

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4574551号
(P4574551)

(45) 発行日 平成22年11月4日(2010.11.4)

(24) 登録日 平成22年8月27日(2010.8.27)

(51) Int.Cl.

A 61 B 8/08 (2006.01)

F 1

A 61 B 8/08

請求項の数 7 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2005-507334 (P2005-507334)
 (86) (22) 出願日 平成16年6月24日 (2004. 6. 24)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2004/009260
 (87) 国際公開番号 WO2004/112568
 (87) 国際公開日 平成16年12月29日 (2004. 12. 29)
 審査請求日 平成19年4月18日 (2007. 4. 18)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-181696 (P2003-181696)
 (32) 優先日 平成15年6月25日 (2003. 6. 25)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)
 (31) 優先権主張番号 特願2003-188245 (P2003-188245)
 (32) 優先日 平成15年6月30日 (2003. 6. 30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 000005821
 パナソニック株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 110000040
 特許業務法人池内・佐藤アンドパートナーズ
 (72) 発明者 渡辺 良信
 神奈川県横浜市鶴見区馬場4-25-39
 (72) 発明者 反中 由直
 神奈川県愛甲郡愛川町角田395-15
 (72) 発明者 鈴木 隆夫
 神奈川県横浜市保土ヶ谷区上星川1-10-B302

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被験体の皮膚の表面から血管に向かって少なくとも1つの超音波パルスを発信する発信手段と、

前記血管によって反射された超音波エコーを受信し電気信号に変換して、前記皮膚の表面からの深さ方向に沿った前記超音波エコー信号を得る受信手段と、

前記血管を横切る方向の前記超音波エコー信号の位相を解析して、前記血管を構成する血管壁及びその近傍を含む複数部位の移動量を各々算出する移動検出手段と、

算出した前記各部位の移動量の変化に基づいて、前記血管壁と前記血管の内腔の血液が流れる血液流領域との間の境界位置を検出する境界位置検出手段と、

前記境界位置検出手段によって検出された前記境界位置を表すデータを、所定の測定サイクル以上前の境界位置を表すデータに基づいて平均処理する平均処理手段とを具備する超音波診断装置。

【請求項 2】

前記境界位置検出手段により前記皮膚の表面からの深さ方向に沿った前記境界位置を検出する対象とするROI (関心領域: Region of Interest) の配置を設定するROI配置手段をさらに具備し、

前記ROI配置手段は、前記ROIを、前記血管壁における前記発信手段に近い側の前壁と前記発信手段から遠い側の後壁との少なくとも一方を跨ぐように配置する請求項1に記載の超音波診断装置。

【請求項 3】

前記発信手段は、前記血管の長手方向に沿った複数の部位に向けて複数の超音波パルスを発信し、前記境界位置検出手段は、前記血管の長手方向に沿った複数の前記境界位置を検出する請求項 1 または 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記境界位置検出手段によって検出された前記血管の長手方向に沿った前記境界位置を表すデータをフィルタ処理するフィルタ処理手段をさらに具備する請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記境界位置検出手段によって検出された前記血管の長手方向に沿った前記境界位置に基づいて、前記血管の長手方向に沿った断面の画像を表示する表示手段をさらに具備する請求項 3 または 4 に記載の超音波診断装置。 10

【請求項 6】

前記所定のサイクルは、前記血管を流れる血流の心拍サイクルを含んでいる請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記移動検出手段によって検出された前記血管壁の移動量を表すデータを、所定の測定サイクル以上前の前記移動量を表すデータに基づいて平均処理する平均処理手段をさらに具備する請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】**【0001】**

本発明は、血管の状態を超音波によって診断する機能を有する超音波診断装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

超音波によって血管壁の境界を検出する方法が、特許文献 1 に開示されている。この方法によれば、標準的な血管構造を有していることを前提として、血管によって反射された超音波に基づく画像データにおける輝度信号の最大ピーク値と第 2 ピーク値とに基づいて、血管変位、血管径および血管壁の厚さ等を計測することができる。 30

【0003】

また、超音波によって血管壁（頸動脈）の I M T (Intima-Media Thickness : 内膜から中膜までの厚み) 値を検出する方法が、特許文献 2 に記載されている。この方法によれば、標準的な血管構造を有していることを前提として、血管によって反射された超音波に基づく画像データにおける輝度信号の最大ピーク値と第 2 ピーク値とに基づいて、血管壁（頸動脈）の I M T 値を計測する。

【特許文献 1】特開 2000 - 271117 号公報**【特許文献 2】特許第 2889568 号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】**

40

【0004】

しかしながら前述した従来技術では、測定対象となる血管壁の構造を解析するために画像データの輝度信号を利用しているため、測定対象となる血管壁の内膜輝度が低いと血管変位、血管径および血管壁の厚さ等を正しく計測することができないという問題がある。また、測定対象となる血管壁の構造が正常状態にあることが前提条件になっているため、測定対象となる血管内にアテロームのような局所的病変が存在していると、血管変位等を正しく計測することができないという問題がある。

【0005】

同様に前述した従来技術では、血管壁の I M T 値を測定する対象となる血管壁の構造を解析するために画像データの輝度信号を利用しているため、測定対象となる血管壁の内膜

50

輝度が低いと血管壁のIMT値を正しく計測することができないという問題がある。

【0006】

本発明の目的は、血管の状態を超音波によって正しく計測することができる超音波診断装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明に係る超音波診断装置は、被験体の皮膚の表面から血管に向かって少なくとも1つの超音波パルスを発信する発信手段と、前記血管によって反射された超音波エコーを受信し電気信号に変換して、前記皮膚の表面からの深さ方向に沿った前記超音波エコー信号を得る受信手段と、前記血管を横切る方向の前記超音波エコー信号の位相を解析して、前記血管を構成する血管壁及びその近傍を含む複数部位の移動量を各々算出する移動検出手段と、算出した前記各部位の移動量の変化に基づいて、前記血管壁と前記血管の内腔の血液が流れる血液流領域との間の境界位置を検出する境界位置検出手段と、前記境界位置検出手段によって検出された前記境界位置を表すデータを、所定の測定サイクル以上前の境界位置を表すデータに基づいて平均処理する平均処理手段とを具備する。10

【0008】

この構成により、皮膚の表面からの深さ方向に沿った血管壁の移動量の変化に基づいて、血管壁と血液流領域との間の境界位置を検出する。このため、被験体に存在する内膜輝度値の変化に左右されず、また血管内にアテロームのような局所的病変が存在する場合であっても、境界位置を精度良く検出することができる。また平均処理手段の機能に基づき、境界位置を検出する測定の安定度合いを判定することができる。20

【0009】

上記の構成において、前記境界位置検出手段により前記皮膚の表面からの深さ方向に沿った前記境界位置を検出する対象とするROI(関心領域：Region of Interest)の配置を設定するROI配置手段をさらに具備し、前記ROI配置手段は、前記ROIを、前記血管壁における前記発信手段に近い側の前壁と前記発信手段から遠い側の後壁との少なくとも一方を跨ぐように配置することが好ましい。

【0010】

また、前記発信手段は、前記血管の長手方向に沿った複数の部位に向けて複数の超音波パルスを発信し、前記境界位置検出手段は、前記血管の長手方向に沿った複数の前記境界位置を検出することができる。この構成により、血管の長手方向に沿った厚みの分布を得ることができるからである。30

【0011】

また、前記境界位置検出手段によって検出された前記血管の長手方向に沿った前記境界位置を表すデータをフィルタ処理するフィルタ処理手段をさらに具備することができる。この構成により、血管壁の境界検出において混入するノイズの影響を最小限に抑えるためである。

【0012】

また、前記境界位置検出手段によって検出された前記血管の長手方向に沿った前記境界位置に基づいて、前記血管の長手方向に沿った断面の画像を表示する表示手段をさらに具備することができる。この構成により、血管の長手方向に沿った断面を視覚を通じて認識することができるからである。40

【0014】

また、前記所定のサイクルは、前記血管を流れる血流の心拍サイクルを含んでいることが好ましい。この構成により、直前サイクルの移動軌跡に許容誤差範囲を加味した領域範囲と、次回の測定サイクルにおける移動軌跡とを、心拍サイクルに同期して比較するためである。

【0015】

また、前記移動検出手段によって検出された前記血管壁の移動量を表すデータを、所定の測定サイクル以上前の前記移動量を表すデータに基づいて平均処理する平均処理手段を50

さらに具備することが好ましい。この構成により、血管壁の移動量を検出する測定の安定度合いを判定するためである。

【0016】

本発明に係る他の構成の超音波診断装置は、被験体の皮膚の表面から血管に向かって少なくとも1つの超音波パルスを発信する発信手段と、前記血管によって反射された超音波エコーを受信し電気信号に変換して、前記皮膚の表面からの深さ方向に沿った前記超音波エコー信号を得る受信手段と、前記血管を横切る方向の前記超音波エコー信号の位相を解析して、前記血管を構成する血管壁及びその近傍の複数部位の移動量を各々算出する移動検出手段と、算出した前記各部位の移動量の変化に基づいて、前記血管の内膜と前記血管の内腔の血液が流れる血液流領域との間の境界位置、及び前記血管の中膜の位置を検出する境界検出手段とを具備する。
10

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、血管の状態を超音波によって正しく計測することが可能な超音波診断装置を提供することができる。また、血管壁のIMT値を超音波によって正しく計測することが可能な超音波診断装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【0031】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を模式的に示すプロック図である。但し、図1には、この超音波診断装置によって受信されたBモード画像20も図示されている。発信部1は、超音波パルスを生成して超音波プローブ2へ供給する。超音波プローブ2は、発信部1から供給された超音波パルスを、生体の皮膚の表面から生体内に向かって発信する。Bモード画像20は、超音波パルスを、血管21に向かって発信したときの画像である。

【0032】

この画像においては、血管21は、皮膚の表面に対して傾いた方向に伸びており、その内腔の血液が流れる血液流領域22を囲む前壁23aおよび後壁23bにより示される。前壁23aは、超音波プローブ2に近い側の血管壁を示し、後壁23bは、超音波プローブ2から遠い側の血管壁を示す。この血管21は、後壁23bの内側に局所的病変であるアテローム24が形成されている場合の例である。
30

【0033】

血管21によって反射された超音波エコーは、超音波プローブ2によって電気信号に変換され、得られた超音波エコー信号は受信部3および遅延合成部4を経由して、一方で移動検出部5へ供給される。移動検出部5は、受信された超音波エコー信号に基づいて、皮膚の表面からの深さ方向に沿った各部位の移動量を検出する。移動検出部5による各部位の移動量の検出は、周知の方法に従い、超音波エコー信号の位相変化に基づいて行われるので、具体的な説明は省略する。
40

【0034】

ROI配置部6では、皮膚の表面からの深さ方向に沿った境界位置を検出するためのROI(Region of Interest: 関心領域)25の、断層画像における配置が設定される。設定されたROI25は、移動検出部5に供給される。ROI25は、本実施の形態の目的のためには、前壁23aと後壁23bの少なくとも一方を跨ぐように設定される。

【0035】

移動検出部5により検出された移動量は、境界位置検出部7に供給される。境界位置検出部7は、ROI25内を例えば50μm単位で細分化し、それぞれの部位が心拍毎に移動する様子(軌跡)を後述のように分析して、血管21を構成する血管壁である後壁23bと、血管21を通って血液が流れる血液流領域22との間の境界位置を検出する。境界
50

位置検出部 7 はさらに、血管 2 1 の断面を表す 2 次元にマッピングしたカラー表示画像を生成して画像合成部 8 へ供給する。

【 0 0 3 6 】

受信部 3 及び遅延合成部 4 を経由した超音波エコー信号は、他方で、B モード処理部 9 にも供給される。B モード処理部 9 は、超音波エコー信号に基づいて、血管 2 1 の断面を表す画像情報を生成して画像合成部 8 へ供給する。画像合成部 8 は、B モード処理部 9 から供給された画像情報と境界位置検出部 7 から供給された画像情報を合成して、表示部 1 0 にモニタ表示する。

【 0 0 3 7 】

図 2 は、本実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。図 2 における (a) 部は、図 1 に示した B モード画像 2 0 と同様の画像を示す。図 2 における (b) 部は、E C G (Electrocardiograph) 波形 2 7 に基づく心拍サイクルでの、皮膚の表面からの深さ方向における移動量を、時間的な変化波形 2 8 として示す。時間的な変化波形 2 8 は、(a) に示す受信エコーの走査線 2 6 中の R O I 2 5 内の各部位について示されている。2 9 は血液流領域 2 2 の各部位、3 0 は後壁 2 3 b の領域の部位の移動量の時間的な変化を示し、3 1 は境界位置を示す。このように各部位が心拍毎に移動する様子（軌跡）を分析して、血液が流れる血液流領域 2 2 と後壁 2 3 b の領域との間の境界位置を、以下のようにして検出することができる。

【 0 0 3 8 】

図 2 の (a) において、超音波パルスの進路を示す走査線 2 6 上の点 R 1 および点 R 2 に着目する。点 R 1 は、血液流領域 2 2 と後壁 2 3 b の領域との間の境界位置の近くの血液流領域 2 2 に配置されている。点 R 2 は、境界位置の近くの後壁 2 3 b のアテローム 2 4 の中に配置されている。

【 0 0 3 9 】

心拍サイクル期間における、R O I 2 5 内の R 1 点、R 2 点および周辺部位の各組織の移動状態が、図 2 の (b) に示す移動量の変化波形 2 8 のように検出される。図から明らかなように、血液流領域 2 2 の波形 2 9 と後壁 2 3 b の領域の波形 3 0 では、軌跡の移動方向が逆転するなど、異なった特徴を持つ軌跡が得られる。従って、これを分析する事で境界位置 3 1 を判別できる。例えば本実施の形態では、軌跡が逆転している中間点を境界位置 3 1 として判別する。

【 0 0 4 0 】

以上のように R O I 2 5 内の血管壁の移動量の変化を検出して、得られた検出結果を分析すれば、血液流領域と血管領域との間の境界位置を正確かつ確実に検出することができる。

【 0 0 4 1 】

また、R O I 2 5 内の血管壁の各部位の移動量の変化を検出し、得られた検出結果から、隣接する部位間の移動量の差分（厚み変化量）を分析すれば、柔らかい部位は厚み変化量が大きく、硬い部分は厚み変化量が少ない結果が得られる。これを利用して、各部位の硬さ値を検出することも可能である。血液流領域と血管領域との間の境界位置を、下記の実施の形態のように、各部位の硬さ値に基づいて検出することもできる。

【 0 0 4 2 】

（第 2 の実施の形態）

図 3 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を模式的に示すブロック図である。図 1 に示した第 1 の実施の形態に係る超音波診断装置と共に構成要素については、同一の参照番号を付して説明の繰り返しを省略する。

【 0 0 4 3 】

本実施の形態においては、移動検出部 5 の検出出力が供給される硬さ値変換部 1 1 が設けられている。硬さ値変換部 1 1 は、移動検出部 5 によって検出された移動量を、上述のようにして、皮膚の表面からの深さ方向に沿った組織の硬さ値の分布に変換する。硬さ値変換部 1 1 の出力は、境界位置検出部 7 a に供給される。

10

20

30

40

50

【0044】

境界位置検出部7aでは、深さ方向に沿った組織の硬さ値の分布に基づいて、血管壁である前壁23aまたは後壁23bと、血液流領域22との間の境界位置を検出する。境界位置検出部7aはさらに、血管21の断面を表す2次元にマッピングしたカラー表示画像を生成して画像合成部8へ供給する。但し、図3には、境界位置検出部7aと画像合成部8との間には、フィルタ処理部12、平均処理部13及び安定判定部14が介在するよう記載されている。これは、後述の実施の形態を説明するための表示であり、本実施の形態においては、境界位置検出部7aの出力が直接、画像合成部8に供給されてもよい。

【0045】

画像合成部8は、Bモード処理部9から供給された画像情報と、境界位置検出部7aから供給された画像情報を合成して表示部10にモニタ表示する。10

【0046】

図4は、本実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。図4における(a)部は、図3に示したBモード画像20と同様の画像を示す。(b)および(c)は波形図である。(b)は、血管21によって反射された超音波エコーを受信して得られた超音波エコー信号に基づいて検出されたエコー輝度を利用して、後壁23bと血液流領域22との間の境界位置を検出する場合を示す。(c)は、硬さ値変換部11によって変換された組織の硬さ値を利用して境界位置を検出する場合を示す。

【0047】

超音波パルスの進路を示す走査線26上の点R0、点R1および点R2に着目する。点R0は血液流領域22内に配置されており、点R1は後壁23bと血液流領域22との間の境界位置に配置されており、点R2は後壁23bのアテローム24の中に配置されている。20

【0048】

エコー輝度と皮膚の表面からの深度との間の関係を示す図4の(b)の波形に示されるように、エコー輝度は、血液流領域22に対応する点G0から、後壁23bと血液流領域22との間の境界位置に対応する点G1を経て、アテローム24の中に対応する点G2まで、緩やかに変動する特性がある。また、アテローム24を構成する内容物の成分などによって、エコー輝度のむらが発生する場合もある。このため、境界位置に対応する点G1を検出しようとするときに、点G1から点G0へ向かう方向または点G1から点G2へ向かう方向に誤差を生じるおそれが高い。従って、特に緻密な医療診断が必要なアテローム24を持つ血管を測定しようとしても、血管壁と血液流領域との間の境界位置を正確に検出することが困難である。30

【0049】

これに対して、本実施の形態のように、硬さ値変換部11によって変換された組織の硬さ値を利用すると、後壁23bと血液流領域22との間の境界位置に配置された点R1に対応する点E1は、エコー輝度に影響を受けることなく、図4の(c)の波形に示されるように、血液流領域22に配置された点R0に対応する点E0、およびアテローム24の中に配置された点R2に対応する点E2よりもはるかに高いピーク値を示す。このため、血管壁と血液流領域との間の境界位置を、正確かつ確実に検出することができる。40

【0050】

以上のように本実施の形態によれば、皮膚の表面からの深さ方向に沿った組織の硬さ値の分布に基づいて、血管21を構成する血管壁と血液流領域との間の境界位置を示す点R1を、境界位置検出部7aによって検出する。このため、被験体に存在する内膜輝度値の変化に左右されず、かつ血管内にアテロームのような局所的病変が存在する場合であっても、血管壁と血液流領域との間の境界位置を正しく検出することができる。

【0051】

図5は、本実施の形態に係る超音波診断装置の他の動作を説明するための模式図である。同図に示すように、複数の走査線32によって示される複数の超音波パルスを血管21の長手方向に沿って照射し、境界位置検出部7aにより、血管21の長手方向に沿って境50

界位置を検出することもできる。このように構成すると、R O I 2 5 内に存在する医療診断時に不要な血流成分からの組織の硬さ情報等を、2次元的に削除した画像を生成することができる。

【0052】

(第3の実施の形態)

本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置は、図3に示されるように、第2の実施の形態による構成に加えて、更にフィルタ処理部12を備えたものである。フィルタ処理部12は、境界位置検出部7aによって検出された血管21の長手方向に沿った境界位置を表すデータを、以下のようにフィルタ処理する。

【0053】

図6A～6Cは、本実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。図6A及び6Bにそれぞれ示すフレーム(A)及びフレーム(B)は、例えば心拍サイクル等の特定サイクルごとに得られたR O I 2 5 内の境界検出結果を、検出した時刻の順番に示したものである。

【0054】

実際の診断現場では、被検体の体動および呼吸状態、ならびに超音波プローブ2の固定状態等の複数の要因によって、血管壁の運動変位のトラッキング情報にノイズが混入するおそれがある。その結果、血管壁の境界検出においても、フレーム(A)のノイズ34およびフレーム(B)のノイズ39のようにノイズが混入する。このようなノイズの影響を最小限に抑えるために、フィルタ処理部12は、互いに近接する複数の位置に係る境界検出位置を下記に示す(式1)および(式2)のようにフィルタ処理する。ここで、位置fにおける境界検出位置をK(f)と定義する。位置fは、図6A～6Cの波形上に示される各々の位置の参照番号で表わされる。

【0055】

$$K(41) = \{ K(33) + K(34) + K(35) \} / 3 \quad \dots (1)$$

$$K(42) = \{ K(38) + K(39) + K(40) \} / 3 \quad \dots (2)$$

【0056】

また、所定のサイクル前の結果と比較するために、下記の(式3)および(式4)に示すようにフィルタ処理すると、ノイズの影響を最小限に抑えた図6Cのフレームのような境界検出画像を生成することができる。

【0057】

$$K(41) = \{ K(34) + K(37) \} / 2 \quad \dots (3)$$

$$K(42) = \{ K(36) + K(39) \} / 2 \quad \dots (4)$$

【0058】

なお、ここでは説明を簡素化するために、近接する左右1箇所ずつの値を使用する例を示しているが、本実施の形態はこれに限定されない。例えば左右2箇所以上の値を使用してフィルタ処理をしても、同様の効果を得ることができる。

【0059】

また、単純な加算平均によるフィルタ処理の例を示しているが、フィルタ処理の重み付けを変更したり、演算式を変更してもよいし、複数のフィルタ処理を複合させてもよい。さらに、境界検出前の血管壁の振幅変位運動量に対して、各種のフィルタ処理を施した後に境界検出を実施してもよい。

【0060】

このように、被検体の体動、呼吸状態および超音波プローブの固定状態等の複数の要因によって、血管壁の運動変位のトラッキング情報にノイズが混入した場合でも、ノイズの影響を最小限に抑えた境界検出画像を生成することができる。

【0061】

(第4の実施の形態)

本発明の第4の実施の形態に係る超音波診断装置は、図3に示されるように、第2の実施の形態による構成に加えて、更に平均処理部13と安定判定部14とを備えている。平

10

20

30

40

50

均処理部 13 は、境界位置検出部 7a によって検出された境界位置を表すデータを、所定のサイクル以上前の境界位置を表すデータに基づいて平均処理する。安定判定部 14 は、平均処理部 13 によって平均処理されたデータに基づいて、血管壁と血液流領域との間の境界位置を検出する測定の安定度合いを判定する。

【0062】

図 7 は、本実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。本実施の形態は、被検体と超音波プローブとの間の位置関係が一定である状態、または被検体が呼吸を停止して安定状態を保っている状態において、理想的な測定データが得られた場合には、心拍ごとの血管壁の移動軌跡（血管壁の移動量の時間的な変化波形）が近似することを利用して、血管壁と血液流領域との間の境界位置を検出するための測定状態の安定度合いを判定する。10

【0063】

図 7 における (b) ~ (d) の波形は、図 7 の (a) に示す ECG 波形 27 の心拍サイクルに同期した、各測定サイクルにおける血管壁の移動軌跡を示す。例えば、(b) に示す直前サイクルの移動軌跡 43 に許容誤差 44a を加味した許容範囲 44 と、次の測定サイクルにおける移動軌跡とを比較する。(c) に示す移動軌跡 45 のように、許容範囲 44 に常に収まっている場合には、安定して測定されたデータと判定する。(d) に示す移動軌跡 46 のように、許容範囲 44 外となる不適箇所 47 が存在する場合には、非安定測定と判定する。20

【0064】

このように安定して測定されたか非安定測定であるかを示す情報をリアルタイムに測定者に通知すると、現在の測定結果が信頼できる測定結果であるか否かを測定中に判断することができる。その結果、測定時間を短縮することができる。20

【0065】

もちろん、現在のサイクルにおける測定結果と直前のサイクルにおける測定結果との差分に基づいて安定測定であるか非安定測定であるかを判定してもよく、直前のサイクルだけでなく過去の複数のサイクルにおいて測定した安定な移動軌跡との比較に基づいて安定測定であるか非安定測定であるかを判定してもよい。

【0066】

また、安定測定であるか非安定測定であるかを判定するための閾値（許容誤差 44a）を変動させてもよい。さらに、境界判定には不向きなエコー輝度値から求まる、例えば擬似境界判別位置等の値について、直前のサイクルにおいて得られた値と現在のサイクルにおいて得られた値とを比較してもよい。このような複数の測定安定度合いを判定する機能を組み合わせると、測定結果の信頼性をさらに高めることができる。30

【0067】

このように、被検体と超音波プローブとの間の位置関係が一定である状態、または被検体が呼吸を停止して安定状態を保っている状態において、理想的な測定データが得られた場合には心拍ごとの血管壁の移動軌跡が近似することを利用して、血管壁と血液流領域との間の境界位置を検出するための測定自体の安定度合いを判定することができる。この情報をリアルタイムに測定者に通知することによって、現在の測定結果が信頼できる情報であるか否かを測定中に判断することが可能になり、その結果、測定時間を短縮することができる。40

【0068】

（第 5 の実施の形態）

図 8 は、本発明の第 5 の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を模式的に示すブロック図である。本実施の形態は、血管壁の IMT 値の測定を可能とする。図 1 あるいは図 3 に示した実施の形態に係る超音波診断装置と共通の構成要素については、同一の参照番号を付して説明の繰り返しを省略する。

【0069】

前壁 23a 及び後壁 23b として示される血管壁は、血管壁の内側に形成され血液流領50

域 22 に面する内膜 50 と、血管壁の外側に形成された外膜 48 と、内膜 50 と外膜 48 との間に形成された中膜 49 とを有している。図 8 には、内膜 50 と中膜 49 との間に、局所的病変であるアテローム 24 が形成されている様子が示される。

【 0070 】

本実施の形態における境界位置検出部 7b は、深さ方向に沿った組織の硬さ値に基づいて、血管 21 の内膜 50 と血液流領域 22 との間の境界位置と、中膜 49 の位置とを検出する。境界位置検出部 7b はさらに、血管 21 の断面を表す 2 次元にマッピングしたカラー表示画像を生成して、画像合成部 8 へ供給する。

【 0071 】

画像合成部 8 は、B モード処理部 9 から供給された画像情報と境界位置検出部 7b から供給された画像情報を合成して、表示部 10 にモニタ表示する。10

【 0072 】

図 9 は、本実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。図 9 における (a) は、図 8 に示した B モード画像 20 と同様の画像を示す。(b) は、血管 21 によって反射された超音波エコーを受信して得られた超音波エコー信号に基づいて、硬さ値変換部 11 によって変換された組織の硬さ値を利用して内膜 50 と血液流領域 22 との間の境界位置を検出する場合の、硬さ値の変化波形を示す。(c) は、従来のエコー輝度を利用して境界位置を検出する場合の、エコー輝度の変化波形を示す。

【 0073 】

ここで、超音波パルスの進路を示す走査線 26 上の点 R1、点 R2 および点 R3 に着目する。点 R1 は、内膜 50 と血液流領域 22 との間の境界位置に配置されている。点 R2 は、後壁 23b のアテローム 24 の中に配置されている。点 R3 は、中膜 49 上に配置されている。IMT 値を測定するためには、測定する対象となる血管が標準的な血管壁構造を有していることを前提として、画像データにおける境界を検出するための信号における最大ピーク値と第 2 ピーク値とを求める必要がある。20

【 0074 】

従来のエコー輝度と皮膚の表面からの深度との間の関係を示す (c) の波形に示されるように、エコー輝度のピーク値は、後壁 23b と血液流領域 22 との間の境界位置に対応する点 G1 においてわずかに検出することができるものの、アテローム 24 の中に対応する点 G2 におけるエコー輝度との差が少ないため、中膜 49 上の位置に対応する点 G3 へ向かう方向に誤差を生じるおそれが高い。このため、特に緻密な医療診断が必要なアテロームを持つ血管を測定しようとすると、最大ピーク値と第 2 ピーク値とを正確に検出することができない。30

【 0075 】

これに対して、本実施の形態のように、硬さ値変換部 11 によって変換された組織の硬さ値を利用すると、図 9 の (b) の波形に示されるように、後壁 23b と血液流領域 22 との間の境界の点 R1 に対応する点 E1 は、エコー輝度に依存せずに、アテローム 24 の中に配置された点 R2 に対応する点 E2 における硬さ値よりもはるかに高いピーク値を示す。このため、血管壁 103 と血液流領域 22 との間の境界位置に対応する点 E1 における最大ピーク値と、中膜 49 の位置を示す点 R3 に対応する点 E3 における第 2 ピーク値とを正確かつ確実に検出することができる。40

【 0076 】

以上のように本実施の形態によれば、皮膚の表面からの深さ方向に沿った組織の硬さ値に基づいて、血管 21 の内膜 50 と血液流領域 22 との間の境界位置と、内膜 50 と外膜 48 との間に形成された中膜 49 の位置とを、境界位置検出部 7b によって検出する。このため、被験体に存在する内膜輝度値の変化に左右されず、かつ血管内にアテローム 24 のような局所的病変が存在する場合であっても、血管壁と血液流領域との間の境界位置、及び中膜 49 の位置を正しく検出することができる。

【 0077 】

同様に、(a) に示す R4、R5 点に対応する E4、E5 点、及び G4、G5 点に着目

50

することで、第2ピーク以深で硬さ値が減少する箇所を外膜48の位置として検出することも可能である。

【0078】

図10は、本実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための波形図である。(a)は、ECG波形27の心拍サイクルの波形を示す。(b)～(d)は、1心拍サイクル中に変動するIMT値の様子が示される。例えば、ECG波形27の1心拍サイクルに同期した、(b)の内膜50の移動量を示す軌跡51と、(c)の中膜49の移動量を示す軌跡52とを比較すると、軌跡52により示される移動量の方が、軌跡51により示される移動量よりも少ない。これは、IMT値の範囲である内膜50から中膜49までの組織の硬さ値は低く、つまり組織は柔らかいからである。そのため、心拍による血管内における圧力の変化に伴って、軌跡51によって示される内膜50の移動量から、軌跡52によって示される中膜49の移動量を減算した(d)に示す軌跡53に示されるように、圧力が高まるとIMT値が小さくなる。10

【0079】

例えばR波に対応する時刻等の心拍基準時間における最大ピーク位置と、第2ピーク位置とを観測することによって、1心拍期間中におけるIMT値の変化量、ならびにIMT値の最大値、最小値および平均値も把握することができる。

【0080】

(第6の実施の形態)

図11は、実施の形態6に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。図8に示した実施の形態に係る超音波診断装置と共通の構成要素については、同一の参照番号を付して説明の繰り返しを省略する。この超音波診断装置には、ROI配置部6が設けられている。ROI配置部6は、皮膚の表面からの深さ方向に沿った組織の硬さ値を得るためにROI25を、前壁23aまたは後壁23bの少なくとも一方を跨ぐように配置する。図11に示す例では、ROI25は、後壁23bを跨ぐように配置されている。20

【0081】

このように構成された超音波診断装置の動作を説明する。ROI配置部6が後壁23bを跨ぐようにROI25を配置すると、ROI25に含まれる組織に向かって超音波パルスが発信され、前述した第5の実施の形態と同様にして、血管21の内膜50と血液流領域22との間の境界位置と、中膜49の位置とが検出される。30

【0082】

(第7の実施の形態)

図12は、第7の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。図11に示した実施の形態に係る超音波診断装置と共通の構成要素については、同一の参照番号を付して説明の繰り返しを省略する。この超音波診断装置には、IMT算出部15が設けられている。IMT算出部15は、血管21の内膜50と血液流領域22との間の境界位置の1心拍サイクルにおける時間的变化と、中膜49の位置の時間的变化に基づいて、内膜50から中膜49までの厚みIMT(Intima-Media Thickness)を計測する。IMT算出部15は、1心拍サイクルにおけるIMT値の最大値、最小値および平均値の少なくとも1つを算出する。従って、前述した図9Bに示す最大ピーク値を示す点E1と第2ピーク値を示す点E3との間の距離をIMT値として検出することができる。40

【0083】

図13は、本実施の形態に係る超音波診断装置の他の動作を説明するための模式図である。図13に示すように、複数の走査線54によって示される複数の超音波パルスを血管21の長手方向に沿って照射し、境界位置検出部7bにより、血管21の長手方向に沿ってROI25内に存在する複数のIMT値を同時に検出するように構成することができる。一般的に最大のIMT値が診断時の代表値となる場合が多いので、最大のIMT値を測定した場所を表示部10にモニタ表示してもよい。

【0084】

(第8の実施の形態)

10

20

30

40

50

図14は、第8の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。図12に示した実施の形態に係る超音波診断装置と共に構成要素については、同一の参照番号を付して説明の繰り返しを省略する。この超音波診断装置には、角度補正部16が設けられている。角度補正部16は、複数のポイントの皮膚の表面からの深さの差に基づいて、IMT算出部15によって算出されたIMT値を角度補正する。

【0085】

図15は、本実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。超音波プローブ2は、血管21の長手方向に沿った3本の走査線55A、55Bおよび55Cに沿って超音波を照射する。走査線55Aと走査線55Cとの間の水平距離を、dLで示す。走査線55Aと中膜49との交点Baと、走査線55Cと中膜49との交点Bcとの間の、深さ方向に沿った間隔を、差分dDで示す。走査線55Bと中膜49との交点Bbの内膜50からの間隔56は、角度補正前のIMT(b)値を表し、角度補正後のIMT(a)値は、間隔57で示される。

【0086】

複数の走査線55A、55Bおよび55Cに基づいて得られた血管壁の中膜49の位置情報をを利用して、IMT値の角度補正をすることができる。例えば、交点BbにおけるIMT(b)値56は、下記の(式5)によって角度補正することができる。

【0087】

$$\text{IMT}(a) = \text{IMT}(b) \times \sin[\arctan(dL/dD)] \quad \dots \text{(式5)}$$

10

20

【0088】

もちろん、皮膚の表面に近い側の中膜49と走査線55A、55Bおよび55Cの交点である交点Ta、交点Tbおよび交点Tcの位置情報に基づいて、角度補正の精度をさらに高めることもできる。あるいは、交点Taと交点Ba、交点Tcと交点Bc等の各中点を用いて傾きを求め、角度補正を行ってもよい。

【0089】

(第9の実施の形態)

図16は、第9の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。図14に示した実施の形態に係る超音波診断装置と共に構成要素については、同一の参照番号を付して説明の繰り返しを省略する。この超音波診断装置には、安定度判定部17が設けられている。安定度判定部17は、IMT算出部15によって算出されたIMT値を、所定のサイクル以上前のIMT値と比較して、IMT算出部15によって算出されたIMT値の安定度合いを判定する。

30

【0090】

図17は、本実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。本実施の形態は、被検体と超音波プローブとの間の位置関係が一定である状態、または被検体が呼吸を停止して安定状態を保っている状態において、理想的な測定データが得られた場合には、心拍ごとの血管壁の移動軌跡が近似することを利用して、IMT値を検出するための測定の安定度合いを判定する。

【0091】

40

図17における(b)～(d)は、(a)に示すECG波形27の心拍サイクルに同期した、各測定サイクルにおける血管壁の移動軌跡を示す。例えば、(b)に示す直前サイクルの移動軌跡58に許容誤差59aを加味した許容範囲59と、次回の測定サイクルにおける移動軌跡とを比較する。(c)に示す移動軌跡60のように、許容範囲59に常に収まっている場合には、安定して測定されたデータと判定する。一方、(d)に示す移動軌跡61のように、許容範囲59外となる不適箇所62が存在する場合には、非安定測定と判定する。

【0092】

このように安定して測定されたか非安定測定であるかを示す情報をリアルタイムに測定者に通知すると、現在の測定結果が信頼できる測定結果であるか否かを測定中に判定する

50

ことができる。その結果、測定時間を短縮することができる。

【0093】

あるいは、現在のサイクルにおける測定結果と直前のサイクルにおける測定結果との差分に基づいて安定測定であるか非安定測定であるかを判定してもよく、直前のサイクルだけでなく過去の複数のサイクルにおいて測定した安定な移動軌跡との比較に基づいて安定測定であるか非安定測定であるかを判定してもよい。

【0094】

また、安定測定であるか非安定測定であるかを判定するための閾値（許容誤差範囲 5 9 a）を変動させてもよい。さらに、境界判定には不向きなエコー輝度値から求まる、例えば擬似境界判別位置等の値について、直前のサイクルにおいて得られた値と現在のサイクルにおいて得られた値とを比較してもよい。このような複数の測定安定度合いを判定する機能を組み合わせると、測定結果の信頼性をさらに高めることができる。
10

【産業上の利用可能性】

【0095】

本発明によれば、血管の状態を超音波によって正しく計測することが可能な超音波診断装置を提供することができる。また、血管壁のIMT値を超音波によって正しく計測することが可能な超音波診断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0096】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である
20
。

【図2】図1の超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である
。

【図4】図3の超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。

【図5】図3の超音波診断装置の他の動作を説明するための模式図である。

【図6A】本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための断面模式図である。

【図6B】本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための断面模式図である。
30

【図6C】本発明の第3の実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための断面模式図である。

【図7】本発明の第4の実施の形態に係る超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。

【図8】本発明の第5の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を説明するためのブロック図である。

【図9】図8の超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。

【図10】図8の超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。

【図11】本発明の第6の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。
40

【図12】本発明の第7の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図13】図12の超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。

【図14】本発明の第8の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図15】図14の超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。

【図16】本発明の第9の実施の形態に係る超音波診断装置の構成を示すブロック図である。

【図17】図16の超音波診断装置の動作を説明するための模式図である。

【図1】

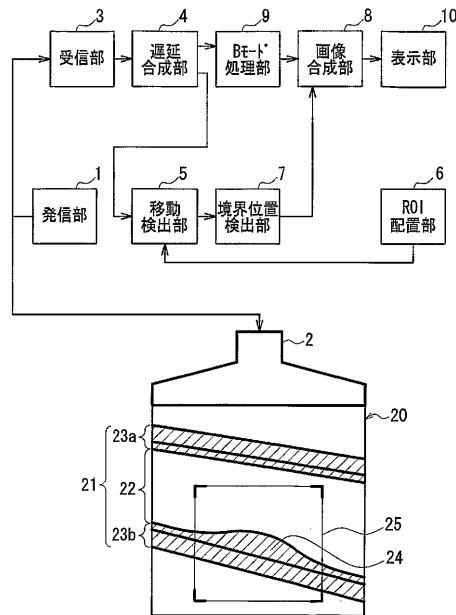


FIG. 1

【図2】

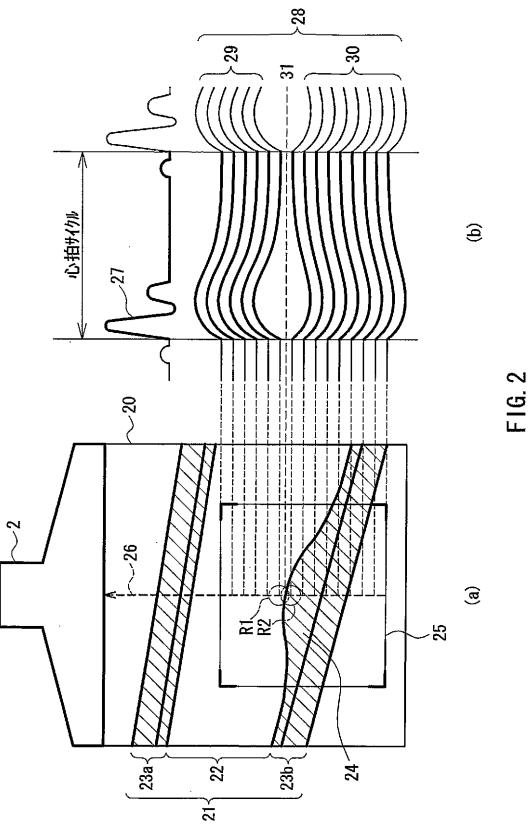


FIG. 2

【図3】

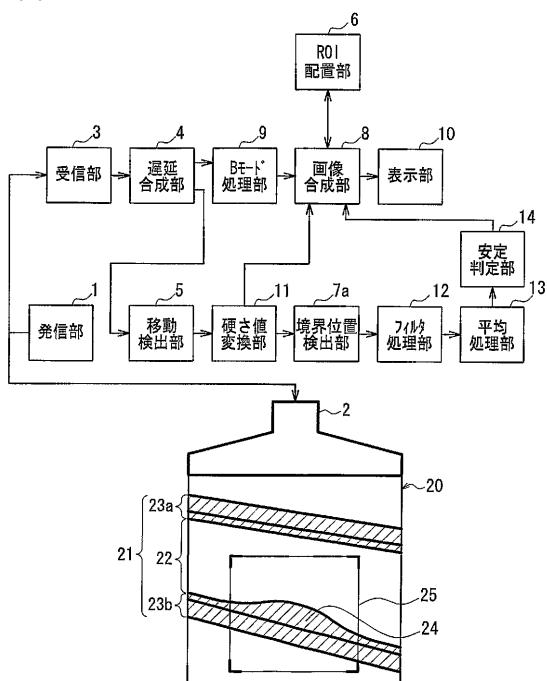


FIG. 3

【図4】

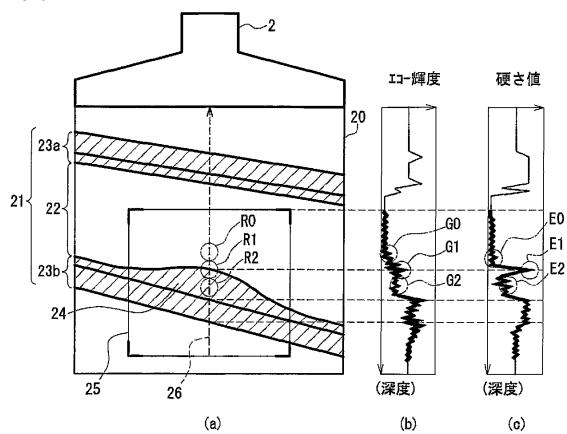


FIG. 4

【図5】

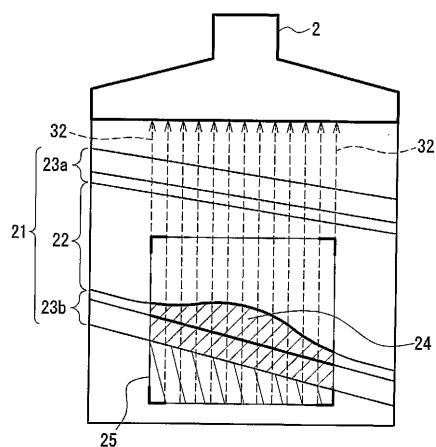
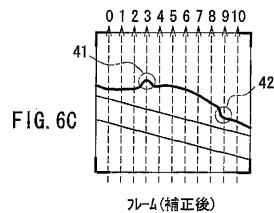
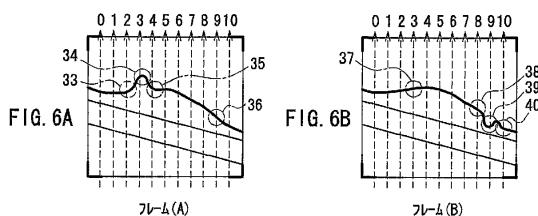


FIG. 5



フレーム(修正後)

【図7】

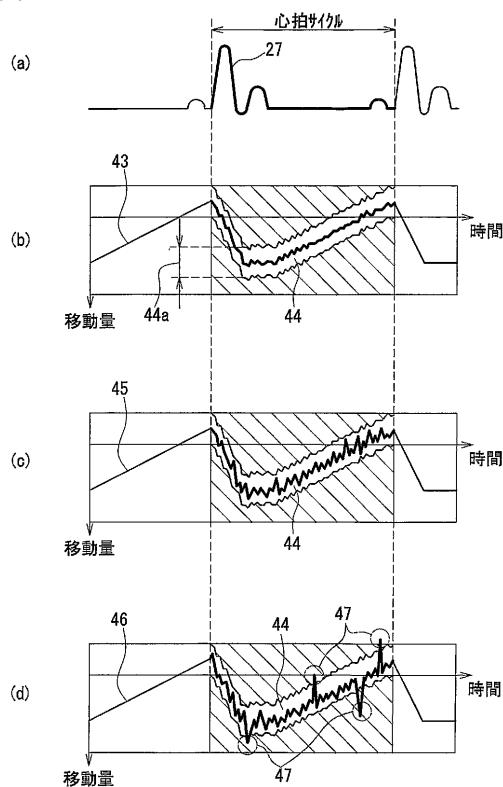


FIG. 7

【図8】

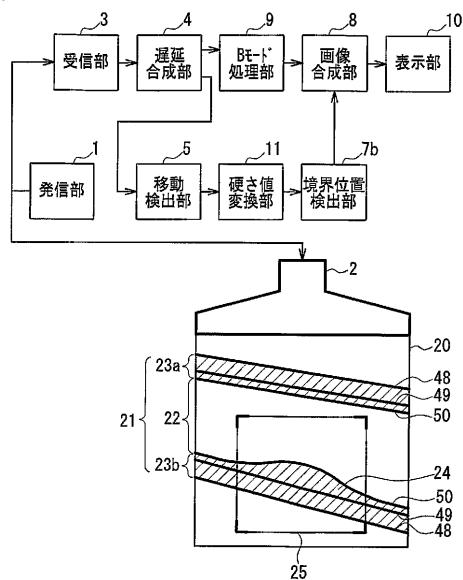
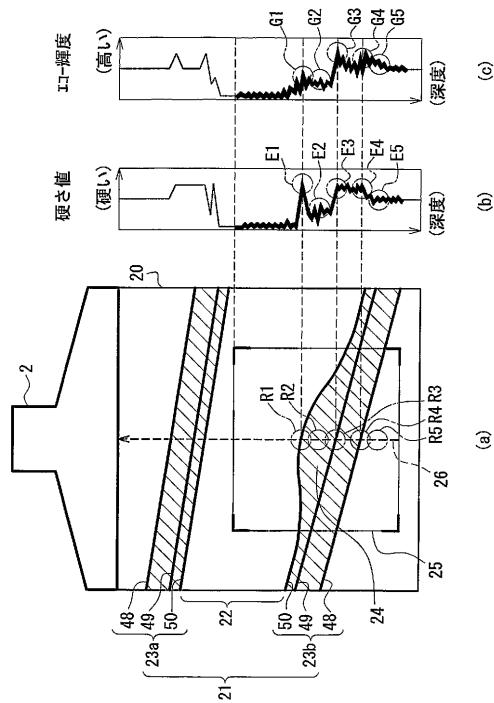


FIG. 8

【図 9】



【図 10】

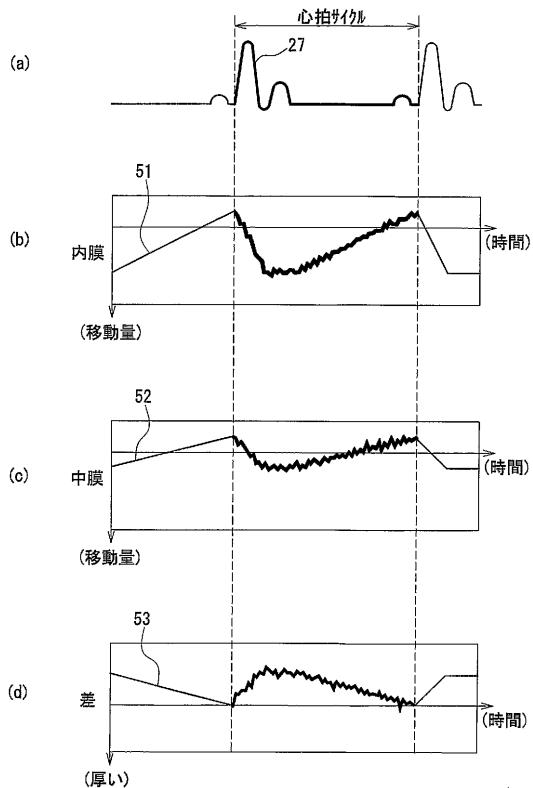


FIG. 10

【図 11】

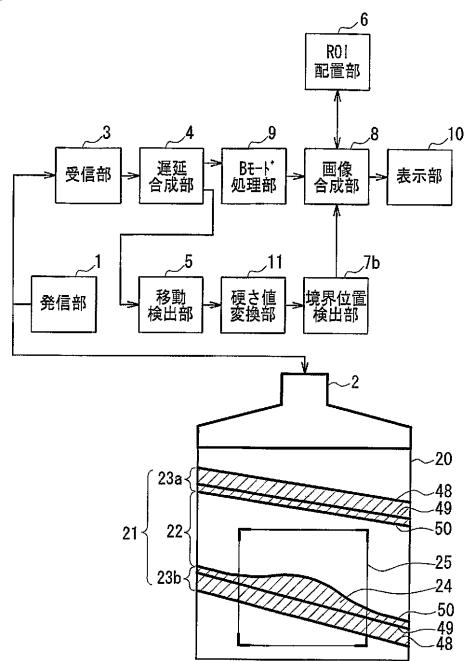


FIG. 11

【図 12】

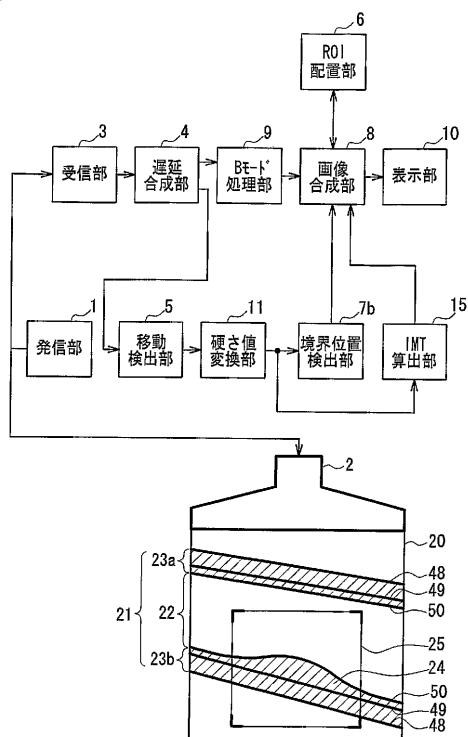


FIG. 12

【図13】

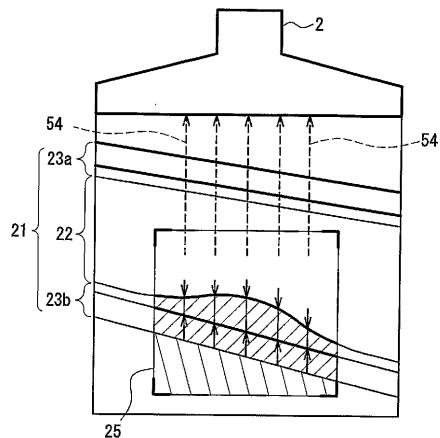


FIG. 13

【図14】

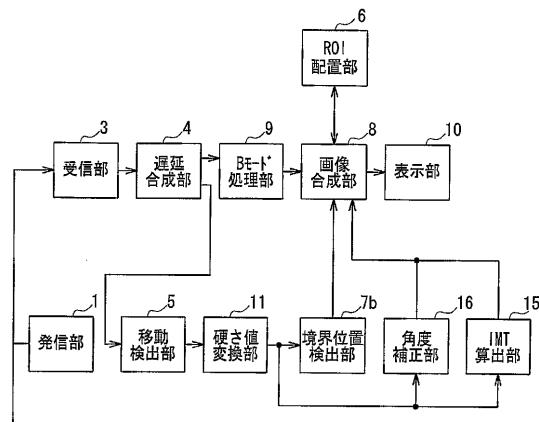


FIG. 14

【図15】

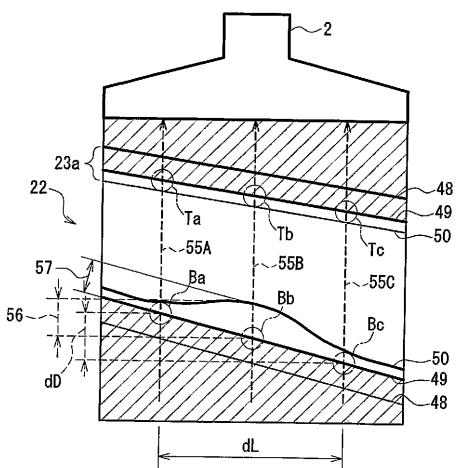


FIG. 15

【図16】

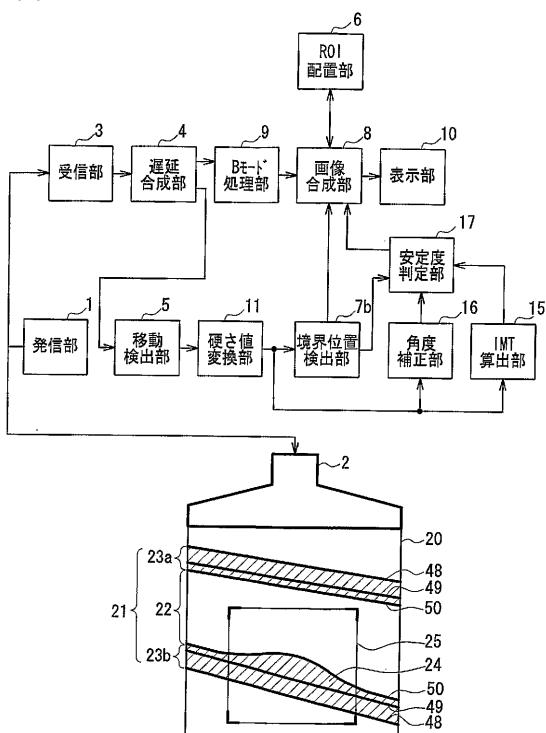


FIG. 16

【図17】

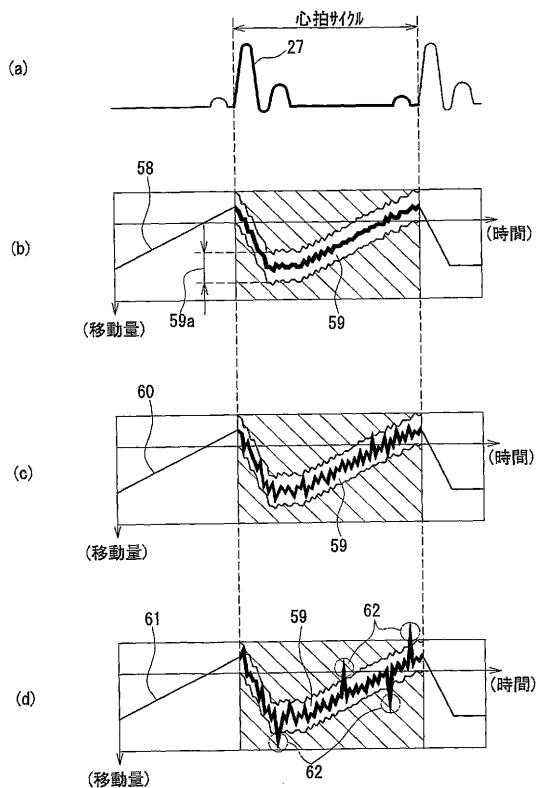


FIG. 17

フロントページの続き

(72)発明者 萩原 尚
神奈川県横浜市青葉区あかね台2-29-10
(72)発明者 砂川 和宏
宮城県仙台市青葉区南吉成5-8-5-A203

審査官 後藤 順也

(56)参考文献 特開2001-137241(JP,A)
長谷川英之他,頸動脈後壁内腔 - 内膜境界の自動抽出,電子情報通信学会技術研究報告,200
3年 6月21日,第103巻、第158号,第5-10頁

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

专利名称(译)	超声诊断设备		
公开(公告)号	JP4574551B2	公开(公告)日	2010-11-04
申请号	JP2005507334	申请日	2004-06-24
申请(专利权)人(译)	松下电器产业有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	松下电器产业株式会社		
[标]发明人	渡辺 良信 反中由直 鈴木 隆夫 萩原 尚 砂川 和宏		
发明人	渡辺 良信 反中由直 鈴木 隆夫 萩原 尚 砂川 和宏		
IPC分类号	A61B8/08 A61B		
CPC分类号	A61B8/0858 A61B5/02007		
FI分类号	A61B8/08		
优先权	2003181696 2003-06-25 JP 2003188245 2003-06-30 JP		
其他公开文献	JPWO2004112568A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

发送器 (1)，用于从受试者皮肤表面向血管 (21) 发送至少一个超声波脉冲，和超声波探头，用于接收由血管反射并将其转换成电信号的超声回波，(3) 用于从表面沿深度方向获得超声回波信号的相位差检测装置，用于分析穿过血管的方向上的超声回波信号的相位，以获得多个血管壁用于计算每个部分的移动量的移动检测单元 (5)，移动检测单元 (5)，其计算血管壁中的血液流动的血管壁和血流区域 (22) 之间的区域的移动量以及用于检测边界位置的边界位置检测单元 (7)。通过消除不稳定性，如使用图像数据的亮度信号的情况，可以通过超声波精确地测量诸如IMT值的血管状态。

【图 2】

