

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-128286  
(P2005-128286A)

(43) 公開日 平成17年5月19日(2005.5.19)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
GO2B 13/04	GO2B 13/04	2H087
GO2B 17/08	GO2B 17/08	

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2003-364423 (P2003-364423)	(71) 出願人	000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(22) 出願日	平成15年10月24日(2003.10.24)	(74) 代理人	100097777 弁理士 荏澤 弘
		(74) 代理人	100088041 弁理士 阿部 龍吉
		(74) 代理人	100092495 弁理士 蛭川 昌信
		(74) 代理人	100095120 弁理士 内田 亘彦
		(74) 代理人	100095980 弁理士 菅井 英雄
		(74) 代理人	100094787 弁理士 青木 健二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 超広角レンズ光学系及びそれを備えた撮像装置と表示装置

(57) 【要約】

【課題】 超広角レンズ系でバックフォーカスの長いレンズ構成であって、リレーレンズ系を備えた超広角レンズ光学系。

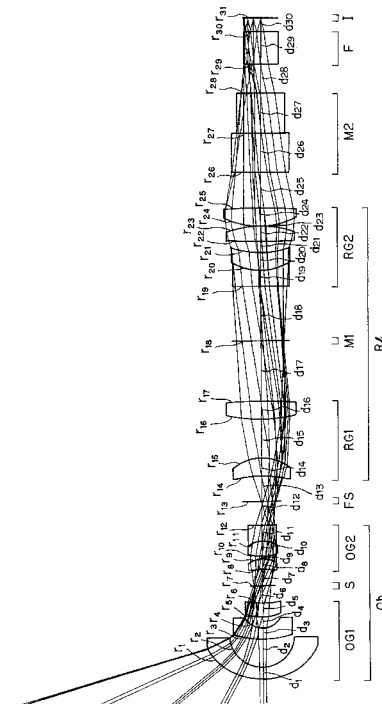
【解決手段】 物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群Obと、その対物レンズObによる一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群R1により構成され、一次結像面位置近傍に視野絞りFSを配し、以下の条件式を満たす超広角レンズ光学系。

$$h / f_o > 1.8$$

$$\dots (1 - 1)$$

ただし、 $f_o$  : 対物レンズ群Obの焦点距離、  
 $h$  : 一次結像面におけるイメージサークル径 (直径)、  
 である。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズによる一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群により構成され、前記一次結像面位置近傍に視野絞りを配し、以下の条件式を満たすことを特徴とする超広角レンズ光学系。

$$h / f_o > 1.8 \quad \dots (1-1)$$

ただし、 $f_o$  : 前記対物レンズ群の焦点距離、

$h$  : 前記一次結像面におけるイメージサークルの直径、

である。

## 【請求項 2】

物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズによる一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群と、そのリレーレンズ群による再結像面により構成され、以下の条件式を満たすことを特徴とする超広角レンズ光学系。

$$h_r / |f_a| > 1.8 \quad \dots (1-2)$$

ただし、 $f_a$  : 前記対物レンズ群とリレーレンズ群を合わせた全系の焦点距離、

$h_r$  : 前記再結像面におけるイメージサークルの直径、

である。

## 【請求項 3】

物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズによる一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群により構成され、前記リレーレンズ群は、正の屈折力を持つ前部レンズ群 R G 1 と正の屈折力を持つ後部レンズ群 R G 2 により構成され、以下の条件式を満たすことを特徴とする超広角レンズ光学系。

$$0.05 < f_o / f_{r1} < 1.2 \quad \dots (3)$$

ただし、 $f_{r1}$  : 前記リレーレンズ群の前部レンズ群 R G 1 の焦点距離、

$f_o$  : 前記対物レンズ群の焦点距離、

である。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 の何れか 1 項において、前記対物レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を持つ前部レンズ群 O G 1 と正の屈折力を持つ後部レンズ群 O G 2 により構成され、前記前部レンズ群 O G 1 と後部レンズ群 O G 2 の間に明るさ絞りが配置されていることを特徴とする超広角レンズ光学系。

## 【請求項 5】

請求項 4 において、前記明るさ絞りの共役像位置が、前記リレーレンズ群の前部レンズ群 R G 1 と後部レンズ群 R G 2 の間に位置することを特徴とする超広角レンズ系。

## 【請求項 6】

請求項 4 又は 5 において、前記対物レンズ群の前部レンズ群 O G 1 は、対物側から順に、第 1 の負の屈折力を持つメニスカスレンズと第 2 の負の屈折力を持つメニスカスレンズと第 3 の正の屈折力を持つメニスカスレンズを有しており、前記対物レンズ群の後部レンズ群 O G 2 は、正の屈折力を持つレンズと正の屈折力を持つ接合レンズを有していることを特徴とする超広角レンズ光学系。

## 【請求項 7】

物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズ群による一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群により構成され、前記一次結像面位置近傍に視野絞りを配し、前記リレーレンズ群は、正の屈折力を持つ前部レンズ群 R G 1 と正の屈折力を持つ後部レンズ群 R G 2 により構成され、前記リレーレンズ群において、前部レンズ群 R G 1 と後部レンズ群 R G 2 の間の空気間隔を  $t_3$  とし、前記対物レンズ群と前記リレーレンズ群を合わせた全系の焦点距離を  $f_a$  とするとき、

$$4 < t_3 / |f_a| \quad \dots (4)$$

を満たすことを特徴とする超広角レンズ光学系。

## 【請求項 8】

10

20

30

40

50

物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズ群による一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群により構成され、前記一次結像面位置近傍に視野絞りを配し、前記リレーレンズ群は、正の屈折力を持つ前部レンズ群 R G 1 と正の屈折力を持つ後部レンズ群 R G 2 により構成され、以下の条件式を満たすことを特徴とする超広角レンズ光学系。

$$0.05 < f_o / f_{r1} < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$4 < t_3 / |f_a| \quad \dots (4)$$

ただし、 $f_{r1}$ ：前記リレーレンズ群の前部レンズ群 R G 1 の焦点距離、

$f_o$ ：前記対物レンズ群の焦点距離、

$t_3$ ：前記リレーレンズ群の前部レンズ群 R G 1 と後部レンズ群 R G 2 の間の空気間隔、

$f_a$ ：前記対物レンズ群とリレーレンズ群を合わせた全系の焦点距離、

である。

#### 【請求項 9】

請求項 3 ~ 8 の何れか 1 項において、前記リレーレンズ群の前部レンズ群 R G 1 の焦点距離を  $f_{r1}$  とし、前記リレーレンズ群の後部レンズ群 R G 2 の焦点距離を  $f_{r2}$  とするときに、以下の条件式を満足することを特徴とする超広角レンズ光学系。

$$1 < f_{r2} / f_{r1} < 2 \quad \dots (5)$$

#### 【請求項 10】

請求項 1 ~ 9 の何れか 1 項において、前記リレーレンズ群のリレー倍率を  $M$  としたときに、以下の条件式を満足することを特徴とする超広角レンズ光学系。

$$1 < M < 2 \quad \dots (6)$$

#### 【請求項 11】

請求項 3 ~ 10 の何れか 1 項において、以下の条件式を満足することを特徴とする超広角レンズ光学系。

$$4 < f_{r2} / f_o < 15 \quad \dots (7)$$

ただし、 $f_o$ ：前記対物レンズ群の焦点距離、

$f_{r2}$ ：前記リレーレンズ群の後部レンズ群 R G 2 の焦点距離、

である。

#### 【請求項 12】

請求項 1 ~ 11 の何れか 1 項に記載の超広角レンズ光学系及びその像側に配置された電子撮像素子を備えることを特徴とする撮像装置。

#### 【請求項 13】

請求項 1 ~ 11 の何れか 1 項に記載の超広角レンズ光学系及びその像側に配置された表示素子を備えることを特徴とする表示装置。

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本発明は、超広角レンズ光学系に関し、特に、リレーレンズ系を備えた超広角レンズ光学系とそれを備えた撮像装置と表示装置に関するものである。

#### 【従来の技術】

#### 【0002】

従来より、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 にあげたような魚眼レンズとして、超広角レンズ系が多方面に使われている。

【特許文献 1】特開昭 62 - 36622 号公報

【特許文献 2】特開 2002 - 72085 号公報

【特許文献 3】特開平 5 - 273459 号公報

#### 【発明の開示】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0003】

30

40

50

しかしながら、一眼レフカメラ等に用いられるクイックリターンミラー等の光路折り曲げ部材や、各種フィルター等を配置するためにバックフォーカスを確保すると、レンズの焦点距離に対してバックフォーカスが長くなり、物体側レンズ径が大きくなりすぎる等の課題があった。また、撮像面のイメージサークルが大きくなると、物体側レンズ径が大きくなりすぎる等の課題があった。また、光路折り曲げ部材を複数設け光学系のレイアウトの自由度を上げたり、レンズ群中に比較的広い空気間隔を設け、複数の光学系を効率良くレイアウトするのに適していないという課題がある。

【0004】

本発明は従来技術のこのような課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、超広角レンズ系でバックフォーカスの長いレンズ構成であって、リレーレンズ系を備えた超広角レンズ光学系と、それを備えた撮像装置、表示装置を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成する本発明の第1の超広角レンズ光学系は、物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズによる一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群により構成され、前記一次結像面位置近傍に視野絞りを配し、以下の条件式を満たすことを特徴とするものである。

【0006】

$$h / f_o > 1.8 \quad \dots (1-1)$$

ただし、 $f_o$  : 前記対物レンズ群の焦点距離、

20

$h$  : 前記一次結像面におけるイメージサークルの直径、

である。

【0007】

本発明の第2の超広角レンズ光学系は、物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズによる一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群と、そのリレーレンズ群による再結像面により構成され、以下の条件式を満たすことを特徴とするものである。

【0008】

$$h_r / |f_a| > 1.8 \quad \dots (1-2)$$

ただし、 $f_a$  : 前記対物レンズ群とリレーレンズ群を合わせた全系の焦点距離、

30

$h_r$  : 前記再結像面におけるイメージサークルの直径、

である。

【0009】

以上の本発明の第1及び第2の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

【0010】

対物レンズ群による結像面をリレー光学系で再結像することにより、対物レンズ群のバックフォーカスを短く構成することができる。これにより、物体側のレンズ径をコンパクトにすることができる。条件式(1-1)や(1-2)でそれぞれの下限1.8を越えると、リレー光学系を用いなくてもバックフォーカスの確保と前玉径のコンパクト性の確保が容易となる。

40

【0011】

好ましくは、それらの下限値は2.2以上、さらに好ましくは、2.4以上がよい。条件式(1-1)と(1-2)の上限の数値を示さないが、実質的画角が180°相当の数値であり、これを越えると構成が困難になる。なお、視野絞りの配置によりリレー光学系での不要光による画像劣化作用(ゴースト、フレアー等)を軽減することができる。

【0012】

なお、対物レンズ群のバックフォーカスを $S_k$ としたとき、条件式(2)を満足するように構成するのが好ましい。

【0013】

50

$$4 > S_{k_0} / f_0 \quad 0 \quad \dots (2)$$

この条件式の上限の4を越えると、リレー光学系を用いなくてもバックフォーカスの確保と前玉径のコンパクト性の確保が容易となる。下限の0を越えると、視野絞りの配置が困難になる。なお、 $S_{k_0} / f_0 = 0$ となるときは、対物レンズ群の射出面上に一次結像面が配される構成となる。

【0014】

さらには、条件式(2)の下限値を0.1、さらには0.5とすると、一次結像面近傍に配する視野枠を配するスペースの確保が容易となる。

【0015】

また、条件式(2)の上限値を3、さらには2.5とすると、対物レンズの全長を小さくしやすく構成できる。 10

【0016】

また、再結像面で視野範囲を決定する手段を有するようにすることにより、一次結像面に物理的な視野絞りを置く必要がなくなり好ましい。

【0017】

また、特定の方向の視野を一次結像面の絞りで決定し、別の方向の視野を二次結像面(再結像面)で決定することにより、効率的に不要光をカットしたり、対物レンズのバックフォーカスの自由度が高まったり、再結像面に配置される撮像素子を効率的に用いることができ、好ましい。例えば略長方形の視野を有する場合、長辺方向を一次結像面の絞りで決定し、短辺方向を二次結像面で決定するようにすることができる。 20

【0018】

本発明の第3の超広角レンズ光学系は、物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズによる一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群により構成され、前記リレーレンズ群は、正の屈折力を持つ前部レンズ群RG1と正の屈折力を持つ後部レンズ群RG2により構成され、以下の条件式を満たすことを特徴とするものである。

【0019】

$$0.05 < f_0 / f_{r1} < 1.2 \quad \dots (3)$$

ただし、 $f_{r1}$ ：前記リレーレンズ群の前部レンズ群RG1の焦点距離、

$f_0$ ：前記対物レンズ群の焦点距離、

である。 30

【0020】

以上の本発明の第3の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

【0021】

条件式(3)は、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間にスペースを確保するための条件式である。その下限の0.05を越えてリレーレンズ群の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間にスペースを確保すると、後部レンズ群RG2へ入射する軸上光束径が大きくなりすぎる。上限の1.2を越えると、後部レンズ群RG2へ入射する軸外光束により後部レンズ群RG2の最も物体側の面の有効面積が大きくなりすぎ、好ましくない。 40

【0022】

また、条件式(3)の下限値を0.08、さらには0.12とすることが好ましい。

【0023】

若しくは、その上限値を0.7、さらには0.3とすることが好ましい。

【0024】

本発明の第4の超広角レンズ光学系は、第1～第3の超広角レンズ光学系において、前記対物レンズ群は、物体側より順に、負の屈折力を持つ前部レンズ群OG1と正の屈折力を持つ後部レンズ群OG2により構成され、前記前部レンズ群OG1と後部レンズ群OG2の間に明るさ絞りが配置されていることを特徴とするものである。 50

## 【0025】

以上の本発明の第4の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

## 【0026】

広角レンズで画角を広げていくと、バックフォーカスを0以上にするにはレトロフォーカスタイプにするのが望ましい。また、明るさ絞りを対物レンズ群の前部レンズ群OG1と後部レンズ群OG2の間に配置することにより、後部レンズ群OG2の径を小さくできる。また、前部レンズ群OG1における光束を画角に従って分離することが容易になるため、超広角レンズ系で課題となる軸外収差の補正が容易になる。

## 【0027】

また、対物レンズ群の後部レンズ群OG2とリレーレンズ群の前部レンズ群RG1でその明るさ絞りの共役面をリレー光学系の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間に配置することが容易になり、好ましい。これにより、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の外径のバランスをとり、また、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2で軸外光束の収差補正を効率的に行うことができる。

10

## 【0028】

また、対物レンズ系に物理的な明るさ絞りが配置されていることにより、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間に物理的絞りを配置する必要がなく、ここにミラー、プリズム、フィルター等を配置することが容易になる。

## 【0029】

例えば、以下の本発明の第5の超広角レンズ光学系のように構成できる。

20

## 【0030】

本発明の第5の超広角レンズ光学系は、第4の超広角レンズ光学系において、前記明るさ絞りの共役像位置が、前記リレーレンズ群の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間に位置することを特徴とするものである。

## 【0031】

本発明の第6の超広角レンズ光学系は、第4、第5の超広角レンズ光学系において、前記対物レンズ群の前部レンズ群OG1は、対物側から順に、第1の負の屈折力を持つメニスカスレンズと第2の負の屈折力を持つメニスカスレンズと第3の正の屈折力を持つメニスカスレンズを有しており、前記対物レンズ群の後部レンズ群OG2は、正の屈折力を持つレンズと正の屈折力を持つ接合レンズを有していることを特徴とするものである。

30

## 【0032】

以上の本発明の第6の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

## 【0033】

以上のような構成により、少ない対物レンズ群の構成枚数で、特に前部レンズ群OG1では光線を緩やかに曲げつつ、また、後部レンズ群OG2の正の屈折力を持つレンズで軸上収差を整え、接合レンズと合わせてパワーを確保し、一次結像面上に結像させることができる。また、リレーレンズ群に対する光線の入射角を緩やかにすることができ、リレーレンズ群の外径をコンパクトにし、また、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1のパワーを緩くでき、少ない枚数で結像性能を確保するのに好ましい。

40

## 【0034】

本発明の第7の超広角レンズ光学系は、物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズ群による一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群により構成され、前記一次結像面位置近傍に視野絞りを配し、前記リレーレンズ群は、正の屈折力を持つ前部レンズ群RG1と正の屈折力を持つ後部レンズ群RG2により構成され、前記リレーレンズ群において、前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間の空気間隔を $t_3$ とし、前記対物レンズ群と前記リレーレンズ群を合わせた全系の焦点距離を $f_a$ とするときに、

$$4 < t_3 / |f_a|$$

・・・(4)

50

を満たすことを特徴とするものである。

【0035】

以上の本発明の第7の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

【0036】

以上のような構成により、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間の空気間隔を多くとることができ、ミラー等の反射部材をその位置に配置することができる。条件式(4)の下限の4を越えると、前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間の空気間隔がとれなくなり、反射部材等を配置することができなくなる。

【0037】

さらに好ましくは、

$$6 < t_3 / |f_a| \quad \dots (4-1)$$

としてもよい。

【0038】

また、条件式(4)、(4-1)に上限値を設けて、 $t_3 / |f_a| < 100$ としてもよい。

【0039】

この上限値の100を越えると、レンズ全体の構成が大きくなりすぎる。

【0040】

さらには、その上限値を30としてもよい。

【0041】

上述した発明の構成を複数同時に満足する構成としてもよい。例えば、以下の本発明の第8の超広角レンズ光学系のように構成できる。

【0042】

本発明の第8の超広角レンズ光学系は、物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群と、その対物レンズ群による一次結像面と、正の屈折力を持つリレーレンズ群により構成され、前記一次結像面位置近傍に視野絞りを配し、前記リレーレンズ群は、正の屈折力を持つ前部レンズ群RG1と正の屈折力を持つ後部レンズ群RG2により構成され、以下の条件式を満たすことを特徴とするものである。

【0043】

$$0.05 < f_o / f_{r1} < 1.2 \quad \dots (3)$$

$$4 < t_3 / |f_a| \quad \dots (4)$$

ただし、 $f_{r1}$ ：前記リレーレンズ群の前部レンズ群RG1の焦点距離、

$f_o$ ：前記対物レンズ群の焦点距離、

$t_3$ ：前記リレーレンズ群の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間の空気間隔、

$f_a$ ：前記対物レンズ群とリレーレンズ群を合わせた全系の焦点距離、

である。

【0044】

以上の本発明の第8の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

【0045】

このような条件式(3)を満足する構成により、条件式(4)を満足するものが容易に達成できる。なお、条件式(4)の上限は反射部材等の配置等に必要なスペースによって定まる。

【0046】

本発明の第9の超広角レンズ光学系は、第3～第8の超広角レンズ光学系において、前記リレーレンズ群の前部レンズ群RG1の焦点距離を $f_{r1}$ とし、前記リレーレンズ群の後部レンズ群RG2の焦点距離を $f_{r2}$ とするときに、以下の条件式を満足することを特徴とするものである。

10

20

30

40

50

## 【0047】

$$1 < f_{r2} / f_{r1} < 2 \quad \dots (5)$$

以上の本発明の第9の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

## 【0048】

条件式(5)の下限の1を越えると、対物レンズ群の前部レンズ群OG1の第1レンズの外径が大きくなり、コンパクト性、コスト的に欠けることになる。また、条件式(5)の上限の2を越えると、レンズの加工性と諸収差の補正とのバランスがとり難くなる。

## 【0049】

さらには、その下限値を1.1、さらには1.2とすることが好ましい。

10

## 【0050】

若しくは、その上限値を1.7、さらには.5とすることが好ましい。

## 【0051】

本発明の第10の超広角レンズ光学系は、第1～第9の超広角レンズ光学系において、前記リレーレンズ群のリレー倍率をとしたときに、以下の条件式を満足することを特徴とするものである。

## 【0052】

$$1 < \dots < 2 \quad \dots (6)$$

以上の本発明の第10の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

20

## 【0053】

条件式(6)の下限の1を越えると、対物レンズ群の径が大きくなり、特に対物レンズ群の前部レンズ群OG1の第1レンズの外径が大きくなりすぎてしまう。また、条件式(6)の上限の2を越えると、リレーレンズ群の負担が大きくなり、諸収差補正のバランスがとり難くなる。

## 【0054】

さらには、条件式の下限値を1.1、さらには1.2とすると、リレーレンズ群の倍率が確保でき、対物レンズ群の径を小さく構成しやすくなる。

## 【0055】

若しくは、条件式の上限値を1.7、さらには1.5とするとより好ましい。

30

## 【0056】

本発明の第11の超広角レンズ光学系は、第3～第10の超広角レンズ光学系において、以下の条件式を満足することを特徴とするものである。

## 【0057】

$$4 < f_{r2} / f_o < 15 \quad \dots (7)$$

ただし、 $f_o$ ：前記対物レンズ群の焦点距離、

$f_{r2}$ ：前記リレーレンズ群の後部レンズ群RG2の焦点距離、

である。

## 【0058】

以上の本発明の第11の超広角レンズ光学系において、上記の構成をとる理由と作用を説明する。

40

## 【0059】

この条件式は全系のバックフォーカス(リレー光学系と再結像面の距離)を確保するものである。この条件式を満足することにより、リレー光学系と再結像面の間に、ミラーやプリズム、フィルター等を入れるスペースが確保できる。特に光路を折り曲げるスペースが確保でき、好ましい。

## 【0060】

条件式(7)の下限の4を越えると、リレー光学系と再結像面のスペースが確保できなくなる。上限の15を越えると、リレーレンズ群の後部レンズ群RG2の外形が大きくなり、好ましくない。

50

## 【0061】

この条件式(7)は、条件式(3)と併用すると、さらに好ましい。

## 【0062】

また、条件式(7)の下限値を6、さらには7.5とするとより好ましい。

## 【0063】

若しくは、条件式(7)の上限値を13、さらには10とすることがより好ましい。

## 【0064】

また、以上の超広角レンズ光学系及びその像側に配置された電子撮像素子を備えた撮像装置として構成することができる。また、それを用いた超広角の電子撮像装置として構成することもできる。さらに、その超広角レンズ光学系の像側に表示素子を配置して表示装置として構成することもできる。

10

## 【発明の効果】

## 【0065】

以上の構成の本発明の超広角レンズ光学系によると、バックフォーカスが長いレンズ構成であって、レイアウトの自由度が高く、複数の光学系を効率良くレイアウト可能なリレーレンズ系を備えた超広角レンズ光学系が得られる。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0066】

以下、まず、本発明の超広角レンズ光学系の実施例1について説明する。実施例1の無限遠物点合焦時の光路展開図を図1に、その光軸に沿った断面図を図2に示す。

20

## 【0067】

この実施例の超広角レンズ光学系は、図1、図2に示すように、物体側より順に、正の屈折力を持つ対物レンズ群Obと、その対物レンズ群Obによる一次結像面に配置された視野絞りFSと、正の屈折力を持つリレーレンズ群R1により構成され、対物レンズ群Obは、負の屈折力を持つ前部レンズ群OG1と正の屈折力を持つ後部レンズ群OG2により構成され、前部レンズ群OG1と後部レンズ群OG2の間に明るさ絞りSが配置され、リレーレンズ群R1は、正の屈折力を持つ前部レンズ群RG1と正の屈折力を持つ後部レンズ群RG2により構成されている。

## 【0068】

また、この実施例においては、リレーレンズ群R1の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間に光軸を90°折り曲げる反射ミラーM1が配置され、また、その後部レンズ群RG2と像面Iの間に同じ平面内で同じ方向に光軸を90°折り曲げる反射プリズムM2が配置されており、像面Iに入射する光軸は対物レンズ群Obに入射する光軸と平行で反対方向を向くように構成されている。なお、像面Iの直前には、ローパスフィルターとIRカットフィルターを兼ねるフィルターFが配置されている。

30

## 【0069】

そして、対物レンズ群Obの前部レンズ群OG1は、物体側に凸面を向けた2枚の負メニスカスレンズと、物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズとからなり、その後部レンズ群OG2は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、両凸正レンズと両凹負レンズの接合レンズとからなる。また、リレーレンズ群R1の前部レンズ群RG1は、物体側に凹面を向けた正メニスカスレンズと、両凸正レンズとからなり、その後部レンズ群RG2は、両凹負レンズと物体側に凸面を向けた正メニスカスレンズの接合レンズと、2枚の両凸正レンズとからなる。

40

## 【0070】

もちろん、本実施例の反射ミラーM1と反射プリズムM2を省いて、図1に示すような光軸方向に長い超広角レンズ光学系として使用することもできる。また、反射ミラーM1を反射プリズムとしてもよい。この場合、リレーレンズ群R1の前部レンズ群RG1、後部レンズ群RG2の焦点距離は、反射面を境にした部分系で算出し、間隔 $t_3$ は反射面を挟むパワーを持つ面間の空気換算長とする。

## 【0071】

50

この実施例 1 の超広角レンズ光学系の数値データは下記に示すが、視野絞り F S の開口の形状は長方形で、その寸法は横方向（図 2 の面に沿う方向）×縦方向が、2.2 mm × 1.48 mm であり、像面 I の寸法は、同じく横方向（図 2 の面に沿う方向）×縦方向が、2.75 mm × 1.84 mm であり、イメージサークルの直径は 3.33 mm ある。

【 0 0 7 2 】

以下に、実施例 1 の数値データを示すが、記号は上記の外、 $F_{N0}$  は F ナンバー、 $r_1$ 、 $r_2 \dots$  は各レンズ面の曲率半径、 $d_1$ 、 $d_2 \dots$  は各レンズ面間の間隔、 $n_{d1}$ 、 $n_{d2} \dots$  は各レンズの d 線の屈折率、 $d_1$ 、 $d_2 \dots$  は各レンズのアップ数である。

実施例 1

$r_1 =$	5.805	$d_1 =$	1	$n_{d1} =$	1.883	$d_1 =$	40.76	10
$r_2 =$	2.908	$d_2 =$	2.5					
$r_3 =$	9.004	$d_3 =$	0.9	$n_{d2} =$	1.7725	$d_2 =$	49.6	
$r_4 =$	1.89	$d_4 =$	1					
$r_5 =$	4.002	$d_5 =$	1.2	$n_{d3} =$	1.72825	$d_3 =$	28.46	
$r_6 =$	6.991	$d_6 =$	1.5					
$r_7 =$	( 開口絞り )	$d_7 =$	1.5					
$r_8 =$	-4.021	$d_8 =$	0.9	$n_{d4} =$	1.7725	$d_4 =$	49.6	
$r_9 =$	-2.28	$d_9 =$	0.2					
$r_{10} =$	3.771	$d_{10} =$	1.4	$n_{d5} =$	1.72916	$d_5 =$	54.68	
$r_{11} =$	-2.132	$d_{11} =$	1.4	$n_{d6} =$	1.69895	$d_6 =$	30.13	20
$r_{12} =$	29.857	$d_{12} =$	2.25					
$r_{13} =$	( 視野絞り )	$d_{13} =$	2.25					
$r_{14} =$	-8.175	$d_{14} =$	1.55	$n_{d7} =$	1.69895	$d_7 =$	30.13	
$r_{15} =$	-4.16	$d_{15} =$	3.5					
$r_{16} =$	13.083	$d_{16} =$	1.7	$n_{d8} =$	1.58913	$d_8 =$	61.14	
$r_{17} =$	-34.244	$d_{17} =$	5.5					
$r_{18} =$	( 反射面 )	$d_{18} =$	5					
$r_{19} =$	-171.745	$d_{19} =$	1.4	$n_{d9} =$	1.78472	$d_9 =$	25.68	
$r_{20} =$	4.966	$d_{20} =$	1.6	$n_{d10} =$	1.72916	$d_{10} =$	54.68	
$r_{21} =$	8.754	$d_{21} =$	1					30
$r_{22} =$	49.792	$d_{22} =$	1.4	$n_{d11} =$	1.72916	$d_{11} =$	54.68	
$r_{23} =$	-10.237	$d_{23} =$	0.02					
$r_{24} =$	7.151	$d_{24} =$	1.7	$n_{d12} =$	1.58913	$d_{12} =$	61.14	
$r_{25} =$	-78.839	$d_{25} =$	3.2					
$r_{26} =$		$d_{26} =$	3.5	$n_{d13} =$	1.51633	$d_{13} =$	64.14	
$r_{27} =$	( 反射面 )	$d_{27} =$	3.5	$n_{d14} =$	1.51633	$d_{14} =$	64.14	
$r_{28} =$		$d_{28} =$	2.5					
$r_{29} =$		$d_{29} =$	3	$n_{d15} =$	1.51633	$d_{15} =$	64.14	
$r_{30} =$		$d_{30} =$	1.1578					
$r_{31} =$	( 像面 )							40
$F_{N0}$	= 2.2742							
$h$	= 2.65							
$h_r$	= 3.3							
$f_a$	= -1.35							
$f_o$	= 1.09							
$S_{k0}$	= 2.25							
$f_{r1}$	= 7.17							
$f_{r2}$	= 9.42							
$t_3$	= 10.5							
$h / f_o$	= 2.4							50

$$\begin{aligned} h_r / |f_a| &= 2.4 \\ S_{k0} / f_o &= 2.1 \\ f_o / f_{r1} &= 0.15 \\ t_3 / |f_a| &= 7.8 \\ f_{r2} / f_{r1} &= 1.3 \\ &= 1.24 \\ f_{r2} / f_o &= 8.6 \end{aligned}$$

## 【0073】

上記実施例1の無限遠にフォーカシングした場合の球面収差(a)、非点収差(b)、歪曲収差(c)、倍率色収差(d)を示す収差図を図3に示す。各収差図中、“ ”は半画角を示す。 10

## 【0074】

本発明の超広角レンズ光学系は、上記の実施例のように、リレーレンズ群R1(リレー光学系)が前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2に分かれており、その間に反射ミラー、反射プリズム、NDフィルター、クイックリターンミラー、抜き差し可能なレンズ等の配置が可能となる。

## 【0075】

また、リレー光学系の前部レンズ群RG1での主光線が略平行となるような光路とすることが容易となる。そのため、この対物レンズ群Obとリレーレンズ群R1の前部レンズ群RG1とで略アフォーカルな構成とすると、リレーレンズ群R1の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2との間隔を適宜調整しても、得られる像への影響を少なくすることができる。 20

## 【0076】

これらの特徴を利用すると、本発明の超広角レンズ光学系は、以下に説明するような装置に利用することが好ましい、

本発明は、例えば、ステレオ撮像装置、さらには、視差情報から距離情報を得るための測距装置、さらには、車載カメラに用いることができる。

## 【0077】

これらにおいては、被写体側に向けた複数の入射面を持った対物光学系(対物レンズ群)を備える構成とする。つまり、各々の対物光学系を各々被写体側に向けて構成し、リレー光学系(リレーレンズ群)をそれぞれの対物光学系に対応させて設ける構成とする。あるいは、各々の対物光学系に続くリレー光学系を少なくとも一部共通の光学系としてもよい。 30

## 【0078】

そして、リレー光学系の前群(前部レンズ群)と後群(後部レンズ群)との間に反射面を用いると、光学系全体を折り曲げて構成でき、入射光軸方向の全長(光学系の厚さ)を小さく構成することができる。

## 【0079】

もちろん、反射面を光路中に複数配してもよく、それによりさらに小型化に有利となる。また、具体的な折り曲げ方として、リレー光学系の前群、後群間に反射面(反射ミラーや反射プリズム)を配し、光軸がお互いに近づく方向に折り曲げて薄型化することができる。 40

## 【0080】

さらには、各々のリレー光学系の後群の後方に反射面を介して共通の撮像素子撮像面の異なる位置にそれぞれの光束を導くレイアウトとすると、同じ撮像素子で複数の画像を得ることも可能となる。それにより、撮像素子を別個に設ける場合に比べて、低コストで、かつ、映像信号のムラを抑えることができる。

## 【0081】

具体例としては、対物光学系を2個用いて、各々の反射回数を2回として、ステレオ撮像を行うステレオ撮像装置がある。そして、対物光学系を魚眼レンズにて構成し、広視野 50

を得るようにする。

【0082】

例えば実施例1の構成の超広角レンズ光学系を2個用いて、ステレオ撮像装置を構成した場合の模式的斜視図を図4に、その透視正面図を図5に、左右の像面に共通に配置した共通撮像素子の正面図を図6に示す。ただし、図6においては、一方の光学系OSR中の反射プリズムM2Rしか示しおらず、他の光学系OSL中の反射プリズムM2Lは省いてある。

【0083】

右光路用の超広角レンズ光学系をOSR、左光路用の超広角レンズ光学系をOSLとし、それぞれの光軸を1R、1Lとし、また、超広角レンズ光学系OSR、OSLを構成するそれぞれの要素を示す符号の後に、それぞれ“R”と“L”を付して区別する。

10

【0084】

このステレオ撮像装置においては、被写体側に向けた2個の入射面を持った対物レンズ群ObR、ObLを備える構成としている。つまり、各々の超広角レンズ光学系OSR、OSLの対物レンズ群ObR、ObLを各々の被写体側に向けて構成し、リレーレンズ群R1R、R1Lをそれぞれの対物レンズ群ObR、ObLに対応させて設ける構成としている。

【0085】

そして、それぞれの超広角レンズ光学系OSR、OSLの反射ミラーM1R、M1Lで光軸1R、1Lを相互に平行で反対側から近づくように折り曲げ、その折り曲げられた光軸1R、1Lの方向を横方向とすると、縦方向に重ねて配置された反射プリズムM2R、M2Lで今度は光軸1R、1Lを相互に平行で上下に並んで同じ方向に進むように折り曲げている。そして、両光学系OSR、OSLのフィルターFを共通の1個のものとしている。

20

【0086】

また、この例においては、撮像素子10の長方形の撮像面11の長辺方向を縦方向に配し(図6)、その撮像面11の上下に並んで、相互に視差を持つ右光路用の超広角レンズ光学系OSRによる像面IRと左光路用の超広角レンズ光学系OSLによる像面ILとが形成されるように構成されている。そして上下に配される各々の反射プリズムM2R、M2Lから撮像面11に対し垂直に光軸1R、1Lが入射する構成となっている。

30

【0087】

このような配置により、単体の撮像素子10を用いた場合でも、横方向、縦方向の双方において広視野を確保することができる。

【0088】

このような光学系の配置は、特に横方向や手前の観察を必要とする車載カメラ、特に車体の後方を確認するための車載カメラ、監視カメラ等の光学系に適するものである。監視カメラとして用いる場合、全体を係数倍して(例えば、1/2インチCCD、基線長70mm)使用することが好ましい。

【0089】

各々の超広角レンズ光学系OSR、OSLの光軸1R、1Lは、光路を展開した図1の状態では直線となり、撮影に寄与する光学系内の屈折面は光軸1R、1Lを中心として全て回転対称の形状となっている。反射面M1、M2による光軸1R、1Lの折り曲げ方は、各々の光学系OSR、OSLで同一平面内において光軸が折り曲がる構成となっている(図2)。そして、各々の光軸1R、1Lを含む面同士は、撮像面11上に形成される像のずれ量に対応して上下に平行にずらして位置する。具体的には、そのずれ量は、図6から明らかのように、 $0.92\text{ mm} \times 2 = 1.84\text{ mm}$ である。

40

【0090】

そして、上記のように、撮像面11直前の反射プリズムM2R、M2Lによってそれぞれの光軸を水平方向(撮像の短辺方向:横方向)に直角に折り曲げており、さらに、リレーレンズ群R1R、R1L内の反射ミラーM1R、M1Lで90°折り曲げて入射面が被

50

写体に向くようにしている。その結果、光学系 O S R、O S L を上方から見たときに、それぞれの光軸 1 R、1 L が「コ」の字状（同じ平面内で同方向に 90° 2 回反射する形状）となるように光学系が配置されている（図 2）。

**【0091】**

この実施例において、視野絞り F S（図 1、図 2）は、各対物レンズ群 O b R、O b L による中間像位置に配置され、撮像面の形状に合わせて横長の矩形をなしている。具体的には、横方向×縦方向が 2.2 mm×1.48 mm である。

**【0092】**

このように構成して、広い視野を得ながら、視差を持つ左右の像を単一の撮像素子 10 上に結像させ、全体をコンパクトに構成している。

10

**【0093】**

また、開口絞りを明るさに合わせて調節するオートアイリスとしてもよい。また、視野絞り（視野枠）F S は撮像面上に投影される視差を持つ像が相互に一部で重なるような形状としてもよい。多少の像の重なりは、両画像の情報を電氣的に比較することにより、どちらの光学系からの画像であるかは判断が可能である。したがって、複数の画像がオーバーラップした状態にて撮像することで、画像情報をより多く取り込むことが可能である。

**【0094】**

また、本例の構成は、焦点距離が短いため、遠方から近距離に至るまで合焦精度を確保しているので、通常の使用ではフォーカシングを行う必要はない。本実施例にてより合焦範囲を確保するには、双方の光学系の一部又は全部を光軸 1 R、1 L 方向へ移動させる方法をとってもよいが、撮像素子 10 のみを光軸 1 R、1 L 方向へ移動させてフォーカシングを行う構成とすると、移動する部材が単体ですむのでより好ましい。

20

**【0095】**

上記の構成では、水平方向に略 120°、垂直方向 90° の画角を持ち、略全視野範囲において視差のある像を得る構成としたものである。また、左右の入射光軸間距離を 38 mm としたものである。

**【0096】**

なお、撮像面 11 上における撮像領域は、垂直方向 3.68 mm、水平方向を 2.75 mm としている。また、撮像面 11 上への各々の光軸 1 R、1 L 入射位置が、撮像面 11 を上下に均等に 2 分割したときのそれぞれの中心に位置するように構成し、撮像面 11 上の光軸間距離が 1.84 mm となる。撮像素子 10 は V G A であり、撮像面 11 の画素ピッチは短辺方向（視差のある方向）で 5.6 μm である。

30

**【0097】**

このような構成をさらに変形して、リレーレンズ群 R 1 R、R 1 L 内での光軸反射が鈍角（例えば略 150° 反射（図 4～図 6 では 360° 反射）となるように構成し、ステレオ撮影ができる領域（両方の O S R、O S L の画角が重なる範囲が略画角 60°）を確保しつつ、両方の水平方向の視野をさらに広視野化（水平方向全視野角略 180°）した構成とするようにしてもよい。このように構成すると、例えば、両方の視野が重なる中心部において得られる像面の視差情報を測距等に用い、さらに、周辺では広い視野を監視することができるため、監視カメラや車載カメラ（後述）に用いるのにより適した光学系となる。

40

**【0098】**

また、本発明の超広角レンズ光学系 O S R、O S L を直進系として構成し、リレーレンズ群 R 1 R、R 1 L の前部レンズ群 R G 1 R、R G 1 L と後部レンズ群 R G 2 R、R G 2 L の間を空気間隔とし、図 7 に平面図を示すように、それらの空間で両光学系 O S R、O S L を交差（例えば 60° にて交差）させて構成してもよい。その場合、装置の薄型化に有利となる。このような光学系は、上記のパノラマステレオカメラとして使用できる。

**【0099】**

次に、本発明の超広角レンズ光学系における光線の折り曲げ方は、実施例 1 のように 2 回に限定されない。また、折り曲げ方向も実施例 1 のように同じ平面内での折り曲げに限

50

定されない。例えば、各光路を3回の反射にて薄型に折り曲げる構成としてもよい。

【0100】

例えば、本発明の超広角レンズ光学系を複数用いてステレオ撮影をする場合、その中の2つの光学系について、視差のある方向（仮に、左右方向とする。）に対物レンズ群を被写体に向けて配置し、反射ミラー等の反射部材を対物レンズ群内（例えば、負の前部レンズ群と正の後部レンズ群の間の絞り位置）、若しくは、対物レンズ群直後に配置し、入射光軸を含む面に対して略垂直の同方向（例えば、下方向）に光路を折り曲げるようにしてもよい。そして、リレーレンズ群内の空間に配した反射部材にて両方の光軸が互いに近づく方向に反射させ、撮像素子に近接して配置された別の反射面にて被写体側あるいは被写体とは反対側に光軸を折り曲げ、共通の撮像素子の異なる撮像面上に光軸を導く構成とす

10

【0101】

このような例を図8の斜視図に示す。この場合は、左右の超広角レンズ光学系OSR、OSLの対物レンズ群ObR、ObLの直後に第1の反射部材M1R、M1Lを配置して下方向に光路を折り曲げ、リレーレンズ群R1R、R1Lの前部レンズ群RG1R、RG1Lと後部レンズ群RG2R、RG2Lの間に配した第2の反射部材M2R、M2Lにて両方の光軸が互いに近づく方向に反射させ、リレーレンズ群R1R、R1Lの直後に配置した第3の反射部材M3R、M3Lにて被写体とは反対側に光軸を折り曲げて、両光学系OSR、OSLの光路に共通のフィルターFを経て共通の撮像素子10の撮像面の異なる位置にそれぞれの光軸1R、1Lを導く構成としている。このように光路を折り曲げることにより、より薄型のステレオ撮像装置を構成することができる。なお、図9に、図8のような光学系をカバー14で覆ってステレオ撮像装置を構成する場合の分解斜視図を示す。図8の光学系は基板12上に取り付けられ、基板12は背面枠13に搭載される。この背面枠13に対して、左右の光学系OSR、OSLに入射する窓15R、15Lが設けられたカバー14を被せることでステレオ撮像装置が完成する。

20

【0102】

なお、このようなステレオ撮像装置において、一方の撮像光学系を省略して単眼の薄型撮像装置とするようにしてももちろんよい。また、撮像素子は、同一基板上に併設して構成された複数の撮像素子を用いるようにしてもよい。

【0103】

次の実施例を説明すると、本発明の超広角レンズ光学系におけるリレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群の間に透過と反射の双方を行う反射面（ミラーや反射プリズム等）を配し、その反射面の透過側と反射側それぞれにリレーレンズ群の後部レンズ群と撮像素子を配する構成としてもよい。このような構成により、複数の機能を持った光学系として構成することができる。そして、例えば、リレーレンズ群の後部レンズ群以降に双方とも撮像素子を配置し、一方では明るい被写体に対応した光学系となるようにし、他方は暗い被写体に対応した光学系となるように構成してもよい。このようにして、ダイナミックレンジの広い光学系として構成することができる。具体的な構成としては、一方の光路に光量を低減するための部材（例えば、NDフィルター）を配置し、明るい被写体に対応するような構成としてもよい。また、リレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群の間に配される反射面の透過率と反射率の比が異なる構成として、ダイナミックレンジの広い光学系としてもよい。

30

40

【0104】

そのような例としてスーパーラティチュードカメラの光路図を図10に示す。この例は、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1の直後にハーフミラーHMを配置し、その透過側と反射側に同じ構成のリレーレンズ群の後部レンズ群RG2<sub>1</sub>とRG2<sub>2</sub>、フィルターF<sub>1</sub>とF<sub>2</sub>、撮像素子10<sub>1</sub>、10<sub>2</sub>を配置して、それぞれの光路を経て同じ被写体の超広角の撮像を可能にし、ハーフミラーHMを、例えば、透過率70%、反射率30%のもので構成している。この構成で、共通の対物レンズ群Ob、視野絞りFS、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1、及び、ハーフミラーHM、リレーレンズ群の後部レンズ群RG2

50

1、フィルター $F_1$ を経て撮像素子 $10_1$ に至る光路で比較的暗い被写体を撮像し、共通の対物レンズ群 $O_b$ 、視野絞り $FS$ 、リレーレンズ群の前部レンズ群 $RG_1$ 、及び、ハーフミラー $HM$ 、リレーレンズ群の後部レンズ群 $RG_2$ 、フィルター $F_2$ を経て撮像素子 $10_2$ に至る光路で比較的明るい被写体を撮像することにより、透過側の光路を暗視用、反射側を明視用としており、このようにしてダイナミックレンジを拡大したスーパーラティチュードカメラが得られる。

【0105】

この場合、無論、図10のような一眼式でなく、図4～図6のように、二眼式にしてステレオ画像を得たり、図7の場合のように、二眼式にしてより広い視野を撮像できるようにしてもよい。

10

【0106】

また、他の実施例として、図10のような共通の対物レンズ群を配置する構成において、リレーレンズ群の2つの後部レンズ群を異なる焦点距離のものとして、リレーレンズ群の倍率を両光路で相互に異なる構成としてもよい。そのようにして、一方の撮像素子では広い視野を撮像すると共に、他方の撮像素子では像中心部分を拡大して撮像することが可能となる。

【0107】

したがって、このような構成の撮像装置を例えばステレオ車載カメラとして用いるようにすると、一方の光路では広角視野の像、他方の光路では望遠の像のステレオ画像が得られるように構成することができる。この構成で二眼式にして、例えば視差像を測距に用いる場合、測距性能の向上を図ることができる。

20

【0108】

その二眼式にする場合に、図4～図6の例のように光路を折り曲げ、広角の視差を持つ像を単一の撮像素子上に導くレイアウトとし、望遠の視差を持つ像を同様に光路を折り曲げて単一の別の撮像素子上に導くレイアウトとしてもよい。

【0109】

また、図10の配置で、反射側又は透過側の一方の光路に撮像素子を配した撮像系とし、他方の光路中では撮像素子に換えて表示素子を配するとしてもよい。この構成の場合は、本発明の超広角レンズ光学系に撮影レンズの機能と投影レンズの機能の双方を持たせることができる。

30

【0110】

その場合に、例えば撮像素子で撮像した像の映像信号を処理手段を介して記憶手段に記憶させておき、その記憶手段からの映像情報を処理手段を介して読み出して表示素子に表示させ、照明手段で表示素子に表示された映像を照明しリレーレンズ群と対物レンズ群とを介して、スクリーン、壁、フロントガラス等に投影するように構成してもよい。

【0111】

このような構成により、撮影した像がその場で臨場感のある像として投影観察ができる。

【0112】

この場合に、対物レンズ群による撮影像の歪みは、表示像が撮影と光路を逆に進むことで補正がされるので、投影像の臨場感を得やすい。

40

【0113】

また、この場合、リレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群との間に配される透過反射を行う光学素子としては、切り換えミラーを用いると、撮影側、投影側の光量損失が少なくなり、より好ましい。

【0114】

また、表示像に、撮影像とその像に基づく画像処理データ、コンピュータグラフィックス等を重ね合わせて、表示素子にそのような合成像を表示して投影する構成としてもよい。

【0115】

50

また、表示素子にパターンを表示して投影し、投影像を撮像素子で受光して、透過反射を行う光学素子以降の光学系の歪み等の検知に用いることもできる。

【0116】

図11に、上記の反射側又は透過側の一方の光路に撮像素子を配し、他方の光路中では表示素子を配して撮影と投影を行う装置の構成を示す。この例において、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1の直後に切り換えミラーSMを配置し、その透過側にリレーレンズ群の後部レンズ群RG2<sub>1</sub>とフィルターFと撮像素子10を配置し、切り換えミラーSMの反射側にリレーレンズ群の後部レンズ群RG2<sub>2</sub>と、表示素子としてのLCD(液晶表示素子)18と、そのLCD18を照明する光源19と、その照明光をLCD18に照射する照明レンズ20とを配置し、撮像素子10側の光路を撮像系とし、LCD18側の光路を投影系とする。そして、撮像系を経て撮像素子10で撮像した像の映像信号を処理する処理手段16が撮像素子10に接続され、処理手段16には記憶手段17とLCD18が接続されている。

10

【0117】

このような構成により、切り換えミラーSMを外して、対物レンズ群Ob、視野絞りFS、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1、リレーレンズ群の後部レンズ群RG2<sub>1</sub>、フィルターFを経て撮像素子10で撮影された像が、処理手段16を介して記憶手段17に記憶される。そして、切り換えミラーSMを光路中に挿入して、例えば、記憶手段17に記憶されている映像情報を処理手段16を介してその場で読み出してLCD18に表示させ、光源19からのバックライトを照明レンズ20でLCD18背面に照射して、そのLCD18に表示された映像をリレーレンズ群の後部レンズ群RG2<sub>2</sub>、切り換えミラーSM、リレーレンズ群の前部レンズ群RG1、視野絞りFS、対物レンズ群Obを経て、その場のスクリーン、壁、フロントガラス等に投影することにより、撮影した像がその場で臨場感のある像として投影観察することができる。また、その表示像に撮影像に基づく画像処理データ、コンピュータグラフィックス等を重ね合わせて合成像を表示することもできる。

20

【0118】

ところで、本発明の超広角レンズ光学系は、リレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群との間隔を伸ばしても光学性能への影響が少ない構成とすることができる。そのため、リレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群の間隔の長さを調整可能とすることが好ましい。その前部レンズ群と後部レンズ群の間に、NDフィルターや偏光フィルター、透過波長域を制限する波長フィルター、像を観察するための接眼光学系に光路を誘導するミラー等の光学部材を挿入可能に構成する。この場合に、挿入される光学部材に応じてリレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群の間隔を調整するようにすればよい。

30

【0119】

また、一対の本発明の超広角レンズ光学系を用い、各リレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群の間に反射面を配置して光路を折り曲げ、ステレオ撮影を行うようにする場合、リレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群の間隔を調節し、所望の基線長にて視差のある像を得るようにすることが可能となる。この構成は、撮像面が固定されているようなステレオ撮像装置に適したものである。

40

【0120】

実施例1の具体的な数値実施例において、この構成を採用する場合、双方の光学系のリレーレンズ群にてその前部レンズ群と後部レンズ群の間隔が可変の構成としてもよい。また、一方のみの光学系のリレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群の間隔を調整できるようにして、入射光軸間隔を変更できる構成としてもよい。

【0121】

また、図4～図6のようなステレオ撮像装置において、対物レンズ群Obの前部レンズ群OG1と後部レンズ群OG2(図2)の間の明るさ絞りSが配される位置、撮像面近傍、リレーレンズ群R1の前部レンズ群RG1と後部レンズ群RG2の間の何れかの位置に透過と反射を行う反射面を配し、その反射側若しくは透過側を測光光学系と測光用の受光

50

素子を配する構成としてもよい。その場合の測光方式としては、複数の測光素子を用いて複数のエリアにて測光が可能な構成としてもよい。

【0122】

また、本発明において、本発明の超広角レンズ光学系を3つ以上有する構成とし、各々の入射光軸を互いに異なる方向を向くように配置することで広視野角の撮像装置を構成することができる。例えば、リレーレンズ群で各々を光軸を折り曲げた複数の本発明の超広角レンズ光学系を、共通あるいは並列した撮像素子の撮像領域前方に配置して、各々の対物レンズ群の光軸がお互いに異なる方向の向くように配置するとよい。具体的には、水平画角が略120°の実施例1の超広角レンズ光学系を3つ用いる場合、光軸を1回だけ垂直方向に90°折り曲げる超広角レンズ光学系の入射光軸を、それぞれ同一面（水平面）上で相互に120°なすように配置すれば、360°全周が撮像できる構成となる。そのため、監視カメラや車載カメラ等に適したものが得られる。また、撮像された画像を信号処理することで、360°パノラマ写真、パノラマ映像とすることも可能である。

10

【0123】

無論、用いる本発明の超広角レンズ光学系の数は3つに限らず、各光学系を水平90°毎に4本配置して、適宜ミラーで光軸を折り曲げて1つのCCD上に4つの画像を形成するようにしてもよい。この場合のオーバーラップする部分（画角が90°以上の超広角のため）は電氣的な画像合成により360°の撮像が可能な光学系を構成することができる。

【0124】

また、本発明の超広角レンズ光学系は、リレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群との間に間隔を設けることが容易に行える。この間隔に光を3分割するプリズムを配する構成としてもよい。光路をプリズム配置位置で3分割し、そのプリズム以降にリレーレンズ群の後部レンズ群と各光路に対応する3原色何れかの色フィルターを配し、それぞれの像面上に撮像素子を配する。このように構成すると、色再現性の良好な所謂3板式撮像光学系として構成することができる。

20

【0125】

また、その3つの撮像素子に代えて表示素子を配置すると、所謂3板式の投影光学系とすることができる。

【0126】

また、光路中の異なるレンズ群間隔（例えば、リレーレンズ群の前部レンズ群と後部レンズ群との間、及び、その後部レンズ群以降）に2枚のダイクロイックミラーを配し、各々の光路にて別々の光学系を形成させ、3板撮影や3板投影を行う構成としてもよい。実施例1の具体的な数値実施例においては、各々の反射面をダイクロイックミラーとし、各光学系の最初の反射ミラーM1の透過側にリレーレンズ群の後部レンズ群と撮像素子を配し、第2の反射面（反射プリズムM2）をダイクロイックミラーとしてその透過側に撮像素子を配すると、各々の光学系において3板撮影が可能な光学系となり、より高精度のステレオ撮影光学系、測距装置、車載カメラ、監視カメラ等を構成することができる。

30

【0127】

次に、図12は、例えば上記の図4～図6に示した実施例に係るステレオ撮像装置を適用したステレオ撮像システムの構成を示す図である。なお、このステレオ撮像システムは、車両に搭載された例として説明する。

40

【0128】

すなわち、このステレオ撮像システムは、距離画像入力装置100と、制御装置104、物体認識装置105、警告装置106、運転装置107、表示装置108、車速センサ109、測距レーダ110、照度センサ111、外部カメラ112、GPS（全地球測位システム）113、VICIS（渋滞情報取得装置）114、及び、外部通信装置115から構成されるものである。

【0129】

ここで、上記距離画像入力装置100は、被写体400を撮影する撮像素子102とこ

50

の撮像素子 102 の前方に取り付けられるステレオ撮像光学系 101 とを備えたステレオ撮像装置 116 と、被写体 400 の距離画像 205 を計測する距離画像処理装置 103 と、から構成される。

【0130】

ステレオ撮像装置 116 は、一般のビデオカメラ、デジタルスティルカメラ等と同様に、撮影絞り調整装置（図示せず）と、撮影フォーカス調整装置（図示せず）と、撮影シャッター速度調整装置（図示せず）と、感度調整装置（図示せず）とを適宜備えている。

【0131】

また、ステレオ撮像光学系 101 は、複数のミラー（101A、101B の対）からなる反射光学系 211 を有する。この反射光学系 211 は、撮像素子 102 の前方のフィルター群 102A の前に取り付けられ、対物レンズ群 101C から入射した異なる視点からの被写体 400 の像を一旦中間像を結像してリレーレンズ群 101D によりフィルター群 102A を介して撮像素子 102 に結像することができるようになっている。

【0132】

このようにしてステレオ撮像装置 116 で撮影された、すなわち、撮像素子 102 で捕らえたステレオ画像 201 は、図 12 に示すように、距離画像処理装置 103 に供給される。そして、この距離画像処理装置 103 により処理されて三次元距離画像 205 となり、制御装置 104 及び物体認識装置 105 に出力される。

【0133】

なお、「距離画像」という用語は、本明細書では、被写体画像のピクセルに距離情報を有する画像を意味している。

【0134】

なお、図 12 中の参照番号 212 は露出制御装置であり、この露出制御装置 212 は、ステレオ撮像装置 116 が備える上記撮影絞り調整装置、撮影フォーカス調整装置、撮影シャッター、速度調整装置、及び、感度調整装置（何れも図示せず）に接続されている。また、この露出制御装置 212 は、制御装置 104 に接続されており、この制御装置 104 で、撮像素子 102 からの輝度情報により算出された露出値に応じて撮像装置 116 を制御する。

【0135】

また、距離画像処理装置 103 には、上述したように、撮像素子 102 で撮像されたステレオ画像 201 が入力される。このステレオ画像 201 は、フレームメモリ 213 に入力され、デジタル画像 202 となる。

【0136】

このフレームメモリ 213 の出力は、レクティフィケーション装置 214 に入力される。このレクティフィケーション装置 214 は、距離算出装置 215 に、左画像 203 及び右画像 204 を出力する。距離算出装置 215 は、距離画像出力 216 を通して物体認識装置 105 に、三次元距離画像 205 を出力する。また、制御装置 104 に対しても、二次元画像（ステレオ画像 201）、距離画像 205 等も出力する。

【0137】

なお、距離画像処理装置 103 には、キャリブレーション装置 217 が別途存在し、レクティフィケーション装置 214 に対してはレクティフィケーションパラメータを、距離算出装置 215 に対しては距離算出用パラメータを、物体認識装置 105 に対しては、物体認識用パラメータを出力する。

【0138】

物体認識装置 105 は、入力された三次元距離画像 205 を利用して、その中にある物体あるいは物体領域を認識し、その結果である物体データ（図示せず）を出力する。

【0139】

なお、距離画像処理装置 103 内の各装置は、計算機上のソフトウェアで実現してもよい。

【0140】

10

20

30

40

50

制御装置 104 は、画像情報と車両情報を統括する役割を持っており、例えば、距離画像処理装置 103 で処理された結果を表示装置 108 に表示したり、距離画像処理装置 103 で得られた距離情報と車速センサ 109 等の情報とを分析して、警告装置 106 に警告を発生させたり、運転装置 107 を制御して運転者に安全運転を促すことができるようになっている。なお、警告装置 106 は、音声装置や振動装置等からなり、例えば、音声装置はスピーカ等からの音声、振動装置は運転席シートの振動により運転者に警告を発するものである。

【0141】

このように、このステレオ撮像装置を用いたシステムによると、本発明に直接関係しないためその詳細説明は省略するが、本実施例に係るステレオ撮像装置 116 及び距離画像入力装置 100 から得られた画像情報と各種センサ等から得られた車両情報とを統合することができ、表示装置 108 による画像情報の表示、警告装置 106 による警告、運転装置 107 の制御等により、運転者に安全走行を促すことができる。

10

【0142】

例えば、前方の被写体に近づきすぎたときに注意を促す表示、警告、さらには運転装置 107 (例えばブレーキ) の制御を行うことができる。

【0143】

若しくは、道路の分離帯を読み取って自動で運転を制御する等に用いることができる。

【0144】

その他に、車外を観察し、前方や後方の走行車両、障害物、白線検知等に用いる他、車内の運転者、搭乗者の顔の位置、向きを検出し、脇見運転や居眠りの検知、エアバック点火時に、大人か子供かや顔の位置方向を判断し、安全にエアバッグを作動させるセンサとして利用することも可能である。

20

【0145】

また、本発明によるステレオ撮像装置は、車載のステレオ撮像システムの他に、ロボット、鉄道、飛行機、船舶、監視カメラ、遠隔会議システム用カメラ等にも応用ができるものである。

【0146】

なお、図 12 のミラー 101A、101B は、それぞれ図 4 ~ 図 6 の反射ミラー M1R、M1L、反射プリズム M2R、反射プリズム M2L に対応し、対物レンズ群 101C は、対物レンズ群 ObR、ObL に対応し、リレーレンズ群 101D は、リレーレンズ群 R1R、R1L に対応し、フィルター群 102A はフィルター F に対応し、撮像素子 102 は、撮像素子 10 に対応する。

30

【図面の簡単な説明】

【0147】

【図 1】本発明の実施例 1 の超広角レンズ光学系の無限遠物点合焦時の光路展開図である。

【図 2】実施例 1 の超広角レンズ光学系の光軸に沿った断面図である。

【図 3】実施例 1 の無限遠にフォーカシングした場合の球面収差 (a)、非点収差 (b)、歪曲収差 (c)、倍率色収差 (d) を示す収差図である。

40

【図 4】実施例 1 の構成の超広角レンズ光学系を 2 個用いてステレオ撮像装置を構成した場合の模式的斜視図である。

【図 5】図 4 のステレオ撮像装置の透視正面図である。

【図 6】図 4 のステレオ撮像装置の左右の像面に共通に配置した共通撮像素子の正面図である。

【図 7】本発明の超広角レンズ光学系を用いたパノラマステレオカメラの 1 例の平面図である。

【図 8】本発明の超広角レンズ光学系を用いたステレオ撮像装置の別の例の斜視図である。

【図 9】図 8 のステレオ撮像装置の分解斜視図である。

50

【図10】本発明の超広角レンズ光学系を用いたスーパーラティチュードカメラの1例の光路図である。

【図11】本発明の超広角レンズ光学系を用いた撮影と投影を行う装置の1例の構成を示す図である。

【図12】本発明によるステレオ撮像装置を適用したステレオ撮像システムの構成を示す図である。

【符号の説明】

【0148】

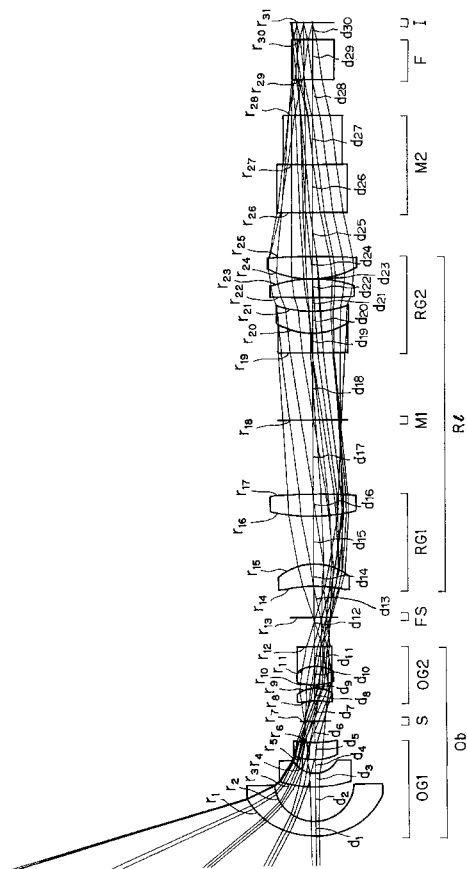
Ob、ObR、ObL ... 対物レンズ群	
FS、FSR、FSL ... 視野絞り	10
RL、RLR、RL L ... リレーレンズ群	
OG1、OG1R、OG1L ... 対物レンズ群の前部レンズ群	
OG2、OG2R、OG2L ... 対物レンズ群の後部レンズ群	
S、SR、SL ... 明るさ絞り	
RG1、RG1R、RG1L ... リレーレンズ群の前部レンズ群	
RG2、RG2R、RG2L、RG2 <sub>1</sub> 、RG2 <sub>2</sub> ... リレーレンズ群の後部レンズ群	
M1、M1R、M1L ... 反射ミラー（第1の反射部材）	
M2、M2R、M2L ... 反射プリズム（第2の反射部材）	
M3R、M3L ... 第3の反射部材	
F、FR、FL、F <sub>1</sub> 、F <sub>2</sub> ... フィルター	20
I、IR、IL ... 像面	
OSR、OSL ... 超広角レンズ光学系	
HM ... ハーフミラー	
SM ... 切り換えミラー	
1R、1L ... 光軸	
10、10 <sub>1</sub> 、10 <sub>2</sub> ... 撮像素子	
11 ... 撮像面	
12 ... 基板	
13 ... 背面枠	
14 ... カバー	30
15R、15L ... 窓	
16 ... 処理手段	
17 ... 記憶手段	
18 ... LCD（液晶表示素子）	
19 ... 光源	
20 ... 照明レンズ	
100 ... 距離画像入力装置	
101 ... ステレオ撮像光学系	
101A、101B ... ミラー	
101C ... 対物レンズ群	40
101D ... リレーレンズ群	
102A ... フィルター群	
102 ... 撮像素子	
103 ... 距離画像処理装置	
104 ... 制御装置	
105 ... 物体認識装置	
106 ... 警告装置	
107 ... 運転装置	
108 ... 表示装置	
109 ... 車速センサ	50

- 1 1 0 ... 測距レーダ
- 1 1 1 ... 照度センサ
- 1 1 2 ... 外部カメラ
- 1 1 3 ... G P S ( 全地球測位システム )
- 1 1 4 ... V I C S ( 渋滞情報取得装置 )
- 1 1 5 ... 外部通信装置
- 1 1 6 ... ステレオ撮像装置
- 2 0 1 ... ステレオ画像
- 2 0 2 ... デジタル画像
- 2 0 3 ... 左画像
- 2 0 4 ... 右画像
- 2 0 5 ... 三次元距離画像
- 2 1 1 ... 反射光学系
- 2 1 2 ... 露出制御装置
- 2 1 3 ... フレームメモリ
- 2 1 4 ... レクティフィケーション装置
- 2 1 5 ... 距離算出装置
- 2 1 6 ... 距離画像出力
- 2 1 7 ... キャリブレーション装置
- 4 0 0 ... 被写体

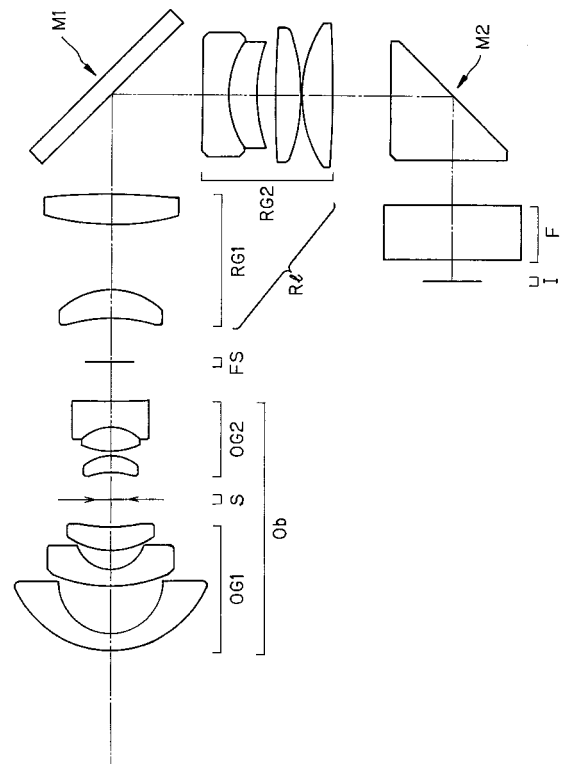
10

20

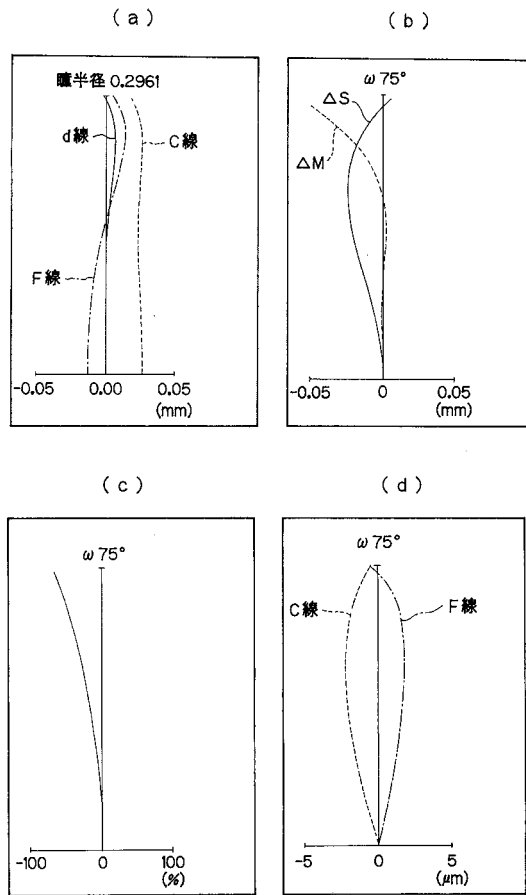
【 図 1 】



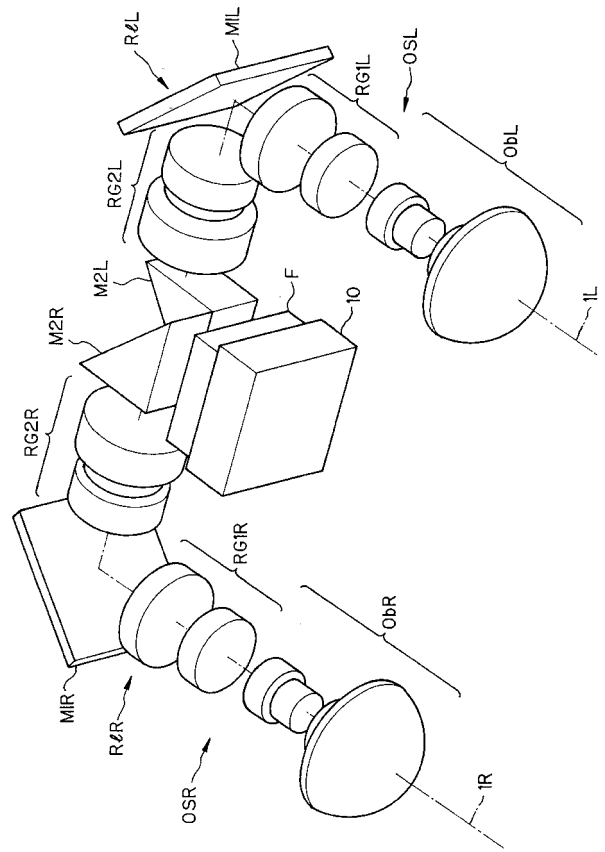
【 図 2 】



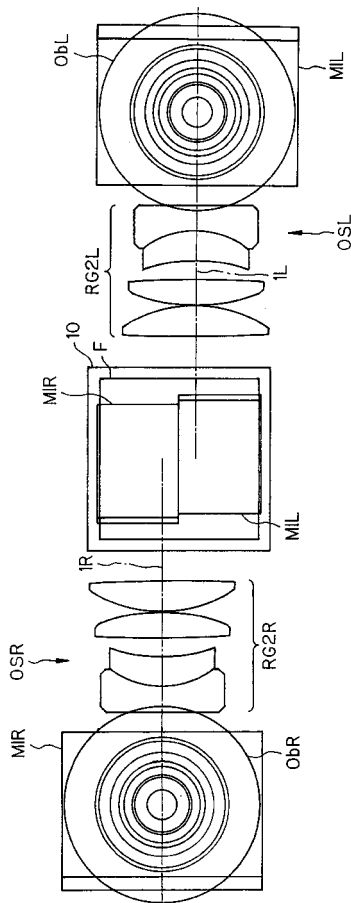
【 図 3 】



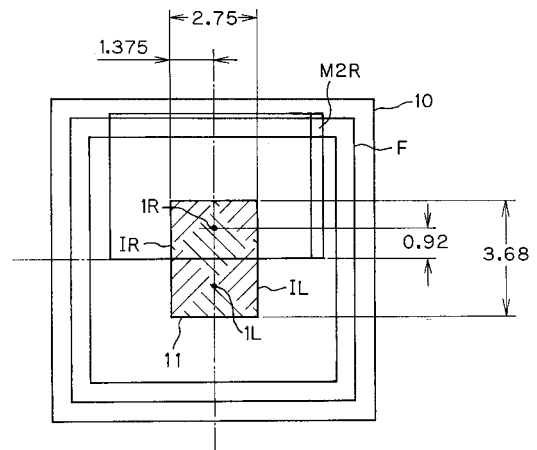
【 図 4 】



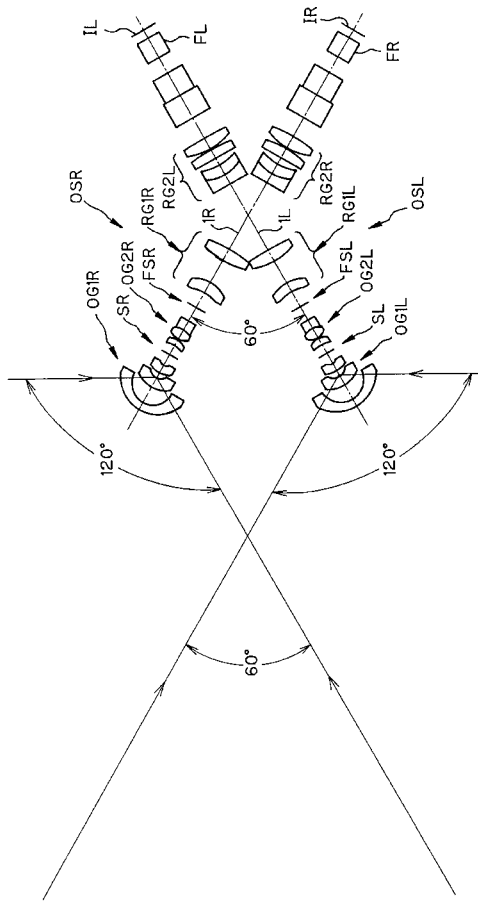
【 図 5 】



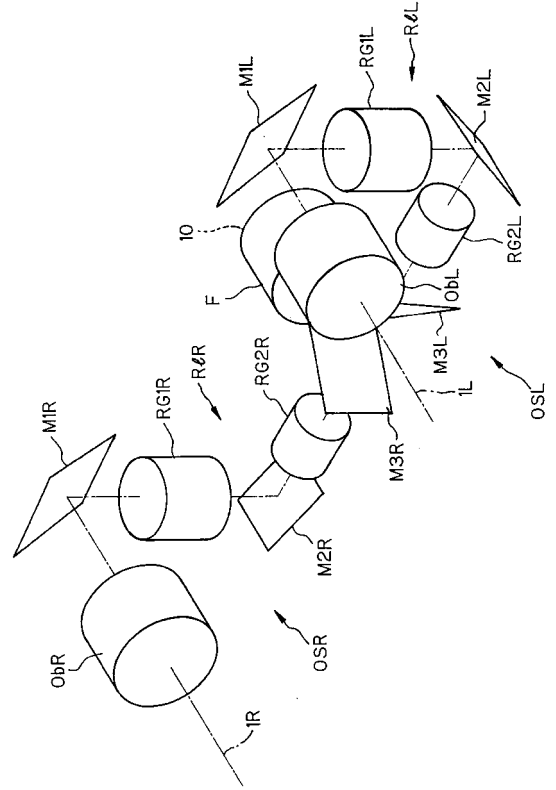
【 図 6 】



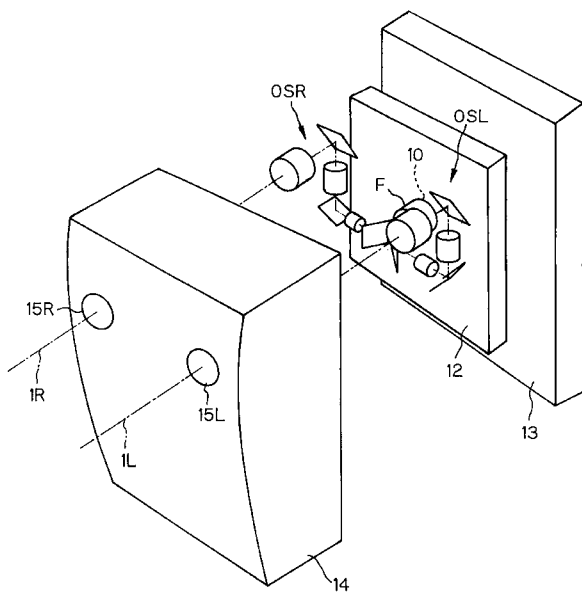
【 図 7 】



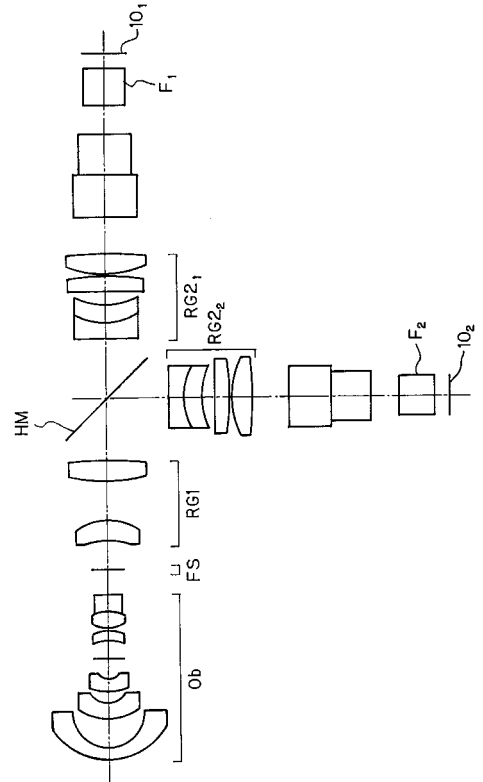
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】





---

フロントページの続き

(74)代理人 100091971

弁理士 米澤 明

(72)発明者 大橋 聖仁

東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリパス株式会社内

Fターム(参考) 2H087 KA03 KA06 LA03 LA27 PA05 PA10 PA18 PA19 PB06 PB12  
QA02 QA03 QA06 QA07 QA12 QA17 QA21 QA22 QA25 QA26  
QA34 QA39 QA41 QA45 QA46 RA32 RA37 RA41 RA42 TA01  
TA04