

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02011/145505

発行日 平成25年7月22日 (2013. 7. 22)

(43) 国際公開日 平成23年11月24日 (2011. 11. 24)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 13/04 (2006.01)	G02B 13/04 D	2H040
G02B 23/26 (2006.01)	G02B 23/26 C	2H087
A61B 1/00 (2006.01)	A61B 1/00 300Y	4C161

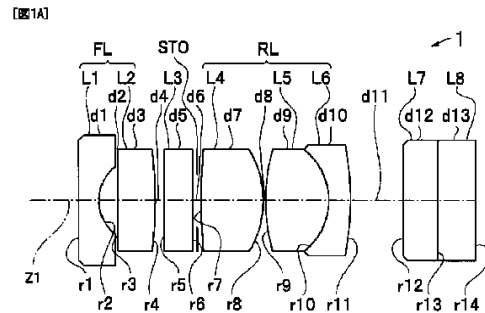
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 95 頁)

出願番号 特願2011-551138 (P2011-551138)	(71) 出願人 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
(21) 国際出願番号 PCT/JP2011/060911	
(22) 国際出願日 平成23年5月12日 (2011. 5. 12)	
(11) 特許番号 特許第4997348号 (P4997348)	(74) 代理人 100076233 弁理士 伊藤 進
(45) 特許公報発行日 平成24年8月8日 (2012. 8. 8)	
(31) 優先権主張番号 特願2010-116526 (P2010-116526)	(72) 発明者 笹本 勉 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
(32) 優先日 平成22年5月20日 (2010. 5. 20)	Fターム(参考) 2H040 CA23 2H087 KA10 LA03 PA04 PA05 PA17 PA18 PB05 QA01 QA07 QA18 QA21 QA25 QA37 QA41 QA45 RA32 RA41 RA43 4C161 CC06 FF40 JJ01 LL02 MM02 NN01 SS11
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡対物レンズユニットおよび内視鏡

(57) 【要約】

内視鏡対物レンズユニット1は、絞りSTOをはさんだ前レンズ群FLと後レンズ群RLとを具備し、前レンズ群FLは、負の屈折力の第1レンズL1と、正の屈折力の第2レンズL2と、を有し、後レンズ群RLは、正の屈折力の第3レンズL4と、接合されている正の屈折力の第4レンズL5と負の屈折力の第5レンズL6と、を有し、下記式(1)~(4)を満足する。(1) $-6 < SF < 0$ 、(2) $-3 < Fr / Ff < -1.1$ 、(3) $-1.6 < Ff / f < -0.6$ 、(4) $Ff / f1 < 1.6$ 。ただし、SFは、第2レンズL2の物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2としたときのシェイプファクターであり、Ffは前レンズ群FLの、Frは後レンズ群RLの、fは全系の、f1は第1レンズL1の、焦点距離である。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

絞りをはさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、

前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズと、正の屈折力の第 2 レンズと、を有し、

前記後レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズと、接合されている正の屈折力の第 4 レンズと負の屈折力の第 5 レンズと、を有し、

下記式 (1)、(2)、(3)、および (4) を満足することを特徴とする内視鏡対物レンズユニット。

$$(1) \quad - 6 < S F < 0$$

$$(2) \quad - 3 < F r / F f < - 1 . 1$$

$$(3) \quad - 1 . 6 < F f / f < - 0 . 6$$

$$(4) \quad F f / f 1 < 1 . 6$$

ただし、 $S F$ は、前記第 2 レンズの物体側の曲率半径を $R 1$ 、像側の曲率半径を $R 2$ としたときのシェイプファクター： $(R 2 + R 1) / (R 2 - R 1)$ であり、 $F f$ は前記前レンズ群の焦点距離、 $F r$ は前記後レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 $f 1$ は前記第 1 レンズの焦点距離である。

【請求項 2】

前記第 1 レンズの材料の屈折率 $n 1$ (e 線) が、下記式 (5) を満足することを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡対物レンズユニット。

$$(5) \quad n 1 > 2$$

【請求項 3】

前記第 1 レンズの材料は、下記式 (6) を満足することを特徴とする請求項 2 に記載の内視鏡対物レンズユニット。

$$(6) \quad n 1 \times H k > 2 0 0 0$$

ただし、 $n 1$ は屈折率 (e 線)、 $H k$ はヌーブ硬度 ($N / m m ^ 2$) である。

【請求項 4】

前記第 1 レンズの材料は、イットリア安定化ジルコニアであることを特徴とする請求項 3 に記載の内視鏡対物レンズユニット。

【請求項 5】

撮像部と、

前記撮像部の撮像面に光学像を結ぶための内視鏡対物レンズユニットを具備する内視鏡であって、

前記内視鏡対物レンズユニットは、

絞りをはさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、

前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズと、正の屈折力の第 2 レンズと、を有し、

前記後レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズと、接合されている正の屈折力の第 4 レンズと負の屈折力の第 5 レンズと、を有し、

下記式 (1)、(2)、(3)、および (4) を満足することを特徴とする。

$$(1) \quad - 6 < S F < 0$$

$$(2) \quad - 3 < F r / F f < - 1 . 1$$

$$(3) \quad - 1 . 6 < F f / f < 0 . 6$$

$$(4) \quad F f / f 1 < 1 . 6$$

ただし、 $S F$ は、前記第 2 レンズの物体側の曲率半径を $R 1$ 、像側の曲率半径を $R 2$ としたときのシェイプファクター： $(R 2 + R 1) / (R 2 - R 1)$ であり、 $F f$ は前記前レンズ群の焦点距離、 $F r$ は前記後レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 $f 1$ は前記第 1 レンズの焦点距離である。

【請求項 6】

前記第 1 レンズの材料の屈折率 $n 1$ (e 線) が、下記式 (5) を満足することを特徴と

10

20

30

40

50

する請求項 5 記載の内視鏡。

(5) $n_1 > 2$

【請求項 7】

前記第 1 レンズの材料は、下記式 (6) を満足することを特徴とする請求項 6 に記載の内視鏡。

(6) $n_1 \times Hk > 2000$

ただし、 n_1 は屈折率 (e 線)、 Hk はヌーブ硬度 (N/mm^2) である。

【請求項 8】

前記第 1 レンズの材料は、イットリア安定化ジルコニアであることを特徴とする請求項 7 に記載の内視鏡。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡の先端部に配設される内視鏡対物レンズユニットおよび前記内視鏡対物レンズユニットを有する内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、患者体内の外部から観察することが難しい部位の治療/診断等に内視鏡が用いられている。そして、経鼻内視鏡に代表される細径の内視鏡において、より細径化の要求は大きい。内視鏡の細径化には、CCD等の小型の撮像素子の開発が大きく寄与しており、撮像素子の画素ピッチは年々縮小化している。それに伴い、内視鏡対物レンズユニット(以下、「レンズユニット」ともいう。)は、小型化を達成しつつ性能を満足させる必要があり、種々の構成が開発されている。

【0003】

例えば、出願人は日本国特開平6-308381号公報に、絞りをはさんで前レンズ群と後レンズ群とよりなり、前レンズ群は、物体側より順に、負レンズの第1群と、正の屈折力の第2群とからなり、第2群は曲率半径の小さな面を像側に設けた形状であり、後レンズ群は、正の単レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズとからなり、所定の条件を満たす内視鏡対物レンズを開示している。

【0004】

一方、出願人は、日本国特開2006-51132号公報には、滅菌耐久性に優れた高屈折率材料からなるレンズを有するレンズユニットも開示している。

【0005】

しかし、日本国特開2006-51132号公報に記載のレンズユニットは、本願記載のレンズタイプの記載がなく、また日本国特開平6-308381号公報に記載の構成を用いたとしても、近年、要求されているレベルの小型化を達成しつつ、倍率色収差を十分に小さくすることは容易ではなかった。

【0006】

本発明は、倍率色収差の小さい内視鏡対物レンズユニットおよび倍率色収差の小さい内視鏡対物レンズユニットを有する内視鏡を提供することを目的とする。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の実施例のレンズユニットは、絞りをはさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズと、正の屈折力の第2レンズと、を有し、前記後レンズ群は、正の屈折力の第3レンズと、接合されている正の屈折力の第4レンズと負の屈折力の第5レンズと、を有し、下記式(1)、(2)、(3)、および(4)を満足する。

【0008】

(1) $-6 < SF < 0$

10

20

30

40

50

$$(2) \quad -3.0 < F_r / F_f < -1.1$$

$$(3) \quad -1.6 < F_f / f < -0.6$$

$$(4) \quad F_f / f_1 < 1.6$$

ただし、 SF は、前記第2レンズの物体側の曲率半径を R_1 、像側の曲率半径を R_2 としたときのシェイプファクター： $(R_2 + R_1) / (R_2 - R_1)$ であり、 F_f は前記前レンズ群の焦点距離、 F_r は前記後レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 f_1 は前記第1レンズの焦点距離である。

【0009】

また、本発明の別の実施例の内視鏡は、前記レンズユニットを具備する。

【図面の簡単な説明】

10

【0010】

【図1A】実施例1のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図1B】実施例1のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図1C】実施例1のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図1D】実施例1のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図1E】実施例1のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図2A】実施例2のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図2B】実施例2のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図2C】実施例2のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図2D】実施例2のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

20

【図2E】実施例2のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図3A】実施例3のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図3B】実施例3のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図3C】実施例3のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図3D】実施例3のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図3E】実施例3のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図4A】実施例4のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図4B】実施例4のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図4C】実施例4のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図4D】実施例4のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

30

【図4E】実施例4のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図5A】実施例5のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図5B】実施例5のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図5C】実施例5のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図5D】実施例5のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図5E】実施例5のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図6A】実施例6のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図6B】実施例6のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図6C】実施例6のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図6D】実施例6のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

40

【図6E】実施例6のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図7A】実施例7のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図7B】実施例7のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図7C】実施例7のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図7D】実施例7のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図7E】実施例7のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図8A】実施例8のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図8B】実施例8のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図8C】実施例8のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図8D】実施例8のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

50

- 【図 18 E】実施例 18 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 19 A】実施例 19 のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図 19 B】実施例 19 のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図 19 C】実施例 19 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (M) である。
- 【図 19 D】実施例 19 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (S) である。
- 【図 19 E】実施例 19 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 20 A】実施例 20 のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図 20 B】実施例 20 のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図 20 C】実施例 20 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (M) である。
- 【図 20 D】実施例 20 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (S) である。 10
- 【図 20 E】実施例 20 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 21 A】実施例 21 のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図 21 B】実施例 21 のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図 21 C】実施例 21 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (M) である。
- 【図 21 D】実施例 21 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (S) である。
- 【図 21 E】実施例 21 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 22 A】実施例 22 のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図 22 B】実施例 22 のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図 22 C】実施例 22 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (M) である。
- 【図 22 D】実施例 22 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (S) である。 20
- 【図 22 E】実施例 22 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 23 A】実施例 23 のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図 23 B】実施例 23 のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図 23 C】実施例 23 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (M) である。
- 【図 23 D】実施例 23 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (S) である。
- 【図 23 E】実施例 23 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 24 A】実施例 24 のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図 24 B】実施例 24 のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図 24 C】実施例 24 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (M) である。
- 【図 24 D】実施例 24 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (S) である。 30
- 【図 24 E】実施例 24 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 25 A】実施例 25 のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図 25 B】実施例 25 のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図 25 C】実施例 25 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (M) である。
- 【図 25 D】実施例 25 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (S) である。
- 【図 25 E】実施例 25 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 26 A】実施例 26 のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図 26 B】実施例 26 のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図 26 C】実施例 26 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (M) である。
- 【図 26 D】実施例 26 のレンズユニットを説明するためのコマ収差図 (S) である。 40
- 【図 26 E】実施例 26 のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図 27】実施例 27 の内視鏡の構成図である。
- 【発明を実施するための最良の形態】
- 【0011】
- 本発明の実施の形態の内視鏡対物レンズユニットは以下の通りである。
- 【0012】
1. 絞りをはさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズと、正の屈折力の第 2 レンズと、を有し、前記後レンズ群は、正の屈折力の第 3 レンズと、接合されている正の屈折力の第 4 レンズと負の屈折力の第 5 レンズと、を有し、下記条件 (1)、(2)、(3)、および (4) を満足する。 50

【 0 0 1 3 】

- (1) $- 6 < S F < 0$
 (2) $- 3 . 0 < F r / F f < - 1 . 1$
 (3) $- 1 . 6 < F f / f < - 0 . 6$
 (4) $F f / f 1 < 1 . 6$

ただし、 $S F$ は、前記第2レンズの物体側の曲率半径を $R 1$ 、像側の曲率半径を $R 2$ としたときのシェイプファクター： $(R 2 + R 1) / (R 2 - R 1)$ であり、 $F f$ は前記前レンズ群の焦点距離、 $F r$ は前記後レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 $f 1$ は前記第1レンズの焦点距離である。

【 0 0 1 4 】

10

条件(1)は、倍率色収差を良好に補正するための面の方向を指定する条件で、条件(1)を満足することで、倍率色収差を良好に補正することができる。条件(1)の下限未満では、全長を小さく小型化を保ったまま倍率色収差を良好に補正することはできるが、他の収差補正が困難である。条件(1)の上限を超えた場合は、倍率色収差補正が困難である。

【 0 0 1 5 】

また、条件(1)に替えて下記条件(1 A)を満足することで、倍率色収差をさらに良好に補正することができる。

【 0 0 1 6 】

20

- (1 A) $- 3 < S F - 1$

さらに、条件(1 A)に替えて下記条件(1 B)を満足することで、倍率色収差をさらに良好に補正することができる。

【 0 0 1 7 】

- (1 B) $- 3 < S F < - 1 . 2$

また、条件(2)および条件(3)は小型化を達成するための条件である。条件(2)の下限未満では、近年の小型化に対応したレンズユニットを提供できなくなり、条件(2)の上限を超えた場合は、小型のレンズユニットを供給できるが、他の収差の補正が困難である。

【 0 0 1 8 】

30

また、条件(3)の下限未満では、全長が長くなり、小型のレンズユニットを供給できなくなり、条件(3)の上限を超えた場合は、小型のレンズユニットを供給できるが、前レンズ群で発生したコマ収差補正が困難である。

【 0 0 1 9 】

また、条件(2)に替えて下記条件(2 A)を満足することで、さらに小型化を達成できる。

【 0 0 2 0 】

- (2 A) $- 1 . 8 < F r / F f < - 1 . 2$

さらに、条件(2 A)に替えて下記条件(2 B)を満足することで、さらに小型化を達成できる。

【 0 0 2 1 】

40

- (2 B) $- 1 . 7 5 < F r / F f < - 1 . 3$

また、条件(3)に替えて下記条件(3 A)を満足することで、さらに小型化を達成できる。

【 0 0 2 2 】

- (3 A) $- 1 . 5 < F f / f < - 0 . 9$

さらに、条件(3 A)に替えて下記条件(3 B)を満足することで、さらに小型化を達成できる。

【 0 0 2 3 】

- (3 B) $- 1 . 4 < F f / f < - 0 . 9 5$

条件(4)は、レンズユニットの小型化を考えつつ、像面湾曲を良好に補正するための

50

条件である。条件(4)の上限を超えた場合は、像面湾曲補正が過剰となり、像面湾曲の補正が困難である。

【0024】

また、条件(4)に替えて下記条件(4A)を満足することで、像面湾曲をさらに良好に補正することができる。

【0025】

(4A) $Ff/f_1 < 1.51$

さらに、条件(4A)に替えて下記条件(4B)を満足することで、像面湾曲をさらに良好に補正することができる。

【0026】

(4B) $Ff/f_1 < 1.39$

また、本発明の実施形態のレンズユニットは、バックフォーカスを長くとることが容易である。バックフォーカスが長い、実施形態のレンズユニットは、撮像素子のCCDの直前にプリズムを配置し、CCDを横置きにすることができる。すなわち、後述する実施例6、7、10、または18のように、CCDガラスリッドに接合する光学部材L7の硝路が長いレンズユニットでは、光学部材L7として直角プリズムを用いることができるため、いわゆるCCD横置きが可能である。すなわち、本発明の実施形態のレンズユニットは、CCD横置きを容易に実現できる。

【0027】

2. 前記第1レンズの材料の屈折率 n_1 (e線)が、下記式(5)を満足することを特徴とする上記1記載のレンズユニット。

【0028】

(5) $n_1 > 2$

前レンズ群のパワーを大きくすることが容易となるため、条件(5)を満足するのが好ましい。

【0029】

3. 前記第1レンズの材料は、下記式(6)を満足することを特徴とする上記1または上記2に記載のレンズユニット。

【0030】

(6) $n_1 \times Hk > 2000$

ただし、 n_1 は屈折率(e線)、 Hk はヌーブ硬度(N/mm^2)である。

【0031】

条件(6)を満足する材料によれば、外面レンズ(第1レンズ)が、割れ、およびレンズキズに対する耐性を有したレンズユニットを提供することが可能となる。

【0032】

4. 前記第1レンズの材料は、イットリア安定化ジルコニアである。

【0033】

イットリア安定化ジルコニア(YSZ)は、上記3を満足する材料の具体例である。すなわち、YSZは、 $n_1 = 2.1825$ 、 $Hk = 1200 N/mm^2$ であり、 $n_1 \times Hk = 2617 > 2000$ である。

【0034】

本発明の内視鏡は、上記1~4の内視鏡対物レンズユニットを有する。

【0035】

次に、本発明のレンズユニットの実施例を示す。

【0036】

<実施例1>

以下に、実施例1のレンズユニット1を構成する光学部材の数値データ等を示す。数値データ中、 r は各面の曲率半径、 d は各光学部材の肉厚または空気間隔、 n は各光学部材のe線における屈折率、 ν は各光学部材のe線におけるアッペ数、FNOはFナンバーを表している。 r および d の単位はmmである。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 7 】

なお、これらの記号は、後述の他の実施例の数値データ等においても共通に使用されている。

【 0 0 3 8 】

実施例 1 の数値データは、下記の通りである。

【 表 1 】

r1=	∞	d1=	0.4000	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8439	d2=	0.3813				
r3=	∞	d3=	0.7337	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-9.6109	d4=	0.1912				
r5=	∞	d5=	0.5652	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1599				
r7=	9.4824	d7=	1.2442	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-1.9686	d8=	0.0529				
r9=	3.9815	d9=	1.2483	n5=	1.69979	ν 5=	55.53
r10=	-1.2679	d10=	0.4334	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-5.8682	d11=	1.0546				
r12=	∞	d12=	0.7000	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7500	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

10

20

【 0 0 3 9 】

FNO= 4.68

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高 = 0.946 mm、物体距離 = 20 mm、画角 = 128.05°

F r = 1.617 mm、F f = -1.123 mm、f 1 = -0.950 mm

図 1 A は本実施例のレンズユニット 1 の構成図であり、図 1 B ~ 図 1 E はレンズユニット 1 の収差図である。図 1 A に示すように、レンズユニット 1 は絞り S T O をはさんだ前レンズ群 F L と後レンズ群 R L とを具備している。前レンズ群 F L は、物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ L 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ L 2 を有している。後レンズ群 R L は、正の屈折力の第 3 レンズ L 4 と、接合されている正の屈折力の第 4 レンズ L 5 と負の屈折力の第 5 レンズ L 6 と、を有する。図 1 A においては、r 1 4 が、C C D 等の撮像素子の撮像面である。

30

【 0 0 4 0 】

なお、図 1 A において光学部材 L 3 は、フィルタであり、特に好ましくは赤外カットフィルタである。なお、後述する他の実施例においても、光学部材 L 3 は機能性フィルタであるが、赤外カットフィルタではなく、色フィルタを用いることで、内視鏡画像の色再現性に変化を与えることができる。

40

【 0 0 4 1 】

また、光学部材 L 3 の位置に配置可能であれば、複数のフィルタ、例えば、3 枚の赤外カットフィルタを配置してもよい。さらに機能の異なるフィルタ、例えば、赤外カットフィルタおよびノッチフィルタを配置してもよいし、赤外カットフィルタ、色フィルタおよびノッチフィルタを配置してもよい。

【 0 0 4 2 】

なお、フィルタの配置位置は、光学部材 L 3 の位置に限られるものではない。例えば、光学部材 L 3 として通常の透明ガラスを用い、別の位置に赤外カットフィルタを配置してもよい。すなわち、後述する実施例において、フィルタが配置されていないレンズユニットにおいては、空気部分に必要なフィルタを適宜、配置することができる。

50

【 0 0 4 3 】

また、フィルタには、YAGレーザー光カット膜等の機能性膜が少なくとも一方の面に形成されていることが好ましく、さらに他方の面にも、YAGレーザー光カット膜、LDレーザー光カット膜等の機能性膜が形成されていることが特に好ましい。すなわち、フィルタには、片面または両面に反射防止膜を含めた機能性膜を形成することが好ましい。また異なる機能の複数の機能性膜が、フィルタの一の面に積層されていてもよい。

【 0 0 4 4 】

図1Bは球面収差を、図1Cおよび図1Dはコマ収差を、図1Eは像面湾曲(像面収差)を示している。図1Bにおいて、符号は測定波長線を示しており、それぞれ(C L) 656.27nm : C線、(d L) 587.56nm : d線、(e L) 546.07nm : e線、(F) 486.13nm : F線、(g) 435.83nm : g線である。図1Cはe線に対するコマ収差 M(メリジオナル)を、図1Dはコマ収差 S(サジタル)を示している。また図1Eにおいては、Sを実線で示し、Mを破線で示している。なお以下の収差図においても同様である。

10

【 0 0 4 5 】

< 実施例 2 >

実施例 2 のレンズユニット 2 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 2 】

r1=	∞	d1=	0.4030	n1=	1.88815	ν1=	40.76
r2=	0.8788	d2=	0.4814				
r3=	-10.0294	d3=	0.7668	n2=	1.85504	ν2=	23.78
r4=	-4.696	d4=	0.2364				
r5=	∞	d5=	0.5676	n3=	1.51564	ν3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1612				
r7=	9.5228	d7=	1.2725	n4=	1.83932	ν4=	37.16
r8=	-2.0903	d8=	0.0531				
r9=	4.3821	d9=	1.2536	n5=	1.69979	ν5=	55.53
r10=	-1.2663	d10=	0.4353	n6=	1.93429	ν6=	18.90
r11=	-6.0967	d11=	0.8910				
r12=	∞	d12=	1.4000	n7=	1.51825	ν7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.3000	n8=	1.61379	ν8=	50.20
r14=	∞						

20

30

【 0 0 4 6 】

FNO= 4.868

全系の焦点距離 : f = 1 mm、像高 = 1 mm、物体距離 = 17 mm、画角 = 140.05 °

F r = 1.729 mm、F f = -1.280 mm、f 1 = -0.989 mm

40

図 2 A は本実施例のレンズユニット 2 の構成図であり、図 2 B ~ 図 2 E はレンズユニット 2 の収差図である。

【 0 0 4 7 】

< 実施例 3 >

実施例 3 のレンズユニット 3 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 3】

r1=	∞	d1=	0.4072	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8765	d2=	0.5877				
r3=	-10.1323	d3=	0.7329	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-4.2879	d4=	0.1773				
r5=	∞	d5=	0.5734	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1629				
r7=	9.6206	d7=	1.2981	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-2.0932	d8=	0.0537				
r9=	4.598	d9=	1.2665	n5=	1.69979	ν 5=	55.53
r10=	-1.2298	d10=	0.4398	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-6.2165	d11=	0.9322				
r12=	∞	d12=	1.2969	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.3546	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

10

【 0 0 4 8 】

FNO= 6.18

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高 = 1.33 mm、物体距離 = 10 mm、画角 = 147.36°

F r = 1.766 mm、F f = -1.353 mm、f 1 = -0.987 mm

図 3 A は本実施例のレンズユニット 3 の構成図であり、図 3 B ~ 図 3 E はレンズユニット 3 の収差図である。

20

【 0 0 4 9 】

< 実施例 4 >

実施例 4 のレンズユニット 4 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 4】

r1=	∞	d1=	0.4054	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8755	d2=	0.5851				
r3=	-11.9923	d3=	0.6742	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-4.9781	d4=	0.1924				
r5=	∞	d5=	0.5708	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1614				
r7=	9.5779	d7=	1.3297	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-2.1418	d8=	0.0605				
r9=	4.7428	d9=	1.2609	n5=	1.69979	ν 5=	55.53
r10=	-1.2532	d10=	0.4378	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-5.2230	d11=	0.8500				
r12=	∞	d12=	1.4485	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.5015	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

30

40

【 0 0 5 0 】

FNO= 5.601

50

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高 = 1.04 mm、物体距離 = 10 mm、画角 = 151.25°

$F r = 1.771$ mm、 $F f = -1.276$ mm、 $f 1 = -0.986$ mm

図 4 A は本実施例のレンズユニット 4 の構成図であり、図 4 B ~ 図 4 E はレンズユニット 4 の収差図である。

【 0 0 5 1 】

< 実施例 5 >

実施例 5 のレンズユニット 5 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 5 】

r1=	∞	d1=	0.4055	n1=	1.88815	$\nu 1=$	40.76	10
r2=	0.8722	d2=	0.5855					
r3=	-12.8483	d3=	0.6720	n2=	1.85504	$\nu 2=$	23.78	
r4=	-3.9869	d4=	0.1622					
r5=	∞	d5=	0.5710	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00	
r6=	∞(STO)	d6=	0.1614					
r7=	∞	d7=	1.2857	n4=	1.83932	$\nu 4=$	37.16	
r8=	-2.014	d8=	0.0605					
r9=	4.3322	d9=	1.2613	n5=	1.69979	$\nu 5=$	55.53	20
r10=	-1.354	d10=	0.4379	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90	
r11=	-5.327	d11=	1.0850					
r12=	∞	d12=	0.8700	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14	
r13=	∞	d13=	0.7368	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20	
r14=	∞							

【 0 0 5 2 】

FNO = 4.407

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高 = 0.956 mm、物体距離 = 11 mm、画角 = 128.38°

$F r = 1.797$ mm、 $F f = -1.439$ mm、 $f 1 = -0.982$ mm

図 5 A は本実施例のレンズユニット 5 の構成図であり、図 5 B ~ 図 5 E はレンズユニット 5 の収差図である。

【 0 0 5 3 】

< 実施例 6 >

実施例 6 のレンズユニット 6 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

30

【表 6】

r1=	∞	d1=	0.4049	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.9156	d2=	0.5512				
r3=	-18.7064	d3=	0.6718	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-7.2381	d4=	0.1367				
r5=	∞	d5=	0.5701	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0302				
r7=	∞	d7=	1.5316	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-2.061	d8=	0.0604				
r9=	17.9166	d9=	1.2833	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.177	d10=	0.4372	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-2.6698	d11=	1.0074				
r12=	∞	d12=	1.8234	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7356	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

10

20

【 0 0 5 4 】

FNO= 5.807

全系の焦点距離 : f = 1 mm、像高 = 0.954 mm、物体距離 = 10.5 mm、画角 = 128.1°

F r = 1.868 mm、F f = -1.228 mm、f 1 = -1.031 mm

図 6 A は本実施例のレンズユニット 6 の構成図であり、図 6 B ~ 図 6 E はレンズユニット 6 の収差図である。

【 0 0 5 5 】

< 実施例 7 >

実施例 7 のレンズユニット 7 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

30

【表 7】

r1=	∞	d1=	0.4060	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8641	d2=	0.4849				
r3=	-10.1016	d3=	0.7113	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-4.3464	d4=	0.0974				
r5=	∞	d5=	0.5716	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1619				
r7=	33.7158	d7=	1.3665	n4=	1.08642	ν 4=	34.97
r8=	-2.0717	d8=	0.0535				
r9=	9.2024	d9=	1.2868	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.1832	d10=	0.4384	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.0147	d11=	1.0102				
r12=	∞	d12=	1.5354	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7376	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

40

【 0 0 5 6 】

50

FNO= 5.743

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高=0.957 mm、物体距離=10 mm、画角=127.8°

$F r = 1.853$ mm、 $F f = -1.294$ mm、 $f 1 = -0.973$ mm

図 7 A は本実施例のレンズユニット 7 の構成図であり、図 7 B ~ 図 7 E はレンズユニット 7 の収差図である。

【 0 0 5 7 】

< 実施例 8 >

実施例 8 のレンズユニット 8 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 8 】

r1=	∞	d1=	0.4056	n1=	1.88815	$\nu 1=$	40.76	
r2=	0.8771	d2=	0.4340					
r3=	-10.0931	d3=	0.7204	n2=	1.85504	$\nu 2=$	23.78	
r4=	-4.1906	d4=	0.1258					
r5=	∞	d5=	0.5712	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00	
r6=	∞ (STO)	d6=	0.1623					
r7=	-50.9076	d7=	1.4039	n4=	1.80642	$\nu 4=$	34.97	
r8=	-2.0934	d8=	0.0707					
r9=	9.3818	d9=	1.2857	n5=	1.73234	$\nu 5=$	54.68	
r10=	-1.1935	d10=	0.4381	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90	
r11=	-2.7935	d11=	1.6149					
r12=	∞	d12=	0.7570	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14	
r13=	∞	d13=	0.7370	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20	
r14=	∞							

10

20

【 0 0 5 8 】

FNO= 5.673

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高=0.956 mm、物体距離=10.4 mm、画角=127.98°

$F r = 1.877$ mm、 $F f = -1.332$ mm、 $f 1 = -0.988$ mm

図 8 A は本実施例のレンズユニット 8 の構成図であり、図 8 B ~ 図 8 E はレンズユニット 8 の収差図である。

【 0 0 5 9 】

< 実施例 9 >

実施例 9 のレンズユニット 9 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

30

【表 9】

r1=	∞	d1=	0.4503	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.7879	d2=	0.4033				
r3=	∞	d3=	0.8870	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-18.3149	d4=	0.2253				
r5=	∞	d5=	0.5990	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0544				
r7=	∞	d7=	1.2211	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.8991	d8=	0.0901				
r9=	3.3716	d9=	1.0692	n5=	1.59143	ν 5=	61.14
r10=	-1.6233	d10=	0.2600	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-5.4907	d11=	1.5993				
r12=	∞	d12=	0.7255	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7255	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

10

【0 0 6 0】

FNO= 4.095

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.941 mm、物体距離=18.013 mm、画角=128°

F r = 1.661 mm、F f = -0.967 mm、f 1 = -0.887 mm

図 9 A は本実施例のレンズユニット 9 の構成図であり、図 9 B ~ 図 9 E はレンズユニット 9 の収差図である。

20

【0 0 6 1】

< 実施例 1 0 >

実施例 1 0 のレンズユニット 1 0 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 1 0】

r1=	∞	d1=	0.3428	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8151	d2=	0.3428				
r3=	∞	d3=	0.5877	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.3418	d4=	0.5526				
r5=	∞(STO)	d5=	0.3145				
r6=	-9.0742	d6=	0.5507	n3=	1.88815	ν 3=	40.76
r7=	-1.6398	d7=	0.0490				
r8=	9.8128	d8=	0.8160	n4=	1.73234	ν 4=	54.68
r9=	-1.1151	d9=	0.3732				
r10=	-2.7514	d10=	1.6657	n5=	1.93429	ν 5=	18.90
r11=	∞	d11=	0.9189	n6=	1.51825	ν 6=	64.10
r12=	∞						

30

40

【0 0 6 2】

FNO= 5.152

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.945 mm、物体距離=19.591 mm、画角=128.18°

F r = 1.593 mm、F f = -1.383 mm、f 1 = -0.918 mm

図 1 0 A は本実施例のレンズユニット 1 0 の構成図であり、図 1 0 B ~ 図 1 0 E はレン

50

ズユニット 10 の収差図である。

【 0 0 6 3 】

< 実施例 1 1 >

実施例 1 1 のレンズユニット 1 1 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 1 】

r1=	∞	d1=	0.3415	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8021	d2=	0.3415				
r3=	19.5162	d3=	0.5855	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-5.5767	d4=	0.5374				
r5=	∞(STO)	d5=	0.3008				
r6=	-10.1204	d6=	0.5486	n3=	1.88815	ν 3=	40.76
r7=	-1.6388	d7=	0.0488				
r8=	9.33	d8=	0.8161	n4=	1.73234	ν 4=	54.68
r9=	-1.1122	d9=	0.3718	n5=	1.93429	ν 5=	18.90
r10=	-2.746	d10=	1.6684				
r11=	∞	d11=	0.9154	n6=	1.51825	ν 6=	64.10
r12=	∞						

10

20

【 0 0 6 4 】

FNO= 5.27

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.942 mm、物体距離=19.516 mm、画角=128.19°

F r = 1.567 mm、F f = -1.320 mm、f 1 = -0.903 mm

図 1 1 A は本実施例のレンズユニット 1 1 の構成図であり、図 1 1 B ~ 図 1 1 E はレンズユニット 1 1 の収差図である。

【 0 0 6 5 】

< 実施例 1 2 >

実施例 1 2 のレンズユニット 1 2 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

30

【 表 1 2 】

r1=	∞	d1=	0.4500	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8070	d2=	0.4179				
r3=	∞	d3=	0.7529	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-18.8614	d4=	0.1692				
r5=	∞	d5=	0.5632	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0545				
r7=	∞	d7=	1.1960	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.8960	d8=	0.1058				
r9=	6.3884	d9=	1.1373	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3424	d10=	0.4320	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.9951	d11=	1.5444				
r12=	∞	d12=	0.7300	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7500	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

40

50

【 0 0 6 6 】

FNO= 3.777

全系の焦点距離 : $f = 1$ mm、像高 = 0.943 mm、物体距離 = 16 mm、画角 = 127.83 ° $F r = 1.668$ mm、 $F f = -0.993$ mm、 $f 1 = -0.909$ mm

図 1 2 A は本実施例のレンズユニット 1 2 の構成図であり、図 1 2 B ~ 図 1 2 E はレンズユニット 1 2 の収差図である。

【 0 0 6 7 】

< 実施例 1 3 >

実施例 1 3 のレンズユニット 1 3 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 3 】

r1=	∞	d1=	0.4000	n1=	1.88815	$\nu 1=$	40.76
r2=	0.8406	d2=	0.6160				
r3=	-5.8882	d3=	0.7945	n2=	1.85504	$\nu 2=$	23.78
r4=	-3.9255	d4=	0.2866				
r5=	∞	d5=	0.5627	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00
r6=	∞ (STO)	d6=	0.1599				
r7=	11.8394	d7=	1.3354	n4=	1.83932	$\nu 4=$	37.16
r8=	-2.1677	d8=	0.0527				
r9=	3.4717	d9=	1.1636	n5=	1.59143	$\nu 5=$	61.14
r10=	-1.4365	d10=	0.4316	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90
r11=	-6.1946	d11=	1.0000				
r12=	∞	d12=	2.0100	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14
r13=	∞						

10

20

【 0 0 6 8 】

FNO= 6.888

全系の焦点距離 : $f = 1$ mm、像高 = 0.96 mm、物体距離 = 9.8 mm、画角 = 129.73 ° $F r = 1.863$ mm、 $F f = -1.226$ mm、 $f 1 = -0.946$ mm

図 1 3 A は本実施例のレンズユニット 1 3 の構成図であり、図 1 3 B ~ 図 1 3 E はレンズユニット 1 3 の収差図である。

【 0 0 6 9 】

< 実施例 1 4 >

実施例 1 4 のレンズユニット 1 4 を構成する光学部材の数値データ等を示す。なお、レンズユニット 1 4 ~ 2 5 の第 1 レンズ L 1 の材料は、イットリア安定化ジルコニア (Y S Z) である。

30

【表 1 4】

r1=	∞	d1=	0.5433	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	0.9685	d2=	0.4165				
r3=	∞	d3=	0.7243	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-5.4012	d4=	0.1449				
r5=	∞	d5=	0.5614	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0543				
r7=	∞	d7=	1.5375	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-2.181	d8=	0.1992				
r9=	5.1839	d9=	1.1770	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3201	d10=	0.4305	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-4.2501	d11=	1.5232				
r12=	∞	d12=	0.7600	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7243	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

10

20

【0 0 7 0】

FNO= 4.88

全系の焦点距離 : f = 1 mm、像高 = 0.94 mm、物体距離 = 18.108 mm、画角 = 127.62 °

F r = 1.812 mm、F f = -1.135 mm、f 1 = -0.819 mm

図 1 4 A は本実施例のレンズユニット 1 4 の構成図であり、図 1 4 B ~ 図 1 4 E はレンズユニット 1 4 の収差図である。

【0 0 7 1】

< 実施例 1 5 >

実施例 1 5 のレンズユニット 1 5 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

30

【表 1 5】

r1=	∞	d1=	0.5440	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	0.9605	d2=	0.4171				
r3=	∞	d3=	0.7253	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.8664	d4=	0.1451				
r5=	∞	d5=	0.5621	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0544				
r7=	∞	d7=	1.5159	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-2.1868	d8=	0.1993				
r9=	5.9359	d9=	1.1787	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3219	d10=	0.4311	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.8915	d11=	1.5247				
r12=	∞	d12=	0.7510	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7253	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

40

【0 0 7 2】

FNO= 3.752

50

全系の焦点距離： $f=1$ mm、像高= 0.941 mm、物体距離= 18.134 mm、画角= 127.85°
 $F r = 1.832$ mm、 $F f = -1.174$ mm、 $f 1 = -0.812$ mm

図 1 5 A は本実施例のレンズユニット 1 5 の構成図であり、図 1 5 B ~ 図 1 5 E はレンズユニット 1 5 の収差図である。

【 0 0 7 3 】

< 実施例 1 6 >

実施例 1 6 のレンズユニット 1 6 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 6 】

r1=	∞	d1=	0.5435	n1=	2.18246	$\nu 1=$	33.01	
r2=	0.9913	d2=	0.6042					10
r3=	∞	d3=	0.7247	n2=	1.93429	$\nu 2=$	18.90	
r4=	-4.7185	d4=	0.1449					
r5=	∞	d5=	0.5617	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00	
r6=	∞ (STO)	d6=	0.0544					
r7=	∞	d7=	1.4653	n4=	1.88815	$\nu 4=$	40.76	
r8=	-2.3106	d8=	0.1992					
r9=	6.1978	d9=	1.1777	n5=	1.73234	$\nu 5=$	54.68	20
r10=	-1.3208	d10=	0.4308	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90	
r11=	-4.093	d11=	1.5433					
r12=	∞	d12=	0.7498	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14	
r13=	∞	d13=	0.7247	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20	
r14=	∞							

【 0 0 7 4 】

FNO= 3.979

全系の焦点距離： $f=1$ mm、像高= 0.94 mm、物体距離= 18.118 mm、画角= 127.81°
 $F r = 1.933$ mm、 $F f = -1.310$ mm、 $f 1 = -0.838$ mm

図 1 6 A は本実施例のレンズユニット 1 6 の構成図であり、図 1 6 B ~ 図 1 6 E はレンズユニット 1 6 の収差図である。

【 0 0 7 5 】

< 実施例 1 7 >

実施例 1 7 のレンズユニット 1 7 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

10

20

30

【表 1 7】

r1=	∞	d1=	0.4500	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	1.0405	d2=	0.4448				
r3=	∞	d3=	0.8448	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-7.461	d4=	0.1978				
r5=	∞	d5=	0.5584	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0540				
r7=	∞	d7=	1.7385	n4=	1.80642	ν 4=	34.97
r8=	-2.3919	d8=	0.1101				
r9=	6.4097	d9=	1.1708	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3886	d10=	0.4282	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.4605	d11=	1.2423				
r12=	∞	d12=	1.8883	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7300	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

10

【 0 0 7 6】

FNO= 6.285

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.935 mm、物体距離=17.89 mm、画角=127.85°

F r = 1.967 mm、F f = -1.290 mm、f 1 = -0.880 mm

図 1 7 A は本実施例のレンズユニット 1 7 の構成図であり、図 1 7 B ~ 図 1 7 E はレンズユニット 1 7 の収差図である。

20

【 0 0 7 7】

< 実施例 1 8 >

実施例 1 8 のレンズユニット 1 8 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 1 8】

r1=	∞	d1=	0.4483	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	1.0038	d2=	0.3786				
r3=	∞	d3=	0.9165	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-6.1690	d4=	0.3261				
r5=	∞	d5=	0.5597	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0542				
r7=	∞	d7=	1.2616	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-2.2838	d8=	0.2388				
r9=	6.9881	d9=	1.1735	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3162	d10=	0.4293	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.2867	d11=	1.7932				
r12=	∞	d12=	0.7422	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7222	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

30

40

【 0 0 7 8】

FNO= 4.067

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.937 mm、物体距離=17.932 mm、画角=127.96°

50

$F r = 1.931$ mm、 $F f = -1.144$ mm、 $f 1 = -0.849$ mm

図 1 8 A は本実施例のレンズユニット 1 8 の構成図であり、図 1 8 B ~ 図 1 8 E はレンズユニット 1 8 の収差図である。

【 0 0 7 9 】

< 実施例 1 9 >

実施例 1 9 のレンズユニット 1 9 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 9 】

$r1 =$	∞	$d1 =$	0.5000	$n1 =$	2.18246	$\nu 1 =$	33.01	
$r2 =$	0.9456	$d2 =$	0.4142					10
$r3 =$	∞	$d3 =$	0.7204	$n2 =$	1.93429	$\nu 2 =$	18.90	
$r4 =$	-7.4010	$d4 =$	0.3945					
$r5 =$	∞	$d5 =$	0.5583	$n3 =$	1.51564	$\nu 3 =$	75.00	
$r6 =$	∞ (STO)	$d6 =$	0.2341					
$r7 =$	15.5855	$d7 =$	1.2410	$n4 =$	2.18246	$\nu 4 =$	33.01	
$r8 =$	-2.6460	$d8 =$	0.1987					
$r9 =$	6.2845	$d9 =$	1.1706	$n5 =$	1.73234	$\nu 5 =$	54.68	
$r10 =$	-1.3129	$d10 =$	0.4282	$n6 =$	1.93429	$\nu 6 =$	18.90	20
$r11 =$	-8.7654	$d11 =$	1.4404					
$r12 =$	∞	$d12 =$	0.7600	$n7 =$	1.51825	$\nu 7 =$	64.14	
$r13 =$	∞	$d13 =$	0.7000	$n8 =$	1.61379	$\nu 8 =$	50.20	
$r14 =$	∞							

【 0 0 8 0 】

FNO= 4.29

全系の焦点距離： $f = 1$ mm、像高=0.935 mm、物体距離=18 mm、画角=127.93°

$F r = 1.756$ mm、 $F f = -1.000$ mm、 $f 1 = -0.800$ mm

図 1 9 A は本実施例のレンズユニット 1 9 の構成図であり、図 1 9 B ~ 図 1 9 E はレンズユニット 1 9 の収差図である。

【 0 0 8 1 】

< 実施例 2 0 >

実施例 2 0 のレンズユニット 2 0 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 0】

r1=	∞	d1=	0.5000	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	0.9247	d2=	0.5971				
r3=	∞	d3=	0.7238	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.4671	d4=	0.1448				
r5=	∞	d5=	0.5609	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0543				
r7=	∞	d7=	1.2470	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-2.0417	d8=	0.1990				
r9=	4.9784	d9=	1.1761	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3191	d10=	0.4302	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-6.7685	d11=	1.3457				
r12=	∞	d12=	0.7500	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7238	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

10

【 0 0 8 2】

FNO= 4.141

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.939 mm、物体距離=18.1 mm、画角=127.41°

F r = 1.830 mm、F f = -1.235 mm、f 1 = -0.782 mm

図 2 0 A は本実施例のレンズユニット 2 0 の構成図であり、図 2 0 B ~ 図 2 0 E はレンズユニット 2 0 の収差図である。

20

【 0 0 8 3】

< 実施例 2 1 >

実施例 2 1 のレンズユニット 2 1 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 1】

r1=	∞	d1=	0.5164	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	0.8569	d2=	0.5680				
r3=	∞	d3=	0.6885	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.4337	d4=	0.1377				
r5=	∞	d5=	0.5336	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0516				
r7=	∞	d7=	1.1807	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.9271	d8=	0.1893				
r9=	4.6518	d9=	1.1188	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.2548	d10=	0.4092	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-8.2907	d11=	1.4631				
r12=	∞	d12=	0.7000	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.6885	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

30

40

【 0 0 8 4】

FNO= 4.448

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.893 mm、物体距離=17.2 mm、画角=117.85°

50

$F r = 1.764$ mm、 $F f = -1.110$ mm、 $f 1 = -0.725$ mm

図 2 1 A は本実施例のレンズユニット 2 1 の構成図であり、図 2 1 B ~ 図 2 1 E はレンズユニット 2 1 の収差図である。

【 0 0 8 5 】

< 実施例 2 2 >

実施例 2 2 のレンズユニット 2 2 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 2】

r1=	∞	d1=	0.4583	n1=	2.18246	$\nu 1=$	33.01	
r2=	0.7351	d2=	0.3564					10
r3=	∞	d3=	0.5199	n2=	1.85504	$\nu 2=$	23.78	
r4=	-4.1679	d4=	1.3580					
r5=	∞	d5=	0.4857	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00	
r6=	∞ (STO)	d6=	0.0509					
r7=	∞	d7=	1.1253	n4=	1.83932	$\nu 4=$	37.16	
r8=	-1.6538	d8=	0.1867					
r9=	3.6894	d9=	1.0133	n5=	1.59143	$\nu 5=$	61.14	
r10=	-1.2375	d10=	0.4035	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90	20
r11=	-3.4546	d11=	1.6970					
r12=	∞	d12=	0.7127	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14	
r13=	∞	d13=	0.6788	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20	
r14=	∞							

【 0 0 8 6 】

FNO= 5.548

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高=0.881 mm、物体距離=17.01 mm、画角=115.4°

$F r = 1.612$ mm、 $F f = -0.838$ mm、 $f 1 = -0.622$ mm

図 2 2 A は本実施例のレンズユニット 2 2 の構成図であり、図 2 2 B ~ 図 2 2 E はレンズユニット 2 2 の収差図である。

【 0 0 8 7 】

< 実施例 2 3 >

実施例 2 3 のレンズユニット 2 3 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 3】

r1=	∞	d1=	0.5000	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	1.0234	d2=	0.4160				
r3=	∞	d3=	0.7234	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-5.2110	d4=	0.0543				
r5=	∞	d5=	0.5606	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1447				
r7=	-7.9337	d7=	1.3989	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.9816	d8=	0.1989				
r9=	11.4247	d9=	1.1756	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3087	d10=	0.4300	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-2.8801	d11=	1.8085				
r12=	∞	d12=	0.7505	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7234	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

10

【 0 0 8 8 】

FNO= 5.672

全系の焦点距離 : f = 1 mm、像高 = 0.939 mm、物体距離 = 18 mm、画角 = 127.86 °

F r = 1.868 mm、F f = -1.231 mm、f 1 = -0.865 mm

図 2 3 A は本実施例のレンズユニット 2 3 の構成図であり、図 2 3 B ~ 図 2 3 E はレンズユニット 2 3 の収差図である。

20

【 0 0 8 9 】

< 実施例 2 4 >

実施例 2 4 のレンズユニット 2 4 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 4】

r1=	∞	d1=	0.5429	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	1.0687	d2=	0.4162				
r3=	-36.1952	d3=	0.7239	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.6981	d4=	0.0543				
r5=	∞	d5=	0.5610	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1448				
r7=	-5.7493	d7=	1.4630	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.9553	d8=	0.1991				
r9=	15.0851	d9=	1.1763	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.2907	d10=	0.4303	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-2.7220	d11=	1.9002				
r12=	∞	d12=	0.7400	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7239	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

30

40

【 0 0 9 0 】

FNO= 6.176

全系の焦点距離 : f = 1 mm、像高 = 0.939 mm、物体距離 = 18.098 mm、画角 = 128.03 °

50

$F r = 1.894 \text{ mm}$ 、 $F f = -1.301 \text{ mm}$ 、 $f 1 = -0.904 \text{ mm}$

図 2 4 A は本実施例のレンズユニット 2 4 の構成図であり、図 2 4 B ~ 図 2 4 E はレンズユニット 2 4 の収差図である。

【 0 0 9 1 】

< 実施例 2 5 >

実施例 2 5 のレンズユニット 2 5 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 5】

r1=	∞	d1=	0.3920	n1=	2.18246	$\nu 1=$	33.01	
r2=	1.0035	d2=	0.3395					10
r3=	19.3992	d3=	0.5820	n2=	1.93429	$\nu 2=$	18.90	
r4=	-4.4012	d4=	0.5308					
r5=	∞ (STO)	d5=	0.4829					
r6=	-11.6039	d6=	0.5453	n3=	1.88815	$\nu 3=$	40.76	
r7=	-1.7296	d7=	0.0485					
r8=	15.3992	d8=	0.9673	n4=	1.73234	$\nu 4=$	54.68	
r9=	-1.1572	d9=	0.3696	n5=	1.93429	$\nu 5=$	18.90	
r10=	-2.7323	d10=	1.7957					20
r11=	∞	d11=	0.9099	n6=	1.51825	$\nu 6=$	64.10	
r12=	∞							

【 0 0 9 2 】

FNO= 6.122

全系の焦点距離: $f = 1 \text{ mm}$ 、像高=0.913 mm、物体距離=18.93 mm、画角=123.19°

$F r = 1.687 \text{ mm}$ 、 $F f = -1.346 \text{ mm}$ 、 $f 1 = -0.849 \text{ mm}$

図 2 5 A は本実施例のレンズユニット 2 5 の構成図であり、図 2 5 B ~ 図 2 5 E はレンズユニット 2 5 の収差図である。

【 0 0 9 3 】

< 実施例 2 6 >

実施例 2 6 のレンズユニット 2 6 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 6】

r1=	∞	d1=	0.5010	n1=	2.01169	$\nu 1=$	28.27	
r2=	0.8712	d2=	0.4166					
r3=	∞	d3=	0.5993	n2=	1.93429	$\nu 2=$	18.90	
r4=	-8.5465	d4=	0.1449					
r5=	∞	d5=	0.4554	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00	40
r6=	∞ (STO)	d6=	0.0543					
r7=	∞	d7=	1.8080	n4=	1.88815	$\nu 4=$	40.76	
r8=	-2.0398	d8=	0.1993					
r9=	4.5503	d9=	1.1775	n5=	1.73234	$\nu 5=$	54.68	
r10=	-1.4905	d10=	0.4307	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90	
r11=	-5.8142	d11=	1.4790					
r12=	∞	d12=	0.7246	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14	
r13=	∞	d13=	0.7246	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20	50

【 0 0 9 4 】

FNO= 6.346

全系の焦点距離 : $f = 1$ mm、像高 = 0.94 mm、物体距離 = 18.116 mm、画角 = 128.00 ° $F r = 1.733$ mm、 $F f = -1.042$ mm、 $f 1 = -0.861$ mm

図 2 6 A は本実施例のレンズユニット 2 6 の構成図であり、図 2 6 B ~ 図 2 6 E はレンズユニット 2 6 の収差図である。

【 0 0 9 5 】

< 実施例 1 ~ 実施例 2 6 のまとめ >

表 2 7 および表 2 8 に実施例 1 ~ 実施例 2 6 のレンズユニットの構成を記載する。なお、表 2 7 および表 2 8 には、比較のため、特開平 6 - 3 0 8 3 8 1 号公報に開示したレンズユニットの構成を比較例 1 ~ 3 として記載してある。なお、表 2 において、丸印は条件を満足していることを、X 印は条件を満足していないことを示している。

【 0 0 9 6 】

また、比較例 1 ~ 3 のレンズユニットは以下の構成である。

【 0 0 9 7 】

比較例 1 : $f = 1$ mm、 $F r = 1.838$ mm、 $F f = -1.752$ mm、 $f 1 = -1.020$ mm比較例 2 : $f = 1$ mm、 $F r = 1.877$ mm、 $F f = -1.812$ mm、 $f 1 = -1.041$ mm比較例 3 : $f = 1$ mm、 $F r = 1.889$ mm、 $F f = -2.062$ mm、 $f 1 = -0.808$ mm

【 表 2 7 】

	SF	Fr/Ff	Ff/f	Ff/f1	n1	Hk	n1 × Hk
実施例1	-1.000	-1.440	-1.123	1.182	1.8882	710	1340.6
実施例2	-2.761	-1.351	-1.280	1.294	1.8882	710	1340.6
実施例3	-2.467	-1.306	-1.353	1.371	1.8882	710	1340.6
実施例4	-2.419	-1.388	-1.276	1.294	1.8882	710	1340.6
実施例5	-1.900	-1.249	-1.439	1.465	1.8882	710	1340.6
実施例6	-2.262	-1.521	-1.228	1.191	1.8882	710	1340.6
実施例7	-2.510	-1.432	-1.294	1.330	1.8882	710	1340.6
実施例8	-2.420	-1.409	-1.332	1.348	1.8882	710	1340.6
実施例9	-1.000	-1.718	-0.967	1.090	1.8882	710	1340.6
実施例10	-1.000	-1.151	-1.383	1.507	1.8882	710	1340.6
実施例11	-0.556	-1.187	-1.320	1.462	1.8882	710	1340.6
実施例12	-1.000	-1.680	-0.993	1.093	1.8882	710	1340.6
実施例13	-5.000	-1.520	-1.226	1.295	1.8882	710	1340.6
実施例14	-1.000	-1.596	-1.135	1.386	2.1825	1200	2617.0
実施例15	-1.000	-1.561	-1.174	1.445	2.1825	1200	2617.0
実施例16	-1.000	-1.476	-1.310	1.562	2.1825	1200	2617.0
実施例17	-1.000	-1.742	-1.129	1.283	2.1825	1200	2617.0
実施例18	-1.000	-1.688	-1.144	1.347	2.1825	1200	2617.0
実施例19	-1.000	-1.756	-1.000	1.250	2.1825	1200	2617.0
実施例20	-1.000	-1.482	-1.235	1.579	2.1825	1200	2617.0
実施例21	-1.000	-1.588	-1.110	1.532	2.1825	1200	2617.0
実施例22	-1.000	-1.924	-0.838	1.348	2.1825	1200	2617.0
実施例23	-1.000	-1.518	-1.231	1.422	2.1825	1200	2617.0
実施例24	-1.298	-1.456	-1.301	1.440	2.1825	1200	2617.0
実施例25	-0.630	-1.253	-1.346	1.586	2.1825	1200	2617.0
実施例26	-1.000	-1.663	-1.042	1.210	2.0117	700	1408.2
比較例1	-1.000	-1.049	-1.751	1.718	1.8882	710	1340.6
比較例2	-1.000	-1.036	-1.812	1.740	1.8882	710	1340.6
比較例3	-1.085	0.916	2.063	2.553	1.8882	710	1340.6

10

20

30

40

50

【表 28】

	条件(1)	条件(2)	条件(3)	条件(4)	条件(5)	条件(6)
	$-6 < SF < 0$	$-3 < (Fr/Ff) < -1.1$	$-1.6 < (Ff/f) < -0.6$	$(Ff/f1) < 1.6$	$n1 > 2$	$n1 \times Hk > 2000$
実施例1	○	○	○	○	×	×
実施例2	○	○	○	○	×	×
実施例3	○	○	○	○	×	×
実施例4	○	○	○	○	×	×
実施例5	○	○	○	○	×	×
実施例6	○	○	○	○	×	×
実施例7	○	○	○	○	×	×
実施例8	○	○	○	○	×	×
実施例9	○	○	○	○	×	×
実施例10	○	○	○	○	×	×
実施例11	○	○	○	○	×	×
実施例12	○	○	○	○	×	×
実施例13	○	○	○	○	×	×
実施例14	○	○	○	○	×	×
実施例15	○	○	○	○	○	○
実施例16	○	○	○	○	○	○
実施例17	○	○	○	○	○	○
実施例18	○	○	○	○	○	○
実施例19	○	○	○	○	○	○
実施例20	○	○	○	○	○	○
実施例21	○	○	○	○	○	○
実施例22	○	○	○	○	○	○
実施例23	○	○	○	○	○	○
実施例24	○	○	○	○	○	○
実施例25	○	○	○	○	○	○
実施例26	○	○	○	○	○	×
比較例1	○	×	×	×	×	×
比較例2	○	×	×	×	×	×
比較例3	○	×	×	×	×	×

10

20

30

【0098】

以上の結果から、実施例のレンズユニットの効果は明らかである。すなわち、比較例1～3では、倍率色収差補正のために後レンズ群に配置された接合レンズの接合面の加工性が悪く、また像面湾曲など他の収差を補正しつつ、近年の小型化を達成することは容易ではなかったが、実施例のレンズユニットでは、上記問題点が解消されている。すなわち、実施例のレンズユニット1～25は、倍率色収差が小さい。

40

【0099】

また、実施例13～25のレンズユニットは、条件(6) $n1 \times Hk > 2000$ 、を満足するため、実施例1～12のレンズユニットに比べて、外面レンズ(第1レンズL1)が、割れおよびレンズキズに対する耐性が高い。

【0100】

<実施例27>

次に本発明の実施例15としてレンズユニット27を有する内視鏡30について説明する。図27に示す内視鏡システム40は、被検者の体内に挿入される挿入部31を有する

50

内視鏡 30 と、体内を照明する光源装置 41 と、信号処理を行うプロセッサ 42 とにより構成されている。すなわち挿入部 31 内には光源装置 41 からの照明光を先端部 32 に導光するライトガイドファイバ 45 が挿通され照射光学系 32 を介して体内を照明する。プロセッサ 42 は、種々の内視鏡および/または種々の光源装置と組み合わせることで、種々の目的に適合した内視鏡システムとして使用できる。さらに、内視鏡システム 40 は、内視鏡画像等を表示するモニタ 43 と、術者が設定等を行うキーボード等の入力部 44 を有している。

【0101】

内視鏡 30 は、操作部 37 と接続された挿入部 31、の先端部 32 にカラー内視鏡画像を撮影する撮像部である CCD 33 と、プリプロセス (P/P) 部 34 と、A/D 変換部 35 と、パラレルシリアル変換 (P/S) 部 36 を有する電子内視鏡である。先端部 32 には光学像を結ぶためのレンズユニット 27 と、被検者の体内を撮影する CCD 33 とが配置され、CCD 33 が撮影した内視鏡画像はデジタル信号に変換されてプロセッサ 42 に送信される。撮像部としては、CCD 33 の代わりに CMD (Charged Modulation Device) 撮像素子、C-MOS 撮像素子、AMI (Amplified MOS Imager)、BCCD (Back Illuminated CCD) 等でも良い。なお、カラー CCD の代わりに白黒 CCD を用い、照射光を RGB に時系列的に変化させてもよい。

10

【0102】

内視鏡 30 のレンズユニット 27 は、すでに説明した実施例 1 のレンズユニット 13 等と同様の構成である。すでに説明したようにレンズユニット 13 等は小径であり、光学特性に優れている。このため、内視鏡 30 は小径であり、撮像する画像の特性がよい。すなわち内視鏡 30 が撮像する画像は倍率色収差が小さい。

20

【0103】

またレンズユニット 27 は、第 1 レンズ L1 の材料として、主成分として、Zr、Y、Gd、Ta、Nb、La、Hf のうち少なくともいずれかの成分を含み屈折率が 2 を超える材料、例えば、イットリア安定化ジルコニアを用いている。このため第 1 レンズ L1 が、割れおよびレンズキズに対する耐性、を有している。また、レンズユニット 27 は、140 前後の高温高圧でかつ飽和水蒸気による滅菌システム、いわゆるオートクレーブ滅菌のような過酷な条件下での耐久性も有している。

【0104】

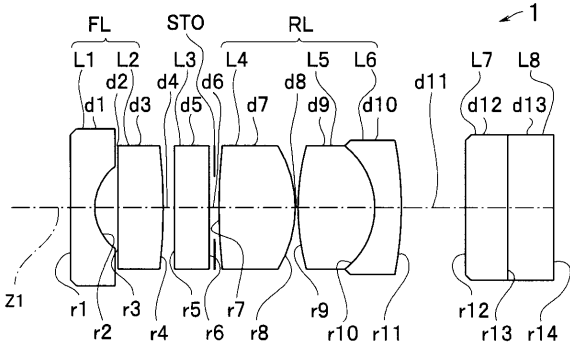
本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

30

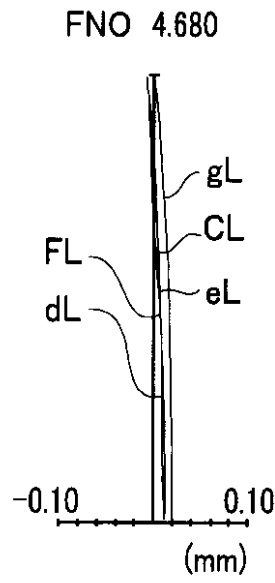
【0105】

本出願は、2010年5月20日に日本国に出願された特願 2010-116526 号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものとする。

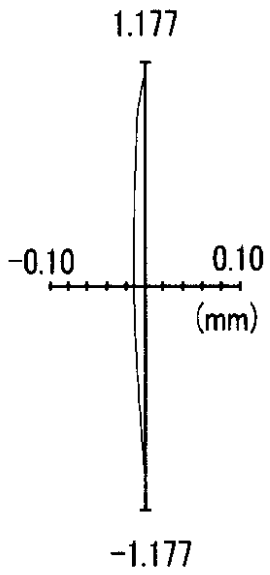
【 図 1 A 】



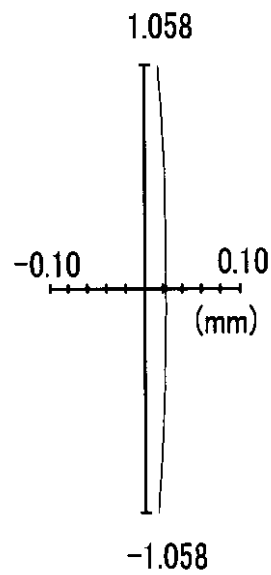
【 図 1 B 】



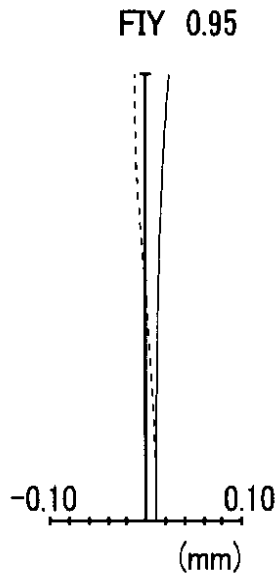
【 図 1 C 】



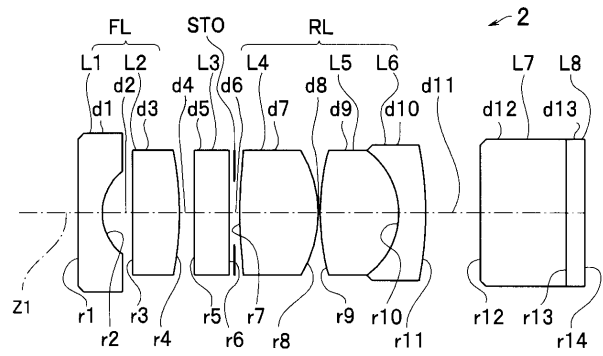
【 図 1 D 】



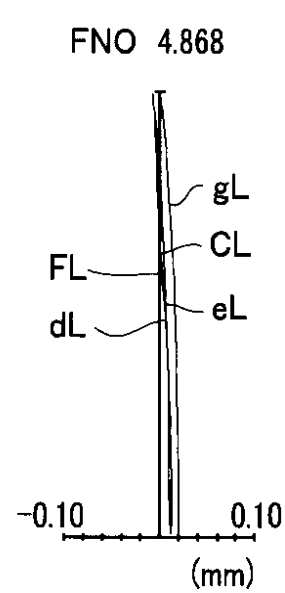
【 図 1 E 】



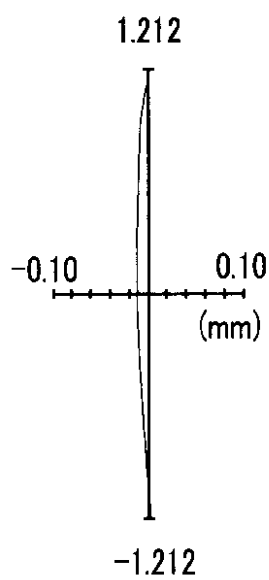
【 図 2 A 】



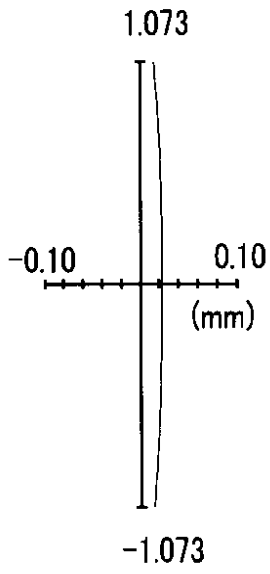
【 図 2 B 】



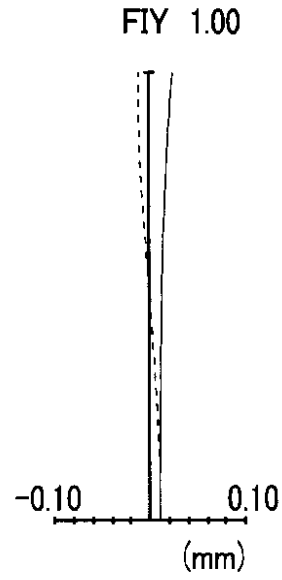
【 図 2 C 】



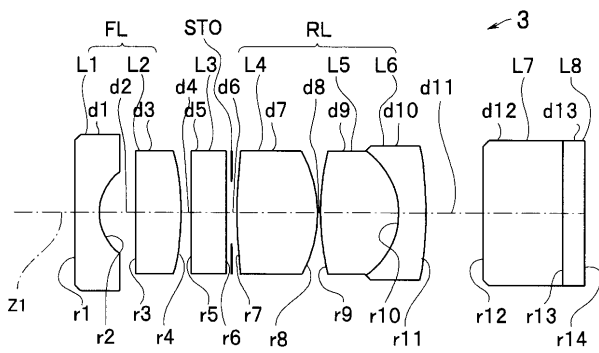
【 図 2 D 】



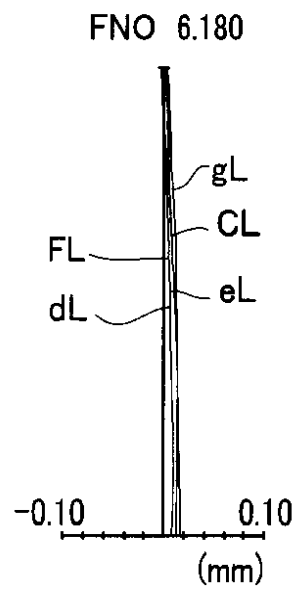
【 図 2 E 】



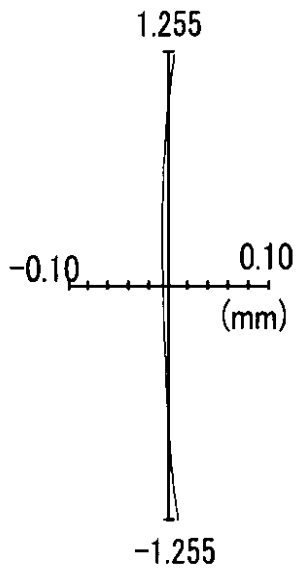
【 図 3 A 】



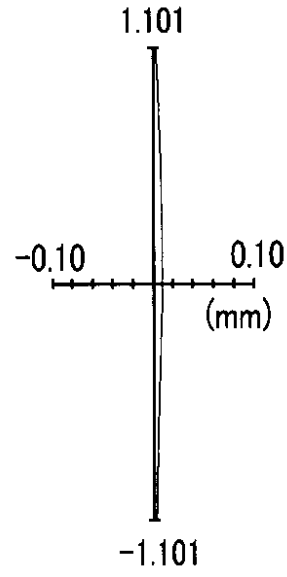
【 図 3 B 】



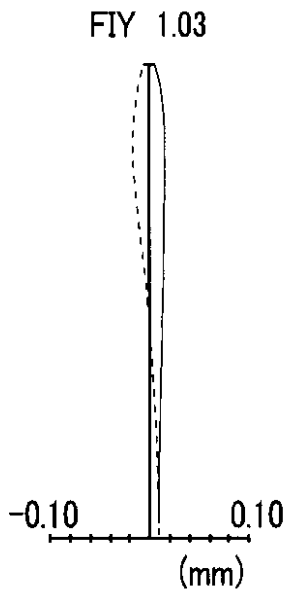
【 図 3 C 】



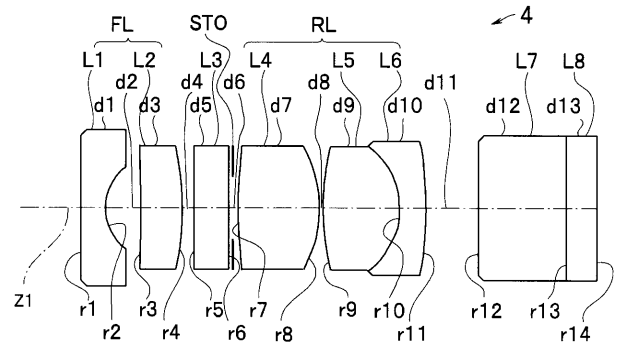
【 図 3 D 】



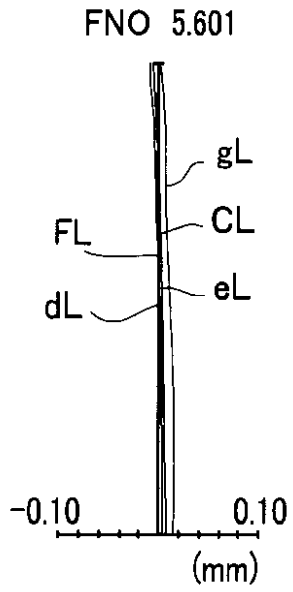
【 図 3 E 】



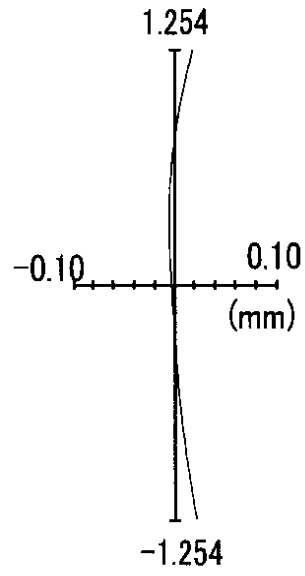
【 図 4 A 】



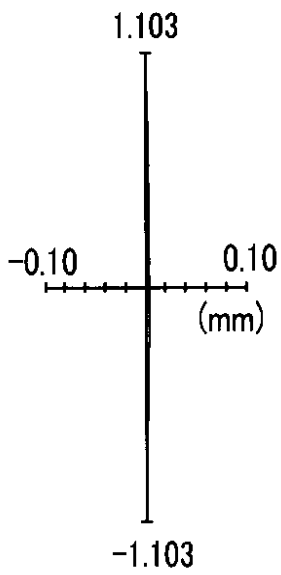
【 図 4 B 】



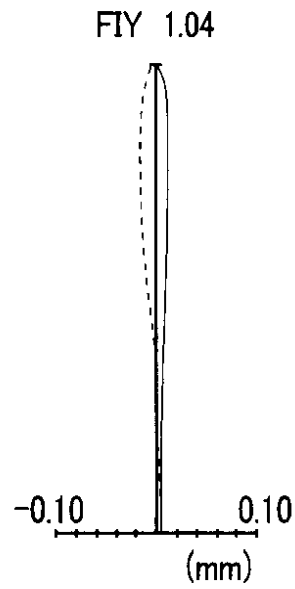
【 図 4 C 】



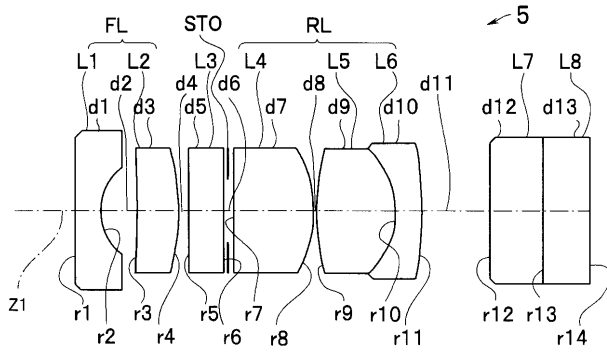
【 図 4 D 】



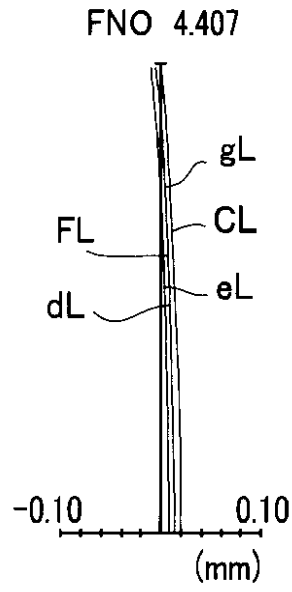
【 図 4 E 】



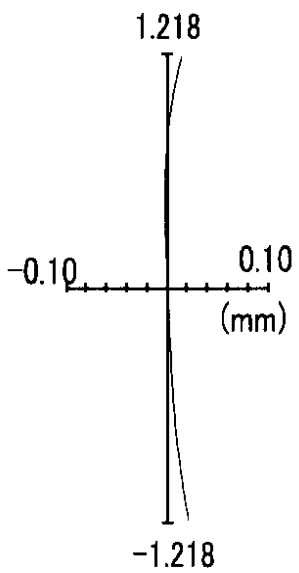
【 図 5 A 】



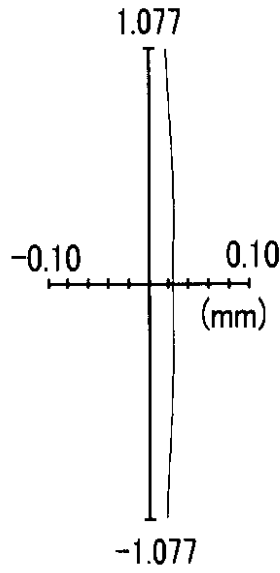
【 図 5 B 】



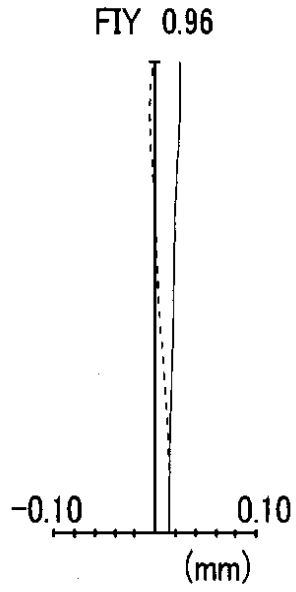
【 図 5 C 】



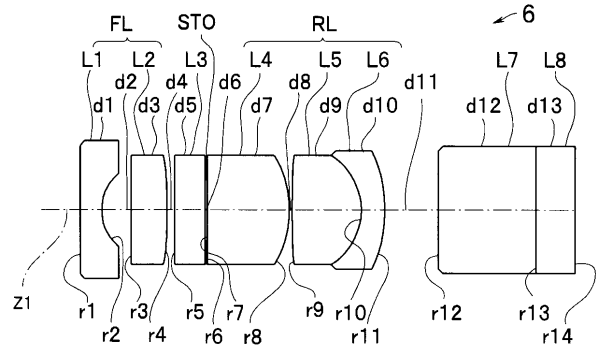
【 図 5 D 】



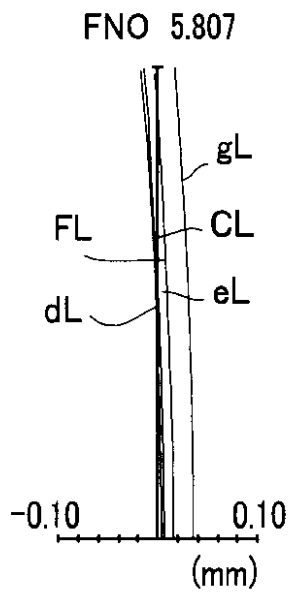
【 図 5 E 】



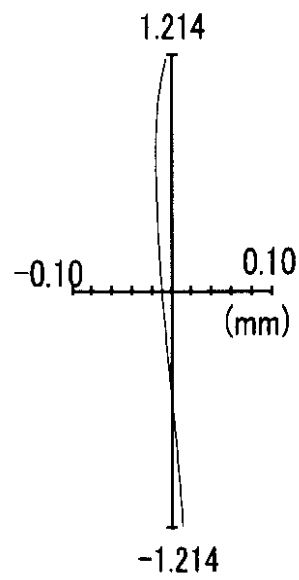
【 図 6 A 】



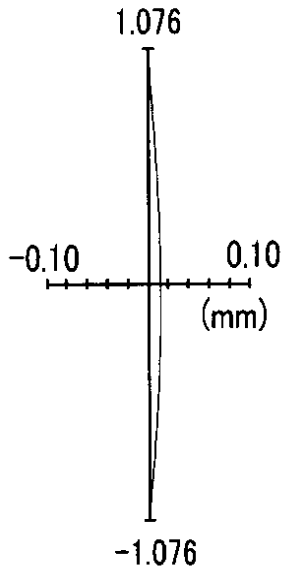
【 図 6 B 】



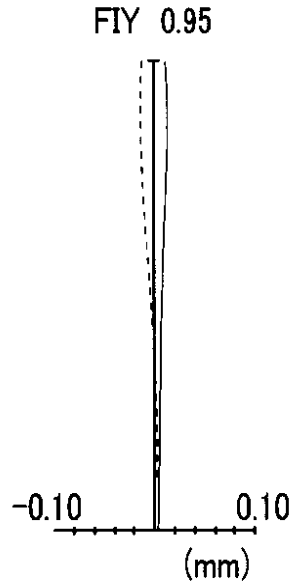
【 図 6 C 】



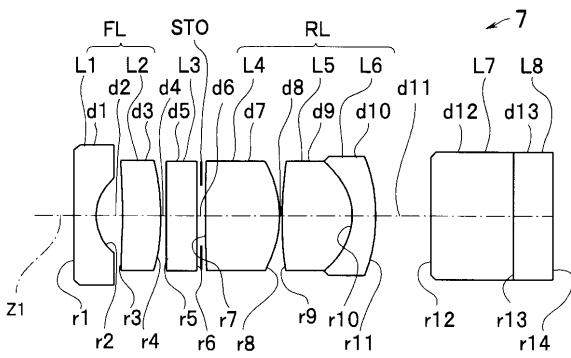
【 図 6 D 】



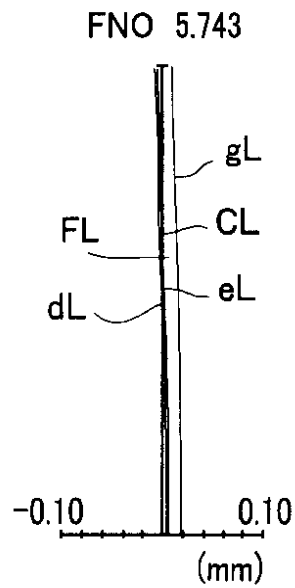
【 図 6 E 】



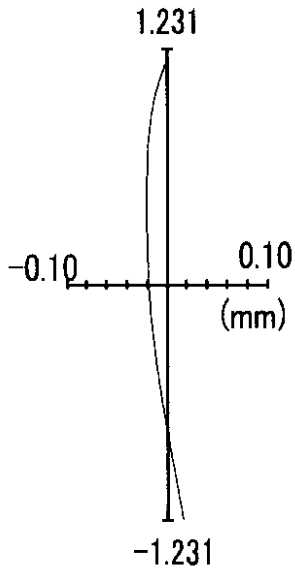
【 図 7 A 】



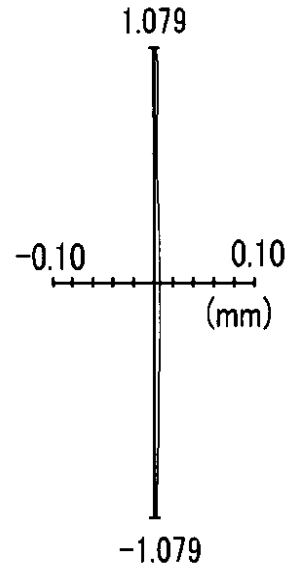
【 図 7 B 】



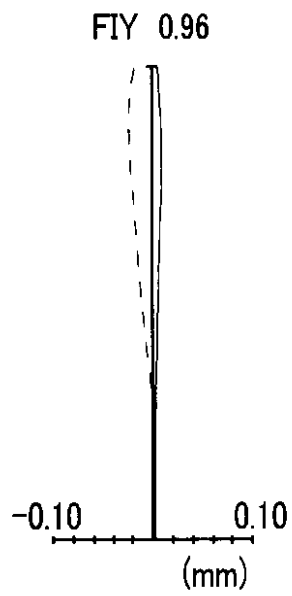
【 図 7 C 】



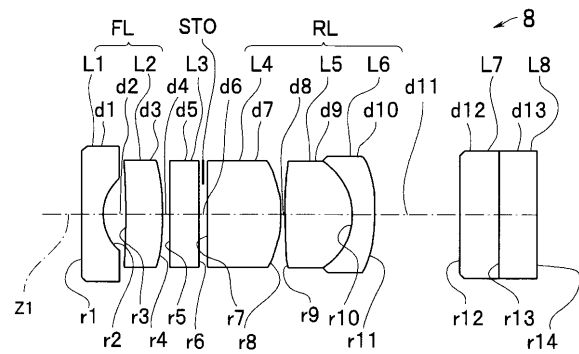
【 図 7 D 】



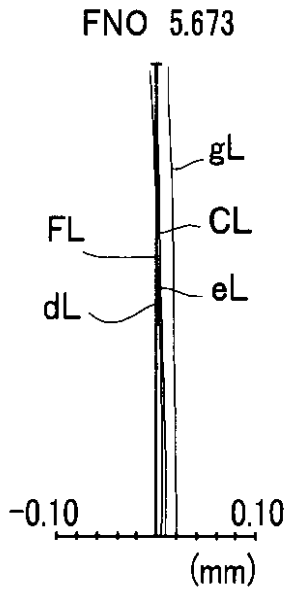
【 図 7 E 】



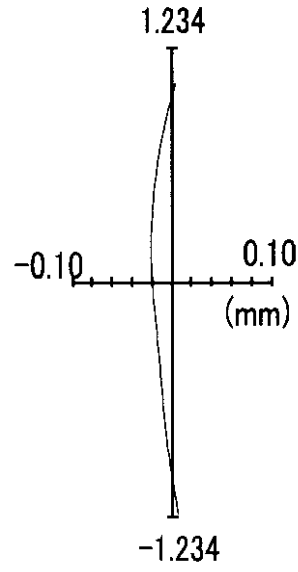
【 図 8 A 】



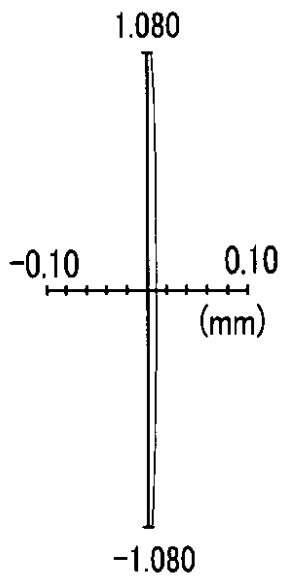
【 図 8 B 】



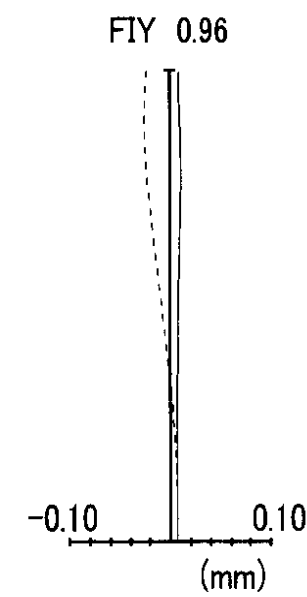
【 図 8 C 】



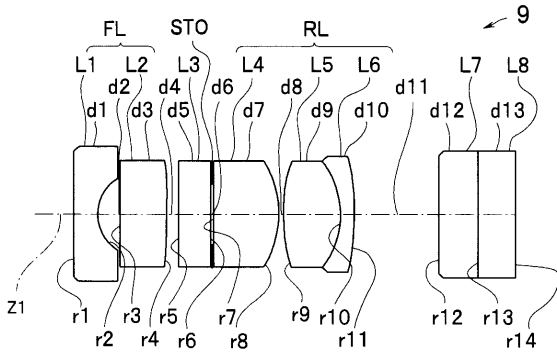
【 図 8 D 】



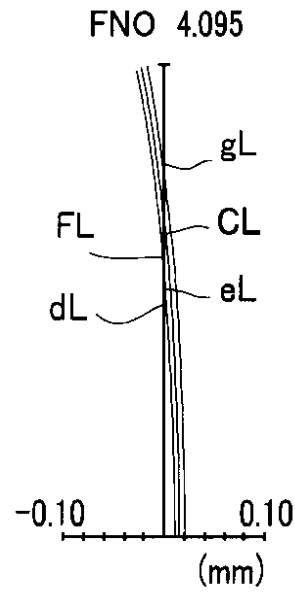
【 図 8 E 】



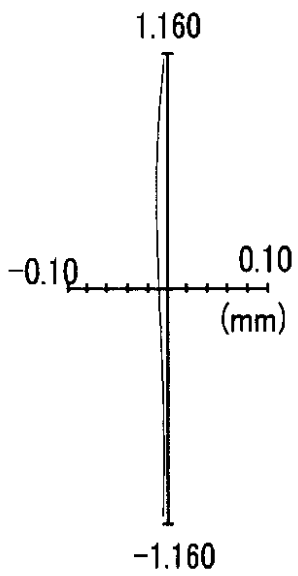
【 図 9 A 】



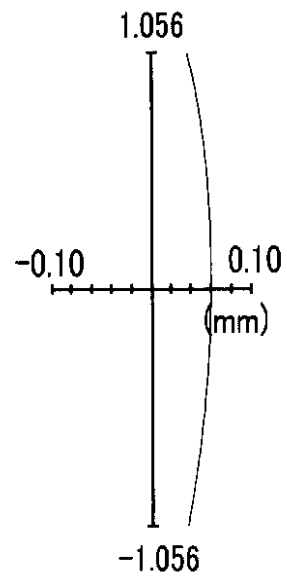
【 図 9 B 】



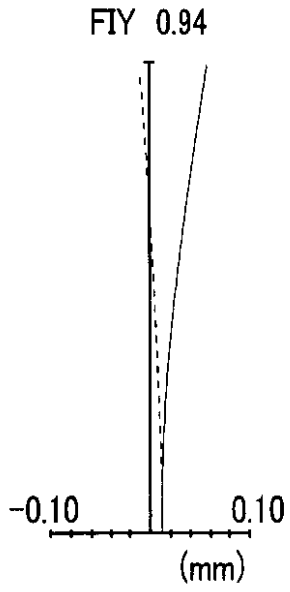
【 図 9 C 】



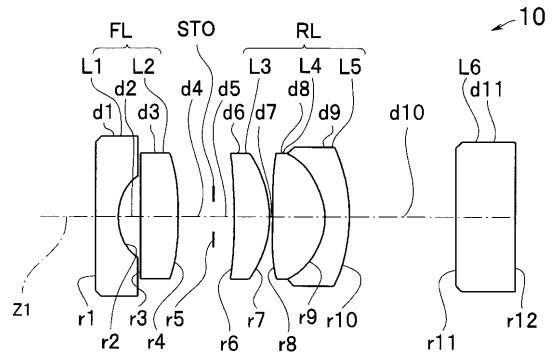
【 図 9 D 】



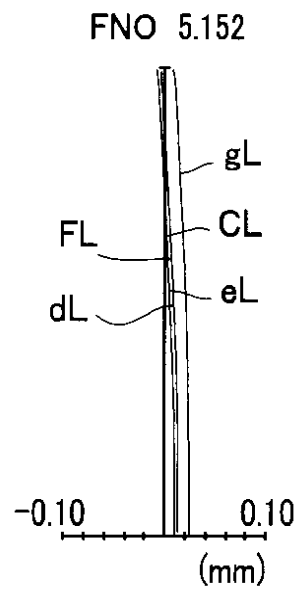
【 図 9 E 】



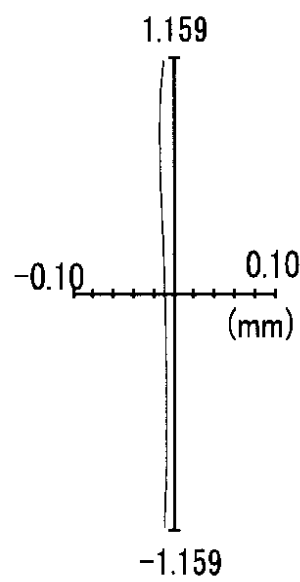
【 図 1 0 A 】



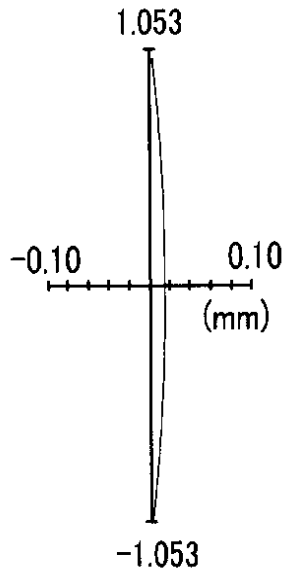
【 図 1 0 B 】



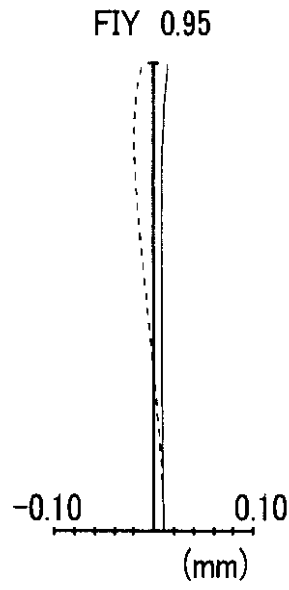
【 図 1 0 C 】



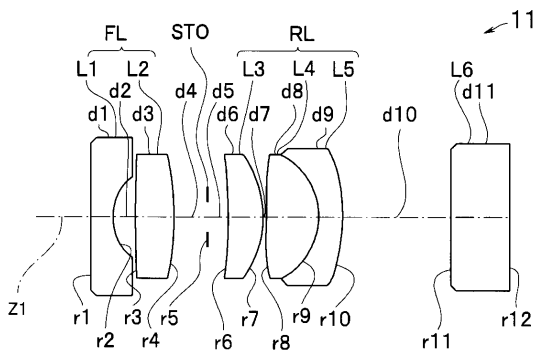
【図10D】



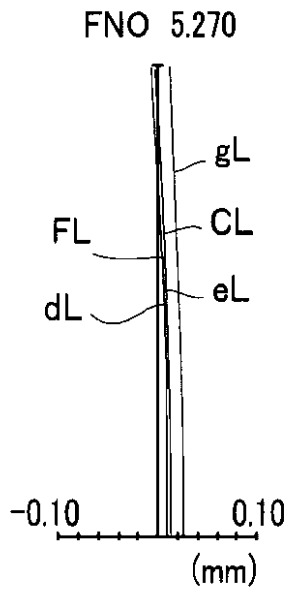
【図10E】



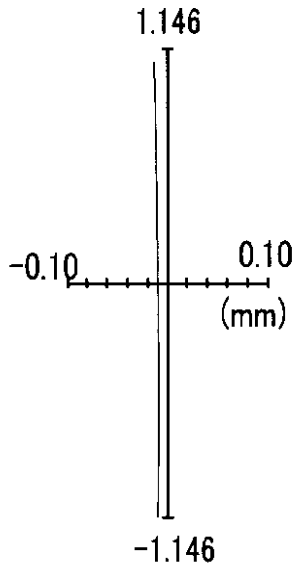
【図11A】



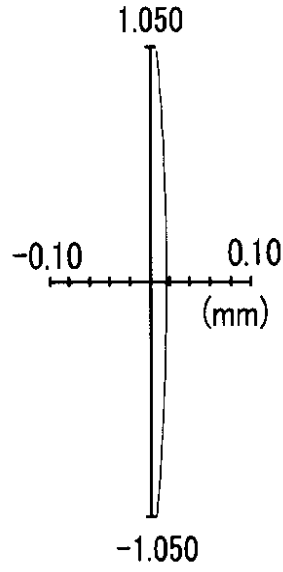
【図11B】



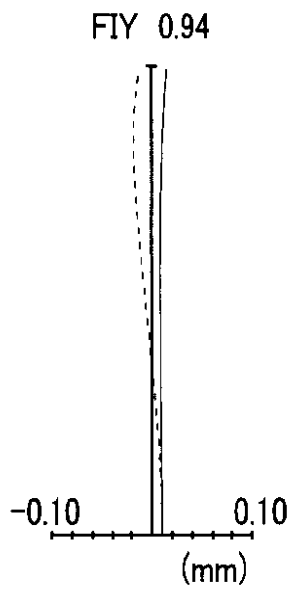
【図 1 1 C】



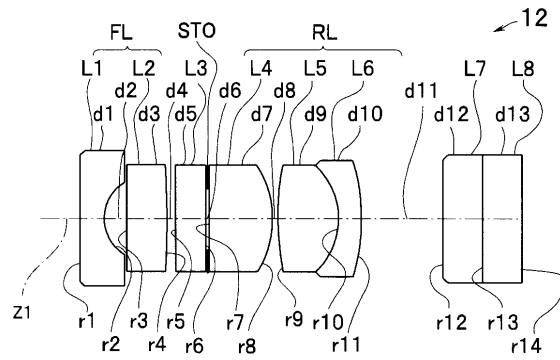
【図 1 1 D】



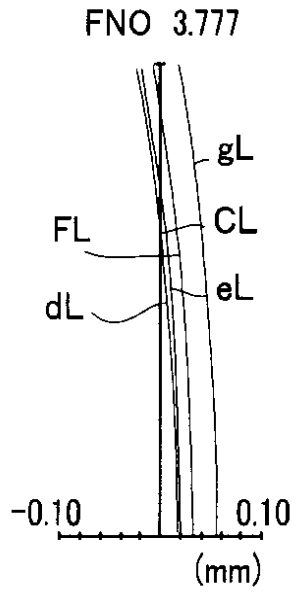
【図 1 1 E】



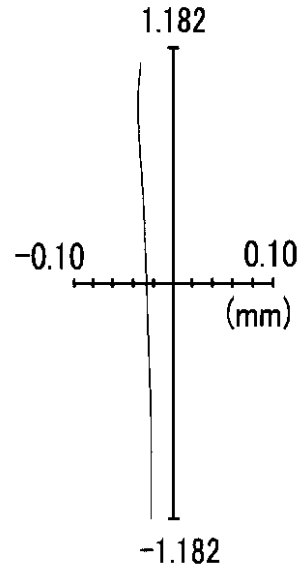
【図 1 2 A】



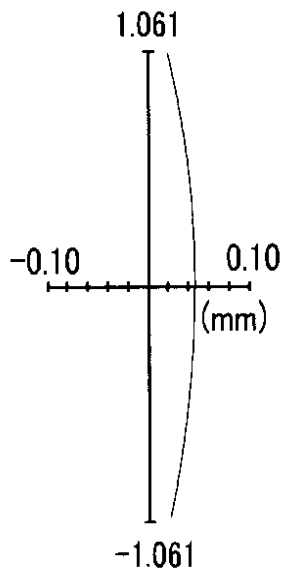
【 図 1 2 B 】



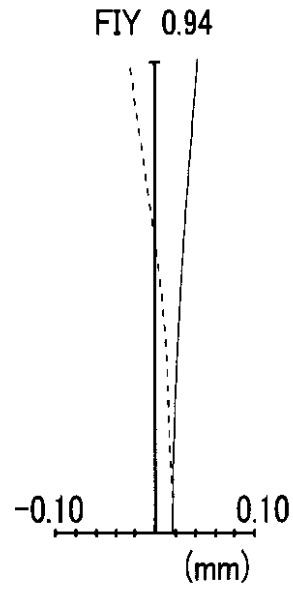
【 図 1 2 C 】



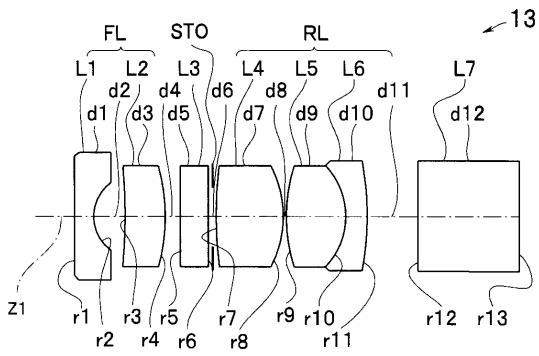
【 図 1 2 D 】



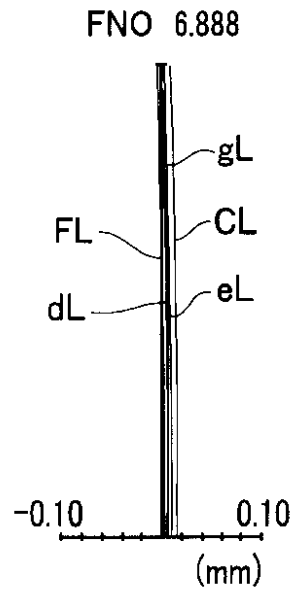
【 図 1 2 E 】



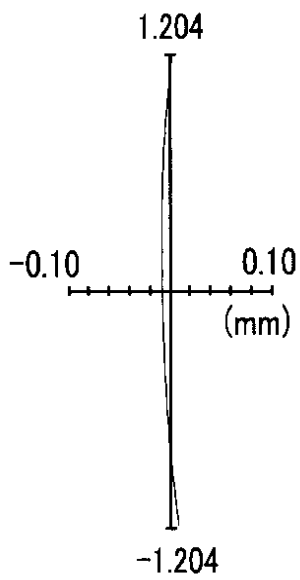
【 図 1 3 A 】



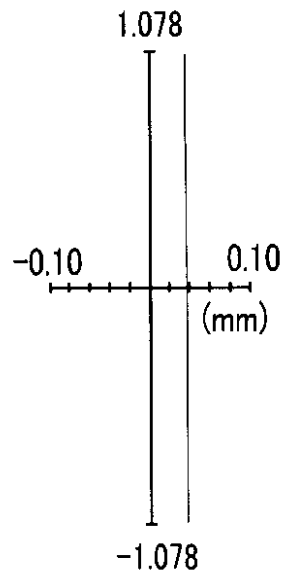
【 図 1 3 B 】



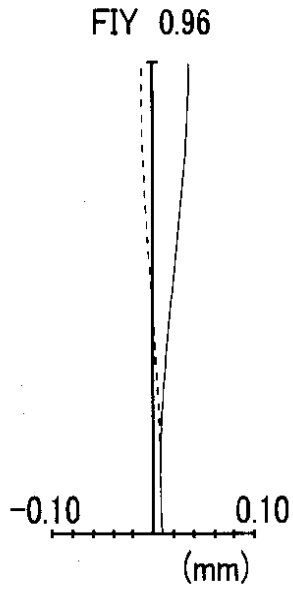
【 図 1 3 C 】



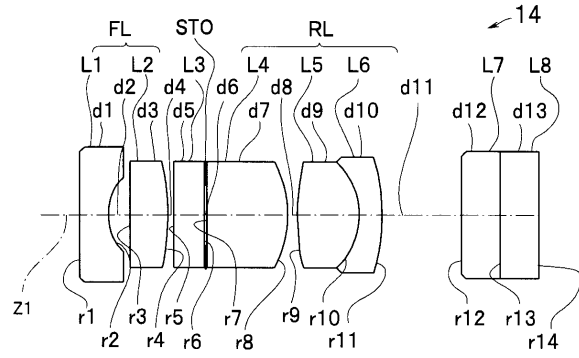
【 図 1 3 D 】



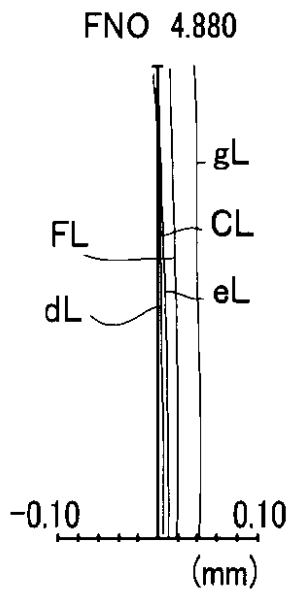
【 図 1 3 E 】



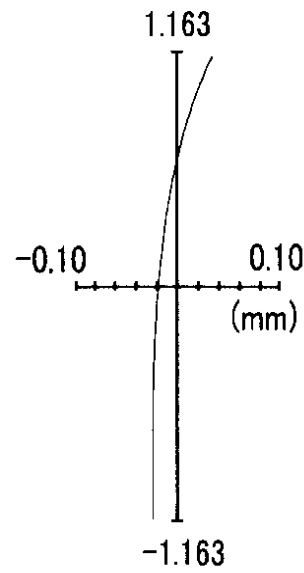
【 図 1 4 A 】



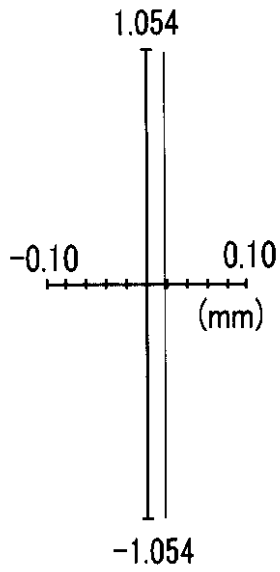
【 図 1 4 B 】



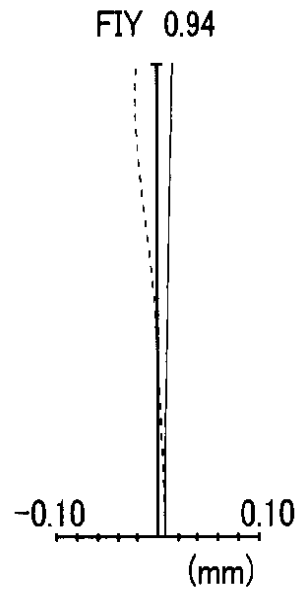
【 図 1 4 C 】



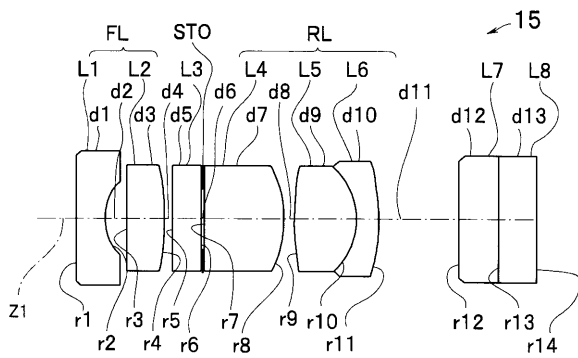
【 図 1 4 D 】



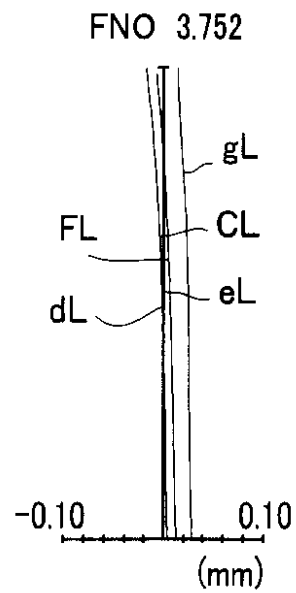
【 図 1 4 E 】



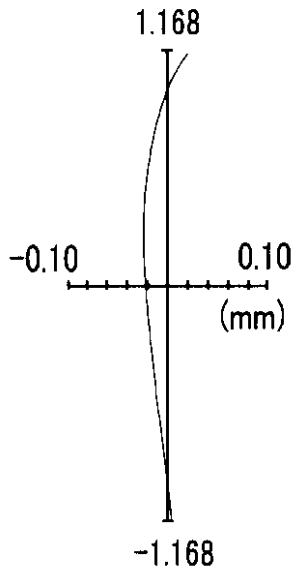
【 図 1 5 A 】



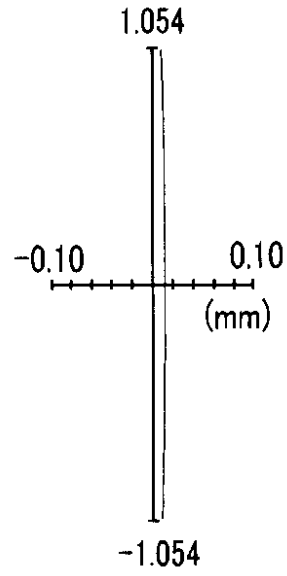
【 図 1 5 B 】



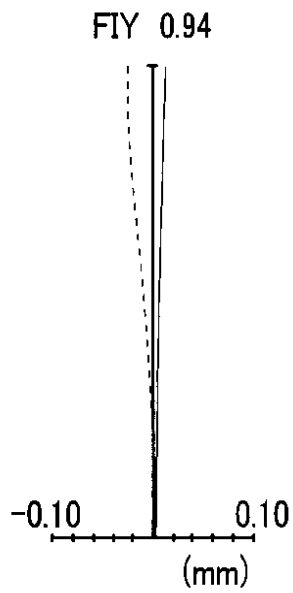
【図 15 C】



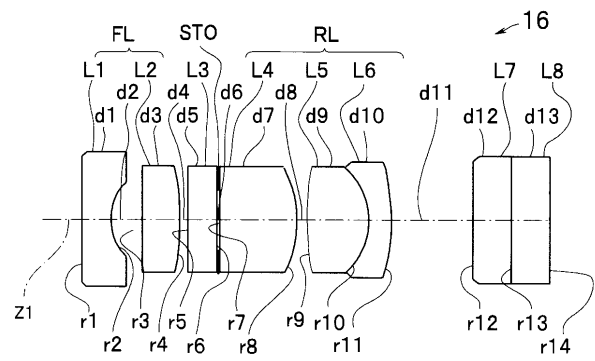
【図 15 D】



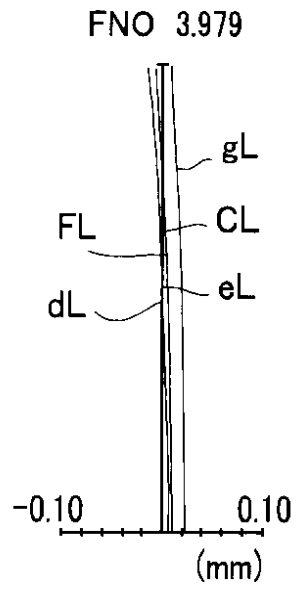
【図 15 E】



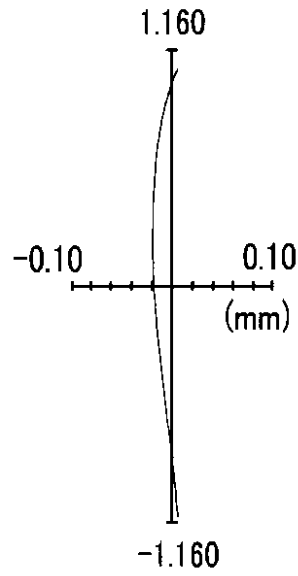
【図 16 A】



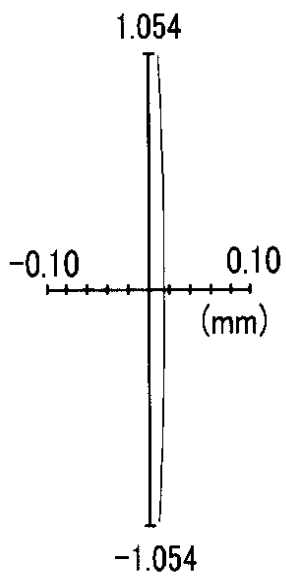
【 図 1 6 B 】



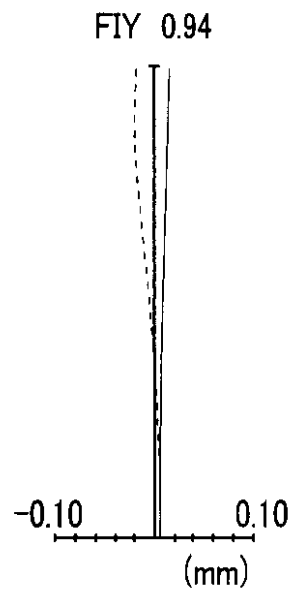
【 図 1 6 C 】



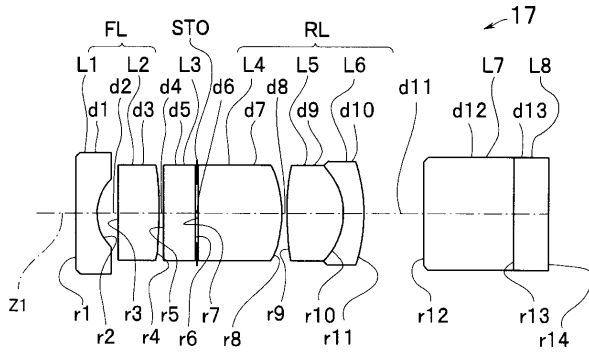
【 図 1 6 D 】



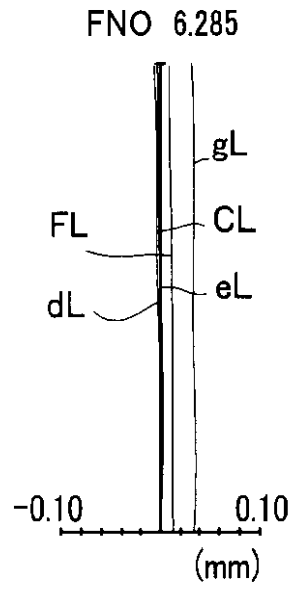
【 図 1 6 E 】



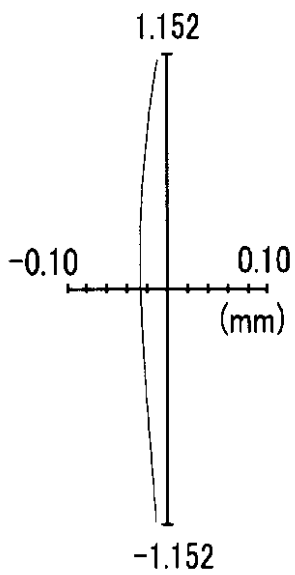
【 図 1 7 A 】



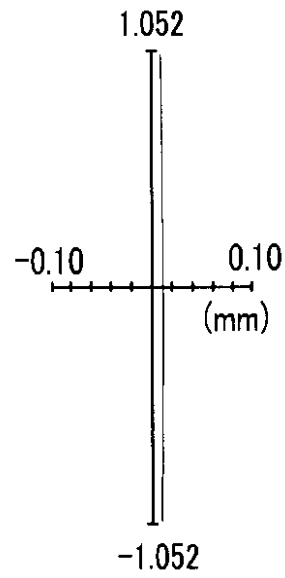
【 図 1 7 B 】



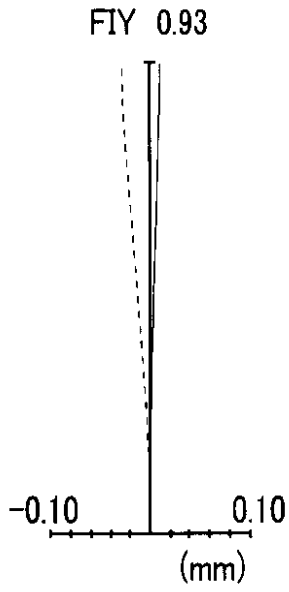
【 図 1 7 C 】



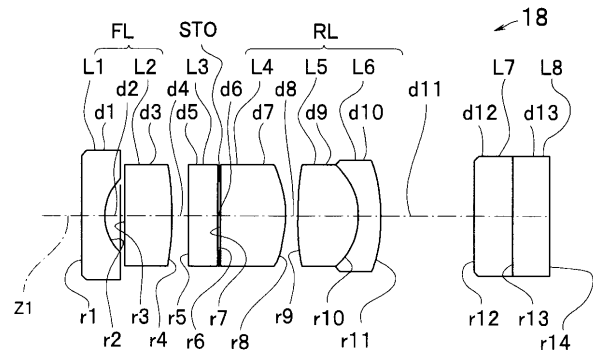
【 図 1 7 D 】



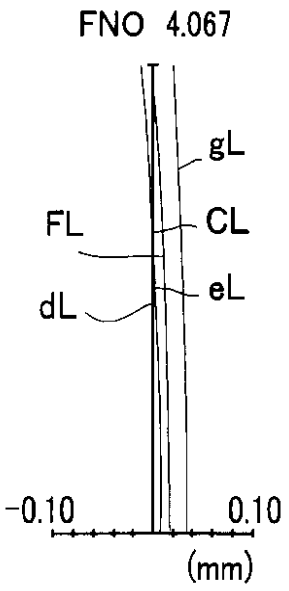
【 図 1 7 E 】



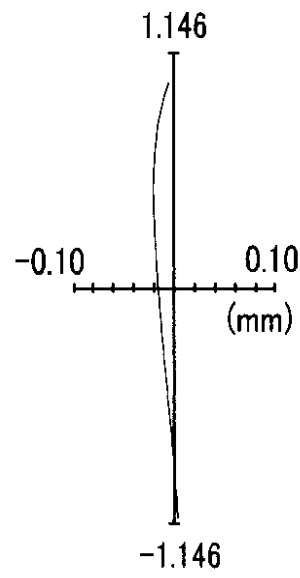
【 図 1 8 A 】



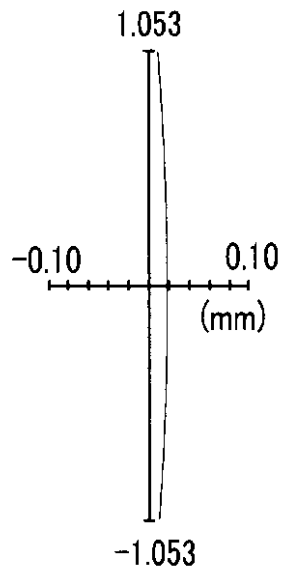
【 図 1 8 B 】



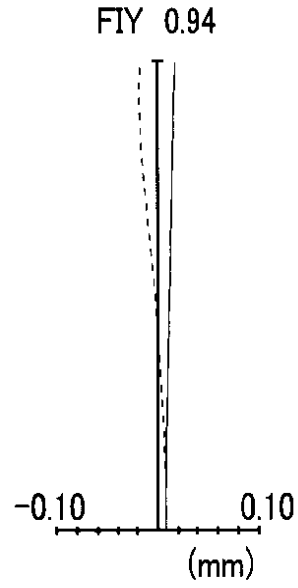
【 図 1 8 C 】



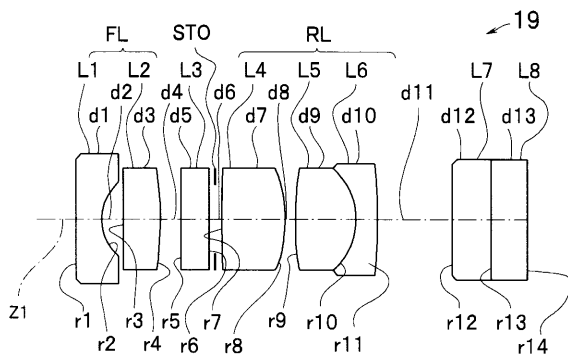
【 図 1 8 D 】



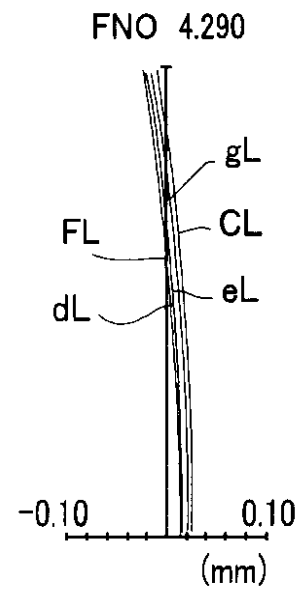
【 図 1 8 E 】



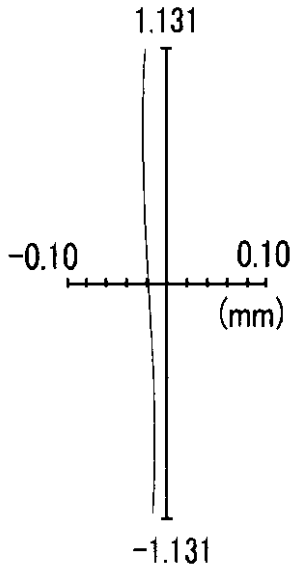
【 図 1 9 A 】



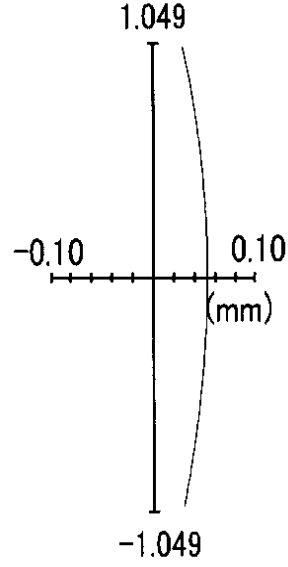
【 図 1 9 B 】



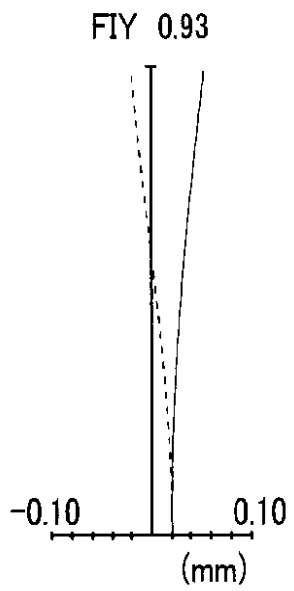
【図 19 C】



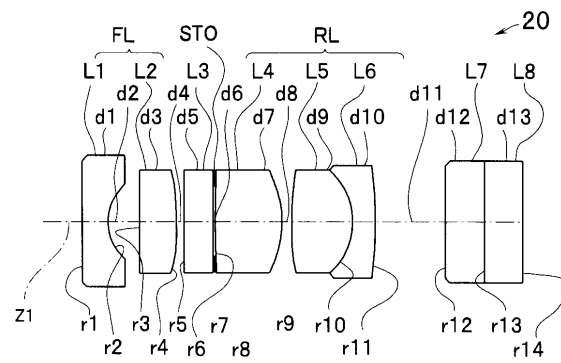
【図 19 D】



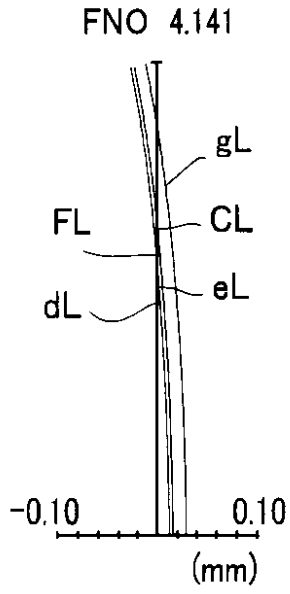
【図 19 E】



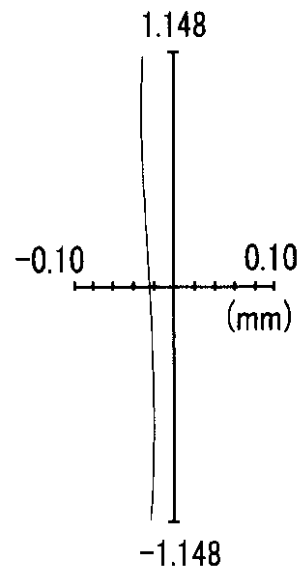
【図 20 A】



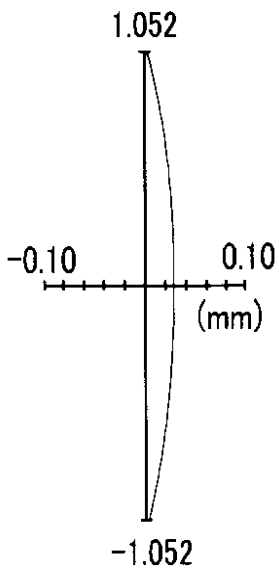
【 図 2 0 B 】



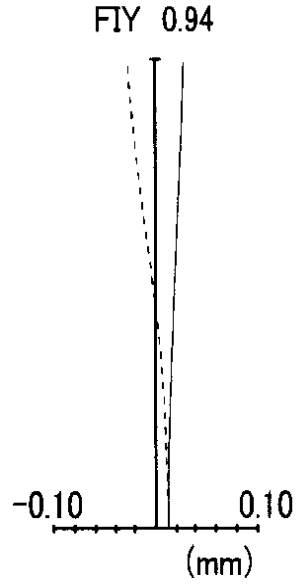
【 図 2 0 C 】



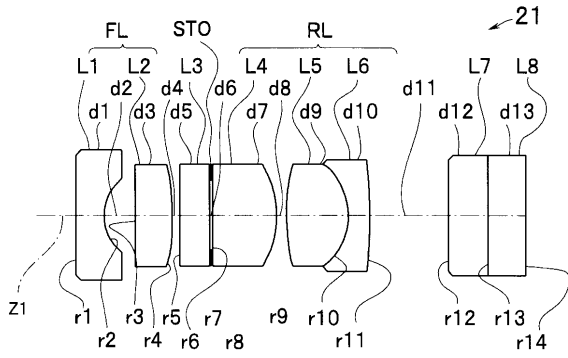
【 図 2 0 D 】



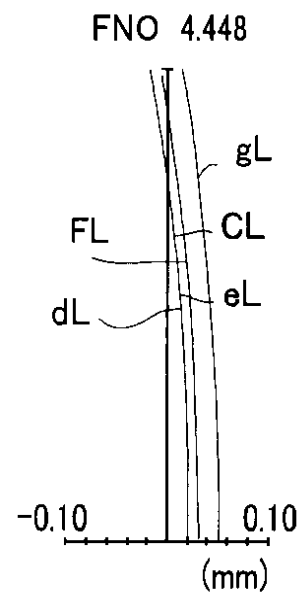
【 図 2 0 E 】



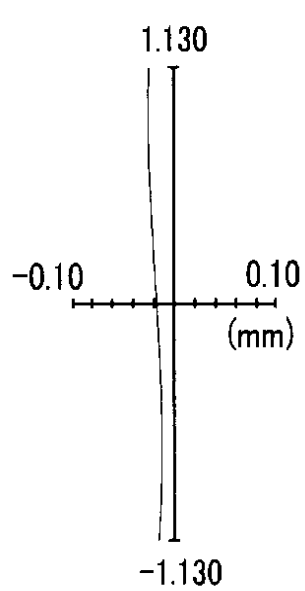
【 図 2 1 A 】



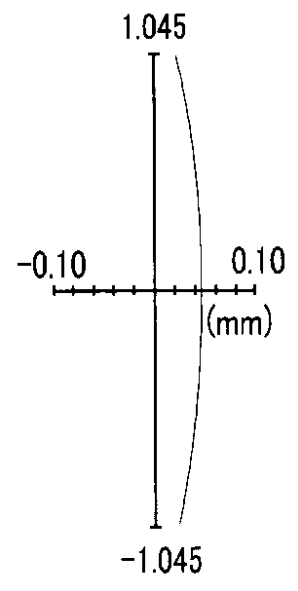
【 図 2 1 B 】



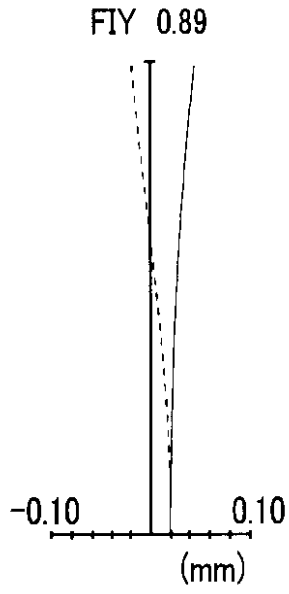
【 図 2 1 C 】



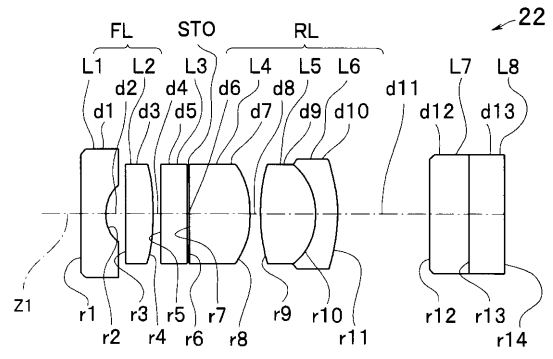
【 図 2 1 D 】



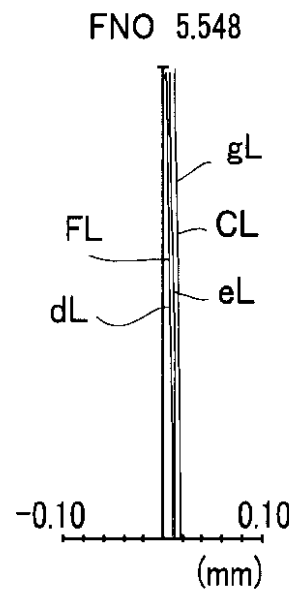
【 図 2 1 E 】



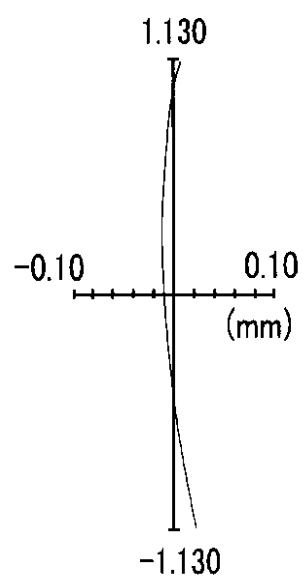
【 図 2 2 A 】



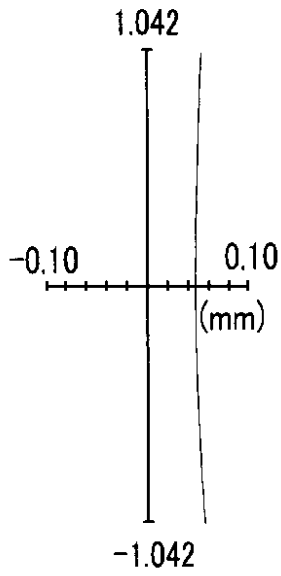
【 図 2 2 B 】



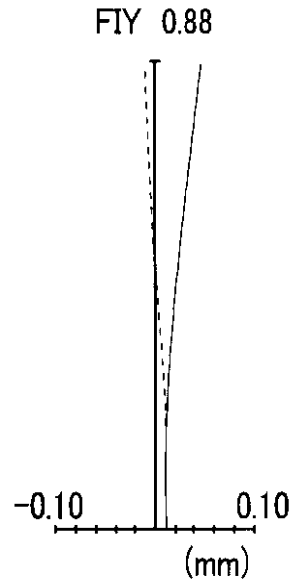
【 図 2 2 C 】



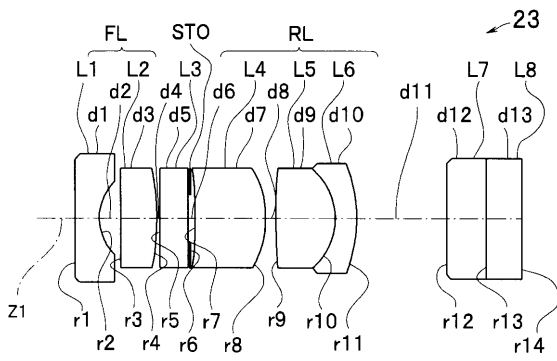
【 図 2 2 D 】



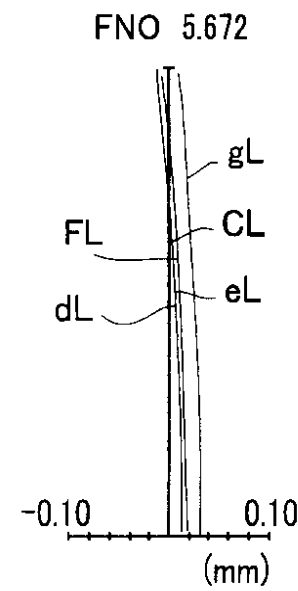
【 図 2 2 E 】



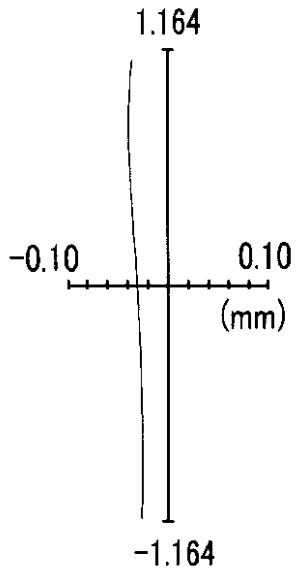
【 図 2 3 A 】



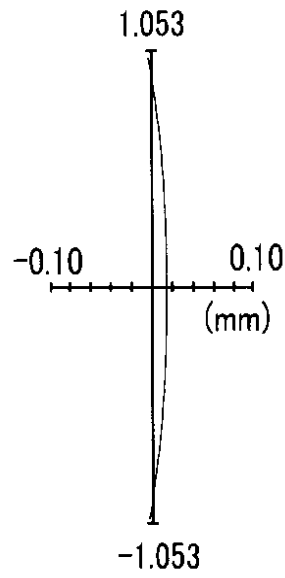
【 図 2 3 B 】



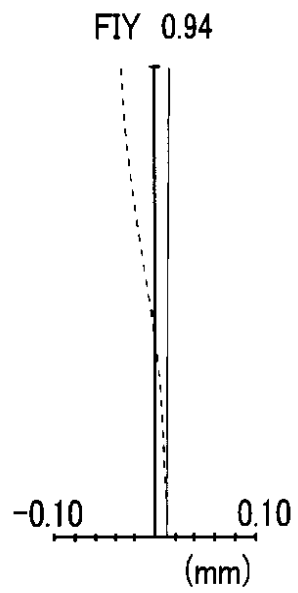
【 図 2 3 C 】



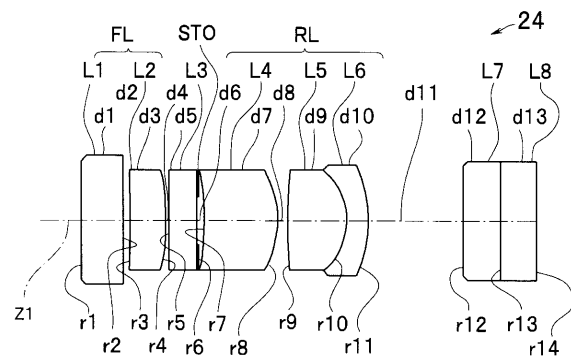
【 図 2 3 D 】



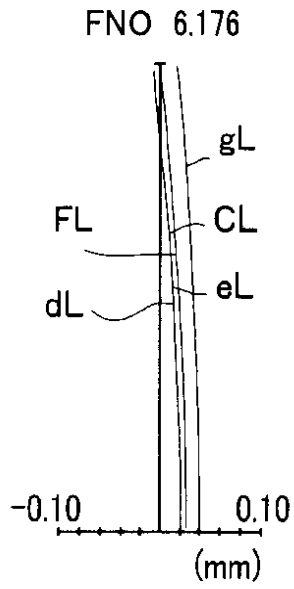
【 図 2 3 E 】



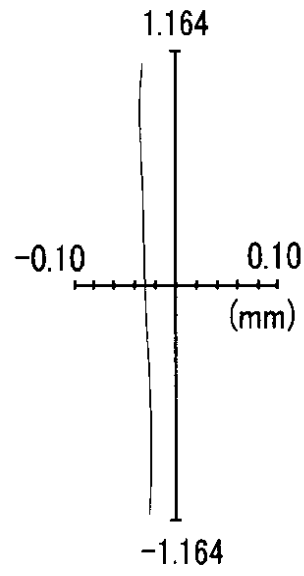
【 図 2 4 A 】



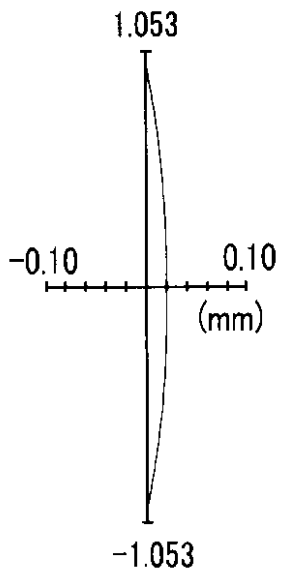
【 図 2 4 B 】



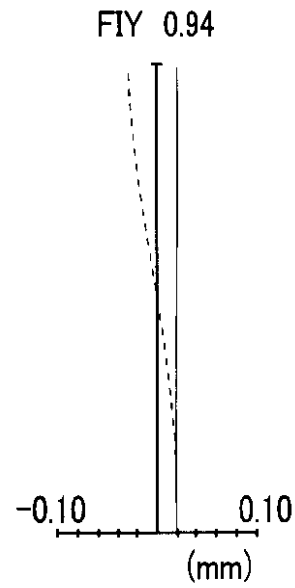
【 図 2 4 C 】



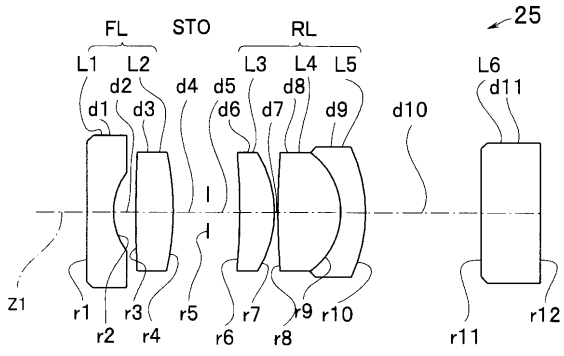
【 図 2 4 D 】



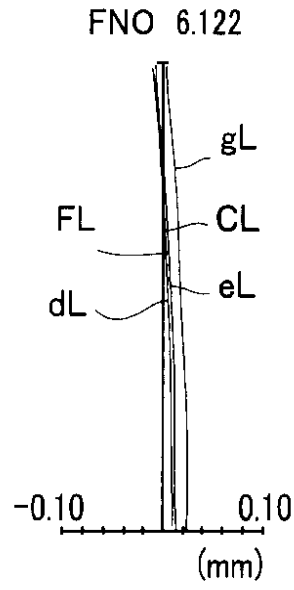
【 図 2 4 E 】



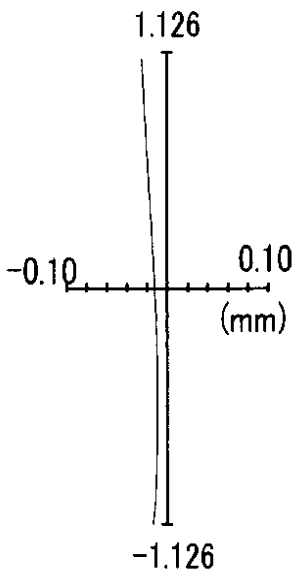
【 図 2 5 A 】



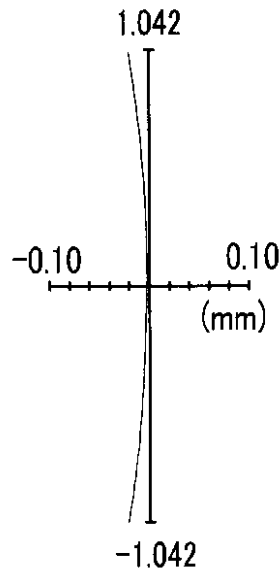
【 図 2 5 B 】



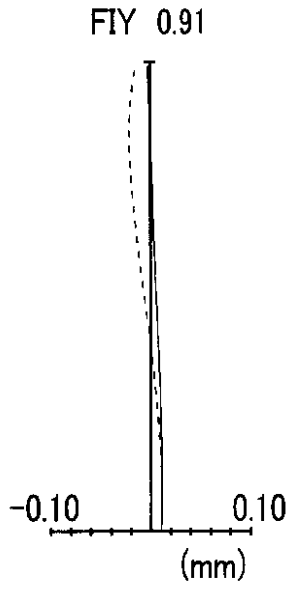
【 図 2 5 C 】



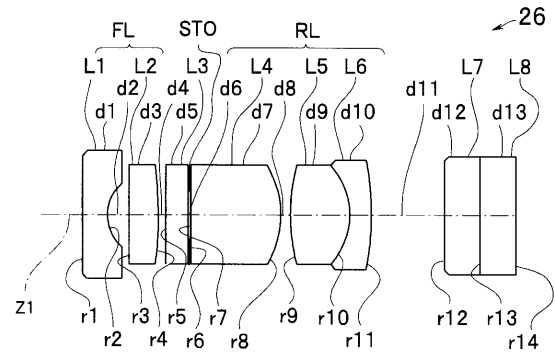
【 図 2 5 D 】



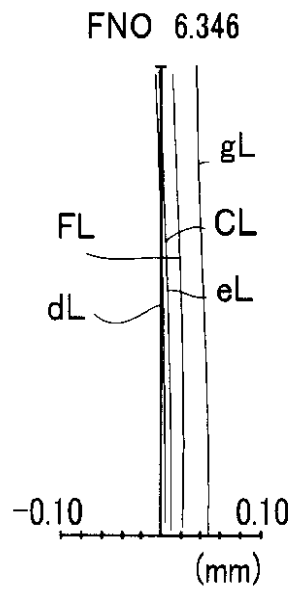
【 図 2 5 E 】



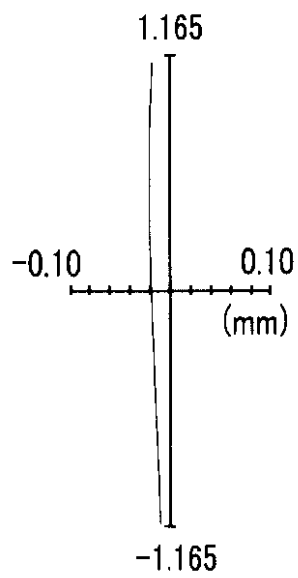
【 図 2 6 A 】



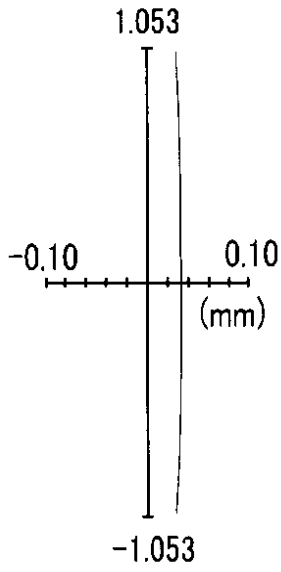
【 図 2 6 B 】



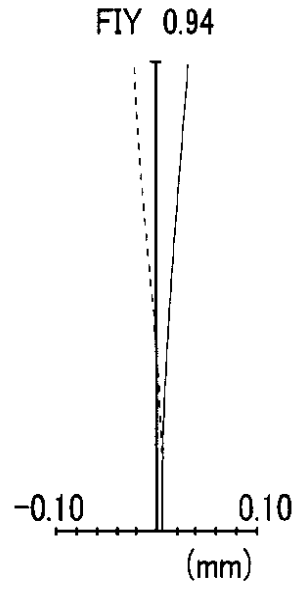
【 図 2 6 C 】



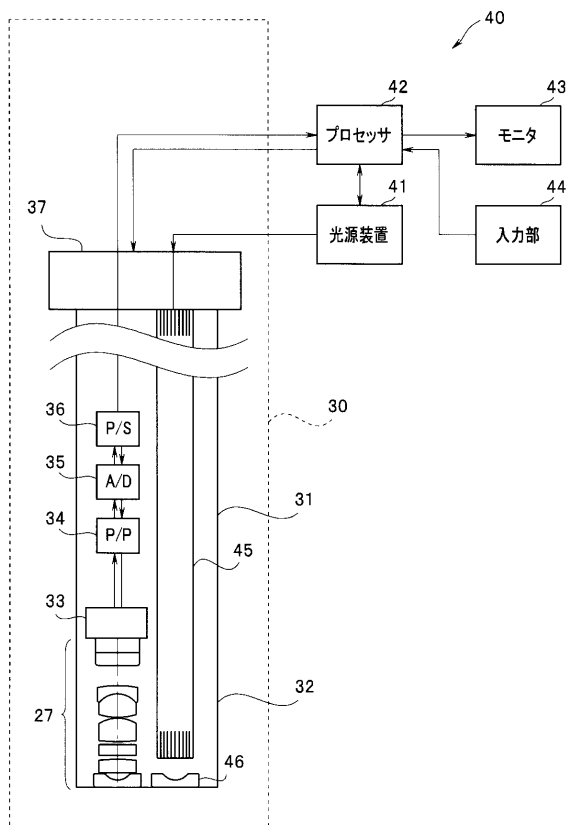
【図 2 6 D】



【図 2 6 E】



【図 2 7】



【手続補正書】

【提出日】平成23年12月1日(2011.12.1)

【手続補正1】

【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】

本発明の実施例の内視鏡対物レンズユニットは、絞りははさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズと、正の屈折力の第2レンズと、を有し、前記後レンズ群は、正の屈折力の第3レンズと、接合されている正の屈折力の第4レンズと負の屈折力の第5レンズと、を有し、下記式(1A)、(2)、(3)、および(4)を満足する。

【手続補正2】

【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】

$$(1A) \quad -3 < SF - 1$$

$$(2) \quad -3.0 < Fr / Ff < -1.1$$

$$(3) \quad -1.6 < Ff / f < -0.6$$

$$(4) \quad Ff / f_1 < 1.6$$

ただし、SFは、前記第2レンズの物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2としたときのシェイプファクター： $(R2 + R1) / (R2 - R1)$ であり、Ffは前記前レンズ群の焦点距離、Frは前記後レンズ群の焦点距離、fは全系の焦点距離、f1は前記第1レンズの焦点距離である。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

また、本発明の別の実施例の内視鏡は、前記内視鏡対物レンズユニットと、前記内視鏡対物レンズユニットによる像を撮像する撮像素子と、を具備する。

【手続補正4】

【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】

絞りははさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、

前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズと、正の屈折力の第2レンズと、を有し、

前記後レンズ群は、正の屈折力の第3レンズと、接合されている正の屈折力の第4レンズと負の屈折力の第5レンズと、を有し、

下記式(1A)、(2)、(3)、および(4)を満足することを特徴とする内視鏡対物レンズユニット。

$$(1A) \quad -3 < SF - 1$$

$$(2) \quad -3 < F_r / F_f < -1.1$$

$$(3) \quad -1.6 < F_f / f < -0.6$$

$$(4) \quad F_f / f_1 < 1.6$$

ただし、 $S F$ は、前記第2レンズの物体側の曲率半径を R_1 、像側の曲率半径を R_2 としたときのシェイプファクター： $(R_2 + R_1) / (R_2 - R_1)$ であり、 F_f は前記前レンズ群の焦点距離、 F_r は前記後レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 f_1 は前記第1レンズの焦点距離である。

【請求項2】

前記第1レンズの材料の屈折率 n_1 （ e 線）が、下記式（5）を満足することを特徴とする請求項1記載の内視鏡対物レンズユニット。

$$(5) \quad n_1 > 2$$

【請求項3】

前記第1レンズの材料は、下記式（6）を満足することを特徴とする請求項2に記載の内視鏡対物レンズユニット。

$$(6) \quad n_1 \times H_k > 2000$$

ただし、 n_1 は屈折率（ e 線）、 H_k はヌーブ硬度（ N/mm^2 ）である。

【請求項4】

前記第1レンズの材料は、イットリア安定化ジルコニアであることを特徴とする請求項3に記載の内視鏡対物レンズユニット。

【請求項5】

前記内視鏡対物レンズユニットと、前記内視鏡対物レンズユニットによる像を撮像する撮像素子と、を具備する内視鏡であって、

前記内視鏡対物レンズユニットは、

絞りをはさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、

前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズと、正の屈折力の第2レンズと、を有し、

前記後レンズ群は、正の屈折力の第3レンズと、接合されている正の屈折力の第4レンズと負の屈折力の第5レンズと、を有し、

下記式（1A）、（2）、（3）、および（4）を満足することを特徴とする。

$$(1A) \quad -3 < S F < -1$$

$$(2) \quad -3 < F_r / F_f < -1.1$$

$$(3) \quad -1.6 < F_f / f < -0.6$$

$$(4) \quad F_f / f_1 < 1.6$$

ただし、 $S F$ は、前記第2レンズの物体側の曲率半径を R_1 、像側の曲率半径を R_2 としたときのシェイプファクター： $(R_2 + R_1) / (R_2 - R_1)$ であり、 F_f は前記前レンズ群の焦点距離、 F_r は前記後レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 f_1 は前記第1レンズの焦点距離である。

【請求項6】

前記第1レンズの材料の屈折率 n_1 （ e 線）が、下記式（5）を満足することを特徴とする請求項5記載の内視鏡。

$$(5) \quad n_1 > 2$$

【請求項7】

前記第1レンズの材料は、下記式（6）を満足することを特徴とする請求項6に記載の内視鏡。

$$(6) \quad n_1 \times H_k > 2000$$

ただし、 n_1 は屈折率（ e 線）、 H_k はヌーブ硬度（ N/mm^2 ）である。

【請求項8】

前記第1レンズの材料は、イットリア安定化ジルコニアであることを特徴とする請求項7に記載の内視鏡。

【手続補正書】

【提出日】平成24年4月2日(2012.4.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内視鏡の先端部に配設される内視鏡対物レンズユニットおよび前記内視鏡対物レンズユニットを有する内視鏡に関する。

【背景技術】

【0002】

医療分野においては、患者体内の外部から観察することが難しい部位の治療/診断等に内視鏡が用いられている。そして、経鼻内視鏡に代表される細径の内視鏡において、より細径化の要求は大きい。内視鏡の細径化には、CCD等の小型の撮像素子の開発が大きく寄与しており、撮像素子の画素ピッチは年々縮小化している。それに伴い、内視鏡対物レンズユニット(以下、「レンズユニット」ともいう。)は、小型化を達成しつつ性能を満足させる必要があり、種々の構成が開発されている。

【0003】

例えば、出願人は日本国特開平6-308381号公報に、絞りははさんで前レンズ群と後レンズ群とよりなり、前レンズ群は、物体側より順に、負レンズの第1群と、正の屈折力の第2群とからなり、第2群は曲率半径の小さな面を像側に設けた形状であり、後レンズ群は、正の単レンズと、正レンズと負レンズとの接合レンズからなり、所定の条件を満たす内視鏡対物レンズを開示している。

【0004】

一方、出願人は、日本国特開2006-51132号公報には、滅菌耐久性に優れた高屈折率材料からなるレンズを有するレンズユニットも開示している。

【0005】

しかし、日本国特開2006-51132号公報に記載のレンズユニットは、本願記載のレンズタイプの記載がなく、また日本国特開平6-308381号公報に記載の構成を用いたとしても、近年、要求されているレベルの小型化を達成しつつ、倍率色収差を十分に小さくすることは容易ではなかった。

【0006】

本発明は、倍率色収差の小さい内視鏡対物レンズユニットおよび倍率色収差の小さい内視鏡対物レンズユニットを有する内視鏡を提供することを目的とする。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の実施例の内視鏡対物レンズユニットは、絞りははさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズと、正の屈折力の第2レンズと、を有し、前記後レンズ群は、正の屈折力の第3レンズと、接合されている正の屈折力の第4レンズと負の屈折力の第5レンズと、を有し、下記式(1A)、(2)、(3)、および(4)を満足する。

【0008】

$$(1A) \quad -3 < SF < -1$$

$$(2) \quad -3.0 < Fr / Ff < -1.1$$

$$(3) \quad -1.6 < Ff / f < -0.6$$

$$(4) \quad Ff / f_1 < 1.6$$

ただし、SFは、前記第2レンズの物体側の曲率半径をR1、像側の曲率半径をR2と

したときのシェイプファクター： $(R2 + R1) / (R2 - R1)$ であり、 Ff は前記前レンズ群の焦点距離、 Fr は前記後レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 $f1$ は前記第1レンズの焦点距離である。

【0009】

また、本発明の別の実施例の内視鏡は、前記内視鏡対物レンズユニットと、前記内視鏡対物レンズユニットによる像を撮像する撮像素子と、を具備する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1A】実施例1のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図1B】実施例1のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図1C】実施例1のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図1D】実施例1のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図1E】実施例1のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図2A】実施例2のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図2B】実施例2のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図2C】実施例2のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図2D】実施例2のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図2E】実施例2のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図3A】実施例3のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図3B】実施例3のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図3C】実施例3のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図3D】実施例3のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図3E】実施例3のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図4A】実施例4のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図4B】実施例4のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図4C】実施例4のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図4D】実施例4のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図4E】実施例4のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図5A】実施例5のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図5B】実施例5のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図5C】実施例5のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図5D】実施例5のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図5E】実施例5のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図6A】実施例6のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図6B】実施例6のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図6C】実施例6のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図6D】実施例6のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図6E】実施例6のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図7A】実施例7のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図7B】実施例7のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図7C】実施例7のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図7D】実施例7のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図7E】実施例7のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図8A】実施例8のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図8B】実施例8のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

【図8C】実施例8のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。

【図8D】実施例8のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。

【図8E】実施例8のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。

【図9A】実施例9のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。

【図9B】実施例9のレンズユニットを説明するための球面収差図である。

- 【図19A】実施例17のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図19B】実施例17のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図19C】実施例17のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。
- 【図19D】実施例17のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。
- 【図19E】実施例17のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図20A】実施例18のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図20B】実施例18のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図20C】実施例18のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。
- 【図20D】実施例18のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。
- 【図20E】実施例18のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図21A】実施例19のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図21B】実施例19のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図21C】実施例19のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。
- 【図21D】実施例19のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。
- 【図21E】実施例19のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図22A】実施例20のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図22B】実施例20のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図22C】実施例20のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。
- 【図22D】実施例20のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。
- 【図22E】実施例20のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図23A】実施例21のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図23B】実施例21のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図23C】実施例21のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。
- 【図23D】実施例21のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。
- 【図23E】実施例21のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図24A】実施例22のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図24B】実施例22のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図24C】実施例22のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。
- 【図24D】実施例22のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。
- 【図24E】実施例22のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図25A】本発明の第3参考例のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図25B】第3参考例のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図25C】第3参考例のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。
- 【図25D】第3参考例のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。
- 【図25E】第3参考例のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図26A】実施例23のレンズユニットを説明するための光軸に沿った断面図である。
- 【図26B】実施例23のレンズユニットを説明するための球面収差図である。
- 【図26C】実施例23のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(M)である。
- 【図26D】実施例23のレンズユニットを説明するためのコマ収差図(S)である。
- 【図26E】実施例23のレンズユニットを説明するための像面湾曲図である。
- 【図27】実施例24の内視鏡の構成図である。
- 【発明を実施するための最良の形態】
- 【0011】
- 本発明の実施の形態の内視鏡対物レンズユニットは以下の通りである。
- 【0012】
1. 絞りをはさんだ前レンズ群と後レンズ群とを具備し、前記前レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力の第1レンズと、正の屈折力の第2レンズと、を有し、前記後レンズ群は、正の屈折力の第3レンズと、接合されている正の屈折力の第4レンズと負の屈折力の第5レンズと、を有し、下記条件(1)、(2)、(3)、および(4)を満足する。

【 0 0 1 3 】

- (1) $- 6 < S F < 0$
 (2) $- 3 . 0 < F r / F f < - 1 . 1$
 (3) $- 1 . 6 < F f / f < - 0 . 6$
 (4) $F f / f 1 < 1 . 6$

ただし、 $S F$ は、前記第2レンズの物体側の曲率半径を $R 1$ 、像側の曲率半径を $R 2$ としたときのシェイプファクター： $(R 2 + R 1) / (R 2 - R 1)$ であり、 $F f$ は前記前レンズ群の焦点距離、 $F r$ は前記後レンズ群の焦点距離、 f は全系の焦点距離、 $f 1$ は前記第1レンズの焦点距離である。

【 0 0 1 4 】

条件(1)は、倍率色収差を良好に補正するための面の方向を指定する条件で、条件(1)を満足することで、倍率色収差を良好に補正することができる。条件(1)の下限未満では、全長を小さく小型化を保ったまま倍率色収差を良好に補正することはできるが、他の収差補正が困難である。条件(1)の上限を超えた場合は、倍率色収差補正が困難である。

【 0 0 1 5 】

また、条件(1)に替えて下記条件(1 A)を満足することで、倍率色収差をさらに良好に補正することができる。

【 0 0 1 6 】

- (1 A) $- 3 < S F - 1$

さらに、条件(1 A)に替えて下記条件(1 B)を満足することで、倍率色収差をさらに良好に補正することができる。

【 0 0 1 7 】

- (1 B) $- 3 < S F < - 1 . 2$

また、条件(2)および条件(3)は小型化を達成するための条件である。条件(2)の下限未満では、近年の小型化に対応したレンズユニットを提供できなくなり、条件(2)の上限を超えた場合は、小型のレンズユニットを供給できるが、他の収差の補正が困難である。

【 0 0 1 8 】

また、条件(3)の下限未満では、全長が長くなり、小型のレンズユニットを供給できなくなり、条件(3)の上限を超えた場合は、小型のレンズユニットを供給できるが、前レンズ群で発生したコマ収差補正が困難である。

【 0 0 1 9 】

また、条件(2)に替えて下記条件(2 A)を満足することで、さらに小型化を達成できる。

【 0 0 2 0 】

- (2 A) $- 1 . 8 < F r / F f < - 1 . 2$

さらに、条件(2 A)に替えて下記条件(2 B)を満足することで、さらに小型化を達成できる。

【 0 0 2 1 】

- (2 B) $- 1 . 7 5 < F r / F f < - 1 . 3$

また、条件(3)に替えて下記条件(3 A)を満足することで、さらに小型化を達成できる。

【 0 0 2 2 】

- (3 A) $- 1 . 5 < F f / f < - 0 . 9$

さらに、条件(3 A)に替えて下記条件(3 B)を満足することで、さらに小型化を達成できる。

【 0 0 2 3 】

- (3 B) $- 1 . 4 < F f / f < - 0 . 9 5$

条件(4)は、レンズユニットの小型化を考えつつ、像面湾曲を良好に補正するための

条件である。条件(4)の上限を超えた場合は、像面湾曲補正が過剰となり、像面湾曲の補正が困難である。

【0024】

また、条件(4)に替えて下記条件(4A)を満足することで、像面湾曲をさらに良好に補正することができる。

【0025】

$$(4A) \quad Ff/f_1 < 1.51$$

さらに、条件(4A)に替えて下記条件(4B)を満足することで、像面湾曲をさらに良好に補正することができる。

【0026】

$$(4B) \quad Ff/f_1 < 1.39$$

また、本発明の実施形態のレンズユニットは、バックフォーカスを長くとることが容易である。バックフォーカスが長い、実施形態のレンズユニットは、撮像素子のCCDの直前にプリズムを配置し、CCDを横置きにすることができる。すなわち、後述する実施例6、7、10、または18のように、CCDガラスリッドに接合する光学部材L7の硝路が長いレンズユニットでは、光学部材L7として直角プリズムを用いることができるため、いわゆるCCD横置きが可能である。すなわち、本発明の実施形態のレンズユニットは、CCD横置きを容易に実現できる。

【0027】

2. 前記第1レンズの材料の屈折率 n_1 (e線)が、下記式(5)を満足することを特徴とする上記1記載のレンズユニット。

【0028】

$$(5) \quad n_1 > 2$$

前レンズ群のパワーを大きくすることが容易となるため、条件(5)を満足するのが好ましい。

【0029】

3. 前記第1レンズの材料は、下記式(6)を満足することを特徴とする上記1または上記2に記載のレンズユニット。

【0030】

$$(6) \quad n_1 \times Hk > 2000$$

ただし、 n_1 は屈折率(e線)、 Hk はヌーブ硬度(N/mm²)である。

【0031】

条件(6)を満足する材料によれば、外面レンズ(第1レンズ)が、割れ、およびレンズキズに対する耐性を有したレンズユニットを提供することが可能となる。

【0032】

4. 前記第1レンズの材料は、イットリア安定化ジルコニアである。

【0033】

イットリア安定化ジルコニア(YSZ)は、上記3を満足する材料の具体例である。すなわち、YSZは、 $n_1 = 2.1825$ 、 $Hk = 1200 \text{ N/mm}^2$ であり、 $n_1 \times Hk = 2617 > 2000$ である。

【0034】

本発明の内視鏡は、上記1~4の内視鏡対物レンズユニットを有する。

【0035】

次に、本発明のレンズユニットの実施例を示す。

【0036】

<実施例1>

以下に、実施例1のレンズユニット1を構成する光学部材の数値データ等を示す。数値データ中、 r は各面の曲率半径、 d は各光学部材の肉厚または空気間隔、 n は各光学部材のe線における屈折率、 ν は各光学部材のe線におけるアッペ数、FNOはFナンバーを表している。 r および d の単位はmmである。

【 0 0 3 7 】

なお、これらの記号は、後述の他の実施例の数値データ等においても共通に使用されている。

【 0 0 3 8 】

実施例 1 の数値データは、下記の通りである。

【 表 1 】

r1=	∞	d1=	0.4000	n1=	1.88815	ν1=	40.76
r2=	0.8439	d2=	0.3813				
r3=	∞	d3=	0.7337	n2=	1.85504	ν2=	23.78
r4=	-9.6109	d4=	0.1912				
r5=	∞	d5=	0.5652	n3=	1.51564	ν3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1599				
r7=	9.4824	d7=	1.2442	n4=	1.83932	ν4=	37.16
r8=	-1.9686	d8=	0.0529				
r9=	3.9815	d9=	1.2483	n5=	1.69979	ν5=	55.53
r10=	-1.2679	d10=	0.4334	n6=	1.93429	ν6=	18.90
r11=	-5.8682	d11=	1.0546				
r12=	∞	d12=	0.7000	n7=	1.51825	ν7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7500	n8=	1.61379	ν8=	50.20
r14=	∞						

【 0 0 3 9 】

FNO= 4.68

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高 = 0.946 mm、物体距離 = 20 mm、画角 = 128.05°

$F r = 1.617$ mm、 $F f = -1.123$ mm、 $f 1 = -0.950$ mm

図 1 A は本実施例のレンズユニット 1 の構成図であり、図 1 B ~ 図 1 E はレンズユニット 1 の収差図である。図 1 A に示すように、レンズユニット 1 は絞り S T O をはさんだ前レンズ群 F L と後レンズ群 R L とを具備している。前レンズ群 F L は、物体側より順に、負の屈折力の第 1 レンズ L 1 と、正の屈折力の第 2 レンズ L 2 を有している。後レンズ群 R L は、正の屈折力の第 3 レンズ L 4 と、接合されている正の屈折力の第 4 レンズ L 5 と負の屈折力の第 5 レンズ L 6 と、を有する。図 1 A においては、 $r 1 4$ が、C C D 等の撮像素子の撮像面である。

【 0 0 4 0 】

なお、図 1 A において光学部材 L 3 は、フィルタであり、特に好ましくは赤外カットフィルタである。なお、後述する他の実施例においても、光学部材 L 3 は機能性フィルタであるが、赤外カットフィルタではなく、色フィルタを用いることで、内視鏡画像の色再現性に変化を与えることができる。

【 0 0 4 1 】

また、光学部材 L 3 の位置に配置可能であれば、複数のフィルタ、例えば、3 枚の赤外カットフィルタを配置してもよい。さらに機能の異なるフィルタ、例えば、赤外カットフィルタおよびノッチフィルタを配置してもよいし、赤外カットフィルタ、色フィルタおよびノッチフィルタを配置してもよい。

【 0 0 4 2 】

なお、フィルタの配置位置は、光学部材 L 3 の位置に限られるものではない。例えば、光学部材 L 3 として通常の透明ガラスを用い、別の位置に赤外カットフィルタを配置してもよい。すなわち、後述する実施例において、フィルタが配置されていないレンズユニットにおいては、空気部分に必要なフィルタを適宜、配置することができる。

【 0 0 4 3 】

また、フィルタには、YAGレーザー光カット膜等の機能性膜が少なくとも一方の面に形成されていることが好ましく、さらに他方の面にも、YAGレーザー光カット膜、LDレーザー光カット膜等の機能性膜が形成されていることが特に好ましい。すなわち、フィルタには、片面または両面に反射防止膜を含めた機能性膜を形成することが好ましい。また異なる機能の複数の機能性膜が、フィルタの一の面に積層されていてもよい。

【 0 0 4 4 】

図1Bは球面収差を、図1Cおよび図1Dはコマ収差を、図1Eは像面湾曲(像面収差)を示している。図1Bにおいて、符号は測定波長線を示しており、それぞれ(C L) 656.27nm : C線、(d L) 587.56nm : d線、(e L) 546.07nm : e線、(F) 486.13nm : F線、(g) 435.83nm : g線である。図1Cはe線に対するコマ収差M(メリジオナル)を、図1Dはコマ収差S(サジタル)を示している。また図1Eにおいては、Sを実線で示し、Mを破線で示している。なお以下の収差図においても同様である。

【 0 0 4 5 】

< 実施例 2 >

実施例2のレンズユニット2を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 2 】

r1=	∞	d1=	0.4030	n1=	1.88815	ν1=	40.76
r2=	0.8788	d2=	0.4814				
r3=	-10.0294	d3=	0.7668	n2=	1.85504	ν2=	23.78
r4=	-4.696	d4=	0.2364				
r5=	∞	d5=	0.5676	n3=	1.51564	ν3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1612				
r7=	9.5228	d7=	1.2725	n4=	1.83932	ν4=	37.16
r8=	-2.0903	d8=	0.0531				
r9=	4.3821	d9=	1.2536	n5=	1.69979	ν5=	55.53
r10=	-1.2663	d10=	0.4353	n6=	1.93429	ν6=	18.90
r11=	-6.0967	d11=	0.8910				
r12=	∞	d12=	1.4000	n7=	1.51825	ν7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.3000	n8=	1.61379	ν8=	50.20
r14=	∞						

【 0 0 4 6 】

FNO= 4.868

全系の焦点距離 : f = 1 mm、像高 = 1 mm、物体距離 = 17 mm、画角 = 140.05°

F r = 1.729 mm、F f = -1.280 mm、f 1 = -0.989 mm

図2Aは本実施例のレンズユニット2の構成図であり、図2B~図2Eはレンズユニット2の収差図である。

【 0 0 4 7 】

< 実施例 3 >

実施例3のレンズユニット3を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 3】

r1=	∞	d1=	0.4072	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8765	d2=	0.5877				
r3=	-10.1323	d3=	0.7329	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-4.2879	d4=	0.1773				
r5=	∞	d5=	0.5734	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1629				
r7=	9.6206	d7=	1.2981	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-2.0932	d8=	0.0537				
r9=	4.598	d9=	1.2665	n5=	1.69979	ν 5=	55.53
r10=	-1.2298	d10=	0.4398	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-6.2165	d11=	0.9322				
r12=	∞	d12=	1.2969	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.3546	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0048】

FNO= 6.18

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高 = 1.33 mm、物体距離 = 10 mm、画角 = 147.36°

F r = 1.766 mm、F f = -1.353 mm、f 1 = -0.987 mm

図 3 A は本実施例のレンズユニット 3 の構成図であり、図 3 B ~ 図 3 E はレンズユニット 3 の収差図である。

【0049】

< 実施例 4 >

実施例 4 のレンズユニット 4 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 4】

r1=	∞	d1=	0.4054	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8755	d2=	0.5851				
r3=	-11.9923	d3=	0.6742	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-4.9781	d4=	0.1924				
r5=	∞	d5=	0.5708	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1614				
r7=	9.5779	d7=	1.3297	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-2.1418	d8=	0.0605				
r9=	4.7428	d9=	1.2609	n5=	1.69979	ν 5=	55.53
r10=	-1.2532	d10=	0.4378	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-5.2230	d11=	0.8500				
r12=	∞	d12=	1.4485	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.5015	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0050】

FNO= 5.601

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高 = 1.04 mm、物体距離 = 10 mm、画角 = 151.25°

$F r = 1.771$ mm、 $F f = -1.276$ mm、 $f 1 = -0.986$ mm

図 4 A は本実施例のレンズユニット 4 の構成図であり、図 4 B ~ 図 4 E はレンズユニット 4 の収差図である。

【 0 0 5 1 】

< 実施例 5 >

実施例 5 のレンズユニット 5 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 5】

r1=	∞	d1=	0.4055	n1=	1.88815	$\nu 1=$	40.76
r2=	0.8722	d2=	0.5855				
r3=	-12.8483	d3=	0.6720	n2=	1.85504	$\nu 2=$	23.78
r4=	-3.9869	d4=	0.1622				
r5=	∞	d5=	0.5710	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00
r6=	∞ (STO)	d6=	0.1614				
r7=	∞	d7=	1.2857	n4=	1.83932	$\nu 4=$	37.16
r8=	-2.014	d8=	0.0605				
r9=	4.3322	d9=	1.2613	n5=	1.69979	$\nu 5=$	55.53
r10=	-1.354	d10=	0.4379	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90
r11=	-5.327	d11=	1.0850				
r12=	∞	d12=	0.8700	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14
r13=	∞	d13=	0.7368	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20
r14=	∞						

【 0 0 5 2 】

FNO= 4.407

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高=0.956 mm、物体距離=11 mm、画角=128.38°

$F r = 1.797$ mm、 $F f = -1.439$ mm、 $f 1 = -0.982$ mm

図 5 A は本実施例のレンズユニット 5 の構成図であり、図 5 B ~ 図 5 E はレンズユニット 5 の収差図である。

【 0 0 5 3 】

< 実施例 6 >

実施例 6 のレンズユニット 6 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 6】

r1=	∞	d1=	0.4049	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.9156	d2=	0.5512				
r3=	-18.7064	d3=	0.6718	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-7.2381	d4=	0.1367				
r5=	∞	d5=	0.5701	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0302				
r7=	∞	d7=	1.5316	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-2.061	d8=	0.0604				
r9=	17.9166	d9=	1.2833	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.177	d10=	0.4372	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-2.6698	d11=	1.0074				
r12=	∞	d12=	1.8234	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7356	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 5 4】

FNO= 5.807

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.954 mm、物体距離=10.5 mm、画角=128.1°

F r = 1.868 mm、F f = -1.228 mm、f 1 = -1.031 mm

図 6 A は本実施例のレンズユニット 6 の構成図であり、図 6 B ~ 図 6 E はレンズユニット 6 の収差図である。

【0 0 5 5】

< 実施例 7 >

実施例 7 のレンズユニット 7 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 7】

r1=	∞	d1=	0.4060	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8641	d2=	0.4849				
r3=	-10.1016	d3=	0.7113	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-4.3464	d4=	0.0974				
r5=	∞	d5=	0.5716	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1619				
r7=	33.7158	d7=	1.3665	n4=	1.08642	ν 4=	34.97
r8=	-2.0717	d8=	0.0535				
r9=	9.2024	d9=	1.2868	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.1832	d10=	0.4384	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.0147	d11=	1.0102				
r12=	∞	d12=	1.5354	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7376	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 5 6】

FNO= 5.743

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.957 mm、物体距離=10 mm、画角=127.8°

$F r = 1.853$ mm、 $F f = -1.294$ mm、 $f 1 = -0.973$ mm

図 7 A は本実施例のレンズユニット 7 の構成図であり、図 7 B ~ 図 7 E はレンズユニット 7 の収差図である。

【 0 0 5 7 】

< 実施例 8 >

実施例 8 のレンズユニット 8 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 8】

r1=	∞	d1=	0.4056	n1=	1.88815	$\nu 1=$	40.76
r2=	0.8771	d2=	0.4340				
r3=	-10.0931	d3=	0.7204	n2=	1.85504	$\nu 2=$	23.78
r4=	-4.1906	d4=	0.1258				
r5=	∞	d5=	0.5712	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00
r6=	∞ (STO)	d6=	0.1623				
r7=	-50.9076	d7=	1.4039	n4=	1.80642	$\nu 4=$	34.97
r8=	-2.0934	d8=	0.0707				
r9=	9.3818	d9=	1.2857	n5=	1.73234	$\nu 5=$	54.68
r10=	-1.1935	d10=	0.4381	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90
r11=	-2.7935	d11=	1.6149				
r12=	∞	d12=	0.7570	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14
r13=	∞	d13=	0.7370	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20
r14=	∞						

【 0 0 5 8 】

FNO= 5.673

全系の焦点距離： $f = 1$ mm、像高=0.956 mm、物体距離=10.4 mm、画角=127.98°

$F r = 1.877$ mm、 $F f = -1.332$ mm、 $f 1 = -0.988$ mm

図 8 A は本実施例のレンズユニット 8 の構成図であり、図 8 B ~ 図 8 E はレンズユニット 8 の収差図である。

【 0 0 5 9 】

< 実施例 9 >

実施例 9 のレンズユニット 9 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 9】

r1=	∞	d1=	0.4503	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.7879	d2=	0.4033				
r3=	∞	d3=	0.8870	n2=	1.85504	ν 2=	23.78
r4=	-18.3149	d4=	0.2253				
r5=	∞	d5=	0.5990	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0544				
r7=	∞	d7=	1.2211	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.8991	d8=	0.0901				
r9=	3.3716	d9=	1.0692	n5=	1.59143	ν 5=	61.14
r10=	-1.6233	d10=	0.2600	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-5.4907	d11=	1.5993				
r12=	∞	d12=	0.7255	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7255	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 6 0】

FNO= 4.095

全系の焦点距離:f=1 mm、像高=0.941 mm、物体距離=18.013 mm、画角=128°

F r = 1.661 mm、F f = -0.967 mm、f 1 = -0.887 mm

図 9 A は本実施例のレンズユニット 9 の構成図であり、図 9 B ~ 図 9 E はレンズユニット 9 の収差図である。

【0 0 6 1】

< 実施例 1 0 >

実施例 1 0 のレンズユニット 1 0 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 1 0】

r1=	∞	d1=	0.3428	n1=	1.88815	ν 1=	40.76
r2=	0.8151	d2=	0.3428				
r3=	∞	d3=	0.5877	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.3418	d4=	0.5526				
r5=	∞(STO)	d5=	0.3145				
r6=	-9.0742	d6=	0.5507	n3=	1.88815	ν 3=	40.76
r7=	-1.6398	d7=	0.0490				
r8=	9.8128	d8=	0.8160	n4=	1.73234	ν 4=	54.68
r9=	-1.1151	d9=	0.3732				
r10=	-2.7514	d10=	1.6657	n5=	1.93429	ν 5=	18.90
r11=	∞	d11=	0.9189	n6=	1.51825	ν 6=	64.10
r12=	∞						

【0 0 6 2】

FNO= 5.152

全系の焦点距離:f=1 mm、像高=0.945 mm、物体距離=19.591 mm、画角=128.18°

F r = 1.593 mm、F f = -1.383 mm、f 1 = -0.918 mm

図 1 0 A は本実施例のレンズユニット 1 0 の構成図であり、図 1 0 B ~ 図 1 0 E はレン

ズユニット 10 の収差図である。

【 0 0 6 3 】

< 第 1 参考例 >

本発明の参考となる例を示す。

本発明の第 1 参考例のレンズユニット 11 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 1 】

r1=	∞	d1=	0.3415	n1=	1.88815	ν1=	40.76
r2=	0.8021	d2=	0.3415				
r3=	19.5162	d3=	0.5855	n2=	1.93429	ν2=	18.90
r4=	-5.5767	d4=	0.5374				
r5=	∞(STO)	d5=	0.3008				
r6=	-10.1204	d6=	0.5486	n3=	1.88815	ν3=	40.76
r7=	-1.6388	d7=	0.0488				
r8=	9.33	d8=	0.8161	n4=	1.73234	ν4=	54.68
r9=	-1.1122	d9=	0.3718	n5=	1.93429	ν5=	18.90
r10=	-2.746	d10=	1.6684				
r11=	∞	d11=	0.9154	n6=	1.51825	ν6=	64.10
r12=	∞						

【 0 0 6 4 】

FNO= 5.27

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高=0.942 mm、物体距離=19.516 mm、画角=128.19°

$F r = 1.567$ mm、 $F f = -1.320$ mm、 $f 1 = -0.903$ mm

図 1 1 A は第 1 参考例のレンズユニット 11 の構成図であり、図 1 1 B ~ 図 1 1 E はレンズユニット 11 の収差図である。

【 0 0 6 5 】

< 実施例 1 1 >

実施例 1 1 のレンズユニット 1 2 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 2 】

r1=	∞	d1=	0.4500	n1=	1.88815	ν1=	40.76
r2=	0.8070	d2=	0.4179				
r3=	∞	d3=	0.7529	n2=	1.93429	ν2=	18.90
r4=	-18.8614	d4=	0.1692				
r5=	∞	d5=	0.5632	n3=	1.51564	ν3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0545				
r7=	∞	d7=	1.1960	n4=	1.88815	ν4=	40.76
r8=	-1.8960	d8=	0.1058				
r9=	6.3884	d9=	1.1373	n5=	1.73234	ν5=	54.68
r10=	-1.3424	d10=	0.4320	n6=	1.93429	ν6=	18.90
r11=	-3.9951	d11=	1.5444				
r12=	∞	d12=	0.7300	n7=	1.51825	ν7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7500	n8=	1.61379	ν8=	50.20
r14=	∞						

【 0 0 6 6 】

FNO= 3.777

全系の焦点距離: $f=1$ mm、像高=0.943 mm、物体距離=16 mm、画角=127.83° $F r=1.668$ mm、 $F f=-0.993$ mm、 $f 1=-0.909$ mm

図 1 2 A は本実施例のレンズユニット 1 2 の構成図であり、図 1 2 B ~ 図 1 2 E はレンズユニット 1 2 の収差図である。

【 0 0 6 7 】

< 第 2 参考例 >

本発明の参考となる例を示す。

本発明の第 2 参考例のレンズユニット 1 3 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 3 】

r1=	∞	d1=	0.4000	n1=	1.88815	$\nu 1=$	40.76
r2=	0.8406	d2=	0.6160				
r3=	-5.8882	d3=	0.7945	n2=	1.85504	$\nu 2=$	23.78
r4=	-3.9255	d4=	0.2866				
r5=	∞	d5=	0.5627	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00
r6=	∞ (STO)	d6=	0.1599				
r7=	11.8394	d7=	1.3354	n4=	1.83932	$\nu 4=$	37.16
r8=	-2.1677	d8=	0.0527				
r9=	3.4717	d9=	1.1636	n5=	1.59143	$\nu 5=$	61.14
r10=	-1.4365	d10=	0.4316	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90
r11=	-6.1946	d11=	1.0000				
r12=	∞	d12=	2.0100	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14
r13=	∞						

【 0 0 6 8 】

FNO= 6.888

全系の焦点距離: $f=1$ mm、像高=0.96 mm、物体距離=9.8 mm、画角=129.73° $F r=1.863$ mm、 $F f=-1.226$ mm、 $f 1=-0.946$ mm

図 1 3 A は第 2 参考例のレンズユニット 1 3 の構成図であり、図 1 3 B ~ 図 1 3 E はレンズユニット 1 3 の収差図である。

【 0 0 6 9 】

< 実施例 1 2 >

実施例 1 2 のレンズユニット 1 4 を構成する光学部材の数値データ等を示す。なお、レンズユニット 1 4 ~ 2 5 の第 1 レンズ L 1 の材料は、イットリア安定化ジルコニア (Y S Z) である。

【表 1 4】

r1=	∞	d1=	0.5433	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	0.9685	d2=	0.4165				
r3=	∞	d3=	0.7243	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-5.4012	d4=	0.1449				
r5=	∞	d5=	0.5614	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0543				
r7=	∞	d7=	1.5375	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-2.181	d8=	0.1992				
r9=	5.1839	d9=	1.1770	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3201	d10=	0.4305	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-4.2501	d11=	1.5232				
r12=	∞	d12=	0.7600	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7243	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 7 0】

FNO= 4.88

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高 = 0.94 mm、物体距離 = 18.108 mm、画角 = 127.62°

F r = 1.812 mm、F f = -1.135 mm、f 1 = -0.819 mm

図 1 4 A は本実施例のレンズユニット 1 4 の構成図であり、図 1 4 B ~ 図 1 4 E はレンズユニット 1 4 の収差図である。

【0 0 7 1】

< 実施例 1 3 >

実施例 1 3 のレンズユニット 1 5 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 1 5】

r1=	∞	d1=	0.5440	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	0.9605	d2=	0.4171				
r3=	∞	d3=	0.7253	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.8664	d4=	0.1451				
r5=	∞	d5=	0.5621	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0544				
r7=	∞	d7=	1.5159	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-2.1868	d8=	0.1993				
r9=	5.9359	d9=	1.1787	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3219	d10=	0.4311	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.8915	d11=	1.5247				
r12=	∞	d12=	0.7510	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7253	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 7 2】

FNO= 3.752

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高 = 0.941 mm、物体距離 = 18.134 mm、画角 = 127.85°

$F r = 1.832$ mm、 $F f = -1.174$ mm、 $f 1 = -0.812$ mm

図 1 5 A は本実施例のレンズユニット 1 5 の構成図であり、図 1 5 B ~ 図 1 5 E はレンズユニット 1 5 の収差図である。

【 0 0 7 3 】

< 実施例 1 4 >

実施例 1 4 のレンズユニット 1 6 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 6 】

r1=	∞	d1=	0.5435	n1=	2.18246	$\nu 1=$	33.01
r2=	0.9913	d2=	0.6042				
r3=	∞	d3=	0.7247	n2=	1.93429	$\nu 2=$	18.90
r4=	-4.7185	d4=	0.1449				
r5=	∞	d5=	0.5617	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00
r6=	∞ (STO)	d6=	0.0544				
r7=	∞	d7=	1.4653	n4=	1.88815	$\nu 4=$	40.76
r8=	-2.3106	d8=	0.1992				
r9=	6.1978	d9=	1.1777	n5=	1.73234	$\nu 5=$	54.68
r10=	-1.3208	d10=	0.4308	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90
r11=	-4.093	d11=	1.5433				
r12=	∞	d12=	0.7498	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14
r13=	∞	d13=	0.7247	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20
r14=	∞						

【 0 0 7 4 】

FNO= 3.979

全系の焦点距離: $f = 1$ mm、像高=0.94 mm、物体距離=18.118 mm、画角=127.81°

$F r = 1.933$ mm、 $F f = -1.310$ mm、 $f 1 = -0.838$ mm

図 1 6 A は本実施例のレンズユニット 1 6 の構成図であり、図 1 6 B ~ 図 1 6 E はレンズユニット 1 6 の収差図である。

【 0 0 7 5 】

< 実施例 1 5 >

実施例 1 5 のレンズユニット 1 7 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 1 7】

r1=	∞	d1=	0.4500	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	1.0405	d2=	0.4448				
r3=	∞	d3=	0.8448	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-7.461	d4=	0.1978				
r5=	∞	d5=	0.5584	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0540				
r7=	∞	d7=	1.7385	n4=	1.80642	ν 4=	34.97
r8=	-2.3919	d8=	0.1101				
r9=	6.4097	d9=	1.1708	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3886	d10=	0.4282	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.4605	d11=	1.2423				
r12=	∞	d12=	1.8883	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7300	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 7 6】

FNO= 6.285

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.935 mm、物体距離=17.89 mm、画角=127.85°

F r = 1.967 mm、F f = -1.290 mm、f 1 = -0.880 mm

図 1 7 A は本実施例のレンズユニット 1 7 の構成図であり、図 1 7 B ~ 図 1 7 E はレンズユニット 1 7 の収差図である。

【0 0 7 7】

< 実施例 1 6 >

実施例 1 6 のレンズユニット 1 8 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 1 8】

r1=	∞	d1=	0.4483	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	1.0038	d2=	0.3786				
r3=	∞	d3=	0.9165	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-6.1690	d4=	0.3261				
r5=	∞	d5=	0.5597	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0542				
r7=	∞	d7=	1.2616	n4=	1.83932	ν 4=	37.16
r8=	-2.2838	d8=	0.2388				
r9=	6.9881	d9=	1.1735	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3162	d10=	0.4293	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-3.2867	d11=	1.7932				
r12=	∞	d12=	0.7422	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7222	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 7 8】

FNO= 4.067

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.937 mm、物体距離=17.932 mm、画角=127.96°

$F r = 1.931$ mm、 $F f = -1.144$ mm、 $f 1 = -0.849$ mm

図 1 8 A は本実施例のレンズユニット 1 8 の構成図であり、図 1 8 B ~ 図 1 8 E はレンズユニット 1 8 の収差図である。

【 0 0 7 9 】

< 実施例 1 7 >

実施例 1 7 のレンズユニット 1 9 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 1 9 】

r1=	∞	d1=	0.5000	n1=	2.18246	$\nu 1=$	33.01
r2=	0.9456	d2=	0.4142				
r3=	∞	d3=	0.7204	n2=	1.93429	$\nu 2=$	18.90
r4=	-7.4010	d4=	0.3945				
r5=	∞	d5=	0.5583	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00
r6=	∞ (STO)	d6=	0.2341				
r7=	15.5855	d7=	1.2410	n4=	2.18246	$\nu 4=$	33.01
r8=	-2.6460	d8=	0.1987				
r9=	6.2845	d9=	1.1706	n5=	1.73234	$\nu 5=$	54.68
r10=	-1.3129	d10=	0.4282	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90
r11=	-8.7654	d11=	1.4404				
r12=	∞	d12=	0.7600	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14
r13=	∞	d13=	0.7000	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20
r14=	∞						

【 0 0 8 0 】

FNO= 4.29

全系の焦点距離： $f = 1$ mm、像高=0.935 mm、物体距離=18 mm、画角=127.93°

$F r = 1.756$ mm、 $F f = -1.000$ mm、 $f 1 = -0.800$ mm

図 1 9 A は本実施例のレンズユニット 1 9 の構成図であり、図 1 9 B ~ 図 1 9 E はレンズユニット 1 9 の収差図である。

【 0 0 8 1 】

< 実施例 1 8 >

実施例 1 8 のレンズユニット 2 0 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 0】

r1=	∞	d1=	0.5000	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	0.9247	d2=	0.5971				
r3=	∞	d3=	0.7238	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.4671	d4=	0.1448				
r5=	∞	d5=	0.5609	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0543				
r7=	∞	d7=	1.2470	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-2.0417	d8=	0.1990				
r9=	4.9784	d9=	1.1761	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3191	d10=	0.4302	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-6.7685	d11=	1.3457				
r12=	∞	d12=	0.7500	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7238	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 8 2】

FNO= 4.141

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.939 mm、物体距離=18.1 mm、画角=127.41°

F r = 1.830 mm、F f = -1.235 mm、f 1 = -0.782 mm

図 2 0 A は本実施例のレンズユニット 2 0 の構成図であり、図 2 0 B ~ 図 2 0 E はレンズユニット 2 0 の収差図である。

【0 0 8 3】

< 実施例 1 9 >

実施例 1 9 のレンズユニット 2 1 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 1】

r1=	∞	d1=	0.5164	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	0.8569	d2=	0.5680				
r3=	∞	d3=	0.6885	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.4337	d4=	0.1377				
r5=	∞	d5=	0.5336	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.0516				
r7=	∞	d7=	1.1807	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.9271	d8=	0.1893				
r9=	4.6518	d9=	1.1188	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.2548	d10=	0.4092	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-8.2907	d11=	1.4631				
r12=	∞	d12=	0.7000	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.6885	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 8 4】

FNO= 4.448

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.893 mm、物体距離=17.2 mm、画角=117.85°

$F r = 1.764$ mm、 $F f = -1.110$ mm、 $f 1 = -0.725$ mm

図 2 1 A は本実施例のレンズユニット 2 1 の構成図であり、図 2 1 B ~ 図 2 1 E はレンズユニット 2 1 の収差図である。

【 0 0 8 5 】

< 実施例 2 0 >

実施例 2 0 のレンズユニット 2 2 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【 表 2 2 】

r1=	∞	d1=	0.4583	n1=	2.18246	$\nu 1=$	33.01
r2=	0.7351	d2=	0.3564				
r3=	∞	d3=	0.5199	n2=	1.85504	$\nu 2=$	23.78
r4=	-4.1679	d4=	1.3580				
r5=	∞	d5=	0.4857	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00
r6=	∞ (STO)	d6=	0.0509				
r7=	∞	d7=	1.1253	n4=	1.83932	$\nu 4=$	37.16
r8=	-1.6538	d8=	0.1867				
r9=	3.6894	d9=	1.0133	n5=	1.59143	$\nu 5=$	61.14
r10=	-1.2375	d10=	0.4035	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90
r11=	-3.4546	d11=	1.6970				
r12=	∞	d12=	0.7127	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14
r13=	∞	d13=	0.6788	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20
r14=	∞						

【 0 0 8 6 】

FNO= 5.548

全系の焦点距離： $f = 1$ mm、像高=0.881 mm、物体距離=17.01 mm、画角=115.4°

$F r = 1.612$ mm、 $F f = -0.838$ mm、 $f 1 = -0.622$ mm

図 2 2 A は本実施例のレンズユニット 2 2 の構成図であり、図 2 2 B ~ 図 2 2 E はレンズユニット 2 2 の収差図である。

【 0 0 8 7 】

< 実施例 2 1 >

実施例 2 1 のレンズユニット 2 3 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 3】

r1=	∞	d1=	0.5000	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	1.0234	d2=	0.4160				
r3=	∞	d3=	0.7234	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-5.2110	d4=	0.0543				
r5=	∞	d5=	0.5606	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1447				
r7=	-7.9337	d7=	1.3989	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.9816	d8=	0.1989				
r9=	11.4247	d9=	1.1756	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.3087	d10=	0.4300	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-2.8801	d11=	1.8085				
r12=	∞	d12=	0.7505	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7234	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 8 8】

FNO= 5.672

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.939 mm、物体距離=18 mm、画角=127.86°

F r = 1.868 mm、F f = -1.231 mm、f 1 = -0.865 mm

図 2 3 A は本実施例のレンズユニット 2 3 の構成図であり、図 2 3 B ~ 図 2 3 E はレンズユニット 2 3 の収差図である。

【0 0 8 9】

< 実施例 2 2 >

実施例 2 2 のレンズユニット 2 4 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 4】

r1=	∞	d1=	0.5429	n1=	2.18246	ν 1=	33.01
r2=	1.0687	d2=	0.4162				
r3=	-36.1952	d3=	0.7239	n2=	1.93429	ν 2=	18.90
r4=	-4.6981	d4=	0.0543				
r5=	∞	d5=	0.5610	n3=	1.51564	ν 3=	75.00
r6=	∞(STO)	d6=	0.1448				
r7=	-5.7493	d7=	1.4630	n4=	1.88815	ν 4=	40.76
r8=	-1.9553	d8=	0.1991				
r9=	15.0851	d9=	1.1763	n5=	1.73234	ν 5=	54.68
r10=	-1.2907	d10=	0.4303	n6=	1.93429	ν 6=	18.90
r11=	-2.7220	d11=	1.9002				
r12=	∞	d12=	0.7400	n7=	1.51825	ν 7=	64.14
r13=	∞	d13=	0.7239	n8=	1.61379	ν 8=	50.20
r14=	∞						

【0 0 9 0】

FNO= 6.176

全系の焦点距離: f = 1 mm、像高=0.939 mm、物体距離=18.098 mm、画角=128.03°

$F r = 1.894$ mm、 $F f = -1.301$ mm、 $f 1 = -0.904$ mm

図 2 4 A は本実施例のレンズユニット 2 4 の構成図であり、図 2 4 B ~ 図 2 4 E はレンズユニット 2 4 の収差図である。

【 0 0 9 1 】

< 第 3 参考例 >

本発明の参考となる例を示す。

本発明の第 3 参考例のレンズユニット 2 5 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 5】

r1=	∞	d1=	0.3920	n1=	2.18246	$\nu 1=$	33.01
r2=	1.0035	d2=	0.3395				
r3=	19.3992	d3=	0.5820	n2=	1.93429	$\nu 2=$	18.90
r4=	-4.4012	d4=	0.5308				
r5=	∞ (STO)	d5=	0.4829				
r6=	-11.6039	d6=	0.5453	n3=	1.88815	$\nu 3=$	40.76
r7=	-1.7296	d7=	0.0485				
r8=	15.3992	d8=	0.9673	n4=	1.73234	$\nu 4=$	54.68
r9=	-1.1572	d9=	0.3696	n5=	1.93429	$\nu 5=$	18.90
r10=	-2.7323	d10=	1.7957				
r11=	∞	d11=	0.9099	n6=	1.51825	$\nu 6=$	64.10
r12=	∞						

【 0 0 9 2 】

FNO= 6.122

全系の焦点距離： $f = 1$ mm、像高=0.913 mm、物体距離=18.93 mm、画角=123.19°

$F r = 1.687$ mm、 $F f = -1.346$ mm、 $f 1 = -0.849$ mm

図 2 5 A は第 3 参考例のレンズユニット 2 5 の構成図であり、図 2 5 B ~ 図 2 5 E はレンズユニット 2 5 の収差図である。

【 0 0 9 3 】

< 実施例 2 3 >

実施例 2 3 のレンズユニット 2 6 を構成する光学部材の数値データ等を示す。

【表 2 6】

r1=	∞	d1=	0.5010	n1=	2.01169	$\nu 1=$	28.27
r2=	0.8712	d2=	0.4166				
r3=	∞	d3=	0.5993	n2=	1.93429	$\nu 2=$	18.90
r4=	-8.5465	d4=	0.1449				
r5=	∞	d5=	0.4554	n3=	1.51564	$\nu 3=$	75.00
r6=	∞ (STO)	d6=	0.0543				
r7=	∞	d7=	1.8080	n4=	1.88815	$\nu 4=$	40.76
r8=	-2.0398	d8=	0.1993				
r9=	4.5503	d9=	1.1775	n5=	1.73234	$\nu 5=$	54.68
r10=	-1.4905	d10=	0.4307	n6=	1.93429	$\nu 6=$	18.90
r11=	-5.8142	d11=	1.4790				
r12=	∞	d12=	0.7246	n7=	1.51825	$\nu 7=$	64.14
r13=	∞	d13=	0.7246	n8=	1.61379	$\nu 8=$	50.20

【 0 0 9 4 】

FNO= 6.346

全系の焦点距離: $f=1$ mm、像高=0.94 mm、物体距離=18.116 mm、画角=128.00°

$F r = 1.733$ mm、 $F f = -1.042$ mm、 $f 1 = -0.861$ mm

図 2 6 A は本実施例のレンズユニット 2 6 の構成図であり、図 2 6 B ~ 図 2 6 E はレンズユニット 2 6 の収差図である。

【 0 0 9 5 】

< 実施例 1 ~ 実施例 2 3 のまとめ >

表 2 7 および表 2 8 に実施例 1 ~ 実施例 2 3 (第 1 ~ 第 3 参考例含む) のレンズユニットの構成を記載する。なお、表 2 7 および表 2 8 には、比較のため、特開平 6 - 3 0 8 3 8 1 号公報に開示したレンズユニットの構成を比較例 1 ~ 3 として記載してある。なお、表 2 において、丸印は条件を満足していることを、X 印は条件を満足していないことを示している。

【 0 0 9 6 】

また、比較例 1 ~ 3 のレンズユニットは以下の構成である。

【 0 0 9 7 】

比較例 1 : $f=1$ mm、 $F r = 1.838$ mm、 $F f = -1.752$ mm、 $f 1 = -1.020$ mm

比較例 2 : $f=1$ mm、 $F r = 1.877$ mm、 $F f = -1.812$ mm、 $f 1 = -1.041$ mm

比較例 3 : $f=1$ mm、 $F r = 1.889$ mm、 $F f = -2.062$ mm、 $f 1 = -0.808$ mm

【表 27】

	SF	Fr/Ff	Ff/f	Ff/f1	n1	Hk	n1 × Hk
実施例1	-1.000	-1.440	-1.123	1.182	1.8882	710	1340.6
実施例2	-2.761	-1.351	-1.280	1.294	1.8882	710	1340.6
実施例3	-2.467	-1.306	-1.353	1.371	1.8882	710	1340.6
実施例4	-2.419	-1.388	-1.276	1.294	1.8882	710	1340.6
実施例5	-1.900	-1.249	-1.439	1.465	1.8882	710	1340.6
実施例6	-2.262	-1.521	-1.228	1.191	1.8882	710	1340.6
実施例7	-2.510	-1.432	-1.294	1.330	1.8882	710	1340.6
実施例8	-2.420	-1.409	-1.332	1.348	1.8882	710	1340.6
実施例9	-1.000	-1.718	-0.967	1.090	1.8882	710	1340.6
実施例10	-1.000	-1.151	-1.383	1.507	1.8882	710	1340.6
第1参考例	-0.556	-1.187	-1.320	1.462	1.8882	710	1340.6
実施例11	-1.000	-1.680	-0.993	1.093	1.8882	710	1340.6
第2参考例	-5.000	-1.520	-1.226	1.295	1.8882	710	1340.6
実施例12	-1.000	-1.596	-1.135	1.386	2.1825	1200	2617.0
実施例13	-1.000	-1.561	-1.174	1.445	2.1825	1200	2617.0
実施例14	-1.000	-1.476	-1.310	1.562	2.1825	1200	2617.0
実施例15	-1.000	-1.742	-1.129	1.283	2.1825	1200	2617.0
実施例16	-1.000	-1.688	-1.144	1.347	2.1825	1200	2617.0
実施例17	-1.000	-1.756	-1.000	1.250	2.1825	1200	2617.0
実施例18	-1.000	-1.482	-1.235	1.579	2.1825	1200	2617.0
実施例19	-1.000	-1.588	-1.110	1.532	2.1825	1200	2617.0
実施例20	-1.000	-1.924	-0.838	1.348	2.1825	1200	2617.0
実施例21	-1.000	-1.518	-1.231	1.422	2.1825	1200	2617.0
実施例22	-1.298	-1.456	-1.301	1.440	2.1825	1200	2617.0
第3参考例	-0.630	-1.253	-1.346	1.586	2.1825	1200	2617.0
実施例23	-1.000	-1.663	-1.042	1.210	2.0117	700	1408.2
比較例1	-1.000	-1.049	-1.751	1.718	1.8882	710	1340.6
比較例2	-1.000	-1.036	-1.812	1.740	1.8882	710	1340.6
比較例3	-1.085	0.916	2.063	2.553	1.8882	710	1340.6

【表 2 8】

	条件(1)	条件(2)	条件(3)	条件(4)	条件(5)	条件(6)
	$-6 < SF < 0$	$-3 < (Fr/Ff) < -1.1$	$-1.6 < (Ff/f) < -0.6$	$(Ff/f1) < 1.6$	$n1 > 2$	$n1 \times Hk > 2000$
実施例1	○	○	○	○	×	×
実施例2	○	○	○	○	×	×
実施例3	○	○	○	○	×	×
実施例4	○	○	○	○	×	×
実施例5	○	○	○	○	×	×
実施例6	○	○	○	○	×	×
実施例7	○	○	○	○	×	×
実施例8	○	○	○	○	×	×
実施例9	○	○	○	○	×	×
実施例10	○	○	○	○	×	×
第1参考例	○	○	○	○	×	×
実施例11	○	○	○	○	×	×
第2参考例	○	○	○	○	×	×
実施例12	○	○	○	○	×	×
実施例13	○	○	○	○	○	○
実施例14	○	○	○	○	○	○
実施例15	○	○	○	○	○	○
実施例16	○	○	○	○	○	○
実施例17	○	○	○	○	○	○
実施例18	○	○	○	○	○	○
実施例19	○	○	○	○	○	○
実施例20	○	○	○	○	○	○
実施例21	○	○	○	○	○	○
実施例22	○	○	○	○	○	○
第3参考例	○	○	○	○	○	○
実施例23	○	○	○	○	○	×
比較例1	○	×	×	×	×	×
比較例2	○	×	×	×	×	×
比較例3	○	×	×	×	×	×

【0098】

以上の結果から、実施例のレンズユニットの効果は明らかである。すなわち、比較例1～3では、倍率色収差補正のために後レンズ群に配置された接合レンズの接合面の加工性が悪く、また像面湾曲など他の収差を補正しつつ、近年の小型化を達成することは容易ではなかったが、実施例のレンズユニットでは、上記問題点が解消されている。すなわち、実施例のレンズユニット1～25は、倍率色収差が小さい。

【0099】

また、実施例13～実施例23、第3参考例のレンズユニットは、条件(6) $n1 \times Hk > 2000$ 、を満足するため、実施例1～実施例12、第1参考例、第2参考例のレンズユニットに比べて、外面レンズ(第1レンズL1)が、割れおよびレンズキズに対する耐性が高い。

【0100】

< 実施例24 >

次に本発明の実施例 2 4 としてレンズユニット 2 7 を有する内視鏡 3 0 について説明する。図 2 7 に示す内視鏡システム 4 0 は、被検者の体内に挿入される挿入部 3 1 を有する内視鏡 3 0 と、体内を照明する光源装置 4 1 と、信号処理を行うプロセッサ 4 2 とにより構成されている。すなわち挿入部 3 1 内には光源装置 4 1 からの照明光を先端部 3 2 に導光するライトガイドファイバ 4 5 が挿通され照射光学系 3 2 を介して体内を照明する。プロセッサ 4 2 は、種々の内視鏡および/または種々の光源装置と組み合わせることで、種々の目的に適合した内視鏡システムとして使用できる。さらに、内視鏡システム 4 0 は、内視鏡画像等を表示するモニタ 4 3 と、術者が設定等を行うキーボード等の入力部 4 4 を有している。

【 0 1 0 1 】

内視鏡 3 0 は、操作部 3 7 と接続された挿入部 3 1、の先端部 3 2 にカラー内視鏡画像を撮影する撮像部である CCD 3 3 と、プリプロセス (P / P) 部 3 4 と、 A / D 変換部 3 5 と、パラレルシリアル変換 (P / S) 部 3 6 を有する電子内視鏡である。先端部 3 2 には光学像を結ぶためのレンズユニット 2 7 と、被検者の体内を撮影する CCD 3 3 とが配置され、 CCD 3 3 が撮影した内視鏡画像はデジタル信号に変換されてプロセッサ 4 2 に送信される。撮像部としては、 CCD 3 3 の代わりに C M D (Charged Modulation Device) 撮像素子、 C - M O S 撮像素子、 A M I (Amplified MOS Imager)、 B C C D (Back Illuminated CCD) 等でも良い。なお、カラー CCD の代わりに白黒 CCD を用い、照射光を R B G に時系列的に変化させてもよい。

【 0 1 0 2 】

内視鏡 3 0 のレンズユニット 2 7 は、すでに説明した実施例 1 のレンズユニット 1 3 等と同様の構成である。すでに説明したようにレンズユニット 1 3 等は小径であり、光学特性に優れている。このため、内視鏡 3 0 は小径であり、撮像する画像の特性がよい。すなわち内視鏡 3 0 が撮像する画像は倍率色収差が小さい。

【 0 1 0 3 】

またレンズユニット 2 7 は、第 1 レンズ L 1 の材料として、主成分として、 Z r、 Y、 G d、 T a、 N b、 L a、 H f のうち少なくともいずれかの成分を含み屈折率が 2 を超える材料、例えば、イットリア安定化ジルコニアを用いている。このため第 1 レンズ L 1) が、割れおよびレンズキズに対する耐性、を有している。また、レンズユニット 2 7 は、 1 4 0 前後の高温高圧でかつ飽和水蒸気による滅菌システム、いわゆるオートクレーブ滅菌のような過酷な条件下での耐久性も有している。

【 0 1 0 4 】

本発明は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変えない範囲において、種々の変更、改変等が可能である。

【 0 1 0 5 】

本出願は、 2 0 1 0 年 5 月 2 0 日に日本国に出願された特願 2 0 1 0 - 1 1 6 5 2 6 号を優先権主張の基礎として出願するものであり、上記の開示内容は、本願明細書、請求の範囲、図面に引用されたものとする。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2011/060911
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G02B13/04(2006.01)i, A61B1/00(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 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 1996-2011 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2011 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2011 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.
X Y	JP 2007-249189 A (Fujinon Corp.), 27 September 2007 (27.09.2007), entire text (particularly, examples) (Family: none)	1, 2, 5, 6 2-4, 6-8
X Y	JP 2004-61763 A (Fuji Photo Optical Co., Ltd.), 26 February 2004 (26.02.2004), entire text (particularly, examples) (Family: none)	1, 5 2-4, 6-8
X Y	JP 2008-107391 A (Olympus Medical Systems Corp.), 08 May 2008 (08.05.2008), entire text (particularly, example 25) & US 2008/0180809 A1	1, 5 2-4, 6-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> 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 27 July, 2011 (27.07.11)		Date of mailing of the international search report 09 August, 2011 (09.08.11)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/060911

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-268281 A (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 06 November 2008 (06.11.2008), entire text (particularly, paragraph [0028]) (Family: none)	3, 4, 7, 8
Y	JP 2006-113287 A (Olympus Corp.), 27 April 2006 (27.04.2006), entire text (particularly, paragraph [0015]) (Family: none)	3, 4, 7, 8

国際調査報告		国際出願番号 PCT/JP2011/060911									
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											
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											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2011年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2011年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2011年	日本国実用新案登録公報	1996-2011年	日本国登録実用新案公報	1994-2011年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2011年										
日本国実用新案登録公報	1996-2011年										
日本国登録実用新案公報	1994-2011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									
X Y	JP 2007-249189 A (フジノン株式会社) 2007.09.27, 全文 (特に実施例参照) (ファミリーなし)	1, 2, 5, 6 2-4, 6-8									
X Y	JP 2004-61763 A (富士写真光機株式会社) 2004.02.26, 全文 (特に実施例参照) (ファミリーなし)	1, 5 2-4, 6-8									
X Y	JP 2008-107391 A (オリンパスメディカルシステムズ株式会社) 2008.05.08, 全文 (特に実施例25参照) & US 2008/0180809 A1	1, 5 2-4, 6-8									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> 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		の日の後に公表された文献									
「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		「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									
「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		「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									
「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)		「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									
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献									
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願											
国際調査を完了した日 27.07.2011		国際調査報告の発送日 09.08.2011									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 原田 英信	2V 3702								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3271								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 1 / 0 6 0 9 1 1
C (続き) . 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
Y	JP 2008-268281 A (住友電気工業株式会社) 2008.11.06, 全文 (特に段落【0028】参照) (ファミリーなし)	3, 4, 7, 8
Y	JP 2006-113287 A (オリンパス株式会社) 2006.04.27, 全文 (特に段落【0015】参照) (ファミリーなし)	3, 4, 7, 8

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)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)	内窥镜物镜单元和内窥镜		
公开(公告)号	JPWO2011145505A1	公开(公告)日	2013-07-22
申请号	JP2011551138	申请日	2011-05-12
[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		
[标]发明人	笹本 勉		
发明人	笹本 勉		
IPC分类号	G02B13/04 G02B23/26 A61B1/00		
CPC分类号	A61B1/00188 A61B1/05 G02B23/243 G02B23/2446		
FI分类号	G02B13/04.D G02B23/26.C A61B1/00.300.Y		
F-TERM分类号	2H040/CA23 2H087/KA10 2H087/LA03 2H087/PA04 2H087/PA05 2H087/PA17 2H087/PA18 2H087/PB05 2H087/QA01 2H087/QA07 2H087/QA18 2H087/QA21 2H087/QA25 2H087/QA37 2H087/QA41 2H087/QA45 2H087/RA32 2H087/RA41 2H087/RA43 4C161/CC06 4C161/FF40 4C161/JJ01 4C161/LL02 4C161/MM02 4C161/NN01 4C161/SS11		
代理人(译)	伊藤 进		
优先权	2010116526 2010-05-20 JP		
其他公开文献	JP4997348B2		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

内窥镜物镜单元1包括前透镜组FL和夹着孔径光阑STO的后透镜组RL。前透镜组FL包括具有负折射光焦距的第一透镜L1和具有正折射光焦距的第二透镜L2，并且后透镜组RL包括具有正折射光焦距的第三透镜L4和具有第四透镜L5的第四透镜L5正光焦距和具有负光焦距的第五透镜L6，第四透镜和第五透镜彼此胶合。内窥镜物镜单元满足以下表达式(1)至(4)：(1) $-6 < SF < 0$ ；(2) $-3 < Fr / Ff < -1.1$ ；(3) $-1.6 < Ff / f < -0.6$ ；和(4) $Ff / fl < 1.6$ ，其中SF是形状因子，其中，R1是第二透镜L2的物体侧曲率半径，R2是第二透镜L2的像侧曲率半径，Ff是前透镜组FL的焦距，Fr是后透镜组RL的焦距，f是整个单元的焦距，并且f1是第一透镜L1的焦距。

