

【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20年6月5日(2008.6.5)

【公開番号】特開2006-301416(P2006-301416A)

【公開日】平成18年11月2日(2006.11.2)

【年通号数】公開・登録公報2006-043

【出願番号】特願2005-125149(P2005-125149)

【国際特許分類】

G 0 2 B 13/04 (2006.01)

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 15/20 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 13/04 D

G 0 2 B 13/18

G 0 2 B 15/20

【手続補正書】

【提出日】平成20年4月17日(2008.4.17)

【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】

最も前方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後方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光学系において、g線、d線、F線、C線に対する材料の屈折率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$g F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とするとき、

$$-2.100 \times 10^{-3} \cdot d + 0.693 < g F$$

$$0.555 < g F < 0.9$$

なる条件を満足する固体材料から形成される少なくとも1つの屈折光学素子を有し、該屈折光学素子が、該交点より前方に配置されている場合は、光軸より周辺に向かうに従って負の屈折力が大きくなる形状であり、該交点より後方に配置されている場合は、光軸上より周辺に向かうに従って正の屈折力が大きくなる形状であることを特徴とする光学系。

【請求項2】

レトロフォーカス型の光学系において、g線、d線、F線、C線に対する材料の屈折率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$g F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とするとき、

$$-2.100 \times 10^{-3} \cdot d + 0.693 < g F$$

$$0.555 < g F < 0.9$$

なる条件を満足する固体材料から形成される少なくとも1つの屈折光学素子と開口絞りとを有し、該屈折光学素子が、該開口絞りより前方に配置されている場合は、光軸より周辺に向かうに従って負の屈折力が大きくなる形状であり、該開口絞りより後方に配置されて

いる場合は、光軸上より周辺に向かうに従って正の屈折力が大きくなる形状であることを特徴とする光学系。

【請求項 3】

光学系の光学全長を OTL 、前記光学系の焦点距離を f とするとき、

$$2 < OTL / f < 1.5$$

なる条件を満足する光学系であって、 g 線、 d 線、 F 線、 C 線に対する材料の屈折率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$g_F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とするとき、

$$-2.100 \times 10^{-3} \cdot d + 0.693 < g_F$$

$$0.555 < g_F < 0.9$$

なる条件を満足する固体材料から形成される少なくとも 1 つの屈折光学素子と開口絞りとを有し、該屈折光学素子が、該開口絞りより前方に配置されている場合は、光軸より周辺に向かうに従って負の屈折力が大きくなる形状であり、該開口絞りより後方に配置されている場合は、光軸上より周辺に向かうに従って正の屈折力が大きくなる形状であることを特徴とする光学系。

【請求項 4】

最も前方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後方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光学系において、 g 線、 d 線、 F 線、 C 線に対する材料の屈折率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$g_F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とするとき、

$$-2.100 \times 10^{-3} \cdot d + 0.693 < g_F$$

$$0.555 < g_F < 0.9$$

なる条件を満足する固体材料から形成される少なくとも 1 つの屈折光学素子を有し、該屈折光学素子が、該交点より前方に配置されている場合は、最大光線有効径の 7 割の位置における該屈折光学素子の厚さが光軸上における厚さに比べ厚い形状であり、該交点より後方に配置されている場合は、最大光線有効径の 7 割の位置における該屈折光学素子の厚さが光軸上における厚さに比べ薄い形状であることを特徴とする光学系。

【請求項 5】

レトロフォーカス型の光学系において、 g 線、 d 線、 F 線、 C 線に対する材料の屈折率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$g_F = (N_g - N_F) / (N_F - N_C)$$

とするとき、

$$-2.100 \times 10^{-3} \cdot d + 0.693 < g_F$$

$$0.555 < g_F < 0.9$$

なる条件を満足する固体材料から形成される少なくとも 1 つの屈折光学素子と開口絞りとを有し、該屈折光学素子が、該開口絞りより前方に配置されている場合は、最大光線有効径の 7 割の位置における該屈折光学素子の厚さが光軸上における厚さに比べ厚い形状であり、該開口絞りより後方に配置されている場合は、最大光線有効径の 7 割の位置における該屈折光学素子の厚さが光軸上における厚さに比べ薄い形状であることを特徴とする光学系。

【請求項 6】

光学系の光学全長を OTL 、前記光学系の焦点距離を f とするとき、

$$2 < OTL / f < 1.5$$

なる条件を満足する光学系であって、 g 線、 d 線、 F 線、 C 線に対する材料の屈折率をそれぞれ N_g 、 N_d 、 N_F 、 N_C とし、

$$d = (N_d - 1) / (N_F - N_C)$$

$$g F = (N g - N F) / (N F - N C)$$

とすると、

$$- 2.100 \times 10^{-3} \cdot d + 0.693 < g F$$

$$0.555 < g F < 0.9$$

なる条件を満足する固体材料から形成される少なくとも1つの屈折光学素子と開口絞りとを有し、該屈折光学素子が、該開口絞りより前方に配置されている場合は、最大光線有効径の7割の位置における該屈折光学素子の厚さが光軸上における厚さに比べ厚い形状であり、該開口絞りより後方に配置されている場合は、最大光線有効径の7割の位置における該屈折光学素子の厚さが光軸上における厚さに比べ薄い形状であることを特徴とする光学系。

【請求項7】

前記交点より前方に配置された前記屈折光学素子の屈折力を $G I T 1$ 、光学系全体の屈折力を とするとき、

$$0 < | G I T 1 / | < 0.5$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項8】

前記交点より後方に配置された前記屈折光学素子の屈折力を $G I T 2$ 、光学系全体の屈折力を とするとき、

$$0 < | G I T 2 / | < 1.0$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1～6のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項9】

前記固体材料は、

$$g d = (N g - N d) / (N F - N C)$$

とすると、

$$- 2.407 \times 10^{-3} \cdot d + 1.420 < g d$$

$$1.255 < g d < 1.67$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1～8のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項10】

前記固体材料のアッペ数を d とするとき、

$$d < 60$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項11】

前記固体材料の $0 \sim 40^\circ$ における d 線の屈折率の温度に対する変化率の絶対値を $|dn/dT|$ とするとき、

$$|dn/dT| < 2.5 \times 10^{-4} (1/)$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1～10のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項12】

光電変換素子に像を形成することを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の光学系。

【請求項13】

請求項1から12のいずれか1項の光学系を備えることを特徴とする光学機器。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

$$d = (N d - 1) / (N F - N C)$$

$$g d = (N g - N d) / (N F - N C)$$

$$g F = (N g - N F) / (N F - N C)$$

ここで、レトロフォーカス型の光学系とは、

・最も前方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後方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光学系

・光学系の光学全長を OTL 、光学系の焦点距離を f とするとき、

$$2 < OTL / f < 1.5$$

なる条件を満足する光学系（但し、光学系がズームレンズの場合、 OTL 、 f は各々広角端の数値）

である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

具体的には、本発明の各実施例の光学系は、最も前方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 より後方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。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0064】

図 1 は、レトロフォーカス型光学系の色収差補正の作用を説明するための近軸屈折力配置を示した概略図である。図 1 において、 G_n 、 G_p はそれぞれレトロフォーカス型光学系を構成する負の屈折力の前群と、正の屈折力の後群である。問題を簡単にするために、前群 G_n 、後群 G_p を構成するレンズは全て薄肉単レンズとし、前群 G_n 、後群 G_p 内においてそれぞれレンズ間隔 0 で光軸上に配置されているものとする。 Q は近軸軸上光線、 R は瞳近軸光線である。 P は瞳近軸光線 R と光軸 L_a との交点であり、普通、開口絞りの中心と一致する。 h_n 、 h_p は近軸軸上光線 Q のレンズ面への入射高である。 H_n 、 H_p は、瞳近軸光線 R のレンズ面への入射高である。本発明におけるレトロフォーカス型の光学系とは、最も前方のレンズ面を通過する近軸軸上光線 Q の高さ h_n が、交点 P より後方で近軸軸上光線 Q がレンズ面を通過する光軸からの高さ h_p の最大値よりも小さい光学系をいう。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0086

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0086】

部分 GIT を構成する固体材料としては、 $0 \sim 40^\circ$ における d 線の屈折率の温度に対する変化率の絶対値を $|dn/dT|$ とするとき、

$$|dn/dT| < 2.5 \times 10^{-4} (1/\text{度}) \cdots (8)$$

なる条件を満足するのが良い。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0105

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 0 1 0 5 】

数値実施例 2 の光学系では、瞳近軸光線 R の光軸 $L a$ からの通過位置が比較的高くなる後方にレンズ $G I T$ を導入している。このときのレンズ $G I T$ は、光軸上より周辺に向かうに従って正の屈折力が大きくなる形状としている。そして、レンズ $G I T$ に正の屈折力を与え、軸上色収差・倍率色収差を補正し、さらにレンズ $G I T$ の面を非球面形状とすることにより諸収差を補正した高性能な光学系を得ている。

【 手続補正 7 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 0 7

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 1 0 7 】

数値実施例 3 の光学系では、瞳近軸光線 R の光軸 $L a$ からの通過位置が比較的低くなる前方にレンズ $G I T$ を導入している。このときのレンズ $G I T$ は、光軸上より周辺に向かうに従って負の屈折力が大きくなる形状としている。そして、レンズ $G I T$ に負の屈折力を与え、倍率色収差を補正した高性能な光学系を得ている。

【 手続補正 8 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 0 8

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 1 0 8 】

図 8 は数値実施例 4 の光学系 $O L$ の断面図である。数値実施例 4 は焦点距離 14 mm の広角レンズにおいて、両側をガラスで接合される位置に $T i O_2$ 微粒子を UV 硬化樹脂に分散させた混合体より成る屈折光学素子を用いた例である。図 8 中、 $T i O_2$ 微粒子分散材料で形成したレンズ（層）を $G I T$ で示している。 $S P$ は開口絞りである。図 9 は数値実施例 4 の光学系の収差図（無限遠物体に合焦時）である。

【 手続補正 9 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 0 9

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 1 0 9 】

数値実施例 4 の光学系では、瞳近軸光線 R の光軸 $L a$ からの通過位置が比較的高くなり、両側をガラスで接合される位置にレンズ $G I T$ を導入している。このときのレンズ $G I T$ は、光軸上より周辺に向かうに従って負の屈折力が大きくなる形状としている。そして、レンズ $G I T$ に正の屈折力を与え、軸上色収差・倍率色収差を補正し、さらにレンズ $G I T$ の面を非球面形状とすることにより諸収差を補正した高性能な光学系を得ている。

【 手続補正 10 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 1 1 0

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 0 1 1 0 】

図 10 (A) , (B) , (C) は数値実施例 5 の光学系の広角端、中間のズーム位置、望遠端のレンズ断面図である。数値実施例 5 は負の屈折力の第 1 レンズ群 $L 1$ 、負の屈折力の第 2 レンズ群 $L 2$ 、正の屈折力の第 3 レンズ群 $L 3$ 、負の屈折力の第 4 レンズ群 $L 4$ 、正の屈折力の第 5 レンズ群からなる 5 群構成のズームレンズであり、このズームレンズに $T i O_2$ 微粒子を UV 硬化樹脂に分散させた混合体より成る屈折光学素子を用いた例である。図 10 中、 $T i O_2$ 微粒子を UV 硬化樹脂に分散させた混合体で形成したレンズ（

層)をGITで示している。SPは開口絞り、IPは像面である。図11(A)、(B)、(C)は、数値実施例5の光学系(ズームレンズ)の広角端(W)、中間のズーム位置(中間焦点距離)(M)、望遠端(T)における収差図(無限遠物体に合焦時)である。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0113

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0113】

図13(A)、(B)、(C)は、数値実施例6の光学系(ズームレンズ)の広角端(W)、中間のズーム位置(中間焦点距離)(M)、望遠端(T)における収差図(無限遠物体に合焦時)である。