

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6176043号
(P6176043)

(45) 発行日 平成29年8月9日 (2017.8.9)

(24) 登録日 平成29年7月21日 (2017.7.21)

(51) Int. Cl.	F I
A 6 1 B 8/08 (2006.01)	A 6 1 B 8/08 Z DM
A 6 1 B 8/14 (2006.01)	A 6 1 B 8/14

請求項の数 10 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2013-209854 (P2013-209854)	(73) 特許権者	000001270
(22) 出願日	平成25年10月7日 (2013.10.7)		コニカミノルタ株式会社
(65) 公開番号	特開2015-73584 (P2015-73584A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番2号
(43) 公開日	平成27年4月20日 (2015.4.20)	(74) 代理人	100105050
審査請求日	平成28年6月24日 (2016.6.24)		弁理士 鷲田 公一
		(74) 代理人	100155620
			弁理士 木曾 孝
		(72) 発明者	占部 真樹子
			愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
		(72) 発明者	鈴木 隆夫
			愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、超音波診断装置の制御器及び超音波診断装置の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置であって、

前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の前壁に関心領域を設定するROI設定部と、

前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜候境界候補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する第1の境界候補検出部と、

前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する第2の境界候補検出部と、

前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と

10

20

前記第 2 の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、

前記選択された血管境界候補位置に対して I M T 計測を行う I M T 計測部と、
を備えた超音波診断装置。

【請求項 2】

被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む 1 枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置であって、

前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の後壁に関心領域を設定する R O I 設定部と、

前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第 1 の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第 1 の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第 1 の内腔内膜境界候補位置として検出する第 1 の境界候補検出部と、

前記第 1 の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第 2 の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第 2 の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第 2 の内腔内膜境界候補位置として検出する第 2 の境界候補検出部と、

前記第 1 の中膜外膜境界候補位置及び前記第 1 の内腔内膜境界候補位置である第 1 の血管境界候補位置と、前記第 2 の中膜外膜境界候補位置及び前記第 2 の内腔内膜境界候補位置である第 2 の血管境界候補位置と、のうち、前記第 2 の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第 1 の血管境界候補位置と前記第 2 の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、

前記選択された血管境界候補位置に対して I M T 計測を行う I M T 計測部と、
を備えた超音波診断装置。

【請求項 3】

前記境界候補選択部は、前記第 2 の血管境界候補位置が所定の基準を満たしている場合に、前記第 2 の血管境界候補位置が前記真の血管境界候補位置であると判定し、そうでない場合に、前記第 1 の血管境界候補位置が前記真の血管境界候補位置であると判定し、前記真の血管境界候補位置であると判定された血管境界候補位置を選択する、

請求項 1 又は 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記境界候補選択部は、前記 R O I 内の前記深さ方向に直交する方向である音響線方向における各位置で前記判定を行い、前記第 2 の血管境界候補位置が前記所定の基準を満たす割合が所定の割合以上である場合に、前記第 2 の血管境界候補位置を前記真の血管境界候補位置であると判定し、そうでない場合に、前記第 1 の血管境界候補位置を前記真の血管境界候補位置であると判定する、

請求項 3 に記載の超音波診断装置。

【請求項 5】

前記第 1 の境界候補検出部及び前記第 2 の境界候補検出部は、血管壁の深さ方向における前記外膜及び前記中膜の信号強度パターン及びそれぞれの長さに基づき設定された第 1 のパターンと、前記血管壁の深さ方向における前記内膜及び前記血管内腔の信号強度パターン及びそれぞれの長さに基づき設定された第 2 のパターンとを備え、

前記第 1 の境界候補検出部は、前記信号強度分布に対して第 1 のパターン及び第 2 のパターンを用いて類似度をそれぞれ算出し、前記類似度に基づき前記第 1 の血管境界候補位置を検出し、

前記第 2 の境界候補検出部は、前記信号強度分布に対して第 1 のパターン及び第 2 のパターンを用いて類似度をそれぞれ算出し、前記類似度に基づき前記第 2 の血管境界候補位置を検出する、

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の超音波診断装置。

【請求項 6】

前記境界候補選択部は、前記血管壁の深さ方向における前記外膜、前記中膜、前記内膜及び前記血管内腔の信号強度及びそれぞれの長さに基づき設定された第 3 のパターンを備え、

前記第 2 の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定は、

前記第 2 の内腔内膜境界候補位置における前記信号強度分布と前記第 2 のパターンとの類似度が第 1 の基準を満たすか否か、及び、前記第 2 の血管境界候補位置における前記信号強度分布と前記第 3 のパターンとの類似度が第 2 の基準を満たすか否か、に基づく第 1 の判定と、

前記第 2 の血管境界候補位置が、所定の基準位置から所定距離内に存在しているか否か、の判定である第 2 の判定と、

の少なくともいずれかを含む、請求項 5 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 7】

被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む 1 枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置の制御器であって、

前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の前壁に関心領域を設定する R O I 設定部と、

前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第 1 の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第 1 の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第 1 の内腔内膜境界候補位置として検出する第 1 の境界候補検出部と、

20

前記第 1 の中膜外膜境界候補位置より深い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第 2 の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第 2 の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第 2 の内腔内膜境界候補位置として検出する第 2 の境界候補検出部と、

前記第 1 の中膜外膜境界候補位置及び前記第 1 の内腔内膜境界候補位置である第 1 の血管境界候補位置と、前記第 2 の中膜外膜境界候補位置及び前記第 2 の内腔内膜境界候補位置である第 2 の血管境界候補位置と、のうち、前記第 2 の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第 1 の血管境界候補位置と前記第 2 の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、

30

前記選択された血管境界候補位置に対して I M T 計測を行う I M T 計測部と、
を備えた超音波診断装置の制御器。

【請求項 8】

被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む 1 枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置の制御器であって、

前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の後壁に関心領域を設定する R O I 設定部と、

40

前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第 1 の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第 1 の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第 1 の内腔内膜境界候補位置として検出する第 1 の境界候補検出部と、

前記第 1 の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第 2 の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第 2 の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第 2 の内腔内膜境界候補位置として検出する第 2 の境界候補検出部と、

前記第 1 の中膜外膜境界候補位置及び前記第 1 の内腔内膜境界候補位置である第 1 の血

50

管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である前記第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、
前記選択された血管境界候補位置に対してIMT計測を行うIMT計測部と、
を備えた超音波診断装置の制御器。

【請求項9】

被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置の制御方法であって、

前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の前壁に関心領域を設定する工程Aと、

前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する工程Bと、

前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する工程Cと、

前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である前記第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する工程Dと、

前記選択された血管境界候補位置に対してIMT計測を行う工程Eと、
を含む超音波診断装置の制御方法。

【請求項10】

被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置の制御方法であって、

前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の後壁に関心領域を設定する工程Aと、

前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する工程Bと、

前記第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する工程Cと、

前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である前記第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する工程Dと、

前記選択された血管境界候補位置に対してIMT計測を行う工程Eと、
を含む超音波診断装置の制御方法。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、超音波診断装置、超音波診断装置の制御器及び超音波診断装置の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

動脈硬化の診断において、超音波診断装置を用いた頸動脈エコー検査が行われている。血管壁は、血管内腔側から順に内膜、中膜、外膜の3層を有する構造を備えており、頸動脈エコー検査は、この内膜と中膜をあわせた内中膜複合体厚（Intima-Media Thickness；以下、「IMT」と略する。）を計測（以下、「IMT計測」とする。）するものであって、計測された値（以下、「IMT値」とする。）は動脈硬化の進行度合いの指標として用いられる。

10

【0003】

従来、IMT計測は、頸動脈の血管伸長方向（以下、「長軸方向」とする。）に切断した断面（以下、「長軸断面」とする。）の断層画像に基づき、血管内腔と内膜との境界（以下、「内腔内膜境界」とする。）及び中膜と外膜との境界（以下、「中膜外膜境界」とする。）との間の距離（すなわち、内中膜複合体厚）を一般的な超音波診断装置に搭載されている距離計測機能を用いて手動で行われていたが、近年ではこのIMT計測を自動で行う超音波診断装置が開発されている。

20

【0004】

このような装置は、頸動脈を含む断層画像データの輝度分布に基づき内腔内膜境界と中膜外膜境界とを検出し、検出した内腔内膜境界と中膜外膜境界とに基づきIMT計測を行う構成である（例えば、特許文献1。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2008-161220号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0006】

上述した従来の技術では、正しく測定したり、測定の精度を高めるため、内腔内膜境界と中膜外膜境界とを精度良く検出することが求められていた。本願の限定的ではない例示的な実施形態は、精度良く内腔内膜境界と中膜外膜境界とを検出することができる超音波診断装置、超音波診断装置の制御器及び超音波診断装置の制御方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本願の一態様に係る超音波診断装置は、被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置であって、前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の前壁に関心領域を設定するROI設定部と、前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜候補境界補位置として検出し、前記第1の中膜外膜候補境界補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜候補境界補位置として検出する第1の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜候補境界補位置より深い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜候補境界補位置として検出し、前記第2の中膜外膜候補境界補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜候補境界補位置として検出する第2の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜候補境界補位置及び前記第1

40

50

の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、前記選択された血管境界候補位置に対してIMT計測を行うIMT計測部と、を備えた。

【発明の効果】

【0008】

本願の一実施形態に係る超音波診断装置、超音波診断装置の制御器及び超音波診断装置の制御方法によれば、内腔内膜境界と中膜外膜境界とを精度良く検出することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本願の実施の形態1による超音波診断装置の機能ブロック図の一例である。

【図2】本願の実施の形態1による超音波診断装置のハードウェアの構成図の一例である。

。

【図3】本願の実施の形態1による超音波診断装置の第1のテンプレートの一例を示す図である。

【図4】本願の実施の形態1による超音波診断装置の第2のテンプレートの一例を示す図である。

【図5】本願の実施の形態1による超音波診断装置の第3のテンプレートの一例を示す図である。

20

【図6】本願の実施の形態1による超音波診断装置の動作フローチャートの一例である。

【図7】本願の実施の形態1による超音波診断装置の第1の血管境界候補を検出した結果の一例を示す図である。

【図8】本願の実施の形態1による超音波診断装置の第2の血管境界候補を検出した結果の一例を示す図である。

【図9】本願の実施の形態1による超音波診断装置の境界候補選択部が第1及び第2の血管境界候補の検出結果に基づき血管境界位置を選択する方法の一例を説明する補助図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0010】

本願発明者らは、特許文献1に開示された方法の特性を詳細に検討した。その結果、取得した頸動脈の長軸断面を含む受信信号の中に、頸動脈の内腔内膜境界及び中膜外膜境界に相当する受信信号の信号強度と類似するパターンを有する組織（頸静脈や筋肉層等）が含まれ、頸動脈の血管壁に近接する位置に係る組織が位置していた場合、係る組織を頸動脈の内腔内膜境界及び中膜外膜境界として誤って検出する場合があることが分かった。

【0011】

本願発明者らは、上記のような場合でも、頸動脈の内腔内膜境界及び中膜外膜境界を自動で精度良く検出することができる技術について鋭意検討を行い、新規な超音波診断装置、超音波診断装置の制御方法及び超音波診断装置の制御器を想到するに至った。本願の一態様の概要は以下の通りである。

40

【0012】

本願の一態様に係る超音波診断装置は、被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置であって、前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の前壁に関心領域を設定するROI設定部と、前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を

50

第1の内腔内膜境界候補位置として検出する第1の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する第2の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、前記選択された血管境界候補位置に対してIMT計測を行うIMT計測部と、を備える。

10

【0013】

本願の一態様に係る超音波診断装置は、被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置であって、前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の後壁に関心領域を設定するROI設定部と、前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する第1の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する第2の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、前記選択された血管境界候補位置に対してIMT計測を行うIMT計測部と、を備える。

20

30

【0014】

本願の一態様に係る超音波診断装置の制御器は、被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置の制御器であって、前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の前壁に関心領域を設定するROI設定部と、前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する第1の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する第2の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、前記選択された血管境界候補位置に対してIMT計測を行うIMT計測部と、を備える。

40

50

M T計測を行う I M T計測部と、を備える。

【0015】

本願の一態様に係る超音波診断装置の制御器は、被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置の制御器であって、前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の後壁に関心領域を設定するROI設定部と、前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜候境界補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する第1の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する第2の境界候補検出部と、前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である前記第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する境界候補選択部と、前記選択された血管境界候補位置に対してI M T計測を行うI M T計測部と、を備える。

10

20

【0016】

本願の一態様に係る超音波診断装置の制御方法は、被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置の制御方法であって、前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の前壁に関心領域を設定する工程Aと、前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域内の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜候境界補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する工程Bと、前記第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より深い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する工程Cと、前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である前記第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する工程Dと、前記選択された血管境界候補位置に対してI M T計測を行う工程Eと、を含む。

30

40

【0017】

本願の一態様に係る超音波診断装置の制御方法は、被検体に対し超音波の送信及び受信を行う超音波探触子から前記被検体の頸動脈の長軸断面を含む1枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する超音波診断装置の制御方法であって、前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号に対し、前記頸動脈の血管内腔の位置を基準に前記頸動脈の後壁に関心領域を設定する工程Aと、前記超音波の送信方向である深さ方向における、前記関心領域の前記受信信号又は前記受信信号に基づく信号の信号強度分布を生成し、前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜候境界補位置として検出し、前記第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する工程Bと、前記第1の中膜外膜

50

境界候補位置より浅い位置において前記信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、前記第2の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する工程Cと、前記第1の中膜外膜境界候補位置及び前記第1の内腔内膜境界候補位置である第1の血管境界候補位置と、前記第2の中膜外膜境界候補位置及び前記第2の内腔内膜境界候補位置である前記第2の血管境界候補位置と、のうち、前記第2の血管境界候補位置が真の血管境界候補位置であるか否かの判定を行い、判定結果に基づき前記第1の血管境界候補位置と前記第2の血管境界候補位置のいずれか一方を選択する工程Dと、前記選択された血管境界候補位置に対してIMT計測を行う工程Eと、を含む。

【0018】

10

以下に、本願の実施の形態の一態様に係る超音波診断装置、超音波診断装置の制御器及び超音波診断装置の制御方法について、図面とともに説明する。

【0019】

(実施の形態1)

以下、実施の形態1による超音波診断装置、超音波診断装置の制御器及び超音波診断装置の制御方法について、図面を参照しながら説明する。

【0020】

図1は、本発明の実施の形態1における超音波診断装置の構成を示す概略ブロック図である。図1は、超音波診断装置100に、超音波探触子101及び表示器102が接続された状態を示している。

20

【0021】

実施の形態1の超音波診断装置100は、制御器1及び操作部2を備える。制御器1は、送信部3、受信部4、断層画像処理部5、ROI設定部6、第1の境界候補検出部7、第2の境界候補検出部8、境界候補選択部9、IMT計測部10、表示処理部11及び制御部12を含んでいる。

【0022】

図2に超音波診断装置100のハードウェア構成の一例を示す。ハードウェアの観点では、超音波診断装置100は、例えば、パルサー52、ADコンバーター53、増幅器54、送信ビームフォーマー55、受信ビームフォーマー56、画像処理部57、断層画像処理部58、メモリ59及び演算処理部60によって構成される。超音波探触子101は超音波を送受信する複数の圧電変換素子51を含み、パルサー52、ADコンバーター53及び増幅器54は、圧電変換素子51の数に対応して複数用意される。メモリ59には、図1に示す各構成要素の機能を実現するため手順を規定したプログラム、及び、各構成要素を所定の手順で動作させることにより、超音波診断装置100、超音波探触子101及び表示器102を制御し、IMT計測を行うための手順を規定したプログラムが記憶されている。これらのプログラムがメモリ59から逐次読みだされ、演算処理部60により実行される。

30

【0023】

図1に示す各構成要素は、図2に示すハードウェアを用いて構成される。

【0024】

40

送信部3は、パルサー52及び送信ビームフォーマー55によって構成される。受信部4は、増幅器53及びADコンバーター54によって構成される。断層画像処理部5及び表示処理部11はそれぞれ、断層画像処理部58及び画像処理部57によって構成される。制御部12は、演算処理部60及びメモリ59によって構成される。

【0025】

ROI設定部6、第1の境界候補検出部7、第2の境界候補検出部8、境界候補選択部9及びIMT計測部10の機能はソフトウェアによって実現される。具体的には、メモリ59に記憶されたプログラムを演算処理部60が実行することにより、第1の境界候補検出部7、第2の境界候補検出部8、境界候補選択部9及びIMT計測部10の機能が実現される。つまり、第1の境界候補検出部7、第2の境界候補検出部8、境界候補選択部9

50

及び I M T 計測部 1 0 は、演算処理器 6 0 及びプログラムによって構成されているともいえる。

【0026】

上述したハードウェアの構成は一例であって種々の改変が可能である。例えば、断層画像処理部 5 の機能は、ソフトウェアにより実現してもよい。また、送信ビームフォーマー 5 5 及び受信ビームフォーマー 5 6 の機能をソフトウェアにより実現してもよい。演算処理器 6 0、メモリ 5 9 及び画像処理器 5 7 を含むパソコンをこれらのハードウェアの換わりに用いてもよい。

【0027】

また、制御器 1 の各機能ブロックについて、各々の機能ブロックの一部又は全部の機能を典型的には集積回路である L S I として実現することもできる。これらは個別に 1 チップ化されてもよいし、一部または全てを含むように 1 チップ化されてもよい。なお、ここでは、L S I としたが、集積度の違いにより、I C、システム L S I、スーパー L S I、ウルトラ L S I と呼称されることもある。

【0028】

また、集積回路化の手法は L S I に限るものではなく、専用回路または汎用プロセッサで実現してもよい。L S I 製造後に、プログラムすることが可能な F P G A (F i e l d P r o g r a m m a b l e G a t e A r r a y) や、L S I 内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なリコンフィギュラブル・プロセッサ (R e C o n f i g u r a b l e P r o c e s s o r) を利用してもよい。

【0029】

さらには、半導体技術の進歩または派生する別技術により L S I に置き換わる集積回路化の技術が登場すれば、当然、その技術を用いて機能ブロックの集積化を行ってもよい。

【0030】

上述したように、超音波探触子 1 0 1 は、一次元方向に配列された複数の圧電変換素子を有し、この圧電変換素子それぞれが後述する送信部 3 からの送信電気信号を超音波へと変換し、超音波ビームを生成する。従って、操作者は、被計測物である被検体表面に超音波探触子 1 0 1 を配置することで、被検体内部に超音波ビームを照射することができる。I M T 計測にあつては、操作者が超音波探触子 1 0 1 を頸動脈の長軸断面の断層画像を取得できる頸部位置 (すなわち、圧電変換素子の配列方向と頸動脈の血管の伸長方向が沿うように) に当接させ、頸動脈を含む被検体内部に超音波ビームを照射させる。そして、超音波探触子 1 0 1 は、被検体内部からの反射超音波を受信し、複数の圧電変換素子でその反射超音波を受信電気信号へと変換して後述する受信部 4 に供給する。

【0031】

なお、実施の形態 1 においては、超音波探触子 1 0 1 は、複数の圧電変換素子が一次元方向に配列された超音波探触子 1 0 1 を例に説明するが、本発明はこれに限定されない。例えば、複数の圧電変換素子が 2 次元に配列された超音波探触子 1 0 1 や一次元方向に配列された複数の圧電変換素子が揺動する超音波探触子 1 0 1 などを用いることも可能である。また、超音波探触子 1 0 1 は、制御部 1 3 の制御に基づき、送信部 3 は、超音波探触子 1 0 1 におけるが使用する圧電変換素子の選択、圧電変換素子に電圧を与えるタイミングや電圧の値を個々に変化させることによって、送信する超音波ビームの照射位置や照射方向を制御することができる。

【0032】

また、超音波探触子 1 0 1 は、後述する送信部 3 や受信部 4 の一部の機能を含んでいてもよい。例えば、超音波探触子 1 0 1 は、送信部 3 から出力された送信電気信号を生成するための制御信号 (以下、「送信信号」とする。)に基づき、超音波探触子 1 0 1 内で送信電気信号を生成し、この送信信号を圧電変換素子により超音波に変換するとともに、受信した反射超音波を受信電気信号に変換し、超音波探触子 1 0 1 内で受信電気信号に基づき後述する受信信号を生成する構成が挙げられる。

【0033】

表示器 102 は、超音波診断装置 100（後述する表示処理部 12）からの出力された画像を表示する、いわゆるモニタである。

【0034】

操作部 2 は、操作者から入力を受け取り、操作者の入力に基づく指令を超音波診断装置 100、具体的には制御器 1 の制御部 10 に出力する。

【0035】

送信部 3 は、少なくとも送信部 3 で送信信号を生成し、超音波探触子 101 に超音波ビームを送信させる送信処理を行う。一例として、送信部 3 は、圧電変換素子 51 を有する超音波探触子 101 から超音波ビームを送信するための送信信号を生成する送信処理を行い、この送信信号に基づき超音波探触子 101 に対して所定のタイミングで発生する高圧の送信電気信号を供給することで、超音波探触子 101 の圧電変換素子 51 を駆動させる。これにより、超音波探触子 101 は、送信電気信号を超音波へと変換することで、被計測物である被検体に超音波ビームを照射することができる。

10

【0036】

受信部 4 は、少なくとも反射超音波に基づく受信信号を生成する受信処理を行う。受信部 4 は、例えば、超音波探触子 101 で反射超音波を受信し、その反射超音波に基づき変換された受信電気信号に対し、受信電気信号を増幅して A/D 変換を行うことで受信信号を生成する。そして、送信部 3 による送信処理及び受信部 4 による受信処理を行うことで 1 枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得し、これを繰り返し連続して行うことで受信部 4 は、複数の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する。そして、取得したフレームに対応する受信信号は、断層画像処理部 5 及び ROI 設定部 6 へ供給される。なお、受信部 4 は、超音波の送受信により、複数の受信信号からなる画像フレームを逐次生成するものであるが、説明を容易にするため、逐次生成した画像フレームのうちの 1 つ（以下、「第 1 のフレーム」という。）で説明を行う。

20

【0037】

なお、この受信信号は、例えば、超音波探触子 101 の振動子が配列された一次元方向（以下、配列方向とする。）と超音波の送信方向（以下、深さ方向とする。）からなる複数の信号からなり、各信号はエコー信号の振幅から変換された電気信号を A/D 変換したデジタル信号を意味する。

【0038】

断層画像処理部 5 は、一般的な超音波診断装置と同様の構造を備える。図示はしていないが、断層画像処理部 5 は、例えば各種フィルタ、検波器、対数増幅器、走査変換器及びその他の信号／画像処理器などを含み、主に受信信号の振幅を解析して、被検体の内部構造が画像化されたデータ（以下、「断層画像データ」とする。）を生成する。この断層画像データは、表示器 102 に表示するためのデータであって、主に受信信号の信号強度に応じた輝度信号へと変換し、その輝度信号を直交座標系に対応するように座標変換を施した画像信号である。断層画像処理部 5 で生成された第 1 のフレームの断層画像データは、表示処理部 11 に供給される。

30

【0039】

ROI 設定部 6 は、受信部 4 から供給された第 1 のフレームの受信信号に基づき、頸動脈の血管壁に関心領域（Region of interest；以下、「ROI」と略する。）を設定する。この第 1 のフレームの受信信号は、頸動脈の長軸断面の受信信号が含まれる複数の受信信号であって、このデータには深さ方向において相対的に浅い方向と相対的に深い方向とに頸動脈の 2 つの血管壁が含まれる。以下、この相対的に浅い方向に現れる頸動脈の血管壁を「前壁」といい、相対的に浅い方向に現れる頸動脈の血管壁を「後壁」ということとする。

40

【0040】

ROI は、所定の範囲を有する矩形領域であって、深さ方向及び深さ方向に直交する方向（以下、「音響線方向」という。）において、それぞれ所定の長さを有し、前壁或いは後壁を跨ぐことができる範囲を有する。

50

【0041】

ROI設定部6は、第1のフレームの受信信号の信号強度に基づき頸動脈の長軸断面での血管内腔の位置（具体的には、血管中心の位置）を検出し、その位置を基準に頸動脈の前壁或いは後壁にROIを自動で設定する。このように自動でROIを設定する方法は、例えば、特開2007-283035号に開示されている。なお、実施の形態1においては、頸動脈の前壁のIMT計測を例に説明するため、ROI設定部6は第1のフレームの受信信号中の頸動脈の前壁を含む範囲の受信信号にROIを設定する。

【0042】

第1の境界候補検出部7は、ROI内の受信信号に対し、深さ方向における信号強度分布を生成し、この信号強度分布の中で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜境界候補位置として検出する。また、第1の境界候補検出部7は、この信号強度分布のうち、第1の中膜外膜境界公報位置より深い位置で最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出する。第1の境界候補検出部7は、これら処理を、ROI内の音響線方向の各位置で行う。

10

【0043】

具体的には、第1の境界候補検出部7は、頸動脈の前壁の中膜外膜境界検出用の第1のテンプレート及び内腔内膜境界検出用の第2のテンプレートを予め備え、この信号強度分布に対して第1のテンプレート及び第2のテンプレートを用いてそれぞれ類似度を算出する。次に、第1の境界候補検出部7は、第1のテンプレートに最も類似した位置を第1の中膜外膜境界候補位置として検出し、第1の中膜外膜境界候補位置より深い位置で第2の

20

【0044】

そして、第1の境界候補検出部7は、第1の中膜外膜境界候補位置及び第1の内腔内膜境界候補位置のそれぞれの位置を基準に音響線方向の境界の連続度を算出し、ROI内の音響線方向の各位置で算出した類似度と連続度の組合せを評価することで、ROI内のそれぞれの境界候補位置を決定する。

【0045】

なお、第1の境界候補検出部7が処理する詳細な境界検出法は、WO2011/099102号公報に基づく。また、以後、第1の中膜外膜境界候補位置及び第1の内腔内膜境界候補位置の2つを、第1の血管境界候補位置と称することとする。

30

【0046】

次に、上述した第1のテンプレート及び第2のテンプレートの詳細について説明する。

【0047】

第1のテンプレートは、例えば、図3に示すものである。頸動脈の前壁の外膜及び中膜は、深さ方向において浅い方から外膜、中膜の順に位置し、外膜の受信信号の信号強度は相対的に強く、中膜の受信信号の信号強度は相対的に弱く現れる。従って、図3に示す第1のテンプレートは、一般的な頸動脈の前壁の深さ方向における外膜及び中膜の信号強度パターンに基づき設定されている。

【0048】

図3に示す第1のテンプレートのうち、図3中のL1は、頸動脈の前壁の外膜の信号強度及び深さ方向における長さに基づき設定された部分であって、L1の長さは、外膜の一般的な長さに基づき適宜設定することができる。また、図3中のL1の係数は、超音波は外膜部分で強く反射し、受信信号の信号強度が相対的に強くなることから、それに対応する係数を設定してあり、この係数も適宜設定することができる。

40

【0049】

また、図3中のL2は、頸動脈の前壁の中膜の信号強度及び深さ方向における長さに基づき設定された部分であって、L2の長さは、中膜の一般的な長さ（厚み）に基づき適宜設定することができる。また、図3中のL2の係数は、中膜部分の超音波の反射は、外膜部分の反射と比べて弱く反射し、受信信号の信号強度が相対的に弱くなることから、それに対応する係数を設定してあり、この係数も適宜設定することができる。

50

【0050】

第2のテンプレートは、例えば、図4に示すものである。頸動脈の前壁の内膜及び血管内腔は、深さ方向において浅い方から内膜、血管内腔の順に位置し、内膜の受信信号の信号強度は相対的に強く、血管内腔の受信信号の信号強度は相対的に弱く現れる。従って、図4に示す第2のテンプレートは、一般的な頸動脈の前壁の深さ方向における内膜及び血管内腔の信号強度パターンに基づき設定されている。

【0051】

図4に示す第2のテンプレートのうち、図4中のL3は、頸動脈の前壁の内膜の信号強度及び深さ方向における長さに基づき設定された部分であって、L3の長さは、内膜の一般的な長さに基づき適宜設定することができる。また、図4中のL3の係数は、超音波は

10

【0052】

また、図4中のL4は、頸動脈の前壁の血管内腔の信号強度及び深さ方向における長さに基づき設定された部分であって、L4の長さは、血管内腔の一般的な長さ以内収まる長さであって、その長さは適宜設定することができる。また、図4中のL4の係数は、血管内腔部分の超音波の反射は、内膜部分の反射と比べて弱く反射し、受信信号の信号強度が相対的に弱くなることから、それに対応する係数を設定してあり、この係数も適宜設定することができる。

【0053】

20

第2の境界候補検出部8は、上記信号強度分布のうち、第1の中膜外膜境界候補位置よりも深い位置で最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出する。また、第2の境界候補検出部8は、この信号強度分布のうち、第2の中膜外膜境界候補位置よりも深い位置で最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出する。第2の境界候補検出部8は、これら処理を、ROI内の音響線方向の各位置で行う。

【0054】

具体的には、第2の境界候補検出部8は、第1の境界候補検出部7と同じ第1のテンプレート及び第2のテンプレートを予め備え、第1の境界候補検出部7から第1の中膜外膜境界候補の位置に関する情報を取得する。そして、第2の境界候補検出部8は、第1及び

30

【0055】

そして、第2の境界候補検出部8は、第2の中膜外膜境界候補位置及び第2の内腔内膜境界候補位置のそれぞれの位置を基準に音響線方向の境界の連続度を算出し、ROI内の音響線方向の各位置で算出した類似度と連続度の組合せを評価することで、ROI内のそれぞれの境界候補位置を決定する。

【0056】

40

以後、第2の中膜外膜境界候補位置及び第2の内腔内膜境界候補位置の2つを、第2の血管境界候補と称することとする。

【0057】

境界候補選択部9は、第1の血管境界候補位置及び第2の血管境界候補位置の中から、IMT計測を行う血管境界候補位置を選択する。境界候補選択部9の具体的な選択方法については、次に説明する。

【0058】

境界候補選択部9は、第2の血管境界候補位置を真の血管境界候補位置と仮定し、以下の第1の判定～第3の判定を行うことで、真の血管境界候補位置を決定・選択する。

【0059】

50

境界候補選択部 9 が、第 2 の血管境界候補位置を真の血管境界候補位置と仮定して後述の処理を行う理由は、第 2 の血管境界候補位置は、第 1 の血管境界候補位置よりも血管内腔側に位置し、中膜外膜境界及び内腔内膜境界から血管内腔までには、血管境界と誤って検出する組織がないことから、第 2 の血管境界候補位置が血管境界らしさを示せば、必然的に第 2 の血管境界候補位置を真の血管境界候補位置として選択することができるからである。

【0060】

第 1 の判定は、ROI 内の音響線方向における所定の位置で、(1) 第 2 の内腔内膜境界候補位置の血管内腔及び内膜に相当する受信信号の信号強度の明確さと、(2) 第 2 の内腔内膜境界候補位置の血管内腔及び内膜に相当する受信信号の信号強度と第 2 の中膜外膜境界候補位置の中膜及び外膜に相当する受信信号の信号強度の明確さ、とに基づき、真の血管境界候補位置であるか否かを判定する。

【0061】

第 1 の判定について、以下に具体的に説明する。

【0062】

第 2 の内腔内膜境界候補位置の血管内腔及び内膜に相当する受信信号の信号強度の明確さについては、第 2 の内腔内膜境界候補位置における血管内腔及び内膜に相当する受信信号の信号強度の差が、一般的に得られる血管内腔と内膜との受信信号の信号強度の差を満たしているかを判定する。

より具体的には、境界候補選択部 9 は、第 2 の境界候補検出部 8 で算出した第 2 の内腔内膜境界候補位置における類似度が、所定の第 1 の基準を満たしているか否かで判定する。この所定の第 1 の基準は、適宜定めることができる。

【0063】

第 2 の内腔内膜境界候補位置の血管内腔及び内膜に相当する受信信号の信号強度と第 2 の中膜外膜境界候補位置の中膜及び外膜に相当する受信信号の明確さについては、第 2 の中膜外膜境界候補位置における血管内腔及び内膜、中膜及び外膜に相当する受信信号の信号強度の差が、一般的に得られる血管内腔と内膜と中膜と外膜との受信信号の信号強度の差を満たしているかを判定する。

【0064】

より具体的には、境界候補選択部 9 は、頸動脈の前壁において、浅い方から深い方にかけて位置する外膜、中膜、内膜、血管内腔の信号強度及びこれら各組織の深さ方向の長さに基づき設定された第 3 のテンプレートを備える。そして、前述の信号強度分布に対し、第 3 のテンプレートを用いて類似度を算出し、第 2 の血管候補位置における類似度が所定の第 2 の基準を満たしているか否かを判定する。

【0065】

第 3 のテンプレートについて、以下に詳細な説明を行う。

【0066】

第 3 のテンプレートについてより詳細に説明すると、第 3 のテンプレートは、第 1 のテンプレートと第 2 のテンプレートを組み合わせたものであって、図 5 は、第 3 のテンプレートの一例を示している。

【0067】

図 5 に示す第 3 のテンプレートのうち、図 5 中の L 1 は、図 3 の第 1 のテンプレートの L 1 と同一であり、図 5 中の L 4 は、図 4 の第 2 のテンプレートの L 4 と同一であり、L 1 と L 4 の長さは、取得したフレームに拘わらず固定の長さである。一方、図 6 中の L 2' 及び L 3' は、それぞれ図 3 中の第 1 のテンプレートの L 2、図 4 中の第 2 のテンプレートの L 3 に対応するが、その長さが異なる。すなわち、L 2' 及び L 3' の長さは、取得したフレームに応じて可変されるものであって、深さ方向における第 2 の中膜外膜境界候補位置から第 2 の内腔内膜境界候補位置までの距離を計測し、その計測した距離に対応して設定される。

【0068】

第2の判定は、第2の中膜外膜境界候補位置と第2の内腔内膜境界候補位置の距離に基づき、真の血管境界候補位置であるか否かを判定する。第2の中膜外膜境界候補位置と第2の内腔内膜境界候補位置の距離については、第2の中膜外膜境界候補位置と第2の内腔内膜境界候補位置が、基準となる位置から一般的な中膜外膜境界候補位置と第2の内腔内膜境界候補位置の距離に存在しているか否かを判定する。例えば、血管中心から第2の血管境界までの距離が、一般的な頸動脈の距離（概ね2～4mm）内に存するかを判定する。

【0069】

なお、第2の判定において、実施の形態1では、血管中心から第2の血管境界までの距離を用いたが、前壁のIMT計測の場合は後壁の外膜からの距離（後壁のIMT計測の場合は前壁の外膜からの距離）を用いることも可能である。

10

【0070】

境界候補選択部9は、上述の第1の判定と第2の判定をROI内の音響線方向における各位置で行う。

【0071】

次に、第3の判定について、以下に具体的に説明する。

【0072】

境界候補選択部9は、ROI内の音響線方向における各位置で行われた第1の判定と第2の判定のうち、判定項目を満たす位置を真の血管境界候補位置であると判定し、その割合（すなわち、音響線方向において、ROI内の真の血管境界候補位置と判定された範囲）を算出する。そして、境界候補選択部9は、算出した割合が、それぞれ所定の割合以上（すなわち、所定の第3の基準以上）であれば、第2の血管境界候補位置をIMT計測の対象として選択する。一方、所定の割合未満（すなわち、所定の第3の基準を満たしていない場合）であれば、第1の血管境界候補位置をIMT計測の対象として選択する。

20

【0073】

IMT計測部11は、境界候補選択部10で決定した血管境界候補位置（内腔内膜境界候補位置及び中膜外膜境界候補位置）に対して、深さ方向における内腔内膜境界候補位置と中膜外膜境界候補位置との距離を音響線方向における各位置で計測する。そして、IMT計測部11は、算出されたROI内の内腔内膜境界と中膜外膜境界との距離のうち、例えば、最大値（maxIMT）、または平均値（meanIMT）をIMT値として決定する。そして、IMT計測部11は、決定したIMT値を表示処理部12に出力する。なお、具体的なIMTの算出手順は、例えば、特許第4829960号などに記述された一般的な方法を用いることができる。

30

【0074】

表示処理部12は、断層画像処理部5からの断層画像データを断層画像として表示する処理を行う。また、表示処理部12は、IMT計測部11からのIMT計測結果を表示器102に表示する処理を行う。表示処理部12は、表示器102に表示する断層画像の測定領域内の内腔内膜境界及び中膜外膜境界を強調表示する処理を行ってもよく、また、断層画像上にROIを示す画像を重畳表示する処理を行ってもよい。これらの処理に基づき、表示器102には、断層画像、IMT計測結果等が表示される。

40

【0075】

制御部13は、操作部2の指令に応じて、超音波診断装置100全体（制御器1内の各ブロック）を制御する。

【0076】

以上の構成からなる超音波診断装置100の具体的な動作を、操作者の操作も踏まえて、図6の動作フローチャートを用いて説明する。なお、断層画像処理部5での処理は、一般的な超音波診断装置と同様であるため説明を省略し、ここでは、頸動脈の前壁の血管境界を決定し、IMT計測する動作について説明する。

【0077】

ステップ1（S01）では、超音波探触子101を被検体の頸部表面に配置し、送信部

50

3 及び受信部 4 の処理により、頸動脈の長軸断面を含む受信信号を逐次取得する。そして、送信部 3 の送信処理及び受信部 4 の受信処理により、1 枚の画像フレームに対応する複数の受信信号を取得する。これを繰り返すことによって複数の画像フレームに対応する受信信号を取得する。

【0078】

ステップ 2 (S02) では、ROI 設定部 6 が、ステップ 1 (S01) で取得した第 1 のフレームに対応する複数の受信信号の中から、頸動脈の前壁に相当する受信信号を含む範囲に ROI を設定する。

【0079】

具体的には、ROI 設定部 6 が、第 1 のフレームの受信信号の信号強度に基づき頸動脈の長軸断面での血管中心の位置を検出し、その血管中心の位置を基準に深さ方向における相対的に浅い方向に予め備えた矩形領域を配置することで、頸動脈の前壁に ROI を設定する。

【0080】

ステップ 3 (S03) では、第 1 の境界候補検出部 7 が、ROI 内の音響線方向における各位置の深さ方向における受信信号の信号強度の強度分布を生成する。そして、第 1 の境界候補検出部 7 が、上述の第 1 及び第 2 のテンプレートをを用い、生成した信号強度分布に対してテンプレートとの類似度をそれぞれ算出し、それに基づき第 1 の血管境界候補位置 (第 1 の中膜外膜境界候補位置及び第 1 の内腔内膜境界候補位置) を検出する。

【0081】

図 7 は、第 1 の境界候補検出部 7 による第 1 の血管境界候補位置の検出結果の一例を示す図である。なお、実施の形態 1 による第 1 の境界候補検出部 7 では、第 1 のフレームの受信信号に対して第 1 の血管境界候補位置を検出する構成であるが、ここでは理解を容易にするため、受信信号の信号強度に応じて変換された輝度信号に基づき構築された断層画像を用いて説明を行う。

【0082】

図 7 (特に図 7 (b)) に示す矩形領域は、ROI 設定部 6 により設定された ROI であって、ROI 内の 2 つの線は、第 1 の境界候補検出部 7 が検出した第 1 の血管境界候補位置であって、紙面上から順に第 1 の中膜外膜境界候補位置、第 1 の内腔内膜境界候補位置である。

【0083】

ステップ 4 (S04) では、第 2 の境界候補検出部 8 が、上述の信号強度分布に対し、第 1 及び第 2 のテンプレートに基づき算出した類似度に基づき、第 2 の血管境界候補位置 (第 2 の中膜外膜境界候補位置及び第 2 の内腔内膜境界候補位置) を検出する。

【0084】

図 8 は、第 2 の境界候補検出部 8 による第 2 の血管境界候補位置の検出結果の一例を示す図である。図 8 (特に図 7 (8)) に示す矩形領域は、ROI 設定部 6 により設定された ROI であって、ROI 内の 2 つの線は、第 2 の境界候補検出部 8 が検出した第 1 の血管境界候補位置であって、紙面上から順に第 2 の中膜外膜境界候補位置、第 2 の内腔内膜境界候補位置である。

【0085】

ステップ 5 (S05) では、境界候補選択部 9 が、第 2 の血管境界候補位置において、上述の第 1 の判定～第 3 の判定を行い、第 2 の血管境界候補位置が、真の血管境界候補位置であるか否かを判定する。そして、境界候補選択部 9 が、第 2 の血管境界候補位置を真の血管境界候補位置と判定した場合には、第 2 の血管境界候補位置を IMT 計測の対象として選択する。一方、境界候補選択部 9 が、第 2 の血管境界候補位置を真の血管境界候補位置ではない判定した場合には、第 1 の血管境界候補位置を IMT 計測の対象として選択する。

【0086】

図 9 は、第 1 のフレームの断層画像上にステップ 3 (S03) 及びステップ 4 (S04)

10

20

30

40

50

）の第1及び第2の血管境界候補位置を同時に表示した図であって、図9のROI中の4つの線は、それぞれ、第1の中膜外膜境界候補位置（図9中のa）、第1の内腔内膜境界候補位置（図9中のb）、第2の中膜外膜境界候補位置（図9中のc）及び第2の内腔内膜境界候補位置（図9中のd）である。

【0087】

実施の形態1で示した第1のフレームの断層画像を、本願発明者らが確認したところ、第2の血管境界候補位置が、真の血管境界候補位置であったが、上述の第1及び第2の判定を行った場合においても、第2の血管境界候補位置を真の血管境界候補位置として選択することができた。

【0088】

ステップ6（S06）では、ステップ5（S05）で選択された血管境界候補位置に基づきIMT計測部11がROI内の内腔内膜境界候補位置と中膜外膜境界候補位置との距離を音響線方向における各位置で計測する。そして、IMT計測部11は、算出されたROI内の内腔内膜境界と中膜外膜境界との距離のうち、例えば、最大値（maxIMT）、または平均値（meanIMT）をIMT値として決定し、その結果を表示処理部12に出力する。

【0089】

ステップ7（S07）では、表示処理部12が、IMT計測部11から供給されたIMTの計測結果を表示器102に表示する処理を行う。これにより、IMT計測結果が、表示器102に表示され、操作者はそれを基に計測結果を知ることができる。

【0090】

以上の構成で示した本願の一実施形態によれば、取得した頸動脈の長軸断面を含む受信信号の中に、頸動脈の内腔内膜境界及び中膜外膜境界に相当する受信信号の信号強度と類似するパターンを有する組織（頸静脈や筋肉層等）が含まれ、頸動脈の血管壁に近接する位置に係る組織が位置していた場合であっても、頸動脈の内腔内膜境界及び中膜外膜境界を自動で精度良く検出することができる。

【0091】

なお、本願の実施形態においては、ROI設定部6、第1の境界候補検出部7、第2の境界候補検出部8、境界候補選択部9及びIMT計測部10の処理は、受信信号を用いる構成で説明したが、受信信号から所定の処理が行われた信号を用いてもよいことはいうまでもない。この受信信号から所定の処理が行われた信号とは、受信信号の信号強度に対応する信号であって、例えば、断層画像データのもととなる輝度信号や受信信号から輝度信号を生成する過程の信号をいう。

【0092】

なお、これら機能ブロックが、例えば、輝度信号を用いて処理する場合には、図1の受信部4から受信信号をROI設定部6に出力する構成ではなく、断層画像処理部6から係る輝度信号をROI設定部6に出力する構成となる。

【0093】

本願の実施の形態においては、頸動脈の長軸断面における前壁のIMT計測の例を説明しているが、本願の実施形態としては、当然、後壁のIMT計測の場合にも用いることができることはいうまでもない。

【0094】

この場合、ROI設定部6は、頸動脈の血管内腔の位置を基準に深い側、すなわち、頸動脈の後壁にROIを設定することとなる。

【0095】

また、これらの場合、第1の境界候補検出部は、生成した信号強度分布に対し、第1の血管境界候補位置として、最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第1の中膜外膜境界候補位置として検出し、第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第1の内腔内膜境界候補位置として検出することとなる。

【0096】

さらに、これらの場合、第2の境界候補検出部は、生成した信号強度分布に対し、第2の血管境界候補位置として、第1の中膜外膜境界候補位置より浅い位置において最も中膜外膜境界らしさを示す位置を第2の中膜外膜境界候補位置として検出し、第2の中膜外膜境界候補位置よりも浅い位置において最も内腔内膜境界らしさを示す位置を第2の内腔内膜境界候補位置として検出することとなる。

【0097】

さらにまた、これらの場合、深さ方向において頸動脈の長軸断面における後壁は、浅い方から深い方にかけて、血管内腔、内膜、中膜及び外膜の順に位置するため、第1及び第2のテンプレートもそれに応じて変更する必要がある。

【産業上の利用可能性】

10

【0098】

本願の一実施形態に係る超音波診断装置、超音波診断装置の制御方法及び超音波診断装置の制御器によれば、内腔内膜境界と中膜外膜境界とを精度良く検出することができる。

【符号の説明】

【0099】

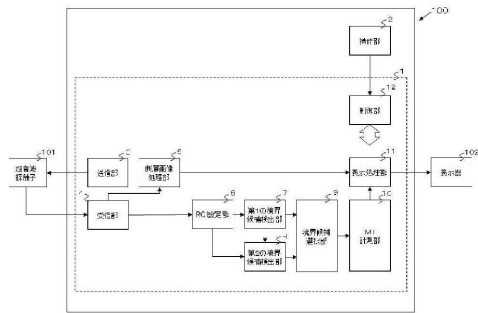
- 1 制御器
- 2 操作部
- 3 送信部
- 4 受信部
- 5 断層画像処理部
- 6 ROI設定部
- 7 第1の境界候補検出部
- 8 第2の境界候補検出部
- 9 境界候補選択部
- 10 IMT計測部
- 11 表示処理部
- 12 制御部
- 51 圧電変換素子
- 52 パルサー
- 53 ADコンバーター
- 54 増幅器
- 55 送信ビームフォーマー
- 56 受信ビームフォーマー
- 57 画像処理機
- 58 断層画像処理器
- 59 メモリ
- 60 演算処理機
- 100 超音波診断装置
- 101 超音波探触子
- 102 表示器

20

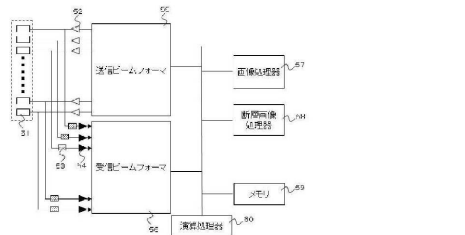
30

40

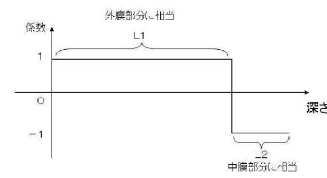
【図 1】



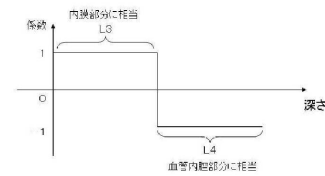
【図 2】



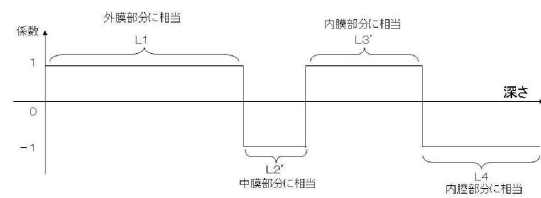
【図 3】



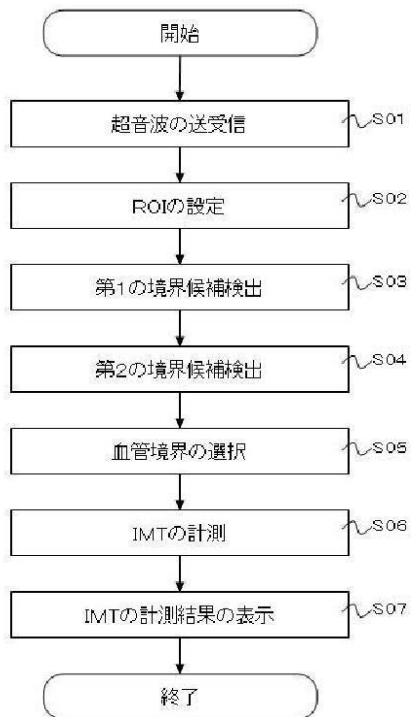
【図 4】



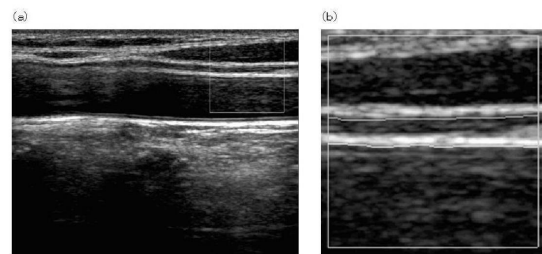
【図 5】



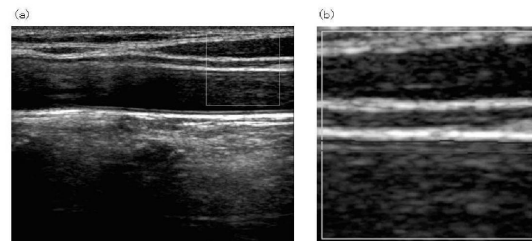
【図 6】



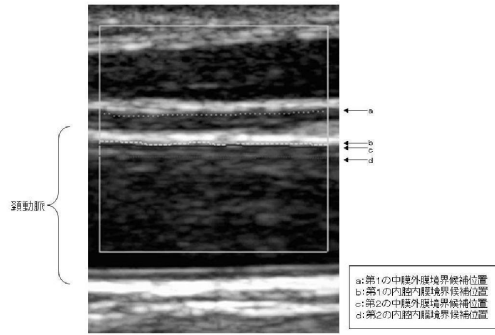
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 川端 章裕
愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内
- (72)発明者 高木 一也
愛媛県東温市南方2131番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内

審査官 森口 正治

- (56)参考文献 国際公開第2011/099102 (WO, A1)
特開2008-168016 (JP, A)
国際公開第2005/087111 (WO, A1)

- (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，超声诊断设备控制器和超声诊断设备控制方法		
公开(公告)号	JP6176043B2	公开(公告)日	2017-08-09
申请号	JP2013209854	申请日	2013-10-07
[标]申请(专利权)人(译)	柯尼卡株式会社		
申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	柯尼卡美能达有限公司		
[标]发明人	占部真樹子 鈴木隆夫 川端章裕 高木一也		
发明人	占部 真樹子 鈴木 隆夫 川端 章裕 高木 一也		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/14		
FI分类号	A61B8/08.ZDM A61B8/14 A61B8/08		
F-TERM分类号	4C601/DD01 4C601/DD14 4C601/DD26 4C601/EE09 4C601/JC07 4C601/JC09 4C601/JC37		
代理人(译)	木曾隆		
其他公开文献	JP2015073584A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

(修改) 甲在内腔内膜边界和中膜外膜边界可以被检测到准确的超声波诊断装置中，控制器的控制方法以及超声波诊断装置的超声波诊断装置。生成关注区域中的接收信号的深度方向的信号强度分布，生成信号强度分布作为第一血管边界候选位置。第一边界候选检测单元，用于检测分布中的第一外膜外膜边界补充位置和第一内腔内膜边界候选位置如图7所示，第二边界候选检测部8检测第二内腔分界限候选位置和第二内腔界内候选位置作为第二血管界限候选位置，选择边界候选位置和第二血管边界候选位置中的一个的边界候选选择单元9以及选择边界候选位置和第二血管边界候选位置中的任一个的边界候选选择单元9，以及IMT测量单元，其基于候选位置和腔内心脏边界候选位置来执行IMT测量。

(19) 日本国特許庁 (JP)	(12) 特 許 公 報 (B2)	(11) 特許番号 特許第6176043号 (P6176043)
(45) 発行日 平成29年8月9日 (2017. 8. 9)	(24) 登録日 平成29年7月21日 (2017. 7. 21)	
(51) Int. Cl. A 6 1 B 8 / 08 (2006. 01) A 6 1 B 8 / 14 (2006. 01)	F 1 A 6 1 B 8 / 08 A 6 1 B 8 / 14	Z D M
請求項の数 10 (全 21 頁)		
(21) 出願番号 特願2013-209854 (P2013-209854)	(73) 特許権者 000001270 コニカミノルタ株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号	
(22) 出願日 平成25年10月7日 (2013. 10. 7)	(74) 代理人 100105050 弁理士 齋田 公一	
(65) 公開番号 特開2015-73584 (P2015-73584A)	(74) 代理人 100155620 弁理士 木曾 孝	
(43) 公開日 平成27年4月20日 (2015. 4. 20)	(72) 発明者 占部 真樹子 愛媛県東道市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内	
審査請求日 平成28年6月24日 (2016. 6. 24)	(72) 発明者 鈴木 隆夫 愛媛県東道市南方2 1 3 1 番地1 パナソニックヘルスケア株式会社内	
最終頁に続く		
(54) 【発明の名称】 超音波診断装置、超音波診断装置の制御器及び超音波診断装置の制御方法		