

【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 19 年 5 月 31 日 (2007.5.31)

【公開番号】特開 2005-300928 (P2005-300928A)

【公開日】平成 17 年 10 月 27 日 (2005.10.27)

【年通号数】公開・登録公報 2005-042

【出願番号】特願 2004-117216 (P2004-117216)

【国際特許分類】

G 0 2 B 13/12 (2006.01)

G 0 2 B 15/10 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 13/12

G 0 2 B 15/10

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 4 月 3 日 (2007.4.3)

【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】

結像光学系の像側に配置されるアナモフィックコンバータであって、

前記アナモフィックコンバータは、物体側から像側に順に、第 1 レンズユニットと、アナモフィックレンズを含む第 2 レンズユニットと、正の光学的パワーを有する第 3 レンズユニットから成り、

前記第 2 レンズユニットは、前記第 1 レンズユニットおよび前記第 3 レンズユニットの間に配置された第 1 の状態と、前記第 1 レンズユニットおよび前記第 3 レンズユニットの間から退避した第 2 の状態とに移動可能であることを特徴とするアナモフィックコンバータ。

【請求項 2】

前記第 2 の状態において、前記第 1 レンズユニットおよび前記第 3 レンズユニットは、倍率変換光学系として機能することを特徴とする請求項 1 に記載のアナモフィックコンバータ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズユニットは、負の光学的パワーを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のアナモフィックコンバータ。

【請求項 4】

前記第 1 レンズユニットは、正の光学的パワーを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載のアナモフィックコンバータ。

【請求項 5】

前記第 2 レンズユニットに略平行光が入射することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータ。

【請求項 6】

前記第 2 レンズユニットは、光軸に直交する断面において少なくとも 1 つの正の光学的パワーを有する第 1 のアナモフィックレンズと、光軸に直交する断面において少なくとも 1 つの負の光学的パワーを有する第 2 のアナモフィックレンズとを有することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータ。

【請求項 7】

前記第 3 レンズユニットは、複数の正レンズエレメントと少なくとも 1 つの負レンズエレメントとを有し、かつ以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータ。

$$v_{p3} - v_{n3} > 20$$

但し、 v_{p3} は前記正レンズエレメントのアップベ数の平均値、 v_{n3} は前記負レンズエレメントのアップベ数の平均値である。

【請求項 8】

前記第 1 レンズユニットは、少なくとも 1 つの正レンズエレメントと複数の負レンズエレメントとを有し、かつ以下の条件を満足することを特徴とする請求項 3 に記載のアナモフィックコンバータ。

$$v_{n1} - v_{p1} > 10$$

但し、 v_{p1} は前記正レンズエレメントのアップベ数の平均値、 v_{n1} は前記負レンズエレメントのアップベ数の平均値である。

【請求項 9】

前記第 1 レンズユニットは、複数の正レンズエレメントと少なくとも 1 つの負レンズエレメントとを有し、かつ以下の条件を満足することを特徴とする請求項 4 に記載のアナモフィックコンバータ。

$$v_{p1} - v_{n1} > 10$$

但し、 v_{p1} は前記正レンズエレメントのアップベ数の平均値、 v_{n1} は前記負レンズエレメントのアップベ数の平均値である。

【請求項 10】

前記第 2 レンズユニットは、該アナモフィックコンバータの全系の光軸を中心として回転可能であることを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータ。

【請求項 11】

前記第 2 レンズユニットは、この第 2 レンズユニットの物体側と像面側とを反転させることが可能であることを特徴とする請求項 1 から 10 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータ。

【請求項 12】

前記第 2 レンズユニットは少なくとも 2 つのレンズエレメントを含み、

該 2 つのレンズエレメント間の間隔が変更可能であることを特徴とする請求項 1 から 11 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータ。

【請求項 13】

前記アナモフィックコンバータの像側に配置された撮像素子上に物体の像を形成する場合において、以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 12 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータ。

$$0.9 < (AR1 \cdot \beta x) / (AR2 \cdot \beta y) < 1.1$$

但し、 βx は該アナモフィックコンバータの全系の光軸を含む x 断面における焦点距離変換倍率、 βy は前記光軸を含む前記 x 断面に垂直な y 断面における焦点距離変換倍率、 $AR1$ は前記結像光学系による結像範囲の像面でのアスペクト比、 $AR2$ は前記撮像素子の有効撮像領域のアスペクト比である。

【請求項 14】

前記アナモフィックコンバータの像側に配置された撮像素子上に物体の像を形成する場合において、以下の条件を満足することを特徴とする請求項 1 から 13 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータ。

$$1 - (AR2^2 + 1) \cdot \beta y^2 / (AR1^2 + 1) < 2.6$$

但し、 βy は該アナモフィックコンバータの全系の光軸を含む x 断面に垂直であって、前記光軸を含む y 断面における焦点距離変換倍率、 $AR1$ は前記結像光学系による結像範囲の像面でのアスペクト比、 $AR2$ は前記撮像素子の有効撮像領域のアスペクト比である。

。

【請求項 15】

請求項 1 から 14 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータと、前記アナモフィックコンバータより物体側に配置された結像光学系とを有することを特徴とするレンズシステム。

【請求項 16】

請求項 1 から 14 のいずれか 1 つに記載のアナモフィックコンバータと、前記アナモフィックコンバータより物体側に配置された結像光学系と、前記アナモフィックコンバータより像側に配置された撮像素子と、を有することを特徴とする撮影システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

上記の目的を達成するために、1つの観点としての本発明は、結像光学系の像側に配置されるアナモフィックコンバータであって、アナモフィックコンバータは物体側から像側に順に、第1レンズユニットと、アナモフィックレンズを含む第2レンズユニットと、正の光学的パワーを有する第3レンズユニットとで構成されている。そして、第2レンズユニットを、第1レンズユニットと第3レンズユニットの間の領域に配置された第1の状態と、該領域から退避した第2の状態とに移動可能とする。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

ここで、図2に示すように、像面の横（水平方向）の長さをX、像面の縦（垂直方向）の長さをYとすると、アスペクト比ARは、

$$AR = X / Y \quad (1)$$

で表される。

【手続補正 4】

【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】

図3には、結像光学系IFSによる結像範囲（イメージサークル）ISの模式図を、また、図4には撮像素子における有効撮像領域EPAの模式図を示す。図3に示すように、結像光学系IFSの像面（撮像素子の受光面）における結像範囲ISに対応した（内接する）有効画面ESにおいて、横（水平方向）の長さをX1、縦（垂直方向）の長さをY1、アスペクト比をAR1とし、図4に示すように、撮像素子の有効撮像領域EPAにおいて、横の長さをX2、縦の長さをY2、アスペクト比をAR2としたとき、

$$AR1 / AR2 = (X1 \cdot Y2) / (X2 \cdot Y1) \quad (2)$$

の関係が成り立つ。

【手続補正 5】

【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】

一次結像させないためには、焦点距離変換倍率 β_x 、 β_y が共に正であることが必要である。さらにアナモフィックコンバータ AC に、上記 x 断面および y 断面の双方において正の屈折力を持たせ、長焦点化効果を低減することが望ましい。このことにより、結像光学系 IFS 単体に対して、画角が狭くなりすぎず、かつ射出瞳を長く保つことが可能な一次結像なし型のアナモフィックコンバータ AC とすることができる。

【手続補正 6】

【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】

アナモフィックコンバータ AC 内において、第 1 ～ 第 3 レンズユニット $G_1 \sim G_3$ を構成する各レンズエレメントの屈折力を ϕ_i 、各レンズエレメントのアッベ数を v_i 、各レンズユニットの屈折率を N_i としたとき、色収差補正条件は、

$$\sum (\phi_i / v_i) = 0 \quad (11)$$

また、ペッツバル条件は

$$\sum (\phi_i / N_i) = 0 \quad (12)$$

で表される。ここで、一般の光学材料は、 $v_i > 0$ 、 $N_i > 0$ であるから、(11) 式および (12) 式を満たすためには、一次結像あり型のアナモフィックコンバータ AC の構成として負レンズエレメント（負の光学的パワーを有するレンズエレメント、以下同様である）を少なくとも 1 枚有することが望ましい。

【手続補正 7】

【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】

図 3 に示すように、結像光学系のイメージサークル IS の径 I_1 は、

$$I_1 = (X_1^2 + Y_1^2)^{1/2} = Y_1 \cdot (AR_1^2 + 1)^{1/2} \quad (15)$$

で表される。

【手続補正 8】

【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、図 4 に示すように、撮像素子の有効撮像領域 EPA の対角長 I_2 は、

$$I_2 = (X_2^2 + Y_2^2)^{1/2} = \beta_y \cdot Y_1 \cdot (AR_2^2 + 1)^{1/2} \quad (16)$$

)

で表される。

【手続補正 9】

【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】

ここで、図5に示すように、アナモフィックコンバータACでアスペクト比変換された像の対角長I3は、

$$I3 = \{ (\beta x \cdot X1)^2 + (\beta y \cdot Y1)^2 \}^{1/2} \\ = \beta y \cdot Y1 \cdot (AR2^2 + 1)^{1/2} \quad (17)$$

で表される。したがって、アスペクト比変換後の像が撮像素子の有効撮像領域の対角長を包括し、ケラレを防止するためには、I3 I2でなければならない。すなわち、(16)式および(17)式より、

$$I3^2 / I2^2 \geq 1 \quad (18)$$

$$\{ \beta y^2 \cdot (AR2^2 + 1) \} / (AR1^2 + 1) \geq 1 \quad (19)$$

となる。したがって(14)式の下限を越えると、ケラレを生じてしまう。また、(14)式の上限を越えると、結像光学系IFS単体での画角に対し、コンバータ変換による画角が狭くなってしまい、結像光学系IFSの結像範囲ISを有効活用できなくなってくる。

【手続補正 10】

【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】

(特徴8)

各実施例において、第2レンズユニットG2を光軸AXL(アナモフィックコンバータACの全系の光軸)を中心として回転可能としてもよい。これにより、アスペクト比変換の方向を任意に選択することができる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0055】

第2レンズユニットG2は、アスペクト比変換のため焦点距離変換倍率 βx 、 βy を変化させるために、少なくとも該A断面における第2レンズユニットG2への軸上マージナル光線の入射高を変化させ、かつ軸上非点収差が発生することなく結像するために、第2レンズユニットG2からの軸上マージナル光線が略平行に射出することが望ましい。上記構成によりこの効果を達成することができる。

3. 第3レンズユニットG3を、複数の正レンズエレメント(正の光学的パワーを有するレンズエレメント、以下同様である)と少なくとも1つの負レンズエレメントとを有する構成とし、かつ以下の条件を満足するとよい。

$$v_{p3} - v_{n3} > 20 \quad (20)$$

但し、 v_{p3} は該正レンズエレメントのアッペ数の平均値、 v_{n3} は該負レンズエレメントのアッペ数の平均値である。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0081】

x方向の変換倍率 β_x およびy方向の変換倍率 β_y は、

$$\beta_x = 0.991 \quad (34)$$

$$\beta_y = 1.030 \quad (35)$$

である。したがって、

$$(AR1 \cdot \beta_x) / (AR2 \cdot \beta_y) = 1.00 \quad (36)$$

であり、(13)式の条件を満たしている。これにより、光学性能が良好で、理想的なアスペクト比変換が可能なアナモフィックコンバータを実現している。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0099

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0099】

結像光学系IFSによる結像範囲の像面でのアスペクト比 $AR1$ 、撮像素子IPの有効撮像領域EPAのアスペクト比 $AR2$ は、

$$AR1 = 2.35 \quad (40)$$

$$AR2 = 1.78 \quad (41)$$

である。また、x方向の変換倍率 β_x およびy方向の変換倍率 β_y は、

$$\beta_x = 0.947 \quad (42)$$

$$\beta_y = 1.252 \quad (43)$$

である。したがって、

$$(AR1 \cdot \beta_x) / (AR2 \cdot \beta_y) = 1.00 \quad (44)$$

であり、(13)式の条件を満たしている。これにより、光学性能が良好で、かつ理想的なアスペクト比変換が可能な一次結像あり型のアナモフィックコンバータを達成することができる。