

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6705134号
(P6705134)

(45) 発行日 令和2年6月3日 (2020. 6. 3)

(24) 登録日 令和2年5月18日 (2020. 5. 18)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 B 8/08 (2006. 01)

A 6 1 B 8/14 (2006. 01)

A 6 1 B 8/08 Z DM

A 6 1 B 8/14

請求項の数 11 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2015-163479 (P2015-163479)	(73) 特許権者	000001270
(22) 出願日	平成27年8月21日 (2015. 8. 21)		コニカミノルタ株式会社
(65) 公開番号	特開2017-38837 (P2017-38837A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(43) 公開日	平成29年2月23日 (2017. 2. 23)	(74) 代理人	110002952
審査請求日	平成30年4月3日 (2018. 4. 3)		特許業務法人鷲田国際特許事務所
		(74) 代理人	100155620
			弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	色摩 譲
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内
		(72) 発明者	高木 一也
			東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コ
			ニカミノルタ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波画像診断装置、超音波画像処理方法及び超音波画像処理プログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体への超音波の送信と前記被検体からの超音波エコーの受信とを繰り返し行う超音波送受信部と、

前記被検体の体内状態を表す複数の超音波画像を、前記被検体から順次受信した超音波エコーに基づいて生成する画像処理部と、

生成された複数の超音波画像における動体の動き評価を行う動き評価部と、
を有し、

前記動き評価部は、生成される複数の超音波画像のフレームレートの変動に影響を与える要因についての情報を取得し、該取得された情報に基づいて、前記動き評価のために対

10

比すべき超音波画像間の間隔を、フレーム枚数単位で可変に設定する間隔設定部を有し、
前記間隔設定部は、前記フレームレートが高くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を増やし、前記フレームレートが低くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を減らすことにより、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔の実時間を安定化させる、
超音波画像診断装置。

【請求項 2】

前記動き評価部は、

設定されたフレーム枚数の間隔を有する一対の超音波画像間の変動を表す変動画像を生成する変動画像生成部をさらに有する、

20

請求項 1 に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 3】

前記動き評価部は、

設定されたフレーム枚数の間隔をそれぞれ有する複数対の超音波画像から生成された複数の変動画像を統合することにより、前記複数対の超音波画像を含む超音波画像群の動き評価値を有する動き評価値画像を生成する動き評価値画像生成部と、

生成された動き評価値画像に含まれる動き評価値から前記動体の動き評価値を抽出する動き評価値抽出部と、

抽出された動き評価値を含む情報を出力する動き評価結果出力部と、

を有する、請求項 2 に記載の超音波画像診断装置。

10

【請求項 4】

前記動き評価値画像生成部は、前記複数の変動画像における変動値の積又は和を求めることにより、前記複数の変動画像を統合する、

請求項 3 に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 5】

前記動き評価部は、

生成された動き評価値画像又は抽出された動き評価値を表す動体抽出画像を、生成された動き評価値画像に含まれる動き評価値の分布又は総和に基づいて補正する画像補正部をさらに有する、

請求項 2 に記載の超音波画像診断装置。

20

【請求項 6】

前記動き評価値抽出部は、

生成された動き評価値画像に含まれる動き評価値のうち、閾値との比較結果が所定基準を満たすものを、前記動体の動き評価値として抽出する、閾値処理と、

生成された動き評価値画像に含まれる動き評価値画像に対して、生成された動き評価値画像に対応する超音波画像の輝度値に基づく重み付けをした値を、前記動体の動き評価値として抽出する、重み付け処理と、

の少なくとも一方を実行する、

請求項 3 に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 7】

前記画像処理部は、

出力された情報に含まれる抽出された動き評価値に応じて表示輝度を上げること、表示色を異ならせること又は表示色を濃くすることにより前記動体を強調した超音波画像を表示部に表示させる、

請求項 2 に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 8】

前記動き評価部は、前記フレームレートの変動に影響を与える要因についての情報として、前記超音波送受信部の超音波送信深度、前記超音波送受信部のプローブタイプ、前記画像処理部の超音波画像生成におけるコンパウンド数、又は前記画像処理部の超音波画像生成における高調波に基づく画像化の有無の情報を取得する、

請求項 1 に記載の超音波画像診断装置。

30

40

【請求項 9】

前記動体は、穿刺針であることを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の超音波画像診断装置。

【請求項 10】

被検体への超音波の送信と前記被検体からの超音波エコーの受信とを繰り返し行う超音波送受信部と、

前記被検体の体内状態を表す複数の超音波画像を、前記被検体から順次受信した超音波エコーに基づいて生成する画像処理部と、

生成された複数の超音波画像における動体の動き評価を行う動き評価部と、

50

を有する超音波画像診断装置において実行される超音波画像処理方法であって、
生成される複数の超音波画像のフレームレートの変動に影響を与える要因についての情報を取得し、該取得された情報に基づいて、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔を、フレーム枚数単位で可変に設定し、
前記フレームレートが高くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を増やし、前記フレームレートが低くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を減らすことにより、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔の実時間を安定化させる、
超音波画像処理方法。

【請求項 11】

被検体への超音波の送信と前記被検体からの超音波エコーの受信とを繰り返し行う超音波送受信部と、

前記被検体の体内状態を表す複数の超音波画像を、前記被検体から順次受信した超音波エコーに基づいて生成する画像処理部と、

生成された複数の超音波画像における動体の動き評価を行う動き評価部と、
を有する超音波画像診断装置のコンピュータに、

生成される複数の超音波画像のフレームレートの変動に影響する要因についての情報を取得し、該取得された情報に基づいて、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔を、フレーム枚数単位で可変に設定する間隔設定機能を実現させ、

前記間隔設定機能は、前記フレームレートが高くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を増やし、前記フレームレートが低くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を減らすことにより、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔の実時間を安定化させる、

ための超音波画像処理プログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波画像診断装置、超音波画像処理方法及び超音波画像処理プログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断において、被検体の体表面に超音波プローブを当てて体内の超音波画像を撮像するときに、体内の撮像領域に溜まった体液を排出したりその領域に薬液を注入したりするために穿刺を行うことがある。その際、体内の穿刺針と臓器との位置関係の確認が、画面に表示された超音波画像を使用して行われる。

【0003】

従来、表示画像中の穿刺針が鮮明となるように超音波画像を処理することが提案されている。例えば、特許文献1に記載された従来の超音波診断装置は、装置内に蓄積されたBモード超音波断層画像フレームデータ群において、時間方向に隣接した関係をもつ2つのBモード超音波断層画像フレームデータ間の変動画像を生成し、この変動画像データを現在得られた超音波断層画像フレームデータに加算することにより、穿刺針の視認性を向上させたBモード超音波画像表示を行う。

【0004】

なお、超音波画像においては、穿刺針に限らず例えば心臓など体内で動く物が被写体となることが多い。また、それ自体が体内で動いていない物が観察対象物の場合でも、プローブを走査することによりその観察対象物の位置が相対的に移動することもある。そのため、生成する画像の中の観察対象物の位置変化を特定しやすい超音波画像が求められている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【 0 0 0 5 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 2 6 9 3 3 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 6 】

ところで、超音波画像のフレームレートは装置動作設定等の要因によって変動し得るものであるが、フレームレートが変動すると、上記従来技術において変動画像生成に用いられる 2 つの互いに隣接する B モード超音波画像フレームデータの時間間隔も変動することとなる。フレームデータの時間間隔が短い場合と長い場合とでは、動体の移動速度が同じであっても移動距離が相違するため、対比画像において表現される対比結果つまり変動が相違することとなる。この変動が例えば差分により表現されるとして、この差分が例えば表示画像上での動体の強調表示に反映されるとすると、表示画像上での動体の強調度合いが、差分の大きさに応じて変化することとなる。言い換えれば、実際には動体が同じ動き方をしているにもかかわらず、装置動作設定等の要因次第で強調度合いが変化することとなる。よって、超音波画像における動体の動き評価の信頼性向上に一定の限界があった。

10

【 0 0 0 7 】

本発明は、超音波画像における動体の動き評価の信頼性を向上させることができる超音波画像診断装置、超音波画像処理方法及び超音波画像処理プログラムを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【 0 0 0 8 】

本発明に係る超音波画像診断装置は、

被検体への超音波の送信と前記被検体からの超音波エコーの受信とを繰り返し行う超音波送受信部と、

前記被検体の体内状態を表す複数の超音波画像を、前記被検体から順次受信した超音波エコーに基づいて生成する画像処理部と、

生成された複数の超音波画像における動体の動き評価を行う動き評価部と、
を有し、

前記動き評価部は、生成される複数の超音波画像のフレームレートの変動に影響を与える要因についての情報を取得し、該取得された情報に基づいて、前記動き評価のために対
比すべき超音波画像間の間隔を、フレーム枚数単位で可変に設定する間隔設定部を有し、

30

前記間隔設定部は、前記フレームレートが高くなるほど、前記動き評価のために対比す
べき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を増やし、前記フレームレートが低くなるほど、
前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を減らすことにより
、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔の実時間を安定化させる。

【 0 0 0 9 】

本発明に係る超音波画像処理方法は、

被検体への超音波の送信と前記被検体からの超音波エコーの受信とを繰り返し行う超音波送受信部と、

前記被検体の体内状態を表す複数の超音波画像を、前記被検体から順次受信した超音波エコーに基づいて生成する画像処理部と、

生成された複数の超音波画像における動体の動き評価を行う動き評価部と、
を有する超音波画像診断装置において実行される超音波画像処理方法であって、

40

生成される複数の超音波画像のフレームレートの変動に影響を与える要因についての情
報を取得し、該取得された情報に基づいて、前記動き評価のために対比すべき超音波画像
間の間隔を、フレーム枚数単位で可変に設定し、

前記フレームレートが高くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間
隔のフレーム枚数を増やし、前記フレームレートが低くなるほど、前記動き評価のために
対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を減らすことにより、前記動き評価のため
に対比すべき超音波画像間の間隔の実時間を安定化させる。

50

【 0 0 1 0 】

本発明に係る超音波画像処理プログラムは、
被検体への超音波の送信と前記被検体からの超音波エコーの受信とを繰り返し行う超音波送受信部と、

前記被検体の体内状態を表す複数の超音波画像を、前記被検体から順次受信した超音波エコーに基づいて生成する画像処理部と、

生成された複数の超音波画像における動体の動き評価を行う動き評価部と、
を有する超音波画像診断装置のコンピュータに、

生成される複数の超音波画像のフレームレートの変動に影響する要因についての情報を取得し、該取得された情報に基づいて、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の
間隔を、フレーム枚数単位で可変に設定する間隔設定機能を実現させ、

10

前記間隔設定機能は、前記フレームレートが高くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を増やし、前記フレームレートが低くなるほど、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔のフレーム枚数を減らすことにより、前記動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔の実時間を安定化させる。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、超音波画像間の変動画像の生成間隔を、超音波画像のフレームレートの変動に影響する要因についての情報を取得し、該取得された情報に基づいてフレーム枚数単位で可変に設定することにより、変動画像の生成時間間隔、つまり変動画像を得るために対比される超音波画像の時間間隔が、実時間では不変となり、実時間での差分画像等（変動画像）の生成間隔を安定化させ、超音波画像における動体の動き評価結果に対するフレームレート変動の影響を抑制することができるため、超音波画像における動体の動き評価の信頼性を向上させることができる。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】本発明の一実施の形態に係る超音波画像診断装置の外観を示す斜視図である。

【図 2】本実施の形態に係る超音波画像診断装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 3】本実施の形態における動き評価部の概略構成を示すブロック図である。

【図 4】本実施の形態における動き評価部によるフレーム枚数の間隔を「1」とした場合の差分画像と動き評価値画像の生成を模式的に示した図である。

30

【図 5】本実施の形態における動き評価部によるフレーム枚数の間隔を「1」とした場合における実際の差分画像と動き評価値画像を示す図である。

【図 6】本実施の形態における動き評価部によるフレーム枚数の間隔を「2」とした場合の差分画像と動き評価値画像の生成を模式的に示した図である。

【図 7】本実施の形態における動き評価部によるフレーム枚数の間隔を「3」とした場合の差分画像と動き評価値画像の生成を模式的に示した図である。

【図 8】本実施の形態における動き評価値抽出部による動体の動き評価値抽出処理前後の動き評価値画像の一例を示した図である。

【図 9】本実施の形態における動き評価値画像生成部により生成される動き評価値画像の一例を示す図である。

40

【図 10】本実施の形態における画像処理部による表示強調処理を模式的に示した図である。

【図 11】本実施の形態に係る超音波画像診断装置の動作を説明するためのフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

以下、本実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る超音波画像診断装置 1 の外観を示す斜視図である。また、図 2 は、本実施の形態に係る超音波画像診断装置 1 の概略構成を示すブロック図

50

である。図 1 に示すように、本実施の形態に係る超音波画像診断装置 1 は、装置本体 2 と、表示部 3 と、3 種類のプローブ（探触子）4 a、4 b、4 c（以下、まとめて“4”と言う）と、操作入力部 11 とを備えている。表示部 3 は、例えば液晶パネルを用いたディスプレイであり、主に超音波画像の表示に用いられる。プローブ 4 は、例えば、ビーム方向が垂直となる電子リニア型のプローブ、ビーム方向が放射状となるコンベックス型のプローブ、及び、コンベックス型と同様にビーム方向が放射状となる電子セクタ型のプローブといった、3 種類のプローブを組み合わせたものである。電子リニア型のプローブは主に甲状腺・血管の検査に用いられる。また、コンベックス型は主に腹部の検査に用いられる。また、電子セクタ型は主に心臓の検査に用いられる。操作入力部 11 は、超音波画像診断装置 1 を操作する医師又は検査技師が操作可能な操作ボタン、トラックボール、キーボード等の入力デバイスを用いて構成され、表示部 3 に表示させる文字・記号の入力や、後述する制御部 12 に対する各種コマンドの入力を行う。

10

【0014】

図 2 に示すように、超音波画像診断装置 1 は、上述した表示部 3、プローブ 4 及び操作入力部 11 の他に、いずれも装置本体 2 に内蔵された制御部 12、送信部 13、受信部 14、画像処理部 16 及び動き評価部 17 を備える。制御部 12 は、不図示の CPU（Central Processing Unit）、ROM（Read Only Memory）及び RAM（Random Access Memory）を用いて構成される。ROM には CPU が実行するプログラムが記憶されている。RAM は CPU の動作において使用される。なお、CPU の代わりに DSP（Digital Signal Processor）等のプロセッサを用いてもよい。制御部 12 は、超音波画像診断装置 1 の各部の動作制御を全体的に統括するための信号処理、他の各部との間のデータの入出力処理、データの演算処理及びデータの記憶処理を行う。制御部 12 は、操作入力部 11 より穿刺針等の動体を強調表示する操作入力があった場合、画像処理部 16 及び動き評価部 17 に対して強調モードを設定する。

20

【0015】

プローブ 4、送信部 13 及び受信部 14 の組合せは、超音波送受信部 15 を構成する。超音波送受信部 15 は、制御部 12 の制御下で、被検体への超音波の送信と被検体からの超音波エコーの受信とを繰り返し行い、被検体から順次受信した超音波エコーを画像処理部 16 へ出力する。画像処理部 16 は、不図示の DSP、キャッシュ又は RAM（Random Access Memory）を用いて構成される。画像処理部 16 は、制御部 12 の制御の下で、被検体から順次受信した超音波エコーに基づいて、被検体の体内状態を示す複数の B モード超音波画像（以下、単に“超音波画像”という）を生成する。画像処理部 16 は、生成した超音波画像を上述したキャッシュ又は RAM に一時的に保存する。また、画像処理部 16 は、制御部 12 より強調モードが設定された場合、動体を強調した超音波画像（強調画像）を表示部 3 に表示させる。動体の強調は、例えば表示輝度を上げるか、或いは、強調部分用の表示色を濃くすることによって、行われる。なお、本実施の形態でいう「動体」は、穿刺針などの医療器具のように診断時の手技によって体内で移動することのあるものや、心臓など体内で動く物を含み、さらに、それ自体が体内で動いていないとしてもプローブを走査することによりその位置が相対的に移動する観察対象物をも含む。

30

【0016】

動き評価部 17 は、不図示の CPU、ROM 及び RAM を用いて構成される。ROM には CPU を制御するプログラムが記憶されている。RAM は CPU の動作において使用される。なお、CPU の代わりに DSP 等のプロセッサを用いてもよい。動き評価部 17 は、制御部 12 より強調モードが設定された場合にのみ動作する。動き評価部 17 は、制御部 12 の制御の下で、画像処理部 16 で生成された複数の超音波画像における動体の動き評価を行い、動体の動き評価値を含む情報を出力する。

40

【0017】

図 3 は、本実施の形態に係る超音波画像診断装置 1 の動き評価部 17 の一例を示す概略構成を示すブロック図である。同図において、動き評価部 17 は、間隔設定部 171、差分画像生成部 172、動き評価値画像生成部 173、動き評価値抽出部 174、画像補正

50

部 1 7 5 及び動き評価結果出力部 1 7 6 を備える。

【 0 0 1 8 】

間隔設定部 1 7 1 は、動き評価のために対比すべき超音波画像間の間隔を、画像処理部 1 6 で生成された複数の超音波画像のフレームレートに基づいて、フレーム枚数単位で可変に設定する。ここで、超音波画像のフレームレートは、以下に列記する装置動作設定等の要因によって変動する。

【 0 0 1 9 】

(1) スキャン深度

例えば、超音波診断の最中に超音波画像撮像のスキャン深度が変更される場合には、最深部の超音波エコー信号を得るための所要時間の増大に伴って超音波送信間隔が長くなることで、超音波画像の各フレームの撮像所要時間が増大し、その結果、超音波断層画像フレームデータ群の入力時間間隔は長くなり、超音波画像の表示フレームレートが低くなる。

10

【 0 0 2 0 】

(2) プローブタイプ (プローブの振動素子数)

また、超音波プローブの振動素子数に関しても、振動素子数が多いほど、必要な超音波送受信繰り返し回数が増大するため、超音波画像の各フレームの撮像所要時間が増大し、超音波画像の表示フレームレートが低くなることがある。本実施の形態の超音波画像診断装置 1 に備えられた 3 種類のプローブ 4 は、形式が相違することで振動素子数も相違する場合がある。よって、超音波診断に用いるプローブを替えると、それに伴って超音波画像のフレームレートが変わる場合がある。

20

【 0 0 2 1 】

(3) コンパウンド数

さらに、複数方向からの超音波ビームにより得られる複数の超音波画像を合成してノイズやアーチファクトを低減した 1 つの超音波画像を得る空間コンパウンド処理におけるコンパウンド数に関しても、コンパウンド数が大きいほど、組み合わせられる画像数が増大することから、画像超音波画像の撮像所要時間が増大する。よって、コンパウンド数の増大は、超音波画像の表示フレームレート低下につながる場合がある。これについて別の観点では、同一方向の超音波ビームにより得られる画像群の入力時間間隔が長くなることから、同一方向の画像群の入力フレームレートが低くなる場合があるとも言える。

30

【 0 0 2 2 】

(4) 超音波画像撮像における高調波に基づく画像化の有無

高調波に基づいて画像化を行うか (ハーモニックイメージング) 否か (ファンダメンタルイメージング) によってもフレームレートが異なる。より具体的には、ハーモニックイメージングは、ファンダメンタルイメージングよりも表示フレームレートが低くなることがある。

【 0 0 2 3 】

上述したように、フレームレートが変わると、比較される 2 つの超音波画像フレームデータの時間間隔が変わることとなる。フレームデータの時間間隔が短い場合と長い場合とでは、動体の移動速度が同じであっても移動距離が相違するため、変動画像において表現される対比結果つまり変動が相違することとなる。この変動が差分によって表現されるとして、この差分が例えば表示画像上での動体の強調表示に反映されるとすると、表示画像上での動体の強調度合いが、差分の大きさに応じて変化することとなる。そこで、本実施の形態では、間隔設定部 1 7 1 において、超音波画像のフレームレート、或いはそのフレームレートの変動に影響する上述のような情報 (以下、これらを総称して「フレームレート情報」と言う) に基づいて、超音波画像の変動画像 (例えば、複数の超音波画像の対比結果としてそれら超音波画像間の差分を表す画像である差分画像) の生成間隔をフレーム枚数単位で可変に設定する。

40

【 0 0 2 4 】

ここで、超音波画像間の変動値は、上で例示した差分のほかに、相関値や、動きベクト

50

ルの絶対値などであっても良い。本実施の形態では、変動画像として差分画像を生成する場合を例にとって説明するが、これは一例であり、差分とは異なる種類の変動値を示す変動画像を生成しても良い。即ち、以下詳述する差分画像生成部 172 は、本発明の変動画像生成部の一例である。

【0025】

差分画像生成部 172 は、間隔設定部 171 で設定されたフレーム枚数の間隔を有する一対の超音波画像間の差分を表す差分画像を生成する。動き評価値画像生成部 173 は、間隔設定部 171 で設定されたフレーム枚数の間隔をそれぞれ有する複数対の超音波画像間の差分を表す複数の差分画像を統合することにより、これら複数対の超音波画像を含む超音波画像群の動き評価値を有する動き評価値画像を生成する。

10

【0026】

図 4 は、フレーム枚数の間隔を「1」とした場合（即ち間隔設定部 171 が超音波画像間の間隔を「1」に設定した場合）における差分画像 ID と動き評価値画像 IM の生成を模式的に示した図である。同図に示すように、フレーム枚数間隔を「1」とした場合、差分画像生成部 172 は、超音波画像 I_t （ t は初期値が 0 であり、新規の超音波画像の生成に伴って「1」ずつインクリメントされる変数）と超音波画像 I_{t-1} とからなる第 1 の一対の超音波画像から第 1 の差分画像 ID1 を生成する。差分画像生成部 172 は、超音波画像 I_{t-1} と超音波画像 I_{t-2} とからなる第 2 の一対の超音波画像から第 2 の差分画像 ID2 を生成する。ここで、超音波画像 I_t は最新の超音波画像、超音波画像 I_{t-1} は超音波画像 I_t から見て 1 フレーム前の超音波画像、超音波画像 I_{t-2} は超音波画像 I_t から見て 2 フレーム前の超音波画像である。第 1 の差分画像 ID1 と第 2 の差分画像 ID2 が生成されると、動き評価値画像生成部 173 は、生成された第 1 の差分画像 ID1 と第 2 の差分画像 ID2 とから第 1 の一対の超音波画像 I_t, I_{t-1} と第 2 の一対の超音波画像 I_{t-1}, I_{t-2} とを含む超音波画像群の動き評価値を有する動き評価値画像 IM1 を生成する。

20

【0027】

動き評価値画像生成部 173 は、第 1 の差分画像 ID1 における差分と第 2 の差分画像 ID2 における差分との積又は和を求めることにより、第 1 の差分画像 ID1 と第 2 の差分画像 ID2 とを統合する。第 1 の差分画像 ID1 における差分と第 2 の差分画像 ID2 における差分との積をとる場合は、和をとる場合に比べて、動体の瞬間的な動きに対する感度が高く、また、ノイズの影響を低減することができる利点がある。一方、第 1 の差分画像 ID1 における差分と第 2 の差分画像 ID2 における差分との和をとる場合は、動体の連続的な動きに対する感度が高いという利点がある。第 1 の差分画像 ID1 における差分と第 2 の差分画像 ID2 における差分との積をとるか、和をとるかは、操作入力部 11 にて任意に選択できるようになっている。

30

【0028】

なお、図 5 は、フレーム枚数間隔を「1」とした場合における実際の差分画像 ID と動き評価値画像 IM を示す図である。同図において、複数の超音波画像 I_t, I_{t-1}, I_{t-2} 、差分画像 ID1, ID2 及び動き評価値画像 IM1 のそれぞれには動体（ここでは穿刺針）300、並びに動体 300 に対応する差分表示物 300a 及び動き評価値表示物 300b が映っているが、特に動き評価値画像 IM1 に示される動き評価値表示物 300b は鮮明である。

40

【0029】

図 6 は、フレーム枚数間隔を「2」とした場合（即ち間隔設定部 171 が超音波画像間の間隔を「2」に設定した場合）における差分画像 ID と動き評価値画像 IM の生成を模式的に示した図である。同図に示すように、フレーム枚数間隔を「2」とした場合、差分画像生成部 172 は、現在フレームの超音波画像 I_t と 2 フレーム前の超音波画像 I_{t-2} とからなる第 1 の一対の超音波画像から第 1 の差分画像 ID1 を生成する。また、差分画像生成部 172 は、超音波画像 I_{t-1} と超音波画像 I_{t-3} とからなる第 2 の一対の超音波画像から第 2 の差分画像 ID2 を生成する。第 1 の差分画像 ID1 と第 2 の差分画

50

像 I_{D2} が生成されると、動き評価値画像生成部 173 は、第 1 の差分画像 I_{D1} と第 2 の差分画像 I_{D2} とから第 1 の一対の超音波画像 I_t, I_{t-2} と第 2 の一対の超音波画像 I_{t-1}, I_{t-3} とを含む超音波画像群の動き評価値を有する動き評価値画像 I_{M1} を生成する。このときも、第 1 の差分画像 I_{D1} における差分と第 2 の差分画像 I_{D2} における差分との積又は和を求めることにより、第 1 の差分画像 I_{D1} と第 2 の差分画像 I_{D2} とを統合する。

【0030】

図 7 は、フレーム枚数間隔を「3」とした場合（即ち間隔設定部 171 が超音波画像間の間隔を「3」に設定した場合）における差分画像 I_D と動き評価値画像 I_M の生成を模式的に示した図である。同図に示すように、フレーム枚数間隔を「3」とした場合、差分画像生成部 172 は、現在フレームの超音波画像 I_t と 3 フレーム前の超音波画像 I_{t-3} とからなる第 1 の一対の超音波画像から第 1 の差分画像 I_{D1} を生成する。また、差分画像生成部 172 は、超音波画像 I_{t-1} と超音波画像 I_{t-4} とからなる第 2 の一対の超音波画像から第 2 の差分画像 I_{D2} を生成する。第 1 の差分画像 I_{D1} と第 2 の差分画像 I_{D2} が生成されると、動き評価値画像生成部 173 は、第 1 の差分画像 I_{D1} と第 2 の差分画像 I_{D2} とから第 1 の一対の超音波画像 I_t, I_{t-3} と第 2 の一対の超音波画像 I_{t-1}, I_{t-4} とを含む超音波画像群の動き評価値を有する動き評価値画像 I_{M1} を生成する。このときも、第 1 の差分画像 I_{D1} における差分と第 2 の差分画像 I_{D2} における差分との積又は和を求めることにより、第 1 の差分画像 I_{D1} と第 2 の差分画像 I_{D2} とを統合する。

【0031】

図 4、6、7 を対比すると、差分画像を得るために対比される超音波画像の間隔の広狭が変動している。言うまでもないが、図 4 の例に示すフレーム枚数間隔「1」が最も狭い一方、図 7 の例に示すフレーム枚数間隔「3」は最も広く、図 4 の例に示すフレーム枚数間隔の 3 倍である。したがって、例えばフレームレートが変動して、変動後のフレームレートが変動前のフレームレートの 3 倍になったときには、フレーム枚数間隔の設定を「1」から「3」に切り替えることで、差分画像を得るために対比される超音波画像の間隔が、実時間では不変となる。このように、フレームレートが高くなるほど差分画像生成のフレーム枚数間隔を広くすることにより、言い換えれば、フレームレートが低くなるほど差分画像生成のフレーム枚数間隔を狭くすることにより、実時間での差分画像の生成間隔を安定化させることができる。

【0032】

図 3 に戻り、動き評価値抽出部 174 は、動き評価値画像生成部 173 で生成された動き評価値画像に含まれる動き評価値から動体の動き評価値を抽出する。即ち、動き評価値抽出部 174 は、動き評価値画像生成部 173 で生成された動き評価値画像に含まれる動き評価値から動体の動き評価値を抽出する。図 8 は、動き評価値抽出部 174 による動体の動き評価値抽出処理前後の動き評価値画像 I_M の一例を示した図である。同図の左側は動体の動き評価値抽出処理前の動き評価値画像 I_M であり、同図の右側は動体の動き評価値抽出処理後の動き評価値画像 $I_{M'}$ である。動体の動き評価値抽出処理前の動き評価値画像 I_M には多数の動き評価値 200 が含まれており、その中から動体の動き評価値 200 が抽出されることで、動き評価値画像 $I_{M'}$ のようになる。

【0033】

ここで、動体の動き評価値 200 の抽出処理の一例として、閾値処理について説明する。閾値処理とは、生成された動き評価値画像 I_M に含まれる動き評価値 200 のうち、閾値との比較結果が所定基準を満たす（例えば、閾値よりも大きい）ものを、動体の動き評価値 200 として抽出する処理である。

【0034】

なお、動き評価値画像 I_M に含まれる動き評価値 200 から動体の動き評価値を抽出する方法として、上述した閾値処理以外に重み付け処理もある。重み付け処理とは、生成された動き評価値画像 I_M に含まれる動き評価値 200 に対して、当該動き評価値画像 I_M

のベースとなっている超音波画像群の輝度値に基づく重み付けをした値を、動体の動き評価値 200 として抽出する処理である。以下説明する具体例では、3つの超音波画像（例えば図5に示す例における超音波画像 I_t , I_{t-1} , I_{t-2} ）を基に動き評価値画像（例えば図5に示す例において超音波画像 I_t , I_{t-1} , I_{t-2} から導出される動き評価値画像 $IM1$ ）から動体の動き評価値 200 を抽出する場合を想定する。

【0035】

まず、3つの超音波画像間で互いに、全てのピクセルの輝度値が比較され、最も高い値を有する輝度値（最大輝度値）が各ピクセルについて選択される。このようにして各ピクセルについて選択された最大輝度値が、重み付け処理において重み付け係数として用いられることとなる。即ち、動き評価値画像 IM における各動き評価値 200 に対して、それぞれ対応するピクセルにおける最大輝度値を乗算することによって、各動き評価値 200 の重み付けが行われる。

10

【0036】

なお、動体の動き評価値抽出処理としては、閾値処理及び重み付け処理のいずれか一方を行ってもよいし、両方を行ってもよい。この選択は、操作入力部 11 にて任意に行えるようにするとよい。以上説明した動体の動き評価値抽出処理は、例えば、超音波画像において顕著に高い輝度値を有することが多い、穿刺針の先端位置を検出するための処理として好適である。以下の説明では、上記抽出処理を施された後の動き評価値画像 IM' を「動体抽出画像 IM' 」と言う。

【0037】

20

図3に戻り、画像補正部 175 は、動き評価値抽出部 174 で得られた動体抽出画像 IM' を、動き評価値画像生成部 173 で生成された動き評価値画像 IM に含まれる動き評価値 200 の分布又は総和に基づいて補正する。

【0038】

図9は、動き評価値 200 が多数発生した動体抽出画像 IM' の一例を示す図である。例えば使用中のプローブ4（使用プローブ）が動かされると、生成される超音波画像全体に輝度変化が生じ、場合によっては、図示するように動体抽出画像 IM' の画像全体に亘って多数の動き評価値 200 が発生することがある。しかしながら、本来発生すべき動き評価値は体内の動体の動きに起因するもののみであり、したがって、使用プローブの動きに起因するものは、ノイズとして除去されることが好ましい。そこで、画像補正部 175 は、画像全体の動き評価値 200 に対して一律に、動体抽出画像 IM' における動き評価値 200 の分布又は総和に応じた補正係数を掛けて、全ての動き評価値 200 の値を小さくする。このようにして動体抽出画像 IM' を補正することにより、使用プローブの動きが表示画像全体の画質に与える影響を軽減できるようになる。この場合、動き評価値 200 の総和が大きいほど小さい補正係数が用いられる。また、動き評価値 200 の分布が大きいほど小さい補正係数が用いられる。

30

【0039】

なお、動き評価値 200 の分布に基づく補正と動き評価値 200 の総和に基づく補正とを両方とも行うようにしてもよい。この場合、これらの補正を互いに独立に行うようにしてもよいし、動き評価値 200 の分布及び総和を双方考慮した1つの補正係数を用いて補正を行うようにしてもよい。以下の説明では、上記補正処理を施された後の動体抽出画像 IM' を「動体抽出画像 IM'' 」という。

40

【0040】

また、補正処理は、動き評価値画像生成部 173 で生成された動き評価値画像 IM に対して行ってもよい。つまり、動き評価値抽出部 174 による処理と画像補正部 175 による処理を逆にしてもよい。逆にした場合、画像補正部 175 は、動き評価値画像生成部 173 で生成された動き評価値画像 IM を、その動き評価値画像 IM に含まれる動き評価値 200 の分布又は総和に基づいて補正する。

【0041】

超音波画像診断装置 1 が画像補正部 175 を備えている場合、観察対象物そのものが動

50

く動体であるときに、プローブ４の動きによる変動を補正することができる点で、有利である。一方で、プローブ４の動きによって観察対象物の相対移動を生じさせ、これを検出することが意図される場合、画像補正部１７５の構成は不要である。即ち、画像補正部１７５の構成は必ずしも必須の構成ではなく、省略可能な場合もある。

【００４２】

動き評価結果出力部１７６は、動き評価値抽出部１７４で抽出された動き評価値２００を含む情報を画像処理部１６へ出力する。本実施の形態では、動き評価値抽出部１７４で抽出された動き評価値を含む情報は、動体抽出画像ＩＭ'である。

【００４３】

画像処理部１６は、最新の超音波画像 I_t とその超音波画像 I_t を含む超音波画像群から導出された動体抽出画像ＩＭ'とを加算することにより、超音波画像 I_t において動体が強調されてその視認性が向上した強調画像 I'_t （図１０参照）を生成する（表示強調処理）。加算による強調の方法としては、例えば二通りある。１つは、動体抽出画像ＩＭ'に含まれる動き評価値２００に応じて超音波画像 I_t の該当部分の表示輝度を上げる、という方法である。もう１つは、超音波画像 I_t の表示色とは異なる色（例えば超音波画像 I_t がモノクロ画像とすると、青色）を動体強調用の表示色として割り当てておき、超音波画像 I_t におけるその動体表示色を、動体抽出画像ＩＭ'に含まれる動き評価値２００に応じて濃くする、という方法である。画像処理部１６は、このようにして得た強調画像 I'_t を表示部３に表示する。

【００４４】

以上、超音波画像診断装置１の構成について説明した。

【００４５】

なお、超音波画像診断装置１が備える制御部１２、送信部１３、受信部１４、画像処理部１６及び動き評価部１７（間隔設定部１７１、差分画像生成部１７２、動き評価値画像生成部１７３、動き評価値抽出部１７４、画像補正部１７５及び動き評価結果出力部１７６）の各機能ブロックについて、各々の機能ブロックの一部又は全部の機能は、集積回路などのハードウェア回路として実現することができる。集積回路とは、例えばＬＳＩであり、ＬＳＩは集積度の違いにより、ＩＣ、システムＬＳＩ、スーパーＬＳＩ、ウルトラＬＳＩと呼称されることもある。また、集積回路化の手法はＬＳＩに限るものではなく、専用回路又は汎用プロセッサで実現してもよいし、ＦＰＧＡ（Ｆｉｅｌｄ　Ｐｒｏｇｒａｍ　ｍａｂｌｅ　Ｇａｔｅ　Ａｒｒａｙ）やＬＳＩ内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサを利用してもよい。また、各々の機能ブロックの一部又は全部の機能をソフトウェアにより実行するようにしてもよい。この場合、このソフトウェアは一つ又はそれ以上のＲＯＭなどの記憶媒体、光ディスク、又はハードディスクなどに記憶されており、このソフトウェアが演算処理器により実行される。

【００４６】

次いで、本実施の形態に係る超音波画像診断装置１の動作について説明する。図１１は、本実施の形態に係る超音波画像診断装置１の動作を説明するためのフローチャートである。同図において、画像処理部１６は、受信部１４が順次受信した超音波エコーを読み込み、超音波エコーに基づいて被検体の体内情報を表す超音波画像を生成する（ステップＳ１０）。画像処理部１６は、生成した超音波画像を一時的に保存する。制御部１２は、超音波画像を生成している最中に強調モードがオンになっているかどうか判定し（ステップＳ１１）、強調モードがオンになっていないと判定されると（即ち、ステップＳ１１で「ＮＯ」）、画像処理部１６は、超音波画像をそのまま表示部３に表示する（ステップＳ１２）。そして、処理フローは後述するステップＳ２０に進む。

【００４７】

なお、強調モードのオンオフ設定は、操作入力部１１での操作入力によって行われるが、強調モードをオンに設定する操作入力があったとしても、超音波画像のフレーム枚数が基準枚数に達するまでは強調モードはオンにならないようにしてもよい。ここで、フレーム枚数の基準枚数とは、強調表示を実行するに十分な超音波画像のフレーム枚数である。

例えば、本実施の形態において図 4、6、7 で例示したように、フレーム枚数間隔が最大「3」まで設定可能な場合、強調表示を実行するに十分な超音波画像のフレーム枚数は 5 枚であるため、保存された超音波画像のフレーム枚数が 5 枚に達するまでは、強調モードはオンにならないようにすることもできる。

【0048】

強調モードがオンになっていると判定されると（即ち、ステップ S 1 1 で「YES」）、動き評価部 1 7 は、画像処理部 1 6 に一時的に保存されている超音波画像を画像処理部 1 6 から読み込むと共に、フレームレート情報を取得する（ステップ S 1 3）。動き評価部 1 7 は、フレームレート情報を取得した後、取得したフレームレート情報に基づいて差分間隔（つまり上述したフレーム枚数間隔）を設定する（ステップ S 1 4）。フレームレート情報取得及び差分間隔設定は、動き評価部 1 7 の間隔設定部 1 7 1 で行われる。

10

【0049】

動き評価部 1 7 は、差分間隔を設定した後、差分画像を生成する（ステップ S 1 5）。即ち、動き評価部 1 7 は、設定したフレーム枚数間隔を有する一対の超音波画像間の差分を表す差分画像を生成する。差分画像の生成は、動き評価部 1 7 の差分画像生成部 1 7 2 で行われる。動き評価部 1 7 は、差分画像を生成した後、動き評価値画像を生成する（ステップ S 1 6）。動き評価値画像の生成は、動き評価部 1 7 の動き評価値画像生成部 1 7 3 で行われる。動き評価部 1 7 は、動き評価値画像を生成した後、生成した動き評価値画像に含まれる動き評価値から動体の動き評価値を抽出する（ステップ S 1 7）。動体の動き評価値の抽出は、動き評価部 1 7 の動き評価値抽出部 1 7 4 で行われる。

20

【0050】

動き評価部 1 7 は、動体の動き評価値の抽出を行った後、抽出した動体の動き評価値を表す動体抽出画像の補正を行う（ステップ S 1 8）。動体抽出画像の補正は、動き評価部 1 7 の画像補正部 1 7 5 で行われる。動体抽出画像の補正が行われた後、その動体抽出画像が画像処理部 1 6 に出力され、画像処理部 1 6 は、強調画像の生成及び表示を行う（ステップ S 1 9）。即ち、画像処理部 1 6 は、補正後の動体抽出画像を最新の超音波画像に加算することで動体の視認性が向上した超音波画像（強調画像）を得て、この強調画像を表示部 3 に表示させる。画像処理部 1 6 が強調画像の表示を行うと、制御部 1 2 が処理を継続するかどうか判定し、処理を継続すると判定されると（即ち、ステップ S 2 0 で「YES」）、処理フローはステップ S 1 0 に戻り、処理を継続しないと判定されると（即ち、ステップ S 2 0 で「NO」）、処理フローを終える。処理を継続するか否かの判定は、例えば、撮像（つまり超音波画像の生成）を停止させるフリーズボタン（不図示）が押下されたか否かに基づいて行うことができる。

30

【0051】

このように構成した本実施の形態の超音波画像診断装置 1 は、超音波画像の差分画像の生成間隔を超音波画像のフレームレート情報に基づいてフレーム枚数単位で可変に設定するようにしたので、差分画像の生成時間間隔、つまり差分画像を得るために比較される超音波画像の時間間隔を安定化させ、超音波画像における動体 3 0 0 の動き評価結果に対するフレームレート変動の影響を抑制することができる。これにより、超音波画像における動体 3 0 0 の動き評価の信頼性の向上が図れる。

40

【0052】

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 は、設定されたフレーム枚数の間隔をそれぞれ有する複数対の超音波画像から生成した複数の変動画像を統合することにより、複数対の超音波画像を含む超音波画像群の動き評価値を有する動き評価値画像を生成し、生成した動き評価値画像に含まれる動き評価値から動体 3 0 0 の動き評価値を抽出し、抽出した動き評価値を含む情報を出力する。即ち、複数の変動画像を統合した動き評価画像を取得するので、動体 3 0 0 の存在或いはその動きをより強調した情報を出力することができる。

【0053】

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 は、複数の変動画像における変動値の積を

50

求めることにより、複数の変動画像を統合するので、動体 300 の瞬間的な動きに対する感度を高くできる。

【0054】

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 は、複数の変動画像における変動値の和を求めることにより、複数の変動画像を統合するので、動体 300 の連続的な動きをきれなく捉えることができる。

【0055】

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 は、生成した動き評価値画像又は抽出した動き評価値を表す動体抽出画像を、生成した動き評価値画像に含まれる動き評価値の分布又は総和に基づいて補正するので、特にプローブを動かしながら撮像する場合においては、そのプローブの動きによる画質への影響を軽減することができる。

10

【0056】

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 は、生成された動き評価値画像に含まれる動き評価値のうち、閾値との比較結果が所定基準を満たすものを、動体 300 の動き評価値として抽出する、抽出処理と、生成された動き評価値画像に含まれる動き評価値に対して、生成された動き評価値画像に対応する超音波画像の輝度値に基づく重み付けをした値を、動体 300 の動き評価値として抽出する、重み付け処理と、の少なくとも一方を実行するので、動体 300 の動き評価値を正確に抽出することができる。

【0057】

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 は、出力した情報に含まれる抽出した動き評価値に応じて表示輝度を上げ又は表示色を濃くすることにより動体 300 を強調した超音波画像を表示部 3 に表示するので、表示画像において動体 300 の視認性を向上できる。

20

【0058】

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 において、生成された複数の超音波画像のフレームレートは、超音波送受信部 15 の超音波送信深度、超音波送受信部 15 のプローブタイプ、画像処理部 16 の超音波画像生成におけるコンパウンド数、又は画像処理部 16 の超音波画像生成における高調波に基づいた画像化の有無に応じて変動するので、これらの要因に応じて適度に変動画像の生成間隔を調整することができる。

【0059】

30

なお、上記実施の形態は、何れも本発明を実施するにあたっての具体化の一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその要旨、またはその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

【0060】

例えば、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 においては、動き評価結果を表示画像上での動体 300 の強調表示に活用するようにしたが、ユーザ（医師や検査技師）への動体 300 についての通知は、必ずしも表示によるものに限定されず、音声等によることもあり得る。

【0061】

40

また、ユーザへの情報通知に活用する以外に、動き評価結果を超音波の送信制御にも活用し得る。例えば、穿刺針の超音波反射特性を踏まえた超音波送信の強度や深度、方向等のパラメータの制御を、動き評価結果に基づいて行うようにしてもよい。

【0062】

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 においては、超音波画像群から生成された複数の差分画像の統合により動き評価値画像を生成して、これを原画像（例えば、最新の超音波画像）に加算するようにしたが、差分画像の統合を行わずに個々の差分画像をそのまま動き評価値画像として使用することも可能である。つまり、動き評価値画像生成部 173 の構成は、必ずしも必須ではなく、省略可能である。

【0063】

50

また、本実施の形態の超音波画像診断装置 1 においては、画像処理部 16 と動き評価部 17 をそれぞれ別体としたが、動き評価部 17 を画像処理部 16 に含ませるようにしても構わない。このようにすることで、画像処理部 16 と動き評価部 17 それぞれで使用していた CPU 等の半導体素子の削減が可能となり、コストダウンが図れる。

【符号の説明】

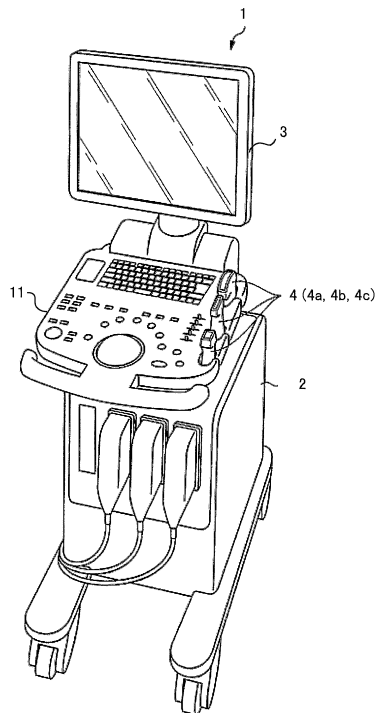
【 0 0 6 4 】

- 1 超音波画像診断装置
- 2 装置本体
- 3 表示部
- 4、4 a、4 b、4 c プローブ
- 11 操作入力部
- 12 制御部
- 13 送信部
- 14 受信部
- 15 超音波送受信部
- 16 画像処理部
- 17 動き評価部
- 17 1 間隔設定部
- 17 2 差分画像生成部
- 17 3 動き評価画像生成部
- 17 4 動き評価値抽出部
- 17 5 画像補正部
- 17 6 動き評価結果出力部
- 200 動き評価値
- 300 動体

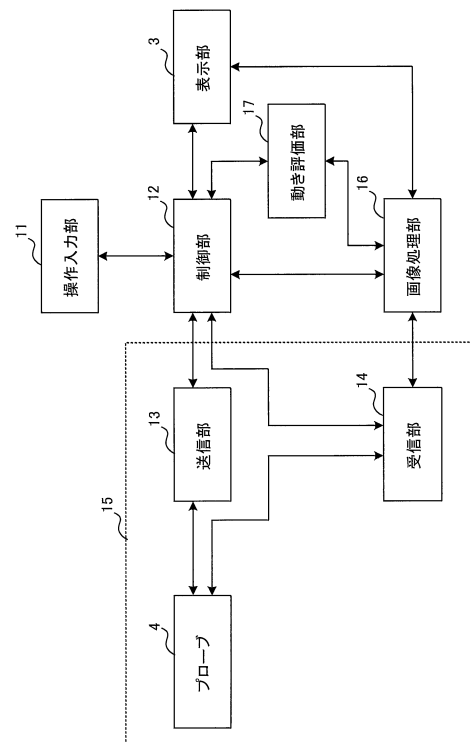
10

20

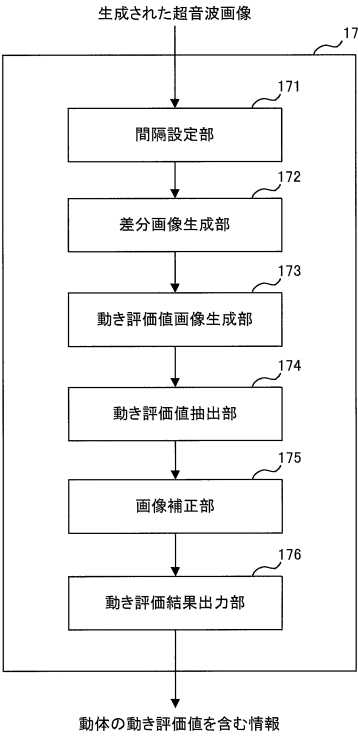
【図 1】



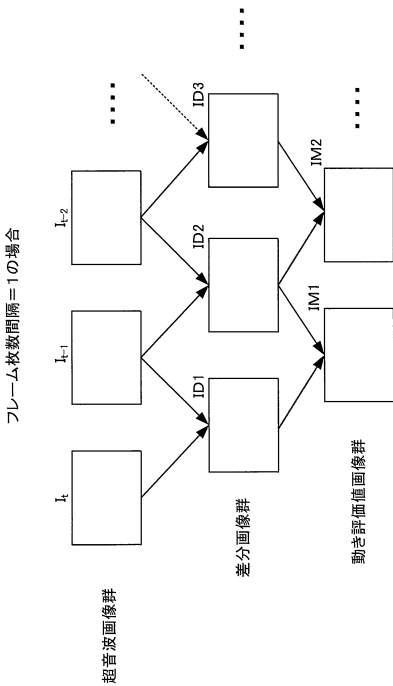
【図 2】



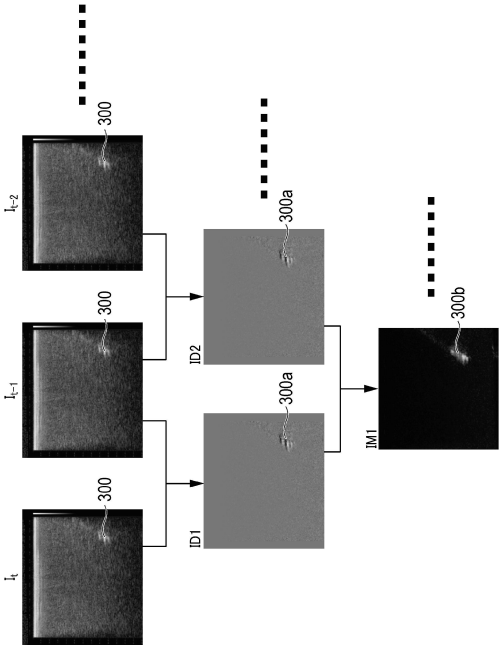
【図 3】



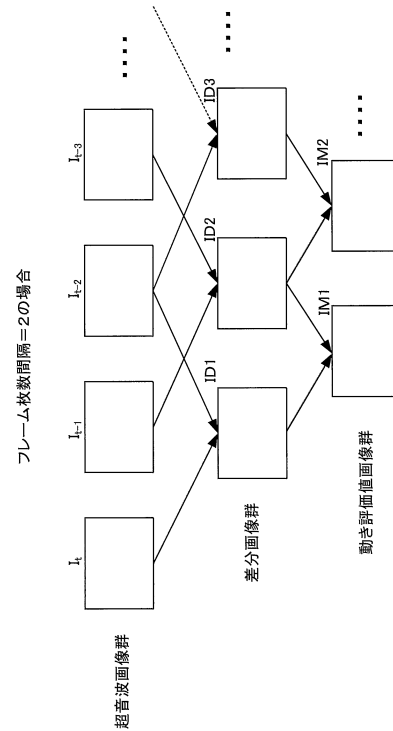
【図 4】



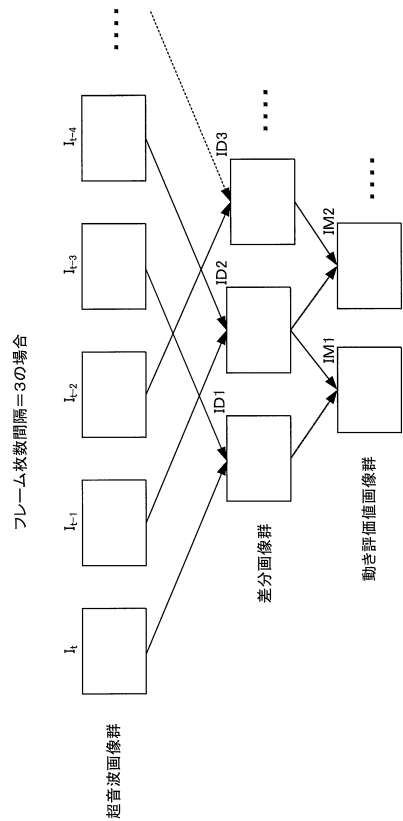
【図 5】



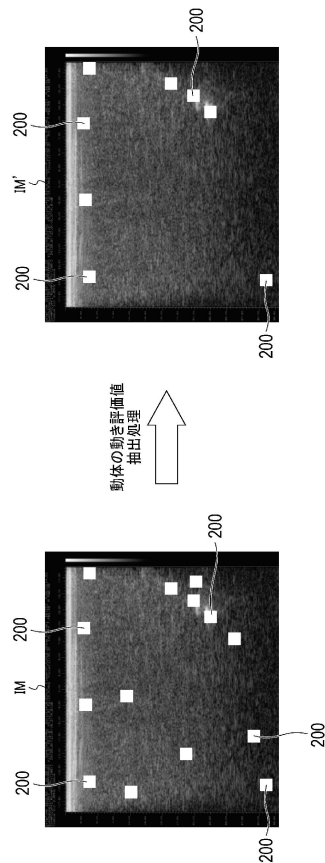
【図 6】



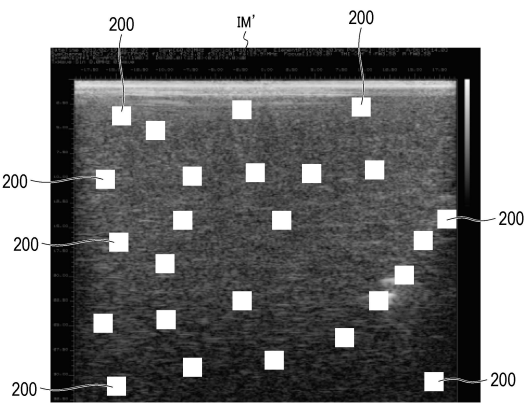
【図 7】



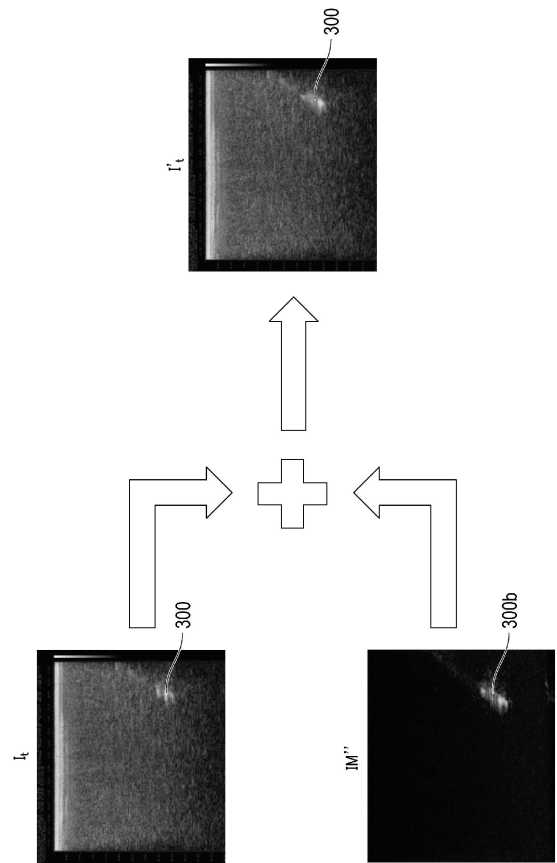
【図 8】



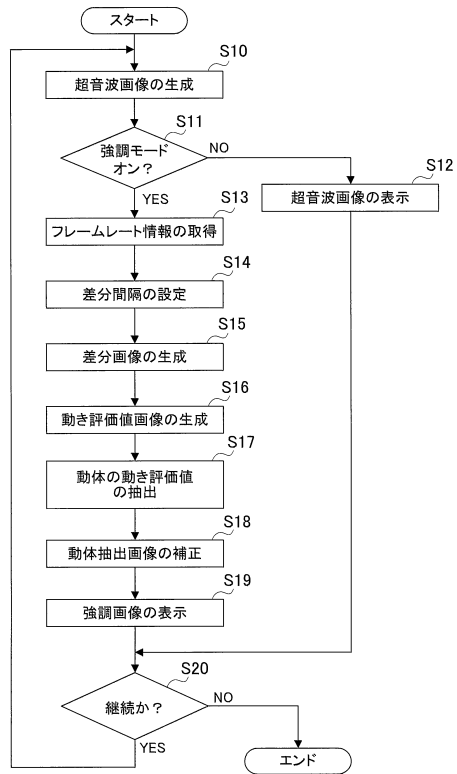
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(72)発明者 武田 義浩
東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内

審査官 富永 昌彦

(56)参考文献 特開2014-212922(JP,A)
特開平11-155858(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0323854(US,A1)
特開平05-184577(JP,A)
特開2015-131103(JP,A)
米国特許出願公開第2015/0157296(US,A1)
米国特許出願公開第2001/0044580(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61B 8/00 - 8/15