

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5654364号
(P5654364)

(45) 発行日 平成27年1月14日 (2015. 1. 14)

(24) 登録日 平成26年11月28日 (2014. 11. 28)

(51) Int. Cl.

A 6 1 B 8/00 (2006.01)

F 1

A 6 1 B 8/00

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-11706 (P2011-11706)
(22) 出願日 平成23年1月24日 (2011. 1. 24)
(65) 公開番号 特開2012-152267 (P2012-152267A)
(43) 公開日 平成24年8月16日 (2012. 8. 16)
審査請求日 平成25年7月3日 (2013. 7. 3)

(73) 特許権者 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 100073184
弁理士 柳田 征史
(74) 代理人 100090468
弁理士 佐久間 剛
(72) 発明者 広田 和弘
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 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光音響画像診断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光源を含む光源ユニットと、
前記レーザ光源から導光されたレーザ光の照射及び少なくとも超音波の受信を行うプローブと、
前記プローブが受信した超音波に基づいて断層画像を生成する画像生成手段を含む信号処理ユニットと、
前記プローブに設けられたスイッチとを備え、
前記信号処理ユニットが、前記スイッチが操作されたとき、前記プローブからレーザ光の放射を可能にする制御手段であって、前記スイッチに接続され、該スイッチが操作状態にあるとき、前記光源ユニットに対してレーザ発光を指示する信号を出力する制御手段を更に含み、

前記光源ユニットが、前記スイッチに接続され、該スイッチが操作状態にあり、かつ前記制御手段がレーザ発光を指示する信号を出力したときは前記光源から光を出射させ、前記スイッチが操作状態にないときは前記レーザ発光を指示する信号をマスクする光照射抑制回路を更に含むことを特徴とする光音響画像診断装置。

【請求項 2】

前記プローブが更に超音波の送信を行い、前記制御手段は、前記スイッチが操作されていないときは前記プローブから被検体内に超音波を送信させ、前記画像生成手段は、前記プローブが受信した超音波に基づいて前記断層画像を生成することを特徴とする請求項 1

10

20

に記載の光音響画像診断装置。

【請求項 3】

前記制御手段は、前記スイッチが操作されているとき、前記プローブからレーザ光を照射させ、かつ、前記プローブから超音波を送信させ、前記画像生成手段は、前記プローブが受信した、前記レーザ光の照射により生体内で発生した超音波に基づいて第 1 の断層画像を生成し、かつ、前記プローブが受信した、前記プローブから送信された超音波に対する反射超音波に基づいて第 2 の断層画像を生成することを特徴とする請求項 2 に記載の光音響画像診断装置。

【請求項 4】

前記スイッチが、モーメンタリ動作のプッシュスイッチであることを特徴とする請求項 1 から 3 何れかに記載の光音響画像診断装置。

10

【請求項 5】

前記プローブの互いに対向する 2 つの側面のそれぞれに前記スイッチが設けられており、前記制御手段は、双方のスイッチが操作されたとき、前記プローブからレーザ光の放射を可能にすることを特徴とする請求項 1 から 4 何れかに記載の光音響画像診断装置。

【請求項 6】

前記スイッチの出力信号は分岐され、前記制御手段と前記光照射抑止回路とに送信される請求項 1 から 5 何れか 1 項に記載の光音響画像診断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、光音響画像診断装置に関し、更に詳しくは、被検体にレーザ光を照射し、レーザ光照射により被検体内で生じた超音波を検出する光音響画像診断装置に関する。

【背景技術】

【0002】

生体内部の状態を非侵襲で検査できる画像検査法の一つとして、超音波検査法が知られている。超音波検査では、超音波の送信及び受信が可能な超音波探触子を用いる。超音波探触子から被検体（生体）に超音波を送信させると、その超音波は生体内部を進んでいき、組織界面で反射する。超音波探触子でその反射音波を受信し、反射超音波が超音波探触子に戻ってくるまでの時間に基づいて距離を計算することで、内部の様子を画像化することができる。

30

【0003】

また、光音響効果を利用して生体の内部を画像化する光音響イメージングが知られている。一般に光音響イメージングでは、レーザパルスなどのパルスレーザ光を生体内に照射する。生体内部では、生体組織がパルスレーザ光のエネルギーを吸収し、そのエネルギーによる断熱膨張により超音波（光音響信号）が発生する。この光音響信号を超音波プローブなどで検出し、検出信号に基づいて光音響画像を構成することで、光音響信号に基づく生体内の可視化が可能である。

【0004】

ここで、光音響イメージングでは、比較的出力の高いレーザ光を生体内に照射する必要がある。安全性の観点からは、プローブが生体に接触していないときはパルスレーザ光の出射を抑止することが好ましい。これに関して、特許文献 1 には、プローブに接触圧を検出する接触圧検出部を設け、接触圧検出部がプローブに接触する物体の圧力を検出しな

40

いときには、レーザ光がプローブから放射されないようにすることが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2005 - 13597 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 6 】

しかしながら、特許文献 1 では接触圧力に基づいて生体への接触を判断しているだけであるため、医師などの操作者が意図しないタイミングで、レーザ光が外部に放射されることを防ぎきることができない。例えば、操作者が顔の近くでプローブの先端を指で触っているときに、接触圧検出部が生体への接触を検出して、レーザ光が放射されるような事態も考えられる。

【 0 0 0 7 】

本発明は、上記に鑑み、操作者が意図しないタイミングでレーザ光が外部に放射されることを効果的に防止できる光音響画像診断装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【 0 0 0 8 】

上記目的を達成するために、本発明は、レーザ光源と、前記レーザ光源から導光されたレーザ光の照射及び少なくとも超音波の受信を行うプローブと、前記プローブが受信した超音波に基づいて断層画像を生成する画像生成手段と、前記プローブに設けられたスイッチと、前記スイッチが操作されたとき、前記プローブからレーザ光の放射を可能にする制御手段とを備えたことを特徴とする光音響画像診断装置を提供する。

【 0 0 0 9 】

本発明の光音響画像診断装置では、前記プローブが更に超音波の送信を行い、前記制御手段は、前記スイッチが操作されていないときは前記プローブから被検体内に超音波を送信させ、前記画像生成手段は、前記プローブが受信した超音波に基づいて前記断層画像を生成する構成を採用できる。

20

【 0 0 1 0 】

前記制御手段は、前記スイッチが操作されているとき、前記プローブからレーザ光を照射させると共に前記プローブから超音波を送信させ、前記画像生成手段は、前記プローブが受信した、前記レーザ光の照射により生体内で発生した超音波に基づいて第 1 の断層画像を生成すると共に、前記プローブが受信した、前記プローブから送信された超音波に対する反射超音波に基づいて第 2 の断層画像を生成してもよい。

【 0 0 1 1 】

前記制御手段は、前記スイッチが操作されたとき、前記レーザ光源にレーザ光を出射させる旨のトリガ信号を出力することとしてもよい。

30

【 0 0 1 2 】

前記光源は、前記スイッチが操作されていないときに前記トリガ信号をマスクする光照射抑止回路を含んでいてもよい。

【 0 0 1 3 】

本発明では、前記スイッチに、モーメンタリ動作のプッシュスイッチを用いることができる。

【 0 0 1 4 】

本発明では、前記プローブの互いに対向する 2 つの側面のそれぞれに前記スイッチが設けられており、前記制御手段は、双方のスイッチが操作されたとき、前記プローブからレーザ光の放射を可能にする構成を採用してもよい。

40

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明の光音響画像診断装置は、プローブにスイッチを設け、そのスイッチが操作されたときにプローブからレーザ光の放射を可能にする。このようにすることで、操作者が意図しないタイミングでプローブからレーザ光が放射されることを防止でき、安全性を向上できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】本発明の一実施形態の光音響画像診断装置を示すブロック図。

【図 2】プローブの外観を示す図。

50

【図 3】動作手順を示すフローチャート。

【図 4】(a) は超音波画像を例示する図で、(b) は超音波画像と光音響画像とを重畳した画像を例示する図。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、図面を参照し、本発明の実施の形態を詳細に説明する。図 1 は、本発明の一実施形態の光音響画像診断装置を示す。光音響画像診断装置 10 は、超音波探触子（プローブ）11、超音波ユニット 12、及びレーザ光源（レーザユニット）13 を備える。光音響画像診断装置 10 は、超音波画像と光音響画像との双方を生成可能である。レーザユニット 13 は、光音響画像生成の際に、被検体に照射するレーザ光を生成する。レーザ光の波長は、観察対象物に応じて適宜設定すればよい。レーザユニット 13 が出射するレーザ光は、例えば光ファイバなどの導光手段を用いてプローブ 11 まで導光される。

10

【0018】

プローブ 11 は、レーザユニット 13 から導光されたレーザ光を被検体に向けて照射する。また、プローブ 11 は、被検体に対する超音波の出力（送信）、及び被検体からの超音波の検出（受信）を行う。プローブ 11 は、例えば一次元的に配列された複数の超音波振動子を有する。プローブ 11 は、例えば超音波画像の生成時は複数の超音波振動子から超音波を出力し、出力された超音波に対する反射超音波（以下、反射音響信号とも呼ぶ）を検出する。プローブ 11 は、光音響画像生成時は、被検体内の測定対象物がレーザユニット 13 からのレーザ光を吸収することで生じた超音波（以下、光音響信号とも呼ぶ）を検出する。

20

【0019】

プローブ 11 には、スイッチ 15 が設けられる。スイッチ 15 には、例えばモーメンタリ動作のプッシュスイッチを用いることができる。スイッチ 15 は、レーザ照射の ON / OFF を切り替えるために使用される。医師などの操作者は、光音響画像の生成を希望するときは、スイッチ 15 を押して操作状態とする。スイッチ 15 が操作状態のとき、レーザユニット 13 はレーザ出射を行い、超音波ユニット 12 は光音響画像を生成する。一方、スイッチ 15 が非操作状態（スイッチ 15 から手が離れた状態）のときは、レーザユニット 13 はレーザ出射を行わず、超音波ユニット 12 は超音波画像を生成する。

30

【0020】

超音波ユニット 12 は、受信回路 16、A/D 変換手段 17、画像再構成手段 18、検波手段 19、対数変換手段 20、画像構築手段 21、制御手段 22、及び送信制御回路 23 を有する。受信回路 16 は、プローブ 11 が有する複数の超音波振動子が検出した超音波（光音響信号又は反射音響信号）を受信する。A/D 変換手段 17 は、受信回路 16 が受信した超音波信号をデジタル信号に変換する。A/D 変換手段 17 は、例えば所定のサンプリング周期で超音波信号をサンプリングする。

【0021】

画像再構成手段 18、検波手段 19、対数変換手段 20、及び画像構築手段 21 は、プローブ 11 が検出した超音波に基づいて断層画像を生成する画像生成手段に相当する。画像生成手段の機能は、コンピュータが所定のプログラムに従って処理を動作することで実現できる。画像生成手段は、プローブ 11 が受信した光音響信号に基づいて第 1 の断層画像（光音響画像）を生成すると共に、プローブ 11 が受信した反射音響信号に基づいて第 2 の断層画像（超音波画像）を生成する。

40

【0022】

画像再構成手段 18 は、プローブ 11 の複数の超音波振動子で検出された超音波信号に基づいて、断層画像の各ラインのデータを生成する。画像再構成手段 18 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）。画像再構成手段 18 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。あるいは画像再構成手段 18 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

50

もよい。

【0023】

検波手段19は、画像再構成手段18が出力する各ラインのデータの包絡線を出力する。対数変換手段20は、検波手段19が出力する包絡線に対数変換し、ダイナミックレンジを広げる。画像構築手段21は、対数変換が施された各ラインのデータに基づいて、断層画像を生成する。画像構築手段21は、例えば超音波信号（ピーク部分）の時間軸方向の位置を、断層画像における深さ方向の位置に変換して断層画像を生成する。画像表示手段14は、画像構築手段21が生成した断層画像を、表示モニタなどに表示する。

【0024】

制御手段22は、超音波ユニット12内の各部を制御する。制御手段22は、スイッチ15が操作状態にあるか否かを判断する。制御手段22は、スイッチ15が操作状態にあるとき、プローブ11からレーザの放射を可能にする。より詳細には、制御手段22は、スイッチ15が操作状態にあるとき、レーザユニット13に対してレーザ発振トリガ信号を送る。レーザユニット13は、トリガ信号を受けてレーザ発振を行い、レーザ光を出射する。一方、制御手段22は、スイッチ15が操作状態にないときは、送信制御回路23に超音波送信トリガ信号を送る。送信制御回路23は、トリガ信号を受けると、プローブ11から超音波を送信させる。

【0025】

レーザユニット13は、光照射抑止回路24を含む。光照射抑止回路24は、例えばレーザ発振トリガ信号とスイッチ15の出力信号との論理積を取るAND回路で構成される。光照射抑止回路24は、スイッチ15が操作状態にないとき、レーザ発振トリガ信号をマスクする。例えばレーザ発振トリガ信号が、所定の期間だけHレベルとなるパルス信号であった場合、光照射抑止回路24は、レーザ発振トリガ信号がHレベルになっても、出力をLレベルに保持する。スイッチ15が操作状態にないとき、仮に制御手段22がレーザユニット13にレーザ発振トリガ信号を出力したとしても、光照射抑止回路24がトリガ信号をマスクすることで、レーザユニット13はレーザ出力を行わない。一方、光照射抑止回路24は、スイッチ15が操作状態にあるときは、レーザ発振トリガ信号を通過させ、レーザユニット13は、トリガ信号に応答してレーザ光を出射する。

【0026】

図2は、プローブの外観を示す。操作者は、プローブ11を手で握って観察したい場所に超音波振動子が配列されている面を接触させる。スイッチ15は、例えばプローブ11を手で握ったときに、親指が位置する部分に設けられている。操作者は、光音響画像での観察を希望するときはスイッチ15を押しっぱなしの状態にする。スイッチ15が操作状態となることで、超音波ユニット12からレーザユニット13に対してレーザ発振トリガ信号が出力され、そのトリガ信号が光照射抑止回路24を通過してレーザ光の照射が行われる。プローブ11の互いに対向する2つの側面のそれぞれにスイッチ15を設け、双方のスイッチ15が操作されたときにプローブからレーザ光の照射が行われるようにしてもよい。操作者は、超音波画像での観察を希望するときは、スイッチ15から手を離して観察したい場所にプローブ11を接触させる。

【0027】

図3は、動作手順を示す。画像生成に際し、制御手段22は、スイッチ15が押されているか否かを判断する（ステップS1）。制御手段22は、スイッチ15が押されていると判断すると、レーザ発振トリガ信号をレーザユニット13へ出力する（ステップS2）。レーザユニット13は、スイッチ15が押されていることを条件に、パルスレーザ光を出射する。レーザユニット13から出射したパルスレーザ光は、プローブ11から被検体に照射される（ステップS3）。プローブ11は、レーザ光の照射により生体内で発生した光音響信号を受信する（ステップS4）。制御手段22は、レーザ発振トリガ信号と同期して、AD変換手段17における光音響信号のサンプリング開始タイミングを制御する。超音波ユニット12内の画像生成手段は、光音響信号に基づいて光音響画像を生成する（ステップS5）。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

続いて制御手段 2 2 は、超音波送信トリガ信号を送信制御回路 2 3 に出力する（ステップ S 6）。プローブ 1 1 は、被検体内へ超音波を送信する（ステップ S 7）。プローブ 1 1 は、被検体内で反射した反射音響信号を受信する（ステップ S 8）。制御手段 2 2 は、超音波送信トリガ信号と同期して、A/D変換手段 1 7 における反射音響信号のサンプリング開始タイミングを制御する。超音波ユニット 1 2 内の画像生成手段は、反射音響信号に基づいて超音波画像を生成する（ステップ S 9）。画像表示手段 1 4 は、超音波ユニット 1 2 で生成された光音響画像と超音波画像とを表示画面上に表示する（ステップ S 1 0）。画像表示手段 1 4 は、例えば光音響画像と超音波画像とを重畳表示する。なお、光音響画像の生成と超音波画像の生成とはどちらが先でもよい。また、スイッチ 1 5 が操作されているときに、光音響画像のみを生成してもよい。

10

【 0 0 2 9 】

制御手段 2 2 は、ステップ S 1 でスイッチ 1 5 が押されていないと判断すると、ステップ S 6 へ進み、超音波送信トリガ信号を出力する。以降、ステップ S 7 で超音波を送信し、ステップ S 8 で反射音響信号を受信し、ステップ S 9 で超音波画像を生成する。画像表示手段 1 4 は、ステップ S 1 0 で、超音波画像を表示画面上に表示する。

【 0 0 3 0 】

図 4 (a) は超音波画像を示し、(b) は超音波画像と光音響画像とを重畳した画像を示す。紙面横方向は超音波振動子が配列された方向に対応し、縦方向は深さ方向に対応している。操作者がスイッチ 1 5 を押さずに画像生成を行うと、被検体へのレーザ光照射は行われず、画像表示手段 1 4 は超音波画像を表示する。一方、操作者がスイッチ 1 5 を押しながら画像生成を行うと、レーザ発振トリガ信号が出力されているときにスイッチ 1 5 が押されていることを条件にレーザ光照射が行われ、光音響画像が生成される。画像表示手段 1 4 は、光音響画像、或いは光音響画像に超音波画像を重ねた画像を表示する。

20

【 0 0 3 1 】

本実施形態では、制御手段 2 2 は、プローブ 1 1 に設けられたスイッチ 1 5 が押されていないときはレーザ発振トリガ信号をレーザユニット 1 3 に出力しない。このようにすることで、操作者が意図しないタイミングでレーザ光が外部に放射されることを効果的に防止することができる。また、本実施形態では、スイッチ 1 5 の操作状態に応じて、レーザ光照射を伴わない超音波画像の生成と、レーザ光照射を伴う光音響画像の生成とを切り替える。このようにすることで、操作者は、表示画像を簡易に切り替えることができる。

30

【 0 0 3 2 】

本実施形態では、レーザユニット 1 3 に光照射抑止回路 2 4 を設けており、光照射抑止回路 2 4 は、スイッチ 1 5 が押されていないときはレーザ発振トリガ信号をマスクする。このような回路を設けることで、スイッチ 1 5 が押されていないときにレーザ光が被検体に照射されるのをより効果的に防ぐことができ、安全性を向上できる。また、仮に超音波ユニット 1 2 が故障などを起こし、レーザ発振トリガ信号が出力されつづけたとしても、スイッチ 1 5 を離すことでレーザ発振トリガ信号をマスクすることができ、レーザ光が出力されつづける危険を回避することができる。

40

【 0 0 3 3 】

以上、本発明をその好適な実施形態に基づいて説明したが、本発明の光音響画像診断装置は、上記実施形態にのみ限定されるものではなく、上記実施形態の構成から種々の修正及び変更を施したものの、本発明の範囲に含まれる。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 4 】

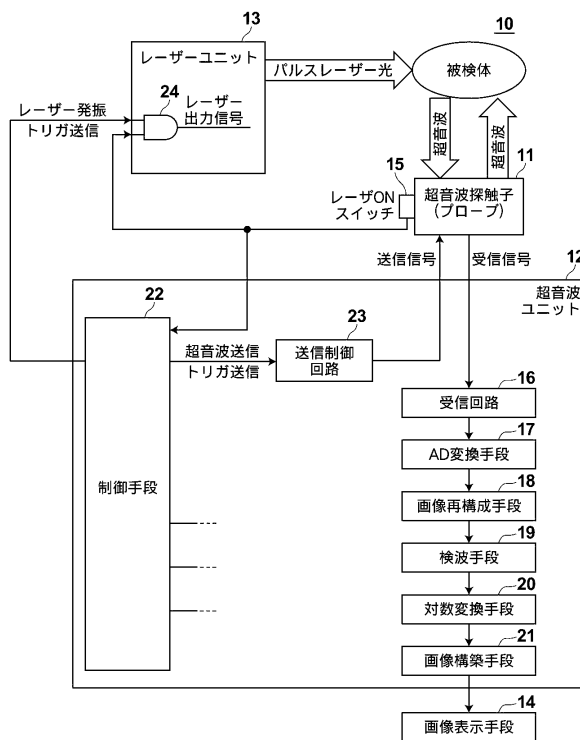
- 1 0 : 光音響画像診断装置
- 1 1 : プローブ
- 1 2 : 超音波ユニット
- 1 3 : レーザユニット
- 1 4 : 画像表示手段

50

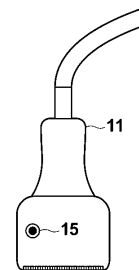
- 15 : スイッチ
- 16 : 受信回路
- 17 : A/D変換手段
- 18 : 画像再構成手段
- 19 : 検波手段
- 20 : 対数変換手段
- 21 : 画像構築手段
- 22 : 制御手段
- 23 : 送信制御回路
- 24 : 光照射抑止回路

10

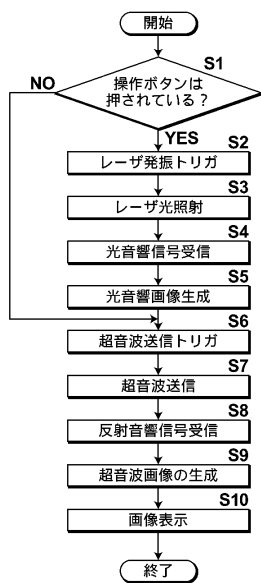
【図1】



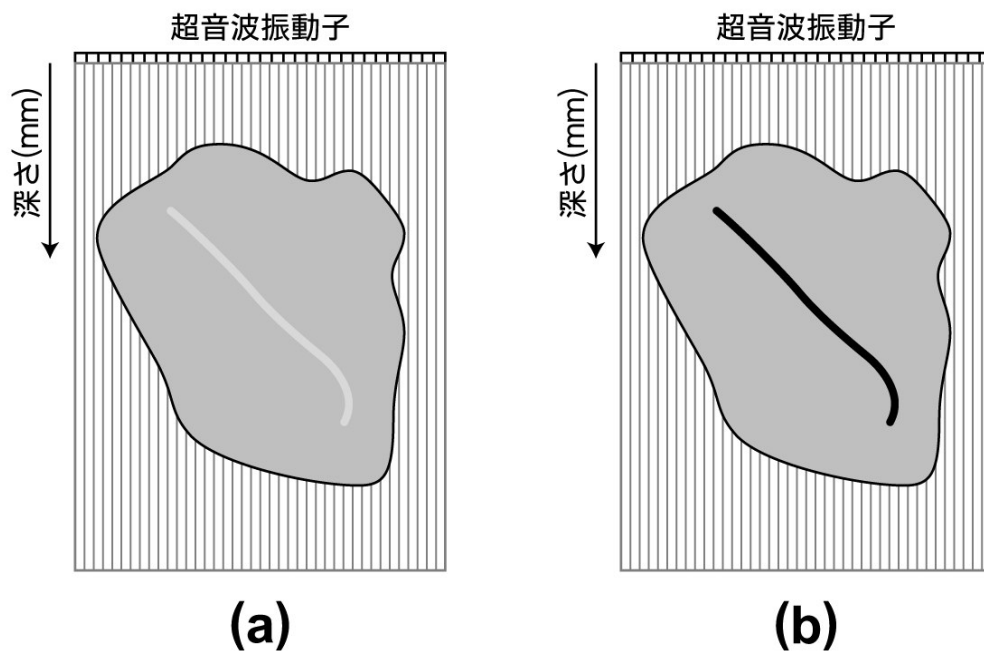
【図2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 ▲辻▼田 和宏

神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士フイルム株式会社内

審査官 杉田 翠

(56)参考文献 特開 2 0 0 4 - 1 4 7 9 4 0 (J P , A)
登録実用新案第 3 1 3 1 8 8 3 (J P , U)
特開 2 0 0 8 - 0 1 2 3 1 5 (J P , A)
特表 2 0 0 9 - 5 4 0 9 0 4 (J P , A)
特開平 1 0 - 3 2 8 2 0 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5
B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 4 2
G 0 1 N 2 1 / 0 0 - 2 1 / 0 1
2 1 / 1 7 - 2 1 / 6 1
2 9 / 0 0 - 2 9 / 0 2
2 9 / 0 4 - 2 9 / 0 6
2 9 / 0 9
2 9 / 1 2 - 2 9 / 2 6
2 9 / 2 8 - 2 9 / 3 0
2 9 / 3 8
2 9 / 4 4
H 0 1 S 3 / 0 0 - 5 / 5 0

专利名称(译)	光声成像诊断设备		
公开(公告)号	JP5654364B2	公开(公告)日	2015-01-14
申请号	JP2011011706	申请日	2011-01-24
[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	広田和弘 入澤覚 辻田和宏		
发明人	広田 和弘 入澤 覚 ▲辻▼田 和宏		
IPC分类号	A61B8/00		
FI分类号	A61B8/00		
F-TERM分类号	4C601/DE16 4C601/EE16 4C601/GA40		
代理人(译)	佐久间刚		
其他公开文献	JP2012152267A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：在光声图像诊断装置中，防止激光束在操作者不想要的时刻向外部辐射。解决方案：探头11执行从激光单元引导的激光束的照射13和至少接收超声波。图像构造装置21基于探头11接收的超声波产生断层图像。探头11包括开关15.当开关15被操作时，控制装置22输出激光发射触发信号，从而，能够照射来自探头11的激光束。

【 图 1 】

