

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6791521号
(P6791521)

(45) 発行日 令和2年11月25日 (2020. 11. 25)

(24) 登録日 令和2年11月9日 (2020. 11. 9)

(51) Int. Cl. F I
A 6 1 B 8/13 (2006. 01) A 6 1 B 8/13

請求項の数 21 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2019-522661 (P2019-522661)	(73) 特許権者	516052766
(86) (22) 出願日	平成29年10月23日 (2017. 10. 23)		ブキョン ナショナル ユニバーシティ
(65) 公表番号	特表2019-535373 (P2019-535373A)		インダストリ ユニバーシティ コーポレ
(43) 公表日	令和1年12月12日 (2019. 12. 12)		ーション ファウンデーション
(86) 国際出願番号	PCT/KR2017/011720		PUKYONG NATIONAL UN
(87) 国際公開番号	W02018/101606		IVERSITY INDUSTRY-U
(87) 国際公開日	平成30年6月7日 (2018. 6. 7)		NIVERSITY COOPERATI
審査請求日	令和1年5月9日 (2019. 5. 9)		ON FOUNDATION
(31) 優先権主張番号	10-2016-0161637		大韓民国 48547 プサン ナムグ
(32) 優先日	平成28年11月30日 (2016. 11. 30)		シンセオンロ 365 (ヨンダンドン プ
(33) 優先権主張国・地域又は機関	韓国 (KR)		キョン ナショナル ユニバーシティ)
早期審査対象出願		(74) 代理人	100083138
			弁理士 相田 伸二
		(74) 代理人	100189625
			弁理士 鄭 元基

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光音響断層撮影用のプローブ及び実時間光音響断層撮影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光入力を小口径の平行光として受けて均一なエネルギー分布を有するラインビームを生成するパウエルレンズと、

前記ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが減少するようにして対象領域にラインフォーカシングされるようにするレンズと、

前記対象領域から出力された音響波を受信する音響測定部と、
を含み、

前記レンズは、前記ラインビームを通過させて、エネルギー分布が均一であり、幅が一定であり、厚さが減少するようにして対象領域にラインフォーカシングされるようにする集光レンズを含み、

前記対象領域側に配置されて、入射される光を通過させ、出力される前記音響波の経路を変更して前記音響波が音響測定部に入力されるようにする反射面をさらに備えることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 2】

光軸を挟む形で配置され、光入力を小口径の平行光として受けて均一なエネルギー分布を有するラインビームを、前記光軸を挟む形で所定間隔離隔した二つの平行光として生成する一対のパウエルレンズと、

前記光軸を挟む形で所定間隔離隔した二つの平行光として、各々のラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが減少するようにして対象領域に、一つのラインビームとし

10

20

てラインフォーカシングされるようにするシリンダーレンズと、
前記対象領域から出力された音響波を受信する音響測定部と、を備え、
前記それぞれのパウエルレンズから出力されるラインビームは一定な厚さを有し、幅が平面の中心線に対して一定な角度で拡大されるビームであり、
前記シリンダーレンズは四角断面のシリンダー形状を有し、一側面から見た形状が四角形であり、他の一側面から見た形状が突出した出力終端部を有する第 1 及び第 2 のシリンダーレンズを含み、
前記第 1 のシリンダーレンズは前記一对のパウエルレンズから出力される二つのラインビームを通過させて、光の進行方向に、幅が一定であり、厚さが一定な二つの平行光を形成し、前記第 2 のシリンダーレンズは、前記第 1 のシリンダーレンズからの厚さが一定な二つの平行光を通過させて、幅が一定であり、厚さが減少するようにして前記対象領域に、一つのラインビームとしてラインフォーカシングすることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

10

【請求項 3】

第 2 項において、
前記第 1 シリンダーレンズ及び前記第 2 シリンダーレンズが、各々の凸面部が互いに対向して光の進行方向の中心軸に対して 90 度回転する形状で配置されることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 4】

第 2 項において、
前記音響測定部が、前記平行光の中心線上の各々の前記平行光の間の空間を二等分する線上に配置されることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

20

【請求項 5】

第 2 項において、
前記対象領域側に配置されて、入射される光を通過させ、出力される前記音響波の経路を変更して前記音響波が音響測定部に入力されるようにする反射面をさらに備えることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 6】

第 2 項において、
前記第 2 シリンダーレンズが、前記対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調整できる可変焦点レンズを含むことを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

30

【請求項 7】

光入力を小口径の平行光として受けて均一なエネルギー分布を有するラインビームを生成するパウエルレンズと、
前記ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが一定な平行光を生成するレンズと、
前記平行光を通過させて対象領域にエリアフォーカシングされるようにする光経路変換部と、

前記対象領域から出力された音響波を受信する音響測定部と、を備え、
前記パウエルレンズから出力されるラインビームは一定な厚さを有し、幅が平面の中心線に対して一定な角度で拡大されるビームであり、
前記レンズは四角断面のシリンダー形状を有し、一側面から見た形状が四角形であり、他の一側面から見た形状が突出した出力終端部を有するシリンダーレンズを含み、
前記シリンダーレンズが、前記パウエルレンズから出力されるラインビームを通過させて、光の進行方向に、幅が一定であり、厚さが一定な平行光を形成することを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

40

【請求項 8】

第 7 項において、
前記光経路変換部は、前記平行光を通過させてラインベッセルビームを形成して前記シリ

50

ンダーレンズにより形成される幅と光軸方向の深さを有する四角形状の対象面積にエリアフォーカシングされるようにすることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 9】

第 7 項において、
前記光経路変換部が、
一つの前記平行光を第 1 平行光及び第 2 平行光に分離する光分離部材と、
それぞれ前記第 1 平行光及び前記第 2 平行光の光経路を変更して対象領域にエリアフォーカシングされるようにする一対の光経路変換部材と、を含むことを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 10】

10

第 9 項において、
前記光分離部材が、鋭角部が互いに接する一対のプリズムを含むことを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 11】

第 9 項において、
各々の前記光経路変換部材が、直角面が互いに対向する一対のプリズムを含むことを特徴とする音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 12】

第 9 項において、
前記音響測定部が前記一対の光経路変換部材の間に配置されることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

20

【請求項 13】

第 9 項において、
前記光分離部材が、鋭角部が互いに接する一対のプリズムを含み、
各々の前記光経路変換部材が、直各面が互いに対向する一対のプリズムを含み、
前記光分離部材及び前記光経路変換部材に含まれるプリズムのうち、少なくともいずれか一つが光経路方向に移動可能であるか、角度を調整可能にすることにより、前記対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調整できることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 14】

30

第 9 項において、
パウエルレンズによって均一なエネルギー分布を有するラインビームが、前記光分離部材によって二つの経路に分けられたビームがエリアフォーカシングされるとき、フォーカス領域の全体で均一なエネルギー分布を有することを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 15】

所定の間隔離隔してそれぞれ光入力を小口径の平行光として受けて各々のラインビームを生成する一対のパウエルレンズと、
各々の前記ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが一定であり、互いに離隔した各々の平行光を生成するシリンダーレンズと、
各々の前記平行光の光経路を変更して対象領域にエリアフォーカシングされるようにする一対の光経路変換部材と、
前記対象領域から出力された音響波を受信する音響測定部と、を備え、
前記パウエルレンズから出力されるラインビームは一定な厚さを有し、幅が平面の中心線に対して一定な角度で拡大されるビームであり、
前記レンズは四角断面のシリンダー形状を有し、一側面から見た形状が四角形であり、他の一側面から見た形状が突出した出力終端部を有するシリンダーレンズを含み、
前記シリンダーレンズが前記パウエルレンズから出力されるラインビームを通過させて、光の進行方向に、幅が一定であり、厚さが一定な平行光を形成することを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

40

50

【請求項 16】

第 15 項において、
前記音響測定部が前記一对の光経路変換部材の間に配置されることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 17】

第 15 項において、
前記一对の光経路変換部材が、互いに離隔し、直角面が互いに対向するように配置される一对のプリズムを含むことを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 18】

第 17 項において、
前記プリズムが光経路方向に移動可能であるか、角度を調整可能にすることにより、前記対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調整できることを特徴とする音響断層撮影用のプローブ。

10

【請求項 19】

第 15 項において、
前記光経路変換部は、前記平行光を通過させてラインベッセルビームを形成して前記シリンドーレンズにより形成される幅と光軸方向の深さを有する四角形状の対象面積にエリアフォーカシングされるようにすることを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

【請求項 20】

第 1 項乃至第 19 項のうち、いずれか一項において、
前記音響測定部が、複数の超音波トランスデューサが線形で配列される線形超音波トランスデューサアレイを含むことを特徴とする光音響断層撮影用のプローブ。

20

【請求項 21】

第 1 項乃至第 19 項のうち、いずれか一項の光音響断層撮影用のプローブを含む実時間光音響断層撮影装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光音響断層撮影用のプローブ及び実時間光音響断層撮影装置に係り、詳しくは、光音響効果を用いて非侵襲的に対象体の内部を映像化可能にする光音響断層撮影用のプローブ及び実時間光音響断層撮影装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

光音響断層撮影装置 (Photoacoustic Tomography Apparatus) は、光音響撮像技術 (Photoacoustic imaging) を用いて非侵襲的に (in-vivo) 対象体の内部を映像化する装置である。光音響撮像技術は、光音響効果 (Photoacoustic effect) を用いて非侵襲的に生体組織を映像化させ得る。光音響効果は、吸光物質 (生体的又は生体的なある物質) が光やラジオ波のような電磁気波を吸収して音響波 (acoustic wave) を発生させることをいう。

【0003】

この際、レーザーの短い電磁気パルスが生体組織に入射されると、エネルギーの一部が組織内の吸光物質に吸収され、熱に変換されて熱弾性膨張 (thermo-elastic expansion) を起こす。その結果、広い帯域の周波数を有する超音波が放出され、これを複数の方向で超音波トランスデューサ (transducer) を用いて測定してイメージに変換することができる。

40

【0004】

光音響断層撮影装置は、超音波映像装置と光学装備を混合して各々の欠点を相殺できる医療映像装備である。即ち、光音響断層撮影装置は、超音波映像装置の欠点である低いイメージコントラストと光学装備の欠点である短い透過深度を補完するために、光学装備と超音波装備とを融合させた装備であって、超音波より高いコントラストの映像と光学装備よ

50

り深い透過映像を提供する。

【0005】

しかしながら、従来の共焦点光音響断層撮影装置では、光をポイントで集めてスキャニング地点に照射し、ポイントから出力される超音波を獲得する方式を用いている。従って、3次元イメージを得るためには、一つの光源を移動させながらスキャニングするか、多数の光源を配列し、これを用いてスキャニングする方式を用いている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明は、少数の光入力によってライン-バイ-ラインスキャン又はエリア-バイ-エリアスキャン可能な光音響断層撮影用のポータブルプローブ及び実時間光音響断層撮影装置を提供することを目的とする。また、光源から出力されるビームのエネルギーが空間でガウス分布を通じて発生するラインビームの不均一なエネルギー分布を均一にして、撮像領域でビームエネルギーの不均一な分布による吸光物質の濃度測定の変質のない光音響断層撮影装置を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の側面による光音響断層撮影用のプローブは、光繊維から光入力を受けて小口径の平行光に進行させるレンズと、小口径の平行光を入力として受けて一定の厚さのラインビームを生成し、ラインに分布するエネルギーをラインの全体に均一にするパウエルレンズと、前記ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが減少するようにして対象領域にラインフォーカシングさせるレンズと、前記対象領域から出力された音響波を光経路から分離する音響反射ガラスと、最終的に音響の強度を測定する音響測定部と、を含むことができる。

20

【0008】

前記レンズが、光入力を通じて一定の直径の平行光を生成するコリメータを含むことができる。

【0009】

前記レンズが、前記ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが減少するようにして対象領域にラインフォーカシングさせる集光レンズをさらに含むことができる。

30

【0010】

前記パウエルレンズが、所定の間隔離隔してそれぞれ光入力を小口径の平行光として受けて各々のラインビームを生成する一対のパウエルレンズを含み、前記レンズが、各々の前記ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが一定の各々の平行光を生成する第1シリンダーレンズと、各々の前記平行光を通過させて対象領域に一つのラインビームとしてラインフォーカシングされるようにする第2シリンダーレンズと、を含むことができる。

【0011】

前記第1シリンダーレンズ及び前記第2シリンダーレンズが、各々の凸面部が互いに対向して光の進行方向の中心軸に対して90度回転する形状で配置されることができる。

40

【0012】

前記音響測定部が、前記平行光の中心線上の各々の前記平行光の間の空間を二等分する線上に配置されて暗視野照明 (dark field illumination) 構造を形成させることができる。

【0013】

前記対象領域側に配置されて、入射される前記平行光を通過させ、出力される前記音響波の経路を変更して前記音響波が音響測定部に入力されるようにする反射面をさらに備えることができる。

【0014】

前記レンズが、前記対象領域にフォーカシングされるフォーカシングの長さ及びフォーカ

50

シングの位置を調整できる可変焦点レンズ及び機構を含むことができる。

【0015】

本発明の他の側面による光音響断層撮影用のプローブは、コリメータから光入力を小口径の平行光として受けて均一なエネルギー分布 (Uniform energy distribution) を有するラインビームを生成するパウエルレンズと、前記ラインビームを通過させて幅が一定であり、厚さが一定な平行光を生成するレンズと、前記平行光を通過させて対象領域にエリアフォーカシングされるようにする光経路変換部と、前記対象領域から出力された音響波を受信する音響測定部と、を含むことができる。

【0016】

前記レンズが、凸面部が光出射側に向くように配置されるシリンダーレンズを含むことができる。

10

【0017】

前記光経路変換部が、一つの前記平行光を第1平行光及び第2平行光に分離する光分離部材と、それぞれ前記第1平行光及び前記第2平行光の光経路を変更して対象領域にエリアフォーカシングされるようにする一対の光経路変換部材と、を含むことができる。

【0018】

前記光分離部材が、鋭角部が互いに接する一対のプリズムを含むことができる。

【0019】

各々の前記光経路変換部材が、直角面が互いに対向する一対のプリズムを含むことができる。

20

【0020】

前記音響測定部が前記一対の光経路変換部材の間に配置されることができる。

【0021】

前記光分離部材が、鋭角部が互いに接する一対のプリズムを含み、各々の前記光経路変換部材が、直各面が互いに対向する一対のプリズムを含み、また、前記光分離部材及び前記光経路変換部材に含まれるプリズムが光経路方向に移動可能であるか、角度を調整してフォーカシング位置を調節することができる。

【0022】

本発明の他の側面による光音響断層撮影用のプローブは、所定の間隔離隔してそれぞれコリメータから光入力を小口径の平行光として受けて各々の均一なエネルギー分布を有するラインビームを生成する一対のパウエルレンズと、各々の前記ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが一定であり、互いに離隔した各々の平行光を生成するシリンダーレンズと、各々の前記平行光の光経路を変更して対象領域にエリアフォーカシングされるようにする一対の光経路変換部材と、前記対象領域から出力された音響波を受信する音響測定部と、を含むことができる。

30

【0023】

前記音響測定部が前記一対の光経路変換部材の間に配置されることができる。

【0024】

前記一対の光経路変換部材が、互いに離隔し、直角面が互いに対向するように配置されることができる。

40

【0025】

前記プリズムが光経路方向に移動可能であるか、角度を調整してフォーカシング位置を調節することができる。

【0026】

本発明の他の側面による光音響断層撮影用のプローブは、コリメータから光入力を小口径の平行光として受けてラインビームを生成し、ラインの全体にビームエネルギーを均一に分布させるパウエルレンズと、前記ラインビームを対象領域にラインフォーカシング又はエリアフォーカシングされるように照射する少なくとも一つ以上のレンズと、前記対象領域から出力された音響波を受信する音響測定部と、を含むことができる。

【0027】

50

前記音響測定部が前記フォーカシングされる光と干渉されない位置に配置されることができ

【0028】

前記音響測定部が、複数の超音波トランスデューサが線形で配列される線形超音波トランスデューサアレイを含むことができる。

【0029】

本発明の他の側面による光音響断層撮影装置は、本発明の光音響断層撮影用のプローブを含むことができる。

【発明の効果】

【0030】

本発明によれば、少数の光入力によってライン-バイ-ラインスキャン又はエリア-バイ-エリアスキャンを可能にすることによって、簡単な装置で広い領域に対して迅速なイメージを獲得可能にする。また、ライン又はエリアスキャン領域にエネルギーを均一に照射させて撮像領域における均一な映像の獲得を可能にする。

【図面の簡単な説明】

【0031】

本明細書において添付する次の図面は、本発明の好ましい実施例を例示するためのものであって、発明の詳細な説明と共に本発明の技術思想を一層理解させる役割を果たすので、本発明は参照図面に記載された事項だけに限定されて解釈されてはいけない。

【0032】

【図1】図1は、本発明の一実施例による実時間光音響断層撮影装置を概略的に示した図である。

【0033】

【図2】図2は、本発明の一実施例による光音響断層撮影用のプローブを概略的に示した図である。

【0034】

【図3】図3は、本発明の他の実施例による光音響断層撮影用のプローブの内部構成を概略的に示した図である。

【0035】

【図4】図4は、本発明の他の実施例による光音響断層撮影用のプローブの内部構成を概略的に示した図である。

【0036】

【図5】図5は、本発明の他の実施例による光音響断層撮影用のプローブの内部構成を概略的に示した図である。

【0037】

【図6】図6は、本発明の他の実施例による光音響断層撮影用のプローブの内部構成を概略的に示した図である。

【0038】

【図7】図7は、本発明の一実施例による光音響断層撮影用のプローブの実際例示写真である。

【0039】

【図8】図8は、本発明の一実施例による光音響断層撮影用のプローブの実際例示写真であって、ラインフォーカシングを示す例である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

以下、図面を参照して本発明をより詳しく説明する。本発明においては、図面に示した光音響断層撮影用のプローブ及び実時間光音響断層撮影装置を例として説明するが、本発明は、図面に示した光音響断層撮影用のプローブ及び実時間光音響断層撮影装置に限定されるものではない。以下、説明する相異なる実施例で同じ又は類似した機能を行う構成要素に対しては同じ又は類似した名称を付して、その説明を互いに参照する。

10

20

30

40

50

【0041】

図1には、本発明の一実施例による実時間光音響断層撮影装置1が示されている。図2には、本発明の一実施例による光音響断層撮影のための光音響プローブ10が示されており。図7と図8は、光音響プローブ10を実際に具現した状態を示す。

【0042】

図面を参照すると、光音響断層撮影装置1は、光音響プローブ10、レーザー生成部20、及び光音響制御部30を含むことができる。

【0043】

光音響プローブ10は、レーザー生成部20から入力されたレーザービームを撮影対象2に照射し、撮影対象2から出力された音響波を受信して光音響制御部30に出力する。光音響プローブ10は、図3乃至図6のうちいずれか一つに示された内部構成を有する光学設計を通じて具現できる。

10

【0044】

レーザー生成部20は、短波長、多波長、又は、波長可変パルスレーザーを生成することができる。レーザー生成部20は、特定の波長成分、又は、その成分を含む単色光を発生させる半導体レーザー(LD)、発光ダイオード(LED)、個体レーザー、又は、ガスレーザーなど、各種のレーザーソースを含んで具現できる。この際、レーザー生成部は、相異なる波長を有する複数のレーザーソースを含んで具現できる。

【0045】

レーザー生成部20は、撮影対象2に対応する波長の光を出力することができる。このために、レーザー生成部20が光音響制御部30に連結され、光音響制御部30を通じて使用者入力を受けて光出力時点を音響測定時点に同期化させるか、レーザー生成部20を通じて使用者入力を受けて音響測定時点を光出力時点に同期化させることができる。

20

【0046】

光音響制御部30は、光音響プローブ10を通じて収集された光音響信号を受信して光音響映像に変換することができる。光音響制御部30は、ディスプレイ部31を含み、ディスプレイ部31には、光音響信号から生成された光音響映像が表示されることができる。さらに、ディスプレイ部31には、光音響映像の生成と関連した装置の作動、進行状況、及び、使用者入力事項などに関連した様々な情報のディスプレイが可能である。

【0047】

また、光音響制御部30には、使用者の入力を受けることのできる各種形態の使用者入力部が備えられる。この際、使用者入力部を通じて入力される使用者入力事項が、ディスプレイ部31を通じて表示されることができる。

30

【0048】

一方、レーザー生成部20は、レーザーソース、減衰機、及び、連結端子を含むことができる。レーザーソースは、撮影対象物に対応する各種波長のレーザービームを生成することができる。減衰機は、レーザーソースから生成されたレーザービームの強度を撮影目的に適した強度に減衰させ得る。連結端子を通じて光繊維が連結され、光繊維を通じて平行光線束を形成するコリメータを通じて光音響プローブに連結されることができる。

【0049】

この際、レーザーの短い電磁気パルスが撮影対象物である生体組織に入射されると、エネルギーの一部分が組織内の吸光物質に吸収され、熱に変換されて熱弾性膨張を起こす。その結果、広い帯域の周波数を有する超音波が放出され、これを超音波トランスデューサのような音響測定部を通じて測定し、測定された信号を光音響制御部に伝送して光音響制御部で測定対象となる生体組織のイメージを生成することができる。

40

【0050】

通常の光学映像装置の場合、浸透の深さを深くするために波長を伸ばすと、解像度が低下することがある。しかしながら、光音響断層撮影装置1は、光を照射して超音波信号を測定するので、解像度の低下無しに浸透の深さを深くすることができる。

【0051】

50

レーザー生成部 20 には、撮影しようとする目標対象吸光物質の吸収係数に適した波長帯の光を生成して対象領域に照射して目標対象の光音響イメージを得ることができる。この際、複数の目標対象に対する映像を得ようとする、各々に対応する複数の波長帯の光を順次に照射することにより、各々の目標対象に対する映像を共に得ることができる。

【0052】

光音響プローブ 10 は、本体 11、音響測定部 12、及び、光繊維連結部 13 を含むことができる。本体 11 の内部には、本発明によって光繊維から出た光をコリメータを用いて小口径の平行光に変換させた後、ラインビームを生成して対象領域にラインフォーカシング (line focusing) 又はエリアフォーカシング (area focusing) されるようにする光学設計による構成及び配置が含まれている。その光学設計による構成及び配置の具体的な実施例が、図 3 乃至図 6 に示されている。従って、光音響断層撮影装置は、図 3 乃至図 6 に示された光音響プローブ 10 の技術的特徴及び効果をすべて有する。

10

【0053】

本体 11 には光繊維連結部 13 を通じてレーザー生成部 20 から生成されたレーザービームの伝送される光繊維が連結される。本体 11 は、光繊維及び光繊維連結部 13 を通じてレーザー生成部 20 から生成されたレーザービームを平行光に変換して対象領域にラインフォーカシング (line focusing) 又はエリアフォーカシング (area focusing) されるようにする。光繊維連結部 13 には、光繊維の終端にコリメータを置いて光繊維から出た光が本体 11 内で限りなく拡散されないように平行光を作成して進行するようにする。但、本発明はこれに限定されるものではなく、そのような機能を行う様々な部材が用いられることができる。

20

【0054】

音響測定部 12 は、対象領域に照射されたレーザービームにより生成される音響波を測定するものであって、超音波トランスデューサが用いられることができる。この際、音響測定部 12 は、レーザービームがラインフォーカシング (line focusing) 又はエリアフォーカシング (area focusing) されて出力する音響波を効果的に測定できるように、複数の超音波トランスデューサが線形で配列される線形超音波トランスデューサアレイとなり得る。即ち、音響測定部 12 は、線形超音波トランスデューサアレイによってライン又はエリア単位で出力される音響波を線形で受信できるので、広い領域に対して迅速なイメージを獲得することができる。

30

【0055】

本発明によれば、少数の光入力によってライン-バイ-ラインスキャン又はエリア-バイ-エリアスキャンを可能にすることによって、簡単な装置で広い領域に対して迅速なイメージを獲得することができる。

【0056】

このために、光音響プローブ 10 は、コリメータ 13 と、パウエルレンズ 15 と、レンズ 16 と、音響測定部 12 と、を含むことができる。

【0057】

コリメータ 13 は、光繊維から拡散されたビームを一定の直径を有する平行光線束に変換して光を進行させる。パウエルレンズ 15 は、光入力を小口径の平行光として受けて一定な厚さを有するラインビームを生成することができる。レンズ 16 は、対象領域にラインフォーカシング又はエリアフォーカシングされるように照射することができる。音響測定部 12 は、対象領域からラインビームの照射によって出力される音響波を受信することができる。

40

【0058】

コリメータ 13 は、光繊維から出た光を平行光線束に形成するものであって、光繊維から出た光が限りなく拡散されることを防止し、パウエルレンズ 15 に入るビームのサイズを一定に維持させて光学設計が維持されるようにする。

【0059】

パウエルレンズ 15 は、小口径の平行光を受けて一定の厚さを有しながら均一な強度を有

50

するラインビームを形成することができる。この場合、ラインビームは、光が進行する方向に垂直な面に実質的に均一な強度でラインフォーカシングされるビームとなり得る。

【0060】

即ち、光音響プローブ10は、パウエルレンズ15を用いた光学設計を適用することにより、撮像領域に均一なエネルギーの強度で光を照射することができる。従って、光音響プローブ10によって吸光物質の濃度の歪みのない定量的映像の獲得が可能になって、対象領域に対してより正確かつ精密なイメージを得ることができるようになる。

【0061】

レンズ16は、対象領域にラインフォーカシング又はエリアフォーカシングされるように照射可能にするためのものであって、様々な形状、構造、配置を有する少なくとも一つ以上のレンズが含まれることができる。こり際、レンズは、入射される光経路を変換する部材であって、様々な形状を有する一つ又は複数個が組み合わされて使用され得る。

10

【0062】

一方、光音響プローブ10は、ラインビームが対象領域にフォーカシングされる組織内の深さを調節できる構成又は構造を有することができる。従って、焦点の結ばれる対象領域の深さ又は大きさなどを自在に調節可能にすることによって、光音響プローブ10の動きを最小化しながら、対象領域に対する光音響イメージを容易に得ることができる。

【0063】

このために、組織内のフォーカシングの深さを調節できる構造を具現するための様々な実施例が可能である。一実施例として、レンズ16が光経路方向に前進又は後退しながらその位置を変更することによって、組織内のフォーカシングの深さを調節することができる。他の実施例として、レンズ16として可変焦点レンズが用いられることができる。この場合、液体レンズのようにレンズの屈折力を調節するなど、通常の焦点調節メカニズムを用いて焦点調節構造を容易に具現することができる。

20

【0064】

他の実施例として、光経路変換のために用いられるプリズムの位置を調整するか、プリズムの角度を調節することによって、組織内のフォーカシングの深さを調節できる構造を具現することができる。

【0065】

この際、フォーカシングの深さ調節部は、光音響制御部30と連結されて光音響制御部30によって制御されることができる。この際、光音響制御部30を通じて使用者入力を受けて使用者入力によって組織内のフォーカシングの深さが調節されうる。

30

【0066】

一方、音響測定部12は、対象領域に照射される光と干渉されない位置に配置されることが好ましい。このために、音響測定部12は、対象領域に照射される光の光経路に対して設定された角度、例えば、90度又は180度となる位置に配置されることができる。この場合、水のような媒質でのみ進行できる音響波の性質を用いて、反射面17が光音響プローブ10の対象領域側の端部に配置されることができる。反射面17は、入射される光は通過させ、出力される音響波だけを反射させて移動経路を変更して音響波が音響測定部12に入力されるようにすることができる。

40

【0067】

図3には、第1実施例による光音響断層撮影のための光音響プローブ100の内部構成が示されている。図面には、光繊維入力部内のコリメータ13により形成された小口径の平行光がラインビームに変換されて対象領域にラインフォーカシングされる実施例が示されている。ここで、図面の上側に光学系の平面図が示されており、図面の下側には平面図に対して90度回転した面に対する側面図が示されている。

【0068】

図面を参照すると、光音響プローブ100は、パウエルレンズ110と、集光レンズ120と、音響測定部130と、を含むことができる。

【0069】

50

パウエルレンズ１１０は、コリメータから平行光を受けて一定な厚さを有するラインビームを生成することができる。集光レンズ１２０は、ラインビームを通過させて光が進行する方向に、幅が一定であり、厚さが減少するようにして対象領域にラインフォーカシングされるようにする。音響測定部１３０は、対象領域から出力された音響波を受信することができる。

【００７０】

パウエルレンズ１１０は、コリメータから平行光を受けて一定な厚さを有するラインビームを生成することができる。この際、ラインビームは、一定の厚さを有し、幅が平面の中心線に対して一定の角度で拡大され、光の進行方向に垂直な面に実質的に均一な強度で入射されるビームとなり得る。

10

【００７１】

光音響プローブ１００は、パウエルレンズを用いた光学設計を適用することによって、撮像領域に均一なエネルギーの強度で光を照射することができる。これにより、対象領域で吸光物質の濃度の歪みのないイメージを獲得することができる。従って、光音響プローブ１００により定量的な映像の獲得が可能になって、対象領域に対してより正確かつ精密なイメージを得ることができる。

【００７２】

集光レンズ１２０から生成されるビームは、平面上、幅が一定であり、光の進行方向に厚さが一定な比率で減少するものであって、撮影しようとする対象領域にラインフォーカシングされることことができる。

20

【００７３】

この際、集光レンズ１２０は、光経路方向に前進又は後退しながらその位置を変更することによって、組織内のフォーカシングの深さを調節できる。また、集光レンズ１２０は、可変焦点レンズを含むことができる。この場合、通常の焦点調節メカニズムを用いて焦点調節構造を容易に具現することができる。

【００７４】

この際、光音響プローブ１００は、ラインビームが対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調節できる構成又は構造を有することによって、対象領域の深さ又は大きさなどを自在に調節可能にして、光音響プローブ１００の動きを最小化しながら、対象領域の各深さに対する光音響イメージを容易に得ることができる。

30

【００７５】

これにより、ラインスキャンを用いても光音響プローブ１００の動きを最小化しながら、対象領域に対する３次元映像を得ることができる。

【００７６】

一方、音響測定部１３０は、対象領域から出力された音響波を受信する超音波トランスデューサ（transducer）を含むことができる。この際、音響測定部１３０は、レーザービームがラインフォーカシング（line focusing）されて吸光物質が膨張するとき、出力する音響波を効果的に測定できるように、複数の超音波トランスデューサが線形に配列される線形超音波トランスデューサアレイ（linear ultrasonic transducer array）となり得る。即ち、音響測定部１３０は、線形超音波トランスデューサアレイによってライン単位で出力される音響波を線形で受信するので、広い領域に対して迅速なイメージを獲得することができる。これにより、実時間光音響断層撮影装置を容易に具現することができる。

40

【００７７】

反射面１４０は、対象領域側に配置されて、入射される平行光を通過させ、出力される音響波の経路を変更して音響波が音響測定部に入力されるようにすることができる。この場合、音響測定部１３０は、対象領域に照射される光と干渉されない位置に配置され得る。ここで、一方向から入射する光は通過させ、その反対方向から入射される音響波は反射させる手段として反射面１４０が用いられた。但、本発明はこれに限定されず、そのような機能を行う様々な部材が用いられることができる。

【００７８】

50

図4には、第2実施例による光音響断層撮影のための光音響プローブ200の内部構成が示されている。図面には、一对の光繊維入力部を通じて小口径の平行光として入力されて各々ラインビームに変換され、対象領域に一つのラインとしてラインフォーカシングされる実施例が示されている。ここで、図面の上側に光学系の平面図が示されており、図面の下側には平面図に対して90度回転した面に対する側面図が示されている。

【0079】

図面を参照すると、光音響プローブ200は、一对のパウエルレンズ210と、第1シリンダーレンズ221と、第2シリンダーレンズ222と、音響測定部230と、を含むことができる。

【0080】

パウエルレンズ210は、所定の間隔離隔してそれぞれ平行光を受けて一定な厚さを有する各々のラインビームを生成するものであって、一对が備えられることができる。第1シリンダーレンズ221は、各々のラインビームを通過させて、光の進行方向に、幅が一定であり、厚さが一定な各々の平行光を生成することができる。第2シリンダーレンズ222は、各々の平行光を通過させて対象領域に一つのラインビームとしてラインフォーカシングされるようにすることができる。音響測定部230は、対象領域から出力された音響波を受信することができる。

【0081】

パウエルレンズ210は一对が備えられ、一对の小口径の平行光がそれぞれ光繊維によって光繊維入力部を通じて入力されて、それぞれラインビームに変換されるようにする。この際、各々のラインビームは、一定の厚さを有し、幅が平面の中心線に対して一定な角度で拡大されるものであって、光の進行方向に垂直な面に実質的に均一な強度で入射されるビームとなり得る。

【0082】

光音響プローブ200は、パウエルレンズを用いた光学設計を適用することによって、撮像領域に均一なエネルギーの強度で光を照射することができる。これにより、対象領域で吸光物質の濃度の歪みのないイメージを獲得することができる。従って、光音響プローブ200によって定量的な映像の獲得が可能になって、対象領域に対してより正確かつ精密なイメージを得ることができる。

【0083】

第1シリンダーレンズ221は、各々のラインビームを通過させて各々の平行光を生成し、第2シリンダーレンズ222は、各々の平行光を通過させて対象領域に一つのラインビームとしてラインフォーカシングされるようにすることができる。このために、第1シリンダーレンズ221及び第2シリンダーレンズ222が、各々の凸面部が互いに対向して光の進行方向の中心軸に対して90度回転する形状で配置されることができる。

【0084】

ここで、第1シリンダーレンズ221及び第2シリンダーレンズ222としては、それぞれ一側から見た面が突出した凸面部を有するシリンダーレンズが用いられることができる。但、本発明はこれに限定されず、第1シリンダーレンズ221及び第2シリンダーレンズ222の機能が遂行できれば、様々なレンズの適用が可能である。

【0085】

この場合、互いに隔離した二つの光学ビームが光学系を通じて会って一つのラインとしてフォーカシングされるので、二つの光学ビームの間の空間によって暗視野照明 (dark field illumination) が可能になる。図3のような明視野照明 (bright field illumination) では、光が光軸に沿って進行しながらフォーカシングされる前にも組織を照らし、その領域で超音波が発生するので、これがノイズとして作用する。従って、暗視野照明を用いると、向上した信号対雑音比 (SNR) を得ることができ、対象領域に対してより正確な光音響映像を得ることができる。

【0086】

さらに、各々の平行光が互いに隔離しているため、その隔離した間の空間に音響測定部2

10

20

30

40

50

30が配置されることができる。この場合、音響測定部230が光音響プローブ200の内部空間に配置されうるので、光音響プローブ200を小型化する利点がある。

【0087】

この際、音響測定部230が、平行光の中心線上の各々の平行光の間の空間を二等分する線上に配置されることができる。

【0088】

一方、第2シリンダーレンズ222によって互いに離隔した平行光を変換して対象領域に一つのラインビームとしてラインフォーカシングされるようにすることができる。この際、第2シリンダーレンズ222が、光経路の方向に前進又は後退しながらその位置を変更することにより、組織内のフォーカシングの深さを調節することができる。また、第2シリンダーレンズ222として可変焦点レンズを含むことができる。この場合、通常の焦点調節メカニズムを用いて焦点調節構造を容易に具現することができる。

10

【0089】

この際、光音響プローブ200は、ラインビームが対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調節できる構成又は構造を有することによって、対象領域の深さ又は大きさなどを自在に調節可能にして、光音響プローブ200の動きを最小化しながら対象領域に対する光音響イメージを容易に得ることができる。

【0090】

さらに、対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調節することによって、ラインスキャンを用いても光音響プローブ200の動きを最小化しながら対象領域に対する3次元映像を得ることができる。

20

【0091】

対象領域から出力された音響波を受信する音響測定部230としては、図3に示した実施例と同じ技術の音響測定部230が適用されることができる。従って、これを参照し、その詳細な説明は省略する。

【0092】

反射面240は、対象領域側に配置され、入射される平行光を通過させ、出力される音響波の経路を変更して音響波が音響測定部に入力されるようにすることができる。この場合、音響測定部230は、対象領域に照射される光と干渉されない位置に配置されることができる。ここで、一方向から入射する光は通過させ、その反対方向から入射される音響波は反射させる手段として反射面240が用いられた。但、本発明はこれに限定されず、そのような機能を行う様々な部材が用いられることができる。

30

【0093】

図5には、第3実施例による光音響断層撮影のための光音響プローブ300の内部構成が示されている。図面には、小口径の平行光が光繊維によって光繊維入力部を通じて入力されてラインビームに変換され、一つの平行光が二つの平行光に分離され、対象領域で一つの領域としてエリアフォーカシングされる実施例が示されている。ここで、図面の上側に光学系の平面図が示されており、図面の下側には平面図に対して90度回転した面に対する側面図が示されている。

【0094】

図面を参照すると、光音響プローブ300は、パウエルレンズ310と、シリンダーレンズ320と、光経路変換部340と、音響測定部330と、を含むことができる。

40

【0095】

パウエルレンズ310は、光入力を小口径の平行光として受けて一定な厚さを有するラインビームを生成することができる。シリンダーレンズ320は、ラインビームを通過させて、光の進行方向に、幅が一定であり、厚さが一定な平行光を生成することができる。光経路変換部340は、平行光を通過させて対象領域にエリアフォーカシングされるようにすることができる。音響測定部330は、対象領域から出力された音響波を受信することができる。

【0096】

50

小口径の平行光を受けてラインビームを生成するパウエルレンズ 310 としては、図 3 に示した実施例と同じ技術のパウエルレンズ 310 が適用されることができる。従って、これを参照し、その詳細な説明は省略する。

【0097】

シリンダーレンズ 320 は、凸面部が光出射側に向くように配置されて、ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さが一定な平行光を生成することができる。シリンダーレンズは、光出射側が平面上形状が凸面部となるように、配置されることができる。

【0098】

入力される平行光の光経路を変換して対象領域にエリアフォーカシングする光経路変換部 340 は、光分離部材 341 と、一对の光経路変換部材 342、343 と、を含むことができる。光分離部材 341 は、一つの平行光を第 1 平行光及び第 2 平行光に分離することができる。一对の光経路変換部材 342、343 は、それぞれ第 1 平行光及び第 2 平行光の光経路を変更して対象領域にエリアフォーカシングされるようにすることができる。

10

【0099】

この際、図面に示したような光学設計によってラインベッセルビーム (line bessell beam) を具現することによって、焦点深度 (Depth of focus) を拡大させることができ、これにより、面積単位のスキャン方式を具現することができる。従って、映像獲得速度を著しく増加させる。

【0100】

この場合、互いに離隔した二つの光学ビーム (第 1 平行光と第 2 平行光) が光学系を通じて会って一つの領域としてフォーカシングされるので、二つの光学ビームの間の空間によって暗視野照明 (dark field illumination) が可能になる。従って、明視野照明 (bright field illumination) 時に生じるノイズが除去されて向上した信号対雑音比 (SNR) を得ることができる。従って、対象領域に対してより正確な光音響映像を得ることができる。

20

【0101】

この際、光分離部材 341 は、最も厚さの薄い角に当たる鋭角部が互いに接する一对のプリズムを含むことができる。各々の光経路変換部材 342、343 は、直角面が互いに対向する一对のプリズムを含むことができる。ここで、光分離部材 341 及び/又は光経路変換部材 342、343 がプリズムで具現されるようにすることによって、光学系を容易に具現できる。

30

【0102】

分離部材 341 及び/又は光経路変換部材 342、343 の光経路変換のために用いられるプリズムの位置を調整するか、プリズムの角度を調節することによって、組織内のフォーカシングの深さを調節できる構造を具現することができる。

【0103】

この際、光音響プローブ 300 は、ラインビームが対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調節できる構成又は構造を有することによって、対象領域の深さを自在に調節可能にして、光音響プローブ 300 の動きを最小化しながら、対象領域に対する光音響イメージを容易に得ることができる。

40

【0104】

また、対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調節することによって、エリアスキャンを用いて光音響プローブ 300 の動きを最小化しながら、対象領域に対する 3 次元映像を得ることができる。

【0105】

さらに、第 1 平行光と第 2 平行光が互いに離隔しているので、その離隔した間の空間に音響測定部 330 が配置されることができる。この場合、音響測定部 330 が光音響プローブ 300 の内部空間に配置されうるので、光音響プローブ 300 を小型化させる利点がある。

【0106】

50

この際、音響測定部 330 が、平行光の中心線上の各々の平行光の間の空間を二等分する線上に配置されることができる。

【0107】

この際、音響測定部 330 が、互いに離隔した一对の光経路変換部材 342、343 の間に配置されることができる。この場合、光音響プローブ 300 の内部の空間をより効果的に用いることができる。

【0108】

音響波を受信する音響測定部 330 としては、図 3 に示した実施例と同じ技術の音響測定部 330 が適用されることができる。従って、これを参照し、その詳細な説明は省略する。

10

【0109】

図 6 には、第 4 実施例による光音響断層撮影のための光音響プローブ 400 の内部構成が示されている。図面には、一对の小口径の平行光が光繊維によって光繊維入力部を通じて入力されてそれぞれラインビームに変換され、対象領域で一つの領域としてエリアフォーカシングされる実施例が示されている。ここで、図面の上側に光学系の平面図が示されており、図面の下側には平面図に対して 90 度回転した面に対する側面図が示されている。

【0110】

図面を参照すると、光音響プローブ 400 は、一对のパウエルレンズ 410 と、シリンダーレンズ 420 と、一对の光経路変換部材 440 と、音響測定部 430 と、を含むことができる。

20

【0111】

一对のパウエルレンズ 410 は、所定の間隔離隔してそれぞれ光入力を小口径の平行光として受けて一定な厚さを有する各々のラインビームを生成することができる。シリンダーレンズ 420 は、各々のラインビームを通過させて、光の進行方向に、幅が一定であり、厚さが一定であり、互いに離隔した各々の平行光を生成することができる。一对の光経路変換部材 440 は、各々の平行光の光経路を変更して対象領域にエリアフォーカシングされるようにできる。音響測定部 430 は、対象領域から出力された音響波を受信することができる。

【0112】

小口径の平行光を受けてラインビームを生成する一对のパウエルレンズ 410 としては、図 4 に示した実施例と同じ技術のパウエルレンズ 410 が適用されることができる。従って、これを参照し、その詳細な説明は省略する。

30

【0113】

シリンダーレンズ 420 は、凸面部が光出射側に向くように配置され、ラインビームを通過させて、幅が一定であり、厚さも一定な平行光を生成できる。シリンダーレンズは、光出射側が平面上形状が凸面部となるように、配置されることができる。シリンダーレンズ 420 には、二つのラインビームがそれぞれ通過して上下に所定の間隔離隔した平行光を生成することができる。

【0114】

一对の光経路変換部材 440 は、互いに離隔し、直角面が互いに対向するように配置される一对のプリズムを含むことができる。従って、光経路変換部材 440 がプリズムとして具現されるようにすることによって、光学系を容易に具現できる。

40

【0115】

この際、図面に示したような光学設計によってラインベッセルビーム (line bessell beam) を具現することによって、焦点深度 (Depth of focus) を拡大させることができる。これにより、面積単位スキャン方式を具現できて映像獲得速度を著しく増加させうる。

【0116】

この場合、互いに離隔した二つの平行光がプリズムを通じて会って一つの領域にフォーカシングされるので、二つの光学ビームの間の空間によって暗視野照明 (dark field illumination) が可能になる。従って、明視野照明 (bright field illumination) 時に発生す

50

るノイズが除去されて向上した信号対雑音比（S N R）を得ることができる。従って、対象領域に対してより正確な光音響映像を得ることができる。

【0117】

光経路変換部材440の光経路変換のために用いられるプリズムの位置を調整するか、プリズムの角度を調節することによって、組織内のフォーカシングの深さを調節できる構造の具現が可能である。

【0118】

この際、光音響プローブ400は、ラインビームが対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調節できる構成又は構造を有することによって、対象領域の深さを自在に調節可能にして、光音響プローブ400の動きを最小化しながらも、対象領域に対する光音響イメージを容易に得ることができる。

10

【0119】

また、対象領域にフォーカシングされる組織内のフォーカシングの深さを調節することによって、エリアスキャンを用いて光音響プローブ400の動きを最小化しながら、対象領域に対する3次元映像を得ることができる。

【0120】

さらに、平行光が互いに離隔しているので、その離隔した間の空間に音響測定部430が配置されることができる。この場合、音響測定部430が光音響プローブ400の内部空間に配置され得るので、光音響プローブ400を小型化させる利点がある。

【0121】

この際、音響測定部430が、平行光の中心線上の各々の平行光の間の空間を二等分する線上に配置されることができる。

20

【0122】

この際、音響測定部430が、互いに離隔した一対のプリズム440の間に配置されることができる。この場合、光音響プローブ400の内部の空間をより効率的に利用できる。

【0123】

音響波を受信する音響測定部430としては、図5に示した実施例と同じ技術の音響測定部430を適用できる。従って、これを参照し、その詳細な説明は省略する。

【0124】

本発明によれば、少数の光入力によってライン-バイ-ラインスキャン又はエリア-バイ-エリアスキャンを可能にすることによって、簡単な装置で広い領域に対して迅速なイメージを獲得することができる。

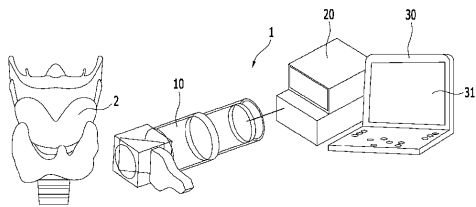
30

【0125】

以上、発明の好ましい実施例及び応用例について示して説明したが、本発明は上述した特定の実施例及び応用例に限定されず、請求範囲で請求する本発明の要旨を外れることなく、当該発明の属する技術分野において通常の知識を持つ者により様々な変形実施が可能なのは明らかであり、このような変形実施が本発明の技術的思想や見通しから個別的に外れるものと理解されてはいけない。

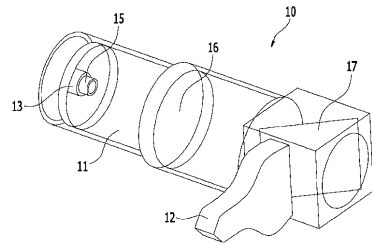
【図 1】

[図1]



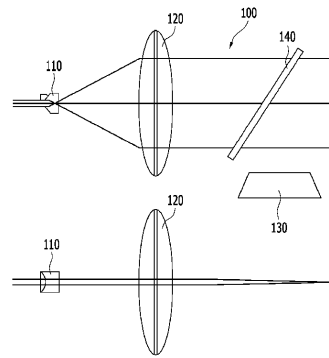
【図 2】

[図2]



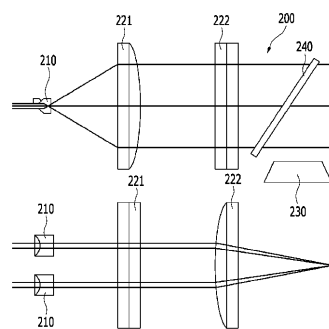
【図 3】

[図3]



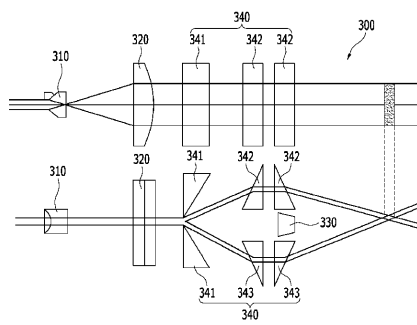
【図 4】

[図4]



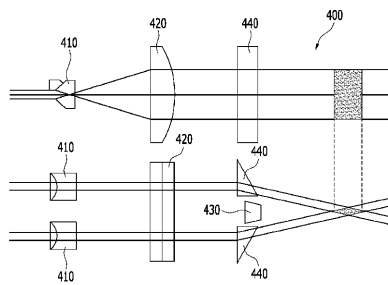
【図 5】

[図5]



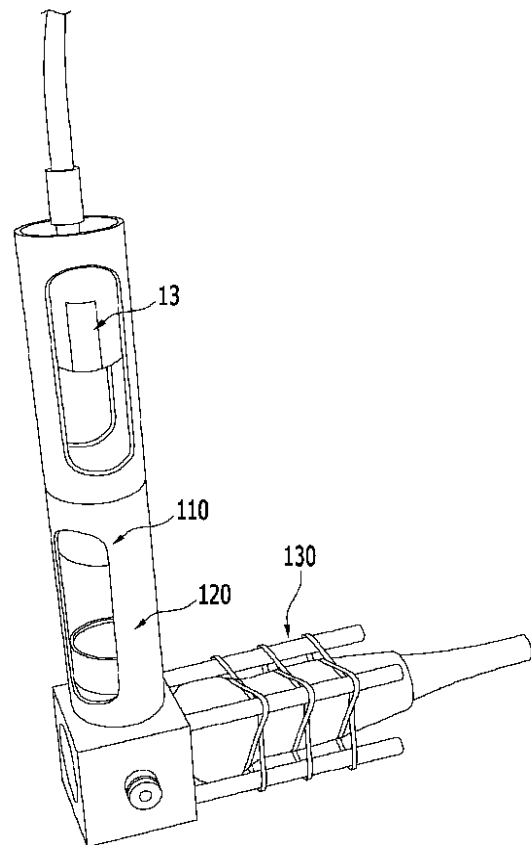
【図 6】

[図6]



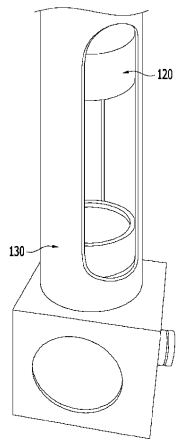
【図 7】

[図7]



【図 8】

[5-8]



フロントページの続き

(74)代理人 100196139

弁理士 相田 京子

(72)発明者 オク チョホ

大韓民国 49267 釜山広域市 西区 甘川路 262

(72)発明者 バク ウンギ

大韓民国 49267 釜山広域市 西区 甘川路 262

(72)発明者 バク ジョンウン

大韓民国 48513 釜山広域市 南区 龍沼路 45

(72)発明者 アン エチャン

大韓民国 48513 釜山広域市 南区 龍沼路 45

審査官 永田 浩司

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0002837 (US, A1)

欧州特許出願公開第02594981 (EP, A2)

米国特許第04826299 (US, A)

特開昭64-046644 (JP, A)

パウエルレンズ, 日本, 2014年11月 2日, [オンライン], [検索日:2019.10.24], インターネット:<URL:http://luminex.co.jp/products/products04/products04_40.html>

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A61B 8/00 - 8/15