

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-259799  
(P2010-259799A)

(43) 公開日 平成22年11月18日(2010.11.18)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
A 6 1 B 8/06 (2006.01) A 6 1 B 8/06 4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2010-105676 (P2010-105676)	(71) 出願人	597096909
(22) 出願日	平成22年4月30日 (2010. 4. 30)		株式会社 メディソン
(31) 優先権主張番号	10-2009-0038079		MEDISON CO., LTD.
(32) 優先日	平成21年4月30日 (2009. 4. 30)		大韓民国 250-870 江原道 洪川
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		郡 南面陽▲徳▼院里 114
(31) 優先権主張番号	10-2009-0128886		114 Yangdukwon-ri, N
(32) 優先日	平成21年12月22日 (2009. 12. 22)		am-myun, Hongchun-gu
(33) 優先権主張国	韓国 (KR)		n, Kangwon-do 250-87
			O, Republic of Korea

(74) 代理人 100137095  
弁理士 江部 武史  
(74) 代理人 100091627  
弁理士 朝比 一夫

最終頁に続く

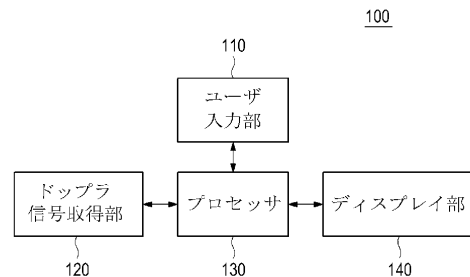
(54) 【発明の名称】 クラッタ信号をフィルタリングするための固有ベクトル設定方法およびこれを用いた超音波システム

(57) 【要約】

【課題】 ドップラ信号でクラッタ信号 (clutter signal) をフィルタリングするための固有ベクトルを設定する方法およびこれを用いた超音波システムを提供する。

【解決手段】 本発明における超音波システムは、超音波信号を対象体に送信し、前記対象体から反射される超音波エコー信号を受信してクラッタ信号を含む複数の第1のドップラ信号を取得するドップラ信号取得部と、前記複数の第1のドップラ信号を用いて複数の固有ベクトルを算出し、前記複数の固有ベクトルを用いて複数の第2のドップラ信号を形成し、前記複数の第2のドップラ信号の成分値を算出し、前記算出された成分値を用いて前記複数の固有ベクトルからクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定するプロセッサとを備える。

【選択図】 図 1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

超音波信号を対象体に送信し、前記対象体から反射される超音波エコー信号を受信してクラッタ信号を含む複数の第 1 のドップラ信号を取得するドップラ信号取得部と、

前記複数の第 1 のドップラ信号を用いて複数の固有ベクトルを算出し、前記複数の固有ベクトルを用いて複数の第 2 のドップラ信号を形成して、前記複数の第 2 のドップラ信号の成分値を算出し、前記算出された成分値を用いて前記複数の固有ベクトルからクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定するプロセッサとを備えることを特徴とする超音波システム。

## 【請求項 2】

前記成分値は、信号の大きさを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波システム。

## 【請求項 3】

前記プロセッサは、

前記複数の第 1 のドップラ信号を用いて共分散行列を算出する共分散行列算出部と、

前記共分散行列を用いて前記複数の固有ベクトルを算出する固有ベクトル算出部と、

前記複数の第 1 のドップラ信号と前記複数の固有ベクトルとの内積を算出して固有ベクトル方向それぞれの前記第 2 のドップラ信号の前記成分値を算出し、前記各第 1 のドップラ信号の成分値と前記第 2 のドップラ信号の前記成分値を用いて前記複数の固有ベクトルから前記クラッタ信号フィルタリングのための前記固有ベクトルを設定する固有ベクトル設定部と

を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波システム。

## 【請求項 4】

前記固有ベクトル設定部は、前記各第 1 のドップラ信号の前記成分値と前記第 2 のドップラ信号の前記成分値との間の相関値を算出し、前記算出された相関値が予め設定したしきい値以上である第 2 のドップラ信号の成分値を検出し、前記検出された第 2 のドップラ信号の成分値に該当する固有ベクトルを前記クラッタ信号フィルタリングのための前記固有ベクトルとして設定することを特徴とする請求項 3 に記載の超音波システム。

## 【請求項 5】

前記成分値は、位相差を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波システム。

## 【請求項 6】

前記プロセッサは、

前記複数の第 1 のドップラ信号を用いて共分散行列を算出する共分散行列算出部と、

前記共分散行列を用いて前記複数の固有ベクトルおよび該複数の固有ベクトルに対応する複数の固有値を算出する固有ベクトル算出部と、

前記複数の固有値の大きさの順序に従って、前記複数の固有ベクトルを用いて前記複数の第 1 のドップラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行って前記複数の第 2 のドップラ信号を形成し、前記複数の第 2 のドップラ信号の前記成分値を算出し、前記算出された成分値を用いて前記複数の固有ベクトルから前記クラッタ信号フィルタリングのための前記固有ベクトルを設定する固有ベクトル設定部と

を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波システム。

## 【請求項 7】

前記固有ベクトル設定部は、前記複数の第 2 のドップラ信号のうちの  $n$  番目のサンプルと  $(n + 1)$  番目のサンプルとの間の位相差を算出し、前記算出された位相差の符号変化を検出し、前記検出された位相差の符号変化が同一のものの固有ベクトルを前記クラッタ信号フィルタリングのための前記固有ベクトルとして設定することを特徴とする請求項 6 に記載の超音波システム。

## 【請求項 8】

前記プロセッサは、

前記クラッタ信号フィルタリングのための前記固有ベクトルを用いて前記複数の第 1 の

10

20

30

40

50

ドブプラ信号に前記クラッタ信号フィルタリングを行って前記クラッタ信号が除去されたドブプラ信号を形成するフィルタリング部と、

前記クラッタ信号が除去されたドブプラ信号を用いてカラーフロー映像を形成する映像形成部と

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の超音波システム。

【請求項 9】

a) 超音波信号を対象体に送信し、前記対象体から反射される超音波エコー信号を受信してクラッタ信号を含む複数の第 1 のドブプラ信号を取得する段階と、

b) 前記複数の第 1 のドブプラ信号を用いて複数の固有ベクトルを算出する段階と、

c) 前記複数の固有ベクトルを用いて複数の第 2 のドブプラ信号を形成して、前記複数の第 2 のドブプラ信号の成分値を算出する段階と、

d) 前記算出された成分値を用いて前記複数の固有ベクトルからクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定する段階と

を備えることを特徴とする固有ベクトル設定方法。

【請求項 10】

前記段階 b) は、

前記複数の第 1 のドブプラ信号を用いて共分散行列を算出する段階と、

前記共分散行列を用いて前記複数の固有ベクトルを算出する段階と

を備えることを特徴とする請求項 9 に記載の固有ベクトル設定方法。

【請求項 11】

前記成分値は、信号の大きさを含むことを特徴とする請求項 9 に記載の固有ベクトル設定方法。

【請求項 12】

前記段階 c) は、

前記複数の第 1 のドブプラ信号と前記複数の固有ベクトルとの内積を算出して固有ベクトル方向それぞれの前記第 2 のドブプラ信号の前記成分値を算出する段階

を備えることを特徴とする請求項 11 に記載の固有ベクトル設定方法。

【請求項 13】

前記段階 d) は、

前記各第 1 のドブプラ信号の前記成分値と前記第 2 のドブプラ信号の前記成分値との間の相関値を算出する段階と、

前記算出された相関値が予め設定したしきい値以上である第 2 のドブプラ信号の成分値を検出する段階と、

前記検出された第 2 のドブプラ信号の成分値に該当する固有ベクトルを前記クラッタ信号フィルタリングのための前記固有ベクトルとして設定する段階と

を備えることを特徴とする請求項 12 に記載の固有ベクトル設定方法。

【請求項 14】

前記成分値は、位相差を含むことを特徴とする請求項 9 に記載の固有ベクトル設定方法。

【請求項 15】

前記段階 b) で、前記複数の固有ベクトルに対応する複数の固有値をさらに算出し、

前記段階 c) は、

前記複数の固有値の大きさの順序に従って、前記複数の固有ベクトルを用いて前記複数の第 1 のドブプラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行って前記複数の第 2 のドブプラ信号を形成する段階と、

前記複数の第 2 のドブプラ信号のうちの  $n$  ( $n$  は、1 以上の整数) 番目のサンプルと ( $n + 1$ ) 番目のサンプルとの間の前記位相差を算出する段階と

を備えることを特徴とする請求項 14 に記載の固有ベクトル設定方法。

【請求項 16】

前記段階 d) は、

10

20

30

40

50

前記算出された位相差の符号変化を検出する段階と、  
前記検出された位相差の符号変化が同一のものの固有ベクトルを前記クラッタ信号フィルタリングのための前記固有ベクトルとして設定する段階と  
を備えることを特徴とする請求項 15 に記載の固有ベクトル設定方法。

【請求項 17】

e) 前記クラッタ信号フィルタリングのための前記固有ベクトルを用いて前記複数の第 1 のドップラ信号に前記クラッタ信号フィルタリングを行って前記クラッタ信号が除去されたドップラ信号を形成する段階と、

f) 前記クラッタ信号が除去されたドップラ信号を用いてカラーフロー映像を形成する段階と、

g) 前記カラーフロー映像を表示する段階と

をさらに備えることを特徴とする請求項 9 ~ 17 のいずれか一項に記載の固有ベクトル設定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波システムに関し、特にドップラ信号について固有ベクトルを用いてクラッタ信号 (clutter signal) をフィルタリングするための方法およびこれを用いた超音波システムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波システムは、無侵襲および非破壊特性を有しており、対象体内部の情報を得るために医療分野で広く用いられている。超音波システムは、対象体を直接切開して観察する外科手術の必要がなく、対象体の内部組織を高解像度の映像で医師に提供することができるため、医療分野で非常に重要なものとして用いられている。

【0003】

超音波システムは、超音波プローブを介して超音波信号をパルス繰り返し周波数 (pulse repetition frequency, PRF) で対象体に送信し、動いている対象体から反射される超音波信号 (即ち、超音波エコー信号) を受信してドップラ信号を形成し、それを用いてカラーフロー映像 (color flow image) を形成する。即ち、超音波システムは、超音波プローブから送信された超音波信号の周波数 (即ち、送信周波数という) と、動いている対象体から反射されて超音波プローブを介して受信された超音波エコー信号の周波数 (以下、受信周波数という) との差の周波数 (以下、ドップラ周波数という) を用いて動いている対象体の映像をカラーで形成する。

【0004】

一方、ドップラ信号は、心臓の壁や心臓弁などの運動による低周波ドップラ信号も含んでいる。この低周波ドップラ信号は、クラッタ信号 (clutter signal) と呼ばれ、血流によるドップラ信号と比べて 100 倍以上の振幅を有する。このクラッタ信号は、血流速度を検出するのに邪魔になるので、正確な血流速度を検出するためにはドップラ信号からクラッタ信号を除去することが必須である。このようなクラッタ信号を除去するために、周波数領域フィルタリング (例えば、IIR (infinite impulse response) フィルタリング) 法と、固有ベクトルをベースとするクラッタ信号フィルタリング法とが用いられている。特に、固有ベクトルをベースとするクラッタ信号フィルタリング法を用いて、ドップラ信号の特性をより正確に抽出することができる超音波システムが要求されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2006 - 204912 号公報

【特許文献 2】特開平 10 - 099333 号公報

10

20

30

40

50

【特許文献3】特開2006-149596号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の課題は、ドップラ信号を用いて複数の固有ベクトルを算出し、ドップラ信号の共分散行列から求めた各固有ベクトル方向のドップラ信号の成分値を用いて、複数の固有ベクトルからクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定する超音波システムおよび方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

前記の課題を解決するために、本発明における超音波システムは、超音波信号を対象体に送信し、前記対象体から反射される超音波エコー信号を受信してクラッタ信号を含む複数の第1のドップラ信号を取得するドップラ信号取得部と、前記複数の第1のドップラ信号を用いて複数の固有ベクトルを算出し、前記複数の固有ベクトルを用いて複数の第2のドップラ信号を形成し、前記複数の第2のドップラ信号の成分値を算出し、前記算出された成分値を用いて前記複数の固有ベクトルからクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定するプロセッサとを備える。

【0008】

また、本発明における固有ベクトル設定方法は、a)超音波信号を対象体に送信し、前記対象体から反射される超音波エコー信号を受信してクラッタ信号を含む複数の第1のドップラ信号を取得する段階と、b)前記複数の第1のドップラ信号を用いて複数の固有ベクトルを算出する段階と、c)前記複数の固有ベクトルを用いて複数の第2のドップラ信号を形成して前記複数の第2のドップラ信号の成分値を算出する段階と、d)前記算出された成分値を用いて前記複数の固有ベクトルからクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定する段階とを備える。

【発明の効果】

【0009】

本発明は、ドップラ信号を用いて複数の固有ベクトルを算出し、ドップラ信号の成分値を用いて、複数の固有ベクトルからクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の実施例における超音波システムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施例におけるドップラ信号取得部の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明の実施例におけるプロセッサの構成を示すブロック図である。

【図4】本発明の実施例におけるドップラ信号の成分値グラフである。

【図5】本発明の実施例におけるドップラ信号のドップラ周波数推定グラフである。

【図6】本発明の実施例において2つの固有ベクトルを用いてクラッタ信号フィルタリングを行ったドップラ信号の位相差軌跡を示す例示図である。

【図7】本発明の実施例において3つの固有ベクトルを用いてクラッタ信号フィルタリングを行ったドップラ信号の位相差軌跡を示す例示図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、添付した図面を参照して本発明の実施例を説明する。

【0012】

図1は、本発明の実施例における超音波システム100の構成を示すブロック図である。超音波システム100は、ユーザ入力部110、ドップラ信号取得部120、プロセッサ130およびディスプレイ部140を備える。

【0013】

ユーザ入力部110は、ユーザからの入力情報を受信する。本実施例で、入力情報はB

10

20

30

40

50

モード (brightness mode) 映像に設定される関心領域 (即ち、カラーボックス) の位置および大きさ情報を含む。ユーザ入力部 110 は、コントロールパネル (control panel)、マウス (mouse)、キーボード (keyboard) などを含む。

【0014】

ドップラ信号取得部 120 は、超音波信号を対象体に送信し、対象体から反射される超音波信号 (即ち、超音波エコー信号) を受信して、関心領域に対応するカラーフロー映像 (color flow image) を得るためのドップラ信号を取得する。ドップラ信号取得部 120 については図 2 を参照してさらに具体的に説明する。

【0015】

図 2 は、本発明の実施例におけるドップラ信号取得部の構成を示すブロック図である。ドップラ信号取得部 120 は、送信信号形成部 121、複数の変換素子 (transducer element) (図示せず) を有する超音波プローブ 122、ビームフォーマ 123 およびドップラ信号形成部 124 を備える。

【0016】

送信信号形成部 121 は、変換素子の位置および集束点を考慮して送信信号を形成する。本実施例で、送信信号は関心領域に対応するカラーフロー映像を得るための送信信号である。ここで、関心領域には複数のスキャンライン (scanline) が含まれる。送信信号形成部 121 は、平均化回数 (ensemble number) に基づいて送信信号の形成を繰り返して行い、複数の送信信号を形成する。

【0017】

超音波プローブ 122 は、送信信号形成部 121 から送信信号が提供されると、送信信号を超音波信号に変換して対象体に送信し、対象体から反射される超音波エコー信号を受信して受信信号を形成する。受信信号はアナログ信号である。超音波プローブ 122 は、送信信号形成部 121 から順次提供される送信信号に従って超音波信号の送受信を繰り返して行い、複数の受信信号を形成する。

【0018】

ビームフォーマ 123 は、超音波プローブ 122 から受信信号が提供されると、受信信号をアナログデジタル変換してデジタル信号を形成する。また、ビームフォーマ 123 は、変換素子の位置および集束点を考慮してデジタル信号を受信集束させて受信集束信号を形成する。ビームフォーマ 123 は、超音波プローブ 122 から順次提供される受信信号によってアナログデジタル変換および受信集束を繰り返して行い、複数の受信集束信号を形成する。

【0019】

ドップラ信号形成部 124 は、ビームフォーマ 123 から受信集束信号が提供されると、受信集束信号を用いてドップラ信号 (以下、第 1 のドップラ信号という) を形成する。この第 1 のドップラ信号には、同一位相 (in-phase) のドップラ信号および直交位相 (quadrature phase) のドップラ信号とともにクラッタ信号 (clutter signal) を含んでいる。ドップラ信号形成部 124 は、ビームフォーマ 123 から順次提供される受信集束信号によってドップラ信号の形成を繰り返して行い、関心領域内の各スキャンラインに対して平均化回数に該当する複数の第 1 のドップラ信号を形成する。

【0020】

再び図 1 を参照すると、プロセッサ 130 は、ドップラ信号取得部 120 に連結される。プロセッサ 130 は、ドップラ信号取得部 120 から提供される複数の第 1 のドップラ信号を用いて、クラッタ信号をフィルタリングするための少なくとも 1 つの固有ベクトルを設定する。また、プロセッサ 130 は、設定された固有ベクトルを用いて複数の第 1 のドップラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行って、クラッタ信号フィルタリングされた複数の第 1 のドップラ信号を用いてカラーフロー映像を形成する。プロセッサ 130 については図 3 を参照してさらに具体的に説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 1 】

図 3 は、本発明の実施例におけるプロセッサ 1 3 0 の構成を示すブロック図である。プロセッサ 1 3 0 は、共分散行列算出部 1 3 1、固有ベクトル算出部 1 3 2 および固有ベクトル設定部 1 3 3 を備える。また、プロセッサ 1 3 0 は、フィルタリング部 1 3 4 および映像形成部 1 3 5 をさらに備える。

## 【 0 0 2 2 】

共分散行列算出部 1 3 1 は、ドップラ信号取得部 1 2 0 から提供される複数の第 1 のドップラ信号を用いて共分散行列を算出する。共分散行列は、公知となった多様な方法を用いて行うことができるので、本実施例では詳細に説明しない。一例として、共分散行列算出部 1 3 1 は、カラーフロー映像に対する複数のスキャンラインの中のいずれか 1 つのスキャンラインを選定し、選定されたスキャンラインの全てのピクセルに対応する第 1 のドップラ信号を用いて共分散行列を形成する。他の例として、共分散行列算出部 1 3 1 は、カラーフロー映像に対する複数のスキャンラインの中、いずれか 1 つのスキャンラインを選定し、選定されたスキャンラインの全てのピクセルの中で予め設定した数のピクセルに対応する第 1 のドップラ信号を用いて共分散行列を形成する。さらに他の例として、共分散行列算出部 1 3 1 は、カラーフロー映像に対する全てのピクセルに対応する第 1 のドップラ信号を用いて共分散行列を形成する。

## 【 0 0 2 3 】

以下、説明の便宜のため、ここでは共分散行列算出部 1 3 1 がカラーフロー映像に対する複数のスキャンラインの中、いずれか 1 つのスキャンラインを選定し、選定されたスキャンラインの全てのピクセルに対応する第 1 のドップラ信号を用いて共分散行列を形成したものと説明する。

## 【 0 0 2 4 】

固有ベクトル算出部 1 3 2 は、共分散行列算出部 1 3 1 で算出された共分散行列を用いて複数の固有値と、複数の固有値それぞれに対応する固有ベクトルを算出する。固有値および固有ベクトルは、公知となった多様な方法を用いて行うことができるので、本実施例では詳細に説明しない。

## 【 0 0 2 5 】

固有ベクトル設定部 1 3 3 は、固有ベクトル算出部 1 3 2 で算出された複数の固有ベクトル（または、複数の固有値および複数の固有ベクトル）を用いて第 1 のドップラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行うための少なくとも 1 つの固有ベクトルを設定する。

## 【 0 0 2 6 】

本発明の第 1 の実施例によって、固有ベクトル設定部 1 3 3 は、選定されたスキャンラインの各ピクセルに対応する第 1 のドップラ信号と、固有ベクトル算出部 1 3 2 で算出された複数の固有ベクトルとを用い、各ピクセルに対して各固有ベクトル方向のドップラ信号（以下、第 2 のドップラ信号という）の成分値を算出する。ここで、成分値は、第 2 のドップラ信号についての固有値の投影値であってもよい。この第 2 のドップラ信号の成分値（ $C_{ij}$ ）は、次の式（1）を用いて算出することができる。

## 【 0 0 2 7 】

## 【 数 1 】

$$C_{ij} = s_i * e_j \quad \text{----- (式1)}$$

## 【 0 0 2 8 】

式 1 において、 $s_i$  は  $i$  番目のピクセルに対応する第 1 のドップラ信号を示し、 $e_j$  は  $j$  番目の固有ベクトルを表す。

## 【 0 0 2 9 】

一例として、固有ベクトル設定部 1 3 3 は、選定されたスキャンラインの各ピクセルに対応する第 1 のドップラ信号と固有ベクトル算出部 1 2 2 で算出された固有ベクトル  $e_1 \sim e_{10}$  の内積を式 1 を用いて算出し、各ピクセルに対して各第 2 のドップラ信号の成分値を得る。固有ベクトル設定部 1 3 3 は、各ピクセルに対して各第 2 のドップラ信号の成

10

20

30

40

50

分値と第1のドップラ信号の成分値（即ち、第1のドップラ信号の信号大きさ）間の相関（*correlation*）を求め、求めた相関値が予め設定したしきい値以上である第2のドップラ信号の成分値を検出する。固有ベクトル設定部133は、検出された成分値に対応する固有ベクトル（本実施例では $e_1 \sim e_{10}$ のいずれか）をクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルとして設定する。

#### 【0030】

図4は、本発明の実施例におけるドップラ信号の成分値を示すグラフである。図4において、図面符号211～220は、各ピクセルに対応する第1のドップラ信号と固有ベクトル $e_1 \sim e_{10}$ の内積である第2のドップラ信号の成分値グラフ（以下、第1の成分値グラフという）を示し、図面符号230は各ピクセルに対応する第1のドップラ信号の成分値グラフ（以下、第2の成分値グラフという）を示す。図4において、横軸（X軸）はピクセルの位置（即ち、深さ）を示し、縦軸（Y軸）はドップラ信号成分値（即ち、ドップラ信号の信号大きさ）を示す。図4の第1および第2の成分値グラフにおいて、ドップラ信号の成分値が大きい部分がクラッタ信号と密接な関係がある血管壁に該当する部分からの信号である。

10

#### 【0031】

従って、固有ベクトル設定部133は、各ピクセルに対して第1のドップラ信号の成分値と第2のドップラ信号の成分値との間の相関値がしきい値以上である第2のドップラ信号の成分値（即ち、図4において第1の成分値グラフ219および220）を検出し、検出された第2のドップラ信号の成分値に対応する固有ベクトル $e_9$ および $e_{10}$ をクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルとして設定する。

20

#### 【0032】

図5は、本発明の実施例におけるドップラ信号のドップラ周波数推定グラフである。図5において、図面符号310は血管部分でクラッタ信号フィルタリングを行わないドップラ信号（即ち、第1のドップラ信号）のドップラ周波数を示し、図面符号320は固有ベクトル設定部133で設定された固有ベクトル $e_9$ および $e_{10}$ を用いて第1のドップラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行ったドップラ信号のドップラ周波数を示し、図面符号330は固有ベクトル設定部133で設定された固有ベクトル $e_{10}$ を用いて第1のドップラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行ったドップラ信号のドップラ周波数を示す。図5に示すように、固有ベクトル $e_{10}$ を用いてクラッタ信号フィルタリングを行うより、固有ベクトル $e_9$ および $e_{10}$ を用いてクラッタ信号フィルタリングを行う方が優れたフィルタリング性能を示し、これを通して正確なドップラ周波数の推定が可能になる。

30

#### 【0033】

本発明の第2の実施例においては、固有ベクトル設定部133は、固有ベクトル算出部132で算出された複数の固有ベクトルに対応する複数の固有値の大きさの順序に従って、所定の固有ベクトルを用いて第1のドップラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行い、クラッタ信号フィルタリングされたドップラ信号（以下、第3のドップラ信号という）を形成する。固有ベクトル設定部133は、各ピクセルに対して第3のドップラ信号の成分値を算出する。ここで、成分値は、第3のドップラ信号の $n$ 番目のサンプル（アンサンプル）と $(n+1)$ 番目のサンプル（アンサンプル）との間の位相差である。固有ベクトル設定部133は、算出された成分値を用いてクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定する。本実施例で、固有ベクトル設定部133は、前記の位相差の符号が同一のものについての固有ベクトルをクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルとして設定する。

40

#### 【0034】

例えば、血液が一定の速度で流れている場合には、ドップラ信号の位相差は常に同じで変わらない。従って、固有ベクトル設定部133は、複数の固有ベクトル $e_1 \sim e_{10}$ に対して最大の固有値を有する固有ベクトル $e_{10}$ を用いて各ピクセルに対応する複数の第1のドップラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行い、各ピクセルに対して複数の第3

50



のドブブラ信号を形成する。

【0035】

固有ベクトル設定部133は、更に各ピクセルに対して前記複数の第3のドブブラ信号のうちn番目のサンプルと、(n+1)番目のサンプルとの間の位相差を算出する。固有ベクトル設定部133は、算出された位相差の符号変化を検出し、検出された符号変化が同一でない場合、即ち、位相差の符号が負(-)から正(+ )に変化するか、または正(+ )から負(-)に変化する場合には、固有ベクトル $e_{10}$ と固有値が2番目に大きい固有ベクトル $e_9$ とを用いて各ピクセルの第1のドブブラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行い、各ピクセルに対して第3のドブブラ信号を形成する。その後、固有ベクトル設定部133は、形成された第3のドブブラ信号に対して前述したように再度位相差の符号変化を検出する。

10

【0036】

図6は、本発明の実施例によって、2つの固有ベクトル $e_9$ および $e_{10}$ を用いてクラッタ信号フィルタリングを行った第3のドブブラ信号についての位相差の軌跡を示す例示図である。固有ベクトル設定部133は、表1の上段に示すように、検出された位相差の符号(正または負)が同じ符号を持続しない場合には、固有ベクトル $e_9$ および $e_{10}$ と固有値が3番目に大きい固有ベクトル $e_8$ を更に用いて複数の第1のドブブラ信号にクラッタ信号フィルタリングを再度行い、各ピクセルに対して複数の第3のドブブラ信号を形成する。その後、固有ベクトル設定部133は、形成された第3のドブブラ信号に対して前述したように再度位相差の符号変化を検出する。

20

【0037】

図7は本発明の実施例によって、3つの固有ベクトル $e_8 \sim e_{10}$ を用いてクラッタ信号フィルタリングを行った第3のドブブラ信号の位相差の軌跡を示す例示図である。固有ベクトル設定部133は、表1の下段に示すように、検出された位相差の符号が同じ符号を維持していれば、即ち、位相差の符号が変わらない場合には、固有ベクトル $e_8 \sim e_{10}$ をクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルとして設定する。

【0038】

【表1】

固有ベクトル $e_9$ および $e_{10}$ を用いた場合の位相差符号変化									
-	-	-	+	-	-	...	-	-	-
固有ベクトル $e_8 \sim e_{10}$ を用いた場合の位相差符号変化									
-	-	-	-	-	-	...	-	-	-

30

【0039】

前述した第2の実施例では、位相差の符号変化を検出するために固有値の大きさ順に固有ベクトルを用いてクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定するものと説明したが、他の実施例では第1の実施例によって抽出された固有ベクトルを固有値の大きさ順に並べてクラッタ信号フィルタリングのための固有ベクトルを設定することもできる。

40

【0040】

フィルタリング部134は、固有ベクトル設定部133で設定された固有ベクトルを用いて第1のドブブラ信号にクラッタ信号フィルタリングを行ってクラッタ信号が除去されたドブブラ信号を形成する。

【0041】

映像形成部135は、フィルタリング部134によりクラッタ信号が除去されたドブブラ信号を用いてカラーフロー映像を形成する。

【0042】

再び図1を参照すると、ディスプレイ部140は、プロセッサ130で形成されたカラーフロー映像を表示する。

50

【 0 0 4 3 】

本発明を望ましい実施例を通して説明し例示したが、当業者であれば添付の特許請求の範囲の事項および範疇を逸脱せずに様々な変形および変更がなされることが分かるはずである。

【 符号の説明 】

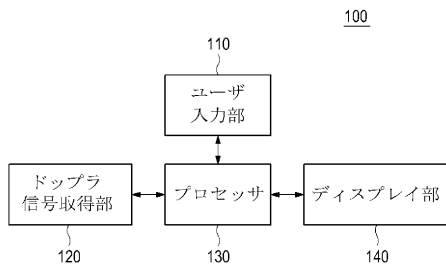
【 0 0 4 4 】

- 1 0 0 超音波システム
- 1 1 0 ユーザ入力部
- 1 2 0 ドップラ信号取得部
- 1 2 1 送信信号形成部
- 1 2 2 超音波プローブ
- 1 2 3 ビームフォーマ
- 1 2 4 ドップラ信号形成部
- 1 3 0 プロセッサ
- 1 3 1 共分散行列算出部
- 1 3 2 固有ベクトル算出部
- 1 3 3 固有ベクトル設定部
- 1 3 4 フィルタリング部
- 1 3 5 映像形成部
- 1 4 0 ディスプレイ部

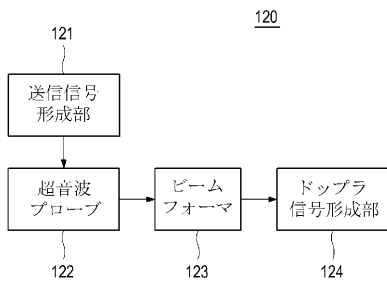
10

20

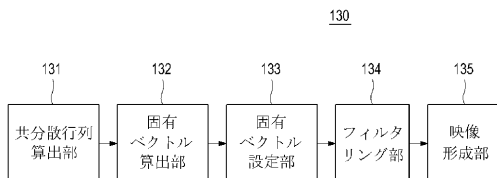
【 図 1 】



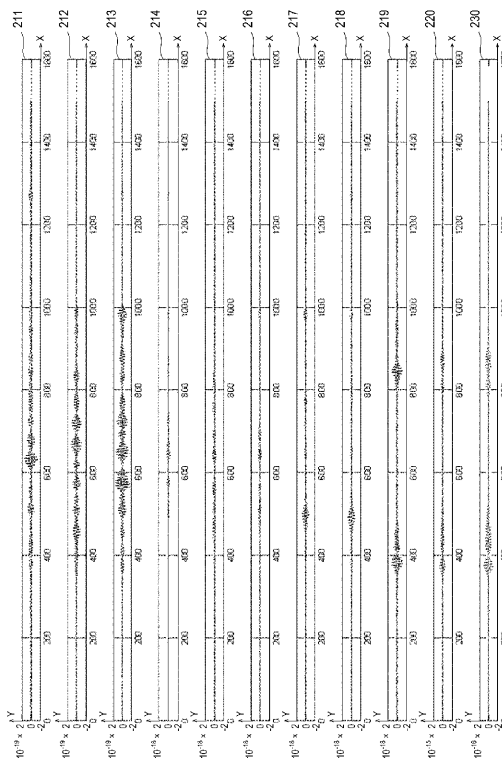
【 図 2 】



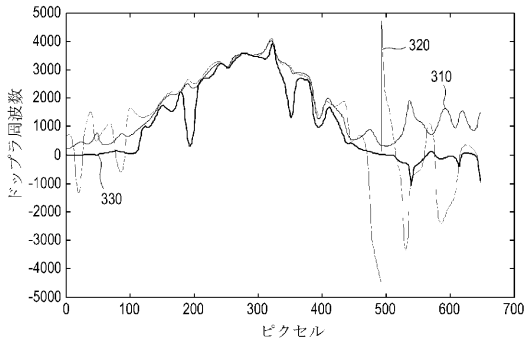
【 図 3 】



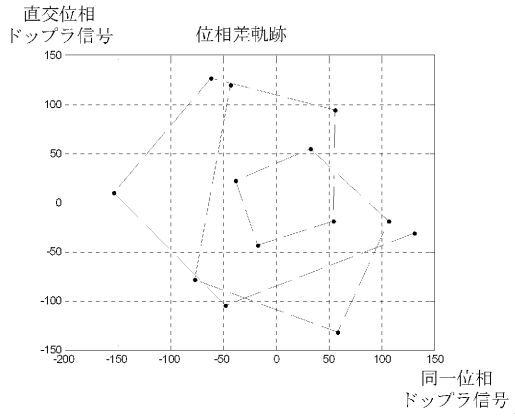
【 図 4 】



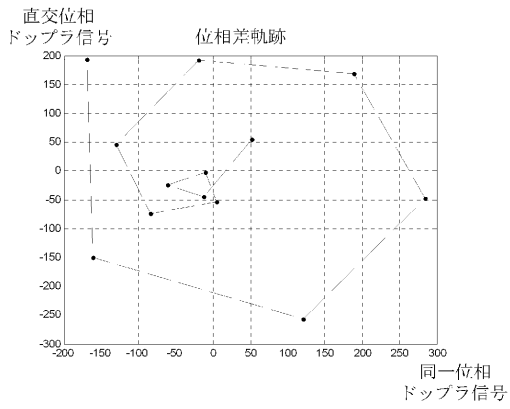
【 図 5 】



【 図 7 】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 ソン, ソン ホ

大韓民国, 京畿道水原市八達区牛満1洞492-15

(72)発明者 キム, テ ユン

大韓民国, ソウル特別市江南区大峙洞1003, ディスカサアンドメディソンビル, 3階,  
株式会社メディソン R & Dセンター

Fターム(参考) 4C601 DD03 DE04 EE09 JB30 JB33 JB37 JB43