

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6461665号  
(P6461665)

(45) 発行日 平成31年1月30日(2019.1.30)

(24) 登録日 平成31年1月11日(2019.1.11)

(51) Int. Cl.	F I
<b>A 6 1 B 1/07 (2006.01)</b>	A 6 1 B 1/07 7 3 1
<b>G 0 2 B 23/26 (2006.01)</b>	G 0 2 B 23/26 B
<b>G 0 2 B 13/00 (2006.01)</b>	G 0 2 B 13/00
<b>G 0 2 B 13/18 (2006.01)</b>	G 0 2 B 13/18
<b>F 2 1 S 2/00 (2016.01)</b>	F 2 1 S 2/00 3 3 0
請求項の数 12 (全 20 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2015-60316 (P2015-60316)  
 (22) 出願日 平成27年3月24日 (2015. 3. 24)  
 (65) 公開番号 特開2016-179009 (P2016-179009A)  
 (43) 公開日 平成28年10月13日 (2016. 10. 13)  
 審査請求日 平成29年6月30日 (2017. 6. 30)

(73) 特許権者 000113263  
 H O Y A 株式会社  
 東京都新宿区西新宿六丁目 1 0 番 1 号  
 (74) 代理人 100078880  
 弁理士 松岡 修平  
 (74) 代理人 100183760  
 弁理士 山鹿 宗貴  
 (72) 発明者 藤井 宏明  
 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O  
 Y A 株式会社内  
 (72) 発明者 那須 幸子  
 東京都新宿区中落合 2 丁目 7 番 5 号 H O  
 Y A 株式会社内  
 審査官 森川 能匡

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光源光学系及び光源装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 枚のレンズを有しており、光源より入射される光を集光する集光光学系と

、  
 前記集光光学系により集光された光が入射される入射口と、該入射口より入射される光の導光路を規定する反射内側面と、該反射内側面にて全反射されることにより該導光路内を導光された光が射出される射出口と、を有する導光ロッドと、  
 を備え、

前記反射内側面は、

前記入射口から前記射出口に至るまでの全体又は途中位置から該射出口に至るまでの部分が、前記導光路の軸線に徐々に近づく方向に傾いたテーパ部となっており、

前記集光光学系による前記光源からの光の集光位置付近に前記導光ロッドの前記入射口が配置されている、

光源光学系。

【請求項 2】

前記射出口の面積は、

前記入射口の面積よりも小さい、

請求項 1 に記載の光源光学系。

【請求項 3】

前記射出口は、

前記入射口から前記射出口に至る導光路全体の中で該導光路の軸線と直交する面内における面積が最も小さい、  
請求項 1 又は請求項 2 に記載の光源光学系。

【請求項 4】

前記入射口及び前記射出口が円形状であり、該入射口の直径を  $D_{EN}$  (単位: mm) と定義し、該射出口の直径を  $D_{EX}$  (単位: mm) と定義した場合に、次の条件

$$1.5 \leq D_{EN} / D_{EX} \leq 3.0$$

が満たされる、

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の光源光学系。

【請求項 5】

前記軸線方向における前記テーパ部の長さを  $L$  (単位: mm) と定義した場合に、次の条件

$$0.03 \leq D_{EN} / L \leq 0.16$$

が満たされる、

請求項 4 に記載の光源光学系。

【請求項 6】

次の条件

$$10 \leq D_{EX} / D_{EN} \times L \leq 60$$

が満たされる、

請求項 5 に記載の光源光学系。

【請求項 7】

次の条件

$$1000 \leq D_{EX} / D_{EN} \times L^2 \leq 4000$$

が満たされる、

請求項 5 又は請求項 6 に記載の光源光学系。

【請求項 8】

前記集光光学系の開口数を  $NA1$  と定義した場合に、次の条件

$$0.7 \leq D_{EN} / D_{EX} \times NA1 \leq 1.5$$

が満たされる、

請求項 4 から請求項 7 の何れか一項に記載の光源光学系。

【請求項 9】

前記集光光学系内において前記導光ロッドに最も近いレンズ面から前記入射口までの距離を  $Bf$  (単位: mm) と定義し、該レンズ面の有効径を  $D_{L}$  (単位: mm) と定義し、 $(Bf / D_{L})$  を  $NA2$  と定義した場合に、次の条件

$$0.7 \leq D_{EN} / D_{EX} \times NA2 \leq 1.5$$

が満たされる、

請求項 4 から請求項 7 の何れか一項に記載の光源光学系。

【請求項 10】

前記射出口より射出された光が入射されるライトガイドの入射口の直径を  $D_L$  (単位: mm) と定義した場合に、次の条件

$$D_L < D_{EX}$$

が満たされる、

請求項 4 から請求項 9 の何れか一項に記載の光源光学系。

【請求項 11】

前記反射内側面は、

前記テーパ部において前記導光路の軸線に徐々に近づく方向に線形又は非線形に傾いたテーパ形状を持つ、

請求項 1 から請求項 10 の何れか一項に記載の光源光学系。

【請求項 12】

平行光を射出する光源と、

10

20

30

40

50

前記光源より射出された平行光が入射される、請求項 1 から請求項 1 1 の何れか一項に記載の光源光学系と、  
を備える、  
光源装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源光学系及び光源装置に関する。

【背景技術】

【0002】

患者の体腔内を観察するための内視鏡システムが知られている。内視鏡システムには、患者の体腔内を照明するための光源光学系が備えられている。この種の光源光学系の具体的構成は、例えば特許文献 1 に記載されている。

【0003】

特許文献 1 に記載の光源光学系は、光源より射出された光を導光体に入射させる光源側レンズ（凸レンズ又は球状レンズ）を備えている。導光体は、コア部とクラッド部を有する光ファイバであり、コア径が入射端面側で円錐状に広げられている。特許文献 1 では、導光体の入射端面の面積が大きく形成されることにより、多くの光量の光が導光体内に取り込まれて体腔内が明るく照明される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 333533 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 には、導光体の製造について、「光ファイバ母材から紡糸する工程で、光ファイバ母材の下端が順に外径が小さくなってゆき、所定のファイバ径以後はその外径が継続する紡糸状況を考え、その母材の下端の円錐状部分を含めて下方に細いファイバが延びているものを切り取った」と記載されている。しかし、特許文献 1 には、導光体をどのような方法で製造すれば、光ファイバ母材の下端（入射端面）側の径寸法を精度良く管理することができるかについて何ら記載が無い。一般に、このような特殊な形状を持つ導光体を高品質に量産することは難しいため、特許文献 1 に記載の導光体は製造の歩留まりが悪いものと考えられる。

【0006】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、入射口（光源側に配置される入射端面）の面積が射出口に対して大きい形状でありつつも製造が簡易な導光部材を備える光源光学系及び光源装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一実施形態に係る光源光学系は、少なくとも 1 枚のレンズを有しており、光源より入射される光を集光する集光光学系と、集光光学系により集光された光が入射される入射口と、該入射口より入射される光の導光路を規定する反射内側面と、該反射内側面にて全反射されることにより該導光路内を導光された光が射出される射出口とを有する導光ロッドとを備える。導光ロッドの反射内側面は、入射口から射出口に至るまでの全体又は途中位置から該射出口に至るまでの部分が、導光路の軸線に徐々に近づく方向に傾いたテーパ部となっている。

【0008】

本発明の一実施形態に係る導光ロッドは、少なくとも一部がテーパ部となっている単純な形状を持つ光学ロッドであるため、高品質に量産することが難しくない。そのため、本

10

20

30

40

50

発明の一実施形態によれば、歩留まりの低下が抑えられる。

【0009】

また、本発明の一実施形態において、導光ロッドの射出口の面積は、例えば、入射口の面積よりも小さい。

【0010】

また、本発明の一実施形態において、導光ロッドの射出口は、入射口から射出口に至る導光路全体の中で該導光路の軸線と直交する面内における面積が最も小さく構成されてもよい。

【0011】

また、本発明の一実施形態において、導光ロッドの入射口及び射出口は円形状であつてもよい。この場合、導光ロッドは、入射口の直径を $D_{EN}$ （単位：mm）と定義し、射出口の直径を $D_{EX}$ （単位：mm）と定義した場合に、次の条件

$1.5 \leq D_{EN} / D_{EX} \leq 3.0$   
が満たされる構成であつてもよい。

【0012】

また、本発明の一実施形態において、導光ロッドは、軸線方向におけるテーパ部の長さを $L$ （単位：mm）と定義した場合に、次の条件

$0.03 \leq D_{EN} / L \leq 0.16$   
が満たされる構成であつてもよい。

【0013】

また、本発明の一実施形態において、導光ロッドは、次の条件

$10 \leq D_{EX} / D_{EN} \times L \leq 60$   
が満たされる構成であつてもよい。

【0014】

また、本発明の一実施形態において、導光ロッドは、次の条件

$1000 \leq D_{EX} / D_{EN} \times L^2 \leq 4000$   
が満たされる構成であつてもよい。

【0015】

また、本発明の一実施形態に係る光源光学系は、集光光学系の開口数を $NA1$ と定義した場合に、次の条件

$0.7 \leq D_{EN} / D_{EX} \times NA1 \leq 1.5$   
が満たされる構成であつてもよい。

【0016】

また、本発明の一実施形態に係る光源光学系は、集光光学系内において導光ロッドに最も近いレンズ面から入射口までの距離を $Bf$ （単位：mm）と定義し、該レンズ面の有効径を $\phi$ （単位：mm）と定義し、 $(Bf / \phi)$ を $NA2$ と定義した場合に、次の条件

$0.7 \leq D_{EN} / D_{EX} \times NA2 \leq 1.5$   
が満たされる構成であつてもよい。

【0017】

また、本発明の一実施形態において、導光ロッドは、射出口より射出された光が入射されるライトガイドの入射口の直径を $D_L$ （単位：mm）と定義した場合に、次の条件

$D_L < D_{EX}$

が満たされる構成であつてもよい。

【0018】

また、本発明の一実施形態において、導光ロッドの反射内側面は、テーパ部において導光路の軸線に徐々に近づく方向に線形又は非線形に傾いたテーパ形状を持つ構成であつてもよい。

【0019】

また、本発明の一実施形態において、集光光学系は、光源より入射された光を導光ロッドの入射口付近に集光する構成であつてもよい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 0 】

また、本発明の一実施形態に係る光源装置は、光を射出する光源と、光源より射出された光が入射される上記の光源光学系とを備える。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 1 】

本発明の一実施形態によれば、入射口（光源側に配置される入射端面）の面積が射出口に対して大きい形状でありつつも製造が簡易な導光部材を備える光源光学系及び光源装置が提供される。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 2 】

10

【 図 1 】 本発明の実施形態に係る電子内視鏡システムの外観図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態に係る電子内視鏡システムに備えられるプロセッサの筐体内に組み込まれている光源装置の構成を示す図である。

【 図 3 】 本発明の実施例 1 に係る光源装置の構成を示す図である。

【 図 4 】 本発明の実施例 2 に係る光源装置の構成を示す図である。

【 図 5 】 本発明の実施例 3 に係る光源装置の構成を示す図である。

【 図 6 】 本発明の実施例 4 に係る光源装置の構成を示す図である。

【 図 7 】 本発明の実施例 5 に係る光源装置の構成を示す図である。

【 図 8 】 本発明の実施例 6 に係る光源装置の構成を示す図である。

【 図 9 】 本発明の実施例 7 に係る光源装置の構成を示す図である。

20

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 2 3 】

以下、本発明の実施形態について図面を参照しながら説明する。なお、以下においては、本発明の一実施形態として電子内視鏡システムを例に取り説明する。

## 【 0 0 2 4 】

## [ 電子内視鏡システム 1 の構成 ]

図 1 は、本実施形態に係る電子内視鏡システム 1 の外観図である。図 1 に示されるように、本実施形態の電子内視鏡システム 1 は、電子スコープ 100 及びプロセッサ 200 を備えている。なお、説明の便宜上、図 1 において紙面と直交する方向を X 方向と定義し、紙面と平行で且つ互いに直交する 2 つの方向をそれぞれ Y 方向、Z 方向と定義する。Y 方向は、天地方向（重力線の方向）であり、X 及び Z 方向は、天地方向と直交する水平方向である。他の図の X Y Z の各方向についても同様に定義される。

30

## 【 0 0 2 5 】

図 1 に示されるように、電子スコープ 100 は、可撓性を有するシースによって外装された挿入部可撓管 11 を備えている。挿入部可撓管 11 の先端部分（湾曲部 13）は、挿入部可撓管 11 の基端に連結された手元操作部 14 からの遠隔操作に応じて屈曲する。屈曲機構は、一般的な内視鏡に組み込まれている周知の機構であり、手元操作部 14 の湾曲操作ノブの回転操作に連動した操作ワイヤの牽引によって湾曲部 13 を屈曲させる。湾曲部 13 の先端には、硬質性を有する樹脂製筐体によって外装された先端部 12 の基端が連結している。先端部 12 の方向が湾曲操作ノブの回転操作による屈曲動作に応じて変わることにより、電子スコープ 100 による撮影領域が移動する。また、手元操作部 14 からユニバーサルケーブル 15 が延びており、その基端にコネクタ部 16 が接続されている。

40

## 【 0 0 2 6 】

コネクタ部 16 は、硬質性を有する合成樹脂で成形されたコネクタケース 16 a を備えている。コネクタケース 16 a は、略対称形状を持つ表側ケースと裏側ケースからなり、表側ケースと裏側ケースとを嵌め合わせることによって規定される閉空間内に電子回路基板等の各種部品を收容し保持すると共に外部衝撃から保護している。コネクタケース 16 a は、電気接続用プラグ 16 b、光接続用プラグ 16 c を保持している。

## 【 0 0 2 7 】

50

プロセッサ 200 は、光源装置と画像信号処理を行う構成要素とが一体化した装置となっている。プロセッサ 200 が持つ筐体 20 a のフロントパネル面には、コネクタ部が設けられている。コネクタ部は、電気接続用ジャック 20 b 及び光接続用ジャック 20 c を備えている。電気接続用ジャック 20 b は、プロセッサ 200 に搭載されている画像信号処理を行う構成要素と電気的に接続されており、光接続用ジャック 20 c は、プロセッサ 200 に搭載されている光源装置と光学的に接続されている。

#### 【0028】

電気接続用ジャック 20 b は、電気接続用プラグ 16 b に対応する接続構造を有しており、光接続用ジャック 20 c は、光接続用プラグ 16 c に対応する接続構造を有している。電気接続用プラグ 16 b、光接続用プラグ 16 c がそれぞれ、電気接続用ジャック 20 b、光接続用ジャック 20 c と接続されることで、電子スコープ 100 とプロセッサ 200 とが電氣的及び光学的に接続される。

10

#### 【0029】

##### [光源装置 250 の構成]

図 2 は、本実施形態に係るプロセッサ 200 の筐体 20 a 内に組み込まれている光源装置 250 の構成を示す図である。図 2 では、光源装置 250 の構成を示す便宜上、各構成要素を側断面図で示している。

#### 【0030】

図 2 に示されるように、光源装置 250 は、光源 252、集光光学系 254 及び導光ロッド 256 を備えている。

20

#### 【0031】

光源 252 はアークランプであり、具体的には、白色の略平行光束を射出するリフレクタ付きのキセノンショートアークランプである。なお、別の実施形態では、光源ランプ 252 は、ハロゲンランプ、水銀ランプ、メタルハライドランプ等の他の高輝度ランプであってもよく、LED (Light Emitting Diode) であってもよい。

#### 【0032】

光源 252 より射出された略平行光束は、集光光学系 254 に入射される。集光光学系 254 は、少なくとも 1 枚 (図 2 の例では一枚) のレンズを有している。集光光学系 254 に入射された略平行光束は、集光光学系 254 により集光されて、導光ロッド 256 の入射口 256 a (光源 252 側の端面) 近傍で焦点を結び、導光ロッド 256 内に入射される。集光光学系 254 による集光位置に導光ロッド 256 の入射口 256 a を配置すればよいことから、集光光学系 254 と導光ロッド 256 との位置合わせが容易となる。

30

#### 【0033】

導光ロッド 256 は、導光機能を持つ光学ロッドであり、例えばシングルロッドやガラスロッドである。シングルロッドは、コアとクラッドの少なくとも二重構造を持つロッドであり、ガラスロッドは、クラッドを持たないロッドである。導光ロッド 256 の内部には、入射口 256 a より入射される光の導光路 L G P を規定する反射内側面 256 b が形成されている。図 2 に示されるように、入射口 256 a より導光路 L G P 内に入射された光は、反射内側面 256 b にて全反射されることによって導光路 L G P 内を導光されて、

40

射出口 256 c (電子スコープ 100 側の端面) より射出される。

#### 【0034】

射出口 256 c より射出された光は、光接続用プラグ 16 c が有する L C B (Light Carrying Bundle) 17 の入射端面に集光されて、L C B 17 内に入射される。L C B 17 内に入射された照射光は、L C B 17 内を伝播して電子スコープ 100 の先端部 12 内に配置された L C B 17 の射出端面より射出され、不図示の配光レンズを介して被写体に照射される。

#### 【0035】

##### [導光ロッド 256 の詳細説明]

次に、本実施形態に係る光源装置 250 について導光ロッド 256 を中心に説明を加える。

50

## 【0036】

導光ロッド256が有する反射内側面256bは、入射口256aから射出口256cに至るまでの全体又は途中位置から射出口256cに至るまでの部分が、導光路LGP(導光ロッド256)の軸線AL(中心軸の線)に徐々に近づく方向に傾いたテーパ部となっている。本実施形態では、テーパ部は、線形のテーパ形状を有しているが、別の実施形態では、非線形のテーパ形状(例えば指数関数テーパ形状や放物線テーパ形状等)を有していてもよい。説明の便宜上、入射口256aから射出口256cに至るまでの全体がテーパ部となっている構成を「全体テーパ構成」と記し、途中位置から射出口256cに至るまでの部分がテーパ部となっている構成を「部分テーパ構成」と記す。

## 【0037】

全体テーパ構成では、反射内側面256bは、入射口256aから射出口256cに至るまでの全体が軸線ALに徐々に近づく方向に傾いている。そのため、導光路LGPは、入射口256aと射出口256cとを互いに平行な面とする錐台形状となっている。また、軸線ALと直交する面内における面積が入射口256aから射出口256cに向かって徐々に小さくなっている。また、射出口256cは、入射口256aよりも面積が小さく、且つ入射口256aから射出口256cに至る導光路LGP全体の中で軸線ALと直交する面内における面積が最も小さくなっている。

## 【0038】

部分テーパ構成では、反射内側面256bは、入射口256aから所定の途中位置に至るまでの部分が軸線ALと平行となっており、途中位置から射出口256cに至るまでの部分が軸線ALに徐々に近づく方向に傾いている。そのため、導光路LGPは、入射口256aから所定の途中位置に至るまでの部分が円柱形状となっており、途中位置から射出口256cに至るまでの部分が錐台形状となっている。導光路LGPは、前者の部分では軸線ALと直交する面内における面積が一定であり、後者の部分では該面積が徐々に小さくなっている。そのため、射出口256cは、入射口256aよりも面積が小さく、且つ入射口256aから射出口256cに至る導光路LGP全体の中で軸線ALと直交する面内における面積が最も小さくなっている。

## 【0039】

全体テーパ構成、部分テーパ構成の何れの構成においても、導光ロッド256のテーパ部が軸線ALに徐々に近づく方向に傾いて形成されることにより、入射口256aより導光路LGP内に第一の角度で入射された光線が、第一の角度よりも大きい第二の角度で射出口256cから射出されて、LCB17及び配光レンズを介して被写体に照射される。すなわち、より高いNA(開口数)を持つ角度の大きい光線がLCB17内に入射されるため、配光レンズより射出される照射光の配光角が広がって、照射光による被写体の照射範囲が拡大される。別の観点によれば、集光光学系254が持つべきパワーを導光ロッド256が一部負担している。そのため、集光光学系254に対する設計の自由度が上がる。例示的には、焦点距離の長い集光光学系254を設計することが可能となる。この場合、集光光学系254と導光ロッド256との間のスペースを広く取ることができるため、例えば、このスペースに絞り等の部材を配置することが可能となる。

## 【0040】

また、導光路LGP内で光線が反射を繰り返しながら伝播されることにより、照射光による配光の分布(光強度分布)及び照射光のスペクトルが均一化される。そのため、例えば、導光ロッド256とLCB17とが軸線ALと直交する面内で誤差を持って配置された場合であっても、その配置誤差の影響を受けて、LCB17内に入射される照射光の強度分布及びスペクトルが実質的に変化することがない。

## 【0041】

また、集光光学系254と導光ロッド256とが軸線ALと直交する面内で誤差を持って配置されることにより、集光光学系254による集光位置が入射口256aに対してずれることが考えられる。しかし、入射口256aの面積が大きいことから、集光位置がずれた場合であっても入射口256a内に十分に収まるため、結合損失の低下が抑えられる

10

20

30

40

50

## 【0042】

また、導光ロッド256は、少なくとも一部がテーパ部となっている単純な形状を持つ光学ロッドであるため、高品質に量産することが難しくない。

## 【0043】

また、特許文献1に例示される特殊なライトガイド形状を持つ電子スコープを用意する必要がない。すなわち、電子内視鏡システムを汎用的な電子スコープで構成することができるため、コストが抑えられる。

## 【0044】

入射口256a及び射出口256cは、円形状や矩形状であり、互いに相似する形状(一例として何れも円形状)であっても、互いに相似しない形状(一例として一方が円形状で他方が矩形状)であってもよい。なお、以降に挙げる各条件は、入射口256a及び射出口256cが円形状である場合の条件である。

10

## 【0045】

導光ロッド256は、入射口256aの直径を $D_{EN}$ (単位: mm)と定義し、射出口256cの直径を $D_{EX}$ (単位: mm)と定義した場合に、次の条件(1)

$$1.5 \leq D_{EN} / D_{EX} \leq 3.0 \dots (1)$$

を満たす構成としてもよい。

## 【0046】

条件(1)は、導光ロッド256の入射口256aと射出口256cとの直径比を規定するものである。条件(1)が満たされることにより、導光ロッド256のテーパ部が軸線ALに対して適正な傾斜角度を持つ。これにより、より高いNAを持つ角度の大きい光線がLCB17に入射されるため、配光レンズより射出される照射光の配光角が広がって、照射光による被写体の照射範囲がより一層拡大される。また、導光路LGP内で光線が適度な回数反射しながら伝播されることにより、照射光による配光の分布及び照射光のスペクトルがより一層均一化される。

20

## 【0047】

条件(1)の中辺の値が右辺の値を上回ると、軸線ALに対するテーパ部の傾斜角度が大きくなりすぎるため、光線が導光路LGP内で反射する際の光量損失が大きくなり、被写体を明るく照射することが難しくなる。また、LCB17内に入射される光のNAがLCB17の入射端面側のNA(例えば一般に0.6~0.8程度)を超えるため、導光ロッド256とLCB17との結合損失が大きくなる。また、入射口256aは、LCB17の径に合わせて大きさが決まる射出口256cの3倍を超える直径を持つ。そのため、入射口256aが大きくなりすぎて、導光路LGPで反射内側面256bに到達する光線の割合が少なくなり、反射を繰り返すことによる、照射光による配光の分布及び照射光のスペクトルの均一化の効果が十分に得られない。

30

## 【0048】

条件(1)の中辺の値が左辺の値を下回ると、軸線ALに対するテーパ部の傾斜角度が小さくなりすぎるため、射出口256cより射出される光線の角度があまり大きくなりません。そのため、配光角の拡大の効果が十分に得られない。

40

## 【0049】

導光ロッド256は、軸線AL方向におけるテーパ部の長さをL(単位: mm)と定義した場合に、次の条件(2)

$$0.03 \leq D_{EN} / L \leq 0.16 \dots (2)$$

を満たす構成としてもよい。

## 【0050】

条件(2)は、導光ロッド256の入射口256aの直径とテーパ部の長さとの比を規定するものである。条件(2)が満たされることにより、テーパ部が軸線ALに対してより一層適正な傾斜角度を持つため、照射光による配光の分布及び照射光のスペクトルの均一化の効果がより一層高くなると共に光線が導光路LGP内で反射する際の光量損失がよ

50

り一層抑えられる。

【0051】

条件(2)の中辺の値が右辺の値を上回ると、入射口256aが大きくなりすぎて、導光路LGPで反射内側面256bに到達する光線の割合が少なくなり、反射を繰り返すことによる、照射光による配光の分布及び照射光のスペクトルの均一化の効果が十分に得られない。

【0052】

条件(2)の中辺の値が左辺の値を下回ると、導光路LGP内において光線が多くの回数反射することから、反射による光量損失が大きくなりすぎて、被写体を明るく照射することが難しくなる。また、LCB17内に入射される光のNAがLCB17の入射端面側のNA(例えば一般に0.6~0.8程度)を超えるため、導光ロッド256とLCB17との結合損失が大きくなる。

10

【0053】

導光ロッド256は、次の条件(3)及び(4)の少なくとも一方

$$10 \quad D_{EX} / D_{EN} \times L \quad 60 \dots (3)$$

$$1000 \quad D_{EX} / D_{EN} \times L^2 \quad 4000 \dots (4)$$

を満たす構成としてもよい。

【0054】

条件(3)及び(4)は、導光ロッド256の入射口256aと射出口256cとの直径比及びテーパ部の長さとの関係を規定するものである。条件(3)又は(4)が満たされることにより、導光ロッド256が集光光学系254のNAに応じた適切な形状(集光光学系254と導光ロッド256との結合損失が少ない形状)となる。

20

【0055】

条件(3)又は(4)の中辺の値が右辺の値を上回ると、導光路LGP内において光線が多くの回数反射することから、反射による光量損失が大きくなりすぎて、被写体を明るく照射することが難しくなる。また、LCB17内に入射される光のNAがLCB17の入射端面側のNA(例えば一般に0.6~0.8程度)を超えるため、導光ロッド256とLCB17との結合損失が大きくなる。

【0056】

条件(3)又は(4)の中辺の値が左辺の値を下回ると、導光路LGP内における光線の反射回数が少なすぎて、反射を繰り返すことによる、照射光による配光の分布及び照射光のスペクトルの均一化の効果が十分に得られない。

30

【0057】

導光ロッド256は、集光光学系254のNA(開口数)をNA1と定義した場合に、次の条件(5)

$$0.7 \quad D_{EN} / D_{EX} \times NA1 \quad 1.5 \dots (5)$$

を満たす構成としてもよい。

【0058】

条件(5)は、導光ロッド256の入射口256aと射出口256cとの直径比及び集光光学系254のNAの関係を規定するものである。条件(5)が満たされることにより、導光ロッド256が集光光学系254のNAに応じた適切な形状(集光光学系254と導光ロッド256との結合損失が少ない形状)になると共に、照射光による配光の分布及び照射光のスペクトルの均一化の効果がより一層高くなる。

40

【0059】

条件(5)の中辺の値が右辺の値を上回ると、入射口256aと射出口256cとの直径比が集光光学系254のNAに対して大きくなり、軸線ALに対するテーパ部の傾斜角度が大きくなりすぎるため、光線が導光路LGP内で反射する際の光量損失が大きくなり、被写体を明るく照射することが難しくなる。また、LCB17内に入射される光のNAがLCB17の入射端面側のNA(例えば一般に0.6~0.8程度)を超えるため、導光ロッド256とLCB17との結合損失が大きくなる。

50

【 0 0 6 0 】

条件(5)の中辺の値が左辺の値を下回ると、射出口256cより射出される光線の角度が十分に大きくなる。そのため、配光角の拡大の効果が十分に得られない。また、集光光学系254のNAが小さすぎるため集光点が大きくなり、入射口256aにて導光路LGP内に十分な量の光を取り込むことができず、光量損失が大きくなる。

【 0 0 6 1 】

なお、集光光学系254の球面収差が非球面レンズ等により良好に補正されている場合、近軸計算によるNAで直接的に規定される条件(すなわち条件(5))であってもよいが、集光光学系254の球面収差が大きい場合、条件(5)を次の条件(6)に置き換えることが好ましい。すなわち、導光ロッド256は、集光光学系254内において導光ロッド256に最も近いレンズ面から入射口256aまでの距離をBf(単位:mm)と定義し、該レンズ面の有効径つまり直径を(単位:mm)と定義し、(Bf/ )をNA2と定義した場合に、次の条件(6)

$$0.7 \leq D_{EN} / D_{EX} \times NA2 \leq 1.5 \dots (6)$$

を満たす構成が好ましい。

【 0 0 6 2 】

導光ロッド256は、射出口256cより射出された光が入射されるLCB17の入射端面の直径(入射口の直径)をD<sub>L</sub>(単位:mm)と定義した場合に、次の条件(7)

$$D_L < D_{EX} \dots (7)$$

を満たす構成としてもよい。

【 0 0 6 3 】

条件(7)は、導光ロッド256の射出口256cとLCB17の入射端面との関係を規定するものである。条件(7)が満たされることにより、導光ロッド256とLCB17との結合損失が抑えられる。

【 0 0 6 4 】

次に、これまで説明した光源装置250の具体的な数値実施例を7例説明する。

【 0 0 6 5 】

(実施例1)

図3は、本発明の実施例1に係る光源装置250の構成を示す図である。図3に示されるように、本実施例1において、集光光学系254は、一枚構成となっている。数値表1に、本実施例1に係る集光光学系254の具体的な数値データを示す。

【 0 0 6 6 】

(数値表1)

数値実施例1  
単位 mm

面データ

NO	R	D	N(D)	VD
1*	12.836	11.678	1.51633	64.1
2	INFINITY	-		

非球面データ

$$NO. 1 \quad K = -1.000 \quad A4 = 0.2194E-04 \quad A6 = 0.2738E-07 \quad A8 = -0.3582E-11 \quad A10 = 0.0000E+00 \quad A12 = 0.0000E+00$$

各種データ

Bf	17.9
Φ	23.2
NA1	0.56

【 0 0 6 7 】

数値表1(面データ)中、「NO」は面番号を示す。面番号NOは、光源252側に配置された面から順に付けられている。また、数値表1(面データ)中、「R」は、集光光

10

20

30

40

50

学系 2 5 4 を構成する各光学部材の各面の曲率半径（単位：mm）を示し、「D」は、各光学部材の厚み又は各光学部材の配置間隔（単位：mm）を示し、「N(D)」は、d 線に対する各光学部材の屈折率を示し、「VD」は、各光学部材の d 線のアッペ数を示す。「\*」が付された面番号の面は、非球面形状となっている。なお、非球面素子における曲率半径 R は、光軸上での曲率半径（近軸曲率半径）を示す。

## 【0068】

数値表 1（非球面データ）は、面番号 1 のレンズ面の形状（非球面形状）を示す。なお、非球面は、サグ量を x と定義し、曲率（ $1/r$ ）を c と定義し、光軸からの高さを y（単位：mm）と定義し、円錐係数を K と定義し、4 次以上の偶数次の非球面係数を A 4、A 6、・・・と定義した場合に、次式で表される。

$$x = cy^2 / [1 + \sqrt{1 - (1 + K)c^2 y^2}] + A4y^4 + A6y^6 + A8y^8 + A10y^{10} + A12y^{12} \dots$$

## 【0069】

数値表 1（各種データ）は、集光光学系 2 5 4 内において導光ロッド 2 5 6 に最も近いレンズ面から入射口 2 5 6 a までの距離 B f（単位：mm）、該レンズ面の有効径（直径）（単位：mm）及び開口 NA 1 を示す。なお、本実施例 1 の図表についての説明は、以降の各実施例の図表においても適用される。

## 【0070】

また、本実施例 1 に係る導光ロッド 2 5 6 は部分テーパ構成であり、その具体的数値データは、次に示される通りである。

D<sub>EN</sub> : 8.0

D<sub>EX</sub> : 5.0

L : 5.0

## 【0071】

また、本実施例 1 に係る光源装置 2 5 0 と接続される電子スコープ 1 0 0 として、LCB 1 7 の入射端面の直径（入射口の直径）D<sub>L</sub> が 2.9 mm のものを想定している。

## 【0072】

（実施例 2）

図 4 は、本発明の実施例 2 に係る光源装置 2 5 0 の構成を示す図である。図 4 に示されるように、本実施例 2 において、集光光学系 2 5 4 は、二枚構成となっている。数値表 2 に、本実施例 2 に係る集光光学系 2 5 4 の具体的数値データを示す。

## 【0073】

（数値表 2）

数値実施例 2  
単位 mm

面データ

NO	R	D	N(D)	VD
1	180.000	13.043	1.52288	58.6
2*	-10.102	1.000		
3	34.000	8.231	1.51633	64.1
4	INFINITY	-		

非球面データ

NO. 2 K= -1.000 A4= 0.9235E-05 A6=-0.8458E-07 A8= 0.3480E-09 A10=-0.8229E-12 A12= 0.0000E+00

各種データ

Bf	34.0
Φ	22.0
NA1	0.33

## 【0074】

また、本実施例 2 に係る導光ロッド 2 5 6 は全体テーパ構成であり、その具体的数値データは、次に示される通りである。

$D_{EN} : 8.0$

$D_{EX} : 3.0$

$L : 90$

【0075】

また、本実施例2に係る光源装置250と接続される電子スコープ100として、LCB17の入射端面の直径（入射口の直径） $D_L$ が2.9mmのものを想定している。

【0076】

（実施例3）

図5は、本発明の実施例3に係る光源装置250の構成を示す図である。図5に示されるように、本実施例3において、集光光学系254は、三枚構成となっている。数値表3

10

【0077】

（数値表3）

数値実施例3  
単位 mm

面データ

NO	R	D	N(D)	VD
1	37.951	8.087	1.51633	64.1
2	INFINITY	130.994		
3	INFINITY	8.087	1.51633	64.1
4	-37.951	25.877		
5*	14.128	11.476	1.52288	58.6
6	-33.919	-		

20

非球面データ

NO. 5 K= -1.000 A4=-0.1884E-04 A6=-0.1161E-06 A8=-0.8146E-10 A10= 0.8308E-12 A12= 0.0000E+00

各種データ

Bf	17.5
$\Phi$	25.1
NA1	0.63

30

【0078】

また、本実施例3に係る導光ロッド256は全体テーパ構成であり、その具体的数値データは、次に示される通りである。

$D_{EN} : 4.5$

$D_{EX} : 3.0$

$L : 40$

【0079】

また、本実施例3に係る光源装置250と接続される電子スコープ100として、LCB17の入射端面の直径（入射口の直径） $D_L$ が2.9mmのものを想定している。

【0080】

（実施例4）

図6は、本発明の実施例4に係る光源装置250の構成を示す図である。図6に示されるように、本実施例4において、集光光学系254は、三枚構成となっている。数値表4

40

【0081】

（数値表4）

数値実施例 4  
単位 mm

## 面データ

NO	R	D	N(D)	VD
1	-28.720	3.000	1.51742	52.4
2	INFINITY	15.713		
3	81.280	8.145	1.51633	64.1
4	-81.280	0.100		
5*	20.073	15.231	1.66910	55.4
6	INFINITY	-		

## 非球面データ

NO. 5 K= -1.000 A4=-0.8538E-06 A6= 0.1254E-07 A8=-0.1396E-10 A10= 0.0000E+00 A12= 0.0000E+00

## 各種データ

Bf	24.4
Φ	34.7
NA1	0.63

## 【 0 0 8 2 】

また、本実施例 4 に係る導光ロッド 2 5 6 は全体テーパ構成であり、その具体的数値データは、次に示される通りである。

D E N : 8 . 2

D E X : 4 . 2

L : 6 0

## 【 0 0 8 3 】

また、本実施例 4 に係る光源装置 2 5 0 と接続される電子スコープ 1 0 0 として、L C B 1 7 の入射端面の直径（入射口の直径）D<sub>L</sub> が 4 . 1 m m のものを想定している。

## 【 0 0 8 4 】

（実施例 5）

図 7 は、本発明の実施例 5 に係る光源装置 2 5 0 の構成を示す図である。図 7 に示されるように、本実施例 5 において、集光光学系 2 5 4 は、四枚構成となっている。数値表 5 に、本実施例 5 に係る集光光学系 2 5 4 の具体的数値データを示す。

## 【 0 0 8 5 】

（数値表 5）

数値実施例 5  
単位 mm

## 面データ

NO	R	D	N(D)	VD
1	160.000	13.427	1.52288	58.6
2*	-13.130	1.000		
3	24.522	9.387	1.51633	64.1
4	INFINITY	80.889		
5	INFINITY	9.387	1.51633	64.1
6	-24.522	1.000		
7*	13.130	13.427	1.52288	58.6
8	-160.000	-		

## 非球面データ

NO. 2 K= -1.000 A4=-0.5239E-05 A6=-0.2030E-07 A8= 0.1088E-09 A10=-0.1664E-12 A12= 0.0000E+00

NO. 7 K= -1.000 A4= 0.5239E-05 A6= 0.2030E-07 A8=-0.1088E-09 A10= 0.1664E-12 A12= 0.0000E+00

## 各種データ

Bf	15.8
Φ	8.5
NA1	0.56

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 6 】

また、本実施例 5 に係る導光ロッド 2 5 6 は部分テーパ構成であり、その具体的数値データは、次に示される通りである。

$D_{EN}$  : 8 . 0  
 $D_{EX}$  : 5 . 0  
 L : 8 0

## 【 0 0 8 7 】

また、本実施例 5 に係る光源装置 2 5 0 と接続される電子スコープ 1 0 0 として、LCB 1 7 の入射端面の直径（入射口の直径） $D_L$  が 4 . 0 mm のものを想定している。

## 【 0 0 8 8 】

（実施例 6）

図 8 は、本発明の実施例 6 に係る光源装置 2 5 0 の構成を示す図である。図 8 に示されるように、本実施例 6 において、集光光学系 2 5 4 は、一枚構成となっている。数値表 6 に、本実施例 6 に係る集光光学系 2 5 4 の具体的数値データを示す。

## 【 0 0 8 9 】

（数値表 6）

数値実施例 6  
 単位 mm

面データ

NO	R	D	N(D)	VD
1*	22.710	11.000	1.51633	64.1
2	INFINITY	-		

非球面データ

NO. 1 K= -1.000 A4= 0.2997E-05 A6= 0.1233E-08 A8=-0.5939E-11 A10= 0.0000E+00 A12= 0.0000E+00

各種データ

Bf	37.6
$\Phi$	11.8
NA1	0.29

## 【 0 0 9 0 】

また、本実施例 6 に係る導光ロッド 2 5 6 は全体テーパ構成であり、その具体的数値データは、次に示される通りである。

$D_{EN}$  : 8 . 0  
 $D_{EX}$  : 3 . 0  
 L : 8 0

## 【 0 0 9 1 】

また、本実施例 6 に係る光源装置 2 5 0 と接続される電子スコープ 1 0 0 として、LCB 1 7 の入射端面の直径（入射口の直径） $D_L$  が 2 . 9 mm のものを想定している。

## 【 0 0 9 2 】

（実施例 7）

図 9 は、本発明の実施例 7 に係る光源装置 2 5 0 の構成を示す図である。図 9 に示されるように、本実施例 7 において、集光光学系 2 5 4 は、三枚構成となっている。数値表 7 に、本実施例 7 に係る集光光学系 2 5 4 の具体的数値データを示す。

## 【 0 0 9 3 】

（数値表 7）

10

20

30

40

数値実施例 7  
単位 mm

面データ

NO	R	D	N(D)	VD
1	-23.495	3.000	1.51742	52.4
2	INFINITY	5.346		
3	60.720	9.674	1.51633	64.1
4	-60.720	0.100		
5*	25.409	11.114	1.66910	55.4
6	INFINITY	-		

非球面データ

NO. 5 K= -1.000 A4=-0.2467E-05 A6= 0.1020E-08 A8=-0.2235E-11 A10= 0.0000E+00 A12= 0.0000E+00

各種データ

Bf	37.3
Φ	16.0
NA1	0.42

【 0 0 9 4 】

また、本実施例 7 に係る導光ロッド 2 5 6 は全体テーパ構成であり、その具体的数値データは、次に示される通りである。

D<sub>E N</sub> : 8 . 0

D<sub>E X</sub> : 3 . 0

L : 6 0

【 0 0 9 5 】

また、本実施例 7 に係る光源装置 2 5 0 と接続される電子スコープ 1 0 0 として、L C B 1 7 の入射端面の直径（入射口の直径）D<sub>L</sub> が 2 . 9 m m のものを想定している。

【 0 0 9 6 】

（検証）

一覧表 8 に、各実施例 1 ~ 7 に係る光源装置 2 5 0 に対して各条件（1）~（7）を適用したときに得られる結果を一覧で示す。一覧表 8 に示されるように、各実施例 1 ~ 7 に係る光源装置 2 5 0 は、条件（1）~（5）及び条件（7）を満たす。実施例 1、3 及び 4 に係る光源装置 2 5 0 については、条件（6）も満たす。従って、各実施例 1 ~ 7 では、各条件を満たすことによる上述した効果が奏される。

【 0 0 9 7 】

（一覧表 8）

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7
条件(1)	1.60	2.67	1.50	1.95	1.60	2.67	2.67
条件(2)	0.16	0.09	0.11	0.14	0.10	0.10	0.13
条件(3)	31.25	33.75	26.67	30.73	50.00	30.00	22.50
条件(4)	1562.50	3037.50	1066.67	1843.90	4000.00	2400.00	1350.00
条件(5)	0.89	0.89	0.94	1.22	0.89	0.78	1.11
条件(6)	1.24	4.11	1.05	1.37	2.99	8.51	6.22
条件(7)	満たす						

【 0 0 9 8 】

以上が本発明の例示的な実施形態の説明である。本発明の実施形態は、上記に説明したものに限定されず、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば明細書中に例示的に明示される実施形態等又は自明な実施形態等を適宜組み合わせた内容も本発明の実施形態に含まれる。

## 【 0 0 9 9 】

上記の実施形態では、光源装置 2 5 0 は、画像信号処理を行う構成要素と共に単一の装置（プロセッサ 2 0 0）を構成しているが、本発明はこの構成に限定されない。光源装置 2 5 0 は、例えば、画像信号処理を行う構成要素と分離した別の装置として構成されてもよい。

## 【 0 1 0 0 】

また、上記の実施形態では、光源装置 2 5 0 は、電子スコープ用の光源装置として構成されているが、本発明はこの構成に限定されない。光源装置 2 5 0 は、例えば、ファイバースコープ用の光源装置として構成されてもよい。

## 【 符号の説明 】

10

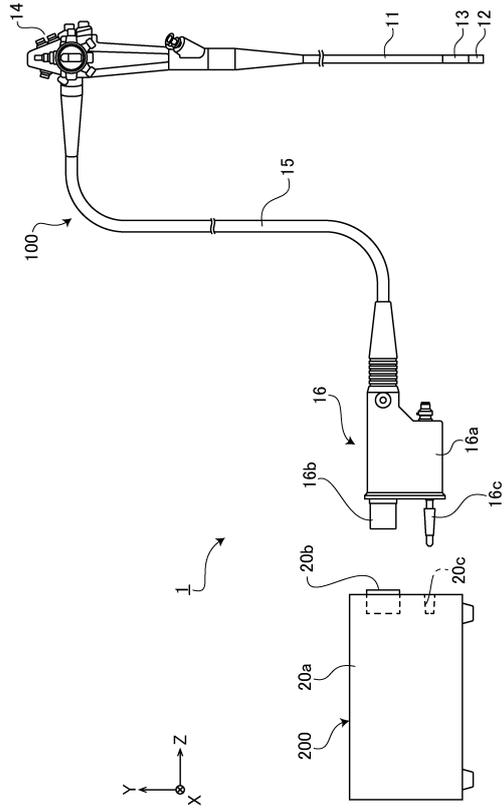
## 【 0 1 0 1 】

- 1 電子内視鏡システム
- 1 1 挿入部可撓管
- 1 2 先端部
- 1 3 湾曲部
- 1 4 手元操作部
- 1 5 ユニバーサルケーブル
- 1 6 コネクタ部
- 1 6 a コネクタケース
- 1 6 b 電気接続用プラグ
- 1 6 c 光接続用プラグ
- 1 7 L C B
- 2 0 a 筐体
- 2 0 b 電気接続用ジャック
- 2 0 c 光接続用ジャック
- 1 0 0 電子スコープ
- 2 0 0 プロセッサ
- 2 5 0 光源装置
- 2 5 2 光源
- 2 5 4 集光光学系
- 2 5 6 導光ロッド
- 2 5 6 a （導光ロッド 2 5 6 a の）入射口
- 2 5 6 b （導光ロッド 2 5 6 a の）反射内側面
- 2 5 6 c （導光ロッド 2 5 6 a の）射出口

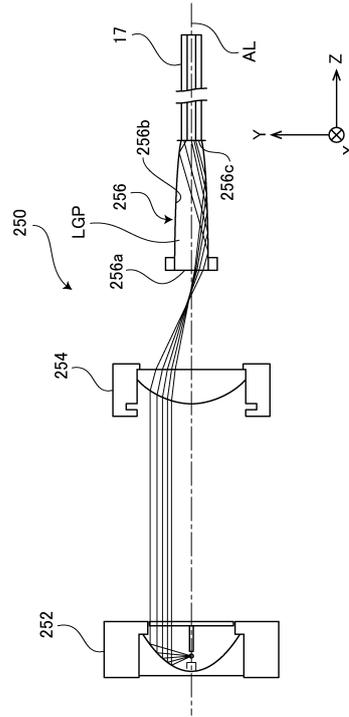
20

30

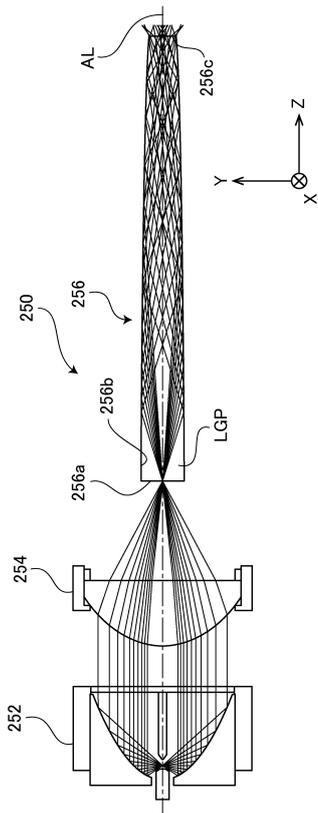
【 図 1 】



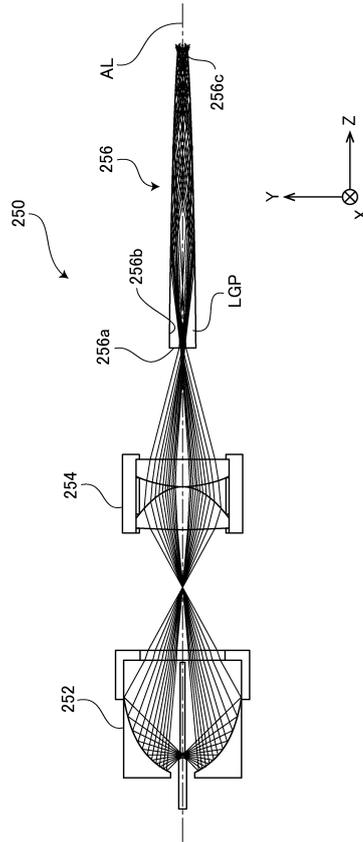
【 図 2 】



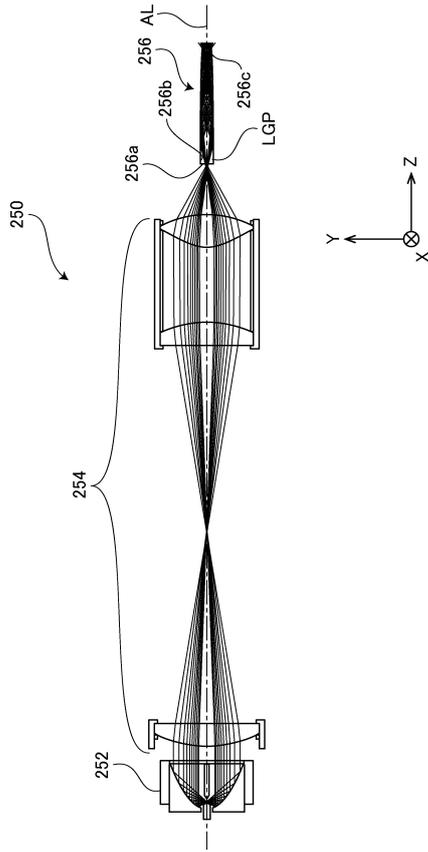
【 図 3 】



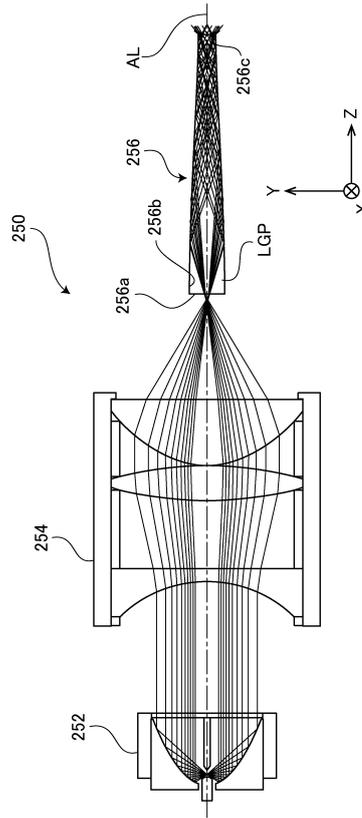
【 図 4 】



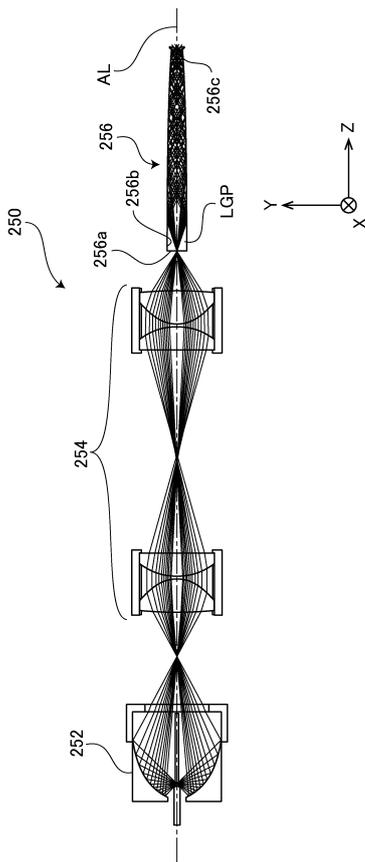
【 図 5 】



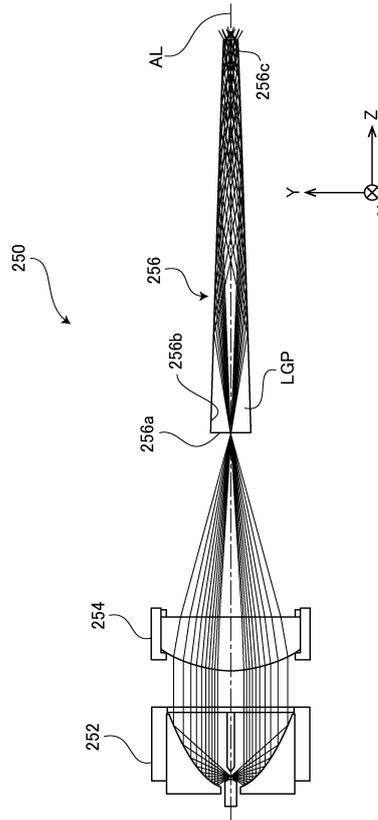
【 図 6 】



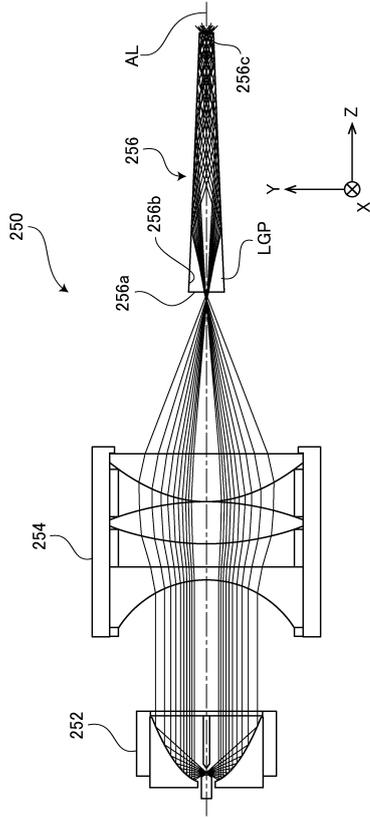
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>F 2 1 V</i>	<i>8/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 S</i>	<i>2/00</i>	<i>3 4 0</i>
<i>G 0 2 B</i>	<i>6/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 2 1 V</i>	<i>8/00</i>	<i>3 1 0</i>
<i>G 0 2 B</i>	<i>6/32</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 2 B</i>	<i>6/00</i>	<i>3 3 1</i>
<i>F 2 1 Y</i>	<i>101/00</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>G 0 2 B</i>	<i>6/32</i>	
<i>F 2 1 Y</i>	<i>115/10</i>	<i>(2016.01)</i>	<i>F 2 1 Y</i>	<i>101:00</i>	<i>3 0 0</i>
			<i>F 2 1 Y</i>	<i>115:10</i>	

- (56)参考文献 特開昭63-249811(JP,A)  
 特開2014-206680(JP,A)  
 特開2002-267861(JP,A)  
 特開2014-161639(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

A 6 1 B 1 / 0 7  
 F 2 1 S 2 / 0 0  
 F 2 1 V 8 / 0 0  
 G 0 2 B 6 / 0 0  
 G 0 2 B 6 / 3 2  
 G 0 2 B 1 3 / 0 0  
 G 0 2 B 1 3 / 1 8  
 G 0 2 B 2 3 / 2 6  
 F 2 1 Y 1 0 1 / 0 0  
 F 2 1 Y 1 1 5 / 1 0