

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5882217号
(P5882217)

(45) 発行日 平成28年3月9日 (2016.3.9)

(24) 登録日 平成28年2月12日 (2016.2.12)

(51) Int. Cl.	F 1
A 6 1 B 8/08 (2006.01)	A 6 1 B 8/08
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14 Z DM

請求項の数 11 (全 22 頁)

(21) 出願番号	特願2012-534956 (P2012-534956)	(73) 特許権者	000153498
(86) (22) 出願日	平成23年7月28日 (2011.7.28)		株式会社日立メディコ
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/067190		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(87) 国際公開番号	W02012/039192	(72) 発明者	猪上 慎介
(87) 国際公開日	平成24年3月29日 (2012.3.29)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
審査請求日	平成26年7月22日 (2014.7.22)		株式会社日立メディコ内
(31) 優先権主張番号	特願2010-211162 (P2010-211162)	審査官	富永 昌彦
(32) 優先日	平成22年9月21日 (2010.9.21)		
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(56) 参考文献	特開2008-259605 (JP, A)
			)
			特開2008-284287 (JP, A)
			)
			国際公開第2005/048847 (WO, A1)
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置および超音波画像の表示方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体内に超音波を送信して受信した信号を用いて被検体の断層像を生成する断層像構成部と、前記信号を処理して前記被検体の組織の弾性を表す弾性値の2次元分布を示す2次元弾性像を生成する2次元弾性像構成部と、複数の前記2次元弾性像から構成されるボリュームデータを生成し、所望の弾性値範囲に含まれる弾性値を有するボクセルを前記ボリュームデータの中から選択して、該選択したボクセルを用いてレンダリングすることで3次元弾性像を生成するレンダリング部と、前記3次元弾性像と、前記弾性値範囲内の弾性値に対応する領域を示す前記2次元弾性像および前記断層像のうちの少なくとも一方と、を表示する表示部と、を有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、前記弾性値範囲外の弾性値を有するボクセルにマスクをかけた前記2次元弾性像を表示する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】

前記表示部は、前記弾性値範囲内の弾性値に対応する領域と前記マスクをかけた領域とで、前記2次元弾性像と前記断層像との加算割合を異ならせた合成画像を表示することを特徴とする請求項2に記載の超音波診断装置。

【請求項4】

前記表示部は、前記マスクをかけた領域の前記2次元弾性像の加算割合をゼロにした合成画像を表示することを特徴とする請求項3に記載の超音波診断装置。

10

20

【請求項5】

前記表示部は、前記2次元弾性像の中で、前記弾性値範囲内の弾性値に対応する領域、または、前記マスクをかけた領域を、単一の色相で塗りつぶした画像を表示することを特徴とする請求項2に記載の超音波診断装置。

【請求項6】

前記単一の色相は、前記2次元弾性像の塗りつぶされる領域の弾性値に応じて設定されることを特徴とする請求項5に記載の超音波診断装置。

【請求項7】

前記表示部は、前記2次元弾性像に、前記弾性値範囲の輪郭を示す線を表示することを特徴とする請求項1に記載の超音波診断装置。

10

【請求項8】

操作者が前記弾性値範囲を設定するための操作部をさらに有し、前記表示部は、前記操作部が前記弾性値範囲の設定を受け付けた場合、所定の時間のみ、前記弾性値範囲内の弾性値に対応する領域を、前記2次元弾性像および前記断層像のうちの少なくとも一方の上で表示する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9】

前記2次元弾性像は、弾性値に応じて異なる色相が付与されたカラー画像であり、前記表示部は、弾性値と色相との関係を示すカラーマップに、前記弾性値範囲を示す表示を付加して表示する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10】

20

前記2次元弾性像は、弾性値に応じて異なる色相が付与されたカラー画像であり、前記表示部は、前記弾性値範囲を数値で示す表示に、前記弾性値範囲に対応する色相を付加して表示する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11】

被検体内に超音波を送信して受信した信号を用いて被検体の断層像を生成し、前記信号を処理して前記被検体の組織の弾性を表す弾性値の2次元分布を示す2次元弾性像を生成し、複数の前記2次元弾性像からボリュームデータを生成し、所望の弾性値範囲に含まれる弾性値を有するボクセルを前記ボリュームデータの中から選択して、該選択したボクセルを用いてレンダリングすることで3次元弾性像を生成し、前記3次元弾性像と、前記弾性値範囲内の弾性値に対応する領域を示す前記2次元弾性像および前記断層像のうちの少なくとも一方と、を表示することを特徴とする超音波画像の表示方法。

30

【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診断部位について超音波画像を表示する超音波診断装置に関し、特に、被検体の生体組織の硬さを示す弾性画像を3次元画像として表示することのできる超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、超音波診断装置は、特許文献1および2のように、超音波を被検体内に送波し、その反射波から生体組織の超音波反射エコー信号を受信し、信号処理を施すことにより、超音波反射率を輝度とする診断部位の白黒断層像(Bモード像)を生成し表示している。

40

【0003】

また、特許文献2では、白黒断層像とその取得位置から3次元座標変換を行うことにより、複数の断層像データを3次元に配置した3次元ボリュームデータを得て、これをボリュームレンダリングすることにより、任意の視線方向から見た診断部位の白黒3次元像を得る手法が開示されている。レンダリングの手法としては、3次元ボリュームデータを構成するボクセルの輝度の値に応じてボクセルごとに不透明度を付与し、視線上に並ぶボクセルの不透明度の累積値が1になるまで、その視線上のボクセルの輝度値を順次累積した値を、2次元投影面上の画素(ピクセル)値とする手法が開示されている。

50

【0004】

また、特許文献1および2においては、診断部位の弾性像を求める手法も開示されている。まず、2フレームの白黒断層像を選択し、画像上の各点が2フレーム間でどれだけ変位したかをブロックマッチング等により求め、求めた変位に周知の演算を施すことにより、画像上の各点についての硬さを表す弾性値(歪や弾性率等)を求める。求めた弾性値の大きさを色変換テーブルに従って色相情報に変換することにより、弾性値を色相で表す2次元弾性像を得る。

【0005】

さらに、特許文献2では、3次元濃淡像において、外側の不透明度の高いボクセルに隠れて、内側の病変部の3次元像が得られないという問題を解決するために、白黒断層像から得た3次元ボリュームデータの各ボクセルに、弾性値の大きさに応じて不透明度を付与し、ボリュームレンダリングを行う手法を開示している。これにより、硬い組織をより不透明に、軟らかい組織をより透明になるように表した3次元濃淡像を得ている。

10

【0006】

また、特許文献2では、複数の2次元弾性像を座標変換して3次元ボリュームデータを得て、これをボリュームレンダリングすることにより、3次元弾性像を生成している。このときボクセル値を単純に累積する通常のレンダリング方法では、弾性値が累積され、生体組織の弾性特性がゆがめられた3次元弾性像となるという問題が生じるため、白黒断層像の輝度データを用いて視線上で最も寄与率の高いボクセルを求め、そのボクセルの弾性値を2次元投影面の弾性値として3次元弾性像を生成している。

20

【0007】

表示方法としては、特許文献1では、白黒断層像(2次元)と2次元弾性像とを重ねて表示している。特許文献2では、白黒3次元像と3次元弾性像とを重畳した画像を生成し、これを3方向の白黒断層画像と、一画面上に並べて表示することが示されている。

【0008】

また、特許文献3には、白黒断層像と2次元弾性像を一画面上に並べて表示することや、白黒断層像と2次元弾性像を重畳表示することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

30

【特許文献1】国際公開W02005/048847号公報

【特許文献2】特開2008-259605号公報

【特許文献3】特開2000-60853号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

特許文献2記載の技術のように、白黒断層像から得た3次元ボリュームデータの各ボクセルに、弾性値の大きさに応じて不透明度を付与し、ボリュームレンダリングを行って3次元像を生成する方法や、白黒断層像の輝度データを用いて視線上で最も寄与率の高いボクセルを求め、そのボクセルの弾性値を2次元投影面の弾性値として3次元弾性像を生成する方法では、任意の弾性値範囲の組織のみの3次元弾性像を得ることはできない。また、従来の方法で得られる3次元像や3次元弾性像は、表示されている画像から診断部位の弾性値の範囲を把握しにくい。さらに、3次元像や3次元弾性像を、白黒断層像とともに表示した場合であっても、白黒断層像のどの領域が3次元像や3次元弾性像として表示されているのかを把握しにくいという問題がある。

40

【0011】

本発明の目的は、被検体の3次元像を、操作者が所望する弾性値範囲の組織領域について生成でき、かつ、その領域を容易に把握可能な超音波診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0012】

50

上記目的を達成するために、本発明によれば、以下のような超音波診断装置が提供される。すなわち、超音波診断装置は、被検体内に超音波を送信して受信した信号を用いて被検体の断層像を生成する断層像構成部と、信号を処理して被検体の組織の弾性を表す弾性値の2次元分布を示す2次元弾性像を生成する2次元弾性像構成部と、複数の2次元弾性像からボリュームデータを生成し、所望の弾性値範囲に含まれる弾性値を有するボクセルを前記ボリュームデータの中から選択して、該選択したボクセルを用いてレンダリングすることで3次元弾性像を生成するレンダリング部と、3次元弾性像と、弾性値範囲内の弾性値に対応する領域を示す2次元弾性像および断層像のうちの少なくとも一方と、を表示する表示部とを有する。

【0018】

10

また、本発明によれば、以下のような超音波画像の表示方法が提供される。すなわち、被検体内に超音波を送信して受信した信号を用いて被検体の断層像を生成するとともに、信号を処理して被検体の組織の弾性を表す弾性値の2次元分布を示す2次元弾性像を生成し、複数の2次元弾性像からボリュームデータを生成する。所望の弾性値範囲に含まれる弾性値を有するボクセルを前記ボリュームデータの中から選択して、該選択したボクセルを用いてレンダリングすることで3次元弾性像を生成する。3次元弾性像と、弾性値範囲内の弾性値に対応する領域を示す2次元弾性像および断層像のうちの少なくとも一方とを表示する。

【発明の効果】

【0019】

20

本発明によれば、3次元弾性像として表示されている弾性値の範囲に対応する被検体組織の領域を、断層像および2次元弾性像の少なくとも一方の上で視覚的に表示することができるため、操作者は、その領域を容易に把握可能である。よって、弾性値の範囲を設定することにより、所望の領域の3次元弾性像を容易に得ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】実施形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図。

【図2】(a)図1の超音波診断装置において、白黒断層像111とカラー2次元弾性像112の合成像、および、3次元弾性像が表示された画面例を示す説明図、(b)図(a)の画面例のカラーマップ104の拡大図、(c)図(a)の弾性値範囲の表示領域の拡大図、(d)図(a)の画面例のカラーマップ105の拡大図。

30

【図3】(a)図1の超音波診断装置の画像表示部13と操作パネル120の外観を示す斜視図、および、操作パネル120上のトグルスイッチ121の拡大図、(b)実施形態1において、トグルスイッチ121により弾性値 $\alpha = 72$ に設定した場合の画面例を示す説明図、(c)実施形態1において、トグルスイッチ121により弾性値 $\alpha = 50$ に設定した場合の画面例を示す説明図。

【図4】(a)図1の超音波診断装置の画像表示部13と操作パネル120の外観を示す斜視図、および、操作パネル120上の軟・硬選択スイッチ122の拡大図、(b)実施形態において軟・硬選択スイッチ122で「硬い」ボタンを選択している状態の画面例を示す説明図、(c)実施形態において軟・硬選択スイッチ122で「軟らかい」ボタンを選択している状態の画面例を示す説明図。

40

【図5】実施形態1のモードの動作を示すフローチャート。

【図6】(a)実施形態1で生成されるマスク110を示す説明図、(b)実施形態1で生成される画面例を示す説明図。

【図7】実施形態2で生成される画面例を示す説明図。

【図8】(a)実施形態3で生成される画面例を示す説明図、(b)実施形態3で生成されるマスク110を示す説明図。

【図9】(a)実施形態4で生成される画面例を示す説明図、(b)実施形態4で生成されるマスク110を示す説明図。

【図10】実施形態5で生成される画面例を示す説明図。

【図11】実施形態6で生成される画面例を示す説明図。

50

【図12】(a)実施形態7で生成される画面例を示す説明図、(b)図(a)のカラーマップの拡大図。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、本発明の一実施形態の超音波診断装置を添付図面に基づいて説明する。本実施形態においては、被検体の所定断面における組織の超音波反射率の分布を示すBモード像を白黒断層像、白黒断層像のデータから構成したボリュームデータをレンダリングした2次元投影像を3次元像、被検体の組織の弾性を表す弾性値の所定断面における2次元分布を示す像を2次元弾性像、2次元弾性像のデータから構成したボリュームデータをレンダリングした2次元投影像を3次元弾性像という。

10

【0022】

図1に示すように、超音波診断装置には、被検体1に当接させて用いる探触子2と、探触子2を介して被検体1内の診断部位に超音波を所定の時間間隔で繰り返し送信する送信部3と、被検体1で反射した反射エコー信号を時系列に受信する受信部4と、超音波送受信制御部5と、受信された反射エコーを整相加算する整相加算部6とが備えられている。

【0023】

探触子2は、列状または扇形に配列された複数の振動子を含み、振動子から被検体1に超音波を送受信する。探触子2には、複数の振動子を配列方向と直交する方向(短軸方向)に機械的に走査する機能が備えられ、超音波を3次元に送受信することができる。なお、探触子2として、複数の振動子を2次元配列されたものを用いることにより、振動子を機械的に振ることなく、超音波を3次元に送受信する構成としてもよい。

20

【0024】

送信部3は、探触子2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。その際、探触子2の各振動子に受け渡す送波信号の位相を制御し、送信される超音波の収束点のある深さに設定する。また、受信部4は、探触子2の各振動子が受信した反射エコー信号を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。超音波送受信制御部5は、送信部3や受信部4を制御する。整相加算部6は、RF信号の位相を整合させた後加算することにより、1点または複数の収束点に対し収束した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。

【0025】

30

また、超音波診断装置には、操作者からの設定を受け付けるインターフェース部43と、画像表示部13と、画像表示部13に表示させる画像の種類を切り替える切替加算部12と、画像系制御部44と、短軸走査位置制御部45とを備えている。短軸走査位置制御部45は、探触子2が複数の振動子を配列方向と直交する方向に機械的に走査する動作を制御することにより、所定の範囲の3次元送受信を行う。

【0026】

さらに、超音波診断装置は、RFフレームデータから超音波反射率を輝度とする診断部位の白黒断層像および3次元像を生成するための構成として、断層像構成部7、断層像記憶部35、断層像のボリュームデータ作成部36、ボリュームレンダリング部(2次元像)38、および、マルチフレーム構成部(断層像)46を備えている。これに加えて、RF信号フレームデータから2次元弾性像および3次元弾性像を生成するための構成として、RF信号フレームデータ記憶部27、RF信号フレームデータ選択部28、変位計測部30、弾性情報演算部32、2次元弾性像構成部34、2次元弾性像記憶部39、弾性像のボリュームデータ作成部40、ボリュームレンダリング部(弾性像)42、マルチフレーム構成部(弾性像)48、および、レンダリング範囲設定部51を備えている。

40

【0027】

断層像構成部7は、整相加算部6で生成されたRF信号フレームデータに対して、ゲイン補正、ログ圧縮、検波、輪郭強調およびフィルタ処理等を施し、反射率を輝度(濃淡)とする診断部位の白黒断層像(Bモード像)を生成する。その際、画像系制御部44は、インターフェース部43を介して操作者から白黒断層像の生成条件を受けつけ、断層像構成部7を制御

50

する。

【0028】

断層像記憶部35は、断層像構成部7で構成された白黒断層像とその取得位置とを対応させて記憶する。ここでいう取得位置は、短軸走査位置制御部45の制御による短軸方向の移動量である。ボリュームデータ作成部36は、断層像記憶部35に記憶された複数の白黒断層像(1ボリューム分)に対して短軸方向移動量に応じて再配置する座標変換を行い3次元ボリュームデータを作成する。

【0029】

ボリュームレンダリング部38は、ボリュームデータ作成部36が生成した3次元ボリュームデータを、次式(1)～(3)を用い、輝度と不透明度に基づきボリュームレンダリングすることにより、被検体の診断部位の3次元像(3次元ボリュームデータの2次元投影像)を構成する。投影方向(視線方向)は、インターフェース43を介して画像系制御部44が操作者から受け付ける。

【0030】

$$\text{Cout}(i) = \text{Cout}(i-1) + (1 - \text{Aout}(i-1)) \cdot \text{A}(i) \cdot \text{C}(i) \cdot \text{S}(i) \cdots \text{式(1)}$$

$$\text{Aout}(i) = \text{Aout}(i-1) + (1 - \text{Aout}(i-1)) \cdot \text{A}(i) \cdots \text{式(2)}$$

$$\text{A}(i) = \text{Bopacity}[\text{C}(i)] \cdots \text{式(3)}$$

式(1)において、 $\text{Cout}(i)$ は、2次元投影面のピクセル値として出力される値である。 $\text{C}(i)$ は、2次元投影面上のある点から3次元像を見た場合、視線上 i 番目(ただし、 $i=0 \sim N-1$)に存在するボクセルの輝度値である。なお、ここでいうボクセルとは、3次元ボリュームデータを構成する個々の輝度データの位置をいう。視線上に N 個のボクセルが並んでいるとき、 $i=0 \sim N-1$ までのボクセルの輝度値を式(1)に従って積算した輝度値 $\text{Cout}(N-1)$ が最終的に出力されるピクセル値となる。 $\text{Cout}(i-1)$ は、ボクセル $i-1$ 番目までの積算値を示す。

【0031】

式(1)の $\text{A}(i)$ は、視線上 i 番目に存在するボクセルの不透明度であり、 $0 \sim 1$ の値である。不透明度 $\text{A}(i)$ は、式(3)のように、予め定められた輝度値 $\text{C}(i)$ と不透明度(Opacity)との関係を定めたテーブル($\text{Bopacity}[\text{C}(i)]$)を参照することにより、または予め定められた輝度値 $\text{C}(i)$ と不透明度との関係を定めた関数($\text{Bopacity}[\text{C}(i)]$)に輝度値 $\text{C}(i)$ を代入することによって、ボクセルの輝度値の大きさに応じて定められる。例えば、輝度値の大きなボクセルには、大きな不透明度が付与される。このように不透明度を輝度値に応じて付与することにより、出力する2次元投影面の輝度値 $\text{Cout}(N-1)$ への、そのボクセルの輝度値 $\text{C}(i)$ の寄与率を決定する。

【0032】

式(2)の $\text{Aout}(i)$ は、式(3)により付与された不透明度 $\text{A}(i)$ を、 i 番目のボクセルまで式(2)の右辺に従って積算した値である。式(1)では、式(2)のようにして計算される $i-1$ 番目のボクセルまでの不透明度の積算値 $\text{Aout}(i-1)$ を用いる。式(2)から明らかなように、 $\text{Aout}(i)$ 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 $\text{Aout}(i-1)$ が約1.0となった場合、式(1)の右辺第2項は0となり、 i 番目以降の輝度値 $\text{C}(i)$ は、出力される2次元投影像(3次元)に反映されない。なお、 $\text{Cout}(i)$ 、 $\text{Aout}(i)$ は、ともに0を初期値とする。

【0033】

式(1)の $\text{S}(i)$ は、陰影付けのための重み付け成分であり、輝度値 $\text{C}(i)$ とその周辺の輝度値より求めた、輝度値の勾配から算定される。例えば、 i 番目のボクセルを中心とした面(輝度値の勾配)の法線が、予め定めた光源の光軸と一致する場合、光をもっとも強く反射するため、予め定められたテーブルや関数に基づいて、ボクセル i には $\text{S}(i)$ として1.0が付与され、光源と法線が直交する場合には $\text{S}(i)$ として0.0が付与される。これにより、得られる2次元投影像に陰影をつけ、強調効果を与える。

【0034】

マルチフレーム構成部(断層像)46は、ボリュームデータ作成部36で作成された3次元ボ

10

20

30

40

50

リウムデータから任意断面の白黒断層像を生成する。任意断面の位置は、インターフェース部43が操作者から受け付け、画像系制御部44を介してマルチフレーム構成部(断層像)46に設定される。なお、任意断面位置は複数設定でき、マルチフレーム構成部46は、複数の任意断面位置に対してそれぞれ白黒断層像を生成する。

【0035】

これらの構成により、被検体1の診断部位の3次元像および任意断面の白黒断層像が形成される。

【0036】

一方、RF信号フレームデータ記憶部27には、整相加算部6が生成したRF信号フレームデータが順次格納される。例えば、RF信号フレームデータ記憶部27は、整相加算部6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信号データをフレームメモリ内に順次格納する。RF信号フレームデータ選択部28は、RF信号フレームデータ記憶部27に格納された複数のRF信号フレームデータから1組すなわち2つのRF信号フレームデータを選び出す。例えば、RF信号フレームデータ選択部28は、画像系制御部44からの指令に応じて、最新に格納された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ともに、時間的に過去に格納された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。

【0037】

変位計測部30は、1組のRF信号フレームデータから生体組織の変位などを求める。

【0038】

例えば、変位計測部30は、RF信号フレームデータ選択部28により選択された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)に対して、1次元或いは2次元相関処理を行って、断層画像(2次元反射率像)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(変位の方向と大きさ)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、断層画像を例えば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の反射率分布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方法である。

【0039】

弾性情報演算部32は、変位計測部30が求めた変位や移動ベクトルに基づいて、所定の演算を行うことにより、弾性値を演算し、時系列な弾性フレームデータとして出力する。ここでいう弾性値とは、被検体1の組織の弾性を表す値であればよく、一例としては歪み、弾性率、変位、粘性、歪み比等が挙げられる。弾性値として歪みを用いる場合、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することができる。

【0040】

2次元弾性像構成部34は、フレームメモリと画像処理部とを含み、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格納し、格納されたフレームデータを画像処理部において処理することにより、被検体の診断部位における弾性値の2次元分布を示す2次元弾性像を生成する。2次元弾性像は、弾性値の値を、予め定めた色変換テーブルに基づき色相情報に変換したカラー像である。例えば、弾性値が所定の小さい値から大きい値へ変化するのに対応して、青(B)から緑(G)、赤(R)へと255階調(1~255)で順次に変化する色相を付与する。最も硬い部位の弾性値は1、最も軟らかい部位の弾性値は255である。

【0041】

2次元弾性像記憶部39は、2次元弾性像構成部34で生成した2次元弾性像とその取得位置とを対応させて記憶する。弾性像のボリュームデータ作成部40は、2次元弾性像記憶部39に格納された2次元弾性像とその取得位置に基づいて3次元座標変換を行なうことにより、空間的に連続する複数の2次元弾性像を3次元に配置した3次元ボリュームデータを生成する。

【0042】

本実施形態では、操作者が所望する弾性値範囲の組織の形状を明瞭に把握できる3次元像を得るために、3次元ボリュームデータを構成するボクセルのうち、操作者が望む弾性値範囲にあるボクセルのみをレンダリングする。これにより、操作者が設定した弾性値の範囲の組織の3次元弾性像を得る。

【0043】

弾性値の範囲の設定は、レンダリング範囲設定部51が、インターフェース部43を介して操作者から受け付ける。設定方法の一例としては、弾性値の範囲が255階調であるので、1～255の中で、操作者が設定した1つの値から最も硬い弾性値を表す値である1まで(1～ α)を、レンダリングを行う弾性値の範囲とする方法や、操作者が設定した1つの値から最も軟らかい弾性値を表す値である255まで(α ～255)をレンダリングを行う弾性値の範囲とする方法や、操作者が設定した2つの弾性値の間の範囲をレンダリングする範囲とする方法等を用いる。以下の説明においては、操作者が設定した1つの値から最も硬い弾性値を表す値である1までをレンダリングを行う例について説明する。

図2(c)には、操作者が設定した弾性値 α が領域107に表示されている状態を拡大して示す。

【0044】

ボリュームレンダリング部42は、弾性ボリュームデータのうち、弾性値データがレンダリング範囲設定部51に設定された範囲に含まれるボクセルを選択し、これらのボクセルについてのみボリュームレンダリングを行い、3次元弾性像を構成する。これにより、操作者が所望する弾性値の範囲のボクセルの3次元弾性像を得ることができるため、不透明度の高いボクセルの内側にある硬い組織や軟らかい組織の3次元形状を把握可能になる。

【0045】

弾性値範囲のボクセルの選択方法としては、レンダリング範囲設定部51に設定された範囲外の弾性値データをゼロに置き換える方法や、もしくは、弾性値データが設定範囲外であるボクセルにマスクを掛ける方法等を用いる。選択されたボクセルについて、次式(4)～(6)を用い、弾性値と不透明度に基づきボリュームレンダリングする。投影方向(視線方向)は、インターフェース部43を介して画像系制御部44が操作者から受け付ける。

【0046】

$$Eout(i) = Eout(i-1) + (1 - Aout(i-1)) \cdot A(i) \cdot E(i) \cdot S(i) \cdots \text{式(4)}$$

$$Aout(i) = Aout(i-1) + (1 - Aout(i-1)) \cdot A(i) \cdots \text{式(5)}$$

$$A(i) = Eopacity[E(i)] \cdots \text{式(6)}$$

式(4)において、 $Eout(i)$ は、投影面のピクセル値として出力される値である。 $E(i)$ は、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上 i 番目(ただし、 $i=0 \sim N-1$)に存在するボクセルの弾性値である。このとき、弾性値範囲のボクセルの選択方法として、設定範囲外の弾性値データをゼロに置き換える方法を用いる場合、範囲外の弾性値データ $E(i)$ については、 $E(i)=0$ に置き換え、所定の弾性値範囲外の弾性値データがレンダリングされないようにする。視線上に N ボクセルの弾性値が並んだとき、 $i=0 \sim N-1$ まで弾性値を式(4)に従って積算した積算値 $Eout(N-1)$ 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。

【0047】

式(4)の $A(i)$ は、視線上 i 番目に存在するボクセルの不透明度であり、0～1. 0の値である。不透明度 $A(i)$ は、式(6)のように、予め定められた弾性値 $E(i)$ と不透明度($Opacity$)との関係を定めたテーブル($Eopacity[E(i)]$)を参照することにより、または予め定められた弾性値 $E(i)$ と不透明度との関係を定めた関数($Eopacity[E(i)]$)に弾性値 $E(i)$ を代入することによって、ボクセルの弾性値の大きさに応じて定められる。

【0048】

式(5)の $Aout(i)$ は、式(6)により付与された不透明度 $A(i)$ を、 i 番目のボクセルまで式(5)の右辺に従って積算した値である。式(4)では、式(5)のようにして計算される $i-1$ 番目のボクセルまでの不透明度の積算値 $Aout(i-1)$ を用いる。式(5)から明らかなように、 $Aout(i)$

)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(4)に示されるようにi-1番目までの不透明度の積算値 $A_{out}(i-1)$ がおおよそ1.0となった場合、式(4)の右辺第2項は0となり、i番目以降の弾性値 $E(i)$ は、出力される2次元投影像(3次元)に反映されない。なお、 $E_{out}(i)$ 、 $A_{out}(i)$ は、ともに0を初期値とする。

【0049】

式(4)の $S(i)$ は、陰影付けのための重み付け成分であり、弾性値 $E(i)$ とその周辺の弾性値より求めた、弾性値の勾配から算定される。例えば、i番目のボクセルを中心とした面(弾性値の勾配)の法線が、予め定めた光源の光軸と一致する場合、光をもっとも強く反射するため、予め定められたテーブルや関数に基づいて、ボクセルiには $S(i)$ として1.0が付与され、光源と法線が直交する場合には $S(i)$ として0.0が付与される。これにより、得られる2次元投影像に陰影をつけ、強調効果を与える。

10

【0050】

本実施形態においては、3次元弾性像は、図2(d)の3次元弾性像用カラーマップ105を参照して色付けを行う。3次元弾性像用カラーマップ105は、例えば、設定された弾性値範囲に対応した色相(一色)を付与し、かつ、 $E_{out}(i)$ の値の大きさに応じて輝度(明度)を変化させる。すなわち、式(4)より陰影付けのための重み付け成分 $S(i)$ の寄与が大きい($S(i)$ が小さい)ほど、 $E_{out}(i)$ が小さくなるので黒色(低輝度)に近づくように設定されている。

【0051】

設定された弾性値範囲に対応した色相とは、例えば、設定された弾性値範囲の平均値が、弾性値の平均値127より小さければ青、大きければ赤とする。また、例えば、後述する軟・硬選択スイッチ122で硬い範囲が選択された場合は青、軟らかい範囲が選択された場合は赤としてもよい。設定された弾性値範囲の平均値に対応する色相でもよい。

20

【0052】

式(4)の $S(i)$ の寄与が大きい、つまり $E_{out}(i)$ の値が小さいほど黒色(低輝度)に近づくようにすることで、陰影の効果が得られ、立体的な3次元弾性像となる。

【0053】

また、別の色付け方法としては、式(4)において不透明度 $A(i)$ を1.0としてレンダリングすることにより、 $E_{out}(i)$ の値が、レンダリングするボリュームデータの表面の弾性値に維持されるようにする方法を用いることができる。これにより、2次元弾性像用カラーマップ104と同様のカラーマップを用いて、レンダリングするボリュームデータの表面の弾性値に対応する色相で色付けを行うことができる。

30

【0054】

マルチフレーム構成部(弾性像)48は、弾性ボリュームデータから任意断面における2次元弾性像を生成する。任意の断面の指定は、インターフェース部43が操作者から受け付け、画像系制御部44を介してマルチフレーム構成部48に受け渡される。なお、任意断面位置は複数設定でき、マルチフレーム構成部48は複数の任意断面位置に対してそれぞれ2次元弾性像を生成する。

【0055】

切替加算部12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。フレームメモリは、弾性像構成部7およびマルチフレーム構成部46が生成した白黒断層像、2次元弾性像構成部34およびマルチフレーム構成部48が生成したカラー2次元弾性像、ボリュームレンダリング部38が生成した3次元像、ならびに、ボリュームレンダリング部48が生成した3次元弾性像をそれぞれ格納する。

40

【0056】

切替加算部12は、操作者の指示にしたがって、白黒断層像にカラー2次元弾性像を所定の割合で加算した合成画像を生成する。白黒断層像としては、弾性像構成部7が生成した白黒断層像、またはマルチフレーム構成部46が生成した任意断面の白黒断層像を用いる。カラー2次元弾性像としては、2次元弾性像構成部34が生成した2次元弾性像、またはマルチフレーム構成部48が生成した任意断面の2次元弾性像を用いる。特許文献1に記載されている公知の合成画像の生成方法を簡単に説明する。白黒断層像の位置x、yのピクセルの輝

50

度値を $C(x,y)$ とした場合、白黒断層像をカラー断層像に変換する。ピクセルの赤(R)、緑(G)、青(B)の出力値を $C(R)(x,y)$ 、 $C(G)(x,y)$ 、 $C(B)(x,y)$ とした場合、以下の式(7)～(9)のようにそれぞれに $C(x,y)$ の値を設定することにより変換する。

【0057】

$$C(R)(x,y) = C(x,y) \quad \dots \text{式(7)}$$

$$C(G)(x,y) = C(x,y) \quad \dots \text{式(8)}$$

$$C(B)(x,y) = C(x,y) \quad \dots \text{式(9)}$$

カラーの2次元弾性像の座標 (x, y) のピクセルの赤(R)、緑(G)、青(B)の出力値を $E(R)(x,y)$ 、 $E(G)(x,y)$ 、 $E(B)(x,y)$ 、操作者が設定とした合成割合を $r(0 < r \leq 1)$ とした場合、合成画像のピクセルの出力値を $D(R)(x,y)$ 、 $D(G)(x,y)$ 、 $D(B)(x,y)$ は、下式(10)～(12)により求められる。

【0058】

$$D(R)(x,y) = E(R)(x,y) \times r + C(R)(x,y) \quad \dots \text{式(10)}$$

$$D(G)(x,y) = E(G)(x,y) \times r + C(G)(x,y) \quad \dots \text{式(11)}$$

$$D(B)(x,y) = E(B)(x,y) \times r + C(B)(x,y) \quad \dots \text{式(12)}$$

生成した合成画像はフレームメモリに格納される。

【0059】

切替加算部12は、インターフェース部43を介して受け付けた操作者からの指示に従って、フレームメモリに格納されている白黒断層像、カラー2次元弾性像、3次元像、3次元弾性像、および、合成画像のうち、画像表示部13に表示させる画像を選択して受け渡す。画像表示部13は、受け渡された1以上の画像を所定の配列で画面上に表示する。

【0060】

画像系制御部44は、画像生成に関わる各部を制御する。インターフェース部43は、弾性画像の色相(カラーマップの色相)や、ROI(関心領域)の設定やフレームレート等の設定についても操作者から受け付ける。画像系制御部44は、3次元弾性像の生成のために設定されている弾性値の範囲や、弾性画像についてのカラーマップや、設定されている各種パラメータの値なども画像表示部13の画面上の所定位置に表示させる。

【0061】

図2(a)は、画像表示部13に表示される画像の一例である。画面100の左側領域には、白黒断層像111とカラー2次元弾性像112との合成画像が表示されている。カラー2次元弾性像112は、操作者が設定したROI101についてのみ生成されているため、白黒断層像111の表示領域の中央部の領域にのみ合成されている。カラー2次元弾性像112の左側には、カラー2次元弾性像112の色相と弾性値との関係を示すカラーマップ104が表示されている。カラーマップ104は、図2(b)に拡大して示したように、弾性値が大きな軟らかい領域を赤、弾性値が小さい硬い領域を青、中間の領域を緑の色相がそれぞれ割り当てられ、各色は、弾性値の値によって段階的に変化しており、全体で255階調である。

【0062】

画面100の右側領域には、3次元弾性像103が表示されている。3次元弾性像103は、操作者が設定した弾性値の範囲内のボクセルのみをレンダリングした像である。3次元弾性像103の右側には、3次元弾性像103の色相と弾性値との関係を示す3次元弾性像用カラーマップ105が表示されている。

【0063】

画面100の下部は、操作者から受け付けた各種パラメータの値が表示されるパラメータ表示領域106が表示される。パラメータ表示領域には、操作者が、レンダリング範囲として設定する弾性値範囲を表示する領域(レンダリング範囲の弾性値 α の表示領域)107が含まれている。表示されている3次元弾性像103は、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲のボクセルについてレンダリング部42がレンダリングして生成したものである。

【0064】

図1のインターフェース部43は、図3(a)のように画像表示部13の下部に配置された操作パネル120を含む。操作パネル120には、弾性値を設定するためのトグルスイッチ121と、

軟・硬選択スイッチ122とが備えられている。軟・硬選択スイッチ122は、図4(a)のような構成であり、「硬い」と表示されたボタンが選択されているときには、ボリュームレンダリング部42は、図4(b)のようにトグルスイッチ121で設定された弾性値 α よりも硬い範囲、すなわち1～ α の範囲のボクセルを選択してレンダリングすることにより、弾性値が α 以下の硬い組織の3次元弾性像103が生成され、表示される。一方、「軟らかい」のボタンが選択されているときには、ボリュームレンダリング部42は、図4(c)のように弾性値 α よりも軟らかい範囲である α ～255の範囲のボクセルが選択され、弾性値が α より大きい軟らかい組織の3次元弾性像103が生成され、表示される。

【0065】

＜実施形態1＞

本実施形態1の超音波診断装置においては、被検体内に超音波を送信して受信した信号を用いて被検体の断層像を生成する断層像構成部7と、信号を処理して弾性を表す弾性値の2次元弾性像を生成する2次元弾性像構成部34と、複数の前記2次元弾性像から構成されるボリュームデータを生成し、所望の弾性値範囲に含まれるボリュームデータの弾性値データを選択してレンダリングすることにより、弾性値範囲の弾性値データの3次元弾性像を生成するレンダリング部42と、3次元弾性像と、弾性値範囲に対応する領域を示す、2次元弾性像および断層像のうちの少なくとも一方とを表示する表示部13とを有する。超音波画像の表示方法においては、被検体内に超音波を送信して受信した信号を用いて被検体の断層像を生成し、信号を処理して弾性を表す弾性値の2次元弾性像を生成し、複数の2次元弾性像からボリュームデータを生成し、所望の弾性値範囲に含まれるボリュームデータの弾性値データを選択してレンダリングすることにより、弾性値範囲の弾性値データの3次元弾性像を生成し、3次元弾性像と、弾性値範囲に対応する領域を示す、2次元弾性像および断層像のうちの少なくとも一方とを表示する。

【0066】

操作者がレンダリングする弾性値範囲(レンダリング範囲)を設定し、その弾性値範囲の領域を容易に操作者が把握可能な画像表示をするモードが備えられている。当該モードは、画像系制御部44が、図5のフローのように各部を制御することによって実現される。

【0067】

操作者が当該モードを操作パネル120により選択した場合、画像系制御部44は、内蔵されているメモリに格納されたプログラムを読み込んで実行することにより、以下のように制御を行う。

【0068】

まず、ステップ61において、断層像構成部7またはマルチフレーム構成部46が生成した白黒断層像111と、2次元弾性像構成部34またはマルチフレーム構成部48が生成したカラー2次元弾性像112とを、切替加算部12において上記式(7)～(12)により合成させ、合成画像を生成させる。これを図2(a)のように画像表示部13の画面100の左側領域に表示させる。同時に、初期値として予め定められた弾性値範囲について、レンダリング範囲設定部51に設定することにより、初期値の弾性値範囲のボクセルについての3次元弾性像をボリュームレンダリング部42に生成させる。これを、画面100の右側領域に表示させる。このとき、画面100下部の弾性値範囲を表示する領域107には、予め定められた初期値の弾性値範囲が、図2(c)のように表示される。ここでは、一例として、初期値の弾性値 α が72であり、軟・硬選択スイッチ122は初期値として、「硬い」のボタンが選択されている場合を示し、弾性値範囲として1～72の硬い組織の3次元弾性像103が表示されている。

【0069】

次に、ステップ62に進み、画像系制御部44は、設定されている弾性値範囲(初期値)に対応する組織の領域を画面100左側領域の合成画像上に表示させる。すなわち、合成画像のカラー2次元弾性像112に、マスクを掛け、カラー2次元弾性像112の合成割合を式(10)～(12)の設定割合 r よりも低くすることにより、設定されている弾性値範囲1～72が、2次元弾性像上のどの領域であるかを表示する。この処理を以下具体的に説明する。

【0070】

レンダリング範囲設定部51は、表示されている2次元弾性像を生成している2次元弾性像構成部34またはマルチフレーム構成部48に、弾性値範囲1～ α (初期値)を出力する。2次元弾性像構成部34またはマルチフレーム構成部48は、座標 (x,y) ($x=0\sim X$, $y=0\sim Y$)における2次元弾性像の弾性値を $E(x,y)$ とすると、式(13)、(14)により設定されている弾性値範囲(1～ α)以外の領域を抽出し、マスク(M1)110を生成する(図6(a)参照)。

【0071】

$1 \leq E(x,y) \leq \alpha$ のとき $M1(x,y) = 1$. . . 式(13)

$\alpha < E(x,y)$ のとき $M1(x,y) = 0$. . . 式(14)

切替加算部12は、白黒断層像111とカラー2次元弾性像112とを合成する際、マスク(M1)110にもとづいて、マスクされた領域のカラー2次元弾性像112の合成比率を設定割合 r よりも低くして加算して、マスクされた合成画像を生成し、合成画像として図6(b)のように表示する。

【0072】

マスクされた合成画像のピクセルの出力値を $D(R)(x,y)$ 、 $D(G)(x,y)$ 、 $D(B)(x,y)$ は、下式(15)～(20)により求められる。ただし、カラーの2次元弾性像の座標 (x,y) のピクセルの赤(R)、緑(G)、青(B)の出力値を $E(R)(x,y)$ 、 $E(G)(x,y)$ 、 $E(B)(x,y)$ 、白黒断層像をカラー断層像に変換した後の座標 (x,y) のピクセルの赤(R)、緑(G)、青(B)の出力値を $C(R)(x,y)$ 、 $C(G)(x,y)$ 、 $C(B)(x,y)$ としている。 r は、操作者が設定とした合成割合($0 < r \leq 1$)であり、 w は予め定めた重み($0 \leq w \leq 1$)である。

【0073】

$M1(x,y) = 1$ のとき

$D(R)(x,y) = E(R)(x,y) \times r + C(R)(x,y)$. . . 式(15)

$D(G)(x,y) = E(G)(x,y) \times r + C(G)(x,y)$. . . 式(16)

$D(B)(x,y) = E(B)(x,y) \times r + C(B)(x,y)$. . . 式(17)

$M1(x,y) = 0$ のとき

$D(R)(x,y) = E(R)(x,y) \times r \times w + C(R)(x,y)$. . . 式(18)

$D(G)(x,y) = E(G)(x,y) \times r \times w + C(G)(x,y)$. . . 式(19)

$D(B)(x,y) = E(B)(x,y) \times r \times w + C(B)(x,y)$. . . 式(20)

【0074】

これにより、表示される合成画像は、図6(b)のように、マスク(M1)110が掛けられていない領域108については、カラー2次元弾性像112が濃く表示される。領域108の外側のマスク(M1)110が掛けられた領域は、カラー2次元弾性像112が薄く表示され、白黒断層像111が濃く表示される。よって、画面100右側の3次元弾性像103に対応する領域が、濃く表示されたカラー2次元弾性像112の領域であることを、操作者は直感的に容易に把握することができる。

【0075】

つぎに、ステップ63に進み、画像系制御部44は、インターフェース部43を介して操作者から、3次元弾性像を表示させたい弾性値範囲の設定を受け付ける。具体的には、図3(a)に示すトグルスイッチ121を操作者が回転させ、図3(b)および(c)のように、弾性値 α を初期値 $\alpha = 72$ から $\alpha = 50$ に変化させる。画像系制御部44は弾性値 $\alpha = 50$ を受け付け、軟・硬選択スイッチ122で選択されているボタンの設定を受け付ける。例えば「硬い」ボタンである場合、1～50の弾性値範囲が設定されたことを受け付ける。

【0076】

ステップ64に進み、画像系制御部44の制御により、ボリュームレンダリング部42が、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲1～ α (すなわち1～50)のボクセルをレンダリングして、3次元弾性画像を生成し、画面100の右側領域に図3(c)のように表示する。図3(c)の表示例では、図3(b)の表示例よりも、より硬い(弾性値の小さい範囲)組織のみの3次元弾性像が表示される。

【0077】

ステップ65では、ステップ63で受け付けた弾性値範囲1～ α (すなわち1～50)について、

10

20

30

40

50

ステップ62と同様にマスク(M1)110を生成し、合成画像のカラー2次元弾性像112に、マスク(M1)をかけ、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲以外の領域のカラー2次元弾性像112の加算割合を重みwにより低減し、白黒断層像の加算割合を増加させた合成画像を生成し、画面100の左側領域に表示させる。

【0078】

これにより、表示される合成画像は、図3(c)のように、マスク(M1)110が掛けられていない領域108が、図3(b)よりも小さくなっている。よって、画面100右側の3次元弾性像103に対応する組織は、濃く表示されたカラー2次元弾性像112の領域108であることを直感的に容易に把握することができる。このように、操作者がトグルスイッチ121を操作して弾性値範囲を変更したことにより、濃く表示されたカラー2次元弾性像112の領域108が、変化したこと(図3(b)、(c)の例では小さくなった内側領域がより硬い領域であること)を把握できる。

10

【0079】

画像系制御部44は、ステップ63に戻り、次の操作者から弾性値範囲の変更を受け付けたならば、ステップ64～65を行う。

【0080】

このように、実施形態1では、操作者が所望する弾性値の範囲のボクセルのみをレンダリングした3次元弾性像を2次元の合成画像と並べて表示し、2次元の合成画像上で、3次元弾性像の弾性値範囲に対応する領域をマスクを掛けて表示することができる。よって、所望の弾性値範囲の領域のみの3次元弾性像を表示でき、かつ、その領域の位置を容易に把握可能な超音波診断装置を提供することができる。

20

【0081】

なお、実施形態1では、式(18)～(20)において、値wを用いて重み付けをすることで、マスクを掛けたが、wは、固定値であっても、操作者からwの値を受け付ける構成であってもよい。また、wとして、上記実施形態では $0 \leq w \leq 1$ の範囲を用いたが、 $1 < w$ の値を用い、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲以外の領域の2次元弾性像を濃く表示してもよい。

【0082】

また、マスクを作成せずに、切替加算部12の内部で、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲外の合成割合を低くする処理を加えてもよい。

30

【0083】

実施形態1では、ステップ62および65により、初期値および弾性値範囲が設定されている状態で合成画像にマスクを掛けて表示しているが、ステップ62は行わず、すなわち、弾性値範囲の初期値のままの場合には合成像にマスクを掛けず、ステップ63により、操作者から弾性値範囲の設定を受け付けた場合にのみ、ステップ65で合成画像にマスクを掛ける構成にすることも可能である。

【0084】

この場合、ステップ65で合成画像にマスクを掛けて表示する期間を、トグルスイッチ121が操作されている間のみ、もしくは、トグルスイッチ121が操作されてから所定の限られた時間のみにすることも可能である。すなわち、操作者がトグルスイッチ121を回している間等、限られた時間は、トグルスイッチ121の値に応じてマスクを掛けた合成画像が表示されるが、トグルスイッチ121を回していない間(弾性値範囲の設定前後)には、マスクを掛けず、図2(a)に示したような通常の式(10)～(12)で生成した合成画像を表示する構成にしてもよい。このように、トグルスイッチ121を回している間のみマスクを掛けた合成画像を表示することにより、操作者が弾性値の設定範囲を調整している間は、設定している弾性値範囲が合成画像上でどの領域か容易に認識できる。しかも、トグルスイッチ121の操作終了後は、2次元弾性像全体が合成された通常の合成画像で、断面形状および2次元弾性像の全体を認識できるというメリットがある。

40

【0085】

上述した実施形態1では、合成画像のカラー2次元弾性像112にマスクをかけて、レンダ

50

リング範囲として設定された弾性値範囲を表示したが、2次元弾性像を表示せず、2次元弾性像を用いて生成したマスクを、白黒断層像上にかけて、白黒断層像上でレンダリング範囲を示す構成にすることも可能である。または、白黒弾性像を合成表示せず、マスクをかけた2次元弾性像と3次元弾性像とを並べて表示する構成とすることも可能である。

【0086】

<実施形態2>

実施形態2では、図7のように画面100左側領域に表示される合成画像の2次元弾性像において、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲外の領域を透明にする。

【0087】

すなわち、実施形態1の図5のステップ62、64において、マスク $M1(x,y)$ を用いて2次元弾性像に重み付けをする際に下記の式(21)～(26)を用いる。

$M1(x,y)=1$ のとき

$$D(R)(x,y)=E(R)(x,y) \times r + C(R)(x,y) \quad \dots \text{式(21)}$$

$$D(G)(x,y)=E(G)(x,y) \times r + C(G)(x,y) \quad \dots \text{式(22)}$$

$$D(B)(x,y)=E(B)(x,y) \times r + C(B)(x,y) \quad \dots \text{式(23)}$$

$M1(x,y)=0$ のとき

$$D(R)(x,y)=C(R)(x,y) \quad \dots \text{式(24)}$$

$$D(G)(x,y)=C(G)(x,y) \quad \dots \text{式(25)}$$

$$D(B)(x,y)=C(B)(x,y) \quad \dots \text{式(26)}$$

【0088】

式(24)～(26)から明らかなように、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲外($M1(x,y)=0$ の領域)は、カラー2次元弾性像112は合成されないため、図7のようにレンダリング範囲として設定された弾性値範囲に対応する領域にのみカラー2次元弾性像112が表示される。レンダリング範囲として設定された弾性値範囲外には2次元弾性像は表示されず(透明にした)合成画像が得られる。

【0089】

他の構成は、実施形態1と同様であるので説明を省略する。

【0090】

<実施形態3>

実施形態3では、実施形態1の図5のステップ62および65において、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲の領域を、その領域の弾性値に対応した所定の色で塗りつぶした合成画像を生成する。

【0091】

すなわち、実施形態1のステップ62、64において、図8(a)のようにマスク $M1(x,y)$ 110を用いて2次元弾性像に重み付けをする際に下記の式(27)～(32)を用いる。

$M1(x,y)=1$ のとき

$$D(R)(x,y)=K(R)(x,y) \quad \dots \text{式(27)}$$

$$D(G)(x,y)=K(G)(x,y) \quad \dots \text{式(28)}$$

$$D(B)(x,y)=K(B)(x,y) \quad \dots \text{式(29)}$$

$M1(x,y)=0$ のとき

$$D(R)(x,y)=E(R)(x,y) \times r \times w + C(R)(x,y) \quad \dots \text{式(30)}$$

$$D(G)(x,y)=E(G)(x,y) \times r \times w + C(G)(x,y) \quad \dots \text{式(31)}$$

$$D(B)(x,y)=E(B)(x,y) \times r \times w + C(B)(x,y) \quad \dots \text{式(32)}$$

【0092】

ただし、 $K(R)$ 、 $K(G)$ 、 $K(B)$ は、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲の領域($M1(x,y)=1$)の弾性値に応じて予め定められた色相である。例えば、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲が、所定の硬い弾性値範囲の場合、弾性画像用カラーマップ105にはない青系統の一色で塗りつぶし、軟らかい領域の場合、弾性画像用カラーマップ105にはない赤系統の一色で塗りつぶす構成とする。なお、赤、青以外の色でもよい。

【0093】

レンダリング範囲として設定された弾性値範囲の硬さ(弾性値)は、弾性ボリュームデータのうち、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲に含まれるボクセルの弾性値 $E(i)$ から算出する。例えば、平均値や最大値や最小値を算出して用いる。

【0094】

これにより、図8(a)に示すように、画面100左側領域に表示される合成画像では、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲の領域108が、カラーマップ105にはない一色で塗りつぶされるため、領域108の形状や大きさを把握しやすいというメリットがある。

【0095】

他の構成は、実施形態1と同様であるので説明を省略する。なお、本実施形態においても、所定の一色で領域108を塗りつぶすタイミングを、操作者がトグルスイッチ121を操作している時間等、限られた時間だけにすることが可能である。これにより、操作していない時間は、通常の表示で2次元弾性像を確認できるため、特に有効である。

10

【0096】

また、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲外の領域は、式(30)～(32)により重み付けした表示とするかわりに、実施形態2の式(24)～(26)により、2次元弾性像を透明とすることも可能である。

【0097】

本実施形態3では、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲の領域108を一色で塗りつぶす構成であるが、下記の式(33)～(38)を用いて、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲の外の領域を一色で塗りつぶす構成とすることも可能である。レンダリング範囲として設定された弾性値範囲の領域108は、値 w により重み付け表示とする。

20

【0098】

$M1(x,y)=1$ のとき

$$D(R)(x,y)=E(R)(x,y) \times r \times w + C(R)(x,y) \quad \dots \text{式(33)}$$

$$D(G)(x,y)=E(G)(x,y) \times r \times w + C(G)(x,y) \quad \dots \text{式(34)}$$

$$D(B)(x,y)=E(B)(x,y) \times r \times w + C(B)(x,y) \quad \dots \text{式(35)}$$

$M1(x,y)=0$ のとき

$$D(R)(x,y)=K(R)(x,y) \quad \dots \text{式(36)}$$

$$D(G)(x,y)=K(G)(x,y) \quad \dots \text{式(37)}$$

$$D(B)(x,y)=K(B)(x,y) \quad \dots \text{式(38)}$$

30

【0099】

<実施形態4>

次に実施形態4について図9(a)、(b)を用いて説明する。実施形態4では、合成画像のカラー2次元弾性像112上に、レンダリング範囲(弾性値範囲)の輪郭を示す線116を表示する。

【0100】

具体的には、実施形態1の図5のステップ62、65において、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲の領域の外周を示す線116を合成した合成画像を生成し、図9(b)のように表示する。ステップ62、65において、レンダリング範囲設定部51は、2次元弾性像構成部34またはマルチフレーム構成部48に、初期値または操作者がトグルスイッチ121で設定した弾性値 α を出力する。2次元弾性像構成部34またはマルチフレーム構成部48は、式(39)、(40)により、図9(a)に示すマスク($M2$)115を生成する。

40

【0101】

$$\alpha - T \leq E(x,y) \leq \alpha + T \text{ のとき } M2(x,y) = 1 \quad \dots \text{式(39)}$$

$$E(x,y) < \alpha - T, \alpha + T < E(x,y) \text{ のとき } M2(x,y) = 0 \quad \dots \text{式(40)}$$

ただし、 T は、予め定めた値であり、 $2T$ が、レンダリング範囲の輪郭を示す線116の線幅となる。例えば、 $T=2$ とすることにより、線116の線幅は弾性値で4になる。

【0102】

T の値は、予め定めておくことも可能であるし、操作者からインターフェース部43を介して受け付けた値を用いることも可能である。

50

【0103】

ステップ62、65において、切替加算部12は、白黒断層像111とカラー2次元弾性像112とを合成する際、マスク(M2)115をもとに、 $M2(x,y)=1$ の領域のピクセルの出力値として、所定の色相、例えば黒色を割り当てる。 $M2(x,y)=0$ の領域のピクセル値については、上述の式(10)～(12)により、通常の合成画像とする。

【0104】

これにより、合成画像の2次元弾性像において、レンダリング範囲の領域108の輪郭を、図9(b)に示すように線116で黒色に描出することができるため、3次元弾性像のレンダリング範囲(弾性値範囲)がどの領域であるかを合成画像上で容易に把握することができる。

【0105】

なお、線116の色相は、予め定めておくことも可能であるし、操作者からインターフェース部43を介して受け付ける構成とすることも可能である。

【0106】

他の構成は、実施形態1と同様であるので説明を省略する。なお、本実施形態においても、輪郭を示す線116を描出するタイミングを、操作者がトグルスイッチ121を操作している時間等、限られた時間だけにすることが可能である。これにより、操作していない時間は、通常の表示で2次元弾性像を確認できるため、特に有効である。

【0107】

<実施形態5>

次に、実施形態5について図10を用いて説明する。

実施形態5では、操作者がレンダリング範囲として設定した弾性値 α の表示される画面100上の領域107の背景色を、カラーマップ104上の弾性値 α に対応する色相で表示する。この表示制御は、レンダリング範囲設定部51が行う。

【0108】

これにより、操作者は、トグルスイッチ121を回しながら、領域107に表示される数値のみならず、領域107の背景色を見ることにより、レンダリング範囲の上限または下限として設定する弾性値 α が、カラー2次元弾性像112上のどの領域に対応しているかを容易に把握することができる。

【0109】

本実施形態5は、実施形態1～4のいずれかの合成画像の表示とともに行うことも可能である。この場合、操作者は、レンダリング範囲として設定している弾性値の範囲を合成画像と領域107の背景色の両方で把握できる。図10の例では、実施形態4の輪郭線116の表示とともに、領域107の背景色の色相を弾性値 α に対応する色相で表示している。

【0110】

また、領域107の背景色の代わりに、領域107に表示されている「弾性値 $\alpha = \bigcirc\bigcirc$ 」の文字色を弾性値 α に対応する色相にすることも可能である。

【0111】

本実施形態においても、領域107の背景色または文字色を弾性値 α に対応する色相で表示するタイミングを、操作者がトグルスイッチ121を操作している時間だけ等、限られた時間だけにすることが可能である。これにより、操作していない時間は、領域107以外の表示に集中することができ、有効である。

【0112】

<実施形態6>

次に、実施形態6について図11を用いて説明する。

実施形態6では、カラーマップ104上の、レンダリング範囲として設定された弾性値範囲外の領域に、マスク117を掛けて不透明または輝度を低下させるか、もしくは、マスク117の領域をカラーマップ104を透明にして表示しない。この表示制御は、レンダリング範囲設定部51が行う。

【0113】

本実施形態6は、実施形態1～4のいずれかの合成画像の表示とともに行う。これにより

10

20

30

40

50

、操作者は、レンダリング範囲として設定している弾性値の範囲を合成画像と、カラーマップ104の表示の両方で把握できる。また、実施形態5の領域107の背景色または文字色の表示とともに行うことも可能である。

【0114】

図11の例では、実施形態2の合成画像の表示とともに、カラーマップ104にマスク117をかけた画面100を示している。

【0115】

操作者は、トグルスイッチ121を回しながら、領域107に表示される弾性値のみならず、カラーマップ104を見ることにより、レンダリング範囲として設定される弾性値範囲を容易に把握することができる。

10

【0116】

マスク117をかける処理は、2次元弾性像用のカラーマップ104だけでなく、3次元弾性像用のカラーマップ105に対しても行ってもよい。

【0117】

さらに、操作者が複数の弾性値範囲を設定可能とし、複数の弾性値範囲を同時にカラーマップ104等の上にマスク117をかけることで表示できることも可能である。

【0118】

本実施形態においても、カラーマップ104等にマスクをかけるタイミングを、操作者がトグルスイッチ121を操作している時間だけにすることが可能である。これにより、操作していない時間は、マスクがかけられないため、カラーマップ104全体を視認することができる。

20

【0119】

<実施形態7>

次に、実施形態7について図12(a)、(b)を用いて説明する。

実施形態7では、図12(a)のように、カラーマップ104上の、レンダリング範囲の上限または下限として設定された弾性値 α の位置に、バー118を表示し、弾性値 α の値を操作者に示す。この表示制御は、レンダリング範囲設定部51が行う。

【0120】

本実施形態7は、実施形態1~4のいずれかの合成画像の表示とともに行う。これにより、操作者は、レンダリング範囲として設定している弾性値の範囲を合成画像と、カラーマップ104のバー118表示の両方で把握できる。また、実施形態5の領域107の背景色または文字色の表示とともに行うことも可能である。

30

【0121】

図12(a)の例では、実施形態3の合成画像の表示とともに、カラーマップ104にバー118を表示した画面100を示している。

【0122】

なお、バー118の近傍に、バー118が示す弾性値 α の数値を表示することも可能である。

【0123】

バーを表示するカラーマップは、2次元弾性像用のカラーマップ104だけでなく、3次元弾性像用のカラーマップ105に対してバー118を表示してもよい。

40

【0124】

また、操作者が、軟・硬選択スイッチ122を用いず、弾性値範囲の上限と下限を両方設定可能な構成とし、図12(b)のように、弾性値範囲の上限と下限を2本のバー118、119で表示する構成とすることも可能である。この場合、操作者が複数の弾性値範囲を設定可能とし、複数の弾性値範囲の上限と下限を複数組のバー118、119により、同時に表示する構成としてもよい。この場合、複数の弾性値範囲ごとに、バー118、119の組の色を変える構成とすることができる。

【0125】

本実施形態においても、カラーマップ104等にバー118等を表示するタイミングを、操作者がトグルスイッチ121を操作している時間だけにすることが可能である。これにより、

50

操作していない時間は、バー118等が表示されないため、画像表示に集中することができる。

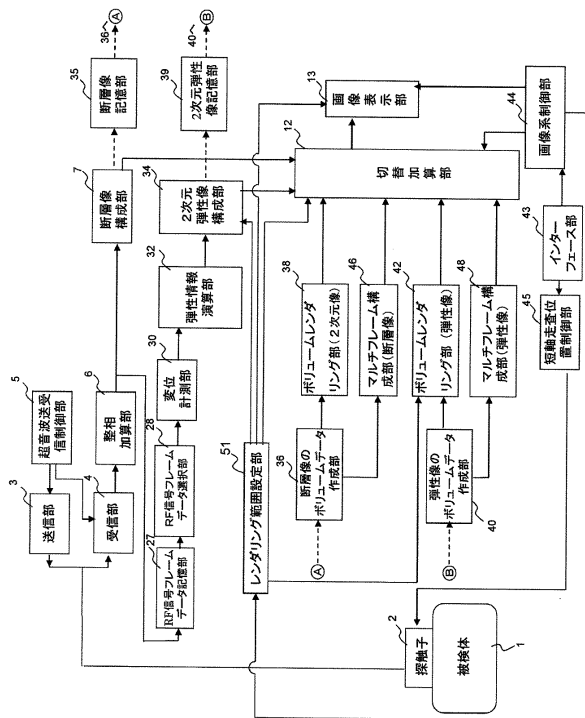
【符号の説明】

【0126】

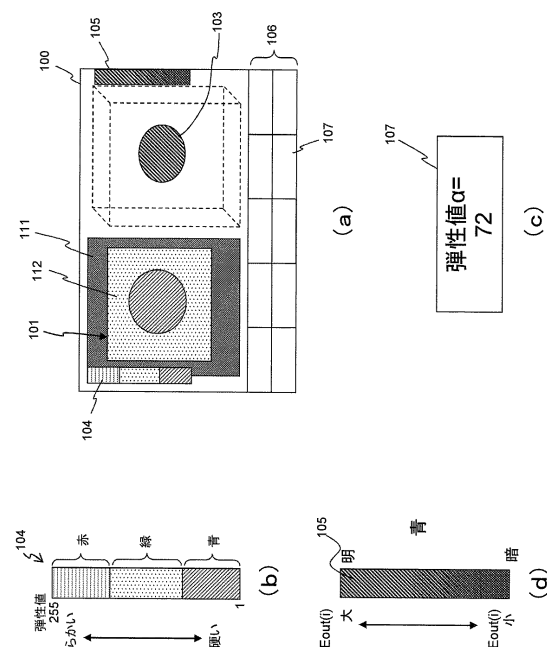
1 被検体、2 探触子、3 送信部、4 受信部、5 超音波送受信制御部、6 整相加算部、7 断層画像構成部、12 切替加算部、13 画像表示部、27 RF信号フレームデータ記憶部、28 RF信号フレームデータ選択部、30 変位計測部、32 弾性情報演算部、34 2次元弾性像構成部、36 断層像のポリウムデータ作成部、38 ポリウムレンダリング部(2次元像)、39 2次元弾性像記憶部、40 弾性像のポリウムデータ作成部、42 ポリウムレンダリング部(弾性像)、43 インターフェイス部、44 画像系制御部、45 短軸走査位置制御部、46 マルチフレーム構成部(断層像)、48 マルチフレーム構成部(弾性像)、51 レンダリング範囲設定部、100 画面、101 ROI、103 3次元弾性像、104 カラーマップ(2次元弾性像)、105 カラーマップ(3次元弾性像)、106 パラメータ表示領域、107 レンダリング範囲の弾性値 α の表示領域、111 白黒断層像、112 カラー2次元弾性像、120 操作パネル、121 トグルスイッチ、122 軟・硬選択スイッチ

10

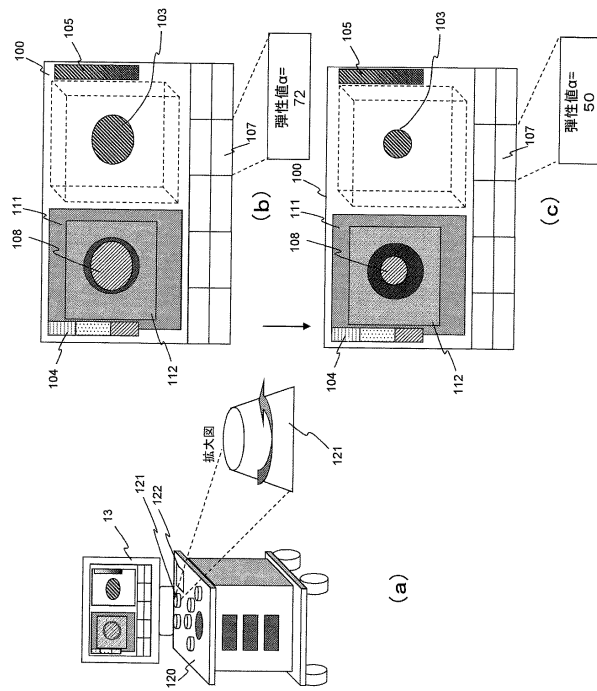
【図1】



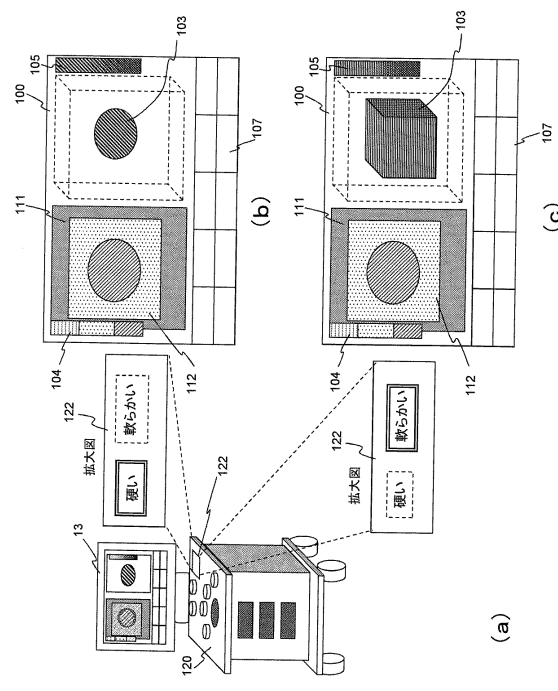
【図2】



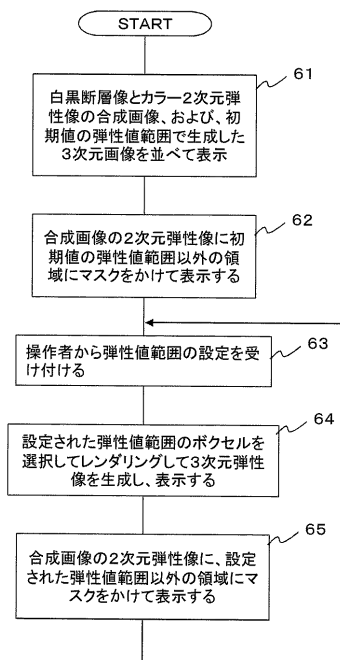
【図 3】



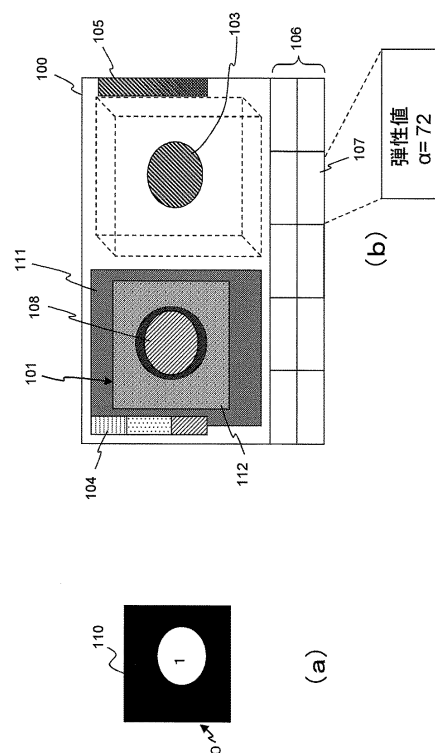
【図 4】



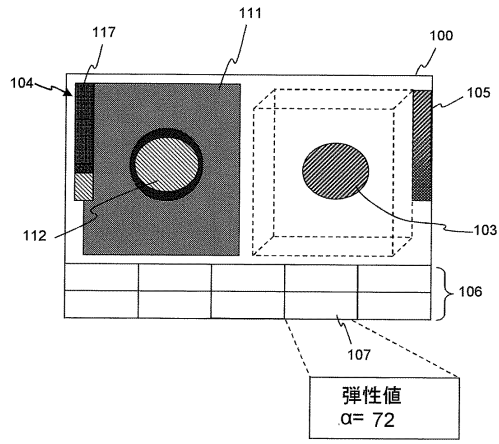
【図 5】



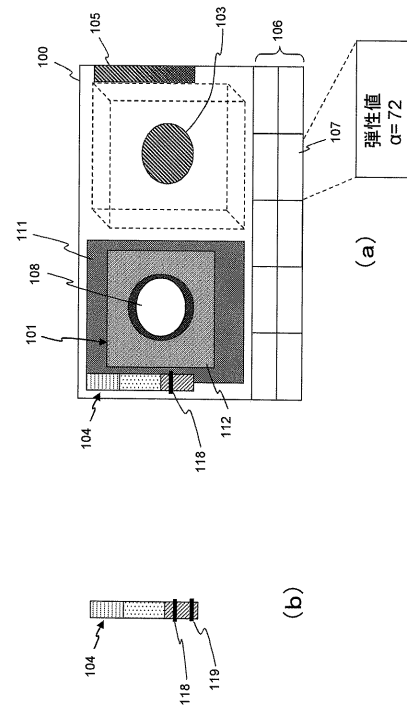
【図 6】



【図 1 1】



【図 1 2】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5

专利名称(译)	超声诊断设备和超声图像显示方法		
公开(公告)号	JP5882217B2	公开(公告)日	2016-03-09
申请号	JP2012534956	申请日	2011-07-28
[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	猪上慎介		
发明人	猪上 慎介		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/463 A61B8/14 A61B8/4461 A61B8/466 A61B8/467 A61B8/469 A61B8/483 A61B8/485 A61B8/5207 A61B8/5223 A61B8/54		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/14.ZDM		
优先权	2010211162 2010-09-21 JP		
其他公开文献	JPWO2012039192A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

构成体数据的弹性值，以提供能够在操作者期望的弹性值范围内生成组织区域的对象的三维图像并且能够容易地掌握该区域的超声波诊断装置。在这些数据中，选择并呈现包括在期望弹性值范围中的弹性值数据。因此，生成设定弹性值范围的三维弹性图像。对应于弹性值范围的区域显示在二维弹性图像和断层图像中的至少一个上。

(21) 出願番号	特願2012-534956 (P2012-534956)	(73) 特許権者	000153498
(86) (22) 出願日	平成23年7月28日 (2011. 7. 28)		株式会社日立メディコ
(86) 国際出願番号	PCT/JP2011/067190		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(87) 国際公開番号	W02012/039192	(72) 発明者	猪上 慎介
(87) 国際公開日	平成24年3月29日 (2012. 3. 29)		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
審査請求日	平成26年7月22日 (2014. 7. 22)		株式会社日立メディコ内
(31) 優先権主張番号	特願2010-211162 (P2010-211162)		
(32) 優先日	平成22年9月21日 (2010. 9. 21)	審査官	富永 昌彦
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		
		(50) 参考文献	特開2008-259605 (JP, A)
			)
			特開2008-284287 (JP, A)
			)
			国際公開第2005/048847 (W
			O, A1)
		最終頁に続く	