

【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28年5月12日 (2016.5.12)

【公開番号】特開2014-186101(P2014-186101A)

【公開日】平成26年10月2日 (2014.10.2)

【年通号数】公開・登録公報2014-054

【出願番号】特願2013-59712(P2013-59712)

【国際特許分類】

G 0 2 B 13/02 (2006.01)

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 3 B 5/00 (2006.01)

G 0 2 B 5/18 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 13/02

G 0 2 B 13/18

G 0 3 B 5/00 J

G 0 2 B 5/18

【手続補正書】

【提出日】平成28年3月15日 (2016.3.15)

【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】

物体側から像側へ順に、正の屈折力の第 1 レンズ群、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングに際して光軸上を像側に移動する負の屈折力の第 2 レンズ群、開口絞り、第 3 レンズ群、より構成される撮像光学系であって、

前記第 1 レンズ群は、回折面及び屈折部分を含む回折光学素子と、非球面形状のレンズ面を含む非球面レンズと、を有し、

前記レンズ面と光軸との交点を原点とし、前記レンズ面の有効半径を $h_{a\ m\ a\ x}$ 、前記レンズ面の $h_{a\ m\ a\ x}$ における位置から、原点を含み光軸に垂直な第 1 平面までの距離を $x\ b$ 、前記レンズ面の $h_{a\ m\ a\ x} / 2$ における位置から前記第 1 平面までの距離を $x\ a$ 、前記レンズ面の $h_{a\ m\ a\ x} / 2$ における位置と原点とを通過する仮想球面の半径を R 、前記仮想球面の $h_{a\ m\ a\ x}$ における位置から前記第 1 平面までの距離を $x\ b'$ 、とするとき

$$R = (4 \times x\ a^2 + h_{a\ m\ a\ x}^2) / (8 \times x\ a)$$

$$x\ b' = R - (R^2 - h_{a\ m\ a\ x}^2)^{1/2} \text{ (前記レンズ面が物体側に凸形状の場合)}$$

$$x\ b' = R + (R^2 - h_{a\ m\ a\ x}^2)^{1/2} \text{ (前記レンズ面が物体側に凹形状の場合)}$$

なる式を満足し、

前記回折光学素子の全体の焦点距離を $f\ g\ d\ o\ e$ 、前記屈折部分の焦点距離を $f\ g$ 、前記回折面の焦点距離を $f\ d\ o\ e$ 、無限遠物体にフォーカスしているときの全系の焦点距離を f 、レンズ全長を L 、とし、

$$d\ b\ A = x\ b - x\ b'$$

$$d\ b\ D = (f\ g\ d\ o\ e - f\ g) - f\ d\ o\ e$$

とするとき、

$$1.00 \times 10^{-6} < |d\ b\ A / d\ b\ D| < 4.30 \times 10^{-6}$$

$$5.0 < |(f_{doe}/f) \times (L/f)| < 20.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮像光学系。

【請求項 2】

前記レンズ面は、前記回折面よりも物体側に配置されており、前記レンズ面に入射する軸上近軸光線の光軸からの高さを h_{asp_h} 、前記レンズ面に入射する瞳近軸光線の光軸からの高さを h_{basp_h} 、前記回折面に入射する軸上近軸光線の光軸からの高さを h_{doe} 、前記回折面に入射する瞳近軸光線の光軸からの高さを h_{bdoe} 、前記レンズ面と前記回折面との光軸上での距離を L_{ad} 、とするとき、

$$0.70 < |h_{asp_h} / h_{basp_h}| < 1.00$$

$$0.85 < |h_{doe} / h_{bdoe}| < 1.30$$

$$0.01 < |L_{ad} / f| < 0.30$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 3】

前記レンズ面の非球面形状は、半径方向において中心部から周辺部に向けて連続変化しており、前記レンズ面の周辺部は、中心部よりも強い負の屈折力を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像光学系。

【請求項 4】

前記第 1 レンズ群の物体側から数えて 2 番目のレンズは正レンズであり、該正レンズの材料のアッペ数を d_{anm} 、前記正レンズの物体側のレンズ面に入射する軸上近軸光線の光軸からの高さを h_{anm} 、前記正レンズの物体側のレンズ面に入射する瞳近軸光線の光軸からの高さを h_{banm} 、前記正レンズの焦点距離を f_{anm} とするとき、

$$70 < d_{anm} < 100$$

$$0.70 < |h_{anm} / h_{banm}| < 0.90$$

$$0.10 < f_{anm} / f < 0.50$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮像光学系。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、正レンズ、正レンズ、非球面形状のレンズ面を有する負レンズ、負レンズと正レンズとが回折面を介して接合された接合レンズ、より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項の撮像光学系。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ順に、非球面形状のレンズ面を有する正レンズ、正レンズ、負レンズ、負レンズと正レンズとが回折面を介して接合された接合レンズ、より構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項の撮像光学系。

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は、正レンズと負レンズとが接合された接合レンズより構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項の撮像光学系。

【請求項 8】

前記第 3 レンズ群は、光軸に対して垂直方向の成分を持つ方向に移動して結像位置を光軸に対して垂直方向に移動させるレンズユニットを有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項の撮像光学系。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項の撮像光学系と、該撮像光学系によって形成された像を受光する撮像素子と、を有することを特徴とする撮像装置。

【手続補正 2】

【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】

本発明の撮像光学系は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングに際して光軸上を像側に移動する負の屈折力の第2レンズ群、開口絞り、第3レンズ群、より構成される撮像光学系であって、

前記第1レンズ群は、回折面及び屈折部分を含む回折光学素子と、非球面形状のレンズ面を含む非球面レンズと、を有し、

前記レンズ面と光軸との交点を原点とし、前記レンズ面の有効半径を h_{amax} 、前記レンズ面の h_{amax} における位置から、原点を含み光軸に垂直な第1平面までの距離を xb 、前記レンズ面の $h_{amax}/2$ における位置から前記第1平面までの距離を xa 、前記レンズ面の $h_{amax}/2$ における位置と原点とを通過する仮想球面の半径を R 、前記仮想球面の h_{amax} における位置から前記第1平面までの距離を xb' 、とするとき

$$R = (4 \times xa^2 + h_{amax}^2) / (8 \times xa)$$

$$xb' = R - (R^2 - h_{amax}^2)^{1/2} \quad (\text{前記レンズ面が物体側に凸形状の場合})$$

$$xb' = R + (R^2 - h_{amax}^2)^{1/2} \quad (\text{前記レンズ面が物体側に凹形状の場合})$$

なる式を満足し、

前記回折光学素子の全体の焦点距離を f_{gdoe} 、前記屈折部分の焦点距離を f_g 、前記回折面の焦点距離を f_{doe} 、無限遠物体にフォーカスしているときの全系の焦点距離を f 、レンズ全長を L 、とし、

$$dbA = xb - xb'$$

$$dbD = (f_{gdoe} - f_g) - f_{doe}$$

とするとき、

$$1.00 \times 10^{-6} < |dbA / dbD| < 4.30 \times 10^{-6}$$

$$5.0 < |(f_{doe} / f) \times (L / f)| < 20.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

以下に、本発明の好ましい実施の形態を、添付の図面に基づいて詳細に説明する。本発明の撮像光学系は、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、無限遠物体から至近距離物体へのフォーカシングに際して光軸上を像側に移動する負の屈折力の第2レンズ群、開口絞り、第3レンズ群、より構成される。第1レンズ群は、回折面及び屈折部分を含む回折光学素子と、非球面形状のレンズ面を含む非球面レンズと、を有している。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

各実施例において h_{amax} を非球面形状のレンズ面の有効半径とする。 xb を非球面形状のレンズ面が光軸と交点を原点とし、非球面形状のレンズ面の有効半径 h_{amax} における位置から、原点を含み光軸に垂直な平面（第1平面）までの距離とする。 xa を非球面形状のレンズ面の有効半径 h_{amax} の半分（ $h_{amax}/2$ ）における位置から原点を通り光軸に対し垂直な平面（第1平面）までの距離とする。 R を原点と非球面形状のレンズ面の有効半径 h_{amax} の半分（ $h_{amax}/2$ ）における位置を通過する仮想球面の半径とする。そして半径 R が $R = (4 \times xa^2 + h_{amax}^2) / (8 \times xa)$ を満足する。

【手続補正5】

【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】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 7 】

x_b' を仮想球面上で有効半径 h_{amax} における位置から原点を通り、光軸に対し垂直な平面（第1平面）までの距離とする。非球面形状のレンズ面が物体側に凸形状の場合は $x_b' = R - (R^2 - h_{amax}^2)^{1/2}$ （凹形状の場合は $x_b' = R + (R^2 - h_{amax}^2)^{1/2}$ となる）を満足する。fgdoe を回折面を含んだ回折光学素子の全体の焦点距離、fg を回折光学素子から回折面を除いた屈折部分のみでの焦点距離とする。fdoe を回折光学素子 Ldoe の回折面 DOE における焦点距離、f を無限遠物体にフォーカスしているときの全系の焦点距離、L をレンズ全長とする。

【手続補正 6】

【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】 変更

【補正の内容】

【 0 0 1 9 】

$$dbA = x_b - x_b'$$

$$dbD = (fgdoe - fg) - fdoe$$

このとき、

$$1.00 \times 10^{-6} < |dbA / dbD| < 4.30 \times 10^{-6} \quad \text{----- (1)}$$

$$5.0 < |(fdoe / f) \times (L / f)| < 20.0 \quad \text{----- (2)}$$

なる条件式を満足する。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 0

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 7 0 】

$$8.0 < |(fdoe / f) \times (L / f)| < 18.0 \quad \text{----- (2-a)}$$

更に、好ましくは条件式（2a）の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 7 1 】

$$10.0 < |(fdoe / f) \times (L / f)| < 17.0 \quad \text{----- (2-a)}$$

以上のように各実施例では回折光学素子と非球面レンズを用い、回折面における屈折力と非球面レンズの非球面量等を適切に設定し、これにより高い光学性能を有する撮像光学系を得ている。また各実施例において好ましくは次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。第1レンズ群L1内の非球面形状のレンズ面は、回折光学素子Ldoeの回折面よりも物体側に配置するのが良い。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 7 3

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 7 3 】

第1レンズ群L1内に設けられた非球面形状のレンズ面の非球面形状は、半径方向におい

て中心部から周辺部に向けて連続変化しており、且つ、レンズ面の周辺部は、中心部よりも強い負の屈折力を有する。第1レンズ群L1内の非球面形状を有するレンズ面と回折光学素子Ldoeの回折面DOEは、条件式(3)乃至条件式(5)を満足すると、各光学素子の光学性能への弊害の低減と諸収差の低減を図るのが可能になる。条件式(3)は、非球面形状を有するレンズ面の第1レンズ群L1内での配置箇所を規定する。一方、条件式(4)は、回折光学素子Ldoeの回折面DOEの同じく第1レンズ群L1内での配置箇所を規定する。

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 1 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 1 7】

$$(h, m) = (2/m - 0) \times (C1 \cdot h^2 + C2 \cdot h^4 + C3 \cdot h^6 + \dots)$$

また各実施例における各条件式を表 1 に示す。