

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2009/131028

発行日 平成23年8月18日 (2011. 8. 18)

(43) 国際公開日 平成21年10月29日 (2009. 10. 29)

(51) Int. Cl. F 1 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

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 22 頁)

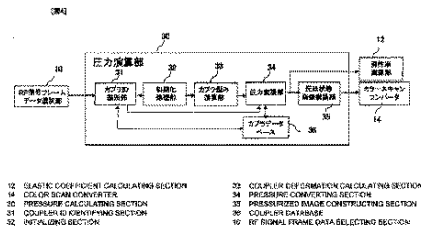
<p>出願番号 特願2010-509144 (P2010-509144)</p> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP2009/057470</p> <p>(22) 国際出願日 平成21年4月14日 (2009. 4. 14)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願2008-116388 (P2008-116388)</p> <p>(32) 優先日 平成20年4月25日 (2008. 4. 25)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本国 (JP)</p>	<p>(71) 出願人 000153498                  株式会社日立メディコ                  東京都千代田区外神田四丁目14番1号</p> <p>(72) 発明者 松村 剛                  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 BB02 DD19 DD23 GC03 HH05                  KK12 KK24 KK28 KK34</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

(57) 【要約】

弾性カプラと被検体の体表との接触性が悪くても絶対圧力の検出を精度よく行えるようにする。弾性カプラ20を柔軟性を有する弾性材料により超音波反射特性が少なくとも異なる2つの層を有して形成して超音波送受信面に装着し、圧力演算部30は、RF信号フレームデータ選択部10から出力されるRF信号フレームデータに基づいて、それらの層の境界面22の位置を検出し、境界面の検出位置と予め求められた境界面の初期位置とに基づいて境界面の位置変化を求め、位置変化と予め設定された弾性カプラの弾性特性に基づいて被検体に加えられる絶対圧力を求める。この際に、例えば弾性カプラの境界面の初期位置などを弾性カプラの種類に応じて異ならせることにより弾性カプラにID符号を付与しておき、圧力演算部30はID符号を識別し、カプラデータベースを参照して弾性カプラの種類を識別してID符号に対応した弾性特性を読み出す。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被検体に当接させて超音波を送受する超音波探触子と、該超音波探触子を駆動する送信部と、前記超音波探触子により受信された反射エコー信号であるRF信号を受信処理する受信部と、該受信部から出力されるRF信号に基づいて超音波像を生成する画像生成部とを備えてなる超音波診断装置において、

前記超音波探触子の超音波送受信面に装着された弾性カプラの変形に基づいて前記被検体に加えられた圧力を求める圧力演算部を備え、

前記弾性カプラは、少なくとも2つの層を有して形成され、

前記圧力演算部は、前記2つの層間の境界面の位置を検出し、該境界面の検出位置と予め求められた境界面の初期位置とに基づいて前記境界面の位置変化を求め、該位置変化と前記弾性カプラの弾性特性に基づいて絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 2】**

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、超音波反射特性が異なる少なくとも2つの層を有して形成され、前記超音波反射特性が異なる層の境界面が前記超音波送受信面に装着される装着面と前記被検体の体表に当接される接触面との間に位置させて設けられてなり、

前記圧力演算部は、前記受信部から出力される取得時刻が異なる一対の前記RF信号のフレームデータに基づいて、前記弾性カプラの厚み方向の前記境界面の位置の変位を検出し、該変位に基づいて前記境界面の厚み方向の歪みを求め、該厚み方向の歪みと予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 3】**

請求項2に記載の超音波診断装置において、

前記圧力演算部は、前記弾性カプラが無加圧の初期状態から時間経過に合わせて前記境界面の歪みを積算し、該歪みの積算値と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 4】**

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、前記境界面に中間層を挟んで形成され、該中間層の超音波反射特性は他の層と異ならせて形成されてなり、

前記圧力演算部は、前記中間層の厚み方向の位置を検出し、該中間層の検出位置と予め求められた中間層の初期位置とに基づいて前記中間層の位置変化を求め、該位置変化と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 5】**

請求項2に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、前記境界面に中間層を挟んで形成され、該中間層の超音波反射特性は他の層と異ならせて形成されてなり、

前記圧力演算部は、前記受信部から出力される取得時刻が異なる一対の前記RF信号フレームデータに基づいて、前記弾性カプラの前記中間層の厚み方向の位置の変位を検出し、該変位に基づいて前記中間層の厚み方向の歪みを求め、該厚み方向の歪みと予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

**【請求項 6】**

請求項3に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、前記境界面に中間層を挟んで形成され、該中間層の超音波反射特性は他の層と異ならせて形成されてなり、

前記圧力演算部は、前記弾性カプラが無加圧の初期状態から時間経過に合わせて前記中

間層の厚み方向の歪みを積算し、該歪みの積算値と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 7】

請求項4乃至6のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

前記中間層は、前記超音波探触子の超音波ビームのスキャン方向に直交する方向に延在させて、かつ間隔をあけて設けられた線状の複数の超音波反射体からなることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 8】

請求項1又は2のいずれかに記載の超音波診断装置において、

10

前記被検体の体表に当接される接触面側の層は、前記超音波送受信面に当接される接触面側の層より薄い、又は前記超音波反射特性が強く形成されてなることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 9】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、前記弾性材料の中に超音波散乱体が混入され、超音波減衰特性を大きく形成してなることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 10】

請求項1又は2のいずれかに記載の超音波診断装置において、

20

前記弾性カプラは、前記境界面の厚み方向の位置を当該弾性カプラの種類に応じて異ならせて、前記RF信号により当該弾性カプラの種類を識別可能な識別符合が形成され、前記圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいて前記識別符合を検出して前記弾性カプラの種類を識別し、前記弾性カプラの種類に対応して設定されている前記弾性特性に基づいて前記絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 11】

請求項10に記載の超音波診断装置において、

前記識別符号は、前記境界面の厚み方向の位置を異ならせて形成され、

前記圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいてカプラエコー領域内のRF信号の深度分布パターンにより、弾性カプラの種類を識別することを特徴とする超音波診断装置。

30

【請求項 12】

請求項10に記載の超音波診断装置において、

前記識別符号は、前記弾性カプラのスキャン方向の両端の領域部に、スキャン方向と厚み方向の少なくとも一方に超音波散乱体を符号化して分散させて形成され、

前記圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいて前記弾性カプラの両端の領域部のRF信号のパターンにより、弾性カプラの種類を識別することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 13】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラの弾性特性は、弾性率、厚み方向の変形と弾性率の関係曲線、厚み方向の歪みと弾性率の関係曲線、厚み方向の変形又は歪みの積算値と弾性率の関係曲線、厚み方向の変形又は歪みに対する弾性率補正係数の少なくとも一つであることを特徴とする超音波診断装置。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波診断装置に係り、特に、被検体の生体組織の断層画像(Bモード像)又は弾性情報による診断、ドプラ計測又はカラーフローモード(CFM)による血流診断等の検査時に、超音波探触子によって被検体に加えられる絶対圧力を検出可能にする技術に関する。

50

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、超音波診断装置は、超音波探触子(以下、単に探触子という。)から超音波を被検体である生体内に送波し、生体内から反射される超音波の反射エコー信号を探触子により受波し、受波した反射エコー信号(RF信号)に基づいて、生体内の組織や機能等の検査に適した画像等を生成して診断を行なうものである。

## 【0003】

このような超音波診断装置において、超音波は生体組織内部の伝播過程において減衰することから、Bモード像による検査は、比較的強い力で探触子を被検体に押し当てて生体組織を圧迫して変形させ、深部の組織を探触子側に近づけて撮像することにより高画質な画像を得ることが望ましい。一方、ドブラ計測やCFMなどの血流検査では、あまり強く探触子を押し当てて生体組織を圧迫すると、血管の断面が潰れて正しい血流情報を取得できないため、Bモード診断時よりも軽微な圧迫状態で検査を行うことが望ましい。また、生体組織の硬さ又は軟らかさの弾性情報を画像化するエラストグラフィによる検査でも、生体組織は圧迫の強さに応じて組織の硬さが変化する非線形性を有するため、一定の絶対圧力による圧迫状態で得られた弾性画像に基づいて診断を行うことが重要とされる。

10

## 【0004】

したがって、各検査法あるいは検査法を切り替えたときなどに、不適切な圧迫状態のまま検査を進めてしまうと、適切な診断を速やかに行なうことを妨げるおそれがあるから、生体組織に加わる絶対圧力をリアルタイムで計測して表示することが望まれる。

20

## 【0005】

特許文献1には、被検体の生体組織に加わる実際の圧力、つまり生体組織に加わる絶対的な圧力(以下、単に絶対圧力という。)を計測するため、取得時間が異なる一対のRF信号フレームデータに基づいて周知の変位・歪み演算を用いて弾性カプラの歪みを求め、予め設定されている弾性カプラの弾性率を用いて、求めた歪みを絶対圧力に換算することが提案されている。

## 【0006】

したがって、特許文献1に記載の圧力演算方法によれば、例えば、被検体に加えられた絶対圧力を計測して、生体組織の硬さ又は軟らかさの弾性情報を取得することができる。

30

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開2005-66041号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかしながら、特許文献1の弾性カプラにより絶対圧力を検出する方法によれば、基本的に、絶対圧力を高感度かつ高精度で検出することができるが、次に述べるような改善すべき余地がある。

## 【0009】

例えば、弾性カプラの被検体側の接触面と被検体の体表との接触性が悪く、微小な凹凸や空気層などが介在する接触ムラがあると、被検体の体表との境界を適正に検出することができず、弾性カプラの厚みの検出を適正にできないことがある。また、接触ムラがあると、非接触部の周囲の接触部の変形が大きくなることから、その境界部分の変形や歪みを計測して絶対圧力に換算すると、適正な絶対圧力の分布を計測できないことがある。

40

## 【0010】

本発明が解決しようとする課題は、絶対圧力の検出を精度よく行えるようにすることにある。

また、上記の課題に加えて、検査法等に応じて適切な弾性カプラを用いて絶対圧力を検出する操作を簡単化して、使い勝手を向上することにある。

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明の第1の態様は、被検体に当接させて超音波を送受する超音波探触子と、該超音波探触子を駆動する送信部と、前記超音波探触子により受信された反射エコー信号であるRF信号を受信処理する受信部と、該受信部から出力されるRF信号に基づいて超音波像を生成する画像生成部とを備えてなる超音波診断装置において、

前記超音波探触子の超音波送受信面に装着された弾性カプラの変形に基づいて前記被検体に加えられた圧力を求める圧力演算部を備え、前記弾性カプラは、少なくとも2つの層を有して形成され、前記圧力演算部は、前記2つの層間の境界面の位置を検出し、該境界面の検出位置と予め求められた境界面の初期位置とに基づいて前記境界面の位置変化を求め、該位置変化と前記弾性カプラの弾性特性に基づいて絶対圧力を求める。

10

## 【0012】

すなわち、前記弾性カプラは、柔軟性を有する弾性材料により超音波反射特性が異なる少なくとも2つの層を有して形成され、前記超音波反射特性が異なる層の境界面が前記超音波送受信面に装着される装着面と前記被検体の体表に当接される接触面との間に位置させて設けられてなり、前記圧力演算部は、前記受信部から出力される前記RF信号に基づいて、前記弾性カプラの厚み方向の前記境界面の位置を検出し、該境界面の検出位置と予め求められた境界面の初期位置とに基づいて前記境界面の位置変化を求め、該位置変化と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする。

20

## 【0013】

このように、弾性カプラの内部に形成された境界面の位置を検出し、その位置変化に基づいて絶対圧力を求めるようにしているから、弾性カプラと被検体の体表との境界を検出する場合に比べて、弾性カプラと被検体の体表との接触性にかかわらず、内部の境界面を安定して検出できるから、絶対圧力の検出を精度よく行える。なお、弾性カプラに圧迫力が加えられていない初期状態における境界面の初期位置は、圧迫力が加えられている加圧状態における境界面の位置検出と同様に、検出受信部から出力されるRF信号に基づいて検出することができる。

## 【0014】

また、絶対圧力の検出を精度よく行えるようにするため、本発明の第2の態様の構成は、弾性カプラは、第1の態様と同一であるが、圧力演算部の構成が異なる。つまり、前記圧力演算部は、前記受信部から出力される取得時刻が異なる一対の前記RF信号フレームデータに基づいて、前記弾性カプラの厚み方向の前記境界面の位置の変位を検出し、該変位に基づいて前記境界面の厚み方向の歪みを求め、該厚み方向の歪みと予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする。

30

## 【0015】

これによれば、弾性カプラと被検体の体表との接触性にかかわらず、内部の境界面を安定して検出できるから、その境界面の歪みを精度よく検出でき、歪みと弾性特性との関係に基づいて、絶対圧力を精度よく検出できる。

40

## 【0016】

さらに、第2の態様において、前記圧力演算部は、前記弾性カプラが無加圧の初期状態から時間経過に合わせて前記境界面の厚み方向の歪みを積算し、該歪みの積算値と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めるようにすることができる。これによれば、境界面の厚み方向の歪みを積算していることから、一層精度よく境界面の歪みを検出でき、歪み積算値と弾性特性との関係に基づいて、絶対圧力を一層精度よく検出できる。

## 【0017】

第1又は第2の態様において、前記弾性カプラは、前記2層の境界面に薄い中間層を挟んで形成され、該中間層の超音波反射特性は他の2層と異ならせて形成された構成とするこ

50

とができる。この場合において、中間層は、前記超音波探触子の超音波ビームのスキヤン方向に直交する方向に延在させて、かつ間隔をあけて設けられた線状の複数の超音波反射体から構成することができる。

【0018】

弾性カプラに中間層を設けた場合、第1の態様の圧力演算部は、前記中間層の厚み方向の位置を検出し、該中間層の検出位置と予め求められた中間層の初期位置とに基づいて前記中間層の位置変化を求め、該位置変化と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求める構成とすることができる。

【0019】

また、弾性カプラに中間層を設けた場合、第2の態様の圧力演算部は、前記受信部から 10  
出力される取得時刻が異なる一対の前記RF信号フレームデータに基づいて、前記弾性カプラの前記中間層の厚み方向の位置の変位を検出し、該変位に基づいて前記中間層の厚み方向の歪みを求め、該厚み方向の歪みと予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求める構成とすることができる。さらに、第2の態様の圧力演算部は、前記弾性カプラが無加圧の初期状態から時間経過に合わせて前記中間層の厚み方向の歪みを積算し、該歪みの積算値と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求める構成とすることができる。

【0020】

さらに、前記弾性カプラは、2層構造を有して形成され、前記被検体の体表に当接される接触面側の層が薄く、かつ前記超音波反射特性が強ク形成されてなる構成とすることができる。 20  
また、前記弾性カプラは、前記弾性材料の中に超音波散乱体を混入して超音波減衰特性を大きく形成してなる構成とすることができる。

【0021】

一方、検査法等に応じて適切な弾性カプラを用いて絶対圧力を検出する操作を簡単化して、使い勝手を向上するという課題を解決するため、第1又は第2の態様の前記弾性カプラを、前記2層の境界面の厚み方向の位置を当該弾性カプラの種類に応じて異ならせて、前記RF信号により当該弾性カプラの種類を識別可能な識別符合が形成された構成とする。この場合の圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいて前記識別符合を検出して前記弾性カプラの種類を識別し、前記弾性カプラの種類に対応して設定されている前記弾性特性に基づいて前記絶対圧力を求める構成とすることができる。 30

【0022】

これにより、弾性特性が異なる複数の弾性カプラを用意しておき、検査法あるいは関心部位の深度などに応じた適切な絶対圧力の計測に適した弾性カプラに交換した場合、超音波探触子に装着された状態で弾性カプラの種類を圧力演算部により自動的に識別できる。したがって、予め弾性カプラの種類に応じた弾性特性を圧力演算部に記憶させておけば、弾性カプラの種類と弾性特性に合わせて絶対圧力を演算することができる。

【0023】

また、前記識別符号は、前記2層の境界面の厚み方向の位置を異ならせて形成された構成とすることができる。この場合、前記圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいてカプラエコー領域内のRF信号の深度分布パターンにより、弾性カプラ 40  
の種類を識別する構成とすることができる。

【0024】

また、前記識別符号は、前記弾性カプラのスキヤン方向の両端の領域部に、スキヤン方向と厚み方向の少なくとも一方に超音波散乱体を符号化して分散させて形成された構成とすることができる。この場合、前記圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいて前記弾性カプラの両端の領域部のRF信号のパターンにより、弾性カプラの種類を識別する構成とすることができる。

【0025】

ここで、カプラデータベースに設定する弾性特性は、弾性率、厚み方向の変形と弾性率の関係曲線、厚み方向の歪みと弾性率の関係曲線、厚み方向の変形又は歪みの積算値と弾 50

性率の関係曲線、厚み方向の変形又は歪みに対する弾性率補正係数の少なくとも一つとすることができる。

【発明の効果】

【0026】

本発明によれば、絶対的圧力の検出を精度よく行うことができる。また、操作が簡単で、使い勝手が向上する。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】 本発明の実施形態の超音波診断装置のブロック構成図。

【図2】 弾性カプラの一実施例の構成図。

10

【図3】 弾性カプラの装着具の一実施例の構成図。

【図4】 実施形態の圧力演算部の詳細構成を示すブロック構成図。

【図5】 実施形態の特徴部の処理手順を説明するフローチャート。

【図6】 図2の弾性カプラの超音波像を示す図。

【図7】 圧迫状態画像の一例を示す図。

【図8】 圧迫状態画像の他の例を示す図。

【図9】 弾性カプラの他の実施例の構成図及び弾性カプラの超音波像を示す図。

【図10】 弾性カプラのさらに他の実施例の構成図及び弾性カプラの超音波像を示す図。

【符号の説明】

【0028】

20

1 探触子、2 送信回路、3 受信回路、8 切替加算器、9 画像表示器、10 RF信号フレームデータ選択部、11 変位・歪み演算部、12 弾性率演算部、13 弾性データ処理部、20 弾性カプラ、30 圧力演算部、31 カプラID識別部、32 初期化処理部、33 カプラ歪み演算部、34 圧力変換部、35 圧迫状態画像構築部、36 カプラデータベース

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、本発明の超音波診断装置の実施形態について、図面を参照して説明する。

図1に、本発明を弾性情報による検査を行う超音波診断装置に適用した一実施形態の機能ブロック構成図を示す。

【0030】

30

図1に示すように、本実施形態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画像を得るとともに生体組織の硬さ又は軟らかさを表す弾性画像を得るものである。同図に示すように、超音波探触子(以下、単に、探触子という。)1は送信回路2及び受信回路3と電氣的に接続されている。探触子1は、周知のように、超音波の発生源となり、かつ反射エコーを受波する振動子を短冊状に多数配列して形成されている。各振動子は、一般に、入力されるパルス波又は連続波の超音波信号を超音波に変換して発射する機能と、被検体100の内部から発射する反射エコーを電気信号である反射エコー信号に変換して出力する機能を有している。

【0031】

送信回路2は、送信回路2と受信回路3は、超音波送受信制御回路4によって協調制御されるようになっている。超音波送受信制御回路4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り、目的とする超音波検査に適した超音波送波ビームを探触子1から被検体100に打ち込むように送信回路2を制御するとともに、探触子1から所望の超音波受波ビームを受波するように受信回路3を制御するようになっている。本実施形態の超音波送受信制御回路4は、Bモード断層画像の計測に適した超音波送波ビーム及び超音波受波ビームを形成するように、超音波送波ビームを断層面に沿って走査するように送信回路2と受信回路3を制御する。

40

【0032】

受信回路3は、探触子1で受信した反射エコー信号を所定のゲインで増幅する。増幅された各振動子の数に対応した数の反射エコー信号が加算回路5に入力される。加算回路5は、

50

受信回路3で増幅された複数の反射エコー信号の位相を合わせて加算して、断層面に対応したRF信号フレームデータを生成する。

#### 【0033】

信号処理部6は、加算回路5から出力されるRF信号フレームデータを入力して、ゲイン補正、ログ補正、検波、輪郭強調、フィルタ処理等の各種信号処理を行なって画像データを生成する。白黒スキャンコンバータ7は、信号処理部6から出力される画像データを音波周期で取得し、この超音波像を表示するためテレビジョン方式の周期で読み出すための断層走査手段及びシステムの制御を行うための手段、例えば、信号処理部6からの画像データ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画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  
10  
などを含んで構成される。白黒スキャンコンバータ7によって生成された時系列の例えばBモード像の画像データは、切替加算器8を介して画像表示器9に出力される。画像表示器9は、白黒スキャンコンバータ7から出力される画像データをアナログ信号に変換するD/A変換器と、このD/A変換器から出力されるアナログビデオ信号を画像として表示するカラーテレビモニタとからなる。

#### 【0034】

次に、本実施形態の弾性画像を生成して画像表示器9に表示させる処理について説明する。一般に、弾性画像を生成するために、探触子1により被検体100を圧迫し、診断部位の生体組織に圧力(応力)を加え、その応力によって生体組織が変形することを利用している。つまり、生体組織は同一の応力が作用しても、生体組織の硬さ又は軟らかさである弾性  
20  
に依って変形の度合が異なる。そこで、探触子1で超音波送受信を行なうとともに、探触子1により被検体100を異なる圧力で圧迫したときの一对のBモード像に対応するRFフレームデータを用いて、組織の変形の度合を求めて、正常部位や病変部位を識別できる弾性画像を生成するようにしている。

#### 【0035】

本実施形態では、加算回路5で生成されたRF信号フレームデータは、RF信号フレームデータ選択部10に入力されている。RF信号フレームデータ選択部10は、加算回路5から順次出力されるRF信号フレームデータをフレームメモリ内に順次蓄積する。そして、図示していない制御部からの指令に従って、例えば最新のRF信号フレームデータと、時間的に過去のRF信号フレームデータの中から1つのRF信号フレームデータを選択して、変位・歪み演  
30  
算部11に取得時刻が異なる一对のRF信号フレームデータを出力するようになっている。なお、RF信号は符号復調したI、Q信号の形式になった信号であってもよい。

#### 【0036】

変位・歪み演算部11は、RF信号フレームデータ選択部10から出力される一对のRF信号フレームデータについて1次元又は2次元の相関処理を実行し、RF信号フレームデータの超音波ビームのスキャン方向及び深度方向にそれぞれ設定された複数の計測点*i*、*j*について、変位(又は変位ベクトル)を演算する。演算された複数の計測点の変位データは、変位フレームデータとして生成される。なお、変位演算の方法としては、相関処理の他に、例えば、特許文献1に記載されたように、周知のブロック・マッチング法やグラジェント法を用  
40  
いることができる。ブロック・マッチング法は、注目している計測点の画素を中心として複数画素からなる注目ブロックを設定し、その注目ブロックの画像情報が近似しているブロックを変位前のフレームに対して移動しながら探索し、最も近似しているブロックの位置から現在位置に変位したものとする方法である。

#### 【0037】

次いで、変位・歪み演算部11は、変位フレームデータを用い、周知のように、各計測点の変位を空間微分して各計測点の歪みを演算する。演算により得られた各計測点の歪みにより歪みフレームデータを生成して弾性率演算部12に出力する。

#### 【0038】

弾性率演算部12は、入力される歪みフレームデータの各計測点の歪みに基づいて、後述する圧力演算部30から与えられる各計測点*i*、*j*に作用している絶対圧力(応力)に基づいて  
50

、周知の方法により、各計測点の弾性率(例えば、ヤング率)を演算する。演算により得られた各計測点の弾性率により弾性率フレームデータを生成して、弾性データ処理部13に出力する。弾性データ処理部13は、弾性率演算部12で生成された歪み又は弾性率の弾性フレームデータに対し、フレーム内におけるスムージング処理、コントラスト最適化処理、あるいはフレーム間における時間軸方向のスムージング処理などの様々な画像処理を行ない、カラースキャンコンバータ14に出力する。

#### 【0039】

カラースキャンコンバータ14は、弾性データ処理部13から出力された弾性フレームデータに基づいて、各計測点に対応する画素に赤、緑、青などの色相情報を付与して弾性画像データを生成する。例えば、弾性データ処理部13から出力される歪みフレームデータにおいて、歪みが大きく計測された画素については、弾性画像データ内でその画素を赤色コードに変換し、逆に歪みが小さく計測された画素については、弾性画像データ内でその画素を青色コードに変換する。弾性率フレームデータの場合も同様に各画素に色相情報を付与して弾性画像データを生成する。なお、カラースキャンコンバータ14に代えて、白黒スキャンコンバータを使用して、歪みの大きさ等に対応して輝度階層を付与することもできる。

10

#### 【0040】

カラースキャンコンバータ14で生成された弾性画像データは、切替加算部8に出力される。切替加算部8は、白黒スキャンコンバータ7から出力される白黒の断層画像データと、カラースキャンコンバータ14から出力されるカラーの弾性画像データとを入力し、入力指令に応じて、両画像を加算又は切り替えて画像表示器9に出力する。具体的には、白黒の断層画像データだけ、カラーの弾性画像データだけ、又は両画像を並べて、画像表示器9に切替表示させることができる。また、両画像データを加算合成して、つまり半透明の重ね合わせ画像を生成して、画像表示器9に出力表示させるなど、入力指令に応じて出力画像を切り替えることができるようになっている。

20

#### 【0041】

次に、本実施形態の特徴部である弾性カプラ20と、圧力演算部30の詳細構成を説明する。

図2に、弾性カプラ20の一実施例を示す。弾性カプラ20は、図2(A)に示す斜視図のように、柔軟性を有する弾性材料であるゲル状物質により板状に形成され、一方の面の周囲に鏝部21が形成されている。弾性カプラ20を形成するゲル状物質の素材は、特許文献1に記載されているように、音響結合材料や音響レンズ素材などのように、超音波減衰が小さく、かつ、音速及び音響インピーダンスが生体に近く、生体との音響結合特性に優れたものが好ましい。また、同時に、保形性、柔軟性、適度な弾性、形状復元性に優れた素材を用いることが好ましい。特に、本実施例の弾性カプラ20は、図示のように、超音波反射特性が異なる2つの層20A、Bを有して形成され、それらの層20A、Bの境界面22が探触子1の超音波送受信面に装着される装着面と被検体100の体表に当接される接触面との間に位置させて設けられている。

30

#### 【0042】

また、弾性カプラ20は、探触子1の超音波送受信面に装着した場合、超音波送受信面との接触面及び被検体100の体表のように、凹凸のある部分に接触させても隙間を生じない材料が好ましい。すなわち、超音波送受信面及び体表との間に隙間が生じると、探触子1から照射された超音波がその隙間の空気の境界で反射されて、超音波像のノイズとなる。例えば、ゼラチン、寒天、オイルゲル、アクリルアミド、ポリビニルアルコール等の水性高分子と水とからなる水性ゲル(ハイドロゲル)、ポリウレタン、ゴムと油状成分とを含む組成物を架橋成形したオイルゲル、生ゴムに可塑剤として低分子量のゴムを配合したものを含有組成物を成形架橋したゴムを用いることができる。

40

#### 【0043】

このように形成された弾性カプラ20を、装着具23を用いて探触子1の超音波送受信面24に装着して用いる。すなわち、装着具23は、図3(A)に示すように、弾性カプラ20の鏝部21

50

に合わせて形成された溝25を有して樹脂等により棒状に形成されている。また、装着具23の棒体の内側に超音波送受信面24の外周部に係合する係止爪26が形成されている。また、棒体の対向する長辺に一对の把持片27が形成され、頂面には弾性カプラ20が挿入される開口28が形成されている。このように形成された装着具23に、図3(B)に示すように、底部側から弾性カプラ20を開口28に挿入し、弾性カプラ20の鍔部21を棒体の溝25に押し込んで組み付け、図2(B)に示すように、探触子1の超音波送受信面24に装着して用いる。このとき、弾性カプラ20の下面と超音波送受信面24との接触面に隙間ができないように、ゼリーなどを介在させて探触子1の超音波送受信面24に当て、係止爪26を超音波送受信面24の外周部に引っ掛けて、しっかりと固定する。

#### 【0044】

10

このようにして弾性カプラ20が装着された探触子1の把持部1Aを把持して、弾性カプラ20の露出面を被検体100の体表に押し当てて、超音波検査を行なう。なお、図1に示すように、探触子1の把持部1Aを被検体圧迫機構18に把持させて、被検体圧迫機構18により被検体100の体表に圧迫力を加えるようにすることができる。

#### 【0045】

圧力演算部30は、図4に示すブロックを備えて構成されている。すなわち、カプラID識別部31と、初期化処理部32と、カプラ歪み演算部33と、圧力変換部34と、圧迫状態画像構築部35と、カプラデータベース36を備えて構成される。

#### 【0046】

本実施形態に適用する弾性カプラ20は、図2(A)に示したものと同一の形状であるが、弾性カプラ20の種類を自動識別できるように、用途に応じた弾性カプラ20の種類ごとに、境界面22の深さ、あるいは層20A、Bの反射特性を異ならせることにより、同一種類の弾性カプラ20に識別符合(ID)を付与したものをを用いる。

20

#### 【0047】

カプラID識別部31は、RF信号フレームデータをRF信号フレームデータ選択部10から取り込み、境界面22の有無を検出して、弾性カプラ20が探触子に装着されていることを検知する。さらに、カプラエコー領域内のRF信号等の深度分布を判別して境界面22の深さを検出し、カプラデータベース36を参照して、弾性カプラ20のID符号を自動で識別する。識別したID符号は、圧力変換部34に出力される。なお、カプラデータベース36には、図示していない入力手段によって、境界面22の深さ及び深さ方向の位置パターンに対応させてID符号が設定され、さらにID符号に対応させて弾性特性が設定されている。

30

#### 【0048】

初期化処理部32は、RF信号フレームデータのRF信号の強度変化に基づいて、弾性カプラ20が無加圧の初期状態にあることを検出し、弾性カプラ20が初期状態におけるRF信号に基づいて弾性カプラ20の初期厚みを求めるようになっている。

#### 【0049】

カプラ歪み演算部33は、RF信号フレームデータに基づいて弾性カプラ20の境界面22の厚み方向の位置を検出するとともに、境界面22の厚み方向の位置の変化を検出して、境界面22の変位及び歪みを求めるようになっている。求めた変位又は歪みはID符号とともに圧力変換部33に出力される。

40

#### 【0050】

圧力変換部34は、入力されるID符号に対応した弾性特性をカプラデータベース36から読み出し、読み出した弾性特性に基づいて、カプラ歪み演算部33から入力される変位又は歪みを絶対圧力に換算するようになっている。

#### 【0051】

圧迫状態画像構築部35は、圧力変換部34から出力される絶対圧力を画像表示器9に表示させるために、圧迫状態画像を構築するようになっている。

#### 【0052】

以下、図5に示したフローチャートに沿って、本実施形態の圧力演算部50における圧力演算処理を詳細に説明する。

50

## 【0053】

## [S1: 超音波診断装置の起動]

超音波診断装置を手動により起動する。検査モードは、例えば、Bモード断層画像による検査とする。

## 【0054】

## [S2: カプラ装着及び検知]

手操作で図2(B)のように探触子1の超音波送受信面24に弾性カプラ20を装着する。弾性カプラ20が装着されたか否かの検出は、カプラID識別部31においてRF信号フレームデータを取り込み、RF信号の強度分布等により境界面22の有無を検出できたか否かにより自動で認識できる。また、図示していない入力手段を介して、操作者によりカプラID識別部31に弾性カプラ20を装着したことを入力するようにしてもよい。

## 【0055】

## [S3: カプラIDの識別]

カプラID識別部31は、RF信号フレームデータをRF信号フレームデータ選択部10から取り込み、境界面22の存在を検出した後、カプラエコー領域内のRF信号等の深度分布を判別して境界面22の深さ位置を検出し、カプラデータベース36を参照して、弾性カプラ20のID符号を自動で識別する。識別したID符号は、圧力変換部34に出力する。図6に、弾性カプラ20を装着して得られるBモード像101の一例を示す。図のように、画像の上部に弾性カプラ20の2層20A、Bと境界面22のエコー画像が現れる。したがって、カプラエコー領域内のRF信号が急激に変化する位置を検出することにより、境界面22に位置を検出して、ID符号を自動で識別できる。

## 【0056】

## [S4: 圧力演算部の起動]

圧力演算部30は、カプラID識別部31において弾性カプラ20のID符号を検知して起動される。

## 【0057】

## [S5: 初期状態の生成]

弾性カプラ20の境界面22の深さ方向の初期位置 $D(0)$ は予め計測できるが、弾性カプラ20の素材であるゲル状物質の液体成分が蒸発等することがあり、経時変化により境界面22の初期位置 $D(0)$ が小さくなることが考えられる。そこで、精度よく絶対圧力を検出するためには、超音波検査の都度、初期状態の境界面の初期位置 $D(0)$ を自動計測することが望ましい。

## 【0058】

本実施形態では、弾性カプラ20の露出面を空中に保持した無加圧の初期状態で境界面の初期位置 $D(0)$ を自動計測するために、初期化处理部32において、操作者が探触子1を把持して空中に保持した初期状態を自動認識可能にしている。この無加圧の初期状態は、RF信号に含まれる多重エコー信号により検知できる。つまり、音響レンズの露出面と空気との境界、又は弾性カプラ20の露出面と空気との境界において音響インピーダンスが急激に変化することに起因して多重エコーが発生する。例えば、探触子1に弾性カプラ20を装着されていない状態で空中に保持してBモード検査用の超音波ビームを送波すると、超音波送受信面に近い深度領域に音響レンズ(1mm程度厚)に由来する周期的な多重エコーを含むRF信号が受信される。他方、弾性カプラ20(例えば、5~10mm程度厚)が装着されると、音響レンズ由来の多重エコーが消失して、弾性カプラ20に由来する比較的長い周期の多重エコーが受信される。そこで、多重エコーの有無及び周期を検出することにより、弾性カプラ20が無加圧の初期状態の保持されていることを自動で認識できる。

## 【0059】

なお、初期状態を自動認識することに代えて、操作者が探触子1を把持して空中に保持した状態で、図示していない入力手段から、手動操作によりカプラ厚み演算部32に境界面22の初期位置 $D(0)$ の自動計測を指令することができる。

## 【0060】

## [S6: 初期化処理の実行]

初期化処理部32は、弾性カプラ20の初期状態を認識したとき、又は指令が入力されたとき、境界面の初期位置D(0)の自動計測を実行する。

## 【0061】

初期化処理部32は、弾性カプラ20の探触子1の振動子の配列方向(長軸方向)である超音波ビームのスキャン方向の座標*i*(*i*=0~*n*)、及び深度方向の座標*j*(*j*=0~*m*)における計測点*ij*について、RF信号(又は輝度)の強度*Q<sub>ij</sub>*が予め設定された閾値*Q<sub>thres</sub>*より大きくなる又は小さくなる座標*j*の平均値*J*を求め、*J*=境界面22の初期位置D(0)とする。なお、座標*J*は、超音波送受信面から超音波が送波されから座標*J*に到達して戻って来るまでの時間の概念であるから、弾性カプラ20内の音速を*C*とすると、弾性カプラ20の境界面の初期位置D(0)は、 $D(0)=J \times C/2$ で算出できる。

## 【0062】

また、初期化処理部32は、RFフレーム信号選択部10から出力されるRF信号に代えて、信号処理部6から出力されるBモード像の輝度データ又は信号強度を取り込み、同様の処理にて弾性カプラ20の境界面の初期位置D(0)を検出することができる。

## 【0063】

言い換えれば、送信回路2から探触子1に超音波を送波してから、RF信号の強度が大きく変化する時間*t<sub>i</sub>(0)*を求めて、境界面の初期位置D(0)を検出することができる。*t<sub>i</sub>(0)*は弾性カプラ20の境界面から反射する超音波の往復の時間であるから、*t<sub>i</sub>(0)*に音速*C*を乗じて2で割ると、スキャン方向の1次元分布である境界面の初期位置*D<sub>i</sub>(0)*を求めることができる。また、RF信号の強度が大きく変化する多重エコーの周期(閾値以上の周期)*T*を求め、*T*の1/2に音速*C*を乗じても*D<sub>i</sub>(0)*を求めることができる。

## 【0064】

なお、弾性カプラ20の境界面22の初期位置*D<sub>i</sub>(0)*は、スキャン方向に直交する方向の分布を加味した2次元分布を求めることができる。

## 【0065】

## [S7: カプラ変形(歪み)計測]

S7における処理は、カプラ歪み演算部33における処理である。まず、カプラ歪み演算部33は、前述した弾性カプラ20に起因する多重エコーが消失していることにより、弾性カプラ20が加圧状態にあることを検出することができる。

## 【0066】

## カプラ変形(歪み)計測の方式1

カプラ歪み演算部33は、弾性カプラ20の加圧状態における任意の時刻*t*のRF信号に基づいて弾性カプラ20の境界面22の深さ位置を検出して、弾性カプラ20の加圧状態におけるスキャン方向の境界面位置分布*D<sub>i</sub>(t)*を求める。つまり、操作者が弾性カプラ20を介して被検体100に探触子1を押し付けて圧迫を加え、その加圧状態で超音波を送信してから、RF信号*Q<sub>i</sub>(t)*の強度が大きく変化するまでの時間*t<sub>i</sub>(t)*の1/2と音速*C*に基づいて、超音波ビームに直交するスキャン方向の境界面位置分布*D<sub>i</sub>(t)*を求める。

## 【0067】

次いで、次式(1)により境界面位置変化分布 $\Delta D_i(t)$ を求め、次式(2)により弾性カプラ20の境界面22のスキャン方向の全歪み量分布*S<sub>i</sub>(t)*を求める。

## 【0068】

$$\Delta D_i(t) = D_i(0) - D_i(t) \quad (1)$$

$$S_i(t) = \Delta D_i(t) / D_i(0) \quad (2)$$

## カプラ変形(歪み)計測の方式2

上記方式1に代えて、カプラ歪み演算部33は、弾性カプラ20の歪みを計測し、これに基づいて絶対圧力*P<sub>i</sub>(t)*を求めることができる。すなわち、カプラ歪み演算部33は、RF信号フレームデータ選択部10から出力される初期状態におけるカプラエコー領域のRF信号フレームデータ*Q<sub>ij</sub>(0)*と、加圧状態における任意の時刻*t*においてRF信号フレームデータ選択部10から出力されるRF信号フレームデータ*Q<sub>ij</sub>(t)*とに基づいて、各計測時点における弾性

カプラ内部の計測点の変位を求めて全歪み量 $S_{ij}(t)$ を求めることができる。ここで、前述したように、 $i$ は弾性カプラ20のスキャン方向の座標、 $j$ は弾性カプラ20の厚み方向(深度方向)の座標である。

【0069】

すなわち、カプラ歪み演算部33は、加圧状態においてリアルタイムで変化するカプラエコー領域のRF信号 $Q_{ij}(t)$ を取り込み、初期状態における $Q_{ij}(0)$ と、任意の時刻 $t$ における $Q_{ij}(t)$ に基づいて周知の変位演算方法によって、各計測点 $i$ 、 $j$ の変位を求めて変位フレームデータを生成する。そして、変位フレームデータを空間微分して各計測点 $i$ 、 $j$ の全歪み量 $S_{ij}(t)$ からなる歪みフレームデータを求める。

【0070】

10

次いで、歪みフレームデータの全歪み量 $S_{ij}(t)$ に基づいて、同一のスキャン方向の座標 $i$ ごとに、カプラエコー領域の深度 $j$ の全範囲にわたって全歪み量 $S_{ij}(t)$ の平均値 $S_{i*}(t)$ を求め、その平均値 $S_{i*}(t)$ を超音波スキャン方向の座標位置 $i$ における全歪み量 $S_{ij}(t)$ として評価する。そして、評価した全歪み量 $S_{ij}(t)$ を用いて、圧力変換部38において絶対圧力 $P_i(t)$ を求める。

【0071】

本方式によれば、図1の弾性演算部12における生体組織の歪み計算と同時に、絶対圧力 $P_i(t)$ を求める処理を実行できる。

【0072】

本方式の場合、弾性カプラ20に超音波の散乱体を分散して混入することにより、RF信号の強度を強くできるので、厚みあるいは歪みの演算精度が向上する。

【0073】

#### カプラ変形(歪み)計測の方式3

カプラ圧迫評価の方式3は、初期状態から加圧状態における各計測時点について継続して、RF信号フレームデータ選択部10から取得時間が異なる一対のRF信号フレームデータを取得する。そして、一対のRF信号フレームデータを取得するたびに、弾性カプラ20の境界面22までの全領域について、各計測点 $i$ 、 $j$ の歪み変化 $\Delta S_{ij}(t-k)$ 、 $\dots$ 、 $\Delta S_{ij}(t)$ を求める。そして、時間的に隣り合う、例えば時刻 $(t-1)$ と時刻 $(t)$ の歪み変化 $\Delta S_{i,j}(t)$ を求める。さらに、時間的に連続する一対のRF信号フレームデータについて、その歪み変化 $\Delta S_{i,j}(t-k)$ 、 $\dots$ 、 $\Delta S_{ij}(t)$ を順次積算して、現時刻の歪み変化積算値 $\Sigma \Delta S_{ij}(t)$ を求める。次いで、計測点 $i$ 、 $j$ の $\Sigma \Delta S_{ij}(t)$ について、カプラエコー領域の座標 $j$ の方向について平均し、計測点 $i$ についての歪み変化積算値 $\Sigma \Delta S_{i*}(t)$ を求める。

30

【0074】

#### [S8: 絶対圧力の換算処理]

圧力変換部34は、カプラID識別部31で識別された弾性カプラ20のIDに対応する弾性特性(例えば、ヤング率 $E$ )をカプラデータベース36から読み出し、カプラ歪み演算部33で方式1により求めた歪み $S_i(t)$ を、次式(3)により、被検体100の生体組織に加えられている絶対圧力分布 $P_i(t)$ に換算する。

【0075】

$$P_i(t) = S_i(t) \times E \quad (3)$$

40

換算により得られた現在の絶対圧力分布 $P_i(t)$ は、図1の弾性率演算部12に出力される。これにより、弾性率演算部12は、前述したように、周知の演算処理により、生体組織の各計測点 $i$ 、 $j$ について得られた歪み $\epsilon_{ij}(t)$ に基づいて、各計測点 $i$ 、 $j$ の弾性率(例えば、ヤング率) $E_{ij}(t)$ を、次式(4)により求めて、弾性データ処理部13に出力する。

【0076】

$$E_{ij}(t) = P_i(t) / \epsilon_{ij}(t) \quad (4)$$

また、カプラ歪み演算部33で方式2の平均値 $S_{i*}(t)$ に基づいて求めた全歪み量 $S_{ij}(t)$ 、又は方式3により求めた歪み変化積算値 $\Sigma \Delta S_{i*}(t)$ を、次式(5)、(6)により、絶対圧力分布 $P_i(t)$ に換算する。なお、圧力変換部34はカプラ歪み演算部33と一体に形成してもよい。

50

【0077】

$$P_i(t) = S_i * (t) \times E \quad (5)$$

$$P_i(t) = \sum \Delta S_i * (t) \times E \quad (6)$$

[S9: 圧力分布の表示処理]

圧迫状態画像構築部35は、S8の絶対圧力の換算処理で求めた絶対圧力 $P_i(t)$ を、画像化して画像表示器9に表示させることにより、操作者は超音波検査を実行しながら同一の画面で検査項目に応じた適切な圧迫状態か否かを即座に判断できる。

【0078】

すなわち、圧迫状態画像構築部38は、例えば、絶対圧力 $P_i(t)$ を、数値表示、経時変化のグラフ表示、バーチャート表示などの少なくとも一つの画像を構築して、カラー स्क্যানコンバータ14によってカラー画像データに変換して、画像表示器9に表示される超音波画像に並べて又は一部に重ねて表示させる。

【0079】

図7に、圧迫状態画像を弾性画像に重ねて並びに並べて表示した一例を示す。図において、画面中央に弾性画像110が表示され、矩形の関心領域(ROI)の近くに弾性率 $E(kPa)$ と絶対圧力 $\sigma(kPa)$ が数値で表示窓111に表示されている。また、現時刻の絶対圧力 $\sigma$ が絶対圧力 $P_i$ の平均値などのバーチャート112が表示されている。さらに、画面の上部にスキャン方向の絶対圧力分布 $P_i$ のグラフ113が、下部に絶対圧力 $P_i$ の平均値の経時変化のグラフ114が表示されている。さらに、画面の右端に、弾性率 $E$ のカラーバー115が表示されている。

【0080】

したがって、操作者は、図7の画像を観察することにより、ROIの生体組織について適切な絶対圧力の下における弾性を評価して、診断を行うことができる。特に、絶対圧力 $P_i$ の平均値などのバーチャート112を見て、圧迫力が適正か否かを即座に判断することができる。

【0081】

図8に、圧迫状態画像を弾性画像に重ねて又は並べて表示した他の例を示す。図において、画面中央に弾性画像110が表示され、矩形の関心領域(ROI)の近くに弾性率 $E(kPa)$ と絶対圧力 $\sigma(kPa)$ がバーチャート116、117で表示されている。また、初期状態からの弾性カプラの厚み変化 $\Delta D_i(t)$ の平均値などを表すバーチャート118が表示されている。さらに、画面の上部に弾性カプラと被検体との境界が複数の点119により表示されている。

【0082】

また、圧力演算部30の演算結果である絶対圧力を検査法に対応させて設定され基準圧力範囲を比較して、基準圧力範囲を超えた場合は、例えば、ROIを示す境界線の表示色を変化させたり、又は点滅させることにより、圧迫状態の適否を容易に識別することができる。

【0083】

以上説明したように、本実施形態によれば、通常の弾性画像計測の検査の処理において、探触子1により被検体100の生体組織に加えられる絶対圧力をリアルタイムで精度よく計測できる。

【0084】

また、弾性カプラのID符号を弾性画像計測の処理の中で読み取ることができるから、種々の異なる弾性カプラを任意に交換しても、自動的に弾性カプラを識別して、弾性カプラの弾性特性に応じて絶対圧力を精度よく計測でき、操作者の手間が省けて使い勝手をよくすることができる。

【0085】

また、本実施形態では、弾性画像を生成表示する超音波診断装置を例に説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、被検体の生体組織の断層画像(Bモード像)による診断、ドプラ計測又はカラーフローモード(CFM)による血流診断等の検査を行う超音波診断装置に適用することができる。これにより、種々の検査に適した圧迫状態の評価を精度よく実現できる。

10

20

30

40

50

## 【0086】

ここで、弾性カプラの他の実施例について説明する。

図9(A)に、弾性カプラ20の実施例2の斜視図を示す。装着具は、図3と同一のものを用いることができる。図9(A)に示すように、本実施例2が図2(A)の実施例1の弾性カプラ20と異なる点は、超音波反射特性が同一の2層20A、Bの境界面に薄い中間層20Cを挟んで形成したことにある。中間層20Cの超音波反射特性は、他の2層20A、Bと異ならせている。この場合、中間層20Cの反射強度が、他の2層20A、Bに比べて高くても、低くてもよい。この場合のBモード像101の一例を図9(B)に示す。図示のように、画像の上部に弾性カプラ20の2層20A、Bの境界に中間層20Cのエコー画像が現れる。

## 【0087】

10

この場合、カプラID識別部31は、実施例1の場合と同様に、RF信号の厚み方向の分布に基づいて、弾性カプラのID符号を識別するようにできる。また、カプラ歪み演算部33は、実施例1と同様に、中間層20Cの厚み方向の位置変化、中間層20Cの厚み方向の歪み、あるいは弾性カプラが無加圧の初期状態から時間経過に合わせて中間層20Cの厚み方向の歪みを積算した歪みの積算値を求めて、被検体に加えられる絶対圧力を求めるようにすることができる。

## 【0088】

また、図10(A)に、弾性カプラ20の実施例3の斜視図を示す。装着具は、図3と同一のものを用いることができる。本実施例3が図9(A)の実施例2の弾性カプラ20と異なる点は、中間層20Cに代えて、探触子1の超音波ビームのスキャン方向に直交する方向に延在させて、かつ間隔をあけて線状の複数の超音波反射体20Dを設けたことにある。

20

## 【0089】

本実施例3の場合も、実施例2と同様に、超音波反射体20Dの深さ方向の位置に基づいて、弾性カプラのID符号を識別するようにでき、また、超音波反射体20Dの位置変化に基づいて、絶対圧力を検出することができる。

## 【0090】

さらに、図示していないが、実施例1の層20A、Bのうち、被検体100の体表に当接される接触面側の層(図2(A)の例では20A)を薄く、かつ超音波反射特性を強く形成して構成することができる。

30

## 【0091】

また、超音波散乱体を弾性カプラ20の全体に分散混入し、散乱体の分散濃度を異ならせることによりID符号化してもよい。超音波散乱体としては、弾性カプラ20の素材と音響インピーダンスが異なるグラファイト粉末やポリエチレン粉末等の材料を用いることができる。

## 【0092】

さらに、関心領域(ROI)から外れた弾性カプラ20のスキャン方向の両端の領域部の少なくとも一方に、スキャン方向に散乱体をコード化して分散させた符合領域を形成し、弾性カプラ20の種類に応じたID符号を付与することもできる。

## 【0093】

また、弾性カプラ20の実施例1~3のいずれの場合も、弾性カプラ20の全体に、超音波散乱体を混入して超音波の減衰を大きくすることができる。

40

## 【0094】

ところで、本発明の絶対圧力の検出原理は、加えられる圧迫力(圧力)に相関して弾性カプラ20の厚みが変化すること、その相関は弾性カプラ20の弾性特性に依存することに基づいている。そこで、絶対圧力を求めるには、弾性カプラ20の種類ごとに弾性特性を予め計測し、弾性カプラ20のID符号に対応付けてカプラデータベースに設定しておく必要がある。

## 【0095】

ここで、カプラデータベースに設定する弾性特性は、境界面又は中間層の厚み方向の変形(歪み)が絶対圧力に対して線形の場合、又は弾性カプラ20の弾性率(例えば、ヤング率)

50

が一定(線形)の場合は、ID符号に対応させて弾性率Eを設定すればよい。

【0096】

また、境界面又は中間層の厚み方向の位置変化が絶対圧力に対して非線形の場合、弾性率Eが絶対圧力に対して非線形の場合は、厚み方向の変形(歪み)と絶対圧力の関係曲線、又は厚み方向の変形(歪み)と弾性率Eの関係曲線を設定する。あるいは、厚み方向の変形又は歪みの積算値と弾性率の関係曲線、又は厚み方向の変形(歪み)に対する弾性率補正係数とすることができる。

【0097】

以上説明したように、本実施形態によれば、通常の弾性画像計測の検査の処理において、探触子1により被検体100の生体組織に加えらる絶対圧力をリアルタイムで精度よく計測

10

【0098】

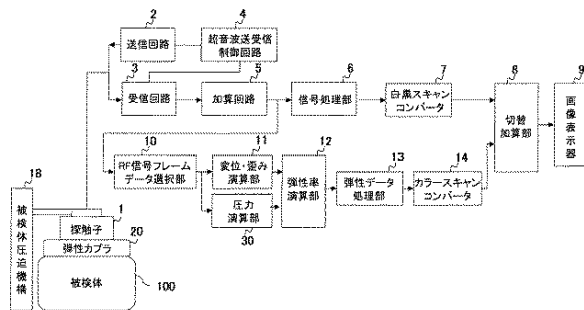
また、弾性カプラのID符号を弾性画像計測の処理の中で読み取ることができるから、種々の異なる弾性カプラを任意に交換しても、自動的に弾性カプラを識別して、弾性カプラの弾性特性に応じて絶対圧力を精度よく計測でき、操作者の手間を省いて使い勝手をよくすることができる。

【0099】

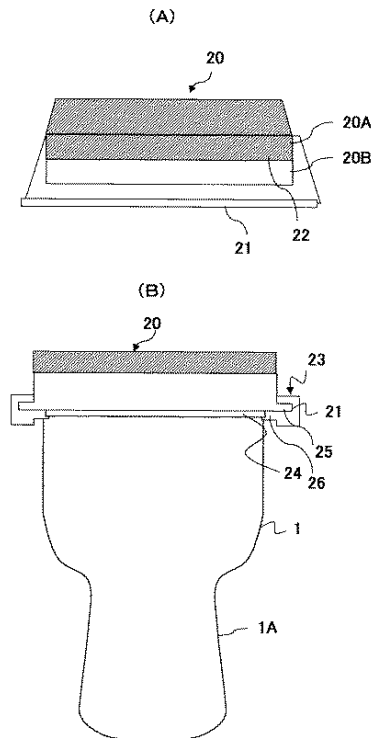
また、本実施形態では、弾性画像を生成表示する超音波診断装置を例に説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、被検体の生体組織の断層画像(Bモード像)による診断、ドプラ計測又はカラーフローモード(CFM)による血流診断等の検査を行う超音波診断装置に適用することができる。これにより、種々の検査に適した圧迫状態の評価を精度よく実現できる。

20

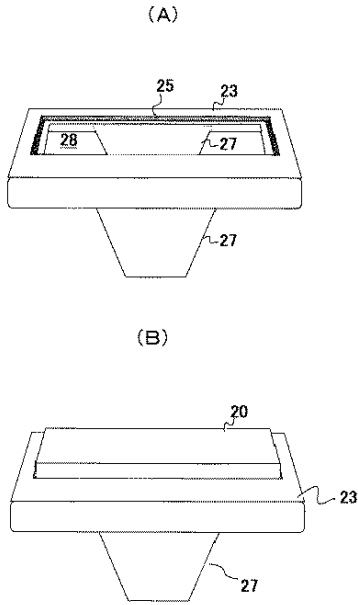
【図1】



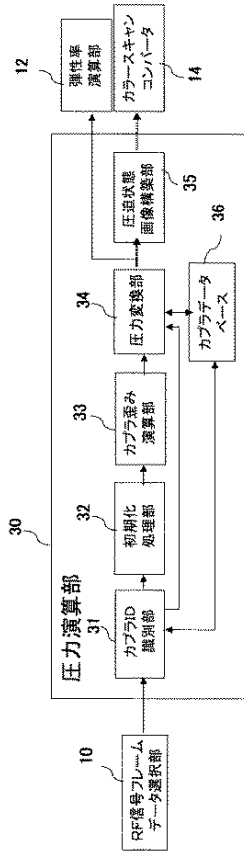
【図2】



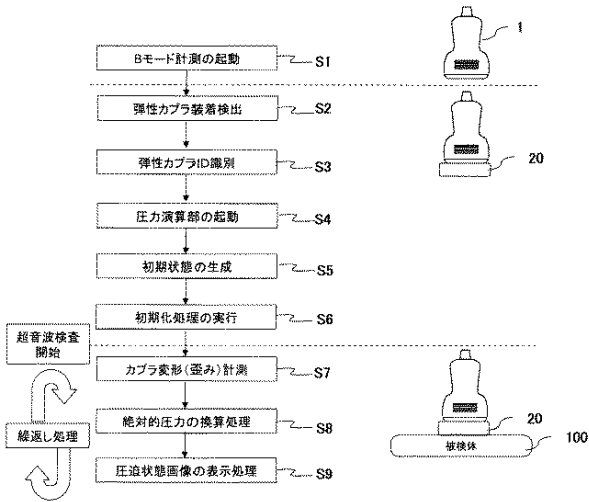
【図 3】



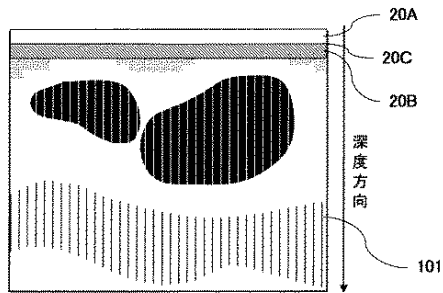
【図 4】



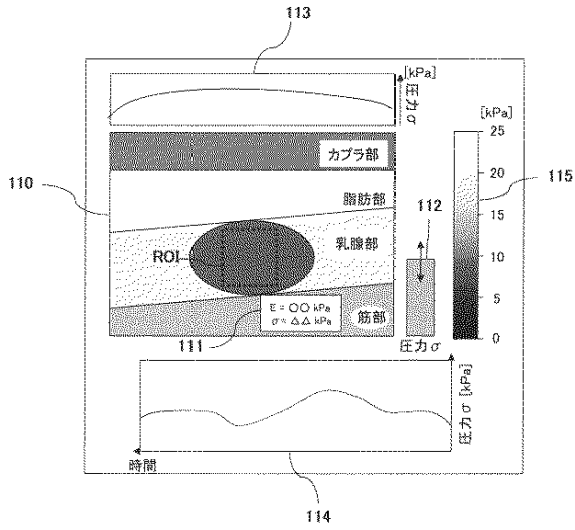
【図 5】



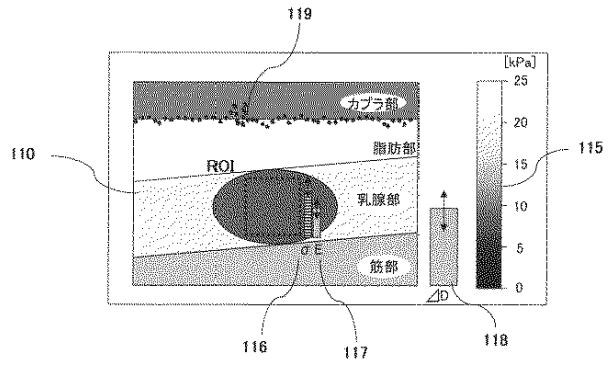
【図 6】



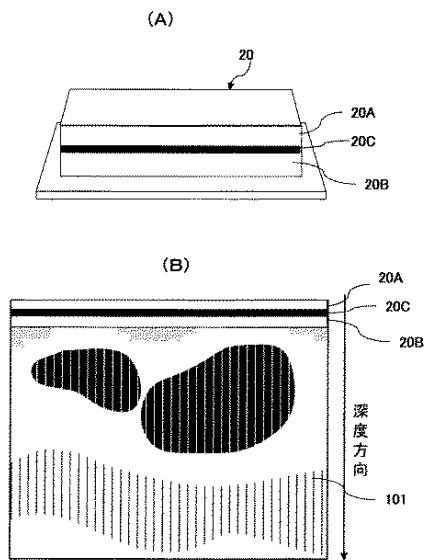
【図 7】



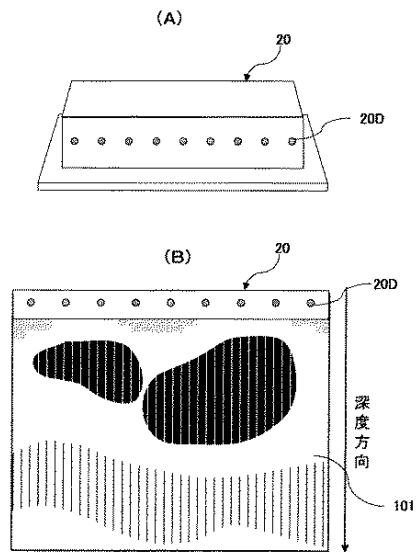
【図 8】



【図 9】



【図 10】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2009/057470
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B8/08(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
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 1996-2009 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2009 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2009		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005/120358 A1 (Hitachi Medical Corp.), 22 December, 2005 (22.12.05), Par. No. [0052] & US 2008/0269606 A1 & EP 1762180 A1 & CN 1980606 A	1-13
A	JP 2005-66041 A (Hitachi Medical Corp.), 17 March, 2005 (17.03.05), Par. No. [0027]; Fig. 7 (Family: none)	1-13
A	WO 2006/121031 A1 (Hitachi Medical Corp.), 16 November, 2006 (16.11.06), Full text; all drawings & EP 1880679 A1 & CN 101160099 A	1-13
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&amp;" document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 01 May, 2009 (01.05.09)		Date of mailing of the international search report 19 May, 2009 (19.05.09)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2009/057470

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 2006-247203 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 21 September, 2006 (21.09.06), Full text; all drawings (Family: none)	1-13

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 9 / 0 5 7 4 7 0	
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 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2009年 日本国実用新案登録公報 1996-2009年 日本国登録実用新案公報 1994-2009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	
A	WO 2005/120358 A1 (株式会社日立メディコ) 2005.12.22, 段落 [0052] & US 2008/0269606 A1 & EP 1762180 A1 & CN 1980606 A	1-13	
A	JP 2005-66041 A (株式会社日立メディコ) 2005.03.17, 段落[0027], 第7図 (ファミリーなし)	1-13	
A	WO 2006/121031 A1 (株式会社日立メディコ) 2006.11.16, 全文, 全 図 & EP 1880679 A1 & CN 101160099 A	1-13	
A	JP 2006-247203 A (松下電器産業株式会社) 2006.09.21, 全文, 全 図 (ファミリーなし)	1-13	
<input 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 01.05.2009		国際調査報告の発送日 19.05.2009	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 宮川 哲伸	2Q 9208
		電話番号 03-3581-1101	内線 3292

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(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, 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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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（W I P O）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。

【公報種別】 特許法第17条の2の規定による補正の掲載  
 【部門区分】 第1部門第2区分  
 【発行日】 平成24年5月24日(2012.5.24)

【国際公開番号】 WO2009/131028  
 【年通号数】 公開・登録公報2011-033  
 【出願番号】 特願2010-509144(P2010-509144)  
 【国際特許分類】  
 A 6 1 B 8/08 (2006.01)  
 【F I】  
 A 6 1 B 8/08

【手続補正書】  
 【提出日】 平成24年3月19日(2012.3.19)  
 【手続補正1】  
 【補正対象書類名】 特許請求の範囲  
 【補正対象項目名】 全文  
 【補正方法】 変更  
 【補正の内容】  
 【特許請求の範囲】  
 【請求項1】

被検体に当接させて超音波を送受する超音波探触子と、該超音波探触子を駆動する送信部と、前記超音波探触子により受信された反射エコー信号であるRF信号を受信処理する受信部と、該受信部から出力されるRF信号に基づいて超音波像を生成する画像生成部とを備えてなる超音波診断装置において、

前記超音波探触子の超音波送受信面に装着された弾性カプラの変形に基づいて前記被検体に加えられた圧力を求める圧力演算部を備え、

前記弾性カプラは、少なくとも2つの層を有して形成され、

前記圧力演算部は、前記2つの層間の境界面の位置を検出し、該境界面の検出位置と予め求められた境界面の初期位置とに基づいて前記境界面の位置変化を求め、該位置変化と前記弾性カプラの弾性特性に基づいて絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、超音波反射特性が異なる少なくとも2つの層を有して形成され、前記超音波反射特性が異なる層の境界面が前記超音波送受信面に装着される装着面と前記被検体の体表に当接される接触面との間に位置させて設けられてなり、

前記圧力演算部は、前記受信部から出力される取得時刻が異なる一対の前記RF信号のフレームデータに基づいて、前記弾性カプラの厚み方向の前記境界面の位置の変位を検出し、該変位に基づいて前記境界面の厚み方向の歪みを求め、該厚み方向の歪みと予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項3】

請求項2に記載の超音波診断装置において、

前記圧力演算部は、前記弾性カプラが無加圧の初期状態から時間経過に合わせて前記境界面の歪みを積算し、該歪みの積算値と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラは、前記境界面に中間層を挟んで形成され、該中間層の超音波反射特性

は他の層と異ならせて形成されてなり、

前記圧力演算部は、前記中間層の厚み方向の位置を検出し、該中間層の検出位置と予め求められた中間層の初期位置とに基づいて前記中間層の位置変化を求め、該位置変化と予め設定された前記弾性カプラの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項5】

請求項2に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプらは、前記境界面に中間層を挟んで形成され、該中間層の超音波反射特性は他の層と異ならせて形成されてなり、

前記圧力演算部は、前記受信部から出力される取得時刻が異なる一対の前記RF信号のフレームデータに基づいて、前記弾性カプらの前記中間層の厚み方向の位置の変位を検出し、該変位に基づいて前記中間層の厚み方向の歪みを求め、該厚み方向の歪みと予め設定された前記弾性カプらの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項6】

請求項3に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプらは、前記境界面に中間層を挟んで形成され、該中間層の超音波反射特性は他の層と異ならせて形成されてなり、

前記圧力演算部は、前記弾性カプらが無加圧の初期状態から時間経過に合わせて前記中間層の厚み方向の歪みを積算し、該歪みの積算値と予め設定された前記弾性カプらの弾性特性に基づいて前記被検体に加えられる絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項7】

請求項4乃至6のいずれか一項に記載の超音波診断装置において、

前記中間層は、前記超音波探触子の超音波ビームのスキャン方向に直交する方向に延在させて、かつ間隔をあけて設けられた線状の複数の超音波反射体からなることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項8】

請求項2に記載の超音波診断装置において、

前記被検体の体表に当接される接触面側の層は、前記超音波送受信面に当接される接触面側の層より薄い、又は前記超音波反射特性が強く形成されてなることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項9】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプらは、弾性材料の中に超音波散乱体が混入され、超音波減衰特性を大きく形成してなることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項10】

請求項1又は2のいずれかに記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプらは、前記境界面の厚み方向の位置を当該弾性カプらの種類に応じて異ならせて、前記RF信号により当該弾性カプらの種類を識別可能な識別符合が形成され、前記圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいて前記識別符合を検出して前記弾性カプらの種類を識別し、前記弾性カプらの種類に対応して設定されている前記弾性特性に基づいて前記絶対圧力を求めることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項11】

請求項10に記載の超音波診断装置において、

前記識別符合は、前記境界面の厚み方向の位置を異ならせて形成され、

前記圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいてカプラエコー領域内のRF信号の深度分布パターンにより、弾性カプらの種類を識別することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項12】

請求項10に記載の超音波診断装置において、

前記識別符号は、前記弾性カプラのスキャン方向の両端の領域部に、スキャン方向と厚み方向の少なくとも一方に超音波散乱体を符号化して分散させて形成され、

前記圧力演算部は、前記RF信号又は前記RF信号フレームデータに基づいて前記弾性カプラの両端の領域部のRF信号のパターンにより、弾性カプラの種類を識別することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項13】

請求項1に記載の超音波診断装置において、

前記弾性カプラの弾性特性は、弾性率、厚み方向の変形と弾性率の関係曲線、厚み方向の歪みと弾性率の関係曲線、厚み方向の変形又は歪みの積算値と弾性率の関係曲線、厚み方向の変形又は歪みに対する弾性率補正係数の少なくとも一つであることを特徴とする超音波診断装置。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

このように、弾性カプラの内部に形成された境界面の位置を検出し、その位置変化に基づいて絶対圧力を求めるようにしているから、弾性カプラと被検体の体表との境界を検出する場合に比べて、弾性カプラと被検体の体表との接触性にかかわらず、内部の境界面を安定して検出できるから、絶対圧力の検出を精度よく行える。なお、弾性カプラに圧迫力が加えられていない初期状態における境界面の初期位置は、圧迫力が加えられている加圧状態における境界面の位置検出と同様に、受信部から出力されるRF信号に基づいて検出することができる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

カプラ歪み演算部33は、RF信号フレームデータに基づいて弾性カプラ20の境界面22の厚み方向の位置を検出するとともに、境界面22の厚み方向の位置の変化を検出して、境界面22の変位及び歪みを求めるようになっている。求めた変位又は歪みはID符号とともに圧力変換部34に出力される。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0059】

なお、初期状態を自動認識することに代えて、操作者が探触子1を把持して空中に保持した状態で、図示していない入力手段から、手動操作によりカプラ厚み演算部に境界面22の初期位置D(0)の自動計測を指令することができる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0070】

次いで、歪みフレームデータの全歪み量 $S_{ij}(t)$ に基づいて、同一のスキャン方向の座標 $i$ ごとに、カプラエコー領域の深度 $j$ の全範囲にわたって全歪み量 $S_{ij}(t)$ の平均値 $S_i^*(t)$ を求め、その平均値 $S_i^*(t)$ を超音波スキャン方向の座標位置 $i$ における全歪み量 $S_{ij}(t)$ として評価する。そして、評価した全歪み量 $S_{ij}(t)$ を用いて、圧力変換部34において絶対圧力 $P_i(t)$ を求める。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0071】

本方式によれば、図1の弾性率演算部12における生体組織の歪み計算と同時に、絶対圧力 $P_i(t)$ を求める処理を実行できる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

[S8: 絶対圧力の換算処理]

圧力変換部34は、カプラID識別部31で識別された弾性カプラ20のIDに対応する弾性特性(例えば、ヤング率 $E$ )をカプラデータベース36から読み出し、カプラ歪み演算部33で方式1により求めた歪み $S_i(t)$ を、次式(3)により、被検体100の生体組織に加えられている絶対圧力 $P_i(t)$ に換算する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0075】

$$P_i(t) = S_i(t) \times E \quad (3)$$

換算により得られた現在の絶対圧力 $P_i(t)$ は、図1の弾性率演算部12に出力される。これにより、弾性率演算部12は、前述したように、周知の演算処理により、生体組織の各計測点 $i, j$ について得られた歪み $\epsilon_{ij}(t)$ に基づいて、各計測点 $i, j$ の弾性率(例えば、ヤング率) $E_{ij}(t)$ を、次式(4)により求めて、弾性データ処理部13に出力する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0076

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0076】

$$E_{ij}(t) = P_i(t) / \epsilon_{ij}(t) \quad (4)$$

また、カプラ歪み演算部33で方式2の平均値 $S_i^*(t)$ に基づいて求めた全歪み量 $S_{ij}(t)$ 、又は方式3により求めた歪み変化積算値 $\sum \Delta S_i^*(t)$ を、次式(5)、(6)により、絶対圧力 $P_i(t)$ に換算する。なお、圧力変換部34はカプラ歪み演算部33と一体に形成してもよい。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0078

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0078】

すなわち、圧迫状態画像構築部35は、例えば、絶対圧力 $P_i(t)$ を、数値表示、経時変化のグラフ表示、バーチャート表示などの少なくとも一つの画像を構築して、カラースキャンコンバータ14によってカラー画像データに変換して、画像表示器9に表示される超音波画像に並べて又は一部に重ねて表示させる。

## 【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0079】

図7に、圧迫状態画像を弾性画像に重ねて並びに並べて表示した一例を示す。図において、画面中央に弾性画像110が表示され、矩形の関心領域(ROI)の近くに弾性率 $E$ (kPa)と絶対圧力 $\sigma$ (kPa)が数値で表示窓111に表示されている。また、現時刻の絶対圧力 $\sigma$ が絶対圧力 $P_i$ の平均値などのバーチャート112が表示されている。さらに、画面の上部にスキャン方向の絶対圧力 $P_i$ のグラフ113が、下部に絶対圧力 $P_i$ の平均値の経時変化のグラフ114が表示されている。さらに、画面の右端に、弾性率 $E$ のカラーバー115が表示されている。

