

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4566614号
(P4566614)

(45) 発行日 平成22年10月20日(2010.10.20)

(24) 登録日 平成22年8月13日(2010.8.13)

(51) Int.Cl. F 1
G O 2 B 13/00 (2006.01)
G O 2 B 13/22 (2006.01)

G O 2 B 13/00
 G O 2 B 13/22

請求項の数 7 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2004-134576 (P2004-134576)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成16年4月28日(2004.4.28)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2005-316185 (P2005-316185A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成17年11月10日(2005.11.10)	(74) 代理人	100086818
審査請求日	平成19年4月20日(2007.4.20)		弁理士 高梨 幸雄
		(72) 発明者	伊藤 大介
			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	森内 正明

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 撮影レンズ及びそれを有する撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群からなる撮影レンズにおいて、材料の屈折率を n 、アッペ数を v_d とするとき、

$$\begin{aligned} 2.0 &< n \\ v_d &< 5.0 \end{aligned}$$

を満足するレンズを含み、

前記第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの間隔を d_B 、全系の焦点距離を f 、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 とするとき、

$$\begin{aligned} 1.5 &< f_2 / f_1 < 5.0 \\ 0.2 &< d_B / f < 0.5 \end{aligned}$$

を満足することを特徴とする撮影レンズ。

【請求項 2】

前記第2レンズ群は、物体側より像側へ順に、負の屈折力の第2レンズ、正の屈折力の第3レンズ、両凸形状の第4レンズからなることを特徴とする請求項1の撮影レンズ。

【請求項 3】

前記第2レンズ群は、物体側より像側へ順に、両凹形状の第2レンズ、像側に凸面を向けたメニスカス形状の正の屈折力の第3レンズ、両凸形状の第4レンズからなることを特徴とする請求項1または2の撮影レンズ。

【請求項 4】

固体撮像素子に像を形成する為の光学系であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項の撮影レンズ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項の撮影レンズと、該撮影レンズによって形成された像を光電変換するための固体撮像素子を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 6】

前記第 2 レンズ群の最も像側の面の有効径を ϕ 、レンズ全系の半画角を ω 、レンズ全系の最も像側の面から後側主点位置までの距離を ok とするとき、

$$0.08 < (\tan \omega - \phi / 2f) / (1 - ok / f) < 0.30$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 5 の撮像装置。

10

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群の最も像側の面から前記撮像素子面の最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線とのなす角度を θ とするとき、

$$11^\circ < \theta < 23^\circ$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 5 または 6 の撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はデジタルビデオカメラやデジタルスチルカメラ、そして銀塩フィルムカメラ等に搭載するのに好適なレンズ全長が極めて短く、明るさを確保できる高性能な撮影レンズ及びそれを有する撮像装置に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を有するビデオカメラやデジタルカメラ等の撮像装置が急速に普及してきている。

【0003】

このデジタルカメラでは CCD 等の固体撮像素子からの出力信号を AD 変換して画像データとし、これを JPEG 等の圧縮処理を行い、フラッシュメモリ等の記録媒体に記録するといった処理が一般的に行われている。このように記録された圧縮データはコンピュータ上で展開された後、モニタ等に表示される。

30

【0004】

このようなデジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラにおいては、近年撮影画像の高精細化と撮像装置の小型化が要望されており、それにともない、撮影系には高解像力と小型化の両立が求められている。

【0005】

特に携帯性を重視して薄型のカメラとする為に、レンズ全長の短縮化が要求されている。一般にレンズ全長を短縮化するには出来るだけ構成レンズ枚数の少ない撮影レンズを用いるのが有利である。

【0006】

レンズ枚数の少ない撮影レンズとしては正の屈折力の前群と、絞り、正の屈折力の後群で構成される撮影レンズが多数知られている。特にレンズ枚数の少ない撮影レンズとしては、前群を 1 枚の正レンズで構成したものが提案されている。

40

【0007】

このように正の屈折力の前群を 1 枚の正レンズで構成し、正の屈折力の後群を 3 つのレンズで構成した撮影レンズとして、例えば、物体側から像側へ順に正レンズ、絞り、負レンズ、正レンズ、正レンズの 4 群 4 枚で構成した撮影レンズが知られている（特許文献 1～5）。

【特許文献 1】特開平 10-206727 号公報

【特許文献 2】特開平 9-258100 号公報

【特許文献 3】特開昭 63-199312 号公報

50

【特許文献4】特開昭60-239705号公報

【特許文献5】特公昭61-28969号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

固体撮像素子を用いた撮像装置では、像面から射出瞳までの距離が極端に短いと軸外光線の受光面への入射角度が大きくなるためシェーディング（明るさムラ）が発生する。よってこのような撮像素子を用いる撮影レンズには射出瞳が像面より十分に離れている所謂テレセントリックな光学系が好ましい。

【0009】

10

テレセントリックな光学系とは、具体的には、撮影レンズに有限の角度をなして入射した軸外主光線が撮影レンズを出射するとき光軸と略平行となり、結像面に至るように構成する光学系である。テレセントリックな光学系にするために、射出瞳を像面から極端に離す構成にすると多くの場合レンズ全長が長くなり、又レンズの屈折力が極端に強くなり、コンパクトで高性能な光学系を構成するのが難しくなってくる。

【0010】

一般的に、絞りより物体側のレンズ群（前群）を正の屈折力とし、絞りより像側のレンズ群（後群）を正の屈折力とするとレンズ系全体をコンパクトにするのに有利となる。

【0011】

即ち、前群の正の屈折力により軸上主光線と軸外主光線となす角度を大きくすることで前群と後群の間隔を小さくすることができる。正の屈折力の後群においては絞りより像面側の正レンズにより像面側の軸外主光線とのなす角度とを小さくすることが出来る。つまり、射出瞳位置を像面から離すことができる。しかし、軸上主光線と軸外主光線との角度を小さくしながらコンパクトにするために前群の正レンズの屈折力を大きくしすぎると、歪曲収差、非点収差が多く発生するため良くない。

20

【0012】

よってレンズ系全体をコンパクトにするためにはある程度軸上主光線と軸外主光線とのなす角度が所定の値となることを許す必要がある。また、射出瞳を像面より十分に離すための後群のレンズ構成としては、少なくとも後群の最終レンズは正の屈折力のレンズ（正レンズ）とするのが良い。

30

【0013】

さらに好ましくは最終レンズの直前のレンズの形状は像側の面が凸面であるのが良い。このようにすると、軸外主光線を屈曲させる作用を最終レンズを含めた2つのレンズで分担できるため、最終レンズの屈折力が極端に強くならずにすむ。最終レンズの屈折力が強すぎると樽型の歪曲収差および非点収差が発生するため良くない。

【0014】

また、固体撮像素子を用いた撮像装置では、軸上主光線と軸外主光線のなす角度がある値以上の角度を持つとシェーディングが多く発生してくる。

【0015】

この為、固体撮像素子を用いた撮像装置に用いるレンズ系には、最終レンズから最大像高へ向かう軸外主光線と軸上主光線との角度がある範囲にあることが必要条件となっている。

40

【0016】

特開昭61-28969号公報、特開昭60-239705号公報で開示されている撮影レンズは最終レンズの像面側の面が凹形状であるため、レンズユニットが大型化し、コンパクトな構成にするのが難しい。

【0017】

また最終レンズが負（負の屈折力の）レンズであることにより、最終レンズから射出される軸外光線と軸上光線のなす角度が大きくなりやすく、シェーディングが発生してくる。

50

【 0 0 1 8 】

特開昭9-258100号公報で開示されている撮影レンズはテレセントリック性も良好で、各レンズ間隔も狭くコンパクトな構成を実現しているが、撮影画角が40°程度と狭い。

【 0 0 1 9 】

特開昭63-199312号公報で開示されている撮影レンズはテレセントリック性は良好であるが、第3レンズと第4レンズの間隔を広げることでこれを実現しているため、レンズ全長が長くなり、コンパクトな構成にするのが難しい。

【 0 0 2 0 】

また、第1レンズの屈折力が大きく、特に第1レンズの物体側の面で非点収差が多く発生している。また、倍率色収差の発生量が大きいため固体撮像素子を用いた撮影レンズ系での使用は難しい。

10

【 0 0 2 1 】

特開平10-206727号公報で開示されている撮影レンズはテレセントリック性は良好であるが、撮影画角が40°程度と狭い。また、第1レンズと第2レンズの間隔が広く、レンズ系全体をコンパクトにするのが難しい。

【 0 0 2 2 】

本発明は、十分なテレセントリック特性を確保しつつ、レンズ系全体が小型で光学性能の良好な撮影レンズ及びそれを有する撮像装置の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 2 3 】

20

本発明の撮影レンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、開口絞り、正の屈折力の第2レンズ群からなる撮影レンズにおいて、材料の屈折率を n 、アッペ数を v_d とすると、

$$\begin{aligned} 2.0 &< n \\ v_d &< 5.0 \end{aligned}$$

を満足するレンズを含み、

前記第2レンズ群の最も物体側の面から最も像側の面までの間隔を d_B 、全系の焦点距離を f 、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 とすると、

$$\begin{aligned} 1.5 &< f_2 / f_1 < 5.0 \\ 0.2 &< d_B / f < 0.5 \end{aligned}$$

30

を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 5 】

又、本発明の撮像装置は、前述した撮影レンズを用いて撮像素子に像を形成しており、このとき、

前記第2レンズ群の最も像側の面の有効径を ϕ 、レンズ全系の半画角を ω 、レンズ全系の焦点距離を f 、レンズ全系の最も像側の面から後側主点位置までの距離を ok とすると、

$$0.08 < (\tan \omega - \phi / 2f) / (1 - ok / f) < 0.30$$

の条件を満足することを特徴としている。

【 0 0 2 6 】

40

特に前記第2レンズ群の最も像側の面から前記撮像素子面の最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線とのなす角度を θ とすると、

$$11^\circ < \theta < 23^\circ$$

の条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【 0 0 2 7 】

本発明によれば、十分なテレセントリック特性を確保しつつ、小型で光学性能の良好な撮影レンズ及びそれを有する撮像装置を達成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 2 8 】

50

【実施例 1】

【0029】

以下、本発明の撮影レンズ及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。

図 1, 図 2 は本発明の実施例 1 の撮影レンズのレンズ断面図と収差図である。

図 3, 図 4 は本発明の実施例 2 の撮影レンズのレンズ断面図と収差図である。

図 5, 図 6 は本発明の実施例 3 の撮影レンズのレンズ断面図と収差図である。

図 7, 図 8 は本発明の実施例 4 の撮影レンズのレンズ断面図と収差図である。

図 9, 図 10 は本発明の実施例 5 の撮影レンズのレンズ断面図と収差図である。

図 11, 図 12 は本発明の実施例 6 の撮影レンズのレンズ断面図と収差図である。

図 13, 図 14 は本発明の実施例 7 の撮影レンズのレンズ断面図と収差図である。

図 15, 図 16 は本発明の実施例 8 の撮影レンズのレンズ断面図と収差図である。

10

【0030】

図 17 は本発明の撮影レンズを有するデジタルスチルカメラ（撮像装置）の要部概略図である。各実施例の撮影レンズは撮像装置に用いられるレンズ系であり、レンズ断面図において左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。レンズ断面図において、O B は撮影レンズであり、正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第 1 レンズ L 1、正の屈折力の第 2 レンズ L 2 から成っている。S P は開口絞りであり、第 1 レンズ L 1 の像側に位置している。

【0031】

r i は各レンズのレンズ面であり、後述する数値実施例では曲率半径の値を示している。G は光学フィルター（水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等）、フェースプレート等に相当する光学ブロックである。I P は像面であり、ビデオカメラやデジタルスチルカメラの撮影レンズ系として使用する際には C C D センサや C M O S センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）の撮像面に、銀塩フィルム用カメラの撮影レンズとして使用する際にはフィルム面に相当する感光面が置かれる。

20

【0032】

収差図において、d, g は各々 d 線及び g 線、 ΔM , ΔS はメリジオナル像面、サジタル像面、倍率色収差は g 線によって表わしている。

【0033】

無限遠物体から近距離物体へのフォーカスは、開口絞り S P 及びレンズ系全体を物体側へ繰り出すことによって行っている。

30

【0034】

各実施例において、第 1 レンズ群 L 1 は単一レンズから成っており、又第 2 レンズ群 L 2 は 3 枚のレンズで構成している。

【0035】

具体的には、第 1 レンズ群 L 1 は物体側の面が凸でメニスカス形状の負の屈折力の第 1 レンズ G 1 より構成している。

【0036】

又、第 2 レンズ群 L 2 は物体側より像側へ順に、物体側と像側の面が凹形状（両凹形状）で負の屈折力の第 2 レンズ G 2、像側の面が凸でメニスカス形状の正の屈折力の第 3 レンズ G 3、物体側と像側の面が凸形状（両凸形状）の正の屈折力の第 4 レンズ G 4 から成っている。

40

【0037】

そして第 2 レンズ群 L 2 は、非球面形状のレンズを有している。特に第 4 レンズ G 4 の 1 以上の面は非球面形状より成っている。

【0038】

以上のように、各実施例では、レンズ全長を短縮しコンパクトにする為にレンズ枚数を 4 枚と最小限としている。

【0039】

特に各実施例では 1 枚の正レンズで構成される第 1 レンズ群 L 1 と、3 つのレンズで構

50

成した第2レンズ群L2によって、撮影レンズOBを構成している。また、できるだけコンパクトで構成しやすくするために第2レンズ群L2の各レンズG2～G4の間隔を小さくしている。

【0040】

また、第2レンズ群L2の各レンズ間隔を小さくするために、第2レンズG2と、第3レンズG3に高屈折率の材料を使用している。

【0041】

特に第3レンズG3には屈折率2.0以上の硝材を用いている。第3レンズG3に屈折率が小さい硝材を用いて第2レンズ群L2のレンズ全長の短縮を実現しようとする、軸外光線を第3レンズG3と第4レンズG4の間隔で光線を曲げる屈折力が弱くなり、これを曲げるために第4レンズG4の屈折力が強くなり、この結果第4レンズG4から非点収差や歪曲収差が多く発生し、軸外での性能を良好に維持するのが難しくなる。

10

【0042】

第3レンズG3の材料の屈折力を強めるためにレンズ面の曲率を小さくすると、第3レンズG3の肉厚が増し、結果としてレンズ系全体の大型化を招くことになる。

【0043】

上述の理由より、第3レンズ群G3に屈折率2.0以上の硝材を用いて、曲率半径を大きくしながら第3レンズG3の屈折力を大きくし、各レンズ間隔を狭めることを可能とし、コンパクトな構成にしながら高性能を実現している。

【0044】

20

また、第2レンズG2も同様に高屈折率の硝材を用いることで曲率半径を小さくし、コンパクト化を容易にしている。

【0045】

また、各実施例では第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間に絞りSPを設けている。射出瞳を出来るだけ像面から離すには第1レンズ群L1は、絞りSPより物体側に配置されることが好ましく、各実施例の撮影レンズでは絞りSPは第1レンズ群L1より像側に配置している。

【0046】

例えば、射出瞳を像面からできるだけ離すために絞りSPを第1レンズG1よりも物体側に配置した場合、光学性能が保てなくなると同時に、絞りSPがレンズ全系の外にあるため、レンズユニットとして大型化を招く。また第2レンズG2より像側に配置した場合には射出瞳を像面から十分に離すことが困難となる。

30

【0047】

また第1レンズ群L1の第1レンズG1は物体側の面が凸でメニスカス形状としている。物体側の面を凹形状とした場合、レンズ全長は変わらないが、レンズユニットとしては大型化を招いてしまう。コンパクトを実現しながら射出瞳位置をある程度離すためには軸外主光線を屈曲させる作用を第1レンズG1にある程度持たせる必要がある。

【0048】

よって、第1レンズG1にはある程度の正の屈折力が必要であるが、結果として第1レンズG1で樽型の歪曲収差が発生しやすくなる。この歪曲収差の発生を最小限とするためには、軸外主光線の入射角度を最小とすると効果がある。

40

【0049】

例えば、コンセンリックな曲率半径とすれば軸外入射角度を0とすることが出来るが、これでは前述のようなある程度の正の屈折力を持たせることが出来ない。

【0050】

そこで各実施例では、第1レンズG1をコンセンリックな形状に対して物体側の面は曲率半径を小さく、像面側の面は曲率半径を大きくして屈折力を強めるものの、物体側の面に屈折力の強い凸でメニスカス形状として歪曲収差の発生を最小限としている。そしてこれらをキャンセルするように、第2レンズ群L2にて収差補正を行っている。

【0051】

50

また、最終レンズである第4レンズG4を非球面形状とする事により良好な結像性能を得ている。

【0052】

球面レンズで構成した場合、最終レンズの屈折力を強めなければならず、これにより樽型の歪曲収差、アンダーの像面彎曲が生じ、良好な結像性能を得ることが難しくなる。球面レンズのみで結像性能を良好にするにはレンズ枚数を増やさなければならず、コンパクトにするのが困難になる。そこで第4レンズG4を非球面形状として良好に収差の補正を行っている。

【0053】

各実施例は第1、第2レンズ群L1、L2を以上のように構成することによって、射出瞳位置を調整し、レンズ枚数が少なくコンパクトで、撮影画角50°程度、Fナンバー2.9程度で、画面全体の諸収差を良好に補正した高い光学性能を有した撮影レンズを達成している。

10

【0054】

各実施例では、材料の屈折率をn、アッペ数をvdとすると、

$$2.0 < n \quad (1)$$

$$vd < 50 \quad (2)$$

の条件を満足するレンズを1枚以上含んでいる。

【0055】

特に第2レンズ群L2には、材料の屈折率をnとすると、

$$2.0 < n \quad (1a)$$

の条件を満足するレンズを有している。

20

【0056】

具体的には、第3レンズG3は材料の屈折率をn3とすると

$$2.0 < n3 \quad (1b)$$

の条件を満足している。

【0057】

第2レンズ群L2の最も物体側の面から最も像側の面までの間隔をdB、全系の焦点距離をf、第1レンズ群の焦点距離をf1、第2レンズ群の焦点距離をf2とすると、

$$1.5 < f2 / f1 < 5.0 \quad (3)$$

$$0.2 < dB / f < 0.5 \quad (4)$$

の条件を満足している。

30

【0058】

又、各実施例の撮影レンズを撮像素子に像を形成する為の光学系として用いること、特に撮影レンズによって形成された像を光電変換する為の撮像素子を有する撮像装置に用いるときは、第2レンズ群L2の最も像側の面の有効径をφ、レンズ全系の半画角をω、レンズ全系の焦点距離をf、レンズ全系の最も像側の面から後側主点位置までの距離をokとすると、

$$0.08 < (\tan \omega - \phi / 2f) / (1 - ok / f) < 0.30 \quad (5)$$

の条件を満足している。

40

【0059】

又、第2レンズ群L2の最も像側の面から撮像素子面の最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線とのなす角度をθとすると、

$$11^\circ < \theta < 23^\circ \quad (6)$$

の条件を満足している。

【0060】

次に前述の各条件式の技術的な意味について説明する。条件式(1)、(1a)、(1b)はレンズの材料の屈折率を規定している式である。

【0061】

条件式(1)、(1a)、(1b)の下限値を超えて屈折率が小さくなると、第2レン

50

ズ群 L 2 のレンズ間隔を狭めることが難しくなり、レンズ全長の短縮が困難となる。

【 0 0 6 2 】

条件式 (2) はレンズの材料のアップベ数 v_d を規定している式である。ここでアップベ数 v_d は d 線の屈折率を n_d 、F 線の屈折率を n_F 、C 線の屈折率を n_C すると $v_d = (n_d - 1) / (n_F - n_C)$ で定義される式である。条件式 (2) の下限値を超えてアップベ数が小さくなると、軸上色収差、倍率色収差を抑えることが困難になり良くない。

【 0 0 6 3 】

条件式 (3) は第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離と第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離の比を規定している式である。条件式 (3) の下限値を超えて第 2 レンズ群 L 2 の屈折力が強まると、第 2 レンズ群 L 2 中の凸形状の面の屈折力が強くなり、ペッツパール和を小さくすることが難しくなり、像面彎曲が多く発生するため良くない。

10

【 0 0 6 4 】

また、下限値を超えて第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が小さくなると、第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔が広がり、レンズ系が大型化するため良くない。上限値を超えて第 1 レンズ群 L 1 の屈折力が強まると、第 1 レンズ群 L 1 にて歪曲収差、非点収差が過度に発生し良くない。

【 0 0 6 5 】

条件式 (4) は第 2 レンズ群 L 2 の厚さを規定している式である。上限値をこえて第 2 レンズ群 L 2 の厚みが増すとレンズ全長の短縮が難しくなる。またこの状態でレンズ系全体のコンパクトを実現しようとする、第 1 レンズ群 L 1 の屈折力を強める必要があり、第 1 レンズ群 L 1 にて歪曲収差、非点収差が過度に発生するためよくない。下限値を超えて第 2 レンズ群 L 2 の厚みが小さくなると、コンパクト化は実現容易となるが、製造が困難となりよくない。

20

【 0 0 6 6 】

条件式 (5)、(6) は撮影レンズを有効画面が特定される撮像素子を含む撮像装置に用いたときの条件である。このうち、条件式 (5) は光量を規定している式である。条件式 (5) の上限値を超えたとレンズの後玉径が大きくなることにより外径が大型化し良くない。

【 0 0 6 7 】

また、条件式 (5) の下限値を超えると、光量が少なくなり、シェーディング等の問題を引き起こす原因となるため良くない。

30

【 0 0 6 8 】

条件式 (6) は最終レンズの最終面から最大像高に向かう軸外主光線と軸上主光線との角度を規定している式である。条件式 (6) の角度の上限値をこえて角度が強まるとシェーディング等の問題が発生するためよくない。

【 0 0 6 9 】

また、条件式 (6) の下限値を超えて角度が小さくすると、第 4 レンズ G 4 の屈折力を強くしなくてはならず、ペッツパール和を小さくすることができなくなり、像面彎曲が多く発生するため良くない。また、第 4 レンズ G 4 の屈折力を抑えるためには、第 1 レンズ G 1 の正の屈折力を弱めるか、レンズ全長を長くする必要があり、コンパクト化が困難となる。

40

【 0 0 7 0 】

尚、各実施例において、更に好ましくは、条件式 (1) ~ (6) の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【 0 0 7 1 】

$$\begin{aligned}
 2.003 &< n && (1 c) \\
 v_d &< 30 && (2 a) \\
 1.7 &< f_2 / f_1 &< 4.7 && (3 a) \\
 0.4 &< d_B / f &< 0.48 && (4 a) \\
 0.09 &< (\tan \omega - \phi / 2 f) / (1 - ok / f) &< 0.29 && (5 a)
 \end{aligned}$$

50

$$11.5 < \theta < 22.0 \quad (6a)$$

尚、以上の各実施例において、第1レンズG1の物体側又は/及び第4レンズG4の像側に屈折力の小さなレンズを付加しても良い。

【0072】

以下に、本発明の実施例1～8に各々対応する数値実施例1～8を示す。各数値実施例において、 i は物体側からの面の順番を示し、 r_i は各面の曲率半径、 d_i は第 i 面と第 $(i+1)$ 面との間の部材肉厚又は空気間隔、 n_i 、 v_i はそれぞれ d 線に対する屈折率、アッペ数を示す。又、最も像側の2つの面は水晶ローパスフィルター、赤外カットフィルター等に相当するガラスブロックGである。非球面形状は光軸からの高さ H の位置での光軸方向の変位を面頂点に基準にして X とするとき、

10

【0073】

【数1】

$$X = \frac{(1/R)H^2}{1 + \sqrt{1 - (1+K)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8$$

【0074】

で表される。但し R は近軸曲率半径、 k は円錐定数、 B 、 C 、 D は非球面係数である。

【0075】

20

又、「 $D - 0X$ 」は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。 f は焦点距離、 fno はFナンバー、 ω は半画角を示す。又、前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表1に示す。

【0076】

【表1】

数値実施例1

$$f = 8.00000 \quad fno = 1:2.9 \quad 2\omega = 47.9^\circ$$

$r_1 =$	5.154	$d_1 =$	0.96	$n_1 =$	1.88300	$\nu_1 =$	40.8
$r_2 =$	25.631	$d_2 =$	0.20				
$r_3 =$	(絞り)	$d_3 =$	1.37				
$r_4 =$	-3.635	$d_4 =$	0.50	$n_2 =$	1.92286	$\nu_2 =$	18.9
$r_5 =$	19.091	$d_5 =$	0.30				
$r_6 =$	-8.970	$d_6 =$	1.29	$n_3 =$	2.00330	$\nu_3 =$	28.3
$r_7 =$	-4.024	$d_7 =$	0.00				
$r_8 =$	10.347	$d_8 =$	1.38	$n_4 =$	1.80400	$\nu_4 =$	46.6
$r_9 =$	-75.594	$d_9 =$	3.24				
$r_{10} =$	∞	$d_{10} =$	1.65	$n_5 =$	1.54427	$\nu_5 =$	70.6
$r_{11} =$	∞						

30

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D
1	5.15362D+00	2.26985D+00	-1.34974D-03	-1.89668D-04	
9	-7.55938D+01	-6.91233D+03	-8.20852D-04	1.71317D-04	-9.61880D-06

40

【0077】

【表 2】

数值实施例 2

f= 8.00000		fno=1: 2.9		2 ω =47.9°	
r 1=	5.097	d 1=	0.84	n 1=	1.88300
r 2=	18.798	d 2=	0.18		
r 3=	(絞り)	d 3=	1.68		
r 4=	-3.649	d 4=	0.50	n 2=	1.92286
r 5=	22.305	d 5=	0.50		
r 6=	-8.147	d 6=	1.17	n 3=	2.00330
r 7=	-4.168	d 7=	0.00		
r 8=	8.008	d 8=	1.12	n 4=	1.77250
r 9=	-67.684	d 9=	3.38		
r10=	∞	d10=	1.65	n 5=	1.54427
r11=	∞				

10

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D
1	5.09672D+00	2.06508D+00	-1.24138D-03	-1.62530D-04	
9	-6.76845D+01	-2.94639D+03	-3.84347D-04	8.07742D-05	-2.95228D-06

【0 0 7 8】

20

【表 3】

数值实施例 3

f= 8.00000		fno=1: 2.9		2 ω = 47.9°	
r 1=	5.081	d 1=	1.30	n 1=	1.88300
r 2=	23.098	d 2=	0.60		
r 3=	(絞り)	d 3=	0.73		
r 4=	-3.822	d 4=	0.50	n 2=	1.92286
r 5=	23.933	d 5=	0.29		
r 6=	-8.367	d 6=	1.26	n 3=	2.00330
r 7=	-4.121	d 7=	0.00		
r 8=	8.929	d 8=	1.31	n 4=	1.74100
r 9=	-204.932	d 9=	3.11		
r10=	∞	d10=	1.65	n 5=	1.54427
r11=	∞				

30

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D
1	5.08113D+00	2.49224D+00	-1.39778D-03	-3.21980D-04	
9	-2.04932D+02	-3.06087D+05	1.66128D-04	1.12896D-04	-4.50892D-06

【0 0 7 9】

【表 4】

数值实施例 4

f= 8.00000		fno=1:2.9		2ω = 47.9°	
r 1= 4.858	d 1= 1.34	n 1=1.88300	ν 1= 40.8		
r 2= 22.529	d 2= 0.77				
r 3= (絞り)	d 3= 0.42				
r 4= -3.864	d 4= 0.50	n 2=1.92286	ν 2= 18.9		
r 5= 20.268	d 5= 0.30				
r 6= -8.685	d 6= 1.23	n 3=2.00330	ν 3= 28.3		
r 7= -4.201	d 7= 0.00				
r 8= 9.128	d 8= 1.24	n 4=1.74100	ν 4= 52.6		
r 9= -184.890	d 9= 3.09				
r10= ∞	d10= 1.65	n 5=1.54427	ν 5= 70.6		
r11= ∞					

10

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D
1	4.85766D+00	1.72690D+00	-9.10778D-04	-1.95824D-04	
9	-1.84890D+02	-1.90120D+05	4.08224D-05	1.85082D-04	-9.68318D-06

【0 0 8 0】

【表 5】

数值实施例 5

f= 8.00000		fno=1:2.9		2 ω = 47.9°	
r 1=	4.794	d 1=	1.63	n 1=1.88300	ν 1= 40.8
r 2=	21.067	d 2=	0.70		
r 3=	(絞り)	d 3=	0.33		
r 4=	-3.910	d 4=	0.50	n 2=1.92286	ν 2= 18.9
r 5=	17.894	d 5=	0.30		
r 6=	-9.171	d 6=	1.14	n 3=2.00330	ν 3= 28.3
r 7=	-4.309	d 7=	0.00		
r 8=	8.571	d 8=	1.82	n 4=1.74100	ν 4= 52.6
r 9=	-163.006	d 9=	2.61		
r10=	∞	d10=	1.65	n 5=1.54427	ν 5= 70.6
r11=	∞				

20

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D
1	4.79434D+00	1.66198D+00	-8.63285D-04	-1.94348D-04	
9	-1.63006D+02	-1.63506D+05	2.52059D-04	1.47687D-04	-5.97286D-06

30

【0 0 8 1】

【表 6】

数值实施例 6

f= 8.00000 fno=1:2.9 2 ω = 50.2°

r 1=	5.176	d 1=	0.88	n 1=	1.88300	ν 1=	40.8
r 2=	24.248	d 2=	0.22				
r 3=	(絞り)	d 3=	1.37				
r 4=	-3.456	d 4=	0.50	n 2=	1.92286	ν 2=	18.9
r 5=	16.593	d 5=	0.26				
r 6=	-11.604	d 6=	1.33	n 3=	2.00330	ν 3=	28.3
r 7=	-3.976	d 7=	0.00				
r 8=	10.084	d 8=	1.43	n 4=	1.77250	ν 4=	49.6
r 9=	-63.829	d 9=	3.05				
r10=	∞	d10=	1.65	n 5=	1.54427	ν 5=	70.6
r11=	∞						

10

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D
1	5.17592D+00	2.52695D+00	-1.47998D-03	-2.35570D-04	
9	-6.38290D+01	-5.17927D+03	-1.21652D-03	1.78802D-04	-1.02213D-05

【 0 0 8 2 】

【表 7】

数值实施例 7

f= 8.00000 fno=1:2.9 2 ω = 51.3°

r 1=	5.176	d 1=	0.88	n 1=	1.88300	ν 1=	40.8
r 2=	24.248	d 2=	0.22				
r 3=	(絞り)	d 3=	1.37				
r 4=	-3.456	d 4=	0.50	n 2=	1.92286	ν 2=	18.9
r 5=	16.593	d 5=	0.26				
r 6=	-11.604	d 6=	1.33	n 3=	2.00330	ν 3=	28.3
r 7=	-3.976	d 7=	0.00				
r 8=	10.084	d 8=	1.43	n 4=	1.77250	ν 4=	49.6
r 9=	-63.829	d 9=	3.05				
r10=	∞	d10=	1.65	n 5=	1.54427	ν 5=	70.6
r11=	∞						

面番号	曲率	非球面係数 K	B	C	D
1	5.17592D+00	2.52695D+00	-1.47998D-03	-2.35570D-04	
9	-6.38290D+01	-5.17927D+03	-1.21652D-03	1.78802D-04	-1.02213D-05

30

【 0 0 8 3 】

【表 8】
数値実施例 8

f= 8.00000		fno=1:2.9		2ω = 53.1°	
r 1= 4.975	d 1= 0.99	n 1=1.88300	ν 1= 40.8		
r 2= 20.669	d 2= 1.60	n 2=1.92286	ν 2= 18.9		
r 3= -3.313	d 3= 0.50		ν 3= 28.3		
r 4= 39.407	d 4= 0.27	n 3=2.00330	ν 4= 52.6		
r 5= -8.081	d 5= 1.29	n 4=1.74100	ν 5= 70.6		
r 6= -3.818	d 6= 0.00	n 5=1.54427			
r 7= 7.402	d 7= 1.33				
r 8= -382.056	d 8= 2.45				
r 9= ∞	d 9= 1.65				
r10= ∞					
非球面係数					
面番号	曲率	K	B	C	D
1	4.97549D+00	3.34813D+00	-2.39035D-03	-5.31266D-04	
9	-3.82056D+02	-1.71409D+06	5.74557D-04	4.59040D-05	-1.05097D-06

10

【 0 0 8 4 】

【表 9】

表-1

実施例	条 件 式					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	2.0033	28.3	2.812	0.433	0.171	15.407
2	2.0033	28.3	1.920	0.412	0.097	11.684
3	2.0033	28.3	3.096	0.420	0.227	18.642
4	2.0033	28.3	4.108	0.409	0.260	20.485
5	2.0033	28.3	4.652	0.470	0.281	21.688
6	2.0033	28.3	2.134	0.466	0.160	14.750
7	2.0033	28.3	1.804	0.471	0.141	13.550
8	2.0033	28.3	1.754	0.477	0.149	13.760

20

30

【 0 0 8 5 】

尚、以上の各実施例において開口絞り S P の開口が固定のときは開口絞り S P を用いず、レンズ保持枠を代用させても良い。

【 0 0 8 6 】

又、本発明の対物レンズにおいては、物体側又はノ及び像面側に更に駆動力の小さな収差変動にあまり影響しない 1 以上のレンズを付加するようにしても良い。

【 0 0 8 7 】

又、ワイドコンバーターレンズやテレコンバーターレンズ等を物体側又は像側に配置しても良い。

40

【 0 0 8 8 】

次に本発明の対物レンズを有する撮像装置としてデジタルカメラに適用した実施例を図 17 を用いて説明する。

【 0 0 8 9 】

図 17 において 20 はカメラ本体、21 は本発明の対物レンズによって構成された撮影光学系、22 はカメラ本体に内蔵され、撮影光学系 21 によって形成された被写体像を受光する CCD センサや CMOS センサ等の固体撮像素子（光電変換素子）、23 は固体撮像素子 22 によって光電変換された被写体像に対応する情報を記録するメモリ、24 は液晶ディスプレイパネル等によって構成され、固体撮像素子 22 上に形成された被写体像を観察するためのファインダである。

50

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 0 】

【図 1】実施例 1 のレンズ断面図

【図 2】実施例 1 の諸収差図

【図 3】実施例 2 のレンズ断面図

【図 4】実施例 2 の諸収差図

【図 5】実施例 3 のレンズ断面図

【図 6】実施例 3 の諸収差図

【図 7】実施例 4 のレンズ断面図

【図 8】実施例 4 の諸収差図

10

【図 9】実施例 5 のレンズ断面図

【図 10】実施例 5 の諸収差図

【図 11】実施例 6 のレンズ断面図

【図 12】実施例 6 の諸収差図

【図 13】実施例 7 のレンズ断面図

【図 14】実施例 7 の諸収差図

【図 15】実施例 8 のレンズ断面図

【図 16】実施例 8 の諸収差図

【図 17】本発明の撮像装置の要部概略図

20

【符号の説明】

【 0 0 9 1 】

L 1 第 1 レンズ群

L 2 第 2 レンズ群

S P 絞り

I P 像面

G ガラスブロック

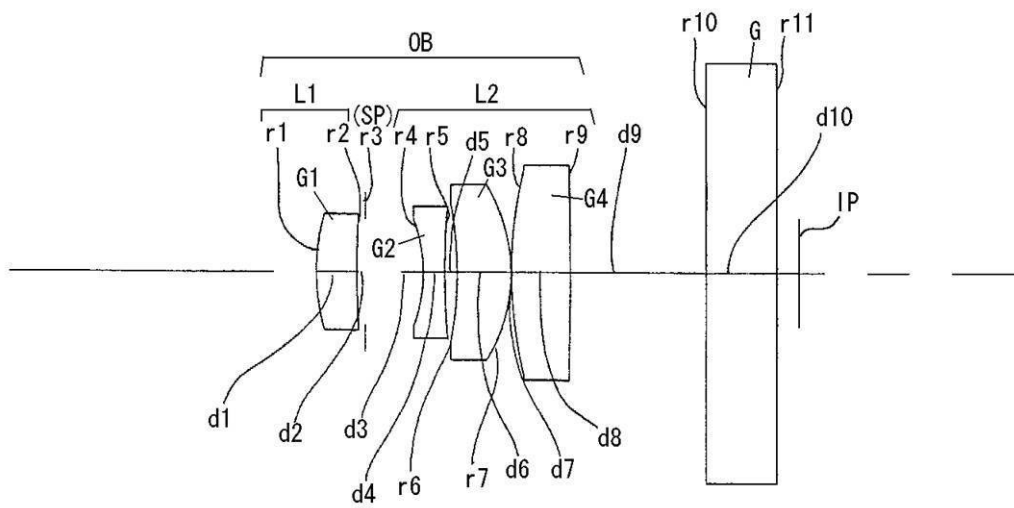
d d 線

g g 線

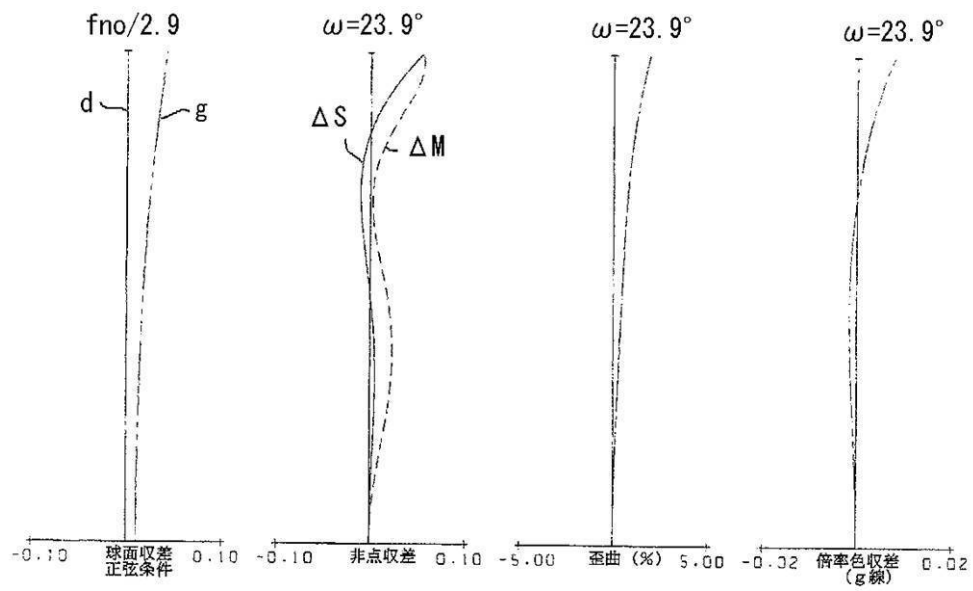
 Δ M メリディオナル像面 Δ S サジタル像面

30

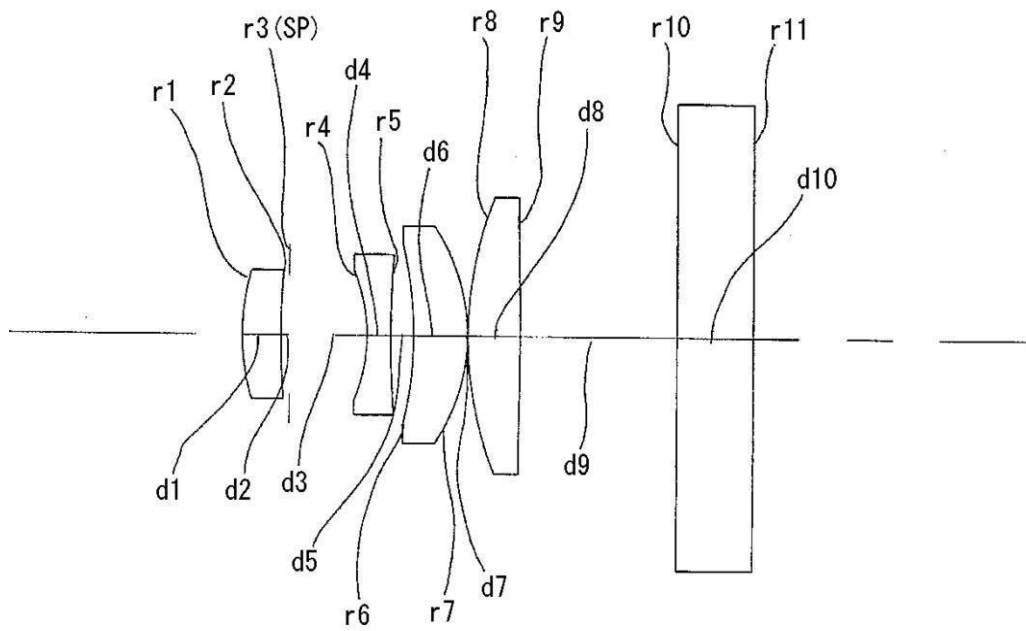
【図 1】



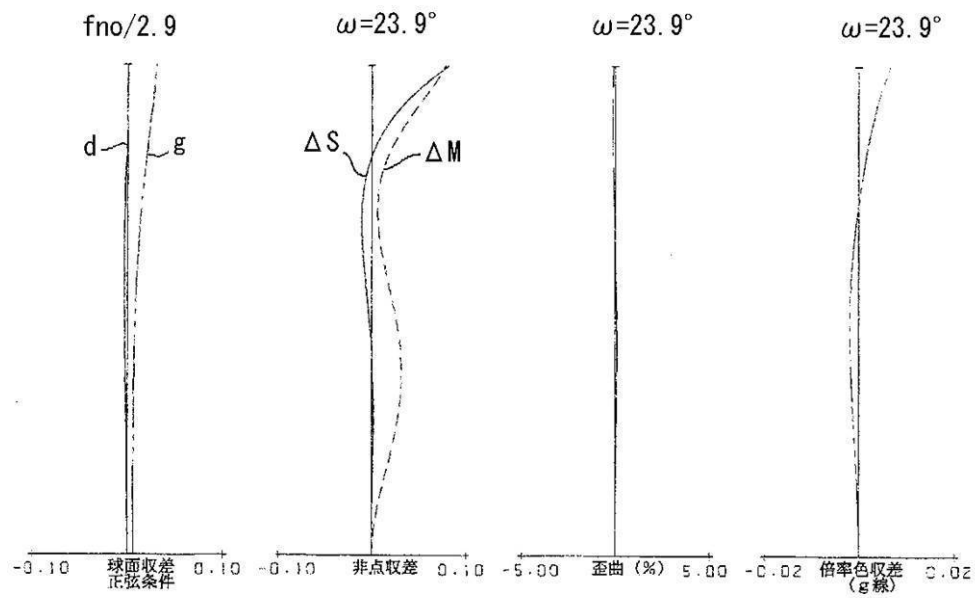
【図 2】



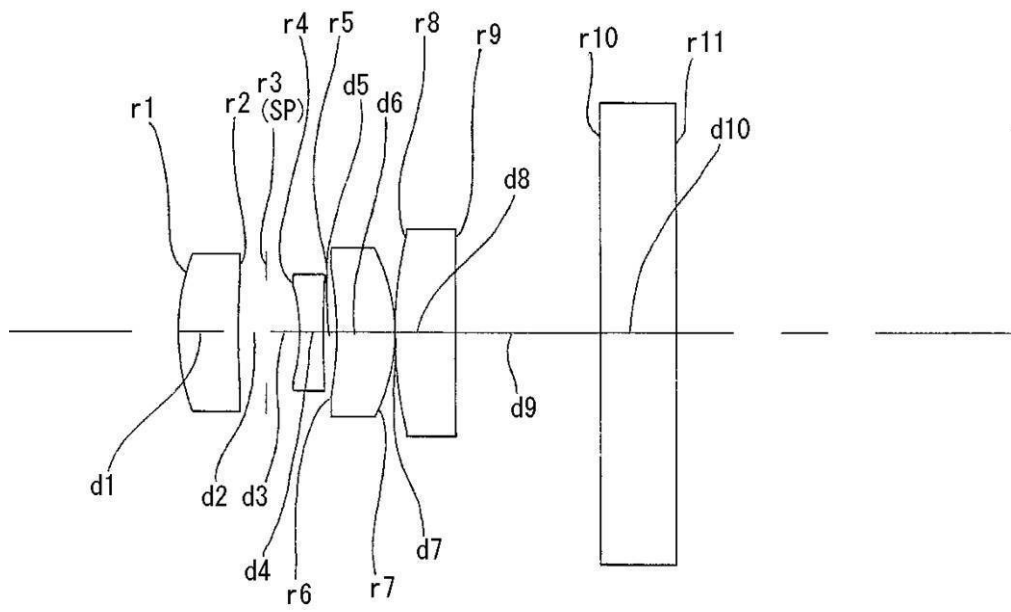
【図3】



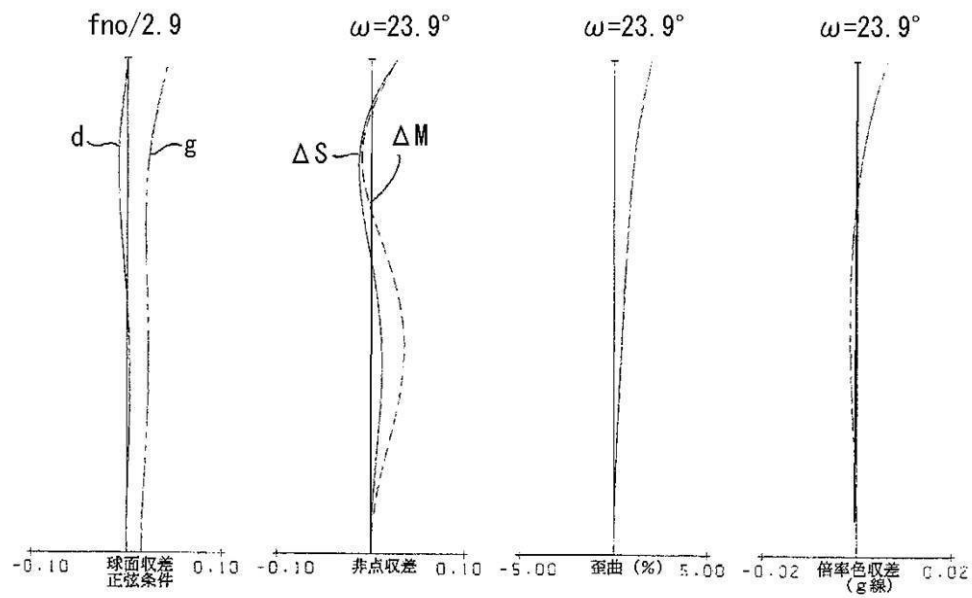
【図4】



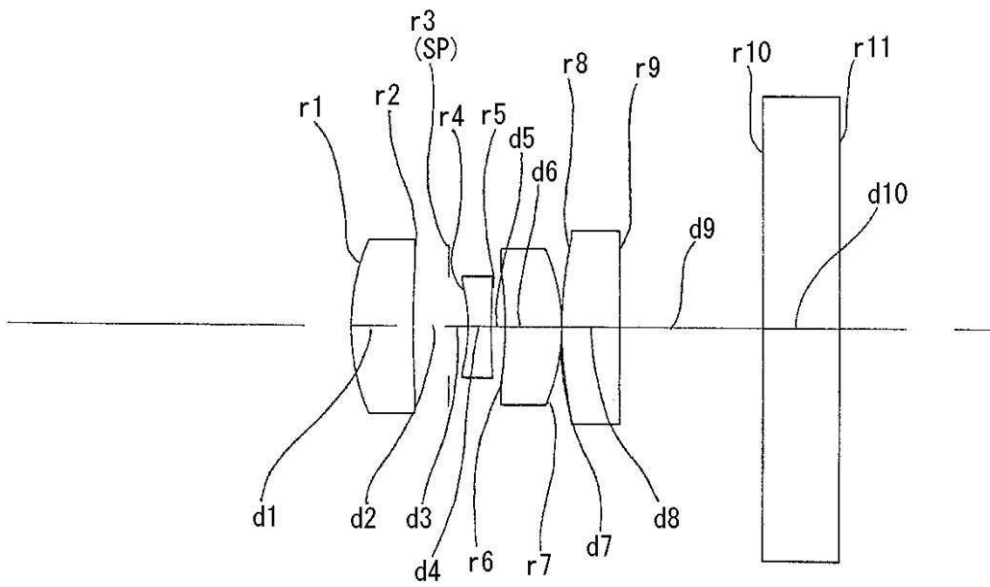
【図5】



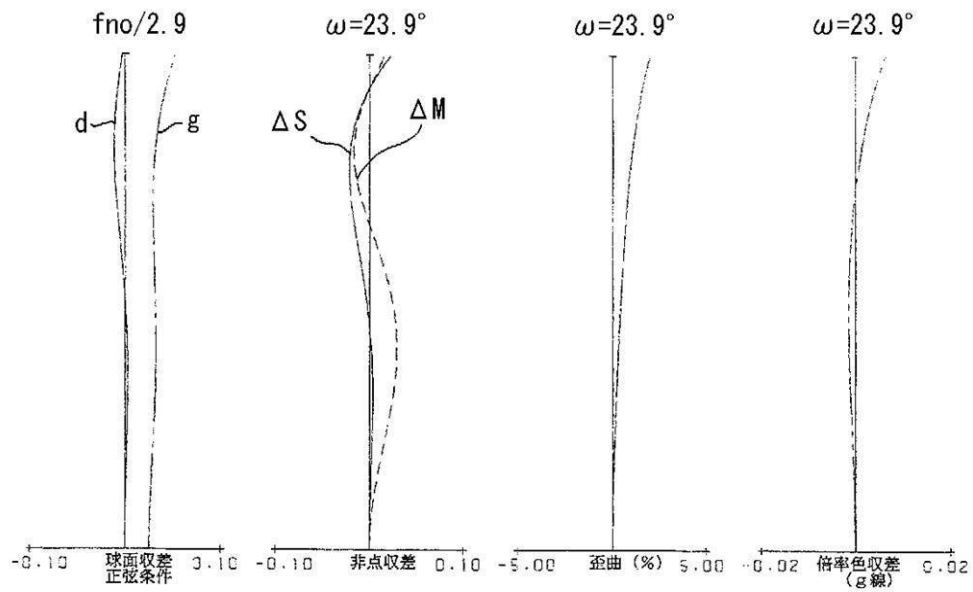
【図6】



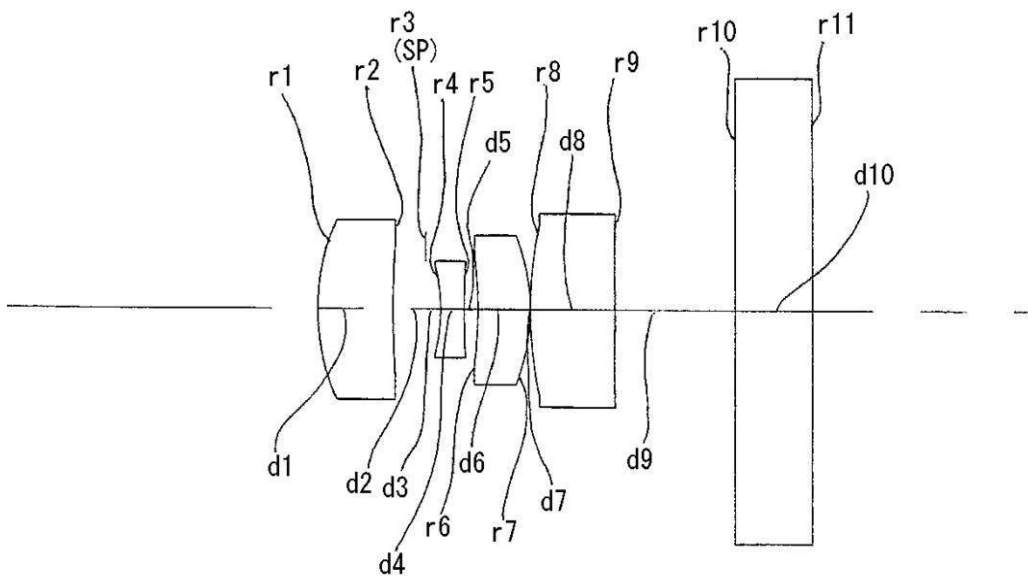
【図7】



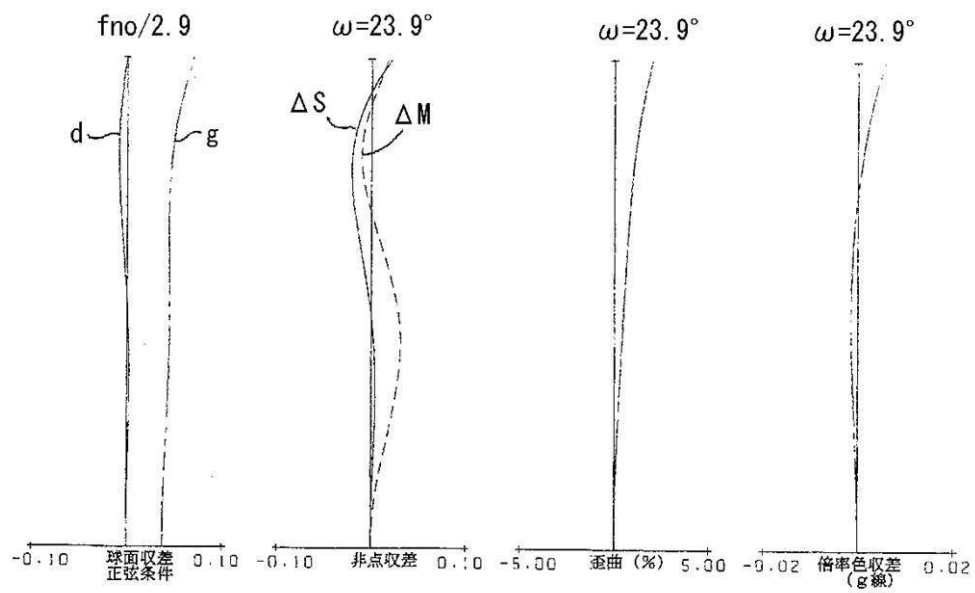
【図8】



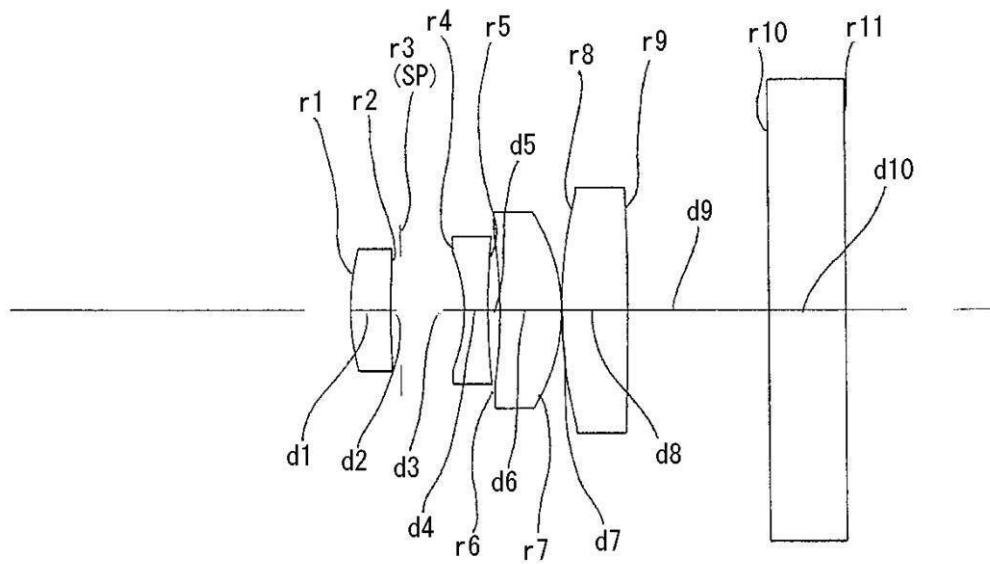
【図 9】



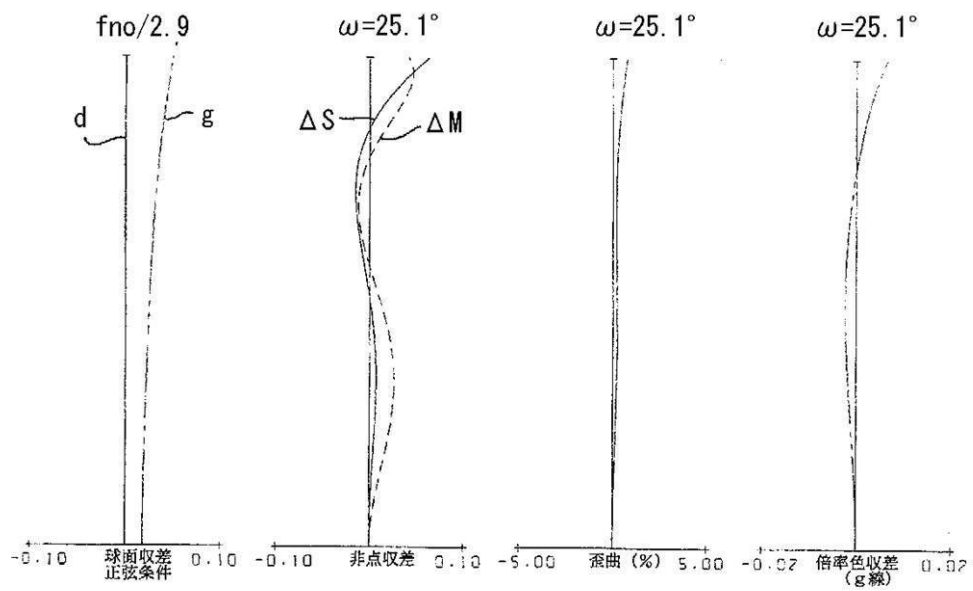
【図 10】



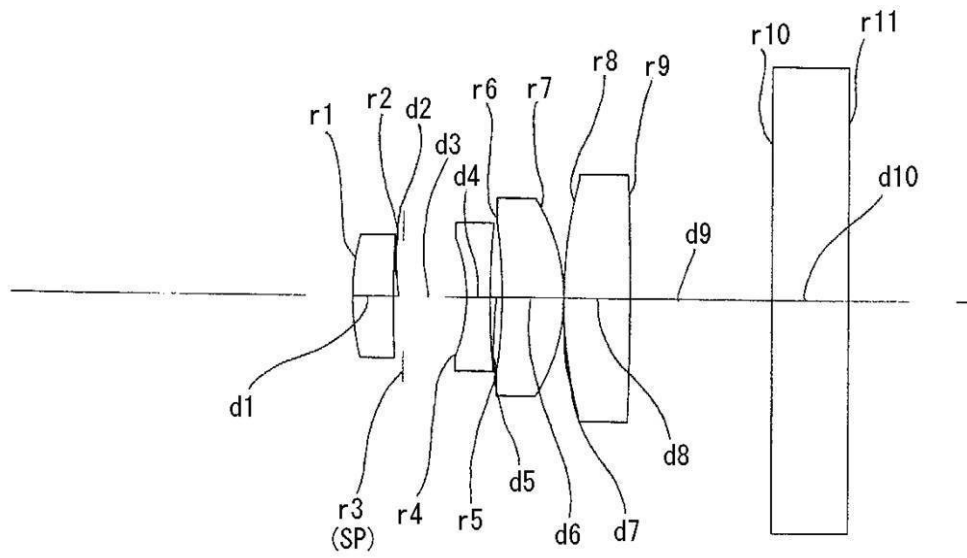
【図 11】



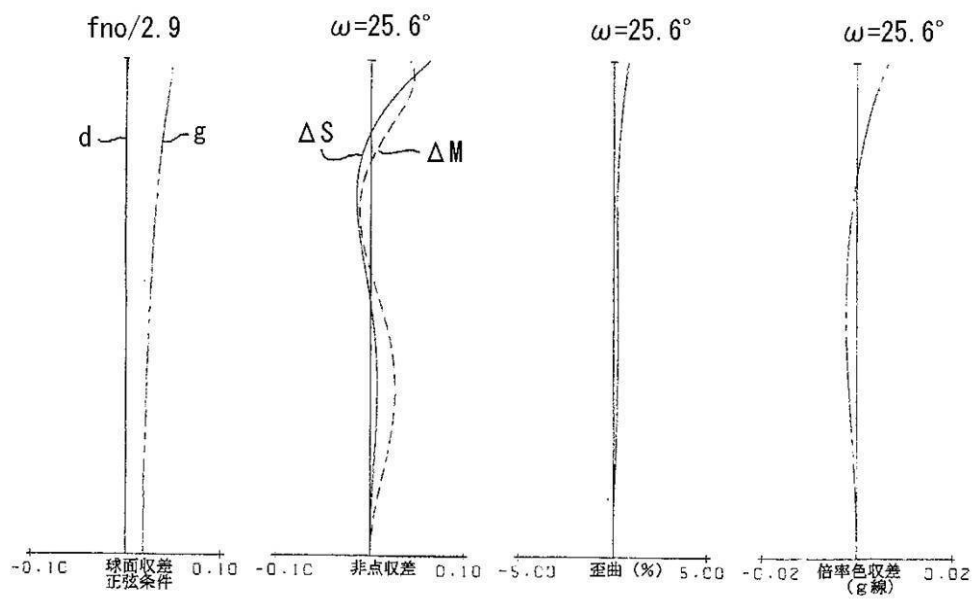
【図 12】



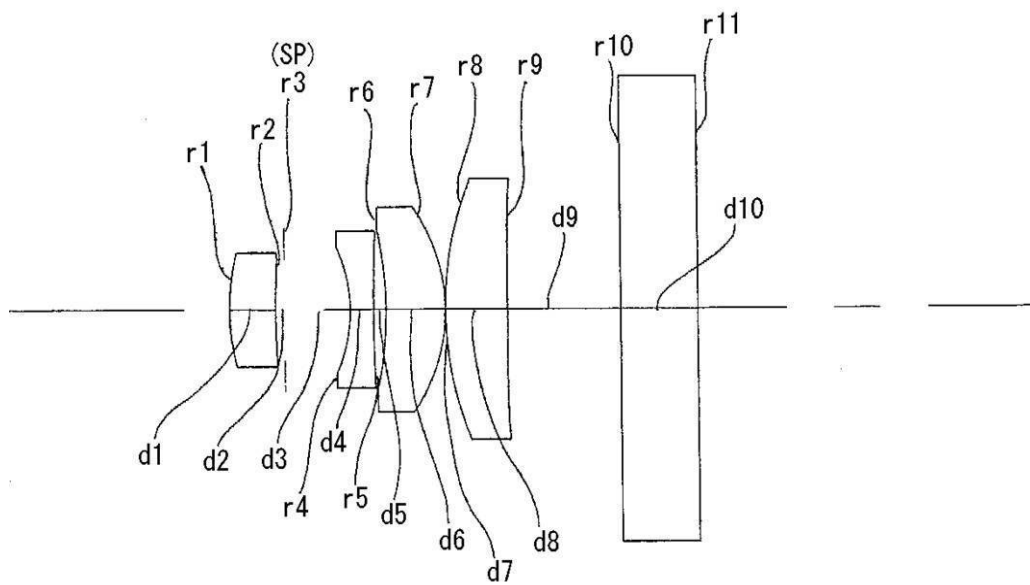
【図 13】



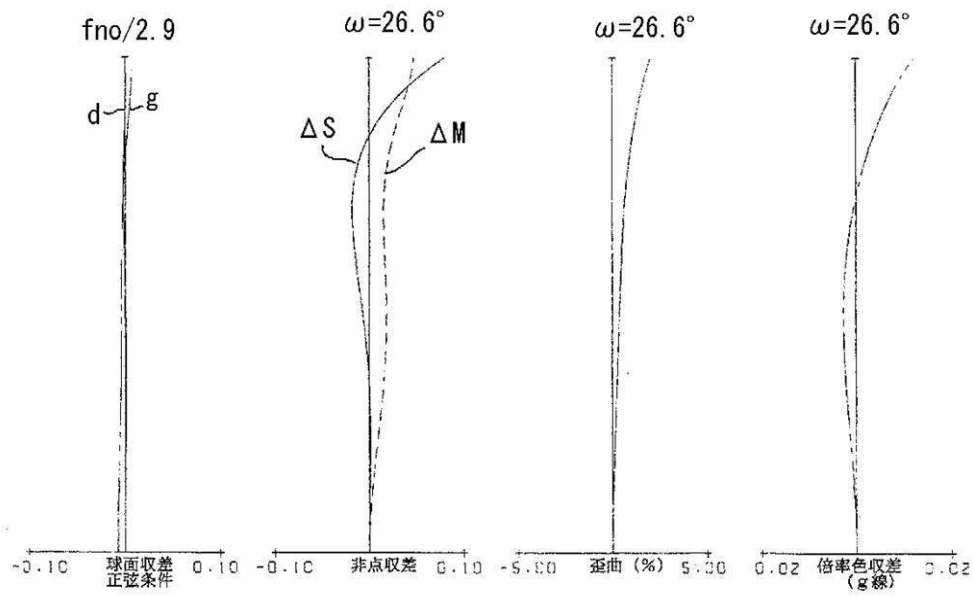
【図 14】



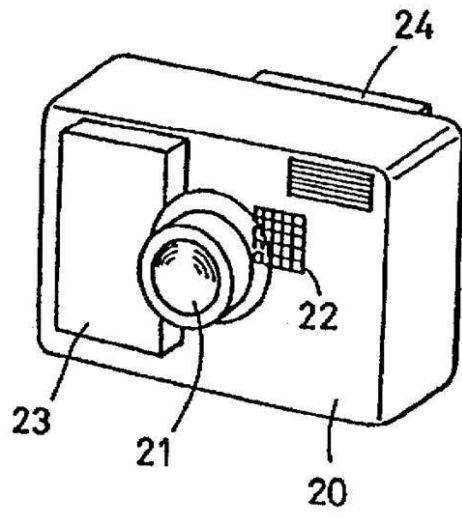
【図15】



【図16】



【図 17】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭63-199312(JP,A)
特開平9-258100(JP,A)
特開2001-281539(JP,A)
特開2003-241081(JP,A)
特開昭60-239705(JP,A)
特開平10-206727(JP,A)
特開昭57-164708(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB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