

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5438012号  
(P5438012)

(45) 発行日 平成26年3月12日(2014.3.12)

(24) 登録日 平成25年12月20日(2013.12.20)

(51) Int.Cl.

F 1

A 6 1 B 8/08 (2006.01)

A 6 1 B 8/08

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2010-527733 (P2010-527733)  
 (86) (22) 出願日 平成21年6月22日(2009.6.22)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2009/061290  
 (87) 国際公開番号 W02010/026823  
 (87) 国際公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)  
 審査請求日 平成24年3月23日(2012.3.23)  
 (31) 優先権主張番号 特願2008-229179 (P2008-229179)  
 (32) 優先日 平成20年9月8日(2008.9.8)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000153498  
 株式会社日立メディコ  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 (72) 発明者 脇 康治  
 東京都千代田区外神田四丁目14番1号  
 株式会社日立メディコ内  
 審査官 杉田 翠

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、  
 前記被検体からの反射エコー信号を受信する受信部と、  
 前記超音波のラスタアドレスの設定範囲を入力する入力部と、  
 該受信部により受信された反射エコー信号に基づいてRF信号フレームデータと前記超音波のラスタアドレスの設定範囲とその設定範囲に隣接するラスタアドレスの範囲を記憶するRF信号フレームデータ記憶部と、  
 RF信号フレームデータ記憶部に記憶された前記超音波のラスタアドレスの設定範囲とその設定範囲に隣接するラスタアドレスの範囲におけるRF信号フレームデータを選択するRF信号フレームデータ選択部と、  
 前記超音波のラスタアドレスの設定範囲とその設定範囲に隣接するラスタアドレスの範囲におけるRF信号フレームデータから歪み又は弾性率を演算する弾性情報演算部と、  
 該演算された歪み又は弾性率に基づいて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、を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

前記超音波探触子は、矩形又は扇形をなす複数の振動子の配列方向と直交する方向に振動子が傾くように構成されていることを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

10

20

## 【請求項3】

前記超音波探触子は、前記振動子の傾きを計測する位置センサを有し、前記振動子の傾きをフレームナンバーとして出力することを特徴とする請求項2記載の超音波診断装置。

## 【請求項4】

前記RF信号フレームデータ記憶部は、一方向にスキャンされる一連のRF信号フレームデータを前記振動子の傾きに対応付けられたフレームナンバーとともに記憶する記憶媒体を備えることを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

## 【請求項5】

前記RF信号フレームデータ選択部は、前記RF信号フレームデータ記憶部に記憶された同じフレームナンバーの前記RF信号フレームデータをそれぞれ選択することを特徴とする請求項4記載の超音波診断装置。

10

## 【請求項6】

前記RF信号フレームデータから断層画像データを構成する断層画像構成部と、複数の前記断層画像データから断層ボリュームデータを作成する断層ボリュームデータ作成部と、前記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とを備えたことを特徴とする請求項1記載の超音波診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、超音波を利用し、被検体の生体組織の硬さ又は軟らかさを示す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。

20

## 【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、例えば断層画像を構成して表示する。また、超音波探触子で被検体内部の生体組織から受信される受信信号を計測し、計測時間が異なる2つの受信信号のRF信号フレームデータから生体各部の変位を求める。そして、その変位データに基づいて生体組織の弾性率を示す弾性画像を構成することが行なわれている(例えば、特許文献1)。

## 【0003】

30

また、超音波の送受信と同時に超音波探触子の位置と傾きを計測する位置センサを有し、位置センサにより取得される位置情報と複数の2次元断層画像とから、ボリュームデータを生成し、3次元断層画像を表示していることが行なわれている(例えば、特許文献2)。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献1】特開2000-060853号公報

【特許文献2】特開2006-271523号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

40

## 【0005】

しかしながら、特許文献1では、2次元弾性画像を構成することに留まっており、3次元弾性画像を構成することについては具体的には開示されていない。そのため、3次元弾性画像を構成するためには、多くの演算量とメモリ容量が必要であり、特許文献2の3次元断層画像構成の技術の拡張で実現可能となるものではない。

## 【0006】

本発明の目的は、振動子列をその直交方向に位置を移動させて複数の2次元弾性画像データを求め、複数の2次元弾性画像データを用いた方法で被検体の生体組織の硬さ又は軟らかさを示す3次元弾性画像を構成し、表示することにある。

## 【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 7 】

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するため、本発明では、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、前記被検体からの反射エコー信号を受信する受信部と、前記超音波のラスタアドレスの設定範囲を入力する入力部と、該受信部により受信された反射エコー信号に基づいてRF信号フレームデータと前記超音波のラスタアドレスの設定範囲とその設定範囲に隣接するラスタアドレスの範囲を記憶するRF信号フレームデータ記憶部と、RF信号フレームデータ記憶部に記憶された前記超音波のラスタアドレスの設定範囲とその設定範囲に隣接するラスタアドレスの範囲におけるRF信号フレームデータを選択するRF信号フレームデータ選択部と、前記超音波のラスタアドレスの設定範囲とその設定範囲に隣接するラスタアドレスの範囲におけるRF信号フレームデータから歪み又は弾性率を演算する弾性情報演算部と、該演算された歪み又は弾性率に基づいて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、を備えたことを特徴とする超音波診断装置を提供する。

10

【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明によれば、振動子列をその直交方向に位置を移動させて複数の2次元弾性画像データを求め、複数の2次元弾性画像データを用いた方法で被検体の生体組織の硬さ又は軟らかさを示す3次元弾性画像を構成し、表示することができる。

【図面の簡単な説明】

20

【 0 0 1 0 】

【図1】本発明の全体構成のブロック図を示す図。

【図2】本発明の断層画像データの記憶形態を示す図。

【図3】本発明の第1の実施形態のRF信号フレームデータ記憶部の詳細を示す図。

【図4】本発明の第1の実施形態のRF信号フレームデータ記憶部の詳細を示す図。

【図5】本発明の第1の実施形態の2次元弾性画像データを作成する形態を示す図。

【図6】本発明の第2の実施形態の2次元弾性画像データを作成する形態を示す図。

【図7】本発明の第3の実施形態を示す図。

【図8】本発明の第3の実施形態の2次元弾性画像データを作成する形態を示す図。

【図9】本発明の第4の実施形態を示す図。

30

【図10】本発明の第4の実施形態を示す図。

【図11】本発明の第4の実施形態の2次元弾性画像データを作成する形態を示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

(第1の実施形態：ラスタアドレス)

本発明を適用してなる超音波診断装置について、図1を用いて説明する。図1に示すように、超音波診断装置には、被検体1に当接させて用いる超音波探触子2と、超音波探触子2を介して被検体1に時間間隔をおいて繰り返し超音波を送信する送信部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部4と、送信部3と受信部4の送信と受信を切り換える制御を行なう超音波送受信制御部5と、受信部4で受信された反射エコー信号を整相加算する整相加算部6とが備えられている。

40

【 0 0 1 2 】

超音波探触子2は、複数の振動子を配設して形成されており、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。この超音波探触子2は、矩形又は扇形をなす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、超音波を送受信することができる。また、超音波探触子2は、超音波の送受信と同時に振動子の傾きを計測する位置センサを有しており、振動子の傾きをフレームナンバーとして出力する。なお、超音波探触子2は、複数の振動子が2次元配列され、超音波送受信方向を電子的に制御することができるものでもよい。

【 0 0 1 3 】

50

このように、超音波探触子2は、超音波送受信する矩形又は扇形をなす複数の振動子の配列方向と直交する方向に機械的又は電子的に振るとともに、超音波を送受信する。送信部3は、超音波探触子2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3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4は、超音波探触子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5は、送信部3や受信部4を制御するためのものである。

【0014】

整相加算部6は、受信部4で増幅されたRF信号を入力して位相制御し、一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を生成するものである。

10

【0015】

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、フィルタ処理等の信号処理を行ない、断層画像データを得るものである。また、白黒スキャンコンバータ8は、超音波走査に同期した断層画像データを画像表示部13の走査方式で表示するために、断層画像データの座標系変換を行なう。

【0016】

2次元断層画像記憶部9は、図2に示すように、白黒スキャンコンバータ8から出力される断層画像データをフレームナンバーとともに記憶する。ここでは、矩形又は扇形をなす複数の振動子の配列方向と直交する方向に機械的に振動子を振り、超音波を送受信しており、A方向又はB方向のスキャンに対して、nフレームの断層画像データを取得しているもの

20

【0017】

図2(a)は、2次元断層画像データをフレーム方向に1ラインとみなし、断層画像データを3次元的に取得していることを示す図である。図2(b)は、2次元断層画像データを3次元的に取得していることを示す図である。

【0018】

フレームナンバーは、図2(a)に示すように、複数の振動子の位置(傾き)と断層画像データとを対応付けられるものである。A方向のスキャンにおける最初のフレームナンバーを“1”とし、最後のフレームナンバーを“n”としている。フレームナンバー“1”の断層画像データが最初に2次元断層画像記憶部9に記憶され、次にフレームナンバー“2”の断層画像データが2次元断層画像記憶部9に記憶される。そして、最後にフレームナンバー“n”の断層画像データが2次元断層画像記憶部9に記憶される。また、B方向のスキャンにおける最初のフレームナンバーを“n”とし、最後のフレームナンバーを“1”とし、断層画像データが2次元断層画像記憶部9に記憶される。

30

【0019】

白黒ボリュームデータ作成部10は、2次元断層画像記憶部9に記憶されたnフレーム分の断層画像データを読み出し、スキャン面毎に順次並べて白黒ボリュームデータを作成する。このように、被検体内の断層画像データの集合であるレンダリング用の白黒ボリュームデータが構成される。

【0020】

40

白黒3次元断層画像構成部11は、白黒ボリュームデータ作成部10から白黒ボリュームデータを読み出し、白黒ボリュームデータを平面に投影して白黒3次元断層画像を構成する。具体的には、白黒3次元断層画像構成部11は、白黒ボリュームデータの各点(座標)に対応する輝度値と不透明度から各点の画像情報を求める。そして、例えば下記式による、視線方向の白黒ボリュームデータの輝度値と不透明度を深さ方向に演算して濃淡を与えるボリュームレンダリング法を用いて白黒3次元断層画像を構成する。

【0021】

【数1】

$$\alpha_{outi} = \alpha_{ini} + (1 - \alpha_{ini}) \times \alpha_i$$

$$C_{outi} = C_{ini} + (1 - \alpha_{ini}) \times \alpha_i \times C_i$$

【0022】

$\alpha_{outi}$  : i番目の不透明度の出力  
 $\alpha_{ini}$  : i番目の不透明度の入力  
 $\alpha_i$  : i番目の不透明度  
 $C_{outi}$  : i番目の輝度値の出力  
 $C_{ini}$  : i番目の輝度値の入力  
 $C_i$  : i番目の輝度値

10

【0023】

なお、上記では、ポリウムレンダリング法を用いて白黒3次元断層画像を構成したが、各点の画像が視点位置に該当する面に対してなす傾斜角に応じて濃淡を与えるサーフェスレンダリング法や、視点位置からみた対象物の奥行きに応じて濃淡を与えるボクセル法を用いてもよい。

20

【0024】

また、白黒3次元断層画像と後述するカラー3次元弾性画像を合成したり、並列に表示させたり、切替えを行なう切替合成部12と、白黒3次元断層画像、カラー3次元弾性画像、白黒3次元断層画像とカラー3次元弾性画像が合成された合成画像を表示する画像表示部13とが備えられている。

【0025】

さらに、超音波診断装置には、整相加算部6から出力されるRF信号フレームデータを記憶するRF信号フレームデータ記憶部20と、RF信号フレームデータ記憶部20に記憶された、少なくとも2つのRF信号フレームデータを選択するRF信号フレームデータ選択部21と、2つのRF信号フレームデータから被検体1の生体組織の変位を計測する変位演算部22と、変位演算部22で計測された変位情報から歪み又は弾性率などの弾性情報を求める弾性情報演算部23と、弾性情報演算部23で演算した歪み又は弾性率から2次元弾性画像データを構成する弾性画像構成部24と、弾性画像構成部24から出力される2次元弾性画像データに、画像表示部13の走査方式で表示するための座標系変換を行なう弾性スキャンコンバータ25を備えている。

30

【0026】

本実施形態では、さらに弾性スキャンコンバータ25から出力された2次元弾性画像データを記憶する2次元弾性画像記憶部26と、複数の2次元弾性画像データから弾性ポリウムデータを作成する弾性ポリウムデータ作成部27と、弾性ポリウムデータからカラー3次元弾性画像を構成する3次元弾性画像構成部28とを備えている。

【0027】

また、超音波診断装置には、各構成要素を制御する制御部31と、制御部31に各種入力を行なう入力部30を備えている。入力部30は、キーボードやトラックボール等を備えている。

40

【0028】

RF信号フレームデータ記憶部20は、整相加算部6から時系列に生成されるRF信号フレームデータを順次記憶する。図3、図4は、RF信号フレームデータ記憶部20の詳細を示す図である。

【0029】

本実施形態では、RF信号フレームデータ記憶部20は、A方向のスキャンに関するRF信号フレームデータを記憶する記憶媒体200と、B方向のスキャンに関するRF信号フレームデー

50

タを記憶する記憶媒体201とを有している。

【0030】

具体的には、記憶媒体200と記憶媒体201は、複数の超音波送受波方向、すなわち複数のラスタアドレスのRF信号フレームデータを記憶する。ラスタアドレスは、図3(a)に示される1枚のRF信号フレームデータの走査線(矢印)上のデータに対応している。全ラスタアドレスを“256”とすると、記憶媒体200と記憶媒体201は、例えば、設定した範囲の“1”～“50”のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを記憶する。

【0031】

設定範囲は、入力部30で任意に設定することができ、“50”～“200”のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶したり、“100”～“150”のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶したりすることができる。

10

【0032】

そして、A方向のスキャンに関するRF信号フレームデータを記憶する記憶媒体200は、上記の通り設定された設定範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータをA方向のスキャン分記憶する。

【0033】

図3(b)は、A方向のスキャンの設定範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータとフレームナンバーとの関係を示すものであり、図3(d)は、A方向のスキャンの設定範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータをフレームナンバーと対応付けて記憶する記憶媒体200の記憶形態を示すものである。

20

【0034】

記憶媒体200は、A方向のスキャンにおける最初のフレームナンバーを“1”とし、最後のフレームナンバーを“n”としてRF信号フレームデータを記憶する。具体的には、A方向のスキャンにおけるフレームナンバー“1”のRF信号フレームデータが最初に記憶媒体200に記憶され、次にフレームナンバー“2”のRF信号フレームデータが記憶媒体200に記憶される。そして、最後にフレームナンバー“n”のRF信号フレームデータが記憶媒体200に記憶される。

【0035】

また、B方向のスキャンに関するRF信号フレームデータを記憶する記憶媒体201は、記憶媒体200と同じ設定範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータをB方向のスキャン分記憶する。

30

【0036】

図3(c)は、B方向のスキャンの設定範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータとフレームナンバーとの関係を示すものであり、図3(e)は、B方向のスキャンの設定範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータをフレームナンバーと対応付けて記憶する記憶媒体201の記憶形態を示すものである。記憶媒体201は、B方向のスキャンにおける最初のフレームナンバーを“n”とし、最後のフレームナンバーを“1”としてRF信号フレームデータを記憶する。具体的には、B方向のスキャンにおけるフレームナンバー“n”のRF信号フレームデータが最初に記憶媒体201に記憶され、次にフレームナンバー“n-1”のRF信号フレームデータが記憶媒体201に記憶される。そして、最後にフレームナンバー“1”のRF信号フレームデータが記憶媒体201に記憶される。

40

【0037】

なお、上記では、RF信号フレームデータ記憶部20は2つの記憶媒体200,201を有したが、1つの記憶媒体にRF信号フレームデータを振り分けて記憶させてもよい。

【0038】

図4に示すように、RF信号フレームデータ選択部21は、RF信号フレームデータ記憶部20の記憶媒体200に記憶されたフレームナンバー“N”のRF信号フレームデータを選択する。Nは1以上n以下の整数である。そして、RF信号フレームデータ選択部21は、記憶媒体200から読み出されたRF信号フレームデータと同じフレームナンバー“N”である、記憶媒体201

50

に記憶されたフレームナンバー“N”のRF信号フレームデータを選択する。

【0039】

そして、変位計測部22は、選択されたフレームナンバー“N”のRF信号フレームデータから1次元或いは2次元相関処理を行って、RF信号フレームデータ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にはブロックマッチング法を用いる。ブロックマッチング法とは、画像を例えばM×M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なう。

【0040】

弾性情報演算部23は、変位計測部22から出力される計測値、例えば移動ベクトルと、圧力計測部26から出力される圧力値とから画像上の各点(座標)に対応する生体組織の歪みや弾性率を演算し、弾性情報を生成するものである。このとき、歪みは、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、弾性情報演算部23において弾性率を演算する場合、超音波探触子2の圧力センサ(図示しない。)に接続された圧力計測部29によって取得された圧力情報を弾性情報演算部23に出力する。弾性率は、圧力の変化を歪みの変化で除することによって計算される。

【0041】

例えば、変位計測部22により計測された変位を $L(X)$ 、圧力計測部29により計測された圧力を $P(X)$ とすると、歪み $S(X)$ は、 $L(X)$ を空間微分することによって算出することができるから、 $S(X) = L(X) / X$ という式を用いて求められる。また、弾性率のヤング率 $Y_m(X)$ は、 $Y_m = (P(X)) / S(X)$ という式によって算出される。このヤング率 $Y_m$ から画像の各点に相当する生体組織の弾性率が求められるので、2次元弾性画像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歪みに対する比である。

【0042】

弾性画像構成部24は、算出された弾性値(歪み、弾性率等)に対し、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等の様々な画像処理を行ない、2次元弾性画像データを構成する。

【0043】

弾性スキャンコンバータ25は、弾性画像構成部24から出力される2次元弾性画像データに画像表示部13の走査方式で表示するための座標系変換を行なう機能を有したものである。2次元弾性画像記憶部26は、2次元弾性画像データをフレームナンバー“N”とともに記憶する。

【0044】

このように、図4に示すように、RF信号フレームデータ選択部21は、RF信号フレームデータ記憶部20の記憶媒体200と記憶媒体201に記憶された同じフレームナンバー“1”～“n”の設定範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータをそれぞれ選択して、上記の通り、変位計測部22、弾性情報演算部23、弾性画像構成部24、弾性スキャンコンバータ25において一連の処理を行なう。

【0045】

2次元弾性画像記憶部26は、一連のフレームナンバー“1”～“n”の設定範囲のラスタアドレスにおける2次元弾性画像データを記憶する。図5は、フレームナンバー“1”～“n”の2次元弾性画像データを作成する形態を示すものである。図5(a)(b)は、A方向及びB方向におけるフレームナンバー“1”～“n”のRF信号フレームデータが記憶媒体200と記憶媒体201から読み出される形態を示すものであり、図5(c)は、フレームナンバー“1”～“n”の設定範囲のラスタアドレスにおける2次元弾性画像データが2次元弾性画像記憶部26に記憶された状態を示すものである。

【0046】

弾性ボリュームデータ作成部27は、設定範囲のラスタアドレスにおける複数の2次元弾

10

20

30

40

50

性画像データから弾性ボリュームデータを作成する。2次元弾性画像記憶部26に記憶されたnフレーム分の2次元弾性画像データを読み出し、スキャン面毎に順次並べて弾性ボリュームデータを作成する。このように、被検体内の2次元弾性画像データの集合であるレンダリング用の設定範囲のラスタアドレスにおける弾性ボリュームデータが構成される。

【0047】

3次元弾性画像構成部28は、弾性ボリュームデータの各点に対応する弾性値(歪み、弾性率等のいずれか1つ)と不透明度から各点の画像情報を求め、3次元弾性画像を構成する。例えば下記式による、視線方向の弾性ボリュームデータの弾性値を深さ方向に演算するボリュームレンダリング法を用いて3次元弾性画像を構成する。なお、この視線方向は、白黒3次元断層画像構成部11のボリュームレンダリング処理等における視線方向と同一方向である。

【0048】

【数2】

$$\alpha_{outi} = \alpha_{ini} + (1 - \alpha_{ini}) \times \alpha_i$$

$$E_{outi} = E_{ini} + (1 - \alpha_{ini}) \times \alpha_i \times E_i$$

【0049】

$\alpha_{outi}$  : i番目の不透明度の出力  
 $\alpha_{ini}$  : i番目の不透明度の入力  
 $\alpha_i$  : i番目の不透明度  
 $E_{outi}$  : i番目の弾性値の出力  
 $E_{ini}$  : i番目の弾性値の入力  
 $E_i$  : i番目の弾性値

【0050】

また、3次元弾性画像構成部28は、3次元弾性画像を構成する画像情報に光の3原色すなわち赤(R)値、緑(G)値、青(B)値を付与する。3次元弾性画像構成部28は、例えば、歪みが周囲に比べて大きい箇所又は弾性率が小さい箇所に赤色コードを付与し、歪みが周囲に比べて小さい箇所又は弾性率が大きい箇所に青色コードを付与するなどの処理を行なう。

【0051】

(並列表示・重ねあわせ表示)

切換合成部12は、画像メモリと、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、画像メモリは、白黒3次元断層画像構成部11から出力される白黒3次元断層画像と3次元弾性画像構成部28から出力される設定範囲のラスタアドレスにおけるカラー3次元弾性画像とを時間情報とともに格納するものである。

【0052】

また、画像処理部は、画像メモリに確保された白黒3次元断層画像データと設定範囲のラスタアドレスにおけるカラー3次元弾性画像データとを合成割合を変更して合成するものである。画像処理部は、同じ視点位置における白黒3次元断層画像データとカラー3次元弾性画像データを画像メモリから読み出す。そして、画像処理部は、白黒3次元断層画像データとカラー3次元弾性画像データを合成するが、白黒3次元断層画像データとカラー3次元弾性画像データはボリュームレンダリング処理等後の画像データであるため、実質的にはそれぞれ2次元的に加算されることとなる。

【0053】

具体的には、例えば下記数式に示すように、各点において、カラー3次元弾性画像データの赤(R)値、緑(G)値、青(B)値と、白黒3次元断層画像データの赤(R)値、緑(G)値、青(B)値とをそれぞれ加算する。なお、は0以上1以下の係数であり、入力部30で任意に設定することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

【 数 3 】

(合成画像データR)=

$$\alpha \times (\text{カラー3次元弾性画像データR}) + (1 - \alpha) \times (\text{白黒3次元断層画像データR})$$

(合成画像データG)=

$$\alpha \times (\text{カラー3次元弾性画像データG}) + (1 - \alpha) \times (\text{白黒3次元断層画像データG})$$

(合成画像データB)=

$$\alpha \times (\text{カラー3次元弾性画像データB}) + (1 - \alpha) \times (\text{白黒3次元断層画像データB})$$

10

【 0 0 5 5 】

例えば、上記  $\alpha$  を0又は1とすることにより、白黒3次元断層画像データ又はカラー3次元弾性画像データのみを抽出することもできる。画像選択部は、ボリュームメモリ内の白黒3次元断層画像データと設定範囲のラスタアドレスにおけるカラー3次元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10に表示する画像を選択するものである。

【 0 0 5 6 】

画像表示部13は、切換合成部12で合成された合成画像、白黒3次元断層画像又は設定範囲のラスタアドレスにおけるカラー3次元弾性画像を並列に表示する。

以上、本実施形態によれば、被検体の生体組織の硬さ又は軟らかさを示す3次元弾性画像を構成し、表示することができる。また、設定範囲のラスタアドレスに絞って各フレームの弾性演算を行なうことにより、弾性演算時間を短くすることができる。

20

【 0 0 5 7 】

(第2の実施形態：繋ぐ)

次に第2の実施形態について図1～図6を用いて説明する。第1の実施形態と異なる点は、隣接するラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを用いて3次元弾性画像を構成する点である。

【 0 0 5 8 】

第1の実施形態では、設定した範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶して、3次元弾性画像を構成した。第2の実施形態では、さらに第1の実施形態で設定した範囲のラスタアドレスに隣接する範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶して、第1の実施形態で構成した3次元弾性画像に繋げて3次元弾性画像を構成する。

30

【 0 0 5 9 】

具体的には、第1の実施形態では、“1”～“50”のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶した。そして、第2の実施形態では、“1”～“50”のラスタアドレスに隣接する“51”～“100”のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶する。

【 0 0 6 0 】

そして、図4に示すように、RF信号フレームデータ選択部21は、RF信号フレームデータ記憶部20の記憶媒体200と記憶媒体201に記憶された同じフレームナンバー“1”～“n”の設定範囲のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータをそれぞれ選択して、第1の実施形態と同様に、変位計測部22、弾性情報演算部23、弾性画像構成部24、弾性スキャンコンバータ25において一連の処理を行なう。

40

【 0 0 6 1 】

図6(a)(b)は、A方向及びB方向におけるフレームナンバー“1”～“n”のRF信号フレームデータが記憶媒体200と記憶媒体201から読み出される形態を示すものであり、図6(c)は、フレームナンバー“1”～“n”の2次元弾性画像データが2次元弾性画像記憶部26に記憶された状態を示すものである。本実施形態では、“1”～“100”のラスタアドレスにおける2次元弾性画像データが2次元弾性画像記憶部26に記憶される。

50

## 【 0 0 6 2 】

そして、弾性ボリュームデータ作成部27は、“1”～“100”のラスタアドレスにおける複数の2次元弾性画像データから弾性ボリュームデータを作成する。2次元弾性画像記憶部26に記憶されたnフレーム分の2次元弾性画像データを読み出し、スキャン面毎に順次並べて弾性ボリュームデータを作成する。このように、被検体内の2次元弾性画像データの集合であるレンダリング用の“1”～“100”のラスタアドレスにおける弾性ボリュームデータが構成される。

## 【 0 0 6 3 】

3次元弾性画像構成部28は、弾性ボリュームデータの各点に対応する弾性値(歪み、弾性率等のいずれか1つ)と不透明度から各点の画像情報を求め、3次元弾性画像を構成する。

10

## 【 0 0 6 4 】

さらに、“101”～“150”のラスタアドレスにおけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶して、3次元弾性画像を構成することもできる。

## 【 0 0 6 5 】

以上、本実施形態によれば、前回取得したラスタアドレスの3次元弾性画像に繋げて、3次元弾性画像を構成することができる。

## 【 0 0 6 6 】

(第3の実施形態：関心領域(手動))

次に第3の実施形態について図1～8を用いて説明する。第1の実施形態、第2の実施形態と異なる点は、設定した関心領域に該当する弾性画像から3次元弾性画像を構成する点である。

20

## 【 0 0 6 7 】

まず、図2(b)に示すように、白黒3次元断層画像構成部11によって構成されたフレームナンバー“1”～“n”のいずれか1つの白黒3次元断層画像40に入力部30によって関心領域42を設定する。具体的には、図7に示すように、入力部30のトラックボールを用いて、円形、楕円形、矩形等をトラックし、入力部30のボタンを用いて、関心領域42を決定する。

## 【 0 0 6 8 】

そして、制御部31は、関心領域42の境界(破線部)のアドレス(座標)をRF信号フレームデータ記憶部20へ連絡する。RF信号フレームデータ記憶部20は、関心領域42の境界内におけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶する。

30

## 【 0 0 6 9 】

そして、図4に示すように、RF信号フレームデータ選択部21は、RF信号フレームデータ記憶部20の記憶媒体200と記憶媒体201に記憶された同じフレームナンバー“1”～“n”の関心領域42の境界内におけるRF信号フレームデータをそれぞれ選択して、第1の実施形態と同様に、変位計測部22、弾性情報演算部23、弾性画像構成部24、弾性スキャンコンバータ25において一連の処理を行なう。

## 【 0 0 7 0 】

図8(a)(b)は、A方向及びB方向におけるフレームナンバー“1”～“n”のRF信号フレームデータが記憶媒体200と記憶媒体201から読み出される形態を示すものであり、図8(c)は、フレームナンバー“1”～“n”の2次元弾性画像データが2次元弾性画像記憶部26に記憶された状態を示すものである。本実施形態では、関心領域42の境界内における2次元弾性画像データが2次元弾性画像記憶部26に記憶される。

40

## 【 0 0 7 1 】

そして、弾性ボリュームデータ作成部27は、関心領域42の境界内における複数の2次元弾性画像データから弾性ボリュームデータを作成する。2次元弾性画像記憶部26に記憶されたnフレーム分の2次元弾性画像データを読み出し、スキャン面毎に順次並べて弾性ボリュームデータを作成する。このように、被検体内の2次元弾性画像データの集合であるレンダリング用の関心領域42の境界内における弾性ボリュームデータが構成される。3次元弾性画像構成部28は、弾性ボリュームデータの各点に対応する弾性値(歪み、弾性率等のいずれか1つ)と不透明度から各点の画像情報を求め、3次元弾性画像を構成する。図8(c)

50

は、関心領域42におけるカラー3次元弾性画像と白黒3次元断層画像を切替合成部12で合成した合成画像を示すものである。

【0072】

以上、本実施形態によれば、関心領域42内における3次元弾性画像を構成することができる。また、関心領域42内に絞って各フレームの弾性演算を行なうことにより、弾性演算時間を短くすることができる。

【0073】

(第4の実施形態：関心領域(弾性情報))

次に第4の実施形態について図1～11を用いて説明する。第1の実施形態～第3の実施形態と異なる点は、弾性情報を用いて関心領域50又は関心領域70を設定し、設定した関心領域内の弾性画像から3次元弾性画像を構成する点である。

【0074】

(弾性率)

まず、図9に示すように、関心領域50として抽出したい弾性率の範囲を入力部30によって設定する。ここでは、弾性率を例に挙げて説明するが、歪み、粘性等を用いて関心領域50を設定してもよい。

【0075】

図9(a)に示すように、入力部30を用いて弾性率の範囲を、例えばa以上と設定する。なお、弾性率の範囲をa以上b以下として設定してもよい。a、bは自然数である。制御部31は、弾性情報演算部23にフレームナンバー“1”～“n”の各点(座標)に対応する弾性情報から弾性率がa以上の範囲を特定させる。図9(b)に示すように、フレームナンバー“1”～“n”の各フレームに弾性率がa以上の関心領域50が設定される。

【0076】

(2ROI比)

また、歪みの比を用いて関心領域70を設定してもよい。図10(a)に示すように、超音波探触子2に被検体1を押しするための圧迫板60のと、圧迫板60の表面に参照変形体62を設けて構成される。参照変形体62は、オイル系のゲル素材やアクリルアミドなどの水をベースとしたゲル素材、シリコンなどをベースとして生成されたものである。

【0077】

参照変形体62の歪みを基準にして被検体1内部の各点における歪みの比を演算する。具体的には、図10(b)に示すように、弾性画像では最も超音波探触子2に近い組織領域に、参照変形体62の画像領域66が表示される。また、参照変形体62の下方に各組織1～5における弾性画像64が表示される。この参照変形体62の画像領域66に基準領域68を入力部30によって設定する。そして、制御部31は、弾性情報演算部23に歪み比の演算を行なわせる。弾性情報演算部23は、各点*i, j*における歪み  $\varepsilon_{i,j}$  と基準歪み  $\varepsilon_0$  との比(指標値  $R_{i,j}$ ) を次式により求める。

【0078】

【数4】

$$R_{i,j} = \varepsilon_0 / \varepsilon_{i,j}$$

【0079】

そして、弾性情報演算部23は、指標値  $R_{i,j}$  が、基準値以上である領域を抽出する。この基準値は入力部30で任意に設定することができる。弾性情報演算部23は、指標値  $R_{i,j}$  が基準値以上の領域を関心領域70とする。

【0080】

また、弾性情報演算部23は、参照変形体62の弾性率を予め計測しておくことにより、各点における生体組織のおおまかな弾性率を推定することができる。弾性情報演算部23は、

その弾性率によって関心領域70を設定してもよい。

【0081】

そして、制御部31は、上記のように設定された関心領域50又は関心領域70のアドレス(座標)をRF信号フレームデータ記憶部20へ連絡する。RF信号フレームデータ記憶部20は、関心領域50又は関心領域70内におけるRF信号フレームデータを記憶媒体200と記憶媒体201に記憶する。

【0082】

そして、図4に示すように、RF信号フレームデータ選択部21は、RF信号フレームデータ記憶部20の記憶媒体200と記憶媒体201に記憶された同じフレームナンバー“1”～“n”の関心領域50又は関心領域70内におけるRF信号フレームデータをそれぞれ選択して、第1の実施形態と同様に、変位計測部22、弾性情報演算部23、弾性画像構成部24、弾性スキャンコンバータ25において一連の処理を行なう。

10

【0083】

図11(a)(b)は、A方向及びB方向におけるフレームナンバー“1”～“n”のRF信号フレームデータが記憶媒体200と記憶媒体201から読み出される形態を示すものであり、図11(c)は、フレームナンバー“1”～“n”の2次元弾性画像データが2次元弾性画像記憶部26に記憶された状態を示すものである。本実施形態では、関心領域50又は関心領域70内における2次元弾性画像データが2次元弾性画像記憶部26に記憶される。

【0084】

そして、弾性ボリュームデータ作成部27は、関心領域50又は関心領域70内における複数の2次元弾性画像データから弾性ボリュームデータを作成する。2次元弾性画像記憶部26に記憶されたnフレーム分の2次元弾性画像データを読み出し、スキャン面毎に順次並べて弾性ボリュームデータを作成する。このように、被検体内の2次元弾性画像データの集合であるレンダリング用の関心領域50又は関心領域70内における弾性ボリュームデータが構成される。3次元弾性画像構成部28は、弾性ボリュームデータの各点に対応する弾性値(歪み、弾性率等のいずれか1つ)と不透明度から各点の画像情報を求め、3次元弾性画像を構成する。

20

【0085】

以上、本実施形態によれば、弾性情報によって設定された関心領域50又は関心領域70内における3次元弾性画像を構成することができる。

30

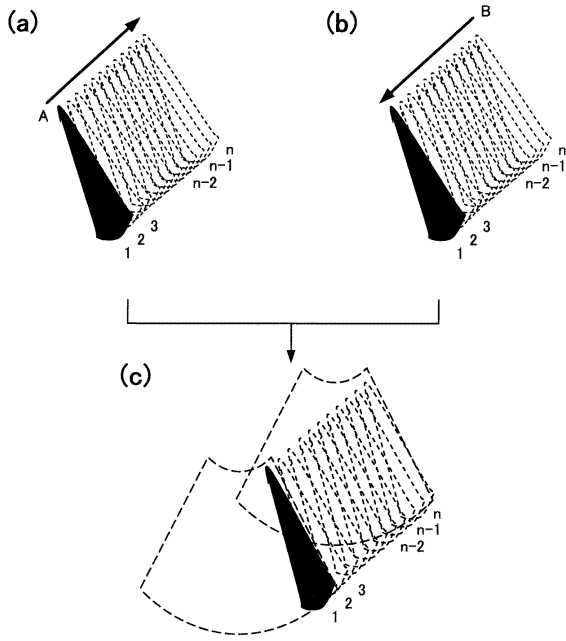
【符号の説明】

【0086】

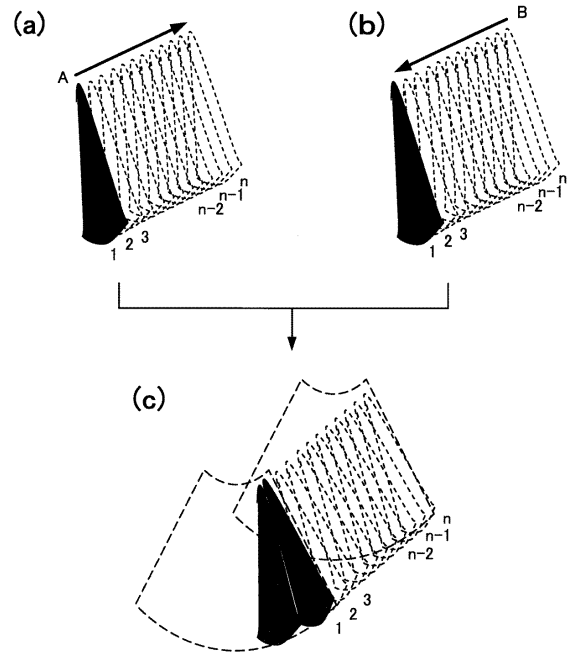
1 被検体、2 超音波探触子、3 送信部、4 受信部、5 超音波送受信制御部、6 整相加算部、7 断層画像構成部、8 白黒スキャンコンバータ、9 2次元断層画像記憶部、10 白黒ボリュームデータ作成部、11 白黒3次元断層画像構成部、12 切替合成部、13 画像表示部、20 RF信号フレームデータ記憶部、21 RF信号フレームデータ選択部、22 変位演算部、23 弾性情報演算部、24 弾性画像構成部、25 カラースキャンコンバータ、26 2次元弾性画像記憶部、27 弾性ボリュームデータ作成部、28 カラー3次元弾性画像構成部



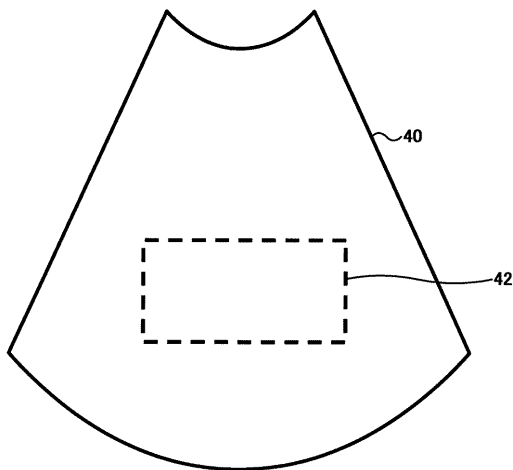
【 図 5 】



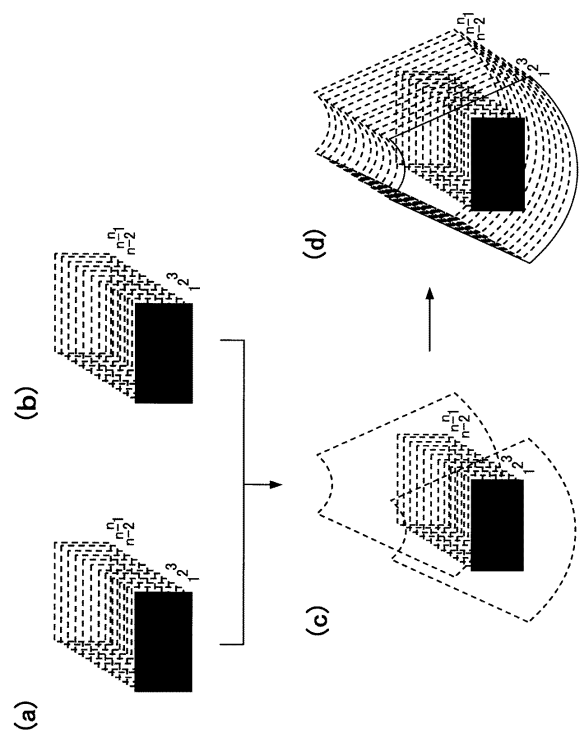
【 図 6 】



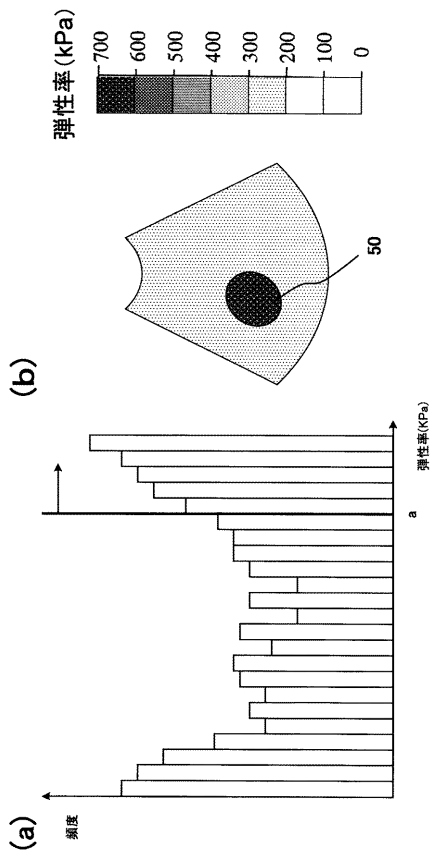
【 図 7 】



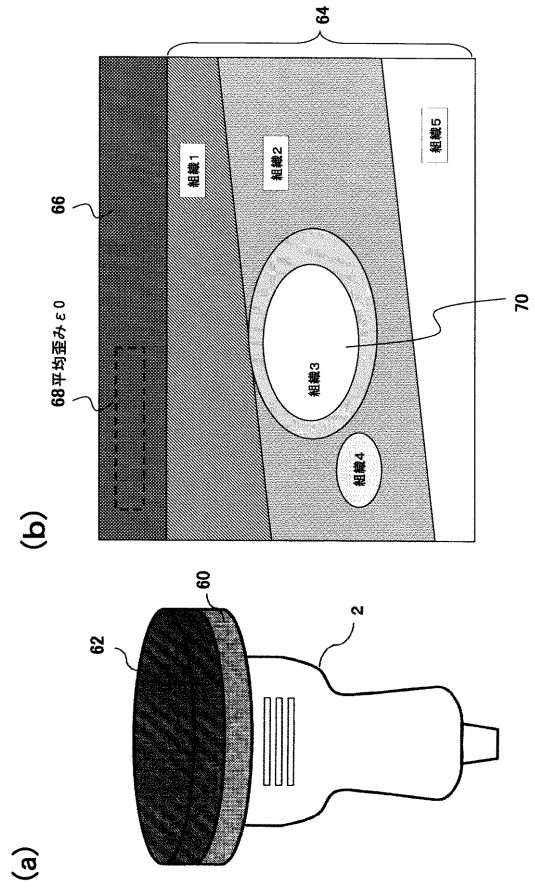
【 図 8 】



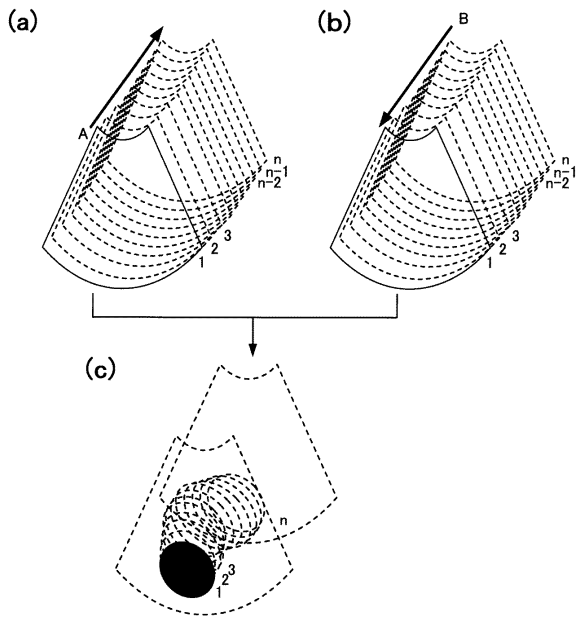
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-271523(JP,A)  
特開平06-217981(JP,A)  
新田尚隆 他, 超音波による組織の非線形弾性特性の画像化, 電子情報通信学会論文誌. A, 基礎・境界, 2001年12月 1日, J84-A(12), 1405-1413  
椎名 毅, 超音波による組織弾性イメージング, 電子情報通信学会2001年総合大会講演論文集 基礎・境界, 2001年, SA-5-5, 475-476

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B8/00-8/15  
JSTPlus(JDreamII)  
医中誌Web  
CiNii

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	<a href="#">JP5438012B2</a>	公开(公告)日	2014-03-12
申请号	JP2010527733	申请日	2009-06-22
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メデイコ		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立メデイコ		
[标]发明人	脇康治		
发明人	脇 康治		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/483 A61B8/485 G01S7/52042 G01S7/52063 G01S7/52071 G01S7/52073 G01S15/8993		
FI分类号	A61B8/08		
优先权	2008229179 2008-09-08 JP		
其他公开文献	JPWO2010026823A1		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

本发明提供一种超声波诊断装置和超声波图像显示方法，用于构建和显示表示被检体的生物体组织的硬度或柔软度的三维弹性图像。具有用于发送和接收超声波的换能器的超声探头2，用于经由超声探头2向对象1发送超声波的发送单元3，以及来自对象1的反射回波信号接收单元4，RF信号帧数据存储单元20，用于基于由接收单元4接收的反射回波信号存储预定范围的RF信号帧数据，以及RF信号帧数据存储单元20。用于选择预定范围内的RF信号帧数据的RF信号帧数据选择单元21，用于根据预定范围内的RF信号帧数据计算应变或弹性模量的弹性信息操作单元23，以及计算的应变或弹性并且三维弹性图像构建单元28基于该因子构建三维弹性图像。

【数1】

$$\alpha_{outi} = \alpha_{ini} + (1 - \alpha_{ini}) \times \alpha_i$$

$$C_{outi} = C_{ini} + (1 - \alpha_{ini}) \times \alpha_i \times C_i$$