

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6338965号
(P6338965)

(45) 発行日 平成30年6月6日(2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月18日(2018.5.18)

(51) Int.CI.

F 1

A 6 1 B	8/14	(2006.01)	A 6 1 B	8/14
A 6 1 B	8/08	(2006.01)	A 6 1 B	8/08
G 0 6 T	1/00	(2006.01)	G 0 6 T	1/00

2 9 0

請求項の数 12 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2014-162586 (P2014-162586)
(22) 出願日	平成26年8月8日(2014.8.8)
(65) 公開番号	特開2016-36594 (P2016-36594A)
(43) 公開日	平成28年3月22日(2016.3.22)
審査請求日	平成29年5月31日(2017.5.31)

(73) 特許権者	594164542 キヤノンメディカルシステムズ株式会社 栃木県大田原市下石上1385番地
(74) 代理人	110000866 特許業務法人三澤特許事務所
(72) 発明者	高松 勝幸 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 医用システムエンジニアリング株式会社内
(72) 発明者	黒崎 樹 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 医用システムエンジニアリング株式会社内
(72) 発明者	丸山 敏江 栃木県大田原市下石上1385番地 東芝 医用システムエンジニアリング株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医用装置及び超音波診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体の対象部位が撮影されることにより取得された前記対象部位の医用画像を用いる医用装置において、

前記対象部位に位置する複数の特定部位を基に定義された前記対象部位の所定状態を記憶する記憶部と、

前記医用画像から前記複数の特定部位の位置を検出する検査手段と、

前記検出された複数の特定部位の位置を基に前記対象部位の実状態を定義する定義手段と、

前記定義された実状態と前記記憶部に記憶された前記所定状態との一致度合いに係る情報を得る判断部と、

を有し、

前記記憶部は、前記対象部位と前記対象部位の所定状態とを対応づけ記憶しておき、

前記検査手段は、前記対象部位の指定を受けることで前記医用画像から前記複数の特定部位の位置を検出する、

ことを特徴とする医用装置。

【請求項 2】

前記記憶部は、前記対象部位の種類と、前記対象部位の種類に対応して、前記対象部位の内及び/又は外に位置する複数の特定部位の参照位置を基に所定の定義方法で定義された対象部位の所定状態と、を対応づけて記憶し、

10

20

前記検査手段は、前記対象部位の種類に対応した前記複数の特定部位を記憶しておき、前記対象部位の指定を受けたとき、前記医用画像から指定された対象部位の種類について前記複数の特定部位の位置を検出し、

前記定義手段は、前記対象部位の種類に対応して前記実状態を定義する定義方法を記憶しておき、前記対象部位の前記指定を受けたとき、前記検査手段で検出された前記複数の特定部位の位置を基に、前記指定された対象部位の種類についての前記定義方法で前記実状態を定義し、前記定義した対象部位の実状態を出力することを特徴とする請求項1に記載の医用装置。

【請求項3】

前記検査手段は、前記対象部位として胎児頸部浮腫の部位の指定を受けて、前記医用画像から前記対象部位の外に位置する背骨上の複数の第1の特定部位の位置、及び、前記対象部位の外に位置する眼窩としての2つの第2の特定部位の位置を検出し、

前記定義手段は、前記2つの第2の特定部位の位置を結ぶ直線の中心位置と、前記複数の第1の特定部位との互いの位置の関係により前記実状態を定義し、

前記判断部は、前記定義された前記実状態と、前記中心位置、及び、前記複数の前記第1の特定部位の位置の全てが同一の平面内に存在することと定義された前記所定状態と同じか否かを判断し、

前記判断部により前記実状態と前記所定状態と同じであると判断されたとき、胎児頸部浮腫の厚さを計測可能に構成されることを特徴とする請求項2に記載の医用装置。

【請求項4】

前記定義手段は、前記直線の中心位置で該直線に直交する平面を求め、前記求めた前記平面と前記第1の特定部位との互いの位置の関係により前記実状態を定義し、

前記判断部は、前記定義された前記実状態と、前記複数の前記第1の特定部位の位置の全てが前記平面内に存在することと定義された前記所定状態と同じか否かを判断することを特徴とする請求項3に記載の医用装置。

【請求項5】

前記定義手段は、前記複数の前記第1の特定部位の位置の全てが同一の平面内に存在するとき、前記存在した平面と前記中心位置との互いの位置の関係により前記実状態を定義し、

前記判断部は、前記定義された前記実状態と、前記平面が前記中心位置を通ることと定義された前記所定状態と同じか否かを判断することを特徴とする請求項3に記載の医用装置。

【請求項6】

前記判断部により前記実状態と前記所定状態と同じであると判断されたとき、前記医用画像を基に前記平面における正中矢状断面が生成され、さらに、前記正中矢状断面が表示されることにより、胎児頸部浮腫の厚さを計測可能に構成されることを特徴とする請求項3から請求項5のいずれかに記載の医用装置。

【請求項7】

前記検査手段は、前記医用画像の中から一つの医用画像を所定の順に読み出し、前記読み出した前記医用画像から前記複数の特定部位の位置を検出し、前記検出した複数の特定部位の位置を基に定義された前記実状態と前記記憶部に記憶された前記所定状態とが異なると判断されたとき、前記一つの医用画像の次の順の医用画像を読み出すことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれかに記載の医用装置。

【請求項8】

前記検査手段は、前記対象部位として左室の指定を受けて、前記医用画像から前記対象部位の内に位置する左室の入口の両側に位置する僧帽弁としての2つの第3の特定部位の位置、及び、前記対象部位の内に位置する前記入口から左室の奥に位置する奥壁としての第4の特定部位の位置を検出し、

前記定義手段は、2つの前記第3の特定部位の位置を結ぶ直線を求め、前記直線の中心位置と前記第4の特定部位の位置との両者間の距離である左室長軸長を求めるることにより

10

20

30

40

50

前記実状態を定義し、

前記判断部は、前記求められた前記左室長軸長が最も長いとき、前記定義された前記実状態と前記所定状態と同じになったと判断し、

前記判断部により前記実状態と前記所定状態と同じになったと判断されたとき、前記最も長い前記左室長軸長を出力可能に、及び／又は、そのときの左室の断面積である長軸断面積を計測可能に構成されることを特徴とする請求項2に記載の医用装置。

【請求項9】

前記検査手段は、前記医用画像の中から所定数の医用画像を所定の順に読み出し、前記読み出した前記医用画像を基に前記第3の特定部位及び前記第4の特定部位の位置を検出し、

10

前記定義手段は、前記検査手段により前記所定数の医用画像を基に検出された前記第3の特定部位及び前記第4の特定部位の位置から前記所定数の前記左室長軸長を求め、

前記判断部は、前記定義手段により求められた前記左室長軸長が前記所定数の前記左室長軸長の中で最も長いとき、前記定義された前記実状態と前記所定状態と同じになったと判断することを特徴とする請求項8に記載の医用装置。

【請求項10】

被検体の対象部位を超音波で走査することにより前記対象部位の超音波画像を取得する超音波診断装置において、

前記対象部位に位置する複数の特定部位を基に定義された前記対象部位の所定状態を記憶する記憶部と、

20

逐次前記取得された前記超音波画像から一つの超音波画像を読み出し、前記読み出した超音波画像から前記複数の特定部位の位置を検出する検査手段と、

前記検出された複数の特定部位の位置を基に前記対象部位の実状態を定義する定義手段と、

前記定義された実状態と前記記憶部に記憶された前記所定状態との一致度合いに係る情報を得る判断部と、

を有する

ことを特徴とする超音波診断装置。

【請求項11】

前記検査手段は、前記超音波画像の中から一つの超音波画像を所定の順に読み出し、前記読み出した前記超音波画像から前記複数の特定部位の位置を検出し、前記検出した複数の特定部位の位置を基に定義された前記実状態と前記記憶部に記憶された前記所定状態とが異なると判断されたとき、前記一つの超音波画像の次の順の超音波画像を読み出すことを特徴とする請求項10に記載の超音波診断装置。

30

【請求項12】

前記検出した複数の特定部位の位置を基に定義された前記実状態と前記記憶部に記憶された前記所定状態と同じであると判断されたとき、前記複数の特定部位の位置を検出したときに用いた前記超音波画像を基に、前記対象部位について計測可能に構成されることを特徴とする請求項11に記載の超音波診断装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、医用装置及び超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

超音波診断装置には、超音波振動子が2次元状に配列された2Dアレイプローブ（マトリクスアレイプローブ）やメカ4Dプローブ（機械式3次元プローブ）を有するものがある。これらのプローブで被検体の対象部位を時間経過とともに撮影することにより対象部位の画像を含む一連の3次元の超音波画像が取得される。

【0003】

50

対象部位の実状態が所定状態になったときに撮影された3次元の医用画像、例えば、胎児の姿勢が左右対称を示したときに撮影された3次元の医用画像から胎児の正中矢状断面が生成される。ここで、「正中矢状断面」とは、体を両半分に分ける面をいう。胎児の正中矢状断面に基づいて対象部位が計測、または、検査される。

【0004】

胎児の正中矢状断面に基づいて計測される対象部位の種類には、例えば、胎児の後頸部浮腫(Nuchal Translucency:NT)領域がある。NT領域は、胎児の首の後ろ皮下の黒く抜けている部分である。図11にNT領域を白抜きの矢印で示す。NT領域の厚さは、胎児の正中矢状断面から計測される。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-81257号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、検査者は、胎児の姿勢が左右対称を示したときに撮影された3次元の医用画像(つまり、正中矢状断面が生成できる3次元の医用画像)であるか否かを、その医用画像を目で見て判断するため、判断ミスが生じ易く、正中矢状断面が生成できる3次元の医用画像を確実に特定できなかった。そのため、目で見て判断された3次元の医用画像から正中矢状断面と異なる断面が生成されることがある。正中矢状断面と異なる断面では、NT領域の厚さが正確に計測されない。また、NT領域の厚さが正確に計測されなかつたことが計測後に明らかになったとき、再度の計測を余儀なくされるため、計測の効率が低下する。

20

【0007】

この実施形態は、上記の問題を解決するものであり、医用画像を確実に特定することにより、対象部位を正確に計測し、計測の効率を向上することが可能な医用装置及び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】

【0008】

30

上記課題を解決するために、実施形態の医用装置は、被検体の対象部位が撮影されることにより取得された対象部位の3次元の医用画像を用いるものであり、記憶部と、検査手段と、定義手段と、判断部とを有する。記憶部は、対象部位に位置する複数の特定部位を基に定義された対象部位の所定状態を記憶する。検査手段は、複数の特定部位の位置を検出する。定義手段は、検出された複数の特定部位の位置を基に対象部位の実状態を定義する。判断部は、定義された実状態と記憶部に記憶された所定状態との一致度合いに係る情報を得る。さらに記憶部は、対象部位と対象部位の所定状態とを対応づけ記憶しておき、検査手段は、対象部位の指定を受けることで医用画像から複数の特定部位の位置を検出する。

【図面の簡単な説明】

40

【0009】

【図1】第1の実施形態に係る医用装置の機能ブロック図。

【図2】医用画像の読み出しから正中矢状断面を示す画像の表示までの一連の流れを示すフロー図。

【図3】医用画像の読み出しから正中矢状断面を示す画像の表示までの一連の流れを示すフロー図。

【図4】胎児のM P R 画像。

【図5】胎児の姿勢が左右対称を示したときに撮影された画像。

【図6】胎児の姿勢が左右対称を示さないときに撮影された画像。

【図7 A】輝度の高い部分が一方向に連続して検出されたときの画像。

50

【図 7 B】検出された背骨とその軸の一端に配置された頭部とを示す画像。

【図 8】眼窩の位置と平面との位置関係を示す図。

【図 9】平面内に背骨上の複数の位置の全てが存在するときを示す図。

【図 10 A】平面内に背骨上の複数の位置のいずれかが存在しないときを示す図。

【図 10 B】平面内に背骨上の複数の位置のいずれかが存在しないときを示す図。

【図 11】正中矢状断面を示す画像。

【図 12】心臓のM P R 画像。

【図 13】第 2 の実施形態において、医用画像の読み出しから長軸長等の表示までの一連の流れを示すフロー図。

【図 14】左室の僧帽弁及び左室の奥壁を示す図。

10

【図 15】長軸長及び長軸断面積を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

例えば、2Dアレイプローブやメカ4Dプローブを有する超音波プローブで、対象部位を時間経過とともに撮影することにより対象部位の画像を含む一連の3次元の超音波画像（医用画像）が取得される。取得された一連の3次元の医用画像は、例えば病院内の画像サーバ（図示しない）に送信される。一連の3次元の医用画像は、それらが撮影されたときの撮影時刻を含む付帯情報と対応づけられている。一連の3次元の医用画像は医用装置1に送信され、医用装置1の記憶部3（図1参照）に記憶される。

【0011】

20

対象部位の種類として、NT領域の他に、胎児の頭頂からお尻までの長さである胎児頭臀長（Crown-rump Length：CRL）、胎児の鼻骨の長さである胎児鼻骨長（Nasal bone：NB）、さらに、心臓の拡張末期左室の長軸長及び長軸断面積が含まれる。

【0012】

これらの対象部位の計測を正確にかつ効率良くするためには、対象部位の実状態S'が所定状態Sになったときに撮影された医用画像が一連の医用画像から特定される必要がある。例えば、NT領域、CRL、及び、NBの計測では、胎児の姿勢が左右対称を示したときに撮影された医用画像が一連の医用画像から特定され、特定された医用画像から正中矢状断面が生成される必要がある。また、例えば、拡張末期左室の長軸長及び長軸断面積の計測では、長軸長が最大値を示したときに撮影された医用画像が特定される必要がある。

30

【0013】

医用装置1は、対象部位の指定を受けて、対象部位を計測するための医用画像を一連の医用画像から特定する。NT領域等の計測を行うときの医用装置1については、第1の実施形態で説明する。さらに、心臓の拡張末期左室の長軸長及び長軸断面積の計測を行うときの医用装置1については、第2の実施形態で説明する。さらに、これらの計測を行う超音波診断装置100については、第3の実施形態で説明する。

【0014】

<第1の実施形態>

40

次に、医用装置1の第1の実施形態について各図を参照して説明する。

図1は、医用装置1の機能ブロック図、図2は、医用画像の読み出しから正中矢状断面を示す画像の表示までの一連の流れを示すフロー図である。

図1に示すように、医用装置1は、制御部2と、記憶部3と、インターフェース4と、検査手段10と、定義手段20と、判断部30とを有する。制御部2は、記憶部3、インターフェース4、検査手段10、定義手段20、及び、判断部30に各動作を指示する制御指令を出すことで、それらを統括的に制御する。インターフェース4は、入力部41、表示制御部42及び表示部43を有する。

【0015】

〔記憶部3〕

50

予め、記憶部3には、対象部位の種類と、対象部位の種類に対応して、対象部位の内及び／又は外に位置する複数の特定部位の参照位置を基に所定の定義方法で定義された対象部位の所定状態Sとが対応づけられて記憶される（図2に示す「対象部位の種類に対応した特定部位を記憶」）。

【0016】

ここで、「対象部位の外に位置する」とは、対象部位をその一部とする被検体があるとき、被検体における対象部位以外に位置し、及び／又は、被検体の外に位置することをいう。さらに、「対象部位の所定状態」とは、胎児の姿勢が左右対称を示したときの状態をいう。「参照位置」とは、概念上の位置であって、検査手段10により検出される特定部位の位置に対応する位置であり、ここでは、胎児の背骨上の複数の位置、及び、眼窩の位置をいう。10

【0017】

(所定状態の定義)

対象部位の所定状態Sは、双方の眼窩の位置R_p、R_qを結ぶ直線の中心位置R_cに該直線に直交する平面を設けたとき、その平面内に（平面に沿って）背骨があることにより、定義される。

【0018】

(定義方法)

(i) 3次元の医用画像を(x、y、z)の座標系で表す。

(ii) 背骨を特定し、その長さ方向に沿って、背骨の位置として距離が離れた複数点を選択する。画像における背骨上の複数の位置R_iをR_i(x_i、y_i、z_i)、ただし、i=1、2、…、n(n-3)で表す。20

(iii) 眼窩を特定し、その位置R_p、R_qを検出する。画像における眼窩の位置R_p、R_qをR_p(x_p、y_p、z_p)、R_q(x_q、y_q、z_q)で表す。

(iv) 画像におけるR_pとR_qとを結ぶ直線の中心位置R_c(x_c、y_c、z_c)を求める。

(v) R_pとR_qとを結ぶ直線をX軸とし、中心位置R_cをX軸上の原点(X_c=0、Y_c=0、Z_c=0)とするXYZ座標系に、画像の座標系x y zにおける背骨の参照位置R_i(x_i、y_i、z_i)を変換し、R_i(X_i、Y_i、Z_i)とする。

(vi) 判定30

眼窩の位置R_p、R_qを結ぶ直線の中心位置R_cに設けられた該直線に直交する平面は、X_i=0の平面であるから、R_i(0、Y_i、Z_i)、ただし、i=1、2、…、n(n-3)のとき、定義を満足する。

【0019】

(インターフェース4)

図3は、医用画像の読み出しから正中矢状断面を示す画像の表示までの一連の流れを示すフロー図である。

検査手段10は、一連の3次元の医用画像の中から所定の順（例えば、付帯情報としての撮影時刻の順）に画像を読み出す（図2に示す「3次元の医用画像の読み出し」、図3に示すステップS101）。40

【0020】

図4は、胎児のMPR(Multi Planar Reconstruction)画像である。図4に、MPR画像に重ねて表示された円筒状のマークMを破線で示す。一連の3次元の医用画像とは別個に、胎児のMPR画像が取得され、記憶部3に記憶される。

【0021】

図4に示すように、表示制御部42は、胎児のMPR画像を表示部43に表示させるとともに、入力部41の操作を受けて、マークMを移動可能に、かつ、マークMで示された移動先の検出範囲を指定可能にMPR画像に重ねて表示させる。ここで、「検出範囲」とは、その範囲に特定部位があれば、検査手段10により特定部位の位置が検出される範囲50

をいう。さらに、表示制御部 4 2 は、入力部 4 1 の操作を受けて、対象部位の種類を指定可能に表示部 4 3 に表示させる。ここでは、表示制御部 4 2 は、入力部 4 1 の操作を受けて、マーク M で示された移動先の検出範囲（ここでは、腹部の範囲）を指定し、かつ、対象部位として NT 領域を指定する（図 2 に示す「対象部位及び検出範囲の指定」、図 3 に示すステップ S 1 0 2）。

【0022】

医用装置 1 は、検出範囲及び NT 領域が指定されると、前記所定の順に読み出した 3 次元の医用画像を基に、検査手段 1 0 による特定部位の位置検出、定義手段 2 0 による実状態 S' の定義、及び、判断部 3 0 による実状態 S' と所定状態 S との比較の各工程を行う。実状態 S' と所定状態 S との比較では、胎児の実状態 S' が所定状態 S、つまり、胎児の姿勢が左右対称を示したときの状態か否かを判断する。医用装置 1 は、実状態 S' と所定状態 S とが同じと判断したとき医用画像の読み出しを終了し、実状態 S' と所定状態 S とが異なると判断されたとき前記読み出した医用画像の次の順の医用画像を読み出す。そして、特定部位の位置検出から実状態 S' と所定状態 S との比較までの各工程を、実状態 S' と所定状態 S とが同じと判断するときまで繰り返す。10

【0023】

（特定部位の位置検出）

次に、特定部位の位置検出から実状態 S' と所定状態 S との比較までの各工程の詳細について説明する。

検査手段 1 0 は、対象部位の種類に対応した複数の特定部位、及び、その検出方法を予め記憶しておく。ここでは、NT 領域に対応した特定部位として、胎児の背骨、及び、胎児の眼窩が含まれる。20

【0024】

図 5 は、胎児の姿勢が左右対称を示したときに撮影された画像、図 6 は、胎児の姿勢が左右対称を示さないときに撮影された画像である。図 5 及び図 6 に、背骨上の位置を“B i”、眼窩の位置を“B p”、“B q”で示す。ここで、 $i = 1, 2, \dots, n$ ($n \geq 3$) である。

【0025】

検査手段 1 0 は、検出範囲及び NT 領域の指定を受けて、NT 領域に対応する特定部位（胎児の背骨、眼窩）及びそれらの位置を、読み出した 3 次元の医用画像から検出するが、先ず、検査手段 1 0 は、3 次元の医用画像における検出範囲中の描出された輝度が高い部分の連続した箇所を背骨として検出する（図 2 に示す「背骨の検出」）。さらに、検査手段 1 0 は、背骨を中心軸とし、背骨上の複数の位置 B i を検出する（図 2 に示す「背骨上の位置検出」）。このとき、医用画像における位置 B i は、 $B_i(x_i, y_i, z_i)$ で表される。30

【0026】

図 7 A は、輝度の高い部分が一方向に連続して検出されたときの画像である。検査手段 1 0 は、各画像において高い輝度を示す領域の図心の位置を求める。各画像における図心の位置を、背骨上の複数の位置 B i とする。

【0027】

次に、検査手段 1 0 は、中心軸としての背骨を参照し、読み出した画像に基づいて、パターンマッチングにより頭部を検出する（図 2 に示す「頭部の検出」、図 3 に示すステップ S 1 0 3）。さらに、検査手段 1 0 は、頭部の眼窩及びその位置 B p, B q を検出する（図 2 に示す「眼窓の位置検出」、図 3 に示すステップ S 1 0 3）。図 7 B は、検出された背骨と、背骨軸 A B の一端に配置された所定領域 A R を示す画像である。ここで、パターンマッチングとは、例えば、図 7 B に示すように、データベース（図示しない）に蓄えた頭部の画像（図示しない）と背骨軸 A B の一端に配置された所定領域 A R を示す画像とのマッチングをいう。さらに、検査手段 1 0 は、画像における B p と B q とを結ぶ直線の中心位置 B c を求める。検出された位置 B p, B q は、 $B_p(x_p, y_p, z_p)$ 、 $B_q(x_q, y_q, z_q)$ で表される。また、求められた中心位置 B c は、 $B_c(x_c, y_c, z_c)$ 4050

y_c 、 z_c) で表される。

【0028】

(実状態の定義)

定義手段 20 は、対象部位の種類に対応して実状態 S' を定義する定義方法（所定状態 S を定義したときと同じ方法）を予め記憶しておく。定義手段 20 は、検査手段 10 により検出された位置 B_i 、 B_p 、 B_q を基に所定の定義方法で実状態 S' を定義する（図 2 に示す「実状態を定義」、図 3 に示すステップ S104）。

【0029】

図 8 は、眼窩の位置 B_p 、 B_q と平面 P_L との位置関係を示す図である。図 8 に示すように、定義手段 20 は、検出された眼窩の位置 B_p 、 B_q を結ぶ直線を X 軸とし、中心位置 B_c を X 軸上の原点 ($X_c = 0$ 、 $Y_c = 0$ 、 $Z_c = 0$) とする XYZ 座標系に、医用画像の座標系 $x y z$ における背骨の位置 B_i (x_i 、 y_i 、 z_i) を変換し、 B_i (X_i 、 Y_i 、 Z_i) とする。（図 2 に示す「XYZ 座標を定義」：定義方法(v)と同じ）。

【0030】

図 9 は、平面 P_L 内に背骨上の複数の位置 B_i の全てが存在するときを示す図である。

次に、定義手段 20 は、眼窩の位置 B_p 、 B_q を結ぶ直線の中心位置 B_c に該直線に直交する平面 P_L を設けたとき、背骨上の複数の位置 B_i からその平面 P_L までの距離を求める（図 2 に示す「実状態を定義」）。

【0031】

(実状態 S' と所定状態 S との比較)

判断部 30 は、求められた距離（背骨上の複数の位置 B_i からその平面 P_L までの距離）に基づいて、定義された実状態 S' と所定状態 S とを比較する。

判断部 30 は、平面 P_L が $X_i = 0$ の平面であるから、 B_i (0 、 Y_i 、 Z_i) であるとき、実状態 S' と所定状態 S とが同じであると判断する（図 2 に示す「実状態と所定状態とを比較」、図 3 に示すステップ S105）。これは、平面 P_L 内に背骨上の複数の位置 B_i の全てがあること、つまり、平面 P_L が正中矢状断面であることを意味する。

【0032】

ここで、「平面 P_L 内に背骨上の複数の位置 B_i がある」とは、位置 B_i から平面 P_L までの距離が許容範囲内にあるときをいう。なお、許容範囲は次のように求められる。例えば、所定の正確さで NT 領域の厚さが計測できたときの平面（つまり、正中矢状断面）を生成できた医用画像を過去のサンプルから所定数選び出し、選び出した各サンプルについて、位置 B_i から平面 P_L までの距離を測定し、測定した数値の最大値により許容範囲を求める。

【0033】

図 10A 及び図 10B は、平面 P_L 内に背骨上の複数の位置 B_i のうちの 1 以上が存在しないときを示す図である。図 10A 及び図 10B に示すように、背骨上の複数の位置 B_i のうちの 1 以上が平面 P_L 内に位置しないとき、つまり、平面 P_L が正中矢状断面ではないとき、判断部 30 は、実状態 S' が所定状態 S と異なると判断する（図 2 に示す「実状態と所定状態とを比較」、図 3 に示すステップ S105）。判断部 30 は、判断結果を出力する（図 2 に示す「比較結果を出力」）。

【0034】

(正中矢状断面の表示、NT 領域の厚さの計測)

図 11 は正中矢状断面を示す画像である。対象部位の実状態 S' が所定状態 S と同じであるとの判断結果が出力されたとき（図 3 に示すステップ S105 : Yes）、図 11 に白抜きの矢印で示す NT 領域の厚さ（図 11 に “t” で表す）を計測可能に構成される。ここで、「NT 領域の厚さを計測可能に構成」とは、その厚さを自動的に計測する自動計測と、その厚さが手動により計測される手動計測とが含まれる。

【0035】

自動計測としては、平面 P_L における正中矢状断面が 3 次元の医用画像を基に作成され、作成された正中矢状断面から NT 領域が抽出され、抽出された NT 領域の図心をその中

10

20

30

40

50

心とし、その半径が所定間隔（例えば、2 mm）で段階的に異なる複数の同心円形状のスケールが作成され、作成されたスケールがNT領域に重ねられるように表示部43に表示されることにより（図2に示す「正中矢状断面を表示」、図3に示すステップS106）、スケールを参照してNT領域の厚さを計測する方法がある。これに対し、手動計測としては、平面PLにおける正中矢状断面が3次元の医用画像を基に作成され、作成された正中矢状断面が表示部43に表示されることにより（図2に示す「正中矢状断面を表示」、図3に示すステップS106）、正中矢状断面におけるNT領域の厚さを医師等が実際に計測する方法がある。同様にして、自動計測又は自動計測により、CRL、及び、NBが計測される。

【0036】

10

判断部30により対象部位の実状態S'が所定状態Sと異なると判断されたとき（図3に示すステップS105：No）、図3に示すS101に戻り、検査手段10は、読み出した医用画像の次の順の医用画像を一連の3次元の医用画像の中から読み出す。

【0037】

〔変形例〕

次に、第1の実施形態の医用装置1の変形例について説明する。

変形例では、「所定状態の定義」、及び、「定義方法」が前記実施形態と異なり、「実状態の定義」、「実状態S'」と所定状態Sとの比較」、及び、「正中矢状断面の表示」、及び、「NT領域の厚さの計測」については、前記実施形態と同じである。

【0038】

20

〔所定状態の定義〕

体を両半分に分ける面である正中矢状断面においては、背骨の長手方向の複数の位置R_iの全て、及び、双方の眼窩の位置R_p、R_qを結ぶ直線の中心位置R_cが、その断面内に存在するはずである。これに対し、図10A及び図10Bに示すように、胎児が頭を横に向けたり、首を傾げたりしたとき、複数の位置R_i及び中心位置R_cのうちのいずれかが、同一の平面から外れて位置する。

そこで、対象部位の所定状態Sは、背骨の長手方向の複数の位置R_iの全てが同一の平面内にあり、かつ、その平面が中心位置R_cを横切ることにより、定義される。

【0039】

〔定義方法〕

30

(i) 3次元の医用画像を(x、y、z)の座標系で表す。

(ii)背骨を特定し、その長さ方向に沿って、背骨の位置として距離が離れた複数点を選択する。画像における背骨上の複数の位置R_iをR_i(x_i、y_i、z_i)、ただし、i=1、2、…、n(n-3)で表す。

(iii)眼窩を特定し、その位置R_p、R_qを検出する。画像における眼窩の位置R_p、R_qをR_p(x_p、y_p、z_p)、R_q(x_q、y_q、z_q)で表す。

(iv)画像におけるR_pとR_qとを結ぶ直線の中心位置R_c(x_c、y_c、z_c)を求める。

(v)判定

複数の位置R_iの全てが同一の平面内にあるような平面が存在し、かつ、その平面が眼窓の位置R_p、R_qを結ぶ直線の中心位置R_cを横切るとき、定義を満足する。

反対に、医用画像を基に検査手段10により検出された背骨上の複数の位置R_iの全てが同一の平面内にあるような平面が存在せず、また、そのような平面があつても、検査手段10により検出された眼窓の位置R_p、R_qを結ぶ直線の中心位置R_cを横切らないとき、定義を満足しない。なお、「複数の位置R_iが同一の平面内にある」とは、位置R_iから平面までの距離が許容範囲内にあるときをいう。この許容範囲は、それを求めた前述の方法と同じ方法により求められる。

【0040】

<第2の実施形態>

次に、心臓の拡張末期左室の長軸長及び／又はそのときの長軸断面積の計測を行うとき

50

の医用装置 1 の第 2 の実施形態について、各図を参照して説明する。

【0041】

第 2 の実施形態の医用装置 1 の構成は、第 1 の実施形態の医用装置 1 と基本的に同じであるため、同じ構成については同一番号を付してその説明を省略し、異なる構成について主に説明する。

【0042】

図 12 は、心臓の MPR 画像である。一連の 3 次元の医用画像とは別個に心臓の MPR 画像が取得され、記憶部 3 に記憶される。図 12 に、略スペード型で表された拡張期の左室内腔を示す。左室内腔は、左室の入口の左右両側に位置する一対の僧帽弁と、左室の奥（スペードの頂点）に位置する奥壁（後壁）とを有する。また、図 12 に、一対の僧帽弁の位置 R_u 、 R_v を結ぶ直線の中心位置 R_c と奥壁の位置 R_w との間の距離である長軸長 L_A を示す。心臓の拡張末期は、左室の奥壁（後壁）が前後運動する中で頂点（最後方の位置）に移動する時期として示され、また、長軸長 L_A が最大値のときとして示される。
10

【0043】

第 1 の実施形態では、胎児の背骨上の位置 R_i 、及び、眼窩の位置 R_p 、 R_q を特定部位の参照位置としたが、第 2 の実施形態では、左室の僧帽弁の位置 R_u 、 R_v 、及び、左室の奥壁の位置 R_w を、特定部位の参照位置とする。

【0044】

(所定状態の定義)

対象部位の所定状態 S は、左室の僧帽弁の位置 R_u 、 R_v を結ぶ直線の中心位置 R_c と、左室の奥壁の位置 R_w との間の距離（以下、長軸長という）が、最大値のときと定義される。
20

【0045】

(定義方法)

(i) 3 次元の医用画像を (x 、 y 、 z) の座標系で表す。

(ii) 左室の僧帽弁を特定し、その位置 R_u 、 R_v を検出する。画像における位置 R_u 、 R_v を $R_u(x_u, y_u, z_u)$ 、 $R_v(x_v, y_v, z_v)$ で表す。

(iii) 左室の奥壁を特定し、その位置 R_w を検出する。画像における位置 R_w を $R_w(x_w, y_w, z_w)$ で表す。

(iv) R_u と R_v とを結ぶ直線の中心位置 $R_c(x_c, y_c, z_c)$ を求める。
30

(v) 中心位置 R_c と奥壁の位置 R_w との間の距離（長軸長 L_A ）を次の式(1)により求める。

$$L_A = \{ (x_w - x_c)^2 + (y_w - y_c)^2 + (z_w - z_c)^2 \}^{1/2} \quad (1)$$

(vi) 判定

長軸長 L_A が最大値のとき、定義を満足する。

【0046】

図 13 は、第 2 の実施形態において、医用画像の読み出しから長軸長等の表示までの一連の流れを示すフロー図である。

第 1 の実施形態と同様、検査手段 10 は、一連の 3 次元の医用画像の中から所定の順に画像を読み出す（図 13 に示す「3 次元の医用画像の読み出し」）。医用装置 1 又は画像処理装置（図示しない）は、3 次元の医用画像を基に MPR 画像を生成する。記憶部 3 には、胎児の MPR 画像が記憶される。
40

【0047】

図 12 に、MPR 画像に重ねて表示されたマーク M を破線で示す。表示制御部 42 は、入力部 41 の操作を受けて、マーク M で示された検出範囲（ここでは、心臓の左室の範囲）を指定し、かつ、対象部位として拡張末期左室の長軸長及び長軸断面積を指定する（図 13 に示す「対象部位及び検出範囲の指定」）。

【0048】

(特定部位の位置検出)

図 14 は、左室の僧帽弁及び左室の奥壁を示す図である。図 14 に右側の僧帽弁の位置
50

U、左側の僧帽弁の位置V、及び、奥壁の位置Wを示す。検査手段10は、検出範囲及び対象部位の指定を受けて、パターンマッチングにより対象部位に対応する特定部位（左室の僧帽弁及び奥壁）、並びに、その位置を、読み出した3次元の医用画像から検出する（図13に示す「僧帽弁の検出」～「左室の奥壁の位置検出」）。検出された右側の僧帽弁の位置U、左側の僧帽弁の位置V、及び、奥壁の位置Wは、U(x_u、y_u、z_u)、V(x_v、y_v、z_v)、W(x_w、y_w、z_w)で表される。

さらに、検査手段10は、左室の僧帽弁の位置U、Vを結ぶ直線の中心位置C(x_c、y_c、z_c)を求める。

【0049】

(実状態の定義)

10

定義手段20は、次の式(2)を参照して、中心位置Cと奥壁の位置Wとの間の距離である長軸長LA'を求める（図13に示す「長軸長を定義」、「実状態を定義」）。

$$LA' = \{ (x_w - x_c)^2 + (y_w - y_c)^2 + (z_w - z_c)^2 \}^{1/2} \quad (2)$$

定義手段20は、3次元の医用画像が読み出される度に、検出された位置U、V、W及び求められた中心位置Cを基に長軸長LA'を求める。例えば、医用画像が所定数N回読み出されたとき、定義手段20により所定数N個の長軸長LA'が求められる。

【0050】

(実状態S' と所定状態Sとの比較)

記憶部3には、長軸長LA'の初期値“0”が記憶される。判断部30は、長軸長LA'が求められる毎に、求められた長軸長LA'が記憶部3に記憶された長軸長LA'より大きいか否かを判断する。

20

【0051】

判断部30は、求められた長軸長LA'が記憶部3に記憶された長軸長LA'より大きいと判断したとき、求めた長軸長LA'で記憶部3に記憶された長軸長LA'を書き換える（長軸長の更新）。一方で、判断部30は、求めた長軸長LA'が記憶部3に記憶された長軸長LA'以下であると判断したとき、長軸長を更新しない。例えば、判断部30による判断が所定数N回行われたとき、記憶部3に記憶された長軸長LA'が、求められたN個の長軸長LA'の中の最大値となる。ここで、「求められた左室長軸長が最も長いとき」とは、判断部30により所定数回判断されたときを意味する。また、判断部30により所定数回判断されることが、「実状態S' と所定状態Sとの比較」となる。

30

【0052】

(拡張末期左室の長軸長、長軸断面積の計測)

図15は、長軸長及び長軸断面積を示す図である。図15に、位置U、C、V、Wを通るように、左室の心腔輪郭がトレースされた線PFを示す。

判断部30により実状態S' と所定状態S とが同じになったと判断されたとき、つまり、長軸長LA'が最大値のとき、そのときの長軸断面積を計測可能に構成される。長軸断面積の計測には、図15に線PFで示すように左室の心腔輪郭をトレースし（このとき、腺PFが位置U、V、Cを通る）、トレースで囲まれた面積を求める例えば、特開2007-1117344号公報に記載された手段が用いられる。

40

【0053】

判断部30は、長軸長LA'の最大値（拡張末期左室の長軸長LA'）、及び／又は、そのときの長軸長面積を出力する（図13に示す「比較結果を出力」）。

表示制御部42には、長軸長LA'の最大値、及び／又は、そのときの長軸断面積を表示部43に表示させる（図13に示す「長軸長等を表示」）。

【0054】

なお、拡張末期は、そのとき心室容積が最大値を示すこと、あるいは、心電図の波形により特定できる。そのため、これらで拡張末期を特定したときに取得された画像を読み出し、その画像から長軸長を計測することが可能である。しかし、拡張末期の長軸長の計測には、心室容積という長軸長以外のデータが用いられるため、また、心電図モニタが必要とされるため、拡張末期の長軸長を正確かつ簡単に計測できない。これに対し、前記第2

50

の実施形態によれば、医用画像を基に求められた所定数N個の長軸長LA'の中から、長軸長LA'の最大値を求ることで、拡張末期の長軸長を正確かつ簡単に計測することが可能となる。

【0055】

<第3の実施形態>

次に、第3の実施形態に係る超音波診断装置100について、各図を参照して説明する。

【0056】

第3の実施形態の超音波診断装置100の構成は、第1の実施形態の医用装置1と基本的に同じであるため、同じ構成については同一番号を付してその説明を省略し、異なる構成について主に説明する。 10

【0057】

前記実施形態では、一連の3次元の医用画像が医用診断装置(図示しない)により取得され、医用診断装置から院内のサーバ(図示しない)に送信され、サーバから医用装置1に送信され、医用装置1の記憶部3に記憶された。医用装置1は、記憶部3に記憶された一連の3次元の医用画像から、実状態が所定状態のときに撮影された医用画像を特定した。

【0058】

これに対し、第3の実施形態では、超音波診断装置100が制御部2、記憶部3、インターフェース4、検査手段10、定義手段20、判断部30、及び、撮影手段(図示しない)を有し、対象部位を超音波で走査することにより一連の3次元の超音波画像を取得する。超音波診断装置100の記憶部3は、医用装置1の記憶部3と同じく、特定部位と所定状態とを対応づけて記憶する。 20

【0059】

検査手段10は、撮影手段により逐次取得された一連の3次元の超音波画像から一つの超音波画像を所定の順に読み出し、読み出した超音波画像から特定部位の位置を検出する。定義手段20は、特定部位の位置を基に対象部位の実状態を定義する。判断部30は、定義された実状態が記憶部3に記憶された所定状態と同じであるか否かを判断する。

【0060】

検出された特定部位の位置を基に定義された実状態と記憶部3に記憶された所定状態とが同じであるとの判断結果を受けて、表示制御部42は、特定部位の位置を検出したときに用いた超音波画像を基に、対象部位を計測可能に表示部43に表示させる。それにより、対象部位を撮影しながら、対象部位を計測することが可能となる。 30

【0061】

一方で、検出された特定部位の位置を基に定義された実状態と記憶部3に記憶された所定状態とが同じでないとの判断結果を受けて、検査手段10は、読み出した超音波画像の次の超音波画像を一連の3次元の超音波画像から読み出す。

【0062】

上記実施形態において説明した構成は、実状態が所定状態のときに撮影された医用画像を一連の3次元の医用画像から特定するものであるが、2次元の医用画像にも適用することができる。また、特定部位の位置を、背骨上の位置や眼窩の位置としたものを示したが、人工骨上の位置にも適用することができる。 40

【0063】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これら実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものである。

【符号の説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 6 4 】

A B 背骨軸

A R 所定領域

B i、R i 背骨上の位置

B p、B q、R p、R q 眼窩の位置

B c、R c 中心位置

M マーク

P L 平面

1 医用装置

2 制御部

3 記憶部

4 インターフェース

4 1 入力部

4 2 表示制御部

4 3 表示部

1 0 検査手段

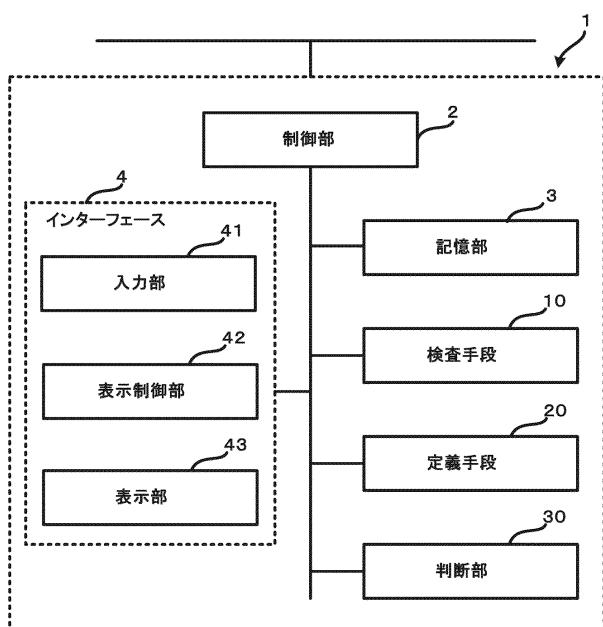
2 0 定義手段

3 0 判断部

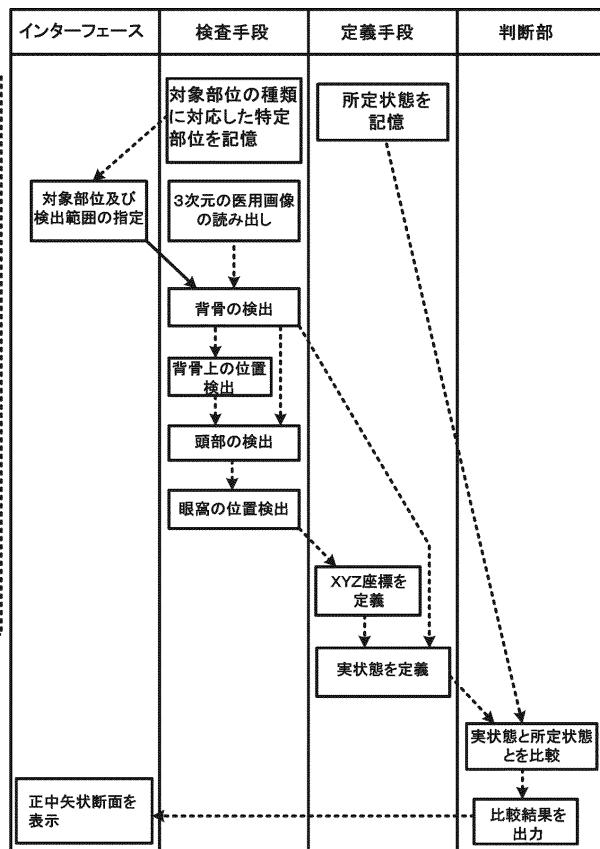
1 0 0 超音波診断装置

10

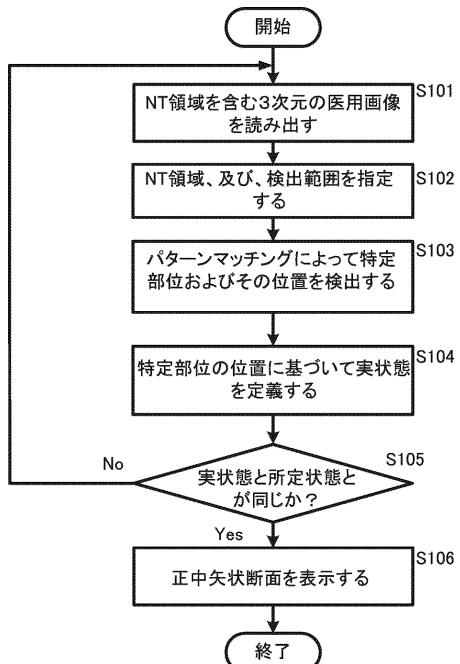
【図1】



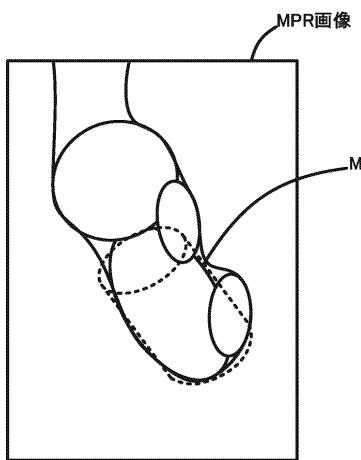
【図2】



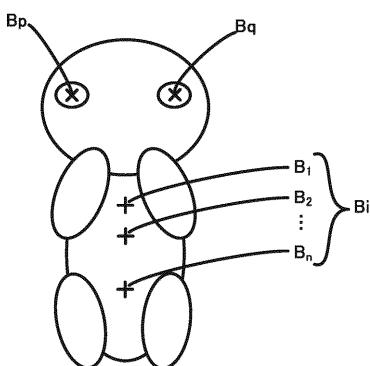
【図3】



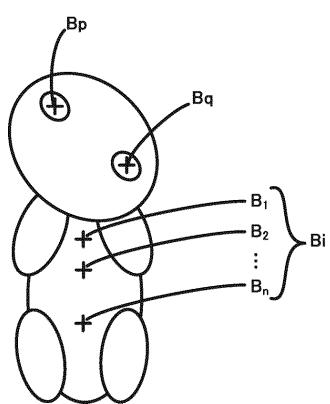
【図4】



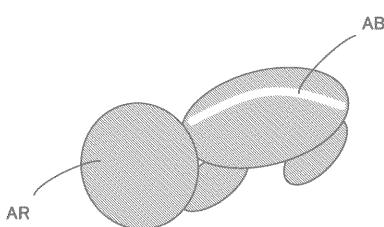
【図5】



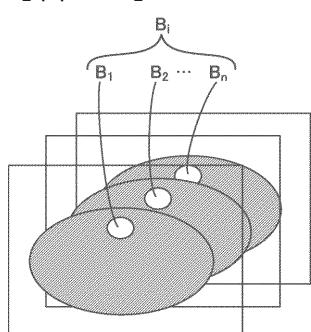
【図6】



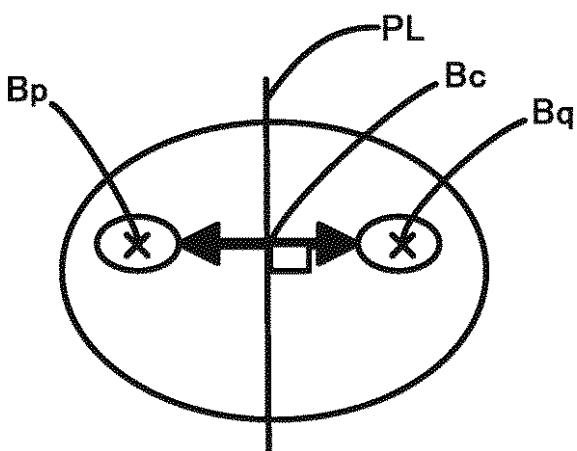
【図7B】



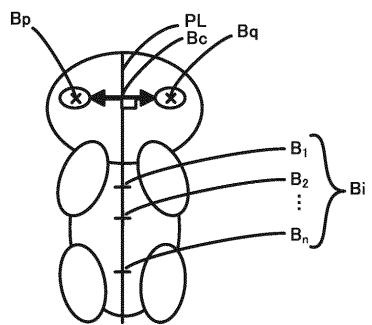
【図7A】



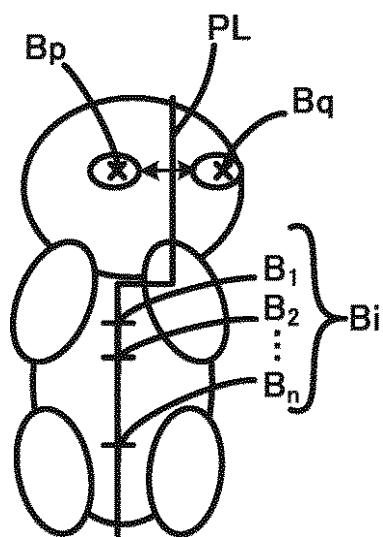
【図8】



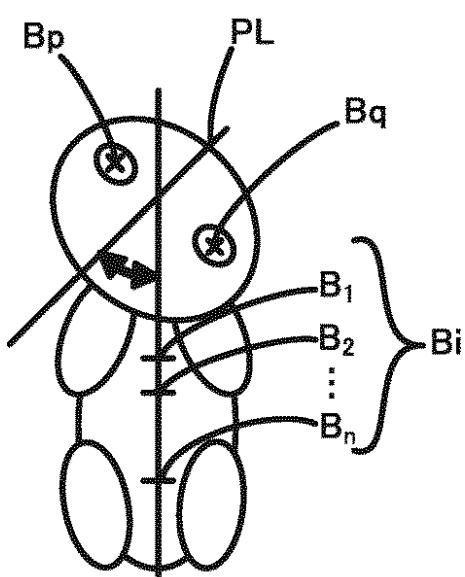
【図 9】



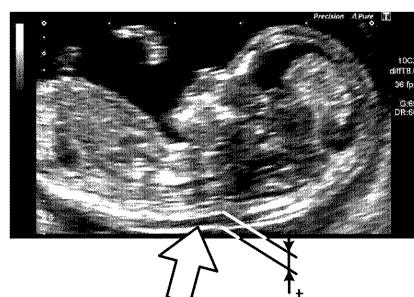
【図 10 A】



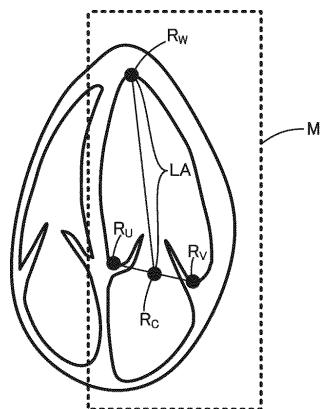
【図 10 B】



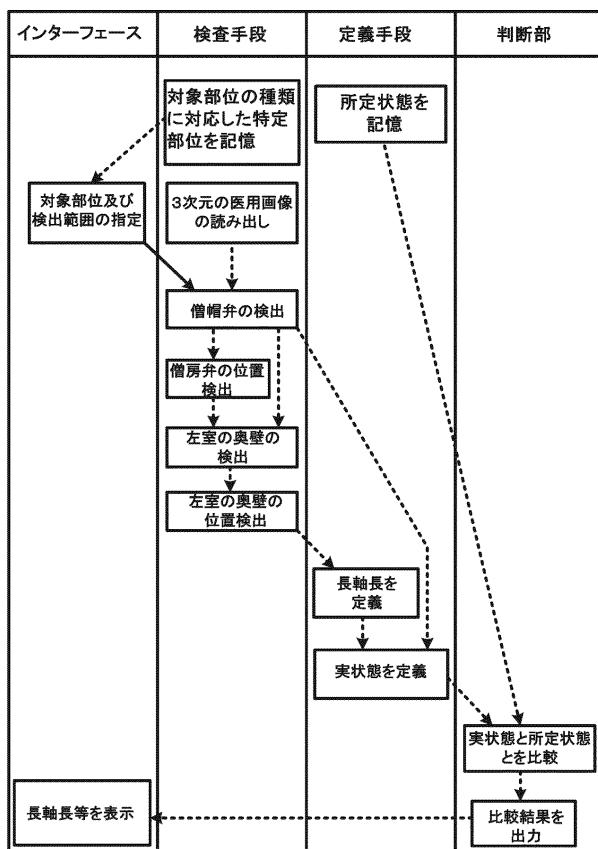
【図 11】



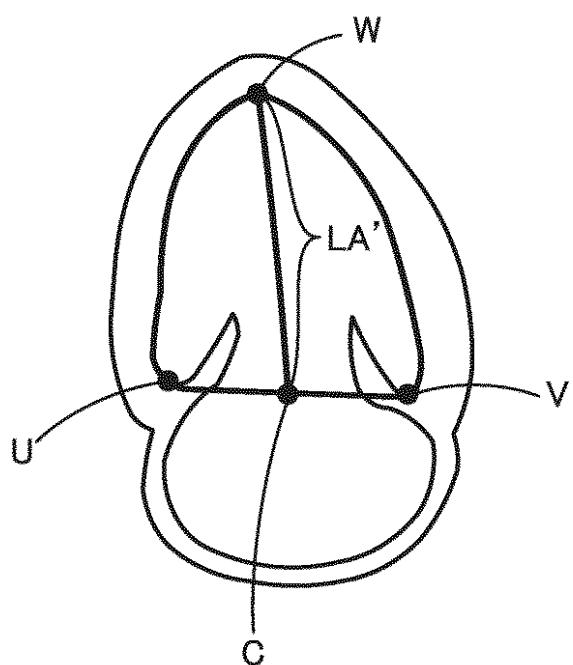
【図 12】



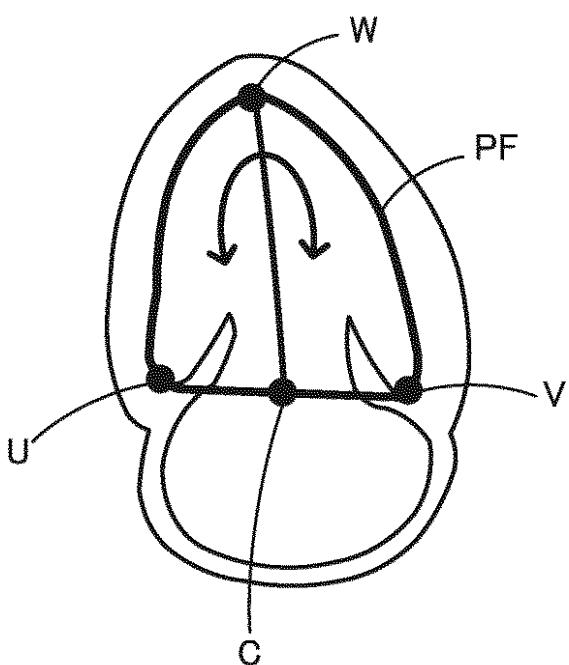
【図 13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 橋山 充男

栃木県大田原市下石上1385番地 東芝医用システムエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 杉尾 武

栃木県大田原市下石上1385番地 東芝医用システムエンジニアリング株式会社内

審査官 永田 浩司

(56)参考文献 特開2012-254243(JP, A)

国際公開第2012/042808(WO, A1)

特開2012-105968(JP, A)

米国特許出願公開第2012/0296212(US, A1)

特開2014-087640(JP, A)

米国特許出願公開第2015/0216509(US, A1)

米国特許出願公開第2014/0371591(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 8 / 00 - 8 / 15

A 61 B 6 / 00

A 61 B 5 / 05