

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5307952号
(P5307952)

(45) 発行日 平成25年10月2日(2013. 10. 2)

(24) 登録日 平成25年7月5日(2013. 7. 5)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 13/00 (2006. 01)

G O 2 B 13/00

G O 2 B 13/24 (2006. 01)

G O 2 B 13/24

G O 2 B 13/18 (2006. 01)

G O 2 B 13/18

A 6 1 B 1/00 (2006. 01)

A 6 1 B 1/00 3 O O Y

請求項の数 5 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2013-506394 (P2013-506394)
 (86) (22) 出願日 平成24年5月17日(2012. 5. 17)
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2012/062590
 (87) 国際公開番号 W02013/021704
 (87) 国際公開日 平成25年2月14日(2013. 2. 14)
 審査請求日 平成25年2月12日(2013. 2. 12)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-173074 (P2011-173074)
 (32) 優先日 平成23年8月8日(2011. 8. 8)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 304050923
 オリンパスメディカルシステムズ株式会社
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
 (74) 代理人 100118913
 弁理士 上田 邦生
 (74) 代理人 100112737
 弁理士 藤田 考晴
 (72) 発明者 井上 貴博
 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
 リンパスメディカルシステムズ株式会社内

審査官 堀井 康司

(56) 参考文献 特開平8-29678 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬性鏡用光学系および硬性内視鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対物光学系と、

入射側から順に正の前群、中群および後群からなり、入射側の第1の結像面に結像された光学像を出射側の第2の結像面に再結像する少なくとも1つのリレー光学系とを備え、

一のリレー光学系における前記中群が、回折面を有する回折光学素子を備え、

該回折光学素子は、該回折光学素子を除く他の光学系によって少なくとも2つの波長間の軸上色収差が補正された光束が前記回折面に入射され、前記光束に含まれる他の1つの波長の軸上色収差を補正する硬性鏡用光学系。

【請求項 2】

前記リレー光学系が、下式(1)および(2)を満足する請求項1に記載の硬性鏡用光学系。

(1) $3Lf < Lfdoe$ (2) $3Lb < Lbdoe$

ただし、

Lf : 前記一のリレー光学系の前記第1の結像面から前記前群の最も入射側の面までの距離、

$Lfdoe$: 前記一のリレー光学系の前記第1の結像面から前記回折面までの距離、

Lb : 前記一のリレー光学系の前記後群の最も出射側の面から前記第2の結像面までの距離、

L b d o e : 前記回折面から前記第 2 の結像面までの距離である。

【請求項 3】

前記一のリレー光学系が、下式 (3) を満足する請求項 1 に記載の硬性鏡用光学系。

$$(3) \quad 0.5 < f d o e / (f f + f m + f b) < 1.0$$

ただし、

f d o e : 前記回折光学素子の焦点距離、

f f : 前記一のリレー光学系の前記前群の焦点距離、

f m : 前記一のリレー光学系の前記中群の焦点距離、

f b : 前記一のリレー光学系の前記後群の焦点距離

10

である。

【請求項 4】

前記一のリレー光学系または / および他のリレー光学系が、少なくとも 1 つの接合光学系を含む請求項 1 に記載の硬性鏡用光学系。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の硬性鏡用光学系を備える硬性内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、硬性鏡用光学系および硬性内視鏡に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来、硬性内視鏡に備えられる光学系の軸上色収差を補正する手段として、一般的な接合レンズの他に回折光学素子が利用されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開平 8 - 29678 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0004】

しかしながら、特許文献 1 の光学系の場合、回折光学素子によって 2 波長間の軸上色収差は補正されるが、これらの波長以外の波長の軸上色収差は補正されずにいわゆる 2 次スペクトルとして残存してしまうという問題がある。また、レンズ構成が簡素であるために光学性能が低いという問題がある。すなわち、回折面に対して光束が斜めに入射することにより回折効率の低下とフレアの発生とが招かれる、N A（開口数）を十分に大きく確保することができない、回折面のパワー配分を大きくせざるを得ず 2 次スペクトルの過剰補正により負の 2 次スペクトルが発生する等の問題がある。

【0005】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、2 次スペクトルが良好に補正され鮮明で明るい光学像を得ることができる硬性鏡用光学系および硬性内視鏡を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明は以下の手段を提供する。

本発明の第 1 の態様は、対物光学系と、入射側から順に正の前群、中群および後群からなり、入射側の第 1 の結像面に結像された光学像を出射側の第 2 の結像面に再結像する少なくとも 1 つのリレー光学系とを備え、一のリレー光学系における前記中群が、回折面を有する回折光学素子を備え、該回折光学素子は、該回折光学素子を除く他の光学系によって少なくとも 2 つの波長間の軸上色収差が補正された光束が前記回折面に入射され、前記

50

光束に含まれる他の 1 つの波長の軸上色収差を補正する硬性鏡用光学系である。

【 0 0 0 7 】

本発明の第 1 の態様によれば、対物光学系等によって第 1 の結像面に結像された光束は正のパワーを有する前群、中群および後群によって第 2 の結像面に再結像される。この場合に、一のリレー光学系の中群が備える回折光学素子には、他の光学系によって 2 波長間、例えば、青色および赤色に対応する波長間の軸上色収差が補正された光束が入射される。入射された光束は、既に補正された 2 つの波長に対する他の色、例えば、緑色に対応する波長の軸上色収差が回折面の回折作用によって補正された後に後第 2 の結像面に結像される。他の光学系とは、例えば、対物光学系、他のリレー光学系、または、他のレンズ群である。

10

【 0 0 0 8 】

したがって、一のリレー光学系の第 2 の結像面において 2 次スペクトルが良好に補正された光学像を得ることができる。また、3 群構成とすることにより、NA の確保が容易となり明るい光学像を得ることができ、また、回折面のパワーを小さく抑えることができる。また、前群によって光束が略平行光束となって回折面に入射するので、フレアの発生を防止して鮮明な光学像を得ることができる。さらに、回折面の位置において軸上の光束と軸外の光束とが重畳した状態となるので、倍率色収差および色コマ収差の発生を防ぐことができる。

【 0 0 0 9 】

20

上記の第 1 の態様においては、前記リレー光学系が、下式 (1) および (2) を満足することが好ましい。

$$(1) \quad 3 L f < L f d o e$$

$$(2) \quad 3 L b < L b d o e$$

ただし、前記一のリレー光学系の $L f$ は前記第 1 の結像面から前記前群の最も入射側の面までの距離、 $L f d o e$ は前記一のリレー光学系の前記第 1 の結像面から前記回折面までの距離、 $L b$ は前記後群の最も出射側の面から前記第 2 の結像面までの距離、 $L b d o e$ は前記一のリレー光学系の前記回折面から前記第 2 の結像面までの距離である。

【 0 0 1 0 】

式 (1) および (2) は、リレー光学系における回折面の位置を規定している。すなわち、前群の最も入射側の面および後群の最も出射側の面から十分に離れた位置に回折面を配置することにより、回折面に入射する光束がより平行な状態となる。これにより、回折面におけるフレアの発生をさらに確実に防ぐことができる。 $L f d o e$ および $L b d o e$ がそれぞれ $L f$ または $L b$ の 3 倍以下の場合、回折面に入射する光束を十分に平行光束とすることが難しく、フレアの発生および回折効率の低下を招く可能性がある。

30

【 0 0 1 1 】

上記第 1 の態様においては、前記一のリレー光学系が、下式 (3) を満足することが好ましい。

$$(3) \quad 0.5 < f d o e / (f f + f m + f b) < 1.0$$

ただし、 $f d o e$ は前記回折光学素子の焦点距離、 $f f$ は前記一のリレー光学系の前記前群の焦点距離、 $f m$ は前記一のリレー光学系の前記中群の焦点距離、 $f b$ は前記一のリレー光学系の前記後群の焦点距離である。

40

【 0 0 1 2 】

式 (3) は、一のリレー光学系全体のパワーに対する回折光学素子のパワーを規定している。すなわち、回折光学素子の相対的なパワーを適切な範囲とすることにより、軸上色収差を過不足なく補正することができ、また、回折面に形成される回折格子のピッチを加工に適した大きさとすることができる。式 (3) の値が 0.5 以下の場合、回折面のパワー配分が大きくなって負の 2 次スペクトルが発生し、また、回折格子のピッチが小さくなって加工が困難となる。一方、式 (3) の値が 1.0 以上の場合、2 次スペクトルを十分に補正することができず、また、回折面のピッチが大きくなることにより有効径内の回折格

50

子本数が少なくなり回折効率が低下する。

【 0 0 1 3 】

上記第 1 の態様においては、前記一のリレー光学系または / および他のリレー光学系が、少なくとも 1 つの接合光学系を含むこととしてもよい。

本発明の第 2 の態様は、上記いずれかに記載の硬性鏡用光学系を備える硬性内視鏡である。

【発明の効果】

【 0 0 1 4 】

本発明によれば、2 次スペクトルが良好に補正され鮮明で明るい光学像を得ることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 5 】

【図 1】本発明の一実施形態に係る硬性鏡用光学系の全体構成図である。

【図 2】本発明の実施例 1 に係る硬性鏡用光学系の対物光学系を示すレンズ断面図である。

。

【図 3】本発明の実施例 1 に係る硬性鏡用光学系の第 1 のリレー光学系を示すレンズ断面図である。

【図 4】本発明の実施例 1 に係る硬性鏡用光学系の第 2 のリレー光学系を示すレンズ断面図である。

【図 5】本発明の実施例 1 に係る硬性鏡用光学系の第 3 のリレー光学系を示すレンズ断面図である。

【図 6】本発明の実施例 1 に係る硬性鏡用光学系の第 4 のリレー光学系を示すレンズ断面図である。

【図 7】本発明の実施例 1 に係る硬性鏡用光学系の第 5 のリレー光学系を示すレンズ断面図である。

【図 8】本発明の実施例 1 に係る硬性鏡用光学系の軸上色収差図である。

【図 9】本発明の実施例 2 に係る硬性鏡用光学系の対物光学系を示すレンズ断面図である。

。

【図 10】本発明の実施例 2 に係る硬性鏡用光学系の第 5 のリレー光学系を示すレンズ断面図である。

【図 11】本発明の実施例 2 に係る硬性鏡用光学系の軸上色収差図である。

【図 12】本発明の実施例 3 に係る硬性鏡用光学系の第 5 のリレー光学系を示すレンズ断面図である。

【図 13】本発明の実施例 3 に係る硬性鏡用光学系の軸上色収差図である。

【図 14】本発明の実施例 4 に係る硬性鏡用光学系の第 5 のリレー光学系を示すレンズ断面図である。

【図 15】本発明の実施例 4 に係る硬性鏡用光学系の軸上色収差図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 6 】

以下に、本発明の一実施形態に係る硬性鏡用光学系 100 について図 1 を参照して説明する。

本実施形態に係る硬性鏡用光学系 100 は、図 1 に示されるように、対物光学系 1 と、第 1 から第 5 のリレー光学系 10, 20, 30, 40, 50 とからなる。硬性鏡用光学系 100 は、対物光学系 1 を先端側に向けて硬性の直筒状の鏡筒内に収容され、対物光学系 1 によって集光され結像された物体の光学像を第 1 から第 5 のリレー光学系 10 から 50 によって結像を繰り返しながら伝達するものである。第 5 のリレー光学系 50 によって結像された光学像は図示しない接眼光学系によって観察されることができる。

【 0 0 1 7 】

なお、対物光学系 1 および第 1 から第 5 のリレー光学系 10 から 50 は同一の直線状の光軸上に配置されるものであるが、図 1 においては紙面の都合上、光軸を各結像面 P 1 か

10

20

30

40

50

ら P 5 において分割して各光学系 1 , 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 を配列している。

【 0 0 1 8 】

対物光学系 1 は、物体（図示略）からの光を集光して 1 次結像面 P 1 に結像する。

第 1 から第 5 のリレー光学系 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 はそれぞれ、入射側から順に正の前群 F G 1 から F G 5 と、正の中群 M G 1 から M G 5 と、正の後群 B G 1 から B G 5 とからなる。

【 0 0 1 9 】

具体的には、前群 F G 1 から F G 5 は、入射側に凸面を向けた 1 つの平凸レンズからなる。

後群 B G 1 から B G 5 は、出射側に凸面を向けた 1 つの平凸レンズからなる。

10

第 1 から第 4 のリレー光学系 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 の中群 M G 1 , M G 2 , M G 3 , M G 4 はそれぞれ両凸形状の接合レンズからなる。第 5 のリレー光学系（一のリレー光学系）5 0 の中群 M G 5 は後述する回折光学素子 L d o e と両凸形状の接合レンズ L 5 1 とからなる。

【 0 0 2 0 】

このように構成されたリレー光学系 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 , 5 0 はそれぞれ、直前段の 1 次から 5 次結像面（第 1 の結像面）P 1 から P 5 に結像された光学像を直後段の 2 次から 6 次結像面（第 2 の結像面）P 2 から P 6 に結像することにより、1 次結像面 P 1 の光学像を 6 次結像面 P 6 まで略 1 倍の光学倍率でリレーする。

【 0 0 2 1 】

20

ここで、第 1 から第 4 のリレー光学系 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 が備える接合レンズ（接合光学系）は、低分散の凸レンズと高分散の凹レンズとから構成され、入射された光束に含まれる 2 つの所定の波長間、好ましくは、赤色に対応する C 線（波長 6 5 6 . 3 n m ）と青色に対応する F 線（波長 4 8 6 . 1 n m ）との間の軸上色収差を補正する。

【 0 0 2 2 】

第 5 のリレー光学系 5 0 が備える回折光学素子 L d o e は積層型である。すなわち、回折光学素子 L d o e は、屈折率およびアッペ数が互いに異なる硝材からなるとともに一方の面が回折面 P d o e である 2 つの光学素子が、回折面 P d o e 同士接合されてなる。回折光学素子 L d o e は、第 1 から第 4 のリレー光学系 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 において 2 波長間の軸上色収差が補正された光束に含まれるもう 1 つの波長、好ましくは、C 線と F 線との間の緑色に対応する e 線（5 4 6 . 1 n m ）の軸上色収差を補正する。

30

【 0 0 2 3 】

ここで、第 5 のリレー光学系 5 0 は、下式（1）,（2）,（3）を満足している。

$$(1) \quad 3 L f < L f d o e$$

$$(2) \quad 3 L b < L b d o e$$

$$(3) \quad 0.5 < f d o e / (f f + f m + f b) < 1.0$$

ただし、L f は 5 次結像面（第 1 の結像面）から前群 F G 5 の最も入射側の面までの距離、L f d o e は 5 次結像面から回折面 P d o e までの距離、L b は後群 B G 5 の最も出射側の面から 6 次結像面（第 2 の結像面）までの距離、L b d o e は回折面 P d o e から 6 次結像面までの距離、f d o e は回折光学素子 L d o e の焦点距離、f f は前群 F G 5 の焦点距離、f m は中群 M G 5 の焦点距離、f b は後群 B G 5 の焦点距離である。

40

【 0 0 2 4 】

このように構成された硬性鏡用光学系 1 0 0 によれば、第 1 から第 4 のリレー光学系 1 0 , 2 0 , 3 0 , 4 0 において残存した 2 次スペクトルが、第 5 のリレー光学系 5 0 が備える回折光学素子 L d o e によって補正される。これにより、6 次結像面 P 6 において可視領域全体にわたって軸上色収差が良好に補正された光学像を得ることができる。

【 0 0 2 5 】

また、式（1）および式（2）により、回折面 P d o e が、第 5 のリレー光学系 5 0 内において前群 F G 5 の平凸レンズの入射側面および後群 B G 5 の平凸レンズの出射側面から十分に離れた位置に配置されているので、回折面 P d o e に入射する光束が略平行光束

50

となる。これにより、回折面 P d o e において高い回折効率が得られるとともにフレアの発生を防ぐことができる。さらに、回折面 P d o e の位置においては軸上の光束と軸外の光束とが重なるので、倍率色収差および色コマ収差の発生を防ぐことができる。

【 0 0 2 6 】

また、第 5 のリレー光学系 5 0 における回折面 P d o e の相対的なパワーを式 (3) によって規定される大きさとするることにより、回折光学素子 L d o e によって 2 次スペクトルを過不足なく補正することができ、また、回折面 P d o e に形成される回折格子のピッチの大きさを、加工性および回折効率の良好な大きさとするることができる。また、回折光学素子 L d o e を両凸形状の接合レンズ 5 1 と組み合わせて中群 M G 5 を構成することにより、回折光学素子 L d o e のパワー配分を小さく済ますことができる。

10

【実施例】

【 0 0 2 7 】

次に、上述した本発明の一実施形態に係る硬性鏡用光学系の実施例 1 から 4 について、図 2 から図 1 5 を参照して以下に説明する。

なお、各実施例に記載のレンズデータにおいて r は曲率半径、d は面間隔、n e は e 線に対する屈折率、d は d 線に対するアッペ数を示している。明るさ絞りに相当する面番号に S を付し、回折面に相当する面番号に P を付している。また、レンズデータおよび添付のレンズ断面図において I M G は像面を示している。非球面については、レンズデータの面番号に * を示し、次式で定義される非球面形状の近軸曲率半径 r、円錐係数 k、非球面系数 A i (i = 2 , 4 , 6 , 8 , 1 0) を非球面データに示す。なお、次式は、光軸方向を z、光軸に直交する方向を y にとっている。

20

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{ 1 - (1 + k) (y / r)^2 \}^{1/2}] \\ + A_2 y^2 + A_4 y^4 + A_6 y^6 + A_8 y^8 + A_{10} y^{10}$$

【 0 0 2 8 】

また、回折面は、高屈折率法に基づき、等価のウルトラ - ハイ インデックス レンズ (屈折率が極めて大きい屈折型レンズ) の非球面形状として表記される。回折面に形成された回折格子のピッチ d とウルトラ - ハイ インデックス レンズの非球面形状との間には、次式の関係が成立する。

$$d = m / [(n - 1) \{ c h / (1 - c^2 (1 + k) h^2)^{1/2} \\ + 2 A_2 h + 4 A_4 h^3 + 6 A_6 h^5 + 8 A_8 h^7 + 10 A_{10} h^9 + \dots \}]$$

30

ただし、h は光線高、m は回折次数である。

【 0 0 2 9 】

〔実施例 1〕

本発明の実施例 1 に係る硬性鏡用光学系は、図 2 から図 7 に示されるように、物体側から順に対物光学系と第 1 から第 5 のリレー光学系とを備えている。

第 1 から第 4 のリレー光学系は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズからなる正の前群と、接合レンズからなる正の中群と、像側に凸面を向けた平凸レンズからなる正の後群とからなる。第 5 のリレー光学系は、物体側から順に、物体側に凸面を向けた平凸レンズからなる正の前群と、回折光学素子と接合レンズとからなる正の中群と、像側に凸面を向けた平凸レンズからなる正の後群とからなる。本実施例に係る硬性鏡用光学系のレンズデータは下記の通りである。

40

【 0 0 3 0 】

このように構成された硬性鏡用光学系の軸上色収差図を図 8 に示す。本実施例の硬性鏡用光学系によれば、第 1 から第 4 のリレー光学系が備える接合レンズによって C 線 (C - l i n e) と F 線 (F - l i n e) との間の軸上色収差を補正し、第 5 のリレー光学系が備える回折光学素子によって残りの e 線 (e - l i n e) の軸上色収差を補正することができる。

【 0 0 3 1 】

レンズデータ

面番号

r

d

n e

d

50

1		0 . 1 8 8 6	1 . 7 7 0 6 6	7 1 . 7 9	
2		0 . 0 6 1 3			
3 *	2 2 . 2 2 5 6	0 . 2 3 5 8	1 . 7 9 1 9 0	2 5 . 7 6	
4	0 . 3 3 2 0	0 . 1 8 4 4			
5		1 . 9 5 2 5	1 . 8 8 8 1 4	4 0 . 7 8	
6		1 . 3 2 0 5	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6	
7	- 2 . 0 4 4 0	0 . 6 7 9 1			
8	7 1 . 5 6 3 3	0 . 3 6 3 1	1 . 8 3 9 3 2	3 7 . 1 6	
9	1 . 8 9 6 3	1 . 0 1 4 0	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	
1 0	- 1 . 8 9 6 3	0 . 3 5 8 4			10
1 1	3 . 0 3 7 3	1 . 3 7 7 1	1 . 7 3 2 3 4	5 4 . 6 8	
1 2	- 1 1 5 . 0 8 2 6	1 . 3 2 0 5			
1 3	- 0 . 9 8 3 3	0 . 5 5 6 5	1 . 8 5 5 0 4	2 3 . 7 8	
1 4	1 . 3 9 6 0	0 . 9 3 8 5	1 . 7 3 2 3 4	5 4 . 6 8	
1 5	- 1 . 3 9 6 0	0 . 8 3 4 8			
1 6		2 . 4 4 2 9	1 . 0 0 0 0 0		
1 7	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
1 8		0 . 9 2 9 1			
1 9	4 . 6 6 0 0	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
2 0	- 2 . 4 6 6 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	20
2 1	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
2 2 S		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
2 3	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
2 4	2 . 4 6 6 5	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
2 5	- 4 . 6 6 0 0	0 . 9 2 9 1			
2 6		1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
2 7	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 2 9			
2 8		2 . 4 4 2 9			
2 9	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
3 0		0 . 9 2 9 1			30
3 1	4 . 6 6 0 0	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
3 2	- 2 . 4 6 6 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
3 3	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
3 4		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
3 5	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
3 6	2 . 4 6 6 5	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
3 7	- 4 . 6 6 0 0	0 . 9 2 9 1			
3 8		1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
3 9	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 2 9			
4 0		2 . 4 4 2 9			40
4 1	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
4 2		0 . 9 2 9 1			
4 3	4 . 6 6 0 0	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
4 4	- 2 . 4 6 6 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
4 5	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
4 6		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
4 7	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
4 8	2 . 4 6 6 5	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
4 9	- 4 . 6 6 0 0	0 . 9 2 9 1			
5 0		1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	50

5 1	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 2 9							
5 2		2 . 4 4 2 9							
5 3	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4					
5 4		0 . 9 2 9 1							
5 5	4 . 6 6 0 0	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1					
5 6	- 2 . 4 6 6 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0					
5 7	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2					
5 8		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2					
5 9	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0					
6 0	2 . 4 6 6 5	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1					10
6 1	- 4 . 6 6 0 0	0 . 9 2 9 1							
6 2		1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4					
6 3	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 2 9							
6 4		1 . 8 5 3 4							
6 5	3 . 3 5 3 9	1 0 . 1 3 9 6	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4					
6 6		0 . 6 9 8 0							
6 7		0 . 4 7 1 6	1 . 6 4 6 4 0	2 3 . 4 0					
6 8 P	4 5 3 4 7 . 1 8 1 1	0 . 0 0 0 0	9 3 0 . 0 0 0 0	- 3 . 4 5					
6 9		0 . 4 7 1 6	1 . 7 0 4 5 5	3 6 . 4 0					
7 0		0 . 3 8 6 7							20
7 1	8 . 2 9 5 6	1 . 2 7 3 4	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 1					
7 2		0 . 0 1 4 1							
7 3		1 . 4 6 2 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 1					
7 4	- 1 0 . 6 0 6 7	0 . 7 4 9 9							
7 5		6 . 9 0 4 4	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3					
7 6	- 1 1 . 0 8 7 0	3 . 1 6 3 6							
I M G		0 . 0 0 0 0							

【 0 0 3 2 】

非球面データ

第 3 面

$$\begin{aligned}
 k &= 0 . 0 0 0 0 & A_2 &= 0 \\
 A_4 &= 9 . 3 6 E - 0 1 & A_6 &= - 1 . 8 4 E + 0 0 \\
 A_8 &= 3 . 9 1 E + 0 0 & A_{10} &= 0 . 0 0 E + 0 0
 \end{aligned}$$

第 6 8 面

$$\begin{aligned}
 k &= 2 4 . 0 6 6 3 & A_2 &= 0 \\
 A_4 &= - 2 . 3 0 E - 0 6 & A_6 &= 5 . 6 4 E - 0 7 \\
 A_8 &= 1 . 8 8 E - 0 6 & A_{10} &= - 7 . 5 5 E - 0 7
 \end{aligned}$$

【 0 0 3 3 】

各種データ

物体距離	1 4 . 1 8 3 2	40
焦点距離	- 1	
像高	0 . 6 6 5	
F n o .	5 . 7 6	
視野角	7 0 . 7 1 °	

【 0 0 3 4 】

〔 実施例 2 〕

本発明の実施例 2 に係る硬性鏡用光学系は、図 9 および図 1 0 に示されるように、対物光学系（面番号 1 から 1 5）および第 5 のリレー光学系（面番号 6 5 から 7 8）のレンズ構成において実施例 1 の硬性鏡用光学系と主に異なる。第 5 のリレー光学系において回折光学素子は 2 つの接合レンズによって光軸方向に挟まれている。第 1 から第 4 のリレー光

光学系のレンズ構成は実施例 1 の硬性鏡用光学系と略同一であるのでその図示を省略する。
本実施例に係る硬性鏡用光学系のレンズデータは下記の通りである。

このように構成された硬性鏡用光学系の軸上色収差図を図 11 に示す。本実施例の硬性鏡用光学系によれば、第 1 から第 4 のリレー光学系が備える接合レンズによって C 線 (C - line) と F 線 (F - line) との間の軸上色収差を補正し、第 5 のリレー光学系が備える回折光学素子によって残りの e 線 (e - line) の軸上色収差を補正することができる。

【 0 0 3 5 】

レンズデータ

面番号	r	d	n e	d	
1		0 . 1 8 8 6	1 . 7 7 0 6 6	7 1 . 7 9	10
2		0 . 0 6 1 3			
3 *	2 2 . 2 2 5 8	0 . 2 3 5 8	1 . 7 9 1 9 0	2 5 . 7 6	
4	0 . 3 3 1 5	0 . 1 8 4 4			
5		1 . 9 5 2 5	1 . 8 8 8 1 4	4 0 . 7 8	
6		1 . 1 9 3 6	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6	
7	- 1 . 8 6 9 9	0 . 2 2 9 4			
8	- 2 0 . 4 7 1 0	0 . 7 2 9 2	1 . 8 3 9 3 2	3 7 . 1 6	
9	1 . 9 5 0 5	1 . 0 4 6 8	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	
1 0	- 2 . 1 4 3 5	0 . 4 3 6 9			20
1 1	3 . 6 5 1 0	1 . 2 5 1 7	1 . 7 3 2 3 4	5 4 . 6 8	
1 2	- 4 . 8 4 3 4	1 . 2 1 6 2			
1 3	- 1 . 1 5 9 5	0 . 8 7 7 2	1 . 8 5 5 0 4	2 3 . 7 8	
1 4	1 . 6 1 9 4	1 . 1 1 5 4	1 . 7 3 2 3 4	5 4 . 6 8	
1 5	- 1 . 8 3 6 9	1 . 0 3 9 9			
1 6		2 . 4 4 3 0			
1 7	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
1 8		0 . 9 2 9 1			
1 9	4 . 6 6 0 1	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
2 0	- 2 . 4 6 6 6	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	30
2 1	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
2 2 S		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
2 3	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
2 4	2 . 4 6 6 6	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
2 5	- 4 . 6 6 0 1	0 . 9 2 9 1			
2 6		1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
2 7	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 3 0			
2 8		2 . 4 4 3 0			
2 9	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
3 0		0 . 9 2 9 1			40
3 1	4 . 6 6 0 1	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
3 2	- 2 . 4 6 6 6	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
3 3	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
3 4		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
3 5	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
3 6	2 . 4 6 6 6	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
3 7	- 4 . 6 6 0 1	0 . 9 2 9 1			
3 8		1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
3 9	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 3 0			
4 0		2 . 4 4 3 0			50

4 1	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
4 2		0 . 9 2 9 1			
4 3	4 . 6 6 0 1	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
4 4	- 2 . 4 6 6 6	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
4 5	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
4 6		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
4 7	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
4 8	2 . 4 6 6 6	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
4 9	- 4 . 6 6 0 1	0 . 9 2 9 1			
5 0		1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	10
5 1	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 3 0			
5 2		2 . 4 4 3 0			
5 3	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
5 4		0 . 9 2 9 1			
5 5	4 . 6 6 0 1	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
5 6	- 2 . 4 6 6 6	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
5 7	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
5 8		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
5 9	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
6 0	2 . 4 6 6 6	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	20
6 1	- 4 . 6 6 0 1	0 . 9 2 9 1			
6 2		1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
6 3	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 3 0			
6 4		1 . 8 8 6 5			
6 5	3 . 7 1 9 0	9 . 4 1 2 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
6 6		1 . 4 3 5 3			
6 7	8 . 8 4 8 8	0 . 5 6 6 6	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
6 8	1 5 . 2 7 6 1	0 . 7 7 5 9	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 1	
6 9		0 . 0 1 4 1			
7 0		0 . 4 7 1 6	1 . 6 4 6 4 0	2 3 . 4 0	30
7 1 P	5 6 8 7 7 . 3 6 2 1	0 . 0 0 0 0	9 3 0 . 0 0 0 0 0	- 3 . 4 5	
7 2		0 . 4 7 1 6	1 . 7 0 4 5 5	3 6 . 4 0	
7 3		0 . 0 1 4 1			
7 4		0 . 7 7 5 9	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 1	
7 5	- 1 5 . 2 7 6 1	0 . 5 6 6 6	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
7 6	- 8 . 8 4 8 8	1 . 2 1 0 0			
7 7		6 . 6 0 2 6	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	
7 8	- 7 . 9 2 7 2	3 . 7 8 7 1			
I M G		0 . 0 0 0 0			
【 0 0 3 6 】					40
非球面データ					
第3面					
k = 0		A ₂ = 0			
A ₄ = 9 . 3 6 E - 0 1		A ₆ = - 1 . 8 4 E + 0 0			
A ₈ = 3 . 9 1 E + 0 0		A ₁₀ = 0 . 0 0 E + 0 0			
第71面					
k = 3 . 5 1 0 8		A ₂ = 0			
A ₄ = - 2 . 9 5 E - 0 6		A ₆ = 1 . 5 5 E - 0 6			
A ₈ = 0 . 0 0 E + 0 0		A ₁₀ = 0 . 0 0 E + 0 0			
【 0 0 3 7 】					50

各種データ

物体距離 14 . 14 8 5
 焦点距離 - 1
 像高 0 . 6 6 5
 F n o . 5 . 7 5 6 8
 視野角 7 0 . 1 °

【 0 0 3 8 】

〔 実施例 3 〕

本発明の実施例 3 に係る硬性鏡用光学系は、図 1 2 に示されるように、第 5 のリレー光学系（面番号 6 5 から 7 8）のレンズ構成において実施例 2 の硬性鏡用光学系と主に異なっている。対物光学系および第 1 から第 4 のリレー光学系のレンズ構成は実施例 2 の硬性鏡用光学系と略同一であるのでその図示を省略する。本実施例に係る硬性鏡用光学系のレンズデータは下記の通りである。

このように構成された硬性鏡用光学系の軸上色収差図を図 1 3 に示す。本実施例の硬性鏡用光学系によれば、第 1 から第 4 のリレー光学系が備える接合レンズによって C 線（C - l i n e）と F 線（F - l i n e）との間の軸上色収差を補正し、第 5 のリレー光学系が備える回折光学素子によって残りの e 線（e - l i n e）の軸上色収差を補正することができる。

【 0 0 3 9 】

レンズデータ

面番号	r	d	n e	d
1		0 . 1 8 8 6	1 . 7 7 0 6 6	7 1 . 7 9
2		0 . 0 6 1 3		
3 *	2 2 . 2 2 5 8	0 . 2 3 5 8	1 . 7 9 1 9 0	2 5 . 7 6
4	0 . 3 3 1 5	0 . 1 8 4 4		
5		1 . 9 5 2 5	1 . 8 8 8 1 4	4 0 . 7 8
6		1 . 1 9 3 6	1 . 8 8 8 1 5	4 0 . 7 6
7	- 1 . 8 6 9 9	0 . 2 2 9 4		
8	- 2 0 . 4 7 1 0	0 . 7 2 9 2	1 . 8 3 9 3 2	3 7 . 1 6
9	1 . 9 5 0 5	1 . 0 4 6 8	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3
1 0	- 2 . 1 4 3 5	0 . 4 3 6 9		
1 1	3 . 6 5 1 0	1 . 2 5 1 7	1 . 7 3 2 3 4	5 4 . 6 8
1 2	- 4 . 8 4 3 4	1 . 2 1 6 2		
1 3	- 1 . 1 5 9 5	0 . 8 7 7 2	1 . 8 5 5 0 4	2 3 . 7 8
1 4	1 . 6 1 9 4	1 . 1 1 5 4	1 . 7 3 2 3 4	5 4 . 6 8
1 5	- 1 . 8 3 6 9	1 . 0 3 9 9		
1 6		2 . 4 4 3 0		
1 7	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4
1 8		0 . 9 2 9 1		
1 9	4 . 6 6 0 1	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1
2 0	- 2 . 4 6 6 6	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0
2 1	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2
2 2 S		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2
2 3	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0
2 4	2 . 4 6 6 6	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1
2 5	- 4 . 6 6 0 1	0 . 9 2 9 1		
2 6		1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4
2 7	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 3 0		
2 8		2 . 4 4 3 0		
2 9	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 8	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4

[illegible]

【 0 0 4 0 】

非球面データ

第 3 面

$$k = 0.0000$$

$$A_2 = 0$$

$$A_4 = 9.36E - 01$$

$$A_6 = -1.84E + 00$$

$$A_8 = 3.91E + 00$$

$$A_{10} = 0.00E + 00$$

第 7 1 面

$$k = 3.5112$$

$$A_2 = 0$$

$$A_4 = -3.19E - 06$$

$$A_6 = 2.50E - 06$$

$$A_8 = 0.00E + 00$$

$$A_{10} = 0.00E + 00$$

10

【 0 0 4 1 】

各種データ

物体距離 14.1485

焦点距離 - 1

像高 0.665

F n o . 5.7568

視野角 69.98°

【 0 0 4 2 】

〔 実施例 4 〕

本発明の実施例 4 に係る硬性鏡用光学系は、図 1 4 に示されるように、第 5 のリレー光学系（面番号 6 5 から 7 8）のレンズ構成において実施例 2 の硬性鏡用光学系と主に異なっている。対物光学系および第 1 から第 4 のリレー光学系の構成は実施例 2 の硬性鏡用光学系と略同一であるのでその図示を省略する。本実施例に係る硬性鏡用光学系のレンズデータは下記の通りである。

20

このように構成された硬性鏡用光学系の軸上色収差図を図 1 5 に示す。本実施例の硬性鏡用光学系によれば、第 1 から第 4 のリレー光学系が備える接合レンズによって C 線（C - l i n e）と F 線（F - l i n e）との間の軸上色収差を補正し、第 5 のリレー光学系が備える回折光学素子によって残りの e 線（e - l i n e）の軸上色収差を補正することができる。

【 0 0 4 3 】

レンズデータ

面番号	r	d	n e	d
1		0.1886	1.77066	71.79
2		0.0613		
3 * 2 2 . 2 2 5 6		0.2358	1.79190	25.76
4 0 . 3 3 1 5		0.1844		
5		1.9525	1.88814	40.78
6		1.1936	1.88815	40.76
7 - 1 . 8 6 9 9		0.2294		
8 - 2 0 . 4 7 0 8		0.7292	1.83932	37.16
9 1 . 9 5 0 4		1.0468	1.48915	70.23
1 0 - 2 . 1 4 3 5		0.4369		
1 1 3 . 6 5 1 0		1.2517	1.73234	54.68
1 2 - 4 . 8 4 3 3		1.2162		
1 3 - 1 . 1 5 9 5		0.8772	1.85504	23.78
1 4 1 . 6 1 9 4		1.1154	1.73234	54.68
1 5 - 1 . 8 3 6 8		1.0399		
1 6		2.4429		
1 7 4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 7	1.59143	61.14	
1 8		0.9291		

30

40

50

1 9	4 . 6 6 0 0	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
2 0	- 2 . 4 6 6 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
2 1	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
2 2 S		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
2 3	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
2 4	2 . 4 6 6 5	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
2 5	- 4 . 6 6 0 0	0 . 9 2 9 1			
2 6		1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
2 7	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 2 9			
2 8		2 . 4 4 2 9			10
2 9	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
3 0		0 . 9 2 9 1			
3 1	4 . 6 6 0 0	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
3 2	- 2 . 4 6 6 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
3 3	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
3 4		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
3 5	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
3 6	2 . 4 6 6 5	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
3 7	- 4 . 6 6 0 0	0 . 9 2 9 1			
3 8		1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	20
3 9	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 2 9			
4 0		2 . 4 4 2 9			
4 1	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
4 2		0 . 9 2 9 1			
4 3	4 . 6 6 0 0	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
4 4	- 2 . 4 6 6 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
4 5	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
4 6		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
4 7	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
4 8	2 . 4 6 6 5	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	30
4 9	- 4 . 6 6 0 0	0 . 9 2 9 1			
5 0		1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
5 1	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 2 9			
5 2		2 . 4 4 2 9			
5 3	4 . 9 1 4 7	1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
5 4		0 . 9 2 9 1			
5 5	4 . 6 6 0 0	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
5 6	- 2 . 4 6 6 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
5 7	- 2 . 4 6 2 5	0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	
5 8		0 . 8 8 9 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 2	40
5 9	2 . 4 6 2 5	0 . 0 0 2 4	1 . 5 1 2 0 3	6 0 . 0 0	
6 0	2 . 4 6 6 5	0 . 6 3 2 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
6 1	- 4 . 6 6 0 0	0 . 9 2 9 1			
6 2		1 0 . 2 0 5 7	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
6 3	- 4 . 9 1 4 7	2 . 4 4 2 9			
6 4		4 . 0 0 0 0			
6 5	3 . 1 9 7 3	7 . 0 0 0 0	1 . 5 9 1 4 3	6 1 . 1 4	
6 6		1 . 6 2 1 0			
6 7	- 6 . 9 7 8 8	0 . 5 2 0 2	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
6 8	1 . 6 0 0 1	0 . 9 0 8 0	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 1	50

6 9		0 . 0 1 4 1			
7 0		0 . 4 7 1 6	1 . 6 4 6 4 0	2 3 . 4 0	
7 1 P	1 2 1 3 8 . 3 8	0 7 0 . 0 0 0 0	9 3 0 . 0 0 0 0	- 3 . 4 5	
7 2		0 . 4 7 1 6	1 . 7 0 4 5 5	3 6 . 4 0	
7 3		0 . 0 1 4 1			
7 4		0 . 9 0 3 9	1 . 8 3 9 4 5	4 2 . 7 1	
7 5	- 1 . 4 2 8 9	0 . 5 1 9 0	1 . 6 9 6 6 1	5 3 . 2 1	
7 6	3 1 . 4 2 9 2	1 . 3 0 0 0			
7 7		4 . 9 2 2 3	1 . 4 8 9 1 5	7 0 . 2 3	
7 8	- 5 . 7 9 0 0	3 . 1 2 2 3			
I M G		0 . 0 0 0 0			

10

【 0 0 4 4 】

非球面データ

第 3 面

$k = 0 . 0 0 0 0$	$A_2 = 0$
$A_4 = 9 . 3 6 E - 0 1$	$A_6 = - 1 . 8 4 E + 0 0$
$A_8 = 3 . 9 1 E + 0 0$	$A_{10} = 0 . 0 0 E + 0 0$

第 7 1 面

$k = 0 . 0 0 E + 0 0$	$A_2 = 0$
$A_4 = - 3 . 6 4 E - 0 5$	$A_6 = 3 . 6 5 E - 0 6$
$A_8 = 0 . 0 0 E + 0 0$	$A_{10} = 0 . 0 0 E + 0 0$

20

【 0 0 4 5 】

各種データ

物体距離	1 4 . 1 4 8 3
焦点距離	- 1
像高	0 . 6 6 5
F n o .	5 . 7 5 6 8
視野角	6 9 . 5 1 °

【 0 0 4 6 】

上記の実施例 1 から 4 に係る硬性鏡用光学系が備える第 5 のリレー光学系の条件式 (1 30) , (2) , (3) の各パラメータの値は表 1 に示される通りである。

【 0 0 4 7 】

【表 1】

条件式		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4
(1)	3Lf	5.560	5.660	5.660	12.000
	Lfdoe	13.163	14.563	14.476	14.535
(2)	3Lb	9.491	11.361	11.472	9.367
	Lbdoe	14.426	13.428	13.351	11.253
(3)	fdoe	48.827	61.241	249.784	13.070
	ff	5.670	6.288	6.288	5.406
	fm	5.433	5.763	5.763	6.712
	fb	22.666	16.206	16.206	11.837
	fdoe/(ff+fm+fb)	1.446	2.167	8.840	0.546

10

20

【符号の説明】

【0048】

1 対物光学系

10, 20, 30, 40, 50 リレー光学系

100 硬性鏡用光学系

BG1, BG2, BG3, BG4, BG5 後群

MG1, MG2, MG3, MG4, MG5 中群

FG1, FG2, FG3, FG4, FG5 前群

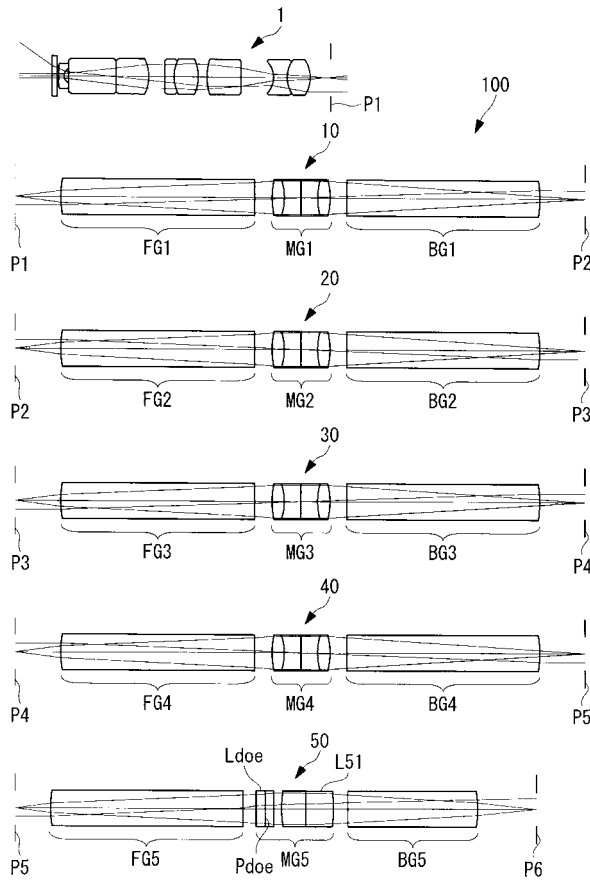
Ldoe 回折光学素子

P1, P2, P3, P4, P5, P6 結像面

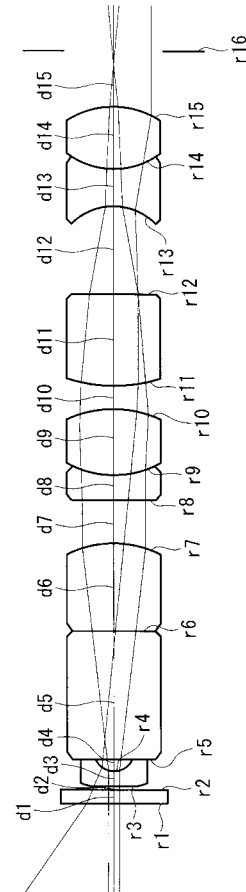
Pdoe 回折面

30

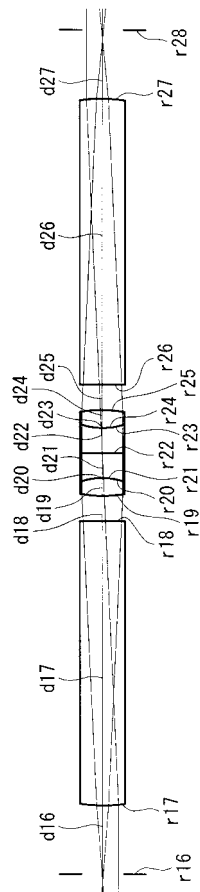
【図 1】



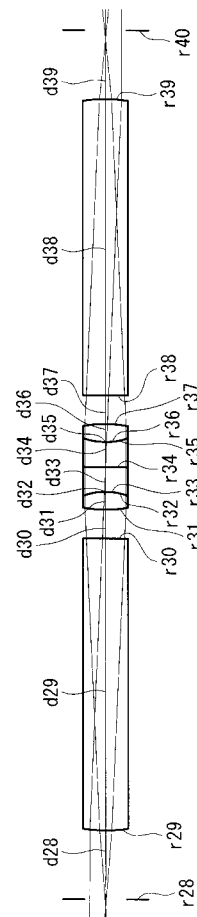
【図 2】



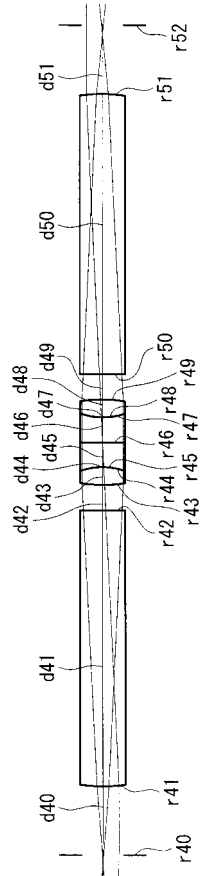
【図 3】



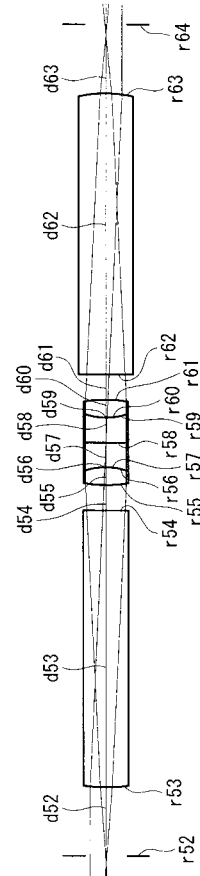
【図 4】



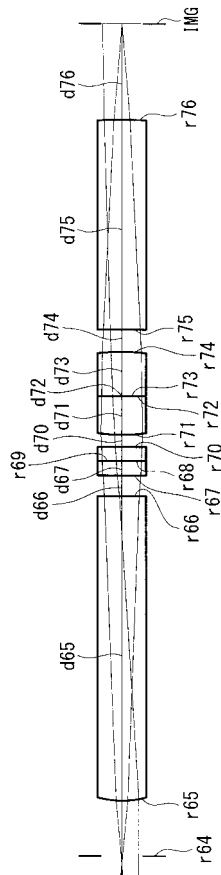
【図 5】



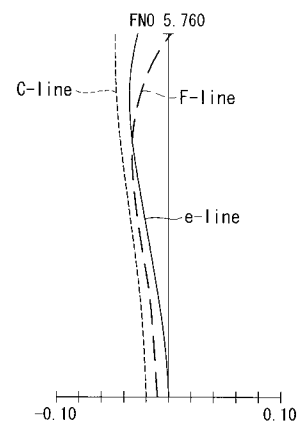
【図 6】



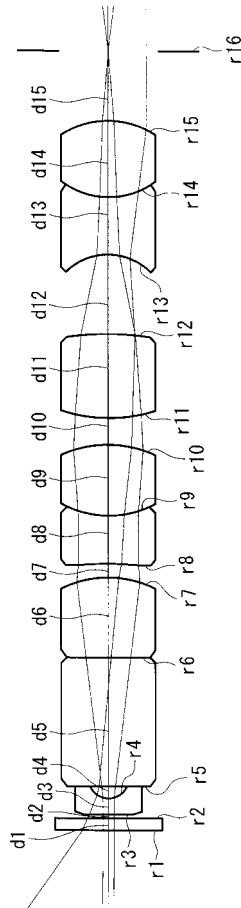
【図 7】



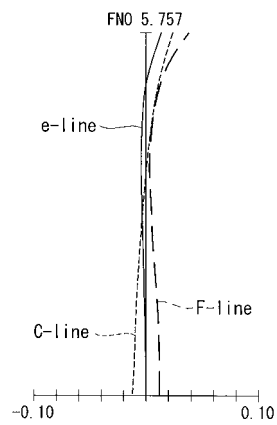
【図 8】



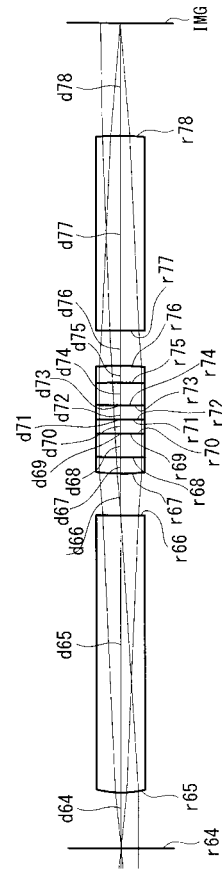
【図 9】



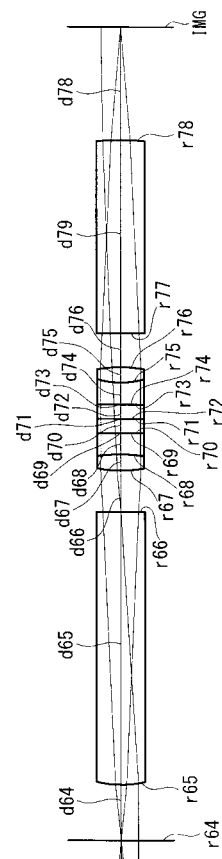
【図 11】



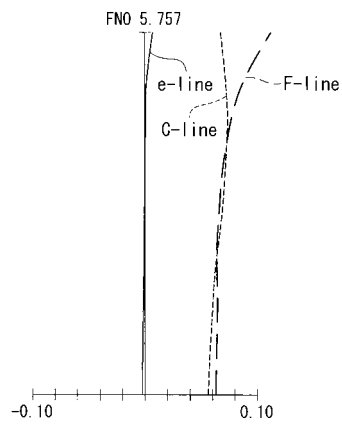
【図 10】



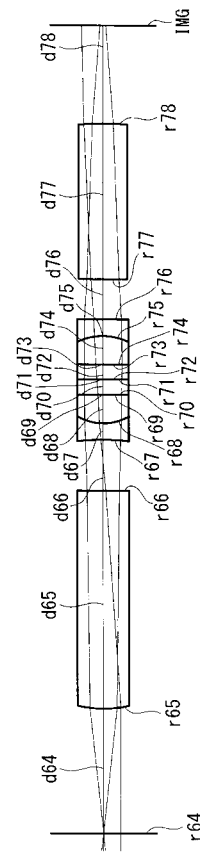
【図 12】



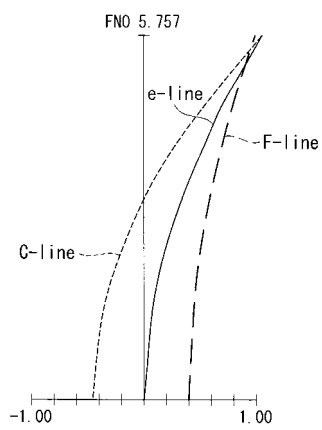
【図 13】



【図 14】



【図 15】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

G 0 2 B	1 3 / 0 0
G 0 2 B	1 3 / 2 4
G 0 2 B	1 3 / 1 8
A 6 1 B	1 / 0 0

专利名称(译)	刚性内窥镜和刚性内窥镜的光学系统		
公开(公告)号	JP5307952B2	公开(公告)日	2013-10-02
申请号	JP2013506394	申请日	2012-05-17
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯医疗株式会社		
申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	オリンパスメディカルシステムズ株式会社		
[标]发明人	井上 貴博		
发明人	井上 貴博		
IPC分类号	G02B13/00 G02B13/24 G02B13/18 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00163 A61B1/002 A61B1/0638 G02B23/243 G02B23/2446 G02B27/0056 G02B27/4211 G02B27/42		
FI分类号	G02B13/00 G02B13/24 G02B13/18 A61B1/00.300.Y		
代理人(译)	上田邦夫 藤田 考晴		
审查员(译)	堀井浩二		
优先权	2011173074 2011-08-08 JP		
其他公开文献	JPWO2013021704A1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

通过适当地校正二次光谱，获得清晰，明亮的光学图像。提供一种刚性镜光学系统（100），包括：物镜光学系统（1）；至少一个中继光学系统（10至50），从入口侧依次由正前组（FG1至FG5），中组（MG1至MG5）和后组（BG1至BG5）形成，并且将在入射侧的成像平面（P1至P5）处成像的光学图像重新成像在出射侧的成像平面（P2至P6）上，其中衍射光学元件（Ldoe）设置在其中一个的中间组（MG5）中。中继光学系统（50）在衍射表面Pdoe处接收入射光束，其在两个波长之间的轴向色差已经由其他光学系统（10至40）校正，并且衍射光学元件（Ldoe）校正轴向色差。与光束中包含的另一波长有关。

条件式		实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4
(1)	3Lf	5.560	5.660	5.660	12.000
	Lfdoe	13.163	14.563	14.476	14.535
(2)	3Lb	9.491	11.361	11.472	9.367
	Lbdoe	14.426	13.428	13.351	11.253
(3)	fdoe	48.827	61.241	249.784	13.070
	ff	5.670	6.288	6.288	5.406
	fm	5.433	5.763	5.763	6.712
	fb	22.666	16.206	16.206	11.837
	fdoe/(ff+fm+fb)	1.446	2.167	8.840	0.546