

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5154981号
(P5154981)

(45) 発行日 平成25年2月27日 (2013. 2. 27)

(24) 登録日 平成24年12月14日 (2012. 12. 14)

(51) Int. Cl.

F 1

G O 2 B 15/20 (2006. 01)
G O 2 B 13/18 (2006. 01)
G O 2 B 7/02 (2006. 01)

G O 2 B 15/20
G O 2 B 13/18
G O 2 B 7/02 H

請求項の数 6 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2008-59910 (P2008-59910)
(22) 出願日 平成20年3月10日 (2008. 3. 10)
(65) 公開番号 特開2009-216920 (P2009-216920A)
(43) 公開日 平成21年9月24日 (2009. 9. 24)
審査請求日 平成22年12月1日 (2010. 12. 1)

(73) 特許権者 504371974
オリンパスイメージング株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(74) 代理人 100065824
弁理士 篠原 泰司
(74) 代理人 100104983
弁理士 藤中 雅之
(72) 発明者 渡邊 正仁
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
リンパスイメージング株式会社内
(72) 発明者 左部 校之
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ
リンパスイメージング株式会社内

審査官 菊岡 智代

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズームレンズを備えた撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側から順に、開口部を有する開口部材と、複数のレンズ群の間隔を適宜変化させることによって変倍を行うズームレンズと、撮像素子とを備える撮像装置において、

所定の形状の開口部を有するフレア絞りが、前記複数のレンズ群のうち最も物体側にあるレンズ群と一体的に設けられており、

前記開口部材の開口部が、広角端のときには有効光束を遮断せず、かつ、望遠端のときには有効光束の一部を遮断し、

前記フレア絞りが、広角端のときには前記開口部材の開口部を通過した有効光束を遮断せず、かつ、望遠端のときには前記開口部材の開口部を通過した有効光束のうち前記開口部材の開口部の淵に当たって散乱した光を遮断することを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記開口部材の開口部、前記フレア絞りの開口部及び前記撮像素子の有効撮像領域が略矩形であり、

次の条件式 (1) を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の撮像装置。

$$(X_A/Y_A) / (X_F/Y_F) < 1.10 \quad \dots (1)$$

ただし、前記撮像素子の有効撮像領域の長手方向を X 方向、前記撮像素子の有効撮像領域の長手方向と直交する方向を Y 方向とし、 X_A は前記開口部材の有する開口部の X 方向の最大値、 Y_A は前記開口部材の有する開口部の Y 方向の最大値、 X_F は前記フレア絞りの有する開口部の X 方向の最大値、 Y_F は前記フレア絞りの有する開口部の Y 方向の最大値

である。

【請求項 3】

前記開口部材の開口部、前記フレア絞りの開口部及び前記撮像素子の有効撮像領域が略矩形であり、

次の条件式（2）を満足することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の撮像装置。

$$(X_I/Y_I) / (X_F/Y_F) < 1.10 \quad \dots (2)$$

ただし、前記撮像素子の有効撮像領域の長手方向を X 方向、前記撮像素子の有効撮像領域の長手方向と直交する方向を Y 方向とし、 X_I は前記撮像素子の有効撮像領域の X 方向の最大値、 Y_I は前記撮像素子の有効撮像領域の Y 方向の最大値、 X_F は前記フレア絞りの有する開口部の X 方向の最大値、 Y_F は前記フレア絞りの有する開口部の Y 方向の最大値である。

10

【請求項 4】

前記ズームレンズが、物体側から順に、正の屈折力を持つ第 1 レンズ群と、負の屈折力を持つ第 2 レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を持つ第 3 レンズ群とを有し、

前記撮像素子が固体撮像素子であって、

変倍の際に前記フレア絞りと前記第 1 レンズ群とが一体的に移動し、

次の条件式（3）及び（4）を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

$$0.5 < f_w/D < 1 \quad \dots (3)$$

$$4.5 < f_t/f_w < 5.0 \quad \dots (4)$$

20

ただし、 f_w は前記ズームレンズの広角端での焦点距離、 f_t は前記ズームレンズの望遠端での焦点距離、 D は前記固体撮像素子の対角長である。

【請求項 5】

前記開口部材と前記フレア絞りが、望遠端のとき、有効光束の最大像高の主光線を遮断しないことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【請求項 6】

歪曲収差を画像処理により補正することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

30

【0001】

本発明は、デジタルスチルカメラやデジタルビデオカメラ（以下、総称してデジタルカメラという）に用いられるズームレンズを備えた撮像装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、5～7 倍程度の変倍比を持つズームレンズと CCD（Charge Coupled Device）や CMOS（Complementary Metal-Oxide Semiconductor）のような固体撮像素子とを備えたデジタルカメラが普及してきている。また、最近では、手軽に撮影を楽しみたいというユーザーの要望がますます強くなってきたこともあり、そのようなデジタルカメラであっても、服やカバンのポケット等への収納性が良く持ち運びに便利のように小型化が図られるようになってきている。

40

【0003】

そのようなズームレンズを備えたデジタルカメラの中には、周知のように、ズームレンズの物体側に、非使用時にレンズを保護するためのバリア機構を備えたものがある。

【0004】

また、そのようなズームレンズを備えたデジタルカメラの中には、フレアやゴーストの原因となる散乱光を遮断するために、ズームレンズ中にフレア絞りを備えているものがある。そのようなフレア絞りを備えたズームレンズとしては、下記の特許文献 1～3 に記載されているようなものが知られている。

【0005】

50

【特許文献1】特開平7-294814号公報

【特許文献2】特開平10-160994号公報

【特許文献3】特開2001-350089号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、そのようなデジタルカメラに、従来のものよりも広角であって10倍程度の高変倍比を持つズームレンズを採用すると、最終的に撮像素子に入射する光束である有効光束の、ズームレンズの最も物体側のレンズ面に入射する際の形状と大きさが、従来のズームレンズを使用した場合に比べ、広角端のときと望遠端のときとで顕著に異なるようになる。

10

【0007】

そのため、従来のズームレンズを採用する場合よりも、広角・高変倍のズームレンズを採用する場合には、ズームレンズよりも物体側に配置されているバリア機構等の開口部において、フレアやゴーストの原因となる散乱光が発生しやすくなってしまうという問題があった。

【0008】

また、特許文献1～3に記載のズームレンズに備えられているフレア絞りは、ズームレンズ内部において発生するフレアやゴーストを除去することを目的としたものであり、ズームレンズよりも物体側に配置されたバリア機構等の開口部によって発生したフレアやゴーストを除去することを考慮して構成されたものではない。そのため、バリア機構等の開口部によって発生したゴーストやフレアを除去するために、特許文献1～3に記載のズームレンズに備えられているフレア絞りを採用すると、必要以上に有効光束が遮断されてしまい、光量、特に、周辺光量が低下しがちになり、画面周辺部の光量が不足してしまうという問題があった。

20

【0009】

さらに、特許文献1に記載のズームレンズのようにフレア絞りの開口部の大きさを制御したり、特許文献2に記載のズームレンズのようにフレア絞りを光路から退出自在に設けたり、引用文献3に記載のズームレンズのようにフレア絞りを単体で駆動させたりするのは、いずれも、採用される装置全体を大型化し、かつ、複雑化させてしまうという問題があった。

30

【0010】

本発明は、このような従来技術の問題点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、開口部材とフレア絞りとズームレンズを備えていて、広角・高変倍であるにも関わらず、フレアやゴーストが少なく明るい画像が得られる小型の撮像装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記の目的を達成するために、本発明に係る撮像装置は、物体側から順に、開口部を有する開口部材と、複数のレンズ群の間隔を適宜変化させることによって変倍を行うズームレンズと、撮像素子とを備える撮像装置において、所定の形状の開口部を有するフレア絞りが、前記複数のレンズ群のうち最も物体側にあるレンズ群と一体的に設けられており、前記開口部材の開口部が、広角端のときには有効光束を遮断せず、かつ、望遠端のときには有効光束の一部を遮断し、前記フレア絞りが、広角端のときには前記開口部材の開口部を通過した有効光束を遮断せず、かつ、望遠端のときには前記開口部材の開口部を通過した有効光束のうち前記開口部材の開口部の淵に当たって散乱した光を遮断することを特徴とする。

40

【0012】

また、本発明に係る撮像装置は、前記開口部材の開口部、前記フレア絞りの開口部及び前記撮像素子の有効撮像領域が、略矩形であり、次の条件式(1)を満たすことが好まし

50

い。

$$(X_A/Y_A) / (X_F/Y_F) < 1.10 \quad \dots (1)$$

ただし、前記撮像素子の有効撮像領域の長手方向をX方向、前記撮像素子の有効撮像領域の長手方向と直交する方向をY方向とし、 X_A は前記開口部材の有する開口部のX方向の最大値、 Y_A は前記開口部材の有する開口部のY方向の最大値、 X_F は前記フレア絞りの有する開口部のX方向の最大値、 Y_F は前記フレア絞りの有する開口部のY方向の最大値である。

【0013】

また、本発明に係る撮像装置は、前記開口部材の開口部、前記フレア絞りの開口部及び前記撮像素子の有効撮像領域が略矩形であり、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(X_I/Y_I) / (X_F/Y_F) < 1.10 \quad \dots (2)$$

ただし、前記撮像素子の有効撮像領域の長手方向をX方向、前記撮像素子の有効撮像領域の長手方向と直交する方向をY方向とし、 X_I は前記撮像素子の有効撮像領域のX方向の最大値、 Y_I は前記撮像素子の有効撮像領域のY方向の最大値、 X_F は前記フレア絞りの有する開口部のX方向の最大値、 Y_F は前記フレア絞りの有する開口部のY方向の最大値である。

【0014】

また、本発明に係る撮像装置は、前記ズームレンズが、物体側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を持つ第3レンズ群とを有し、前記撮像素子が固体撮像素子であって、変倍の際に前記フレア絞りと前記第1レンズ群とが一体的に移動し、次の条件式(3)及び(4)を満たすことが好ましい。

$$0.5 < f_w/D < 1 \quad \dots (3)$$

$$4.5 < f_t/f_w < 5.0 \quad \dots (4)$$

ただし、 f_w は前記ズームレンズの広角端での焦点距離、 f_t は前記ズームレンズの望遠端での焦点距離、 D は前記固体撮像素子の対角長である。

【0015】

また、本発明に係る撮像装置は、前記開口部材と前記フレア絞りが、望遠端のとき、有効光束の最大像高の主光線を遮断しないことが好ましい。

【0016】

また、本発明に係る撮像装置は、歪曲収差を画像処理により補正することが好ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、開口部材とフレア絞りとズームレンズを備えていて、広角・高変倍であるにも関わらず、フレアやゴーストが少なく明るい画像が得られる小型の撮像装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

本発明の実施例の説明に先立ち、本発明に係る撮像装置の構成による作用効果を説明する。

【0019】

本発明に係る撮像装置は、物体側から順に、開口部を有する開口部材と、複数のレンズ群の間隔を適宜変化させることによって変倍を行うズームレンズと、撮像素子とを備える撮像装置を前提としている。

【0020】

ここで、図1及び図2を用いて、本発明と同様な広角・高変倍が得られるようにした場合における従来の撮像装置のズームレンズに入射する光束について説明する。図1は、広角・高変倍のズームレンズの無限遠物点合焦時の構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。図2

10

20

30

40

50

は、図 1 に示したズームレンズにより撮像面上に像を結ぶ有効光束の、ズームレンズの最も物体側レンズ面における断面形状を示す図であり、(a) は広角端、(b) は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【0021】

図 1 に示した広角・高変倍のズームレンズ Z L の像側には、矩形の有効撮像領域を有する撮像面 I M を持つ撮像素子が配置されている。この図 1 に示すように、ズームレンズ Z L が広角・高変倍である場合、撮像面 I M 上に像を結ぶ一つ一つの光束 L F の径は、広角端のときよりも、望遠端のときのほうがかなり大きい。

【0022】

そのため、ズームレンズ Z L の最も物体側のレンズの物体側の面に入射する光束のうち、最終的に撮像面 I M の有効撮像領域に入射する光束 L F により形成される有効光束の断面形状は、広角端においては、図 2 (a) に示すような略矩形の形状 $L F_w$ となり、望遠端においては、図 2 (b) に示すような略円形の形状 $L F_T$ となる。なお、各有効光束の断面形状において一点鎖線で示した矩形は、有効光束を形成する光束のうち、最も外側の光束の主光線 P R を結んだ線である。

【0023】

このように、ズームレンズは、広角・高変倍であればあるほど、広角端における有効光束の形状や大きさと、望遠端における有効光束の形状や大きさが、著しく異なることになる。そのため、撮像装置に採用されるズームレンズが、広角・高変倍であるとバリア機構やフレア絞りを採用した場合でも、十分に光量を確保しつつフレアやゴーストを除去するとともに、装置全体の小型化を実現することは難しい。

【0024】

このような問題を解決するために、本発明に係る撮像装置は、開口部材の開口部が、広角端のときには有効光束を遮断せず、かつ、望遠端のときに有効光束の一部を遮断し、フレア絞りが、広角端のときには前記開口部材の開口部を通過した有効光束を遮断せず、かつ、望遠端のときには前記開口部材の開口部を通過した有効光束のうち前記開口部材の開口部の淵に当たって散乱した光を遮断するように構成している。

【0025】

ここで、図 3 及び図 4 を用いて、本発明に係る撮像装置の開口部材の開口部とフレア絞りについて説明する。図 3 は、本発明に係る撮像装置の開口部材と、その開口部材によって遮断される有効光束の領域を示す図であり、(a) は広角端、(b) は望遠端における状態をそれぞれ示している。図 4 は、本発明に係る撮像装置のフレア絞りと、そのフレア絞りによって遮断される有効光束の領域を示す図であり、(a) は広角端、(b) は望遠端における状態をそれぞれ示している。なお、これらの図において、遮断される有効光束の領域は、ハッチングにより表している。また、符号については、図 1 図 2 と同様のものについては、同様の符号を付している。

【0026】

上述したように、広角・高変倍のズームレンズでは、広角端においては入射する光束の径が小さく、望遠端においては入射する光束の径が大きい。そのため、撮像装置にそのようなズームレンズを採用する場合、広角端においては、F ナンバーを小さくしなければ、取得する画像の明るさを十分に確保することができないが、望遠端においては、F ナンバーがある程度大きくても取得する画像の明るさを十分に確保することができる。一方、ズームレンズの物体側に配置されるバリア機構は、デジタルカメラの使用時に羽根を収納するスペースを確保しつつ、小型であることが望ましいため、バリア機構の開口部材に形成される開口部は可能な限り小型であることが望ましい。

【0027】

本発明の開口部材 A の開口部 A_a は、図 3 (a) に示すように、広角端においては、有効光束 $L F_w$ を全て通過させるため、開口部 A_a においては、フレアやゴーストの原因となる散乱光は発生せず、また、取得する画像の明るさも十分に確保することができる。

【0028】

一方、図 3 (b) に示すように、望遠端においては、有効光束 $L F_T$ の一部を遮断するため、本発明の開口部 A_a の淵において、フレアやゴーストの原因となる散乱光が発生してしまうものの、十分な明るさを確保することができ、また、装置全体の小型化も実現することができる。

【0029】

また、本発明のフレア絞り F の開口部 F_a は、図 4 (a) に示すように、開口部材 A の開口部 A_a を通過した有効光束 $L F_W'$ を全て通過させるため、開口部材 A と同様に、取得する画像の明るさを十分に確保することができる。なお、開口部材 A においてフレアやゴーストの原因となる散乱光が発生していないため、開口部材 A の開口部 A_a の淵における反射を原因とするフレアやゴーストが発生することもない。

10

【0030】

一方、図 4 (b) に示すように、望遠端において、開口部材 A の開口部 A_a で一部が遮断された有効光束 $L F_T'$ のうち、フレアやゴーストの原因となる散乱光を含む部分をさらに遮断するため、撮像素子において取得される画像には、ゴーストやフレアが発生を抑えることができる。なお、有効光束の一部がさらに遮断されるため、取得される画像の一部においては、周辺光量が低下するが、有効光束を形成する一つ一つの光束の径が大きいため、全体としては十分な明るさを確保することができる。

【0031】

従って、本発明に係る撮像装置は、このような特徴的な開口部を有する開口部材とフレア絞りとを併せ持っているため、広角端、望遠他のいずれにおいても、取得する画像の明るさを十分に確保することができるとともに、ゴーストやフレアを除去することができる。

20

【0032】

また、本発明に係る撮像装置は、フレア絞り F が、開口部材と第 2 レンズ群との間において、第 1 レンズ群と一体的に設けられており、その開口部 F_a が、所定の形状となっていて変形しない構成としている。

【0033】

本発明で前提としている撮像装置に採用されるようなズームレンズは、入射した有効光束の形状が、広角端であっても望遠端であっても、撮像素子に近づくにつれ、撮像素子の形状（一般的には略矩形）に近い形状に変化する。そのため、撮像素子に近すぎる位置にフレア絞りを配置すると、望遠端においてのみ有効光束の一部を遮断することが難しくなる。そのため、本発明においては、フレア絞りを、第 1 レンズ群と一体的に設けている。

30

【0034】

また、そのような位置にフレア絞りを配置しているため、フレア絞りの開口部の形状を変化させなくても、望遠端においてのみ、光束の一部を遮断することができる。そのため、フレア絞りの開口部の形状を変化させる機構や、変倍時に独立して移動させるための機構が必要なく、撮像装置全体の小型化も容易に実現できる。

【0035】

また、本発明に係る撮像装置は、開口部材の開口部、フレア絞りの開口部及び撮像素子の有効撮像領域が略矩形であり、次の条件式 (1) を満たすように構成することが好ましい。

40

$$(X_A/Y_A) / (X_F/Y_F) < 1.10 \quad \dots (1)$$

ただし、撮像素子の有効撮像領域の長手方向を X 方向、撮像素子の有効撮像領域の長手方向と直交する方向を Y 方向とし、 X_A は開口部材の有する開口部の X 方向の最大値、 Y_A は開口部材の有する開口部の Y 方向の最大値（図 3 参照）、 X_F はフレア絞りの有する開口部の X 方向の最大値、 Y_F はフレア絞りの有する開口部の Y 方向の最大値である（図 4 参照）。

【0036】

条件式 (1) の上限値を上回ると、開口部材の開口部の淵に有効光束の一部が当たって発生した散乱光が、フレア絞りを通過して撮像素子に到達しやすくなってしまう。また、

50

フレア絞りにおいて遮断される範囲が大きくなりすぎてしまうため、画面对角方向での周辺光量を十分に確保することができなくなってしまう。

【0037】

なお、条件式(1)に代わり、次の条件式(1)'、(1)"のいずれかを満足するように構成するとさらに好ましい。

$$0.3 < (X_A/Y_A) / (X_F/Y_F) < 1.05 \quad \dots (1)'$$

$$0.6 < (X_A/Y_A) / (X_F/Y_F) < 1.02 \quad \dots (1)''$$

また、条件式(1)'の上限値又は下限値を、条件式(1)、(1)"の上限値又は下限値としても良いし、条件式(1)"の上限値又は下限値を、条件式(1)、(1)'の上限値又は下限値としても良い。

10

【0038】

また、本発明に係る撮像装置は、開口部材の開口部、フレア絞りの開口部及び撮像素子の有効撮像領域が略矩形であり、次の条件式(2)を満たすように構成することが好ましい。

$$(X_I/Y_I) / (X_F/Y_F) < 1.10 \quad \dots (2)$$

ただし、撮像素子の有効撮像領域の長手方向をX方向、撮像素子の有効撮像領域の長手方向に直交する方向をY方向とし、 X_I は撮像素子の有効撮像領域のX方向の最大値、 Y_I は撮像素子の有効撮像領域のY方向の最大値、 X_F はフレア絞りの有する開口部のX方向の最大値、 Y_F はフレア絞りの有する開口部のY方向の最大値である(図4参照)。

【0039】

20

条件式(2)の上限値を上回ると、開口部材の開口部の淵に有効光束の一部が当たって発生した散乱光が、フレア絞りを通過して撮像素子に到達しやすくなってしまう。また、フレア絞りにおいて遮断される範囲が大きくなりすぎてしまうため、画面周辺部での光量を十分に確保することができなくなってしまう。

【0040】

なお、条件式(2)に代わり、次の条件式(2)'、(2)"のいずれかを満足するように構成するとさらに好ましい。

$$0.3 < (X_I/Y_I) / (X_F/Y_F) < 1.05 \quad \dots (2)'$$

$$0.6 < (X_I/Y_I) / (X_F/Y_F) < 1.03 \quad \dots (2)''$$

また、条件式(2)'の上限値又は下限値を、条件式(2)、(2)"の上限値又は下限値としても良いし、条件式(2)"の上限値又は下限値を、条件式(2)、(2)'の上限値又は下限値としても良い。

30

【0041】

また、本発明に係る撮像装置は、ズームレンズが、物体側から順に、正の屈折力を持つ第1レンズ群と、負の屈折力を持つ第2レンズ群と、開口絞りと、正の屈折力を持つ第3レンズ群とを有し、撮像素子が固体撮像素子であって、変倍の際に前記フレア絞りと第1レンズ群とが一体的に移動し、次の条件式(3)及び(4)を満たすように構成することが好ましい。

$$0.5 < f_w/D < 1 \quad \dots (3)$$

$$4.5 < f_t/f_w < 50 \quad \dots (4)$$

40

ただし、 f_w はズームレンズの広角端での焦点距離、 f_t はズームレンズの望遠端での焦点距離、 D は固体撮像素子の対角長である。

【0042】

条件式(3)の上限値を上回ると、広角・高変倍化が実現しにくい。一方、条件式(3)の下限値を下回ると、開口部材の開口部の淵を通過する光線の高さ第1レンズ群の有効径の差が大きくなりすぎてしまうため、条件式(2)を満たすように構成しても、ズームレンズの径方向の大きさが大きくなってしまい、撮像装置の小型化が困難になってしまう。

【0043】

なお、条件式(3)に代わり、次の条件式(3)'、(3)"のいずれかを満足するよ

50

うに構成するとさらに好ましい。

$$0.3 < f_w/D < 0.9 \quad \dots (3)'$$

$$0.6 < f_w/D < 0.8 \quad \dots (3)''$$

また、条件式(3)'の上限値又は下限値を、条件式(3)、(3)''の上限値又は下限値としても良いし、条件式(3)''の上限値又は下限値を、条件式(3)、(3)'の上限値又は下限値としても良い。

【0044】

条件式(4)の上限値を上回ると、ズーム全域に渡って十分な結像性能を確保することが困難となってしまう。一方、条件式(4)の下限値を下回ると、高変倍のズームレンズを設計することができない。

【0045】

なお、条件式(4)に代わり、次の条件式(4)', (4)''のいずれかを満足するように構成するとさらに好ましい。

$$5.5 < f_t/f_w < 30 \quad \dots (4)'$$

$$8.5 < f_t/f_w < 25 \quad \dots (4)''$$

また、条件式(4)'の上限値又は下限値を、条件式(4)、(4)''の上限値又は下限値としても良いし、条件式(4)''の上限値又は下限値を、条件式(4)、(4)'の上限値又は下限値としても良い。

【0046】

また、本発明に係る撮像装置は、開口部材とフレア絞りが、有効光束の最大像高の主光線を遮断しないように構成することが好ましい。

【0047】

このような構成とする事で、望遠端においても軸外光束の主光線を撮像素子上で検出可能となる。

【0048】

また、本発明に係る撮像装置は、歪曲収差を画像処理により補正するように構成することが好ましい。

【0049】

広角端においては、歪曲収差は大きくなりやすいため、大きな負の歪曲収差が発生しやすい。そこで、開口部材の開口部を糸巻き型に形成して広角端における有効光束を制限しても良いが、製造が困難となってしまう。そこで、画像処理によって歪曲収差を補正するようにすると、開口部材の開口部の形状を略矩形としても構わなくなるため、開口部材を製造しやすくなる。

【0050】

ここで、開口部材やフレア絞りの開口部の形状について説明する。図5は、フレア絞りの構成例を示す図であり、(a)は4隅をカットしていない矩形の開口部aを有するフレア絞りを、(b)は矩形の4隅を丸めて形成した略矩形の開口部aを有するフレア絞りを、(c)は矩形の何れかの対向する二辺を曲線とした略矩形の開口部aを有するフレア絞りを、それぞれ示している。開口部材の開口部やフレア絞りの開口部は、図2や図3において示したような略矩形ではあるが、実際には4隅を小さくカットした八角形その他、図5に示したような形状にしても良い。

【0051】

以下に、本発明の光学系の実施例1、実施例2について図面を参照して説明する。

【0052】

なお、光学系断面図における r_1 , r_2 , $\dots$ 及び d_1 , d_2 , $\dots$ において下付き文字として示した数字は、数値データにおける面番号1, 2, $\dots$ に対応している。また、収差曲線図において、非点収差における ΔM はメリジオナル面の非点収差, ΔS はサジタル面の非点収差を示している。また、メリジオナル面とは、光学系の光軸と主光線を含む面(紙面に平行な面)であり、サジタル面とは、光学系の光軸と主光線を含む面に垂直な面(紙面に垂直な面)を意味している。

【0053】

また、以下の各実施例におけるレンズの数値データにおいては、sは面番号、Rは各面の曲率半径、Dは面間隔、Ndはd線における屈折率、vdはd線におけるアッペ数、Kは円錐係数、A₄、A₆、A₈、A₁₀は非球面係数をそれぞれ示している。

【0054】

また、各非球面形状は、各実施例における各非球面係数を用いて以下の式で表される。但し、光軸に沿う方向の座標をZ、光軸と垂直な方向の座標をYとする。

$$Z = (Y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + K) \cdot (Y / r)^2\}^{1/2}] \\ + A_4 Y^4 + A_6 Y^6 + A_8 Y^8 + A_{10} Y^{10} + A_{12} Y^{12} + \dots$$

【実施例1】

10

【0055】

図6は、本実施例に係る撮像装置の備えるズームレンズの無限遠物点合焦時の構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。図7は、図6に示したズームレンズを備えた撮像装置の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。図8は、図6及び図7に示したズームレンズの光路を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【0056】

まず、図6を用いて、本実施例のズームレンズを備えた撮像装置の構成を説明する。本実施例のズームレンズを備えた撮像装置は、光軸Lc上に、物体側から順に、開口部材A、正の屈折力を持つ第1レンズ群G₁、フレア絞りF、負の屈折力を持つ第2レンズ群G₂、開口絞りS、正の屈折力を持つ第3レンズ群G₃、正の屈折力を持つ第4レンズ群G₄、撮像面IMを持つCCDが配置されている。なお、第4レンズ群G₄とCCDとの間には、物体側から順に、平面平板状のローパスフィルターLPF、平面平板状のCCDカバーガラスCGが配置されている。

20

【0057】

第1レンズ群G₁は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであり負の屈折力を持つレンズL₁₁と、像側の面が非球面の両凸レンズであり正の屈折力を持つレンズL₁₂とにより構成されている。なお、レンズL₁₁とレンズL₁₂とは、接着剤により接合されている。

30

【0058】

第2レンズ群G₂は、物体側から順に、両面が非球面の両凹レンズであり負の屈折力を持つレンズL₂₁と、像側に凸面を向けたメニスカスレンズであり負の屈折力を持つレンズL₂₂と、像側の面が非球面の両凹レンズであり負の屈折力を持つレンズL₂₃とにより構成されている。なお、レンズL₂₂とレンズL₂₃とは、接着剤により接合されている。

【0059】

第3レンズ群G₃は、物体側から順に、像側の面が非球面の両凸レンズであり正の屈折力を持つレンズL₃₁と、両凸レンズであり正の屈折力を持つレンズL₃₂と、両凹レンズであり負の屈折力を持つレンズL₃₃とにより構成されている。なお、レンズL₃₂とレンズL₃₃とは、接着剤により接合されている。

40

【0060】

第4レンズ群G₄は、両面が非球面の両凸レンズであり正の屈折力を持つレンズL₄のみにより構成されている。

【0061】

また、広角端から望遠端に変倍する際に、第1レンズ群G₁は、開口部材Aとフレア絞りFとともに光軸Lc上を物体側に移動する。第2レンズ群G₂は、第1レンズ群G₁との間隔を広げつつまず物体側に移動した後に像側に移動するようにして光軸Lc上を往復運動する。第3レンズ群G₃は、明るさ絞りSとともに第2レンズ群G₂との間隔を狭めつつ光軸Lc上を物体側に移動する。第4レンズ群G₄は、第3レンズ群G₃との間隔を広げつ

50

つまり像側に移動した後に物体側に移動するようにして光軸 L c 上を往復運動する。

【0062】

次に、本実施例に係る各光学系を構成するレンズの構成及び数値データを示す。なお、単位はmmである。

【0063】

面データ

面番号		曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N d	アッベ数 v d	
1	(開口部材)	∞	1.30			
2		24.303	0.60	1.94595	17.98	10
3		20.278	0.01	1.56384	60.67	
4		20.278	3.86	1.59201	67.02	
5	(非球面)	-83.332	0.00			
6	(フレア絞り)	∞	D 6			
7	(非球面)	-219.382	0.80	1.85135	40.10	
8	(非球面)	7.253	2.75			
9		-48.761	1.82	1.94595	17.98	
10		-12.340	0.01	1.56384	60.67	
11		-12.340	0.70	1.77377	47.17	
12	(非球面)	263.939	D 1 2			20
13	(開口絞り)	∞	0.00			
14	(非球面)	4.672	2.50	1.59201	67.02	
15	(非球面)	-25.291	0.10			
16		8.562	1.70	1.49700	81.54	
17		-9.402	0.01	1.56384	60.67	
18		-9.402	0.42	1.62004	36.26	
19		3.399	D 1 9			
20	(非球面)	20.655	2.76	1.58313	59.38	
21	(非球面)	-14.163	D 2 1			
22		∞	0.40	1.54771	62.84	30
23		∞	0.50			
24		∞	0.50	1.51633	64.14	
25		∞	0.37			
26	(撮像面)	∞				

【0064】

非球面データ

面番号	曲率半径 R	円錐係数 K			
5	-83.332	0.000			
非球面係数					40
A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}	
1.01931e-05	-1.99182e-08	2.10982e-10	-1.07813e-12		
面番号	曲率半径 R	円錐係数 K			
7	-219.382	0.000			
非球面係数					
A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}	
-7.79808e-05	-9.78436e-07	2.06198e-08	4.17971e-10	-9.04989e-12	
面番号	曲率半径 R	円錐係数 K			

50

群	始面	焦点距離
1	2	35.31
2	7	-7.62
3	14	11.31
4	20	14.84

【0067】

上記条件式に係るデータ

条件式(1) $(X_A/Y_A) / (X_F/Y_F) < 1.10 : 1.01$

条件式(2) $(X_I/Y_I) / (X_F/Y_F) < 1.10 : 1.00$

条件式(3) $0.5 < f_w/D < 1 : 0.66$

条件式(4) $4.5 < f_t/f_w < 50 : 9.60$

10

【実施例2】

【0068】

図9は、本実施例に係る撮像装置の備えるズームレンズの無限遠物点合焦時の構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。図10は、図9に示したズームレンズを備えた撮像装置の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。図11は、図9及び図10に示したズームレンズの光路を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

20

【0069】

まず、図8を用いて、本実施例のズームレンズを備えた撮像装置の構成を説明する。本実施例のズームレンズを備えた撮像装置は、光軸Lc上に、物体側から順に、開口部材A、正の屈折力を持つ第1レンズ群G₁、フレア絞りF、負の屈折力を持つ第2レンズ群G₂、開口絞りS、正の屈折力を持つ第3レンズ群G₃、正の屈折力を持つ第4レンズ群G₄、撮像面IMを持つCCDが配置されている。また、第4レンズ群G₄とCCDとの間には、物体側から順に、平面平板状のローパスフィルターLPF、平面平板状のCCDカバーガラスCGが配置されている。

【0070】

第1レンズ群G₁は、物体側から順に、物体側に凸面を向けたメニスカスレンズであり負の屈折力を持つレンズL₁₁と、像側の面が非球面の両凸レンズであり正の屈折力を持つレンズL₁₂とにより構成されている。なお、レンズL₁₁とレンズL₁₂とは、接着剤により接合されている。

30

【0071】

第2レンズ群G₂は、物体側から順に、両面が非球面の両凹レンズであり負の屈折力を持つレンズL₂₁と、像側に凸面を向けたメニスカスレンズであり負の屈折力を持つレンズL₂₂と、像側の面が非球面の両凹レンズであり負の屈折力を持つレンズL₂₃とにより構成されている。なお、レンズL₂₂とレンズL₂₃とは、接着剤により接合されている。

【0072】

第3レンズ群G₃は、物体側から順に、像側の面が非球面の両凸レンズであり正の屈折力を持つレンズL₃₁と、両凸レンズであり正の屈折力を持つレンズL₃₂と、両凹レンズであり負の屈折力を持つレンズL₃₃とにより構成されている。なお、レンズL₃₂とレンズL₃₃とは、接着剤により接合されている。

40

【0073】

第4レンズ群G₄は、両面が非球面の両凸レンズであり正の屈折力を持つレンズL₄のみにより構成されている。

【0074】

また、広角端から望遠端に変倍する際に、第1レンズ群G₁は、開口部材Aとフレア絞りFとともに光軸Lc上を物体側に移動する。第2レンズ群G₂は、第1レンズ群G₁との間隔を広げつつまず物体側に移動した後に像側に移動するようにして光軸Lc上を往復運

50

動する。第3レンズ群 G_3 は、明るさ絞り S とともに第2レンズ群 G_2 との間隔を狭めつつ光軸 L_c 上を物体側に移動する。第4レンズ群 G_4 は、第3レンズ群 G_3 との間隔を広げつつまず像側に移動した後に物体側に移動するようにして光軸 L_c 上を往復運動する。

【0075】

なお、フレア絞り F は、その面が、光軸上において、第1レンズ群 G_1 の最も像側のレンズであるレンズ L_{22} の像側の面の頂点の位置と、レンズ L_{22} の像側の面の外縁の位置との間になるようにして配置されている。

【0076】

次に、本実施例に係る各光学系を構成するレンズの構成及び数値データを示す。なお、単位はmmである。

【0077】

面データ

面番号	曲率半径 R	面間隔 D	屈折率 N d	アッベ数 v d
1 (開口部)	∞	1.50		
2	23.990	0.60	1.94595	17.98
3	20.014	0.01	1.56384	60.67
4	20.014	3.61	1.59201	67.02
5 (非球面)	-81.633	-0.28		
6 (フレア絞り)	∞	0.28		
7	∞	D 7		
8 (非球面)	-119.663	0.80	1.85135	40.10
9 (非球面)	7.135	2.77		
10	-49.115	1.72	1.94595	17.98
11	-12.221	0.01	1.56384	60.67
12	-12.221	0.70	1.77377	47.17
13 (非球面)	1391.402	D 1 3		
14 (開口絞り)	∞	0.00		
15 (非球面)	4.647	2.44	1.59201	67.02
16 (非球面)	-25.229	0.10		
17 (非球面)	8.387	1.69	1.49700	81.54
18	-9.072	0.01	1.56384	60.67
19	-9.072	0.41	1.62004	36.26
20	3.398	D 2 0		
21 (非球面)	17.586	2.64	1.53113	55.80
22 (非球面)	-13.846	D 2 3		
23	∞	0.40	1.54771	62.84
24	∞	0.50		
25	∞	0.50	1.51633	64.14
26	∞	0.37		
27 (撮像面)	∞			

なお、面番号5に係る面間隔は、第1レンズ群の最も像側のレンズの像側の面である面番号5の面から、フレア絞りである面番号6の面までの距離であり、面番号6に係る面間隔は、フレア絞りである面番号6の面から、第1レンズ群の最も像側のレンズの像側の面である面番号7（面番号5）の面までの距離である。

【0078】

非球面データ

面番号	曲率半径 R	円錐係数 K
5	-81.633	0.000

10

20

30

40

50

非球面係数

A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}
1.07975e-05	-2.33198e-08	2.23143e-10	-1.11486e-12	
面番号	曲率半径	円錐係数		
	R	K		
8	-119.663	0.000		

非球面係数

A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}
6.97736e-06	-1.51633e-06	-6.73939e-09	1.12137e-09	-1.53525e-11
面番号	曲率半径	円錐係数		
	R	K		
9	7.135	0.000		

10

非球面係数

A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}
1.61852e-04	5.23127e-06	-1.40862e-07	4.39299e-09	-4.10602e-10
面番号	曲率半径	円錐係数		
	R	K		
13	1391.402	0.000		

非球面係数

A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}
-2.83385e-04	-5.68516e-06	8.44218e-08	1.07571e-08	-2.27133e-10
面番号	曲率半径	円錐係数		
	R	K		
15	4.647	0.000		

20

非球面係数

A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}
-3.57433e-04	1.75624e-05	1.81288e-06	-5.08442e-09	4.08679e-08
面番号	曲率半径	円錐係数		
	R	K		
16	-25.229	0.000		

30

非球面係数

A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}
1.26421e-03	5.98140e-05	3.66397e-06	6.18940e-09	1.23571e-07
面番号	曲率半径	円錐係数		
	R	K		
21	17.586	1.000		

非球面係数

A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}
7.35861e-05	4.19366e-06	-1.25570e-06	6.02317e-08	-9.47479e-10
面番号	曲率半径	円錐係数		
	R	K		
22	-13.846	-0.664		

40

非球面係数

A_4	A_6	A_8	A_{10}	A_{12}
1.69596e-04	-1.68121e-05	2.77678e-07	-2.47101e-09	1.25457e-10

【0079】

各種データ

ズーム比 9.61

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.06	16.07	48.63

50

F ナンバー	3.27	5.66	6.00
画角	80.14	26.87	9.00
像高	3.56	3.82	3.82
レンズ全長	41.14	52.33	57.90
バックフォーカス	5.87	4.12	4.37
D 7	0.30	8.03	18.61
D 1 3	15.14	8.21	1.38
D 2 0	2.33	14.48	16.03
D 2 2	4.36	2.69	2.88

【0080】

10

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	2	34.77
2	8	-7.53
3	15	11.16
4	21	15.02

【0081】

上記条件式に係るデータ

条件式(1) $(X_A/Y_A) / (X_F/Y_F) < 1.10 : 1.07$ 条件式(2) $(X_I/Y_I) / (X_F/Y_F) < 1.10 : 1.05$

20

条件式(3) $0.5 < f_w/D < 1 : 0.65$ 条件式(4) $4.5 < f_t/f_w < 50 : 9.61$

【0082】

なお、上記各実施例においては、撮像素子、開口部材の開口部、フレア絞りの開口部の形状は、それぞれ略矩形であるが、そのような形状に限られるものではない。

【0083】

また、本発明に係る撮像装置は、以下のように構成しても良い。

【0084】

本発明に係る撮像装置は、撮像素子で得られた画像データを、倍率色収差による色のずれを補正した画像データに変換する画像変換部を備えることが好ましい。このように画像変換部を備える構成とすれば、撮像装置の備えるズームレンズによる倍率色収差を電氣的に補正することにより、さらに良好な画像を得ることができるようになる。

30

【0085】

一般に、デジタルカメラでは、被写体の像を第1原色、第2原色、第3原色の3原色の像に分解して、それぞれの出力信号を演算により重ね合わせてカラー画像を再現するようにしている。しかし、ズームレンズに倍率色収差がある場合、第1原色の光による像を基準にして考えると、第2原色と第3原色の光による像の結像位置は第1原色の像の結像位置からずれることになる。

【0086】

そのようなずれの原因となる倍率色収差を電的に補正するためには、第1原色に対する第2原色や第3原色の像の結像位置のずれの量を、撮像素子の各画素ごとにズームレンズの収差情報に基いて予め求めておき、各画素ごとに第1原色の像の結像位置とのずれの量だけ補正するよう座標変換を行ってやればよい。

40

【0087】

例えば、赤(R)、緑(G)、青(B)の3原色の出力信号からなる画像の場合、緑(G)に対する赤(R)と青(B)の像の結像位置のずれの量を各画素について求めておき、緑(G)の像の結像位置とのずれがなくなるように撮影画像の座標変換を行い、その後赤(R)と青(B)の信号を出力してやればよい。

【0088】

なお、倍率色収差はズーム、フォーカス、絞り値によって変化するが、各レンズポジシ

50

ョン（ズーム、フォーカス、絞り値）ごとに、この第1原色からの第2原色および第3原色のずれ量を補正データとして記憶保持装置に記憶させておく和良好的。ズームポジションに応じてこの補正データを参照すれば、第1原色信号に対する第2及び第3原色のずれを補正した第2及び第3原色信号を出力することができる。

【0089】

また、本発明に係る撮像装置は、ズームレンズのピント調節を行うためのフォーカシングを、ズームレンズを構成する複数のレンズ群のうち、最も像側のレンズ群で行うことが望ましい。そのような位置に配置されているレンズ群はレンズ重量が軽量であるため、フォーカシングの際にモータにかかる負荷が少ない。さらに、フォーカシング時に全長が変化せず、鏡枠内部に駆動モータを配置することもできるし、鏡枠を小型化することもできる。

10

【0090】

なお、フォーカシングは、上述のように最も像側のレンズ群により行うことが望ましいが、他のレンズ群で行っても良い。また、複数のレンズ群で行っても良い。この場合には、フォーカシングのよる性能劣化をより効率的に抑えることができる。また、そのフォーカシングは、ズームレンズ全体を移動させて行っても良いし、一つのレンズ群の一部のレンズを移動させて行っても良い。

【0091】

また、本発明に係る撮像装置は、画像周辺部の明るさのかげり（シェーディング）を、CCDのマイクロレンズをシフトすることにより軽減しても良い。例えば、各像高における光線の入射角に合わせてCCDのマイクロレンズの設計を変えても良い。また、画像処理により画像周辺部の低下量を補正しても良い。

20

【0092】

本発明に係る撮像装置のフレア絞りは、枠部材を用いて構成しても良いし、別の部材を用いて構成しても良い。さらに、フレア絞りは、光学部材に直接印刷で構成しても良いし、塗料や接着シール等を用いて構成しても良い。また、フレア絞りは、有害光束をカットするだけでなく画面周辺のコマフレア等の光束をカットするようにしても良い。

【0093】

また、本発明に係る撮像装置に備えられているズームレンズの各レンズには、反射防止コートをし、ゴースト・フレアを軽減するようにしても良い。その場合、さらに、効果的にゴースト・フレアを軽減するためには、施す反射防止コートを、マルチコートとすることが望ましい。また、赤外カットコートを、ローパスフィルターにではなく、各レンズのレンズ面やカバーガラス等に施しても良い。

30

【0094】

なお、ゴースト・フレアの発生を防止するためにレンズの空気接触面に反射防止コートを施すことが一般的に行われている。一方、接合レンズの接合面における接着剤の屈折率は空気の屈折率よりも十分高い。そのため、接合レンズの接合面は、もともと単層コート並み、あるいはそれ以下の反射率となっていることが多いので、あえてコートを施すことは少ない。しかし、接合レンズの接合面にも積極的に反射防止コートを施せば、さらにゴースト・フレアを軽減することができ、さらに良好な画像を得ることができるようになる。

40

【0095】

特に、最近では、高い収差補正効果の得られる高屈折率硝材が普及し、カメラ用光学系にも多用されるようになってきているが、高屈折率硝材を接合レンズに用いた場合には、接合面での反射も無視できなくなってくる。そのため、そのような場合には、接合面にも反射防止コートを施しておく和良好的である。

【0096】

このような接合面に対する効果的なコーティング方法に関しては、特開平2-27301号公報、特開2001-324676号公報、特開2005-92115号公報、USP第7116482号明細書等が開示されている。使用するコート材としては、基材とな

50

るレンズの屈折率と接着剤の屈折率に応じて、比較的高屈折率の得られる Ta_2O_5 , TiO_2 , Nb_2O_5 , ZrO_2 , HfO_2 , CeO_2 , SnO_2 , In_2O_3 , ZnO , Y_2O_3 などのコート材、比較的低屈折率の得られる MgF_2 , SiO_2 , Al_2O_3 などのコート材等を適宜選択し、位相条件を満たすような膜厚に設定すれば良い。

【0097】

また、当然のことながら、レンズの空気接触面へのコートと同様、接合面へのコートをマルチコートとしても良い。その場合、各層のコート材や膜厚を適宜組み合わせることにより、さらなる反射率の低減や、反射率の分光特性・角度特性等のコントロール等を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

10

【0098】

【図1】 広角・高変倍のズームレンズの無限遠物点合焦時の構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【図2】 図1に示したズームレンズにより撮像面上に像を結ぶ有効光束の、ズームレンズの最も物体側レンズ面における断面形状を示す図であり、(a)は広角端、(b)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【図3】 本発明に係る撮像装置の開口部材と、その開口部材によって遮断される有効光束の領域を示す図であり、(a)は広角端、(b)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

20

【図4】 本発明に係る撮像装置のフレア絞りと、そのフレア絞りによって遮断される有効光束の領域を示す図であり、(a)は広角端、(b)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【図5】 本発明の、フレア絞りの開口部の形状の構成例を示す図である。

【図6】 実施例1に係る撮像装置の備えるズームレンズの無限遠物点合焦時の構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【図7】 図6に示したズームレンズを備えた撮像装置の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

30

【図8】 図6及び図7に示したズームレンズの光路を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【図9】 実施例2に係る撮像装置の備えるズームレンズの無限遠物点合焦時の構成を示す光軸に沿う断面図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【図10】 図9に示したズームレンズを備えた撮像装置の無限遠物点合焦時における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

【図11】 図9及び図10に示したズームレンズの光路を示す図であり、(a)は広角端、(b)は中間、(c)は望遠端における状態をそれぞれ示している。

40

【符号の説明】

【0099】

A	開口部材
A_a	開口部材の開口部
C G	カバーガラス
F	フレア絞り
F_a	フレア絞りの開口部
G_1	第1レンズ群
G_2	第2レンズ群
G_3	第3レンズ群

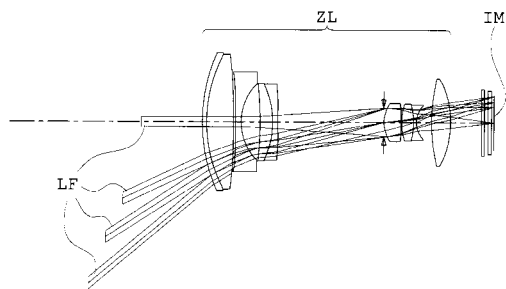
50

G_4	第4レンズ群	
IM	撮像面	
$L_{11}, L_{12}, L_{21}, L_{22}, L_{23}, L_{31}, L_{32}, L_{33}, L_{34}, L_4$	レンズ	
Lc	光軸	
LF	光束	
LF_W	広角端のときの開口部材における有効光束	
LF_W'	広角端のときのフレア絞りににおける有効光束	
LF_T	望遠端のときの開口部材における有効光束	
LF_T'	望遠端のときのフレア絞りににおける有効光束	
LPF	ローパスフィルター	
PR	主光線	
S	開口絞り	

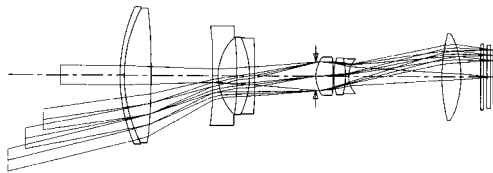
10

【図1】

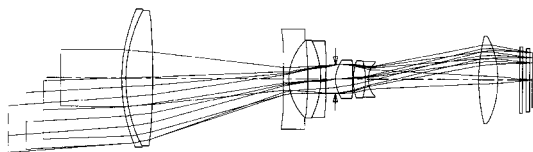
(a)



(b)

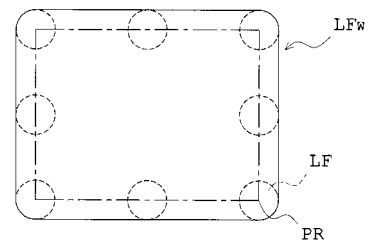


(c)

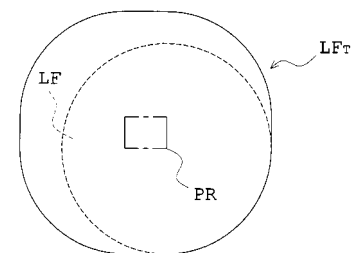


【図2】

(a)

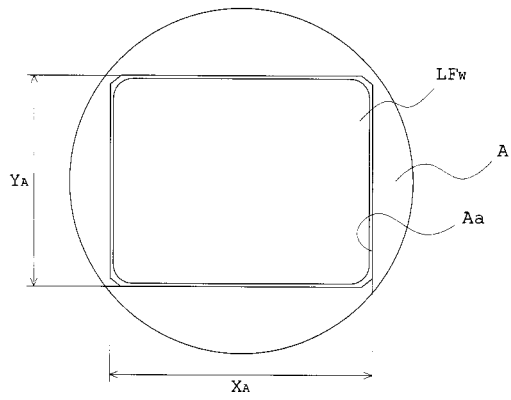


(b)

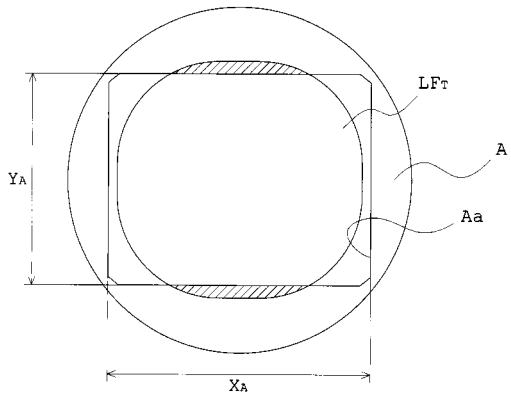


【図 3】

(a)

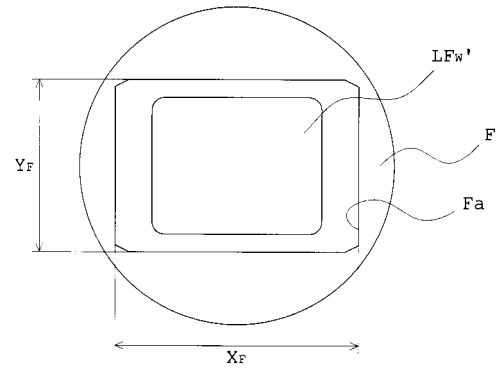


(b)

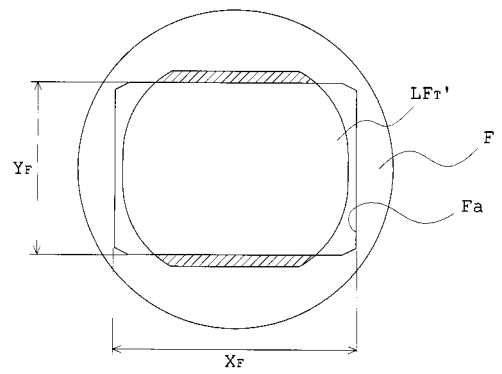


【図 4】

(a)

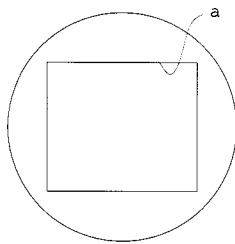


(b)

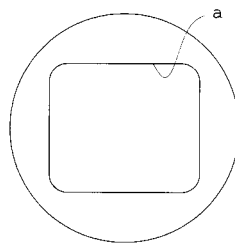


【図 5】

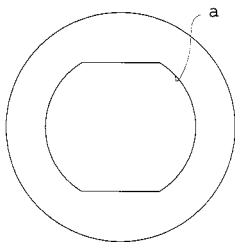
(a)



(b)



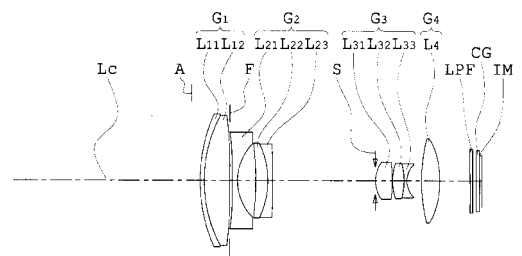
(c)



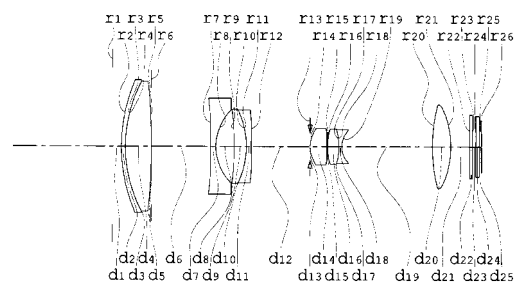
【図 6】

実施例 1

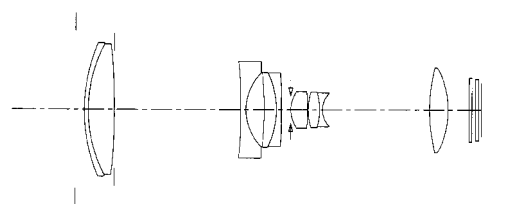
(a)



(b)

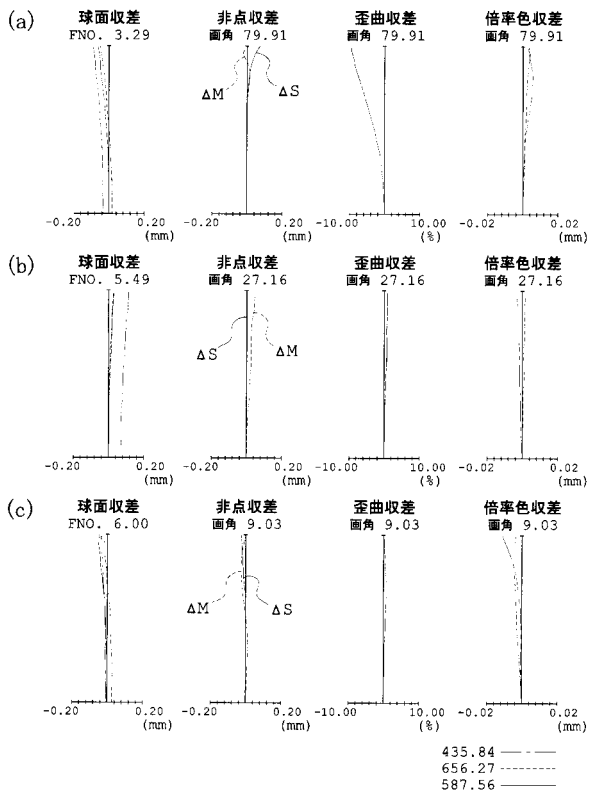


(c)



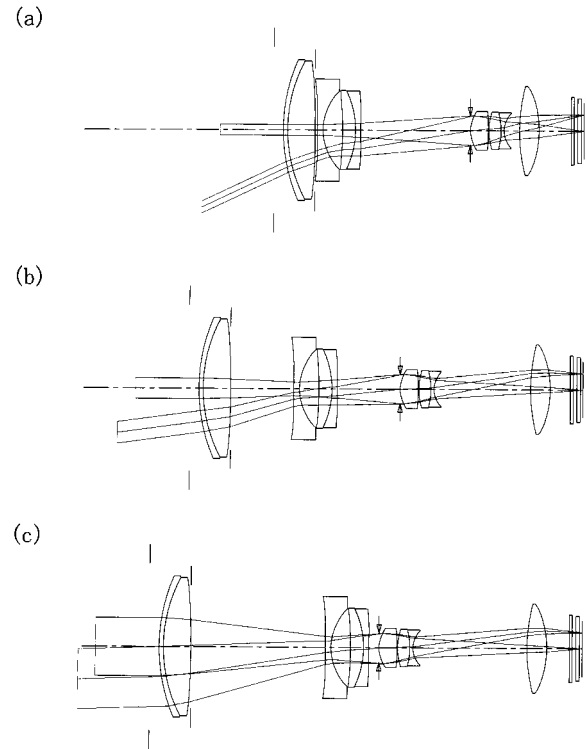
【図 7】

実施例 1



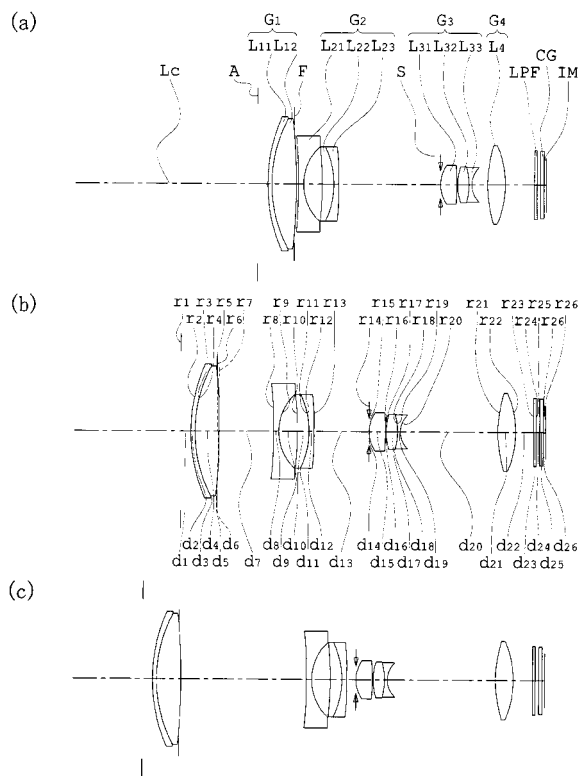
【図 8】

実施例 1



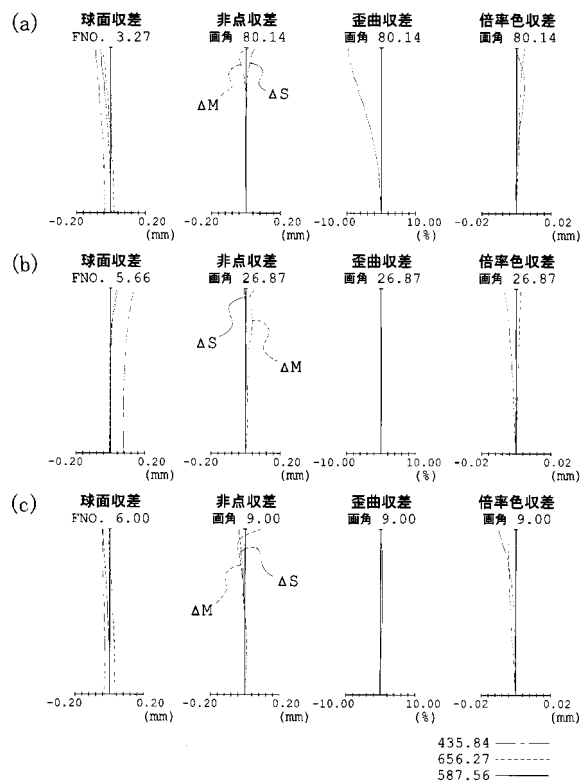
【図 9】

実施例 2



【図 10】

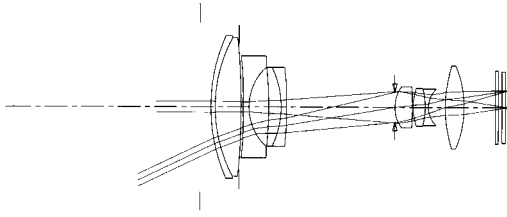
実施例 2



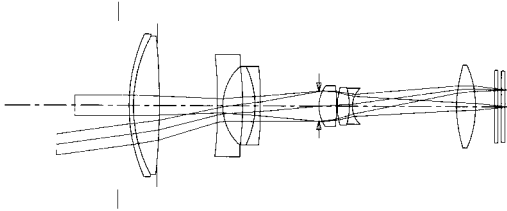
【図 1 1】

実施例 2

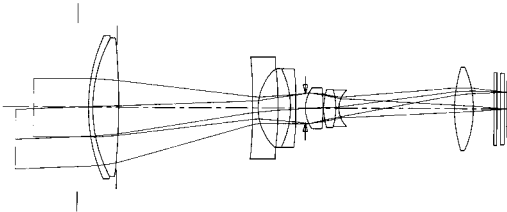
(a)



(b)



(c)



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-072287 (JP, A)
特開2007-256452 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 15/20

G02B 7/02

G02B 13/18

H04N 5/222-5/257