

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3722458号  
(P3722458)

(45) 発行日 平成17年11月30日(2005.11.30)

(24) 登録日 平成17年9月22日(2005.9.22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

GO2B 15/167

F I

GO2B 15/167

請求項の数 6 (全 17 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-266242                  (22) 出願日 平成11年9月20日(1999.9.20)                  (65) 公開番号 特開2001-91832(P2001-91832A)                  (43) 公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)                  審査請求日 平成15年7月17日(2003.7.17)</p>	<p>(73) 特許権者 000005430                  フジノン株式会社                  埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地                  (74) 代理人 100097984                  弁理士 川野 宏                  (72) 発明者 山本 力                  埼玉県大宮市植竹町1丁目324番地 富士写真光機株式会社内                  審査官 吉野 公夫</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内視鏡用対物レンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群、および正の屈折力を有する第4レンズ群からなり、該第3レンズ群、ならびに、該第2レンズ群もしくは該第4レンズ群のうちのいずれか一方のレンズ群の2つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより倍率変化と焦点合わせを行うように構成され、さらに以下の条件式(1)および(2)を満足することを特徴とする内視鏡用対物レンズ。

$$2.0 < \frac{1_T}{1_W} < 10.0 \quad \dots\dots (1)$$

$$1.2 < f_T / f_W \quad \dots\dots (2)$$

ただし、

$1_T$  : 第1レンズ群のテレ端における倍率

$1_W$  : 第1レンズ群のワイド端における倍率

$f_T$  : レンズ全体のテレ端における焦点距離

$f_W$  : レンズ全体のワイド端における焦点距離

【請求項2】

該第2レンズ群および該第3レンズ群の2つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより倍率変化と焦点合わせを行うように構成され、さらに以下の条件式(3)を満足するように構成されてなることを特徴とする請求項1記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.1 < |d_2| / f_2 < 1.0 \quad \dots\dots (3)$$

ただし、

$d_2$  : ワイド端からテレ端までの第 2 レンズ群の移動距離

$f_2$  : 第 2 レンズ群の焦点距離

【請求項 3】

該第 3 レンズ群および該第 4 レンズ群の 2 つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより倍率変化と焦点合わせを行うように構成され、さらに以下の条件式 (4) を満足するように構成されてなることを特徴とする請求項 1 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.1 < |d_4| / f_4 < 0.8 \quad \dots\dots (4)$$

ただし、

$d_4$  : ワイド端からテレ端までの第 4 レンズ群の移動距離

$f_4$  : 第 4 レンズ群の焦点距離

【請求項 4】

該第 2 レンズ群と該第 3 レンズ群との間に絞りが配設され、以下の条件式 (5) を満足するように構成されてなることを特徴とする請求項 2 または 3 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.4 < \frac{3 \cdot 4_T}{3 \cdot 4_W} < 2.5 \quad \dots\dots (5)$$

ただし、

$3 \cdot 4_T$  : 第 3 レンズ群と第 4 レンズ群とのテレ端における合成倍率

$3 \cdot 4_W$  : 第 3 レンズ群と第 4 レンズ群とのワイド端における合成倍率

【請求項 5】

以下の条件式 (6) および (7) を満足するように構成されてなることを特徴とする請求項 2 または 4 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$0.7 < f_2 / f_W < 4.0 \quad \dots\dots (6)$$

$$-3.0 < f_3 / f_W < -0.5 \quad \dots\dots (7)$$

ただし、

$f_2$  : 第 2 レンズ群の焦点距離

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_W$  : レンズ全体のワイド端における焦点距離

【請求項 6】

以下の条件式 (7) および (8) を満足するように構成されてなることを特徴とする請求項 3 または 4 記載の内視鏡用対物レンズ。

$$-3.0 < f_3 / f_W < -0.5 \quad \dots\dots (7)$$

$$1.0 < f_4 / f_W < 2.5 \quad \dots\dots (8)$$

ただし、

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第 4 レンズ群の焦点距離

$f_W$  : レンズ全体のワイド端における焦点距離

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内視鏡の先端部に設けられる対物レンズに関するものであり、特に通常観察状態および近接拡大観察状態における使用が可能な内視鏡用対物レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】

医療分野を主とする内視鏡の利用に関しては、CCD等の固体撮像素子やイメージガイドファイバによる画像伝達や、また、この画像を取り込んでの解析や観察も行われるようになってきており、近年ますます高精度な観察や正確な診断が要求されている。そのため、対物レンズについても、広い観察範囲にわたって良好な画像を得ることが可能な内視鏡用対物レンズの開発が望まれている。

【0003】

10

20

30

40

50

ところで、患部等の対象物の観察にあたっては、全体的な観察とともに一部分を詳細に拡大した観察もできることが好ましい。従来はこのような要望に対し、被写界深度の深いレンズとすることにより遠近の間の観察範囲を広くし、対応することが一般的であった。

【0004】

これに対し、全体的な観察に適した通常観察状態（ワイド）と部分的な観察に適した近接拡大観察状態（テレ）との切換え使用が可能な内視鏡用対物レンズとして、例えば、特許番号第2876252号公報に記載されたものも知られている。この内視鏡用対物レンズは物体側より順に負、正、負、正の4群からなる構成で、第3群を光軸に沿って移動させることにより、被写界深度を外れた位置の観察対象物にもピント調整が可能なものとなっている。そして、この移動するレンズ群の位置により通常観察状態（ワイド）と近接拡大観察状態（テレ）の両端のみならず、この両端の中間領域での観察も行い得るものとなっている。

10

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、この内視鏡用対物レンズは、通常観察状態から近接拡大観察状態までの観察が可能となつてはいるものの、この中間領域における対物レンズの使用倍率には制約がある。すなわち、任意の1つの観察対象に対し、対物レンズは通常観察状態から拡大観察状態までの任意の物体距離を取ることが可能であるが、内部のレンズ移動によりその物体距離にフォーカシングを行う場合に、対物レンズの使用倍率は一義的に決まってしまう。より高精度な観察や正確な診断を行うためには、両端の中間領域の観察状態でも使用倍率により自由度のある対物レンズが望まれる。

20

【0006】

本発明は、このような事情に鑑みなされたもので、通常観察状態と近接拡大観察状態の両端の中間領域におけるレンズの使用倍率を任意に変化させることができ、コンパクトで諸収差が良好に補正された内視鏡用対物レンズを提供することを目的とするものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る内視鏡用対物レンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、負の屈折力を有する第3レンズ群、および正の屈折力を有する第4レンズ群からなり、該第3レンズ群、ならびに、該第2レンズ群もしくは該第4レンズ群のうちいずれか一方のレンズ群の2つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより倍率変化と焦点合わせを行い、以下の条件式(1)および(2)を満足することを特徴とするものである。

30

【0008】

$$2.0 < \frac{1_T}{1_W} < 10.0 \quad \dots\dots (1)$$

$$1.2 < \frac{f_T}{f_W} \quad \dots\dots (2)$$

ただし、

$1_T$  : 第1レンズ群のテレ端における倍率

$1_W$  : 第1レンズ群のワイド端における倍率

$f_T$  : レンズ全体のテレ端における焦点距離

$f_W$  : レンズ全体のワイド端における焦点距離

40

【0009】

また、本発明に係る内視鏡用対物レンズは、該第2レンズ群および該第3レンズ群の2つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより倍率変化と焦点合わせを行い、以下の条件式(3)、(6)および(7)を満足するように構成されてなることが好ましい。

【0010】

$$0.1 < |d_2| / f_2 < 1.0 \quad \dots\dots (3)$$

$$0.7 < f_2 / f_W < 4.0 \quad \dots\dots (6)$$

$$-3.0 < f_3 / f_W < -0.5 \quad \dots\dots (7)$$

ただし、

50

$d_2$  : ワイド端からテレ端までの第 2 レンズ群の移動距離

$f_2$  : 第 2 レンズ群の焦点距離

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_w$  : レンズ全体のワイド端における焦点距離

【 0 0 1 1 】

また、本発明に係る内視鏡用対物レンズは、該第 3 レンズ群および該第 4 レンズ群の 2 つのレンズ群を光軸に沿って移動させることにより倍率変化と焦点合わせを行い、以下の条件式 ( 4 )、( 7 ) および ( 8 ) を満足するように構成されてなることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

$$0.1 < |d_4| / f_4 < 0.8 \quad \dots\dots (4)$$

$$-3.0 < f_3 / f_w < -0.5 \quad \dots\dots (7)$$

$$1.0 < f_4 / f_w < 2.5 \quad \dots\dots (8)$$

ただし、

$d_4$  : ワイド端からテレ端までの第 4 レンズ群の移動距離

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離

$f_4$  : 第 4 レンズ群の焦点距離

$f_w$  : レンズ全体のワイド端における焦点距離

【 0 0 1 3 】

また、本発明に係る内視鏡用対物レンズは、該第 2 レンズ群と該第 3 レンズ群との間に絞りが配設され、以下の条件式 ( 5 ) を満足するように構成されてなることがより好ましい

【 0 0 1 4 】

$$0.4 < \frac{3 \cdot 4_T}{3 \cdot 4_W} < 2.5 \quad \dots\dots (5)$$

ただし、

$3 \cdot 4_T$  : 第 3 レンズ群と第 4 レンズ群とのテレ端における合成倍率

$3 \cdot 4_W$  : 第 3 レンズ群と第 4 レンズ群とのワイド端における合成倍率

【 0 0 1 5 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の 2 つの実施形態に係る内視鏡用対物レンズについて、図面を用いて説明する。

まず、第 1 の実施形態に係る内視鏡用対物レンズについて、図 1 を用いて説明する。図 1 は、本発明の実施例 1 に係るレンズの基本構成を示すものである。

【 0 0 1 6 】

図 1 に示すように、この内視鏡用対物レンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G_1$ 、正の屈折力を有し光軸 X に沿って移動可能な第 2 レンズ群  $G_2$ 、負の屈折力を有し光軸 X に沿って移動可能な第 3 レンズ群  $G_3$ 、および正の屈折力を有する第 4 レンズ群  $G_4$  を配してなる。

【 0 0 1 7 】

この内視鏡用対物レンズは、図 1 に示すように通常観察状態 (ワイド) から近接拡大状態 (テレ) に至るまでに、第 2 レンズ群  $G_2$  が光軸に沿って物体側に移動し、同時に第 3 レンズ群  $G_3$  が光軸に沿って像側に移動して、倍率変化と焦点合わせを可能とするように構成されている。

【 0 0 1 8 】

なお、ここで通常観察状態 (ワイド) とは、物体距離が遠く、画角が広く、広い範囲の観察に適した状態を表し、一方、近接拡大状態 (テレ) とは、物体距離が近く、一部分を拡大した観察に適した状態を表す。また、図 1 に示すワイド端とは、通常観察状態において、移動レンズ群を所定の位置に移動させることにより全系の倍率が最も低くなった状態を表し、一方、テレ端とは、近接拡大状態において、移動レンズ群を所定の位置に移動させることにより全系の倍率が最も高くなった状態を表す。

【 0 0 1 9 】

10

20

30

40

50

さらに、この対物レンズには、第2レンズ群 $G_2$ と第3レンズ群 $G_3$ との間に絞り1が配設され、また、第4レンズ群 $G_4$ の像側には光路変換用プリズム2が配設され、このプリズム2の図示されない像側にはCCD素子やイメージガイドファイバが配設されて画像情報が伝達される。なお、図1において絞り1は、光軸上で第3レンズ群 $G_3$ の最も物体側の面に接するように配設されている。

【0020】

また、この対物レンズは以下の条件式(1)~(3)および(5)~(7)を満足するように構成されている。

【0021】

$$2.0 < \frac{1_T}{1_W} < 10.0 \quad \dots\dots (1)$$

$$1.2 < f_T / f_W \quad \dots\dots (2)$$

$$0.1 < |d_2| / f_2 < 1.0 \quad \dots\dots (3)$$

$$0.4 < \frac{3 \cdot 4_T}{3 \cdot 4_W} < 2.5 \quad \dots\dots (5)$$

$$0.7 < f_2 / f_W < 4.0 \quad \dots\dots (6)$$

$$-3.0 < f_3 / f_W < -0.5 \quad \dots\dots (7)$$

ただし、

$1_T$  : 第1レンズ群 $G_1$ のテレ端における倍率

$1_W$  : 第1レンズ群 $G_1$ のワイド端における倍率

$f_T$  : レンズ全体のテレ端における焦点距離

$f_W$  : レンズ全体のワイド端における焦点距離

$d_2$  : ワイド端からテレ端までの第2レンズ群 $G_2$ の移動距離

$f_2$  : 第2レンズ群 $G_2$ の焦点距離

$f_3$  : 第3レンズ群 $G_3$ の焦点距離

$3 \cdot 4_T$  : 第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ とのテレ端における合成倍率

$3 \cdot 4_W$  : 第3レンズ群 $G_3$ と第4レンズ群 $G_4$ とのワイド端における合成倍率

【0022】

つぎに、本発明の第2の実施形態に係る内視鏡用対物レンズについて、図5を用いて説明する。図5は本発明の実施例5に係るレンズの基本構成を示すものである。

図5に示すように、この内視鏡用対物レンズは、物体側より順に、負の屈折力を有する第1レンズ群 $G_1$ 、正の屈折力を有する第2レンズ群 $G_2$ 、負の屈折力を有し光軸Xに沿って移動可能な第3レンズ群 $G_3$ 、および正の屈折力を有し光軸Xに沿って移動可能な第4レンズ群 $G_4$ を配してなる。

【0023】

この内視鏡用対物レンズは、図5に示すようにワイド端からテレ端に至るまでに、第3レンズ群 $G_3$ が光軸に沿って像側に移動し、同時に第4レンズ群 $G_4$ が光軸に沿って物体側に移動して、倍率変化と焦点合わせを可能とするように構成されている。

【0024】

さらに、この対物レンズには、第1の実施形態と同様に絞り1およびCCDカバーガラス2が配設され、CCDカバーガラス2の図示されない像側にはCCD素子やイメージガイドファイバが配設されて画像情報が伝達される。なお、図5において絞り1は、光軸上で第3レンズ群 $G_3$ の最も物体側の面に接するように配設されている。

【0025】

また、この対物レンズは以下の条件式(1)、(2)、(4)、(5)、(7)、(8)を満足するように構成されている。

【0026】

$$2.0 < \frac{1_T}{1_W} < 10.0 \quad \dots\dots (1)$$

$$1.2 < f_T / f_W \quad \dots\dots (2)$$

$$0.1 < |d_4| / f_4 < 0.8 \quad \dots\dots (4)$$

$$0.4 < \frac{3 \cdot 4_T}{3 \cdot 4_W} < 2.5 \quad \dots\dots (5)$$

$$-3.0 < f_3 / f_W < -0.5 \quad \dots\dots (7)$$

10

20

30

40

50

$$1.0 < f_4 / f_w < 2.5 \quad \dots\dots (8)$$

ただし、

- $1_T$  : 第1レンズ群  $G_1$  のテレ端における倍率
- $1_W$  : 第1レンズ群  $G_1$  のワイド端における倍率
- $f_T$  : レンズ全体のテレ端における焦点距離
- $f_W$  : レンズ全体のワイド端における焦点距離
- $d_4$  : ワイド端からテレ端までの第4レンズ群  $G_4$  の移動距離
- $f_3$  : 第3レンズ群  $G_3$  の焦点距離
- $f_4$  : 第4レンズ群  $G_4$  の焦点距離
- $3 \cdot 4_T$  : 第3レンズ群  $G_3$  と第4レンズ群  $G_4$  とのテレ端における合成倍率
- $3 \cdot 4_W$  : 第3レンズ群  $G_3$  と第4レンズ群  $G_4$  とのワイド端における合成倍率

10

【0027】

第1および第2の実施形態のような構成による内視鏡用対物レンズによれば、通常観察状態および近接拡大状態のみならず、その中間領域においても焦点合わせを行うとともに対物レンズの使用倍率を任意に変化させ、観察対象や使用状況に応じた倍率を得ることができる。

【0028】

本実施形態の倍率の変化は、以下に説明するように、条件式(1)に示された物体距離の変化により生じるものと、条件式(2)に示された2つの移動群を適切に移動させることにより生じるものとの相互作用により得られるものである。

20

【0029】

条件式(1)は、第1レンズ群  $G_1$  のテレ/ワイド倍率比を規定するものである。一般にズームレンズはこの  $1_T / 1_W = 1$  となるが、本対物レンズがワイド状態からテレ状態に移行する場合、テレ側に近づくにつれ物体距離も短くなり、それにより観察対象が拡大して見える作用を利用して倍率を変化させていることを示している。この下限値を超えるとテレ側での倍率が不足する。また、この上限値を超えるとテレ側での物体距離が近くなりすぎ、ライトガイドからの照明光がうまくあたらない部分を観察することになってしまう。

【0030】

条件式(2)は、一般のズームレンズのズーム比にあたる数値を示しているもので、第2レンズ群  $G_2$  と第3レンズ群  $G_3$ 、あるいは第3レンズ群  $G_3$  と第4レンズ群  $G_4$  の、2つのレンズ群を移動させ、焦点距離を変動させることによっても倍率を変化させていることを示している。この下限値を超えて、テレ端とワイド端における焦点距離の比が小さくなると、テレ側で同じ倍率を得ようとする場合に物体距離が近くなりすぎ、ライトガイドからの照明光がうまくあたらない部分を観察することになってしまう。

30

【0031】

条件式(2)に示すように、2つのレンズ群が移動可能とされていることにより、1つの物体距離に対し焦点合わせを行うとともに使用倍率を任意に変化させることができる。

【0032】

例えば、後述する実施例1において物体距離を2.2032に固定した場合、2つの移動群、すなわち第2レンズ群  $G_2$  および第3レンズ群  $G_3$  の位置を、いずれも焦点の合った下記のタイプ1およびタイプ2とすることができる。ただし、この物体距離におけるレンズ群位置はこの2つのタイプに限定されるものではなく、ワイド端からテレ端までの移動過程でその中間領域の任意の位置で組み合わせが可能であり、2つの移動群の配置によりワイド端からテレ端までの中間領域での使用倍率を任意に変化させることができる。

40

【0033】

タイプ1

- 可変値1 (第1レンズ群  $G_1$  と第2レンズ群  $G_2$  のレンズ間隔) 0.8000
- 可変値2 (第2レンズ群  $G_2$  と第3レンズ群  $G_3$  のレンズ間隔) 0.6615
- 可変値3 (第3レンズ群  $G_3$  と第4レンズ群  $G_4$  のレンズ間隔) 0.3827

50

## タイプ 2

可変値 1 (第 1 レンズ群  $G_1$  と第 2 レンズ群  $G_2$  のレンズ間隔) 0.2272

可変値 2 (第 2 レンズ群  $G_2$  と第 3 レンズ群  $G_3$  のレンズ間隔) 0.9343

可変値 3 (第 3 レンズ群  $G_3$  と第 4 レンズ群  $G_4$  のレンズ間隔) 0.6827

ここで、タイプ 1 の倍率は -0.4389、タイプ 2 の倍率は -0.4887 となる。

## 【0034】

つぎに、条件式 (3) および (4) は、正の屈折力を有する移動群、すなわち第 2 レンズ群  $G_2$  または第 4 レンズ群  $G_4$  の移動距離を規定している。この下限値を超えこれらの移動群の移動距離が小さくなると、中間領域における倍率の変化を十分に得ることができなくなる。また、この上限値を超えると移動距離が大きくなり、内視鏡の先端構成部の全長が長くなってしまいうため、内視鏡用対物レンズとして好ましくない。特に、条件式 (4) の上限値については、この上限値を超えた場合、射出瞳の変動が大きくなりすぎてしまう。

10

## 【0035】

また、条件式 (5) は絞り 1 を配設した場合の射出瞳に関する条件式で、この上限値および下限値を超えると射出瞳の変動が大きくなり過ぎ、高画質の像が得られなくなる。

## 【0036】

また、条件式 (6) ~ (8) は、移動群のパワー配分を規定している。条件式 (6) または条件式 (8) の下限値を超えると、正の屈折力を有する移動群、すなわち第 2 レンズ群  $G_2$  または第 4 レンズ群  $G_4$  のパワーが強くなり過ぎ、収差補正が困難となる。同様に、条件式 (7) の上限値を超えると、負の屈折力を有する移動群、すなわち第 3 レンズ群  $G_3$  のパワーが強くなり過ぎ、収差補正が困難となる。また、条件式 (6) または条件式 (8) の上限値を超えると、正の屈折力を有する移動群、すなわち第 2 レンズ群  $G_2$  または第 4 レンズ群  $G_4$  の各移動群の移動距離が大きくなりレンズがコンパクトでなくなる。同様に、条件式 (7) の下限値を超えると、負の屈折力を有する移動群、すなわち第 3 レンズ群  $G_3$  の移動距離が大きくなりレンズがコンパクトでなくなる。

20

## 【0037】

## 【実施例】

以下、本発明の実施例 1 ~ 5 について具体的に説明する。

## 【0038】

< 実施例 1 >

本実施例 1 に係る内視鏡用対物レンズのワイド端およびテレ端における基本構成を図 1 に示す。

本実施例 1 に係るレンズは、第 1 の実施形態として説明したとおり、物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G_1$ 、正の屈折力を有し光軸 X に沿って移動可能な第 2 レンズ群  $G_2$ 、負の屈折力を有し光軸 X に沿って移動可能な第 3 レンズ群  $G_3$ 、および正の屈折力を有する第 4 レンズ群  $G_4$  を配してなる。

30

## 【0039】

なお、図 1 および下記表 1 に示すように本実施例では、光軸上において第 5 レンズ  $L_5$  の物体側の面と等しい位置に、絞り 1 が配設されている。図 1 および下記表 1 において絞り 1 の曲率半径を  $R_8$  として表す。

40

## 【0040】

表 1 の上段に、本実施例 1 の各レンズ面の曲率半径  $R$ 、各レンズの軸上面間隔 (各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔)  $D$ 、各レンズの  $d$  線における屈折率  $N$ 、およびアッペ数を示す。なお、表 1 および以下の表 2 ~ 5 において、曲率半径  $R$  および軸上面間隔  $D$  はワイド端における焦点距離を 1.0 として規格化された値であり、また、各記号に対応させた数字は物体側より順次増加するようになっている。

## 【0041】

また、表 1 の下段には本実施例 1 のワイド端およびテレ端における物体距離 (軸上面間隔  $D$  と同様に規格化されている。以下の表 2 ~ 5 においても同様。)、倍率、および軸上面

50

間隔 D の可変群間隔 1 ~ 3 の値を示す。

【 0 0 4 2 】

【 表 1 】

面	R	D	$N_d$	$\nu_d$	
1	$\infty$	0.2352	1.8830	40.9	
2	0.7090	0.7392			
3	$\infty$	0.2352	1.8010	35.0	
4	1.3406	0.7930	1.4875	70.2	
5	-1.3406	(可変 1)			10
6	1.9743	0.6720	1.4875	70.2	
7	-1.9743	(可変 2)			
8	$\infty$ (絞り)	0.0000			
9	$\infty$	0.2016	1.7550	52.3	
10	1.2775	(可変 3)			
11	1.5301	0.5846	1.6200	36.3	
12	$\infty$	0.0672			
13	3.1960	0.7258	1.4875	70.2	20
14	-0.9583	0.2352	1.7859	44.2	
15	$\infty$	0.0672			
16	1.5570	0.7795	1.4875	70.2	
17	-1.5570	0.2352	1.8467	23.8	
18	-7.0392	0.6030			
19	$\infty$	2.0832	1.5163	64.1	
20	$\infty$				

30

	ワイド端	テレ端
物体距離	10.4159	1.3910
倍率	-0.0910	-0.8741
可変 1	0.8375	0.1382
可変 2	0.2240	1.4271
可変 3	0.7827	0.2789

【 0 0 4 3 】

< 実施例 2 >

本実施例 2 に係る内視鏡用対物レンズのワイド端およびテレ端における基本構成を図 2 に示す。 40

本実施例 2 に係るレンズは、実施例 1 とほぼ同様の構成とされている。

【 0 0 4 4 】

なお、図 2 および下記表 2 に示すように本実施例では、光軸上において第 3 レンズ  $L_3$  の像側の面と等しい位置に、絞り 1 が配設されている。図 2 および下記表 2 において絞り 1 の曲率半径を  $R_7$  として表す。

【 0 0 4 5 】

表 2 の上段に、本実施例 2 の各レンズ面の曲率半径 R、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔）D、各レンズの d 線における屈折率 N、およびアッベ数 を示す。

50



## 【 0 0 4 6 】

また、表 2 の下段には本実施例 2 のワイド端およびテレ端における物体距離、倍率、および軸上面間隔 D の可変群間隔 1 ~ 3 の値を示す。

## 【 0 0 4 7 】

## 【表 2】

面	R	D	N <sub>d</sub>	$\nu_d$	
1	$\infty$	0.2476	1.8830	40.9	
2	0.7273	0.4714			
3	22.8131	0.6022	1.7292	54.7	10
4	-2.2319	(可変 1)			
5	1.5723	0.3346	1.4875	70.2	
6	-1.2488	0.0			
7	$\infty$ (絞り)	(可変 2)			
8	-3.8154	0.2342	1.8010	35.0	
9	1.1588	(可変 3)			
10	1.8406	0.5687	1.7130	53.9	
11	-4.4132	0.0678			
12	1.3614	1.0773	1.5163	64.1	20
13	-1.0451	0.2342	1.8467	23.8	
14	14.9304	0.0243			
15	$\infty$	0.2409	1.7130	53.9	
16	1.4891	0.6022	1.7847	26.3	
17	-18.7405	0.5065			
18	$\infty$	0.2007	1.5163	64.1	
19	$\infty$				30

	ワイド端	テレ端
物体距離	8.6983	1.6727
倍率	-0.1091	-0.8065
可変 1	0.7689	0.1137
可変 2	0.2576	1.1375
可変 3	0.4109	0.1862

## 【 0 0 4 8 】

## &lt; 実施例 3 &gt;

本実施例 3 に係る内視鏡用対物レンズのワイド端およびテレ端における基本構成を図 3 に示す。

本実施例 3 に係るレンズは、実施例 1 とほぼ同様の構成とされている。

## 【 0 0 4 9 】

なお、図 3 および下記表 3 に示すように本実施例では、第 2 レンズ群 G<sub>2</sub> と第 3 レンズ群 G<sub>3</sub> の間に絞り 1 が配設されている。図 3 および下記表 3 において絞り 1 の曲率半径を R<sub>8</sub> として表す。

## 【 0 0 5 0 】

表 3 の上段に、本実施例 3 の各レンズ面の曲率半径 R、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔）D、各レンズの d 線における屈折率 N、およびア

10

20

30

40

50

ッペ数 を示す。

【 0 0 5 1 】

また、表 3 の下段には本実施例 3 のワイド端およびテレ端における物体距離（軸上面間隔 D と同様に規格化されている）、倍率、および軸上面間隔 D の可変群間隔 1 ~ 4 の値を示す。

【 0 0 5 2 】

【 表 3 】

面	R	D	N <sub>d</sub>	$\nu_d$	
1	$\infty$	0.2704	1.8830	40.9	10
2	0.7039	0.4557			
3	$\infty$	0.2366	1.7847	25.7	20
4	1.4303	0.6827	1.6204	60.3	
5	-1.7002	(可変 1)			
6	2.1876	0.5408	1.5891	61.1	
7	-1.6275	(可変 2)			
8	$\infty$ (絞り)	(可変 3)			
9	-9.6848	0.2366	1.7550	52.3	
10	1.0736	(可変 4)			
11	1.4196	0.6760	1.5163	64.1	
12	-12.5825	0.2102			
13	1.5114	1.1356	1.4875	70.2	30
14	-0.9768	0.2366	1.8467	23.8	
15	-3.2433	1.3135			
16	$\infty$	0.2028	1.5163	64.1	
17	$\infty$				
		ワイド端	テレ端		
	物体距離	10.4774	1.4871		
	倍率	-0.0905	-0.8500		
	可変 1	0.7137	0.0663		
	可変 2	0.2009	0.8483		
	可変 3	0.1233	0.4532		
	可変 4	0.5576	0.2276		

【 0 0 5 3 】

< 実施例 4 >

本実施例 4 に係る内視鏡用対物レンズのワイド端およびテレ端における基本構成を図 4 に示す。 40

本実施例 4 に係るレンズは、実施例 3 とほぼ同様の構成とされている。図 4 および下記表 4 において絞り 1 の曲率半径を R<sub>8</sub> として表す。

【 0 0 5 4 】

表 4 の上段に、本実施例 4 の各レンズ面の曲率半径 R、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔）D、各レンズの d 線における屈折率 N、およびアッペ数 を示す。

【 0 0 5 5 】

また、表 4 の下段には本実施例 4 のワイド端およびテレ端における物体距離、倍率、および軸上面間隔 D の可変群間隔 1 ~ 4 の値を示す。 50

## 【 0 0 5 6 】

【表 4】

面	R	D	Na	$\nu_d$	
1	$\infty$	0.2375	1.8830	40.9	
2	0.7207	0.7438			
3	$\infty$	0.2375	1.7847	26.3	
4	1.6570	0.5903	1.5225	59.8	
5	-1.5012	(可変 1)			
6	1.9372	0.5021	1.5725	57.7	10
7	-1.9588	(可変 2)			
8	$\infty$ (絞り)	(可変 3)			
9	-4.0632	0.2375	1.7550	52.3	
10	1.1789	(可変 4)			
11	1.9154	0.5632	1.6200	36.3	
12	-9.1872	0.0679			
13	2.0103	0.7192	1.4875	70.2	
14	-1.5811	0.2375	1.8340	37.2	20
15	-11.5561	0.0679			
16	2.1307	0.7531	1.5400	59.5	
17	-1.3981	0.2375	1.8467	23.8	
18	-8.7698	0.4339			
19	$\infty$	2.1033	1.5163	64.1	
20	$\infty$				
		ワイド端	テレ端		30
	物体距離	10.5167	1.4248		
	倍率	-0.0901	-0.8667		
	可変 1	0.7308	0.0970		
	可変 2	0.2029	0.8366		
	可変 3	0.1250	0.4419		
	可変 4	0.5463	0.2295		

## 【 0 0 5 7 】

&lt; 実施例 5 &gt;

本実施例 5 に係る内視鏡用対物レンズのワイド端およびテレ端における基本構成を図 5 に示す。 40

本実施例 5 に係るレンズは、第 2 の実施形態として説明したとおり、物体側より順に、負の屈折力を有する第 1 レンズ群  $G_1$ 、正の屈折力を有する第 2 レンズ群  $G_2$ 、負の屈折力を有し光軸 X に沿って移動可能な第 3 レンズ群  $G_3$ 、および正の屈折力を有し光軸 X に沿って移動可能な第 4 レンズ群  $G_4$  を配してなる。

## 【 0 0 5 8 】

なお、図 5 および下記表 5 に示すように本実施例では、光軸上において第 4 レンズ  $L_4$  の物体側の面と等しい位置に、絞り 1 が配設されている。図 5 および下記表 5 において絞り 1 の曲率半径を  $R_7$  として表す。

## 【 0 0 5 9 】

表 5 の上段に、本実施例 5 の各レンズ面の曲率半径 R、各レンズの軸上面間隔（各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔）D、各レンズの d 線における屈折率 N<sub>d</sub>、およびアッペ数を示す。

【 0 0 6 0 】

また、表 5 の下段には本実施例 5 のワイド端およびテレ端における物体距離、倍率、および軸上面間隔 D の可変群間隔 1 ~ 3 の値を示す。

【 0 0 6 1 】

【表 5】

面	R	D	N <sub>d</sub>	v <sub>d</sub>	
1	∞	0.2567	1.8830	40.9	10
2	0.8036	0.6125			
3	4.3724	0.6383	1.8052	25.4	
4	-5.4262	0.5047			
5	2.1172	0.3102	1.7337	54.0	
6	-2.4221	(可変 1)			
7	∞(絞り)	0.0			
8	-5.1830	0.2139	1.7843	26.8	
9	1.4608	(可変 2)			20
10	4.2995	0.5669	1.7900	48.3	
11	-2.7028	0.0687			
12	1.9142	0.9840	1.6173	60.0	
13	-1.8804	0.2139	1.7985	27.0	
14	4.4384	0.1362			
15	-29.9828	0.1925	1.8830	40.8	
16	2.3651	0.5776	1.6237	47.0	
17	-24.7677	(可変 3)			
18	∞	0.2059	1.5163	64.1	30
19	∞				

	ワイド端	テレ端
物体距離	8.9224	1.7157
倍率	-0.1054	-0.7979
可変 1	0.0584	0.4539
可変 2	1.1039	0.0075
可変 3	0.7745	1.4752

40

【 0 0 6 2 】

表 6 に、実施例 1 ~ 5 における各条件式 ( 1 ) ~ ( 8 ) に対応する値を示す。各実施例 1 ~ 5 は対応する各条件式 ( 1 ) ~ ( 8 ) をすべて満足している。

【 0 0 6 3 】

【表 6】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
条件式(1) $\beta_{1T}/\beta_{1W}$	4.563	3.201	4.239	4.438	3.152
条件式(2) $f_T/f_W$	1.431	1.353	1.466	1.463	1.355
条件式(3) $ d_2 /f_2$	0.326	0.441	0.387	0.355	—
条件式(4) $ d_4 /f_4$	—	—	—	—	0.428
条件式(5) $\beta_{3.4T}/\beta_{3.4W}$	1.214	1.135	1.154	1.223	1.629
条件式(6) $f_2/f_W$	2.145	1.485	1.672	1.785	—
条件式(7) $f_3/f_W$	-1.692	-1.087	-1.268	-1.187	-1.433
条件式(8) $f_4/f_W$	—	—	—	—	1.637

10

## 【0064】

図6～10に、実施例1～5のワイド端およびテレ端における諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、および倍率色収差）を示す。これらの収差図において  $\theta$  は半画角を示す。図6～10に示すように、各実施例1～5によれば上述した各収差をすべて良好なものとすることができる。

## 【0065】

なお、本発明の内視鏡用対物レンズとしては、上記実施例のものに限られるものではなく種々の態様の変更が可能であり、例えば各レンズの曲率半径Rおよびレンズ間隔（もしくはレンズ厚）Dを適宜変更することが可能である。

20

## 【0066】

また、本実施形態に係る内視鏡用対物レンズに非球面、GRINレンズ、回折光学素子を付加、あるいは代替して、色収差や他の諸収差の補正を行うことも可能である。

## 【0067】

## 【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る内視鏡用対物レンズによれば、4つのレンズ群のうち所定の2つのレンズ群を移動させることにより、通常観察状態（ワイド）と近接拡大観察状態（テレ）のみならずその中間領域においても、焦点合わせを行いつつしかも対物レンズの使用倍率を任意に変化させることが可能な、コンパクトで諸収差が良好に補正された内視鏡用対物レンズを得ることができる。

30

## 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例1に係る内視鏡用対物レンズの構成を示す図

【図2】本発明の実施例2に係る内視鏡用対物レンズの構成を示す図

【図3】本発明の実施例3に係る内視鏡用対物レンズの構成を示す図

【図4】本発明の実施例4に係る内視鏡用対物レンズの構成を示す図

【図5】本発明の実施例5に係る内視鏡用対物レンズの構成を示す図

【図6】本発明の実施例1に係る内視鏡用対物レンズの各収差図

【図7】本発明の実施例2に係る内視鏡用対物レンズの各収差図

【図8】本発明の実施例3に係る内視鏡用対物レンズの各収差図

【図9】本発明の実施例4に係る内視鏡用対物レンズの各収差図

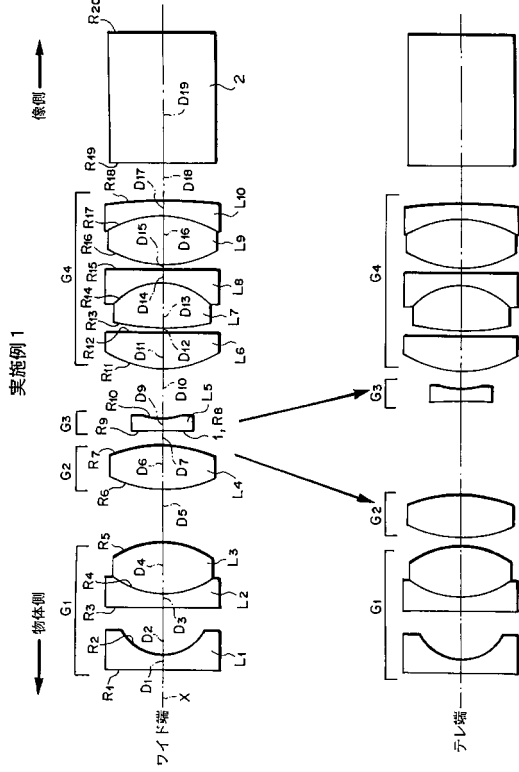
【図10】本発明の実施例5に係る内視鏡用対物レンズの各収差図

40

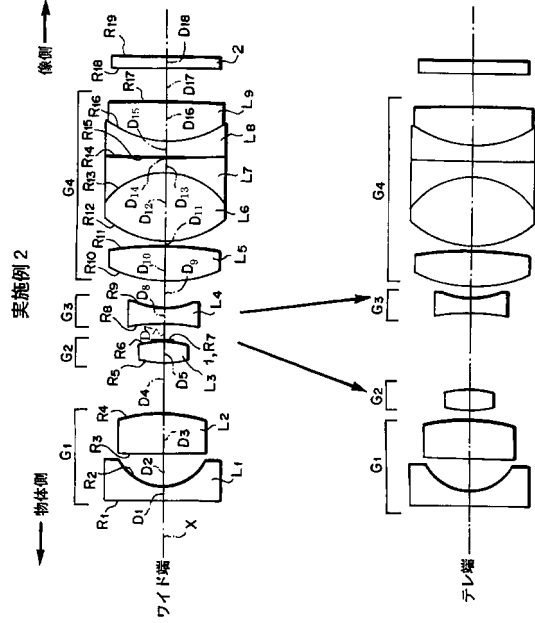
## 【符号の説明】

$L_1 \sim L_{10}$	レンズ
$G_1 \sim G_4$	レンズ群
$R_1 \sim R_{20}$	曲率半径
$D_1 \sim D_{19}$	軸上面間隔
X	光軸
1	絞り
2	光路変換用プリズム（CCDカバーガラス）

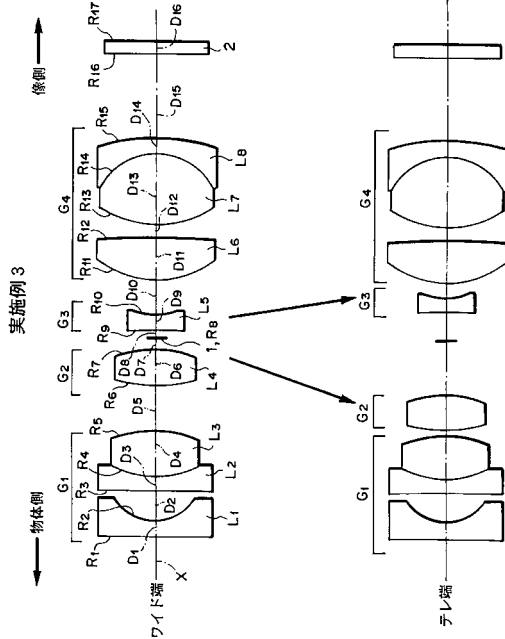
【 図 1 】



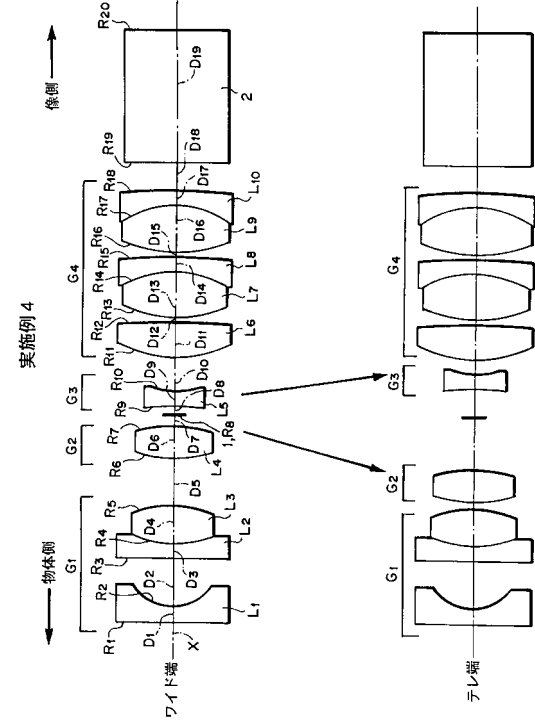
【 図 2 】



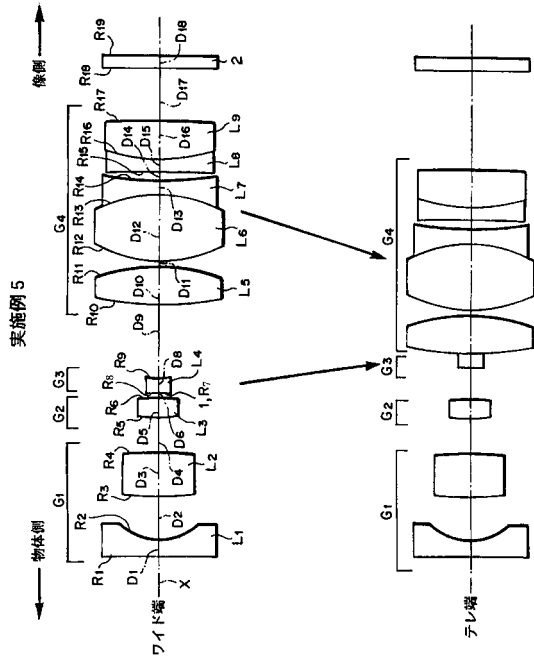
【 図 3 】



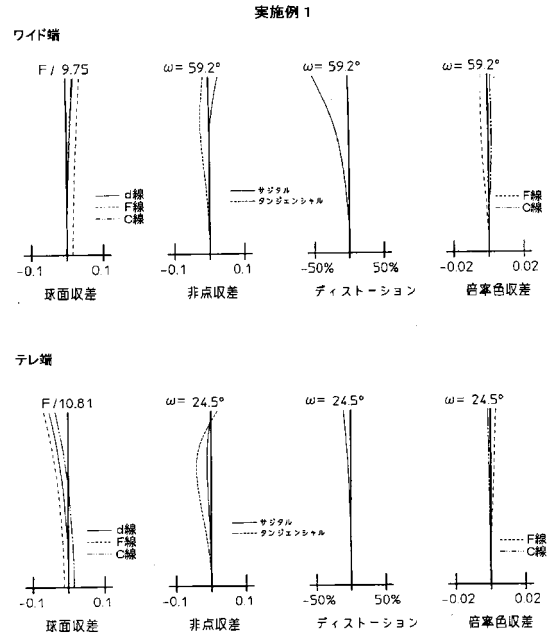
【 図 4 】



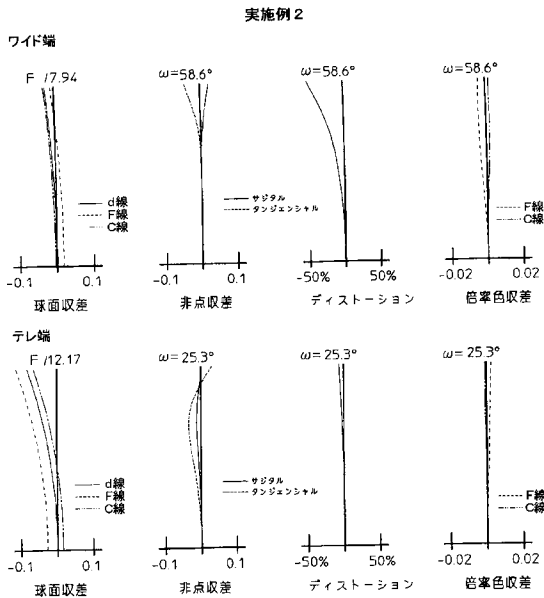
【 図 5 】



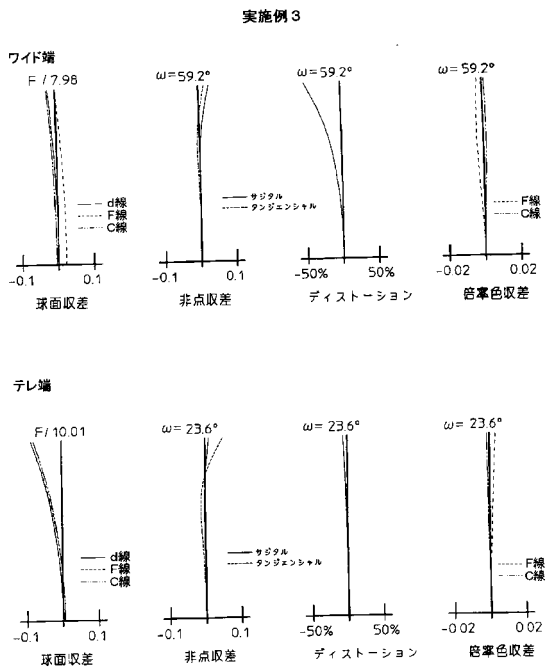
【 図 6 】



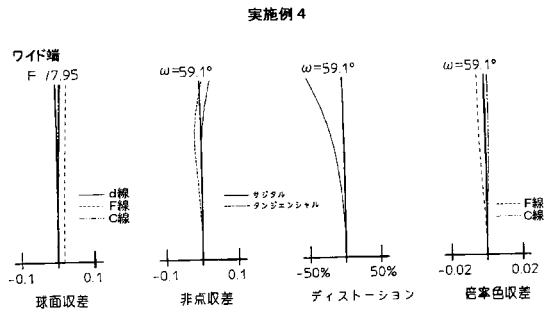
【 図 7 】



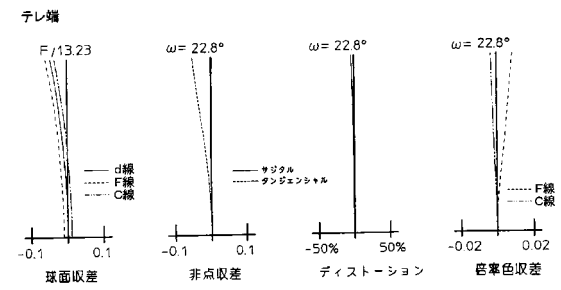
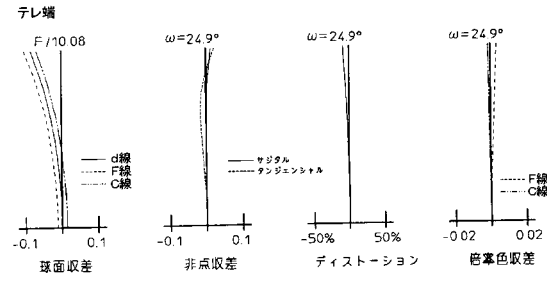
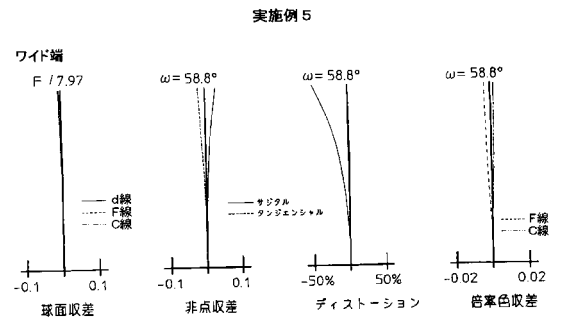
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平10-333034(JP,A)  
特開平06-317744(JP,A)  
特開平11-202200(JP,A)  
特開平10-020192(JP,A)  
特開平09-243917(JP,A)  
特開平09-179026(JP,A)  
特開平05-297276(JP,A)  
特開平04-051006(JP,A)  
特開平09-152551(JP,A)  
特開平04-275515(JP,A)  
特開平04-218012(JP,A)  
特開昭63-281113(JP,A)  
特開昭63-032513(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

G02B 15/16