

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5723790号
(P5723790)

(45) 発行日 平成27年5月27日(2015.5.27)

(24) 登録日 平成27年4月3日(2015.4.3)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 B 8/08 (2006.01) A 6 1 B 8/08

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2011-549868 (P2011-549868)	(73) 特許権者	000153498
(86) (22) 出願日	平成22年11月25日(2010.11.25)		株式会社日立メディコ
(86) 国際出願番号	PCT/JP2010/070965		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(87) 国際公開番号	W02011/086774	(74) 代理人	110001210
(87) 国際公開日	平成23年7月21日(2011.7.21)		特許業務法人YK I 国際特許事務所
審査請求日	平成25年11月22日(2013.11.22)	(72) 発明者	辻田 剛啓
(31) 優先権主張番号	特願2010-7699 (P2010-7699)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(32) 優先日	平成22年1月18日(2010.1.18)		株式会社日立メディコ内
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		
		審査官	宮澤 浩

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】

超音波を送受信する振動子を有する超音波探触子と、前記超音波探触子を介して被検体に超音波を送信する送信部と、前記超音波探触子を介して前記被検体からの反射エコー信号を受信する受信部と、前記反射エコー信号に基づく弾性値からなる弾性ボリュームデータをボリュームレンダリングすることにより3次元弾性画像を構成する3次元弾性画像構成部と、前記3次元弾性画像を表示する表示部と、

前記弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングにおける不透明度と前記弾性値との関係を設定する弾性不透明度テーブルを作成する弾性不透明度テーブル作成部とを備え、

前記弾性不透明度テーブルは、

前記被検体の関心部位に対応する第1の不透明度と、前記被検体の関心部位に対応する前記弾性値との関係、および、前記被検体の関心部位以外の部位に対応する第2の不透明度と、前記被検体の関心部位以外の部位に対応する前記弾性値との関係を設定し、

前記表示部は、前記3次元弾性画像と、操作者の操作に応じて前記弾性不透明度テーブルにおける前記第2の不透明度を設定する不透明度設定部と、を同一画面上に共に表示し、

前記弾性不透明度テーブル作成部は、前記不透明度設定部に対する前記操作者の操作に基づいて、前記第2の不透明度が前記第1の不透明度よりも小さくなるように前記第1の不透明度と前記第2の不透明度との関係を設定して前記弾性不透明度テーブルを作成し、

前記 3 次元弾性画像構成部は、前記弾性不透明度テーブルによって、前記第 1 の不透明度および前記第 2 の不透明度を前記弾性値に基づいて設定して前記 3 次元弾性画像を構成し、

前記表示部は、前記操作者の操作に基づいて作成された前記弾性不透明度テーブルによって構成された、前記関心部位および前記関心部位以外の部位についての前記 3 次元弾性画像と、前記不透明度設定部と、を同一画面上に共に表示することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記表示部は、前記 3 次元弾性画像および前記不透明度設定部と共に、前記弾性不透明度テーブルを同一画面上に表示することを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

10

【請求項 3】

超音波を送受信する振動子を有する超音波探触子と、前記超音波探触子を介して被検体に超音波を送信する送信部と、前記超音波探触子を介して前記被検体からの反射エコー信号を受信する受信部と、前記反射エコー信号に基づく弾性値からなる弾性ボリュームデータをボリュームレンダリングすることにより 3 次元弾性画像を構成する 3 次元弾性画像構成部と、前記 3 次元弾性画像を表示する表示部と、

予め記憶された複数のテーブルであって、前記弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングにおける不透明度と前記弾性値との関係を各前記テーブルが設定する、複数のテーブルのうちから 1 つを、操作者の操作に応じて弾性不透明度テーブルとして選択する不透明度テーブル選択部とを備え、

20

前記予め記憶された複数のテーブルのそれぞれは、

前記被検体の関心部位に対応する第 1 の不透明度と、前記被検体の関心部位に対応する前記弾性値との関係、および、前記被検体の関心部位以外の部位に対応する第 2 の不透明度と、前記被検体の関心部位以外の部位に対応する前記弾性値との関係を、それぞれ異なる関係に設定し、

前記第 2 の不透明度は、前記第 1 の不透明度よりも小さい値として設定され、

前記表示部は、前記 3 次元弾性画像と、前記不透明度テーブル選択部と、を同一画面上に共に表示し、

前記 3 次元弾性画像構成部は、前記弾性不透明度テーブルによって、前記第 1 の不透明度および前記第 2 の不透明度を前記弾性値に基づいて設定して前記 3 次元弾性画像を構成し、

30

前記表示部は、前記操作者の操作に基づいて選択された前記弾性不透明度テーブルによって構成された、前記関心部位および前記関心部位以外の部位についての前記 3 次元弾性画像と、前記不透明度テーブル選択部と、を同一画面上に共に表示することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 4】

前記表示部は、前記 3 次元弾性画像および前記不透明度テーブル選択部と共に、前記弾性不透明度テーブルを同一画面上に表示することを特徴とする請求項 3 記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記弾性不透明度テーブルは、前記弾性値に応じて前記第 1 の不透明度および前記第 2 の不透明度を設定する不透明度ラインからなることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置。

40

【請求項 6】

前記反射エコー信号に基づいて断層ボリュームデータが生成され、前記断層ボリュームデータの輝度と不透明度に基づいてボリュームレンダリングを行なう 3 次元断層画像構成部を備え、前記表示部は 3 次元断層画像を表示することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

超音波を送受信する振動子を有する超音波探触子と、前記超音波探触子を介して被検体

50

に超音波を送信する送信部と、前記被検体からの反射エコー信号を受信する受信部と、前記反射エコー信号に基づく弾性値からなる弾性ボリュームデータをボリュームレンダリングすることにより3次元弾性画像を構成する3次元弾性画像構成部と、前記3次元弾性画像を表示する表示部と、ボリュームレンダリングされる前記弾性ボリュームデータの各視線方向についてボクセル数をカウントするボクセルカウント部とを備え、

前記3次元弾性画像構成部は、前記弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングにおける不透明度と前記弾性値との関係を設定する弾性不透明度テーブルによって、前記不透明度を前記弾性値に基づいて設定して前記3次元弾性画像を構成し、

前記弾性不透明度テーブルにおいては、各視線方向についてカウントされたボクセル数に基づいて、関心部位以外の部位に対する前記不透明度が各視線方向について設定されることを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項8】

超音波を送受信する振動子を有する超音波探触子と、前記超音波探触子を介して被検体に超音波を送信する送信部と、前記被検体からの反射エコー信号を受信する受信部と、前記反射エコー信号に基づく弾性値からなる弾性ボリュームデータをボリュームレンダリングすることにより3次元弾性画像を構成する3次元弾性画像構成部と、前記3次元弾性画像を表示する表示部と、視線の最も浅い所又は最も深い所に位置する構造物を探索する処理を行い、探索された構造物までのボクセル数をカウントするボクセルカウント部とを備え、

前記3次元弾性画像構成部は、前記弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングにおける不透明度と前記弾性値との関係を設定する弾性不透明度テーブルによって、前記不透明度を前記弾性値に基づいて設定して前記3次元弾性画像を構成し、

20

前記弾性不透明度テーブルにおいては、各視線方向についてカウントされたボクセル数に基づいて、関心部位以外の部位に対する前記不透明度が各視線方向について設定されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項9】

超音波を送受信する振動子を有する超音波探触子と、前記超音波探触子を介して被検体に超音波を送信する送信部と、前記被検体からの反射エコー信号を受信する受信部と、前記反射エコー信号に基づく弾性値からなる弾性ボリュームデータをボリュームレンダリングすることにより3次元弾性画像を構成する3次元弾性画像構成部と、前記3次元弾性画像を表示する表示部と、ボリュームレンダリングされる前記弾性ボリュームデータの各視線方向について累積不透明度を求める累積不透明度分析部とを備え、

30

前記3次元弾性画像構成部は、前記弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングにおける不透明度と前記弾性値との関係を設定する弾性不透明度テーブルによって、前記不透明度を前記弾性値に基づいて設定して前記3次元弾性画像を構成し、

前記弾性不透明度テーブルにおいては、各視線方向について求められた累積不透明度に基づいて、関心部位以外の部位に対する前記不透明度が各視線方向について設定されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項10】

前記弾性不透明度テーブルは、前記関心部位の不透明度が、前記関心部位以外の部位の不透明度に比べて高くなるように設定されることを特徴とする請求項7から9のいずれか1項記載の超音波診断装置。

40

【請求項11】

前記反射エコー信号に基づいて断層ボリュームデータが生成され、前記断層ボリュームデータの輝度と不透明度に基づいてボリュームレンダリングを行なう3次元断層画像構成部を備え、前記表示部は3次元断層画像を表示することを特徴とする請求項7から10のいずれか1項記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

50

本発明は、超音波を利用し、被検体の生体組織の硬さ又は軟らかさを示す3次元弾性画像を表示する超音波診断装置及び超音波画像表示方法に関する。

【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、被検体内部の生体組織から受信される受信信号に基づいて3次元断層画像と3次元弾性画像を得て表示することができる。

【0003】

3次元断層画像に3次元弾性画像を重ねて表示する際に、3次元弾性画像の硬い部位又は軟らかい部位の形状や容積を認識できるように3次元断層画像の不透明度を設定することが行なわれている。(例えば、特許文献1)。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-259605号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1は、弾性値の特徴量に応じて不透明度を定義した不透明度テーブルに基づいて、3次元断層画像のボリュームレンダリングを行っているが、3次元弾性画像のボリュームレンダリングにおける不透明度を設定することが開示されていない。

【0006】

よって、視線方向にボリュームレンダリングを行なって3次元弾性画像を構成する際、関心部位よりも視線方向の手前に厚みを持った関心部位以外の部位が存在する場合、関心部位以外の部位に関心部位が隠れてしまう可能性がある。例えば、関心部位である硬い部位から軟らかい部位まで直線的に変わる不透明度の設定では、硬い領域が関心部位以外の部位である平均的な硬さを持つ部位に隠れてしまう可能性がある。

【0007】

本発明の目的は、3次元弾性画像における観察したい関心部位を適切に表示する超音波診断装置及び超音波画像表示方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の目的を達成するため、本発明は、超音波を送受信する振動子を有する超音波探触子と、前記超音波探触子を介して被検体に超音波を送信する送信部と、前記超音波探触子を介して前記被検体からの反射エコー信号を受信する受信部と、前記反射エコー信号に基づく弾性値からなる弾性ボリュームデータをボリュームレンダリングすることにより3次元弾性画像を構成する3次元弾性画像構成部と、前記3次元弾性画像を表示する表示部と、前記弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングにおける不透明度と前記弾性値との関係を設定する弾性不透明度テーブルを作成する弾性不透明度テーブル作成部とを備え、前記弾性不透明度テーブルは、前記被検体の関心部位に対応する第1の不透明度と、前記被検体の関心部位に対応する前記弾性値との関係、および、前記被検体の関心部位以外の部位に対応する第2の不透明度と、前記被検体の関心部位以外の部位に対応する前記弾性値との関係を設定し、前記表示部は、前記3次元弾性画像と、操作者の操作に応じて前記弾性不透明度テーブルにおける前記第2の不透明度を設定する不透明度設定部と、を同一画面上に共に表示し、前記弾性不透明度テーブル作成部は、前記不透明度設定部に対する前記操作者の操作に基づいて、前記第2の不透明度が前記第1の不透明度よりも小さくなるように前記第1の不透明度と前記第2の不透明度との関係を設定して前記弾性不透明度テーブルを作成し、前記3次元弾性画像構成部は、前記弾性不透明度テーブルによって、前記第1の不透明度および前記第2の不透明度を前記弾性値に基づいて設定して前記3次元弾性画像を構成し、前記表示部は、前記操作者の操作に基づいて作成された前記弾

10

20

30

40

50

性不透明度テーブルによって構成された、前記関心部位および前記関心部位以外の部位についての前記3次元弾性画像と、前記不透明度設定部と、を同一画面上に共に表示することを特徴とする。

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、3次元弾性画像における観察したい関心部位を適切に表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の全体構成のブロック図を示す図。

10

【図2】本発明の3次元断層画像構成部117と3次元弾性画像構成部118を示す図。

【図3】本発明の実施例1における弾性不透明度テーブルの例を示す図。

【図4】本発明の実施例1における弾性不透明度テーブルの例を示す図。

【図5】本発明の表示部111の一表示形態を示す図。

【図6】本発明の実施例2における弾性不透明度テーブルの例を示す図。

【図7】本発明の実施例3における3次元弾性画像構成部118を示す図。

【図8】本発明の実施例3における弾性不透明度テーブルの例を示す図。

【図9】本発明の実施例4における3次元弾性画像構成部118を示す図。

【図10】本発明の実施例4における弾性不透明度テーブルの例を示す図。

【発明を実施するための形態】

20

【0011】

本発明を適用した超音波診断装置100について、図1を用いて説明する。

図1に示すように、超音波診断装置100には、被検体101に当接させて用いる超音波探触子102と、超音波探触子102を介して被検体101に一定の時間間隔をおいて超音波を繰り返し送信させる送信部105と、被検体101から反射した反射エコー信号を受信する受信部106と、送信部105と受信部106を制御する送受信制御部107と、受信部106で受信された反射エコーを整相加算する整相加算部108とが備えられている。

【0012】

超音波探触子102は、複数の振動子を配設して形成されており、被検体101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。超音波探触子102は、矩形又は扇形をなす複数の振動子からなり、複数の振動子の配列方向と直交する方向に振動子を機械的に振り、超音波を3次元に送受信することができる。なお、超音波探触子102は、複数の振動子が2次元配列され、超音波の送受信を電子的に制御することができるものでもよい。

30

【0013】

送信部105は、超音波探触子102の振動子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。送信部105は、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106は、超音波探触子102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信号すなわち受信信号を生成するものである。超音波送受信制御部107は、送信部105や受信部106を制御するためのものである。

【0014】

40

整相加算部108は、受信部106で増幅されたRF信号の位相を制御し、1点又は複数の収束点に対し超音波ビームを形成してRF信号フレームデータ(RAWデータに相当)を生成するものである。

【0015】

さらに、超音波診断装置100には、整相加算部108で生成されたRF信号フレームデータを記憶するデータ記憶部109と、データ記憶部109に記憶されたRF信号フレームデータに基づいて2次元断層画像を構成する2次元断層画像構成部113と、2次元断層画像構成部113で構成された2次元断層画像について、2次元断層画像の取得位置に基づいて3次元座標変換を行ない、断層ボリュームデータを生成する断層ボリュームデータ生成部115と、断層ボリュームデータから3次元断層画像を構成する3次元断層画像構成部117と、データ記憶部109

50

に記憶された複数のRF信号フレームデータに基づいて2次元弾性画像を構成する2次元弾性画像構成部114と、2次元弾性画像構成部114で構成される2次元弾性画像について、2次元弾性画像の取得位置に基づいて3次元座標変換を行ない、弾性ボリュームデータを生成する弾性ボリュームデータ生成部116と、座標変換された弾性ボリュームデータから3次元弾性画像を構成する3次元弾性画像構成部118と、2次元断層画像と2次元弾性画像とを合成したり、3次元断層画像と3次元弾性画像とを合成したりする合成処理部110と、合成処理部110で合成した合成画像、2次元断層画像や2次元弾性画像等を表示する表示部111とが備えられている。

【0016】

また、超音波診断装置100には、上記各構成要素を制御する制御部103と、制御部103に各種入力を行なう操作部104を備えている。操作部104は、キーボードやトラックボール等を備えている。

10

【0017】

2次元断層画像構成部113は、制御部103における設定条件に基づいて、データ記憶部109から出力されるRF信号フレームデータ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ない、2次元断層画像を構成する。

【0018】

超音波探触子2は、超音波の送受信と同時に送受信方向()を計測することができ、断層ボリュームデータ生成部115は、2次元断層画像の取得位置に相当する送受信方向()に基づいて、複数の2次元断層画像について3次元変換を行ない、断層ボリュームデータを生成する。

20

【0019】

3次元断層画像構成部117は、断層ボリュームデータの輝度と不透明度に基づいてボリュームレンダリングを行なう。具体的には、3次元断層画像構成部117は、図2(a)に示されるように、断層不透明度テーブル作成部200と断層レンダリング演算部202とからなる。

【0020】

断層不透明度テーブル作成部200は、横軸にボクセル値である断層画像の輝度、縦軸に不透明度をとった断層不透明度テーブルを作成するものである。断層レンダリング演算部202は、作成された断層不透明度テーブルに基づいて、断層ボリュームデータから3次元断層画像を構成する次式を用いてボリュームレンダリングを行なう。

30

【0021】

【数1】

$$Cout(i) = Cout(i-1) + (a - Aout(i-1)) \cdot A(i) \cdot C(i) \cdot S(i) \quad (1)$$

$$Aout(i) = Aout(i-1) + (1 - Aout(i-1)) \cdot A(i) \quad (2)$$

$$A(i) = Opacity[C(i)] \quad (3)$$

【0022】

$C(i)$ は作成される2次元投影面上のある点から3次元断層画像を見た場合、視線*i*番目に存在するボクセルの輝度値である。 $Cout(i)$ は、出力されるピクセル値である。例えば、視線上に*N*ボクセルの輝度値が並んだとき、 $i=0 \sim N-1$ までを積算した輝度値 $Cout(N-1)$ が最終的に出力されるピクセル値となる。 $Cout(i-1)$ は*i-1*番目までの積算値を示す。

40

【0023】

また、 $A(i)$ は視線上*i*番目に存在する輝度値の不透明度であり、上記(3)に示すとおり、 $0 \sim 1.0$ の値をとる断層不透明度テーブル(断層オパシティテーブル)である。断層不透明度テーブルは、断層不透明度テーブル作成部200で作成され、輝度値から不透明度を参照することによって、出力する2次元投影面(3次元断層画像)上への寄与率を決定する。

【0024】

$S(i)$ は、輝度 $C(i)$ とその周辺の画素値より求めた勾配より算定される陰影付けのための重み成分で、たとえば、光源とボクセル*i*を中心とした面の法線が一致する場合、もっとも強く反射するため1.0が与えられ、光源と法線が直交する場合には0.0が与えられるなど

50

の強調効果を指し示す。

【0025】

Cout(i)、Aout(i)は、ともに0を初期値としている。上記(2)に示されるように、Aout(i)はボクセルを通過するたびに積算され1.0に収束される。よって、上記(1)に示されるようにi-1番目までの不透明度の積算値Aout(i-1)が約1.0となった場合、i番目以降の輝度値C(i)は出力画像に反映されない。

【0026】

断層不透明度テーブル作成部200は、例えば、断層不透明度テーブルにおける低輝度の不透明度をゼロとすることで、輝度の低い断層ボリュームデータを画像化せず、輝度の高い断層ボリュームデータを画像化することができる。断層レンダリング演算部202は、作成された断層不透明度テーブルに基づいてボリュームレンダリングを行い、構成された3次元断層画像を合成処理部110に出力する。

10

【0027】

本実施例では、断層不透明度テーブルを変更することができる。操作部104の操作に基づく制御部103の制御によって、断層不透明度テーブル作成部200に対し、断層不透明度テーブルを変更させ、変更した断層不透明度テーブルに応じて断層ボリュームデータを画像化することができる。

【0028】

2次元弾性画像構成部114は、データ記憶部109に記憶された複数のRF信号フレームデータから変位を計測する。そして、2次元弾性画像構成部114は、計測した変位に基づいて弾性値を演算し、2次元弾性画像を構成する。弾性値には、歪み、弾性率、変位、粘性、歪み比等の弾性情報が含まれる。

20

【0029】

弾性ボリュームデータ生成部116は、2次元弾性画像の取得位置に相当する送受信方向()に基づいて、複数の2次元弾性画像について3次元変換を行ない、弾性ボリュームデータを生成する。弾性ボリュームデータには、弾性値に応じてカラー値(青色、水色、緑色、黄色、赤色等)が付与されている。例えば、硬い部位が青色に、軟らかい部位が赤色に色分けされる。

【0030】

3次元弾性画像構成部118は、弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングにおける不透明度を弾性値に基づいて設定して3次元弾性画像を構成する。不透明度と弾性値の関係を設定した弾性不透明度テーブルによって不透明度が設定される。具体的には、3次元弾性画像構成部118は、図2(b)に示されるように、弾性不透明度テーブル作成部204と弾性レンダリング演算部206とからなる。

30

【0031】

弾性不透明度テーブル作成部204は、不透明度と弾性値の関係を設定した弾性不透明度テーブルを作成する。弾性値によってボリュームレンダリングにおける不透明度を設定する弾性不透明度テーブルが作成される。弾性不透明度テーブル作成部204で作成される弾性不透明度テーブルを図3、図4に示す。弾性不透明度テーブルによって弾性値と不透明度の関係が決定され、表示部111における2次元投影面上への弾性ボリュームデータの寄与率が設定される。

40

【0032】

弾性不透明度テーブルは、弾性値によって不透明度を設定するための不透明度ライン300と、不透明度ライン300を設定するガイドを行うガイドライン302とからなる。また、図3、図4には、不透明度テーブルの弾性値に対応するカラーバー304も示している。

【0033】

図3に示すように、弾性不透明度テーブルは、弾性値によって青色が付与された関心部位(硬い部位)が強調して表示されるように、不透明度ライン300によって不透明度が設定されている。弾性値によって定められる関心部位(硬い部位)の不透明度が、緑色や赤色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位、軟らかい部位)の不透明度に比べて高くなる

50

ように不透明度ライン300によって不透明度が設定されている。関心部位以外の部位となる標準部位とは、弾性ボリュームデータにおいて平均的な硬さを持つ部位であり、主に緑色が付与されている部位である。また、関心部位以外の部位は主に標準部位を含む部位である。

【0034】

弾性不透明度テーブルにおいて、青色が付与された関心部位(硬い部位)の不透明度ライン300における不透明度をT1とすると、T1は1.0に近い値(例えば、 $0.7 < T1 < 1.0$)に設定される。また、緑色や赤色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位、軟らかい部位)の不透明度ライン300における不透明度をT2とすると、T2は0に近い値(例えば、 $0 < T2 < 0.5$)に設定される。なお、関心部位以外の部位の不透明度T2がゼロにならないように不透明度ライン300の不透明度が設定されている。なぜなら、青色が付与された関心部位(硬い部位)を相対的に表示するためである。また、水色が付与された関心部位と関心部位以外の部位との間の部位の不透明度ライン300における不透明度をT3とすると、T2とT1の間の値(例えば、 $T2 < T3 < T1$)に設定される。

10

【0035】

本実施例では、さらに弾性不透明度テーブルの不透明度を変更することができる。操作部104の操作に基づく制御部103の制御によって、弾性不透明度テーブル作成部204に対し、弾性不透明度テーブルの不透明度を変更させることができる。

【0036】

弾性不透明度テーブル作成部204は、緑色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位を含む部位)に該当する不透明度ライン300の不透明度を変更する。

20

【0037】

具体的には、操作者が、図3の左図に示されている関心部位以外の部位に設定される不透明度ライン300を上方向に移動させると、図3の右図に示すように関心部位以外の部位の不透明度が高くなるよう、弾性不透明度テーブル作成部204は、弾性不透明度テーブルの不透明度を設定する。逆に、操作者が関心部位以外の部位に設定される不透明度ライン300を下方向に移動すると、関心部位以外の部位の不透明度が低くなるよう、弾性不透明度テーブル作成部204は、弾性不透明度テーブルの不透明度を設定する。不透明度ライン300を設定するガイドを行うガイドライン302は、不透明度ライン300の移動可能範囲(例えば、 $0 < T2 < 0.5$)を示すものである。このように、操作者は、関心部位以外の部位(標準部位を含む部位)に設定される不透明度ライン300における不透明度を設定することができる。

30

【0038】

なお、本実施例では、不透明度ライン300を直線で示したが、曲線であってもよい。不透明度ライン300が曲線の場合、弾性不透明度テーブル作成部204は、関心部位以外の部位(標準部位を含む部位)における曲線の不透明度を設定する。

【0039】

弾性レンダリング演算部206は、弾性不透明度テーブル作成部204で作成される不透明度ライン300に基づく弾性不透明度テーブル及び下記式を用いてボリュームレンダリングを行なう。

【0040】

【数2】

$$Eout(i) = Eout(i-1) + (1 - Aout(i-1)) \cdot A(i) \cdot E(i) \cdot S(i) \quad (4)$$

$$Aout(i) = Aout(i-1) + (1 - Aout(i-1)) \cdot A(i) \quad (5)$$

$$A(i) = Opacity[E(i)] \quad (6)$$

【0041】

$E(i)$ は作成される2次元投影面上のある点から3次元弾性画像を見た場合の視線*i*番目に存在する弾性値である。 $Eout(i)$ は、出力されるピクセル値である。例えば、視線上に*N*ボクセルの弾性値が並んだとき、 $i=0 \sim N-1$ まで弾性値を積算した積算値 $Eout(N-1)$ が最終的に出力されるピクセル値となる。 $Eout(i-1)$ は*i-1*番目までの積算値を示す。また、 $A(i)$

40

50

は視線上*i*番目に存在する弾性値の不透明度であり、式(6)に示すとおり、弾性不透明度テーブル作成部204で作成された弾性不透明度テーブルである。

【0042】

$S(i)$ は弾性値 $E(i)$ とその周辺の弾性値より求めた勾配より算定される陰影付けのための重み成分で、たとえば、光源とボクセル*i*を中心とした面の法線が一致する場合、もっとも強く反射するため1.0が与えられ、光源と法線が直交する場合には0.0が与えられるなどの強調効果を指し示す。

【0043】

$E_{out}(i)$ 、 $A_{out}(i)$ はともに0を初期値とし、式(5)に示される様に $A_{out}(i)$ はボクセルを通過するたびに積算され1.0に収束する。よって、式(4)に示されるように*i*-1番目までのボクセルの不透明度の積算値 $A_{out}(i-1)$ が約1.0となった場合、*i*番目以降のボクセル値 $E(i)$ は出力画像に反映されない。

【0044】

合成処理部110は、上記のように構成された3次元断層画像、3次元弾性画像をそれぞれ読み出し、2次元投影面上に操作部104にて設定される透過率を乗じて累積加算し、3次元合成画像を作成する。表示部111は、合成処理部110で作成された3次元合成画像を表示する。

【0045】

また、弾性不透明度テーブル作成部204は、図4(a)に示すように、弾性値によって赤色が付与された関心部位(軟らかい部位)が強調して表示されるように、弾性不透明度テーブルの不透明度ライン300によって不透明度を設定することができる。弾性不透明度テーブルは、弾性値によって定められる関心部位の不透明度が、関心部位以外の部位の不透明度に比べて高くなるように設定される。具体的には、弾性値によって定められる関心部位(軟らかい部位)の不透明度が、緑色や青色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位、硬い部位)の不透明度に比べて高くなるように不透明度ライン300によって不透明度が設定されている。

【0046】

弾性不透明度テーブル作成部204は、操作部104の操作に基づく制御部103の制御によって緑色や赤色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位、硬い部位)に該当する不透明度ライン400の不透明度を設定することができる。図4(a)の左図に示すように関心部位以外の部位に設定される不透明度ライン400を上方向に移動すると、図4(a)の右図に示すように関心部位以外の部位の不透明度が高く設定される。逆に、関心部位以外の部位に設定される不透明度ライン400を下方向に移動すると、関心部位以外の部位の不透明度が低く設定される。不透明度ライン400を設定するガイドを行うガイドライン402は、不透明度ライン400の移動可能範囲(例えば、 $0 < T2 \leq 0.5$)を示すものである。

【0047】

また、弾性不透明度テーブル作成部204は、図4(b)に示すように、弾性値によって青色、赤色が付与された関心部位(硬い部位、軟らかい部位)が強調して表示されるように、弾性不透明度テーブルの不透明度ライン404によって不透明度を設定することができる。弾性値によって定められる関心部位(硬い部位、軟らかい部位)の不透明度が、緑色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位)の不透明度に比べて高くなるように不透明度ライン404によって不透明度が設定されている。

【0048】

弾性不透明度テーブル作成部204は、操作部104の操作に基づく制御部103の制御によって、緑色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位)に該当する不透明度ライン404の不透明度を設定することができる。図4(b)の左図に示されている関心部位以外の部位に設定される不透明度ライン404を上方向に移動すると、図4(b)の右図に示すように関心部位以外の部位の不透明度が高く設定される。逆に、関心部位以外の部位に設定される不透明度ライン404を下方向に移動すると、関心部位以外の部位の不透明度が低く設定される。不透明度ライン404を設定するガイドを行うガイドライン406は、不透明度ライン404の移動

10

20

30

40

50

可能範囲(例えば、 $0 < T2 \leq 0.5$)を示すものである。

【0049】

図5は、表示部111の一表示形態を示すものである。画像500と不透明度テーブル選択部502と不透明度設定部504と弾性不透明度テーブル506が同一画面に表示されている。

【0050】

画像500は、例えば、3次元断層画像と3次元弾性画像を合成した3次元合成画像、又は3次元弾性画像である。

【0051】

不透明度テーブル選択部502は、予め記憶された複数の弾性不透明度テーブルから弾性不透明度テーブルを選択するものである。上記で説明した図3、図4(a)、(b)の弾性不透明度テーブルを複数記憶する記憶部(図示しない。)を備えている。表示部111には複数の弾性不透明度テーブルが表示され、操作部104の操作に基づく制御部103の制御によって弾性不透明度テーブルを選択することができる。操作部104によって選択された弾性不透明度テーブル506が表示される。ここでは、図4(b)の凹型の弾性不透明度テーブルが選択され、506のように表示されている。

10

【0052】

不透明度設定部504は、操作部104に相当する数値設定部やスライダーによって、関心部位以外の部位(標準部位)に該当する不透明度ライン404の不透明度を設定することができる。ここでは、不透明度ライン404の不透明度が"0.5"に設定されている。なお、数値やスライダーは、不透明度ライン404の不透明度の設定可能範囲を示すこともできる。

20

【0053】

画像500と不透明度テーブル選択部502と不透明度設定部504と不透明度テーブルが同一画面に表示されているため、操作者は、画像500を確認しながら、最適な画像になるように、不透明度テーブルのパターンを選択したり、弾性不透明度テーブルの不透明度を設定したりすることができる。

【0054】

以上、実施例1によれば、視線方向にボリュームレンダリングを行なって3次元弾性画像を構成する際、3次元弾性画像の視線上に観察したい関心部位よりも手前に厚みを持った関心部位以外の部位(標準部位を含む部位)が存在しても、弾性不透明度テーブルの不透明度を弾性値に応じて設定することにより、関心部位以外の部位(標準部位を含む部位)に関心部位が隠れることなく、関心部位を表示することができる。

30

【0055】

例えば、関心部位が視線方向の深部にあった場合、関心部位以外の部位(標準部位を含む部位)の不透明度がより低くなるよう変更することで、手前の関心部位以外の部位(標準部位を含む部位)を透かして関心部位を観察することができる。

【0056】

つまり、3次元弾性画像における観察したい関心部位を適切に表示することができる。

【0057】

ここで、実施例2を図1～図6を用いて説明する。実施例1と異なる点は、弾性不透明度テーブル作成部204によって、標準部位を含まない部位の不透明度を設定する点である。弾性不透明度テーブル作成部204以外の構成については、実施例1と同様であるため、弾性不透明度テーブル作成部204以外の構成の説明は省略する。

40

【0058】

弾性不透明度テーブル作成部204は、図6の左図に示すように、弾性値によって青色、赤色が付与された関心部位(硬い部位、軟らかい部位)が強調して表示されるように、弾性不透明度テーブルの不透明度ライン600によって不透明度を設定している。

【0059】

そこで、例えば、青色が付与された関心部位(硬い部位)をさらに強調する場合、弾性不透明度テーブル作成部204は、標準部位を含まない赤色が付与された部位に該当する不透明度ライン600の不透明度を設定する。具体的には、図6の左図に示されている標準部位を

50

含まない部位の不透明度に設定される不透明度ライン600を下方向に移動すると、図6の右図に示すように標準部位を含まない部位の不透明度が低く設定される。

【0060】

なお、本実施例では、赤色が付与された関心部位(軟らかい部位)をさらに強調する場合、弾性不透明度テーブル作成部204は、標準部位を含まない青色が付与された部位に該当する不透明度ライン600の不透明度を設定することもできる。

【0061】

以上、本実施例によれば、視線方向にボリュームレンダリングを行なって3次元弾性画像を構成する際、特に着目したい関心部位をさらに強調して表示することができる。

【0062】

実施例3を図1～図8を用いて説明する。実施例1、2と異なる点は、ボリュームレンダリングされる弾性ボリュームデータのボクセル数に基づいて、視線(方向)毎に弾性不透明度テーブルの不透明度を設定する点である。つまり、弾性不透明度テーブルは、ボリュームレンダリングされる弾性ボリュームデータのボクセル数に基づいて、不透明度が設定される。

10

【0063】

図7に示されるように、3次元弾性画像構成部118は、弾性ボリュームデータに対して視線(方向)を設定する視線設定部700と、弾性ボリュームデータに設定された視線(方向)におけるボクセル数をカウントするボクセルカウント部702と、カウントされたボクセル数に基づいて弾性不透明度テーブルを作成する弾性不透明度テーブル作成部704と、作成された弾性不透明度テーブルを用いて弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングを行なう弾性レンダリング演算部706とからなる。

20

【0064】

図8を用いて本実施例における3次元弾性画像構成部118を具体的に説明する。図8(a)の形態では、視線設定部700は、操作部104の操作に基づく制御部103の制御によって、弾性ボリュームデータ800に対して対角線上に視線802が設定されている。表示部111は、弾性ボリュームデータ800と視線802を表示することができる。ボクセルカウント部702は、弾性ボリュームデータ800に設定された視線802におけるボクセル数をカウントする。カウントされたボクセル数はライン806の長さで示されている。なお、ボクセルカウント部702は、視線の最も浅い所又は最も深い所に位置する構造物を探索する処理を行い、目的とする構造物までのボクセル数を算定してもよい。

30

【0065】

弾性不透明度テーブル作成部704は、まず、実施例1に示すように、弾性値によって定められる青色、赤色が付与された関心部位(硬い部位、軟らかい部位)の不透明度が、緑色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位)の不透明度に比べて高くなるように不透明度ライン808によって弾性不透明度テーブルの不透明度を設定する。

【0066】

図8(a)の形態では、弾性ボリュームデータ800に対して対角線上に視線802が設定されているため、ボリュームレンダリングするボクセル数が最も多い。そこで、弾性不透明度作成部704は、ボリュームレンダリングするボクセル数が多いことによって、関心部位(硬い部位、軟らかい部位)が関心部位以外の部位(標準部位)に隠れることがないように、弾性不透明度テーブルの不透明度をボクセル数に応じて設定する。

40

【0067】

具体的には、弾性不透明度作成部704は、緑色が付与された関心部位以外の部位(標準部位)の不透明度ライン808における不透明度をT2とすると、関心部位以外の部位の不透明度T2が低くなる(例えば、 $0 < T2 < 0.1$)ように不透明度ライン808を設定する。なお、ガイドライン810は、不透明度ライン808の移動可能範囲(例えば、 $0 < T2 < 0.5$)を示すものである。

【0068】

弾性レンダリング演算部706は、弾性不透明度テーブル作成部704で作成される不透明度

50

ライン808に基づく弾性不透明度テーブル及び上記式(数2)を用いてボリュームレンダリングを行なう。

【0069】

一方、図8(b)の形態では、視線設定部700は、操作部104の操作に基づく制御部103の制御によって、弾性ボリュームデータ800の一辺に対して直交しないように視線802が設定されている。ボクセルカウント部702は、弾性ボリュームデータ800に設定された視線802におけるボクセル数をカウントする。カウントされたボクセル数はライン814の長さで示されている。

【0070】

弾性不透明度テーブル作成部704は、まず、実施例1に示すように、弾性値によって定められる青色、赤色が付与された関心部位(硬い部位、軟らかい部位)の不透明度が、緑色等が付与された関心部位以外の部位(標準部位)の不透明度に比べて高くなるように不透明度ライン808によって弾性不透明度テーブルの不透明度を設定する。

【0071】

図8(b)の形態では、弾性ボリュームデータ800の一辺に対して直交しないように視線802が設定されており、ボリュームレンダリングするボクセル数が図8(a)の形態より少ない。弾性不透明度作成部704は、関心部位(硬い部位、軟らかい部位)が関心部位以外の部位(標準部位)に隠れることがないように、弾性不透明度テーブルの不透明度をボクセル数に応じて設定する。

【0072】

具体的には、弾性不透明度作成部704は、緑色が付与された関心部位以外の部位(標準部位)の不透明度ライン808における不透明度を $T2$ とすると、関心部位以外の部位の不透明度 $T2$ が高くなる(例えば、 $0.1 < T2 < 0.3$)ように不透明度ライン808を設定する。

【0073】

弾性レンダリング演算部706は、弾性不透明度テーブル作成部704で作成される不透明度ライン808に基づく弾性不透明度テーブル及び上記式(数2)を用いてボリュームレンダリングを行なう。

【0074】

実施例3では、ボリュームレンダリングするボクセル数が多い場合、弾性不透明度テーブル作成部704は、関心部位以外の部位の不透明度が低くなるように不透明度ライン808を設定する。一方、ボリュームレンダリングするボクセル数が少ない場合、弾性不透明度テーブル作成部704は、関心部位以外の部位の不透明度が高くなるように不透明度ライン808を設定する。よって、視線(方向)を変えて3次元弾性画像を構成しても、弾性不透明度テーブル作成部704は、視線(方向)毎にボクセル数をカウントし、ボクセル数に応じて不透明度を視線(方向)毎に適宜設定しているため、どの視線(方向)からも均一な3次元弾性画像を表示することができる。

【0075】

実施例4を図1～図10を用いて説明する。実施例1～3と異なる点は、視線(方向)における弾性ボリュームデータの累積不透明度を分析し、分析された累積不透明度に基づいて、弾性不透明度テーブルの不透明度を設定する点である。

【0076】

図9に示されるように、3次元弾性画像構成部118は、弾性ボリュームデータに対して視線(方向)を設定する視線設定部900と、設定された視線(方向)における視線方向距離(ボクセル数)に対する累積不透明度を分析する累積不透明度分析部902と、分析された累積不透明度に基づいて弾性不透明度テーブルを作成する弾性不透明度テーブル作成部904と、作成された弾性不透明度テーブルを用いて弾性ボリュームデータのボリュームレンダリングを行なう弾性レンダリング演算部906とからなる。

【0077】

図10を用いて本実施例における3次元弾性画像構成部118を具体的に説明する。図10は、視線設定部900で設定された視線(方向)における視線距離(ボクセル数)に対する累積不

10

20

30

40

50

明度を示すものである。本実施例では、累積不透明度グラフ1004が、全体的にバランスがよく不透明度が設定されているため、最適累積不透明度グラフとする。

【0078】

累積不透明度分析部902は、設定された視線(方向)における視線距離(ボクセル数)に対する累積不透明度を分析する。

【0079】

ここでは、累積不透明度分析部902で視線(方向)における累積不透明度を分析した結果、累積不透明度グラフ1002が得られたとする。累積不透明度グラフ1002は、視線距離(ボクセル数)に対する累積不透明度が高く、視線距離(ボクセル数)がP1に達する時点で累積不透明度が1.0に到達してしまう。

10

【0080】

そこで、弾性不透明度テーブル作成部904は、視線(方向)における累積不透明度グラフ1002が最適累積不透明度グラフ1004となるように弾性不透明度テーブルにおける不透明度を設定する。具体的には、弾性不透明度テーブル作成部904は、例えば、図4(b)に示すように、緑色等が付与された関心部位以外の部位に設定される不透明度ライン404を下方向に移動し、関心部位以外の部位の不透明度をより低く設定する。

【0081】

また、累積不透明度分析部902で視線(方向)における累積不透明度を分析した結果、累積不透明度グラフ1006が得られたとする。累積不透明度グラフ1006は、視線距離(ボクセル数)に対する累積不透明度が低く、視線距離(ボクセル数)がP2に達する時点で累積不透明度が1.0に到達することとなる。また、累積不透明度グラフ1006は、視線距離(ボクセル数)P1の位置において累積不透明度が0.5となってしまう。この場合、出力される弾性値は弾性ボリュームデータの弾性値の2分の1になることになり、実際よりも硬いと診断されてしまう可能性がある。

20

【0082】

そこで、弾性不透明度テーブル作成部904は、視線(方向)における累積不透明度グラフ1006が最適累積不透明度グラフ1004となるように弾性不透明度テーブルにおける不透明度を設定する。具体的には、弾性不透明度テーブル作成部904は、例えば、図4(b)に示すように、緑色等が付与された関心部位以外の部位に設定される不透明度ライン404を上方向に移動し、関心部位以外の部位の不透明度をより高く設定する。

30

【0083】

弾性レンダリング演算部906は、弾性不透明度テーブル作成部904で作成される弾性不透明度テーブル及び上記式(数2)を用いてボリュームレンダリングを行なう。

【0084】

実施例4では、視線(方向)における累積不透明度を分析し、分析された累積不透明度に基づいて、弾性不透明度テーブルの不透明度を設定することにより、どの視線(方向)からも均一な3次元弾性画像を表示することができる。

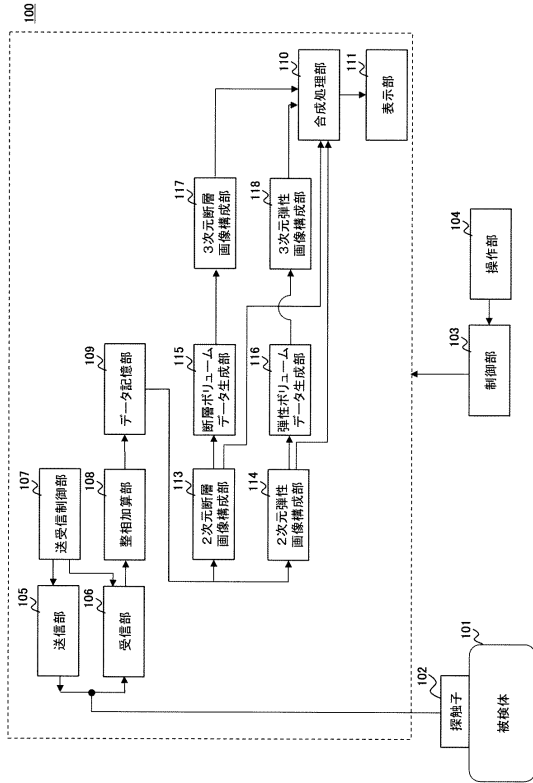
【符号の説明】

【0085】

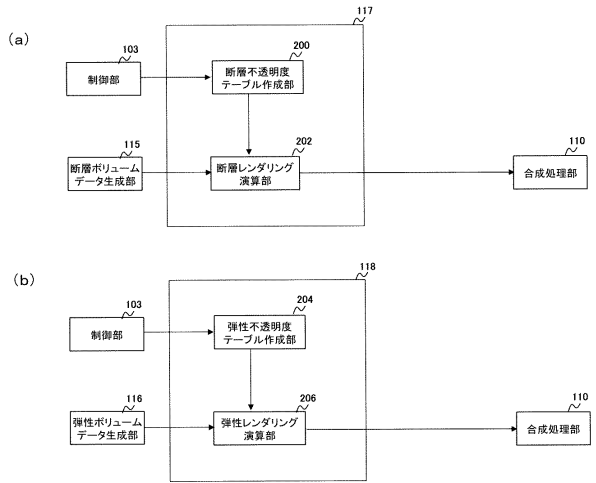
100 超音波診断装置、102 超音波探触子、103 制御部、104 操作部、105 送信部、106 受信部、107 送受信制御部、108 整相加算部、109 データ記憶部、110 合成処理部、111 表示部、113 2次元断層画像構成部、115 断層画像3次元座標変換部、117 3次元断層画像構成部、114 2次元弾性画像構成部、116 弾性画像3次元座標変換部、118 3次元弾性画像構成部

40

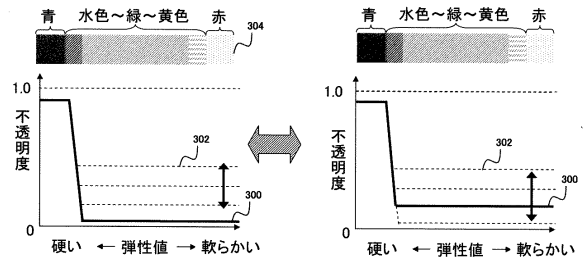
【図1】



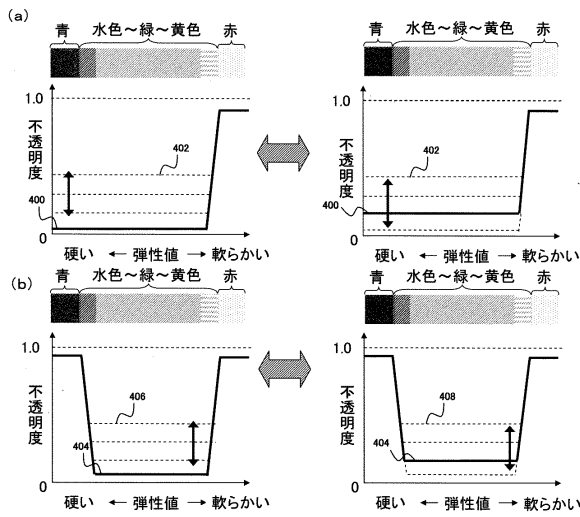
【図2】



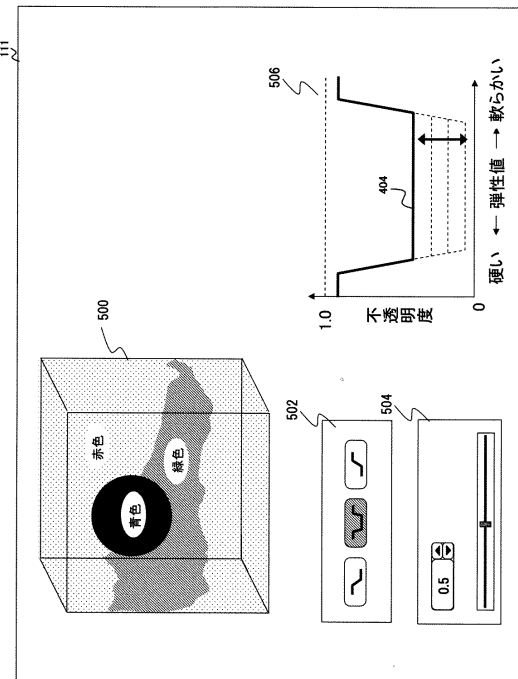
【図3】



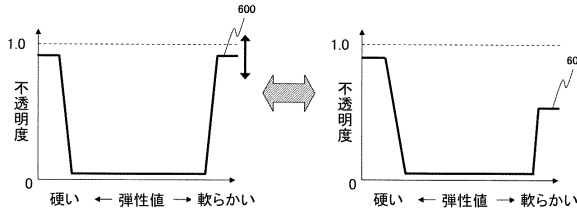
【図4】



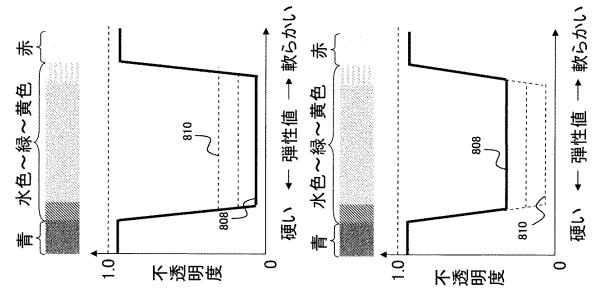
【図5】



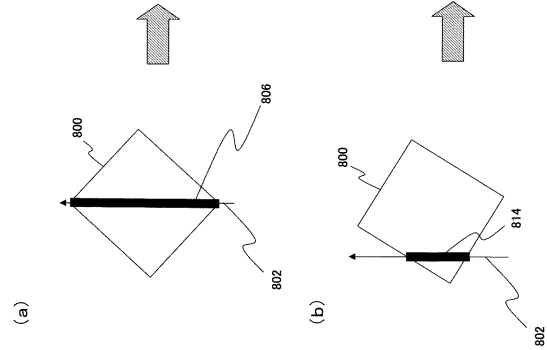
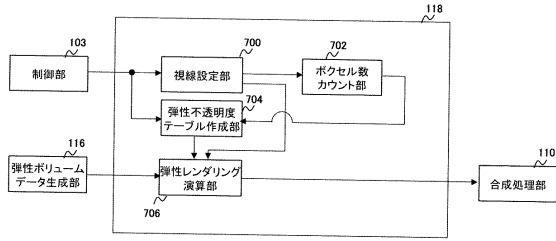
【図6】



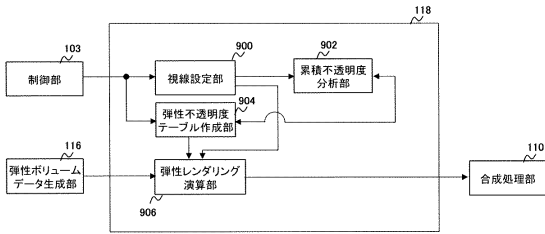
【図8】



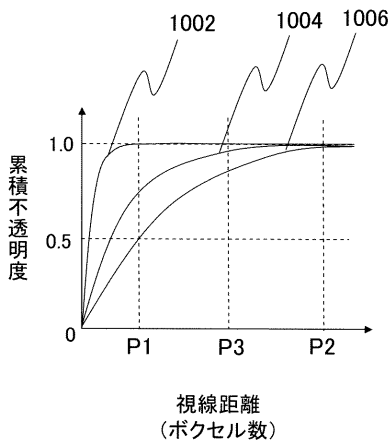
【図7】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-259605(JP,A)
国際公開第2009/001077(WO,A2)
国際公開第2005/048847(WO,A1)
特開2007-007402(JP,A)
特開2001-014446(JP,A)
特開2007-044231(JP,A)
特開2007-117384(JP,A)
特開2007-125169(JP,A)
特表平10-507954(JP,A)
国際公開第2005/006987(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/08

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP5723790B2	公开(公告)日	2015-05-27
申请号	JP2011549868	申请日	2010-11-25
[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	辻田剛啓		
发明人	辻田 剛啓		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/463 A61B8/466 A61B8/483 A61B8/485 A61B8/5223 G01S7/52071 G01S7/52073 G01S15/8993 G06T15/08 G16H50/30		
FI分类号	A61B8/08		
审查员(译)	宫泽浩		
优先权	2010007699 2010-01-18 JP		
其他公开文献	JPWO2011086774A1 JPWO2011086774A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

为了提供用于在三维弹性图像中适当地显示待观察区域的超声波诊断装置和超声波图像显示方法，具有用于发送和接收超声波的换能器的超声波探头102，用于经由探测器102向对象101发送超声波的发送器105，用于接收来自对象101的反射回波信号的接收器106，以及包括基于反射回波信号的弹性值的弹性体积数据量一种超声波诊断装置，包括：三维弹性图像构建单元118，其通过渲染构成三维弹性图像；以及显示单元111，其显示三维弹性图像，其中计算弹性体积弹性不透明度表创建单元204,704和904，用于创建弹性不透明度表，用于设置数据的体积渲染中的不透明度。

【图1】

