

(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2005-13283  
(P2005-13283A)  
(43) 公開日 平成17年1月20日(2005.1.20)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>  
A61B 8/08

F I  
A61B 8/08

テーマコード (参考)  
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2003-178685 (P2003-178685)  
(22) 出願日 平成15年6月23日 (2003.6.23)

(71) 出願人 301007685  
椎名 毅  
茨城県つくば市竹園2丁目808-205  
(71) 出願人 000153498  
株式会社日立メディコ  
東京都千代田区内神田1丁目1番14号  
(74) 代理人 100114166  
弁理士 高橋 浩三  
(72) 発明者 松村 剛  
東京都千代田区内神田1丁目1番14号  
株式会社日立メディコ内  
(72) 発明者 玉野 聡  
東京都千代田区内神田1丁目1番14号  
株式会社日立メディコ内

最終頁に続く

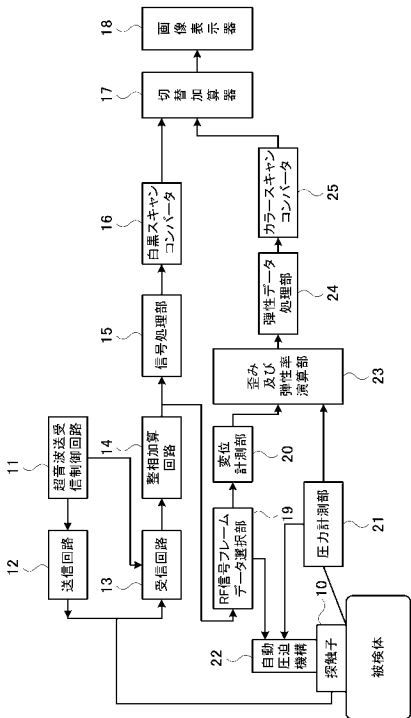
(54) 【発明の名称】 超音波探触子及び超音波診断装置

(57) 【要約】

【課題】弾性画像診断において、高画質な弾性画像を、任意の時相においても安定して映像化できるようにする。

【解決手段】被検体の接触面に対してほぼ垂直方向に移動することによって被検体の診断部位を所定の圧力で圧迫するように構成された自動圧迫手段を超音波探触子に設けた。自動圧迫手段を備えた超音波探触子を用いることで、所望の一定速度にて、圧迫ステージを自動で一定方向に上下動させることが可能であり、任意の時刻において高画質な弾性画像データを取得することができる。さらに、圧迫動作の再現性を保持することができるため、弾性画像の画質が検査士に依存してしまう問題を回避することが可能となる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

被検体の接触面に対してほぼ垂直方向に移動することによって被検体の診断部位を所定の圧力で圧迫するように構成された自動圧迫手段を備えた超音波探触子。

## 【請求項 2】

請求項 1 において、前記自動圧迫手段は、電磁モーター、超音波モーターなどのモーター機構又は油圧式ポンプ、水圧式ポンプ、空圧式ポンプなどのポンプ機構にて駆動力を得ることを特徴とする超音波探触子。

## 【請求項 3】

請求項 1 又は 2 において、前記自動圧迫手段は、既存の超音波探触子に対して後から装着されることによって構成されることを特徴とする超音波探触子。 10

## 【請求項 4】

請求項 1、2 又は 3 において、前記自動圧迫手段は、圧力計測手段によって計測された前記圧力の情報に基づいて前記圧迫動作を制御することを特徴とする超音波探触子。

## 【請求項 5】

請求項 1 から 4 までのいずれか 1 の超音波探触子を用いて被検体に対して超音波を送信及び受信する超音波送受信手段と、

前記超音波の送信及び受信を制御する超音波送受信制御手段と、

前記超音波送受信手段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 R F 信号フレームデータを所定周期で繰り返し取得する断層走査手段と、 20

前記断層走査手段によって取得された時系列の複数の R F 信号フレームデータの信号処理を行う信号処理手段と、

前記信号処理手段からの時系列の断層フレームデータを白黒断層像データに変換する白黒輝度情報変換手段と、

上記断層走査手段によって取得された時系列の複数の R F 信号フレームデータ群の中から、変位計測の対象となる R F 信号フレームデータの組を選択する R F 信号フレームデータ選択手段と、

前記 R F 信号フレームデータ選択手段によって選択された R F 信号フレームデータの組に基づいて断層像上の各点の移動量又は変位を計測する変位計測手段と、

前記被検体の診断部位の体腔内圧力を計測又は推定する圧力計測手段と、 30

前記変位計測手段によって計測された前記変位及び前記圧力計測手段によって計測された前記体腔内圧力に基づいて前記断層像上の各点の歪み及び弾性率を演算して第 1 の弾性フレームデータを生成する歪み及び弾性率演算手段と、

前記歪み及び弾性率演算手段によって生成された前記第 1 の弾性フレームデータを信号処理して第 2 の弾性フレームデータを生成する弾性データ処理手段と、

前記弾性データ処理手段によって生成された前記第 2 の弾性フレームデータを入力して色相情報もしくは白黒輝度情報を付与する色相情報変換手段もしくは白黒輝度情報変換手段と、

上記白黒輝度情報変換手段からの白黒断層像データと、色相情報変換手段からのカラーの弾性画像データもしくは白黒輝度情報変換手段からの白黒弾性画像データを加算又は独立に送出する切替加算手段と、 40

この切替加算手段からの画像データを表示する上記画像表示手段と

を備えたことを特徴とする超音波診断装置。

## 【請求項 6】

請求項 5 において、前記自動圧迫手段は、前記 R F 信号フレームデータ選択手段にて選択された前記 1 組の R F 信号フレームデータ間の周期情報を取得し、前記周期情報に応じて前記圧迫動作を制御することを特徴とする超音波診断装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、超音波を利用して被検体内の診断部位について断層像を得る超音波診断装置に係り、特に時系列に並んだの1組のRF信号フレームデータからその画像上の各点の歪み及び弾性率を演算し、生体組織の硬さまたは柔らかさを定量的に示す弾性画像として表示することができる超音波診断装置に関する。

#### 【0002】

##### 【従来の技術】

従来の一般的な超音波診断装置は、超音波送受信を制御する超音波送受信制御手段と、被検体に超音波を送信及び受信する超音波送受信手段と、この超音波送受信手段からの反射エコー信号を用いて運動組織を含む被検体内の断層像データを所定周期で繰り返して得る断層走査手段と、この断層走査手段によって得た時系列断層像データを表示する画像表示手段とを有して構成されていた。そして、被検体内部の生体組織の構造を例えばBモード像として表示していた。 10

#### 【0003】

これに対して、最近、超音波探触子の超音波送受信面にて、被検体の体表面から用手的な方法にて外力を与え、時系列的に隣接する2フレーム(連続2フレーム)の超音波受信信号の相関演算を利用して、各点における変位を求め、さらにその変位を空間微分することによって歪みを計測し、この歪みデータを画像化する手法、更には、外力による応力分布と歪みデータから、生体組織のヤング率等に代表される弾性率データを画像化する手法が現実的になってきている。このような歪み及び弾性率データ(以下、弾性フレームデータ)を基にした弾性画像によれば、生体組織の硬さや柔らかさを計測して表示することができる。このような超音波装置として、特許文献1又は特許文献2に記載されたものなどがある。 20

##### 【特許文献1】

特開平5-317313号公報

##### 【特許文献2】

特開2000-60853号公報

##### 【発明が解決しようする課題】

高画質な弾性画像データの描出に適した加圧量もしくは減圧量は、関心組織に0.5%~1%程度の歪みが生じる範囲であることが知られており、この適切範囲内の歪み量を与えられなかった時相においては、描出される弾性画像データは乱れたものになり、弾性画像による画像診断は困難になる。 30

#### 【0004】

一方、弾性フレームデータの演算は、一定の時間間隔をあけて取得された1組のRF信号フレームデータにて、1つの弾性フレームデータを構成する手法が採られている。従い、一連の圧迫過程において取得された複数の弾性画像データ(特に歪み画像データ)のそれぞれの画質は、それぞれの弾性画像データを構成する為の1組のRF信号フレームデータが取得された時刻における、圧迫速度に依存することになる。つまり、一定時間間隔において1組のRF信号フレームデータを取得するため、ある時刻における圧迫速度が速い場合は、その時刻において組織に与えられた歪みは大きく、逆にある時刻における圧迫速度が遅い場合は、その時刻において組織に与えられた歪みは小さいということになる。 40

#### 【0005】

しかし、このような従来の超音波診断装置による弾性画像化方法においては、用手的に関心組織を圧迫する方法をとっているため、一連の圧迫過程におけるすべての時刻において、高画質化に適した圧迫速度範囲で圧迫し続けることは困難であり、また、それぞれの時刻における圧迫速度が一定でないために、結果として出力される複数の弾性画像データが時間的に不連続で、弾性画像データのフレーム間にトビのある映像となり、画像診断は困難になる。

#### 【0006】

更に、圧迫過程において手ぶれが生じることは避けられず、圧迫方向がそれぞれの時刻において変動してしまうことも、上述の連続的に取得した弾性画像データの不連続性の原因 50

にもなっている。また、上述の原因により、弾性画像の画質が検査士の手技に依存することも免れない。

【 0 0 0 7 】

この発明は、上述の点に鑑みなされたものであり、弾性画像診断において、高画質な弾性画像を、任意の時相においても安定して映像化することができる超音波診断装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載された本発明の超音波探触子は、被検体の接触面に対してほぼ垂直方向に移動することによって被検体の診断部位を所定の圧力で圧迫するように構成された自動圧迫手段を備えたものである。従来は、用手的に関心組織を圧迫する方法をとっているため、一連の圧迫過程におけるすべての時刻において、高画質化に適した圧迫速度範囲で圧迫し続けることは困難であり、また、それぞれの時刻における圧迫速度が一定でないために、結果として出力される複数の弾性画像データが時間的に不連続で、弾性画像データのフレーム間にトビのある映像となる。さらに、圧迫過程において手ぶれが生じることは避けられず、圧迫方向がそれぞれの時刻において変動してしまうことも、上述の連続的に取得した弾性画像データの不連続性の原因にもなっている。また、このような原因により、弾性画像の画質が検査士の手技に依存することも免れない。しかし、この発明のように自動圧迫手段を備えた超音波探触子を用いることで、所望の一定速度にて、圧迫ステージを自動で一定方向に上下動させることが可能であり、任意の時刻において高画質な弾性画像データを取得することができる。さらに、圧迫動作の再現性を保持することができるため、弾性画像の画質が検査士に依存してしまう問題を回避することが可能となる。

【 0 0 0 9 】

請求項 2 に記載された本発明の超音波探触子は、請求項 1 において、前記自動圧迫手段は、電磁モーター、超音波モーターなどのモーター機構又は油圧式ポンプ、水圧式ポンプ、空圧式ポンプなどのポンプ機構にて駆動力を得るものである。これは、自動圧迫手段を構成する駆動手段を例示したものであり、モーター機構やポンプ機構などの駆動手段を用いるようにしたものである。なお、これ以外の駆動手段でも同様に適用可能である。

【 0 0 1 0 】

請求項 3 に記載された本発明の超音波探触子は、請求項 1 又は 2 において、前記自動圧迫手段は、既存の超音波探触子に対して後から装着されることによって構成されるものである。これは、使用中の既存の超音波探触子に後付けで自動圧迫手段を装着するようにしたものである。

【 0 0 1 1 】

請求項 4 に記載された本発明の超音波探触子は、請求項 1、2 又は 3 において、前記自動圧迫手段は、圧力計測手段によって計測された前記圧力の情報に基づいて前記圧迫動作を制御するものである。これは、圧力計測手段から出力される圧力データがある基準以上に大きな圧力を計測した時刻においては、モーター機構などの動作を停止することが可能となり、被験者を過大に圧迫することによる危険性を回避するようにしたものである。また、弾性画像による画像診断においては、高画質な弾性画像が得られる圧力範囲が存在し、ある閾値以上の圧力にて圧迫したり、ある閾値以下の圧力にて圧迫した場合には、弾性画像が乱れることが知られているので、ある連続的な加圧過程において、圧力計測手段から出力された圧力データがある閾値以上に大きな圧力を計測した時刻においては、加圧過程から連続的な減圧過程に切り替えるべく、モーター機構などの動作を制御し、逆に、ある連続的な減圧過程において、圧力センサーから出力された圧力データがある閾値以下の小さな圧力を計測した時刻においては、減圧過程から連続的な加圧過程に切り替えるべく、モーター機構などの動作を制御することができ、この動作を繰り返すことにより、適切な圧迫状態を常に維持することが可能となる。これにより、限られた診断時間において高画質な弾性画像を効率よく取得することができる。

【 0 0 1 2 】

請求項 5 に記載された本発明の超音波診断装置は、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 の超音波探触子を用いて被検体に対して超音波を送信及び受信する超音波送受信手段と、前記超音波の送信及び受信を制御する超音波送受信制御手段と、前記超音波送受信手段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 R F 信号フレームデータを所定周期で繰り返し取得する断層走査手段と、前記断層走査手段によって取得された時系列の複数の R F 信号フレームデータの信号処理を行う信号処理手段と、前記信号処理手段からの時系列の断層フレームデータを白黒断層像データに変換する白黒輝度情報変換手段と、上記断層走査手段によって取得された時系列の複数の R F 信号フレームデータ群の中から、変位計測の対象となる R F 信号フレームデータの組を選択する R F 信号フレームデータ選択手段と、前記 R F 信号フレームデータ選択手段によって選択された R F 信号フレームデータの組に基づいて断層像上の各点の移動量又は変位を計測する変位計測手段と、前記被検体の診断部位の体腔内圧力を計測又は推定する圧力計測手段と、前記変位計測手段によって計測された前記変位及び前記圧力計測手段によって計測された前記体腔内圧力に基づいて前記断層像上の各点の歪み及び弾性率を演算して第 1 の弾性フレームデータを生成する歪み及び弾性率演算手段と、前記歪み及び弾性率演算手段によって生成された前記第 1 の弾性フレームデータを信号処理して第 2 の弾性フレームデータを生成する弾性データ処理手段と、前記弾性データ処理手段によって生成された前記第 2 の弾性フレームデータを入力して色相情報もしくは白黒輝度情報を付与する色相情報変換手段もしくは白黒輝度情報変換手段と、上記白黒輝度情報変換手段からの白黒断層像データと、色相情報変換手段からのカラーの弾性画像データもしくは白黒輝度情報変換手段からの白黒弾性画像データを加算又は独立に送出する切替加算手段と、この切替加算手段からの画像データを表示する上記画像表示手段とを備えたものである。これは、請求項 1 ~ 4 の超音波探触子を用いて高画質な弾性画像を、任意の時相においても安定して映像化することができるようにした超音波診断装置に関するものである。

#### 【 0 0 1 3 】

請求項 6 に記載された本発明の超音波診断装置は、請求項 5 において、前記自動圧迫手段は、前記 R F 信号フレームデータ選択手段にて選択された前記 1 組の R F 信号フレームデータ間の周期情報を取得し、前記周期情報に応じて前記圧迫動作を制御するものである。これは、超音波診断装置の診断条件が変更になったことによる、超音波送受信周期が変化した状況においても、高画質な弾性画像を取得するために最適な圧迫速度となるように自動的に制御することができるようにしたものである。

#### 【 0 0 1 4 】

##### 【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施例を添付図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は、本発明による超音波診断装置の実施例を示すブロック図である。この超音波診断装置は、超音波を利用して被検体の診断部位について断層像を得ると共に生体組織の硬さ又は柔らかさを表す弾性画像を表示するものである。この超音波診断装置は、図に示すように、超音波探触子 1 0 と、超音波送受信制御回路 1 1 と、送信回路 1 2 と、受信回路 1 3 と、整相加算回路 1 4 と、信号処理部 1 5 と、白黒スキャンコンバータ 1 6 と、切替加算器 1 7 と、画像表示器 1 8 と、R F 信号フレームデータ選択部 1 9 と、変位計測部 2 0 と、圧力計測部 2 1 と、自動圧迫機構 2 2 と、歪み及び弾性率演算部 2 3 と、弾性データ処理部 2 4 と、カラースキャンコンバータ 2 5 とを備えて構成される。

#### 【 0 0 1 5 】

超音波探触子 1 0 は、機械式または電子的にビーム走査を行って被検体に超音波を送信及び受信するものである。図 2 は、一般的に使用されている 1 次元のリニアアレイ超音波探触子の外観を示す図である。超音波探触子の超音波送受信面 1 0 1 には超音波の発生源であると共に反射エコーを受信する振動子の素子群が整列して配置されている。超音波送受信制御回路 1 1 は、超音波を送信及び受信するタイミングを制御するものである。送信回路 1 2 は、超音波探触子 1 0 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共に内蔵された送波整相加算回路 1 4 により送信される超音波の収束点をある深さに設

定するものである。

【0016】

受信回路13は、超音波探触子10で受信した反射エコーの信号について所定のゲインで増幅するものである。また、整相加算回路14は、受信回路13で増幅された受波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て超音波ビームを形成するものである。さらに、信号処理部15は、整相加算回路14からの受波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うものである。そして、これらの超音波探触子10、送信回路12、超音波送受信制御回路11、受信回路13、整相加算回路14及び信号処理部15の全体で超音波送受信手段を構成しており、超音波探触子10で超音波ビームを被検体の体内で一定方向に走査させることにより、一枚の断層像を得るようになっている。 10

【0017】

白黒スキャンコンバータ16は、超音波送受信手段の信号処理部15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テレビ同期で読み出すための断層走査手段及びシステムの制御を行うための手段となるもので、信号処理部15からの反射エコー信号をデジタル信号に変換するA/D変換器と、このA/D変換器でデジタル化された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、これらの動作を制御するコントローラなどから成る。

【0018】

画像表示器18は、白黒スキャンコンバータ16によって得た時系列の断層像データを表示する手段となるもので、白黒スキャンコンバータ16から出力され、切替加算器17を介して入力した画像データをアナログのビデオ信号に変換するD/A変換器と、このD/A変換器からのアナログビデオ信号を入力して画像として表示するカラーテレビモニタとから成る。 20

【0019】

RF信号フレームデータ選択部19は、整相加算回路14から超音波診断装置のフレームレートで経時的に次々と出力されるRF信号フレームデータをRF信号フレームデータ選択部19に備えられたフレームメモリ内に順次確保し、現在確保されたRF信号フレームデータをRF信号フレームデータNとし、超音波診断装置の制御命令に従って時間的に過去のRF信号フレームデータN-1, N-2, N-3, ..., N-Mの中から1つのRF信号フレームデータを選択し、それをRF信号フレームデータXとする。そして、RF信号フレームデータ選択部19は、現在のRF信号フレームデータNと過去のRF信号フレームデータXを1組の信号として、変位計測部20に出力する。ここでは、整相加算回路14から出力される信号をRF信号フレームデータとして記述したが、例えば、RF信号を複合復調したI, Q信号の形式の信号であっても良い。 30

【0020】

変位計測部20は、RF信号フレームデータ選択部19によって選択された1組のRF信号フレームデータN, Xに基づいて1次元もしくは2次元相関処理を行い、断層像上の各点の変位もしくは移動ベクトル(変位の方向と大きさ)を計測するようになっている。この移動ベクトルの検出法としては、例えば特許文献1に記載されたブロック・マッチング法とグラジエント法とがある。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、現フレーム中の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フレームから探し、これを参照して予測符号化を行うものである。 40

【0021】

一般に、超音波を用いた弾性率の画像化における従来の方法による被検体の圧迫動作は、超音波探触子10で超音波送受信を行いつつ、被検体の診断部位の体腔内に効果的に応力分布を与える目的で図3に示すような超音波探触子10の超音波送受信面101と、この送受信面101に面を合わせて圧迫板31を装着し、超音波探触子10の超音波送受信面101と圧迫板31にて構成される圧迫面を被検体の体表に接触させ、圧迫面を手動的に 50

上下動させて被検体を圧迫する方法をとっている。

【0022】

この実施の形態では、超音波探触子10に対して用手的な被検体圧迫の動作を機械的な動作にて自動で行うことのできる自動圧迫機構22を設けることにした。図4は、超音波探触子の圧迫動作を行う自動圧迫機構の一例としてモーター機構による駆動力を用いた例を示す図である。図4では、自動圧迫機構は、超音波超音波探触子における超音波送受信面101と圧迫板31にて構成される圧迫面を独立した圧迫ステージ102を上下動させるものである。自動圧迫機構は、検査士によって保持される超音波探触子10の超音波探触子保持部103に保持されたモーター機構41の回転軸に設けられた歯車(ピニオン)42と、圧迫ステージ102の支持部材104に設けられた板歯車(ラック)43とで構成されたラックアンドピニオンで構成されている。モータ機構41は、外部のモーター制御部44の制御命令に従い、超音波探触子保持部103に備えられたモーター機構41にて圧迫ステージ102を上下動させるようになっている。このモーター機構41としては、電磁モーター、超音波モーターなどを用いた機構で構成されていても良い。なお、ラックアンドピニオン以外にも、モーター機構41にカムを設け、カムの形状に応じて支持部材104を上下方向に駆動するようにしても良い。

10

【0023】

図5は、自動圧迫機構の別の一例としてポンプ機構による駆動力を用いた例を示す図である。図5では、自動圧迫機構は、超音波探触子10における超音波送受信面101と圧迫板31にて構成される圧迫面を独立した圧迫ステージ102を上下動させるものである。自動圧迫機構は、検査士によって保持される超音波超音波探触子10の超音波探触子保持部103に保持された復動型の油圧シリンダー51によって構成される。この油圧シリンダー51のピストン511に圧迫ステージ102の支持部材104が結合されている。この油圧シリンダー51は油圧チューブ52によって油圧式ポンプ53と結合されており、油圧式ポンプ53の油圧制御により油圧シリンダー51内部に備えられたピストン511を上下動させ、ピストンと連動する構造をもってして、圧迫ステージ102を自動的に上下動させるようになっている。このポンプ機構としては、特に油圧式に限らず、水圧 空圧などを用いた機構で構成されていても良い。

20

【0024】

なお、上述の実施の形態では、圧迫ステージ102の駆動力となるモータ機構やポンプ機構などの駆動機構を超音波探触子保持部103側に備えた例を示したが、逆に駆動機構を圧迫ステージ側に備えても良い。また、超音波探触子10の内部に自動圧迫機構を内蔵した場合について説明したが、自動圧迫機構を既存の超音波探触子の外部に装着することにより、簡便に目的を実現する方法を試みることも可能である。

30

【0025】

図6は、自動圧迫機構を既存の超音波探触子の外部に装着することによって圧迫ステージの駆動と同等の動作を行うことができるようにした超音波探触子の一例を示す図である。自動圧迫機構60は、既存の超音波探触子10を固定的に保持する超音波探触子固定機構61と、この超音波探触子固定機構61を直線方向(上下方向)に駆動する駆動機構62とを具備したものである。超音波探触子固定機構61は、超音波探触子10の超音波探触子保持部103の首の部分に圧接して、超音波探触子10を固定保持する。このように超音波探触子固定機構61によって固定された超音波探触子10は、図4のような圧迫ステージと同等のものとなる。そこで、超音波探触子固定機能61の支持部材62に設けられた板歯車(ラック)63と、駆動機構(モータ機構)64の回転軸に設けられた歯車(ピニオン)65とで構成されたラックアンドピニオンを用いて超音波探触子保持部103すなわち超音波探触子10を上下動させるようにした。なお、図6では、板歯車(ラック)63と歯車(ピニオン)65との間に動力伝達用の2個の歯車66, 67が設けられている。このような自動圧迫機構60を既存の超音波探触子10に外部から装着する。そして、検査士が自動圧迫機構60を保持するようにすれば、超音波探触子10そのものを圧迫ステージとして上下動させることが可能である。

40

50

## 【 0 0 2 6 】

このように、従来の超音波診断装置による弾性画像化方法においては、用手的に関心組織を圧迫する方法をとっているため、一連の圧迫過程におけるすべての時刻において、高画質化に適した圧迫速度範囲で圧迫し続けることは困難であり、また、それぞれの時刻における圧迫速度が一定でないために、結果として出力される複数の弾性画像データが時間的に不連続で、弾性画像データのフレーム間にトビのある映像となる。さらに、圧迫過程において手ぶれが生じることは避けられず、圧迫方向がそれぞれの時刻において変動してしまうことも、上述の連続的に取得した弾性画像データの不連続性の原因にもなっている。また、このような原因により、弾性画像の画質が検査士の手技に依存することも免れない。しかし、この実施の形態のような自動圧迫機構を用いることで、所望の一定速度にて、圧迫ステージを自動で一定方向に上下動させることが可能であり、任意の時刻において高画質な弾性画像データを取得することができる。さらに、圧迫動作の再現性を保持することができるため、弾性画像の画質が検査士に依存してしまう問題を回避することが可能となる。

## 【 0 0 2 7 】

次に、圧迫板 3 1 の圧迫面から被検体表皮が受ける圧力を計測する圧力計測部 2 1 を設け、その圧力データを利用して自動圧迫機構 2 2 の動作を制御するようにした超音波診断装置の一例について説明する。図 7 は、超音波探触子の超音波送受信面と被検体表皮との間にどの程度の圧力が印加されているかを計測する圧力計測部を備えた超音波探触子の一例を示す図である。この超音波探触子は、図 7 に示すように、圧迫板 3 1 の周縁部に圧力センサー 7 1 ~ 7 6 からなる圧力計測部 2 1 が設けられている。このような超音波探触子を用いて、図 1 に示すように、任意の時相において圧迫板 3 1 と被検体表皮との間の圧力を測定し、その圧力データを自動圧迫機構 2 2 及び歪み及び弾性率演算部 2 3 に出力するようにした。すなわち、この実施の形態に係る自動圧迫機構 2 2 は、圧力計測部 2 1 にて計測された圧力データを取得し、自動圧迫機構 2 2 の圧迫動作を圧力データに応じて制御するものである。まず、図 1 に示すように自動圧迫機構 2 2 と圧力計測部 2 1 とを連結してその動作を制御する場合について説明する。図 8 は、その一例として図 4 に示したモーター機構 4 1 による駆動力を用いたものを示す図である。図 8 に示すように、圧迫板 3 1 の周囲に装着された圧力センサー 7 1 ~ 7 6 の圧力データが自動圧迫機構 2 2 のモーター制御部 4 4 に入力される。このモーター制御部 4 4 は、圧力データに応じたモーター制御信号をモーター機構 4 1 に出力し、モーター機構 4 1 に所望の圧迫動作を行うように制御する。

## 【 0 0 2 8 】

従来の超音波診断装置による弾性画像化方法においては、用手的に関心組織を圧迫する方法をとっているため、誤って必要以上に圧迫してしまうおそれがあるので、被験者の安全性確保の面においても十分な配慮がなされなければならない。この実施の形態のように自動圧迫機構を用いることによって、圧力センサー 7 1 ~ 7 6 から出力された圧力データがある基準以上に大きな圧力を計測した時刻においては、モーター機構 4 1 の動作を停止することが可能となり、被験者を過大に圧迫することによる危険性を回避することができる。また、弾性画像による画像診断においては、高画質な弾性画像が得られる圧力範囲が存在し、ある閾値以上の圧力にて圧迫したり、ある閾値以下の圧力にて圧迫した場合には、弾性画像が乱れることが知られている。従来の超音波診断装置による弾性画像化方法においては、用手的に関心組織を圧迫する方法をとっているため、任意の時刻において上述の範囲にある圧力にて被検体を圧迫し続けることは困難である。しかし、この実施の形態の自動圧迫機構を用いることによって、ある連続的な加圧過程において、圧力センサーから出力された圧力データがある閾値以上に大きな圧力を計測した時刻においては、加圧過程から連続的な減圧過程に切り替えるべく、モーター機構の動作を制御し、逆に、ある連続的な減圧過程において、圧力センサーから出力された圧力データがある閾値以下の小さな圧力を計測した時刻においては、減圧過程から連続的な加圧過程に切り替えるべく、モーター機構の動作を制御することができ、この動作を繰り返すことにより、適切な圧迫状態

を常に維持することが可能となる。これにより、限られた診断時間において高画質な弾性画像を効率よく取得することができる。

#### 【 0 0 2 9 】

この実施の形態に係る自動圧迫機構は、R F 信号フレームデータ選択部 1 9 にて選択された 1 組の R F 信号フレームデータ N , X 間の周期情報を取得し、自動圧迫機構 2 2 の圧迫動作がその周期に応じて制御されるようにするものである。以下、その動作の一例を説明する。

#### 【 0 0 3 0 】

R F 信号フレームデータ選択部 1 9 にて選択された 1 組の R F 信号フレームデータ N , X 間の周期は、整相加算回路 1 4 から出力され R F 信号フレームデータ選択部 1 9 に入力する R F 信号フレームデータの周期と、この 1 組の R F 信号フレームデータを構成する過去の R F 信号フレームデータ X と現在の R F 信号フレームデータ N との間で間引いた R F 信号フレームデータ数により決定される。例えば、整相加算回路 1 4 の出力である R F 信号フレームデータが毎秒 4 0 フレームの周期であり、且つ、1 組の R F 信号フレームデータ N , X 間の間引きフレーム数が 1 フレーム分であった場合、1 組の R F 信号フレームデータ間の周期は、毎秒 2 0 フレームとなる。自動圧迫機構 2 2 は、この 1 組の R F 信号フレームデータ N , X 間の周期情報を取得し、取得された周期情報に基づいて自動圧迫機構 2 2 における圧迫動作の圧迫速度を制御するようにした。例えば、上述の条件の場合、整相加算回路 1 4 からの出力である R F 信号フレームデータの周期は毎秒 4 0 フレーム、かつ、1 組の R F 信号フレームデータ N , X 間の周期が毎秒 2 0 フレームの状況において、関心組織に高画質化に適した歪み量として 0 . 7 % の歪みを与える圧迫速度 V 0 にて連続的に圧迫していると仮定する。

#### 【 0 0 3 1 】

この状況の下、超音波診断装置の診断条件の変更により、整相加算回路 1 4 からの出力である R F 信号フレームデータの周期が毎秒 2 0 フレームの周期に変更されてしまうと、1 組の R F 信号フレームデータ N , X 間の周期は毎秒 1 0 フレームに半減してしまうことになる。このときに、依然として圧迫速度 V 0 にて圧迫している場合、R F 信号フレームデータ間の間欠時間が 2 倍の長さになるため、関心組織に与えられる歪みは 1 . 4 % にまで大きくなり、高画質化に適する歪み量の範囲を逸脱することになる。その結果として出力される連続的な弾性画像データも乱れた画像となってしまう。そこで、この実施の形態に係る自動圧迫機構 2 2 においては、R F 信号フレームデータの周期情報を取得し、例えば、上述の状況においては、圧迫速度を  $V 0 / 2$  に半減した圧迫速度に変更するように自動圧迫機構 2 2 の圧迫動作を制御するようにした。

#### 【 0 0 3 2 】

しかし、従来の超音波診断装置による弾性画像化方法においては、用手的に関心組織を圧迫する方法をとっているため、超音波診断装置の診断条件変更に応じて圧迫速度を変更することは非常に困難であるが、この実施の形態に係る自動圧迫機構 2 2 によれば、超音波診断装置の診断条件が変更になったことによる、超音波送受信周期が変化した状況においても、高画質な弾性画像を取得するために最適な圧迫速度となるように自動的に制御することができる。

#### 【 0 0 3 3 】

自動圧迫機構 2 2 は、圧迫速度や連続的な加圧過程・減圧過程における積算した圧縮量（振幅）や、圧迫動作停止の圧力閾値などの圧迫動作の設定を任意に切り替えることができる。歪み及び弾性率演算部 2 3 は、変位計測部 2 0 及び圧力計測部 2 1 でそれぞれ求めた移動量（変位）及び圧力から断層像上の各点の歪み及び弾性率を演算して、歪みもしくは弾性率の数値データ（弾性フレームデータ）を生成し、その弾性フレームデータを弾性データ処理部 2 4 に出力するものであり、例えば、歪みの演算は圧力のデータを必要とせず、変位を空間微分することによって計算される。また、弾性率の内の一つである、例えばヤング率  $Y_m$  の演算は、以下の式（1）に示したように、各演算点における応力（圧力）を各演算点における歪み量で除することにより求められる。

10

20

30

40

50

$Y_{mi,j} = \text{圧力（応力）}_{ij} / (\text{歪み量}_{i,j}) \dots (1)$   
 $(i, j = 1, 2, 3, \dots)$

ここで、 $i, j$  の指標は、フレームデータの座標を表す。

#### 【0034】

弾性データ処理部 24 は、歪み及び弾性率演算部 23 からの弾性フレームデータに様々な画像処理を施し、カラースキャンコンバータ 25 に処理後の弾性フレームデータを送出する。カラースキャンコンバータ 25 は、弾性データ処理部 24 からの弾性フレームデータと、超音波診断装置の制御部（図示せず）からの命令もしくは弾性データ処理部 24 からの弾性フレームデータの中の階調化選択範囲とする上限値及び下限値を入力し、弾性フレームデータから弾性画像データとして赤、緑、青などの色相情報を付与する色相情報変換手段となるもので、例えば、弾性データ処理部 24 から出力される弾性フレームデータにおいて、歪みが大きく計測された領域は、弾性画像データ内の該当する領域を赤色コードに変換し、逆に歪みが小さく計測された領域は、弾性画像データ内の該当する領域を青色コードに変換するようになっている。また、カラースキャンコンバータ 25 は白黒スキャンコンバータ 16 でも良く、歪みが大きく計測された領域は、弾性画像データ内の該当する領域の輝度を明るくさせ、逆に歪みが小さく計測された領域は、弾性画像データ内の該当する領域の輝度を暗くさせるようにしても良い。切替加算器 17 は、白黒スキャンコンバータ 16 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 25 からのカラーの弾性画像データとを入力し、両画像を加算又は切り替えるものであり、白黒の断層像データだけを出力したり又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するように切り替えるようになっている。また、例えば、特許文献 2 に記載されたように、2 画面表示において白黒断層像とカラーもしくは白黒スキャンコンバータによる白黒弾性画像を同時に表示しても良い。この切替加算器 17 から出力された画像データが画像表示器 18 に出力され、カラーテレビモニタなどに表示されるようになっている。

#### 【0035】

次にこのように構成された超音波診断装置の動作について説明する。まず、超音波送受信制御に従い、被検体の体表面に接触された超音波探触子 10 に送信回路 12 によって高電圧電気パルス印加して超音波を打出し、診断部位からの反射エコー信号を超音波探触子 10 で受信する。次に、この受波信号は、受信回路 13 へ入力して前置増幅された後、整相加算回路 14 へ入力する。そして、この整相加算回路 14 により位相が揃えられた受波信号は、次の信号処理部 15 で圧縮、検波などの信号処理を受けた後、白黒スキャンコンバータ 16 へ入力する。この白黒スキャンコンバータ 16 では、受波信号 A/D 変換されると共に、時系列的に連続する複数の断層像データとして内部の複数枚のフレームメモリに記憶される。

#### 【0036】

自動圧迫機構 22 を備えた超音波探触子 10 を用いて被検体組織内部における関心部位の弾性評価を行うべく、自動圧迫機構 22 による自動的に設定された適切な圧迫方法にて被検体を圧迫しつつ超音波探触子 10 を被検体の体表面に接触することによって、整相加算回路 14 からは連続的な RF 信号フレームデータが出力される。整相加算回路 14 から出力された連続的な RF 信号フレームデータは、RF 信号フレームデータ選択部 19 に順次記憶され、その RF 信号フレームデータの内、時系列的に連続する複数枚の RF 信号フレームデータが RF 信号フレームデータ選択部 19 によって選択され、変位計測部 20 へ入力され、1 次元又は 2 次元の変位分布 ( $\Delta L_{i,j}$ ) が求められる。変位分布の算出は、前述の移動ベクトルの検出法として、例えばブロック・マッチング法によって行うが、特にこの方法によらなくても良いのは言うまでもなく、一般的に用いられる、2 画像データの同一領域における自己相関を計算して変位を算出して良い。また、RF 信号フレームデータ選択部において選択された 1 組の RF 信号フレームデータ間の周期情報を自動圧迫機構 22 に出力し、その周期情報に応じて自動圧迫機構 22 の圧迫動作を最適化するようになっている。一方、圧力計測部 21 においては、圧力センサーによって体表面に加え

られた圧力が計測され、その圧力情報が圧力計測部 21 から歪み及び弾性率演算部 23 及び自動圧迫機構 22 に送出され、この圧力情報に応じて自動圧迫機構 22 の圧迫動作を最適に制御することにより、被験者の弾性画像診断を効率よく、且つ、安全に行えるようになっている。

#### 【0037】

次に、変位計測部 20 及び圧力計測部 21 から出力された変位 ( $\Delta L_{i,j}$ ) 及び圧力 ( $\Delta P_{i,j}$ ) のそれぞれの計測信号は、歪み及び弾性率演算部 23 に入力される。歪み及び弾性率演算部 23 は、変位分布 ( $\Delta L_{i,j}$ ) を空間微分すること ( $\Delta L_{i,j} / \Delta X$ ) によって歪み量分布 ( $\varepsilon_{i,j}$ ) を計算する。特に弾性率の内、ヤング率  $Y_{mi,j}$  は次式によって計算される。

10

$$Y_{mi,j} = (\Delta P_{i,j}) / (\Delta L_{i,j} / \Delta X)$$

このようにして求めた弾性率  $Y_{mi,j}$  に基づいて、各点の弾性率が求められ、2次元の弾性画像データが連続的に得られる。

#### 【0038】

このようにして求められた弾性フレームデータは、次にカラー स्कаныコンバータ 25 もしくは白黒 स्कаныコンバータ 16 に入力され、色相情報もしくは白黒輝度情報に変換される。その後、切替加算器 17 を介して、白黒の断層像とカラーの弾性画像が加算合成され、又は、白黒の断層像と白黒の弾性画像を加算せずに画像表示器 18 に出力して、1画面に白黒断層像とカラーの弾性画像を重畳して表示する。または、白黒断層像と白黒弾性画像を2画面表示により同一画面上に同時に表示しても良い。また、白黒断層像は、特に一般のB像のみに限ったものではなく、受信信号の高調波成分を選択して画像化するティシューハーモニック断層像を用いても良い。また、同様に白黒断層像の代わりに、ティッシュードブラ像を表示しても良く、その他、2画面に表示する画像を様々な組合せにより選択しても良い。

20

#### 【0039】

なお、上述の弾性画像の形成については、前述の生体組織の歪みもしくはヤング率  $Y_m$  を求めて弾性画像データを生成する例を説明したが、本発明はこれに限らず、例えばスティフネスパラメータ  $\beta$ 、圧弾性係数  $E_p$ 、増分弾性係数  $E_{inc}$  などの他のパラメータを用いて弾性率を演算しても良い (特許文献1参照)。

#### 【0040】

30

また、図1に示した超音波診断装置は、被検体の体表面に超音波探触子を接触させる場合について説明したが、本発明はこれに限らず、経直腸超音波探触子、経食道超音波探触子、血管内超音波探触子など、任意の超音波探触子にて同様に適用できる。

#### 【0041】

以上のようにこの実施の形態に係る超音波診断装置によれば、検査士の依存しない再現性の高い高画質な弾性画像を容易、且つ、安全に取得することが可能となる。また、この実施の形態に係る超音波診断装置によれば、任意時刻において弾性画像を高分解能且つ安定的に描出することができると共に、従来、医師の試みる触診の応答を視覚的に動画像で表現する手段を実現することにより、超音波診断の実時間性、簡便性を保持した、臨床上有用な超音波診断装置を提供することができる。

40

#### 【0042】

##### 【発明の効果】

以上のように本発明によれば、弾性画像診断において、高画質な弾性画像を、任意の時相においても安定して映像化することができるという効果がある。

##### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による超音波診断装置の実施例を示すブロック図

【図2】一般的な超音波リニア超音波探触子を示す図

【図3】圧迫板を装着した超音波探触子を示す図

【図4】本発明によるモーター機構による自動圧迫機構を内蔵した超音波超音波探触子を示す図

50

【図 5】本発明による油圧機構による自動圧迫機構を内蔵した超音波探触子を示す図

【図 6】本発明による外部取り付け式にて既存超音波探触子に装着された自動圧迫機構を示す図

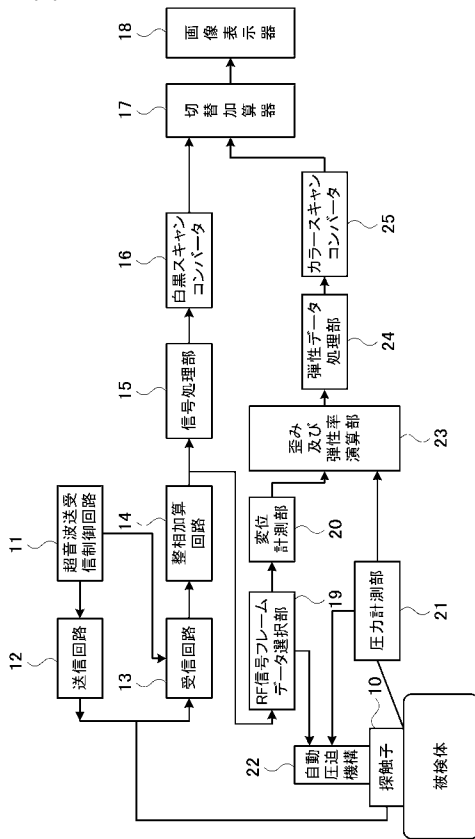
【図 7】圧力センサーを装着した超音波探触子を示す図

【図 8】本発明による圧力計測部により、圧力情報に応じて自動圧迫機構を制御することを示す図

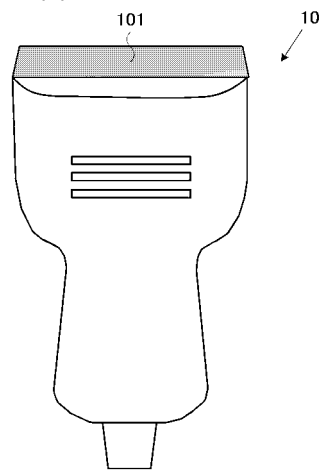
【符号の説明】

|                          |    |
|--------------------------|----|
| 1 0 ... 超音波探触子           |    |
| 1 1 ... 超音波送受信制御回路       |    |
| 1 2 ... 送信回路             | 10 |
| 1 3 ... 受信回路             |    |
| 1 4 ... 整相加算回路           |    |
| 1 5 ... 信号処理部            |    |
| 1 6 ... 白黒スキャンコンバータ      |    |
| 1 7 ... 切替加算器            |    |
| 1 8 ... 画像表示器            |    |
| 1 9 ... R F 信号フレームデータ選択部 |    |
| 2 0 ... 変位計測部            |    |
| 2 1 ... 圧力計測部            |    |
| 2 2 ... 自動圧迫機構           | 20 |
| 2 3 ... 歪み及び弾性率演算部       |    |
| 2 4 ... 弾性データ処理部         |    |
| 2 5 ... カラースキャンコンバータ     |    |
| 1 0 1 ... 超音波送受信面        |    |
| 1 0 2 ... 圧迫ステージ         |    |
| 1 0 3 ... 超音波探触子保持部      |    |
| 1 0 4 ... 支持部材           |    |
| 3 1 ... 圧迫板              |    |
| 4 1 ... モーター機構           |    |
| 4 2 ... 歯車（ピニオン）         | 30 |
| 4 3 ... 板歯車（ラック）         |    |
| 4 4 ... モーター制御部          |    |
| 5 1 ... 油圧シリンダー          |    |
| 5 1 1 ... ピストン           |    |
| 5 2 ... 油圧チューブ           |    |
| 5 3 ... 油圧式ポンプ           |    |
| 6 0 ... 自動圧迫機構           |    |
| 6 1 ... 超音波探触子固定機構       |    |
| 6 2 ... 支持部材             |    |
| 6 3 ... 板歯車（ラック）         | 40 |
| 6 4 ... 駆動機構（モータ機構）      |    |
| 6 5 ... 歯車（ピニオン）         |    |
| 6 6 , 6 7 ... 歯車         |    |
| 7 1 ~ 7 6 ... 圧力センサー     |    |

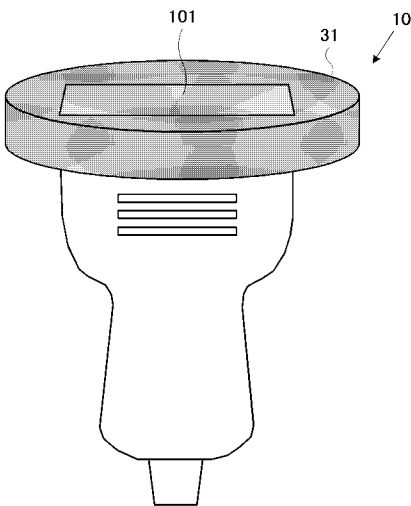
【 図 1 】



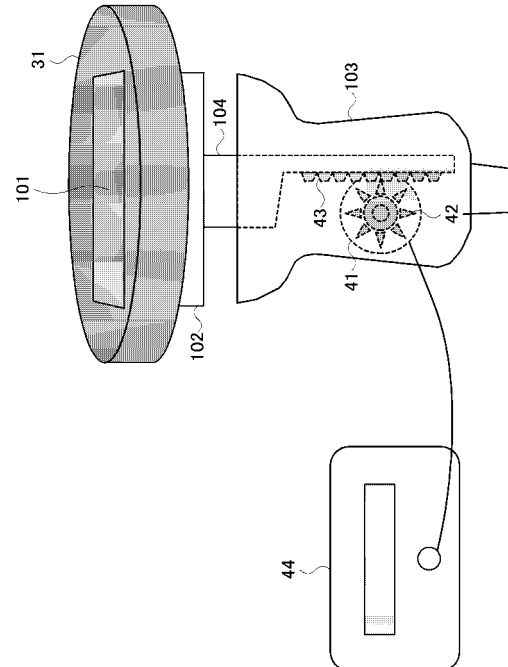
【 図 2 】



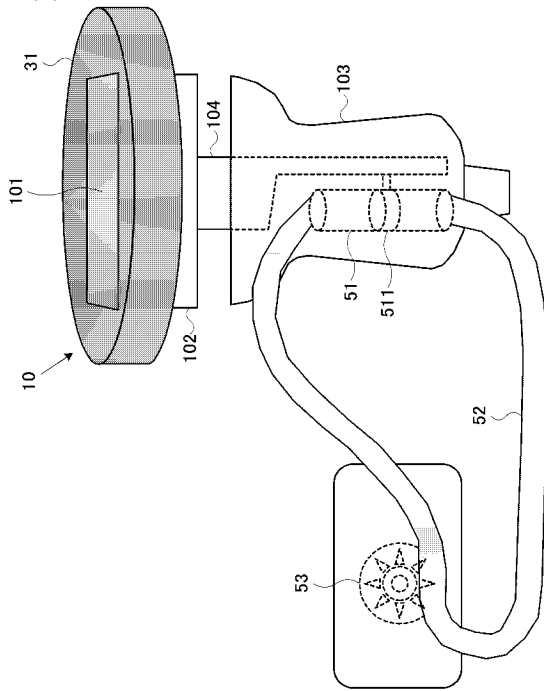
【 図 3 】



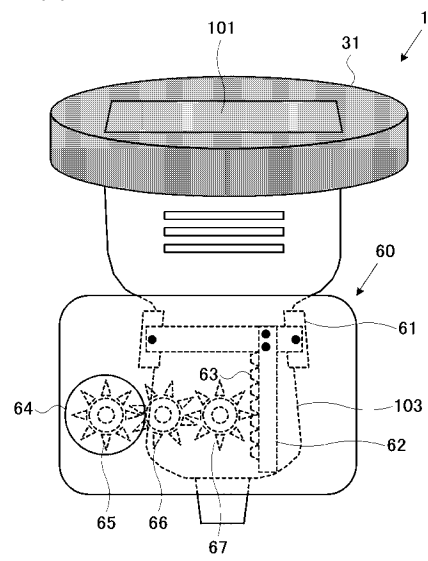
【圖 4】



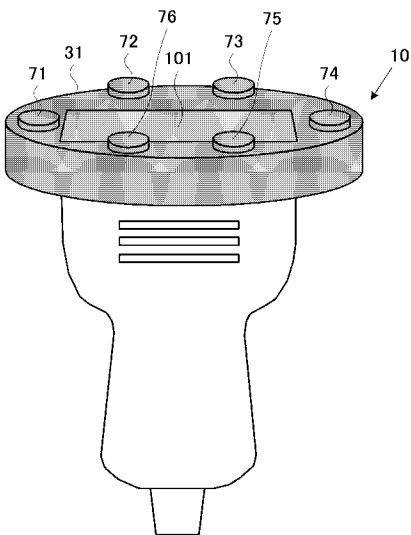
【図 5】



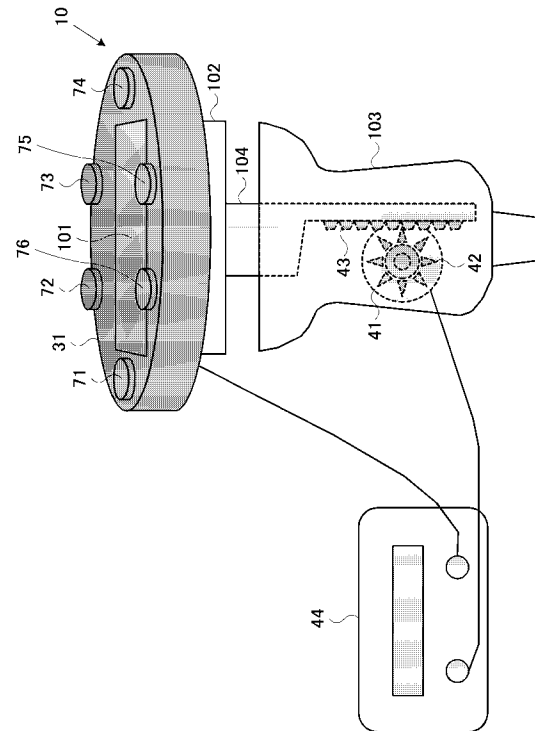
【図 6】



【図 7】



【図 8】



---

フロントページの続き

(72)発明者 三竹 毅

東京都千代田区内神田 1 丁目 1 番 1 4 号

株式会社日立メディコ内

(72)発明者 椎名 毅

茨城県つくば市竹園 2 - 8 0 8 - 2 0 5

F ターム(参考) 4C601 BB02 DD19 DD23 EE04 EE10 GA01 GA17 JB45 JB46 JC16

JC21 JC23 KK02 KK12 KK24

|                |                                                                                                                                                                       |         |            |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 超声波探头和超声波诊断仪                                                                                                                                                          |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">JP2005013283A</a>                                                                                                                                         | 公开(公告)日 | 2005-01-20 |
| 申请号            | JP2003178685                                                                                                                                                          | 申请日     | 2003-06-23 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 椎名刚<br>株式会社日立医药                                                                                                                                                       |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 椎名刚<br>株式会社日立メディコ                                                                                                                                                     |         |            |
| [标]发明人         | 松村剛<br>玉野聡<br>三竹毅<br>椎名毅                                                                                                                                              |         |            |
| 发明人            | 松村 剛<br>玉野 聡<br>三竹 毅<br>椎名 毅                                                                                                                                          |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/08                                                                                                                                                              |         |            |
| FI分类号          | A61B8/08 A61B8/14                                                                                                                                                     |         |            |
| F-TERM分类号      | 4C601/BB02 4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/EE04 4C601/EE10 4C601/GA01 4C601/GA17 4C601/ JB45 4C601/JB46 4C601/JC16 4C601/JC21 4C601/JC23 4C601/KK02 4C601/KK12 4C601/KK24 |         |            |
| 代理人(译)         | 高桥幸三                                                                                                                                                                  |         |            |
| 其他公开文献         | JP2005013283A5                                                                                                                                                        |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                             |         |            |

#### 摘要(译)

要解决的问题：即使在弹性图像诊断中的任意时间阶段，也要稳定地可视化高质量的弹性图像。超声探头具有自动压缩装置，该自动压缩装置被配置为通过在基本上垂直于对象的接触表面的方向上移动而以预定压力来压缩对象的诊断区域。通过使用配备有自动压缩装置的超声波探头，可以以期望的恒定速度在固定方向上自动地上下移动压缩台，并且可以随时获得具有高质量图像的弹性图像数据。可以获得。此外，由于可以保持压缩操作的再现性，所以可以避免弹性图像的图像质量取决于检查者的问题。[选型图]图1

