは、ディスプレイ上の特定のボクセルの透明度を計算するために超音波データまたはボクセルと関連する分散データを使用することである。一実施形態では、しきい値分散レベルからなる連続体を用いた速度と分散の両方に基づく伝達関数によって各ボクセルに関するフロー透明度値を計算することがある。別の実施形態では、1つまたは複数のしきい値分散レベルに関連する1つまたは複数の伝達関数を用いてフロー透明度値を計算することがある。これらの伝達関数は互いに異ならせることがあり、また分散値及び/または速度値を利用することがある。大きな分散及び/または大きな速度をもつ血流は、低分散及び/または低速度をもつ血流と比べてより低い透明度を有するように表示される。オペレータは表示透明度レベルを変更して、ボクセルの全部または一部に関する透明度を調整することがある。

20

【0035】

本発明を、具体的な様々な実施形態に関して記載してきたが、当業者であれば、本発明が本特許請求の範囲の精神及び趣旨の域内にある修正を伴って実施できることを理解するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0036】

【図1】本発明の一実施形態に従って形成した超音波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て形成した超音波システムを表した図である。

【図3】本発明の一実施形態による超音波データボリューム内部のフローボクセルに関するフロー透明度値を計算するための一方法を表した図である。

30

【図4】本発明の一実施形態による超音波データボリューム内部のフローボクセルに関するフロー透明度値を計算するための代替的方法を表した図である。

【図5】本発明の一実施形態によるフローボリュームレンダリングの方法の流れ図である。

【図6】本発明の一実施形態に従って異なる透明度レベルによって表示させた2種類のフロージェットの超音波画像である。

【符号の説明】

【0037】

- 10 探触子
- 12 送信器
- 14 受信器
- 16 超音波ボリューム
- 18 走査面
- 20 メモリ
- 40 スライス厚設定制御器
- 42 ボリューム走査変換器
- 44 スライスメモリ
- 46 ボリュームレンダリング・プロセッサ
- 50 ビデオ・プロセッサ

40

50

6 7	ディスプレイ	
1 0 0	超音波システム	
1 0 2	送信器	
1 0 4	トランスジューサ	
1 0 6	探触子	
1 0 8	受信器	
1 1 0	ビーム形成器	
1 1 2	R F プロセッサ	
1 1 4	R F / I Q バッファ	
1 1 6	プロセッサ	10
1 1 8	ディスプレイ	
1 2 0	ユーザインタフェース	
1 2 2	画像バッファ	
1 2 4	フロー透明度調整モジュール	
2 5 0	組織ボリューム	
2 5 2	フローボリューム	
2 5 4	レンダリング	
2 5 6	フローアービトレーションテーブル	
2 5 8	フロー透明度テーブル	
2 6 0	レンダリング	20
2 6 2	スライス混合操作	
2 6 4	ボリュームレンダリング	
3 0 0	第 1 の画像	
3 0 2	第 2 の画像	
3 0 4	第 3 の画像	
3 0 6	第 1 の乱流ジェット	
3 0 8	第 4 の画像	
3 1 0	第 5 の画像	
3 1 2	第 6 の画像	
3 1 4	第 2 の乱流ジェット	30

【図1】

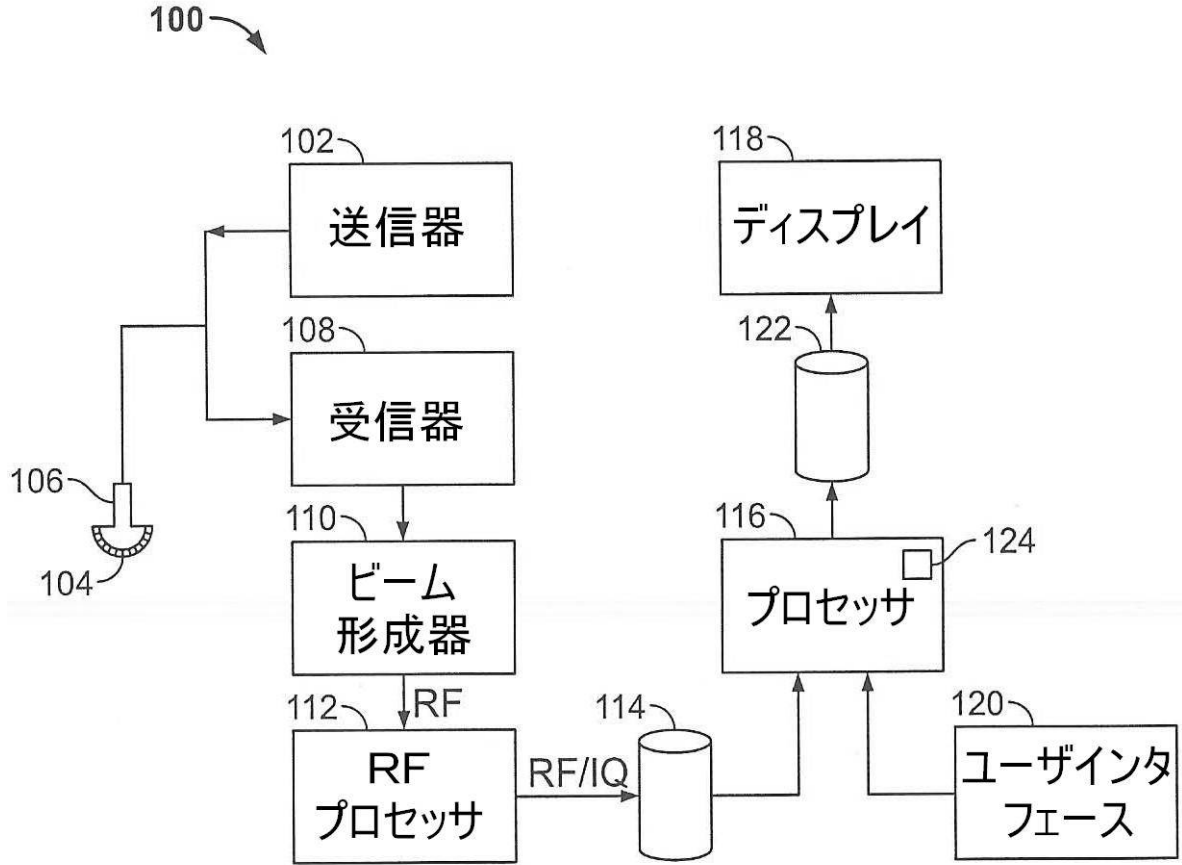


FIG. 1

【図2】

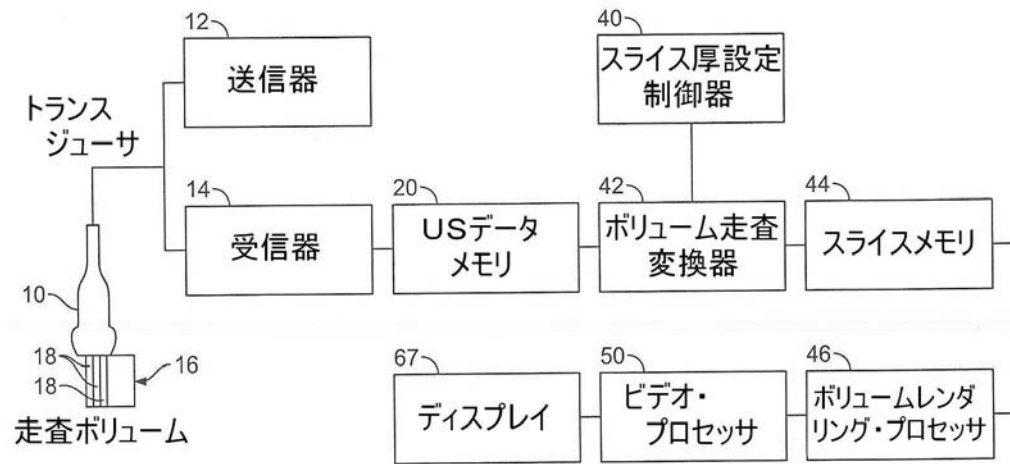


FIG. 2

【図3】

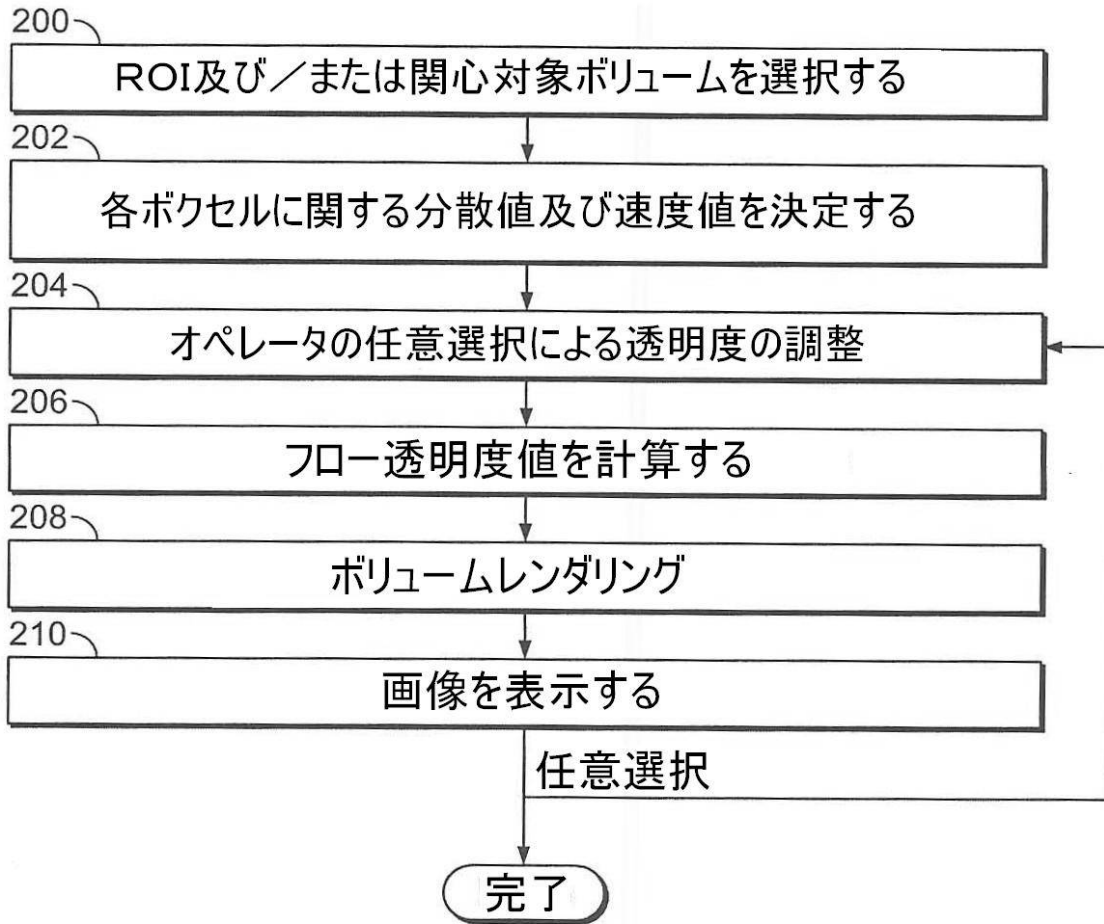


FIG. 3

【図4】

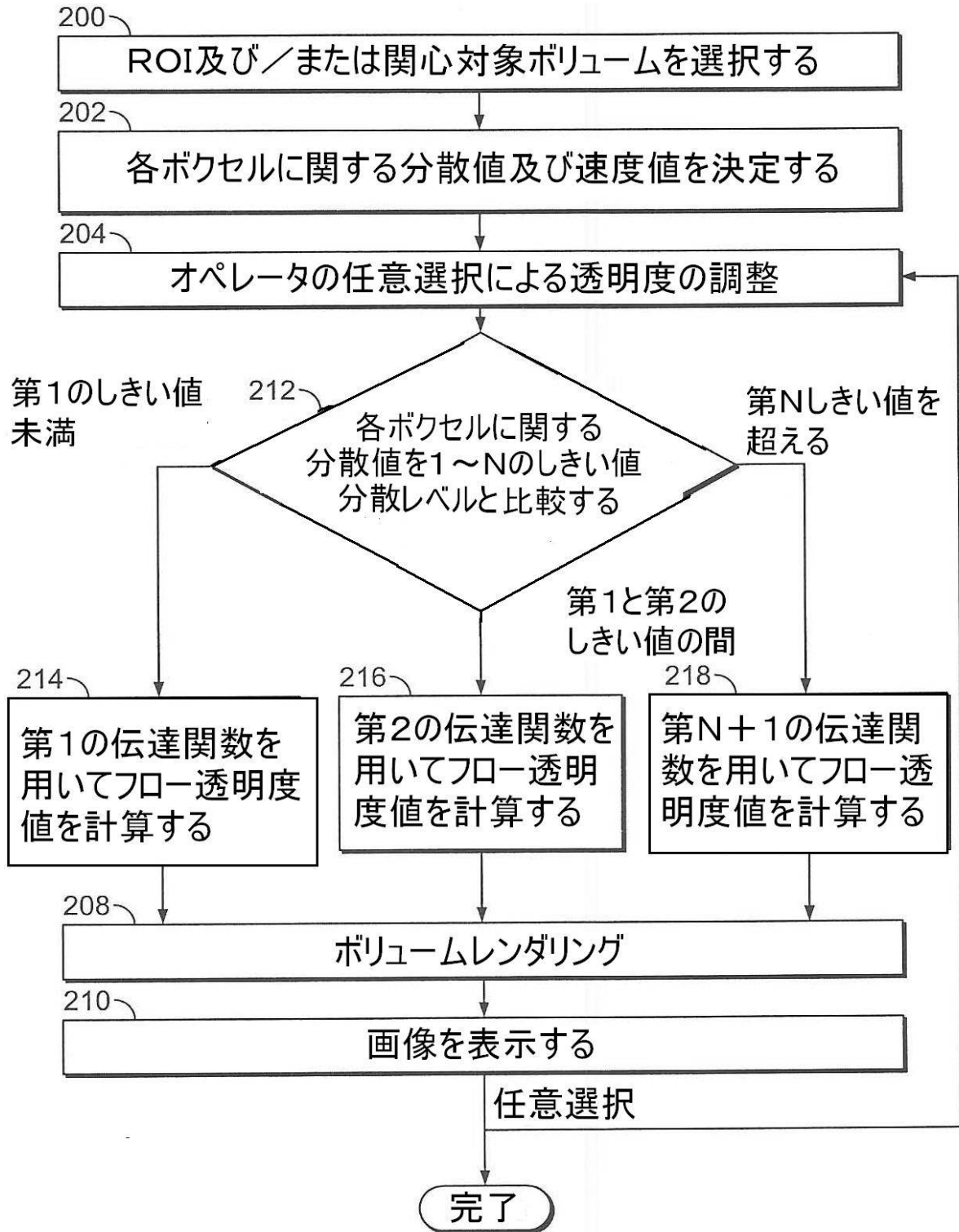


FIG. 4

【図5】

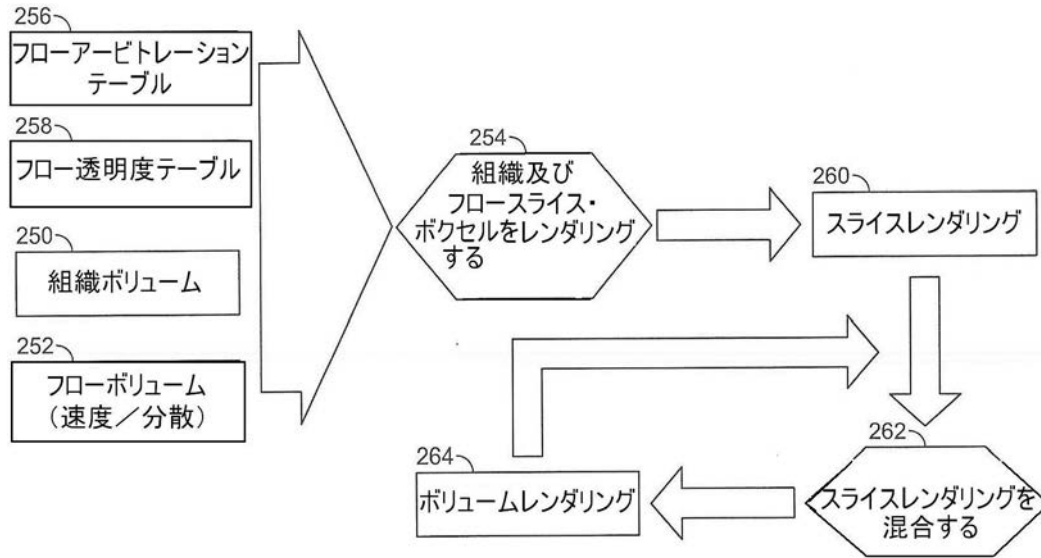


FIG. 5

【 図 6 】

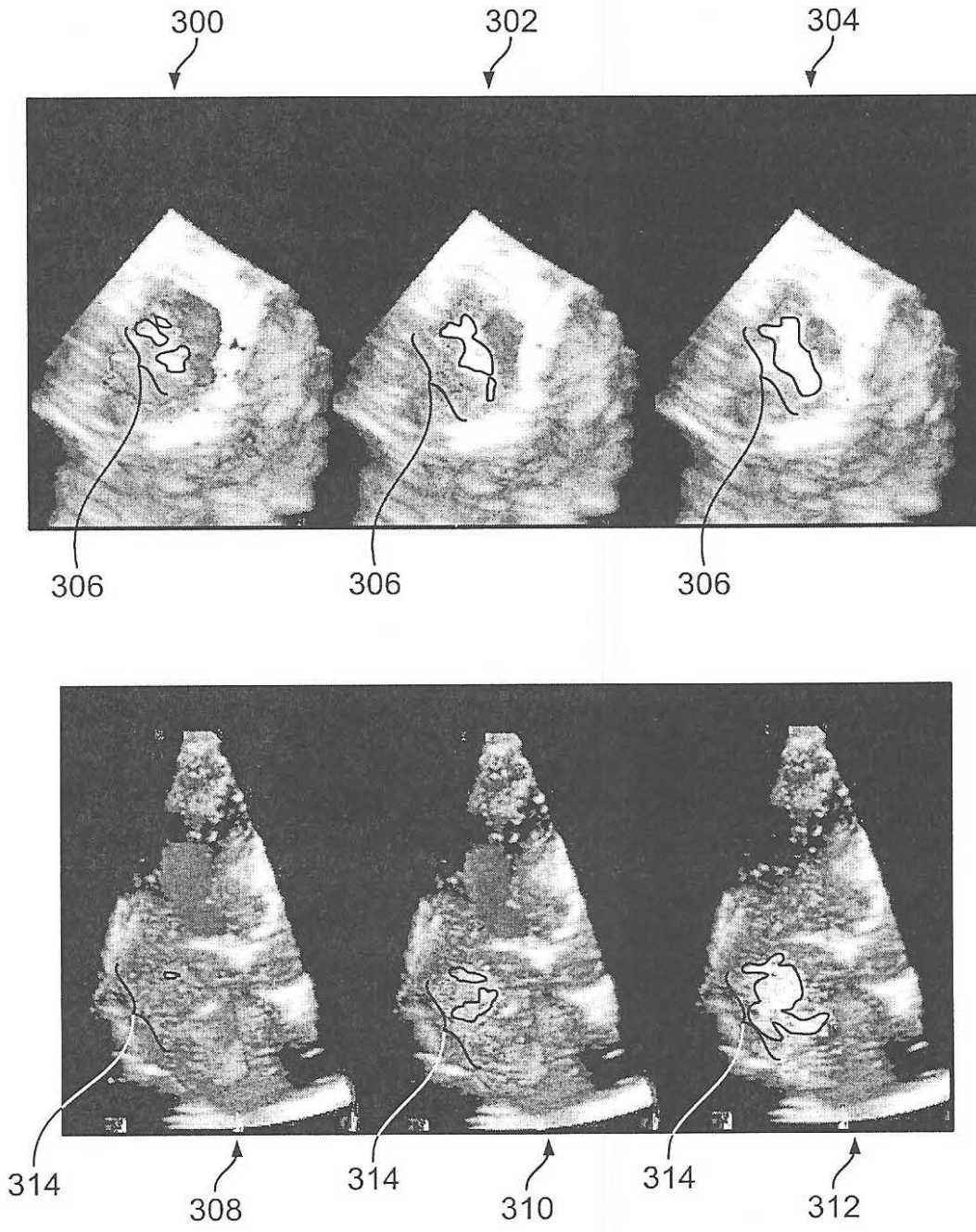


FIG. 6

フロントページの続き

- (72)発明者 セヴァルド・ベルグ
ノルウェー、オスロ、ソンス・ゲート・11番
(72)発明者 アンドレアス・マイケル・ジークラー
ドイツ、ガルヘン、ダックセンアエッカーヴェグ・18番

審査官 五閑 統一郎

- (56)参考文献 国際公開第2005/006987(WO, A1)
特開2001-017428(JP, A)
特開2002-000606(JP, A)
特開平05-305087(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00

专利名称(译)	用于流动喷射的3D渲染的方法和设备		
公开(公告)号	JP5268280B2	公开(公告)日	2013-08-21
申请号	JP2007115112	申请日	2007-04-25
[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	キールクリストファーソン セヴァルドベルグ アンドレアスマイケルジーグラ		
发明人	キール・クリストファーソン セヴァルド・ベルグ アンドレアス・マイケル・ジーグラ		
IPC分类号	A61B8/06		
CPC分类号	A61B8/06 A61B8/483 A61B8/5269 G01S7/52071 G01S15/8979 G01S15/8993		
FI分类号	A61B8/06 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/DD03 4C601/DE04 4C601/EE04 4C601/EE22 4C601/JC26 4C601/KK21		
代理人(译)	小仓 博		
优先权	60/795550 2006-04-27 US 11/418604 2006-05-05 US		
其他公开文献	JP2007296333A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供流动喷射三维可视化的方法和装置。解决方案：用于计算表示超声波数据量内的血流的体素的流量透明度值的方法和装置包括识别数据体积 (16) 内的体素的速度值和方差值的过程 (202)。基于方差值和速度值之间的关系计算体素的流透明度值。

