

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-33814

(P2014-33814A)

(43) 公開日 平成26年2月24日(2014.2.24)

(51) Int.Cl.
A61B 8/08 (2006.01)F1
A61B 8/08テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2012-176587 (P2012-176587)
(22) 出願日 平成24年8月9日(2012.8.9)(71) 出願人 390029791
日立アロカメディカル株式会社
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
(74) 代理人 100098017
弁理士 吉岡 宏嗣
(74) 代理人 100120053
弁理士 小田 哲明
(72) 発明者 大坂 卓司
東京都三鷹市牟礼6丁目2番1号
日立アロカメディカル株式会社内
Fターム(参考) 4C601 DD19 DD23 GC03 JB51 KK02
KK24 KK25

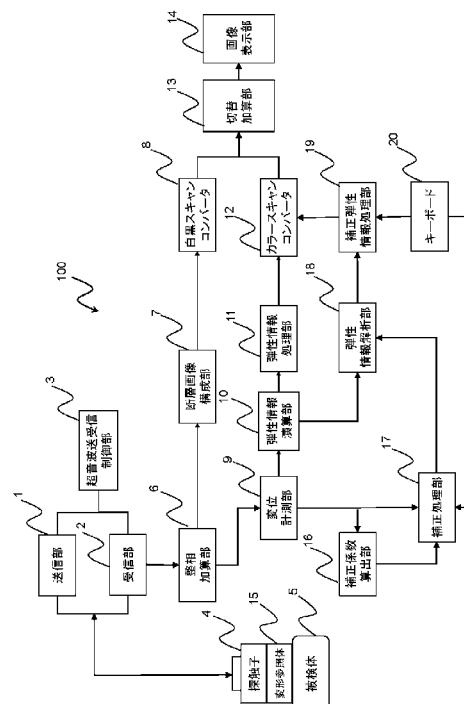
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】補正範囲を決定し、補正範囲における応力偏在情報と弾性情報とを視覚的に見易く表示することができる超音波診断装置を提供する。

【解決手段】本発明の超音波診断装置は、対象物に超音波を送受信する探触子と、前記探触子で計測された反射エコー信号に基づいて前記対象物の変位を計測する変位計測部と、前記変位に基づいて弾性情報を算出する弾性情報演算部と、前記対象物における応力の偏在を補正する補正係数を算出する補正係数算出部と、前記変位の変位割合に基づいて補正範囲を決定し、前記補正係数により前記補正範囲の前記弾性情報を補正する補正処理部と、前記補正範囲を該補正した前記弾性情報とともに表示する画像表示部とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象物に超音波を送受信する探触子と、
前記探触子で計測された反射エコー信号に基づいて前記対象物の変位を計測する変位計測部と、
前記変位に基づいて弾性情報を算出する弾性情報演算部と、
前記対象物における応力の偏在を補正する補正係数を算出する補正係数算出部と、
前記変位の変位割合に基づいて補正範囲を決定し、前記補正係数により前記補正範囲の前記弾性情報を補正する補正処理部と、
前記補正範囲を該補正した前記弾性情報とともに表示する画像表示部と
を備えることを特徴とする超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記補正処理部は、前記対象物の前記変位割合と基準値とを比較することにより、前記補正範囲を決定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】

前記探触子に装着される変形参照体を備え、
前記補正処理部は、前記変形参照体の所定の深度の変形分布から基準値を算出し、前記基準値と前記対象物の前記変位割合とを比較することにより、前記補正範囲を決定することを特徴とする請求項1又は2に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記補正処理部は、前記対象物の所定の深度で代表点を設定し、前記代表点における前記変位割合を算出し、前記代表点における前記変位割合と前記基準値とを比較することにより、前記補正範囲を決定することを特徴とする請求項2又は3に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 5】

前記補正処理部は、前記対象物の所定の深度で複数の代表点を設定し、前記複数の代表点における前記変位割合を算出し、前記複数の代表点における前記変位割合と前記基準値とを比較し、前記基準値の範囲に属する前記代表点の数が所定の割合以上である前記深度を前記補正範囲として決定することを特徴とする請求項2乃至4の何れか1つに記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記補正範囲において、前記補正係数により補正される前の前記弾性情報と前記補正係数により補正された後の前記弾性情報との差分を算出する弾性情報解析部と、
前記差分に基づいて、前記対象物における応力の偏在の位置、大きさ、及び境界の少なくとも1つを表す応力偏在情報を表示する画像表示部と
を備えることを特徴とする請求項1乃至5の何れか1つに記載の超音波診断装置。

30

【請求項 7】

前記画像表示部は、前記弾性情報と前記応力偏在情報とを重畳して表示することを特徴とする請求項6に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記画像表示部は、所定の前記応力偏在情報を有する範囲が前記弾性情報を有する弾性画像範囲に占める割合を占有率として表示することを特徴とする請求項6又は7に記載の超音波診断装置。

40

【請求項 9】

前記画像表示部は、前記占有率が所定の基準値を超えた場合にアラームを生成す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、超音波診断装置に関し、特に、生体組織の弾性情報を画像化する超音波診断装置に関する。

50

【背景技術】

【0002】

従来の超音波診断装置は、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などの断層像を生成して表示する。近年、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分布データを求め、変位分布データに従って生体組織の弾性情報を画像化する技術が開示されている。

【0003】

この場合、超音波探触子が当接する生体表面は複雑な形状を有しているため、圧迫時の断面ずれや応力偏在などにより弾性情報が劣化し、再現性が乏しく質が低い弾性画像が表示されてしまうおそれがある。

10

【0004】

これに対し、圧迫時の応力偏在をグラフ表示させ、ユーザーにフィードバックする超音波診断装置が提案されている（例えば、特許文献1）。また、検出された変位分布から応力偏在を補正する係数を算出し、補正処理を実施することで、擬似的に応力偏在の少ない補正画像の描出を行う超音波診断装置が提案されている（例えば、特許文献2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

20

【特許文献1】WO2005-120358号公報

【特許文献2】WO2010-098233号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に記載の超音波診断装置では、圧迫の際の応力偏在を示すグラフが弾性画像の上部に表示されるため、検査者は弾性画像とグラフとの間で常に視線を行き来させる必要がある。また、特許文献2に記載の超音波診断装置では、圧迫による応力偏在を抑制するために、補正画像を表示するが、補正前の弾性画像と比較するためには、補正前の弾性画像を別途表示する必要がある。

30

【0007】

本発明の目的は、補正範囲を決定し、補正範囲における応力偏在情報と弾性情報とを視覚的に見易く表示する超音波診断装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の超音波診断装置は、対象物に超音波を送受信する探触子と、前記探触子で計測された反射エコー信号に基づいて前記対象物の変位を計測する変位計測部と、前記変位に基づいて弾性情報を算出する弾性情報演算部と、前記対象物における応力の偏在を補正する補正係数を算出する補正係数算出部と、前記変位の変位割合に基づいて補正範囲を決定し、前記補正係数により前記補正範囲の前記弾性情報を補正する補正処理部と、前記補正範囲を該補正した前記弾性情報とともに表示する画像表示部とを備える。

40

【0009】

この構成によれば、補正範囲を決定し、補正係数により補正範囲の弾性情報を補正することにより、補正範囲における応力偏在情報を弾性情報とともに提供できる。

【発明の効果】

【0010】

本発明は、補正範囲を決定し、補正範囲における応力偏在情報と弾性情報とを視覚的に見易く表示する超音波診断装置を提供する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

50

【図1】本発明の実施の形態に係る超音波診断装置の一例を示すブロック図である。

【図2】補正処理部を含む超音波診断装置の一部を示した図である。

【図3】探触子が斜めに弾性体に当接していることを示した図である。

【図4】(a)変形参照体内部の所定の深度における変位分布を示した図である。(b)各ビームラインで計測された変位(各点の変位)から算出された補正係数を示した図である。

【図5】(a)弾性情報演算領域(対象物)を示した図である。(b)弾性情報演算領域(対象物)の第1の深度における変位分布を示した図である。(c)弾性情報演算領域(対象物)の第2の深度における変位分布を示した図である。

【図6】弾性情報解析部を含む超音波診断装置の一部を示した図である。

10

【図7】弾性情報解析部における処理例を示した図である。

【図8】補正弾性情報処理部を含む超音波診断装置の一部を示した図である。

【図9】カラースキャンコンバータの処理例を示した図である。

【図10】画像表示部の表示形態の一例を示した図である。

【図11】弾性画像(弾性情報)と応力偏在情報画像(応力偏在情報)とを並列に表示させる画像表示部の表示形態の一例を示した図である。

【図12】応力偏在状態の領域が全体に占める割合(占有率)を表示させる画像表示部の表示形態の一例を示した図である。

【図13】アラームを表示させる画像表示部の表示形態の一例を示した図である。

【発明を実施するための形態】

20

【0012】

以下、本発明の実施の形態の超音波診断装置について、図面を用いて説明する。図1は、本実施の形態の超音波診断装置の一例を示すブロック図である。なお、ブロックを結ぶ線は、ブロックが電氣的に接続されていることを示す。

【0013】

超音波診断装置100は、被検体5(対象物)に当接させて、被検体5(対象物)に超音波を送受信する探触子4と、探触子4を介して被検体5に対し時間間隔をおいて超音波を繰り返し送信する送信部1と、被検体5(対象物)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2と、送信部1と受信部2を制御する超音波送受信制御部3と、受信部2で受信された反射エコーを整相し加算する整相加算部6とを備える。

30

【0014】

また、超音波診断装置100は、整相加算部6から出力されるRFフレームデータに基づいて被検体5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7と、断層画像構成部7の出力信号を画像表示部14の表示に合うように変換する白黒スキャンコンバータ8とを備える。また、超音波診断装置100は、整相加算部6から出力されるRFフレームデータを記憶し、時間的に異なる2枚のRFフレームデータから被検体5の変位を計測する変位計測部9と、変位計測部9で計測された変位情報からひずみ或いは弾性率などの弾性情報を演算する弾性情報演算部10と、弾性情報演算部10の出力情報に対し各種の信号処理を施す弾性情報処理部11と、弾性情報処理部11の出力情報を画像表示部14の表示に合うように変換するカラースキャンコンバータ12とを備える。また、超音波診断装置100は、白黒断層画像とカラー弾性画像とを、重ね合わせたり、並列に表示させたり、切替えを行う切替加算部13と、切替加算部13によって合成された合成画像を表示する画像表示部14を備える。

40

【0015】

探触子4は、硬さの値が既知であり被検体5(対象物)に対する圧迫を行う際に変形する変形参照体15を備える。探触子4は、複数の振動子を配設して形成されており、被検体5に振動子を介して超音波を送受信する機能を有する。探触子4は、撮像部位に適した形状を有する。

【0016】

送信部1は、探触子4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1は、送信する超音波の収束点を所定の深さに設定する機能を有する。

50

【0017】

受信部2は、探触子4で受信した反射エコー信号に対し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3は、送信部1と受信部2の制御を行う。整相加算部6は、受信部2で増幅されたRF信号を入力して位相制御し、1つ又は複数の収束点に対し超音波ビームを形成して、RFフレームデータを生成する。断層画像構成部7は、整相加算部6からの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、フィルタ処理などの信号処理を行い、断層画像データを得る。白黒スキャンコンバータ8は、断層画像構成部7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。白黒スキャンコンバータ8は、フレームメモリに格納された被検体5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。

10

【0018】

次に、被検体5の弾性情報を画像化する組織弾性イメージングについて説明する。

【0019】

変位計測部9は、探触子4で計測された反射エコー信号に基づいて被検体5（対象物）の変位を計測する。変位計測部9は、選択された1組のデータ、すなわちRFフレームデータ（N）及びRF信号フレームデータ（X）から一次元或いは二次元相関処理によって断層画像の各点（ピクセル）に対応する生体組織の変位や移動ベクトル（変位の方向と大きさ）に關する一次元又は二次元の変位データを求める。ここで、移動ベクトルの検出にはブロックマッチング法などが用いられる。ブロックマッチング法は、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処理、すなわち差分により標本値を決定する処理を行う。

20

【0020】

弾性情報演算部10は、変位に基づいて弾性情報を算出する。弾性情報演算部10は、変位計測部9によって演算された変位情報に対し、断層画像上の各点に対応する生体組織の弾性情報（ひずみや弾性率）を演算する。このとき、ひずみは、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、弾性率は、圧力の変化をひず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9により計測された変位をL（X）とすると、ひずみ $S(X)$ 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、ひずみ $S(X)$ を生じさせる際の応力をP（X）とすると、ヤング率 $Y_m(X)$ は、 $Y_m = (P(X)) / S(X)$ という式を用いて算出される。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、二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。弾性情報処理部11は、弾性情報演算部10によって演算された弾性情報に対し、画像用の情報として適した形態に変換する各種の信号処理を実施する。

30

【0021】

カラーสキャンコンバータ12は、弾性情報処理部11からの出力情報である弾性フレームデータに色相情報を付与する機能を有する。つまり、弾性フレームデータに基づいて光の3原色（例えば、赤（R）、緑（G）、及び青（B））に変換するものである。例えば、カラーสキャンコンバータ12は、ひず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、ひずみが小さい弾性データを青色コードに変換する。

40

【0022】

切替加算部13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8からの断層画像データとカラーสキャンコンバータ12からの弾性画像データとを格納する。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所定の合成割合で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

50

ラー弾性画像の各情報を所定の合成割合で加算したものとなる。画像選択部は、フレームメモリ内の断層画像データ、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部14に表示する画像を選択する。

【0023】

このように、断層画像を構成する超音波診断装置100は、生体組織の弾性情報を画像化する。

【0024】

超音波診断装置100は、探触子4に装着される変形参照体15と、補正係数算出部16と、補正処理部17と、弾性情報解析部18と、補正弾性情報処理部19と、キーボード20とを備える。ここで、補正係数算出部16は、被検体5（対象物）における応力の偏在を補正する補正係数を算出する。補正係数算出部16は、補正係数を算出する手法として、特許文献2に記載された補正係数の算出手法を用いてもよい。

10

【0025】

図2は、図1の補正処理部17を含む超音波診断装置100の一部を示した図である。補正処理部17は、補正範囲決定部17aと、変位情報補正部17bと、補正後弾性情報演算部17cとを備える。補正処理部17は、被検体5（対象物）の変位の変位割合に基づいて補正範囲を決定し、補正係数により補正範囲の弾性情報を補正する。補正処理部17は、被検体5（対象物）の変位割合と基準値とを比較することにより、補正範囲を決定する。画像表示部14は、補正範囲を該補正した弾性情報とともに表示する。

20

【0026】

図3は、探触子4が斜めに弾性体50に当接していることを示した図である。図3には、説明を簡便にするために、被検体5の代わりに、硬さが均一な弾性体50を用いる。図3に示すように、探触子4が斜めに弾性体50に当接することで、探触子4に装着される変形参照体15が圧迫されて変形する。図3は、探触子4の右側が左側より強く圧迫している状態を示している。変形参照体15は、硬さの値が既知である。既知の硬さによって、変形参照体15内部の深度における変位分布が算出される。弾性情報演算領域51（対象物）は、実際に弾性情報の演算が行われる領域（被検体5のROIに相当する領域）である。

【0027】

図4(a)は、図3における変形参照体15内部の所定の深度における変位分布を示した図である。図4(a)の各点は探触子4の各ビームラインにおいて計測された変位の大きさを示しており、ビームライン番号(1~n)は、探触子4の各ビームラインに対応している。図4(a)の点a、点b、及び点cは、ビームライン1、n/2、及びnに各々対応している。図3における変形参照体15内部には、変形参照体15の右側が左側より強く圧迫されている。したがって、図4(a)の変位分布では、ビームライン1~nにおける右側の変位が左側の変位より大きくなる。

30

【0028】

図4(b)は、図4(a)の各ビームライン1~nで計測された変位（各点の変位）から算出された補正係数を示した図である。

【0029】

補正範囲決定部17aは、変形参照体15内部の変位分布から代表点である点a、点b、及び点c（ビームライン1、n/2、及びnに各々対応している）の解析を行う。補正範囲決定部17aによる解析の一例を以下に説明する。補正範囲決定部17a（補正処理部17）は、変形参照体15の所定の深度の変形分布から基準値を算出する。補正範囲決定部17aが、変形参照体15内部における変位分布に基づいて、弾性情報演算領域51（被検体5のROIに相当する領域）の補正範囲を決定する。

40

【0030】

図4(a)に示すように、補正範囲決定部17aは、変形参照体15内部における点aの変位 D_a を基準とし、変形参照体15内部における点b及び点cの変位差 $d_b = D_b - D_a$ 、 $d_c = D_c - D_a$ を算出し、変形参照体15内部における点b及び点cの変位割合（基準値） D_b と D_c を算出する。

【0031】

50

$$D_b = db / Da \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (1)$$

$$D_c = dc / Da \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (2)$$

【 0 0 3 2 】

補正範囲決定部17aは、変形参照体15内部から得られた変位割合 D_b 、 D_c に対し、閾値 t $hreshold$ ($0 < \text{閾値} < 1$) を乗算し、変位割合下限 (基準値) $Dmin_b$ 、 $Dmin_c$ を算出する。閾値 t $hreshold$ は、深度に伴う応力の減衰を考慮して任意に設定される。

【 0 0 3 3 】

$$Dmin_b = D_b \times threshold \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (3)$$

$$Dmin_c = D_c \times threshold \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (4)$$

【 0 0 3 4 】

図5 (a) は、図3の弾性情報演算領域51 (対象物) を示した図である。図5 (a) の破線は、深度 $depth1$ 、 $depth2$ ($depth1 < depth2$) を示している。図5 (b) は、深度 $depth1$ における変位分布を示している。図5 (c) は、深度 $depth2$ における変位分布を示している。図5 (b) 及び図5 (c) の点a、点b、及び点cは、図4のビームライン1、 $n/2$ 、及び n に各々対応しており、対象物の所定の深度 $depth1$ 、 $depth2$ における代表点となる。

【 0 0 3 5 】

図5 (b) に示すように、深度 $depth1$ は、深度 $depth2$ よりも浅部にあるため、各ビームライン1~ n で計測された変位 (各点の変位) の差は大きくなる。一方、図5 (c) に示すように、深度 $depth2$ は、深度 $depth1$ よりも深部にあるため、圧迫による応力が減衰し、各ビームライン1~ n で計測された変位 (各点の変位) の差は小さくなる。

【 0 0 3 6 】

補正範囲決定部17aは、変位計測部9で計測された変位情報に基づいて、図5に示す弾性情報演算領域51 (対象物) の点b、及び点cにおいて、ビームライン $n/2$ 、及び n に沿った深度方向で、深度 $depth$ に応じた各点の変位割合 $D_b(depth)$ 、 $D_c(depth)$ の算出を行う。補正範囲決定部17aは、弾性情報演算領域51 (対象物) のうち、以下の式 (5) 及び式 (6) が成り立つ領域を補正範囲として決定し、式 (5) 及び式 (6) が成り立たない領域を非補正範囲として決定する。

【 0 0 3 7 】

$$Dmin_b \leq D_b(depth) \leq D_b \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (5)$$

$$Dmin_c \leq D_c(depth) \leq D_c \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \cdot (6)$$

【 0 0 3 8 】

このように、補正範囲決定部17a (補正処理部17) は、対象物の所定の深度 $depth1$ 、 $depth2$ で代表点 (点a、点b、及び点c) を設定し、代表点における変位割合 $D_b(depth)$ 、 $D_c(depth)$ を算出し、代表点 (点b及び点c) における変位割合 $D_b(depth)$ 、 $D_c(depth)$ と基準値 ($Dmin_b$ 、 D_b 、 $Dmin_c$ 、 D_c) とを比較することにより、補正範囲を決定する。

【 0 0 3 9 】

例えば、補正範囲決定部17aは、図4に示す変形参照体15内部の変位割合 (最小値 $Dmin_b$ 、 $Dmin_c$ 及び最大値 D_b 、 D_c) に基づいて、図5に示す弾性情報演算領域51 (対象物) における補正範囲を決定する。深度 $depth1$ は、深度 $depth2$ よりも浅部にあり、 $D_b(depth1)$ 及び $D_c(depth1)$ が変形参照体15内部の変位割合に近似しているため、式 (5) 及び式 (6) を満たす。一方、深度 $depth2$ は、深度 $depth1$ よりも深部にあり、圧迫による応力が減衰し、式 $D_b(depth2)$ 及び $D_c(depth2)$ が小さくなるため、式 (5) 及び式 (6) を満たさなくなる。この場合、深度 $depth1$ の領域は補正範囲として決定される。一方、深度 $depth2$ の領域は非補正範囲として決定される。例えば、深度 $depth2$ が式 (5) 及び式 (6) を満たす / 満たさない境界であるとする、深度0 ~ 深度 $depth1$ ~ 深度 $depth2$ が補正範囲となる。

【 0 0 4 0 】

図4の変形参照体15の代表点を点a、点b、及び点cとし、これらのビームライン1、 $n/2$ 、及び n に対応して、補正範囲決定部17aは、図5の弾性情報演算領域51 (対象物) において深度 $depth$ ごとに代表点 (点a、点b、及び点c) を設定し、点b及び点cでの変位割合 $D_b(depth)$ 及び $D_c(depth)$ を算出する。また、図4の変形参照体15の代表点の数を多くして、複

10

20

30

40

50

数の代表点に対応するビームラインに沿って、補正範囲決定部17a(補正処理部17)は、図5の弾性情報演算領域51(対象物)の所定の深度depthで複数の代表点(点a、点b、及び点c)を設定し、弾性情報演算領域51(対象物)において深度depthごとに変位割合 $D_x(\text{depth})$ を算出してもよい。これにより、補正範囲決定部17aは、より高精度に補正範囲を決定することができる。

【0041】

変位情報補正部17bは、補正範囲決定部17aにより決定された補正範囲に対し、補正係数算出部16により演算される補正係数を適用することで変位情報の補正を行う。図4(b)は、図4(a)の変位分布に対応する補正係数を示したグラフであり、補正係数は、補正係数算出部16により演算される。具体的には、補正範囲決定部17aにより決定された補正範囲において、変位情報補正部17bは、変位計測部9の出力情報(変位情報)に補正係数算出部16の出力情報(補正係数)を乗算する。一方、補正範囲決定部17aにより決定された非補正範囲において、変位情報補正部17bは、補正係数算出部16の出力情報(補正係数)の乗算処理を行わない。

【0042】

ここで、補正範囲決定部17aが弾性情報演算領域51(対象物)において算出する深度depth、変位 $D_x(\text{depth})$ 、及び変位割合 $D_x(\text{depth})$ などの各深度データに基づいて、補正係数算出部16は補正係数を演算してもよい。

【0043】

補正後弾性情報演算部17cは、変位情報補正部17bの出力情報に対して処理を行う。補正後弾性情報演算部17cは、弾性情報演算部10と同様、変位情報補正部17bによる補正後の変位情報からひずみなどの弾性情報を算出する。

【0044】

図3では、硬さが均一な弾性体50を用いたが、超音波画像の撮像部位によっては複雑な組織構造を有している場合がある。この場合、補正範囲決定部17aは、閾値thresholdを各点ごとに変化させて(例えば、 $\text{threshold}(b)$ 、 $\text{threshold}(c)$ 、 $\text{threshold}(x)$ など)、最小値(基準値) D_{\min_b} 、 D_{\min_c} を調整してもよいし、最大値にも閾値 $\text{threshold_max}(x)$ を乗算して、各点ごとに最大値(基準値) D_b 、 D_c を調整してもよい(例えば、 $D_{\max_b} = D_b \times \text{threshold_max}(b)$ 、 $D_{\max_c} = D_c \times \text{threshold_max}(c)$)。最小値及び最大値を調整する場合は、式(5)及び式(6)は、以下ようになる。

【0045】

$$D_{\min_b} \quad D_b(\text{depth}) \quad D_{\max_b} \quad \cdots \cdots (7)$$

$$D_{\min_c} \quad D_c(\text{depth}) \quad D_{\max_c} \quad \cdots \cdots (8)$$

【0046】

この場合、 D_{\min_b} 、 D_{\max_b} 、 D_{\min_c} 、及び D_{\max_c} が基準値となる。

【0047】

また、補正処理部17は、弾性情報演算領域51(対象物)の所定の深度depthで複数の代表点を設定し、複数の代表点における変位割合を算出し、複数の代表点における変位割合と基準値とを比較し、基準値の範囲に属する代表点の数が所定の割合以上である深度depthを補正範囲として決定してもよい。例えば、図5に示すように、補正範囲決定部17aは、深度depth1における複数の代表点(例えば、ビームライン1~nの全てに対応する代表点)のうち、式(5)及び式(6)或いは式(7)及び式(8)を満たす代表点の数(ピクセル数)が所定の割合を超えた場合に、この深度depth1を補正範囲として決定してもよい。

【0048】

また、補正範囲決定部17aは、弾性情報演算領域51(被検体5のROIに相当する領域)について、全ての領域を補正範囲又は非補正範囲として決定してもよい。この場合、変位情報補正部17bは、弾性情報演算領域51の全ての領域が補正範囲と決定されたときは、変位計測部9の出力情報である変位情報に基づいて、補正係数算出部16で算出された補正係数を、全深度に対して乗算処理して補正を行い、弾性情報演算領域51の全ての領域が非補正範囲と決定されたときは、補正処理を行わない。弾性情報演算領域51の全ての領域を補正

10

20

30

40

50

範囲又は非補正範囲とする選択及び補正範囲決定部17aの決定により補正範囲又は非補正範囲とする選択は、キーボード20から選択信号を入力することにより行われる。

【0049】

図6は、図1の弾性情報解析部18を含む超音波診断装置100の一部を示した図である。弾性情報解析部18は、情報保持部18aと情報解析部18bとを備える。

【0050】

情報保持部18aは、弾性情報演算部10の出力情報である未補正(補正前)の弾性情報と補正処理部17の出力情報である補正後の弾性情報とを、フレーム単位で保持する。情報保持部18aは、弾性情報演算部10と補正処理部17の出力情報の解析を行う情報解析部を有する。情報保持部18aは、フレームメモリであって、弾性情報演算部10の出力情報である未補正(補正前)の弾性情報(1フレーム)と、補正処理部17の出力情報である補正後の弾性情報(1フレーム)の少なくとも2フレームの弾性情報を保持する。

10

【0051】

情報解析部18bは、補正前後の弾性情報を比較して、特徴量(差異値)を算出する。特徴量(差異値)の算出手法としては、差分演算法がある。

【0052】

図7は、弾性情報解析部18における処理例を示した図である。弾性情報演算部10の出力情報である未補正(補正前)の弾性情報を“Pre_Data”とし、補正処理部17の出力情報である補正後の弾性情報を“Post_Data”とする。図7(a)は、座標系(i, j)上における未補正(補正前)の弾性情報を“Pre_Data(i, j)”として表した図である。図7(b)は、座標系(i, j)上における補正後の弾性情報を“Post_Data(i, j)”として表した図である。図7(b)では、補正範囲決定部17aにより決定された補正範囲及び非補正範囲に従って、非補正範囲は斜線範囲として表されている。

20

【0053】

差分法では、情報解析部18bは、未補正(補正前)と補正後の弾性情報の差分を閾値threshold_2と比較し、式(9)に示すように、差分が閾値threshold_2より大きい場合は、“Sub_Data(i, j)”として採用する。“Sub_Data(i, j)”は、未補正(補正前)と補正後の弾性情報の差分に基づいて、対象物(例えば、被検体5(被検体5内部を含む)、弾性情報演算領域51など)における応力の偏在の位置を表す応力偏在情報である。応力偏在情報は、画像表示部14により表示される。

30

【0054】

Sub_Data(i, j) : (Pre_Data(i, j) - Post_Data(i, j)) > threshold_2 . . . (9)

【0055】

図7(c)は、未補正(補正前)と補正後の弾性情報の差分(Pre_Data(i, j) - Post_Data(i, j))を、座標系(i, j)上に表した図である。図7(c)に示すように、非補正範囲(斜線範囲)は、未補正(補正前)と補正後の弾性情報が同じ値であるので、差分(Pre_Data(i, j) - Post_Data(i, j))が“0”となる。一方、図7(c)に示すように、補正範囲は、補正係数の乗算処理により、未補正(補正前)と補正後の弾性情報が異なるので、差分(Pre_Data(i, j) - Post_Data(i, j))が表される。

40

【0056】

図7(d)は、式(9)を満たすSub_Data(i, j)を表した図である。図7(d)に示すように、差分が閾値threshold_2以下である場合は、Sub_Data(i, j)として採用されない。一方、図7(d)に示すように、差分が閾値threshold_2より大きい場合は、Sub_Data(i, j)が表される。Sub_Data(i, j)の境界である境界線70は、探触子4の圧迫時における応力の偏在に基づいた境界を示している。Sub_Data(i, j)として採用された部分は、採用されなかった部分よりも探触子4の圧迫時における応力の偏在が大きいことを示す。境界線70は、未補正(補正前)と補正後の弾性情報の差分に基づいて、対象物(例えば、被検体5(被検体5内部を含む)、弾性情報演算領域51など)における応力の偏在の境界を表す応力偏在情報であり、情報解析部18bにより生成される。応力偏在情報は、画像表示部14により表示される。

50

【 0 0 5 7 】

閾値threshold_2は、キーボード20から入力され、可変である。閾値threshold_2を調整することにより、境界線70の境界レベルを適切に設定することができる。また、本実施の形態では、差分演算法を用いたが、未補正（補正前）と補正後の特徴量（差異値）に基づいて、探触子4の圧迫時における応力の偏在（応力偏在情報）を表すことができれば、他の演算手法も採用される。

【 0 0 5 8 】

図8は、図1の補正弾性情報処理部19を含む超音波診断装置100の一部を示した図である。補正弾性情報処理部19は、信号処理部19aと、変換処理部19bとを備える。信号処理部19aは、弾性情報解析部18の出力情報（応力偏在情報など）を画像用の情報として適する形態に変換するために、各種の信号処理を実施する。信号処理部19aは、各種のフィルタリングや平滑化処理などの信号処理を実施する。

【 0 0 5 9 】

変換処理部19bは、弾性情報解析部18の出力情報（応力偏在情報など）に応じて、信号処理部19aの出力情報を特定の値に変換する。変換処理部19bは、信号処理部19aの出力情報に特定の値を割り当てる。

【 0 0 6 0 】

図9は、補正弾性情報処理部19の後段のカラーキャンコンバータ12の処理例を示した図である。図9に示すように、カラーキャンコンバータ12は、変換処理部19bにより割り当てられた特定の値に基づいて、補正弾性情報処理部19からの出力情報（例えば、応力偏在情報）に対してカラーコード（RGB値）への変換処理を行い、応力偏在情報画像を出力する。画像表示部14は、カラーコード（RGB値）に基づいて配色された応力偏在情報画像を表示する。配色は、未補正（補正前）と補正後の弾性情報の差分に基づいて、対象物（例えば、被検体5（被検体5内部を含む）、弾性情報演算領域51など）における応力の偏在の大きさ（差分の大きさ）を表す応力偏在情報である。応力の偏在の大きさ（差分の大きさ）は、応力偏在情報として、配色、色相、明度、彩度、輝度などにより表されてもよい。応力偏在情報は、画像表示部14により表示される。

【 0 0 6 1 】

図10は、画像表示部14の表示形態の一例を示した図である。図10に示すように、領域14aは白黒断層画像表示領域、カラーマップ14bは弾性画像に対応するカラーマップ、領域14cは弾性画像表示領域、画像14dはROIに対応した弾性画像、カラーマップ14eは応力偏在情報カラーマップ、画像14fは応力偏在情報画像を示している。カラーマップ14bを用いれば、弾性画像の弾性情報に対応した値を参照することができる。カラーマップ14eを用いれば、図9に示すような応力偏在情報画像のカラーコードに対応した値を参照することができる。

【 0 0 6 2 】

このように、弾性情報解析部18は、補正範囲において、補正係数により補正される前の弾性情報と補正係数により補正された後の弾性情報との差分を算出する。また、弾性情報解析部18又は補正弾性情報処理部19は、差分に基づいて、探触子4の圧迫時の応力の偏在に関する情報（応力偏在情報）を出力する。画像表示部14は、差分に基づいて、対象物（被検体5（被検体5内部を含む）、弾性情報演算領域51など）における応力の偏在の位置（座標値）、大きさ（差分の大きさ）、及び境界の少なくとも1つを表す応力偏在情報を表示する。画像表示部14は、補正範囲を、補正された後の弾性情報とともに表示してもよい。

【 0 0 6 3 】

図10に示すように、画像表示部14は、弾性情報と応力偏在情報とを重畳して表示する。探触子4の圧迫時の応力偏在に関する情報（応力偏在情報）が、弾性画像上に重畳され、弾性画像と異なる配色で表示される。なお、画像表示部14が弾性情報と応力偏在情報とを重畳する場合、応力偏在情報は、配色、色相、明度、彩度、輝度などにより、弾性情報と視覚的に区別されてもよい。

10

20

30

40

50

【0064】

画像表示部14は弾性情報と応力偏在情報とを重畳して表示するので、検査者は、圧迫の際の応力偏在を示すグラフと弾性画像との間で視線を行き来させる必要がなくなり、補正範囲における応力偏在情報と弾性情報とを視覚的に容易に認識できる。検査者は、弾性画像に重畳された応力偏在情報画像により、探触子4の圧迫状態とともに、圧迫状態における応力偏在状態をリアルタイムに確認することができ、適切な圧迫状態になるように探触子4の位置を調整することができる。図7(d)に示すように、境界線70を応力偏在情報画像に表示させる場合は、検査者は、境界線70が表示されないように、探触子4の位置を調整することで、適切な圧迫状態を実現できる。

【0065】

図11は、弾性画像（弾性情報）と応力偏在情報画像（応力偏在情報）とを並列に表示させる画像表示部14の表示形態の一例を示した図である。検査者の選択に応じて、弾性画像と応力偏在情報画像とを比較して確認することができる。画像表示部14は、補正範囲を、補正された後の弾性情報とともに表示してもよい。

【0066】

図12は、応力偏在状態の領域が全体に占める割合（占有率）を表示させる画像表示部14の表示形態の一例を示した図である。画像表示部14は、所定の応力偏在情報を有する範囲が弾性情報を有する弾性画像範囲に占める割合を、占有率として表示する。図12に示すように、画像表示部14は、弾性画像表示領域14cと応力偏在情報画像14fとを表示する。占有率は、応力偏在情報画像14fが弾性画像表示領域14cに占めるピクセル数の割合として算出され、算出された値は、画像表示部14の占有率表示領域14gに表示される。占有率の表示形態は、占有率表示領域14gに、数値によるパーセント表示とグラフによる表示とが表示される。この結果、検査者は、圧迫時の応力偏在状態を具体的な数値として確認することができる。また、占有率の表示形態について、数値によるパーセント表示又はグラフのうち少なくとも1つが表示されればよい。また、グラフの形状について、図12に示すような棒グラフ形状の他、円グラフ形状など占有率を示すグラフであれば、適宜変更可能である。

【0067】

図13は、アラームを表示させる画像表示部14の表示形態の一例を示した図である。アラーム機能は、占有率が予め設定された閾値を超えた場合に、音声や表示によって検査者に知らせる機能である。図13では、閾値が30%であって、実際の占有率が32%であった場合、占有率が閾値である30%を超えているので、占有率表示領域14g内のアラーム表示領域14hにアラームが表示される。

【0068】

このアラーム機能の閾値は、検査者によって適宜変更可能である。この結果、超音波画像の撮像の際に、占有率表示域14gやアラーム表示領域14hや音声アラームなどを確認することにより、検査者は、不適切な応力偏在状態を認識することができる。つまり、画像表示部14は、占有率が所定の閾値を超えた場合にアラーム（アラーム表示及び音声アラームを含む）を生成する。

【0069】

以上、本発明にかかる実施の形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、請求項に記載された範囲内において変更・変形することが可能である。

【産業上の利用可能性】

【0070】

本発明に係る超音波診断装置は、補正範囲を決定し、補正範囲における応力偏在情報と弾性情報とを視覚的に見易く表示することができ、生体組織の弾性情報を画像化する超音波診断装置として有用である。

【符号の説明】

【0071】

1 送信部

10

20

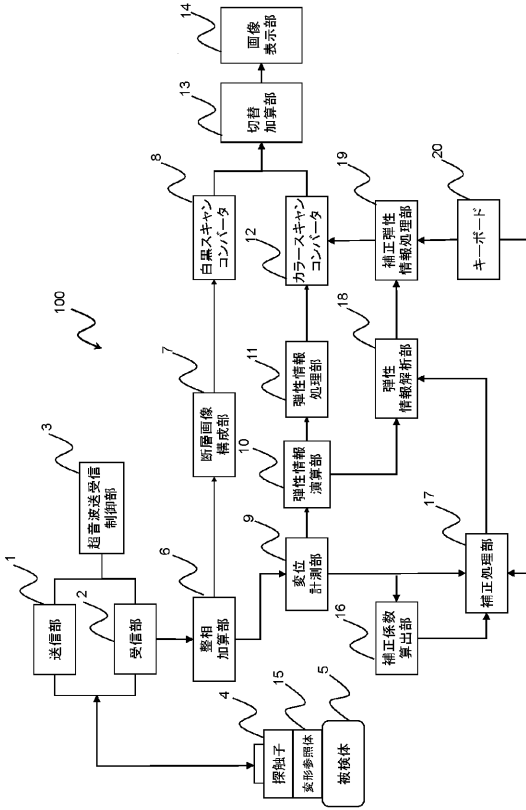
30

40

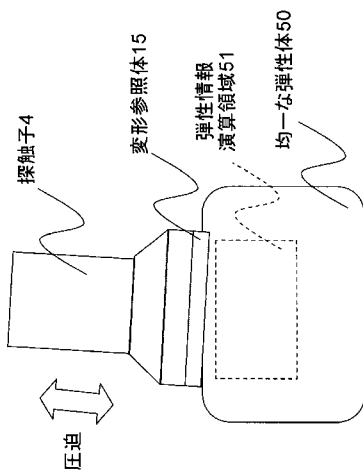
50

2	受信部	
3	超音波送受信制御部	
4	探触子	
5	被検体	
6	整相加算部	
7	断層画像構成部	
8	白黒スキャンコンバータ	
9	変位計測部	
10	弾性情報演算部	
11	弾性情報処理部	10
12	カラースキャンコンバータ	
13	切替加算部	
14	画像表示部	
15	変形参照体	
16	補正係数算出部	
17	補正処理部	
17a	補正範囲決定部	
17b	変位情報補正部	
17c	補正後弾性情報演算部	
18	弾性情報解析部	20
18a	情報保持部	
18b	情報解析部	
19	補正弾性情報処理部	
19a	信号処理部	
19b	変換処理部	
20	キーボード	

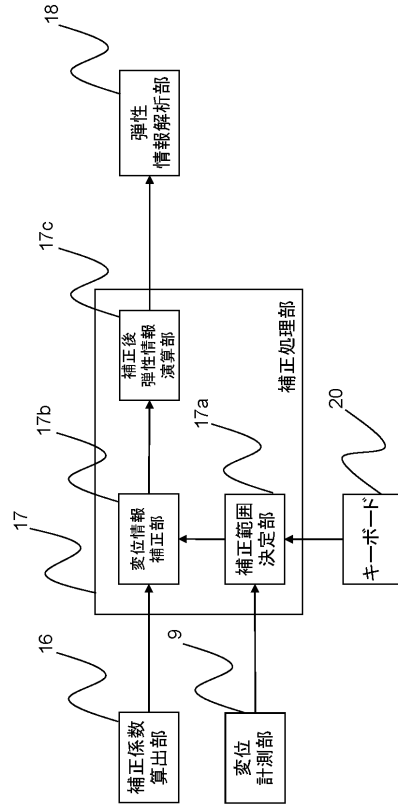
【図 1】



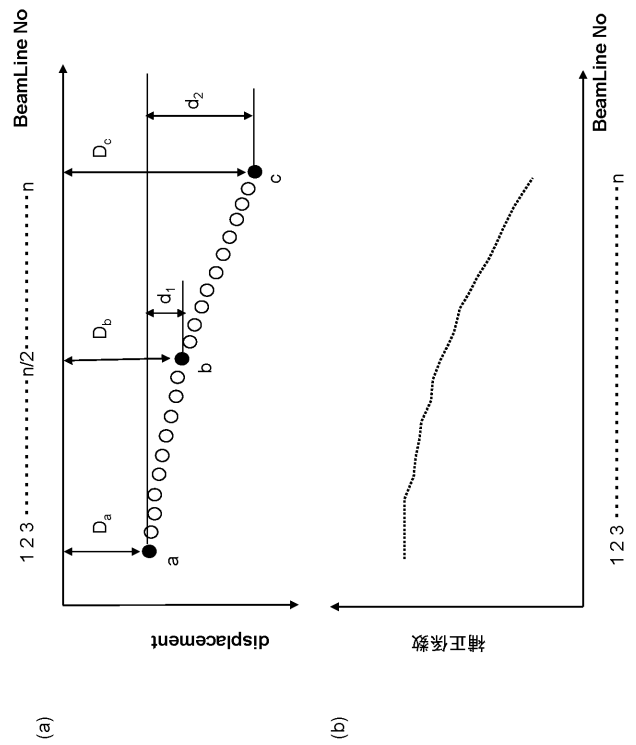
【図 3】



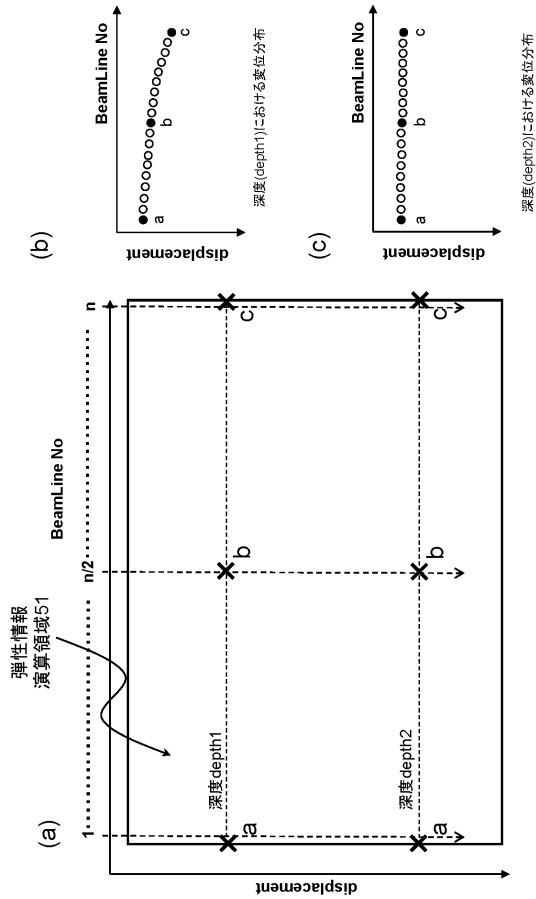
【図 2】



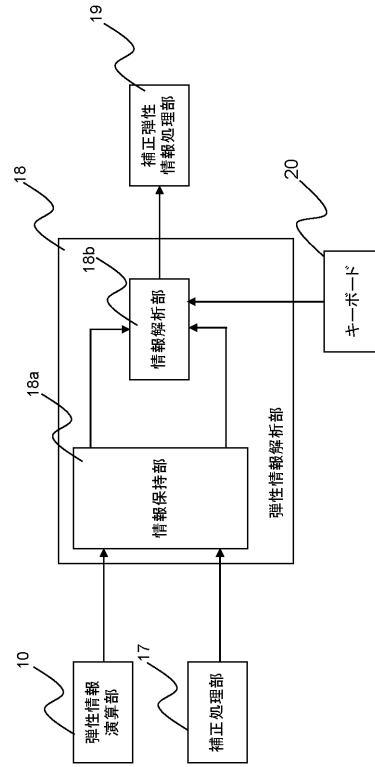
【図 4】



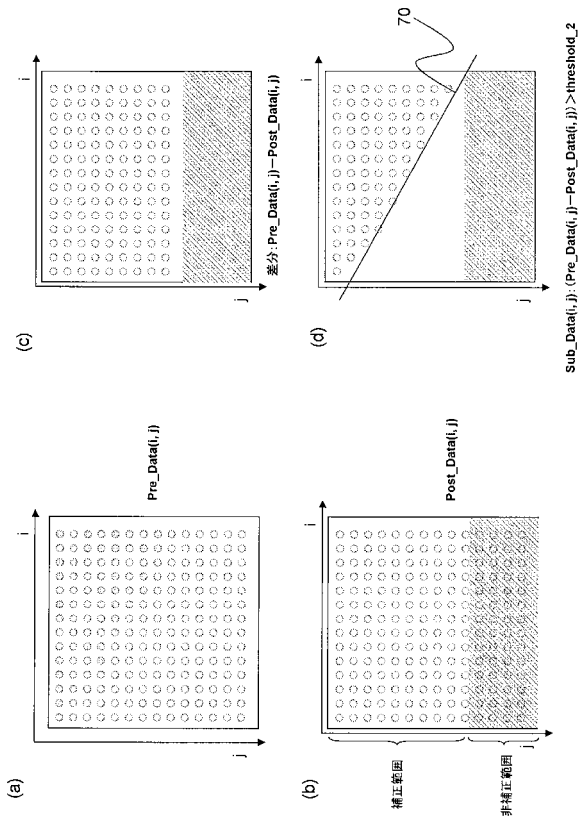
【図 5】



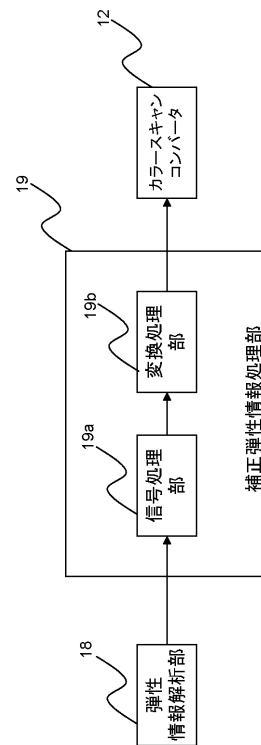
【図 6】



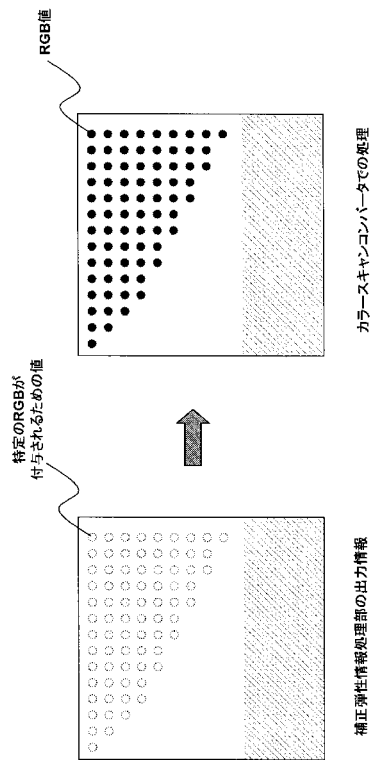
【図 7】



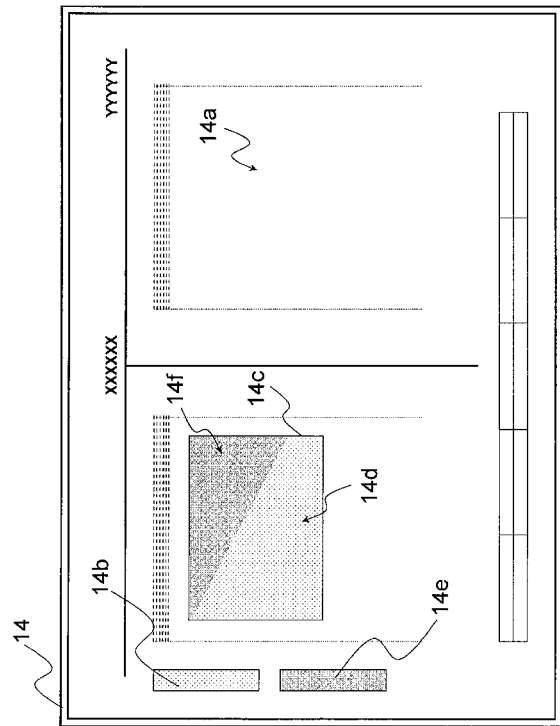
【図 8】



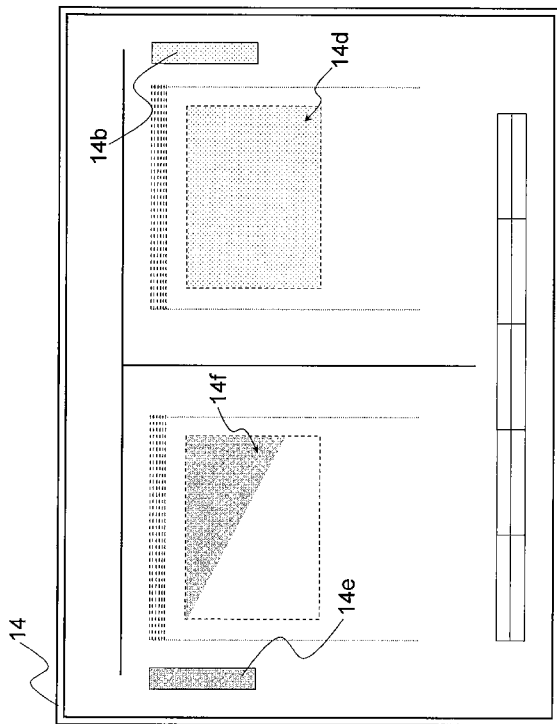
【図 9】



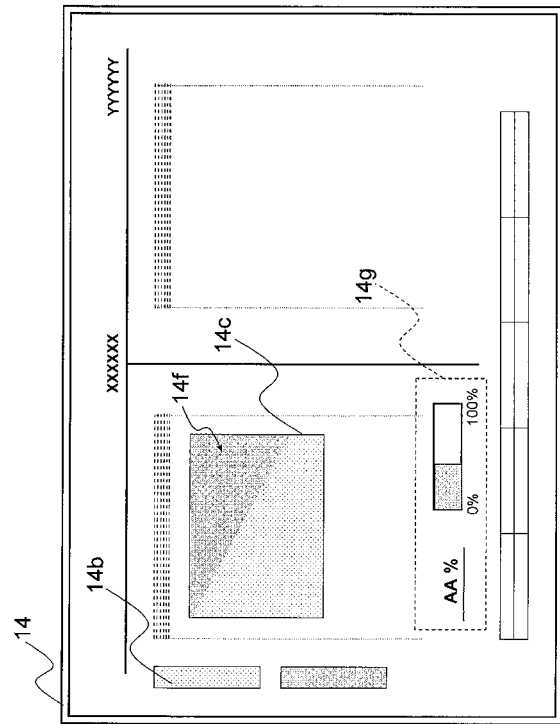
【図 10】



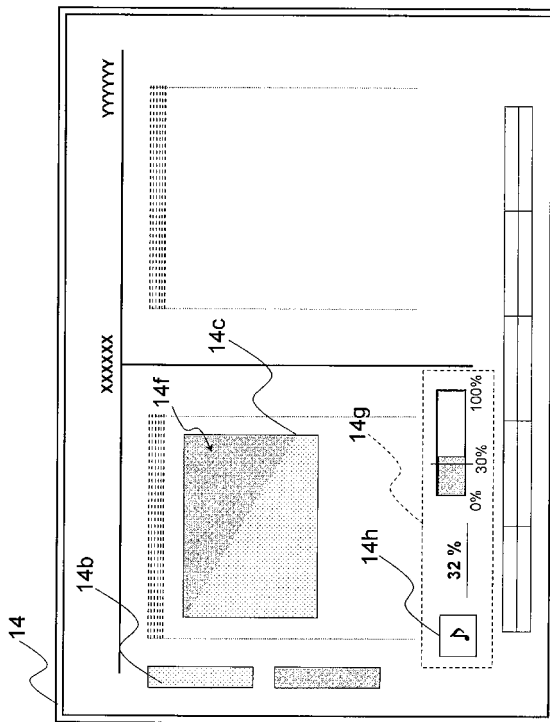
【図 11】



【図 12】



【 図 1 3 】



专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2014033814A	公开(公告)日	2014-02-24
申请号	JP2012176587	申请日	2012-08-09
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	日立アロカメディカル株式会社		
[标]发明人	大坂卓司		
发明人	大坂 卓司		
IPC分类号	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/GC03 4C601/JB51 4C601/KK02 4C601/KK24 4C601/KK25		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波诊断装置，该超声波诊断装置能够确定校正范围并以视觉上易于看到的方式显示校正范围内的应力分布信息和弹性信息。根据本发明的超声诊断设备包括：探头，其向对象发射超声波和从对象接收超声波；以及位移测量，其基于由探头测量的反射回波信号来测量对象的位移。该部分，用于基于所述位移计算弹性信息的弹性信息计算部分，用于计算用于校正物体中应力的不均匀分布的校正系数的校正系数计算部分，以及基于所述位移的位移比的校正范围。并且，校正处理单元使用校正系数来校正校正范围的弹性信息，以及图像显示单元，其将校正范围与校正后的弹性信息一起显示。[选型图]图1

