

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6619365号
(P6619365)

(45) 発行日 令和1年12月11日(2019.12.11)

(24) 登録日 令和1年11月22日(2019.11.22)

(51) Int.Cl. F 1
A 6 1 F 9/008 (2006.01) A 6 1 F 9/008 1 1 0

請求項の数 10 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2016-573120 (P2016-573120)	(73) 特許権者	504389991
(86) (22) 出願日	平成27年5月13日 (2015.5.13)		ノバルティス アーゲー
(65) 公表番号	特表2017-518124 (P2017-518124A)		スイス国 バーゼル リヒトシュトラッセ
(43) 公表日	平成29年7月6日 (2017.7.6)		3 5
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/030584	(74) 代理人	100099759
(87) 国際公開番号	W02015/195229		弁理士 青木 篤
(87) 国際公開日	平成27年12月23日 (2015.12.23)	(74) 代理人	100102819
審査請求日	平成30年4月26日 (2018.4.26)		弁理士 島田 哲郎
(31) 優先権主張番号	14/309,653	(74) 代理人	100123582
(32) 優先日	平成26年6月19日 (2014.6.19)		弁理士 三橋 真二
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100157211
			弁理士 前島 一夫
		(74) 代理人	100112357
			弁理士 廣瀬 繁樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 青色光フィルタリングを用いる眼科手術システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光ビーム(210)を発生させるように構成された光源(110)と、
前記光源と眼内照明装置(120)との間に配置されたフィルタホイール(300)であって、

実質的にすべての波長が妨げられずに通過するのを可能にする透明領域(302)と、
前記眼内照明装置への前記光ビームの第1波長範囲の透過を制限するように構成された第1フィルタリング領域(304)と、

前記眼内照明装置への前記光ビームの第2波長範囲の透過を制限するように構成された第2フィルタリング領域(306)と、
を含むフィルタホイールと、

前記光ビームが前記フィルタホイールの前記透明領域、前記第1フィルタリング領域および前記第2フィルタリング領域のうちの少なくとも1つを通過するように、前記フィルタホイールを選択的に移動させるように構成されたアクチュエータ(220)と、

前記アクチュエータ(220)と通信するコンピューティングデバイス(130)であって、

眼内照明装置(120)により手術野に透過された光の波長範囲をモニタリングすることと、

手術野に透過している光に含まれる青色光の量に基づいて、前記光ビームが、前記透明領域(302)、前記第1フィルタリング領域(304)および前記第2フィルタリン

グ領域(306)のうちの少なくとも1つを通過するように、前記フィルタホイールを自動的に回転させる、ように構成されたコンピューティングデバイスと、
を備える、眼科手術システム(100)。

【請求項2】

前記第1フィルタリング領域(304)が、前記透明領域(302)に隣接して配置されている、請求項1に記載の眼科手術システム。

【請求項3】

前記第2フィルタリング領域(306)が、前記透明領域(302)に隣接して配置されている、請求項2に記載の眼科手術システム。

【請求項4】

前記透明領域(302)が、前記第1フィルタリング領域(304)と前記第2フィルタリング領域(306)との間に延在する、請求項3に記載の眼科手術システム。

【請求項5】

前記第1波長範囲および前記第2波長範囲のうちの少なくとも一方が、前記眼内照明装置(120)への青色光の透過を制限するように選択されている、請求項1に記載の眼科手術システム。

【請求項6】

前記第1波長範囲が、およそ380nm~およそ475nmの波長を含む、請求項5に記載の眼科手術システム。

【請求項7】

前記第2波長範囲が、およそ380nm~およそ515nmの波長を含む、請求項6に記載の眼科手術システム。

【請求項8】

前記アクチュエータ(220)が、前記フィルタホイール(300)を漸進的に移動させるように構成されている、請求項1に記載の眼科手術システム。

【請求項9】

前記アクチュエータ(220)と通信する前記コンピューティングデバイス(130)は、前記光ビームが前記透明領域(302)の一部分と前記第1フィルタリング領域(304)および前記第2フィルタリング領域(306)のうちの少なくとも1つの一部分とに同時に通過する位置に、選択的に前記フィルタホイール(300)を移動させるように、前記アクチュエータに制御信号を提供するようにさらに構成される、請求項1に記載の眼科手術システム。

【請求項10】

前記コンピューティングデバイス(130)が、ビーム位置、ビーム構成、露出時間および視界不良のうちの少なくとも1つに基づいて、前記アクチュエータ(220)に前記制御信号を提供するように構成されている、請求項9に記載の眼科手術システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本明細書に開示する実施形態は、網膜・硝子体、黄斑または他の眼科手術用の改善された照明に関する。より詳細には、本明細書に記載する実施形態は、光毒性の危険を低減させるために青色光フィルタリングを用いる照明システムを含む眼科手術システムに関する。

【背景技術】

【0002】

網膜・硝子体手術等の眼科手術手技は、患者の眼の中の関連する解剖学的構造の照明を必要とする場合がある。たとえば、硝子体切除の間、黄斑に光を向ける場合がある。照明は、眼内照明用プローブ等、1つまたは複数の照明器によって提供することができる。

【0003】

眼の中に照明を提供することは、いくつかの理由で難題である可能性がある。たとえば

10

20

30

40

50

、可視スペクトルの青色領域における波長に関連する光への露出は、眼に有害である可能性がある。波長が短い光ほど、光子毎のエネルギーが大きくなり、したがって、波長が長い光より光毒性をもたらす可能性が高い。網膜光毒性に対する標準化基準は、無水晶体の危険（Aphakic Hazard）である。眼は、悪影響なしに幾分か量の青色光に対処することができるが、外科手術の時間が一定時間を超える場合、外科医は、眼に対する害を回避するために処置をとらなければならない。従来、これらの処置は、眼の中における光の強度を低下させることを含む。しかしながら、これには、外科医が、手術手技中に望まれる環境より暗い環境で作業する必要がある可能性があり、それは、手技の無事完了をより困難にする可能性がある環境である。

【0004】

10

より最近では、外科医が青色光に関連する波長を排除することができる照明システムが開発された。これらのシステムでは、外科医には2つの選択肢、すなわち、青色光を含めるかまたは青色光を排除するという選択肢がある。しかしながら、これにもまた問題がある可能性があり、それは、青色光を除去することにより、手術野は黄色く見えるためである。こうした作業状態は、外科医が手術手技を無事に完了するために理想的ではない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、上述した必要のうちの1つまたは複数に対処することにより、青色光フィルタリングを改善して眼内照明を促進する、改善された装置、システムおよび方法が依然として必要とされている。

20

【課題を解決するための手段】

【0006】

提示する解決法は、眼科手術手技中に、青色光に関連する1つまたは複数の波長範囲の選択的フィルタリングにより眼内照明を提供する、一意の解決法によって、未だ対処されていない医学的必要を満たす。

【0007】

いくつかの実施形態と一貫して、眼科手術システムは、光ビームを発生させるように構成された光源と、光源と眼内照明装置との間に配置されたフィルタホイールであって、非フィルタリング領域、眼内照明装置への光ビームの第1波長範囲の透過を制限するように構成された第1フィルタリング領域、および眼内照明装置への光ビームの第2波長範囲の透過を制限するように構成された第2フィルタリング領域を含むフィルタホイールと、光ビームがフィルタホイールの非フィルタリング領域、第1フィルタリング領域および第2フィルタリング領域のうちの少なくとも1つを通過するように、フィルタホイールを選択的に移動させるように構成されたアクチュエータとを含むことができる。

30

【0008】

いくつかの実施形態と一貫して、眼内照明装置の光ビームをフィルタリングする眼科用フィルタホイールは、非フィルタリング領域と、眼内照明装置への光ビームの第1波長範囲の透過を制限するように構成された第1フィルタリング領域と、眼内照明装置への光ビームの第2波長範囲の透過を可能にするように構成された第2フィルタリング領域とを含むことができ、非フィルタリング領域は、第1フィルタリング領域および第2フィルタリング領域のうちの少なくとも一方に隣接して配置されている。

40

【0009】

いくつかの実施形態と一貫して、眼科手術手技を行う方法は、光ビームを、フィルタホイールを通して眼内照明装置に案内するステップであって、フィルタホイールが、非フィルタリング領域と、眼内照明装置への光ビームの第1波長範囲の透過を制限するように構成された第1フィルタリング領域と、眼内照明装置への光ビームの第2波長範囲の透過を制限するように構成された第2フィルタリング領域を含む、ステップと、光ビームがフィルタホイールの非フィルタリング領域、第1フィルタリング領域および第2フィルタリング領域のうちの少なくとも1つを通過するように、フィルタホイールを選択的に移動さ

50

せるステップとを含むことができる。

【 0 0 1 0 】

本開示のさらなる態様、特徴および利点は、以下の詳細な説明から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】眼科手術システムを示す図を提供する。

【図 2 a】眼科手術システムの一部の概略斜視図を提供する。

【図 2 b】眼科手術システムの一部の概略斜視図を提供する。

【図 3 a】眼科用フィルタホイールを示す図を提供する。

【図 3 b】眼科用フィルタホイールを示す図を提供する。

【図 3 c】眼科用フィルタホイールを示す図を提供する。

【図 3 d】眼科用フィルタホイールを示す図を提供する。

【図 3 e】眼科用フィルタホイールを示す図を提供する。

【図 3 f】眼科用フィルタホイールを示す図を提供する。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

図面において、同じ符号を有する要素は、同じかまたは同様の機能を有する。

【 0 0 1 3 】

以下の説明では、いくつかの実施形態について記載する具体的な詳細が示されている。しかしながら、これらの具体的な詳細のうちのいくつかまたはすべてなしに、開示する実施形態を実施することができることが、当業者には明らかとなる。提示する具体的な実施形態は、限定するものではなく例示するものとして意図されている。当業者は、本明細書には具体的に記載されていないが、本開示の範囲および趣旨にある他の材料を理解することができる。

【 0 0 1 4 】

本開示の眼科手術システムは、ファイバベースの照明器のビーム経路内に導入されたフィルタホイールを用いる光フィルタリングシステムを含むことができる。フィルタホイールは、光の異なる波長範囲を減衰させる 2 つのセクションと、実質的にすべての波長が妨げられずに通過するのを可能にする透明セクションとを有することができる。青色光に関連する 1 つまたは複数の波長範囲のフィルタリングを可能にするために、ビーム経路内にフィルタホイールを移動させることができる。フィルタホイールはまた、光が妨げられずに通過し、複数の波長範囲で同時にフィルタリングされて通過するのも可能にすることができる。

【 0 0 1 5 】

本開示のフィルタホイールを含む眼科手術システムは、(1) 光毒性の危険および無水晶体の危険基準を低減させることによる患者の安全性の向上と、(2) 眼の中の標的領域に基づいた青色光フィルタリングの最適化された制御と、(3) 眼まで通過することができる青色光の割合の最適化された制御と、(4) 眼に対する青色光露出時間の最適化された制御と、(5) 外科医が眼の中の関連する解剖学的構造を見ることができるのを制限する患者の生理学的状態に基づく、手術手技中の照明の最適化された制御と、(6) 眼科手術手技中の外科医に対する作業状態の改善と、(7) 選択的な、漸進的および / または段階的青色光フィルタリングと、(8) 青色光に関連する複数の波長範囲の減衰および / または排除と、(9) 比較的単純かつ費用効果が高い実施とを含む、多数の利点を提供することができる。

【 0 0 1 6 】

図 1 は、眼科手術システム 1 0 0 を示す。眼科手術システム 1 0 0 は、光ビーム 2 1 0 (図 2 a および図 2 b) を発生させるように構成された光源 1 1 0 を含むことができる。眼科手術システム 1 0 0 は、光源 1 1 0 と眼内照明装置 1 2 0 との間に配置されたフィルタホイール 3 0 0 を含むことができる。フィルタホイール 3 0 0 は、眼内照明装置 1 2 0 への光ビーム 2 1 0 の透過を可能にするように構成された非フィルタリング領域 3 0 2 (

10

20

30

40

50

図 3 a ~ 図 3 f) を含むことができる。フィルタホイール 3 0 0 は、眼内照明装置 1 2 0 への光ビーム 2 1 0 のいくつかの波長の透過を制限するように構成された第 1 フィルタリング領域 3 0 4 および第 2 フィルタリング領域 3 0 6 (図 3 a ~ 図 3 f) を含むことができる。眼科手術システム 1 0 0 は、アクチュエータ 2 2 0 (図 2 a および図 2 b) を含むことができ、アクチュエータ 2 2 0 は、非フィルタリング領域 3 0 2、第 1 フィルタリング領域 3 0 4 および / または第 2 フィルタリング領域 3 0 6 が光ビーム 2 1 0 の経路に配置されるようにフィルタホイール 3 0 0 を選択的に移動させて、光ビーム 2 1 0 のいくつかの波長の透過を制限するように構成されている。

【 0 0 1 7 】

図 1 に示すように、眼科手術システム 1 0 0 は、ビーム経路 1 0 2 に沿って光ビーム 2 1 0 を発生させるように構成された光源 1 1 0 を含むことができる。光源 1 1 0 は、たとえば、レーザ源であり得る。光ビーム 2 1 0 は、光源 1 1 0 とフィルタホイール 3 0 0 との間で、ビーム経路 1 0 2 に沿って 2 つ、3 つまたはそれより多くのサブビームに分割することができる。たとえば、光源 1 1 0 に、2 つ、3 つまたはそれより多くの眼内照明装置 1 2 0 を光学的にまたは他の方法で結合することができる。システム 1 0 0 は、眼内照明装置 1 2 0 に進む光のフィルタリングを容易にするように、単一のフィルタホイール 3 0 0 を含むか、または光ビームの各サブビームに対してフィルタホイール 3 0 0 を含むことができる。ビーム経路 1 0 2 に沿った光ビーム 2 1 0 は、眼内照明装置 1 2 0 によって手術野まで透過する光ビームより比較的大きい可能性がある。光ビーム 2 1 0 の直径は、1 mm、2 mm、3 mm、4 mm、5 mm、6 mm、7 mm、8 mm、9 mm または他の好適な値等の値を含む、約 1 0 μ m ~ 約 2 0 mm、約 2 0 0 μ m ~ 約 2 0 mm または約 1 mm ~ 約 2 0 mm であり得る。

【 0 0 1 8 】

光源 1 1 0 と眼内照明装置 1 2 0 との間に、フィルタホイール 3 0 0 を配置することができる。図 3 a ~ 図 3 f の考察において本明細書に記載するように、フィルタホイール 3 0 0 と眼内照明装置 1 2 0 との間のビーム経路 1 0 2 に沿った光ビーム 2 1 0 の 1 つまたは複数の波長範囲の透過を選択的に制限するように、フィルタホイール 3 0 0 を構成することができる。光ビームは、ビーム経路 1 0 2 に沿ってかつ / または眼内照明装置 1 2 0 内で、眼内照明装置 1 2 0 の最終的な出力ビームが均質であり得るように、混合され、集束され、かつ / または他の方法で処理され得る。たとえば、眼内照明装置 1 2 0 によって手術野まで透過する光ビームの直径は、5 μ m、1 0 μ m、1 5 μ m、2 0 μ m、1 0 0 μ m、2 0 0 μ m または他の好適な値等の値を含む、約 1 μ m ~ 5 0 0 μ m、約 2 μ m ~ 4 0 0 μ m、または約 1 0 μ m ~ 2 0 0 μ m であり得る。ビーム経路 1 0 2 および / または眼内照明装置 1 2 0 のいくつかの部分は、光ビームが通る光ファイバを含むことができる。

【 0 0 1 9 】

眼科手術システム 1 0 0 は、患者の眼等、手術野内で動作するように構成された眼内照明装置 1 2 0 を含むことができる。眼内照明装置 1 2 0 は、眼内照明用プローブ等の光プローブ、または眼科手術手技中に手術野に光を提供するように構成された他の装置であり得る。たとえば、眼内照明装置 1 2 0 は、シャンデリア、照明付きカニューレ流入口、照明付き硝子体カッター、照明付きレーザプローブ、照明付きハサミ、照明付き鉗子、照明付きピックまたは照明付きマニピュレータであり得る。

【 0 0 2 0 】

眼科手術システム 1 0 0 は、フィルタホイール 3 0 0 に通信可能に結合されたコンピューティングデバイス 1 3 0 と、眼内照明装置 1 2 0 とを含むことができる。それに関して、フィルタホイール 3 0 0 (もしくはそれに関連するアクチュエータ 2 2 0) および / または眼内照明装置 1 2 0 に、コンピューティングデバイス 1 3 0 を、電氣的に、光学的に、無線でかつ / または他の方法で通信可能に結合することができる。フィルタホイール 3 0 0 の位置 (たとえば、回転の角度) を制御しかつ / またはモニタリングするように、コンピューティングデバイス 1 3 0 を構成することができる。手術野内の眼内照明装置 1 2

10

20

30

40

50

0 の位置をモニタリングするように、コンピューティングデバイス 130 を構成することも可能である。たとえば、眼内照明装置 120 により黄斑領域等、手術野の特定の領域を含む手術野まで透過した光の時間、波長範囲、明るさおよび/または他の態様を追跡するように、コンピューティングデバイス 130 を構成することができる。ビーム経路 102 に沿った光ビーム 210 のいくつかの波長の透過を制限するようにフィルタホイール 300 を移動させる信号を提供するように、コンピューティングデバイス 130 を構成することも可能である。たとえば、フィルタホイール 300 を移動させるアクチュエータ 220 (図 2 a および図 2 b) にコンピューティングデバイス 130 を通信可能に結合することができる。コンピューティングデバイス 130 は、ビーム経路 102 に沿った光ビーム 210 が、非フィルタリング領域 302、第 1 フィルタリング領域 304 および/または第 2 フィルタリング領域 306 (図 3 a ~ 図 3 f) を横切るように、フィルタホイール 300 を回転させるように、アクチュエータ 220 に制御信号を提供することができる。

【0021】

図 2 a および図 2 b は、眼科手術システム 100 のさまざまな構成要素を示す。図 2 a および図 2 b は、光源 110 と眼内照明装置 120 との間の眼科手術システム 100 の一部を示す。光源 110 と眼内照明装置 120 との間に、フィルタホイール 300 およびアクチュエータ 220 を配置することができる。アクチュエータ 220 を、フィルタホイール 300 に結合し、フィルタホイール 300 を移動させる(たとえば、回転させる、並進させる等)ように構成することができる。非フィルタリング領域 302、第 1 フィルタリング領域 304 および/または第 2 フィルタリング領域 306 (図 3 a ~ 図 3 f) が光ビーム 210 のビーム経路 102 内に配置されるようにフィルタホイール 300 を選択的に移動させて、第 1 フィルタリング領域 304 および第 2 フィルタリング領域 306 に関連するフィルタリングされる波長の透過を制限するように、アクチュエータ 220 を構成することができる。アクチュエータ 220 は、ブラシレス DC モータ、ステッピングモータ、ブラシ DC モータ、圧電アクチュエータ、油圧アクチュエータ、空気圧アクチュエータ、電気アクチュエータ、機械式アクチュエータ等、フィルタホイール 300 を移動させるのに好適な任意の機構であり得る。たとえば、アクチュエータ 220 は、フィルタホイール 300 を回転させるように構成されたステッピングモータを含むことができる。フィルタホイール 300 の内縁 312 (図 3 a ~ 図 3 f) にアクチュエータ 220 を結合することができる。たとえば、フィルタホイール 300 の内縁 312 に、アクチュエータ 220 のシャフトを結合することができる。アクチュエータ 220 のシャフトの回転により、フィルタホイール 300 の回転をもたらすことができる。フィルタホイール 300 の外縁 318 にアクチュエータ 220 を結合することができる。フィルタホイール 300 の 1 つまたは複数の位置に(たとえば、内縁 312 および外縁 318 に、内縁 312 の複数の位置に、外縁 318 の複数の位置に、等)、アクチュエータ 220 を結合することができる。

【0022】

光ビーム 210 は、図 2 a および図 2 b に示すようにフィルタホイール 300 を通過することができる。光ビーム 210 の 1 つまたは複数の波長範囲の透過は、光ビーム 210 がフィルタホイール 300 の非フィルタリング領域 302、第 1 フィルタリング領域 304 および/または第 2 フィルタリング領域 306 (図 3 a ~ 図 3 f) を通過するか否かに基づいて制限することができる。アクチュエータ 220 は、眼科手術手技中にフィルタリングされる光の所望の波長に基づいて、光ビーム 210 がフィルタホイール 300 の異なる部分を通過するようにフィルタホイール 300 を移動させる(たとえば、右回りもしくは左回りに回転させる)ことができる。

【0023】

図 3 a ~ 図 3 f は、さまざまなフィルタリング位置を含むフィルタホイール 300 の態様を示す。フィルタホイール 300 は、光ビーム 210 の完全な透過を可能にするように構成された非フィルタリング領域 302 と、第 1 波長範囲の透過を制限するように構成された第 1 フィルタリング領域 304 と、第 2 波長範囲の透過を制限するように構成された第 2 フィルタリング領域 306 とを含むことができる。第 1 フィルタリング波長範囲およ

10

20

30

40

50

び第2フィルタリング波長範囲外の光ビーム210の波長は、遮られることなく、第1フィルタリング領域304および第2フィルタリング領域306それぞれを通過することができる。第1フィルタリング波長範囲および第2フィルタリング波長範囲は、少なくとも部分的に、眼科手術システム100の光源110（たとえば、ビーム構成）、および/または青色波長等、眼に対して損傷をもたらすことが知られている波長に基づいて、選択することができる。したがって、第1波長範囲および/または第2波長範囲は、約350nm～約520nm、約350nm～約515nm、約380nm～約480nmまたは他の好適な範囲の波長を含むことができる。たとえば、第1波長範囲は、およそ380nm～およそ475nmとすることができ、第2波長範囲は、およそ380nm～およそ515nmとすることができ、

10

【0024】

第1フィルタリング領域304および第2フィルタリング領域306はバンドパスフィルタであり得る。たとえば、第1フィルタリング領域304は、およそ475nm～およそ650nmの光ビーム210の波長が、妨げられることなくフィルタホイール300を通過することができるように、かつその範囲外の波長の透過を制限するように構成することができる。同様に、第2フィルタリング領域306は、およそ515nm～およそ650nmの光ビーム210の波長が、妨げられることなくフィルタホイール300を通過することができるように、かつその範囲外の波長の透過を制限するように構成することができる。

【0025】

20

フィルタホイール300は、図2a～図3fに示すように、円形またはディスクの輪郭を有することができる。非フィルタリング領域302、第1フィルタリング領域304および第2フィルタリング領域306を画定するために使用される領域を含むフィルタホイール300のサイズ（たとえば、高さ、幅、直径、厚さ等）は、光ビーム210の予測される直径範囲に基づいて選択することができる。たとえば、フィルタホイール300は、12mm、13mm、14mm、15mm、16mm、17mm、18mm、19mm、20mmまたは他の好適な値等の値を含む、約10mm～約50mm、約12mm～50mmまたは約12mm～約45mmの半径308を有することができる。フィルタホイール300はまた、さまざまなサイズの対称、非対称、幾何学および/または非幾何学的輪郭を含む他の形態を有することも可能である。

30

【0026】

後述するように、光ビーム210が、非フィルタリング領域302、第1フィルタリング領域304および第2フィルタリング領域306のうちの1つまたは複数を少なくとも部分的に通過することができるように、第1フィルタリング領域304および/または第2フィルタリング領域306に隣接して、非フィルタリング領域302を配置することができる。非フィルタリング領域302、第1フィルタリング領域304および/または第2フィルタリング領域306は、光ビーム210またはその任意の部分の全直径が通過することができるようなさまざまなサイズおよび形状とすることができる。フィルタホイール300の任意の位置に、非フィルタリング領域302、第1フィルタリング領域304および/または第2フィルタリング領域306を配置することができる。概して、フィルタホイール300は、任意の数の波長範囲の選択的フィルタリングを容易にするために好適な方法で配置された、任意の数のフィルタリング領域および任意の数の非フィルタリング領域を含むことができる。

40

【0027】

フィルタホイール300は、ガラス、石英ガラス、隕石ガラス、ゲルマニウム、蛍石、プラスチック、高屈折率プラスチック、Triplex、アクリル樹脂、ポリカーボネートまたは他の好適な材料から作製されるかまたはそれを含むことができる。フィルタホイール300の全体を同じ材料で作製することができ、またはフィルタホイールの異なる部分（たとえば、非フィルタリング領域302、第1フィルタリング領域304および第2フィルタリング領域306）を異なる材料から作製することができる。フィルタホイール3

50

00のフィルタリング領域の各々は、吸収フィルタまたはダイクロイックフィルタであり得る。それに関して、フィルタホイール300は、フィルタリング領域を画定するように1つまたは複数の光学コーティングおよび/または埋込化合物を含むことができる。それに関して、所望の波長のフィルタリングを達成する方法で、光学コーティングおよび/または埋込化合物を選択しかつ/または適用することができる。光学コーティングおよび/または埋込化合物は、プラスチック、金属酸化物、硫化亜鉛、セレン化亜鉛、フッ化アルミニウムナトリウム、天然および/もしくは合成染料、有機および/もしくは無機染料、コロイド染料、希土類遷移元素または他の好適な材料を含むことができる。フィルタリングに使用される光学コーティングに加えて、フィルタホイールは、反射防止コーティングおよび/または保護コーティングを含むことができる。たとえば、非フィルタリング領域302は、反射防止コーティングを含むことができる。反射防止コーティングにより、非フィルタリング領域302の反射率は、入射光のおよそ1%以下であり得る。

【0028】

眼科手術手技を行うことは、眼内照明装置120にフィルタホイール300を通して光ビーム210を案内することを含むことができる。光ビーム210が、眼科手術システム100の動作中に非フィルタリング領域302、第1フィルタリング領域304および/または第2フィルタリング領域306を完全にまたは部分的に通過するように、フィルタホイール300を選択的に移動させることができる。たとえば、網膜の周囲に対する外科手術中等、光毒性および無水晶体の危険がそれほどの重要性を示さない場合、光ビーム210を、少なくとも部分的に非フィルタリング領域302を通るように向けることができる。黄斑の近くの外科手術中等、光毒性および無水晶体の危険がより高い重要性を示す場合、光ビーム210を、少なくとも部分的に第1フィルタリング領域304を通るように向けることができる。第2フィルタリング領域306が、第1フィルタリング領域304より青色光に関連するより多くの波長を遮断する場合、黄斑の近くの長時間の外科手術中等、光毒性および無水晶体の危険がさらに高い重要性を示す場合、光ビーム210を、少なくとも部分的に第2フィルタリング領域306を通るように向けることができる。

【0029】

第1波長範囲および/または第2波長範囲内の光の透過は、第1フィルタリング領域304および/または第2フィルタリング領域306によって0%~100%、制限するかまたは減衰させることができる。0%減衰は、光ビーム210の全直径が非フィルタリング領域302を通過するときに発生する可能性がある。第1波長範囲および第2波長範囲内の100%減衰は、光ビーム210の完全な直径が、第1フィルタリング領域304または第2フィルタリング領域306それぞれを完全に通過するときに発生する可能性がある。0%~100%の減衰は、光ビームの一部が、非フィルタリング領域302と第1フィルタリング領域304および/または第2フィルタリング領域306のうちの少なくとも一方とを同時に通過するときに発生する可能性がある。光ビーム210の第1波長範囲および/または第2波長範囲を、およそ1%、5%、10%、20%、25%、50%または他の好適な値の増分で制限することができるように、フィルタホイール300を移動させることができる。

【0030】

それに関して、光ビーム210の断面積の所定の割合が、所望の量のフィルタリングを達成するようにフィルタホイールのフィルタリング領域を通過するように、フィルタホイール300を位置決めすることができる。所望の量のフィルタリングを達成するようにフィルタホイール300を漸進的に移動させるように、アクチュエータ220を構成することができる。たとえば、漸進的な作動の度に、光ビーム210の断面積の約0%~100%、約0%~75%および/または約0%~50%を、ビーム経路102に導入し/ビーム経路102から除去することができるような増分で、フィルタホイール300を移動させるように、アクチュエータ220を構成することができる。

【0031】

図3a~図3fは、所望のフィルタリングの異なる量に関連するフィルタホイール30

10

20

30

40

50

0のさまざまな部分を示す。フィルタホイール300を、回転軸310の周囲で回転させることにより、図3a～図3fに示すさまざまな位置の間で移動させることができる。さまざまな位置の間で回転軸310を中心に、フィルタホイール300を右回り方向316および/または左回り方向314に移動させることができる。

【0032】

図3aは、光ビーム210の全直径が非フィルタリング領域302を通過する、フィルタホイール300の位置を示す。図3bは、第1波長範囲の透過を部分的に制限することができるように、光ビーム210が、部分的に非フィルタリング領域302を、かつ部分的に第1フィルタリング領域304を通過する、フィルタホイール300の位置を示す。図3cは、第1フィルタリング領域304によって第1波長範囲の透過を完全に制限することができるように、光ビーム210の全直径が第1フィルタリング領域304を通過する、フィルタホイール300の位置を示す。図3dは、第2波長範囲の透過を部分的に制限することができるように、光ビーム210が、部分的に非フィルタリング領域302を、かつ部分的に第2フィルタリング領域306を通過する、フィルタホイール300の位置を示す。図3eは、第2波長範囲の透過を第2フィルタリング領域306によって完全に制限することができるように、光ビーム210の全直径が第2フィルタリング領域306を通過する、フィルタホイール300の位置を示す。図3fは、第1波長範囲および第2波長範囲の透過を部分的に制限することができるように、光ビーム210が、部分的に非フィルタリング領域302を、部分的に第1フィルタリング領域304を、かつ部分的に第2フィルタリング領域306を通過する、フィルタホイール300の位置を示す。

【0033】

眼科手術システム100および/または手術手技に関連する1つまたは複数の条件に基づいて、光ビーム210の経路に、所望の量の非フィルタリング領域302、第1フィルタリング領域304および/または第2フィルタリング領域306を位置決めするように、フィルタホイール300を自動的に回転させることができる。ビーム位置、ビーム構成、露出時間および/または視界不良(limited visibility condition)に基づいて、フィルタホイール300を移動させることができる(たとえば、コンピューティングデバイス130は、アクチュエータ220に制御信号を提供することができる)。ビーム位置は、手術野における光の標的位置(たとえば、黄斑、網膜の周囲等)を示すことができる。たとえば、標的位置が黄斑を含む場合、光ビーム210が少なくとも部分的に第1フィルタリング領域304および第2フィルタリング領域306を通過するように、フィルタホイール300を移動させることができる。ビーム構成は、手術野まで透過している光に含まれる青色光の量を表すことができる。透過している光が、有害である可能性がある量の青色光を含む場合、光ビーム210が少なくとも部分的に第1フィルタリング領域304または第2フィルタリング領域306を通過するように、フィルタホイール300を移動させることができる。露出時間は、光が手術野にどれくらい長く透過したかを示すことができる。手術手技が、青色光の連続した透過が有害である可能性があるように、長期間続く場合、光ビーム210が少なくとも部分的に第1フィルタリング領域304または第2フィルタリング領域306を通過するように、フィルタホイール300を移動させることができる。視界不良は、手術手技中に外科医が関連する解剖学的構造を見ることができるのを制限する、患者の1つまたは複数の生理学的特徴を表すことができる。たとえば、白内障、硝子体出血および/または高色素沈着により、視界不良がもたらされる可能性がある。それに応じて、光ビーム210が少なくとも部分的に非フィルタリング領域302を通過するように、フィルタホイール300を移動させることができる。

【0034】

本明細書に記載した実施形態は、眼科手術手技中に青色光フィルタリングを促進する装置、システムおよび方法に関連することができる。上述した例は、単に例示的なものであり、限定するようには意図されていない。当業者は、本開示の範囲内にあるように意図される開示された実施形態と一貫する他のシステムを容易に考案することができる。したが

10

20

30

40

50

って、本出願は、以下の特許請求の範囲によってのみ限定される。

本明細書に開示される発明は以下の態様を含む。

〔態様 1〕

光ビームを発生させるように構成された光源と、

前記光源と眼内照明装置との間に配置されたフィルタホイールであって、

非フィルタリング領域と、

前記眼内照明装置への前記光ビームの第 1 波長範囲の透過を制限するように構成された第 1 フィルタリング領域と、

前記眼内照明装置への前記光ビームの第 2 波長範囲の透過を制限するように構成された第 2 フィルタリング領域と、

を含むフィルタホイールと、

前記光ビームが前記フィルタホイールの前記非フィルタリング領域、前記第 1 フィルタリング領域および前記第 2 フィルタリング領域のうちの少なくとも 1 つを通過するように、前記フィルタホイールを選択的に移動させるように構成されたアクチュエータと、
を備える眼科手術システム。

〔態様 2〕

前記第 1 フィルタリング領域が、前記非フィルタリング領域に隣接して配置されている、態様 1 に記載の眼科手術システム。

〔態様 3〕

前記第 2 フィルタリング領域が、前記非フィルタリング領域に隣接して配置されている、態様 2 に記載の眼科手術システム。

〔態様 4〕

前記非フィルタリング領域が、前記第 1 フィルタリング領域と前記第 2 フィルタリング領域との間に延在する、態様 3 に記載の眼科手術システム。

〔態様 5〕

前記第 1 波長範囲および前記第 2 波長範囲のうちの少なくとも一方が、前記眼内照明装置への青色光の透過を制限するように選択されている、態様 1 に記載の眼科手術システム。

〔態様 6〕

前記第 1 波長範囲が、およそ 380 nm ~ およそ 475 nm の波長を含む、態様 5 に記載の眼科手術システム。

〔態様 7〕

前記第 2 波長範囲が、およそ 380 nm ~ およそ 515 nm の波長を含む、態様 6 に記載の眼科手術システム。

〔態様 8〕

前記アクチュエータが、前記フィルタホイールを漸進的に移動させるように構成されている、態様 1 に記載の眼科手術システム。

〔態様 9〕

前記アクチュエータと通信するコンピューティングデバイスであって、前記アクチュエータに制御信号を提供するように構成されたコンピューティングデバイス
をさらに備える、態様 1 に記載の眼科手術システム。

〔態様 10〕

前記コンピューティングデバイスが、ビーム位置、ビーム構成、露出時間および視界不良のうちの少なくとも 1 つに基づいて、前記アクチュエータに前記制御信号を提供するように構成されている、態様 9 に記載の眼科手術システム。

〔態様 11〕

眼内照明装置の光ビームをフィルタリングする眼科用フィルタホイールであって、

非フィルタリング領域と、

前記眼内照明装置への前記光ビームの第 1 波長範囲の透過を制限するように構成された第 1 フィルタリング領域と、

10

20

30

40

50

前記眼内照明装置への前記光ビームの第 2 波長範囲の透過を可能にするように構成された第 2 フィルタリング領域と、
を備え、

前記非フィルタリング領域が、前記第 1 フィルタリング領域および前記第 2 フィルタリング領域のうちの少なくとも一方に隣接して配置されている、眼科用フィルタホイール。

〔態様 1 2〕

前記非フィルタリング領域が、前記第 1 フィルタリング領域と前記第 2 フィルタリング領域との間に配置されている、態様 1 1 に記載の眼科用フィルタホイール。

〔態様 1 3〕

前記第 1 波長範囲および前記第 2 波長範囲のうちの少なくとも一方が、前記眼内照明装置への青色光の透過を制限するように選択されている、態様 1 1 に記載の眼科用フィルタホイール。

〔態様 1 4〕

前記第 1 波長範囲が、およそ 380 nm ~ およそ 475 nm の波長を含む、態様 1 3 に記載の眼科用フィルタホイール。

〔態様 1 5〕

前記第 2 波長範囲が、およそ 380 nm ~ およそ 515 nm の波長を含む、態様 1 4 に記載の眼科用フィルタホイール。

〔態様 1 6〕

眼科手術手技を行う方法であって、
光ビームを、フィルタホイールを通して眼内照明装置に案内するステップであって、前記フィルタホイールが、

非フィルタリング領域と、

前記眼内照明装置への前記光ビームの第 1 波長範囲の透過を制限するように構成された第 1 フィルタリング領域と、

前記眼内照明装置への前記光ビームの第 2 波長範囲の透過を制限するように構成された第 2 フィルタリング領域と、
を含む、ステップと、

前記光ビームが前記フィルタホイールの前記非フィルタリング領域、前記第 1 フィルタリング領域および前記第 2 フィルタリング領域のうちの少なくとも 1 つを通過するように、前記フィルタホイールを選択的に移動させるステップと、

を含む方法。

〔態様 1 7〕

前記フィルタホイールが、アクチュエータによって選択的に動かされる、態様 1 6 に記載の方法。

〔態様 1 8〕

前記アクチュエータが、コンピューティングデバイスから制御信号を受け取る、態様 1 7 に記載の方法。

〔態様 1 9〕

前記コンピューティングデバイスが、ビーム位置、ビーム構成、露出時間および視界不良のうちの少なくとも 1 つに基づいて、前記アクチュエータに前記制御信号を提供する、態様 1 8 に記載の方法。

〔態様 2 0〕

前記第 1 波長範囲が、およそ 380 nm ~ およそ 475 nm の波長を含み、

前記第 2 波長範囲が、およそ 380 nm ~ およそ 515 nm の波長を含む、請求項 1 9 に記載の方法。

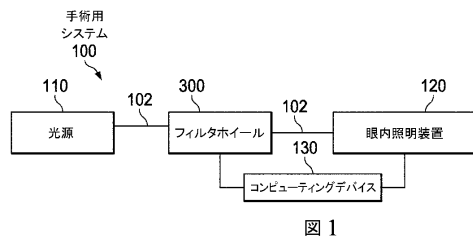
10

20

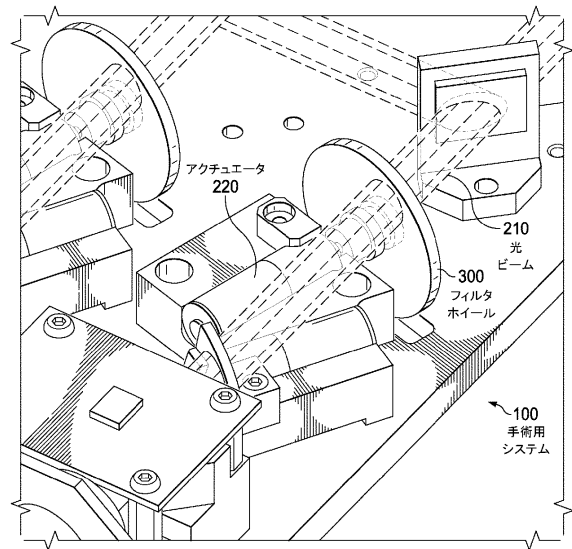
30

40

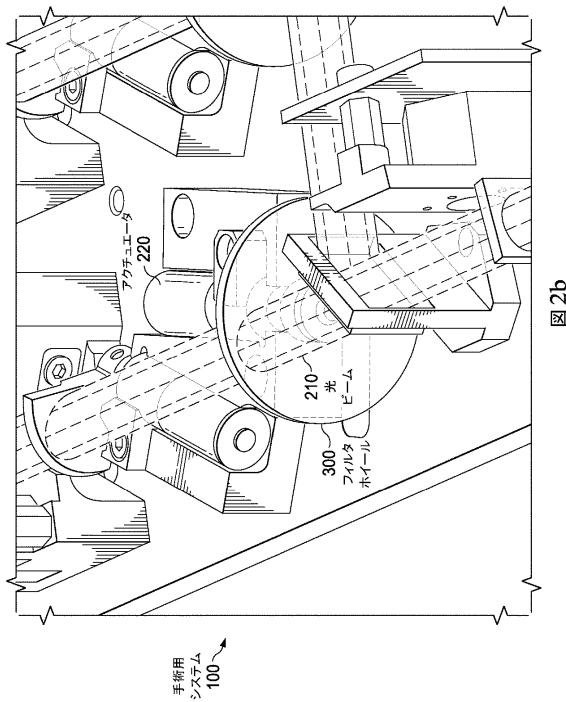
【図 1】



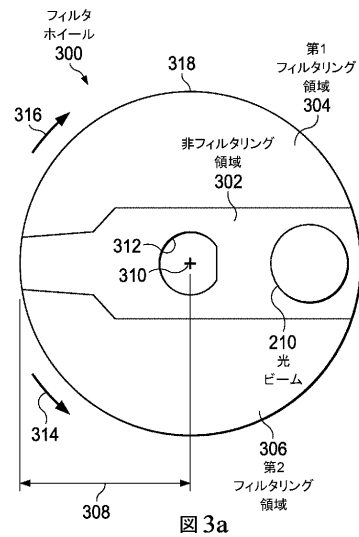
【図 2 a】



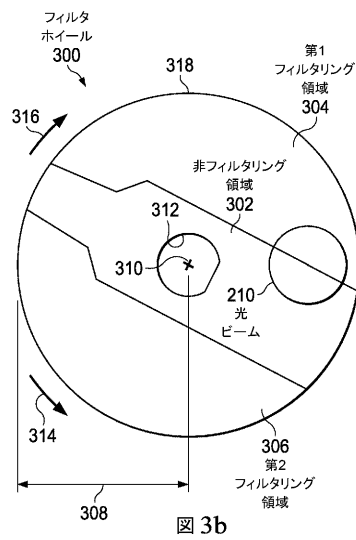
【図 2 b】



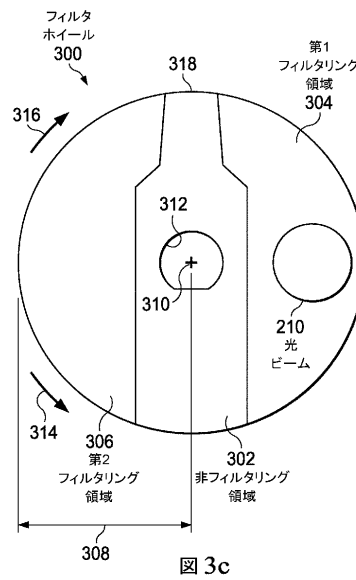
【図 3 a】



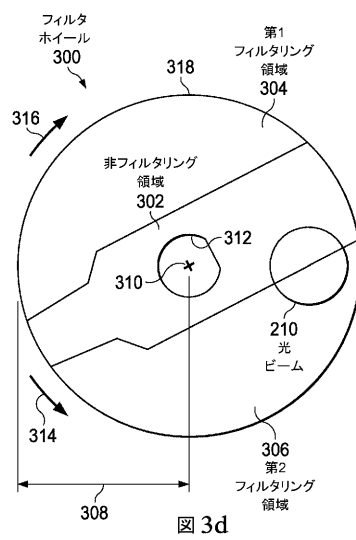
【図 3 b】



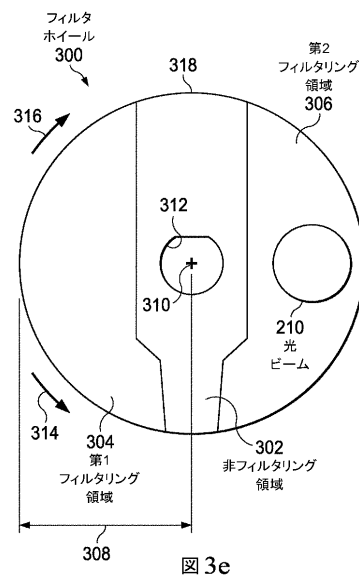
【図 3 c】



【図 3 d】



【図 3 e】



【図 3 f】

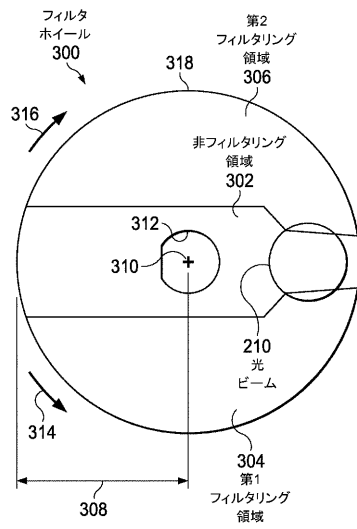


図 3f

フロントページの続き

- (72)発明者 イーヤッド アマリ
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, レイクフォレスト ドライブ
2 0 5 1 1
- (72)発明者 スティーブン ティー・チャールズ
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, レイクフォレスト ドライブ
2 0 5 1 1

審査官 石田 智樹

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2006/0268231(US, A1)
米国特許出願公開第2012/0083772(US, A1)
特開2003-111789(JP, A)
国際公開第2010/080568(WO, A1)
特表2010-521233(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 6 1 F 9 / 0 0 8
A 6 1 F 9 / 0 0 7