

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4733938号  
(P4733938)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年4月28日(2011.4.28)

(51) Int.CI.

F 1

A 6 1 B 8/08 (2006.01)  
G 0 6 T 1/00 (2006.01)A 6 1 B 8/08  
G 0 6 T 1/00 2 9 O D

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2004-210110 (P2004-210110)  
 (22) 出願日 平成16年7月16日 (2004.7.16)  
 (65) 公開番号 特開2006-26151 (P2006-26151A)  
 (43) 公開日 平成18年2月2日 (2006.2.2)  
 審査請求日 平成19年7月5日 (2007.7.5)

前置審査

(73) 特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (73) 特許権者 594164542  
 東芝メディカルシステムズ株式会社  
 栃木県大田原市下石上1385番地  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠  
 (74) 代理人 100109830  
 弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波診断装置および超音波画像処理装置

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

被検体に向けて超音波を放射するとともに前記被検体で反射された前記超音波を受信する超音波プローブを利用して前記被検体の診断を行う超音波診断装置において、

前記超音波プローブで送受信される超音波を利用したBモード撮像により複数の時相に対応するBモード画像を取得し、前記複数のBモード画像を用いて被検体における局所的な組織の運動速度を測定する測定手段と、

前記運動速度を用いた時間積分を行うことにより、前記組織の歪みまたは変位を示す運動情報を演算する演算手段と、

互いに異なる負荷を前記被検体に与えた2つの負荷状態でそれぞれ前記演算手段により演算される2つの前記運動情報を基づいて前記負荷の変化に伴う前記組織の運動の変化量を表すパラメータ値を算出する算出手段と、

を具備することを特徴とする超音波診断装置。

## 【請求項2】

被検体に向けて超音波を放射するとともに前記被検体で反射された前記超音波を受信する超音波プローブを利用して前記被検体の診断を行う超音波診断装置において、

前記超音波プローブで送受信される超音波を利用したBモード撮像により複数の時相に対応するBモード画像を取得し、前記複数のBモード画像を用いて被検体における局所的な組織の運動速度を、前記組織の運動周期よりも短い測定周期で繰り返し測定する測定手段と、

10

20

前記測定周期で測定される前記運動速度を用いた時間積分を行うことにより、前記組織の歪みまたは変位を示す運動情報をそれぞれ演算する演算手段と、

前記運動周期における基準時相から始まり前記運動周期よりも短い観察期間内でのピークの運動情報を抽出する抽出手段と、

互いに異なる負荷を前記被検体に与えた2つの負荷状態でそれぞれ前記抽出手段により抽出される2つの前記運動情報に基づいて前記負荷の変化に伴う前記組織の運動の変化量を表すパラメータ値を算出する算出手段と、

を具備することを特徴とする超音波診断装置。

【請求項3】

前記算出手段は、2つの前記運動情報または2つの前記所要時間の間の差、比または規格化した比を前記パラメータ値として算出することを特徴とする請求項1又は2項に記載の超音波診断装置。 10

【請求項4】

前記パラメータ値を反映する画像を生成する生成手段をさらに備えることを特徴とする請求項1又は2項に記載の超音波診断装置。

【請求項5】

前記生成手段により生成された前記画像を表示する手段をさらに備えることを特徴とする請求項4に記載の超音波診断装置。

【請求項6】

前記生成手段は、前記変化量をカラー表現するカラー画像を生成することを特徴とする請求項4に記載の超音波診断装置。 20

【請求項7】

前記超音波プローブにより走査される2次元平面または3次元空間に内在する複数の局所的な組織のそれぞれについて前記演算手段により演算された運動情報または所要時間を画素情報として持つ2つの画像情報の相対的な位置関係を調整する調整手段をさらに備え、

前記算出手段は、前記調整手段により位置関係が調整されたのちの前記2つの画像情報に基づいて、2つの画像情報における同一位置の画素情報どうしの変化量を表すパラメータ値を算出することを特徴とする請求項1又は2記載の超音波診断装置。

【請求項8】

前記算出手段は、前記超音波プローブにより走査される2次元平面または3次元空間に内在する複数の局所的な組織のそれぞれについて前記演算手段により演算された運動情報または所要時間を画素情報として持つ画像情報に基づき、2つの画像情報における同一位置の画素情報どうしの変化量を表すパラメータ値を算出するものであり、

前記2次元平面内または前記3次元空間内に設定された解剖学的に意味のある局所定なセグメントまたは局所的な関心領域における代表的な値を前記算出手段により算出されたパラメータ値から選出する手段をさらに具備したことを特徴とする請求項1又は2記載の超音波診断装置。

【請求項9】

超音波プローブで送受信される超音波を利用したBモード撮像により複数の時相に対応するBモード画像を取得し、前記複数のBモード画像を用いて被検体における局所的な組織について測定される運動速度に基づいて前記被検体の診断のための画像処理を行う超音波画像処理装置において、 40

前記運動速度を用いた時間積分を行うことにより、前記組織の歪みまたは変位を示す運動情報を演算する演算手段と、

互いに異なる負荷を前記被検体に与えた2つの負荷状態でそれぞれ前記演算手段により演算される2つの前記運動情報に基づいて前記負荷の変化に伴う前記組織の運動の変化量を表すパラメータ値を算出する算出手段と、を具備することを特徴とする超音波画像処理装置。

【請求項10】

50

超音波プローブで送受信される超音波を利用したBモード撮像により複数の時相に対応するBモード画像を取得し、前記複数のBモード画像を用いて被検体における局所的な組織に関して測定される運動速度に基づいて前記被検体の診断のための画像処理を行う超音波画像処理装置において、

前記測定周期で測定される前記運動速度を用いた時間積分を行うことにより、前記組織の歪みまたは変位を示す運動情報をそれぞれ演算する演算手段と、

前記運動周期における基準時相から始まり前記運動周期よりも短い観察期間内でのピークの運動情報を抽出する抽出手段と、

互いに異なる負荷を前記被検体に与えた2つの負荷状態でそれぞれ前記抽出手段により抽出される2つの前記運動情報に基づいて前記負荷の変化に伴う前記組織の運動の変化量を表すパラメータ値を算出する算出手段と、

を具備することを特徴とする超音波画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、心筋等の生体組織の速度を超音波を利用して推定し、この推定した速度情報を処理して組織の局所的な運動情報を出力することで医学診断に有効な情報を提供する超音波診断装置および超音波画像処理装置に関する。

【背景技術】

【0002】

心筋等の生体組織に関して、その機能を客観的かつ定量的に評価することは、その組織の診断にとって非常に重要である。

【0003】

様々な定量的評価法が試みられているが、近年では、超音波診断装置を用いたストレスエコー法が注目されつつある。この方法は、例えば被検体にジョギングをさせ、ジョギングする前とジョギングをした後とのそれれにおいて心筋の画像を撮影し、これらを比較して異常のある部位を判断しようというものである。

【0004】

この種の検査においては、ストレス(負荷)の前後における比較を定量化することで、検者の主観に頼った診断を避けることが望ましく、そのための様々な方法が提案されている。

【0005】

例えば、専用の左室壁運動解析装置を用いる方法が知られている。あるいは、容易かつ高精度にストレスエコー法による診断を行なうことのできる超音波診断装置が、特許文献1に開示されている。さらには、主に壁運動の部位毎の局所的な遅延の様子をイメージングすることのできる方法が、特許文献2に開示されている。

【特許文献1】特開平6-285066号公報

【特許文献2】特許第3187008号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

専用の左室壁運動解析装置を用いる方法では、心内膜のトレース等が必要で、煩雑な操作が必要であるという問題があった。

【0007】

特許文献1に開示された超音波診断装置であると、生体ではスペックルノイズ等の影響で不安定となりやすい速度の情報や、さらにノイズの影響を受けやすい加速度の情報を用いて比較を行っているために、安定した再現性の高い結果は得にくいという問題がある。

【0008】

特許文献2に開示された方法では、特にストレスエコーにおける負荷前後の比較は行っていない。このため、負荷前には一見壁運動が正常に見えても、実は負荷を加えると虚血

10

20

30

40

50

が誘発されて壁運動の局所的な遅延が生ずるような虚血性心疾患症例において、局所的な遅延の様子が負荷の前後にて微妙に変化するのを容易には検出し難いという背景もあった。

【 0 0 0 9 】

本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、その目的とするところは、安定性が高く有益な診断情報を得ることで、容易かつ再現性が高いストレスエコー法による診断を行なうことのできる超音波診断装置および超音波画像処理装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 0 】

10

請求項 1 に記載の発明は、被検体に向けて超音波を放射するとともに前記被検体で反射された前記超音波を受信する超音波プローブを利用して前記被検体の診断を行う超音波診断装置において、前記超音波プローブで送受信される超音波を利用して被検体における局所的な組織の運動速度を測定する測定手段と、前記運動速度を用いた時間積分を行うことにより、前記組織の歪みまたは変位を示す運動情報を演算する演算手段と、互いに異なる負荷を前記被検体に与えた 2 つの負荷状態でそれぞれ前記演算手段により演算される 2 つの前記運動情報に基づいて前記負荷の変化に伴う前記組織の運動の変化量を表すパラメータ値を算出する算出手段と、を具備することを特徴とする超音波診断装置である。

請求項 2 に記載の発明は、被検体に向けて超音波を放射するとともに前記被検体で反射された前記超音波を受信する超音波プローブを利用して前記被検体の診断を行う超音波診断装置において、前記超音波プローブで送受信される超音波を利用して被検体における局所的な組織の運動速度を、前記組織の運動周期よりも短い測定周期で繰り返し測定する測定手段と、前記測定周期で測定される前記運動速度を用いた時間積分を行うことにより、前記組織の歪みまたは変位を示す運動情報をそれぞれ演算する演算手段と、前記運動周期における基準時相から始まり前記運動周期よりも短い観察期間内でのピークの運動情報を抽出する抽出手段と、互いに異なる負荷を前記被検体に与えた 2 つの負荷状態でそれぞれ前記抽出手段により抽出される 2 つの前記運動情報に基づいて前記負荷の変化に伴う前記組織の運動の変化量を表すパラメータ値を算出する算出手段と、を具備することを特徴とする超音波診断装置である。

20

請求項 9 に記載の発明は、超音波プローブで送受信される超音波を利用して被検体における局所的な組織に関して測定される運動速度に基づいて前記被検体の診断のための画像処理を行う超音波画像処理装置において、前記運動速度を用いた時間積分を行うことにより、前記組織の歪みまたは変位を示す運動情報を演算する演算手段と、互いに異なる負荷を前記被検体に与えた 2 つの負荷状態でそれぞれ前記演算手段により演算される 2 つの前記運動情報に基づいて前記負荷の変化に伴う前記組織の運動の変化量を表すパラメータ値を算出する算出手段と、を具備することを特徴とする超音波画像処理装置である。

30

請求項 10 に記載の発明は、超音波プローブで送受信される超音波を利用して被検体における局所的な組織に関して測定される運動速度に基づいて前記被検体の診断のための画像処理を行う超音波画像処理装置において、前記測定周期で測定される前記運動速度を用いた時間積分を行うことにより、前記組織の歪みまたは変位を示す運動情報をそれぞれ演算する演算手段と、前記運動周期における基準時相から始まり前記運動周期よりも短い観察期間内でのピークの運動情報を抽出する抽出手段と、互いに異なる負荷を前記被検体に与えた 2 つの負荷状態でそれぞれ前記抽出手段により抽出される 2 つの前記運動情報に基づいて前記負荷の変化に伴う前記組織の運動の変化量を表すパラメータ値を算出する算出手段と、を具備することを特徴とする超音波画像処理装置である。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 6 】

本発明によれば、安定性が高く有益な診断情報を得ることが可能となり、容易かつ再現性が高いストレスエコー法による診断を行なうことが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

## 【0017】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

## 【0018】

## (第1の実施形態)

図1は第1の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図である。

この図1に示すように第1の実施形態の超音波診断装置は、超音波プローブ1、送信ユニット2、受信ユニット3、Bモード処理ユニット4、速度演算ユニット5、運動情報演算ユニット6、運動情報メモリ7、変化量演算ユニット8、表示制御ユニット9および表示ユニット10を含む。

## 【0019】

10

超音波プローブ1は、電気信号を超音波に変換する複数の超音波振動子を配列した超音波振動子アレイを備え、この超音波振動子アレイにより被検体に対して超音波の送受波を行う。第1の実施形態において、超音波プローブ1は心臓を対象としたセクタプローブであるものとする。

## 【0020】

送信ユニット2は、スキャンラインに向けて超音波ビームが形成されるよう振動子毎に所定の遅延特性を持たせた駆動信号を発生する。受信ユニット3は、超音波振動子アレイの各超音波振動子で受波された超音波エコー信号に対して遅延加算処理を行って、スキャンラインに対応した超音波エコー信号を生成する。

## 【0021】

20

Bモード処理ユニット4は、遅延加算処理された超音波エコー信号に対して包絡線検波処理を施すことにより、超音波エコーの振幅強度に対応したBモード信号を生成する。Bモード処理ユニット4は、このBモード信号の所定断面にかかる2次元分布を表したBモード超音波像を生成する。

## 【0022】

速度演算ユニット5は、遅延加算処理された超音波エコー信号から組織速度の時空間分布像を得る。速度演算ユニット5が組織速度の時空間分布像を得るための手法としては、超音波のビーム方向への1次元的な組織速度の取得に好適な組織ドプラ処理手法や、特開平08-164139号公報に開示されている手法などの周知の手法を適用することができる。なお特開平08-164139号公報には、パターンマッチングの手法を例とするような処理を有する移動ベクトル処理により、2次元的な組織速度を取得する手法が開示されている。

30

## 【0023】

運動情報演算ユニット6は、Bモード超音波像と組織速度の時空間分布像とから組織の運動情報を得る。運動情報演算ユニット6が運動情報を得る手法としては、特開2003-175041に開示された手法を適用することができる。すなわち、組織速度を用いた局所的な時間積分処理に基づいて、局所的な変位や歪みの運動情報を得る。運動情報演算ユニット6は、上述のようにして得られる運動情報を各pixel(x,y)の値とした運動情報画像を出力する。運動情報演算ユニット6は、出力する運動情報画像に、それを生成するために参照したBモード情報を含める。運動情報メモリ7は、運動情報演算ユニット6により得られた運動情報画像を記憶する。運動情報メモリ7は、被検体の負荷状態が異なる複数の検査状態(以下、フェーズと称する)における運動情報画像をそれぞれ記憶する。

40

## 【0024】

変化量演算ユニット8は、運動情報メモリ7に記憶されたフェーズの異なる2つの運動情報の変化量(以下、比較パラメータと称する)を算出する。

## 【0025】

表示制御ユニット9は、Bモード超音波像、組織速度の時空間分布像、運動情報、変化量に基づいて表示画像を生成する。表示ユニット10は、表示制御ユニット9で生成された表示画像を表示する。

## 【0026】

図2は変化量演算ユニット8の具体的な構成を示す図である。

50

この図2に示すように変化量演算ユニット8は、比較演算ユニット8aおよび出力情報演算ユニット8bを含む。

【0027】

比較演算ユニット8aは、運動情報メモリ7に記憶されたフェーズの異なる運動情報同士を用いて、互いの運動情報画像を比較して比較パラメータを生成する。出力情報演算ユニット8bは、比較演算ユニット8aにより生成された比較パラメータの値に基づいて比較パラメータ画像を生成する。

【0028】

次に以上のように構成された超音波診断装置の動作について説明する。

ここでは、心筋の組織の局所的な運動について2D画像を用いて評価する場合への本発明の適用について述べる。

【0029】

[1. 組織速度の取得]

先ず、速度演算ユニット5により組織速度の時空間分布像（時相毎の2次元分布像）が得られる。

【0030】

[2. 運動情報の取得]

次に、運動情報演算ユニット6により組織速度から局所的な組織の変位や歪みの運動情報が得られる。

【0031】

[3. 負荷状態の異なる運動情報の取得]

複数のフェーズを設定し、これらのフェーズのそれぞれについて上記の運動情報の取得を行う。各フェーズの運動情報画像は、運動情報メモリ7に記憶しておく。

【0032】

ここで、負荷には大きく運動負荷と薬物（ドプタミン）負荷とがある。運動負荷に基づくストレス診断では一般的に、「負荷前」「負荷中（ピーク負荷時）」「負荷後（リカバリ）」という3段階のフェーズが設定される。またドプタミン負荷では一般的に、「負荷前」「10 負荷」「20 負荷」「30 負荷」「40 負荷（peak負荷時）」「負荷後（リカバリ）」という6段階のフェーズが設定される。しかし、最も単純なストレス診断は、負荷前と負荷中（ピーク負荷時）とを比較する場合であり、最低限のフェーズは「負荷前」と「ピーク負荷時」といった2段階となる。

【0033】

[4. 比較パラメータの取得]

変化量演算ユニット8は、運動情報メモリ7に記憶された運動情報画像より比較パラメータを取得する。ストレス診断のためのフェーズがどのように設定される場合でも、組織運動の変化は異なる2つのフェーズの間での変化として観察される。従って変化量演算ユニット8は、比較パラメータの取得を、運動情報メモリ7に記憶されているうちの任意の2つのフェーズphase\_i, phase\_jの運動情報画像に基づいて行う。

【0034】

変化量演算ユニット8の比較演算ユニット8aはまず、運動情報画像の各pixel(x,y)に関して、図3に示したような所定の心時相区間t\_intにおけるピーク値（最大値または最小値）を求めるのが好適であり、phase\_iでのピーク値としてVmax(i,x,y)を得、phase\_jでのピーク値としてVmax(j,x,y)を得る。なお、心時相区間t\_intは例えば、区間開始時相t0と区間終了時相t\_endとをユーザに指定させることにより定める。

【0035】

この上で比較演算ユニット8aは、下記の式(1)、(2)、(3)のいずれかにより変化量（以下、比較パラメータと称する）を演算する。

【0036】

$$Vmax(j,x,y) / Vmax(i,x,y) \dots (1)$$

$$Vmax(j,x,y) - Vmax(i,x,y) \dots (2)$$

10

20

30

40

50

$$\{V_{max}(j, x, y) - V_{max}(i, x, y)\} / V_{max}(i, x, y) \quad \dots (3)$$

なお、超音波診断装置の設計段階において式(1)、(2)、(3)のうちの1つを選択して、その演算を固定的に実行するように比較演算ユニット8aを構成しても良いし、式(1)、(2)、(3)のうちの任意の2つまたは3つに基づいて演算する機能を比較演算ユニット8aに備えておき、それらの演算をユーザ指示に応じて選択的に実行するようにしても良い。

#### 【0037】

##### [5. 比較パラメータの表示]

出力情報演算ユニット8bは、上述のように演算された比較パラメータの値を示した比較パラメータ画像を生成する。

#### 【0038】

10

表示制御ユニット9は、出力情報演算ユニット8bにより生成された比較パラメータ画像を、組織ドプラ画像による速度表示や、変位または歪みの運動情報画像表示と同様に、カラー変換してBモード画像と重畳した表示画像を生成する。この表示画像は、表示ユニット10により表示される。ただし、このような比較パラメータの画像については、速度や、変位または歪みとは異なるカラーマップを用いるのが好適である。

#### 【0039】

カラーマップとして例えば、上記(3)式の変化量の符号の「+」を暖色系の色（例えば赤色）、「-」を寒色系の色（例えば青色）、変化量の大きさを色相（あるいは輝度であっても良い）で表現するものとする。このようなカラーマップを適用した場合、負荷前は正常な壁運動の患者に対して負荷を与えてゆくと、正常心筋では心臓のポンプ機能を増大させるため、運動情報が短軸像での歪みの場合は壁厚増加の程度が赤色で表示される。しかし、心筋虚血が誘発され壁運動の低下部位が出現すると、その領域での壁厚増加が減少するために青色で表示されるので、容易に正常心筋と区別できる。

20

#### 【0040】

また、負荷前に壁運動の低下部位がある患者に対して、薬物投与等による収縮能回復の検査をする場合には、収縮力が回復した領域は赤色で表示されることになるため、この部分の心筋はviabilityが残っていることがわかる。一方、収縮力が回復しなければ、その部分の運動情報の程度に応じて橙～黄（変化量の大きさを輝度変換した場合は、赤～暗い赤～黒）で表示されることになるため、この部分の心筋は完全に壊死していることが容易にわかる。

30

#### 【0041】

このように第1の実施形態は、ジョギングや薬の投与等の負荷状態の異なる各フェーズにおいて、運動する器官の運動情報として安定した指標である変位や歪みを求め、これに基づいてその差、比、または規格化した比として比較パラメータを演算する。そして、この演算した比較パラメータに基づいたカラー表示を行う。これにより、負荷を加える前後の変化を高い再現性で表示することができる。すなわち、変位や歪みでは信号そのものが速度より安定しているので、速度よりも再現性が改善される。また変位や歪みは速度の時間積分をベースに与えられるので、所定区間内におけるピーク値を比較パラメータの演算に用いていることで更に安定性が向上する。

#### 【0042】

40

##### （第2の実施形態）

上述の第1の実施形態においては、異なるフェーズでそれぞれ得られた2つの運動情報画像を画素毎に比較して比較パラメータを算出している。しかし、負荷を与える前後の断面や呼吸や心拍数などの様々な状態の変化により、すなわち、各フェーズでのスキャン位置の変化や、呼吸および心拍などの各種条件の変化により、比較対称となる2つの運動情報画像の位置関係が同等となる保証は無い。そして2つの運動情報画像の位置関係のずれによって比較パラメータの安定性が低下することがある。

そこで以下に、上述のような不具合を回避するようにした第2の実施形態について説明する。

#### 【0043】

50

図4は第2の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図である。なお、図4において図1と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この図4に示すように第2の実施形態の超音波診断装置は、超音波プローブ1、送信ユニット2、受信ユニット3、Bモード処理ユニット4、速度演算ユニット5、運動情報演算ユニット6、運動情報メモリ7、表示ユニット10、変化量演算ユニット11および表示制御ユニット12を含む。すなわち第2の実施形態の超音波診断装置は、第1の実施形態の超音波診断装置における変化量演算ユニット8および表示制御ユニット9に代えて変化量演算ユニット11および表示制御ユニット12を備える。

【0044】

図5は変化量演算ユニット11の具体的な構成を示す図である。

10

この図5に示すように変化量演算ユニット11は、セグメント設定ユニット11a、比較演算ユニット11bおよび出力情報演算ユニット11cを含む。

【0045】

セグメント設定ユニット11aは、セグメントの設定を、例えばユーザ指示に応じて行う。セグメント設定ユニット11aは、ユーザが各フェーズにおけるセグメントの設定を画像上の位置と対応付けて実施できるようにするために、各フェーズにおける運動情報の表示を行うのが好適である。本画像出力は、セグメント設定ユニット11aから直接的に表示制御ユニット12へ与えられ、ユーザに確認させるために表示ユニット10にて表示される。

【0046】

20

比較演算ユニット11bは、運動情報メモリ7に記憶されたフェーズの異なる運動情報同士を用いて、互いの運動情報画像を比較して比較パラメータを生成する。出力情報演算ユニット8bは、比較演算ユニット8aにより生成された比較パラメータの値のセグメント内での代表値を演算する。また出力情報演算ユニット8bは、演算した代表値を示した比較パラメータ画像を生成する。

【0047】

表示制御ユニット12は、セグメント設定ユニット11aより出力される運動情報画像に基づいてセグメントの設定状況をユーザに対して知らせる表示画像を生成する。また表示制御ユニット12は、セグメント毎の比較パラメータを表す表示画像を生成する。

【0048】

30

次に以上のように構成された第2の実施形態の超音波診断装置の動作について説明する。

第2の実施形態の超音波診断装置の動作で第1の実施形態の超音波診断装置と異なるのは、[5. 比較パラメータの表示]に関してであるので、ここではこれらの動作のみについて説明することとする。

【0049】

第2の実施形態の超音波診断装置が特徴とするところは、解剖学的に意味のある局所的なセグメントにおける比較パラメータ値の代表的な値を得て負荷の状態の異なる場合でこれら代表値同士の比較を行うようにするものである。これは、出力として空間分解能よりも安定性が重視される場合に好適なものである。

40

【0050】

出力情報演算ユニット11cは、セグメント内における比較パラメータ値の代表的な値を得る。

【0051】

このような解剖学的に意味のある分割の一例としては、図6(a)に模式的に示すようなA S E (American Society of Echocardiography) 分割がある。また、本A S E分割を模擬した、図6(b)に示すような複数R O Iを設ける方法でも同等の効果が期待される。比較パラメータ値の代表的な値の実例としては、セグメント内における比較パラメータ値の平均値、中央値、あるいは中間値などが好適である。

【0052】

50

出力情報演算ユニット11cは、求めた代表的な比較パラメータ値を示した比較パラメータ画像を生成する。

【0053】

図7は図6(a)の各セグメント毎における負荷状態を変えて比較した代表値(例えば歪みの運動情報における、式(2)によるフェーズ間の変化量の領域内平均値)の表示の一例を示す図である。図7では、各セグメント毎における負荷状態を変えた比較パラメータを数値で表示するとともに、本数値を図示したようなカラーマップにてカラー変換し、各セグメントに割り付けて表示することで直感的な理解を支援している。

【0054】

図7(a)はドプタミン負荷時におけるphase1とphase0との比較結果について模式的に示している。また、図7(b)はドプタミン負荷時におけるphase4とphase0との比較結果について模式的に示している。なお、比較するphase\_iとphase\_jの組み合わせは任意である。

10

【0055】

このようにすることにより、2つの運動情報画像の位置関係のずれの影響が軽減され、同じ局所領域同士の比較を安定的に、かつ簡潔に行うことが可能となる。

【0056】

更に、セグメントを解剖学的に意味のある分割や部位としているから、出力情報はそのままレポートとして診断に活用され得る。

【0057】

20

(第3の実施形態)

2つの運動情報画像の位置関係のずれによって比較パラメータの安定性が低下することを回避するようにした第3の実施形態について説明する。

【0058】

図8は第3の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図である。なお、図8において図1と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この図8に示すように第3の実施形態の超音波診断装置は、超音波プローブ1、送信ユニット2、受信ユニット3、Bモード処理ユニット4、速度演算ユニット5、運動情報演算ユニット6、運動情報メモリ7、表示ユニット10、変化量演算ユニット13および表示制御ユニット14を含む。すなわち第3の実施形態の超音波診断装置は、第1の実施形態の超音波診断装置における変化量演算ユニット8および表示制御ユニット9に代えて変化量演算ユニット13および表示制御ユニット14を備える。

30

【0059】

図9は変化量演算ユニット13の具体的な構成を示す図である。なお図9において図2と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この図9に示すように変化量演算ユニット13は、比較演算ユニット8a、出力情報演算ユニット8bおよび位置合わせユニット13aを含む。すなわち変化量演算ユニット13は、変化量演算ユニット8に位置合わせユニット13aを追加した構成をなす。

【0060】

位置合わせユニット13aは、比較パラメータを算出するために使用する2つの運動情報画像の位置合わせをユーザ指示に応じて行う。また位置合わせユニット13aは、入力される運動情報に含まれたBモード情報を要手的位置合わせ用のBモード情報として表示制御ユニット14へ出力する。

40

【0061】

表示制御ユニット14は、第1の実施形態における表示制御ユニット9が有する機能に加えて、位置合わせのためのユーザ指示を支援する表示画像を生成する機能を備える。表示制御ユニット14は上記の位置合わせのための表示画像を、位置合わせユニット13aより出力される要手的位置合わせ用のBモード情報に基づいて生成する。

【0062】

次に以上のように構成された第3の実施形態の超音波診断装置の動作について説明する

50

。

第3の実施形態の超音波診断装置が特徴とするところは、比較対象となる2枚の運動情報画像の位置関係を使用者が要手的に合わせることを可能とするところにある。

位置合わせユニット13aは、比較対象となる2枚の運動情報画像に対して、背景のBモード画像を抽出し、一方のBモード画像の位置を固定し、比較する他方のBモード画像を要手的に移動可能としておく。そして位置合わせユニット13aは、ユーザ指示に応じて上記の移動可能としたBモード画像を、固定しているBモード画像に対して相対的に移動させる。この際、一方のBモード画像と比較する他方のBモード画像との各々に、両者が重なり合った場合に白色となるように別々の配色を施しておく（例えば一方のBモード画像には緑色、比較する他方のBモード画像にはマゼンダ色を割り付ける）。このようすれば、比較の際に使用者が一番白色の領域が多くなるようにBモード画像を要手的に移動することで、確からしい位置への合わせ込みが支援される。

#### 【0063】

そして、このようにして位置合わせが行われた後の2枚の運動情報画像に基づいて、第1の実施形態と同様にして比較パラメータの算出や表示が行われる。

#### 【0064】

このようにすることにより、2つの運動情報画像の位置関係のずれの影響が軽減され、同じ局所領域同士の比較を安定的に行うことが可能となる。

#### 【0065】

##### （第4の実施形態）

2つの運動情報画像の位置関係のずれによって比較パラメータの安定性が低下することを回避するようにした第4の実施形態について説明する。

#### 【0066】

図10は第4の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図である。なお、図10において図1と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この図10に示すように第4の実施形態の超音波診断装置は、超音波プローブ1、送信ユニット2、受信ユニット3、Bモード処理ユニット4、速度演算ユニット5、運動情報演算ユニット6、運動情報メモリ7、表示制御ユニット9、表示ユニット10および変化量演算ユニット15を含む。すなわち第4の実施形態の超音波診断装置は、第1の実施形態の超音波診断装置における変化量演算ユニット8に代えて変化量演算ユニット15を備える。

#### 【0067】

図11は変化量演算ユニット15の具体的な構成を示す図である。なお図11において図2と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この図11に示すように変化量演算ユニット15は、比較演算ユニット8a、出力情報演算ユニット8bおよび位置合わせユニット15aを含む。すなわち変化量演算ユニット15は、変化量演算ユニット8に位置合わせユニット15aを追加した構成をなす。

#### 【0068】

位置合わせユニット15aは、比較パラメータを算出するために使用する2つの運動情報画像の位置合わせを自動で行う。

#### 【0069】

次に以上のように構成された第4の実施形態の超音波診断装置の動作について説明する。

第4の実施形態の超音波診断装置が特徴とするところは、比較対象となる2枚の運動情報画像の位置関係を自動的に合わせるところにある。

位置合わせユニット15aは、比較対象となる2枚の運動情報画像に対して、背景のBモード画像を抽出し、パターンマッチング処理を行う。パターンマッチングには、例えば特開平8-164139号公報に開示されているような周知技術を適用することができる。この際、2枚のモード画像が最もマッチングする（最も似ている）位置へ、比較する他方のBモード画像を移動させれば確からしい位置への合わせ込みが自動的に可能となる。

10

20

30

40

50

## 【0070】

そして、このようにして位置合わせが行われた後の2枚の運動情報画像に基づいて、第1の実施形態と同様にして比較パラメータの算出や表示が行われる。

## 【0071】

このようにすることにより、2つの運動情報画像の位置関係のずれの影響が軽減され、同じ局所領域同士の比較を安定的に行うことが可能となる。

## 【0072】

## (第5の実施形態)

これまでに説明した各実施形態においては、組織の変位や歪みの値に着目している。しかしながら組織の変位や歪みは、心筋梗塞などの組織の異常によりピーク時相が局所的に遅れる、いわゆる時相遅れという現象が生じることが知られている。

10

## 【0073】

以下に、この時相遅れに着目する第5の実施形態について説明する。

図12は第5の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図である。なお、図12において図1と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この図12に示すように第5の実施形態の超音波診断装置は、超音波プローブ1、送信ユニット2、受信ユニット3、Bモード処理ユニット4、速度演算ユニット5、運動情報演算ユニット6、運動情報メモリ7、表示制御ユニット9、表示ユニット10および変化量演算ユニット16を含む。すなわち第5の実施形態の超音波診断装置は、第1の実施形態の超音波診断装置における変化量演算ユニット8に代えて変化量演算ユニット16を備える。

20

## 【0074】

図13は変化量演算ユニット16の具体的な構成を示す図である。なお図13において図2と同一部分には同一符号を付し、その詳細な説明は省略する。

この図13に示すように変化量演算ユニット16は、比較演算ユニット8a、出力情報演算ユニット8bおよびピーク時相検出ユニット16aを含む。すなわち変化量演算ユニット16は、変化量演算ユニット8にピーク時相検出ユニット16aを追加した構成をなす。

## 【0075】

ピーク時相検出ユニット16aは、運動情報メモリ7に記憶されたフェーズの異なる運動情報画像のそれについて、変位または歪みが心時相区間内でピークとなるピーク時相を画素毎に検出する。またピーク時相検出ユニット16aは、心時相区間における所定の基準時相からピーク時相までの所要時間を測定し、この所要時間を各画素毎に表した運動情報画像を生成する。

30

## 【0076】

次に以上のように構成された第5の実施形態の超音波診断装置の動作について説明する。

第5の実施形態の超音波診断装置の動作で第1の実施形態の超音波診断装置と異なるのは、[4. 比較パラメータの取得]に関してであるので、ここではこれらの動作のみについて説明することとする。

40

## 【0077】

ピーク時相検出ユニット16aは、運動情報画像の各pixel(x,y)に関して、図14に示したような心時相区間t\_intにおける区間開始時相t0からピーク値(最大値または最小値)が得られるピーク時相までの所要時間Tpを測定する。

## 【0078】

比較演算ユニット8aは、phase\_iでのピーク時相Tp(i,x,y)とphase\_jでのピーク時相Tp(j,x,y)とから、下記の式(4)、(5)、(6)のいずれかにより変化量(比較パラメータ)を演算する。

## 【0079】

$$Tp(j,x,y) / Tp(i,x,y) \quad \dots (4)$$

50

$$Tp(j, x, y) - Tp(i, x, y) \quad \dots (5)$$

$$\{Tp(j, x, y) - Tp(i, x, y)\} / Tp(i, x, y) \quad \dots (6)$$

以上の式(4)、(5)、(6)は第1の実施形態における式(1)、(2)、(3)とは異なっているが、演算に利用する情報が異なるだけであり、演算自体は実質的に同一であるから、出力情報演算ユニット8bの動作は同様である。

#### 【0080】

上記(5)式により求まる変化量を、符号の「+」を暖色系の色（例えば赤色）、「-」を寒色系の色（例えば青色）、変化量の大きさを色相（あるいは輝度であっても良い）で表現するものとすれば、カラーマップの意味づけは例えば図15に示すようなものとなる。そしてこのようなカラーマップを適用した場合、負荷前後にてピーク時相の変わらない正常な心筋部位は時相差の無い緑色で示されるのに対して、負荷を与えてゆくことで局所的な歪みに関するピーク時相が遅延を起こした（心筋虚血が誘発された）心筋部位が徐々に赤色系で表示されるようになり、鋭敏かつ容易に正常心筋部位と区別されるようになる。

10

#### 【0081】

かくして、負荷前には一見壁運動が正常に見えても、実は負荷を加えると虚血が誘発されて壁運動の局所的な遅延が生ずるような虚血性心疾患症例において、局所的な遅延の様子が負荷の前後にて微妙に変化するの様子を画像上で容易に把握することが可能となる。

#### 【0082】

なお、この第5の実施形態に関しても、第2乃至第4の実施形態における特徴的な構成を組み合わせて実施することも可能である。

20

#### 【0083】

この実施形態は、次のような種々の変形実施が可能である。

受信信号が2D空間で得られている場合について述べてきたが、3D空間で得られている場合についても同様の手続きを次元の拡張により適用することが可能である。

運動情報演算ユニット6、変化量演算ユニット8, 11, 13, 15, 16および表示制御ユニット9, 12, 14の機能は、パーソナルコンピュータやワークステーションなどコンピュータにより実現した超音波画像処理装置により、超音波診断装置とは切り離して実行しても良い。

#### 【0084】

30

なお、本発明は上記各実施形態そのままに限定されるものではなく、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化できる。また、上記各実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより、種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施形態にわたる構成要素を適宜組み合わせてもよい。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0085】

【図1】本発明の第1の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図。

【図2】図1中の変化量演算ユニット8の具体的な構成を示す図。

【図3】運動情報のピーク値検出の対象となる心時相区間t\_intの設定の様子を示す図。

40

【図4】本発明の第2の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図。

【図5】図4中の変化量演算ユニット11の具体的な構成を示す図。

【図6】局所的なセグメントの設定例を示す図。

【図7】図6(a)の各セグメント毎における負荷状態を変えて比較した代表値の表示の一例を示す図。

【図8】本発明の第3の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図。

【図9】図8中の変化量演算ユニット13の具体的な構成を示す図。

【図10】本発明の第4の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図。

【図11】図10中の変化量演算ユニット15の具体的な構成を示す図。

【図12】本発明の第5の実施形態に係る超音波診断装置の構成を示す図。

50

【図13】図12中の変化量演算ユニット16の具体的な構成を示す図。

【図14】心時相区間t\_intにおける区間開始時相t0からピーク時相までの所要時間Tpを説明する図。

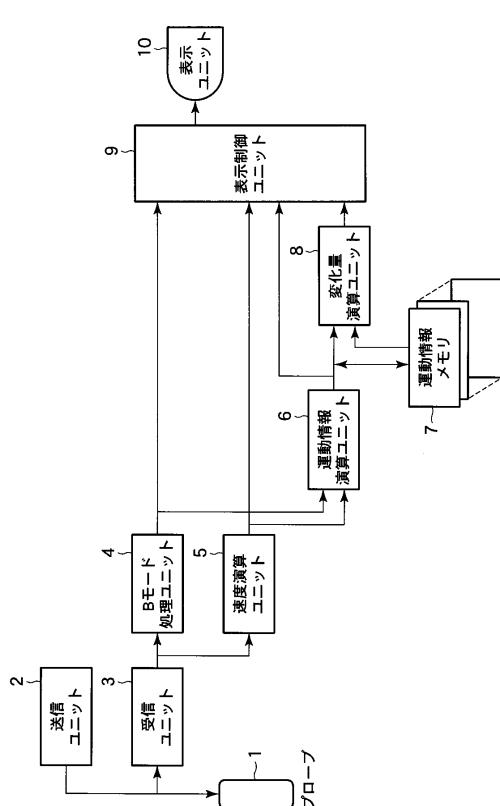
【図15】第5の実施形態におけるカラー表示のためのカラーマップの一例を示す図。

【符号の説明】

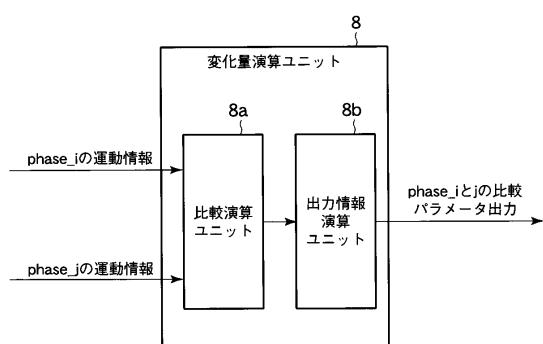
【0086】

1...超音波プローブ、2...送信ユニット、3...受信ユニット、4...Bモード処理ユニット、5...速度演算ユニット、6...運動情報演算ユニット、7...運動情報メモリ、8, 11, 13, 15, 16...変化量演算ユニット、8a, 11b...比較演算ユニット、8b, 11c...出力情報演算ユニット、11a...セグメント設定ユニット、13a, 15a...位置合わせユニット、16a...ピーク時相検出ユニット、9, 12, 14...表示制御ユニット、10...表示ユニット。

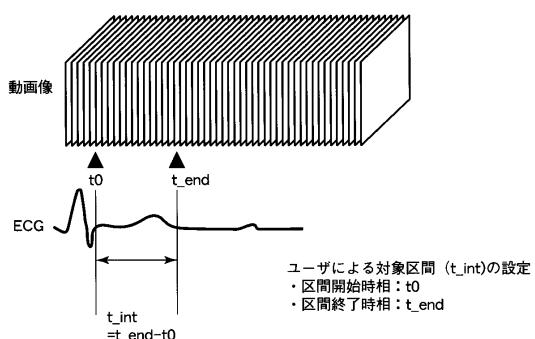
【図1】



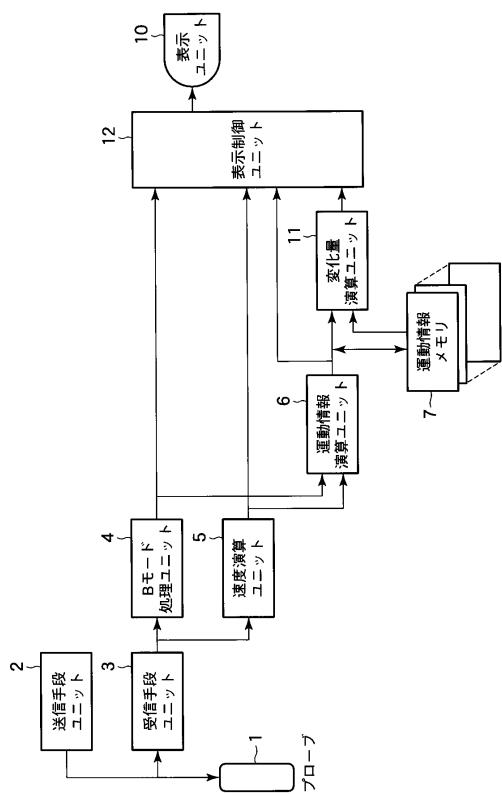
【図2】



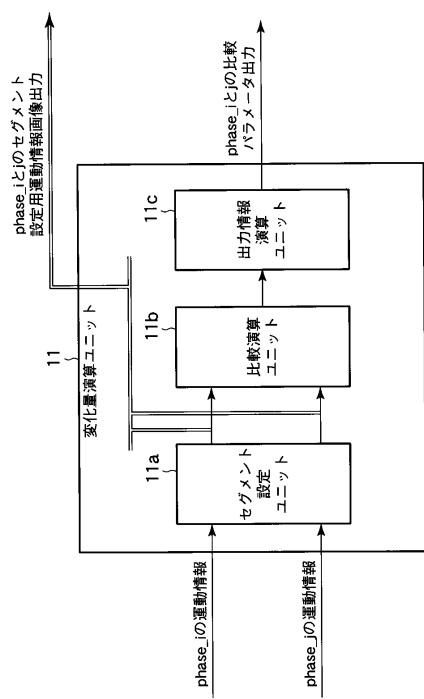
【図3】



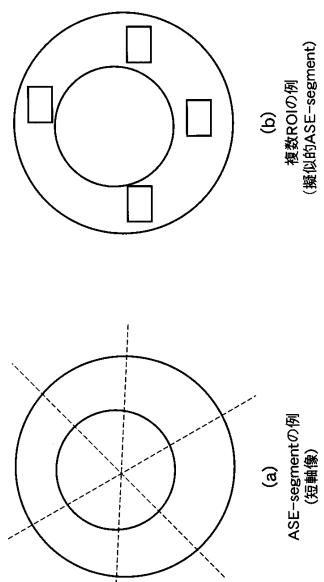
【図4】



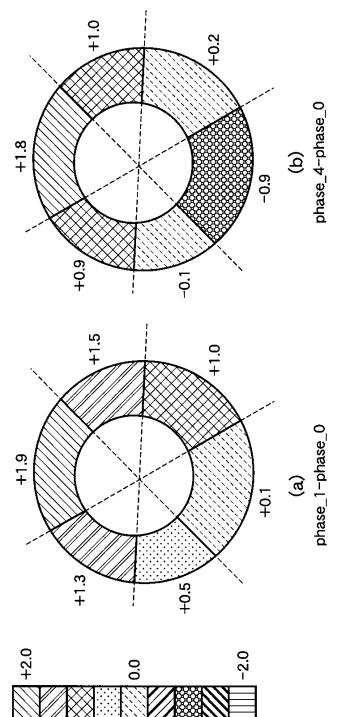
【図5】



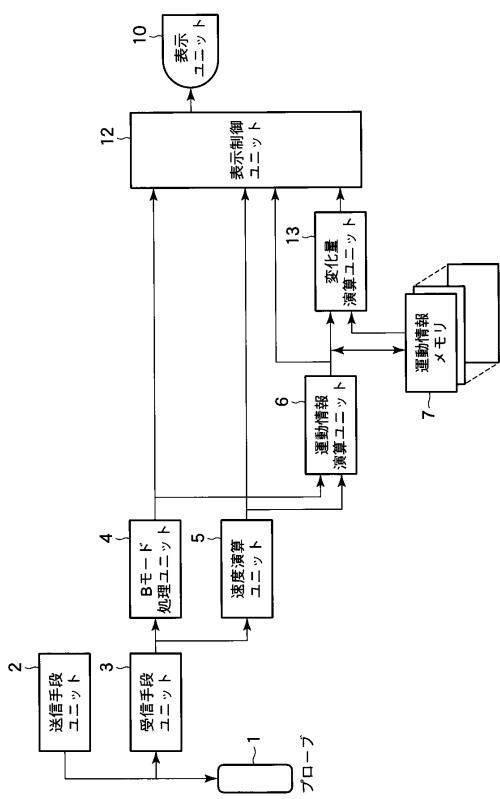
【図6】



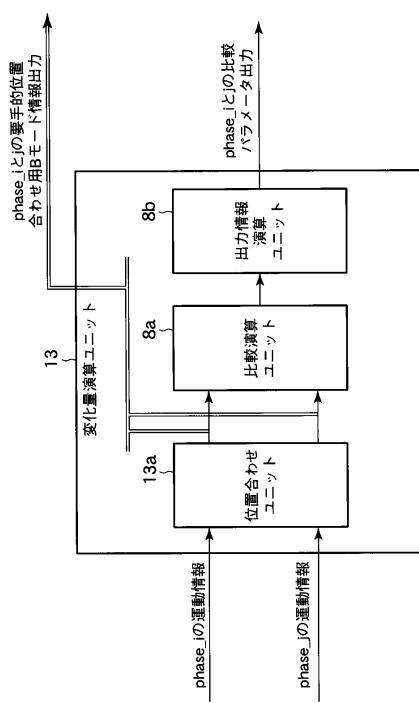
【図7】



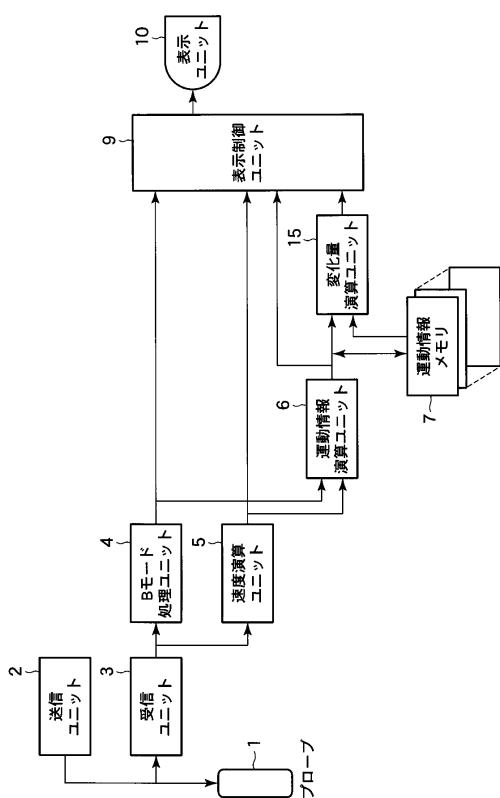
【図 8】



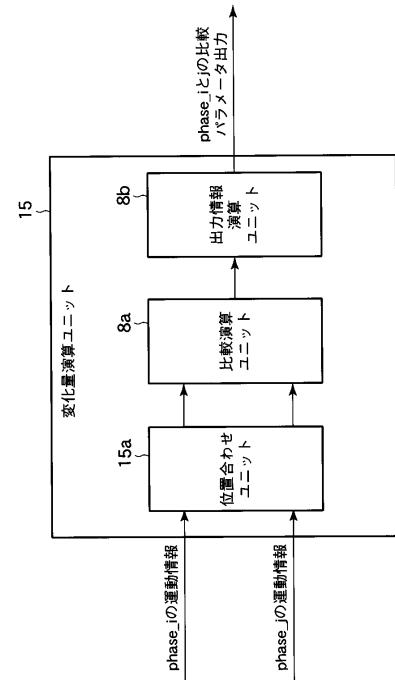
【図 9】



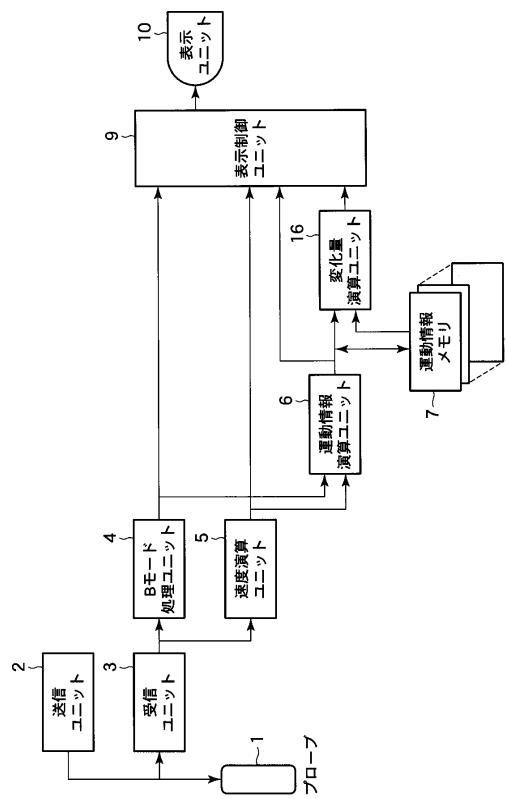
【図 10】



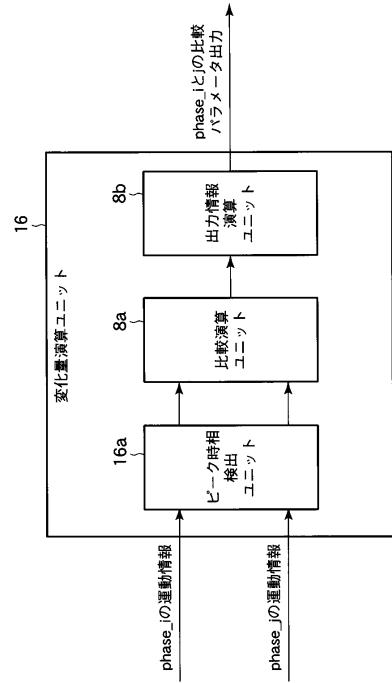
【図 11】



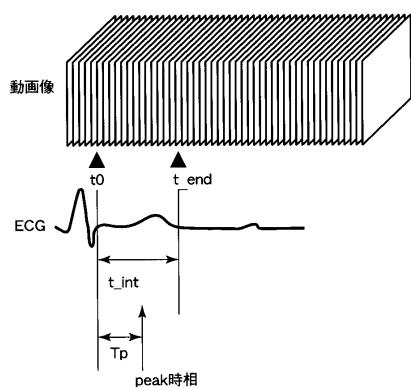
【図12】



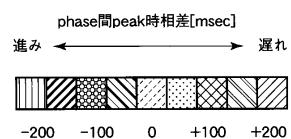
【図13】



【図14】



【図15】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100075672

弁理士 峰 隆司

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(72)発明者 阿部 康彦

栃木県大田原市下石上1385番地 東芝メディカルシステムズ株式会社本社内

審査官 東 治企

(56)参考文献 特開平06-285066 (JP, A)

特開2003-175041 (JP, A)

特開平11-155862 (JP, A)

特開平06-114059 (JP, A)

特開平08-164139 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 8 / 00

专利名称(译)	超声波诊断装置和超声波图像处理装置		
公开(公告)号	<a href="#">JP4733938B2</a>	公开(公告)日	2011-07-27
申请号	JP2004210110	申请日	2004-07-16
[标]申请(专利权)人(译)	株式会社东芝 东芝医疗系统株式会社		
申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	东芝公司 东芝医疗系统有限公司		
[标]发明人	阿部康彦		
发明人	阿部 康彦		
IPC分类号	A61B8/08 G06T1/00		
CPC分类号	A61B5/0048 A61B8/08 A61B8/0883 A61B8/13 A61B8/14 A61B8/461 A61B8/485 G01S7/52087 G01S15/8979		
FI分类号	A61B8/08 G06T1/00.290.D A61B8/14 G06T7/00.612		
F-TERM分类号	4C601/BB02 4C601/BB03 4C601/BB07 4C601/BB23 4C601/DD15 4C601/DD19 4C601/DD27 4C601/DE01 4C601/EE09 4C601/EE11 4C601/FF08 4C601/GB04 4C601/JC08 4C601/JC18 4C601/JC37 4C601/KK02 4C601/KK12 5B057/AA07 5B057/BA05 5B057/CA12 5B057/CA13 5B057/CB01 5B057/CB12 5B057/CB13 5B057/CH01 5B057/DA07 5B057/DB02 5B057/DB03		
代理人(译)	河野 哲 中村诚		
其他公开文献	JP2006026151A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

## 摘要(译)

## 【図3】

要解决的问题：通过获得高度安全且有用的诊断信息，通过简单且高度可重复的应力回波方法进行诊断。解决方案：速度计算单元5使用由超声波探头1发送/接收的超声波来测量对象中的局部组织的运动速度。运动信息计算单元6基于该运动信息计算单元6计算指示组织的应变或位移的运动信息。运动速度。位移计算单元8基于通过将相互不同的负载施加到对象而形成的两个加载状态下由相应计算装置计算的两个运动信息来计算指示由负载变化引起的组织运动的位移的参数值。Z

