

(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2017-164198

(P2017-164198A)

(43) 公開日 平成29年9月21日(2017.9.21)

(51) Int.Cl.

A 6 1 B 8/13 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/13

テーマコード(参考)

4 C 6 0 1

審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号

特願2016-51074 (P2016-51074)

(22) 出願日

平成28年3月15日 (2016.3.15)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

100085006

弁理士 世良 和信

100100549

弁理士 川口 嘉之

100131532

弁理士 坂井 浩一郎

100125357

弁理士 中村 剛

100131392

弁理士 丹羽 武司

100155871

弁理士 森廣 亮太

最終頁に続く

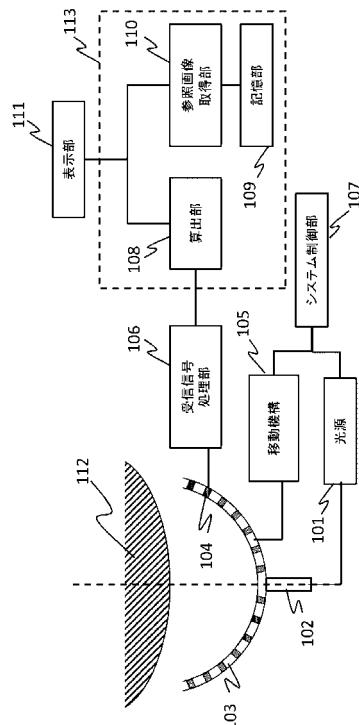
(54) 【発明の名称】情報処理システムおよび表示制御方法

(57) 【要約】

【課題】光音響イメージングにより得られた画像を表示する際に、ユーザーによる読みを良好に行えるようにする。

【解決手段】光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像データを取得する光音響画像取得部と、シミュレーション条件を設定する設定部と、設定部により設定されたシミュレーション条件に対応するシミュレーション画像データを取得する参照画像取得部と、光音響画像データに基づく光音響画像と、シミュレーション画像データに基づく参照画像とを表示部に表示させる表示制御部を有する情報処理システムを用いる。

【選択図】図 1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像データを取得する光音響画像取得部と、

シミュレーション条件を設定する設定部と、

前記設定部により設定された前記シミュレーション条件に対応するシミュレーション画像データを取得する参照画像取得部と、

前記光音響画像データに基づく光音響画像と、前記シミュレーション画像データに基づく参照画像とを表示部に表示させる表示制御部と、

を有することを特徴とする情報処理システム。

10

【請求項 2】

前記参照画像取得部は、前記設定部により設定された前記シミュレーション条件において、吸収体モデルに光が照射された場合に発生する光音響波に由来する光音響画像データに基づく前記シミュレーション画像を取得する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理システム。

【請求項 3】

情報を指定できるように構成された入力部をさらに有し、

前記設定部は、前記入力部により指定された前記情報に基づいて前記シミュレーション条件を設定する

ことを特徴とする請求項 2 に記載の情報処理システム。

20

【請求項 4】

前記吸収体モデルのパラメータを指定できるように構成された入力部をさらに有し、

前記設定部は、前記入力部により指定された前記吸収体モデルのパラメータに基づいて、前記シミュレーション条件を設定し、

前記参照画像取得部は、前記シミュレーション条件で前記シミュレーション画像データを取得する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の情報処理システム。

【請求項 5】

前記パラメータは、前記吸収体モデルの形状に関するパラメータを含むことを特徴とする請求項 4 に記載の情報処理システム。

30

【請求項 6】

前記形状に関するパラメータは、前記吸収体モデルの形状の種類、サイズ、配置角度を含む

ことを特徴とする請求項 5 に記載の情報処理システム。

【請求項 7】

前記光音響画像内の関心領域を指定できるように構成された入力部をさらに有し、

前記設定部は、前記入力部により指定された前記関心領域内の画像に基づいて前記シミュレーション条件を設定し、

前記参照画像取得部は、前記シミュレーション条件で前記シミュレーション画像データを取得する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理システム。

40

【請求項 8】

前記設定部は、前記光音響画像データから特徴画像を抽出し、当該特徴画像に基づいて前記シミュレーション条件を設定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の情報処理システム。

【請求項 9】

前記設定部は、複数のシミュレーション条件を設定し、

前記参照画像取得部は、前記複数のシミュレーション条件に対応する複数のシミュレーション画像データを取得し、

前記表示制御部は、前記光音響画像と、前記複数のシミュレーション画像データに基づ

50

く複数の参照画像とを前記表示部に表示させる
ことを特徴とする請求項 1 ないし 8 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 10】

前記シミュレーション条件が保存されたメモリをさらに有し、
前記設定部は、前記シミュレーション条件を前記メモリから読み出すことにより設定する
ことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の情報処理システム。

【請求項 11】

複数の前記シミュレーション画像データが保存されたメモリをさらに有し、
前記参照画像取得部は、前記設定部により設定された前記シミュレーション条件に対応する前記シミュレーション画像データを、前記メモリに保存された前記複数のシミュレーション画像データの中から読み出すことにより取得する
ことを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 12】

前記表示制御部は、前記光音響画像と前記参照画像を、隣接表示または重畠表示により、前記表示部に表示させる
ことを特徴とする請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の情報処理システム。

【請求項 13】

光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像データを取得する光音響画像取得部と、

複数のシミュレーション条件に対応する複数のシミュレーション画像データを取得する参照画像取得部と、

前記複数のシミュレーション画像データと前記光音響画像データとの類似度を取得する類似度取得部と、

前記類似度が所定の数値範囲に含まれるか否かを判定する判定部と、

前記光音響画像データに基づく光音響画像と、前記判定部により類似度が前記所定の数値範囲に含まれると判定された前記シミュレーション画像データに対応する前記シミュレーション条件と、を表示部に表示させる表示制御部と、
を有することを特徴とする情報処理システム。

【請求項 14】

前記光音響画像内の関心領域を指定できるように構成された入力部をさらに有し、
前記類似度の取得は、前記入力部により指定された前記関心領域内の前記光音響画像と、前記複数のシミュレーション画像データとの類似度を取得する
ことを特徴とする請求項 1 3 に記載の情報処理システム。

【請求項 15】

光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像を表示する工程と、
シミュレーションにより得られたシミュレーション画像データを表示する工程と、
を有することを特徴とする表示制御方法。

【請求項 16】

シミュレーション条件の指定を受け付ける工程をさらに有し、
前記シミュレーション画像データを表示する工程は、指定された前記シミュレーション条件に対応するシミュレーション画像データを表示する工程を含む
ことを特徴とする請求項 1 5 に記載の表示制御方法。

【請求項 17】

光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像データに基づく光音響画像を表示する工程と、

前記光音響画像データに基づく光音響画像に対応する前記シミュレーション条件を表示する工程と、
を有することを特徴とする表示制御方法。

【請求項 18】

10

20

30

40

50

前記光音響画像内の関心領域の指定を受け付ける工程をさらに有し、
指定された前記関心領域内の前記光音響画像に対応する前記シミュレーション条件を表示する

ことを特徴とする請求項17に記載の表示制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、情報処理システムおよび表示制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光を用いたイメージング技術の一つとして、光音響イメージング技術がある。光音響イメージングでは、まず、光源から発生したパルス光が被検体に照射される。照射光は被検体内で伝播・拡散する。被検体内の複数箇所で光のエネルギーが吸収されると、光音響効果により音響波（以降、光音響波と呼ぶ）が発生する。この光音響波を超音波探触子（トランスデューサ）で受信し、処理装置内で受信信号を解析処理することで、被検体内部の光学特性値に関する情報が画像データとして取得される（特許文献1）。これにより、被検体内部の光学特性値分布が可視化される。近年、光音響イメージングを用いて、小動物の血管像をイメージングする前臨床研究や、この原理を乳がんなどの診断に応用する臨床研究が積極的に進められている。

【0003】

また、超音波診断装置における臨床画像の表示技術として、適切な診断を助けるために、装置で取得された超音波画像の近傍に参照画像を表示する技術がある。参照画像として、過去に当該装置で取得された画像や、他モダリティによる診断画像などがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2013/0217995号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

光音響イメージング装置によって可視化された光音響画像の形状は、観察対象（例えば血管）の太さ、位置、角度等に依存して変化する。例えば、円柱形状を有する観察対象が、空洞を有する円筒形状に可視化されたり、アーティファクトと呼ばれる虚像が可視化されたりする。このようなイメージング特性は、探触子の帯域、配置、再構成手法、補正手段などの装置特性に起因することが多い。これらのイメージング特性は直感的に理解しにくいものが多いため、ユーザーによる読影を困難にしている。

【0006】

本発明は上記課題に鑑みてなされたものである。本発明の目的は、光音響イメージングにより得られた画像を表示する際に、ユーザーによる読影を良好に行えるようにすることである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、以下の構成を採用する。すなわち、

光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像データを取得する光音響画像取得部と、

シミュレーション条件を設定する設定部と、

前記設定部により設定された前記シミュレーション条件に対応するシミュレーション画像データを取得する参照画像取得部と、

前記光音響画像データに基づく光音響画像と、前記シミュレーション画像データに基づく参照画像とを表示部に表示させる表示制御部と、

10

20

30

40

50

を有することを特徴とする情報処理システムである。

【0008】

本発明はまた、以下の構成を採用する。すなわち、
光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像データを取得する光音響画像取得部と、

複数のシミュレーション条件に対応する複数のシミュレーション画像データを取得する参照画像取得部と、

前記複数のシミュレーション画像データと前記光音響画像データとの類似度を取得する類似度取得部と、

前記類似度が所定の数値範囲に含まれるか否かを判定する判定部と、

前記光音響画像データに基づく光音響画像と、前記判定部により類似度が前記所定の数値範囲に含まれると判定された前記シミュレーション画像データに対応する前記シミュレーション条件と、を表示部に表示させる表示制御部と、

を有することを特徴とする情報処理システムである。

【0009】

本発明はまた、以下の構成を採用する。すなわち、
光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像を表示する工程と、
シミュレーションにより得られたシミュレーション画像データを表示する工程と、
を有することを特徴とする表示制御方法である。

【0010】

本発明はまた、以下の構成を採用する。すなわち、
光が照射された被検体から発生する光音響波に由来する光音響画像データに基づく光音響画像を表示する工程と、
前記光音響画像データに基づく光音響画像に対応する前記シミュレーション条件を表示する工程と、
を有することを特徴とする表示制御方法である。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、光音響イメージングにより得られた画像を表示する際に、ユーザーによる読影を良好に行えるようにすることができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態1の光音響イメージング装置の全体構成を示す模式図

【図2】実施形態1の処理を示すフローチャート

【図3】表示部の一例を示す図

【図4】実施形態2の光音響イメージング装置の全体構成を示す模式図

【図5】実施形態2の処理を示すフローチャート

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に図面を参照しつつ、本発明の好適な実施の形態について説明する。ただし、以下に記載されている構成部品の寸法、材質、形状およびそれらの相対配置などは、発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものである。よって、この発明の範囲を以下の記載に限定する趣旨のものではない。

【0014】

本発明は、被検体から伝播する音響波を検出し、被検体内部の特性情報を生成し、取得する技術に関する。よって本発明は、被検体情報取得装置またはその制御方法、あるいは被検体情報取得方法や信号処理方法、あるいは情報処理システムとして捉えられる。本発明はまた、これらの方針をCPUやメモリ等のハードウェア資源を備える情報処理装置に実行させるプログラムや、そのプログラムを格納した記憶媒体としても捉えられる。

【0015】

10

20

30

40

50

本発明の被検体情報取得装置には、被検体に光（電磁波）を照射することにより被検体内で発生した音響波を受信して、被検体の特性情報を画像データとして取得する光音響効果を利用した装置を含む。この場合、特性情報とは、光音響波を受信することにより得られる受信信号を用いて生成される、被検体内の複数位置のそれぞれに対応する特性値の情報である。

【0016】

光音響測定により取得される特性情報は、光エネルギーの吸収率を反映した値である。例えば、光照射によって生じた音響波の発生源、被検体内の初期音圧、あるいは初期音圧から導かれる光エネルギー吸収密度や吸収係数、組織を構成する物質の濃度を含む。また、物質濃度として酸化ヘモグロビン濃度と還元ヘモグロビン濃度を求めるこにより、酸素飽和度分布を算出できる。また、グルコース濃度、コラーゲン濃度、メラニン濃度、脂肪や水の体積分率なども求められる。

10

【0017】

被検体内の各位置の特性情報に基づいて、二次元または三次元の特性情報分布が得られる。分布データは画像データとして生成され得る。特性情報は、数値データとしてではなく、被検体内の各位置の分布情報として求めてよい。すなわち、初期音圧分布、エネルギー吸収密度分布、吸収係数分布や酸素飽和度分布などの分布情報である。

【0018】

本発明でいう音響波とは、典型的には超音波であり、音波、音響波と呼ばれる弹性波を含む。探触子等により音響波から変換された電気信号を音響信号とも呼ぶ。ただし、本明細書における超音波または音響波という記載は、それらの弹性波の波長を限定する意図ではない。光音響効果により発生した音響波は、光音響波または光超音波と呼ばれる。光音響波に由来する電気信号を光音響信号とも呼ぶ。

20

【0019】

以下の実施形態では、光音響効果を用いて被検体情報を取得する光音響イメージング装置について説明する。このような光音響イメージング装置は、人や動物などについて、血管疾患や悪性腫瘍などの診断や、化学治療の経過観察などを主な目的とする。この場合、被検体は生体の一部である。また、ファントムなどの非生物も測定対象となる。

【0020】

さらに本発明は、光音響イメージング装置によって取得された画像をメモリ等から取得してユーザーに提示するための表示制御装置や、光音響画像をユーザーに提示する表示制御方法としても捉えられる。

30

【0021】

〈第1の実施形態〉

（システム構成）

図1を参照しながら、本実施形態に係る光音響イメージング装置の概略構成と、各構成要素の具体例を説明する。光音響イメージング装置は、光源101、照射部102、光音響波受信部103、光音響波受信部103に備えられる複数の変換素子104、光音響波受信部103を移動させる移動機構105、受信信号処理部106を備える。光音響イメージング装置はさらに、光源101および移動機構105を制御するシステム制御部107、受信信号を画像データに再構成する算出部108、シミュレーションによる画像データを保存する記憶部109を備える。光音響イメージング装置はさらに、記憶部のデータから参照画像を生成する参照画像取得部110、表示部111、を少なくとも備える。これにより被検体112の特性情報が取得される。なお、算出部108、記憶部109、参照画像取得部110は、CPUと主記憶装置、および補助記憶装置を有する、独立したコンピュータ113に含まれていてもよいし、専用に設計されたハードウェアであってもよい。典型的にはワークステーションなどが用いられる。

40

【0022】

（光源101）

光源は、大出力を得るためレーザー光源であることが望ましい。ただし、発光ダイオード

50

ドやフラッシュランプ等も利用できる。レーザーとしては、固体レーザー、ガスレーザー、色素レーザー、半導体レーザーなど様々なものが使用できる。理想的には、出力が強く連続的に波長を変えられる、Nd:YAG励起のTi:sapphireレーザーや、アレクサンドライトレーザーを用いるとよい。また、異なる波長の単波長レーザーを複数有していてもよい。

【0023】

また、パルス光の波長は、被検体を構成する成分のうち特定の成分に吸収される特定の波長であって、被検体内部まで光が伝搬する波長であることが望ましい。具体的には、被検体が生体である場合、700nm以上1100nm以下であることが望ましい。

【0024】

また、光音響波を効果的に発生させるためには、被検体の熱特性に応じて十分短い時間に光を照射させなければならない。被検体が生体である場合、光源から発生するパルス光のパルス幅は1ナノから100ナノ秒程度が好適である。以下、光源から発生するパルス光を照射光と称する。

【0025】

(照射部102)

照射部は、光源から出射したパルス光を被検体に導き、照射する手段である。照射部は、照射光を所望の照射光分布形状に加工しながら被検体に導く。例えば、光を反射するミラー、光を拡大するレンズ、光を拡散させる拡散板、光ファイバなどの導波路などを利用できる。なお、被検体への安全性ならびに診断領域を広げられるという観点からは、光をある程度の面積に広げることが好ましい。

【0026】

(光音響波受信部103)

光音響波受信部103は、複数の変換素子104が、ボウル状の支持体に配置された構造である。各素子は、感度の高い方向(指向軸)が集まる高感度領域が形成されるように配置される。複数の変換素子104は、3次元スパイラル状に並ぶように配置される。また、複数の変換素子104は光音響波受信部103とともに移動し、被検体との相対位置を変化させる。

【0027】

光音響測定のときは、光音響波受信部103と被検体112との間に音響伝達媒体(例えば水、ひまし油)が配置される。また光音響イメージング装置は、被検体112を保持する薄いカップ状の保持部材(不図示)を備えていてもよい。その場合、保持部材と被検体112との間にも音響伝達媒体を配置することが好ましい。保持部材としては、光と音響波に対する透過性の高い材質、例えばポリメチルベンテンなどが好適である。光音響波受信部103の下部には、光源101から伝搬した光を被検体に照射する照射部102が設けられている。ただし、照射部102を光音響波受信部103と別に設けてよい。

【0028】

(変換素子104)

変換素子104は、被検体内部で発生した音響波を検出し、電気信号に変換する手段である。変換素子104は、探触子あるいは音響波検出器、トランステューサとも呼ばれる。生体から発生する音響波は、典型的には周波数100KHzから100MHzの超音波である。そのため変換素子104には上記の周波数帯を検出できるものを用いる。具体的には、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)などの圧電現象を用いたトランステューサ、光の共振を用いたトランステューサ、CMUT等の静電容量の変化を用いたトランステューサなどを利用できる。また、変換素子104は、感度が高く、周波数帯域が広いものが望ましい。

【0029】

(移動機構105)

移動機構105は、光音響波受信部103を移動させることにより、複数の変換素子104のそれぞれと被検体103との相対位置を変化させる。移動機構として、ステッピング

10

20

30

40

50

グモーター や サーボモーター による 自動ステージ を 使用できる。走査機構 105 は、光音響波受信部 103 を 2 次元スパイラル状の軌道で 移動させるもの、直線状に 移動させるもの、3 次元状に 移動させるもの、 いずれでもよい。

【0030】

(受信信号処理部 106)

受信信号処理部 106 は、得られた電気信号を 増幅し、デジタル信号に 変換する手段を 有している。具体的には、増幅器、A/D 変換器、FPGA チップなどを 有している。なお、得られる受信信号が 複数である場合は、同時に 複数の信号を 处理できることが 望ましい。これにより、画像生成時間を 短縮できる。また、被検体に 対して 同じ位置で 検出した音響波信号を 積算し、一つの信号に してもよい。積算の方法は、信号同士の 足し合わせ、平均値の 算出、重み付きの 信号足し合わせの いずれでもよい。なお、本明細書における「受信信号」とは、光音響波受信部から出力されるアナログ信号も、その後 A/D 変換されたデジタル信号も 含む概念である。

10

【0031】

(算出部 108)

算出部 108 は、デジタル変換された信号を 处理し、被検体内部の光学特性や 形態情報 を 表す 画像を 再構成する手段である。再構成の手法として、フーリエ変換法、ユニバーサルバックプロジェクション法、フィルタードバックプロジェクション法、整相加算法など、任意の手法を 利用できる。被検体内部の特性情報は、3 次元情報を 取得する場合は ボクセルデータの集合として、2 次元情報を 取得する場合は ピクセルデータの集合として 取得される。生成された 画像は、光音響画像データとして 表示部 111 に 送信され、ユーザーに 提示される。算出部は、本発明の光音響画像取得部に相当する。

20

【0032】

(記憶部)

記憶部 109 は、電気信号(受信信号)、画像データ、プログラムなどを 記憶できる 記憶装置である。記憶部 109 としては、コンピュータ 113 が 通常備える、ROM、RAM、ハードディスクなどのメモリを 利用できる。

【0033】

(シミュレーション)

記憶部 109 には、シミュレーション信号を 元に 再構成されたシミュレーション画像データが 複数保存されている。シミュレーション画像データは、被検体に 関する条件、光音響イメージング装置の構造に 基づく条件、測定条件などを キーとして データベース形式で 保存して おくことが 好ましい。シミュレーション画像データの 作成方法として、シミュレーション信号を 用いた 画像再構成がある。シミュレーション信号は、光音響波イメージング装置の ハードウェア構成や 表示データの 作成手法に 対応して 計算された 信号であり、変換素子 104 から 出力される 受信信号を 模擬した 信号である。ここでいう ハードウェア構成とは、光音響波受信部 103 の 変換素子数や 走査範囲、変換素子サイズや 周波数帯域などのことである。装置固有の 特性を 反映したシミュレーション信号を 再構成して、シミュレーション画像データを 算出する。

30

【0034】

シミュレーション画像データの 算出方法について、より 具体的な 一例を 挙げる。まず、シミュレーションで 画像化する 吸収体モデルを 設定する。吸収体モデルとして 例えれば、球または円柱の ような 単純な 形状や、血管構造を 模した より複雑な 形状や、腫瘍の周辺の 新生血管の 形状などを 設定できる。設定した 吸収体モデルは 複数の 再構成単位(以下、ボクセル)について 述べるが、2 次元の 場合は ピクセルが 対象となる)に 分割される。

40

【0035】

次に、吸収体モデルに 含まれる 複数の ボクセルの それぞれについて、当該ボクセルを 初期音源としたときの 音響波の 伝搬経路の 長さや 音速に 基づいて、当該ボクセルから 発生した 音響波が 変換素子 104 の それぞれで 受信されたときの 受信信号を 演算する。例えれば、各ボクセルを 光が 均一に 吸収された 球状音源と 仮定し、解析解を 用いることで、簡便に 受

50

信信号を計算できる。変換素子の特性（素子のサイズや受信帯域など）を考慮することが望ましい。

【0036】

次に、演算された受信信号を用いて、音波を発生させた音源の位置に対応するボクセルの特性情報（例えば初期音圧）を計算する。このときの画像再構成には、実際の光音響測定と同じ手法を用いることが好ましい。これによりシミュレーション画像データが取得できる。なお、以上のように取得されたシミュレーション画像データと、実際の光音響測定により再構成される光音響画像との整合性を確認し、必要に報じて補正を行うことが望ましい。生成された複数のシミュレーション画像データは記憶部に保存される。なお、被検体の光音響画像の算出前に予め保存しても良いし、実際の被検体の光音響画像の確認後に、その情報を用いたシミュレーション計算により画像データを生成、保存してもよい。さらに、演算能力によっては、パラメータやシミュレーション条件に応じて画像データを算出してもよい。

10

【0037】

（参照画像取得部）

参照画像取得部では、記憶部に保存されたシミュレーション画像を使用して、被検体の実際の光音響画像の近傍に表示するための参照画像を生成する。参照画像は、ユーザーのしてなどにより設定された画像パラメータをもとに、記憶部から抽出した複数の画像を並べたものである。ここで画像パラメータとは、吸収体モデル形状の種類、サイズ、位置（光音響波受信部との相対距離）、角度、画像数、画像並べ順、などである。また、参照画像は複数の画像を並べたものに限らず、一つのシミュレーション画像であっても良い。参照画像として複数のシミュレーション画像を使用する場合、好適には、特定の画像パラメータを少しずつ変化させた複数のシミュレーション画像が使用される。

20

【0038】

参照画像は、実際の光音響測定によって得られた光音響画像の読影を補助するために用いられる。参照画像は装置特性を考慮したシミュレーション画像である。参照画像は、設定した吸収体モデルが、当該装置の光音響画像としてどのように表示されるかを示す。ユーザーは参照画像を見ることで、表示部に表示されている画像がどのような吸収体に由来するかを総合的に判断できる。

30

【0039】

なお、被検体の実物や、人工的な吸収体を音源として埋め込まれたファントムに対して実際の光音響測定を行い、その結果得られた受信信号を画像再構成して、測定条件とともに記憶部に保存してもよい。

【0040】

算出部108、記憶部109、参照画像取得部110は、例えばコンピュータ113の機能モジュールとして実現できる。コンピュータ113は、CPUやGPUなどのプロセッサ、ROMやRAMなどのメモリ、通信装置、ユーザーインターフェースなどの資源を備え、プログラムの各ステップに従って動作する情報処理装置である。算出部108、記憶部109、参照画像取得部110の各機能は、複数の装置を組み合わせて実現してもよい。ユーザーインターフェースとしては、マウス、キーボード、タッチパネルなどの、ユーザーが情報を入力する入力装置や、音声や画像による通知装置などがある。

40

【0041】

（表示制御部）

コンピュータ113は、表示部111に画像を表示させる表示制御部として機能する。表示制御部は、被検体を光音響測定して取得される光音響画像データに基づく光音響画像を表示部に表示させる。表示制御部はまた、あるシミュレーション条件でのシミュレーションによって、被検体内の吸収体を模した吸収体モデルに光が照射されたときに発生するであろう光音響波に由来するシミュレーション画像データに基づく参照画像を、表示部に表示させる。表示制御部はまた、シミュレーションに用いた吸収体モデルをシミュレーションモデルとして表示部に表示させる。このような表示制御には、コンピュータが通常有

50

する表示機能を利用できる。

【0042】

(表示部111)

表示部111は、光音響測定により得られる光音響画像と、シミュレーションにより生成された参照画像を表示する。表示部111として、LCD (Liquid Crystal Display)、CRT (Cathode Ray Tube)、有機ELディスプレイ、その他任意の表示装置を利用できる。なお、表示部は光音響イメージング装置と一体であってもよいし、別々に提供されてもよい。

【0043】

<<光音響波の受信に関する処理>>

10

図2(B)を参照して、光音響波の受信に関する処理フローについて説明する。この処理は、図2(A)のステップS203で行割れる処理を詳細に説明するものである。

【0044】

まず、システム制御部107からの指示に従って移動機構105は、光音響波受信部103を所定の軌道で移動させる(ステップS221)。光源101は、システム制御部107からの指示に従って所定の発光間隔で光を発生する(ステップS222)。光音響波受信部103の移動中のあるタイミングにおいて光源101から発せられたパルス光は、照射部102を伝わり被検体112に照射される。なお、光の伝搬速度は十分高速であるため、光源101による発光時刻と光が被検体に照射される時刻とは同じ時刻として扱える。

20

【0045】

被検体内を伝播した光エネルギーの一部は、所定の波長を吸収する光吸収体(例えばヘモグロビンを多く含む血管など)に吸収され、その光吸収体の熱膨張により光音響波が発生する。光音響波受信部103は、この光音響波を受信して時系列の受信信号に変換する(ステップS223)。なお、音響波の伝搬速度(音速)は光音響波受信部103の移動速度に比べて十分に速い。よって、便宜上、ある変換素子が光音響波を受信する検出位置は、その光音響波を発生させたパルス光が被検体112に照射されたタイミングに変換素子がとる位置(存在する位置)と同じ位置として扱ってもよい。ただし、画像再構成のときに、パルス光が照射されてから光音響波が受信されるまで間の光音響波受信部103の移動距離に基づく補正計算を行うことで、より精度の高い画像を生成できる。

30

【0046】

光源101は所定の周期で発光しており、光音響波受信部103は所定の速度で移動しているため、先の光照射時刻とは別の光照射時刻においては、変換素子104は、先の光照射時刻における検出位置とは異なる検出位置で光音響波を受信する。各受信タイミングにおいて、複数の変換素子104から出力された受信信号は、受信信号処理部106に順次入力される(S224)。受信信号処理部106は、受信信号の増幅及びAD変換を行い、デジタル化された受信信号を算出部108に送信する。なお、情報処理を後で行う場合は、受信信号を記憶部に保存する。

【0047】

<<画像表示に関する処理>>

40

以下、図2(A)および図3を用いて、本実施形態の画像表示までのフローを説明する。図2は、光音響画像と参照画像の表示方法を表すフローチャートである。図3は表示部111の一例を示した図である。

【0048】

ステップS201は、シミュレーションにより模擬受信信号を生成する工程である。この工程では変換素子形状、変換素子の感度周波数特性、変換素子の位置情報、などの装置特性を考慮したシミュレーションにより、実際の変換素子が受信して出力する受信信号を模擬したシミュレーション信号を生成する。この工程は複数種類の吸収体モデルを想定して複数回行われる。

【0049】

50

ステップ S 202 は、模擬受信信号を再構成して模擬光音響画像データ（シミュレーション画像データ）を生成し、データベース化する工程である。これにより、吸収体モデルの光学特性や形態情報を表す光音響画像データを取得できる。この工程は複数の吸収体モデルを想定した複数回の模擬受信信号に対応して複数回行われる。ステップ S 201～S 202 は計算に時間を要するため、被検体の計測前に予め実施することが好ましい。

【0050】

ステップ S 203 は、図 2 (B) の説明で述べたように、被検体の光音響信号を受信し、デジタル化した受信信号を算出部へ送信する工程である。続くステップ S 204 は、受信信号を光音響画像データに再構成する工程である。この工程では、算出部において、受信信号処理部から受け取ったデジタル受信信号を画像再構成して、被検体内部の光学特性や形態情報を表す光音響画像データを生成し、表示部に送信する。ステップ S 205 は、光音響画像データを表示部に表示する工程である。この工程では、算出部から受け取った被検体情報である光音響画像データを表示部に表示する。ここでは被検体内部に存在する光吸收体としての血管などの形状が表示される。

10

【0051】

図 3 は表示部の表示例である。表示画面 300 には、生成された光音響画像データに基づく画像を表示する光音響画像表示部 301 のほかに、参照画像条件表示部 302、参照画像表示部 303、シミュレーションモデル表示部 305 が含まれる。

20

【0052】

ステップ S 206 は、表示させる参照画像の条件を指定する工程である。この工程では、光音響画像表示部 301 に表示された光音響画像内で、特に注目する箇所に対応する参照画像を決定するために必要なパラメータが指定される。指定方法は例えば、入力部を用いたユーザーによる手動入力である。参照画像を決定するために必要なパラメータとは、形状の種類、サイズ、位置（センサとの相対距離）、角度、画像数、画像並べ順、などである。ここで入力したパラメータは参照画像条件表示部 302 に表示される。

20

【0053】

以下、参照画像の生成について具体的な例を挙げて説明する。ここでは一例として図 3 に示す光音響画像表示部 301 に表示された光音響画像の中で、関心領域 304 の血管に注目した場合を説明する。注目した血管画像と比較するための参照画像を表示するために、まず形状の種類を指定する。形状の種類として、球、円柱、曲率を持つ円柱、分岐構造、またこれらの組み合わせなどが用意されている。他にも、光音響イメージング装置で画像化されるターゲットの形状を判断するために有用であれば、どんな形状を用いてもよい。ここでは直線状血管との比較を行うため、円柱形状を指定する。

30

【0054】

次に、円柱の直径、長さ、お椀状センサに対する位置、傾き角度を指定する。特定のパラメータを少しずつ変化させた複数のシミュレーション画像からなる参照画像を表示させる場合、変化させたいパラメータとその範囲を指定する。変化させるパラメータの範囲はユーザーが指定してもよいし、参照画像取得部が予めデフォルト値として有する変化範囲を自動で設定してもよい。指定した参照画像指定パラメータは参照画像条件表示部 302 に表示される。ここでは、直径 2 mm、長さ 60 mm の円柱形状を指定する。変化させるパラメータは直径と角度とする。直径の変化範囲は 1 mm から 3 mm まで 1 mm 刻みで 3 種類、角度の変化範囲は 30° から 60° まで 15° 刻みで 3 種類を指定する。

40

【0055】

ステップ S 207 は、シミュレーション画像データベースから参照用画像を抽出・再配置する工程である。この工程では、参照画像取得部において、S 206 で指定した参照画像表示のためのパラメータに応じたシミュレーション条件が設定され、画像データベースから当該シミュレーション条件に応じたシミュレーション画像が抽出される。このとき、参照画像取得部は本発明の設定部として機能する。そして、指定された条件の参照画像が生成され、順番に画面に配置される。ここでは S 206 において直径と角度がそれぞれ 3 種類ずつ指定されたため、9 種類のシミュレーション画像がデータベースから抽出され、

50

参照画像となる。また本実施例では、シミュレーション画像に対応する吸収体モデルの画像も抽出され、シミュレーションモデル画像となる。

【0056】

ステップS208は、S205で表示された光音響画像の近傍に、S205で生成した参照画像を表示する工程である。参照画像は、図中右上の参照画像表示部303に表示される。またこのときのシミュレーション画像に対応する吸収体モデルは、図中右下のシミュレーションモデル表示部305に表示される。参照画像を変更したい場合は、工程S206に戻ってパラメータを再設定すればよい。なお、各画像の表示方法は、隣接表示に限られない。例えば、光音響画像に参照画像を重畳表示してもよい。また、両者を別のディスプレイに表示してもよい。

10

【0057】

ステップS209は、光音響画像表示部301に表示される光音響画像と参照画像表示部303に表示される参照画像群を用いて読影する工程である。図3に示すように、関心領域304の血管に近い条件の複数の参照画像が、参照画像表示部303に表示されている。これらの参照画像は、装置システム特性を反映したシミュレーション信号を再構成して取得されている。したがって、指定した吸収体モデルが当該装置でどのように表示されるかが明確になる。ユーザーは、参照画像および吸収体モデルと、関心領域を比較することで、被検体形状を正しく判断できる。なお、ユーザーが画像を目視するのではなく、情報処理装置が光音響画像データと参照画像データ群に基づく自動認識を行ってもよい。

20

【0058】

ここで、図3の関心領域304のように、実測された注目血管の両側に、注目血管に伴走するように比較的強度の低い線が見られたとする。参照画像が無い場合、ユーザーはこの線を血管だと判断する可能性がある。しかし、参照画像表示部303に表示される参照画像を参照することによって、特定直径の特定角度において、円柱吸収体に伴走する虚像が画像化されることが分かる。これは装置センサの素子配置に起因するアーティファクトである。ユーザーがこのようなアーティファクトの出現パターンを全て把握しておくことは困難である。しかし、実測された光音響画像の近傍に参照画像を表示することで、装置特性を加味した、より総合的な読影判断が可能となる。

30

【0059】

<第2の実施形態>

以下、第2の実施形態の被検体情報取得装置の処理について説明する。本実施形態の光音響イメージング装置の構成は、基本的に実施形態1と同様である。以下、実施形態1との相違点を中心に説明する。

【0060】

図4に、本実施形態の装置構成を示す。実施形態1では、光音響画像を見たユーザーが、関心領域や参照画像パラメータを指定した。いっぽう本実施形態では、算出部で算出された光音響画像データは画像情報取得部401に送信され、画像情報取得部401において参照画像の指定パラメータが決定される。

【0061】

図5は、本実施形態の画像表示に関する処理フローを表す図である。ステップS501からS505までは、実施形態1のS201からS205までの処理と同じである。ステップS506は、装置で取得された光音響画像から関心領域を指定する工程である。図3に示すように光音響画像表示部301に表示される光音響画像のなかから注目する観察対象が含まれる関心領域304を指定する。関心領域は、マウスやキーボード等の入力部により指定される。また、コンピュータ113が自動的に関心領域を抽出してもよい。あるいは、コンピュータ113が自動的に特徴画像を抽出してもよい。

40

【0062】

ステップS507は、画像処理取得部401が関心領域内の画像情報を取得する工程である。この工程では、特徴検出や閾値処理等の画像処理手法により、関心領域内から特徴画像が抽出され、当該特徴画像の形状情報が取得される。図3の例では、形状の種類が円

50

柱であること、円柱の位置、直径および長さなどのサイズ、配置角度、などの形状情報を取得される。ここでは例えば、円柱の直径が2mm、角度が45°という形状情報を取得される。ここで形状情報とは、位置情報や配置情報も含む概念である。

【0063】

ステップS508は、参照画像を指定するためのパラメータを決定する工程である。取得された形状情報をもとに、参照画像取得部が参照画像パラメータを決定する。ここでは、円柱の直径、角度などのパラメータに基づき決定がなされる。好適には、当該パラメータの近傍値が決定される。ここでの元のパラメータとして、入力部経由で指定された値が利用できる。近傍値として例えば、予め所定の間隔で設定された複数の選択肢の中から、指定された値の付近の値を選択する方法がある。なお、近傍値の個数は限定されない。

10

【0064】

ステップS509からS511は、実施形態1のS207からS209までの処理と同じである。すなわち、S508で決定された参照画像パラメータに従って、シミュレーション画像データベースから参照画像が抽出・再配置により生成され、装置で取得した光音響画像の近傍に表示される。ユーザーは参照画像を参照しながら読影を行う。

【0065】

なお、画像情報取得部401によって取得された形状情報をもとに生成された参照画像を表示した後に、参照画像パラメータを変更して、再度、異なる参照画像を生成、表示しても良い。また、コンピュータ113が、参照画像それぞれについて、関心領域内の吸収体形状との対応度を算出して表示してもよい。また、コンピュータ113が、参照画像の中から関心領域内の吸収体に最も近い画像を選択して提示してもよい。また、コンピュータ113が、実際の吸収体に最も近いシミュレーションモデルを提示してもよい。

20

【0066】

以上説明したように、本実施形態に係る光音響イメージング装置によれば、装置受信信号による光音響画像の近傍にシミュレーション画像を参照画像として表示することで、装置特性を加味した、より総合的な読影判断が可能となる。

【0067】

(変形例)

表示部には、必ずしもシミュレーション画像や吸収体モデルの画像を表示しなくてもよい。例えば、コンピュータが指定された関心領域においてどのような吸収体が存在するかを算出し、その吸収体の形状情報を文字情報や数字として表示部に表示させてもよい。

30

【0068】

また、コンピュータが特徴画像を抽出し、当該特徴画像と、メモリから複数取得されたシミュレーション画像それぞれとの類似度を取得してもよい。この場合、表示制御部が、類似度が高いと判定されたシミュレーション画像に対応するシミュレーション条件やパラメータを表示部に表示させることで、ユーザーによる読影を補助できる。類似度取得には、特徴量抽出やエッジ検出など既知の画像認識技術を利用できる。このときコンピュータは、本発明の類似度取得部として機能する。コンピュータはまた、本発明の判定部として機能する。すなわち、コンピュータは、類似度が所定の数値範囲に含まれるか否かを判定する。そして、判定部により類似度が所定の数値範囲に含まれると判定されたシミュレーション画像データに対応するシミュレーション条件が表示部に表示される。

40

【0069】

以上述べたように、本発明によれば、装置特有のイメージング特性に基づいたシミュレーション画像を、観察対象画像の近傍に参照画像として表示できる。ユーザーが参照画像を観察対象画像の信頼度の指標として用いて読影することで、装置特性を加味した、より総合的な判断が可能となる。

【0070】

<その他の実施形態>

記憶装置に記録されたプログラムを読み込み実行することで前述した実施形態の機能を実現するシステムや装置のコンピュータ（又はCPU、MPU等のデバイス）によっても

50

、本発明を実施することができる。また、例えば、記憶装置に記録されたプログラムを読み込み実行することで前述した実施形態の機能を実現するシステムや装置のコンピュータによって実行されるステップからなる方法によても、本発明を実施することができる。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。この目的のために、上記プログラムは、例えば、ネットワークを通じて、又は、上記記憶装置となり得る様々なタイプの記録媒体（つまり、非一時的にデータを保持するコンピュータ読取可能な記録媒体）から、上記コンピュータに提供される。したがって、上記コンピュータ（CPU、MPU等のデバイスを含む）、上記方法、上記プログラム（プログラムコード、プログラムプロダクトを含む）、上記プログラムを非一時的に保持するコンピュータ読取可能な記録媒体は、いずれも本発明の範疇に含まれる。

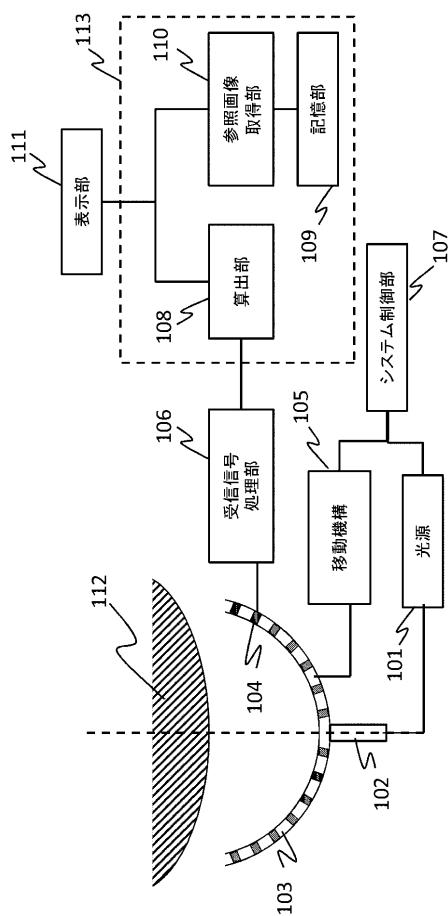
10

【符号の説明】

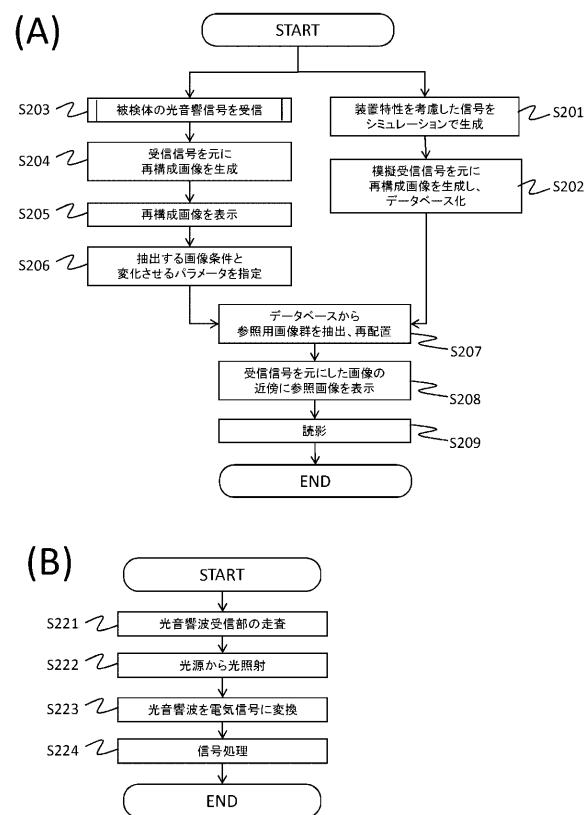
〔 0 0 7 1 〕

108：算出部、110：参照画像取得部、113：コンピュータ

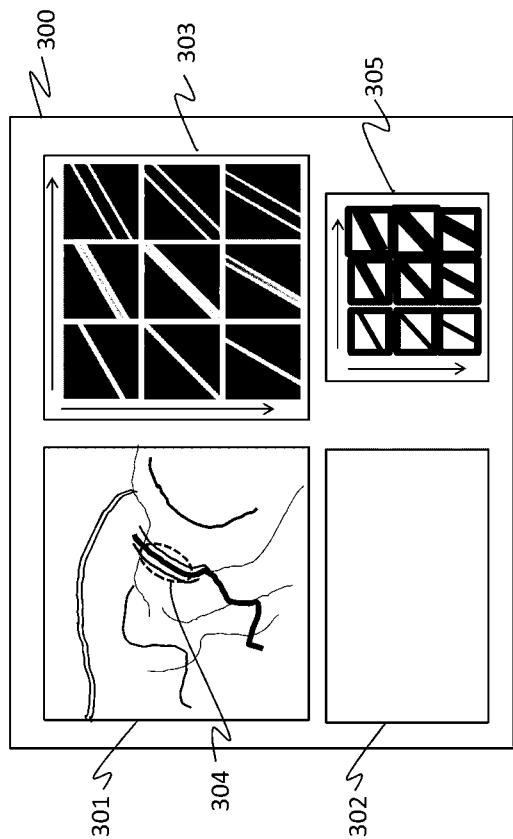
〔 1 〕



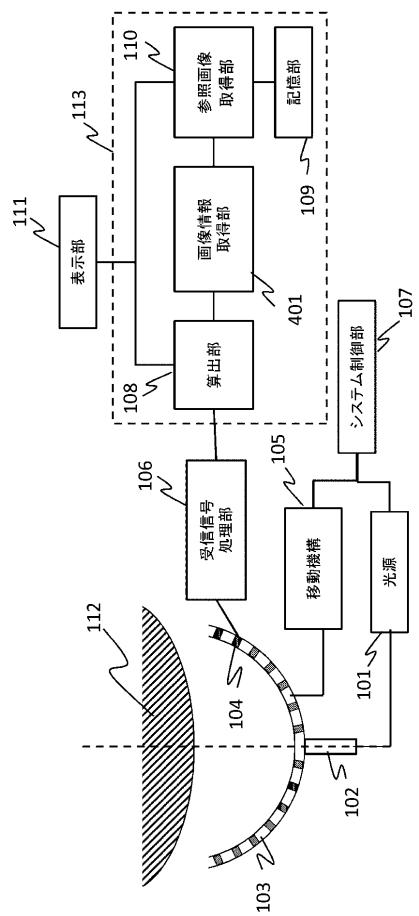
【図2】



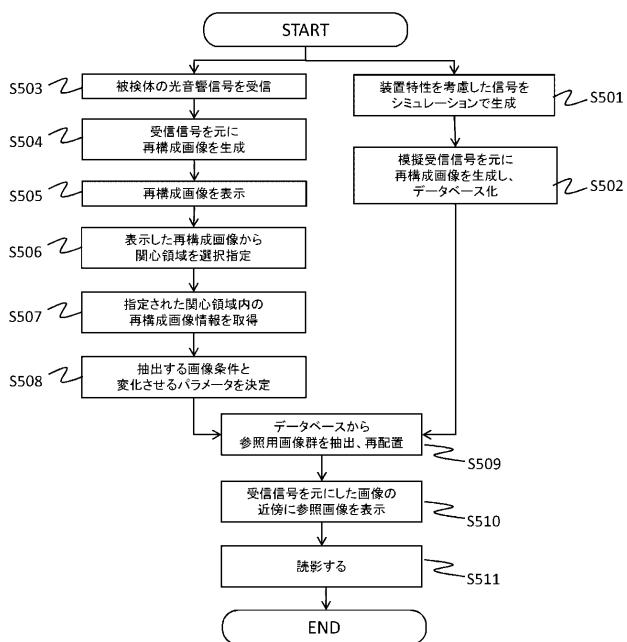
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 飯塚 直哉
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 宮里 卓郎
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 長永 兼一
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

F ターム(参考) 4C601 BB09 BB26 DE16 EE10 GB14 GB17 GC02 GC10 KK24 KK25
KK31 LL02 LL05