

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公表特許公報 (A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-534069

(P2019-534069A)

(43) 公表日 令和1年11月28日 (2019. 11. 28)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/07 (2006. 01)	A 6 1 B 1/07 7 3 3	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/26 (2006. 01)	G 0 2 B 23/26 A	4 C 1 6 1

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

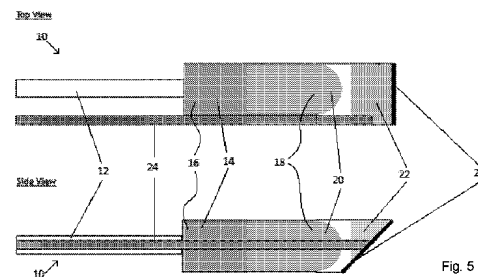
(21) 出願番号 特願2019-516109 (P2019-516109) (86) (22) 出願日 平成29年9月22日 (2017. 9. 22) (85) 翻訳文提出日 令和1年5月22日 (2019. 5. 22) (86) 国際出願番号 PCT/US2017/053005 (87) 国際公開番号 W02018/057924 (87) 国際公開日 平成30年3月29日 (2018. 3. 29) (31) 優先権主張番号 62/399, 042 (32) 優先日 平成28年9月23日 (2016. 9. 23) (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)	(71) 出願人 596130705 キヤノン ユーエスエイ, 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 100090273 弁理士 國分 孝悦 (72) 発明者 ワン チュオ アメリカ合衆国 カリフォルニア州 92 618-3731, 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 最終頁に続く
--	---

(54) 【発明の名称】 スペクトル符号化内視鏡検査装置および方法

(57) 【要約】

導光構成要素およびスペーサによって覆われた集束レンズを備えるスペクトル符号化内視鏡のための装置、方法およびシステムであって、集束レンズは、実質的にボール形状または半円形状であり、集束レンズの屈折率は、スペーサの屈折率よりも高い。

【選択図】 図 5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内視鏡検査のための装置であって、
試料を照明するためのプローブであって、
照明光を導光するための導光構成要素と、
光集束構成要素と、
スペーサと、
分散構成要素と、

を備える、プローブと、

前記試料からの光を検出するための検出ファイバと、

を備え、

前記スペーサは、前記光集束構成要素の屈折率よりも低い屈折率を有する、装置。

【請求項 2】

前記スペーサは、少なくとも前記光集束構成要素を覆う、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記導光構成要素と前記光集束構成要素との間に置かれたロッドであって、前記プローブからの光を拡張するように構成された、ロッドを更に備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記ロッドの屈折率は、前記導光構成要素の屈折率以上である、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記光集束構成要素と前記スペーサとの間の屈折率差は、0.05 以上である、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

前記スペーサは、前記導光構成要素を少なくとも部分的に覆う、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 7】

前記光集束構成要素は、ボールレンズ、ハーフボールレンズ、部分ボールレンズ、球面を有するレンズ、非球面を有するレンズ、それらの派生物、およびそれらからの組み合わせを含む群から選択される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記光集束構成要素は、サファイア、ルビー、フリントガラス、射出成形可能なガラス、ポリカーボネートおよび PMMA を含む射出成形可能なプラスチック、高屈折率シリコン、高屈折率エポキシ、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 9】

前記光集束構成要素は、球面形状または非球面形状の射出成形されたレンズによって少なくとも部分的に形成される、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 10】

前記ロッドの直径は、前記導光構成要素の直径以上である、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 11】

前記スペーサの屈折率を変動させることによって焦点を調整するための集束要素を更に備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 12】

前記試料からの光を検出するための検出ファイバを更に備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 13】

前記装置と通信し、前記装置から受信した情報を処理して画像を生成するように構成されたコンピュータ装置を更に備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 14】

前記スペーサの材料は、UVまたは熱硬化エポキシ、PDMS（シリコン）、PMM A、PC、射出成形可能なガラス、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される、請求項1に記載の装置。

【請求項15】

内視鏡検査のための装置であって、
試料を照明するためのプローブであって、
照明光を導光するための導光構成要素と、
光集束構成要素と、
スペーサと、
少なくとも1つの分散構成要素と、
少なくとも1つの反射構成要素と、
を備える、プローブと、
前記試料からの光を検出するための検出ファイバと、
を備え、
前記スペーサは、前記光集束構成要素の屈折率よりも低い屈折率を有する、装置。

10

【請求項16】

光コヒーレンストモグラフィまたは他の内視鏡検査撮像モダリティのための装置であって、

試料を照明するためのプローブであって、
照明光を導光するための導光構成要素と、
光集束構成要素と、
スペーサと、
反射構成要素と、

20

を備える、プローブを備え、

前記スペーサは、前記光集束構成要素の屈折率よりも低い屈折率を有する、装置。

【請求項17】

前記スペーサは、少なくとも前記光集束構成要素を覆う、請求項16に記載の装置。

【請求項18】

前記光集束構成要素の屈折率と前記スペーサの屈折率との間の差は、0.05以上である、請求項16に記載の装置。

30

【請求項19】

前記スペーサは、前記導光構成要素を少なくとも部分的に覆う、請求項16に記載の装置。

【請求項20】

前記光集束構成要素は、ボールレンズ、ハーフボールレンズ、部分ボールレンズ、球面を有するレンズ、非球面を有するレンズ、それらの派生物、およびそれらからの組み合わせを含む群から選択される、請求項16に記載の装置。

【請求項21】

前記光集束構成要素は、サファイア、ルビー、フリントガラス、射出成形可能なガラス、ポリカーボネートおよびPMM Aを含む射出成形可能なプラスチック、高屈折率シリコン、高屈折率エポキシ、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される、請求項16に記載の装置。

40

【請求項22】

前記スペーサの材料は、UVまたは熱硬化エポキシ、PDMS（シリコン）、PMM A、PC、射出成形可能なガラス、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される、請求項16に記載の装置。

【請求項23】

内視鏡検査のための装置であって、
試料を照明するためのプローブであって、

50

照明光を導光するための導光構成要素と、
光集束構成要素と、
スペーサと、
分散構成要素と、
を備える、プローブと、
前記試料からの光を検出するための検出ファイバと、
を備え、

前記スペーサは、少なくとも前記光集束構成要素を覆う、装置。

【請求項 2 4】

前記スペーサは、前記光集束構成要素の屈折率よりも低い屈折率を有する、請求項 2 3 に記載の装置。 10

【請求項 2 5】

前記導光構成要素と前記光集束構成要素との間に置かれたロッドであって、前記プローブからの光を拡張するように構成された、ロッドを更に備える、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 2 6】

前記ロッドの屈折率は、前記導光構成要素の屈折率以上である、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 2 7】

前記光集束構成要素と前記スペーサとの間の屈折率差は、0.05 以上である、請求項 2 3 に記載の装置。 20

【請求項 2 8】

前記スペーサは、前記導光構成要素を少なくとも部分的に覆う、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 2 9】

前記光集束構成要素は、ボールレンズ、ハーフボールレンズ、部分ボールレンズ、球面を有するレンズ、非球面を有するレンズ、それらの派生物、およびそれらからの組み合わせを含む群から選択される、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 3 0】

前記光集束構成要素は、サファイア、ルビー、フリントガラス、射出成形可能なガラス、ポリカーボネートおよび PMMA を含む射出成形可能なプラスチック、高屈折率シリコン、高屈折率エポキシ、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される、請求項 2 3 に記載の装置。 30

【請求項 3 1】

前記光集束構成要素は、球面形状または非球面形状の射出成形されたレンズによって少なくとも部分的に形成される、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 3 2】

前記ロッドの直径は、前記導光構成要素の直径以上である、請求項 2 5 に記載の装置。

【請求項 3 3】

前記スペーサの屈折率を変動させることによって焦点を調整するための集束要素を更に備える、請求項 2 3 に記載の装置。 40

【請求項 3 4】

前記装置と通信し、前記装置から受信した情報を処理して画像を生成するように構成されたコンピュータ装置を更に備える、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 3 5】

前記スペーサの材料は、UV または熱硬化エポキシ、PDMS（シリコン）、PMMA、PC、射出成形可能なガラス、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される、請求項 2 3 に記載の装置。

【請求項 3 6】

光コヒーレンストモグラフィまたは他の内視鏡検査撮像モダリティのための装置であって、

試料を照明するためのプローブであって、
照明光を導光するための導光構成要素と、
光集束構成要素と、
反射構成要素と、
スペーサと、

を備える、プローブを備え、

前記スペーサは、少なくとも前記光集束構成要素を覆う、装置。

【請求項 37】

前記スペーサは、前記光集束構成要素の屈折率よりも低い屈折率を有する、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 38】

前記導光構成要素と前記光集束構成要素との間に置かれたロッドであって、前記プローブからの光を拡張するように構成された、ロッドを更に備える、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 39】

前記ロッドの屈折率は、前記導光構成要素の屈折率以上である、請求項 38 に記載の装置。

【請求項 40】

前記光集束構成要素の屈折率と前記スペーサの屈折率との間の差は、0.05 以上である、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 41】

前記スペーサは、前記導光構成要素を少なくとも部分的に覆う、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 42】

前記光集束構成要素は、ボールレンズ、ハーフボールレンズ、部分ボールレンズ、球面を有するレンズ、非球面を有するレンズ、それらの派生物、およびそれらからの組み合わせを含む群から選択される、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 43】

前記光集束構成要素は、サファイア、ルビー、フリントガラス、射出成形可能なガラス、ポリカーボネートおよび PMMA を含む射出成形可能なプラスチック、高屈折率シリコン、高屈折率エポキシ、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 44】

前記光集束構成要素は、球面形状または非球面形状の射出成形されたレンズによって少なくとも部分的に形成される、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 45】

前記ロッドの直径は、前記導光構成要素の直径以上である、請求項 37 に記載の装置。

【請求項 46】

前記スペーサの屈折率を変動させることによって焦点を調整するための集束要素を更に備える、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 47】

前記装置と通信し、前記装置から受信した情報を処理して画像を生成するように構成されたコンピュータ装置を更に備える、請求項 36 に記載の装置。

【請求項 48】

前記スペーサの材料は、UV または熱硬化エポキシ、PDMS（シリコン）、PMMA、PC、射出成形可能なガラス、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される、請求項 36 に記載の装置。

。

10

20

30

40

50

【請求項 49】

前記導光構成要素と前記光集束構成要素との間に置かれたロッドであって、前記プローブからの光を拡張するように構成された、ロッドを更に備える、請求項 16 に記載の装置。

【請求項 50】

前記ロッドの屈折率は、前記導光構成要素の屈折率以上である、請求項 18 に記載の装置。

【請求項 51】

前記光集束構成要素は、球面形状または非球面形状の射出成形されたレンズによって少なくとも部分的に形成される、請求項 16 に記載の装置。

10

【請求項 52】

前記ロッドの直径は、前記導光構成要素の直径以上である、請求項 16 に記載の装置。

【請求項 53】

前記スペーサの屈折率を変動させることによって焦点を調整するための集束要素を更に備える、請求項 16 に記載の装置。

【請求項 54】

前記装置と通信し、前記装置から受信した情報を処理して画像を生成するように構成されたコンピュータ装置を更に備える、請求項 16 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2016年9月23日に出願された米国仮特許出願第62／399,042号の優先権を主張し、この仮特許出願の内容は、参照によりその全体が本明細書に援用される。

【0002】

本開示は、包括的には、挟持されたボールレンズを有する、内視鏡検査および情報取得のための装置および方法、ならびに、装置を操作するための方法、および内視鏡を製造するための方法に関する。

【背景技術】

30

【0003】

医用プローブは、患者の体内から画像を提供する能力を有する。異物を挿入することにより生ずるおそれのある人体への損傷を考えると、プローブは可能な限り小さいことが好ましい。更に、脈管、導管、切開部、割れ目および窪み等の小さな経路内の画像を提供する能力には、小さいプローブの使用が必要とされる。

【0004】

1つの特に有用な医用プローブは、スペクトル符号化内視鏡検査(spectrally encoded endoscopy) (「SEE」)によるものであり、これは、サブmm直径のプローブにより高精細撮像を行うことのできる小型の内視鏡である。SEEシステムの中核にSEEプローブがあり、SEEプローブの例が図1に与えられている。動作時に、まず、SEEプローブ内に見られる導光構成要素(通常、より良好な解像度のためにシングルモードファイバ(「SMF」))からの光がコアレスファイバに結合され、次に屈折率勾配(「GRIN」)レンズに結合され、解析される試料上に集束される。試料によって反射された光は、検出ファイバ(すなわち、分光計)によって捕捉され、見るために撮像される。エポキシを用いてコアレスファイバをGRINレンズと接着することができる。エポキシの内部の光強度を減少させるために、コアレスファイバはシングルモードファイバと接合される。なぜならば、長期間の動作後、シングルモードファイバ内部の極度に高い光強度はエポキシを黄変させ、更には燃焼させる傾向にあるためである。

40

【0005】

50

現行のSEEプローブは、非常に有用ではあるが、図1に提供される試料に関連したいくつかの問題を呈する。第1に、GRINレンズのコストが非常に高く、結果として、プローブの使用および採用の普及が妨げられることになる。第2に、GRINレンズの設計は、側面が精密に磨かれることを必要とし、これにより更なる労力コストが生じ、維持および手入れの問題も生じる。第3に、GRINレンズは、非常に大きな色収差を有し、これにより、スペクトルの青端および赤端の双方で撮像品質が劣化する。第4に、GRINレンズとコアレスファイバとの間の接合部が弱く、これは、GRINレンズの潜在的故障および制約されたエリアでの限られた使用につながる。最後であるが重要なことに、GRINレンズは全く可撓性がない。GRINレンズの現行の設計は、3mm～4mmの範囲にあり、これは、3mm～4mmのSEE先端部が剛体であることを意味する。これは、

10

【0006】

現行のSEEシステムの不利な条件に対策する際に、上記で参照した問題に対処するためにいくつかの解決策が検討された。

【0007】

代替的に、GRINレンズの代わりに、光を収束するための空気分離式 (air-space) ボールレンズの台頭が提案された。しかしながら、ボールレンズは、光学的集束目的でのみ用いられてきた。現行技術では、ボールレンズの機械的支持は可能でない。なぜならば、現行の設計は、レンズの後ろに空隙を必要とするためである。逆に、分散要素が集束要素の後ろにあり、ボールレンズに対するその相対位置は適切に固定される必要があるため、SEEプローブにとって機械的支持は不可欠である。結果として、機械的完全性を保つために追加的支持が提案された。しかしながら、他の要因によりこの解決策の価値が低減した。なぜならば、必要な空隙により、散乱に起因した更なる光損失ももたらされるためである。ボールレンズとSMFとの間の空隙は、光が参照ビームとして反射されるように、大きな屈折率差を導入する目的も果たす。このインタフェースにおいて屈折率整合媒体が導入される場合、参照ビームを利用可能にするのは困難である。

20

【0008】

同様に、SMFの先端部にボールレンズを形成し、これにより信頼性を改善することが可能である。しかしながら、上述したように、光が反射されて参照信号を形成することができるよう大きな屈折率コントラストを導入するには空気-ボールレンズのインタフェースが必要である。ボールレンズおよびプリズムを保持する追加的支持がここでも提案されるが、これは散乱問題を解決するものではなく、組み立て段階を更に複雑にし、困難をもたらす。

30

【0009】

したがって、製造、動作および維持コストの低下と、画像劣化を引き起こす色収差の低下と、画像品質のより優れた最適化と、SEEプローブのロバストな接続性と、小さな管腔を通じた移動性の向上のためのSEE先端部の可撓性ことから利益を得る新たなSEEシステム、装置および方法を開示することが特に有用である。

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

このため、そのような例示的な必要性に対処するために、ここで開示される、挟持されたボールレンズを有するSEEのための装置、システムおよび方法が本明細書において提示される。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本開示は、試料を照明するためのプローブを備えるスペクトル符号化内視鏡検査のための様々な装置を教示し、このプローブは、照明光を導光するための導光構成要素 (light guiding component) と、光集束構成要素 (light foc

50

using component)と、スペーサと、分散構成要素(dispersive component)とを備える。装置は、任意選択により、試料(sample)から反射された光を導光するための導光構成要素を更に備え、スペーサは、少なくとも光集束構成要素を覆い(enccompass)、これにより、スペーサと光集束構成要素との間のいかなる空隙もなくす。いくつかの実施形態では、照明光を導光するための導光構成要素および試料から反射された光(すなわち、検出された光)を導光するための導光構成要素は、単一の光ファイバであり、他の実施形態では、別個の光ファイバが用いられる。

【0012】

本開示は、試料を照明するためのプローブを備える内視鏡検査のための装置も教示し、このプローブは、照明光を導光するための導光構成要素と、光集束構成要素と、スペーサと、分散構成要素とを備える。装置は、任意選択により、試料から反射された光を導光するための別個の導光構成要素(例えば、検出ファイバ)を更に備える。スペーサは、光集束構成要素の屈折率よりも低い屈折率を有する。

10

【0013】

更に、本開示は、試料を照明するためのプローブを備える、光コヒーレンストモグラフィまたは他の内視鏡検査撮像モダリティのための装置を教示する。このプローブは、照明光を導光するための導光構成要素と、光集束構成要素と、反射構成要素(reflective component)と、スペーサとを備える。スペーサは、少なくとも光集束構成要素を覆い、これにより、スペーサと光集束構成要素との間のいかなる空隙もなくす。

20

【0014】

更に、本開示は、試料を照明するためのプローブを備える、光コヒーレンストモグラフィまたは他の内視鏡検査撮像モダリティのための装置を教示する。このプローブは、照明光を導光するための導光構成要素と、光集束構成要素と、スペーサと、反射構成要素とを備える。スペーサは、光集束構成要素の屈折率よりも低い屈折率を有する。

【0015】

様々な実施形態において、スペーサは、光集束構成要素の屈折率よりも低い屈折率を有する。

【0016】

別の実施形態において、装置は、導光構成要素と光集束構成要素との間に置かれたロッドを備え、それにより、ロッドはプローブからの光を拡張するように構成される。

30

【0017】

1つまたは複数の実施形態において、装置は、ロッドの屈折率を、導光構成要素の屈折率以上になるように定めることができる。

【0018】

装置の他の実施形態では、光集束構成要素の屈折率とスペーサの屈折率との差は、0.05以上である。

【0019】

更に別の実施形態では、スペーサは、導光構成要素を少なくとも部分的に覆うように構成される。

40

【0020】

いくつかの実施形態では、スペーサは、光集束構成要素のための支持体を提供し、スペーサは、光集束要素を、液体PDMSを含有する中空のシリンダ内に浸すことによって形成することができる。様々な追加の実施形態において、スペーサを形成するPDMSは、回折格子と接触することができる。いくつかの実施形態において、中空のシリンダは、液体PDMSが硬化すると除去されてもよく、またはPDMSは保護要素として留まってもよい。また更なる実施形態では、シリンダは、1ピース、2ピース、または3ピースのモールドから構成することができる。

【0021】

50

別の実施形態では、光集束構成要素は、ボールレンズ、ハーフボールレンズ、部分ボールレンズ (portioned-ball lens) (通常、フルボールレンズを、レンズの直径の厳密に半分でない一定の厚みまで研削することによって形成される)、球面を有するレンズ、非球面を有するレンズ、それらの派生物、およびそれらからの組み合わせを含む群から選択される。平坦な表面は、半径が無限大の球とみなされる。

【0022】

本開示の別の実施形態では、光集束構成要素は、サファイア、ルビー、フリントガラス (flint glass)、それらの派生物、およびそれらからの組み合わせを含む群から選択された要素から少なくとも部分的に作製される。

【0023】

別の実施形態において、光集束構成要素は、球面形状または非球面形状の射出成形された (injected molded) レンズによって少なくとも部分的に形成される。

【0024】

いくつかの実施形態において、装置は、導光構成要素の直径以上のロッドの直径を更に含むことができる。

【0025】

また更なる実施形態では、装置は、スペーサの屈折率を変動させることによってプローブの焦点を調整するための集束要素 (focusing element) を更に備えることができる。

【0026】

本開示の別の実施形態では、装置は、この装置と通信し、装置から受信した情報を処理して画像を生成するように構成されたコンピュータ装置 (computer arrangement) を更に備える。

【0027】

また更なる実施形態では、本装置は、接着剤、接合、それらの派生物、およびそれらからの組み合わせを利用した導光構成要素、光集束構成要素およびロッドの取り付けを教示する。

【0028】

また別の実施形態では、2つ以上の検出ファイバを装置に組み込むことができる。検出ファイバは、光集束構成要素の周りに構成することができる (例えば、光集束構成要素の周りに4本~12本のファイバが同心円状に配列される)。

【0029】

装置の1つまたは複数の実施形態において、スペーサの材料は、UVまたは熱硬化エポキシ、PDMS (シリコン)、PMMA、PC、射出成形可能なガラス、それらの派生物、ならびにそれらからの組み合わせを含む群から選択される要素から少なくとも部分的に作製される。

【0030】

本装置のいくつかの実施形態において、スペーサは、導光構成要素によって生成された光の方向を変えるための、研磨され、角度をつけられた先端部を組み込むことができる。

【0031】

本装置の他の実施形態では、2つ以上の導光要素を組み込むことができ、2つ以上の導光要素は、単一の光集束要素を利用する。いくつかの実施形態において、スペーサは、スペーサのうちの1つにおいて、2つ以上の別個の回折格子を組み込むことができる。

【0032】

また他の実施形態では、本明細書において上記で説明した装置のスペーサは、集束要素をPDMS等の液体内に浸すことによって形成される。液体は、2ピースモールドまたは3ピースモールドとすることができるシリンダ内にあることができ、保護シースの一部とすることができる。スペーサの形成中、PDMSの1つの側面は、マスター回折格子と接触し、SEEのための回折格子の表面を形成してもよく、または代替的に、OCTおよび他の内視鏡用途のための平坦な表面を有して製造されてもよい。PDMSは、スペーサを

10

20

30

40

50

オープン内に配置すること等により熱硬化される。プローブの遠位端の追加の湾曲も同様に成形することができる。

【0033】

本開示のこれらの目的、特徴および利点、ならびに他の目的、特徴および利点は、添付図面、および提供される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って明らかになるであろう。

【0034】

本開示の更なる目的、特徴、および利点は、本開示の例示的な実施形態を示す添付図面と併せて、以下の詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

10

【0035】

【図1】図1は、従来技術に典型的な付属の構成要素を有するスペクトル符号化内視鏡プローブGRINレンズのいくつかの図である。

【図2】図2は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、例示的なSEEプローブを用いるシステムの図である。

【図3】図3は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、例示的なSEEプローブを用いたシステムの図である。

【図4】図4は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、回折格子を組み込んだ例示的なSEEプローブを示す図である。

【図5】図5は、モノリシックデザインを組み込んだ、例示的なSEEプローブの概略図の上面図および側面図である。

20

【図6】図6は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、類似の直径を有する導光構成要素およびロッドを特徴とする例示的なSEEプローブの概略図の上面図および側面図である。

【図7】図7は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、射出成形された非球面レンズを特徴とする例示的なSEEプローブの概略図の上面図および側面図である。

【図8】図8は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、高屈折率（例えば、サファイア）ハーフボールレンズを特徴とする例示的なSEEプローブの概略図の上面図および側面図である。

【図9】図9は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、高屈折率（例えば、サファイア）フルボールレンズを特徴とする例示的なSEEプローブの概略図の上面図および側面図である。

30

【図10】図10は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、高屈折率ガラスロッド（例えば、サファイア）から形成されたボールレンズを特徴とする例示的なSEEプローブの概略図の上面図および側面図である。

【図11】図11は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、例示的なSEEプローブを最適化するための例示的なチャートを示す図である。

【図12】図12（a）および図12（b）は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、例示的なSEEプローブの画像品質を最新のGRINレンズと比較する一対のチャートを提供する図である。

40

【図13】図13は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、サファイアハーフボールレンズを組み込んだ例示的なSEEプローブのシミュレーションを提供する図である。

【図14】図14（a）および図14（b）は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、サファイアハーフボールレンズを組み込んだ例示的なSEEプローブレンズの画像品質を最新のGRINレンズと比較する一対のチャートを提供する図である。

【図15】図15は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、サファイアハーフボールレンズを組み込んだ例示的なSEEプローブレンズの青チャンネルのスポット図である。

【図16】図16は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、サファイアハーフボールレンズを組み込んだ例示的なSEEプローブレンズの緑チャンネルのスポット図である。

【図17】図17は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、サファイアハーフボー

50

ルレンズを組み込んだ例示的なSEEプローブの赤チャネルのスポット図である。

【図18】図18(a)および図18(b)は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、カラー撮像(図18(a))に利用される共有ボールレンズ、および2または3チャネルカラー構成(図18(b))を特徴とする例示的なSEEプローブの概略図である。

【図19】図19(a)、図19(b)および図19(c)は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、回折格子(図19(b))を用いたカラー撮像(図19(a))に利用される共有ボールレンズ、および表面積を増大させるためのピラミッド先端部(図19(c))を特徴とする例示的なSEEプローブの概略図である。

【図20】図20は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、OCT用途のための挟持されたボールレンズを組み込んだ例示的なSEEプローブの概略図の上面図および側面図である。

【図21】図21は、例示的な前方ビュー(forward view)SEEプローブの概略図である。

【図22】図22は、回折格子およびミラーを組み込んだ例示的なSEEプローブの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0036】

図面全体を通じて、同じ参照番号および参照符号は、別段の指示がない限り、例示される実施形態の類似の特徴、要素、構成要素または部分を示すのに用いられる。更に、指定「'」によるものを含む参照番号(例えば、12'または24')は、従来技術の要素および/または参照を示す。更に、本発明は、ここでは図面を参照して詳細に説明されるが、これは例示的な実施形態との関連で行われる。添付の特許請求の範囲によって定義される本開示の真の範囲および趣旨から逸脱することなく、説明される実施形態に変更および修正を加えることができることが意図される。

【0037】

図1は、従来技術に典型的な付属の構成要素を有するGRINレンズを組み込んだスペクトル符号化内視鏡プローブを示す。導光構成要素(通常、より良好な解像度のためにシングルモードファイバ)がコアレスファイバに結合され、次に集束の目的でGRIN(屈折率勾配)レンズに取り付けられる。コアレスファイバをGRINレンズに接着するために、エポキシが通常用いられる。コアレスファイバをSMF(シングルモードファイバ)と接合することができる。これは、エポキシの内部の光強度を減少させるのに用いられる。なぜならば、プローブを長期間動作させた後、SMF内部の極度に高い光強度はエポキシを黄変させ、更には燃焼させる傾向にあるためである。上記で提供したように、従来技術のシステムの不十分な要素は、GRINレンズに関連するコスト、GRINレンズの柔軟性の欠如、およびエポキシの接合部の脆弱性である。上記で言及したように、エポキシの黄変は更なる支障となる。

【0038】

図1に示すように、SEEプローブは、多くの場合に、広帯域光が回折するプローブの先端部において回折格子を用い、撮像される試料上に分散スペクトルを生成する。試料から返された光は、検出ファイバ(例えば、分光計)を用いて検出され、各分解可能な波長は、試料上の異なる点からの反射率に対応する。SEE技法、および0.5mm、すなわち500μmの直径を有するSEEプローブの原理は、参照によりその全体が本明細書に援用される、D. Yel'in他[(Nature Vol. 443, 765-765(2006))]によって報告されている。

【0039】

米国特許第9,057,594号、米国特許第8,145,018号他に提示されている開示を含む、図1において提供される従来技術に対する代替形態が想定されている。しかしながら、従来技術において想定されるボールレンズは、光学的集束目的でのみ用いられる。レンズの後ろには常に空隙が存在するため、この設計では機械的支持が不可能である。分散要素が集束要素の後ろにあり、ボールレンズに対するその相対位置は適切に固定

10

20

30

40

50

される必要があるため、機械的支持がSEEシステムに有利であることから、機械的完全性を保つために追加的支持が提案されるが、これと引き換えに、直径が増大し、複雑度が高まる。ボールレンズとSMFとの間の空隙は、光が参照ビームとして反射され得るように、大きな屈折率差をもたらす目的も果たす。このインタフェースに屈折率整合媒体が導入される場合、参照ビームを利用可能にするのは困難である。ボールレンズはSMFに直接接続されないため、従来技術では組み立ておよび信頼性が懸念事項である。更に、空隙によって、散乱による更なる光損失が生じ、有用性が更に下がる。

【0040】

図5において、本主題の1つまたは複数の実施形態による、モノリシックデザインを組み込んだ、SEEプローブ10の本開示の例示的な実施形態を示す。示されるように、プローブは、ガラスロッド14の近位端16に接合された導光構成要素12を備える。ガラスロッド14の遠位端18は、ボールレンズ20（「光集束構成要素」とも呼ばれる）に取り付けられ、スペーサ22がボールレンズ20に成形される。したがって、組み立てにより、スペーサ22によって少なくとも部分的に覆われたボールレンズ20が生成され、これにより、従来技術に見られる問題のある空隙がなくなる。この実施形態において、ボールレンズ20は、スペーサ22の屈折率よりも高い屈折率を有する。また、検出ファイバ24が、SEEプローブ10によって照明される試料からの反射光（図示せず）を検出するように構成される。ガラスロッド14の材料は、導光構成要素12と類似することができる。これは、導光構成要素12を異なる直径を有するガラスロッド14と接合したい場合にも望ましい。導光構成要素12は通常、溶融シリカから作製されるため、スペーサ22が1.4以下の、より低い屈折率を有することが必要であり得る。スペーサ22の材料選択は、この事例において制限される。この場合のボールレンズ20の直径は、ガラスロッド14の直径に類似している。導光構成要素12およびガラスロッド14の直径は、類似していても異なってもよい。SMFを発信源とする発散ビームが、ボールレンズ20に接触する前に拡張されることが必要とされるとき、ここで示されるような、より大きなガラスロッド14が好ましい。

【0041】

代替的に、ガラスロッド14および導光構成要素12は、類似の直径とすることができ、それによって、図6に示されるように、導光構成要素12は、異なる材料のガラスロッド14に接合することができる。この実施形態において、ガラスロッド14の材料を、1.6以上等の、より高い屈折率（例えば、サファイアの場合の1.77）となるように選択することができる。したがって、この際、スペーサ22は、典型的なシリコン、エポキシ、またはPMAで作製することができる。サファイアガラスロッドが用いられる場合、更にはポリカーボネートを用いることが可能である。

【0042】

代替的に、この実施形態の場合、導光構成要素12をガラスロッド14に接合することができる限り、導光構成要素12およびガラスロッド14のサイズを同じにしておく必要がないことに留意されたい。強力な結合を達成するには、5倍以下（すなわち、SMFの直径が125 μm の場合、ガラスロッドの上限は625 μm となる）が有利となり得る。

【0043】

更に、スペーサ22は、導光構成要素12の接合された接合部30または32（図示せず）、または更にはカバー部分に拡張して、製造を容易にし、かつ／またはSEEプローブ10の耐久性および強度を改善することができる。加えて、回折格子26（「分散構成要素」とも呼ばれる）は、スペーサ22の端部において、光を回折するように構成（エッチング他）することができる。

【0044】

検出ファイバは、試料から反射された光を集光する。検出ファイバは、1つまたは複数のマルチモードファイバとすることができる。マルチモードファイバは、例えば、光集束構成要素およびスペーサの周りのアレイとすることができる。いくつかの実施形態では、2、3、4、5、6、7、8以上の検出ファイバが存在する。いくつかの実施形態では、

10

20

30

40

50

検出ファイバのアレイは、1つまたは複数の位置において、フラッシング手段等の他の光学的または機械的構成要素を収容するための「穴」を有することができる。検出ファイバは、固定とするか、または光集束構成要素およびスペーサと共に回転することができる。好ましくは、検出ファイバは高NAを有する。NAは、0.2よりも高くすることができる（より好ましくは…0.3、0.4、0.5、0.6、0.7、0.8、0.9等）。

【0045】

図7は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、射出成形された非球面レンズ28を特徴とする例示的なSEEプローブ10の更に別の実施形態を示す。この実施形態において、射出成形された非球面レンズ28が利用される。様々な状況において、SEEシステムにおける収差を補正するのに単純な球面では十分でない場合がある。収差（例えば、球面収差）を適切に補正するために、図7に示すように、射出成形された球面および非球面28（好ましい）レンズを導入することが可能である。そのような実施形態のための例示的な材料は、1.59の屈折率を有するポリカーボネートとすることができる。そのような実施形態の場合、ガラスロッド14の遠位端18において、ガラスロッド14を射出成形されたレンズ28に接着することができる。明らかに、接着された接合部は、通常、接合された接合部ほど強力でないため、接着剤はシステムにおける弱いリンクとなり得る。そのような実施形態の利点は、非球面表面が導入される際の球面収差の補正が容易であり、これにより撮像品質が改善することを含む。上述したように、スペーサ22の屈折率は、レンズの屈折率（ここでは、1.6~1.46）未満であることが好ましい。ここでもまた、スペーサは少なくとも非球面レンズ28を覆い、それによっていかなる空隙もなくす。

【0046】

最後に、図8および図9は、共に集束目的で高屈折率を有する市販のハーフボールレンズ20またはボールレンズ20を特徴とする例示的なSEEプローブ10の概略図の実施形態を提供する。ここで、ガラスロッド14は、必要な場合、他の材料で作製することができる。ガラスロッド14の屈折率は、ハーフボールレンズ20およびボールレンズ20の屈折率に対し、低くすることも、等しくすることも、高くすることもできる。ここでもまた、スペーサ22の屈折率は、ハーフボールレンズ20またはボールレンズ20の屈折率よりも低くする必要がある。経験則として、0.1の屈折率差は収差補正のために良好であるが、可能な場合、0.2以上のより大きな差が好ましい。

【0047】

前の実施形態において言及したように、同じ材料および同じ直径を有する2つの部品（導光構成要素、ロッド、スペーサ、レンズ等）を接合することが有利であり得る。同じ材料および異なる直径を有する2つの部品、または同じ直径であるが異なる材料から作製された2つの部品を接合することはより好ましくない。異なる材料および異なる直径を有する2つの部品を接合することは最も好ましくない。この好ましさに対する解決策として、この相違が製造において問題となることがわかった場合、図10に示される設計に類似した実施形態が有用となり得る。図10に示されるように、導光構成要素12（例えば、ドーピングを有するシリカガラスから作製されたSMF）は、まず、異なる材料および同じ直径のガラスロッド14aに接合される（30）。次に、第1のガラスロッド14aは、より大きな直径を有するが、第1のガラスロッド14aと同じ材料の第2のガラスロッド14bに接合される（32）。次に、第2のガラスロッド14bの先端部においてボールレンズ20が形成される。この方法は、システムにおける余分な接合部を生成するが、この追加のステップにより構造的完全性が改善される。必要な場合、ドーピングに起因した屈折率差を最小にするために、導光構成要素12と第1のガラスロッド14aとの間にコアレスファイバを導入することもできる。

【0048】

図11は、図5に示すSEEプローブのモノリシックデザインの最適化のための概略図を提供する。最適化中、ボールレンズ半径および画像平面傾斜角を含む変数を導入する。スペーサの屈折率は、1.556（@589nm）と仮定される。ボールレンズの屈折率

が1.6である場合、最適化された半径は、 $r = 248 \mu\text{m}$ である。この半径 r は、ボールレンズのために1.77のより高い屈折率が仮定される場合、 $438 \mu\text{m}$ まで増大する。より大きな半径は、より小さな球面収差につながり、これは非常に有益である。特に興味深いのは、1.77の屈折率であり、なぜならこれはサファイアに一致し、サファイアは、異なる直径を有するファイバ内に成長させることができる希少物質であるためである。サファイアファイバは、後に、通常のシリカファイバに接合することができる。サファイアファイバにおける特別な利点は、高い融点、および困難な状況において遭遇する厳しい環境に耐える能力を含む、サファイアの際立った特徴を含む。これは、高温検知用途のためのファイバセンサとしてのサファイアの顕著な使用においてサポートされる。しかしながら、サファイアファイバは、比較的高価であり、高い光減衰を有する。このため、検知業界では、サファイアファイバからの信号は、後に伝送用の通常のシリカファイバ内にカップリングされ、これによりコストを著しく低減させる。この分野において大きな前進があり、過去10年間に大きな成功が達成された (Adam E. Barnes, Russell G. May, Sridhar Gollapudi および Richard O. Claus, 「Sapphire fibers: optical attenuation and splicing techniques」Applied Optics, Vol. 34, 6855~6858 ページ, 1995 年を参照)。示されている十分研究された接合条件に加えて、市販の機械にサファイアおよびシリカ光ファイバを接合するように命じることも可能であり (「OFS announces successful splice of sapphire and silica optical fibers」2013 年 2 月 5 日を参照)、これにより、本主題が更に実証される。<http://www.prnewswire.com/news-releases/of-s-announces-successful-splice-of-sapphire-and-silica-optical-fibers-189784631.html>].

【0049】

更に、純サファイアファイバは、レーザ溶接システムにおいて広く用いられていることに起因して、過去10年間でコストが大幅に低減した。単結晶サファイアファイバは、レーザ加熱基座成長方法 (LHPG) を用いて成長させることができる (G. N. Merberg および J. A. Harrington, 「Optical and mechanical properties of single-crystal sapphire optical fibers」Appl. Opt., 32, 18, 3201 (1993) を参照) および (D. H. Jundt, M. M. Fejer および R. L. Byer 「Characterization of single-crystal sapphire fibers for optical power delivery systems」Appl. Phys. Lett., 55, 21, 2170 (1989) を参照)。ファイバは、レーザ加熱によってフィードロッドの上部で生成された融解液滴内に配向単結晶種を浸すことによって成長する。ソースロッドが溶融ゾーンに押し込まれる速度と、ファイバが引き出される速度との比を慎重に制御することによって、ファイバの直径に対するソースロッドの3~4の縮小比 (reduction ratio) が通常得られる。サファイアファイバは、空中で約5mm/分の速度で成長する。c 軸ファイバの断面は、三方対称性を反映する僅かな逸れを有して概ね円形である。長いファイバは、2段階低減を用いて成長する。約1mmの直径のソースロッドから成長したファイバが、3mの長さの $100 \mu\text{m} \sim 150 \mu\text{m}$ の直径のファイバに成長するためのソースの材料として用いられる。成長したファイバは被覆されておらず (コアインデックス=1.78)、したがって高度にマルチモードである。開口数が大きいにもかかわらず、0.7mの長さのファイバを通してレーザビームを伝播させた後の測定モードパワー分布は、 11° のみの半分の強度のフルアングルを有し [上記を参照]、ファイバの曲げおよび入力励振条件 (input launching condition) の影響をわずかにしか受けない。

【0050】

図12(a)および図12(b)は、サファイアボールレンズ設計(図12(a))およびGRINレンズ設計(図12(b))間の画像品質を比較する一対のチャートを提供する。見て取ることができるように、GRINレンズは、618nmの波長について、良好にバランスの取れた収差を示すが、415nmおよび820nmの双方の収差は、制御外である(ここでは像面湾曲が限界収差(limiting aberration)である)一方で、サファイアレンズの収差は青から赤まで安定し、良好にバランスが取れている。

【0051】

図5～図10において詳述されたボールレンズ設計を製造するいくつかの方法が存在する。以下は製造のいくつかの変形形態である。オプション1:まず、サファイアファイバをSMFに接合し、次に、サファイアファイバの端部においてボールレンズを形成する。オプション2:まず、サファイアファイバの端部においてボールレンズを形成し、次に、サファイアファイバをSMFに接合する。オプション1およびオプション2の双方が、接合された接合部に起因して、より高い信頼性を提供する。オプション3:別個のサファイアハーフボールレンズを購入し、サファイアボールレンズをガラスロッドに接着する。ハーフボールレンズのコストは、GRINレンズの約30%である。このとき、ボールレンズの接合部は最も弱いリンクとなる。様々な直径(0.4mm～1mm)を有する市販のサファイアハーフボールレンズを購入することができる。N-LASF9($n=1.85$)、S-LAH79($n=2.0$)等を含む他の材料から作製されたハーフボールレンズおよびボールレンズを購入することも可能である。

【0052】

図13は、上記で概説し、図8において視覚化された、オプション3に対応するサブジェクト(subject)SEEプローブの1つの実施形態の光学モデリングを提供する。見て取ることができるように、SMF先端部からサファイアボールレンズ先端部までは1mmしかない。比較として、GRINレンズ自体は剛体であり、GRINレンズのピッチに依拠して数ミリメートルの長さを有する。サブジェクト(subject)SEEプローブの対応する剛体の部分は、GRINレンズ設計のものと比較してはるかに短く、これにより、サブジェクト(subject)の空洞内ではるかに高い柔軟性および操作性が可能になる。サファイアファイバは非常に可撓性が高いため、この1mmの実施形態であっても、ちょうど硬いサファイアハーフボールレンズのところまで短くすることができる。人体内部の小さな隅を調査するために可撓性先端部が必要である場合、これは大きな利点とすることができる。GRINレンズ設計の剛体部分を短くするために、より高い集束力のGRINレンズを有することが可能である。しかしながら、より短いGRINレンズは取扱および研磨がより困難である。また、より大きな収差も必要となり、画像が不満足なものとなる。

【0053】

サファイアハーフボールレンズ設計の別の利点は、より良好な撮像品質である。比較として、図14における2つのグラフは、GRINレンズと比較したサファイアハーフボールレンズの画像品質を示す。見てとることができるように、ハーフボールレンズは、ほとんどの波長について、GRINレンズと比較して優れた品質を有する。ハーフボールレンズのコストも大幅に低い。この特定の実施形態において、緑チャネル(617.5nm)および赤チャネル(780nm)に向けて撮像品質を最適化し、青チャネル(415nm)の妥当な撮像品質を維持しようとした。この理由は、ほとんどのスーパーコンティニウムレーザーにとって、光強度は通常、緑領域、赤領域の双方および更には近赤外領域(例えば、1000nm)において、より高くなるためである。青端において多くのパワーを送達することは困難である。別の理由は、臨床医および内科医のフィードバックおよび好みに基づいて、緑色および赤色は、生体試料(例えば、組織)の撮像により関連しているためである。結果として、本開示は、緑チャネルおよび赤チャネルの双方に焦点を当てて、回折限界の撮像を達成しようとしている。

10

20

30

40

50

【0054】

3つのカラーチャンネルの重点および多様性が、青チャンネルについて図15、緑チャンネルについて図16、および赤チャンネルについて図17に示される色ごとのスポット図において提供されている。緑チャンネルおよび赤チャンネルのためのRMS半径は、エアリーディスク半径よりもはるかに小さく、双方のチャンネルについて回折限界撮像品質が得られる。青チャンネルのRMS半径は、エアリー半径に近く、これは、色収差がボールレンズ設計について良好にバランスがとれていることを示す。

【0055】

本明細書に記載される装置を製造する1つの方法の間、まずガラスロッドがSMF（同じ材料、異なる直径）に接合され、呼び長さ（この特定の例では1.17mm）まで突き進んだ後、画像品質がチェックされる。次に、ジェルパッド上に載置されたサファイアハーフボールレンズを拾い上げるために、少量のエポキシがガラスロッドの先端部に塗布される。ボールレンズが中心合わせされていない場合、5軸ステージを用いて細かい調節のためにボールレンズをつつくことが可能である。場合によっては、ボールレンズとガラスロッドとの間の接合部を補強することが必要であるため、更なるエポキシを追加することができる。次に、熱収縮チューブが、検出ファイバ（ここでは示されていない）と共に導光構成要素上に装着される。上述したように、スペーサエポキシを使用することにより、ボールレンズを材料で覆うことができ、これにより屈折率変数を複雑にし、画像品質を損ない得るいかなる空隙もなくなる。

【0056】

次に、スペーサエポキシでチューブ全体を覆うために、エポキシが空間内に放出される。熱収縮チューブとファイバとの間に空間が存在するため、スペーサエポキシはボールレンズを通過し、毛管効果により遠位端から長い距離を覆うことができる。エポキシが硬化された後、ボールレンズは、機械的強度を高めるために、スペーサエポキシに完全に覆われる。ここで、ボールレンズのこの実施形態は、ボールレンズがエポキシ内に完全に浸されている場合、GRINレンズに固有の制限なしでGRINレンズを完全に模倣している。ここで、プローブは最終研磨の準備ができています。

【0057】

ガラスロッドとサファイアハーフボールとの間のエポキシにあまり粘性がない場合、ボールレンズは、位置合わせの必要なく自己センタリングする（self-centered）ことが可能である。UD1355は、そのような自己組み立てが可能なエポキシである。UD1355の粘性は447cPsである。比較として、OG142-112は、1200cPs～1700cPsの粘性を有し、わずかに過度に粘性である。

【0058】

図18（a）および図18（b）は、本主題の1つまたは複数の実施形態による、カラー撮像のために利用される共有ボールレンズを特徴とする例示的なSEEプローブの概略図を提供する。本明細書に示されるように、図18（a）および図18（b）に示されるような共有ボールレンズ20構成を有することも可能である。共有ボールレンズ20の実施形態の1つの理由は、取り扱いの目的である。より大きなボールレンズ20は、より容易に入手可能であり、容易に取り扱うことができる。これは、同時にいくつかのチャンネルが存在する場合、重要となる。そのような要求の厳しい用途のうちの1つは、カラー撮像の場合である。ボールレンズ20は、必要な場合、射出成形することができる。図19（a）～図19（c）に示すように、ボールレンズ20の湾曲した表面は、導光構成要素12の方を向くことさえできる。射出成形が機能する場合、ボールレンズ20または非球面ボールレンズ28（図7を参照）の表面を回折格子26と共に同時に成形することが可能である。ボールレンズ20の屈折率は、スペーサ22の屈折率よりも高くなるべきである。成形された部品を検出ファイバ12に接着するためにスペーサ22が用いられる。

【0059】

図21は、光学プローブの例示的な実施形態の、部分切り取り図である。この実施形態において、プローブは前方ビューを有する。光学プローブは、第1の導光構成要素12と

、第2の導光構成要素14と、ボールレンズ20と、エポキシまたは他の接着剤で充填されたチューブ42と、回折格子26とを備える。第1の導光構成要素12は、例えば、シングルモードファイバとすることができる。第2の導光構成要素14は、例えば、溶融シリカコアレスファイバ、ガラスロッド、サファイアコアレスファイバまたはサファイアロッドとすることができる。ボールレンズ20は、エポキシ40によって第2の導光構成要素14に取り付けられる。チューブ42がボールレンズ20の上に配置され、次に、チューブ42はエポキシ22で充填される。多くのタイプのボールレンズを用いることができるが、ボールレンズ（例えば、サファイアボールレンズ）の屈折率がより高いと、より良好な光学性能をもたらすことができる。1つの製造方法では、エポキシ充填チューブ42は、角度研磨され、次に、角度研磨された表面上に回折格子26が製造される。光学プローブは、参照によりその全体が本明細書に援用される、米国特許出願第15／649,310号に開示されているような回折格子と組み合わせることができる。回折格子は、少なくとも、1つの波長の光路が光軸（0°の視野角）と平行になるように広域スペクトル光を分散させる。そのような回折格子を有するプローブは前方ビューを生成する。

10

【0060】

他の例示的な実施形態において、ボールレンズ20は、第2の導光構成要素14の端部を形作ることにより形成される。ボールレンズ20は、溶融接合によってボールレンズ内への材料（例えば、溶融シリカコアレスファイバ、ガラスロッド、サファイアコアレスファイバ、サファイアロッド）を用いることによって形成することもでき、第1の導光構成要素は、第2の導光構成要素の他端に接合される。

20

【0061】

図22は、光学プローブの例示的な実施形態の部分切り取り図を示す。この実施形態において、プローブは前方ビューを有し、モノクロ画像またはカラー画像を生成することができる。光学プローブは、第1の導光構成要素12と、第2の導光構成要素14と、ボールレンズ20と、エポキシまたは他の接着剤で充填されたチューブと、スペーサと、回折格子とを備える。第1の導光構成要素は、シングルモードファイバとすることができる。第2の導光構成要素14は、溶融シリカコアレスファイバ、ガラスロッド、サファイアコアレスファイバまたはサファイアロッドとすることができる。ボールレンズ20は、エポキシスペーサ40によって第2の導光構成要素14に取り付けられる。チューブ42がボールレンズ20の上に配置され、次に、チューブはエポキシで充填される。多くのタイプのボールレンズを用いることができるが、ボールレンズ（例えば、サファイアボールレンズ）の屈折率がより高いと、より良好な光学性能をもたらすことができる。エポキシ充填チューブ42は、2つの角度研磨された表面を有するスペーサ44に取り付けられる。第1の表面46はTIRを生成し、回折格子26は、スペーサの上側の（第2の）角度研磨された表面上に製造される。

30

【0062】

いくつかの実施形態では、スペーサ44構成および回折格子26が、参照によりその全体が本明細書に援用される米国特許出願第15／649,310号に開示されているプローブにおいて記載されている。これらの実施形態において、回折格子26は、光学プローブが前方ビューカラー画像を生成することができるように広域スペクトル光を分散させる。

40

【0063】

更に他の実施形態において、スペーサ44構成および回折格子26が、米国特許出願公開第2016／0341951号に開示されているプローブ（モノクロ前方ビュー）において記載されており、光学プローブがモノクロ前方ビュー画像を生成するようになっている。

【0064】

また、例えば、いくつかの実施形態では、ボールレンズ20は、第2の導光構成要素14の端部を形作ることにより形成される。ボールレンズ20は、溶融接合によってボールレンズ内への材料（例えば、溶融シリカコアレスファイバ、ガラスロッド、サファイアコ

50

アレスファイバ、サファイアロッド）を用いることによって形成することもでき、第1の導光構成要素12は、第2の導光構成要素14の他端に接合される。

【0065】

回折格子の成形は、常に、ボールレンズ設計の統合部分である。PDMS（シリコーン）は、細かい回折格子を成形する能力が実証されている。（Dongkyun Kang, Ramses V. Martinez, George M. WhitesidesおよびGuillermo J. Tearney「Miniature grating for spectrally-encoded endoscopy」Lab on a chip, 13, 1810～1816ページ, 2013年を参照）。以下のステップは、ボールレンズを成形された回折格子と組み立てるための手順を概説する。まず、ボールレンズをPDMSが詰まったシリンダ内に浸す。PDMSの1つの側が回折格子の表面と接触している。後に、PDMSを熱で硬化する。離型を容易にするために、シリンダは2ピースモールドとすることができる。シリンダは、照明コアを保護するように設計された保護支持体の一部とすることもできる。より良好な収差補正のためにプローブの遠位端に別の湾曲を成形することが可能であり、熱収縮チューブ内に回折格子を直接成形することも可能である。

10

【0066】

テフロンで作製された犠牲層またはチューブを成形プロセスにおいて導入し、成形部品の直径を減らすことができる。テフロンまたは他の非粘着材料が用いられる場合、エポキシ（または他のスペーサの材料）注入プロセスにおいて最初に用いられるチューブは、材料が硬化（熱的に硬化またはUV硬化）された後に剥離することができる。導光構成要素の中心がボールレンズに対しずれている場合（例えば、図18（a）～図18（b）および図19（a）～図19（c）に示される設計）、ボールレンズから出てくる光も中心がずれていることになる。

20

【0067】

撮像品質を更に改善することが可能である。重要なのは、ボールレンズの曲率を下げることである。ボールレンズの焦点距離は以下のように計算することができる。

【数1】

$$f = \frac{R}{n_b - n_s}$$

30

【0068】

ここで、Rは、ボールレンズの半径であり、 n_b および n_s は、それぞれボールレンズおよびスペーサの屈折率である。より大きな半径Rを有しながら同じ集束パワーを達成するために、ボールレンズとスペーサとの間の屈折率差を増大させることが必要である。フリントガラスまたはサファイアガラス（1.77）を用いることができる。ポリカーボネートから作製されたレンズを非球面にすることも可能である。スペーサのために異なる材料を選択することが可能であるため、整合屈折率を変動させることにより異なる作動距離を達成するように設計の柔軟性を改善することが可能である。

40

【0069】

大まかに言うと、収差補正のためには0.1の屈折率差が良好であり、可能であれば、より良好な性能のためには、0.2または更には0.3以上のより大きな差が有利である。1つの実施形態では、スペーサとしてサファイアハーフボールレンズ（ $n=1.77$ ）およびシリコーン（ $n=1.41$ ）を用いることによって、より大きな開口で回折限界撮像を達成した。ここでの屈折率差は0.36もの大きさである。一定のシリコーン（例えば、Gelestによって提供されるもの）は、1.39のより低い屈折率を有し得る（Gelest OE39）。更に、いくつかのガラス材料は、非常に高い屈折率も特徴とする場合があり、いくつかはサファイアの屈折率よりも高い。組の例は、N-LaSF9

50

($n = 1.85$) および S-LAH79 ($n = 2.0$) を含む。

【0070】

屈折率差がより低いことは、本明細書において提供される開示が意図されるように機能しないことを意味するものではない。1つの例は、図11に示される実施形態であり、ボールレンズの屈折率は約1.6であり、スペーサの屈折率は約1.556である。この設計の結果として、ボールレンズの半径がより小さくなり、順次、より大きな収差をもたらす。設計がどのように行われるかに応じて、半径がより小さくなることにより、ボールレンズがはるかに小さくなるため、取り扱いおよび製造の問題も生じる場合がある。

【0071】

本開示の例示的な実施形態による、SEEプローブからの画像を取得するシステムが図2の図に示されている。例えば、光源200は、広帯域スペクトルの光（または他の電磁放射）を出力する。波長の範囲は、可視領域のほとんど、および400nm～800nmのいくつかの近赤外領域をカバーすることができる。しかしながら、他の波長も用いることができる。例示的な撮像システムにおいて、光は、直接導光することもできるし、他の形で、導光構成要素とすることができる導光構成要素202に提供することもできる。導光構成要素202は、中空のコアモータ140を通ることができ、その後、例示的なプローブ10が取り付けられる。試料（例えば、組織）から後方散乱される光を、検出ファイバ24によって集光することができる。検出ファイバ24は、検出器206に接続することができ、検出器206において、選択された波長の強度を検出することができる。例示的な機能は、例えば分光計において実行することができる。

【0072】

図3は、本開示の別の例示的な実施形態による撮像システムの図を示す。この例示的な撮像システムは、例えば、本明細書における様々な例示的な実施形態において説明される1つまたは複数の例示的なプローブと共に用いることができる。図3の例示的な撮像システムを動作させるために、ユーザ（例えば、医師、看護師、または技術者）が、固定の導光部を有する例示的なSEEプローブ10、および中空のコアモータ140に接続された回転可能な分散部を接続することができる。コンピュータユニット／装置210は、光源200および検出器206に接続することができる。コンピュータユニット／装置210は、中空コアモータ140に接続することもできる（接続は示されていない）。

【0073】

いくつかの実施形態では、検出ファイバ24は固定することができ、すなわち、検出ファイバ24は回転せずに、導光構成要素202が回転することができる。更に、導光構成要素202は、プローブ先端部が1つの方向に連続的に回転することができるように、回転接合部（ここでは図示されない）に接続することができる。

【0074】

ユーザインタフェースユニット／装置212を介してコンピュータユニット／装置210にコマンドを送信することができる。ユーザインタフェースユニット／装置212の一部としてタッチパネルスクリーンを含めることができるが、キーボード、マウス、ジョイスティック、ボールコントローラおよびフットペダルもユーザインタフェースユニット／装置212と共に含めることができる。ユーザは、ユーザインタフェースユニット212を用いて例示的なSEEプローブを通じて人体内部を観察するために、コマンドを始動させることができる。例えば、ユーザがコマンドを入力するとき、コマンドは、中央処理装置に送信され、この中央処理装置によって実行される。

【0075】

コンピュータユニット／装置210は、中央処理装置（CPU）、メモリ、入力／出力インタフェース、検出器インタフェース、および／またはデータ記憶装置／RAMを含むことができる。データ記憶装置において、ユーザが撮像システムを操作するための決定および様々な機能を行うように中央処理装置を構成するソフトウェアをプレインストールすることができる。コンピュータユニット／装置210は、他のデバイスも含むことができる。CPUは、記憶装置／RAMに記憶されたコンピュータ実行可能命令を読み出し、実

行するように構成される。コンピュータ実行可能命令は、本明細書に記載された方法および／または計算を行うためのコンピュータ実行可能命令を含むことができる。例えば、CPUは、プローブからのスペクトル情報に基づいて位置情報を計算する。記憶装置／RAMは、1つまたは複数のコンピュータ可読および／または書き込み可能媒体を含み、例えば、磁気ディスク（例えば、ハードディスク）、光ディスク（例えば、DVD、ブルーレイ）、光磁気ディスク、半導体メモリ（例えば、不揮発性メモリカード、フラッシュメモリ、ソリッドステートドライブ、SRAM、DRAM）、EPROM、EEPROM等を含み得る。記憶装置／RAMは、コンピュータ可読データおよび／またはコンピュータ実行可能命令を記憶することができる。コンピュータユニット／装置の構成要素は、バスを介して通信することができる。I/Oインタフェースは、入出力デバイスへの通信インタフェースを提供する。この通信インタフェースは、ディスプレイ214、ならびに／または、キーボード、マウス、印刷デバイス、タッチスクリーン、ライトペン、光学記憶装置デバイス、スキャナー、マイクロフォン、カメラ、ドライブ、通信ケーブルおよびネットワーク（有線または無線）を含む他のデバイスを含むことができる。検出器インタフェースも、入出力デバイスへの通信インタフェースを提供することができる。この通信インタフェースは、COMSセンサ、CCDセンサ、光電子増倍管（PMT）、アバランシェフォトダイオード検出器（APD）等を含むことができる。また、検出器の機能は、記憶装置／RAM上に記録されたコンピュータ実行可能命令（例えば、1つまたは複数のプログラム）によって実現されてもよい。

10

【0076】

20

コンピュータユニット／装置210は、雑音低減、座標歪み補正、コントラスト強化等の例示的な画像処理を適用するようにプログラムすることができる。画像処理が行われた後、または更には画像処理中、データをコンピュータユニット／装置210からディスプレイ214に送信することができる。いくつかの例示的な実施形態では、液晶ディスプレイまたはOLEDディスプレイは、ディスプレイ214とすることができる。ディスプレイ214は、例えば、本開示の様々な例示的な実施形態によるラインスキャンによって得られる画像を表示することができる。ディスプレイ214は、観察日、人体のどの部分が観察されているか、患者名、操作者名等のような、画像以外の情報も表示することができる。

【0077】

30

本明細書に記載のSEEプローブ10の使用の特定の例示的な実施形態によれば、コンピュータユニット／装置210は、次に、別のコマンドを中空コアモータ140に送信することができる。このコマンドにより、中空コアモータ140は、コンピュータユニット／装置210によって、基準軸の回りを所定の量 $\delta\theta$ だけSEEプローブの回転可能な分散部を回転させるようにされる。回転後、ラインスキャンは完了したとみなすことができ、画像データをディスプレイ214に送信し、表示する（すなわち、 $\delta\theta$ の回転に関する情報を有する）ことができる。このステップを繰り返すことにより、2次元画像を提供することができる。

【0078】

40

検出器インタフェースも、入出力デバイスへの通信インタフェースを提供する。この通信インタフェースは、COMSセンサ、CCDセンサ、光電子増倍管（PMT）、アバランシェフォトダイオード検出器（APD）等を含むことができる。また、検出器の機能は、記憶装置／RAM上に記録されたコンピュータ実行可能命令（例えば、1つまたは複数のプログラム）によって実現されてもよい。

【0079】

1つの例示的な動作において、ユーザは、例示的なSEEプローブをシース内に配置することができる。次に、そのような装置／構成を人体の所定の位置に挿入することができる。シースを単独で事前に人体に挿入することができ、シース挿入の後で、SEEプローブをシース内に挿入することが可能である。例示的なプローブは、人体内部を観察するのに用いることができ、関節鏡検査、気管支鏡、シヌスコープ、血管内視鏡等の内視鏡として

50

機能する。

【0080】

様々な実施形態において、サブジェクト (s u b j e c t) S E E プローブは、カラー撮像のために構成することができる。そのような実施形態において、S E E プローブは、複数の次数のスペクトル分散された光が実質的に同じ角度で回折格子構成要素を出ることを可能にするように構成することができる。例えば、3次、4次および5次、4次、5次および6次、または5次、6次および7次のスペクトル分散された光が実質的に同じ角度で回折格子構成要素を出る。このカラー撮像実施形態の開示は、参照によりその全体が本明細書に援用される、「S p e c t r a l l y E n c o d e d P r o b e s H a v i n g M u l t i - D i f f r a c t i o n O r d e r」と題する米国特許出願第15/418329号において提供されている。

10

【0081】

更なる実施形態は、S E E プローブのより広い使用のために、進化した回折格子の要素を組み込むことができる。図4は、進化した回折格子を利用する、本開示の例示的な実施形態による例示的なS E E プローブの図を提供する。この例示的なS E E プローブは、導光構成要素12、ボールレンズ20および回折格子26を備えることができる。広帯域光（または他の電磁放射）を結合するか、または他の方法でファイバ12内に提供し、レンズ20によって集束することができる。光（または他の電磁放射）は、レンズ20を進み、回折格子26に入射し、回折格子構成要素26により回折される。図4において、波長 λ_1 、 λ_2 および λ_3 について X_1 、 X_2 および X_3 として示されるように、各光（波長 λ または波長帯域を有する）は、試料34上の一意の空間ロケーション上に集束される。したがって、光（または他の電磁放射）は、点の上ではなく、（図4においてスペクトル符号化された線として示される）線36内に集束することができる。図4に示される λ_1 として示される、光における波長のうちの1つは、レンズの光軸に平行に伝播することができる。試料34によって反射される光（または他の電磁放射）は、結合するかまたは他の形でファイバ12または異なるファイバ（図示せず）に戻すことができ、次に、分光計（図示せず）を含む検出器に送達することができる。分光計において、戻り光（または他の電磁放射）のスペクトルを読み出すことができる。これを用いて、コンピュータまたは他のプロセッサ（図示せず）を用いて試料の線画像を生成することができる。例示的なS E E プローブは、例えば、レンズ20を回転もしくは振動させることによって、または当業者に理解されるべき他の方法で、矢印38によって示されるようなレンズの光軸に沿って回転方向にスキャンすることができる。

20

30

【0082】

加えて、プローブの視野は、回転プローブを組み込むことによって向上させるおよび/または拡張することができる。そのような実施形態において、プローブまたはその一部分を、矢印によって示されるように回転または振動させることができる。例えば、導光構成要素は、回転結合部を介して回転させることができる。加えて、検出ファイバは、任意選択により、導光構成要素に沿って回転させてもよく、または、導光構成要素は、検出ファイバと比較して固定であってもよい。回転させる場合、検出ファイバは、回転結合部を介して第2の検出ファイバに接続することができる。

40

【0083】

図4におけるプローブは、矢印38によって示されるように、モータによって光軸の回りを回転させ、照明光が試料をラインスキャンするようにすることができ、2Dデータ（スペクトルおよび時間）を分光計によって得ることができる。モータは、例えば、ガルバノモータ、ステッピングモータ、DCモータ等とすることができる。回転結合部を、プローブの回転のために用いることができる。例えば、スペクトル符号化された線を矢印の方向に回転することによって、円形領域を撮像することができる。この円形領域は、S E E プローブに対して概ね垂直に配置することができ、したがって、図4に示される例示的なS E E プローブは、前方ビュー撮像を行うことができる。代替的に、プローブを振動させて、類似の2Dデータを提供することができる。分光計において、集光された光のスペク

50

トルを読み出すことができ、これを用いて、試料 3 4 の線画像を生成することができる。

【0084】

この回折格子要素および他の進化した回折格子要素は、参照によりその全体が本明細書に援用される、「Spectrally Encoded Probes」と題する米国特許出願第 1 5 / 6 4 9 , 3 1 0 号において提供されている。

【0085】

本明細書に開示されたボールレンズ設計は、例えば、米国特許第 6 , 3 4 1 , 0 3 6 号、同第 7 , 4 4 7 , 4 0 8 号、同第 7 , 5 5 1 , 2 9 3 号、同第 7 , 7 9 6 , 2 7 0 号、同第 7 , 8 5 9 , 6 7 9 号、同第 8 , 0 4 5 , 1 7 7 号、同第 8 , 1 4 5 , 0 1 8 号、同第 8 , 8 3 8 , 2 1 3 号、同第 9 , 2 5 4 , 0 8 9 号、同第 9 , 2 9 5 , 3 9 1 号、なら
10
びに特許出願公開 WO 2 0 1 5 / 1 1 6 9 5 1 および WO 2 0 1 5 / 1 1 6 9 3 9 に記載されているような S E E 内視鏡、プローブおよび方法の他の態様と組み合わせることができ、これらの特許および特許公開の各々は、参照によりその全体が本明細書に援用される。

【0086】

本明細書に開示されたボールレンズ設計は、基本的な集束要素を記述している。これは、図 2 0 に示されるような光コヒーレンストモグラフィ（「OCT」）等の他の用途に用いられ得る。回折格子がない場合、ボールレンズを通過する光は、角度研磨されたスペーサに当たり、次に、全内反射または反射性コーティングによって反射されることになる。照明ファイバがボールレンズに対して中心がずれている場合（例えば、図 1 8 ~ 図 1 9 に
20
示される設計）、ボールレンズから出てくる光も中心がずれていることになる。本明細書に記載のボールレンズと共に用いることができる例示的な OCT プローブ、方法およびシステムは、Tearney 他に対する米国特許第 7 , 8 7 2 , 7 5 9 号、同第 8 , 2 8 9 , 5 2 2 号および同第 8 , 9 2 8 , 8 8 9 号において開示されており、Tearney 他に対する米国特許第 7 , 8 8 9 , 3 4 8 号に開示されているもの等の、フォトルミネセンス撮像を容易にする装置および方法、ならびに、米国特許第 9 , 3 3 2 , 9 4 2 号、および米国特許公開第 2 0 1 0 / 0 0 9 2 3 8 9 号、同第 2 0 1 2 / 0 1 0 1 3 7 4 号および同第 2 0 1 6 / 0 2 2 8 0 9 7 号に開示されているマルチモダリティ撮像を対象とする。これらの特許および特許公開の各々は、参照によりその全体が本明細書に援用される。

【0087】

本記述を参照すると、開示された例の十分な理解を提供するために、具体的な細部が記載されている。他の例では、よく知られた方法、手順、構成要素、およびプロセスは、本開示を不必要に長くしないように、詳細には述べていない。

【0088】

ある要素または部分が、別の要素もしくは部分「の上にある」、「に接して存在する」、「に接続される」、または「に結合される」と称される場合、それは、直接、他の要素もしくは部分の上にある、それに接して存在する、それに接続される、または結合することもできるし、その間に介在する要素または部分が存在してもよいことを理解されたい。それとは対照的に、ある要素が、別の要素もしくは部分「の上に直接ある」、「それに直接接続される」、または「それに直接結合される」と称される場合、間に介在する要素もしくは部分は存在しない。使用されるとき、「および／または」という用語は、そのように提供される場合、関連する列挙された項目の 1 つまたは複数のものの任意の、および全ての組合せを含む。

【0089】

本明細書で使用される専門用語は、特定の実施形態を記述するためのものに過ぎず、限定することを意図していない。本明細書で使用される場合、単数形「1 つの (a)」、「1 つの (a n)」、および「その (t h e)」は、文脈が明確にその他の形を示していない限り、複数形を同様に含むことが意図されている。「含む (i n c l u d e)」および／または「含んでいる (i n c l u d i n g)」という用語は、本明細書で使用されるとき、述べられた特徴、整数、ステップ、動作、要素、および／または構成要素の存在を指
50

定するが、明示的に述べられていない1つまたは複数の他の特徴、整数、ステップ、動作、要素、構成要素、および／またはそれらのグループの存在もしくは追加を除外するものではないことを更に理解されたい。

【 0 0 9 0 】

図面で示された例示的な実施形態の記述において、明確化のために特定の専門用語が使用される。しかし、本特許明細書の開示は、そのように選択された特定の専門用語に限定されることを意図しておらず、各特定の要素は、同様の方法で動作する全ての技術的に均等な形態を含むものと理解すべきである。

【 0 0 9 1 】

本開示は、例示的な実施形態を参照して述べられてきたが、本開示は、開示された例示的な実施形態に限定されないことを理解されたい。添付の特許請求の範囲は、全てのこのような変更、ならびに均等な構造および機能を包含するように最も広い解釈を与えられるべきである。

10

【図 1】

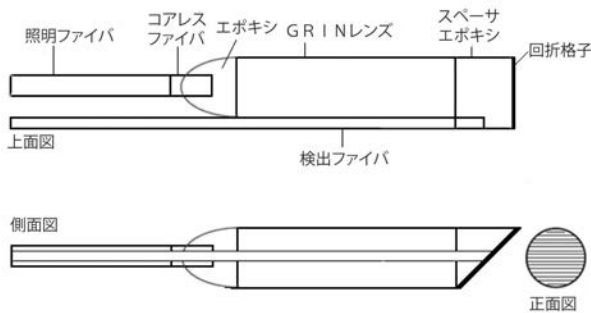


Fig. 1 (従来技術)

【図 3】

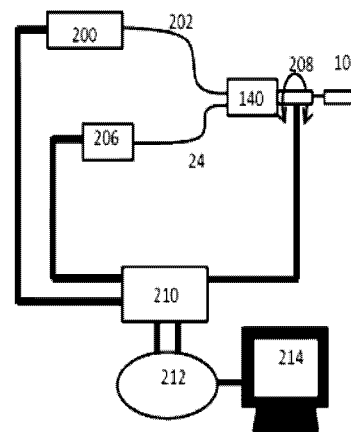


Fig. 3

【図 2】

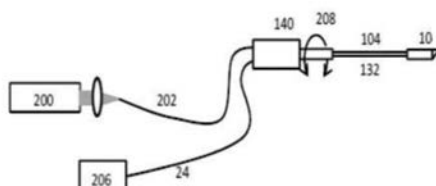


Fig. 2

【図 4】

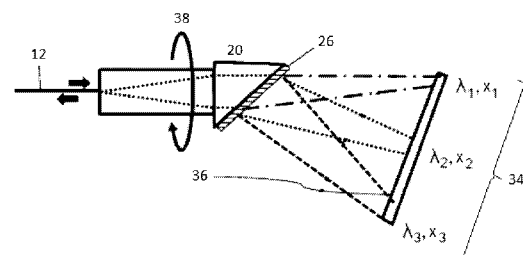


Fig. 4

【図 5】

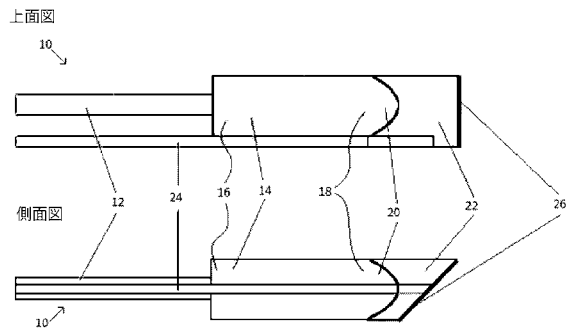


Fig. 5

【図 7】

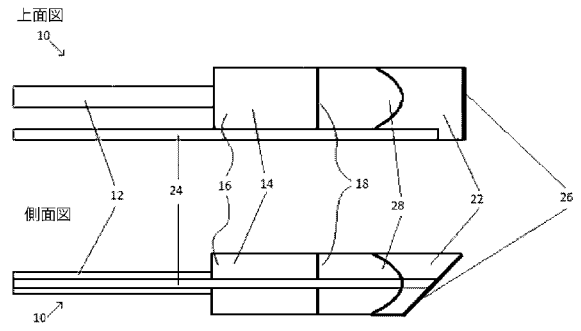


Fig. 7

【図 6】

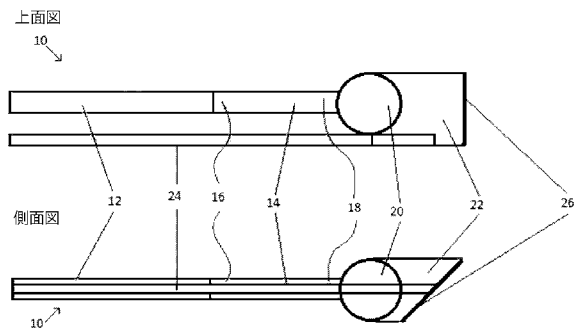


Fig. 6

【図 8】

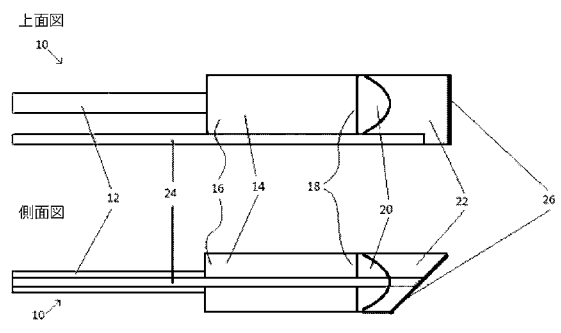


Fig. 8

【図 9】

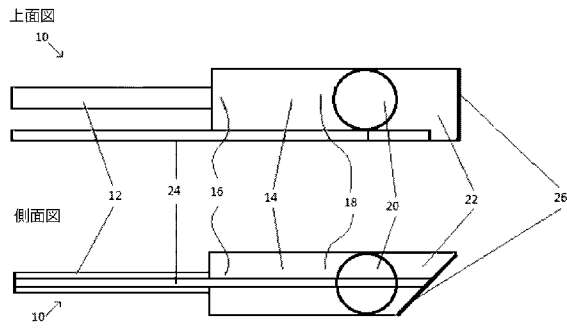


Fig. 9

【図 11】

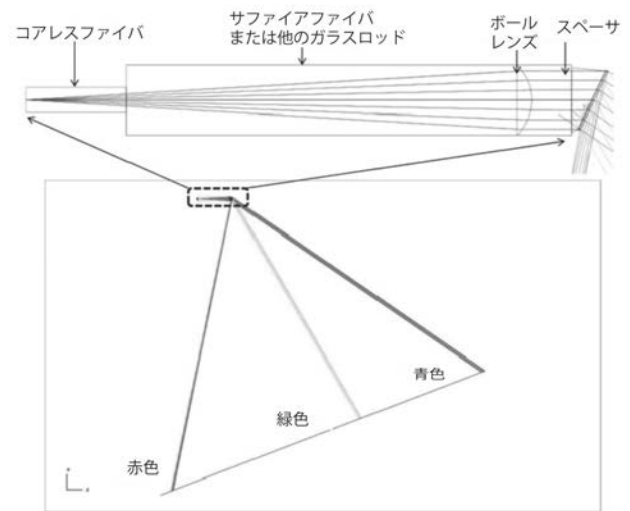


Fig. 11

【図 10】

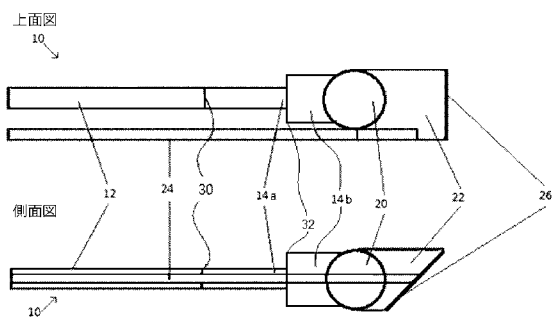


Fig. 10

【図 12】

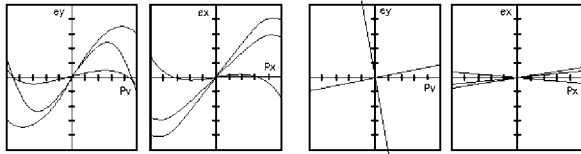


Fig. 12a

Fig. 12b

【図 14】

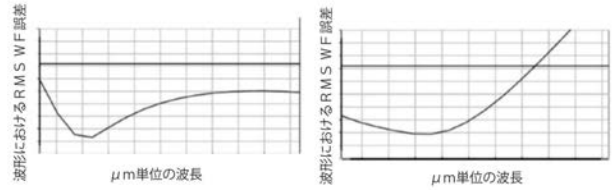


Fig. 14(a)

Fig. 14(b)

【図 13】

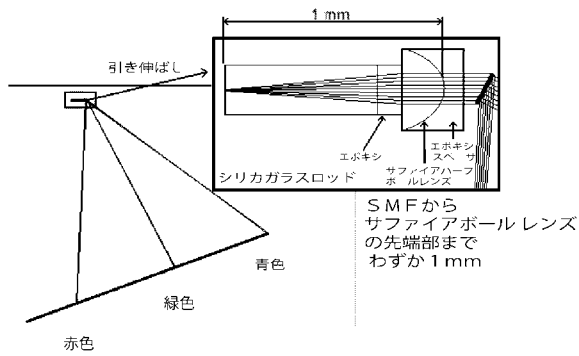


Fig. 13

【図 15】

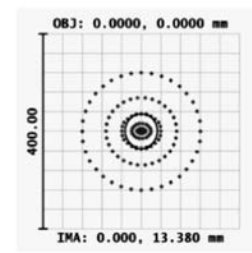


Fig. 15

【図 16】

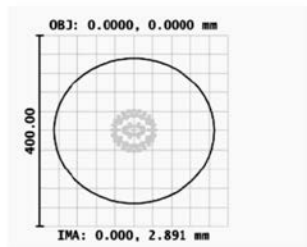


Fig. 16

【図 18】

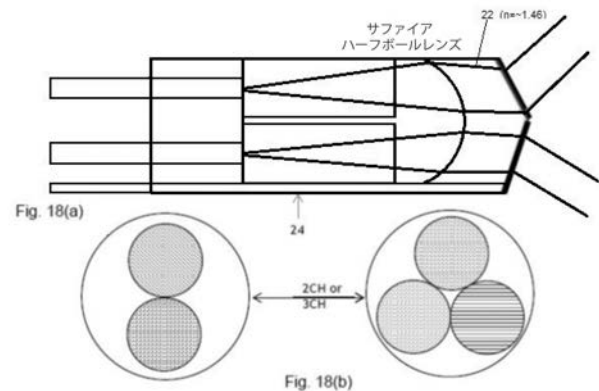


Fig. 18(a)

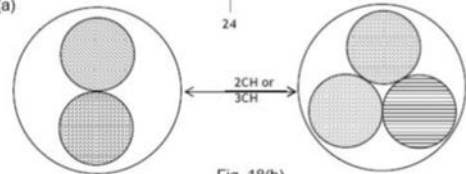


Fig. 18(b)

【図 17】

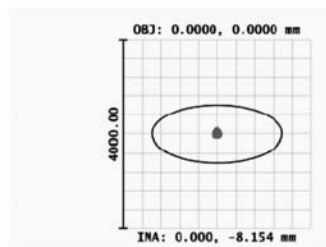


Fig. 17

【図 19】

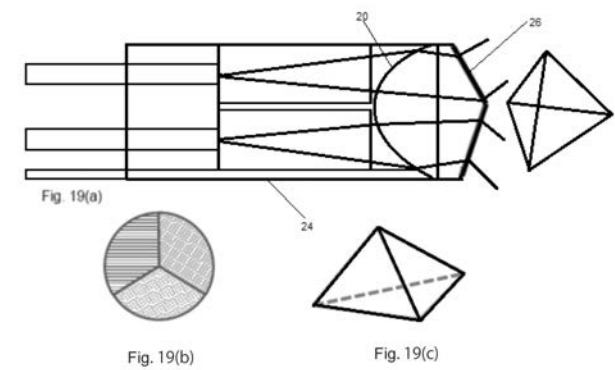


Fig. 19(a)

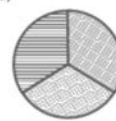


Fig. 19(b)



Fig. 19(c)

【図 20】

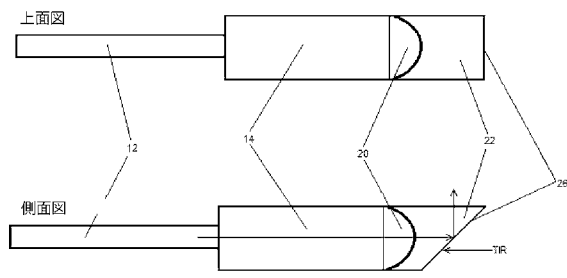


Fig. 20

【図 22】

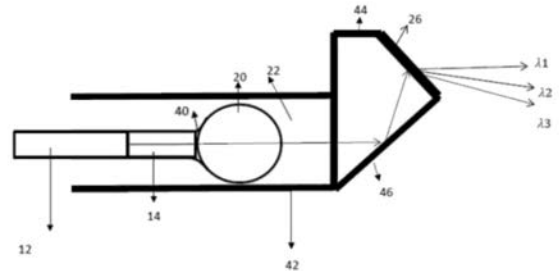


Fig. 22

【図 21】

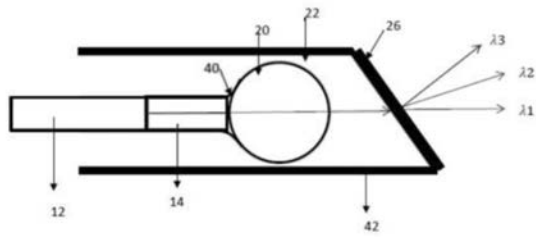


Fig. 21

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2017/053005

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B1/00 A61B1/06 A61B1/07
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US 2014/153864 A1 (SINCLAIR MATTHEW A [US] ET AL) 5 June 2014 (2014-06-05) paragraph [0002] - paragraph [0004] paragraphs [0037], [0050] - paragraph [0058] figures 1-3c,9 ----- -/--	1-10, 12-32, 34-45, 47-52, 54 11, 33, 46, 53

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

6 December 2017

Date of mailing of the international search report

04/01/2018

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Doyle, Aidan

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/US2017/053005

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2007/084903 A2 (GEN HOSPITAL CORP [US]; SHISHKOV MILEN [US]; TEARNEY GUILLERMO J [US];) 26 July 2007 (2007-07-26)	1-10, 12-32, 34-45, 47-52, 54
A	page 3, line 12 - line 14 page 12, line 12 - line 18 page 13, line 18 - line 21 page 15, line 3 - line 11 page 20, line 5 - line 12 page 24, line 3 - line 10 figure 4	11, 33, 46, 53
X	----- DONGKYUN KANG ET AL: "Miniature grating for spectrally-encoded endoscopy", LAB ON A CHIP, vol. 13, no. 9, 25 February 2013 (2013-02-25), pages 1810-1816, XP055232839, ISSN: 1473-0197, DOI: 10.1039/c3lc50076d	1, 2, 5-9, 12-24, 27-31, 34-37, 40-44, 47, 48, 51, 54
A	page 1811, column 2, paragraph 2 - page 1815, column 1, paragraph 2 figure 1	3, 4, 10, 11, 25, 26, 32, 33, 38, 39, 45, 46, 49, 50, 52, 53
X	----- WO 2015/042093 A1 (UNIV JOHNS HOPKINS [US]) 26 March 2015 (2015-03-26)	1-10, 12-32, 34-45, 47-52, 54
A	paragraph [0028] - paragraph [0038] figures 1a-9b	11, 33, 46, 53

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2017/053005

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2014153864 A1	05-06-2014	US 2014153864 A1	05-06-2014
		WO 2014088885 A1	12-06-2014

WO 2007084903 A2	26-07-2007	US 2007188855 A1	16-08-2007
		US 2012328241 A1	27-12-2012
		US 2015045622 A1	12-02-2015
		US 2017160132 A1	08-06-2017
		WO 2007084903 A2	26-07-2007

WO 2015042093 A1	26-03-2015	US 2016227990 A1	11-08-2016
		WO 2015042093 A1	26-03-2015

フロントページの続き

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. テフロン

Fターム(参考) 2H040 CA11 CA22

4C161 AA07 AA22 AA25 CC07 FF40 FF46 MM10 NN01 QQ09 RR18

专利名称(译)	光谱编码内窥镜设备和方法		
公开(公告)号	JP2019534069A	公开(公告)日	2019-11-28
申请号	JP2019516109	申请日	2017-09-22
[标]申请(专利权)人(译)	佳能美国公司		
申请(专利权)人(译)	佳能Yuesuei公司		
发明人	ワン チュオ		
IPC分类号	A61B1/07 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00096 A61B1/00165 A61B1/00172 A61B1/00183 A61B1/00188 A61B1/0638 A61B1/07 A61B1/00009 A61B5/0066 G01B9/0205 G01B9/02091 G02B23/2469 G02B23/26		
FI分类号	A61B1/07.733 G02B23/26.A		
F-TERM分类号	2H040/CA11 2H040/CA22 4C161/AA07 4C161/AA22 4C161/AA25 4C161/CC07 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/MM10 4C161/NN01 4C161/QQ09 4C161/RR18		
优先权	62/399042 2016-09-23 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

用于光谱编码内窥镜的装置，方法和系统，其包括由光导部件和间隔物包围的聚焦透镜，其中，所述聚焦透镜的形状基本上为球形或半圆形，并且所述聚焦透镜的折射率大于垫片的折射率。

