

(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2019-171021

(P2019-171021A)

(43) 公開日 令和1年10月10日(2019.10.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	A 6 1 B 1/00 7 3 2	2 H 0 4 0
G 0 2 B 23/26 (2006.01)	G 0 2 B 23/26 B	4 C 1 6 1
	G 0 2 B 23/26 C	

審査請求 有 請求項の数 21 O L 外国語出願 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2019-10751 (P2019-10751)
 (22) 出願日 平成31年1月25日 (2019.1.25)
 (31) 優先権主張番号 62/621, 945
 (32) 優先日 平成30年1月25日 (2018.1.25)
 (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 竹内 誠二
 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
 ヲ内

最終頁に続く

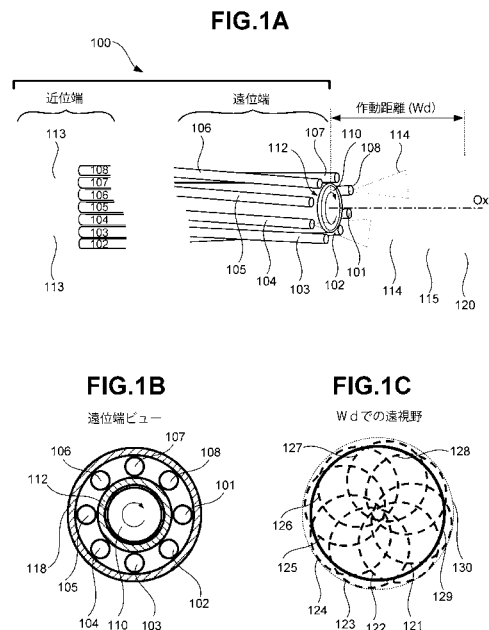
(54) 【発明の名称】 内視鏡における光学ファイバの配置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 近位端から遠位端に延在し、試料を観察するために管状内腔に挿入されるように構成されている、内視鏡プローブの視野の確保と収集効率の分布の最適化。

【解決手段】 プローブ100は、内部シース112に覆われ、内部シースの軸に沿って近位端から遠位端に延在する第1の導波路110と、少なくとも遠位端を有する複数の第2の導波路101~108であって、第1の導波路の遠位端を包囲するために、内部シースの周囲に1つまたは複数のリングで配置される、複数の第2の導波路とを含む。遠位端で、第2の導波路の各々の軸は、調整可能であり得るチルト角で第1の導波路の軸に関してチルトされている。この新規の内視鏡プローブは、第2の導波路の各々の開口数よりも大きい結果的な開口数を有し、その内視鏡プローブは、前方ビューのスペクトル符号化内視鏡 (SEE) に応用可能であり得る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

近位端から遠位端に延在し、試料を観察するように構成されている、内視鏡プローブであって、

内部シースに覆われ、前記内部シースの軸に沿って近位端から遠位端に延在する第 1 の導波路と、

少なくとも遠位端を有する複数の第 2 の導波路であって、前記第 1 の導波路の前記遠位端を包囲するために、前記内部シースの周囲に第 1 のリングパターンで配置される、複数の第 2 の導波路と

を備え、

前記内部シースの遠位端で、前記第 2 の導波路の各々の軸は、予め決定された角度で前記第 1 の導波路の軸に関してチルトされている、内視鏡プローブ。

【請求項 2】

前記第 2 の導波路の各々の遠位先端部は、前記内部シースの前記軸に関してチルトされている、請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 3】

前記複数の第 2 の導波路は、複数の光学ファイバであり、

前記第 2 の導波路のうちの 1 つまたは複数のは、前記第 2 の導波路のファイバ軸に直交して研磨された遠位先端部を有する、

請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 4】

前記第 2 の導波路の各々の前記軸は、前記内部シースの前記軸に関してチルトされており、

前記第 2 の導波路のうちの 1 つまたは複数のは、前記内部シースの前記軸に直交して研磨された遠位先端部を有する、

請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 5】

前記第 2 の導波路の各々に対する受光のコーンの軸は、前記予め決定された角度よりも大きい角度で前記第 1 の導波路の前記軸に関してチルトされている、

請求項 4 に記載のプローブ。

【請求項 6】

前記内部シースの前記遠位端で、前記複数の第 2 の導波路の前記遠位端は、前記第 1 の導波路の前記遠位端を包囲するために、前記内部シースの周囲に前記第 1 のリングパターンで対称的に配置される、

請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 7】

複数の開口部を有し、各々の開口部が、前記複数の第 2 の導波路のうちの 1 つまたは複数を前記開口部内に据え付けるように構成される、固定機構をさらに備え、

前記固定機構は、前記複数の第 2 の導波路を、予め決定されたチルト構成によって、前記内部シースの前記遠位端の周囲に固定するように構成される、

請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 8】

複数の開口部を有し、各々の開口部が、前記複数の第 2 の導波路のうちの 1 つまたは複数を前記開口部内に緩く据え付けるように構成される、角度調整機構をさらに備え、

前記角度調整機構は、前記内部シースの前記遠位端で、前記第 1 の導波路の前記軸に関しての、前記第 2 の導波路の各々の前記軸の間のチルト角を調整するように構成される、

請求項 1 に記載のプローブ。

【請求項 9】

近位端から遠位端に延在する外部シースと、

前記内部シースおよび前記外部シースと同心円状に配置される前記角度調整機構と

10

20

30

40

50

をさらに備え、

前記角度調整機構は、前記内部シースまたは外部シースのいずれかの前記遠位端で取り付けられ、前記第2の導波路の前記遠位端は、前記内部シースまたは前記外部シースのいずれかの前記遠位端を包囲するように配置され、

前記調整機構は、前記外部シースおよび前記内部シースの一方を他方に関して回転させることにより、前記チルト角を調整する、

請求項8に記載のプロープ。

【請求項10】

近位端から遠位端に延在する外部シースと、

前記内部シースおよび前記外部シースと同心円状に配置される中間回転可能チューブとをさらに備え、

前記角度調整機構は、前記中間回転可能チューブの近位端で、前記中間回転可能チューブの外部表面に沿って形成され、前記複数の第2の導波路のうちの1つまたは複数を経々の開口部内に据え付けるように構成される、複数の開口部を有する固定機構は、前記外部シースの前記遠位端で、前記外部シースの内部表面に形成され、

前記角度調整機構は、導波路が取り付けられる前記内部シースおよび前記外部シースのうちのいずれか1つに関して、前記固定機構に近位の部分で、前記中間回転可能チューブを回転させることにより、前記チルト角を調整する、

請求項8に記載のプロープ。

【請求項11】

少なくとも遠位端を有する複数の第3の導波路であって、前記第1の導波路の前記遠位端を包囲するために、前記複数の第2の導波路の周囲に第2のリングパターンで配置される、複数の第3の導波路をさらに備え、

前記内部シースの前記遠位端で、前記第3の導波路の各々の軸は、前記予め決定された角度で前記第1の導波路の前記軸に関してチルトされている、

請求項1に記載のプロープ。

【請求項12】

前記内部シースの前記遠位端で、前記第2の導波路の各々の前記軸は、第1の方向で、前記予め決定された角度で前記第1の導波路の前記軸に関してチルトされており、前記第3の導波路の各々の前記軸は、前記第1の方向と交差する第2の方向で、前記予め決定された角度で前記第1の導波路の前記軸に関してチルトされている、請求項11に記載のプロープ。

【請求項13】

前記内部シースの前記遠位端で、前記第2の導波路の各々の前記軸は、第1の方向で、前記予め決定された角度で前記第1の導波路の前記軸に関してチルトされており、前記第3の導波路の各々の前記軸は、前記第1の方向と同じ第2の方向で、前記予め決定された角度で前記第1の導波路の前記軸に関してチルトされている、請求項11に記載のプロープ。

【請求項14】

前記複数の第2の導波路は、光を光源から前記試料に送るための照明ファイバとして使用されるマルチモーダル(MM)光学ファイバである、請求項1に記載のプロープ。

【請求項15】

前記複数の第2の導波路は、光を前記試料から検出器に送るための検出ファイバとして使用されるマルチモーダル(MM)光学ファイバである、請求項1に記載のプロープ。

【請求項16】

前記複数の第2の導波路は、複数のマルチモード(MM)光学ファイバであり、

前記プロープの前記遠位端で、前記複数のMM光学ファイバにより得られる結果的な開口数(resultant numerical aperture(NAr))は、 $NAr = \sin(\arcsin(NAf) + T)$ により与えられ、

ただし、NAfは、前記MM光学ファイバの各々のファイバの開口数であり、Tは、前

10

20

30

40

50

記第 1 の導波路の前記軸に関しての、チルトされる各々のファイバの軸の間のチルトの前記予め決定された角度である、請求項 1 に記載のプロープ。

【請求項 17】

後に続く条件：

$$0 < T \leq 22 \text{ 度、}$$

$$0.25 < NAr \leq 0.82$$

のうちの 1 つまたは複数が満たされ、

ただし、T は、前記第 1 の導波路の前記軸に関しての、前記第 2 の導波路の各々の前記軸の間のチルトの前記予め決定された角度であり、

NAr は、前記第 2 の導波路の各々の前記遠位端での結果的な開口数 (NAr) であり

10

、 $NAr = \sin(\arcsin(NAf) + T)$ である、

請求項 1 に記載のプロープ。

【請求項 18】

前記第 2 の導波路は、らせん状の様式で前記内部シースの周囲に巻き付けられる光学ファイバであり、前記内部シースの前記遠位端で、各々のファイバの軸は、前記内部シースの外部表面に実質的に接する平面でチルトされている、請求項 1 に記載のプロープ。

【請求項 19】

前記第 2 の導波路は、前記内部シースの外部表面上に配置される光学ファイバであり、前記光学ファイバの遠位端は、前記内部シースの前記遠位端で、各々のファイバの軸が、内部シースの前記軸に直交する平面内の、前記内部シースの遠位縁部に実質的に接するような様式で、前記内部シースの前記軸に関してチルトされている、請求項 1 に記載のプロープ。

20

【請求項 20】

少なくとも遠位端を有する複数の第 3 の導波路であって、前記第 1 の導波路の前記遠位端を包囲するために、前記内部シースの周囲に第 2 のリングパターンで配置され、前記第 2 のリングパターンが、第 1 のリングパターンと同心円状である、複数の第 3 の導波路をさらに備え、

前記内部シースの前記遠位端で、前記第 2 の導波路の各々の前記軸は、第 1 のチルト角 T_1 で前記第 1 の導波路の前記軸に関してチルトされており、前記第 3 の導波路の各々の前記軸は、第 2 のチルト角 T_2 で前記第 1 の導波路の前記軸に関してチルトされており、 $T_2 > T_1$ である、

30

請求項 1 に記載のプロープ。

【請求項 21】

プロセッサと、

内部シースに覆われ、前記内部シースの軸に沿って近位端から遠位端に延在する第 1 の導波路であって、試料に光源からの光を照射するように構成されている、第 1 の導波路と

、
少なくとも遠位端を有する複数の第 2 の導波路であって、前記第 1 の導波路の前記遠位端を同心円状に包囲するために、前記内部シースの周囲に 1 つまたは複数のリングパターンで配置される、複数の第 2 の導波路とを備え、

40

前記内部シースの前記遠位端で、前記第 2 の導波路の各々の軸は、チルト角 T で前記第 1 の導波路の軸に関してチルトされており、 $0 < T \leq 22$ 度であり、

前記複数の第 2 の導波路は、前記試料からの光を収集し、前記収集された光を、検出器または分光計に伝送するように構成されており、

前記プロセッサは、前記分光計または検出器からのデータを処理し、画像を形成するように構成されている、内視鏡システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

関連出願の相互参照

本出願は、2018年1月25日に出願された、米国仮出願第62/621,945号の優先権を主張するものであり、その米国仮出願の内容は、その全体が参照により本明細書に組み込まれている。

【 0 0 0 2 】

本開示は、一般的には内視鏡に関する。より詳細には、本開示は、内視鏡プローブにおける光学ファイバの配置を例示する。

【 背景技術 】

【 0 0 0 3 】

医療用内視鏡プローブは、患者の体の内側からの画像を提供する能力を有する。1つの有用な医療用プローブは、mm未満の直径のプローブによる高精細イメージングを行うことができる小型内視鏡検査技術である、スペクトル符号化内視鏡検査 (spectrally encoded endoscopy) (「SEE」) を用いる。SEEプローブでは、広帯域光が、光学ファイバの先端部で格子により回折させられ、試料 (sample) 上で、異なる波長 (色) の分散されたスペクトルを生み出す。試料から返される光は、分光計を使用して検出され、各々の分解可能な波長は、試料上の異なる点からの反射率に対応する。かくして、SEEプローブは、波長により、試料内の所与の点から反射させられる光を符号化する。SEE技法の原理、および、0.5mm、すなわち500 μ mの直径を伴うSEEプローブが、D. Yelinaらにより、「Three-dimensional miniature endoscopy」、Nature第443巻(7113)、765(2006)という名称の出版物で説明されている。別の同様の例は、G. Tearneyらにより、「Spectrally encoded miniature endoscopy」、Opt. Lett.、27(6):412頁~414頁、2002で説明されている。SEEによるイメージングは、2次元および3次元での高品質画像を生み出すことができる。

10

20

【 0 0 0 4 】

スペクトル符号化内視鏡検査は、入射光を、波長による回折角に偏向させる、回折格子の能力を利用する。偏向させられる光が物体に当たるとき、光は物体により散乱させられる。散乱させられる光強度を各々の波長で検出することは、強度に対応する回折角から検出することと同等である。かくして、物体の1次元ライン画像が得られる。2次元画像は、SEEプローブを回転させることにより得られる。3次元画像は、SEEプローブを回転および並進 (直線状に移動) させることにより得られ得る。その上、干渉計の試料アーム内に組み込まれるとき、SEEプローブは、さらに、試料 (例えば、組織) からの奥行き情報を入手することができる。

30

【 0 0 0 5 】

側方ビュー (side-viewing)、および、前方ビュー (forward-viewing) のSEEプローブが知られている。側方ビューのSEEプローブでは、格子が光を偏向させるので、入射光は普通、プローブの光学軸に関して曲げられる。この様式では、プローブの光学軸に関して一直線に進む光はない。一直線に進む光がないので、従来のスペクトル符号化内視鏡検査構成によって、前方方向でビューすることは可能でない。

40

【 0 0 0 6 】

近年では、前方ビューの特性を呈するスペクトル符号化内視鏡検査プローブが開示されている。前方ビューSEEプローブは、多くの応用例に対して好ましい。前方ビューSEEは、特に、整形外科、耳鼻咽喉科 (ENT)、腹腔鏡検査、および小児外科などの応用例に対して有利である。前方ビューまたは正面ビュー (front-view) SEEプローブは、レンズ、スペーサ要素、プリズム、および格子を含む複数個の構成要素からなり、そのことによって、プローブ設計は、高コストに、および込み入ったものになる。そのような設計の例は、例えば、C. Pitirisら、「A GRISM-based p

50

robe for spectrally encoded confocal microscopy」、Optics Express、第11巻、第2号、120~124頁；2003年1月27日、および米国特許第8145018号で見出され得るものであり、それらの両方は、格子が2つのプリズムの間に挟まれるデュアルプリズム(dual prism)構成(「グリズム」)を開示している。このグリズムは、スペクトル分散された光を、ファイバの光学軸を含む方向で方向設定する。グリズムは、適正なアライメントを必要とする、複数個の構成要素(格子、プリズム)からなる。前方ビュープローブを構築するためのグリズムの必要性によって、プローブの、コスト、製作の複雑さ、およびサイズは増大する。

【0007】

米国特許出願公開第2017/0100024号で、Shahmoonらは、照明のためのリング構成での多重ファイバの使用を論考し、さらには、プリズムの使用による角度の変化を論考している。内視鏡照明のための多重ファイバの使用は、さらには、Tanakaらにより、米国特許第5730702号で開示されている。国際特許出願公開WO/2017/139657が、さらには、複数の光収集ファイバであって、それらの遠位端が照明ファイバを包囲する、複数の光収集ファイバを有する前方ビューのSEEプローブを開示している。

【0008】

しかしながら、SEE内視鏡システムに関して、分光計への光の入口は、小さい開口数(NA)に制限され、一方で、試料からの光の収集は、照明光学機器により照明される広い視界(field of view)に対する大きいNAを有することを所望される。その点について、米国特許第4,736,734号で、Matsuuraraらは、NA、または、照明によりカバーされる視野(field)を変化させるための、照明ファイバの前部での可動レンズシステムを論考している。

【0009】

よって、前方ビューSEEプローブのこれらの知られている設計は、欠点を有する。第1に、前方ビュー設計は、完全な利用可能な開口の使用を可能としないことがある。より小さい開口は、達成可能な分解能の減少を意味する。第2に、これらの知られている設計は、屈折表面(例えば、スペーサまたはレンズ)を必要とする。それゆえに、スペーサまたはレンズの小型サイズ、および、特に、そのような小型光学機器のアライメントに対する必要性を考えると、前方ビューのSEEプローブを製作することは容易ではない。加えて、適正な製作が達成されるときでさえ、これらのプローブは、制限されるNAに起因する、励起光と検出される光との間のクロストーク、または、視界の損失など、他の難題が悩みとなることがしばしばある。

【0010】

具体的には、一方で、可能な限り多くの光を収集するために、多重ファイバアレイの検出側(遠位端)では、大きいNAカバレッジ(例えば、 $NA = 0.5$)を有することが望ましい。しかしながら、分光計側(近位端)では、収集される光のみを分光計の入口スリット上に効率的に結合するために、小さいNA(約 0.2)を有することが望ましい。それゆえに、リングファイバアレイの知られている構成が、所定の受光(acceptance) NAを伴う1つのタイプのファイバとともに使用されるならば、そのNAは、イメージングの完全な視野を捕捉するために、 0.5 の、二者択一での大きいNAであることを必要とするが、分光計への入口での、より低い結合効率を得ることになる。 0.2 の低いNAを伴うマルチモードファイバが使用されることになるならば、ファイバのNAが収集NAを制限することになり、このことが、イメージング側での視界を制限することになる。典型的には、ファイバの収集端上の受光NAは、受光NAの中のより高いNAが、周辺でのより低い結合効率を有し、一方で、NAの中心でのファイバに対する結合効率が、大きい結合効率を有する、分布を有する。

【0011】

別の問題点は、視野の中心は、正反射に起因して、内視鏡に戻ってくる、相対的に、よ

10

20

30

40

50

り高い照明および散乱を有し、一方で、検出のより高い角度では、物体からの照明および散乱は、システム内の有意な損失に加えて低いということである。収集効率の分布を、ファイバの元の受光分布から変化させて、より高い検出角での収集効率を増大し、視野の中心（より低い検出角）での収集効率を低減することが所望される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

よって、本明細書の上記で指示された欠陥のうちの少なくとも一部に対処する、および/または、それらを克服すること、ならびに、前方方向ビューを有する新しいSEEプローブ、および、そのようなプローブを使用するための装置を提供することは有益である。

10

【課題を解決するための手段】

【0013】

本開示の少なくとも1つの実施形態によれば、内視鏡プローブは、内部シース(inner sheath)に覆われ(enclosed)、内部シースの軸に沿って近位端から遠位端に延在する第1の導波路と、少なくとも遠位端を有する複数の第2の導波路であって、第1の導波路の遠位端を包囲するために、内部シースの周囲に配置される、複数の第2の導波路とを含み、遠位端で、第2の導波路の各々の軸は、予め決定された角度で第1の導波路の軸に関してチルトされている(tilted)。

【0014】

他の実施形態によれば、提供されるのは、近位端から遠位端に延在し、試料を観察するために管状内腔に挿入されるように構成される、スペクトル符号化内視鏡検査プローブであって、内部シースに覆われ、内部シースの軸に沿って近位端から遠位端に延在する第1の光学ファイバと、少なくとも遠位端を有する複数の第2の光学ファイバであって、第1の光学ファイバの遠位端を包囲するために、内部シースの周囲に配置される、複数の第2の光学ファイバとを備える、スペクトル符号化内視鏡検査プローブを備える装置である。この様式では、遠位端で、第2の光学ファイバの各々の軸は、予め決定された角度で第1の光学的なものの軸に関してチルトされている。

20

【0015】

本開示の、これらおよび他の特徴、ならびに利点は、後に続く、例示的な実施形態の詳細な説明を、添付の図面、および、提供される特許請求の範囲と関連して取り上げられるときに読むことで、当業者には明らかになる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】図1Aは、本開示の実施形態による例示的なSEEプローブを例解する図である。図1Bは、図1Aで示される例示的なSEEプローブの遠位端ビューを例解する図である。図1Cは、図1Aで示される例示的なSEEプローブの遠位端の遠視野での光分布の例示的な表現を例解する図である。

【図2】図2A~図2Eは、傾斜(inclination)の様々な角度での、遠視野での光強度分布を例解する図である。

【図3】図3A~図3Eは、傾斜の様々な角度での、光収集効率のグラフを例解する図である。図3Fは、傾斜の様々な角度での、検出効率の推移を例解するグラフである。

40

【図4】図4Aは、チルトの異なる角度を伴うファイバの2つの層を有する前方ビューSEEプローブの実施形態を例解する図である。図4Bは、図4Aで示されるSEEプローブの遠視野パターンを示す図である。図4C~図4Dは、遠位端から目視されるような、図4Aで示されるSEEプローブの多重ファイバの例示的な配置を示す図である。

【図5】図5は、チルトの反対の角度を伴うファイバの2つの層を有する前方ビューSEEプローブの実施形態を例解する図である。

【図6】図6は、プローブの遠位端でのみチルトされる多重ファイバを有する前方ビューSEEプローブの実施形態を例解する図である。

【図7】図7は、内部シースの軸に直交して研磨された複数のファイバの先端部を有する

50

前方ビュー S E E プロープの実施形態を例解する図である。

【図 8】図 8 は、製作の第 1 の方法を例解する図である。

【図 9】図 9 は、製作の第 2 の方法を例解する図である。

【図 10】図 10 は、多重ファイバの傾斜の角度を内部シースに関して調整する方法を例解する図である。

【図 11】図 11 は、多重ファイバの傾斜の角度を内部シースに関して調整するための機構の断面ビューを例解する図である。

【図 12】図 12 は、例示的なイメージングシステムの概略を例解する図である。

【図 13】図 13 A ~ 図 13 D は、ファイバ軸のチルトの方向、および、ビューの方向を説明するために使用される、内視鏡プロープの遠位端を示す概略線図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0017】

本開示のさらなる目的、特徴、および利点は、本開示の例示的な実施形態を示す、付随する図と関連して取り上げられるときに、後に続く詳細な説明から明らかになる。

【0018】

図の全体を通して、同じ参照番号および符号は、別段で説述されない限り、例解される実施形態の、同類の特徴部、要素、構成要素、または部分を表象するために使用される。その上、主題開示が今から、図を参照して詳細に説明されることになるが、その主題開示は、例示的な例示的な実施形態とともにそのように行われる。変更および修正が、添付の特許請求の範囲により定義されるような主題開示の真の範囲および趣旨から逸脱することなく、説明される例示的な実施形態に対して為され得るということが意図される。

20

【0019】

本出願の開示は、低 NA ファイバを使用し、分光計または検出器入口でのより少ない損失が存することになるように、収集 NA を有効に増大し、それでもなお、増大される視界を有する、内視鏡プロープの様々な実施形態を説明する。本文書の全体を通して、内視鏡の検出端での開口数 NA、収集角、視野角、および視界は、互換的に使用される。このことは、内視鏡の端部で、らせん状に捺られる配置でファイバのアレイを整列させることにより行われる。

【0020】

長々しく不必要な情報を回避するために、S E E システムの詳細な構成は、ここでは省略されるが、簡単な説明が、内視鏡プロープの例示的な応用例として提供されることになる。当業者には知られているが、S E E 内視鏡システムは、一般的には、光源と、ロータリ接合部と、分散素子を有する遠位光学機器を伴ってロータリ接合部に接続される照明ファイバと、照明ファイバの周囲に配置される検出ファイバと、分光計 / 検出器と、プロセッサとを含む。

30

【0021】

前方ビューの S E E プロープの構造

図 1 A、1 B、および 1 C は、本開示の例示的な実施形態による例示的な S E E プロープ 100 の構造および遠視野光分布を示す。図 1 A は、例示的な内視鏡プロープ 100 の略された斜視図を示す。図 1 B は、遠位端から目視される、プロープ 100 の断面ビューを示す。図 1 C は、プロープ 100 の遠位端から作動距離 (working distance) W_d で形成される照明および収集光の遠視野空間的分布を示す。図 1 A で示されるように、プロープ 100 は、光学軸 (Ox) に沿って延在する近位端と遠位端とを含む。

40

【0022】

図 1 A は、プロープ 100 が、内部シース 112 を含み、回転可能照明ファイバ 110 (第 1 の導波路) が、内部シース 112 の内側に配設されるということを示す。遠位端で、検出ファイバ 101、102、103、104、105、106、107、および 108 (複数の第 2 の導波路) が、さらには図 1 B で示されるように、内部シース 112 の周囲に、および外部シース (outer sheath) 118 の内側に、リングパターン

50

で同心円状に配置される。検出ファイバ101から108の各々は、作動距離(Wd)での遠視野120からの光を収集する遠位端でのNAのコーン(cone)114と、分光計の受光NAとマッチングする近位端でのNAのコーン113とを有する。検出ファイバ101~108は、らせん状の様式で内部シース112の周囲に巻き付けられ、各々のファイバは、内部シース112の外部表面の周囲に、互いの隣にらせん状に捲回される。結果として、内視鏡の遠位端で、検出ファイバ101から108の各々は、予め決定された角度Tで内部シース112の軸Oxに関してチルトされる。好ましくは、ファイバ101から108は、内部シース112の周囲に対称的に配置され、すべてのファイバがチルトされ、そのことによって、それらのファイバの受光NAのコーン114は、軸Oxに関して、予め決定された角度でチルトされることになる。本明細書の下記で、より詳細に解説されるように、受光NAのコーン114は、光学軸Oxから離れるように向く、予め決定された角度でチルトされる。

10

【0023】

内部シース112は、回転の間の摩擦を回避するのに十分な許容性を伴って、回転可能照明ファイバ110を収容し、一方で、照明ファイバ110の光学軸が、内部シース112の軸Oxと実質的にアラインメントされた(平行な)様態を維持する。照明ファイバ110は、照明のコーン115を有し、遠視野120で、試料(示されない)の区域は、大きい円形の視界129(図1Cで示される実線)によりカバーされる。加えて、検出ファイバ101、102、103、104、105、106、107、および108の各々のNAのコーン114は、それぞれ、図1Cで示されるように、小さい視野121、122、123、124、125、126、127、および128をカバーする。すべてのファイバ101から108が、内部シース112の周囲に対称的にチルトされることの結果として、検出ファイバ101から108は、円形の視界129よりも大きい区域を有する完全な視界130を有効にカバーする。それゆえに、検出ファイバ101から108の有効開口数NAは、照明のコーン115のNAよりも大きい。

20

【0024】

図1Aでは、遠位端と、近位の近位端との間の内視鏡の部品は、例解を容易にするために示されない。しかしながら、照明ファイバ110を、その光学源および他の要素に接続するためのファイバロータリジョイント(FORJ)などの、省略された要素が、プローブ100の内視鏡に含まれると考えられるということが理解されるべきである。注目すべきは、内視鏡の長さに沿ったところで、検出ファイバ101から108は、内部シース112から分離され、そのことによって、照明ファイバ110は光源(示されない)に方向設定され、検出ファイバは分光計に方向設定される。近位端(検出器側)での検出ファイバ101から108の配置は、検出器に適合するようにさらに構成される。具体的には、図1Aで示されるように、近位端で、ファイバは、スペクトル符号化内視鏡検査に対する分光計入力に対して1つのラインで配置される。ライン方向は、共用の分光計のスリット方向に対応する。

30

【0025】

図2Aから2Eは、10mmの作動距離(Wd)での遠視野光強度分布からの光の検出の結果を示す。これらの結果に対して、NA0.25のファイバ、および、 $1/e^2$ でのガウス分布の使用が想定される。図2Aは、すべての検出ファイバが円に配置され、すべてが内部シース112の軸に平行である(傾斜の角度ゼロ)事例に対する、(ファイバNA=0.25を使用する)光強度分布の検出を示す。図3Aは、標準ガウス分布(破線)と比較される、図2Aで示される検出された光強度結果に対応する収集効率分布(実線)を示す。図2Bは、すべての検出ファイバが、内部シース112の軸に関して5度の傾斜の角度を伴ってチルトされて配置される事例に対する、(ファイバNA=0.25を使用する)光強度分布の検出を示す。図3Bは、図2Bで示される検出された光強度結果に対応する収集効率分布を示す。図2Cは、すべての検出ファイバが、内部シース112の軸に関して10度の傾斜の角度を伴ってチルトされて配置される事例に対する、(ファイバNA=0.25を使用する)光強度分布の検出を示す。図3Cは、図2Cで示される検

40

50

出された光強度結果に対応する収集効率分布を示す。図 2 D は、すべての検出ファイバが、内部シース 1 1 2 の軸に関して 1 5 度の傾斜の角度を伴ってチルトされて配置される事例に対する、(ファイバ NA = 0 . 2 5 を使用する) 光強度分布の検出を示す。図 3 D は、図 2 D で示される検出された光強度結果に対応する収集効率分布を示す。図 2 E は、すべての検出ファイバが、内部シース 1 1 2 の軸に関して 2 0 度の傾斜の角度を伴ってチルトされて配置される事例に対する、(ファイバ NA = 0 . 2 5 を使用する) 光強度分布の検出を示す。図 3 E は、図 2 E で示される検出された光強度結果に対応する収集効率分布を示す。

【 0 0 2 6 】

検出ファイバが、内部シース 1 1 2 の軸に関してチルトの 1 0 度角度を有し、ファイバ端が、1 mm の直径の円のリングパターンで配置される状態で、分布が、0 . 4 2 の結果的な (r e s u l t a n t) または有効な NA (N A r) を伴って、図 2 C で示される。図 3 C は、標準ガウス分布 (破線グラフ) と比較される、図 2 E の分布 (実線グラフ) の断面を示す。効率は、中心が、チルトのない向きに対する 1 であるように正規化される。図 3 C では、視野の中心は、ファイバの各々のビューの中心により収集されないので、効率は、チルトのない向きより低いということが察知され得る。しかしながら、図 3 C では、さらには、収集効率は、視野の周辺領域で改善されるということが察知され得る。

【 0 0 2 7 】

図 3 F は、それぞれ、8 つの検出ファイバを有するプローブに対する、0、5、10、15、20 度のファイバチルトに対する視界での検出効率分布の推移を示す。ファイバの NA は 0 . 2 5 である。例解される視界の作動距離は、1 0 mm のものである。ファイバ先端部は、0 . 5 mm の半径を伴う円上に配置され、軸 O x から離れるように、指示されるチルト角で向きを設定される。(内部シース 1 1 2 に対して 1 mm の近似的な直径を想定する)。図 3 F は、図 2 A から 2 E の中心水平線での分布の断面を示す。重畳される単一のガウスプロファイルは、何らのチルトも伴わない (0 度)、重畳されるすべての 8 つのファイバからの効率である。0 度チルトの検出効率分布は、ファイバ先端部が、1 mm の半径を伴う円上に配置されるので、1 (標準ガウス分布) よりわずかに低い。

【 0 0 2 8 】

ファイバチルト傾斜の変化が収集効率に与え得る上述の効果は、さらには、照明効率に応用され得る。これらの効果は、内視鏡光学プローブに対するファイバの適正な配置を有利に決定するために、数学的に表現され得る。

【 0 0 2 9 】

具体的には、ファイバ NA が N A f であり、ファイバチルト角が T であるとき、N A r と定義される有効または結果的な NA は、後に続くように表現され得る。

【 0 0 3 0 】

$$N A r = \sin (\arcsin (N A f) + T) \quad \text{式 (1)}$$

【 0 0 3 1 】

または、N A r の結果的な拡大された NA を生出するために、チルト角 T が、後に続くように定義される。

【 0 0 3 2 】

$$T = \arcsin (N A r) - \arcsin (N A f) \quad \text{式 (2)}$$

【 0 0 3 3 】

内部シース 1 1 2 の軸に関して 2 0 度チルトを伴ってチルトされる、NA 0 . 2 5 の 8 つのファイバの配置に対して、1 0 mm の作動距離での有効遠視野強度分布が、図 2 E で示される。図 3 D で示される収集効率 (実線) が、標準ガウス分布 (破線) と比較される。効率は、中心が、チルトのない向きに対する 1 であるように正規化される。視野の中心は、ファイバの各々のビューの中心により収集されるのではなく、むしろ、ファイバ受光 NA の周辺によって収集されるので、効率は、中心では低いが、視野の周辺で増大する。このことによって、有効 NA の増大が結果的に生じる。この実施形態で示されるような図 2 E および 3 E に対して、有効 NA (N A r) は 0 . 5 7 であり、中心部分は、検出効率

10

20

30

40

50

に関しては著しく低い。低い検出効率を有するこの中心部分は、遠視野光分布でのオブスキュレーション部分として有効に作用し得る。検出のない中心オブスキュレーションを少しも有さないために、チルト角 T は、後に続く式により制限され得る。

【0034】

$T < \arcsin(NA_f)$ 式(3)

【0035】

ただし NA_f は、ファイバの受光 NA である。

【0036】

マルチモードファイバは、上記で論考されたように、ガウス分布の代わりに、トップハット分布にかなり類似する、より広い分布を伴う収集効率を有することがしばしばある。それゆえに、例示的な実施形態では、よりトップハット分布に近いプロファイルを有する強度分布を伴うマルチモード検出ファイバが使用され得る。この様式では、ファイバが、軸 Ox に関して最高 20 度でチルトされることでさえ、視野の中心での収集効率を増大することが可能である。

【0037】

別の例示的な設計は、 40 度の半角を伴う受光のコーンに対応する、 $NA_f 0.64$ のマルチモードファイバを使用する。 110 度の視界をカバーするために（有効 $NA : NA_r 0.82$ ）、遠位端でのファイバのチルト角 T は、 15 度にセットされる。同じファイバが、 90 度の視界をカバーするために（ 0.71 の NA_r ）、 5 度での T のチルト角にチルトされる。さらに別の例示的な設計は、 33 度の半角を伴う受光のコーンに対応する、 $NA_f 0.55$ のマルチモードファイバを使用する。 90 度の視界をカバーするために（有効 $NA : NA_r 0.71$ ）、ファイバのチルト角 T は、 12 度に調整される。同じファイバが、 110 度の視界をカバーするために（ 0.82 の NA_r ）、さらに 22 度でのチルト角 T にチルトされる。

【0038】

実施形態では、各々のファイバのチルト平面が、ファイバの先端部で内部シースの縁部（遠位先端部）に対して接線方向であるように、検出ファイバを配置することが好ましい。図 13A から 13D は、ファイバ軸のチルトの方向、および、ビューの方向を解説するために使用される。図 13A では、内部シース 112 は、接線 1303 で外部表面に接する平面 1302 を伴う、3次元円筒形構造として示される。検出ファイバ 1304 は、平面 1302 でチルトされ、さらには、ファイバのビューの軸 1305 が、平面 1302 でチルトされるが、ビューの軸 1305 は、接線 1303 に平行ではない。ファイバ厚さが無視できると想定されるならば（例えば、ファイバ半径が数ミクロンであると想定して）、ファイバ 1304、および、ビューの軸 1305 は、接平面 1302 上にある。接線 1303 は、内部シース 112 の軸 Ox に平行であるので、チルト角 T は、接平面 1302 上の、ビューの軸 1305（ファイバ 1304 の軸）と接線 1303 との間の角度と考えられ得る。図 13A は、ファイバ 1304 の遠位端が、内部シース 112 の遠位端に関してチルトされるということを示す。しかしながら、図 7 を参照して示され解説されるように、中心ルーメンの周囲にファイバを配置した後、ファイバおよびシースを同時に研磨することにより、内部シースの遠位端と同一面にファイバ端を調整することは、より簡単であり得る。

【0039】

図 13B は、図 13A で示される構成の上面ビュー（正面ビュー）を示し、3つの例ファイバ 1304 が、内部シース 112 の外部表面の周囲に、らせん状に、および密接に巻回される。図 13C および図 13D は、らせん状の様式で内部シース 112 の周囲に巻き付けられるファイバ 1304 の遠位端の追加的な視図を示す。3つのファイバ 1304 の各々は、そのそれぞれの、中心チューブに対する接平面 1302 を破線により、および、ビューの軸 1305 を矢印によって示す。図 13D は、図 13C でより少ないチルトを伴うファイバを示す。図 3B から理解されるように、ビューの軸 1305 は、内部シース 112 の遠位縁部 1312 で、内部シース 112 の外部表面の周囲のらせん状の軌跡をたど

10

20

30

40

50

るが、ファイバのビューの軸 1 3 0 5 は、単純に、接平面 1 3 0 2 に沿って（平行に）延在する。ここでは、遠位縁部 1 3 1 2 は、内部シースの軸 Ox に直交する平面 1 3 0 1 内の円（内部シースの外部表面）である。その直交平面へのファイバビューの軸 1 3 0 5 の射影は、縁部 1 3 1 2 に近似的または実質的に接する（ファイバ直径が数ミクロンまたは無視できるということを想定する）。それゆえに、光学ファイバ 1 3 0 4 の遠位端は、内部シースの遠位端で、各々のファイバの軸 1 3 0 5 が、内部シースの軸に直交する平面 1 3 0 1 内の、内部シース 1 1 2 の遠位縁部 1 3 1 2 に実質的に接するような様式で、内部シースの軸に関してチルトされる。この様式では、ファイバ 1 3 0 4 のリングは、上記で説明された NA_r を有する受光の有効コーンを形成する。

【 0 0 4 0 】

他のファイバの配置

異なるチルトを伴うファイバの 2 つの層。

【 0 0 4 1 】

図 4 A は、異なるチルトを伴うファイバの 2 つの層を有する内視鏡の遠位端の例示的な実施形態の構成を示す。図 4 B は、10 mm の作動距離での遠視野分布パターンを示す。図 4 C および 4 D は、遠位端から目視される、検出ファイバの 2 つの異なる可能な配置を示す。この実施形態では、ファイバは、内部シース 1 1 2 の周囲に、2 つのリングパターンで、2 つの層で配置される。各々の層は、チルトの異なる角度を有する。第 1 の層 4 2 0 は、図 4 A の側面視図上に、より細かい線によって示される、8 つの検出ファイバ 4 2 1 の内部層である。これらのファイバ 4 2 1 は、小さい角度を伴ってチルトされ、内部リング内の各々のファイバ 4 2 1 の軸 4 0 5 は、内部シース 1 1 2 の軸 Ox に関して第 1 の角度 T_1 をなす。第 2 の層 4 3 0 は、図 4 A 上に、より太い線によって示される、8 つの検出ファイバ 4 2 2 の外部層である。これらのファイバ 4 2 2 は、内部層ファイバの角度 T_1 よりも大きい第 2 の角度 T_2 でチルトされ、シースの先端部での各々のファイバ 4 2 2 の軸 4 0 4 は、内部シース 1 1 2 の軸 Ox に関して、より大きい角度をなす。第 1 の層 4 2 0 内の各々のファイバ 4 2 1 は、受光コーン 4 0 7 を有し、第 2 の層 4 3 0 内の各々のファイバ 4 2 2 は、受光コーン 4 0 6 を有する。

【 0 0 4 2 】

図 4 B は、視界の遠視野分布パターンを示す。照明光によりカバーされる照明視界は、実線円 4 0 8 により示される。（軸 Ox に関して）より小さいチルトを伴う内部層ファイバ 4 2 1 に対する検出 NA のコーン 4 0 7 は、破線 4 1 1 によって、遠視野分布の中心に、より近い円によって示される。（軸 Ox に関して）より大きいチルトを伴う外部層ファイバ 4 2 2 に対する検出 NA のコーン 4 0 6 は、破線 4 0 9 によって、照明 4 0 8 の視野（実線の暗線）の周辺をカバーする、中心からより遠くに位置する円によって示される。

【 0 0 4 3 】

図 4 C および 4 D は、内視鏡の前部（遠位端）から目視される、2 層ファイバ先端部の例示的な配置を示す。図 4 C で示される 1 つの構成では、内部層ファイバ 4 2 1 は、外部層ファイバ 4 2 2 と同じ回転角で、内部シース 1 1 2 と接触して配置される。すなわち、図 4 C で示されるように、第 1 の層 4 2 0 内のファイバ 4 2 1、および、第 2 の層 4 3 0 内のファイバ 4 2 2 は、共通の半径方向 rd_1 、 rd_2 、 rd_3 、その他に沿ってアラインメントしたものである。図 4 D で示される別の構成では、内部層ファイバ 4 2 1 は、外部層ファイバ 4 2 2 とは異なる回転角で、内部シース 1 1 2 の周囲に配置される。具体的には、図 4 D で示されるように、第 1 の層 4 2 0 内のファイバ 4 2 1 は、半径方向 rd_1 、 rd_2 、 rd_3 、その他で配置され得るものであり、一方で、第 2 の層 4 3 0 内のファイバ 4 2 2 は、半径方向 Rd_1 、 Rd_2 、 Rd_3 、その他で配置され、ただし、 rd_1 Rd_1 、 rd_2 Rd_2 、 rd_3 Rd_3 であり、ファイバ 4 2 1 は、ファイバ 4 2 2 に関して半径方向でずらされる。

【 0 0 4 4 】

図 5：反対のチルトを伴うファイバの 2 つの層

【 0 0 4 5 】

図5の実施形態では、検出ファイバは、反対のチルトを伴って、内部シース112（中心ルーメン）の周囲に、2つの層で配置される。各々の層は、チルトの同じ角度を有するが、反対の方向でチルトされる。第1の層または内部層は、図5の側面視図上に、より細かい線によって示される、複数の検出ファイバ503を含む。これらのファイバ503は、特定の設計された角度T1を伴ってチルトされ、各々のファイバ軸505は、内部シース112の軸Oxに関して小さい角度をなす。第2の層または外部層は、図5上に、より太い線によって示される、複数の検出ファイバ502を含む。これらのファイバ502は、ファイバ501に関して反対の方向でチルトされ、各々のファイバ502のファイバ軸504は、内部シース112の軸Oxに関して、実質的に同じ設計された角度T1を、ただし反対の方向でなす。この様式では、第1の層内の各々のファイバ201は、受光コーン507を有し、第2の層内の各々のファイバ502は、受光コーン506を有する。

【0046】

示されない遠視野パターンでは、内部層ファイバ501に対する検出NAのコーン507は、視界の中心からの、外部層ファイバ502に対する検出NAのコーン506と同じ半径をカバーする。

【0047】

この構成は、より多くの検出ファイバを有することにより、光収集効率を増大し、その構成は、単一層検出により存在し得る、いかなる起こり得る中心または非対称シャドウイング効果も低減することができる。

【0048】

図6：プローブの遠位端でのみチルトされるファイバ

【0049】

図6は、内部シースに実質的に平行に延在し、次いで、遠位端でのみチルトされている検出ファイバを伴う別の実施形態の構成を示す。以前の実施形態での検出ファイバは、中心ルーメン上の長さに沿ってずっと、らせん状の様式で内部シースの外部表面の周囲に巻き付き得るが、それらの検出ファイバである必要はない。図6で示されるこの実施形態は、先端部に近い場所まで内部シース112（中心ルーメン）に平行に構成される検出ファイバ601を有し、次いで、ファイバは、内部シースの先端部で、または、その先端部の付近でのみチルトされる。

【0050】

図7：内部シースの軸に直交するファイバ先端部

【0051】

以前に解説された実施形態は、各々のファイバの視界は、先端部でファイバの先端部軸にアラインメントされていると解説されている。組立プロセスでは、中心ルーメンの周囲にファイバを配置した後、同時に研磨することにより、先端部で同一面に多重ファイバ長さを調整することが、より簡単であることがしばしばある。図7は、この方法により作製される構成を図示する。図7では、複数の検出ファイバ701が、内部シース112の周囲にらせん状に巻き付けられる。この方法で組立てられ処理されるとき、ファイバ701のファイバ端は、シース112の軸Oxに直交して研磨されることになる。この実施形態では、収集コーン705の軸704aは、ファイバ出口の境界表面での屈折に起因して、シース軸Oxに関して、ファイバ軸704bより多く（より大きい角度で）チルトされる。

【0052】

図8：製作の方法 - 端部での巻き付けおよび研磨

【0053】

図8は、検出ファイバがシースの周囲にらせん状の様式で巻き付けられることを伴う、シースの製作の第1のプロセスを図示する。

【0054】

ステップ1：第1に、接着テープ804上に、予め決定された角度T1でファイバ802をアラインメントする。ステップ2：中心ファイバを覆う内部シース112になること

10

20

30

40

50

になる、所望されるチューブ状構造の周囲に接着テープ 804 を巻き付ける。ステップ 2 で、ファイバ 802 は、接着テープの外側、または内側のいずれかであり得る。すなわち、接着テープ 804 がシース 112 の周囲に巻き付けられるとき、ファイバ 802 が、シース 112 の外部表面と直接接触しており、または、接着テープ 804 が、シース 112 の外部表面と直接接触している。ファイバが接着テープの外側であるならば、ファイバを保護するために、別の接着テープまたは熱収縮チューブ材料を外側に有することが好ましい。ここでは、ファイバ 802 が、シース 112 の長さ全体に沿って、シース 112 の周囲にらせん形に巻き付けられ得るということが理解される。代替的に、ファイバ 802 は、例えば図 6 で示されるように、シース 112 の遠位端のみの周囲にらせん形に巻き付けられ得る。

10

【0055】

ステップ 3 : ファイバがシース 112 の周囲に巻き付けられると、各々のファイバのファイバ先端部 (ファイバ縁部) は、シース 112 の前部縁部と同一面であるように研磨される。ファイバが、図 8 のステップ 1 で示されるように、長手方向でアラインメントされない (内部シース 112 の軸に平行でない) とき、組立体を、チューブ状シースの軸に直交して、全体で平坦に研磨することは、シースの軸に直交する、各々のファイバの縁部 (ファイバ先端部) を整えることになる。このプロセスは、すべてのファイバが、同じ角度を伴って均一に研磨されるということを実際にし、さらには、ファイバを 1 つずつ研磨し、次いでそれらをシースの周囲に巻き付けることと比較して、より高速の製造生産を可能にする。当然ながら、ステップ 1 および 2 は、多重層構成のために繰り返され得るものであり、次いでステップ 3 が、1 回遂行され得る。

20

【0056】

図 9 : 製作の方法 - 先端部でのみのチルト。

【0057】

図 9 は、検出ファイバ 902 が、らせん状の様式で内部シース 112 の周囲に巻き付けられ、その内部シースの遠位端でのみチルトされることを伴う、シース 112 の製作の第 2 のプロセスを図示する。

【0058】

ステップ 1 : 第 1 に、接着テープ 904 上に、直線的に、および互いに平行に、ファイバ 902 をアラインメントする。接着テープ 904 は、緩い (接着テープに取り付けられない) ように、ファイバ先端部でいくらかの長さを残すように、ファイバ先端部からいくらかの長さだけ離れて配置されるべきである。ステップ 2 : ファイバ 902 がシース 112 の軸に実質的に平行であるように、中心ファイバに対する内部シース 112 になることになるチューブの周囲に接着テープ 904 を巻き付ける。この時点で、ファイバ 902 は、接着テープの外側、または内側のいずれかであり得る。ファイバ 902 が接着テープ 904 の外側であるならば、ファイバ 902 を保護するために、別の接着テープまたは熱収縮チューブ材料を外側に有することが好ましい。ここでは、ファイバ 902 が、近位端から遠位端まで、シース 112 の長さ全体に沿って、シース 112 に平行に巻き付けられ得るということが理解される。代替的に、ファイバ 902 は、シース 112 の遠位端での所定の長さのみで、シース 112 の外部表面の周囲に、および、そのシース 112 の軸に平行に配置され得る。

30

40

【0059】

ステップ 3 : ファイバ 902 が内部シース 112 の外部表面に取り付けられる後、所定の長さのファイバ端が、内部シース 112 の円筒形表面の周囲に巻き付けられる。このことは、図 9 の底部セクションで示されるような外形を有するファイバ固定バンド 910 (ファイバ固定機構) によって行われ得る。具体的には、ファイバ固定バンドは、各々のファイバを固定するための開口部または溝を伴う外形を有する。このファイバ固定バンド 910 は、次いで、予め決定された角度で、シースの先端部の周囲でファイバを曲げる (捻る) ように、内部シース 112 に相対的に回転させられる。次いで、ファイバ固定バンド 910 およびファイバ 902 は、それらを覆う、接着剤により、または熱収縮チューブに

50

より、貼り付けられる、または固着させられる。ステップ4：次いで、組立体を、内部シース112のチューブの軸に直交して、全体で平坦に研磨することは、シース112の中心軸に直交するように、各々のファイバの縁部を整えることになる。図8を参照して上記で解説されたように、ステップ1および2は、多重層構成のために繰り返され得る。

【0060】

らせん状の様式で内部シース112の周囲にファイバを巻き付けるためのプロセスは、上述の2つの例示的なプロセスに制限されない。接着剤を使用する代わりに、内部シース112の遠位端でのファイバの精密な位置決めを確実にするために、内部シース112の外部表面に、予め決定されたらせん状の溝を設けること、ならびに、内部シースの周囲に、および内部シースと接触して、らせん状の経路（らせん状の軌跡）をたどる各々のファイバを配置することが可能である。

10

【0061】

傾斜の角度を内部シースに関して調整すること

【0062】

図10は、プローブが組立てられた後でさえ、ファイバチルトの角度をシース112の軸に関して動的に調整するための機構を有する内視鏡プローブの実施形態を示す。図10では、組立てられたプローブ1000は、内部シース112の周囲に組立てられた複数のファイバ1002を含む。シース112は、ファイバ1002を適所に密接に固定する、マルチルーメンチューブ1004または代替的接着剤（例えば、接着テープ）のいずれかにより、そのシース112の遠位先端部（縁部）から所定の距離で適所に固定されるファイバ1002を有する。加えて、シース112は、ファイバ調整バンド1014により、そのシース112の遠位端の周囲に緩く据え付けられるファイバ1002を有する。ファイバ調整バンド1014の断面が、ファイバ1002を保持するための緩い細長の穴を伴って示される。この様式では、内部シース112に関して、調整バンド1014を回転させ、その調整バンド1014の回転位置を調整することにより、各々のファイバ1002のチルト角は動的に調整され得る。このことは、各々の個々のファイバの収集視野が、視界において開く、または閉じることを可能にする。より多くの効率が、視界の中心部をビューするために必要とされるとき、調整バンド1014は、内部シース112の軸に、より平行になるように、ファイバ軸を整えるために回転させられ得る。このことによって、ファイバの収集コーンは、中心部分からの光をより効率的に収集するために、視界において閉じる。より多くの効率が、視界の周辺に対して必要とされるとき、調整バンド1014は、ファイバチルトの角度をより大きくするために、反対の方向で回転させられ得る。このことによって、ファイバの収集コーンは、周辺からの光をより効率的に収集するために、視界において開く。

20

30

【0063】

傾斜の角度を調整するための機構

【0064】

図11は、調整可能チルトファイバの実施形態をさらに解説するために使用される断面ビューである。回転可能照明コア1101は、その内側に照明ファイバ（示されない）を含む回転部である。近位端でのモータ（示されない）からの回転を伝達するための1つまたは複数のワイヤからなる駆動ケーブル（示されない）が、照明ファイバおよび遠位光学機器を内側で保持する。複数の検出ファイバ1103が、ファイバが高い可撓性でチルトされることになるまさに先端部を除いて、中心チューブ1102（内部シース）に取り付けられる。外部チューブ1104（外部シース）は、それに取り付けられる固定バンド1108を有するが、このバンド1108は、中心チューブ1102に関して回転可能であり、固定バンド1108は、（例えば、図10で示されるバンド1014として）ファイバ1103を、それらのファイバの先端部により、緩く保持する。透明窓1105が、外部チューブ1104の遠位端に取り付けられる。中心チューブ1102は、プローブの近位端で後部ダイヤル1106に取り付けられ、外部チューブ1104は、近位端で前部ダイヤル1107に取り付けられる。この実施形態では、ファイバ1103は、中心チュー

40

50

ブ 1 1 0 2 と外部チューブ 1 1 0 4 との間に同心円状に配置され、近位端でファイバ 1 1 0 3 は、後部ダイヤル 1 1 0 6 を通り抜け、次いで、検出される光を検出ユニット（例えば、ラインセンサおよび分光計）に向けて方向設定するために、プローブから分離され、（図 1 A で示されるような）直線状アレイで配置される。前部ダイヤル 1 1 0 7 を後部ダイヤル 1 1 0 6 に関して回転させることにより、ファイバ 1 1 0 3 の可撓性端部は、固定バンド 1 1 0 8 の回転に起因して、遠位端で捩れる。このことは、ファイバ先端部のチルトを動的に調整することを可能にし、かくして、SEE 内視鏡に対する検出の視界を調整する。同様の効果は、可撓性端部が固定バンド 1 1 0 8 内に緩く保持される状態で、ファイバ 1 1 0 3 を外部チューブ 1 1 0 4 の内部表面に取り付けることにより得られ得る。この事例では、固定バンド 1 1 0 8 が内部チューブ 1 1 0 2 に取り付けられており、内部チューブは回転可能である。

10

【0065】

従来の内視鏡では、中心コア 1 1 0 1 は、ファイバ束、リレーレンズ、または、ワイヤを伴うチップオンチップ (chip-on-tip) カメラなどの、大部分の光学機器を含むイメージングシステムの光学コアである。本開示では、それは、上記で説明されたような収集および照明光学機器に対して有利である。上述の実施形態は、ファイバの遠位端がプローブ軸に関してチルトされ得るように、内部シースの周囲にらせん状に巻き付けられる収集ファイバを説明しているが、同じ新規の配置は、照明ファイバに 응용され得る。この事例では、図 1 1 で、照明ファイバが、可撓性先端部とともに、1 1 0 3 により図示される。前部ダイヤル 1 1 0 7 が後部ダイヤル 1 1 0 6 に関して回転させられる際、次いで、照明 NA が調整される。次いで、光学機器のズーム機能、または画像処理が、次いで、照明される視界を同時に調整することができる。

20

【0066】

イメージングシステム

図 1 2 は、本開示の実施形態による内視鏡 SEE プローブを使用する例示的なイメージングシステムを例解する。図 1 2 のシステムは、例えば、内視鏡プローブ 1 2 0 0 と、広帯域光源 1 2 0 2 と、光学ファイバロータリ接合部 FORJ 1 2 0 4 と、分光計 1 2 0 6 と、検出器 1 2 0 8 と、コンピュータ 1 2 5 0 とを含む。ファイバ 1 2 0 3 は、広帯域光源 1 2 0 2 をファイバロータリ接合部 1 2 0 4 に接続する。光は、次いで、FORJ 1 2 0 4 から光学ファイバ（照明ファイバ 1 2 0 5）を通して進み、照明ファイバ 1 2 0 5 は、内部シース 1 2 1 2 に沿って、プローブ 1 2 0 0 の近位端から遠位端に延在する。内部シース 1 2 1 2 および照明光のコーン 1 2 1 4 の回転と一緒に照明ファイバ 1 2 0 5 の回転が、円形の矢印によって図示される。照明光のコーン 1 2 1 4 は、作動距離 W_d での試料（示されない）上に入射する。複数の検出ファイバ 1 2 2 0 が、内部シース 1 2 1 2 を、少なくともその内部シース 1 2 1 2 の遠位端で包囲するように配置される。検出ファイバ 1 2 2 0 の配置は、上記で説明された、いくつかの実施形態のうちの 1 つまたは複数によって実現され得る。各々の検出ファイバ 1 2 2 0 の受光のコーン 1 2 2 4 により収集される光は、分光計 1 2 0 6 および / または検出器 1 2 0 8 に給送される。具体的には、光は、複数の検出ファイバ 1 2 2 0（例えば、マルチモードファイバ）を通して送出され、それらの検出ファイバは、プローブ 1 2 0 0 の近位端で、分光計 1 2 0 6 への入口スリットで、直線状アレイで整列させられる。光（分散された光）は、次いで、検出器 1 2 0 8 上でイメージングされる。コンピュータ 1 2 5 0 は、光源 1 2 0 2、FORJ 1 2 0 4、および検出器 1 2 0 8 の動作を制御して、例解されない試料の画像を得る。

30

40

【0067】

一部の実施形態では、検出器 1 2 0 8 は、ラインスキャンカメラなどのラインスキャンセンサである。ラインスキャンセンサは、分光計で格子（示されない）により分散された光を検出するのに適切な寸法を有する矩形画素素子を伴うアレイセンサであり得る。ラインスキャンセンサは、さらには、小さい波長幅を、分散方向で、より短い寸法の画素によってカバーし、より多くの光を収集することにより、スペクトル分解能を維持することができ、ファイバ端の整列させられる画像を、より長い寸法の画素によってカバーすること

50

により、信号強度において改善される。ラインスキャンセンサは、ラインスキャンセンサが矩形である限りにおいて、例えば、1024個の画素の長さであり、単一の画素の幅、2つの画素の幅、5つの画素の幅、またはそれより多くあり得るものであり、格子の長い分散方向で整列させられる、より多くの画素を有する。

【0068】

本開示の所定の例示的な実施形態によれば、例示的なSEEプローブは、増大される視界角を伴う前方方向でのビューをたやすくし得るものであり、そのことは、付加価値を様々な内視鏡検査システムに付加することができる。例えば、本開示の様々な例示的な実施形態によるSEEプローブは、インビポ応用例で有用であり得る。例示的なプローブは、インビポでの使用のために構成されることがあり、そのプローブの小さいサイズによって、画像データを得るために、より複雑で侵襲性の手順を要し得る、他の大きい従来のプローブに勝る利点を提供することができる。

10

【0069】

本明細書で説明される様々な実施形態によれば、内視鏡的なものは、低NAファイバを使用し、視野の中の収集効率の分布を変化させて、視野の中心での収集を減少し、視界の周辺での収集効率を増大する。異なるチルト角、または反対のチルト角を伴う、ファイバの多重層の使用により、効率分布は、さらに最適化され得るものであり、所望されるならば、動的に調整されることさえある。ファイバの開示される構成は、さらには、照明分布を変化させる目的のために、従来の内視鏡に関して使用され得る。そのことは、小さいNAを有するファイバの使用を、ファイバNAのものよりも大きいNAを有する視界を照明

20

【0070】

内部シースの遠位端の周囲に配置される多重ファイバの新規の配置は、多重ファイバの有効NAが、従来の配置（例えば、中心ファイバに平行なファイバ）でよりも大きくなり、より大きい画像視野をカバーすることを可能にする。検出ファイバの多重層の使用は、異なる視野角についての検出の均一性を可能にする。ファイバを中心ルーメンに対してチルトし取り付け、次いで、それらをすべて同時に研磨する製作方法は、中心コア（ファイバおよび内部シース）の遠位端と同一面にすべてのファイバを研磨およびアラインメントすることを、より容易にする。

【0071】

本発明の様々な実施形態の所定の態様は、一時的もしくは非一時的記憶媒体上に記録される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）を読み出し、実行して、上記で説明された実施形態のうちの一つもしくは複数の機能を遂行する、および/または、上記で説明された実施形態のうちの一つもしくは複数の機能を遂行するための、一つもしくは複数の回路を含む、一つまたは複数のコンピュータにより、ならびに、例えば、記憶媒体からコンピュータ実行可能命令を読み出し、実行して、上記で説明された実施形態のうちの一つもしくは複数の機能を遂行すること、および/または、一つもしくは複数の回路を制御して、上記で説明された実施形態のうちの一つもしくは複数の機能を遂行することにより、システムまたは装置のコンピュータにより遂行される方法により現実化され得る。

30

40

【0072】

例えば、図12では、コンピュータ1250は、システムバス1255により相互接続される、中央処理ユニット（CPU）1251と、記憶メモリ（RAM）1252と、ユーザ入出力（I/O）インターフェイス1253と、システムインターフェイス1254とを含み得る。図12で例解されるコンピュータ1250は、システムインターフェイス1254を介してイメージングシステムに送信され得るコマンドを発行し得る。タッチパネルスクリーンが、ユーザインターフェイスユニット1253の一部として含まれることがあり、加えて、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が、さらには、ユーザインターフェイスの一部として含まれることがある。ユーザは、コマンドが起動されることを引き起こして、ユーザインターフェイスユニット

50

ノイメージングプロセッサを使用して、例示的な正面ビューのSEEプローブによって、人体の内腔の内側を観察することができる。例えば、ユーザが、コマンドを、ユーザインターフェイス11253を介して入力するとき、コマンドは、実行のためにCPU1251に送信され、そのことにより、CPUが、コマンドを、システムインターフェイス1254を介して、光源1202、検出器1208、分光計1206、またはFORJ1204のうちの、1つまたは複数に発行することを引き起こす。CPU1251は、記憶メモリ1252内に記憶されるコンピュータ実行可能命令を読み出し、遂行するように構成される、1つまたは複数のプロセッサ(マイクロプロセッサ)からなっている。

【0073】

定義

説明に言及すると、具体的な詳細は、開示される例の徹底した理解をもたらすために論述されるものである。他の実例では、よく知られている方法、手順、構成要素、および回路は、本開示を不必要に長くしないように、詳細には説明されていない。

【0074】

要素または部品が、別の要素もしくは部品「の上にある」、それ「に寄りかかる」、それ「に接続される」、または、それ「に結合される」と本明細書で言及されるならば、その要素または部品は、直接、その別の要素もしくは部品の上にある、それに寄りかかる、それに接続される、または、それに結合されることがあり、あるいは、介在する要素または部品が存在することがあるということが理解されるべきである。対照的に、要素が、別の要素もしくは部品「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」と言及されるならば、介在する要素または部品は存在しない。使用されるとき、用語「および/または」は、関連付けられる列挙される項目のうちの1つまたは複数の一切の組み合わせを、そのように与えられる場合を含む。

【0075】

「下側」、「下の方」、「下方」、「下部」、「上方」、「上部」、「近位」、「遠位」、および同類のものなどの、空間的に関係を表す用語は、本明細書では、様々な図で例解されるような、1つの要素または特徴部の、別の要素または特徴部との関係性を説明するための説明を容易にするために使用され得る。しかしながら、空間的に関係を表す用語は、図で図示される向きに加えて、使用または動作中のデバイスの異なる向きを包含することを意図されるということが理解されるべきである。例えば、図内のデバイスがひっくり返されるならば、他の要素または特徴部の、「下方」または「下の方」と説明される要素は、それらの他の要素または特徴部の「上方」に向きを設定されることになる。かくして、「下方」などの、関係を表す空間的な用語は、上方および下方の両方の向きを包含し得る。デバイスは、他の形で向きを設定される(90度または他の向きで回転させられる)ことがあり、本明細書で使用される、空間的に関係を表す説明は、それに応じて解釈されることになる。同様に、関係を表す空間的な用語「近位」および「遠位」は、さらには、該当する場合に、互換的であり得る。

【0076】

用語「約」は、本明細書で使用される際、例えば、10%の範囲内、5%の範囲内、またはより少ないものを意味する。一部の実施形態では、用語「約」は、測定誤差の範囲内を意味し得る。用語「実質的に」は、本明細書で使用される際、製作パラメータおよび/または測定誤差の範囲内ということの意味する。

【0077】

用語、第1の、第2の、第3の、その他は、本明細書では、様々な要素、構成要素、領域、部品、および/またはセクションを説明するために使用され得る。これらの要素、構成要素、領域、部品、および/またはセクションは、これらの用語により制限されるべきではないということが理解されるべきである。これらの用語は、1つの要素、構成要素、領域、部品、またはセクションを、別の領域、部品、またはセクションから区別するためにのみ使用されている。かくして、下記で論考される第1の要素、構成要素、領域、部品、またはセクションは、本明細書での教示から逸脱することなく、第2の要素、構成要素

10

20

30

40

50

、領域、部品、またはセクションと称されることがある。

【0078】

本明細書で使用される専門用語は、単に個別の実施形態を説明する目的のためのものであり、制限的であることを意図されない。本明細書で使用される際、単数形「a」、「an」、および「the」は、文脈で別段に明確に指示しない限り、複数形もまた含むことを意図される。用語「含む」および「含んでいる」は、本明細書で使用されるときは、説述される特徴部、整数、ステップ、動作、要素、および/または構成要素の存在を定めるが、明示的に説述されない、1つまたは複数の、他の特徴部、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、存在または追加を排除しないということが、さらに理解されるべきである。

10

【0079】

上述のことは、本開示の原理を例解するにすぎないものである。説明された例示的な実施形態に対する様々な修正および改変が、本明細書での教示に鑑みて、当業者には明らかであろう。さらに言えば、本開示の例示的な実施形態による配置、システム、および方法は、任意のSEEシステムまたは他のイメージングシステムによって使用され得る。

【0080】

図面で例解される例実施形態を説明することにおいて、特定の専門用語が、明確性のために用いられる。しかしながら、本特許明細書の開示は、そのように選択される特定の専門用語に制限されることを意図されず、各々の特定の要素は、同様の様式で動作するすべての技術的均等物を含むということが理解されることになる。

20

【0081】

本開示は、例示的な実施形態を参照して説明されたが、本開示は、開示される例示的な実施形態に制限されないということが理解されることになる。後に続く特許請求の範囲の範囲は、すべてのそのような修正、ならびに、均等な構造および機能を包含するように、最も広範な解釈が与えられるべきものである。

【0082】

例示的な参照文献のリスト

「非本質的資料」とみなされる、後に続く非特許文献(NPL)および特許公報が、ここに、それらの全体が本明細書に参照により組み込まれている。

【0083】

非特許文書：C. Pitrisら、「A GRISM-based probe for spectrally encoded confocal microscopy」、Optics Express、第11巻、第2号、120~124頁；2003年1月27日。D. Yelincら、「Three-dimensional miniature endoscopy」、Nature第443巻(7113)、765(2006)。G. Tearneyら、「Spectrally encoded miniature endoscopy」、Opt. Lett.、27(6)：412~414頁、2002年。

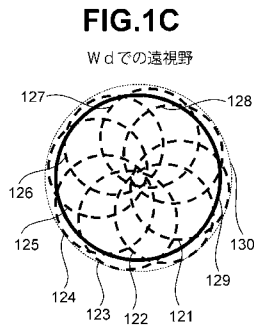
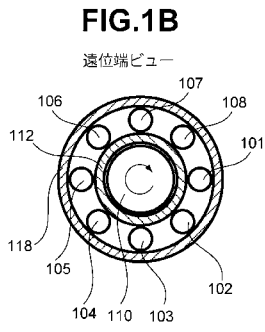
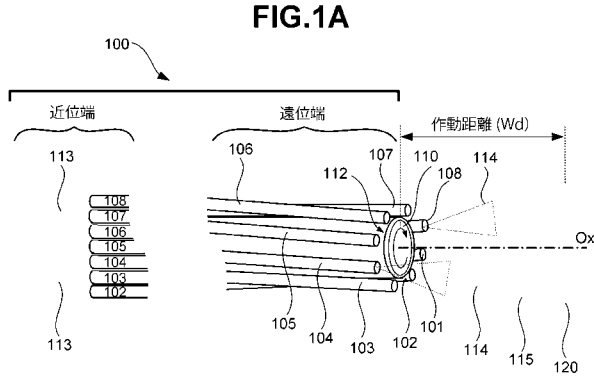
30

【0084】

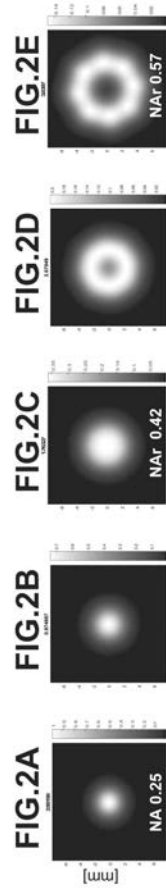
米国特許第8145018号、米国特許出願公開第2017/0100024号、米国特許第5730702号、国際特許出願公開WO/2017/139657、米国特許第4,736,734号。

40

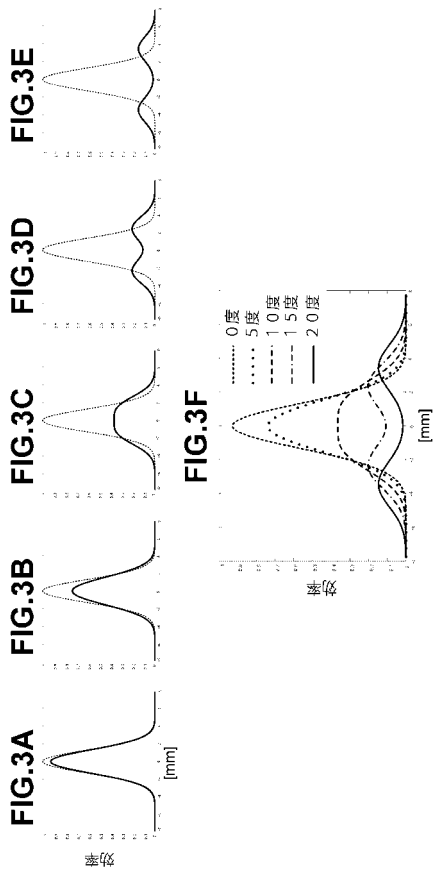
【 図 1 】



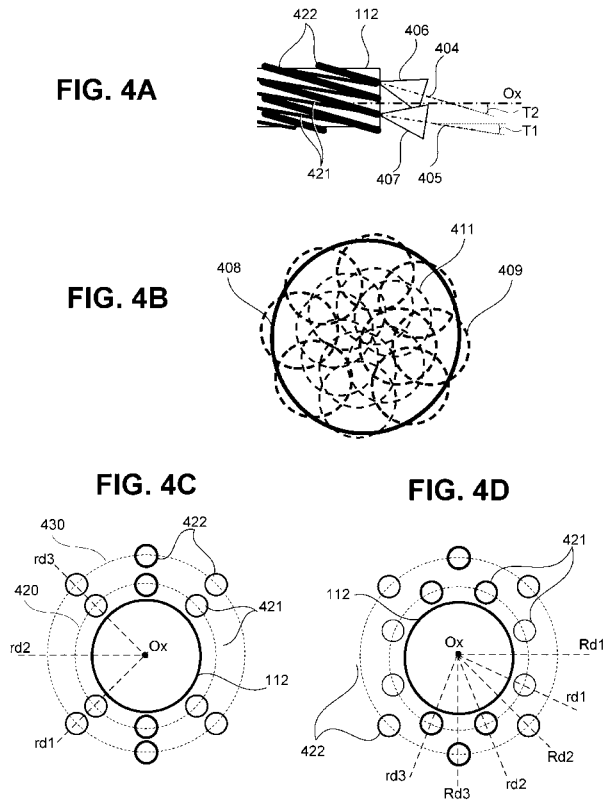
【 図 2 】



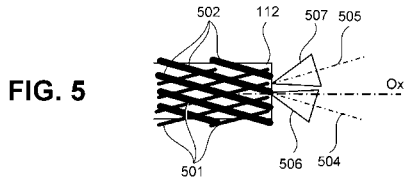
【 図 3 】



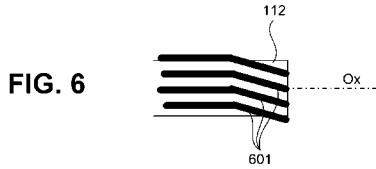
【 図 4 】



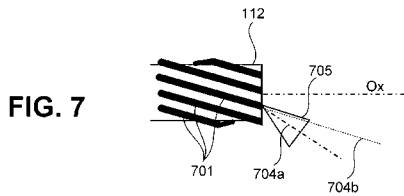
【 図 5 】



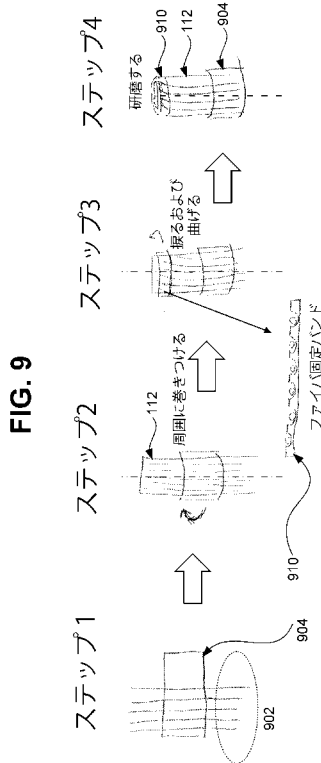
【 図 6 】



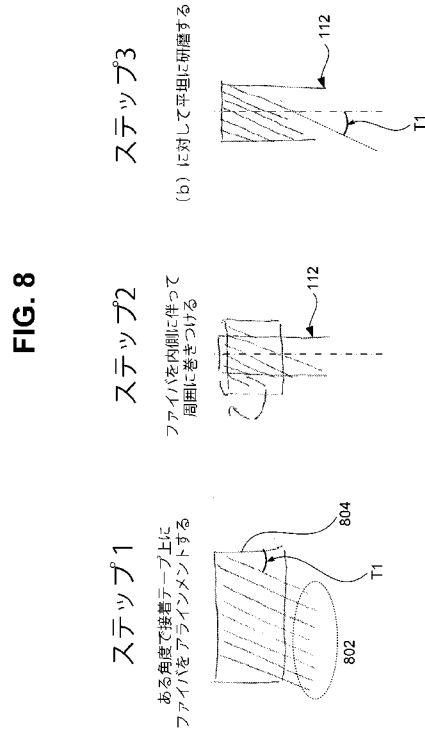
【 図 7 】



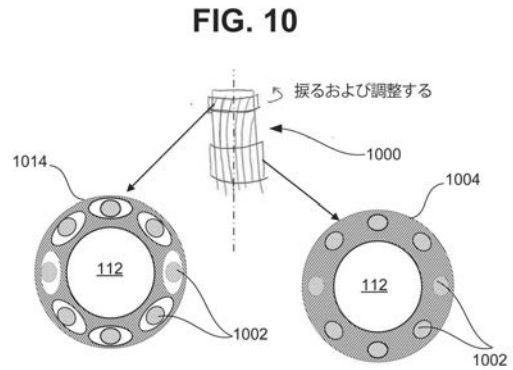
【 図 9 】



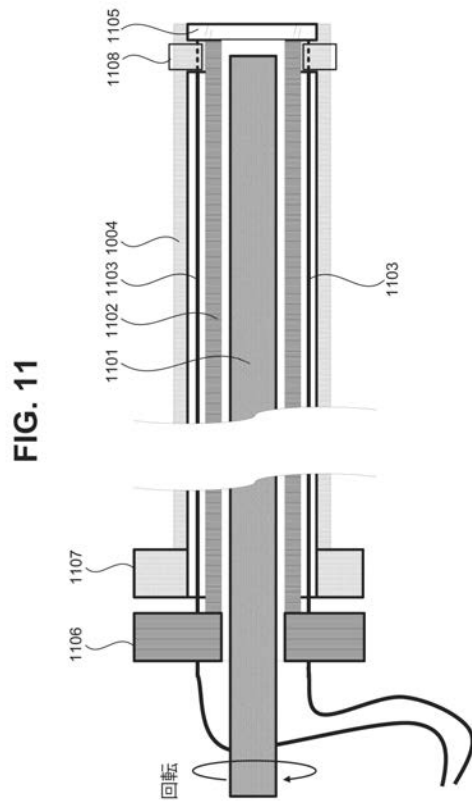
【 図 8 】



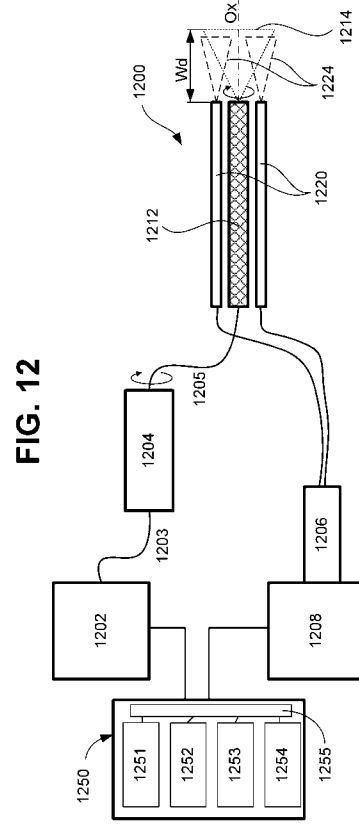
【 図 10 】



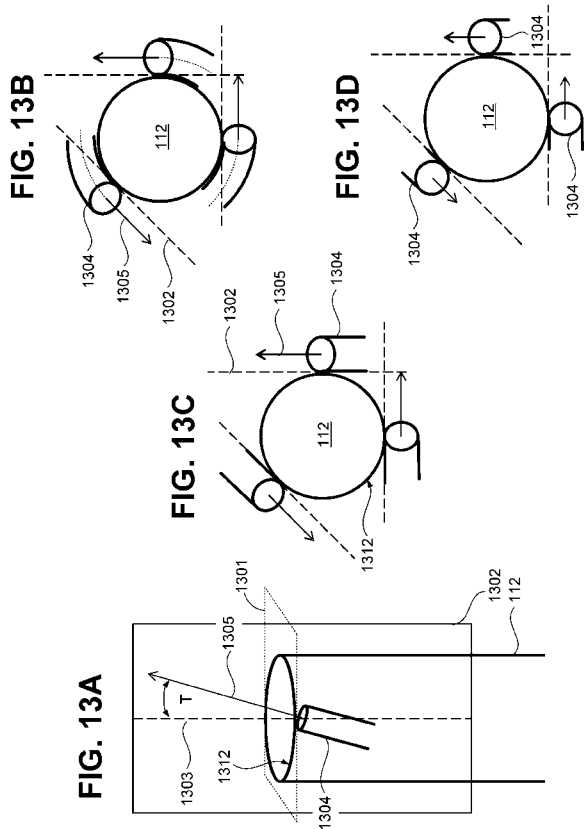
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



フロントページの続き

(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

(72)発明者 マツハ ティ アンダーソン

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

Fターム(参考) 2H040 CA04 CA11 CA27 DA12 GA01

4C161 AA11 AA12 AA24 AA25 CC07 FF40 FF46 JJ06 LL03

【外国語明細書】

2019171021000001.pdf

专利名称(译)	内窥镜用光纤装置		
公开(公告)号	JP2019171021A	公开(公告)日	2019-10-10
申请号	JP2019010751	申请日	2019-01-25
[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		
[标]发明人	竹内誠二 井久田光弘		
发明人	竹内 誠二 井久田 光弘 マツハ ティ アンダーソン		
IPC分类号	A61B1/00 G02B23/26		
CPC分类号	A61B1/00096 A61B1/00167 A61B1/0607 A61B1/07 G02B6/0008 G02B6/3604 G02B6/4298 G02B6/4413 G02B23/2446 A61B1/05 G02B6/10		
FI分类号	A61B1/00.732 G02B23/26.B G02B23/26.C		
F-TERM分类号	2H040/CA04 2H040/CA11 2H040/CA27 2H040/DA12 2H040/GA01 4C161/AA11 4C161/AA12 4C161/AA24 4C161/AA25 4C161/CC07 4C161/FF40 4C161/FF46 4C161/JJ06 4C161/LL03		
优先权	62/621945 2018-01-25 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

为了确保内窥镜探头的视野并优化收集效率的分布，内窥镜探头从其近端延伸到远端，并插入管状内腔中以观察样品。解决方案：探头100包括：第一波导110被封装在内护套112内并且沿着内护套112的轴线从近端延伸到远端。多个第二波导101-108，其至少远端布置在内壳112周围的一个或多个环中，以围绕第一波导的远端。在远端，每个第二波导的轴线相对于第一波导的轴线倾斜可调节的倾斜角。这种新颖的内窥镜探头的最终数值孔径大于每个第二波导的数值孔径，该内窥镜探头可以应用于正视光谱编码内窥镜（SEE）。图1：

