

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 6 部門第 2 区分

【発行日】平成 17 年 9 月 2 日 (2005.9.2)

【公開番号】特開 2005-128186 (P2005-128186A)

【公開日】平成 17 年 5 月 19 日 (2005.5.19)

【年通号数】公開・登録公報 2005-019

【出願番号】特願 2003-362580 (P2003-362580)

【国際特許分類第 7 版】

G 0 2 B 15/16

G 0 2 B 13/18

H 0 4 N 5/225

// H 0 4 N 101:00

【F I】

G 0 2 B 15/16

G 0 2 B 13/18

H 0 4 N 5/225 D

H 0 4 N 101:00

【手続補正書】

【提出日】平成 17 年 5 月 12 日 (2005.5.12)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体の光学的な像を変倍可能に形成するためのズームレンズであって、物体側から像側へ向けて順に、

正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、

少なくとも 1 面の非球面を含み、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 4 レンズ群とを備え、

前記光学的な像を変倍するために、前記第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は、光軸に沿った方向について像面に対して固定される一方、前記第 2 レンズ群および第 4 レンズ群は、光軸に沿った方向に移動可能であり、

前記光学的な像の焦点調整を行うに際し、前記第 4 レンズ群は、光軸に沿った方向に移動可能であり、

前記ズームレンズの振動によって発生する光学的な像のぶれを補正するに際し、前記第 3 レンズ群は、光軸に対して直交する方向に移動可能であり、

以下の条件を満足することを特徴とする、ズームレンズ：

$$0.006 < |dsagi / CL| < 0.02 \quad \dots (1)$$

ここで、

dsagi：前記第 3 レンズ群に含まれる前記物体側から第 i 番目の非球面量、

CL：前記第 3 レンズ群に含まれる前記物体側から第 i 番目の非球面の有効径の半値、である。

【請求項 2】

前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群との間に絞りを有し、当該絞りは、前記光学的な像を変倍するに際して、前記像面に対して固定されている、請求項 1 に記載のズームレン

ズ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像面側に向けて順に、負の屈折力を有するレンズ素子と、正の屈折力を有するレンズ素子と、正の屈折力を有するレンズ素子とからなり、

以下の条件を満足することを特徴とする、請求項 1 に記載のズームレンズ：

$$0.035 < dP_{g,F12} < 0.070 \quad \dots (2)$$

$$0.045 < dP_{g,d12} < 0.080 \quad \dots (3)$$

$$-0.040 < dP_{C,A'12} < -0.020 \quad \dots (4)$$

ここで、

$dP_{g,F12}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子の材料の g 線 (435 nm) および F 線 (486 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

$dP_{g,d12}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子の材料の g 線 (435 nm) および d 線 (587 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

$dP_{C,A'12}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子の材料の C 線 (656 nm) および A' 線 (768 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

である。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像面側に向けて順に、負の屈折力を有するレンズ素子と、正の屈折力を有するレンズ素子と、正の屈折力を有するレンズ素子とからなり、

以下の条件を満足することを特徴とする、請求項 1 に記載のズームレンズ：

$$-0.040 < dP_{g,F11} - dP_{g,F12} < -0.020 \quad \dots (5)$$

$$-0.055 < dP_{g,d11} - dP_{g,d12} < -0.025 \quad \dots (6)$$

$$0.018 < dP_{C,A'11} - dP_{C,A'12} < 0.036 \quad \dots (7)$$

ここで、

$dP_{g,F11}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目の前記レンズ素子の材料の g 線 (435 nm) および F 線 (486 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

$dP_{g,d11}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目の前記レンズ素子の材料の g 線 (435 nm) および d 線 (587 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

$dP_{C,A'11}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目の前記レンズ素子の材料の C 線 (656 nm) および A' 線 (768 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

$dP_{g,F12}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子の材料の g 線 (435 nm) および F 線 (486 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

$dP_{g,d12}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子の材料の g 線 (435 nm) および d 線 (587 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

$dP_{C,A'12}$ ：前記第 1 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子の材料の C 線 (656 nm) および A' 線 (768 nm) についての部分分散比に対する異常分散定数、

である。

【請求項 5】

前記第 2 レンズ群は、物体側から像面側に向けて順に、負の屈折力を有するメニスカス形状のレンズ素子と、負の屈折力を有するレンズ素子と、正の屈折力を有するレンズ素子と、負の屈折力を有するレンズ素子とからなり、少なくとも 1 面の非球面を含む、請求項

1 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第 3 レンズ群は、接合レンズ素子を含み、物体側から像面側に向けて順に、正の屈折力を有するレンズ素子と、正の屈折力を有するレンズ素子と、負の屈折力を有するレンズ素子とからなり、

以下の条件を満足することを特徴とする、請求項 1 に記載のズームレンズ：

$$0.50 < f_{31} / f_{32} < 1.00 \quad \cdots (8)$$

ここで、

f_{31} ：前記第 3 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目の前記レンズ素子の焦点距離、

f_{32} ：前記第 3 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子の焦点距離、

である。

【請求項 7】

前記第 3 レンズ群は、接合レンズ素子を含み、物体側から像面側に向けて順に、正の屈折力を有するメニスカス形状のレンズ素子と、正の屈折力を有するレンズ素子と、負の屈折力を有するレンズ素子とからなり、

以下の条件を満足することを特徴とする、請求項 1 に記載のズームレンズ：

$$0.01 < |p_2 / p_1| < 0.06 \quad \cdots (9)$$

ここで、

p_1 ：前記第 3 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目の前記レンズ素子の物体側の面のパワー、

p_2 ：前記第 3 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子の像側の面のパワー、

である。

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群は、接合レンズ素子を含み、物体側から像面側に向けて順に、正の屈折力を有するメニスカス形状のレンズ素子と、正の屈折力を有するレンズ素子と、負の屈折力を有するレンズ素子とからなり、

以下の条件を満足することを特徴とする、請求項 1 に記載のズームレンズ：

$$n_{d31} > 1.65 \quad \cdots (10)$$

$$|d_{31} - d_{32}| < 0.6 \quad \cdots (11)$$

ここで、

n_{d31} ：前記第 3 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目の前記レンズ素子の d 線 (587 nm) に対する屈折率、

d_{31} ：前記第 3 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目の前記レンズ素子のアッペ数、

d_{32} ：前記第 3 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目の前記レンズ素子のアッペ数、

である。

【請求項 9】

以下の条件を満足する、請求項 1 又は 2 のいずれかに記載のズームレンズ：

$$1.5 < R / R_{IH} < 2.10 \quad \cdots (12)$$

ここで、

R：前記第 4 レンズ群の最も像側の凹面の曲率半径、

R_{IH} ：最大像高さ、

である。

【請求項 10】

被写体の光学的な像を電氣的な画像信号に変換して出力可能な撮像装置であって、

前記被写体の光学的な像を変倍可能に形成するズームレンズと、

前記ズームレンズが形成した前記被写体の光学的な像を、前記電氣的な信号に変換する撮像素子とを備え、

前記ズームレンズは、

正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、

少なくとも 1 面の非球面を含み、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 4 レンズ群とを備え、

前記光学的な像を変倍するために、前記第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は、光軸に沿った方向について像面に対して固定される一方、前記第 2 レンズ群および第 4 レンズ群は、光軸に沿った方向に移動可能であり、

前記光学的な像の焦点調整を行うに際し、前記第 4 レンズ群は、光軸に沿った方向に移動可能であり、

前記ズームレンズの振動によって発生する光学的な像のぶれを補正するに際し、前記第 3 レンズ群は、光軸に対して直交する方向に移動可能であり、

以下の条件を満足することを特徴とする、撮像装置：

$$0.006 < |dsagi / CL| < 0.02 \quad \dots (1)$$

ここで、

$dsagi$ ：前記第 3 レンズ群に含まれる前記物体側から第 i 番目の非球面量、

CL ：前記第 3 レンズ群に含まれる前記物体側から第 i 番目の非球面の有効径の半値

である。

【請求項 11】

被写体を撮影して、電気的な画像信号として出力可能な光学機器であって、

前被写体の光学的な像を変倍可能に形成するズームレンズと、前記ズームレンズが形成した前記被写体の光学的な像を、前記電気的な信号に変換する撮像素子とを含む撮像装置とを備え、

前記ズームレンズは、

正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、

少なくとも 1 面の非球面を含み、正の屈折力を有する第 3 レンズ群と、

正の屈折力を有する第 4 レンズ群とを備え、

前記光学的な像を変倍するために、前記第 1 レンズ群および第 3 レンズ群は、光軸に沿った方向について像面に対して固定される一方、前記第 2 レンズ群および第 4 レンズ群は、光軸に沿った方向に移動可能であり、

前記光学的な像の焦点調整を行うに際し、前記第 4 レンズ群は、光軸に沿った方向に移動可能であり、

前記ズームレンズの振動によって発生する光学的な像のぶれを補正するに際し、前記第 3 レンズ群は、光軸に対して直交する方向に移動可能であり、

以下の条件を満足することを特徴とする、光学機器：

$$0.006 < |dsagi / CL| < 0.02 \quad \dots (1)$$

ここで、

$dsagi$ ：前記第 3 レンズ群に含まれる前記物体側から第 i 番目の非球面量、

CL ：前記第 3 レンズ群に含まれる前記物体側から第 i 番目の非球面の有効径の半値

である。

【請求項 12】

前記光学機器は、ビデオカメラである、請求項 11 に記載の光学機器。

【請求項 13】

前記光学機器は、デジタルスチルカメラである、請求項 11 に記載の光学機器。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】ズームレンズ、並びにそれを用いた光学機器

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明は、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等に用いられ、手振れ、振動等によって生じる像の振れを光学的に補正する手振れ補正機能を備えたズームレンズ、並びにそれを用いたビデオカメラ及びデジタルスチルカメラ等の光学機器に関する。

【手続補正 4】

【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】

本発明は、従来技術における前記課題を解決するためになされたものであり、小型かつ軽量で手振れ補正時の色収差の劣化が抑制されたズームレンズ、並びにそれを用いたビデオカメラ及びデジタルスチルカメラ等の光学機器を提供することを目的とする。

【手続補正 5】

【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】

前記目的を達成するため、本発明に係るズームレンズの構成は、物体の光学的な像を変倍可能に形成するためのズームレンズであって、物体側から像側へ向けて順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、少なくとも1面の非球面を含み、正の屈折力を有する第3レンズ群と、正の屈折力を有する第4レンズ群とを備え、光学的な像を変倍するために、第1レンズ群および第3レンズ群は、光軸に沿った方向について像面に対して固定される一方、第2レンズ群および第4レンズ群は、光軸に沿った方向に移動可能であり、光学的な像の焦点調整を行うに際し、第4レンズ群は、光軸に沿った方向に移動可能であり、ズームレンズの振動によって発生する光学的な像のぶれを補正するに際し、第3レンズ群は、光軸に対して直交する方向に移動可能であり、

以下の条件を満足することを特徴とする。

$$0.006 < |dsagi / CL| < 0.02 \quad \dots (1)$$

ここで、

dsagi：第3レンズ群に含まれる物体側から第i番目の非球面量、

CL：第3レンズ群に含まれる物体側から第i番目の非球面の有効径の半値、

である。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 1

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 2

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 3

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 4

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 5

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 6

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 7

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 8

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 9

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 0

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 8】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 1
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 1 9】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 2
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 0】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 3
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 1】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 4
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 2】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 5
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 3】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 6
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 4】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 7
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 5】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 8
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 6】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 2 9
【補正方法】削除
【補正の内容】
【手続補正 2 7】
【補正対象書類名】明細書
【補正対象項目名】0 0 3 0
【補正方法】変更
【補正の内容】

【 0 0 3 0 】

本発明のズームレンズの構成によれば、小型かつ軽量で手振れ補正時の色収差の劣化が抑制された、高性能で、広角、高倍率なズームレンズを実現することができる。

【 手 続 補 正 2 8 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 3 1

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 3 1 】

本発明の光学機器の構成によれば、本発明のズームレンズを用いることにより、手振れを補正できる高性能なビデオカメラ及びデジタルスチルカメラ等の光学機器を実現することができる。

【 手 続 補 正 2 9 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 3 2

【 補 正 方 法 】 削 除

【 補 正 の 内 容 】

【 手 続 補 正 3 0 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 3 5

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 3 5 】

次に、上記ズームレンズが満足すべき条件を説明する。本発明のズームレンズにおいては、第3レンズ群の物体側から第i番目の非球面におけるレンズ有効径をCL、当該レンズ有効径における非球面量をdsagiとしたとき、下記条件式(1)を満足している。

$$0.006 < |dsagi / CL| < 0.02 \quad \dots (1)$$

このズームレンズの構成によれば、手振れ補正機能を備え、かつ、高性能で、広角、高倍率なズームレンズを実現することができる。光線高が高くなる絞り付近のレンズに非球面を導入すると、収差を効果的に補正することができる。しかし、非球面を導入すると、面ずれ等の加工誤差が発生し、レンズ形状が設計値からずれると、所望の性能が得られない場合がある。上記条件式(1)は、加工誤差が発生しても良好な収差性能が得られるように規定した式である。上記条件式(1)の下限を下回ると、非球面の加工誤差が発生しても性能は劣化しにくい、非球面を導入することによる効果も得られにくいために、十分な収差補正が困難となる。上記条件式(1)の上限を超えると、良好な収差補正を得ることはできるが、加工誤差が発生したときの性能劣化が大きくなる。また、さらに好ましくは、 $0.006 < |dsagi / CL| < 0.01$ を満足するのがよい。

【 手 続 補 正 3 1 】

【 補 正 対 象 書 類 名 】 明 細 書

【 補 正 対 象 項 目 名 】 0 0 3 6

【 補 正 方 法 】 変 更

【 補 正 の 内 容 】

【 0 0 3 6 】

また、本発明のズームレンズの構成においては、レンズのg線(435nm)、F線(486nm)、d線(587nm)、C線(656nm)、A'線(768nm)の部分分散比に対する異常分散定数をそれぞれ $dP_{g,F}$ 、 $dP_{g,d}$ 、 $dP_{C,A'}$ とし、前記第1レンズ群の物体側から数えて第2番目のレンズの異常分散定数を $dP_{g,F12}$ 、 $dP_{g,d12}$ 、 $dP_{C,A'12}$ としたとき、下記条件式(2)～(4)満足するのが好ましい。

$$0.035 < dP_{g,F12} < 0.070 \quad \dots (2)$$

$$0.045 < dP_{g,d12} < 0.080 \quad \dots (3)$$

$$-0.040 < dP_{C,A'12} < -0.020 \quad \cdots (4)$$

ここでは、標準光学ガラスとして、511605（屈折率 $n_d = 1.5112$ 、アッペ数 $\nu_d = 60.49$ ）と620363（屈折率 $n_d = 1.62004$ 、アッペ数 $\nu_d = 36.30$ ）の2種類を選び、縦軸に部分分散比、横軸にアッペ数を取り、この2種類の表す2点を結ぶ直線を標準線とし、それぞれの硝種に関してその部分分散比とその硝種のアッペ数に対応する標準線上の部分分散比との差を $dP_{x,y}$ としている。

上記条件式（2）～（4）は、短波長側と長波長側の色収差を同時に補正するために必要な条件式である。2種類以上の波長の色収差を補正するためには、異常分散性の大きい材料が必要となる。上記条件式（2）～（4）は、短波長から長波長までの異常分散性を示しており、上記条件式（2）～（4）の条件を同時に満足する材料を用いることにより、2種類以上の波長の色収差を良好に補正することができる。

【手続補正32】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、レンズのg線（435nm）、F線（486nm）、d線（587nm）、C線（656nm）、A'線（768nm）の部分分散比に対する異常分散定数をそれぞれ $dP_{g,F}$ 、 $dP_{g,d}$ 、 $dP_{C,A'}$ とし、前記第1レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズの異常分散定数を $dP_{g,F11}$ 、 $dP_{g,d11}$ 、 $dP_{C,A'11}$ 、前記第1レンズ群の物体側から数えて第2番目のレンズの異常分散定数を $dP_{g,F12}$ 、 $dP_{g,d12}$ 、 $dP_{C,A'12}$ としたとき、下記条件式（5）～（7）を満足するのが好ましい。

$$-0.040 < dP_{g,F11} - dP_{g,F12} < -0.020 \quad \cdots (5)$$

$$-0.055 < dP_{g,d11} - dP_{g,d12} < -0.025 \quad \cdots (6)$$

$$0.018 < dP_{C,A'11} - dP_{C,A'12} < 0.036 \quad \cdots (7)$$

上記条件式（5）～（7）は、2種類以上の波長の色収差を補正する場合の負の屈折力を有するレンズと正の屈折力を有するレンズに対する条件式である。各々のレンズの異常分散定数の差が上記条件式（5）～（7）を満足するような材料を組み合わせることにより、2種類以上の波長の色収差を良好に補正することができる。

【手続補正33】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0038

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0038】

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記第3レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズの焦点距離を f_{31} 、前記第3レンズ群の物体側から数えて第2番目のレンズの焦点距離を f_{32} としたとき、下記条件式（8）を満足するのが好ましい。

$$0.50 < f_{31} / f_{32} < 1.00 \quad \cdots (8)$$

前記第3レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズと第2番目のレンズの屈折力を上記条件式（8）のように設定することにより、それぞれのレンズに入射する光線の偏角を最適なものとするので、球面収差を良好に補正することができる。上記条件式（8）の下限を下回ると、第3レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズの屈折力が大きくなりすぎるため、球面収差が物体側方向に発生しやすくなる。また、上記条件式（8）の上限を超えると、第3レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズの屈折力が小さくなりすぎるため、球面収差が像面側方向に発生しやすくなる。また、さらに好ましくは、 $0.80 < f_{31} / f_{32} < 0.95$ を満足するのがよい。

【手続補正34】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記第3レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、メニスカス凸レンズと、凸レンズと、凹レンズとからなり、前記メニスカス凸レンズの物体側の面のパワーを p_1 、前記メニスカス凸レンズの像面側の面のパワーを p_2 としたとき、下記条件式(9)を満足するのが好ましい。

$$0.01 < |p_2 / p_1| < 0.05 \quad \cdots (9)$$

収差を良好に補正するためには、光線がより高い位置を通る物体側の面に小さな屈折力を持たせることが望ましい。上記条件式(9)の下限を下回ると、物体側の面のパワーが小さくなりすぎ、かつ、像面側の面のパワーが大きくなりすぎるために、良好に収差を補正することが困難となる。上記条件式(9)の上限を超えると、物体側の面と像面側の面の曲率が近くなるために、加工しにくいレンズ形状になる。上記条件式(9)を満足させることにより、像面側の面が凹面となるために、レンズを鏡筒枠に固定するときにレンズを鏡筒に固定する際、球面部分で枠に固定する必要はない。その結果、レンズの傾き偏心が発生することはない。さらに、両凸レンズと比較して、像面側の面のパワーが小さいために、レンズ単体の面ずれによる性能劣化は小さい。また、さらに好ましくは、 $0.015 < |p_2 / p_1| < 0.035$ を満足するのがよい。

【手続補正35】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0040

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0040】

また、前記本発明のズームレンズの構成においては、前記第3レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、メニスカス凸レンズと、凸レンズと、凹レンズとからなり、前記第3レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズである前記メニスカス凸レンズの屈折率を n_{d31} 、前記第3レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズである前記メニスカス凸レンズのアップ数を d_{31} 、前記第3レンズ群の物体側から数えて第2番目のレンズである前記凸レンズのアップ数を d_{32} としたとき、下記条件式(10)、(11)を満足するのがよい。

$$n_{d31} > 1.65 \quad \cdots (10)$$

$$|d_{31} - d_{32}| < 0.60 \quad \cdots (11)$$

上記条件式(10)の下限を下回ると、レンズ面のパワーが強くなりすぎるために、球面収差、コマ収差が発生しやすくなる。また、上記条件式(11)上限を超えると、色収差が過剰補正となる。

【手続補正36】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0041

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0041】

また、本発明のズームレンズの構成においては、像高を R_{IH} 、前記第4レンズ群の最も像側の凹面の曲率半径を R としたとき、下記条件式(12)を満足するのが好ましい。

$$1.5 < R / R_{IH} < 2.10 \quad \cdots (12)$$

レンズを接合する際には、屈折率の低い接着剤を接合面に充填する必要があるため、接着剤とレンズとの間に大きな屈折率差が生じ、これがゴーストやフレアの発生要因となる。上記条件式(12)の下限を下回ると、撮像面や、フェースプレート、ローパスフィル

タ等と撮像面に最も近い接合面での反射で発生するゴーストやフレアが画面の中心付近に発生するため、好ましくない。上記条件式(12)の上限を超えると、接合面のパワーが小さくなりすぎるために、倍率色収差を十分に補正することが困難となる。上記条件式(12)を満足させることにより、倍率色収差を良好に補正しつつ、ゴーストやフレアを画面の周辺部に回避させることが可能となる。また、さらに好ましくは、 $130 < R/RIH < 200$ を満足するのがよい。

【手続補正37】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0042】

〔第1の実施の形態〕

本実施の形態におけるズームレンズは、物体側から像面側に向かって順に配置された、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとを含み、全体として正の屈折力を有し、像面に対して固定された第1レンズ群と、

全体として負の屈折力を有し、光軸上を移動することによって変倍作用を行う第2レンズ群と、

像面に対して固定された絞りと、

物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、変倍時及び合焦時に光軸方向に対して固定される第3レンズ群と、

物体側から像面側に向かって順に配置された、正の屈折力を有するレンズと、負の屈折力を有するレンズと、正の屈折力を有するレンズとからなり、全体として正の屈折力を有し、前記第2レンズ群の光軸上での移動及び物体の移動に伴って変動する像面を基準面から一定の位置に保つように光軸上を移動する第4レンズ群とにより構成されている。

【手続補正38】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

第2レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、メニスカス凹レンズと、凹レンズと、両凸レンズと、凹レンズとからなり、かつ、少なくとも一面の非球面を含んでいる。第3レンズ群は、接合レンズを含み、手振れ時の像の変動を補正するために光軸に対して垂直方向に移動可能であり、かつ、少なくとも一面の非球面を含んでいる。第4レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、凸レンズと、凹レンズと、凸レンズとからなると共に、これら全てのレンズが接合されている。

【手続補正39】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0044

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0044】

本実施の形態のズームレンズにおいては、第3レンズ群の物体側から第i番目の非球面におけるレンズ有効径をCL、当該レンズ有効径における非球面量をdsagiとしたとき、下記条件式(1)を満足している。

$$0.006 < |dsagi / CL| < 0.02 \quad \dots (1)$$

尚、本実施の形態でいう非球面は、下記(数1)によって定義される。

【数 1】

$$SAG = \frac{h^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(h/R)^2}} + D \cdot h^4 + E \cdot h^6 + F \cdot h^8 + G \cdot h^{10} + H \cdot h^{12} + I \cdot h^{14} + J \cdot h^{16}$$

但し、上記（数 1）中、 h は光軸からの高さ、 SAG は光軸からの高さが h の非球面上の点の非球面頂点からの距離（サグ量）、 R は非球面頂点の曲率半径、 K は円錐常数、 D 、 E 、 F 、 G 、 H 、 I 、 J は非球面係数を表わしている。

【手続補正 40】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0045】

本実施の形態のズームレンズにおいては、レンズの g 線（435 nm）、 F 線（486 nm）、 d 線（587 nm）、 C 線（656 nm）、 A' 線（768 nm）の部分分散比に対する異常分散定数をそれぞれ $dP_{g,F}$ 、 $dP_{g,d}$ 、 $dP_{C,A'}$ とし、第 1 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目のレンズの異常分散定数を $dP_{g,F12}$ 、 $dP_{g,d12}$ 、 $dP_{C,A'12}$ としたとき、下記条件式（2）～（4）満足するのが望ましい。

$$0.035 < dP_{g,F12} < 0.070 \quad \dots (2)$$

$$0.045 < dP_{g,d12} < 0.080 \quad \dots (3)$$

$$-0.040 < dP_{C,A'12} < -0.020 \quad \dots (4)$$

【手続補正 41】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0046

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0046】

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、レンズの g 線（435 nm）、 F 線（486 nm）、 d 線（587 nm）、 C 線（656 nm）、 A' 線（768 nm）の部分分散比に対する異常分散定数をそれぞれ $dP_{g,F}$ 、 $dP_{g,d}$ 、 $dP_{C,A'}$ とし、第 1 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目のレンズの異常分散定数を $dP_{g,F11}$ 、 $dP_{g,d11}$ 、 $dP_{C,A'11}$ 、第 1 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目のレンズの異常分散定数を $dP_{g,F12}$ 、 $dP_{g,d12}$ 、 $dP_{C,A'12}$ としたとき、下記条件式（5）～（7）を満足するのが望ましい。

$$-0.040 < dP_{g,F11} - dP_{g,F12} < -0.020 \quad \dots (5)$$

$$-0.055 < dP_{g,d11} - dP_{g,d12} < -0.025 \quad \dots (6)$$

$$0.018 < dP_{C,A'11} - dP_{C,A'12} < 0.036 \quad \dots (7)$$

【手続補正 42】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0047】

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第 3 レンズ群の物体側から数えて第 1 番目のレンズの焦点距離を f_{31} 、第 3 レンズ群の物体側から数えて第 2 番目のレンズの焦点距離を f_{32} としたとき、下記条件式（8）を満足するのが望ましい。

$$0.50 < f_{31} / f_{32} < 1.00 \quad \dots (8)$$

【手続補正 43】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0048】

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第3レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、メニスカス凸レンズと、凸レンズと、凹レンズとからなり、前記メニスカス凸レンズの物体側の面のパワーを p_1 、前記メニスカス凸レンズの像面側の面のパワーを p_2 としたとき、下記条件式(9)を満足するのが望ましい。

$$0.01 < |p_2 / p_1| < 0.06 \quad \dots (9)$$

【手続補正44】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、第3レンズ群は、物体側から像面側に向かって順に配置された、メニスカス凸レンズと、凸レンズと、凹レンズとからなり、第3レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズである前記メニスカス凸レンズの屈折率を n_{d31} 、前記第3レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズである前記メニスカス凸レンズのアッベ数を d_{31} 、第3レンズ群の物体側から数えて第2番目のレンズである前記凸レンズのアッベ数を d_{32} としたとき、下記条件式(10)、(11)を満足するのが望ましい。

$$n_{d31} > 1.65 \quad \dots (10)$$

$$|d_{31} - d_{32}| < 0.60 \quad \dots (11)$$

【手続補正45】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0050

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0050】

また、本実施の形態のズームレンズにおいては、像高を R_{IH} 、第4レンズ群の最も像側の凹面の曲率半径を R としたとき、下記条件式(12)を満足するのが望ましい。

$$1.5 < R / R_{IH} < 2.10 \quad \dots (12)$$

【手続補正46】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0051

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0051】

以下、具体的を挙げて、本実施の形態におけるズームレンズをさらに詳細に説明する。

(実施例1)

下記(表1)に、本実施例におけるズームレンズの具体的数値例を示す。

【表 1】

群	面	r	d	n	ν d
1	1	7 5 . 6 3 1	1 . 5 0	1 . 8 4 6 6 6	2 3 . 8
	2	4 1 . 3 8 3	7 . 8 0	1 . 4 9 7 0 0	8 1 . 6
	3	- 1 8 6 . 8 3 0	0 . 1 5		
	4	3 4 . 0 1 1	4 . 7 0	1 . 7 7 2 5 0	4 9 . 6
	5	7 8 . 4 0 8	可 変		
2	6	7 8 . 4 0 8	0 . 7 0	1 . 8 3 5 0 0	4 2 . 7
	7	7 . 8 5 5	4 . 8 0		
	8	- 2 9 . 0 0 0	0 . 7 0	1 . 6 9 6 8 0	5 5 . 5
	9	- 5 0 0 . 0 0 0	0 . 2 6		
	10	3 3 . 5 5 4	2 . 8 0	1 . 8 4 6 6 6	2 3 . 8
	11	- 2 7 . 6 9 3	1 . 2 5	1 . 6 0 6 0 2	5 7 . 5
	12	4 3 . 0 0 0	可 変		
絞 り	13	0 . 0 0 0	1 . 7 0		
3	14	1 7 . 5 2 4	2 . 4 5	1 . 6 6 5 4 7	5 5 . 2
	15	- 2 7 . 9 4 2	4 . 5 6		
	16	1 5 . 0 4 4	1 . 8 0	1 . 6 0 3 1 1	6 0 . 7
	17	- 7 0 0 . 0 0 0	0 . 7 0	1 . 8 4 6 6 6	2 3 . 8
	18	1 0 . 3 1 3	可 変		
4	19	1 4 . 6 5 6	2 . 4 5	1 . 6 9 6 8 0	5 5 . 5
	20	- 5 5 . 2 7 9	1 . 2 0	1 . 8 3 5 0 0	4 2 . 7
	21	1 0 0 . 0 0 0	2 . 0 0	1 . 5 1 4 5 0	6 3 . 1
	22	- 5 0 . 0 0 0	可 変		
5	23	∞	2 . 7 0	1 . 5 1 6 3 3	6 4 . 0
	24	∞			