

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6455522号
(P6455522)

(45) 発行日 平成31年1月23日(2019.1.23)

(24) 登録日 平成30年12月28日(2018.12.28)

(51) Int.Cl. F 1
GO 2 B 13/00 (2006.01) GO 2 B 13/00
GO 2 B 13/18 (2006.01) GO 2 B 13/18

請求項の数 10 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2016-561100 (P2016-561100)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都港区港南二丁目15番3号
(86) (22) 出願日	平成26年11月28日(2014.11.28)	(74) 代理人	100092897 弁理士 大西 正悟
(86) 国際出願番号	PCT/JP2014/005968	(74) 代理人	100097984 弁理士 川野 宏
(87) 国際公開番号	W02016/084117	(74) 代理人	100157417 弁理士 並木 敏章
(87) 国際公開日	平成28年6月2日(2016.6.2)	(72) 発明者	関根 淳 東京都港区港南二丁目15番3号 株式会社ニコン内
審査請求日	平成29年10月12日(2017.10.12)	審査官	殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮像レンズおよび撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側に凹面を向けるように像面が湾曲した撮像レンズであって、
光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸形状の第1レンズと、正屈折力を有する第2レンズと、負屈折力を有する第3レンズと、正屈折力もしくは負屈折力を有する第4レンズと、正屈折力もしくは負屈折力を有する第5レンズとからなり、

前記第2レンズおよび前記第3レンズは、正レンズおよび当該正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる前記正レンズおよび前記負レンズの組であり、

前記第3レンズは、前記合成屈折力が最大の正屈折力となる組の、アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記負レンズであり、

以下の条件式を満足することを特徴とする撮像レンズ。

$$0.5 < f_c / f < 1.2$$

$$(r_a + r_b) / (r_a - r_b) < 0$$

$$0.600 < f_p / f < 0.7$$

$$|f_a / f_c| > 5$$

但し、

f_c : 前記合成屈折力が最大の正屈折力となる前記第2レンズおよび前記第3レンズの合成焦点距離、

f : 前記撮像レンズの焦点距離、

r_a : 前記アッペ数が 40 以下の光学材料を用いた前記第 3 レンズにおける物体側のレンズ面の曲率半径、

r_b : 前記アッペ数が 40 以下の光学材料を用いた前記第 3 レンズにおける像側のレンズ面の曲率半径、

f_p : 前記合成屈折力が最大の正屈折力となる組の前記正レンズである前記第 2 レンズの焦点距離、

f_a : 前記第 1 ~ 第 5 レンズのうち最も物体側の前記第 1 レンズの焦点距離。

【請求項 2】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 に記載の撮像レンズ。

$$-0.3 < SAG / f_c < -0.09$$

10

但し、

SAG : 物体側に凹面を向けるように前記像面が湾曲した場合を負の値とする、最大像高における前記像面の光軸方向湾曲量。

【請求項 3】

前記第 1 ~ 第 5 レンズのうち最も物体側の前記第 1 レンズにおける両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の撮像レンズ。

$$|f / f_a| < 0.5$$

【請求項 4】

前記第 1 ~ 第 5 レンズのうち最も物体側の前記第 1 レンズにおける両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、

20

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

$$-0.12 < Y / (Fno \times f_a) < 0.15$$

但し、

Y : 前記撮像レンズの最大像高、

Fno : 前記撮像レンズの F ナンバー。

【請求項 5】

前記第 1 ~ 第 5 レンズのうち最も物体側の前記第 1 レンズにおける両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、

30

前記最も物体側の前記第 1 レンズ、前記合成屈折力が最大の正屈折力となる前記第 2 レンズおよび前記第 3 レンズのうち少なくともいずれかのレンズ面に、密着複層型の回折光学素子が設けられることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の撮像レンズ。

【請求項 6】

物体の像を撮像面上に結像させる撮像レンズと、

前記撮像面上に結像した前記物体の像を撮像する撮像素子とを備え、

前記撮像面が物体側に凹面を向けるように湾曲し、前記撮像レンズの像面が前記撮像面に沿って湾曲して形成されており、

前記撮像レンズは、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸形状の第 1 レンズと、正屈折力を有する第 2 レンズと、負屈折力を有する第 3 レンズと、正屈折力もしくは負屈折力を有する第 4 レンズと、正屈折力もしくは負屈折力を有する第 5 レンズとからなり、

40

前記第 2 レンズおよび前記第 3 レンズは、正レンズおよび当該正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる前記正レンズおよび前記負レンズの組であり、

前記第 3 レンズは、前記合成屈折力が最大の正屈折力となる組の、アッペ数が 40 以下の光学材料を用いた前記負レンズであり、

以下の条件式を満足することを特徴とする撮像装置。

$$0.5 < f_c / f < 1.2$$

$$(r_a + r_b) / (r_a - r_b) < 0$$

50

$$\frac{0.600 \quad f_p / f < 0.7}{|f_a / f_c| > 5}$$

但し、

f_c : 前記合成屈折力が最大の正屈折力となる前記第2レンズおよび前記第3レンズの合成焦点距離、

f : 前記撮像レンズの焦点距離、

r_a : 前記アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記第3レンズにおける物体側のレンズ面の曲率半径、

r_b : 前記アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記第3レンズにおける像側のレンズ面の曲率半径、

f_p : 前記合成屈折力が最大の正屈折力となる組の前記正レンズである前記第2レンズの焦点距離、

f_a : 前記第1～第5レンズのうち最も物体側の前記第1レンズの焦点距離。

【請求項7】

前記第1～第5レンズのうち最も物体側の前記第1レンズにおける両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項6に記載の撮像装置。

$$|f / f_a| < 0.5$$

【請求項8】

前記第1～第5レンズのうち最も物体側の前記第1レンズにおける両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項6または7に記載の撮像装置。

$$-0.12 < Y / (Fno \times f_a) < 0.15$$

但し、

Y : 前記撮像レンズの最大像高、

Fno : 前記撮像レンズのFナンバー。

【請求項9】

前記第1～第5レンズのうち最も物体側の前記第1レンズにおける両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、

前記最も物体側の前記第1レンズ、前記合成屈折力が最大の正屈折力となる前記第2レンズおよび前記第3レンズのうち少なくともいずれかのレンズ面に、密着複層型の回折光学素子が設けられることを特徴とする請求項6～8のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項10】

以下の条件式を満足することを特徴とする請求項6～9のいずれか一項に記載の撮像装置。

$$-0.3 < SAG / f_c < -0.09$$

但し、

SAG : 物体側に凹面を向けるように前記像面が湾曲した場合を負の値とする、最大像高における前記像面の光軸方向湾曲量。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、携帯端末等に搭載される撮像装置に好適な撮影レンズに関する。

【背景技術】

【0002】

携帯端末等に搭載された小型の撮像装置に用いられる撮像レンズ（例えば、特許文献1を参照）には、撮像素子の画素の微細化に伴って、像面上で1～2μm程度の高い解像力が要求される。また、このような撮像レンズには、携帯端末等の薄型化に伴って、撮像レンズの全長を短くすることも要求される。撮像レンズの解像力を高めるには、レンズ面を非球面にする方法が考えられる。ところが、小型の撮像装置に用いられる従来の撮像レン

10

20

30

40

50

ズでは、殆どのレンズ面が非球面である。また、撮像レンズの解像力を高めるには、レンズの枚数を増やす方法も考えられる。しかしながら、レンズの枚数を増やすと、レンズを挿入するための空間が必要になり、撮像レンズの全長が長くなる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】国際公開第2013/027641号パンフレット

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

このように、従来の撮像レンズでは、撮像レンズの全長を短くして結像性能を高めるための方策が求められている。

【0005】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、全長が短くて良好な結像性能を有した撮像レンズおよび、これを用いた撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

このような目的達成のため、本発明に係る撮像レンズは、物体側に凹面を向けるように像面が湾曲した撮像レンズであって、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸形状の第1レンズと、正屈折力を有する第2レンズと、負屈折力を有する第3レンズと、正屈折力もしくは負屈折力を有する第4レンズと、正屈折力もしくは負屈折力を有する第5レンズとからなり、前記第2レンズおよび前記第3レンズは、正レンズおよび当該正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる前記正レンズおよび前記負レンズの組であり、前記第3レンズは、前記合成屈折力が最大の正屈折力となる組の、アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記負レンズであり、以下の条件式を満足している。

【0007】

$$0.5 < f_c / f < 1.2$$

$$\frac{(r_a + r_b)}{(r_a - r_b)} < 0$$

$$0.600 < f_p / f < 0.7$$

$$|f_a / f_c| > 5$$

但し、

f_c : 前記合成屈折力が最大の正屈折力となる前記第2レンズおよび前記第3レンズの合成焦点距離、

f : 前記撮像レンズの焦点距離、

r_a : 前記アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記第3レンズにおける物体側のレンズ面の曲率半径、

r_b : 前記アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記第3レンズにおける像側のレンズ面の曲率半径、

f_p : 前記合成屈折力が最大の正屈折力となる組の前記正レンズである前記第2レンズの焦点距離、

f_a : 前記第1～第5レンズのうち最も物体側の前記第1レンズの焦点距離。

【0010】

また、本発明に係る撮像装置は、物体の像を撮像面上に結像させる撮像レンズと、前記撮像面上に結像した前記物体の像を撮像する撮像素子とを備え、前記撮像面が物体側に凹面を向けるように湾曲し、前記撮像レンズの像面が前記撮像面に沿って湾曲して形成されており、前記撮像レンズは、光軸に沿って物体側から順に並んだ、物体側に凸形状の第1レンズと、正屈折力を有する第2レンズと、負屈折力を有する第3レンズと、正屈折力もしくは負屈折力を有する第4レンズと、正屈折力もしくは負屈折力を有する第5レンズとからなり、前記第2レンズおよび前記第3レンズは、正レンズおよび当該正レンズの像側

10

20

30

40

50

に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる前記正レンズおよび前記負レンズの組であり、前記第3レンズは、前記合成屈折力が最大の正屈折力となる組の、アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記負レンズであり、以下の条件式を満足している。

【0011】

$$0.5 < f_c / f < 1.2$$

$$(r_a + r_b) / (r_a - r_b) < 0$$

$$0.600 < f_p / f < 0.7$$

$$|f_a / f_c| > 5$$

但し、

f_c : 前記合成屈折力が最大の正屈折力となる前記第2レンズおよび前記第3レンズの合成焦点距離、

f : 前記撮像レンズの焦点距離、

r_a : 前記アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記第3レンズにおける物体側のレンズ面の曲率半径、

r_b : 前記アッペ数が40以下の光学材料を用いた前記第3レンズにおける像側のレンズ面の曲率半径、

f_p : 前記合成屈折力が最大の正屈折力となる組の前記正レンズである前記第2レンズの焦点距離、

f_a : 前記第1～第5レンズのうち最も物体側の前記第1レンズの焦点距離。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、撮像レンズの全長を短くして良好な結像性能を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】第1実施例に係る撮像レンズのレンズ構成図である。

【図2】第1実施例に係る撮像レンズの諸収差図である。

【図3】第2実施例に係る撮像レンズのレンズ構成図である。

【図4】第2実施例に係る撮像レンズの諸収差図である。

【図5】第3実施例に係る撮像レンズのレンズ構成図である。

【図6】第3実施例に係る撮像レンズの諸収差図である。

【図7】撮像装置の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本願の好ましい実施形態について図を参照しながら説明する。本願に係る撮像レンズを備えた撮像装置CMRが図7に示されている。なお、図7は携帯端末等に搭載された撮像装置CMRの断面図である。撮像装置CMRは、携帯端末等の装置本体BDに設けられた鏡筒部BRと、鏡筒部BRに収容保持された撮影レンズPLと、鏡筒部BR側に収容された撮像素子SRと、装置本体BD側に収容された制御部PUとを主体に構成される。撮影レンズPLは、被写体(物体)の像を撮像素子SRの撮像面上に結像させる。

【0015】

撮像素子SRは、例えばCCDやCMOS等のイメージセンサーを用いて構成され、撮影レンズPLの像面Iに合わせて配置される。撮像素子SRの表面には、画素(光電変換素子)が二次元的に配置された撮像面が形成される。撮像素子SRの撮像面は、物体側に凹面を向けるように湾曲しており、撮影レンズPLの像面Iが撮像素子SRの撮像面に沿って湾曲して形成される。例えば、撮像素子SRの撮像面は、球面状の凹面や、非球面状の凹面となる。撮像素子SRは、撮影レンズPLにより撮像面上で結像した被写体からの光を光電変換し、被写体の画像データを制御部PU等に出力する。

【0016】

制御部PUには、撮像素子SRと、携帯端末等の装置本体BDの外側に設けられた入出

10

20

30

40

50

力部 D S と、装置本体 B D に收容された記憶部 M R とが電氣的に接続される。入出力部 D S は、タッチパネルおよび液晶パネル等から構成され、ユーザーの操作（撮像操作等）に応じた処理を行うとともに、撮像素子 S R により撮像された被写体の画像表示等を行う。記憶部 M R は、撮像素子 S R 等の作動に必要なデータや、撮像素子 S R により撮像取得された被写体の画像データを記憶する。制御部 P U は、撮像素子 S R、入出力部 D S、記憶部 M R 等をそれぞれ制御する。また、制御部 P U は、撮像素子 S R により撮像取得された被写体の画像データに対して種々の画像処理を行うことができる。

【 0 0 1 7 】

ここで、撮影レンズ P L の第 1 実施形態について説明する。第 1 実施形態の撮影レンズ P L は、例えば図 1 に示すように、正レンズおよび負レンズの両方を含む 5 枚のレンズ L 1 ~ L 5 からなり、物体側に凹面を向けるように像面 I が湾曲している。すなわち、撮影レンズ P L の像面 I は、光軸 A x から周辺部へ向かうにつれて物体側へ大きく湾曲するようになっている。5 枚のレンズ L 1 ~ L 5 に含まれる負レンズのうち少なくとも 1 枚は、正レンズの像側に並んで配置されており、当該正レンズおよび正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズ（例えば、正屈折力を有する第 2 レンズ L 2 および負屈折力を有する第 3 レンズ L 3）の組において、次の条件式（ 1 ）で表される条件を満足している。

【 0 0 1 8 】

$$0.5 < f_c / f < 1.2 \quad \dots (1)$$

但し、

f_c : 合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの合成焦点距離、
 f : 撮像レンズ P L の焦点距離。

【 0 0 1 9 】

本実施形態においては、撮影レンズ P L の像面 I を物体側に凹面を向けるように湾曲させることで、像面湾曲の補正の負担を軽減している。これにより、レンズの枚数を減らして撮影レンズ P L の全長を短縮しながらも、良好な結像性能を得ることが可能になる。条件式（ 1 ）は、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの合成焦点距離 f_c と、撮像レンズ P L 全系の焦点距離 f との関係について、適切な範囲を規定する条件式である。条件式（ 1 ）の下限値を下回る条件である場合、合成焦点距離 f_c が短くなりすぎるため、像面湾曲の補正が困難となり好ましくない。なお、像面湾曲の補正のためにレンズの枚数を増やすと、撮影レンズの全長が長くなり、バックフォーカスが足りなくなる。一方、条件式（ 1 ）の上限値を上回る条件である場合、合成焦点距離 f_c が長くなりすぎるため、撮影レンズの全長が長くなり好ましくない。

【 0 0 2 0 】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式（ 1 ）の下限値を 0.80 にすることが望ましい。一方、本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式（ 1 ）の上限値を 1.10 にすることが望ましい。

【 0 0 2 1 】

このような構成の撮影レンズ P L において、次の条件式（ 2 ）で表される条件を満足することが好ましい。

【 0 0 2 2 】

$$-0.3 < SAG / f_c < -0.09 \quad \dots (2)$$

但し、

SAG : 最大像高における像面 I の光軸方向湾曲量。

【 0 0 2 3 】

条件式（ 2 ）は、最大像高における像面 I の光軸方向湾曲量 SAG と、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの合成焦点距離 f_c との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式（ 2 ）の下限値を下回る条件である場合、合成焦点距離 f_c が短くなりすぎると、コマ収差等の諸収差の補正が困難となり好ましくない。また、像面 I の光軸方向湾曲量 SAG がマイナス方向に大きくなりすぎると、最終

10

20

30

40

50

レンズと撮像素子との干渉を避けるためにバックフォーカスを長くする必要があり、結果として撮影レンズの全長が長くなる。一方、条件式(2)の上限値を上回る条件である場合、像面Iの光軸方向湾曲量SAGが小さくなりすぎると、像面湾曲を補正するためのレンズの負担が大きくなる。その結果、像面湾曲の補正が困難となり好ましくない。なお、像面湾曲の補正のためにレンズの枚数を増やすと、撮影レンズの全長が長くなる。また、合成焦点距離 f_c が長くなりすぎると、撮影レンズの全長が長くなり好ましくない。

【0024】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(2)の下限値を -0.20 にすることが望ましい。一方、本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(2)の上限値を -0.12 にすることが望ましい。

10

【0025】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、5枚のレンズ $L_1 \sim L_5$ は、アッベ数が40以下の光学材料を用いた負レンズを少なくとも1枚含み、次の条件式(3)で表される条件を満足することが好ましい。

【0026】

$$(r_a + r_b) / (r_a - r_b) < 0 \quad \dots (3)$$

但し、

r_a : アッベ数が40以下の光学材料を用いた負レンズにおける物体側のレンズ面の曲率半径、

r_b : アッベ数が40以下の光学材料を用いた負レンズにおける像側のレンズ面の曲率半径。

20

【0027】

色収差を補正するには、アッベ数の小さい光学材料を用いた負レンズが少なくとも1枚必要になる。かつ、色収差を良好に補正するには、負レンズの屈折力がある程度大きくする必要があり、条件式(3)は、アッベ数が40以下の光学材料を用いた負レンズのシェイプファクターについて、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(3)の上限値を上回る条件である場合、アッベ数が40以下の光学材料を用いた負レンズにおける像側のレンズ面の曲率半径が、物体側のレンズ面の曲率半径よりも小さくなる。その結果、斜入射光束の上側光束が、当該負レンズにおいて物体側のレンズ面よりも光軸Axから離れた位置で像側のレンズ面を通過し、像側のレンズ面において大きく屈折される。そのため、コマ収差の補正が困難となり、周辺光量も低下して好ましくない。

30

【0028】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(3)の上限値を -0.30 にすることが望ましい。また、アッベ数が40以下の光学材料を用いた負レンズは、合成屈折力が最大の正屈折力となる組の負レンズ(例えば、負屈折力を有する第3レンズ L_3)であることが望ましい。

【0029】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、5枚のレンズ $L_1 \sim L_5$ のうち最も物体側のレンズ(第1レンズ L_1)における両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、次の条件式(4)で表される条件を満足することが好ましい。

40

【0030】

$$|f / f_a| < 0.5 \quad \dots (4)$$

但し、

f_a : 最も物体側のレンズの焦点距離。

【0031】

レンズの長さを短く保つため、物体側のレンズ面が当該レンズ面の中心よりも物体側に突出するのは好ましくない。そのため、5枚のレンズ $L_1 \sim L_5$ のうち最も物体側のレンズには、物体側に凸形状になる部分が必要になる。条件式(4)は、撮像レンズPL全系の焦点距離 f と、最も物体側のレンズの焦点距離 f_a との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(4)の上限値を上回る条件である場合、最も物体側

50

のレンズが正屈折力を有するときには、開口絞りSよりも像側のレンズにおける負屈折力が大きくなりすぎるため、コマ収差の補正が困難となり、周辺光量も低下して好ましくない。また、最も物体側のレンズが負屈折力を有するときには、バックフォーカスが必要以上に長くなるため、撮像レンズの全長が長くなり好ましくない。

【0032】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(4)の上限値を0.25にすることが望ましい。

【0033】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、次の条件式(5)で表される条件を満足することが好ましい。

【0034】

$$0.5 < f_p / f < 0.7 \quad \dots (5)$$

但し、

f_p : 合成屈折力が最大の正屈折力となる組の正レンズの焦点距離。

【0035】

条件式(5)は、合成屈折力が最大の正屈折力となる組の正レンズの焦点距離 f_p と、撮像レンズPL全系の焦点距離 f との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(5)の下限値を下回る条件である場合、正レンズの焦点距離 f_p が短くなりすぎるため、球面収差、コマ収差等の諸収差の補正が困難となり好ましくない。一方、条件式(5)の上限値を上回る条件である場合、正レンズの焦点距離 f_p が長くなりすぎるため、撮像レンズの全長が長くなり好ましくない。

【0036】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(5)の下限値を0.55にすることが望ましい。一方、本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(5)の上限値を0.65にすることが望ましい。

【0037】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、5枚のレンズL1~L5のうち最も物体側のレンズ(第1レンズL1)における両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、次の条件式(6)~(7)で表される条件を満足することが好ましい。

【0038】

$$-0.12 < Y / (Fno \times f_a) < 0.15 \quad \dots (6)$$

$$|f_a / f_c| > 5 \quad \dots (7)$$

但し、

Y : 撮像レンズPLの最大像高、

Fno : 撮像レンズPLのFナンバー、

f_a : 最も物体側のレンズの焦点距離。

【0039】

条件式(6)は、撮像レンズPLの最大像高Yと、撮像レンズPLのFナンバーFnoと、最も物体側のレンズの焦点距離 f_a との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(6)の下限値を下回る条件である場合、最も物体側のレンズの負屈折力が大きくなりすぎて、バックフォーカスが必要以上に長くなるため、撮像レンズの全長が長くなり好ましくない。一方、条件式(6)の上限値を上回る条件である場合、最も物体側のレンズの正屈折力が大きくなり、開口絞りSよりも像側のレンズの負屈折力が大きくなりすぎるため、コマ収差の補正が困難となり、周辺光量も低下して好ましくない。

【0040】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(6)の下限値を-0.05にすることが望ましい。一方、本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(6)の上限値を0.05にすることが望ましい。

【0041】

条件式(7)は、最も物体側のレンズの焦点距離 f_a と、合成屈折力が最大の正屈折力

10

20

30

40

50

となる正レンズおよび負レンズの合成焦点距離 f_c との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(7)の下限値を下回る条件である場合、最も物体側のレンズの負屈折力が大きくなりすぎると、合成焦点距離 f_c を短くする必要があるため、球面収差の補正が困難となり好ましくない。また、最も物体側のレンズの正屈折力が大きくなりすぎると、合成屈折力が最大の正屈折力となる組の正レンズに入射する下側光束の入射角度が大きくなるため、コマ収差の補正が困難となり好ましくない。

【0042】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(7)の下限値を10.0にすることが望ましい。

【0043】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、5枚のレンズL1~L5のうち最も物体側のレンズ(第1レンズL1)における両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲し、例えば図1の二点鎖線で示すように、最も物体側のレンズ、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズのうち少なくともいずれかのレンズ面に、密着複層型の回折光学素子DOEが設けられてもよい。このような構成によれば、軸上色収差を良好に補正することができる。以上に説明したように、第1実施形態によれば、撮像レンズPLの全長を短くして良好な結像性能を得ることができる。

【0044】

次に、撮影レンズPLの第2実施形態について説明する。第2実施形態の撮影レンズPLは、第1実施形態の撮影レンズPLと同様の構成であるため、第1実施形態と同じ符号を用いて説明する。第2実施形態の撮影レンズPLは、例えば図1に示すように、光軸Axに沿って物体側から順に並んだ、両側のレンズ面が物体側に凸面を向けるように湾曲した第1レンズL1と、正屈折力を有する第2レンズL2と、負屈折力を有する第3レンズL3と、正屈折力(もしくは負屈折力)を有する第4レンズL4と、負屈折力(もしくは正屈折力)を有する第5レンズL5とからなり、物体側に凹面を向けるように像面Iが湾曲している。すなわち、撮影レンズPLの像面Iは、光軸Axから周辺部へ向かうにつれて物体側へ大きく湾曲するようになっている。このような構成の撮影レンズPLにおいて、次の条件式(11)で表される条件を満足している。

【0045】

$$0.5 < f_{23} / f < 1.2 \quad \dots (11)$$

但し、

f_{23} : 第2レンズL2および第3レンズL3の合成焦点距離、

f : 撮像レンズPLの焦点距離。

【0046】

本実施形態においては、撮影レンズPLの像面Iを物体側に凹面を向けるように湾曲させることで、像面湾曲の補正の負担を軽減している。これにより、レンズの枚数を減らして撮影レンズPLの全長を短縮しながらも、良好な結像性能を得ることが可能になる。条件式(11)は、第2レンズL2および第3レンズL3の合成焦点距離 f_{23} と、撮像レンズPL全系の焦点距離 f との関係について、適切な範囲を規定する条件式である。条件式(11)の下限値を下回る条件である場合、合成焦点距離 f_{23} が短くなりすぎると、像面湾曲の補正が困難となり好ましくない。なお、像面湾曲の補正のためにレンズの枚数を増やすと、撮影レンズの全長が長くなり、バックフォーカスが足りなくなる。一方、条件式(11)の上限値を上回る条件である場合、合成焦点距離 f_{23} が長くなりすぎると、撮影レンズの全長が長くなり好ましくない。

【0047】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(11)の下限値を0.80にすることが望ましい。一方、本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(11)の上限値を1.10にすることが望ましい。

【0048】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、次の条件式(12)で表される条件を満足

10

20

30

40

50

することが好ましい。

【0049】

$$-0.3 < SAG / f_{23} < -0.09 \quad \dots (12)$$

但し、

SAG：最大像高における像面Iの光軸方向湾曲量。

【0050】

条件式(12)は、最大像高における像面Iの光軸方向湾曲量SAGと、第2レンズL2および第3レンズL3の合成焦点距離 f_{23} との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(12)の下限値を下回る条件である場合、合成焦点距離 f_{23} が短くなりすぎると、コマ収差等の諸収差の補正が困難となり好ましくない。また、像面Iの光軸方向湾曲量SAGがマイナス方向に大きくなりすぎると、最終レンズと撮像素子との干渉を避けるためにバックフォーカスを長くする必要があり、結果として撮影レンズの全長が長くなる。一方、条件式(12)の上限値を上回る条件である場合、像面Iの光軸方向湾曲量SAGが小さくなりすぎると、像面湾曲を補正するためのレンズの負担が大きくなる。その結果、像面湾曲の補正が困難となり好ましくない。なお、像面湾曲の補正のためにレンズの枚数を増やすと、撮影レンズの全長が長くなる。また、合成焦点距離 f_{23} が長くなりすぎると、撮影レンズの全長が長くなり好ましくない。

10

【0051】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(12)の下限値を-0.20にすることが望ましい。一方、本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(12)の

20

【0052】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、次の条件式(13)で表される条件を満足することが好ましい。

【0053】

$$(r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32}) < 0 \quad \dots (13)$$

但し、

r_{31} ：第3レンズL3における物体側のレンズ面の曲率半径、

r_{32} ：第3レンズL3における像側のレンズ面の曲率半径。

【0054】

色収差を補正するには、アッペ数の小さい光学材料を用いた負レンズが少なくとも1枚必要になる。かつ、色収差を良好に補正するには、負レンズの屈折力のある程度大きくする必要はある。条件式(13)は、負屈折力を有する第3レンズL3のシェイプファクターについて、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(13)の上限値を上回る条件である場合、第3レンズL3における像側のレンズ面の曲率半径が、物体側のレンズ面の曲率半径よりも小さくなる。その結果、斜入射光束の上側光束が、第3レンズL3において物体側のレンズ面よりも光軸Axから離れた位置で像側のレンズ面を通過し、像側のレンズ面において大きく屈折される。そのため、コマ収差の補正が困難となり、周辺光量も低下して好ましくない。

30

【0055】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(13)の上限値を-0.30にすることが望ましい。

40

【0056】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、次の条件式(14)で表される条件を満足することが好ましい。

【0057】

$$|f / f_1| < 0.5 \quad \dots (14)$$

但し、

f_1 ：第1レンズL1の焦点距離。

【0058】

50

レンズの長さを短く保つため、物体側のレンズ面が当該レンズ面の中心よりも物体側に突出するのは好ましくない。そのため、5枚のレンズL1～L5のうち最も物体側の第1レンズL1には、物体側に凸形状になる部分が必要になる。条件式(14)は、撮像レンズPL全系の焦点距離fと、第1レンズL1の焦点距離f1との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(14)の上限値を上回る条件である場合、第1レンズL1が正屈折力を有するときには、開口絞りSよりも像側のレンズにおける負屈折力が大きくなりすぎるため、コマ収差の補正が困難となり、周辺光量も低下して好ましくない。また、第1レンズL1が負屈折力を有するときには、バックフォーカスが必要以上に長くなるため、撮像レンズの全長が長くなり好ましくない。

【0059】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(14)の上限値を0.25にすることが望ましい。

【0060】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、次の条件式(15)で表される条件を満足することが好ましい。

【0061】

$$0.5 < f_2 / f < 0.7 \quad \dots (15)$$

但し、

f₂：第2レンズL2の焦点距離。

【0062】

条件式(15)は、第2レンズL2の焦点距離f₂と、撮像レンズPL全系の焦点距離fとの関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(15)の下限値を下回る条件である場合、第2レンズL2の焦点距離f₂が短くなりすぎるため、球面収差、コマ収差等の諸収差の補正が困難となり好ましくない。一方、条件式(15)の上限値を上回る条件である場合、第2レンズL2の焦点距離f₂が長くなりすぎるため、撮像レンズの全長が長くなり好ましくない。

【0063】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(15)の下限値を0.55にすることが望ましい。一方、本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(15)の上限値を0.65にすることが望ましい。

【0064】

このような構成の撮影レンズPLにおいて、次の条件式(16)～(17)で表される条件を満足することが好ましい。

【0065】

$$-0.12 < Y / (Fno \times f_1) < 0.15 \quad \dots (16)$$

$$|f_1 / f_{23}| > 5 \quad \dots (17)$$

但し、

Y：撮像レンズPLの最大像高、

Fno：撮像レンズPLのFナンバー、

f₁：第1レンズL1の焦点距離。

【0066】

条件式(16)は、撮像レンズPLの最大像高Yと、撮像レンズPLのFナンバーFnoと、第1レンズL1の焦点距離f₁との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(16)の下限値を下回る条件である場合、第1レンズL1の負屈折力が大きくなりすぎて、バックフォーカスが必要以上に長くなるため、撮像レンズの全長が長くなり好ましくない。一方、条件式(16)の上限値を上回る条件である場合、第1レンズL1の正屈折力が大きくなり、開口絞りSよりも像側のレンズにおける負屈折力が大きくなりすぎるため、コマ収差の補正が困難となり、周辺光量も低下して好ましくない。

【0067】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(16)の下限値を-0.05にす

10

20

30

40

50

ることが望ましい。一方、本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(16)の上限値を0.05にすることが望ましい。

【0068】

条件式(17)は、第1レンズL1の焦点距離 f_1 と、第2レンズL2および第3レンズL3の合成焦点距離 f_{23} との関係について、適切な範囲を規定するための条件式である。条件式(17)の下限値を下回る条件である場合、第1レンズL1の負屈折力が大きくなりすぎると、合成焦点距離 f_{23} を短くする必要があるため、球面収差の補正が困難となり好ましくない。また、第1レンズL1の正屈折力が大きくなりすぎると、第2レンズL2に入射する下側光束の入射角度が大きくなるため、コマ収差の補正が困難となり好ましくない。

10

【0069】

本実施形態の効果を良好に発揮するために、条件式(17)の下限値を10.0にすることが望ましい。

【0070】

このような構成の撮像レンズPLにおいて、例えば図1の二点鎖線で示すように、第1レンズL1、第2レンズL2、および第3レンズL3のうち少なくともいずれかのレンズ面に、密着複層型の回折光学素子DOEが設けられてもよい。このような構成によれば、軸上色収差を良好に補正することができる。以上に説明したように、第2実施形態によれば、撮像レンズPLの全長を短くして良好な結像性能を得ることができる。

20

【0071】

なお、上述の各実施形態において、像面Iの形状は、後述する実施例において図示したごとく物体側に凹面を向けた湾曲形状である。湾曲形状は、球面であることが製造上からも有効であるが、球面に限られるものではなく、非球面の凹面とすることも可能である。

【実施例】

【0072】

(第1実施例)

以下、本願の各実施例について添付図面に基づいて説明する。まず、第1実施形態および第2実施形態の第1実施例について、図1～図2および表1を用いて説明する。図1は第1実施例に係る撮像レンズPL(PL1)のレンズ構成図である。第1実施例に係る撮像レンズPL1は、光軸Axに沿って物体側から順に並んだ、負屈折力を有する第1レンズL1と、正屈折力を有する第2レンズL2と、負屈折力を有する第3レンズL3と、正屈折力を有する第4レンズL4と、負屈折力を有する第5レンズL5とから構成される。撮像レンズPL1の像面Iは、物体側に凹面を向けるように球面状に湾曲している。また、第5レンズL5と像面Iとの間には、撮像素子のカバーガラス等から構成される平行平板CVが配置される。

30

【0073】

第1レンズL1における両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲した非球面となっている。また、第1レンズL1における像側のレンズ面の近傍には、インサートモールド成型により開口絞りSが設けられる。第2レンズL2における両側のレンズ面は非球面となっている。第3レンズL3における両側のレンズ面は非球面となっている。第4レンズL4における両側のレンズ面は非球面となっている。第5レンズL5における両側のレンズ面は非球面となっている。

40

【0074】

以下に、表1～表3を示すが、これらは第1～第3実施例に係る撮像レンズの諸元の値をそれぞれ掲げた表である。各表の[全体諸元]には、撮像レンズPLの焦点距離 f 、FナンバーFno、半画角、最大像高Yの値をそれぞれ示す。また、[レンズ諸元]において、第1カラム(面番号)は物体側から数えた際のレンズ面の番号を、第2カラムRはレンズ面の曲率半径を、第3カラムDはレンズ面の光軸上の間隔を、第4カラムndはd線(波長 $\lambda = 587.6\text{nm}$)に対する屈折率を、第5カラムdはd線(波長 $\lambda = 587.6\text{nm}$)に対するアッペ数をそれぞれ示している。なお、第1カラム(面番号)の右に

50

付した*は、そのレンズ面が非球面であることを示す。また、曲率半径「 ∞ 」は平面を示し、空気の屈折率 $n_d = 1.000000$ はその記載を省略している。[条件式対応値]には、各条件式の対応値を示す。

【0075】

[非球面データ]において示す非球面係数は、レンズ面頂点からの光軸方向の距離(サグ量)を Z とし、光軸 A_x からの距離を h とし、曲率(曲率半径の逆数)を c とし、コーニク定数を K とし、 n 次 ($n = 4, 6, 8, 10, 12, 14$) の非球面係数を A_n としたとき、次式(A)で表される。なお、各実施例において、2次の非球面係数 A_2 は0であり、記載を省略している。また、[非球面データ]において、「E-n」は「 $\times 10^{-n}$ 」を示す。

10

【0076】

$$Z = (c \times h^2) / [1 + \{1 - (1 + K) \times c^2 \times h^2\}^{1/2}] + A_4 \times h^4 + A_6 \times h^6 + A_8 \times h^8 + A_{10} \times h^{10} + A_{12} \times h^{12} + A_{14} \times h^{14} \dots (A)$$

【0077】

なお、以下の全ての諸元値において掲載されている焦点距離 f 、曲率半径 R 、その他の長さの単位は一般に「mm」が使われるが、光学系は、比例拡大または比例縮小しても同等の光学性能が得られるので、これに限られるものではない。また、後述の第2～第3実施例の諸元値においても、本実施例と同様の符号を用いる。

【0078】

下の表1に、第1実施例における各諸元を示す。なお、表1における第1面～第13面の曲率半径 R は、図1における第1面～第13面に付した符号 $R_1 \sim R_{13}$ に対応している。また、第1実施例において、第1面、第2面、および第4面～第11面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。

20

【0079】

(表1)

[全体諸元]

f	5.853
Fno	2.0
	42.3°
Y	4.7

30

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n_d	d
物体面				
1*	3.58814	0.60000	1.53500	55.73
2*	2.99418	0.20000		
3		0.10000		(開口絞り)
4*	3.59385	1.10000	1.59240	68.33
5*	-4.61425	0.05000		
6*	-10.89554	0.60000	1.63970	23.52
7*	30.11963	1.00000		
8*	-8.47947	1.10000	1.53500	55.73
9*	-2.70651	0.20000		
10*	97.15970	0.60000	1.53500	55.73
11*	2.57369	0.80000		
12		0.30000	1.51680	64.17
13		1.00406		
像面	-18.57734			

40

[非球面データ]

第1面

=0.000000, A4=-1.905098E-02, A6=-3.925321E-03, A8=2.940908E-05

50

A10=8.107142E-05 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00

第 2 面

=0.000000 , A4=-1.592238E-02 , A6=-8.636819E-03 , A8=9.117990E-04

A10=1.435611E-04 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00

第 4 面

=0.000000 , A4=6.376984E-03 , A6=-3.842839E-03 , A8=4.330670E-04

A10=-9.794193E-05 , A12=-4.879042E-06 , A14=0.000000E+00

第 5 面

=0.000000 , A4=-9.600867E-04 , A6=-1.317960E-03 , A8=2.128628E-03

A10=-8.214733E-04 , A12=8.378415E-05 , A14=0.000000E+00

10

第 6 面

=0.000000 , A4=-6.998459E-03 , A6=5.165677E-04 , A8=1.993257E-03

A10=-3.097902E-04 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00

第 7 面

=0.000000 , A4=-2.021762E-03 , A6=2.534751E-03 , A8=-7.708647E-04

A10=7.084518E-04 , A12=-1.090781E-04 , A14=0.000000E+00

第 8 面

=0.000000 , A4=4.244460E-03 , A6=-4.450262E-03 , A8=4.302994E-04

A10=-9.411797E-05 , A12=1.538679E-05 , A14=0.000000E+00

第 9 面

=-10.060074 , A4=-1.325119E-02 , A6=2.160387E-03 , A8=-5.991852E-04

A10=1.430015E-04 , A12=-9.851887E-06 , A14=0.000000E+00

20

第 1 0 面

=0.000000 , A4=-4.569543E-02 , A6=4.500491E-03 , A8=2.552752E-05

A10=-7.551026E-06 , A12=-5.327296E-07 , A14=0.000000E+00

第 1 1 面

=-11.216551 , A4=-2.423316E-02 , A6=3.655799E-03 , A8=-3.443295E-04

A10=1.790314E-05 , A12=-4.145952E-07 , A14=4.096204E-10

[条件式対応値]

条件式 (1) $f_c / f = 0.811$

30

条件式 (2) $SAG / f_c = -0.127$

条件式 (3) $(r_a + r_b) / (r_a - r_b) = -0.469$

条件式 (4) $|f / f_a| = 0.112$

条件式 (5) $f_p / f = 0.613$

条件式 (6) $Y / (Fno \times f_a) = -0.045$

条件式 (7) $|f_a / f_c| = 10.991$

条件式 (1 1) $f_{23} / f = 0.811$

条件式 (1 2) $SAG / f_{23} = -0.127$

条件式 (1 3) $(r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32}) = -0.469$

条件式 (1 4) $|f / f_1| = 0.112$

40

条件式 (1 5) $f_2 / f = 0.613$

条件式 (1 6) $Y / (Fno \times f_1) = -0.045$

条件式 (1 7) $|f_1 / f_{23}| = 10.991$

参考式 (B) $f_{45} / f = -3.412$

【 0 0 8 0 】

このように本実施例では、条件式 (1) ~ (7) および条件式 (1 1) ~ (1 7) が全て満たされていることが分かる。なお、第 1 レンズ L 1 は、5 枚のレンズ L 1 ~ L 5 のうち最も物体側のレンズである。また、第 2 レンズ L 2 および第 3 レンズ L 3 は、正レンズおよび正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの組である。また、第 3 レンズ L 3 は、アッベ数が 4

50

0以下の光学材料を用いた負レンズである。そのため、条件式(1)と条件式(11)、条件式(2)と条件式(12)、条件式(3)と条件式(13)、条件式(4)と条件式(14)、条件式(5)と条件式(15)、条件式(6)と条件式(16)、条件式(7)と条件式(17)は、それぞれ同等の式になる。

【0081】

また、参考式(B)において、 f_{45} は第4レンズL4および第5レンズL5の合成焦点距離である。第4レンズL4および第5レンズL5は、正レンズおよび正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組であるが、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの組ではない。そのため、参考式(B)の対応値は、条件式(1)の範囲に含まれないことを示している。

10

【0082】

図2は、第1実施例に係る撮像レンズPL1の諸収差図である。なお、非点収差を示す収差図において、実線はサジタル像面を示し、破線はメリディオナル像面を示している。また、コマ収差を示す収差図において、RFHは像高比(Relative Field Height)を示す。以上、収差図の説明は他の実施例においても同様である。

【0083】

そして、各収差図より、第1実施例では、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。その結果、第1実施例の撮像レンズPL1を搭載することにより、撮像装置CMRにおいても、優れた結像性能を確保することができる。

【0084】

20

(第2実施例)

次に、第1実施形態および第2実施形態の第2実施例について、図3～図4および表2を用いて説明する。図3は第2実施例に係る撮像レンズPL(PL2)のレンズ構成図である。第2実施例に係る撮像レンズPL2は、光軸Axに沿って物体側から順に並んだ、正屈折力を有する第1レンズL1と、正屈折力を有する第2レンズL2と、負屈折力を有する第3レンズL3と、正屈折力を有する第4レンズL4と、負屈折力を有する第5レンズL5とから構成される。撮像レンズPL2の像面Iは、物体側に凹面を向けるように球面状に湾曲している。また、第5レンズL5と像面Iとの間には、撮像素子のカバーガラス等から構成される平行平板CVが配置される。

【0085】

30

第1レンズL1における両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲した非球面となっている。また、第1レンズL1における像側のレンズ面の近傍には、インサートモールド成型により開口絞りSが設けられる。第2レンズL2における両側のレンズ面は非球面となっている。第3レンズL3における両側のレンズ面は非球面となっている。第4レンズL4における両側のレンズ面は非球面となっている。第5レンズL5における両側のレンズ面は非球面となっている。

【0086】

下の表2に、第2実施例における各諸元を示す。なお、表2における第1面～第13面の曲率半径Rは、図3における第1面～第13面に付した符号R1～R13に対応している。また、第2実施例において、第1面、第2面、および第4面～第11面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。

40

【0087】

(表2)

[全体諸元]

f	5.868
Fno	2.0
	43.1°
Y	4.7

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n _d	d
-----	---	---	----------------	---

50

物体面

1*	3.12316	0.60000	1.53500	55.73	
2*	3.05090	0.28000			
3		0.02000			(開口絞り)
4*	3.56272	1.10000	1.53500	55.73	
5*	-3.56250	0.05000			
6*	-4.67268	0.60000	1.63970	23.52	
7*	-42.90935	1.00000			
8*	-9.78933	1.10000	1.53500	55.73	
9*	-2.54179	0.20000			10
10*	-37.12583	0.60000	1.53500	55.73	
11*	2.83700	0.80000			
12		0.30000	1.51680	64.17	
13		1.00507			
像面	-13.99771				

[非球面データ]

第 1 面

=0.000000 , A4=-1.213526E-02 , A6=-2.914001E-03 , A8=7.340890E-05
A10=-1.382644E-04 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00

第 2 面

=0.000000 , A4=-1.154281E-02 , A6=-4.833499E-03 , A8=4.157969E-04
A10=-2.796214E-05 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00

第 4 面

=0.000000 , A4=1.304745E-03 , A6=-1.954684E-03 , A8=2.937754E-04
A10=-1.478835E-04 , A12=4.498558E-05 , A14=0.000000E+00

第 5 面

=0.000000 , A4=-2.875187E-03 , A6=-1.877794E-03 , A8=2.482260E-03
A10=-8.617318E-04 , A12=1.323289E-04 , A14=0.000000E+00

第 6 面

=0.000000 , A4=-5.124018E-03 , A6=8.417598E-04 , A8=1.415639E-03
A10=-2.007317E-04 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00

第 7 面

=0.000000 , A4=6.386856E-04 , A6=2.174683E-03 , A8=-8.719897E-04
A10=5.003192E-04 , A12=-7.353934E-05 , A14=0.000000E+00

第 8 面

=0.000000 , A4=2.009774E-03 , A6=-3.895257E-03 , A8=4.667208E-04
A10=-1.104665E-04 , A12=1.321651E-05 , A14=0.000000E+00

第 9 面

=-7.856781 , A4=-1.658180E-02 , A6=2.039827E-03 , A8=-6.157134E-04
A10=1.423582E-04 , A12=-9.305220E-06 , A14=0.000000E+00

第 10 面

=0.000000 , A4=-4.436982E-02 , A6=4.362051E-03 , A8=2.832907E-05
A10=-1.029337E-05 , A12=-1.152115E-06 , A14=0.000000E+00

第 11 面

=-12.819868 , A4=-2.519875E-02 , A6=3.788695E-03 , A8=-3.536631E-04
A10=1.752252E-05 , A12=-4.061527E-07 , A14=1.602396E-09

[条件式対応値]

条件式 (1) $f c / f = 0.967$

条件式 (2) $S A G / f c = -0.143$

条件式 (3) $(r a + r b) / (r a - r b) = -1.244$

10

20

30

40

50

- 条件式 (4) $| f / f_a | = 0.045$
 条件式 (5) $f_p / f = 0.600$
 条件式 (6) $Y / (F_{no} \times f_a) = 0.018$
 条件式 (7) $| f_a / f_c | = 22.922$
 条件式 (11) $f_{23} / f = 0.967$
 条件式 (12) $SAG / f_{23} = -0.143$
 条件式 (13) $(r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32}) = -1.244$
 条件式 (14) $| f / f_1 | = 0.045$
 条件式 (15) $f_2 / f = 0.600$
 条件式 (16) $Y / (F_{no} \times f_1) = 0.018$
 条件式 (17) $| f_1 / f_{23} | = 22.922$
 参考式 (B) $f_{45} / f = -5.840$

10

【 0088 】

このように本実施例では、条件式 (1) ~ (7) および条件式 (11) ~ (17) が全て満たされていることが分かる。なお、第1レンズL1は、5枚のレンズL1~L5のうち最も物体側のレンズである。また、第2レンズL2および第3レンズL3は、正レンズおよび正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの組である。また、第3レンズL3は、アッペ数が40以下の光学材料を用いた負レンズである。そのため、条件式 (1) と条件式 (11) 、条件式 (2) と条件式 (12) 、条件式 (3) と条件式 (13) 、条件式 (4) と条件式 (14) 、条件式 (5) と条件式 (15) 、条件式 (6) と条件式 (16) 、条件式 (7) と条件式 (17) は、それぞれ同等の式になる。

20

【 0089 】

また、第4レンズL4および第5レンズL5は、正レンズおよび正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組であるが、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの組ではない。そのため、参考式 (B) の対応値は、条件式 (1) の範囲に含まれないことを示している。

【 0090 】

図4は、第2実施例に係る撮像レンズPL2の諸収差図である。そして、各収差図より、第2実施例では、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。その結果、第2実施例の撮像レンズPL2を搭載することにより、撮像装置CMRにおいても、優れた結像性能を確保することができる。

30

【 0091 】

(第3実施例)

次に、第1実施形態および第2実施形態の第3実施例について、図5~図6および表3を用いて説明する。図5は第3実施例に係る撮像レンズPL(PL3)のレンズ構成図である。第3実施例に係る撮像レンズPL3は、光軸Axに沿って物体側から順に並んだ、正屈折力を有する第1レンズL1と、正屈折力を有する第2レンズL2と、負屈折力を有する第3レンズL3と、正屈折力を有する第4レンズL4と、負屈折力を有する第5レンズL5とから構成される。撮像レンズPL3の像面Iは、物体側に凹面を向けるように球面状に湾曲している。また、第5レンズL5と像面Iとの間には、撮像素子のカバーガラス等から構成される平行平板CVが配置される。

40

【 0092 】

第1レンズL1における両側のレンズ面は、物体側に凸面を向けるように湾曲した非球面となっている。また、第1レンズL1における像側のレンズ面の近傍には、インサートモールド成型により開口絞りSが設けられる。第2レンズL2における両側のレンズ面は非球面となっている。第3レンズL3における両側のレンズ面は非球面となっている。第4レンズL4における両側のレンズ面は非球面となっている。第5レンズL5における両側のレンズ面は非球面となっている。

【 0093 】

50

下の表 3 に、第 3 実施例における各諸元を示す。なお、表 3 における第 1 面～第 13 面の曲率半径 R は、図 5 における第 1 面～第 13 面に付した符号 R 1～R 13 に対応している。また、第 3 実施例において、第 1 面、第 2 面、および第 4 面～第 11 面の各レンズ面は非球面形状に形成されている。

【 0 0 9 4 】

(表 3)

[全体諸元]

f	5.912	
F no	2.0	
	43.8 °	10
Y	4.7	

[レンズ諸元]

面番号	R	D	n d	d	
物体面					
1*	3.46239	0.60000	1.53500	55.73	
2*	3.37137	0.20000			
3		0.10000			(開口絞り)
4*	4.13127	1.10000	1.53500	55.73	
5*	-3.61119	0.05000			
6*	-5.92015	0.60000	1.63970	23.52	20
7*	55.55715	1.00000			
8*	-5.64814	1.10000	1.53500	55.73	
9*	-3.35055	0.20000			
10*	4.50000	0.60000	1.53500	55.73	
11*	3.00000	0.80000			
12		0.30000	1.51680	64.17	
13		1.49748			
像面	-11.08945				

[非球面データ]

第 1 面		30
=0.000000 , A4=-1.043677E-02 , A6=-2.424656E-03 , A8=-1.490177E-04 A10=-6.686761E-05 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00		
第 2 面		
=0.000000 , A4=-8.096253E-03 , A6=-4.461763E-03 , A8=4.434949E-04 A10=-7.974020E-05 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00		
第 4 面		
=0.000000 , A4=2.120646E-03 , A6=-1.633784E-03 , A8=1.124988E-04 A10=1.176972E-04 , A12=-2.438439E-07 , A14=0.000000E+00		
第 5 面		40
=0.000000 , A4=1.667268E-03 , A6=-2.587821E-03 , A8=2.439766E-03 A10=-6.904527E-04 , A12=9.927198E-05 , A14=0.000000E+00		
第 6 面		
=0.000000 , A4=-5.019878E-04 , A6=-7.035886E-04 , A8=1.592027E-03 A10=-3.233124E-04 , A12=0.000000E+00 , A14=0.000000E+00		
第 7 面		
=0.000000 , A4=3.710473E-03 , A6=1.595928E-03 , A8=-6.116918E-04 A10=2.977347E-04 , A12=-4.597579E-05 , A14=0.000000E+00		
第 8 面		
=0.000000 , A4=6.888376E-03 , A6=-3.990456E-03 , A8=7.084014E-04 A10=-7.314271E-05 , A12=-1.825776E-06 , A14=0.000000E+00		
		50

第 9 面

$= -5.819945$, $A4 = -1.716600E-02$, $A6 = 2.897915E-03$, $A8 = -7.084160E-04$
 $A10 = 1.231249E-04$, $A12 = -1.039563E-05$, $A14 = 0.000000E+00$

第 10 面

$= 0.000000$, $A4 = -3.991829E-02$, $A6 = 3.550748E-03$, $A8 = -8.771361E-05$
 $A10 = -1.017952E-05$, $A12 = 3.852730E-07$, $A14 = 0.000000E+00$

第 11 面

$= -3.550880$, $A4 = -2.666443E-02$, $A6 = 3.458725E-03$, $A8 = -2.919526E-04$
 $A10 = 1.576851E-05$, $A12 = -5.422026E-07$, $A14 = 9.142382E-09$

[条件式対応値]

$$\text{条件式 (1) } \quad f_c / f = 1.072$$

$$\text{条件式 (2) } \quad SAG / f_c = -0.165$$

$$\text{条件式 (3) } \quad (r_a + r_b) / (r_a - r_b) = -0.807$$

$$\text{条件式 (4) } \quad | f / f_a | = 0.032$$

$$\text{条件式 (5) } \quad f_p / f = 0.641$$

$$\text{条件式 (6) } \quad Y / (Fno \times f_a) = 0.013$$

$$\text{条件式 (7) } \quad | f_a / f_c | = 29.137$$

$$\text{条件式 (11) } \quad f_{23} / f = 1.072$$

$$\text{条件式 (12) } \quad SAG / f_{23} = -0.165$$

$$\text{条件式 (13) } \quad (r_{31} + r_{32}) / (r_{31} - r_{32}) = -0.807$$

$$\text{条件式 (14) } \quad | f / f_1 | = 0.032$$

$$\text{条件式 (15) } \quad f_2 / f = 0.641$$

$$\text{条件式 (16) } \quad Y / (Fno \times f_1) = 0.013$$

$$\text{条件式 (17) } \quad | f_1 / f_{23} | = 29.137$$

$$\text{参考式 (B) } \quad f_{45} / f = 6.214$$

【 0095 】

このように本実施例では、条件式 (1) ~ (7) および条件式 (11) ~ (17) が全て満たされていることが分かる。なお、第 1 レンズ L 1 は、5 枚のレンズ L 1 ~ L 5 のうち最も物体側のレンズである。また、第 2 レンズ L 2 および第 3 レンズ L 3 は、正レンズおよび正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの組である。また、第 3 レンズ L 3 は、アッベ数が 40 以下の光学材料を用いた負レンズである。そのため、条件式 (1) と条件式 (11) 、条件式 (2) と条件式 (12) 、条件式 (3) と条件式 (13) 、条件式 (4) と条件式 (14) 、条件式 (5) と条件式 (15) 、条件式 (6) と条件式 (16) 、条件式 (7) と条件式 (17) は、それぞれ同等の式になる。

【 0096 】

また、第 4 レンズ L 4 および第 5 レンズ L 5 は、正レンズおよび正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組であるが、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの組ではない。そのため、参考式 (B) の対応値は、条件式 (1) の範囲に含まれないことを示している。

【 0097 】

図 6 は、第 3 実施例に係る撮像レンズ P L 3 の諸収差図である。そして、各収差図より、第 3 実施例では、諸収差が良好に補正され、優れた結像性能を有していることがわかる。その結果、第 3 実施例の撮像レンズ P L 3 を搭載することにより、撮像装置 C M R においても、優れた結像性能を確保することができる。

【 0098 】

以上、各実施例によれば、全長が短くて良好な結像性能を有した撮像レンズおよび、これを備えた撮像装置を実現することができる。

【 0099 】

上述の各実施例において、撮像レンズ P L の像面 I は、物体側に凹面を向けるように球

10

20

30

40

50

面状に湾曲しているが、これに限られるものではなく、例えば非球面状に湾曲していてもよく、曲面状に湾曲していればよい。

【0100】

上述の各実施例において、第4レンズL4は、正屈折力を有しているが、これに限られるものではなく、負屈折力を有していてもよい。また、第5レンズL5は、負屈折力を有しているが、これに限られるものではなく、正屈折力を有していてもよい。

【0101】

上述の各実施例において、第2レンズL2および第3レンズL3が、正レンズおよび正レンズの像側に並んで配置された負レンズの組のうち、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの組となっているが、これに限られるものではなく、第4レンズL4および第5レンズL5が、合成屈折力が最大の正屈折力となる正レンズおよび負レンズの組となるように構成されてもよい。

10

【0102】

上述の各実施例において、例えば図1の二点鎖線で示すように、第1レンズL1、第2レンズL2、および第3レンズL3のうち少なくともいずれかのレンズ面に、密着複層型の回折光学素子DOEが設けられてもよい。

【0103】

上述の各実施例において、開口絞りSは、第1レンズL1の近傍に配置されており、収差補正上、第1レンズL1における像側のレンズ面近傍に配置されることが好ましい。また、開口絞りとしての部材を設けずに、レンズの枠でその役割を代用してもよい。

20

【符号の説明】

【0104】

C M R 撮像装置

S R 撮像素子

P L 撮像レンズ

L 1 第1レンズ

L 2 第2レンズ

L 3 第3レンズ

L 4 第4レンズ

L 5 第5レンズ

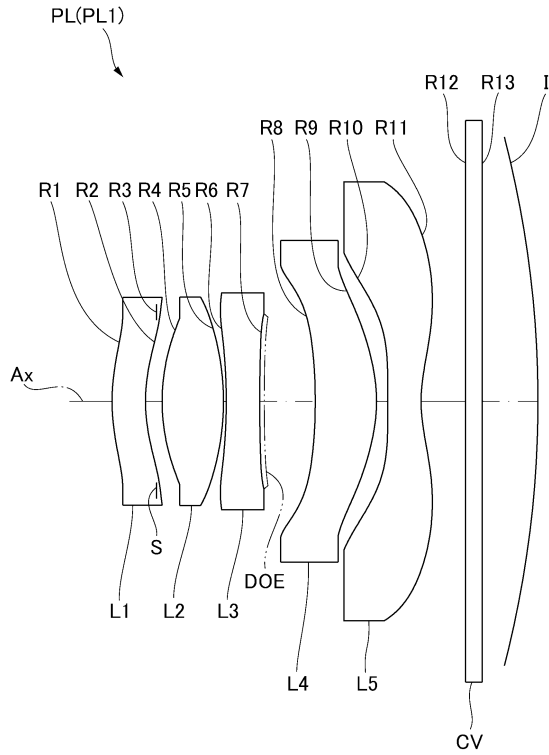
S 開口絞り

I 像面

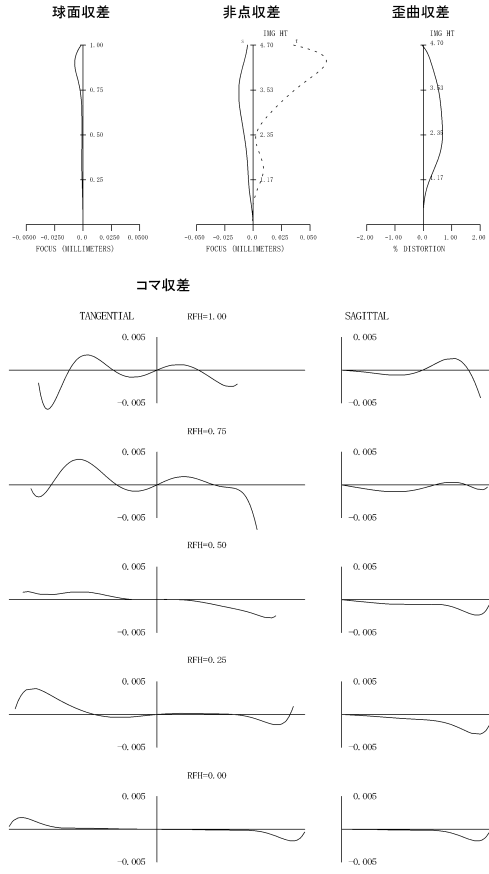
D O E 回折光学素子

30

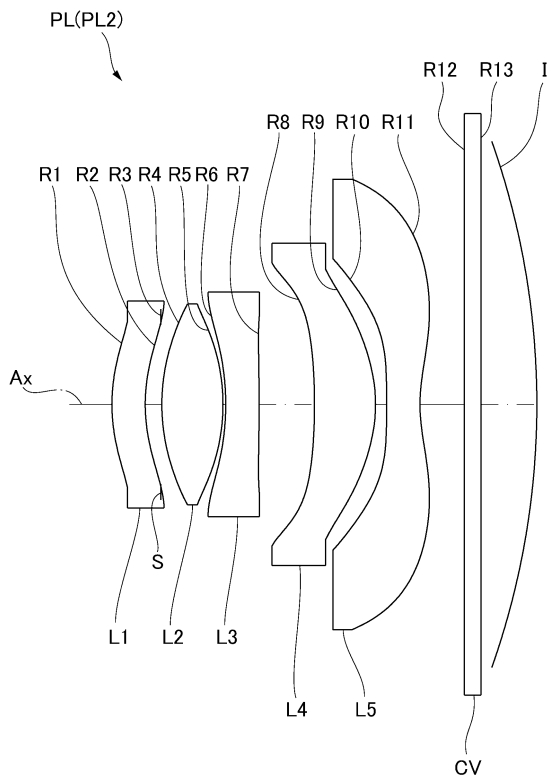
【図1】



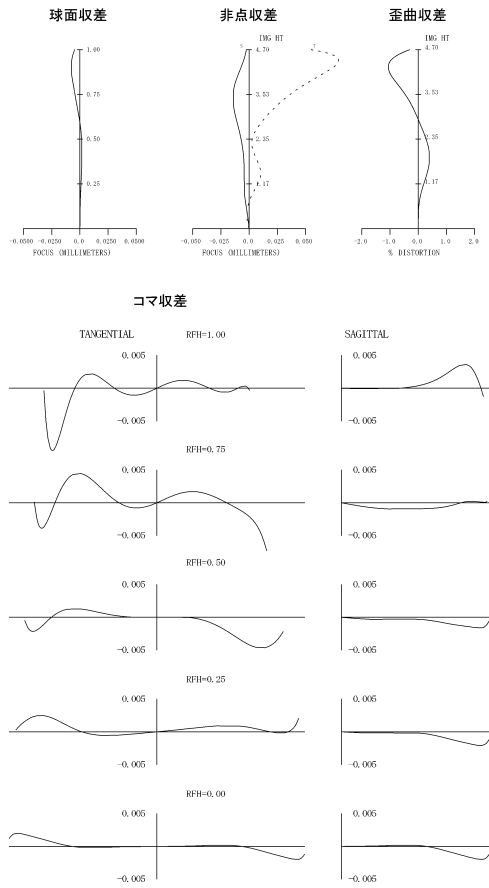
【図2】



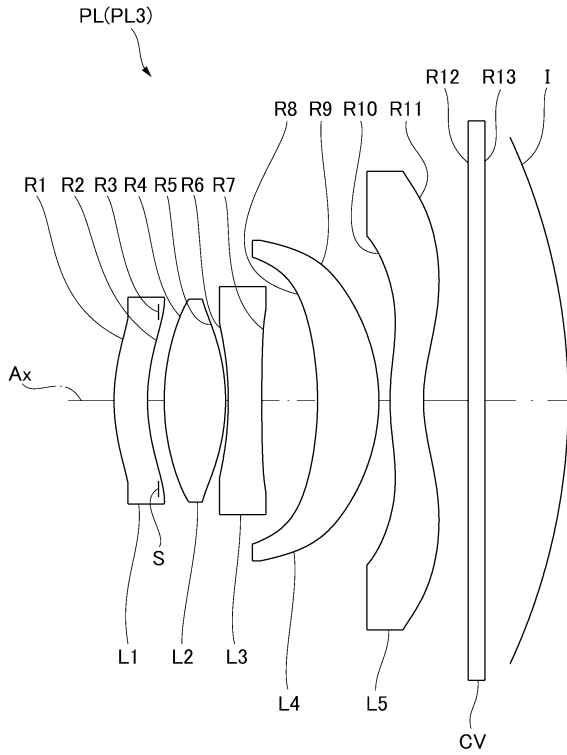
【図3】



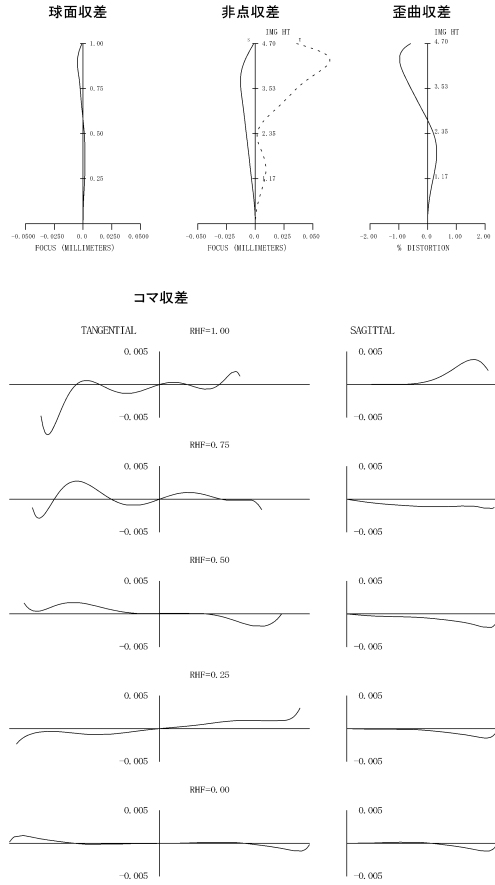
【図4】



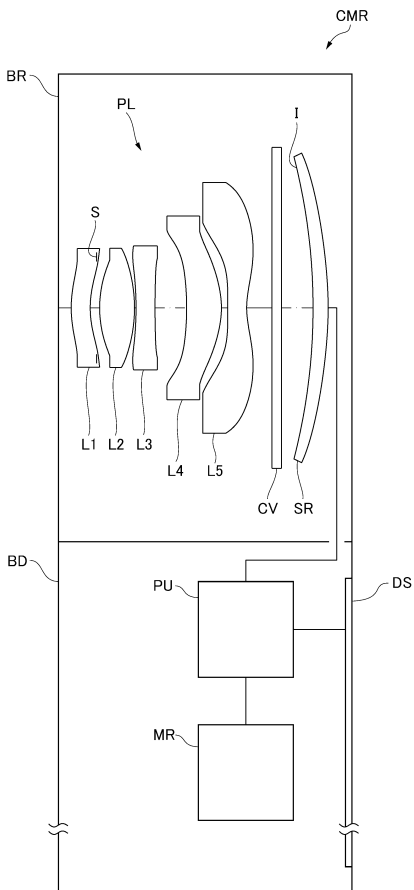
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2013/0321932 (US, A1)
特開平07-120677 (JP, A)
特開2010-008562 (JP, A)
特開2012-141423 (JP, A)
特開平05-188292 (JP, A)
特開2001-356266 (JP, A)
米国特許出願公開第2014/0029116 (US, A1)
特開2007-279282 (JP, A)
特開2014-178624 (JP, A)
国際公開第2013/027641 (WO, A1)
特開2012-252193 (JP, A)
特開2015-022152 (JP, A)
特開2015-001644 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	9/00	-	17/08
G02B	21/02	-	21/04
G02B	25/00	-	25/04