

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-53189

(P2019-53189A)

(43) 公開日 平成31年4月4日(2019.4.4)

(51) Int.Cl.
G02B 15/12 (2006.01)

F 1
G02B 15/12

テーマコード (参考)
2H087

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2017-177302 (P2017-177302)
(22) 出願日 平成29年9月15日 (2017.9.15)

(71) 出願人 306037311
富士フイルム株式会社
東京都港区西麻布2丁目26番30号
(74) 代理人 110001519
特許業務法人太陽国際特許事務所
(72) 発明者 小里 哲也
埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
番地 富士フイルム株式会社内
Fターム(参考) 2H087 KA01 LA01 LA30 NA14 PA03
PA10 PA13 PA16 PA20 PB07
PB16 PB20 QA02 QA03 QA06
QA07 QA14 QA17 QA19 QA21
QA26 QA37 QA41 QA45 QA46
RA32 RA42 RA43

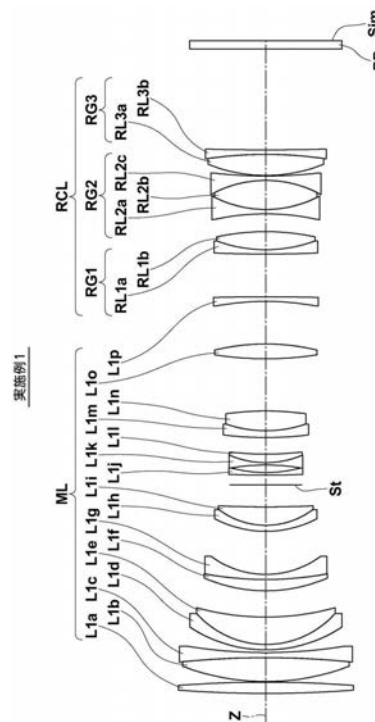
(54) 【発明の名称】 リアコンバータレンズおよび撮像装置

(57) 【要約】

【課題】良好な光学性能を有するリアコンバータレンズ、およびこのリアコンバータレンズを備えた撮像装置を提供する。

【解決手段】物体側から順に、正の第1レンズ群RG1と、負の第2レンズ群RG2と、正の第3レンズ群RG3とからなり、第1レンズ群RG1は、像側に凹面を向けた負レンズRL1aと物体側に凸面を向けた正レンズRL1bとが接合された接合レンズからなり、第2レンズ群RG2は、像側に凹面を向けた負レンズRL2aと両側に凸面を向けた正レンズRL2bと物体側に凹面を向けた負レンズRL2cとが接合された接合レンズからなり、第3レンズ群RG3は、物体側に凸面を向けた正レンズRL3aと負レンズRL3bとが接合された接合レンズからなり、所定の条件式(1)および(2)を満足するものとする。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

負の屈折力を有し、マスターレンズの像側に装着されて、該マスターレンズの焦点距離を拡大するリアコンバータレンズであって、

物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群と、正の屈折力を有する第 3 レンズ群とからなり、

前記第 1 レンズ群は、物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとが接合された接合レンズからなり、

前記第 2 レンズ群は、物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズと両側に凸面を向けた正レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとが接合された接合レンズからなり、

前記第 3 レンズ群は、物体側から順に物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとが接合された接合レンズからなり、

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 、

前記リアコンバータレンズの焦点距離を f_C とした場合、

$$-1.4 < f_1 / f_C < -0.5 \quad \dots (1)$$

$$0.2 < f_2 / f_C < 0.36 \quad \dots (2)$$

で表される条件式 (1) および (2) を満足するリアコンバータレンズ。

【請求項 2】

前記第 3 レンズ群の焦点距離を f_3 とした場合、

$$-1.5 < f_3 / f_C < -0.8 \quad \dots (3)$$

で表される条件式 (3) を満足する

請求項 1 記載のリアコンバータレンズ。

【請求項 3】

前記第 1 レンズ群の前記負レンズのアッベ数を 1 、

前記第 1 レンズ群の前記正レンズのアッベ数を 2 とした場合、

$$1.2 < 1 - 2 < 4.5 \quad \dots (4)$$

で表される条件式 (4) を満足する

請求項 1 または 2 記載のリアコンバータレンズ。

【請求項 4】

$$-1.35 < f_1 / f_C < -0.7 \quad \dots (1-1)$$

で表される条件式 (1-1) を満足する

請求項 1 記載のリアコンバータレンズ。

【請求項 5】

$$0.25 < f_2 / f_C < 0.35 \quad \dots (2-1)$$

で表される条件式 (2-1) を満足する

請求項 1 記載のリアコンバータレンズ。

【請求項 6】

$$-1.3 < f_3 / f_C < -0.9 \quad \dots (3-1)$$

で表される条件式 (3-1) を満足する

請求項 2 記載のリアコンバータレンズ。

【請求項 7】

$$1.4 < 1 - 2 < 4.0 \quad \dots (4-1)$$

で表される条件式 (4-1) を満足する

請求項 3 記載のリアコンバータレンズ。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載のリアコンバータレンズを備えた撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、マスターレンズの後方（像側）に着脱可能に装着されて、全系の焦点距離を拡大するリアコンバータレンズおよびリアコンバータレンズを備えた撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、マスターレンズ（主レンズ）に着脱可能に装着されて、レンズ系全体の焦点距離を拡大する光学系として、マスターレンズとカメラ本体との間に装着されるリアコンバータレンズ（リアコンバージョンレンズ）が知られている。例えば、特許文献1～5には、マスターレンズに、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群からなる3群構成のリアコンバータレンズを装着した光学系が開示されている。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特公平04-020165号公報

【特許文献2】特公平04-020163号公報

【特許文献3】特許第4639581号公報

【特許文献4】特許第4337352号公報

【特許文献5】特開2017-062317号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

20

【0004】

近年、光学式ファインダーを有さないノンフレックス方式のデジタルカメラが撮像装置として注目されている。近年デジタルカメラに搭載される撮像素子の高性能化が進んでいるため、ノンフレックス方式のデジタルカメラに装着されるリアコンバータレンズについても、マスターレンズにリアコンバータレンズを装着した合成光学系について高い光学性能の実現が要求されている。

【0005】

しかしながら、特許文献1～5に記載のリアコンバータレンズについて、近年の高性能な撮像素子と組み合わせるためには、特に球面収差および像面湾曲に関して、さらに良好な特性が要求される。

30

【0006】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、良好な光学性能を有するリアコンバータレンズ、およびこのリアコンバータレンズを備えた撮像装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明のリアコンバータレンズは、負の屈折力を有し、マスターレンズの像側に装着されて、マスターレンズの焦点距離を拡大するリアコンバータレンズであって、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とからなり、第1レンズ群は、物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとが接合された接合レンズからなり、第2レンズ群は、物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズと両側に凸面を向けた正レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとが接合された接合レンズからなり、第3レンズ群は、物体側から順に物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとが接合された接合レンズからなり、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 、リアコンバータレンズの焦点距離を f_C とした場合、条件式(1)および(2)を満足する。

40

$$-1.4 < f_1 / f_C < -0.5 \quad \dots (1)$$

$$0.2 < f_2 / f_C < 0.36 \quad \dots (2)$$

【0008】

なお、条件式(1-1)および/または(2-1)を満足することが好ましい。

50

$$-1.35 < f_1 / f_C < -0.7 \quad \dots (1-1)$$

$$0.25 < f_2 / f_C < 0.35 \quad \dots (2-1)$$

【0009】

本発明のリアコンバータレンズにおいては、第3レンズ群の焦点距離を f_3 、リアコンバータレンズの焦点距離を f_C とした場合、条件式(3)を満足することが好ましく、条件式(3-1)を満足することがより好ましい。

$$-1.5 < f_3 / f_C < -0.8 \quad \dots (3)$$

$$-1.3 < f_3 / f_C < -0.9 \quad \dots (3-1)$$

【0010】

また、第1レンズ群の負レンズのアップ数を 1、第1レンズ群の正レンズのアップ数を 2 とした場合、条件式(4)を満足することが好ましく、条件式(4-1)を満足することがより好ましい。

$$1.2 < 1 - 2 < 4.5 \quad \dots (4)$$

$$1.4 < 1 - 2 < 4.0 \quad \dots (4-1)$$

【0011】

本発明の撮像装置は、上記記載の本発明のリアコンバータレンズを備えたものである。

【0012】

なお、上記「～からなる」とは、構成要素として挙げたもの以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞りやマスクやカバーガラスやフィルタ等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズパレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分、等を含んでもよいことを意図するものである。

【0013】

また、各条件式におけるアップ数は、d線を基準波長とする。

【0014】

また、上記のレンズの面形状、屈折力の符号、および曲率半径は、非球面が含まれている場合は近軸領域で考えるものとする。

【発明の効果】

【0015】

本発明のリアコンバータレンズは、負の屈折力を有し、マスターレンズの像側に装着されて、マスターレンズの焦点距離を拡大するリアコンバータレンズであって、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群と、負の屈折力を有する第2レンズ群と、正の屈折力を有する第3レンズ群とからなり、第1レンズ群は、物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズと物体側に凸面を向けた正レンズとが接合された接合レンズからなり、第2レンズ群は、物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズと両側に凸面を向けた正レンズと物体側に凹面を向けた負レンズとが接合された接合レンズからなり、第3レンズ群は、物体側から順に物体側に凸面を向けた正レンズと負レンズとが接合された接合レンズからなり、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 、リアコンバータレンズの焦点距離を f_C とした場合、条件式(1)および(2)を満足するようにしたので、良好な光学性能を有するリアコンバータレンズ、およびこのリアコンバータレンズを備えた撮像装置を提供することができる。

$$-1.4 < f_1 / f_C < -0.5 \quad \dots (1)$$

$$0.2 < f_2 / f_C < 0.36 \quad \dots (2)$$

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明のリアコンバータレンズと組み合わせるマスターレンズのレンズ構成の一例を示す断面図

【図2】マスターレンズに本発明の一実施形態にかかるリアコンバータレンズ(実施例1と共通)を装着した状態におけるレンズ構成を示す断面図

【図3】マスターレンズに本発明の実施例2のリアコンバータレンズを装着した状態におけるレンズ構成を示す断面図

10

20

30

40

50

【図4】マスターレンズに本発明の実施例3のリアコンバータレンズを装着した状態におけるレンズ構成を示す断面図

【図5】マスターレンズに本発明の実施例4のリアコンバータレンズを装着した状態におけるレンズ構成を示す断面図

【図6】本発明の各実施例のリアコンバータレンズと組み合わせるマスターレンズの各収差図

【図7】マスターレンズに本発明の実施例1のリアコンバータレンズを装着した状態における各収差図

【図8】マスターレンズに本発明の実施例2のリアコンバータレンズを装着した状態における各収差図

【図9】マスターレンズに本発明の実施例3のリアコンバータレンズを装着した状態における各収差図

【図10】マスターレンズに本発明の実施例4のリアコンバータレンズを装着した状態における各収差図

【図11】本発明の一実施形態に係るリアコンバータレンズを備えた撮像装置の概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の一実施形態について図面を参照して詳細に説明する。図1は本発明のリアコンバータレンズと組み合わせるマスターレンズのレンズ構成の一例を示す断面図、図2はマスターレンズに本発明の一実施形態にかかるリアコンバータレンズ（実施例1と共通）を装着した状態におけるレンズ構成を示す断面図である。図2に示す構成例は、後述の実施例1のリアコンバータレンズの構成と共通である。図1および図2においては、左側が物体側、右側が像側であり、図示されている開口絞りStは必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。

【0018】

リアコンバータレンズRCLは、負の屈折力を有し、マスターレンズMLの像側に装着されて、マスターレンズMLの焦点距離を拡大する。以下、マスターレンズMLにリアコンバータレンズRCLを装着した合成光学系（全系）を単に合成光学系と称することができる。

【0019】

本実施形態のリアコンバータレンズRCLは、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群RG1と、負の屈折力を有する第2レンズ群RG2と、正の屈折力を有する第3レンズ群RG3とから構成されている。このように、リアコンバータレンズRCLについて、正、負、正の屈折力の配置とすることによって、リアコンバータレンズRCLを装着することによる球面収差および像面湾曲変動を抑えることができる。また、第1レンズ群RG1を正の屈折力とすることによって、合成光学系の前側主点位置をより像側にすることができるため、合成光学系のバックフォーカスを短くでき、特にノンフレックス方式のデジタルカメラに適した長さとするすることができる。

【0020】

第1レンズ群RG1は、物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズRL1aと物体側に凸面を向けた正レンズRL1bとが接合された接合レンズから構成されている。このような構成とすることによって、リアコンバータレンズRCLを装着することによる軸上色収差の変動を抑えることができる。また、第1レンズ群RG1における2つのレンズを接合することによって、レンズ面間のゴーストの発生を抑制し、さらにレンズ群間の相対位置誤差の影響を低減させることができる。

【0021】

第2レンズ群RG2は、物体側から順に像側に凹面を向けた負レンズRL2aと両側に凸面を向けた正レンズRL2bと物体側に凹面を向けた負レンズRL2cとが接合された接合レンズから構成されている。第2レンズ群RG2において負の屈折力を強くすると、

10

20

30

40

50

合成光学系の軸上色収差の変化が大きくなりがちだが、負レンズ R L 2 a と正レンズ R L 2 b と負レンズ R L 2 c の 3 枚接合レンズとすることによって、リアコンバータレンズ R C L を装着することによる軸上色収差の発生を極力抑えることができる。また、第 2 レンズ群 R G 2 における 3 つのレンズを接合することによって、レンズ面間のゴーストの発生を抑制し、さらにレンズ群間の相対位置誤差の影響を低減させることができる。

【 0 0 2 2 】

第 3 レンズ群 R G 3 は、物体側から順に物体側に凸面を向けた正レンズ R L 3 a と負レンズ R L 3 b とが接合された接合レンズから構成されている。このように、第 3 レンズ群 R G 3 の物体側面の形状を凸面とすることによって、リアコンバータレンズ R C L を装着することによる球面収差の変動を抑えることができる。また、第 3 レンズ群 R G 3 における 2 つのレンズを接合することによって、レンズ面間のゴーストの発生を抑制し、さらにレンズ群間の相対位置誤差の影響を低減させることができる。

10

【 0 0 2 3 】

また、第 1 レンズ群 R G 1 の焦点距離を f_1 、第 2 レンズ群 R G 2 の焦点距離を f_2 、リアコンバータレンズ R C L の焦点距離を f_C とした場合、条件式 (1) および (2) を満足するように構成されている。

$$- 1 . 4 < f_1 / f_C < - 0 . 5 \quad \dots (1)$$

$$0 . 2 < f_2 / f_C < 0 . 3 6 \quad \dots (2)$$

【 0 0 2 4 】

条件式 (1) は、特にノンフレックス方式のデジタルカメラ用の高性能なリアコンバータレンズ R C L に適した条件である。条件式 (1) の下限以下とならないようにすることによって、リアコンバータレンズ R C L の前側主点が物体側になり過ぎるのを抑えて、リアコンバータレンズ R C L の物点位置が物体側になり過ぎるのを抑えることができるため、合成光学系のバックフォーカスを確保して、デジタルカメラへの装着を容易にできる。また、像面湾曲の補正に有利となる。条件式 (1) の上限以上とならないようにすることによって、リアコンバータレンズ R C L の前側主点が像側になり過ぎるのを抑えて、リアコンバータレンズ R C L の物点位置が像側になり過ぎるのを抑えることができるため、合成光学系のバックフォーカスが長くなるのを防いでレンズ全長を短くすることができる。また、球面収差の補正に有利となる。この場合、マスターレンズ M L とリアコンバータレンズ R C L との距離を拡げると合成のバックフォーカスは短くなるが、リアコンバータ

20

30

$$- 1 . 3 5 < f_1 / f_C < - 0 . 7 \quad \dots (1 - 1)$$

【 0 0 2 5 】

条件式 (2) も、特にノンフレックス方式のデジタルカメラ用の高性能なリアコンバータレンズ R C L に適した条件である。条件式 (2) の下限以下とならないようにすることによって、リアコンバータレンズ R C L の前側主点が像側になり過ぎるのを抑えて、リアコンバータレンズ R C L の物点位置が像側になり過ぎるのを抑えることができるため、合成光学系のバックフォーカスが長くなるのを防いでレンズ全長を短くすることができる。また、像面湾曲の補正に有利となる。この場合、マスターレンズ M L とリアコンバータ

40

$$0 . 2 5 < f_2 / f_C < 0 . 3 5 \quad \dots (2 - 1)$$

【 0 0 2 6 】

本実施形態のリアコンバータレンズにおいては、第 3 レンズ群 R G 3 の焦点距離を f_3

50

、リアコンバータレンズ R C L の焦点距離を f_C とした場合、条件式 (3) を満足することが好ましい。条件式 (3) も、特にノンレフレックス方式のデジタルカメラ用の高性能なリアコンバータレンズ R C L に適した条件である。条件式 (3) の下限以下とならないようにすることによって、リアコンバータレンズ R C L の前側主点が像側になり過ぎるのを抑えて、リアコンバータレンズ R C L の物点位置が像側になり過ぎるのを抑えることができるため、合成光学系のバックフォーカスが長くなるのを防いでレンズ全長を短くすることができる。また、像面湾曲の補正に有利となる。この場合、マスターレンズ M L とリアコンバータレンズ R C L との距離を上げると合成のバックフォーカスは短くなるが、リアコンバータレンズ R C L を装着することによる焦点距離の拡大倍率は低くなる。条件式 (3) の上限以上とならないようにすることによって、リアコンバータレンズ R C L の前側主点が物体側になり過ぎるのを抑えて、リアコンバータレンズ R C L の物点位置が物体側になり過ぎるのを抑えることができるため、合成光学系のバックフォーカスを確保して、デジタルカメラへの装着を容易にできる。また、歪曲収差の補正に有利となる。なお、条件式 (3 - 1) を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$-1.5 < f_3 / f_C < -0.8 \quad \dots (3)$$

$$-1.3 < f_3 / f_C < -0.9 \quad \dots (3-1)$$

【0027】

また、第1レンズ群 R G 1 の負レンズ R L 1 a のアッペ数を ϕ_1 、第1レンズ群 R G 1 の正レンズ R L 1 b のアッペ数を ϕ_2 とした場合、条件式 (4) を満足することが好ましい。条件式 (4) は、リアコンバータレンズ R C L を装着することによる色収差の変動を抑制するための条件である。条件式 (4) の下限以下とならないようにすることによって、軸上色収差の補正に有利となる。条件式 (4) の上限以上とならないようにすることによって、倍率色収差の補正に有利となる。なお、条件式 (4 - 1) を満足するものとすれば、より良好な特性とすることができる。

$$\phi_2 < \phi_1 - \phi_2 < 4.5 \quad \dots (4)$$

$$\phi_4 < \phi_1 - \phi_2 < 4.0 \quad \dots (4-1)$$

【0028】

なお、リアコンバータレンズ R C L は、厳しい環境において使用される場合には、保護用の多層膜コートが施されることが好ましい。さらに、保護用コート以外にも、使用時のゴースト光低減等のための反射防止コートを施すようにしてもよい。

【0029】

また、図1および図2に示す例では、レンズ系と像面 S i m との間に、ローパスフィルタや特定の波長域をカットするような各種フィルタを想定した平行平板状の光学部材 P P を配置した例を示した。これに限定されず、これらの各種フィルタ等をレンズ系と像面 S i m との間に配置する代わりに、各レンズの間にこれらの各種フィルタを配置してもよい。また、例えば、いずれかのレンズのレンズ面に、各種フィルタと同様の作用を有するコートを施してもよい。

【0030】

次に、マスターレンズ M L の構成例と、本発明のリアコンバータレンズ R C L の数値実施例について説明する。

【0031】

まず、マスターレンズ M L について説明する。マスターレンズ M L の断面図を図1に示す。また、マスターレンズ M L 単体での構成に対応する具体的なレンズデータを表1に示し、諸元と可変面間隔に関するデータを表2に示す。

【0032】

表1のレンズデータにおいて、面番号の欄には最も拡大側の構成要素の面を1番目として縮小側に向かうに従い順次増加する面番号を示し、曲率半径の欄には各面の曲率半径を示し、面間隔の欄には各面とその次の面との光軸 Z 上の間隔を示す。また、n の欄には各光学要素の d 線 (波長 587.6 nm (ナノメートル)) における屈折率を示し、 ϕ の欄には各光学要素の d 線 (波長 587.6 nm (ナノメートル)) におけるアッペ数を示す

10

20

30

40

50

。なお、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。表 1 には、絞り S t と光学部材 P P も含めて示しており、絞り S t に相当する面の面番号の欄には面番号とともに（絞り）という語句を記載している。

【 0 0 3 3 】

表 2 に、全系の焦点距離 f 、全系のバックフォーカス B f、F ナンバー F N o .、最大画角 2ω の値を示す。なお、このバックフォーカス B f は空気換算した値を表している。レンズデータおよび式データにおいて、角度の単位としては度 ($^{\circ}$) を使い、長さの単位としては mm を用いているが、光学系は比例拡大又は比例縮小しても使用可能なため他の適当な単位を用いることもできる。

【 0 0 3 4 】

【表 1】

実施例 1(マスターレンズのみ)・レンズデータ (n, ν は d 線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	437.9481	4.3400	1.48749	70.24
2	-437.9481	0.2300		
3	88.2356	9.2300	1.49700	81.54
4	-318.6800	1.9500	1.65160	58.62
5	184.2906	1.0500		
6	52.2197	2.0600	1.51742	52.43
7	35.0700	10.6000	1.49700	81.54
8	99.3624	10.1100		
9	58.2609	4.3800	1.90366	31.31
10	128.2200	1.9500	1.80610	40.93
11	34.8158	16.6200		
12	41.4281	2.3200	1.56732	42.82
13	29.5030	7.1100	1.43875	94.66
14	439.0296	8.5200		
15(絞り)	∞	3.7100		
16	356.6297	1.0300	1.85150	40.78
17	50.9986	2.8900		
18	-79.3300	0.9000	1.72916	54.09
19	34.9710	3.2800	1.84666	23.78
20	109.9049	6.4100		
21	130.5900	2.6300	1.89286	20.36
22	45.9840	7.6100	1.67003	47.20
23	-108.5346	20.1500		
24	129.0771	5.6900	1.60342	38.03
25	-82.4767	16.4200		
26	-104.7176	1.7500	1.72916	54.68
27	-1000.2365	68.8437		
28	∞	3.2000	1.51680	64.20
29	∞	0.0000		

【 0 0 3 5 】

【表 2】

実施例 1(マスターレンズのみ)・諸元 (d 線)

f	242.54
Bf	70.95
FNo.	4.12
$2\omega[^{\circ}]$	13.4

【 0 0 3 6 】

以上の表中の記号の意味について、表 1、2 を例にとり説明したが、表 3 ~ 1 0 についても基本的に同様である。なお、表 3 ~ 表 1 0 は、表 1、2 に示したマスターレンズ M L と、実施例 1 ~ 4 に対応するリアコンバータレンズ R C L とをそれぞれ組み合わせた全体

10

20

30

40

50

構成の各データを示す。なお、マスターレンズMLについては実施例1～4において同じものを例示しており、実施例1～4のリアコンバータレンズRCLに関するレンズデータは、表3、5、7および9において面番号28～37が対応する。また、全系の焦点距離 f は、表2においてはマスターレンズML単体の焦点距離を示し、表4、6、8および10においては、リアコンバータレンズRCLとマスターレンズMLを組み合わせた合成光学系の合成焦点距離を示す。全系のバックフォーカス Bf は、表2においてはマスターレンズ単体のバックフォーカスを示し、表4、6、8および10においては、リアコンバータレンズRCLとマスターレンズMLを組み合わせた合成光学系のバックフォーカスを示す。

【0037】

マスターレンズML単体の各収差図を図6に示す。なお、図6の左側から順に、球面収差、非点収差、歪曲収差、および倍率色収差を示す。球面収差、非点収差、および歪曲収差を表す各収差図には、d線（波長587.6nm（ナノメートル））を基準波長とした収差を示す。球面収差図にはd線（波長587.6nm（ナノメートル））、C線（波長656.3nm（ナノメートル））、およびF線（波長486.1nm（ナノメートル））についての収差をそれぞれ実線、長破線、および短破線で示す。非点収差図にはサジタル方向およびタンジェンシャル方向の収差をそれぞれ実線および短破線で示す。倍率色収差図にはC線（波長656.3nm（ナノメートル））およびF線（波長486.1nm（ナノメートル））についての収差をそれぞれ長破線および短破線で示す。なお、球面収差図のFNo.はFナンバー、その他の収差図の θ は半画角を意味する。これらの記号の意味について、図6を例にとり説明したが、図7～10についても基本的に同様である。また、図6～10に示す収差図は、全て物体距離が無限遠の場合のものである。

【0038】

次に、実施例1のリアコンバータレンズRCLについて説明する。マスターレンズMLに実施例1のリアコンバータレンズRCLを装着した状態における全体構成を示す断面図を図2に示す。またマスターレンズMLに実施例1のリアコンバータレンズRCLを装着した合成光学系のレンズデータを表3に示し、諸元に関するデータを表4に示す。また、マスターレンズMLに実施例1のリアコンバータレンズRCLを装着した状態における各収差図を図7に示す。

【0039】

10

20

30

【表 3】

実施例1・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	437.9481	4.3400	1.48749	70.24
2	-437.9481	0.2300		
3	88.2356	9.2300	1.49700	81.54
4	-318.6800	1.9500	1.65160	58.62
5	184.2906	1.0500		
6	52.2197	2.0600	1.51742	52.43
7	35.0700	10.6000	1.49700	81.54
8	99.3624	10.1100		
9	58.2609	4.3800	1.90366	31.31
10	128.2200	1.9500	1.80610	40.93
11	34.8158	16.6200		
12	41.4281	2.3200	1.56732	42.82
13	29.5030	7.1100	1.43875	94.66
14	439.0296	8.5200		
15(絞り)	∞	3.7100		
16	356.6297	1.0300	1.85150	40.78
17	50.9986	2.8900		
18	-79.3300	0.9000	1.72916	54.09
19	34.9710	3.2800	1.84666	23.78
20	109.9049	6.4100		
21	130.5900	2.6300	1.89286	20.36
22	45.9840	7.6100	1.67003	47.20
23	-108.5346	20.1500		
24	129.0771	5.6900	1.60342	38.03
25	-82.4767	16.4200		
26	-104.7176	1.7500	1.72916	54.68
27	-1000.2365	16.4997		
28	425.3981	1.7000	1.71299	53.87
29	53.7890	6.9700	1.59551	39.24
30	-88.1371	6.8500		
31	-91.6290	1.7000	1.88300	39.22
32	43.0030	11.2000	1.62588	35.74
33	-43.0030	1.7000	1.75500	52.32
34	173.8058	0.2000		
35	57.9507	8.1500	1.65412	39.68
36	-151.5200	1.7300	2.00272	19.32
37	898.0469	38.9201		
38	∞	3.2000	1.51680	64.20
39	∞	0.0000		

10

20

30

【 0 0 4 0 】

【表 4】

実施例1・諸元 (d線)

f	339.58
Bf	41.03
FNo.	5.77
$2\omega[^\circ]$	9.8

40

【 0 0 4 1 】

次に、実施例 2 のリアコンバータレンズ RCL について説明する。マスターレンズ ML に実施例 2 のリアコンバータレンズ RCL を装着した状態における全体構成を示す断面図を図 3 に示す。また、マスターレンズ ML に実施例 2 のリアコンバータレンズ RCL を装着した合成光学系のレンズデータを表 5 に示し、諸元に関するデータを表 6 に示す。また

50

、マスターレンズMLに実施例2のリアコンバータレンズRCLを装着した状態における各収差図を図8に示す。

【0042】

【表5】

実施例2・レンズデータ(n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	437.9481	4.3400	1.48749	70.24
2	-437.9481	0.2300		
3	88.2356	9.2300	1.49700	81.54
4	-318.6800	1.9500	1.65160	58.62
5	184.2906	1.0500		
6	52.2197	2.0600	1.51742	52.43
7	35.0700	10.6000	1.49700	81.54
8	99.3624	10.1100		
9	58.2609	4.3800	1.90366	31.31
10	128.2200	1.9500	1.80610	40.93
11	34.8158	16.6200		
12	41.4281	2.3200	1.56732	42.82
13	29.5030	7.1100	1.43875	94.66
14	439.0296	8.5200		
15(絞り)	∞	3.7100		
16	356.6297	1.0300	1.85150	40.78
17	50.9986	2.8900		
18	-79.3300	0.9000	1.72916	54.09
19	34.9710	3.2800	1.84666	23.78
20	109.9049	6.4100		
21	130.5900	2.6300	1.89286	20.36
22	45.9840	7.6100	1.67003	47.20
23	-108.5346	20.1500		
24	129.0771	5.6900	1.60342	38.03
25	-82.4767	16.4200		
26	-104.7176	1.7500	1.72916	54.68
27	-1000.2365	17.3554		
28	-370.3267	1.7000	1.48749	70.24
29	57.7238	7.8583	1.56732	42.82
30	-57.7238	5.5688		
31	-57.3848	1.7000	1.88300	39.22
32	57.3848	10.0990	1.64769	33.84
33	-43.9167	1.7000	1.83481	42.74
34	313.7482	0.2000		
35	64.4023	8.5923	1.51742	52.43
36	-92.5109	1.7726	2.00100	29.13
37	-226.3306	38.3473		
38	∞	3.2000	1.51680	64.20
39	∞	0.0000		

10

20

30

40

【0043】

【表6】

実施例2・諸元(d線)

f	339.54
Bf	40.46
FNo.	5.77
$2\omega[^\circ]$	9.8

【0044】

次に、実施例3のリアコンバータレンズRCLについて説明する。マスターレンズML

50

に実施例3のリアコンバータレンズRCLを装着した状態における全体構成を示す断面図を図4に示す。また、マスターレンズMLに実施例3のリアコンバータレンズRCLを装着した合成光学系のレンズデータを表7に示し、諸元に関するデータを表8に示す。また、マスターレンズMLに実施例3のリアコンバータレンズRCLを装着した状態における各収差図を図9に示す。

【0045】

【表7】

実施例3・レンズデータ(n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	437.9481	4.3400	1.48749	70.24
2	-437.9481	0.2300		
3	88.2356	9.2300	1.49700	81.54
4	-318.6800	1.9500	1.65160	58.62
5	184.2906	1.0500		
6	52.2197	2.0600	1.51742	52.43
7	35.0700	10.6000	1.49700	81.54
8	99.3624	10.1100		
9	58.2609	4.3800	1.90366	31.31
10	128.2200	1.9500	1.80610	40.93
11	34.8158	16.6200		
12	41.4281	2.3200	1.56732	42.82
13	29.5030	7.1100	1.43875	94.66
14	439.0296	8.5200		
15(絞り)	∞	3.7100		
16	356.6297	1.0300	1.85150	40.78
17	50.9986	2.8900		
18	-79.3300	0.9000	1.72916	54.09
19	34.9710	3.2800	1.84666	23.78
20	109.9049	6.4100		
21	130.5900	2.6300	1.89286	20.36
22	45.9840	7.6100	1.67003	47.20
23	-108.5346	20.1500		
24	129.0771	5.6900	1.60342	38.03
25	-82.4767	16.4200		
26	-104.7176	1.7500	1.72916	54.68
27	-1000.2365	16.4994		
28	-244.0325	1.7000	1.49700	81.54
29	59.0027	7.6565	1.54814	45.78
30	-59.0027	7.2101		
31	-58.8371	1.7000	1.88300	39.22
32	77.2890	9.5200	1.62005	36.35
33	-43.0000	1.7000	1.83481	42.74
34	500.0063	0.2000		
35	69.0352	8.5807	1.51742	52.43
36	-85.4299	1.7000	1.87070	40.73
37	-187.8275	38.5450		
38	∞	3.2000	1.51680	64.20
39	∞	0.0000		

10

20

30

40

【0046】

【表 8】

実施例3・諸元 (d線)

f	339.54
Bf	40.65
FNo.	5.77
$2\omega[^\circ]$	9.8

【 0 0 4 7 】

次に、実施例 4 のリアコンバータレンズ R C L について説明する。マスターレンズ M L に実施例 4 のリアコンバータレンズ R C L を装着した状態における全体構成を示す断面図を図 5 に示す。また、マスターレンズ M L に実施例 4 のリアコンバータレンズ R C L を装着した合成光学系のレンズデータを表 9 に示し、諸元に関するデータを表 1 0 に示す。また、マスターレンズ M L に実施例 4 のリアコンバータレンズ R C L を装着した状態における各収差図を図 1 0 に示す。

10

【 0 0 4 8 】

【表 9】

実施例4・レンズデータ (n、 ν はd線)

面番号	曲率半径	面間隔	n	ν
1	437.9481	4.3400	1.48749	70.24
2	-437.9481	0.2300		
3	88.2356	9.2300	1.49700	81.54
4	-318.6800	1.9500	1.65160	58.62
5	184.2906	1.0500		
6	52.2197	2.0600	1.51742	52.43
7	35.0700	10.6000	1.49700	81.54
8	99.3624	10.1100		
9	58.2609	4.3800	1.90366	31.31
10	128.2200	1.9500	1.80610	40.93
11	34.8158	16.6200		
12	41.4281	2.3200	1.56732	42.82
13	29.5030	7.1100	1.43875	94.66
14	439.0296	8.5200		
15(絞り)	∞	3.7100		
16	356.6297	1.0300	1.85150	40.78
17	50.9986	2.8900		
18	-79.3300	0.9000	1.72916	54.09
19	34.9710	3.2800	1.84666	23.78
20	109.9049	6.4100		
21	130.5900	2.6300	1.89286	20.36
22	45.9840	7.6100	1.67003	47.20
23	-108.5346	20.1500		
24	129.0771	5.6900	1.60342	38.03
25	-82.4767	16.4200		
26	-104.7176	1.7500	1.72916	54.68
27	-1000.2365	16.4673		
28	32790.3739	1.7000	1.59282	68.62
29	66.5820	7.3100	1.58144	40.75
30	-84.7954	7.2101		
31	-96.5684	1.7000	1.88300	39.22
32	57.5699	10.6486	1.59270	35.31
33	-40.0355	1.7000	1.87070	40.73
34	336.5662	0.2000		
35	68.9256	7.0100	1.51823	58.90
36	-506.8420	1.7000	2.00100	29.13
37	-754.5895	38.2207		
38	∞	3.2000	1.51680	64.20
39	∞	0.0000		

10

20

30

【0049】

【表 10】

実施例4・諸元 (d線)

f	339.55
Bf	40.33
FNo.	5.77
$2\omega[^\circ]$	9.8

40

【0050】

実施例 1 ~ 4 のリアコンバータレンズ RCL の条件式 (1) ~ (4) に対応する値を表 11 に示す。なお、全実施例とも d 線を基準波長としており、下記の表 11 に示す値はこの基準波長におけるものである。

【0051】

50

【表 1 1】

式の番号	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4
(1)	$f1/fC$	-1.303	-0.818	-0.942	-1.234
(2)	$f2/fC$	0.342	0.296	0.298	0.335
(3)	$f3/fC$	-1.019	-1.124	-0.974	-1.057
(4)	$\nu 1-\nu 2$	14.7	27.4	35.7	28.0

【0052】

以上のデータから、実施例1～4のリアコンバータレンズRCLは全て、良好な光学性能を有していることが分かる。

【0053】

次に、本発明の一実施形態に係る撮像装置10について説明する。図11に、本発明の一実施形態のリアコンバータレンズRCLを用いた撮像装置10の概略構成図を示す。係る撮像装置10は、マスターレンズMLの像側に、リアコンバータレンズRCLが取り外し自在に装着される、ノンフレックス方式のデジタルカメラである。なお、図11では各レンズ群を概略的に示している。

【0054】

図11に示す撮像装置10は、リアコンバータレンズRCLおよびマスターレンズMLからなる合成光学系である撮像レンズと、撮像レンズの像側に配置されたローパスフィルタ等の機能を有するフィルタ6と、フィルタ6の像側に配置された撮像素子7と、信号処理回路8とを備えている。また、撮像装置10は、マスターレンズMLのフォーカシングを行うためのフォーカス制御部(不図示)を備える。

【0055】

リアコンバータレンズRCLは、マスターレンズMLに対して着脱可能に構成されている。撮像素子7は撮像レンズにより形成される光学像を電気信号に変換するものであり、例えば、撮像素子7としては、CCD(Charge Coupled Device)やCMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)等を用いることができる。撮像素子7は、その撮像面が撮像レンズの像面に一致するように配置される。撮像レンズにより撮像された像は撮像素子7の撮像面上に結像し、その像に関する撮像素子7からの出力信号が信号処理回路8にて演算処理され、表示装置9に像が表示される。なお、不図示のフォーカス制御部により合焦操作が行われる。

【0056】

本発明の実施形態に係る撮像装置10によれば、本発明の実施形態に係る高性能のリアコンバータレンズRCLとマスターレンズMLとを組み合わせた合成光学系によって形成された光学像に応じた撮像信号を出力するようにしたので、高解像の撮影画像を得ることができる。

【0057】

以上、実施形態および実施例を挙げて本発明を説明したが、本発明は上記実施形態および実施例に限定されず、種々の変形が可能である。例えば、各レンズ成分の曲率半径、面間隔、屈折率、アッペ数等の値は、上記各数値実施例で示した値に限定されず、他の値をとり得るものである。

【0058】

また、撮像装置10の実施形態では、ノンフレックス方式のデジタルカメラに装着するリアコンバータレンズを例示して説明したが、本発明の撮像装置はこれに限定されるものではない。例えば、ビデオカメラ、一眼レフ方式のカメラ、フィルムカメラ、映画撮影用カメラ、放送用カメラ等の撮像装置に本発明のリアコンバータレンズを適用することも可能である。

【符号の説明】

【0059】

6 フィルタ

10

20

30

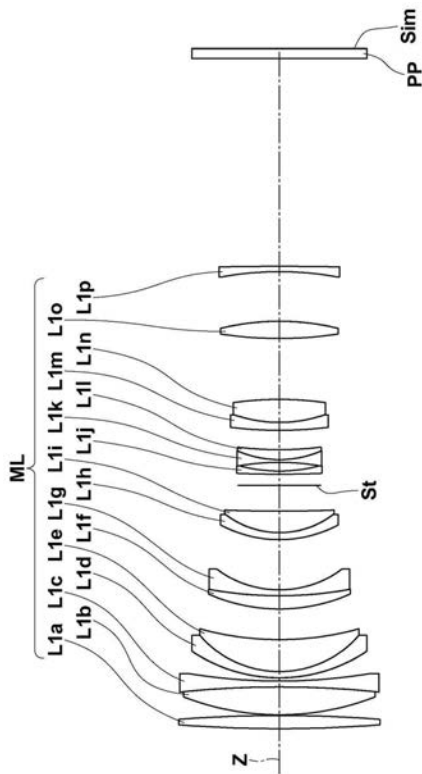
40

50

- 7 撮像素子
- 8 信号処理回路
- 9 表示装置
- 10 撮像装置
- L1a ~ L1p レンズ
- ML マスターレンズ
- PP 光学部材
- RCL リアコンバータレンズ
- RG1 第1レンズ群 (リアコンバータレンズに含まれる第1レンズ群)
- RG2 第2レンズ群 (リアコンバータレンズに含まれる第2レンズ群)
- RG3 第3レンズ群 (リアコンバータレンズに含まれる第3レンズ群)
- RL1a ~ RL3b レンズ
- Sim 像面
- St 開口絞り
- Z 光軸

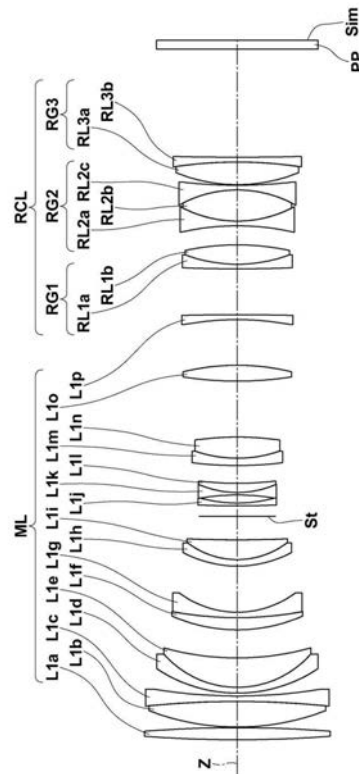
【図1】

実施例1 (マスターレンズのみ)



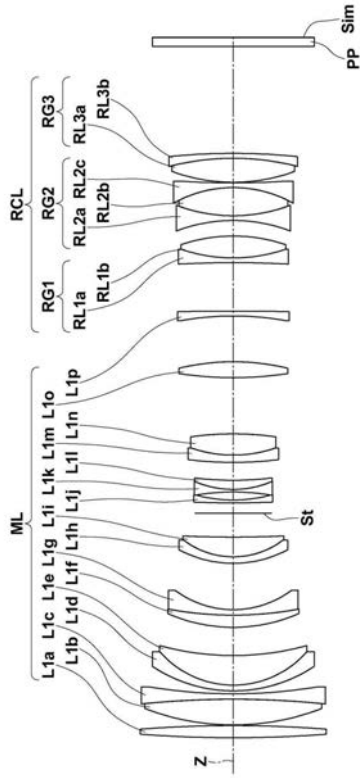
【図2】

実施例1



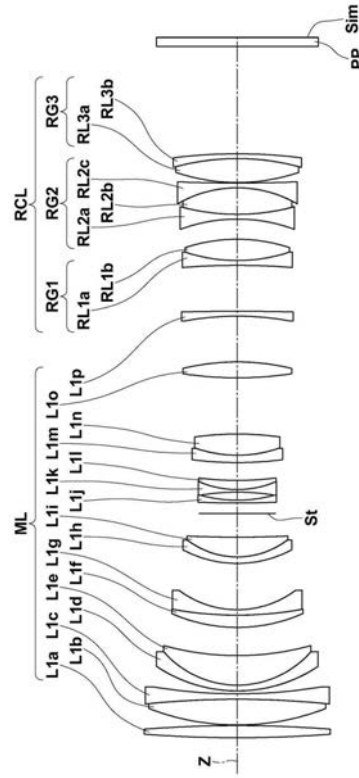
【 図 3 】

実施例2



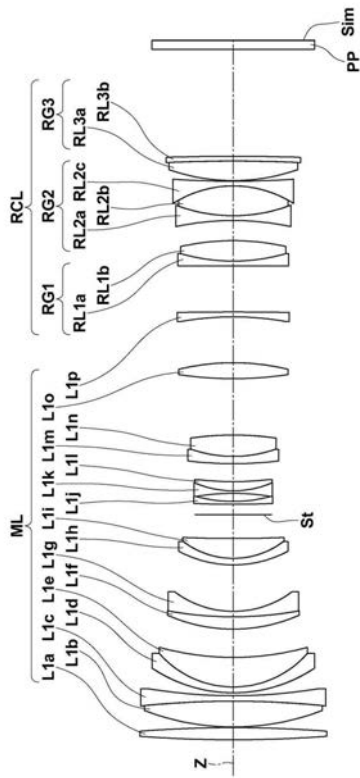
【 図 4 】

実施例3



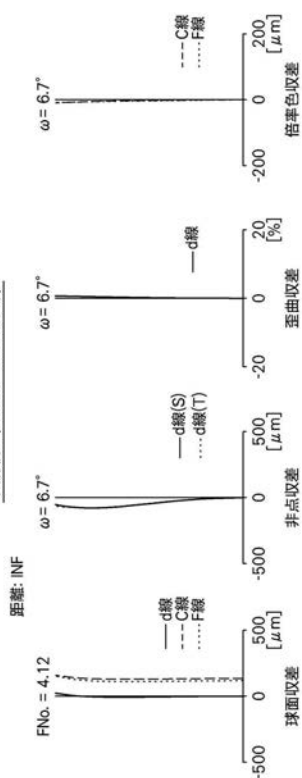
【 図 5 】

実施例4

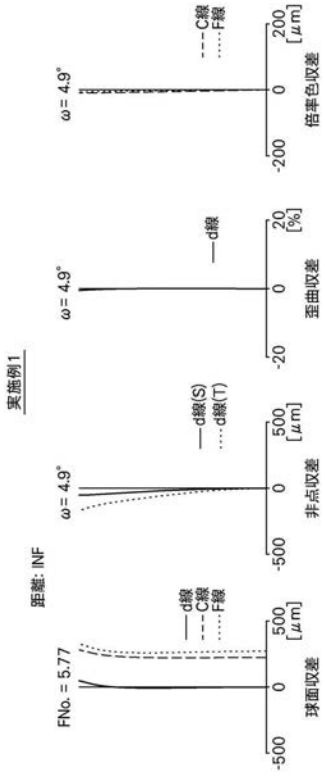


【 図 6 】

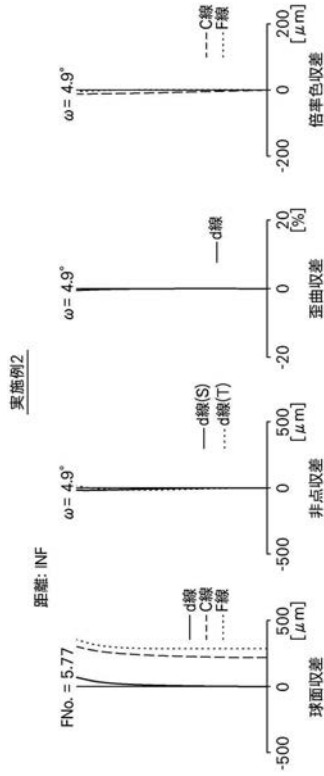
実施例1 (マスターレンズのみ)



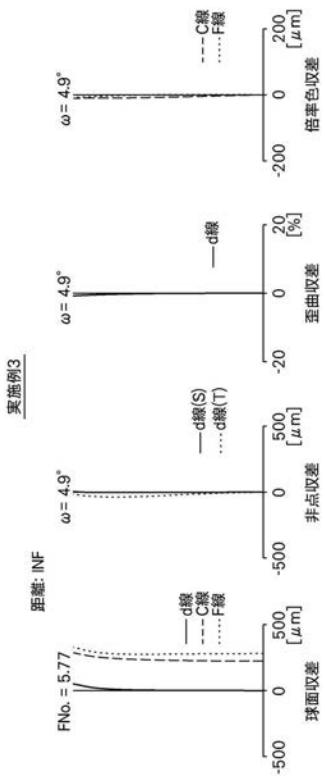
【 図 7 】



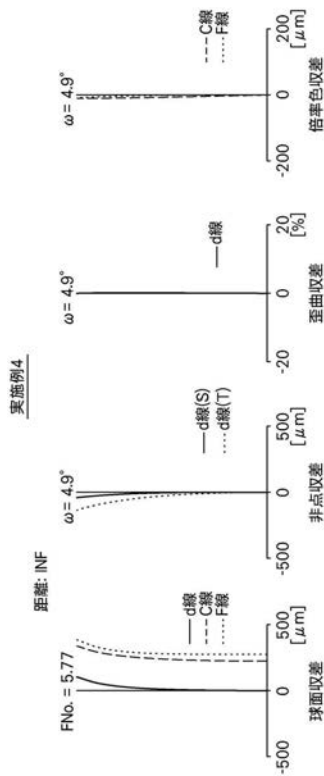
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】

