

(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2020-5867

(P2020-5867A)

(43) 公開日 令和2年1月16日(2020.1.16)

(51) Int.Cl.
A61B 8/13 (2006.01)

F I
A61B 8/13

テーマコード(参考)
4C601

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2018-129428 (P2018-129428)
(22) 出願日 平成30年7月6日(2018.7.6)

(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
(74) 代理人 110002860
特許業務法人秀和特許事務所
(74) 代理人 100131392
弁理士 丹羽 武司
(74) 代理人 100125357
弁理士 中村 剛
(74) 代理人 100131532
弁理士 坂井 浩一郎
(74) 代理人 100155871
弁理士 森廣 亮太
(74) 代理人 100100549
弁理士 川口 嘉之

最終頁に続く

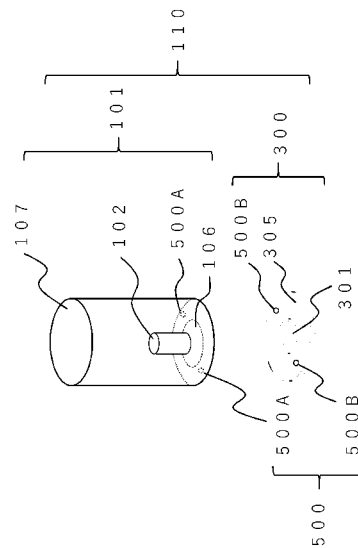
(54) 【発明の名称】 音響波プローブおよび音響波プローブの設置方法

(57) 【要約】

【課題】 光音響装置において、被検体に対して適切な位置に音響波プローブを設置する。

【解決手段】 被検体から到来する音響波を受信する探触子を収容する筐体と、前記被検体と前記筐体との間に配置される間隔調整部材と、を含み、前記間隔調整部材と前記筐体とのいずれかに、前記間隔調整部材と前記筐体とを脱着可能に締結するための締結部を有することを特徴とする、音響波プローブ。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被検体から到来する音響波を受信する探触子を収容する筐体と、
前記被検体と前記筐体との間に配置される間隔調整部材と、を含み、
前記間隔調整部材と前記筐体とのいずれかに、前記間隔調整部材と前記筐体とを脱着可能に締結するための締結部を有することを特徴とする、音響波プローブ。

【請求項 2】

前記間隔調整部材は、前記被検体と前記探触子とを結ぶ音響波の伝搬路を囲む形状の部材であることを特徴とする、請求項 1 に記載の音響波プローブ。

【請求項 3】

前記間隔調整部材の、前記被検体と接する部分の少なくとも一部が、可撓性を有する部材で構成されることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の音響波プローブ。

【請求項 4】

前記間隔調整部材は、前記筐体を締結する第一の部材と、前記第一の部材よりも可撓性が高い第二の部材と、からなることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の音響波プローブ。

【請求項 5】

前記第二の部材は、シリコーンを用いた部材であることを特徴とする、請求項 4 に記載の音響波プローブ。

【請求項 6】

前記締結部は、前記筐体が嵌合する段差、または、マグネットを有して構成されることを特徴とする、請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の音響波プローブ。

【請求項 7】

前記筐体は、前記音響波が透過する透過部材と、前記探触子を前記透過部材に対して相対的に移動させる走査機構と、をさらに収容して構成されることを特徴とする、請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の音響波プローブ。

【請求項 8】

前記間隔調整部材は、前記筐体と締結された場合に、被検体と前記透過部材を音響的に結合させるための音響マッチング材を収容する空間を形成することを特徴とする、請求項 7 に記載の音響波プローブ。

【請求項 9】

前記透過部材を介して前記被検体に光を照射する光照射部をさらに有することを特徴とする、請求項 7 または 8 に記載の音響波プローブ。

【請求項 10】

前記光照射部は、前記走査機構によって前記探触子と一体的に移動されることを特徴とする、請求項 9 に記載の音響波プローブ。

【請求項 11】

被検体から到来する音響波を受信する音響波プローブを設置する方法であって、
前記被検体上に、音響マッチング材、または、前記被検体と前記音響波プローブとを結ぶ音響波の伝搬路を囲む形状の部材である間隔調整部材のうちの一方を設置する第一の工程と、
前記被検体上に、前記音響マッチング材または前記間隔調整部材のうちの他方を設置する第二の工程と、
前記音響マッチング材が、前記被検体との間に介在するように、前記間隔調整部材に前記音響波プローブを接続する第三の工程と、
を含む、音響波プローブの設置方法。

【請求項 12】

前記第一の工程および前記第二の工程が、前記第三の工程より前に行われることを特徴とする、請求項 1 1 に記載の音響波プローブの設置方法。

【請求項 1 3】

被検体と、前記被検体から到来する音響波を受信する音響波プローブとの間に配置される間隔調整部材であって、

前記音響波プローブを脱着可能に締結するための締結部を有し、

前記被検体と前記音響波プローブとを結ぶ音響波の伝搬路を囲む形状であることを特徴とする、間隔調整部材。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、被検体情報を取得する装置に関する。

【背景技術】

【0002】

光を用いて被検体内をイメージングする技術として、光音響トモグラフィ (PAT: Photo Acoustic Tomography) が知られている。

光音響トモグラフィでは、レーザ光などのパルス光を被検体である生体に照射し、光を生体内で伝播・拡散させる。この光が被検体内の生体組織で吸収されると、熱膨張により音響波 (典型的には超音波) が発生する。この現象を光音響効果と呼び、光音響効果により発生した音響波を光音響波と呼ぶ。被検体を構成する組織によって、光エネルギーの吸収率がそれぞれ異なるため、発生する光音響波の音圧も異なったものとなる。PATでは、発生した光音響波を探触子で受信し、受信信号を再構成することによって、被検体内の特性情報を画像によって得ることができる。

20

【0003】

これに関連する発明として、特許文献 1 には、開口部にメンブレンを張架した筐体に、音響マッチング液、受信部、光照射部を収納した光音響装置が開示されている。特許文献 1 に記載された光音響装置では、被検体上の関心領域と重なる位置にメンブレンを位置合わせすることで、当該関心領域に対応する光音響像を取得することができる。特に、被検体に対して走査を行うことなく、簡易にボリュームデータを取得するため、術者のスキルに依存せずに被検体画像を得ることができる。

30

【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 2015 / 0133793 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 に記載された装置のように、被検体に対して筐体を静置した状態で撮像を行う光音響装置においては、被検体に対する観察野 (FOV) を広く取るため、メンブレンを大きくすることが望まれる。

40

【0006】

一方で、メンブレンを大きくすると、以下のような問題が生じることを本願発明者は見出した。

第一の問題は、気泡を介在させずに被検体とメンブレンとの間に音響マッチング材を充填することが難しくなるという問題である (図 14 (A) および (B) 参照)。

第二の問題は、観察野の中央に関心領域の中心が重なるように筐体を配置することが難しくなるという問題である (図 14 (C) および (D) 参照)。これは、筐体自身によって影が生じてしまうことに起因する。

【0007】

50

本発明はこのような従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、光音響装置において、被検体に対して適切な位置に音響波プローブを設置することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するための、本発明に係る音響波プローブは、

被検体から到来する音響波を受信する探触子を収容する筐体と、前記被検体と前記筐体との間に配置される間隔調整部材と、を含み、前記間隔調整部材と前記筐体とのいずれかに、前記間隔調整部材と前記筐体とを脱着可能に締結するための締結部を有することを特徴とする。

【0009】

また、本発明に係る音響波プローブの設置方法は、

被検体から到来する音響波を受信する音響波プローブを設置する方法であって、前記被検体上に、音響マッチング材、または、前記被検体と前記音響波プローブとを結ぶ音響波の伝搬路を囲む形状の部材である間隔調整部材のうちの一方を設置する第一の工程と、前記被検体上に、前記音響マッチング材または前記間隔調整部材のうちの他方を設置する第二の工程と、前記音響マッチング材が、前記被検体との間に介在するように、前記間隔調整部材に前記探触子ユニットを接続する第三の工程と、を含むことを特徴とする。

【0010】

また、本発明に係る間隔調整部材は、

被検体と、前記被検体から到来する音響波を受信する音響波プローブとの間に配置される間隔調整部材であって、前記音響波プローブを脱着可能に締結するための締結部を有し、前記被検体と前記音響波プローブとを結ぶ音響波の伝搬路を囲む形状であることを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、光音響装置において、被検体に対して適切な位置に音響波プローブを設置することができる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施形態に係る光音響装置の構成図。

【図2】光音響装置が有する入力インタフェース画面の例。

【図3】実施形態に係る音響波プローブの概略図。

【図4】実施形態に係る間隔調整部材の概略図。

【図5】実施形態の変形例に係る間隔調整部材の概略図。

【図6】間隔調整部材と筐体とを締結する方法を例示した図。

【図7】間隔調整部材と筐体とを締結する方法を例示した第二の図。

【図8】間隔調整部材の位置ずれを示す図。

【図9】間隔調整部材を被検体に対して固定する方法を例示した図。

【図10】探触子ユニットを被検体に設置する手順を示す図。

【図11】間隔調整部材の変形例を示す図。

【図12】探触子ユニットを被検体に設置する第二の手順を示す図。

【図13】探触子ユニットを被検体に設置する第三の手順を示す図。

【図14】従来技術における課題を説明する図。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下に図面を参照しつつ、本発明の実施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、被検体から伝搬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、光音響装置またはその制御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、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。

【0015】

実施形態に係る光音響装置は、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である。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。

10

【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、異なる複数波長の光によって発生する光音響波に基づいて、被検体を構成する物質の濃度といった情報が得られる。この情報は、酸素飽和度、酸素飽和度に吸収係数等の強度を重み付けした値、トータルヘモグロビン濃度、オキシヘモグロビン濃度、またはデオキシヘモグロビン濃度であってもよい。また、グルコース濃度、コラーゲン濃度、メラニン濃度、または脂肪や水の体積分率であってもよい。

20

以下に説明する実施形態では、ヘモグロビンを吸収体として想定した波長の光を被検体に照射することで、被検体内の血管の分布・形状のデータと、その血管における酸素飽和度分布のデータを取得し、画像化する光音響イメージング装置を想定する。

【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もよい。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】

本明細書における音響波とは、典型的には超音波であり、音波、光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には、それらの弾性波の波長を限定する意図はない。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。なお、本明細書において、光音響信号とは、アナログ信号とデジタル信号の双方を含む概念である。分布データは、光音響画像データや再構成画像データとも呼ばれる。

30

【0019】

本実施形態に係る光音響装置は、被検体にパルス光を照射し、被検体内において発生した光音響波を受信することで、被検体内の光学特性に関連した情報を生成する装置であって、特に、体表から比較的浅い範囲を観察するための光音響装置である。

40

【0020】

（システム構成）

図1は、本実施形態に係る光音響装置の構成を説明する図である。本実施形態に係る光音響装置は、探触子ユニット101、探触子ユニット保持機構113、信号取得部119、光源120、装置制御部122、表示装置121を有して構成される。

【0021】

探触子ユニット101は、被検体に対して光を照射し、被検体から発生した音響波を受信するユニットである。探触子ユニット101は、被検体への光の照射を行うための光照射部103と、音響波の受信を行う音響探触子102と、走査機構104を含んで構成される。光照射部103および音響探触子102は、走査機構104によって一体的に移動

50

可能に構成される。また、探触子ユニット101は、これらの構成要素を収納する筐体107を有して構成される。探触子ユニット101と被検体109は、メンブレン106を介して接触する。

【0022】

メンブレン106は、ポリエチレンテレフタレートによって構成された膜（透過部材）である。メンブレン106は、被検体によって変形しにくい強度と、光と音響波を透過させる特性を有する材質であることが好ましい。本実施形態では、測定に有効な領域は、 $30 \times 30 \text{ mm}^2$ である。メンブレン106と音響探触子102との間には、音響伝播媒質である水105が貯留されている。なお、メンブレン106は、膜の中での音響波の多重反射を避けるため100ミクロン程度の厚みとすることが好ましい。

10

【0023】

なお、図1では、メンブレン106が被検体109と直接接しているが、本実施形態では、測定を行う際に、探触子ユニット101が有する筐体107と被検体109との間に間隔調整部材300を配置する。間隔調整部材300の形状や配置方法については後述する。

【0024】

探触子ユニット保持機構113は、探触子ユニット101を保持および移動するための機構である。探触子ユニット保持機構113は、Z軸方向への移動を行うためのZ軸ステージ111と、X軸方向への移動を行うためのX軸ステージ116を含んで構成される。

Z軸ステージ111は、Z軸ハンドル112によって移動可能に構成される。これにより、探触子ユニット101を被検体109に対してZ軸方向に移動させることができる。Z軸ステージの位置はZ軸エンコーダ114によって検出され、これにより、探触子ユニットのZ軸方向における位置を算出することができる。

20

【0025】

また、X軸ステージ116は、X軸ハンドル117によって移動可能に構成される。これにより、探触子ユニット101を被検体109に対してX軸方向に移動させることができる。X軸ステージの位置はX軸エンコーダ118によって検出され、これにより、探触子ユニットのX軸方向における位置を算出することができる。

【0026】

光源120は、被写体に照射するパルス光を発生させる装置である。光源120は、大出力を得るためにレーザ光源であることが望ましいが、レーザの代わりに発光ダイオードやフラッシュランプを用いることもできる。光源としてレーザを用いる場合、固体レーザ、ガスレーザ、色素レーザ、半導体レーザなど様々なものが使用できる。

30

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、700nm以上1100nm以下であることが望ましい。

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。本実施形態に示すように被検体が生体である場合は、光源から発生するパルス光のパルス幅は10～50ナノ秒程度が好適である。

なお、光照射のタイミング、波形、強度等は、後述する装置制御部122によって制御される。

40

【0027】

本実施形態では、パルス幅を10ナノ秒とし、繰り返し周波数を200Hzとする。また、532nmと1064nmの波長を切り替えることができるYAGレーザを使用する。532nmは、生体における吸収が大きい波長であるが、本実施形態における光音響装置は、被検体表面から5mm程度までを測定の対象とするため、当該波長が利用できる。なお、1064nmの波長を用いることによって、血管とメラニンを識別できる。

【0028】

光源120から出射した光は、光照射部103である光ファイバを用いて被検体109に照射される。なお、光ファイバは、音響探触子102を中心にリング状に配置してもよ

50

い。また、光はレンズで集光させるより、ある程度の面積に広げる方が、生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で好ましい。

【0029】

音響探触子102は、被検部の内部から到来する音響波を受信して、電気信号に変換する手段である。音響探触子は、探触子、音響波検出素子、音響波検出器、音響波受信器、トランスデューサとも呼ばれる。

生体から発生する音響波は、100KHzから100MHzの超音波であるため、探触子には、上記の周波数帯を受信できる素子を用いる。具体的には、圧電現象を用いたトランスデューサ、光の共振を用いたトランスデューサ、容量の変化を用いたトランスデューサなどを用いることができる。

10

【0030】

また、探触子は、感度が高く、周波数帯域が広いものを用いることが望ましい。具体的にはPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）などを用いた圧電素子、PVDf（ポリフッ化ビニリデン）などの高分子圧電膜材料、CMUT（容量性マイクロマシン超音波トランスデューサ）、ファブリペロー干渉計を用いたものなどが挙げられる。ただし、ここに挙げたものだけに限定されず、探触子としての機能を満たすものであれば、どのようなものであってもよい。

【0031】

本実施形態における音響探触子102は、PZTと音響レンズからなる音響フォーカス型の探触子であり、所定の焦点から発生した音響波を効率よく受信することができる。直径は6mmで、中心周波数は50MHzである。探触子の先端には石英ガラスによる音響レンズが組みつけられ、その開口数は0.6である。XY平面内の解像度は、音響探触子102の性能によって決まり、本実施形態では60μm程度である。また、深さ方向の解像度は、検出できる波長の8割程度（30μm程度）となる。焦点は、探触子から4mm離れた位置にあり、メンブレン106の位置と一致する。なお、焦点の位置は、探触子側に近づけて配置したほうがよい場合もあり、その場合は、例えば0.5mm近づける。

20

【0032】

信号取得部119は、音響探触子102が取得したアナログの電気信号を増幅してデジタル信号に変換する手段である。信号取得部119は、受信信号を増幅する増幅器、アナログ信号をデジタル変換するA/D変換器を用いて構成されてもよい。また、信号取得部119は、複数のプロセッサや演算回路から構成されていてもよい。

30

【0033】

本実施形態では、サンプリング周波数を500MHz、サンプリング数を8192とする。サンプリングは、光照射のタイミングを表すトリガ信号の発生から所定の時間経過後に開始される。なお、信号取得部119は、受信信号を記憶するFIFO等のメモリと、FPGAチップ等の演算回路をさらに有していてもよい。また、装置制御部122は、汎用コンピュータや、専用に設計されたワークステーションによって実現されてもよい。

【0034】

装置制御部122は、デジタル変換された信号（光音響信号）に基づいて、再構成処理を行うことで、被検体の内部の光吸収係数や酸素飽和度等といった被検体情報を取得する手段である。具体的には、収集された電気信号から三次元の被検体内における初期音圧分布を生成する。また、被検体に照射される光量に関する情報に基づいて、被検体内における三次元の光強度分布を生成する。三次元の光強度分布は、二次元の光強度分布に関する情報から光拡散方程式を解くことで取得できる。そして、光音響信号から生成された被検体内の初期音圧分布と、三次元の光強度分布とを用いて、被検体内の吸収係数分布を得ることができる。また、複数の波長における吸収係数分布を演算することで、被検体内の酸素飽和度分布を得ることができる。

40

【0035】

なお、装置制御部122は、光量分布の計算や、背景の光学係数取得に必要な情報処理、信号補正など、所望の処理を実行する機能を有していてもよい。

50

また、装置制御部 122 は、後述する表示装置や入力インタフェースを介して、測定パラメータの変更、測定の開始・終了、画像の処理方法の選択、患者情報や画像の保存、データの解析などに関する指示を取得してもよい。

また、装置制御部 122 は、光音響装置が有する各構成要素の制御を行う手段でもある。例えば、被検体に対する光照射の制御、音響波や光音響信号の受信制御、探触子ユニットの移動制御など、装置全体の制御に関する指令を行う。

【0036】

装置制御部 122 は、CPU と RAM、不揮発メモリ、制御ポートを有するコンピュータで構成してもよい。不揮発メモリに格納されたプログラムが CPU で実行されることにより制御が行われる。装置制御部 122 は、汎用コンピュータや、専用に設計されたワークステーションによって実現されてもよい。また、装置制御部 122 の演算機能を担うユニットは、CPU や GPU 等のプロセッサ、FPGA チップ等の演算回路で構成されていてもよい。これらのユニットは、単一のプロセッサや演算回路から構成されるだけでなく、複数のプロセッサや演算回路から構成されていてもよい。

10

【0037】

また、装置制御部 122 の記憶機能を担うユニットは、ROM、磁気ディスクやフラッシュメモリなどの非一時記憶媒体や、RAM などの揮発性の媒体であってもよい。なお、プログラムが格納される記憶媒体は、非一時記憶媒体である。なお、これらのユニットは、1つの記憶媒体から構成されるだけでなく、複数の記憶媒体から構成されていてもよい。装置制御部 122 の制御機能を担うユニットは、CPU などの演算素子で構成される。

20

【0038】

表示装置 121 は、装置制御部 122 が取得した情報およびその加工情報を表示する手段であり、典型的にはディスプレイ装置である。表示装置 121 は、複数の装置であってもよいし、単一の装置に複数の表示部を備え、並列表示が可能な装置であってもよい。

なお、実施形態の説明では、画像を表示する手段として表示装置 121 を例示したが、測定用のインタフェースを提供する表示装置と、光音響画像を提供する表示装置が分かれていてもよい。

【0039】

次に、本実施形態に係る光音響装置によって測定を行うためのユーザインタフェースの例を示す。

30

装置制御部 122 による制御は、アプリケーションソフトウェアによって行われる。図 2 に、アプリケーションソフトウェアの入力インタフェース画面を示す。当該画面は、表示装置 121 を介して表示される。

【0040】

アプリケーションソフトウェアのウィンドウ 201 は、測定タブ 202、測定パラメータ設定タブ 203、再構成タブ 204、再構成パラメータ設定タブ 205 を有しており、装置のユーザ（操作者）は、そのいずれかを選択する。なお、図 2 は、測定タブ 202 を選択した状態を示している。

【0041】

測定タブ 202 を選択すると、患者情報を入力する入力部 206、走査範囲や測定時間を選択するための測定モード選択リスト 207、2次元走査を開始する撮像ボタン 208 が利用可能になる。

40

測定モード選択リスト 207 は、走査ピッチおよび撮像サイズを選択するためのリストボックスである。本例では、走査ピッチは 25、50、100 μm から選択でき、撮像サイズは 3 \times 3、5 \times 5、10 \times 10 mm^2 から選択できるものとする。なお、撮像サイズとは、再構成後に表示される画像の最大範囲である。実際の走査範囲は、撮像サイズよりも 2 mm ずつ広い範囲となる。すなわち、走査範囲は、7 \times 7、9 \times 9、14 \times 14 mm^2 となる。これは、一画素分のデータを生成するために周辺のデータが必要となるためである。

【0042】

50

さらに、測定タブ202を選択すると、超音響信号を所定の範囲において最大値投影した画像を表示する強度画像表示部209、位置選択スライダ210によって選択した位置の超音響信号を表示する信号表示部211が利用可能になる。

【0043】

測定パラメータ設定タブ203を選択すると、音響探触子102の初期位置、信号のサンプリング数、光の照射周波数、走査方向、超音響信号の表示範囲などを設定するインタフェースが利用可能になる。

また、再構成パラメータ設定タブ205を選択すると、再構成で計算する画像の解像度、画像の処理範囲、再構成アルゴリズム、画像フィルタ、画像の出力形式などを設定するインタフェースが利用可能になる。

さらに、再構成タブ204を選択すると、データの選択および再構成の指示を行うことによって、光吸収係数の分布を表す画像、酸素飽和度の分布を表す画像の生成および表示をするインタフェースが利用可能になる。

【0044】

次に、本実施形態に係る超音響装置が、被検体である生体を測定する方法について説明する。

まず、光源120から発せられたパルス光が、光照射部103を介して被検体109に照射される。被検体の内部を伝搬した光のエネルギーの一部が血液などの光吸収体に吸収されると、熱膨張により当該光吸収体から音響波が発生する。生体内にがんが存在する場合は、がんの新生血管において他の正常部の血液と同様に光が特異的に吸収され、音響波が発生する。光の照射に起因して生体内で発生した超音響波は、音響探触子102によって受信される。

【0045】

本実施形態では、探触子ユニット101と被検体の相対的な位置関係を、走査機構によって変更しながら、光の照射および音響波の取得を行うことができる。すなわち、被検体上の異なる位置に光を複数回照射しながら超音響信号を取得することができる。

【0046】

音響探触子102が受信した信号は、信号取得部119で変換されたのち、装置制御部122で解析される。解析結果は、生体内の特性情報（例えば、初期音圧分布や吸収係数分布）を表すボリュームデータとなり、二次元の画像に変換されたのちに表示装置121を介して出力される。

【0047】

次に、探触子ユニット101を被検体に対して設置する方法について説明する。

前述したように、探触子ユニット101の測定時に生体と対向する面には、メンブレン106と、音響探触子102が配置されている。

図3は、探触子ユニット101、音響探触子102、メンブレン106を簡略化して示した図である。本実施形態では、探触子ユニット101が有する筐体107を、被検体上に予め設置された間隔調整部材300と締結することで、被検体に設置する。

なお、探触子ユニット101と間隔調整部材300のセット（音響波プローブ110）が、本発明における音響波プローブに対応する。

また、図4は、音響波プローブ110を被検体に対して設置する方法を示した図である。

【0048】

間隔調整部材300は、被検体の表面と筐体107との間に介在する環状の部材である。間隔調整部材300は、被検体109と探触子ユニット101との間の間隔、すなわち、間隙の周方向または径方向の分布を調整する部分である間隔調整部305を有している。間隔調整部材300は、間隔調整部305に囲まれる位置において、被検体109から到来する音響波を伝搬させるために音響マッチング材が充填されるための伝搬空間に該当する開口301が設けられている。間隔調整部材300は、筐体107の先端（筐体外部）に接するように設置され、所定位置に設置されると、音響波の伝搬路304を囲うよう

10

20

30

40

50

な配置となる。

メンブレン106は、被検体109と音響探触子102とを音響的に結合するために、音響波を透過する音響的透過性を有し、筐体に設けられる透過窓である。

メンブレン106は、探触子ユニット101の筐体内に光照射部103が設けられる実施形態においては、図1に示すように、光照射部103から出射した光を被検体109へ照射するための光学的透過性を有する。

【0049】

探触子ユニット101が有する筐体107と、間隔調整部材300には、それぞれを接続するための締結部が設けられている。ここでは、探触子ユニット側に設けられた部材を締結部500A、間隔調整部材300側に設けられた部材を締結部500Bと称し、これらを締結部500と総称する。締結部500の具体的な構成については後述する。

10

【0050】

本実施形態では、図4(A)に示したように、被検体上に間隔調整部材300を配置し、次いで、図4(B)に示したように、間隔調整部材300と筐体107を接続する。開口301の中心を、撮影対象の中心と一致させて間隔調整部材300を配置することで、探触子ユニット101の中心(すなわち、音響探触子102の中心)を、撮影対象の中心と一致させることが可能になる。

【0051】

図5(A)は、凸形状をした撮影対象400の上に間隔調整部材300を配置した例である。このように、間隔調整部材300は、撮影対象400から到来する音響波の伝搬路を囲うように配置されていれば、必ずしも環状の部材でなくてもよい。

20

なお、図5(A)では撮影対象400の周りに間隔調整部材300を6個配置した例を示したが、個数はこれに限ったものではない。

【0052】

間隔調整部材300は、可撓性のある部材を有して構成されることが好ましい。かかる構成によると、周方向において、被検体表面の凹凸に起因する高さむらが吸収され、筐体107が接続される面がフラットになる。

なお、図4では、環状の間隔調整部材300を例示したが、図5(B)に示したように、間隔調整部材300は、一部に切れ目が入った不連続な形状としてもよい。かかる構成によると、音響整合材にゴミや気泡が混入した際に、音響整合材を追加注入することで、混入したゴミや気泡を撮影領域外に排除できるようになる。詳しくは、図13を参照して後述する。

30

【0053】

次に、間隔調整部材300と筐体107を接続する手段(締結部500)の具体的な例を図6に示す。図6(A)に示したように、間隔調整部材300は凸部(締結部500B)を、筐体107は凹部(締結部500A)を有して構成される。筐体107を間隔調整部材300と締結する場合、図6(B)に示したように、間隔調整部材300の凸部と、筐体107の凹部とを嵌合させる。

【0054】

なお、間隔調整部材300と筐体107とを締結する手段は、凹凸以外によって構成されてもよい。

40

図7は、間隔調整部材300に設けられた開口301の内側と、筐体107の端部にネジを切って、互いを締結可能に構成した場合の例である。

【0055】

この他にも、磁石を設置することで、間隔調整部材300と筐体107とを締結可能にしてもよい。このような締結部500を設けることで、間隔調整部材300が、探触子ユニット101を被検体109へ導くガイドの役割を果たすようになり、目標とする位置に探触子ユニット101を正確に誘導できるようになる。

【0056】

さらに、筐体107が間隔調整部材300と締結されることで、筐体107と間隔調整

50

部材 300 と被検体 109 とで囲まれた空間が形成される。この空間に音響整合材（音響マッチング材）が収容されることで、メンブレン 106 と被検体 109 が音響的に結合するという二次的な効果を得ることができる。具体的な例については、図 10 を参照して後述する。

【0057】

なお、間隔調整部材 300 は、探触子ユニット 101 の圧力による内出血を防ぐため、少なくとも皮膚と接触する部分が可撓性を持つ材料で構成されていることが好ましい。かかる構成によると、被検体 109 の表面形状にならうように間隔調整部材 300 が変形するため、被検体 109 と間隔調整部材 300 が密着する。これにより、レーザの遮光効果や、探触子ユニット 101 の安定などが期待できる。

10

さらに好ましくは、被検体と接する側の弾性係数を、締結部 500B の側と比べて高くし、締結部 500B の側の弾性係数を、被検体と接する側と比べて低くしてもよい。かかる構成によると、被検体に密着し、かつ、探触子ユニットと確実に締結することが可能になる。例えば、ヤング率が異なる複数の部位から間隔調整部材 300 を構成してもよい。

【0058】

また、間隔調整部材 300 は、可撓性と共に弾性（復元性）を持ち合わせた部材で構成されることが好ましい。これにより、間隔調整部材 300 は、消毒または清掃によって何度でも繰り返し使用できるようになる。さらに、適当な可撓性（ヤング率）とプローブの押圧条件を定めることで、間隔調整部材 300 の被検体と対向する側の面の位置を、心拍等の不可避の体動にも追従できるようになる。

20

【0059】

間隔調整部材 300 は、汗や皮脂、音響整合材 302 に直接触れるため、化学的、物理的な安定性が必要となる。また、被検体 109 に触れるため、アレルギー物質が含まれないことが好ましい。このような材質として、例えばシリコンなどがある。

【0060】

ところで、間隔調整部材 300 を被検体上に配置し、筐体 107 を締結する場合において、開口 301 の位置がずれてしまう場合がある。このような場合、図 8 のように、筐体 107 が不適切な位置に配置されてしまう。これを避けるため、間隔調整部材 300 は、あらかじめ被検体 109 に固定することが好ましい。

ここでは、間隔調整部材 300 を被検体 109 に固定する方法について説明する。

30

【0061】

図 9 (A) は、ベルト 504 によって間隔調整部材 300 を被検体 109 に巻きつける構成の例である。ベルトの固定は、磁石やマジックテープ（登録商標）、ボタンなど、ベルトを被検体 109 に巻きつけることができれば、どのような方法で行ってもよい。

【0062】

間隔調整部材 300 を被検体 109 に固定する別の方法として、間隔調整部材 300 を被検体 109 に貼りつける方法がある。図 9 (B) の例では、テープ 505 によって間隔調整部材 300 を被検体に貼り付けているが、間隔調整部材 300 の被検体 109 と接触する面を粘着性の材質にしてもよい。テープで貼りつける場合、間隔調整部材 300 に、テープを貼る領域を設けてもよい。

40

【0063】

次に、図 10 を参照して、被検体を測定する手順について説明する。

まず、図 10 (A) に示したように、被検体 109 にある撮影対象 400 に対して、開口 301 の中心を合わせるように間隔調整部材 300 を設置する。これにより、撮影対象 400 を視認しながら、間隔調整部材 300 を正確に設置することができる。このとき、被検体 109 が安定するようにクッションを使用してもいいし、真空固定具などで被検体 109 を固定してもよい。

次に、図 10 (B) に示したように、開口 301 に音響整合材 302 を塗布し、開口 301 を音響整合材 302 で満たす。

最後に、図 10 (C) に示したように、間隔調整部材 300 に筐体 107 を押し合わせ

50

るようにして双方を締結する。

【 0 0 6 4 】

図 1 0 は、被検体 1 0 9 が、凹凸が少ない身体部位（例えば腹部など）である例を表している。一方、図 1 1（A）に示したように、被検体 1 0 9 には凹凸がありえる（例えば、かかとや指先など）。このような場合、被検体 1 0 9 と間隔調整部材 3 0 0 との間から音響整合材 3 0 2 が押し出されてしまい、開口 3 0 1 内を音響整合材 3 0 2 で満たすことができない。このような状況で測定を行うと、十分な精度の画像を得ることができず、場合によっては再測定となることがある。

【 0 0 6 5 】

このような場合、図 1 1（B）に示したように、厚みのある間隔調整部材 3 0 0 を利用してもよい。また、図 1 1（C）に示したように、開口のサイズが小さい間隔調整部材 3 0 0 を利用してもよい。かかる構成によると、被検体 1 0 9 と間隔調整部材 3 0 0 との間隔を小さくし、開口 3 0 1 内に音響整合材 3 0 2 を満たすことができる。どのような間隔調整部材 3 0 0 を選択するかは、被検体 1 0 9 の表面形状、および、メンブレン 1 0 6 と被検体 1 0 9 との距離に基づいて決定すればよい。

【 0 0 6 6 】

図 1 0 の例では、筐体 1 0 7 と間隔調整部材 3 0 0 とを締結する前に音響整合材 3 0 2 を塗布したが、双方を締結した後に、音響整合材 3 0 2 を開口 3 0 1 に満たすようにしてもよい。当該方法について、図 1 2 を参照して説明する。

【 0 0 6 7 】

まず、図 1 2（A）に示したように、被検体 1 0 9 にある撮影対象 4 0 0 に開口 3 0 1 を合わせるように間隔調整部材 3 0 0 を設置する。

次に、図 1 2（B）に示したように、間隔調整部材 3 0 0 に筐体 1 0 7 を押し合わせるようにして締結する。

最後に、図 1 2（C）に示したように、開口 3 0 1 に、音響整合材を注入する注入口を挿入して、内部を音響整合材で満たす。

このように、間隔調整部材 3 0 0 と音響整合材 3 0 2 の一方をまず設置し、次いで、他方を設置するようにしてもよい。

【 0 0 6 8 】

間隔調整部材 3 0 0 と筐体 1 0 7 を締結する前に音響整合材を塗布した場合、筐体 1 0 7 の押し付け圧力によってメンブレン 1 0 6 がたわむおそれがある。また、過剰な圧力がかかった場合、たわみが大きくなり、内部の音響探触子に触れるおそれがある。一方、図 1 2 のように、双方を締結した後に音響整合材を注入することで、圧力による影響を低減することができる。

【 0 0 6 9 】

図 1 3 は、締結前と締結後に分割して音響整合材を注入する場合の例である。

ここでは、図 1 3（A）に示したように、間隔調整部材 3 0 0 を被検体 1 0 9 に設置し、音響整合材 3 0 2 を塗布した際に、音響整合材 3 0 2 の内部に気泡 5 0 6 が混入したことを想定する。

この場合、図 1 3（B）に示したように、間隔調整部材 3 0 0 に合わせるように筐体 1 0 7 を締結する。

次いで、図 1 3（C）に示したように、開口 3 0 1 に注入口 3 0 3 を挿入し、音響整合材を追加注入する。

これにより、図 1 3（D）および（E）に示したように、注入された音響整合材に押されるようにして気泡 5 0 6 が外に押し出され、開口 3 0 1 の内部が音響整合材 3 0 2 で満たされる。

【 0 0 7 0 】

この手順によって、音響整合材内に混入したゴミや気泡を外に排出することができる。なお、ゴミや気泡を外に排出する場合、ゴミや気泡の逃げ道を設ける必要がある。このような場合、例えば、図 5（B）に示したような形状の間隔調整部材 3 0 0 を好適に採用す

10

20

30

40

50

ることができる。

【0071】

(変形例)

なお、実施形態の説明は本発明を説明する上での例示であり、本発明は、発明の趣旨を逸脱しない範囲で適宜変更または組み合わせる実施することができる。

例えば、本発明は、上述した構成の少なくとも一部を含む光音響装置、音響波プローブ、間隔調整部材として実施することもできる。また、上述したステップの少なくとも一部を含む音響波プローブの設置方法として実施することもできる。上記構成やステップは、技術的な矛盾が生じない限りにおいて、自由に組み合わせる実施することができる。

【0072】

また、実施形態の説明では、間隔調整部材300に締結部500Bを設け、筐体107に締結部500Aを設けたが、間隔調整部材300と筐体107を脱着可能に接続することができれば、双方を締結する部材は、必ずしも双方に無くてもよい。例えば、片方にマグネットを配置し、金属の筐体を吸着可能に構成してもよい。また、片方に段差を設け、筐体が嵌合するように構成してもよい。

また、測定中において間隔調整部材300と探触子ユニット101の相対位置がずれないような構成であれば、必ずしも双方を完全に固定する必要はない。このような構成も、本発明における「締結」に含まれる。

【0073】

本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した各実施形態の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出して実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路(例えば、FPGAやASIC)によっても実現可能である。

【符号の説明】

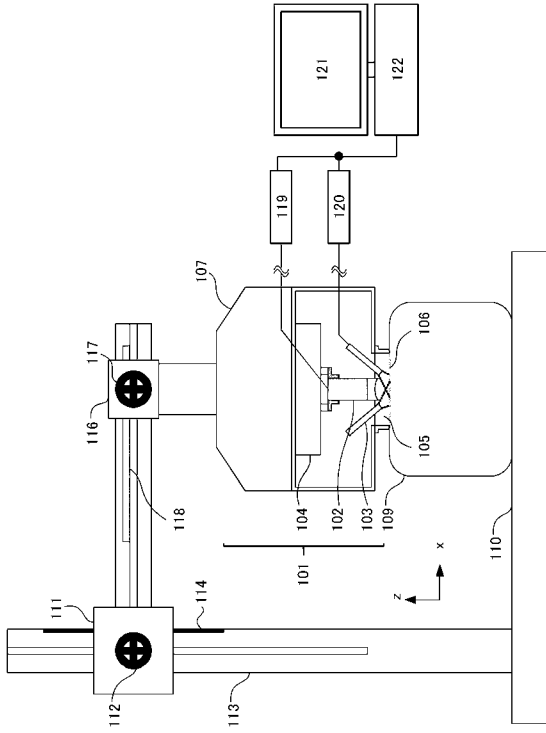
【0074】

110：音響波プローブ、101：探触子ユニット、102：探触子、107：筐体、300：間隔調整部材、304：伝搬路、500：締結部

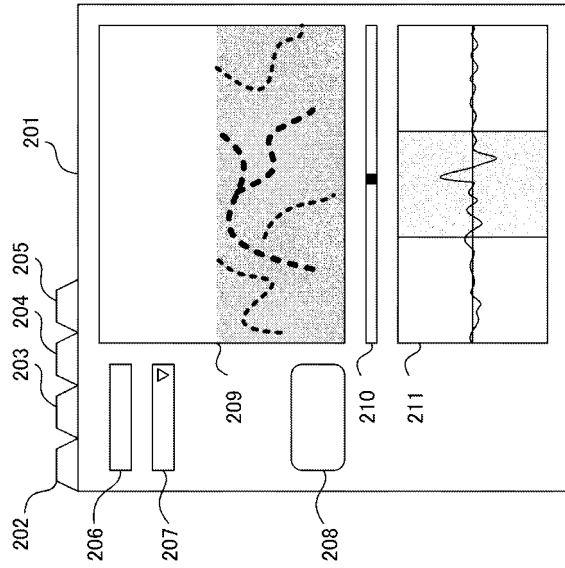
10

20

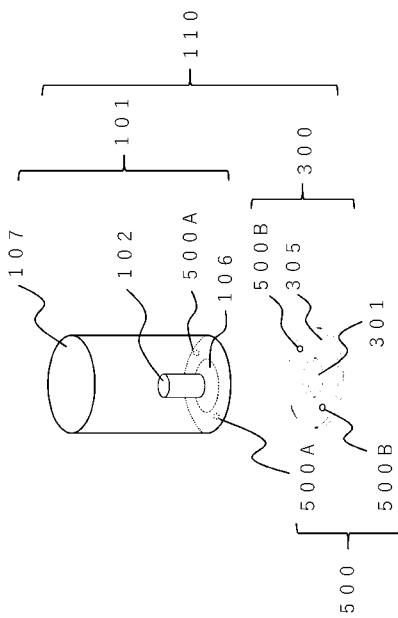
【図 1】



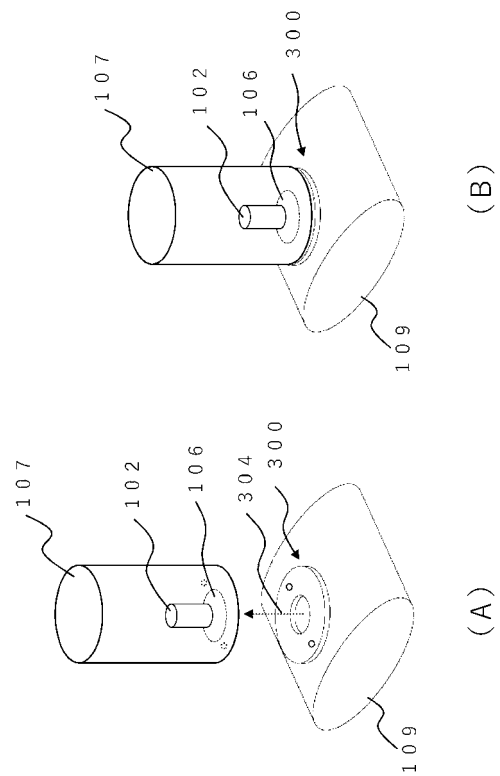
【図 2】



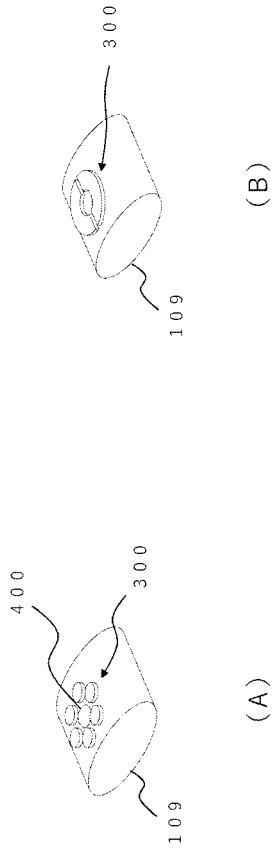
【図 3】



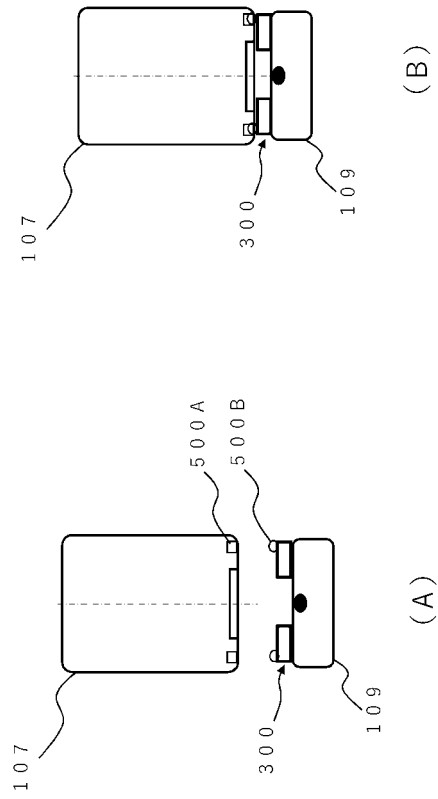
【図 4】



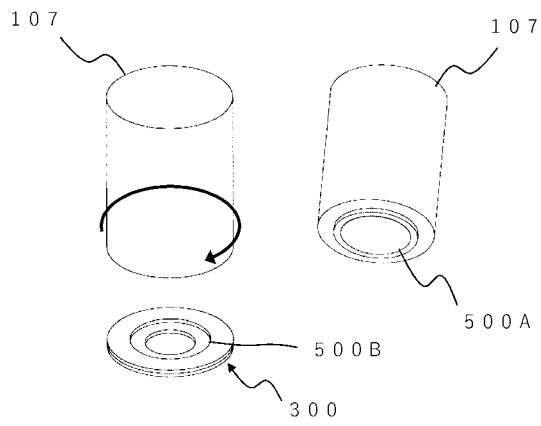
【 図 5 】



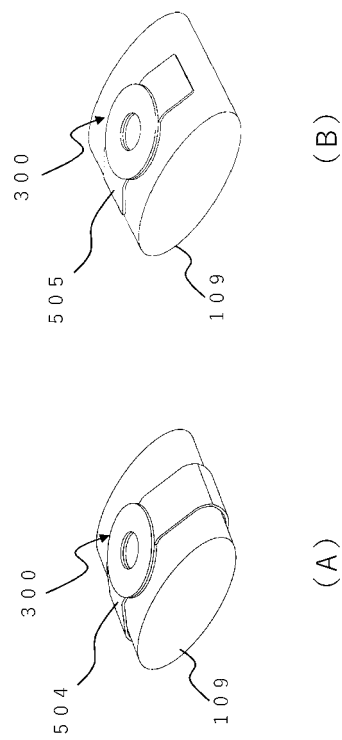
【 図 6 】



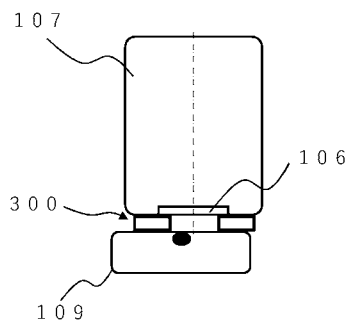
【 図 7 】



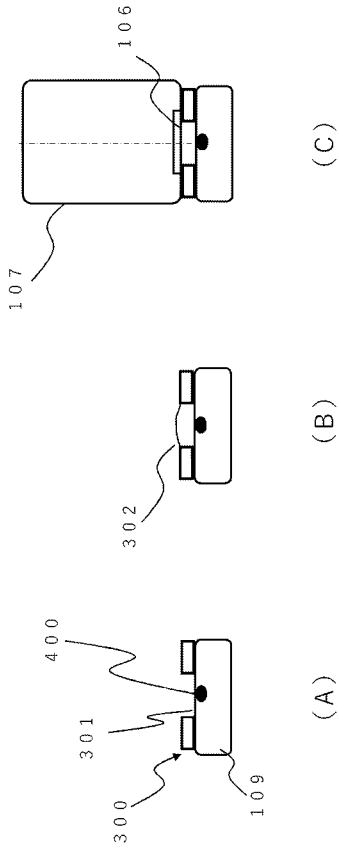
【 図 9 】



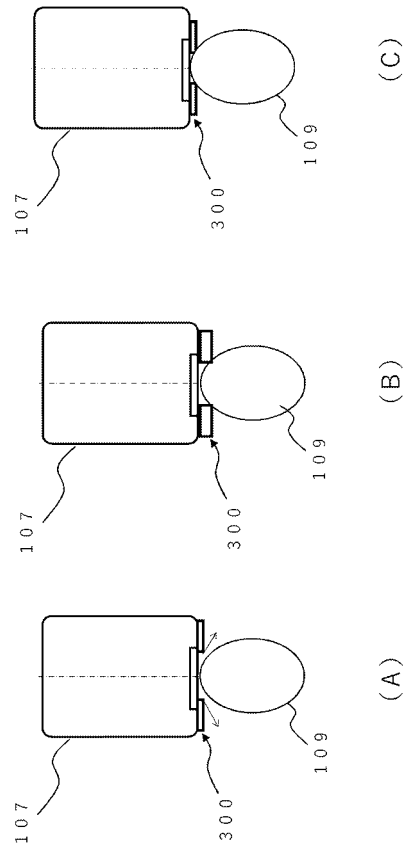
【 図 8 】



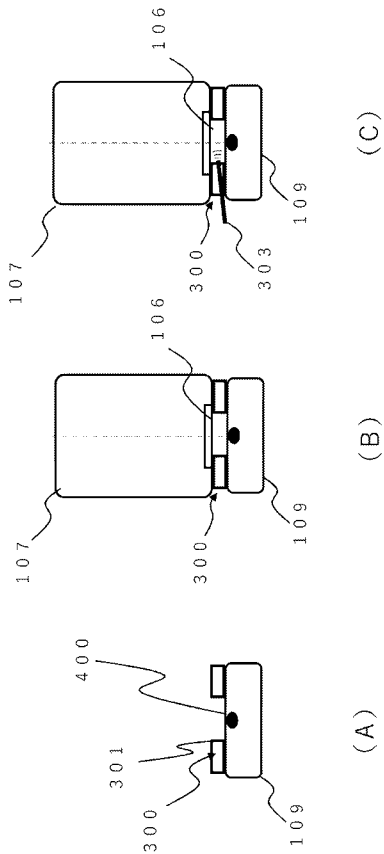
【図 10】



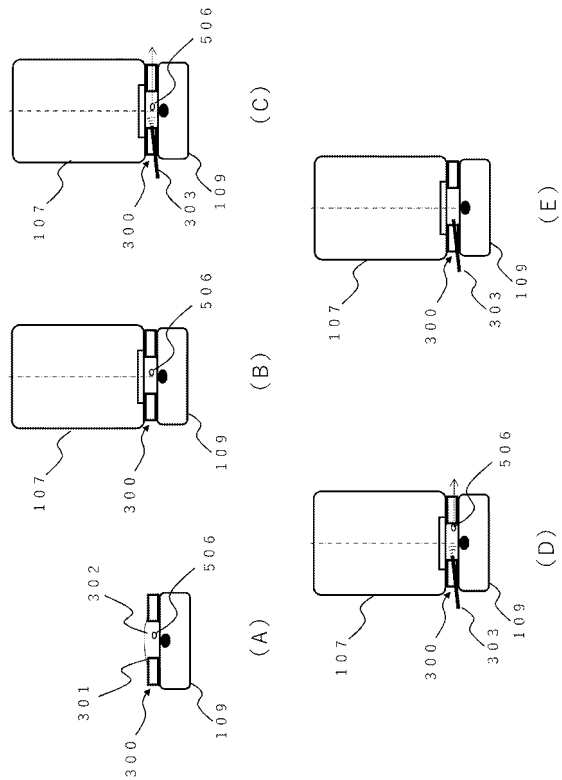
【図 11】



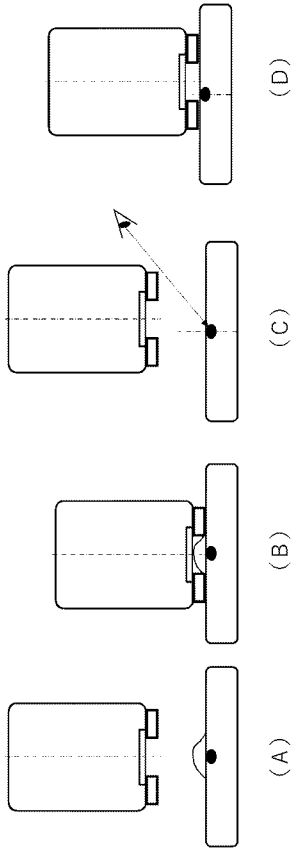
【図 12】



【図 13】



【 図 1 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 中林 貴暁

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 石川 智規

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 DE16 EE11 GC02 GC11 KK31