

【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 27 年 4 月 23 日 (2015.4.23)

【公開番号】特開 2013-195747 (P2013-195747A)  
 【公開日】平成 25 年 9 月 30 日 (2013.9.30)  
 【年通号数】公開・登録公報 2013-053  
 【出願番号】特願 2012-63354 (P2012-63354)  
 【国際特許分類】

G 0 2 B 13/04 (2006.01)

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 13/04 D

G 0 2 B 13/18

【手続補正書】  
 【提出日】平成 27 年 3 月 10 日 (2015.3.10)  
 【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】

物体側より像側へ順に、第 1 レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第 2 レンズ群からなり、  
 最も物体側のレンズ面を通過する近軸軸上光線の光軸からの高さが、光軸と瞳近軸光線との交点より像側において近軸軸上光線がレンズ面を通過する光軸からの高さの最大値よりも小さい光学系であって、

前記第 2 レンズ群は、正レンズ A と正レンズ B を有し、前記正レンズ A の材料のアッペ数と部分分散比を各々  $d_p A$ 、 $g_{Fp} A$ 、前記正レンズ B の材料のアッペ数と部分分散比を各々  $d_p B$ 、 $g_{Fp} B$  とするとき、

$$1.7 < d_p A < 2.5$$

$$0.02 < g_{Fp} A - 0.6438 + 0.001682 \times d_p A < 0.05$$

$$6.0 < d_p B < 10.0$$

$$0.001 < g_{Fp} B - 0.6438 + 0.001682 \times d_p B < 0.060$$

なる条件式を満足することを特徴とする光学系。

【請求項 2】

前記正レンズ A の焦点距離を  $f_p A$ 、全系の焦点距離を  $f$  とするとき、  
 $2.0 < d_p A \times f_p A / f < 7.0$   
 なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 3】

前記正レンズ A は、前記第 2 レンズ群の中で最も像側に配置されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学系。

【請求項 4】

前記正レンズ A の焦点距離を  $f_p A$ 、前記正レンズ B の焦点距離を  $f_p B$  とするとき、  
 $1.2 < (d_p B \times f_p B) / (d_p A \times f_p A) < 6.0$   
 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 項に記載の光学系。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、物体側から像側へ連続して配置された 2 枚以上の負レンズを有し、

前記連続して配置された 2 枚以上の負レンズに含まれる 1 枚の負レンズを負レンズ C として、該負レンズ C の材料のアップベ数を  $d n C$ 、前記負レンズ C の焦点距離を  $f n C$ 、前記正レンズ A の焦点距離を  $f p A$  とするとき、

$$2 < |(d n C \times f n C) / (d p A \times f p A)| < 1.4$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 6】

前記負レンズ C の材料の部分分散比を  $g F n C$  とするとき、

$$0.001 < g F n C - 0.6438 + 0.001682 \times d n C < 0.060$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 5 に記載の光学系。

【請求項 7】

フォーカシングに際して前記第 1 レンズ群の一部と前記第 2 レンズ群が移動することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項の光学系。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光学系と、該光学系によって形成される像を受光する撮像素子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】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

このためレトロフォーカス型の光学系では、広画角化を図りつつ、色収差と、球面収差、コマ収差、非点収差などの諸収差をバランス良く補正することが困難である。レトロフォーカス型の光学系において、色収差と球面収差、コマ収差、非点収差等の諸収差とをバランス良く補正するには、特に開口絞りよりも像側の正の屈折力の後方レンズ群のレンズ構成を適切に設定することが重要となってくる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

本発明の光学系は、物体側より像側へ順に、第 1 レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第 2 レンズ群からなり、

最も物体側のレンズ面を通過する近軸軸上光線の光軸からの高さが、光軸と瞳近軸光線との交点より像側において近軸軸上光線がレンズ面を通過する光軸からの高さの最大値よりも小さい光学系であって、

前記第 2 レンズ群は、正レンズ A と正レンズ B を有し、前記正レンズ A の材料のアップベ数と部分分散比を各々  $d p A$ 、 $g F p A$ 、前記正レンズ B の材料のアップベ数と部分分散比を各々  $d p B$ 、 $g F p B$  とするとき、

$$1.7 < d p A < 2.5$$

$$0.02 < g F p A - 0.6438 + 0.001682 \times d p A < 0.05$$

$$60 < d p B < 100$$

$$0.001 < g F p B - 0.6438 + 0.001682 \times d p B < 0.060$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【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】

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。本発明の光学系は、物体側より像側へ順に、第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群を有している。また、本発明の光学系は最も物体側のレンズ面を通過する近軸軸上光線の光軸からの高さが、光軸と瞳近軸光線との交点Pより像側で近軸軸上光線がレンズ面を通過する光軸からの高さの最大値よりも小さいレトロフォーカス型より成っている。なお、近軸軸上光線とは、光学系全系の焦点距離を1に正規化したとき、光学系の光軸と平行に、光軸からの高さを1として入射させた近軸光線である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0018】

図1は、本発明の光学系の実施例1のレンズ断面図、図2は実施例1の光学系の無限合焦状態の収差図である。図3は、本発明の光学系の実施例2のレンズ断面図、図4は実施例2の光学系の無限合焦状態の収差図である。図5は、本発明の光学系の実施例3のレンズ断面図、図6は実施例3の光学系の無限合焦状態の収差図である。図7は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0020】

レンズ断面図において、LAは光学系である。光学系LAは開口絞りSPを挟んで物体側に負の屈折力の第1レンズ群L1と像側に正の屈折力の第2レンズ群L2を有している。LFはフォーカシングに際して移動するフォーカスレンズ群である。フォーカスレンズ群LFは第1レンズ群L1の一部と第2レンズ群L2より構成されている。フォーカスレンズ群LFは無遠物体から近距離物体へのフォーカシングに際して矢印の如く物体側へ移動する。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

各実施例の光学系において、第2レンズ群L2は2つ以上の正の屈折力のレンズ（以下「正レンズ」という。）を有している。2つ以上の正レンズのうちの1つの正レンズを正レンズA、他の1つの正レンズを正レンズBとする。正レンズAの材料のアッベ数と、部分分散比を各々  $d_p A$ 、 $g_{Fp} A$ 、正レンズBの材料のアッベ数と、部分分散比を各々  $d_p B$ 、 $g_{Fp} B$ とする。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0029】

条件式(1a)、(1b)、(2a)、(2b)は第2レンズ群L2内の正レンズAと正レンズBの材料のアップベ数と異常分散を適切に設定することでレンズ系全体の色収差を良好に補正するための条件である。高分散の異常分散硝材が色収差の補正の分担をすることで、レンズの屈折力の増加を抑え色収差とその他の諸収差の補正を容易にしている。条件式(1a)、(1b)、(2a)、(2b)を同時に満足することによって光学系全体で諸収差の悪化を軽減しつつ、色収差を良好に補正している。

## 【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0030】

各実施例では高分散、高屈折率の材料よりなる正レンズAを第2レンズ群L2中の最も像側に配置することで、諸収差の発生を抑えつつ倍率色収差の2次スペクトルの曲がりの補正を効果的に行っている。また、バックフォーカスを長くすることを容易にしている。実施例1、2、3においては正レンズAが条件式(1a)、(1b)を満足する。実施例1においては2つのレンズB1、B2、実施例2においては1つのレンズB1、実施例3においては1つのレンズB1が条件式(2a)、(2b)を満足する正レンズBに相当している。

## 【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0031】

また、低分散の材料よりなる正レンズBを実施例1においては2つ、実施例2と実施例3においては各1つ、第2レンズ群L2中に配置することで正レンズAとの分散のバランスをとり、第2レンズ群L2において色収差を良好に補正している。

## 【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0032

【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0032】

条件式(1a)、(2a)の下限を超えて正レンズAと正レンズBの材料の分散が大きくなりすぎると、色収差が過補正となりよくない。条件式(1a)、(2a)の上限を超えて正レンズAと正レンズBの材料の分散が小さくなりすぎると、色収差の補正効果が小さくなりよくない。もしくは同等の効果を得るために各レンズのパワーを増加させなければならなくなり諸収差の良好な補正が困難となる。より好ましくは、条件式(1a)、(1b)、(2a)、(2b)の数値範囲を次の如く設定するのがよい。

$$\begin{aligned}
 1.8 < d_{pA} < 2.4 & \dots (1aa) \\
 0.022 < g_{FpA} - 0.6438 + 0.001682 \times d_{pA} < 0.040 & \dots (1bb) \\
 6.3 < d_{pB} < 9.6 & \dots (2aa) \\
 0.012 < g_{FpB} - 0.6438 + 0.001682 \times d_{pB} < 0.052 & \dots (2bb)
 \end{aligned}$$

各実施例では以上のように構成することにより広画角でありながら色収差を良好に補正し、高い光学性能を有した光学系を得ている。各実施例において更に好ましくは次の諸条

件のうち1以上を満足するのが良い。正レンズAの焦点距離を $f_p A$ 、正レンズBの焦点距離を $f_p B$ 、全系の焦点距離を $f$ とする。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

第1レンズ群L1は物体側から像側へ順に、連続して配置された2枚以上の負レンズを有している。そして連続した2つ以上の負レンズのうち、1つの負レンズを負レンズCとし、負レンズCの材料のアップベ数と部分分散比を各々 $d_n C$ 、 $g_F n C$ とする。負レンズCの焦点距離を $f_n C$ とする。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

このとき、次の条件式のうち1以上を満足するのが良い。

$$2.0 < d_p A \times f_p A / f < 7.0 \quad \dots (3)$$

$$1.2 < (d_p B \times f_p B) / (d_p A \times f_p A) < 6.0 \quad \dots (4)$$

$$2 < |(d_n C \times f_n C) / (d_p A \times f_p A)| < 14 \quad \dots (5a)$$

$$0.001 < g_F n C - 0.6438 + 0.001682 \times d_n C < 0.060 \quad \dots (5b)$$

次に前述した各条件式の技術的意味について説明する。条件式(3)は正レンズAの材料のアップベ数と焦点距離に関し、正レンズAの色消しの強さを適切に設定することで色収差を良好に補正するための条件である。条件式(3)の下限を超えると正レンズAの色消しが強くなりすぎて、色収差が過補正となりよくない。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

もしくは正の屈折力の第2レンズ群L2全体の過補正を防ぐために第2レンズ群L2中の負レンズに正レンズAと同程度以上の高分散な材料を用いる必要がある。一般的に高分散材料は部分分散比 $g_F$ も大きくなるため、正レンズAの色消し効果を打ち消してしまいよくない。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0036

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0036】

条件式(3)の上限を超えると正レンズAの色消しが弱くなりすぎて、良好な色収差の補正が困難となるためよくない。より好ましくは条件式(3)の数値範囲を次の如く設定するのがよい。

$$2.5 < d_p A \times f_p A / f < 6.0 \quad \dots (3a)$$

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 7

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 7 】

条件式 ( 4 ) は正レンズ A と正レンズ B の色消しの強さの比に関し、色消しの強さのバランスを適切に設定することで色収差を良好に補正するための条件である。条件式 ( 4 ) の下限を超えると正レンズ A の色消しが強くなりすぎて、2 次スペクトルの曲がりに対する補正効果は大きくなるが、1 次の色収差が過補正となりよくない。条件式 ( 4 ) の上限を超えると正レンズ B の色消しが強くなりすぎて、低分散な硝材で強い色消しをすることになるためにレンズの屈折力を増加しなければならず、色以外の諸収差が悪化するためよくない。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】 明細書

【補正対象項目名】 0 0 3 8

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 8 】

より好ましくは、条件式 ( 4 ) の数値範囲を次の如く設定するのがよい。

$$1.5 < (d p B \times f p B) / (d p A \times f p A) < 5.0$$

・・・ ( 4 a )

条件式 ( 5 a ) は正レンズ A と負レンズ C の色消しの強さの比に関し、色消しの強さのバランスを適切に設定することで倍率色収差を良好に補正するための条件である。条件式 ( 5 a ) の下限を超えると負レンズ C の色消しが強くなりすぎて、特に 1 次の倍率色収差が過補正となりよくない。条件式 ( 5 a ) の上限を超えると負レンズ C の色消しが弱くなりすぎて、物体側のレンズの屈折力を下げなければならず、物体側のレンズの有効径 ( 前玉有効径 ) が大型化するためよくない。

【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 3 9

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 3 9 】

より好ましくは条件式 ( 5 a ) の数値範囲を次の如く設定するのがよい。

$$3 < | (d p C \times f p C) / (d p A \times f p A) | < 13 \cdots (5 a a)$$

条件式 ( 5 b ) は負レンズ C の材料の部分分散比に関し、倍率色収差の 2 次スペクトルの曲がり良好に補正するための条件である。また、実施例 1 においては 3 つのレンズ C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>、C<sub>3</sub>、実施例 2 においては 1 つのレンズ C<sub>1</sub>、実施例 3 においては 2 つのレンズ C<sub>1</sub>、C<sub>2</sub> が条件式 ( 5 a )、( 5 b ) を満たす負レンズ C に相当する。これらの負レンズを配置することで効果的に倍率色収差の補正を行っている。

【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 4 1

【補正方法】 変更

【補正の内容】

【 0 0 4 1 】

図 7 は各実施例の光学系を用いたデジタルスチルカメラの要部概略図である。図 7 において 2 0 はカメラ本体、2 1 は各実施例で説明したいずれかの光学系によって構成された撮影光学系である。2 2 はカメラ本体 2 0 に内蔵され、撮影光学系 2 1 によって形成された被写体像を受光する C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子 ( 撮像素子 ) ( 光電変換素子 ) である。