

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-266344

(P2005-266344A)

(43) 公開日 平成17年9月29日(2005.9.29)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 15/20

G02B 13/18

F I

G02B 15/20

G02B 13/18

テーマコード (参考)

2H087

審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2004-79042 (P2004-79042)

(22) 出願日 平成16年3月18日 (2004.3.18)

(71) 出願人 000000527

ペンタックス株式会社

東京都板橋区前野町2丁目36番9号

(74) 代理人 100083286

弁理士 三浦 邦夫

(74) 代理人 100120204

弁理士 平山 巖

(72) 発明者 榎本 隆

東京都板橋区前野町2丁目36番9号 ペンタックス株式会社内

最終頁に続く

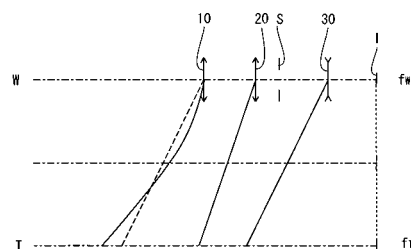
(54) 【発明の名称】ズームレンズ系

(57) 【要約】

【課題】 3群以上のコンパクトカメラ用のテレフォトタイプズームレンズ系において、一層の小型化、特にレンズ径方向の小型化と高変倍比化の両立を図る。

【解決手段】 ズーミング時に移動する n 個 ($n \geq 3$) のレンズ群を備え、その最も物体側の第1レンズ群が正の屈折力を有し、最も像側の最終レンズ群が負の屈折力を有するズームレンズ系において、第1レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離を、最短焦点距離と最長焦点距離の間の中間焦点距離において最短とした。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ズーム時に移動する n 個 ($n \geq 3$) のレンズ群を備え、その最も物体側の第 1 レンズ群が正の屈折力を有し、最も像側の最終レンズ群が負の屈折力を有するズームレンズ系において、

第 1 レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離が、最短焦点距離と最長焦点距離の間の中間焦点距離において最短となることを特徴とするズームレンズ系。

【請求項 2】

請求項 1 記載のズームレンズ系において、次の条件式 (1) を満足するズームレンズ系。

$$(1) \quad 1.0 < f_M / f_W < 3.0$$

但し、

f_M : 第 1 レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離が最小となる中間焦点距離、

f_W : 全系の短焦点距離端における焦点距離。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 記載のズームレンズ系において、次の条件式 (2) を満足するズームレンズ系。

$$(2) \quad 0.3 < (LD_W - LD_M) / (f_T / f_W) < 1.0$$

但し、

LD_W : 短焦点距離端における第 1 レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離

LD_M : 中間焦点距離 f_M における第 1 レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離

f_T : 全系の長焦点距離端における焦点距離。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、次の条件式 (3) を満足するズームレンズ系。

$$(3) \quad 0 < LD_T - LD_W$$

但し、

LD_T : 長焦点距離端における第 1 レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離。

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、次の条件式 (4) を満足するズームレンズ系。

$$(4) \quad 0.3 < (LD_T - LD_W) / (f_T / f_W) < 0.9$$

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、次の条件式 (5) を満足するズームレンズ系。

$$(5) \quad 3 < f_T / f_W$$

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、 $n = 3$ であり、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、正の屈折力を有する第 2 レンズ群、及び負の屈折力を有する第 3 レンズ群からなっているズームレンズ系。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、 $n = 4$ であり、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群、負の屈折力を有する第 2 レンズ群、正の屈折力を有する第 3 レンズ群及び負の屈折力を有する第 4 レンズ群からなっているズームレンズ系。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

請求項 8 記載のズームレンズ系において、次の条件式 (6) を満足するズームレンズ系。

$$(6) \quad 1.2 < f_M / f_W < 3.0$$

【請求項 10】

請求項 8 または 9 記載のズームレンズ系において、次の条件式 (7) を満足するズームレンズ系。

$$(7) \quad 0.3 < (L D_T - L D_W) / (f_T / f_W) < 0.7$$

【請求項 11】

請求項 8 ないし 10 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、次の条件式 (8) を満足するズームレンズ系。

$$(8) \quad 0.3 < (d_{23W} - d_{23T}) / (f_T / f_W) < 1.5$$

10

但し、

d_{23W} : 短焦点距離端での第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の軸上空気間隔、

d_{23T} : 長焦点距離端での第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の軸上空気間隔。

【請求項 12】

請求項 8 ないし 11 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、次の条件式 (9) を満足するズームレンズ系。

$$(9) \quad -1.2 < f_T / f_{2G} < -0.9$$

但し、

f_{2G} : 第 2 レンズ群の焦点距離。

【請求項 13】

20

請求項 8 ないし 12 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、次の条件式 (10) を満足するズームレンズ系。

$$(10) \quad 1.05 < h_{3G} / h_1 < 1.30$$

但し、

h_{3G} : 第 3 レンズ群の最終面に入射する近軸光線の高さ h 、

h_1 : 第 1 レンズ群の第 1 面に入射する近軸光線の高さ h 。

【請求項 14】

請求項 8 ないし 13 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、次の条件式 (11) を満足するレンズを含むズームレンズ系。

$$(11) \quad 4.5 < f_T / f_W$$

30

【請求項 15】

請求項 8 ないし 14 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、第 2 レンズ群は、次の条件式 (12) を満足する非球面を少なくとも一面有するレンズを含むズームレンズ系。

$$(12) \quad 3 < I(2G)_{asp} < 9$$

但し、

$I(2G)_{asp}$: 短焦点距離端の焦点距離を 1.0 に換算したときの非球面による球面収差係数の変化量。

【請求項 16】

請求項 8 ないし 15 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、第 3 レンズ群は、次の条件式 (13) を満足する非球面を少なくとも一面有するレンズを含むズームレンズ系。

40

$$(13) \quad -4.0 < I(3G)_{asp} < -1.0$$

但し、

$I(3G)_{asp}$: 短焦点距離端の焦点距離を 1.0 に換算したときの非球面による球面収差係数の変化量。

【請求項 17】

請求項 1 ないし 16 のいずれか 1 項記載のズームレンズ系において、負の屈折力を有する最終レンズ群は、次の条件式 (14) を満足する非球面を少なくとも一面有するレンズを含むズームレンズ系。

50

(1 4) $0 < V_{asp} < 3$

但し、

V_{asp} ：短焦点距離端の焦点距離を 1 . 0 に換算したときの非球面による球面収差係数の変化量。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、写真用カメラ、特に携帯時には撮影レンズをカメラボディ内に収納可能なレンズシャッター式カメラに用いられるズームレンズ系に関する。

【背景技術】

【0002】

コンパクトカメラ用のズームレンズ系は、レンズ後方にミラーの配置スペースを要する一眼レフカメラ用のズームレンズ系と異なり、長いバックフォーカスを必要としない。このようなバックフォーカスの制約の少ないズームレンズ系としては、テレフォトタイプ（プラスリーディングレンズ、物体側から順に正負レンズが位置する）が一般的に用いられている。

【0003】

このテレフォトタイプでは、ズーム比（変倍比）が比較的小さい（例えば 3 ～ 4 倍程度）ときには、物体側から順に、正、正、負の 3 群タイプが用いられている。

【特許文献 1】特開平 0 6 - 1 9 4 5 7 3 号公報

【特許文献 2】特開平 0 9 - 1 2 0 0 2 8 号公報

【特許文献 3】特開平 1 0 - 2 6 8 1 9 1 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年では、コンパクトカメラ用のズームレンズ系においても更なる高変倍比化と小型化が望まれている。特許文献 1 ないし 3 においても小型でかつ高変倍比を有するズームレンズ系を得ることを目的としているが、いずれも主に、撮影時及び収納時の光軸方向の小型化を課題としており、光軸に垂直な方向、即ちレンズ径方向に小型化するという課題を解決しようとしているものは無かった。

【0005】

本発明の目的は、3 群以上のコンパクトカメラ用のテレフォトタイプズームレンズ系において、一層の小型化、特にレンズ径方向の小型化と高変倍比化の両立を図ることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

従来のテレフォトタイプでは、短焦点距離端から長焦点距離端へのズーミングに際し、正の第 1 レンズ群から負の最終レンズ群迄の距離が一定か単調に増加していた。この場合、短焦点距離端から長焦点距離端すべての焦点距離領域で必要な周辺光量が確保できるように各レンズ径を定めると、第 1 レンズ群の最大径を規定するのは画角が最も広い短焦点距離端ではなく中間焦点距離状態であることが発明者の解析により分かった。そこで本発明は、正の第 1 レンズ群から負の最終レンズ群迄の距離（以下では単に「レンズ全長」又は「LD」という。）が中間焦点距離において最短になるように第 1 レンズ群を移動すれば、中間焦点距離での周辺光量が確保されることから第 1 レンズ群を小径化することができ、これによりレンズ径方向の小型化が可能であるとの着眼に基づいて完成されたものである。

【0007】

すなわち、本発明は、ズーミング時に移動する n 個（ $n \geq 3$ ）のレンズ群を備え、その最も物体側の第 1 レンズ群が正の屈折力を有し、最も像側の最終レンズ群が負の屈折力を有するズームレンズ系において、第 1 レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も

10

20

30

40

50

像側の面迄の距離が、最短焦点距離と最長焦点距離の間の中間焦点距離において最短となることを特徴としている。

【0008】

ズームレンズ系は、次の条件式(1)を満足することが好ましい。

$$(1) \quad 1.0 < f_M / f_W < 3.0$$

但し、

f_M ：第1レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離が最小となる中間焦点距離、

f_W ：全系の短焦点距離端における焦点距離。

【0009】

またズームレンズ系は、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$(2) \quad 0.3 < (LD_W - LD_M) / (f_T / f_W) < 1.0$$

但し、

LD_W ：短焦点距離端における第1レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離、

LD_M ：中間焦点距離 f_M における第1レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離、

f_T ：全系の長焦点距離端における焦点距離。

【0010】

条件式(1)、(2)を満足することにより、第1レンズ群の小径化を達成することができる。 20

【0011】

またズームレンズ系は、高ズーム比(変倍比)を確保しつつ収差補正を良好に行えるように、次の条件式(3)又は/及び(4)を満足することが好ましい。

$$(3) \quad 0 < LD_T - LD_W$$

$$(4) \quad 0.3 < (LD_T - LD_W) / (f_T / f_W) < 0.9$$

但し、

LD_T ：長焦点距離端における第1レンズ群の最も物体側の面から最終レンズ群の最も像側の面迄の距離。

【0012】

さらにズームレンズ系は、次の条件式(5)を満足することが好ましい。 30

$$(5) \quad 3 < f_T / f_W$$

この条件式(5)を満足することで高変倍比化を達成することができる。

【0013】

上記ズームレンズ系が3群構成($n=3$)である場合は、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、正の屈折力を有する第2レンズ群、及び負の屈折力を有する第3レンズ群となる。また上記ズームレンズ系が4群構成($n=4$)である場合には、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正の屈折力を有する第3レンズ群及び負の屈折力を有する第4レンズ群となる。

【0014】

4群構成のズームレンズ系は、次の条件式(6)を満足することが好ましい。 40

$$(6) \quad 1.2 < f_M / f_W < 3.0$$

【0015】

また4群構成のズームレンズ系は、次の条件式(7)を満足することが好ましい。

$$(7) \quad 0.3 < (LD_T - LD_W) / (f_T / f_W) < 0.7$$

【0016】

さらに4群構成ズームレンズ系は、次の条件式(8)を満足することが好ましい。

$$(8) \quad 0.3 < (d_{23W} - d_{23T}) / (f_T / f_W) < 1.5$$

但し、

d_{23W} ：短焦点距離端での第2レンズ群と第3レンズ群の軸上空気間隔、 50

d_{23T} ：長焦点距離端での第2レンズ群と第3レンズ群の軸上空気間隔。

条件式(8)を満足することにより、レンズ全長の増大を防ぎながら高ズーム比が得られる。

【0017】

4群構成のズームレンズ系は、第2レンズ群の移動量を抑えることによりコンパクト化（撮影時及び収納時の光軸方向の小型化）を図ることができる。第2レンズ群の移動量を抑えるためには、次の条件式(9)を満足することが好ましい。

$$(9) \quad -1.2 < f_T / f_{2G} < -0.9$$

但し、

f_{2G} ：第2レンズ群の焦点距離。

【0018】

また4群構成のズームレンズ系は、次の条件式(10)を満足することが好ましい。

$$(10) \quad 1.05 < h_{3G} / h_1 < 1.30$$

但し、

h_{3G} ：第3レンズ群の最終面に入射する近軸光線の高さ h 、

h_1 ：第1レンズ群の第1面に入射する近軸光線の高さ h 。

この条件を満たすことで半画角 35° 以上の広角化を達成し、短焦点距離端(W)でのバックフォーカスを確保することができる。

【0019】

また4群構成のズームレンズ系は、高変倍比化を達成するため、次の条件式(11)を満足することが好ましい。

$$(11) \quad 4.5 < f_T / f_W$$

【0020】

4群構成のズームレンズ系において、第2レンズ群は、次の条件式(12)を満足する非球面を少なくとも一面有するレンズを含むことが好ましい。

$$(12) \quad 3 < I(2G)_{asp} < 9$$

但し、

$I(2G)_{asp}$ ：短焦点距離端の焦点距離を1.0に換算したときの非球面による球面収差係数の変化量。

この条件を満たすことにより、レンズ移動量を抑えるために第2レンズ群のパワーを大きくしたときにも、レンズ枚数を増やさずに群収差の補正を行うことができる。

【0021】

4群構成のズームレンズ系において、第3レンズ群は、次の条件式(13)を満足する非球面を少なくとも一面有するレンズを含むことが好ましい。

$$(13) \quad -4.0 < I(3G)_{asp} < -1.0$$

但し、

$I(3G)_{asp}$ ：短焦点距離端の焦点距離を1.0に換算したときの非球面による球面収差係数の変化量。

この条件を満たすことで第3レンズ群のレンズ枚数が減少し、特に球面収差を良好に補正することができる。

【0022】

3群以上のズームレンズ系において、負の屈折力を有する最終レンズ群は、次の条件式(14)を満足する非球面を少なくとも一面有するレンズを含むことが好ましい。

$$(14) \quad 0 < V_{asp} < 3$$

但し、

V_{asp} ：短焦点距離端の焦点距離を1.0に換算したときの非球面による球面収差係数の変化量。

この条件を満たすことにより、最終レンズ群のレンズ枚数が減少し、特に短焦点距離端の歪曲収差を良好に補正することができる。

【発明の効果】

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

本発明によれば、3群以上のプラスリーディングのテレフトタイプのズームレンズ系において、一層の小径化、特にレンズ径方向の小型化と高変倍比化の両立を図ることができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 4 】

図1は、本発明を適用した3群タイプのテレフトタイプズームレンズ系の簡易移動図である。すなわち、3群タイプは、物体側から順に、正のパワーの第1レンズ群10、絞りS、正のパワーの第2レンズ群20及び負のパワーの第3レンズ群30からなっている。Iは像面を示す。短焦点距離端(W)から長焦点距離端(T)へのズームングに際し、正の第1レンズ群10は図1に破線で示す第3レンズ群の移動軌跡と平行な移動軌跡(ズームングに際してLDが一定となる移動軌跡)よりも一旦像側に移動してから物体側に移動し、正の第2レンズ群20及び負の第3レンズ群30は単調に物体側へ移動する。このとき、第1レンズ群10と第2レンズ群20の間隔は一旦縮まって再び増加し、第2レンズ群20と第3レンズ群30の間隔は減少する。絞りSは第2レンズ群20と一緒に移動する。この結果、第1レンズ群10の最も物体側の面(第1面)から第3レンズ群(最終レンズ群)30の最も像側の面(最終面)までの距離は、短焦点距離端(W)において最短にならず、短焦点距離端(W)から長焦点距離端(T)の間の中間焦点距離 f_m において最短になる。

10

【 0 0 2 5 】

図2は、本発明を適用した4群タイプのテレフトタイプズームレンズ系の簡易移動図である。すなわち、4群タイプは、物体側から順に、正のパワーの第1レンズ群40、負のパワーの第2レンズ群50、正のパワーの第3レンズ群60、絞りS及び負のパワーの第4レンズ群70からなっている。Iは像面を示す。短焦点距離端(W)から長焦点距離端(T)へのズームングに際し、正の第1レンズ群40は図2に破線で示す第4レンズ群の移動軌跡と平行な移動軌跡(ズームングに際してLDが一定となる移動軌跡)よりも一旦像側に移動してから物体側に移動し、負の第2レンズ群50、正の第3レンズ群60及び負の第4レンズ群70は単調に物体側に移動する。このとき、第1レンズ群40と第2レンズ群50の間隔は一旦縮まって再び増加し、第2レンズ群50と第3レンズ群60の間隔は単調に減少し、第3レンズ群60と第4レンズ群70の間隔は単調に減少する。絞りSは第3レンズ群60と一緒に移動する。この結果、第1レンズ群40の最も物体側の面(第1面)から第4レンズ群(最終レンズ群)70の最も像側の面(最終面)までの距離は、短焦点距離端(W)において最短にならず、短焦点距離端(W)から長焦点距離端(T)の間の中間焦点距離 f_m において最短になる。

20

30

【 0 0 2 6 】

図3は、本発明を適用した4群タイプのテレフトタイプズームレンズ系の簡易移動図であって、切替移動のある移動軌跡の例である。この4群タイプは、物体側から順に、正のパワーの第1レンズ群80、負のパワーの第2レンズ群90、正のパワーの第3レンズ群100、絞りS及び負のパワーの第4レンズ群110からなっている。Iは像面を示す。短焦点距離端(W)から長焦点距離端(T)へのズームングに際し、第1レンズ群80は短焦点距離端(W)から焦点距離 f_{m1} までの焦点距離域ZWの途中の中間焦点距離 f_m で図3に破線で示す第4レンズ群と平行な移動軌跡(ズームングに際してLDが一定となる移動軌跡)よりも一旦像側に移動してから物体側に移動し、第2レンズ群90、第3レンズ群100及び第4レンズ群110は短焦点距離端(W)から焦点距離 f_{m1} までの焦点距離域ZWで共に物体側に移動する。そして第1レンズ群80、第2レンズ群90、第3レンズ群100及び第4レンズ群110は、焦点距離 f_{m1} において所定の距離だけ像側に移動して切替後焦点距離 f_{m2} となり、さらに切替後焦点距離 f_{m2} から長焦点距離端(T)までの焦点距離域ZTで共に物体側に移動する。また、第2レンズ群90と第3レンズ群100は、焦点距離域ZWでその間隔を一定(d_1)に保持し、焦点距離 f_{m1} においてその間隔を狭め(d_2)、さらに焦点距離域ZTでその狭めた間隔(d_2)を

40

50

保持する。焦点距離 f_{m1} は焦点距離域 ZW に属し、切替後焦点距離 f_{m2} は焦点距離 f_{m1} において第 1 レンズ群 80 と第 4 レンズ群 110 が像側へ移動し、かつ第 2 レンズ群 90 と第 3 レンズ群 100 が間隔を狭めたときの焦点距離である。絞り S は、第 3 レンズ群 100 と第 4 レンズ群 110 の間に位置し、ズーミングに際し第 3 レンズ群 100 とともに移動する。この結果、第 1 レンズ群 80 の最も物体側の面（第 1 面）から第 4 レンズ群（最終レンズ群）110 の最も像側の面（最終面）までの距離は、短焦点距離端（ W ）において最短にならず、短焦点距離端（ W ）から長焦点距離端（ T ）の間の中間焦点距離 f_M において最短になる。

【0027】

このように、第 1 レンズ群の第 1 面から最終レンズ群の最終面までの距離 LD が短焦点距離端（ W ）で最短にならず、中間焦点距離 f_M において最短になるようにズーミング基礎軌跡を定めると、中間焦点距離 f_M における最周辺光束（最大像高に向かう光束）の第 1 レンズ群通過高さが下がるので短焦点距離 f_W において第 1 レンズ群に最も高い光線が通過することとなり、第 1 レンズ群の径、ひいては全系の径を縮小することができる。これにより、レンズ径方向の小型化を図れる。さらに、全系の径を縮小することでレンズ厚も小さくでき、レンズ群が薄くなりひいては収納長の短縮（カメラの薄型化）も図ることができる。

【0028】

図 29 ないし図 31 は、レンズ全長（ $LD = TL - FB$ ）を、短焦点距離端（ W ）で最短とする場合と、中間焦点距離 f_M で最短とする場合とを比較して描いた図である。図 29 は本願実施例 1（詳しくは後述）によるズームレンズ系の短焦点距離端（ W ） $f=39.000$ におけるレンズ構成図、図 30 は図 29 のズームレンズ系を、短焦点距離端（ W ）でレンズ全長が最短となる従来の移動軌跡で焦点距離 $f=50.000$ にズーミングした時のレンズ構成図、図 31 は図 29 のズームレンズ系を、短焦点距離端（ W ）と長焦点距離端（ T ）との間の中間焦点距離 f_M でレンズ全長が最短となる本願発明の移動軌跡で焦点距離 $f=50.000$ にズーミングした時のレンズ構成図である。いずれの図においても、 F_{N0} で決まる軸上光束と最大像高（ $y=21.64$ ）の光束が描かれている。また図 30 及び図 31 では、各最大像高における周辺光量が同じになるように上光線と下光線を決定している。図 30 と図 31 を見ると、最大像高の光束が第 1 レンズ群の最も物体側の面を通過する時の光軸からの高さ a は、本願実施例の移動軌跡でズーミングさせた場合（図 31）のほうが、従来の移動軌跡でズーミングさせた場合（図 30）よりも明らかに低いことが分かる。また、最大像高の光束が第 1 レンズ群の最も物体側の面を通過する時の光軸からの高さ a は、従来の移動軌跡でズーミングさせた場合は短焦点距離端（ W ）よりも焦点距離 50.000 で高くなるのに対し、本願実施例の移動軌跡でズーミングさせた場合は短焦点距離端（ W ）よりも焦点距離 50.000 で低くなっている。従って、本願実施例のようにレンズ全長（ LD ）が中間焦点距離 f_M で最短となるようにズーミング移動軌跡を設定すれば、第 1 レンズ群を通過する最周辺光束の高さは最も画角の広い短焦点距離端で最大となり、長焦点距離端に向かうにつれて第 1 レンズ群の最も物体側の面に入射する光束の高さ a をより低くなるため、周辺光量を確保しつつ第 1 レンズ群の径を従来よりも小さくすることができる。第 1 レンズ群を小径化すれば、全系の径を縮小することで、レンズ径方向の小型化を図れると共にレンズ厚を小さくして薄型化（光軸方向の小型化）も図ることができる。

【0029】

条件式（1）～（5）及び（14）は、レンズ構成が 3 群以上である場合の条件である。

【0030】

条件式（1）は、第 1 レンズ群の径を小さくするために最適な、レンズ全長 LD を最短とする中間焦点距離 f_M を定めている。

条件式（1）の上限を超えると、レンズ全長 LD を最短とする中間焦点距離 f_M が短焦点距離端（ W ）に近づき過ぎ、条件式（1）の下限を超えると中間焦点距離 f_M が長焦点距離端（ T ）に近づき過ぎてしまう。いずれの場合にも、第 1 レンズ群の小径化の効果が

期待できない。

【0031】

条件式(2)は、中間焦点距離 f_M でレンズ全長 L_D を最短とする効果的な条件を定めている。

条件式(2)の上限を超えると、中間焦点距離 f_M においてレンズ全長 L_D が短くなりすぎ、収差補正が困難になる。条件式(2)の下限を超えると、中間焦点距離 f_M と短焦点距離端(W)でのレンズ全長の差が小さくなり、第1レンズ群の小径化の効果が減少する。

【0032】

条件式(3)は、短焦点距離端(W)及び長焦点距離端(T)でのレンズ全長 L_D に関するもので、ズーム比(変倍比)を大きくしつつ、収差補正を良好に行なうための条件である。

条件式(3)の下限を超えると、すなわち長焦点距離端でのレンズ全長が短焦点距離端でのレンズ全長以下になると、各レンズ群の移動量に制約ができるため、高変倍比化できなくなる。低変倍比の光学系に本願を適用することは勿論可能であるが、適用意義がほとんど無い。

【0033】

条件式(4)は、短焦点距離端(W)から長焦点距離端(T)までのレンズ全長 L_D の変化量に関するもので、ズーム比(変倍比)を大きくしつつ、収差補正を良好に行なうための条件である。

条件式(4)の上限を超えると、各レンズ群の移動量が大きくなり、光学的には高変倍比化と収差補正に有利であるが長焦点距離端(T)側のレンズ全長 L_D が長くなりすぎ、メカ構成が困難となる。条件式(4)の下限を超えると、各レンズ群の移動量を十分確保することが困難となり、無理に高変倍比化しようとするれば各群のパワーが強くなり、特に長焦点距離端(T)側の収差補正が困難になる。非球面等で光学的には補正できたとしても、各レンズ群が高い組立誤差感度を有するので、実用的とは言えない。

【0034】

条件式(5)は、ズームレンズ系の全系の変倍比を定めている。

条件式(5)の下限を下回るような低変倍比の光学系に対して本願構成を採ることは不可能ではないが、適用意義はほとんど無い。

【0035】

条件式(6)～(13)は、レンズ構成が4群構成(つまり、物体側から順に正負正負)である場合の条件である。

【0036】

条件式(6)は、第1レンズ群の径を小さくするために最適な、レンズ全長を最短とする中間焦点距離 f_M を定めている。

条件式(6)の上限又は下限を超えると、中間焦点距離 f_M が短焦点距離端(W)又は長焦点距離端(T)に近づき過ぎ、第1レンズ群の小径化による効果が期待できない。条件式(1)に比べて下限側が狭くなっているのは、4群構成の場合、より高変倍比化が容易となるが、その場合には f_M を3群構成の場合よりやや長焦点距離端側に設定した方が第1レンズ群の小径化に有利だからである。

【0037】

条件式(7)は、短焦点距離端(W)から長焦点距離端(T)までのレンズ全長 L_D の変化量に関するもので、ズーム比(変倍比)を大きくしつつ、収差補正を良好に行なうための条件である。

条件式(7)の上限を超えると、各レンズ群の移動量が大きくなり、光学的には高変倍比化と収差補正に有利であるが長焦点距離端(T)側のレンズ全長 L_D が長くなりすぎ、メカ構成が困難となる。条件式(7)の下限を超えると、各レンズ群の移動量を十分確保することが困難となり、特に長焦点距離端(T)側の収差補正が困難になる。非球面等で光学的には補正できたとしても、各レンズ群が高い組立誤差感度を有するので、実用的と

10

20

30

40

50

は言えない。条件式(4)に比べて上限側が狭くなっているのは、4群構成の場合、ズームングの為に移動できるレンズ群が多いので、レンズ全長の変化が少なくても効果が得られるからである。

【0038】

条件式(8)は、第2レンズ群と第3レンズ群の群間隔変化量に関するもので、レンズ全長の増大を防ぎながら、変倍比(ズーム比)を大きくするための条件である。

条件式(8)の上限を超えると、第2レンズ群と第3レンズ群の群間隔変化量が大きくなり、収差補正と高変倍比化には有利であるがレンズ全長が長くなって好ましくない。条件式(8)の下限を超えると、第2レンズ群、第3レンズ群の群間隔変化量が小さく、第2、第3レンズ群による変倍効果が弱くなり、4群構成としての十分な変倍効果が得られない。

10

【0039】

条件式(9)は、第2レンズ群の焦点距離に関する条件である。この条件を満たすことにより、第2レンズ群に最適なパワーを配置することができ、高変倍比化した時にも第2レンズ群の移動量を抑え、コンパクト化を図ることができる。

条件式(9)の下限を超えると、第2レンズ群のパワーが強くなりすぎ、該第2レンズ群の持つ収差が大きくなって変倍による収差変動を補正することが困難になる。条件式(9)の上限を超えると、第2レンズ群のパワーが小さくなりすぎ、高変倍比化すると第2レンズ群の移動量が大きくなってコンパクト化が図れない。

【0040】

20

条件式(10)は、第3レンズ群の最終面の近軸 h (近軸光束の最周辺光が通過する点の光軸からの高さ)と第1レンズ群の第1面の近軸 h の比に関する条件で、この条件を満たすことで短焦点距離端において半画角 35° 以上の広角化(短焦点距離化)をしながら、短焦点距離端(W)でのバックフォーカスを確保することができる。条件式(10)の上限を超えると、第1レンズ群から第3レンズ群までの収差補正が困難になり、収差補正を良好に行なうためにはレンズ枚数が増えて大型化する。条件式(10)の下限を超えると、半画角 35° 以上とした時バックフォーカスを確保することが困難になる。バックフォーカスが短くなりすぎると第4レンズ群のレンズ径が大きくなり過ぎ、本願発明による第1レンズ群のレンズ径を小さくする効果の意味が薄れてしまうと共に、最も像面側のレンズ面に付着した異物等の影が像面に達してしまうという問題が発生する。

30

【0041】

条件式(11)は、ズームレンズ系の全系の変倍比を定めている。条件式(11)の下限を下回るような光学系に対しても本願構成を採用ことは可能であるが、その意義はほとんど無い。

【0042】

条件式(12)は、レンズ移動量を抑えるために第2レンズ群のパワーを大きくしたときレンズ枚数を増やさずに群収差の補正を行えるように、第2レンズ群中に少なくとも一面の非球面を用いる場合の非球面量に関する条件である。この条件を満たすことで、特に球面収差を良好に補正することができる。

条件式(12)の上限を超えると、非球面量が大きくなり、製造困難である。条件式(12)の下限を超えると、非球面による球面収差補正効果が十分に得られない。

40

【0043】

条件式(13)は、球面収差を補正するために、第3レンズ群中に少なくとも一面の非球面を用いる場合の非球面量に関する条件である。

条件式(13)の上限を超えると、非球面による球面収差補正効果が十分に得られない。条件式(13)の下限を超えると、非球面量が大きくなり、製造困難となる。

【0044】

条件式(14)は、群収差を補正するため、最終レンズ群中に少なくとも一面の非球面を用いる場合の非球面量に関する条件である。この条件を満たすことにより、最終レンズ群のレンズ枚数が減少し、特に短焦点距離端(W)での歪曲収差を良好に補正することが

50

できる。

条件式 (1 4) の上限を超えると、非球面量が大きくなり、製造困難となる。条件式 (1 4) の下限を超えると、非球面による歪曲収差補正効果が十分に得られない。

【 0 0 4 5 】

次に具体的な実施例を示す。諸収差図中、球面収差で表される色収差 (軸上色収差) 図及び倍率色収差図中の d 線、g 線、c 線はそれぞれの波長に対する収差であり、S はサジタル、M はメリディオナルである。表中の F_{N0} は F ナンバー、f は全系の焦点距離、W は半画角 (°) 、 f_B はバックフォーカス、r は曲率半径、d はレンズ厚またはレンズ間隔、 N_d は d 線に対する屈折率、 ν はアッペ数を示す。

回転対称非球面は次式で定義される。

$$x=cy^2/[1+[1-(1+K)c^2y^2]^{1/2}]+A4y^4+A6y^6+A8y^8+A10y^{10}+A12y^{12}+\dots$$

(但し、c は曲率 (1 / r) 、y は光軸からの高さ、K は円錐係数、A 4、A 6、A 8、 \dots は各次数の非球面係数)

【 0 0 4 6 】

また、非球面係数と収差係数との間には、次の関係がある。

1 . 非球面形状を次式で定義する。

$$x=cy^2/[1+[1-(1+K)c^2y^2]^{1/2}]+A4y^4+A6y^6+A8y^8+A10y^{10}+\dots$$

(但し、x : 非球面形状、c : 曲率、y : 光軸からの高さ、K : 円錐係数)

2 . この式において、収差係数を求めるため、 $K=0$ に変換する ($K=0$ のときは、 $B_i=A_i$) ため、

$$B4=A4+Kc^3/8,$$

$$B6=A6+(K^2+2K)c^5/16,$$

$$B8=A8+5(K^3+3K^2+3K)c^7/128$$

$$B10=A10+7(K^4+4K^3+6K^2+4K)c^9/256$$

とすると、

$$x=cy^2/[1+[1-c^2y^2]^{1/2}]+B4y^4+B6y^6+B8y^8+B10y^{10}+\dots$$

となる。

3 . さらに、 $f=1.0$ に変換するため、

$$X=x/f, Y=y/f, C=f \cdot c,$$

$$4=f^3B4, \quad 6=f^5B6, \quad 8=f^7B8, \quad 10=f^9B10$$

とすると、

$$X=CY^2/[1+[1-C^2Y^2]^{1/2}]+4Y^4+6Y^6+8Y^8+10Y^{10}+\dots$$

となる。

4 . $=8(N'-N)/4$ で定義し、3 次の収差係数を、

I : 球面収差係数、

II : コマ収差係数、

III : 非点収差係数、

IV : 球欠像面湾曲係数、

V : 歪曲収差係数、

とすると、各収差係数の 4 次の非球面係数 (4) の影響は、

$$I=h^4$$

$$II=h^3k$$

$$III=h^2k^2$$

$$IV=h^2k^2$$

$$V=hk^3$$

(但し、h : 近軸軸上光線の通る高さ、k : 瞳の中心を通る近軸軸外光線の高さ N' : 非球面の後側の屈折率、N : 非球面の前側の屈折率) で与えられる。

【 実施例 1 】

【 0 0 4 7 】

図 4 ないし図 7 は本発明のズームレンズ系の第 1 実施例を示している。この実施例は、

10

20

30

40

50

図 1 の移動軌跡を有する 3 群タイプのテレフトタイプズームレンズ系に適用したものである。図 4 はレンズ構成図を示し、図 5、図 6 及び図 7 はそれぞれ短焦点距離 (f_w)、中間焦点距離 (f_m) 及び長焦点距離 (f_t) における諸収差図を示している。表 1 はその数値データである。 F_{N0} 、 W 、 f_B の値と第 4 面及び第 12 面の d の値は、 f_w f_m f_t の順に示している。絞り S は第 1 レンズ群 10 (第 12 面) の後方 1.00 の位置にある。第 1 レンズ群 10 は、物体側から順に、物体側に凹の負メニスカスレンズと、正単レンズからなり、第 2 レンズ群 20 は両凹負レンズと、物体側に凸の負メニスカスレンズと正レンズの接合レンズと、物体側に凸の負メニスカスレンズと正レンズの接合レンズからなり、第 3 レンズ群 30 は正単レンズと負単レンズからなっている。

【0048】

10

(表 1)

F_{N0}	=	1 : 5.1	6.5	13.2
f	=	39.00	50.00	136.00
W	=	28.4	22.8	8.9
f_B	=	9.98	18.24	67.56

面 No.	r	d	N_d	
1	-24.896	1.50	1.84666	23.8
2	-33.600	0.10	-	-
3	42.300	3.40	1.48749	70.2
4	-42.300	1.58-2.40-16.29	-	-
5	-22.785	1.50	1.88300	40.8
6	35.571	0.36	-	-
7	23.707	1.50	1.83400	37.2
8	14.791	3.12	1.76182	26.5
9	224.000	3.06	-	-
10	17.239	1.50	1.84666	23.8
11	11.785	3.84	1.58547	29.9
12*	-22.805	15.39-12.34-3.55	-	-
13*	-76.811	2.60	1.58547	29.9
14	-27.979	3.55	-	-
15	-10.447	1.50	1.69680	55.5
16	-365.980	-	-	-

20

30

*は回転対称非球面。

非球面データ (表示していない非球面係数は 0.00 である。):

面 No.	K	A_4	A_6	A_8
12	0.00	0.67142×10^{-4}	-0.63070×10^{-7}	
13	0.00	0.84681×10^{-4}	-0.23961×10^{-6}	0.71242×10^{-8}

【実施例 2】

【0049】

40

図 8 ないし図 11 は本発明のズームレンズ系の第 2 実施例を示している。この実施例は、実施例 1 と同じく、図 1 の移動軌跡を有する 3 群タイプのテレフトズームレンズ系に適用したもので、図 8 はレンズ構成図を示し、図 9、図 10 及び図 11 はそれぞれ短焦点距離 (f_w)、中間焦点距離 (f_m) 及び長焦点距離 (f_t) における諸収差図を示している。表 2 はその数値データである。 F_{N0} 、 W 、 f_B の値と第 4 面及び第 12 面の d の値は、 f_w f_m f_t の順に示している。絞り S は第 1 レンズ群 10 (第 12 面) の後方 1.00 の位置にある。

【0050】

(表 2)

$F_{N0} = 1 : 5.1$	7.4	13.0
--------------------	-----	------

50

$f = 39.00 \quad 60.00 \quad 136.00$
 $W = 28.5 \quad 19.4 \quad 8.9$
 $f_B = 10.26 \quad 25.03 \quad 68.08$

面 No.	r	d	N_d	
1	-24.388	1.50	1.84666	23.8
2	-32.252	0.10	-	-
3	42.354	3.40	1.48749	70.2
4	-42.354	2.38-5.50-16.72	-	-
5	-18.643	1.50	1.88300	40.8
6	48.203	0.20	-	-
7	22.643	1.50	1.83400	37.2
8	9.000	3.87	1.68893	31.1
9	-32.623	1.96	-	-
10	37.243	1.50	1.84666	23.8
11	15.608	3.47	1.66625	0.0
12*	-22.364	14.70-9.90-3.25	-	-
13*	-58.545	2.60	1.58547	29.9
14	-25.257	3.43	-	-
15	-9.989	1.50	1.69680	55.5
16	-160.197	-	-	-

10

20

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面 No.	K	A 4	A 6	A 8
12	0.00	0.76811×10^{-5}	-0.28541×10^{-6}	
13	0.00	0.91234×10^{-4}	-0.12119×10^{-6}	0.80186×10^{-8}

【実施例 3】

【0051】

図12ないし図15は本発明のズームレンズ系の第3実施例を示している。この実施例は、実施例1及び2と同じく、図1の移動軌跡を有する3群タイプのテレフォトズームレンズ系に適用したもので、図12はレンズ構成図を示し、図13、図14及び図15はそれぞれ短焦点距離（ f_w ）、中間焦点距離（ f_m ）及び長焦点距離（ f_t ）における諸収差図を示している。表3はその数値データである。 F_{N0} 、 W 、 f_B の値と第4面及び第12面の d の値は、 f_w f_m f_t の順に示している。絞りSは第1レンズ群10（第12面）の後方1.00の位置にある。

30

【0052】

（表3）

$F_{N0} = 1:5.1 \quad 8.5 \quad 13.0$
 $f = 39.00 \quad 70.00 \quad 136.00$
 $W = 28.5 \quad 16.9 \quad 8.9$
 $f_B = 10.24 \quad 32.26 \quad 68.14$

40

面 No.	r	d	N_d	
1	-24.470	1.50	1.84666	23.8
2	-32.300	0.10	-	-
3	42.600	3.40	1.48749	70.2
4	-42.600	2.34-6.00-16.71	-	-
5	-19.380	1.50	1.88300	40.8
6	66.339	0.53	-	-
7	24.330	1.50	1.83400	37.2

50

8	9.000	3.75	1.69865	30.1
9	-50.460	1.63	-	-
10	34.600	1.54	1.84666	23.8
11	14.677	3.55	1.66625	0.0
12*	-21.443	14.74-8.59-3.26	-	-
13*	-60.407	2.60	1.58547	29.9
14	-25.594	3.41	-	-
15	-10.014	1.50	1.69680	55.5
16	-161.880	-	-	-

*は回転対称非球面。

10

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面 No.	K	A 4	A 6	A 8
12	0.00	0.12240×10^{-4}	-0.26469×10^{-6}	
13	0.00	0.91483×10^{-4}	-0.11147×10^{-6}	0.78421×10^{-8}

【実施例 4】

【0053】

図 16 ないし図 19 は本発明のズームレンズ系の第 4 実施例を示している。この実施例は、図 2 の移動軌跡を有する 4 群タイプのテレフォトズームレンズ系に適用したもので、図 16 はレンズ構成図を示し、図 17、図 18 及び図 19 はそれぞれ短焦点距離端（ f_w ）、中間焦点距離（ f_m ）及び長焦点距離端（ f_t ）における諸収差図を示している。表 4 はその数値データである。 F_{N0} 、 W 、 f_B の値と第 4 面、第 7 面及び第 12 面の d の値は、 f_w f_m f_t の順に示している。絞り S は第 3 レンズ群 60（第 12 面）の後方 0.70 の位置にある。第 1 レンズ群 40 は、物体側から順に、物体側に凹の負メニスカスレンズと正単レンズからなり、第 2 レンズ群 50 は両凹負レンズと正レンズの接合レンズからなり、第 3 レンズ群 60 は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズと正レンズの接合レンズと正単レンズからなり、第 4 レンズ群は、物体側から順に、正単レンズと負単レンズとからなっている。

20

【0054】

（表 4）

$F_{N0} =$	1 : 4.8	7.7	12.0
$f =$	28.50	70.00	138.00
$W =$	37.1	17.2	8.8
$f_B =$	8.00	38.95	65.00

30

面 No.	r	d	N_d	
1	-28.382	1.00	1.84666	23.8
2	-51.190	0.10	-	-
3	34.000	3.00	1.60311	60.7
4	-50.661	1.80-9.02-14.70	-	-
5*	-16.815	1.00	1.77250	49.6
6	10.426	2.86	1.80518	25.4
7	28.589	3.10-2.80-0.30	-	-
8	10.888	1.00	1.80518	25.4
9	7.502	3.70	1.58913	61.2
10*	-108.815	0.20	-	-
11	43.460	2.40	1.51633	64.1
12	-21.272	11.63-3.57-3.48	-	-
13*	-113.135	2.80	1.58547	29.9
14*	-23.031	3.16	-	-
15	-9.678	1.30	1.72916	54.7

40

50

16 768.406 - - -

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面 No.	K	A 4	A 6	A 8
5	0.00	0.33220×10^{-4}	0.39879×10^{-6}	-0.35918×10^{-8}
10	0.00	0.16388×10^{-3}	0.10725×10^{-5}	-0.10973×10^{-7}
13	0.00	0.57420×10^{-4}	0.61735×10^{-6}	0.10702×10^{-7}
14	0.00	-0.46592×10^{-4}	0.10334×10^{-5}	0.60275×10^{-8}

【実施例 5】

【0055】

10

図20ないし図23は本発明のズームレンズ系の第4実施例を示している。この実施例は、第4実施例と同じく、図2の移動軌跡を有する4群タイプのテレフォトズームレンズ系に適用したもので、図20はレンズ構成図を示し、図21、図22及び図23はそれぞれ短焦点距離（ f_w ）、中間焦点距離（ f_m ）及び長焦点距離（ f_t ）における諸収差図を示している。表5はその数値データである。 F_{N0} 、 W 、 f_B の値と第4面、第7面及び第12面の d の値は、 f_w f_m f_t の順に示している。絞りSは第3レンズ群60（第12面）の後方0.70の位置にある

【0056】

（表5）

$F_{N0} =$	1 : 5.3	7.7	12.0
$f =$	28.50	70.00	138.00
$W =$	36.6	17.1	8.7
$f_B =$	8.30	39.74	65.85

20

面 No.	r	d	N_d	
1	-32.696	1.10	1.84666	23.8
2	-56.953	0.10	-	-
3	36.288	2.90	1.58913	61.2
4	-57.074	1.80-9.99-15.80	-	-
5*	-16.922	1.00	1.80400	46.6
6	10.343	2.98	1.78472	25.7
7	40.454	3.30-3.00-0.30	-	-
8	10.875	1.00	1.84666	23.8
9	7.647	3.70	1.58913	61.2
10*	-101.328	0.20	-	-
11	51.984	2.36	1.51633	64.1
12	-21.403	11.75-3.44-3.48	-	-
13*	-96.239	2.71	1.60585	27.0
14*	-22.327	3.22	-	-
15	-9.690	1.30	1.72916	54.7
16	8650.450	-	-	-

30

40

*は回転対称非球面。

非球面データ（表示していない非球面係数は0.00である。）：

面 No.	K	A 4	A 6	A 8
5	0.00	0.33464×10^{-4}	0.42469×10^{-6}	-0.50410×10^{-8}
10	0.00	0.15477×10^{-3}	0.98126×10^{-6}	-0.10973×10^{-7}
13	0.00	0.62569×10^{-4}	0.97610×10^{-6}	0.81060×10^{-8}
14	0.00	-0.19172×10^{-4}	0.12386×10^{-5}	0.60275×10^{-8}

【実施例 6】

【0057】

50

図 2 4 ないし図 2 8 は本発明のズームレンズ系の第 6 実施例を示している。この実施例は、図 3 に移動軌跡を有する 4 群タイプのテレフトズームレンズ系に適用したもので、図 2 4 はレンズ構成図を示し、図 2 5、図 2 6、図 2 7 及び図 2 8 はそれぞれ短焦点距離 (f_w)、焦点距離域 ZW 中における焦点距離 (f_{m1})、切替後、焦点距離域 ZT 中における焦点距離 (f_{m2}) 及び長焦点距離 (f_t) における諸収差図を示している。表 6 はその数値データである。 F_{N0} 、 W 、 f_B の値と第 4 面、第 7 面及び第 12 面の d の値は、 f_w f_{m1} f_{m2} - f_t の順に示している。第 2 レンズ群 90 と第 3 レンズ群 100 は、焦点距離域 ZW では第一の間隔 d_1 ($=3.60$) を維持し、焦点距離域 ZT では第二の間隔 d_2 ($=0.30$) を維持する。絞り S は第 3 レンズ群 60 (第 12 面) の後方 0.70 の位置にある。第 1 レンズ群 40 は、物体側から順に、物体側に凹の負メニスカスレンズと正単レンズからなり、第 2 レンズ群 50 は両凹負レンズと正レンズの接合レンズからなり、第 3 レンズ群 60 は、物体側から順に、物体側に凸の負メニスカスレンズと正レンズの接合レンズと正単レンズからなり、第 4 レンズ群は、物体側から順に、正単レンズと負単レンズとからなっている。

10

【0058】

(表 6)

$F_{N0} = 1 :$	5.3	9.6	9.8	- 12.5
$f =$	28.50	70.00	90.00	- 138.00
$W =$	36.5	17.2	12.9	- 8.7
$f_B =$	8.30	43.01	37.46	- 67.82

20

面 No.	r	d	N_d	
1	-32.378	1.20	1.84666	23.8
2	-58.898	0.10	-	-
3	40.369	2.80	1.61800	63.4
4	-53.821	1.88-9.44-15.10-15.59	-	-
5*	-17.750	1.20	1.80400	46.6
6	10.593	2.99	1.78472	25.7
7	42.692	3.60-3.60-0.30-0.30	-	-
8	10.938	1.20	1.84666	23.8
9	7.588	3.80	1.60970	57.8
10*	-246.158	0.20	-	-
11	55.976	2.27	1.51633	64.1
12	-22.315	12.06-2.85-6.21-3.48	-	-
13*	-72.551	2.60	1.68893	31.1
14*	-21.066	3.05	-	-
15	-9.828	1.40	1.72916	54.7
16	477.075	-	-	-

30

*は回転対称非球面。

非球面データ (表示していない非球面係数は 0.00 である。):

40

面 No.	K	A_4	A_6	A_8
5	0.00	0.30189×10^{-4}	0.36711×10^{-6}	-0.42456×10^{-8}
10	0.00	0.15502×10^{-3}	0.10025×10^{-5}	-0.10973×10^{-7}
13	0.00	0.51569×10^{-4}	0.94227×10^{-6}	0.76974×10^{-8}
14	0.00	-0.19688×10^{-4}	0.11413×10^{-5}	0.60275×10^{-8}

【0059】

各実施例の各条件式に対する値を表 7 に示す。

(表 7)

	実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5	実施例 6
条件式 (1)	1.28	1.54	1.79	1.85	1.75	1.82

50

条件式(2)	0.64	0.48	0.71	0.52	0.67	0.74
条件式(3)	2.88	2.89	2.90	1.94	2.73	1.82
条件式(4)	0.83	0.83	0.83	0.40	0.56	0.38
条件式(5)	3.49	3.49	3.49	4.84	4.84	4.84
条件式(6)	-	-	-	1.85	1.75	1.82
条件式(7)	-	-	-	0.40	0.56	0.38
条件式(8)	-	-	-	0.58	0.62	0.68
条件式(9)	-	-	-	-10.15	-9.79	-9.32
条件式(10)	-	-	-	1.14	1.16	1.15
条件式(11)	-	-	-	4.84	4.84	4.84
条件式(12)	-	-	-	4.34	4.54	4.17
条件式(13)	-	-	-	-34.43	-34.19	-34.38
条件式(14)	0.51	0.50	0.50	0.31	0.24	0.26

10

【0060】

表7からも明らかなように、実施例1ないし実施例6の数値は、条件式(1)ないし(14)を満足しており、かつ収差図に示すように各焦点距離での諸収差もよく補正されている。

【図面の簡単な説明】

【0061】

【図1】本発明を3群タイプのテレフォトタイプズームレンズ系に適用した実施形態のズームリング基礎軌跡を示す簡易移動図である。 20

【図2】本発明を4群タイプのテレフォトタイプズームレンズ系に適用した実施形態のズームリング基礎軌跡を示す簡易移動図である。

【図3】本発明を4群タイプのテレフォトタイプズームレンズ系に適用した実施形態のズームリング基礎軌跡を示す簡易移動図であって、中間焦点距離で切替移動のある移動軌跡の例である。

【図4】本発明によるズームレンズ系の第1実施例のレンズ構成図である。

【図5】図4のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図6】図4のレンズ構成の中間焦点距離における諸収差図である。

【図7】図4のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。 30

【図8】本発明によるズームレンズ系の第2実施例のレンズ構成図である。

【図9】図8のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図10】図8のレンズ構成の中間焦点距離における諸収差図である。

【図11】図8のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図12】本発明によるズームレンズ系の第3実施例のレンズ構成図である。

【図13】図12のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図14】図12のレンズ構成の中間焦点距離における諸収差図である。

【図15】図12のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図16】本発明によるズームレンズ系の第4実施例のレンズ構成図である。

【図17】図16のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。 40

【図18】図16のレンズ構成の中間焦点距離における諸収差図である。

【図19】図16のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図20】本発明によるズームレンズ系の第5実施例のレンズ構成図である。

【図21】図20のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図22】図20のレンズ構成の中間焦点距離における諸収差図である。

【図23】図20のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図24】本発明によるズームレンズ系の第6実施例のレンズ構成図である。

【図25】図24のレンズ構成の短焦点距離端における諸収差図である。

【図26】図24のレンズ構成の中間焦点距離における諸収差図である。

【図27】図24のレンズ構成の切替後中間焦点距離における諸収差図である。 50

【図 28】図 24 のレンズ構成の長焦点距離端における諸収差図である。

【図 29】図 4 のズームレンズ系に対して光束を描いた図である。

【図 30】図 4 のズームレンズ系を従来の移動軌跡によって焦点距離 50.000 に変倍した時のレンズ構成図である。

【図 31】図 4 のズームレンズ系を本願の移動軌跡によって焦点距離 50.000 に変倍した時のレンズ構成図である。

【符号の説明】

【 0 0 6 2 】

1 0 4 0 8 0 第 1 レンズ群

2 0 5 0 9 0 第 2 レンズ群

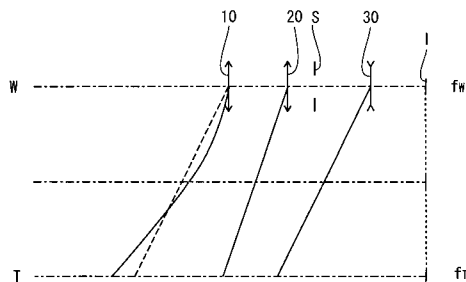
3 0 6 0 1 0 0 第 3 レンズ群

1 1 0 第 4 レンズ群

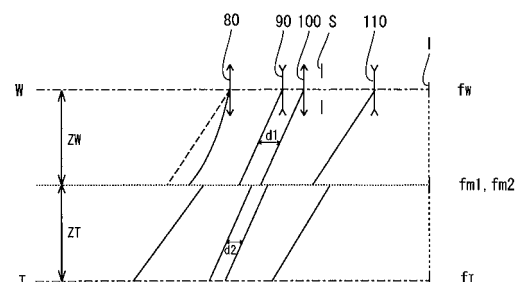
S 絞り

10

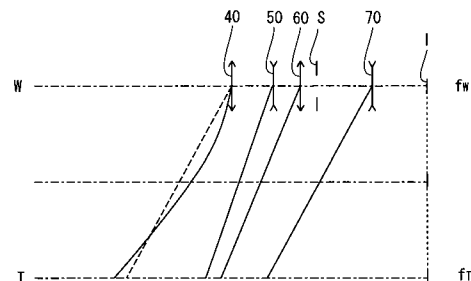
【図 1】



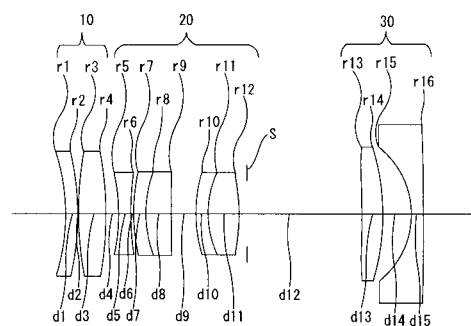
【図 3】



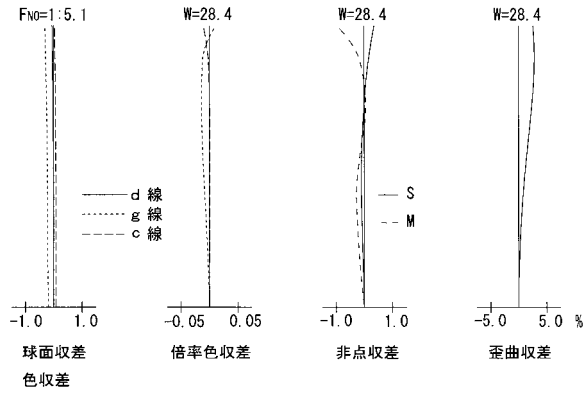
【図 2】



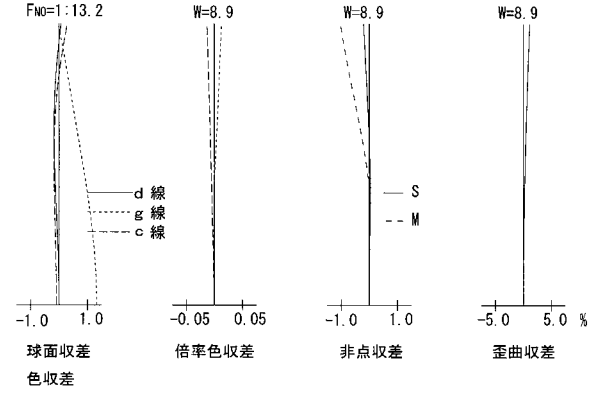
【図 4】



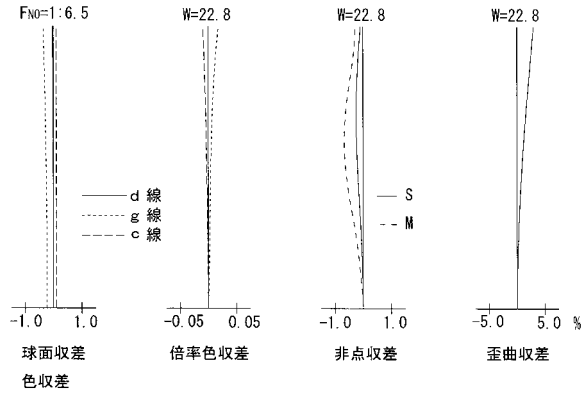
【図 5】



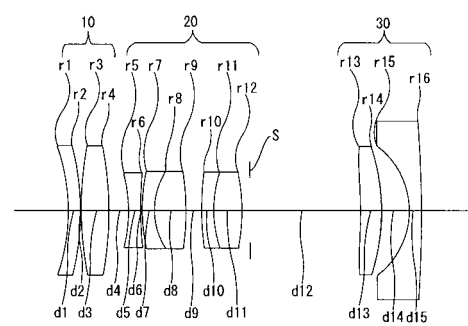
【図 7】



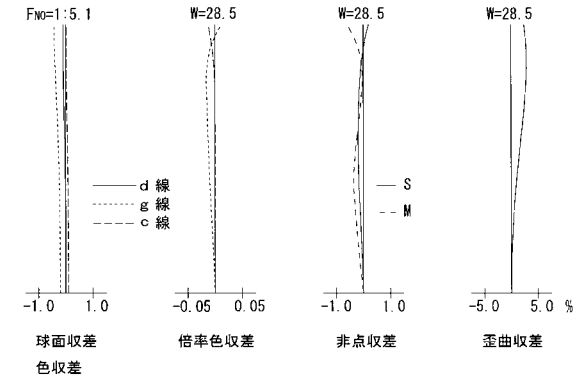
【図 6】



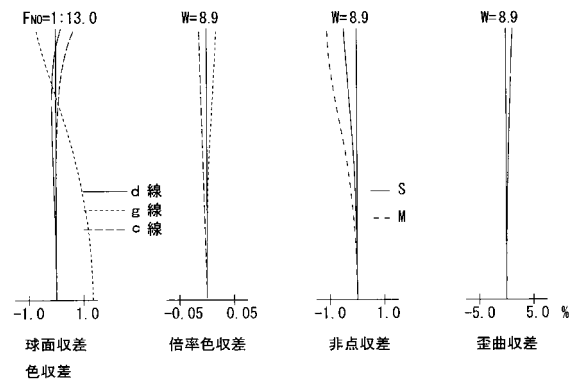
【図 8】



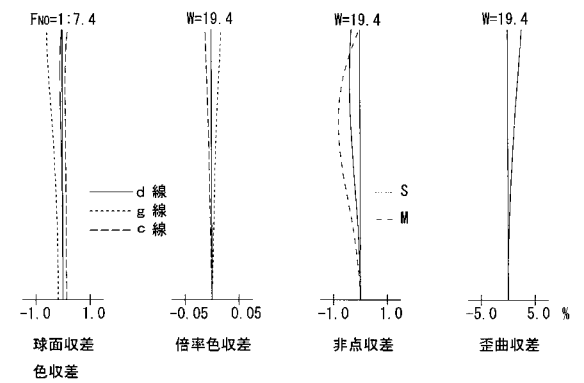
【図 9】



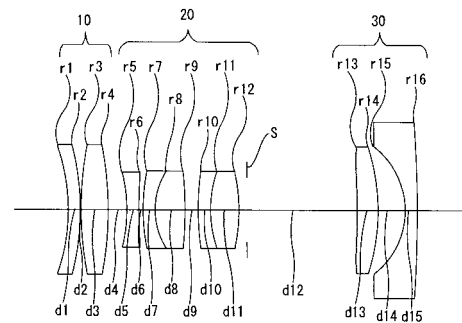
【図 11】



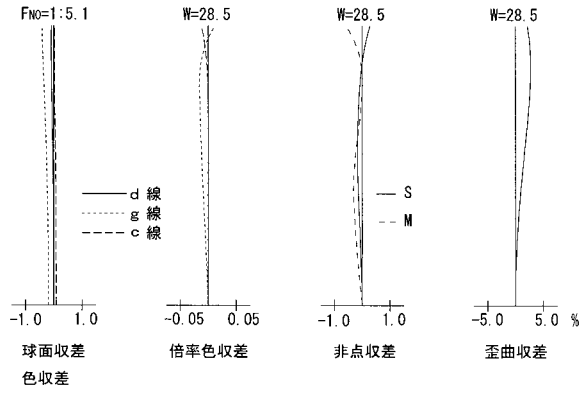
【図 10】



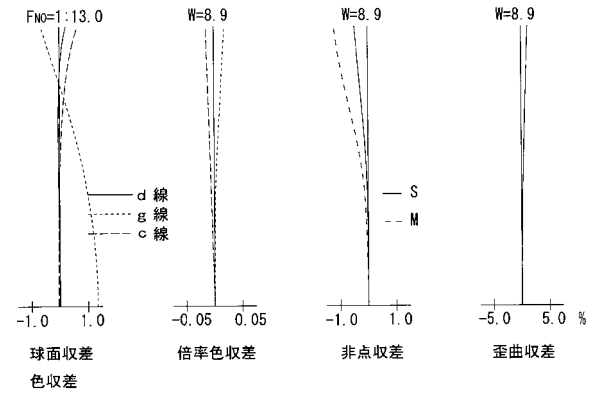
【図 12】



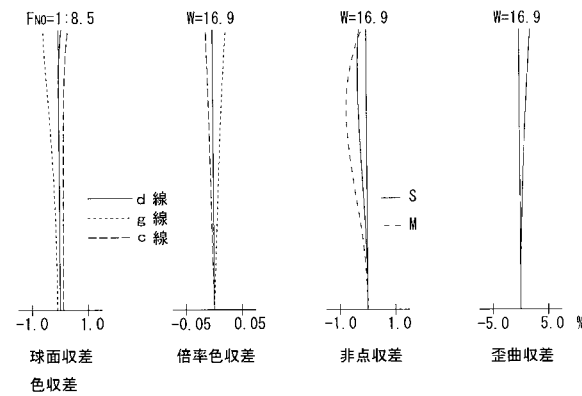
【図 13】



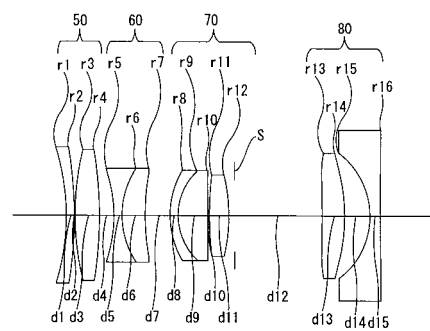
【図 15】



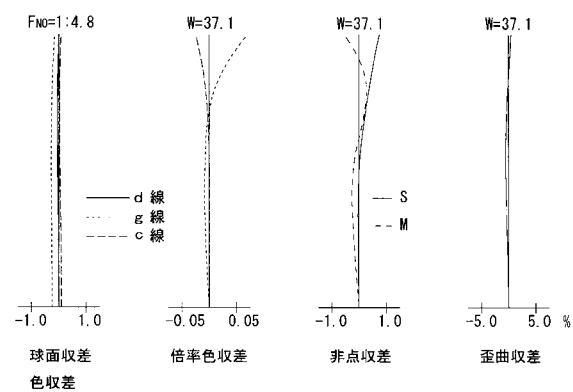
【図 14】



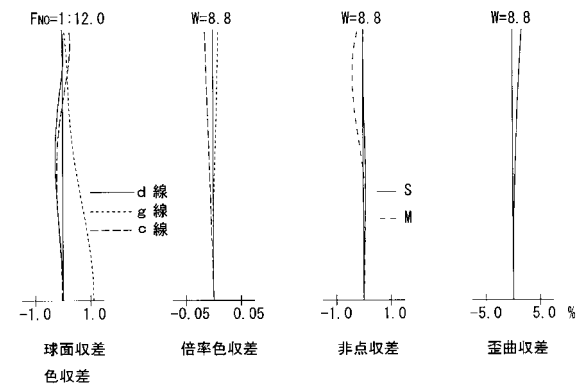
【図 16】



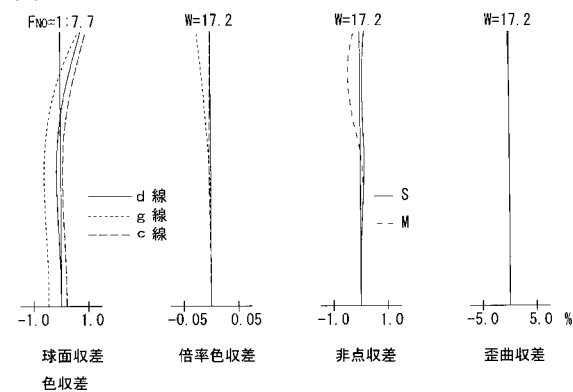
【図 17】



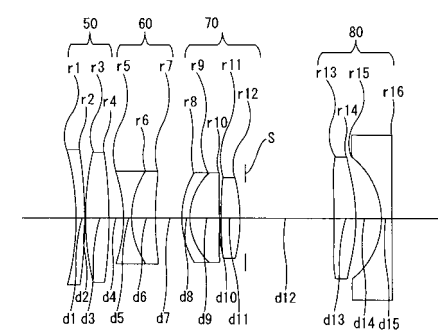
【図 19】



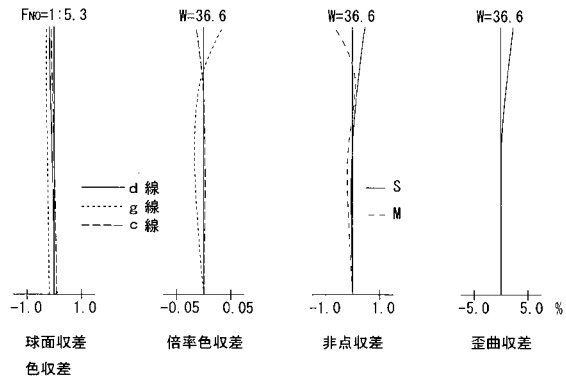
【図 18】



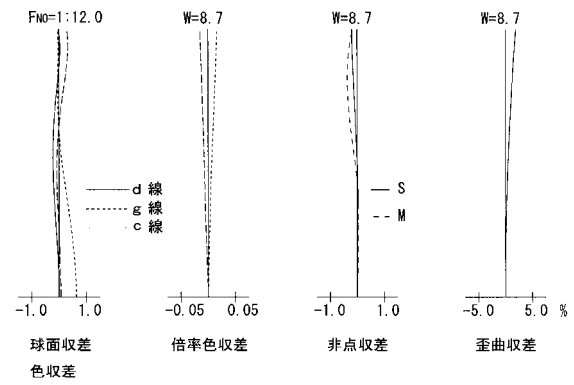
【図 20】



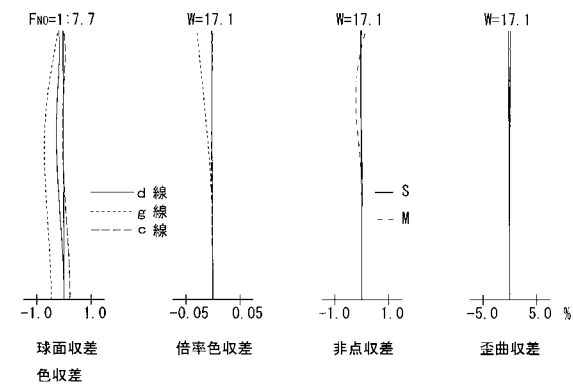
【図 2 1】



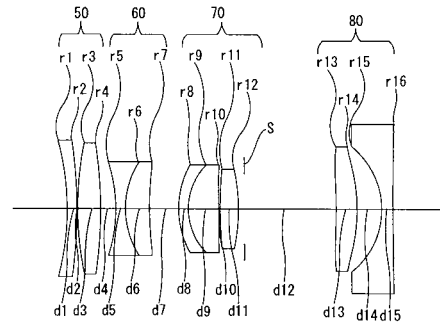
【図 2 3】



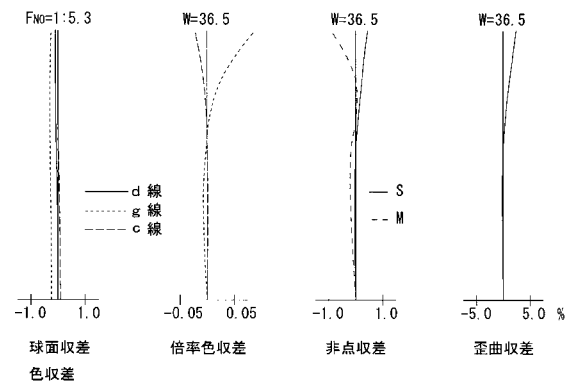
【図 2 2】



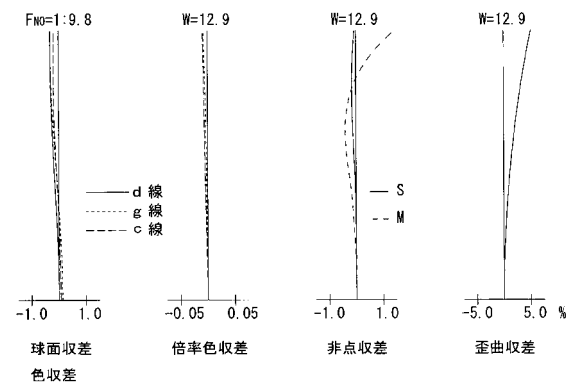
【図 2 4】



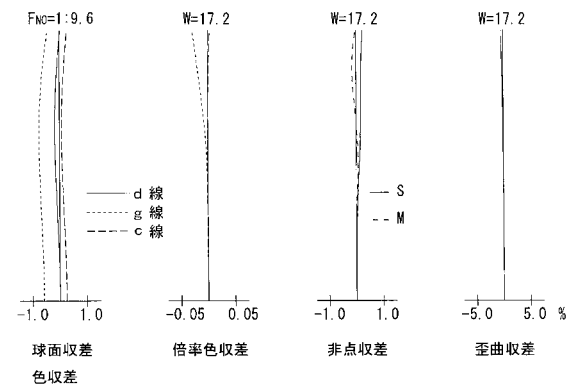
【図 2 5】



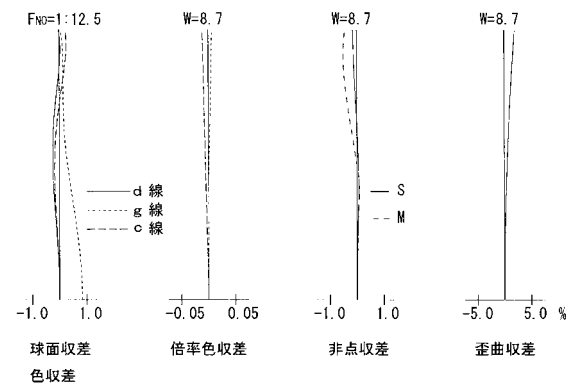
【図 2 7】



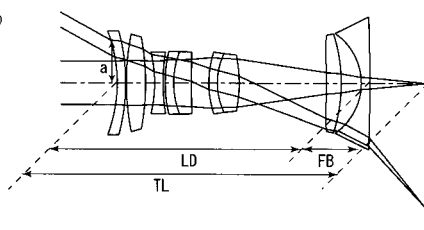
【図 2 6】



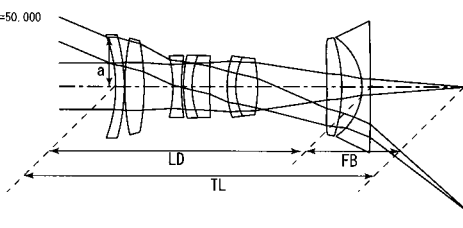
【図 2 8】



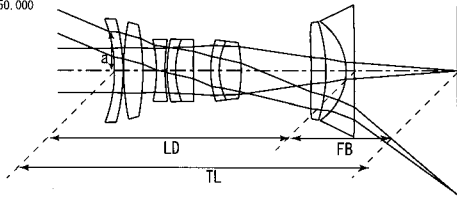
【図 29】

 $f=39,000$ 

【図 30】

 $f=50,000$ 

【図 31】

 $f=50,000$ 

フロントページの続き

F ターム(参考) 2H087 KA02 PA07 PA19 PB09 QA03 QA06 QA07 QA17 QA21 QA26
QA37 QA39 QA42 QA45 RA05 RA13 RA36 SA13 SA16 SA20
SA23 SA27 SA29 SA33 SA62 SA63 SA64 SB03 SB13 SB16
SB23 SB24 SB33