

(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2015-54056

(P2015-54056A)

(43) 公開日 平成27年3月23日(2015.3.23)

(51) Int.Cl.
A61B 8/00 (2006.01)F1
A61B 8/00テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2013-188776 (P2013-188776)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成25年9月11日 (2013.9.11)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(71) 出願人	594164542
			東芝メディカルシステムズ株式会社
			栃木県大田原市下石上1385番地
		(74) 代理人	100089118
			弁理士 酒井 宏明
		(72) 発明者	金山 侑子
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内
		(72) 発明者	矢野 雅彦
			栃木県大田原市下石上1385番地 東芝
			メディカルシステムズ株式会社内
		Fターム(参考)	4C601 DD19 EE30 HH08 JC09 JC20
			JC37 KK24 KK31

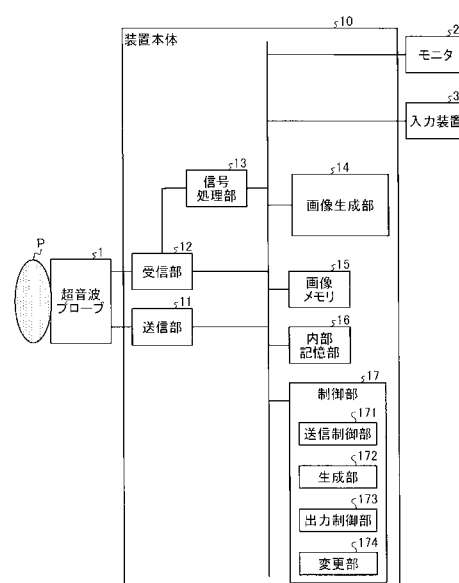
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波イメージングプログラム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】硬さ画像の画質を向上させる超音波診断装置を提供する。

【解決手段】超音波診断装置は、送信部11と、生成部172と、出力制御部173とを備える。送信部11は、音響放射力で生じるせん断波により変位を発生させる変位発生用超音波を超音波プローブ1から送信させ、送信させた変位発生用超音波により発生する変位を観測する観測用超音波を、前記変位発生用超音波に対応する走査領域内の複数の走査線それぞれで前記超音波プローブ1から複数回送信させる。生成部172は、前記変位発生用超音波が送信される送信位置を示す送信位置画像データ、及び、前記走査領域の位置を示す走査領域画像データのうち、少なくとも一つを生成する。出力制御部173は、生成された前記送信位置画像データ及び前記走査領域画像データのうち、少なくとも一つを、超音波画像データに重畳させて出力する。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

音響放射力で生じるせん断波により変位を発生させる変位発生用超音波を超音波プローブから送信させ、送信させた変位発生用超音波により発生する変位を観測する観測用超音波を、前記変位発生用超音波に対応する走査領域内の複数の走査線それぞれで前記超音波プローブから複数回送信させる送信部と、

前記変位発生用超音波が送信される送信位置を示す送信位置画像データ、及び、前記走査領域の位置を示す走査領域画像データのうち、少なくとも一つを生成する生成部と、

生成された前記送信位置画像データ及び前記走査領域画像データのうち、少なくとも一つを、超音波画像データに重畳させて出力する出力制御部と

を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記送信位置、前記送信位置の数、前記走査領域の位置、前記走査領域の範囲、又は前記走査領域の数を変更する指示である変更指示を受け付けて、受け付けた変更指示に基づいて、前記送信部によって送信される変位発生用超音波の送信位置、当該送信位置の数、当該走査領域の位置、当該走査領域の範囲、又は当該走査領域の数を変更する変更部を更に備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記超音波画像データから生体組織の輪郭を抽出する抽出部と、

前記輪郭と、前記送信位置とに基づいて、当該送信位置から所定の範囲内に所定の輪郭が存在するか否かを判定する判定部とを更に備え、

前記出力制御部は、前記所定の範囲内に前記所定の輪郭が存在すると判定された場合に、警告を出力することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 4】

前記超音波画像データから輪郭を抽出する抽出部と、

前記輪郭と、前記送信位置とに基づいて、当該送信位置から所定の範囲内に所定の輪郭が存在するか否かを判定する判定部とを更に備え、

前記変更部は、前記所定の範囲内に前記所定の輪郭が存在すると判定された場合に、前記送信部によって送信される変位発生用超音波の送信位置、当該送信位置の数、当該走査領域の位置、当該走査領域の範囲、及び当該走査領域の数のうち少なくとも一つを変更することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 5】

前記超音波画像データから輪郭を抽出する抽出部と、

前記輪郭と、前記送信位置とに基づいて、当該送信位置から所定の範囲内に所定の輪郭が存在するか否かを判定する判定部とを更に備え、

前記出力制御部は、前記所定の範囲内に前記所定の輪郭が存在すると判定された場合に、警告を出力し、

前記変更部は、前記所定の範囲内に前記所定の輪郭が存在すると判定された場合に、前記送信部によって送信される変位発生用超音波の送信位置、当該送信位置の数、当該走査領域の位置、当該走査領域の範囲、及び当該走査領域の数のうち少なくとも一つを変更することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の超音波診断装置。

40

【請求項 6】

前記出力制御部は、前記変更部によって変更された前記送信位置画像データ及び前記走査領域画像データのうち、少なくとも一つを、超音波画像データに重畳させて出力することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

音響放射力で生じるせん断波により変位を発生させる変位発生用超音波を超音波プローブから送信させ、送信させた変位発生用超音波により発生する変位を観測する観測用超音波を、当該変位発生用超音波により発生した変位を観測する走査領域内の複数の走査線それぞれで前記超音波プローブから複数回送信させる送信部と、

50

Bモード画像データから輪郭を抽出する抽出部と、

前記輪郭と、前記送信位置とに基づいて、当該送信位置から所定の範囲内に所定の輪郭が存在するか否かを判定する判定部と、

前記所定の範囲内に前記所定の輪郭が存在すると判定された場合に、前記送信部によって送信される変位発生用超音波の送信位置、当該送信位置の数、前記走査領域の位置、当該走査領域の範囲、及び当該走査領域の数のうち少なくとも一つを変更する変更部とを備え、

前記送信部は、前記変更部によって変更された前記送信位置、当該送信位置の数、前記走査領域の位置、当該走査領域の範囲、及び当該走査領域の数に基づいて、前記変位発生用超音波及び前記観測用超音波を前記超音波プローブから送信させることを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 8】

前記出力制御部は、前記所定の範囲内に前記所定の輪郭が存在すると判定された場合に、警告を出力することを特徴とする請求項 7 に記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

変更された前記送信位置を示す送信位置画像データ、及び、変更された前記走査領域の位置を示す走査領域画像データのうち、少なくとも一つを生成する生成部と、

生成された前記送信位置画像データ及び前記走査領域画像データのうち、少なくとも一つを、前記 B モード画像データに重畳させて出力する出力制御部と

を更に備えたことを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 10】

前記せん断波の到達時間を表す到達時間画像データを生成する到達時間画像生成部を更に備え、

前記出力制御部は、前記到達時間画像データを表示することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一つに記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

音響放射力で生じるせん断波により変位を発生させる変位発生用超音波を超音波プローブから送信させ、送信させた変位発生用超音波により発生する変位を観測する観測用超音波を、前記変位発生用超音波に対応する走査領域内の複数の走査線それぞれで前記超音波プローブから複数回送信させる送信手順と、

30

前記変位発生用超音波が送信される送信位置を示す送信位置画像データ、及び、前記走査領域の位置を示す走査領域画像データのうち、少なくとも一つを生成する生成手順と、

生成された前記送信位置画像データ及び前記走査領域画像データのうち、少なくとも一つを、超音波画像データに重畳させて出力する出力制御手順と

をコンピュータに実行させることを特徴とする超音波イメージングプログラム。

【請求項 12】

音響放射力で生じるせん断波により変位を発生させる変位発生用超音波を超音波プローブから送信させ、送信させた変位発生用超音波により発生する変位を観測する観測用超音波を、当該変位発生用超音波により発生した変位を観測する走査領域内の複数の走査線それぞれで前記超音波プローブから複数回送信させる送信手順と、

40

Bモード画像データから輪郭を抽出する抽出手順と、

前記輪郭と、前記送信位置とに基づいて、当該送信位置から所定の範囲内に所定の輪郭が存在するか否かを判定する判定手順と、

前記所定の範囲内に前記所定の輪郭が存在すると判定された場合に、前記送信手順によって送信される変位発生用超音波の送信位置、当該送信位置の数、前記走査領域の位置、当該走査領域の範囲、及び当該走査領域の数のうち少なくとも一つを変更する変更手順とをコンピュータに実行させ、

前記送信手順は、前記変更手順によって変更された前記送信位置、当該送信位置の数、前記走査領域の位置、当該走査領域の範囲、及び当該走査領域の数に基づいて、前記変位発生用超音波及び前記観測用超音波を前記超音波プローブから送信させることを特徴とす

50

る超音波イメージングプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、超音波診断装置及び超音波イメージングプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

従来、生体組織の硬さを測定し、測定した硬さの分布を映像化するエラストグラフィー (Elastography) が知られている。エラストグラフィーは、例えば、肝硬変等、病変の進行度に応じて生体組織の硬さが変化する疾患の診断に利用されている。エラストグラフィーにおいて、生体組織を変位させて硬さを評価する方法は、以下の2つに大別される。

10

【0003】

1つ目の方法は、超音波プローブで体表から生体組織を圧迫・開放した際に観測される走査断面内の各点の歪みの大きさから、相対的な硬さを可視化する方法である。また、2つ目の方法は、体表から生体組織に音響放射力や機械的振動を与えてせん断波 (shear wave) による変位を発生させ、走査断面内の各点における変位を経時的に観測することで、せん断波の伝播速度を求めて、弾性率を求める方法である。前者の方法では、歪みの局所的な大きさは、超音波プローブを手動的に動かす大きさに依存し、周囲と比較した時に着目領域が相対的に硬いか軟らかいかという評価が行われる。これに対して、後者の方法では、着目領域の絶対的な弾性率を求めることができる。

20

【0004】

ここで、後者の方法において、せん断波は硬さの違う組織間の境界面で反射する性質がある。このため、反射したせん断波による変位が観測されることにより、せん断波の伝播速度が正確に求められず、生体組織の硬さを示す硬さ画像にアーチファクトが発生することがある。したがって、反射したせん断波に起因するアーチファクトを抑制するための技術が種々提案されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0005】

【非特許文献1】Thomas Deffieux, Jean-Luc Gennisson, Jeremy Bercoff, and Mickael Tanter, 「On the Effects of Reflected Waves in Transient Shear Wave Elastography」, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 58, no. 10, October 2011, pp. 2032 - 2035

30

【非特許文献2】Ned C. Rouze, Michael H. Wang, Mark L. Palmeri, and Kathryn R. Nightingale, 「Parameters Affecting the Resolution and Accuracy of 2-D Quantitative Shear Wave Images」, IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 59, no. 8, August 2012, pp. 1729 - 1740

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明が解決しようとする課題は、硬さ画像の画質を向上させることができる超音波診断装置及び超音波イメージングプログラムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 7 】

実施形態に係る超音波診断装置は、送信部と、生成部と、出力制御部とを備える。送信部は、音響放射力で生じるせん断波により変位を発生させる変位発生用超音波を超音波プローブから送信させ、送信させた変位発生用超音波により発生する変位を観測する観測用超音波を、前記変位発生用超音波に対応する走査領域内の複数の走査線それぞれで前記超音波プローブから複数回送信させる。生成部は、前記変位発生用超音波が送信される送信位置を示す送信位置画像データ、及び、前記走査領域の位置を示す走査領域画像データのうち、少なくとも一つを生成する。出力制御部は、生成された前記送信位置画像データ及び前記走査領域画像データのうち、少なくとも一つを、超音波画像データに重畳させて出力する。

10

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 8 】

【 図 1 】 図 1 は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の構成例を示すブロック図である。

【 図 2 A 】 図 2 A は、課題を説明するための図である。

【 図 2 B 】 図 2 B は、課題を説明するための図である。

【 図 2 C 】 図 2 C は、課題を説明するための図である。

【 図 3 A 】 図 3 A は、課題を説明するための図である。

【 図 3 B 】 図 3 B は、課題を説明するための図である。

【 図 4 A 】 図 4 A は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。

20

【 図 4 B 】 図 4 B は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 5 A 】 図 5 A は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【 図 5 B 】 図 5 B は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【 図 5 C 】 図 5 C は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【 図 5 D 】 図 5 D は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

30

【 図 6 】 図 6 は、第 2 の実施形態に係る超音波診断装置の構成例を示すブロック図である。

【 図 7 】 図 7 は、第 2 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 8 】 図 8 は、第 2 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【 図 9 A 】 図 9 A は、第 2 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【 図 9 B 】 図 9 B は、第 2 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

40

【 図 1 0 】 図 1 0 は、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。

【 図 1 1 A 】 図 1 1 A は、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【 図 1 1 B 】 図 1 1 B は、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、第 4 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

50

【 0 0 0 9 】

以下、図面を参照して、実施形態に係る超音波診断装置及び超音波イメージングプログラムを説明する。

【 0 0 1 0 】

(第1の実施形態)

まず、第1の実施形態に係る超音波診断装置の構成について説明する。図1は、第1の実施形態に係る超音波診断装置の構成例を示すブロック図である。図1に示すように、第1の実施形態に係る超音波診断装置は、超音波プローブ1と、モニタ2と、入力装置3と、装置本体10とを有する。

【 0 0 1 1 】

10

超音波プローブ1は、複数の振動子(例えば、圧電振動子)を有し、これら複数の振動子は、後述する装置本体10が有する送信部11から供給される駆動信号に基づき超音波を発生する。また、超音波プローブ1が有する複数の振動子は、被検体Pからの反射波を受信して電気信号に変換する。また、超音波プローブ1は、振動子に設けられる整合層と、振動子から後方への超音波の伝播を防止するバックング材等を有する。

【 0 0 1 2 】

超音波プローブ1から被検体Pに超音波が送信されると、送信された超音波は、被検体Pの体内組織における音響インピーダンスの不連続面で次々と反射され、反射波信号として超音波プローブ1が有する複数の振動子にて受信される。受信される反射波信号の振幅は、超音波が反射される不連続面における音響インピーダンスの差に依存する。なお、送信された超音波パルスが、移動している血流や心臓壁等の表面で反射された場合の反射波信号は、ドプラ効果により、移動体の超音波送信方向に対する速度成分に依存して、周波数偏移を受ける。

20

【 0 0 1 3 】

なお、第1の実施形態は、図1に示す超音波プローブ1が、複数の圧電振動子が一列で配置された1次元超音波プローブである場合や、一列に配置された複数の圧電振動子が機械的に揺動される1次元超音波プローブである場合、複数の圧電振動子が格子状に2次元で配置された2次元超音波プローブである場合のいずれであっても適用可能である。

【 0 0 1 4 】

入力装置3は、マウス、キーボード、ボタン、パネルスイッチ、タッチコマンドスクリーン、フットスイッチ、トラックボール、ジョイスティック等を有し、超音波診断装置の操作者からの各種設定要求を受け付け、装置本体10に対して受け付けた各種設定要求を転送する。

30

【 0 0 1 5 】

モニタ2は、超音波診断装置の操作者が入力装置3を用いて各種設定要求を入力するためのGUI(Graphical User Interface)を表示したり、装置本体10において生成された超音波画像データ等を表示したりする。

【 0 0 1 6 】

装置本体10は、超音波プローブ1が受信した反射波信号に基づいて超音波画像データを生成する装置であり、図1に示すように、送信部11と、受信部12と、信号処理部13と、画像生成部14と、画像メモリ15と、内部記憶部16と、制御部17とを有する。

40

【 0 0 1 7 】

送信部11は、超音波送信における送信指向性を制御する。具体的には、送信部11は、レートパルス発生器、送信遅延部、送信パルス等を有し、超音波プローブ1に駆動信号を供給する。レートパルス発生器は、所定のレート周波数(PRF:Pulse Repetition Frequency)で、送信超音波を形成するためのレートパルスを繰り返し発生する。レートパルスは、送信遅延部を通ることで異なる送信遅延時間を有した状態で送信パルスへ電圧を印加する。すなわち、送信遅延部は、超音波プローブ1から発生される超音波をビーム状に集束して送信指向性を決定するために必要な振動子ごとの送信遅延時間を、レート

50

パルス発生器が発生する各レートパルスに対し与える。送信パルスは、かかるレートパルスに基づくタイミングで、超音波プローブ 1 に駆動信号（駆動パルス）を印加する。送信方向或いは送信遅延時間は、後述する内部記憶部 16 に記憶されており、送信部 11 は、内部記憶部 16 を参照して、送信指向性を制御する。

【0018】

駆動パルスは、送信パルスからケーブルを介して超音波プローブ 1 内の振動子まで伝達した後に、振動子において電気信号から機械的振動に変換される。この機械的振動は、生体内部で超音波として送信される。振動子ごとに異なる送信遅延時間を持った超音波は、収束されて、所定方向に伝搬していく。送信遅延部は、各レートパルスに対し与える送信遅延時間を変化させることで、振動子面からの送信方向を任意に調整する。送信部 11 は、超音波ビームの送信に用いる振動子の数及び位置（送信開口）と、送信開口を構成する各振動子の位置に応じた送信遅延間とを制御することで、送信指向性を与える。例えば、送信部 11 の送信遅延回路は、送信遅延時間をパルス回路が発生する各レートパルスに対し与えることで、超音波送信の深さ方向における集束点（送信フォーカス）の位置を制御する。

10

【0019】

なお、送信部 11 は、後述する制御部 17 の指示に基づいて、所定のスキャンシーケンスを実行するために、送信周波数、送信駆動電圧等を瞬時に変更可能な機能を有している。特に、送信駆動電圧の変更は、瞬間にその値を切り替え可能なりニアアンプ型の発信回路、または、複数の電源ユニットを電氣的に切り替える機構によって実現される。

20

【0020】

超音波プローブ 1 が送信した超音波の反射波は、超音波プローブ 1 内部の振動子まで到達した後、振動子において、機械的振動から電氣的信号（反射波信号）に変換され、受信部 12 に入力される。

【0021】

受信部 12 は、超音波受信における受信指向性を制御する。具体的には、受信部 12 は、プリアンプ、A/D変換部、受信遅延部及び加算部等を有し、超音波プローブ 1 が受信した反射波信号に対して各種処理を行なって反射波データを生成する。プリアンプは、反射波信号をチャンネルごとに増幅してゲイン補正処理を行なう。A/D変換部は、ゲイン補正された反射波信号をA/D変換し、受信遅延部は、受信指向性を決定するのに必要な受信遅延時間をチャンネルごとに与える。加算部は、受信遅延時間が与えられた反射波信号（デジタル信号）を加算して、反射波データを生成する。加算器の加算処理により、反射波信号の受信指向性に応じた方向からの反射成分が強調される。受信方向或いは受信遅延時間は、後述する内部記憶部 16 に記憶されており、受信部 12 は、内部記憶部 16 を参照して、受信指向性を制御する。なお、第 1 の実施形態に係る受信部 12 は、並列同時受信を行なうことも可能である。

30

【0022】

信号処理部 13 は、受信部 12 が反射波信号から生成した反射波データに対して各種の信号処理を行う。信号処理部 13 は、受信部 12 から受信した反射波データに対して、対数増幅、包絡線検波処理等を行って、サンプル点ごとの信号強度が輝度の明るさで表現されるデータ（Bモードデータ）を生成する。

40

【0023】

また、信号処理部 13 は、受信部 12 から受信した反射波データより、移動体のドブラ効果に基づく運動情報を、走査領域内の各サンプル点で抽出したデータ（ドブラデータ）を生成する。具体的には、信号処理部 13 は、移動体の運動情報として、平均速度、分散値、パワー値等を各サンプル点で抽出したドブラデータを生成する。ここで、移動体とは、例えば、血流や、心壁等の組織、造影剤である。

【0024】

ここで、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置は、生体組織の硬さを測定し、測定した硬さの分布を映像化するエラストグラフィーを実行可能な装置である。具体的には、第 1

50

の実施形態に係る超音波診断装置は、音響放射力を与えて生体組織に変位を発生させることで、エラストグラフィーを実行可能な装置である。

【0025】

すなわち、第1の実施形態に係る送信部11は、音響放射力で生じるせん断波により変位を発生させる変位発生用パースト波（プッシュパルス）を超音波プローブ1から送信させる。そして、第1の実施形態に係る送信部11は、変位発生用パースト波により発生する変位を観測する観測用パルスを、走査領域内の複数の走査線それぞれで超音波プローブ1から複数回送信させる。観測用パルスは、変位発生用パースト波により発生したせん断波の伝播速度を、走査領域内の各サンプル点で観測するために送信される。通常、観測用パルスは、走査領域内の各走査線に対して、複数回（例えば、100回）、送信される。受信部12は、走査領域内の各走査線で送信された観測用パルスの反射波信号から、反射波データを生成する。なお、変位発生用パースト波は、変位発生用超音波の一例である。また、観測用パルスは、観測用超音波の一例である。

10

【0026】

そして、信号処理部13は、走査領域内の各走査線で複数回送信された観測用パルスの反射波データを解析して走査領域の硬さの分布を示す硬さ分布情報を算出する。具体的には、信号処理部13は、変位発生用パースト波によって発生したせん断波の伝播速度を各サンプル点で測定することで、走査領域の硬さ分布情報を生成する。

【0027】

例えば、信号処理部13は、観測用パルスの反射波データを周波数解析する。これにより、信号処理部13は、各走査線の複数のサンプル点それぞれで、運動情報（組織ドブラデータ）を複数時相に渡って生成する。そして、信号処理部13は、各走査線の複数のサンプル点それぞれで得られた複数時相の組織ドブラデータの速度成分を時間積分する。これにより、信号処理部13は、各走査線の複数のサンプル点それぞれの変位を複数時相に渡って算出する。続いて、信号処理部13は、各サンプル点で変位が最大となる時間を求める。そして、信号処理部13は、各サンプル点で最大変位が得られた時間を、各サンプル点におけるせん断波の到達時間として取得する。続いて、信号処理部13は、各サンプル点におけるせん断波の到達時間の空間的微分を行うことで、各サンプル点でのせん断波の伝播速度を算出する。以下、「せん断波の伝播速度」を、「せん断速度」と記載する。

20

【0028】

そして、信号処理部13は、せん断速度をカラーコード化し、対応するサンプル点にマッピングすることで、硬さ分布情報を生成する。硬い組織ではせん断速度が大きく、柔らかい組織ではせん断速度が小さくなる。すなわち、せん断速度の値は、組織の硬さ（弾性率）を示す値となる。上記の場合、観測用パルスは、組織ドブラ用の送信パルスである。なお、上記のせん断速度は、信号処理部13が、各サンプル点で変位が最大となる時間に基づくのではなく、隣接する走査線における組織の変位の相互相関により検出することで算出する場合であっても良い。

30

【0029】

なお、信号処理部13は、せん断速度から、ヤング率又はせん断弾性率を算出し、算出したヤング率又はせん断弾性率により硬さ分布情報を生成しても良い。せん断速度、ヤング率及びせん断弾性率は、いずれも生体組織の硬さを表す物理量として用いることができる。以下では、信号処理部13が、生体組織の硬さを表す物理量としてせん断速度を用いる場合について説明する。

40

【0030】

ここで、1回の変位発生用パースト波の送信で発生するせん断波は、伝播とともに、減衰する。広い領域に渡ってせん断速度を観測しようとした場合、ある特定の一つの走査線において送信された変位発生用パースト波により発生したせん断波は、伝播に伴い減衰し、変位発生用パースト波の送信位置から十分離れると、やがて観測不可能となる。

【0031】

かかる場合、変位発生用パースト波を方位方向における複数の位置において送信する必

50

要がある。具体的には、走査領域（或いは、関心領域）は、方位方向に沿って複数の領域に分割される。送信部 11 は、各領域（以下、分割領域と表記）において観測用パルスを送受信する前に、それぞれ異なった走査線位置において変位発生用バースト波を送信し、せん断波を発生させる。この際、典型的には、変位発生用バースト波の送信位置は、各分割領域の近傍に設定される。同時並列受信数が少数に限定されている場合、送信部 11 は、変位発生用バースト波を 1 回送信した後に、ある分割領域の各走査線で観測用パルスを複数回送信する処理を、方位方向に沿って複数の分割領域それぞれで順次実行する。

【0032】

画像生成部 14 は、信号処理部 13 が生成したデータから超音波画像データを生成する。画像生成部 14 は、信号処理部 13 が生成した B モードデータから反射波の強度を輝度で表した B モード画像データを生成する。また、画像生成部 14 は、信号処理部 13 が生成したドプラデータから移動体情報を表すドプラ画像データを生成する。ドプラ画像データは、速度画像データ、分散画像データ、パワー画像データ、又は、これらを組み合わせた画像データである。

10

【0033】

また、画像生成部 14 は、信号処理部 13 によって生成された硬さ分布情報から、生体組織の硬さがカラー表示された硬さ画像データを生成する。例えば、画像生成部 14 は、走査領域内の各点におけるせん断速度に応じた画素値を各点に割り当てたせん断速度画像データを、硬さ画像データとして生成する。

【0034】

20

ここで、画像生成部 14 は、一般的には、超音波走査の走査線信号列を、テレビ等に代表されるビデオフォーマットの走査線信号列に変換（スキャンコンバート）し、表示用の超音波画像データを生成する。具体的には、画像生成部 14 は、超音波プローブ 1 による超音波の走査形態に応じて座標変換を行うことで、表示用の超音波画像データを生成する。また、画像生成部 14 は、スキャンコンバート以外に種々の画像処理として、例えば、スキャンコンバート後の複数の画像フレームを用いて、輝度の平均値画像を再生成する画像処理（平滑化処理）や、画像内で微分フィルタを用いる画像処理（エッジ強調処理）等を行う。また、画像生成部 14 は、超音波画像データに、付帯情報（種々のパラメータの文字情報、目盛り、ボディーマーク等）を合成する。

【0035】

30

すなわち、B モードデータ、ドプラデータ及び硬さ分布情報は、スキャンコンバート処理前の超音波画像データであり、画像生成部 14 が生成するデータは、スキャンコンバート処理後の表示用の超音波画像データである。なお、画像生成部 14 は、信号処理部 13 が 3 次元のデータ（3 次元 B モードデータ、3 次元ドプラデータ及び 3 次元硬さ分布情報）を生成した場合、超音波プローブ 1 による超音波の走査形態に応じて座標変換を行うことで、ボリュームデータを生成する。そして、画像生成部 14 は、ボリュームデータに対して、各種レンダリング処理を行なって、表示用の 2 次元画像データを生成する。

【0036】

画像メモリ 15 は、画像生成部 14 が生成した表示用の画像データを記憶するメモリである。また、画像メモリ 15 は、信号処理部 13 が生成したデータを記憶することも可能である。画像メモリ 15 が記憶する B モードデータやドプラデータ、硬さ分布情報は、例えば、診断の後に操作者が呼び出すことが可能となっており、画像生成部 14 を経由して表示用の超音波画像データとなる。

40

【0037】

内部記憶部 16 は、超音波送受信、画像処理及び表示処理を行うための制御プログラムや、診断情報（例えば、患者 ID、医師の所見等）や、診断プロトコルや各種ボディーマーク等の各種データを記憶する。また、内部記憶部 16 は、必要に応じて、画像メモリ 15 が記憶する画像データの保管等にも使用される。また、内部記憶部 16 が記憶するデータは、図示しないインタフェース部を介して、外部装置へ転送することができる。

【0038】

50

また、内部記憶部 16 は、撮影済みのせん断速度画像データに関する情報を記憶する。例えば、内部記憶部 16 は、撮影済みのせん断速度画像データについて、各サンプル点におけるせん断波の到達時間を記憶する。

【0039】

制御部 17 は、超音波診断装置の処理全体を制御する。具体的には、制御部 17 は、入力装置 3 を介して操作者から入力された各種設定要求や、内部記憶部 16 から読み込んだ各種制御プログラム及び各種データに基づき、送信部 11、受信部 12、信号処理部 13、画像生成部 14 の処理を制御する。また、制御部 17 は、画像メモリ 15 が記憶する表示用の超音波画像データをモニタ 2 にて表示するように制御する。

【0040】

なお、装置本体 10 に内蔵される送信部 11 及び受信部 12 等は、プロセッサ (CPU (Central Processing Unit)、MPU (Micro-Processing Unit)、集積回路等) のハードウェアにより構成されることもあるが、ソフトウェア的にモジュール化されたプログラムにより構成される場合もある。

【0041】

以上、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の全体構成について説明した。かかる構成のもと、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置は、変位発生用バースト波の送信を行なって、生体組織の硬さを映像化する。

【0042】

この方法に関して、せん断波を発生させた後、近傍の各点 (サンプル点) において変位の時間変化を観測し、変位がピークとなる時間をせん断波の到達時間として求めることが一般に行われる。そして、せん断波の到達時間の空間微分を取ることによって、局所的なせん断速度を求めることができる。しかし、発生させたせん断波が、硬さの違う組織間の境界面 (構造境界) で反射することによって、時間変位曲線が期待とは異なったものになってしまう、せん断波の到達時間が正しく求められないことがあり、その場合、最終的に表示される硬さ画像 (せん断速度画像あるいは弾性率画像) にアーチファクトが発生してしまうことが知られている。

【0043】

図 2 A から図 2 C は、課題を説明するための図である。図 2 A は、B モード画像の一例である。図 2 A において、画像の中央に位置する楕円形の斜線ハッチング領域は、他の領域とは硬さの違う組織を表す。つまり、斜線ハッチング領域の輪郭部分は、構造境界に対応する。また、バースト波送信位置は、変位発生用バースト波が送信される送信位置を表し、観測点は、変位発生用バーストにより発生した変位が観測されるサンプル点に対応する。また、図 2 B は、反射成分を含む時間変異曲線の一例であり、図 2 C は、図 2 B から反射成分を除外した時間変異曲線の一例である。図 2 B 及び図 2 C において、横軸は時間を示し、縦軸は変位の大きさを示す。

【0044】

図 2 A において、変位発生用バーストが送信されると、バースト波送信位置からせん断波が伝播する。ここで、バースト波送信位置から図中の右方向へ伝播するせん断波は、観測点 1、観測点 2 の順に観測される。そして、更に伝播したせん断波は、図示のせん断波反射位置において反射され、左方向に向かって伝播する。この反射して伝播するせん断波は、観測点 2、観測点 1 の順に観測される。この観測点 1 及び観測点 2 における時間変位曲線を図 2 B に示す。

【0045】

図 2 B に示すように、バースト波送信位置から直接 (反射せずに) 伝播するせん断波による変位は、観測点 1 において最初にピークとなり、次に観測点 2 においてピークとなる。その後、せん断波反射位置において反射されたせん断波による変位が、観測点 2 においてピークとなり、次に観測点 1 においてピークとなる。ここで、例えば、せん断波の到達時間は、バースト波送信位置から直接伝播するせん断波の変位がピークとなる時間として観測される。図 2 B に示すように、反射されたせん断波による変位のピークが時間変位曲

10

20

30

40

50

線に含まれる場合、例えば、このピークの時間が誤って観測されてしまうことで、せん断速度画像にアーチファクトが発生してしまう。

【0046】

ここで、例えば、時間変位曲線の空間分布により、特定の方向に伝播するせん断波の成分を除外することにより、せん断波の反射に起因するアーチファクトを抑制する技術が提案されている。これによれば、図2Bの時間変位曲線から反射されたせん断波の成分（反射成分）を除外して、図2Cの時間変位曲線とすることで、反射成分が誤って観測されることを防止する。しかし、この方法では、同方向に伝播する反射せん断波の影響を除外することができない。これについて、図3A及び図3Bを用いて説明する。

【0047】

図3A及び図3Bは、課題を説明するための図である。図3Aは、Bモード画像の一例である。図3Aにおいて、画像の中央に位置する楕円形の斜線ハッチング領域は、他の領域とは硬さの違う組織を表し、図2Aと比較してバースト波送信位置とせん断波反射位置とが近い位置にある。また、図3Bは、反射成分を含む時間変異曲線の一例である。図3Bにおいて、横軸は時間を示し、縦軸は変位の大きさを示す。

【0048】

図3Aにおいて、変位発生用バーストが送信されると、バースト波送信位置からせん断波が伝播する。ここで、バースト波送信位置から図中の右方向へ伝播するせん断波は、バースト波送信位置から観測点1及び観測点2に直接伝播する。一方、バースト波送信位置から図中の左方向へ伝播するせん断波は、近い位置にあるせん断波反射位置にて反射され、観測点1及び観測点2に伝播する。このように、変位発生用バースト波が境界面に近い位置に送信される場合、発生させた位置から観測位置に直接伝播するせん断波を、境界面で反射されてから伝播するせん断波が追いかけるような形で変位が観測される。この場合、直接伝播するせん断波と、反射されて伝播するせん断波の伝播方向が同じであるため、上記の方法では反射成分を除外することができない。

【0049】

また、一般的に、変位発生用バースト波により発生する組織の変位は微小であるため、様々なノイズの影響を受けやすい。例えば、図3Bにおいて、変位が最大となる時刻をせん断波到達時間として検出する場合、本来であれば2つ見られるピークのうち時間的に早いもの、すなわち、直接伝播するせん断波に対応する到達時間を検出することが求められる。しかしながら、体動や手ぶれ等の外的な要因があると、時間的に遅い方のピークの方が振幅が大きくなり、遅い方のピークの時間が到達時間として検出されてしまう。このように、到達時間を検出する段階で誤りが生じてしまうと、その後せん断波の到達時間を空間的に微分してせん断速度を算出する際に大きなアーチファクトとなって見えてしまうことになる。このような問題を解決するために、複数ピークが見られた場合は最初のピークを到達時間として検出する、あるいは、最大値検出ではなく相互相関に基づいて全体的な時間差を検出して到達時間を求めるなど、到達時間検出方法を工夫することも考えられる。しかし、これらの手法だと反射せん断波以外の原因によって生じる擾乱（電源ノイズによる時間変位曲線の揺らぎや体動など）に弱くなり、ロバストに到達時間が検出できなくなる可能性がある。また、後者の方法は計算コストが増加し、リアルタイム性を妨げる要因になる。

【0050】

上記のような問題は、変位発生用バースト波の送信位置の付近に構造境界がある場合に生じることが多い。この構造境界は、例えば、Bモード画像上でも十分に確認できる場合がある。このような場合に、操作者が、変位発生用バースト波の送信位置（照射位置）の付近に構造境界が含まれるのを避けることができれば、反射成分によるアーチファクトを抑制することができると考えられる。しかし、従来の超音波診断装置においては、一般的にせん断速度画像領域内で複数個所に変位発生用バースト波が送信されることが多いが、どの位置においてそれらの変位発生用バースト波が送信されているかは検査者には提示されていない。このため、操作者はどの部分に変位発生用バースト波が送信されているかを

10

20

30

40

50

知ることができず、上記のようなアーチファクトが典型的に発生するとわかっている場合においても、その状況を積極的に避けることができない。

【 0 0 5 1 】

そこで、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置は、せん断速度画像を取得する前あるいは取得している最中に、どの位置において変位発生用バースト波を送信しているのかを明示する表示手段を備える。例えば、B モード画像上においてせん断速度画像を表示する関心領域 (R O I) を設定する際、複数の変位発生用バースト波の送信位置を同時に表示する。また、例えば、変位発生用バースト波の送信位置の少なくとも 1 つが、硬さの違う組織間の境界面の近くに位置する場合に、該当する変位発生用バースト波の送信位置を変更できるようにしたり、変位発生用バースト波の送信位置の数を変更できるようにしたりする。

10

【 0 0 5 2 】

図 1 に戻り、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置において、制御部 1 7 は、送信制御部 1 7 1 と、生成部 1 7 2 と、出力制御部 1 7 3 と、変更部 1 7 4 とを備える。

【 0 0 5 3 】

送信制御部 1 7 1 は、送信部 1 1 による変位発生用バースト波の送信や、観測用パルスの送受信を制御する。例えば、送信制御部 1 7 1 は、操作者から R O I を決定する指示を受け付ける。そして、送信制御部 1 7 1 は、受け付けた指示に基づいて、R O I に対応するせん断速度画像データを生成するための変位発生用バースト波の送信位置、送信位置の数、R O I の位置、R O I の範囲、及び R O I の数等を設定する。送信制御部 1 7 1 の制御により、送信部 1 1 は、変位発生用バースト波を超音波プローブ 1 から送信させる。また、送信制御部 1 7 1 の制御により、送信部 1 1 は、送信させた変位発生用バースト波により発生する変位を観測する観測用パルスを、走査領域内の複数の走査線それぞれで超音波プローブ 1 から複数回送信させる。

20

【 0 0 5 4 】

生成部 1 7 2 は、バースト波送信位置を示す送信位置画像データ、及び、走査領域の位置を示す走査領域画像データを生成する。例えば、生成部 1 7 2 は、送信制御部 1 7 1 によって設定されたバースト波送信位置を取得する。そして、生成部 1 7 2 は、取得したバースト波送信位置を示す直線状の画像データ (インジケータ) を送信位置画像データとして生成する。また、生成部 1 7 2 は、送信制御部 1 7 1 によって設定された R O I の位置及び大きさを取得する。そして、生成部 1 7 2 は、取得した R O I の位置及び大きさを示す矩形の枠線の画像データを走査領域画像データとして生成する。

30

【 0 0 5 5 】

出力制御部 1 7 3 は、生成された送信位置画像データ及び走査領域画像データを超音波画像データに重畳させて出力する。例えば、出力制御部 1 7 3 は、生成部 1 7 2 によって生成された送信位置画像データ及び走査領域画像データを、B モード画像上に重畳させて表示する。

【 0 0 5 6 】

変更部 1 7 4 は、変位発生用バースト波の送信位置、送信位置の数、走査領域の位置、走査領域の範囲、又は走査領域の数を変更する指示である変更指示を受け付ける。そして、変更部 1 7 4 は、受け付けた変更指示に基づいて、送信部 1 1 によって送信される変位発生用バースト波の送信位置、送信位置の数、走査領域の位置、走査領域の範囲、又は走査領域の数を変更する。

40

【 0 0 5 7 】

図 4 A 及び図 4 B は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。以下では、図 5 A から図 5 D を参照しつつ、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を説明する。図 5 A から図 5 D は、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【 0 0 5 8 】

図 4 A に示すように、第 1 の実施形態に係る超音波診断装置の送信制御部 1 7 1 は、硬

50

さ画像を生成するための硬さ画像生成モードを開始させる開始指示を操作者から受け付けたか否かを判定する（ステップS 1 0 1）。この硬さ画像生成モードとは、例えば、硬さ画像を生成するROIを設定したり、ROIを設定した後に変位発生用バースト波を送信して硬さ画像を生成したりするための状態である。ここで、開始指示を受け付けられない場合（ステップS 1 0 1 否定）、制御部17は、開始指示を受け付けるまで待機する。

【0059】

一方、開始指示を受け付けた場合（ステップS 1 0 1 肯定）、送信制御部171の制御により、モニタ2は、ROI設定用GUIを表示する（ステップS 1 0 2）。ここで、図5Aを用いて、モニタ2に表示されるROI設定用GUIについて説明する。図5Aに示すように、例えば、モニタ2には、超音波プローブ1により走査されたBモード画像51が表示されている。そして、モニタ2は、このBモード画像51上に、せん断速度画像生成領域を指定するROI52を表示する。このROI52の大きさや位置は、プリセットされている。送信制御部171は、操作者からROI52の大きさや位置を変更する指示を受け付けて、受け付けた指示に応じてROI52の大きさや位置を変更する。

【0060】

そして、送信制御部171は、ROI52が決定されたか否かを判定する（ステップS 1 0 3）。例えば、送信制御部171は、操作者からROI52を決定する指示を受け付けたか否かに応じて、ROI52が決定されたか否かを判定する。ここで、ROIが決定されない場合（ステップS 1 0 3 否定）、送信制御部171は、ROIが設定されるまで待機する。一方、ROI52が決定された場合（ステップS 1 0 3 肯定）、送信制御部171は、決定されたROI52を分割ROIに分割し（ステップS 1 0 4）、各分割ROIに対応するバースト波送信位置をそれぞれ算出する（ステップS 1 0 5）。

【0061】

ここで、ROI52を分割ROIに分割する理由を説明する。エラストグラフィーにおいては、例えば、ROI52の端部において変位発生用バースト波を送信し、そこで生じたせん断波がROI52のもう一方の端部に向かって伝播する様子を捉え、その速度を画像化する。この場合、変位発生用バースト波によって生じる変位は、一般的に数～数十マイクロメートルという微小なものであり、しかもその変位によって構成されるせん断波は伝播の過程で減衰するので、生体内においては数ミリメートル程度しか観測できない。よって、比較的広い範囲においてせん断速度画像を得たい場合、複数個所に変位発生用バースト波を送信し、それぞれの箇所で生じるせん断波伝播に対して数ミリメートル幅のせん断速度画像を生成し、最終的に表示させる際に複数のせん断速度画像を結合することが行われるからである。したがって、送信制御部171は、ROI52が決定したら、次に、指定されたROI52の大きさに応じて、ROI52を小領域（分割ROI）に分割する。そして、送信制御部171は、それぞれの小領域に対する変位発生用バースト波の送信位置を決定することとなる。

【0062】

図5Bを用いて、ステップS 1 0 4 及びステップS 1 0 5 の処理について説明する。例えば、送信制御部171は、ステップS 1 0 3 において決定されたROI52のラテラル方向の幅と、ROI幅の上限値に基づいて、必要な分割ROIの数を算出する。ROI幅の上限値は、例えば、内部記憶部16に予め記憶されている。例えば、図5Aにおいて設定されたROI52の幅が2.7cmであり、ROI幅の上限値が1.0cmである場合、0.9cm幅の分割ROIを3つ（分割ROI53, 54, 55）設定する。なお、これに限らず、例えば、1.0cmの分割ROIを2つと、0.7cm幅の分割ROIを1つとを設定しても良い。

【0063】

続いて、送信制御部171は、各分割ROIにおけるせん断速度を観測する際の変位発生用バースト波位置をそれぞれ決定する。一般的に、変位発生させた位置においてはせん断速度を正しく求めることができないため、せん断速度画像を得る領域の外側に変位発生用バースト波を送信することが好適である。例えば、バースト波送信位置と分割ROIと

10

20

30

40

50

の距離を規定したオフセット値を内部記憶部 1 6 に記憶させておく。そして、送信制御部 1 7 1 は、設定した各分割 R O I の左端からオフセット値だけ離れた位置をバースト波送信位置として算出する。図 5 B に示す例では、送信制御部 1 7 1 は、分割 R O I 5 3 , 5 4 , 5 5 それぞれにおいてせん断速度を観測するための送信位置として、バースト波送信位置 5 6 , 5 7 , 5 8 をそれぞれ算出する。

【 0 0 6 4 】

このように、送信制御部 1 7 1 は、R O I 5 2 を分割 R O I 5 3 , 5 4 , 5 5 に分割し、各分割 R O I 5 3 , 5 4 , 5 5 に対応するバースト波送信位置 5 6 , 5 7 , 5 8 をそれぞれ算出する。なお、本実施形態では、R O I 5 2 を分割して分割 R O I 5 3 , 5 4 , 5 5 を設定する場合を説明したが、これに限定されない。例えば、決定された R O I 5 2 の幅が上限値より小さければ、R O I 5 2 を分割しなくても良い。

10

【 0 0 6 5 】

そして、生成部 1 7 2 は、送信位置画像データ及び分割 R O I 画像データを生成する（ステップ S 1 0 6 ）。例えば、図 5 B に示すように、生成部 1 7 2 は、送信制御部 1 7 1 によって設定されたバースト波送信位置を取得する。そして、生成部 1 7 2 は、取得したバースト波送信位置を示す送信位置画像データを生成する。また、生成部 1 7 2 は、送信制御部 1 7 1 によって設定された R O I の位置及び大きさを取得する。そして、生成部 1 7 2 は、取得した R O I の位置及び大きさを示す走査領域画像データを生成する。

【 0 0 6 6 】

そして、出力制御部 1 7 3 は、送信位置画像データ及び分割 R O I 画像データを B モード画像データに重畳表示させる（ステップ S 1 0 7 ）。例えば、出力制御部 1 7 3 は、図 5 B に示すように、生成部 1 7 2 によって生成されたバースト波送信位置 5 6 , 5 7 , 5 8 をそれぞれ示す送信位置画像データと、分割 R O I 5 3 , 5 4 , 5 5 をそれぞれ示す分割 R O I 画像データとを生成部 1 7 2 から取得する。そして、出力制御部 1 7 3 は、取得したバースト波送信位置 5 6 , 5 7 , 5 8 をそれぞれ示す送信位置画像データと、分割 R O I 5 3 , 5 4 , 5 5 をそれぞれ示す分割 R O I 画像データとを、B モード画像データに重畳させ、モニタ 2 に表示させる。

20

【 0 0 6 7 】

そして、変更部 1 7 4 は、操作者からの変更指示に基づいて、バースト波送信位置及び分割 R O I を変更する（ステップ S 1 0 8 ）。なお、変更部 1 7 4 が変更指示を受け付けなければ、ステップ S 1 0 8 及びステップ S 1 0 9 の処理が実行されることなく、ステップ S 1 1 0 の処理が実行されても良い。

30

【 0 0 6 8 】

図 5 B から図 5 D を用いて、変更部 1 7 4 の処理を説明する。ここでは、ステップ S 1 0 7 までの処理によって、図 5 B に例示の表示画像が表示された場合を説明する。

【 0 0 6 9 】

図 5 B において、操作者は、3 つの分割 R O I 5 3 , 5 4 , 5 5 のうち、分割 R O I 5 4 に対応するバースト波送信位置 5 7 が楕円形の構造境界の近くにあることが分かる。ここで、操作者は、入力装置 3 を用いてバースト波送信位置 5 7 を選択し、その位置を変更する指示を行う。一例としては、操作者は、つまみを操作することによりバースト波送信位置 5 7 の位置を分割 R O I 5 4 の左端から遠ざけたり近づけたりする方向に移動させる操作を行う。また、他の例としては、変更部 1 7 4 は、分割 R O I 5 4 の左端からオフセット値だけ離れた位置と、分割 R O I 5 4 の右端からオフセット値だけ離れた位置とのいずれかを選択できるようにしておき、操作者がいずれかの位置を選択する操作を行う場合であっても良い。つまり、変更部 1 7 4 は、操作者が選択できる位置に対して制限を設けても良い。これは、例えば、分割 R O I からある程度以上離れた位置にバースト波送信位置を設定してしまうと、その位置において発生したせん断波が目的の分割 R O I に到達するまでに減衰しきってしまい、目的の分割 R O I 内においてせん断速度を求めるのに十分な変位を得ることができなくなってしまうからである。また、逆に、目的の分割 R O I からある程度以上近い位置、あるいは目的の分割 R O I の内部にバースト波送信位置を設定

40

50

してしまうと、その位置の近傍においてはせん断速度が正しく求められないからである。また、操作者がある程度自由にバースト波送信位置を設定できるようにしておき、設定された位置に応じて小領域の大きさや数を自動的に変化させるようにしても良い。

【 0 0 7 0 】

例えば、図 5 C に示すように、変更部 1 7 4 は、バースト波送信位置 5 7 をバースト波送信位置 5 9 の位置に変更する変更指示を操作者から受け付ける。そして、変更部 1 7 4 は、受け付けた変更指示に基づいて、バースト波送信位置 5 7 をバースト波送信位置 5 9 の位置に変更する。

【 0 0 7 1 】

また、例えば、図 5 D に示すように、変更部 1 7 4 は、バースト波送信位置 5 7 をバースト波送信位置 6 0 の位置に変更する変更指示を操作者から受け付けた場合に、変更後のバースト波送信位置 6 0 の位置に応じて分割 R O I の位置、大きさ、数などを自動的に変更する。具体的には、変更部 1 7 4 は、バースト波送信位置 5 7 がバースト波送信位置 6 0 の位置に変更されると、バースト波送信位置 5 7 に対応する分割 R O I 5 4 の左端の位置を、分割 R O I 5 4 の左端とバースト波送信位置 6 0 との距離がオフセット値と等しくなるように左方に移動させる。続いて、変更部 1 7 4 は、分割 R O I 5 4 の幅が R O I 幅の上限値に含まれるように、分割 R O I 5 4 の右端の位置も左方に移動させる。これによって、分割 R O I 5 5 の幅が R O I 幅の上限値を超えてしまう。したがって、変更部 1 7 4 は、分割 R O I 5 5 をさらに分割する。図 5 D に示した例では、分割 R O I 5 5 の右側の領域を他の分割 R O I 6 1 として分割することによって、全ての分割 R O I の幅を R O I 幅の上限値以下に抑えることができる。また、変更部 1 7 4 は、分割 R O I 5 5 の左端（分割 R O I 5 4 の右端）の位置の変更に伴って、バースト波送信位置 5 8 を分割 R O I 5 5 の左端の移動距離と等しい距離だけ左方に移動させる。また、分割 R O I 6 1 に対応するバースト波送信位置 6 0 を決定し、決定した位置に送信位置画像データを生成・表示させる。

【 0 0 7 2 】

なお、図 5 D に示した例では、変更後のバースト波送信位置の位置に応じて、他のバースト波送信位置、バースト波送信位置の数、分割 R O I の位置、分割 R O I の範囲、又は分割 R O I の数など、各種のパラメータを自動的に変更する場合を説明したが、これに限定されない。すなわち、変更部 1 7 4 は、いずれかのパラメータの変更を契機として、オフセット値と R O I 幅の上限値とに基づいて、他のパラメータを自動的に変更しても良い。これにより、操作者は、各種のパラメータを簡易に変更できるとともに、変更後のパラメータがオフセット値や R O I 幅の上限値から逸脱するのを防止することができる。更に、変更部 1 7 4 は、全てのパラメータを操作者の任意によって変更しても良い。すなわち、変更部 1 7 4 は、各種のパラメータを変更する変更指示を受け付けて、受け付けた変更指示に基づいて、パラメータを変更する。この場合、操作者が全てのパラメータを任意の値に変更できるので、操作者の意図を細部に反映させることができる。更に、例えば、R O I 内に目立った構造物が無く、せん断波の反射や屈折が無いと想定できる場合には、変位発生用バースト波送信位置を増やすことにより、変位の十分大きな範囲のみにおいてせん断波伝播を捉える事ができるようになり、結果的に画質を向上させることができる。

【 0 0 7 3 】

また、図 5 B に示した例では、バースト波送信位置 5 8 の位置は変更されなくて良い。これは、バースト波送信位置 5 8 の付近の構造境界がバースト波送信位置 5 8 とはほぼ垂直であり、せん断波と同方向に伝播する反射せん断波を生じる恐れが少ないからである。

【 0 0 7 4 】

このように、変更部 1 7 4 は、変位発生用バースト波の送信位置、送信位置の数、走査領域の位置、走査領域の範囲、又は走査領域の数等の各種のパラメータを変更する指示である変更指示を受け付ける。そして、変更部 1 7 4 は、受け付けた変更指示に基づいて、各種のパラメータを変更する。

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

図4Aの説明に戻る。出力制御部173は、変更後の送信位置画像データ及び分割ROI画像データをBモード画像データに重畳表示させる(ステップS109)。例えば、出力制御部173は、変更部174によってバースト波送信位置が移動された場合には、移動されたバースト波送信位置に対応する送信位置画像データを移動させてモニタ2に表示する。また、例えば、変更部174は、変更部174によって分割ROIが追加された場合には、追加された分割ROIに対応する分割ROI画像データを生成部172に生成させ、生成させた分割ROI画像データをモニタ2に表示する。

【0076】

なお、ここまでの処理により、Bモード画像51上には、N個の送信位置画像データと、N個の分割ROI画像データとが表示される。すなわち、ROI52の全域を走査するためにN箇所に分けて送信されるバースト波の送信位置と、送信されたバースト波により生じるせん断波を観測するN箇所の分割ROIとが、送信制御部171によって設定される。

10

【0077】

そして、送信制御部171は、操作者からせん断速度画像データの撮影開始要求を受け付けたか否かを判定する(ステップS110)。ここで、撮影開始要求を受け付けない場合(ステップS110否定)、送信制御部171は、撮影開始要求を受け付けるまで待機する。

【0078】

一方、撮影開始要求を受け付けた場合(ステップS110肯定)、送信制御部171は、せん断速度画像データ生成処理を実行する(ステップS111)。ここで、図4Bを用いて、せん断速度画像データ生成処理について説明する。

20

【0079】

図4Bに示すように、送信制御部171は、「 $n = 1$ 」に設定する(ステップS201)。そして、送信制御部171の制御により、送信部11は、 n 番目のバースト波送信位置において、超音波プローブ1から、変位発生用バースト波を送信させる(ステップS202)。そして、送信部11及び受信部12の制御により、超音波プローブ1は、変位発生用バースト波に対応する分割ROI内で、観測用パルスの送受信を実行する(ステップS203)。例えば、観測用パルスは、分割ROI内のある走査線(ラスタ)に対して複数回(100回程度)送受信される。これにより、各点(各サンプル点)における変位の時間変化を算出する。1つのパルスに対して多数の受信を行うことができるシステムを有している場合、1度の変位発生用バースト波の送信でROI内の全領域の変位の時間変化を知ることができるが、同時受信本数が限られている場合は、複数回の観測用パルスの送受信を、ラスタ位置を変えて複数回行われる。その際は、ラスタ位置を変えて観測用パルスを送信するたびに、変位発生用バースト波を送信する。

30

【0080】

続いて、信号処理部13は、分割ROIの各点(各サンプル点)で、変位を算出して、硬さ分布情報を生成する(ステップS204)。ここで、変位の算出には、2つのエコー信号間でドブラシフトを算出する方法や、相互相関を算出する方法等を用いることができる。信号処理部13は、各点における変位の時間変化に基づいて、各点におけるせん断波到達時間を算出し、更に各点におけるせん断速度を算出する。

40

【0081】

そして、画像生成部14は、 n 番目のバースト波送信位置に対応するせん断速度画像データを生成する(ステップS205)。そして、送信制御部171は、「 $n = N$ 」であるか否かを判定する(ステップS206)。ここで、「 $n = N$ 」でない場合(ステップS116否定)、送信制御部171は、「 $n = n + 1$ 」と「 n 」をインクリメントし(ステップS207)、送信部11は、ステップS112に戻って、 n 番目のバースト波送信位置において、超音波プローブ1から、変位発生用バースト波を送信させる。

【0082】

一方、「 $n = N$ 」である場合(ステップS206肯定)、送信制御部171は、せん断

50

速度画像データ生成処理を終了する。ここまでの処理により、N個のせん断速度画像データが生成される。

【0083】

図4Aの説明に戻る。画像生成部14は、送信制御部171の指示により、N個のせん断速度画像データを合成して、合成画像データを生成する(ステップS112)。そして、送信制御部171の制御により、モニタ2は、ROI全体のせん断速度画像データである合成画像データを表示する(ステップS113)。これにより、せん断速度画像データの撮影処理が終了する。

【0084】

なお、操作者が入力した要求が、せん断速度画像データの動画の撮影要求であった場合、送信制御部171の制御により、ステップS111からステップS113までの処理が、撮影終了要求を受け付けるまで繰り返される。

10

【0085】

また、上記の処理手順では、せん断速度画像データの撮影開始要求を操作者から受け付ける前に、バースト波送信位置や分割ROIを変更する場合を説明したが、実施形態はこれに限定されるものではない。例えば、せん断速度画像データが撮影された後に、バースト波送信位置や分割ROIを変更する場合であっても良い。この場合、撮影者は、リアルタイムに更新されるせん断速度画像を見ながら、バースト波送信位置を変更することができる。

【0086】

20

上述したように、第1の実施形態に係る超音波診断装置は、送信位置画像データ及び走査領域画像データを生成し、生成した送信位置画像データ及び走査領域画像データをBモード画像データに重畳させて表示する。これによれば、操作者は、バースト波送信位置及び走査領域を目視で確認することができる。これにより、例えば、操作者がBモード画像とバースト波送信位置とを照らし合わせながら、せん断波が反射しそうな構造境界の位置を確認し、超音波プローブ1を操作して、超音波プローブ1の位置や向きを変更することによって、せん断波の反射によってアーチファクトが発生しそうな状況避けることができる。つまり、操作者は、変位発生用バースト波の送信位置の付近に構造境界が含まれるのを避けることができる。このため、第1の実施形態に係る超音波診断装置は、硬さ画像の画質を向上させることができる。

30

【0087】

また、例えば、第1の実施形態に係る超音波診断装置は、変位発生用バースト波の送信位置、送信位置の数、走査領域の位置、走査領域の範囲、又は走査領域の数等の各種パラメータを変更する変更指示を受け付ける。そして、超音波診断装置は、受け付けた変更指示に基づいて、各種のパラメータを変更する。これによれば、操作者は、超音波プローブ1の位置や向きを変更するのみでは硬さの違う組織間の境界面を避けることが困難な場合にも、せん断波の反射によってアーチファクトが発生しそうな状況避けることができる。

【0088】

また、骨などの強反射体付近や、破裂する恐れのあるブランクや腫瘍等、音響エネルギーの大きな変位発生用バースト波を送信することを避けたい位置を、操作者の意志で避けることが可能となる。

40

【0089】

更に、操作者が自由にバースト波送信位置を選択することによって、バースト波送信位置付近の構造特性と発生するアーチファクトの関連を調査・把握することが容易になり、最終的には、操作者がせん断速度画像の画質を積極的に向上させることが可能になる。一方で、ROI内に目立った構造が見られない場合は積極的にバースト波送信位置の数を増やすことにより、画質をより向上させることができる。

【0090】

なお、第1の実施形態では、変更部174が操作者からの変更指示にしたがって各種の

50

パラメータを変更する場合を説明したが、実施形態はこれに限定されるものではない。例えば、超音波診断装置は、必ずしも変更部 174 を備えていなくても良い。これによれば、操作や装置構成をより単純化することができる。この場合でも、超音波診断装置は、送信位置画像データ及び走査領域画像データを生成・表示するので、操作者は、バースト波送信位置及び走査領域を目視で確認することができる。このため、操作者は、超音波プローブ 1 の位置や向きを変更することによって、せん断波の反射によってアーチファクトが発生しそうな状況を避けることができる。

【0091】

また、第 1 の実施形態では、超音波診断装置が送信位置画像データ及び走査領域画像データを生成して表示する場合を説明したが、実施形態はこれに限定されるものではない。例えば、超音波診断装置は、送信位置画像データ及び走査領域画像データのうち、いずれか一方のみを生成して表示しても良い。この場合、操作者は、モニタ 2 に表示された構造境界から送信位置画像データ又は走査領域画像データを十分に遠ざけることにより、せん断波の反射によってアーチファクトが発生しそうな状況を避けることができる。

【0092】

また、バースト波送信位置及び分割 ROI の表示は、操作者からの指示によって表示 / 非表示を切り替えられるようにしても良い。例えば、図 4 B のステップ S 113 において、出力制御部 173 は、せん断速度画像データの合成画像データが表示されると、バースト波送信位置及び分割 ROI を非表示とする。また、出力制御部 173 は、合成画像データが非表示となり、B モード画像が表示されると、バースト波送信位置及び分割 ROI を再表示する。

【0093】

また、第 1 の実施形態では、ROI を横方向（ラテラル方向）に分割させる場合を説明したが、縦方向（深さ方向）に分割させても良い。

【0094】

（第 2 の実施形態）

第 1 の実施形態では、バースト波送信位置の付近にせん断波を反射しそうな構造境界が存在するか否かを、操作者が目視で確認・判断する場合を説明した。しかしながら、実施形態はこれに限定されるものではない。例えば、超音波診断装置は、バースト波送信位置の付近に構造境界が存在するか否かを判定しても良い。そこで、第 2 の実施形態では、超音波診断装置が、バースト波送信位置の付近に構造境界が存在するか否かを判定し、判定結果に応じて、表示や警告音を発して操作者に注意を促したり、構造境界から十分遠い位置にバースト波送信位置を設定し直したりする場合を説明する。

【0095】

図 6 は、第 2 の実施形態に係る超音波診断装置の構成例を示すブロック図である。第 2 の実施形態に係る超音波診断装置は、図 1 に例示した超音波診断装置と同様の構成を備え、抽出部 175 及び判定部 176 を備える点と、出力制御部 173 及び変更部 174 における処理の一部とが相違する。そこで、第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態と相違する点を中心に説明することとし、第 1 の実施形態において説明した構成と同様の機能を有する点については、図 1 と同一の符号を付し、説明を省略する。

【0096】

抽出部 175 は、超音波画像データから生体組織の輪郭を抽出する。ここで言う生体組織の輪郭とは、心臓、肝臓といった臓器に限らず、超音波画像データにおいて視認可能なあらゆる組織の輪郭を示す。例えば、抽出部 175 は、画像データからエッジを抽出する技術を用いて、B モード画像データから輪郭を抽出する。

【0097】

判定部 176 は、輪郭と、送信位置とに基づいて、送信位置から所定の範囲内に所定の輪郭が存在するか否かを判定する。例えば、判定部 176 は、バースト波送信位置の付近に、せん断波と同方向に伝播する反射せん断波を生じうる構造境界があるか否かを判定する。

10

20

30

40

50

【0098】

出力制御部173は、第1の実施形態において説明した機能と同様の機能を有する。更に、出力制御部173は、所定の範囲内に所定の輪郭が存在すると判定された場合に、警告を出力する。例えば、出力制御部173は、モニタ2上に警告メッセージを表示したり、スピーカを通じて警告音を発生させる。

【0099】

変更部174は、第1の実施形態において説明した機能と同様の機能を有する。更に、変更部174は、所定の範囲内に所定の輪郭が存在すると判定された場合に、送信部11によって送信される変位発生用パースト波の送信位置、送信位置の数、走査領域の位置、走査領域の範囲、及び走査領域の数のうち少なくとも一つを変更する。例えば、変更部174は、パースト波送信位置の付近に、せん断波と同方向に伝播する反射せん断波を生じうる構造境界が存在しなくなるまで、パースト波送信位置を変更する。そして、変更部174は、パースト波送信位置の変更に伴い、オフセット値とROI幅の上限値とに基づいて、変位発生用パースト波の送信位置の数、走査領域の位置、走査領域の範囲、及び走査領域の数等の他のパラメータを変更する。

【0100】

図7は、第2の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。以下では、図8、図9A及び図9Bを参照しつつ、第2の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を説明する。図8、図9A及び図9Bは、第2の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【0101】

図7において、ステップS301からステップS307までの処理は、図4Aに示したステップS101からステップS107までの処理とそれぞれ同様であるので説明を省略する。つまり、図5Bに例示の表示画像が表示されるまでの処理は、第1の実施形態と同様である。

【0102】

抽出部175は、Bモード画像データから輪郭を抽出する(ステップS308)。図8を用いて、抽出部175の処理を説明する。図8に示すように、抽出部175は、図5Bに例示したBモード画像51から、構造物の輪郭81を抽出する。ここで、画像からの輪郭を抽出する方法としては、既に多くの方法が提案されており、Bモード画像(超音波画像)においても広く応用されている。例えば、抽出部175は、特開2010-282268号公報に記載の技術を用いて、図5Bの楕円形の網掛け領域の輪郭81をBモード画像51から抽出する。なお、図8では説明の都合上、Bモード画像51を白色の領域として示し、その画像上に輪郭81を示したが、実際には、モニタ2に表示される任意のBモード画像51上に輪郭81の画像を重畳表示可能である。また、必ずしもBモード画像51上に輪郭81を重畳表示しなくても良い。例えば、せん断速度画像データが撮影済みである場合には、このせん断速度画像データの上に輪郭81を重畳表示しても良い。また、ここでは、抽出部175によって抽出される輪郭81が一つの場合を説明したが、抽出部175は、複数の輪郭を抽出しても良い。また、抽出部175は、抽出した一つ又は複数の輪郭の情報を内部記憶部16に格納する。

【0103】

続いて、判定部176は、パースト波送信位置から所定の範囲内に所定の輪郭が存在するか否かを判定する(ステップS309)。ここで、所定の範囲とは、例えば、パースト波送信位置から0.3cm以内の範囲である。また、所定の輪郭とは、例えば、パースト波送信位置と平行な接線を含む輪郭である。これは、変位発生用パースト波のビームとほぼ平行でなければ、せん断波の伝播には影響しにくいからである。

【0104】

図8を用いて、判定部176の処理を説明する。例えば、判定部176は、抽出部175によって抽出された輪郭81の位置と、表示されているパースト波送信位置とを比較し、輪郭81がパースト波送信位置から0.3cm以内の範囲にあるか否かを判定する。例

例えば、図 8 に示す例では、判定部 176 は、バースト波送信位置 56, 57, 58 の左右それぞれに 0.3 cm 幅、すなわち、各バースト波送信位置を中心とする 0.6 cm 幅の領域 82, 83, 84 をそれぞれ設定する。そして、判定部 176 は、これらの領域 82, 83, 84 内に輪郭 81 が含まれるか否かをそれぞれ判定する。図 8 の例では、判定部 176 は、領域 83, 84 内に輪郭 81 が含まれると判定する。続いて、判定部 176 は、領域 83, 84 内の輪郭 81 に、バースト波送信位置と平行な接線を含むか否かをそれぞれ判定する。図 8 の例では、判定部 176 は、領域 83 内の輪郭 81 にはバースト波送信位置 57 と平行な接線が含まれると判定し、領域 84 内の輪郭 81 にはバースト波送信位置 58 と平行な接線が含まれないと判定する。これにより、判定部 176 は、バースト波送信位置の付近に、せん断波と同方向に伝播する反射せん断波を生じうる構造境界があるか否かを判定する。なお、上記した所定の範囲及び所定の輪郭は、あくまで一例であり、必ずしも上記の例に限定されるものではない。例えば、所定の範囲は、操作者の任意の値に変更可能である。また、所定の輪郭は、操作者の任意の角度をもった輪郭に変更可能である。

10

【0105】

ここで、所定の範囲内に所定の輪郭が存在しないと判定された場合（ステップ S309 否定）、ステップ S314 の処理に移行する。一方、所定の範囲内に所定の輪郭が存在すると判定された場合（ステップ S309 肯定）、出力制御部 173 は、警告を出力する（ステップ S310）。例えば、出力制御部 173 は、モニタ 2 上に警告メッセージを表示したり、スピーカを通じて警告音を発生させる。一例としては、出力制御部 173 は、図 9A に示すように、バースト波送信位置から所定の範囲内に所定の輪郭が存在すると判定されたバースト波送信位置 57 を、他のバースト波送信位置 56, 58 よりも太い線 85 で強調表示する。また、他の例としては、出力制御部 173 は、図 9B に示すように、モニタ 2 の画面右上に注意マーク 86 を表示する。なお、出力制御部 173 が出力する警告の例は、これに限定されるものではない。例えば、図 9A に例示の線 85 は、他のバースト波送信位置とは異なる色で表示されても良い。

20

【0106】

図 7 の説明に戻る。変更部 174 は、バースト波送信位置及び分割 ROI を自動的に変更する旨の指示である自動変更指示を、操作者から受け付けたか否かを判定する（ステップ S311）。ここで、自動変更指示を受け付けない場合（ステップ S311 否定）、変更部 174 は、自動変更指示を受け付けるまで待機する。

30

【0107】

一方、自動変更指示を受け付けると場合（ステップ S311 肯定）、変更部 174 は、バースト波送信位置及び分割 ROI を変更する（ステップ S312）。例えば、変更部 174 は、バースト波送信位置 57 を、バースト波送信位置 57 から 0.3 cm 以内の範囲に輪郭 81 が入らなくなるまで左方向に移動させる。そして、変更部 174 は、第 1 の実施形態において説明したように、オフセット値と ROI 幅の上限値とに基づいて、変位発生用バースト波の送信位置の数、走査領域の位置、走査領域の範囲、及び走査領域の数等の他のパラメータを変更する。これにより、変更部 174 は、図 5D に例示したように、バースト波送信位置の近辺に特定の輪郭が来ないようにバースト波送信位置を変更する。なお、実施形態は、上記の例に限定されない。例えば、変更部 174 は、バースト波送信位置 57 を右方向に移動させても良い。

40

【0108】

これ以降、ステップ S313 からステップ S317 までの処理は、図 4A に示したステップ S109 からステップ S113 までの処理とそれぞれ同様であるので説明を省略する。

【0109】

なお、実施形態は、上記の処理手順に限定されるものではない。例えば、警告を出力する処理（ステップ S310）は、必ずしも実行されなくても良い。この場合、変更部 174 は、例えば、所定の範囲内に所定の輪郭が存在すると判定された場合に（ステップ S3

50

09 肯定)、バースト波送信位置及び分割ROIを自動的に変更する(ステップS312)。

【0110】

また、例えば、自動変更に関する処理(ステップS311及びステップS312)は、必ずしも実行されなくても良い。この場合、例えば、変更部174は、第1の実施形態で説明したように、操作者からの変更指示に基づいて、バースト波送信位置及び分割ROIを変更する。

【0111】

上述したように、第2の実施形態に係る超音波診断装置は、バースト波送信位置の付近に構造境界が存在するか否かを判定する。そして、超音波診断装置は、バースト波送信位置の付近に構造境界が存在すると判定した場合に、警告を出力する。これによれば、第2の実施形態に係る超音波診断装置は、操作者が表示されたバースト波送信位置とBモード画像とを目視で詳細に確認しなくとも、変位発生用バースト波を構造境界の付近に送信しようとしているか否かを通知することができる。

10

【0112】

また、例えば、第2の実施形態に係る超音波診断装置は、バースト波送信位置の付近に構造境界が存在すると判定した場合に、バースト波送信位置及び分割ROIを自動的に変更する。これによれば、第2の実施形態に係る超音波診断装置は、操作者が追加の操作をすることなく、バースト波送信位置及び分割ROIの位置を最適化することができる。操作者は、最適化された、バースト波送信位置及び分割ROIの位置を確認した上で、実際にせん断速度画像の生成・表示を開始することができる。

20

【0113】

なお、第1の実施形態では、抽出部175が輪郭を抽出する場合を説明したが、これに限定されるものではない。例えば、抽出部175は、骨の表面や破裂する可能性のあるブランクや腫瘍などの構造を抽出しても良い。これによれば、操作者は、音響エネルギーの大きな超音波信号送信を避けたい部位に、変位発生用バースト波を送信しようとしていないかどうかを簡便に知ることができる。

【0114】

(第3の実施形態)

第1及び第2の実施形態では、バースト波送信位置の付近に構造境界があるか否かを確認した上で、バースト波送信位置及び分割ROIを変更したり、せん断速度画像データを撮影したりする場合を説明したが、実施形態はこれに限定されるものではない。例えば、超音波診断装置は、せん断速度画像データが撮影された後に、その撮影において本当に適切なせん断波の伝播が起こっているかを確認するために、せん断波の到達時間に応じた到達時間カラー画像データを生成しても良い。そこで、第3の実施形態では、超音波診断装置が到達時間カラー画像データを生成する場合を説明する。

30

【0115】

第3の実施形態に係る超音波診断装置は、図1に例示した超音波診断装置と同様の構成を備え、画像生成部14及び出力制御部173における処理の一部が相違する。そこで、第3の実施形態では、第1の実施形態と相違する点を中心に説明することとし、第1の実施形態において説明した構成と同様の機能を有する点については、図1と同一の符号を付し、説明を省略する。

40

【0116】

画像生成部14は、せん断波の到達時間を表す到達時間カラー画像データを生成する。この到達時間カラー画像データは、例えば、走査領域内の各点におけるせん断波の到達時間に応じた画素値を各点に割り当てた画像データである。例えば、画像生成部14は、走査領域内の各点におけるせん断波の到達時間に応じた色を各点に割り当てることで、到達時間カラー画像データを生成する。

【0117】

出力制御部173は、到達時間カラー画像データを表示する。例えば、出力制御部17

50

3 は、画像生成部 14 によって生成された到達時間カラー画像データを、B モード画像データに重畳表示させる。

【0118】

図 10 は、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。以下では、図 11A 及び図 11B を参照しつつ、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を説明する。図 11A 及び図 11B は、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置における処理を説明するための図である。

【0119】

ここで、図 10 の説明では、第 1 の実施形態における処理に基づいて、モニタ 2 に、図 11A に例示の表示画像が表示されている場合を説明する。この表示画像は、B モード画像 51 と、せん断速度画像がそれぞれ表示された分割 ROI 53, 54, 55 とを含む。ここで、図 11A において B モード画像 51 上に見られる楕円形の構造物は、おおむね周囲の組織よりもせん断速度が速いことが分かるが、分割 ROI 54 内に不規則にせん断速度の異なる部分が見られる。これらの部分が本当に組織の硬さを反映したものなのか、またはせん断波の伝搬が正しく捉えられていないことによるものなのか、図 11A の表示画像を見ただけでは操作者は判断できない。そこで、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置は、到達時間カラー画像データを生成し、表示する。

【0120】

図 10 に示すように、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置の画像生成部 14 は、到達時間カラー画像データを表示するための表示指示を操作者から受け付けたか否かを判定する（ステップ S401）。ここで、表示指示を受け付けられない場合（ステップ S401 否定）、画像生成部 14 は、表示指示を受け付けるまで待機する。

【0121】

続いて、画像生成部 14 は、表示中のせん断速度画像データに対応するせん断波の到達時間を、内部記憶部 16 から取得する（ステップ S402）。なお、内部記憶部 16 には、例えば、撮影済みのせん断速度画像データに関する情報が記憶されている。

【0122】

そして、画像生成部 14 は、取得した到達時間を用いて、到達時間カラー画像データを生成する（ステップ S403）。例えば、画像生成部 14 は、走査領域内の各点におけるせん断波の到達時間に応じた色を各点に割り当てることで、到達時間カラー画像データを生成する。なお、ここで用いられる到達時間は、変位の最大値に限定されない。例えば、到達時間は、変位の時間変化の最大値であっても良いし、ラテラル方向に隣接する 2 点間において時間変位曲線の相互相関を計算することによって 2 点間の時間差を算出し、算出した値を変位発生位置側から積算することによって各点における到達時間としても良い。

【0123】

そして、出力制御部 173 は、画像生成部 14 によって生成された到達時間カラー画像データを、表示中の B モード画像データに重畳表示させる（ステップ S404）。図 11B には、出力制御部 173 によって表示される到達時間カラー画像データの一例を示す。この場合、分割 ROI 53, 54, 55 それぞれの左側においてせん断波を発生させ、右側に伝播させているため、各分割 ROI において左から右に向かって到達時間が増加していれば、正しく伝播したせん断波が捉えられたと判断することができる。すなわち、各分割 ROI において、左から右に向かって色が濃く変化することが期待される。ところが、図 11B の例においては、分割 ROI 53 及び分割 ROI 55 においては、期待通りの色の変化が見られるが、分割 ROI 54 においては、途中から急激に色が変化しており（中間の色が見られない）、右側に移動していくせん断波が正しく捉えられなかったことが示唆されている。

【0124】

上述したように、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置は、到達時間カラー画像データを生成し、表示する。これによれば、第 3 の実施形態に係る超音波診断装置は、操作者が B モード画像 51 上においてバースト波送信位置を目視で確認した後、実際に期待した通

10

20

30

40

50

りにせん断波が発生・伝播したかどうかを簡便に確認できる。例えば、せん断波の反射や屈折によってせん断速度画像にアーチファクトが発生している場合、そのアーチファクトの原因を知ることができ、せん断速度画像に表示された構造が本当に被検体内の構造を反映した結果であるか否かを判断するのが容易になる。更に、操作者が超音波プローブ1を動かしたりパースト波送信位置を個別に変更したりした際に、その操作がせん断波の伝播にどのような影響を与えるのかを逐一確認できるようになり、より信頼性の高いせん断速度画像データを生成するために、操作にフィードバックさせやすくなる。

【0125】

なお、第3の実施形態では、第1の実施形態における処理に基づいて、モニタ2に、図11Aに例示の表示画像が表示されている場合を説明したが、これに限定されるものではない。例えば、第3の実施形態に係る処理は、第2の実施形態における処理に基づいて、モニタ2に、図11Aに例示の表示画像が表示されている場合に実行されても良い。

10

【0126】

また、例えば、第3の実施形態を第1の実施形態と組み合わせることにより、せん断速度画像と到達時間カラー画像とを同時に並列表示しても良い。また、第3の実施形態を第2の実施形態と組み合わせ、パースト波送信位置の付近に特定の輪郭が抽出された場合に、警告を出力したり、パースト波送信位置を最適化したりしても良い。

【0127】

(第4の実施形態)

第1から第3の実施形態では、パースト波送信位置及び分割ROIを表示した後に、パースト波送信位置及び分割ROIを変更したり、せん断速度画像データを撮影したりする場合を説明したが、実施形態はこれに限定されるものではない。例えば、超音波診断装置は、パースト波送信位置及び分割ROIを表示する前に、パースト波送信位置及び分割ROIを変更しても良い。そこで、第4の実施形態では、超音波診断装置が、パースト波送信位置及び分割ROIを表示する前に、パースト波送信位置及び分割ROIを変更する場合を説明する。

20

【0128】

第4の実施形態に係る超音波診断装置は、図6に例示した超音波診断装置と同様の構成を備え、超音波診断装置における処理手順が相違する。そこで、第4の実施形態では、第1の実施形態と相違する点を中心に説明することとし、第2の実施形態において説明した構成と同様の機能を有する点については、図6と同一の符号を付し、説明を省略する。

30

【0129】

図12は、第4の実施形態に係る超音波診断装置の処理手順を示すフローチャートである。図12において、ステップS501からステップS505までの処理は、図4Aに示したステップS101からステップS105までの処理とそれぞれ同様であるので説明を省略する。また、ステップS506からステップS510までの処理は、図7に示したステップS308からステップS312までの処理とそれぞれ同様であるので説明を省略する。

【0130】

続いて、生成部172は、送信位置画像データ及び分割ROI画像データを生成する(ステップS511)。例えば、生成部172は、変更部174によって変更されたパースト波送信位置を示す送信位置画像データ、及び、変更後の分割ROIの位置を示す分割ROI画像データを生成する。

40

【0131】

そして、出力制御部173は、送信位置画像データ及び分割ROI画像データをBモード画像データに重畳表示させる(ステップS512)。なお、これ以降、ステップS513からステップS516までの処理は、図4Aに示したステップS110からステップS113までの処理とそれぞれ同様であるので説明を省略する。

【0132】

なお、実施形態は、上記の処理手順に限定されるものではない。例えば、警告を出力す

50

る処理（ステップＳ５０８）は、必ずしも実行されなくても良い。この場合、変更部１７４は、例えば、所定の範囲内に所定の輪郭が存在すると判定された場合に（ステップＳ５０７肯定）、バースト波送信位置及び分割ＲＯＩを自動的に変更する（ステップＳ５１０）。

【０１３３】

また、例えば、自動変更に関する処理（ステップＳ５０９及びステップＳ５１０）は、必ずしも実行されなくても良い。この場合、例えば、変更部１７４は、第１の実施形態で説明したように、操作者からの変更指示に基づいて、バースト波送信位置及び分割ＲＯＩを変更する。

【０１３４】

上述したように、第４の実施形態に係る超音波診断装置は、超音波診断装置が、バースト波送信位置及び分割ＲＯＩを表示する前に、バースト波送信位置及び分割ＲＯＩを変更する。これによれば、第４の実施形態に係る超音波診断装置は、操作者が表示されたバースト波送信位置とＢモード画像とを目視で詳細に確認しなくとも、バースト波送信位置及び分割ＲＯＩの位置が最適化された上で、せん断速度画像の生成・表示を行うことができる。

【０１３５】

なお、上記の第１～第４の実施形態の説明で図示した各装置の各構成要素は機能概念的なものであり、必ずしも物理的に図示のように構成されていなくても良い。すなわち、各装置の分散・統合の具体的形態は図示のものに限られず、その全部又は一部を、各種の負荷や使用状況等に応じて、任意の単位で機能的又は物理的に分散・統合して構成することができる。更に、各装置にて行なわれる各処理機能は、その全部又は任意の一部が、ＣＰＵおよび当該ＣＰＵにて解析実行されるプログラムにて実現され、あるいは、ワイヤードロジックによるハードウェアとして実現され得る。

【０１３６】

また、第１～第４の実施形態で説明した超音波診断装置における各処理は、予め用意された超音波イメージングプログラムを実行することによって実現することができる。この超音波イメージングプログラムは、インターネット等のネットワークを介して配布することができる。また、この超音波イメージングプログラムは、ハードディスク、フレキシブルディスク（ＦＤ）、ＣＤ－ＲＯＭ、ＭＯ、ＤＶＤ等のコンピュータで読み取り可能な非一時的な記録媒体に記録され、コンピュータによって非一時的な記録媒体から読み出されることによって実行することもできる。

【０１３７】

以上説明した少なくともひとつの実施形態によれば、硬さ画像の画質を向上させることができる。

【０１３８】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

【０１３９】

１０	装置本体
１７	制御部
１７２	生成部
１７３	出力制御部

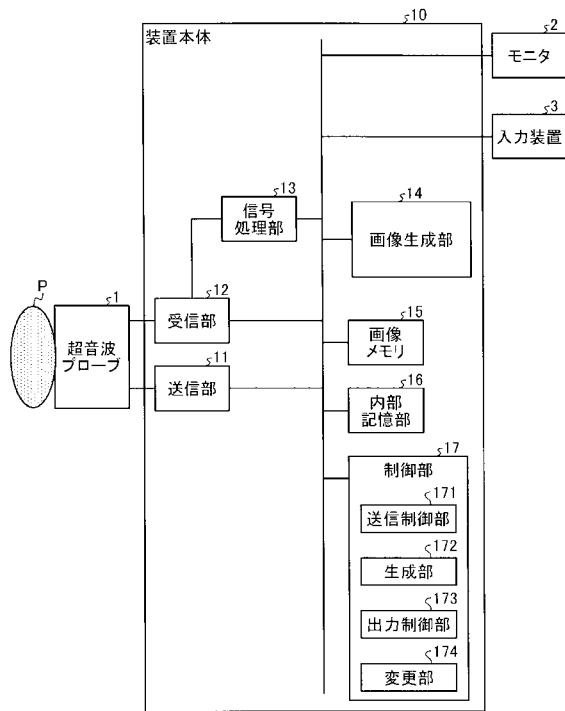
10

20

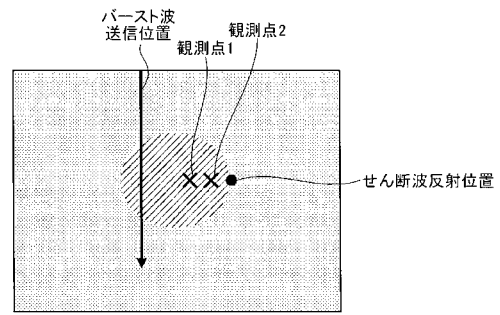
30

40

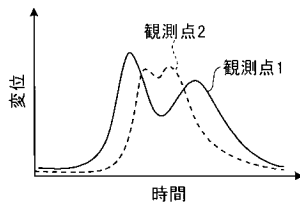
【図 1】



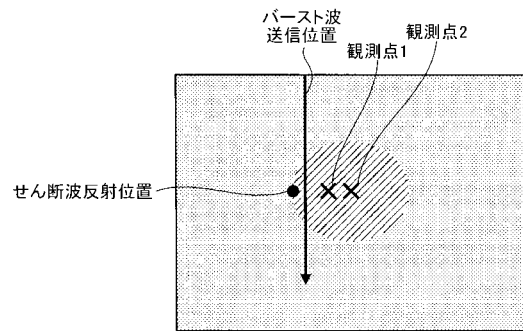
【図 2 A】



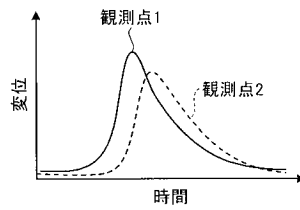
【図 2 B】



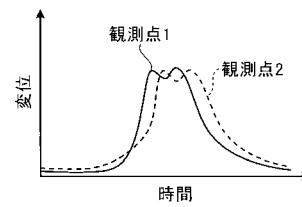
【図 3 A】



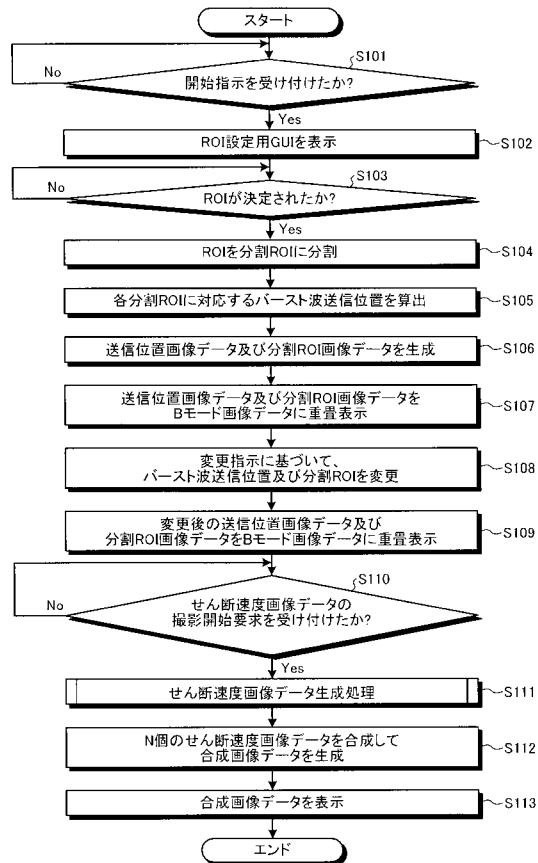
【図 2 C】



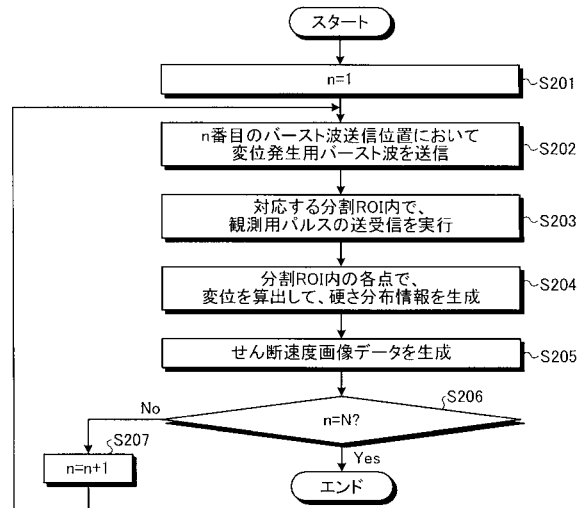
【図 3 B】



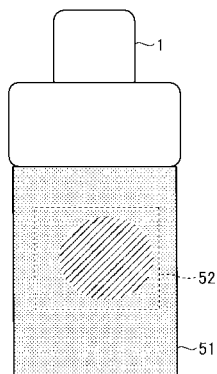
【図 4 A】



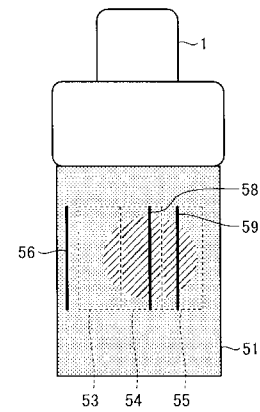
【図 4 B】



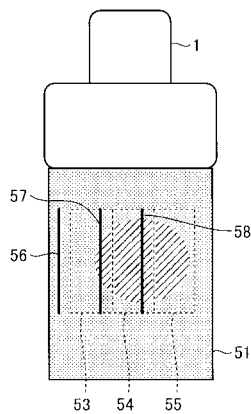
【図 5 A】



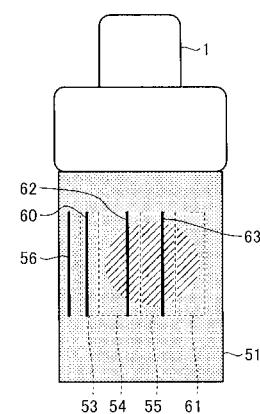
【図 5 C】



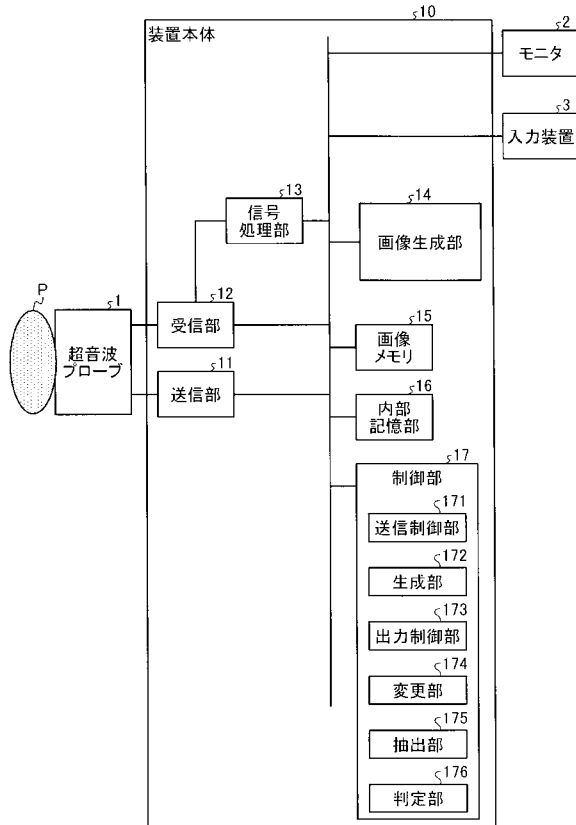
【図 5 B】



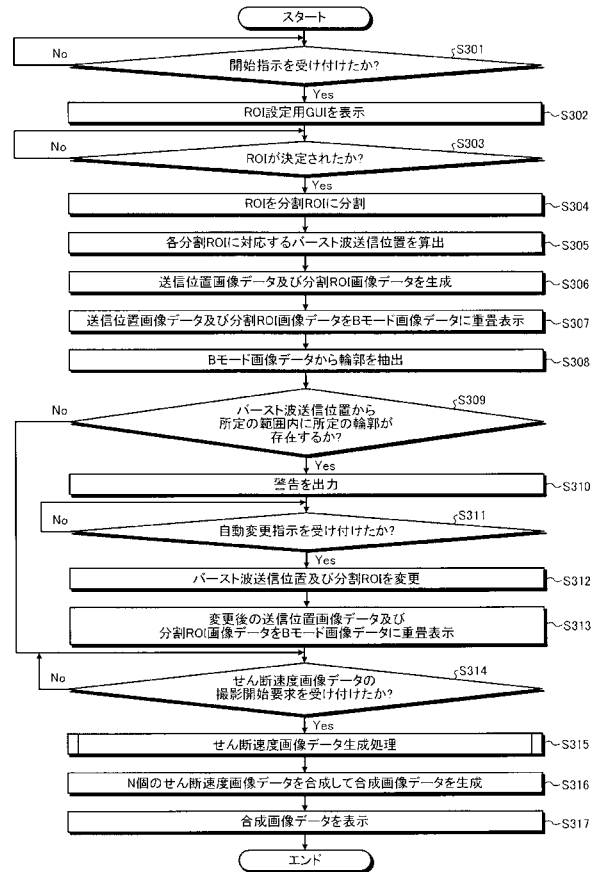
【図 5 D】



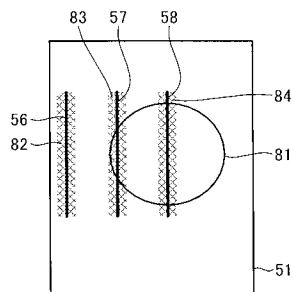
【 図 6 】



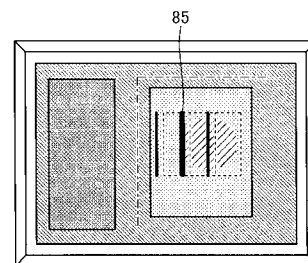
【 図 7 】



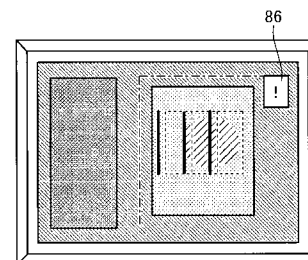
【 図 8 】



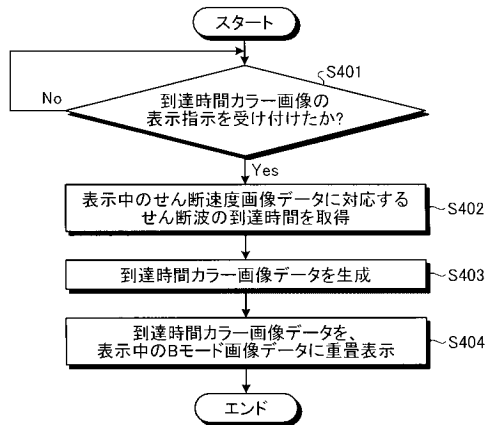
【 図 9 A 】



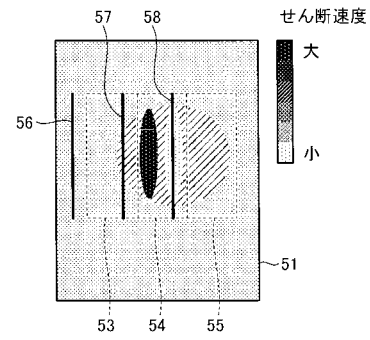
【 図 9 B 】



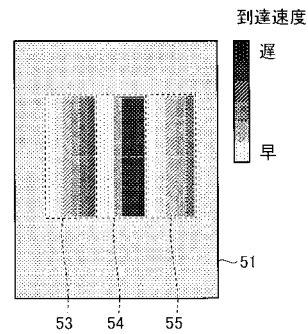
【図 10】



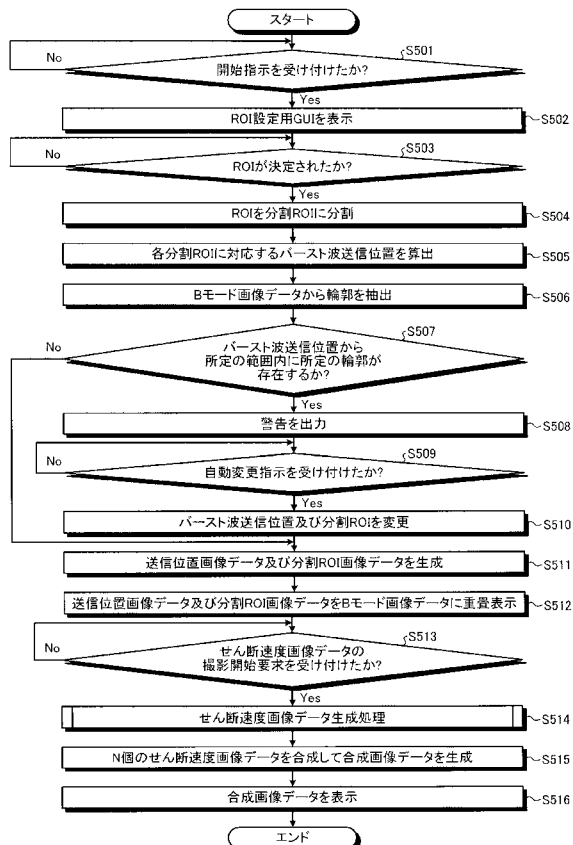
【図 11 A】



【図 11 B】



【図 12】



专利名称(译)	超声诊断设备和超声成像程序		
公开(公告)号	JP2015054056A	公开(公告)日	2015-03-23
申请号	JP2013188776	申请日	2013-09-11
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	金山侑子 矢野雅彦		
发明人	金山 侑子 矢野 雅彦		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/5207 A61B8/469 A61B8/485 A61B8/5223 A61B8/56 G01S7/52042 G01S7/52077		
FI分类号	A61B8/00 A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD19 4C601/EE30 4C601/HH08 4C601/JC09 4C601/JC20 4C601/JC37 4C601/KK24 4C601/KK31		
代理人(译)	酒井宏明		
其他公开文献	JP6288996B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种用于提高硬度图像质量的超声诊断设备。超声波诊断装置包括发送器11，发生器172和输出控制器173。发射单元11发射用于产生位移的超声波，该超声波通过由来自超声波探头1的声辐射力产生的剪切波产生位移，该观察超声波用于观察所发射的用于产生位移的超声波所产生的位移。在对应于产生位移的超声波的扫描区域中的多条扫描线上的每条扫描线上，多次从超声波探头1发送信号。生成单元172生成指示发送位移产生超声波的发送位置的发送位置图像数据和指示扫描区域的位置的扫描区域图像数据中的至少一个。输出控制单元173将所生成的透射位置图像数据和扫描区域图像数据中的至少一个叠加在超声图像数据上，并输出结果。[选型图]图1

