

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7311519号
(P7311519)

(45)発行日 令和5年7月19日(2023.7.19)

(24)登録日 令和5年7月10日(2023.7.10)

(51)国際特許分類

F I

A 6 1 F 9/008(2006.01)

A 6 1 B 18/22 (2006.01)

A 6 1 F 9/008 1 1 0

A 6 1 F 9/008 1 5 0

A 6 1 B 18/22

請求項の数 14 (全15頁)

(21)出願番号	特願2020-536957(P2020-536957)	(73)特許権者	319008904
(86)(22)出願日	平成30年12月14日(2018.12.14)		アルコン インコーポレイティド
(65)公表番号	特表2021-509611(P2021-509611 A)		スイス国, 1 7 0 1 フリプーブル, リュ
(43)公表日	令和3年4月1日(2021.4.1)	(74)代理人	ルイ - ダフリー 6
(86)国際出願番号	PCT/IB2018/060135		100099759
(87)国際公開番号	WO2019/135130	(74)代理人	弁理士 青木 篤
(87)国際公開日	令和1年7月11日(2019.7.11)		100123582
審査請求日	令和3年11月17日(2021.11.17)	(74)代理人	弁理士 三橋 真二
(31)優先権主張番号	62/613,813		100147555
(32)優先日	平成30年1月5日(2018.1.5)	(74)代理人	弁理士 伊藤 公一
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		100160705
		(74)代理人	弁理士 伊藤 健太郎
		(72)発明者	マーク ハリソン ファーリー
			アメリカ合衆国, カリフォルニア 9 2
			6 3 0, レイクフォレスト, レイクフォ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ファイバを介した多重照明伝送

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

硝子体切除プローブシステムであって、
本体、
前記本体から延びる主管腔を有する管状要素、
前記本体に接続され、狭角ビームを有する第 1 の光源と広角ビームを有する第 2 の光源とを備える複数の光源、
前記複数の光源で作動可能な光学スイッチングシステムであって、前記複数の光源をスイッチング周波数で切り替えるように構成された光学スイッチングシステム、及び、
前記主管腔内の可視化光ファイバであって、前記可視化光ファイバとともに作動可能な前記複数の光源によって提供される照明を、前記光学スイッチングシステムを介して放出するように構成された、可視化光ファイバ、
を備え、
前記複数の光源を切り替える前記スイッチング周波数は、人間の眼のリフレッシュ速度よりも高く、前記可視化光ファイバを通じた前記複数の光源によって同時ライティングの様相を呈する、硝子体切除プローブシステム。

【請求項 2】

前記光学スイッチングシステムは、前記複数の光源のそれぞれを独立して制御する、請求項 1 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 3】

前記光学スイッチングシステムは時分割多重装置である、請求項 1 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 4】

前記時分割多重装置は、前記複数の光源のそれぞれの間のスイッチングのための 1 つ又は複数の微小電気機械システムを含む、請求項 3 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 5】

前記光学スイッチングシステムは、ランダムスイッチング周波数に従って前記複数の光源のそれぞれをアクティブ化又は非アクティブ化する、請求項 1 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 6】

前記ランダムスイッチング周波数は所定のビデオリフレッシュ速度を超える、請求項 5 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 7】

前記複数の光源のそれぞれは異なる照明特徴を備える、請求項 1 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 8】

前記照明特徴は、波長、強度及び発散の少なくとも 1 つを備える、請求項 7 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 9】

前記主管腔内の光学処置ファイバをさらに備え、前記光学処置ファイバはレーザビームを投射する、請求項 1 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 10】

硝子体切除プローブシステムであって、
硝子体切除プローブを備え、該硝子体切除プローブは、

本体、

前記本体から延びる主管腔を有し、遠位端を備える管状要素、
前記本体に接続され、狭角ビームを有する第 1 の光源と広角ビームを有する第 2 の光源とを備える複数の光源、

前記主管腔内の単一の可視化光ファイバであって、前記単一の可視化光ファイバに接続された複数の光源によって提供される照明を、前記管状要素の前記遠位端から放出するように構成された、単一の可視化光ファイバ、及び、

前記複数の光源で作動可能な光学スイッチングシステムであって、前記複数の光源のそれぞれを独立して制御するように構成され、前記複数の光源をスイッチング周波数で切り替えるように構成された光学スイッチングシステム、

を有し、

前記複数の光源を切り替える前記スイッチング周波数は、人間の眼のリフレッシュ速度よりも高く、前記可視化光ファイバを通じた前記複数の光源によって同時ライティングの様相を呈する、硝子体切除プローブシステム。

【請求項 11】

前記光学スイッチングシステムは時分割多重装置である、請求項 10 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 12】

前記時分割多重装置は、前記複数の光源のそれぞれの間のスイッチングのための 1 つ又は複数の微小電気機械システムを含む、請求項 11 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 13】

前記光学スイッチングシステムは、ランダムスイッチング周波数に従って前記複数の光源のそれぞれをアクティブ化又は非アクティブ化する、請求項 10 に記載の硝子体切除プローブシステム。

【請求項 14】

前記複数の光源のそれぞれは異なる照明特徴を備え、前記照明特徴は、波長、強度及び

10

20

30

40

50

発散の少なくとも1つを備える、請求項10に記載の硝子体切除プローブシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、米国仮特許出願第62/613,813号(表題“MULTIPLE ILLUMINATION TRANSMISSION THROUGH OPTICAL FIBER(光ファイバを介した多重照明伝送)”)、出願日2018年1月5日、発明者Mark Harrison Farley)の優先権の利益を主張する。これによりこの仮特許出願は十分且つ完全に本明細書に記載されているかのように完全な形で参照により組み込まれる。

10

【0002】

本開示は、医療処置において使用するためのシステム及び機器に関し、より具体的には、照明の伝送が可能なシステム及び機器に関する。

【背景技術】

【0003】

顕微手術器具は、典型的には、外科医によって様々な処置のために使用される。例えば、眼科手術において、顕微手術器具は、繊細で制限された空間から組織を除去するために使用され得る。顕微手術器具は、例えば、硝子体、血液、瘢痕組織、又は水晶体の除去のための処置で使用され得る。そのような器具は、制御コンソールと、外科医が組織を切開及び除去する外科用ハンドピースとを含み得る。後眼部手術に関して、ハンドピースは、硝子体カッタープローブ、レーザプローブ、照明プローブ、及び/又は組織を切断又は断片化するための超音波断片化装置であり得る。ハンドピースは、長い空気圧(空圧)ライン及び/又は電力ケーブル、光ケーブル、又は輸液を手術部位に供給するための、及び手術部位から流体及び切断/断片化された組織を引き抜く又は吸引するための柔軟チューブによって制御コンソールに接続され得る。ハンドピースの切断、注入、吸引機能は、手術用ハンドピース(例えば、往復又は回転する切断刃、又は超音波振動針)に電力を供給し、注入流体の流れも制御し、流体及び切断/断片化された組織の吸引用の真空源(大気と比較して)を提供する遠隔制御コンソールによって制御され得る。コンソールの機能は、通常は足で操作するスイッチ又は比例制御によって、外科医によって手動で制御され得る。

20

【0004】

顕微手術器具はまた、硝子体網膜手術中に使用される場合があり、これは通常、人間の眼の後眼房内で行われ、眼の後部の様々な状態を治療する。特に、硝子体網膜手術は、加齢性黄斑変性症(AMD)、糖尿病性網膜症及び糖尿病性硝子体出血、黄斑円孔、網膜剥離、網膜上膜、サイトメガロウイルス(CMV)網膜炎、及び他の多くの眼の症状などの症状を治療し得る。

30

【0005】

光源ごとに別個の光ファイバ及び/又はコヒーレントレーザ送達ごとに別個の光ファイバを利用する、従来技術の照明レーザプローブの様々な構成が開発されてきた。いくつかの従来技術の外科的処置は、照明用の非コヒーレント光の送達に第1の光ファイバを使用し、組織の外科的治療用のコヒーレントレーザビーム光の送達に第1の光ファイバとは別個の第2の光ファイバを使用する。そのようなプローブの構成では、照明ファイバのグループは、共通の針管腔の内側に並んで配置される。しかしながら、この従来技術の技術は、眼又は他の構造に複数の照明源及びレーザ治療光を導入するために、より大きな切開、又は複数の切開を必要とし、それにより手術部位により大きな外傷をもたらす。したがって、既存のプローブを改善することが望ましい。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本開示の1つ又は複数の実施形態は、患者の眼を治療するためのプローブを含み得る。プローブは、本体と、本体から延びる主管腔を有する針などの管状要素とを含み得る。プ

50

ローブはさらに、主管腔内に可視化光ファイバを含むことができ、可視化光ファイバは、可視化光ファイバと共に動作可能な複数の光源の少なくとも１つによって提供される照明を放出するように適合される。

【 0 0 0 7 】

本開示の１つ又は複数の実施形態は、プローブを含むプローブシステムを含み得、プローブは、本体と、本体から延びる主管腔を有する管状要素とを含む。管状要素は、遠位端を含み得る。プローブは、主管腔内に単一の可視化光ファイバをさらに含み得る。単一の可視化光ファイバは、管状要素の遠位端から照明を放出するように適合されてもよく、照明は、可視化光ファイバに接続された複数の光源の１つによって提供される。プローブシステムは、複数の光源で動作可能な光学スイッチングシステムをさらに含み得る。光学ス

10

【 0 0 0 8 】

本開示の１つ又は複数の実施形態は、複数の光源のそれぞれを単一の可視化光ファイバに接続することを含む照明方法を含み得る。照明方法は、患者の眼にプローブを挿入することをさらに含み得、プローブは、本体と、本体から延びる主管腔を有する管状要素とを含む。管状要素は、患者の眼に挿入される遠位端を含み得る。単一の可視化光ファイバは、主管腔内に配置されてもよい。照明方法は、単一の可視化光ファイバに接続された複数の光源の１つによって提供される照明を放出することをさらに含み得る。複数の光源で動作可能な光学スイッチングシステムは、複数の光源のそれぞれの間のスイッチングを可能にし得る。

20

【 0 0 0 9 】

本開示の非限定的な実施形態を、概略的であり一定の縮尺で描かれることを意図されていない添付の図面を参照して、例として記載する。図中、図示された同一又はほぼ同一の各構成要素は、通常、単一の数字で表されている。明確にするために、全ての構成要素が全ての図でラベル付けされているわけではなく、また、当業者が本開示を理解できるようにするために例示が必要ではない場合、各実施形態の全ての構成要素が示されるわけでもない。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】図 1 は、本開示の態様による例示的な手術システムの斜視図を示す。

30

【図 2】図 2 は、本開示の態様による例示的なプローブの斜視図を示す。

【図 3】図 3 は、本開示の態様による、患者に対して使用中の例示的なプローブの断面図である。

【図 4】図 4 は、本開示の態様によるプローブシステムのブロック図である。

【図 5】図 5 は、本開示の態様による図 2 のプローブの一部を示す様式化された図である。

【図 6 A】図 6 A は、本開示の態様による、図 2 のプローブの一部を示す側断面図である。

【図 6 B】図 6 B は、本開示の態様による、図 2 のプローブの一部を示す側断面図である。

【図 7】図 7 は、本開示の態様による光学スイッチングシステムを示すブロック図である。

【図 8】図 8 は、本開示の態様による単一ファイバ照明を提供するための説明に役立つ方法を示すフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

添付の図面は、以下の詳細な記載を参照することによってより深く理解され得る。

【 0 0 1 2 】

本開示の原理の理解を促す目的で、図面に示された実践形態をここで参照し、特定の言語を使用してそれを記載する。それにもかかわらず、具体的に示されない限り、本開示の範囲の限定は意図されていないことが理解されるであろう。記載された装置、機器、方法に対するあらゆる変更及びさらなる修正、並びに本開示の原理のあらゆるさらなる適用が、本開示が関係する当業者が通常思い付くように十分に考えられる。特に、１つの実践形態に関して記載された特徴、構成要素、及び／又はステップは、本開示の他の実践形態に

50

関して記載された特徴、構成要素、及び／又はステップと組み合わせることができることが十分に考えられる。単純にするために、いくつかの例では、同じ又は同様の部分を指すために、図面全体を通して同じ参照番号が使用されている。

【0013】

光ファイバと共に使用するための眼科手術用照明装置は、何年にもわたって多くの会社によって製造されてきた。そのような装置の1つは、Alcon Research Ltd. (6201 South Freeway, Fort Worth, TX, 76134) によって製造されたAccurus (登録商標) 手術システムである。本開示は、眼科手術中に単一の可視化／照明光ファイバを介して複数の照明特性を送達できるようにすることにより、既存の装置を改善する。それぞれの異なる光機能又は特性を支援するために1つ又は複数の専用光ファイバを使用する従来技術のシステムとは異なり、本明細書の実施形態は、独立した変調を伴う異なる強度及び波長の狭角及び広角ビームの同じ光ファイバ内の組み合わせを有利に可能にする。複数の光源が同じ光ファイバを共有できるようにすることで、針の直径を低減し、かくして手術部位への外傷を最小限に抑えることができる。多重化された各光源の独立した変調は、時間長分割多重、波長分割多重、電流／電圧制御、偏光制御、及び／又は光減衰など、各光源又は光源の組み合わせに適した方法を使用して達成することができる。

10

【0014】

本明細書でより詳細に記載するように、本開示の実施形態は、異なる手術用光源間の時分割多重化を提供して、手術器具内の光ファイバなどの同じ光路を介して準同時送達を達成する。微小電気機械システム(MEMS)又は他の高速スイッチング若しくは変調手段を使用して、光源を交替で 사용할 ことができる。ビデオ及び人間のリフレッシュ速度を超えるスイッチング周波数は、異なる機能又は特性を持つ複数の源による同時ライティングの様相を呈することができる。本明細書で記載する方法では、複数の光源を1つ又は複数の多重化された光スイッチを介して組み合わせて、様々な照明特性、例えば、異なる色、強度、発散角を提供することができ、これらの特性は、例えば眼科手術中に様々な組織又は媒体の可視化及び照明を提供するために独立して調整可能であり得る。

20

【0015】

これまで、複数の照明特性は眼科手術中に一般的に使用されてこなかった。硝子体の可視化などの新しい適用は、強度と波長が異なる狭角ビームと広角ビームを独立した変調で組み合わせることの価値を実証してきた。したがって、本明細書の実施形態は、硝子体の可視化のための有利な解決策を提供する。

30

【0016】

本開示は、患者の眼を治療するためのシステム及び器具を広く対象とする。1つ又は複数の実施形態では、プローブは、本体と、本体から延びる主管腔を有する針などの管状要素とを含み、管状要素は遠位端を含む。プローブは、主管腔内に可視化光ファイバをさらに含み、可視化光ファイバは、可視化光ファイバに接続された複数の光源の少なくとも1つによって提供される照明を放出するように適合されている。いくつかの実施形態では、プローブは、複数の光源で動作可能な光学スイッチングシステム(例えば、時分割多重装置)をさらに含み、光学スイッチングシステムは、複数の光源のそれぞれを独立して制御するように適合される。異なる手術用光源間で時分割多重化を提供することにより、同じ光路を介した準同時照明送達を達成することができる。

40

【0017】

図1は、本開示の範囲内の例示的な手術用コンソール(「コンソール」と交換可能に呼ばれる)10を示す。手術用コンソールは、Alcon Laboratories, Inc. (6201 South Freeway, Fort Worth, TX, 76134) によって製造されたConstellation (登録商標) 手術用コンソールなどの硝子体網膜手術用コンソールであり得る。図示のように、コンソール10は1つ又は複数のポート20を含み得、これは、注入及び／又は洗浄液を眼に提供するため、又は眼から物質を吸引するために利用され得る。コンソール10はまた、コンソール10の1つ又

50

は複数の動作を確立又は変更するためなど、コンソール 10 とインターフェースするためのディスプレイ 30 を含む得る。いくつかの例では、ディスプレイ 30 は、ディスプレイ 30 の画面に触れることによってコンソール 10 と対話するための接触感受性画面を含む得る。複数の光源に接続された照明ファイバを含む硝子体切除プローブなどのプローブが、眼組織を切開し、眼組織を眼から吸引するためにポート 20 に結合されてもよい。

【0018】

図 2 は、例示的な硝子体切除プローブ 40（以下、「プローブ」）を示す。プローブ 40 は、本体 45 と、本体 45 から延びる針 50 の形態の管状要素とを含む。図 3 に示されるように、網膜外科手術などの眼科外科手術中、針 50 は、眼 70 の強膜 100 を貫く切開 90 に配置されたカニューレ 80 を介してなど、眼 70 の後部 60 に挿入して、眼組織を照らす、除去する、及び／又は吸引することができる。例えば、網膜外科手術中に、針 50 を眼 70 の後部 60 に挿入して、1 つ又は複数の光源を使用して眼 70 内の手術部位を照らすことができる。いくつかの実施形態では、針 50 は、硝子体液（本明細書では「硝子体」又は「硝子体材料」と交換可能に呼ばれる）110、すなわち、後部 60 によって画定された体積を占めるゼリー状物質、を除去するカッター（例えば、機械的又はレーザ）をさらに含む得る。針 50 はまた、網膜又は他の組織を覆う膜を除去するために使用されてもよい。

【0019】

図 4 は、硝子体切除プローブシステム 105 の例示的な構成要素の概略図である。硝子体切除プローブシステム 105 は、硝子体切除プローブ 40、空気圧源 120、調節可能な方向性オンオフ空気圧ドライバ 122 として示されるプローブドライバ、マフラ 124、及びコントローラ 126 を含む得る。一実施形態では、コントローラ 126 は、並列又は順次動作を実行することができる 1 つ又は複数の処理コアを含むプロセッサとすることができる。或いは、コントローラ 126 は、ほんの数例を挙げると、特定用途向け集積回路（ASIC）などの専用ハードウェアであってもよい。空気圧源 120、ドライバ 122、マフラ 124、及びプローブ 40 は、流路又はフローラインを表すラインに沿って互いに流体連通している。コントローラ 126 は、ドライバ 122 と電気通信している。一実施形態では、コントローラ 126 は、ドライバ 122 及びプローブ 40 の様々な態様の両方の動作を制御する。硝子体切除プローブシステム 105 はさらに、以下により詳細に記載するように、複数の光源 150 と共に動作可能な光学スイッチングシステム 130 を含むことができる。

【0020】

簡潔にするために示されていないが、硝子体切除プローブシステム 105 は、乳化又は硝子体切除外科手術などの眼の外科手術を行うために一緒に使用される複数のサブシステムを含む得る。硝子体切除プローブシステム 105 は、RAM（ランダムアクセスメモリ）、ROM（読み取り専用メモリ）、フラッシュメモリ、ディスクベースのハードドライブ、及び／又はソリッドステートハードドライブなど、1 種又は複数種のメモリを含む得る情報又はデータ記憶システムを含む得る。コントローラ 126 及びデータ記憶システムはバスを介して通信することができ、バスはまた、硝子体切除プローブシステム 105 の複数のサブシステムのうちの 1 つ又は複数との、及びそれらの間の通信を可能にし得る。

【0021】

図 5 は、複数の光源 150 と共に動作可能な説明に役立つ硝子体切除プローブ 40 の一部を示す図である。いくつかの実施形態によれば、硝子体切除プローブ 40 は、針 50 内で終端する可視化光ファイバ 155 を収容するハンドル又は本体 45 に接続された複数の光源 150 を含む。可視化光ファイバ 155 は、複数の光源 150 A ~ C のうちの 1 つから光を伝送することができ、それは、例えば、可視化のための内部照明、光干渉断層計（OCT）イメージング、及び／又は、例えば様々な照明特性を使用した可視化及び診断のための生体測定を提供することができる。非限定的な一実施形態では、第 1 の光源 150 A は、コネクタ 157 を介して可視化光ファイバ 155 に接続された狭角ビームであり得、第 2 の光源 150 B は、コネクタ 158 を介して可視化光ファイバ 155 に接続された

広角ビームであり得、第3の光源150Cは、コネクタ159を介して可視化光ファイバ155に接続された着色（例えば、青色又は赤色）光であり得る。様々な実施形態において、複数の光源150のそれぞれは、異なる強度（例えば、異なる波長）を有し得る。本開示の範囲内でより多い又はより少ない数の光源が可能であり得ることが理解されよう。

【0022】

コネクタ157、158、及び159のそれぞれは、プローブ40の本体45内で又はそれに達する前に単一の可視化光ファイバ155に光学的に結合される光ファイバであり得る。例えば、光学的結合は、自由空間オプティックス、光結合器、フューズドファイバカプラ、波長分割多重装置、時間長分割多重装置、周波数分割多重装置、又は複数の光源150A～Cのそれぞれを交替で使用する光スイッチの1つ又は複数の、又はそれらの組み合わせの使用を介して達成され得る。例示的な実施形態では、光源150A～Cのそれぞれの出力は、複数の光源150A～Cを交替で使用するMEMS又は他の高速スイッチング若しくは変調手段を使用して切り替えることができる。ビデオ及び人間の眼のリフレッシュ速度を超えるスイッチング周波数を選択して、それぞれ異なる機能及び/又は特性を持つ複数の光源150A～Cによる同時ライティングの様相を呈することができる。

【0023】

いくつかの実施形態では、本体45は、硝子体切除術などの外科手術を実施するときには外科医が把持及び操作することができるハンドル部分を形成する。本体45は、そのようなツールを形成するために一般的に使用される様々な材料から作られてもよい。例えば、本体45は、軽量アルミニウム、ポリマー、又は他の材料で作られてもよい。様々な実施形態では、本体45は、滅菌されて、2回以上の外科手術で使用されてもよく、又は使い捨て装置であってもよい。本体45の内側部分は、可視化光ファイバ155を収容するように設計される。図示の実施形態では、複数の光源150は、本体45の外側に配置される。他の実施形態では、複数の光源150のうちの1つ又は複数の、本体45の内側に配置されてもよい。さらに、本体45は、1つ又は複数のスイッチング構成要素（例えば、MEMS又は周波数分割多重装置）を収容することができる。他の実施形態では、スイッチング構成要素は、本体45から離れて配置されてもよい。

【0024】

様々な実施形態において、プローブ40は、複数の光源150（例えば、ハロゲン、水銀蒸気、キセノン狭域又は広域スペクトル電球、広帯域、スーパーコンティニウム又は狭帯域レーザ、LED超発光ダイオード、レーザダイオード、又はその他の固体若しくは半導体発光デバイス）に接続された可視化光ファイバ155（例えば、シングルモード又はマルチモード光ファイバ）を含む、内部照明プローブを含む。複数の光源150A～Cのそれぞれによって提供される光は、可視化光ファイバ155を通して進み、対象の領域を照らす。特定の用途に応じて、可視化光ファイバ155の自由端又は遠位先端は、様々な方法のいずれかで終端されてもよい。例えば、可視化光ファイバ155の先端は、特定の照明面積及び角度を提供するために単純に研磨及び/又は角度付けされてもよい、又は例えば光を集束させるか又は発散させる目的で1つ又は複数のレンズに結合されてもよい。代替構成では、勾配インデックスを介してレンズが可視化光ファイバ155に組み込まれ、ここでファイバ自体の屈折率は、可視化光ファイバ155の長手方向軸にわたって徐々に変化し、伝播する光の収束又は発散を提供する。レンズを使用して光を分散させることにより、より小さな直径のファイバを使用して、所与の作動距離で同様の照明面積（スポットサイズ）を達成することができ、これは単一の可視化光ファイバが使用される多機能又は単機能プローブで特に有用である。

【0025】

ここで、図6A～Bを参照して、本開示の実施形態によるプローブ40（図5）の針50をより詳細に記載する。図6A～Bは、本開示の様々な実施形態による2つの異なる非限定的なファイバ及びレンズ構成を示す。図6Aに示す構成では、プローブ先端160は、可視化光ファイバ155及び処置ファイバ161を含む針50を特徴とする。可視化光ファイバ155は、プローブ先端160の遠位端に内部照明光を伝搬するためのマルチモ

10

20

30

40

50

ードファイバであり得る。いくつかの実施形態では、処置ファイバ161は、レーザビームをプローブ先端160から投射するための手術用レーザファイバなどの光学処置ファイバであり得る。可視化光ファイバ155の端部は、可視化光ファイバ155からのより広い分散を可能にするためにプローブ先端160の端部から任意選択的に引っ込められ、その結果、内部照明のためのより大きな照明スポット直径が生じる。いくつかの実施形態では、スポットサイズは、可視化光ファイバ155に機械的に結合されたスライドレバー162を使用することにより調整可能である。針50の長手方向軸に沿ったスライドレバー162の移動は、可視化光ファイバ155の端部とプローブ先端160の端部との間の距離を調整し、その結果、異なる照明スポットサイズが生じる。

【0026】

図6Bに示す構成は図6Aのものと同様であるが、可視化光ファイバ155と処置ファイバ161の両方が内針164内に収容されていることが異なる。この例では、可視化光ファイバ155は、内針164内に固定して取り付けられており、これにより可視化光ファイバ155は、スライドレバー162が再配置されるとき、内針164と共に移動する。処置ファイバ161は、内針164に通すことができるが、スライドレバー162が動かされても動かないように、針50に取り付けられている。

【0027】

いくつかの実施形態では、処置ファイバ161は、光導波路として機能し、レーザビームを伝搬するように設計されてもよい。いくつかの例では、処置ファイバ161を通して伝播されるレーザビームの特性は、レーザビームがレーザビームの経路内の硝子体原線維の破壊を引き起こすようなものである。いくつかの実施形態では、レーザは、約10~500キロヘルツ(kHz)の範囲内のパルスレートを有し得る。この範囲は、レーザによる分子の急速なイオン化によって組織を破壊又は分解する組織への光の機械的効果である破壊を効果的に提供することができる。破壊をもたらす可能性のあるレーザビームの特性の他の範囲も考えられる。

【0028】

いくつかの例では、プローブ40は、切断された硝子体組織及び他の硝子体液を吸引するための吸引管腔を含む。吸引管腔は、切断された組織及び他の流体を引き抜くために真空力を提供する吸引機構と接続されてもよい。いくつかの例では、針50の主管腔165は、図示のように、吸引管腔の一部として機能する。しかしながら、いくつかの例では、吸引管腔を備えた別個の独立したカニューレが主管腔165内に配置される。そのような吸引管腔は、切断された組織が適切に吸引管腔に入るように針のポートと接続される。

【0029】

ここで図7を参照して、本開示のいくつかの実施形態による光学スイッチングシステム130の動作をより詳細に記載する。図示のように、光学スイッチングシステム130は、複数の光源150A~Cのそれぞれに結合され、可視化光ファイバ155に送られる出力168を含む。いくつかの実施形態では、光学スイッチングシステム130は、例えば、赤、緑、青の範囲の様々な波長、例えばカンデラで測定された様々な光度、及び/又は様々な発散、例えば狭角又は広角ビームを有する複数の構成レーザの光出力を選択的に交替で使用することによって動作する。

【0030】

光学スイッチングシステム130は、時分割多重装置などの光結合器とすることができる。時分割多重化は、光通信ネットワークにおいて信号を送信及びルーティングするために使用され得る。一例では、時分割多重化は、フレーム又は時間枠を複数の等間隔のタイムスロットに分割すること、及び、より低い帯域幅の源(例えば、光源150A~Cの1つ又は複数)から、より高い帯域幅の多重化ストリームにデータの単一ビットを同期挿入することを含む。信号の回復には、高帯域幅ストリームが個々の低帯域幅の源に分割される逆多重化操作が含まれる場合がある。電子時分割多重化の本質的な単純さは、単純であり且つ複雑なプロトコルよりも簡単に実行されることを要求される処理ロジック及び装置を与える。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 1 】

図 7 に示す実施形態では、時分割多重光学スイッチングシステム 1 3 0 は、対応する光スイッチ 1 7 0 A ~ C のアレイにパルスを送信する 3 つの入力信号光ファイバを含むことができる。入力ファイバ上の入力パルスは、対応する各時分割多重スロットに配置することができる。いくつかの実施形態では、多重化を時間ディザリングして、光学又はデジタル表示システムを通して観察したときの照明の切り替えによる時間エイリアシング効果を回避することができる。さらに、多重化は、効率的で信頼性の高い変調及び / 又は減衰手段として機能し、組織への光曝露又は光毒性損傷を低減するのに潜在的に役立つ可能性がある。

【 0 0 3 2 】

いくつかの実施形態では、時分割多重光学スイッチングシステム 1 3 0 は、光信号が時分割多重化されることを可能にするために、光学シャッタ 1 7 2 を含み得る。図示の例では、光学シャッタ 1 7 2 は、回転可能なホイール又はディスク、デジタル光処理 (D L P) デバイス、M E M S デバイス、回転多角形ミラー、カスケード式チューナブル光学フィルタ又は変調器、液晶ダイオードシャッタ、及び / 又は他の適切な光学シャッタであり得る。いくつかの例では、複数の光源 1 5 0 A ~ C は、異なるタイムスロットで及び / 又は異なる周波数、強度、発散、その他で光信号を伝達するように制御され得る (例えば、定期的にオン及びオフに切り替えられ得る) 。

【 0 0 3 3 】

他の実施形態では、光学スイッチングシステム 1 3 0 は、光時分割多重装置 (「 O T D M 」) であり得る。一部の O T D M には、ループ内に非対称に配置された非線形光学素子を含むファイバループが含まれている。O T D M は、適切なタイムスロットにいるときに光パルスが通過することを可能にする光 A N D ゲートとして機能する。O T D M は、最初に入力信号パルスを 2 つのビームに分割することによって動作する。これらのビームは、光ファイバループに結合されるが、ループの周りを反対方向に進む。光制御パルスは、非線形光学要素の屈折率を変更するようにタイミングが取られているので、逆伝播する光信号パルス間に位相差が生成される。光信号パルスがファイバループを通過すると、それらは一緒に結合される。パルスが同相である場合、建設的な干渉が発生し、パルスは O T D M から出る可能性がある。しかしながら、光パルスの位相がずれていると、破壊的な干渉が発生し、光信号は通過できない。

【 0 0 3 4 】

例示的な実施形態では、光学スイッチングシステム 1 3 0 は、3 つの光源 1 5 0 A ~ C からの光を、単一モードファイバを使用してプローブ 4 0 にインターフェースするのに適した単一のファイバ結合出力 1 6 8 に組み合わせる。光学スイッチングシステム 1 3 0 は、複数の光源 1 5 0 A ~ C のそれぞれを独立して制御して、例えば、ビデオリフレッシュ速度 (例えば、1 2 0 、 2 4 0 、又は 3 0 0 フレーム / 秒) 及び人間の眼のリフレッシュ速度 (例えば、約 5 0 H z から 9 0 H z) よりも高いランダムスイッチング周波数に従って、複数の光源 1 5 0 A ~ C のそれぞれをアクティブ化及び非アクティブ化し、同期アーチファクト又は他の機器との干渉を軽減するように構成される。

【 0 0 3 5 】

複数の光源の各波長の強度は、例えば、異なる治療効果を提供するため、改善された可視化を提供するため、又は組織損傷を防止するために、内部照明光出力へのそれぞれの寄与を変更するために変化されてもよい。これにより、外科医は、白色光の異なる色相の下で組織を見ることが可能になり得、これは、特定の機能を強調するのに役立つ、例えば、特定の構造 (例えば血管) 又はしみのコントラストを改善する、及び / 又はしみを蛍光で発光させる (例えば、インドシアニンググリーン又はトリプタンブルーの眼科使用) のに役立つ。寄与する波長の強度は、例えば、光化学的な網膜損傷を防ぐために、非電離放射線防護に関する国際委員会が推奨するものなどの安全ガイドラインに準拠するように調整することができる。非限定的な一実施形態では、白色光レーザ源からの青色スペクトル光を制限するために、青色寄与の強度を低下させることができる。例えば、約 4 7 5 n m 未満

10

20

30

40

50

の波長を有する光は、光毒性から保護するために、白色光レーザシステムの出力から除外されてもよい。そのような選択された波長は、白色光レーザ源又はプローブに結合された外部フィルタを用いて除外することもできる。

【 0 0 3 6 】

図 8 は、プローブを使用して患者を治療する方法 2 0 0 を示す図である。示されるように、ブロック 2 0 2 において、方法 2 0 0 は、複数の光源のそれぞれをプローブの単一の可視化光ファイバに接続することを含み得る。いくつかの実施形態では、複数の光源のそれぞれは、色、波長、強度、及び / 又は発散などの異なる照明特性を含む。

【 0 0 3 7 】

ブロック 2 0 4 において、方法 2 0 0 は、プローブを患者の眼に挿入することを含み得る。いくつかの実施形態では、プローブは硝子体切除プローブである。いくつかの実施形態では、プローブは、本体と、本体から延びる主管腔を有する管状要素とを有し、管状要素は、患者の眼に挿入される遠位端を含む。プローブは、主管腔内に単一の可視化光ファイバをさらに含み得る。

10

【 0 0 3 8 】

ブロック 2 0 6 において、方法 2 0 0 は、単一の可視化光ファイバに接続された複数の光源の 1 つによって提供される照明を放出することを含むことができ、複数の光源で動作可能な光学スイッチングシステムは、複数の光源のそれぞれの間のスイッチングを可能にする。いくつかの実施形態では、方法 2 0 0 は、時分割多重装置を使用して複数の光源のそれぞれの間のスイッチングを含むことができる。いくつかの実施形態では、複数の光源のそれぞれは、それぞれランダムスイッチング周波数を使用してアクティブ化又は非アクティブ化され得、ランダムスイッチング周波数は、複数の光源のうちの 2 つ以上の光源による知覚される同時照明を提供するために、所定のビデオリフレッシュ速度を上回る。しかしながら、使用中、単一の可視化光ファイバに照明を提供するために、複数の光源のうちの 1 つだけが一度にアクティブ化される。

20

【 0 0 3 9 】

本明細書の実施形態は、以下の技術的恩恵 / 利点のうちの 1 つ又は複数を提供する。第 1 に、複数の光源が同じ光ファイバを共有することを可能にすることにより、管状要素（例えば、針）の直径を低減させることができ、したがって、手術部位への外傷を最小限に抑えることができる。第 2 に、異なる手術用光源間の時分割多重化は、単一の光源のみが任意の所与の時点でオンに切り替えられ得るとしても、同じ光路を介して準同時光送達を達成し得る。第 3 に、ビデオ及び人間のリフレッシュ速度を超えるスイッチング周波数は、同期アーチファクト又は他の機器との干渉を軽減しながら、複数の光源による同時ライティングの様相を呈することができる。

30

【 0 0 4 0 】

いくつかの実施形態は、硝子体切除プローブと関連して使用される場合、「近位」及び「遠位」という表現を使用して記載され得る。本明細書で使用される場合、「近位」は、執刀医に最も近いプローブの端部を指し、一方、「遠位」は、患者に挿入されたプローブの端部を指す。さらに、本明細書で使用される場合、単数形「a」、「an」、及び「the」は、文脈が別段に明確に示さない限り、複数形も含むことが意図されている。本明細書で使用される場合、「備える（“comprises”及び / 又は“comprising”）」又は「含む（“includes”及び / 又は“including”）」という用語は、述べられた特徴、領域、ステップ、要素、及び / 又は構成要素の存在を指定するが、1 つ又は複数の他の特徴、領域、整数、ステップ、操作、要素、構成要素、及び / 又はそれらのグループの存在も追加も排除しないことがさらに理解されるだろう。

40

【 0 0 4 1 】

特定の実施形態を本明細書に図示し記載してきたが、同じ目的を達成するために計算された任意の構成を、示された特定の実施形態の代わりに使用できることを理解されたい。本開示は、様々な実施形態のありとあらゆる適応形又は変形を網羅することを意図している。上記の記載は例示的な態様で行われたものであり、限定的なものではないことを理解

50

されたい。上記の実施形態の組み合わせ、及び本明細書で具体的に記載されていない他の実施形態は、上記の記載を検討すると当業者に明らかになるであろう。したがって、様々な実施形態の範囲には、上記の組成物、構造、及び方法が使用される他のあらゆる用途が含まれる。

【 0 0 4 2 】

本主題は構造的特徴及び／又は方法論的行為に固有の言語で記載されているが、添付の特許請求の範囲で定義される主題は、必ずしも上記の特定の特徴及び行為に限定されないことを理解されたい。むしろ、上記の特定の特徴及び行為は、特許請求の範囲を実施する例示的な形態として開示されている。

10

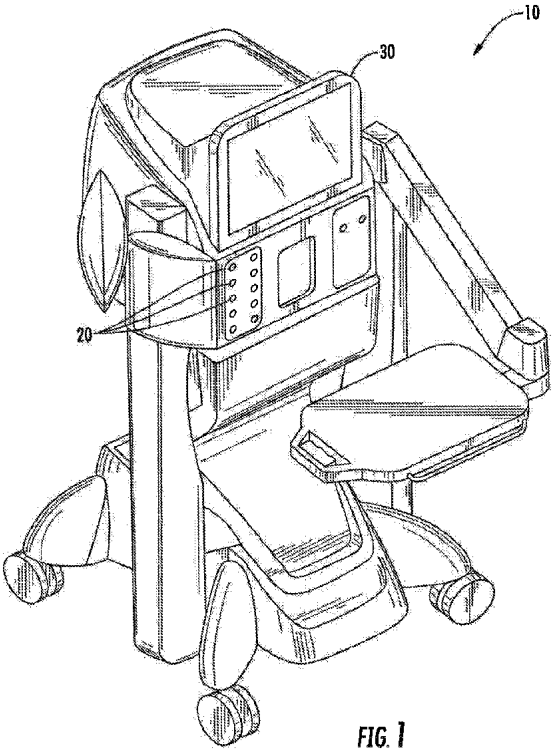
20

30

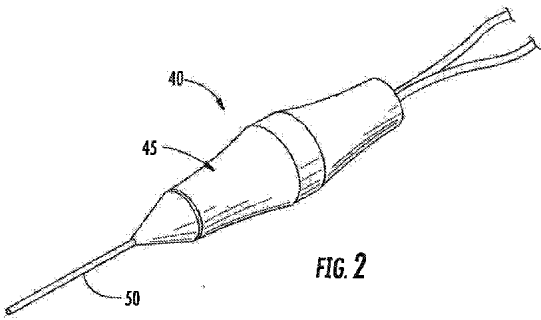
40

50

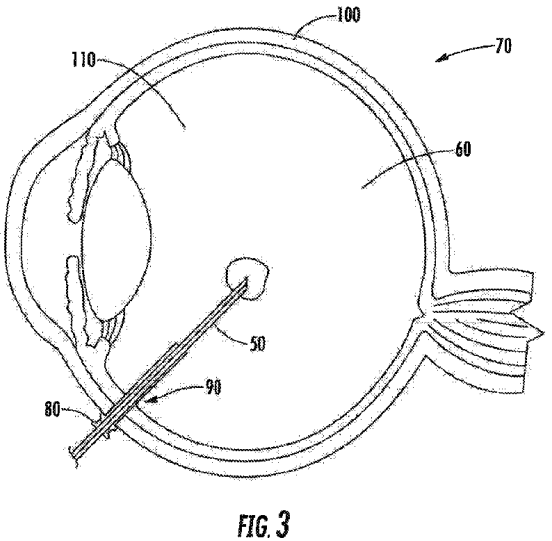
【図面】
【図 1】



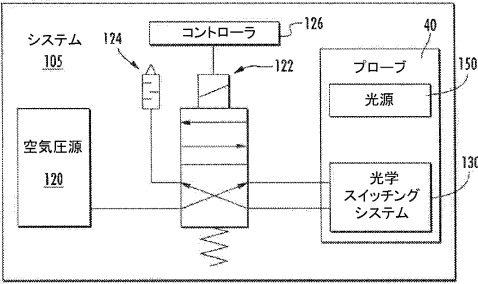
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

20

30

40

50

【図 5】

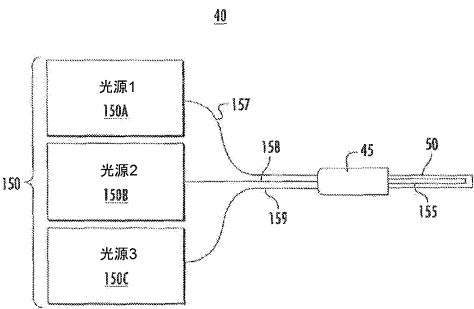


図 5

【図 6 A】

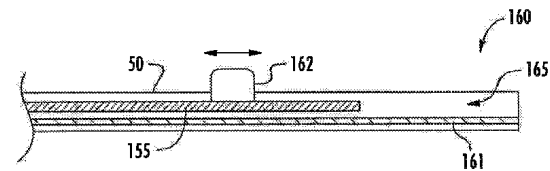


FIG. 6A

10

20

【図 6 B】

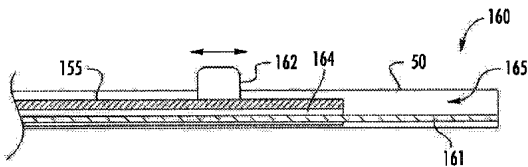


FIG. 6B

【図 7】

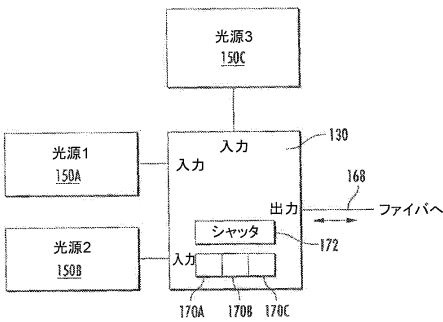


図 7

30

40

50

【 図 8 】

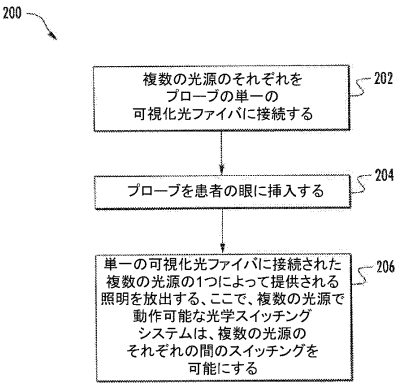


図 8

10

20

30

40

50

フロントページの続き

レスト ドライブ 2 0 5 1 1 , シー / オー アルコン リサーチ , リミティド

審査官 松江 雅人

- (56)参考文献 特開 2 0 0 3 - 1 1 1 7 8 9 (J P , A)
特表 2 0 1 3 - 5 1 9 4 9 2 (J P , A)
特開昭 6 3 - 2 3 8 8 4 3 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 4 / 1 5 6 7 8 5 (W O , A 1)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 8 0 7 0 8 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
A 6 1 F 9 / 0 0 8
A 6 1 B 1 8 / 2 0 , 3 / 1 4