(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5329532号
(P5329532)
(45)発行日　平成25年10月30日(2013.10.30)　(24)登録日　平成25年8月2日(2013.8.2)

(51)Int.Cl.　F I
A61B 8/08 (2006.01)　A61B 8/08

請求項の数 13　(全 19 頁)

(21)出願番号	特願2010-509144 (P2010-509144)
(86)(22)出願日	平成21年4月14日 (2009.4.14)
(86)国際出願番号	PCT/JP2009/057470
(87)国際公開番号	WO2009/131028
(87)国際公開日	平成21年10月29日 (2009.10.29)
審査請求日	平成24年3月19日 (2012.3.19)
(31)優先権主張番号	特願2008-116388 (P2008-116388)
(32)優先日	平成20年4月25日 (2008.4.25)
(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　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

審査官　宮川　哲伸

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】
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信号の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、

前記弾性カプラは、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。

【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。

【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。

【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、ドプラ計測や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下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。

【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。

【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。
【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。
【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。
【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。
【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。

【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。

【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の態様の特徴構成は、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。

【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。

【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く形成されてなる構成とすることが

できる。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。

【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、弾性カプラの種類の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。

【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】

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】

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と電気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。

【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、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ィジタル信号に変換するA/D変換器と、このA/D変換器でディ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

に応じ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対の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・歪み演算部11に取得時刻が異なる一対の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から出力される一対の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、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ようにすることもできる。

【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。

【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、一方の面の周囲に鍔部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。

【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む組成物を成形架橋したゴムを用いることができる。

【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の鍔部21に合わせて形成された溝25を有して樹脂等により枠状に形成されている。また、装着具23の枠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、枠体の対向する長辺に一対の把持片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を枠体の溝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】

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)を付与したものを用いる。

【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。

【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34に出力される。

【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。

【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、初期化処理部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ついて、RF信号(又は輝度)の強度Qijが予め設定された閾値Qthres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×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ti(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。ti(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、ti(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Di(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Di(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Di(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Di(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Qi(t)の強度が大きく変化するまでの時間ti(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Di(t)を求める。

【００６７】

次いで、次式(1)により境界面位置変化分布ΔDi(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Si(t)を求める。

【００６８】

$$\Delta Di(t) = Di(0) - Di(t) \qquad (1)$$

$$Si(t) = \Delta Di(t) / Di(0) \qquad (2)$$

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Pi(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Qij(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Qij(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Sij(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Qij(t)を取り込み、初期状態におけるQij(0)と、任意の時刻tにおけるQij(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Sij(t)からなる歪みフレームデータを求める。

【００７０】

次いで、歪みフレームデータの全歪み量Sij(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Sij(t)の平均値Si＊(t)を求め、その平均値Si＊(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Sij(t)として評価する。そして、評価した全歪み量Sij(t)を用いて、圧力変換部34において絶対圧力Pi(t)を求める。

【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Pi(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ΔSij(t-k)、・・・、ΔSij(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ΔSi、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ΔSi、j(t-k)、・・・、ΔSij(t)を順次積算して、現時刻の歪み変化積算値ΣΔSij(t)を求める。次いで、計測点i、jのΣΔSij(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ΣΔSi＊(t)を求める。

【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Si(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Pi(t)に換算する。

【００７５】

$$Pi(t)=Si(t)\times E \qquad (3)$$

換算により得られた現在の絶対圧力Pi(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εij(t)に基づいて、各計測点i，jの弾性率(例えば、ヤング率)Eij(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】

$$Eij(t)=Pi(t)/\varepsilon ij(t) \qquad (4)$$

また、カプラ歪み演算部33で方式2の平均値Si＊(t)に基づいて求めた全歪み量Sij(t)、又は方式3により求めた歪み変化積算値ΣΔSi＊(t)を、次式(5)、(6)により、絶対圧力Pi(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。

【００７７】

$$Pi(t)=Si*(t)\times E \qquad (5)$$

$$Pi(t)=\Sigma\Delta Si*(t)\times E \qquad (6)$$

［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Pi(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35は、例えば、絶対圧力Pi(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σ(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σが絶対圧力Pi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Piのグラフ113が、下部に絶対圧力Pi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Pi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σ(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ΔDi(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。

【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】

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。

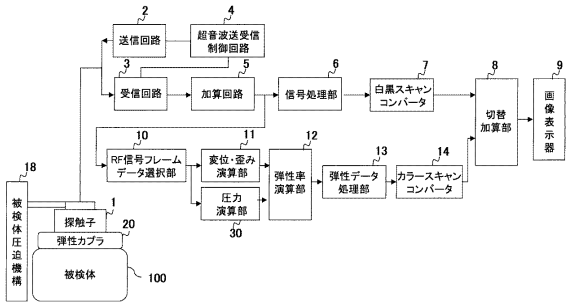
【００８８】

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。

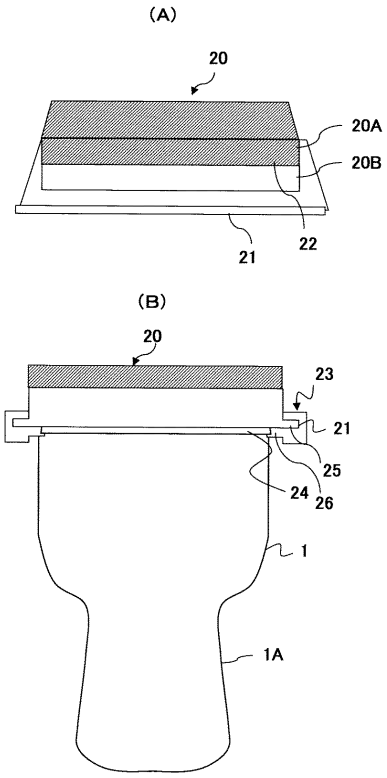
【００８９】
本実施例3の場合も、実施例2と同様に、超音波反射体20Dの深さ方向の位置に基づいて、弾性カプラのID符号を識別するようにでき、また、超音波反射体20Dの位置変化に基づいて、絶対圧力を検出することができる。
【００９０】
さらに、図示していないが、実施例1の層20A，Bのうち、被検体100の体表に当接される接触面側の層(図2(A)の例では20A)を薄く、かつ超音波反射特性を強く形成して構成することができる。
【００９１】
また、超音波散乱体を弾性カプラ20の全体に分散混入し、散乱体の分散濃度を異ならせることによりID符号化してもよい。超音波散乱体としては、弾性カプラ20の素材と音響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。
【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)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れる絶対圧力をリアルタイムで精度よく計測できる。
【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。

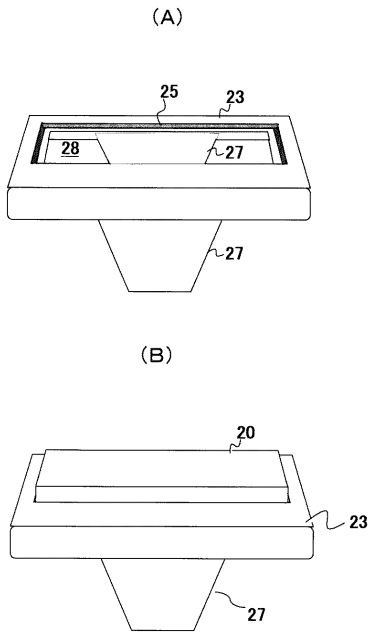
【図１】


2
送信回路
4
超音波送受信制御回路
3
受信回路
5
加算回路
6
信号処理部
7
白黒スキャンコンバータ
8
切替加算部
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
14
カラースキャンコンバータ
18
被検体圧迫機構
1
探触子
20
弾性カプラ
被検体
100
30
圧力演算部

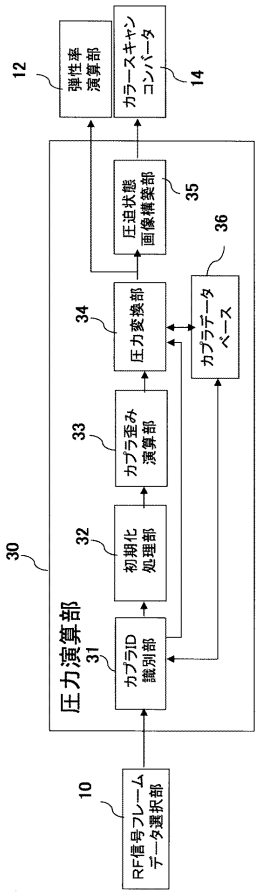
【図２】


(A)
20
20A
20B
21
22
(B)
20
23
21
25
24
26
1
1A

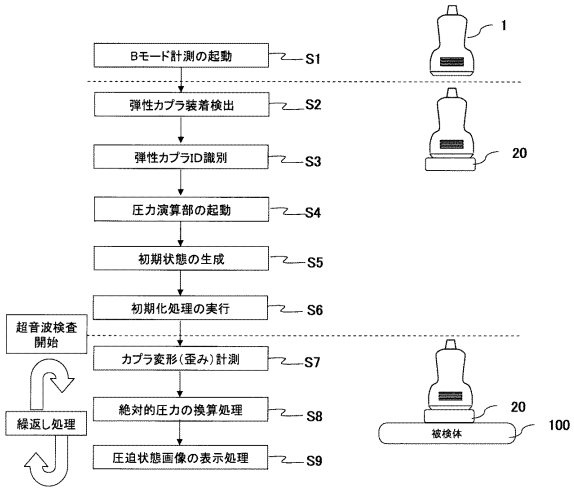
【図３】


(A)
25
23
28
27
27
(B)
20
23
27

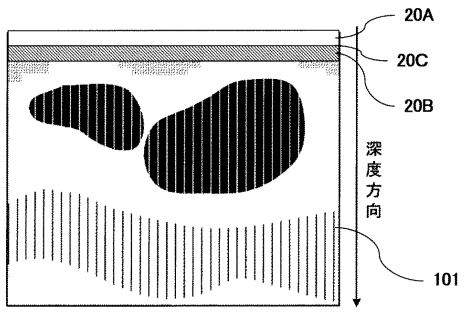
【図４】


12
弾性率演算部
カラースキャンコンバータ
14
圧迫状態画像構築部
35
36
34
圧力変換部
カプラデータベース
33
カプラ歪み演算部
32
初期化処理部
30
圧力演算部
31
カプラID識別部
10
RF信号フレームデータ選択部

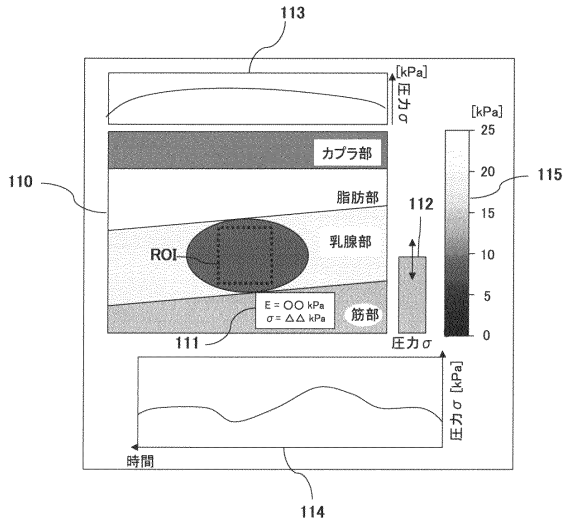
【図５】


Bモード計測の起動
S1
弾性カプラ装着検出
S2
弾性カプラID識別
S3
圧力演算部の起動
S4
初期状態の生成
S5
初期化処理の実行
S6
超音波検査開始
カプラ変形(歪み)計測
S7
絶対的圧力の換算処理
S8
繰返し処理
圧迫状態画像の表示処理
S9
1
20
20
被検体
100

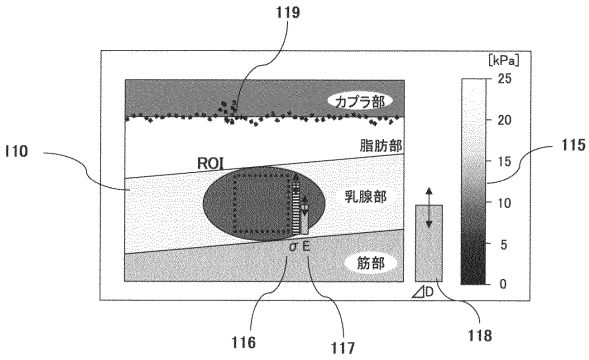
【図６】


20A
20C
20B
深度方向
101

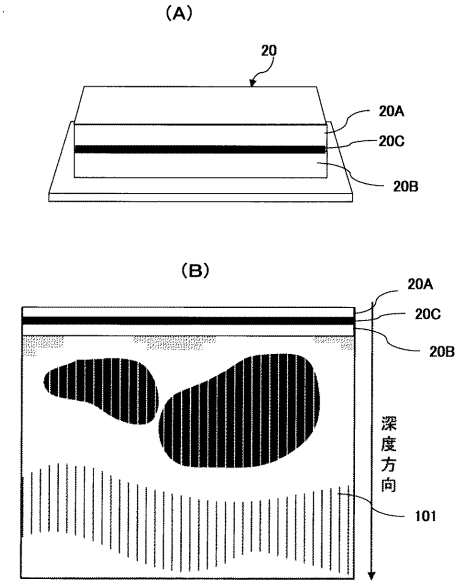
【図７】


113
[kPa]
圧力σ
[kPa]
25
20
15
10
5
0
115
カプラ部
110
脂肪部
112
ROI
乳腺部
E = ○○ kPa
σ = △△ kPa
筋部
111
圧力σ
圧力σ [kPa]
時間
114

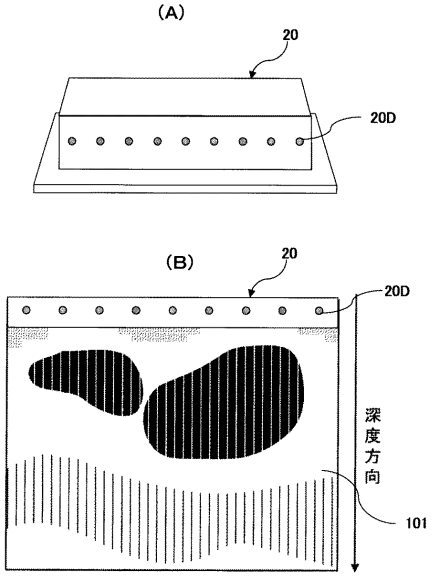
【図８】


119
[kPa]
25
20
15
10
5
0
カプラ部
115
110
脂肪部
ROI
乳腺部
σ E
筋部
ΔD
116
117
118

【図９】


(A)
20
20A
20C
20B
(B)
20A
20C
20B
深度方向
101

【図１０】


(A)
20
20D
(B)
20
20D
深度方向
101

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第２００５／１２０３５８（WO，Ａ1）
特開２００５－６６０４１（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２００６／１２１０３１（WO，Ａ1）
特開２００６－２４７２０３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ａ６１Ｂ　８／００　－　８／１５

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP5329532B2	公开(公告)日	2013-10-30
申请号	JP2010509144	申请日	2009-04-14
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社日立医药		
申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
当前申请(专利权)人(译)	株式会社日立メディコ		
[标]发明人	松村剛		
发明人	松村 剛		
IPC分类号	A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/08 A61B5/6843 A61B8/06 A61B8/13 A61B8/4455 A61B8/488		
FI分类号	A61B8/08		
优先权	2008116388 2008-04-25 JP		
其他公开文献	JPWO2009131028A5 JPWO2009131028A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

因此，即使弹性耦合器与对象的体表面之间的接触较差，也可以精确地检测绝对压力。弹性耦合器20通过具有柔性的弹性材料形成有至少具有超声波反射特性的两层，并且安装在超声波发送/接收表面上，并且压力计算单元30从RF信号帧数据选择单元10接收基于要输出的RF信号帧数据，检测这些层的边界面22的位置，并且基于检测到的边界面的位置和预先获得的边界面的初始位置来获得边界面的位置变化。 ，基于弹性耦合器的位置变化和预设弹性特性，获得施加到对象的绝对压力。此时，例如，通过根据弹性耦合器的类型将弹性耦合器的边界表面的初始位置设置为不同，将ID码给予弹性耦合器，压力计算单元30识别ID码， ，识别弹性耦合器的类型，并读出与ID码对应的弹性特性。

【図１】