

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5779169号
(P5779169)

(45) 発行日 平成27年9月16日 (2015. 9. 16)

(24) 登録日 平成27年7月17日 (2015. 7. 17)

(51) Int. Cl.

F 1

A 6 1 B 8/13 (2006.01)

A 6 1 B 8/13

請求項の数 13 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2012-269400 (P2012-269400)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成24年12月10日 (2012. 12. 10)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2013-150787 (P2013-150787A)		東京都港区西麻布2丁目26番30号
(43) 公開日	平成25年8月8日 (2013. 8. 8)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成26年5月28日 (2014. 5. 28)		弁理士 柳田 征史
(31) 優先権主張番号	特願2011-287562 (P2011-287562)	(74) 代理人	100090468
(32) 優先日	平成23年12月28日 (2011. 12. 28)		弁理士 佐久間 剛
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	入澤 覚
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	阿部 剛也
			神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地
			富士フイルム株式会社内
		審査官	右▲高▼ 孝幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 音響画像生成装置およびそれを用いて画像を生成する際の進捗状況の表示方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被検体内を伝搬する音響波を検出する音響検出素子を有するプローブと、
 前記プローブによって検出された前記音響波の音響信号に基づいて、前記音響信号につ
 いての音響画像を生成する音響画像生成手段と、
 前記プローブの走査工程における目標走査長を設定する走査長設定手段と、
 前記プローブの実空間における座標を順次取得する座標取得手段と、
 該座標取得手段によって取得された前記座標に基づいて走査長を算出する走査長算出手
 段と、
 前記目標走査長および前記走査長に基づいて、前記走査工程の進捗状況を表示する進捗
 度表示を生成する進捗度表示生成手段と、
 前記進捗度表示を表示する表示手段とを備え、
 前記進捗度表示が、前記進捗度を示すインジケータを有するグラフ状のプログレスメー
 タであり、
 前記プログレスメータが、前記走査工程が適正に完了するように前記プローブの走査を
 支援する走査支援表示を有し、
 前記走査支援表示が、前記プローブの走査速度が所定の値となるように前記プローブの
 走査を誘導する理想速度表示を含み、
 前記理想速度表示が、前記インジケータの進展方向に一定の速度で移動する定速指標で
 あり、

10

20

前記定速指標が、該定速指標が示す位置および前記インジケータが示す位置の間隔が所定の値以上となったときに、前記インジケータが示す位置から移動を再開するものであることを特徴とする音響画像生成装置。

【請求項 2】

前記走査支援表示が、前記プローブの走査速度が所定の範囲内となるように前記プローブの走査を誘導する走査制限表示を含むものであることを特徴とする請求項 1 に記載の音響画像生成装置。

【請求項 3】

前記走査制限表示が、前記インジケータが示す位置との関係で、前記プローブの座標についての変化量の上限值に相当する位置を示す上限指標であることを特徴とする請求項 2 に記載の音響画像生成装置。

10

【請求項 4】

前記走査長算出手段が、前記プローブの実空間における座標に基づいて、前記プローブによって規定される撮像領域中の画素であって前記プローブの中心軸から離れた前記画素の実空間における座標を算出し、前記画素の実空間における座標に基づいて前記走査長を算出するものであることを特徴とする請求項 1 から 3 いずれかに記載の音響画像生成装置。

【請求項 5】

前記走査長の変化量が所定の値以上となったときに、音響画像の生成工程を中止させる制御手段を備えることを特徴とする請求項 1 から 4 いずれかに記載の音響画像生成装置。

20

【請求項 6】

前記座標取得手段が磁気センサユニットを含むことを特徴とする請求項 1 から 5 いずれかに記載の音響画像生成装置。

【請求項 7】

前記座標取得手段が加速度センサユニットを含むことを特徴とする請求項 1 から 5 いずれかに記載の音響画像生成装置。

【請求項 8】

前記プローブが、前記被検体に向けて測定光を出射させる光出射手段を有し、かつ、前記測定光の出射に起因して前記被検体内で発生した光音響波を検出するものであり、

前記音響画像生成手段が、前記光音響波の光音響信号に基づいて光音響画像を生成するものであることを特徴とする請求項 1 から 7 いずれかに記載の音響画像生成装置。

30

【請求項 9】

前記プローブが、前記被検体に対して送信された音響波に対する反射音響波を検出するものであり、

前記音響画像生成手段が、前記反射音響波の反射音響波信号に基づいて反射音響波画像を生成するものであることを特徴とする請求項 1 から 8 いずれかに記載の音響画像生成装置。

【請求項 10】

音響画像を生成するに際し、音響検出素子を有するプローブを走査する走査工程において、

40

前記プローブの実空間における座標を順次取得し、

順次取得された前記座標に基づいて走査長を算出し、

予め設定された目標走査長および前記走査長に基づいて、前記走査工程の進捗状況を表示する進捗度表示を生成し、

前記進捗度表示を表示することを含み、

前記進捗度表示が、前記進捗度を示すインジケータを有するグラフ状のプログレスメータであり、

前記プログレスメータが、前記走査工程が適正に完了するように前記プローブの走査を支援する走査支援表示を有し、

前記走査支援表示が、前記プローブの走査速度が所定の値となるように前記プローブの

50

走査を誘導する理想速度表示を含み、

前記理想速度表示が、前記インジケータの進展方向に一定の速度で移動する定速指標であり、

前記定速指標が、該定速指標が示す位置および前記インジケータが示す位置の間隔が所定の値以上となったときに、前記インジケータが示す位置から移動を再開するものであることを特徴とする進捗状況の表示方法。

【請求項 11】

前記走査支援表示が、前記プローブの走査速度が所定の範囲内となるように前記プローブの走査を誘導する走査制限表示を含むものであることを特徴とする請求項 10 に記載の進捗状況の表示方法。

【請求項 12】

前記走査制限表示が、前記インジケータが示す位置との関係で、前記プローブの座標についての変化量の上限值に相当する位置を示す上限指標であることを特徴とする請求項 11 に記載の進捗状況の表示方法。

【請求項 13】

前記走査長を、前記プローブの実空間における座標に基づいて、前記プローブによって規定される撮像領域中の画素であって前記プローブの中心軸から離れた前記画素の実空間における座標を算出し、前記画素の実空間における座標に基づいて算出することを特徴とする請求項 10 から 12 いずれかに記載の進捗状況の表示方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、超音波画像および光音響画像等の断層画像を生成することが可能な音響画像生成装置、および、それを用いて画像を生成する際の進捗状況の表示方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、被検体の内部の断層画像を取得する方法としては、超音波が被検体内に照射されることにより被検体内で反射した超音波を検出して超音波画像を生成し、被検体内の形態的な断層画像を得る超音波イメージングが知られている。一方、被検体の検査においては形態的な断層画像だけでなく機能的な断層画像を表示する装置の開発も近年進められている。そして、このような装置の一つに光音響分析法を利用した装置がある。この光音響分析法は、所定の波長（例えば、可視光、近赤外光又は中間赤外光の波長帯域）を有するパルス光を被検体に照射し、被検体内の特定物質がこのパルス光のエネルギーを吸収した結果生じる弾性波である光音響波を検出して、その特定物質の濃度を定量的に計測するものである。被検体内の特定物質とは、例えば血液中に含まれるグルコースやヘモグロビンなどである。このように光音響波を検出しその検出信号に基づいて光音響画像を生成する技術は、光音響イメージング（PAI：Photoacoustic Imaging）或いは光音響トモグラフィ（PAT：Photo Acoustic Tomography）と呼ばれる。

【0003】

超音波イメージングまたは光音響イメージングを利用して音響画像（超音波画像および光音響画像）を生成する装置としては、例えば特許文献 1 および 2 に示されるように、超音波振動子（光音響イメージングの場合においては、さらに光ファイバ等の光出射手段）を有するハンドヘルド型の超音波探触子（或いはプローブ）を備えた装置の開発が広く行われている。

【0004】

例えば特許文献 1 には、超音波画像を生成している際のプローブの運動状態を検出し、その運動状態に基づいて所定の間隔で超音波画像信号を取得して、三次元の超音波画像データを生成する方法が開示されている。これにより、プローブの走査速度によらず一定間隔で超音波画像を生成することができる。

【 0 0 0 5 】

また例えば特許文献2には、コアおよびクラッドを有する構造の細い石英光ファイバを多数本束ねたバンドルファイバを用いて、パルスレーザ光をプローブ先端まで導光する方法が開示されている。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 6 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 4 - 2 0 2 2 6 0 号公報

【 特許文献 2 】 特開 2 0 1 0 - 1 2 2 9 5 号公報

【 発明の概要 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

ところで、上記のようなハンドヘルド型のプローブを使用して、連続した音響画像を生成したり三次元の音響画像を生成したりする際には、画像を生成したい所望の領域でプローブを走査する工程が必要となる場合がある。しかしながら、このような場合において従来の方法では、プローブの使用者が走査工程の進捗状況や終了地点を把握しづらい、つまり、いつまで（或いはどこまで）プローブを走査させればよいのか認識しづらいという問題がある。

【 0 0 0 8 】

本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、プローブを走査して音響画像を生成する際にその走査工程の進捗状況の確認を容易にすることを可能とする音響画像生成装置および進捗状況の表示方法を提供することを目的とするものである。

20

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 9 】

上記課題を解決するために、本発明に係る音響画像生成装置は、
被検体内を伝搬する音響波を検出する音響検出素子を有するプローブと、
プローブによって検出された音響波の音響信号に基づいて、音響信号についての音響画像を生成する音響画像生成手段と、
プローブの走査工程における目標走査長を設定する走査長設定手段と、
プローブの実空間における座標を順次取得する座標取得手段と、
座標取得手段によって取得された座標に基づいて走査長を算出する走査長算出手段と、
目標走査長および走査長に基づいて、上記走査工程の進捗状況を表示する進捗度表示を生成する進捗度表示生成手段と、
進捗度表示を表示する表示手段とを備えることを特徴とするものである。

30

【 0 0 1 0 】

本明細書において、「走査長」とは、走査を開始した位置（走査開始地点）から現在のプローブの位置までの距離を意味する。

【 0 0 1 1 】

そして、本発明に係る音響画像生成装置において、進捗度表示は、進捗度を示すインジケータを有するグラフ状のプログレスメータであることが好ましい。

40

【 0 0 1 2 】

また、本発明に係る音響画像生成装置において、プログレスメータは、走査工程が適正に完了するようにプローブの走査を支援する走査支援表示を有することが好ましい。

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る音響画像生成装置において、走査支援表示は、プローブの走査速度が所定の値となるようにプローブの走査を誘導する理想速度表示を含むものであることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

また、本発明に係る音響画像生成装置において、理想速度表示は、インジケータの進展方向に一定の速度で移動する定速指標であることが好ましい。

50

【 0 0 1 5 】

また、本発明に係る音響画像生成装置において、定速指標は、この定速指標が示す位置およびインジケータが示す位置の間隔が所定の値以上となったときに、インジケータが示す位置から移動を再開するものであることが好ましい。

【 0 0 1 6 】

或いは、本発明に係る音響画像生成装置において、走査支援表示は、プローブの走査速度が所定の範囲内となるようにプローブの走査を誘導する走査制限表示を含むものであることが好ましい。

【 0 0 1 7 】

また、本発明に係る音響画像生成装置において、走査制限表示は、インジケータが示す位置との関係で、プローブの座標についての変化量の上限値に相当する位置を示す上限指標であることが好ましい。

10

【 0 0 1 8 】

また、本発明に係る音響画像生成装置において、走査長算出手段は、プローブの実空間における座標に基づいて、プローブによって規定される撮像領域中の画素であってプローブの中心軸から離れた画素の実空間における座標を算出し、この画素の実空間における上記座標に基づいて走査長を算出するものであることが好ましい。

【 0 0 1 9 】

また、本発明に係る音響画像生成装置は、走査長の変化量が所定の値以上となったときに、音響画像の生成工程を中止させる制御手段を備えることが好ましい。

20

【 0 0 2 0 】

また、本発明に係る音響画像生成装置において、座標取得手段は磁気センサユニットまたは加速度センサユニットであることが好ましい。

【 0 0 2 1 】

また、本発明に係る音響画像生成装置において、
プローブは、被検体に向けて測定光を出射させる光出射手段を有し、かつ、測定光の出射に起因して被検体内で発生した光音響波を検出するものであり、

音響画像生成手段は、光音響波の光音響信号に基づいて光音響画像を生成するものである構成を採用することができる。

【 0 0 2 2 】

30

また、本発明に係る音響画像生成装置において、
プローブは、被検体に対して送信された音響波に対する反射音響波を検出するものであり、

音響画像生成手段は、反射音響波の反射音響波信号に基づいて反射音響波画像を生成するものである構成を採用することができる。

【 0 0 2 3 】

本発明に係る進捗状況の表示方法は、
音響画像を生成するに際し、音響検出素子を有するプローブを走査する走査工程において、

プローブの実空間における座標を順次取得し、
順次取得された座標に基づいて走査長を算出し、
予め設定された目標走査長および走査長に基づいて、上記走査工程の進捗状況を表示する進捗度表示を生成し、

40

進捗度表示を表示することを特徴とするものである。

【 0 0 2 4 】

そして、本発明に係る進捗状況の表示方法において、進捗度表示は、進捗度を示すインジケータを有するグラフ状のプログレスメータであることが好ましい。

【 0 0 2 5 】

また、本発明に係る進捗状況の表示方法において、プログレスメータは、走査工程が適正に完了するようにプローブの走査を支援する走査支援表示を有することが好ましい。

50

【 0 0 2 6 】

また、本発明に係る進捗状況の表示方法において、走査支援表示は、プローブの走査速度が所定の値となるようにプローブの走査を誘導する理想速度表示を含むものであることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

或いは、本発明に係る進捗状況の表示方法において、走査支援表示は、プローブの走査速度が所定の範囲内となるようにプローブの走査を誘導する走査制限表示を含むものであることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

また、本発明に係る進捗状況の表示方法において、走査長を、プローブの実空間における座標に基づいて、プローブによって規定される撮像領域中の画素であってプローブの中心軸から離れた画素の実空間における座標を算出し、この画素の実空間における上記座標に基づいて算出することが好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 9 】

本発明に係る音響画像生成装置および進捗状況の表示方法によれば、音響画像を生成するに際し、超音波振動子を有するプローブを走査する走査工程において、プローブの実空間における座標を順次取得し、順次取得された座標に基づいて走査長を算出し、予め設定された目標走査長および走査長に基づいて、上記走査工程の進捗状況を表示する進捗度表示を生成することが可能となる。この結果、プローブの使用人は視覚的に進捗状況を確認することができるため、プローブを走査して音響画像を生成する際にその走査工程の進捗状況の確認が容易となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 3 0 】

【図 1】第 1 の実施形態の音響画像生成装置（光音響画像生成装置）の構成を示す概略ブロック図である。

【図 2】プローブの外観を示す概略図である。

【図 3】プローブの内部構成を示す概略図である。

【図 4】音響画像（光音響画像）の表示態様の例を示す概略図である。

【図 5】画像表示手段に表示される画面の構成例を示す概略図である。

【図 6】プログレスメータの構成例を示す概略図である。

【図 7】プローブの走査工程の手順を説明するフロー図である。

【図 8】走査長および目標走査長の関係を説明する概略図である。

【図 9】撮像領域、プローブの中心軸および撮像領域中の注目画素の位置関係を示す概略図である。

【図 10】プローブの体勢と撮像領域中の画素の移動距離との関係を説明する概略図である。

【図 11】走査支援表示を有する場合のプログレスメータの構成を示す概略図である。

【図 12】理想速度表示および走査制限表示の動作態様を説明する概略図である。

【図 13】理想速度表示の別の態様を示す概略図である。

【図 14】第 2 の実施形態の音響画像生成装置（光音響画像生成装置）の構成を示す概略ブロック図である。

【図 15】第 3 の実施形態の音響画像生成装置（光音響画像生成装置）の構成を示す概略ブロック図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 1 】

以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明するが、本発明はこれに限られるものではない。なお、視認しやすくするため、図面中の各構成要素の縮尺等は実際のものとは適宜異ならせてある。

【 0 0 3 2 】

「音響画像生成装置および進捗状況の表示方法の第１の実施形態」

まず、本発明の第１の実施形態を詳細に説明する。なお、下記の説明では、音響画像生成装置の具体例として光音響画像生成装置を取り上げる。図１は、本実施形態の光音響画像生成装置の構成を示すブロック図である。図２は、プローブの外観を示す概略図である。図３は、プローブの内部構成を示す概略図である。

【００３３】

本実施形態の光音響画像生成装置１０は、超音波探触子（プローブ）１１、超音波ユニット１２、レーザユニット１３、画像表示手段１４、座標取得手段１５、４１および４２、並びに入力手段１６を備える。

【００３４】

<レーザユニット>

レーザユニット１３は、例えばパルスレーザ光ＰＬを、被検体Ｍに照射する測定光として出力する。レーザユニット１３は、例えば、制御手段２９からのトリガ信号を受けてパルスレーザ光ＰＬを出力するように構成されている。レーザユニット１３が出力するパルスレーザ光ＰＬは、例えば光ファイバなどの導光手段を用いてプローブ１１まで導光され、プローブ１１から被検体Ｍに照射される。

【００３５】

レーザユニット１３は、パルスレーザ光として１～１００ｎｓｅｃのパルス幅を有するパルス光を出力するものであることが好ましい。例えば本実施形態では、レーザユニット１３は、Ｑスイッチ（Ｑｓｗ）レーザである。この場合、パルスレーザ光ＰＬのパルス幅は、例えばＱｓｗによって制御される。パルスレーザ光の波長は、計測の対象となる被検体内の物質の光吸収特性によって適宜決定される。生体内のヘモグロビンは、その状態（酸素化ヘモグロビン、脱酸素化ヘモグロビン、メトヘモグロビン等）により光学的な吸収特性が異なるが、一般的には３６０ｎｍから１０００ｎｍの光を吸収する。したがって、レーザ光の波長は、生体内でのヘモグロビンを計測する場合には、他の生体物質の吸収が比較的少ない６００～１０００ｎｍであることが好ましい。さらに、被検体の深部まで届くという観点から、レーザ光の波長は７００～１０００ｎｍであることが好ましい。

【００３６】

なお、レーザユニット１３としては、特定の波長成分又はその成分を含む単色光を発生する半導体レーザ（ＬＤ）、固体レーザ、ガスレーザ等の発光素子を用いることもできる。

【００３７】

<プローブ（超音波探触子）>

プローブ１１は、レーザユニット１３から出力されたパルスレーザ光ＰＬが被検体Ｍに照射された後に、被検体Ｍ内の光吸収体がパルスレーザ光ＰＬを吸収することで生じた光音響波Ｕ（光音響信号）を検出する。プローブ１１は、例えば一次元または二次元に配列された複数の超音波振動子２０ａ（音響検出素子）から構成される振動子アレイ２０を有する。プローブ１１は、ハンドヘルド型の探触子であり、使用者が手動で走査可能となるように構成されている。なお、走査は、手動による走査に限られず、メカニカル的な機構によって実施してもよい。

【００３８】

プローブ１１は、例えば図２に示されるように、外部に露出した２つのスイッチ４４ａおよび４４ｂを有する。スイッチ４４ａは目標走査長を設定する際に使用され、スイッチ４４ｂは走査を開始する際に使用される。スイッチ４４ａおよびスイッチ４４ｂの具体的な使用方法については後述する。なお、２つのスイッチは本発明において必ずしも必須な構成ではない。

【００３９】

また、プローブ１１は、例えば図３に示されるように、光ファイバ４０、導光板４３および振動子アレイ２０から構成され、被検体Ｍからの光音響波Ｕを検出するものである。プローブ１１は、セクタ走査タイプ、リニア走査タイプ、コンベックス走査タイプ等の中

10

20

30

40

50

から診断対象となる被検体Mに応じて適宜選択される。なお、本実施形態では、座標取得手段の一部を構成する磁気センサ42がプローブ11に内蔵されている。

【0040】

光ファイバ40および導光板43は、振動子アレイ20の近傍からパルスレーザ光PLを被検体Mに向けて出射する光出射手段としての光学要素である。例えば図3に示されるように、導光板43は、レーザユニット13から出力されたパルスレーザ光PLを振動子アレイ20の近傍に導光する光ファイバ40の先端部に接続される。導光板43は、例えば振動子アレイ20の周囲に沿って配列される。また、光ファイバ40の先端部から出射したパルスレーザ光PLをそのまま被検体Mに照射するように構成してもよく、導光板43に代えて他の光学要素を光ファイバ40の先端部に設けるように構成してもよい。

10

【0041】

振動子アレイ20は、被検体M内で発生した光音響波Uを検出する検出素子である。振動子アレイ20は、例えば図3に示されるように、一次元状に配列された複数の超音波振動子20aから構成される。超音波振動子20aは、例えば、圧電セラミクス、またはポリフッ化ビニリデン(PVDF)のような高分子フィルムから構成される圧電素子である。超音波振動子20aは、光音響波Uを検出した場合にその光音響信号を電気信号に変換する機能を有している。この電気信号は後述する受信回路21に出力される。

【0042】

パルスレーザ光PLの照射は、例えば被検体Mの部分領域ごとに行うことができる。このような場合、例えば導光板43は、領域A、領域Bおよび領域Cのそれぞれに対応して複数設けられる(図3)。その場合、領域Aの選択時にはパルスレーザ光PLは、領域Aに対応する導光板43aに導光されて領域Aに照射される。そして、領域Bの選択時にはパルスレーザ光PLは、領域Bに対応する導光板43bに導光されて領域Bに照射される。さらに、領域Cの選択時にはパルスレーザ光PLは、領域Cに対応する導光板43cに導光されて領域Cに照射される。或いは、パルスレーザ光PLの照射は、例えば図3においてすべての導光板43から同時に行われてもよい。

20

【0043】

<座標取得手段>

座標取得手段は、常に或いはプローブ11が走査されている間に、プローブ11の実空間(現実の空間)における位置およびその姿勢を規定する座標(以下、単に座標ともいう)を順次取得する。「座標を取得する」とは、当該座標を特定するために必要な情報を取得することを意味する。

30

【0044】

例えば本実施形態では、座標取得手段は磁気センサユニットであり、この磁気センサユニットは、座標情報取得部15、トランスミッタ等の磁場発生部41および磁気センサ42から構成される。磁気センサユニットは、磁場発生部系の空間(磁場発生部が形成するパルス磁場上の空間)に対する相対的な磁気センサの位置(x, y, z)および姿勢(角度)(α, β, γ)を取得することができる。そして、この磁気センサの位置および姿勢がプローブの位置および姿勢と関連付けられる。「磁気センサの位置」とは、磁気センサが取得した座標に基づいて定められる磁気センサに関する基準点の位置を意味する。例えば、当該基準点は、磁気センサが1つの場合には当該磁気センサが取得した座標そのものとしてことができ、磁気センサが複数ある場合にはこれらの磁気センサが取得した座標に基づいて算出された新たな座標(これらの座標の中心点等)としてすることができる。また、「磁気センサの姿勢」とは、例えば、磁気センサに関する上記基準点を原点とする空間(磁気センサ系の空間)の傾きを意味する。なお、プローブ11の走査が平行移動のみである場合には、取得する情報は走査開始地点とプローブの現在地との相対位置のみでもよい。

40

【0045】

座標情報取得部15は、本実施形態では磁気センサユニットの測定値から座標を算出し、その座標の情報を超音波ユニット12へ送信する。座標情報取得部15は、プローブ1

50

1の走査の前に原点リセットの操作が行われると、その時のプローブ11の位置および姿勢を磁場発生部系の空間における原点に設定する。この空間は、例えば、平行移動のみを考える場合には (x, y, z) の3軸系の空間であり、回転移動も考える場合には $(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma)$ の6軸系の空間となる。振動子アレイ20のアレイ方向(超音波振動子20aが配列した方向)またはエレベーション方向(アレイ方向に垂直で振動子アレイ20の検出面に平行な方向)に空間の軸が沿うように原点を設定することが好ましい。座標取得手段は、磁気センサユニットの他、加速度センサや赤外線センサ等を使用して座標を取得するように構成してもよい。

【0046】

座標取得手段は、例えば所定の周期(座標取得周期)で常にプローブ11の座標を取得する。この座標取得周期が小さいほどプローブ11の正確な位置の把握が可能となる。取得された座標は、制御手段29に送信される。この座標は、音響信号に基づいて三次元のボリュームデータを生成したり、当該ボリュームデータから断層データを生成したり、二次元の音響画像を位置に応じて順番に並べたりする際に使用される。また、本発明においては、この座標に基づいてプローブの走査工程における進捗状況が表示される。座標取得周期は、パルスレーザ光の出力周期および1フレームの光音響画像の構築周期と同期させることが好ましい。或いは、計算処理を軽くするために、パルスレーザ光の出力周期および1フレームの光音響画像の構築周期から、その $1/3$ を間引いた周期としてもよい。

【0047】

<超音波ユニット>

超音波ユニット12は、受信回路21、AD変換手段22、受信メモリ23、光音響画像再構成手段24、検波・対数変換手段27、光音響画像構築手段28、制御手段29、画像合成手段38、観察方式選択手段39、走査長設定手段45、走査長算出手段46および進捗度表示生成手段47を有する。受信回路21、AD変換手段22、受信メモリ23、光音響画像再構成手段24、検波・対数変換手段27および光音響画像構築手段28が一体として、本発明における音響画像生成手段に相当する。

【0048】

制御手段29は、光音響画像生成装置10の各部を制御するものであり、本実施形態ではトリガ制御回路30を備える。トリガ制御回路30は、例えば光音響画像生成装置の起動の際に、レーザユニット13に光トリガ信号を送る。これによりレーザユニット13で、フラッシュランプが点灯し、レーザロッドの励起が開始される。そして、レーザロッドの励起状態は維持され、レーザユニット13はパルスレーザ光を出力可能な状態となる。

【0049】

そして、制御手段29は、その後トリガ制御回路30からレーザユニット13へQswトリガ信号を送信する。つまり、制御手段29は、このQswトリガ信号によってレーザユニット13からのパルスレーザ光の出力タイミングを制御している。また本実施形態では、制御手段29は、Qswトリガ信号の送信と同時にサンプリングトリガ信号をAD変換手段22に送信する。サンプリングトリガ信号は、AD変換手段22における光音響信号のサンプリングの開始タイミングの合図となる。このように、サンプリングトリガ信号を使用することにより、パルスレーザ光の出力と同期して光音響信号をサンプリングすることが可能となる。例えば、制御手段29は、プローブ11のスイッチ44bが押された時に、Qswトリガ信号の送信を開始するように構成することができる。このように構成すれば、スイッチ44bが押された時のプローブ11の位置を走査開始地点として取り扱うことができる。

【0050】

また、本実施形態においては、制御手段29は、走査長算出手段46から走査長の変化量が所定の値以上となった旨を受信したときに、光音響画像の生成工程を中止させる(例えばパルスレーザ光の出力を止めさせる等)ように構成されている。このように構成することにより、プローブ11を落とす等の誤操作があった場合に、速やかに生成工程を終了することができる。この場合には、例えば適正に生成された部分の光音響画像のみを表示

10

20

30

40

50

するようにしてもよい。

【0051】

受信回路21は、プローブ11で検出された光音響信号を受信する。受信回路21で受信された光音響信号はAD変換手段22に送信される。

【0052】

AD変換手段22は、サンプリング手段であり、受信回路21が受信した光音響信号をサンプリングしてデジタル信号に変換する。例えば、AD変換手段22は、サンプリング制御部およびAD変換器を有する。受信回路21によって受信された受信信号は、AD変換器によってデジタル化されたサンプリング信号に変換される。AD変換器は、サンプリング制御部によって制御されており、サンプリング制御部がサンプリングトリガ信号を受信したときに、サンプリングを行うように構成されている。AD変換手段22は、例えば外部から入力する所定周波数のADクロック信号に基づいて、所定のサンプリング周期で受信信号をサンプリングする。

【0053】

受信メモリ23は、AD変換手段22でサンプリングされた光音響信号（つまり上記サンプリング信号）を記憶する。また本実施形態では、受信メモリ23は、座標情報取得部15が取得したプローブ11の磁場発生部系における座標も記憶する。そして、受信メモリ23は、プローブ11によって検出された光音響信号を光音響画像再構成手段24に出力する。

【0054】

光音響画像再構成手段24は、受信メモリ23から光音響信号を読み出し、プローブ11の振動子アレイ20で検出された光音響信号に基づいて、光音響画像の各ラインのデータを生成する。光音響画像再構成手段24は、例えばプローブ11の64個の超音波振動子からのデータを、超音波振動子の位置に応じた遅延時間で加算し、1ライン分のデータを生成する（遅延加算法）。光音響画像再構成手段24は、遅延加算法に代えて、CBP法（Circular Back Projection）により再構成を行ってもよい。あるいは光音響画像再構成手段24は、ハフ変換法又はフーリエ変換法を用いて再構成を行ってもよい。

【0055】

検波・対数変換手段27は、各ラインのデータの包絡線を求め、求めた包絡線に対数変換する。

【0056】

光音響画像構築手段28は、対数変換が施された各ラインのデータに基づいて、1フレーム分の光音響画像を構築する。光音響画像構築手段28は、例えば光音響信号（ピーク部分）の時間軸方向の位置を光音響画像における深さ方向の位置に変換して光音響画像を構築する。

【0057】

観察方式選択手段39は、光音響画像の表示態様を選択するものである。光音響信号についてのボリュームデータの表示態様としては、例えば三次元画像としての態様、断面画像としての態様および所定の軸上のグラフとしての態様が挙げられる。いずれの態様によって表示するかは、初期設定或いは使用者による入力手段16からの入力に従って選択される。

【0058】

画像合成手段38は、順次取得されたプローブ11の座標およびそれぞれの座標で取得された光音響信号を使用して、ボリュームデータを生成する。ボリュームデータの生成は、それぞれの光音響信号の信号値を、光音響画像のフレームごとに関連付けられた座標および光音響画像中の画素座標に従って、仮想空間に割り当てることにより行う。例えば、Qs wトリガ信号が送信された時の座標、実際に光が出力された時の座標、および光音響信号のサンプリングが開始された時の座標等が光音響画像の1フレームごとに関連付けられる。信号値を割り当てるときに、割り当てる場所が重複する場合には、その重複する場所の信号値として例えばそれらの信号値の平均値またはそれらのうちの最大値が採用される

。また、必要に応じて、割り当てられる信号値がない場合には、その周辺の信号値を用いて補間することが好ましい。補間は、例えば、最近接点から順に４つの近接点の重み付き平均値を補間場所に割り当てることにより行う。これにより、より自然な形のポリウムデータを生成することができる。さらに、画像合成手段３８は、生成されたポリウムデータに必要な処理（例えばスケールの補正およびボクセル値に応じた色付け等）を施す。

【００５９】

また、画像合成手段３８は、観察方式選択手段３９によって選択された観察方式に従って光音響画像を生成する。図４は、光音響画像の表示態様の例を示す概略図である。図４aは、仮想空間における所定の視点から眺めた際のポリウムデータの値を示す三次元画像IMaである。観察方式選択手段３９において三次元状の吸収分布を観察する方式が選択された場合に、図４aのような三次元画像IMaが表示される。三次元画像IMaを規定する仮想空間における視点は、例えば初期設定として又は使用者による入力手段１６からの入力によって、観察方式選択手段３９に設定されており、この情報も画像合成手段３８に送信される。また、図４bは、所定の二次元平面による断面における値を示す断面画像IMbである。観察方式選択手段３９において二次元状の吸収分布を観察する方式が選択された場合に、図４bのような断面画像IMbが表示される。断面画像IMbを規定する二次元平面は、例えば初期設定として又は使用者による入力手段１６からの入力によって、観察方式選択手段３９に設定されており、この情報も画像合成手段３８に送信される。また、図４cは、所定の一次元軸に沿ったポリウムデータの値を示すグラフIMcである。観察方式選択手段３９において一次元状の吸収分布を観察する方式が選択された場合に、図４cのようなグラフIMcが表示される。グラフIMcを規定する一次元軸は、例えば初期設定として又は使用者による入力手段１６からの入力によって、観察方式選択手段３９に設定されており、この情報も画像合成手段３８に送信される。

【００６０】

選択された観察方法に従って生成された光音響画像が、画像表示手段１４に表示するための最終的な画像（表示画像）となる。なお、上記の光音響画像の生成方法において、一旦光音響画像が生成された後、使用者が必要に応じて当該画像を回転させたり移動させたりすることも当然可能である。つまり、図４aに示されるような三次元画像が表示されている場合に、使用者が入力手段１６を使用して視点とする方向を順次指定する或いは移動させることにより、光音響画像が再計算されて三次元画像が回転することになる。また、使用者が入力手段１６を使用して適宜観察方法を変更することも可能である。

【００６１】

走査長設定手段４５、走査長算出手段４６および進捗度表示生成手段４７は、上記で説明した光音響画像を生成するためのプローブの走査工程における進捗状況を表す進捗度表示を生成する機能を果たす。進捗度表示とは、走査工程の進捗度を視覚的に認識しやすくした文字、図形、記号その他これに類する表示を意味する。

【００６２】

図５は、画像表示手段に表示される画面の構成例を示す概略図である。図６は、進捗度表示の構成例を示す概略図である。

【００６３】

本発明における進捗度表示は、使用者が進捗状況を容易に確認できるように、光音響画像と同時に画面に表示される（図５）。図５では、画像表示手段１４の画面Dの中に同時に表示された、光音響画像を表示する領域Da、患者情報（識別ID、年齢、体重など）や撮像条件（撮像部位、目標走査長など）といった文字情報が表示される領域Db、およびプログレスバー５０が示されている。本実施形態においては、このプログレスバー５０が本発明における進捗度表示である。

【００６４】

プログレスバー５０は、図６aに示されるように、棒グラフ状のプログレスメータであり、主に、外枠となるゲージ５１および走査工程の進捗度を示すインジケータ５２から構成される。また、ゲージ５１の底辺近傍に進捗度の目盛りが付されているが、これは必ず

しも必須ではない。図 6 a のようなプログレスバー 5 0 では、進捗度に応じてインジケータ 5 2 が伸縮し、インジケータ 5 2 の右端が示す位置で進捗度が示される。

【 0 0 6 5 】

進捗度表示は、上記のようなプログレスバー 5 0 以外にも、例えば、図 6 b のような円グラフ状のプログレスメータ 5 3 を採用することもできる。プログレスメータ 5 3 では、例えば進捗度に応じて扇形状のインジケータが中心角（つまり扇形の面積）を増減させることにより進捗度が示される（図 6 b）。なお、円グラフ状のプログレスメータの場合において、進捗度に応じて円状のインジケータが半径（つまり円の面積）を増減させることにより進捗度が示される構成を採用してもよい。また、進捗度表示は、上記のようなグラフ状のプログレスメータの他、進捗度の値をそのまま数字によって画面に表示するようにしてもよい。

10

【 0 0 6 6 】

図 7 は、プローブの走査工程の手順を説明するフロー図である。図 8 は、走査長および目標走査長の関係を説明する概略図である。

【 0 0 6 7 】

走査長設定手段 4 5 は、プローブ 1 1 を走査する目標の長さ（目標走査長）を設定する。目標走査長の設定はプローブ 1 1 の走査工程の前に行われる（図 7）。目標走査長の設定は、例えば、使用者が任意に入力した数値を設定することにより行われる。また、目標走査長の設定は、予め用意された 3 ～ 5 つ程度の候補（例えば 1 0 mm、3 0 mm、5 0 mm、7 0 mm および 9 0 mm 等）から選択された数値を設定することにより行うこともできる。このような場合、走査工程前に逐一使用者が数値を入力する手間を省くことができる。また、目標走査長の設定は、走査長設定用のスイッチ 4 4 a を使用して実際に走査する範囲を指定することにより行うこともできる。具体的には図 8 に示されるように、まず、プローブ 1 1 を符号 1 1 a のように走査開始地点に配置してスイッチ 4 4 a を押すことで当該走査開始地点の座標が取得され、次に、プローブ 1 1 を符号 1 1 b のように走査終了地点に配置してスイッチ 4 4 a を押すことで当該走査終了地点の座標が取得される。そして、これらの座標間の距離の長さが目標走査長として設定される。このような場合、実際にプローブ 1 1 を走査する範囲の長さの具体的な数値を考慮する必要がなく、直観的に目標走査長を設定することができる。なお、上記のスイッチ 4 4 a を使用した作業は、単に長さを求めるための作業であり、上記走査開始地点と上記走査終了地点とを結ぶ経路と実際に走査する経路とは必ずしも一致する必要はない。

20

30

【 0 0 6 8 】

走査長算出手段 4 6 は、実際にプローブ 1 1 の走査を開始した後、走査長（走査開始地点から現在のプローブ 1 1 の位置までの距離）を算出する。走査長は、座標取得手段によって順次取得されるプローブ 1 1 の座標に基づいて算出される。本発明において、走査長は、走査前後の磁気センサの位置間の距離を走査長とすることができる。

【 0 0 6 9 】

しかしながら、走査長は、プローブ 1 1 の実空間における座標に基づいて、プローブ 1 1 によって規定される撮像領域 5 5 中の画素であってプローブの中心軸から離れた画素（図 9 a における注目画像）の実空間における座標を算出し、この画素の実空間における上記座標に基づいて算出されることが好ましい。理由は以下の通りである。図 1 0 は例として、走査終了地点（ $t = t_2$ ）におけるプローブ 1 1 の体勢が、走査開始地点（ $t = t_1$ ）におけるプローブ 1 1 の体勢に対してプローブ 1 1 の中心軸 C（例えば振動子アレイ 2 0 の中心を通りその検出面に垂直な軸）を中心に回転した状態を示している。また図 1 0 は、図 9 におけるプローブ 1 1 を上面から眺めたときの図である。そして、磁気センサの基準点が中心軸 C 上に存在する場合を考える。このような場合には、プローブ 1 1 の中心軸 C から離れた場所では、走査前後におけるそれぞれの画素間の長さが、当該回転に伴って走査前後における磁気センサの位置間の長さとは異なる値となってしまう場合がある。具体的には、当該回転によって走査開始地点に近づいた画素についての走査長 L_1 は走査前後における磁気センサの位置間の長さよりも短くなり、当該回転によって走査開始地点か

40

50

ら遠ざかった画素についての走査長 L_2 は走査前後における磁気センサの位置間の長さよりも長くなる。ここで、最終的に取得される三次元の音響画像の長さが所望の値となるように目標走査長を設定していることを考慮すると、実際には走査前後における画素間の長さを正確に算出する必要があると言える。したがって、上記の結論となる。

【 0 0 7 0 】

具体的には、撮像領域 5 5 中の注目画素の磁場発生部系の空間（実空間）における位置の変化量が走査長 L として設定される。この場合、走査長 L は下記式 1 で算出される。

【 0 0 7 1 】

【数 1】

$$L = \sqrt{(X - X_0)^2 + (Y - Y_0)^2 + (Z - Z_0)^2} \quad \text{式1}$$

10

【 0 0 7 2 】

式 1 において、 (X_0, Y_0, Z_0) は、走査開始地点における注目画素の磁場発生部系の空間における位置であり、 (X, Y, Z) は、プローブ 1 1 の現在地における注目画素の磁場発生部系の空間における位置である。ここで、磁場発生部系の空間に対する磁気センサ系の空間の相対関係が $(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma)$ である場合において、撮像領域系の空間における座標が (u_0, v_0) である注目画素についての (X, Y, Z) は、下記式 2 で表される変換式によって得られる。

20

【 0 0 7 3 】

【数 2】

$$\begin{bmatrix} X \\ Z \\ Y \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} rot_SM & para_SM \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} rot_PS & para_PS \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_0 \\ 1 \\ v_0 \\ 1 \end{bmatrix} \quad \text{式2}$$

30

【 0 0 7 4 】

式 2 において、右辺の第 1 項は磁気センサ系の空間 S から磁場発生部系の空間 M への座標変換項を表し、右辺の第 2 項は撮像領域系の空間 P から磁気センサ系の空間 S への座標変換項を表す。また、 rot_SM および rot_PS は、それぞれの座標変換項の角度成分を表し、 $para_SM$ および $para_PS$ は、それぞれの座標変換項の変位成分を表す。 rot_SM 、 $para_SM$ 、 rot_PS および $para_PS$ はそれぞれ下記式 3 から式 6 で表される。

【 0 0 7 5 】

【数 3】

$$rot_SM = \begin{pmatrix} \cos\alpha & -\sin\alpha & 0 \\ \sin\alpha & \cos\alpha & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\beta & 0 & \sin\beta \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta & 0 & \cos\beta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\gamma & -\sin\gamma \\ 0 & \sin\gamma & \cos\gamma \end{pmatrix} \quad \text{式3}$$

$$para_SM = (x, y, z) \quad \text{式4}$$

10

$$rot_PS = \begin{pmatrix} \cos\alpha_1 & -\sin\alpha_1 & 0 \\ \sin\alpha_1 & \cos\alpha_1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \cos\beta_1 & 0 & \sin\beta_1 \\ 0 & 1 & 0 \\ -\sin\beta_1 & 0 & \cos\beta_1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\gamma_1 & -\sin\gamma_1 \\ 0 & \sin\gamma_1 & \cos\gamma_1 \end{pmatrix} \quad \text{式5}$$

$$para_PS = (x_1, y_1, z_1) \quad \text{式6}$$

【0076】

20

式5および式6において、 $(x_1, y_1, z_1, \alpha_1, \beta_1, \gamma_1)$ は、磁気センサ系の空間Sにおける撮像領域系の空間Pの原点の座標を表す。この座標は、プローブ11の設計によって定まる既知の値である。

【0077】

また、走査長算出手段46は、走査長を算出した場合には、当該走査長よりも前（例えば1つ前）の時点で算出された走査長と比較することにより、走査長の変化量も算出することが好ましい。そして、この変化量が所定の値（例えば10cm）以上であったときは、その旨が制御手段29へと送信される。走査長の変化量は、例えば、1つ前のプローブ11の座標 (X_1, Y_1, Z_1) をメモリに記憶しておき、現在の座標 (X, Y, Z) を用いてこれらの座標の距離を求めることにより算出される。

30

【0078】

進捗度表示生成手段47は、走査長設定手段45から目標走査長を受け取り、かつ走査長算出手段46から走査長を受け取り、目標走査長および走査長に基づいて進捗度を算出する。そして、本実施形態では、進捗度表示生成手段47は、その進捗度に応じてインジケータを可変させたプログレスバー50を生成する。プログレスバー50についての情報またはデータは画像表示手段14に出力される。なお、進捗度は、例えば図8における目標走査長 L_0 および現在の走査長 L を用いて、下記の式7で表される。

【0079】

【数 4】

$$\text{進捗度} = L / L_0 \quad \text{式7}$$

40

【0080】

画像表示手段14は、画像合成手段38によって生成された表示画像、および進捗度表示生成手段によって生成された進捗度表示を表示するものである。

【0081】

以下、図7を参照しながら、プローブ11の走査工程中の手順について説明する。

【0082】

まず、STEP1において、目標走査長 L_0 が設定される。目標走査長の設定については前述した通りである。次に、STEP2においてプローブ11の走査工程が開始され、

50

座標取得手段 15、41 および 42 は、少なくとも走査工程が終了するまで連続的に座標を取得し続ける。走査開始の判断は、例えばプローブ 11 のスイッチ 44b が押されたこと、図示しないフットスイッチが押されたことまたは最初に光音響信号が検出されたこと等を基準にして行うことができる。次に、STEP 3 においてプログレスバー 50 のゲージのみが表示される。なお、ゲージを表示するタイミングは本実施形態でのタイミングに限られない。

【0083】

そして、STEP 4 において、磁気センサの初期座標（初期センサ値） $(x_0, y_0, z_0, \alpha_0, \beta_0, \gamma_0)$ が取得される。次に、STEP 5 において、この初期センサ値から上記変換式を用いて、撮像領域系の空間における座標が (u_0, v_0) である注目画素についての初期座標 (X_0, Y_0, Z_0) が算出される。次に、STEP 6 において、1 周期後の磁気センサの座標（センサ値） $(x, y, z, \alpha, \beta, \gamma)$ が取得され、このセンサ値から上記変換式を用いて、撮像領域系の空間における座標が (u_0, v_0) である注目画素についての現在の座標 (X, Y, Z) が算出される。

10

【0084】

このとき、STEP 7 において、1 つ前（つまり今の場合は最初）に算出された注目画素についての初期座標 (X_0, Y_0, Z_0) から現在の座標 (X, Y, Z) への変化量が算出され、その変化量が所定値以上であるか否かが判断される。その変化量が所定値以上（つまり座標が適正範囲外）である場合には、走査工程は中止と判断され、パルスレーザー光や座標の取得が中止され、走査工程が終了となる。一方、その変化量が所定値未満（つまり座標が適正範囲内）である場合には、走査工程は続行され、STEP 8 へ進む。

20

【0085】

STEP 8 では、現在の注目画素についての座標 (X, Y, Z) および走査開始地点における注目画素についての初期座標 (X_0, Y_0, Z_0) から、走査長 L が算出される。次に、STEP 9 において、進捗度に応じてプログレスバー 50 のインジケータ 52 が伸縮されて画面上に表示される。次に、STEP 10 において、走査長 L が目標走査長 L_0 に達したか否かが判断される。このとき、走査長 L が目標走査長 L_0 に達している場合には走査工程が終了したと判断され、そうでない場合には STEP 6 以降を再度実施することとなる。なお、座標の取得は、走査工程の終了と同時に終了するように構成してもよいし、次にスイッチ 44b またはフットスイッチが押された時に終了するように構成してもよい。

30

【0086】

以上のように、本実施形態に係る音響画像生成装置および進捗状況の表示方法によれば、音響画像を生成するに際し、超音波振動子を有するプローブを走査する走査工程において、プローブの実空間における座標を順次取得し、順次取得された座標に基づいて走査長を算出し、予め設定された目標走査長および走査長に基づいて、上記走査工程の進捗状況を表示する進捗度表示を生成することが可能となる。この結果、プローブの使用者は視覚的に進捗状況を確認することができるため、プローブを走査して音響画像を生成する際にその走査工程の進捗状況の確認が容易となる。

40

【0087】

< 設計変更 >

上記の説明では、進捗度表示がゲージとインジケータのみから構成されるプログレスバーである場合について説明したが、本発明はこれに限られない。

【0088】

例えばプログレスメータは、走査工程が適正に完了するようにプローブ 11 の走査を支援する走査支援表示を有することが好ましい。ここで、「走査工程が適正に完了するように」とは、所望の品質の音響画像が取得できるように走査工程が完了することを意味する。音響画像の品質を低下させる要因としては、プローブ 11 の走査速度のばらつきなどが考えられる。

【0089】

50

そこで本発明では、プローブ 11 の走査速度が所定の値となるようにプローブ 11 の走査を誘導する理想速度表示を含むものであることが好ましい。例えば図 11 に示されるように、ゲージ 51 と、幅が一定で細いインジケータ 52 と、走査を誘導してくれる理想速度表示 56 とを有するプログレスバー 50 を進捗度表示として採用することができる。理想速度表示 56 は、例えば図 12 a に示されるように、インジケータ 52 の近傍でプログレスバー 50 の進展方向（進捗度が高い方向）に一定の理想的な速度で進む定速指標とすることができる。ここで、「理想的な速度」とは、プローブ 11 の走査が早すぎることでより音響画像が欠落することを抑制する観点から決められる速度であり、具体的な値は音響画像の生成条件に応じて適宜設定される。これにより、使用者は、インジケータ 52 が理想速度表示 56 に追従するようにプローブ 11 を走査することで、プローブ 11 の走査速度を理想的なものに近付けることができる。この結果、音響画像の欠落が抑制されて、より正確な音響画像を取得できるようになる。理想速度表示 56 は、原則、インジケータ 52 とは独立して進むものであるが、図 12 b および図 12 c に示されるように、定速指標が示す位置およびインジケータ 52 が示す位置の間隔が所定の値以上となったときに、インジケータ 52 が示す位置から移動を再開するように構成してもよい。これにより、インジケータ 52 が示す位置と理想速度表示が示す位置との距離が大きく空いたときに、使用者が理想速度表示 56 に追従しやすいようにその距離を縮めることができる。上記所定の値は適宜設定される。

【0090】

なお、理想速度表示は、上記のような定速指標に限定されず、現在の走査速度と理想的な走査速度との関係を示すような速度メータとしてもよい。

【0091】

また、プログレスメータは、プローブの走査速度が所定の範囲内となるようにプローブの走査を誘導する走査制限表示 57 を有してもよい。「プローブの走査速度が所定の範囲内となるようにプローブの走査を誘導する」とは、言い換えれば、実際のプローブの走査速度と思想的な走査速度との差（つまり、理想的な走査速度からのずれ）の適正な範囲（或いは許容範囲）を示すということである。走査制限表示 57 は、例えば図 12 d に示されるように、インジケータ 52 が示す位置との関係で、プローブ 11 の座標（位置）についての変化量の上限值に相当する位置を示す上限指標とすることができる。これにより、次に座標が取得されたときのプローブ 11 の変化量の上限を視覚的に示すことができる。この結果、音響画像の欠落が抑制されて、より正確な音響画像を取得できるようになる。走査制限表示 57 が示す位置は、適宜設定することができ、例えばインジケータ 52 が示す位置または上記の理想速度表示が示す位置を基準にして、所定の距離（例えばゲージ幅の 5 % 分など）を置いた位置とすることができる。インジケータ 52 が走査制限表示 57 を超えて走査された場合には、例えばインジケータ 52 の色が変わったり注意を喚起する音を出したりして、警告が発せられる。また、例えば適正に生成された部分の光音響画像のみを表示するようにしてもよい。

【0092】

また、理想速度表示 56 は、その機能を確保できる限りにおいて、プログレスメータのゲージの内部に配置される場合に限られない。理想速度表示 56 は、例えば図 13 に示されるように、ゲージの外部に配置された指標とすることもできる。なお、走査制限表示 57 も、同様にゲージの外部に配置された指標としてもよい。

【0093】

「音響画像生成装置および進捗状況の表示方法の第 2 の実施形態」

次に、本発明の第 2 の実施形態について説明する。図 14 は、本実施形態の光音響画像生成装置の構成を示すブロック図である。なお、本実施形態は、座標取得手段として加速度センサを使用する点で第 1 の実施形態と異なる。したがって、本実施形態において、第 1 の実施形態と同様の構成要素についての詳細な説明は、特に必要がない限り省略する。

【0094】

本実施形態の光音響画像生成装置 10 は、超音波探触子（プローブ）11、超音波ユニ

ット１２、レーザユニット１３、画像表示手段１４、座標取得手段１５および４２ａ、並びに入力手段１６を備える。

【００９５】

< 座標取得手段 >

本実施形態では、座標取得手段は加速度センサユニットであり、この加速度センサユニットは、座標情報取得部１５および加速度センサ４２ａから構成される。加速度センサユニットは、加速度センサ４２ａにより検出された加速度および角速度に基づいて、基準点からの相対的な座標を測定することができる。加速度センサ４２ａとしては、例えば３軸加速度センサや６軸モーションセンサを使用することができる。３軸加速度センサとは、加速度の３軸成分（ A_x 、 A_y 、 A_z ）を検出し、物体の並進運動を測定するセンサである。また、６軸モーションセンサとは、加速度の３軸成分（ A_x 、 A_y 、 A_z ）と角速度の３軸成分（ ω_x 、 ω_y 、 ω_z ）を同時に検出し、物体の並進運動と回転運動を同時に測定するセンサである。これらのセンサにおいて、加速度の３軸成分（ A_x 、 A_y 、 A_z ）は、ニュートンの法則に基づき加速度が質量に作用したときに発生する慣性力から検出され、角速度の３軸成分（ ω_x 、 ω_y 、 ω_z ）は、コリオリの法則に基づき角速度が質量に作用したときに発生するコリオリの力から検出される。加速度センサユニットによれば、第１の実施形態のように絶対的な座標を規定するための磁場発生部が不要となり、装置構成が簡易となる。そして、座標情報取得部１５は、本実施形態では加速度センサユニットの測定値から座標を算出し、その座標の情報を超音波ユニット１２へ送信する。

【００９６】

< 超音波ユニット >

目標走査長の設定は、走査長設定手段４５により第１の実施形態と同様に行われる。つまり、使用者が任意に入力した数値を設定したり、予め用意された候補から選択された数値を設定したり、走査長設定用のスイッチ４４ａを使用して実際に走査する範囲を指定したりすることにより目標走査長を設定することができる。そして、走査長の算出も、走査長算出手段４６により第１の実施形態と同様に行われる。本実施形態では、加速度センサユニットにより、走査開始地点にあったプローブ１１を基準にした現在のプローブ１１の相対的な座標が取得され、この相対的な座標に基づいて走査長が算出される。例えば、プローブが並進運動のみで走査された場合には、加速度の３軸成分の積分により得られた相対的な移動距離そのものが走査長となる。

【００９７】

本実施形態の音響画像生成装置によっても、音響画像を生成するに際し、超音波振動子を有するプローブを走査する走査工程において、プローブの実空間における座標を順次取得し、順次取得された座標に基づいて走査長を算出し、予め設定された目標走査長および走査長に基づいて、上記走査工程の進捗状況を表示する進捗度表示を生成することが可能となる。第１の実施形態と同様の効果を奏する。

【００９８】

「音響画像生成装置および進捗状況の表示方法の第３の実施形態」

次に、本発明の音響画像生成装置および進捗状況の表示方法の第３の実施形態を詳細に説明する。図１５は、音響画像生成装置の第３の実施形態の構成を示すブロック図である。本実施形態は、光音響画像に加えて反射音響波画像としての超音波画像も生成する点で、第１の実施形態と異なる。したがって、第１の実施形態と同様の構成要素についての詳細な説明は、特に必要がない限り省略する。

【００９９】

本実施形態の光音響画像生成装置１０は、第１の実施形態と同様に、超音波探触子（プローブ）１１、超音波ユニット１２、レーザユニット１３、画像表示手段１４、座標取得手段１５、４１および４２、並びに入力手段１６を備える。

【０１００】

< 超音波ユニット >

本実施形態の超音波ユニット１２は、図１に示す光音響画像生成装置の構成に加えて、

送信制御回路 3 3、データ分離手段 3 4、超音波画像再構成手段 3 5、検波・対数変換手段 3 6、および超音波画像構築手段 3 7を備える。本実施形態では、受信回路 2 1、A D変換手段 2 2、受信メモリ 2 3、光音響画像再構成手段 2 4、検波・対数変換手段 2 7、光音響画像構築手段 2 8、超音波画像再構成手段 3 5、検波・対数変換手段 3 6、及び超音波画像構築手段 3 7が一体として、本発明における音響画像生成手段に相当する。

【0101】

本実施形態では、プローブ 1 1は、光音響信号の検出に加えて、被検体に対する超音波の出力（送信）、及び送信した超音波に対する被検体からの反射超音波（反射音響波）の検出（受信）を行う。超音波の送受信を行う超音波振動子としては、本発明における超音波振動子を使用してもよいし、超音波の送受信用に別途プローブ 1 1中に設けられた新たな超音波振動子を使用してもよい。また、超音波の送受信は分離してもよい。例えばプローブ 1 1とは異なる位置から超音波の送信を行い、その送信された超音波に対する反射超音波をプローブ 1 1で受信してもよい。

10

【0102】

トリガ制御回路 3 0は、超音波画像の生成時は、送信制御回路 3 3に超音波送信を指示する旨の超音波送信トリガ信号を送る。送信制御回路 3 3は、このトリガ信号を受けると、プローブ 1 1から超音波を送信させる。プローブ 1 1は、超音波の送信後、被検体からの反射超音波を検出する。

【0103】

プローブ 1 1が検出した反射超音波は、受信回路 2 1を介してA D変換手段 2 2に入力される。トリガ制御回路 3 0は、超音波送信のタイミングに合わせてA D変換手段 2 2にサンプリグトリガ信号を送り、反射超音波のサンプリングを開始させる。ここで、反射超音波はプローブ 1 1と超音波反射位置との間を往復するのに対し、光音響信号はその発生位置からプローブ 1 1までの片道である。反射超音波の検出には、同じ深さ位置で生じた光音響信号の検出に比して2倍の時間がかかるため、A D変換手段 2 2のサンプリングクロックは、光音響信号サンプリング時の半分、例えば20MHzとしてもよい。A D変換手段 2 2は、反射超音波のサンプリング信号を受信メモリ 2 3に格納する。光音響信号のサンプリングと、反射超音波のサンプリングとは、どちらを先に行ってもよい。

20

【0104】

データ分離手段 3 4は、受信メモリ 2 3に格納された光音響信号のサンプリング信号と反射超音波のサンプリング信号とを分離する。データ分離手段 3 4は、分離した光音響信号のサンプリング信号を光音響画像再構成手段 2 4に入力する。光音響画像の生成は、第1の実施形態と同様である。一方、データ分離手段 3 4は、分離した反射超音波のサンプリング信号を、超音波画像再構成手段 3 5に入力する。

30

【0105】

超音波画像再構成手段 3 5は、プローブ 1 1の複数の超音波振動子で検出された反射超音波（そのサンプリング信号）に基づいて、超音波画像の各ラインのデータを生成する。各ラインのデータの生成には、光音響画像再構成手段 2 4における各ラインのデータの生成と同様に、遅延加算法などを用いることができる。検波・対数変換手段 3 6は、超音波画像再構成手段 3 5が出力する各ラインのデータの包絡線を求め、求めた包絡線を対数変換する。

40

【0106】

超音波画像構築手段 3 7は、対数変換が施された各ラインのデータに基づいて、超音波画像を生成する。

【0107】

画像合成手段 3 8は、光音響画像と超音波画像とを合成する。画像合成手段 3 8は、例えば光音響画像と超音波画像とを重畳することで画像合成を行う。合成された画像は、画像表示手段 1 4に表示される。画像合成を行わずに、画像表示手段 1 4に、光音響画像と超音波画像とを並べて表示し、或いは光音響画像と超音波画像とを切り替えて表示することも可能である。

50

【 0 1 0 8 】

本実施形態では、光音響画像生成装置は、光音響画像に加えて超音波画像を生成する。超音波画像を参照することで、光音響画像では画像化することができない部分を観察することができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 1 0 9 】

上記の実施形態では、本発明の音響画像生成装置を光音響画像生成装置に適用した場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではない。例えば本発明は、光音響画像生成機能を有さない、従来の超音波画像生成装置に適用することも可能である。このような音響画像生成装置としては、例えば第3の実施形態の装置からレーザユニットや光出射手段等を除いた構成の装置を採用することができる。

10

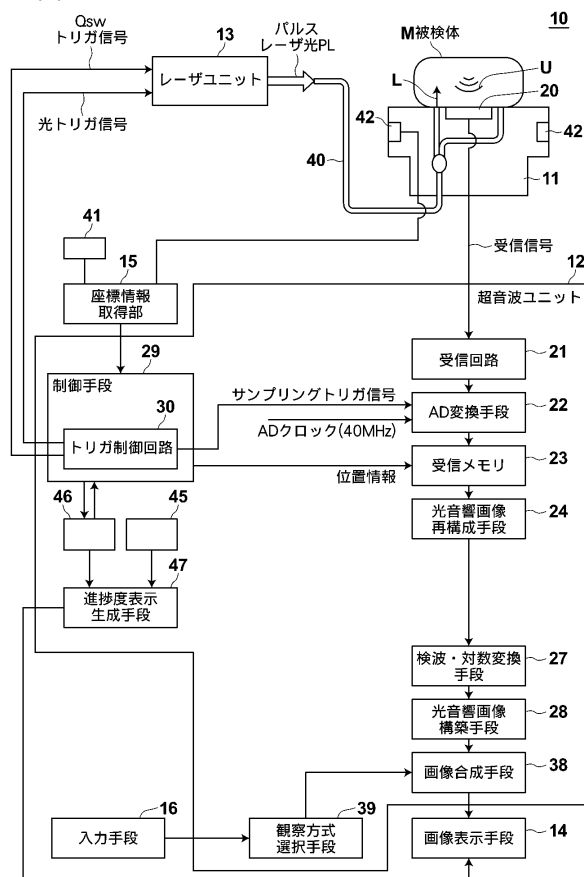
【符号の説明】

【 0 1 1 0 】

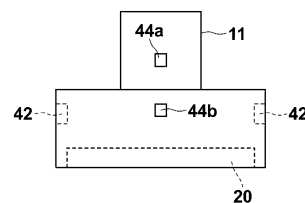
1 0	光音響画像生成装置	
1 1	プローブ	
1 2	超音波ユニット	
1 3	レーザユニット	
1 4	画像表示手段	
1 5	座標情報取得部	
1 6	入力手段	20
2 0	振動子アレイ	
2 0 a	超音波振動子	
2 1	受信回路	
2 2	変換手段	
2 3	受信メモリ	
2 4	光音響画像再構成手段	
2 7	検波・対数変換手段	
2 8	光音響画像構築手段	
2 9	制御手段	
3 0	トリガ制御回路	30
3 3	送信制御回路	
3 4	データ分離手段	
3 5	超音波画像再構成手段	
3 6	検波・対数変換手段	
3 7	超音波画像構築手段	
3 8	画像合成手段	
3 9	観察方式選択手段	
4 0	光ファイバ	
4 1	磁場発生部	
4 2	磁気センサ	40
4 2 a	加速度センサ	
4 3	導光板	
4 4 a、4 4 b	スイッチ	
4 5	走査長設定手段	
4 6	走査長算出手段	
4 7	進捗度表示生成手段	
5 0	プログレスバー（プログレスメータ）	
5 1	ゲージ	
5 2	インジケータ	
5 5	撮像領域	50

5 6	理想速度表示
5 7	走査制限表示
C	プローブの中心軸
P L	レーザ光
M	被検体
U	光音響波

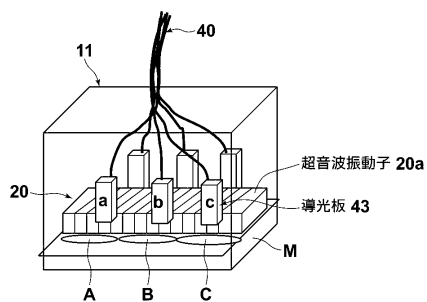
【图 1】



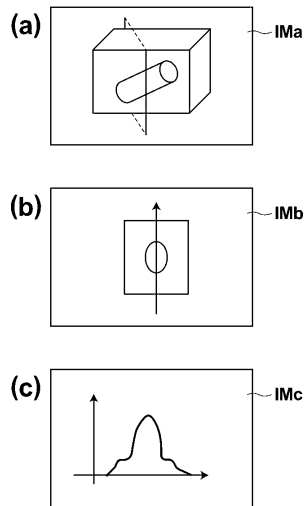
【圖 2】



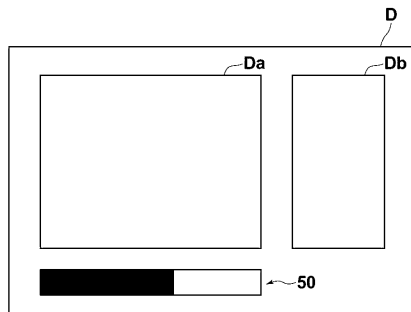
【图 3】



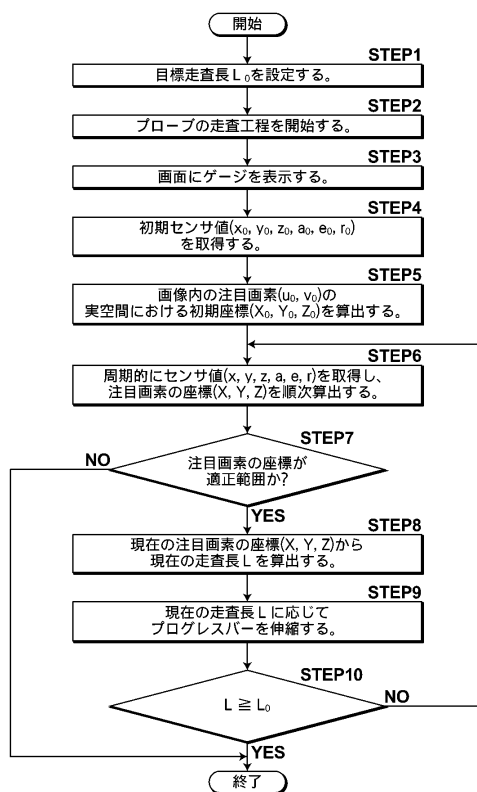
【図 4】



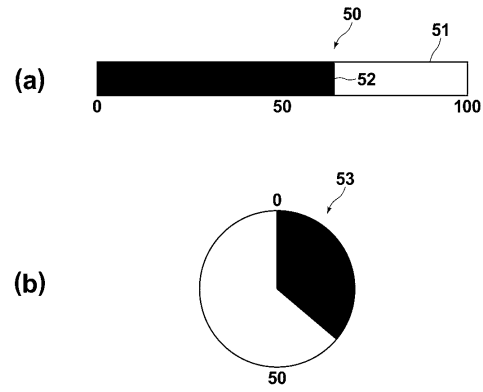
【図 5】



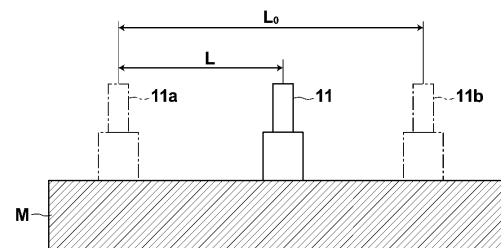
【図 7】



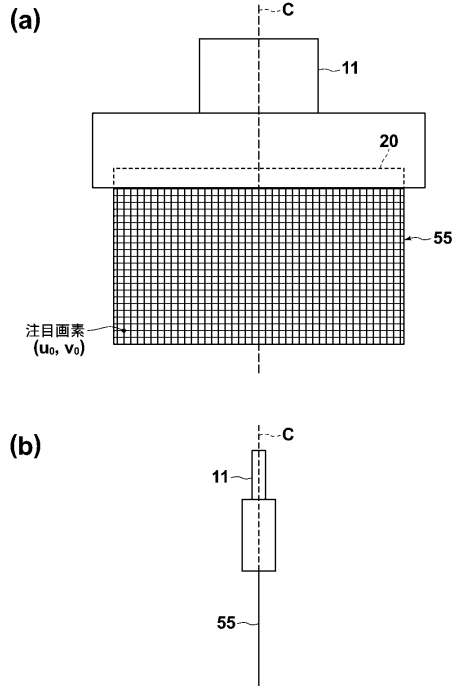
【図 6】



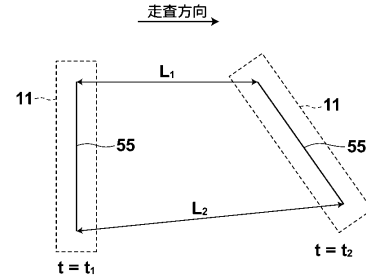
【図 8】



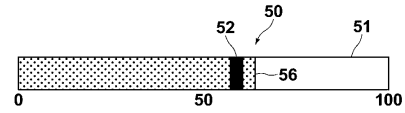
【図 9】



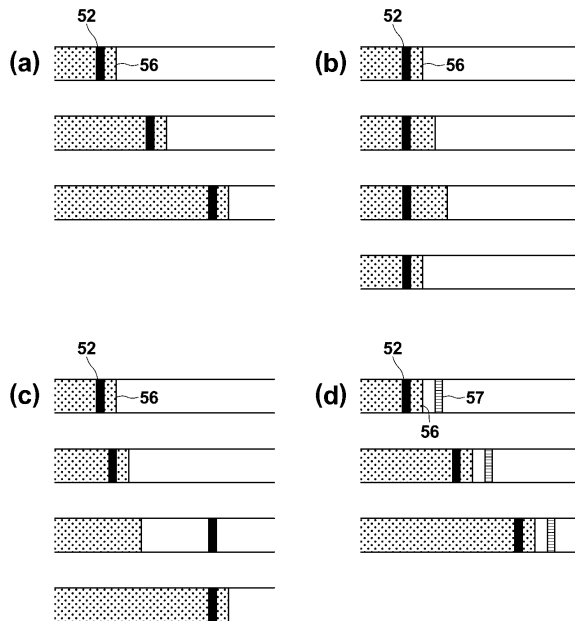
【図 10】



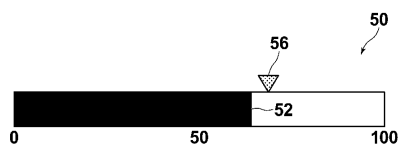
【図 11】



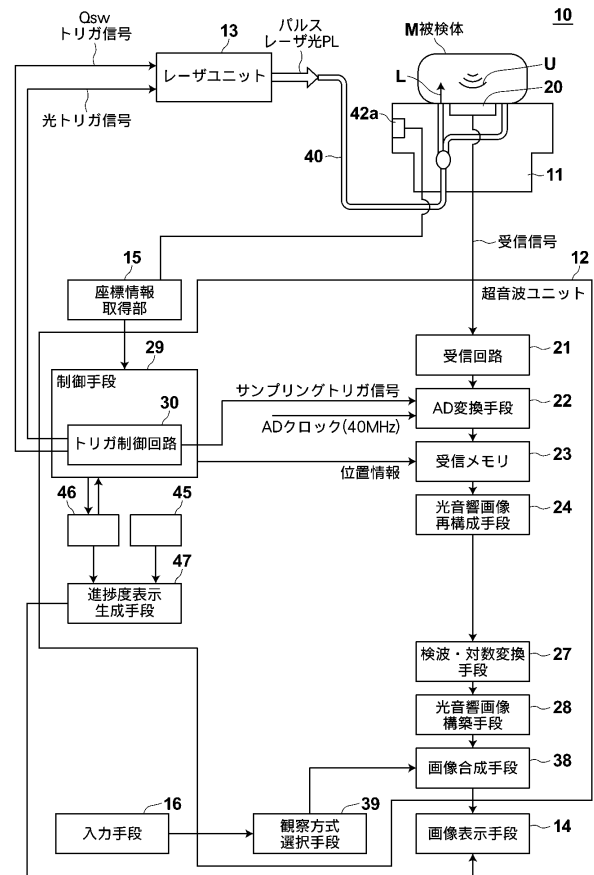
【図 12】



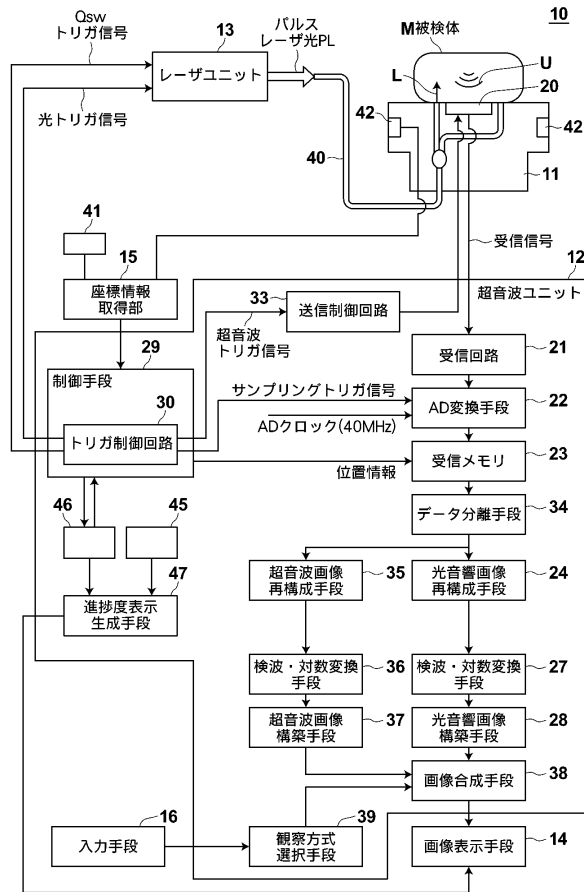
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平9-299367 (J P , A)
特開平10-43182 (J P , A)
特開平10-262964 (J P , A)
特開2006-51360 (J P , A)
特開2006-231035 (J P , A)
特開2008-86742 (J P , A)
特表2011-521763 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 B 8 / 0 0

专利名称(译)	声像生成装置和使用其生成图像时的进展状态的显示方法		
公开(公告)号	JP5779169B2	公开(公告)日	2015-09-16
申请号	JP2012269400	申请日	2012-12-10
[标]申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	富士胶片株式会社		
[标]发明人	入澤 覚 阿部 剛也		
发明人	入澤 覚 阿部 剛也		
IPC分类号	A61B8/13		
CPC分类号	A61B8/4245 A61B8/4254 A61B8/54 A61B5/0095		
FI分类号	A61B8/13 A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/BB03 4C601/BB06 4C601/DE16 4C601/EE09 4C601/EE11 4C601/GA18 4C601/GA24 4C601/GA25 4C601/GB04 4C601/GB06 4C601/JB49 4C601/JC21 4C601/KK24 4C601/KK25 4C601/KK27 4C601/KK31		
代理人(译)	佐久间刚		
优先权	2011287562 2011-12-28 JP		
其他公开文献	JP2013150787A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

[问题]为了便于在通过使用探针扫描生成声学图像时验证扫描过程的进展。[解决问题的手段]一种声学图像生成装置 (10) , 包括具有超声波换能器 (20a) 的探头 (11) , 所述声学图像生成装置 (10) 具有 : 扫描长度设定装置 (45) 。在探头 (11) 的扫描过程中设定目标扫描长度 (L0) ;坐标获取装置 (15,41,42) , 其顺序地获取探头 (11) 的实际空间中的坐标 , 扫描长度计算装置 (46) 基于获取的坐标计算扫描长度 (L) 坐标获取装置;进度显示生成装置 (47) , 根据目标扫描长度 (L0) 和扫描长度 (L) 生成扫描处理的进度显示 (50) ;显示进度显示器 (50) 的显示装置 (14) 。

(21) 出願番号	特願2012-269400 (P2012-269400)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成24年12月10日 (2012.12.10)		富士フイルム株式会社
(65) 公開番号	特開2013-150787 (P2013-150787A)		東京都港区西麻布2丁目2番30号
(43) 公開日	平成25年8月8日 (2013.8.8)	(74) 代理人	100073184
審査請求日	平成26年5月28日 (2014.5.28)		弁理士 柳田 征史
(31) 優先権主張番号	特願2011-287562 (P2011-287562)	(74) 代理人	100090468
(32) 優先日	平成23年12月28日 (2011.12.28)		弁理士 佐久間 剛
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(72) 発明者	入澤 覚 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
		(72) 発明者	阿部 剛也 神奈川県足柄上郡開成町宮台798番地 富士フイルム株式会社内
		審査官	右▲高▼ 幸幸