

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02016/013302

発行日 平成29年4月27日(2017. 4. 27)

(43) 国際公開日 平成28年1月28日(2016. 1. 28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO2B 17/08 (2006.01)	GO2B 17/08 A	2H040
GO2B 13/04 (2006.01)	GO2B 13/04	2H087
GO2B 13/06 (2006.01)	GO2B 13/06	4C161
GO2B 13/18 (2006.01)	GO2B 13/18	
GO2B 23/26 (2006.01)	GO2B 23/26 C	
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 30 頁) 最終頁に続く		

出願番号	特願2016-500842 (P2016-500842)	(71) 出願人	000000376
(21) 国際出願番号	PCT/JP2015/065990		オリンパス株式会社
(22) 国際出願日	平成27年6月3日(2015. 6. 3)		東京都八王子市石川町2951番地
(11) 特許番号	特許第5905180号 (P5905180)	(74) 代理人	100118913
(45) 特許公報発行日	平成28年4月20日(2016. 4. 20)		弁理士 上田 邦生
(31) 優先権主張番号	特願2014-149683 (P2014-149683)	(74) 代理人	100112737
(32) 優先日	平成26年7月23日(2014. 7. 23)		弁理士 藤田 考晴
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(72) 発明者	水澤 聖幸
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オリンパス株式会社内
		Fターム(参考)	2H040 BA02 CA23
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 広角光学系および内視鏡

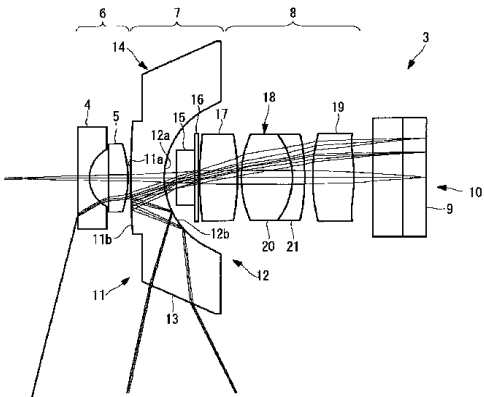
(57) 【要約】

全ての視野の像の方向を揃えながら後段の共通の光学素子によって倍率色収差を十分に補正することを目的として、広角光学系(3)は、負および正のレンズ(4, 5)を有する負の屈折力の第1群(6)と、反射屈折光学素子(14)を有する第2群(7)と、第3群(8)とを備え、反射屈折光学素子(14)が、第1透過面(11a)およびこの周囲に配置される第1反射面(11b)を有する物体側の第1面(11)と、第2透過面(12a)およびこの周囲に配置される第2反射面(12b)を有する像側の第2面(12)と、第1面(11)および第2面(12)の間に配置され物体側に頂角を有する円錐面状の透過面である第3面(13)とを備え、次式を満たす。

$$v_n > v_p$$

$$\alpha / 2 > 90^\circ - \theta_k$$

v_n は負レンズ(4)のアップベ数、 v_p は正レンズ(5)のアップベ数、 α は第3面(13)の頂角角度、 θ_k は側方視野内の最小画角の主光線の半画角($0 < \theta_k < 90^\circ$)。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負の屈折力の負レンズおよび正の屈折力の正レンズを有する第 1 群と、
 該第 1 群の像側に配置され反射屈折光学素子を有する第 2 群と、
 該第 2 群の像側に配置され正の屈折力の第 3 群とを備え、
 前記反射屈折光学素子が、中心に光軸を備える第 1 透過面および該第 1 透過面の周囲に環状に配置され像側からの光を反射する第 1 反射面を備え、物体側に配置された第 1 面と、中心に光軸を備える第 2 透過面および該第 2 透過面の周囲に環状に配置され物体側からの光を反射する第 2 反射面を備え、像側に配置された第 2 面と、前記第 1 面および前記第 2 面の間に配置され物体側に頂角を有する円錐面状の透過面である第 3 面とを備え、
 次の式 (1)、(2)、(3) を満足する広角光学系。

10

$$(1) \quad v_n > v_p$$

$$(2) \quad |\phi_n| > |\phi_p|$$

$$(3) \quad \alpha / 2 > 90^\circ - \theta_k$$

ここで、 v_n は前記負レンズのアップベ数、 v_p は前記正レンズのアップベ数、 ϕ_n は前記負レンズの屈折力、 ϕ_p は前記正レンズの屈折力、 α は前記第 3 面の頂角の角度、 θ_k は側方視野内の最小画角の主光線の半画角であり、 $0 < \theta_k < 90^\circ$ である。

【請求項 2】

前記第 1 群の前記負レンズおよび前記正レンズが次の式 (4) を満足する請求項 1 に記載の広角光学系。

20

$$(4) \quad v_n > 35 > v_p$$

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の広角光学系を備える内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、広角光学系および内視鏡に関するものである。

【背景技術】

【0002】

30

前方からの光を透過させ、側方からの光を像側の反射面において反射させる負の屈折力を有する第 1 の光学素子と、該第 1 の光学素子を介した前方および側方からの 2 つの光路を合成して共通の撮像素子上に結像する正の屈折力を有する第 2 の光学素子とを備え、超広角な画角を有することにより、前方および側方の両画像を同時に観察可能な光学系が知られている（例えば、特許文献 1、2 参照。）。

【0003】

特許文献 1 の光学系においては、側方からの光は、第 1 の光学素子の円筒面に入射して屈折され、像側と該像側に対向する物体側の反射面とにおいて順に 1 回ずつ反射された後、像側の中心軸周辺に設けられた透過面を透過して正の光学素子に入射するようになっている。

40

特許文献 2 では、第 1 の光学素子の像側の反射面で 1 回だけ反射された側方からの光と、物体側から入射して屈折し、像側の透過面を透過した前方からの光とが正の光学素子に入射するようになっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2008-309861 号公報

【特許文献 2】特開 2008-257121 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【0005】

特許文献1の光学系は、円筒面の法線方向に対して物体側、すなわち狭角側から円筒面に入射した光線と、法線方向に対して像側、すなわち広角側から円筒面に入射した光線との屈折方向が相互に異なるため、後段の共通の光学素子による倍率色収差の補正が困難である。

特許文献2の光学系は、倍率色収差の補正の問題は生じないが、第1の光学素子における側方からの光の反射回数が1回のみであるため、前方視野の像と側方視野の像とが上下反転してしまう。

【0006】

本発明は、上述した事情に鑑みてなされたものであって、全ての視野の像の方向を揃えながら後段の共通の光学素子によって倍率色収差を十分に補正することができる広角光学系および内視鏡を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一態様は、負の屈折力の負レンズおよび正の屈折力の正レンズを有する第1群と、該第1群の像側に配置され反射屈折光学素子を有する第2群と、該第2群の像側に配置され正の屈折力の第3群とを備え、前記反射屈折光学素子が、中心に光軸を備える第1透過面および該第1透過面の周囲に環状に配置され像側からの光を反射する第1反射面を備え、物体側に配置された第1面と、中心に光軸を備える第2透過面および該第2透過面の周囲に環状に配置され物体側からの光を反射する第2反射面を備え、像側に配置された第2面と、前記第1面および前記第2面の間に配置され物体側に頂角を有する円錐面状の透過面である第3面とを備え、次の式(1)、(2)、(3)を満足する広角光学系である。

$$(1) \quad v_n > v_p$$

$$(2) \quad |\phi_n| > |\phi_p|$$

$$(3) \quad \alpha / 2 > 90^\circ - \theta_k$$

ここで、 v_n は前記負レンズのアップベ数、 v_p は前記正レンズのアップベ数、 ϕ_n は前記負レンズの屈折力、 ϕ_p は前記正レンズの屈折力、 α は前記第3面の頂角の角度、 θ_k は側方視野内の最小画角の主光線の半画角であり、 $0 < \theta_k < 90^\circ$ である。

【0008】

本態様によれば、前方の物体からの光が第1群に入射すると、アップベ数の大きな負レンズおよびアップベ数の小さい正レンズを通過する。倍率色収差の発生し易い負レンズのアップベ数を大きくすることで、第1群を通過する光における倍率色収差の発生を抑制することができる。そして、第1群を通過した光は、第2群の第1透過面および第2透過面を通過した後に、第3群によって集光される。

【0009】

側方の物体からの光は、第1群に入射することなく第2群の第3面に入射する。この場合に、第3面に入射する光は、式(3)を満足することで、その主光線の全てが第3面の法線よりも像側から入射して像側に屈折する。その結果、側方の物体からの全ての光に発生する倍率色収差の符号を前方の物体からの光に発生する倍率色収差の符号と揃えることができる。そして、第3面において像側に屈折させられた側方からの光は、第2面の第2反射面および第1面の第1反射面の順に1回ずつ反射された後に、第2面の第2透過面を通過して第3群によって集光される。

【0010】

すなわち、第3群に入射する前方および側方の物体からの2つの光の倍率色収差の符号が揃っているので、共通の第3群によって全ての光の倍率色収差を十分に補正することができる。

側方の物体からの光は反射屈折光学素子内において2回反射されるため、側方視野の像が上下反転することが防止される。これにより、全ての視野の像の方向を揃えることができる。

【0011】

上記態様においては、前記第1群の前記負レンズおよび前記正レンズが次の式(4)を満足していてもよい。

$$(4) \quad v_n > 3.5 > v_p$$

【0012】

本発明の他の態様は、上記いずれかの広角光学系を備える内視鏡である。

本態様によれば、倍率色収差を十分に補正した広角の内視鏡画像を取得することができる。

【発明の効果】

【0013】

10

本発明によれば、全ての視野の像の方向を揃えながら後段の共通の光学素子によって倍率色収差を十分に補正することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係る内視鏡の全体図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る広角光学系の構成図である。

【図3】図2の広角光学系の第1の実施例のレンズ配列を示す図である。

【図4A】図3の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が113°の場合を示している。

【図4B】図3の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が104°の場合を示している。

20

【図4C】図3の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が95°の場合を示している。

【図4D】図3の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が86°の場合を示している。

【図4E】図3の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が77°の場合を示している。

【図5A】図3の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が76°の場合を示している。

【図5B】図3の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が60°の場合を示している。

30

【図5C】図3の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が45°の場合を示している。

【図5D】図3の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が30°の場合を示している。

【図5E】図3の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が0°の場合を示している。

【図6】図2の広角光学系の第2の実施例のレンズ配列を示す図である。

【図7A】図6の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が115°の場合を示している。

40

【図7B】図6の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が105°の場合を示している。

【図7C】図6の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が95°の場合を示している。

【図7D】図6の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が85°の場合を示している。

【図7E】図6の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が75°の場合を示している。

【図8A】図6の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が74°の場合を示している。

50

【図 8 B】図 6 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 60° の場合を示している。

【図 8 C】図 6 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 45° の場合を示している。

【図 8 D】図 6 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 30° の場合を示している。

【図 8 E】図 6 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 0° の場合を示している。

【図 9】図 2 の広角光学系の第 3 の実施例のレンズ配列を示す図である。

【図 10 A】図 9 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 114° の場合を示している。

10

【図 10 B】図 9 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 105° の場合を示している。

【図 10 C】図 9 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 95° の場合を示している。

【図 10 D】図 9 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 85° の場合を示している。

【図 10 E】図 9 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 75° の場合を示している。

【図 11 A】図 9 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 73° の場合を示している。

20

【図 11 B】図 9 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 60° の場合を示している。

【図 11 C】図 9 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 45° の場合を示している。

【図 11 D】図 9 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 30° の場合を示している。

【図 11 E】図 9 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 0° の場合を示している。

【図 12】図 2 の広角光学系の第 4 の実施例のレンズ配列を示す図である。

30

【図 13 A】図 12 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 116° の場合を示している。

【図 13 B】図 12 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 106° の場合を示している。

【図 13 C】図 12 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 96° の場合を示している。

【図 13 D】図 12 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 86° の場合を示している。

【図 13 E】図 12 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 76° の場合を示している。

40

【図 14 A】図 12 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 74° の場合を示している。

【図 14 B】図 12 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 60° の場合を示している。

【図 14 C】図 12 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 45° の場合を示している。

【図 14 D】図 12 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 30° の場合を示している。

【図 14 E】図 12 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 0° の場合を示している。

50

【図 1 5】図 2 の広角光学系の第 5 の実施例のレンズ配列を示す図である。

【図 1 6 A】図 1 5 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 116° の場合を示している。

【図 1 6 B】図 1 5 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 107° の場合を示している。

【図 1 6 C】図 1 5 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 98° の場合を示している。

【図 1 6 D】図 1 5 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 89° の場合を示している。

【図 1 6 E】図 1 5 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 80° の場合を示している。

10

【図 1 7 A】図 1 5 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 79° の場合を示している。

【図 1 7 B】図 1 5 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 60° の場合を示している。

【図 1 7 C】図 1 5 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 45° の場合を示している。

【図 1 7 D】図 1 5 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 30° の場合を示している。

【図 1 7 E】図 1 5 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 0° の場合を示している。

20

【図 1 8】図 2 の広角光学系の第 6 の実施例のレンズ配列を示す図である。

【図 1 9 A】図 1 8 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 115° の場合を示している。

【図 1 9 B】図 1 8 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 105° の場合を示している。

【図 1 9 C】図 1 8 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 95° の場合を示している。

【図 1 9 D】図 1 8 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 85° の場合を示している。

30

【図 1 9 E】図 1 8 の広角光学系における側方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 75° の場合を示している。

【図 2 0 A】図 1 8 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 73° の場合を示している。

【図 2 0 B】図 1 8 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 60° の場合を示している。

【図 2 0 C】図 1 8 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 45° の場合を示している。

【図 2 0 D】図 1 8 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 30° の場合を示している。

40

【図 2 0 E】図 1 8 の広角光学系における前方の物体からの光の収差図であり、最小画角の主光線の半画角が 0° の場合を示している。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の第 1 の実施形態に係る内視鏡 1 および広角光学系 3 について、図面を参照して以下に説明する。

本実施形態に係る内視鏡 1 は、図 1 に示されるように、体内に挿入される細長く柔軟な挿入部 2 と、該挿入部 2 の先端に設けられ前方および側方の物体 P、S の画像を取得する広角光学系 3 とを備えている。

【0016】

50

本実施形態に係る広角光学系 3 は、図 2 に示されるように、前方の物体 P 側から順に、前方からの光を集光する第 1 群 6 と、該第 1 群 6 により集光された光および側方からの光が入射する第 2 群 7 と、該第 2 群 7 を通過した 2 方向からの光を集光する第 3 群 8 と、撮像面 9 を有する撮像素子 10 とを備えている。

【0017】

第 1 群 6 は、物体 P 側に配置され負の屈折力を有する負レンズ 4 と、該負レンズ 4 より像側に配置され正の屈折力を有する正レンズ 5 とを備えている。

負レンズ 4 は、像側に凹面を配置した平凹レンズであり、正レンズ 5 は、像側に凸面を有する平凸レンズである。

【0018】

負レンズ 4 および正レンズ 5 は、次の式 (1)、(2) の条件を満足している。

$$(1) \quad v_n > v_p$$

$$(2) \quad |\phi_n| > |\phi_p|$$

ここで、 v_n は負レンズ 4 のアッベ数、 v_p は正レンズ 5 のアッベ数、 ϕ_n は負レンズ 4 の屈折力であり、 ϕ_p は正レンズ 5 の屈折力である。

【0019】

第 2 群 7 は、物体 P 側に配置される第 1 面 11 と、像側に配置される第 2 面 12 と、これら第 1 面 11 および第 2 面 12 の間に配置された第 3 面 13 とを備える反射屈折光学素子 14 と、平行平板 15 と、該平行平板 15 の像側に配置される開口絞り 16 と、両凸レンズ 17 とを備えている。

【0020】

第 1 面 11 は、光軸を中央に配置して、第 1 群 6 からの光を透過する略円形の第 1 透過面 11a と、該第 1 透過面 11a の周囲に略円環状に配置され像側からの光を内面反射する第 1 反射面 11b とを備えている。

【0021】

第 2 面 12 は、光軸を中央に配置して、第 1 透過面 11a を透過してきた光および第 1 反射面 11b において内面反射された光を透過する略円形の第 2 透過面 12a と、該第 2 透過面 12a の周囲に略円環状に配置され光を内面反射する第 2 反射面 12b とを備えている。第 2 反射面 12b における内面反射は、全反射である。

第 3 面 13 は、前方の物体 P 側に頂角を有する円錐面状に形成され、側方からの光を透過するようになっている。

【0022】

第 3 面 13 の頂角の角度は、式 (3) の条件を満足している。

$$(3) \quad \alpha / 2 > 90^\circ - \theta_k$$

ここで、 α は第 3 面 13 の頂角の角度、 θ_k は側方視野内の最小画角の主光線の半画角であり、 $0 < \theta_k < 90^\circ$ である。

【0023】

第 3 面 13 を透過した側方の物体 S からの光は、第 3 面 13 において屈折した後、第 2 面 12 の第 2 反射面 12b において内面反射し、さらに第 1 面 11 の第 1 反射面 11b において内面反射し、第 2 面 12 の第 2 透過面 12a を透過して、平行平板 15 および開口絞り 16 を通過した部分が両凸レンズ 17 によって集光されて第 3 群 8 に入射するようになっている。

【0024】

第 3 群 8 は、開口絞り 16 を通過してきた光が入射する接合レンズ 18 を備え、正の屈折力を有するレンズ群である。符号 19 は第 3 群 8 を構成する他のレンズである。

接合レンズ 18 は、物体 P 側に配置される両凸レンズ 20 と、メニスカスレンズ 21 とを接合したものである。

【0025】

このように構成された本実施形態に係る内視鏡 1 および広角光学系 3 の作用について以下に説明する。

10

20

30

40

50

本実施形態に係る内視鏡 1 を用いて前方および側方の物体 P, S を観察するには、挿入部 2 の先端を前方の物体 P に対向させて配置する。

【0026】

前方からの光は、広角光学系 3 の第 1 群 6 に入射し、第 1 群 6 を透過して第 2 群 7 の反射屈折光学素子 1 4 の第 1 面 1 1 の第 1 透過面 1 1 a に入射し、反射屈折光学素子 1 4 を透過して第 2 面 1 2 の第 2 透過面 1 2 a から第 3 群 8 に向かって射出される。

第 1 群 6 は、式 (1) に示すように負レンズ 4 のアッベ数が正レンズ 5 のアッベ数より大きく設定されているので、負レンズ 4 における倍率色収差の発生を抑制することができる。第 1 群 6 は、式 (2) に示すように全体として負の屈折力を有しているので、前方の広い範囲からの光を集光することができる。

10

【0027】

側方からの光は、第 2 群 7 の反射屈折光学素子 1 4 の第 3 面 1 3 に入射する。側方からの光は、式 (3) を満足するので、第 3 面 1 3 に入射する際に全ての主光線が第 3 面 1 3 の法線よりも像側から入射する。

【0028】

これにより、側方から第 3 面 1 3 に入射した全ての主光線は像側に屈折し、屈折により発生する倍率色収差の符号を揃えとともに、前方の物体 P からの光に発生する倍率色収差の符号とも揃えることができる。そして、第 3 面 1 3 において像側に屈折させられた側方からの光は、第 2 面 1 2 の第 2 反射面 1 2 b および第 1 面 1 1 の第 1 反射面 1 1 b の順に 2 回内面反射された後に、第 2 面 1 2 の第 2 透過面 1 2 a から第 3 群 8 に向かって射出される。

20

【0029】

すなわち、前方および側方からの 2 つの光は、第 2 群 7 を通過した後に共通の第 3 群 8 を通過させられて撮像素子 1 0 により撮影される。

このように、本実施形態に係る広角光学系 3 によれば、前方および側方からの 2 つの光は第 2 群 7 から射出された時点で倍率色収差の符号が揃えられているので、共通の第 3 群 8 によって全ての光の倍率色収差を十分に補正することができるという利点がある。

側方の物体 S からの光は反射屈折光学素子 1 4 内において 2 回内面反射されるため、像が上下反転することが防止される。これにより、全ての視野の像の方向を揃えることができるという利点がある。

30

【0030】

本実施形態においては、第 1 群 6 として、物体 P 側から順に負レンズ 4 および正レンズ 5 を配置したものを例示したが、これに代えて、正レンズ 5 と負レンズ 4 との順序を入れ替えてもよい。

【0031】

広角光学系 3 は、次の式 (4) を満足することが好ましい。

$$(4) \quad v_n > 3.5 > v_p$$

これによれば、負レンズ 4 において発生する倍率色収差をより抑制し易くすることができる。

【0032】

40

本実施形態においては、第 2 反射面 1 2 b として、第 3 面 1 3 を透過した側方の物体 S からの光を全反射するものを例示したが、これに代えて、第 2 反射面 1 2 b の内面側がミラーコートであってもよい。

【0033】

次に、本実施形態に係る広角光学系 3 の第 1 の実施例について、図 3 から図 5 E およびレンズデータを用いて以下に説明する。

図 3 は本実施例に係る広角光学系 3 のレンズ配列を示している。図 4 A から図 5 E は本実施例に係るレンズ配列の収差図を示し、X 方向が倍率色収差、Y 方向がコマ収差を示している。

以下のレンズデータにおいて、r は曲率半径 (mm)、d は面間隔 (mm)、v はアッ

50

べ数、N dはd線に対する屈折率、O B Jは被写体（前方の物体P）、I M Gは撮像面9を示している。レンズデータ中、記号*は非球面レンズであることを示している。

【0034】

面番号	r	d	v	N d
O B J	∞	4. 878144		
1	∞	0. 286885	40. 8	1. 8830
2	0. 82194	0. 483607		
3	∞	0. 475288	17. 4	1. 9591
4	-2. 70744	0. 081967		
5*	-7. 77656	0. 803279	64. 1	1. 5163
6*	1. 53360	0. 327869		
7	∞	0. 491803	46. 6	1. 8160
8	∞	0. 024590		
S T O	∞	0. 000000		
10	12. 29508	0. 948401	46. 6	1. 8160
11	-4. 56082	0. 081967		
12	2. 62295	1. 270492	54. 7	1. 7292
13	-1. 77686	0. 327869	17. 4	1. 9591
14	-4. 72357	0. 183674		
15	4. 29340	1. 024590	40. 9	1. 8061
16*	-4. 64897	0. 491803		
17	∞	0. 737705	64. 1	1. 5163
18	∞	0. 573770	64. 1	1. 5163
19	∞	0. 000000		
I M G	∞	0. 000000		

非球面データ

第5面

$K=0. 000000$, $A4=0. 181585E+00$, $A6=-0. 170990E+00$, $A8=0. 292551E-01$, $A10=0. 350339E-01$

第6面

$K=-0. 484012$, $A4=0. 356447E-01$, $A6=0. 300682E-01$, $A8=-0. 261528E-01$, $A10=0. 609574E-02$

第16面

$K=0. 000000$, $A4=0. 413814E-01$, $A6=0. 353986E-02$, $A8=0. 553823E-01$, $A10=-0. 364465E-01$

【0035】

本実施例における各値は以下の通りである。f nは負レンズ4の焦点距離（mm）、f pは正レンズの焦点距離（mm）を示している。これによれば、条件式（1）から（4）を満足していることがわかる。

$$f_n = -0. 925$$

$$f_p = 2. 786$$

$$\phi_n = -1. 801$$

$$\phi_p = 0. 359$$

$$v_n = 40. 8$$

$$v_p = 17. 4$$

$$|\phi_n| / v_n = 0. 026$$

$$|\phi_p| / v_p = 0. 021$$

$$(|\phi_n| / v_n) / (|\phi_p| / v_p) = 1. 284$$

$$\alpha = 46^\circ$$

となる。頂角 α は第1面11から前方の物体P側に4. 77（mm）離れた位置にあ

10

20

30

40

50

る。

【0036】

本実施例において、前方の物体Pからの光の最大半画角は 76° 、側方の物体Sからの主光線の半画角は 76° から 116° 、焦点距離（前方光路）は 0.569 mm 、Fナンバー（前方光路）は 5.0 、最大像高は 1.0 mm 、前方最大像高は 0.609 mm である。

【0037】

次に、本実施形態に係る広角光学系3の第2の実施例について、図6から図8Eおよびレンズデータを用いて以下に説明する。

図6は本実施例に係る広角光学系3のレンズ配列を示している。図7Aから図8Eは本実施例に係る広角光学系3の収差図を示し、X方向が倍率色収差、Y方向がコマ収差を示している。

【0038】

面番号	r	d	v	Nd
O B J	∞	4. 066102		
1	∞	0. 286885	40. 8	1. 8830
2	0. 79205	0. 467213		
3	∞	0. 468048	18. 9	1. 9343
4	-2. 84888	0. 081967		
5*	-21. 31148	0. 870556	64. 1	1. 5163
6*	1. 12433	0. 567778		
7	∞	0. 491803	64. 1	1. 5163
8	∞	0. 024590		
S T O	∞	0. 087009		
10	12. 29508	0. 948401	46. 6	1. 8160
11	-4. 49367	0. 170697		
12	2. 32825	1. 270492	54. 7	1. 7292
13	-2. 73661	0. 327869	18. 9	1. 9343
14	-28. 22847	0. 233287		
15	∞	0. 327869	64. 1	1. 5163
16	∞	0. 118685		
17	2. 87047	1. 147541	64. 1	1. 5163
18*	-2. 86885	0. 532787		
19	∞	0. 737705	64. 1	1. 5163
20	∞	0. 573770	64. 1	1. 5163
21	∞	0. 000000		
I M G	∞	0. 000000		

非球面データ

第5面

$K=0.000000$, $A4=0.177750E-01$, $A6=0.514143E-01$, $A8=-0.146876E+00$, $A10=0.966753E-01$

第6面

$K=-10.486544$, $A4=0.181585E+00$, $A6=-0.961834E-01$, $A8=0.249683E-01$, $A10=-0.257298E-02$

第18面

$K=0.000000$, $A4=0.177810E+00$, $A6=-0.137418E+00$, $A8=0.137236E+00$, $A10=-0.190231E-01$

【0039】

本実施例における各値は以下の通りである。これによれば、条件式(1)から(4)を満足していることがわかる。

$$\begin{aligned}
 f_n &= -0.892 \\
 f_p &= 3.049 \\
 \phi_n &= -1.121 \\
 \phi_p &= 0.328 \\
 v_n &= 40.8 \\
 v_p &= 18.9 \\
 |\phi_n| / v_n &= 0.027 \\
 |\phi_p| / v_p &= 0.017 \\
 (|\phi_n| / v_n) / (|\phi_p| / v_p) &= 1.584 \\
 \alpha &= 45.2^\circ
 \end{aligned}$$

10

となる。頂角 α は第1面11から前方の物体P側に5.03mm離れた位置にある。

【0040】

本実施例におけるスペックは、前方最大半画角は 74° 、側方からの主光線の半画角は 75° から 116° 、焦点距離（前方光路）は0.566mm、Fナンバー（前方光路）は5.0、最大像高は1.0mm、前方最大像高は0.607mmである。

【0041】

次に、本実施形態に係る広角光学系3の第3の実施例について、図9から図11およびレンズデータを用いて以下に説明する。

【0042】

図9は本実施例に係る広角光学系3のレンズ配列を示している。図10Aから図11Eは本実施例に係る広角光学系3の収差図を示し、X方向が倍率色収差、Y方向がコマ収差を示している。

20

【0043】

面番号	r	d	v	Nd
O B J	∞	11.681544		
1	∞	0.515625	18.9	1.9343
2	-4.91864	0.250000	71.8	1.7682
3	0.80388	0.741094		
4*	-3.88773	1.333333	64.1	1.5163
5*	2.57540	0.250420		
6	∞	0.625000	64.1	1.5163
7	∞	0.050000		
S T O	∞	0.310778		
9	786.25122	1.015625	46.6	1.8160
10	-3.62923	0.166667		
11	3.00000	1.406250	46.6	1.8160
12	-2.98777	0.390625	18.9	1.9343
13	-65.80744	0.477509		
14	4.87920	1.326240	64.1	1.5163
15*	-3.58578	0.616667		
16	∞	0.833333	64.1	1.5163
17	∞	0.833333	64.1	1.5163
18	∞	0.000000		
I M G	∞	0.000000		

30

40

非球面データ

第4面

$K = 0.000000$, $A_4 = 0.808060E-01$, $A_6 = -0.622080E-01$, $A_8 = 0.978987E-02$, $A_{10} = 0.806216E-02$

第5面

$K = 0.000000$, $A_4 = -0.615673E-03$, $A_6 = -0.86082$

50

1 E-02, A8=0.184745 E-02, A10=-0.168134 E-03

第15面

K=0.000000, A4=0.575488 E-01, A6=0.184501 E-01, A8=-0.143676 E-01, A10=0.806216 E-02

【0044】

本実施例における各値は以下の通りである。これによれば、条件式(1)から(4)を満足していることがわかる。

$$f_n = -0.880$$

$$f_p = 5.265$$

$$\phi_n = -1.137$$

$$\phi_p = 0.190$$

$$v_n = 71.8$$

$$v_p = 18.9$$

$$|\phi_n|/v_n = 0.016$$

$$|\phi_p|/v_p = 0.010$$

$$(|\phi_n|/v_n)/(|\phi_p|/v_p) = 1.575$$

$$\alpha = 50.5^\circ$$

となる。頂角 α は第1面11から前方の物体P側に7mm離れた位置にある。

【0045】

本実施例におけるスペックは、前方最大半画角は73°、側方からの主光線の半画角は73°から114°、焦点距離(前方光路)は0.574mm、Fナンバー(前方光路)は3.0、最大像高は1.0mm、前方最大像高は0.612mmである。

【0046】

次に、本実施形態に係る広角光学系3の第4の実施例について、図12から図14Eおよびレンズデータを用いて以下に説明する。

【0047】

図12は本実施例に係る広角光学系3のレンズ配列を示している。図13Aから図14Eは本実施例に係る広角光学系3の収差図を示し、X方向が倍率色収差、Y方向がコマ収差を示している。

【0048】

面番号	r	d	v	Nd
O B J	∞	8.379325		
1	∞	0.335196	40.8	1.8830
2	1.00847	0.469274		
3	1.73184	0.470085	17.4	1.9591
4	2.91464	0.351955		
5*	-11.88457	1.005587	64.1	1.5163
6*	1.82961	0.525140		
7	-1.64469	0.883901	46.6	1.8160
8	-1.81306	0.111732		
S T O	∞	0.209578		
10	14.52514	0.782119	46.6	1.8160
11	-5.00980	0.111732		
12	4.00733	1.428177	46.6	1.8160
13	-2.27022	0.391061	17.4	1.9591
14	-12.63447	0.111732		
15	∞	0.670391	64.1	1.5163
16	∞	0.111732		
17	8.45282	1.184413	40.9	1.8061
18*	-21.83998	0.525140		

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

非球面データ

第 5 面

$K = 0. 0 0 0 0 0 0$, $A 4 = 0. 7 1 6 8 9 8 E - 0 1$, $A 6 = -0. 6 8 9 1 2 2 E - 0 1$, $A 8 = 0. 5 7 4 4 7 2 E - 0 2$, $A 1 0 = 0. 2 0 4 5 9 8 E - 0 1$

第 6 面

$K = -0. 1 3 0 2 5 9$, $A 4 = 0. 5 3 1 0 4 5 E - 0 1$, $A 6 = -0. 6 8 9 1 2 2 E - 0 1$, $A 8 = 0. 2 1 2 9 1 1 E - 0 1$, $A 1 0 = -0. 2 7 9 6 2 6 E - 0 2$ 10

第 1 8 面

$K = 0. 0 0 0 0 0 0$, $A 4 = -0. 4 0 9 9 4 6 E - 0 2$, $A 6 = 0. 6 1 0 7 4 7 E - 0 1$, $A 8 = -0. 3 6 8 0 0 3 E - 0 1$, $A 1 0 = 0. 7 9 6 2 5 0 E - 0 3$

【0 0 4 9】

本実施例における各値は以下の通りである。これによれば、条件式 (1) から (4) を満足していることがわかる。

$$f_n = -1. 1 3 5$$

$$f_p = 3. 6 7 2$$

$$\phi_n = -0. 8 8 1$$

$$\phi_p = 0. 2 7 2$$

$$v_n = 4 0. 8$$

$$v_p = 1 7. 4$$

$$|\phi_n| / v_n = 0. 0 2 2$$

$$|\phi_p| / v_p = 0. 0 1 6$$

$$(|\phi_n| / v_n) / (|\phi_p| / v_p) = 1. 3 7 9$$

$$\alpha = 5 0^\circ$$

となる。頂角 α は第 1 面 1 1 から前方の物体 P 側に 6. 8 1 mm 離れた位置にある。

【0 0 5 0】

本実施例におけるスペックは、前方最大半画角は 75° 、側方からの主光線の半画角は 76° から 115° 、焦点距離（前方光路）は 0. 7 0 2 mm、F ナンバー（前方光路）は 4. 7、最大像高は 1. 0 mm、前方最大像高は 0. 6 4 6 mm である。 30

【0 0 5 1】

次に、本実施形態に係る広角光学系 3 の第 5 の実施例について、図 1 5 から図 1 7 E およびレンズデータを用いて以下に説明する。

【0 0 5 2】

図 1 5 は本実施例に係る広角光学系 3 のレンズ配列を示している。図 1 6 A から図 1 7 E は本実施例に係る広角光学系 3 の収差図を示し、X 方向が倍率色収差、Y 方向がコマ収差を示している。

【0 0 5 3】

面番号	r	d	v	N d
O B J	∞	6. 2 9 2 1 6 5		
1	∞	0. 2 9 4 1 1 8	4 0. 8	1. 8 8 3 0
2	0. 8 4 7 9 0	0. 4 8 7 3 9 5		
3	∞	0. 4 6 4 6 0 7	1 8. 9	1. 9 3 4 3
4	-3. 3 6 3 0 3	0. 0 8 4 0 3 4		
5 *	-8. 4 0 3 3 6	0. 8 4 0 3 3 6	6 4. 1	1. 5 1 6 3
6 *	1. 2 2 0 7 9	0. 5 3 3 9 3 8		
7	∞	0. 5 0 4 2 0 2	6 4. 1	1. 5 1 6 3
8	∞	0. 0 2 5 2 1 0		

40

50

S T O	∞	0 . 2 8 1 8 2 7			
1 0	5 . 0 9 4 2 6	0 . 9 4 9 5 8 0	4 7 . 4	1 . 7 9 2 0	
1 1	- 5 . 0 9 4 2 6	0 . 1 3 0 1 9 5			
1 2	2 . 7 9 3 2 8	1 . 3 1 0 9 2 4	5 4 . 7	1 . 7 2 9 2	
1 3	- 2 . 7 9 3 2 8	0 . 3 2 7 7 3 1	1 8 . 9	1 . 9 3 4 3	
1 4	∞	0 . 0 8 4 0 3 4			
1 5	∞	0 . 3 3 6 1 3 4	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3	
1 6	∞	0 . 0 8 4 0 3 4			
1 7	2 . 8 9 9 1 6	1 . 1 5 9 6 6 4	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3	
1 8 *	- 2 . 4 3 6 9 7	0 . 5 5 4 4 3 9			
1 9	∞	0 . 7 5 6 3 0 3	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3	
2 0	∞	0 . 5 8 8 2 3 5	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3	
2 1	∞	0 . 0 0 0 0 0 0			
I M G	∞	0 . 0 0 0 0 0 0			

非球面データ

第 5 面

$K = 0 . 0 0 0 0 0 0$, $A 4 = 0 . 1 7 2 0 8 3 E + 0 0$, $A 6 = - 0 . 2 1 6 0 6 0 E + 0 0$, $A 8 = 0 . 9 7 1 0 5 4 E - 0 1$, $A 1 0 = 0 . 0 0 0 0 0 0 E + 0 0$

第 6 面

$K = - 5 . 1 0 1 8 2 9$, $A 4 = 0 . 7 7 0 9 3 5 E - 0 1$, $A 6 = - 0 . 1 2 4 6 0 7 E - 0 1$, $A 8 = - 0 . 6 1 7 2 9 5 E - 0 2$, $A 1 0 = 0 . 1 8 5 2 4 3 E - 0 2$

第 1 8 面

$K = 0 . 0 0 0 0 0 0$, $A 4 = 0 . 1 5 9 6 2 9 E + 0 0$, $A 6 = - 0 . 1 2 4 0 1 9 E + 0 0$, $A 8 = 0 . 1 4 2 4 2 9 E + 0 0$, $A 1 0 = - 0 . 4 8 9 3 1 4 E - 0 1$

【 0 0 5 4 】

本実施例における各値は以下の通りである。これによれば、条件式 (1) から (4) を満足していることがわかる。

$$f n = - 0 . 9 5 5$$

$$f p = 3 . 6 0 0$$

$$\phi n = - 1 . 0 4 7$$

$$\phi p = 0 . 2 7 8$$

$$v n = 4 0 . 8$$

$$v p = 1 8 . 9$$

$$|\phi n| / v n = 0 . 0 2 6$$

$$|\phi p| / v p = 0 . 0 1 5$$

$$(|\phi n| / v n) / (|\phi p| / v p) = 1 . 7 4 7$$

$$\alpha = 4 8 . ^\circ$$

となる。頂角 α は第 1 面 1 1 から前方の物体 P 側に 4 . 7 1 mm 離れた位置にある。

【 0 0 5 5 】

本実施例におけるスペックは、前方最大半画角は 80° 、側方からの主光線の半画角は 80° から 116° 、焦点距離 (前方光路) は 0 . 5 4 7 mm、F ナンバー (前方光路) は 5 . 0、最大像高は 1 . 0 mm、前方最大像高は 0 . 6 2 0 mm である。

【 0 0 5 6 】

次に、本実施形態に係る広角光学系 3 の第 6 の実施例について、図 1 8 から図 2 0 E およびレンズデータを用いて以下に説明する。

【 0 0 5 7 】

図 1 8 は本実施例に係る広角光学系 3 のレンズ配列を示している。図 1 9 A から図 2 0 E は本実施例に係る広角光学系 3 の収差図を示し、X 方向が倍率色収差、Y 方向がコマ収差を示している。

【 0 0 5 8 】

10

20

30

40

50

面 番 号	r	d	v	N d
O B J	∞	1 9 . 9 1 7 5 0 2		
1	∞	0 . 4 1 6 6 6 7	7 1 . 8	1 . 7 6 8 2
2	1 . 1 2 8 3 3	0 . 7 1 6 6 6 7		
3	- 3 . 6 6 6 6 7	0 . 4 5 8 3 3 3	1 8 . 9	1 . 9 3 4 3
4	- 3 . 1 3 8 6 4	0 . 0 8 3 3 3 3		
5 *	- 6 . 1 4 4 9 9	1 . 5 0 0 0 0 0	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3
6 *	2 . 8 8 2 5 2	1 . 1 4 3 7 8 9		
7	∞	0 . 6 6 6 6 6 7	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3
8	∞	0 . 0 5 0 0 0 0		
S T O	∞	0 . 1 6 6 6 6 7		
1 0	1 0 . 5 0 0 0 0	1 . 1 3 3 3 3 3	4 6 . 6	1 . 8 1 6 0
1 1	- 6 . 4 7 8 7 9	0 . 1 6 6 6 6 7		
1 2	3 . 7 5 0 0 0	1 . 6 8 1 4 2 8	4 6 . 6	1 . 8 1 6 0
1 3	- 3 . 2 2 5 5 3	0 . 4 1 6 6 6 7	1 8 . 9	1 . 9 3 4 3
1 4	2 2 . 7 1 4 1 4	0 . 1 6 6 6 6 7		
1 5	3 . 3 3 3 3 3	1 . 3 5 0 0 0 0	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3
1 6 *	- 3 . 1 4 1 5 5	0 . 5 8 3 3 3 3		
1 7	∞	0 . 8 3 3 3 3 3	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3
1 8	∞	0 . 8 3 3 3 3 3	6 4 . 1	1 . 5 1 6 3
1 9	∞	0 . 0 0 0 0 0 0		
I M G	∞	0 . 0 0 0 0 0 0		

10

20

非球面データ

第 5 面

$K = 0 . 0 0 0 0 0 0$, $A 4 = 0 . 4 8 8 5 1 3 E - 0 1$, $A 6 = - 0 . 2 3 2 5 4 4 E - 0 1$, $A 8 = 0 . 3 9 6 6 5 5 E - 0 2$, $A 1 0 = 0 . 1 3 4 3 3 5 E - 0 3$

第 6 面

$K = 0 . 0 0 0 0 0 0$, $A 4 = 0 . 2 1 0 4 6 5 E - 0 2$, $A 6 = - 0 . 5 1 8 5 2 6 E - 0 2$, $A 8 = 0 . 8 4 8 6 4 2 E - 0 3$, $A 1 0 = - 0 . 6 0 4 8 1 1 E - 0 4$

第 1 8 面

$K = 0 . 0 0 0 0 0 0$, $A 4 = 0 . 4 2 8 5 8 7 E - 0 1$, $A 6 = 0 . 3 0 8 2 3 6 E - 0 1$, $A 8 = - 0 . 2 7 9 9 3 6 E - 0 1$, $A 1 0 = 0 . 8 6 8 5 3 2 E - 0 2$

【0059】

本実施例における各値は以下の通りである。これによれば、条件式 (1) から (4) を満足していることがわかる。

$$f_n = -1 . 4 6 4$$

$$f_p = 1 6 . 4 3 7$$

$$\phi_n = -0 . 6 8 3$$

$$\phi_p = 0 . 0 6 1$$

$$v_n = 7 1 . 8$$

$$v_p = 1 8 . 9$$

$$|\phi_n| / v_n = 0 . 0 1 0$$

$$|\phi_p| / v_p = 0 . 0 0 3$$

$$(|\phi_n| / v_n) / (|\phi_p| / v_p) = 2 . 9 5 5$$

$$\alpha = 5 0 . 5 ^\circ$$

40

となる。頂角 α は第 1 面 1 1 から前方の物体 P 側に 7 . 3 3 mm 離れた位置にある。

【0060】

本実施例におけるスペックは、前方最大半画角は 7 3 . 5 °、側方からの主光線の半画角は 7 4 ° から 1 1 6 °、焦点距離 (前方光路) は 0 . 5 8 8 mm、F ナンバー (前方光路) は 3 . 0、最大像高は 1 . 0 mm、前方最大像高は 0 . 6 2 3 mm である。

50

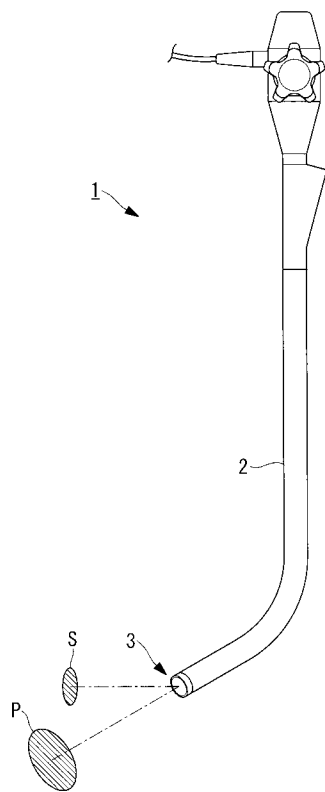
【符号の説明】

【0061】

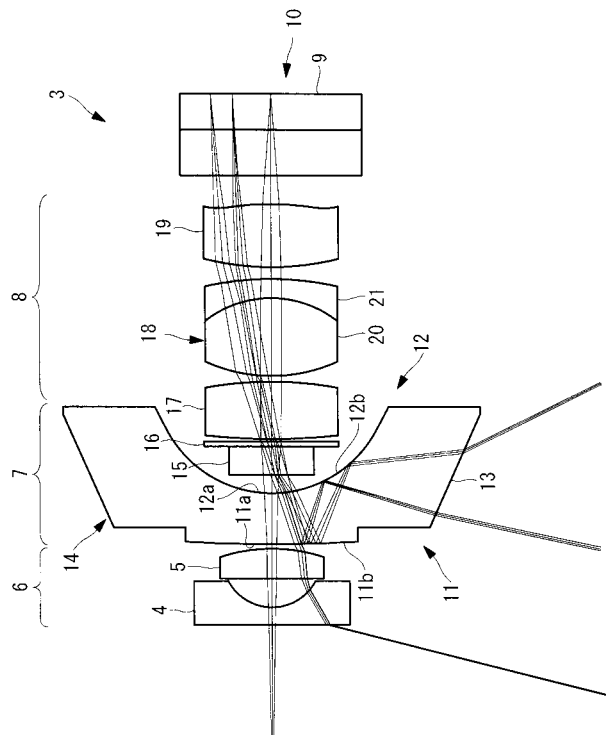
- 1 内視鏡
- 3 広角光学系
- 4 負レンズ
- 5 正レンズ
- 6 第1群
- 7 第2群
- 8 第3群
- 11 第1面
- 11a 第1透過面
- 11b 第1反射面
- 12 第2面
- 12a 第2透過面
- 12b 第2反射面
- 13 第3面
- 14 反射屈折光学素子

10

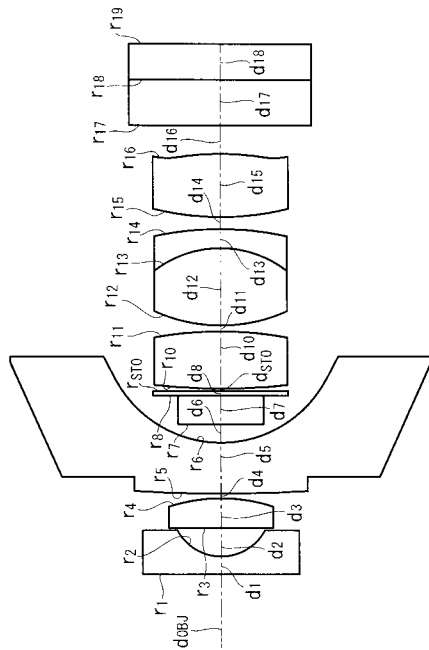
【図1】



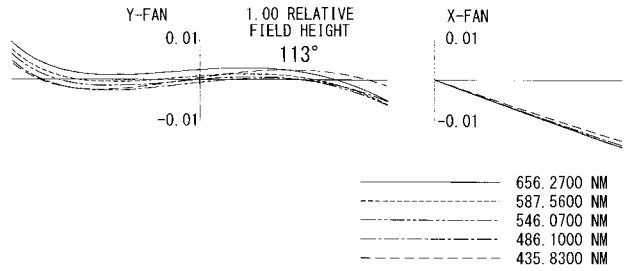
【図2】



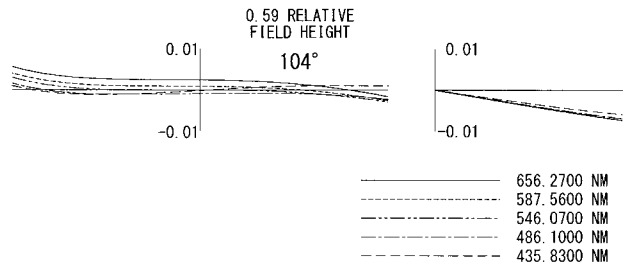
【図 3】



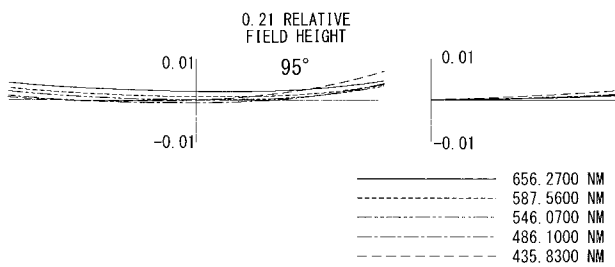
【図 4 A】



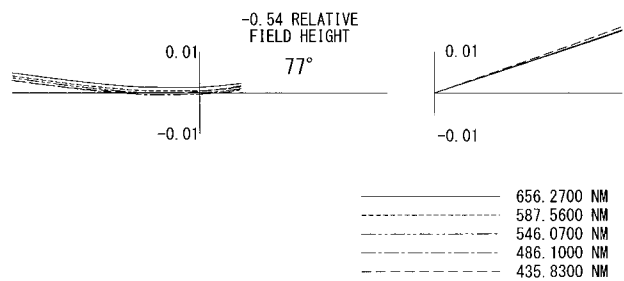
【図 4 B】



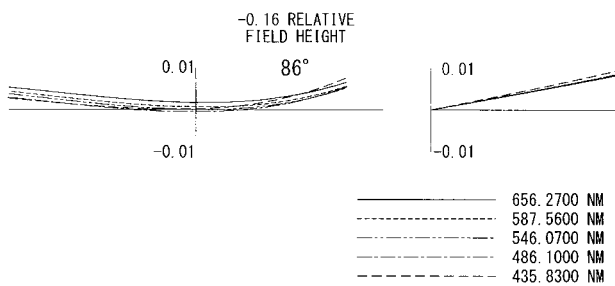
【図 4 C】



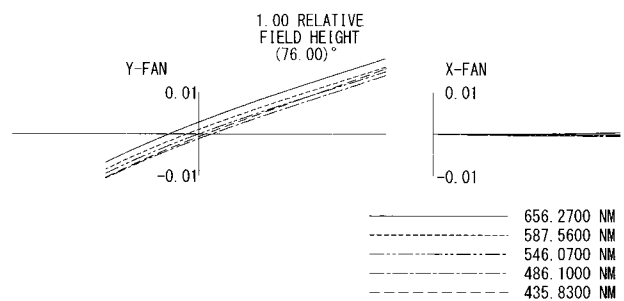
【図 4 E】



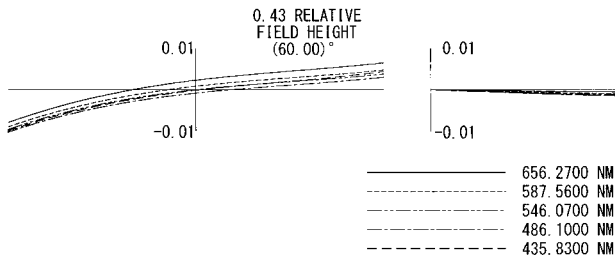
【図 4 D】



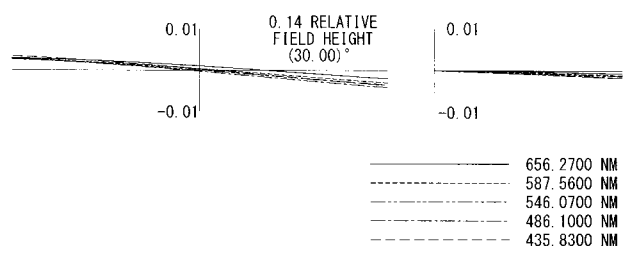
【図 5 A】



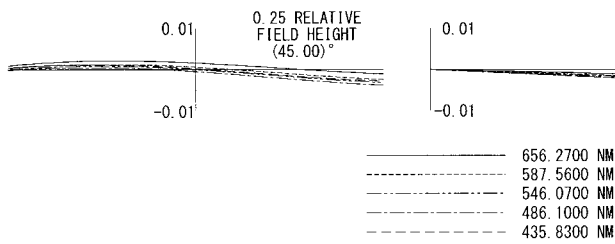
【図 5 B】



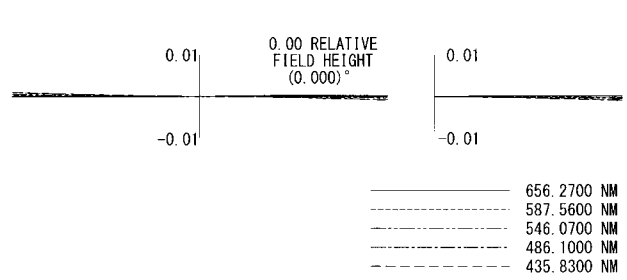
【図 5 D】



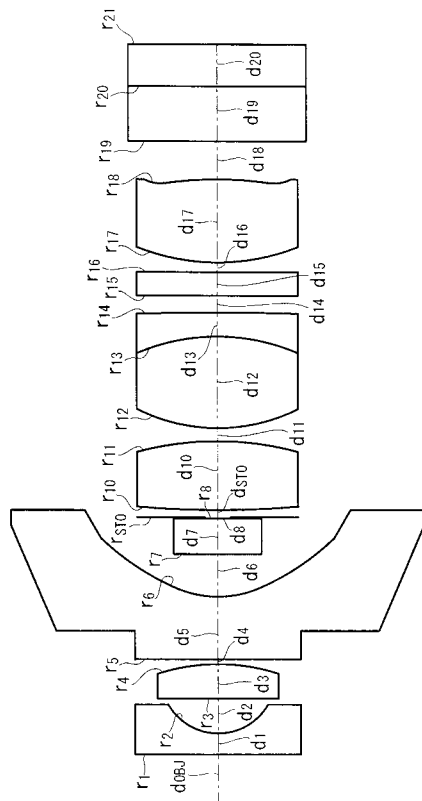
【図 5 C】



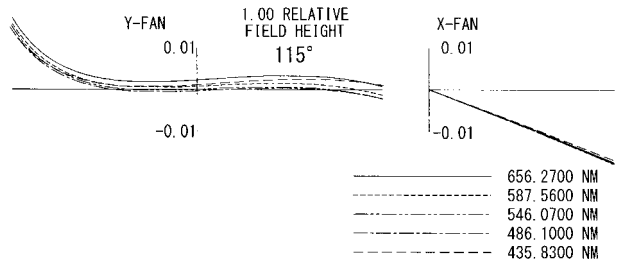
【図 5 E】



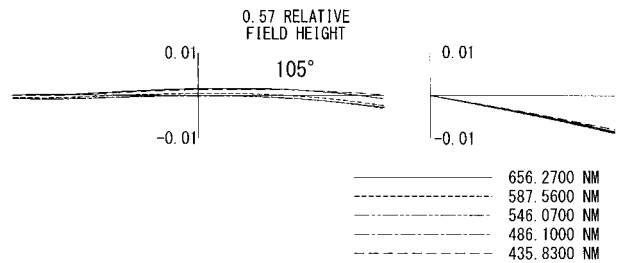
【図 6】



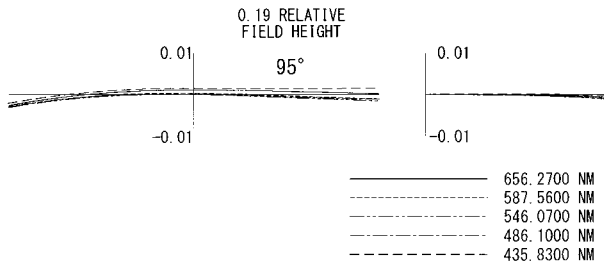
【図 7 A】



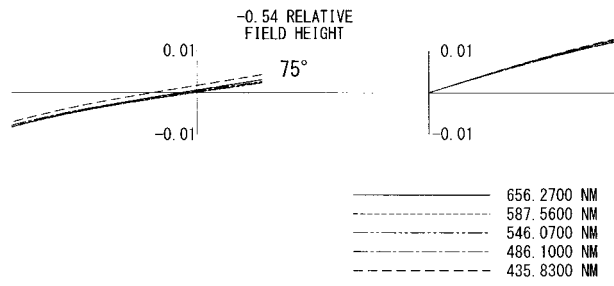
【図 7 B】



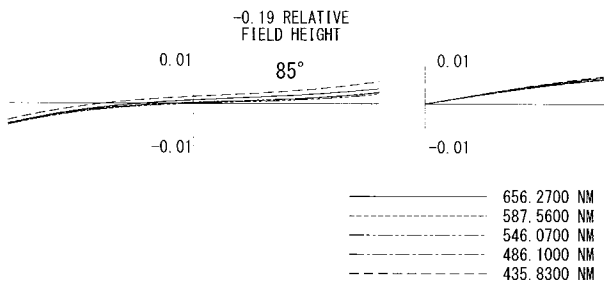
【図 7 C】



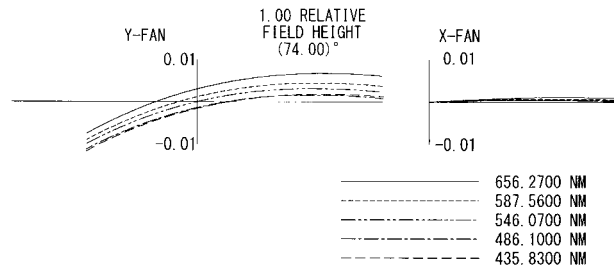
【図 7 E】



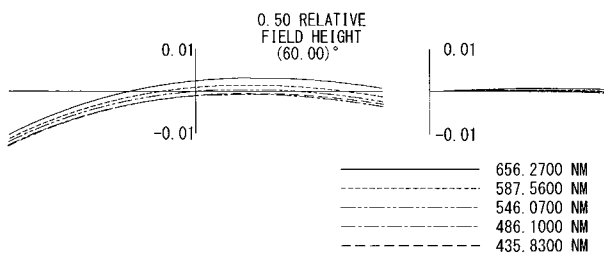
【図 7 D】



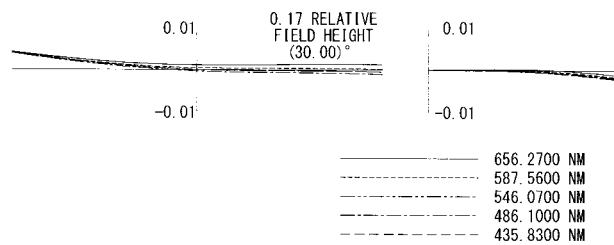
【図 8 A】



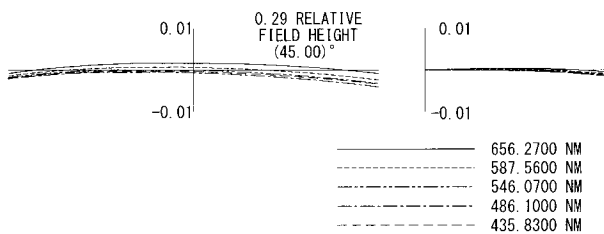
【図 8 B】



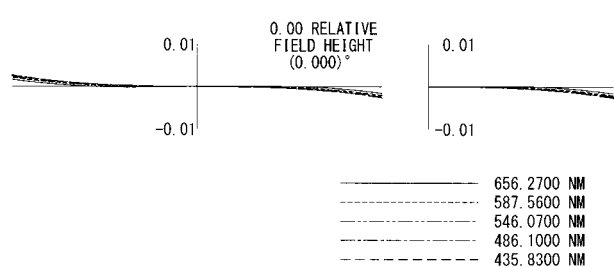
【図 8 D】



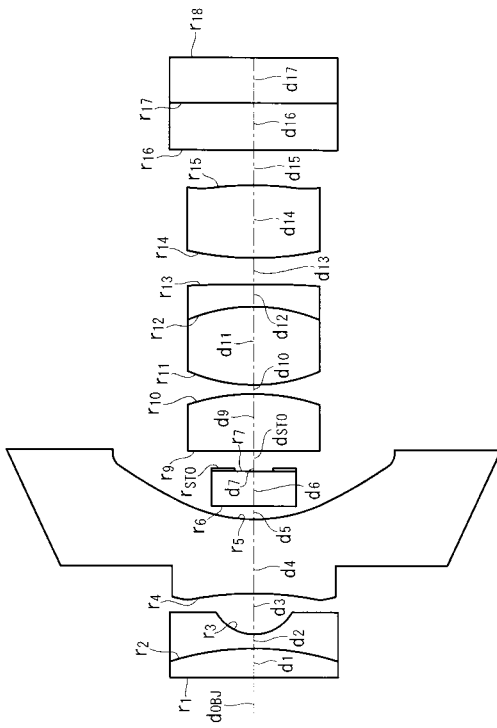
【図 8 C】



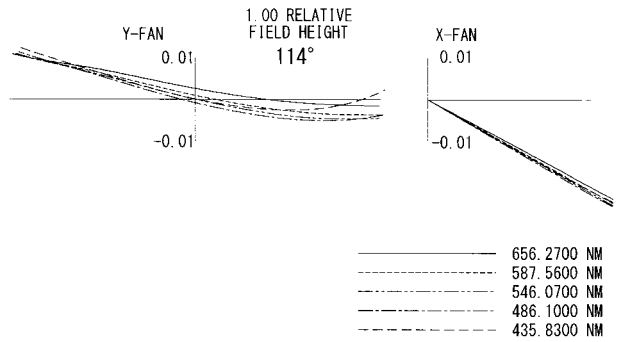
【図 8 E】



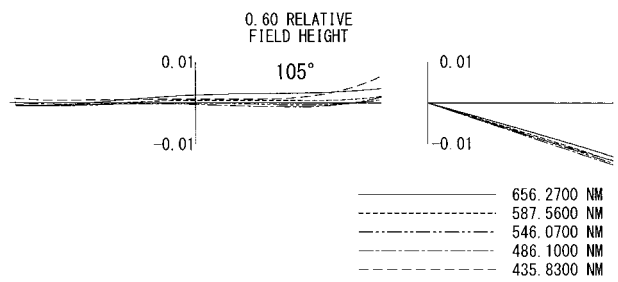
【図 9】



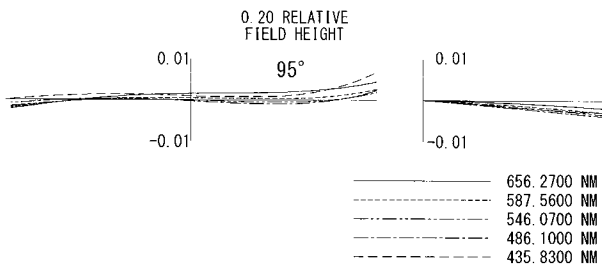
【図 10 A】



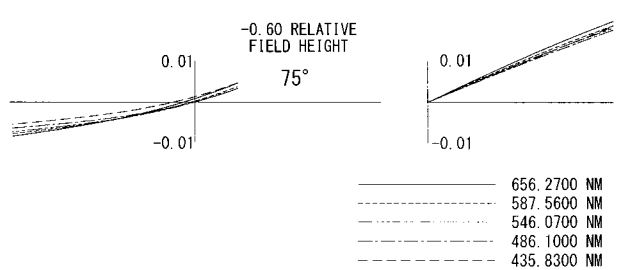
【図 10 B】



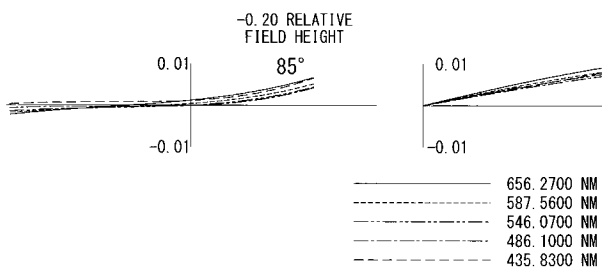
【図 10 C】



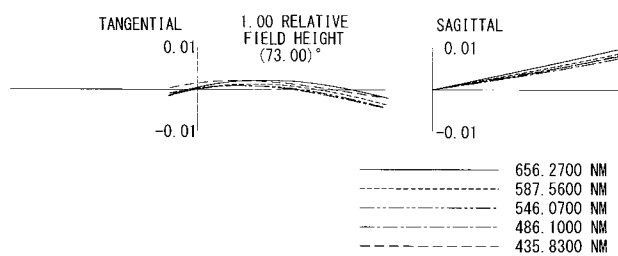
【図 10 E】



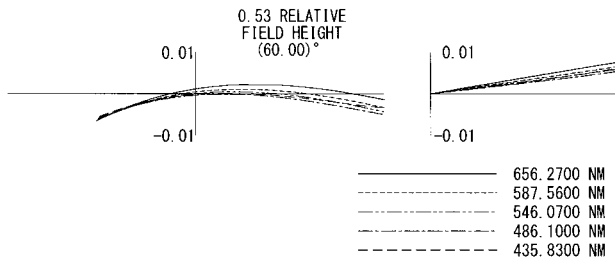
【図 10 D】



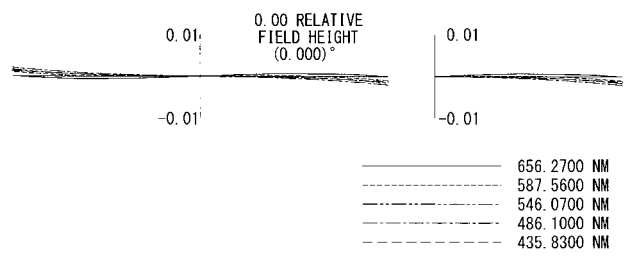
【図 11 A】



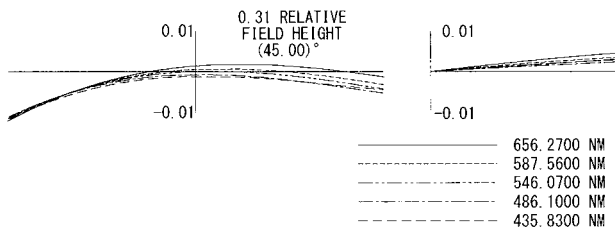
【図 1 1 B】



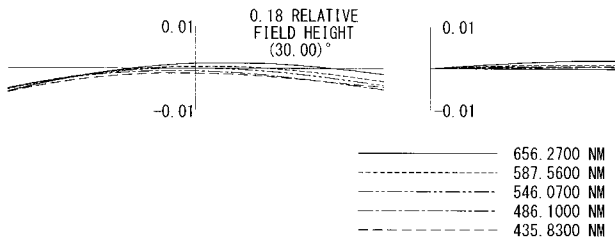
【図 1 1 E】



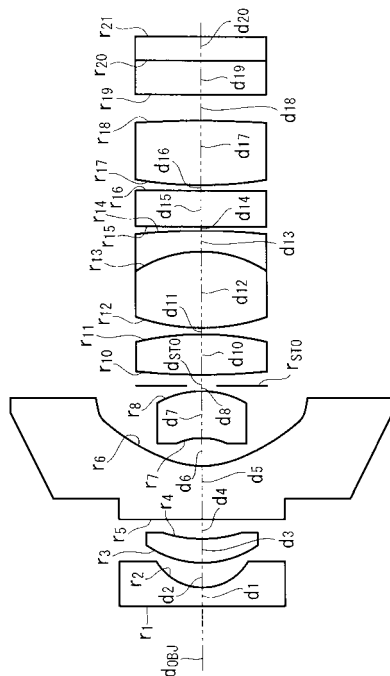
【図 1 1 C】



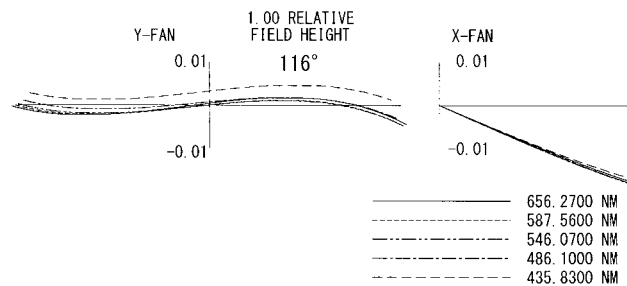
【図 1 1 D】



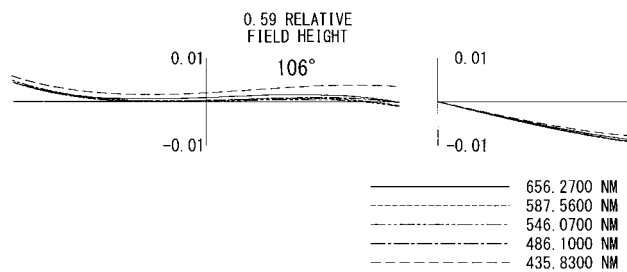
【図 1 2】



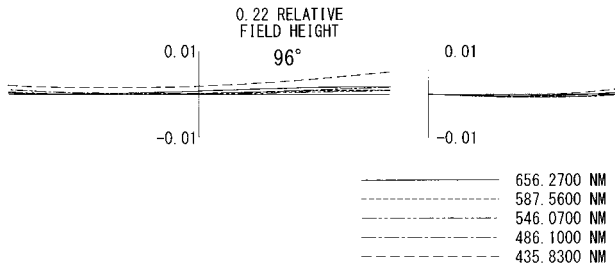
【図 1 3 A】



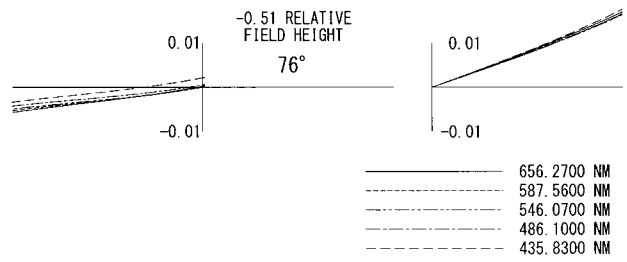
【図 1 3 B】



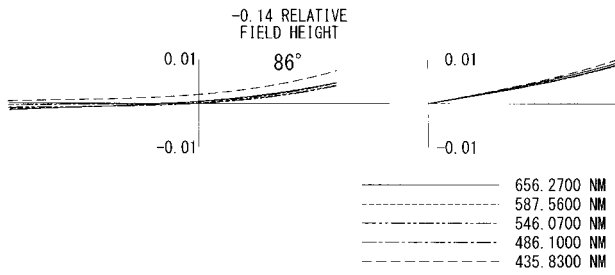
【図 1 3 C】



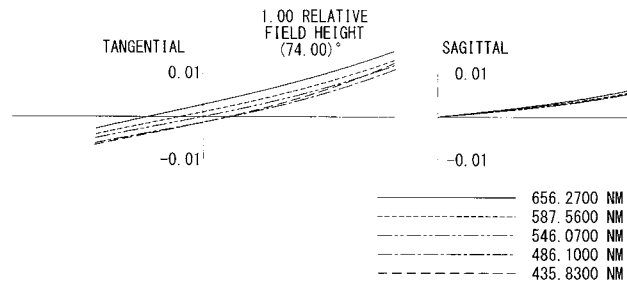
【図 1 3 E】



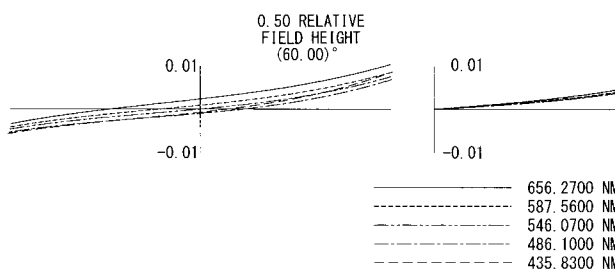
【図 1 3 D】



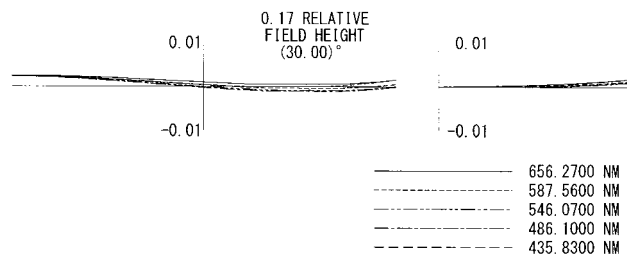
【図 1 4 A】



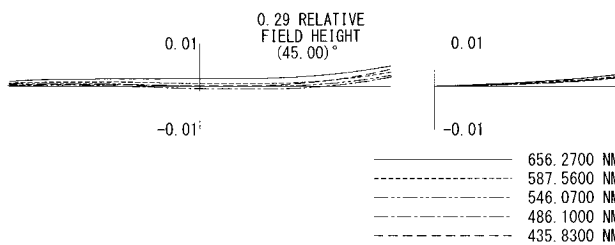
【図 1 4 B】



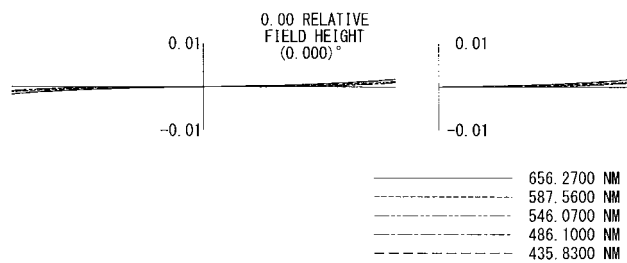
【図 1 4 D】



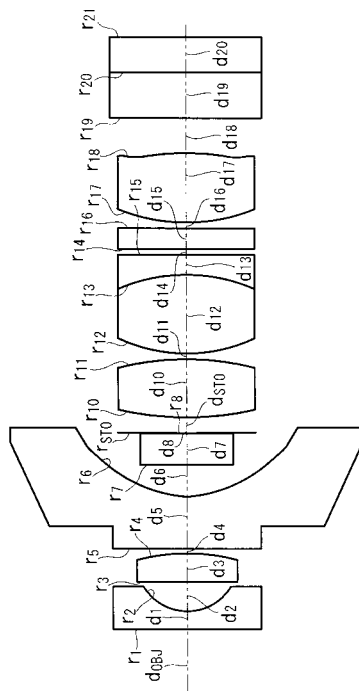
【図 1 4 C】



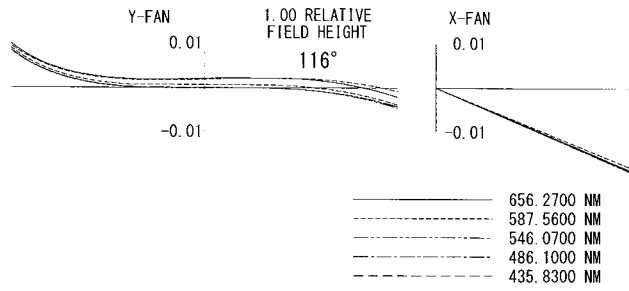
【図 1 4 E】



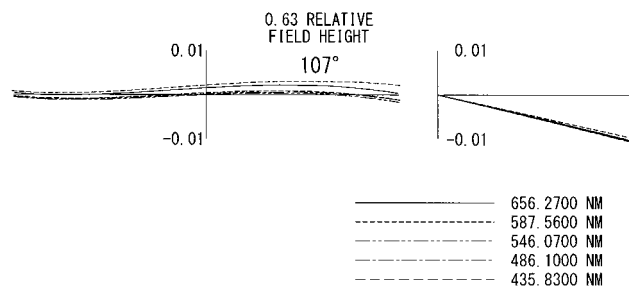
【図 15】



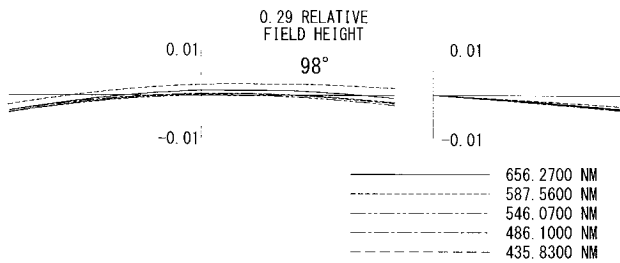
【図 16 A】



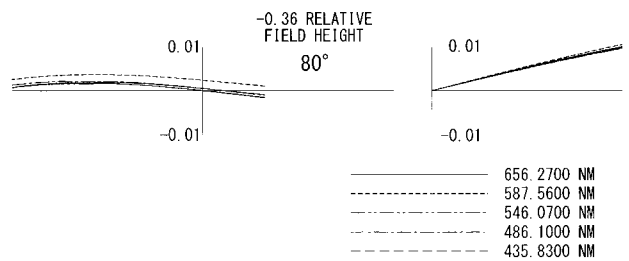
【図 16 B】



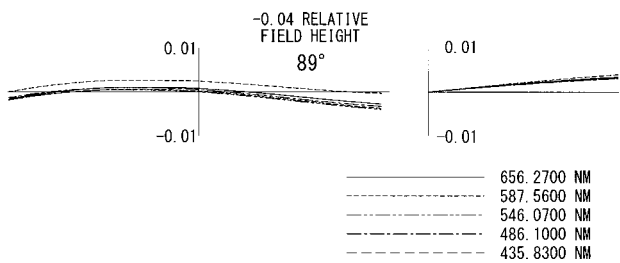
【図 16 C】



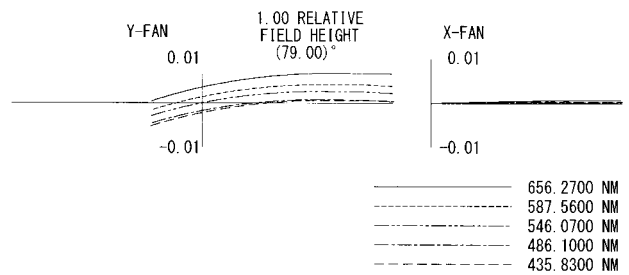
【図 16 E】



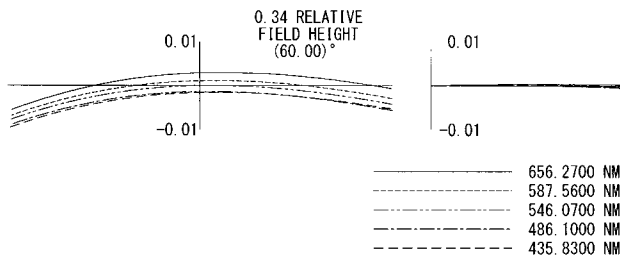
【図 16 D】



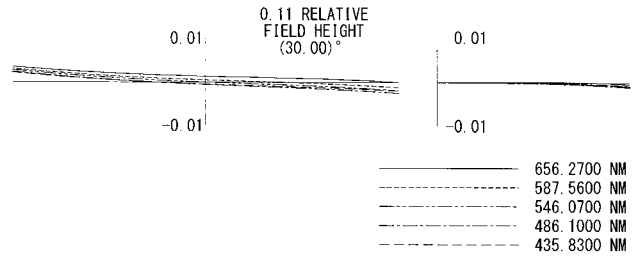
【図 17 A】



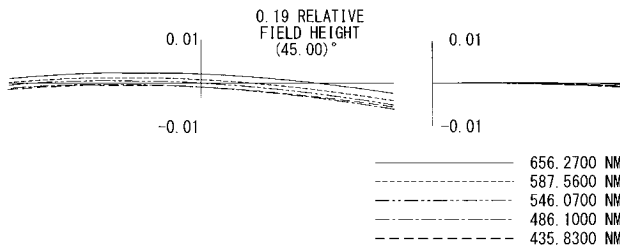
【図 17 B】



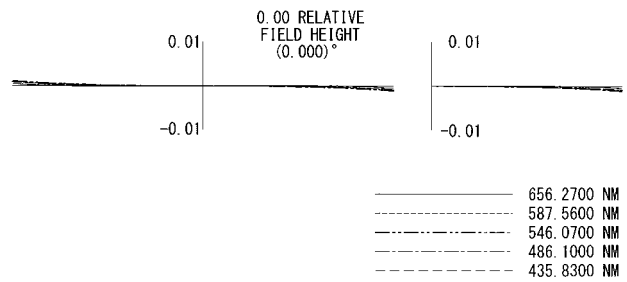
【図 17 D】



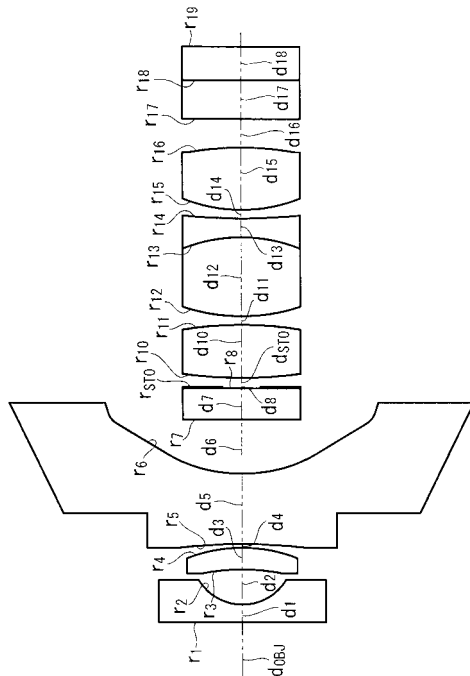
【図 17 C】



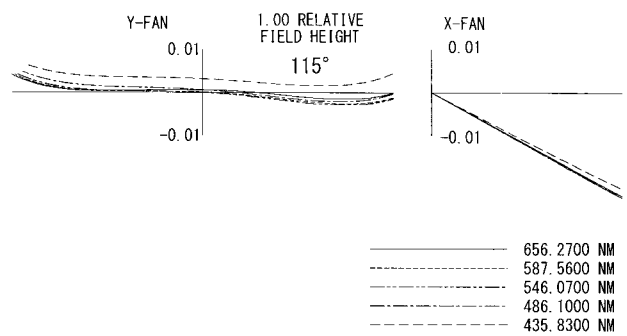
【図 17 E】



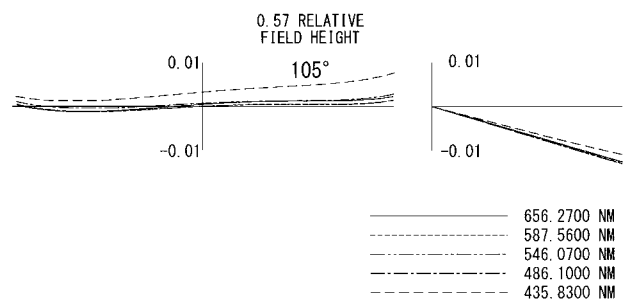
【図 18】



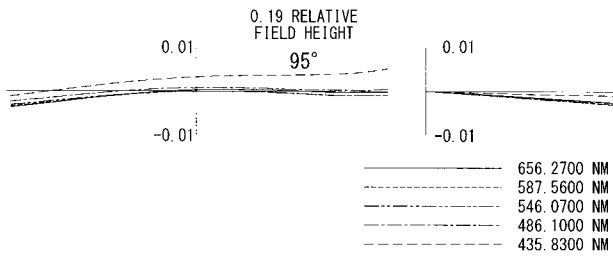
【図 19 A】



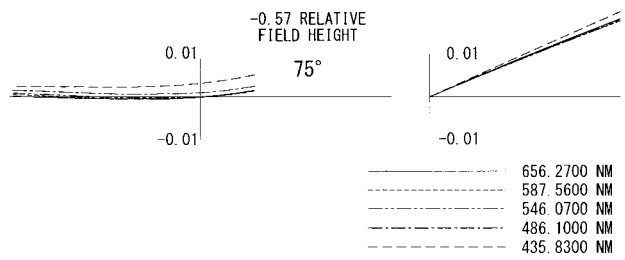
【図 19 B】



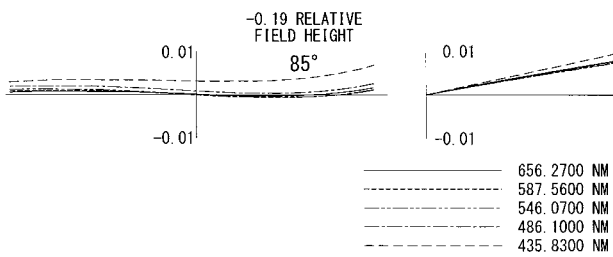
【図 19 C】



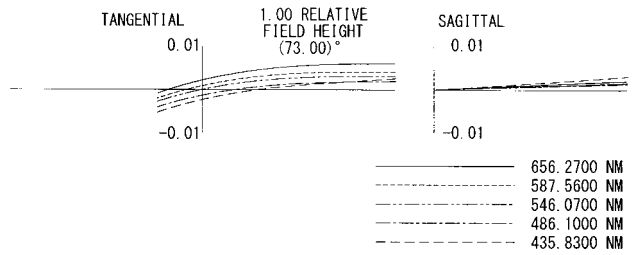
【図 19 E】



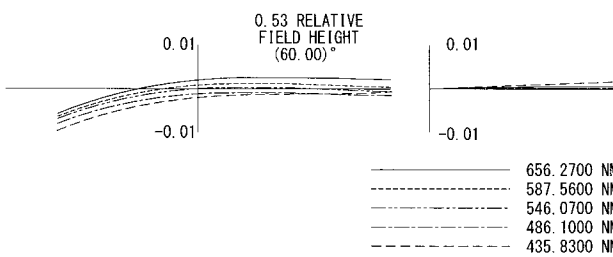
【図 19 D】



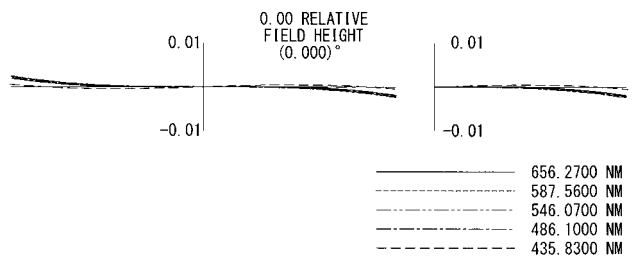
【図 20 A】



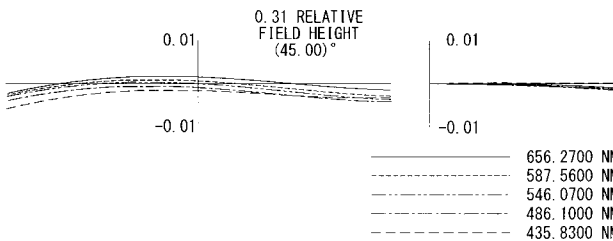
【図 20 B】



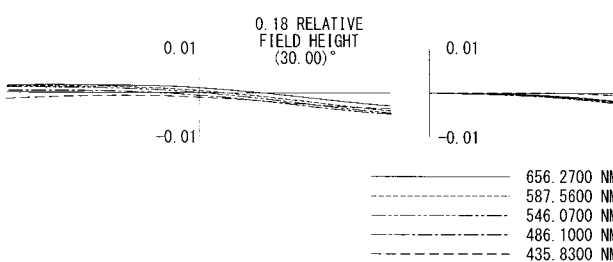
【図 20 E】



【図 20 C】



【図 20 D】



【手続補正書】

【提出日】平成28年1月7日(2016.1.7)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1枚の負レンズおよび1枚の正レンズからなる第1群と、
 該第1群の像側に配置された反射屈折光学素子と、
 該反射屈折光学素子の像側に配置され正の屈折力の第3群とからなり、
 前記反射屈折光学素子が、中心に光軸を備える第1透過面および該第1透過面の周囲に環状に配置され像側からの光を反射する第1反射面を備え、物体側に配置された第1面と、中心に光軸を備える第2透過面および該第2透過面の周囲に環状に配置され物体側からの光を反射する第2反射面を備え、像側に配置された第2面と、前記第1面および前記第2面の間に配置され物体側に頂角を有する円錐面状の透過面である第3面とを備え、
 次の式(1)、(2)、(3)を満足する広角光学系。

$$(1) \quad v_n > v_p$$

$$(2) \quad |\phi_n| > |\phi_p|$$

$$(3) \quad \alpha/2 > 90^\circ - \theta_k$$

ここで、 v_n は前記負レンズのアッペ数、 v_p は前記正レンズのアッペ数、 ϕ_n は前記負レンズの屈折力、 ϕ_p は前記正レンズの屈折力、 α は前記第3面の頂角の角度、 θ_k は側方視野内の最小画角の主光線の半画角であり、 $0 < \theta_k < 90^\circ$ である。

【請求項 2】

前記第1群の前記負レンズおよび前記正レンズが次の式(4)を満足する請求項1に記載の広角光学系。

$$(4) \quad v_n > 3.5 > v_p$$

【請求項 3】

請求項1に記載の広角光学系を備える内視鏡。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

本発明の一態様は、1枚の負レンズおよび1枚の正レンズからなる第1群と、該第1群の像側に配置された反射屈折光学素子と、該反射屈折光学素子の像側に配置され正の屈折力の第3群とからなり、前記反射屈折光学素子が、中心に光軸を備える第1透過面および該第1透過面の周囲に環状に配置され像側からの光を反射する第1反射面を備え、物体側に配置された第1面と、中心に光軸を備える第2透過面および該第2透過面の周囲に環状に配置され物体側からの光を反射する第2反射面を備え、像側に配置された第2面と、前記第1面および前記第2面の間に配置され物体側に頂角を有する円錐面状の透過面である第3面とを備え、次の式(1)、(2)、(3)を満足する広角光学系である。

$$(1) \quad v_n > v_p$$

$$(2) \quad |\phi_n| > |\phi_p|$$

$$(3) \quad \alpha/2 > 90^\circ - \theta_k$$

ここで、 v_n は前記負レンズのアッペ数、 v_p は前記正レンズのアッペ数、 ϕ_n は前記負レンズの屈折力、 ϕ_p は前記正レンズの屈折力、 α は前記第3面の頂角の角度、 θ_k は側方視野内の最小画角の主光線の半画角であり、 $0 < \theta_k < 90^\circ$ である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

本態様によれば、前方の物体からの光が第1群に入射すると、アッペ数の大きな負レンズおよびアッペ数の小さい正レンズを通過する。倍率色収差の発生し易い負レンズのアッペ数を大きくすることで、第1群を通過する光における倍率色収差の発生を抑制することができる。そして、第1群を通過した光は、反射屈折光学素子の第1透過面および第2透過面を通過した後に、第3群によって集光される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

側方の物体からの光は、第1群に入射することなく反射屈折光学素子の第3面に入射する。この場合に、第3面に入射する光は、式(3)を満足することで、その主光線の全てが第3面の法線よりも像側から入射して像側に屈折する。その結果、側方の物体からの全ての光に発生する倍率色収差の符号を前方の物体からの光に発生する倍率色収差の符号と揃えることができる。そして、第3面において像側に屈折させられた側方からの光は、第2面の第2反射面および第1面の第1反射面の順に1回ずつ反射された後に、第2面の第2透過面を通過して第3群によって集光される。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/065990

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G02B17/08(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G02B13/04, A61B1/00, G02B13/18, G02B17/08, G02B23/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/153114 A1 (Olympus Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), example 4 & JP 2008-309859 A & JP 2008-309861 A & US 2010/0091385 A1 & EP 2163933 A1 & CN 101681013 A	1-3
A	WO 2014/088076 A1 (Olympus Medical Systems Corp.), 12 June 2014 (12.06.2014), fig. 3 (Family: none)	1-3
A	WO 2010/084914 A1 (Olympus Corp.), 29 July 2010 (29.07.2010), fig. 1 & US 2011/0279915 A1 & EP 2385406 A1	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
14 August 2015 (14.08.15)Date of mailing of the international search report
25 August 2015 (25.08.15)Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 5 / 0 6 5 9 9 0	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(2006.01)i, G02B13/18(2006.01)i, G02B17/08(2006.01)i, G02B23/26(2006.01)i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G02B13/04, A61B1/00, G02B13/18, G02B17/08, G02B23/26			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
A	WO 2008/153114 A1 (オリンパス株式会社) 2008.12.18, 実施例 4 等 & JP 2008-309859 A & JP 2008-309861 A & US 2010/0091385 A1 & EP 2163933 A1 & CN 101681013 A	1-3	
A	WO 2014/088076 A1 (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2014.06.12, 図 3 等 (ファミリーなし)	1-3	
A	WO 2010/084914 A1 (オリンパス株式会社) 2010.07.29, 図 1 等 & US 2011/0279915 A1 & EP 2385406 A1	1-3	
☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献			
国際調査を完了した日 14.08.2015		国際調査報告の発送日 25.08.2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官 (権限のある職員) 殿岡 雅仁 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	2 V 4748

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I テーマコード (参考)
A 6 1 B 1/00 (2006.01) A 6 1 B 1/00 3 0 0 Y

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

Fターム(参考) 2H087 KA10 LA03 PA05 PA06 PA18 PA19 PB07 QA01 QA07 QA13
 QA18 QA21 QA22 QA25 QA26 QA34 QA42 QA45 RA05 RA12
 RA13 RA32 RA42 RA44
 4C161 CC06 FF40 PP11

(注) この公表は、国際事務局(W I P O)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	广角光学系统和内窥镜		
公开(公告)号	JPWO2016013302A1	公开(公告)日	2017-04-27
申请号	JP2016500842	申请日	2015-06-03
[标]申请(专利权)人(译)	奥林巴斯株式会社		
申请(专利权)人(译)	奥林巴斯公司		
[标]发明人	水澤聖幸		
发明人	水澤 聖幸		
IPC分类号	G02B17/08 G02B13/04 G02B13/06 G02B13/18 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	G02B13/06 A61B1/00 A61B1/00096 A61B1/00163 A61B1/00174 A61B1/00183 A61B1/00195 G02B5/001 G02B9/12 G02B13/0055 G02B13/04 G02B13/18 G02B17/061 G02B17/08 G02B17/0856 G02B17/0896 G02B23/243 G02B23/26 G02B27/0025 G02B27/0977		
FI分类号	G02B17/08.A G02B13/04 G02B13/06 G02B13/18 G02B23/26.C A61B1/00.300.Y		
F-TERM分类号	2H040/BA02 2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA05 2H087/PA06 2H087/PA18 2H087/PA19 2H087/PB07 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA13 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA22 2H087/QA25 2H087/QA26 2H087/QA34 2H087/QA42 2H087/QA45 2H087/RA05 2H087/RA12 2H087/RA13 2H087/RA32 2H087/RA42 2H087/RA44 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/PP11		
代理人(译)	上田邦夫 藤田 考晴		
优先权	2014149683 2014-07-23 JP		
其他公开文献	JP5905180B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

广角光学系统 (3) 具有负透镜和正透镜 (4, 5)，目的是在后级中通过公共光学元件充分校正横向色差，同时对准所有视场的图像方向。第一组 (6) 具有2的折光力，第二组 (7) 具有折反射光学元件 (14)，第三组 (8)，折反射光学元件 (14)，第一组 物体侧的第一表面 (11) 具有透射表面 (11a) 和围绕其布置的第一反射表面 (11b)，第二透射表面 (12a) 和围绕该反射表面布置的第二反射表面 像侧的第二表面 (12) 具有 (12b)，第一表面 (11) 和第二表面 (12) 是在物体侧具有顶角的圆锥形表面形的透射表面。它具有三个表面 (13)，并满足以下公式。 $v_n > v_p \alpha / 2 > 90^\circ - \theta_k$ v_n 是负透镜 (4) 的阿贝数， v_p 是正透镜 (5) 的阿贝数， α 是第三表面 (13) 的顶角， θ_k 是侧视图中最小视角的主光线的一半。视角 ($0 < \theta_k < 90^\circ$)。

