

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5571546号
(P5571546)

(45) 発行日 平成26年8月13日 (2014. 8. 13)

(24) 登録日 平成26年7月4日 (2014. 7. 4)

(51) Int. Cl.

F I

A 6 1 F 9/00 (2006.01)

A 6 1 F 9/00 5 7 0

A 6 1 B 19/00 (2006.01)

A 6 1 B 19/00 5 0 4

G 0 2 B 19/00 (2006.01)

G 0 2 B 19/00

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2010-503104 (P2010-503104)
 (86) (22) 出願日 平成20年6月17日 (2008. 6. 17)
 (65) 公表番号 特表2011-512879 (P2011-512879A)
 (43) 公表日 平成23年4月28日 (2011. 4. 28)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/055671
 (87) 国際公開番号 W02009/009165
 (87) 国際公開日 平成21年1月15日 (2009. 1. 15)
 審査請求日 平成23年6月17日 (2011. 6. 17)

前置審査

(73) 特許権者 501449322
 アルコン、インコーポレイティド
 スイス国、フネンベルク、ボシュ 69
 (74) 代理人 100099759
 弁理士 青木 篤
 (74) 代理人 100102819
 弁理士 島田 哲郎
 (74) 代理人 100123582
 弁理士 三橋 真二
 (74) 代理人 100147555
 弁理士 伊藤 公一
 (72) 発明者 スミス、ロナルド ティー、
 アメリカ合衆国、カリフォルニア 926
 18、アーバイン、オーク グレン 27
 1

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハイブリッド・レンズを備えた眼科用内視鏡照明機器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

眼科用内視鏡照明機器であって、

光を発生する、光源と、

前記光源が発生した前記光を平行にする、コリメーティング・レンズと、

前記光の焦点を合わせる、ハイブリッド・コンデンサ・レンズと、

前記の焦点を合わされた光を眼の中に伝達する、光ファイバと、

を具備し、

前記ハイブリッド・コンデンサ・レンズは、第一の屈折面と、前記ハイブリッド・コン
 デンサ・レンズの前記第一の屈折面、前記コリメーティング・レンズの第二の屈折面及び
 第三の屈折面が引起す色収差を補償するように製造された回折面とを有する、眼科用内視
 鏡照明機器。

【請求項 2】

さらに、前記光を減衰するアッテネータを具備する、請求項 1 に記載の内視鏡照明機器
 。

【請求項 3】

さらに、前記光をフィルタするフィルタを具備する、請求項 1 に記載の内視鏡照明機器
 。

【請求項 4】

前記フィルタは、コールド・ミラーを具備する、請求項 3 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 5】

前記フィルタは、ホット・ミラーを具備する、請求項 3 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 6】

前記コリメーティング・レンズは、ハイブリッド・レンズである、請求項 1 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 7】

前記ハイブリッド・コンデンサ・レンズは、屈折面が引起す色収差を補償する回折面を具備する、請求項 1 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 8】

前記回折面は、非平面である、請求項 7 に記載の内視鏡照明機器。

10

【請求項 9】

前記ハイブリッド・コンデンサ・レンズは、非球面凸屈折面、及び平面回折面を具備する、請求項 1 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 10】

前記ハイブリッド・コンデンサ・レンズは、プラスチック材料からなる、請求項 1 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 11】

さらに、

前記光ファイバに前記焦点を合わされた光を位置合わせするための、コネクタと、

20

前記光ファイバを保持して、手で操作することができる、ハンドピースと、
前記光ファイバを前記眼の中へ運ぶ、プローブと
を具備する、請求項 1 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 12】

眼科用内視鏡照明機器であって、

光を発生する、光源と、

前記光源が発生した前記光を平行にする、ハイブリッド・コリメーティング・レンズと、

前記光の焦点を合わせる、コンデンサ・レンズと、

前記の焦点を合わされた光を眼の中に伝達する、光ファイバと、
を具備し、

30

前記ハイブリッド・コリメーティング・レンズは、第一の屈折面と、前記ハイブリッド・コリメーティング・レンズの前記第一の屈折面、前記コンデンサ・レンズの第二の屈折面及び第三の屈折面が引起す色収差を補償するように製造された回折面とを有する、眼科用内視鏡照明機器。

【請求項 13】

さらに、前記光を減衰するアッテネータを具備する、請求項 12 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 14】

さらに、前記光をフィルタするフィルタを具備する、請求項 12 に記載の内視鏡照明機器。

40

【請求項 15】

前記ハイブリッド・コリメーティング・レンズは、屈折面が引起す色収差を補償する回折面を具備する、請求項 12 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 16】

前記回折面は、非平面である、請求項 15 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 17】

前記ハイブリッド・コリメーティング・レンズは、非球面凸屈折面、及び平面回折面を具備する、請求項 12 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 18】

50

さらに、

前記光ファイバに前記焦点を合わされた光を位置合わせするための、コネクタと

前記光ファイバを保持して、手で操作することができる、ハンドピースと、

前記光ファイバを前記眼の中へ運ぶための、プローブと

を具備する、請求項 1 2 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 1 9】

前記回折面は平面である、請求項 8 又は 1 5 に記載の内視鏡照明機器。

【請求項 2 0】

前記コリメーティング・レンズはハイブリッド・レンズである、請求項 1 に記載の内視鏡照明機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、眼科外科処置で使用する照明機器に関し、より具体的には、眼の内部を照明するのに適した光を生成するハイブリッド非球面レンズを使用した眼科用照明機器に関する。

【背景技術】

【0002】

解剖学的に、眼は、前区と後区との 2 つの明確な部分に分割される。前区は、レンズ、及び角膜（角膜内皮）の最も外側の層からレンズ莖膜の後ろへ伸びてきたものを含む。後区は、レンズ莖膜の後ろにある眼の部分を含む。後区は、前方の硝子様面から、硝子体の後方の硝子様面に直接接触している網膜へ伸びている。後区は、前区よりも十分に大きい。

【0003】

後区は、透明で色のないゲル様の硝子体を含んでいる。硝子体は、眼の体積の約 2 / 3 を占め、その形状は誕生前に形成されて形をなす。硝子体は、1 %のコラーゲンとヒアルロン酸、及び 9 9 %の水からなっている。硝子体の前方の境界は、レンズ莖膜の後ろに接触する、前方の硝子様面であり、一方、後方の硝子様の面は、その後方の境界を形成して、網膜に接触する。硝子体は、水溶性体液のように自由に流動するものではなく、あるべき正規の解剖学的位置を持っている。その位置の 1 つは、鋸状縁に重なった、3 - 4 mm の幅を持ったバンドである、硝子体基部である。視神経ヘッド、黄斑、及び弧状血管もそのあるべき位置である。硝子体の主な機能は、網膜を所定の位置に保持し、球の完全性と形状を維持し、動きに伴う衝撃を吸収し、レンズを後方から支持することである。水溶性体液とは対照的に、硝子体は定常的に入れ替わることはない。硝子体は、シンクレクシス（syncresis）として知られる過程で年齢と共により流動的になる。シンクレクシスは、あるべき正規の位置を押したり引張ったりしてしまう、硝子体の収縮に至る。十分な引張り力がかかると、硝子体は、自身を網膜から引いて、網膜を引裂いたり網膜に孔をあけたりしてしまう。

【0004】

硝子体網膜処置と呼ばれる、様々な外科処置が、眼の後区に施される。硝子体網膜処置は、後区で起こる多くの深刻な状態を扱うのに適切な処置である。硝子体網膜処置によって、加齢による黄斑劣化（AMD）、糖尿病による網膜疾患、及び、糖尿病の硝子体出血、黄斑孔、網膜剥離、網膜上に成長した膜、CMV 網膜炎、並びに、その他多くの眼球の状態等のような状態を扱う。

【0005】

外科医は、眼の後区の鮮明な画像を提供するように製造された顕微鏡と特別なレンズを使用して硝子体切除術を実行する。外科医は、強膜に長さが数ミリ程度の小さな切開口が形成して、この切開口を通して、眼の中を照明する光ファイバ源、外科処置中に眼の形状を維持するための注入ライン、及び、硝子体を切開して取除く器具のような顕微外科手術

10

20

30

40

50

用の器具を挿入する。

【 0 0 0 6 】

このような外科処置中、眼の中を適切に照明することは重要である。通常、細い光ファイバを眼の中に挿入して照明する。光源としては、金属ハライド・ランプ、ハロゲン・ランプ、キセノン・ランプ、あるいは、水銀蒸気ランプのような光源がよく使用され、光源は、光ファイバによって眼の中に伝達される光を生成する。光は、いくつかの光学機器（通常、レンズ、ミラー、及びアッテネータ）を通過して、眼の中へ光を伝達する光ファイバに到達する。この光の品質は、選択した光学部材のタイプを含むいくつかのファクターに依存する。

【 0 0 0 7 】

よく知られているように、レンズの屈折面は色収差を生じる。屈折面を通過する光線の出て行く角度は波長に対して負の相関がある。すなわち、光の波長が長い程、入射角に対して出て行く角度は小さくなる。このように、従来の眼科外科照明機器に使用されているレンズは、眼に照射される光の色と明るさの非一様性を招く、色収差を生じる。さらに、これらの色収差は、また、わずかに出力ビームの光束を低減して、ビーム径を増加する。どちらも潜在的に光ファイバから眼の中へ照射される光の品質を劣化させる。改良された眼科用照明機器には、従来の屈折レンズが有している非一様性を最小化することが要求される。

【 発明の概要 】

【 0 0 0 8 】

本発明の原理と整合性の取れる 1 つの実施態様において、本発明は、光源と、光源が発生した光を平行にするコリメーティング・レンズ、光の焦点を合わせるハイブリッド・コンデンサ・レンズ、この焦点を合わされた光を眼の中に伝達する光ファイバを持った、眼科用内視鏡照明機器である。

【 0 0 0 9 】

本発明の原理と整合性の取れる別の 1 つの実施態様において、本発明は、光源と、光源が発生した光を平行にするハイブリッド・コリメーティング・レンズ、光の焦点を合わせるコンデンサ・レンズ、この焦点を合わされた光を眼の中に伝達する光ファイバを持った、眼科用内視鏡照明機器である。

【 0 0 1 0 】

本発明の原理と整合性の取れる別の 1 つの実施態様において、本発明は、眼科用内視鏡照明機器に使用する、ハイブリッド・レンズである。ハイブリッド・レンズは、光線を屈折する屈折面と、光線を回折する回折面を有している。回折面は、屈折面によって引起される色収差を補償するように製造されている。

【 0 0 1 1 】

以上の一般的な記載と以下の詳細な記載は、例として説明の目的のためにのみのものであって、請求項に記載した本発明をさらに説明することを意図するものであることは理解されるべきである。本発明の実施と同様に、以下の記載は本発明のさらなる作用効果と本発明の目的を記述し示唆するものである。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 2 】

以下の添付図面は、本明細書に取り込まれその部分を構成するものであって、明細書の記載と共に、いくつかの本発明の実施態様を例示説明して、本発明の原理を説明するものである。

【 図 1 】 本発明の 1 つの実施態様にしたがった、眼科用内視鏡照明機器の展開図である。

【 図 2 A 】 従来のあるコンデンサ・レンズの光路パターンを示す図である。

【 図 2 B 】 従来のあるコンデンサ・レンズの別の 1 つの光路パターンを示す展開図である。

【 図 2 C 】 従来のあるコンデンサ・レンズの別の 1 つの光路パターンを示す展開図である。

10

20

30

40

50

【図 2 D】従来のあるコンデンサ・レンズの別の 1 つの光路パターンを示す展開図である。

【図 2 E】従来のあるコンデンサ・レンズの別の 1 つの光路パターンを示す展開図である。

【図 2 F】従来のあるコンデンサ・レンズの別の 1 つの光路パターンを示す展開図である。

【図 3 A】本発明の 1 つの実施態様にしたがった、コンデンサ・レンズを示す図である。

【図 3 B】本発明の 1 つの実施態様にしたがった、コンデンサ・レンズを示す図である。

【図 3 C】本発明の 1 つの実施態様にしたがった、コンデンサ・レンズを示す図である。

【図 4】従来のコリメーティング・レンズの光路パターンを示す図である。

【図 5 A】本発明の 1 つの実施態様にしたがった、コリメーティング・レンズを示す図である。

【図 5 B】本発明の 1 つの実施態様にしたがった、コリメーティング・レンズを示す図である。

【図 6】本発明の 1 つの実施態様にしたがった、眼科用内視鏡照明機器の部分図である。

【図 7】本発明の 1 つの実施態様にしたがった、眼科用内視鏡照明機器の部分図である。

【図 8】本発明の 1 つの実施態様にしたがった、眼の中で使用されている眼科用内視鏡照明機器プローブの図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

その実施例が添付の図面に示されている本発明の例示的な実施態様を以下詳細に説明する。可能な限り、同じあるいは類似部分を参照するのに同じ参照番号を全図面を通して使用する。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、本発明の 1 つの実施態様にしたがった、眼科用内視鏡照明機器の展開図である。図 1 において、眼科用内視鏡照明機器は、光源 1 0 5、コリメーティング・レンズ 1 1 0、光学コールド・ミラー 1 1 5、光学ホット・ミラー 1 1 6、アッテネータ 1 2 0、コンデンサ・レンズ 1 2 5、コネクタ 1 5 0、光ファイバ 1 5 5、ハンドピース 1 6 0、及び、プローブ 1 6 5 を含んでいる。

【 0 0 1 5 】

光源 1 0 5 からの光は、コリメーティング・レンズ 1 1 0 によって平行にされている。平行にされた光は、光学コールド・ミラー 1 1 5 によって、反射されてフィルタされ、又は（かつ／あるいは）、光学ホット・ミラー 1 1 6 によって、透過されフィルタされる。その結果、光線は、アッテネータ 1 2 0 によって減衰され、コンデンサ・レンズ 1 2 5 によって焦点を合わされる。焦点を合わされた光線は、コネクタ 1 5 0 と光ファイバ 1 5 5 を通して、眼の内部を照明するプローブ 1 6 5 に向けられている。

【 0 0 1 6 】

光源 1 0 5 は、通常、水銀蒸気ランプ、キセノン・ランプ、金属ハライド・ランプ、あるいは、ハロゲン・ランプのようなランプである。光源 1 0 5 は、フルパワーであるいはその近傍で作動させられて、相対的に安定した一定の出力光を発生する。本発明の 1 つの実施態様では、その光源は、約 0 . 1 8 mm のアーク長を持つキセノン・ランプである。本発明の別の実施態様では、発光ダイオード（LED）などの別の光源を使用している。1 つあるいはそれ以上の LED が作動させられて、一定の安定した出力光を発生することができる。知られているように、異なるパワー・レートと出力光を持つ、多くのタイプの LED があり、光源 1 0 5 として選択することができる。

【 0 0 1 7 】

コリメーティング・レンズ 1 1 0 は、光源 1 0 5 が発生した光を平行にするように構成されている。よく知られているように、光を平行にするということは、複数の光線を整理させる過程を含んでいる。平行にされた光とは、進行方向先端が平面波であって、その光を構成する複数の光線が平行となっている光である。本発明の 1 つの実施態様では、コリ

10

20

30

40

50

メーティング・レンズ 110 は、図4に示されたハイブリッド・レンズである。

【0018】

光学コールド・ミラー 115 は、可視光波長を持った光を反射して、赤外線と紫外線のみを透過して、有害な赤外線と紫外線をフィルタされた光線を生成する、ダイクロイック反射子である。光学ホット・ミラー 116 は、可視光を透過する一方で、長波長の赤外線と短波長の紫外線を反射する。眼の天然のレンズは、眼に入る光をフィルタする。特に、天然のレンズは、網膜を損傷する、青色の光と紫外線を吸収する。有害な長短の波長をフィルタして遮断しながら、可視光波長の切な領域の光を供給することで、無水晶体症ハザードによる網膜への損傷、青色光による光化学的網膜損傷、赤外過熱損傷、及び類似の光毒性ハザードのリスクを著しく低減することができる。これらのハザードのリスクを低減するには、通常、約 430 から 700 nm の領域の光が好ましい。光学コールド・ミラー 115 と光学ホット・ミラー 116 は、適切な波長の光が眼の中に照射されるように選択される。この適切な波長領域の光を発生するために、別のフィルタ、又はダイクロイック・ビーム・スプリッタを使用することができる。例えば、光をフィルタするために、ホログラフィック・ミラーも使用することができる。

10

【0019】

アッテネータ 120 は、光線の強度を減少する。異なるアッテネータをいくつでも使用することができる。例えば、機械的ルーバー、カメラ可変アパーチャ機構、あるいは、ニュートラル・デンシティ・フィルタを使用することができる。可変光くさび回転ディスクも使用することができる。

20

【0020】

コンデンサ・レンズ 125 は、小さい直径の光ファイバの中に到達できるように、減衰された光の焦点を合わせる。コンデンサ・レンズ 125 は、装置用に適切な構成を持ったレンズである。コンデンサ・レンズ 125 は、通常、焦点を合わされた光線が光ファイバに適切に到達できて光ファイバによって伝達されるように設計製造されている。よく知られているように、コンデンサ・レンズは、両凸面、又は、一方が平面をなし、もう一方が凸球面、若しくは、凸非球面をなすレンズであることができる。一方が平面をなし、もう一方が凸非球面をなすレンズでは、光の焦点を最小径のスポットに合わせるために、1つの面は平面であり、もう1つの面は精度の高い凸非球面である。本発明の1つの実施態様では、コンデンサ・レンズ 125 は、図3に示すようなハイブリッド・レンズである。

30

【0021】

眼科外科医師によって取り扱われる、内視鏡照明機器は、コネクタ 150、光ファイバ 155、ハンドピース 160、及びプローブ 165 を含んでいる。コネクタ 150 は、光ファイバ 155 を、光源 105 を含むメイン・コンソール（図示しない）に接続するように製造されている。コネクタ 150 は、光ファイバ 155 を眼に伝達されるべき光線に適切に位置合わせされる。光ファイバ 155 は、通常、小さい直径を有するファイバであって、テーパを持つこともあるいはテーパを持たないことができる。ハンドピース 160 は、外科医によって保持され、眼の中でのプローブ 165 の操作を可能にする。プローブ 165 は、プローブ 165 の端部で終端する、光ファイバ 155 につながっており、眼の中に挿入される。このように、プローブ 165 は、眼の中で光ファイバから照明を提供する。

40

【0022】

図2Aは、従来のコリメーティング・レンズとコンデンサ・レンズのペアの光線パターンの図である。図2Aにおいて、コンデンサ・レンズ 225 は、通常入手可能な一方が平面でもう一方が凸非球面の屈折レンズのような、屈折非球面レンズである。コンデンサ・レンズ 225 によって屈折された光線の角度は、それらの光線の波長の関数である。長い波長程、光路の曲がり角は小さい。このように、赤い光は、緑の光よりも曲がり角が小さく、そして、緑の光は、青の光よりも小さい。この結果、光ファイバ 205 のよって伝達される光線の色収差を引き起こす。図2A - 2Fにおいて、赤い光は破線で、緑の光は点線で、青の光は実線で示されている。

50

【 0 0 2 3 】

コンデンサ・レンズ 2 2 5 は、光線を光ファイバ 2 0 5 へ到達させる。図 2 A において、光線は、箱 2 1 0 に収斂する線で描かれている。図 2 B - 2 F は、図 2 A に示す箱 2 1 0 の中に描いた、従来のコンデンサ・レンズの異なる光線のパターンの展開図である。図 2 B は、青い光線を示し、図 2 C は、緑の光線を示し、図 2 D は、赤い光線を示している。図 2 E は、青い光線、緑の光線、赤い光線を組合せたものを示している。そして、図 2 F は、光ファイバ 2 0 5 に光線が位置合わせがずれている状態の、青い光線、緑の光線、赤い光線を組合せたものを示している。

【 0 0 2 4 】

図 2 B は、コンデンサ・レンズ 2 2 5 によって屈折された青い光線を示している。青の光は、赤い光、緑の光よりも波長が短いので、曲がり角（この場合、屈折角）は、赤い光、緑の光の屈折角よりも大きくなる。図 2 B において、青い光は、光ファイバ 2 0 5 のコンデンサ・レンズ側の点に収斂する。このようにして、青の光は、光ファイバ 2 0 5 の端部に到達する前に発散し始める。

10

【 0 0 2 5 】

図 2 C は、コンデンサ・レンズ 2 2 5 によって屈折された緑の光線を示している。緑の光は、赤い光よりも波長が短く、青の光よりも波長が長いので、屈折角は、赤い光の屈折角と緑の光の屈折角の間の屈折角になる。換言すれば、コンデンサ・レンズ 2 2 5 によって屈折された緑の光の屈折角は、中間値をとる。図 2 C において、緑の光は、光ファイバ 2 0 5 の表面に非常に近い点に収斂する。このようにして、緑の光は、光ファイバ 2 0 5

20

【 0 0 2 6 】

図 2 D は、コンデンサ・レンズ 2 2 5 によって屈折された赤い光線を示している。赤い光は、緑の光、青い光よりも波長が長いので、屈折角は、緑の光、青い光の屈折角よりも小さくなる。図 2 C において、赤い光は、光ファイバ 2 0 5 内の点に収斂する。このようにして、赤い光は、光ファイバ 2 0 5 の端部に到達する前に収斂していない。

【 0 0 2 7 】

図 2 E は、図 2 B - 図 2 D にそれぞれ示した、青い光線、緑の光線、赤い光線を合成した光線を示している。光ファイバ 2 0 5 の面は、ビーム径 a を持つ合成光線を受ける。この場合、ビーム径 a は、比較的大きく、高輝度キセノン・ランプを使用した標準的な照明機器で、約 $657\text{ }\mu\text{m}$ である。ファイバの中へ入る光の高いカップリング効率を確保するためには、近端部の直径が大きいファイバが必要となる。さらに、光ファイバの「トランスミッタンス対入射角」特性は、通常、ファイバ近端入口アパーチャでの光の空間的位置の複雑な関数となる。図 2 E の焦点を合わされた光のパターンにおいて、ファイバ入口アパーチャでの光線の角度対空間的位置の分布は波長に強く依存することは明らかである。その結果、「トランスミッタンス対ファイバから光が出て行く角度」特性も波長に依存する。このため、光ファイバの遠端部から照射される光（眼の中に照射される光）は、色と明るさの角度的な非一様性をもつようになってしまう。

30

【 0 0 2 8 】

光線がテーパを持つ光ファイバ 2 0 5 に到達した図 2 F に示されている、比較的大きなビーム径を持つことに関連した問題は、光ファイバ 2 0 5 に対する光線の位置合わせが横方向にずれることである。このような場合、光線のすべての成分が光ファイバによって伝達されるわけではない。さらに、ファイバ入射アパーチャによって空間的に留められる光の位置は波長と角度とに依存することは、図 2 F から明らかである。このことは、さらに、光ファイバの遠端部から照射される光（眼の中に照射される光）の色と明るさの角度的な非一様性に寄与することになる。

40

【 0 0 2 9 】

図 3 A - 図 3 C は、本発明の 1 つの実施態様にしたがったコンデンサ・レンズを示している。ハイブリッド・コンデンサ・レンズ 3 1 0 は、屈折面と回折面の双方（ハイブリッドの屈折／回折非球面レンズ）を持っている。ハイブリッド・コンデンサ・レンズ 3 1 0

50

は、非球面凸屈折面 3 1 5 と平面回折面 3 2 0 とを持っている。回折面の構造は、図 3 B により明確に示されている。図 3 B において、回折面は、フレネル・レンズに見られるものに似ているがそれよりもずっと小さい、小さな歯状のファセットから構成されている。この回折面は、ハイブリッド・コンデンサ・レンズ 3 1 0 の平面 3 2 0 上のブレード回折格子にも似ている。本発明の原理と整合性を持った別の実施態様では、屈折コンデンサ・レンズ 3 1 0 と回折平面とは、2 つの分離した部品で実装することができる。

【 0 0 3 0 】

ハイブリッド・コンデンサ・レンズ 3 1 0 は、これを通過する光線を屈折し、かつ、回折する。平面回折面 3 2 0 が収斂した白色光で照明されるとき、回折面は、入射光線よりも回折面にわずかに近くの焦点に向かって光線を回折する。平面回折面 3 2 0 は、波長の長い光がより曲がるという色分散特性を呈する。平面回折面 3 2 0 の色分散は、非球面屈折レンズ 3 1 5 の色収差と逆向きである。平面回折面 3 2 0 は、主回折（即ち、+ 1 オーダー）方向へ入射白色光のほぼ 1 0 0 % を回折するように製造することができる。換言すれば、屈折面 3 1 5 によって引起される色収差を、回折平面 3 2 0 の色分散によって、実質的にキャンセルすることができる。

【 0 0 3 1 】

その結果、ハイブリッド・コンデンサ・レンズ 3 1 0 によって生成された光線は、図 3 C に示されている。示されているように、この結果的に生成された光線の直径 a は、図 2 A - 2 F の約 6 5 7 μm に比較すると、比較的小さく、約 1 0 3 μm である。このより焦点を合わされた光線によって、よりコンパクトな光学機器とより小さい光ファイバを含む設計をすることができるようになる。さらに、このような光線は、低減された色と明るさの非一様性、スペクトル的にフラットな光ファイバからの出力、及びわずかにしか増加しない光束を呈する。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、従来のコリメーティング・レンズの光線のパターンを示す図である。図 4 において、赤い光は破線で、緑の光は点線で、青の光は実線で示されている。光源 1 0 5 は、白色光（2 つの太い実線）を放射している状態で示されている。図示されているように、光源 1 0 5 によって放射されている白色光（2 つの太い実線）は、従来のコリメーティング・レンズ 4 1 0 の第一の屈折面 4 1 5 によって屈折される。白色光光線は、第一の屈折面 4 1 5 を通過したとき、赤、緑、及び青色光線の典型的な色パターンに分離される。その光は、さらに、従来のコリメーティング・レンズ 4 1 0 の第二の屈折面 4 2 0 によって屈折される。前に述べたように、より長い波長はより小さい屈折角をもたらす。したがって、赤い光は、緑の光より小さい屈折角を持ち、緑の光は、青い光よりも小さい屈折角を持つ。この結果、図 4 に示す色収差をもたらすことになる。図 4 において、この結果、赤色の光線は、緑色の光線より大きな直径を持ち、緑色の光線は、青色の光線より大きな直径を持つことになる。さらに、赤色の光線は、従来のコリメーティング・レンズの中心から離れるように発散し、青色の光線は、従来のコリメーティング・レンズの中心に向かって収斂する。

【 0 0 3 3 】

図 5 A、5 B は、本発明の 1 つの実施態様にしがったコリメーティング・レンズを示している。図 5 A において、赤い光は破線で、緑の光は点線で、青の光は実線で示されている。光源 1 0 5 は、白色光（2 つの太い実線）を放射している状態で示されている。図 3 のハイブリッド・コンデンサ・レンズ 3 1 0 と同様に、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ 5 1 0 は、屈折面と回折面の双方を持っている。ハイブリッド・コリメーティング・レンズ 5 1 0 は、平面回折面 5 1 5 と非球面凸屈折面 5 2 0 とを持っている。回折面の構造は、図 5 B に、より明確に示されている。図 5 B において、回折面は、フレネル・レンズに見られるものに似ているがそれよりもずっと小さい、小さな歯状のファセットから構成されている。この回折面は、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ 5 1 0 の平面 5 1 5 上のブレード回折格子にも似ている。本発明の原理と整合性を持った別の実施態様では、屈折コリメーティング・レンズ 5 1 0 と回折平面とは、2 つの分離した部品

で実装することができる。

【0034】

ハイブリッド・コリメーティング・レンズ510は、図3Aのハイブリッド・コンデンサ・レンズ310と同じように機能する。光源105からの光は、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ510の回折面515に入射する。回折面515は、光源105からの光の色分散を生成する。屈折面520は、同一の光の色収差を生成する。回折面515の色分散は、屈折面520で生成される色収差によって、実質的にキャンセルされる。

【0035】

図5Aにおいて、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ510は、異なる色の光線の異なった直径を補償する。図示したように、青色の光線の幅は、緑色の光線の幅よりも広く、緑色の光線の幅は、赤色の光線の幅よりも広い。このように、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ510を使用することによって、従来のコリメーティング・レンズで起こるビーム径の課題を補償する。図4において、コリメーティング・レンズ410の中に存在する光線は、異なる色の光線ごとに異なるビーム径を有している。赤色の光線の幅が最も広く、緑色の光線の幅は中間で、青色の光線の幅が最も狭い。さらに、光線はコリメーティング・レンズから伝播するにつれて、収斂する青色の光線のビーム径は減少し、平行にされた緑色の光線のビーム径は固定され、そして、発散している赤色の光線のビーム径は増加する。したがって、コリメーティング・レンズ410からの距離が増加するにつれて、青色、緑色、及び青色の光線間のビーム径の差は増加する。光線がコンデンサ・レンズ310に到達するときまで、多くの場合、ビーム径の差は大きいものである。この結果、光ファイバ165から放射される光線の色と明るさの角度的な非一様性が発生する。

【0036】

図5Aにおいて、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ510を出る光線は、コリメーティング・レンズ410を出る光線とは逆の態様で、異なる色の光線に対応する異なった直径を持っている。青色の光線の幅が最も広く、緑色の光線の幅は中間で、赤色の光線の幅は最も狭い。ハイブリッド・コリメーティング・レンズ510の出力面でのビーム径の差は、コリメーティング・レンズ410出力面でのビーム径の差と大きさは同様であるが方向が反対である。しかしながら、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ510を出る光線は、すべての色の光は平行である。したがって、ハイブリッド・コリメーティング・レンズからの距離が増加するにつれて、色によるビーム径の差が増加することはない。したがって、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ510を出る光線のコンデンサ・レンズ310での色によるビーム径の差は、コリメーティング・レンズ410を出る光線のコンデンサ・レンズ310での色によるビーム径の差より十分に小さい。この結果、光ファイバ165から放射される光線の色と明るさの角度的な一様性が潜在的に増加する。

【0037】

補償のタイプを問わず補償を提供するように回折格子を選ぶことができる。例えば、従来のコンデンサ・レンズとともにハイブリッド・コリメーティング・レンズが使用されているとき、ハイブリッド・コリメーティング・レンズの回折格子は、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ上の屈折面と従来のコンデンサ・レンズ上の2つの屈折面を補償するように製造することができる。ハイブリッド・コンデンサ・レンズとともにハイブリッド・コリメーティング・レンズが使用されているとき、ハイブリッド・コリメーティング・レンズの回折格子は、ハイブリッド・コリメーティング・レンズ上の屈折面とハイブリッド・コンデンサ・レンズ上の屈折面を補償するように製造することができる。これは、図5で示した場合である。

【0038】

図3、5のハイブリッド・レンズは、非球面レンズとして描かれているが、適切な構成なら如何なる構成でもとることができる。同様に、回折面315、515は、平面として描かれているが、これらは、非平面あるいは非球面であることができる。異なる回折面3

10

20

30

40

50

１５、５１５は、異なる屈折面とともに使用して色収差及びその他の角度的な非一様性を低減することができる。

【００３９】

さらに、コンデンサ・レンズ１２５が屈折レンズであって、コリメーティング・レンズ１１０がハイブリッド・レンズであることができる。本発明の別の実施態様では、コンデンサ・レンズはハイブリッド・レンズであって、コリメーティング・レンズ１１０は屈折レンズであることができる。本発明の別の実施態様では、コンデンサ・レンズ１２５とコリメーティング・レンズ１１０との双方がハイブリッド・レンズであることができる。

【００４０】

図６は、本発明の１つの実施態様にしたがった、眼科用内視鏡照明機器の部分図である。図６において、コリメーティング・レンズ４０５、及びコンデンサ・レンズ３１０の双方は、図３、４に示したように、ハイブリッド・レンズである。コールド・ミラー１１５のようなフィルタ、アッテネータ１２０も示されている。光線は破線で示されている。好適には、コンデンサ・レンズ３１０は、モールドして回折面３２０を形成し易いプラスチックからなっている。ハイブリッド・コリメーティング・レンズ４０５は光源の近くに配置されているので、より耐熱性を有する硝子からなっていることが望ましい。ハイブリッド・コリメーティング・レンズ４０５は、最小の色収差を持った状態で光線を平行にし、最小の色収差を持った状態で平行にされた光線の焦点を合わせる。

【００４１】

図７は、本発明の１つの実施態様にしたがった、眼科用内視鏡照明機器の部分図である。図７において、コリメーティング・レンズ７７０は、標準的な屈折レンズであり、コンデンサ・レンズ３１０は、図３Ａ－３Ｃに示したハイブリッド・レンズである。コールド・ミラー１１５のようなフィルタ、及びアッテネータ１２０も示されている。光線は、破線で示されている。好適には、ハイブリッド・コンデンサ・レンズ３１０は、モールドして回折面３２０を形成し易いプラスチックからなっている。ハイブリッド・コンデンサ・レンズは、コリメーティング・レンズ７７０上の２つの屈折面とハイブリッド・コンデンサ・レンズ３１０上の屈折面からなる他の３つの屈折面を補償するように製造される。この結果、著しく色と強度の非一様性が低減されて、わずかに光束が増加した、しっかりと焦点を合わされた光線となる。本発明の原理と整合し、かつ、高輝度キセノン・アーク・ランプを使用した、１つの実施態様において、焦点を合わされたビームの直径は、約１００μmであり、そのＣＩＥ 1931 (x, y) 色度は、約(0.316, 0.354)であり、１０ルーメンで規格化された無水晶体の総計 (its aphakic sum normalized to 10 lumens) は、約６．３７mWである。

【００４２】

図８は、本発明の１つの実施態様にしたがった、眼の中にある眼科用内視鏡照明機器の図である。図７は、使用中のハンドピース１６０とプローブ１６５を示している。プローブ１６５は、平坦部の切開口を通して眼７００の中に挿入されている。プローブ１６５は、眼７００の内部、及び硝子体領域７０５を照明している。この構成では、プローブ１６５は、硝子体網膜外科処置中に、眼７００の内部、及び硝子体領域７０５を照明するように使用することができる。

【００４３】

以上の記載により、本発明が眼の中を照明するための改良されたシステムを提供することを理解することができる。改良された眼科外科用照明機器に１つあるいはそれ以上のハイブリッド・レンズを使用することで、眼の中へ照射される光線の色と明るさの角度的な非一様性を著しく低減することができる。１つあるいはそれ以上のハイブリッド・レンズの回折面は、他の複数の屈折面を補償して、色と明るさの角度的な非一様性を低減する。本発明は、ここに例として説明されたものであり、当該技術分野の当業者によって様々な設計変更がなされ得るものと思われる。

【００４４】

本明細書を考慮して以上に開示された本発明を実施すれば、本発明の他の多くの実施態

10

20

30

40

50

様は当該技術分野の当業者にとって明らかであると思われる。本明細書、及び実施例は単なる例示であって、本願発明の真の範囲と思想は以下の請求項に示されることを意図するものである。

【図 1】

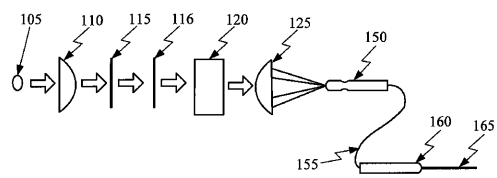


Fig. 1

【図 2 B】

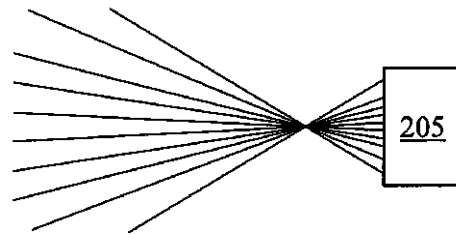


Fig. 2B

【図 2 A】

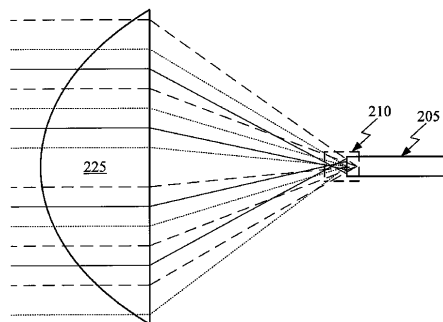


Fig. 2A

【図 2 C】

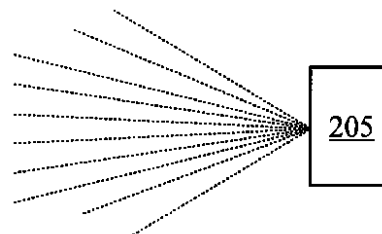


Fig. 2C

【図 2 D】

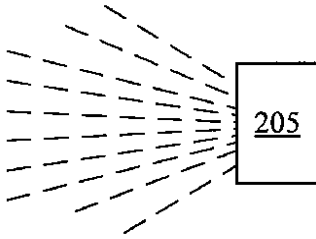


Fig. 2D

【図 2 F】

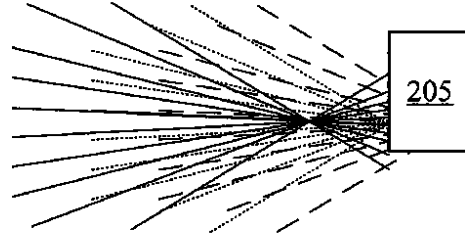


Fig. 2F

【図 2 E】

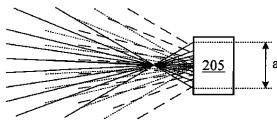


Fig. 2E

【図 3 A - 3 C】

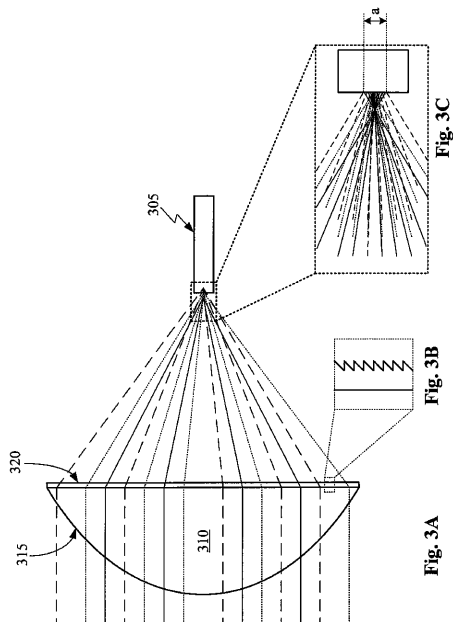


Fig. 3A

Fig. 3B

Fig. 3C

【図 4】

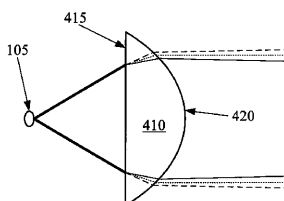


Fig. 4

【図 5 A - 5 B】

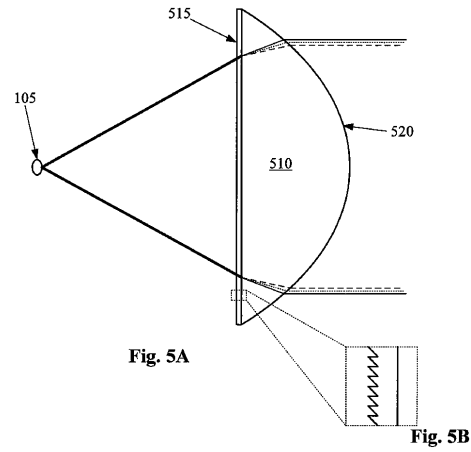


Fig. 5A

Fig. 5B

【図 6】

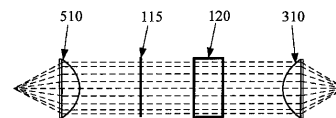


Fig. 6

【 図 7 】

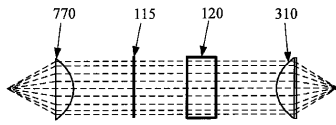


Fig. 7

【 図 8 】

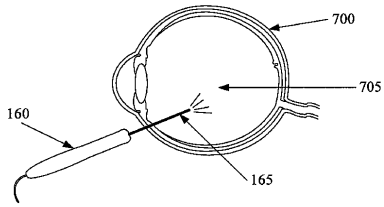


Fig. 8

フロントページの続き

審査官 川島 徹

- (56)参考文献 特開平04 - 212342 (JP, A)
特表平08 - 507977 (JP, A)
特開平09 - 311271 (JP, A)
特開平11 - 223765 (JP, A)
特開2000 - 171741 (JP, A)
特表2007 - 500546 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A61F 9/007
A61B 19/00
G02B 19/00

专利名称(译)	具有混合镜片的眼科内窥镜照明设备		
公开(公告)号	JP5571546B2	公开(公告)日	2014-08-13
申请号	JP2010503104	申请日	2008-06-17
[标]申请(专利权)人(译)	爱尔康公司		
申请(专利权)人(译)	爱尔康，Incorporated的雷开球德		
当前申请(专利权)人(译)	爱尔康，Incorporated的雷开球德		
[标]发明人	スミスロナルドティー		
发明人	スミス,ロナルド ティー.		
IPC分类号	A61F9/007 A61B19/00 G02B19/00		
CPC分类号	A61B3/0008 A61B90/30 A61B90/36 A61B2090/306		
FI分类号	A61F9/00.570 A61B19/00.504 G02B19/00		
代理人(译)	青木 笃 岛田哲朗 伊藤幸一		
审查员(译)	川岛 彻		
其他公开文献	JP2011512879A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

眼科内照明器具具有光源，用于准直光源产生的光的准直透镜，用于过滤准直光的滤光器，用于衰减滤光的衰减器，用于聚焦衰减光的混合聚光透镜，以及光学用于将聚焦光传送到眼睛中的光纤。混合聚光透镜上的衍射表面补偿其他折射表面。

【图 2 A】

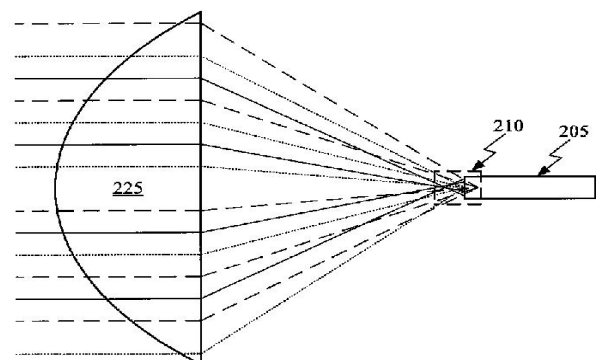


Fig. 2A