

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6843632号  
(P6843632)

(45) 発行日 令和3年3月17日(2021.3.17)

(24) 登録日 令和3年2月26日(2021.2.26)

(51) Int.CI.

A 61 B 8/13 (2006.01)

F 1

A 61 B 8/13

請求項の数 11 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2017-12671 (P2017-12671)  
 (22) 出願日 平成29年1月27日 (2017.1.27)  
 (65) 公開番号 特開2018-117956 (P2018-117956A)  
 (43) 公開日 平成30年8月2日 (2018.8.2)  
 審査請求日 令和1年12月24日 (2019.12.24)

(出願人による申告) 革新的研究開発推進プログラム (I m P A C T) 「ワイドフィールド可視化システムのプロトタイプ開発」委託研究、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(73) 特許権者 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  
 (74) 代理人 110002860  
 特許業務法人秀和特許事務所  
 (74) 代理人 100085006  
 弁理士 世良 和信  
 (74) 代理人 100100549  
 弁理士 川口 嘉之  
 (74) 代理人 100131532  
 弁理士 坂井 浩一郎  
 (74) 代理人 100125357  
 弁理士 中村 剛  
 (74) 代理人 100131392  
 弁理士 丹羽 武司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】音響波測定装置およびその制御方法

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

音響波を用いて被検体内の特性情報分布を生成する音響波測定装置であって、前記被検体に光を照射する光照射手段と、前記光を照射された前記被検体から伝搬した音響波を受信する受信手段と、第1の方向から、前記被検体の第1の範囲を撮像し、前記第1の範囲の画像を取得する第1の撮像手段と、前記第1の方向と異なる第2の方向から、前記被検体の、前記第1の範囲よりも狭い範囲を撮像し、局所画像を取得する第2の撮像手段と、

前記第1の撮像手段により撮像された前記第1の範囲の画像において、前記第2の撮像手段により撮像する位置の指定をユーザから受け付けるとともに、前記第2の撮像手段により撮像された前記局所画像において、前記特性情報分布を生成する第2の範囲の指定を前記ユーザから受け付ける指定手段と、

前記受信手段により受信された音響波を用いて前記特性情報分布を生成する生成手段と、を有することを特徴とする音響波測定装置。

## 【請求項 2】

前記第2の撮像手段は、前記被検体から見て前記第1の撮像手段の反対側に設置されており、前記第2の撮像手段は、前記第1の方向と反対の第2の方向から前記被検体を撮像することを特徴とする請求項1に記載の音響波測定装置。

## 【請求項 3】

10

前記第1の撮像手段は、前記被検体から見て前記第2の撮像手段と同じ側に設置された撮像手段を含み、

前記第1の撮像手段に含まれる前記撮像手段が取得した画像に基づいて、前記第1の範囲の画像を作成する画像作成手段をさらに有することを特徴とする請求項1に記載の音響波測定装置。

【請求項4】

前記ユーザから受け付けた前記特性情報分布を生成する範囲に対応する位置に前記受信手段を移動させる位置移動手段をさらに有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の音響波測定装置。

【請求項5】

前記受信手段と、前記第2の撮像手段とを支持する支持手段をさらに有し、  
前記位置移動手段は、前記支持手段の前記被検体に対する位置を変化させるものあり、

前記受信手段は、前記第2の撮像手段により撮像される範囲で発生した音響波を受信することを特徴とする請求項4に記載の音響波測定装置。

【請求項6】

前記光照射手段は、前記支持手段に支持されていることを特徴とする請求項5に記載の音響波測定装置。

【請求項7】

前記ユーザによる、前記第1の範囲の画像における前記第2の撮像手段により撮像する位置の入力と、前記局所画像における前記特性情報分布を生成する範囲の入力の、少なくともいずれかを受け付ける入力手段をさらに有することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の音響波測定装置。

【請求項8】

前記生成手段は、前記位置移動手段により前記受信手段が移動している期間にも、前記特性情報分布を生成することを特徴とする請求項4～6のいずれか1項に記載の音響波測定装置。

【請求項9】

音響波を用いて被検体の特性情報分布を生成する音響波測定装置の制御方法であって、

前記音響波測定装置は、

前記被検体に光を照射する光照射手段と、

前記光を照射された前記被検体から伝搬した音響波を受信する受信手段と、

第1の方向から、前記被検体の第1の範囲を撮像し、前記第1の範囲の画像を取得する第1の撮像手段と、

前記第1の方向と異なる第2の方向から、前記被検体の、前記第1の範囲よりも狭い範囲を撮像し、局所画像を取得する第2の撮像手段と、を有し、

前記第1の撮像手段により撮像された前記第1の範囲の画像において、前記第2の撮像手段により撮像する位置の指定をユーザから受け付けるとともに、前記第2の撮像手段により撮像された前記局所画像において、前記特性情報分布を生成する第2の範囲の指定を前記ユーザから受け付ける指定ステップと、

前記受信手段により受信された音響波を用いて前記特性情報分布を生成する生成ステップと、を有することを特徴とする音響波測定装置の制御方法。

【請求項10】

音響波を測定し、被検体の特性情報分布を生成する音響波測定装置であって、  
前記被検体に光を照射する光照射手段と、

前記光を照射された前記被検体から伝搬した音響波を受信し、電気信号を生成する変換素子と、

前記被検体から見て、第1の方向から、前記変換素子が前記音響波を受信する第1の側と対向する第2の側の、前記被検体の第1の範囲の画像を取得する、前記第2の側にある

10

20

30

40

50

**第1の撮像手段と、**

前記被検体から見て、前記第1の方向と異なる第2の方向から、前記第1の側の、前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像を取得する、前記第1の側にある第2の撮像手段と、

前記第1の撮像手段により取得された前記第1の範囲の画像を用いて、前記第2の撮像手段により取得される、前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像の位置の指定をユーザから受け付けるとともに、前記第2の撮像手段により取得された、前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像を用いて、前記音響波が測定される測定位置又は測定範囲の指定を前記ユーザから受け付ける指定手段と、

前記変換素子により生成された前記電気信号を用いて前記特性情報分布を生成する生成手段と、を有することを特徴とする音響波測定装置。

10

**【請求項11】**

音響波を測定し、被検体内の特性情報分布を生成する音響波測定装置の制御方法であつて、

前記音響波測定装置は、

前記被検体に光を照射する光照射手段と、

前記光を照射された前記被検体から伝搬した音響波を受信し、電気信号を生成する変換素子と、

前記被検体から見て、第1の方向から、前記変換素子が前記音響波を受信する第1の側と対向する第2の側の、前記被検体の第1の範囲の画像を取得する、前記第2の側にある第1の撮像手段と、

20

前記被検体から見て、前記第1の方向と異なる第2の方向から、前記第1の側の、前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像を取得する、前記第1の側にある第2の撮像手段と、を有し、

前記制御方法は、

前記第1の撮像手段により取得された前記第1の範囲の画像を用いて、前記第2の撮像手段により取得される前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像の位置の指定をユーザから受け付けるとともに、前記第2の撮像手段により取得された前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像を用いて、前記音響波が測定される測定位置又は測定範囲の指定を前記ユーザから受け付ける指定ステップと、

前記変換素子により生成された前記電気信号を用いて前記特性情報分布を生成する生成ステップと、を有することを特徴とする音響波測定装置の制御方法。

30

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、音響波測定装置およびその制御方法に関する。

**【背景技術】****【0002】**

光源から発生した光が被検体に照射されることにより被検体内の光吸収体から発生した光音響波を用いて、被検体内の組織を画像化する光音響イメージング( P A I : P h o t o a c o u s t i c I m a g i n g )という技術がある。

40

特許文献1には、半球状の探触子を被検体に対して相対移動させることで、被検体を走査しながら光音響波を取得する被検体情報取得装置が記載されている。特許文献1には、カメラによる撮影画像を参照しながら関心領域の範囲指定が行われ得ることが記載されているが、カメラが探触子に対してどのような位置に設けられるのかは明記がない。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0003】**

【特許文献1】特開2016-137053号公報

**【発明の概要】**

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0004】

仮にカメラが半球状の探触子と同じ構造体に設けられる場合、光音響波の測定を行いながらカメラによる撮像が可能であるが、探触子と被検体との間の距離が短い場合には、被検体の一部の領域しかカメラの視野に入らないことが考えられる。この場合、ユーザは限られたカメラの視野範囲を移動させて測定したい位置を探すことが必要となるため、測定位置の指定が容易に行えないことが懸念される。

なお、上述の課題は、光音響イメージング装置にかぎらず、超音波エコー装置にも共通する。

## 【0005】

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、測定位置又は測定範囲を容易に指定できるようにすることにある。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0006】

本発明は、以下の構成を採用する。すなわち、

音響波を用いて被検体内の特性情報分布を生成する音響波測定装置であって、

前記被検体に光を照射する光照射手段と、

前記光を照射された前記被検体から伝搬した音響波を受信する受信手段と、

第1の方向から、前記被検体の第1の範囲を撮像し、前記第1の範囲の画像を取得する第1の撮像手段と、

前記第1の方向と異なる第2の方向から、前記被検体の、前記第1の範囲よりも狭い範囲を撮像し、局所画像を取得する第2の撮像手段と、

前記第1の撮像手段により撮像された前記第1の範囲の画像において、前記第2の撮像手段により撮像する位置の指定をユーザから受け付けるとともに、前記第2の撮像手段により撮像された前記局所画像において、前記特性情報分布を生成する第2の範囲の指定を前記ユーザから受け付ける指定手段と、

前記受信手段により受信された音響波を用いて前記特性情報分布を生成する生成手段と、を有することを特徴とする音響波測定装置である。

あるいは、本発明は、以下の構成を採用する。すなわち、

音響波を測定し、被検体内の特性情報分布を生成する音響波測定装置であって、

前記被検体に光を照射する光照射手段と、

前記光を照射された前記被検体から伝搬した音響波を受信し、電気信号を生成する変換素子と、

前記被検体から見て、第1の方向から、前記変換素子が前記音響波を受信する第1の側と対向する第2の側の、前記被検体の第1の範囲の画像を取得する、前記第2の側にある第1の撮像手段と、

前記被検体から見て、前記第1の方向と異なる第2の方向から、前記第1の側の、前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像を取得する、前記第1の側にある第2の撮像手段と、

前記第1の撮像手段により取得された前記第1の範囲の画像を用いて、前記第2の撮像手段により取得される、前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像の位置の指定をユーザから受け付けるとともに、前記第2の撮像手段により取得された、前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像を用いて、前記音響波が測定される測定位置又は測定範囲の指定を前記ユーザから受け付ける指定手段と、

前記変換素子により生成された前記電気信号を用いて前記特性情報分布を生成する生成手段と、を有することを特徴とする音響波測定装置である。

## 【0007】

本発明はまた、以下の構成を採用する。すなわち、

音響波を用いて被検体内の特性情報分布を生成する音響波測定装置の制御方法であって、

、

10

20

30

40

50

前記音響波測定装置は、

前記被検体に光を照射する光照射手段と、

前記光を照射された前記被検体から伝搬した音響波を受信する受信手段と、

第1の方向から、前記被検体の第1の範囲を撮像し、前記第1の範囲の画像を取得する第1の撮像手段と、

前記第1の方向と異なる第2の方向から、前記被検体の、前記第1の範囲よりも狭い範囲を撮像し、局所画像を取得する第2の撮像手段と、を有し、

前記第1の撮像手段により撮像された前記第1の範囲の画像において、前記第2の撮像手段により撮像する位置の指定をユーザから受け付けるとともに、前記第2の撮像手段により撮像された前記局所画像において、前記特性情報分布を生成する第2の範囲の指定を前記ユーザから受け付ける指定ステップと、

前記受信手段により受信された音響波を用いて前記特性情報分布を生成する生成ステップと、を有することを特徴とする音響波測定装置の制御方法である。

あるいは、本発明は、以下の構成を採用する。すなわち、

音響波を測定し、被検体内の特性情報分布を生成する音響波測定装置の制御方法であつて、

前記音響波測定装置は、

前記被検体に光を照射する光照射手段と、

前記光を照射された前記被検体から伝搬した音響波を受信し、電気信号を生成する変換素子と、

前記被検体から見て、第1の方向から、前記変換素子が前記音響波を受信する第1の側と対向する第2の側の、前記被検体の第1の範囲の画像を取得する、前記第2の側にある第1の撮像手段と、

前記被検体から見て、前記第1の方向と異なる第2の方向から、前記第1の側の、前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像を取得する、前記第1の側にある第2の撮像手段と、を有し、

前記制御方法は、

前記第1の撮像手段により取得された前記第1の範囲の画像を用いて、前記第2の撮像手段により取得される前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像の位置の指定をユーザから受け付けるとともに、前記第2の撮像手段により取得された前記第1の範囲よりも狭い範囲の画像を用いて、前記音響波が測定される測定位置又は測定範囲の指定を前記ユーザから受け付ける指定ステップと、

前記変換素子により生成された前記電気信号を用いて前記特性情報分布を生成する生成ステップと、を有することを特徴とする音響波測定装置の制御方法である。

### 【発明の効果】

#### 【0008】

本発明によれば、測定位置又は測定範囲を容易に指定することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0009】

【図1】音響波測定装置の構成の例を示す断面図

【図2】音響波測定のフローの例を示す図

【図3】全体撮像用カメラによって撮像された画像の例を示す図

【図4】局所撮像用カメラにより撮像された画像及び測定位置の指定の例を示す図

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0010】

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。

10

20

30

40

50

**【 0 0 1 1 】**

本発明は、被検体から伝搬された音響波を検出し、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、音響波測定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として捉えられる。本発明はまた、これらの方法を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ととらえてもよい。また、本発明は、そのプログラムを格納したコンピュータにより読み取り可能な非一時的な記憶媒体としても捉えられる。

**【 0 0 1 2 】**

本発明の音響波測定装置には、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、被検体の複数位置のそれぞれに対応する特性値の情報である。

10

**【 0 0 1 3 】**

光音響測定により取得される電気信号（光音響信号）に由来する特性情報（光音響特性情報）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、物質濃度として酸素化ヘモグロビン濃度と脱酸素化ヘモグロビン濃度を求ることにより、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。

20

**【 0 0 1 4 】**

本発明の音響波測定装置には、被検体に超音波を送信し、被検体内部で反射した反射波（エコー波）を受信して、被検体情報を画像データとして取得する超音波エコー技術を利用した装置を含む。超音波エコー装置が取得する電気信号（超音波エコー信号）に由来する特性情報（超音波特性情報）は、被検体内部の組織の音響インピーダンスの違いを反映した情報である。

**【 0 0 1 5 】**

被検体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。また、音響インピーダンス分布や、血流を表す分布情報なども生成し得る。このように音響波に基づく情報を可視化することから、本発明は、音響波イメージング装置やその制御方法やプログラムとしても捉えられる。

30

**【 0 0 1 6 】**

本発明でいう音響波とは、典型的には超音波であり、音波、音響波と呼ばれる弾性波を含む。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、それらの弾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。また、送信超音波が被検体で反射したエコー波に由来する電気信号を、超音波エコー信号とも呼ぶ。

40

**【 0 0 1 7 】**

本発明の装置が、光音響波を受信する場合、超音波エコーを受信する場合、および、その両方を受信する場合のいずれにおいても、装置が音響波を測定することに変わりはない。よって本発明の装置は、音響波測定装置と呼べる。本発明は、このような音響波測定装置の制御方法としても捉えられる。

**【 0 0 1 8 】**

[ 実施例 1 ]

（装置全体構成）

50

図1は、音響波測定装置100の構成の例を示す図である。図1は、測定に関する構成の断面図と、制御に関する構成のブロック図により構成される。本実施例において音響波測定装置100は、手の内部から発せられる音響波を測定する装置である。音響波測定装置100は、測定した音響波に基づいて光音響画像を生成する。なお、本実施例では、一例として被検体を手として説明するものとする。

音響波測定装置100は、全体撮像用カメラ110、保持部材115、探触子119、局所撮像用カメラ122、移動機構130、光源131及び光伝送路132を有する。また、音響波測定装置100は、光音響演算部141、画像処理部142、指定部143、座標変換部144、移動機構制御部145及びモニタ146を有する。

また、探触子119は、支持体120、変換素子121及び射出口133を有する。探触子119は、2次元の平面を走査することが可能である。探触子119が走査する2次元の平面をXY平面とし、XY平面に垂直な軸をZ軸とする。以下では、図1の断面図において上方向をZ軸正方向といい、下方向をZ軸負方向という。本実施例では、XY平面に略平行に手を置き、音響波を測定するものとする。

#### 【0019】

以下では、音響波測定装置100の各構成について具体的に説明する。

保持部材115は、曲面を有し、曲面の部分に手全体が収まるように載置することができる。

保持部材115は、被検体を載置した状態で保持する。被検体と保持部材115の間は、音響波が透過しやすいように音響媒体（不図示）で充填してもよい。音響媒体の例としては水、油、ゲル及びジェル等であってもよい。

#### 【0020】

図1に示すように、全体撮像用カメラ110は、保持部材115の中央部からZ軸正方向に距離11離れた位置に設置されており、手の甲全体を撮像することができる。全体撮像用カメラ110は、撮像した画像を画像データとして画像処理部142に出力する。全体撮像用カメラ110は、本発明の第1の撮像手段に相当する。

#### 【0021】

一方、支持体120は、保持部材115に対してZ軸負方向の位置に設置される。支持体120は、椀状であり、複数の変換素子121と、局所撮像用カメラ122と、光源131から光伝送路132を介して伝送される光の射出口133を支持する。射出口133は本発明の光照射手段に相当する。詳細は後述するが、全体撮像用カメラ110の方が、局所撮像用カメラ122と比べて被検体の広い範囲を撮像できる。局所撮像用カメラ122は、全体撮像用カメラ110とは異なる方向から被検体の一部を撮像し、撮像した画像を画像データとして画像処理部142に出力する。局所撮像用カメラ122は、本発明の第2の撮像手段に相当する。図1の例では、局所撮像用カメラ122は被検体から見て全体撮像用カメラ110の反対側に設置されている。

#### 【0022】

支持体120は、椀状型であり、支持体120の底部が移動機構130に固定され、支持体120のお椀の口側が保持部材115に向けられる。例えば、移動機構130は、二<sup>30</sup>次元に走査可能な2軸の駆動装置である。すなわち、支持体120は、移動機構130により上述したXY平面を走査する。以下では、2軸の方向をX軸、Y軸とする。また、図1の右方向をX軸正方向といい、左方向をX軸負方向という。また、図1の奥方向をY軸正方向といい、手前方向をY軸負方向という。なお、図1の断面図は、X軸方向及びZ軸方向に対応する断面図となっている。

移動機構130は、例えば、リニアガイド（不図示）および送りネジ機構（不図示）およびモーター（不図示）を組み合わせて構成されている。ここで、変換素子121は本発明の受信手段に、支持体120は本発明の支持手段に、それぞれ相当する。

#### 【0023】

移動機構制御部145は、移動機構130を制御し、支持体120をXY平面において移動させて、被検体に対する位置を変化させる。本実施例では、これにより局所撮像用力

10

20

30

40

50

メラ 1 2 2 が被検体の各部分を撮像できるようになる。なお、移動機構 1 3 0 は、位置移動手段の一例である。

指定部 1 4 3 は、全体画像の中で局所画像を取得する位置をユーザから受け付けるとともに、ユーザによって指定された測定位置を受け付ける。具体的には、指定部 1 4 3 は、全体撮像用カメラ 1 1 0 によって撮像された全体画像の中で、局所撮像用カメラ 1 2 2 により撮像する範囲の指定をユーザから受け付ける。また、指定部 1 4 3 は、局所撮像用カメラ 1 2 2 により撮像された局所画像を用いてユーザから測定位置の指定を受け付ける。なお、測定位置の指定に関する具体例は後述する。ここで、全体撮像用カメラ 1 1 0 によって撮像された画像を被検体全体の全体画像といい、局所撮像用カメラ 1 2 2 によって撮像された被検体の部分的な画像を局所画像という。

10

#### 【 0 0 2 4 】

座標変換部 1 4 4 は、局所画像の中で指定された測定位置を、上述した X Y 平面に対応する座標系に変換する。以下では、この座標系を実座標系という。移動機構制御部 1 4 5 は、指定された測定位置に対応する実座標 ( X , Y ) に応じて支持体 1 2 0 を移動させる。

なお、保持部材 1 1 5 と変換素子 1 2 1 との間は、音響波が伝搬可能な音響媒体（不図示）で充填してもよい。音響媒体の例としては水、油、ゲル、ジェル等であってもよい。

#### 【 0 0 2 5 】

光伝送路 1 3 2 は、光源 1 3 1 から照射されたパルス光を支持体 1 2 0 に取り付けられた光伝送路 1 3 2 の端部の射出口 1 3 3 まで伝送し、当該射出口 1 3 3 から手にパルス光を照射する。なお、光伝送路 1 3 2 は、Z 軸正方向に手にパルス光を照射する場合に限定されず、角度をつけて手にパルス光を照射してもよい。

20

光源 1 3 1 は、効率的に被検体から光音響波を発生させるために、1 ~ 1 0 0 ナノ秒程度のパルス幅のパルス光を生成することが好ましい。また、波長としては 6 0 0 n m から 1 1 0 0 n m 程度の波長が好ましい。具体的な光源の例としては、Nd : YAG レーザ、アレクサンドライトレーザ、Ti:s a レーザや OPO レーザを用いてもよい。このほか固体レーザ、ガスレーザー、ファイバーレーザー、色素レーザ、半導体レーザなども使用可能である。また、光源として LED を使用してもよい。なお、光源 1 3 1 は、本実施形態の音響波測定装置 1 0 0 と一体として設けられていても良いし、光源 1 3 1 を分離して別体として設けられていても良い。

30

照射のタイミング、波形、強度などは不図示の光源制御部によって制御される。また、複数波長を切り替えられる波長可変レーザを用いることで、酸素飽和度やグルコース濃度などの物質濃度情報を取得してもよい。

#### 【 0 0 2 6 】

被検体にパルス光が照射されると、被検体内から音響波が発生する。被検体内で発生した音響波のうち探触子 1 1 9 の方向に放射された音響波が、保持部材 1 1 5 及び音響媒体を介して、探触子 1 1 9 の変換素子 1 2 1 に到達する。各変換素子 1 2 1 は、椀状の支持体 1 2 0 に到達した音響波を広範囲に受信できるように、椀状の支持体 1 2 0 の内側に均一に配置されている。各変換素子 1 2 1 は、受信した音響波に基づいて電気信号（以下では、PA 信号）を生成する。各変換素子 1 2 1 は、生成した PA 信号を光音響演算部 1 4 1 に送信する。光音響演算部 1 4 1 は、入力された PA 信号を用いて光音響画像データの生成（画像再構成）を行う。なお、光音響演算部 1 4 1 は、本発明の生成手段に相当する。画像処理部 1 4 2 は、光音響画像データに基づいて表示画像データを生成し、モニタ 1 4 6 に表示する。

40

#### 【 0 0 2 7 】

それぞれのカメラの撮像範囲について説明する。本実施例では、全体撮像用カメラ 1 1 0 と局所撮像用カメラ 1 2 2 の視野角は同程度であるので、被検体との距離が長いほど撮像範囲が広がる。

全体撮像用カメラ 1 1 0 は、手の甲全体を撮像できるように、保持部材 1 1 5 の曲面の中央部から Z 軸正方向に距離 1 , 離れた位置に設置される。なお、全体撮像用カメラ 1 1

50

0は、手の甲全体を撮像する場合に限定されず、局所画像よりもある程度広い範囲、例えば、手の甲の80%程度の範囲を撮像してもよい。このように、全体撮像用カメラ110は、被検体全体を撮像する場合に限られず、比較的広い範囲であればよい。

また、局所撮像用カメラ122は、保持部材115から見てZ軸負方向の位置に設置される。局所撮像用カメラ122は、保持部材115から見てZ軸負方向にある支持体120に固定され、被検体を局所的に撮像する。局所撮像用カメラ122が保持部材115の曲面の中央部の真下にあるとき、保持部材115と局所撮像用カメラ122との間の距離は1<sub>2</sub>である。全体撮像用カメラ110と保持部材115との距離1<sub>1</sub>は、局所撮像用カメラ122と保持部材115との距離1<sub>2</sub>よりも長くなっている。距離1<sub>1</sub>と距離1<sub>2</sub>は、全体画像と局所画像の面積比に応じて設計される。なお、全体撮像用カメラ110の視野角が局所撮像用カメラ122の視野角よりも広い場合などは、距離1<sub>1</sub>と距離1<sub>2</sub>が同程度であったり、距離1<sub>1</sub>が距離1<sub>2</sub>よりも短かかったりしてもよい。  
10

局所撮像用カメラ122は、例えば、光源131によりパルス光が照射される位置を撮像範囲の中心として撮像してもよい。また、局所撮像用カメラ122は支持体120によって固定されているため、支持体120の移動に応じて撮像範囲が変更される。後述するように、局所撮像用カメラ122の撮像範囲は、ユーザによって指定される。

#### 【0028】

以下では、各部材の材質・特性等について説明する。

##### (保持部材)

保持部材115の好ましい特性として、音響波を透過しやすい程度の厚さであること、光が透過するように透明であること、被検体の重さに耐えうる強度を有することが挙げられる。このような特性を有する材料としてP E T(ポリエチレンテレフタレート)やP V C(ポリ塩化ビニル)がある。  
20

#### 【0029】

##### (変換素子)

光音響波を受信する複数の変換素子121が椀状の支持体120の内側に全体的に配置され、探触子119が構成される。

変換素子121は、音響波を検出し電気信号などの信号に変換して出力する。変換素子121は、圧電現象を用いた素子、光の共振を用いた素子、容量の変化を用いた素子など音響波を検知できるものであれば、どのような素子を用いてもよい。本実施形態において、変換素子121は、複数配置され、それぞれの変換素子121は最も高い受信感度を持つ方向が互いに異なるように配置される。このような多次元配列素子を用いることで、同時に複数の場所で音響波を受信できるので、画質を向上させるとともに、測定時間を短縮できる。より良好な形態として、複数の変換素子121の受信面が椀状の支持体120の中心に向くように配置すると良い。  
30

#### 【0030】

##### (光伝送路)

図1における光源131から照射されたパルス光は、光伝送路132により、所望の光分布形状に加工されながら被検体に導かれる。光伝送路132は、光ファイバやそれを束ねたバンドル光ファイバ、鏡筒にミラーなどを組み込んだA r t i c u l a t i n g a r mなどの光導波路などであってもよい。他に光伝送路132としては、典型的にはレンズ、ミラー、拡散板などの光学部品を用いてもよい。  
40

#### 【0031】

##### (光音響演算部による信号処理)

光音響演算部141は、アナログの電気信号をデジタル化するA D変換回路(不図示)や、電気信号を增幅する增幅器(不図示)などを含んでもよい。また、受信素子ごとに時系列的に得られたデジタル電気信号は、メモリ(不図示)に出力され格納される。

#### 【0032】

##### (光音響演算部・指定部・座標変換部・移動機構制御部・画像処理部)

光音響演算部141、画像処理部142、指定部143、座標変換部144及び移動機

構制御部 145 の各機能部は、CPU (プロセッサ) が必要なプログラムを実行することにより実現される。光音響演算部 141、画像処理部 142、指定部 143、座標変換部 144 及び移動機構制御部 145 は、同じ情報処理装置でそれぞれの機能を実現するプログラムモジュールとして構成されても良い。また、それぞれが別の情報処理装置で動作し、協調して光音響イメージング装置に関する情報処理を実行してもよい。

また、情報処理装置の入力装置 (マウス、キーボード、タッチパネルなど) を、音響波測定装置 100 の入力手段として用いてもよい。入力手段からの入力項目としては、測定位置及び測定範囲、測定パラメータ、所望の画質などがある。

光音響演算部 141 が画像再構成を行うときには、整相加算、バックプロジェクションなど任意の手法を採用できる。

10

#### 【0033】

(モニタ)

モニタ 146 は、生成された光音響画像、全体撮像用カメラ 110 により撮像された画像及び局所撮像用カメラ 122 により撮像された画像をそれぞれ表示する。モニタ 146 としては液晶ディスプレイや有機ELディスプレイなど任意の表示装置を利用できる。モニタ 146 は、音響波測定装置 100 と一体であってもよいし、別々であってもよい。

#### 【0034】

(測定フロー)

図 2 は、音響波測定のフローの例を示す図である。以下では、音響波測定の処理の流れについて説明する。ステップ S10 において、全体撮像用カメラ 110 は、手の甲全体を撮像する。画像処理部 142 は、全体撮像用カメラ 110 により撮像された画像をモニタ 146 に表示させる。

20

図 3 (A) 及び図 3 (B) は、全体撮像用カメラ 110 によって撮像された画像の例である。図 3 (A) のように全体撮像用カメラ 110 による画像 148 内に、手の甲全体が含まれる。なお、画像 148 は、XY 平面に対応し、図 3 の左右の方向が X 軸に対応し、上下の方向が Y 軸に対応する。

#### 【0035】

ステップ S11 において、指定部 143 は、図 3 (A) の全体撮像用カメラ 110 による画像 148 においてユーザから局所撮像用カメラ 122 により撮像する範囲の位置の指定を受け付ける。以下では、局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲の位置を大まかに調整することを粗調という。

30

#### 【0036】

図 3 (A) の全体撮像用カメラ 110 による画像には、局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲 148a とカーソル 148b とが表示される。図 3 (A) に示される撮像範囲 148a は、局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲を示す。カーソル 148b は、局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲の中心を示す。

指定部 143 は、局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲の位置の変更をユーザから受け付ける。ユーザは、カーソル 148b を移動させることにより局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲の位置を変更することができる。例えば、図 3 (B) のように、人差し指の付け根付近から手の甲の位置にカーソル 148b の位置が変更されると、指定部 143 は、変更後のカーソル 148b の位置を中心とする領域を局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲 148a として指定する。なお、本実施例では局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲 148a の指定がカーソル 148b を用いて行われるが、これに限定されるものではない。例えば、指定部 143 は、局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲の移動量をユーザに数値入力されることで、局所撮像用カメラ 122 の撮像範囲の指定を受け付けてもよい。

40

#### 【0037】

座標変換部 144 は、全体撮像用カメラ 110 の画像上で指定された位置を実座標 (X, Y) に変換する。このとき、座標変換部 144 は、あらかじめメモリに記録された変換式又は補正テーブルを用いて座標の変換を行ってもよい。なお、座標の変換式及び補正テーブルは、装置の設計時又は組立時のパラメータを基に作成されてもよい。

50

## 【0038】

ステップS12において、移動機構制御部145は、支持体120（変換素子121、局所撮像用カメラ122）を指定された実座標位置（X, Y）へ移動するように移動機構130を駆動制御する。

## 【0039】

ステップS13において、変換素子121と共に支持体120に固定されている局所撮像用カメラ122が、変換素子121と同じ側から、指定された実座標位置（X, Y）において手のひらを局所的に撮像する。画像処理部142は、局所撮像用カメラ122による画像を受信し、モニタ146に表示させる。

図4は、光音響画像を生成するための測定位置の指定の例である。図4（A）の例は、  
10  
図3（A）のカーソル148bの位置で局所撮像用カメラ122により撮像された場合の  
画像の例である。図4（A）の画像は、XY平面に対応し、図4の左右の方向がX軸に対  
応し、上下の方向がY軸に対応する。なお、図4（A）の局所撮像用カメラ122の撮像  
方向はZ軸正方向となっており、全体撮像用カメラ110によりZ軸負方向に撮像された  
図3（A）とは撮像する方向が逆である。このため、図4（A）の画像は、図3（A）の  
画像と比較してX軸の方向に反転している。

## 【0040】

ステップS14において、指定部143は、表示された局所撮像用カメラ122の画像を  
20  
参照したユーザから所定の入力手段を用いた測定位置の指定を受け付ける。ここで、測  
定位置の指定は、図4（B）に示される十字キーにより受け付けてもよい。

## 【0041】

図4（C）は、モニタ146の表示例を示している。図4（C）のように、全体撮像用  
カメラ110による画像148、局所撮像用カメラ122による画像149、位置調整パ  
ネル150が表示される。位置調整パネル150は、十字キー151及び決定ボタン15  
2を含んでいる。位置調整パネル150は、全体撮像用カメラ110による画像148が  
選択されているときは局所画像の取得位置の入力に用いられ、局所撮像用カメラ122に  
よる画像149が選択されているときは測定位置の入力に用いられる。十字キー151は  
、局所画像の位置または測定位置の変更に用いられる。また、決定ボタン152は、局所  
撮像位置または測定位置の決定に用いられる。なお、画像149は、画像148と向きを  
揃えるために、画像処理部142により、図4（A）の画像をX軸方向に反転させた画像  
となっている。

## 【0042】

ユーザは、局所撮像用カメラ122により表示されている画像よりもY軸正方向の位置  
を測定したい場合、十字キー151の上ボタンを押下する。これにより測定位置がY軸正  
方向に移動する。また、ユーザは、局所撮像用カメラ122により表示されている画像よ  
りもX軸負方向の位置を測定したい場合、十字キー151の左ボタンを押下する。これに  
より測定位置がX軸負方向に移動する。このように、ユーザは、局所撮像用カメラ122  
により表示された画像を見ながら十字キー151により測定位置を微調整することができる。  
30  
ここで、詳細な測定位置の指定を微調という。

## 【0043】

また、指定部143は、十字キー151のボタンが押下された間に応じて徐々に測定  
位置を移動させてもよいし、十字キー151のボタンが押下される度に所定距離、測定位  
置を移動させてもよい。ユーザは所望の測定位置に移動した時点で決定ボタン152を  
押下する。これにより、局所撮像用カメラ122の撮像範囲に対応する位置において測定が  
開始され、光音響画像が生成される。

なお、位置調整パネル150を用いて測定位置を指定する場合に限定されず、例えば、  
キーボード又はジョイスティックを用いて測定位置が指定されてもよい。また、図4（C）  
の画像149をドラック＆ドロップすることで指定してもよい。例えば、指定部143  
は、画像149がX軸正方向に画像149の半分の距離分ドラック＆ドロップされた場合  
、測定位置をX軸正方向に画像149の半分の距離分ずらした位置を測定位置として指定  
50

してもよい。

なお、実施例 2 では、測定しながらリアルタイムに測定位置の変更を受け付ける例について説明する。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 1 5 において、指定された測定位置において、各変換素子 1 2 1 は、パルス光の照射によって手の内部から発生した光音響波を受信し、P A 信号を生成する。光音響演算部 1 4 1 は、各変換素子 1 2 1 から取得した P A 信号を用いて光音響画像の生成を行う。

【 0 0 4 5 】

( 効果 )

10

このように、全体撮像用カメラ 1 1 0 によって撮像された被検体の全体の画像をもとに局所撮像用カメラ 1 2 2 の撮像範囲の位置指定（粗調）が行われる。続いて、局所撮像用カメラ 1 2 2 によって撮像された局所画像をもとに測定位置が指定される（微調）。これにより、測定位置を容易に指定することが可能となる。

【 0 0 4 6 】

なお、本実施例では、支持体 1 2 0 に局所撮像用カメラ 1 2 2 が固定されているため、局所撮像用カメラ 1 2 2 における位置指定においては、支持体 1 2 0 を移動させながら測定位置が指定されることを説明したが、これに限定されない。

局所撮像用カメラ 1 2 2 が撮像する範囲を実座標（X，Y）で指定してもよい。例えば、所定の位置に固定され、首振りにより撮像範囲を変更可能な局所撮像用カメラ 1 2 2 に対して、チルトとパンのパラメータを指定して、撮像範囲を変更してもよい。

20

また、移動機構 1 3 0 とは別に局所撮像用カメラ 1 2 2 の移動部を設け、局所撮像用カメラ 1 2 2 を独立して移動させ、撮像範囲を変更させてもよい。

また、射出口 1 3 3 が支持体 1 2 0 とともに移動せずとも良い。例えば支持体とは別の射出口移動機構を設けても良いし、首振りにより照射方向を変える機構を設けても良い。

【 0 0 4 7 】

( 測定範囲の指定 )

なお、上記記載における測定位置とは、探触子走査を行わなくとも再構成画像の生成に十分な音響波が取得できるような比較的狭い領域、例えば被検者の手における、メラノーマの疑いがあるホクロなどを想定していた。しかし本発明においては、測定位置よりも広い測定範囲を指定することも可能である。例えば、画像処理部 1 4 2 は、図 4 ( C ) の局所撮像用カメラ 1 2 2 による画像 1 4 9 に測定範囲を示す四角い枠線を表示する。四角い枠線は、ユーザの操作により大きさを変更することが可能である。

30

指定部 1 4 3 は、四角い枠線に応じて測定範囲の指定を受け付ける。続いて、移動機構制御部 1 4 5 は、移動機構 1 3 0 を制御して測定範囲内の各位置に支持体 1 2 0 を移動させる。続いて、椀状の支持体 1 2 0 の内側に全体的に配置された各変換素子 1 2 1 は、各位置で音響波を受信する。続いて、光音響演算部 1 4 1 は、各変換素子 1 2 1 が受信した音響波に基づいて光音響画像を生成する。

また、測定範囲の拡大・縮小も可能である。例えば、指定部 1 4 3 は、四角い枠線の各辺のドラッグ＆ドロップによる移動により、測定範囲の拡大及び縮小を受付けてもよい。指定部 1 4 3 は、図 4 ( C ) の画像 1 4 9 に表示された四角い枠線の大きさが変更された場合、変更後の四角い枠線に応じて測定範囲の大きさを変更してもよい。

40

【 0 0 4 8 】

また、音響波測定装置 1 0 0 は、測定範囲内を所定の速度で支持体 1 2 0 を走査させつつ、一定の周期でパルス光の照射と音響波の受信を繰り返し行うことで、測定範囲内の測定を行ってもよい。例えば、移動機構制御部 1 4 5 は、指定された測定範囲が長方形であった場合、当該長方形内にパルス光が照射されるように、当該長方形内で支持体 1 2 0 を走査させる。また光源 1 3 1 は、当該長方形内で支持体 1 2 0 が移動している間も、一定の周期で被検体（手）にパルス光を照射する。光音響演算部 1 4 1 は、各変換素子 1 2 1 が移動した各位置で受信した音響波に基づいて光音響画像を生成する。

50

## 【0049】

また、指定部143は、局所撮像用カメラ122により撮像された画面の範囲よりも広い面積の測定範囲の指定を受け付けてもよい。例えば、図4(C)の画像149において、指定部143は、十字キー151の操作により画像149の撮像範囲を移動させつつ、画像149内でユーザから四つの点の指定を受け付ける。指定部143は、例えば、決定ボタン152により各点の指定を受け付けてもよい。続いて、指定部143は、受け付けた四つの点を結ぶ四角形を測定範囲として受け付けてもよい。なお、測定範囲は四角形で指定する場合に限定されず、多角形を測定範囲として受け付けてもよい。

## 【0050】

また、指定部143は、光音響画像が表示された画面内で測定範囲の指定を受け付けてもよい。具体的には、指定部143は、光音響画像が表示された画面に基づいて、次の測定範囲を現在の測定範囲からX軸方向、Y軸方向にずらす指定を受付けてもよい。例えば、指定部143は、光音響画像の画面の横側に図4(B)に示したような十字キー151を表示し、次の測定範囲の指定を受付けてもよい。

以上のように実施例1に示した音響波測定装置100により、測定範囲を容易に指定できるという効果を奏する。

## 【0051】

## 〔実施例2〕

## (リアルタイムの位置指定)

全体撮像用カメラ110及び局所撮像用カメラ122が、光音響の測定中においてもリアルタイムに撮像する場合について説明する。音響波測定装置100は、光音響画像を表示しつつ、全体撮像用カメラ110又は局所撮像用カメラ122の画面を基に測定位置を変更することが可能である。

例えば、図3(B)に示すようにカーソル148bの位置が移動すると、移動機構制御部145は、指定されたカーソル148bに対応する位置に支持体120を移動させる。支持体120が移動している期間においても、被検体(手)に一定の周期でパルス光が照射され、光音響演算部141は、変換素子121が受信したPA信号に基づいて光音響画像データの生成を一定の周期で行っている。画像処理部142は、生成された光音響画像データに基づいて光音響の測定画面を随時更新する。これにより、画像処理部142には、支持体120の移動中においてもリアルタイムに光音響画像が表示される。

## 【0052】

また、光音響の測定画面を基に測定位置をリアルタイムに指定することも可能である。例えば、画像処理部142は、光音響画像として所定の血管を表示する。ユーザが当該血管のX軸正方向に移動した位置を測定したいと考えた場合に、指定部143は、現在の測定位置よりもX軸正方向の測定位置の指定を受け付けることにより、当該血管のX軸正方向の位置を次の測定位置とする。移動機構130が支持体120をX軸正方向に移動させている間にも、被検体(手)に一定の周期でパルス光が照射され、光音響演算部141は、変換素子121が受信したPA信号に基づいて光音響画像データの生成を一定の周期でリアルタイムに行う。これにより、画像処理部142は、光音響画像として当該血管のX軸正方向の位置の画像を表示する。

## 【0053】

このように、本実施例によれば、測定位置に支持体120を移動させている間にも、リアルタイムに測定を行うことができる。その結果、ユーザが光音響画像を確認しながら適切に測定位置を指定や修正ができるようになる。

## 【0054】

また、光音響演算部141は、パルス光1回当たりの光音響画像データを生成し、画像処理部142に表示させてもよい。音響波測定装置100は、局所撮像用カメラ122における画像を表示しつつ、パルス光1回当たりの光音響画像データを生成する位置を受付けてもよい。

## 【0055】

10

20

30

40

50

上記実施例においては、被検体が手のひらの例について説明したが、これに限定されない。例えば、被検体は足の裏であってもよい。また、被検体は乳房であってもよい。また、マウス、ラット等の小動物を被検体としてもよい。

#### 【0056】

上記実施例においては、全体撮像用カメラ110による撮像方向と局所撮像用カメラ122による撮像方向が反対であったがこれに限定されない。例えば、全体撮像用カメラ110は、斜め方向から被検体を撮像してもよい。

また、全体撮像用カメラ110を、被検体である手に対して局所撮像用カメラ122と同一の側（例えば下側）に設置し、全体撮像用カメラ110及び局所撮像用カメラ122により異なる角度から撮像してもよい。例えば、複数の全体撮像用カメラ110を支持体120の後方の所定の位置にそれぞれ配置し、不図示の画像作成手段が、複数の全体撮像用カメラ110により合成画像を生成する。この合成画像が、本実施例における全体画像（所定の範囲の画像）に当たる。このとき、合成画像から支持体120を表示しないような画像処理を行うことが好ましい。画像作成手段は、画像処理部142と同様に、画像処理能力を持つ情報処理装置により実現できる。

なお、複数の全体撮像用カメラ110を用いる例について説明したが、これに限定されない。例えば、音響波測定装置100は、支持体120により被検体が隠れないように斜め方向から、1台の全体撮像用カメラ110により被検体を撮像させる。続いて、画像処理部142は、全体撮像用カメラ110により斜め方向から撮像された画像の歪みを補正することで、全体画像を生成してもよい。

#### 【0057】

なお、音響波測定装置100は、支持体120を移動させず、画像化する位置だけを変更してもよい。

#### 【0058】

##### <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、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っても、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）は、本発明の範囲に含まれる。また、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も本発明の範囲に含まれる。

#### 【符号の説明】

#### 【0059】

100：音響波測定装置、110：全体撮像用カメラ、121：変換素子、122：局所撮像用カメラ、141：光音響演算部、143：指定部

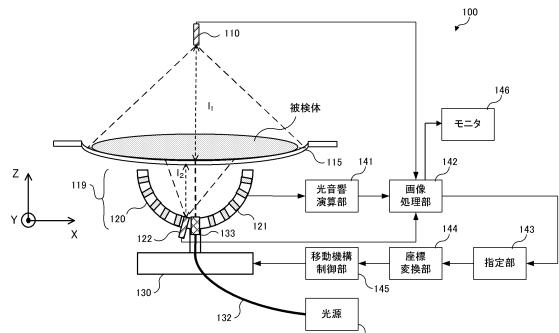
10

20

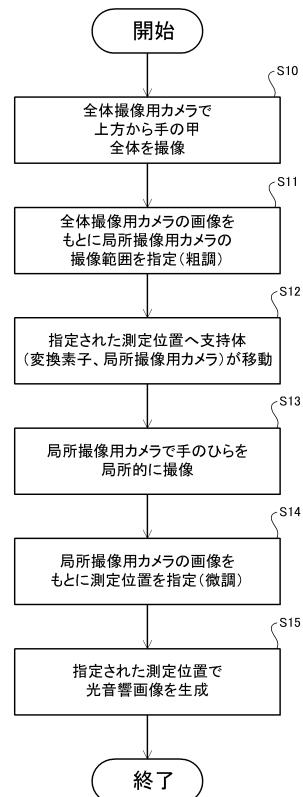
30

40

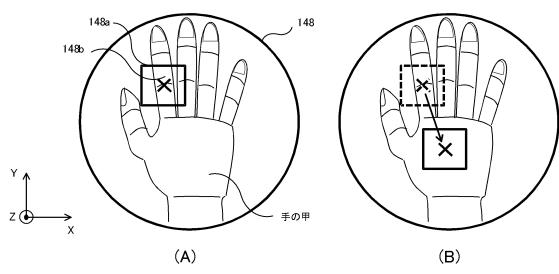
【図1】



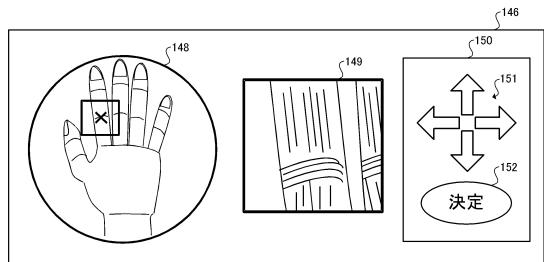
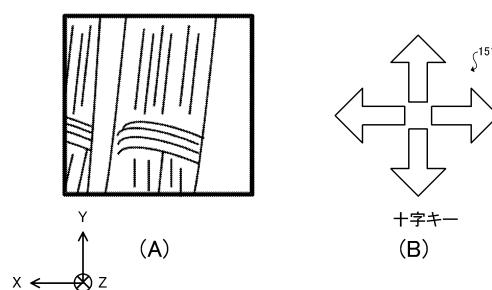
【図2】



【図3】



【図4】



(C)

---

フロントページの続き

(74)代理人 100155871  
弁理士 森廣 亮太

(72)発明者 平田 吉洋  
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

審査官 富永 昌彦

(56)参考文献 特開2016-007232 (JP, A)  
米国特許出願公開第2015/0369652 (US, A1)  
特開2016-013497 (JP, A)  
特開2015-181660 (JP, A)  
米国特許出願公開第2015/0265156 (US, A1)  
特開2015-146989 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 8 / 00 - 8 / 15