

【特許請求の範囲】

【請求項1】 超音波ビームを繰り返し走査することにより走査面を順次形成し、受信信号を出力する送受波手段と、

前記受信信号を実数部信号及び虚数部信号からなる複素信号に変換する複素信号変換手段と、

前記実数部信号を少なくとも1フレーム分格納する実数部用メモリと、前記虚数部信号を少なくとも1フレーム分格納する虚数部用メモリと、を有し、時間的に異なる

2つのフレーム間において、各サンプル点ごとに実数部信号及び虚数部信号を用いたフレーム間相関演算を実行し、各サンプル点ごとにフレーム間相関演算結果を出力するフレーム間相関演算手段と、

前記フレーム間相関演算結果から組織の微小変位に関する情報を演算する情報演算手段と、

を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項2】 請求項1記載の装置において、

前記情報演算手段は、前記組織の微小変位に関する情報として、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小変位速度を演算する速度演算器を有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項3】 請求項1記載の装置において、前記情報演算手段は、前記組織の微小変位に関する情報として、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小変位加速度を演算する加速度演算器を有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項4】 請求項1記載の装置において、前記情報演算手段は、前記組織の微小変位に関する情報として、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小歪速度を演算する歪速度演算器を有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項5】 請求項1記載の装置において、前記情報演算手段は、前記組織の微小変位に関する情報として、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小歪加速度を演算する歪加速度演算器を有することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項6】 請求項1記載の装置において、前記フレーム間相関演算手段は、時間的に隣接する2つのフレーム間でフレーム間相関演算を実行することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項7】 請求項1記載の装置において、前記実数部用メモリは、前記実数部信号を複数フレーム分格納し、

前記虚数部用メモリは、前記虚数部信号を複数フレーム分格納し、

前記フレーム間相関演算手段は、 n （但し、 n は1以上の整数）フレームを間においた2つのフレーム間でフレーム間相関演算を実行することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項8】 請求項1記載の装置において、

*前記フレーム間相関演算を行う2つのフレームの時間間隔を可変設定する手段を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項9】 請求項1記載の装置において、

前記送受波手段は、断層画像の形成に用いられる広帯域の超音波を送信し、

前記広帯域の超音波の送信によって得られる受信信号を利用して前記組織の微小変位に関する情報が演算されることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項10】 請求項1記載の装置において、前記フレーム間相関演算結果に対して、フレーム内における空間平均化処理を施す平均化手段を含み、

前記情報演算手段は、前記空間平均化処理を経たフレーム間相関演算結果を利用して前記組織の微小変位に関する情報を演算することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項11】 請求項1記載の装置において、前記組織の微小変位に関する情報を二次元マッピングして変位表示画像を形成する変位表示画像形成手段を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項12】 請求項委11記載の装置において、前記受信信号に基づいて断層画像を形成する断層画像形成手段と、

前記変位表示画像と前記断層画像とを合成して合成画像を形成する画像合成手段と、

を含むことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項13】 請求項12記載の装置において、

前記断層画像は白黒画像であり、

前記変位表示画像はカラー画像であることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項14】 生体内部で発生した力あるいは生体外から加えた力による組織の微小変位に関する情報を二次元的に表示する超音波診断装置において、

前記組織に対して超音波ビームを繰り返し走査して走査面を順次形成し、受信信号を出力する手段と、

前記受信信号を複素信号に変換する手段と、

フレーム間において各サンプル点ごとに前記複素信号の相関演算を行って、各サンプル点ごとのフレーム間相関演算結果を出力する手段と、

前記各サンプル点ごとの相関演算結果から各サンプル点について組織の微小変位に関する情報を演算する手段と、

前記各サンプル点についての組織の微小変位に関する情報を二次元マッピングして変位表示画像を形成する手段と、

を含む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】本発明は超音波診断装置に関し、特に組織の微小変位に関する情報を計測する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】超音波診断装置においては、超音波ドプラ法に従って、生体内の血流の速度情報が計測され、その速度情報が二次元血流画像として表示される（例えば特公昭62-44494号公報参照）。一方、近年では、組織ドプラ計測機能をもった超音波診断装置も提供されている。その機能は、上記同様に超音波ドプラ法に従って、生体内の心筋などの組織（低速運動体）の速度情報を計測し、その速度情報を二次元組織画像として表示するものである（例えば特公平7-67449号公報参照）。

【0003】上記のいずれの場合においても、一般的には、受信信号を複素信号に変換する直交検波器、複素信号の自己相関演算を実行する自己相関器、及び、自己相関演算結果から速度を演算する速度演算器、などが利用される。そして、同じビーム方位に対して複数回の送受信が実行され（複数本の超音波ビームが形成され）、先の送受信で得られた複素信号をラインメモリに一旦記憶し、そこから読み出された複素信号と後の送受信で得られた複素信号との間で（つまりビーム間で）相関演算が

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、例えば、臓器中における動脈（比較的太い動脈）が拍動すると、それが力発生源となって、そこで生じた力が周囲組織へ伝播する。その際、微視的にみると、各位置において組織に変位（歪み）が生じる。組織の硬さ（弾性率）、組成、構造などの物理的性状が異なると、その組織に生じる変位も異なってくる。これと同様に、例えば触診などで見られるように、体外から外力を及ぼすと、その力が組織を伝播し、上記同様に組織の物理的性状に従って組織に変位が生じる。触診は、まさにそのような組織が力を受けた時の状態変化を指先の感覚で感知し、もって腫瘍の有無や組織の状態を官能的に検査するものである。

【0005】しかしながら、以上のような組織の変位は極めて微小なものであり、例えば、変位速度としては数mm/s以下である。従来の超音波診断装置には、そのような極低速の運動情報を二次元表示するための技術的工夫は何らなされていない。

【0006】本発明は、上記従来の課題に鑑みなされたものであり、その目的は、組織の物理的性状を画像化できる超音波診断装置を提供することにある。

【0007】本発明の他の目的は、組織の微小変位の情報を二次元的に表示できる超音波診断装置を提供することにある。

【0008】本発明の他の目的は、生体内部における組織運動によって引き起こされる組織の微視的变化を可視化できる超音波診断装置を提供することにある。

【0009】本発明の他の目的は、外力による組織の微視的变化を可視化できる超音波診断装置を提供すること

にある。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明は、超音波ビームを繰り返し走査することにより走査面を順次形成し、受信信号を出力する送受波手段と、前記受信信号を実数部信号及び虚数部信号からなる複素信号に変換する複素信号変換手段と、前記実数部信号を少なくとも1フレーム分格納する実数部用メモリと、前記虚数部信号を少なくとも1フレーム分格納する虚数部用メモリと、を有し、時間的に異なる2つのフレーム間において、各サンプル点ごとに実数部信号及び虚数部信号を用いたフレーム間相関演算を実行し、各サンプル点ごとにフレーム間相関演算結果を出力するフレーム間相関演算手段と、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小変位に関わる情報を演算する情報演算手段と、を含むことを特徴とする。

【0011】上記構成によれば、フレーム間において複素信号の相関演算が実行され、その演算結果から組織の微小変位に関わる情報が求められる。フレーム間で相関演算を行うので、相関演算の間隔はフレームレートに従ったものとなり、従来装置では検出できないような極めて低速の変位も検出することが可能である。

【0012】ここで、組織は人体あるいは人体以外の動物の組織であり、また通常、軟組織に対して計測がなされるが、硬組織（骨など）を計測対象としてもよい。複素信号変換手段は、望ましくは、直交検波あるいはそれに相当する信号処理を行う手段であり、フレーム間相関演算手段としては、例えば、公知の自己相関演算回路の構成において、記憶単位をラインからフレームへ変更することによって実現することができる。組織の微小変位に関する情報は、その変位の速度や加速度などであり、これ以外にも、組織の歪速度や歪加速度さらには応力などであってもよい。

【0013】本発明によれば、従来装置においては、感知できないような体内拍動による微小変位や外力に起因する微小変位を計測でき、診断上、有益な情報を提供できる。

【0014】望ましくは、前記情報演算手段は、前記組織の微小変位に関わる情報として、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小変位速度を演算する速度演算器を有する。例えば、複素信号として得られるフレーム間自己相関演算結果における実数部と虚数部との間で逆正接を演算することによって速度情報が求められる。

【0015】望ましくは、前記情報演算手段は、前記組織の微小変位に関わる情報として、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小変位加速度を演算する加速度演算器を有する。例えば、微小変位速度に対して、更にフレーム間において相関演算を行うことによって、加速度の情報が得られる。速度演算と加速度演算において、演算のフレーム間隔は、同じであっても異なってもよ

い。

【0016】望ましくは、前記情報演算手段は、前記組織の微小変位に関わる情報として、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小歪速度を演算する歪速度演算器を有する。微小歪速度は、例えば、フレーム間自己相関結果について空間的な勾配を演算することなどによって求められる。

【0017】望ましくは、前記情報演算手段は、前記組織の微小変位に関わる情報として、前記フレーム間相関演算結果から組織の微小歪加速度を演算する歪加速度演算器を有する。微小歪加速度は、例えば、フレーム間自己相関結果について空間的な勾配を演算することなどによって求められる。

【0018】望ましくは、前記フレーム間相関演算手段は、時間的に隣接する2つのフレーム間でフレーム間相関演算を実行する。フレーム内に関心領域を手動あるいは自動的に設定し、その関心領域内においてフレーム間相関演算を行うようにしてもよい。

【0019】望ましくは、前記実数部用メモリは、前記実数部信号を複数フレーム分格納し、前記虚数部用メモリは、前記虚数部信号を複数フレーム分格納し、前記フレーム間相関演算手段は、 n （但し、 n は1以上の整数）フレームを間においた2つのフレーム間でフレーム相関演算を実行する。

【0020】望ましくは、前記フレーム間相関演算を行う2つのフレームの時間間隔を可変設定する手段を含む。時間間隔の可変設定によれば、微小変位の計測レンジを自在に調整することが可能である。

【0021】望ましくは、前記送受波手段は、断層画像の形成に用いられる広帯域の超音波を送信し、前記広帯域の超音波の送信によって得られる受信信号を利用して前記組織の微小変位に関わる情報が演算される。従来のドプラ計測においては、狭帯域の超音波が送信されていたが、本発明においては、必ずしもそれを利用することなく、通常のBモード計測などで用いられる広帯域の超音波を利用できる。

【0022】望ましくは、前記フレーム間相関演算結果に対して、フレーム内における空間平均化処理を施す平均化手段を含み、前記情報演算手段は、前記空間平均化処理を経たフレーム間相関演算結果を利用して前記組織の微小変位に関わる情報を演算する。ここで、空間平均化処理は、例えば、深さ方向、超音波ビームの走査方向のそれぞれについてあるいは両者について実施される。

【0023】望ましくは、前記組織の微小変位に関わる情報を二次元マッピングして変位表示画像を形成する変位表示画像形成手段を含む。変位表示画像は、変位速度、変位加速度、歪速度、歪加速度などの情報を二次元的に表したもので、組織の微小変位を空間的に認識できるものである。

【0024】望ましくは、前記受信信号に基づいて断層

画像を形成する断層画像形成手段と、前記変位表示画像と前記断層画像とを合成して合成画像を形成する画像合成手段と、を含む。この構成によれば、断層画像との関係において、組織の微小変位の分布やその時間的変動を観察することができる。

【0025】望ましくは、前記断層画像は白黒画像であり、前記変位表示画像はカラー画像である。この構成によれば、断層画像を背景として、変位表示画像を視認性よく観察できる。

【0026】また、上記目的を達成するために、本発明は、生体内部で発生した力あるいは生体外から加えた力による組織の微小変位に関する情報を二次元的に表示する超音波診断装置において、前記組織に対して超音波ビームを繰り返し走査して走査面を順次形成し、受信信号を出力する手段と、前記受信信号を複素信号に変換する手段と、フレーム間において各サンプル点ごとに前記複素信号の相関演算を行って、各サンプル点ごとのフレーム間相関演算結果を出力する手段と、前記各サンプル点ごとの相関演算結果から各サンプル点について組織の微小変位に関する情報を演算する手段と、前記各サンプル点についての組織の微小変位に関する情報を二次元マッピングして変位表示画像を形成する手段と、を含むことを特徴とする。

【0027】上記のフレーム間相関演算によれば信号位相の変化を検出でき、しかも通常の血流速度に比べて例えば2桁程度小さい速度を検出できる。なお、フレーム間における相関演算を組織の微小歪の計測以外の計測に利用することも可能であり、その場合においても、その計測結果あるいは演算結果を上記同様に二次元マッピングすることが可能である。

【0028】

【発明の実施の形態】以下、本発明の好適な実施形態を図面に基づいて説明する。

【0029】図1には、本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態が示されており、図1はその全体構成を示すブロック図である。この超音波診断装置は、生体内における組織の微小変位を映像化する機能を具備している。

【0030】例えば、肝臓内において動脈が拍動すると、その周囲組織に拍動により生じた歪みが伝播するが、本実施形態に係る超音波診断装置によれば、そのような微小変位あるいは微小歪みを二次元画像として表示することが可能である。また、そのような動脈の拍動に限らず、例えば生体外から及ぼされた力による組織の微小変位あるいは微小歪みを二次元画像として表示することも可能である。

【0031】図1において、プローブ10は生体表面上に当接して用いられ、あるいは体腔内に挿入して用いられる超音波探触子である。プローブ10は複数の振動素子からなるアレイ振動子を有する。このアレイ振動子を

利用して超音波ビームが走査される。これにより走査面が順次形成される。その超音波ビームの走査方式としては、電子リニア走査や電子セクタ走査などをあげることができる。

【0032】本実施形態においては、二次元断層画像（Bモード画像）を形成する際に用いられる広帯域の超音波が送受波されている。超音波の中心周波数は、例えば、3.5MHzであり、その帯域は例えば2MHzである。もちろん、本発明はそれらの値には限定されない。

【0033】送信回路12は、送信ビームフォーマーとして機能するものであり、アレイ振動子を構成する複数の振動素子に対して送信信号を供給する。受信回路14は、受信ビームフォーマーとして機能し、アレイ振動子を構成する複数の振動素子からの受信信号に対する整相加算処理を実行し、これによって整相加算後の受信信号を出力する。

【0034】制御部16は、送受信制御部として機能すると共に、本装置における各構成の動作制御を行っている。制御部16にはキーボードやトラックボールなどによって構成される入力器17が接続されており、この入力器17を用いてユーザーが各種の設定を行うことができる。本実施形態においては、この入力器17を用いて、後に説明する相関演算におけるフレーム間隔を指定することができる。

【0035】受信回路14から出力される受信信号は、図1に示す実施形態において、A/D変換器18に入力され、そのA/D変換器18によって受信信号がアナログ信号からデジタル信号に変換される。そのデジタル信号に変換された受信信号が直交検波器20へ入力される。但し、このA/D変換器18は、直交検波器20の後段に設けるようにしてもよいし、また受信回路14の内部に設けるようにしてもよい。あるいは直交検波とデジタルサンプリングとを同時に行う回路構成を採用するようにしてもよい。

【0036】直交検波器20は、本実施形態において2つのミキサなどを含み、各ミキサにおいては受信信号に対して所定の参照信号を混合することによって受信信号に対する直交検波が実施されている。この直交検波により複素信号が生成される。ここで、その複素信号は図1において符号z1によって表されており、その複素信号z1は実数部信号x1及び虚数部信号y1からなるものである。実数部信号x1及び虚数部信号y1は、それぞれフレームメモリ23A、23Bに格納されている。このフレームメモリ23A、23Bは1フレーム分の記憶容量を有しており、ここで、そのフレームは超音波ビームの1回の走査に相当し、具体的にはいわゆる走査面に相当する。ただし、このフレームメモリ23A、23Bは必要に応じて設ければよい。

【0037】フレームメモリ23A、23Bから出力さ

れる実数部信号x1及び虚数部信号y1は断層画像形成部22に出力される。具体的には、それらの信号は増幅器24A、24Bによって所定の増幅処理を経た後、走査変換器26A、26Bにそれぞれ入力される。ここで、走査変換器26A、26Bは送受波座標系から表示座標系への座標変換を実行する回路であり、公知のDSC（デジタルスキャンコンバータ）などによって構成される。

【0038】図1に示す構成例では、振幅演算器30の前段に走査変換器26A、26Bを設けたが、当然これには限られず、走査変換は他の信号処理過程において実施するようにしてもよい。例えば、振幅演算後に走査変換を行うようにしてもよい。これは、後述する走査変換器48A、48B及び走査変換器58A、58Bについても同様である。

【0039】振幅演算器30は、走査変換器26A、26Bから出力される実数部信号及び虚数部信号について絶対値演算を実行することにより、複素信号についての振幅を演算する回路である。例えば、実数部信号の二乗及び虚数部信号の二乗を加算し、その加算結果について平方根を演算することによって振幅を演算することができる。これにより、断層画像を構成する各データが演算され、そのデータは合成部62へ出力される。ちなみに、断層画像の形成にあたって、各データに対する圧縮処理などは、上述した増幅器24A、24Bなどによって行われればよい。

【0040】次に速度演算ユニット32及び加速度演算ユニット34について説明する。

【0041】相関演算器36には、フレームメモリ23A、23Bから出力される複素信号z1が入力されている。この相関演算器36は、従来例で説明した特公昭62-44494号公報などに記載された自己相関器と同様の回路構成を有するものであり、フレーム間において各サンプル点ごとに複素信号についての共役積演算を実行し、これによって相関結果を出力するものである。

【0042】具体的には、メモリ38Aには実数部信号x1が入力され、メモリ38Bには虚数部信号y1が入力されている。これらのメモリ38A、38Bはそれぞれ1フレーム以上の記憶領域をもっており、望ましくは複数フレーム分の記憶容量を有している。

【0043】これらのメモリ38A、38Bは、入力される複素信号を所定数のフレームだけ遅延するための記憶部として機能する。よって、メモリ38A、38Bから所定フレーム数分だけ遅れた複素信号z2が出力される。

【0044】相関演算器36においては、複素信号z1とそれに対して所定フレーム数分だけ遅れた複素信号z2との間で自己相関演算、すなわち複素共役積演算が実行され、このために4つの乗算器40A~40D及び2つの加算器42A、42Bが設けられている。これらの

回路は、具体的には、以下の演算を実行する。

$$x_3 = x_1 x_2 + y_1 y_2$$

$$y_3 = x_2 y_1 - x_1 y_2$$

以上の演算により、フレーム間における相関演算結果が得られ、それが複素信号 z_3 である。ここで、複素信号 z_3 は実数部信号 x_3 及び虚数部信号 y_3 からなるものである。それらの信号はそれぞれフレームメモリ44A、44Bに格納されている。それらのフレームメモリ44A、44Bは1フレーム分のデータを格納する記憶容量をもっており、このフレームメモリ44A、44B

10 は必要に応じて設けられるものである。
【0046】空間平均化器46A、46Bは、実数部信号 x_3 の信号及び虚数部信号 y_3 の信号のそれぞれについて空間平均化処理を実行する回路である。その空間平均化処理は例えばフレーム内における移動平均処理などに相当する。この場合においては、深さ方向に沿って移動平均処理を行ってもよいし、ビーム走査方向に沿って移動平均処理を行ってもよいし、あるいは両方向について移動平均処理を行ってもよい。いずれにしても、この
20 ような空間平均化処理を実施することによりノイズを低減してSN比を向上させることができる。

【0047】走査変換器48A、48Bは実数部信号及び虚数部信号のそれぞれについて座標変換を実行する回路であり、その座標変換後の実数部信号及び虚数部信号は速度演算器50に入力される。速度演算器50は、実数部信号及び虚数部信号を用いて逆正接すなわち偏角を演算することによって速度情報を求める回路である。その求められた速度情報は速度画像を構成するものとして合成部62へ出力されている。

【0048】本実施形態においては、上述した速度演算
30 ユニット32に加えて加速度演算ユニット34が設けられている。これについて以下に説明する。

【0049】相関演算器52は、上記の相関演算器36と同一の回路構成を有している。具体的には、2つのメモリと、4つの乗算器と、2つの加算器とを有し、フレームメモリ44A、44Bから出力される複素信号 z_3 とそれを所定フレーム数分だけ遅延させた複素信号 z_4 との間で相関演算を実行することにより、その相関演算結果としての複素信号 z_5 を求める回路である。この複素信号 z_5 は実数部信号 x_5 及び虚数部信号 y_5 で構成
40 されるものである。すなわち、2つの相関演算結果に対してさらにフレーム間で相関演算を実施することにより、加速度情報を求めるものである。

【0050】実数部信号 x_5 及び虚数部信号 y_5 はそれぞれフレームメモリ54A、54Bに一旦格納された後、それぞれのメモリから読み出された信号が空間平均化器56A、56Bに入力される。それらの空間平均化器56A、56Bは上述した空間平均化器46A、46Bと同様の回路構成を有している。また、空間平均化器56A、56Bから出力される複素信号は走査変換器5
50

【0045】

・・・(1)

・・・(2)

8A、58Bに入力され、そこにおいて座標変換が実行され、その座標変換後の実数部信号及び虚数部信号が加速度演算器60に入力され、その加速度演算器60において実数部と虚数部とを用いた逆正接演算を実行することによって加速度が求められている。

【0051】ここで、走査変換器58A、58Bは上記の走査変換器48A、48Bと同様の構成を有するものである。加速度演算器60から出力される加速度を表す情報は加速度画像を構成するものとして合成部62へ出力されている。

【0052】合成部62は、断層画像を表す情報を二次元マッピングすることによって断層画像を形成する。また、速度情報を上記同様に二次元マッピングすることによって速度画像を形成する。さらに、加速度情報を上記同様に二次元マッピングすることによって加速度画像を形成する。そして、例えばユーザー選択された複数の画像を合成し、その合成画像を表示器64に出力する。

【0053】例えば、断層画像を白黒の画像とし、速度画像をカラーの画像とし、それらの両画像を合成することによって、断層画像を背景としてカラーによって速度を表した表示画像を構成するようにしてもよいし、これは加速度画像についても同様である。例えば、速度をカラー表示する場合には、プローブ10へ近づく方向を正とし、プローブ10から遠ざかる方向を負とし、正方向についてはその速度の大きさに応じて赤の輝度を割り当て、その負方向については速度の大きさに応じて青の輝度を割り当て、二次元カラードプラ画像のように、速度画像を表示するようにしてもよい。さらに、加速度画像の表示に当たっても、上記同様の表示方式を採用することが可能であるが、速度と加速度とを同時に表示する場合には、加速度の大きさに緑の輝度を割り当てて、いわゆる混色によって速度と加速度とを同時表示することも可能である。さらに、図1に示す構成においてフレーム内における速度の勾配を演算することにより組織の微小歪みを演算することも可能であるが、これについては後に図6を用いて説明する。図1に示した構成において、相関演算におけるフレーム間隔を調整することにより、微小変位の計測レンジを変更することができる。

【0054】例えば、フレーム間のフレーム数を0から最大値まで可変できるようにしてもよい。もちろん、その場合においてはその最大値に応じてメモリ38A、38Bや相関演算器52内に設けられる同様のメモリについて記憶容量を適宜設定すればよい。

【0055】図2には、相関演算の概念が示されている。

【0056】図2において符号200は走査面を表しており、その走査面上における各サンプル点ごとにエコー

データが取り込まれ、各エコーデータが複素信号に変換されるのは上述の通りである。図2において、#1~#5は順次形成される走査面の番号を表しており、また、Xは超音波ビーム方向を表し、Yは電子走査方向を表している。図2においては発明説明のため電子リニア走査が行われた場合の概念が示されているが、もちろん本発明は電子セクタ走査などの他の走査方式が用いられる場合にも適用可能である。

【0057】図2(A)には、隣接するフレーム間において相関演算が実行される場合が示されている(符号201~204参照)。例えば、フレーム#1及び#2に着目すると、同一のサンプル点の複素信号S1, S2について相関演算が実行され、その相関演算結果として速度情報すなわち組織の微小変位を表す情報が求められる。本実施形態においては、さらに符号205~207に示されるように、時系列順で演算される速度情報のそれぞれの間において相関演算を実行することによって加速度の情報も演算される。

【0058】図2(B)には非隣接フレーム間において相関演算を実行する場合の概念が示されており、すなわち1又は複数のフレームを間において2つのフレーム間において相関演算が実行される様子が示されている(符号208~210参照)。

【0059】図3及び図4には、上記の空間平均化器46A、46B、56A、56Bの構成例が示されている。

【0060】図3において、データメモリ70, 72は1エコーデータ分の記憶容量を有し、超音波ビーム方向に沿って並ぶ3つのエコーデータ(正確には相関演算後の実数部信号又は虚数部信号)が重み付け加算器74に30 入力され、その重み付け加算器74において複数の信号に対する重み付け加算が実行されている。これにより超音波ビーム方向すなわち深さ方向に沿って空間平均化処理を行うことができる。ここで、加算数は任意である。

【0061】図4に示す構成例では、ラインメモリ76, 78が1超音波ビーム分の記憶容量を有し、これによって、重み付け加算器80には隣接する3つの超音波ビームに相当するエコーデータ(正確には、複素信号を構成する実数部信号又は虚数部信号)が入力されている。そして、重み付け加算器80においては入力される40 データに対する重み付け加算が実行され、これによって電子走査方向について空間平均化処理が実行される。ここでも加算数は任意である。もちろん、図3に示す構成及び図4に示す構成を組み合わせる空間平均化処理を行うようにしてもよいし、他の構成を採用するようにしてもよい。図3及び図4に示す構成は空間平均化器の一例を示すものに過ぎない。ちなみに、図1に示した構成では、相関演算器の後段において空間平均化処理が行われていたが、この空間平均化処理については他の位置において行うこともでき、例えば速度演算及び加速度演算の*50

*後にそのような処理を行うようにしてもよい。

【0062】図5には、合成部62における合成処理の一例が示されている。断層画像100は白黒画像として構成され、速度画像102はカラー画像として構成される。そして、その断層画像100上に速度画像102を合成することにより合成画像104が合成される。この合成画像104はリアルタイム表示されるものであり、例えば肝臓の断層画像上においてその内部における動脈から生ずる歪みの伝播をカラーで表現したものに相当する。

【0063】図6には、歪速度演算器82を設けた場合の変形例が示されている。歪速度演算器82は、フレーム内において速度の勾配を演算する回路であり、速度演算器50からの速度情報を入力している。そして超音波ビーム方向に沿って速度の勾配を演算することにより、当該方向における歪みの大きさの分布を演算することが可能となる。合成部62はその歪みの大きさを二次元的にマッピングすることによって歪み画像を形成し、このような歪み画像はそれ単独であるいは断層画像などと合成して表示することができる。

【0064】図6に示す構成例では、更に歪加速度演算器84が設けられている。この歪加速度演算器84は、フレーム内において加速度の勾配を演算する回路であり、加速度演算器60からの加速度情報が入力されている。そして、超音波ビーム方向に沿って、時間的ではなく、空間的に加速度の勾配を演算することにより、当該方向における歪加速度を演算することができる。合成部62では、そのような歪加速度を二次元的にマッピングした画像が構築され、それが単独表示又は合成表示される。なお、歪速度及び歪加速度を演算する場合には、上記の空間平均化を行わないようにしてもよいし、その度合いを弱めるようにしてもよい。

【0065】以上説明したように、上記実施形態によれば、組織の微小変位を映像化することができ、疾病診断上、新しい画像を提供できるという利点がある。

【0066】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、組織の物理的性状を画像化することができる。また、本発明によれば組織の微小変位を二次元的に表示することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明に係る超音波診断装置の好適な実施形態を示すブロック図である。

【図2】 フレーム間における相関演算の概念を示す図である。

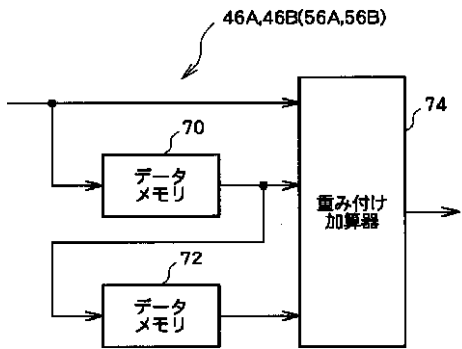
【図3】 空間平均化器の構成例を示す図である。

【図4】 空間平均化器の他の構成例を示す図である。

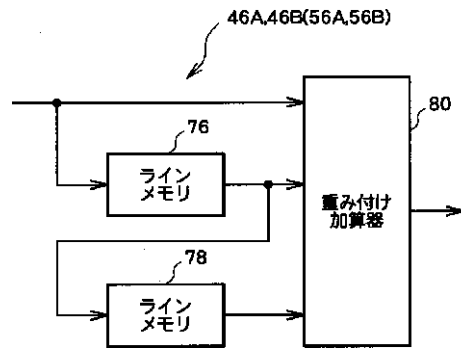
【図5】 画像合成の概念を示す図である。

【図6】 歪速度演算器及び歪加速度演算器を設けた構成例を示す図である。

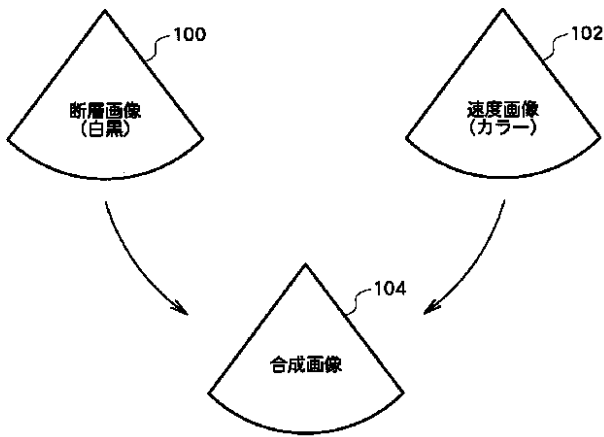
【図3】



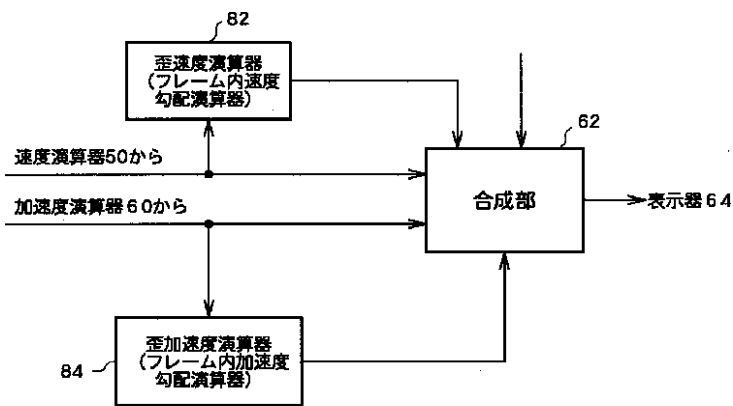
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 近藤 祐司
 東京都三鷹市牟礼6丁目22番1号 アロカ
 株式会社内

Fターム(参考) 4C301 DD04 DD06 JB28 JB30 JC13
 4C601 DE01 DE03 JB34 JB41 JB43
 JB46 JC15 JC20

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP2003116855A	公开(公告)日	2003-04-22
申请号	JP2001321551	申请日	2001-10-19
[标]申请(专利权)人(译)	日立阿洛卡医疗株式会社 八木真一		
申请(专利权)人(译)	阿洛卡有限公司 八木真一		
[标]发明人	八木晋一 近藤祐司		
发明人	八木 晋一 近藤 祐司		
IPC分类号	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C301/DD04 4C301/DD06 4C301/JB28 4C301/JB30 4C301/JC13 4C601/DE01 4C601/DE03 4C601/JB34 4C601/JB41 4C601/JB43 4C601/JB46 4C601/JC15 4C601/JC20 4C601/BB02 4C601/BB06 4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/EE06 4C601/HH06 4C601/JB24 4C601/JB42 4C601/JC04 4C601/JC16 4C601/JC21 4C601/KK02 4C601/KK12		
其他公开文献	JP4030288B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：能够以二维方式可视化活体内组织的微小位移。通过重复地电子扫描超声波束来形成多个扫描表面（框架）。通过正交检测将通过发送和接收超声波获得的接收信号转换为复信号。在帧之间，执行复信号的相关计算，并计算速度。此外，通过在相关性计算结果上进一步执行帧之间的相关性计算来计算加速度。显示器64显示合成图像，其中，例如，速度图像与断层图像合成。通过计算框架中的速度梯度，还可以计算组织的微小应变。

