

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-169793

(P2017-169793A)

(43) 公開日 平成29年9月28日(2017.9.28)

(51) Int.Cl.

A61B 8/14 (2006.01)

F1

A61B 8/14

テーマコード(参考)

4C601

審査請求 未請求 請求項の数 23 O L (全 51 頁)

(21) 出願番号 特願2016-59015(P2016-59015)
 (22) 出願日 平成28年3月23日(2016.3.23)

(71) 出願人 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
 (74) 代理人 110001900
 特許業務法人 ナカジマ知的財産総合事務所
 (72) 発明者 松本 悠希
 東京都千代田区丸の内二丁目7番2号 コニカミノルタ株式会社内
 Fターム(参考) 4C601 JC05 JC06 JC13 JC16 KK02
 KK30 KK31

(54) 【発明の名称】 超音波診断装置及び超音波画像処理方法

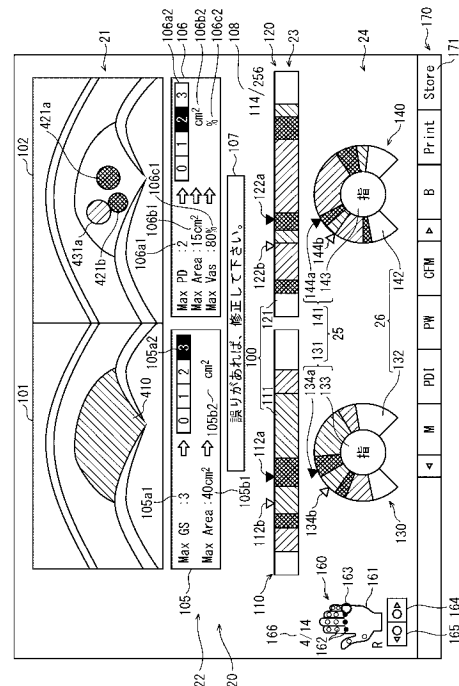
(57) 【要約】

【課題】 疾患程度を適切に表す断面画像を、容易に探すことができる超音波診断装置を提供する。

【解決手段】

複数フレームの超音波画像信号を取得する超音波画像取得部2001と、各フレームの超音波画像信号取得時における超音波プローブの角度情報を取得する角度情報取得部1014と、超音波画像信号を解析して対象画像部分が含まれるかを判定する評価対象判定部2002と、対象画像部分の信号から疾患の程度を定量的に表す疾患スコアを算出する疾患スコア算出部2003と、診断画像を表示させる表示制御部1016とを備え、診断画像は、複数フレームから選択されたフレームの超音波画像部分21と、疾患の程度を表す疾患活動性情報提示部20と、角度情報を表す角度情報画像部分25を含む。

【選択図】 図29



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

超音波プローブを介して被検体から取得した複数フレームの超音波画像信号に基づいて、診断画像を生成する超音波診断装置であって、

前記複数フレームの超音波画像信号を取得する超音波画像取得部と、

前記複数フレームの超音波画像信号それぞれの取得時における、前記被検体に対する前記超音波プローブの角度についての角度情報を取得する角度情報取得部と、

前記複数フレームの超音波画像信号を解析して、所定条件を満たす対象画像部分が含まれるときに、前記対象画像部分が含まれる前記超音波画像信号のフレームを評価対象フレームであると判定する評価対象判定部と、

前記評価対象フレームであると判定されたフレームの前記超音波画像信号における前記対象画像部分の信号から、疾患の程度を定量的に表す疾患スコアを算出する疾患スコア算出部と、

前記診断画像を生成して表示器に表示させる表示制御部とを備え、

前記診断画像は、前記複数フレームから選択されたフレームの前記超音波画像と、前記選択されたフレームの疾患の程度を表す疾患活動性情報提示部と、前記選択されたフレームに対応する前記角度情報を表す角度情報画像部分とを含む

超音波診断装置。

10

【請求項 2】

前記疾患活動性情報提示部は、前記複数フレームのそれぞれにおける前記疾患の程度とそれに対応する前記角度情報とを対応付けて表す

請求項 1 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 3】

前記角度情報画像部分は、前記被検体の断面を表す被検体断面アイコンと、前記被検体断面アイコンの外側において前記被検体断面アイコンに対する相対的な位置により前記選択されたフレームに対応する前記角度情報を示す角度インディケータとからなる

請求項 1 又は 2 に記載の超音波診断装置。

【請求項 4】

前記疾患活動性情報提示部は、前記被検体断面アイコンの周囲を囲むように帯状に配置された帯状画像部分を含み、

前記表示制御部は、前記帯状画像部分において、対応する角度における前記疾患スコアに基づいて、色、明度、彩度、模様のうち少なくとも 1 つを異ならせることにより前記疾患の程度と前記角度情報とを対応付けて表す

請求項 3 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 5】

前記疾患スコア算出部は、前記疾患スコアに対し所定の数値処理を行って、前記対象画像部分の疾患の程度を代表する代表疾患スコアを算出し、前記代表疾患スコアに対応する代表疾患フレームを選択し、

前記表示制御部は、前記代表疾患フレームに対応する前記診断画像を表示させる

請求項 3 又は 4 に記載の超音波診断装置。

40

【請求項 6】

前記表示制御部は記憶部に接続され、

前記記憶部は前記疾患スコア及び前記角度情報を、それぞれ対応するフレームに関連付けて記憶し、

前記表示制御部は、過去の前記代表疾患フレームに対応する前記角度情報を前記記憶部より取得して、過去の前記角度インディケータを今回の前記角度インディケータに重畳して表示させる

請求項 5 に記載の超音波診断装置。

【請求項 7】

前記制御部は、過去の前記代表疾患スコアを前記記憶部より取得し、今回と過去の前記

50

代表疾患スコアを比較して、疾患の程度が改善、悪化、現状維持の何れであるかについて判定する経過判定部をさらに有し、

前記表示制御部は、前記経過判定部による判定結果を取得し、前記取得された前記判定結果を表示させる

請求項 6 に記載の超音波診断装置。

【請求項 8】

前記制御部は、前記表示器に前記診断画像が表示されているときに、入力受付部を介して操作者から前記疾患スコアの修正を受けると、前記受け付けた修正を反映させた前記疾患スコアを、反映前の前記疾患スコアに代えて前記記憶部に記憶させる

請求項 6 又は 7 に記載の超音波診断装置。

10

【請求項 9】

前記表示制御部は、前記入力受付部を介して操作者から前記表示器に表示させるべき前記超音波画像のフレームの選択を受けると、前記受け付けたフレームに対応する前記診断画像を表示させる

請求項 8 に記載の超音波診断装置。

【請求項 10】

前記制御部は、前記判定結果に基づいて処方薬の提案を行う提案部をさらに有し、

前記表示制御部は、前記提案された処方薬を表示させる

請求項 7 から 9 の何れか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 11】

前記制御部は、前記処方薬の提案に対する操作者の選択を、入力受付部を介して受け付け、当該選択を前記記憶部に記憶させる

請求項 10 に記載の超音波診断装置。

20

【請求項 12】

前記複数フレームの超音波画像信号は、連続的に取得され、

前記診断画像は、前記連続的に取得された前記超音波画像信号のシーケンスを表すバーと、前記シーケンスにおける前記代表疾患フレームに対応する位置を前記バーに対して示す時系列インディケータを含む

請求項 5 から 11 の何れか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 13】

前記表示制御部は、前回の前記代表疾患フレームに対応する前記時系列インディケータを、今回の前記代表疾患フレームに対応する前記時系列インディケータに重畳して表示させる

請求項 12 に記載の超音波診断装置。

30

【請求項 14】

前記疾患活動性情報提示部は、前記バーを含み、前記バーにおいて対応するフレームの前記疾患スコアに基づいて、色、明度、彩度、模様の中の少なくとも 1 つを異ならせることにより前記シーケンスにおける前記疾患の程度の変化を表す

請求項 12 又は 13 に記載の超音波診断装置。

【請求項 15】

前記疾患活動性情報提示部は、前記選択されたフレームの前記疾患スコアを表す

請求項 1 から 14 に記載の超音波診断装置。

40

【請求項 16】

前記超音波画像取得部は、複数の診断部位からそれぞれ前記超音波画像信号を取得し、

前記表示制御部は、前記被検体における前記複数の診断部位の位置をそれぞれ示す診断部位アイコンに、前記複数の診断部位のそれぞれについて対応する前記代表疾患スコアが重畳して表示された全体診断画像を表示させる

請求項 5 から 12 の何れか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 17】

前記疾患スコア算出部は、前記複数の診断部位それぞれの前記代表疾患スコアに基づい

50

て、前記被検体の総合的な疾患の程度を定量的に表す総合疾患スコアを算出し、
前記表示制御部は、前記総合疾患スコアを前記全体診断画像に重畳して表示させる
請求項 16 に記載の超音波診断装置。

【請求項 18】

前記記憶部は、前記総合疾患スコアを記憶し、
前記表示制御部は、前記記憶部に記憶されている過去の前記総合疾患スコアを取得して、
前記総合疾患スコアの経時変化を示す総合疾患経時変化情報を前記全体診断画像に重畳
して表示させる
請求項 17 に記載の超音波診断装置。

【請求項 19】

前記所定の数値処理は、算出された前記疾患スコアのうち、(a) 疾患が最も進行した
状態を示す疾患スコアの最大値、(b) 疾患の程度が平均的である状態を示す疾患スコア
の平均値、又は、(c) 疾患の程度が中間的である状態を示す疾患スコアの中央値、から
選択される少なくとも 1 の数値と同一の疾患スコア、又は当該数値に最も近い疾患スコア
を選択する処理である
請求項 5 から 18 の何れか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 20】

前記超音波画像信号は、Bモード画像信号及びドプラモード画像信号を含む
請求項 19 に記載の超音波診断装置。

【請求項 21】

前記疾患はリウマチである
請求項 1 から 20 の何れか 1 項に記載の超音波診断装置。

【請求項 22】

超音波プローブを介して被検体から取得した複数フレームの超音波画像信号に基づいて
、診断画像を生成する超音波画像処理方法であって、

前記複数フレームの超音波画像信号を取得する超音波画像取得ステップと、
前記複数フレームの超音波画像信号それぞれの取得時における、前記被検体に対する前
記超音波プローブの角度についての角度情報を取得する角度情報取得ステップと、

前記複数フレームの超音波画像信号を解析して、所定条件を満たす対象画像部分が含ま
れるときに、前記対象画像部分が含まれる前記超音波画像信号のフレームを評価対象フレ
ームであると判定する評価対象判定ステップと、

前記評価対象フレームであると判定されたフレームの前記超音波画像信号における前記
対象画像部分の信号から、疾患の程度を定量的に表す疾患スコアを算出する疾患スコア算
出ステップと、

前記複数フレームから選択されたフレームの前記超音波画像と、前記選択されたフレ
ームの疾患の程度を表す疾患活動性情報提示部と、前記選択されたフレームに対応する前記
角度情報を表す角度情報画像部分とを含む前記診断画像を生成して表示器に表示させる表
示ステップとを含む

超音波画像処理方法。

【請求項 23】

前記疾患活動性情報提示部は、疾患の程度及び前記角度情報をフレーム毎に対応付けて
表す

請求項 22 に記載の超音波画像処理方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、超音波画像処理方法の技術分野に属し、特にリウマチ疾患の程度を定量化し
て診断に供する超音波画像処理方法及びそれを用いた超音波診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

近年関節リウマチをはじめとする関節炎の疾患活動性の評価に超音波診断装置を用いることが一般的になりつつある（例えば、特許文献1）。疾患活動性の評価にはBモード画像とパワードプラ画像が主に用いられており、Bモード画像では滑膜肥厚や滑液貯留、骨びらんを、パワードプラ画像では滑膜の炎症を観察することができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-056156号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

超音波画像診断においては、被検体におけるどの断面から超音波画像を取得して評価を行うかにより、異なる評価結果が得られる。そのため、超音波画像診断を行うに際して、複数の超音波画像の中から疾患活動性を適切に評価することができる断面画像を選択する必要がある場合がある。このように複数の超音波画像がある場合に、適切な断面画像を容易に探すことができる超音波診断装置が求められている。

【0005】

本開示は、上記課題を解決するものであり、疾患の程度（疾患活動性）を適切に表す断面画像を操作者が選択する場合に、容易に所望の断面画像を探することができる超音波診断装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するために、本発明の一態様に係る超音波診断装置は、超音波プローブを介して被検体から取得した複数フレームの超音波画像信号に基づいて、診断画像を生成する超音波診断装置であって、前記複数フレームの超音波画像信号を取得する超音波画像取得部と、前記複数フレームの超音波画像信号それぞれの取得時における、前記被検体に対する前記超音波プローブの角度についての角度情報を取得する角度情報取得部と、

前記複数フレームの超音波画像信号を解析して、所定条件を満たす対象画像部分が含まれるときに、前記対象画像部分が含まれる前記超音波画像信号のフレームを評価対象フレームであると判定する評価対象判定部と、前記評価対象フレームであると判定されたフレームの前記超音波画像信号における前記対象画像部分の信号から、疾患の程度を定量的に表す疾患スコアを算出する疾患スコア算出部と、前記診断画像を生成して表示器に表示させる表示制御部とを備え、前記診断画像は、前記複数フレームから選択されたフレームの前記超音波画像と、前記選択されたフレームの疾患の程度を表す疾患活動性情報提示部と、前記選択されたフレームに対応する前記角度情報を表す角度情報画像部分とを含むことを特徴とする。

30

【発明の効果】

【0007】

上記構成により、疾患活動性情報提示部及び角度情報画像部分に基づいて、所望の疾患の程度を示す超音波画像のフレームを操作者が容易に探すことができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】実施形態に係る超音波診断装置を含む超音波診断システムの外觀図である。

【図2】実施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3】疾患定量化部の構成を示すブロック図である。

【図4】評価対象判定部の構成を示すブロック図である。

【図5】手指関節のリウマチ検査をしている状態を示す模式斜視図である。

【図6】疾患スコア算出処理の内容を示すフローチャートである。

【図7】手指関節を測定対象として撮像した超音波画像を示す模式図である。

【図8】関節検出処理の内容を示すフローチャートである。

50

【図 9】(a)、(b)は、関節探索処理に用いる関節検出窓及び関節探索処理の動作を説明するための模式図である。

【図 10】関節探索処理の動作を説明するための模式図である。

【図 11】テンプレートマッチング法による関節検出処理の内容を示すフローチャートである。

【図 12】機械学習を用いる関節探索器の一例を示す模式図である。

【図 13】モーションノイズ検出処理の内容を示すフローチャートである。

【図 14】(a)、(b)は、モーションノイズが発生している B モード画像の一例を示す模式図である。

【図 15】体表圧迫度検出処理を説明するための B モード画像の模式図である。

10

【図 16】体表圧迫検出処理の内容を示すフローチャートである。

【図 17】疾患スコア算出処理の内容を示すフローチャートである。

【図 18】B モード画像において骨 1 及び骨 2 を検出する処理を説明するための模式図である。

【図 19】B モード画像において関節包の境界を検出する処理を説明するための模式図である。

【図 20】B モード画像において骨びらの程度を評価する処理を説明するための模式図である。

【図 21】正常な骨表面の境界におけるフィッティングの一例を示す模式図である。

【図 22】骨びらの骨表面の境界におけるフィッティングの一例を示す模式図である。

20

【図 23】検査順序を登録するための操作入力画面の一例を示す図である。

【図 24】超音波測定開始前の表示画面の一例を示す図である。

【図 25】超音波測定中の表示画面の一例を示す図である。

【図 26】超音波画像中に関節が含まれていない旨の警告メッセージが表示された表示画面の一例を示す図である。

【図 27】ドプラモード画像にモーションノイズが含まれている旨の警告メッセージが表示された表示画面の一例を示す図である。

【図 28】超音波プローブが被検体体表を圧迫している旨の警告メッセージが表示された表示画面の一例を示す図である。

【図 29】代表疾患フレームに対応する診断画像の一例を示す図である。

30

【図 30】診断画像生成表示処理の内容を示すフローチャートである。

【図 31】表示処理の内容を示すフローチャートである。

【図 32】疾患スコア修正操作を説明するための図であって、修正操作中の表示画面の一例を示す図である。

【図 33】疾患スコア修正操作を説明するための図であって、修正操作中の表示画面の一例を示す図である。

【図 34】疾患スコア修正後の表示画面の一例を示す図である。

【図 35】代表疾患スコア修正処理の内容を示すフローチャートである。

【図 36】全体診断画像の一例を示す図である。

【図 37】変形例 1 に係る超音波診断装置における全体診断画像の一例を示す図である。

40

【図 38】変形例 2 に係る超音波診断装置における全体診断画像の一例を示す図である。

【図 39】変形例 2 に係る超音波診断装置の内部構成を示すブロック図である。

【図 40】変形例 3 に係る代表疾患フレームに対応する診断画像の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施形態

< 構成について >

以下、実施形態に係る超音波診断装置 1100、超音波画像処理方法、超音波診断装置 1100 を含む超音波診断システム 1000 について、図面を参照しながら説明する。

< 1. 超音波診断システム 1000 の全体構成 >

50

実施形態に係る超音波診断装置 1100 の概略構成を説明する。図 1 は、超音波診断装置 1100 を含む超音波診断システム 1000 の外觀図である。図 2 は、超音波診断システム 1000 の機能ブロック図である。

【0010】

超音波診断システム 1000 は、超音波診断装置 1100、プローブユニット 1001、表示器 1008、入力受付部 1009 から構成される。以下、超音波診断システム 1000 を構成する各装置について説明する。

(1-1) プローブユニット 1001

プローブユニット 1001 は、超音波プローブ 1001a と、角度情報検出部 1001b とで構成されている。

10

【0011】

超音波プローブ 1001a は、超音波送受信部 1011 で生成された送信波を被検体内に向けて送信し、被検体内で反射された反射超音波を受信する。超音波プローブ 1001a で受信された反射超音波は、エコー信号として超音波送受信部 1011 へ出力される。

超音波プローブ 1001a は、例えば、1次元方向（以下、「振動子配列方向」とする）に配列された複数の圧電素子（不図示）からなる振動素子列を有し、超音波送受信部 1011 から供給されたパルス状の電気信号（以下、「送信超音波信号」とする）をパルス状の超音波に変換する。このとき、超音波プローブ 1001a は、振動素子側外表面を被検体の皮膚表面に接触させた状態で、複数の振動素子から発せられる超音波から構成される超音波ビームを測定対象に向けて送信する。そして、超音波プローブ 1001a は、被

20

【0012】

このような超音波プローブ 1001a を介して振動素子列と相対する被検体の所定領域（診断部位）に向けて超音波ビームを送信し、被検体から反射される反射超音波を受信する超音波走査を行うことにより、振動素子列方向とこの振動素子列方向に垂直な深さ方向から構成される断面における超音波画像を取得することができる。1回の超音波走査により取得された超音波画像の単位をフレームとし、1枚の断面画像を構築するために必要な1つのまとまった信号の単位としてあらず。この超音波走査を繰り返すことにより、複

30

【0013】

角度情報検出部 1001b は、超音波プローブ 1001a の被検体に対する角度情報を検出して角度情報取得部 1014 へ送信する。本実施形態においては、角度情報検出部 1001b は、超音波プローブ 1001a と共にプローブユニット 1001 として一体的に構成されている。角度情報検出部 1001b としては、具体的には、角度センサ、角速度センサ（ジャイロセンサ）等を利用することができる。

【0014】

なお、ここでいう被検体に対する角度情報とは、超音波プローブ 1001a からの超音波ビームの送信方向の水平方向に対する傾きを意味する。

40

(1-2) 表示器 1008

表示器 1008 は、いわゆる画像表示用の表示装置であって、後述する表示制御部からの画像出力を表示画面に表示する。表示器 1008 には、液晶ディスプレイ、CRT、有機ELディスプレイ等を用いることができる。

【0015】

(1-3) 入力受付部 1009

入力受付部 1009 は、入力デバイスであり、操作者からの超音波診断装置 1100 に対する各種設定・操作等の各種操作入力を受け付け、制御部 1010 に出力する。操作者より入力される情報は、患者名、検査日時、画面の再生・停止命令、保存命令、画質調整、等である。これら入力情報は、記憶部 1020 に記憶される。

50

【0016】

入力受付部1009は、例えば、具体的には、キーボード、マウス、トラックボール、タッチパネル等に相当する。タッチパネルである場合には、表示器1008と一体的に構成されていてもよい。この場合、表示器1008に表示された操作キーに対してタッチ操作やドラッグ操作を行うことで超音波診断装置1100の各種設定・操作を行うことができ、超音波診断装置1100がこのタッチパネルにより操作可能に構成される。

【0017】

また、入力受付部1009は、各種操作専用のキーを有するキーボードや、各種操作専用のボタン、レバー等を有する操作パネルであってもよい。また、入力受付部1009は、表示器1008に表示されるカーソル表示を動かすためのトラックボール、マウス等であってもよい。または、これらを複数用いてもよく、これらを複数組合せた構成のものであってもよい。

【0018】

(1-4) 超音波診断装置1100

超音波診断装置1100は、超音波プローブ1001aを介して超音波診断のための超音波信号送受信と、受信した反射超音波信号の画像化を行う。以下、超音波診断装置1100の構成について説明する。図2は、超音波診断装置1100の構成を示す機能ブロック図であって、超音波診断装置1100に、プローブユニット1001、表示器1008、入力受付部1009が接続された状態を示している。

【0019】

図2に示すように、超音波診断装置1100は、制御部1010及び記憶部1020を備え、制御部1010と記憶部1020とは互いに接続されている。

制御部1010は、超音波送受信部1011、Bモード処理部1012、ドプラモード処理部1013、角度情報取得部1014、疾患定量化部1015、表示制御部1016、経過判定部1017を備える。超音波送受信部1011、Bモード処理部1012、ドプラモード処理部1013、角度情報取得部1014、疾患定量化部1015、表示制御部1016、経過判定部1017は、それぞれ、例えば、FPGA(Field Programmable Gate Array)、ASIC(Application Specific Integrated Circuit)などのハードウェアにより実現される。あるいは、CPU(Central Processing Unit)やGPU(Graphics Processing Unit)やプロセッサなどのプログラマブルデバイスとソフトウェアにより実現される構成であってもよい。これらの構成要素は一個の回路部品とすることができるし、複数の回路部品の集合体とすることもできる。また、複数の構成要素を組合せて一個の回路部品とすることができるし、複数の回路部品の集合体とすることもできる。

【0020】

超音波送受信部1011には超音波プローブ1001aが、角度情報取得部1014には角度情報検出部1001bが、表示制御部1016には表示器1008が、各々接続可能に構成されている。また、制御部1010には操作者からの入力を受け付ける入力受付部1009が接続可能に構成されている。

以上が超音波診断システム1000を構成する各装置についての説明である。

【0021】

<2. 超音波診断装置1100の各部構成>

次に、超音波診断装置1100に含まれる各要素の構成について説明する。

(2-1) 超音波送受信部1011

超音波送受信部1011は、超音波プローブ1001aと接続される。超音波送受信部1011は、超音波プローブ1001aに対して超音波ビームを送信させるためのパルス状の送信超音波信号を供給する送信処理を行う。具体的には、超音波送受信部1011は、例えば、クロック発生回路、パルス発生回路、遅延回路を備えている。クロック発生回路は、超音波ビームの送信タイミングを決定するクロック信号を発生させる回路である。

パルス発生回路は、各振動素子を駆動するパルス信号を発生させるための回路である。遅延回路は、超音波ビームの送信タイミングを各振動素子毎に遅延時間を設定し、遅延時間だけ超音波ビームの送信を遅延させて超音波ビームのフォーカシングやステアリングを行うための回路である。

【0022】

また、超音波送受信部1011は、超音波プローブ1001aより入力されたエコー信号に基づき超音波走査の順にビームフォーミングを行い、Bモード処理部1012及びドプラモード処理部1013へ音響線信号を出力する受信処理を行う。

なお、ビームフォーミングでは、超音波プローブ1001aから取得した受信超音波信号を増幅した後AD変換したRF信号を整相加算して深さ方向に連なった音響線信号を生成する。ここで、RF信号とは、例えば、振動素子配列方向と超音波の送信方向であって振動素子配列と垂直な方向からなる複数の信号からなり、各信号は反射超音波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である。音響線信号とは、整相加算処理後のRF信号を構成する深さ方向に連続したデータのことである。

【0023】

超音波送受信部1011は、送信処理および受信処理を繰り返し連続して行う。

(2-2) Bモード処理部1012

Bモード処理部1012では、超音波送受信部1011より入力された音響線信号に基づきBモード画像信号を生成する。生成されたBモード画像信号は記憶部1020に記憶される。

【0024】

具体的には、Bモード処理部1012は、音響線信号に対して包絡線検波、対数圧縮などの処理を実施してその強度に対応した輝度信号へと変換し、その輝度信号を直交座標系に座標変換を施すことで、Bモード画像信号を生成する。Bモード処理部1012はこの処理をフレーム毎に逐次行い、生成されたフレームBモード画像信号は超音波走査が行われる毎に記憶部1020に出力される。また、後述するように、Bモード画像信号は表示制御部1016へ供給され、表示器1008に表示される。

【0025】

(2-3) ドプラモード処理部1013

ドプラモード処理部1013では、超音波送受信部1011から入力された音響線信号に対して自己相関演算を施して、生体内の血流の時間変化を表示するドプラ信号のソースデータとなるドプラ成分を抽出する。そして、平均速度や分散、パワー等の血流情報の強度をカラーで表現するドプラモード画像信号を生成する。

【0026】

具体的には、ドプラモード処理部1013は、音響線信号に対する自己相関演算を行い、流速に変換した後、血流成分を示す速度成分をフィルタリングにより抽出する。さらに、フィルタリングされた血流成分の平均速度、分散及びパワーを算出しドプラモード画像信号を生成する。生成されたドプラモード画像信号は、超音波走査が行われる毎に記憶部1020に出力される。また、後述するように、ドプラモード画像信号は表示制御部1016へ供給され、表示器1008に表示される。

【0027】

(2-4) 角度情報取得部1014

角度情報取得部1014は、角度情報検出部1001bと接続される。角度情報取得部1014は、角度情報検出部1001bが検出した超音波プローブ1001aの被検体に対する角度情報を角度情報検出部1001bから取得し、記憶部1020に記憶させるための回路である。

【0028】

(2-5) 疾患定量化部1015

疾患定量化部1015は、記憶部1020に記憶されているBモード画像信号とドプラモード画像信号を解析して、リウマチ疾患の程度を定量化する。定量化の方法については

10

20

30

40

50

後述する。定量化された結果は、超音波画像信号のフレーム毎に記憶部 1020 に記憶される。

【0029】

(2-6) 表示制御部 1016

表示制御部 1016 は、記憶部 1020 に記憶されている B モード画像信号やドプラモード画像信号に基づき超音波画像を作成する。そして、検査者名、患者名、時間情報、超音波診断装置の設定情報、疾患定量化部 1015 で算出したスコア、角度情報などを超音波画像に重畳して診断画像を生成し、生成した診断画像を外部接続される表示器 1008 に表示させる。なお、超音波診断装置 1100 は、必要に応じて、プローブユニット 1001、入力受付部 1009、表示器 1008 の一部又は全部を含めた構成としてもよい。

10

【0030】

(2-7) 経過判定部 1017

経過判定部 1017 は、記憶部 1020 に記憶されている前回の計測におけるリウマチ疾患程度の定量化された結果を基に、前回計測時と比較して疾患が改善しているか、現状維持であるか、悪化しているかについての判定を行う。

(2-8) 記憶部 1020

記憶部 1020 は、フレーム毎に取得された B モード画像信号及びドプラモード画像信号を記憶する記憶装置である。超音波走査が行われる毎に、B モード画像信号及びドプラモード画像信号が記憶部 1020 に入力され、記憶される。また、記憶部 1020 は、疾患定量化部 1015 により算出される疾患スコア（疾患の程度を定量的に表す数値である。本実施形態においては、疾患スコアとは、腫脹の程度を表す腫脹疾患スコアと、炎症の程度を表す炎症疾患スコアとを意味する。詳しくは、後述する。）を記憶する。

20

【0031】

記憶部 1020 は、半導体メモリを使った DRAM (Dynamic Random Access Memory)、SRAM (Static Random Access Memory) 等を含む RAM より構成される。また、ハードディスクドライブ、光ディスクドライブ、磁気記憶装置等により実現される構成であってもよいし、これらと RAM とが組み合わせられて構成されてもよい。なお、本明細書においては、B モード画像信号及びドプラモード画像信号が超音波画像信号を構成するものとする。

30

【0032】

< 3 . 疾患定量化部 1015 の詳細構成 >

次に、疾患定量化部 1015 の詳細構成について、図面を参照しながら説明する。図 3 は、疾患定量化部 1015 のブロック図である。

疾患定量化部 1015 は、超音波画像取得部 2001、評価対象判定部 2002、疾患スコア算出部 2003、代表疾患フレーム選択部 2004 から構成される。疾患スコア算出部 2003 は、形態定量化部 2003A 及び炎症定量化部 2003B から構成される。疾患定量化部 1015 は、記憶部 1020 に記憶されている B モード画像信号 4001 及びドプラモード画像信号 4002 を入力とし、疾患の程度を示す疾患スコア 4003、疾患スコア 4003 の、例えば最大値である最大疾患スコア 4004 を記憶部 1020 に出力する。

40

【0033】

(3-1) 超音波画像取得部 2001

超音波画像取得部 2001 は、記憶部 1020 に記憶されている複数フレームの B モード画像信号 4001 及びドプラモード画像信号 4002 からフレーム毎に B モード画像信号 4001 及びドプラモード画像信号 4002 を読み出す。

(3-2) 評価対象判定部 2002

評価対象判定部 2002 は、超音波画像取得部 2001 から出力される B モード画像信号 4001 とドプラモード画像信号 4002 を入力とし、両画像を解析して、操作者による適切な手技の下で取得された超音波画像であるか否かを判定し、判定結果を形態定量化部 2003A 及び炎症定量化部 2003B へ出力する。

50

【 0 0 3 4 】

ここで、評価対象判定部 2 0 0 2 の詳細構成について、図面を参照しながら説明する。図 4 は、評価対象判定部 2 0 0 2 のブロック図である。図 4 に示すように、評価対象判定部 2 0 0 2 は、関節検出部 3 0 0 1、圧迫検出部 3 0 0 2、モーションノイズ検出部 3 0 0 3、手技判定部 3 0 0 4 から構成される。

i) 関節検出部 3 0 0 1

関節検出部 3 0 0 1 は、超音波画像取得部 2 0 0 1 から出力される B モード画像信号 4 0 0 1 を入力とし、超音波画像信号のフレーム毎に超音波画像信号中に関節部位を示す対象画像部分が含まれるか否かを判定する。判定結果は、〔関節有り〕〔関節無し〕のいずれかであり、手技判定部 3 0 0 4 へ出力される。判定方法については後述する。

10

【 0 0 3 5 】

i i) 圧迫検出部 3 0 0 2

圧迫検出部 3 0 0 2 は、超音波画像取得部 2 0 0 1 から出力される B モード画像信号 4 0 0 1 を入力とし、超音波画像信号のフレームは超音波プローブによる被検体の体表への圧迫が無い状態で取得されているか否かを画像から判定する。判定結果は、〔圧迫有り〕〔圧迫無し〕のいずれかであり、手技判定部 3 0 0 4 へ出力される。判定方法については後述する。

【 0 0 3 6 】

i i i) モーションノイズ検出部 3 0 0 3

モーションノイズ検出部 3 0 0 3 は、超音波画像取得部 2 0 0 1 から出力される B モード画像信号 4 0 0 1 及びドプラモード画像信号 4 0 0 2 を入力とし、超音波画像信号のフレームにおけるドプラモード画像信号 4 0 0 2 がモーションノイズに起因したものであるか否かを判定する。判定結果は、〔モーションノイズ有り〕〔モーションノイズ無し〕のいずれかであり、手技判定部 3 0 0 4 へ出力される。判定方法については後述する。

20

【 0 0 3 7 】

i v) 手技判定部 3 0 0 4

手技判定部 3 0 0 4 は、関節検出部 3 0 0 1、圧迫検出部 3 0 0 2、モーションノイズ検出部 3 0 0 3、それぞれの判定結果を入力とする。そして、判定結果が〔関節包有り〕であるときに、適切な手技の下で得られた画像と判定する。あるいは、判定結果が〔関節包有り〕であって、さらに、〔圧迫無し〕又は〔モーションノイズ無し〕の少なくとも 1 又は両方を満たすときに適切な手技の下で得られた画像と判定してもよい。このとき、手技判定部 3 0 0 4 は、形態定量化部 2 0 0 3 A と炎症定量化部 2 0 0 3 B に対して〔定量化実行〕を出力する。それ以外の場合は〔定量化中止〕を出力する。

30

【 0 0 3 8 】

< 4 . 疾患スコア算出部 2 0 0 3 の詳細構成 >

図 3 に戻り、疾患スコア算出部 2 0 0 3 の構成について説明する。上述のとおり疾患スコア算出部 2 0 0 3 は、形態定量化部 2 0 0 3 A 及び炎症定量化部 2 0 0 3 B から構成される。

(4 - 1) 形態定量化部 2 0 0 3 A

まず、形態定量化部 2 0 0 3 A の構成について説明する。形態定量化部 2 0 0 3 A には、超音波画像取得部 2 0 0 1 から出力される B モード画像信号 4 0 0 1 と、評価対象判定部 2 0 0 2 の判定結果とが入力される。判定結果が〔定量化中止〕の場合は、形態定量化部 2 0 0 3 A は定量化を実施せず疾患スコアを無効にする。一方、判定結果が〔定量化実行〕である場合は、B モード画像信号 4 0 0 1 中の滑膜肥厚を示す画像部分の大きさや骨を示す画像部分の輝度パターンに基づき疾患スコアを算出する。形態定量化部 2 0 0 3 A により算出された疾患スコアは腫張スコア (G S) と称呼する。腫張スコアは記憶部 1 0 2 0 に記憶される。腫張スコアの算出方法については後述する。

40

【 0 0 3 9 】

(4 - 2) 炎症定量化部 2 0 0 3 B

次に、炎症定量化部 2 0 0 3 B の構成について説明する。炎症定量化部 2 0 0 3 B には

50

、超音波画像取得部 2001 から出力されるドプラモード画像信号 4002 と、評価対象判定部 2002 の判定結果と、形態定量化部 2003 A からの滑膜肥厚を示す情報とが入力される。判定結果が〔定量化中止〕の場合は、炎症定量化部 2003 B は定量化を実施せず疾患スコアを無効にする。一方、判定結果が〔定量化実行〕である場合は、ドプラモード画像信号 4002 中の関節包 5 と骨表面との間に位置する滑膜肥厚 6 におけるドプラ信号が検出された画像領域の大きさから疾患スコアを算出する。炎症定量化部 2003 B により算出された疾患スコアは炎症スコア (PD) と称呼する。炎症スコアは記憶部 1020 に記憶される。炎症スコアの算出方法については後述する。

【0040】

(4-3) 代表疾患フレーム選択部 2004

代表疾患フレーム選択部 2004 には、形態定量化部 2003 A と炎症定量化部 2003 B で算出され記憶部 1020 に記憶された疾患スコア (腫脹スコア、炎症スコア) が入力される。そして、所定の数値処理に基づき最適な 1 以上の疾患スコア (代表疾患スコア) を選択し、選択された代表疾患スコアに対応する代表疾患フレームを選択する。例えば、複数フレームにおける疾患スコアの最大値を代表疾患スコアとして選択してもよい。または、複数フレームにおける疾患スコアの中央値又は平均値を代表疾患スコアとして選択する構成としてもよい。代表疾患スコアが中央値又は平均値である場合、代表疾患スコアの値と一致する疾患スコアを示すフレームが存在する場合には、当該フレームが代表疾患フレームとして選択される。代表疾患スコアと一致する疾患スコアを示すフレームが存在しない場合には、代表疾患スコアに最も近い疾患スコアの値を示すフレームを代表疾患スコアとして選択してもよい。選択された 1 以上の代表疾患スコア及び代表疾患フレームは、記憶部 1020 に出力され記憶される。

【0041】

また、複数フレームにおける疾患スコアの最大値を最適な疾患スコアとして選択する場合には、形態定量化部 2003 A 及び炎症定量化部 2003 B にて算出される炎症スコアが代表疾患フレーム選択部 2004 に入力されて一時的に保持され、全フレームの疾患スコアが代表疾患フレーム選択部 2004 に入力された後に、炎症スコアの最大値が代表疾患スコアとして代表疾患フレーム選択部 2004 から記憶部 1020 に出力される構成としてもよい。

【0042】

なお、本実施形態においては、腫脹スコア及び炎症スコアを合計し、その最大値を代表疾患スコアとして選択し、それに対応するフレームを代表疾患フレームとして選択する。また、代表疾患フレームにおける腫脹スコア及び炎症スコアを、それぞれ代表腫脹スコア及び代表炎症スコアとする。従って、腫脹スコアの最大値を示すフレームと炎症スコアの最大値を示すフレームとが異なる場合も有り得るし、これらのフレームと代表疾患フレームが異なる場合も有り得る。代表疾患スコアを選択する際には、腫脹スコアと炎症スコアの単純な合計値が必ずしも用いられなくてもよい。合計以外の数値処理を経た値に基づいて代表疾患スコアの選択が行われてもよい。

【0043】

<動作について>

1. 超音波診断装置 1100 の動作

次に、リウマチ検査を行う場合の超音波診断装置 1100 の動作について、手指関節の例を用いて説明する。手指関節のリウマチ検査では、被検体の全ての手指関節から選択される関節 (診断部位) に対して検査を行う。1つの関節に対する検査では、関節内の異なる複数の断面において超音波検査を行う。

【0044】

図 5 は、超音波診断装置 1100 を用いて手指関節のリウマチ検査をしている状態を示す模式図である。図 5 に示すように、プローブユニット 1001 を、振動素子列が指の長手方向と平行な状態で手指関節に沿って配置する。その状態で、指を回転軸としてプローブユニット 1001 を $rt1$ 、 $rt2$ のように回転させることにより、関節部位に対する

10

20

30

40

50

傾斜角度を異ならせた状態で複数回の超音波走査を行い、1つの手指関節について複数フレームの超音波画像を撮像する。言い換えると、指の長手方向に直交し診断部位を通る仮想平面上において指を回転軸としてプローブユニット1001を回転移動させながら、数フレームの超音波画像を撮像する。そして、取得した複数フレームの超音波画像に基づき1つの手指関節に対するリウマチ疾患の検査を行う。

【0045】

(1) 疾患スコア算出処理の概要

図6は、実施形態に係る超音波診断装置1100における疾患スコア算出処理の内容を示すフローチャートである。なお、超音波診断装置1100全体を制御する不図示のメインルーチンが別途有り、当該メインルーチンにおいて、当該疾患スコア算出処理のサブルーチンがコールされる毎に実行される。当該疾患スコア算出処理のサブルーチンは、1つの診断部位についての超音波測定が開始されることによりコールされる。本実施形態においては、具体的には、図24に示す超音波測定開始前の表示画面において、操作者あによりSTARTボタン151がタッチされることによりコールされる。

10

【0046】

i) 評価対象画像の判定

ステップS1000において、超音波画像取得部2001は、記憶部1020に記憶されている複数フレームのBモード画像信号4001及びドプラモード画像信号4002からフレーム毎にBモード画像信号4001及びドプラモード画像信号4002を読み出す(即ち、超音波画像信号を読み出す)。

20

【0047】

次に、ステップS1001において、関節検出部3001は、Bモード画像信号4001を入力とし、超音波画像信号のフレーム毎に超音波画像中に関節部位を示す対象画像部分が含まれるか否かを判定する。関節部位を示す対象画像部分が含まれる場合は、ステップS1002に進んで、超音波画像がモーションノイズを含むか否かを判定する(ステップS1001: Yes、ステップS1002)。

【0048】

ステップS1002において、モーションノイズ検出部3003は、1フレームの超音波画像におけるドプラモード画像信号4002がモーションノイズに起因したものであるか否かを判定する。ドプラモード画像信号4002がモーションノイズに起因したものでない場合、即ち、超音波画像がモーションノイズを含まない場合には、ステップS1003に進んで、超音波プローブ1001aが体表を圧迫しているか否かの判定を行う(ステップS1002: No、ステップS1003)。

30

【0049】

ステップS1003において、圧迫検出部3002は、超音波プローブ1001aが被検体の体表を圧迫しているか否かを判定する。超音波プローブ1001aが被検体の体表を圧迫していない場合には、ステップS1004に進んで、超音波画像信号から疾患スコア(腫脹スコアGS及び炎症スコアPD)を算出し、算出した疾患スコアをフレームと対応付けて記憶部1020に記憶させる。

【0050】

続いて、ステップS1005において、1つの手指関節(診断部位)に対する検査において、必要な全てのフレームの超音波画像信号について疾患スコア算出処理が完了したか否かについて判定する。

40

ここで、ステップS1001において、超音波画像に対象画像部分が含まれていないと判断された場合、即ち、超音波画像に関節が含まれていないと判断された場合、(ステップS1001: No)、超音波画像に関節が含まれていないことを操作者に知らせるメッセージを表示器1008に表示させるように、表示制御部1016に対して指示する(ステップS1006)。そして、ステップS1005に進んで、必要な全てのフレームの超音波画像信号について疾患スコア算出処理が完了したか否かについて判定する。

【0051】

50

また、ステップ S 1 0 0 2 で、超音波画像がモーションノイズを含むと判定された場合（ステップ S 1 0 0 2 : Y e s）、超音波画像にモーションノイズが含まれていることを操作者に知らせるメッセージを表示器 1 0 0 8 に表示させるように、表示制御部 1 0 1 6 に対して指示する（ステップ S 1 0 0 7）。そして、ステップ S 1 0 0 5 に進んで、必要な全てのフレームの超音波画像信号について疾患スコア算出処理が完了したか否かについて判定する。

【 0 0 5 2 】

また、ステップ S 1 0 0 3 で、超音波プローブ 1 0 0 1 a が体表を圧迫していると判断された場合（ステップ S 1 0 0 5 : Y e s）、超音波プローブが体表を圧迫していることを操作者に知らせるメッセージを表示器 1 0 0 8 に表示させるように、表示制御部 1 0 1 6 に対して指示する（ステップ S 1 0 0 8）。そして、ステップ S 1 0 0 5 に進んで、必要な全てのフレームの超音波画像信号について疾患スコア算出処理が完了したか否かについて判定する。

10

【 0 0 5 3 】

ステップ S 1 0 0 5 において、全ての必要なフレームの超音波画像について疾患スコア算出処理が完了していないと判断された場合（ステップ S 1 0 0 5 : N o）、ステップ S 1 0 0 0 に戻って、疾患スコア算出処理が完了していないフレームの超音波画像信号を読み出す。

ステップ S 1 0 0 5 において、全ての必要なフレームの超音波画像について疾患スコア算出処理が完了したと判断された場合（ステップ S 1 0 0 5 : Y e s）、ステップ S 1 0 0 9 に進んで代表疾患スコア及びそれに対応する代表疾患フレームを選択し、終了する。

20

【 0 0 5 4 】

ここで、図 6 のフローにおけるステップ S 1 0 0 1 ~ ステップ S 1 0 0 3 の処理が、図 4 に示す手技判定部 3 0 0 4 の処理に相当する。手技判定部 3 0 0 4 は、図 6 のステップ S 1 0 0 1 の判定結果が〔関節有り〕、ステップ S 1 0 0 2 の判定結果が〔モーションノイズ無し〕、ステップ S 1 0 0 3 の判定結果が〔圧迫無し〕の場合に、対象フレームの画像は適切な手技の下で得られた画像であると判定し、判定されたフレームの B モード画像信号 4 0 0 1 及びドプラモード画像信号 4 0 0 2 を形態定量化部 2 0 0 3 A 及び炎症定量化部 2 0 0 3 B に出力する。そして、疾患スコア算出部 2 0 0 3 は、手技判定部 3 0 0 4 から受け取ったフレームの B モード画像信号 4 0 0 1 及びドプラモード画像信号 4 0 0 2 に対し、以下に説明する疾患スコア算出処理を行う〔定量化実行〕。

30

【 0 0 5 5 】

i i) 疾患スコアの算出

ステップ S 1 0 0 4 における疾患スコアの算出は、疾患スコア算出部 2 0 0 3（図 4 参照）が行う。形態定量化部 2 0 0 3 A は、腫張スコアを記憶部 1 0 2 0 に出力し、記憶部 1 0 2 0 はこれを記憶する。炎症定量化部 2 0 0 3 B は、炎症スコアを記憶部 1 0 2 0 に出力し、記憶部 1 0 2 0 はこれを記憶する。

【 0 0 5 6 】

i i i) 代表疾患スコア及び代表疾患フレームの選択

ステップ S 1 0 0 9 において、代表疾患フレーム選択部 2 0 0 4（図 3 参照）は、記憶部 1 0 2 0 に記憶された疾患スコア（腫張スコア、炎症スコア）を入力とし、所定の数値処理に基づき 1 以上の最適な疾患スコアである代表疾患スコアを選択し、それに対応する超音波画像信号のフレームである代表疾患フレームを選択する。

40

【 0 0 5 7 】

これにより、検査を行う時の検査者の手技や主観に依存せず、所定の数値処理に基づき選択された代表疾患スコア及び、それに対応する代表疾患フレームに基づき、疾患の程度を評価することができる。

以下、各ステップにおける超音波診断装置 1 1 0 0 の動作について説明する。

(2) 関節検出の処理

図 6 のフローにおけるステップ S 1 0 0 1 の処理（関節検出処理）は、関節検出部 3 0

50

01 (図4参照)により行われる。

【0058】

図7は、超音波診断装置1100を用いて手指関節を測定対象として撮像した超音波画像を示す模式図であって、振動素子列を指の長手方向と平行に配置して手指関節を超音波走査して取得したBモード画像である。図7に示すように、Bモード画像には、指の関節部位が描画されており、骨を示す画像部分(以下、単に「骨」と表記する。)1及び2、皮膚を示す画像部分(以下、単に「皮膚」と表記する。)3、腱を示す画像部分(以下、単に「腱」と表記する。)4、関節包を示す画像部分(以下、単に「関節包」と表記する。)5が含まれている。骨や皮膚や腱は比較的固い組織であるため、骨1、骨2と皮膚3と腱4は、超音波画像上で高輝度に描画される。超音波の大部分は骨表面で反射されるため、骨の内部は描画されず、骨表面の骨皮質に相当する部分のみが高輝度で描画される。滑膜肥厚6は骨1、骨2や、皮膚3と比較すると低輝度に描画される。また滑膜や軟骨部分はほぼ輝度値を有さず表示されない。

10

【0059】

従って、関節を示す超音波画像で比較的高い輝度で描画される組織は、皮膚、腱、骨表面である。超音波診断装置の関節検出部3001(図4参照)は、Bモード画像信号から関節包5、骨1、骨2を検出して両者に囲まれた滑膜肥厚6を特定する。そして、関節包5、骨1、骨2、滑膜肥厚6からなる関節部位を示す画像部分を特定する。

図8は、関節検出処理の内容を示すフローチャートである。図9(a)、(b)は、関節探索処理に用いる関節検出窓を示す模式図である。ここでは、関節検出部3001(図4参照)は、記憶部1020(図2参照)に記憶されている1フレームのBモード画像信号を、超音波画像取得部2001を介して取得し、関節部位を示す画像の探索を行う。

20

【0060】

先ず、図8に示すフローのステップS2001において、関節検出部3001は、関節検出窓302毎に関節パターンらしさを示す評価値を算出し、評価値が最大となる位置を探索する。評価値が最大となる関節検出窓302の位置の探索は以下のように行われる。Bモード画像301中に、関節検出窓302が設定され、関節検出窓302をスキャンライン303の方向に移動させて、各位置における関節検出窓302内のBモード画像の部分について探索処理を行うことで、Bモード画像301全体の探索処理を行う。また、様々な大きさの関節を検出できるように、Bモード画像301に替えて、Bモード画像301を拡大または縮小したBモード画像304を作成して、Bモード画像304内に関節検出窓302によりスキャンしてもよい。

30

【0061】

図10は、超音波診断装置1100における関節探索処理における動作説明図である。図10に示すように、実施形態に係る関節探索処理では、Bモード画像301上に関節検出窓302を設定し、関節の典型的な画像パターンを示すテンプレート305と比較して類似度(誤差値、相関値、等)を関節検出窓302内の画像部分の関節パターンらしさを示す評価値として算出するテンプレートマッチング法を用いる。テンプレート305には、例えば、関節の平均的な画像パターンを示すBモード画像を用いることができる。スキャンライン303の方向に関節検出窓302を移動させて、各位置における関節検出窓302内のBモード画像の部分について探索処理を行う。関節検出窓302がBモード画像301全体を掃引するよう関節検出窓302を移動させながらこの処理を繰り返し、評価値が最大となる位置での関節検出窓302内の画像部分を特定する。

40

【0062】

図11は、テンプレートマッチング法による関節検出処理の内容を示すフローチャートであり、図8のステップS2001における処理の一例を示したものである。

先ず、図10に示すように、Bモード画像301上の左上隅部に関節検出窓302を初期位置として設定し、関節の典型的な画像パターンを示すテンプレート305と関節検出窓302内のBモード画像部分との類似度を算出する(ステップS20011)。類似度は、テンプレート305と関節検出窓302内のBモード画像部分との輝度情報の誤差値

50

を画素毎に算出し、関節検出窓 302 に含まれる全画素において総和することにより算出する。あるいは、類似度は、テンプレート 305 と関節検出窓 302 内の B モード画像部分との輝度情報の相関値を算出して求める。

【0063】

そして、関節検出窓 302 が初期位置にある場合には算出した類似度を最大値とし、それ以外の場合には、算出した類似度を類似度の最大値と比較する（ステップ S20012）。

算出した類似度が最大値よりも大きい場合には新たに算出した類似度を最大値として関節検出窓 302 の位置を保存する（ステップ S20012：Yes、ステップ S20013）。算出した類似度が最大値以下である場合には、ステップ S20014 に進む。

10

【0064】

次に、B モード画像 301 の全領域にて類似度の算出が完了したか否かについて判定する（ステップ S20014）。B モード画像 301 の全領域にて類似度の算出が完了していないと判定された場合（ステップ S20014：No）、B モード画像 301 上において関節検出窓 302 の位置をスキャンライン 303 で示すように X 方向又は Y 方向に微量移動させ（ステップ S20015）、ステップ S20011 に戻って移動後の位置における類似度を算出する。以降、ステップ S20014 で B モード画像 301 の全領域にて類似度の算出が完了したと判定されるまで、ステップ S20011～ステップ S20015 を繰り返す。

【0065】

20

ステップ S20014 において、B モード画像 301 の全領域にて類似度の算出が完了したと判定された場合（ステップ S20014：Yes）、保存していた関節検出窓 302 の位置を、類似度が最大である関節検出窓 302 の位置として特定し（ステップ S20016）、当該処理を終了する。

評価値は、上述のテンプレートマッチング法以外に、例えば、機械学習法により得られる Haar-Like フィルタを用いた関節パターン/非関節パターンの識別器でもよい。図 12 は、機械学習法を用いる関節検出器の一例を示す模式図である。機械学習法を用いた関節探索処理では、関節部位の典型的な画像パターンを示すテンプレート 305 の代わりに、複数の Haar-Like フィルタ 306a～g から構成される関節検出器 306 を用いて、図 11 に示すフローと同様の処理を行う。各 Haar-Like フィルタ 306a～g は、輝度変化を検出するフィルタであり、検出窓内におけるその位置・大きさ・輝度変化に対する感度・重みは、アダプストのような機械学習法により得ることができる。この各フィルタの出力値は、ステップ S20016 において関節位置を特定するときに算出され、各フィルタの出力値と学習により得た重みとの線形結合和を類似度として算出する。

30

【0066】

図 8 に戻り、ステップ S2002 において、関節検出部 3001 は、評価値の最大値と閾値の大小を比較する。関節検出部 3001 は、評価値の最大値が閾値以上である場合は、〔関節有り〕と判定し（ステップ S2002：Yes、ステップ S2003）、評価値の最大値が閾値未満である場合は、〔関節無し〕と判定し（ステップ S2002：No、ステップ S2004）、判定結果を手技判定部 3004 に出力する。このとき、関節検出部 3001 は、評価値が最大である関節検出窓 302 の位置を示す情報を手技判定部 3004 に出力する。

40

【0067】

（3）モーションノイズ検出の処理

図 6 のステップ S1002 において、1 フレームの超音波画像におけるドプラモード画像信号がモーションノイズに起因したものであるか否かの判定は、モーションノイズ検出部 3003（図 4 参照）が行う。本明細書において、モーションノイズとは、操作者がプローブユニット 1001 を大きく動かすことで、血流とは異なる要因により生じるドプラ信号を指す。

50

【 0 0 6 8 】

1 フレームのドプラモード画像信号にドプラ信号自体が現れていない場合は、〔モーションノイズ無し〕と判定する。

1 フレームの超音波画像にドプラ信号が現れている場合には、

1) フレームのBモード画像信号と直前フレームのBモード画像信号との間の画素毎の輝度変動値(以後、「フレーム間輝度差分」と表記する。)を算出し、

2) 1フレームのBモード画像信号中のドプラ信号が現れている領域(以後、「ドプラ信号検出領域」と表記する。)の占める面積比を算出し、

3) 1フレームのBモード画像信号内の高輝度領域中のドプラ信号検出領域の占める面積比によりモーションノイズの存在の可能性を判定する。

10

【 0 0 6 9 】

図13は、モーションノイズ検出処理の内容を示すフローチャートである。

最初に、ステップS3001において、モーションノイズ検出部3003は、フレームのBモード画像信号の前フレームのBモード画像信号との間の画素毎の輝度変動値を算出する。輝度変動値はフレーム間の相関値であり、操作者が超音波プローブを大きく動かすとフレーム間の相関値は低くなる。相関値の代わりに、画素値の誤差和を用いてもよい。

【 0 0 7 0 】

次に、ステップS3002において、モーションノイズ検出部3003は、1フレームのBモード画像信号中のドプラ信号検出領域の占める面積比を算出する。具体的には、1フレームのドプラモード画像信号中のドプラ信号が現れている画素数の全画素数に対する比率を算出する。

20

図14(a)、(b)は、モーションノイズが発生している1フレームのBモード画像の一例を示す模式図である。図14(a)では、Bモード画像301中の大きな範囲にドプラ信号検出領域301Aが存在する。ドプラ信号は、血流速を示す信号として用いられているが、原理的には、血流に限らず物質の動きを捉える信号である。従って、操作者がプローブユニット1001を大きく動かすと、被検体がプローブユニット1001に対して大きく動いたことになり、これが被検体内の物質の一部の動きとしてドプラ信号を発生させることがある。このような場合、図14(a)に示すように、ドプラ信号検出領域301Aは、Bモード画像301全体の大きな範囲を占める。従って、Bモード画像301中ドプラ信号検出領域301Aの面積比が大きい場合には、モーションノイズが発生していると判定することができる。

30

【 0 0 7 1 】

次に、図13のフローにおけるステップS3003において、モーションノイズ検出部3003(図4参照)は、1フレームのBモード画像信号内の高輝度領域中におけるドプラ信号検出領域の占める面積比を算出する。具体的には、1フレームのBモード画像信号中の所定の輝度を示す画素が占める領域においてドプラ信号が現れている画素の比率を算出する。Bモード画像において、高輝度の領域は被検体中の組織が硬い領域であり、骨等がこれに該当する。そのような領域では、血流が存在しないため、図14(b)に示すように、Bモード画像301中の高輝度の領域である骨1にドプラ信号検出領域301Aの一部が存在する場合には、モーションノイズが発生していると判定することができる。

40

【 0 0 7 2 】

次に、ステップS3004において、モーションノイズ検出部3003は、モーションノイズ判定の評価値を算出して、閾値以上であるかどうかを判定する。モーションノイズ判定評価値pは、1) Bモード画像信号におけるフレーム間輝度差分をMx、2) 1フレームのBモード画像信号中のドプラ信号検出領域の占める面積比をMy、3) 1フレームのBモード画像信号内の高輝度領域中のドプラ信号検出領域の占める面積比をMzとし、ma、mb、mcを定数とすると、[数1]で与えられる。

【 0 0 7 3 】

【数 1】

$$p = m_a \cdot M_x + m_b \cdot M_y + m_c \cdot M_z$$

【0074】

10

M_x、M_y、M_zはそれぞれの最大値と最小値を用いて、0～1に正規化してもよい。評価値pが大きいほどモーションノイズの可能性が高い。モーションノイズ検出部3003はモーションノイズ判定評価値pが閾値以上であれば、〔モーションノイズ有り〕と判定し、閾値以下であれば、〔モーションノイズ無し〕と判定し、判定結果を手技判定部3004に出力する。

【0075】

(4) 体表圧迫度検出の処理

図6のステップS1003では、圧迫検出部3002(図4参照)は、超音波プローブ1001aが被検体の体表を圧迫しているか否かを判定する。超音波画像を取得する際に被検体の体表が超音波プローブ1001aにより圧迫されていると、被検体中の新生血管が圧迫され、超音波画像中において炎症反応として現れない可能性がある。そのため、被検体の体表が超音波プローブ1001aにより圧迫されている場合に取得した超音波画像は、リウマチ疾患の評価対象画像として適切でなく評価対象から除外する。

20

【0076】

なお、新生血管とは、既存の血管から新たな血管枝が分岐して血管網を構築する生理的現象である。関節に炎症が起こり滑膜肥厚が生じると、肥厚した組織の細胞に酸素や栄養分を供給するために新生血管が発生する。炎症の程度が大きいほど、新生血管の数が多く、サイズも大きくなる。

ステップS1003における具体的な判定は、Bモード画像信号において、被検体の体表と超音波プローブ1001aの表面との間に、所定の基準を満たす厚さの超音波ジェル媒体層を示す画像部分が存在するか否かに基づいて行う。

30

【0077】

図15は、体表圧迫度検出処理を説明するためのBモード画像の模式図である。Bモード画像301の上端縁部分に位置する超音波プローブ1001aと皮膚3との間に、超音波ジェル媒体層を示す画像部分(図15において斜線で示される部分。以下、単に「超音波ジェル媒体層」と表記する。)7が存在するか否かを判定する。超音波ジェル媒体層7は低輝度かつ低分散であり、画像中ではベタ黒で示されることから、Bモード画像301の上端縁部分に低輝度かつ低分散領域が存在するか否かにより、超音波ジェル媒体層7が存在するか否かを判定することができる。このため、図15に示すように、Bモード画像301の上端縁部分近傍における予め定められた範囲に矩形形状のジェル判定領域307を設定し、ジェル判定領域307内の画素の輝度の平均と分散を算出して閾値と比較する。ジェル判定領域307の範囲(深さ方向の長さ)Y7は、例えば、上端部から3～5ミリの範囲に設定することが好ましい。Bモード画像301の上端部には、超音波プローブ1001a内の超音波の多重反射により輝度を有する領域が現れる場合がある。上端部から3ミリ未満の範囲を除くことにより多重反射の影響を回避することができ、超音波ジェル媒体層7の存否をより正確に判定することができる。

40

【0078】

図16は、体表圧迫検出処理の内容を示すフローチャートである。

ステップS4001において、圧迫検出部3002(図4参照)は、Bモード画像中のジェル判定領域307の輝度の平均値と分散値を算出し、算出した分散値から、超音波ジ

50

ジェル媒体層の輝度分布が一様であるという特徴を抽出する。

次に、ステップ S 4 0 0 2 において、ジェル判定の評価値 q を算出して閾値と比較する。ジェル判定領域 3 0 7 の輝度の平均値を G_x 、分散を G_y 、 g_d 、 g_e を定数とすると、ジェル判定評価値 q は [数 2] で与えられる。

【 0 0 7 9 】

【 数 2 】

$$q = g_a \cdot G_x + g_b \cdot G_y$$

10

【 0 0 8 0 】

評価値 q が小さいほど、超音波ジェル媒体層 7 が存在する可能性が高い。圧迫検出部 3 0 0 2 は、ジェル判定評価値 q が閾値以下である場合、十分な厚さの超音波ジェル媒体層 7 が存在すると考えられるため、〔圧迫無し〕と判定する（ステップ S 4 0 0 2 : Yes、ステップ S 4 0 0 3）。

一方、ジェル判定評価値 q が閾値より大きい場合は、十分な厚さの超音波ジェル媒体層 7 が存在しないと考えられるため、〔圧迫有り〕と判定し（ステップ S 4 0 0 2 : No、ステップ S 4 0 0 4）、判定結果を手技判定部 3 0 0 4（図 4 参照）に出力する。

20

【 0 0 8 1 】

（ 5 ）評価対象の判定について

手技判定部 3 0 0 4（図 4 参照）は、図 6 のフローにおけるステップ S 1 0 0 1 の判定結果が〔関節有り〕、ステップ S 1 0 0 2 の判定結果が〔モーションノイズ無し〕、ステップ S 1 0 0 3 の判定結果が〔圧迫無し〕の場合に、対象フレームの画像は適切な手技の下で得られた画像であると判定し、当該フレームのデータと共に当該フレームが疾患スコア算出処理の対象であることを示す情報を、形態定量化部 2 0 0 3 A（図 4 参照）及び炎症定量化部 2 0 0 3 B（図 4 参照）に出力する。併せて、評価値が最大である関節検出窓 3 0 2 の位置を示す情報を形態定量化部 2 0 0 3 A 及び炎症定量化部 2 0 0 3 B に出力する。

30

【 0 0 8 2 】

ステップ S 1 0 0 1 の判定結果が〔関節無し〕、ステップ S 1 0 0 2 の判定結果が〔モーションノイズ有り〕、ステップ S 1 0 0 3 の判定結果が〔圧迫有り〕の少なくとも 1 つに該当する場合、手技判定部 3 0 0 4 は、対象フレームの画像は適切な手技の下で得られた画像ではないと判定し、当該フレームが疾患スコア算出処理の対象ではないことを示す情報を、形態定量化部 2 0 0 3 A 及び炎症定量化部 2 0 0 3 B へ出力して処理を終了する。

40

【 0 0 8 3 】

以上説明したように、対象フレームの超音波画像が適切な手技の下で得られた画像であるか否かを手技判定部 3 0 0 4 により判定し、適切な手技の下で得られたと判定された超音波画像のみが疾患スコア算出処理の対象とされるため、より正確な疾患スコアを得ることができる。

（ 6 ）腫張スコア（GS）の算出

図 6 のステップ S 1 0 0 4 における疾患スコア算出処理は、疾患スコア算出部 2 0 0 3（図 4 参照）により行われる。より具体的には、疾患スコア算出部 2 0 0 3 の形態定量化部 2 0 0 3 A（図 4 参照）が、Bモード画像の滑膜肥厚の大きさ・輝度・骨びらんの程度から疾患スコア（腫張スコア）を算出する。図 1 7 は、疾患スコア算出処理の内容を示すフローチャートである。

50

【 0 0 8 4 】

i) 滑膜肥厚の大きさ・輝度の算出

最初に、形態定量化部 2 0 0 3 A は、評価値が最大である関節検出窓 3 0 2 (図 9 (b) 参照) の位置を示す情報に基づき関節部位を示す B モード画像 3 0 1 の部分を特定し (S 5 0 0 1)、関節検出窓 3 0 2 内の B モード画像の部分から骨を検出する (S 5 0 0 2)。

【 0 0 8 5 】

図 1 8 は、骨 1 及び骨 2 を検出する処理を説明するための模式図である。上述のとおり、骨は比較的固い組織であるため、超音波画像上において高輝度で描画される。超音波の大部分は骨表面で反射されるため、骨の内部は描画されず、骨表面の骨皮質に相当する部分のみが高輝度で描画される。

骨 1 及び骨 2 は、関節検出窓 3 0 2 の垂直中心位置 3 0 8 よりも下方の関節検出窓 3 0 2 内に存在する。そのため、関節検出窓 3 0 2 の垂直中心位置 3 0 8 よりも下方の領域内の B モード画像の部分を探査範囲とする。関節検出窓 3 0 2 の垂直中心位置 3 0 8 を始点として下方に向けた方向を探査方向 3 0 9 (図中矢印方向) として、探査方向 3 0 9 の輝度変化を検出する (S 5 0 0 2)。検出輝度が低輝度から高輝度となる方向に探査処理を行うことにより境界の誤検出を低減することができる。B モード画像 3 0 1 中、骨 1 及び骨 2 は高輝度であるので、動的輪郭モデル (S N A K E S) 等を用いて、骨 1 及び骨 2 と周囲の画像部分との境界 1 A、2 A を検出することができる。このとき、図 1 8 に示すように、検出された境界 1 B、2 B が探査方向 3 0 9 において急激に変化しており、かつ、探査方向 3 0 9 における境界位置の変化が探査方向 3 0 9 と垂直な方向において滑らかに変化している場合に、その境界 1 B、2 B は骨 1 及び骨 2 の境界 1 A、2 A であると特定することができる。

【 0 0 8 6 】

次に、形態定量化部 2 0 0 3 A は、関節包の境界を検出する。図 1 9 は、関節包を示す画像部分 (以下、「関節包」と表記する。) 5 を検出する処理を説明するための模式図である。関節検出窓 3 0 2 内の骨 1 及び骨 2 の上方に、関節包 5 が存在する。そのため、関節検出窓 3 0 2 中、骨 1 及び骨 2 よりも上方にある領域内の B モード画像の部分を探査範囲とする。ここでも、検出輝度が低輝度から高輝度となる方向に探査処理を行うことにより境界の誤検出を低減することができる。関節検出窓 3 0 2 の骨 1 及び骨 2 と周囲の画像部分との境界 1 A、2 A を始点とし、上方に向けた方向を探査方向 3 0 9 (図中矢印方向) として、探査方向 3 0 9 における輝度変化を検出する (S 5 0 0 3)。

【 0 0 8 7 】

B モード画像 3 0 1 中、関節包 5 の上方に位置する脂肪層や筋肉層を示す画像部分の輝度は滑膜肥厚 6 よりも高く、動的輪郭モデル (S N A K E S) 等を用いて、関節包 5 と滑膜肥厚 6 との境界 5 A を検出することができる。このとき、図 1 9 に示すように、検出された境界 5 A が探査方向 3 0 9 において急激に変化しており、かつ、探査方向 3 0 9 における境界位置の変化が探査方向 3 0 9 と垂直な方向において滑らかに変化している場合に、その境界 5 A は関節包 5 であると特定することができる。その他、輝度値の類似度に基づく領域拡張法等の画像処理により関節包 5 を特定しても良い。

【 0 0 8 8 】

次に、滑膜肥厚 6 が大きいほど、疾患の程度が高いと評価することができるので、形態定量化部 2 0 0 3 A (図 4 参照) は、滑膜肥厚 6 の大きさを算出する。滑膜肥厚 6 の大きさは、骨の境界 1 A、2 A と関節包 5 (5 A) との垂直方向の距離や面積として算出することができる。

まず、探査方向 3 0 9 と垂直な方向に沿った滑膜肥厚 6 の長さの平均値及び最大値を算出する (ステップ S 5 0 0 4)。

【 0 0 8 9 】

次に、形態定量化部 2 0 0 3 A は、滑膜肥厚 6 の平均輝度を算出する (ステップ S 5 0 0 5)。滑膜肥厚 6 の平均輝度が低い場合、疾患の程度が高いと評価することができる。

滑膜肥厚 6 の平均輝度は、骨の境界 1 A、2 A と関節包 5 (5 A) とで囲まれた部分である滑膜肥厚 6 に含まれる各画素が示す輝度を平均することにより算出することができる。なお、滑膜肥厚 6 とは、図 19 において、滑膜肥厚 6 の外周縁 6 A により囲まれた範囲である。また、平均輝度に変えて滑膜肥厚 6 における輝度の中央値を算出してもよい。

【 0 0 9 0 】

i i) 骨びらんの程度の算出

続いて、形態定量化部 2 0 0 3 A (図 4 参照) は、骨びらん 7 の程度を算出する (ステップ S 5 0 0 6) 。骨びらん 7 の程度が高い場合、疾患の程度が高いと評価することができる。

【 0 0 9 1 】

図 20 は、骨びらん 7 の程度を評価する処理を説明した模式図である。骨びらん 7 の程度は、滑膜肥厚 6 と骨 1 との境界 1 A 及び滑膜肥厚 6 と骨 2 との境界 2 A の滑らかさにより評価することができる。具体的には、図 20 に示すように、境界 1 A 及び 2 A の最深部から境界 1 A 及び 2 A にそれぞれ沿った探索方向 3 0 9 に滑らかさを評価することにより行う。滑らかさは、具体的には、例えば、境界 1 A、2 A それぞれについてフィッティング曲線を設定し、フィッティング誤差を算出することにより評価する。

【 0 0 9 2 】

図 21 は、正常な骨表面の境界におけるフィッティングの一例を示す模式図であり、図 22 は、骨びらんの骨表面の境界におけるフィッティングの一例を示す模式図である。図 21 及び図 22 には、骨境界を示す画像 (以下、単に「境界」と表記する。) 1 A と、そのフィッティング曲線 3 1 0 の一例をそれぞれ示している。図 22 に示す骨びらんの骨表面の境界では、図 21 に示す正常な骨表面の境界に比べて、フィッティング誤差 3 1 0 A (境界 1 A とフィッティング曲線 3 1 0 との乖離の大きさ) が大きくなっており、骨びらんの程度が大きいほど、フィッティング誤差 3 1 0 A も大きくなる。従って、フィッティング曲線 3 1 0 に沿ってフィッティング誤差 3 1 0 A を累積することにより、骨びらんの程度を評価することができる。なお、フィッティングに用いる曲線は任意であるが、骨びらんの部分にフィットするような曲線を用いると、フィッティング誤差が小さくなってしまい、骨びらんの程度を正確に評価できなくなる虞がある。従って、フィッティング曲線の関数には、骨びらんの部分にフィットしないような次数の選択を行うことが好ましい。

【 0 0 9 3 】

また、上記フィッティング曲線を用いる方法に代えて、骨境界を一次微分又は二次微分して、その骨表面に沿った方向における変化を検出することにより骨表面の滑らかさを評価してもよい。当該方法によると、骨表面の個体間の形状変化の影響を排除して、骨表面の滑らかさについて評価することができる。

i i i) 腫張スコアの算出

図 17 のフローに戻って、次に、形態定量化部 2 0 0 3 A (図 4 参照) は、疾患スコアの 1 つである腫張スコアを算出する (ステップ S 5 0 0 7) 。腫張スコアは、滑膜肥厚 6 の大きさを GS_x 、滑膜肥厚 6 の輝度を GS_y 、骨びらんの程度を GS_z とし、 GS_a 、 GS_b 、 GS_c を定数とすると、[数 3] で与えられる。

【 0 0 9 4 】

【 数 3 】

$$GS = gsa \cdot GS_x + gsb \cdot GS_y + gsc \cdot GS_z$$

【 0 0 9 5 】

発明者らの検討によると、疾患の進行と高い関係性がある 3 パラメータ、 GS_x 、 GS_y 、 GS_z の線形結合した腫張スコア (GS) を用いることにより、疾患の程度をより正確に評価することができる。 GS_x 、 GS_y 、 GS_z は、それぞれの最大値と最小値を用

10

20

30

40

50

いて、0～1に正規化してもよい。そして、上述のとおり、形態定量化部2003Aは、腫張スコアを記憶部1020（図2参照）に出力し、記憶部1020は、これを記憶する（図6のステップS1004）。形態定量化部2003Aは、滑膜肥厚6を示す位置情報を炎症定量化部2003B（図4参照）に出力する。

【0096】

上記構成により、評価対象フレームのBモード画像信号における対象画像部分の信号から、疾患の程度を定量化した疾患スコアを、評価対象フレーム毎に算出することができ、評価の客観性の向上を図ることができる。

（7）炎症スコア（PD）の算出

（7-1）新生血管の特定

関節リウマチをはじめとする関節疾患の評価を行うための画像診断として、血流の存在する領域を特定し、疾患に起因する新生血管の有無を判定することが行われている。被検体内において物質が移動すると、当該移動に起因してドブラ信号が生じる。血液の移動である血流は、血液中の赤血球等を含めた物質の移動であるためドブラ信号が生じ、これにより血流の存在する領域を特定することができる。

【0097】

しかし、ドブラモード画像それ自体では、血流が存在する領域を特定することができるのみである。そのため、当該血流が存在する領域が、疾患に起因する新生血管を示すものであるのか、疾患以前から存在する既存の血管（既存血管）を示すものであるのかを区別して、新生血管を特定することが重要である。

新生血管と既存血管とを区別し、新生血管を特定する方法として、例えば、以下のような方法を用いることができる。

【0098】

新生血管は、通常、既存血管よりも微細な血管であることから、血流領域の面積や血流領域の幅が小さいほど、新生血管である可能性が高い。そこで、血流領域の面積又は幅に関する特徴量（以下、「自己特徴量」と称する。）を、ドブラモード画像から抽出する。

また、新生血管は、通常、滑膜肥厚領域内に発生することから、血流領域の関節中心部からの水平距離が近いほど新生血管である可能性が高い。さらに、既存血管は、通常、皮膚又は骨に沿った方向に配置されていることから、血流領域の形状と、皮膚表面又は骨表面の形状との一致度が高いほど、既存血管である可能性が高く、一致度が低いほど新生血管である可能性が高い。そこで、血流領域の形状と、皮膚表面又は骨表面の形状との一致度に関する特徴量（以下、「相対特徴量」と称する。）を、ドブラモード画像から抽出する。

【0099】

そして、抽出した自己特徴量及び相対特徴量に基づいて、新生血管である可能性を定量的に評価し、新生血管を特定する。新生血管の特定は、例えば、当該可能性が一定の閾値以上であるかどうかによって行ってもよい。

なお、本実施形態においては、上記方法によって新生血管を特定するのに加えて、新生血管である可能性が一定の閾値未満であるが、新生血管である可能性のある程度高い領域を、新生血管可能部分として特定する。その際、例えば、新生血管であると判定するための閾値を第1閾値とすると、第1閾値よりも低い第2閾値を設定し、新生血管である可能性が第2閾値以上第1閾値未満である領域を新生血管可能部分であると特定してもよい。

【0100】

（7-2）炎症スコア（PD）の算出

図17のフローにおいて、炎症定量化部2003B（図4参照）は、形態定量化部2003A（図4参照）からの滑膜肥厚6を示す位置情報を入力とし、ドブラモード画像信号に基づき炎症スコアを算出する（ステップS5008）。

ステップS5005において形態定量化部2003Aが特定した滑膜肥厚6の範囲に基づいて、炎症定量化部2003Bは、滑膜肥厚6を関心領域（ROI：Region of Interest）として設定し、関心領域の占める面積（PDy）を算出する。さ

10

20

30

40

50

らに、炎症定量化部 2003B は、関心領域である滑膜肥厚 6 に含まれる各画素において、新生血管であると特定された領域の画素の占める面積 (PDx) を算出する。炎症スコアは、新生血管であると特定された領域の画素の占める面積 (PDx) を関心領域の占める面積 (PDy) で除した値として [数 4] で与えられる。

【0101】

【数 4】

$$PD = \frac{PDx}{PDy}$$

10

【0102】

このとき、滑膜肥厚 6 の一部からなる画像部分 (例えば、矩形形状の固定サイズの画像部分) を関心領域として、骨の検出結果より設定して、その関心領域の面積 (PDy) と、関心領域中の新生血管であると特定された領域の面積 (PDx) とを算出してもよい。この場合、面積 (PDy) は固定値となる。

このように、既存血管と新生血管とを区別し、新生血管であると特定された領域のみを用いて炎症スコア (PD) を算出することにより、疾患の程度をより正確に評価することができる。

20

【0103】

炎症スコア (PD) の算出が完了すると、炎症定量化部 2003B は、炎症スコアを記憶部 1020 (図 2 参照) に出力し、記憶部 1020 は、これを記憶する (図 6 のステップ S1004)。

上記構成により、評価対象フレームの B モード画像信号とドプラモード画像信号における対象画像部分の信号から、疾患の程度を定量化した疾患スコアを評価対象フレーム毎に算出することができ、疾患の程度の評価における客観性の向上を図ることができる。

30

【0104】

(8) 代表疾患スコア及び代表疾患フレームの選択

図 6 のフローにおけるステップ S1009 では、代表疾患フレーム選択部 2004 (図 3 参照) は、記憶部 1020 (図 2 参照) に記憶された疾患スコア (腫張スコア、炎症スコア) を入力とし、所定の数値処理に基づき 1 以上の代表疾患スコアを選択し、当該代表疾患スコアに対応するフレームを代表疾患フレームとして選択する。そして、代表疾患フレーム選択部 2004 は、選択された代表疾患スコア及び代表疾患フレームを記憶部 1020 に出力し、記憶部 1020 はこれらを記憶する。

【0105】

本実施形態においては、代表疾患フレーム選択部 2004 は、記憶部 1020 に記憶されている疾患スコアの最大値を代表疾患スコアとして選択し、最大値である代表疾患スコアを示すフレームを代表疾患フレームとして選択する。しかし、これに限られず、疾患の程度が平均的である状態を示す疾患スコアの平均値、又は、疾患の程度が中間的である状態を示す疾患スコアの中央値を、代表疾患スコアとして選択してもよい。

40

【0106】

なお、代表疾患スコアが平均値又は中央値であって、当該数値と一致する疾患スコアが存在しない場合には、当該数値に最も近い疾患スコアを代表疾患スコアとして選択し、当該最も近い疾患スコアを示すフレームを代表疾患フレームとして選択してもよい。

これにより、代表疾患スコアの選択基準を、医師や病院による検査指針、疾患の状態、被験者の特性等の各種条件に基づいて適宜設定することが可能となる。

【0107】

50

また、所定の数値処理に基づく選択基準を複数有し、疾患の状態や被験者の特性等の各種条件に応じて、当該複数の選択基準から1つの選択基準を選択して診断に用いる構成としてもよい。この場合、代表疾患スコアの選択に用いられた選択基準は、記憶部1020に記憶される構成とすることが好ましい。これにより、過去に算出した疾患スコアと同じ選択基準を用いて代表疾患スコアの選択を行うことができ、定期検査等の経過観察において過去の評価結果との比較が容易になる。

【0108】

なお、疾患スコアを修正する場合には、入力受付部1009を介して操作者による修正情報を取得して、記憶部1020に記憶する。関節包であると判断された画像領域やドプラ信号であると判断された画像領域に誤りがあり、修正された場合には、形態定量化部2003Aと炎症定量化部2003Bにおいて、当該修正情報に基づいて疾患スコアが再計算される。また、再計算された疾患スコアに基づいて、代表疾患スコアが再選択される。

10

【0109】

2. 超音波診断装置1100による表示画面

(1) 操作画面

次に、超音波診断装置1100の操作画面について説明する。当該操作画面は、表示制御部1016の指示により表示器1008のディスプレイに表示される。本実施形態においては、表示器1008は、タッチパネル式のディスプレイを備え、超音波診断装置1100への入力は、当該タッチパネルを介して行われる。即ち、表示器1008は、入力受付部1009の機能も兼ねている。

20

【0110】

検査に先立って、操作者は手指関節の検査順序を登録する。図23に、検査順序を登録するための超音波診断装置1100の操作入力画面の一例を示す。関節位置を示すアイコン201に操作者がタッチすると、タッチした順番にアイコン201に数字が表示される。そして、その数字が、対応する関節(診断部位)の検査順序として登録される。また、登録した検査順序に変更を加える場合には、アイコン201内に検査順序を示す数字が表示されている状態で、再度アイコン201をタッチすると、2回目にタッチした順序が、検査順序として更新登録されるようにしてもよい。

【0111】

次に、1つの手指関節に対する検査における超音波診断装置1100の操作画面について説明する。

30

図24に、超音波測定開始前の表示画面の一例を示す。図24に示すように、表示画面には、Bモード画像部分101、ドプラモード画像部分102、腫張スコア表示部分103、炎症スコア表示部分104、代表腫脹スコア情報画像部分105、代表炎症スコア情報画像部分106、メッセージ表示部107、フレーム番号表示部108が含まれる。表示画面には、さらに、腫脹時系列表示部分110、炎症時系列表示部分120、腫脹角度疾患情報表示部130、炎症角度疾患情報表示部140、検査ボタン部150、診断部位表示部160、操作ボタン部170が含まれる。

【0112】

検査ボタン部150は、STARTボタン151、STOPボタン152、RETRYボタン153からなる。STARTボタン151は、超音波測定を開始又は再開するためのボタンであり、STOPボタン152は、超音波測定を終了又は一時中断するためのボタンである。RETRYボタン153は、超音波測定をやり直すためのボタンである。例えば、超音波測定中にメッセージ表示部107に後述する警告メッセージが表示され、警告状態をすぐに解消することができず、測定をやり直す場合に、RETRYボタン153をタッチすると、測定を最初からやり直すことができる。なお、STOPボタン152をタッチして一度測定を停止した後に、RETRYボタン153をタッチしてもよい。

40

【0113】

診断部位表示部160は、被検体の外観形状を模式的に表す被検体アイコン161、被検体における登録された診断部位の位置を示す診断部位アイコン162、現在測定中の診

50

断部位の位置を示す測定中診断部位アイコン 163、登録された順番における次の診断部位を選択して表示させるための次ボタン 164、登録された順番における 1 つ前の診断部位を選択して表示させるための戻るボタン 165、及び、現在表示されている（測定中の）診断部位が、登録された順番の中で何番目であるかを示す順番表示部 166 から構成されている。

【0114】

本実施形態においては、図 24 に示すように、測定中診断部位アイコン 163 は、診断部位アイコン 162 よりもサイズが大きい。しかし、これに限られず、測定中診断部位アイコン 163 と診断部位アイコン 162 とが異なる色で表示される等、互いに区別可能であればよい。

10

また、本実施形態においては、図 24 に示すように、診断部位アイコン 162 は、測定済みの診断部位についてはベタ塗りの円で表示され、未測定の診断部位については、中空の円で表示される。しかしこれに限られず、互いに区別することが可能であればよく、例えば、測定済みの診断部位と未測定の診断部位とで、互いに異なる色で表示される構成であってもよい。

【0115】

図 24 に示す状態において、操作者が START ボタン 151 を押すと、図 6 のフローがスタートすると共に、図 25 に示す測定中の表示画面が表示器 1008（図 1、図 2 参照）に表示される。また、このとき、表示画面のメッセージ表示部 107 には、計測中である旨のメッセージが表示される。そして、B モード画像部分 101 には取得された B モード画像がリアルタイムで表示され、ドプラモード画像部分 102 には取得されたドプラモード画像がリアルタイムで表示される。また、各画像には診断装置が検出した関節包境界 11 が重畳して表示される。

20

【0116】

図 6 のフローのステップ S1001 において、超音波画像中に関節部位が含まれていないと判定された場合（ステップ S1001：No）、図 26 に示すように、メッセージ表示部 107 に、超音波画像中に関節が含まれていない旨の警告メッセージが表示される（ステップ S1006）。また、図 6 のフローのステップ S1002 において、ドプラモード画像にモーションノイズに起因した部分が含まれると判定された場合（ステップ S1002：Yes）、図 27 に示すように、メッセージ表示部 107 に、モーションノイズが含まれている旨の警告メッセージが表示される（ステップ S1007）。そして、図 6 のフローのステップ S1003 において、超音波プローブ 1001a（図 2 参照）が被検体体表を圧迫していると判定された場合（ステップ S1003：Yes）、図 28 に示すように、メッセージ表示部 107 に、体表を圧迫している旨の警告メッセージが表示される。これらの警告メッセージが表示された場合、操作者は、プローブユニット 1001 の位置や向き、被検体体表への密着度を適宜調整して、測定を継続することができる。また、STOP ボタン 152 を押して一度測定を停止し、プローブユニット 1001 の調整を行った後、RETRY ボタン 153 を押して測定を再び開始してもよい。

30

【0117】

（2）診断画像

図 29 は、1 つの診断部位（関節）についての計測が正常に終了した後に表示器 1008（図 1、図 2 参照）に表示される、当該診断部位の診断画像の一例を示す図である。診断画像には、疾患活動性情報提示部 20 及び超音波画像部分 21 が含まれる。超音波画像部分 21 は、B モード画像部分 101 及びドプラモード画像部分 102 から成り、B モード画像部分 101 には、B モード画像が表示され、ドプラモード画像部分 102 には、ドプラモード画像が表示される。1 つの診断部位（関節）についての計測が正常に終了した後に表示される診断画像における超音波画像部分 21 に表示されるのは、当該診断部位における代表疾患フレームの超音波画像（B モード画像及びドプラモード画像）である。

40

【0118】

図 29 に示すように、B モード画像部分 101 に表示された B モード画像には、滑膜肥

50

厚領域 4 1 0 が示されている。また、ドプラモード画像部分 1 0 2 に表示されたドプラモード画像には、新生血管 4 2 1 (4 2 1 a、4 2 1 b) 及び新生血管可能部分 4 3 1 (4 3 1 a) が示されている。

疾患活動性情報提示部 2 0 は、疾患スコア情報画像部分 2 2、角度疾患情報画像部分 2 6、及びパー 1 0 0 を含む。なお、疾患活動性情報提示部 2 0 は、疾患スコア情報画像部分 2 2、角度疾患情報画像部分 2 6、パー 1 0 0 の全部を含む構成に限られず、これらのうち、何れか 1 つ又は 2 つのみを含む構成としてもよい。

【 0 1 1 9 】

疾患スコア情報画像部分 2 2 は、疾患スコアを表す情報を表示する画像部分である。疾患スコアを表す情報とは、疾患スコア (数値) であってもよいし、疾患スコアを、例えば、棒グラフや円グラフといったグラフ等を用いて視覚的に表す画像であってもよい。さらには、疾患スコアに基づいて、色、明度、彩度、模様のうち少なくとも 1 つを異ならせることにより疾患の程度を表す画像であってもよい。疾患スコア情報画像部分 2 2 は、代表腫脹スコア情報画像部分 1 0 5 及び代表炎症スコア情報画像部分 1 0 6 から成る。

10

【 0 1 2 0 】

代表腫脹スコア情報画像部分 1 0 5 の修正前最大腫脹スコア情報画像部分 1 0 5 a 1 には、当該診断部位について算出された代表腫脹スコアを表す情報 (本実施形態においては、最大腫脹スコア (M a x G S)) が表示される。また、修正前最大滑膜肥厚領域面積表示部分 1 0 5 b 1 には、当該診断部位において滑膜肥厚領域 4 1 0 であると判定された領域の面積の最大値である最大滑膜肥厚領域面積 (M a x A r e a) が表示される。滑膜肥厚や滑液貯留が発生し、その程度が大きいほど、滑膜肥厚領域は肥大化するので、滑膜肥厚領域 4 1 0 であると判定された部分の面積は大きくなる。

20

【 0 1 2 1 】

代表炎症スコア情報画像部分 1 0 6 の修正前炎症スコア情報画像部分 1 0 6 a 1 には、当該診断部位について算出された代表炎症スコアを表す情報 (本実施形態においては、最大炎症スコア (M a x P D)) が表示される。修正前最大新生血管面積表示部分 1 0 6 b 1 には、当該診断部位において新生血管 4 2 1 であると判定された領域の面積の最大値 (最大新生血管面積 : M a x A r e a) が表示される。新生血管は、リウマチの疾患が進行するほど多く発生し、そのサイズも大きくなるため、新生血管 (及び新生血管可能部分) の合計面積は大きくなる。修正前最大 V a s 表示部分 1 0 6 c 1 には、当該診断部位について算出された最大 V a s (V a s c u l a r i t y) (M a x V a s) が表示される。なお、V a s c u l a r i t y とは、血管分布の意味から転じて、血流領域が占める割合 (占有率) という意味で用いられている。

30

【 0 1 2 2 】

パー 1 0 0 は、時系列疾患情報表示部 2 3 に含まれる。時系列疾患情報表示部 2 3 は、腫脹時系列表示部分 1 1 0 及び炎症時系列表示部分 1 2 0 からなる。腫脹時系列表示部分 1 1 0 は、パー 1 1 1 を含み、炎症時系列表示部分 1 2 0 は、パー 1 2 1 を含む。パー 1 0 0 は、パー 1 1 1 及び 1 2 1 により構成される。

腫脹時系列表示部分 1 1 0 は、長尺な矩形形状のパー 1 1 1 及び逆三角形の時系列インディケータ 1 1 2 a を有する。パー 1 1 1 は、1 つの診断部位の測定において取得された超音波診断画像のフレームのシーケンス全体を表す。時系列インディケータ 1 1 2 a は、当該シーケンスにおける代表疾患フレームの位置を示す。図 2 9 に示す例では、フレーム番号表示部 1 0 8 に示されているように、シーケンス全体のフレーム数は 2 5 6 フレームであり、代表疾患フレームはその中の 1 1 4 番目のフレームである。従って、パー 1 1 1 は 2 5 6 フレームを表し、時系列インディケータ 1 1 2 a は、その中の 1 1 4 番目のフレームに相当する位置を示している。

40

【 0 1 2 3 】

また、時系列インディケータ 1 1 2 b は、前回の計測における代表疾患フレーム (以下、「前回の代表疾患フレーム」と表記する。) に相当する位置を示す。

パー 1 1 1 における各フレームに対応する位置には、それぞれのフレームの腫脹スコア

50

が、色、明度、彩度、模様の中の少なくとも1つを異ならせることにより表示されている。本実施形態においては、図29に示されるように、腫脹スコアは4段階に区分され、それぞれ異なる模様（模様無しを含む）で表示されている。即ち、バー111は、シーケンス全体のフレーム数を表すとともに、シーケンスにおける腫脹スコアの変化を示す時系列腫脹情報を表す。

【0124】

炎症時系列表示部分120は、腫脹時系列表示部分110と同様の構成であり、長尺な矩形のバー121と、逆三角形の時系列インディケータ122aを有する。バー121はシーケンス全体を表し、時系列インディケータ122aはその中の代表疾患フレームの位置を示す。また、バー121における各フレームに対応する位置には、それぞれのフレームの炎症スコアが、色、明度、彩度、模様の中の少なくとも1つを異ならせることにより表示されている。本実施形態においては、図29に示されるように、炎症スコアは4段階に区分され、それぞれ異なる模様（模様無しを含む）で表示されている。即ち、バー121は、シーケンス全体のフレーム数を表すとともに、シーケンスにおける炎症スコアの変化を示す時系列炎症情報を表す。

10

【0125】

バー100は、必ずしもバー111と121とを有する構成に限られず、何れか一方のみでもよいし、腫脹スコア、炎症スコア以外の疾患の程度を表す情報を示すバーをさらに含んでもよい。また、腫脹スコア情報と炎症スコア情報とを特に区別せずに、これらをひとまとめに疾患の程度を表す情報として、バー100を、シーケンスにおける疾患の程度

20

【0126】

なお、時系列インディケータ112a、112b、122a、122bは、疾患の程度を表すものではないので、疾患活動性情報提示部20には、バー111及び121のみが含まれ、時系列インディケータ112a、112b、122a、122bは含まれない。

また、時系列インディケータ112a、112b、122a、122bの形状は逆三角形に限られず、直線、矢印、円、菱形等の任意の形状とすることができる。

【0127】

また、時系列腫脹情報と時系列炎症情報とを特に区別する必要が無い場合、及び、これらを総じて扱う場合には、「時系列疾患情報」と記載する。

30

角度疾患情報表示部24は、腫脹角度疾患情報表示部130及び炎症角度疾患情報表示部140からなる。

腫脹角度疾患情報表示部130は、腫脹角度情報画像部分131及び腫脹角度疾患情報画像部分132を含む。

【0128】

腫脹角度情報画像部分131は、被検体断面アイコン133及び角度インディケータ134aを含む。被検体断面アイコン133は、長尺な被検体の長手方向に直交し、診断部位を通る仮想平面における被検体の断面を模式的に表すアイコン画像である。角度インディケータ134aは、超音波プローブ1001a（図2参照）の診断部位に対する角度を表す逆三角形の画像である。本実施形態においては、当該断面は、指の関節の断面であって、円で表される。また、角度インディケータ134aは、代表疾患フレームに対応する角度情報を示す。即ち、代表疾患フレームの超音波画像信号が取得されたときの、被検体に対する超音波プローブ1001aの角度を、被検体断面アイコン133の対応する位置で示す。なお、角度インディケータ134bは、前回の代表疾患フレームに対応する角度情報を示す。

40

【0129】

腫脹角度疾患情報画像部分132は、被検体断面アイコン133の周囲を囲むように帯状に配置された帯状画像部分に、対応する角度のフレームの腫脹スコアが、色、明度、彩度、模様の中の少なくとも1つを異ならせることにより表示されて構成されている。本実施形態においては、図29に示されるように、腫脹スコアは4段階に区分され、それぞ

50

れ異なる模様（模様無しを含む）で表示されている。即ち、腫脹角度疾患情報画像部分 1 3 2 は、扇形の広がりによってシーケンス全体のフレーム数を表すとともに、シーケンスにおける腫脹スコアの変化を角度に対応付けて示す角度腫脹情報を表す。

【0130】

なお、角度インディケータ 1 3 4 a は、腫脹角度疾患情報画像部分 1 3 2 の外側に配されている。また、腫脹角度疾患情報画像部分 1 3 2 は、被検体断面アイコン 1 3 3 の周囲全体を囲んでいなくてもよいし、囲んでいてもよい。本実施形態においては、図 2 9 に示すように、被検体断面アイコン 1 3 3 の下側は腫脹角度疾患情報画像部分 1 3 2 によって囲まれていない。以下、被検体断面アイコンを「囲む」という表現は、必ずしも周囲全体を囲むことに限られない。

10

【0131】

炎症角度疾患情報表示部 1 4 0 は、炎症角度情報画像部分 1 4 1 及び炎症角度疾患情報画像部分 1 4 2 を含む。

炎症角度情報画像部分 1 4 1 は、被検体断面アイコン 1 4 3 及び角度インディケータ 1 4 4 a を含む。被検体断面アイコン 1 4 3 は、被検体断面アイコン 1 3 3 と同様に、被検体の断面を模式的に表すアイコン画像である。角度インディケータ 1 4 4 a は、角度インディケータ 1 3 4 a と同様に、超音波プローブ 1 0 0 1 a（図 2 参照）の診断部位に対する角度を表す逆三角形の画像である。角度インディケータ 1 3 4 a は、今回の測定における代表疾患フレームに対応する角度情報を示し、角度インディケータ 1 3 4 b は、前回の代表疾患フレームに対応する角度情報を示す。

20

【0132】

炎症角度疾患情報画像部分 1 4 2 は、腫脹角度疾患情報画像部分 1 3 2 と同様に、被検体断面アイコン 1 4 3 の周囲を囲むように帯状に配置された帯状画像部分に、対応する角度のフレームの炎症スコアが、色、明度、彩度、模様のうちの少なくとも 1 つを異ならせることにより表示されて構成されている。本実施形態においては、図 2 9 に示されるように、炎症スコアは 4 段階に区分され、それぞれ異なる模様（模様無しを含む）で表示されている。即ち、炎症角度疾患情報画像部分 1 4 2 は、扇形の広がりによってシーケンス全体のフレーム数を表すとともに、シーケンスにおける炎症スコアの変化を角度に対応付けて示す角度炎症情報を表す。

【0133】

なお、角度インディケータ 1 4 4 a は、炎症角度疾患情報画像部分 1 4 2 の外側に配されている。

30

また、腫脹角度情報画像部分 1 3 1 と炎症角度情報画像部分 1 4 1 とにより、角度情報画像部分 2 5 が構成される。腫脹角度疾患情報画像部分 1 3 2 と炎症角度疾患情報画像部分 1 4 2 とにより、角度疾患情報画像部分 2 6 が構成される。

【0134】

そして、角度疾患情報画像部分 2 6 において、角度による腫脹スコアの変化を表す角度腫脹情報と、角度による炎症スコアの変化を表す角度炎症情報とを特に区別する必要が無い場合、及びこれらを総じて扱う場合には、「角度疾患情報」とする。

続いて、超音波プローブ 1 0 0 1 a を介して取得した複数フレームの超音波画像信号に基づいて、制御部 1 0 1 0 が診断画像を生成して、表示器 1 0 0 8 に表示させる処理について、フローチャートを参照しつつ以下に説明する。図 3 0 は、診断画像生成表示処理の内容の一例を示すフローチャートである。超音波診断装置 1 1 0 0 全体を制御する不図示のメインルーチンにおいて、当該診断画像生成表示処理のサブルーチンがコールされる毎に実行される。本実施形態においては、具体的には、図 6 のフローにおけるステップ S 1 0 0 5 で 1 つの手指関節（診断部位）に対する測定が完了したと判定されると、診断画像生成表示処理のサブルーチンがコールされる。

40

【0135】

先ず、記憶部 1 0 2 0 に記憶されている超音波画像信号を取得する（ステップ S 6 0 0 1）。

50

次に、記憶部 1020 に記憶されている角度情報を取得する（ステップ S6002）。

続いて、取得した超音波画像信号に基づいて、図 6 に示す疾患スコア算出処理を実行する（ステップ S6003）。

【0136】

そして、算出された疾患スコアと取得された角度情報とを、対応するフレームに対応付けて記憶部 1020 に記憶させる（ステップ S6004）。具体的には、例えば、算出された疾患スコア及び取得された角度情報に、対応するフレームのフレーム ID を付与して記憶部 1020 に記憶させる。本実施形態においては、フレーム ID は、例えば、フレーム番号であるが、これに限られず、任意の ID 情報をフレーム ID として用いてもよい。

【0137】

続いて、表示処理を実行する（ステップ S6005）。表示処理の具体的な処理内容については、以下に引き続き説明する。

図 31 は、図 30 のフローにおけるステップ S6005 の表示処理の内容を示すフローチャートである。

まず、選択されたフレームのフレーム ID を取得する（ステップ S7001）。選択されたフレームは、ここでは、代表疾患フレームである。

【0138】

次に、選択されたフレームの超音波画像を記憶部 1020 から取得する（ステップ S7002）。

続いて、当該表示処理の対象である診断部位についての角度疾患データセットを取得する（ステップ S7003）。ここで、角度疾患データセットとは、1つの診断部位について取得された全てのフレームの疾患スコアと角度情報（フレーム毎に互いに関連付けられている）のセットのことであり、診断部位ごとに記憶部 1020 に記憶されている。なお、角度疾患データセットに超音波画像が含まれていてもよく、この場合、超音波画像、疾患スコア、及び角度情報は、フレーム毎に互いに関連付けられている。

【0139】

そして、取得された角度疾患データセットから、選択されたフレームに対応する角度情報と疾患スコアを抽出する。選択されたフレームに対応する疾患スコアは、ここでは、代表疾患スコアである。

次に、選択されたフレームに対応する角度情報に基づいて、角度情報画像を生成する（ステップ S7005）。

【0140】

そして、角度疾患データセットから時系列疾患情報画像を生成する（ステップ S7006）。

さらに、角度疾患情報データセットから角度疾患情報画像を生成する（ステップ S7007）。

そして、超音波画像、代表疾患スコア、角度情報画像、時系列疾患情報画像、及び角度疾患情報画像を含む診断画像を生成し、表示器 1008（図 1、図 2 参照）に表示させる（ステップ S7008）。

【0141】

なお、図 30、図 31 に示すフローは、それぞれ、診断画像生成表示処理及び表示処理の内容の一例を示すものであって、必ずしもこれらに限定されるものではない。例えば、図 30 に示す診断画像生成表示処理のフローにおいて、ステップ S6002 が、ステップ S6003 の後であってもよい。また、例えば、図 31 に示す表示処理のフローにおいて、ステップ S7001、ステップ S7002、ステップ S7004、ステップ S7005 が、ステップ S7003、ステップ S7006、ステップ S7007 よりも後に行われてもよい。

【0142】

（3）修正

メッセージ表示部 107 には、Bモード画像部分 101 に表示された滑膜肥厚領域 41

10

20

30

40

50

0、ドプラモード画像部分102に表示された新生血管及び新生血管可能部分、代表腫脹スコア情報画像部分105に表示された代表腫脹スコア及び、代表炎症スコア情報画像部分106に表示された代表炎症スコアの何れかについて、修正の必要があれば、修正を促すメッセージが表示される。

【0143】

代表腫脹スコア及び代表炎症スコアの修正方法について、図32～図35を参照して以下に説明する。

まず、代表腫脹スコアの修正方法について説明する。本実施形態に係る超音波診断装置1100においては、表示器1008に表示された診断画像のBモード画像部分101に表示されたBモード画像において、滑膜肥厚領域410であると判定された部分が実際よりも大きすぎる又は小さすぎる場合に、正しい滑膜肥厚領域410の範囲を、タッチペン8を用いてタッチパネル上に描いて指定することにより修正することができる。例えば、図32に示すように、修正前の滑膜肥厚領域410aが大きすぎる場合は、タッチペン8で正しい滑膜肥厚領域の範囲をタッチパネル上に描いて指定する。すると、図33に示すように、修正後の滑膜肥厚領域410bが表示される。

【0144】

そして、修正後の滑膜肥厚領域410bの面積が自動的に再計算され、修正後の最大滑膜肥厚領域面積の数値が、修正後最大滑膜肥厚領域面積表示部分105b2に表示される。それとともに、Max GSが再計算されて、補正後のMax GSが修正後最大腫脹スコア情報画像部分105a2に表示される。

なお、Max GSを手動で修正可能としてもよい。例えば、図32に示すように、修正前最大腫脹スコア情報画像部分105a1に表示されている修正前の最大GSスコア(Max GS)が3である(と判定されている)場合に、正しいMax GSが2である場合、修正後最大腫脹スコア情報画像部分105a2をタッチすることにより、図33に示すように、修正後最大腫脹スコア情報画像部分105a2に表示された数字の2が反転表示され、Max GSが2に修正されるとしてもよい。

【0145】

また、最大滑膜肥厚領域面積を手動で修正可能としてもよい。例えば、修正前の最大滑膜肥厚領域面積が40cm²であって、それを30cm²に修正する場合には、修正後最大滑膜肥厚領域面積表示部分105b2をタッチした後、テンキーにより修正後の数値を入力可能な構成としてもよい。

さらには、自動的に修正されたMax GS及び最大滑膜肥厚領域面積をさらに手動で修正可能としてもよい。

【0146】

なお、Bモード画像で滑膜肥厚領域410の修正を行わずに、Max GSを修正可能としてもよい。そのような構成の場合、滑膜肥厚領域の面積は大きい、疾患の程度が全体的に軽い場合にも対応することができる。

次に、代表炎症スコアの修正方法について、図32～図35を参照して以下に説明する。ドプラモード画像部分102に表示されたドプラモード画像において、実際には新生血管でない部分が、誤って新生血管421であると判定された場合及び、実際には新生血管421である部分が、誤って新生血管可能部分431であると判定された場合の修正方法について先ず説明する。

【0147】

例えば、図32に示すように、診断画像に新生血管421a、新生血管421b、新生血管可能部分431aが表示されており、新生血管421bが実際には新生血管ではなく、新生血管可能部分431aが実際には新生血管である場合について説明する。タッチパネル上で新生血管421bをタッチすると、図33に示すように、タッチされた新生血管421bが新生血管可能部分であると修正され、新生血管可能部分431bとして表示される。また、タッチパネル上で新生血管可能部分431aをタッチすると、タッチされた新生血管可能部分431aが新生血管であると修正され、新生血管421cとして表示さ

10

20

30

40

50

れる。

【0148】

そして、修正後のMax PD、最大新生血管面積、Max Vasが再計算され、修正後炎症スコア情報画像部分106a2、修正後最大新生血管面積表示部分106b2、修正後最大Vas表示部分106c2にそれぞれ表示される。

なお、Max PD、最大新生血管面積、Max Vasをそれぞれ手動で修正可能としてもよい。手動による修正方法については、代表腫脹スコア情報画像部分105におけるMax GS及び最大滑膜肥厚面積の修正方法と同様の方法により行ってもよい。

【0149】

また、ドブラモード画像部分102において新生血管421又は新生血管可能部分431の修正を行わずに、Max PD及びMax Vasを手動で修正可能としてもよい。

何らかの修正が行われると、図33に示すように、メッセージ表示部107に、さらに修正がなければ修正後のデータの保存を促すメッセージが表示される。そして、全ての修正が終了すると、操作ボタン部170の保存ボタン171をタッチして、修正後のデータを記憶部1020（図2参照）に保存する。修正後のデータの保存が完了すると、図34に示すように、メッセージ表示部107に、修正後データの保存が完了した旨を知らせるメッセージが表示される。

【0150】

また、代表疾患フレームとして選択されたフレームに代えて、別のフレームを代表疾患フレームとして手動で選択（修正）する場合には、時系列インディケータ112aをバー111に沿って左右に移動させる。すると、移動先のフレーム番号の診断画像が表示されるので、代表疾患フレームとして手動で選択したいフレームの位置で時系列インディケータ112aを止めればよい。その上で、Max GS等について修正があれば、修正を行い、保存ボタン171をタッチすると、修正後のフレームが代表疾患フレームとして記憶部1020に記憶され、修正後のデータが修正後の代表疾患フレームの疾患データとして記憶部1020に記憶される。

【0151】

なお、時系列インディケータ112a、時系列インディケータ122a、角度インディケータ134a、角度インディケータ144aは、連動して動くので、これらの何れかを移動させて別のフレームを選択してもよい。この場合、角度インディケータ134a及び角度インディケータ144aは、腫脹角度疾患情報画像部分132、炎症角度疾患情報画像部分142の外周に沿って動かすことができる。

【0152】

また、前回の代表疾患フレームの位置を示す時系列インディケータ112b、時系列インディケータ122b、角度インディケータ134b、角度インディケータ144bは、代表疾患フレームを手動で選択する際の目安にすることができる。さらに、角度インディケータ134b、角度インディケータ144bにより、定期検査等における経過観察において、同じ角度において取得した超音波画像から算出した疾患スコア同士を比較することが容易になる。

【0153】

なお、角度インディケータ134a、134b、144a、144bの形状は逆三角形に限られず、直線、矢印、円、菱形等の任意の形状とすることができる。

続いて、代表疾患スコアについての修正処理について、フローチャートを参照しつつ、以下に説明する。図35は、制御部1010により行われる代表疾患スコア修正処理の内容の一例を示すフローチャートである。

【0154】

まず、代表疾患フレームの修正を受付けたかどうかを判定する（ステップS8001）。具体的には、代表疾患フレーム選択部2004（図3参照）によって代表疾患フレームとして選択されたフレームに対して、操作者が時系列インディケータ112a、122a、角度インディケータ134a、144aの何れかを移動させて、別のフレームの診断画

10

20

30

40

50

像を表示させる選択を行った時に、代表選択フレームの修正を受付けたと判定する。

【0155】

代表疾患フレームの修正を受付けた場合には、修正後の代表疾患フレームの診断画像を表示させ、保存を促すメッセージをメッセージ表示部107に表示させる（ステップS8001：Yes、ステップS8009、ステップS8017）。

ステップS8001で代表疾患フレームの修正を受付けていない場合、次に、滑膜肥厚領域が修正されたかどうかについて判定する（ステップS8001：No、ステップS8002）。当該判定は、具体的には、タッチパネル上において、タッチペン8により滑膜肥厚領域410が修正されたかどうかを判定する。

【0156】

滑膜肥厚領域の修正を受付けた場合には、修正後の滑膜肥厚領域を表示させ、保存を促すメッセージを表示させる（ステップS8002：Yes、ステップS8010、ステップS8017）。なお、ステップS8012における修正後の滑膜肥厚領域の表示には、修正後の疾患スコアの再計算及び再計算された疾患スコアの表示も含む。

ステップS8002で滑膜肥厚領域の修正を受付けていない場合、続いて、最大腫脹スコアが修正されたかどうかについて判定する（ステップS8002：No、ステップS8003）

最大腫脹スコアの修正を受付けた場合、修正後の最大腫脹スコアを表示させ、保存を促すメッセージを表示させる（ステップS8003：Yes、ステップS8011、ステップS8017）。

【0157】

最大腫脹スコアの修正を受付けていない場合、続いて、最大滑膜肥厚領域面積の修正を受付けたかどうかを判定する（ステップS8003：No、ステップS8004）。

最大滑膜肥厚領域面積の修正を受付けた場合、修正後の最大滑膜肥厚面積を表示させ、保存を促すメッセージを表示させる（ステップS8004：Yes、ステップS8012、ステップS8017）。

【0158】

最大滑膜肥厚領域面積の修正を受付けていない場合、続いて、新生血管の修正を受付けたかどうかを判定する（ステップS8004：No、ステップS8005）。当該判定は、具体的には、タッチパネル上で操作者が新生血管又は新生血管可能部分をタッチしたとき、新生血管の修正を受付けたと判定する。

新生血管の修正を受付けた場合、修正後の新生血管を表示させ、保存を促すメッセージを表示させる（ステップS8005：Yes、ステップS8013、ステップS8017）。なお、修正後の新生血管の表示には、修正後の最大炎症スコア、新生血管面積、及び最大Vasの再計算及び再計算の結果の表示も含む。

【0159】

ステップS8005で新生血管の修正を受付けていない場合、次に、最大炎症スコアの修正を受付けたかどうか判定する（ステップS8005：No、ステップS8006）。

最大炎症スコアの修正を受付けた場合、修正後の最大炎症スコアを表示させ、保存を促すメッセージを表示させる（ステップS8006：Yes、ステップS8014、ステップS8017）。

【0160】

最大炎症スコアの修正を受付けていない場合、次に、最大新生血管面積の修正を受付けたかどうか判定する（ステップS8006：No、ステップS8007）。

最大新生血管面積の修正を受付けた場合、修正後の最大新生血管面積を表示させ、保存を促すメッセージを表示させる（ステップS8007：Yes、ステップS8015、ステップS8017）。

【0161】

最大新生血管面積の修正を受付けていない場合、続いてMax Vasの修正を受付けたかどうか判定する（ステップS8007：No、ステップS8008）。

10

20

30

40

50

Max Vasの修正を受付けた場合、修正後のMax Vasを表示させ、保存を促すメッセージを表示させる（ステップS8008：Yes、ステップS8016、ステップS8017）。

【0162】

Max Vasの修正を受付けていない場合、保存を促すメッセージを表示させる（ステップS8008：No、ステップS8017）。

ステップS8017で保存を促すメッセージを表示させた後、保存指示を受付けたかどうかを判定する（ステップS8017、ステップS8018）。具体的には、保存ボタン171を操作者がタッチした時に、保存指示を受付けたと判定する。

【0163】

保存指示を受付けていない場合（ステップS8018：No）、ステップS8001に戻って代表フレームの修正を受付けたかどうかの判定を行う。以降、ステップS8018で保存指示を受付けたと判定されるまで、ステップS8001～ステップS8018を繰り返す。

保存指示を受付けた場合、更新完了メッセージを表示させ（ステップS8018：Yes、ステップS8019）、終了する。

【0164】

なお、超音波診断装置1100全体を制御する不図示のメインルーチンにおいて、当該代表疾患スコア修正処理のサブルーチンがコールされる毎に実行される。本実施形態においては、具体的には、図29に示す診断画像において、操作者がタッチパネル上で何らかのタッチ操作を行うことにより代表疾患スコア修正処理のサブルーチンがコールされる。この場合、修正作業ではないタッチ操作が行われた場合でも代表疾患スコア修正処理のサブルーチンがスタートするので、何ら修正を行わない場合でも、操作者は保存ボタン171をタッチして、表示されている内容で問題ないことを承認することになる。

【0165】

また、図35に示すフローは、代表疾患スコア修正処理の内容の一例を示すものであって、必ずしもこれに限られない。例えば、ステップS8001～ステップS8008は、この順に行われなくてもよく、各ステップの順番が異なってもよい。

そして、図35に示すフローは、代表疾患スコアの修正に限られず、代表疾患フレーム以外のフレームにおける疾患スコアの修正に用いられてもよい。

【0166】

以上、1つの診断部位についての計測終了後における疾患データの修正について説明したが、当該修正は、1つの診断部位についての計測が終了するごとに行ってもよいし、全診断部位についての計測が終了した後に、修正を行ってもよい。全診断部位についての計測が終了した後に、修正を行う場合には、診断部位表示部160の次ボタン164及び戻るボタン165をタッチすることにより、修正したい診断を選択することができる。次ボタン164をタッチすると、次の診断部位の診断画像が表示され、戻るボタン165をタッチすると、1つ前の診断部位の診断画像が表示される。

【0167】

また、1つの診断部位についての計測が終了するごとに修正を行う場合、修正が終わって次の診断部位の計測に移る場合には、次ボタン164をタッチすれば、図24に示す表示画面が表示され、次の診断部位の計測を行うことができる。

（4）全診断部位の計測完了後の診断結果の表示画面

図36に、全診断部位の計測完了後の表示画面の一例を示す。全ての診断部位（本実施形態においては、手指関節）における全ての超音波画像についての評価が完了すると、全体の検査結果を示す全体診断画像が表示される。

【0168】

全体診断画像において、各診断部位の位置に、診断部位アイコン202が表示されている。診断部位アイコン202内には、該当診断部位の代表腫脹スコアを示す数字が左側に、代表炎症スコアを示す数字が右側に表示されている。そして、各診断部位の代表疾患ス

10

20

30

40

50

コア（代表腫脹スコア、代表炎症スコア）が、前回と比較して改善されているか、現状維持か、悪化しているかが、診断部位アイコン 202 の背景の色、明度、彩度、模様の中の少なくとも 1 つを異ならせることによって表されている。図 36 に示す本実施形態においては、改善を斜線、現状維持を模様無し（白ベタ）、悪化を（黒ベタ）で表している。このほかに、例えば、改善を青、現状維持を白、悪化を赤で示してもよいし、改善を薄い（彩度の低い）赤、現状維持を中程度の彩度の赤、悪化を濃い（再度の高い）赤で示してもよい。また、しっかりと判別可能な態様であれば、背景の代わりに、数字の色、明度、彩度、模様の中の少なくとも 1 つを異ならせてもよい。

【0169】

診断部位の疾患スコアを示す診断部位アイコン 202 の 1 つをタッチすると、ポップアップ画面 203 が表示される。ポップアップ画面 203 には、当該診断部位における代表疾患フレームの超音波画像 204 及び、疾患スコアの経時変化を表すグラフ 205 が含まれる。

なお、各診断部位の代表疾患スコア（代表腫脹スコア、代表炎症スコア）が、前回と比較して改善されているか、現状維持か、悪化しているかについての判定は、制御部 1010 の経過判定部 1017（図 2 参照）が行う。

【0170】

<変形例>

以上、本発明を実施形態に係る超音波診断装置に基づいて説明した。しかし、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、以下のような変形例を実施することができる。

なお、説明の重複を避けるため、実施形態と同じ構成要素については、同符号を付して、その説明を省略する。

【0171】

（変形例 1）

全診断部位の計測完了後において、疾患スコア算出部 2003（図 3 参照）が、被検体の全診断部位の総合的な疾患の程度を定量的に表す総合疾患スコアを算出し、図 37 に示すように、各診断部位の疾患スコアの表示に加えて、当該総合疾患スコアの経時変化を表すグラフ 206 を、全体診断画像に含めて表示させてもよい。また、総合疾患スコアの数値を全体診断画像に含めて表示器 1008（図 1、図 2 参照）に表示させてもよい。

【0172】

なお、総合疾患スコアは、全診断部位の代表疾患スコアの合計値、平均値等を用いることができる。また、診断部位の重要度に応じて、代表疾患スコアに重み付けを行って総合疾患スコアを算出してもよい。重要度の設定においては、例えば、使用頻度高い手指関節の重要度を高く設定する等してもよい。

（変形例 2）

全診断部位の計測完了後において、図 38 に示すように、推奨薬剤、使用頻度の高い薬剤、現在投薬中の薬剤等を表示する画像部分 207 及び、今回処方する薬剤の候補を表示する画像部分 208 を全体診断画像に含めて表示器 1008（図 1、図 2 参照）に表示させてもよい。

【0173】

本変形例に係る超音波診断装置 2100 における制御部 2010 の構成を示すブロック図を、図 39 に示す。画像部分 207 及び画像部分 208 に表示される薬剤の選択は、制御部 2010 の提案部 2018 が行う。なお、提案部が行う薬剤の選択の際にベースとなる薬剤情報等は、記憶部 1020 に記憶されている。しかし、これに限られず、制御部 1010 と接続された記憶部 1020 とは別の記憶メディアに、当該薬剤情報等が記憶される構成であってもよい。

【0174】

また、画像部分 208 には、今回処方する薬剤の候補が複数表示され、その中から医師が最適な薬剤をタッチパネル上でタッチして選択し、当該選択を、タッチパネルを介して

10

20

30

40

50

制御部 2010 が受け、当該受けた薬剤の選択を、記憶部 1020 に記憶させてもよい。

さらには、当該受けた薬剤の選択が、外部へ送信され、処方箋作成に供されるとしてもよい。

【0175】

(変形例 3)

実施形態においては、被検体が手であって、診断部位が手指関節である場合について説明した。しかし、リウマチが発生する部位は手指関節に限られず、他の関節に対しても、本発明の基本的な構成を適用することができる。変形例 3 においては、被検体が手首である場合を例に説明する。この場合、手首の複数箇所が、診断部位である。

10

【0176】

図 40 は、変形例 3 に係る診断画像の一例を示す図である。本変形例に係る診断画像において、実施形態に係る診断画像と異なる点は、角度疾患情報表示部 34 (腫脹角度疾患情報表示部 230、炎症角度疾患情報表示部 240) 及び診断部位表示部 260 である。

腫脹角度疾患情報表示部 230 の被検体断面アイコン 233 及び、炎症角度疾患情報表示部 240 の被検体断面アイコン 243 は、手首の断面を示す長円形のアイコン画像である。当該断面は、腕の長手方向に直交し、手首の診断部位を通る仮想平面における断面であり、言わば、横断面である。腫脹角度疾患情報画像部分 232 及び炎症角度疾患情報画像部分 242 は、それぞれ炎症角度疾患情報表示部 240 の被検体断面アイコン 243 の外周に沿ってこれらを囲むように帯状に配置されている。被検体断面アイコン 233、被

20

【0177】

また、腫脹角度情報画像部分 231 と炎症角度情報画像部分 241 とにより、角度情報画像部分 35 が構成される。腫脹角度疾患情報画像部分 232 と炎症角度疾患情報画像部分 242 とにより、角度疾患情報画像部分 36 が構成される。

診断部位表示部 260 は、診断部位アイコン 162 及び測定中診断部位アイコン 163 が、手首に位置している点が実施形態と異なっている。それ以外は、実施形態に係る診断部位表示部 260 と同様である。

【0178】

(変形例 4)

上記実施形態においては、手技判定部 3004 は、図 6 のフローにおいて、ステップ S1001 の判定結果が〔関節有り〕、ステップ S1002 の判定結果が〔モーションノイズ無し〕、ステップ S1003 の判定結果が〔圧迫無し〕の場合に、対象フレームの画像は適切な手技の下で得られた画像であると判定し、〔定量化実行〕を形態定量化部 2003A と炎症定量化部 2003B へ出力し、疾患スコアを算出させる構成とした。そして、それ以外の場合には、メッセージ表示部 107 に警告メッセージを表示させる構成とした。

30

【0179】

しかしながら、手技判定部 3004 は、ステップ S1001 の判定結果が〔関節有り〕であるときに、対象フレームの画像は適切な手技の下で得られた画像であると判定して、疾患スコアを算出させる構成としてもよい。

40

あるいは、手技判定部 3004 は、ステップ S1001 の判定結果が〔関節有り〕であって、さらに、ステップ S1002 の判定結果が〔圧迫無し〕又はステップ S1003 の判定結果が〔モーションノイズ無し〕の少なくとも 1 又は両方を満たすときに適切な手技の下で得られた画像と判定し、疾患スコアを算出させてもよい。

【0180】

これにより、手技判定部 3004 は、対象フレームの超音波画像信号は適切な手技の下で得られた画像であるか否かをより簡便に判定して、疾患スコアの算出及び評価対象フレームの選択をより一層迅速に行うことができる。

50

(変形例 5)

また、上記実施形態では、疾患スコアを[数3][数4]としたが、リウマチ疾患に関連するスコアであれば、これに限定されない。

【0181】

(変形例 6)

また、上記実施形態では、疾患の程度を定量化した疾患スコアの一例として、リウマチを例に疾患スコアを選択して疾患の評価を行う手法を説明した。しかしながら、本発明の手法を用いることができる疾患の種類はリウマチに限定されず、超音波画像から疾患の程度を定量化することができるものであれば、他の疾患に対して適用することが可能である。例えば、器官内の腫瘍の大きさや腫瘍内の新生血管の面積比を超音波画像から定量化して、がん疾患の程度を定量化するために本開示の手法を用いることができる。

【0182】

(変形例 7)

上記実施形態に係る超音波診断装置1100では、記憶装置である記憶部1020を超音波診断装置1100内に含む構成としたが、記憶装置はこれに限定されず、半導体メモリ、ハードディスクドライブ、光ディスクドライブ、磁気記憶装置等が、超音波診断装置1100に外部から接続される構成であってもよい。

【0183】

また、本実施形態においては、超音波プローブ1001a及び角度情報検出部1001bは、プローブユニット1001として一体に構成されていたが、これに限られない。超音波プローブ1001aと角度情報検出部1001bとが独立した別個の装置としてそれぞれ超音波診断装置1100に接続される構成としてもよい。例えば、角度情報検出部1001bとしてCCDカメラ等の撮像装置を用い、超音波プローブ1001aに記したマーカーを当該撮像装置で読み取って超音波プローブ1001aの角度を検出してもよい。

【0184】

(変形例 8)

上記実施形態においては、超音波プローブは、複数の圧電素子が一次元方向に配列された超音波プローブ構成を示した。しかしながら、超音波プローブの構成は、これに限定されるものではなく、例えば、複数の圧電変換素子が二次元に配列された超音波プローブを用いることも可能である。二次元に配列された超音波プローブを用いた場合、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。

【0185】

(変形例 9)

また、超音波プローブは、送受信処理部の一部の機能を含んでいてもよい。例えば、送受信処理部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に基づき、超音波プローブ内で送信電気信号を生成し、この送信電気信号を超音波に変換する。併せて、受信した反射超音波を受信電気信号に変換し、超音波プローブ内で受信電気信号に基づき受信信号を生成する構成を採ることができる。

【0186】

(変形例 10)

実施形態に係る超音波診断装置に含まれる各処理部は典型的には集積回路であるLSIとして実現される。これらは個別に1チップ化されてもよいし、一部又は全てを含むように1チップ化されてもよい。

(変形例 11)

上記実施形態に係る制御部1010においては、各機能ブロックは、独立したハードウェアによる構成として説明したが、これに限られない。例えば、各機能ブロックを必要に応じて一体としたCPUおよびソフトウェアによって、その機能を実現する構成であってもよい。

【0187】

10

20

30

40

50

また、超音波診断装置の各機能ブロックは、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LSI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、LSIは、集積度の違いにより、IC、システムLSI、スーパーLSI、ウルトラLSIと呼称されることもある。

【0188】

なお、集積回路化の手法はLSI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。LSI製造後に、プログラムすることが可能なFPGA(Field Programmable Gate Array)や、LSI内部の回路セルの接続や設定を再構成可能なりコンフィギュラブル・プロセッサ(ReConfigurable Processor)を利用してもよい。

10

【0189】

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LSI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。

また、実施形態に係る、超音波診断装置の機能の一部又は全てを、CPU等のプロセッサがプログラムを実行することにより実現してもよい。

(変形例12)

さらに、本発明は上記プログラムであってもよいし、上記プログラムが記録された非一時的なコンピュータ読み取り可能な記録媒体であってもよい。また、上記プログラムは、インターネット等の伝送媒体を介して流通させることができるのは言うまでもない。

20

また、ブロック図における機能ブロックの分割は一例であり、複数の機能ブロックを一つの機能ブロックとして実現したり、一つの機能ブロックを複数に分割したり、一部の機能を他の機能ブロックに実行させてもよい。また、類似する機能を有する複数の機能ブロックの機能を、単一のハードウェア又はソフトウェアが並列又は時分割に処理してもよい。

【0190】

(変形例13)

上記実施形態の各フローにおける各ステップが実行される順序は、本発明を具体的に説明するために例示するためのものであって、実施形態に示された順序に必ずしも限定されるものではなく、実施形態に示された以外の順序であってもよい。また、上記ステップの一部が、他のステップと同時(並列)に実行されてもよい。

30

【0191】

(変形例14)

また、実施形態に係る超音波診断装置、及びその変形例の機能のうち少なくとも一部を組み合わせてもよい。

さらに、本実施形態に対して当業者が思いつく範囲内の変更を施した各種変形例も本発明に含まれる。

まとめ

以上、説明したとおり、本発明の一態様に係る超音波診断装置は、超音波プローブを介して被検体から取得した複数フレームの超音波画像信号に基づいて、診断画像を生成する超音波診断装置であって、前記複数フレームの超音波画像信号を取得する超音波画像取得部と、前記複数フレームの超音波画像信号それぞれの取得時における、前記被検体に対する前記超音波プローブの角度についての角度情報を取得する角度情報取得部と、前記複数フレームの超音波画像信号を解析して、所定条件を満たす対象画像部分が含まれるときに、前記対象画像部分が含まれる前記超音波画像信号のフレームを評価対象フレームであると判定する評価対象判定部と、前記評価対象フレームであると判定されたフレームの前記超音波画像信号における前記対象画像部分の信号から、疾患の程度を定量的に表す疾患スコアを算出する疾患スコア算出部と、前記診断画像を生成して表示器に表示させる表示制御部とを備え、前記診断画像は、前記複数フレームから選択されたフレームの前記超音波画像と、前記選択されたフレームの疾患の程度を表す疾患活動性情報提示部と、前記選択されたフレームに対応する前記角度情報を表す角度情報画像部分とを含むことを特徴とす

40

50

る。

【0192】

係る構成により、複数の超音波画像がある場合に、適切な超音波画像を操作者が容易に探すことができる。

また、別の態様に係る超音波診断装置では、前記疾患活動性情報提示部は、前記複数フレームのそれぞれにおける前記疾患の程度とそれに対応する前記角度情報とを対応付けて表してもよい。

【0193】

係る構成により、所望の疾患の程度を示すフレームの角度がどの辺りであるのかを操作者が容易に認識することができるため、適切な診断画像の探索を容易に行うことができる。

また、別の態様では、前記角度情報画像部分は、前記被検体の断面を表す被検体断面アイコンと、前記被検体断面アイコンの外側において前記被検体断面アイコンに対する相対的な位置により前記選択されたフレームに対応する前記角度情報を示す角度インディケータとからなってもよい。

【0194】

係る構成により、被検体断面アイコンに対する角度インディケータの位置により、操作者は、フレームに対応する角度を直観的に認識することができる。

また、別の態様では、前記疾患活動性情報提示部は、前記被検体断面アイコンの周囲を囲むように帯状に配置された帯状画像部分を含み、前記表示制御部は、前記帯状画像部分において、対応する角度における前記疾患スコアに基づいて、色、明度、彩度、模様うちの少なくとも1つを異ならせることにより前記疾患の程度と前記角度情報とを対応付けて表してもよい。

【0195】

係る構成により、帯状画像部分に表示された疾患の程度と角度インディケータにより示される超音波プローブの角度との対応が、操作者にとって容易に認識可能となる。

また、別の態様では、前記疾患スコア算出部は、前記疾患スコアに対し所定の数値処理を行って、前記対象画像部分の疾患の程度を代表する代表疾患スコアを算出し、前記代表疾患スコアに対応する代表疾患フレームを選択し、前記表示制御部は、前記代表疾患フレームに対応する前記診断画像を表示させてもよい。

【0196】

係る構成により、多方向から得た複数フレームの超音波画像の中で、所定の数値処理に基づいて代表疾患スコアを算出し、疾患の程度を評価することができるため、疾患評価における診断結果の検者依存性を低減することができ、疾患の程度を客観的に評価することができる。

また、別の態様では、前記表示制御部は、記憶部に接続され、前記記憶部は、前記疾患スコア及び前記角度情報を、それぞれ対応するフレームに関連付けて記憶し、前記表示制御部は、過去の前記代表疾患フレームに対応する前記角度情報を前記記憶部より取得して、過去の前記角度インディケータを今回の前記角度インディケータに重畳して表示させてもよい。

【0197】

係る構成により、代表疾患フレームを手動で選択する場合に、過去の代表疾患フレームの角度を参考にして容易に選択することができる。さらに、同じ角度において取得した超音波画像から算出した過去の疾患スコアとの比較を容易に行うことができる。

また、別の態様では、前記制御部は、過去の前記代表疾患スコアを前記記憶部より取得し、今回と過去の前記代表疾患スコアとを比較して、疾患の程度が改善、悪化、現状維持の何れであるかについて判定する経過判定部をさらに有し、前記表示制御部は、前記経過判定部による判定結果を取得し、前記取得された前記判定結果を表示させてもよい。

【0198】

係る構成により、疾患の進行傾向を容易に把握することができる。

10

20

30

40

50

また、別の態様では、前記制御部は、前記表示器に前記診断画像が表示されているときに、入力受付部を介して操作者から前記疾患スコアの修正を受付けると、前記受付けた修正を反映させた前記疾患スコアを、反映前の前記疾患スコアに代えて前記記憶部に記憶させてもよい。

【0199】

係る構成により、疾患スコア算出部により算出された疾患スコアが適切でない場合に、操作者が修正することができるので、より正確な疾患活動性の評価を行うことができる。

また、別の態様では、前記表示制御部は、前記入力受付部を介して操作者から前記表示器に表示させるべき前記超音波画像のフレームの選択を受付けると、前記受付けたフレームに対応する前記診断画像を表示させてもよい。

10

【0200】

係る構成により、操作者が確認したいフレームの診断画像を表示させることができる。

また、別の態様では、前記制御部は、前記判定結果に基づいて処方薬の提案を行う提案部をさらに有し、前記表示制御部は、前記提案された処方薬を表示させてもよい。

係る構成により、薬剤の処方を容易に行うことができる。

また、別の態様では、前記制御部は、前記処方薬の提案に対する操作者の選択を、前記入力受付部を介して受け、当該選択を前記記憶部に記憶させてもよい。

【0201】

係る構成により、処方された薬剤の履歴を作成することができる。

また、別の態様では、前記複数フレームの超音波画像信号は、連続的に取得され、前記診断画像は、前記連続的に取得された前記超音波画像信号のシーケンスを表すバーと、前記シーケンスにおける前記代表疾患フレームに対応する位置を前記バーに対して示す時系列インディケータを含んでもよい。

20

【0202】

係る構成により、操作者は、シーケンスにおける代表疾患フレームの位置を容易に認識することができる。

また、別の態様では、前記表示制御部は、前回の前記代表疾患フレームに対応する前記時系列インディケータを、今回の前記代表疾患フレームに対応する前記時系列インディケータに重畳して表示させてもよい。

【0203】

係る構成によっても、代表疾患フレームを手動で選択する場合に、前回の代表疾患フレームのシーケンスにおける位置を参考にして容易に選択することができる。

また、別の態様では、前記疾患活動性情報提示部は、前記バーを含み、前記バーにおいて対応するフレームの前記疾患スコアに基づいて、色、明度、彩度、模様の中の少なくとも1つを異ならせることにより前記シーケンスにおける前記疾患の程度の変化を表してもよい。

30

【0204】

係る構成により、代表疾患フレームを手動で選択する場合に、操作者は、所望の疾患の程度を示すフレームがシーケンスにおいてどの辺りであるのかが容易にわかるため、適切な診断画像のフレームの探索を容易に行うことができる。

40

また、別の態様では、前記疾患活動性情報提示部は、前記選択されたフレームの前記疾患スコアを表してもよい。

【0205】

係る構成により、操作者は選択されたフレームの疾患スコアを知ることができる。

また、別の態様では、前記超音波画像取得部は、複数の診断部位からそれぞれ前記超音波画像信号を取得し、

前記表示制御部は、前記被検体における前記複数の診断部位の位置をそれぞれ示す診断部位アイコンに、前記複数の診断部位のそれぞれについて対応する前記代表疾患スコアが重畳して表示された全体診断画像を表示させてもよい。

【0206】

50

係る構成により、被検体における複数の診断部位の疾患活動性の評価を1つの画面で一度に確認することができる。

また、別の態様では、前記疾患スコア算出部は、前記複数の診断部位それぞれの前記代表疾患スコアに基づいて、前記被検体の総合的な疾患の程度を定量的に表す総合疾患スコアを算出し、前記表示制御部は、前記総合疾患スコアを前記全体診断画像に重畳して表示させてもよい。

【0207】

係る構成により、被検体の全体としての疾患の程度を容易に把握することができる。

また、別の態様では、前記記憶部は、前記総合疾患スコアを記憶し、前記表示制御部は、前記記憶部に記憶されている過去の前記総合疾患スコアを取得して、前記総合疾患スコアの経時変化を示す総合疾患経時変化情報を前記全体診断画像に重畳して表示させてもよい。

10

【0208】

係る構成により、被検体全体として、疾患が悪化しているのか、現状維持であるのか、改善しているのかについて容易に把握することができる。

また、別の態様では、前記所定の数値処理は、算出された前記疾患スコアのうち、(a)疾患が最も進行した状態を示す疾患スコアの最大値、(b)疾患の程度が平均的である状態を示す疾患スコアの平均値、又は、(c)疾患の程度が中間的である状態を示す疾患スコアの中央値、から選択される少なくとも1の数値と同一の疾患スコア、又は当該数値に最も近い疾患スコアを選択する処理であってもよい。

20

【0209】

係る構成により、最適な疾患スコアを選択するための所定の数値処理に基づく選択基準を、医師や病院による検査指針、疾患の状態、被験者の特性など等各種条件に基づき適宜設定することが可能となる。

また、別の態様では、前記超音波画像信号は、Bモード画像信号及びドプラモード画像信号を含んでもよい。

【0210】

係る構成により、Bモード画像では滑膜肥厚や滑液貯留、骨びらんを、パワードプラ画像では滑膜の炎症を観察することができる。

また、別の態様では、前記疾患はリウマチであってもよい。

30

本発明の別の態様に係る超音波診断装置をリウマチの検査及び診断に供することにより、リウマチの検査及び診断をより効果的に行うことができる。

【0211】

また、本発明の一態様に係る超音波画像処理方法は、超音波プローブを介して被検体から取得した複数フレームの超音波画像信号に基づいて、診断画像を生成する超音波画像処理方法であって、前記複数フレームの超音波画像信号を取得する超音波画像取得ステップと、前記複数フレームの超音波画像信号それぞれの取得時における、前記被検体に対する前記超音波プローブの角度についての角度情報を取得する角度情報取得ステップと、前記複数フレームの超音波画像信号を解析して、所定条件を満たす対象画像部分が含まれるときに、前記対象画像部分が含まれる前記超音波画像信号のフレームを評価対象フレームであると判定する評価対象判定ステップと、前記評価対象フレームであると判定されたフレームの前記超音波画像信号における前記対象画像部分の信号から、疾患の程度を定量的に表す疾患スコアを算出する疾患スコア算出ステップと、前記複数フレームから選択されたフレームの前記超音波画像と、前記選択されたフレームの疾患の程度を表す疾患活動性情報提示部と、前記選択されたフレームに対応する前記角度情報を表す角度情報画像部分とを含む前記診断画像を生成して表示器に表示させる表示ステップとを含むことを特徴とする。

40

【0212】

係る構成により、疾患活動性情報提示部及び角度情報画像部分に基づいて、所望の疾患の程度を示す超音波画像のフレームを操作者が容易に探すことができる超音波画像処理方

50

法を提供することができる。

また、別の態様では、前記疾患活動性情報提示部は、疾患の程度及び前記角度情報をフレーム毎に対応付けて表してもよい。

【0213】

係る構成により、所望の疾患の程度を示すフレームに対応する角度がどの辺りであるのかを操作者が容易に認識することができるため、適切な超音波画像のフレームの探索を容易に行うことができる。

補足

以上で説明した実施形態は、いずれも本発明の好ましい一具体例を示すものである。実施形態で示される数値、形状、材料、構成要素、構成要素の配置位置及び接続形態、工程、工程の順序などは一例であり、本発明を限定する主旨ではない。また、実施形態における構成要素のうち、本発明の最上位概念を示す独立請求項に記載されていない工程については、より好ましい形態を構成する任意の構成要素として説明される。

10

【0214】

また、発明の理解の容易のため、上記実施形態で挙げた各図の構成要素の縮尺は実際のものとは異なる場合がある。また本発明は上記実施形態の記載によって限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

さらに、超音波診断装置においては基板上に回路部品、リード線等の部材も存在するが、電氣的配線、電気回路について当該技術分野における通常の知識に基づいて様々な態様を実施可能であり、本発明の説明として直接的には無関係のため、説明を省略している。

20

【0215】

尚、上記示した各図は模式図であり、必ずしも厳密に図示したものではない。

【産業上の利用可能性】

【0216】

本発明に係る超音波診断装置及び超音波画像処理方法は、関節リウマチ等の疾患の診断及び疾患活動性の評価に利用することができる。

【符号の説明】

【0217】

20 疾患活動性情報提示部

21 超音波画像部分（超音波画像）

30

22 疾患スコア情報画像部分

23 時系列疾患情報表示部

25、35 角度情報画像部分

26、36 角度疾患情報画像部分

100、111、121 パー

110 腫脹時系列表示部分

112 a、112 b、122 a、122 b 時系列インディケータ

120 炎症時系列表示部分

130、230 腫脹角度疾患情報表示部

131、231 腫脹角度情報画像部分

40

132、232 腫脹角度疾患情報画像部分

133、134、233、234 被検体断面アイコン

134 a、134 b、144 a、144 b 角度インディケータ

140、240 炎症角度疾患情報表示部

141、241 炎症角度情報画像部分

142、242 炎症角度疾患情報画像部分

202 診断部位アイコン

1000 超音波診断システム

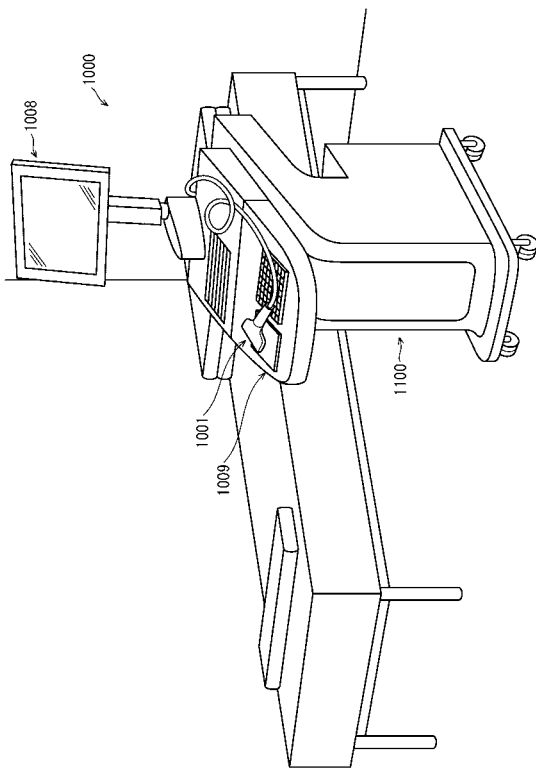
1001 プロブユニット

1001 a 超音波プローブ

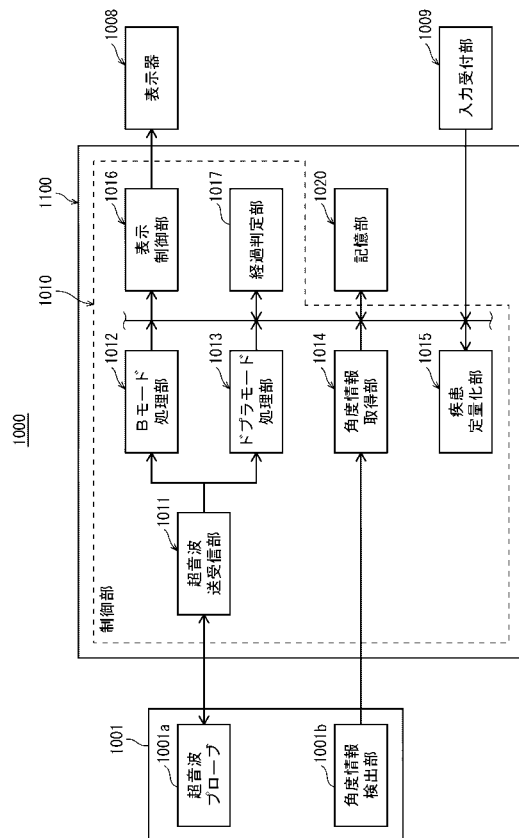
50

- 1001b 角度情報検出部
- 1008 表示器
- 1009 入力受付部
- 1010 制御部
- 1014 角度情報取得部
- 1015 疾患定量化部
- 1016 表示制御部
- 1017 経過判定部
- 1020 記憶部
- 1100、2100 超音波診断装置
- 2001 超音波画像取得部
- 2002 評価対象判定部
- 2003 疾患スコア算出部

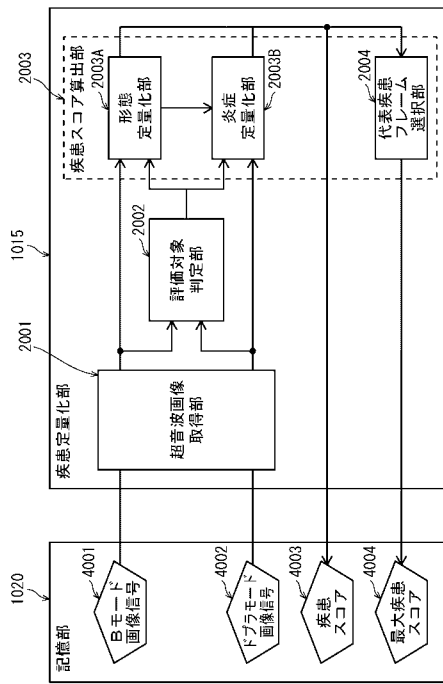
【 図 1 】



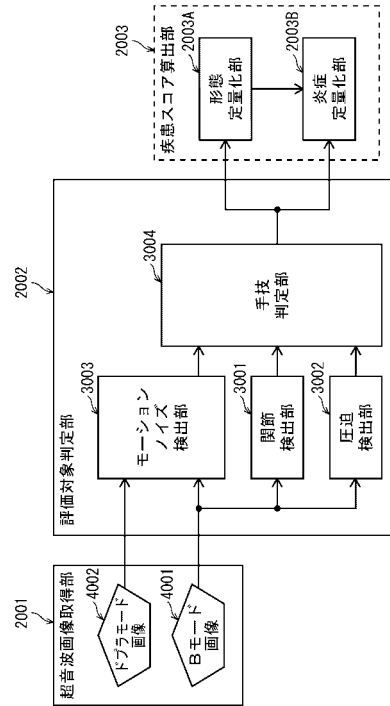
【 図 2 】



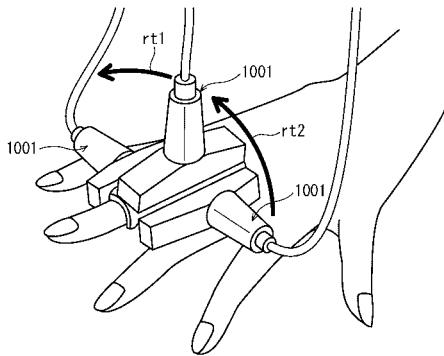
【 図 3 】



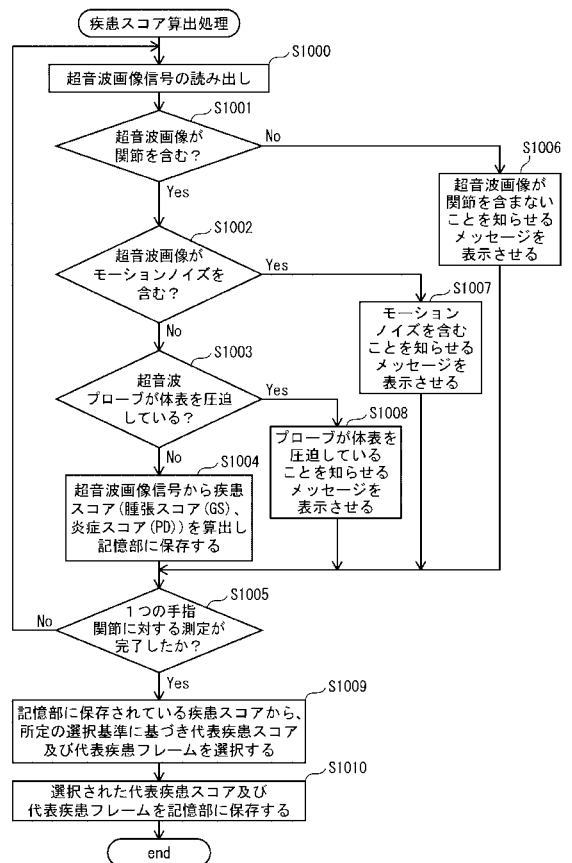
【 図 4 】



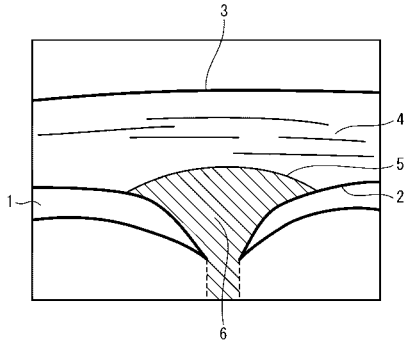
【 図 5 】



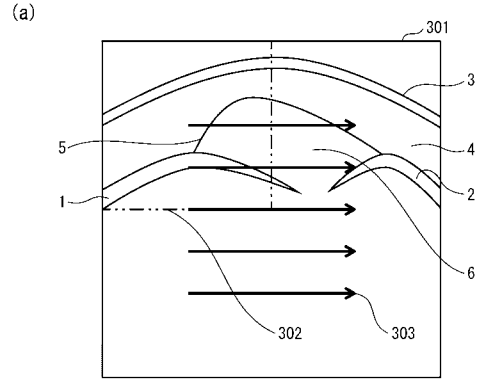
【 図 6 】



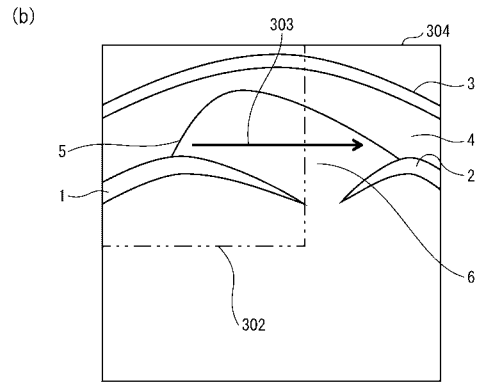
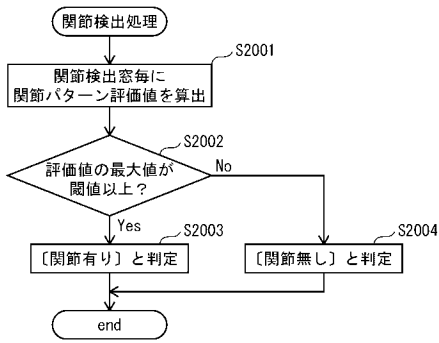
【 図 7 】



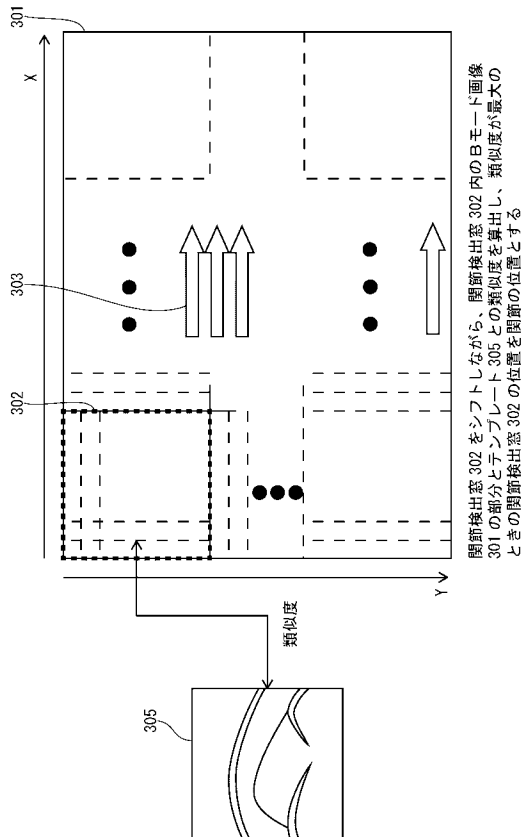
【 図 9 】



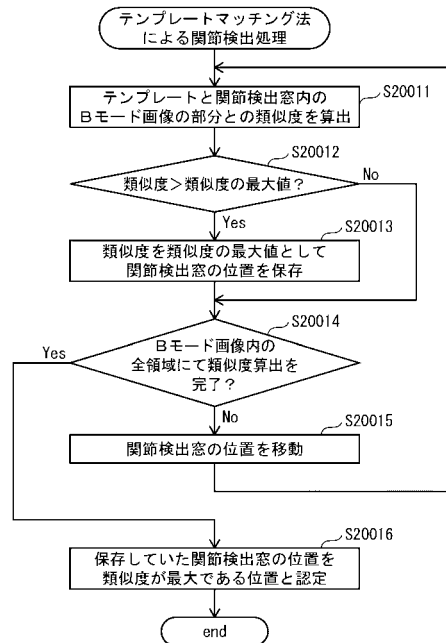
【 図 8 】



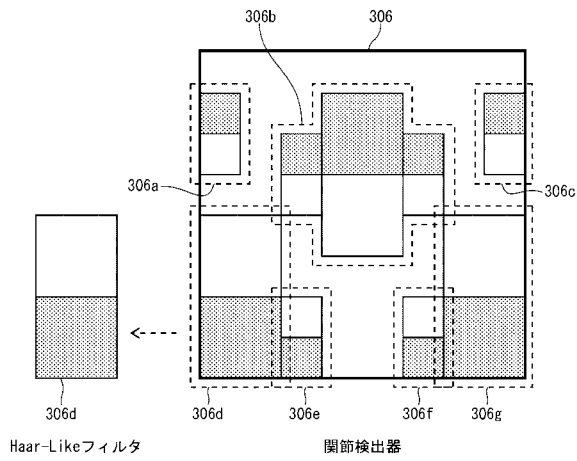
【 図 10 】



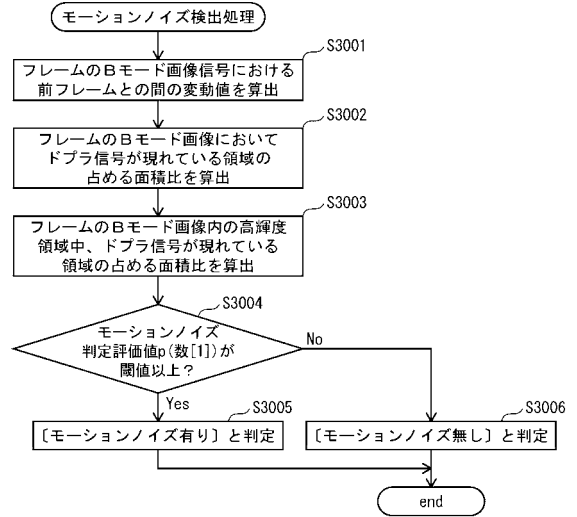
【 図 11 】



【 図 1 2 】

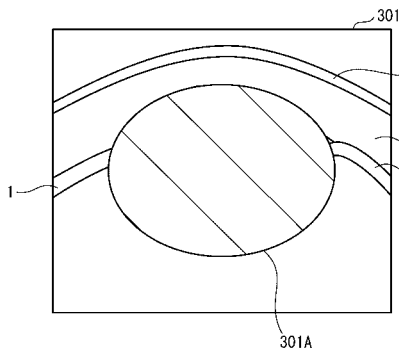


【 図 1 3 】

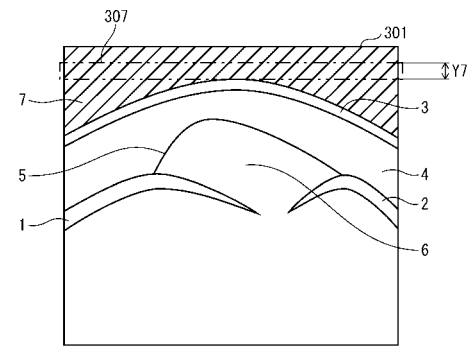


【 図 1 4 】

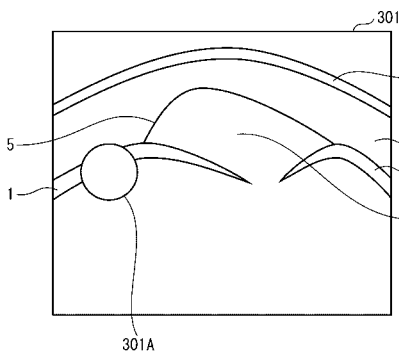
(a)



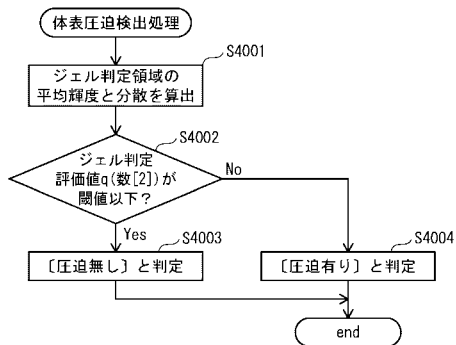
【 図 1 5 】



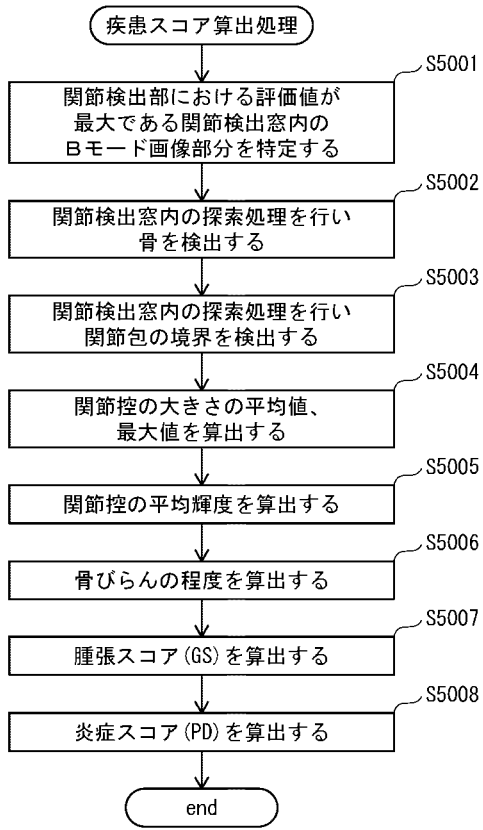
(b)



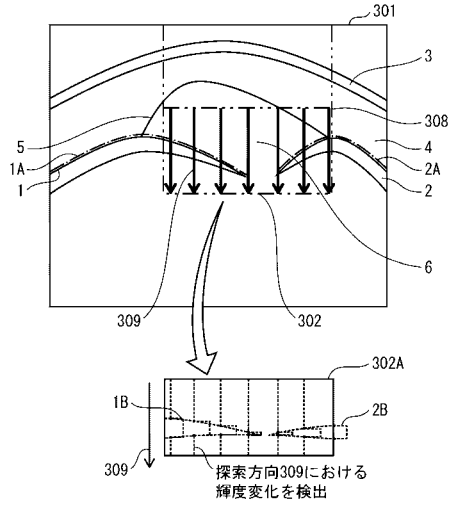
【 図 1 6 】



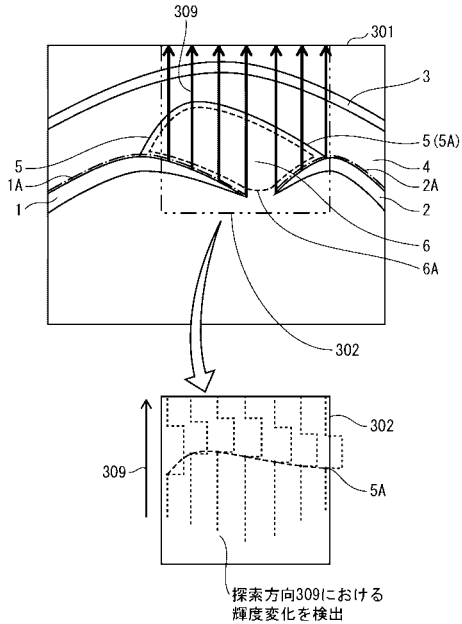
【 図 1 7 】



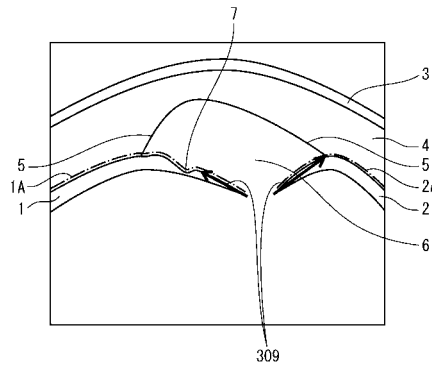
【 図 1 8 】



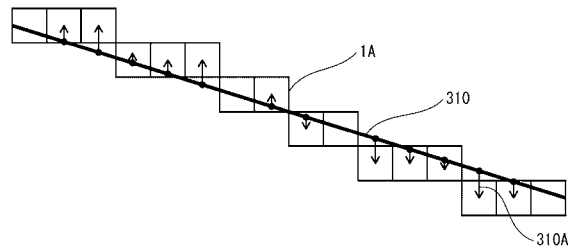
【 図 1 9 】



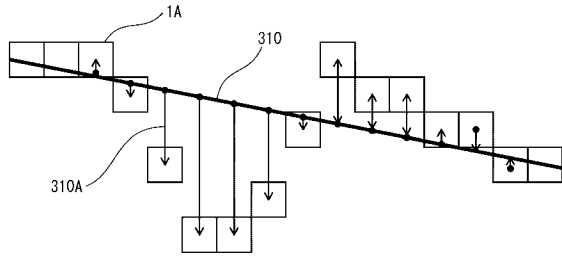
【 図 2 0 】



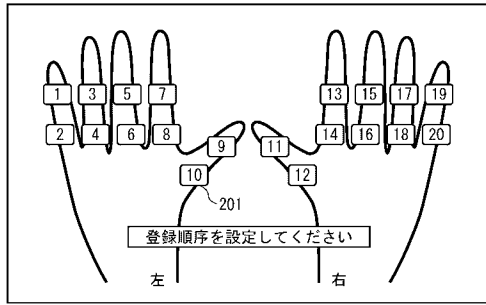
【 図 2 1 】



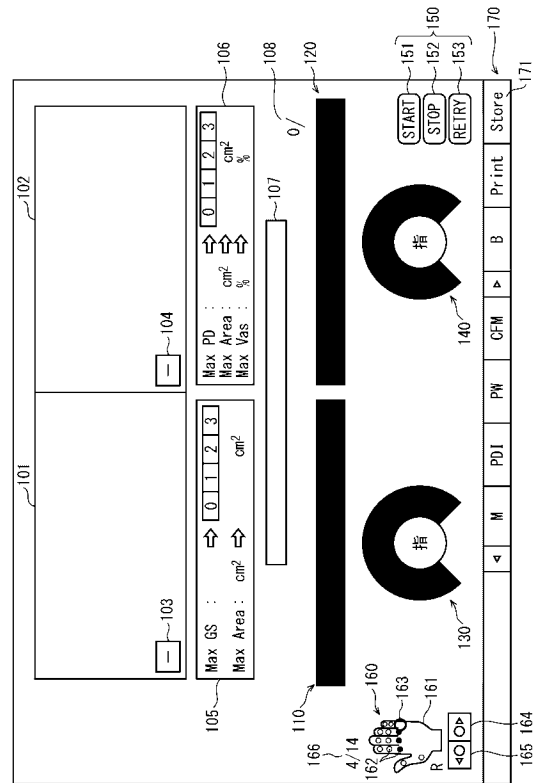
【図 2 2】



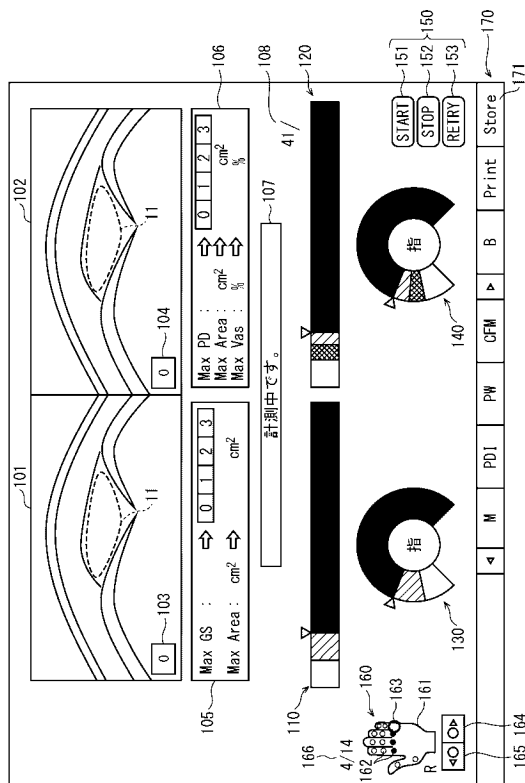
【図 2 3】



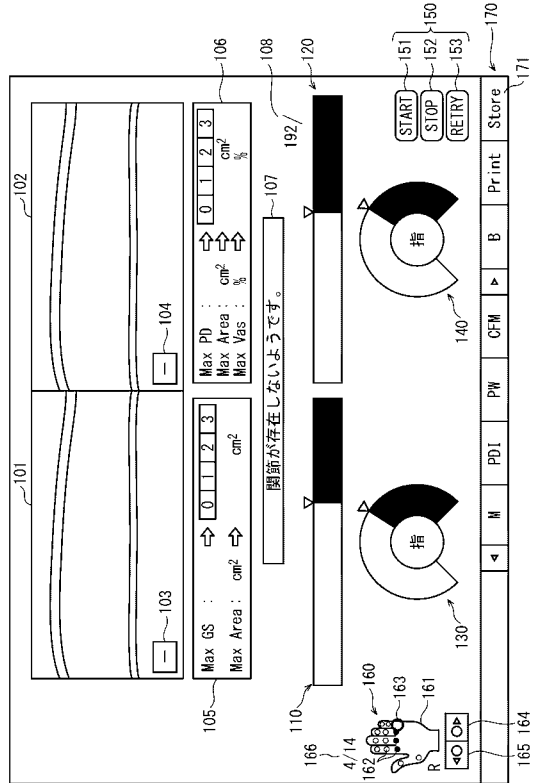
【図 2 4】



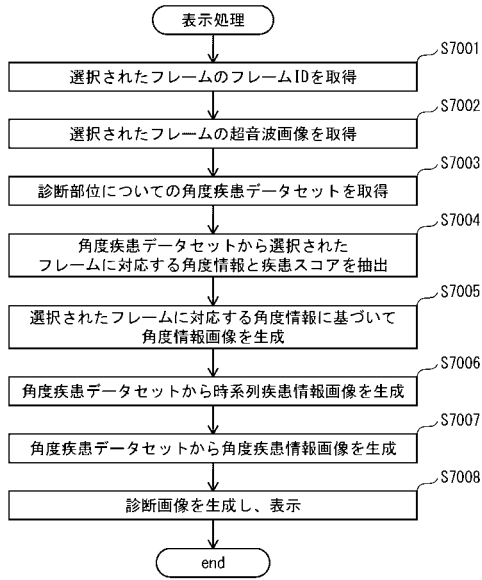
【図 2 5】



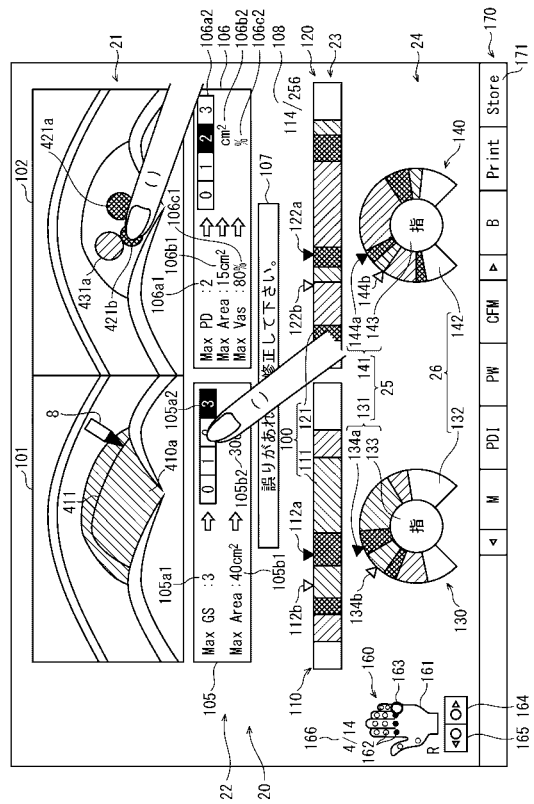
【図 2 6】



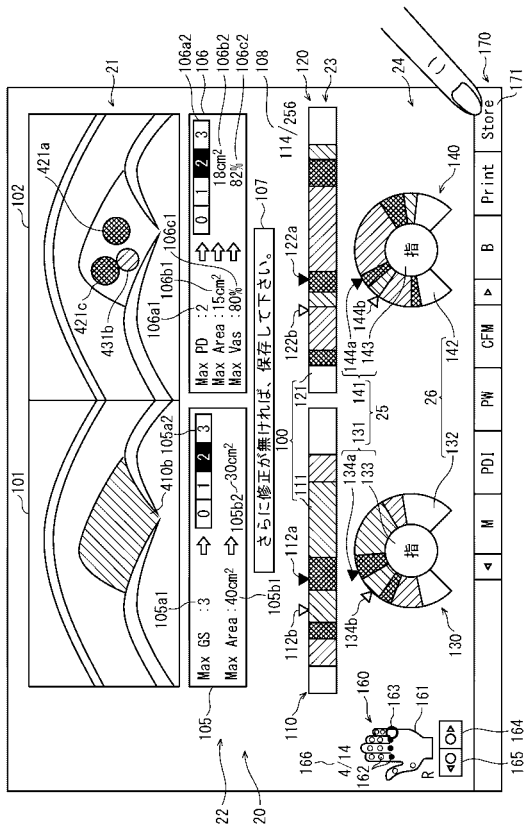
【図 3 1】



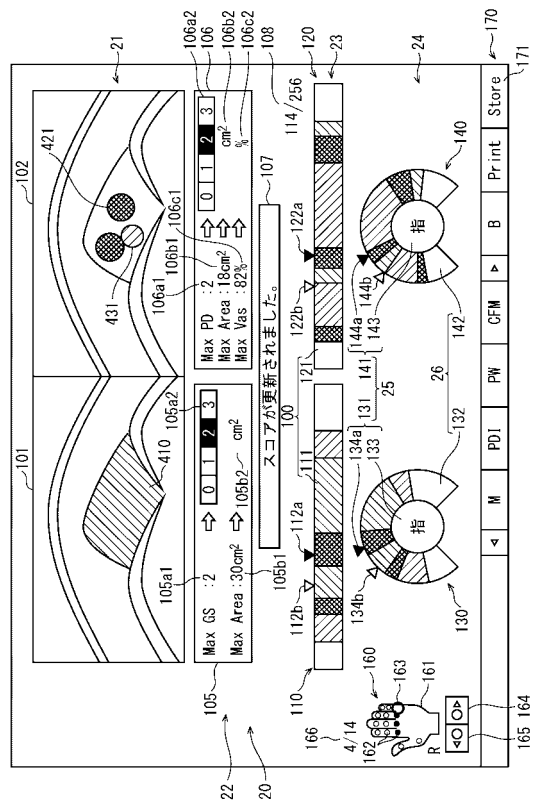
【図 3 2】



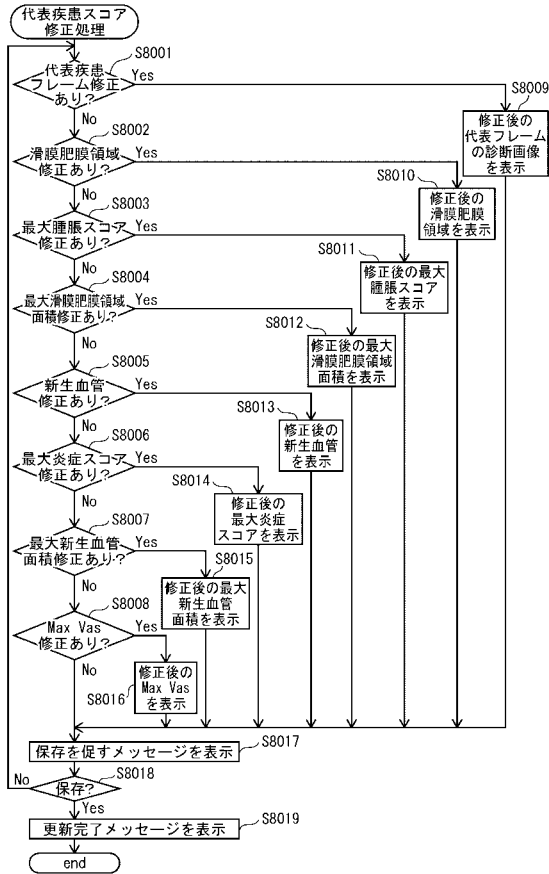
【図 3 3】



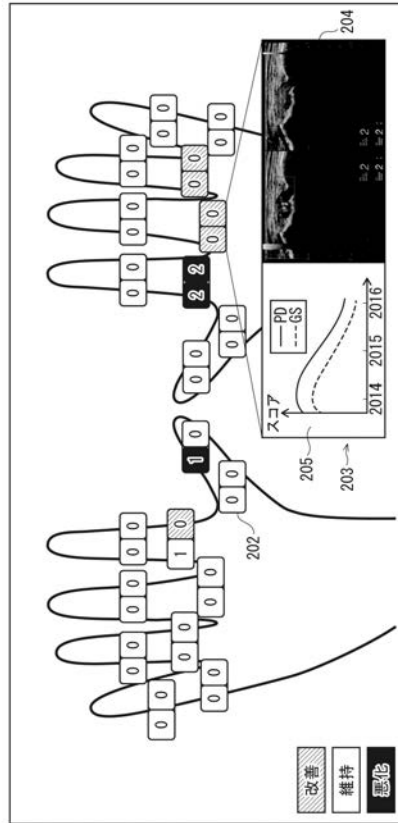
【図 3 4】



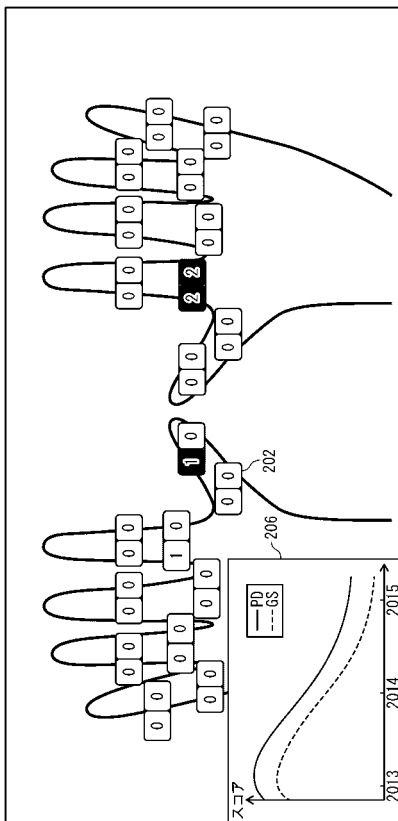
【 図 3 5 】



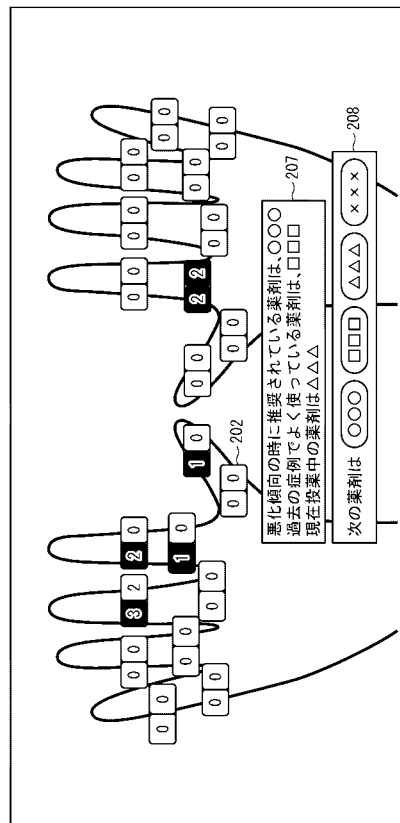
【 図 3 6 】



【 図 3 7 】



【 図 3 8 】



专利名称(译)	超声波诊断装置和超声波图像处理方法		
公开(公告)号	JP2017169793A	公开(公告)日	2017-09-28
申请号	JP2016059015	申请日	2016-03-23
[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		
[标]发明人	松本悠希		
发明人	松本 悠希		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/0875 A61B8/145 A61B8/4263 A61B8/463 A61B8/5223 A61B8/5292 A61B8/54		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/JC05 4C601/JC06 4C601/JC13 4C601/JC16 4C601/KK02 4C601/KK30 4C601/KK31		
其他公开文献	JP6648587B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

解决的问题：提供一种超声波诊断设备，其能够容易地搜索适当地表示疾病程度的截面图像。[解决方案] 超声波图像获取单元2001获取多个帧的超声波图像信号，角度信息获取单元1014在获取每个帧的超声波图像信号时获取超声波探头的角度信息，并分析超声波图像信号。然后，评估目标确定单元2002确定是否包括目标图像部分，疾病得分计算单元2003从目标图像部分的信号计算量化表示疾病程度的疾病得分，并显示诊断图像。提供显示控制单元1016，并且诊断图像包括从多个帧中选择的帧的超声图像部分21，指示疾病程度的疾病活动信息呈现单元20以及指示角度信息的角度信息图像部分25。包括和 [选择图]图29

