

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5127352号
(P5127352)

(45) 発行日 平成25年1月23日(2013.1.23)

(24) 登録日 平成24年11月9日(2012.11.9)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/167 (2006.01)

G02B 15/167

G02B 13/18 (2006.01)

G02B 13/18

請求項の数 8 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2007-201726 (P2007-201726)
 (22) 出願日 平成19年8月2日 (2007.8.2)
 (65) 公開番号 特開2009-37036 (P2009-37036A)
 (43) 公開日 平成21年2月19日 (2009.2.19)
 審査請求日 平成22年7月24日 (2010.7.24)

(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 100086818
 弁理士 高梨 幸雄
 (72) 発明者 堀 雅雄
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 (72) 発明者 塗師 隆治
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ャノン株式会社内
 審査官 殿岡 雅仁

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ズーム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】

物体側から像側へ順に、ズーミングに際して不動の正の屈折力の第1レンズ群と、広角端から望遠端へのズーミングに際して、像側へ移動する負の屈折力の第2レンズ群と、該第2レンズ群の移動に連動して光軸上を移動し、変倍に伴う像面変動を補正する負の屈折力の第3レンズ群と、ズーミングに際して不動の結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群とから構成されるズームレンズであって、

該第2レンズ群は4枚のレンズより構成され、

該第2レンズ群の物体側から数えて第2番目以降の複数のレンズには、少なくとも1つの正レンズと少なくとも1つの負レンズが含まれており、

該第2番目以降の複数のレンズのうち1つの正レンズの材料と1つの負レンズの材料の部分分散比を各々 p 、 n 、アッベ数を各々 p 、 n とするとき

$$(p - n) / (p - n) < -5.0 \times 10^{-3}$$

なる条件を満足することを特徴とするズームレンズ。

【請求項 2】

前記第2レンズ群の正レンズの屈折力の合計を p 、負レンズの屈折力の合計を n 、第2レンズ群全体の屈折力を v とするとき

$$p / v < -0.95$$

$$1.95 < n / v$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1に記載のズームレンズ。

10

20

【請求項 3】

前記第2レンズ群は、正レンズと負レンズとの接合レンズを有し、該接合レンズの接合面の曲率半径をR、接合面の有効径をEAとするとき

$$-1.7 < R / EA < -0.6$$

なる条件を満足することを特徴とする請求項1又は2に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第2レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズは、物体側が凸でメニスカス形状の負レンズであることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第2レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズは、物体側が凸でメニスカス形状の負レンズで、物体側の面が非球面形状であることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項 6】

前記第2レンズ群は物体側から像側へ順に、物体側が凸でメニスカス形状の負レンズ、像側が凸面の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズ、両凸形状の正レンズより構成されることを特徴とする請求項1乃至3のズームレンズ。

【請求項 7】

光電変換素子に像を形成することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のズームレンズ。

【請求項 8】

請求項1乃至7のいずれか1項のズームレンズと、該ズームレンズによって形成された像を受光する固体撮像素子を有す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】

本発明はズームレンズ及びそれを有する撮像装置に関し、放送用テレビカメラ、ビデオカメラ、デジタルスチルカメラ、銀塩写真用カメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、テレビカメラ、銀塩フィルム用カメラ、デジタルカメラ、ビデオカメラ等の撮像装置には、大口径比、高ズーム比でしかも高い光学性能を有したズームレンズが要望されている。

【0003】

大口径比、高ズーム比のズームレンズとして、最も物体側に正の屈折力のレンズ群を配置し、全体として4つのレンズ群より成るポジティブリード型の4群ズームレンズが知られている。

【0004】

この4群ズームレンズは、物体側から像側へ順に合焦用レンズ群を含む正の屈折力の第1レンズ群、変倍用の負の屈折力の第2レンズ群、変倍に伴う像面変動を補正するための負の屈折力の第3レンズ群、結像用の正の屈折力の第4レンズ群より成っている。

【0005】

この4群ズームレンズにおいて、第2レンズ群に含まれるレンズのレンズ形状や材料のアッベ数、屈折率等を適切に規定して逆色消しを構成した、4群ズームレンズが知られている（特許文献1）。

【0006】

又、この4群ズームレンズにおいて、第2レンズ群の物体側から数えて第1番目のレンズに高屈折率硝材を用いた高ズーム比の4群ズームレンズが知られている（特許文献2）。

【0007】

また、この4群ズームレンズにおいて第1レンズ群を4つのレンズより構成し、第1レ

10

20

30

40

50

ンズの小型化を図るとともに、第4レンズ群の光路中にエクステンダーレンズを挿脱させて、全系の焦点距離を変移させた高ズーム比の4群ズームレンズが知られている（特許文献3）。

【0008】

また、この4群ズームレンズにおいて、第1レンズ群を負の屈折力の第1レンズエレメント、合焦用の負の屈折力の第2レンズエレメント、正の屈折力の第3レンズエレメントより構成した4群ズームレンズが知られている（特許文献4）。

【0009】

特許文献4では各レンズエレメントを適切に設定することにより、大口径比、高ズーム比で高い光学性能を有した4群ズームレンズを開示している。

10

【特許文献1】特開2001-228396号公報

【特許文献2】特開2005-084409号公報

【特許文献3】特開2002-258157号公報

【特許文献4】特開2004-109993号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ポジティブリード型の4群ズームレンズは大口径比、高ズーム比が比較的容易である。しかしながらズーム比が20倍程度の高ズーム比になると、諸収差の変動が多くなり、全ズーム領域で高い光学性能を得るのが難しくなってくる。

20

【0011】

ポジティブリード型の4群ズームレンズにおいては、変倍用の第2レンズ群のレンズ構成を、適切に設定することがズーミングに伴う諸収差の変動を少なくし、大口径比、高ズーム比化を図るのに重要な要素になっている。

【0012】

この第2レンズ群のレンズ構成が適切でないと、ズーミングによる収差変動、例えば、色収差、球面収差、ハロコマ収差、球面収差の色差等の変動が多くなり、高ズーム比で高性能化を図るのが困難となる。

【0013】

特に高ズーム比化を図ったとき、望遠端において軸上色収差が増大し、更に2次スペクトルの残存収差等が多くなり、これらを良好に補正するのが困難となる。

30

【0014】

例えば、高ズーム比化が要望される放送用のズームレンズでは第2レンズ群のレンズ構成を適切に設定し、望遠側の軸上色収差の2次スペクトルを小さく良好に抑えることが重要になってくる。

【0015】

本発明は、高ズーム比で、広角端から望遠端における全ズーム範囲にわたり色収差を良好に補正し、全ズーム範囲において高い光学性能を有するズーム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】

40

【0016】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、ズーミングに際して不動の正の屈折力の第1レンズ群と、広角端から望遠端へのズーミングに際して、像側へ移動する負の屈折力の第2レンズ群と、該第2レンズ群の移動に連動して光軸上を移動し、変倍に伴う像面変動を補正する負の屈折力の第3レンズ群と、ズーミングに際して不動の結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群とから構成されるズームレンズであって、

該第2レンズ群は4枚のレンズより構成され、

該第2レンズ群の物体側から数えて第2番目以降の複数のレンズには、少なくとも1つの正レンズと少なくとも1つの負レンズが含まれており、

該第2番目以降の複数のレンズのうち1つの正レンズの材料と1つの負レンズの材料の

50

部分分散比を各々 p 、 n 、アッベ数を各々 p 、 n とするとき
 $(p - n) / (p - n) < -5.0 \times 10^{-3}$
 なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、全ズーム範囲において高い光学性能を持ったズームレンズ及びそれを有する撮像装置を得られる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下、本発明のズーム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。 10

【0019】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、合焦用レンズ群を含みズーミングに際して不動の正の屈折力の第1レンズ群U1を有している。更に、広角端（短焦点距離端）から望遠端（長焦点距離端）へのズーミングに際して、像側へ移動する変倍用の負の屈折力の第2レンズ群U2を有している。更に、第2群レンズ群U2の移動に連動して光軸上を移動し、変倍に伴う像面変動を補正する負の屈折力の第3レンズ群U3、ズーミングに際して不動の結像作用をする正の屈折力の第4レンズ群U4を有している。

【0020】

図1は本発明の実施例1（数値実施例1）であるズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図2、図3、図4は、数値実施例1の広角端、焦点距離37mm、望遠端における縦収差図である。 20

【0021】

但し、焦点距離の値は、後述する数値実施例をmm単位で表したときの値である。これは以下の各実施例において、全て同じである。

【0022】

本発明の効果を説明するための比較例として、特許文献3中の数値実施例1を従来例1として引用する。

【0023】

図5は従来例1の広角端で、無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図6、図7、図8は、従来例1の広角端、焦点距離37mm、望遠端における縦収差図である。 30

【0024】

図9は本発明の実施例2（数値実施例2）であるズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図10、図11、図12は、数値実施例2の広角端、焦点距離37mm、望遠端における縦収差図である。

【0025】

図13は本発明の実施例3（数値実施例3）であるズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図14、図15、図16は、数値実施例3の広角端、焦点距離37mm、望遠端における縦収差図である。 40

【0026】

図17は本発明の参考例1（数値実施例4）であるズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図18、図19、図20は、数値実施例4の広角端、焦点距離37mm、望遠端における縦収差図である。

【0027】

図21は本発明の参考例2（数値実施例5）であるズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図22、図23、図24は、数値実施例5の広角端、焦点距離40mm、望遠端における縦収差図である。

【0028】

本発明の効果を説明するための比較例として、特許文献4中の数値実施例1を従来例2として引用する。 50

【0029】

図25は従来例2の広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。図26、図27、図28は、従来例2の広角端、焦点距離40mm、望遠端における縦収差図である。

【0030】

図29は本発明の参考例3(数値実施例6)であるズームレンズの広角端で無限遠物体に合焦しているときのレンズ断面図である。

【0031】

図30、図31、図32は、数値実施例6の広角端、焦点距離40mm、望遠端における縦収差図である。

10

【0032】

図33は部分分散比特性の説明図である。図34は本発明の撮像装置の概略図である。

【0033】

レンズ断面図において、U1はズーミングに際して不動の正の屈折力の第1レンズ群である。

【0034】

第1レンズ群U1は、フォーカスのための屈折力を有し、全体又は一部の屈折力のあるレンズ群を移動することにより、フォーカスを行っている。

【0035】

U2はズーミング時に可動の負の屈折力の第2レンズ群(バリエータレンズ群)である。U3はズーミング時に可動であり、変倍に伴う像面位置の変動を補正する負の屈折力の第3レンズ群(コンベンセーターレンズ群)である。

20

【0036】

第3レンズ群U3は、広角端から望遠端への変倍に際して、第2群レンズ群の移動に連動して光軸上を移動して、変倍に伴う像面変動を補正している。

【0037】

S Pは開口絞りであり、第3レンズ群U3の像側に配置されている。U4は結像のための正の屈折力の第4レンズ群(リレーレンズ群)である。D Gは色分解プリズムや光学フィルターであり、硝子ブロックとして示している。I Pは像面であり、固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面に相当している。

30

【0038】

収差図において、球面収差は、g線とe線とC線を示している。非点収差はe線のメリディオナル像面(meridional)とe線のサジタル像面(sagittal)を示している。倍率色収差はg線とC線によってあらわしている。F noはFナンバー、は半画角である。

【0039】

すべての収差図において、球面収差は0.4mm、非点収差は0.4mm、歪曲は5%、倍率色収差は、0.05mmのスケールで描かれている。

【0040】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用の第2レンズ群U2が機構上光軸上を移動可能な範囲の両端に位置したときのズーム位置をいう。

40

【0041】

次に各実施例の特徴について説明する。

【0042】

第2レンズ群U2は4枚のレンズより構成されている。

【0043】

第2レンズ群U2の物体側から数えて第2番目以降の複数のレンズには、少なくとも1つの正レンズと少なくとも1つの負レンズが含まれている。

【0044】

第2番目以降の複数のレンズのうち1つの正レンズの材料と1つの負レンズの材料の部分分散比を各々p、nとする。又、アッベ数を各々p、nとする。

50

【0045】

このとき

$$(p - n) / (p - n) < -5.0 \times 10^{-3} \quad (1)$$

なる条件を満たしている。

【0046】

ここで、本実施例で用いている光学素子（レンズ）の材料の部分分散比とアッベ数は次のとおりである。

【0047】

フラウンフォーファ線のg線（435.8nm）、F線（486.1nm）、d線（587.6nm）、C線（656.3nm）に対する屈折率をそれぞれNg、NF、Nd、NCとする。

【0048】

アッベ数d、g線とF線に関する部分分散比gFは次のとおりである。

【0049】

$$d = (Nd - 1) / (NF - NC)$$

$$gF = (Ng - NF) / (NF - NC)$$

各実施例では、第2レンズ群U2のレンズ構成を前述の如く特定し、かつ条件式（1）を満足するようにして色消しを効果的に行っている。

【0050】

又、第2レンズ群U2の全系に対するズーム寄与率を高く維持するようにしている。ここで色消しとは、軸上色収差の2次スペクトルの補正の度合いをいう。

【0051】

又、第2レンズ群U2のズーム寄与率とは、次のとおりである。

【0052】

広角端から望遠端までの全体のズーム倍率（ズーム比）をZ、また変倍中における第2レンズ群U2が担うズーム倍率をZ2とする。このときの、全体のズーム倍率Zに対する第2レンズ群U2のズーム倍率Z2が占める割合をいう。即ち第2レンズ群U2のズーム寄与率Z2は、

$$Z_2 = Z_2 / Z \quad (a)$$

となる。

【0053】

各実施例では、ズームレンズの高倍率化（高ズーム比化）に伴って増大する望遠側における軸上色収差の2次スペクトルを抑制しつつ、全系のコンパクト化を達成している。

【0054】

各実施例のズームレンズは、第2レンズ群U2が全体のズーム倍率へ大きく寄与している。

【0055】

第2レンズ群U2を3枚以下のレンズで構成すると、充分な色消し効果と球面収差の補正効果が得られない。又、6枚以上のレンズで構成すると、第2レンズ群U2の全長が増大し、全系のコンパクト化が難しくなる。又、第2レンズ群U2の物体側から数えて第1番目の最も物体側に配置される第21レンズは、主に歪曲収差などの軸外光束に関する収差を補正している。

【0056】

このため、第21レンズは屈折力が小さくなるレンズ形状になりやすく、色消しの効果を充分に持たせることが難しい。そこで条件式（1）を満足する強い色消しを物体側から数えて第2番目以降のレンズで行うようにしている。

【0057】

条件式（1）の上限値を上回ると、第2レンズ群U2で十分な色消しを行うのがむづかしくなる。特に、望遠側において軸上色収差の2次スペクトルを良好に補正するのが困難となる。

10

20

30

40

50

【0058】

ここでの色消しとは、各実施例において軸上色収差の2次スペクトルの補正の度合いについて適用するものとする。

【0059】

また第2レンズ群U2において色消しが強いということは、図33に示す縦軸に部分分散比、横軸にアッペ数をとった部分分散特性図における色消しレンズの傾きが、二点鎖線C2のように急峻であることを意味する。

【0060】

本来は、図33中の実線ACのように傾きが平らになるような硝材の選択をすると、3色色消しが達成されて色収差の発生を抑制できる。

10

【0061】

しかし、実在する硝材の選択によって正の屈折力の第1レンズ群U1を構成すると、一点鎖線C1のようにある程度の傾きを有する場合が多い。軸上色収差の2次スペクトルは、この傾きに焦点距離を乗じたものに比例して発生するため、傾きが大きくなればなるほど2次スペクトルは大きく残存することになる。

【0062】

このように第1レンズ群U1によって補正し切れなかった色収差を補正するためには、第2レンズ群L2を図33の二点鎖線C2で示すように意図的に傾きを急峻にして逆色消しを構築する必要がある。

【0063】

条件式(1)はこの傾きを規定している。条件式(1)における値が小さくなるにつれ、第2レンズ群U2が有する色消しの傾きが急峻になり、色消しの効果が大きいことになる。

20

【0064】

条件式(1)を外れると色消し効果が少なくなってくる。

【0065】

第2レンズ群U2の物体側から数えて第1番目の第21レンズは、物体側の面が凸でメニスカス形状である。

【0066】

第2レンズ群U2の最も物体側に配置される第21レンズは、広角側において軸外収差を補正するため屈折力が小さいレンズ形状になりやすく、色消しの効果を得るのが難しい。

30

【0067】

第21レンズに非球面形状を配していない場合、主に第2レンズ群U2の物体側から数えて第2番目以降の複数のレンズにより、充分な色消しの効果を確保している。

【0068】

又は、第21レンズの片面或いは両面を非球面形状としている。これにより、歪曲などの軸外収差を補正するようにして、第21レンズに屈折力を持たせるようにしている。

【0069】

そして第21レンズに屈折力を持たせるようにして第2レンズ群U2内での色消しが効果的に行えるようにしている。

40

【0070】

又、第21レンズを物体側が凸でメニスカス形状とすることによって広画角化を図りつつ、歪曲収差と倍率色収差の補正を容易にしている。

【0071】

第2レンズ群U2内の正レンズの屈折力の合計を p とする。負レンズの屈折力の合計を n とする。第2レンズ群全体の屈折力を v とする。

【0072】

このとき

$p / v < -0.95$

50

1 . 9 5 < n / v

(2)

なる条件を満たしている。

【0073】

ここで屈折力とは接合レンズのときは分離し、空気中における屈折力のことである。

【0074】

条件式(2)は、第2レンズ群U2全体のパワー(屈折力)に対する正レンズの屈折力の合計と負レンズの屈折力の合計の比を規定するものである。

【0075】

条件式(2)は、第2レンズ群U2内において、より高倍率化や収差補正を良好に行うためのものである。 10

【0076】

ズームレンズの高倍率化に伴って、第2レンズ群U2全体のパワーは増大すると共に、第2レンズ群U2内の正レンズと負レンズのパワー成分も各々強くなるのが一般的である。

【0077】

条件式(2)を満足しないで正レンズと負レンズのパワー成分の片方或いはその両方が弱くなると第2レンズ群U2が強いパワーを持たず高倍率化が難しくなる。又、正レンズと負レンズによる色消しのバランスが悪くなり、高倍率化と良好なる収差補正が難しくなる。 20

【0078】

第2レンズ群U2は、正レンズと負レンズとの接合レンズを有している。そして接合レンズの接合面の曲率半径をR、接合面の有効径をEAとする。このとき

-1.7 < R / EA < -0.36 (3)

なる条件を満足している。

【0079】

【0080】

【0081】

条件式(3)は第2レンズ群U2内に接合レンズがあるとき、少なくとも1つの接合レンズの接合面の曲率半径と有効径を規定している。 30

【0082】

【0083】

条件式(3)は収差補正を良好に行うとともに全系のコンパクト化を図るためのものである。

【0084】

条件式(3)の上限値を上回ると、レンズ面の曲率半径が小さくなりレンズの厚みが増大する、もしくはレンズの製造難易度が上るので良くない。

【0085】

逆に条件式(3)の下限値を下回ると、レンズ面の曲率半径が大きくなり、レンズが充分な屈折力を持たなくなるために充分な色消し効果が得られない。 40

【0086】

次に各実施例の具体的な特徴について説明する。

[実施例1]

【0087】

実施例1(数値実施例1)において第2レンズ群U2の前述した(a)式のズーム寄与率 Z_2 ($= Z_2 / Z$)は、 $Z_2 / Z = 1.42$ (a1)

である。

【0088】

式(a1)から、第2レンズ群U2は全体のズーム倍率Zに対する寄与が大きいことが 50

わかる。

【0089】

よって、第2レンズ群U2で色消しを行うことが有効である。実施例1のズームレンズでは、望遠側において軸上色収差の2次スペクトルを改善するために、前述した条件式(1)～(3)を満足して第2レンズ群U2内で効果的に色消しを行っている。

【0090】

実施例1における条件式(1)～(3)に対応する値は以下のとおりであり、条件式(1)～(3)を満足している。

$$(p - n) / (p - n) = -5.479 \times 10^{-3}$$

$$p / v = -1.014$$

$$n / v = 2.014$$

$$R / EA = -0.8702$$

一方、従来例1における条件式(1)～(3)に対応する値は以下のとおりである。従来例1は条件式(1)、(2)を満足していない。

$$(p - n) / (p - n) = -2.797 \times 10^{-3}$$

$$p / v = -0.748$$

$$n / v = 1.748$$

$$R / EA = -1.3407$$

尚、以下の従来例では、本発明による効果を具体的な数値で示すために、従来例と実施例とで望遠端においてC線とg線における色の球面収差を略一致させた。そして、e線からの離れ量の平均をとった値を2次スペクトルとして定義し、比較する。

【0091】

そのとき、実施例1と従来例1におけるズーム倍率や広角端の焦点距離、各ユニットのパワーなどをほぼ同等として設計した。また、前玉の各レンズに同じ硝材を用いて、第1レンズ群による色消しの効果をほぼ同等とした。

【0092】

この時の2次スペクトルの残存量を比較すると、従来例1は約314μmであり、本発明の実施例1は約260μmである。よって、2次スペクトルの残存量は従来例から約54μmの減少、割合で表すと約17.2%の減少が達成され、望遠側において良好な軸上色収差の補正が達成されている。

【0093】

実施例1の第2レンズ群U2のレンズ構成は、物体側から像側へ順に物体側が凸でメニスカス形状の負レンズ、像側が凸面の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズ、両凸形状の正レンズより構成されている。

【0094】

これによって強い色消しを持たせつつ第2レンズ群U2の全長を短縮している。

【実施例2】

【0095】

実施例2において、(a)式の第2レンズ群U2のズーム寄与率

$$Z_2 (= Z_2 / Z) \text{ は}$$

$$Z_2 / Z = 1.42$$

である。

【0096】

実施例2において第2レンズ群U2は全体のズーム倍率に対する寄与が大きい。このため第2レンズ群で色消しを効果的に行っている。

【0097】

実施例2における条件式(1), (2)に対応する値は、以下のとおりである。

$$(p - n) / (p - n) = -5.479 \times 10^{-3}$$

$$p / v = -0.711$$

$$n / v = 1.711$$

10

20

30

40

50

実施例 2 では条件式 (1) を満足している。実施例 2 では条件式 (2) を満足していない、第 2 レンズ群 U2 による色消しが弱くなっているが、残存する 2 次スペクトル量は少ない。

【0098】

実施例 2 における 2 次スペクトル量は約 272 μm である。よって、2 次スペクトルの残存量は従来例から約 42 μm の減少、割合で表すと約 13.4 % の減少が達成され、望遠側において良好な軸上色収差が達成されている。

【0099】

実施例 2 の第 2 レンズ群 U2 のレンズ構成は、物体側から像側へ順に物体側が凸でメニスカス形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側が凹形状の負レンズの独立した 4 枚のレンズより構成している。

【実施例 3】

【0100】

実施例 3 において (a) 式の第 2 レンズ群 U2 のズーム寄与率 $Z_2 (= Z_2 / Z)$ は $Z_2 / Z = 1.42$ である。

【0101】

実施例 3 において第 2 レンズ群 U2 は全体のズーム倍率に対する寄与が大きい。このため第 2 レンズ群で色消しを効果的に行っている。

【0102】

実施例 3 における条件式 (1) ~ (3) に対応する値は以下のとおりである。

$$(p - n) / (p - n) = -5.479 \times 10^{-3}$$

$$p / v = -0.797$$

$$n / v = 1.797$$

$$R / EA = -1.494$$

実施例 3 では条件式 (1), (3) を満足している。実施例 3 では条件式 (2) は満足していない、第 2 レンズ群 U2 による色消しが弱くなっているが、残存する 2 次スペクトル量は少ない。

【0103】

実施例 3 における 2 次スペクトル量は約 274 μm である。よって、2 次スペクトルの残存量は従来例から約 40 μm の減少、割合で表すと約 12.7 % の減少が達成され、望遠側において良好な軸上色収差が達成されている。

【0104】

実施例 3 の第 2 レンズ群 U2 のレンズ構成は、物体側から像側へ順に物体側が凸でメニスカス形状の負レンズ、両凹形状の負レンズ、両凸形状の正レンズと負レンズとの接合レンズより構成されている。

【参考例 1】

【0105】

参考例 1 において (a) 式の第 2 レンズ群 U2 のズーム寄与率 $Z_2 (= Z_2 / Z)$ は $Z_2 / Z = 1.42$ である。

【0106】

参考例 1 において、第 2 レンズ群 U2 は全体のズーム倍率に対する寄与が大きい。このため第 2 レンズ群 U2 で色消しを効果的に行っている。

【0107】

参考例 1 における条件式 (1) ~ (3) に対応する値は以下のとおりである。

$$(p - n) / (p - n) = -5.479 \times 10^{-3}$$

$$p / v = -0.695,$$

$$n / v = 1.695$$

$$R / EA = -1.3604$$

参考例 1 では条件式 (1) , (3) を満足している。参考例 1 では条件式 (2) は満足していない、第 2 レンズ群 U 2 による色消しが弱くなっているが、残存する 2 次スペクトル量は少ない。

【 0 1 0 8 】

参考例 1 における 2 次スペクトル量は約 $271 \mu m$ である。よって、2 次スペクトルの残存量は従来例から約 $43 \mu m$ の減少、割合で表すと約 13.7 % の減少が達成され、望遠側において良好な軸上色収差が達成されている。

【 0 1 0 9 】

参考例 1 の第 2 レンズ群 U 2 のレンズ構成は、物体側から像側へ順に物体側が凸でメニスカス形状の負レンズ、像側が凸面の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズ、物体側が凸面の正レンズより構成されている。

【 0 1 1 0 】

参考例 1 の第 2 レンズ群 U 2 のレンズ構成は実施例 1 にほぼ同等であるが、硝材を変更して第 1 レンズ面を非球面形状としている。これにより、最も物体側のレンズにパワーを持たせることに成功している。最も物体側に配置したレンズのパワーを比較すると、実施例 1 は $1 = -0.042 (mm^{-1})$ 程度であり、参考例 1 は $4 = -0.054 (mm^{-1})$ 程度であり、約 1.28 倍に増大している。これより色消しを効果的に行っている。

[参考例 2]

【 0 1 1 1 】

参考例 2 において (a) 式の第 2 レンズ群 U 2 のズーム寄与率 $Z_2 (= Z_2 / Z)$ は $Z_2 / Z = 1.28$

である。

【 0 1 1 2 】

参考例 2 において、第 2 レンズ群 U 2 は全体のズーム倍率に対する寄与が大きい。このため第 2 レンズ群 U 2 で色消しを効果的に行っている。

【 0 1 1 3 】

参考例 2 における条件式 (1) ~ (3) に対応する値は以下のとおりである。

$$(p - n) / (p - n) = -5.479 \times 10^{-3}$$

$$p / v = -1.328$$

$$n / v = 2.328$$

$$R / EA = -0.9231$$

一方、従来例 2 における (1) ~ (3) に対応する値は以下のとおりである。従来例 2 は条件式 (1) を満足している。条件式 (3) に関しては上限に近い値のため、レンズの曲率がきつくなり、レンズの厚みが増大している。

$$(p - n) / (p - n) = -5.48 \times 10^{-3}$$

$$p / v = -1.383$$

$$n / v = 2.383$$

$$R / EA = -0.6285$$

参考例 2 の第 2 レンズ群 U 2 のレンズ構成は、物体側から像側へ順に物体側が凸でメニスカス形状の負レンズ、像側が凸面の正レンズと両凹形状の負レンズとの接合レンズ、両凸形状の正レンズ、物体側が凹面の負レンズより構成されている。

【 0 1 1 4 】

第 2 レンズ群 U 2 の最も物体側の面は非球面形状である。これにより参考例 1 と同様の効果を得ている。

【 0 1 1 5 】

参考例 2 と従来例 2 における 2 次スペクトル量を比較すると、従来例 2 は約 $268 \mu m$ であり、数値実施例 5 では約 $245 \mu m$ である。よって、本発明の効果によって 2 次スペクトルの残存量は従来例から約 $23 \mu m$ の減少、割合で表すと約 8.6 % の減少が達成され、望遠側において良好な軸上色収差が達成されている。

10

20

30

40

50

[参考例3]

【0116】

参考例3において(a)式の第2レンズ群U2のズーム寄与率 $Z_{22} (= Z_2 / Z)$ は $Z_{22} / Z = 1.28$ である。

【0117】

参考例3において、第2レンズ群U2は全体のズーム倍率に対する寄与が大きい。このため第2レンズ群U2で色消しを効果的に行っている。

【0118】

参考例3における条件式(1)~(3)に対応する値は以下のとおりである。

$$(p - n) / (p - n) = -5.479 \times 10^{-3}$$

$$p / v = -1.3298$$

$$n / v = 2.3298$$

$$R / EA = -0.7325$$

参考例3の第2レンズ群U2のレンズ構成は、物体側から像側へ順に物体側が凸でメニスカス形状の負レンズ、物体側が凹形状の負レンズ、像側が凸形状の正レンズと負レンズとの接合レンズ、正レンズより構成されている。第2レンズ群U2の最も物体側の面は非球面形状である。

【0119】

これにより参考例1と同様の効果を得ている。

【0120】

参考例3における2次スペクトル量は約 $238 \mu m$ である。よって、2次スペクトルの残存量は従来例から約 $30 \mu m$ の減少、割合で表すと約11.2%の減少が達成され、望遠側において良好な軸上色収差が達成されている。

【0121】

図34は各実施例のズームレンズを撮影光学系として用いた撮像装置(テレビカメラシステム)の要部概略図である。図34において101は実施例1~6のいずれか1つのズームレンズである。124はカメラである。ズームレンズ101はカメラ124に対して着脱可能になっている。125はカメラ124にズームレンズ101を装着することにより構成される撮像装置である。

【0122】

ズームレンズ101は第1レンズ群F、変倍部LZ、結像用の第4レンズ群Rを有している。第1レンズ群Fは合焦点用レンズ群が含まれている。変倍部LZは変倍の為に光軸上を移動する第2レンズ群と、変倍に伴う像面変動を補正する為に光軸上を移動する第3レンズ群が含まれている。

【0123】

SPは開口絞りである。第4レンズ群Rは光路中より挿抜可能なレンズユニットIEを有している。

【0124】

レンズユニットIEはズームレンズ101の全系の焦点距離範囲を変移している。

【0125】

114、115は、各々第1レンズ群F、変倍部LZを光軸方向に駆動するヘリコイドやカム等の駆動機構である。

【0126】

116~118は駆動機構114、115及び開口絞りSPを電動駆動するモータ(駆動手段)である。

【0127】

119~121は、第1レンズ群F、変倍部LZの光軸上の位置や、開口絞りSPの絞り径を検出する為のエンコーダやポテンショメータ、あるいはフォトセンサ等の検出器である。

10

20

30

40

50

【0128】

カメラ124において、109はカメラ124内の光学フィルタや色分解プリズムに相当するガラスブロック、110はズームレンズ101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）である。

【0129】

また、111、122はカメラ124及びズームレンズ本体101の各種の駆動を制御するCPUである。

【0130】

このように本発明のズームレンズをテレビカメラに適用することにより、高い光学性能を有する撮像装置を実現している。

10

【0131】

以下に本発明の実施例1～3、参考例1～3に対応する数値実施例1～6を示す。各数値実施例において、iは物体側からの面の順序を示し、riは物体側より第i番目の面の曲率半径、diは物体側より第i番目と第i+1番目の間隔、Ni，iは第i番目の光学部材の屈折率とアッペ数である。

【0132】

f、Fn0、2はそれぞれ無限遠物体に焦点を合わせたときの全系の焦点距離、Fナンバー、画角を表している。

【0133】

最後の3つの面は、フィルター等のガラスブロックである。

20

【0134】

非球面形状は光軸方向にX軸、光軸と垂直方向にH軸、光の進行方向を正とし、Rを近軸曲率半径、kを円錐常数、B、C、D、E、F、A'、B'、C'、D'、E'をそれぞれ非球面係数としたとき、次式で表している。

【0135】

【数1】

$$X = \frac{H^2/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + BH^4 + CH^6 + DH^8 + EH^{10} + FH^{12} + A'H^3$$

30

$$+ B'H^5 + C'H^7 + D'H^9 + E'H^{11}$$

【0136】

で表される。又、例えば「E-Z」は「×10^-Z」を意味する。

【0137】

【表1】

(数値実施例1) $f = 9.5 \sim 185.25 \text{ mm}$ $Fno = 1.85 \sim 2.85$ $2w = 60.1 \sim 3.4^\circ$

r1=	534.420	d1=	2.20	n1=	1.75520	ν 1=	27.5	θ 1=	0.6103
r2=	80.444	d2=	11.42	n2=	1.49700	ν 2=	81.5	θ 2=	0.5375
r3=	-328.083	d3=	7.63						
r4=	86.069	d4=	7.86	n3=	1.62041	ν 3=	60.3	θ 3=	0.5427
r5=	2782.909	d5=	0.15						
r6=	64.621	d6=	6.01	n4=	1.72916	ν 4=	54.7	θ 4=	0.5444
r7=	143.294	d7=	可変						
r8=	67.990	d8=	1.00	n5=	1.81600	ν 5=	46.6	θ 5=	0.5568
r9=	14.883	d9=	5.00						
r10=	-23.485	d10=	4.50	n6=	1.92286	ν 6=	18.9	θ 6=	0.6495
r11=	-16.295	d11=	1.00	n7=	2.00330	ν 7=	28.3	θ 7=	0.5980
r12=	36.403	d12=	0.50						
r13=	35.938	d13=	2.50	n8=	1.92286	ν 8=	18.9	θ 8=	0.6495
r14=	-59.158	d14=	可変						
r15=	-28.806	d15=	0.75	n9=	1.74320	ν 9=	49.3	θ 9=	0.5531
r16=	37.218	d16=	3.81	n10=	1.84666	ν 10=	23.8	θ 10=	0.6204
r17=	449.023	d17=	可変						
r18=	(絞り)	d18=	1.80						
r19=	-231.233	d19=	3.33	n11=	1.67003	ν 11=	47.2	θ 11=	0.5627
r20=	-49.133	d20=	0.20						
r21=	-170.365	d21=	4.05	n12=	1.51742	ν 12=	52.4	θ 12=	0.5564
r22=	-38.625	d22=	0.20						
r23=	36.315	d23=	10.16	n13=	1.48749	ν 13=	70.2	θ 13=	0.5300
r24=	-35.564	d24=	1.66	n14=	1.83400	ν 14=	37.2	θ 14=	0.5776
r25=	0.000	d25=	36.00						
r26=	75.143	d26=	6.35	n15=	1.50137	ν 15=	56.4	θ 15=	0.5533
r27=	-46.037	d27=	0.20						
r28=	-1126.310	d28=	1.40	n16=	1.83400	ν 16=	37.2	θ 16=	0.5776
r29=	20.616	d29=	7.22	n17=	1.51823	ν 18=	58.9	θ 18=	0.5457
r30=	1438.703	d30=	1.50						
r31=	35.798	d31=	8.29	n18=	1.50137	ν 15=	56.4	θ 15=	0.5533
r32=	-26.749	d32=	1.40	n19=	1.77250	ν 19=	49.6	θ 19=	0.5520
r33=	90.107	d33=	0.30						
r34=	38.809	d34=	6.84	n20=	1.53172	ν 20=	48.8	θ 20=	0.5631
r35=	-53.421	d35=	5.00						
r36=	∞	d36=	30.00	n21=	1.60342	ν 21=	38.0	θ 21=	0.5796
r37=	∞	d37=	16.20	n22=	1.51633	ν 22=	64.2	θ 22=	0.5353
r38=	∞								

10

20

30

可変間隔	焦点距離		
	9	37	180
d7	0.65	35.6	52.03
d14	53.75	13.79	6.32
d17	5.1	10.11	1.15

【0 1 3 8】

【表2】

(従来例1) $f = 9.5 \sim 185.25 \text{ mm}$ $Fno = 1.85 \sim 2.85$ $2w = 60.1 \sim 3.4^\circ$

r1=	600.261	d1=	2.20	n1=	1.75520	ν 1=	27.5	θ 1=	0.6103
r2=	81.461	d2=	11.42	n2=	1.49700	ν 2=	81.5	θ 2=	0.5375
r3=	-290.956	d3=	7.63						
r4=	86.701	d4=	7.86	n3=	1.62041	ν 3=	60.3	θ 3=	0.5427
r5=	3044.710	d5=	0.15						
r6=	66.016	d6=	6.01	n4=	1.72916	ν 4=	54.7	θ 4=	0.5444
r7=	145.708	d7=	可変						
r8=	111.445	d8=	0.80	n5=	1.88814	ν 5=	40.8	θ 5=	0.5667
r9=	16.812	d9=	4.65						
r10=	-47.842	d10=	0.70	n6=	1.82017	ν 6=	46.6	θ 6=	0.5568
r11=	33.779	d11=	2.24						
r12=	28.944	d12=	5.20	n7=	1.81264	ν 7=	25.4	θ 7=	0.6161
r13=	-29.192	d13=	0.54						
r14=	-24.664	d14=	0.70	n8=	1.79196	ν 8=	47.4	θ 8=	0.5559
r15=	132.572	d15=	可変						
r16=	-28.806	d16=	0.75	n9=	1.74320	ν 9=	49.3	θ 9=	0.5531
r17=	37.218	d17=	3.81	n10=	1.84666	ν 10=	23.8	θ 10=	0.6204
r18=	449.023	d18=	可変						
r19=	(絞り)	d19=	1.80						
r20=	-231.233	d20=	3.33	n11=	1.67003	ν 11=	47.2	θ 11=	0.5627
r21=	-49.133	d21=	0.20						
r22=	-170.365	d22=	4.05	n12=	1.51742	ν 12=	52.4	θ 12=	0.5564
r23=	-38.625	d23=	0.20						
r24=	36.315	d24=	10.16	n13=	1.48749	ν 13=	70.2	θ 13=	0.5300
r25=	-35.564	d25=	1.66	n14=	1.83400	ν 14=	37.2	θ 14=	0.5776
r26=	0.000	d26=	36.00						
r27=	97.385	d27=	6.35	n15=	1.50137	ν 15=	56.4	θ 15=	0.5533
r28=	-44.438	d28=	0.20						
r29=	-535.654	d29=	1.40	n16=	1.83400	ν 16=	37.2	θ 16=	0.5776
r30=	21.016	d30=	7.22	n17=	1.50137	ν 17=	56.4	θ 17=	0.5533
r31=	-424.093	d31=	1.50						
r32=	38.505	d32=	8.29	n18=	1.51823	ν 18=	58.9	θ 18=	0.5457
r33=	-27.482	d33=	1.40	n19=	1.77250	ν 19=	49.6	θ 19=	0.5520
r34=	91.360	d34=	0.30						
r35=	38.429	d35=	6.84	n20=	1.53172	ν 20=	48.8	θ 20=	0.5631
r36=	-52.407	d36=	5.00						
r37=	∞	d37=	30.00	n21=	1.60342	ν 21=	38.0	θ 21=	0.5796
r38=	∞	d38=	16.20	n22=	1.51633	ν 22=	64.2	θ 22=	0.5353
r39=	∞								

可変間隔	焦点距離		
	9	37	180
d7	0.65	35.6	52.03
d14	53.75	13.79	6.32
d17	5.1	10.11	1.15

【0139】

【表3】

(数値実施例2) $f = 9.5 \sim 185.25 \text{ mm}$ $Fno = 1.85 \sim 2.85$ $2w = 60.1 \sim 3.4^\circ$

r1=	545.627	d1=	2.20	n1=	1.75520	ν 1=	27.5	θ 1=	0.6103
r2=	81.184	d2=	11.42	n2=	1.49700	ν 2=	81.5	θ 2=	0.5375
r3=	-294.955	d3=	7.63						
r4=	86.437	d4=	7.86	n3=	1.62041	ν 3=	60.3	θ 3=	0.5427
r5=	2198.181	d5=	0.15						
r6=	65.222	d6=	6.01	n4=	1.72916	ν 4=	54.7	θ 4=	0.5444
r7=	144.117	d7=	可変						
r8=	95.021	d8=	0.80	n5=	1.88300	ν 5=	40.8	θ 5=	0.5667
r9=	15.544	d9=	4.65						
r10=	-33.164	d10=	0.70	n6=	1.85025	ν 6=	32.2	θ 6=	0.5934
r11=	35.292	d11=	1.50						
r12=	36.236	d12=	5.20	n7=	1.92286	ν 7=	18.9	θ 7=	0.6495
r13=	-33.105	d13=	0.54						
r14=	-31.731	d14=	0.70	n8=	2.00330	ν 8=	28.3	θ 8=	0.5980
r15=	-223.697	d15=	可変						
r16=	-28.806	d16=	0.75	n9=	1.74320	ν 9=	49.3	θ 9=	0.5531
r17=	37.218	d17=	3.81	n10=	1.84666	ν 10=	23.8	θ 10=	0.6204
r18=	449.023	d18=	可変						
r19=	(絞り)	d19=	1.80						
r20=	-231.233	d20=	3.33	n11=	1.67003	ν 11=	47.2	θ 11=	0.5627
r21=	-49.133	d21=	0.20						
r22=	-170.365	d22=	4.05	n12=	1.51742	ν 12=	52.4	θ 12=	0.5564
r23=	-38.625	d23=	0.20						
r24=	36.315	d24=	10.16	n13=	1.48749	ν 13=	70.2	θ 13=	0.5300
r25=	-35.564	d25=	1.66	n14=	1.83400	ν 14=	37.2	θ 14=	0.5776
r26=	0.000	d26=	36.00						
r27=	90.001	d27=	6.35	n15=	1.50137	ν 15=	56.4	θ 15=	0.5533
r28=	-45.152	d28=	0.20						
r29=	-491.451	d29=	1.40	n16=	1.83400	ν 16=	37.2	θ 16=	0.5776
r30=	22.042	d30=	7.22	n17=	1.50137	ν 17=	56.4	θ 17=	0.5533
r31=	-346.753	d31=	1.50						
r32=	36.834	d32=	8.29	n18=	1.51823	ν 18=	58.9	θ 18=	0.5457
r33=	-27.945	d33=	1.40	n19=	1.77250	ν 19=	49.6	θ 19=	0.5520
r34=	89.331	d34=	0.30						
r35=	40.089	d35=	6.84	n20=	1.53172	ν 20=	48.8	θ 20=	0.5631
r36=	-56.330	d36=	5.00						
r37=	∞	d37=	30.00	n21=	1.60342	ν 21=	38.0	θ 21=	0.5796
r38=	∞	d38=	16.20	n22=	1.51633	ν 22=	64.2	θ 22=	0.5353
r39=	∞								

焦点距離			
可変間隔	9	37	180
d7	0.65	35.6	52.03
d14	53.75	13.79	6.32
d17	5.1	10.11	1.15

【0140】

【表4】

(数値実施例3) $f = 9.5 \sim 185.25 \text{ mm}$ $F\text{no} = 1.85 \sim 2.85$ $2w = 60.1 \sim 3.4^\circ$

r1=	566.748	d1=	2.20	n1=	1.75520	$\nu 1=$	27.5	$\theta 1=$	0.6103
r2=	80.331	d2=	11.42	n2=	1.49700	$\nu 2=$	81.5	$\theta 2=$	0.5375
r3=	-295.167	d3=	7.63						
r4=	87.237	d4=	7.86	n3=	1.62041	$\nu 3=$	60.3	$\theta 3=$	0.5427
r5=	2818.199	d5=	0.15						
r6=	65.333	d6=	6.01	n4=	1.72916	$\nu 4=$	54.7	$\theta 4=$	0.5444
r7=	147.136	d7=	可変						
r8=	75.553	d8=	0.80	n5=	1.88300	$\nu 5=$	40.8	$\theta 5=$	0.5667
r9=	15.884	d9=	4.65						
r10=	-39.510	d10=	0.70	n6=	1.85025	$\nu 6=$	32.2	$\theta 6=$	0.5934
r11=	32.527	d11=	2.24						
r12=	37.551	d12=	4.70	n7=	1.92286	$\nu 7=$	18.9	$\theta 8=$	0.6495
r13=	-26.315	d13=	1.20	n8=	2.00330	$\nu 8=$	28.3	$\theta 7=$	0.5980
r14=	1395.871	d14=	可変						
r15=	-28.806	d15=	0.75	n9=	1.74320	$\nu 9=$	49.3	$\theta 9=$	0.5531
r16=	37.218	d16=	3.81	n10=	1.84666	$\nu 10=$	23.8	$\theta 10=$	0.6204
r17=	449.023	d17=	可変						
r18=	(絞り)	d18=	1.80						
r19=	-231.233	d19=	3.33	n11=	1.67003	$\nu 11=$	47.2	$\theta 11=$	0.5627
r20=	-49.133	d20=	0.20						
r21=	-170.365	d21=	4.05	n12=	1.51742	$\nu 12=$	52.4	$\theta 12=$	0.5564
r22=	-38.625	d22=	0.20						
r23=	36.315	d23=	10.16	n13=	1.48749	$\nu 13=$	70.2	$\theta 13=$	0.5300
r24=	-35.564	d24=	1.66	n14=	1.83400	$\nu 14=$	37.2	$\theta 14=$	0.5776
r25=	0.000	d25=	36.00						
r26=	88.506	d26=	6.35	n15=	1.50137	$\nu 15=$	56.4	$\theta 15=$	0.5533
r27=	-43.899	d27=	0.20						
r28=	-375.548	d28=	1.40	n16=	1.83400	$\nu 16=$	37.2	$\theta 16=$	0.5776
r29=	22.465	d29=	7.22	n17=	1.50137	$\nu 17=$	56.4	$\theta 17=$	0.5533
r30=	-365.820	d30=	1.50						
r31=	38.542	d31=	8.29	n18=	1.51742	$\nu 18=$	52.4	$\theta 18=$	0.5564
r32=	-25.916	d32=	1.40	n19=	1.74400	$\nu 19=$	44.8	$\theta 19=$	0.5655
r33=	91.619	d33=	0.30						
r34=	38.754	d34=	6.84	n20=	1.53172	$\nu 20=$	48.8	$\theta 20=$	0.5631
r35=	-61.445	d35=	5.00						
r36=	∞	d36=	30.00	n21=	1.60342	$\nu 21=$	38.0	$\theta 21=$	0.5796
r37=	∞	d37=	16.20	n22=	1.51633	$\nu 22=$	64.2	$\theta 22=$	0.5353
r38=	∞								

10

20

30

可変間隔	焦点距離		
	9	37	180
d7	0.65	35.6	52.03
d14	53.75	13.79	6.32
d17	5.1	10.11	1.15

【0 1 4 1】

【表5】

(数値実施例4) $f = 9.5 \sim 185.25 \text{ mm}$ $F\text{no} = 1.85 \sim 2.85$ $2w = 60.1 \sim 3.4^\circ$

r1=	507.565	d1=	2.20	n1=	1.75520	ν 1=	27.5	θ 1=	0.6103
r2=	83.978	d2=	11.42	n2=	1.49700	ν 2=	81.5	θ 2=	0.5375
r3=	-318.439	d3=	7.63						
r4=	87.086	d4=	7.86	n3=	1.62041	ν 3=	60.3	θ 3=	0.5427
r5=	918.475	d5=	0.15						
r6=	61.290	d6=	6.01	n4=	1.72916	ν 4=	54.7	θ 4=	0.5444
r7=	135.372	d7=	可変						
* r8=	80.000	d8=	1.00	n5=	2.00330	ν 5=	28.3	θ 5=	0.5980
r9=	15.073	d9=	5.00						
r10=	-36.028	d10=	4.50	n6=	1.92286	ν 6=	18.9	θ 6=	0.6495
r11=	-23.789	d11=	1.00	n7=	1.81600	ν 7=	46.6	θ 7=	0.5568
r12=	33.332	d12=	0.50						
r13=	30.385	d13=	2.50	n8=	1.92286	ν 8=	18.9	θ 8=	0.6495
r14=	-412.897	d14=	可変						
r15=	-28.806	d15=	0.75	n9=	1.74320	ν 9=	49.3	θ 9=	0.5531
r16=	37.218	d16=	3.81	n10=	1.84666	ν 10=	23.8	θ 10=	0.6204
r17=	449.023	d17=	可変						
r18=	(絞り)	d18=	1.80						
r19=	-231.233	d19=	3.33	n11=	1.67003	ν 11=	47.2	θ 11=	0.5627
r20=	-49.133	d20=	0.20						
r21=	-170.365	d21=	4.05	n12=	1.51742	ν 12=	52.4	θ 12=	0.5564
r22=	-38.625	d22=	0.20						
r23=	36.315	d23=	10.16	n13=	1.48749	ν 13=	70.2	θ 13=	0.5300
r24=	-35.564	d24=	1.66	n14=	1.83400	ν 14=	37.2	θ 14=	0.5776
r25=	0.000	d25=	36.00						
r26=	80.589	d26=	6.35	n15=	1.50137	ν 15=	56.4	θ 15=	0.5533
r27=	-44.401	d27=	0.20						
r28=	-357.095	d28=	1.40	n16=	1.83400	ν 16=	37.2	θ 16=	0.5776
r29=	20.235	d29=	7.22	n17=	1.50137	ν 17=	56.4	θ 17=	0.5533
r30=	-359.188	d30=	1.50						
r31=	34.552	d31=	8.29	n18=	1.51742	ν 18=	52.4	θ 18=	0.5564
r32=	-29.549	d32=	1.40	n19=	1.74400	ν 19=	44.8	θ 19=	0.5655
r33=	72.783	d33=	0.30						
r34=	35.462	d34=	6.84	n20=	1.53172	ν 20=	48.8	θ 20=	0.5631
r35=	-55.835	d35=	5.00						
r36=	∞	d36=	30.00	n21=	1.60342	ν 21=	38.0	θ 21=	0.5796
r37=	∞	d37=	16.20	n22=	1.51633	ν 22=	64.2	θ 22=	0.5353
r38=	∞								

10

20

30

可変間隔	焦点距離		
	9	37	180
d7	0.65	35.6	52.03
d14	53.75	13.79	6.32
d17	5.1	10.11	1.15

第8面の非球面係数						
R	K	B	C	D	E	F
8.00E+01	1.34E+01	-7.83E-06	4.34E-07	9.87E-10	6.10E-11	7.48E-14
	A'	B'	C'	D'	E'	
	2.17E-05	-1.60E-06	-3.85E-08	-2.53E-10	-4.21E-12	

40

【0 1 4 2】

【表 6】

(数値実施例 5) $f = 10 \sim 210 \text{ mm}$ $\text{Fno} = 1.85 \sim 2.85$ $2w = 57.6 \sim 3.0^\circ$

r1=	-285.117	d1=	2.31	n1=	1.72916	ν 1=	54.7	θ 1=	0.5444
r2=	265.010	d2=	7.16						
r3=	695.145	d3=	2.31	n2=	1.80518	ν 2=	25.4	θ 2=	0.6161
r4=	139.655	d4=	19.15	n3=	1.43875	ν 3=	95.0	θ 3=	0.5341
r5=	-192.372	d5=	0.19						
r6=	256.131	d6=	10.62	n4=	1.61800	ν 4=	63.4	θ 4=	0.5441
r7=	-539.442	d7=	8.68						
r8=	140.852	d8=	13.61	n5=	1.49700	ν 5=	81.5	θ 5=	0.5375
r9=	-341.162	d9=	0.19						
r10=	82.255	d10=	8.36	n6=	1.72916	ν 6=	54.7	θ 6=	0.5444
r11=	194.453	d11=	可変						
* r12=	174.100	d12=	0.90	n7=	1.85025	ν 7=	32.2	θ 7=	0.5934
r13=	17.061	d13=	7.78						
r14=	-226.251	d14=	8.57	n8=	1.92286	ν 8=	18.9	θ 8=	0.6495
r15=	-25.848	d15=	0.90	n9=	2.00330	ν 9=	28.3	θ 9=	0.5980
r16=	46.627	d16=	0.21						
r17=	31.726	d17=	7.63	n10=	1.80809	ν 10=	22.8	θ 10=	0.6307
r18=	-50.100	d18=	0.34						
r19=	-36.663	d19=	0.90	n11=	1.85025	ν 11=	32.2	θ 11=	0.5934
r20=	-469.044	d20=	可変						
r21=	-36.233	d21=	0.90	n12=	1.74320	ν 12=	49.3	θ 12=	0.5531
r22=	58.983	d22=	3.59	n13=	1.84666	ν 13=	23.8	θ 13=	0.6204
r23=	-1684.231	d23=	可変						
r24=	(絞り)	d24=	1.67						
r25=	1403.963	d25=	5.59	n14=	1.65844	ν 14=	50.9	θ 14=	0.5560
r26=	-44.981	d26=	0.19						
r27=	103.658	d27=	3.13	n15=	1.51633	ν 15=	64.2	θ 15=	0.5353
r28=	-33717.949	d28=	0.19						
r29=	119.041	d29=	8.69	n16=	1.51633	ν 16=	64.2	θ 16=	0.5353
r30=	-41.625	d30=	2.31	n17=	1.83400	ν 17=	37.2	θ 17=	0.5776
r31=	-262.383	d31=	45.13						
r32=	78.669	d32=	8.03	n18=	1.51633	ν 18=	64.2	θ 18=	0.5353
r33=	-67.440	d33=	2.22						
r34=	-125.572	d34=	2.31	n19=	1.83481	ν 19=	42.7	θ 19=	0.5642
r35=	41.168	d35=	7.37	n20=	1.51742	ν 20=	52.4	θ 20=	0.5564
r36=	-116.979	d36=	5.64						
r37=	79.839	d37=	8.68	n21=	1.48749	ν 21=	70.2	θ 21=	0.5300
r38=	-38.229	d38=	2.31	n22=	1.83400	ν 22=	37.2	θ 22=	0.5776
r39=	-455.666	d39=	0.192						
r40=	68.645	d40=	5.644	n23=	1.51823	ν 23=	58.9	θ 23=	0.5457
r41=	-94.753	d41=	5.769						
r42=	∞	d42=	38.46	n24=	1.60342	ν 24=	38.0	θ 24=	0.5796
r43=	∞	d43=	20.77	n25=	1.51633	ν 25=	64.2	θ 25=	0.5353
r44=	∞								

可変間隔	焦点距離		
	10	40	210
d11	0.9	47.1	68.5
d18	71.4	18	7
d23	6.2	13.4	2.2

10

20

30

40

第12面の非球面係数						
R	K	B	C	D	E	F
1.74E+02	8.59E+00	4.14E-06	-5.49E-09	1.67E-11	-1.05E-13	4.78E-16
	A'	B'	C'	D'	E'	
	-6.08E-07	-2.19E-08	-1.09E-10	2.77E-12	-1.16E-14	

【0 1 4 3】

【表7】

(従来例2) f = 10 ~ 210 mm Fno = 1.85 ~ 2.85 2w = 57.6 ~ 3.0 °

r1=	-273.632	d1=	2.31	n1=	1.72916	ν 1=	54.7	θ 1=	0.5444	
r2=	273.632	d2=	7.16							
r3=	713.705	d3=	2.31	n2=	1.80518	ν 2=	25.4	θ 2=	0.6161	
r4=	129.897	d4=	19.15	n3=	1.43875	ν 3=	95.0	θ 3=	0.5341	
r5=	-208.550	d5=	0.19							
r6=	224.921	d6=	10.62	n4=	1.61800	ν 4=	63.4	θ 4=	0.5441	10
r7=	-442.413	d7=	8.68							
r8=	136.623	d8=	13.61	n5=	1.49700	ν 5=	81.5	θ 5=	0.5375	
r9=	-386.827	d9=	0.19							
r10=	85.777	d10=	8.36	n6=	1.72916	ν 6=	54.7	θ 6=	0.5444	
r11=	204.377	d11=	可変							
* r12=	174.100	d12=	0.90	n7=	1.85025	ν 7=	32.2	θ 7=	0.5934	
r13=	18.153	d13=	7.78							
r14=	-168.508	d14=	8.57	n8=	1.92286	ν 8=	18.9	θ 8=	0.6495	
r15=	-17.598	d15=	0.90	n9=	2.00330	ν 9=	28.3	θ 9=	0.5980	
r16=	62.738	d16=	0.21							
r17=	30.458	d17=	7.63	n10=	1.80809	ν 10=	22.8	θ 10=	0.6307	
r18=	-37.054	d18=	0.34							
r19=	-33.339	d19=	0.90	n11=	1.85025	ν 11=	32.2	θ 11=	0.5934	
r20=	-331.779	d20=	可変							
r21=	-36.233	d21=	0.90	n12=	1.74320	ν 12=	49.3	θ 12=	0.5531	
r22=	58.983	d22=	3.59	n13=	1.84666	ν 13=	23.8	θ 13=	0.6204	
r23=	-1684.231	d23=	可変							20
r24=	(絞り)	d24=	1.67							
r25=	1403.963	d25=	5.59	n14=	1.65844	ν 14=	50.9	θ 14=	0.5560	
r26=	-44.981	d26=	0.19							
r27=	103.658	d27=	3.13	n15=	1.51633	ν 15=	64.2	θ 15=	0.5353	
r28=	-33717.949	d28=	0.19							
r29=	119.041	d29=	8.69	n16=	1.51633	ν 16=	64.2	θ 16=	0.5353	
r30=	-41.625	d30=	2.31	n17=	1.83400	ν 17=	37.2	θ 17=	0.5776	
r31=	-262.383	d31=	45.13							
r32=	78.669	d32=	8.03	n18=	1.51633	ν 18=	64.2	θ 18=	0.5353	
r33=	-67.440	d33=	2.22							
r34=	-125.572	d34=	2.31	n19=	1.83481	ν 19=	42.7	θ 19=	0.5642	
r35=	41.168	d35=	7.37	n20=	1.51742	ν 20=	52.4	θ 20=	0.5564	
r36=	-116.979	d36=	5.64							
r37=	79.839	d37=	8.68	n21=	1.48749	ν 21=	70.2	θ 21=	0.5300	
r38=	-38.229	d38=	2.31	n22=	1.83400	ν 22=	37.2	θ 22=	0.5776	
r39=	-455.666	d39=	0.192							30
r40=	68.645	d40=	5.644	n23=	1.51823	ν 23=	58.9	θ 23=	0.5457	
r41=	-94.753	d41=	5.769							
r42=	∞	d42=	38.46	n24=	1.60342	ν 24=	38.0	θ 24=	0.5796	
r43=	∞	d43=	20.77	n25=	1.51633	ν 25=	64.2	θ 25=	0.5353	
r44=	∞									

可変間隔	焦点距離		
	10	40	210
d11	0.9	47.1	68.5
d20	71.4	18	7
d23	6.2	13.4	2.2

40

第12面の非球面係数						
R	K	B	C	D	E	F
1.74E+02	8.59E+00	4.14E-06	-5.49E-09	1.67E-11	-1.05E-13	4.78E-16
	A'	B'	C'	D'	E'	
	-6.08E-07	-2.19E-08	-1.09E-10	2.77E-12	-1.16E-14	

【0 1 4 4】

【表 8】

(数値実施例 6) $f = 10 \sim 210 \text{ mm}$ $F\text{no} = 1.85 \sim 2.85$ $2w = 57.6 \sim 3.0^\circ$

$r1=$	-323.198	$d1=$	2.31	$n1=$	1.72916	$\nu 1=$	54.7	$\theta 1=$	0.5444
$r2=$	226.421	$d2=$	7.16						
$r3=$	830.073	$d3=$	2.31	$n2=$	1.80518	$\nu 2=$	25.4	$\theta 2=$	0.6161
$r4=$	150.097	$d4=$	19.15	$n3=$	1.43875	$\nu 3=$	95.0	$\theta 3=$	0.5341
$r5=$	-167.412	$d5=$	0.19						
$r6=$	259.886	$d6=$	9.50	$n4=$	1.61800	$\nu 4=$	63.4	$\theta 4=$	0.5441
$r7=$	-626.461	$d7=$	8.68						
$r8=$	133.056	$d8=$	14.00	$n5=$	1.49700	$\nu 5=$	81.5	$\theta 5=$	0.5375
$r9=$	-308.417	$d9=$	0.19						
$r10=$	86.266	$d10=$	8.36	$n6=$	1.72916	$\nu 6=$	54.7	$\theta 6=$	0.5444
$r11=$	197.046	$d11=$	可変						
* $r12=$	174.100	$d12=$	0.90	$n7=$	1.85025	$\nu 7=$	32.2	$\theta 7=$	0.5934
$r13=$	19.845	$d13=$	7.00						
$r14=$	-75.874	$d14=$	1.00	$n8=$	1.88300	$\nu 8=$	40.8	$\theta 8=$	0.5667
$r15=$	-232.964	$d15=$	1.00						
$r16=$	-92.251	$d16=$	8.50	$n9=$	1.92286	$\nu 9=$	18.9	$\theta 9=$	0.6495
$r17=$	-18.313	$d17=$	0.90	$n10=$	2.00330	$\nu 10=$	28.3	$\theta 10=$	0.5980
$r18=$	42.373	$d18=$	0.21						
$r19=$	36.124	$d19=$	5.00	$n11=$	1.80809	$\nu 11=$	22.8	$\theta 11=$	0.6307
$r20=$	-127.893	$d20=$	可変						
$r21=$	-36.233	$d21=$	0.90	$n12=$	1.74320	$\nu 12=$	49.3	$\theta 12=$	0.5531
$r22=$	58.983	$d22=$	3.59	$n13=$	1.84666	$\nu 13=$	23.8	$\theta 13=$	0.6204
$r23=$	-1684.231	$d23=$	可変						
$r24=$	(絞り)	$d24=$	1.67						
$r25=$	1403.963	$d25=$	5.59	$n14=$	1.65844	$\nu 14=$	50.9	$\theta 14=$	0.5560
$r26=$	-44.981	$d26=$	0.19						
$r27=$	103.658	$d27=$	3.13	$n15=$	1.51633	$\nu 15=$	64.2	$\theta 15=$	0.5353
$r28=$	-33717.949	$d28=$	0.19						
$r29=$	119.041	$d29=$	8.69	$n16=$	1.51633	$\nu 16=$	64.2	$\theta 16=$	0.5353
$r30=$	-41.625	$d30=$	2.31	$n17=$	1.83400	$\nu 17=$	37.2	$\theta 17=$	0.5776
$r31=$	-262.383	$d31=$	45.13						
$r32=$	78.669	$d32=$	8.03	$n18=$	1.51633	$\nu 18=$	64.2	$\theta 18=$	0.5353
$r33=$	-67.440	$d33=$	2.22						
$r34=$	-125.572	$d34=$	2.31	$n19=$	1.83481	$\nu 19=$	42.7	$\theta 19=$	0.5642
$r35=$	41.168	$d35=$	7.37	$n20=$	1.51742	$\nu 20=$	52.4	$\theta 20=$	0.5564
$r36=$	-116.979	$d36=$	5.64						
$r37=$	79.839	$d37=$	8.68	$n21=$	1.48749	$\nu 21=$	70.2	$\theta 21=$	0.5300
$r38=$	-38.229	$d38=$	2.31	$n22=$	1.83400	$\nu 22=$	37.2	$\theta 22=$	0.5776
$r39=$	-455.666	$d39=$	0.192						
$r40=$	68.645	$d40=$	5.644	$n23=$	1.51823	$\nu 23=$	58.9	$\theta 23=$	0.5457
$r41=$	-94.753	$d41=$	5.769						
$r42=$	∞	$d42=$	38.46	$n24=$	1.60342	$\nu 24=$	38.0	$\theta 24=$	0.5796
$r43=$	∞	$d43=$	20.77	$n25=$	1.51633	$\nu 25=$	64.2	$\theta 25=$	0.5353
$r44=$	∞								

可変間隔	焦点距離		
	10	40	210
$d11$	0.9	47.1	68.5
$d18$	71.4	18	7
$d23$	6.2	13.4	2.2

40

第12面の非球面係数		B	C	D	E	F
R	K					
1.74E+02	-1.47E+03	4.32E-05	-1.77E-07	-9.23E-10	4.39E-13	-3.08E-14
	A'	B'	C'	D'	E'	
		1.35E-06	-3.63E-06	4.11E-08	-1.33E-10	8.23E-13

【図面の簡単な説明】

【0 1 4 5】

【図1】本発明の実施例1のズームレンズの広角端、無限遠物体合焦時のレンズ断面図

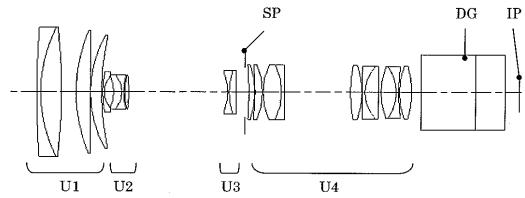
【図2】数値実施例1の広角端における縦収差図

【図3】数値実施例1の焦点距離37mmにおける縦収差図

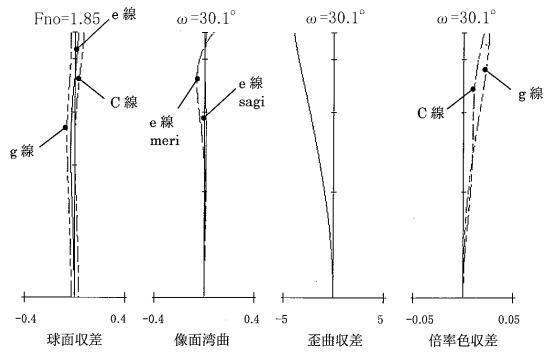
50

- 【図4】数値実施例1の望遠端における縦収差図
- 【図5】従来例1のズームレンズの広角端、無限遠物体合焦時のレンズ断面図
- 【図6】従来例1の広角端における縦収差図
- 【図7】従来例1の焦点距離37mmにおける縦収差図
- 【図8】従来例1の望遠端における縦収差図
- 【図9】本発明の実施例2のズームレンズの広角端、無限遠物体合焦時のレンズ断面図
- 【図10】数値実施例2の広角端における縦収差図
- 【図11】数値実施例2の焦点距離37mmにおける縦収差図
- 【図12】数値実施例2の望遠端における縦収差図
- 【図13】本発明の実施例3のズームレンズの広角端、無限遠物体合焦時のレンズ断面図 10
- 【図14】数値実施例3の広角端における縦収差図
- 【図15】数値実施例3の焦点距離37mmにおける縦収差図
- 【図16】数値実施例3の望遠端における縦収差図
- 【図17】本発明の参考例1のズームレンズの広角端、無限遠物体合焦時のレンズ断面図
- 【図18】数値実施例4の広角端における縦収差図
- 【図19】数値実施例4の焦点距離37mmにおける縦収差図
- 【図20】数値実施例4の望遠端における縦収差図
- 【図21】本発明の参考例2のズームレンズの広角端、無限遠物体合焦時のレンズ断面図 20
- 【図22】数値実施例5の広角端における縦収差図
- 【図23】数値実施例5の焦点距離40mmにおける縦収差図
- 【図24】数値実施例5の望遠端における縦収差図
- 【図25】従来例2のズームレンズの広角端、無限遠物体合焦時のレンズ断面図
- 【図26】従来例2の広角端における縦収差図
- 【図27】従来例2の焦点距離40mmにおける縦収差図
- 【図28】従来例2の望遠端における縦収差図
- 【図29】本発明の参考例3のズームレンズの広角端、無限遠物体合焦時のレンズ断面図
- 【図30】数値実施例6の広角端における縦収差図
- 【図31】数値実施例6の焦点距離40mmにおける縦収差図
- 【図32】数値実施例6の望遠端における縦収差図
- 【図33】部分分散比特性図の概略図 30
- 【図34】本発明の撮像装置の要部概略図
- 【符号の説明】
- 【0146】
- U1 : 第1レンズ群
- U2 : 第2レンズ群
- U3 : 第3レンズ群
- U4 : 第4レンズ群
- S P : 絞り
- D G : 色分解プリズムや光学フィルターを示すガラスブロック
- I P : 撮像面
- A C : 3色色消しを達成する色消しレンズの硝材選択 40
- C 1 : 色消しレンズの硝材選択例1
- C 2 : 色消しレンズの硝材選択例2

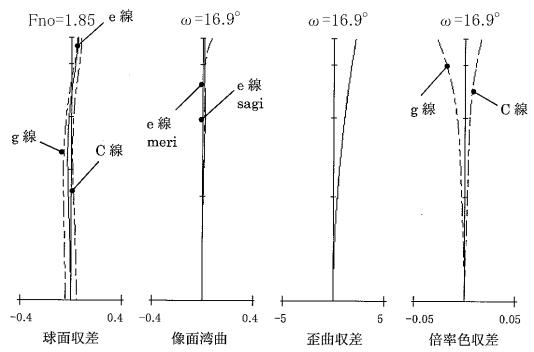
【図1】



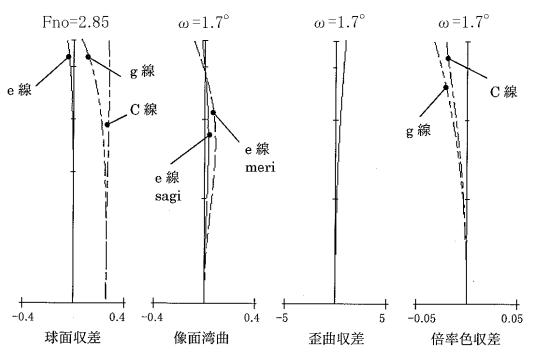
【図2】



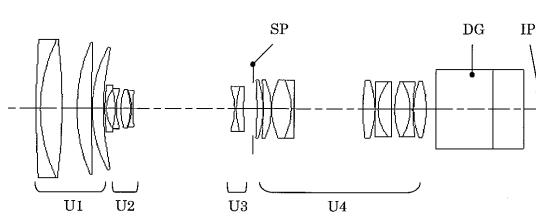
【図3】



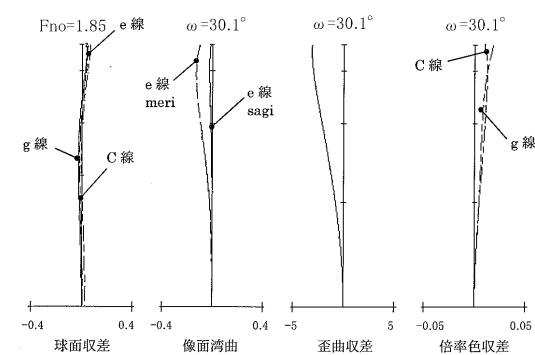
【図4】



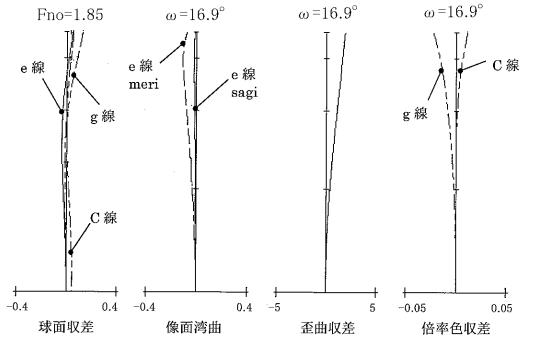
【図5】



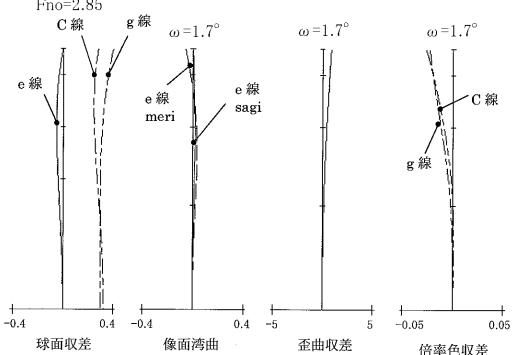
【図6】



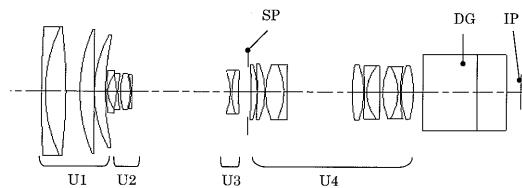
【図7】



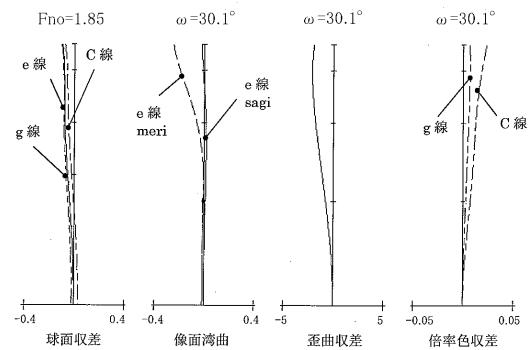
【図8】



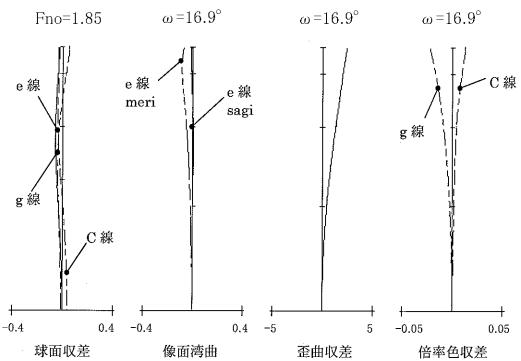
【図 9】



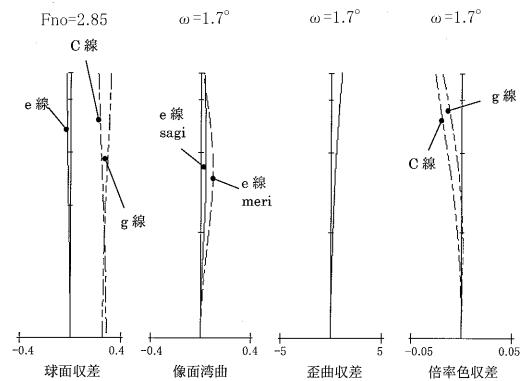
【図 10】



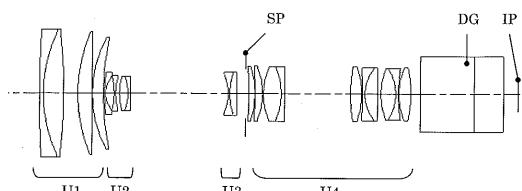
【図 11】



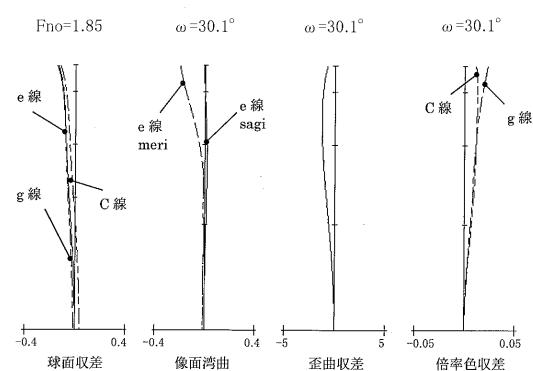
【図 12】



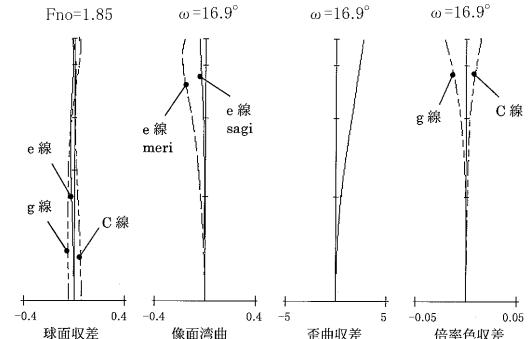
【図 13】



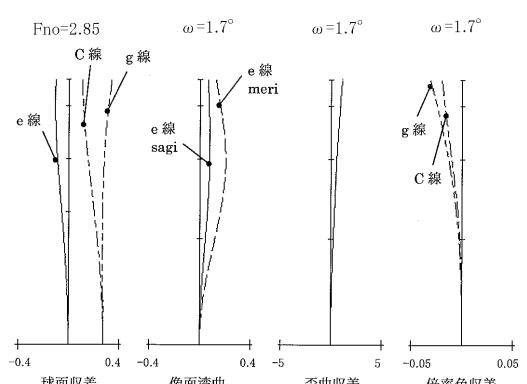
【図 14】



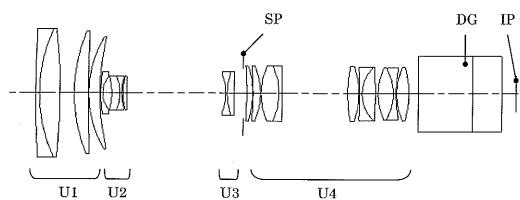
【図 15】



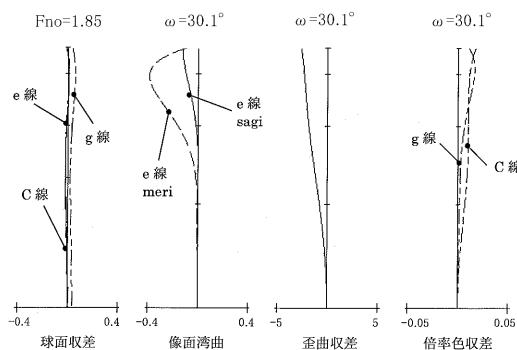
【図 16】



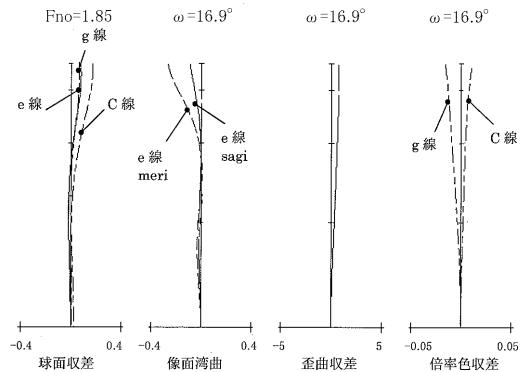
【図17】



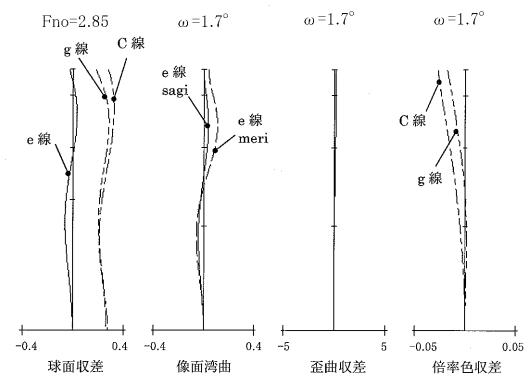
【図18】



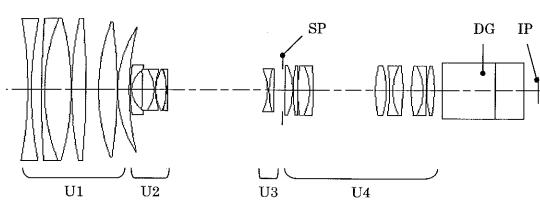
【図19】



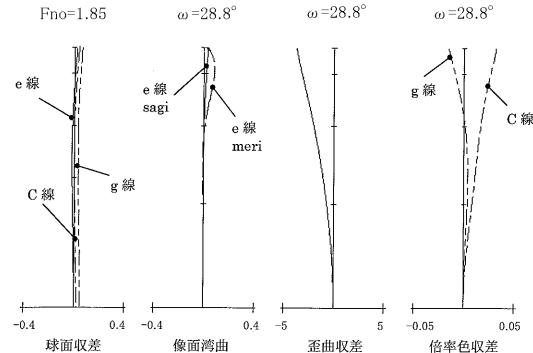
【図20】



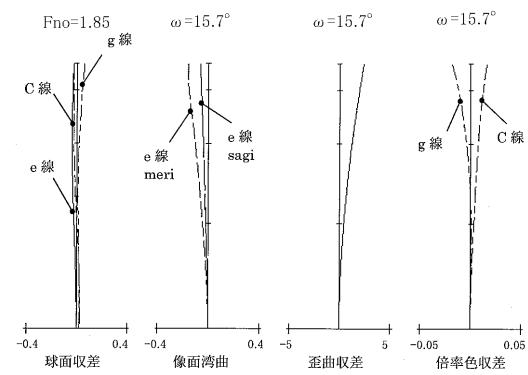
【図21】



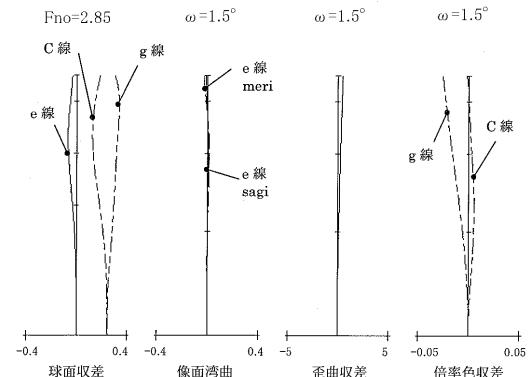
【図22】



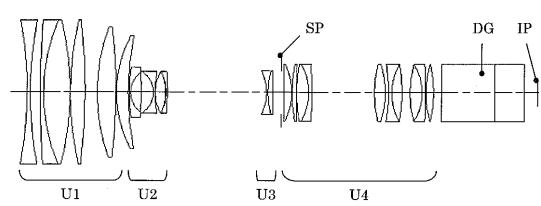
【図23】



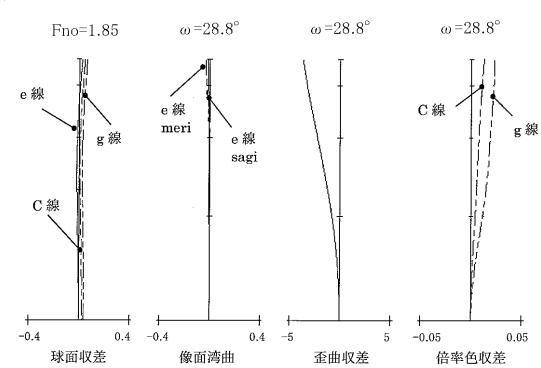
【図24】



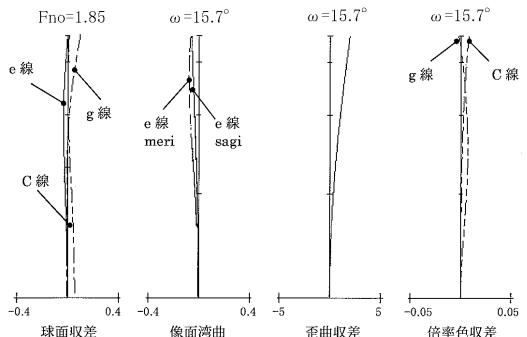
【図 2 5】



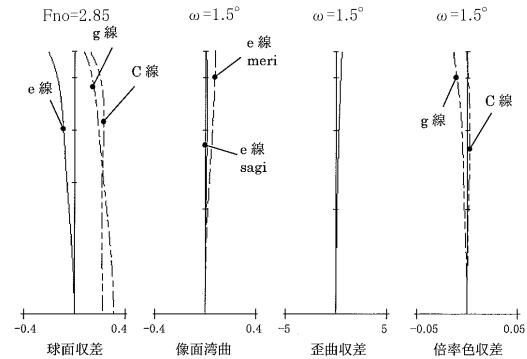
【図 2 6】



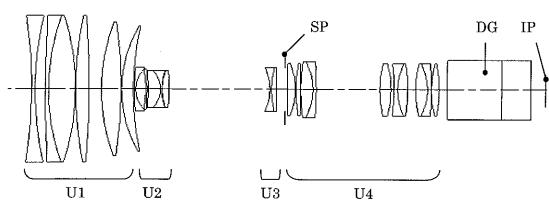
【図 2 7】



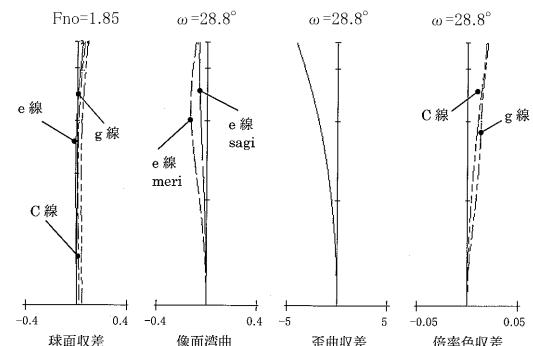
【図 2 8】



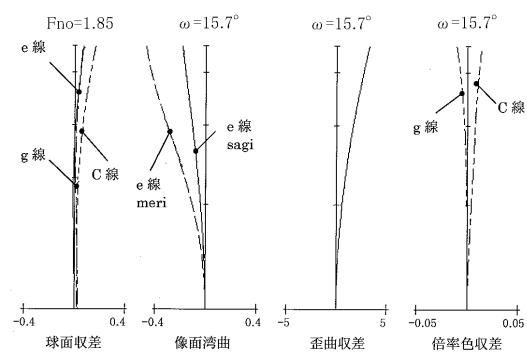
【図 2 9】



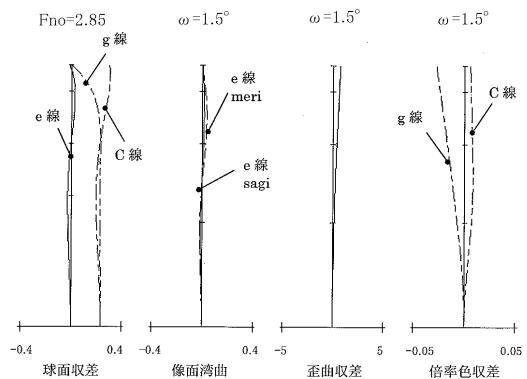
【図 3 0】



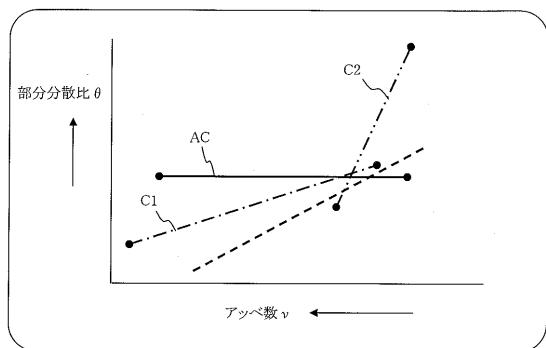
【図 3 1】



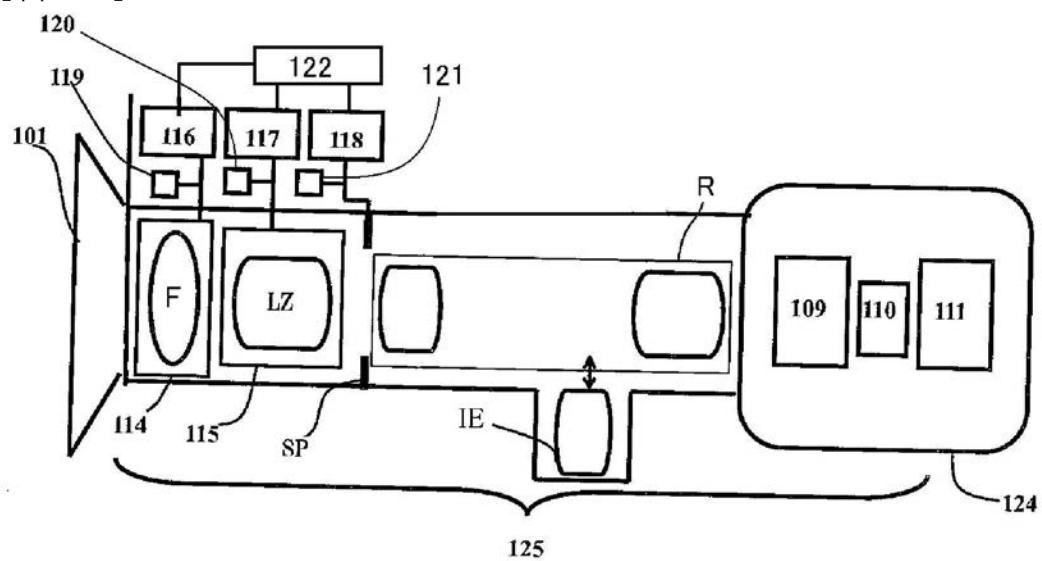
【図 3 2】



【図3-3】



【図3-4】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-321496(JP,A)
特開2004-109993(JP,A)
特開2002-169091(JP,A)
特開2000-089109(JP,A)
特開昭61-169808(JP,A)
特開2002-062478(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 9 / 00 - 17 / 08
G 02 B 21 / 02 - 21 / 04
G 02 B 25 / 00 - 25 / 04