

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4817374号
(P4817374)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月9日(2011.9.9)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/08 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/08

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2006-144897 (P2006-144897)	(73) 特許権者	000153498
(22) 出願日	平成18年5月25日(2006.5.25)		株式会社日立メディコ
(65) 公開番号	特開2007-312958 (P2007-312958A)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(43) 公開日	平成19年12月6日(2007.12.6)	(72) 発明者	松村 剛
審査請求日	平成21年4月27日(2009.4.27)		東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立メディコ
			コ内
		(72) 発明者	外村 明子
			東京都千代田区内神田1丁目1番14号
			株式会社日立メディコ
			コ内
		(72) 発明者	堤 雅一
			茨城県日立市城南町2-1-1
			株式会社日立製作所
			日立総合病院内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

超音波探触子と、前記超音波探触子を介して被検体の断層部位のRF信号フレームデータに基づいて断層画像を生成する断層画像構成手段と、前記RF信号フレームデータに基づいて前記断層部位における組織の歪み又は弾性率を求める弾性情報演算手段と、前記弾性情報演算手段で求めた歪み又は弾性率に基づいて前記断層部位における弾性画像を生成する弾性画像構成手段と、前記断層画像及び／又は前記弾性画像を表示する表示手段とを備えた超音波診断装置において、

前記弾性画像及び前記断層画像の輝度情報を用いて、前記弾性画像のエラーを評価してエラー領域を指定するエラー評価部と、前記エラー評価部で指定された領域について、前記弾性画像にエラー情報を表示させ、又は前記エラー領域に関する前記弾性画像を削除させる画像制御手段とを備えることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

前記弾性画像、又は前記断層画像の前記エラー領域を指定するための情報が入力されるインターフェイス部を備えることを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項3】

前記エラー評価部は、前記弾性画像及び前記断層画像の輝度情報を用いて、所定の設定範囲内に属する画素の領域を抽出し、前記エラー領域を指定することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項4】

前記エラー評価部は、前記弾性画像、又は前記断層画像に表示される所定部位の表示位置と形状に基づいて、前記エラー領域を指定することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項5】

前記エラー評価部は、検出した断層画像データを記憶する画像メモリと、検出するパターン断層画像データを予め記憶するテンプレートメモリと、前記画像メモリと前記テンプレートメモリに記憶された断層画像データの一致度を検出する演算部と、その一致した位置を認識するための位置情報解析部とを有していることを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項6】

前記エラー評価部は、前記弾性画像、又は前記断層画像の輝度に対する閾値処理と、その領域の限局性を評価することにより前記エラー領域を指定することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項7】

前記エラー評価部は、前記複数のRF信号フレームデータに基づいて変位の大きさや方向のバラツキを特定することにより前記エラー領域を指定することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項8】

前記エラー評価部は、所定エラー部位の後方の座標領域を設定するとともに、所定領域の輝度平均値を基準にしてシャドーイング輝度閾値を設定し、前記シャドーイング輝度閾値に基づいてシャドーイング領域を認識することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項9】

前記エラー評価部は、前記歪みに基づいて前記エラー領域を指定することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項10】

前記エラー評価部は、変位の演算に際してのマッチングの程度を示す相関係数に基づいて前記エラー領域を指定することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項11】

前記エラー評価部は、前記弾性画像の動画から、評価基準の計測条件を満たすフレームを選択し、選択されたフレームに基づいて評価を行うことを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【請求項12】

前記エラー評価部は、所定の関心領域の外側部に配置する部位に生じた歪みが所定の閾値に達しない時、前記部位を前記エラー領域として指定することを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を利用して被検体内の撮像対象部位について断層像、生体組織の硬さまたは軟らかさを示す弾性画像を表示するための超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波探触子により被検体内部に超音波を送信し、被検体内部から生体組織の構造に応じた超音波の反射エコー信号を受信し、例えば超音波断層像等の断層像を構成して診断用に表示する。

【0003】

近年、手動又は機械的な方法により超音波探触子で被検体を圧迫して超音波受信信号を計測し、計測時間が異なる2つの超音波受信信号のフレームデータに基づいて圧迫により生じた生体各部の変位を求め、その変位データに基づいて生体組織の弾性を表す弾性画像

10

20

30

40

50

を生成することが開示されている例えば、特許文献1)。

【0004】

また、弾性画像の変位フレームデータを用い、局所的な変位のバラツキを求め、このバラツキが大きい計測点は、表示価値が低いと評価し、バラツキが小さい計測点は、表示価値が高いと評価して弾性画像を表示することが開示されている。(例えば、特許文献2)

【特許文献1】特開2000-60853号公報

【特許文献2】国際公開WO04/105615号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、上記公知文献では、弾性画像におけるバラツキを求めて、評価をしているものであり、弾性画像領域中の組織の領域、計測条件に適合した評価をしているものではない。したがって、弾性画像取得時において、圧迫等の計測条件が不適切であると、誤った歪みが取得されてしまい、例えば青色で表示され、その組織は硬いと認識されてしまう。また、前立腺組織の中で癌が発生しない領域においても、その組織の特性から、例えば青色で表示され、その組織は硬いと認識されてしまう。そのため、青色の領域(組織)には、癌の疑いがあるという情報を検者に与えてしまい、誤診につながってしまう恐れがある。

そこで本発明は、診断に適する弾性画像を表示させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

前記課題を解決するために、本発明は以下の様に構成される。超音波探触子と、前記超音波探触子を介して被検体の断層部位のRF信号フレームデータに基づいて断層画像を生成する断層画像構成手段と、前記RF信号フレームデータに基づいて前記断層部位における組織の歪み又は弾性率を求める弾性情報演算手段と、前記弾性情報演算手段で求めた歪み又は弾性率に基づいて前記断層部位における弾性画像を生成する弾性画像構成手段と、前記断層画像及び/又は前記弾性画像を表示する表示手段とを備えた超音波診断装置において、前記弾性画像及び前記断層画像の輝度情報を用いて、前記弾性画像のエラーを評価してエラー領域を指定するエラー評価部と、前記エラー評価部で指定された領域について、前記弾性画像にエラー情報を表示させ、又は前記エラー領域に関する前記弾性画像を削除させる画像制御手段とを備える。

【発明の効果】

【0007】

以上、本発明によれば、診断に適する弾性画像を表示させ、誤診に繋がる画像情報を検者に与えないようにすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

本発明を適用してなる超音波探触子及び超音波診断装置について、図を用いて説明する。図1は本発明を適用した超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

図1に示すように、超音波診断装置1には、被検体10に当接させて用いる超音波探触子12と、超音波探触子12を介して被検体10に時間間隔をおいて超音波を繰り返し送信する送信部14と、被検体10から発生する時系列の反射エコー信号を受信する受信部16と、送信部14と受信部16を制御する超音波送受信制御部17と、受信部16で受信された反射エコーを整相加算する整相加算部18とが備えられている。

【0009】

また、整相加算部18からのRF信号フレームデータに基づいて被検体の濃淡断層画像例えば白黒断層画像を構成する断層画像構成部20と、断層画像構成部20の出力信号を画像表示器26の表示に合うように変換する白黒スキャンコンバータ22とが備えられている。

【0010】

また、整相加算部18から出力されるRF信号フレームデータを記憶し、少なくとも2枚の

10

20

30

40

50

フレームデータを選択するRFフレームデータ選択部28と、被検体10の生体組織の変位を計測する変位計測部30変位計測部30で計測された変位情報から歪み又は弾性率を求める弾性情報演算部32と、弾性情報演算部32で演算した歪み又は弾性率からカラー弾性画像を構成する弾性画像構成部34と、弾性画像構成部34の出力信号を画像表示器26の表示に合うように変換するカラスキャンコンバータ36とが備えられている。そして、白黒断層画像とカラー弾性画像を重ね合わせたり、並列に表示させたり、切替を行う切替加算部24と、合成された合成画像を表示する画像表示器26とが備えられている。

【0011】

また、RF信号フレームデータ選択部28又は変位計測部30又は弾性情報演算部32又は弾性画像構成部34又は断層画像構成部20又は白黒スキャンコンバータ22の出力情報から弾性画像のエラーを評価するエラー評価部40と、エラー評価部40と弾性画像構成部34とカラスキャンコンバータ36とを制御する画像制御部44と、画像制御部44に指示を与えるインターフェイス部42とが備えられている。

10

【0012】

ここで、超音波診断装置1について詳細に説明する。超音波探触子12は、複数の振動子を配設して形成されており、被検体10に振動子を介して超音波を送受信する機能を有している。送信部14は、超音波探触子12を駆動して超音波を発生させるための送波パルスを生成するとともに、送信される超音波の収束点のある深さに設定する機能を有している。また、受信部16は、超音波探触子12で受信した反射エコー信号について所定のゲインで増幅してRF信号すなわち受波信号を生成するものである。整相加算部18は、受信部16で増幅されたRF信号を入力して位相制御し、受信超音波ビーム信号を生成するものである。

20

【0013】

断層画像構成部20は、整相加算部18からの受信ビーム信号を入力してゲイン補正、ログ圧縮、検波、輪郭強調、フィルタ処理等の信号処理を行い、断層画像データを得るものである。また、白黒スキャンコンバータ22は、断層画像構成部20からの断層画像データをデジタル信号に変換するA/D変換器と、変換された複数の断層画像データを時系列に記憶するフレームメモリと、制御コントローラを含んで構成されている。この白黒スキャンコンバータ22は、フレームメモリに格納された被検体内の断層フレームデータを1画像として取得し、取得された断層フレームデータをテレビ同期で読み出すものである。

【0014】

30

RFフレームデータ選択部28は、整相加算部18からの複数のRF信号フレームデータを格納し、格納されたRF信号フレームデータ群から1組すなわち2つのRF信号フレームデータを選択する。例えば、整相加算部16から時系列すなわち画像のフレームレートに基づいて生成されるRF信号フレームデータをRFフレームデータ選択部28に順次記憶し、記憶されたRF信号フレームデータ(N)を第1のデータとして選択すると同時に、時間的に過去に記憶されたRF信号フレームデータ群(N-1、N-2、N-3...N-M)の中から1つのRF信号フレームデータ(X)を選択する。なお、ここでN、M、XはRF信号フレームデータに付されたインデックス番号であり、自然数とする。

【0015】

そして、変位計測部30は、選択された1組のデータすなわちRF信号フレームデータ(N)及びRF信号フレームデータ(X)から1次元或いは2次元相関処理を行って、断層画像の各点に対応する生体組織における変位や移動ベクトルすなわち変位の方法と大きさに関する1次元又は2次元変位分布を求める。ここで、移動ベクトルの検出にはブロックマッチング法を用いる。ブロックマッチング法とは、画像を例えばN×N画素からなるブロックに分け、関心領域内のブロックに着目し、着目しているブロックに最も近似しているブロックを前のフレームから探し、これを参照して予測符号化すなわち差分により標本値を決定する処理を行う。

40

【0016】

弾性情報演算部32は、変位計測部30から出力される計測値、例えば移動ベクトルと、圧力計測部46から出力される圧力値とから断層画像上の各点に対応する生体組織の歪みや弾

50

性率を演算し、その歪みや弾性率に基づいて弾性画像信号すなわち弾性フレームデータを生成するものである。

【0017】

このとき、歪みのデータは、生体組織の移動量例えば変位を空間微分することによって算出される。また、弾性率のデータは、圧力の変化を歪みの変化で除することによって計算される。例えば、変位計測部30により計測された変位を $L(X)$ 、圧力計測部46により計測された圧力を $P(X)$ とすると、歪み $S(X)$ は、 $L(X)$ を空間微分することによって算出することができるから、 $S(X) = L(X) / X$ という式を用いて求められる。また、弾性率データのヤング率 $Y_m(X)$ は、 $Y_m = (P(X)) / S(X)$ という式によって算出される。このヤング率 Y_m から断層画像の各点に相当する生体組織の弾性率が求められるので、2次元の弾性画像データを連続的に得ることができる。なお、ヤング率とは、物体に加えられた単純引張り応力と、引張りに平行に生じるひずみに対する比である。

10

【0018】

弾性画像構成部34は、フレームメモリと画像処理部とを含んで構成されており、弾性情報演算部32から時系列に出力される弾性フレームデータをフレームメモリに確保し、確保されたフレームデータに対し画像処理を行うものである。

カラスキャンコンバータ36は、弾性画像構成部34からの弾性フレームデータに色相情報を付与する機能を有したものである。つまり、弾性フレームデータに基づいて光の3原色すなわち赤(R)、緑(G)、青(B)に変換するものである。例えば、歪みが大きい弾性データを赤色コードに変換すると同時に、歪みが小さい弾性データを青色コードに変換する。

20

【0019】

そして、本発明に係る切替加算部24は、フレームメモリと、画像処理部と、画像選択部とを備えて構成されている。ここで、フレームメモリは、白黒スキャンコンバータ32からの断層画像データとカラスキャンコンバータ36からの弾性画像データとを格納するものである。また、画像処理部は、フレームメモリに確保された断層画像データと弾性画像データとを合成割合を変更して合成するものである。合成画像の各画素の輝度情報及び色相情報は、白黒断層画像とカラー弾性画像の各情報を合成割合で加算したものである。さらに、画像選択部は、フレームメモリ内の断層画像データと弾性画像データ及び画像処理部の合成画像データのうちから画像表示器26に表示する画像を選択するものである。

【0020】

30

また、弾性画像のエラーを評価するエラー評価部40は、RF信号フレームデータ選択部28と変位計測部30と弾性情報演算部32と弾性画像構成部34と断層画像構成部20と白黒スキャンコンバータ22の出力に接続され、断層画像、RF信号、歪み、弾性率の情報から弾性画像のエラーを評価するものである。

【0021】

そして、画像制御部44は、エラー評価部40とインターフェイス部42の出力に接続されている。画像制御部44は、エラー評価部40でエラーとして評価された領域や、インターフェイス部42で指定された領域を削除したり、エラー情報を付与したりするものである。また、インターフェイス部42は、キーボード、トラックボール等から構成されており、画像表示器26に表示されるカーソルと連動している。

40

【0022】

図2は、前立腺の弾性画像の診断手順を示したものである。まず、弾性画像を取得し、その画像領域に硬い領域があるかどうか確認する。硬い領域が認められれば、その硬い領域を、弾性診断として陽性と認めるかどうかのエラー判定を行う。このエラー判定では、組織として実際に硬くても診断する必要がない対象組織であったり、弾性診断の計測条件が不適切なために硬く検出されてしまった領域などがエラーとして判定され、弾性陽性としては診断されないように区別され、誤診にならないよう試みている。なお、最終的にエラーではないと認識された硬い領域は、弾性陽性として画像から除去されずに表示される。

【0023】

50

エラーであると判定される場合には、組織の特性により不適切な場合と、計測条件が不適切の場合とに分類される。組織の特性により不適切な場合とは、例えば、石灰化、膀胱、嚢胞、尿管、血管、前線維筋性間質(AFS)が弾性画像として表示される場合である。石灰化、膀胱、嚢胞、尿管、血管、前線維筋性間質(AFS)の組織は硬かったり、内部組織に流動体が存在したりするため、青色に表示される場合が多い。また、計測条件が不適切の場合とは、石灰化のシャドーの影響を受ける領域、適切に圧迫されていない領域、又は圧迫前後の断面がずれた領域が弾性画像として表示される場合である。

【 0 0 2 4 】

ここで、図2に示すように、石灰化を含む領域をエラー<1>とする。石灰化は非常に硬いため弾性画像で硬く認識され、青色に表示されるが、弾性画像では青色に表示される領域が石灰化であるのか認識できない。なお、石灰化50領域は、癌が発生しない組織であるため診断不要なものである。

10

【 0 0 2 5 】

また、膀胱、嚢胞、尿管、血管を含む領域をエラー<2>とする。膀胱、嚢胞、尿管、血管はいずれの部位も低エコーの流体を内包しており、流動性であるため組織同士が結合した運動をしない。よって、正確に歪みを演算することができないため、結果的に硬い組織として演算されてしまうことが多い。なお、これらの領域は、癌が発生しない組織であるため診断不要なものである。

【 0 0 2 6 】

また、AFS領域をエラー<3>とする。AFS領域54は、図3等に示すように前立腺のBase部からMiddle部に局在する組織領域であり、経直腸用探触子を用いて前立腺の横断面で観察すると、前立腺中央から膀胱52手前の前立腺53側の皮膜56に向けて広がる逆三角形の低エコー域として認識される。AFS領域54は、癌が発生しない組織であるため診断不要なものである。

20

【 0 0 2 7 】

図4に示すように、石灰化50の後方でエコーが不十分なシャドーイング領域60をエラー<4>とする。シャドーイング領域60とは、石灰化50によりエコー信号が遮断された領域であり、その組織を反映したエコー信号が得られない。そのため歪みの演算結果もその組織の弾性を反映せず、結果的には硬い組織として演算されてしまうことが多い。

【 0 0 2 8 】

また、適切に圧迫されていない領域をエラー<5>とする。経直腸用探触子で前立腺53を圧迫する場合、一度の圧迫操作で全視野範囲を同等に圧迫することはできず、十分に圧迫できない方向が生じる。圧迫により適切な変形が与えられなかった領域は硬い組織として演算されてしまうことが多い。エラー評価部40は、関心領域の外側部に配置する前立腺皮膜部(脂肪、筋)に生じた歪みが、所定の閾値に達しない時、圧迫不十分の領域62として判定する。

30

【 0 0 2 9 】

また、圧迫の前後で断面がずれた領域をエラー<6>とする。圧迫前後に取得されたRF信号フレームデータ間での相関処理やブロックマッチング処理により、各計測点につき、圧迫後にどこに移動したかの変位情報を取得している。この圧迫前後の時間間隔の間に、超音波探触子12の短軸方向に面がずれると、圧迫前の計測面と圧迫後の計測面が異なる組織の面になるので、2次元平面内での変位探索処理に従う場合には、圧迫後にどこに移動したかが不明となる。このような場合には、変位情報がエラーとなり、結果的には硬い組織として演算されてしまうことが多い。エラー評価部40は、関心領域内部の弾性画像が時間的に安定して映像化されたかどうかを動画像で判定する。

40

【 0 0 3 0 】

以下、エラー評価と弾性画像処理について、具体的に説明する。

第1の実施形態として、上述したエラー領域を手動で評価し、判別する形態を図1～図5を用いて説明する。図3は、画像表示器26に表示される画像である。左側に表示されている画像が断層画像であり、右側に表示されている画像が断層画像上に弾性画像を重ね合わ

50

せた画像である。これら2つの画像は同一断面の画像である。

【0031】

検者は、画像表示器26の右側に表示されている弾性画像上に組織が硬いとして表示される青色に表示されている領域を確認する。そして、画像表示器26の左側に表示されている断層画像を用いて、この表示が適切であるかどうか、すなわちその領域がエラー領域であるかを判定する。

【0032】

そして、エラー領域が存在する場合、エラー領域であることを認識できるように、インターフェイス部42でカーソル100を移動させ、弾性画像上で領域の指定を行う。この領域は、インターフェイス部42上のボタンをクリックすることにより領域の始点を決定し、トラックボールを回転させることにより領域の範囲が求められ、再度ボタンをクリックすることにより領域の終点が決定される。なお、断層画像上で領域を指定する場合、断層画像構成部20、白黒スキャンコンバータ22で構成される断層画像上で領域の指定を行う。

画像制御部44は、この指定された領域について、弾性画像にエラー情報を表示させたり、その領域に関する弾性画像を削除させたりするように、弾性画像構成部34に対して制御を行う。

【0033】

そして、弾性画像構成部34は、画像制御部44により指示を受けた領域について弾性画像構成部34のフレームメモリのフレームデータにエラー情報の画像処理を行い、画像処理を行ったフレームデータをカラースキャンコンバータ36に出力する。そして、画像表示器26は、その画像処理された弾性画像を表示する。

【0034】

この動作について、図5を用いて説明する。図5の左側のチャートは動作手順を表すものである。右側の画像は、画像表示器26に表示される画像であり、上段の画像はS1、S2、S3の状態の画像である。中段の画像はS4の状態の画像であり、下段の画像はS5、S6の状態の画像である。

【0035】

(S1)まず、弾性画像をフリーズして静止画像を表示する。このとき、同じタイミングの断層画像も並列に表示する。

(S2)インターフェイス部42を用いて、エラー領域指定モードに切り替える。画像制御部44を介して画像表示器26の右端部にエラー領域指定UIとして上記エラー<1>～<6>の分類ボタンを表示させる。エラー領域指定UIには、エラー<1>～<6>に応じて、エラー領域の色付けがなされている。

(S3)そして、画像を静止した状態で断層画像を見て、例えば、弾性画像で硬く検出された領域が前線維筋性間質(AFS)であれば、エラー<3>として認定する。エラー領域指定UI表示されているエラー<3>のボタンをクリックしてエラー<3>を弾性画像又は断層画像上で指定する。なお、他のエラーであっても、同様な方式で領域が指定される。

(S4)断層画像を見ながら、弾性画像又は断層画像上のAFS領域54をインターフェイス部42で指定する。

(S5)画像制御部44は、インターフェイス部42で指定された領域の境界(輪郭)を検出し、弾性画像構成部34にその領域の情報を出力する。

(S6)弾性画像構成部34は、画像制御部44の検出されたエラー領域の弾性画像情報を除去したり、又はエラー<3>で分類された色付けを行い、その画像処理された画像を画像表示器26に表示する。

【0036】

次に第2の実施形態として、上述したエラー領域を半自動的に評価し、判別する形態を図1～図4、図6を用いて説明する。

【0037】

検者は、図3に示すように画像表示器26の右側に表示されている弾性画像上に組織が硬いとして表示される青色に表示されている領域を確認する。

10

20

30

40

50

そして、硬い領域が存在する場合、インターフェイス部42でカーソル100を移動させ、断層画像又は弾性画像上でその領域の指定を行う。このとき画像制御部44は、リージョンングローイング法を用いて領域の広がりの評価を行う。リージョンングローイング法とは、抽出すべき領域の基準点を設定し、その基準点の輝度との輝度差が設定範囲内に属する画素の領域を抽出する画像抽出法である。

【0038】

インターフェイス部42上のボタンをクリックすることによりカーソル100で基準点を決定し、設定範囲を定める。リージョンングローイング法により設定範囲内に属する画素の領域が求められる。石灰化50を領域抽出する場合、断層画像又は弾性画像で表示される石灰化50の中心部に基準点をインターフェイス部42で設定する。そして、前立腺53内に表示される石灰化50は、周囲に比べ高輝度領域であるので、例えば、断層画像の輝度値200以上が指定されるように輝度の範囲をインターフェイス部42で設定する。そして、画像制御部44は、リージョンングローイング法により輝度値200以上の領域が石灰化50の領域であると指定する。

10

【0039】

また、エラー評価部40は“歪み”を用いてエラー領域を指定してもよい。断層画像上の各点に対応する生体組織の歪みや弾性率を演算する弾性画像構成部32は、各点に対応する歪みをエラー評価部40に出力する。

【0040】

石灰化50を領域抽出する場合、石灰化50の中心部に基準点をインターフェイス部42で設定する。画像制御部44は、エラー評価部40に対し、設定された基準点の歪みを演算するように指令する。エラー評価部40は、基準点の歪みを弾性情報演算部32より得る。前立腺53内に表示される石灰化50は、周囲に比べ歪みが小さいので、例えば、基準点の歪みの近傍が指定されるように歪みの範囲をインターフェイス部42で設定する。そして、エラー評価部40は、設定した歪みの範囲の領域を石灰化50の領域であると指定する。

20

【0041】

このように画像制御部44で指定された領域について、弾性画像にエラー情報として表示させたり、その領域に関する弾性画像を削除させたりするように、弾性画像構成部34に対して制御を行う。

そして、弾性画像構成部34は、画像制御部44により指示を受けた領域について弾性画像構成部34のフレームメモリのフレームデータにエラー情報の画像処理を行い、画像処理を行ったフレームデータをカラスキャンコンバータ36に出力する。そして、画像表示器26は、その画像処理された弾性画像を表示する。

30

【0042】

この動作について、図6を用いて説明する。図6の左側のチャートは動作手順を表すものである。右側の画像は、画像表示器26に表示される画像であり、上段の画像はS11、S12の状態の画像である。中段の画像はS13～15の状態の画像であり、下段の画像はS17の状態の画像である。

【0043】

(S11)は上記(S1)と同様であり、(S12)は上記(S2)と同様であるため、ここでは説明を省略する。

40

(S13)弾性画像の領域をクリックして、基準点を指定する。そして、リージョンングローイング法の場合は、輝度又は色相の範囲を設定する。領域の指定に歪みを用いる場合は、歪みの範囲を設定する。

(S14)そして、弾性画像上においてリージョンングローイング法、又は歪みより指定された領域の境界を検出する。

(S15)指定された領域に該当する超音波断層画像の輝度分布情報をリージョンングローイング法を用いて抽出する。

(S16)エラー評価部40は、抽出された輝度情報を評価して、エラーかどうかを自動的に判定する。エラーであれば、その分類を判定する。なお、自動判定の仕方については、第

50

3の実施形態に説明する。

(S17)弾性画像構成部34は、画像制御部44の検出されたエラー領域の弾性画像情報を除去したり、又はエラー<3>で分類された色付けを行い、その画像処理された画像を画像表示器26に表示する。

【0044】

次に第3の実施形態として、上述したエラー領域を自動的に評価し、判別する形態を図1～図4、図7を用いて説明する。

この実施形態は、エラー評価部40において断層画像の輝度情報(表示位置と形状)からエラー領域を自動的に評価し、判別する形態である。

【0045】

エラー評価部40は、輝度に対する閾値処理と、その形状情報と、位置情報を評価することによりエラー判定を行う。まず、ここでは低エコー域を検出する。例えば、輝度平均値を基準にして、その何倍かを示す値として、 $Th(AFS)$ を設定し、AFS輝度閾値を

$(AFS\text{輝度閾値}) = Th(AFS) \times P_{mean}$

として設定する。この $Th(AFS)$ は、1以下である。そして、エラー評価部40は、形状情報による判定を行う。つまり、背側(画像では近傍)から腹側(画像では深部)に向かうに従い、横幅が増加する傾向にあるかどうかを判定する。また、エラー評価部40は、位置情報による判定を行う。前立腺の右にも左にも偏らず、中央に配置しているかを判定する。更にその低エコー域の腹側の領域に、膀胱52があるかどうかを判定する。

【0046】

この実施形態を具体的に説明すると、前立腺部位を観察する場合、超音波探触子の送受信面側から前立腺53、前立腺53に隣接するAFS領域54、前立腺53及びAFS領域54を覆う皮膜56、AFS領域54及び皮膜56の外側に膀胱52という順で表示される。

【0047】

エラー評価部40には、検出した断層画像データを記憶する画像メモリと、検出するパターンの断層画像データを予め記憶するテンプレートメモリと、画像メモリとテンプレートメモリに記憶された断層画像データの一致度を検出する演算部と、その一致した位置を認識するための位置情報解析部とが備えられている。

【0048】

予めテンプレートメモリには、前立腺部位の超音波断層像が記憶されている。具体的には、超音波探触子、前立腺53、皮膜56、膀胱52の形状と位置関係に対応させてAFS領域54のテンプレートがテンプレートメモリに記憶されている。また、輝度は膀胱52<AFS領域54<前立腺53<皮膜56となっており、この輝度情報もテンプレートメモリに記憶されている。

【0049】

例えば、AFS領域54のテンプレートの場合、超音波探触子とAFS領域54との間の距離、すなわち画像の下端部とAFS領域54との間の距離は2cmとして位置付けられている。また、扇形の前立腺53に隣接する逆三角形のAFS領域54が位置付けられている。このように、その他の周囲部位(皮膜56、膀胱52)の位置関係に対応させ、AFS領域54の超音波断層像のテンプレートをテンプレートメモリに記憶されている。

【0050】

そして、検出した超音波断層像データを断層画像構成部20又は白黒スキャンコンバータ22から取り込み、超音波断層像を画像メモリに記憶する。演算部は、画像メモリに記憶されている超音波断層像と、テンプレートメモリに記憶された超音波断層像のテンプレートとの一致度を演算する。この演算は、超音波断層像と予め記憶されたテンプレートの輝度に応じて2値化して処理を行う。例えば、AFS輝度閾値に基づき、輝度の高い部位を“1”、輝度の低い部位を“0”とする。例えば、前立腺53、皮膜56は“1”、膀胱52、AFS領域54は“0”となる。このようにテンプレートと検出した超音波画像データを2値化して一致度を演算する。

【0051】

10

20

30

40

50

位置情報解析部は、画像メモリに記憶されている超音波断層像データがテンプレートと一致した位置と領域を認識する。画像制御部44は、この指定された領域について、弾性画像にエラー情報を表示させたり、その領域に関する弾性画像を削除させたりするように、弾性画像構成部34に対して制御を行う。

【0052】

そして、弾性画像構成部34は、画像制御部44により指示を受けた領域について弾性画像構成部34のフレームメモリのフレームデータにエラー情報の画像処理を行い、画像処理を行ったフレームデータをカラースキャンコンバータ36に出力する。そして、画像表示器26は、その画像処理された弾性画像を表示する。

なお、上記では、超音波断層像についてテンプレートマッチングを行ったが、エラー評価部40は弾性画像のテンプレートと、弾性画像構成部34から出力される弾性画像を用いて、弾性画像上でテンプレートマッチングを行ってもよい。

【0053】

この動作について、図7を用いて説明する。図7の左側のチャートは動作手順を表すものである。右側の画像は、画像表示器26に表示される画像であり、上段の画像はS21、S22の状態の画像である。中段の画像はS23～24の状態の画像であり、下段の画像はS26の状態の画像である。

【0054】

(S21)は上記(S1)と同様であり、(S22)は上記(S2)と同様であるため、ここでは説明を省略する。

(S23)弾性画像上の硬い領域(青色)で表示される領域を自動検出し、例えば、R1、R2として硬い領域の画像認識を行う。

(S24)そして、エラー評価部40は、R1、R2に該当する断層画像の輝度分布を抽出する。

(S25)エラー評価部40は、R1、R2の輝度情報を用いてこの領域の境界(輪郭)を検出し、上述したテンプレートマッチングを用いてエラーを特定する。そしてエラーがあれば、その分類を判定する。

(S26)画像制御部44は、R1の弾性画像情報を除去したり、又はエラー<3>で分類された色付けを行う。また、R2の弾性画像情報を除去したり、又はエラー<1>で分類された色付けを行う。そして、これら画像処理された画像を画像表示器26に表示する。

【0055】

次に、他の実施形態として、上述した各エラーの特徴を自動的に評価し、判別する形態をそれぞれ説明する。

【0056】

(エラー<1>)

石灰化はカルシウム沈着により生成され、直径1mm程度の非常に小さく硬い石である。したがって、石灰化を超音波で観察すると、直径1mm程度の非常に高輝度の点として認識される。具体的には、エラー評価部40は、弾性画像で青色に表示される領域における断層画像の輝度情報(前立腺内で局所的に輝度が高い領域)により、この領域を石灰化50であると判定する。エラー評価部40は、輝度に対する閾値処理と、その領域の限局性を評価することにより画像認識可能である。前立腺画像の平均輝度値の演算として

(平均輝度値) = P_{mean}

を求める。そして、エラー評価部40は輝度閾値を超えている領域を検出する。例えば、輝度平均値を基準にして、その何倍かを示す値として、 $Th(Ca)$ を設定する。そして、石灰化輝度閾値を

(石灰化輝度閾値) = $Th(Ca) \times P_{mean}$

として設定する。ここで $Th(Ca)$ は、1以上である。前立腺画像の各座標につき、上記輝度閾値を超える計測点の座標を求め、それらの座標の集団としての高輝度領域を検出する。そして、エラー評価部40は、上記高輝度領域の広がり、直径1mm程度の円形領域であるかどうかを判定する。

画像制御部44は、この指定された領域について、弾性画像にエラー<1>を表示させたり

10

20

30

40

50

、その領域に関する弾性画像を削除させたりするように、弾性画像構成部34に対して制御を行う。

【0057】

(エラー<2>)

膀胱、嚢胞、尿管、血管は、いずれの部位も、内部に流体を含んでおり、圧迫に対する挙動は流動体に特有の挙動を示す。つまり、生体組織ではないため、隣接する計測点間において全く異なる大きさ、方向の変位ベクトルを持つ傾向がある。つまり、膀胱、嚢胞、尿管、血管の内部組織には結合がないので、各部位の動きが完全に自由であるから、変位の大きさや方向のバラツキが顕著に現れる。この挙動は組織間での結合性の評価により、容易に識別されることが示されている。

10

そこで、エラー評価部40は、変位計測部30から出力される信号を用いて、弾性画像で青色に表示される領域における変位の大きさと方向のバラツキ又はその統計的特徴量を計測し、この弾性画像の領域をエラー<2>として判定する。この計測に関しては、特許文献2に開示されている。

【0058】

具体的には、エラー評価部40は、各計測点における2次元の変位ベクトル($X_{i,j}$ 、 $Y_{i,j}$)を求める。そして、画像縦軸方向(y方向)成分と画像横軸方向(x方向)成分の要素データ群演算し、変位の大きさと方向のバラツキ又はその統計的特徴量を求める。計測した領域内で、変位の大きさや方向のバラツキが顕著に現れた場合、その領域を例えば膀胱52とする。特に、膀胱に関しては、腹側に位置する広域な低エコー領域であるため、更に部位の位置情報を加味しても判定されうる。なお、エラー評価部40は、膀胱、嚢胞、尿管、血管は、相関係数が低いことを利用して判定してもよい。

20

そして、画像制御部44は、この指定された領域について、弾性画像にエラー<2>を表示させたり、その領域に関する弾性画像を削除させたりするように、弾性画像構成部34に対して制御を行う。

【0059】

(エラー<4>)

図4に示すように、エラー評価部40は、上記エラー<1>の判定で石灰化50が検出されたら、その後方領域60が他の領域と比較して十分な輝度情報を持っているかを判定する。

まず、上述したとおりエラー<1>の検出を行う。そして、エラー評価部40は、その後方の座標領域を石灰化後方領域として設定し、その平均輝度が、演算を行うに十分な輝度を持っているか判定する。例えば、前立腺全体の輝度平均値を基準にして、その何倍かを示す値として、 $Th(Shadow)$ を設定し、シャドーイング輝度閾値を

30

$(\text{シャドーイング輝度閾値}) = Th(Shadow) \times P_{mean}$

と設定する。ここで $Th(Shadow)$ は、1以下とする。そして、

$(\text{石灰化後方領域の輝度平均}) < (\text{シャドーイング輝度閾値})$

であれば、エラー評価部40は、シャドーイング領域60として認識する。

そして、画像制御部44は、この指定された領域について、弾性画像にエラー<4>を表示させたり、その領域に関する弾性画像を削除させたりするように、弾性画像構成部34に対して制御を行う。

40

【0060】

(エラー<5>)

図8(a)に示すように、経直腸用探触子で前立腺を圧迫する場合、一度の圧迫操作で全視野範囲を同等に圧迫することはできず、十分に圧迫できない領域80が生じる。エラー評価部40は、関心領域の腹側部に配置する前立腺皮膜部56(脂肪、筋)に生じた歪みが、所定の閾値を越えたかどうかを判定することにより、その方向に適切に圧迫されたかどうかを判定する。

皮膜部56は、前立腺の腺組織領域よりも皮膜部は高輝度であること、皮膜部56は、円弧状の帯として連続して繋がっている特徴を利用して、エラー評価部40は、前立腺皮膜部(輪郭部)の領域を自動検出することができる。

50

そして、画像制御部44は、閾値を超えなかった方向の弾性画像を削除して表示されるようになってい

【0061】

図8(b)に示すように、画像制御部44は、この圧迫できていない扇形の領域82について、弾性画像にエラー<5>を表示させたり、その領域に関する弾性画像を削除させたりするように、弾性画像構成部34に対して制御を行う。

更にまた、画像制御部44は、閾値を超えた方向の弾性画像は、その皮膜部56後方の弾性画像を除去し、皮膜部56の内部の前立腺組織部53の弾性画像のみが抽出されて表示するように処理していてもよい。

【0062】

(エラー<6>)

圧迫前後において計測断面がずれ、異なる組織領域となった場合、例えば、エラー評価部40は、変位の演算に際してのマッチングの程度を示す相関係数などのパラメタが、極度に小さい値を計上する。つまり、相関係数の値に対して閾値を設定して判定することができる。この相関係数閾値をCthrsとして設定する。

そして、前立腺画像の各座標につき、上記相関係数閾値を超えない計測点の座標を求め、それらの座標の集団としての低相関計数領域を検出する。

そして、画像制御部44は、この領域について、弾性画像にエラー<6>を表示させたり、その領域に関する弾性画像を削除させたりするように、弾性画像構成部34に対して制御を行う。

【0063】

(皮膜部)

歪みの値に圧迫の程度を判定する圧迫判定歪み閾値 thr_sを設定する。この歪みの閾値は、前立腺画像内のすべての計測点における歪みの値で計測された歪み平均の値 meanにより、規格化された歪みの値に対する閾値であるとする。前立腺の歪み分布を規格化する。つまり、各計測点において計測された歪みの値 meas(i, j)を、全計測点で計測された歪みの平均値 meanで除する。つまり、

$$\text{mean} = \text{meas}(i, j) / N \quad N: \text{計測点の総数}$$

$$\text{norm}(i, j) = \text{meas}(i, j) / \text{mean}$$

として設定する。このようにすれば、圧迫前後での圧縮量に依存しない、圧迫判定歪み閾値を設定することができる。エラー評価部40は、前立腺皮膜部において計測された規格化歪みの値 norm(i, j)に対して、圧迫判定歪み閾値を越えたかどうかを判定する。超えていれば、その皮膜部座標(i, j)の方向への圧迫は適切であったと判定する。上記方法は、歪み分布を用いて説明したが、歪み画像を構築していれば、歪み画像の輝度情報や、色情報に上記圧迫判定歪み閾値に相当する閾値を割り当て、圧迫の適否を判定するようになっていてもよい。

【0064】

また、弾性画像の動画の中から、上記評価基準の計測条件を最も高い成績でクリアしたフレームを選別し、診断画像として適用する。上述した通り、不適当な圧迫操作によって生じるエラー(エラー<5>、<6>)を演算により認識することが可能である。この方法を用い

【0065】

(S51)まず、エラー評価部40において、不適切な圧迫操作手技により発生したエラー(エラー<5>、<6>)を装置上で自動検出する。

(S52)フレーム毎に、上記エラー領域の面積の総和(以下エラー総面積)を演算する。

(S53)動画の一連の複数フレームの中で、このエラー総面積が最も小さいフレームを検出する。

(S54)画像制御部44は、そのフレームが最も手技が適当であった瞬間の静止画であるとして診断に適用する画像として選択して、画像表示器26に表示する。

【 0 0 6 6 】

また例えば、エラー<5>、<6>によるエラー総面積が全体の面積の10%以下という条件を課し、この条件(以下、エラー総面積条件)をクリアしたフレームだけが弾性画像を装置上に表示されるようになっていてもよい。更に、エラー総面積条件をクリアしたフレーム間同士でのみ、パーシスタンス処理(時間方向のフレーム加算処理)が成されるようになっていてもよい。

【 0 0 6 7 】

なお、上述では、断層画像と弾性画像を並列に並べて表示しているが、半自動、又は自動的にエラーを判別する場合、弾性画像のみを表示してもよい。

また、特に前立腺対象に限らず、エラーを判定してそれを画像にどのように反映するかは、対象組織が変わっても同じであることはいうまでもない。

また、上記実施形態ではB-mode画像による組織部位の識別を試みたが、例えばRVS(リアルタイムバーチャルソノグラフィ)と組み合わせることにより、CTやMRIなどの3次元画像情報を利用することが可能となり、例えば膀胱、AFSなどの組織識別は容易に行われる。

なお、RVSとは、特開平10-151131号公報等に関示される超音波診断装置である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 8 】

【図1】本発明の全体構成を説明するための図。

【図2】本発明の様々なエラーを説明するための図。

【図3】本発明の表示形態を説明するための図。

【図4】本発明の表示形態を説明するための図。

【図5】本発明の第1の実施形態を説明するための図。

【図6】本発明の第2の実施形態を説明するための図。

【図7】本発明の第3の実施形態を説明するための図。

【図8】本発明の他の実施形態を説明するための図。

【図9】本発明の他の実施形態を説明するための図。

【符号の説明】

【 0 0 6 9 】

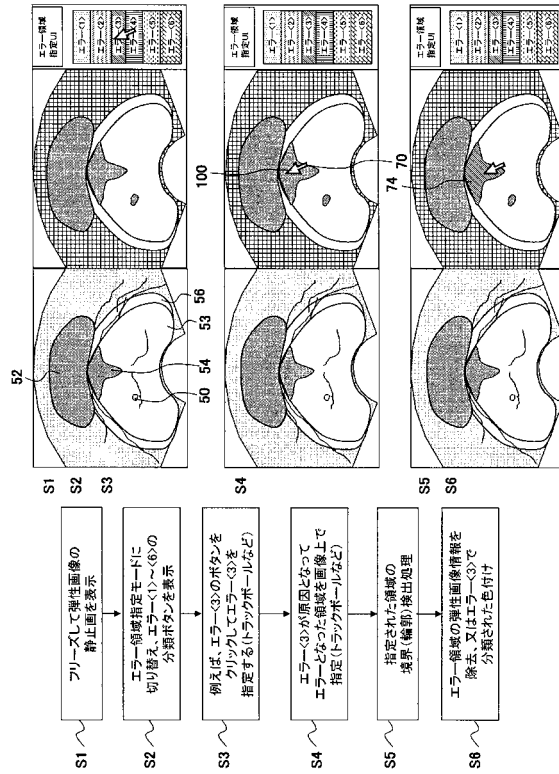
1 超音波診断装置、10 被検体、12 超音波探触子、14 送信部、16 受信部、17 送受信制御部、18 整相加算部、20 断層画像構成部、22 白黒スキャンコンバータ、26 画像表示器、28 RF信号フレームデータ選択部、30 変位計測部、32 弾性情報演算部、34 弾性画像構成部、36 カラースキャンコンバータ、24 切替加算部、40 エラー評価部、42 インターフェイス部、44 画像制御部

10

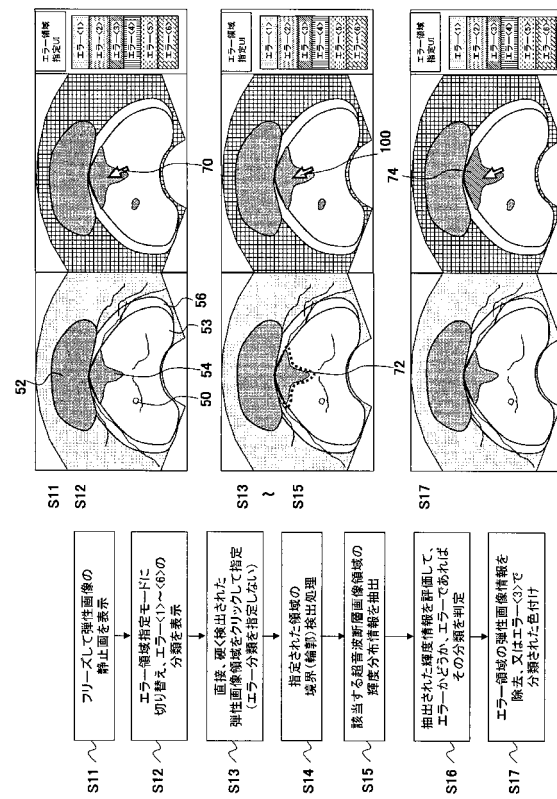
20

30

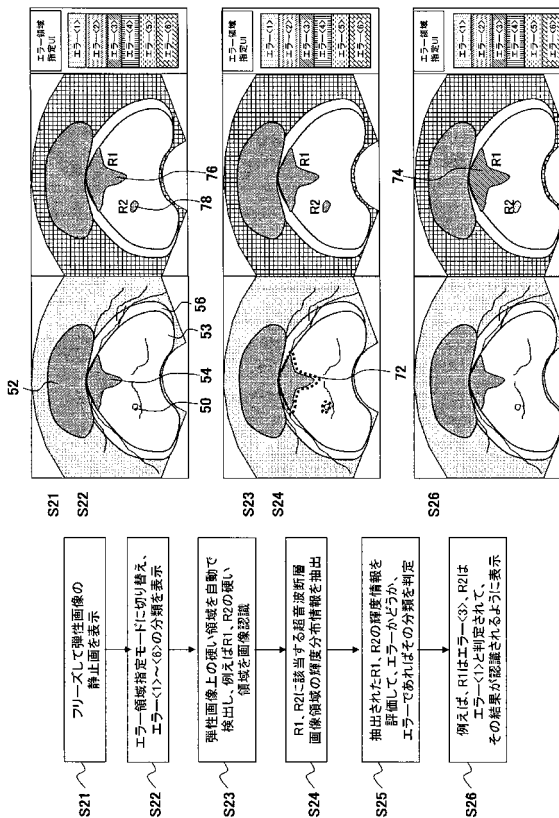
【図 5】



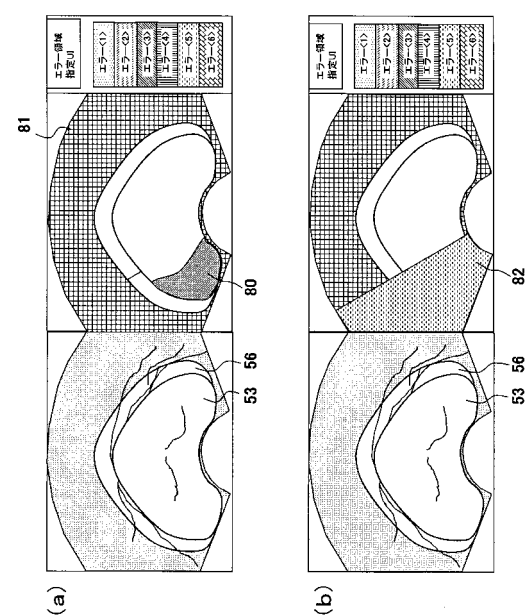
【図 6】



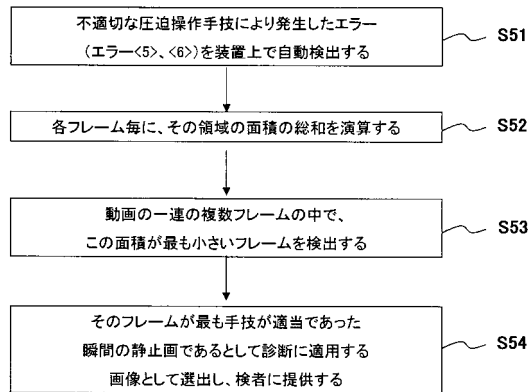
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

審査官 川上 則明

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 1 1 8 1 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 1 5 2 4 0 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 5 / 0 2 5 4 2 5 (W O , A 1)

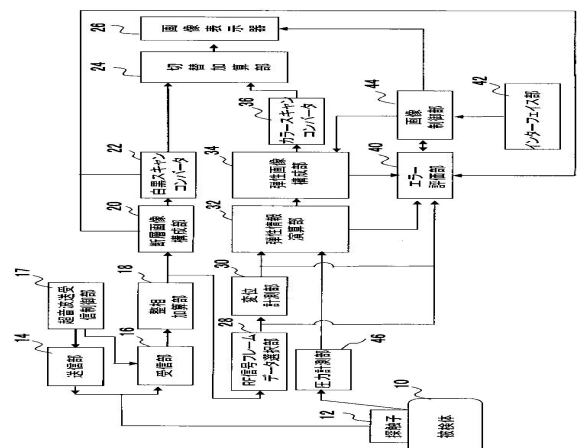
(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 8

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP4817374B2	公开(公告)日	2011-11-16
申请号	JP2006144897	申请日	2006-05-25
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
[标]发明人	松村剛 外村明子 堤雅一		
发明人	松村 剛 外村 明子 堤 雅一		
IPC分类号	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD19 4C601/EE11 4C601/JB34 4C601/JC05 4C601/JC15		
审查员(译)	川上 則明		
其他公开文献	JP2007312958A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种超声诊断设备，用于显示适合诊断的弹性图像。和A超声波探头12，断层图像构成部20基于该检体的断层部位的通过，RF信号帧数据的超声波探头12的RF信号帧数据生成断层图像的弹性信息运算部32，用于获得组织的形变或弹性模量的断层部位的弹性图像构成部34，用于生成基于在弹性信息运算部32所获得的失真或弹性模量的断层部位的弹性图像的基础上超声波诊断装置和用于显示所述断层图像和/或所述弹性图像，利用弹性图像的亮度信息和断层图像，通过评价弹性图像的错误指定的误差区域的显示单元26它包括一个误差评估单元40，由错误评估单元40指定的区域，以显示所述弹性图像上的错误信息，或所述图像控制单元44以去除与所述误差区域的弹性图像。点域1

【 图 1 】



【 图 3 】