

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6080255号
(P6080255)

(45) 発行日 平成29年2月15日(2017.2.15)

(24) 登録日 平成29年1月27日(2017.1.27)

(51) Int.Cl.	F 1
GO 2 B 13/00 (2006.01)	GO 2 B 13/00
GO 2 B 23/26 (2006.01)	GO 2 B 23/26 B
A 6 1 B 1/00 (2006.01)	GO 2 B 23/26 C
	A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

請求項の数 14 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2012-269985 (P2012-269985)	(73) 特許権者	000113263
(22) 出願日	平成24年12月11日(2012.12.11)		H O Y A 株式会社
(65) 公開番号	特開2014-115494 (P2014-115494A)		東京都新宿区西新宿六丁目10番1号
(43) 公開日	平成26年6月26日(2014.6.26)	(74) 代理人	100078880
審査請求日	平成27年11月9日(2015.11.9)		弁理士 松岡 修平
		(74) 代理人	100169856
			弁理士 尾山 栄啓
		(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	殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

所定の面上を移動する点光源より射出される光を集光させる集光光学系を備える内視鏡であって、

前記集光光学系は、

前記点光源側から順に、

正のパワーを持つ第1群、

正のパワーを持つ第2群、

からなり、

前記第1群と前記第2群との間の軸上光は略平行光であり、

前記第1群は、

前記点光源側から順に、

前記点光源側に凹面を向けた第1₁のメニスカスレンズ、

前記光が集光される被検面側に凸面を向けた第1₁の正レンズ、

前記点光源側に凸面を向けた第2₁の正レンズ、

前記被検面側に凹面を向けた第1₁の負レンズ、

前記点光源側に凹面を向け前記被検面側に凸面を向けた、負レンズと正レンズからなる第1₁の接合レンズ、

前記被検面側に凸面を向けた第3₁の正レンズ、

からなり、

10

20

前記第 2 群は、

前記点光源側から順に、

前記点光源側に凸面を向けた第 1₂ の正レンズ、

負レンズと正レンズからなる第 1₂ の接合レンズ、

第 2₂ の正レンズ、

前記被検面側に凹面を向けた第 1₂ のメニスカスレンズ、

からなり、

前記第 1₁ のメニスカスレンズの前記点光源側の面の曲率半径を r_{11} と定義し、該第 1₁ のメニスカスレンズの前記被検面側の面の曲率半径を r_{21} と定義し、前記第 1₂ のメニスカスレンズの前記点光源側の面の曲率半径を r_{12} と定義し、該第 1₂ のメニスカスレンズの前記被検面側の面の曲率半径を r_{22} と定義した場合に、次の条件式

$$-0.2 < SF_1 < 0.0$$

$$0.0 < |SF_2| < 0.3$$

但し、

$$SF_1 : (r_{11} - r_{21}) / (r_{11} + r_{21})$$

$$SF_2 : (r_{12} - r_{22}) / (r_{12} + r_{22})$$

を満たす、

内視鏡。

【請求項 2】

所定の面上を移動する点光源より射出される光を集光させる集光光学系を備える内視鏡であって、

前記集光光学系は、

前記点光源側から順に、

正のパワーを持つ第 1 群、

正のパワーを持つ第 2 群、

からなり、

前記第 1 群と前記第 2 群との間の軸上光は略平行光であり、

前記第 1 群は、

前記点光源側から順に、

前記点光源側に凹面を向けた第 1₁ のメニスカスレンズ、

前記光が集光される被検面側に凸面を向けた第 1₁ の正レンズ、

前記点光源側に凸面を向けた第 2₁ の正レンズ、

前記被検面側に凹面を向けた第 1₁ の負レンズ、

前記点光源側に凹面を向け前記被検面側に凸面を向けた、負レンズと正レンズからなる第 1₁ の接合レンズ、

前記被検面側に凸面を向けた第 3₁ の正レンズ、

からなり、

前記第 2 群は、

前記点光源側から順に、

前記点光源側に凹面を向けた、負レンズと正レンズからなる第 1₂ の接合レンズ、

第 2₂ の正レンズ、

前記被検面側に凹面を向けた第 1₂ のメニスカスレンズ、

からなり、

前記第 1₁ のメニスカスレンズの前記点光源側の面の曲率半径を r_{11} と定義し、該第 1₁ のメニスカスレンズの前記被検面側の面の曲率半径を r_{21} と定義し、前記第 1₂ のメニスカスレンズの前記点光源側の面の曲率半径を r_{12} と定義し、該第 1₂ のメニスカスレンズの前記被検面側の面の曲率半径を r_{22} と定義した場合に、次の条件式

$$-0.2 < 1/SF_1 < 0.0$$

$$0.0 < |1/SF_2| < 0.3$$

但し、

10

20

30

40

50

$$SF_1 : (r_{11} + r_{21}) / (r_{11} - r_{21})$$

$$SF_2 : (r_{12} + r_{22}) / (r_{12} - r_{22})$$

を満たす、

内視鏡。

【請求項 3】

所定の面上を移動する点光源より射出される光を集光させる集光光学系を備える内視鏡であって、

前記集光光学系は、

前記点光源側から順に、

正のパワーを持つ第 1 群、

正のパワーを持つ第 2 群、

からなり、

前記第 1 群と前記第 2 群との間の軸上光は略平行光であり、

前記第 1 群は、

前記点光源側から順に、

前記点光源側に凹面を向けた第 1₁ のメニスカスレンズ、

前記光が集光される被検面側に凸面を向けた正レンズ、

前記点光源側に凸面を向けた正レンズ、

前記点光源側に凸面を向けた第 2₁ の正レンズ、

前記被検面側に凹面を向けた第 1₁ の負レンズ、

前記点光源側に凹面を向け前記被検面側に凸面を向けた負レンズ、

前記被検面側に凸面を向けた第 3₁ の正レンズ、

からなり、

前記第 2 群は、

前記点光源側から順に、

前記点光源側に凸面を向けた第 1₂ の正レンズ、

負レンズと正レンズからなる第 1₂ の接合レンズ、

第 2₂ の正レンズ、

前記被検面側に凹面を向けた第 1₂ のメニスカスレンズ、

からなり、

前記第 1₁ のメニスカスレンズの前記点光源側の面の曲率半径を r_{11} と定義し、該第 1₁ のメニスカスレンズの前記被検面側の面の曲率半径を r_{21} と定義し、前記第 1₂ のメニスカスレンズの前記点光源側の面の曲率半径を r_{12} と定義し、該第 1₂ のメニスカスレンズの前記被検面側の面の曲率半径を r_{22} と定義した場合に、次の条件式

$$-0.2 < SF_1 < 0.0$$

$$0.0 < |SF_2| < 0.3$$

但し、

$$SF_1 : (r_{11} - r_{21}) / (r_{11} + r_{21})$$

$$SF_2 : (r_{12} - r_{22}) / (r_{12} + r_{22})$$

を満たす、

内視鏡。

【請求項 4】

前記第 2₁ の正レンズと前記第 1₁ の負レンズとは互いに接合された接合レンズである、

請求項 1 から請求項 3 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 5】

前記第 1 群を構成するレンズのうち最も負のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{1n} と定義し、該第 1 群の焦点距離を f_1 と定義した場合に、次の条件式

$$-0.9 \leq f_{1n} / f_1 \leq -0.1$$

を満たす、

10

20

30

40

50

請求項 1 から請求項 4 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 6】

前記第 2 群を構成するレンズのうち最も負のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{2n} と定義し、該第 2 群の焦点距離を f_2 と定義した場合に、次の条件式
 $-1.3 \leq f_{2n} / f_2 \leq -0.6$

を満たす、

請求項 1 から請求項 5 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 7】

前記第 1 群を構成するレンズのうち最も正のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{1p} と定義し、該第 1 群の焦点距離を f_1 と定義した場合に、次の条件式
 $0.5 \leq f_{1p} / f_1 \leq 1.5$

を満たす、

請求項 1 から請求項 6 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 8】

前記第 2 群を構成するレンズのうち最も正のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{2p} と定義し、該第 2 群の焦点距離を f_2 と定義した場合に、次の条件式
 $0.8 \leq f_{2p} / f_2 \leq 2.0$

を満たす、

請求項 1 から請求項 7 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 9】

前記第 3₁ の正レンズの焦点距離を f_{1c} と定義し、該第 1 群の焦点距離を f_1 と定義した場合に、次の条件式

$$1.0 \leq f_{1c} / f_1 \leq 2.0$$

を満たす、

請求項 1 から請求項 8 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 10】

前記第 1₂ の正レンズの焦点距離を f_{2c} と定義し、該第 2 群の焦点距離を f_2 と定義した場合に、次の条件式

$$1.5 \leq f_{2c} / f_2 \leq 5.0$$

を満たす、

請求項 1 又は請求項 3、若しくは、請求項 1 又は請求項 3 を引用する、請求項 4 から請求項 9 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 11】

前記第 1₁ のメニスカスレンズの焦点距離を f_{1m} と定義し、前記第 1 群の焦点距離を f_1 と定義した場合に、次の条件式

$$2.0 \leq |f_{1m} / f_1| \leq 1.5$$

を満たす、

請求項 1 から請求項 10 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 12】

前記第 1₂ のメニスカスレンズの焦点距離を f_{2m} と定義し、前記第 2 群の焦点距離を f_2 と定義した場合に、次の条件式

$$2.0 \leq |f_{2m} / f_2| \leq 5.0$$

を満たす、

請求項 1 から請求項 11 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 13】

互いの凹面が向き合う一対のレンズが前記第 1 群に含まれており、

前記一対のレンズの少なくとも一方が負レンズであり、

前記一対のレンズの凹面のうち、前記被検面側に向く凹面の曲率半径を r_{31} と定義し、該曲率半径 r_{31} を持つ凹面と向き合う凹面の曲率半径を r_{32} と定義した場合に、次の条件式

10

20

30

40

50

0. $0 < S F_3 < 0.2$

但し、

$S F_3 : (r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32})$

を満たす、

請求項 1 から請求項 12 の何れか一項に記載の内視鏡。

【請求項 14】

前記一対のレンズは、

夫々が符号の異なるパワーを持つレンズと接合されることにより、一対の正負の接合レンズを構成する、

請求項 13 に記載の内視鏡。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、所定の面上を移動する点光源より射出される光を集光させる集光光学系、及び該集光光学系を備える観察器具に関する。

【背景技術】

【0002】

生体組織等の被写体を観察するための観察器具として、所定の走査光により被写体（被検面）を走査してその像を得ることが可能なものが知られている。この種の観察器具の具体的構成が、例えば特許文献 1 に記載されている。

20

【0003】

特許文献 1 に記載の観察器具は、共焦点顕微鏡の原理を応用して設計された共焦点プローブであり、内視鏡の先端部内に組み込まれている。共焦点プローブは、プローブ内に配置された光ファイバを振ることにより光ファイバの射出端（点光源）を光軸と実質直交する所定の面上で周期的に移動させながら、点光源より射出された光（励起光）の点像を集光光学系を介して被検面上で走査する。以下、所定の面上を移動する点光源より射出される光を被検面上で走査する集光光学系を「走査用集光光学系」と記す。共焦点プローブは、励起光により励起された被検面から発せられる蛍光を取り込み、所定の画像生成装置に伝送する。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2005-80769 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 に例示される、この種の走査用集光光学系には、観察器具を体腔内へ挿入している間の患者の負担を軽減するため、より一層の小型化が求められている。また、体腔内の被写体を広い視野で観察するため、より一層の広画角化も求められている。しかし、走査用集光光学系において、より一層の小型化及び広画角化の両立を試みると、像面湾曲をはじめ、諸収差の発生を抑えるのが難しかった。そこで、本発明者は、鋭意検討を重ね、小型化及び広画角化を両立させつつも像面湾曲を含む諸収差の発生を抑えるのに好適な集光光学系を見出すことができ、本発明を完成させるに至った。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の一形態に係る集光光学系は、所定の面上を移動する点光源より射出される光を集光させる走査用集光光学系であり、点光源側から順に、正のパワーを持つ第 1 群、正のパワーを持つ第 2 群を有する。第 1 群と第 2 群との間の軸上光は略平行光である。第 1 群は、点光源側から順に、点光源側に凹面を向けた第 1₁ のメニスカスレンズ、被検面側に凸面を向けた第 1₁ の正レンズ、点光源側に凸面を向けた第 2₁ の正レンズ、被検面側に

50

凹面を向けた第1₁の負レンズ、点光源側に凹面を向け被検面側に凸面を向けた、負レンズと正レンズからなる第1₁の接合レンズ、被検面側に凸面を向けた第3₁の正レンズを有する。第2群は、点光源側から順に、点光源側に凸面を向けた第1₂の正レンズ、負レンズと正レンズからなる第1₂の接合レンズ、第2₂の正レンズ、被検面側に凹面を向けた第1₂のメニスカスレンズを有する。当該集光光学系は、第1₁のメニスカスレンズの点光源側の面の曲率半径を r_{11} と定義し、第1₁のメニスカスレンズの被検面側の面の曲率半径を r_{21} と定義し、第1₂のメニスカスレンズの点光源側の面の曲率半径を r_{12} と定義し、第1₂のメニスカスレンズの被検面側の面の曲率半径を r_{22} と定義した場合に、次の条件式

$$-0.2 < SF_1 < 0.0$$

$$0.0 < |SF_2| < 0.3$$

但し、

$$SF_1 : (r_{11} - r_{21}) / (r_{11} + r_{21})$$

$$SF_2 : (r_{12} - r_{22}) / (r_{12} + r_{22})$$

を満たす。

【0007】

また、本発明の別の形態に係る集光光学系は、所定の面上を移動する点光源より射出される光を集光させる走査用集光光学系であり、点光源側から順に、正のパワーを持つ第1群、正のパワーを持つ第2群を有する。第1群と第2群との間の軸上光は略平行光である。第1群は、点光源側から順に、点光源側に凹面を向けた第1₁のメニスカスレンズ、被検面側に凸面を向けた第1₁の正レンズ、点光源側に凸面を向けた第2₁の正レンズ、被検面側に凹面を向けた第1₁の負レンズ、点光源側に凹面を向け被検面側に凸面を向けた、負レンズと正レンズからなる第1₁の接合レンズ、被検面側に凸面を向けた第3₁の正レンズを有する。第2群は、点光源側から順に、点光源側に凹面を向けた負レンズと正レンズからなる第1₂の接合レンズ、第2₂の正レンズ、被検面側に凹面を向けた第1₂のメニスカスレンズを有する。当該集光光学系は、次の条件式

$$-0.2 < SF_1 < 0.0$$

$$0.0 < |SF_2| < 0.3$$

但し、

$$SF_1 : (r_{11} - r_{21}) / (r_{11} + r_{21})$$

$$SF_2 : (r_{12} - r_{22}) / (r_{12} + r_{22})$$

を満たす。

【0008】

本発明の一形態及び別の形態によれば、集光光学系の小型化及び広画角化を両立させた場合も像面湾曲（及びコマ収差、非点収差、球面収差、色収差等の諸収差）の発生を抑えることができると共に、点光源より射出された射出光（励起光）を効率的に取り込むことができ、かつ励起光を被検面に効率的に照射し、励起光により励起された被検面から発せられる蛍光を効率的に取り込むことができる。

【0009】

上記集光光学系は、第2₁の正レンズを、被検面側に凸面を向けた正レンズと、点光源側に凸面を向けた正レンズとに分割し、かつ第1₁の接合レンズに代えて、点光源側に凹面を向け被検面側に凸面を向けた負レンズを有する構成としてもよい。

【0010】

また、第2₁の正レンズと第1₁の負レンズとは互いに接合された接合レンズであってもよい。

【0011】

また、上記集光光学系は、第1群を構成するレンズのうち最も負のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{1n} と定義し、第1群の焦点距離を f_1 と定義した場合に、次の条件式

$$-0.9 \leq f_{1n} / f_1 \leq -0.1$$

を満たす構成としてもよい。

10

20

30

40

50

【0012】

また、上記集光光学系は、第2群を構成するレンズのうち最も負のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{2n} と定義し、第2群の焦点距離を f_2 と定義した場合に、次の条件式 $-1.3 \leq f_{2n} / f_2 \leq -0.6$ を満たす構成としてもよい。

【0013】

また、上記集光光学系は、第1群を構成するレンズのうち最も正のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{1p} と定義した場合に、次の条件式 $0.5 \leq f_{1p} / f_1 \leq 1.5$ を満たす構成としてもよい。

10

【0014】

また、上記集光光学系は、第2群を構成するレンズのうち最も正のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{2p} と定義した場合に、次の条件式 $0.8 \leq f_{2p} / f_2 \leq 2.0$ を満たす構成としてもよい。

【0015】

また、上記集光光学系は、第3₁の正レンズの焦点距離を f_{1c} と定義した場合に、次の条件式 $1.0 \leq f_{1c} / f_1 \leq 2.0$ を満たす構成としてもよい。

20

【0016】

また、上記集光光学系は、第1₂の正レンズの焦点距離を f_{2c} と定義した場合に、次の条件式 $1.5 \leq f_{2c} / f_2 \leq 5.0$ を満たす構成としてもよい。

【0017】

また、上記集光光学系は、第1₁のメニスカスレンズの焦点距離を f_{1m} と定義した場合に、次の条件式 $2.0 \leq |f_{1m} / f_1| \leq 1.5$ を満たす構成としてもよい。

30

【0018】

また、上記集光光学系は、第1₂のメニスカスレンズの焦点距離を f_{2m} と定義した場合に、次の条件式 $2.0 \leq |f_{2m} / f_2| \leq 5.0$ を満たす構成としてもよい。

【0019】

また、上記集光光学系は、互いの凹面が向き合う一対のレンズが第1群に含まれる構成としてもよい。この構成において、一対のレンズの少なくとも一方が負レンズであり、一対のレンズの凹面のうち、被検面側に向く凹面の曲率半径を r_{31} と定義し、曲率半径 r_{31} を持つ凹面と向き合う凹面の曲率半径を r_{32} と定義した場合に、次の条件式 $0.0 < SF_3 < 0.2$

40

但し、

$$SF_3 : (r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32})$$

が満たされるものであってもよい。

【0020】

また、互いの凹面が向き合う一対のレンズは、夫々が符号の異なるパワーを持つレンズと接合されることにより、一対の正負の接合レンズを構成するものとしてもよい。

【0021】

また、本発明の一形態に係る観察器具は、上記集光光学系が先端部内に組み込まれたことを特徴とする。

50

【発明の効果】

【0022】

本発明の一形態及び別の形態によれば、小型化及び広画角化を両立させつつ像面湾曲を含む諸収差の発生を抑えるのに好適な集光光学系、及び該集光光学系を備えた観察器具が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の実施形態の一体型内視鏡の先端部の内部構成を示す側断面図である。

【図2】本発明の実施形態の一体型内視鏡が備える共焦点光学システムにおける走査用集光光学系近傍の拡大図である。

10

【図3】本発明の実施形態（実施例1）の走査用集光光学系及びその後段の光学部品の配置を示す断面図である。

【図4】本発明の実施例1の走査用集光光学系の各種収差図である。

【図5】本発明の実施例2の走査用集光光学系及びその後段の光学部品の配置を示す断面図である。

【図6】本発明の実施例2の走査用集光光学系の各種収差図である。

【図7】本発明の実施例3の走査用集光光学系及びその後段の光学部品の配置を示す断面図である。

【図8】本発明の実施例3の走査用集光光学系の各種収差図である。

【図9】本発明の実施例4の走査用集光光学系及びその後段の光学部品の配置を示す断面図である。

20

【図10】本発明の実施例4の走査用集光光学系の各種収差図である。

【図11】本発明の実施例5の走査用集光光学系及びその後段の光学部品の配置を示す断面図である。

【図12】本発明の実施例5の走査用集光光学系の各種収差図である。

【図13】本発明の実施例6の走査用集光光学系及びその後段の光学部品の配置を示す断面図である。

【図14】本発明の実施例6の走査用集光光学系の各種収差図である。

【図15】本発明の実施例7の走査用集光光学系及びその後段の光学部品の配置を示す断面図である。

30

【図16】本発明の実施例7の走査用集光光学系の各種収差図である。

【図17】比較例1の走査用集光光学系及びその後段の光学部品の配置を示す断面図である。

【図18】比較例1の走査用集光光学系の各種収差図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係る走査用集光光学系を備える一体型内視鏡について説明する。

【0025】

図1は、本実施形態の一体型内視鏡300の先端部の内部構成を示す側断面図である。図1に示されるように、一体型内視鏡300の先端部内には、被写体（体腔内の生体組織400）を高倍率で観察（共焦点観察）するための共焦点光学システム100、及び生体組織400を通常観察するための通常観察用光学システム200が組み込まれている。なお、一体型内視鏡300は、図示省略されたプロセッサに接続されている。プロセッサは、各光学システムに対応する光源ユニット、及び各光学システムにより撮像された生体組織400の撮像信号を処理する画像処理ユニットを備えている。これらのユニットは周知であるため、その具体的構成の説明は省略する。また、各図においては、共焦点光学システム100の走査用集光光学系10の光軸方向をZ方向と定義し、Z方向と直交し、かつ互いに直交する方向をそれぞれX方向、Y方向と定義する。つまり、X方向とY方向はZ方向と直交する面（XY平面）を規定する。

40

50

【0026】

通常観察用光学システム200は、光源ユニットが持つ光源（例えばキセノンランプ）からの光を生体組織400へ照射する照明光学系や、照射された生体組織400を撮像する固体撮像素子等を備えている。

【0027】

共焦点光学システム100は、走査用集光光学系10、シングルモード光ファイバ（以下、単に「光ファイバ」と記す。）20、圧電素子30A及び30B（二軸アクチュエータ）、形状記憶合金40、カバーガラス80を備えている。走査用集光光学系10及び光ファイバ20は、円筒状の枠体50内に保持されている。枠体50は、該枠体50の径よりも若干大きめの径を持つ円筒状の金属パイプ60内にスライド可能に保持されている。

10

【0028】

光ファイバ20は、光源ユニットより入射したレーザ光（励起光）を伝送し、伝送された励起光を一体型内視鏡300の先端部内（共焦点光学システム100内）に配された射出端21より射出する。光ファイバ20の射出端21は、共焦点光学システム100の二次的な点光源として機能する。点光源である射出端21の二次元方向（XYの各方向）における位置は、圧電素子30A及び30Bの動作に応じて周期的に変化する。具体的には、プロセッサがドライブ信号を生成し、射出端21付近の光ファイバ20の外周面に接着固定された圧電素子30A及び30Bを駆動制御する。圧電素子30A及び30Bは、ドライブ信号に応じた逆圧電効果によりXYの各方向に変形して、射出端21付近を、XY平面に近似する面（以下、「XY近似面」と記し、詳しくは後述する。）上で変位させる。射出端21は、XY近似面上において所定の走査軌跡を描くようにフレームレートに従って周期的に移動する。この種の二次元走査には、例えば、中心軸AXを中心としたスパイラル走査、走査範囲の水平方向を往復走査するラスタスキャン方式、走査範囲を正弦波的に走査するリサージュスキャン方式など、種々の方式を適用することができる。

20

【0029】

枠体50の外壁面51と金属パイプ60の内壁面61との間には、形状記憶合金40及び圧縮コイルバネ70が取り付けられている。外壁面51、内壁面61は共に、Z方向に対して略直交する（つまり、XY平面上にある）。形状記憶合金40は、常温下で外力が加えられると変形することができ、変形された状態で一定温度以上に加熱されると、記憶している状態に復元する。より具体的には、形状記憶合金40は、加熱されることによりZ方向に収縮する。一方、圧縮コイルバネ70は、自然長から圧縮された状態で外壁面51と内壁面61との間に取り付けられている。つまり、圧縮コイルバネ70は、金属パイプ60内にて枠体50をカバーガラス80側へ付勢している。

30

【0030】

形状記憶合金40は、通電により加熱されると、圧縮コイルバネ70の張力に抗して収縮する。枠体50は、形状記憶合金40の収縮に伴い、金属パイプ60内にて内視鏡先端部後方に（カバーガラス80から離れる方向に）スライドする。これにより、点光源である射出端21より射出されて走査用集光光学系10を介した光束の集光位置がZ方向にシフトする。つまり、Z方向に走査される。二軸アクチュエータ（圧電素子30A及び30B）による点光源のXY近似面上の周期的な運動と、形状記憶合金40及び圧縮コイルバネ70の作用による点光源のZ方向の進退とを併せることにより、被写体に対する三次元走査が可能となる。

40

【0031】

光ファイバ20の射出端21は、走査用集光光学系10の物体側焦点位置（言い換えると、走査用集光光学系10の像側焦点位置と光学的に共役な位置）に配置されているため、共焦点ピンホールとして機能する。射出端21には、励起光により励起された被写体の散乱成分（蛍光）のうち射出端21と光学的に共役な集光点からの蛍光のみが入射される。蛍光は、光ファイバ20により伝送されて、プロセッサに備えられた共焦点画像生成用の画像ユニット（不図示）に入光する。当該ユニットによる処理により、生体組織400の3次元画像が得られる。

50

【0032】

図2は、共焦点光学システム100における走査用集光光学系10近傍の拡大図である。図2に示されるように、点光源である射出端21が移動するXY近似面は、射出端21より射出される光束の主光線の延長線（破線）と光軸（一点鎖線）AXとの交点Pを曲率中心とする曲面（矢印点線）となる。XY近似面は、XY平面に対して光ファイバ20の基端側に湾曲している。XY平面に対するXY近似面の湾曲量は、光軸AXから離れるほど増加する。なお、図2に示されるように、交点Pは、光ファイバ20の湾曲中心Cよりも走査用集光光学系10側に位置する。走査用集光光学系10は、交点Pに入射瞳が位置するように配置される。

【0033】

10

走査用集光光学系において広画角化を達成するためには、点光源である光ファイバの射出端の移動範囲を大きく設定すると共に、広範囲に移動する点光源からの射出光を取り込むために有効光束径を大きく設計する必要がある。しかし、点光源の移動範囲を広げるほどXY平面に対するXY近似面（物体面）の湾曲量が大きくなるため、集光光学系が潜在的に持つアンダー方向の像面湾曲に、アンダー方向の像面湾曲が更に付加されてしまう。また、走査用集光光学系は、被写体を高倍率で観察するため、例えば像側NAと物体側NAとが等しい等倍光学系（若しくはそれ以上の倍率の光学系）であることが好ましい。しかし、等倍光学系の場合、XY平面に対するXY近似面の湾曲量がそのまま像側での湾曲量として現れる。このように、走査用集光光学系には、XY平面に対するXY近似面の湾曲量に起因して像面湾曲が大きく発生する虞があり、周辺解像度の低下を避けることが難しかった。そこで、本発明者は、鋭意検討を重ね、小型化及び広画角化を両立させつつも、上記のように大きく発生し得る像面湾曲（及びその他の諸収差）を抑えるのに好適な走査用集光光学系10を見出した。

20

【0034】

図3は、本発明の実施例1（詳しくは後述）の走査用集光光学系10及びその後段の光学部品（カバーガラス80）の配置を示す断面図である。ここでは、図3を利用して、本発明の実施形態の走査用集光光学系10について詳説する。なお、図3をはじめとする走査用集光光学系10の各構成図は、図中左側が物体側（点光源である射出端21側）であり、図中右側が像側（被検面側）である。

【0035】

30

図3に示されるように、走査用集光光学系10は、点光源側から順に、第1群G1、第2群G2を少なくとも有している。各群G1、G2を構成する各光学レンズは、走査用集光光学系10の光軸AXを中心とした回転対称形状を有している。第2群G2より被検面側には、カバーガラス80が配置されている。カバーガラス80は球面収差を補正するため、適切な厚みに設計されている。なお、上記において「少なくとも有している」としたのは、本発明の技術的思想の範囲において、別の光学素子を追加する構成例もあり得るからである。例えば、本発明に係る走査用集光光学系に対して光学性能に実質的に寄与しない平行平板を追加する構成例や、本発明に係る走査用集光光学系の構成及び効果を維持しつつ別の光学素子を付加する構成例が想定される。第1群G1、第2群G2の説明においても、同様の理由で「少なくとも有している」と表現している。

40

【0036】

第1群G1と第2群G2との間の軸上光は、光軸AXに対して略平行な光（略平行光）となっている。第1群G1と第2群G2との間を略平行光とすることにより、群毎の光学性能を、第1群G1と第2群G2とを組み立てる前段階で例えば干渉計による干渉縞観測を通じて独立に評価することができる。また、各群の評価結果に基づいて適切な群同士を組み合わせた上で、例えば本出願人による特許第4320184号公報に記載されているように、1つのレンズを調芯レンズとし、これを調芯治具で調芯することにより、両群を組み立てた状態での誤差を効率的に低減することができる。

【0037】

また、第1群G1と第2群G2との間を略平行光とすることにより、群間隔の変化に伴

50

う倍率の変化が実質的に無い（被検面側のNAが実質変化しない）。そのため、例えば第2群G2だけを光軸方向に移動させることにより、走査用集光光学系10による観察深さ（生体組織400の深さ方向の観察位置）を変えることができる。

【0038】

図3に示されるように、第1群G1は、正のパワーを持つレンズ群であり、点光源側から順に、点光源側に凹面を向けたメニスカスレンズL1、被検面側に凸面を向けた正レンズL2、点光源側に凸面を向けた正レンズL3と被検面側に凹面を向けた負レンズL4からなる接合レンズCL1、点光源側に凹面を向けた負レンズL5と被検面側に凸面を向けた正レンズL6からなる接合レンズCL2、被検面側に凸面を向けた正レンズL7を少なくとも有している（後述の実施例1及び3参照）。 10

【0039】

また、第1群G1は、接合レンズCL1に代えて、正レンズL3と負レンズL4とが独立した（互いに接合されていない）レンズであってもよい（後述の実施例2及び5参照）。

【0040】

また、第1群G1は、正レンズL2が単独で強いパワーを負担することを避けるため、正レンズL2を、被検面側に凸面を向けた正レンズL2'と、点光源側に凸面を向けた正レンズL2''とに分割し、かつ接合レンズCL2に代えて、点光源側に凹面を向け被検面側に凸面を向けた負レンズL16が配置されたものとしてもよい（後述の実施例4参照）。 20

【0041】

第1群G1において、正レンズは球面収差の補正に寄与し、接合レンズは色収差の補正に寄与する。

【0042】

また、図3に示されるように、第1群G1内には、互いに向き合う凹面が配置されている。対向する凹面を第1群G1内に配置することにより、第1群G1内で像面湾曲を抑制することができ、これにより、第2群G2内での像面湾曲の補正負担を軽減させることができる。また、対向する凹面を光源により近い位置に配置することにより、光線高さを抑えやすくなるため、有効光束径の抑制（細径化）に有利になる。

【0043】

図3に示されるように、第2群G2は、正のパワーを持つレンズ群であり、点光源側から順に、点光源側に凸面を向けた正レンズL8、負レンズL9と正レンズL10からなる接合レンズCL3、正レンズL11、被検面側に凹面を向けたメニスカスレンズL12を少なくとも有している（後述の実施例1～4参照）。 30

【0044】

また、第2群G2は、正のパワーを持つレンズ群であり、点光源側から順に、点光源側に凹面を向けた負レンズL21と正レンズL22からなる接合レンズCL5、正レンズL11、被検面側に凹面を向けたメニスカスレンズL12を少なくとも有する構成としてもよい（後述の実施例5参照）。 40

【0045】

第2群G2においても、正レンズは球面収差の補正に寄与し、接合レンズは色収差の補正に寄与する。

【0046】

走査用集光光学系10は、最も点光源側に配置される面（メニスカスレンズL1の点光源側の面）、最も被検面側に配置される面（メニスカスレンズL12の被検面側の面）を共に凹面とすることで、走査用集光光学系10における入射出時のコマ収差及び非点収差の発生を抑えている。

【0047】

また、走査用集光光学系10は、対向する、第1群G1の最終面（正レンズL7の被検面側の面）と、第2群G2の第一面（正レンズL8の点光源側の面）を共に凸面とするこ 50

とで、第1群G1からの軸外射出光及び第2群G2への軸外入射光の角度を抑えている。群間での軸外光の角度を抑えることにより、第1群G1と第2群G2との群間隔の変化に伴う軸外収差の変化が低減する（後述の実施例1～4参照）。

【0048】

ここで、メニスカスレンズL1の点光源側の面の曲率半径を r_{11} と定義し、メニスカスレンズL1の被検面側の面の曲率半径を r_{21} と定義し、メニスカスレンズL12の点光源側の面の曲率半径を r_{12} と定義し、メニスカスレンズL12の被検面側の面の曲率半径を r_{22} と定義した場合、走査用集光光学系10は、次の条件式(1)及び(2)

$$-0.2 < SF_1 < 0.0 \cdots (1)$$

$$0.0 < |SF_2| < 0.3 \cdots (2)$$

10

但し、

$$SF_1 : (r_{11} - r_{21}) / (r_{11} + r_{21})$$

$$SF_2 : (r_{12} - r_{22}) / (r_{12} + r_{22})$$

を満たす。

【0049】

条件式(1)に規定される SF_1 の上限を上回ると、メニスカスレンズL1のパワーが強くなりすぎることにより、コマ収差及び非点収差が大きく発生し、補正が困難となる。また、第1群G1の正のパワーが強くなりすぎることにより、像面湾曲の補正に必要な負のパワーを確保することが難しい（補正不足になりやすい）。一方、条件式(1)に規定される SF_1 の下限を下回る場合もメニスカスレンズL1のパワーが強くなりすぎることにより、コマ収差及び非点収差が大きく発生し、補正が困難となる。また、第1群G1の負のパワーが強くなりすぎることにより、軸外色収差が大きく発生し、補正が困難となる。更に、軸外光の入射高が大きくなり、走査用集光光学系10の細径化設計に不利である。換言すると、径の細い一体型内視鏡300の先端部内への走査用集光光学系10の組み込みが難しくなる。

20

【0050】

条件式(2)に規定される $|SF_2|$ の上限を上回ると、メニスカスレンズL12のパワーが弱くなりすぎることにより、被検面に対する励起光の入射角度、及びメニスカスレンズL12への戻り光（被検面にて発生する自家蛍光）の入射角度が大きくなり、励起光による被検面への照射効率及び蛍光の取込効率が低下し得る。一方、条件式(2)に規定される $|SF_2|$ の下限を下回ると、第2群G2内の正レンズのパワーが強くなりすぎることにより、コマ収差及び非点収差が大きく発生し、補正が困難となる。また、軸外光の射出高が大きくなり、走査用集光光学系10の細径化設計に不利である。換言すると、径の細い一体型内視鏡300の先端部内への走査用集光光学系10の組み込みが難しくなる。

30

【0051】

条件式(1)、(2)が同時に満たされることにより、走査用集光光学系10の小型化及び広画角化を両立させた場合も像面湾曲（及びコマ収差、非点収差、球面収差、色収差等の諸収差）の発生を抑えることができると共に、点光源より射出された射出光を効率的に取り込むことができ、かつ励起光を被検面に効率的に照射し、照射された被検面からの蛍光を効率的に取り込むことができる。附言するに、条件式(1)、(2)が同時に満たされることにより、共焦点光学システム100のように、物体面(XY近似面)が湾曲する場合であっても像面湾曲を抑えることができる。また、走査用集光光学系10を、径の細い一体型内視鏡300の先端部内への組み込みに適した寸法に抑えて設計することができる。

40

【0052】

また、走査用集光光学系10は、例えば、第1群G1を構成するレンズのうち最も負のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{1n} と定義し、第1群G1の焦点距離を f_1 と定義した場合に、次の条件式(3)

$$-0.9 \leq f_{1n} / f_1 \leq -0.1 \cdots (3)$$

50

を更に満たす。

【0053】

条件式(3)に規定される f_{1n}/f_1 の下限を下回ると、像面湾曲の補正に必要な負のパワーを確保することが難しい(補正不足になりやすい)。一方、条件式(3)に規定される f_{1n}/f_1 の上限を上回ると、負のパワーの増加に伴い、レンズ面の曲率を大きくすることとなり、加工が難しくなる。また、負のパワーが強すぎることにより、感度(組立誤差等に応じた収差の変化)が高くなるため、例えば歩留まりが低下する等の問題が生じる。

【0054】

条件式(3)が満たされることにより、共焦点光学システム100のように、物体面(XY近似面)が湾曲する場合であっても像面湾曲が抑えられる。また、レンズ面の曲率を過度に大きく設定する必要がないため、加工に配慮してレンズ面を設計することができる。また、感度を抑え、組立誤差等に対する許容度を高くすることができるため、例えば歩留まりの低下が抑えられる。

10

【0055】

また、走査用集光光学系10は、例えば、第2群G2を構成するレンズのうち最も負のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{2n} と定義し、第2群G2の焦点距離を f_2 と定義した場合に、次の条件式(4)

$$-1.3 \leq f_{2n}/f_2 \leq -0.6 \cdots (4)$$

を更に満たす。

20

【0056】

条件式(4)に規定される f_{2n}/f_2 の下限を下回ると、像面湾曲の補正に必要な負のパワーを確保することが難しい(補正不足になりやすい)。一方、条件式(4)に規定される f_{2n}/f_2 の上限を上回ると、負のパワーの増加に伴い、レンズ面の曲率を大きくすることとなり、加工が難しくなる。また、負のパワーが強すぎることにより、感度が高くなるため、例えば歩留まりが低下する等の問題が生じる。

【0057】

条件式(4)が満たされることにより、共焦点光学システム100のように、物体面(XY近似面)が湾曲する場合であっても像面湾曲が抑えられる。また、レンズ面の曲率を過度に大きく設定する必要がないため、加工に配慮してレンズ面を設計することができる。また、感度を抑え、組立誤差等に対する許容度を高くすることができるため、例えば歩留まりの低下が抑えられる。

30

【0058】

また、走査用集光光学系10は、例えば、第1群G1を構成するレンズのうち最も正のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{1p} と定義した場合に、次の条件式(5)

$$0.5 \leq f_{1p}/f_1 \leq 1.5 \cdots (5)$$

を更に満たす。

【0059】

条件式(5)に規定される f_{1p}/f_1 の上限を上回ると、正のパワーが弱くなることにより第1群G1の各面における収差の変化が緩やかになる(すなわち感度が低くなる)が、その代償として、走査用集光光学系10の全長が長くなると共に像面湾曲も補正不足となる。一方、条件式(5)に規定される f_{1p}/f_1 の下限を下回ると、走査用集光光学系10の全長を短くすることができるが、その代償として、球面収差及びコマ収差が大きくなり、補正が困難となる。また、第1群G1の各面における収差の変化が大きくなる(すなわち感度が高くなる)ため、組立誤差等により収差が発生しやすくなる。

40

【0060】

条件式(5)が満たされることにより、走査用集光光学系10全系における像面湾曲を補正しつつ、第1群G1内の球面収差及びコマ収差が抑えられる。また、走査用集光光学系10の全長を抑えることができると共に感度も抑えられる。

【0061】

50

また、走査用集光光学系 10 は、例えば、第 2 群 G 2 を構成するレンズのうち最も正のパワーの強いレンズの焦点距離を f_{2p} と定義した場合に、次の条件式 (6)

$$0.8 \leq f_{2p} / f_2 \leq 2.0 \cdots (6)$$

を更に満たす。

【0062】

条件式 (6) に規定される f_{2p} / f_2 の上限を上回ると、正のパワーが弱くなることにより第 2 群 G 2 の各面における収差の変化が緩やかになる（すなわち感度が低くなる）が、その代償として、走査用集光光学系 10 の全長が長くなると共に像面湾曲も補正不足となる。一方、条件式 (6) に規定される f_{2p} / f_2 の下限を下回ると、走査用集光光学系 10 の全長を短くすることができるが、その代償として、球面収差及びコマ収差が大きくなり、補正が困難となる。また、第 2 群 G 2 の各面における収差の変化が大きくなる（すなわち感度が高くなる）ため、組立誤差等により収差が発生しやすくなる。

10

【0063】

条件式 (6) が満たされることにより、走査用集光光学系 10 全系における像面湾曲を補正しつつ、第 2 群 G 2 内の球面収差及びコマ収差が抑えられる。また、走査用集光光学系 10 の全長を抑えることができると共に感度も抑えられる。

【0064】

また、走査用集光光学系 10 は、例えば、正レンズ L 7（第 1 群 G 1 を構成するレンズのうち最も被検面側にある正レンズ）の焦点距離を f_{1c} と定義した場合に、次の条件式 (7)

20

$$1.0 \leq f_{1c} / f_1 \leq 2.0 \cdots (7)$$

を更に満たす。

【0065】

条件式 (7) に規定される f_{1c} / f_1 の上限を上回ると、正のパワーが弱くなりすぎて、第 1 群 G 1 からの軸外射出光の角度を抑えることが困難となる。一方、条件式 (7) に規定される f_{1c} / f_1 の下限を下回ると、正のパワーが強くなりすぎて、走査用集光光学系 10 全系における像面湾曲の補正が不足する。

【0066】

条件式 (7) が満たされることにより、第 1 群 G 1 からの軸外射出光の角度が抑えられると共に、走査用集光光学系 10 全系における像面湾曲が補正される。また、第 1 群 G 1 と第 2 群 G 2 との群間隔の変化による軸外収差の変化量が抑えられる。

30

【0067】

また、走査用集光光学系 10 は、例えば、正レンズ L 8（第 2 群 G 2 を構成するレンズのうち最も点光源側にある正レンズ）の焦点距離を f_{2c} と定義した場合に、次の条件式 (8)

$$1.5 \leq f_{2c} / f_2 \leq 5.0 \cdots (8)$$

を更に満たす。

【0068】

条件式 (8) に規定される f_{2c} / f_2 の上限を上回ると、正のパワーが弱くなりすぎて、第 2 群 G 2 への軸外入射光の角度を抑えることが困難となる。一方、条件式 (8) に規定される f_{2c} / f_2 の下限を下回ると、正のパワーが強くなりすぎて、走査用集光光学系 10 全系における像面湾曲の補正が不足する。

40

【0069】

条件式 (8) が満たされることにより、第 2 群 G 2 への軸外入射光の角度が抑えられると共に、走査用集光光学系 10 全系における像面湾曲が補正される。また、第 1 群 G 1 と第 2 群 G 2 との群間隔の変化による軸外収差の変化量が抑えられる。

【0070】

また、走査用集光光学系 10 は、例えば、メニスカスレンズ L 1 の焦点距離を f_{1m} と定義した場合に、次の条件式 (9)

$$2.0 \leq |f_{1m} / f_1| \leq 15 \cdots (9)$$

50

を更に満たす。

【0071】

条件式(9)に規定される $|f_{1m}/f_1|$ の上限を上回ると、メニスカスレンズL1のパワーが弱くなることにより第1群G1の各面における収差の変化が緩やかになる(すなわち感度が低くなる)が、その代償として、走査用集光光学系10の全長が長くなる。一方、条件式(9)に規定される $|f_{1m}/f_1|$ の下限を下回ると、メニスカスレンズL1のパワーが強くなることにより走査用集光光学系10の全長を短くすることができるが、その代償として、球面収差及び非点収差が大きくなり、補正が困難となる。また、第1群G1の各面における収差の変化が大きくなる(すなわち感度が高くなる)ため、組立誤差等により収差が発生しやすくなる。

10

【0072】

条件式(9)が満たされることにより、走査用集光光学系10全系における像面湾曲を補正しつつ、第1群G1内の球面収差及び非点収差が抑えられる。また、走査用集光光学系10の全長を抑えることができると共に感度も抑えられる。

【0073】

また、走査用集光光学系10は、例えば、メニスカスレンズL12の焦点距離を f_{2m} と定義した場合に、次の条件式(10)

$$2.0 \leq |f_{2m}/f_2| \leq 5.0 \cdots (10)$$

を更に満たす。

【0074】

条件式(10)に規定される $|f_{2m}/f_2|$ の上限を上回ると、メニスカスレンズL12のパワーが弱くなることにより、被検面に対する励起光の入射角度が緩やかとなって、カバーガラス80と被検面との距離(図2に示される作動距離WD)を確保することができるが、その代償として、走査用集光光学系10の全長が長くなる。一方、条件式(10)に規定される $|f_{2m}/f_2|$ の下限を下回ると、メニスカスレンズL12のパワーが強くなりすぎて、作動距離を確保することが困難となったり、径方向に大きくなる。

20

【0075】

条件式(10)が満たされることにより、作動距離を確保しつつ走査用集光光学系10の全長が抑えられる。

【0076】

また、走査用集光光学系10は、強い負のパワーを全系内に分割して配置せず、負のパワーを局所的に強めて光束を一旦絞る配置とすることで、湾曲する物体面(XY近似面)上で点光源を移動させることによって発生する像面湾曲の補正に有利になる。一例として、強い負のパワーを持つレンズを第1群G1内に並べて配置することにより、第1群G1内で負のパワーが局所的に強まって光束が一旦絞られて、上記像面湾曲が補正される。ここでいう強い負のパワーを持つレンズは、例えば、e線に対する屈折率を n_{ne} と定義した場合に、次の条件式(11)

$$n_{ne} \geq 1.85 \cdots (11)$$

を満たすレンズである。高屈折率材を用いると、負レンズの曲率を抑えつつ強い負のパワーを得ることができるため、曲率に依存して発生する諸収差が抑えられる。

30

40

【0077】

また、走査用集光光学系10は、例えば、第1群G1を構成するレンズの中に互いの凹面が向き合う一対のレンズ(少なくとも一方が負レンズ)が含まれており、一対のレンズのレンズ面のうち、被検面側に向く凹面の曲率半径を r_{31} と定義し、曲率半径 r_{31} を持つ凹面と向き合う(点光源側に向く)凹面の曲率半径を r_{32} と定義した場合に、次の条件式(12)

$$0.0 < SF_3 < 0.2 \cdots (12)$$

但し、

$$SF_3 : (r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32})$$

を更に満たす。図3において、上記一対のレンズは、負レンズL4とL5である。このよ

50

うなレンズ配置において条件式(12)が満たされることにより、凹面を向かい合わせて配置したことによるコマ収差の補正作用に加えて、ペッツバル和を小さく又は負に維持することができ、物体面(XY近似面)が湾曲する場合であっても像面湾曲を抑えることができる。

【0078】

条件式(12)に規定される SF_3 の上限を上回ると、点光源側に向く凹面の曲率半径 r_{32} が小さくなることにより、コマ収差の補正が困難になると共に被検面側に凹面に向けたレンズの負のパワーが大きくなりすぎて、像面湾曲の補正が困難になる。一方、条件式(12)に規定される SF_3 の下限を下回ると、被検面側に向く凹面の曲率半径 r_{31} が小さくなることにより、像面湾曲の補正には有利となるが、その代償として、コマ収差の補正が困難になる。

10

【0079】

また、例えば、凹面が向き合う一对のレンズの夫々を符号の異なるパワーを持つレンズとの接合レンズとすることにより、色収差の補正に有利となる。図3に示されるように、本実施形態では、色収差を補正するため、凹面が向き合う一对の負レンズL4、L5を夫々、正レンズL3、L6と接合し、接合レンズCL1、CL2としている。

【0080】

次に、これまで説明した走査用集光光学系10の具体的数値実施例を7例説明し、各数値実施例1～7と比較する比較例を1例説明する。各数値実施例1～7の走査用集光光学系10及び比較例1の走査用集光光学系は、図1に示されるように、一体型内視鏡300の先端部内に配置されている。

20

【実施例1】

【0081】

上述したように、本発明の実施例1の走査用集光光学系10の構成は、図3に示される通りである。

【0082】

本実施例1の走査用集光光学系10(及びその後段に配置されたカバーガラス80)の具体的数値構成(設計値)は、表1に示される。表1に示される面番号NOは、絞りに対応する面番号1を除き、図3中の面符号 r_n (n は自然数)に対応する。表1において、 R (単位:mm)は光学部材の各面の曲率半径を、 D (単位:mm)は光軸AX上の光学部材厚又は光学部材間隔を、 $N(E)$ はe線(波長546nm)の屈折率を、 ND はd線(波長588nm)の屈折率を、 v_d はd線のアッペ数を、それぞれ示す。また、本実施例1の走査用集光光学系10は、 NA (被検面側開口数)が0.30、像高が0.20mm、バックフォーカスBFが0.36mmである。なお、各実施例では等倍光学系を想定するため、被検面側開口数は、物体面側開口数と等しい。

30

【0083】

【表 1】

NO	R	D	N(E)	VD	ND
1 絞	INFINITY	1.785			
2	-0.503	0.350	1.77621	49.6	1.77250
3	-0.617	0.053			
4	3.238	0.345	1.88814	40.8	1.88300
5	-1.390	0.035			
6	0.761	0.335	1.88814	40.8	1.88300
7	6.725	0.208	1.93430	18.9	1.92286
8	0.447	0.314			
9	-0.379	0.208	1.85504	23.8	1.84666
10	-1.083	0.314	1.80811	46.6	1.80400
11	-0.777	0.043			
12	-30.934	0.277	1.88814	40.8	1.88300
13	-1.724	0.227			
14	2.409	0.523	1.88814	40.8	1.88300
15	5.639	0.505			
16	-1.256	0.211	1.85504	23.8	1.84666
17	2.606	0.449	1.73234	54.7	1.72916
18	-1.596	0.045			
19	1.931	0.412	1.77621	49.6	1.77250
20	-7.749	0.037			
21	0.919	0.335	1.77621	49.6	1.77250
22	1.151	0.208			
23	INFINITY	0.208	1.51825	64.1	1.51633
24	INFINITY	-			

10

20

【0084】

図4(a)～(d)は、本実施例1の走査用集光光学系10の各種収差図である。具体的には、図4(a)は、e線(546nm)、d線(588nm)、F線(486nm)での球面収差及び軸上色収差を示す。図4(b)は、e線、d線、F線での倍率色収差を示す。図4(a)、(b)中、実線はe線での収差を、点線はd線での収差を、一点鎖線はF線での収差を、それぞれ示す。図4(c)は、非点収差を示す。図4(c)中、実線はサジタル成分を、点線はメリディオナル成分を、それぞれ示す。図4(d)は、歪曲収差を示す。図4(a)～(c)の各図の縦軸は像高を、横軸は収差量を、それぞれ示す。図4(d)の縦軸は像高を、横軸は歪曲率を、それぞれ示す。なお、本実施例1の各表又は各図面についての説明は、以降の各数値実施例又は比較例で提示される各表又は各図面においても適用する。

30

【実施例2】

【0085】

図5は、本発明の実施例2の走査用集光光学系10及びその後段の光学部品(カバーガラス80)の配置を示す断面図である。上述したように、本実施例2の走査用集光光学系10は、接合レンズCL1に代えて、正レンズL3と負レンズL4とが独立した(互いに接合されていない)レンズとして構成されている。図6(a)～(d)は、本実施例2の走査用集光光学系10の各種収差(球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差)図である。表2は、本実施例2の走査用集光光学系10を含む各光学部品の具体的数値構成を示す。また、本実施例2の走査用集光光学系10は、NA(被検面側開口数)が0.30、像高が0.14mm、バックフォーカスBFが0.05mmである。

40

【0086】

【表 2】

NO	R	D	N(E)	VD	ND
1 絞	INFINITY	1.179			
2	-0.352	0.211	1.77621	49.6	1.77250
3	-0.395	0.023			
4	3.483	0.201	1.88814	40.8	1.88300
5	-1.037	0.023			
6	0.500	0.227	1.88814	40.8	1.88300
7	2.623	0.038			
8	-9.192	0.138	1.93430	18.9	1.92286
9	0.332	0.130			
10	-0.287	0.138	1.85504	23.8	1.84666
11	-1.145	0.192	1.80811	46.6	1.80400
12	-0.523	0.023			
13	11.787	0.180	1.88814	40.8	1.88300
14	-1.108	0.069			
15	1.385	0.223	1.88814	40.8	1.88300
16	3.667	0.378			
17	-0.704	0.226	1.85504	23.8	1.84666
18	1.453	0.293	1.73234	54.7	1.72916
19	-0.880	0.023			
20	1.182	0.225	1.88814	40.8	1.88300
21	-33.849	0.023			
22	0.754	0.237	1.77621	49.6	1.77250
23	0.845	0.334			
24	INFINITY	0.138	1.51825	64.1	1.51633
25	INFINITY	-			

10

20

【実施例 3】

【0087】

30

図 7 は、本発明の実施例 3 の走査用集光光学系 10 及びその後段の光学部品（カバーガラス 80）の配置を示す断面図である。図 7 に示されるように、本実施例 3 の走査用集光光学系 10 は、本実施例 1 と同様のレンズ配置となっている。図 8（a）～（d）は、本実施例 3 の走査用集光光学系 10 の各種収差（球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差）図である。表 3 は、本実施例 3 の走査用集光光学系 10 を含む各光学部品の具体的数値構成を示す。また、本実施例 3 の走査用集光光学系 10 は、NA（被検面側開口数）が 0.30、像高が 0.12 mm、バックフォーカス BF が 0.13 mm である。

【0088】

40

【表 3】

NO	R	D	N(E)	VD	ND
1 絞	INFINITY	1.029			
2	-0.313	0.203	1.77621	49.6	1.77250
3	-0.370	0.020			
4	2.032	0.194	1.88814	40.8	1.88300
5	-0.806	0.028			
6	0.449	0.175	1.88814	40.8	1.88300
7	1.043	0.121	1.93430	18.9	1.92286
8	0.268	0.155			
9	-0.222	0.120	1.85504	23.8	1.84666
10	-1.335	0.181	1.80811	46.6	1.80400
11	-0.436	0.024			
12	-17.038	0.150	1.88814	40.8	1.88300
13	-0.996	0.150			
14	1.432	0.313	1.88814	40.8	1.88300
15	2.939	0.164			
16	-0.787	0.129	1.85504	23.8	1.84666
17	4.555	0.241	1.73234	54.7	1.72916
18	-0.900	0.020			
19	1.144	0.210	1.73234	54.7	1.72916
20	-5.252	0.036			
21	0.530	0.188	1.77621	49.6	1.77250
22	0.618	0.120			
23	INFINITY	0.280	1.51825	64.1	1.51633
24	INFINITY	-			

10

20

【実施例 4】

【0089】

図9は、本発明の実施例4の走査用集光光学系10及びその後段の光学部品（カバーガラス80）の配置を示す断面図である。上述したように、本実施例4の走査用集光光学系10は、正レンズL2を、被検面側に凸面を向けた正レンズL2'と、点光源側に凸面を向けた正レンズL2''とに分割し、かつ接合レンズCL2に代えて、点光源側に凹面を向け被検面側に凸面を向けた負レンズL16が配置された構成となっている。図10(a)～(d)は、本実施例4の走査用集光光学系10の各種収差（球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差）図である。表4は、本実施例4の走査用集光光学系10を含む各光学部品の具体的数値構成を示す。また、本実施例4の走査用集光光学系10は、NA（被検面側開口数）が0.30、像高が0.14mm、バックフォーカスBFが0.14mmである。

30

【0090】

40

【表 4】

NO	R	D	N(E)	VD	ND
1 絞	INFINITY	1.221			
2	-0.511	0.343	1.88814	40.8	1.88300
3	-0.610	0.024			
4	-8.480	0.185	1.88814	40.8	1.88300
5	-1.509	0.024			
6	1.520	0.187	1.77621	49.6	1.77250
7	8.756	0.024			
8	0.624	0.373	1.88814	40.8	1.88300
9	-1.077	0.143	1.93430	18.9	1.92286
10	0.350	0.209			
11	-0.305	0.317	1.88814	40.8	1.88300
12	-0.490	0.024			
13	1.948	0.187	1.77621	49.6	1.77250
14	-3.807	0.179			
15	1.619	0.181	1.88814	40.8	1.88300
16	-27.188	0.340			
17	-0.624	0.143	1.93430	18.9	1.92286
18	-4.011	0.303	1.73234	54.7	1.72916
19	-0.779	0.024			
20	3.277	0.225	1.88814	40.8	1.88300
21	-3.766	0.024			
22	1.006	0.211	1.88814	40.8	1.88300
23	1.656	0.203			
24	INFINITY	0.334	1.51825	64.1	1.51633
25	INFINITY	-			

10

20

【実施例 5】

【0091】

30

図 11 は、本発明の実施例 5 の走査用集光光学系 10 及びその後段の光学部品（カバーガラス 80）の配置を示す断面図である。上述したように、本実施例 5 の走査用集光光学系 10 は、接合レンズ CL1 に代えて、正レンズ L3 と負レンズ L4 とが独立した（互いに接合されていない）レンズとして構成されている。また、本実施例 5 の第 2 群 G2 は、点光源側から順に、点光源側に凹面を向けた負レンズ L21 と正レンズ 22 からなる接合レンズ CL5、正レンズ L11、被検面側に凹面を向けたメニスカスレンズ L12 を少なくとも有する構成となっている。図 12（a）～（d）は、本実施例 5 の走査用集光光学系 10 の各種収差（球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差）図である。表 5 は、本実施例 5 の走査用集光光学系 10 を含む各光学部品の具体的数値構成を示す。また、本実施例 5 の走査用集光光学系 10 は、NA（被検面側開口数）が 0.30、像高が 0.12 mm、バックフォーカス BF が 0.26 mm である。

40

【0092】

【表 5】

NO	R	D	N(E)	VD	ND
1 絞	INFINITY	1.065			
2	-0.267	0.277	1.77621	49.6	1.77250
3	-0.373	0.020			
4	9.157	0.202	1.88814	40.8	1.88300
5	-0.752	0.020			
6	0.575	0.224	1.88814	40.8	1.88300
7	3.583	0.044			
8	-1.295	0.135	1.93430	18.9	1.92286
9	0.446	0.111			
10	-0.393	0.122	1.85504	23.8	1.84666
11	-0.370	0.124	1.80811	46.6	1.80400
12	-0.441	0.067			
13	2.039	0.138	1.88814	40.8	1.88300
14	15.424	0.245			
15	-0.869	0.122	1.85504	23.8	1.84666
16	0.682	0.421	1.77621	49.6	1.77250
17	-1.030	0.024			
18	1.886	0.669	1.77621	49.6	1.77250
19	-2.296	0.025			
20	0.496	0.234	1.77621	49.6	1.77250
21	0.706	0.122			
22	INFINITY	0.122	1.51825	64.1	1.51633
23	INFINITY	-			

10

20

【実施例 6】

【0093】

図 13 は、本発明の実施例 6 の走査用集光光学系 10 及びその後段の光学部品（カバーガラス 80）の配置を示す断面図である。図 13 に示されるように、本実施例 6 の走査用集光光学系 10 は、本実施例 1 と同様のレンズ配置となっている。図 14（a）～（d）は、本実施例 6 の走査用集光光学系 10 の各種収差（球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差）図である。表 6 は、本実施例 6 の走査用集光光学系 10 を含む各光学部品の具体的数値構成を示す。また、本実施例 6 の走査用集光光学系 10 は、NA（被検面側開口数）が 0.40、像高が 0.14 mm、バックフォーカス BF が 0.08 mm である。

30

【0094】

【表 6】

NO	R	D	N(E)	VD	ND
1 絞	INFINITY	1.180			
2	-0.341	0.232	1.77621	49.6	1.77250
3	-0.418	0.028			
4	2.299	0.282	1.88814	40.8	1.88300
5	-0.910	0.047			
6	0.505	0.199	1.83932	37.2	1.83400
7	0.936	0.137	1.93430	18.9	1.92286
8	0.300	0.172			
9	-0.250	0.135	1.85504	23.8	1.84666
10	-1.580	0.204	1.80811	46.6	1.80400
11	-0.491	0.026			
12	-11.521	0.169	1.88814	40.8	1.88300
13	-1.127	0.170			
14	1.532	0.150	1.83945	42.7	1.83481
15	3.540	0.197			
16	-0.874	0.183	1.85504	23.8	1.84666
17	4.818	0.306	1.73234	54.7	1.72916
18	-1.024	0.023			
19	1.186	0.221	1.73234	54.7	1.72916
20	-5.275	0.023			
21	0.587	0.237	1.77621	49.6	1.77250
22	0.713	0.135			
23	INFINITY	0.315	1.51825	64.1	1.51633
24	INFINITY	-			

10

20

【実施例 7】

【0095】

図 15 は、本発明の実施例 7 の走査用集光光学系 10 及びその後段の光学部品（カバーガラス 80）の配置を示す断面図である。図 15 に示されるように、本実施例 7 の走査用集光光学系 10 は、本実施例 1 と同様のレンズ配置となっている。図 16（a）～（d）は、本実施例 7 の走査用集光光学系 10 の各種収差（球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差）図である。表 7 は、本実施例 7 の走査用集光光学系 10 を含む各光学部品の具体的数値構成を示す。また、本実施例 7 の走査用集光光学系 10 は、NA（被検面側開口数）が 0.20、像高が 0.18 mm、バックフォーカス BF が 0.36 mm である。

30

【0096】

【表 7】

NO	R	D	N(E)	VD	ND
1 絞	INFINITY	1.562			
2	-0.460	0.312	1.77621	49.6	1.77250
3	-0.532	0.048			
4	2.762	0.289	1.88814	40.8	1.88300
5	-1.194	0.031			
6	0.667	0.286	1.88814	40.8	1.88300
7	4.648	0.183	1.93430	18.9	1.92286
8	0.393	0.237			
9	-0.332	0.182	1.85504	23.8	1.84666
10	-1.029	0.271	1.80811	46.6	1.80400
11	-0.681	0.030			
12	-34.539	0.231	1.88814	40.8	1.88300
13	-1.515	0.200			
14	2.107	0.506	1.88814	40.8	1.88300
15	4.813	0.458			
16	-1.129	0.182	1.85504	23.8	1.84666
17	2.459	0.388	1.73234	54.7	1.72916
18	-1.469	0.030			
19	1.731	0.349	1.77621	49.6	1.77250
20	-7.225	0.031			
21	0.821	0.298	1.80811	46.6	1.80400
22	0.945	0.182			
23	INFINITY	0.182	1.51825	64.1	1.51633
24	INFINITY	-			

10

20

【0097】

(比較例1)

図17は、比較例1の走査用集光光学系及びその後段の光学部品（カバーガラス80）の配置を示す断面図である。図17に示されるように、比較例1の走査用集光光学系は、本実施例1と同様のレンズ配置となっている。図18（a）～（d）は、比較例1の走査用集光光学系の各種収差（球面収差、軸上色収差、倍率色収差、非点収差、歪曲収差）図である。表8は、比較例1の走査用集光光学系を含む各光学部品の具体的数値構成を示す。また、比較例1の走査用集光光学系は、NA（被検面側開口数）が0.30、像高が0.13mm、バックフォーカスBFが0.09mmである。

30

【0098】

【表 8】

NO	R	D	N(E)	VD	ND
1 絞	INFINITY	1.135			
2	-0.291	0.229	1.77621	49.6	1.77250
3	-0.459	0.022			
4	2.084	0.228	1.88814	40.8	1.88300
5	-0.830	0.031			
6	0.493	0.179	1.88814	40.8	1.88300
7	0.489	0.132	1.93430	18.9	1.92286
8	0.323	0.211			
9	-0.248	0.132	1.85504	23.8	1.84666
10	-1.497	0.189	1.80811	46.6	1.80400
11	-0.485	0.022			
12	-13.910	0.161	1.88814	40.8	1.88300
13	-1.136	0.434			
14	1.390	0.264	1.88814	40.8	1.88300
15	19.384	0.187			
16	-0.851	0.167	1.85504	23.8	1.84666
17	1.684	0.276	1.73234	54.7	1.72916
18	-1.006	0.252			
19	1.238	0.195	1.73234	54.7	1.72916
20	-4.633	0.022			
21	0.604	0.166	1.77621	49.6	1.77250
22	0.676	0.132			
23	INFINITY	0.309	1.51825	64.1	1.51633
24	INFINITY	-			

10

20

(比較検証)

表 9 は、本実施例 1 ～ 7 及び比較例 1 の各例において、条件式 (1) ～ (12) のそれぞれを適用したときに算出される値の一覧表である。なお、表 9 中、各条件式の各値の右隣に記載された符号は、当該条件式を主として規定するレンズを示す。条件式 (1) 及び (9) を主として規定するレンズは、全系のうち最も点光源側に配置されるレンズ（例えばメニスカスレンズ L1）である。条件式 (2) 及び (10) を主として規定するレンズは、全系のうち最も被検面側に配置されるレンズ（例えばメニスカスレンズ L12）である。条件式 (3) を主として規定するレンズは、第 1 群 G1 を構成するレンズのうち最も負のパワーの強いレンズ（例えば負レンズ L4）である。条件式 (4) を主として規定するレンズは、第 2 群 G2 を構成するレンズのうち最も負のパワーの強いレンズ（例えば負レンズ L9）である。条件式 (5) を主として規定するレンズは、第 1 群 G1 を構成するレンズのうち最も正のパワーの強いレンズ（例えば正レンズ L3）である。条件式 (6) を主として規定するレンズは、第 2 群 G2 を構成するレンズのうち最も正のパワーの強いレンズ（例えば正レンズ L10）である。条件式 (7) を主として規定するレンズは、第 1 群 G1 を構成するレンズのうち最も被検面側にある正レンズ（例えば正レンズ L7）である。条件式 (8) を主として規定するレンズは、第 2 群 G2 を構成するレンズのうち最も点光源側にある正レンズ（例えば正レンズ L8）である。なお、条件式 (11) については、当該条件式を満たす負レンズの符号が記載されている。

30

40

【0099】

【表 9】

	実施例 1	レンズ	実施例 2	レンズ	実施例 3	レンズ	実施例 4	レンズ
条件式(1)	-0.10	L1	-0.06	L1	-0.08	L1	-0.09	L1
条件式(2)	0.11	L12	0.06	L12	0.08	L12	0.24	L12
条件式(3)	-0.42	L4	-0.41	L4	-0.45	L5	-0.30	L4
条件式(4)	-0.77	L9	-0.64	L9	-1.07	L9	-0.89	L9
条件式(5)	0.75	L3	0.80	L3	0.93	L6	0.55	L3
条件式(6)	1.13	L10	0.95	L10	1.45	L10	1.41	L10
条件式(7)	1.64	L7	1.39	L7	1.64	L7	1.86	L7
条件式(8)	3.52	L8	2.88	L8	3.96	L8	1.91	L8
条件式(9)	8.23	L1	4.39	L1	6.50	L1	6.23	L1
条件式(10)	2.88	L12	5.08	L12	3.43	L12	2.77	L12
条件式(11)	1.93430 1.85504 1.85504	L4 L5 L9	1.93430 1.85504 1.85504	L4 L5 L9	1.93430 1.85504 1.85504	L4 L5 L9	1.93430 1.88814 1.93430	L4 L16 L9
条件式(12)	0.08		0.07		0.09		0.07	
	実施例 5	レンズ	実施例 6	レンズ	実施例 7	レンズ	比較例 1	レンズ
条件式(1)	-0.17	L1	-0.10	L1	-0.07	L1	-0.22	L1
条件式(2)	0.17	L12	0.10	L12	0.07	L12	0.06	L12
条件式(3)	-0.60	L4	-0.43	L5	-0.47	L4	-0.44	L5
条件式(4)	-0.75	L21	-1.26	L9	-0.74	L9	-0.77	L9
条件式(5)	1.30	L3	0.90	L2	0.86	L3	0.84	L2
条件式(6)	1.03	L22	1.74	L10	1.10	L10	1.08	L10
条件式(7)	4.60	L7	1.65	L7	1.79	L7	1.67	L7
条件式(8)	-	-	4.60	L8	3.26	L8	2.01	L8
条件式(9)	14.31	L1	8.90	L1	4.94	L1	3.06	L1
条件式(10)	2.52	L12	3.47	L12	3.13	L12	4.37	L12
条件式(11)	1.93430 1.80811 1.85504	L4 L6 L21	1.93430 1.85504 1.85504	L4 L5 L9	1.93430 1.85504 1.85504	L4 L5 L9	1.93430 1.85504 1.85504	L4 L5 L9
条件式(12)	0.06		0.09		0.08		0.13	

【0100】

表 9 に示されるように、比較例 1 の走査用集光光学系は、条件式 (1) を満たさない。そのため、比較例 1 の走査用集光光学系は、図 18 に示されるように、倍率色収差及び非点収差が抑えられていない。すなわち、小型化及び広画角化の両立及び像面湾曲の補正を試みた結果、少なくとも一部の光学性能（ここでは倍率色収差及び非点収差）を犠牲にせざるを得ない。

【0101】

これに対して、本実施例 1～7 の走査用集光光学系 10 は、表 9 に示されるように、条件式 (1)、(2) を同時に満たすことにより、小型化及び広画角化を両立させた場合も像面湾曲及び諸収差の発生が抑えられている。また、点光源からの射出光を効率的に取り込むことができ、かつ励起光を被検面に効率的に照射し、照射された被検面からの自家蛍光を効率的に取り込むことができる。

【0102】

また、本実施例 1～7 の走査用集光光学系 10 は、条件式 (1) 及び (2) 以外の他の条件式も更に満たす。従って、本実施例 1～7 の走査用集光光学系 10 では、条件式 (1) 及び (2) を満たすことによる効果のみならず、他の条件式を満たすことによる効果も奏される。

【0103】

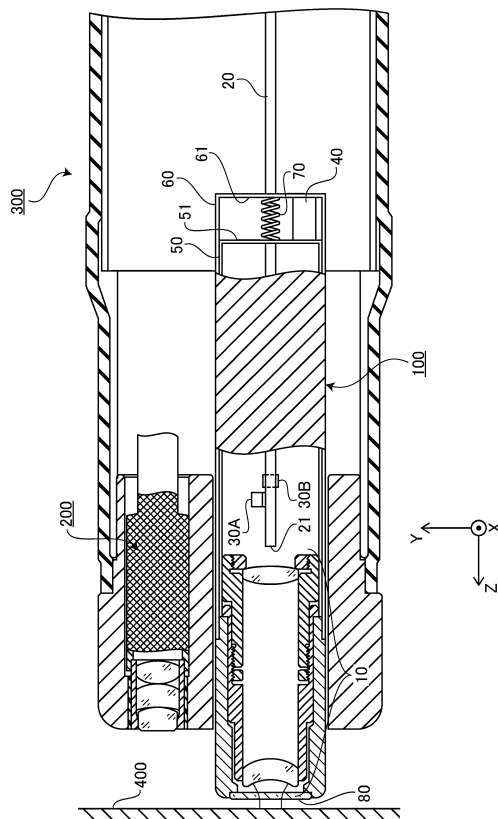
以上が本発明の例示的な実施形態の説明である。本発明の実施形態は、上記に説明したもの限定されず、本発明の技術的思想の範囲において様々な変形が可能である。例えば明細書中に例示的に明示される実施例等又は自明な実施例等を適宜組み合わせた内容も本願の実施形態に含まれる。

【符号の説明】

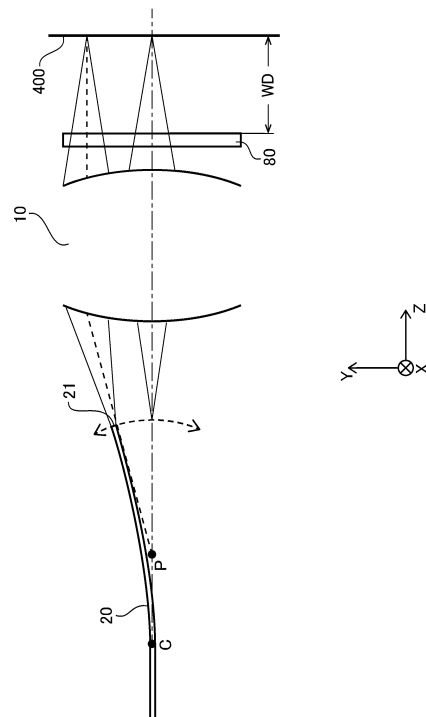
【0104】

- 10 走査用集光光学系
- 100 共焦点光学システム
- 300 一体型内視鏡

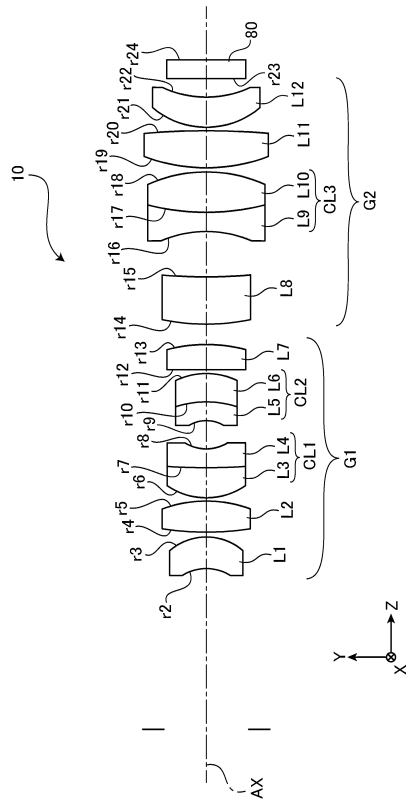
【図1】



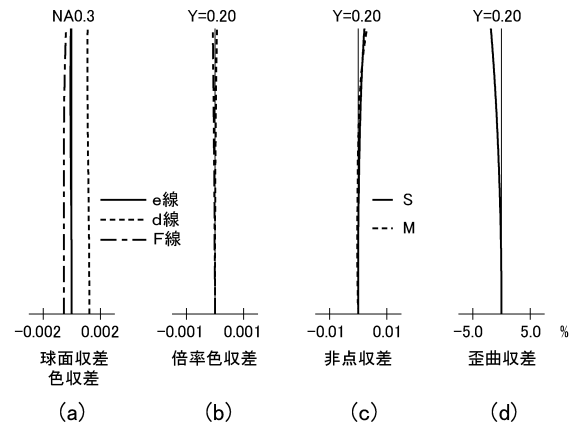
【図2】



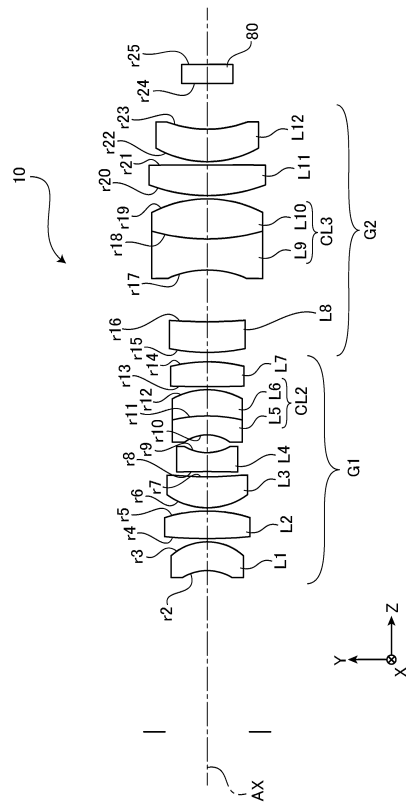
【図 3】



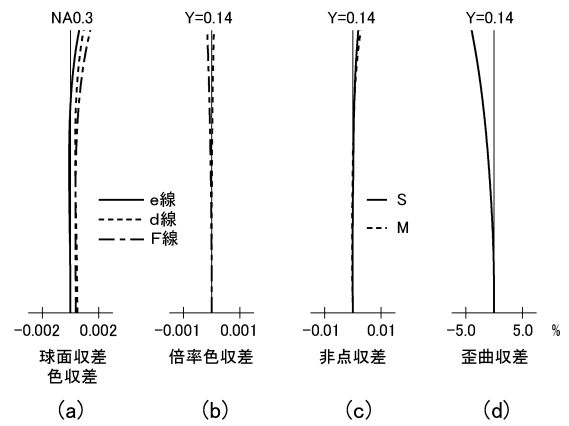
【図 4】



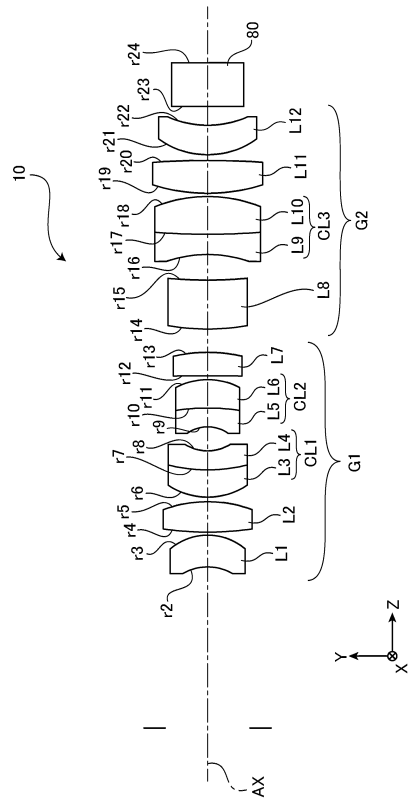
【図 5】



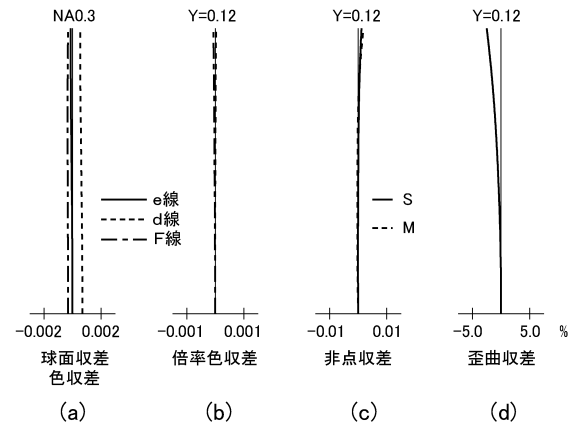
【図 6】



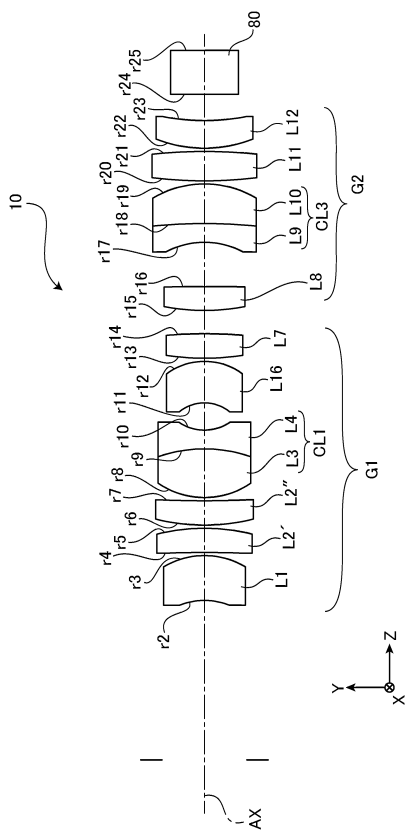
【図 7】



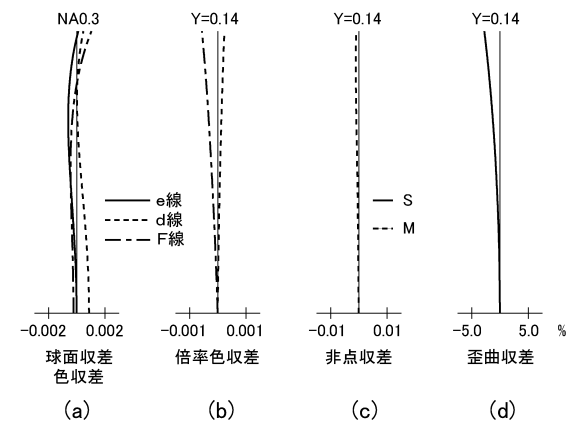
【図 8】



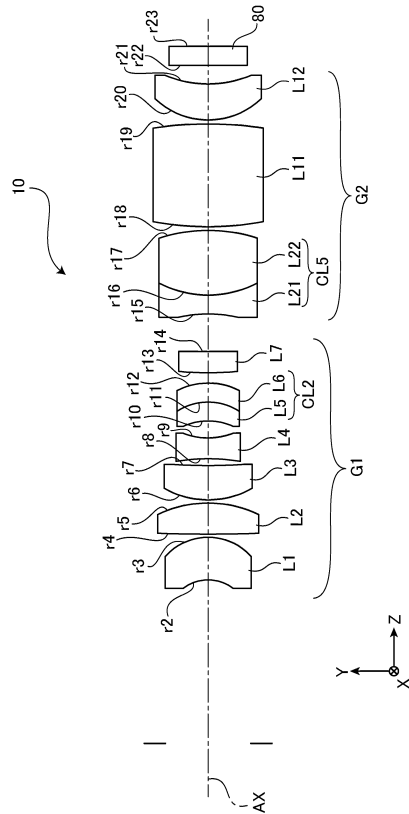
【図 9】



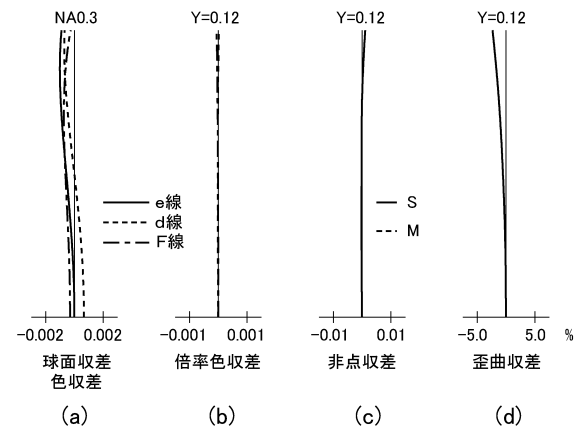
【図 10】



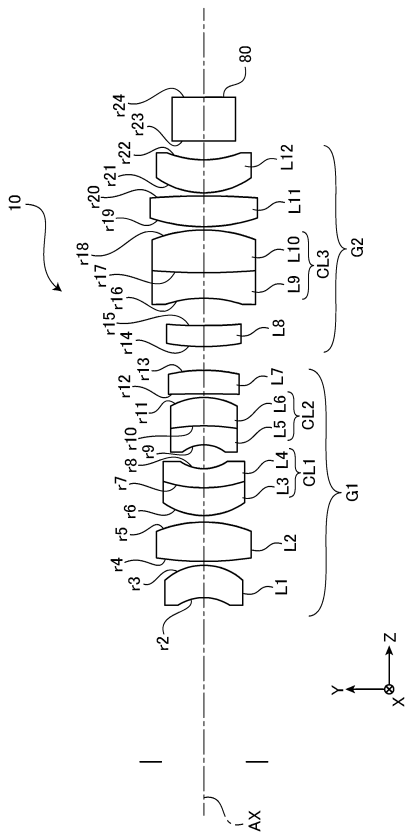
【図 1 1】



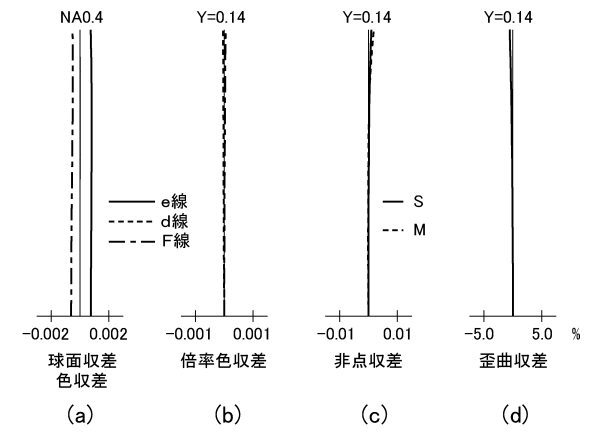
【図 1 2】



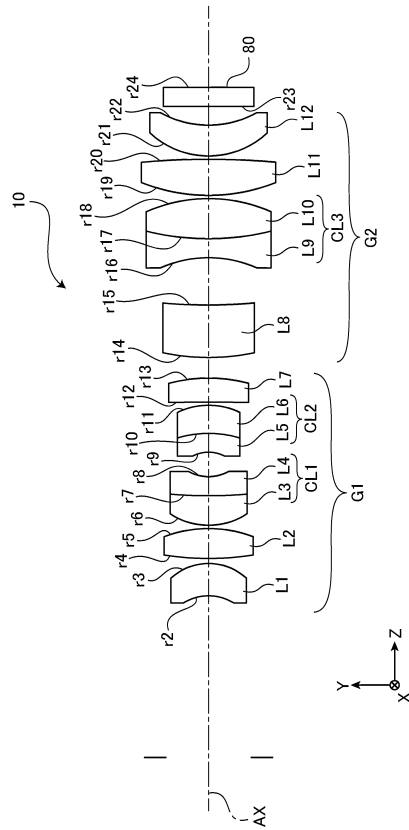
【図 1 3】



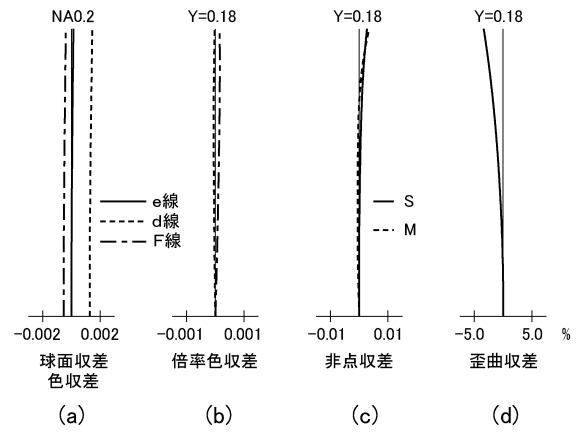
【図 1 4】



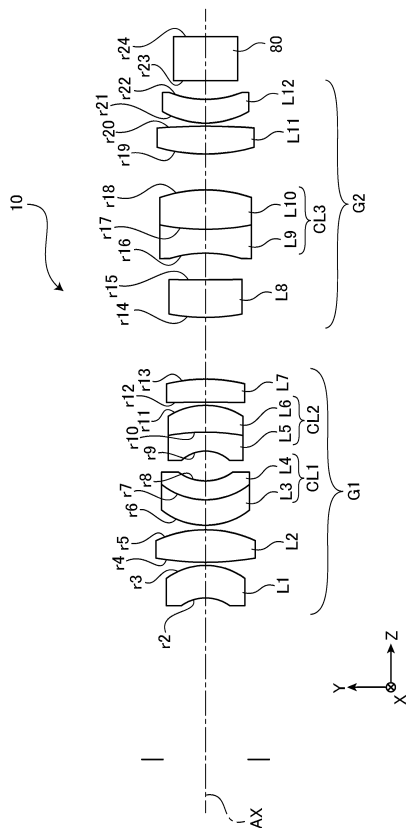
【図 15】



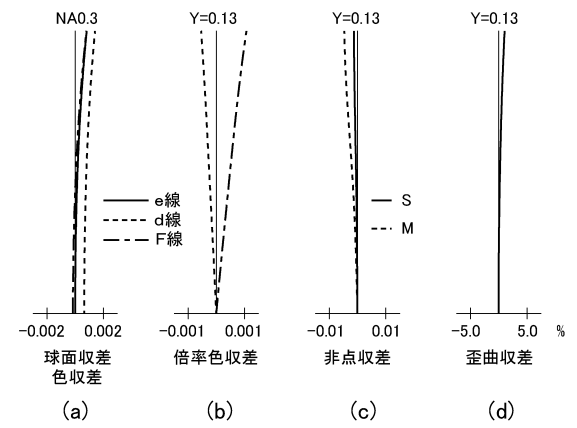
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005-080769 (JP, A)
特表2005-512747 (JP, A)
特開平11-352398 (JP, A)
特表2009-536373 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	9/00	—	17/08
G02B	21/02	—	21/04
G02B	25/00	—	25/04

专利名称(译)	内视镜		
公开(公告)号	JP6080255B2	公开(公告)日	2017-02-15
申请号	JP2012269985	申请日	2012-12-11
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社		
[标]发明人	那須幸子		
发明人	那須 幸子		
IPC分类号	G02B13/00 G02B23/26 A61B1/00		
FI分类号	G02B13/00 G02B23/26.B G02B23/26.C A61B1/00.300.Y A61B1/00.525 A61B1/00.731 A61B1/07.733		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/CA12 2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA22 2H087/PA09 2H087/PA10 2H087/PA19 2H087/PA20 2H087/PB11 2H087/PB12 2H087/QA03 2H087/QA06 2H087/QA17 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA32 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA37 2H087/RA42 4C161/AA00 4C161/BB00 4C161/CC06 4C161/DD00 4C161/FF40 4C161/JJ06 4C161/LL02		
代理人(译)	尾山荣启		
审查员(译)	正人Tonooka		
其他公开文献	JP2014115494A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

同时实现小型化和宽视场角A的尝试，则不可能抑制各种像差，包括场曲的发生。 解决方案：聚光光学系统具有透镜配置，从点光源侧起依次具有具有正光焦度的第一透镜单元和具有正光焦度的第二透镜单元。第一组中，在从点光源侧的顺序包括具有面向所述点光源侧的凹面的弯月透镜，具有凸表面的正透镜朝向物体面侧，具有朝向点光源侧，在测试表面侧的凸面的正透镜具有凹面的负透镜，由负透镜和正透镜构成的胶合透镜，其具有面向点光源侧的凹面和面向待测表面的凸面，并且正面透镜具有面向样品侧的凸面。第二组包括，为了从点光源侧，具有朝向所述点光源侧的凸面的正透镜，负透镜和正透镜，正透镜，具有在对象表面侧的凹面弯月透镜构成的胶合透镜。每组的弯月形透镜的表面形状被配置为满足预定条件。

(19) 日本国特許庁 (JP)		(12) 特 許 公 報 (B2)		(11) 特許番号 特許第6080255号 (P6080255)	
(45) 発行日 平成29年2月15日 (2017.2.15)		(24) 登録日 平成29年1月27日 (2017.1.27)			
(51) Int. Cl.		F 1			
G 0 2 B 13/00 (2006.01)		G 0 2 B 13/00			
G 0 2 B 23/26 (2006.01)		G 0 2 B 23/26		B	
A 6 1 B 1/00 (2006.01)		G 0 2 B 23/26		C	
		A 6 1 B 1/00		3 0 0 Y	
請求項の数 14 (全 31 頁)					
(21) 出願番号 特願2012-269985 (P2012-269985)		(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10番1号			
(22) 出願日 平成24年12月11日 (2012.12.11)		(74) 代理人 100078880 弁理士 松岡 修平			
(65) 公開番号 特開2014-115494 (P2014-115494A)		(74) 代理人 100168856 弁理士 尾山 栄啓			
(43) 公開日 平成26年6月26日 (2014.6.26)		(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			
審査請求日 平成27年11月9日 (2015.11.9)		審査官 殿岡 雅仁			
最終頁に続く					
(54) 【発明の名称】 内視鏡					