

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5152879号
(P5152879)

(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 I
G O 2 B 13/04 (2006.01) G O 2 B 13/04 D
G O 2 B 13/18 (2006.01) G O 2 B 13/18

請求項の数 14 (全 32 頁)

(21) 出願番号	特願2011-11622 (P2011-11622)	(73) 特許権者	306037311
(22) 出願日	平成23年1月24日(2011.1.24)		富士フイルム株式会社
(62) 分割の表示	特願2006-33797 (P2006-33797) の分割		東京都港区西麻布2丁目26番30号
原出願日	平成18年2月10日(2006.2.10)	(74) 代理人	100073184
(65) 公開番号	特開2011-81425 (P2011-81425A)		弁理士 柳田 征史
(43) 公開日	平成23年4月21日(2011.4.21)	(74) 代理人	100090468
審査請求日	平成23年1月27日(2011.1.27)		弁理士 佐久間 剛
(31) 優先権主張番号	特願2005-44472 (P2005-44472)	(72) 発明者	山川 博充
(32) 優先日	平成17年2月21日(2005.2.21)		埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		番地 富士フイルム株式会社内
		審査官	井上 信

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 広角撮像レンズおよび光学装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズである第1レンズと、物体側に凸面を向けるとともに像側に凹面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である負の屈折力を有するメニスカスレンズである第2レンズと、物体側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第3レンズと、像側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第4レンズとの4枚のレンズが配されてなり、

前記第1レンズを構成する材料のd線に対するアッベ数が、前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッベ数以上に、前記第2レンズおよび前記第4レンズを構成する材料のd線に対するアッベ数がともに、前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッベ数より大きくなるように、それぞれ設定されており、

開口絞りが前記第3レンズと前記第4レンズとの間に配置されており、

下記条件式(2)を満足することを特徴とする広角撮像レンズ。

$$-0.9 < f / f_2 < -0.4 \dots (2)$$

ただし、fは、レンズ全系の焦点距離であり、f₂は、第2レンズの焦点距離である。

【請求項2】

下記条件式(3)を満足することを特徴とする請求項1記載の広角撮像レンズ。

$$0.3 < f / f_3 < 0.8 \dots (3)$$

ただし、fは、レンズ全系の焦点距離であり、f₃は、第3レンズの焦点距離である。

【請求項 3】

物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズである第 1 レンズと、物体側に凸面を向けるとともに像側に凹面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である負の屈折力を有するメニスカスレンズである第 2 レンズと、物体側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第 3 レンズと、像側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第 4 レンズとの 4 枚のレンズが配されてなり、

前記第 1 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数が、前記第 3 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数以上に、前記第 2 レンズおよび前記第 4 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数がともに、前記第 3 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数より大きくなるように、前記第 2 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数と前記第 3 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数との差が、20 以上となるように、それぞれ設定されており、

開口絞りが前記第 3 レンズと前記第 4 レンズとの間に配置されており、

下記条件式 (3) を満足することを特徴とする広角撮像レンズ。

$$0.3 < f / f_3 < 0.8 \dots (3)$$

ただし、f は、レンズ全系の焦点距離であり、 f_3 は、第 3 レンズの焦点距離である。

【請求項 4】

下記条件式 (7) を満足することを特徴とする請求項 1 ~ 3 までのうちいずれか 1 項記載の広角撮像レンズ。

$$r_3 / f < 1.0 \dots (7)$$

ただし、f は、レンズ全系の焦点距離であり、 r_3 は、第 2 レンズの物体側の面の光軸近傍の曲率半径である。

【請求項 5】

物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズである第 1 レンズと、物体側に凸面を向けるとともに像側に凹面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である負の屈折力を有するメニスカスレンズである第 2 レンズと、物体側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第 3 レンズと、像側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第 4 レンズとの 4 枚のレンズが配されてなり、

前記第 1 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数が、前記第 3 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数以上に、前記第 2 レンズおよび前記第 4 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数がともに、前記第 3 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数より大きくなるように、前記第 2 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数と前記第 3 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数との差が、20 以上となるように、それぞれ設定されており、

開口絞りが前記第 3 レンズと前記第 4 レンズとの間に配置されており、

下記条件式 (7) を満足することを特徴とする広角撮像レンズ。

$$r_3 / f < 1.0 \dots (7)$$

ただし、f は、レンズ全系の焦点距離であり、 r_3 は、第 2 レンズの物体側の面の光軸近傍の曲率半径である。

【請求項 6】

下記条件式 (2) を満足することを特徴とする請求項 5 記載の広角撮像レンズ。

$$-0.9 < f / f_2 < -0.4 \dots (2)$$

ただし、f は、レンズ全系の焦点距離であり、 f_2 は、第 2 レンズの焦点距離である。

【請求項 7】

下記条件式 (3) を満足することを特徴とする請求項 5 または 6 記載の広角撮像レンズ。

$$0.3 < f / f_3 < 0.8 \dots (3)$$

ただし、f は、レンズ全系の焦点距離であり、 f_3 は、第 3 レンズの焦点距離である。

10

20

30

40

50

【請求項 8】

下記条件式(1)を満足することを特徴とする請求項1～7までのうちいずれか1項記載の広角撮像レンズ。

$$0.10 < f/D < 0.22 \dots (1)$$

ただし、 f は、レンズ全系の焦点距離であり、 D は、第1レンズの物体側の面から第4レンズの像側の面までの距離である。

【請求項 9】

前記第2レンズ、前記第3レンズおよび前記第4レンズは、各々の両面が共に非球面であることを特徴とする請求項1～8までのうちいずれか1項記載の広角撮像レンズ。

【請求項 10】

前記第1レンズの像側の面に、光軸付近での光学的厚さが150nm以上225nm以下の反射防止膜が形成されていることを特徴とする請求項1～9までのうちいずれか1項記載の広角撮像レンズ。

【請求項 11】

前記第3レンズの物体側の面の頂点の光軸方向座標と、当該広角撮像レンズの有効径の最外縁を通る軸外の最外光線と該物体側の面との交点の光軸方向座標との差を $Z5$ 、該第3レンズの像側の面の頂点の光軸方向座標と、該像側の面と前記最外光線との交点の光軸方向座標との差を $Z6$ とすると、以下の条件式(4)を満足することを特徴とする請求項1～10までのうちいずれか1項記載の広角撮像レンズ。

$$3 < |Z5/Z6| \dots (4)$$

【請求項 12】

前記第1レンズの物体側の面から結像面までの距離を L 、前記第4レンズの像側の面から結像面までの距離を $d8$ とすると、以下の条件式(5)を満足することを特徴とする請求項1～11までのうちいずれか1項記載の広角撮像レンズ。

$$0.13 < d8/L < 0.25 \dots (5)$$

ただし、 $d8$ 、 L は、光路中に他の光学部材が介在する場合、該他の光学部材の光軸方向の厚さを空気換算して求めた距離とする。

【請求項 13】

前記第2レンズ、前記第3レンズ、前記第4レンズは全てプラスチック材料からなることを特徴とする請求項1～12までのうちいずれか1項記載の広角撮像レンズ。

【請求項 14】

請求項1～13までのうちいずれか1項記載の広角撮像レンズを備えたことを特徴とする光学装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、CCDやCMOS等の撮像素子を備えた監視用カメラや携帯電話用カメラ等に用いられる広角レンズおよび該広角レンズが搭載された光学装置に関し、特に、自動車の前方や側方、後方などの映像を撮影する車載用カメラへの適用が好適な広角撮像レンズおよび該広角撮像レンズが搭載された光学装置に関する。

【背景技術】

【0002】

車載用カメラに用いられる撮像レンズには、広い範囲に亘って良好な視界を確保するために、広角でありながら有効画面全体の結像収差特性が良いことや、車両におけるカメラの搭載スペースが限られるため、小型で軽量であることなどが要求される。

【0003】

従来、このような広角撮像レンズとしては、例えば、下記特許文献1、2に記載されたものが知られている。

【0004】

しかしながら、下記特許文献1、2に記載された広角撮像レンズは、明るさを確保する

10

20

30

40

50

ことはできるものの、ガラス球面レンズが主体でレンズ枚数が5～6枚と多いため、大きさおよび重量の面において上記要望を満たすことが難しいという問題がある。

【0005】

また、非球面レンズを用いることにより構成レンズの枚数を減らし、小型化、軽量化を図った広角撮像レンズも知られているが、非球面レンズを用いたこれまでのものは、光学性能面での不満、特に倍率色収差が補正不足で画像に色のにじみが発生する虞があることが指摘されていた(下記特許文献2参照)。

【0006】

そこで、このような用途に使用されるものとして、レンズ枚数を4枚とした魚眼レンズタイプの広角レンズが知られている(下記特許文献3を参照)。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-307674号公報

【特許文献2】特開2003-232998号公報

【特許文献3】特開2005-227426号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、上記特許文献3に記載された広角撮像レンズは、画角を大きくしようとする余り、最も物体側のレンズ(第1レンズ)の径が大きくなりすぎ、コストの低減を図ることが難しく、さらに小型化を促進する上での障害となっていた。

20

【0009】

本発明は、このような事情に鑑みなされたものであり、コストの低減およびさらなる小型化を促進するとともに、軽量化を達成しつつ良好な光学性能、特に良好な倍率色収差を得ることができる広角撮像レンズおよび該広角撮像レンズが搭載された光学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】

【0010】

上記目的を達成するため本発明の広角撮像レンズでは、非球面レンズを用いて4枚のレンズ構成とするとともに、第1、第2および第4レンズを構成する材料のアッペ数は大きく、第3レンズを構成する材料のアッペ数は小さく設定し、さらに開口絞りを第3レンズと第4レンズとの間に配するようになっている。

30

【0011】

すなわち、本発明に係る第1の広角撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズである第1レンズと、物体側に凸面を向けるとともに像側に凹面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である負の屈折力を有するメニスカスレンズである第2レンズと、物体側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第3レンズと、像側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第4レンズとの4枚のレンズが配されてなり、前記第1レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数が、前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数以上に、前記第2レンズおよび前記第4レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数がともに、前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数より大きくなるように、それぞれ設定されており、開口絞りが前記第3レンズと前記第4レンズとの間に配置されるとともに、下記条件式(2)を満足することを特徴とするものである。

40

$$-0.9 < f / f_2 < -0.4 \dots (2)$$

ただし、fは、レンズ全系の焦点距離であり、f₂は、第2レンズの焦点距離である。

【0012】

本発明に係る第1の広角撮像レンズは、下記条件式(3)を満足することが好ましい。

50

$$0.3 < f / f_3 < 0.8 \dots (3)$$

ただし、 f_3 は、第3レンズの焦点距離である。

【0013】

本発明に係る第2の広角撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズである第1レンズと、物体側に凸面を向けるとともに像側に凹面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である負の屈折力を有するメニスカスレンズである第2レンズと、物体側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第3レンズと、像側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第4レンズとの4枚のレンズが配されてなり、前記第1レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数が、前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数以上に、前記第2レンズおよび前記第4レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数がともに、前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数より大きくなるように、前記第2レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数と前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数との差が、20以上となるように、それぞれ設定されており、開口絞りが前記第3レンズと前記第4レンズとの間に配置されるとともに、下記条件式(3)を満足することを特徴とするものである。

10

$$0.3 < f / f_3 < 0.8 \dots (3)$$

ただし、 f は、レンズ全系の焦点距離であり、 f_3 は、第3レンズの焦点距離である。

【0014】

本発明に係る第2の広角撮像レンズは、下記条件式(7)を満足することが好ましい。

20

$$r_3 / f < 1.0 \dots (7)$$

ただし、 f は、レンズ全系の焦点距離であり、 r_3 は、第2レンズの物体側の面の光軸近傍の曲率半径である。

【0015】

本発明に係る第3の広角撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズである第1レンズと、物体側に凸面を向けるとともに像側に凹面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である負の屈折力を有するメニスカスレンズである第2レンズと、物体側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第3レンズと、像側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第4レンズとの4枚のレンズが配されてなり、前記第1レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数が、前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数以上に、前記第2レンズおよび前記第4レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数がともに、前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数より大きくなるように、前記第2レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数と前記第3レンズを構成する材料のd線に対するアッペ数との差が、20以上となるように、それぞれ設定されており、開口絞りが前記第3レンズと前記第4レンズとの間に配置されるとともに、下記条件式(7)を満足することを特徴とするものである。

30

$$r_3 / f < 1.0 \dots (7)$$

ただし、 f は、レンズ全系の焦点距離であり、 r_3 は、第2レンズの物体側の面の光軸近傍の曲率半径である。

40

【0016】

本発明に係る第3の広角撮像レンズは、下記条件式(2)を満足することが好ましい。

$$-0.9 < f / f_2 < -0.4 \dots (2)$$

ただし、 f は、レンズ全系の焦点距離であり、 f_2 は、第2レンズの焦点距離である。

【0017】

本発明に係る第3の広角撮像レンズは、下記条件式(3)を満足することが好ましい。

$$0.3 < f / f_3 < 0.8 \dots (3)$$

ただし、 f_3 は、第3レンズの焦点距離である。

【0018】

本発明に係る第1～第3の広角撮像レンズは、下記条件式(1)を満足することが好ま

50

しい。

$$0.10 < f / D < 0.22 \dots (1)$$

ただし、 f は、レンズ全系の焦点距離であり、 D は、第 1 レンズの物体側の面から第 4 レンズの像側の面までの距離である。

【0019】

また、本発明において、第 2 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数と第 3 レンズを構成する材料の d 線に対するアッペ数との差は 20 以上であることが好ましく、第 2 レンズ、第 3 レンズおよび第 4 レンズは、各々の両面が共に非球面であることが望ましい。また、第 1 レンズの像側の面に、光軸付近での光学的厚さが 150 nm 以上 225 nm 以下の反射防止膜を形成することが好ましい。

10

【0020】

また、第 3 レンズの物体側の面の頂点の光軸方向座標（全系の光軸上に座標軸を設定した場合の該座標軸における座標）と、当該広角撮像レンズの有効径の最外縁を通る軸外の最外光線と該物体側の面との交点の光軸方向座標との差を $Z5$ 、第 3 レンズの像側の面の頂点の光軸方向座標と、該像側の面と前記最外光線との交点の光軸方向座標との差を $Z6$ とするとき、以下の条件式（4）を満足することが好ましい。

【0021】

$$3 < |Z5 / Z6| \dots (4)$$

さらには、第 1 レンズの物体側の面から結像面までの距離を L 、第 4 レンズの像側の面から結像面までの距離を $d8$ とするとき、以下の条件式（5）を満足することが好ましい。

20

【0022】

$$0.13 < d8 / L < 0.25 \dots (5)$$

ただし、 $d8$ 、 L は、光路中に他の光学部材が介在する場合、該他の光学部材の光軸方向の厚さを空気換算して求めた距離とする。

【0023】

なお、第 2 レンズ、第 3 レンズおよび第 4 レンズは、吸水率が 0.3% 以下の材料、特にプラスチック材料で形成することが好ましい。

【0024】

上述した種々の要件を満たす光学材料として好適なものとして、第 2 レンズおよび第 4 レンズの材料としてはポリオレフィン系の樹脂を、第 3 レンズの材料としてはポリカーボネート系の樹脂を挙げることができる。

30

【0025】

なお、本願明細書における「光学的厚さ」とは、対象となる膜物質の d 線に対する屈折率を n 、対象となる膜物質の物理的な厚さを t としたときの、 n と t の積である nt をいうものとする。

【0026】

本発明に係る光学装置は、本発明に係る広角撮像レンズを備えたことを特徴とするものである。

【発明の効果】

40

【0027】

本発明に係る広角撮像レンズによれば、4 枚のレンズ構成であるためさらなる小型化、軽量化を達成することが可能である。また、上述のように各レンズの面形状を構成するとともに、第 1 レンズを構成する材料のアッペ数が第 3 レンズを構成する材料のアッペ数以上に、第 2 レンズおよび第 4 レンズを構成する材料のアッペ数が、第 3 レンズを構成する材料のアッペ数より大きくなるように設定し、さらに開口絞りを第 3 レンズと第 4 レンズとの間に配することにより、良好な光学性能を維持すること、特に倍率色収差を良好に補正することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【0028】

50

【図 1】本発明の一実施形態に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 2】実施例 1 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 3】実施例 1 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 4】実施例 2 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 5】実施例 2 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 6】実施例 3 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 7】実施例 3 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

10

【図 8】実施例 4 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 9】実施例 4 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 10】実施例 5 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 11】実施例 5 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 12】実施例 6 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 13】実施例 6 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 14】実施例 7 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

20

【図 15】実施例 7 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 16】実施例 8 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 17】実施例 8 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 18】実施例 9 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 19】実施例 9 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 20】実施例 10 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 21】実施例 10 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

30

【図 22】実施例 11 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 23】実施例 11 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【図 24】実施例 12 に係る広角撮像レンズの構成を示す図

【図 25】実施例 12 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図

【発明を実施するための形態】

【0029】

以下、図面を参照しながら、本発明の実施形態を詳細に説明する。

40

図 1 は本発明の一実施形態に係る広角撮像レンズの構成を示す図である。図示した本実施形態の広角撮像レンズは、自動車の前方や側方、後方などの映像を撮影する車載用カメラへの適用が好適なものであり、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負の屈折力を有するメニスカスレンズである第 1 レンズ L1 と、像側に凹面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である負の屈折力を有する第 2 レンズ L2 と、物体側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第 3 レンズ L3 と、像側に凸面を向け、かつ両面のうち少なくとも一方が非球面である正の屈折力を有する第 4 レンズ L4 との 4 枚のレンズが配されてなる。

【0030】

また、第 1 レンズ L1 を構成する材料のアッペ数（d 線に対するもの。以下同じ）が 4

50

0以上に、第2レンズL2を構成する材料のアッペ数が50以上に、第3レンズL3を構成する材料のアッペ数が40以下に、第4レンズL4を構成する材料のアッペ数が50以上に、それぞれ設定されており、開口絞り5が第3レンズL3と第4レンズL4との間に配置されている。

【0031】

本実施形態の広角撮像レンズにおいて、好ましくは、第2レンズL2を構成する材料のアッペ数と第3レンズL3を構成する材料のアッペ数との差は20以上とされ、また、第2レンズL2、第3レンズL3および第4レンズL4は、各々の両面が共に非球面とされる。

【0032】

また、本実施形態の広角撮像レンズにおいては、下記条件式(1)を満足するように構成されている。

$$0.10 < f/D < 0.22 \dots (1)$$

ただし、fは、レンズ全系の焦点距離であり、Dは、第1レンズL1の物体側の面から第4レンズL4の像側の面までの距離である。

【0033】

この条件式(1)は、コストの低減および小型化、軽量化を促進するとともに、最低限のレンズ間隔を確保するための条件式である。

【0034】

すなわち、この条件式(1)の上限を超えると、各レンズが互いに近接し過ぎることになり、各レンズを適正に配置することが困難になったり、各レンズの形状に余裕がなくなり、迷光などの対策が難しくなる。その一方、条件式(1)の下限を超えると、画角が大きくなり、第1レンズL1の径方向の寸法が急激に拡大し、コストアップの要因となるとともに、小型化の要請にも反することになる。

【0035】

なお、上記条件式(1)に替えて下記条件式(1')を満足するように構成することが、条件式(1)により達成される作用効果をより高める上で好ましい。

$$0.13 < f/D < 0.20 \dots (1')$$

【0036】

また、好ましくは、第1レンズL1の像側の面に、光軸Z付近での光学的厚さが150nm以上225nm以下の反射防止膜が形成される。

【0037】

さらに、本実施形態の広角撮像レンズにおいて、好ましくは、課題を解決するための手段の欄に記載した条件式(2)、(3)、(4)、(5)(以下に再掲する)を満足するように構成される。

$$-0.9 < f/f_2 < -0.4 \dots (2)$$

$$0.3 < f/f_3 < 0.8 \dots (3)$$

$$3 < |Z5/Z6| \dots (4)$$

$$0.13 < d8/L < 0.25 \dots (5)$$

なお、fは、レンズ全系の焦点距離、 f_2 は、第2レンズL2の焦点距離、 f_3 は、第3レンズL3の焦点距離である。

【0038】

また、Z5は、図1に示すように、第3レンズL3の物体側の面の頂点の光軸方向座標(光軸Z上に座標軸を設定した場合の該座標軸における座標)と、当該広角撮像レンズの有効径の最外縁(第3レンズL3の物体側の面の有効径の1/2をY5、像側の面の有効径の1/2をY6で示す)を通る軸外の最外光線1と該物体側の面との交点の光軸方向座標との差を表している。同様に、Z6は、第3レンズL3の像側の面の頂点の光軸方向座標と、該像側の面と前記最外光線1との交点の光軸方向座標との差を表している。

【0039】

また、Lは、図1に示すように、第1レンズL1の物体側の面から結像面4(撮像素子

10

20

30

40

50

の受光面に略一致する)までの光軸Z上での距離を表しており、 d_8 は、第4レンズL4の像側の面から結像面4までの光軸Z上での距離を表している。ただし、 d_8 、Lは、光路中に他の光学部材3(撮像素子のカバーガラス(各種フィルタを含む)等)が介在する場合、該他の光学部材3の光軸Z方向の厚さを空気換算して求めた距離とする。

【0040】

また、好ましくは、第2レンズL2および第4レンズL4は、吸水率が0.3%以下の材料(例えば、吸水率が0.01%以下のポリオレフィン系のプラスチック材料)により形成され、第3レンズL3は、吸水率が0.3%以下の材料(例えば、吸水率が0.2%以下のポリカーボネート系のプラスチック材料)により形成される。

【0041】

さらに、好ましくは、第1レンズL1の像側の面の有効径領域外に、遮光部材2が設けられる(図1参照)。この遮光部材2は、例えば、不透明な板材または不透明な塗料等により構成される。

【0042】

以下、このようなレンズ構成とすることの意義について説明する。

まず、各レンズを構成する材料のアッペ数と開口絞り5の配設位置との関係についてであるが、負レンズである第1レンズL1および第2レンズL2は開口絞り5よりも物体側にあるため、それらを構成する各材料のアッペ数が大きいほど、第1レンズL1および第2レンズL2で発生する倍率色収差が小さくなる。ただし、第1レンズL1および第2レンズL2を構成する各材料のアッペ数をどんなに大きくしても、第1レンズL1および第2レンズL2で発生する倍率色収差は0にはならない。そこで、正レンズである第3レンズL3により、その倍率色収差を補正させるが、第3レンズL3は開口絞り5の物体側にあるため、第3レンズL3を構成する材料のアッペ数が小さいほど有効となる。なお、第3レンズL3を構成する材料のアッペ数が小さすぎると過補正となるので、第2レンズL2を構成する材料のアッペ数と第3レンズL3を構成する材料のアッペ数との差は40以下とすることが好ましい。

【0043】

一方、軸上色収差は、負レンズである第1レンズL1および第2レンズL2を構成する各材料のアッペ数が大きいほど、また正レンズである第3レンズL3を構成する材料のアッペ数が小さいほど大きくなる。しかし、本発明に係る広角撮像レンズのような焦点距離の小さいレンズでは、軸上色収差が画質に与える影響は小さく、像の色ずれの原因となる倍率色収差を補正することの方が重要となるので、各レンズを構成する各材料のアッペ数を上記のように設定したものである。なお、第2レンズL2を構成する材料のアッペ数と第3レンズL3を構成する材料のアッペ数との差が20以上となるように設定した場合には、倍率色収差の補正効果が顕著となる。

【0044】

また、開口絞り5を第2レンズL2と第3レンズL3の間に設置した場合には、第3レンズL3を構成する材料のアッペ数をどのように設定しても、倍率色収差が第1レンズL1および第2レンズL2で発生するものと同じ方向に現れるため、第1レンズL1および第2レンズL2で発生した倍率色収差を補正することができず、倍率色収差がさらに大きくなる。

【0045】

一方、開口絞り5を第4レンズL4の像側に設置した場合には、各レンズの面を通る光束の光軸Zからの距離が大きくなるので、諸収差補正が難しくなるとともに、レンズ系が大型化してしまい、小型軽量化および低コスト化に不利となる。また、開口絞り5を第1レンズL1の物体側、または第1レンズL1と第2レンズL2との間に設置した場合にも同様に諸収差補正が難しくなる。

【0046】

これらを勘案して開口絞り5を第3レンズL3と第4レンズL4との間に設置し、これにより倍率色収差の良好な補正、およびレンズ系の小型化、軽量化および低コスト化を達

10

20

30

40

50

成することが可能となる。

【0047】

また、第2レンズL2、第3レンズL3および第4レンズL4の各両面を共に非球面とする場合には、レンズ系の全長をより短くすることが可能となるとともに、良好な解像性が得られる。

【0048】

また、第2レンズL2、第3レンズL3および第4レンズL4をプラスチックレンズとする場合には、非球面形状を高精度に実現し得るとともに、さらに軽量化および低コスト化を図ることが可能になる。

【0049】

また、第2レンズL2、第3レンズL3および第4レンズL4を吸水性の極めて小さい材料で形成する場合には、吸水による性能劣化を最小限に抑えることが可能となる。

【0050】

また、本発明に係る広角撮像レンズにおいては、第1レンズL1の像側の面の曲率半径が小さいため、周辺部の反射防止膜の厚さが中央部より小さくなる傾向がある。そこで、第1レンズL1の像側の面に、光軸Zに近い部分での光学的厚さが150nm以上225nm以下の反射防止膜を形成することにより、有効径領域内全体で反射率を平均的に低減することが可能となり、これによりゴースト光を低減させることができる。

【0051】

なお、光軸付近の反射防止膜の光学的厚さが150nmより小さいと周辺部での厚さが小さくなり過ぎ、長波長側の反射率が高くなるため、赤味がかかったゴーストが発生しやすくなる。これに対し、光軸付近の反射防止膜の光学的厚さが225nmより大きいと、中央部での厚さが大きくなり過ぎ、短波長側の反射率が高くなるため、像の色味が赤くなり過ぎるとともに、青味がかかったゴーストが発生しやすくなる。

【0052】

また、上記条件式(2)において、 f/f_2 が上限を超える場合には、所望の画角を得るための負のパワーが不足するため、第1レンズL1の負のパワーの増大を招き、第1レンズL1の第2レンズL2側の面の曲率半径が小さくなることから、製造が容易ではない形状になってしまい、また第3レンズL3の正のパワーが小さくなることから、倍率色収差が大きくなってしまふ。一方、 f/f_2 が下限を超えると、倍率色収差の補正は良好に行うことができるものの、第2レンズL2のパワーが増大することになるため、第2レンズL2の製造が容易ではない形状になってしまふとともに、第3レンズL3の正のパワーが増大することで第2レンズL2および第3レンズL3の位置誤差による収差変動が敏感になり、第2レンズL2および第3レンズL3の位置を高精度に設定維持する必要が生じる。

【0053】

また、上記条件式(3)において、 f/f_3 が上限を超える場合には、倍率色収差の補正は良好に行うことができるものの、第3レンズL3の正のパワーが増大し、それに伴って第2レンズL2の負のパワーが増大することで、第2レンズL2は製造が容易ではない形状になってしまふとともに、第2レンズL2および第3レンズL3の位置誤差による収差変動が敏感になり第2レンズL2および第3レンズL3を高精度に設定維持する必要が生じる。一方、 f/f_3 が下限を超えると、倍率色収差の補正が不十分となる。

【0054】

また、上記条件式(4)を満たさない場合には、第3レンズL3の両面が相対的に光軸Zと直交する方向へずれを生じたときの解像性能劣化が大きくなるので、第3レンズL3に高い部品精度が要求されるようになる。

【0055】

また、上記条件式(5)において、 d_8/L が上限を上回る場合には、諸収差を良好に補正することが難しくなり、求められる光学性能を達成できなくなる。

【0056】

10

20

30

40

50

一方、 d_8/L が下限を下回る場合には、諸収差は良好に補正が可能だが、結像面4に近接しすぎるためレンズ系の配置が難しくなるか、逆に各レンズが大きくなりすぎて小型化することが難しくなる。

【0057】

また、第1レンズL1と第2レンズL2との間の有効径外を通過する光束は、迷光となって結像面に達しゴーストの原因となるが、第1レンズL1の第2レンズL2側の有効径領域外に遮光手段2を設けていることにより、このような迷光が遮断される。

【0058】

また、第2レンズL2の物体側の面が物体側に凸であることが好ましい。このような形状とすることで画面中央部のディストーションを比較的小さくすることが容易になり、画面中央部で歪みの少ない良好な画像を得ることができる。なお、下記実施例1, 2, 3, 5, 10, 11, 12がこれに相当し、特に凸の形状が顕著な(全系の焦点距離を f 、光軸近傍の曲率半径を r_3 とした場合に、 $r_3/f < 1.0$ を満足する)実施例1, 2, 3, 10, 11, 12においてこの効果が大きい。

【実施例】

【0059】

以下、具体的な実施例を用いて、本発明の広角撮像レンズをより詳細に説明する。

<実施例1>

実施例1に係る広角撮像レンズの構成は、図2に示すとおりである。

すなわち、図示するように実施例1の広角撮像レンズは、物体側から順に、物体側に凸面を向けた負のメニスカスレンズである第1レンズL1と、像側に凹面を向け、かつ両面が共に非球面である負のメニスカスレンズである第2レンズL2と、物体側に凸面を向け、かつ両面が共に非球面である正の第3レンズL3と、像側に凸面を向け、かつ両面が共に非球面である正の第4レンズL4との4枚のレンズが配されてなる。また、第3レンズL3と第4レンズL4との間に開口絞り5が配置されており、第4レンズL4と結像面4との間に他の光学部材3が配置されている。

【0060】

以下、実施例1について具体的なデータを示す。

表1の上段に、実施例1の各レンズ面の曲率半径 R (非球面の場合は、光軸Zの近傍位置での曲率半径、単位mm)、各レンズの軸上面間隔(各レンズの中心厚および各レンズ間の空気間隔) D (mm)、各レンズのe線における屈折率 N_e およびd線におけるアッベ数 d を示す(表2~表12において同じ)。さらに、各レンズを構成する材料名(第1レンズL1のS-LAH66は、株式会社オハラ製の硝材の製品名であり、第2レンズL2および第4レンズL4のZEONEXは、日本ゼオン株式会社製の光学プラスチック材料の登録商標であり、第3レンズL3のPCはポリカーボネートである)を示す。また、表1の中段左側に、他の光学部材3の厚さ d_G (単位mm)およびe線における屈折率 N_G 、さらに全系の焦点距離 f' (mm)および画角 2ω (度)を示す。また、表1の中段右側に、実施例1における上記条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)に対応する値を示す。

【0061】

さらに、表1の下段に、下式(6)により表される、第2レンズL2、第3レンズL3および第4レンズL4における各非球面の各非球面係数を示す(表2~表12において同じ)。

【0062】

【表 1】

面	R	D	Ne	νd	
1	16.5180	1.00	1.77621	49.6	S-LAH66
2	4.0021	1.04			
3	4.3048	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	0.6792	1.07			
5	1.4550	1.80	1.58820	30.3	PC
6	-9.2487	0.70			
7	4.4000	1.50	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.7800				

10

dG	0.50
NG	1.52
F	1.23
2ω	155°

Z5	0.750
Z6	-0.030
Z5/Z6	-25.225
d8	1.876
L	9.986
d8/L	0.188

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	4.93106×10^{-1}	3.11250×10^{-2}	3.34960×10^{-1}	9.85617×10^{-1}	-1.85785×10^{-1}	-4.54439
A ₃	1.33855×10^{-2}	2.12496×10^{-2}	2.84468×10^{-2}	-5.26308×10^{-3}	-2.27911×10^{-2}	-1.32221×10^{-1}
A ₄	-2.55505×10^{-2}	-7.18102×10^{-3}	-4.23538×10^{-4}	1.49422×10^{-3}	-1.12397×10^{-1}	6.73624×10^{-2}
A ₅	4.21360×10^{-3}	-1.87570×10^{-2}	-2.63954×10^{-2}	-1.67487×10^{-3}	1.00763×10^{-1}	-2.97004×10^{-2}
A ₆	6.47862×10^{-3}	-2.47936×10^{-3}	-2.16364×10^{-2}	8.79408×10^{-3}	-4.22851×10^{-2}	2.83409×10^{-2}
A ₇	-3.36051×10^{-3}	-2.27363×10^{-4}	8.99158×10^{-3}	2.65054×10^{-2}	3.32820×10^{-3}	-2.54398×10^{-2}
A ₈	4.50193×10^{-4}	-9.69888×10^{-4}	4.84380×10^{-3}	2.77513×10^{-3}	6.52299×10^{-4}	-7.08376×10^{-4}
A ₉	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	4.41906×10^{-3}	2.59369×10^{-3}
A ₁₀	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3.52663×10^{-4}	4.96388×10^{-4}

20

【0063】

【数 1】

30

$$Z = \frac{Y^2/R}{1 + \sqrt{1 - K \times Y^2/R^2}} + \sum_{i=3}^{10} A_i Y^i \quad \dots \quad (6)$$

ただし、

Z : 光軸から距離 Y の非球面上の点より非球面頂点の接平面（光軸に垂直な平面）に下ろした垂線の長さ

Y : 光軸からの距離

R : 非球面の光軸近傍の曲率半径

K : 離心率

A_i : 非球面係数 (i = 3 ~ 10)

40

【0064】

また、図 3 は、実施例 1 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。なお、これらの収差図においては半画角を示し、また非点収差の各収差図には、サジタル像面およびタンジェンシャル像面における収差を示す（図 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25 において同じ）。

【0065】

50

表1および図3に示すように、実施例1の広角撮像レンズは、 $f/D = 0.151$ 、 $f/f_2 = 0.705$ 、 $f/f_3 = 0.538$ 、 $|Z5/Z6| = 25.22$ 、 $d8/L = 0.202$ である(表13参照)ので、条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)を全て満足しており、画角 2ω が 155.0° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0066】

<実施例2>

実施例2に係る広角撮像レンズの構成は、図4に示すとおりである。

実施例2に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例1と同様である。

以下、実施例2について具体的なデータを示す。

なお、表2の上段に示す各レンズの材料名は、表1に示すものと同じである。

【0067】

【表2】

面	R	D	Ne	νd	
1	13.3436	1.00	1.77621	49.6	S-LAH66
2	3.4340	0.84			
3	3.9536	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	0.7133	1.02			
5	1.6447	1.60	1.58820	30.3	PC
6	-9.5785	0.94			
7	5.1269	1.50	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.3343				

dG	0.50
NG	1.52
f	1.09
2ω	143.2°

Z5	0.959
Z6	-0.002
Z5/Z6	-570.453
d8	1.926
L	9.824
d8/L	0.196

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	4.90040×10^{-1}	-7.34729×10^{-2}	6.27911×10^{-1}	9.85716×10^{-1}	-1.76304×10^{-1}	-4.36653
A_3	3.64977×10^{-4}	1.04945×10^{-2}	2.49234×10^{-2}	3.86908×10^{-2}	-3.49716×10^{-2}	-1.84425×10^{-1}
A_4	-2.35007×10^{-2}	-7.60706×10^{-3}	2.75903×10^{-3}	8.53414×10^{-4}	-1.09934×10^{-1}	6.58542×10^{-2}
A_5	6.61569×10^{-3}	-2.00756×10^{-2}	2.08673×10^{-3}	-1.82888×10^{-2}	1.18515×10^{-1}	-2.36348×10^{-2}
A_6	6.51383×10^{-4}	-1.66082×10^{-3}	-2.04615×10^{-2}	7.79970×10^{-3}	-4.27242×10^{-2}	2.97507×10^{-2}
A_7	-7.03181×10^{-4}	3.05938×10^{-3}	3.08596×10^{-3}	8.39838×10^{-3}	4.43096×10^{-4}	-2.02055×10^{-2}
A_8	8.91149×10^{-5}	-1.57279×10^{-3}	2.61332×10^{-3}	1.01772×10^{-3}	5.28871×10^{-5}	-7.66216×10^{-4}
A_9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	-6.19528×10^{-4}	-1.02325×10^{-4}
A_{10}	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.46318×10^{-4}	-1.19861×10^{-4}

【0068】

また、図5は、実施例2に係る広角撮像レンズの諸収差(球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差)を示す収差図である。

【0069】

表2および図5に示すように、実施例2の広角撮像レンズは、 $f/D = 0.138$ 、 $f/f_2 = 0.572$ 、 $f/f_3 = 0.432$ 、 $|Z5/Z6| = 570.45$ 、 $d8/L = 0.203$ である(表13参照)ので、条件式(1)、(2)、(3)、(4)、(5)を全て満足しており、画角 2ω が 143.2° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0070】

< 実施例 3 >

実施例 3 に係る広角撮像レンズの構成は、図 6 に示すとおりである。

実施例 3 に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例 2 と同様である。

以下、実施例 3 について具体的なデータを示す。

なお、表 3 の上段に示す各レンズの材料名は、表 1 に示すものと同じである。

【 0 0 7 1 】

【 表 3 】

面	R	D	Ne	νd	
1	21.5859	1.00	1.51872	49.6	S-LAH66
2	5.0000	2.28			
3	3.5616	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	0.8001	1.41			
5	1.8637	1.66	1.58820	30.3	PC
6	-11.0518	0.94			
7	9.4284	2.04	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.1814				

dG	0.55
NG	1.52
f	1.12
2ω	139.4°

Z5	0.852
Z6	-0.063
Z5/Z6	-13.423
d8	1.684
L	12.021
d8/L	0.140

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	4.73127×10^{-1}	-7.39188×10^{-2}	6.05540×10^{-1}	9.85625×10^{-1}	-1.72796×10^{-1}	-4.25623
A_3	-9.12033×10^{-3}	7.45945×10^{-3}	-5.76986×10^{-3}	2.49301×10^{-2}	-1.18470×10^{-2}	-2.11184×10^{-1}
A_4	-2.48850×10^{-2}	-7.91869×10^{-3}	3.40054×10^{-3}	-1.34400×10^{-3}	-1.06296×10^{-1}	6.44380×10^{-2}
A_5	8.23694×10^{-3}	-1.39967×10^{-2}	1.32686×10^{-2}	-1.56334×10^{-2}	1.47073×10^{-1}	-2.19787×10^{-2}
A_6	-8.89642×10^{-4}	-1.29388×10^{-3}	-1.48145×10^{-2}	6.84676×10^{-3}	-4.08180×10^{-2}	3.01625×10^{-2}
A_7	0.00000	5.54392×10^{-4}	0.00000	0.00000	1.19714×10^{-2}	-1.56759×10^{-2}
A_8	0.00000	0.00000	6.74181×10^{-8}	0.00000	7.19987×10^{-4}	-3.96106×10^{-4}
A_9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3.02518×10^{-3}	3.11810×10^{-3}
A_{10}	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	3.26160×10^{-4}	1.36048×10^{-4}

【 0 0 7 2 】

また、図 7 は、実施例 3 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

【 0 0 7 3 】

表 3 および図 7 に示すように、実施例 3 の広角撮像レンズは、 $f / D = 0.108$ 、 $f / f_2 = 0.487$ 、 $f / f_3 = 0.394$ 、 $|Z5 / Z6| = 13.42$ 、 $d8 / L = 0.146$ である（表 1 3 参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 139.4° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【 0 0 7 4 】

< 実施例 4 >

実施例 4 に係る広角撮像レンズの構成は、図 8 に示すとおりである。

実施例 4 に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例 3 と同様であるが、第 2 レンズ L2 の物体側の面の形状が光軸 Z の近傍において凹状となっている点が、実施例 3 と異なっている。

以下、実施例 4 について具体的なデータを示す。

【 0 0 7 5 】

表 4 の上段に示す各レンズの材料名において、第 1 レンズ L 1 の B S C 7 は、H O Y A 株式会社製の硝材の製品名であり、他のレンズ L 2 ~ レンズ L 4 の材料名は表 1 に示すものと同じである。

【 0 0 7 6 】

【 表 4 】

面	R	D	Ne	νd	
1	29.0159	1.00	1.51872	64.2	BSC7
2	5.0011	2.20			
3	-7.7023	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	1.1793	1.24			
5	1.5929	1.95	1.58820	30.3	PC
6	-23.273	0.93			
7	36.7549	1.50	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.6591				

dG	0.75
NG	1.52
f	1.41
2ω	161.4°

Z5	0.960
Z6	-0.033
Z5/Z6	-28.857
d8	2.326
L	12.146
d8/L	0.192

10

20

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	-3.82180	-2.45075	-1.36227×10	1.09871	9.47972×10^{-1}	9.52628×10^{-1}
A ₃	1.56526×10^{-2}	1.02281×10^{-1}	2.01119×10^{-1}	3.65364×10^{-3}	-3.17506×10^{-2}	-6.63334×10^{-3}
A ₄	-1.45922×10^{-3}	-1.15039×10^{-2}	-5.33174×10^{-2}	-2.16041×10^{-3}	-4.52884×10^{-2}	1.53411×10^{-2}
A ₅	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₆	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₇	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₈	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₉	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₁₀	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

30

【 0 0 7 7 】

また、図 9 は、実施例 4 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

【 0 0 7 8 】

表 4 および図 9 に示すように、実施例 4 の広角撮像レンズは、 $f / D = 0.143$ 、 $f / f_2 = 0.729$ 、 $f / f_3 = 0.539$ 、 $|Z5 / Z6| = 28.86$ 、 $d8 / L = 0.203$ である（表 1 3 参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 161.4° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

40

< 実施例 5 >

実施例 5 に係る広角撮像レンズの構成は、図 1 0 に示すとおりである。

実施例 5 に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例 3 と同様である。

以下、実施例 5 について具体的なデータを示す。

なお、表 5 の上段に示す各レンズの材料名は、表 4 に示すものと同じである。

【 0 0 7 9 】

【表 5】

面	R	D	Ne	νd	
1	25.0000	1.00	1.51872	64.2	BSC7
2	5.0000	1.80			
3	23.4372	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	0.9666	1.24			
5	2.0292	1.90	1.58820	30.3	PC
6	-8.3724	0.98			
7	4.9111	1.50	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-2.0311				

dG	0.75
NG	1.52
f	1.38
2ω	152°

Z5	0.619
Z6	-0.081
Z5/Z6	-7.615
d8	2.338
L	11.758
d8/L	0.199

10

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	-9.71605×10^{-1}	-6.99636×10^{-1}	-5.29369	1.12479	1.00094	-4.73286×10^{-1}
A ₃	-8.26189×10^{-3}	8.21730×10^{-2}	8.93572×10^{-2}	-6.56103×10^{-4}	-1.83117×10^{-2}	-4.58615×10^{-3}
A ₄	7.41952×10^{-4}	-2.61282×10^{-2}	-3.16040×10^{-2}	3.76933×10^{-3}	5.05218×10^{-3}	2.46108×10^{-2}
A ₅	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₆	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₇	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₈	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₉	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A ₁₀	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

20

【0080】

また、図11は、実施例5に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディスターション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

30

【0081】

表5および図11に示すように、実施例5の広角撮像レンズは、 $f/D = 0.147$ 、 $f/f_2 = 0.691$ 、 $f/f_3 = 0.465$ 、 $|Z5/Z6| = 7.62$ 、 $d8/L = 0.209$ である（表13参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が152.0°と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0082】

<実施例6>

実施例6に係る広角撮像レンズの構成は、図12に示すとおりである。

40

実施例6に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例4と同様である。

以下、実施例6について具体的なデータを示す。

なお、表6の上段に示す各レンズの材料名は、表4に示すものと同じである。

【0083】

【表 6】

面	R	D	Ne	νd	
1	32.4000	1.00	1.51872	64.2	BSC7
2	5.0000	2.10			
3	-8.6146	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	1.2042	1.24			
5	1.6663	1.80	1.58820	30.3	PC
6	-19.7093	1.08			
7	16.1287	1.50	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.7078				

dG	0.75
NG	1.52
f	1.41
2ω	160.4°

Z5	1.106
Z6	0.025
Z5/Z6	44.939
d8	2.308
L	12.028
d8/L	0.192

10

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	-1.17955	-1.40654	-4.45514	1.09790	9.45559×10^{-1}	4.86807×10^{-1}
A_3	1.14912×10^{-2}	6.67473×10^{-2}	9.53666×10^{-2}	2.24054×10^{-2}	1.67362×10^{-3}	-5.14022×10^{-4}
A_4	-3.27843×10^{-4}	-5.50281×10^{-3}	-3.32842×10^{-3}	3.44830×10^{-3}	-4.85980×10^{-2}	4.51857×10^{-3}
A_5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_8	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_{10}	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

20

【0084】

また、図13は、実施例6に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディスターション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

30

【0085】

表6および図13に示すように、実施例6の広角撮像レンズは、 $f/D = 0.145$ 、 $f/f_2 = 0.706$ 、 $f/f_3 = 0.523$ 、 $|Z5/Z6| = 44.94$ 、 $d8/L = 0.204$ である（表13参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 160.4° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0086】

<実施例7>

実施例7に係る広角撮像レンズの構成は、図14に示すとおりである。

40

実施例7に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例6と同様である。

以下、実施例7について具体的なデータを示す。

なお、表7の上段に示す各レンズの材料名は、表4に示すものと同じである。

【0087】

【表 7】

面	R	D	Ne	νd	
1	25.0000	1.00	1.51872	64.2	BSC7
2	5.0000	1.98			
3	-14.9677	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	1.3984	1.24			
5	1.9475	1.80	1.58820	30.3	PC
6	-8.7928	1.10			
7	7.1389	1.50	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.8967				

dG	0.75
NG	1.52
f	1.49
2ω	148.8°

Z5	0.812
Z6	-0.136
Z5/Z6	-5.985
d8	2.099
L	11.719
d8/L	0.179

10

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	7.20672×10^{-1}	-1.04262	-1.06457	1.01957	9.68194×10^{-1}	5.44179×10^{-1}
A_3	5.33578×10^{-3}	1.17105×10^{-1}	9.25082×10^{-2}	-1.11347×10^{-2}	-6.95857×10^{-2}	1.32730×10^{-2}
A_4	6.47627×10^{-5}	-3.74968×10^{-2}	-4.37698×10^{-2}	6.34786×10^{-3}	-2.84903×10^{-2}	-1.49060×10^{-2}
A_5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_8	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_{10}	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

20

【0088】

また、図15は、実施例7に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

30

【0089】

表7および図15に示すように、実施例7の広角撮像レンズは、 $f/D = 0.155$ 、 $f/f_2 = 0.608$ 、 $f/f_3 = 0.516$ 、 $|Z5/Z6| = 5.99$ 、 $d8/L = 0.188$ である（表13参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 148.8° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0090】

<実施例8>

実施例8に係る広角撮像レンズの構成は、図16に示すとおりである。

40

実施例8に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例7と同様である。

以下、実施例8について具体的なデータを示す。

【0091】

なお、表8の上段に示す各レンズの材料名において、第1レンズL1のS-BAL35は、株式会社オハラ製の硝材の製品名であり、他のレンズL2～レンズL4の材料名は表1に示すものと同じである。

【0092】

【表 8】

面	R	D	Ne	νd	
1	31.9906	1.00	1.59143	61.2	S-BAL35
2	5.3200	2.20			
3	-16.4469	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	1.2241	1.24			
5	1.9580	2.05	1.58820	30.3	PC
6	-23.2730	1.00			
7	83.9222	1.60	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.5419				

dG	1.30
NG	1.52
f	1.39
2ω	165.2°

Z5	0.831
Z6	-0.032
Z5/Z6	-26.268
d8	2.734
L	12.874
d8/L	0.212

10

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	-4.14022	-3.60650	-1.58257×10^{-1}	1.09871	9.45942×10^{-1}	6.30443×10^{-1}
A_3	9.83753×10^{-3}	1.56132×10^{-1}	1.49167×10^{-1}	3.65364×10^{-3}	-4.65915×10^{-3}	1.68888×10^{-2}
A_4	-1.17600×10^{-3}	-3.37794×10^{-2}	-3.63377×10^{-2}	-2.16041×10^{-3}	-3.74120×10^{-2}	5.56012×10^{-3}
A_5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_8	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_{10}	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

20

【0093】

また、図17は、実施例8に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

30

【0094】

表8および図17に示すように、実施例8の広角撮像レンズは、 $f/D = 0.137$ 、 $f/f_2 = 0.633$ 、 $f/f_3 = 0.438$ 、 $|Z5/Z6| = 26.27$ 、 $d8/L = 0.221$ である（表13参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 165.2° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0095】

<実施例9>

実施例9に係る広角撮像レンズの構成は、図18に示すとおりである。

40

実施例9に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例8と同様である。

以下、実施例9について具体的なデータを示す。

なお、表9の上段に示す各レンズの材料名は、表4に示すものと同じである。

【0096】

【表 9】

面	R	D	Ne	νd	
1	26.1178	1.00	1.51872	64.2	BSC7
2	3.7491	1.98			
3	-10.6957	1.00	1.51081	56.0	ZEONEX
4	1.2269	1.24			
5	1.7679	1.95	1.58820	30.3	PC
6	-16.4908	0.93			
7	28.4040	1.50	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.7980				

dG	1.30
NG	1.52
f	1.43
2ω	156°

Z5	0.742
Z6	-0.058
Z5/Z6	-12.866
d8	2.646
L	12.246
d8/L	0.216

10

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	-3.82495	-2.29831	-1.36601×10	1.09870	9.47972×10^{-1}	1.15840
A_3	2.18154×10^{-2}	1.05527×10^{-1}	1.72543×10^{-1}	-7.46690×10^{-3}	-2.27919×10^{-2}	3.97785×10^{-3}
A_4	-2.73400×10^{-3}	-1.10934×10^{-2}	-4.98604×10^{-2}	-1.40997×10^{-3}	-4.56644×10^{-2}	1.61579×10^{-2}
A_5	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_6	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_7	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_8	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
A_{10}	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000

20

【0097】

また、図19は、実施例9に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

30

【0098】

表9および図19に示すように、実施例9の広角撮像レンズは、 $f/D = 0.149$ 、 $f/f_2 = 0.681$ 、 $f/f_3 = 0.505$ 、 $|Z5/Z6| = 12.87$ 、 $d8/L = 0.229$ である（表13参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 156.0° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0099】

<実施例10>

実施例10に係る広角撮像レンズの構成は、図20に示すとおりである。

40

実施例10に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例1と同様である。

以下、実施例10について具体的なデータを示す。

なお、表10の上段に示す各レンズの材料名は表4に示すものと同じである。

【0100】

【表 10】

面	R	D	Ne	νd	
1	28.9752	1.0000	1.51872	64.2	BSC7
2	5.0000	1.0384			
3	3.4384	1.0000	1.51081	56.0	ZEONEX
4	0.7774	1.6441			
5	1.8527	1.4059	1.58820	30.3	PC
6	-18.8700	0.8655			
7	7.4133	1.7545	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-1.1125				

dG	0.50
NG	1.52
f	1.03
2ω	149.0°

Z5	0.751
Z6	-0.071
Z5/Z6	-10.639
d8	1.662
L	10.370
d8/L	0.160

10

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	5.79478×10^{-1}	-7.75931×10^{-2}	6.28102×10^{-1}	9.85775×10^{-1}	-1.72947×10^{-1}	-4.23227
A ₃	-9.85786×10^{-3}	4.20105×10^{-3}	4.71755×10^{-3}	1.51884×10^{-2}	-8.96936×10^{-3}	-2.19308×10^{-1}
A ₄	-2.47033×10^{-2}	-7.65152×10^{-3}	2.46477×10^{-3}	-1.31403×10^{-3}	-1.06709×10^{-1}	6.44627×10^{-2}
A ₅	8.55304×10^{-3}	-1.46061×10^{-2}	7.85350×10^{-3}	-1.78421×10^{-2}	1.42914×10^{-1}	-2.13767×10^{-2}
A ₆	-1.01961×10^{-3}	1.30787×10^{-3}	-1.55683×10^{-2}	7.09028×10^{-3}	-4.11137×10^{-2}	3.03307×10^{-2}
A ₇	0.00000	-1.82755×10^{-4}	0.00000	0.00000	1.00898×10^{-2}	-1.33316×10^{-2}
A ₈	0.00000	0.00000	6.74181×10^{-8}	0.00000	6.05961×10^{-4}	-2.26106×10^{-4}
A ₉	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	2.35114×10^{-3}	4.49993×10^{-3}
A ₁₀	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	2.86878×10^{-4}	1.54180×10^{-4}

20

【0101】

また、図 21 は、実施例 10 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

30

【0102】

表 10 および図 21 に示すように、実施例 10 の広角撮像レンズは、 $f / D = 0.118$ 、 $f / f_2 = 0.455$ 、 $f / f_3 = 0.349$ 、 $|Z5 / Z6| = 10.64$ 、 $d8 / L = 0.160$ である（表 13 参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 149.0° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0103】

< 実施例 11 >

実施例 11 に係る広角撮像レンズの構成は、図 22 に示すとおりである。

40

実施例 11 に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例 1 と同様である。

以下、実施例 11 について具体的なデータを示す。

なお、表 11 の上段に示す各レンズの材料名は表 1 に示すものと同じである。

【0104】

【表 1 1】

面	R	D	Ne	νd	
1	10.2609	1.00000	1.776208	49.6	S-LAH66
2	4.0021	1.81867			
3	3.8812	1.00000	1.51081	56.0	ZEONEX
4	0.6601	0.86906			
5	1.3031	1.80000	1.58820	30.3	PC
6	-12.8067	0.72000			
7	3.5823	1.50000	1.51081	56.0	ZEONEX
8	-2.1764				

dG	0.75
NG	1.52
f	1.47
2ω	145.2°

Z5	0.854
Z6	-0.010
Z5/Z6	-87.960
d8	2.115
L	10.822
d8/L	0.195

10

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	4.53298×10^{-1}	-1.03036×10^{-2}	2.66090×10^{-1}	9.85185×10^{-1}	-2.04783×10^{-1}	-4.57902
A ₃	1.83702×10^{-2}	2.74998×10^{-2}	4.55513×10^{-2}	-2.55421×10^{-2}	-6.71793×10^{-2}	-1.06579×10^{-1}
A ₄	-2.65999×10^{-2}	-7.37360×10^{-3}	-1.89218×10^{-3}	3.96400×10^{-3}	-1.16465×10^{-1}	6.58810×10^{-2}
A ₅	-9.49948×10^{-3}	-2.55401×10^{-2}	-3.06242×10^{-2}	2.86835×10^{-2}	8.80335×10^{-2}	-5.71827×10^{-2}
A ₆	7.98815×10^{-3}	-3.75898×10^{-3}	-2.17982×10^{-2}	1.11543×10^{-2}	-4.16444×10^{-2}	2.64303×10^{-2}
A ₇	-1.14919×10^{-3}	-2.77060×10^{-3}	6.90848×10^{-3}	4.21179×10^{-2}	1.66112×10^{-2}	-3.28908×10^{-2}
A ₈	-3.39034×10^{-5}	-8.03415×10^{-4}	5.58436×10^{-3}	3.59943×10^{-3}	1.88907×10^{-3}	-4.48093×10^{-4}
A ₉	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.24615×10^{-2}	7.61485×10^{-3}
A ₁₀	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	6.54490×10^{-4}	4.94947×10^{-4}

20

【0105】

また、図 2 3 は、実施例 1 1 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、ディストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

30

【0106】

表 1 1 および図 2 3 に示すように、実施例 1 1 の広角撮像レンズは、 $f / D = 0.168$ 、 $f / f_2 = 0.843$ 、 $f / f_3 = 0.695$ 、 $|Z5 / Z6| = 87.96$ 、 $d8 / L = 0.195$ である（表 1 3 参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 145.2° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0107】

< 実施例 1 2 >

実施例 1 2 に係る広角撮像レンズの構成は、図 2 4 に示すとおりである。

40

実施例 1 2 に係る広角撮像レンズの構成は基本的には実施例 1 と同様である。

以下、実施例 1 2 について具体的なデータを示す。

なお、表 1 2 の上段に示す各レンズの材料名は表 1 に示すものと同じである。

【0108】

【表 1 2】

面	R	D	Ne	νd	
1	13.3821	1.00000	1.776208	49.6	S-LAH66
2	4.0021	0.94734			
3	3.8869	1.00000	1.510810	56.0	ZEONEX
4	0.6593	0.87479			
5	1.3001	1.80000	1.588200	30.3	PC
6	-12.3622	0.72000			
7	3.3511	1.50002	1.510810	56.0	ZEONEX
8	-2.0959				

dG	0.75
NG	1.52
f	1.45
2ω	147.7°

Z5	0.849
Z6	-0.010
Z5/Z6	-85.448
d8	2.050
L	9.892
d8/L	0.207

10

非球面係数

面番号	3	4	5	6	7	8
K	4.54973×10^{-1}	-1.69148×10^{-2}	2.69849×10^{-1}	9.85193×10^{-1}	-2.03522×10^{-1}	-4.58034
A_3	2.27939×10^{-2}	2.62903×10^{-2}	4.41621×10^{-2}	-2.07672×10^{-2}	-6.53543×10^{-2}	-1.05003×10^{-1}
A_4	-2.61712×10^{-2}	-7.32423×10^{-3}	-1.89012×10^{-3}	3.90554×10^{-3}	-1.16258×10^{-1}	6.60946×10^{-2}
A_5	-8.02848×10^{-3}	-2.41596×10^{-2}	-3.10141×10^{-2}	2.67994×10^{-2}	8.80973×10^{-2}	-5.69838×10^{-2}
A_6	7.72635×10^{-3}	-3.36589×10^{-3}	-2.18343×10^{-2}	1.09733×10^{-2}	-4.17623×10^{-2}	2.65120×10^{-2}
A_7	-1.51775×10^{-3}	-1.59327×10^{-3}	7.30678×10^{-3}	4.07455×10^{-2}	1.51838×10^{-2}	-3.33647×10^{-2}
A_8	6.25501×10^{-5}	-6.26796×10^{-4}	5.74183×10^{-3}	3.50661×10^{-3}	1.77867×10^{-3}	-5.21187×10^{-4}
A_9	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	1.18812×10^{-2}	7.65458×10^{-3}
A_{10}	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	6.47795×10^{-4}	6.71408×10^{-4}

20

【0109】

また、図 2 5 は、実施例 1 2 に係る広角撮像レンズの諸収差（球面収差、非点収差、デ
イストーション、倍率色収差、コマ収差）を示す収差図である。

30

【0110】

表 1 2 および図 2 5 に示すように、実施例 1 2 の広角撮像レンズは、 $f / D = 0.185$ 、 $f / f_2 = 0.835$ 、 $f / f_3 = 0.690$ 、 $|Z5 / Z6| = 85.45$ 、 $d8 / L = 0.207$ である（表 1 3 参照）ので、条件式（1）、（2）、（3）、（4）、（5）を全て満足しており、画角 2ω が 147.7° と広角で、各収差を良好に補正し得る高性能な広角撮像レンズとされている。

【0111】

なお、本発明の広角撮像レンズとしては、上記実施例のものに限られるものではなく、
その他の種々の態様の変更が可能である。例えば、第 2 レンズ L 2、第 3 レンズ L 3 およ
び第 4 レンズ L 4 の各両面のうち一方の面を球面で構成することが可能である。

40

【0112】

また、上記実施例 1 ~ 1 2 においては、図 1 に示す遮光部材 2 を図示していないが、第
1 レンズ L 1 の像側の面の有効径外に、適宜、遮光部材 2 を設けるようにしてもよい。

【0113】

また、本発明の広角撮像レンズは、車載用カメラ以外にも CCD や CMOS 等の撮像素
子を備えた監視用カメラや携帯電話用カメラ等の種々の光学装置に搭載可能である。

【0114】

【表 1 3】

	条件式(1)	条件式(2)	条件式(3)	条件式(4)	条件式(5)	
	f/D	$f/f2$	$f/f3$	$ Z5/Z6 $	$d8/L$	$r3/f$
実施例1	0.151	-0.705	0.538	25.22	0.202	3.51
実施例2	0.138	-0.572	0.432	570.45	0.203	3.64
実施例3	0.108	-0.487	0.394	13.42	0.146	3.18
実施例4	0.143	-0.729	0.539	28.86	0.203	-5.48
実施例5	0.147	-0.691	0.465	7.62	0.209	16.93
実施例6	0.145	-0.706	0.523	44.94	0.204	-6.11
実施例7	0.155	-0.608	0.516	5.99	0.188	-10.04
実施例8	0.137	-0.633	0.438	26.27	0.221	-11.87
実施例9	0.149	-0.681	0.505	12.87	0.229	-7.50
実施例10	0.118	-0.455	0.349	10.64	0.160	3.35
実施例11	0.168	-0.843	0.695	87.96	0.195	2.65
実施例12	0.185	-0.835	0.690	85.45	0.207	2.68

10

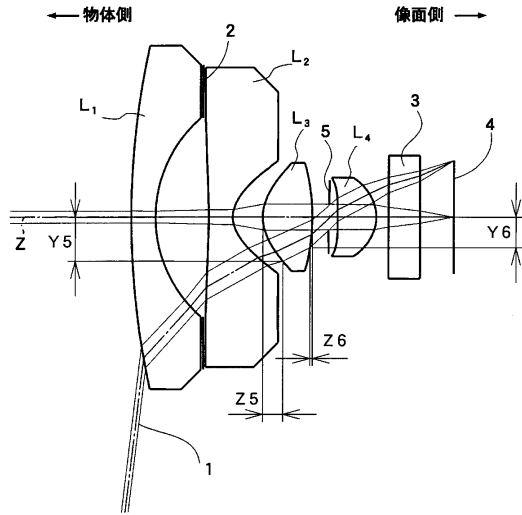
【符号の説明】

【 0 1 1 5 】

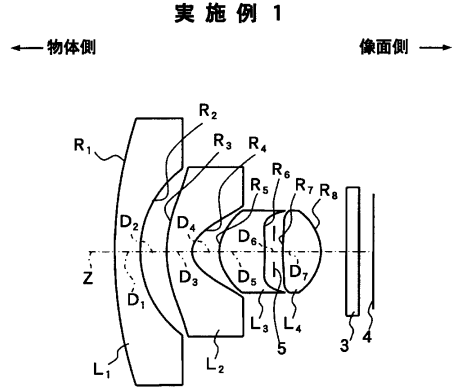
- L 1～L 4 レンズ
- Z 光軸
- 1 最外光束
- 2 遮光部材
- 3 他の光学部材
- 4 結像面
- 5 開口絞り

20

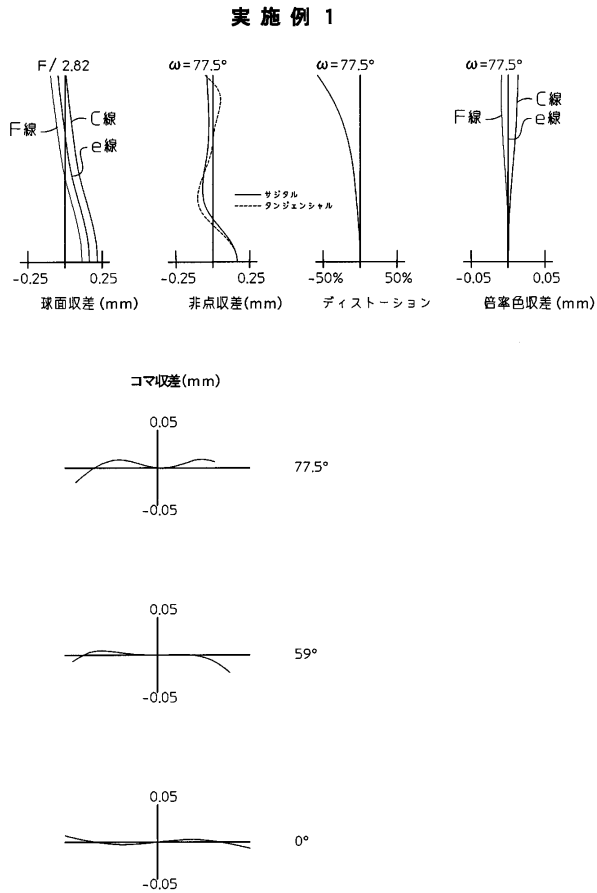
【図1】



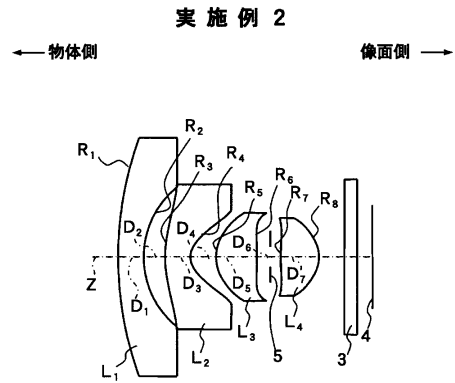
【図2】



【図3】

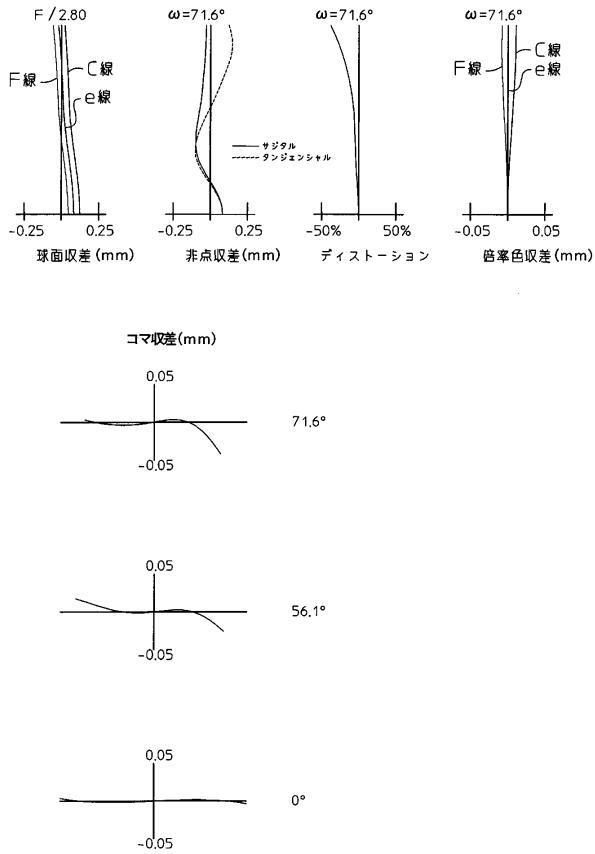


【図4】



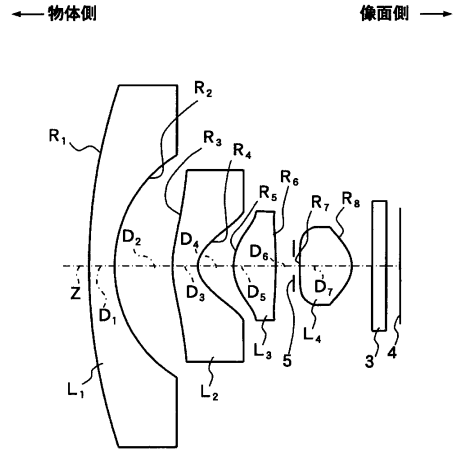
【図5】

実施例2



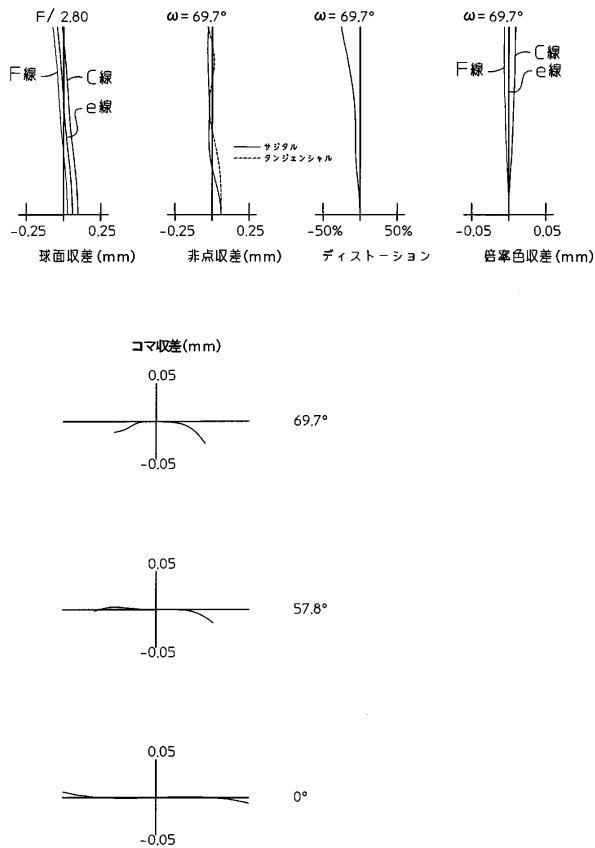
【図6】

実施例3



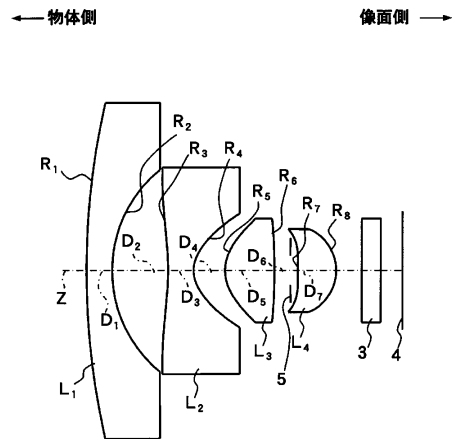
【図7】

実施例3



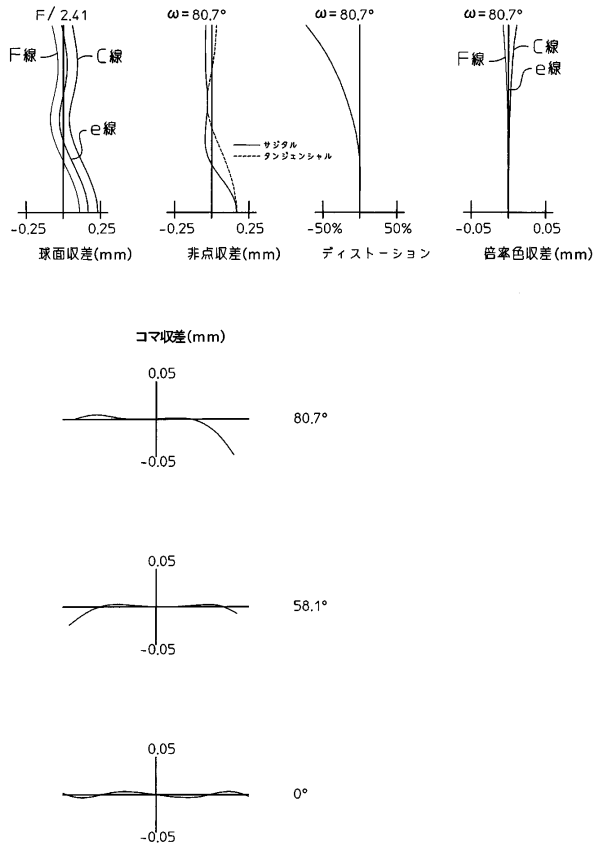
【図8】

実施例4



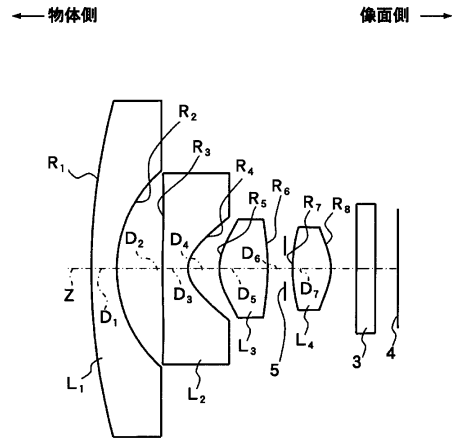
【図9】

実施例4



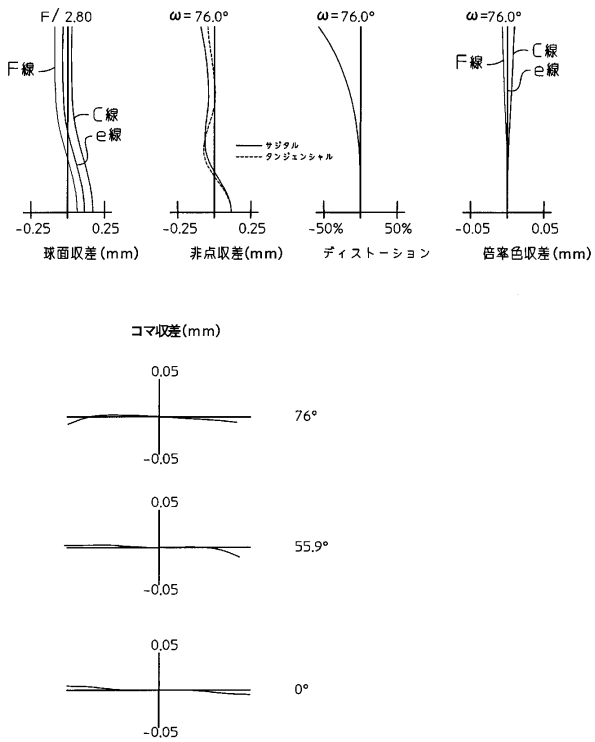
【図10】

実施例5



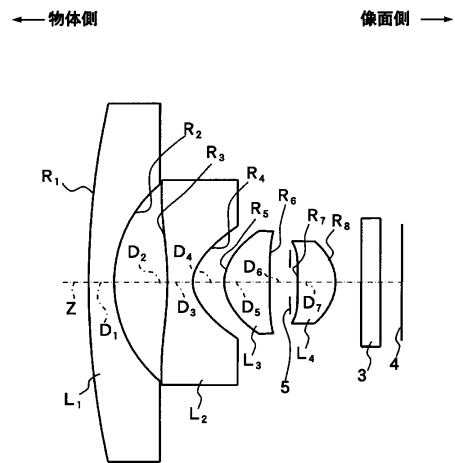
【図11】

実施例5



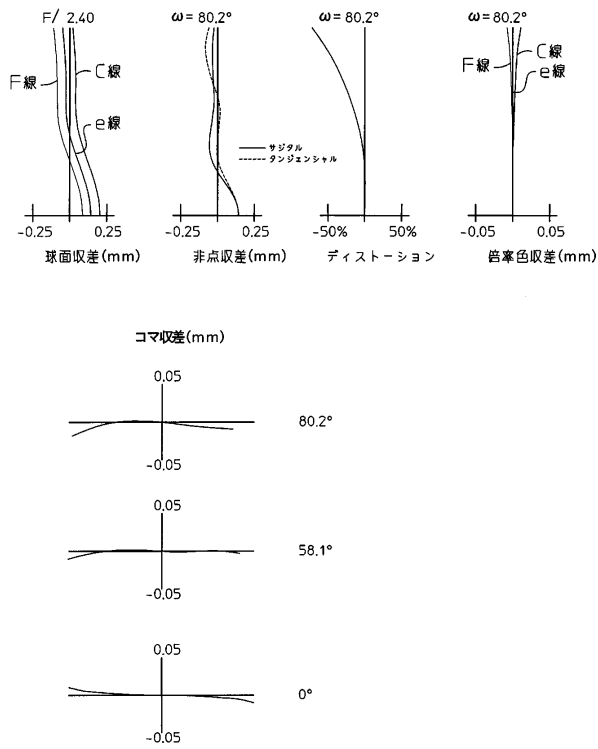
【図12】

実施例6



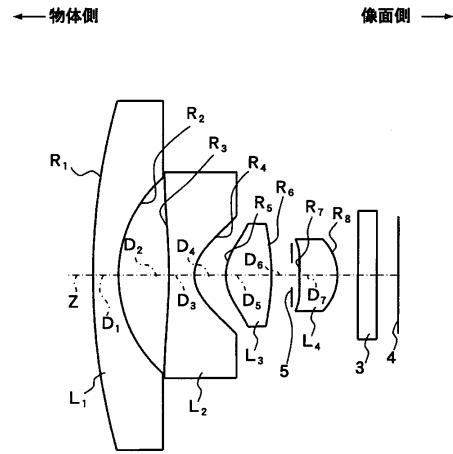
【図13】

実施例6



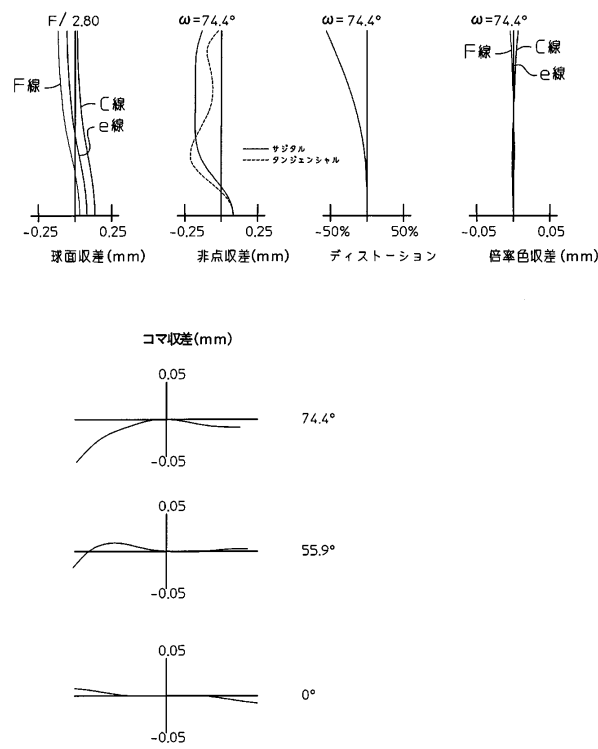
【図14】

実施例7



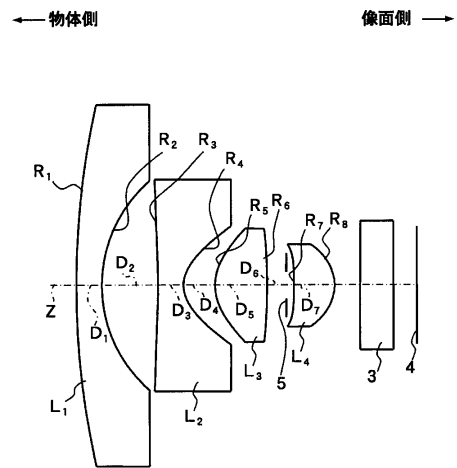
【図15】

実施例7



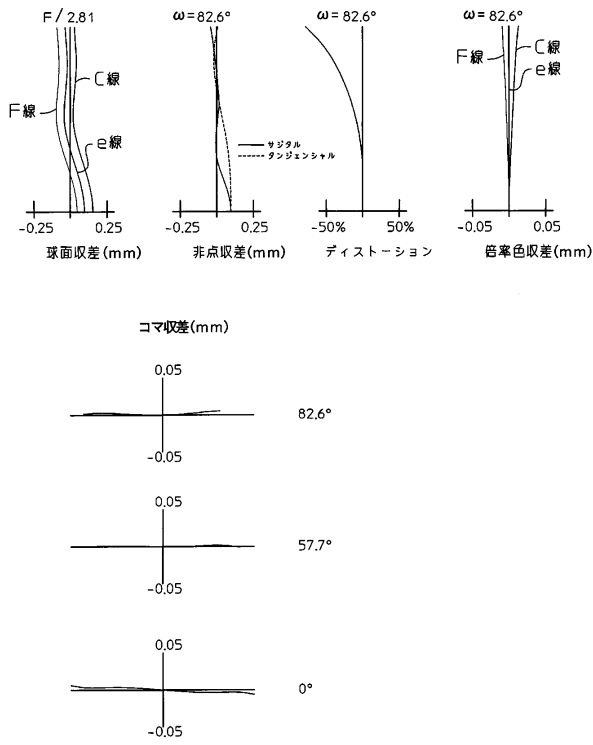
【図16】

実施例8



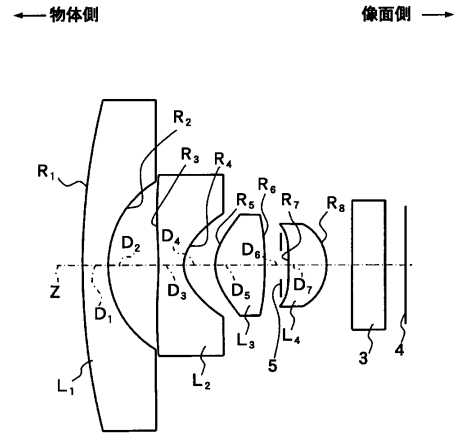
【図17】

実施例8



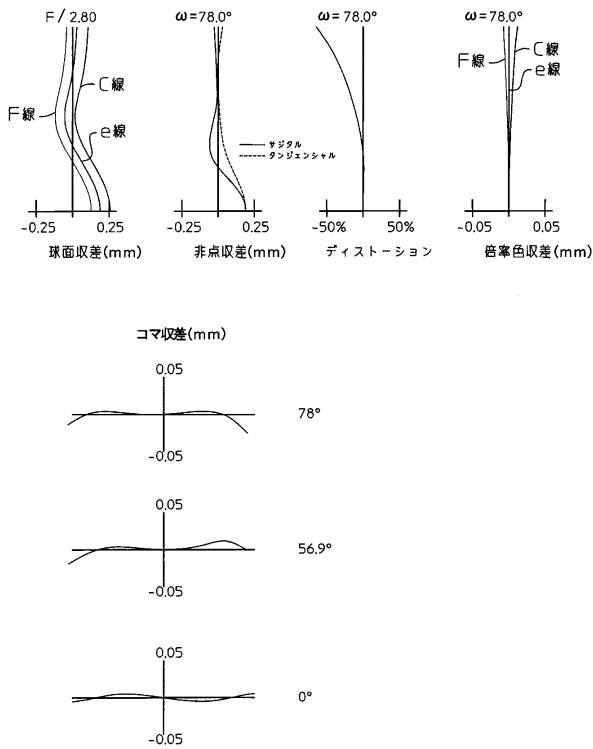
【図18】

実施例9



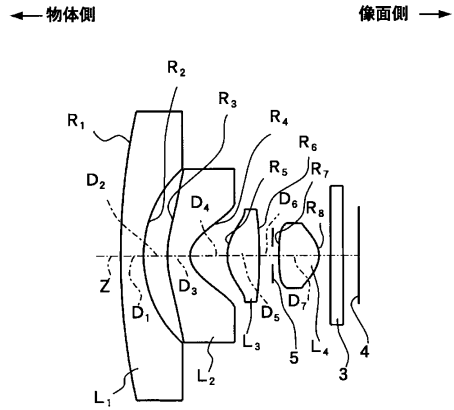
【図19】

実施例9

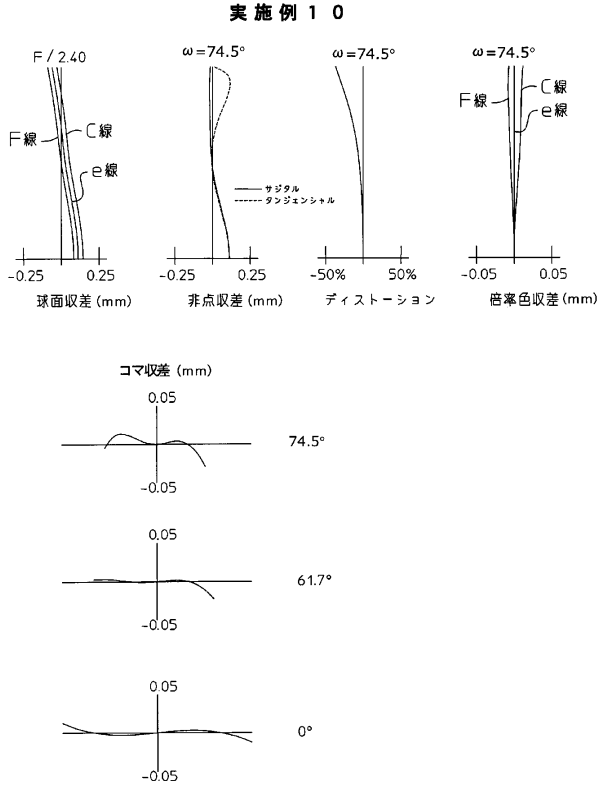


【図20】

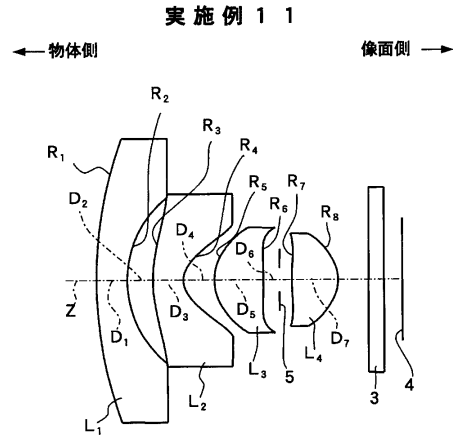
実施例10



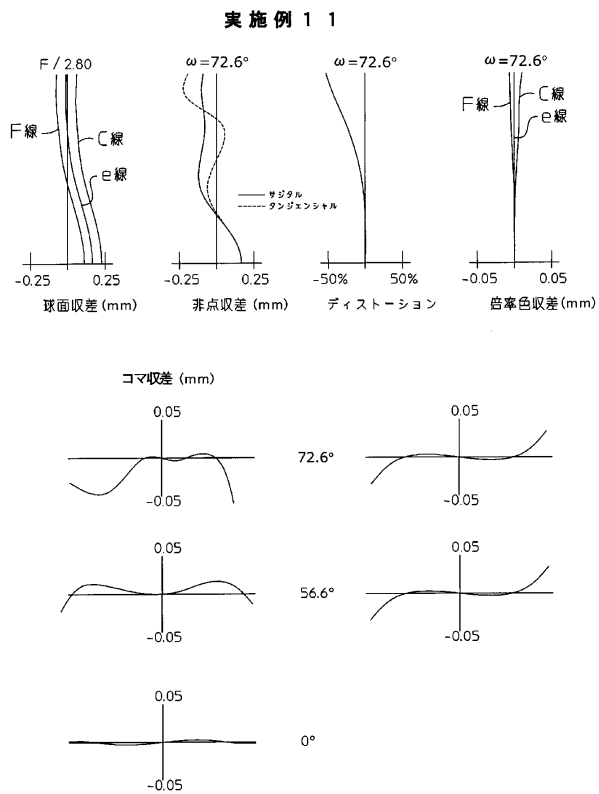
【図 2 1】



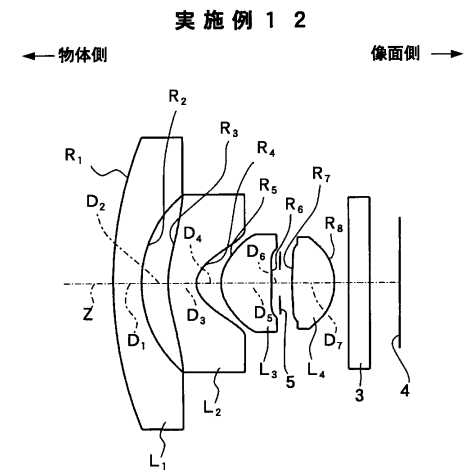
【図 2 2】



【図 2 3】

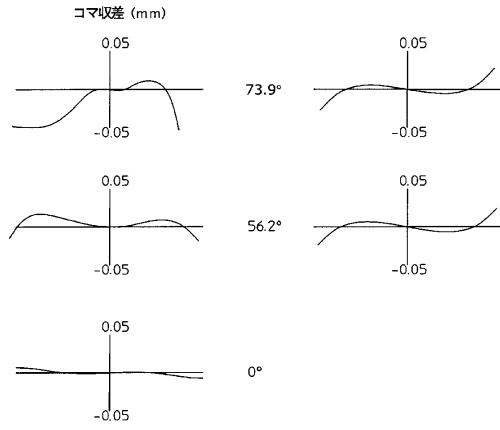
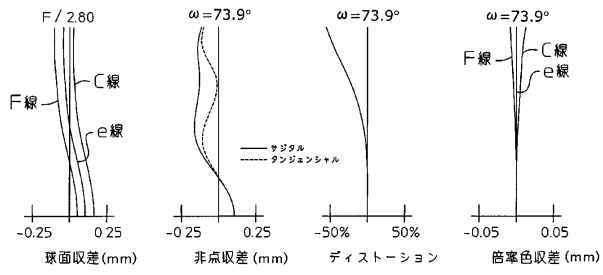


【図 2 4】



【 図 2 5 】

実施例 1 2



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-295075(JP,A)
特開2002-244031(JP,A)
特開2005-227426(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 13/00 - 13/26