

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6655019号
(P6655019)

(45) 発行日 令和2年2月26日(2020.2.26)

(24) 登録日 令和2年2月4日(2020.2.4)

(51) Int.Cl.

F 1

A61B	1/00	(2006.01)	A 61 B	1/00	7 3 1
G01N	21/27	(2006.01)	G 01 N	21/27	A
G02B	23/24	(2006.01)	G 01 N	21/27	B
G02B	6/00	(2006.01)	G 02 B	23/24	B
			G 02 B	6/00	B

請求項の数 13 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2016-549309 (P2016-549309)
 (86) (22) 出願日 平成27年1月30日 (2015.1.30)
 (65) 公表番号 特表2017-506531 (P2017-506531A)
 (43) 公表日 平成29年3月9日 (2017.3.9)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2015/013788
 (87) 國際公開番号 WO2015/116939
 (87) 國際公開日 平成27年8月6日 (2015.8.6)
 審査請求日 平成30年1月30日 (2018.1.30)
 (31) 優先権主張番号 61/934,464
 (32) 優先日 平成26年1月31日 (2014.1.31)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73) 特許権者 592017633
ザ ジェネラル ホスピタル コーポレーション
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 ボストン フルーツ ストリート 55
(73) 特許権者 596130705
キヤノン ユースエイ、インコーポレイテッド
CANON U. S. A., INC
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 117
47, メルビル, ワン キヤノン パーク
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康徳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プローブ及びスペクトル符号化プローブ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プローブであって、
導波路構成部と、
集光構成部と、
第一の格子パターンおよび第二の格子パターンを備える格子構成部と、
組織から反射した反射光が、前記格子構成部を通過することなく入射するように位置決めされている検出用光ファイバーと、
を備え、

前記導波路構成部は、第一の波長を有する光と、第二の波長を有する光が導波路要素から伝搬を生じるように構成されており、前記集光構成部および導波路構成部は光を前記格子構成部に入射させ、

前記格子構成部は、前記第二の波長を有する光が前記第二の格子パターンで回折される位置と実質的に同じ位置に、前記第一の波長を有する光が前記第一の格子パターンで回折されるように、構成されているプローブ。

【請求項 2】

前記第一の格子パターンと第二の格子パターンは異なる溝密度を有するように構成されている請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 3】

前記第一の格子パターンと前記第二の格子パターンは互いに実質的に平行に構成されて

10

20

いる請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 4】

前記格子構成部は、前記第一の波長の回折光および前記第二の波長の回折光と実質的に同じ位置に、第三の波長を有する光が第三の格子パターンにより回折されるように、構成されている請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 5】

前記第一の格子パターンと前記第二の格子パターンと前記第三の格子パターンとは互いに、実質的に平行に構成されている請求項 4 に記載のプローブ。

【請求項 6】

前記第一の格子パターンと第二の格子パターンとは少なくともそれぞれ 2 回、前記格子構成部上において繰り返される請求項 1 に記載のプローブ。 10

【請求項 7】

検出用導波路を更に備える請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 8】

前記検出用導波路の前部に設けられた前記格子構成部の一部は、少なくともそれぞれ 2 回繰り返される前記第一の格子パターンと前記第二の格子パターンを有する請求項 7 に記載のプローブ。

【請求項 9】

前記検出用導波路に入射する光の画角は、前記第一の波長を有する回折光および前記第二の波長を有する回折光の画角よりも小さい請求項 7 に記載のプローブ。 20

【請求項 10】

組織から反射した反射光を反射し、または、前記検出用導波路に入射する前に前記反射光を傾けるように配置された光学素子を更に備える請求項 7 に記載のプローブ。

【請求項 11】

前記検出用導波路は、前記検出用光ファイバーの検出野が前記プローブの照射野と重なるように構成された角度研磨された光ファイバーを備える請求項 7 に記載のプローブ。

【請求項 12】

前記第一の格子パターンの溝密度と前記第二の格子パターンの溝密度は、互いに少なくとも 200 ライン/mm 異なる請求項 2 に記載のプローブ。

【請求項 13】

スペクトル符号化プローブであって、

励起光ファイバーと、

集光構成部と、

第一の格子パターンおよび第二の格子パターンを備え、前記第一の格子パターンは前記第二の格子パターンとは異なる格子構成部と、

組織から反射した反射光が、前記格子構成部を通過することなく入射するように位置決めされている検出用光ファイバーと、を備え、

前記励起光ファイバーは、第一の波長を有する光と、第二の波長を有する光が導波路要素から伝搬を生じるように構成されており、前記集光構成部および励起光ファイバーは光を前記格子構成部に入射させ、

前記格子構成部は、前記第二の波長を有する光が前記第二の格子パターンで回折される位置と同じ位置に、前記第一の波長を有する光が前記第一の格子パターンで回折されるように、構成されており、

前記第一の格子パターンおよび第二の格子パターンのそれぞれは、スペクトル分散光を転送するように構成されているスペクトル符号化プローブ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、2014年1月31日に出願された米国特許仮出願第61/934,464号に対する優先権

10

20

30

40

50

を主張するものであり、その内容は参照によりその全体が本願に組み込まれるものとする。

【 0 0 0 2 】

本出願は、2014年1月31日に出願された米国特許仮出願第61/934,486号(前方撮像のための光プローブ、光密度検出、撮像方法およびシステム)および2014年1月31日に出願された米国特許仮出願第61/934,421号(ナノインプリントリソグラフィを用いた小型内視鏡製造のシステムと方法)の関連出願であり、その開示内容全体が参照により本願に組み込まれるものとする。

【 0 0 0 3 】

(技術分野)

10

本開示は、概して小型の内視鏡に関係し、特にカラー撮像を行う小型内視鏡の装置、システム、製造方法および使用方法の例に関する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 4 】

スペクトル符号化内視鏡検査法(「SEE」)は波長を用いてサンプルの空間情報を符号化する技術であり、これにより小径の内視鏡プローブでの高解像度撮像が可能である。SEEは単一光ファイバーに入力される準単色光または広帯域光を用いて実現できる。ファイバーの遠位端で、回折光学素子または分散光学素子によりサンプル表面において光を分散させ、この光が反射され光学素子及び光ファイバーを通り戻る。光ファイバーからの光は、分光器のような波長検出器で検出される。波長の関数として光密度を検出することで、画像が再構成される。SEE技術は、例えば、米国特許第7,843,572号、8,145,018号、6,341,036号、7,796,270号および米国特許公報第2008/0013960号および2011/0237892号に記載されており、その全ての開示内容が参照によって本願に組み込まれるものとする。

20

【 0 0 0 5 】

通常の内視鏡検査法はRGBカラー情報を手掛かりとして診断を行っている。空間配置の符号化に波長情報を使うことで、SEE画像はカラー情報の多くを空間配置の符号化に用いており、従って重要なカラー情報が失われうる。すでに、SEEプローブでカラー撮像を行う方法が提案されている。例えば、ベンチトップに配置したカラーSEE撮像が記述されている(例えば、Optics Express, 17(17), 15239-15247; 2009を参照)。このベンチトップ配置では、3つの光ビームがそれぞれ、赤、緑および青のスペクトル帯の中の一つである3つの光ビームが用いられている。これらの光ビームは異なる角度で回折格子に入射し、これにより3つのスペクトル帯すべてについて同じ角度で回折が生じる。従って、組織のそれぞれの位置が3つのスペクトル帯で照射される。この方法はカラーSEE撮像の可能性を示したが、この方法を小型SEEプローブに組み込むにはさまざまな技術的障害がある。3つのファイバーを正確に位置合わせし、小型レンズに取り付ける必要がある。これらの3つのファイバーは一般にSEEプローブのスキャンを困難にする。異なる方法では、単一照射光を用いたカラーSEE撮像が示されている(例えば、Optics Express, 19(7), 6917-6922; 2009を参照)。この方法では、被検査物のそれぞれの位置は単一波長光で照射されるが、被検査物はSEEの配置に対して相対的に平行移動する。従って、それぞれの被検査物の位置は多数の波長で検査され、スペクトル情報は被検査物のカラー画像を回復するために使われている。しかし、この従来方式は精密に制御された被検査物の平行移動を用いるので、内視鏡への適用は困難である。

30

【 0 0 0 6 】

それ故、上記の課題の少なくとも幾つかに対処しこれを克服する必要がある。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 7 】

本開示の様々な例示的な実施形態によると、スペクトル符号化内視鏡検査技術を用いたカラー撮像の装置と方法が提供される。そのような例示的な実施形態の装置や方法によると、例えば、一般に利用される赤 緑 - 青のカラー空間を含むカラー情報を保持しても良い。

40

50

【0008】

従って、本開示の例示的な実施形態によると、導波路構成部と、集光構成部と、第一の格子パターンおよび第二の格子パターンを有する格子構成部と、を含むプローブが提供される。導波路構成部は、第一の波長を有する光と、第二の波長を有する光が導波路要素から伝搬を生じるように構成および/または構造化されており、集光構成部および導波路構成部は光を格子構成部に入射させるように構成され得る。格子構成部は、第二の波長を有する光が第二の格子パターンで回折される位置と実質的に同じ位置に、第一の波長を有する光が第一の格子パターンで回折されるように、構成され配置されている。

【0009】

例えば、第一の格子パターンと第二の格子パターンは異なる溝密度を有するように構成され得る。第一の格子パターンと第二の格子パターンは互いに実質的に平行に構成され得る。格子構成部は、第一の波長の光および第二の波長の光と実質的に同じ位置に、第三の波長を有する光が第三の格子パターンにより回折されるように、構成および/または配置され得る。第一、第二および第三の格子パターンは互いに実質的に平行に構成され得る。第一と第二の格子パターンは少なくともそれぞれ2回、格子構成部上において繰り返され得る。さらに、検出用導波路が提供され、これは組織で反射した反射光が、検出用光ファイバーに入射する前に格子構成部を通過するように位置決めされた検出用光ファイバーを含むように構成され得る。検出用導波路の前部に設けられた格子構成部の一部は、少なくともそれぞれ2回繰り返される第一の格子パターンと第二の格子パターンを有するように構成され得る。検出用光ファイバーを組織から反射した反射光が、格子構成部を通過することなく光ファイバーに入射するように位置決めされ得る。

10

【0010】

本開示のこれらの目的、特徴及び利点、並びに他の目的、特徴及び利点は、添付の図面及び特許請求の範囲と併せて本開示の例示的な実施形態の以下の詳細な説明を読むことにより明らかとなるだろう。

【図面の簡単な説明】

【0011】

本開示の更なる目的、特徴及び利点は、本開示の例となる実施形態を示す添付の図面と併せて以下の詳細な説明から明らかとなるだろう。

【図1】本開示の例示的な一実施形態に係る例示的なS E Eプローブを示す図である。

30

【図2】本開示の例示的な一実施形態に係る例示的なS E Eシステムを示す図である。

【図3】本開示の例示的な一実施形態に係る例示的なS E Eプローブを示す図である。

【図4A】3つの異なる格子ピッチ(1600/mm, 2000/mm, and 2400/mm)に関する回折効率と波長の例示的グラフである。

【図4B】3つの異なる格子ピッチ(1600/mm, 2000/mm, and 2400/mm)に関する回折効率と回折角度の例示的グラフである。

【図5A】3つの異なる格子ピッチ(2400/mm, 3000/mm, and 3500/mm)に関する回折効率と波長の例示的グラフである。

【図5B】3つの異なる格子ピッチ(2400/mm, 3000/mm, and 3500/mm)に関する回折効率と回折角度の例示的グラフである。

40

【図6A】本開示の例示的な一実施形態に係る例示的な格子の断面図である。

【図6B】本開示の例示的な一実施形態に係る例示的な格子の断面図である。

【図6C】本開示の例示的な一実施形態に係る例示的な格子の断面図である。

【図7A】本開示の他の例示的な一実施形態に係る例示的な格子の断面図である。

【図7B】本開示の他の例示的な一実施形態に係る例示的な格子の断面図である。

【図7C】本開示の他の例示的な一実施形態に係る例示的な格子の断面図である。

【図8】第1の例示的な構成における本開示の例示的な一実施形態に係る例示的なS E Eプローブの模式図である。

【図9】図8で示した例示的なS E Eプローブの第2の例示的な構成の模式図である。

【図10】図8で示した例示的なS E Eプローブの第3の例示的な構成の模式図である。

50

図中、特に指定のない限り、同じ参照番号、記号は具体的な実施形態の同じ特徴、要素、成分および一部を示すのに使われている。更に、本開示については図面を参照して詳細に説明するが、図示する例示的な実施形態と関連して説明する。添付の特許請求の範囲により規定される主題の開示の、真の趣旨の範囲から逸脱せずに、説明される例示的な実施形態に対して変更及び変形を行えることを意図する。

【発明を実施するための形態】

【0012】

SEEプローブの例示的な実施形態の模式図を図1に示す。例えば、SEEプローブ150は光ファイバー100、集光レンズ110、および回折格子120を含む。広域帯光130(または他の電磁放射)は光ファイバー100を経由して集光レンズ110に伝達される。次に、光(または他の電磁放射)は回折格子120により回折する。この回折格子120は格子パターンが3つまたはそれ以上の空間周波数を有することができる、被検査物140のそれぞれの点は3つの異なる回折光ビームで照射される。各ビームは赤(波長：585-660nm)、緑(500-575nm)および青(415-490)のスペクトルの内の1つに含まれる。

10

【0013】

図1の具体的プローブを含むSEEシステムの例示的な実施形態を図2に示す。例えば、光源160(または、他の電磁放射)からの広域帯光は、カプラーランプ180とカップリングされ、次にSEEプローブ150に供給される。被検査物140から反射した光(または他の電磁放射)はもとのSEEプローブ150にカップリングされ、カプラーランプ180に伝達される。次に、光(または他の電磁放射)は分光器170に供給され、ここで反射光のスペクトルが分析される。得られたスペクトルは3つのサブスペクトルに分割され、それぞれ赤、緑、青のスペクトルの一つを表す。3つのサブスペクトルを処理して被検査物の単一のカラーライン像に合成することができます。例示したSEEプローブは回転的に前後にスキャンして被検査物140の二次元画像を得ることができます。

20

【0014】

本開示の例示的な実施形態に従って、図3は例示的なプローブ(図1に示した)をさらに詳細に示している。例えば、回折格子120は特定の溝密度を持つ多数の領域を有することができる。回折格子の溝密度パラメータは、導波路要素から集光要素により集光されて格子要素に入射する第一の波長₁を有する光が第一の格子領域(溝密度：G₁)から回折するとき、導波路要素から集光要素により集光され、第二の格子要素(溝密度：G₂)に入射する第二の波長₂を有する光の回折と、実質的に同じ位置に回折するように選択することができる。格子の屈折率と格子への入射角が₁と₂についてほぼ等しければ、₁、₂、G₁およびG₂の関係は次のようになる。

30

【0015】

$$G_1 \cdot n_1 = G_2 \cdot n_2$$

それぞれの領域は、例えば10溝、50溝、100溝、500溝等の一定の溝数を有する。幾つかの例示的な実施形態では、領域の総溝数は、領域からの十分な光回折を維持するために少なくとも100になり得る。例えば、図3の3つの領域、即ち、領域310、320および330はそれぞれ溝密度を1600、2000および2400ライン/mmとすることで、それぞれ波長675nm、540nmおよび450nmの光が組織表面の同じ位置に回折される。領域310、320および330はそれぞれ同一平面に配置され少なくとも50 μm × 50 μm平方のサイズを有する。

40

【0016】

本明細書で説明するように、2つまたはそれ以上の光ビームが実質的に同じ位置に入射するというコンテキストにおける実質的に同じ位置という用語は、例えば光ビームの面積が少なくとも50%、少なくとも70%、または少なくとも80%、または少なくとも90%オーバーラップすることを意味し得るが、これに限定されない。同様に明細書で説明するように、実質的に平行という用語は、例えば格子パターンの溝方向が互いに相対的に10%以下、5%以下または特に2%以下の角度が設定されていることを意味し得るが、これに限定されない。

【0017】

50

本開示の例示的な実施形態では、格子の屈折率は1.5037である。格子表面への入射角はおよそまたは正確に20.94度にできる。3つ全ての格子パターンについて、溝深さをおよそまたは正確に900nmとすることができる、それぞれのパターンのデューティーサイクルをおよそまたは正確に0.5とすることができる。1600、2000および2400ライン/mmの格子は波長619-730nm(赤)、495-584nm(緑)および413-487nm(青)の光をそれぞれ同じ回折角範囲(27-39度)に回折できる。図4Aは計算された3つの格子の回折効率と波長との例示的グラフを示し、図4Bは計算された3つの格子の回折効率と回折角度との例示的グラフを示す。例えば、計算方法は、厳密結合波解析(RCWA: Rigorous Coupled-Wave Analysis)を含み得るが、これに限定されない。例示的な波長675nmの赤光311は領域310で角度33°で回折される。例示的な波長がおよそまたは正確に540nmである緑光321は領域320でおよそまたは正確に33°で回折され、また例示的な波長がおよそまたは正確に450nmである青光331も領域330で同じ角度で回折される。この例から、格子が特定の溝密度を有する3つの領域を有することができれば、3つの異なる波長の光を同じ方向に回折させることは明らかである。図3で説明したように、3つの領域310、320および330の格子パターンは、本明細書に記述した具体的方法により、それぞれの動作波長に対して適切な回折効率を供するように設計することができる。

【0018】

他の例では、格子の屈折率がおよそまたは正確に1.5037で格子への入射角がおよそまたは正確に35度であれば、2400、3000および3500ライン/mmの具体的格子を用いて波長615-713nm(赤)、492-571nm(緑)および422-489nm(青)の光をそれぞれ同じ回折角(38-58度)に回折させることができる。3つの格子の回折効率対波長および回折角度の変化についてのグラフ例を図示する(それぞれ図5Aおよび図5B)。これらの例示的グラフにおいて、パターンのデューティーサイクル(空気の部分)はおよそまたは正確に0.4であり、溝深さはおよそまたは正確に800nmである。

【0019】

さまざまな例示的な実施形態で2つ、3つ、4つあるいはそれ以上の格子パターンの利用を提供できる。他のさまざまな例示的な実施形態によれば、格子のさまざまな領域の溝密度を、2つ、3つまたはそれ以上の特定の波長の光を同じまたは近似した回折角(例えば、特定の波長に対して互いに5°、4°、3°、2°、1°またはそれ以下)で反射するように調整できる。

【0020】

例示的な溝深さは、回折効率を最適にするためおよび/または容易に製作できるようにするため異なる格子間で異なっていてもよい。例えば、回折格子120は、格子パターン310(例えば、溝密度:1600ライン/mm、溝深さ:1000nm)、320(例えば、溝密度:2000ライン/mm、溝深さ:900nm)および330(例えば、溝密度:2000ライン/mm、溝深さ:800nm)を有してもよい。そのような回折格子またはその複製マスターを製作するには、反応性イオンエッティング(RIE: Reactive Ion Etching)を使うことができる。RIEではマイクロローディング効果(micro-loading effect)が知られている。即ち、広開口エッティングマスクを通したエッティングは、狭開口エッティングマスクを通したエッティングよりも高速で、これにより異なる溝深さの3つの回折格子を製作することができる。入射角をSEEプローブの回折効率と視野角に対して最適化できる。

【0021】

図6A-6Cは本開示の例示的な実施形態による例示的な回折格子120の断面図を示す。図6Aに示す例示的な実施形態の一例による例示的な格子は、3つの格子領域を有し、これ等は垂直方向に分離されているが、一方、格子溝は格子領域の拡大図300に示すように水平方向に延びている。他の例示的な実施形態では、3つの格子領域は水平方向(図6Bを参照)に分離し、または半径方向(図6Cを参照)に分離している。

【0022】

図7A-7Cは、本開示の例示的な実施形態による回折格子120の他の例示的な実施形態を示す。3つの格子領域は垂直方向に(図7Aを参照)または水平方向に(図7Bを参照)インターレ

10

20

30

40

50

ースされる。3つの格子領域はまた垂直方向と水平方向の双方に沿ってインターレースされてもよい(図7Cを参照)。これらの例示的設計は、格子製作時に格子パターンと格子外形の正確なアライメントが不要であるという利点がある。

【0023】

図8は検出用に追加されたファイバーを含む本開示の例示的な実施形態による例示的なSEEプローブの模式図を示す。例えば、追加ファイバー500はSEEプローブで被検査物からの光を検出するために用いることができる。追加ファイバーは回折格子120を介して接続できる。これにより公称照射角に公称検出角を合わせることができる。検出ファイバー500はマルチモードファイバーであってもよい。幾つかの例示的な実施形態では、格子を照射光通路上に格子の全ての溝密度を有するパターンを持つ検出ファイバーに配置することができる。10

【0024】

図9は本開示の例示的な実施形態による図8のSEEプローブを含む例示的なSEEシステムを示す。検出ファイバー500の遠位端を検出錐520が照射錐510と合うように角度を調整(角研磨:angle polish)できる。照射プロセスの間、530で見られるように意図した照射錐510以外も照明され得る。検出錐520と意図した照射錐500が合えば、領域530からの光を退けることができる。検出ファイバー500を斜めに角度を研磨(角研磨)する代わりに、同じ目的でファイバー500にプリズムまたはミラーを配置することができる。検出ファイバーはマルチモードファイバーでもよい。マルチモードファイバーの開口数(NA)と研磨/プリズム/ミラーの角度を適切に選んで、検出画角を照射画角よりも小さい値に収めるよう20にできる。言い換えると、検出ファイバー500を組織からの反射光を受け取るように配置することができる。例を挙げると、異なる波長の多重光で照射されている領域(例えば、意図した照射錐510)から、例えば、関心領域からの反射光のみを受け取るように検出ファイバー500を配置することができる。

【0025】

例えば、マルチモードファイバーの開口数(NA)がおよそ0.1で研磨角がおよそ0度とすると、検出ファイバー500は、光軸への角度が±5.7度方向からの光を受光するように構成され得る。開口数(NA)が約0.1でその研磨角がおよそ35度であれば、検出ファイバー500は、光軸への角度が15.9度と35.1度の間の方向の光を受光するように構成され得る。検出野を照射野に合わせる多くの方法がある。例えば、ミラー550は図10に示すように検出ファイバー500の前で用いることができる。ミラー面として、プリズム、角研磨ファイバーおよび/または他の光学素子もこの目的のために用いることができる。30

【0026】

回折格子120は幾通りかの方法で製作することができる。例えば、回折格子120はソフトリソグラフィやナノインプリントリソグラフィを含むリソグラフィにより製作でき、これは、米国仮特許出願第61/934,421号の優先権を主張する同時出願特許、またはホログラフィに記述されている、プローブとの一体化の前に、回折格子120のパターンを作るのは本開示内容の範囲内である。他の例示的な実施形態では、プローブ上に回折格子120の幾つかのパターンを形成することができる。

【0027】

このように、特別に有利なカラーSEEプローブとシステムが提供される。記述された格子の例示的な実施形態は、小径の内視鏡プローブ内で使用することができる。例えば、例示的な格子の直径は、例えば500 μm以下または350 μmであってもよい。この例示的な構成は生体内適用への実用になり得る。40

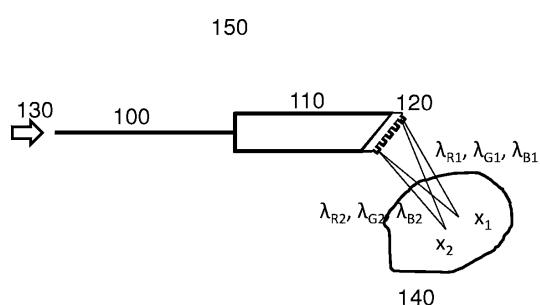
【0028】

前述の説明は本発明の原理を解説したに過ぎない。記述された実施形態への種々の改良や変更は、本明細書に開示する教示を考慮すれば当業者には明白であろう。実際、本発明の例示的な実施形態に従った構成、システムおよび方法は、SEEまたは米国特許第7,843,572号；8,145,018号；6,341,036号；7,796,270号および米国特許出願公開第2008/0013960号および2011/0237892号において、参照された撮像システムを含む他の撮像システムとの50

関連で用いることができる。従って、当業者は、本明細書に明示的に提示、あるいは記述されていなくても、本発明の原理を実施する多数のシステム、構成および方法を案出することができ、従ってこれらは本発明の趣旨と範囲内にあることが理解されるであろう。さらに、上記の開示内容に先行技術の知識が明示的に引用されていない場合、それは明確にその全体が本願に組み込まれている。上記開示内容に参照された全ての刊行物は、参照することによってその全体が本願に組み込まれている。

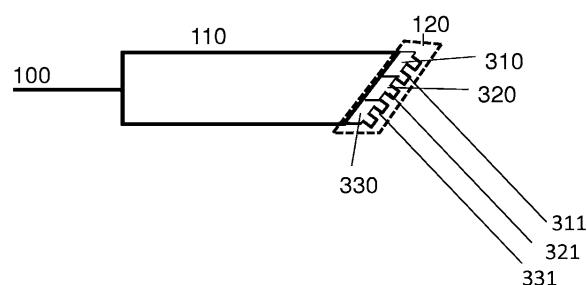
【図 1】

FIG. 1



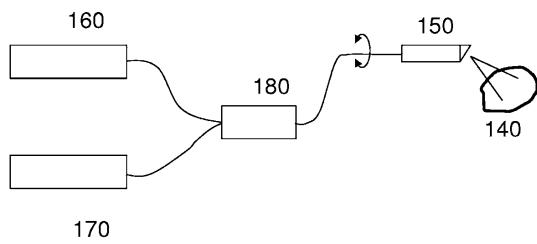
【図 3】

FIG. 3



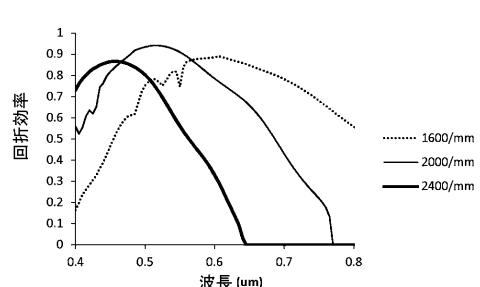
【図 2】

FIG. 2



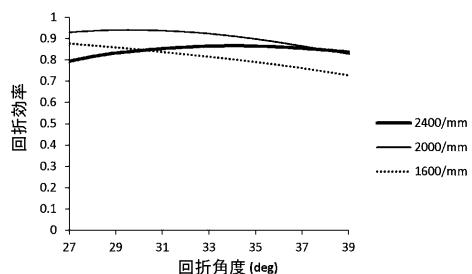
【図 4 A】

FIG. 4A



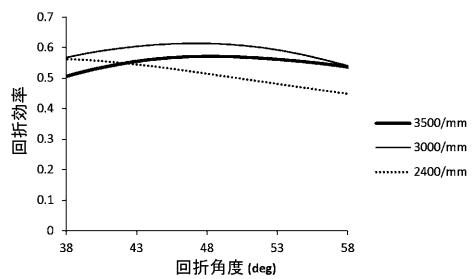
【図 4 B】

FIG. 4B



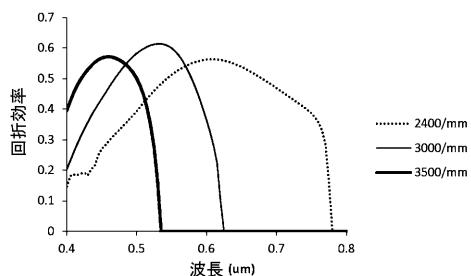
【図 5 B】

FIG. 5B



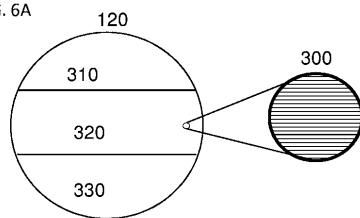
【図 5 A】

FIG. 5A



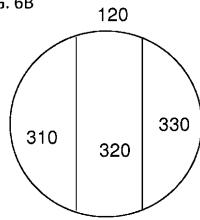
【図 6 A】

FIG. 6A



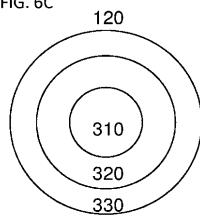
【図 6 B】

FIG. 6B



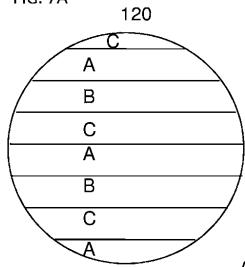
【図 6 C】

FIG. 6C



【図 7 A】

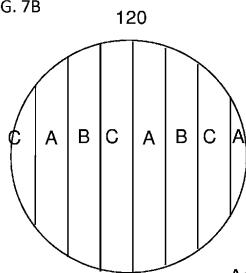
FIG. 7A



A: 310
B: 320
C: 330

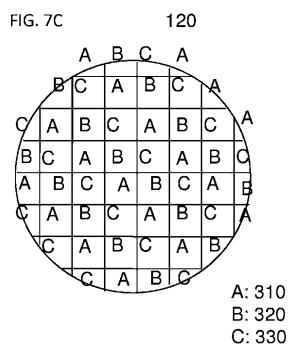
【図 7 B】

FIG. 7B

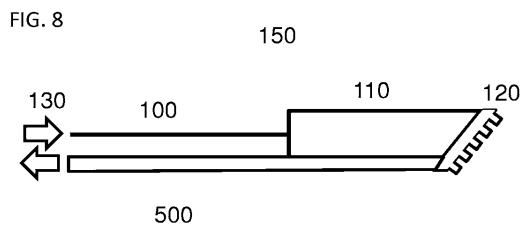


A: 310
B: 320
C: 330

【図 7 C】

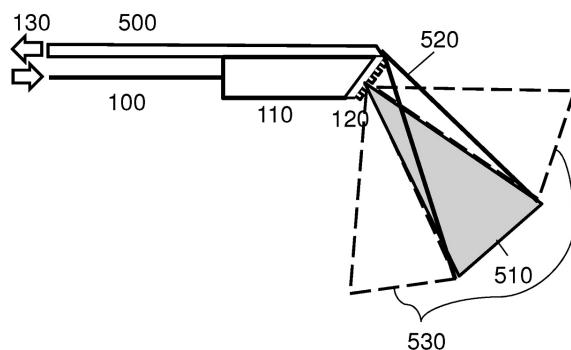


【図 8】



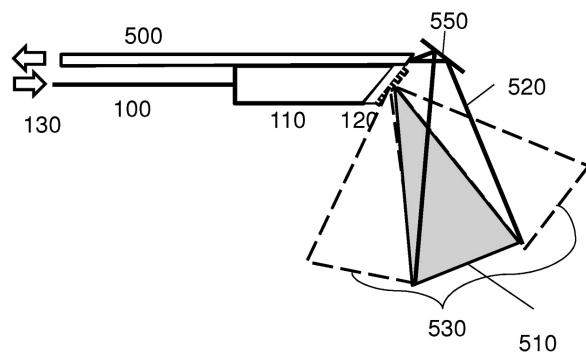
【図 9】

FIG. 9



【図 10】

FIG. 10



フロントページの続き

(74)代理人 100115071
弁理士 大塚 康弘

(74)代理人 100112508
弁理士 高柳 司郎

(74)代理人 100116894
弁理士 木村 秀二

(74)代理人 100130409
弁理士 下山 治

(74)代理人 100134175
弁理士 永川 行光

(72)発明者 ティアニー ギレルモ ジェイ
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02114 ボストン フルート ストリート 55 ザ
ジェネラル ホスピタル コーポレーション内

(72)発明者 カン ドンギュン
アメリカ合衆国 マサチューセッツ州 02114 ボストン フルート ストリート 55 ザ
ジェネラル ホスピタル コーポレーション内

(72)発明者 井久田 光弘
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92618-3731, アーバイン, アルトン
パークウェイ 15975 キヤノン ユーエスエイ, インコーポレイテッド内

審査官 佐藤 高之

(56)参考文献 米国特許出願公開第2011/0237892(US, A1)
米国特許出願公開第2013/0012771(US, A1)
米国特許第04264127(US, A)
米国特許出願公開第2002/0122246(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 61 B 1 / 00 - 1 / 32