

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02011/001776

発行日 平成24年12月13日 (2012.12.13)

(43) 国際公開日 平成23年1月6日 (2011.1.6)

(51) Int.Cl. F I テーマコード (参考)  
**A 6 1 B 8/08 (2006.01)** A 6 1 B 8/08 4 C 6 0 1  
**A 6 1 B 8/00 (2006.01)** A 6 1 B 8/00

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

<p>出願番号 特願2011-520841 (P2011-520841)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2010/059240</p> <p>(22) 国際出願日 平成22年6月1日 (2010.6.1)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2009-157715 (P2009-157715)</p> <p>(32) 優先日 平成21年7月2日 (2009.7.2)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 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</p> <p>(72) 発明者 大坂 卓司 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</p> <p>(72) 発明者 三竹 毅 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</p> <p>(72) 発明者 村山 直之 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</p> <p>Fターム(参考) 4C601 DD19 DD23 EE11 EE13 GA40 JB34 JB46 KK12 KK13 KK24 KK25</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、せん断波の伝搬画像生成方法

(57) 【要約】

1つの超音波プローブで断層画像を取得するとともに、せん断波による弾性情報を取得できる超音波診断装置、せん断波の伝搬画像生成方法を提供するために、被検体5との間で超音波を送受する超音波プローブ4により受信した反射エコー信号に基づいて断層画像を取得する過程において、振動体3により被検体5にせん断波を発生させ、せん断波画像を生成して表示する。

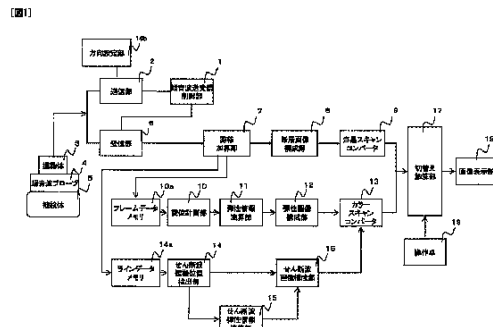


FIG. 12  
 1 ULTRASONIC WAVE TRANSMISSION/RECEPTION CONTROL UNIT  
 2 TRANSMITTING UNIT  
 3 VIBRATOR  
 4 ULTRASONIC WAVE PROBE  
 5 SUBJECT  
 6 RECEIVING UNIT  
 7 PHASE-SENSITIVE UNIT  
 8 LAMINOCOGRAPHIC IMAGE FORMING UNIT  
 9 ELONGATION-DEPENDENT SCAN CONVERTER  
 10 DISPLACEMENT MEASURING UNIT  
 11 PRIME DATA MEMORY  
 12 ELASTICITY INFORMATION CALCULATING UNIT  
 13 ELASTICITY IMAGE FORMING UNIT  
 14 COLOR SCAN CONVERTER  
 15 SHEAR WAVE PROPAGATION POSITION DETECTING UNIT  
 16a LINE DATA MEMORY  
 16b DIRECTION SETTING UNIT  
 16c SHEAR WAVE ELASTICITY INFORMATION CALCULATING UNIT  
 16d SHEAR WAVE ELASTICITY IMAGE FORMING UNIT  
 17 SWITCHING ASSEMBLY UNIT  
 18 IMAGE DISPLAY UNIT  
 19 OPERATOR CONSOLE

## 【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プローブと、前記被検体にせん断波を発生させる振動体と、前記超音波プローブとの間で前記超音波の送信及び受信処理を行う送受信部と、該送受信部により受信処理された反射エコー信号に基づいて断層画像を構成する断層画像構成部とを備えた超音波診断装置であって、

前記送受信部によって、前記超音波を前記被検体に対して時間間隔をおいて送受信し、該送受信に基づいてせん断波の伝搬情報を求めるせん断波伝搬位置検出部と、

該求めたせん断波の伝搬情報を表すせん断波画像を構成するせん断波画像構成部と、前記せん断波画像と前記断層画像とを表示する画像表示部とを備えたことを特徴とする超音波診断装置。

10

## 【請求項 2】

前記被検体に対して前記伝搬位置検出用の超音波を送受信する方向を設定する方向設定部を備え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】

前記方向設定部は、前記画像表示部に表示された断層画像上に、前記方向を示す計測ラインを生成する計測ライン生成部を備え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】

前記せん断波画像構成部は、前記被検体に対する前記せん断波の深度と前記せん断波の発生からの経過時間とに基づいて前記せん断波画像を構成することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の超音波診断装置。

20

## 【請求項 5】

前記せん断波画像構成部は、前記画像表示部に表示された断層画像上で選択した領域に基づき前記せん断波画像を構成することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載の超音波診断装置。

## 【請求項 6】

前記せん断波画像に基づいて弾性率分布を演算する弾性情報演算部を備えることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載の超音波診断装置。

## 【請求項 7】

前記画像表示部は、前記弾性率分布を前記断層画像に対応付けて合成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。

30

## 【請求項 8】

前記送受信部により受信処理された反射エコー信号に基づいてMモード画像を構成するMモード画像構成部を備え、

前記画像表示部は、前記Mモード画像と前記断層画像と前記せん断波画像とを並置して表示することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の超音波診断装置。

## 【請求項 9】

前記送受信部は、前記Mモード画像上の変化を検知して前記伝搬位置検出用の超音波の送信を開始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。

40

## 【請求項 10】

前記被検体に前記超音波プローブを介して反射エコー信号を受信処理してRFフレームデータを生成し、該RFフレームデータから弾性画像を構成する弾性画像構成部と、

前記画像表示部は、前記弾性画像と前記せん断波画像とを並置して表示することを特徴とする請求項1乃至9のいずれか1項に記載の超音波診断装置。

## 【請求項 11】

超音波プローブにより被検体との間で超音波を送受するステップと、

前記被検体にせん断波を発生させるステップと、

前記せん断波の伝搬情報を求めるステップと、

前記せん断波の伝搬情報を表すせん断波画像を構成するステップと、

50

画像表示部に前記せん断波画像と断層画像とを対応付けて表示するステップとを含むことを特徴とするせん断波の伝搬画像生成方法。

【請求項12】

前記せん断波画像に基づいて弾性率分布を演算するステップを含むことを特徴とする請求項11記載のせん断波の伝搬画像生成方法。

【請求項13】

前記せん断波画像を構成するステップは、前記被検体に対する前記せん断波の深度と前記せん断波の発生からの経過時間とに基づいて前記せん断波画像を構成することを特徴とする請求項11記載のせん断波の伝搬画像生成方法。

【請求項14】

前記被検体に対して前記超音波を送受信する方向を設定することを含むことを特徴とする請求項11記載のせん断波の伝搬画像生成方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を利用して生体組織等の弾性情報を求め、表示する超音波診断装置、せん断波の伝搬画像生成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置は、超音波プローブにより生体組織等に超音波を送信し、生体組織等の構造に応じた超音波の反射エコー信号を受信し、超音波断層画像を生成して表示する。また、用手法又は機械的な方法により超音波プローブで生体組織等を圧迫して、計測時間が異なる2つの超音波信号のフレームデータに基づいた生体組織の変位を求め、その変位データから生体組織の硬さ又は軟らかさの弾性情報を示す弾性画像を生成することができる。

【0003】

さらに、超音波を利用して弾性情報を得るための方法として、生体等に加えられた低周波（～1kHz程度）の振動により生じるせん断波と呼ばれる波を利用する方法がある。せん断波の伝搬速度は伝搬媒体の硬さを示し、せん断弾性係数の平方根に比例するので、超音波によりせん断波の伝搬速度を計測することで、生体組織の弾性情報を求めることができる。このような技術の例として、特許文献1、2が挙げられる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特表2005-534455号公報

【特許文献2】特開2007-44231号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献1では、せん断波の伝搬速度を計測するための専用プローブを用いているが、このプローブのみでは被検体の断層画像を取得できないので、断層画像を確認しながら、弾性情報を得たい箇所のせん断波の伝搬速度を計測することができない。

【0006】

また、特許文献1、2には、断層画像取得用のプローブに、せん断波の伝搬速度を計測する専用プローブを取り付けることも記載されているが、2つのプローブが必要となり、また、断層画像取得用とせん断波の伝搬速度計測用に2系統の超音波送受信部が必要となるため、その操作、構成が煩雑となる。

【0007】

本発明が解決しようとする課題は、1つの超音波プローブで断層画像を取得するとともに、せん断波による弾性情報を取得できる超音波診断装置、せん断波の伝搬画像生成方法

10

20

30

40

50

を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記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プローブと、前記被検体にせん断波を発生させる振動体と、前記超音波プローブとの間で前記超音波の送信及び受信処理を行う送受信部と、該送受信部により受信処理された反射エコー信号に基づいて断層画像を構成する断層画像構成部とを備えた超音波診断装置であって、前記送受信部によって、前記超音波を前記被検体に対して時間間隔をおいて送受信し、該送受信に基づいてせん断波の伝搬情報を求めるせん断波伝搬位置検出部と、該求めたせん断波の伝搬情報を表すせん断波画像を構成するせん断波画像構成部と、前記せん断波画像と前記断層画像とを表示する画像表示部とを備える。

10

【0009】

本発明によれば、同一の超音波プローブを用いて断層画像取得用の超音波を送受信しながら走査する一方、断層画像取得用の超音波の送受信を設定された時間間隔ごとに休止し、その休止時にせん断波の伝搬位置検出用の超音波を被検体に送受信することで、断層画像を取得しながらせん断波の伝搬情報を取得することができる。これにより、断層画像取得用のプローブとせん断波の伝搬速度を計測用プローブの2つのプローブが無くても、断層画像とともにせん断波の伝搬情報を取得できる。せん断波の伝搬情報には、せん断波の伝搬位置と伝搬時間が含まれており、これらの関係からせん断波の伝搬速度を求めることができる。せん断波の伝搬位置は、伝搬位置検出用の超音波が、せん断波に反射して戻るまでの時間と超音波の速度から求められる。これにより、生体組織の硬さ又は軟らかさの弾性情報を取得できる。また、断層画像取得用とせん断波の伝搬位置検出用の超音波送受信部をそれぞれ設けることも、1つを共用することもできる。なお、せん断波の伝搬位置と伝搬時間の関係を正確に求めるには、伝搬位置検出用の超音波は1フレームのうちできるだけ多く送受信することが望ましい。

20

【0010】

この場合において、被検体に対して伝搬位置検出用の超音波を送受信する方向を設定する方向設定部を設け、方向設定部に、画像表示部に表示された断層画像上に方向(設定方向)を示す計測ラインを生成する計測ライン生成部を備えるように構成することもできる。これにより、計測ライン上のせん断波の伝搬情報及び弾性情報を取得することができる。また、せん断波画像を得たいラインを断層画像を参照して決めることができる。ラインを動かす場合には、超音波プローブを動かすか、伝搬位置検出用の超音波を送信する口径を変更すればよい。

30

【0011】

また、伝搬画像構成部を、被検体に対するせん断波の深度とせん断波の発生からの経過時間とに基づいてせん断波画像を構成するようにすることもできる。

【0012】

また、伝搬画像構成部を、画像表示部に表示された断層画像上で選択した領域に対応するせん断波画像を画像表示部に表示するように構成することもできる。これにより、断層画像に対応する領域のせん断波画像を容易に確認することができ、使い勝手がよくなる。

40

【0013】

さらに、超音波診断装置に、せん断波画像に基づいて弾性率分布を演算する弾性情報演算部を備えることができる。また、画像表示部を、弾性率分布を断層画像に対応付けて合成して表示するように構成することもできる。これにより、断層画像上で弾性率分布を確認することが容易になり、使い勝手がよくなる。

【0014】

また、送受信部により受信処理された反射エコー信号に基づいてMモード画像を構成するMモード画像構成部を備え、画像表示部に断層画像とせん断波画像とMモード画像とを並置して表示するように構成することもできる。さらに、送受信部を、Mモード画像上の変化を検知して伝搬位置検出用の超音波の送信を開始するように構成することもできる。

50

## 【0015】

また、被検体に超音波プローブを介して圧力を加える過程における反射エコー信号を受信処理してRFフレームデータを生成する弾性画像構成部と、断層画像に代えて弾性画像とせん断波画像とを並置して表示する表示方式、または、弾性画像とせん断波画像と断層画像とを並置して表示する表示方式のいずれかの表示方式を選択する表示選択部とを備え、画像表示部を、選択された表示方式の画像を表示するように構成することもできる。

## 【0016】

超音波診断装置によるせん断波の伝搬画像生成方法としては、超音波プローブにより被検体との間で超音波を送受信し、振動体により超音波プローブに設けられ被検体にせん断波を発生させ、送受信部により超音波プローブとの間で超音波の送信及び受信処理を行い、断層画像構成部により送受信部により受信処理された反射エコー信号に基づいて断層画像を構成し、送受信部により、伝搬位置検出用の超音波を被検体に対して時間間隔をおいて送受信する第1のステップと、せん断波伝搬検出部により、第1のステップにおける送受信に基づいてせん断波の伝搬情報を求める第2のステップと、伝搬画像構成部により求めたせん断波の伝搬情報を表すせん断波画像を構成する第3のステップと、画像表示部にせん断波画像と断層画像とを対応付けて表示する第4のステップとを含むように構成する。

10

## 【0017】

また、第1のステップを、方向設定部により被検体に対してせん断波の伝搬位置検出用の超音波を送受信する方向を設定するステップと、方向設定部により画像表示部に表示された断層画像上に、計測ライン生成部により方向を示す計測ラインを生成するステップとを含むように構成することもでき、第3のステップを、伝搬画像構成部により画像表示部に表示された断層画像上で選択した領域に基づきせん断波画像を構成するステップを含むように構成することもできる。

20

## 【0018】

また、第4のステップを、弾性情報演算部によりせん断波画像に基づいて弾性率分布を演算し、画像表示部に弾性率分布を断層画像に対応付けて合成して表示するステップと、Mモード画像構成部により送受信部により受信処理された反射エコー信号に基づいてMモード画像を構成するステップと、画像表示部にMモード画像と断層画像とせん断波画像とを並置して表示するステップとを含むように構成することもできる。

30

## 【0019】

さらに、第4のステップを、弾性画像構成部により被検体に超音波プローブを介して圧力を加える過程における反射エコー信号を受信処理してRFフレームデータを生成し、該RFフレームデータから弾性画像を構成するステップと、表示選択部により断層画像に代えて弾性画像とせん断波画像とを並置して表示する表示方式、または、弾性画像とせん断波画像と断層画像とを並置して表示する表示方式のいずれかの表示方式を選択するステップと、画像表示部に選択された表示方式の画像を表示するステップを含むように構成することもできる。

## 【発明の効果】

## 【0020】

本発明によれば、1つの超音波プローブで断層画像を取得するとともに、せん断波による弾性情報を取得できる超音波診断装置を提供することができる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0021】

【図1】本発明の超音波診断装置の構成図

【図2】(a)は超音波プローブの構成であり、(b)は超音波プローブから送信される超音波の様子

【図3】超音波送信のタイミングチャート

【図4】せん断波の深度と時間の関係を示す図

【図5】画像表示部に表示されるせん断波画像の一例

【図6】Bモード画像、Mモード画像、せん断波画像が表示された画面

50

【図7】Bモード画像上に弾性情報が表示された画面

【図8】せん断波による弾性情報を取得するまでのフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0022】

以下、本発明の超音波診断装置の実施の形態について、図面を参照して説明する。図1に示すように、本実施形態の超音波診断装置は、被検体5との間で超音波を送受する超音波プローブ4と、超音波プローブ4に着脱可能な機構を有し、超音波プローブ4を介して被検体5に低周波振動を印加してせん断波を発生させる振動体3と、超音波プローブ4を介して被検体5に時間間隔をおいて超音波を繰り返し送信する送信部2と、被検体5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6と、送信部2と受信部6を制御する超音波送受信制御部1と、受信部6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7とを備えている。

10

【0023】

また、整相加算部7からのRF(Radio Frequency)フレーム信号に基づいて被検体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8と、断層画像構成部8の出力信号を画像表示部18の表示に合うように変換する白黒スキャンコンバータ9とを備えている。

【0024】

また、整相加算部7から出力されるRFフレーム信号を格納するフレームデータメモリ10aと、被検体5の生体組織に生じた変位を計測する変位計測部10と、変位計測部10で計測された変位情報から連続的な圧迫過程における弾性情報を算出するための歪み又は弾性率を求める弾性情報演算部11と、弾性情報演算部11で演算した歪み又は弾性率からカラー弾性画像を構成する弾性画像構成部12と、弾性画像構成部12の出力信号を画像表示部18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13とを備えている。

20

【0025】

ここで、整相加算部7から出力される後に詳述するRFライン信号を格納するラインデータメモリ14aと、被検体5に対してせん断波の伝搬位置検出用の超音波21を送受信する方向を設定する方向設定部14bと、せん断波の伝搬情報を求めるせん断波伝搬位置検出部14と、せん断波伝搬位置検出部14で求めた伝搬情報から弾性情報を算出するためのヤング率を求めるせん断波弾性情報演算部15と、せん断波伝搬位置検出部14で求めた伝搬情報から時間軸を基準とする像を生成するせん断波画像構成部16とを備えることである。なお、せん断波画像構成部16の出力信号は、カラースキャンコンバータ13により画像表示部18の表示に合うように変換されるようになっている。

30

【0026】

そして、白黒断層画像とカラー弾性画像を重ね合わせたり、並列に表示させたり、切り替えたりする切替え加算部17と、合成された合成画像を表示する画像表示部18と、画像を選択、操作するための操作卓19とを備えている。

【0027】

ここで、本実施形態の超音波診断装置における一般的な構成部分の動作について説明する。超音波プローブ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している。送信部2は、超音波プローブ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とともに、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。

40

【0028】

また、受信部6は、超音波プローブ4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信号すなわち受波信号を生成するものである。整相加算部7は、受信部6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フレーム信号を生成するものである。断層画像構成部8は、整相加算部7からのRFフレーム信号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、Bモード画像、Mモード画像等の断層画像データを得るものである。

50

## 【0029】

白黒スキャンコンバータ9は、断層画像構成部8からの断層画像データをデジタル信号に変換する図示しないアナログ/デジタル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とを含んで構成されている。白黒スキャンコンバータ9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ものである。

## 【0030】

次に、超音波プローブ4を介して被検体5を圧迫して弾性情報を得る場合の動作について説明する。整相加算部7から出力されたRFフレーム信号は、適宜選択されてフレームデータメモリ10aに記録される。変位計測部10は、フレームデータメモリ10aの1組のデータから、1次元あるいは2次元相関処理を行って、断層画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。

10

## 【0031】

移動ベクトルの検出方法の一つに、例えばブロックマッチング法が挙げられる。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ものである。

## 【0032】

弾性情報演算部11は、変位計測部10から出力されるデータに対し、歪みあるいは弾性率を演算するものである。例えば、弾性率を演算する場合、超音波プローブ4に接続された図示していない圧力センサーによって計測された圧力値を用いることができるが、変位計測部10からの出力データから歪みデータを算出する必要がある。この歪みデータは、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、弾性率のデータは、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。

20

## 【0033】

変位計測部10により計測された変位を $L(x)$ 、圧力センサー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。

30

## 【0034】

また、弾性率データであるヤング率 $Y_m(x)$ は、 $Y_m(x) = (P(x)) / S(x)$ という式によって算出される。ヤング率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、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。

## 【0035】

弾性画像構成部12は、図示しないフレームメモリと画像処理部とで構成されており、弾性情報演算部11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に対し所望の画像処理を行うものである。カラースキャンコンバータ13は、弾性画像構成部12と後述するせん断波画像構成部16からの弾性画像データに色相情報を付与する機能を有したものである。

40

## 【0036】

つまり、弾性フレームデータに基づいて光の3原色、すなわち赤(R)、緑(G)、青(B)に変換するものである。配色の一例として、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ものである。

## 【0037】

本実施形態の特徴となる構成は、特に被検体5との間で超音波を送受する超音波プローブ4と、被検体5にせん断波を発生させる振動体3と、超音波プローブ4との間で超音波の送信及び受信処理を行う送受信部2、6と、該送受信部2、6により受信処理された反射エコー信号に基づいて断層画像を構成する断層画像構成部8とを備えた超音波診断装置であって

50

、送受信部2,6によって、超音波を被検体5に対して時間間隔をおいて送受信し、該送受信に基づいてせん断波の伝搬情報を求めるせん断波伝搬位置検出部14と、該求めたせん断波の伝搬情報を表すせん断波画像を構成するせん断波画像構成部16と、せん断波画像と断層画像とを表示する画像表示部18とを備えることである。

【0038】

ここで、本実施形態の特徴となる構成の動作を説明する。前述したように、被検体5に対してせん断波を発生させるためには、~1kHz程度の低周波振動を印加する必要がある。このため、超音波プローブ4には、図2(a)に示すように、着脱が可能な振動体3が装着される。振動体3から発せられる振動は、連続的又は単発的な振動のどちらでもよい。

【0039】

このときに送信部2から超音波プローブ4を介して被検体5に照射される超音波は、図2(b)に示すように、断層画像取得用の超音波20と、せん断波の伝搬位置検出用の超音波21がある。断層画像取得用の超音波20は、超音波プローブ4内に複数個配列された振動子を順次切り替えて送信するものである。せん断波の伝搬位置検出用の超音波21の送信方向は予め決めておく。本実施形態では、被検体5の深度方向である。

【0040】

一方、伝搬位置検出用の超音波21は、超音波プローブ4内に複数個配列された振動子のうち、チャンネルとして予め設定された箇所からのみ送信される。図2(b)では、超音波プローブ4の真ん中の振動子がチャンネルとして設定されている。図3に、断層画像取得用の超音波20と、伝搬位置検出用の超音波21の送信タイミングチャートを示す。図3に示すように、伝搬位置検出用の超音波21は、断層画像取得用の超音波20が複数送信されるごとに1回送信され、その送信間隔は で、これは、伝搬位置検出用の超音波21のPRF(パルス繰り返し周波数)であり、1フレーム内で複数回送信される。

【0041】

このように送信された伝搬位置検出用の超音波21の受信信号は、順次ラインデータメモリ14aに記録される。この受信信号は、伝搬位置検出用の超音波21が、せん断波に当たって反射する際にせん断波の影響を受けた信号である。せん断波伝搬位置検出部14は、複数の受信信号からせん断波の伝搬情報を求める。せん断波の伝搬情報には、せん断波の伝搬位置と伝搬時間が含まれる。せん断波の伝搬位置は、伝搬位置検出用の超音波21が、せん断波に反射して戻るまでの時間と超音波の速度から求められる。

【0042】

図4に、せん断波の位置である深度(縦軸)と時間(横軸)との関係を表すグラフを示す。図4中の矩形は、せん断波の伝搬に伴って生じる変位であり、矩形の紙面縦方向の幅はせん断波の波数に相当し、紙面横方向の幅は振幅に相当する。せん断波は時間の経過とともに被検体5の内部に伝搬するが、伝搬位置検出用の超音波21により求められるその深度と時間(の逆数)とで、伝搬速度を演算することが可能となる。

【0043】

せん断波弾性情報演算部15は、伝搬速度からせん断波による弾性情報を演算する。ヤング率をE、媒体の密度を、伝搬速度をVsとすると、 $E=3Vs^2$ という式で表されるので、これを用いてヤング率を演算する。

【0044】

せん断波画像構成部16は、せん断波伝搬位置検出部14で求めた深度方向のせん断波の伝搬情報からせん断波画像と、せん断波弾性情報演算部15で求めたせん断波による弾性情報のグラフを構成し、カラスキャンコンバータ13は、それを画像化する。図5(a)、(b)にせん断波画像の一例を示す。図5(a)、(b)では、縦軸に深度(上が0)、横軸に時間をとっており、傾きが伝搬速度を表している。伝搬速度は媒体が硬いほど早くなるため、図5(a)は図5(b)よりも媒体が硬いことを示している。なお、せん断波による弾性情報のグラフは、縦軸にヤング率、横軸に深度をとるもので、本実施形態では、図7のBモード画像上に示されている。

【0045】

10

20

30

40

50

切替え加算部17は、図示しないフレームメモリと画像処理手段と画像選択手段(表示選択部)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9からの断層画像データと、カラースキャンコンバータ13からの弾性画像データとを格納し、画像処理手段によって、断層画像データと弾性画像データ(伝搬速度分布の画像も含む)とを合成割合を変更して合成するものである。

【0046】

合成画像の各画素の輝度情報及び色相情報は、白黒断層画像とカラー弾性画像の各情報を合成割合で加算したものとなる。さらに、画像選択手段によって、フレームメモリ内の断層画像データと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18に表示する画像を選択する。

10

【0047】

図6に、画像表示部18に表示される画面の一例を示す。図6では、Bモード画像、Mモード画像、せん断波画像の3種類の画像が描出されている様子を示している。図6の左半分には、Bモード画像がリアルタイムに表示され、このBモード画像上に、せん断波画像を求める位置を示す計測ライン22が表示されている状態である。

【0048】

検査者は、操作卓19を用いて、方向設定部14bに指令を出して計測ライン22の位置を自由に変更できる。計測ライン22を設定することで、伝搬位置検出用の超音波21を送信するチャンネルが決定される。図6の右上半分には、計測ライン22におけるMモード画像、図6右下半分は、計測ライン22における伝搬速度分布の画像が半透明表示として描出されている様子を示している。

20

【0049】

検査者は、図6左半分に描出されるBモード画像を確認しながら検査を実施していき、せん断波画像を求めるべき断面を決定する。決定された断面に対し、計測ライン22を設定する(図6は、中央部に設定した場合)。この状態で、超音波プローブ4に取り付けられた振動体3を手動で動作させ、被検体5に対して低周波振動を印加してせん断波を発生させ、前述したようにせん断波画像を求める。

【0050】

図7は、図6のBモード画像の計測ライン22上にせん断波弾性情報演算部15で求めた弾性情報を合成して表示した画面である。これにより、Bモード画像上で弾性情報が確認できるので使い勝手がよくなる。

30

【0051】

図8にせん断波による弾性情報を取得するまでのフローチャートを示す。超音波プローブ4により被検体5との間で超音波を送受するステップと、被検体5にせん断波を発生させるステップと、せん断波の伝搬情報を求めるステップと、せん断波の伝搬情報を表すせん断波画像を構成するステップと、画像表示部18に前記せん断波画像と断層画像とを対応付けて表示するステップとを含んでいる。

【0052】

具体的には、検査者は、Bモード画像によって超音波診断を実施すると同時に、せん断波による弾性情報を取得する断面を計測ライン22を用いて決定する(ステップ1)。

40

【0053】

次に検査者は、断面を決定した後、超音波プローブ4に装着されている振動体3を操作することより、被検体5に対して振動を付加する(ステップ2)。送信部2からせん断波の伝搬位置検出用の超音波21が、計測ライン22で設定した断面に向けて時間間隔をおいて複数回送信される(ステップ3)。

【0054】

せん断波伝搬位置検出部14は、ステップ3における送受信に基づいてせん断波の伝搬位置とせん断波の伝搬時間とを求める(ステップ4)。せん断波画像構成部16は、ステップ4で求めたせん断波の伝搬位置と伝搬時間との関係を表すせん断波画像を構成する(ステップ5)。

50

## 【0055】

ここで、断層画像構成部8は、送受信部により受信処理された反射エコー信号に基づいてMモード画像を構成する(ステップ6)。画像表示部18には、ステップ5で構成されたせん断波画像とBモード画像とが対応付けて表示されるとともにステップ6で構成されたMモード画像が並置される(ステップ7)。

## 【0056】

さらに、せん断波弾性情報演算部15によりせん断波画像に基づいて計測ライン上の弾性率分布を演算し、画像表示部18に表示されたBモード画像に弾性率分布に対応付けて合成して表示する(ステップ8)。

## 【0057】

以上説明したように、本実施形態によれば、同一の超音波プローブ4を用いて断層画像取得用の超音波20を送受信しながら走査する一方、断層画像取得用の超音波20の送受信を設定された時間間隔ごとに休止し、その休止時にせん断波の伝搬位置検出用の超音波21を被検体5の設定方向に送受信することで、断層画像を取得しながらせん断波の伝搬位置を検出することができる。これにより、断層画像取得用のプローブとせん断波の伝搬速度を計測用プローブの2つのプローブが無くても、断層画像とともに設定方向上におけるせん断波の伝搬位置と伝搬時間との関係を取得できる。せん断波の伝搬位置と伝搬時間との関係から、せん断波の伝搬速度を求めることができ、これにより、設定方向上の生体組織の硬さ又は軟らかさの弾性情報を取得できる。

## 【0058】

また、方向設定部14bを、画像表示部18に表示された図6のBモード画像上に、設定方向を示す計測ライン22を生成する計測ライン生成部を備えるように構成したので、せん断波画像を得たいラインをBモード画像を参照して決めることができる。

## 【0059】

また、画像表示部18を、せん断波弾性情報演算部15により求めた弾性率分布をBモード画像に対応付けて合成して表示するように構成したので、Bモード画像上で弾性率分布を確認することが容易になり、使い勝手がよくなる。

## 【0060】

以上、本実施形態について説明したが、本発明は、これに限らず適宜構成を変更して適用することができる。例えば、検査者は、操作卓19を用いて、図6のBモード画像に代えて弾性画像とせん断波画像とMモード画像とを並置して表示する表示方式、または、図示していないが、弾性画像とせん断波画像とBモード画像とMモード画像とを並置して表示する表示方式のいずれの表示方式も選択することができ、選択するステップを図8のフローチャートに加えることもできる。また、Bモード画像とせん断波画像のみの表示方式も構成できる。

## 【0061】

また、本実施形態では、伝搬位置検出用の超音波21は、せん断波の発生の有無によらず、Bモード画像取得時に送信するようにしているが、せん断波が発生すると、図6のMモード画像上で変化が起こるので、この変化を検知したときに、伝搬位置検出用の超音波21を送信するように構成してもよい。

## 【0062】

また、せん断波画像構成部16を、図6のBモード画像上で選択した領域に対応するせん断波画像を表示するように構成することもでき、図8のフローチャートにそのようなステップを加えてもよい。これにより、Bモード画像で対応する領域のせん断波画像を容易に確認することができ、使い勝手がよくなる。

## 【符号の説明】

## 【0063】

2 送信部、3 振動体、4 超音波プローブ、6 受信部、14 せん断波伝搬位置検出部、14a ラインデータメモリ、14b 方向設定部、15 せん断波弾性情報演算部、16 せん断波画像構成部、18 画像表示部、20 断層画像取得用の超音波、21 伝搬位置検出用の

10

20

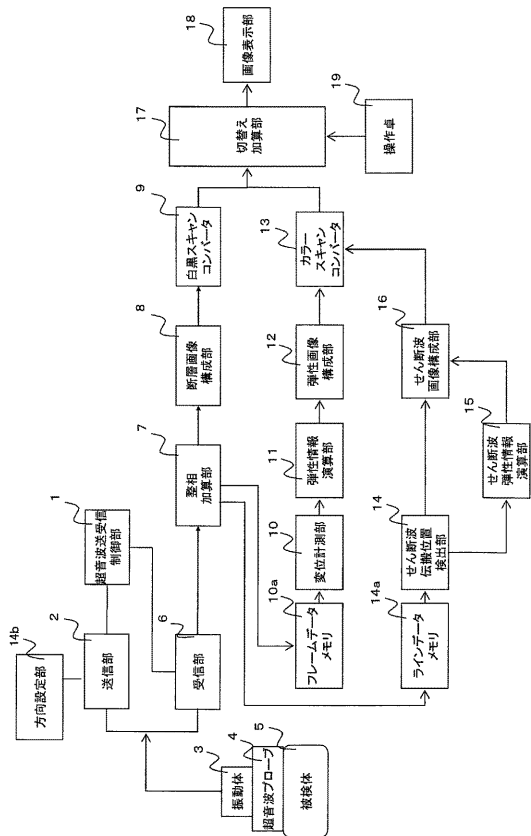
30

40

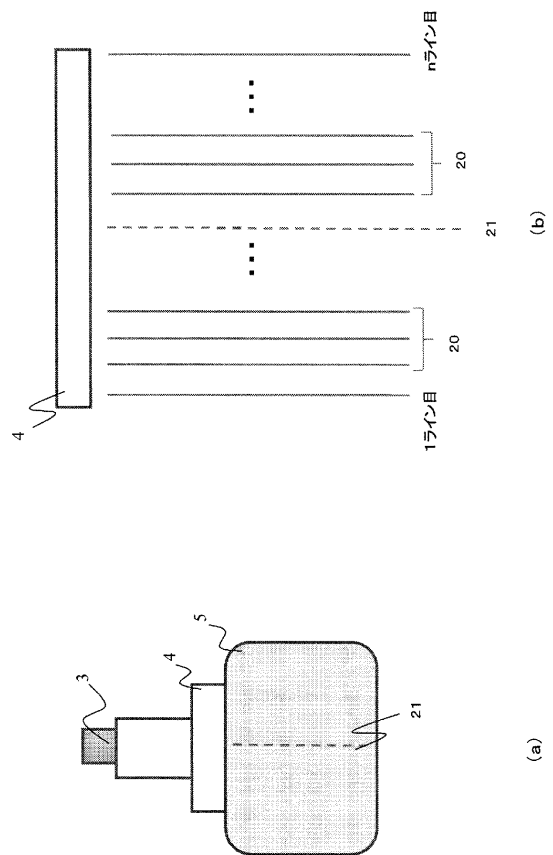
50

超音波、22 計測ライン

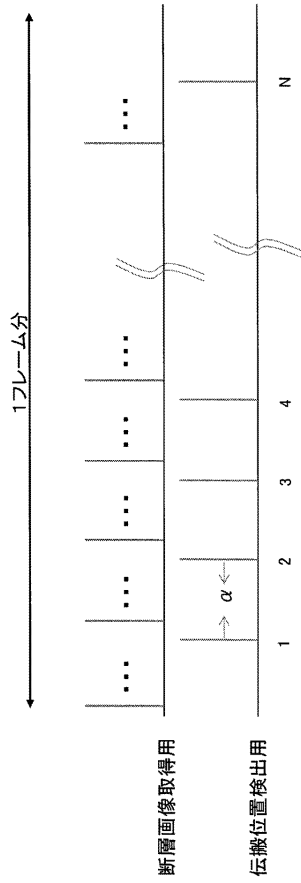
【 図 1 】



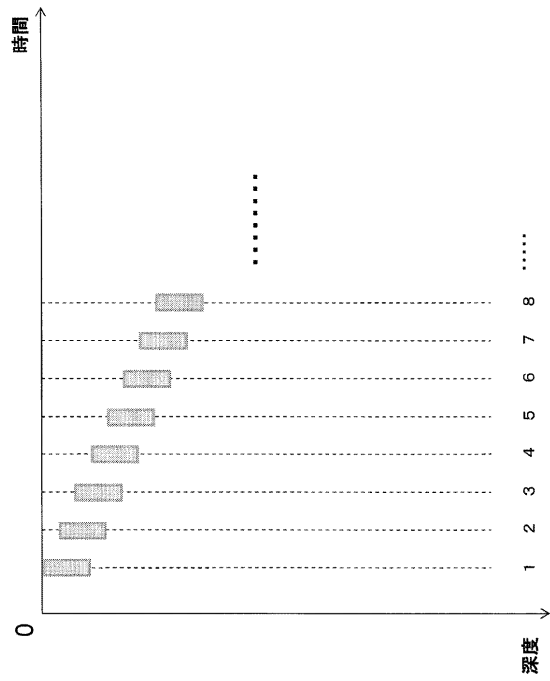
【 図 2 】



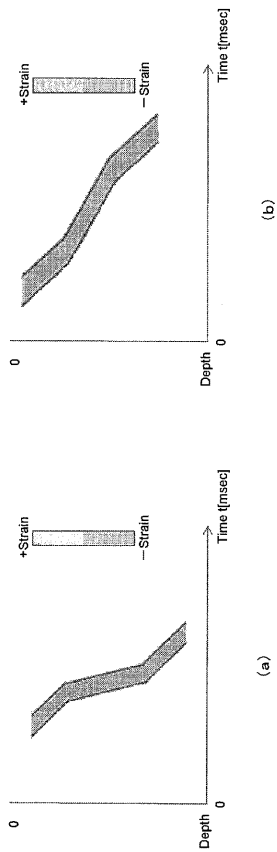
【 図 3 】



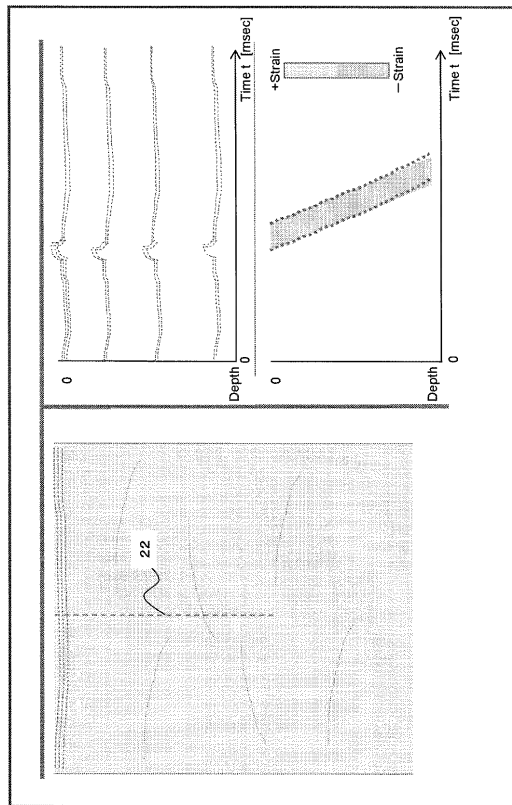
【 図 4 】



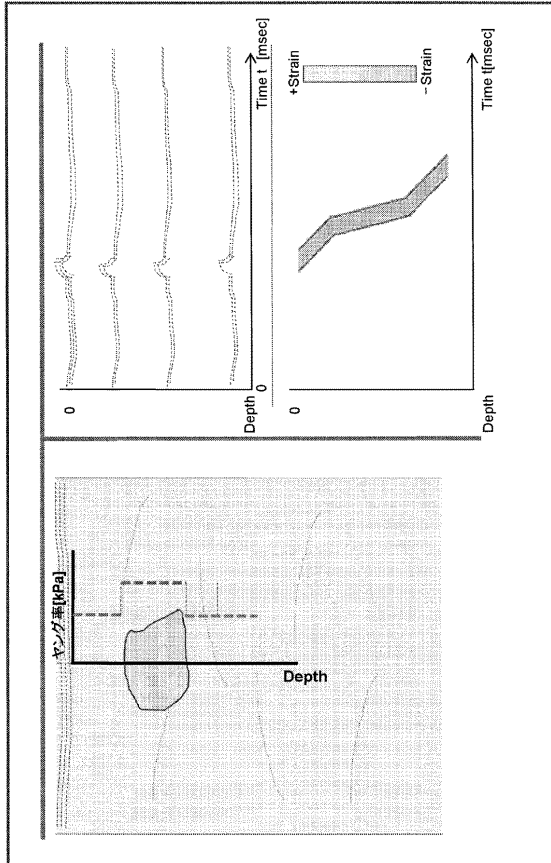
【 図 5 】



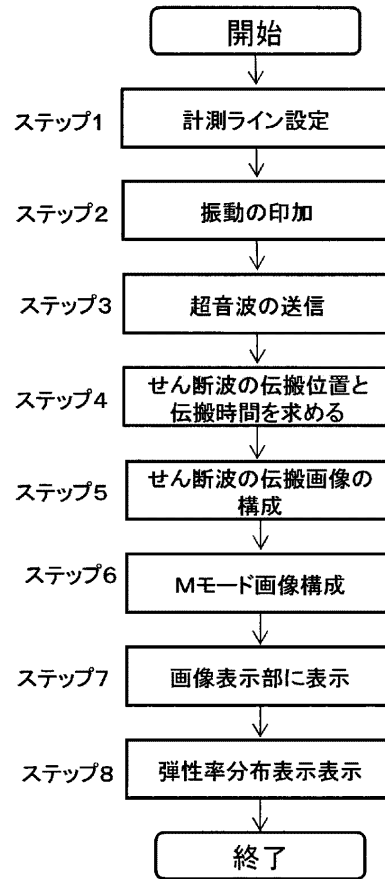
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2010/059240
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> A61B8/08(2006.01) i  According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) A61B8/08  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2010 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-44231 A (Hitachi Medical Corp.), 22 February 2007 (22.02.2007), paragraphs [0030] to [0035], [0054] to [0058], [0060], [0062] (Family: none)	1-7, 10-14 8
Y	JP 2009-552 A (Hitachi Medical Corp.), 08 January 2009 (08.01.2009), paragraph [0027]; fig. 5 (Family: none)	8
A	JP 2009-50720 A (Hitachi Medical Corp.), 12 March 2009 (12.03.2009), paragraphs [0061] to [0068]; fig. 7, 8 (Family: none)	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 June, 2010 (16.06.10)		Date of mailing of the international search report 13 July, 2010 (13.07.10)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059240

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-534455 A (Echosens), 17 November 2005 (17.11.2005), entire text; all drawings & US 2005/0203398 A1 & EP 1531733 A & WO 2004/016176 A2	1-14
A	JP 2006-500089 A (Centre National de la Recherche Scientifique -CNRS-, Universite Paris 7 - Denis Diderot), 05 January 2006 (05.01.2006), entire text; all drawings & US 2005/0252295 A1 & EP 1546757 A & WO 2004/021038 A1	1-14
A	JP 2002-541949 A (Synthes AG. Chur), 10 December 2002 (10.12.2002), entire text; all drawings & US 2002/0120192 A1 & EP 1171780 A & WO 2000/063719 A1	1-14

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2010/059240									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/08(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. A61B8/08											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2010年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2010年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2010年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2010年	日本国実用新案登録公報	1996-2010年	日本国登録実用新案公報	1994-2010年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2010年										
日本国実用新案登録公報	1996-2010年										
日本国登録実用新案公報	1994-2010年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
X Y	JP 2007-44231 A (株式会社日立メディコ) 2007.02.22, 段落[0030]-[0035], [0054]-[0058], [0060], [0062] (ファミリーなし)	1-7, 10-14 8									
Y	JP 2009-552 A (株式会社日立メディコ) 2009.01.08, 段落[0027], 図5 (ファミリーなし)	8									
A	JP 2009-50720 A (株式会社日立メディコ) 2009.03.12, 段落[0061]-[0068], 図7, 8 (ファミリーなし)	1-14									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 16.06.2010		国際調査報告の発送日 13.07.2010									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 川上 則明	2Q 3704								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3292								

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 0 / 0 5 9 2 4 0

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-534455 A (エコセンス) 2005. 11. 17, 全文、全図 & US 2005/0203398 A1 & EP 1531733 A & WO 2004/016176 A2	1-14
A	JP 2006-500089 A (サントル・ナショナル・ドュ・ラ・レシエルシ ユ・サイエンティフィックーセ・エン・エール・エスー、ユニベル シテ・パリ・7ーデニス・ディデロ) 2006. 01. 05, 全文、全図 & US 2005/0252295 A1 & EP 1546757 A & WO 2004/021038 A1	1-14
A	JP 2002-541949 A (ジンテーズ アクチエンゲゼルシャフトクル) 2002. 12. 10, 全文、全図 & US 2002/0120192 A1 & EP 1171780 A & WO 2000/063719 A1	1-14

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

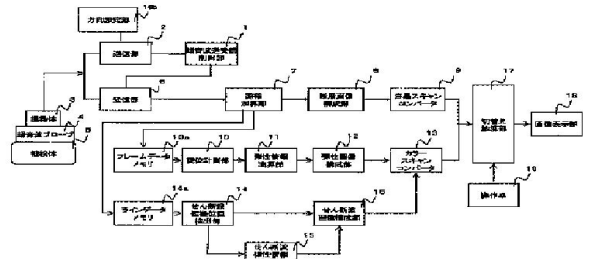
(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	超声波诊断装置，用于产生剪切波的传播图像的方法		
公开(公告)号	<a href="#">JPWO2011001776A1</a>	公开(公告)日	2012-12-13
申请号	JP2011520841	申请日	2010-06-01
[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		
[标]发明人	大坂卓司 三竹毅 村山直之		
发明人	大坂 卓司 三竹 毅 村山 直之		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/08 A61B8/485 G01S7/52042 G01S7/52071 G01S7/52074		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/EE11 4C601/EE13 4C601/GA40 4C601/JB34 4C601/JB46 4C601/KK12 4C601/KK13 4C601/KK24 4C601/KK25		
优先权	2009157715 2009-07-02 JP		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

摘要(译)

为了提供具有一个超声波探头的断层图像和能够通过剪切波获取弹性信息的超声波诊断装置和剪切波的传播图像生成方法，超声波与被检体5交换。在基于由超声波探头4接收的反射回波信号获取断层图像的过程中，通过振动体3在对象5中产生剪切波，并且生成并显示剪切波图像。

[201]



- FIG. 1
- 1 ULTRASOUND TRANSMISSION/RECEPTION CONTROL UNIT
  - 2 TRANSMITTING UNIT
  - 3 VIBRATOR
  - 4 ULTRASOUND WAVE PROBE
  - 5 SUBJECT
  - 6 RECEIVING UNIT
  - 7 RECEIVING LINE
  - 8 SHEAR WAVE PROPAGATION UNIT
  - 9 ELASTICITY MEASUREMENT SCANNING UNIT
  - 10 ELASTICITY MEASUREMENT UNIT
  - 11 FRAME DATA MEMORY
  - 12 ELASTICITY INFORMATION CALCULATING UNIT
  - 13 ELASTICITY IMAGE FORMING UNIT
  - 14 SHEAR WAVE PROPAGATION POSITION DETECTING UNIT
  - 15 COLOR SCAN CONVERTER
  - 16 DIRECTION SETTING UNIT
  - 17 SHEAR WAVE ELASTICITY INFORMATION CALCULATING UNIT
  - 18 SWITCHING ROCKER UNIT
  - 19 IMAGE DISPLAY UNIT
  - 20 OPERATOR CONSOLE