

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5576703号  
(P5576703)

(45) 発行日 平成26年8月20日 (2014. 8. 20)

(24) 登録日 平成26年7月11日 (2014. 7. 11)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 8/06 (2006.01)

A 6 1 B 8/06

請求項の数 18 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-104141 (P2010-104141)  
 (22) 出願日 平成22年4月28日 (2010. 4. 28)  
 (65) 公開番号 特開2010-259794 (P2010-259794A)  
 (43) 公開日 平成22年11月18日 (2010. 11. 18)  
 審査請求日 平成25年2月15日 (2013. 2. 15)  
 (31) 優先権主張番号 10-2009-0038474  
 (32) 優先日 平成21年4月30日 (2009. 4. 30)  
 (33) 優先権主張国 韓国 (KR)

(73) 特許権者 597096909  
 三星メディソン株式会社  
 SAMSUNG MEDISON CO., LTD.  
 大韓民国 250-870 江原道 洪川郡 南面陽▲徳▼院里 114  
 114 Yangdukwon-ri, Nam-myun, Hongchun-gun, Kangwon-do 250-870, 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】 カラードップラモード映像を処理する超音波システムおよび方法

(57) 【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ドップラ信号を連続的に取得する信号取得部と、

前記ドップラ信号を用いてパワー映像および速度映像を含むカラードップラモード映像を形成し、前記パワー映像を分析して基準パワー映像を設定し、前記基準パワー映像を前記パワー映像と合成した合成映像を形成し、前記基準パワー映像及び前記合成映像に基づき、関心領域を検出するためのマスクを形成し、前記マスクを用いて前記パワー映像および前記速度映像にマスク処理を行う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】

前記プロセッサは、  
 前記パワー映像および前記速度映像を形成する映像形成部と、  
 前記パワー映像を用いて前記マスクを形成するマスク形成部と、  
 前記マスクを用いて前記速度映像にマスク処理を行う第1の映像処理部と、  
 前記マスクを用いて前記パワー映像にマスク処理を行う第2の映像処理部とを備える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】

前記マスク形成部は、  
 前記映像形成部から順次提供される前記パワー映像を分析してパワー平均値を算出し、

前記パワー平均値がしきい値以上であるパワー映像を前記基準パワー映像に設定し、前記パワー平均値が前記しきい値未満であるパワー映像を前記基準パワー映像と合成して合成映像を形成するパワー映像処理部と、

前記基準パワー映像および前記合成映像を用いて前記関心領域を検出するための前記マスクを設定するマスク設定部と、

前記マスクの外郭を検出し、前記検出された外郭に平滑化処理を行い、前記平滑化処理されたマスクに充填 (filling) 処理を行うマスク処理部と

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】

前記マスク形成部は、

前記マスクにおけるフラッシュ雑音を除去するフラッシュ雑音除去部  
をさらに備え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】

前記パワー映像処理部は、

前記映像形成部から提供される最初のパワー映像の第 1 のパワー平均値を算出して基準パワー平均値に設定し、

前記最初のパワー映像を前記基準パワー映像に設定し、

前記映像形成部から提供される  $i$  ( $i$  は 2 以上の整数) 番目のパワー映像の第  $i$  のパワー平均値を算出し、

前記第  $i$  のパワー平均値と前記基準パワー平均値を比較して前記第  $i$  のパワー平均値が  
前記しきい値以上であれば、前記第  $i$  のパワー平均値を前記基準パワー平均値に設定し、

前記  $i$  番目のパワー映像を前記基準パワー映像に設定する一方、前記第  $i$  のパワー平均  
値が前記しきい値未満であれば、前記第  $i$  のパワー映像と前記基準パワー映像とを合成し  
て前記合成映像を形成することを特徴とする請求項 3 または 4 に記載の超音波システム。

【請求項 6】

前記しきい値は、前記基準パワー平均値に予め定められた値を乗じた値であることを特  
徴とする請求項 5 に記載の超音波システム。

【請求項 7】

前記第 1 の映像処理部は、

前記速度映像に平滑化処理を行う第 1 の平滑化部と、

前記マスクを用いて前記平滑化処理された速度映像にマスキング処理を行う第 1 のマス  
キング部と、

前記マスキング処理された速度映像に距離加重値処理および境界平滑化処理を行う第 1  
のフィルタリング部と、

前記映像形成部から提供される前記速度映像と、前記距離加重値処理および前記境界平  
滑化処理された速度映像との間の映像差を求め、前記映像差を用いてピーク領域を検出し  
、前記検出されたピーク領域を用いて前記距離加重値処理および前記境界平滑化処理され  
た前記速度映像にピークを復元するピーク復元部と

を備えることを特徴とする請求項 2 ないし 6 のいずれか一項に記載の超音波システム。

【請求項 8】

前記第 2 の映像処理部は、

前記パワー映像に平滑化処理を行う第 2 の平滑化部と、

前記マスクを用いて前記平滑化処理されたパワー映像にマスキング処理を行う第 2 のマ  
スキング部と、

前記マスキング処理されたパワー映像に距離加重値処理および境界平滑化処理を行う第  
2 のフィルタリング部と

を備えることを特徴とする請求項 2 ないし 7 のいずれか一項に記載の超音波システム。

【請求項 9】

前記パワー映像および前記速度映像を表示するディスプレイ部

をさらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の超音波システム。

10

20

30

40

50

## 【請求項 10】

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ドップラ信号を連続的に取得する段階と、

b) 前記ドップラ信号を用いてパワー映像および速度映像を含むカラードップラモード映像を形成する段階と、

c) 前記パワー映像を分析して基準パワー映像を設定し、前記基準パワー映像を前記パワー映像と合成した合成映像を形成し、前記基準パワー映像及び前記合成映像に基づき、関心領域を検出するためのマスクを形成する段階と、

d) 前記マスクを用いて前記パワー映像および前記速度映像にマスキング処理を行う段階と

を備えることを特徴とするカラードップラモード映像処理方法。

10

## 【請求項 11】

前記段階 c) は、

c 1) 前記段階 b) で順次提供される前記パワー映像を分析してパワー平均値を算出し、前記パワー平均値およびしきい値に前記基準パワー映像および合成映像を設定する段階と、

c 2) 前記基準パワー映像および前記合成映像を用いて前記関心領域を検出するための前記マスクを設定する段階と、

c 3) 前記マスクの外郭を検出して前記検出された外郭に平滑化処理を行う段階と、

c 4) 前記平滑化処理されたマスクに充填 (filling) 処理を行う段階と

を備えることを特徴とする請求項 10 に記載のカラードップラモード映像処理方法。

20

## 【請求項 12】

前記段階 c) は

c 5) 前記マスクにおけるフラッシュ雑音を除去する段階

をさらに備えることを特徴とする請求項 11 に記載のカラードップラモード映像処理方法。

## 【請求項 13】

前記段階 c 1) は、

前記段階 b) から提供される最初のパワー映像の第 1 のパワー平均値を算出して基準パワー平均値に設定する段階と、

前記最初のパワー映像を前記基準パワー映像に設定する段階と、

前記段階 b) から提供される  $i$  ( $i$  は 2 以上の整数) 番目のパワー映像の第  $i$  のパワー平均値を算出する段階と、

前記第  $i$  のパワー平均値と前記基準パワー平均値を比較する段階と、

前記第  $i$  のパワー平均値が前記しきい値以上であれば、前記第  $i$  のパワー平均値を前記基準パワー平均値に設定し、前記  $i$  番目のパワー映像を前記基準パワー映像に設定する段階と、

前記第  $i$  のパワー平均値が前記しきい値未満であれば、前記第  $i$  のパワー映像と前記基準パワー映像とを合成して前記合成映像を形成する段階と

を備えることを特徴とする請求項 11 または 12 に記載のカラードップラモード映像処理方法。

40

## 【請求項 14】

前記しきい値は、前記基準パワー平均値に予め定められた値を乗じた値であることを特徴とする請求項 13 に記載のカラードップラモード映像処理方法。

## 【請求項 15】

前記段階 d) は、

前記速度映像に平滑化処理を行う段階と、

前記マスクを用いて前記平滑化処理された速度映像にマスキング処理を行う段階と、

前記マスキング処理された速度映像に距離加重値処理および境界平滑化処理を行う段階と、

50

前記段階 b ) から提供される前記速度映像と前記距離加重値処理および境界平滑化処理された速度映像との間の映像差を求める段階と、

前記映像差を用いてピーク領域を検出する段階と、

前記検出されたピーク領域を用いて前記距離加重値処理および境界平滑化処理された前記速度映像にピークを復元する段階と

を備えることを特徴とする請求項 10 ないし 14 のいずれか一項に記載のカラー Doppler モード映像処理方法。

【請求項 16】

前記段階 d ) は、

前記パワー映像に平滑化処理を行う段階と、

前記マスクを用いて前記平滑化処理されたパワー映像にマスキング処理を行う段階と、

前記マスキング処理されたパワー映像に距離加重値処理および境界平滑化処理を行う段階と

を備えることを特徴とする請求項 10 ないし 15 のいずれか一項に記載のカラー Doppler モード映像処理方法。

【請求項 17】

e ) 前記パワー映像および前記速度映像を表示する段階

をさらに備えることを特徴とする請求項 10 ~ 16 のいずれか一項に記載のカラー Doppler モード映像処理方法。

【請求項 18】

カラー Doppler モード映像を処理する方法を行うためのプログラムを格納するコンピュータ読み出し可能記録媒体であって、前記方法は、

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 Doppler 信号を連続的に取得する段階と、

b ) 前記 Doppler 信号を用いてパワー映像および速度映像を含むカラー Doppler モード映像を形成する段階と、

c ) 前記パワー映像を分析して基準パワー映像を設定し、前記基準パワー映像を前記パワー映像と合成した合成映像を形成し、前記基準パワー映像及び前記合成映像に基づき、関心領域を検出するためのマスクを形成する段階と、

d ) 前記マスクを用いて前記パワー映像および前記速度映像にマスキング処理を行う段階と

を備えることを特徴とするコンピュータ読み出し可能記録媒体。

【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、カラー Doppler モード映像を処理する超音波システムおよび方法に関する。

【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できるので、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、Doppler effect を用いて、動いている対象体と散乱体の速度を表示するカラー Doppler モード (color doppler mode) 映像を提供している。カラー Doppler モード映像は、Doppler 信号のパワーを 2 次元分布で表すパワー映像および Doppler 信号の速度を 2 次元分布で表す速度映像を含む。カラー Doppler モード映像は、リアルタイムで血流を視覚化できるだけでなく、大きい血管での高い速度の血流から小さい血管での低い速度の血流まで、広範囲な血流の

10

20

30

40

50

状態を表現することができる。

【0004】

従来には、速度映像に対して平滑化处理のみを行った。これによって血液が流れる血管領域が拡大され、速度映像上で実際の血管領域から血液があふれるように見られる現象（ブリード（bleeding））が発生する問題がある。また、細い血管が周辺とブリードされて見られなくなる現象（細い血管の消失）が発生し、速度映像上で血管の一部が切れる現象（連結性の損失）が発生する問題がある。さらに、速度映像上で臨床的意味がある血流のピークがなくなる現象（ピーク消失）が発生する問題がある。

【0005】

一方、パワー映像は、固定臨界（fixed thresholding）方法を用いてパワー映像の画素に対して有効性を判断している。しかし、血流は心臓の拍動によってパワーが変わり、場合によってパワーが小さい場合、パワー映像で表示される血管領域が非常に小さくなる現象（血管領域縮小）が発生する問題がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2008-154891号公報

【特許文献2】特開2004-033732号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の課題は、パワー映像を用いて関心領域（例えば、血管領域）を検出するためのマスクを形成し、形成されたマスクを用いてカラードップラモード映像（パワー映像および速度映像）を処理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】

【0008】

前記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ドップラ信号を連続的に取得する信号取得部と、前記ドップラ信号を用いてパワー映像および速度映像を含むカラードップラモード映像を形成し、前記カラードップラモード映像を用いて関心領域を検出するためのマスクを形成し、前記マスクを用いて前記パワー映像および前記速度映像にマスキング処理を行うプロセッサとを備える。

【0009】

また、本発明におけるカラードップラモード映像処理方法は、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ドップラ信号を連続的に取得する段階と、b) 前記ドップラ信号を用いてパワー映像および速度映像を含むカラードップラモード映像を形成する段階と、c) 前記カラードップラモード映像を用いて関心領域を検出するためのマスクを形成する段階と、d) 前記マスクを用いて前記パワー映像および前記速度映像にマスキング処理を行う段階とを備える。

【0010】

また、カラードップラモード映像を処理する方法を行うためのプログラムを格納するコンピュータ読み出し可能記録媒体であって、前記方法は、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ドップラ信号を連続的に取得する段階と、b) 前記ドップラ信号を用いてパワー映像および速度映像を含むカラードップラモード映像を形成する段階と、c) 前記カラードップラモード映像を用いて関心領域を検出するためのマスクを形成する段階と、d) 前記マスクを用いて前記パワー映像および前記速度映像にマスキング処理を行う段階とを備える。

【発明の効果】

【0011】

本発明は、マスクを用いてブリード、細い血管消失、連結性損失、ピーク損失および血

10

20

30

40

50

管縮小なしに、カラードップラモード映像（パワー映像および速度映像）を正確に処理することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【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複数のパワー映像、パワー平均値および合成映像を示す例示図である。

【図5a】本発明の実施例においてマスクを設定する例を示す例示図である。

10

【図5b】本発明の実施例においてマスクの外郭を検出する例を示す例示図である。

【図5c】本発明の実施例においてマスクの外郭に平滑化処理を行う例を示す例示図である。

【図5d】本発明の実施例においてマスクに充填（filling）処理を行う例を示す例示図である。

【図6】本発明の実施例における距離変換映像の例を示す例示図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

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。

【0014】

20

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、信号取得部110、プロセッサ120、ディスプレイ部130および制御部140を備える。

【0015】

信号取得部110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）を受信してフレームに該当するドップラ信号を連続的に取得する。ここで、フレームは、カラードップラモード（color doppler mode）映像のフレームを含む。

【0016】

図2は、本発明の実施例における信号取得部110の構成を示すブロック図である。信号取得部110は、送信信号形成部111、複数の変換素子（transducer element）（図示せず）を有する超音波プローブ112、ビームフォーマ113およびドップラ信号形成部114を備える。

30

【0017】

送信信号形成部111は、変換素子の位置および集束点を考慮して複数の変換素子それぞれに印加される送信信号を連続的に形成する。本実施例で送信信号は、カラードップラモード映像のフレームを得るための送信信号を含む。

【0018】

超音波プローブ112は、送信信号形成部111から送信信号が提供されれば、送信信号を超音波信号に変換する。また、超音波プローブ112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エコー信号を受信して受信信号を形成する。

40

【0019】

ビームフォーマ113は、超音波プローブ112から受信信号が提供されれば、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113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。

【0020】

ドップラ信号形成部114は、ビームフォーマ113から受信集束信号が提供されれば、受信集束信号を用いてドップラ信号を形成する。ドップラ信号は、パワー情報および速度情報を含む。また、ドップラ信号形成部114は、ドップラ信号を形成するのに必要な

50

多様な信号処理（例えば、利得（gain）調節、フィルタリング処理等）を受信集束信号に行うこともできる。

【0021】

再び図1を参照すると、プロセッサ120は、信号取得部110から提供されるドップラ信号を用いてカラードップラモード映像を形成し、カラードップラモード映像を用いて血管領域を検出するためのマスクを形成し、マスクを用いてカラードップラモード映像にマスキング処理を行う。カラードップラモード映像は、ドップラ信号のパワーを2次元分布で表すパワー映像およびドップラ信号の速度を2次元分布で表す速度映像を含む。

【0022】

図3は、本発明の実施例におけるプロセッサ120の構成を示すブロック図である。プロセッサ120は、映像形成部121、マスク形成部122、第1の映像処理部123および第2の映像処理部124を備える。

10

【0023】

映像形成部121は、信号取得部110から順次提供されるドップラ信号を用いて、複数のカラードップラモード映像（すなわち、パワー映像および速度映像）を形成する。

【0024】

マスク形成部122は、映像形成部121から提供されるパワー映像を用いて、関心領域である血管領域を検出するためのマスクを形成する。本実施例で、マスク形成部122は、パワー映像処理部122a、マスク設定部122b、マスク処理部122cおよびフラッシュ雑音（flash noise）除去部122dを備える。

20

【0025】

パワー映像処理部122aは、映像形成部121から順次提供されるパワー映像を分析し、パワー平均値がしきい値以上であるパワー映像を基準パワー映像に設定する。また、パワー映像処理部122aは、パワー平均値がしきい値未満であるパワー映像を基準パワー映像と合成して合成映像を形成する。パワー映像処理部122aが映像形成部121から順次提供されるパワー映像を用いて基準パワー映像を設定し、合成映像を形成する例を図4を参照して説明する。

【0026】

図4を参照すると、パワー映像処理部122aは、映像形成部121から最初のパワー映像（以下、第1のパワー映像という） $PI_1$ が提供されれば、第1のパワー映像 $PI_1$ のパワー平均値（以下、第1のパワー平均値という）を算出し、第1のパワー平均値を基準パワー平均値に設定する。パワー映像処理部122aは、第1のパワー映像 $PI_1$ を基準パワー映像に設定して出力する。

30

【0027】

パワー映像処理部122aは、映像形成部121から2番目のパワー映像（以下、第2のパワー映像という） $PI_2$ が提供されれば、第2のパワー映像 $PI_2$ のパワー平均値（以下、第2のパワー平均値という）を算出する。パワー映像処理部122aは、第2のパワー平均値としきい値（例えば、基準パワー平均値 $\times 0.8$ ）を比較して第2のパワー平均値がしきい値以上であると判断されれば、第2のパワー平均値を基準パワー平均値に設定する。パワー映像処理部122aは、第2のパワー映像 $PI_2$ を基準パワー映像に設定する。

40

【0028】

パワー映像処理部122aは、映像形成部121から3番目のパワー映像（以下、第3のパワー映像という） $PI_3$ が提供されれば、第3のパワー映像 $PI_3$ のパワー平均値（以下、第3のパワー平均値という）を算出する。パワー映像処理部122aは、第3のパワー平均値としきい値を比較し、第3のパワー平均値がしきい値以上であると判断されれば、第3のパワー平均値を基準パワー平均値に設定する。パワー映像処理部122aは、第3のパワー映像 $PI_3$ を基準パワー映像に設定する。

【0029】

パワー映像処理部122aは、映像形成部121から4番目のパワー映像（以下、第4

50

のパワー映像という)  $PI_4$  が提供されれば、第4のパワー映像  $PI_4$  のパワー平均値(以下、第4のパワー平均値という)を算出する。パワー映像処理部122aは、第4のパワー平均値としきい値を比較し、第4のパワー平均値がしきい値未満であると判断されれば、第4のパワー映像  $PI_4$  と基準パワー映像  $PI_3$  を合成して合成映像  $CI_4$  を形成する。ここで、基準パワー映像とパワー映像を合成するのは、パワー映像のパワーが小さくてパワー映像で表示される血管領域が非常に小さくなるのを防止するためである。

#### 【0030】

パワー映像処理部122aは、映像形成部121から5番目のパワー映像(以下、第5のパワー映像という)  $PI_5$  ~ 8番目のパワー映像(以下、第8のパワー映像という)  $PI_8$  が順次提供されれば、第5~8のパワー映像  $PI_5$  ~  $PI_8$  それぞれのパワー平均値(以下、第5~8のパワー平均値という)を算出する。パワー映像処理部122aは、第5~8のパワー平均値としきい値を比較し、第5~8のパワー平均値がしきい値未満であると判断されれば、第5~8のパワー映像  $PI_5$  ~  $PI_8$  それぞれと基準パワー映像  $PI_3$  を合成して合成映像  $CI_5$  ~  $CI_8$  を形成する。

10

#### 【0031】

パワー映像処理部122aは、映像形成部121から9番目のパワー映像(以下、第9のパワー映像という)  $PI_9$  が提供されれば、第9のパワー映像  $PI_9$  のパワー平均値(以下、第9のパワー平均値という)を算出する。パワー映像処理部122aは、第9のパワー平均値としきい値を比較して第9のパワー平均値がしきい値以上であると判断されれば、第9のパワー平均値を基準パワー平均値に設定する。パワー映像処理部122aは、第9のパワー映像  $PI_9$  を基準パワー映像に設定して出力する。

20

#### 【0032】

パワー映像処理部122aは、映像形成部121から10番目のパワー映像(以下、第10のパワー映像という)  $PI_{10}$  ~ 12番目のパワー映像(以下、第12のパワー映像という)  $PI_{12}$  が順次提供されれば、第10~12のパワー映像  $PI_{10}$  ~  $PI_{12}$  それぞれのパワー平均値(以下、第10~12のパワー平均値という)を算出する。パワー映像処理部122aは、第10~12のパワー平均値としきい値を比較し、第10~12のパワー平均値がしきい値未満であると判断されれば、第10~12のパワー映像  $PI_{10}$  ~  $PI_{12}$  それぞれと基準パワー映像  $PI_9$  を合成し、合成映像  $CI_{10}$  ~  $CI_{12}$  を形成する。

30

#### 【0033】

再び図3を参照すると、マスク設定部122bは、パワー映像処理部122aから提供される基準パワー映像  $PI_1$  ~  $PI_3$ 、 $PI_9$  および合成映像  $CI_4$  ~  $CI_8$ 、 $CI_{10}$  ~  $CI_{12}$  それぞれを用いて、図5aに示すように、関心領域、即ち血管領域を検出するためのマスク210を設定する。マスクは、公知となった多様な方法を通して設定されることができる。一例として、マスクは、しきい値による方法、領域拡張方法、領域分割方法、外郭線抽出による方法、グラフを用いた方法、ウォーターシェッド(watershed)方法などを通して設定される。

#### 【0034】

マスク処理部122cは、図5bに示すように、マスク設定部122bで設定されたマスクの外郭を検出する。外郭は、公知となった多様な方法を通して検出されることができる。一例として、外郭は、外郭線抽出(contour following)、形態学的処理(mathematical morphological operation)等を通して検出されることができる。マスク処理部122cは、図5cに示すように、検出されたマスクの外郭に平滑化処理を行う。平滑化は、公知となった多様な方法が行われることができる。一例として、平滑化はフーリエ記述子(Fourier descriptor)を用いた平滑化方法、チェーンコード平滑化を用いる方法、動的外郭線(active contour)方法などが用いられる。また、マスク処理部122cは、図5dに示すように、平滑化処理されたマスクに充填(filling)処理を行う。

40

#### 【0035】

50

フラッシュ雑音除去部 122d は、マスク処理部 122c から提供されるマスクでフラッシュ雑音を除去する。フラッシュ雑音は、血管周辺の筋肉、心臓拍動などのように血流より速度が遅いが、パワーが大きい動きにより発生する。フラッシュ雑音は、瞬間的に示された後に消える。本実施例で、フラッシュ雑音除去部 122d は、フレーム（基準パワー映像または合成映像）のマスクに領域標識付け（region labeling）を行い、マスクの各領域に固有のインデックスを付与する。

【0036】

フラッシュ雑音除去部 122d は、現在のフレームのマスクと所定数（例えば、3つ）の以前のフレームのマスクとを比較し、現在のフレームのマスクのインデックスが予め定められた数の前のマスクの各領域のインデックスと同一でなければ、現在のフレームのマスクの該当領域をフラッシュ雑音として除去する。

10

【0037】

他の実施例で、フラッシュ雑音除去部 122d は、マスクの各領域が血管として有効な値を有するかを判断して、有効でない領域を除去する。ここで、有効性は、マスク内の画素の最大値が一定の値より大きいという情報によって判断されることができる。その最大値が一定値よりも小さければ、その該当領域を雑音として判断することができる。また、有効性は、マスク外郭が一定部分以上平坦であるという情報によって判断されることができる。

【0038】

第1の映像処理部 123 は、マスク形成部 122 から提供されるマスクを用いて、映像形成部 121 から順次提供される速度映像にマスキング処理を行う。本実施例で、第1の映像処理部 123 は、第1の平滑化部 123a、第1のマスキング部 123b、第1のフィルタリング部 123c およびピーク復元部 123d を備える。

20

【0039】

第1の平滑化部 123a は、映像形成部 121 から速度映像が提供されれば、速度映像に平滑化処理を行う。平滑化は、公知となった多様な方法が用いられる。一例として、平滑化は、平均フィルタリング、ガウシアンフィルタリング、メディアンフィルタリング、低域通過フィルタリング、グラフ正規化（regularization）などが用いられる。

【0040】

30

第1のマスキング部 123b は、マスク形成部 122 から提供されるマスクを用いて、第1の平滑化部 123a で平滑化処理された速度映像にマスキング処理を行う。即ち、第1のマスキング部 123b は、マスク形成部 122 から提供されるマスクを用いて、速度映像の各画素に対して血管に該当する領域を「1」と設定し、血管以外の領域を「0」と設定するマスキング処理を速度映像に行う。

【0041】

第1のフィルタリング部 123c は、第1のマスキング部 123b でマスキング処理された速度映像に距離加重値処理および境界平滑化処理を行う。ここで、距離加重値処理は、血管境界部分の血流速度が血管中央部分の血流速度より低く表現されるようにする処理である。第1のフィルタリング部 123c は、第1のマスキング部 123b でマスキング処理された速度映像を用いて距離変換映像を形成する。距離変換映像は、図6に示すように背景、即ち血管以外の画素に0の値を設定し、残りの画素に背景との最小距離値を設定して得た映像である。距離変換映像の画素値が  $i$  であれば、この画素に該当する距離加重値は画素値の関数で定めることができる。

40

【0042】

一例として、距離加重値は  $w(i) = \min(i \times 0.2 + 0.6, 1)$  のように定めることができる。従って、平滑化処理された速度映像の画素値が  $f(x, y)$  であれば、この画素値は距離加重値を通して  $f(x, y) \times w(f(x, y))$  に変更される。また、第1のフィルタリング部 123c は、距離加重値処理された速度映像で血管境界部分を検出し、検出された境界部分に対して平滑化処理を行う。

50

## 【 0 0 4 3 】

ピーク復元部 1 2 3 d は、第 1 のフィルタリング部 1 2 3 c から提供される速度映像にピーク復元を行う。血管内で血流の最大速度（ピーク）は、臨床的に重要な情報を提供するので、ピークが維持されなければならない。しかし、平滑化過程でピークがブラーリング（blurring）されてピーク値が小さくなることもある。従って、ピーク復元部 1 2 3 d は、映像形成部 1 2 1 から提供される速度映像と、第 1 のフィルタリング部 1 2 3 c で平滑化処理された速度映像との間の映像差を求める。ピーク復元部 1 2 3 d は、映像差で値が 0 以上の領域であるピーク候補を検出し、検出された候補ピーク間で予め定められたしきい値を超える領域をピーク領域として検出する。ピーク復元部 1 2 3 d は、検出されたピーク領域を用いて、第 1 のフィルタリング部 1 2 3 c で平滑化処理された速度映像にピーク復元を行う。

10

## 【 0 0 4 4 】

第 2 の映像処理部 1 2 4 は、マスク形成部 1 2 2 から提供されるマスクを用いて、映像形成部 1 2 1 から順次提供されるパワー映像にマスク処理を行う。本実施例で、第 2 の映像処理部 1 2 4 は、第 2 の平滑化部 1 2 4 a、第 2 のマスク部 1 2 4 b および第 2 のフィルタリング部 1 2 4 c を備える。

## 【 0 0 4 5 】

第 2 の平滑化部 1 2 4 a は、映像形成部 1 2 1 からパワー映像が提供されれば、パワー映像に平滑化処理を行う。平滑化は、公知となった多様な方法が用いられる。一例として、平滑化は、平均フィルタリング、ガウシアンフィルタリング、メディアンフィルタリング、低域通過フィルタリング、グラフ正規化（regularization）などが用いられる。

20

## 【 0 0 4 6 】

第 2 のマスク部 1 2 4 b は、マスク形成部 1 2 2 から提供されるマスクを用いて、第 2 の平滑化部 1 2 4 a で平滑化処理されたパワー映像にマスク処理を行う。即ち、第 2 のマスク部 1 2 4 b は、マスク形成部 1 2 2 から提供されるマスクを用いて、パワー映像の各画素に対して血管に該当する領域を「1」と設定し、血管以外の領域を「0」と設定するマスク処理を速度映像に行う。

## 【 0 0 4 7 】

第 2 のフィルタリング部 1 2 4 c は、第 2 のマスク部 1 2 4 b でマスク処理されたパワー映像に距離加重値処理および境界平滑化処理を行う。ここで、距離加重値処理は、血管境界部分のパワーが血管中央部分のパワーより低く表現されるようにする処理である。第 2 のフィルタリング部 1 2 4 c は、第 2 のマスク部 1 2 4 b でマスク処理されたパワー映像を用いて距離変換映像を形成する。また、第 2 のフィルタリング部 1 2 4 c は、距離加重値処理されたパワー映像で血管境界部分を検出し、検出された境界部分に対して平滑化処理を行う。

30

## 【 0 0 4 8 】

再び図 1 を参照すると、ディスプレイ部 1 3 0 は、プロセッサ 1 2 0 で形成されたカラードップラモード映像、即ちパワー映像および速度映像を表示する。

## 【 0 0 4 9 】

制御部 1 4 0 は、ドップラ信号の取得を制御する。また、制御部 1 4 0 は、パワー映像および速度映像の形成、映像処理および表示を制御する。

40

## 【 0 0 5 0 】

本発明は望ましい実施例によって説明および例示をしたが、当業者であれば添付した特許請求の範囲の事項および範疇を逸脱することなく様々な変形および変更が可能である。

## 【 0 0 5 1 】

一例として、前述した実施例ではパワー映像を用いてマスクを形成するものと説明したが、他の実施例では速度映像を用いてマスクを形成することもできる。

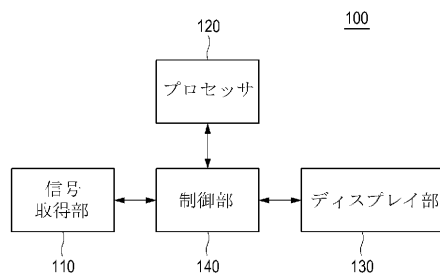
## 【 符号の説明 】

## 【 0 0 5 2 】

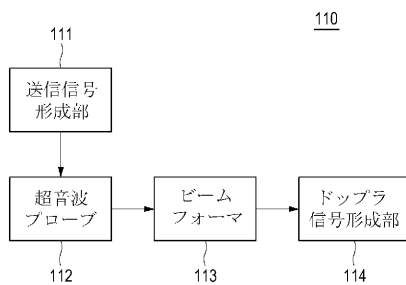
50

1 0 0	超音波システム
1 1 0	信号取得部
1 1 1	送信信号形成部
1 1 2	超音波プローブ
1 1 3	ビームフォーマ
1 1 4	ドップラ信号形成部
1 2 0	プロセッサ
1 2 1	映像形成部
1 2 2	マスク形成部
1 2 2 a	パワー映像処理部
1 2 2 b	マスク設定部
1 2 2 c	マスク処理部
1 2 2 d	フラッシュ雑音除去部
1 2 3	第1の映像処理部
1 2 3 a	第1の平滑化部
1 2 3 b	第1のマスキング部
1 2 3 c	第1のフィルタリング部
1 2 3 d	ピーク復元部
1 2 4	第2の映像処理部
1 2 4 a	第2の平滑化部
1 2 4 b	第2のマスキング部
1 2 4 c	第2のフィルタリング部
1 3 0	ディスプレイ部
1 4 0	制御部
2 1 0	マスク

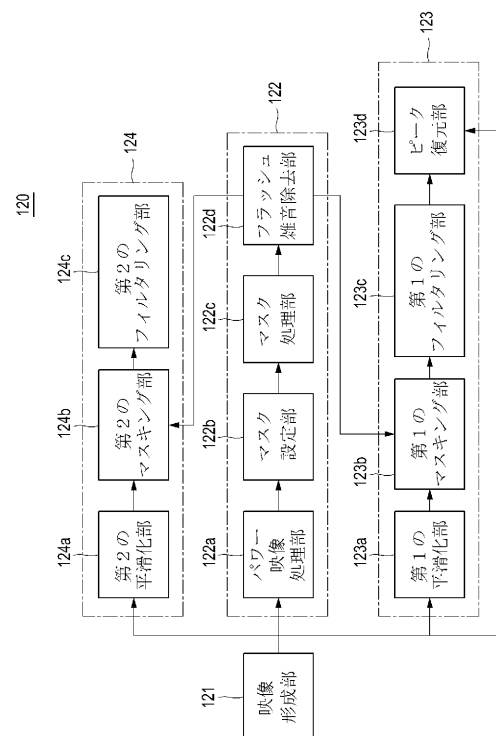
【図1】



【図2】



【図3】



10

20



---

フロントページの続き

(72)発明者 キム, ベク ソブ

大韓民国, 江原道春川市退溪洞, 雙龍スイートドットホームアパート 105-504

(72)発明者 イ, ヒョン ド

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

審査官 宮川 哲伸

(56)参考文献 特開2004-033732(JP,A)

特開平10-305036(JP,A)

特開2000-210289(JP,A)

特開平02-268748(JP,A)

特開平10-075955(JP,A)

特開2008-154891(JP,A)

特表2010-534501(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00 - 8/15