

(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2007-90003
(P2007-90003A)

(43) 公開日 平成19年4月12日(2007.4.12)

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

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2005-287084 (P2005-287084)	(71) 出願人	000005821 松下電器産業株式会社
(22) 出願日	平成17年9月30日 (2005. 9. 30)		大阪府門真市大字門真1006番地
		(74) 代理人	100101454 弁理士 山田 卓二
		(74) 代理人	100081422 弁理士 田中 光雄
		(74) 代理人	100091524 弁理士 和田 充夫
		(74) 代理人	100100170 弁理士 前田 厚司
		(74) 代理人	100111039 弁理士 前堀 義之

最終頁に続く

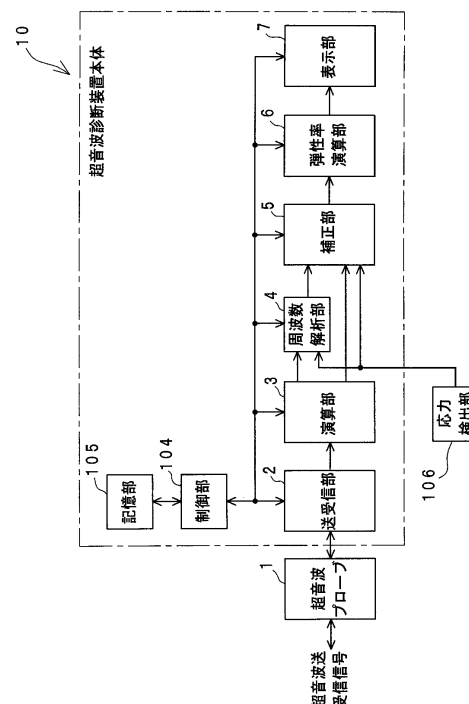
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及びその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 超音波診断装置において、生体信号に含まれるノイズの影響を受けずに生体組織の弾性率を測定する。

【解決手段】 周波数解析部4は演算部3で算出された生体組織中に各関心点における歪変化量と応力検出部106で検出された生体組織の応力変化値に対して、周波数スペクトル、再現性評価関数などによる周波数解析を行う。補正部5は周波数解析の結果に基づいて、歪変化量と応力変化値を補正する。弾性率演算部6は、補正済みの歪変化量と応力変化値から生体組織の弾性率を算出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

超音波プローブから送出されて生体組織内で反射された超音波に基づいて、生体組織を測定する超音波診断装置であって、

前記生体組織の移動変位量を演算する移動変位演算手段と、前記生体組織の運動速度を演算する速度演算手段の少なくともいずれか一方と、

前記移動変位量と前記運動速度の少なくともいずれか一方に基づいて、前記生体組織の歪変化量を演算する歪変化量演算手段と、

前記生体組織に加わる応力変化量を検出する応力変化量検出手段と、

前記歪変化量と前記応力変化量とに基づいて、前記生体組織の弾性率を算出する弾性率演算手段と、

前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについて、周波数特性を解析する周波数解析手段と、

前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについて、前記周波数解析手段により解析された前記周波数特性に基づいて、ノイズ成分を除去する補正手段と、

を備えることを特徴とする超音波診断装置。

【請求項 2】

前記生体組織内に複数の関心点または関心領域を設定することにより、前記移動変位量、運動速度、および歪変化量の少なくとも一つを空間的に求めることができる機能を有することを特徴とする請求項 1 記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記空間的に求められた移動変位量、運動速度、および歪変化量の少なくとも一つの空間的な平均値を求めることができる機能を有することを特徴とする請求項 2 記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記周波数解析手段は、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについて周波数スペクトル演算を実行する機能を有することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記周波数解析手段は、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについて再現性評価関数を演算する機能を有し、一定周期間の再現性を求めることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記補正手段は、前記周波数解析手段による前記周波数スペクトル演算で得られた周波数スペクトルの振幅に基づき、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについてノイズ成分の除去を行うことを特徴とする請求項 4 記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記補正手段は、前記周波数解析手段による前記再現性評価関数の演算で得られた前記一定周期間の再現性に基づき、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについてノイズ成分の除去を行うことを特徴とする請求項 5 記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記補正手段は、帯域通過フィルタ、および/または帯域制限フィルタによって構成されていることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置。

【請求項 9】

生体組織を測定する超音波診断装置の制御方法であって、

前記生体組織内に設定した複数の関心点または関心領域に対して超音波プローブにより超音波を送受信し、

前記超音波プローブの送受信信号から、前記複数の関心点または関心領域における移動変位量または運動速度を演算し、

前記複数の関心点間または関心領域間の、前記移動変位量の差または前記運動速度の差から、前記生体組織の歪変化量を演算し、

前記歪変化量および外部から入力される応力変化量について周波数解析を行い、

前記周波数解析による得られた周波数特性に基づいて、前記歪変化量および応力変化量を補正し、

補正した前記歪変化量および応力変化量から前記生体組織の弾性率を求める、

超音波診断装置の制御方法。

【請求項 10】

10

生体組織を測定する超音波診断装置の制御方法であって、

前記生体組織内に設定した複数の関心点または関心領域対して超音波プローブにより超音波を送受信し、

前記超音波プローブの送受信信号から、前記複数の関心点または関心領域における移動変位量または運動速度を演算し、

前記複数の関心点または関心領域における前記移動変位量または運動速度と、外部から入力される応力変化量とについて周波数解析を行い、

前記周波数解析により得られた周波数特性に基づいて、前記複数の関心点または関心領域における移動変位量または運動速度と、前記応力変化量とを補正し、

補正した前記複数の関心点または関心領域における前記移動変位量または運動速度から、前記複数の関心点間または関心領域間の前記移動変位量の差または前記運動速度の差を演算し、

20

前記複数の関心点間または関心領域間の前記移動変位量の差または前記運動速度の差から、前記生体組織の歪変化量を演算し、

前記歪変化量および応力変化量から前記生体組織の弾性率を求める、

超音波診断装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波を用いて、生体組織の運動速度や移動変位量を検出し、それに基づいて生体組織の形状特性、または性状特性を測定する超音波診断装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

生体内組織の性状を識別・同定する手段の一つとして、生体内組織を構成する弾性繊維、膠原繊維、脂肪や血栓などによって、弾性率に相違があることを利用して、生体内組織に応力を加えたときの歪から弾性率を求める手法が知られている。

【0003】

超音波を用いて、生体組織の歪を計測する手法として、例えば、特許文献1に示されているように、生体組織内に複数の関心点、あるいは関心領域を設定し、それらについて運動速度、あるいは移動変位を同時に計測し、その差分を演算することにより、前記複数の関心点、あるいは関心領域間の運動速度差、あるいは移動変位差を求め、それに基づいて生体組織の歪量を求める方法が知られている。

40

【0004】

前記複数の関心点、あるいは関心領域のいずれかの運動速度や移動変位にノイズが含まれると、演算される歪量にもノイズの影響が現れる。そのため、例えば、特許文献2から4に示されているように、対象となる信号に関してノイズの有無を判別し、ノイズがあった場合、ノイズの除去、ノイズが発生した時刻の前後の時刻の値での補間、予め用意した理想的な信号による近似などの手法によりノイズの影響を除去することなどが知られている。

【0005】

50

- 【特許文献1】特開平10-5226号公報
【特許文献2】特開平11-151242号公報
【特許文献3】特開2000-201932号公報
【特許文献4】特開2003-275211号公報
【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、前記予め比較のための理想的な信号を用意する手法は、被検体によって生体組織の運動状態が異なり、さらに、同一の被検体においても生体組織の状態が刻々と変化することから、膨大な理想的な信号を用意する必要があり、回路規模が大きくなってしまふ。

【0007】

また、前記ノイズが発生した時刻の前後の信号と比較する手法では、連続して前記ノイズが発生した場合に対応できないという問題がある。

【0008】

本発明は、このような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、生体信号に含まれるノイズの影響を受けずに生体組織の形状特性や性状特性を測定することのできる超音波診断装置を提供することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の超音波診断装置は、超音波プローブから送出されて生体組織内で反射された超音波に基づいて、生体組織の形状特性または性状特性を測定する超音波診断装置であって、前記生体組織の移動変位量を演算する移動変位演算手段と、前記生体組織の運動速度を演算する速度演算手段の少なくともいずれか一方と、前記移動変位量と前記運動速度の少なくともいずれか一方に基づいて、前記生体組織の歪変化量を演算する歪変化量演算手段と、前記生体組織に加わる応力変化量を検出する応力変化量検出手段と、前記歪変化量と前記応力変化量とに基づいて、前記生体組織の弾性率を算出する弾性率演算手段と、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについて、周波数特性を解析する周波数解析手段と、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについて、前記周波数解析手段により解析された前記周波数特性に基づいて、ノイズ成分を除去する補正手段と、を備える。

【0010】

周波数解析手段と補正手段を備えることにより、移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量などの生体信号の周波数特性を利用し、生体信号からノイズを除去することができる。このため、弾性率測定をノイズの影響を受けずに安定して行うことができる。また、ある時刻での生体信号からのノイズの検出と除去を、その時刻の前後の生体信号との比較を行うことなく実行できる。さらに、ノイズの検出と除去のために膨大な量の理想的な信号を予め用意する必要がないので、回路規模を大きくする必要がない。

【0011】

ある好ましい実施形態において、前記生体組織内に複数の関心点または関心領域を設定することにより、前記移動変位量、運動速度、および歪変化量の少なくとも一つを空間的に求めることができる機能を有する。

【0012】

ある好ましい実施形態において、前記空間的に求められた移動変位量、運動速度、および歪変化量の少なくとも一つの空間的な平均値を求めることができる機能を有する。

【0013】

ある好ましい実施形態において、前記周波数解析手段は、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについて周波数スペクトル演算を実行する機能を有する。

【0014】

10

20

30

40

50

ある好ましい実施形態において、前記周波数解析手段は、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについて再現性評価関数を演算する機能を有し、一定周期間の再現性を求める。

【0015】

ある好ましい実施形態において、前記補正手段は、前記周波数解析手段による前記周波数スペクトル演算で得られた周波数スペクトルの振幅に基づき、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについてノイズ成分の除去を行う。

【0016】

ある好ましい実施形態において、前記補正手段は、前記周波数解析手段による前記再現性評価関数の演算で得られた前記一定周期間の再現性に基づき、前記移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量の少なくとも一つについてノイズ成分の除去を行う。

10

【0017】

ある好ましい実施形態において、前記補正手段は、帯域通過フィルタ、および/または帯域制限フィルタによって構成されている。

【0018】

本発明の超音波診断装置の制御方法は、生体組織の形状特性または性状特性を測定する超音波診断装置の制御方法であって、前記生体組織内に設定した複数の関心点または関心領域に対して超音波プローブにより超音波を送受信し、前記超音波プローブの送受信信号から、前記複数の関心点または関心領域における移動変位量または運動速度を演算し、前記複数の関心点間または関心領域間の、前記移動変位量の差または前記運動速度の差から、前記生体組織の歪変化量を演算し、前記歪変化量および外部から入力される応力変化量について周波数解析を行い、前記周波数解析による得られた周波数特性に基づいて、前記歪変化量および応力変化量を補正し、補正した前記歪変化量および応力変化量から前記生体組織の弾性率を求める。

20

【0019】

また、本発明の超音波診断装置の制御方法は、生体組織の形状特性または性状特性を測定する超音波診断装置の制御方法であって、前記生体組織内に設定した複数の関心点または関心領域に対して超音波プローブにより超音波を送受信し、前記超音波プローブの送受信信号から、前記複数の関心点または関心領域における移動変位量または運動速度を演算し、前記複数の関心点または関心領域における前記移動変位量または運動速度と、外部から入力される応力変化量とについて周波数解析を行い、前記周波数解析により得られた周波数特性に基づいて、前記複数の関心点または関心領域における移動変位量または運動速度と、前記歪変化量とを補正し、補正した前記複数の関心点または関心領域における前記移動変位量または運動速度から、前記複数の関心点間または関心領域間の前記移動変位の差または前記運動速度の差を演算し、前記複数の関心点間または関心領域間の前記移動変位量の差または前記運動速度の差から、前記生体組織の歪変化量を演算し、前記歪変化量および応力変化量から前記生体組織の弾性率を求める。

30

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、周波数解析手段と補正手段を備えることにより、超音波を用いて得られた移動変位量、運動速度、歪変化量、および応力変化量などの生体信号の周波数特性を利用して、生体信号からノイズを除去することが可能となる。このため、弾性率測定をノイズの影響を受けずに安定して行うことができる。また、ある時刻での生体信号からのノイズの検出と除去を、その時刻の前後の生体信号との比較を行うことなく実行できる。さらに、ノイズの検出と除去のために膨大な量の理想的な信号を予め用意する必要がないので、回路規模を大きくする必要がない。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0021】

以下、図面を参照しながら、本発明の超音波診断装置の実施形態を説明する。

【0022】

50

(第1実施形態)

図1は、超音波診断装置10のブロック図を示している。超音波診断装置10は、超音波プローブ10と超音波診断装置本体20を備え、超音波プローブ1を用いて生体の形状特性または性状特性を測定する。ここで、生体の形状特性とは、生体組織の形状、または、形状の時間変化による生体組織の運動速度やその積分値である移動変位量、生体組織内に設定した2点間の歪変化量などをいう。生体の性状特性は、生体組織の弾性率などをいう。本実施形態では、超音波診断装置10は生体組織の弾性率を測定する。

【0023】

超音波診断装置本体20は、送受信部2、演算部3、周波数解析部4、補正部5、弾性率演算部3、表示部7、制御部104、および記憶部105を備えている。演算部3は、周波数解析部4と補正部5に接続されている。また、超音波診断装置本体20には後述する圧力検出部106が接続されている。

10

【0024】

超音波プローブ1は、測定対象である生体組織へ超音波を送信し、送信した超音波が生体組織において反射することにより得られる超音波エコーを受信する。以下、測定対象となる生体組織が動脈壁である場合を例に説明する。図3を参照すると、生体組織表面201に設置された超音波プローブ1から、生体組織内の動脈202に、超音波が送信され、動脈202で生じた超音波エコーが、超音波プローブ1で受信される。これら送信される超音波と受信される超音波は、超音波ビーム301を形成する。

【0025】

本実施形態では、動脈壁の内膜と外膜にそれぞれ関心点を設定する。図3において符号 P_1 は動脈壁の内膜に設定された関心点を表し、符号 P_n は動脈壁の外膜に設定された関心点を表している。このように複数の関心点を設定することにより、移動変位量などを空間的に求めることができる。

20

【0026】

図4(a)は、心拍動(一心周期)に伴う移動変位量、すなわち内膜の移動変位波形401aと外膜401bの移動変位波形401bを示す。また、図4(b)は心拍動(一心周期)による血压変化に伴う動脈壁の歪変化量402を示す。超音波ビーム301上に位置する動脈壁の内膜と外膜に関心点 P_1 、 P_n を設定することにより、演算部3で内膜の移動変位波形401aと外膜の移動変位波形401bの差を求め、歪変化量402を求めることができる。この図4の例では、移動変位波形401a、401bに再現性のないノイズは含まれない。一方、図5(a)は、動脈壁の外膜に設定した関心点 P_n における移動変位波形401bに、心周期中で再現性のないスパイク状のノイズが混入した例を示す。移動変位量401bにスパイク状のノイズが混入することにより、図5(b)に示すように歪変化量402にもスパイク状のノイズが発生する。

30

【0027】

図2は、演算部3のブロック図を示している。本実施形態では、演算部3は、超音波プローブ1で受信された超音波エコーを送受信部2で遅延合成した信号を用いて、生体組織の移動変位および歪変化量を演算する。演算部3は、移動変位演算部32と歪変化量演算部33を備えている。

40

【0028】

移動変位演算部32は、送受信部2を介して生体組織内から得られた超音波エコーに基づいて、前記生体組織内に設定した関心点(図3の例では関心点 P_1 、 P_n)の移動変位を求める。移動変位演算部32における各関心点の移動変位の検出は、一般的に用いられているFFTドップラー法、自己相関法など、いかなる手法を用いても良い。また、検出精度を高めるために、前記各関心点の近傍の移動変位量を同時に検出し、平均値を求めるとよい。

【0029】

歪変化量演算部33は、移動変位量演算部32から得られた、超音波ビーム301上に設定した少なくとも2つ以上の関心点の移動変位量(図4(a)及び図5(a)の移動変

50

位波形 401 a , 401 b) から、歪変化量 (図 4 (b) 及び図 5 (b) の歪変化量) を求める。歪変化量演算部 33 における歪変化量の算出は、各関心点の近傍の歪変化量を同時に検出し、平均値を求めて測定精度を高めてもよい。

【0030】

応力検出部 106 は、生体組織内の関心点、あるいは、関心領域に加わる応力を検出する。図 3 に示す例のように、動脈壁に加わる応力を計測する場合は、応力検出部 106 として血圧計が好適である。また、生体組織表面から応力を加える場合は、応力検出部 106 として生体組織表面上に圧力センサを設置しても良い。

【0031】

本実施形態では、周波数解析部 4 は、歪変化量演算部 33 で求められた生体組織の歪変化量と、応力検出部 106 で検出された応力変化の周波数解析を行い、それに基づいて歪変化量と応力変化にノイズが含まれている否かを判定する。具体的には、周波数解析部 4 は、周波数スペクトル、コヒーレンス、および再現性評価関数などの周波数解析演算機能を備えている。以下、図 4 から図 6 を参照して、周波数解析部 4 の周波数解析演算機能とそれに基づくノイズの検出の例を説明する。

10

【0032】

最初に、周波数スペクトル演算によるノイズの検出について説明する。図 6 (a) , (b) は、図 4 (b) 及び図 5 (b) の歪変化量 402 の一心周期間のパワースペクトルを示している。これらの図 6 (a) , (b) において、横軸は周波数であり、縦軸は周波数ごとのパワーを示す。

20

【0033】

まず、図 6 (a) は、図 4 に示したいずれの移動変位波形 401 a , 401 b にも再現性のないノイズを含まない場合の、歪変化量 402 の一心周期間のパワースペクトルを示している。この図 4 に示した歪変化量 402 の場合 (ノイズを含まない正常な波形の場合) 、一般的に直流から数十 Hz の周波数帯域でのパワーが大きくなる。

【0034】

一方、図 6 (b) は、図 4 に示した移動変位波形 401 b に再現性のないノイズを含みその結果歪変化量 402 にスパイク状のノイズが混入している場合の一心周期中のパワースペクトルを示している。スパイク状のノイズは、一般的に歪変化量の主なパワースペクトルよりも、高い周波数帯域で発生するために、この図 6 (b) に示すように、高い周波数帯域にパワースペクトルのピークが現れる。そして、ノイズ混入による歪変化量が、ノイズがない場合の最大値を超える値の場合、弾性率演算部 3 で求められる弾性率に誤差が生じる。

30

【0035】

周波数解析部 4 は、対象としている心周期のパワースペクトルの振幅と、対象としている心周期以前の心周期のパワースペクトルの振幅、あるいは対象としている心周期以後の心周期のパワースペクトルの振幅を比較し、前記各心周期間のパワースペクトルの振幅差が予め設定した値以上になった周波数帯域の信号をノイズが含まれている周波数帯域と判定する。

【0036】

なお、一般的に動脈壁のような生体組織の運動の周波数帯域は、直流から数十 Hz といわれており、前記パワースペクトルの振幅によるノイズ成分が含まれている周波数帯域の判定を行う周波数帯域を、予め設定した周波数以上と限定して行っても良い。

40

【0037】

次に、信号の再現性を評価する方法の好適な例として、文献 (金井浩著「音・振動のスペクトル解析」コロナ社、1999年3月8日、P270 - 271。) で開示された、再現性評価関数を用いたノイズ検出の方法について説明する。図 6 (c) は、図 5 に示した移動変位波形 401 b に再現性のないノイズを含みその結果歪変化量 402 にスパイク状のノイズが混入している場合の、歪変化量 402 の再現性評価関数を示している。再現性評価関数は、周波数ごとの再現性を求めるために一般的に用いられ、ある信号の周波数ス

50

ベクトル $Y_i(k)$ と、周期回数 M から次式で表される。

【0038】

【数1】

$$|\gamma(k)|^2 = \frac{\left| \sum_{i=1}^M Y_i(k) \right|^2}{M \sum_{i=1}^M |Y_i(k)|^2}$$

10

【0039】

ここで、 i は周期番号、 k は離散的周波数である。

【0040】

再現性評価関数は、0 から 1 の間の値をとり、周期間の再現性が高い場合は 1 に近い値となる。図 6 (c) の例では、スパイク状のノイズが含まれる周波数に近づくとき再現性評価関数の値が急激に減少している。動脈のように、心臓の拍動に伴う生体組織の形状的な変化は、心臓の拍動に同期した周期性を持っている。そのため周波数解析部 4 は、再現性評価関数を用いて、一心周期ごとの周波数ごとの再現性を求め、再現性評価関数が予め設定した値以下となる周波数帯域を、ノイズが含まれる周波数帯域を判定する。

【0041】

20

周波数解析部 4 は、周波数スペクトル演算によるノイズの判定と、再現性評価関数によるノイズの判定の両方を行ってもよく、いずれか一方のみを行っても良い。

【0042】

以上、歪変位量について説明したが、応力検出部 106 で検出された応力変化値も演算部 3 の周波数解析部 4 に入力され、同様の手順により周波数スペクトル演算および/または再現性評価関数によるノイズの有無の判定が実行される。

【0043】

補正部 5 は、周波数解析部 4 の判定結果に基づき、生体組織の歪変化量および応力変化値のノイズ成分の除去を行う。補正部 5 は、帯域通過フィルタ、および/または帯域制限フィルタなどのフィルタによって構成されており、フィルタの定数は、主に周波数解析部 4 で求められたパワースペクトルの振幅、および/または再現性評価関数で判定した結果を用いて設定される。なを、フィルタの定数は、操作者が任意に設定できるようにするのでも良く、さらに、予め複数のフィルタ定数を設定しておき、操作者が選択できるように構成しておくことも好適である。

30

【0044】

また、補正部 5 での歪変化量および応力変化値のフィルタ処理において、フィルタ処理の対象としている心周期より以前の心周期の周波数解析部 4 の判定結果を用いてフィルタ特性を決定し、決定したフィルタ特性を用いて対象としている心周期のデータに対しフィルタ処理を実行する手法は、演算の遅れ時間が少ないので、リアルタイム処理に好適である。

40

【0045】

さらに、補正部 5 での歪変化量および応力変化値のフィルタ処理において、フィルタ処理の対象としている心周期の周波数解析部 4 の判定結果を用いてフィルタ特性を決定し、決定したフィルタ特性を用いて当該心周期の歪変化量および応力変化値にフィルタ処理を実行する手法は、演算に必要とされるデータ量が少ないので、診断が短時間で実行されるため好適である。

【0046】

一般的な生体組織の弾性率は、最大の歪変化量と最大の応力変化量から演算され、動脈壁の場合は、一心周期中の歪変化量と脈圧値 (最大血圧 - 最小血圧) となる。弾性率演算部 3 は、生体組織内に設定した少なくとも 2 つ以上の関心点、あるいは、関心領域の歪変

50

化量を同時刻の応力変化量で除算し、弾性率を求める。前記歪変化量は、歪変化量演算部 33 で求め、補正部 5 でノイズ成分を除去したものであり、また、応力変化量は、応力検出部 106 で検出され、補正部 5 でノイズ成分を除去したものである。従って、弾性率演算部 3 は高精度の弾性率を算出できる。

【0047】

表示部 7 は、弾性率演算部 3 で演算された生体組織の弾性率を表示する。弾性率表示は、一般的な超音波診断装置の表示機能である B モード断層画像と同時に表示されるのが好ましく、また、超音波ビームを走査して、複数の関心点の弾性率が求められる場合は、前記 B モード断層画像上に、弾性率をカラー換算し、重畳させて表示させることも好適である。

10

【0048】

制御部 104 は、送受信部 2、演算部 3、周波数解析部 4、補正部 5、弾性率演算部 3、および表示部 7 を制御し、この制御の情報は、記憶部 105 に記憶される。

【0049】

次に、本実施形態の超音波診断装置 10 の動作を概説する。まず、生体組織内に設定した複数の関心点 (図 3 の関心点 P_1 , P_n) に対して超音波プローブ 1 により超音波を送受信する。次に、演算部 3 の移動変位演算部 31 が、超音波プローブ 1 の送受信信号から、前記複数の関心点における移動変位量を演算する。続いて、歪変化量演算部 31 が、移動変位演算部 31 によって算出された複数の関心点間の移動変位の差として、生体組織の歪変化量を演算する。次に、周波数解析部 4 が、歪変化量演算部 31 によって算出された歪変化量および外部の応力検出部 106 から入力される応力変化量について周波数解析 (周波数スペクトル演算、再現性評価関数の演算など) を行う。さらに、周波数解析部 4 での周波数解析の結果に基づいて、補正部 5 が歪変化量および応力変化量を補正する。続いて、弾性率演算部 3 が、補正部 5 で補正済みの歪変化量および応力変化量から生体組織の弾性率を求め、算出された弾性率は必要に応じて表示部 7 に表示される。

20

【0050】

以上のように、本実施形態の超音波診断装置 10 は周波数解析部 4 と補正部 5 を備えることにより、超音波を用いて得られた歪変化量および応力変化量、すなわち生体信号の周波数特性を利用して、生体信号からノイズを除去することができる。このため、弾性率測定をノイズの影響を受けずに安定して行うことができる。また、ある時刻での生体信号からのノイズの検出と除去を、その時刻の前後の生体信号との比較を行うことなく実行できる。さらに、ノイズの検出と除去のために膨大な量の理想的な信号を予め用意する必要がないので、回路規模を大きくする必要がない。

30

【0051】

(第 2 実施形態)

図 7 に示す本発明の第 2 実施形態は、超音波診断装置 10 全体の構成は第 1 実施形態 (図 1) と同様であるが、演算部 3 の構成が第 1 実施形態とは異なる。

【0052】

本実施形態の演算部 3 は、移動変位演算部 32 と歪変化量演算部 33 に加え、運動速度演算部 31 を備える。運動速度演算部 31 は、送受信部 2 を介して生体組織内から得られた超音波エコーに基づいて、前記生体組織内に設定した関心点 (図 3 の例では関心点 P_1 , P_n) の運動速度を求める。運動速度演算部 31 における各関心点の運動速度の検出は、一般的に用いられている FFT ドップラー法、自己相関法など、いかなる手法を用いても良い。また、検出精度を高めるために、前記各関心点の近傍の運動速度を同時に検出し、平均値を求めてもよい。

40

【0053】

本実施形態では、移動変位演算部 32 は、運動速度演算部 31 が検出した各関心点の運動速度を積分することにより、各関心点の移動変位量を算出する。歪変化量演算部 33 は、移動変位演算部 32 で算出された各関心点の移動変位量の差として歪変化量を求める。歪変化量演算部 33 で算出された歪変化量と応力検出部 106 で検出された応力変化値は

50

周波数解析部 4 で周波数解析の対象となり、さらにその結果に基づいて補正部 5 で補正された後、弾性率演算部 3 (図 1 参照) における弾性率の算出に使用される。

【 0 0 5 4 】

第 2 実施形態のその他の構成及び作用は、第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 5 5 】

(第 3 実施形態)

図 8 に示す本発明の第 3 実施形態は、超音波診断装置 1 0 全体の構成は第 1 実施形態 (図 1) と同様であるが、演算部 3 の構成が第 1 実施形態とは異なる。

【 0 0 5 6 】

本実施形態の演算部 3 は、運動速度演算部 3 1 と歪変化量演算部 3 3 を備える。運動速度演算部 3 1 は、送受信部 2 を介して生体組織内から得られた超音波エコーに基づいて、前記生体組織内に設定した関心点 (図 3 の例では関心点 P_1 , P_n) の運動速度を求める。歪変化量演算部 3 3 は、運動速度演算部 3 1 で算出された各関心点の運動速度の差を積分することにより、歪変化量を算出する。歪変化量演算部 3 3 で算出された歪変化量と応力検出部 1 0 6 で検出された応力変化値は周波数解析部 4 で周波数解析の対象となり、さらにその結果に基づいて補正部 5 で補正された後、弾性率演算部 3 (図 1 参照) における弾性率の算出に使用される。

10

【 0 0 5 7 】

第 3 実施形態のその他の構成及び作用は、第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。

20

【 0 0 5 8 】

(第 4 実施形態)

図 9 に示す本発明の第 4 実施形態は、超音波診断装置 1 0 全体の構成は第 1 実施形態 (図 1) と同様であるが、演算部 3 の構成が第 1 実施形態とは異なる。

【 0 0 5 9 】

本実施形態の演算部 3 は、移動変位演算部 3 2 、運動速度演算部 3 1 、および歪変量演算部 3 3 を備える。移動変位演算部 3 2 は、送受信部 2 を介して生体組織内から得られた超音波エコーに基づいて、前記生体組織内に設定した関心点 (図 3 の例では関心点 P_1 , P_n) の移動変位を求める。運動速度演算部 3 1 は、移動変位演算部 3 2 が検出した各関心点の移動変位量を微分することにより、各関心点の運動速度を算出する。歪変化量演算部 3 3 は、運動速度演算部 3 1 で算出された各関心点の運動速度の差を積分することにより、歪変化量を算出する。歪変化量演算部 3 3 で算出された歪変化量と応力検出部 1 0 6 で検出された応力変化値は周波数解析部 4 で周波数解析の対象となり、さらにその結果に基づいて補正部 5 で補正された後、弾性率演算部 3 (図 1 参照) における弾性率の算出に使用される。

30

【 0 0 6 0 】

第 4 実施形態のその他の構成及び作用は、第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。

【 0 0 6 1 】

(第 5 実施形態)

図 1 0 及び図 1 1 は、本発明の第 5 実施形態にかかる超音波診断装置 1 0 を示す。第 1 から第 4 実施形態では、演算部 3 の歪変化量演算部 3 3 で算出された歪変化量を周波数解析部 4 で周波数解析し、さらにその結果に基づいて補正部 5 で補正している。しかし、本実施形態では、歪変化量演算部 3 3 で歪変化量を算出する前の段階、具体的には移動変位演算部 3 1 で検出した各関心点の移動変位量を周波数解析の対象としている。なお、応力検出部 1 0 6 で検出された応力変化値を周波数解析部 4 で周波数解析し、さらにその結果に基づいて補正部 5 で補正する点は第 1 実施形態と同様である。

40

【 0 0 6 2 】

図 1 1 に示すように、本実施形態では、周波数解析部 4 と補正部 5 は演算部 3 1 に含ま

50

れている。また、演算部 3 1 は、移動変位量演算部 3 2 と歪変化量演算部 3 3 を備える。

【0063】

移動変位量演算部 3 2 は、送受信部 2 を介して生体組織内から得られた超音波エコーに基づいて、前記生体組織内に設定した関心点（図 3 の例では関心点 P_1 , P_n ）の移動変位を求める。周波数解析部 4 は、移動変位量演算部 3 2 が算出した各関心点の移動変位量について周波数解析（周波数スペクトル演算、再現性評価関数の演算など）を行う。さらに、周波数解析部 4 での周波数解析の結果に基づいて、補正部 5 が各関心点の移動変位量および応力変化量を補正する。歪変化量演算部 3 3 は補正部 5 で補正済みの各関心点の移動変位量の差として歪変化量を算出する。弾性率演算部 6 は、歪変化量演算部 3 3 で算出された歪変化量と、補正部 5 で補正済みの応力変化値とから生体組織の弾性率を算出する。

10

【0064】

本実施形態では、周波数解析の結果に基づいて補正した各関心点の移動変位量を使用して歪変化量を算出し、さらにこの歪変化量を弾性率の算出に使用している。従って、第 1 から第 4 実施形態と同様に高精度で弾性率を測定できる。

【0065】

第 5 実施形態のその他の構成及び作用は、第 1 実施形態と同様であるので説明を省略する。

【0066】

本実施形態と同様に第 2 実施形態から第 4 実施形態においても、歪変化量演算部 3 3 で歪変化量を算出する前の段階で周波数解析とその結果に基づく補正を実行してもよい。例えば、第 2 実施形態（図 7）において、運動速度演算部 3 1 で算出された各関心点の運動速度または移動変位演算部 3 2 で算出された各関心点の移動変位量を周波数解析と補正の対象にしてもよい。また、第 3 実施形態（図 8）において、運動速度演算部 3 1 で算出された各関心点の運動速度を周波数解析と補正の対象にしてもよい。さらに、第 4 実施形態（図 9）において、移動変位演算部 3 2 で算出された各関心点の移動変位量または運動速度演算部 3 1 で算出された各関心点の運動速度を周波数解析と補正の対象にしてもよい。

20

【0067】

本発明は前記実施形態に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、以上の説明では、超音波プローブ 1 による超音波の送受信を生体組織に設定した複数の関心点（（図 3 の例では関心点 P_1 , P_n ））について行っているが、関心点に代えてある程度の拡がりを持つ関心領域を生体組織に設定し、それに対して超音波プローブ 1 による超音波の送受信を実行してもよい。第 1 から第 5 実施形態における関心点に関する説明は、関心領域についてもそのまま該当する。

30

【産業上の利用可能性】

【0068】

本発明は、生体組織の形状特性または性状特性を測定する超音波診断装置に好適に用いられる。特に、動脈などの生体組織の弾性率を測定することによって生体組織の診断を行うことのできる超音波診断装置に好適に用いられる。

【図面の簡単な説明】

40

【0069】

【図 1】本発明の第 1 実施形態にかかる超音波診断装置を示すブロック図である。

【図 2】本発明の第 1 実施形態にかかる超音波診断装置の演算部の構成を示すブロック図である。

【図 3】超音波プローブでの超音波の送受信による動脈壁の移動変位の計測を示す模式図である。

【図 4】（a）は一周期中の動脈壁の移動変位を示す模式的なグラフ、（b）は一周期中の歪変化量を示す模式的なグラフである。

【図 5】（a）はスパイク状のノイズが混入したときの一周期中の動脈壁の移動変位を示す模式的なグラフ、（b）は移動変位にスパイク状のノイズが混入したときの一周期

50

中の歪変化量を示す模式的なグラフである。

【図 6】(a) は一心周期中の動脈壁の歪変化量のパワースペクトルを示す模式的なグラフ、(b) はスパイク状のノイズが混入したときの動脈壁の歪変化量のパワースペクトルを示す模式的なグラフ、(c) は心周期ごとの動脈壁の歪変化量の再現性評価関数を示す模式的なグラフである。

【図 7】本発明の第 2 実施形態にかかる超音波診断装置の演算部の構成を示すブロック図である。

【図 8】本発明の第 3 実施形態にかかる超音波診断装置の演算部の構成を示すブロック図である。

【図 9】本発明の第 4 実施形態にかかる超音波診断装置の演算部の構成を示すブロック図である。 10

【図 10】本発明の第 5 実施形態にかかる超音波診断装置を示すブロック図である。

【図 11】本発明の第 5 実施形態にかかる超音波診断装置の演算部の構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

【 0 0 7 0 】

1 超音波プローブ

2 送受信部

3 演算部

4 周波数解析部

5 補正部

6 弾性率演算部

7 表示部

1 0 超音波診断装置

2 0 超音波装置本体

3 1 運動速度演算部

3 2 移動変位演算部

3 3 歪変化量演算部

1 0 4 制御部

1 0 5 記憶部

1 0 6 応力検出部

2 0 1 生体組織表面

2 0 2 動脈

3 0 1 超音波ビーム

4 0 1 a 動脈壁内膜の移動変位波形

4 0 1 b 動脈壁外膜の移動変位波形

4 0 2 動脈壁の歪変化波形

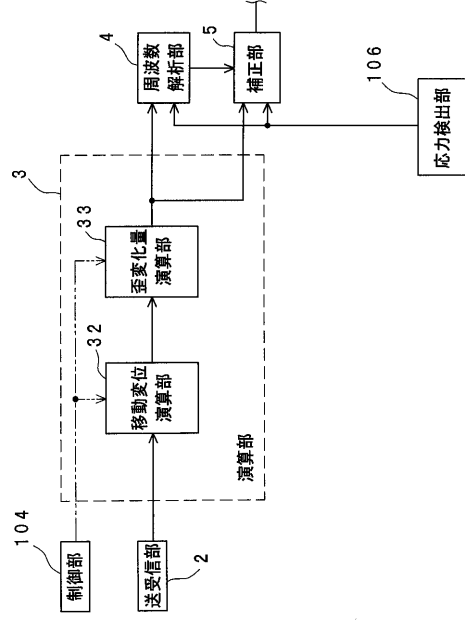
20

30

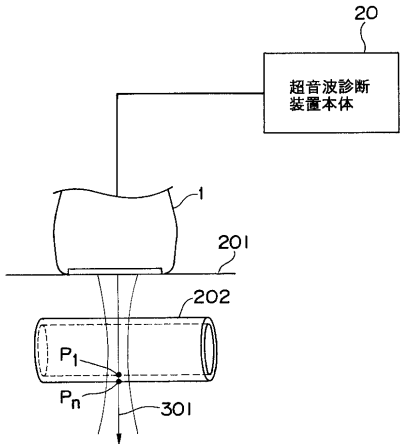
【 図 1 】



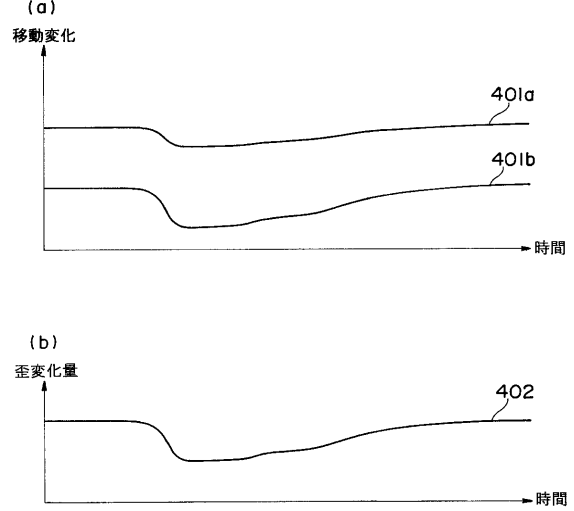
【 図 2 】



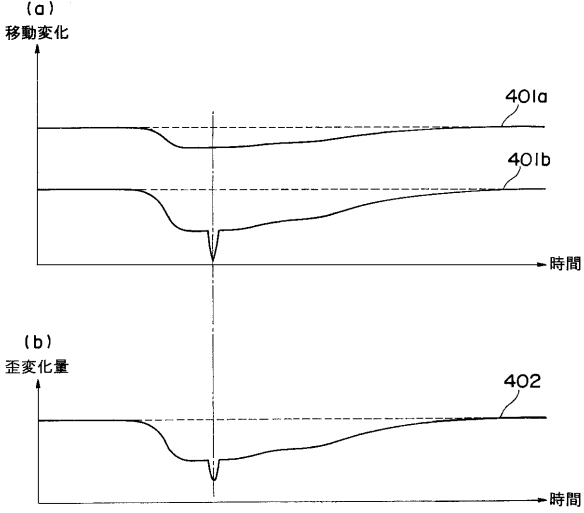
【 図 3 】



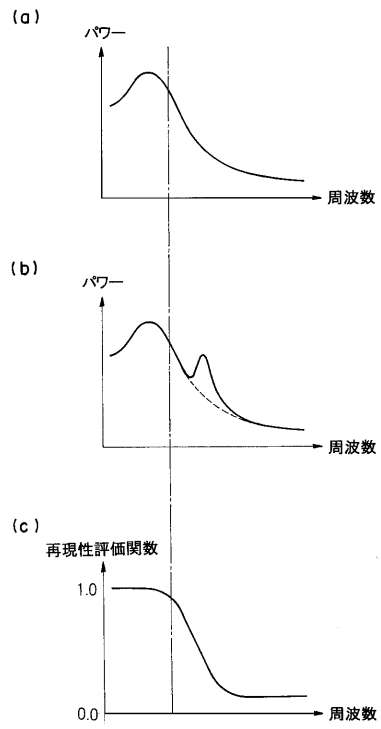
【 図 4 】



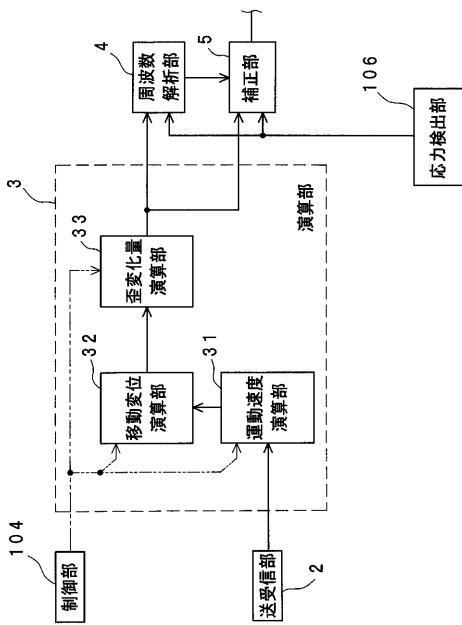
【図5】



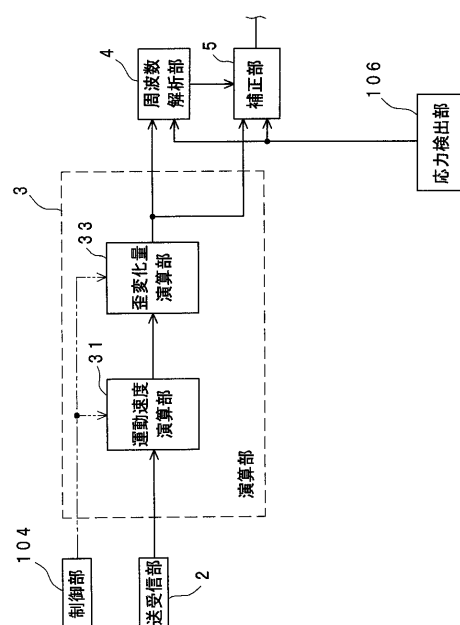
【図6】



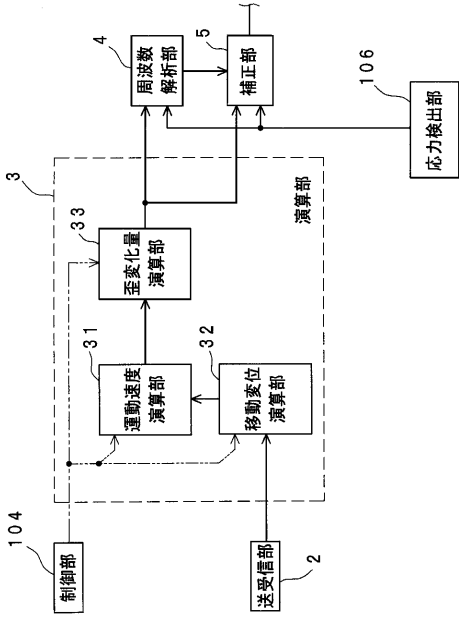
【図7】



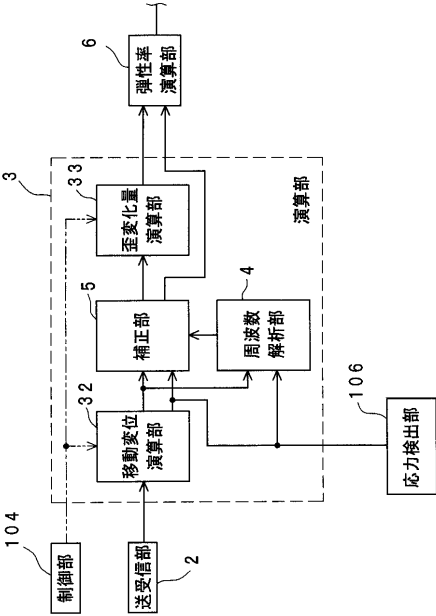
【図8】



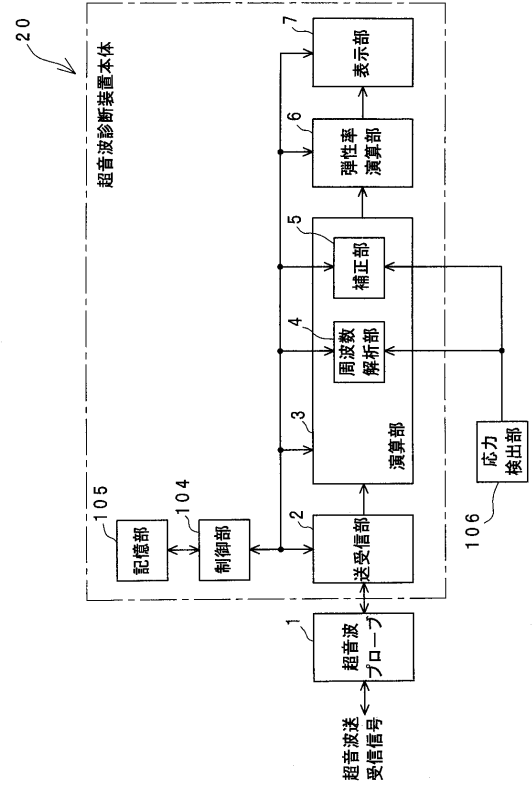
【 図 9 】



【 図 11 】



【 図 10 】



フロントページの続き

(72)発明者 砂川 和宏

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 萩原 尚

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 加藤 真

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内

Fターム(参考) 4C601 BB02 BB06 DD06 DD14 DD19 DD23 DE01 EE02 EE10 EE12
JB31 JB38 JB43 JB48 JB49 JB51 JC37 KK12 KK17 KK30
LL03

专利名称(译)	超声波诊断装置及其控制方法		
公开(公告)号	JP2007090003A	公开(公告)日	2007-04-12
申请号	JP2005287084	申请日	2005-09-30
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
[标]发明人	砂川和宏 萩原尚 加藤真		
发明人	砂川 和宏 萩原 尚 加藤 真		
IPC分类号	A61B8/08		
FI分类号	A61B8/08 A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB06 4C601/DD06 4C601/DD14 4C601/DD19 4C601/DD23 4C601/DE01 4C601/EE02 4C601/EE10 4C601/EE12 4C601/JB31 4C601/JB38 4C601/JB43 4C601/JB48 4C601/JB49 4C601/JB51 4C601/JC37 4C601/KK12 4C601/KK17 4C601/KK30 4C601/LL03		
代理人(译)	山田卓司 田中，三夫		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在不受超声诊断设备中的生物信号中包含的噪声影响的情况下测量活组织的弹性模量。 解决方案：频率分析单元4计算每个兴趣点处的应变变化量的频谱，频谱和频谱，以及由计算单元3计算的由活组织中的应力检测单元106检测的活组织的应力变化值。通过性别评估功能和其他人进行频率分析。校正单元5基于频率分析的结果校正应变变化量和应力变化值。弹性模量计算单元6根据校正的应变变化量和应力变化值计算活组织的弹性模量。 点域1

