

(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2009-28194

(P2009-28194A)

(43) 公開日 平成21年2月12日(2009.2.12)

(51) Int.Cl.
A61B 8/08 (2006.01)F1
A61B 8/08テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-193979 (P2007-193979)
(22) 出願日 平成19年7月26日 (2007.7.26)(71) 出願人 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
ュー・ブルバード・ダブリュー・710
・3000
(74) 代理人 100106541
弁理士 伊藤 信和
(72) 発明者 藤原 千織
東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127
ジーイー横河メディカルシステム株式会
社内

最終頁に続く

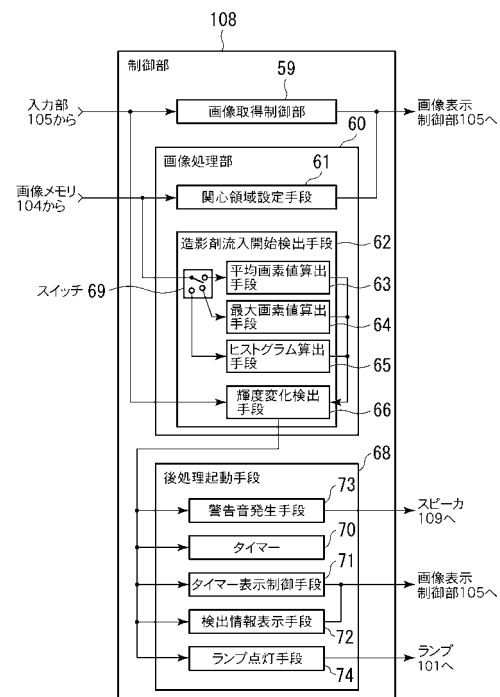
(54) 【発明の名称】 超音波撮像装置

(57) 【要約】

【課題】被検体に投与された造影剤を観察する際に、各種操作を簡便なものとし、オペレータの作業負担を軽減することができる超音波撮像装置を実現する。

【解決手段】造影剤流入開始検出手段62により、Bモード画像の関心領域が有する平均画素値の輝度変化から、造影剤の撮像領域内への流入を自動的に検出し、つづいて警告音の発生、タイマー70の起動および表示、平均画素値の大きさを示すインディケータの表示を自動で行うので、造影剤の撮像領域内への流入後に行う後処理を自動的に起動し、オペレータの手間を省くと共に、造影剤が流入した後のBモード画像33の観察および最適化にオペレータを集中させることを実現させる。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体内の撮像領域の B モード画像情報を取得する画像取得部と、
前記 B モード画像情報を表示する表示部と、
前記 B モード画像情報を用いて、前記被検体に投与された造影剤が、前記撮像領域に流入を開始する流入タイミングを検出する造影剤流入開始検出手段と、
前記流入タイミングに同期して、前記造影剤が前記撮像領域に流入を開始した後に行う後処理を起動する後処理起動手段と、
を備える超音波撮像装置。

【請求項 2】

前記造影剤流入開始検出手段は、前記 B モード画像情報の B モード画像に生じる輝度変化を検出する輝度変化検出手段を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 3】

前記輝度変化検出手段は、前記輝度変化のタイミングを、前記流入タイミングとすることを特徴とする請求項 2 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 4】

前記超音波撮像装置は、前記表示部に表示された前記撮像領域の B モード画像に、関心領域を設定する関心領域設定手段を備えることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一つに記載の超音波撮像装置。

【請求項 5】

前記輝度変化検出手段は、前記関心領域の B モード画像の輝度変化を検出することを特徴とする請求項 4 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 6】

前記輝度変化検出手段は、前記 B モード画像に含まれる画素値の平均画素値を算出する平均画素値算出手段を備えることを特徴とする請求項 5 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 7】

前記輝度変化検出手段は、前記平均画素値が閾値を越える際に、前記輝度変化が生じたとすることを特徴とする請求項 6 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 8】

前記平均画素値算出手段は、前記平均画素値の時間変化を示すタイムインテンシティカーブを保存する記録部を備えることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 9】

前記輝度変化検出手段は、前記 B モード画像情報に含まれる画素値の中の最大画素値を求める最大画素値算出手段を備えることを特徴とする請求項 5 ないし 8 のいずれか一つに記載の超音波撮像装置。

【請求項 10】

前記輝度変化検出手段は、前記最大画素値が閾値を越える際に、前記輝度変化が生じたとすることを特徴とする請求項 9 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 11】

前記輝度変化検出手段は、前記 B モード画像情報に含まれる画素値のヒストグラムを求めるヒストグラム算出手段を備えることを特徴とする請求項 5 ないし 10 のいずれか一つに記載の超音波撮像装置。

【請求項 12】

前記輝度変化検出手段は、前記ヒストグラムの分布が時間変化する際に、前記輝度変化が生じたとすることを特徴とする請求項 11 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 13】

前記輝度変化検出手段は、前記平均画素値算出手段、前記最大画素値算出手段または前記ヒストグラム算出手段を選択するスイッチを備えることを特徴とする請求項 6、9 およ

10

20

30

40

50

び 1 1 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 1 4】

前記超音波撮像装置は、警告音を発生するスピーカを備えることを特徴とする請求項 1 ないし 1 3 のいずれか一つに記載の超音波撮像装置。

【請求項 1 5】

前記後処理起動手段は、前記流入タイミングに同期して、前記スピーカに警告音を発生させる警告音発生手段を備えることを特徴とする請求項 1 4 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 1 6】

前記超音波撮像装置は、注意喚起の発光を行うランプを備えることを特徴とする請求項 1 ないし 1 5 のいずれか一つに記載の超音波撮像装置。

【請求項 1 7】

前記後処理起動手段は、前記流入タイミングに同期して、前記ランプを発光させるランプ点灯手段を備えることを特徴とする請求項 1 6 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 1 8】

前記後処理起動手段は、前記流入タイミングに同期してカウントを開始するタイマーを備えることを特徴とする請求項 1 ないし 1 7 のいずれか一つに記載の超音波撮像装置。

【請求項 1 9】

前記後処理起動手段は、前記流入タイミングに同期して、前記表示部に前記タイマーの時間情報を表示するタイマー表示制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 8 に記載の超音波撮像装置。

【請求項 2 0】

前記後処理起動手段は、前記流入タイミングに同期して、前記平均画素値の情報、前記最大画素値の情報または前記ヒストグラムの情報を表示部に表示する検出情報表示手段を備えることを特徴とする請求項 1 ないし 1 9 のいずれか一つに記載の超音波撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、造影剤が投与された被検体の B モード (mode) 画像を表示する超音波撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、被検体に造影剤を投与し、この投与された造影剤を超音波撮像装置の B モード画像を用いて撮像することが行われる。この造影剤は、気泡を多数含む液体からなり、被検体に投与された造影剤は、時間と共に体内を循環する。この際、超音波撮像装置から発せられた超音波は、造影剤から強く反射され、造影剤を高い信号強度の B モード画像として描出する。体内を循環する造影剤の時間変化は、例えばタイムインテンシティカーブ (Time Intensity Curve; TIC と略称する) を求めることにより、臨床上有用な情報をオペレータに提供する (例えば、特許文献 1 参照)。

【0003】

オペレータ (operator) は、被検体に造影剤を投与の後に、超音波プローブ (probe) を被検体に密着させ、目的とする患部に造影剤が流入するのを待つ。この間、オペレータは、造影剤の投与に同期したタイマー (timer) を起動し、B モード画像を参照しつつ撮像領域の位置および明るさ等の概略の設定を行う。そして、撮像領域に造影剤が流入すると、オペレータは、超音波プローブを保持しつつ、撮像位置および輝度等をさらに調節して最適な画像の取得に努める。

【特許文献 1】特開 2006 102030 号公報、(第 1 頁、第 1 図)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

10

20

30

40

50

しかしながら、上記背景技術によれば、オペレータの作業は、煩雑であり、オペレータは、造影剤の最適な画像の取得に集中することが容易でない。すなわち、オペレータは、造影剤の投与を行った後に、タイマーの起動、並びに、撮像位置および輝度等の調整と言った操作を、超音波プローブを保持しつつ、造影剤の撮像領域への流入タイミング (timing) を見計らって行う必要があった。

【 0 0 0 5 】

特に近年、造影剤は、構成要素である気泡が、超音波の照射により破壊されるものから、超音波の照射により破壊されず拡張運動を繰り返し行うものも使用されるようになって来ている。この造影剤は、超音波を繰り返し照射し、被検体内の動態を長時間観測することを可能にする。

【 0 0 0 6 】

一方、この造影剤を用いた撮像では、被検体に繰り返し造影剤を投与することは好ましくなく、一度の投与で確実に最適な画像を取得することが求められる。この際、上述した作業の煩雑さは、最適な画像の取得を妨げるものとなる。

【 0 0 0 7 】

これらのことから、被検体に投与された造影剤を観察する際に、各種操作を簡便なものとし、オペレータの作業負担を軽減することができる超音波撮像装置をいかに実現するかが重要となる。

【 0 0 0 8 】

この発明は、上述した背景技術による課題を解決するためになされたものであり、被検体に投与された造影剤を観察する際に、各種操作を簡便なものとし、オペレータの作業負担を軽減することができる超音波撮像装置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】

【 0 0 0 9 】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、第 1 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、被検体内の撮像領域の B モード画像情報を取得する画像取得部と、前記 B モード画像情報を表示する表示部と、前記 B モード画像情報を用いて、前記被検体に投与された造影剤が、前記撮像領域に流入を開始する流入タイミングを検出する造影剤流入開始検出手段と、前記流入タイミングに同期して、前記造影剤が前記撮像領域に流入を開始した後に行う後処理を起動する後処理起動手段とを備える。

【 0 0 1 0 】

この第 1 の観点による発明では、造影剤流入開始検出手段により、B モード画像情報を用いて、被検体に投与された造影剤が、撮像領域に流入を開始する流入タイミングを自動的に検出し、後処理起動手段により、流入タイミングに同期して、造影剤が撮像領域に流入を開始した後に行う後処理を起動する。

【 0 0 1 1 】

また、第 2 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 1 の観点に記載の超音波撮像装置において、前記造影剤流入開始検出手段が、前記 B モード画像情報の B モード画像に生じる輝度変化を検出する輝度変化検出手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

また、第 3 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 2 の観点に記載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段が、前記輝度変化のタイミングを、前記流入タイミングとすることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

この第 3 の観点の発明では、輝度変化検出手段により、造影剤の流入を検出する。

【 0 0 1 4 】

また、第 4 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 1 ないし 3 の観点のいずれか一つに記載の超音波撮像装置において、前記超音波撮像装置が、前記表示部に表示された前記撮像領域の B モード画像に、関心領域を設定する関心領域設定手段を備えることを特徴とする。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 5 】

この第 4 の観点の発明では、輝度変化の検出を行う領域を、限定された最適の位置にする。

【 0 0 1 6 】

また、第 5 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 4 の観点に記載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段が、前記撮像領域または前記関心領域の B モード画像の輝度変化を検出することを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

この第 5 の観点の発明では、撮像領域の全域または特定の関心領域の、いずれかで輝度変化を検出する。

【 0 0 1 8 】

また、第 6 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 5 の観点に記載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段が、前記 B モード画像に含まれる画素値の平均画素値を算出する平均画素値算出手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 1 9 】

この第 6 の観点の発明では、平均画素値を、輝度変化を現すパラメータとする。

【 0 0 2 0 】

また、第 7 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 6 の観点に記載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段は、前記平均画素値が閾値を越える際に、前記輝度変化が生じたとすることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

また、第 8 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 6 の観点に記載の超音波撮像装置において、前記平均画素値算出手段が、前記平均画素値の時間変化を示すタイムインテンシティカーブを保存する記録部を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

この第 8 の観点の発明では、タイムインテンシティカーブの参照を、可能にする。

【 0 0 2 3 】

また、第 9 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 5 ないし 8 の観点のいずれか一つに記載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段が、前記 B モード画像情報に含まれる画素値の中の最大画素値を求める最大画素値算出手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 4 】

この第 9 の観点の発明では、最大画素値を、輝度変化を現すパラメータとする。

【 0 0 2 5 】

また、第 10 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 9 の観点に記載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段が、前記最大画素値が閾値を越える際に、前記輝度変化が生じたとすることを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

また、第 11 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 5 ないし 10 の観点のいずれか一つに記載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段が、前記 B モード画像情報に含まれる画素値のヒストグラムを求めるヒストグラム算出手段を備えることを特徴とする。

【 0 0 2 7 】

この第 11 の観点の発明では、ヒストグラムを、輝度変化を現すパラメータとする。

【 0 0 2 8 】

また、第 12 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 11 の観点に記載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段が、前記ヒストグラムの分布が時間変化する際に、前記輝度変化が生じたとすることを特徴とする。

【 0 0 2 9 】

また、第 13 の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第 6、9 および 11 の観点に記

10

20

30

40

50

載の超音波撮像装置において、前記輝度変化検出手段が、前記平均画素値算出手段、前記最大画素値算出手段または前記ヒストグラム算出手段を選択するスイッチを備えることを特徴とする。

【００３０】

この第１３の観点の発明では、輝度変化を現すパラメータを、選択する。

【００３１】

また、第１４の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第１ないし１３の観点のいずれか一つに記載の超音波撮像装置において、前記超音波撮像装置が、警告音を発生するスピーカを備えることを特徴とする。

【００３２】

また、第１５の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第１４の観点に記載の超音波撮像装置において、前記後処理起動手段が、前記流入タイミングに同期して、前記スピーカに警告音を発生させる警告音発生手段を備えることを特徴とする。

【００３３】

この第１５の観点の発明では、オペレータに、造影剤の流入を、簡易に知らせる。

【００３４】

また、第１６の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第１ないし１５の観点のいずれか一つに記載の超音波撮像装置において、前記超音波撮像装置が、注意喚起の発光を行うランプを備えることを特徴とする。

【００３５】

また、第１７の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第１６の観点に記載の超音波撮像装置において、前記後処理起動手段が、前記流入タイミングに同期して、前記ランプを発光させるランプ点灯手段を備えることを特徴とする。

【００３６】

この第１７の観点の発明では、オペレータに、造影剤の流入を、簡易に知らせる。

【００３７】

また、第１８の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第１ないし１７の観点のいずれか一つに記載の超音波撮像装置において、前記後処理起動手段が、前記流入タイミングに同期してカウントを開始するタイマーを備えることを特徴とする。

【００３８】

この第１８の観点の発明では、造影剤の流入からの経過時間を計測する。

【００３９】

また、第１９の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第１８の観点に記載の超音波撮像装置において、前記後処理起動手段が、前記流入タイミングに同期して、前記表示部に前記タイマーの時間情報を表示するタイマー表示制御手段を備えることを特徴とする。

【００４０】

この第１９の観点の発明では、造影剤の流入からの経過時間を、表示する。

【００４１】

また、第２０の観点の発明にかかる超音波撮像装置は、第１ないし１９の観点のいずれか一つに記載の超音波撮像装置において、前記後処理起動手段が、前記平均画素値の情報、前記最大画素値の情報または前記ヒストグラムの情報を表示部に表示する検出情報表示手段を備えることを特徴とする。

【００４２】

この第２０の観点の発明では、平均画素値、最大画素値またはヒストグラムの情報を表示し、輝度の変化を、オペレータに認識させる。

【発明の効果】

【００４３】

本発明によれば、被検体に投与された造影剤が撮像領域に流入する流入タイミングを自動的に検出し、この流入タイミングに同期して、タイマーの起動等の造影剤の流入後に生じる後処理を起動することとしているので、オペレータの作業負担を軽減し、ひいてはオ

10

20

30

40

50

ペレータを、造影剤を含むBモード画像の取得に集中させ、好適なBモード画像を一度の造影剤投与で取得することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0044】

以下に添付図面を参照して、この発明にかかる超音波撮像装置を実施するための最良の形態について説明する。なお、これにより本発明が限定されるものではない。

(実施の形態1)

【0045】

まず、本実施の形態1にかかる超音波撮像装置100の全体構成について説明する。図1は、本実施の形態1にかかる超音波撮像装置100の全体構成を示すブロック(b l o c k)図である。超音波撮像装置100は、超音波プローブ10、画像取得部102、画像メモリ(memory)104、画像表示制御部105、表示部106、入力部107、スピーカ(s p e a k e r)109、ランプ(l a m p)101および制御部108を含む。

10

【0046】

超音波プローブ10は、超音波を送受信するための部分、つまり被検体2の撮像断面の特定方向に超音波を照射し、被検体2の内部からその都度反射された超音波エコー(e c h o)を時系列的な音線として受信する。超音波プローブ10は、圧電素子がアレイ(a r r a y)状に配列された探触子アレイを含み、この配列の方向を向く電子走査方向を含む2次元断層画像情報を取得する。

20

【0047】

画像取得部102は、送受信部およびBモード処理部等を含む。送受信部は、超音波プローブ10と同軸ケーブル(c a b l e)によって接続されており、超音波プローブ10の圧電素子を駆動するための電気信号を発生する。また、送受信部は、受信した反射超音波エコーの初段増幅も行う。

【0048】

Bモード処理部は、送受信部で増幅された反射超音波エコー信号からBモード画像をリアルタイム(r e a l t i m e)で生成するための処理を行う。

【0049】

画像メモリ104は、画像取得部102で取得されたBモード画像情報等を保存する、大容量メモリである。画像メモリ104は、例えばハードディスク(h a r d d i s k)等から構成される。

30

【0050】

画像表示制御部105は、Bモード処理部で生成されたBモード画像情報等の表示フレームレート(f r a m e r a t e)変換、並びに、画像表示の形状や位置制御を行う。

【0051】

表示部106は、CRT(C a t h o d e R a y T u b e)あるいはLCD(L i q u i d C r y s t a l D i s p l a y)等からなり、Bモード画像等の表示を行う。

【0052】

入力部107は、キーボード(k e y b o a r d)、マウス(m o u s e)等からなり、オペレータにより、操作入力信号が入力される。入力部107は、例えば、Bモードによる表示あるいはドップラ(d o p p l e r)処理の表示を選択するための操作入力、表示された画像情報に画像処理を行うためのカーソル(c u r s o r)等による指定、各種閾値の設定を行う操作入力等が行われる。

40

【0053】

制御部108は、入力部107から入力された操作入力信号および予め記憶したプログラム(p r o g r a m)やデータ(d a t a)に基づいて、超音波撮像装置各部の動作を制御する画像取得制御部および画像メモリ104に保存された2次元断層画像情報を用いて、画像処理を行う画像処理部を含む。

50

【 0 0 5 4 】

ランプ 1 0 1 は、制御部 1 0 8 からの指示により、発光する。この発光では、オペレータの関心を引くような色、例えば赤色等が用いられる。

【 0 0 5 5 】

スピーカ 1 0 9 は、制御部 1 0 8 からの指示により、音を発生する。この音は、オペレータの関心を引くような警告音を発生するものである。

【 0 0 5 6 】

図 2 は、制御部 1 0 8 の機能的な構成を示すブロック図である。制御部 1 0 8 は、画像取得制御部 5 9、画像処理部 6 0 および後処理起動手段 6 8 を含む。

【 0 0 5 7 】

画像取得制御部 5 9 は、被検体 2 の B モード画像情報の取得を制御し、取得された B モード画像情報の表示および画像メモリ 1 0 4 への保存等の制御を行う。

【 0 0 5 8 】

画像処理部 6 0 は、画像メモリ 1 0 4 の B モード画像情報を用いて演算処理等を行い、被検体 2 に投与された造影剤が、目的とする撮像領域に流入するタイミングを自動検出する。画像処理部 6 0 は、関心領域設定手段 6 1 および造影剤流入開始検出手段 6 2 を含む。

【 0 0 5 9 】

関心領域設定手段 6 1 は、表示部 1 0 6 の画面に表示された B モード画像に関心領域 (R O I ; R e g i o n O f I n t e r e s t) を設定する。この関心領域は、入力部 1 0 7 のマウス等を用いて、画面上に存在するカーソルの位置を指定し、例えば円形の関心領域を設定する。また、関心領域設定手段 6 1 は、設定された関心領域に対応する画像メモリ 1 0 4 の 2 次元断層画像情報を抽出し、造影剤流入開始検出手段 6 2 に送信する。

【 0 0 6 0 】

造影剤流入開始検出手段 6 2 は、平均画素値算出手段 6 3、最大画素値算出手段 6 4、ヒストグラム算出手段 6 5、輝度変化検出手段 6 6 およびスイッチ (s w i t c h) 6 9 を含む。平均画素値算出手段 6 3 は、設定された関心領域の 2 次元断層画像情報または撮像領域のすべてを含む 2 次元断層画像情報の画素値の平均を行い、平均画素値を求める。ここで、画素値を A_i 、画素位置のパラメータ (p a r a m e t e r) を i 、関心領域または撮像領域の画素数を N とすると、平均画素値 A_V は、

【 0 0 6 1 】

$$A_V = (A_i) / N$$

で算出される。なお、加算を現す のパラメータは、 $i = 1 \sim N$ で、式中では省略した。なお、平均画素値算出手段 6 3 は、図示しない記録部を有し、求められた平均画素値の情報が時系列を持って保存される。この記録部の情報は、T I C (タイムインテンシティカーブ) の情報を形成する。

【 0 0 6 2 】

最大画素値算出手段 6 4 は、設定された関心領域の 2 次元断層画像情報または撮像領域のすべてを含む 2 次元断層画像情報の画素値の最大画素値を求める。ここで、画素値を A_i 、画素位置のパラメータを i 、関心領域または撮像領域の画素数を N とすると、最大画素値 A_M は、

【 0 0 6 3 】

$$A_M = M a x (A_1、A_2、\cdots、A_n)$$

で算出される。なお、ヒストグラム (h i s t o g r a m) 算出手段 6 5 については、後に詳述する。

【 0 0 6 4 】

スイッチ 6 9 は、入力部 1 0 7 からの入力信号により、平均画素値算出手段 6 3、最大画素値算出手段 6 4 およびヒストグラム算出手段 6 5 のいずれか一つを選択する。オペレータは、2 次元断層画像情報が関心領域のみのものか、あるいは撮像領域の全領域を含むものか、さらに造影剤による検査の対象が、血液中かあるいは組織中か等により、最適な

10

20

30

40

50

検出方法を選択する。

【0065】

輝度変化検出手段66は、平均画素値算出手段63、最大画素値算出手段64またはヒストグラム算出手段65で算出される平均画素値、最大画素値またはヒストグラム等の情報を用いて、Bモード画像の輝度変化を検出し、輝度変化検出信号を発生する。

【0066】

輝度変化検出手段66には、予め入力部107から、閾値情報が入力される。造影剤が撮像領域または関心領域に流入を開始する際に、平均画素値または最大画素値は、画素値が増加する。この閾値情報は、造影剤が流入したかどうかを判定する場合の基準値として用いられ、平均画素値または最大画素値が閾値情報の閾値を超える場合に、造影剤が流入したと判定され、この判定が行われたタイミングを流入タイミングとする。なお、閾値情報は、検出方法、撮像部位等を考慮し実験的に決定される。

【0067】

後処理起動手段68は、輝度変化検出手段66により発生された輝度変化検出信号を起動信号として、造影剤が撮像領域に流入した後に行われる後処理を起動する。図2に示す後処理起動手段68では、警告音の発生、ランプの点灯、タイマーの起動およびインディケータ(indicator)の表示を行う例が示されている。後処理起動手段68は、警告音発生手段73、ランプ点灯手段74、タイマー70、タイマー表示制御手段71および検出情報表示手段72を含む。

【0068】

警告音発生手段73は、輝度変化検出手段66からの輝度変化検出信号に同期して、スピーカ109に警告音を発生させる。

【0069】

ランプ点灯手段74は、輝度変化検出手段66からの輝度変化検出信号に同期して、ランプ101を発光させる。

【0070】

タイマー70は、輝度変化検出手段66からの輝度変化検出信号に同期して、零から時間の計測を開始する。タイマー表示制御手段71は、輝度変化検出手段66からの検出パルスに同期して、タイマー70で計測されつつある時間情報の表示を開始する。タイマー表示制御手段71は、タイマー70の時間情報を、リアルタイムに画像表示制御部105へ送信し、表示部106に表示する。

【0071】

検出情報表示手段72は、輝度変化検出手段66からの輝度変化検出信号に同期して、表示部106に平均画素値、最大画素値、タイムインテンシティカーブ、ヒストグラム等の検出情報を表示する。なお、本実施の形態1では、検出情報表示手段72は、表示部106に平均画素値を示すインディケータを、表示する。

【0072】

つぎに、本実施の形態1にかかる制御部108の動作について、図3を用いて説明する。図3は、制御部108の動作を示すフローチャート(flow chart)である。まず、オペレータは、制御部108に初期設定を行う(ステップS301)。この初期設定では、入力部107から、Bモードの選択、造影剤の撮像領域への流入を自動検出する造影剤流入開始検出手段の起動、検出処理の方法、閾値の入力等の設定を行う。なお、本実施の形態1では、検出処理の方法としては、平均画素値算出手段63が選択された場合を示す。

【0073】

その後、オペレータは、被検体2に超音波プローブ10を密着させ、表示部106に目的とする撮像領域のBモード画像を描出させつつ、関心領域(ROI; Region Of Interest)の設定を行う(ステップS302)。この関心領域の設定では、例えば、表示部106のBモード画像に描出される被検体2の血管に、関心領域を設定する。図4は、表示部106に表示されるBモード画像33に描出された血管32に、関心

10

20

30

40

50

領域 3 1 を設定した例である。関心領域 3 1 は、B モード画像 3 3 に描出された血管 3 2 内の、撮像領域に血液 3 4 が流入する部分に設定される。

【 0 0 7 4 】

その後、オペレータは、被検体 2 に造影剤の投与を行う（ステップ S 3 0 3）。オペレータは、被検体 2 の静脈に造影剤を投与する。投与後この造影剤は、静脈から心臓を経由して動脈に入り、被検体 2 の体内を循環する。この循環で、造影剤は、動脈内を概ね塊状の状態のまま移動し、所定時間の後に各種臓器、例えば肝臓に流入する。そして、造影剤は、この循環を繰り返しつつ、徐々に拡散し、肝臓等の組織部の細胞内に取り込まれる。

【 0 0 7 5 】

その後、制御部 1 0 8 は、造影剤流入開始検出手段 6 2 により、造影剤流入開始検出処理を行う（ステップ S 3 0 4）。図 5 は、造影剤流入開始検出手段 6 2 で行われる造影剤流入開始検出処理の動作を示すフローチャートである。図 5 では、造影剤流入開始を、B モード画像 3 3 に設定された関心領域 3 1 の平均画素値の変化から検出する。ここで、ステップ S 3 0 1 で行われた初期設定により、スイッチ 6 9 では、平均画素値算出手段 6 3 が選択されているものとする。

10

【 0 0 7 6 】

平均画素値算出手段 6 3 は、関心領域設定手段 6 1 から、B モード画像 3 3 に設定された関心領域 3 1 の最新の 2 次元断層画像情報を取得し（ステップ S 5 0 0）、この 2 次元断層画像情報に含まれる画素値の平均画素値を算出する（ステップ S 5 0 1）。そして、輝度変化検出手段 6 6 は、この平均画素値を、入力部 1 0 7 から設定された閾値と比較し、閾値を越えたかどうかを判定する（ステップ S 5 0 2）。輝度変化検出手段 6 6 は、平均画素値が閾値を越えない場合には（ステップ S 5 0 2 否定）、ステップ S 5 0 0 に移行し、再度関心領域 3 1 の 2 次元断層画像情報を取得する。また、輝度変化検出手段 6 6 は、平均画素値が閾値を越える場合には（ステップ S 5 0 2 肯定）、造影剤が撮像領域に流入した流入タイミングにあるとして輝度変化検出信号を発生し（ステップ S 5 0 3）、本造影剤流入開始検出処理を終了する。なお、算出された平均画素値は、順次図示しない記録部に保存され、以下に述べる T I C の情報を形成する。

20

【 0 0 7 7 】

図 6 は、関心領域 3 1 の平均画素値が時間変化する様子を示す T I C を、例示したものである。横軸は、時間を示し、縦軸は、関心領域 3 1 の平均画素値を示している。当初 T I C は、造影剤が未流入であるので、低い平均画素値で概ね一定する造影剤未流入時期 8 6 を有する。

30

【 0 0 7 8 】

造影剤は、B モード画像 3 3 の撮像領域に到達すると、血管 3 2 の画像中に高輝度の塊状領域として流入する。血液の流入部分に設定された関心領域 3 1 の平均画素値は、造影剤の流入に伴って上昇し、造影剤流入時期 8 7 を形成する。造影剤は、血液中で塊状状態を概ね維持しつつ移動し、関心領域 3 1 を通過して行く。これに伴い平均画素値は、再び低下し、概ね造影剤未流入時期 8 6 と同様の平均画素値になる。ここで、造影剤の流入を検出する閾値は、造影剤未流入時期 8 6 の平均画素値の変動幅を越える、最小の値となるように実験的に決定される。

40

【 0 0 7 9 】

その後、図 3 に戻り、後処理起動手段 6 8 は、輝度変化検出信号に基づいて、造影剤が撮像領域に入力した後の後処理起動処理を開始する（ステップ S 3 0 6）。

【 0 0 8 0 】

図 7 は、後処理起動手段 6 8 の動作を示すフローチャートである。まず、後処理起動手段 6 8 は、輝度変化検出信号が入力したかどうかを判定する（ステップ S 7 0 0）。後処理起動手段 6 8 は、輝度変化検出信号が入力していない場合には（ステップ S 7 0 0 否定）、輝度変化検出信号が入力するまでこの判断処理を繰り返す。

【 0 0 8 1 】

また、後処理起動手段 6 8 は、輝度変化検出信号が入力した場合には（ステップ S 7 0

50

0 肯定)、造影剤が撮像領域に流入を開始する流入タイミングにあるとして、タイマー 70 を起動する(ステップ S 701)。これにより、タイマー 70 は、造影剤流入後の経過時間情報を含むものとなる。

【0082】

その後、後処理起動手段 68 は、警告音発生手段 73 を用いて、スピーカ 109 から警告音を発する(ステップ S 702)。この警告音により、オペレータは、B モード画像 33 の詳細を観察すること無く、撮像領域への造影剤の流入を認識する。

【0083】

その後、後処理起動手段 68 は、タイマー表示制御手段 71 を起動する(ステップ S 703)。タイマー表示制御手段 71 は、タイマー 70 の経過時間情報を、所定の時間間隔を持って画像表示制御部 105 に送信する。そして、画像表示制御部 105 は、撮像領域に造影剤が流入してからの経過時間情報を、B モード画像 33 と共に表示する。

【0084】

その後、後処理起動手段 68 は、検出情報表示手段 72 を起動し、表示部 106 に検出情報を示すインディケータを表示する(ステップ S 704)。検出情報表示手段 72 は、平均画素値算出手段 63 で算出された平均画素値の情報を、画像表示制御部 105 に送信する。そして、撮像領域に造影剤が流入してからの平均画素値情報を、B モード画像 33 と共に表示部 106 に表示する。

【0085】

図 8 は、B モード画像 33 と共に表示される経過時間情報および平均画素値情報の一例を示す図である。表示部 106 の表示画面には、B モード画像 33 と共に、タイマー表示部 81 およびインディケータ 82 を含む。タイマー表示部 81 は、タイマー 70 でカウント(count)された経過時間情報を、リアルタイムに数値表示する。また、インディケータ 82 は、関心領域 31 の平均画素値の大きさを、上下方向に伸縮する伸縮表示部 83 の大きさで表示する。なお、インディケータ 82 は、平均画素値の大きさ、数値表示することもできる。

【0086】

その後、オペレータは、警告音またはタイマー表示部 81 の表示開始等により、造影剤の撮像領域への流入を認識し、超音波プローブ 10 の位置または利得等の微調節を行い、B モード画像 33 に描出される造影剤の観察を行い(ステップ S 307)、本処理を終了する。

【0087】

上述してきたように、本実施の形態 1 では、造影剤流入開始検出手段 62 により、関心領域 31 が有する平均画素値の輝度変化から、造影剤の撮像領域内への流入を自動的に検出し、つづいて警告音の発生、タイマー 70 の起動および表示、平均画素値の大きさを示すインディケータ 82 の表示を自動で行うので、造影剤の撮像領域内への流入後に行う後処理を自動的に起動し、オペレータの手間を省くと共に、造影剤が流入した後の B モード画像 33 の観察および最適化にオペレータを集中させることができる。

【0088】

また、本実施の形態 1 では、平均画素値算出手段 63 を用いて関心領域 31 の平均画素値を算出し、この平均画素値が閾値を越える際に、造影剤が撮像領域に流入したとしたが、スイッチ 69 により、平均画素値算出手段 63 を選択する代わりに最大画素値算出手段 64 を選択し、関心領域 31 の最大画素値を算出し、この最大画素値が閾値を越える際に、造影剤が撮像領域に流入したとすることもできる。なお、最大画素値算出手段 64 が選択された場合には、インディケータ 82 の表示内容は、最大画素値の情報とする。

【0089】

また、本実施の形態 1 では、関心領域 31 を B モード画像 33 に設定し、関心領域 31 の平均画素値または最大画素値から造影剤の流入を判定することとしたが、関心領域 31 の設定を行わず、全撮像領域を含む B モード画像 33 の 2 次元断層画像情報をすべて用いて、平均画素値または最大画素値を算出し、造影剤の流入を判定することもできる。

【0090】

また、本実施の形態1では、表示部106にタイマー表示部81およびインディケータ82を表示する例を示したが、図6に示したタイムインテンシティカーブ(TIC)を、Bモード画像33と共に表示部106に表示することもできる。

【0091】

また、本実施の形態1では、後処理起動手段68は、警告音発生手段73およびタイマー70等を起動することとしたが、造影剤が撮像領域に流入した後に行われるルーチン(routine)操作、例えば利得調整等を、マクロプログラム(macro program)として記録しておき、このマクロプログラムを輝度変化検出信号に同期して起動することもできる。これにより、造影剤が撮像領域に流入した後に行われるオペレータのルーチン操作を、一層軽減することができる。

10

【0092】

また、本実施の形態1では、後処理起動手段68は、警告音発生手段73を起動することとしたが、同時にまたは代わりに、ランプ点灯手段74に送信された輝度変化検出信号に基づいて、ランプ101を発光させ、オペレータに注意の喚起を促すこともできる。これにより、オペレータは、造影剤が撮像領域に流入した流入タイミングを、一層容易に認識することができる。

(実施の形態2)

【0093】

ところで、上記実施の形態1では、撮像領域または関心領域の2次元断層画像情報を用いて平均画素値または最大画素値を算出し、これら画素値の輝度変化から造影剤の流入を検出することとしたが、撮像領域または関心領域の画素値のヒストグラムを算出し、このヒストグラムの時間変化から造影剤の撮像領域への流入を検出することもできる。そこで、本実施の形態2では、撮像領域の2次元断層画像情報から画素値のヒストグラムを算出し、このヒストグラムの時間変化から造影剤の撮像領域への流入を検出する場合を示すことにする。

20

【0094】

ここで、超音波撮像装置100の構成は、図1および図2に示したものと全く同様であるので、説明を省略する。つぎに、制御部108の動作は、図3に示したフローチャートのステップS301の初期設定、ステップS303の関心領域の設定およびステップS304の造影剤流入開始検出処理を除いて全く同様であり、ここでは異なる部分のみを述べる。

30

【0095】

まず、ステップS301の初期設定でオペレータは、入力部107から、スイッチ69を切り換える設定を行い、ヒストグラム算出手段65を選択する。

【0096】

その後、オペレータは、ステップS303の関心領域の設定を行わず、後述するヒストグラムの算出は、撮像領域の全領域を含む2次元断層画像情報を用いて行われる。

【0097】

その後、制御部108の造影剤流入開始検出手段62は、造影剤流入開始検出処理を行う。図9は、本実施の形態2にかかる造影剤流入開始検出処理の動作を示すフローチャートである。まず、ヒストグラム算出手段65は、撮像領域の2次元断層画像情報を、画像メモリ104から取得する(ステップS901)。

40

【0098】

その後、ヒストグラム算出手段65は、この2次元断層画像情報の画素値を用いて、ヒストグラムを算出する(ステップS902)。図10は、ヒストグラム算出手段65により、Bモード画像33を用いて算出されたヒストグラムを示す説明図である。図10(A)は、造影剤が撮像領域に流入していない場合のヒストグラム91の図である。横軸は、画素値を示し、縦軸は、画素数(度数)を示している。なお、画素値は、全64階調の場合を例示している。Bモード画像33の画素値は、零から全階調の半分の階調を有する画

50

素値の間に概ね存在し、これらの画素値は、被検体 2 の組織部が有する値である。

【 0 0 9 9 】

図 1 0 (B) は、造影剤が撮像領域に流入した場合のヒストグラム 9 2 の図である。図 1 0 (A) に示した組織部の画素が示す分布に加え、造影剤の流入により、高い画素値部分に新たなピーク (p e a k) が発生する。なお、ヒストグラム算出手段 6 5 は、図示しない記録部を有し、算出されたヒストグラムの情報が時系列を持って保存される。この記録部の情報は、以下に述べるヒストグラムの差分等を行う際に用いられる。

【 0 1 0 0 】

その後、ヒストグラム算出手段 6 5 は、算出されたヒストグラムと、これ以前に算出された記録部のヒストグラムとの差分を行い、差分ヒストグラムを算出する (ステップ S 9 0 3) 。そして、造影剤流入開始検出手段 6 2 の輝度変化検出手段 6 6 は、差分ヒストグラムに画素数が閾値を越える画素値が存在するかどうかを判定する (ステップ S 9 0 4)

10

【 0 1 0 1 】

ここで、輝度変化検出手段 6 6 は、差分ヒストグラムに画素数が閾値を越える画素値が存在しない場合には (ステップ S 9 0 4 否定) 、ヒストグラムに変化がなく、造影剤が撮像領域に流入していないので、ステップ S 9 0 1 に移行し、後続するフレームの 2 次元断層画像情報を取得する。

【 0 1 0 2 】

また、輝度変化検出手段 6 6 は、差分ヒストグラムに画素数が閾値を越える画素値が存在する場合には (ステップ S 9 0 4 肯定) 、ヒストグラムに変化が生じ、造影剤が撮像領域に流入したと考えられるので、輝度変化検出信号を発生する (ステップ S 9 0 5) 。

20

【 0 1 0 3 】

図 1 0 (C) は、ヒストグラム 9 1 および 9 2 が差分されて生じる差分ヒストグラム 9 3 を示す説明図である。差分ヒストグラム 9 3 は、造影剤の流入により画素数の変化を生じた画素値部分のみが抽出される。造影剤は、拡がりを持った塊状の状態を概ね維持したまま、血管中を流れる。差分ヒストグラム 9 3 は、この塊状部分の拡がりが大きいく程、画素値のばらつきが大きくなり、拡がったものとなる。ここで、差分ヒストグラム 9 3 が有するピークのピーク画素数が、閾値を越える場合には、所定の投与量の造影剤が検出されたと見なし、撮像領域に造影剤が流入した流入タイミングにあり、輝度変化検出手段 6 6 は、輝度変化検出信号を発生する。

30

【 0 1 0 4 】

上述してきたように、本実施の形態 2 では、ヒストグラム算出手段 6 5 により、撮像領域の 2 次元断層画像情報からヒストグラムを算出し、取得時間の異なるヒストグラムの差分から、撮像領域の輝度変化を高い精度で求めることができる。

【 0 1 0 5 】

また、本実施の形態 2 では、ヒストグラム算出手段 6 5 により、撮像領域のヒストグラムを求めたが、同様に撮像領域に関心領域を設定し、この関心領域のヒストグラムを求め、輝度変化を検出することもできる。

【 0 1 0 6 】

また、本実施の形態 2 では、ヒストグラム算出手段 6 5 により、撮像領域のヒストグラムを求めたが、このヒストグラムを表示部 1 0 6 に表示させ、目視により造影剤の撮像領域への流入を判定することもできる。

40

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 0 7 】

【 図 1 】 超音波撮像装置の全体構成を示すブロック図である。

【 図 2 】 制御部の機能的な構成を示すブロック図である。

【 図 3 】 実施の形態 1 にかかる超音波撮像装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 4 】 関心領域が設定された B モード画像の一例を示す説明図である。

【 図 5 】 実施の形態 1 にかかる造影剤流入開始検出処理の動作を示すフローチャートであ

50

る。

【図 6】T I C (タイムインテンシティカーブ) の一例を示す説明図である。

【図 7】実施の形態 1 にかかる後処理起動処理の動作を示すフローチャートである。

【図 8】実施の形態 1 にかかる表示部の構成を示す説明図である。

【図 9】実施の形態 2 にかかる造影剤流入開始検出処理の動作を示すフローチャートである。

【図 10】実施の形態 2 にかかるヒストグラムおよび差分ヒストグラムの一例を示す説明図である。

【符号の説明】

【 0 1 0 8 】

10

2 被検体

1 0 超音波プローブ

3 1 関心領域

3 2 血管

3 3 B モード画像

3 4 血液

5 9 画像取得制御部

6 0 画像処理部

6 1 関心領域設定手段

6 2 造影剤流入開始検出手段

20

6 3 平均画素値算出手段

6 4 最大画素値算出手段

6 5 ヒストグラム算出手段

6 6 輝度変化検出手段

6 8 後処理起動手段

6 9 スイッチ

7 0 タイマー

7 1 タイマー表示制御手段

7 2 検出情報表示手段

7 3 警告音発生手段

30

7 4 ランプ点灯手段

8 1 タイマー表示部

8 2 インディケータ

8 3 伸縮表示部

8 6 造影剤未流入時期

8 7 造影剤流入時期

9 1、9 2 ヒストグラム

9 3 差分ヒストグラム

1 0 0 超音波撮像装置

1 0 1 ランプ

40

1 0 2 画像取得部

1 0 4 画像メモリ

1 0 5 画像表示制御部

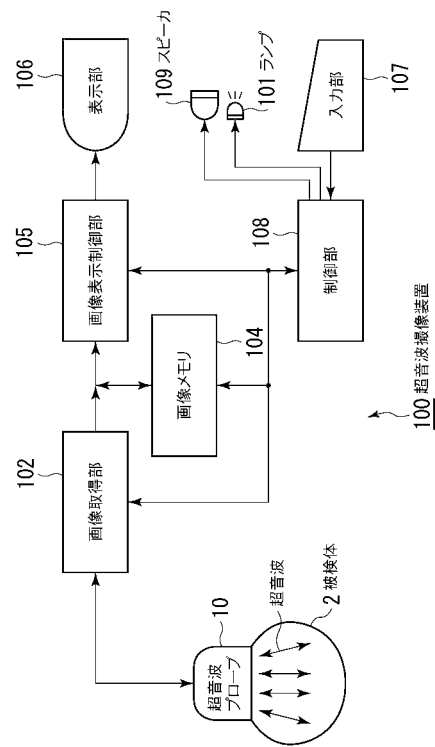
1 0 6 表示部

1 0 7 入力部

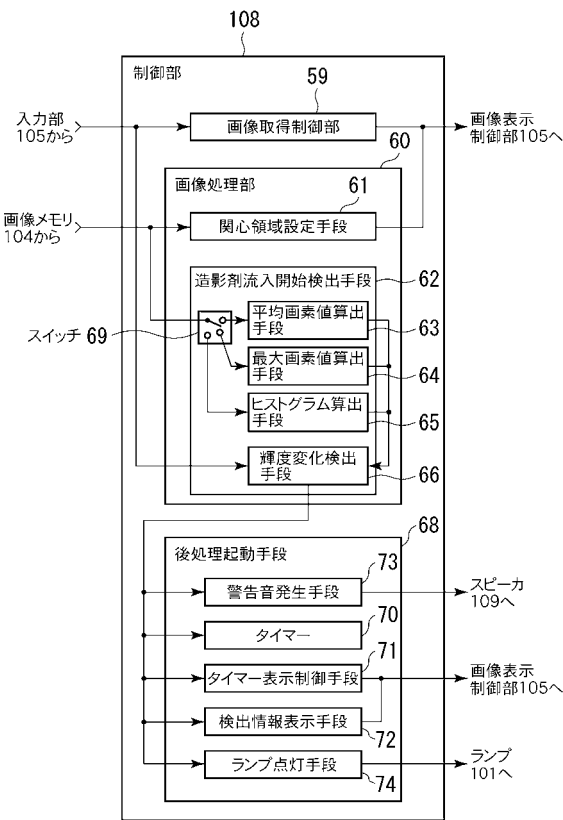
1 0 8 制御部

1 0 9 スピーカ

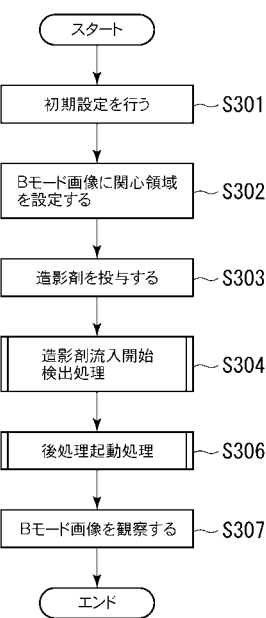
【 図 1 】



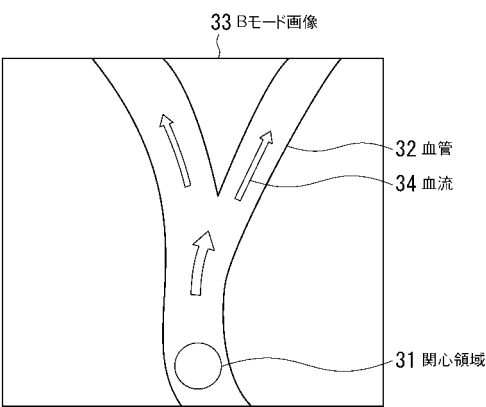
【 図 2 】



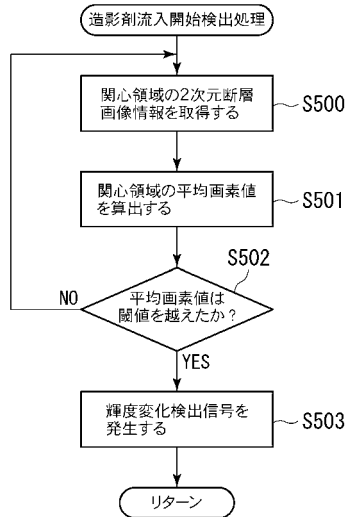
【 図 3 】



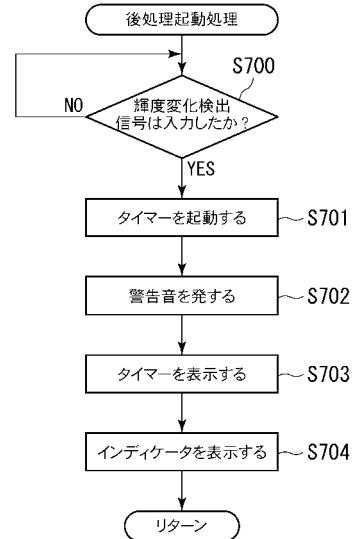
【 図 4 】



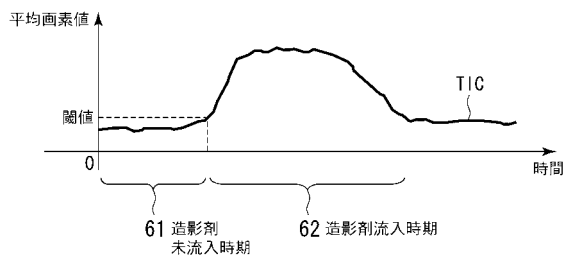
【図 5】



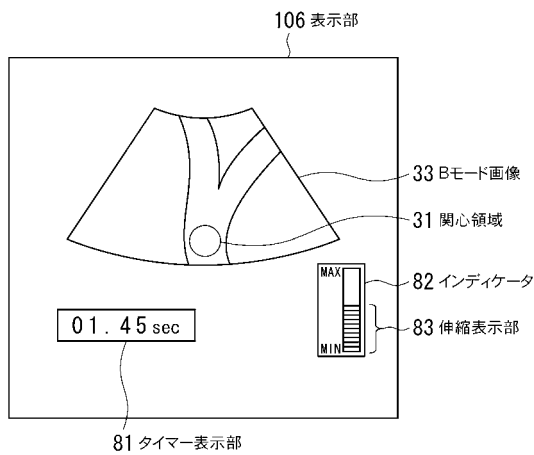
【図 7】



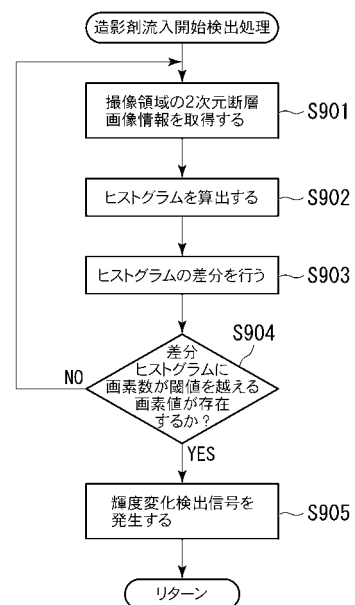
【図 6】



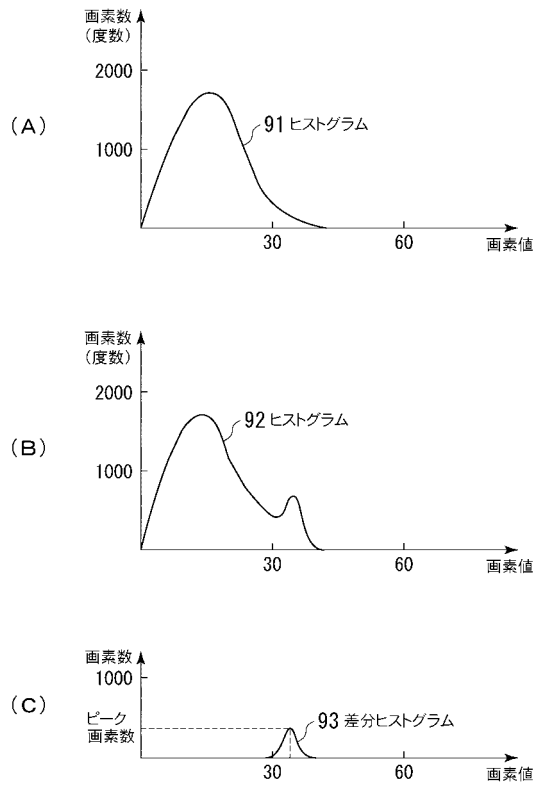
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

(72)発明者 阿部 弥生

東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内

(72)発明者 見山 広二

東京都日野市旭が丘四丁目7番地の127 ジーイー横河メディカルシステム株式会社内

Fターム(参考) 4C601 BB02 DE06 DE11 EE11 JB36 JB40 JB48 JB50 JC07 JC37

KK07 KK12 KK16