

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4657106号
(P4657106)

(45) 発行日 平成23年3月23日 (2011.3.23)

(24) 登録日 平成23年1月7日 (2011.1.7)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 8/08 (2006.01)

A 6 1 B 8/08

請求項の数 9 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2005-515588 (P2005-515588)	(73) 特許権者	000153498
(86) (22) 出願日	平成16年11月11日 (2004.11.11)		株式会社日立メディコ
(86) 国際出願番号	PCT/JP2004/016747		東京都千代田区外神田四丁目14番1号
(87) 国際公開番号	W02005/048847	(74) 代理人	100098017
(87) 国際公開日	平成17年6月2日 (2005.6.2)		弁理士 吉岡 宏嗣
審査請求日	平成19年10月23日 (2007.10.23)	(72) 発明者	脇 康治
(31) 優先権主張番号	特願2003-391997 (P2003-391997)		日本国千葉県柏市大室257-27-307
(32) 優先日	平成15年11月21日 (2003.11.21)	(72) 発明者	大坂 卓司
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		日本国千葉県松戸市新松戸3-309-203
(31) 優先権主張番号	特願2003-393305 (P2003-393305)	(72) 発明者	伊藤 光明
(32) 優先日	平成15年11月25日 (2003.11.25)		日本国千葉県柏市酒井根7-6-12-206
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)		

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】

被検体との間で超音波を送受する超音波探触子と、該超音波探触子により受波された反射エコー信号に基づいて断層像を生成する断層像構成手段と、前記反射エコー信号に基づいて前記断層像に対応する部位の前記被検体の弾性に関する物理量を求め、求めた物理量に基づいて色相を付したカラー弾性画像を生成する弾性画像構成手段と、前記断層像と前記カラー弾性画像を重ねてまたは並べて画面に表示する表示手段と、前記画面に表示される前記カラー弾性画像の色相と前記物理量の値との対応関係を可変設定する入力手段とを設け、

前記物理量は、生体組織の移動量より算出される歪みあるいは弾性率であり、

前記弾性画像構成手段は、歪みの場合は、前記入力手段で可変設定される前記歪みの大小2つの設定値に基づいて硬い箇所と軟らかい箇所のみを抽出して前記カラー弾性画像を生成し、弾性率の場合は、前記入力手段で可変設定される前記弾性率の大小2つの設定値に基づいて弾性率の高い箇所と低い箇所のみを抽出して前記カラー弾性画像を生成することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記弾性画像構成手段は、前記大小2つの設定値に基づいて抽出した箇所以外の箇所に色相を付さない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】

前記入力手段により設定された前記カラー弾性画像の色相と前記歪みの値あるいは前記弾

10

20

性率の値の対応関係は、前記画面にカラーバーによって表示され、
前記カラーバーは、前記大小2つの設定値に基づいて付される大の設定値以上の色相と小の設定値以下の色相が異なる色相で表示され、かつ前記大小2つの設定値が他の異なる色相で表示され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。

【請求項4】

前記カラーバーの前記大小2つの設定値の位置は、前記入力手段により移動可能に形成されてなることを特徴とする請求項3に記載の超音波診断装置。

【請求項5】

前記入力手段により設定された前記カラー弾性画像の色相と前記歪みの値あるいは前記弾性率の値の対応関係は、前記画面にカラーバーによって表示され、
前記カラーバーは、前記大小2つの設定値に基づいて付される大の設定値以上の色相と小の設定値以下の色相が異なる色相で表示され、かつ前記大の設定値以上の領域又は前記小の設定値以下の領域に、前記大の設定値以上の色相又は小の設定値以下の色相と異なる色相の領域を設定可能に形成されてな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。

10

【請求項6】

前記異なる色相の領域の色相は、前記歪みの値あるいは前記弾性率の値に応じた階調を有す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】

前記弾性画像構成手段は、前記歪みの値あるいは前記弾性率の値に対する前記カラー弾性画像の色相との関係が設定されてなる書き換え可能な色変換テーブルと、前記反射エコー信号に基づいて前記断層像に対応する部位の前記被検体の弾性に関する前記歪みの値あるいは前記弾性率の値を求める演算手段と、該求めた前記歪みの値あるいは前記弾性率の値に対応する色相を前記変換テーブルから読み出して前記歪みの値あるいは前記弾性率の値の分布を表すカラー弾性画像を生成するカラー画像生成手段とを有し、前記色変換テーブルは前記入力手段から入力される前記指令に基づいて書き換えられ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8】

前記弾性画像構成手段は、前記色変換テーブルに設定された前記歪みの値あるいは前記弾性率の値に対する前記カラー弾性画像の色相との対応関係を示すカラーバーを前記表示手段の前記画面に表示させることを特徴とする請求項7に記載の超音波診断装置。

30

【請求項9】

前記カラーバーの周辺には、前記カラー弾性画像の前記歪みの値あるいは前記弾性率の値の割り振りを示す文字が表示されることを特徴とする請求項8に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の診断部位についての断層像を表示する超音波診断装置に係り、特に生体組織の歪みや弾性率等の弾性画像を表示する技術に関する。

40

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波を利用して被検体内の生体組織の超音波反射率を計測し、一般には、その計測値を輝度とし診断部位の反射率断層像として表示するものである。近年、超音波診断装置において、計測対象部位に圧力を加えたときの生体組織の時間的な変化を撮像した時系列画像を取得し、その時系列画像の相関を取って生体組織の移動量（例えば、変位）を求め、その移動量を空間微分して生体組織の歪みを計測したり、組織状診断として生体組織の弾性率を計測したりすることが行われる。また、計測された歪み或いは弾性率の分布を弾性画像として表示することが行われている。

【0003】

50

これらの歪みや弾性率の弾性画像は、生体組織の歪み量や弾性率に応じて赤や青、その他の色相情報を付与したカラー画像で表示される。つまり、主に生体組織の硬い部位に特定の色を付して表示させることにより、例えば腫瘍の広がりや大きさを容易に診断するようにしている。このように、カラー画像化した弾性画像をBモード断層像と同一の画面に並べて、あるいはBモード断層像に重ねて表示することが、例えば、特許文献1および特許文献2などに開示されている。特に、特許文献2には、弾性率に応じて赤、青またはその他の色の輝度を変えて表示することが提案されている。

【0004】

しかし、特許文献2に記載の超音波診断装置では、歪みや弾性率をカラー画像化するときの色の割り当て方については、配慮されていない。一般に、温度分布などの物理量を色相を変えて分かり易く表示する場合、表示範囲の温度の最小値から最大値までを複数に区分し、各区分に対応させて赤から中間色を経て青までの色を、階調的に色相を変えて割り当てることが行われる。

【0005】

ところが、弾性画像は、例えば、癌などの腫瘍を診断することを狙いとするが、癌などの腫瘍の形状および硬さは、個人、部位あるいは病状によって様々である。

【0006】

したがって、一律に歪みや弾性率等の大きさに対応させて色相を固定設定すると、所定の硬さ以上の部位の大きさを診断しなくてはならない。そのため、診断に時間がかかったり、その腫瘍の境界を容易に識別できないなど、使い勝手が悪いという問題がある。特に、手術によって摘出する患部の範囲を的確に決めることができないおそれがある。

【0007】

【特許文献1】JP5-317313A

【特許文献2】JP2000-60853A

【発明の開示】

【0008】

本発明の課題は、生体各部の歪みや弾性率等の弾性の大きさを、検査者の関心に合わせて色分け表示可能にして、使い勝手を向上させることにある。

【0009】

上記の課題を解決するため、本発明の超音波診断装置は、被検体との間で超音波を送受する超音波探触子と、該超音波探触子により受波された反射エコー信号に基づいて断層像を生成する断層像構成手段と、前記反射エコー信号に基づいて前記断層像に対応する部位の前記被検体の弾性に関する物理量を求め、求めた物理量に基づいて色相を付したカラー弾性画像を生成する弾性画像構成手段と、前記断層像と前記カラー弾性画像を重ねてまたは並べて画面に表示する表示手段と、前記画面に表示される前記カラー弾性画像の色相と前記物理量の値との対応関係を可変設定する入力手段とを設け、前記物理量は、生体組織の移動量より算出される歪みあるいは弾性率であり、前記弾性画像構成手段は、歪みの場合は、前記入力手段で可変設定される前記歪みの大小2つの設定値に基づいて硬い箇所と軟らかい箇所のみを抽出して前記カラー弾性画像を生成し、弾性率の場合は、前記入力手段で可変設定される前記弾性率の大小2つの設定値に基づいて弾性率の高い箇所と低い箇所のみを抽出して前記カラー弾性画像を生成することを特徴とする。

【0010】

このように、中間領域部分を表示しないことにより、弾性画像の不要なデータを取り除くことができ、結果的に不要なデータ中のノイズを除去して弾性画像を表示することができる。また、検査者は各自の判断に基づいて、入力手段を介してカラー弾性画像の色相と物理量の値との対応関係を可変設定することにより、所望の歪みや弾性率等の弾性の大きさを有する生体の部位に、好みの見易い色を付けてカラー弾性画像を表示させることができる。すなわち、診断の目的に合わせて、例えば、癌などの腫瘍を診断するに際し、個人差あるいは病状によって観察したい所望の硬さを有する部位を、特定の色により表示させることができる。その結果、観察したい部位と、そうでない部位との識別が容易となり、

10

20

30

40

50

診断を速やかに行うことができる等、使い勝手を向上させることができる。

【0011】

この場合において、入力手段により設定されたカラー弾性画像の色相と物理量の大きさとの対応関係を、画面にカラーバーによって表示することが好ましい。

【0012】

また、カラーバーの表示を、大小2つの設定値に基づいて付される大の設定値以上の色相と小の設定値以下の色相が異なる色相で表示され、かつ大小2つの設定値が他の異なる色相で表示されるようにすることができる。すなわち、検査者が観察したい硬さの境界領域が、カラー弾性画像上で他の領域と異なる色で表示されることから、関心のある領域を浮き出させて、癌などの腫瘍の境界を容易に識別することができ、視認性を向上できる。この場合、カラーバーの大小2つの設定値の位置は、入力手段により移動可能に形成することが好ましい。これによれば、硬さの境界領域の広がり等を、容易に観察できる。

10

【0013】

さらに、カラー弾性画像を、物理量の設定値の大小いずれか一方の物理量を有する部位のみが設定された色相で表示させるようにすることができる。また、カラーバーは、大小2つの設定値に基づいて付される大の設定値以上の色相と小の設定値以下の色相が異なる色相で表示され、かつ大の設定値以上の領域又は小の設定値以下の領域に、大の設定値以上の色相又は小の設定値以下の色相と異なる色相の領域を設定可能に形成されてなるようにすることができる。この場合の異なる色相の領域の色相は、歪みの値あるいは弾性率の値に応じた階調を有するものとすることができる。これらによれば、関心を有する硬さの部位、あるいは柔らかさの部位のみをカラー画像化できる。

20

【0014】

具体的には、弾性画像構成手段を、物理量の大きさに対するカラー弾性画像の色との関係が設定されてなる書き換え可能な色変換テーブルと、反射エコー信号に基づいて前記断層像に対応する部位の前記被検体の弾性に関する物理量を求める演算手段と、求めた物理量に対応する色を色変換テーブルから読み出して物理量の分布を表すカラー弾性画像を生成するカラー画像生成手段と、色変換テーブルの内容を書き換える入力手段とにより構成する。また、弾性画像構成手段は、色変換テーブルに設定された物理量の大きさに対するカラー弾性画像の色相との対応関係を示すカラーバーを画面に表示させるようにする。

【図面の簡単な説明】

30

【0015】

【図1】本発明の一実施の形態の超音波診断装置の全体構成図である。

【図2】本発明の特徴部の詳細な構成図である。

【図3】表示画像の一例を示す図である。

【図4】実施例1の歪み分布と色変換テーブルの色相情報との対応関係を説明する図である。

【図5】実施例2の弾性率分布と色変換テーブルの色相情報との対応関係を説明する図である。

【図6】実施例1と実施例2による画像表示の一例を示す図である。

【図7】実施例3の色変換テーブルの色相情報とカラーバーの表示の対応を説明する図である。

40

【図8】実施例4のカラーバーと色変換テーブルの色相情報との対応関係を説明する図である。

【図9】実施例4の画像表示の一例を示す図である。

【図10】実施例5のカラーバーと色変換テーブルの色相情報との対応関係を説明する図である。

【図11】実施例6のカラーバーと色変換テーブルの色相情報との対応関係を説明する図である。

【図12】実施例6の画像表示の一例を示す図である。

【図13】実施例7のカラーバーと色変換テーブルの色相情報との対応関係を説明する図

50

である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、本発明の実施の形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。

【0017】

図1に、本発明の一実施の形態の超音波診断装置の構成をブロック図で示す。図示のように、本実施の形態の超音波診断装置は、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に時間間隔をおいて超音波を繰り返し送信する送信回路3と、被検体1から発生する時系列の反射エコー信号を受信する受信回路4と、受信された反射エコーを整相加算してRF信号データを時系列に生成する整相加算回路5とが設けられている。また、整相加算回路5から出力されるRF信号データに基づいて被検体1の濃淡断層像例えば白黒断層像を構成する断層像構成部6と、整相加算回路5のRF信号データから被検体1の生体組織の変位を計測して弾性データを求めてカラー弾性画像を構成する弾性画像構成部7とが備えられている。そして、白黒断層像とカラー弾性画像の割合を変えて合成する切替加算器8と、合成された合成画像を表示する画像表示器9が設けられている。また、図1の超音波診断装置は、操作部17および制御部18を介して、外部の操作者（検査者）によって適宜操作されるようになっている。なお、整相加算回路5から出力される信号をRF信号フレームデータを、例えば、RF信号を複合復調したI、Q信号の形式になった信号とすることもできる。

【0018】

探触子2は、複数の振動子を配設して形成されており、電子的にビーム走査を行って被検体1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。送信回路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とともに、送信される超音波ビームの収束点を任意の深さに設定する機能を有している。また、受信回路4は、探触子2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信号を生成する。整相加算回路5は、受信回路4で増幅されたRF信号を入力して位相制御し、複数の収束点についての収束した超音波ビームを形成してRF信号データを生成する。また、一般に、生体組織の弾性を計測する場合、被検体1を圧迫し、その圧迫による診断部位の変位を計測して歪みや弾性率を計算して、弾性画像を生成するようにする。その圧迫動作は、例えば、探触子2で超音波送受信を行いつつ、被検体1の診断部位の体腔内に効果的に応力分布を与えるようにする。そのために、探触子2の超音波送受信面に面一に圧迫板を装着し、探触子2の超音波送受信面と圧迫板にて構成される圧迫面を被検体の体表に接触させ、圧迫面を用手法的に上下動させて被検体を圧迫（加圧または減圧）するという方法をとっている。

【0019】

断層像構成部6は、信号処理部10と白黒スキャンコンバータ11含んで構成されている。ここで、信号処理部10は、整相加算回路5からのRF信号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い断層像データを得る。また、断層像構成部6は、図示していないが、白黒スキャンコンバータ11と信号処理部10の断層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像データを時系列に記憶する複数枚のフレームメモリと、制御コントローラを含んで構成されている。白黒スキャンコンバータ11は、フレームメモリに格納された被検体1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ジョン信号に同期させて読み出すためのものである。つまり、信号処理部10から出力される反射エコー信号を用いて、運動組織を含む被検体内のRF信号フレームデータを超音波周期で取得し、このRF信号フレームデータを表示するために、テレビジョン方式の周期で読み出すための断層走査手段およびシステムの制御を行うための手段を備えている。

【0020】

また、弾性画像構成部7は、RF信号選択部12、変位演算部13、歪演算部14、弾性データ処理部15、カラスキャンコンバータ16を含んで構成されている。カラス

キャンコンバータ 16 は、制御部 18 を介して操作部 17 に接続されており、操作部 17 から弾性画像の色合いを制御可能に構成されている。ここで、操作部 17 は、キーボード、トラックボール、マウス等の操作器を備えて構成される。また、図示していないが、探触子 2 には圧力計が取り付けられ、探触子 2 を被検体 1 に押しつける圧力（圧迫力）を計測する圧力計測部が設けられている

R F 信号選択部 12 は、フレームメモリと選択部とを含んで構成されている。R F 信号選択部 12 は、整相加算回路 5 から出力される複数の R F 信号データをフレームメモリに格納し、格納された R F 信号フレームデータ群から選択部により 1 組すなわち 2 つの R F 信号フレームデータを選び出すように構成されている。例えば、R F 信号選択部 12 は、整相加算回路 5 から画像のフレームレートに基づいて生成される時系列の R F 信号データをフレームメモリ内に順次確保する。そして、制御部 18 の指令に応じて、現在確保された R F 信号フレームデータ（N）を第 1 のデータとして選択部で選択する。これと同時に、時間的に過去に確保された R F 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 R F 信号フレームデータ（X）を選択する。ここで、N、M、X は R F 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。

【0021】

変位演算部 13 は、1 組の R F 信号フレームデータから生体組織の変位などを求めるものである。例えば、変位演算部 13 は、R F 信号選択部 12 により選択された 1 組の R F 信号フレームデータ（N）および R F 信号フレームデータ（X）について、1 次元或いは 2 次元相関処理を行って、断層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法としては、例えば、JP 5 - 317313 A に記載されたようなブロック・マッチング法とグラジエント法とがある。また、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。

【0022】

ここで、歪データは生体組織の移動量例えば変位を空間微分して算出できる。また、弾性率のデータは、圧力の変化を移動量の変化で除することによって計算される。まず、歪演算部 14 は、変位演算部 13 から出力される生体組織の移動量例えば変位を空間微分して歪データを算出する。例えば、変位演算部 13 より計測された変位を L 、図示しない圧力計測部により計測された圧力を P とすると、歪み S は、 L 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、 $S = L / X$ の式で求められる。ここで、体表に与えられた圧力は、体表と圧迫機構との接触面に圧力センサーを介在させ、この圧力センサーによって直接的に計測したり、本願の出願人が先に特願 2003 - 300325 号に記載されたような方法で計測することができる。また、弾性率データのヤング率 Y_m は、 $Y_m = (P) / (L / L)$ の式によって算出される。このヤング率 Y_m から断層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。なお、歪演算部 14 は、算出された弾性フレームデータに座標平面内におけるスムージング処理、コントラスト最適化処理や、フレーム間における時間軸方向のスムージング処理などの様々な画像処理を施し、処理後の弾性フレームデータを歪み量として出力してもよい。

【0023】

弾性データ処理部 15 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、歪演算部 14 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を制御部 18 の指令に応じて画像処理部により画像処理を行うものである。

【0024】

カラーキャンコンバータ 16 は、弾性データ処理部 15 からの弾性フレームデータを

後述する色変換テーブルに従って色相情報に変換するものである。つまり、弾性フレームデータを光の3原色すなわち赤R(Red)、緑G(Green)、青B(Blue)の色コードから構成される色相情報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。なお、赤R、緑G、青Bの階調は256段階に割り付けられ、階調“255”は大輝度で表示すること、逆に階調“0”は全く表示されないことを意味する。

【0025】

切替加算器8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11からの断層像データと、カラースキャンコンバータ16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像データと弾性画像データを制御部18の指令に応じて設定割合で加算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、白黒断層像とカラー弾性像の各情報を設定割合で加算したものとなる。さらに、画像選択部は、フレームメモリ内の断層像データと弾性画像データおよび画像処理部の合成画像データのうちから画像表示器9に表示する画像を、制御部18の指令に応じて選択するものである。なお、断層像と弾性画像とを合成せずに別々に表示させてもよい。

【0026】

次に、このように構成される超音波診断装置の動作について説明する。超音波診断装置1は、被検体1に当接させた探触子2を介して被検体1に時間間隔をおいて送信回路3により超音波を繰り返し送信し、被検体1から発生する時系列の反射エコー信号を受信回路4により受信し、整相加算されてRF信号データを生成する。そのRF信号データに基づいて、断層像構成部6により濃淡断層像例えば白黒Bモード像が生成される。このとき、探触子2を一定方向に走査すると、一枚の断層像が得られる。一方、整相加算回路5により整相加算されたRF信号データに基づいて弾性画像構成部7によりカラー弾性画像が生成される。そして、得られた白黒断層像とカラー弾性画像を切替加算器8により例えば加算して合成画像を作成する。

【0027】

ここで、本実施形態に係る切替加算器8の処理の一例を説明する。以下の説明では、断層像構成部6および弾性画像構成部7に入力される断層像データを(断層像データ) i, j 、弾性画像データを(弾性画像データ) i, j とする。また、添え字 i, j はデータ要素の各座標を示している。このように断層像データおよび弾性画像データに輝度情報と各座標情報とを含ませることにより、それぞれの画像表示に適應させている。

【0028】

まず、白黒の輝度情報を有する断層像データを色相情報に変換する。変換後の断層像データが白黒輝度情報と同じビット長であるとする、変換された断層像データに関する色相データ、すなわち光の3原色(R、G、B)データは次の数式1のように表される。

【0029】

【数1】

$$(\text{断層像データ}R)_{i,j} = (\text{断層像データ})_{i,j}$$

$$(\text{断層像データ}G)_{i,j} = (\text{断層像データ})_{i,j}$$

$$(\text{断層像データ}B)_{i,j} = (\text{断層像データ})_{i,j}$$

次に、変換された断層像データと弾性画像データを設定割合で加算して合成する。ここで、設定割合は、生体組織の性質などに応じて予め任意に設定されており、 $1 < \alpha < 1$ である。この設定割合を用いると、生成される合成画像は、数式2に示すように合成される。そして、合成された合成画像は任意に選択されて画像表示器9に表示される。

【0030】

【数 2】

(合成画像データR) i,j =

$$(1-\alpha) \times (\text{断層像データR})_{i,j} + \alpha \times (\text{弾性画像データR})_{i,j}$$

(合成画像データG) i,j =

$$(1-\alpha) \times (\text{断層像データG})_{i,j} + \alpha \times (\text{弾性画像データG})_{i,j}$$

(合成画像データB) i,j =

$$(1-\alpha) \times (\text{断層像データB})_{i,j} + \alpha \times (\text{弾性画像データB})_{i,j}$$

10

このように合成される画像について図 3 を用いて説明する。図 3 は、本実施形態による断層像と弾性画像との合成画像の表示例である。白黒断層像にカラー弾性画像が重畳された画像が表示されており、切替加算器 8 により白黒断層像とカラー弾性画像が合成された画像が表示されている。

【0031】

弾性画像取得する際には、予め白黒断層像上に弾性画像を取得する範囲を定める関心領域 (ROI) 50 を設定し、ROI 50 について弾性画像を得ている。ROI 50 を設定する理由は、弾性画像取得できる部分が深度方向に限定されており、たとえ広域な部分を取得しても、大部分がノイズになってしまう可能性が高いからである。この ROI 50 は

20

【0032】

ここで、本発明の特徴に係る部分について図 2 を用いて詳細に説明する。カラースキヤンコンバータ 16 は、弾性データ処理部から出力される歪みのデータ、或いは弾性率のデータに基づいて、3 原色に変換した情報を含む弾性画像データとして切替加算器 8 へ出力させる。カラースキヤンコンバータ 16 の詳細な構成は、図 2 に示すように、歪みのデータ或いは弾性率のデータに基づいて 3 原色を割り当てる 256 階調部 20 と、操作部 17 の指令に基づいてカラーレンジを切替て境界部を変更する境界ライン制御部 22 と、256 階調部 20 と境界ライン制御部 22 から画像に適応したカラーマップを作成するカラー

30

マッピング部 21 と、カラーマッピング部 21 からの画像データを切替加算器 8 へ出力させる画像データ出力部 24 からなる。256 階調部 20 は、弾性データ処理部 15 から出力される弾性フレームデータすなわち各画素対応の歪み量データを 256 段階の階調に割り振るために、一致の規則を基にして 8 ビット構成の信号に丸め込み、その 8 ビット構成 (256 段階) の階調データをカラーマッピング部 21 に出力する。カラーマッピング部 21 は、256 階調部 20 から出力される 8 ビット構成 (256 段階) の階調データを入力し、その階調データに赤、緑、青などの色相情報を、予め設定されたカラーバーに対応した色変換テーブルに従って付与する。

【0033】

次に、カラー弾性画像を表示させるカラースキヤンコンバータ 16 の具体的な実施例について説明する。

40

【実施例 1】

【0034】

実施例 1 により、歪みをカラー表示させる場合を説明する。まず、フレーム毎に歪みデータ S を $S = L / X$ から求め、ROI 50 内の歪みの統計処理を行う。この統計処理では、図 4 に示されるように、縦軸は歪み、横軸は頻度で表わされたグラフ上に ROI 50 内の各座標分の歪みを分布させ、各歪みを加算し、歪みの総量を算出する。そして、(歪みの総量) / (画素数) の演算で歪みの平均値 30 を算出する。この歪みの平均値 30 を軸にして歪み最大値から歪み最小値までの各分数値に応じて色をそれぞれ割り当てる。具体的には、カラースキヤンコンバータ 16 に備えられたメモリに格納された色相情報の

50

色変換テーブル 31 の歪みの値に対応する各テーブル座標に、それぞれ赤 R、緑 G、青 B の色コードからなる色相情報を割り当てる。

【 0 0 3 5 】

色の割り当て方は、例えば、歪みが大きい柔らかい箇所を赤く表示させるとき、図 4 (a) に示す色変換テーブル 31 の歪が大きい箇所に対応する座標に割り当てる色コードの赤 R を大きく設定し、緑 G と青 B を小さく設定する。これにより、色変換テーブル 31 に基づいて弾性画像データを生成することにより、柔らかい箇所を赤く表示できる。逆に、歪みの小さい硬い箇所を青く表示させる時、色変換テーブル 31 の歪みの小さい箇所に対応する座標に割り当てる色コードの青 B を大きく設定し、緑 G と赤 R を小さく設定するようにする。

10

【 0 0 3 6 】

例えば、ROI 50 内に広域に硬い部分が存在する場合に、その硬い領域の全体を把握したい場合は、図 4 の色変換テーブル 31 の歪みの値に対する各座標の赤 R、緑 G、青 B の割り振りを、青 B の範囲を拡張して、明確に表示されるように設定する。また、硬い箇所と柔らかい箇所の境界部 32 を明確にさせるため、操作部 17 から境界ライン制御部 22 に指令を入力して赤 R、青 B の境界部 32 を緑 G に設定する。また、歪みの平均値 30 を中心にして、硬い箇所を青 B、柔らかい部分を赤 R に表示させるように色変換テーブル 31 の色相情報を割り当てる。この割り当てに基づいて、弾性画像データを生成して表示させることにより、図 6 (a) に示されるように、どの領域に硬い組織があるのかを広域で認識することができる。なお、図 6 の破線 100 は弾性画像には表示されていない。図 6 (a)、(b)、(c) の対応関係の説明のために示したものである。また、符号 102 は、柔らかい箇所、符号 103 は硬い箇所、符号 101 は硬さの平均的な箇所を示している。

20

【 0 0 3 7 】

一方、ROI 50 内で柔らかい部分が存在する場合に、その柔らかい部分の全体の領域を把握したい場合は、図 4 (b) に示されるように、色変換テーブル 31 の歪が小さい箇所に対応する座標に割り当てる赤 R、緑 G、青 B の割り振りを、赤 R が明確に表示されるように設定する。そして、硬い箇所と柔らかい箇所の境界部 32 を明確にさせるため、操作部 17 から境界ライン制御部 22 に指令を入力して赤 R、青 B の境界部 32 を緑 G に設定する。また、柔らかい箇所を赤 R に表示させるように赤 R の表示範囲を狭め、青 B を広い範囲で表示させるよう色変換テーブル 31 を設定する。この割り当てに基づいて弾性画像データを生成して表示させることにより、図 6 (b) に示されるように、青 B を広い範囲で表示させて赤 R の背景として利用する。これにより、抽出すべき赤 R を際立たせて表示させることができ、どこに柔らかい組織があるのかを容易に認識することができる。

30

【 0 0 3 8 】

さらに、ROI 50 内で硬い部分が存在し、その領域を把握したい場合、図 4 (c) に示されるように、色変換テーブル 31 の歪みに対する赤 R、緑 G、青 B の割り当てを、青 B が際立って表示されるように可変する。まず、硬い箇所と柔らかい箇所の境界部 32 を明確にさせるため、操作部 17 から境界ライン制御部 22 に指令を入力して赤 R と青 B の境界部 32 を緑 G に設定する。また、硬い箇所を青 B に表示させるよう青 B の表示範囲を狭め、赤 R を広い範囲で表示させるよう色変換テーブル 31 を設定する。この割り当てに基づいて弾性画像データを生成して表示させることにより、図 6 (c) に示されるように、赤 R を広い範囲で表示させて青 B の背景として利用し、抽出すべき青 B を際立たせて表示させることができ、どこに硬い組織があるのかを容易に認識することができる。

40

【 0 0 3 9 】

このように、本実施例によれば、境界部 32 に挟まれた一方を柔らかい箇所、他方を硬い箇所とした境界部 32 を動かすことにより、抽出したい大きさの歪みの部位を際立たせて表示させることができる。

【 実施例 2 】

【 0 0 4 0 】

50

実施例 2 により、弾性率をカラー表示させる場合を説明する。実施例 1 と異なる点は、歪みに代えて、弾性率を割り当てている点である。弾性率（ヤング率） Y_m は、 $Y_m = (P) / (L / L)$ という式によって算出される。カラースキヤンコンバータ 16 に備えられた色変換テーブル 31 には、図 5 に示されるように、弾性率演算値の範囲を複数に区分し、各区分に対して予め赤 R、緑 G、青 B の色コードが設定される。そして、入力される弾性率の演算値に対応する色相情報を色変換テーブル 31 から読み出して弾性画像データを生成する。

【0041】

ここで、例えば、ROI 50 内で弾性率を広域に把握したい場合は、図 5 (a) に示されるように、実施例 1 と同様に、操作部 17 から境界ライン制御部 22 に指令を入力して赤 R と青 B の境界部 32 を緑 G に設定する。また、弾性率の平均値付近を中心にして弾性率の低い箇所を青 B、弾性率の高い箇所を赤 R に表示させるように色変換テーブル 31 を設定する。この割り当てに基づいて弾性画像データを生成して表示させる。この表示により、どの領域に弾性率が高い、或いは低い組織があるのかを広域で認識することができる。

10

【0042】

また、例えば、ROI 50 内で弾性率が高い領域を把握したい場合は、図 5 (b) に示されるように、実施例 1 と同様に、操作部 17 から境界ライン制御部 22 に指令を入力して赤 R と青 B の境界部 32 を緑 G に設定する。また、弾性率の高い付近を中心にして弾性率の低い箇所を青 B、弾性率の高い箇所を赤 R に表示させるように色変換テーブル 31 を設定する。この割り当てに基づいて弾性画像データを生成して表示させる。この表示により、どの領域に弾性率が高い組織があるのかを認識することができる。

20

【0043】

また、例えば、ROI 50 内で弾性率が低い領域を把握したい場合は、図 5 (c) に示されるように、実施例 1 と同様に、操作部 17 から境界ライン制御部 22 に指令を入力して赤 R と青 B の境界部 32 を緑 G に設定する。また、弾性率の低い付近を中心にして弾性率の低い箇所を青 B、弾性率の高い箇所を赤 R に表示させるように色変換テーブル 31 を設定する。この割り当てに基づいて弾性画像データを生成して表示させる。この表示により、どの領域に弾性率が低い組織があるのかを認識することができる。

【0044】

このように、実施例 2 によれば、境界部 32 に挟まれた一方を弾性率が高い箇所、弾性率が低い箇所とし、その境界部 32 を動かすことにより、抽出したい弾性率の部位を際立たせて表示させることができる。

30

【実施例 3】

【0045】

実施例 3 により、歪み或いは弾性率の所望の部位のみを表示させたい場合を図 7 を用いて説明する。実施例 1、2 と異なる点は、中間領域部分 33 を表示しないように色変換テーブル 31 の色相情報の割り当てを変えたところにある。操作部 17 から境界ライン制御部 22 に指令を入力して、色変換テーブル 31 の色相情報を変更設定することにより、歪みの場合は硬い箇所と柔らかい箇所のみを抽出し、弾性率の場合は弾性率の高い値と低い値のみを抽出して表示させることができる。このように、中間領域部分を表示しないことにより、弾性画像の不要なデータを取り除くことができ、結果的に不要なデータ中のノイズを除去して弾性画像を表示することができる。なお、操作部 17 を操作して境界部 32 を任意に上下させ、また表示範囲を広げてよい。また、歪みの場合は硬い箇所と柔らかい箇所のどちらか一方、弾性率の場合は弾性率の高い値と低い値のどちらか一方のみを表示させるようにしてもよい。

40

【0046】

上述した各実施例において、歪み量に基づいて赤 R を柔らかい箇所、青 B を硬い箇所として表示させたが、その色にとらわれず、何色で表示してもよいことは言うまでもない。これは弾性率に関しても同様である。具体的に、256 階調部 20 により色の濃度を任意

50

に設定したり、赤 R、緑 G、青 B を組み合わせた複合色、例えば黒や黄色やピンク等に置き換え、検査者が容易に柔らかい箇所或いは硬い箇所を認識しやすいような色を表示させるようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

また、同様に、境界部 3 2 も緑 G のみでなく、赤 R と青 B の中間色や、赤 R と緑 G と青 B の組み合わせた複合色に置き換えて表示させるようにしてもよい。さらに、例えば硬い箇所と柔らかい箇所の色がそれぞれ互いに異なる色である場合、境界が明確であるため、境界部 3 2 を特に表示させず、操作部 1 7 から境界ライン制御部 2 2 に指令を入力して色の切り替わりを制御させてもよい。

【 実施例 4 】

【 0 0 4 8 】

図 8 に、実施例 4 の階調データと色相情報との関係を示すカラーバー 4 1 と、カラーバー 4 1 に対する色相情報の色変換テーブル 4 2 を示す。実施例 1 ~ 3 と異なる点は、歪や弾性率の大きさを赤 R と青 B の 2 色で表すことに代えて、赤 R と緑 G と青 B の 3 色で色付けしている点にある。また、本実施例では、歪や弾性率の大きさの境界部を表示するようにしていない点にある。

【 0 0 4 9 】

すなわち、図 8 に示すように、色変換テーブル 4 2 の階調データにおいて、例えば、歪みが大きく計測された軟らかい領域については、赤 R の色コードに、逆に歪みが小さく計測された硬い領域については、青 B の色コードに、歪みがほぼ中間の領域については、緑 G の色コードにそれぞれ変換されるように色相情報が割り振られている。したがって、赤 R の色コードと緑 G の色コードの間は黄色 Y e (Y e l l o w) に変換され、緑 G の色コードと青 B の色コードの間はシアン色 C y (C y a n o g e n) に変換され、各色の境界付近は段階的に色相が変化している。しかし、図 8 の色変換テーブル 4 2 には、カラーバー 4 1 の代表的な色コードのみが示してある。したがって、実際には、各色の境界付近では段階的に変化するような色コードが割り振られている。

【 0 0 5 0 】

切替加算器 8 は、白黒スキャンコンバータ 1 1 からの白黒の断層像データとカラー スキャンコンバータ 1 6 からのカラーの弾性画像データとを入力し、両画像を加算または切り替える。ここで、切替加算器 8 は、白黒の断層像データだけ、またはカラーの弾性画像データだけを出力したり、あるいは両画像データを加算合成して出力したり、種々切り替え可能になっている。この実施例に係る切替加算器 8 は、両画像データを加算合成する場合に、カラーの弾性画像データを所定の透明度で白黒の B モード断層像に重ねて画像表示器 9 に表示できるようになっている。

【 0 0 5 1 】

図 9 は、この実施例に係る超音波診断装置の画像表示器 9 の表示例を示す図である。図 9 には、透明度が “ 0 ” の場合の弾性画像が表示されている。図において、表示画像のほぼ中央付近に表示されている長形状をした灰色部分（周囲よりも薄い灰色部分）が関心領域 R O I である。この長形状の関心領域内に存在する円形状の濃い灰色部分が生体組織としての硬い箇所であり、これ以外の薄い灰色部分は比較的軟らかい箇所である。長形状の関心領域は、実際にはカラーで表示されている。図では白黒表示しているので、分かりにくくなっているが、この関心領域の薄い灰色部分は緑色であり、円形状の濃い灰色部分は全体的に青色である。なお、図 9 において、点線の円で囲まれた領域の濃い灰色部分は赤色であり、それ以外の濃い灰色部分は青色である。これらの場合、赤色が生体組織の軟らかい部分を示し、青色が硬い部分を示し、緑色がその中間の硬さを示している

このように、関心領域内の歪み弾性画像をその硬さに応じてカラー表示することによって、生体組織の硬さなどを容易に視認することが可能となる。特に、本実施例では、操作部 1 7 を介してカラー スキャンコンバータ 1 6 のカラーマッピング部 2 0 の色変換テーブル 4 2 の色相情報を任意に変更可能にしている。したがって、検査者は、診断の狙いに合わせて、色変換テーブル 4 2 の色相情報を可変設定することにより、例えば、所定の硬さ

10

20

30

40

50

以上の部分を青色で表示させるように、カラー化を調整することができる。その結果、視認性が向上し、使い勝手がよくなる。

【0052】

つまり、従来は、色変換テーブル42の色相情報が歪みや弾性率等の大きさに対応させて一律に固定されていたから、所定の硬さ以上の部位の大きさを診断したり、その広がりを診断する場合、所定の硬さ以上の部位を直感的に判断できない。これに対して、本実施例によれば、検査者が色変換テーブル42の色相情報を自由に変更できるから、所定の硬さ以上の部位や、その広がりを容易に診断することができる。

【0053】

また、図9において、弾性画像の右側側面には、弾性画像の硬さを示すカラーバー41が表示されている。このカラーバー41は、図8に示したものと同一である。図9では白黒で表わされているが、実際の表示画面では図8の色変換テーブル42に示すような色相情報に対応してカラー化されて表示されている。また、このカラーバー41の上下には、色と硬さの割り振りを認識し易いように「Soft」と「Hard」の文字が表示されている。このように表示されるのは、カラーバー41が歪みの大きさ、即ち組織の硬さや軟らかさに対応する場合だからである。したがって、変位量に対応するときには、距離を示す文字が表示され、弾性率に対応するときにはその単位を示す文字が表示されるようになっており、その割り振りの関係を容易に認識することができるようになっている。

【実施例5】

【0054】

図10に、カラーバーと色変換テーブルの実施例5を示す。本実施例のカラーバー41は、硬い部分の境界を詳しく観察するための色相情報の設定例である。すなわち、硬い部分の境界付近である図8の青Bの色コードとシアンCyの色コードとの中間付近に、周囲の色相に対して色調が異なる色相を設定することにより、その中間付近を容易に識別可能にした例である。また、その中間付近の色相が階調的に変化するようにすることができる。例えば、図10に示すように、マジェンタMg(Magenta)色を階調的に変化させた部分を割り当てる。これらのカラーバー41の色相情報の設定は、操作部17を介して色変換テーブル42の色コード(R、G、B)を割り振ることにより行う。図では、マジェンタMgの色コードが階調的に変化するように、色コードとしてMagenta:(255, 0, 255), Violet:(238, 130, 238), Plum:(221, 160, 221)などのように階調的に色が変化するような色コードが割り振られている。このカラーバー41も図8のものと同じように、各色の境界付近は段階的に色相が変化するようになっているが、図10では、カラーバー41の右隣に示した色変換テーブル42は、代表的な色コードのみが示してある。したがって、実際には、各色の境界付近では段階的に変化するような色コードが割り振られることになる。

【実施例6】

【0055】

実施例5では、各色の境界付近で段階的に変化するような色コードを割り振る例を示したが、これに限られないことは言うまでもない。すなわち、図11に示す実施例6のように、カラーバー41は、関心のある硬さ(あるいは、軟らかさ)の領域だけを浮き出させるために、図8のカラーバー41に対して、所望の硬さに対応する領域を、例えばピンク(Pink)の色コードなどで上塗りして、その部分の弾性画像だけをピンク色で表示するようにしている。この色相情報の設定は、操作部17を介して色変換テーブル42の色コード(R、G、B)を割り振ることにより行う。

【0056】

ここで、図10又は図11の実施例のように上塗りしたカラーコードの領域は、操作部17から境界ライン制御部22に指令を入力して色変換テーブル42を可変設定することにより、伸縮自在、移動自由であり、カラーの設定も任意である。これによって、詳しく観察したい所望の硬さを有する領域を自分の好みの色で表示したり、さらに階調的に表示することが可能となり、視認性が向上する。なお、このように部分的に色の異なる領域は

10

20

30

40

50

一つでもよいし、複数設けてもよい。

【実施例 7】

【0057】

カラーバー 4 1 と色変換テーブル 4 2 のさらに他の実施例を図 1 2 および図 1 3 に示す。この実施例のカラーバー 4 1 は、256 段階の階調の一部分に色相情報を割り振ったものである。図 1 3 は、図 1 2 のカラーバー 4 1 の詳細および色変換テーブル 4 2 を示す図である。この実施例に係るカラーバー 4 1 は、例えば、所望の硬い部分だけに色相情報を付与し、それ以外の領域には空 (Null) データが格納され、色相情報を付与しないように、操作部 1 7 から色変換テーブル 4 2 を変更したものである。このように、関心の高い部分を詳細に表示するために、図 8 に示したカラーバー 4 1 を圧縮し、関心の高い硬さの部分だけに色相情報を割り振るようにしたものである。空 (Null) データの割り振られた箇所は、透明度 100 パーセントの弾性画像となる。なお、図 1 0 または図 1 1 のようなカラーバー 4 1 を圧縮してもよいし、単色を割り振るようにしてもよい。これによって、詳しく観察したい領域のみに色相情報を付与することができるので、視認性の向上を図ることができる。

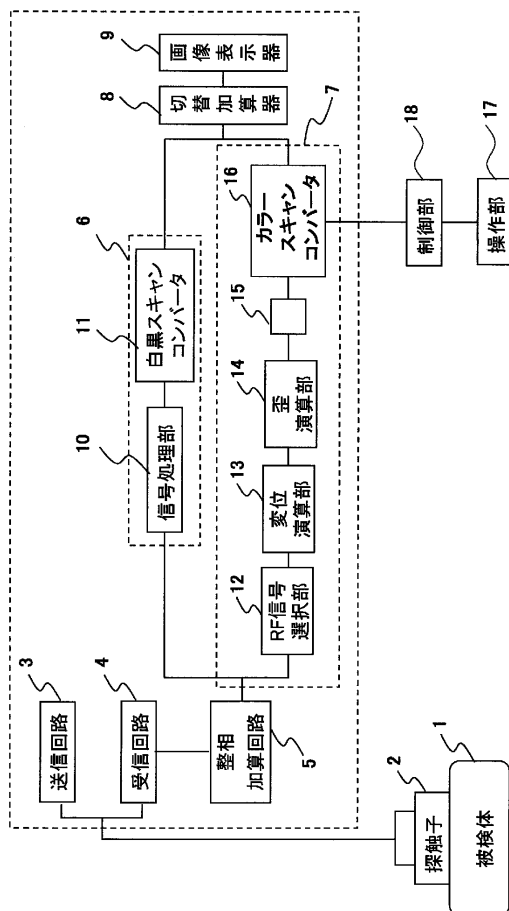
【0058】

以上説明した各実施例では、弾性色相フレームデータの成分として、RGB の信号形式を用いて説明したが、本発明はこの例に限らず、他の信号形式 (例えば YUV など) にて色相情報を付与する方法にて実現してもよい。

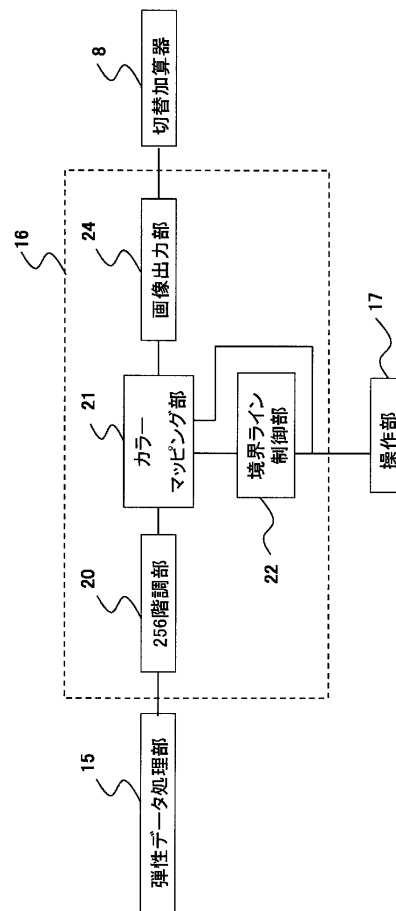
【0059】

以上説明した各実施例によれば、歪み或いは弾性率に応じて色変換テーブル 3 1、4 1 の赤 R、緑 G、青 B の色コードの割り当てを任意に可変することにより、柔らかい箇所、硬い箇所、弾性率の高低などの生体組織に係る弾性情報を、検査者の意思に応じて認識しやすく表示させることができる。

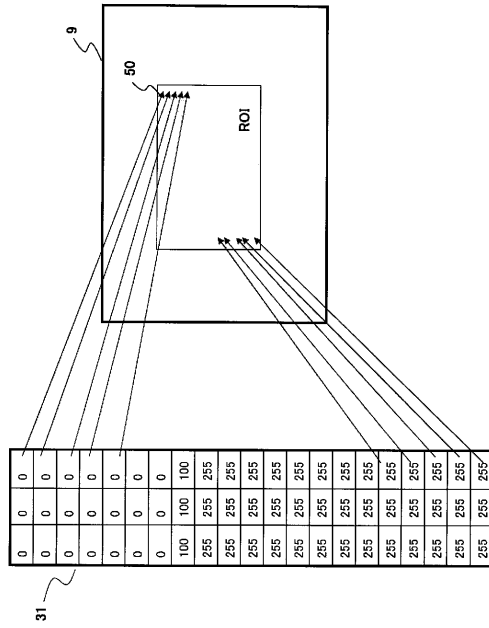
【図 1】



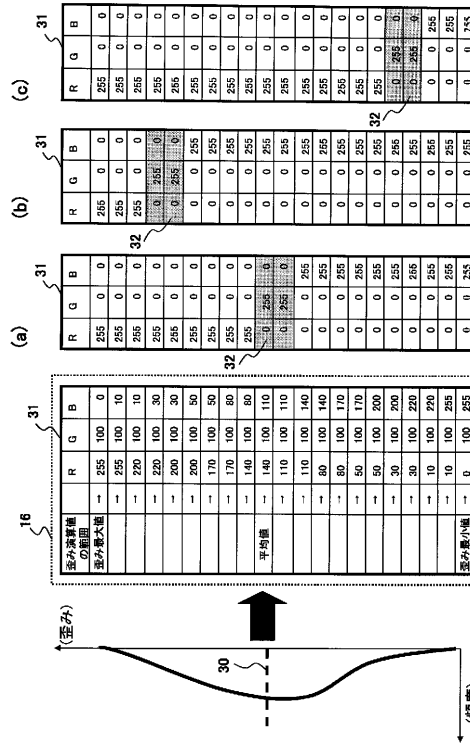
【図 2】



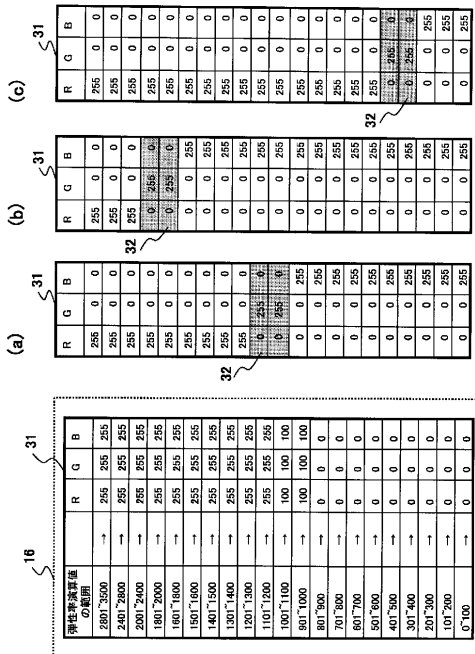
【図 3】



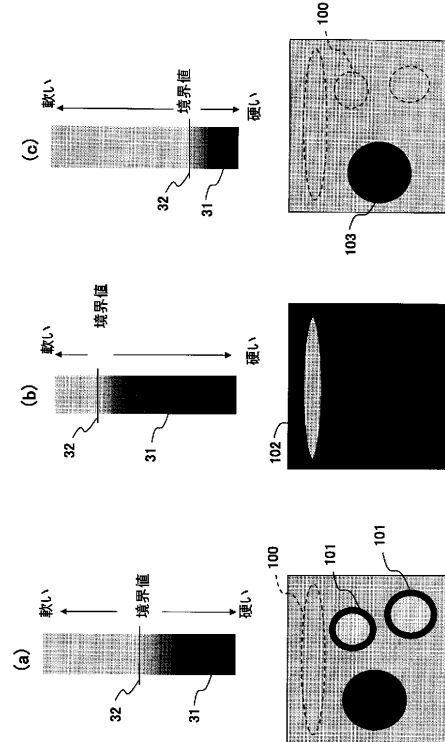
【図 4】



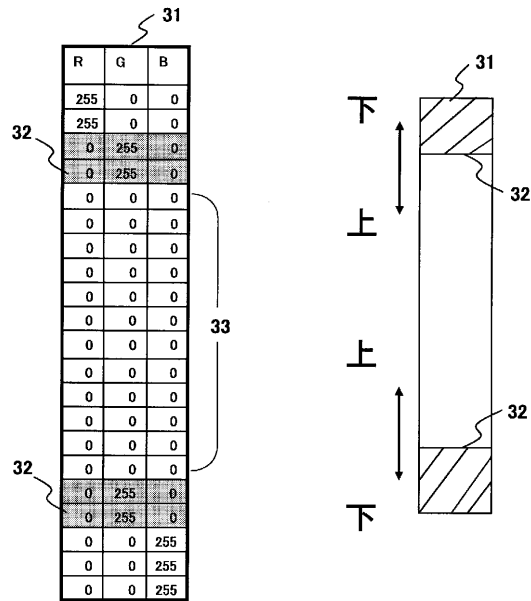
【図 5】



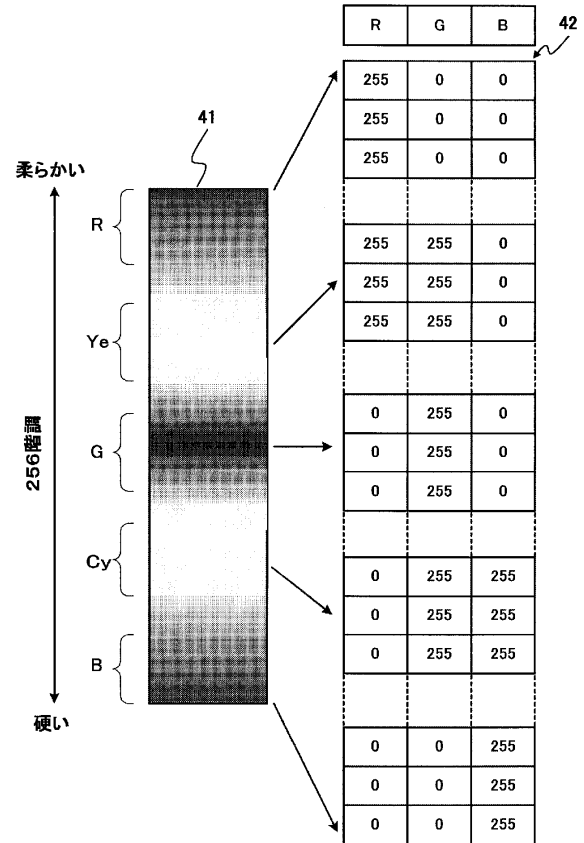
【図 6】



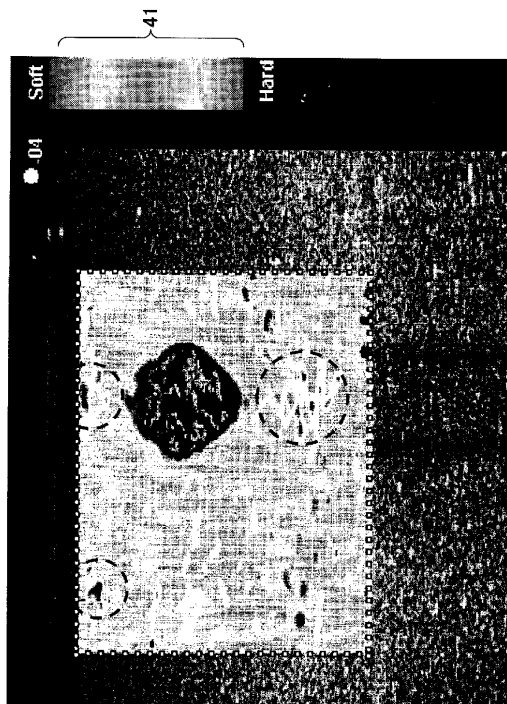
【図 7】



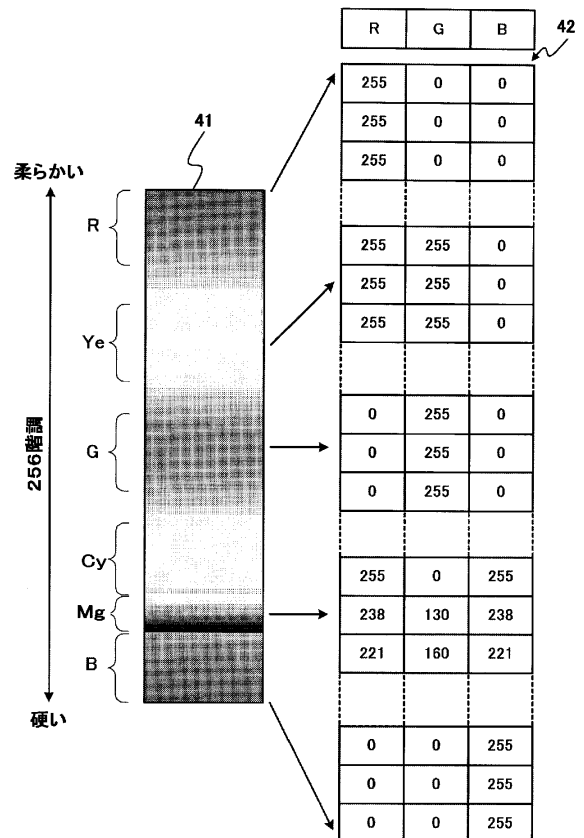
【図 8】



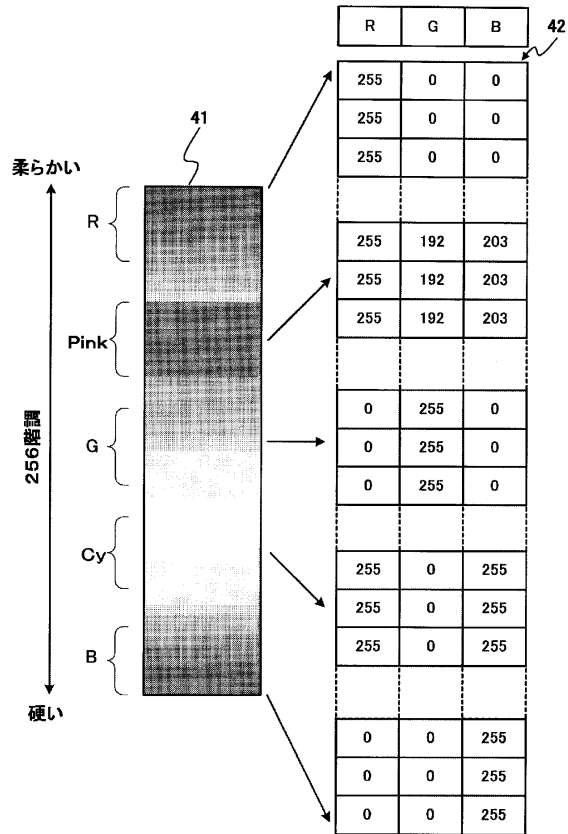
【図 9】



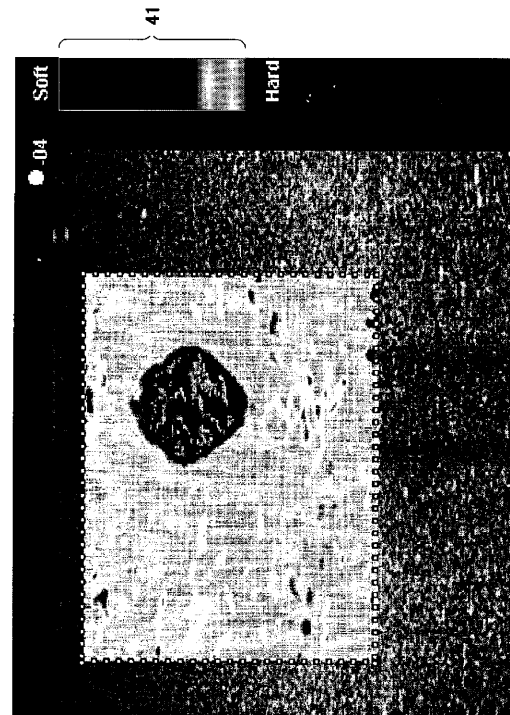
【図 10】



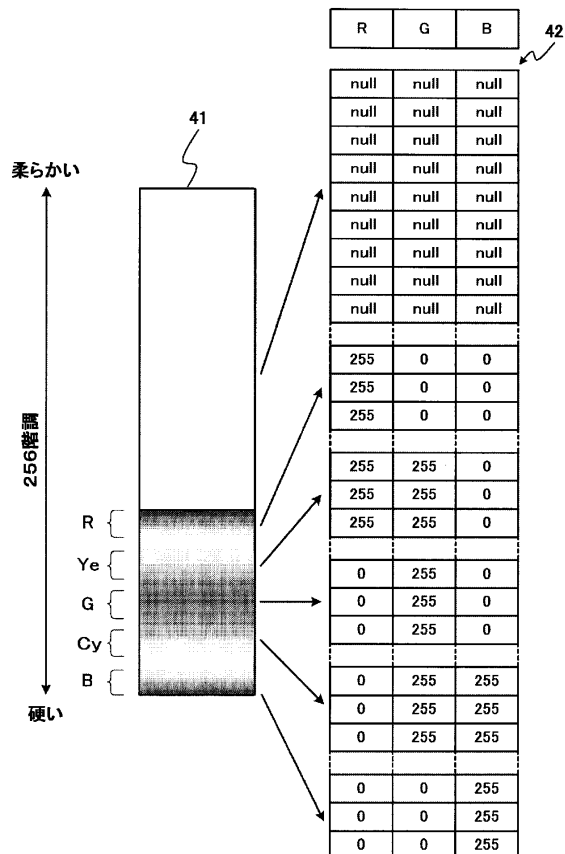
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

(72)発明者 松村 剛
日本国千葉県柏市布施 9 0 3 - 1 - B 2 0 2

(72)発明者 村山 直之
日本国千葉県柏市柏 2 6 9 - 1 - 6 0 3

(72)発明者 柏木 貴
日本国千葉県柏市北柏 2 - 4 - 8 - 2 0 3

審査官 後藤 順也

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 0 6 0 8 5 3 (J P , A)
特開平 0 5 - 1 6 8 6 3 1 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 8 2 7 5 1 (J P , A)
新田尚隆, 三次元変位ベクトル計測に基づく組織弾性率再構成の実験的検討, 超音波医学, 2 0
0 0 年 4 月 1 5 日, 第 2 7 卷, 第 4 号, 第 7 3 8 頁

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A61B 8/00-8/15

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP4657106B2	公开(公告)日	2011-03-23
申请号	JP2005515588	申请日	2004-11-11
[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	脇康治 大坂卓司 伊藤光明 松村剛 村山直之 柏木貴		
发明人	脇 康治 大坂 卓司 伊藤 光明 松村 剛 村山 直之 柏木 貴		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/485 A61B8/08 A61B8/14		
FI分类号	A61B8/08		
优先权	2003391997 2003-11-21 JP 2003393305 2003-11-25 JP		
其他公开文献	JPWO2005048847A5 JPWO2005048847A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

根据本发明的超声波诊断装置基于用于向对象1发送超声波和从对象1接收超声波的超声波探头2和由超声波探头接收的反射回波信号来生成断层图像。弹性图像构建装置7，用于通过基于断层图形成装置6，断层图像和彩色弹性图像获得与对应于断层图像的的部分的对象的弹性相关的物理量来产生彩色弹性图像显示装置9用于在屏幕上显示，输入装置17用于可变地设置屏幕上显示的彩色弹性图像的色调与物理量的大小之间的对应关系;通过对其大小进行颜色编码以匹配审查员的兴趣来改善用户友好性。

【 图 1 】

