

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7146482号

(P7146482)

(45)発行日 令和4年10月4日(2022.10.4)

(24)登録日 令和4年9月26日(2022.9.26)

(51)国際特許分類

F I

G 0 2 B 15/12 (2006.01)

G 0 2 B 15/12

G 0 3 B 17/14 (2021.01)

G 0 3 B 17/14

G 0 3 B 17/56 (2021.01)

G 0 3 B 17/56

Z

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

請求項の数 9 (全23頁)

(21)出願番号 特願2018-121364(P2018-121364)

(22)出願日 平成30年6月26日(2018.6.26)

(65)公開番号 特開2020-3580(P2020-3580A)

(43)公開日 令和2年1月9日(2020.1.9)

審査請求日 令和3年6月11日(2021.6.11)

(73)特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74)代理人 100126240

弁理士 阿部 琢磨

(74)代理人 100124442

弁理士 黒岩 創吾

(72)発明者 奥岡 真也

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ

ヤノン株式会社内

審査官 岡田 弘

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 コンバーターレンズ、交換レンズ、及び撮像装置

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項1】

マスターレンズの像側に配置され、全体として負の屈折力を有し、全系の焦点距離を長くするコンバーターレンズであって、

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群からなり、

前記第1レンズ群は、負レンズと正レンズからなり、

前記第2レンズ群は最も像側に配置された正レンズを有し、

前記コンバーターレンズは3枚以上の負レンズを有し、

前記コンバーターレンズに含まれる全ての負レンズの材料のd線における平均屈折率を  $N_{dave}$ 、前記最も像側に配置された正レンズの物体側の面の曲率半径を  $R_1$ 、前記最も像側に配置された正レンズの像側の面の曲率半径を  $R_2$  とするとき、

$$1.92 < N_{dave} < 2.10$$

$$1.30 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 2.50$$

なる条件式を満たすことを特徴とするコンバーターレンズ。

## 【請求項2】

前記第2レンズ群は、負レンズを3枚以上有することを特徴とする請求項1に記載のコンバーターレンズ。

## 【請求項3】

マスターレンズの像側に配置され、全体として負の屈折力を有し、全系の焦点距離を長く

するコンバーターレンズであって、

物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群からなり、

前記第 1 レンズ群は、負レンズと正レンズからなり、

前記第 2 レンズ群は、負レンズを 4 枚以上有し、

前記コンバーターレンズに含まれる全ての負レンズの材料の d 線における平均屈折率を  $N_{dave}$  とするとき、

$1.92 < N_{dave} < 2.10$

なる条件式を満たすことを特徴とするコンバーターレンズ。

【請求項 4】

前記コンバーターレンズが前記マスターレンズに装着された状態での前記コンバーターレンズの最も像側の面から像面までの空気換算長を  $s_k$ 、前記コンバーターレンズの最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離を  $TD$  とするとき、

$0.10 < s_k / TD < 0.50$

なる条件式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 項に記載のコンバーターレンズ。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群は、前記負レンズと前記正レンズとの接合レンズからなることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のコンバーターレンズ。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を  $f_2$  とするとき、

$-2.30 < f_1 / f_2 < -0.95$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載のコンバーターレンズ。

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、前記コンバーターレンズの焦点距離を  $f$  とするとき、

$-1.40 < f_1 / f < -0.30$

なる条件式を満たすことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載のコンバーターレンズ。

【請求項 8】

マスターレンズと、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のコンバーターレンズと、を有することを特徴とする交換レンズ。

【請求項 9】

マスターレンズと、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載のコンバーターレンズと、前記マスターレンズと前記コンバーターレンズによって形成される像を受光する撮像素子とを備えることを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンバーターレンズ、交換レンズ、及び撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

交換レンズと撮像装置の間に配置されることにより、全系の焦点距離を拡大する（焦点距離を長くする）ことが可能なりアコンバーターレンズ（以下、コンバーターレンズという）が知られている。

【0003】

特許文献 1 は、5 枚の負レンズを有し、焦点距離の拡大倍率が 2.0 倍のコンバーターレンズを開示している。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

## 【特許文献】

【 0 0 0 4 】

【文献】特開 2 0 1 7 - 1 7 3 6 9 2 号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

一般に、コンバーターレンズは負の屈折力を有しており、焦点距離の拡大倍率が上がると当該負の屈折力が強くなる傾向がある。また、負の屈折力を強くするために、コンバーターレンズ内の負レンズの曲率を大きくすると、軸外光束に起因するコマ収差等の諸収差が発生しやすいことが知られている。

10

【 0 0 0 6 】

さらに、コンバーターレンズは開口絞りを有しないため、交換レンズ内のマスターレンズを通過した軸外光束は、その主光線がコンバーターレンズにおける光軸と交差することなく像面に入射する。そのため、交換レンズのように開口絞りの前後に配置したレンズにより収差補正を行うことが困難になりやすい。

【 0 0 0 7 】

このような課題に鑑み、本発明は、マスターレンズの像側に配置された場合に全系で高い光学特性を得ることが可能なコンバーターレンズ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】

【 0 0 0 8 】

20

本発明の一実施例に係るコンバーターレンズは、マスターレンズの像側に配置され、全体として負の屈折力を有し、全系の焦点距離を長くするコンバーターレンズであって、物体側から像側へ順に配置された、正の屈折力の第 1 レンズ群、負の屈折力の第 2 レンズ群からなり、前記第 1 レンズ群は、負レンズと正レンズからなり、前記第 2 レンズ群は最も像側に配置された正レンズを有し、前記コンバーターレンズは 3 枚以上の負レンズを有し、前記コンバーターレンズに含まれる全ての負レンズの材料の d 線（波長 5 8 7 . 5 6 n m）における平均屈折率を  $N_{dave}$ 、前記最も像側に配置された正レンズの物体側の面の曲率半径を  $R_1$ 、前記最も像側に配置された正レンズの像側の面の曲率半径を  $R_2$  とするとき、

$$1.92 < N_{dave} < 2.10$$

30

$$1.30 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 2.50$$

なる条件式を満たすことを特徴とする。

## 【発明の効果】

【 0 0 0 9 】

本発明のコンバーターレンズによれば、マスターレンズの像側に配置された場合であっても全系で高い光学特性を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 0 】

【図 1】実施例 1 のコンバーターレンズの断面図である。

【図 2】実施例 1 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図である。

40

【図 3】実施例 1 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の横収差図である。

【図 4】実施例 2 のコンバーターレンズの断面図である。

【図 5】実施例 2 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図である。

【図 6】実施例 2 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の横収差図である。

【図 7】実施例 3 のコンバーターレンズの断面図である。

【図 8】実施例 3 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物

50

体に合焦時の縦収差図である。

【図 9】実施例 3 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の横収差図である。

【図 10】実施例 4 のコンバーターレンズの断面図である。

【図 11】実施例 4 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図である。

【図 12】実施例 4 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の横収差図である。

【図 13】実施例 5 のコンバーターレンズの断面図である。

【図 14】実施例 5 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図である。

10

【図 15】実施例 5 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の横収差図である。

【図 16】実施例 6 のコンバーターレンズの断面図である。

【図 17】実施例 6 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図である。

【図 18】実施例 6 のコンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の横収差図である。

【図 19】マスターレンズの断面図である。

【図 20】無限遠物体に合焦時のマスターレンズの縦収差図である。

20

【図 21】無限遠物体に合焦時のマスターレンズの横収差図である。

【図 22】撮像装置の構成を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施例に係るコンバーターレンズ及び撮像装置について、添付の図面に基づいて詳細に説明する。

【0012】

ある材料のアップ数  $d$  は、フラウンホーファ線の  $d$  線 (587.56 nm)、F 線 (486.13 nm)、C 線 (656.27 nm)、g 線 (波長 435.84 nm) における屈折率を  $N_d$ 、 $N_F$ 、 $N_C$ 、 $N_g$  とするとき、

30

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

で表される。

【0013】

各実施例のコンバーターレンズは、例えば、撮像装置と該撮像装置に対して着脱可能な交換レンズとの間に配置される。各実施例のコンバーターレンズは、交換レンズの光学系とコンバーターレンズからなる撮影光学系（全系）の焦点距離を、交換レンズのみを撮影光学系とした場合よりも焦点距離を長くすることができる。

【0014】

図 1、4、7、10、13、16 に示すコンバーターレンズの断面図および図 19 に示すマスターレンズの断面図において、左方が物体側（前方）であり、右方が像側（後方）である。また各断面図において、 $i$  を物体側から像側へのレンズ群の順番とすると、 $L_i$  は第  $i$  レンズ群を示す。開口絞り  $SP$  は開放  $F$  ナンバー ( $Fno$ ) の光束を決定（制限）する。 $FP$  はフレアーカット絞りであり、不要光をカットする。

40

【0015】

撮像装置がデジタルビデオカメラやデジタルカメラなどである場合は、像面  $IP$  は、 $CCD$  センサまたは  $CMOS$  センサ等の撮像素子（光電変換素子）に相当する。撮像装置が銀塩フィルムカメラである場合は、像面  $IP$  はフィルム面に相当する。

【0016】

図 2、5、8、11、14、17 は、後述の各実施例のコンバーターレンズの縦収差図であり、図 20 はマスターレンズの縦収差図である。球面収差図において、実線は  $d$  線、

50

二点鎖線は  $g$  線を示している。非点収差図において破線  $M$  はメリディオナル像面、実線  $S$  はサジタル像面である。歪曲収差は  $d$  線について示している。倍率色収差は  $g$  線について示している。  $\theta$  は半画角 (度)、 $Fno$  は  $F$  ナンバーである。

【0017】

図3、6、9、12、15、18は、後述の各実施例のコンバーターレンズの横収差図であり、図21はマスターレンズの横収差図である。横収差図において破線  $M$  はメリディオナル像面、実線  $S$  はサジタル像面である。

【0018】

前述のように、全体で負の屈折力を有するコンバーターレンズでは、軸外光束により起因してコマ収差等の諸収差が発生しやすく、かつ補正が困難になりやすい。

【0019】

そこで、実施例にかかるコンバーターレンズは、全体として負の屈折力を有し、3枚以上の負レンズを有する。そして、コンバーターレンズに含まれる負レンズ材料の平均屈折率を比較的大きくすることにより各レンズの面の曲率を小さくし、軸外光束に起因するコマ収差等の諸収差の発生を低減している。

【0020】

具体的には、コンバーターレンズに含まれる全ての負レンズの材料の  $d$  線 (波長  $587.56\text{nm}$ ) における平均屈折率を  $N_{dave}$  とするとき、

$$1.92 < N_{dave} < 2.10 \quad \cdots (1)$$

なる条件式を満たす。

【0021】

条件式 (1) の下限値を下回ってレンズの材料の平均屈折率が小さくなると、ペッツバール和を小さく構成しやすくなって像面湾曲等の補正は容易になる。しかし、レンズの面の曲率が大きくなり、コマ収差等の諸収差の補正が困難となるため好ましくない。

【0022】

材料の平均屈折率が大きくなると、一般にガラスの材料の分散が大きくなる。そのため、条件式 (1) の上限値を上回って、負レンズの材料の平均屈折率が大きくなると、倍率色収差の補正が困難となるため好ましくない。

【0023】

このように、実施例のコンバーターレンズは、前述のレンズ構成および条件式 (1) を満たすことにより、コマ収差等の軸外光束に起因する収差を良好に補正し、マスターレンズに装着したときでも高い光学性能が得ることが可能となる。

【0024】

また、本発明のコンバーターレンズを用いることで、最大像高の低い撮像素子を有する撮像装置用のマスターレンズを、最大像高の高い撮像素子を有する撮像装置で使用する場合であっても収差の観点でユーザが違和感なく使用できるようになる。

【0025】

条件式 (1) の数値範囲を以下のようにすることが好ましい。

$$1.95 < N_{dave} < 2.08 \quad \cdots (1a)$$

【0026】

さらに、条件式 (1) の数値範囲を以下のようにすることが好ましい。

$$1.98 < N_{dave} < 2.05 \quad \cdots (1b)$$

【0027】

また、コンバーターレンズは、第2レンズ群に3枚以上の負レンズ、より好ましくは4枚以上の負レンズを有することが好ましい。

【0028】

さらに、コンバーターレンズが、以下の条件式のうち1以上を満足することが好ましい。

$$1.30 < (R1 + R2) / (R1 - R2) < 2.50 \quad \cdots (2)$$

$$0.10 < sk / TD < 0.50 \quad \cdots (3)$$

$$-2.30 < f1 / f2 < -0.95 \quad \cdots (4)$$

10

20

30

40

50

$$-1.40 < f_1 / f < -0.30 \quad \dots (5)$$

## 【0029】

ただし、最も像側に配置されたレンズの物体側の面の曲率半径を  $R_1$ 、当該レンズの像側の面の曲率半径を  $R_2$  とする。コンバーターレンズの最も像側の面から像面までの空気換算長を  $s_k$ 、当該コンバーターレンズの最も物体側の面から最も像側の面までの光軸上の距離を  $TD$  とする。第1レンズ群の焦点距離を  $f_1$ 、第2レンズ群の焦点距離を  $f_2$ 、前記コンバーターレンズの焦点距離を  $f$  とする。ここで、第1レンズ群は、負レンズと正レンズを接合した接合レンズからなる。

## 【0030】

条件式(2)は、コンバーターレンズの、最も像側に配置された正レンズの形状について規定している。軸外光束を大きく屈折させつつ、収差の発生を抑制するために、一方の面の曲率半径を他方に比べて大きくすることが好ましい。これにより、収差の発生を抑制しつつ、軸上光束に比べ軸外光束を屈折させることができ、軸外光束に起因する収差を補正しやすくなる。

## 【0031】

条件式(2)はこれに鑑みて定められたものである。条件式(2)の下限値を下回って像側の面の曲率と物体側の面の曲率の差が大きくなると、像面湾曲がアンダーとなり好ましくない。条件式(2)の上限値を上回って像側の面の曲率と物体側の面の曲率の差が小さくなると、像面湾曲がオーバーになるため好ましくない。

## 【0032】

条件式(3)は、コンバーターレンズのバックフォーカスと、最も物体側に配置されているレンズの物体側の面から最も像側に配置されているレンズの像側の面までの距離(レンズ構成長)の比を規定している。条件式(3)を下回るとレンズ構成長が長くなるため好ましくない。条件式(3)を上回ってレンズ構成長が短くなると、各レンズの屈折力が高くなり球面収差の補正が困難となるため好ましくない。

## 【0033】

条件式(4)は、第1レンズ群の焦点距離と、第2レンズ群の焦点距離の比を規定している。条件式(4)の下限値を下回ると、球面収差がオーバー側に大きく発生して、補正が困難となるため好ましくない。条件式(4)の上限値を上回ると、球面収差がアンダー側に大きく発生して、補正が困難となるため好ましくない。

## 【0034】

条件式(5)は、第1レンズ群の焦点距離と、コンバーターレンズの焦点距離の比を規定している。条件式(5)の下限値を下回って第1レンズ群の焦点距離の絶対値が大きくなり屈折力が弱くなると球面収差がオーバー側に発生するため好ましくない。条件式(5)の上限値を上回って第1レンズ群の焦点距離の絶対値が小さくなり屈折力が強くなると、球面収差がアンダー側に発生すとなるため好ましくない。

## 【0035】

さらに、条件式(2)～(5)の数値範囲を以下のようにすることが好ましい。

$$1.40 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 2.30 \quad \dots (2a)$$

$$0.15 < s_k / TD < 0.40 \quad \dots (3a)$$

$$-2.10 < f_1 / f_2 < -1.00 \quad \dots (4a)$$

$$-1.20 < f_1 / f < -0.32 \quad \dots (5a)$$

## 【0036】

さらに、条件式(2)～(5)の数値範囲を以下のようにすることが好ましい。

$$1.50 < (R_1 + R_2) / (R_1 - R_2) < 2.10 \quad \dots (2b)$$

$$0.25 < s_k / TD < 0.35 \quad \dots (3b)$$

$$-1.90 < f_1 / f_2 < -1.10 \quad \dots (4b)$$

$$-1.10 < f_1 / f < -0.34 \quad \dots (5b)$$

## 【0037】

上記条件式の少なくとも1つを満たすことで、マスターレンズの像側に配置された場合

であっても全系でより高い光学特性を得ることが可能となる。

【 0 0 3 8 】

次に、実施例のマスターレンズと、各実施例のコンバーターレンズについて説明する。

【 0 0 3 9 】

[ コンバーターレンズ ]

次に実施例 1 ～ 6 のコンバーターレンズについて説明する。

【 0 0 4 0 】

[ 実施例 1 ]

図 1 ( a ) は、実施例 1 のコンバーターレンズ R C L の断面図である。図 1 ( b ) は、マスターレンズ M L とマスターレンズ M L の像側に配置された実施例 1 のコンバーターレンズ R C L の断面図である。図 2 および図 3 は実施例 1 のコンバーターレンズ R C L をマスターレンズ M L の像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図および横収差図である。コンバーターレンズ R C L による拡大倍率は、1 . 6 1 倍である。

10

【 0 0 4 1 】

第 1 レンズ群は、負レンズ G 1 と正レンズ G 2 の接合レンズから構成される。

【 0 0 4 2 】

第 2 レンズ群は、負レンズと正レンズと負レンズからなる接合レンズと、該接合レンズの像側に配置された正レンズからなる。すなわち、コンバーターレンズ R C L は、3 枚の負レンズを有する。

【 0 0 4 3 】

20

[ 実施例 2 ]

図 4 ( a ) は、実施例 2 のコンバーターレンズ R C L の断面図である。図 4 ( b ) は、マスターレンズ M L とマスターレンズ M L の像側に配置された実施例 2 のコンバーターレンズ R C L の断面図である。図 5 および図 6 は実施例 2 のコンバーターレンズ R C L をマスターレンズ M L の像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図および横収差図である。コンバーターレンズ R C L による拡大倍率は 1 . 6 0 倍である。

【 0 0 4 4 】

第 1 レンズ群は、負レンズ G 1 と正レンズ G 2 の接合レンズから構成される。

【 0 0 4 5 】

第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズと正レンズからなる接合レンズと、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズからなる。すなわち、コンバーターレンズ R C L は、4 枚の負レンズを有する。

30

【 0 0 4 6 】

[ 実施例 3 ]

図 7 ( a ) は、実施例 3 のコンバーターレンズ R C L の断面図である。図 7 ( b ) は、マスターレンズ M L とマスターレンズ M L の像側に配置された実施例 3 のコンバーターレンズ R C L の断面図である。図 8 および図 9 は実施例 3 のコンバーターレンズ R C L をマスターレンズ M L の像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図および横収差図である。コンバーターレンズ R C L による拡大倍率は 2 . 0 1 倍である。

【 0 0 4 7 】

40

第 1 レンズ群は、負レンズ G 1 と正レンズ G 2 の接合レンズから構成される。

【 0 0 4 8 】

第 2 レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズと正レンズからなる接合レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズからなる。すなわち、コンバーターレンズ R C L は、4 枚の負レンズを有する。

【 0 0 4 9 】

[ 実施例 4 ]

図 1 0 ( a ) は、実施例 4 のコンバーターレンズ R C L の断面図である。図 1 0 ( b ) は、マスターレンズ M L とマスターレンズ M L の像側に配置された実施例 4 のコンバーターレンズ R C L の断面図である。図 1 1 および図 1 2 は実施例 4 のコンバーターレンズ R

50

C LをマスターレンズM Lの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図および横収差図である。コンバーターレンズR C Lによる拡大倍率は2 . 0 2倍である。

【0050】

第1レンズ群は、負レンズG 1と正レンズG 2の接合レンズから構成される。

【0051】

第2レンズ群は、物体側から像側へ順に配置された、負レンズと正レンズからなる接合レンズ、負レンズ、負レンズ、正レンズ、負レンズ、正レンズからなる。すなわち、コンバーターレンズR C Lは、5枚の負レンズを有する。

【0052】

[ 実施例5 ]

図13(a)は、実施例5のコンバーターレンズR C Lの断面図である。図13(b)は、マスターレンズM LとマスターレンズM Lの像側に配置された実施例5のコンバーターレンズR C Lの断面図である。図14および図15は実施例5のコンバーターレンズをマスターレンズM Lの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図および横収差図である。コンバーターレンズR C Lによる拡大倍率は1 . 6 1倍である。

【0053】

第1レンズ群は、負レンズG 1と正レンズG 2の接合レンズから構成される。

【0054】

第2レンズ群は、負レンズと正レンズと負レンズからなる接合レンズと、該接合レンズの像側に配置された正レンズからなる。すなわち、コンバーターレンズR C Lは、3枚の負レンズを有する。

【0055】

[ 実施例6 ]

図16(a)は、実施例6のコンバーターレンズR C Lの断面図である。図16(b)は、マスターレンズM LとマスターレンズM Lの像側に配置された実施例6のコンバーターレンズR C Lの断面図である。図17および図18は実施例6のコンバーターレンズR C LをマスターレンズM Lの像側に配置した時の無限遠物体に合焦時の縦収差図および横収差図である。コンバーターレンズR C Lによる拡大倍率は1 . 5 9倍である。

【0056】

第1レンズ群は、負レンズG 1と正レンズG 2の接合レンズから構成される。

【0057】

第2レンズ群は、負レンズと正レンズと負レンズからなる接合レンズと、該接合レンズの像側に配置された正レンズからなる。すなわち、コンバーターレンズR C Lは、3枚の負レンズを有する。

【0058】

[ マスターレンズ ]

図19は、無限遠物体に合焦時のマスターレンズM Lの断面図である。図20は、無限遠物体に合焦時のマスターレンズM Lの縦収差図である。図21は、無限遠物体に合焦時のマスターレンズM Lの横収差図である。

【0059】

マスターレンズM Lは、開口絞りS Pと、該開口絞りS Pの物体側に配置された前群L fと、開口絞りS Pの像側に配置された後群L rからなる単焦点レンズである。マスターレンズM LのFナンバーは2 . 8 8、半画角は29度である。なお、例に挙げたマスターレンズM Lは一例であり、像面に結像可能な光学系であればその他の光学系であっても構わない。

【0060】

[ 数値実施例 ]

前述のマスターレンズM Lの数値実施例と、実施例1～6のコンバーターレンズR C Lのそれぞれに対応する数値実施例1～6を示す。

【0061】

10

20

30

40

50



また、各数値実施例において、面番号は、物体側からの光学面の順序を示す。r は光学面の曲率半径 (mm)、面番号 i における d は、第 i 番目の光学面と第 i + 1 番目の光学面の間隔 (mm)、n<sub>d</sub> は d 線における光学部材の材料の屈折率、v<sub>d</sub> は d 線を基準とした光学部材の材料のアッペ数であり、定義は前述のとおりである。

#### 【0062】

B F はバックフォーカスを示す。なお、バックフォーカスは、最も像側の面から近軸像面までの光軸上の距離を空気換算長により表記したものとする。

#### 【0063】

マスターレンズ M L におけるレンズ全長は、マスターレンズ M L の最も物体側の面 (第 1 レンズ面) からマスターレンズ M L の最も像側の面 (最終レンズ面) までの光軸上の距離にバックフォーカスを加えた長さである。コンバーターレンズ R C L をマスターレンズ M L の像側に配置したときのレンズ全長は、マスターレンズ M L の最も物体側の面からコンバーターレンズ R C L の最も像側の面までの光軸上の距離に、コンバーターレンズ R C L のバックフォーカスを加えた長さである。

10

#### 【0064】

マスターレンズとコンバーターのレンズ間隔は、マスターレンズの最も像側の面からコンバーターレンズの最も物体側の面までの光軸上の距離である。マスターレンズとコンバーターレンズの間隔は、空気換算長で表している。拡大倍率は、マスターレンズの焦点距離に対する、マスターレンズおよびコンバーターを用いた場合の全系の焦点距離の比である。

#### 【0065】

20

コンバーターレンズのレンズ構成長は、コンバーターレンズの最も物体側の面からコンバーターレンズの最も像側の面までの光軸上の距離である。

#### 【0066】

有効径は、軸上光束及び軸外光束の通過範囲の径である。入射瞳位置は最も物体側の面から入射瞳までの距離、射出瞳位置は最も像側の面から射出瞳までの距離である。前側主点位置は最も物体側の面から前側主点までの距離であり、後側主点位置は最も像側の面から後側主点までの距離である。なお、前側主点位置および後側主点位置についての各数値は近軸量であり、符号は物体側から像側の向きを正とする。

#### 【0067】

また、光学面が非球面の場合は、面番号の右側に、\* の符号を付している。非球面形状は、x を光軸方向の面頂点からの変位置、h を光軸と垂直な方向の光軸からの高さ、R を近軸曲率半径、k を円錐定数、A<sub>4</sub>、A<sub>6</sub>、A<sub>8</sub>、A<sub>10</sub>、A<sub>12</sub> を各次数の非球面係数とすると、

30

$$x = (h^2 / R) / [1 + \{1 - (1 + k)(h / R)^2\}^{1/2} + A_4 \times h^4 + A_6 \times h^6 + A_8 \times h^8 + A_{10} \times h^{10} + A_{12} \times h^{12}]$$

で表している。なお、各非球面係数における「e ± X X」は「× 10 ± X X」を意味している。数値実施例 1 ~ 6 のそれぞれにおける、前述の各条件式に用いられている物理量を [表 1] に示し、前述の各条件式に対応する値を [表 2] に示す。

#### 【0068】

なお、以下に示す数値実施例における長さの単位には mm を用い、角度の単位には度を用いているが、光学系は比例拡大、または比例縮小しても使用可能なため、他の長さの単位を用いることも可能である。

40

#### 【0069】

[マスターレンズ] - コンバーターレンズの数値実施例 1 ~ 6 共通 -

単位 mm

面データ

面番号	r	d	n <sub>d</sub>	v <sub>d</sub>	有効径
1	23.706	2.83	1.91082	35.3	16.13
2	63.184	0.25			14.42
3	22.266	0.90	1.48749	70.2	12.89

50

4	7.213	4.00		10.11	
5		3.26		8.13 (フレアーカット絞り)	
6(絞り)		3.24		8.78	
7	-16.321	4.82	1.69680	55.5	9.30
8	-8.400	0.80	1.80610	33.3	11.37
9	-36.438	0.20		13.67	
10	227.537	4.39	1.59522	67.7	15.23
11	-15.547	0.90		16.72	
12*	-34.842	3.55	1.58313	59.4	17.76
13	-15.035	35.68		18.94	

10

像面

非球面データ

第12面

K = 0.000000e+000 A 4=-5.24174e-005 A 6= 5.25723e-008 A 8=-3.53661e-009 A10= 3.36031e-011 A12=-1.48386e-013

マスターレンズの各種データ

焦点距離 24.50

Fナンバー 2.88

半画角(度) 29.14

像高 13.66

レンズ全長 64.83

BF 35.68

入射瞳位置 10.34

射出瞳位置 -35.77

前側主点位置 26.44

後側主点位置 11.18

マスターレンズの単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	40.28
2	3	-22.32
3	7	19.87
4	8	-13.72
5	10	24.62
6	12	42.54

20

30

【 0 0 7 0 】

[ コンバーターレンズ ]

[ 数値実施例 1 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	141.314	1.20	1.95375	32.3	25.80
2	20.811	8.90	1.80518	25.4	25.40
3	-50.545	4.45			25.60
4	-36.637	1.20	2.00100	29.1	24.10
5	62.836	8.70	1.62588	35.7	25.00
6	-19.857	1.30	2.00100	29.1	25.80
7	-424.225	7.20			29.00
8	-74.271	9.35	1.59551	39.2	35.20
9	-25.409	13.96			37.90

40

像面

50

マスターレンズとコンバーターレンズの間隔 4.19

コンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の各種データ

焦点距離 39.54

Fナンバー 4.65

半画角(度) 28.68

像高 21.64

レンズ全長 89.59

BF 13.96

コンバーターレンズの各種データ

焦点距離 -148.00

レンズ構成長 42.30

前側主点位置 -24.78

後側主点位置 -76.86

拡大倍率 1.61

コンバーターレンズの単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1 1 -25.71

2 2 19.39

3 4 -22.98

4 5 25.13

5 6 -20.84

6 8 60.53

【 0 0 7 1 】

[ 数値実施例 2 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	108.446	1.20	2.00100	29.1	25.90
2	18.934	8.60	1.85478	24.8	25.40
3	-62.820	4.00			25.40
4	-49.683	1.20	2.05090	26.9	24.30
5	27.755	6.00	1.80810	22.8	24.90
6	-109.942	1.30			25.50
7	-45.352	1.20	2.05090	26.9	25.60
8	144.322	0.10			27.30
9	49.805	5.00	1.53172	48.8	29.50
10	-100.714	1.30			30.30
11	-52.534	1.60	2.00100	29.1	30.40
12	-149.361	2.90			32.10
13	-86.192	8.00	1.54072	47.2	34.30
14	-27.523	13.08			36.50

像面

マスターレンズとコンバーターレンズの間隔 4.19

コンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の各種データ

焦点距離 39.21

Fナンバー 4.61

半画角(度) 28.89

像高 21.64

レンズ全長 88.80

BF 13.08

## コンバーターレンズの各種データ

焦点距離 -83.09  
 レンズ構成長 42.40  
 前側主点位置 0.34  
 後側主点位置 -36.78  
 拡大倍率 1.60

## コンバーターレンズの単レンズデータ

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-23.07
2	2	17.89
3	4	-16.81
4	5	27.97
5	7	-32.73
6	9	63.41
7	11	-81.63
8	13	71.36

10

【 0 0 7 2 】

[ 数値実施例 3 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	71.603	1.20	2.05090	26.9	25.50
2	17.334	9.10	1.85478	24.8	24.20
3	-55.856	0.45			24.00
4	-83.837	1.20	2.00100	29.1	23.40
5	15.257	8.15	1.80810	22.8	22.50
6	-109.942	3.45			22.80
7	-36.477	1.20	2.05090	26.9	22.80
8	53.517	0.20			24.30
9	38.586	4.70	1.53172	48.8	26.20
10	-174.517	6.95			27.20
11	-127.684	1.60	2.00100	29.1	32.50
12	424.763	4.65			33.50
13	-73.668	10.00	1.51742	52.4	35.20
14	-24.017	11.00			37.90

20

30

## 像面

マスターレンズとコンバーターレンズの間隔 4.19

## コンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の各種データ

焦点距離 49.27  
 Fナンバー 5.79  
 半画角(度) 23.71  
 像高 21.64  
 レンズ全長 97.18  
 BF 11.00

40

## コンバーターレンズの各種データ

焦点距離 -81.18  
 レンズ構成長 52.85  
 前側主点位置 -9.30  
 後側主点位置 -71.02  
 拡大倍率 2.01

50

## コンバーターレンズの単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-22.01
2	2	16.42
3	4	-12.82
4	5	17.08
5	7	-20.50
6	9	59.89
7	11	-97.93
8	13	64.44

10

【 0 0 7 3 】

[ 数値実施例 4 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	81.547	1.20	2.05090	26.9	25.60
2	17.175	8.90	1.85478	24.8	24.40
3	-74.877	0.40			24.10
4	-800.041	1.20	2.00100	29.1	23.60
5	15.215	8.10	1.80810	22.8	22.40
6	-109.942	1.35			22.50
7	-59.136	1.20	2.00100	29.1	22.40
8	800.004	3.95			22.80
9	-35.142	1.20	2.05090	26.9	23.40
10	309.433	0.15			25.30
11	50.320	5.10	1.53172	48.8	28.20
12	-77.229	0.60			29.10
13	-79.630	1.60	2.00100	29.1	29.20
14	387.478	6.50			30.70
15	-116.685	10.00	1.51742	52.4	35.50
16	-25.328	13.96			37.90

20

30

像面

マスターレンズとコンバーターレンズの間隔 4.19

コンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の各種データ

焦点距離 49.40

Fナンバー 5.81

半画角(度) 23.65

像高 21.64

レンズ全長 98.73

BF 13.96

40

コンバーターレンズの各種データ

焦点距離 -75.46

レンズ構成長 51.45

前側主点位置 -6.52

後側主点位置 -62.68

拡大倍率 2.02

コンバーターレンズの単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-20.90
2	2	17.11

50

3      4    -14.91  
 4      5     17.03  
 5      7    -54.97  
 6      9    -29.98  
 7     11    58.11  
 8     13   -65.88  
 9     15    60.27

【 0 0 7 4 】

[ 数値実施例 5 ]

単位 mm

10

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	105.372	1.10	1.90525	35.0	25.80
2	20.274	9.30	1.74077	27.8	25.40
3	-43.036	3.30			25.50
4	-34.856	1.20	1.85150	40.8	24.20
5	50.808	9.00	1.54072	47.2	24.90
6	-19.532	1.30	2.00330	28.3	25.60
7	-612.486	7.20			28.90
8	-70.239	9.60	1.61293	37.0	35.20
9	-24.676	13.95			37.90

20

像面

マスターレンズとコンバーターレンズの間隔      4.19

コンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の各種データ

焦点距離      39.45

Fナンバー      4.64

半画角（度）   28.74

像高            21.64

レンズ全長      89.28

BF               13.95

30

コンバーターレンズの各種データ

焦点距離      -162.19

レンズ構成長   42.00

前側主点位置   -29.93

後側主点位置   -84.93

拡大倍率        1.61

コンバーターレンズの単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-27.90
2	2	19.84
3	4	-24.12
4	5	27.32
5	6	-20.13
6	8	57.46

40

【 0 0 7 5 】

[ 数値実施例 6 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd	有効径
1	258.268	1.00	2.00100	29.1	25.80

50

2	23.518	7.70	1.85478	24.8	25.70
3	-54.781	6.10		25.90	
4	-30.390	1.00	2.05090	26.9	24.40
5	31.048	7.40	1.89286	20.4	26.30
6	-48.829	1.00	2.24163	16.9	27.30
7	-1396.349	8.60		28.70	
8	-130.600	9.80	1.51742	52.4	36.30
9	-26.447	13.65		38.60	

像面

マスターレンズとコンバーターレンズの間隔 4.19

10

コンバーターレンズをマスターレンズの像側に配置した時の各種データ

焦点距離 39.02

Fナンバー 4.59

半画角(度) 29.00

像高 21.64

レンズ全長 89.58

BF 13.65

コンバーターレンズの各種データ

焦点距離 -194.07

レンズ構成長 42.60

20

前側主点位置 -40.70

後側主点位置 -101.32

拡大倍率 1.59

コンバーターレンズの単レンズデータ

レンズ 始面 焦点距離

1	1	-25.90
2	2	20.16
3	4	-14.49
4	5	22.23
5	6	-40.77
6	8	62.10

30

【 0 0 7 6 】

【 表 1 】

表 1

数値	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
Ndave	1.98525	2.02595	2.02595	2.02090	1.92002	2.09784
R1	-74.271	-86.192	-73.668	-116.685	-70.239	-130.600
R2	-25.409	-27.523	-24.017	-25.328	-24.676	-26.447
sk	13.961	13.078	11.000	13.958	13.949	13.651
TD	42.300	42.400	52.850	51.450	42.000	42.600
f1	64.383	66.738	54.431	78.133	56.824	74.656
f2	-52.306	-38.060	-36.198	-41.299	-50.216	-65.021
f	-148.003	-83.095	-81.181	-75.460	-162.193	-194.067

40

【 0 0 7 7 】

## 【表 2】

表 2

条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6
(1) $Nd_{ave}$	1.98525	2.02595	2.02595	2.02090	1.92002	2.09784
(2) $(R1+R2)/(R1-R2)$	2.040	1.938	1.967	1.554	2.083	1.508
(3) $sk/TD$	0.330	0.308	0.208	0.271	0.332	0.320
(4) $f1/f2$	-1.231	-1.754	-1.504	-1.892	-1.132	-1.148
(5) $f1/f$	-0.435	-0.803	-0.670	-1.035	-0.350	-0.385

10

## 【0078】

## 〔撮像装置の実施例〕

図22は、撮像装置（デジタルカメラ）10の構成を示す図である。図22（a）は斜視図であり、図22（b）は側面図である。撮像装置10は、カメラ本体13と、マスターレンズMLと、上述した実施例1乃至6のいずれかと同様であるコンバーターレンズRCLと、マスターレンズMLおよびコンバーターレンズRCLとによって形成される像を光電変換する受光素子（撮像素子）12を備える。受光素子12としては、CCDセンサやCMOSセンサ等の撮像素子を用いることができる。マスターレンズMLおよびコンバーターレンズRCLは、カメラ本体13は一体に構成されていても良いし、それぞれがカメラ本体13に対して着脱可能に構成されていても良い。

20

## 【0079】

マスターレンズMLとコンバーターレンズRCLがカメラ本体13と一体に構成されている場合、コンバーターレンズRCLは光軸上に挿脱可能に構成される。

## 【0080】

## 〔交換レンズの実施例〕

本発明は、マスターレンズMLとコンバーターレンズRCLが同一の鏡筒内に構成され、撮像装置に対して着脱可能な交換レンズにも適用されうる。当該交換レンズは、焦点距離が不変な単焦点レンズでもよいし、焦点距離が可変なズームレンズでもよい。この場合、コンバーターレンズRCLは光軸上に挿脱可能に構成される。操作部材やユーザインターフェースを介してユーザから指示されることに応じて、コンバーターレンズRCLが光軸上または光軸外に配置される。

30

## 【0081】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施形態及び実施例に限定されず、その要旨の範囲内で種々の組合せ、変形及び変更が可能である。

## 【符号の説明】

## 【0082】

RCL コンバーターレンズ

ML マスターレンズ

40

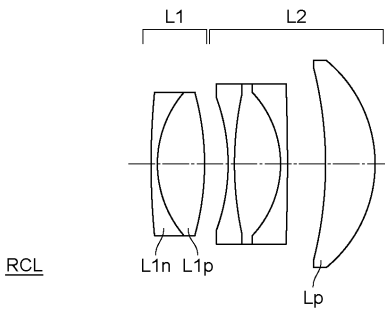
50



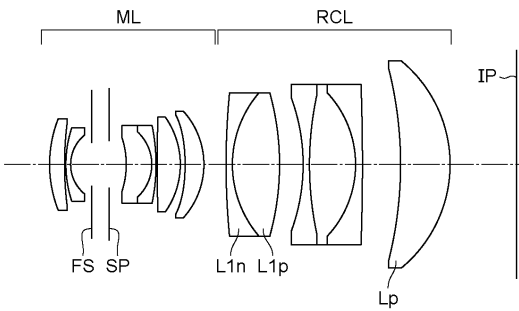
【図面】

【図 1】

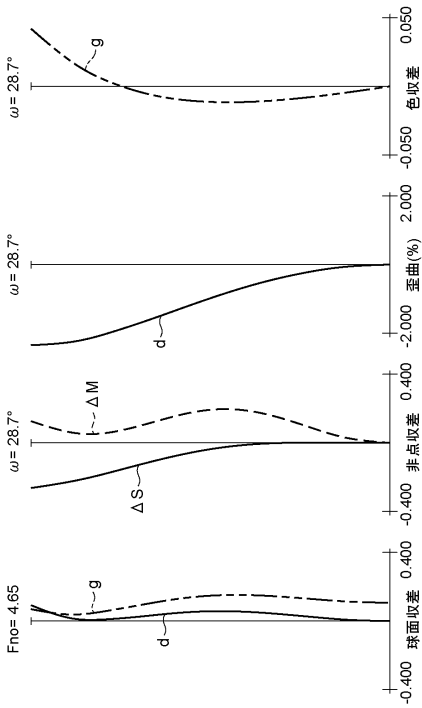
(a)



(b)



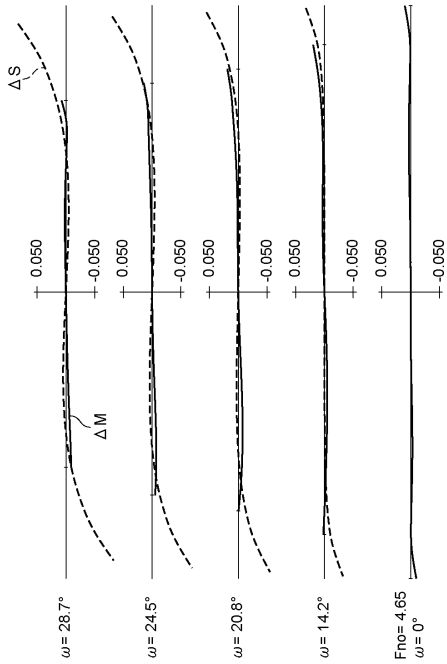
【図 2】



10

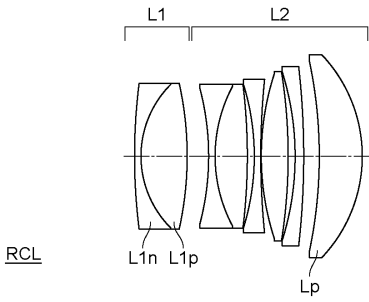
20

【図 3】

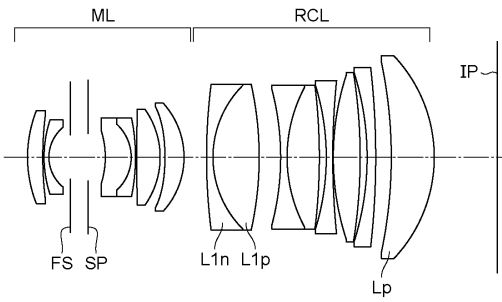


【図 4】

(a)



(b)

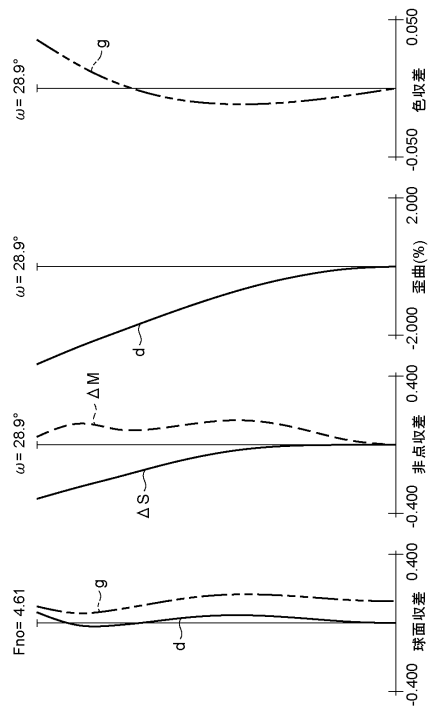


30

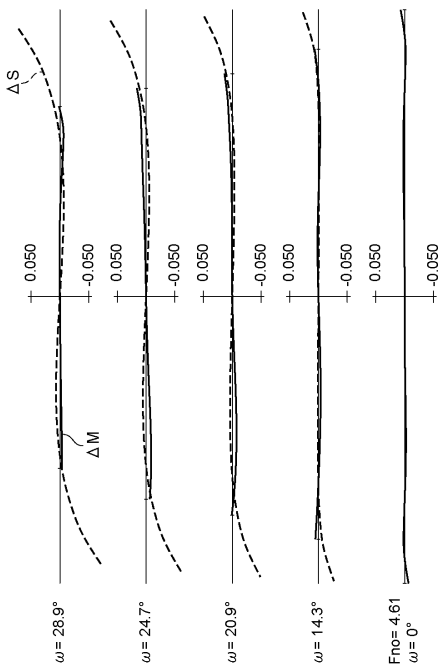
40

50

【図 5】



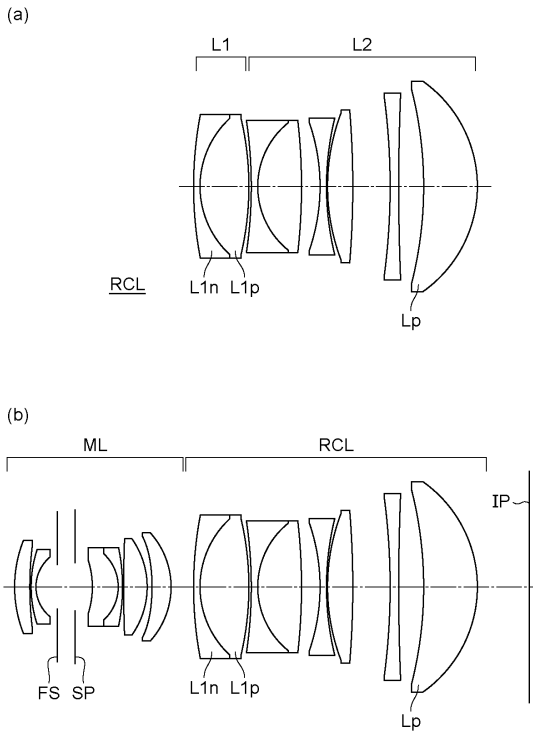
【図 6】



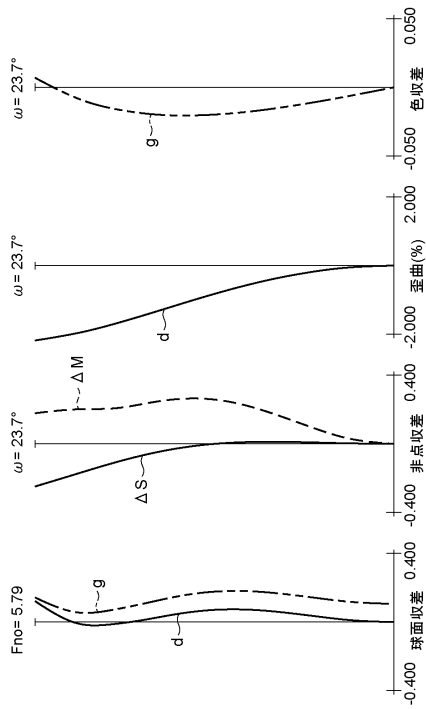
10

20

【図 7】



【図 8】

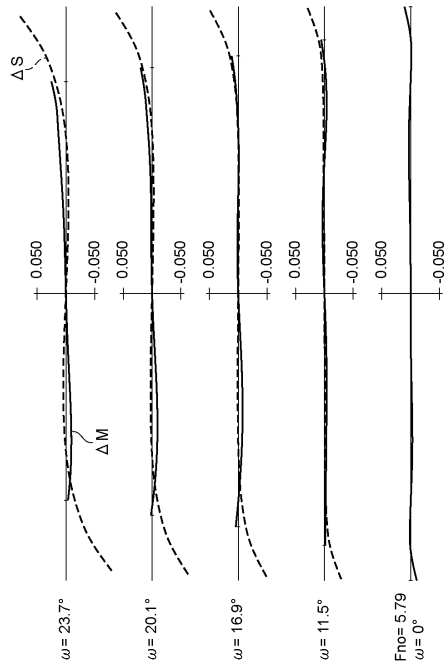


30

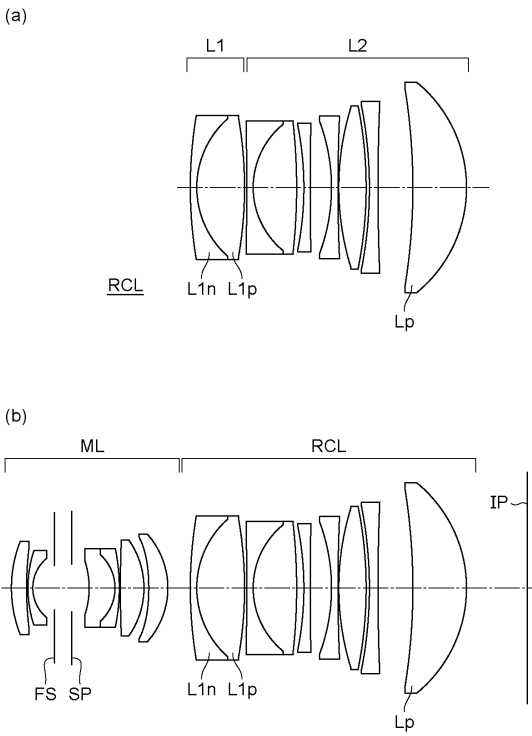
40

50

【図 9】



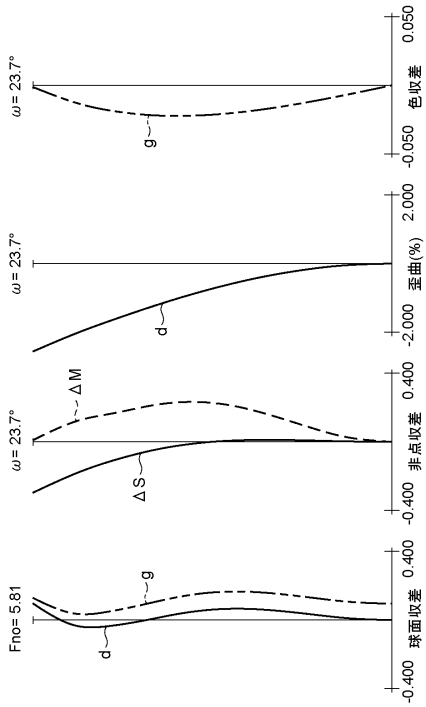
【図 10】



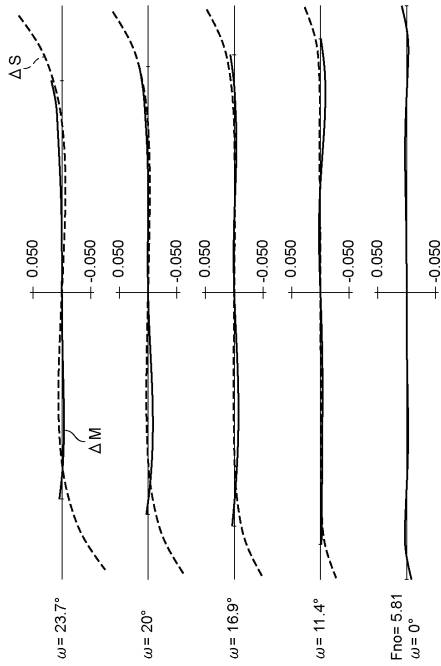
10

20

【図 11】



【図 12】

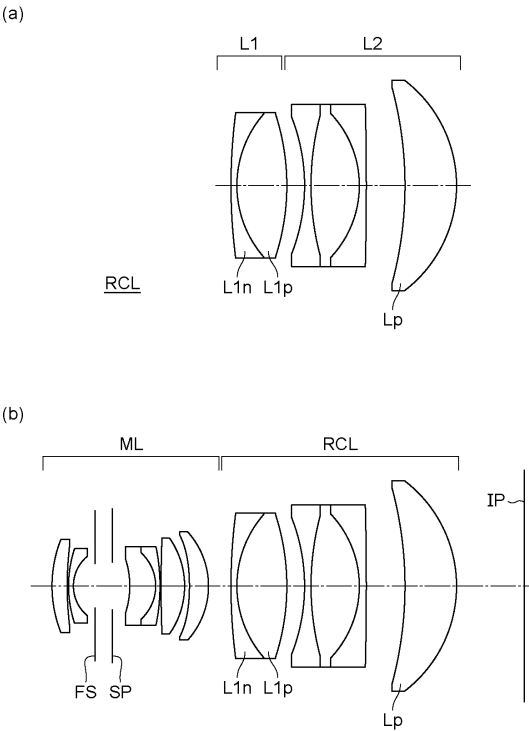


30

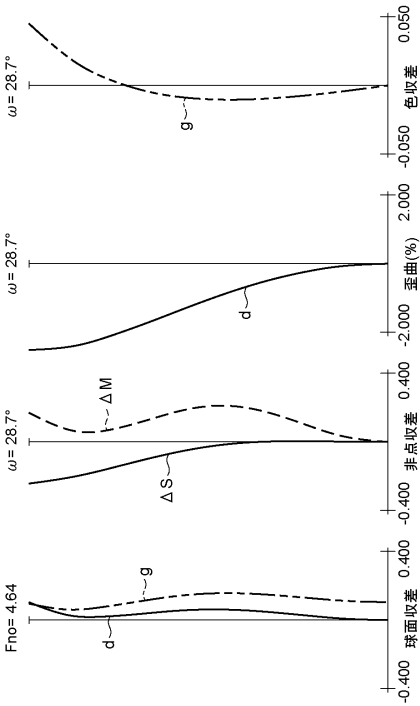
40

50

【図 1 3】



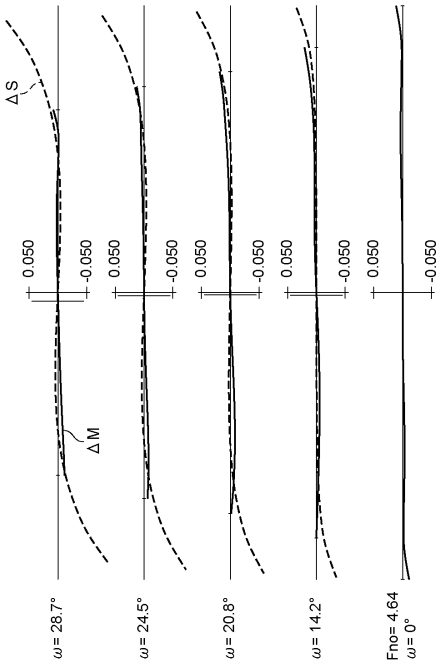
【図 1 4】



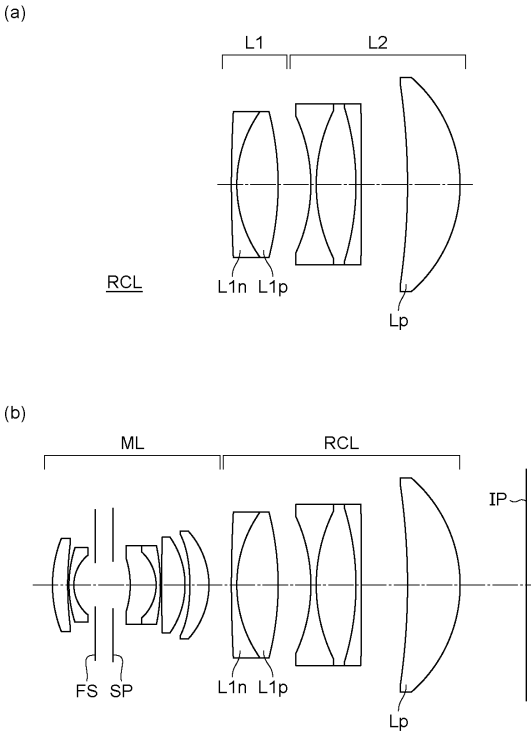
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】

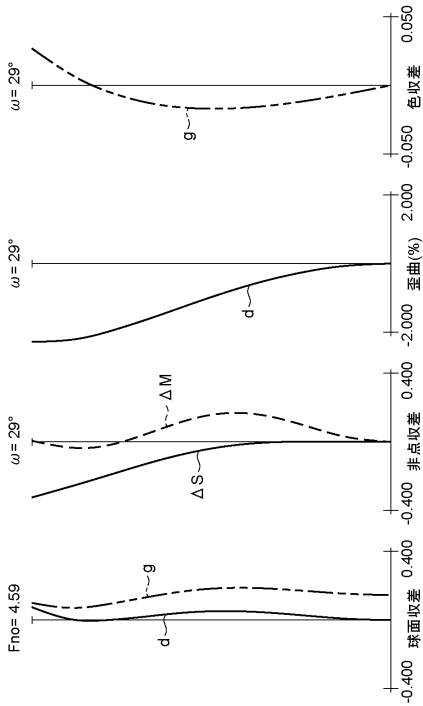


30

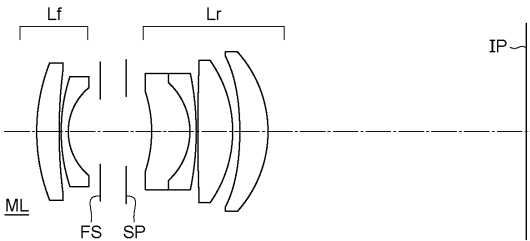
40

50

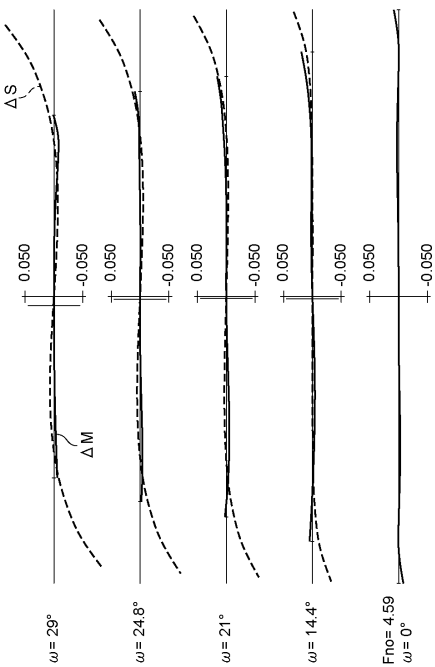
【図 17】



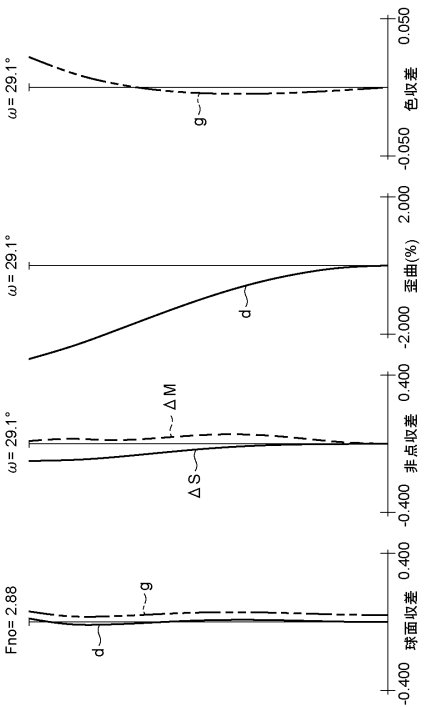
【図 19】



【図 18】



【図 20】



10

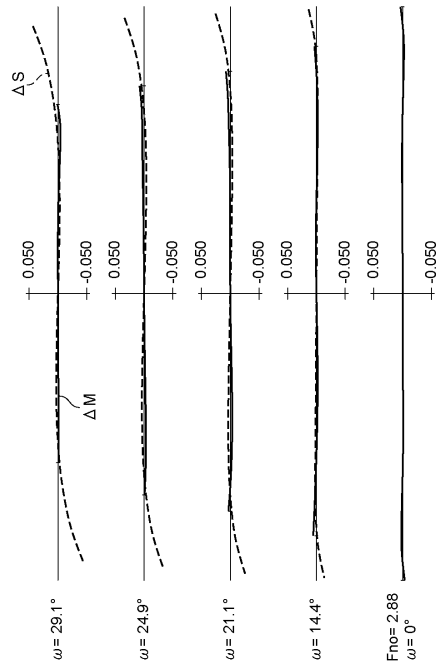
20

30

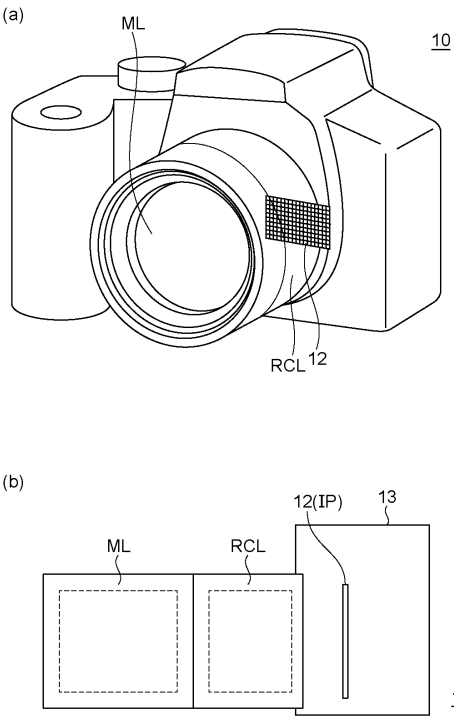
40

50

【図 2 1】



【図 2 2】



10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

- (56)参考文献      国際公開第 2 0 1 7 / 1 3 4 9 2 8 ( W O , A 1 )  
                    特開 2 0 1 6 - 1 9 1 7 6 1 ( J P , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 2 B    9 / 0 0 - 1 7 / 0 8  
                    G 0 2 B    2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 4  
                    G 0 2 B    2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4