

(19) 日本国特許庁(JP)

## 再 公 表 特 許(A1)

(11) 国際公開番号

WO2007/011000

発行日 平成21年2月5日(2009.2.5)

(43) 国際公開日 平成19年1月25日(2007.1.25)

|                        |              |             |
|------------------------|--------------|-------------|
| (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 29 頁)

|              |                              |          |                     |
|--------------|------------------------------|----------|---------------------|
| 出願番号         | 特願2007-526057 (P2007-526057) | (71) 出願人 | 000005821           |
| (21) 国際出願番号  | PCT/JP2006/314427            |          | パナソニック株式会社          |
| (22) 国際出願日   | 平成18年7月20日(2006.7.20)        |          | 大阪府門真市大字門真1006番地    |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2005-210233 (P2005-210233) | (74) 代理人 | 100105647           |
| (32) 優先日     | 平成17年7月20日(2005.7.20)        |          | 弁理士 小栗 昌平           |
| (33) 優先権主張国  | 日本国(JP)                      | (74) 代理人 | 100108589           |
|              |                              |          | 弁理士 市川 利光           |
|              |                              | (74) 代理人 | 100119552           |
|              |                              |          | 弁理士 橋本 公秀           |
|              |                              | (72) 発明者 | 加藤 真                |
|              |                              |          | 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソ |
|              |                              |          | ニック四国エレクトロニクス株式会社内  |
|              |                              | (72) 発明者 | 反中 由直               |
|              |                              |          | 愛媛県東温市南方2131番地1 パナソ |
|              |                              |          | ニック四国エレクトロニクス株式会社内  |
|              |                              |          | 最終頁に続く              |

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置

## (57) 【要約】

本発明は、血圧測定の正確性や安定性に依存せずに、さらには血圧測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能な超音波診断装置を提供することを目的とする。

本発明の超音波診断装置において、超音波プローブ13から送信され、生体組織において反射した超音波反射波は、受信部15、遅延時間制御部16、位相検波部17、フィルタ部18を経て、演算部19に入力される。演算部19は、位相検波部17で得られた位相検波信号に基づき、生体組織の任意の基準領域の弾性特性によって正規化された弾性特性である相対弾性特性を演算する。演算部が演算した相対弾性特性の分布は、表示部21に表示される。

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、  
前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、  
前記受信信号を位相検波する位相検波部と、  
前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の厚さ変化量を求め、前記生体組織の任意の基準領域における最大厚さ変化量を他の領域における最大厚さ変化量によって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、  
前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備える超音波診断装置。

10

**【請求項 2】**

生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、  
前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、  
前記受信信号を位相検波する位相検波部と、  
前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の歪みを求め、前記生体組織の任意の基準領域における歪みを他の領域における歪みによって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、  
前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備える超音波診断装置。

20

**【請求項 3】**

生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、  
前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、  
前記受信信号を位相検波する位相検波部と、  
前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の弾性特性を求め、前記生体組織の任意の基準領域における弾性特性によって他の領域の弾性特性を除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、  
前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備える超音波診断装置。

30

**【請求項 4】**

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置であって、  
前記演算部は、前記基準領域を設定する基準領域設定部を備える超音波診断装置。

**【請求項 5】**

請求項 4 記載の超音波診断装置であって、  
前記表示部は、前記演算部で設定された前記基準領域を超音波断層画像又は弾性特性画像の少なくともいずれか一方に重畳表示する超音波診断装置。

**【請求項 6】**

請求項 4 記載の超音波診断装置であって、  
前記表示部は、前記演算部で設定された前記基準領域の位置座標を数値で表示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、生体内の組織性状、特に血管壁組織の弾性特性を測定する超音波診断装置に関する。

**【背景技術】****【0002】**

近年、心筋梗塞や脳梗塞などの循環器系疾病を患う人々が増加してきており、このよう

50

な疾病の予防及び治療を行うことが大きな課題となっている。

【0003】

心筋梗塞や脳梗塞の発病には、動脈硬化が深く関係している。具体的には、動脈壁に粥腫が形成されたり、高血圧等の種々の要因によって動脈の新しい細胞が作られなくなったりすると、動脈は弾力性を失い、硬く、脆くなる。そして、粥腫が形成された部分において血管が閉塞したり、粥腫を覆う血管組織が破裂することにより粥腫が血管内へ流出し、別の部分において動脈を閉塞させたり、動脈が硬化した部分が破裂したりすることによって、これらの疾病が引き起こされる。このため、動脈硬化を早期に診断することがこれらの疾病予防や治療には重要となる。

【0004】

10

従来、動脈硬化病変の診断は、血管カテーテルを用いて血管内部の様子を直接観察することによって行われていた。しかし、この診断には、血管カテーテルを血管に挿入する必要があるため、被験者への負担が大きいという問題があった。このため、血管カテーテルによる観察は、動脈硬化病変が存在していることが確かである被験者に対して、その場所を特定するために用いられ、例えば、健康管理のための検査として、この方法が用いられることはなかった。

【0005】

動脈硬化の一因であるコレステロール値を測定したり、血圧値を測定したりすることは、被験者への負担が少なく、容易に行うことのできる検査である。しかし、これらの値は、動脈硬化の度合いを直接示すものではない。

20

【0006】

また、動脈硬化を早期に診断して、動脈硬化の治療薬を被験者に対して投与することができれば、動脈硬化の治療に効果を発揮する。しかし、動脈硬化が進行してしまうと、治療薬によって動脈硬化の進展を抑制することはできても、硬化した動脈を完全に回復させることは難しいと言われている。

【0007】

こうした理由から、被験者への負担が少なく、動脈硬化が進行する前に早期段階で診断する診断方法あるいは診断装置が求められている。

【0008】

一方、被験者への負担が少ない非侵襲の医療診断装置として、超音波診断装置やX線診断装置が従来用いられている。超音波やX線を体外から照射することによって、被験者に苦痛を与えることなく、体内の形状情報、あるいは形状の時間変化情報を得ることができる。体内の測定対象物の形状の時間変化情報（運動情報）が得られると、測定対象物の性状情報を求めることができる。つまり、生体内の血管の弾性特性を求めることができ、動脈硬化の度合いを直接知ることが可能となる。特に超音波診断は、X線診断と比較した場合、被験者に超音波プローブをあてるだけで測定できるので、被験者への造影剤投与が不要である点やX線被曝の虞がない点で優れている。

30

【0009】

また、近年のエレクトロニクス技術の進歩によって、超音波診断装置の測定精度を飛躍的に向上させることも可能になってきた。これに伴って、生体組織の微小運動を計測する超音波診断装置の開発が進んでいる。例えば、特許文献1に記載された技術を用いると、血管運動の振幅数ミクロンで数百Hzまでの速い振動成分を高精度に計測できるため、血管壁の厚さ変化や歪みを数ミクロンのオーダーで高精度な計測をすることが可能になると報告されている。

40

【0010】

特許文献1は、超音波を用いて生体組織における各部位の運動速度波形の非侵襲的計測を行い、微小領域の弾性率を求める技術を開示している。特許文献1に記載された組織トラッキング技術を用いると血管運動を高精度に計測できるため、動脈血管壁厚の時間変化の様子  $h(t)$  を高精度に計測することが可能になる。ここで、最低血圧計測時の壁厚を  $h$ 、一心周期における壁厚の最大変化量を  $\Delta h$ 、脈圧を  $\Delta p$  とすると、動脈壁の径方向の

50

弾性率Eは(式1)で求められる。

【0011】

$$E = \Delta p \cdot h / \Delta h \quad (\text{式1})$$

【0012】

このような高精度な計測手法を用いることにより、動脈壁の弾性特性の二次元分布を詳細に測定することが可能となる。例えば非特許文献1には、頸動脈血管壁の弾性率の二次元分布の様子をBモード断層像に重ねて表示した一例が示されている。動脈壁の硬さ度合いは一様ではなく、ある分布を持って存在しており、動脈硬化症の診断においては、動脈の硬化度合いを示す特徴量である弾性率の局所的な分布を的確に把握することが重要なためである。

10

【0013】

【特許文献1】特開平10-5226号公報

【非特許文献1】Hiroshi Kanai et al, "Elasticity Imaging of Atheroma With Transcutaneous Ultrasound Preliminary Study," Circulation, Vol.107, p.3018-3021, 2003.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、上記開示技術には以下に示す課題が存在する。(式1)に示すように、動脈壁の弾性率Eを求めるためには脈圧 $\Delta p$ を測定する必要がある。一心周期内の最大厚さ変化量から求める弾性率値は、一心周期に一回測定することができるが、実際の血圧は、拍毎に僅かに異なっているおり、より正確な弾性率を求めるためには、一心周期に一回脈圧を測定する必要がある。しかしながら、一般的に使用されるカフ式血圧計に代表される間欠法では、拍毎の脈圧を求めることはできない。さらには、カフ式血圧測定では、被験者の血流を一時的に閉鎖してしまうため、長時間の使用には不向きである。また、拍毎に脈圧測定が可能なトノメトリ血圧計に代表される連続法では、拍毎の脈圧を測定することができるものの、別途装置が必要であり弾性率測定が複雑化してしまう。また被験者への負荷が増加してしまうという課題もある。

20

【0015】

以上に鑑み、本発明は、血圧測定の正確性や安定性に依存せずに、さらには血圧測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能な超音波診断装置を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の超音波診断装置は、生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を位相検波する位相検波部と、前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の厚さ変化量を求め、前記生体組織の任意の基準領域における最大厚さ変化量を他の領域における最大厚さ変化量によって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、を備えるものである。本発明によれば、被験者の脈圧を全く測定しなくとも正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

40

【0017】

本発明の超音波診断装置は、生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を位相検波する位相検波部と、前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の歪みを求め、前記生体組織の任意の基準領域における歪みを他の領域における歪みによって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、を備え

50

るものである。本発明によれば、被験者の脈圧を全く測定しなくとも正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

【0018】

本発明の超音波診断装置は、生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を位相検波する位相検波部と、前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の弾性特性を求め、前記生体組織の任意の基準領域における弾性特性によって他の領域の弾性特性を除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
10 を備えるものである。本発明によれば、被験者の血圧測定の正確性に依存せずに、正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

【0019】

本発明の超音波診断装置は、前記演算部が、前記基準領域を設定する基準領域設定部を備えるものを含む。本発明によれば、空間弾性特性分布画像中の任意の領域を指定し、相対弾性特性を演算するための基準領域とすることができる。

【0020】

本発明の超音波診断装置は、前記表示部が、前記演算部で設定された前記基準領域を超音波断層画像又は弾性特性画像の少なくともいずれか一方に重畳表示するものを含む。本発明によれば、基準領域を確実に認識でき、弾性特性の分布による診断を容易に行うこと  
20 ができる。

【0021】

本発明の超音波診断装置は、前記表示部が、前記演算部で設定された前記基準領域の位置座標を数値で表示するものを含む。本発明によれば、基準領域を確実に認識でき、弾性特性の分布による診断を容易に行うことができる。

【0022】

以上のように、本発明の超音波診断装置は、生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を位相検波する位相検波部と、前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、正規化された弾性特性である相対弾性特性を演算する演算部と、前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、を備えるもので  
30 ある。

【0023】

本発明によれば、血圧測定の正確性に依存せずに、さらには血圧測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能となる。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、空間弾性特性分布画像中の任意の領域を指定し、この領域内の弾性特性値、あるいは弾性特性の平均値を基準として、他の弾性特性を弾性特性比として演算し、これを空間分布画像として表示する。これにより、血圧測定の正確性に依存せずに、さらには血圧測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能な超音波診断装置を実現することができる。  
40

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際の状態を示す図

【図2】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図

【図3】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置における演算部の構成を詳細に示すブロック図

【図４】本発明の第１の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際の生体を伝播する超音波ビームを模式的に示す図

【図５】本発明の第１の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際の測定位置と弾性特性演算の対象組織との関係を示す図

【図６】本発明の第１の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際、血管壁の一部に関心領域を設定したときの、その関心領域内の弾性特性分布の一例を模式的に示す図

【図７】本発明の第１の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際、関心領域内の弾性特性分布内に、基準となる弾性特性を求める領域を規定する基準領域を設定した様子の一例を模式的に示す図

10

【図８】本発明の第１の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際、関心領域内の各弾性特性を基準弾性特性により正規化した相対弾性特性分布の一例を模式的に示す図

【符号の説明】

【００２６】

１ 血管外組織

２ 体表

３ 血管

４ 血管前壁

５ 血液

20

１１ 超音波診断装置

１２ 血圧計

１３ 超音波プローブ

１４ 送信部

１５ 受信部

１６ 遅延時間制御部

１７ 位相検波部

１８ フィルタ部

１９ 演算部

２０ 演算データ記憶部

30

２１ 表示部

２２ 心電計

３１ 基準領域設定部

３２ 弾性特性演算部

３３ 相対弾性特性演算部

４１ 関心領域

４２ 外膜

４３ 内中膜領域

４４ 基準領域

６０ 生体

40

６２ 生体組織

６３ 血管壁

６４ 血液

６６ 音響線

６７ 超音波ビーム

【００２７】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【００２８】

（第１の実施の形態）

図１は、本発明の第１の実施の形態の超音波診断装置１１を用いて血管壁組織の性状診

50

断を行う際の状態を示す図である。超音波診断装置 11 に接続された超音波プローブ 13 は被験者の体表 2 に密着するよう設置され、血管外組織 1 の内部へ超音波を送信する。送信された超音波は血管 3 や血液 5 にて反射、散乱し、その一部が超音波プローブ 13 へ戻り、エコー（超音波反射波）として受信される。超音波診断装置 11 は、受信信号の解析、演算を行い、血管前壁 4 の形状情報や運動情報を求める。また、超音波診断装置 11 には血圧計 12 及び心電計 22 が接続されており、血圧計 12 が測定した被験者の血圧データ、及び心電計 22 が測定した心電波形は超音波診断装置 11 へと入力される。

#### 【0029】

超音波診断装置 11 は、例えば特許文献 1 に開示されている方法にしたがって、受信超音波信号を検波して得た検波信号の振幅及び位相の両方を用い、制約付最小二乗法によって対象の瞬時の位置を決定する。高精度な（位置変化量の測定精度は±0.2ミクロン）位相トラッキングを行うことにより、血管前壁 4 における微小部位の厚さや厚さ変化量の時間変化の様子を十分な精度で測定することができる。さらに、血圧計 12 から得た血圧データを用いることで、血管前壁 4 における微小部位の弾性特性を求めることができる。また、心電計 22 が測定した心電波形は、データ取得やデータリセットのタイミングを決定するトリガ信号として使用される。なお、心電計 22 は他の生体信号検出手段である心音計や脈波計と置き換えることも可能であり、心電波形の代わりに心音波形や脈波波形をトリガ信号として用いることも可能である。また、超音波診断装置 11 が測定した移動量波形や厚さ変化量波形を用いることにより、外部からのトリガ信号入力を不要とすることもできる。

#### 【0030】

次に、超音波診断装置 11 の構成及び動作について詳細に説明する。図 2 は、超音波診断装置 11 の構成を示すブロック図である。超音波診断装置 11 は、送信部 14、受信部 15、遅延時間制御部 16、位相検波部 17、フィルタ部 18、演算部 19、演算データ記憶部 20 及び表示部 21 を備えている。また、図示しないコンピュータによって各部が制御される。

#### 【0031】

送信部 14 は、超音波プローブ 13 を駆動する所定の駆動パルス信号を生成し、超音波プローブ 13 に出力する。駆動パルス信号により駆動された超音波プローブ 13 から送信される超音波送信波は、血管 3 等の生体組織において反射、散乱し、生じた超音波反射波は、超音波プローブ 13 で受信される。超音波を発生させる駆動パルスの周波数は、時間軸上で隣接している前後の超音波パルスが重ならないように、測定対象の深さと超音波の音速とを考慮して決定される。

#### 【0032】

受信部 15 は、超音波プローブ 13 で受信した超音波反射波を増幅して受信信号を生成する。受信部 15 は、増幅部及び A/D 変換部（いずれも図示せず）を含み、超音波反射波を増幅し、さらにデジタル信号に変換する。送信部 14 及び受信部 15 は電子部品などを用いて構成される。

#### 【0033】

遅延時間制御部 16 は、送信部 14 及び受信部 15 に接続されており、送信部 14 から超音波プローブ 13 の超音波振動子群に与える駆動パルス信号の遅延時間を制御する。これにより、超音波プローブ 13 から送信される超音波送信波の超音波ビームの音響線の方角や焦点深度を変化させる。また、超音波プローブ 13 によって受信され、受信部 15 によって生成された受信信号の遅延時間を制御することにより、開口径を変化させたり、焦点位置を変化させたりすることができる。遅延時間制御部 16 の出力は位相検波部 17 に入力される。

#### 【0034】

位相検波部 17 は、遅延時間制御部 16 で遅延制御された受信信号を位相検波し、実部信号と虚部信号とからなる位相検波信号を作成する。位相検波信号はフィルタ部 18 に入力される。フィルタ部 18 は、高周波成分、測定対象以外からの反射成分及びノイズ成分

等を除く。位相検波部 17 及びフィルタ部 18 はソフトウェアによってもハードウェアによっても構成することができる。

#### 【0035】

フィルタ部 18 を経た位相検波信号の実部信号及び虚部信号は、演算部 19 へ入力される。図 3 は、演算部 19 の構成を詳細に示すブロック図である。演算部 19 は、基準領域設定部 31、弾性特性演算部 32、相対弾性特性演算部 33 を含む。演算部 19 は、ソフトウェアによってもハードウェアによっても構成することができる。

#### 【0036】

弾性特性演算部 32 は、位相検波信号の実部信号及び虚部信号に基づいて、複数の測定位置における生体組織の運動速度を求め、運動速度を積分することによって、移動量（各測定位置の時間変位）を求める。求めた移動量から各測定位置間の生体組織の厚さ変化量（伸縮量）を求める。また、心電計 22 から一心周期に関する情報を受け取り、一心周期における厚さ変化量の最大値と最小値との差分である最大厚さ変化量と厚さの最大値を求める。そして、最大厚さ変化量と厚さの最大値から生体組織の歪みを求め、さらに血圧計 12 から得られる血圧データを用いて、各測定位置間の生体組織の弾性特性を求める。

#### 【0037】

このようにして求められた生体組織の弾性特性は、計測領域に対応してマッピングされ、心周期毎の空間分布画像として表示部 21 へ出力される。超音波診断装置 11 の操作者が基準領域設定部 31 に基準領域を設定させていない場合、相対弾性特性演算部 33 では何らの処理も実行されない。基準領域設定部 31 に基準領域を設定させた場合の処理については後述する。

#### 【0038】

図 4 及び図 5 を参照して、演算部 19 におけるこれらの演算をさらに詳しく説明する。図 4 は、生体 60 を伝播する超音波ビーム 67 を模式的に示しており、図 4 では血管以外の生体組織 62、血管壁 63 及び血液 64 が示されている。生体 60 の表面に配置された超音波プローブ 13 から送信した超音波送信波は、生体 60 中を進行する。超音波送信波は、ある有限の幅を持つ超音波ビーム 67 として生体 60 中を伝播し、その過程において生体組織 62、血管壁 63 そして血液 64 等によって反射又は散乱し、反射又は散乱された超音波の一部が超音波プローブ 13 へ戻り、超音波反射波として受信される。超音波反射波は離散的な時系列信号  $r_k(t)$  として検出され、超音波プローブ 13 に近い組織から得られる反射の時系列信号ほど、時間軸上で原点近くに位置する。超音波ビーム 67 の幅（ビーム径）は、遅延時間を変化させることにより制御することができる。

#### 【0039】

超音波ビームの中心軸である音響線 66 上に位置する複数の測定位置  $P_n$  ( $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $\dots$ 、 $P_k$ 、 $\dots$ 、 $P_n$ 、 $n$  は 3 以上の自然数) は、測定開始時には、ある一定間隔  $L$  で超音波プローブ 13 に近い側から順に  $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $\dots$ 、 $P_k$ 、 $\dots$ 、 $P_n$  と配列している。反射波信号  $r_k(t)$  を位相検波部 17 において予め定めた検波周波数を用いて直交検波し、実部信号及び虚部信号からなる検波信号  $R_k(t)$  を求め、フィルタ部 18 を通過させる。演算部 19 の弾性特性演算部 32 では、検波信号  $R_k(t)$  と微小時間  $\Delta t$  後の検波信号  $R_k(t + \Delta t)$  において振幅は変化せず、位相及び反射位置のみが変化するという制約のもとで、検波信号  $R_k(t)$  と  $R_k(t + \Delta t)$  との相関演算を行い、位置  $P_k$  の相関信号  $Q_k(t)$  を (式 2) から求める。

#### 【0040】

$$Q_k(t) = R_k(t + \Delta t) \times R_k^*(t) \quad (* \text{は複素共役を示す}) \quad (\text{式 2})$$

#### 【0041】

そして、相関信号  $Q_k(t)$  の実部と虚部とが成す角度  $\theta_k(t)$  を求め、角度  $\theta_k(t)$  から測定位置  $P_k$  の時間変化の様子、すなわち位置  $P_k$  の移動量  $h_k(t)$  を求める。

#### 【0042】

図 5 は、測定位置  $P_n$  と弾性特性演算の対象組織  $T_n$  との関係を示している。対象組織  $T_k$  は、隣接する測定位置  $P_k$  と  $P_{k+1}$  とに挟まれた範囲に厚さ  $L$  を有して位置している。  $n$

個の測定位置  $P_1 \cdots P_n$  からは  $(n-1)$  個の対象組織  $T_1 \cdots T_{n-1}$  が定義される。

【0043】

対象組織  $T_k$  の伸縮量である厚さ変化量  $H_k(t)$  は、測定位置  $P_k$  と  $P_{k+1}$  の移動量  $h_k(t)$  と  $h_{k+1}(t)$  とから、 $H_k(t) = h_{k+1}(t) - h_k(t)$  として求められる。

【0044】

血管壁 63 の組織  $T_k$  の厚さの変化は、心拍による血圧の変化に応じて生じ、心周期におよそ同期して繰り返される。したがって、弾性特性も心周期に同期して一心周期毎の数値を求めることが好適である。一心周期内の厚さ変化量  $H_k(t)$  から最大値と最小値とを抽出し、最大値と最小値との差分を最大厚さ変化量  $\Delta H_k$  とする。また、血圧の最大値と最小値との差分を脈圧  $\Delta p$  とする。対象組織の厚さの最大値（あるいは初期値）を  $H_m$  としたとき、 $H_m$  は  $L \times \{(k+1) - k\} = L$  なので、歪み  $S_k$  及び弾性特性  $\chi_k$  はそれぞれ (式3) 及び (式4) で求めることができる。

10

【0045】

$$S_k = \Delta H_k / H_m = \Delta H_k / L \quad (\text{式3})$$

$$\chi_k = \Delta p / S_k = \Delta p \cdot H_m / \Delta H_k \quad (\text{式4})$$

【0046】

測定位置  $P_n$  の数やその間隔は、測定の目的や測定対象物である生体組織の特性に応じて任意に設定できる。

【0047】

20

以上のような方法で求められ、表示部 21 に表示される弾性特性には次のような課題が存在する。弾性特性は、脈圧  $\Delta p$  を歪み  $S_k$  で除算することにより求めるため、正確な弾性特性を求めるには心拍毎に都度脈圧を計測する必要がある。一般に、多くの被験者において脈圧はほとんど一定であり、弾性特性計測の直前に測定した脈圧を数分から数十分の間は不変なものとして扱うことは、計測の簡便性という観点からたいへん好適である。しかしながら、例えば被験者の脈圧が心拍毎に不安定である場合には、心拍毎の脈圧測定が必要となる。トノメトリ血圧計等を用いれば拍毎の脈圧測定は可能であるが、別途装置が必要となること、測定系が複雑化すること等の課題がある。

【0048】

この課題を解決するための手法を以下詳述する。図6は、血管壁の一部に関心領域 41 を設定したときの、その関心領域内の弾性特性分布を模式的に示す図である。関心領域 41 は血管壁の外膜 42 と内中膜領域 43 とが同時に含まれるよう設定されており、演算部 19 で求められた各微小領域の弾性特性数値は、予め定められた配色に従いコード化され、空間分布画像となる。

30

【0049】

図7は、図6に示した弾性特性分布内に、基準となる弾性特性を求める領域を規定する基準領域 44 を設定した様子を模式的に示す図である。基準領域 44 の大きさと位置とは、超音波診断装置 11 の操作者が任意に定めることができる。具体的には、被験者の外膜 42 や内中膜領域 43 内で操作者が健常部位と診断した箇所に設定することが好適である。図7では基準領域 44 は外膜 42 上に配置されているが、内中膜領域 43 上に設けてもかまわない。基準領域 44 内の弾性特性値は平均化され、これを基準弾性特性  $\chi_s$  とする。

40

【0050】

図8は、関心領域 41 内の各弾性特性を基準弾性特性  $\chi_s$  によりノーマライズ（正規化）した相対弾性特性分布を模式的に示す図である。関心領域 41 内の任意の弾性特性  $\chi_k$  は、基準弾性特性  $\chi_s$  により除算され、すなわち  $\chi_k / \chi_s$  を求めてこれを相対弾性特性  $\chi_k'$  とし、各相対弾性特性  $\chi_k'$  を予め定められた配色に従いコード化して空間分布画像としたものである。基準弾性特性  $\chi_s$  及び弾性特性  $\chi_k$  を求めるにあたり、同じ脈圧  $\Delta p$  を用いているのであれば、相対弾性特性  $\chi_k'$  の演算  $\chi_k' = \chi_k / \chi_s$  において脈圧  $\Delta p$  の影響はキャンセルされ、その結果相対弾性特性  $\chi_k'$  は脈圧  $\Delta p$  の変動や誤差に依存せず、健常部位

50

と比較した硬軟の相対分布を正確かつ安定的に求めることができる。

#### 【0051】

相対弾性特性を求める場合の超音波診断装置11の動作について、図3を用いて説明する。操作者は、表示部21に表示されている弾性特性分布画像から健常部位を見出し、基準領域設定部31を動作させて、図7に示すような基準領域44を設定する。設定は、超音波診断装置11のインターフェイス部（図示せず）を介して行う。基準領域設定部31は、操作者によって規定された基準領域情報を相対弾性特性演算部33に送る。相対弾性特性演算部33は、弾性特性演算部32から送られた弾性特性 $\chi_k$ を用い、まず基準領域内の弾性特性 $\chi_s$ を求め、次に相対弾性特性 $\chi_k'$ を求める。相対弾性特性 $\chi_k'$ は空間分布画像として表示部21へ出力され、また演算データ記憶部20にも記憶される。なお、操作者が表示部21を見ながら基準領域44を任意位置に設定することができるように、基準領域設定部31は基準位置情報を表示部21へ送り、これを表示させることが好適である。ここで、基準領域44の表示はBモード断層画像や弾性特性画像に重畳表示することが好適であるが、基準領域44の位置座標を数値として表示してもかまわない。

10

#### 【0052】

以上説明したように、本実施形態にて示した演算を心拍毎に行うことにより、被験者の脈圧が心拍毎に不安定であっても、あるいは心拍毎の脈圧測定が正確でなくとも、正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。さらには、心拍毎に脈圧を測定しなくとも正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

#### 【0053】

20

なお、本実施形態では相対弾性特性を $\chi_k' = \chi_k / \chi_s$ として求めているが、 $\chi_k' = A \times (\chi_k / \chi_s) + B$ とし、定数Aや定数Bを任意に設定しても、本発明の趣旨を逸脱しない範囲であればいっこうにかまわない。

#### 【0054】

また、基準領域44の設定は、弾性特性計測を行っている最中に実施することが好適であるが、計測終了後に、演算データ記憶部20に記憶されているデータを読み出して画像表示させ、ここで実施しても同様の効果が得られる。

#### 【0055】

そして、基準領域44の設定は、組織が健常部位であるかどうかを操作者が判断したうえで、超音波診断装置11のインターフェイス部を介して手動で実施することが好適であるが、例えば関心領域41内に存在する外膜を自動外膜抽出機能によって抽出し、これを基準領域44として設定してもいっこうにかまわない。

30

#### 【0056】

さらに、操作者が関心領域41内に健常部位が存在しないと診断した場合には、過去に求めた同一部位の弾性特性や、他部位（関心領域41以外の部位）の弾性特性を用いてもかまわない。ただし、比較対象となる両者を計測した時刻が異なるため、脈圧も異なっている可能性がある点に留意する必要がある。

#### 【0057】

（第2の実施の形態）

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態の超音波診断装置は、第1の実施の形態の超音波診断装置11と、演算部19の機能を除いて同様な構成と機能を有するものであり、特に説明のない限り符号も同じ数字を使用する。

40

#### 【0058】

第1の実施の形態で示したように、演算部19は、弾性特性を求めるにあたり、まず測定対象である複数の微小生体組織 $T_k$ の一心周期内の厚さ変化量 $H_k(t)$ を求め、ここから最大厚さ変化量 $\Delta H_k$ を求める。次に、対象組織の厚さの最大値（あるいは初期値） $H_m$ と $\Delta H_k$ とから歪み $S_k$ を演算し、歪み $S_k$ と脈圧 $\Delta p$ とから弾性特性 $\chi_k$ を演算する。そして、予め定めた基準弾性特性 $\chi_s$ を用いて相対弾性特性 $\chi_k' = \chi_k / \chi_s$ を求める。

#### 【0059】

ここで、相対弾性特性 $\chi_k'$ は、基準領域44内の歪みの平均値を基準歪み $S_s$ として、

50

(式5) のように示すこともできる。

【0060】

$$\chi_k' = \chi_k / \chi_s = (\Delta p / S_k) / (\Delta p / S_s) = S_s / S_k \quad (\text{式5})$$

【0061】

(式5) は、相対弾性特性  $\chi_k'$  の演算においては、脈圧  $\Delta p$  を測定する必要がないことを示している。すなわち、脈圧  $\Delta p$  が不安定な被験者であっても、さらには脈圧  $\Delta p$  を全く測定しなくとも正確かつ安定な相対弾性特性分布を求めることが可能となる。

【0062】

さらに、相対弾性特性  $\chi_k'$  は、基準領域 44 内の最大厚さ変化量の平均値を基準最大厚さ変化量  $\Delta H_s$  として、(式6) のように示すこともできる。

10

【0063】

$$\chi_k' = S_s / S_k = (\Delta H_s / H_m) / (\Delta H_k / H_m) = \Delta H_s / \Delta H_k \quad (\text{式6})$$

【0064】

なお、本実施形態では相対弾性特性  $\chi_k'$  を(式5) や(式6) を用いて求めているが、 $\chi_k'' = A \times \chi_k' + B$  (A 及び B は任意に設定される定数) を演算し、 $\chi_k''$  を利用しても、本発明の趣旨を逸脱しない範囲であればいっそうにかまわない。特に、定数 A に基準弾性特性  $\chi_s$ 、定数 B に 0 を用いることで、弾性特性  $\chi_k$  を求めなくとも、最大厚さ変化量  $\Delta H_k$  歪み  $S_k$  さえ求めれば弾性特性  $\chi_k$  を求めることができる。ここで基準弾性特性  $\chi_s$  は、実際の測定値であってもかまわないし、外膜等の個人差があまりない部位での一般的な値等を用いてもかまわない。

20

【0065】

以上説明したように、第2の実施の形態にて示した演算を心拍毎に行うことにより、被験者の脈圧を全く測定しなくとも正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

【0066】

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

【0067】

本出願は、2005年7月20日出願の日本特許出願(特願2005-210233)に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

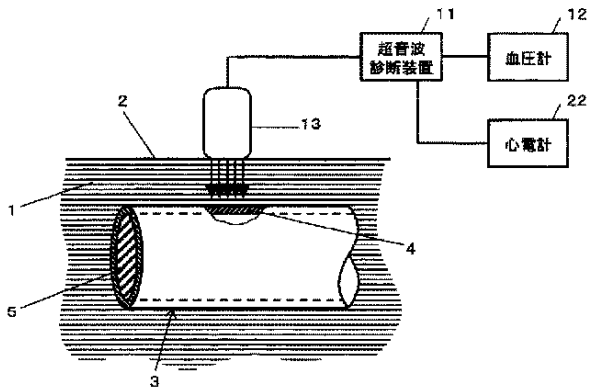
30

【産業上の利用可能性】

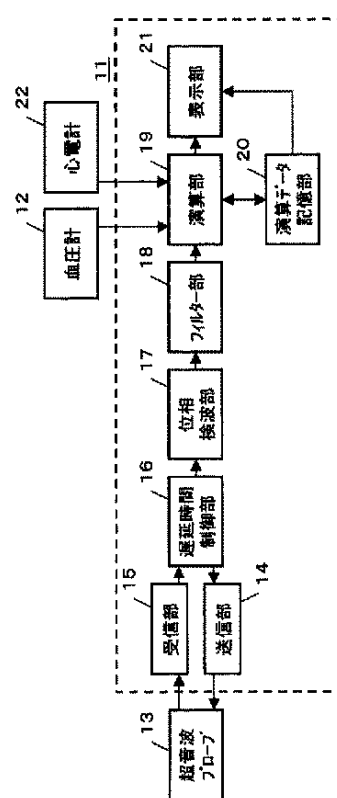
【0067】

本発明の超音波診断装置は、血圧測定の正確性や安定性に依存せずに、さらには血圧測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能な超音波診断装置等に利用可能である。

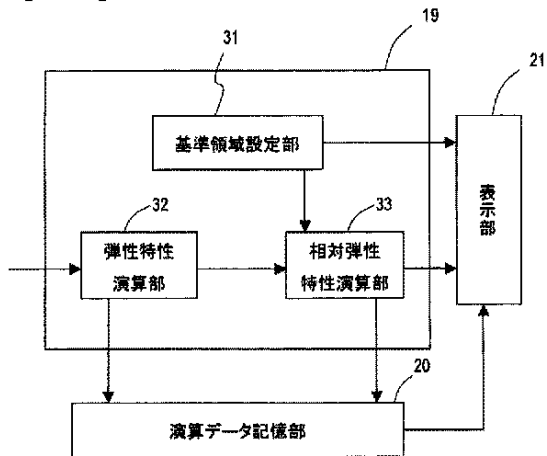
【図 1】



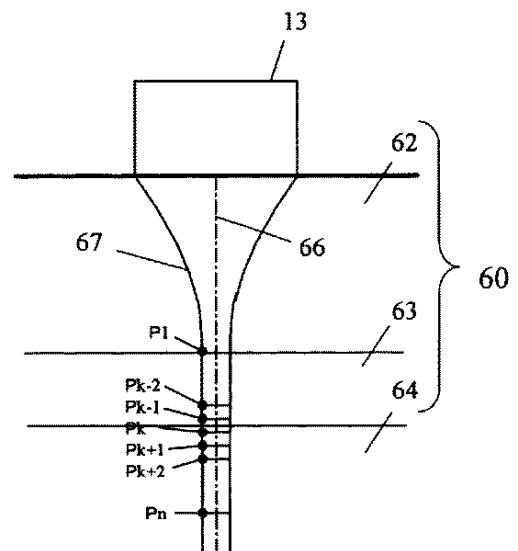
【図 2】



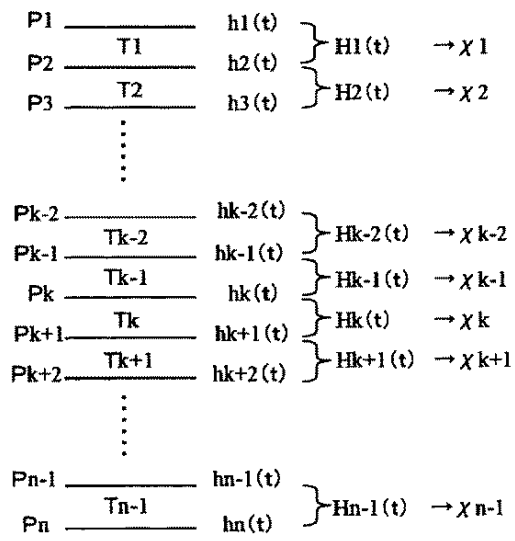
【図 3】



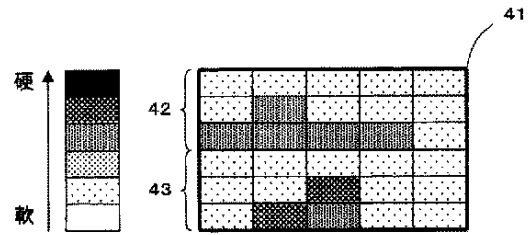
【図 4】



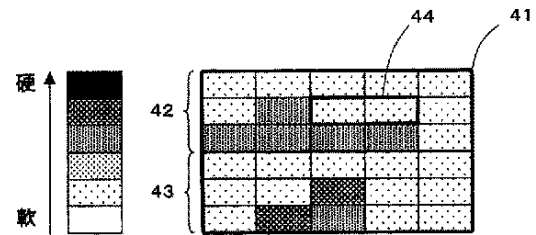
【図 5】



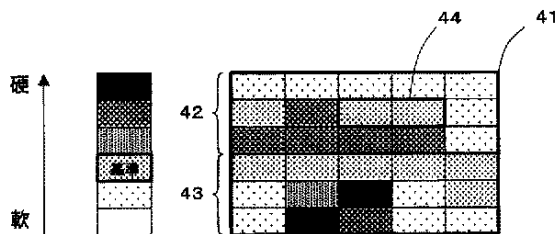
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【手続補正書】

【提出日】平成18年12月19日(2006.12.19)

【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】請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【書類名】請求の範囲

【請求項1】 超音波を用いて血管の診断をするための超音波診断装置であって、  
生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、  
前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、  
前記受信信号を位相検波する位相検波部と、  
前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の厚さ変化量を求め、前記生体組織の任意の基準領域における最大厚さ変化量を他の領域における最大厚さ変化量によって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、  
前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備え、

前記生体組織の任意の基準領域における最大厚さ変化量は、血管の外膜領域における最大厚さ変化量又は任意の基準領域における過去に求めた最大厚さ変化量である超音波診断装置。

【請求項2】 超音波を用いて血管の診断をするための超音波診断装置であって、  
生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、  
前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、  
前記受信信号を位相検波する位相検波部と、  
前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の歪みを求め、前記生体組織の任意の基準領域における歪みを他の領域における歪みによって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、  
前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備え、  
を備え、

前記生体組織の任意の基準領域における歪みは、血管の外膜領域における歪み又は任意の基準領域における過去に求めた歪みである超音波診断装置。

【請求項3】 超音波を用いて血管の診断をするための超音波診断装置であって、  
生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、  
前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、  
前記受信信号を位相検波する位相検波部と、  
前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の弾性特性を求め、前記生体組織の任意の基準領域における弾性特性によって他の領域の弾性特性を除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、  
前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備え、

前記生体組織の任意の基準領域における弾性特性は、血管の外膜領域における弾性特性又は任意の基準領域における過去に求めた弾性特性である超音波診断装置。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれか1項記載の超音波診断装置であって、  
前記演算部は、前記基準領域を設定する基準領域設定部を備える超音波診断装置。

【請求項5】 請求項4記載の超音波診断装置であって、  
前記表示部は、前記演算部で設定された前記基準領域を超音波断層画像又は弾性特性画

像の少なくともいずれか一方に重畳表示する超音波診断装置。

【請求項 6】 請求項 4 記載の超音波診断装置であって、

前記表示部は、前記演算部で設定された前記基準領域の位置座標を数値で表示する超音波診断装置。

【手続補正書】

【提出日】平成20年1月25日(2008.1.25)

【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】

超音波を用いて血管の診断をするための超音波診断装置であって、

生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、

前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、

前記受信信号を位相検波する位相検波部と、

前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の厚さ変化量を求め、前記生体組織の任意の基準領域における最大厚さ変化量を他の領域における最大厚さ変化量によって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、

前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備え、

前記生体組織の任意の基準領域における最大厚さ変化量は、血管の外膜領域における最大厚さ変化量又は任意の基準領域における過去に求めた最大厚さ変化量である超音波診断装置。

【請求項 2】

超音波を用いて血管の診断をするための超音波診断装置であって、

生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、

前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、

前記受信信号を位相検波する位相検波部と、

前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の歪みを求め、前記生体組織の任意の基準領域における歪みを他の領域における歪みによって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、

前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備え、

前記生体組織の任意の基準領域における歪みは、血管の外膜領域における歪み又は任意の基準領域における過去に求めた歪みである超音波診断装置。

【請求項 3】

超音波を用いて血管の診断をするための超音波診断装置であって、

生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、

前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、

前記受信信号を位相検波する位相検波部と、

前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の弾性特性を求め、前記生体組織の任意の基準領域における弾性特性によって他の領域の弾性特性を除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、

前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、  
を備え、

前記生体組織の任意の基準領域における弾性特性は、血管の外膜領域における弾性特性又は任意の基準領域における過去に求めた弾性特性である超音波診断装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載の超音波診断装置であって、  
前記演算部は、前記基準領域を設定する基準領域設定部を備える超音波診断装置。

【請求項 5】

請求項 4 記載の超音波診断装置であって、  
前記表示部は、前記演算部で設定された前記基準領域を超音波断層画像又は弾性特性画像の少なくともいずれか一方に重畳表示する超音波診断装置。

【請求項 6】

請求項 4 記載の超音波診断装置であって、  
前記表示部は、前記演算部で設定された前記基準領域の位置座標を数値で表示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】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生体内の組織性状、特に血管壁組織の弾性特性を測定する超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、心筋梗塞や脳梗塞などの循環器系疾病を患う人々が増加してきており、このような疾病の予防及び治療を行うことが大きな課題となっている。

【0003】

心筋梗塞や脳梗塞の発病には、動脈硬化が深く関係している。具体的には、動脈壁に粥腫が形成されたり、高血圧等の種々の要因によって動脈の新しい細胞が作られなくなったりとすると、動脈は弾力性を失い、硬く、脆くなる。そして、粥腫が形成された部分において血管が閉塞したり、粥腫を覆う血管組織が破裂することにより粥腫が血管内へ流出し、別の部分において動脈を閉塞させたり、動脈が硬化した部分が破裂したりすることによって、これらの疾病が引き起こされる。このため、動脈硬化を早期に診断することがこれらの疾病予防や治療には重要となる。

【0004】

従来、動脈硬化病変の診断は、血管カテーテルを用いて血管内部の様子を直接観察することによって行われていた。しかし、この診断には、血管カテーテルを血管に挿入する必要があるため、被験者への負荷が大きいという問題があった。このため、血管カテーテルによる観察は、動脈硬化病変が存在していることが確かである被験者に対して、その場所を特定するために用いられ、例えば、健康管理のための検査として、この方法が用いられることはなかった。

【0005】

動脈硬化の一因であるコレステロール値を測定したり、血圧値を測定したりすることは、被験者への負担が少なく、容易に行うことのできる検査である。しかし、これらの値は、動脈硬化の度合いを直接示すものではない。

【0006】

また、動脈硬化を早期に診断して、動脈硬化の治療薬を被験者に対して投与することができれば、動脈硬化の治療に効果を発揮する。しかし、動脈硬化が進行してしまうと、治療薬によって動脈硬化の進展を抑制することはできても、硬化した動脈を完全に回復させ

ることは難しいと言われている。

【0007】

こうした理由から、被験者への負担が少なく、動脈硬化が進行する前に早期段階で診断する診断方法あるいは診断装置が求められている。

【0008】

一方、被験者への負担が少ない非侵襲の医療診断装置として、超音波診断装置やX線診断装置が従来用いられている。超音波やX線を体外から照射することによって、被験者に苦痛を与えることなく、体内の形状情報、あるいは形状の時間変化情報を得ることができる。体内の測定対象物の形状の時間変化情報（運動情報）が得られると、測定対象物の性状情報を求めることができる。つまり、生体内の血管の弾性特性を求めることができ、動脈硬化の度合いを直接知ることが可能となる。特に超音波診断は、X線診断と比較した場合、被験者に超音波プローブをあてるだけで測定できるので、被験者への造影剤投与が不要である点やX線被曝の虞がない点で優れている。

【0009】

また、近年のエレクトロニクス技術の進歩によって、超音波診断装置の測定精度を飛躍的に向上させることも可能になってきた。これに伴って、生体組織の微小運動を計測する超音波診断装置の開発が進んでいる。例えば、特許文献1に記載された技術を用いると、血管運動の振幅数ミクロンで数百Hzまでの速い振動成分を高精度に計測できるため、血管壁の厚さ変化や歪みを数ミクロンのオーダーで高精度な計測をすることが可能になると報告されている。

【0010】

特許文献1は、超音波を用いて生体組織における各部位の運動速度波形の非侵襲的計測を行い、微小領域の弾性率を求める技術を開示している。特許文献1に記載された組織トラッキング技術を用いると血管運動を高精度に計測できるため、動脈血管壁厚の時間変化の様子 $h(t)$ を高精度に計測することが可能になる。ここで、最低血圧計測時の壁厚を $h$ 、一心周期における壁厚の最大変化量を $\Delta h$ 、脈圧を $\Delta p$ とすると、動脈壁の径方向の弾性率 $E$ は（式1）で求められる。

【0011】

$$E = \Delta p \cdot h / \Delta h \quad (\text{式1})$$

【0012】

このような高精度な計測手法を用いることにより、動脈壁の弾性特性の二次元分布を詳細に測定することが可能となる。例えば非特許文献1には、頸動脈血管壁の弾性率の二次元分布の様子をBモード断層像に重ねて表示した一例が示されている。動脈壁の硬さ度合いは一様ではなく、ある分布を持って存在しており、動脈硬化症の診断においては、動脈の硬化度合いを示す特徴量である弾性率の局所的な分布を的確に把握することが重要なためである。

【0013】

【特許文献1】特開平10-5226号公報

【非特許文献1】Hiroshi Kanai et al, "Elasticity Imaging of Atheroma With Transcatheter Ultrasound Preliminary Study," Circulation, Vol.107, p.3018-3021, 2003.

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

しかしながら、上記開示技術には以下に示す課題が存在する。（式1）に示すように、動脈壁の弾性率 $E$ を求めるためには脈圧 $\Delta p$ を測定する必要がある。一心周期内の最大厚さ変化量から求める弾性率値は、一心周期に一回測定することができるが、実際の血圧は、拍毎に僅かに異なっているおり、より正確な弾性率を求めるためには、一心周期に一回脈圧を測定する必要がある。しかしながら、一般的に使用されるカフ式血圧計に代表される間欠法では、拍毎の脈圧を求めることはできない。さらには、カフ式血圧測定では、被験者の血流を一時的に閉鎖してしまうため、長時間の使用には不向きである。また、拍毎

に脈圧測定が可能なトノメトリ血圧計に代表される連続法では、拍毎の脈圧を測定することができるものの、別途装置が必要であり弾性率測定が複雑化してしまう。また被験者への負荷が増加してしまうという課題もある。

【0015】

以上に鑑み、本発明は、血圧測定の正確性や安定性に依存せずに、さらには血圧測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能な超音波診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明の超音波診断装置は、生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を位相検波する位相検波部と、前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の厚さ変化量を求め、前記生体組織の任意の基準領域における最大厚さ変化量を他の領域における最大厚さ変化量によって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、を備えるものである。本発明によれば、被験者の脈圧を全く測定しなくとも正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

【0017】

本発明の超音波診断装置は、生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を位相検波する位相検波部と、前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の歪みを求め、前記生体組織の任意の基準領域における歪みを他の領域における歪みによって除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、を備えるものである。本発明によれば、被験者の脈圧を全く測定しなくとも正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

【0018】

本発明の超音波診断装置は、生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を位相検波する位相検波部と、前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、前記生体組織内の複数位置の弾性特性を求め、前記生体組織の任意の基準領域における弾性特性によって他の領域の弾性特性を除算した値に基づいて相対弾性特性を演算する演算部と、前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、を備えるものである。本発明によれば、被験者の血圧測定の正確性に依存せずに、正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

【0019】

本発明の超音波診断装置は、前記演算部が、前記基準領域を設定する基準領域設定部を備えるものを含む。本発明によれば、空間弾性特性分布画像中の任意の領域を指定し、相対弾性特性を演算するための基準領域とすることができる。

【0020】

本発明の超音波診断装置は、前記表示部が、前記演算部で設定された前記基準領域を超音波断層画像又は弾性特性画像の少なくともいずれか一方に重畳表示するものを含む。本発明によれば、基準領域を確実に認識でき、弾性特性の分布による診断を容易に行うことができる。

【0021】

本発明の超音波診断装置は、前記表示部が、前記演算部で設定された前記基準領域の位置座標を数値で表示するものを含む。本発明によれば、基準領域を確実に認識でき、弾性

特性の分布による診断を容易に行うことができる。

【0022】

以上のように、本発明の超音波診断装置は、生体組織へ超音波送信波を送信するための超音波プローブを駆動する送信部と、前記超音波送信波が前記生体組織において反射することにより得られ、前記超音波プローブにより受信する超音波反射波を増幅し、受信信号を生成する受信部と、前記受信信号を位相検波する位相検波部と、前記位相検波部で得られた位相検波信号に基づき、正規化された弾性特性である相対弾性特性を演算する演算部と、前記演算部が演算した前記相対弾性特性の分布を表示する表示部と、を備えるものである。

【0023】

本発明によれば、血压測定 of 正確性に依存せずに、さらには血压測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能となる。

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、空間弾性特性分布画像中の任意の領域を指定し、この領域内の弾性特性値、あるいは弾性特性の平均値を基準として、他の弾性特性を弾性特性比として演算し、これを空間分布画像として表示する。これにより、血压測定 of 正確性に依存せずに、さらには血压測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能な超音波診断装置を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【0026】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置11を用いて血管壁組織の性状診断を行う際の状態を示す図である。超音波診断装置11に接続された超音波プローブ13は被験者の体表2に密着するよう設置され、血管外組織1の内部へ超音波を送信する。送信された超音波は血管3や血液5にて反射、散乱し、その一部が超音波プローブ13へ戻り、エコー（超音波反射波）として受信される。超音波診断装置11は、受信信号の解析、演算を行い、血管前壁4の形状情報や運動情報を求める。また、超音波診断装置11には血压計12及び心電計22が接続されており、血压計12が測定した被験者の血压データ、及び心電計22が測定した心電波形は超音波診断装置11へと入力される。

【0027】

超音波診断装置11は、例えば特許文献1に開示されている方法にしたがって、受信超音波信号を検波して得た検波信号の振幅及び位相の両方を用い、制約付最小二乗法によって対象の瞬時の位置を決定する。高精度な（位置変化量の測定精度は±0.2ミクロン）位相トラッキングを行うことにより、血管前壁4における微小部位の厚さや厚さ変化量の時間変化の様子を十分な精度で測定することができる。さらに、血压計12から得た血压データを用いることで、血管前壁4における微小部位の弾性特性を求めることができる。また、心電計22が測定した心電波形は、データ取得やデータリセットのタイミングを決定するトリガ信号として使用される。なお、心電計22は他の生体信号検出手段である心音計や脈波計と置き換えることも可能であり、心電波形の代わりに心音波形や脈波波形をトリガ信号として用いることも可能である。また、超音波診断装置11が測定した移動量波形や厚さ変化量波形を用いることにより、外部からのトリガ信号入力を不要とすることもできる。

【0028】

次に、超音波診断装置11の構成及び動作について詳細に説明する。図2は、超音波診断装置11の構成を示すブロック図である。超音波診断装置11は、送信部14、受信部15、遅延時間制御部16、位相検波部17、フィルタ部18、演算部19、演算データ記憶部20及び表示部21を備えている。また、図示しないコンピュータによって各部が

制御される。

【0029】

送信部14は、超音波プローブ13を駆動する所定の駆動パルス信号を生成し、超音波プローブ13に出力する。駆動パルス信号により駆動された超音波プローブ13から送信される超音波送信波は、血管3等の生体組織において反射、散乱し、生じた超音波反射波は、超音波プローブ13で受信される。超音波を発生させる駆動パルスの周波数は、時間軸上で隣接している前後の超音波パルスが重ならないように、測定対象の深さと超音波の音速とを考慮して決定される。

【0030】

受信部15は、超音波プローブ13で受信した超音波反射波を増幅して受信信号を生成する。受信部15は、増幅部及びA/D変換部（いずれも図示せず）を含み、超音波反射波を増幅し、さらにデジタル信号に変換する。送信部14及び受信部15は電子部品などを用いて構成される。

【0031】

遅延時間制御部16は、送信部14及び受信部15に接続されており、送信部14から超音波プローブ13の超音波振動子群に与える駆動パルス信号の遅延時間を制御する。これにより、超音波プローブ13から送信される超音波送信波の超音波ビームの音響線の方角や焦点深度を変化させる。また、超音波プローブ13によって受信され、受信部15によって生成された受信信号の遅延時間を制御することにより、開口径を変化させたり、焦点位置を変化させたりすることができる。遅延時間制御部16の出力は位相検波部17に入力される。

【0032】

位相検波部17は、遅延時間制御部16で遅延制御された受信信号を位相検波し、実部信号と虚部信号とからなる位相検波信号を作成する。位相検波信号はフィルタ部18に入力される。フィルタ部18は、高周波成分、測定対象以外からの反射成分及びノイズ成分等を除去する。位相検波部17及びフィルタ部18はソフトウェアによってもハードウェアによっても構成することができる。

【0033】

フィルタ部18を経た位相検波信号の実部信号及び虚部信号は、演算部19へ入力される。図3は、演算部19の構成を詳細に示すブロック図である。演算部19は、基準領域設定部31、弾性特性演算部32、相対弾性特性演算部33を含む。演算部19は、ソフトウェアによってもハードウェアによっても構成することができる。

【0034】

弾性特性演算部32は、位相検波信号の実部信号及び虚部信号に基づいて、複数の測定位置における生体組織の運動速度を求め、運動速度を積分することによって、移動量（各測定位置の時間変位）を求める。求めた移動量から各測定位置間の生体組織の厚さ変化量（伸縮量）を求める。また、心電計22から一心周期に関する情報を受け取り、一心周期における厚さ変化量の最大値と最小値との差分である最大厚さ変化量と厚さの最大値を求める。そして、最大厚さ変化量と厚さの最大値から生体組織の歪みを求め、さらに血圧計12から得られる血圧データを用いて、各測定位置間の生体組織の弾性特性を求める。

【0035】

このようにして求められた生体組織の弾性特性は、計測領域に対応してマッピングされ、心周期毎の空間分布画像として表示部21へ出力される。超音波診断装置11の操作者が基準領域設定部31に基準領域を設定させていない場合、相対弾性特性演算部33では何らの処理も実行されない。基準領域設定部31に基準領域を設定させた場合の処理については後述する。

【0036】

図4及び図5を参照して、演算部19におけるこれらの演算をさらに詳しく説明する。図4は、生体60を伝播する超音波ビーム67を模式的に示しており、図4では血管以外の生体組織62、血管壁63及び血液64が示されている。生体60の表面に配置された

超音波プローブ13から送信した超音波送信波は、生体60中を進行する。超音波送信波は、ある有限の幅を持つ超音波ビーム67として生体60中を伝播し、その過程において生体組織62、血管壁63そして血液64等によって反射又は散乱し、反射又は散乱された超音波の一部が超音波プローブ13へ戻り、超音波反射波として受信される。超音波反射波は離散的な時系列信号 $r_k(t)$ として検出され、超音波プローブ13に近い組織から得られる反射の時系列信号ほど、時間軸上で原点近くに位置する。超音波ビーム67の幅(ビーム径)は、遅延時間を変化させることにより制御することができる。

#### 【0037】

超音波ビームの中心軸である音響線66上に位置する複数の測定位置 $P_n$ ( $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $\dots$ 、 $P_k$ 、 $\dots$ 、 $P_n$ 、 $n$ は3以上の自然数)は、測定開始時には、ある一定間隔 $L$ で超音波プローブ13に近い側から順に $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ 、 $\dots$ 、 $P_k$ 、 $\dots$ 、 $P_n$ と配列している。反射波信号 $r_k(t)$ を位相検波部17において予め定めた検波周波数を用いて直交検波し、実部信号及び虚部信号からなる検波信号 $R_k(t)$ を求め、フィルタ部18を通過させる。演算部19の弾性特性演算部32では、検波信号 $R_k(t)$ と微小時間 $\Delta t$ 後の検波信号 $R_k(t + \Delta t)$ において振幅は変化せず、位相及び反射位置のみが変化するという制約のもとで、検波信号 $R_k(t)$ と $R_k(t + \Delta t)$ との相関演算を行い、位置 $P_k$ の相関信号 $Q_k(t)$ を(式2)から求める。

#### 【0038】

$$Q_k(t) = R_k(t + \Delta t) \times R_k^*(t) \quad (*は複素共役を示す) \quad (式2)$$

#### 【0039】

そして、相関信号 $Q_k(t)$ の実部と虚部とが成す角度 $\theta_k(t)$ を求め、角度 $\theta_k(t)$ から測定位置 $P_k$ の時間変化の様子、すなわち位置 $P_k$ の移動量 $h_k(t)$ を求める。

#### 【0040】

図5は、測定位置 $P_n$ と弾性特性演算の対象組織 $T_n$ との関係を示している。対象組織 $T_k$ は、隣接する測定位置 $P_k$ と $P_{k+1}$ とに挟まれた範囲に厚さ $L$ を有して位置している。 $n$ 個の測定位置 $P_1 \dots P_n$ からは $(n-1)$ 個の対象組織 $T_1 \dots T_{n-1}$ が定義される。

#### 【0041】

対象組織 $T_k$ の伸縮量である厚さ変化量 $H_k(t)$ は、測定位置 $P_k$ と $P_{k+1}$ の移動量 $h_k(t)$ と $h_{k+1}(t)$ とから、 $H_k(t) = h_{k+1}(t) - h_k(t)$ として求められる。

#### 【0042】

血管壁63の組織 $T_k$ の厚さの変化は、心拍による血圧の変化に応じて生じ、心周期におよそ同期して繰り返される。したがって、弾性特性も心周期に同期して一心周期毎の数値を求めることが好適である。一心周期内の厚さ変化量 $H_k(t)$ から最大値と最小値とを抽出し、最大値と最小値との差分を最大厚さ変化量 $\Delta H_k$ とする。また、血圧の最大値と最小値との差分を脈圧 $\Delta p$ とする。対象組織の厚さの最大値(あるいは初期値)を $H_m$ としたとき、 $H_m$ は $L \times \{(k+1) - k\} = L$ なので、歪み $S_k$ 及び弾性特性 $\chi_k$ はそれぞれ(式3)及び(式4)で求めることができる。

#### 【0043】

$$S_k = \Delta H_k / H_m = \Delta H_k / L \quad (式3)$$

$$\chi_k = \Delta p / S_k = \Delta p \cdot H_m / \Delta H_k \quad (式4)$$

#### 【0044】

測定位置 $P_n$ の数やその間隔は、測定の目的や測定対象物である生体組織の特性に応じて任意に設定できる。

#### 【0045】

以上のような方法で求められ、表示部21に表示される弾性特性には次のような課題が存在する。弾性特性は、脈圧 $\Delta p$ を歪み $S_k$ で除算することにより求めるため、正確な弾性特性を求めるには心拍毎に都度脈圧を計測する必要がある。一般に、多くの被験者にお

いて脈圧はほとんど一定であり、弾性特性計測の直前に測定した脈圧を数分から数十分の間は不変なものとして扱うことは、計測の簡便性という観点からたいへん好適である。しかしながら、例えば被験者の脈圧が心拍毎に不安定である場合には、心拍毎の脈圧測定が必要となる。トノメトリ血圧計等を用いれば拍毎の脈圧測定は可能であるが、別途装置が必要となること、測定系が複雑化すること等の課題がある。

#### 【0046】

この課題を解決するための手法を以下詳述する。図6は、血管壁の一部に関心領域41を設定したときの、その関心領域内の弾性特性分布を模式的に示す図である。関心領域41は血管壁の外膜42と内中膜領域43とが同時に含まれるよう設定されており、演算部19で求められた各微小領域の弾性特性数値は、予め定められた配色に従いコード化され、空間分布画像となる。

#### 【0047】

図7は、図6に示した弾性特性分布内に、基準となる弾性特性を求める領域を規定する基準領域44を設定した様子を模式的に示す図である。基準領域44の大きさと位置とは、超音波診断装置11の操作者が任意に定めることができる。具体的には、被験者の外膜42や内中膜領域43内で操作者が健常部位と診断した箇所に設定することが好適である。図7では基準領域44は外膜42上に配置されているが、内中膜領域43上に設けてもかまわない。基準領域44内の弾性特性値は平均化され、これを基準弾性特性 $\chi_s$ とする。

#### 【0048】

図8は、関心領域41内の各弾性特性を基準弾性特性 $\chi_s$ によりノーマライズ（正規化）した相対弾性特性分布を模式的に示す図である。関心領域41内の任意の弾性特性 $\chi_k$ は、基準弾性特性 $\chi_s$ により除算され、すなわち $\chi_k / \chi_s$ を求めてこれを相対弾性特性 $\chi_k'$ とし、各相対弾性特性 $\chi_k'$ を予め定められた配色に従いコード化して空間分布画像としたものである。基準弾性特性 $\chi_s$ 及び弾性特性 $\chi_k$ を求めるにあたり、同じ脈圧 $\Delta p$ を用いているのであれば、相対弾性特性 $\chi_k'$ の演算 $\chi_k' = \chi_k / \chi_s$ において脈圧 $\Delta p$ の影響はキャンセルされ、その結果相対弾性特性 $\chi_k'$ は脈圧 $\Delta p$ の変動や誤差に依存せず、健常部位と比較した硬軟の相対分布を正確かつ安定的に求めることができる。

#### 【0049】

相対弾性特性を求める場合の超音波診断装置11の動作について、図3を用いて説明する。操作者は、表示部21に表示されている弾性特性分布画像から健常部位を見出し、基準領域設定部31を動作させて、図7に示すような基準領域44を設定する。設定は、超音波診断装置11のインターフェイス部（図示せず）を介して行う。基準領域設定部31は、操作者によって規定された基準領域情報を相対弾性特性演算部33に送る。相対弾性特性演算部33は、弾性特性演算部32から送られた弾性特性 $\chi_k$ を用い、まず基準領域内の弾性特性 $\chi_s$ を求め、次に相対弾性特性 $\chi_k'$ を求める。相対弾性特性 $\chi_k'$ は空間分布画像として表示部21へ出力され、また演算データ記憶部20にも記憶される。なお、操作者が表示部21を見ながら基準領域44を任意位置に設定することができるように、基準領域設定部31は基準位置情報を表示部21へ送り、これを表示させることが好適である。ここで、基準領域44の表示はBモード断層画像や弾性特性画像に重畳表示することが好適であるが、基準領域44の位置座標を数値として表示してもかまわない。

#### 【0050】

以上説明したように、本実施形態にて示した演算を心拍毎に行うことにより、被験者の脈圧が心拍毎に不安定であっても、あるいは心拍毎の脈圧測定が正確でなくとも、正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。さらには、心拍毎に脈圧を測定しなくとも正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

#### 【0051】

なお、本実施形態では相対弾性特性を $\chi_k' = \chi_k / \chi_s$ として求めているが、 $\chi_k' = A \times (\chi_k / \chi_s) + B$ とし、定数Aや定数Bを任意に設定しても、本発明の趣旨を逸脱しない範囲であればいっそうにかまわない。

## 【0052】

また、基準領域44の設定は、弾性特性計測を行っている最中に実施することが好適であるが、計測終了後に、演算データ記憶部20に記憶されているデータを読み出して画像表示させ、ここで実施しても同様の効果が得られる。

## 【0053】

そして、基準領域44の設定は、組織が健常部位であるかどうかを操作者が判断したうえで、超音波診断装置11のインターフェイス部を介して手動で実施することが好適であるが、例えば関心領域41内に存在する外膜を自動外膜抽出機能によって抽出し、これを基準領域44として設定してもいっこうにかまわない。

## 【0054】

さらに、操作者が関心領域41内に健常部位が存在しないと診断した場合には、過去に求めた同一部位の弾性特性や、他部位（関心領域41以外の部位）の弾性特性を用いてもかまわない。ただし、比較対象となる両者を計測した時刻が異なるため、脈圧も異なっている可能性がある点に留意する必要がある。

## 【0055】

（第2の実施の形態）

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。第2の実施の形態の超音波診断装置は、第1の実施の形態の超音波診断装置11と、演算部19の機能を除いて同様な構成と機能を有するものであり、特に説明のない限り符号も同じ数字を使用する。

## 【0056】

第1の実施の形態で示したように、演算部19は、弾性特性を求めるにあたり、まず測定対象である複数の微小生体組織 $T_k$ の一心周期内の厚さ変化量 $H_k(t)$ を求め、ここから最大厚さ変化量 $\Delta H_k$ を求める。次に、対象組織の厚さの最大値（あるいは初期値） $H_m$ と $\Delta H_k$ とから歪み $S_k$ を演算し、歪み $S_k$ と脈圧 $\Delta p$ とから弾性特性 $\chi_k$ を演算する。そして、予め定めた基準弾性特性 $\chi_s$ を用いて相対弾性特性 $\chi_k' = \chi_k / \chi_s$ を求める。

## 【0057】

ここで、相対弾性特性 $\chi_k'$ は、基準領域44内の歪みの平均値を基準歪み $S_s$ として、（式5）のように示すこともできる。

## 【0058】

$$\chi_k' = \chi_k / \chi_s = (\Delta p / S_k) / (\Delta p / S_s) = S_s / S_k \quad (\text{式5})$$

## 【0059】

（式5）は、相対弾性特性 $\chi_k'$ の演算においては、脈圧 $\Delta p$ を測定する必要がないことを示している。すなわち、脈圧 $\Delta p$ が不安定な被験者であっても、さらには脈圧 $\Delta p$ を全く測定しなくとも正確かつ安定な相対弾性特性分布を求めることが可能となる。

## 【0060】

さらに、相対弾性特性 $\chi_k'$ は、基準領域44内の最大厚さ変化量の平均値を基準最大厚さ変化量 $\Delta H_s$ として、（式6）のように示すこともできる。

## 【0061】

$$\chi_k' = S_s / S_k = (\Delta H_s / H_m) / (\Delta H_k / H_m) = \Delta H_s / \Delta H_k \quad (\text{式6})$$

## 【0062】

なお、本実施形態では相対弾性特性 $\chi_k'$ を（式5）や（式6）を用いて求めているが、 $\chi_k'' = A \times \chi_k' + B$ （A及びBは任意に設定される定数）を演算し、 $\chi_k''$ を利用しても、本発明の趣旨を逸脱しない範囲であればいっこうにかまわない。特に、定数Aに基準弾性特性 $\chi_s$ 、定数Bに0を用いることで、弾性特性 $\chi_k$ を求めなくても、最大厚さ変化量 $\Delta H_k$ 歪み $S_k$ さえ求めれば弾性特性 $\chi_k$ を求めることができる。ここで基準弾性特性 $\chi_s$ は、実際の測定値であってもかまわないし、外膜等の個人差があまりない部位での一般的な値等を用いてもかまわない。

## 【0063】

以上説明したように、第2の実施の形態にて示した演算を心拍毎に行うことにより、被験者の脈圧を全く測定しなくとも正確かつ安定な弾性特性分布を求めることが可能となる。

【0064】

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2005年7月20日出願の日本特許出願（特願2005-210233）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

【産業上の利用可能性】

【0065】

本発明の超音波診断装置は、血圧測定の正確性や安定性に依存せずに、さらには血圧測定を行わなくとも、拍毎に安定した弾性特性の空間分布表示を行うことが可能な超音波診断装置等に利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0066】

【図1】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際の状態を示す図

【図2】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置の構成を示すブロック図

【図3】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置における演算部の構成を詳細に示すブロック図

【図4】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際の生体を伝播する超音波ビームを模式的に示す図

【図5】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際の測定位置と弾性特性演算の対象組織との関係を示す図

【図6】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際、血管壁の一部に関心領域を設定したときの、その関心領域内の弾性特性分布の一例を模式的に示す図

【図7】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際、関心領域内の弾性特性分布内に、基準となる弾性特性を求める領域を規定する基準領域を設定した様子の一例を模式的に示す図

【図8】 本発明の第1の実施の形態の超音波診断装置を用いて血管壁組織の性状診断を行う際、関心領域内の各弾性特性を基準弾性特性により正規化した相対弾性特性分布の一例を模式的に示す図

【符号の説明】

【0067】

- 1 血管外組織
- 2 体表
- 3 血管
- 4 血管前壁
- 5 血液
- 11 超音波診断装置
- 12 血圧計
- 13 超音波プローブ
- 14 送信部
- 15 受信部
- 16 遅延時間制御部
- 17 位相検波部
- 18 フィルタ部
- 19 演算部

- 2 0 演算データ記憶部
- 2 1 表示部
- 2 2 心電計
- 3 1 基準領域設定部
- 3 2 弾性特性演算部
- 3 3 相対弾性特性演算部
- 4 1 関心領域
- 4 2 外膜
- 4 3 内中膜領域
- 4 4 基準領域
- 6 0 生体
- 6 2 生体組織
- 6 3 血管壁
- 6 4 血液
- 6 6 音響線
- 6 7 超音波ビーム

【手続補正 3】

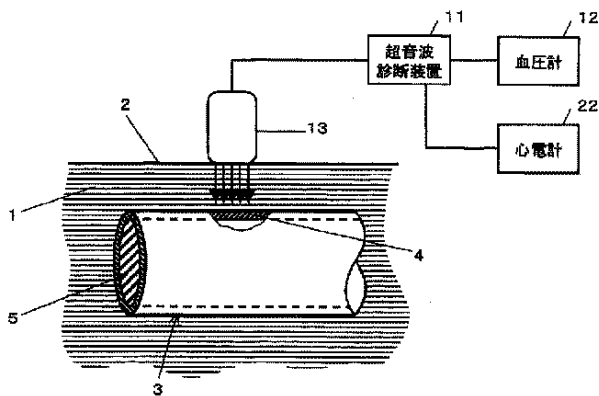
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 全図

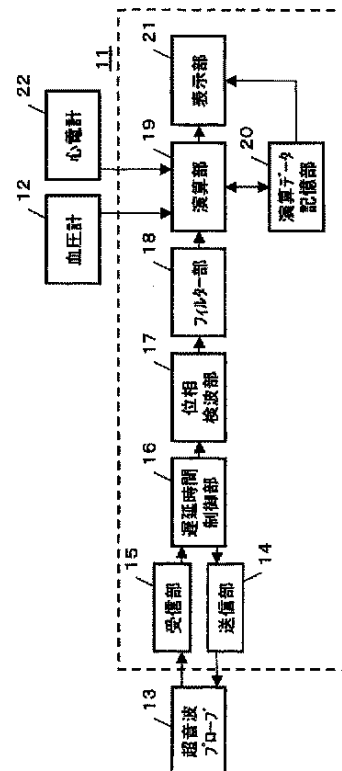
【補正方法】 変更

【補正の内容】

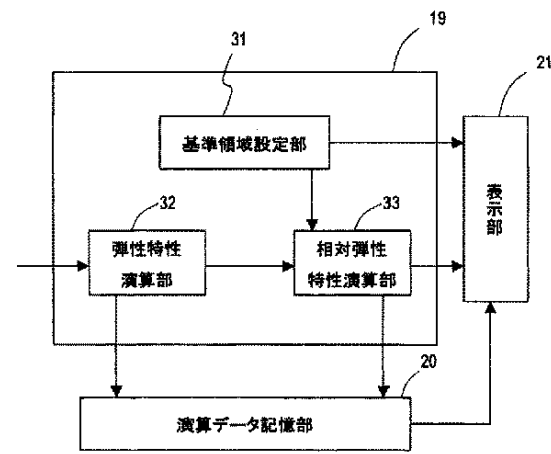
【図 1】



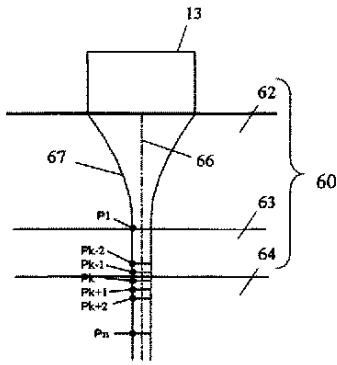
【図 2】



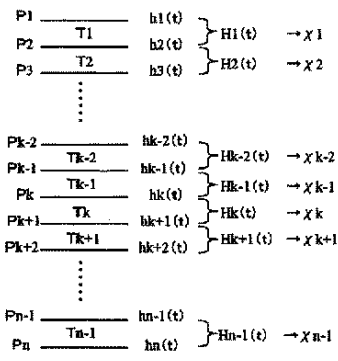
【図 3】



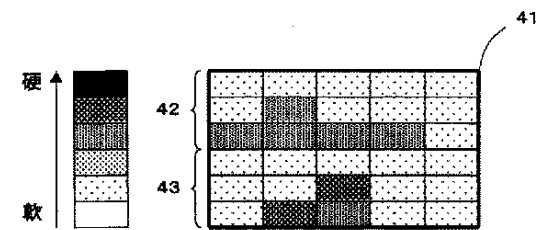
【図 4】



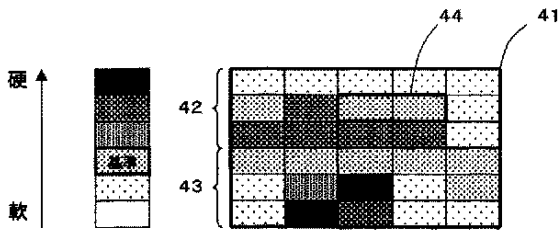
【図 5】



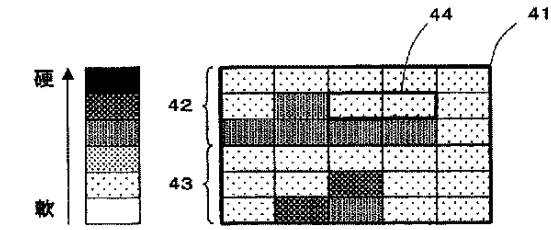
【図 6】



【図 8】



【図 7】



## 【国際調査報告】

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                        | International application No.<br><b>PCT/JP2006/314427</b>                         |
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>A61B8/08 (2006.01) i</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br><b>A61B8/08</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2006<br>Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                     | Relevant to claim No.                                                             |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | JP 2003-508139 A (Isis Innovation Ltd.),<br>04 March, 2003 (04.03.03),<br>Particularly, Fig. 13; Par. No. [0050]<br>& WO 2001/16886 A2 & US 7043063 B1 | 1-6                                                                               |
| P, A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | WO 2006/11504 A1 (Matsushita Electric<br>Industrial Co., Ltd.),<br>02 February, 2006 (02.02.06),<br>Full text; all drawings<br>(Family: none)          | 1-6                                                                               |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"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)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br>"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<br>"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<br>"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<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                                                        |                                                                                   |
| Date of the actual completion of the international search<br>13 October, 2006 (13.10.06)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                        | Date of mailing of the international search report<br>24 October, 2006 (24.10.06) |
| Name and mailing address of the ISA/<br>Japanese Patent Office                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                        | Authorized officer                                                                |
| Facsimile No.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                        | Telephone No.                                                                     |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                    |                                                        |         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------|
| 国際調査報告                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                    | 国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 6 / 3 1 4 4 2 7                   |         |
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))<br>Int.Cl. A61B8/08 (2006, 01) i                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                    |                                                        |         |
| B. 調査を行った分野<br>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))<br>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<br>日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2006年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2006年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2006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<br>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<br>請求の範囲の番号                                       |         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | JP 2003-508139 A(イシ イハ°イション リミテッド)<br>2003.03.04 特に、第13図、第50段落<br>&WO 2001/16886 A2 &US 7043063 B1 | 1-6                                                    |         |
| P, A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | WO 2006/11504 A1(松下電器産業株式会社)<br>2006.02.02 全文、全図 (ファミリーなし)                                         | 1-6                                                    |         |
| <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<br>「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<br>「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<br>「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)<br>「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願<br>の日の後に公表された文献<br>「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<br>「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<br>「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<br>「&」同一パテントファミリー文献 |                                                                                                    |                                                        |         |
| 国際調査を完了した日<br>13.10.2006                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                    | 国際調査報告の発送日<br>24.10.2006                               |         |
| 国際調査機関の名称及びあて先<br>日本国特許庁 (I S A / J P)<br>郵便番号100-8915<br>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)<br>後藤 順也<br>電話番号 03-3581-1101 内線 3292 | 2Q 3101 |

様式PCT/I S A / 2 1 0 (第2ページ) (2005年4月)

## 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 萩原 尚

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器産業株式会社内

(72)発明者 鈴木 隆夫

愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニック四国エレクトロニクス株式会社内

Fターム(参考) 4C601 BB02 DD01 DD06 DD14 DD19 EE05 EE11 FF08 GB03 JB23

JB38 JB41 JB42 JB46 JC37 KK12 KK24 KK30 KK33 KK36

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)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。

|             |                                                                                                                                                                                                                             |         |            |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)     | 超声诊断设备                                                                                                                                                                                                                      |         |            |
| 公开(公告)号     | <a href="#">JPWO2007011000A1</a>                                                                                                                                                                                            | 公开(公告)日 | 2009-02-05 |
| 申请号         | JP2007526057                                                                                                                                                                                                                | 申请日     | 2006-07-20 |
| 申请(专利权)人(译) | 松下电器产业株式会社                                                                                                                                                                                                                  |         |            |
| [标]发明人      | 加藤真<br>反中由直<br>萩原尚<br>鈴木隆夫                                                                                                                                                                                                  |         |            |
| 发明人         | 加藤 真<br>反中 由直<br>萩原 尚<br>鈴木 隆夫                                                                                                                                                                                              |         |            |
| IPC分类号      | A61B8/08                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| CPC分类号      | A61B8/08 A61B5/02007 A61B8/0891 A61B8/485                                                                                                                                                                                   |         |            |
| FI分类号       | A61B8/08                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| F-TERM分类号   | 4C601/BB02 4C601/DD01 4C601/DD06 4C601/DD14 4C601/DD19 4C601/EE05 4C601/EE11 4C601/FF08 4C601/GB03 4C601/JB23 4C601/JB38 4C601/JB41 4C601/JB42 4C601/JB46 4C601/JC37 4C601/KK12 4C601/KK24 4C601/KK30 4C601/KK33 4C601/KK36 |         |            |
| 代理人(译)      | 桥本 公秀                                                                                                                                                                                                                       |         |            |
| 优先权         | 2005210233 2005-07-20 JP                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| 其他公开文献      | JP5014132B2                                                                                                                                                                                                                 |         |            |
| 外部链接        | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                                                                                                                                   |         |            |

#### 摘要(译)

本发明的目的在于提供一种超声波诊断装置，该超声波诊断装置能够不依赖于血压的测定以及该测定的精度或稳定性地显示每个心律的弹性特性的稳定的空间分布，其中，超声波探头发送超声波。如图13所示，由生物医学组织反射的信号通过接收部分15，延迟时间控制部分16，相位检测部分17和滤波器部分18输入到计算部分19。参照图17，计算部19计算相对弹性特性，该相对弹性特性是通过生物医学组织中的任意基准区域的弹性特性而归一化的弹性特性。由计算部计算出的相对弹性特性的分布显示在显示部21上。

【図 3】

