

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5460228号  
(P5460228)

(45) 発行日 平成26年4月2日(2014.4.2)

(24) 登録日 平成26年1月24日(2014.1.24)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/16 (2006.01)  
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/16  
G02B 13/18

請求項の数 5 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2009-237482 (P2009-237482)  
 (22) 出願日 平成21年10月14日 (2009.10.14)  
 (65) 公開番号 特開2010-256845 (P2010-256845A)  
 (43) 公開日 平成22年11月11日 (2010.11.11)  
 審査請求日 平成24年9月26日 (2012.9.26)  
 (31) 優先権主張番号 特願2009-89942 (P2009-89942)  
 (32) 優先日 平成21年4月2日 (2009.4.2)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (72) 発明者 萩原 泰明  
 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 堀井 康司

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】

物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、ズーミングに際して、少なくとも前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が光軸上を移動するズームレンズであって、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、1つの負レンズと3つの正レンズより構成され、前記第2レンズ群は、物体側より像側へ順に、3つの負レンズと1つの正レンズより構成され、前記第1レンズ群の焦点距離をf1、前記第2レンズ群の焦点距離をf2、広角端における全系の焦点距離をfw、望遠端における全系の焦点距離をft、前記第1レンズ群の1つの正レンズの材料のアッペ数をV1A、他の1つの正レンズの材料のアッペ数をV1Bとするとき、

$$0.54 < |f_2| / (f_w \cdot f_t) < 0.66$$

$$0.7 < f_1 / f_t < 1.0$$

$$6.5 < V1A < 7.5$$

$$7.0 < V1B$$

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1つの負レンズの材料の屈折率をN2N、前記第2レンズ群の1つの正レンズの材料のアッペ数を2Pとするとき、

$$1.85 < N2N$$

2 P < 2 2

なる条件を満足することを特徴とする請求項 1 のズームレンズ。

【請求項 3】

前記第 4 レンズ群は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズを接合した接合レンズを有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】

前記第 3 レンズ群の全部または一部のレンズを光軸に対して垂直方向の成分を持つよう に移動させて像位置を移動させることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載のズームレンズと、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と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】

【0 0 0 1】

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、特にビデオカメラ、銀塩写真用カメラ、デジタルカメラ、TV カメラ、監視用カメラなどに好適なものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

近年、固体撮像素子を用いたビデオカメラ、デジタルスチルカメラ等の撮像装置に用いる撮影光学系は、広画角、高ズーム比のズームレンズであることが要望されている。これらの要求に応えるズームレンズとして、物体側より像側へ順に、正、負、正、正の屈折力の第 1 ~ 第 4 レンズ群より成る 4 群ズームレンズが知られている。

【0 0 0 3】

このうち、第 2 レンズ群を移動させて変倍を行い、第 4 レンズ群を移動させて変倍に伴う像面変動の補正を行うとともに、第 4 レンズ群でフォーカスを行うリヤーフォーカス式の 4 群ズームレンズが知られている（特許文献 1 ~ 3）。又、このタイプの 4 群ズームレンズにおいてズーム比 20 倍程度の高ズーム比のズームレンズが知られている（特許文献 4、5）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開平 07 - 270684 号公報

【特許文献 2】特開平 11 - 305124 号公報

【特許文献 3】特開 2005 - 215518 号公報

【特許文献 4】特開 2006 - 243355 号公報

【特許文献 5】特開 2007 - 322635 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

近年、撮像装置に用いる撮影レンズ系（撮影光学系）には、広画角で高ズーム比（高倍率）であることが強く望まれている。また、撮像素子の高画素化に伴い、より高い光学性能を有していることが要望されている。一般に高ズーム比化を図るには、変倍用レンズ群の屈折力を高め、ズーミングのための移動量を増加させれば良い。しかしながらこのようにしたズームレンズはズーミングの際の収差変動が大きくなり、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るのが困難になってくる。

【0 0 0 6】

このため広画角化及び高ズーム比化を図りつつ、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るには、ズームタイプ、各レンズ群の屈折力そして各レンズ群のレンズ構成等を適切に設定することが重要になってくる。特に前述したズームタイプのリヤーフォーカス式の 4

10

20

30

40

50

群ズームレンズでは、主たる変倍を行う第2レンズ群の構成を適切に設定することが重要になってくる。例えば第2レンズ群の屈折力（パワー）やレンズ構成、そしてレンズに用いる材料等を適切に設定しないと広画角化及び高ズーム比化を図りつつ、全変倍範囲にわたり高い光学性能を得るのが困難になってくる。

【0007】

本発明は、広画角かつ高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズ及びそれを有する撮像装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群より構成され、ズーミングに際して、少なくとも前記第2レンズ群と前記第4レンズ群が光軸上を移動するズームレンズであって、前記第1レンズ群は、物体側から像側へ順に、1つの負レンズと3つの正レンズより構成され、前記第2レンズ群は、物体側より像側へ順に、3つの負レンズと1つの正レンズより構成され、前記第1レンズ群の焦点距離をf1、前記第2レンズ群の焦点距離をf2、広角端における全系の焦点距離をfw、望遠端における全系の焦点距離をft、前記第1レンズ群の1つの正レンズの材料のアッペ数をV1A、他の1つの正レンズの材料のアッペ数をV1Bとするとき、

$$0.54 < |f2| / (fw \cdot ft) < 0.66$$

$$0.7 < f1 / ft < 1.0$$

$$6.5 < V1A < 7.5$$

$$7.0 < V1B$$

なる条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、広画角かつ高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有するズームレンズが得られる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

30

【図2】実施例1のズームレンズの諸収差図

【図3】実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図4】実施例2のズームレンズの諸収差図

【図5】実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図6】実施例3のズームレンズの諸収差図

【図7】実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図8】実施例4のズームレンズの諸収差図

【図9】実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図10】実施例5のズームレンズの諸収差図

【図11】実施例6のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

40

【図12】実施例6のズームレンズの諸収差図

【図13】実施例7のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図14】実施例7のズームレンズの諸収差図

【図15】実施例8のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図

【図16】実施例8のズームレンズの諸収差図

【図17】本発明の撮像装置の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、図面を用いて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。本発明のズームレンズは、物体側より像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群

50

、負の屈折力の第2レンズ群、正の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群を有する。そしてズーミングに際して少なくとも第2レンズ群と第4レンズ群が光軸上を移動する。

#### 【0014】

図1は実施例1のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図2(A)、(B)、(C)は実施例1のズームレンズの無限遠物体にフォーカスしているときの広角端(短焦点距離端)、中間のズーム位置、望遠端(長焦点距離端)における収差図である。図3は実施例2のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図4(A)、(B)、(C)は実施例2のズームレンズの無限遠物体にフォーカスしているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図5は実施例3のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図6(A)、(B)、(C)は実施例3のズームレンズの無限遠物体にフォーカスしているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図7は実施例4のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図8(A)、(B)、(C)は実施例4のズームレンズの無限遠物体にフォーカスしているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図9は実施例5のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図10(A)、(B)、(C)は実施例5のズームレンズの無限遠物体にフォーカスしているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図11は実施例6のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図12(A)、(B)、(C)は実施例6のズームレンズの無限遠物体にフォーカスしているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図13は実施例7のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図14(A)、(B)、(C)は実施例7のズームレンズの無限遠物体にフォーカスしているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図15は実施例8のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図、図16(A)、(B)、(C)は実施例8のズームレンズの無限遠物体にフォーカスしているときの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図17は本発明のズームレンズを備えるビデオカメラ(撮像装置)の要部概略図である。レンズ断面図においてB1は正の屈折力(光学的パワー=焦点距離の逆数)の第1レンズ群、B2は負の屈折力の第2レンズ群、B3は正の屈折力の第3レンズ群、B4は正の屈折力の第4レンズ群である。

#### 【0015】

Gは光学フィルター、フェースプレート等に相当する光学ブロックであり、後述する数値実施例では屈折力のない第5レンズ群として示している。IP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光学系として使用する際にはCCDセンサやCMOSセンサ等の固体撮像素子(光電変換素子)の撮像面が、銀塩フィルム用カメラのときはフィルム面に相当する。SPは開口絞りであり、第3レンズ群B3の物体側に設けている。球面収差図において実線はd線、2点鎖線はg線である。非点収差図において点線はメリディオナル像面、実線はサジタル像面である。倍率色収差はg線によって表している。Fn0はFナンバー、は半画角である。尚、以下の各実施例において広角端と望遠端のズーム位置とは変倍用のレンズ群(各実施例では第2レンズ群B2)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。

#### 【0016】

各実施例では、広角端から望遠端のズーム位置へのズーミングに際して、少なくとも第2レンズ群B2を像側へ移動させて変倍を行うと共に、変倍に伴う像面変動を第4レンズ群B4を物体側に凸状の軌跡の一部を有しつつ移動させて補正している。また、第4レンズ群B4を光軸上移動させてフォーカシングを行うリヤーフォーカス方式を採用している。第4レンズ群B4の実線の曲線4aと点線の曲線4bは、各々無限遠物体と近距離物体にフォーカスしているときの広角端から望遠端のズーム位置へのズーミングの際の像面変動を補正するための移動軌跡である。このように第4レンズ群B4を物体側へ凸状の軌跡とすることで、第3レンズ群B3と第4レンズ群B4との間の空間の有効利用を図り、レンズ全長の短縮化を効果的に達成している。なお、第3レンズ群B3はズーミング及びフォーカスのためには不動である。

10

20

30

40

50

## 【0017】

各実施例において、例えば望遠端のズーム位置において無限遠物体から近距離物体へフォーカスを行う場合には、矢印4cに示すように第4レンズ群B4を前方に繰り出すことで行っている。各実施例においては第3レンズ群B3のうち全部又は少なくとも一部のレンズ群を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて像位置を変位し、光学系全体が振動したときの像ぶれ（画像ぶれ）を補正するようにしている。

## 【0018】

各実施例のズームレンズは、広角端における画角（撮影画角）を広くしながら、高変倍比（高ズーム比）とするため、物体側から像側へ順に正、負、正、正の屈折力のレンズ群を有するレンズ構成としている。そして広角端から望遠端へのズーミングに際し、少なくとも第2レンズ群B2と第4レンズ群B4を移動させることで、高ズーム比でありながら高性能を維持し、かつ少ない移動レンズ群数で高ズーム比化を実現している。特に、変倍作用を持つ第2レンズ群B2の負の屈折力を強くし、高ズーム比でありながら、少ない移動量で高変倍するようにしている。このとき、第2レンズ群B2の負の屈折力を強くすると、第2レンズ群B2中の収差補正が困難となるが、第2レンズ群B2を物体側から像側へ順に負レンズを3枚用いて第2レンズ群B2の屈折力を適切にしている。これにより、高ズーム比と高性能化を図っている。

10

## 【0019】

以下に第2レンズ群B2のレンズ構成の技術的な意味を説明する。第2レンズ群B2は物体側より像側へ順に負レンズ（負の屈折力を有するレンズ）、負レンズ、負レンズ、正レンズから構成されている。変倍比（ズーム比）を増大させるために第2レンズ群B2の負の屈折力を強くすると、ペツツバール和が負の方向に大きくなり、像面湾曲が大きくなる。また、広角端から望遠端に至るズーミングにおいて、コマ収差や非点収差が大きく変動し、その収差補正が困難となる。そのために第2レンズ群B2に負レンズを3枚用いて、各レンズの分担を少なくし、ペツツバール和の低減を図っている。また、3つの負レンズを物体側に配置することで、第2レンズ群B2の主点の位置を物体側へ近づけて、第1レンズ群B1と第2レンズ群B2の主点間隔を短くしている。これにより、第1レンズ群B1を開口絞りSPに近づけることができ、第1レンズ群B1の有効径を決めている軸外光束の第1レンズ群B1を通過する光軸からの高さを低くすることができる。そして、広角端における画角を広くしながら第1レンズ群B1を小型にしている。尚、第2レンズ群B2は、1面以上の非球面を含むことが収差補正上好ましい。これによれば、広角端から望遠端に至るズーミングにおける非点収差の変動と、広画角化により増大しやすい広角端における歪曲収差を良好に補正することが容易となる。

20

## 【0020】

各実施例において第1レンズ群B1は物体側より像側へ順に、負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズより成っている。具体的には第1レンズ群B1は物体側から像側へ順に、負レンズG11、両凸形状の正レンズG12、物体側が凸面の正レンズG13、物体側が凸面でメニスカス形状の正レンズG14より成っている。第3レンズ群B3の全部または一部のレンズ群を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させて、被写体像の像位置を変位させて撮像装置が振動したときに生ずる画像ブレを補正している。第3レンズ群はズーミング時に像面に対して固定されているため、第3レンズ群B3の全部または一部のレンズ群を光軸に対して垂直方向の成分を持つように移動させる機構を備えることが容易となる。第3レンズ群B1は1面以上の非球面を含むようにしている。第3レンズ群B3は、特に広角端において軸上の光線束が高い位置を通過し、球面収差やコマ収差が大きく発生する。そこで、非球面を導入することでより効果的に収差補正を行うことが容易となる。第3レンズ群B3は両面が非球面形状のレンズを有するように構成している。第3レンズ群B3は、ズーム中間域において軸外の光線束が高い位置を通過し、非点収差や像面湾曲が大きく発生する。そこで、非球面を導入することでより効果的に収差補正を行うことが容易となる。さらに両面を非球面形状とすることで、非球面レンズの枚数を増加させることなく、上述した広角端での収差補正とズーム中間域での収差補正を同時に行う

30

40

50

のが容易になる。

【0021】

第4レンズ群B4は、物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズと正レンズとを接合した接合レンズを有している。1面以上の非球面を含み、フォーカス動作を行う。このレンズ構成とすることで、フォーカス動作の際に発生する収差変動を良好に補正している。第4レンズ群B4は両面が非球面形状のレンズを有するように構成している。第4レンズ群B4は、望遠端において軸外の光線束が高い位置を通過し、非点収差や像面湾曲が大きく発生する。そこで、非球面を導入することでより効果的に収差補正を行うことが容易となる。さらに両面を非球面とすることで、非球面レンズの枚数を増加させることなく、上述したフォーカス動作時の収差変動の補正と、望遠端での収差補正を同時に行うのが容易になる。特に第4レンズ群B4は物体側に正レンズを、像側に負レンズと正レンズとを接合した接合レンズを有するようにしている。具体的には、第4レンズ群B4は、物体側から像側へ順に、両凸形状の正レンズ、像側が凹面でメニスカス形状の負レンズと物体側が凸面の正レンズとを接合した接合レンズより成っている。これによってフォーカスの際の収差変動が少なくなるようにしている。各実施例において、第2レンズ群B2の焦点距離を $f_2$ 、広角端と望遠端における全系の焦点距離を各々 $f_w$ 、 $f_t$ とする。このとき

【0022】

【数2】

$$0.54 < |f_2| / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 0.66 \quad \dots \dots (1)$$

10

【0023】

なる条件を満足している。

【0024】

条件式(1)は、ズーミングにおける第2レンズ群B2の変倍力と収差補正の作用に関する。この条件式(1)の下限を下回る場合には、ズーム全域での像面変動、倍率色収差の変動が大きくなり、高い光学性能を維持することが困難となる。また、上限を上回る場合、ズーミングの際に第2レンズ群B2の移動量が大きくなり小型化が困難となる。高ズーム比化(高変倍比)を実現しつつ、広角端から望遠端に至るズーミング時における像面変動を更に良好に抑えるために条件式(1)の数値範囲は以下の条件式(1a)を満足することがより好ましい。

30

【0025】

【数3】

$$0.545 < |f_2| / \sqrt{(f_w \cdot f_t)} < 0.650 \quad \dots \dots (1a)$$

【0026】

以上の構成により、広画角、高ズーム比で全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有するズームレンズを得ることができる。各実施例において更に好ましくは次の諸条件のうちの1以上を満足するのが良い。第2レンズ群B2の1つの負レンズの材料の屈折率を $N_{2N}$ 、1つの正レンズの材料のアッベ数を $2P$ とする。第1レンズ群B1の焦点距離を $f_1$ 、望遠端における全系の焦点距離を $f_t$ とする。第1レンズ群B1のうちの1つの正レンズの材料のアッベ数を $V_{1A}$ 、他の1つの正レンズの材料のアッベ数を $V_{1B}$ とする。このとき、

$$1.85 < N_{2N} \quad (2)$$

$$2P < 22 \quad (3)$$

$$0.7 < f_1 / f_t < 1.0 \quad (4)$$

$$6.5 < V_{1A} < 7.5 \quad (5)$$

$$7.0 < V_{1B} \quad (6)$$

なる条件のうち1以上を満足するのが良い。

40

50

## 【0027】

条件式(2)は第2レンズ群B2の負レンズにおける硝材の屈折率の好ましい範囲を規定するものである。条件式(2)の範囲を下回ると、第2レンズ群B2における負レンズの硝材の屈折率が低下し、硝材の屈折率を下げながら同等の屈折力を得るためには、曲率半径を小さくする必要がある。負レンズの曲率半径が小さくなると、レンズのコバを含めた体積が増加し、重量が増加してしまう。第2レンズ群B2はズーミングの際、光軸方向に移動するため、重量を可能な限り減少させることができることがズーミング動作の速度、ズーミング操作に対する追従性や操作感の観点から望ましい。さらに、第2レンズ群B2内の負レンズの曲率半径を大きくさせ、重量を減少させるには、条件式(2)の数値を以下の条件式(2a)を満足することがより好ましい。

10

## 【0028】

$$1.95 < N_{21} \quad (2a)$$

条件式(2a)を満足することで、第2レンズ群B2において最も体積の大きくなる第2レンズ群B2内の最も物体側のレンズの曲率を大きくすることができ、体積減少及び重量の削減に対してより好ましい。

## 【0029】

条件式(3)は、第2レンズ群B2の正レンズにおける硝材のアッペ数の好ましい範囲を規定するものである。条件式(3)の範囲を上回ると、広角端における倍率色収差が増加する。また、望遠端における軸上色収差が増加してしまい高性能を実現することが難しい。さらに広角端における倍率色収差を低減させ、望遠端における軸上色収差を低減させるには、条件式(3)の数値を以下の条件式(3a)とするとさらに好ましい。

20

## 【0030】

$$V2P < 21 \quad (3a)$$

高性能を維持しつつ、高ズーム比を達成するために、第1レンズ群B1は負レンズ、正レンズ、正レンズ、正レンズの4枚構成とすることが好ましい。この際、第1レンズ群B1の焦点距離  $f_1$  は条件式(4)を満たすことが好ましい。

## 【0031】

条件式(4)は、第1レンズ群B1のパワー(屈折力)に関する好ましい範囲を、望遠端における全系の焦点距離との比で規定している。この条件式(4)の下限を越えると、第1レンズ群B1のパワーが強くなりすぎ、第1レンズ群B1での収差の発生量が大きくなり、特に像面湾曲と非点収差が大きく発生してしまう。これらの収差を良好に補正するためには、レンズ枚数を増加したり、非球面を追加したりすることが必要となってくる。逆に、条件式(4)の上限を越えると、収差補正上は有利だが、第1レンズ群B1の有効径が増大してしまい好ましくない。条件式(4)の数値範囲は以下の条件式(4a)の数値範囲とするとさらに好ましい。

30

## 【0032】

$$0.75 < f_1 / f_t < 9.5 \quad (4a)$$

条件式(5)および(6)は第1レンズ群B1におけるいずれかの正レンズにおける硝材のアッペ数の好ましい範囲を定義するものである。条件式(5)および(6)の下限値を下回ると、望遠端における倍率色収差および軸上色収差を良好に補正することが困難となる。また、これらの条件式(5)、(6)を上回り低分散の硝材を利用すると、屈折率も低くなってしまい、球面収差の補正が困難となってくる。

40

## 【0033】

条件式(5)、(6)の数値範囲は以下の条件式(5a)、(6a)の数値範囲とするさらに好ましい。

## 【0034】

$$6.7 < V1A < 7.2 \quad (5a)$$

$$7.0 . 1 < V1B \quad (6a)$$

各実施例では、以上のように構成することで、広角端での画角2を71.2度～73度と広画角にしつつ、1.8倍～2.0倍と高ズーム比でありながら高性能なズームレンズを

50

実現している。尚、各実施例において、第1レンズ群B1の物体側や第4レンズ群B4の像側に屈折力の小さなレンズ群を付加しても良い。又、テレコンバーターレンズやワイドコンバーターレンズ等を物体側や像側に配置しても良い。

【0035】

以下に、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、 $r_i$ は第*i*番目(第*i*面)の曲率半径、 $d_i$ は第*i*+1面との間の間隔、 $n_{d_i}$ 、 $d_i$ はそれぞれd線を基準とした第*i*番目の光学部材の材料の屈折率、アッベ数を示す。また、数値実施例1～8では最も像側の6つの面は光学ブロックに相当する平面である。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を基準にしてXとする。光の進行方向を正としRを近軸曲率半径、kを円錐定数、A3～A13を各々非球面係数とする。このとき

【0036】

【数4】

$$X = \frac{\frac{H^2}{R}}{1 + \sqrt{1 - (1+k)\left(\frac{H}{R}\right)^2}} + A3H^3 + A4H^4 + A5H^5 + A6H^6 + A7H^7 + A8H^8 + A9H^9 + A10H^{10} + A11H^{11} + A12H^{12} + A13H^{13}$$

【0037】

なる式で表している。なお、各実施例においてA3～A13のうち記載が無い項は0であることを示す。\*は非球面形状を有する面を意味している。「e-x」は10<sup>-x</sup>を意味している。BFはバックフォーカスである。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。

【0038】

[数値実施例1]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	318.471	3.20	1.84666	23.9	
2	79.665	1.88			
3	105.168	7.87	1.59319	67.9	30
4	-443.202	0.20			
5	60.442	8.61	1.49700	81.5	
6	457.728	0.20			
7	52.824	4.55	1.83481	42.7	
8	112.737	(可変)			
9	65.502	1.15	2.00069	25.5	
10	10.807	3.90			
11	105.788	1.00	1.86400	40.6	
12*	31.349	2.41			
13	-26.972	0.85	1.77250	49.6	40
14	35.658	1.19			
15	31.147	3.10	1.94595	18.0	
16	-55.157	(可変)			
17(絞り)		2.73			
18	94.677	0.80	1.88300	40.8	
19	15.502	4.20	1.84666	23.9	
20	-25.424	0.14			
21	-22.315	0.80	2.00330	28.3	
22	65.817	4.75			
23*	47.103	3.60	1.58313	59.4	50

24*	-26.350	0.20					
25	-204.574	2.00	1.48749	70.2			
26	-34.181	0.80	1.80518	25.4			
27	-236.092	(可変)					
28*	30.446	3.60	1.58313	59.4			
29*	-47.912	0.20					
30	89.803	0.90	1.92286	18.9			
31	29.082	3.50	1.51633	64.1			
32	-37.022	(可変)					
33		0.80	1.52420	60.0			10
34		2.43	1.54400	70.0			
35		1.50					
36		20.00	1.58913	61.1			
37		0.50	1.49831	65.1			
38		0.5					
像面							

## 非球面データ

## 第12面

K = -1.50514e+001 A 4= 6.00285e-005 A 6=-1.50604e-007 A 8=-1.01899e-009 A10= 20  
2.69112e-011 A12= 4.79984e-014

## 第23面

K = 6.02208e+000  
A 3= 1.77478e-005 A 5=-2.17672e-006 A 7=-5.57323e-009 A 9= 2.05066e-010 A11= -1.17497e-012

## 第24面

K = -4.79881e+000  
A 3= 5.67317e-006 A 5=-3.80459e-006 A 7= 2.38819e-008 A 9=-8.23521e-011 30

## 第28面

K = 6.00573e-003 A 4= 1.94847e-005 A 6=-2.31853e-007 A 8= 1.72707e-009 A10= 2.04797e-011

## 第29面

K = -7.31653e+000 A 4= 3.06179e-005 A 6=-2.22436e-007 A 8= 1.98088e-009 A10= 2.07228e-011

## 各種データ

ズーム比 17.69 40

焦点距離	4.10	21.91	72.53	7.53	40.89	5.87
Fナンバー	1.66	2.34	2.88	1.81	2.65	1.72
画角	36.46	7.87	2.39	21.92	4.24	27.30
像高	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
レンズ全長	153.32	153.32	153.32	153.32	153.32	153.32
BF	22.83	26.34	23.78	24.23	26.26	23.65

d 8	0.77	35.08	46.52	16.78	41.94	10.84	50
-----	------	-------	-------	-------	-------	-------	----

d16	48.62	14.31	2.88	32.61	7.45	38.55
d27	12.77	9.27	11.82	11.37	9.34	11.95
d32	5.81	9.32	6.77	7.21	9.25	6.63

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	66.28				
2	9	-10.96				
3	17	108.04				
4	28	25.23				
5	33					10

【0039】

[ 数値実施例 2 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	301.174	3.20	1.84666	23.9	
2	80.298	1.68			20
3	103.728	7.87	1.59319	67.9	
4	-426.609	0.20			
5	59.636	8.61	1.49700	81.5	
6	453.779	0.20			
7	53.838	4.55	1.83481	42.7	
8	109.172	(可変)			
9	63.931	1.15	2.00069	25.5	
10	10.905	3.88			
11	110.681	1.00	1.86400	40.6	
12*	30.264	2.64			30
13	-26.486	0.85	1.77250	49.6	
14	39.205	0.85			
15	30.538	3.10	1.94595	18.0	
16	-55.676	(可変)			
17(絞り)		2.73			
18	90.027	0.80	1.88300	40.8	
19	15.533	4.20	1.84666	23.9	
20	-25.123	0.13			
21	-22.301	0.80	2.00330	28.3	
22	65.433	4.75			40
23*	46.951	3.60	1.58313	59.4	
24*	-26.833	0.20			
25	-211.791	2.00	1.48749	70.2	
26	-34.814	0.80	1.80518	25.4	
27	-237.687	(可変)			
28*	30.529	3.60	1.58313	59.4	
29*	-48.824	0.20			
30	90.537	0.90	1.92286	18.9	
31	28.913	3.50	1.51633	64.1	
32	-37.602	(可変)			50

33	0.80	1.52420	60.0
34	2.43	1.54400	70.0
35	1.50		
36	20.00	1.58913	61.1
37	0.50	1.49831	65.1
38	0.5		

像面

## 非球面データ

第12面

K = -1.10481e+001 A 4= 5.68929e-005 A 6=-9.31431e-008 A 8= 1.95577e-009 A10= -4.65699e-012 A12= 5.82349e-014

10

第23面

K = 4.57308e+000  
 A 3= 2.12129e-005 A 5=-2.14454e-006 A 7=-3.25410e-009 A 9= 1.69980e-010 A11= -9.80470e-013

第24面

K = -4.86060e+000  
 A 3= 4.33522e-006 A 5=-3.73578e-006 A 7= 2.22220e-008 A 9=-7.12145e-011

20

第28面

K = 9.24307e-003 A 4= 1.95898e-005 A 6=-2.24315e-007 A 8= 1.90519e-009 A10= 2.03321e-011

第29面

K = -7.30540e+000 A 4= 3.01647e-005 A 6=-2.05498e-007 A 8= 2.01927e-009 A10= 2.15171e-011

30

## 各種データ

ズーム比 19.97

焦点距離	4.23	23.76	84.42	7.87	45.67	6.10
Fナンバー	1.66	2.34	2.88	1.81	2.65	1.72
画角	35.62	7.26	2.05	21.05	3.79	26.42
像高	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
レンズ全長	153.18	153.18	153.18	153.18	153.18	153.18
BF	22.99	26.73	23.00	24.49	26.44	23.87
d 8	0.84	35.65	47.26	17.09	42.62	11.05
d16	48.81	14.00	2.39	32.57	7.04	38.60
d27	12.54	8.80	12.53	11.04	9.09	11.66
d32	5.97	9.71	5.98	7.47	9.42	6.85

40

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	66.86
2	9	-10.93
3	17	102.62

50

4 28 25.61  
5 33

【 0 0 4 0 】

[ 数値実施例 3 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1	257.553	3.20	1.84666	23.9	10
2	75.460	1.80			
3	98.141	7.87	1.59319	67.9	
4	-517.013	0.20			
5	57.573	8.61	1.49700	81.5	
6	509.292	0.20			
7	53.115	4.55	1.83481	42.7	
8	109.311	(可変)			
9	61.257	1.15	2.00069	25.5	
10	10.982	3.73			
11	130.593	1.00	1.86400	40.6	20
12*	30.364	2.63			
13	-25.150	0.85	1.77250	49.6	
14	34.876	0.93			
15	29.694	3.10	1.94595	18.0	
16	-57.648	(可変)			
17(絞り)		2.73			
18	90.811	0.80	1.88300	40.8	
19	16.089	4.20	1.84666	23.9	
20	-25.134	0.14			
21	-22.223	0.80	2.00330	28.3	30
22	67.969	4.75			
23*	45.853	3.60	1.58313	59.4	
24*	-26.791	0.20			
25	-256.997	2.00	1.48749	70.2	
26	-35.306	0.80	1.80518	25.4	
27	-289.904	(可変)			
28*	29.980	3.60	1.58313	59.4	
29*	-50.804	0.20			
30	92.305	0.90	1.92286	18.9	
31	29.627	3.50	1.51633	64.1	40
32	-38.608	(可変)			
33		0.80	1.52420	60.0	
34		2.43	1.54400	70.0	
35		1.50			
36		20.00	1.58913	61.1	
37		0.50	1.49831	65.1	
38		0.5			

像面

## 第12面

K = -1.00626e+001 A 4= 5.60683e-005 A 6= 5.44198e-008 A 8= 1.70480e-009 A10= 1.47104e-012 A12= 8.12086e-014

## 第23面

K = 2.75906e+000  
 A 3= 2.12208e-005 A 5=-1.94863e-006 A 7=-2.10172e-009 A 9= 2.24105e-010 A11= -1.06411e-012

## 第24面

K = -5.16339e+000  
 A 3=-5.55811e-006 A 5=-4.10860e-006 A 7= 2.88620e-008 A 9=-5.54895e-011

10

## 第28面

K = -1.49495e-001 A 4= 2.25754e-005 A 6=-2.26712e-007 A 8= 2.91457e-009 A10= 2.14405e-011

## 第29面

K = -8.07409e+000 A 4= 3.33734e-005 A 6=-2.26516e-007 A 8= 3.29579e-009 A10= 2.28830e-011

20

## 各種データ

ズーム比 19.99

焦点距離	4.23	23.70	84.49	7.86	45.58	6.09
Fナンバー	1.66	2.34	2.88	1.81	2.65	1.72
画角	35.62	7.28	2.05	21.08	3.80	26.44
像高	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
レンズ全長	151.78	151.78	151.78	151.78	151.78	151.78
BF	23.03	26.93	23.18	24.59	26.68	23.94

30

d 8	0.86	34.22	45.34	16.43	40.90	10.65
d16	47.18	13.82	2.70	31.61	7.15	37.39
d27	12.67	8.76	12.52	11.11	9.02	11.75
d32	6.01	9.91	6.16	7.57	9.66	6.92

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	64.59
2	9	-10.40
3	17	96.54
4	28	25.80
5	33	

40

【0 0 4 1】

[ 数値実施例 4 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	291.874	3.20	1.84666	23.9

50

2	79.033	1.76			
3	103.670	7.87	1.56907	71.3	
4	-412.090	0.20			
5	60.396	8.61	1.48749	70.2	
6	561.360	0.20			
7	52.623	4.55	1.80400	46.6	
8	114.825	(可变)			
9	69.010	1.15	2.00330	28.3	
10	10.931	3.98			
11	183.808	1.00	1.68540	52.3	10
12*	31.930	2.77			
13	-26.408	0.85	1.77250	49.6	
14	32.238	1.04			
15	30.422	3.10	1.92286	20.9	
16	-46.949	(可变)			
17(絞り)		2.73			
18	91.135	0.80	1.88300	40.8	
19	14.972	4.20	1.84666	23.9	
20	-24.965	0.13			
21	-22.170	0.80	2.00330	28.3	20
22	64.950	4.75			
23*	47.027	3.60	1.58313	59.4	
24*	-26.551	0.20			
25	-272.373	2.00	1.48749	70.2	
26	-35.000	0.80	1.80518	25.4	
27	-244.903	(可变)			
28*	30.954	3.60	1.58313	59.4	
29*	-48.512	0.20			
30	90.035	0.90	1.92286	18.9	
31	28.177	3.50	1.51633	64.1	30
32	-37.122	(可变)			
33		0.80	1.52420	60.0	
34		2.43	1.54400	70.0	
35		1.50			
36		20.00	1.58913	61.1	
37		0.50	1.49831	65.1	
38		0.5			

像面

非球面データ

40

第12面

K = -1.26122e+001 A 4= 4.65958e-005 A 6=-1.16363e-007 A 8= 1.22752e-009 A10= 3.93733e-012 A12= 4.06006e-014

第23面

K = 3.81596e+000

A 3= 1.60154e-005 A 5=-1.98853e-006 A 7=-3.42790e-009 A 9= 1.79254e-010 A11= -1.01638e-012

第24面

50

K =-5.12512e+000  
 A 3=-9.64898e-006 A 5=-3.88306e-006 A 7= 2.43664e-008 A 9=-7.74172e-011

## 第28面

K = 1.80601e-001 A 4= 2.10564e-005 A 6=-2.25859e-007 A 8= 2.18844e-009 A10= 1.83482e-011

## 第29面

K =-7.91050e+000 A 4= 3.14150e-005 A 6=-2.10237e-007 A 8= 2.36593e-009 A10= 1.93470e-011

10

## 各種データ

ズーム比 17.98

焦点距離	4.23	22.74	75.98	7.78	42.57	6.06
Fナンバー	1.66	2.34	2.88	1.81	2.65	1.72
画角	35.63	7.59	2.28	21.28	4.07	26.57
像高	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
レンズ全長	152.90	152.90	152.90	152.90	152.90	152.90
BF	22.85	26.38	23.45	24.28	26.21	23.69
d 8	0.86	35.32	46.81	16.94	42.22	10.97
d16	48.52	14.06	2.57	32.44	7.17	38.41
d27	12.17	8.63	11.56	10.74	8.81	11.33
d32	5.83	9.37	6.44	7.26	9.19	6.67

20

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	66.56
2	9	-11.13
3	17	98.38
4	28	25.80
5	33	

30

## 【0042】

[ 数値実施例 5 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	d
1	279.602	3.20	1.84666	23.9
2	78.619	1.80		
3	103.422	7.85	1.59319	67.9
4	-481.133	0.20		
5	58.971	8.60	1.49700	81.5
6	500.860	0.20		
7	54.232	4.55	1.83481	42.7
8	110.949	(可変)		
9	68.002	1.15	2.00069	25.5
10	10.980	3.85		

40

50

11	125.053	1.00	1.85135	40.1	
12*	29.719	2.67			
13	-26.734	0.85	1.77250	49.6	
14	41.825	0.84			
15	31.046	3.10	1.94595	18.0	
16	-54.861	(可变)			
17(絞り)		2.73			
18	89.460	0.80	1.88300	40.8	
19	15.461	4.20	1.84666	23.9	
20	-25.269	0.14			10
21	-22.185	0.80	2.00330	28.3	
22	66.393	4.75			
23*	46.529	3.60	1.58313	59.4	
24*	-26.933	0.20			
25	-203.745	2.00	1.48749	70.2	
26	-34.732	0.80	1.80518	25.4	
27	-229.502	(可变)			
28*	30.580	3.60	1.58313	59.4	
29*	-48.480	0.20			
30	90.028	0.90	1.92286	18.9	20
31	28.776	3.50	1.51633	64.1	
32	-37.052	(可变)			
33		0.80	1.52420	60.0	
34		2.43	1.54400	70.0	
35		1.50			
36		20.00	1.58913	61.1	
37		0.50	1.49831	65.1	
38		0.5			
像面					30

## 非球面データ

## 第12面

K =-2.09315e+001 A 4= 1.06195e-004 A 6=-8.10904e-007 A 8= 7.60130e-009 A10= 3.21857e-012 A12=-2.83689e-013

## 第23面

K = 2.10328e+000  
 A 3= 2.06948e-005 A 5=-1.91231e-006 A 7=-8.07340e-010 A 9= 1.89205e-010 A11= -1.20487e-012

40

## 第24面

K =-4.75167e+000  
 A 3= 8.42353e-007 A 5=-3.97374e-006 A 7= 2.93971e-008 A 9=-1.04352e-010

## 第28面

K = 9.42037e-002 A 4= 1.84021e-005 A 6=-2.55342e-007 A 8= 3.04586e-009 A10= 1.12969e-011

## 第29面

K =-6.51874e+000 A 4= 3.09390e-005 A 6=-2.38880e-007 A 8= 3.19270e-009 A10= 50

1.17773e-011

## 各種データ

ズーム比 17.91

焦点距離	4.23	22.82	75.72	7.78	42.69	6.06	
Fナンバー	1.66	2.34	2.88	1.81	2.65	1.72	
画角	35.63	7.56	2.29	21.26	4.06	26.55	
像高	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	
レンズ全長	152.79	152.79	152.79	152.79	152.79	152.79	10
BF	22.93	26.58	23.76	24.39	26.46	23.79	
d8	0.86	35.06	46.46	16.82	41.90	10.89	
d16	48.35	14.15	2.75	32.39	7.31	38.31	
d27	12.58	8.93	11.75	11.12	9.05	11.73	
d32	5.91	9.57	6.75	7.37	9.45	6.77	

## ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離					20
1	1	66.58					
2	9	-10.95					
3	17	103.50					
4	28	25.47					
5	33						

## 【0043】

[ 数値実施例 6 ]

単位 mm

面データ							30
面番号	r	d	nd	d			
1	307.127	3.20	1.84666	23.9			
2	80.730	1.62					
3	103.464	7.87	1.59319	67.9			
4	-418.544	0.20					
5	59.873	8.61	1.49700	81.5			
6	461.724	0.20					
7	53.960	4.55	1.83481	42.7			
8	108.675	(可変)					
9	67.704	1.15	2.00069	25.5			40
10	10.773	3.90					
11	118.914	1.00	1.86400	40.6			
12*	30.368	2.35					
13	-29.183	0.85	1.77250	49.6			
14	34.470	0.82					
15	28.050	3.10	1.94595	18.0			
16	-59.267	(可変)					
17(絞り)		2.73					
18	90.514	0.80	1.88300	40.8			
19	19.387	4.20	1.84666	23.9			50

20	-15.123	0.80	2.00330	28.3	
21	66.532	4.75			
22*	46.280	3.60	1.58313	59.4	
23*	-26.723	0.20			
24	-196.513	2.00	1.48749	70.2	
25	-34.768	0.80	1.80518	25.4	
26	-243.969	(可变)			
27*	30.593	3.60	1.58313	59.4	
28*	-49.603	0.20			
29	90.903	0.90	1.92286	18.9	10
30	28.594	3.50	1.51633	64.1	
31	-37.301	(可变)			
32		0.80	1.52420	60.0	
33		2.43	1.54400	70.0	
34		1.50			
35		20.00	1.58913	61.1	
36		0.50	1.49831	65.1	
37		0.5			

像面

20

非球面データ

第12面

K = -1.17018e+001 A 4= 5.69177e-005 A 6=-1.25418e-007 A 8= 1.94051e-009 A10=-4.76668e-012 A12= 7.87486e-014

第22面

K = 4.27644e+000  
 A 3= 2.58441e-005 A 5=-2.30847e-006 A 7=-2.27160e-009 A 9= 1.69565e-010 A11=-1.00008e-012

30

第23面

K = -5.05413e+000  
 A 3= 8.16476e-006 A 5=-3.93873e-006 A 7= 2.47640e-008 A 9=-8.25429e-011

第27面

K = -1.66915e-001 A 4= 2.04977e-005 A 6=-2.14663e-007 A 8= 1.90469e-009 A10=2.10665e-011

第28面

K = -7.57115e+000 A 4= 3.00478e-005 A 6=-2.02311e-007 A 8= 2.17514e-009 A10=2.12527e-011

40

各種データ

ズーム比 19.98

焦点距離	4.23	23.73	84.44	7.86	45.63	6.09
Fナンバー	1.66	2.34	2.88	1.81	2.65	1.72
画角	35.62	7.28	2.05	21.07	3.80	26.43
像高	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03
レンズ全長	152.92	152.92	152.92	152.92	152.92	152.92

50

BF	22.51	26.31	22.69	24.03	26.07	23.40
d 8	0.89	35.83	47.47	17.19	42.81	11.14
d16	49.06	14.12	2.48	32.76	7.14	38.81
d26	12.95	9.15	12.77	11.43	9.39	12.06
d31	5.49	9.29	5.67	7.01	9.05	6.38

## ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	67.08	10
2	9	-10.88	
3	17	91.54	
4	27	25.80	
5	32		

【0044】

[ 数値実施例 7 ]

単位 mm

## 面データ

面番号	r	d	nd	vd	20
1	226.284	3.00	1.84666	23.9	
2	71.021	1.34			
3	89.027	7.87	1.59319	67.9	
4	-568.836	0.20			
5	53.728	8.61	1.49700	81.5	
6	579.078	0.20			
7	49.831	4.55	1.83481	42.7	
8	97.586	(可変)			
9	137.274	1.15	2.00069	25.5	
10	11.435	3.72			30
11	105.887	1.00	1.86400	40.6	
12*	24.086	2.68			
13	-36.643	0.85	1.77250	49.6	
14	34.414	1.11			
15	29.286	3.10	1.94595	18.0	
16	-61.107	(可変)			
17(絞り)		2.73			
18	99.257	0.80	1.88300	40.8	
19	14.675	4.20	1.84666	23.9	
20	-24.423	0.12			40
21	-21.964	0.80	2.00330	28.3	
22	63.452	4.75			
23*	47.331	3.60	1.58313	59.4	
24*	-25.969	0.20			
25	-150.820	2.00	1.48749	70.2	
26	-31.447	0.80	1.80518	25.4	
27	-151.578	(可変)			
28*	31.694	3.60	1.58313	59.4	
29*	-44.157	0.20			
30	81.993	0.90	1.92286	18.9	50

31	27.616	3.50	1.51633	64.1
32	-38.896	(可变)		
33		0.80	1.52420	60.0
34		2.43	1.54400	70.0
35		1.50		
36		20.00	1.58913	61.1
37		0.50	1.49831	65.1
38		(可变)		

像面

10

非球面データ

第12面

K = -6.32778e+000 A 4= 5.08166e-005 A 6=-1.39488e-007 A 8= 1.00493e-009 A10= 6.98611e-012 A12=-7.19687e-014

第23面

K = 4.97293e+000

A 3= 1.91897e-005 A 5=-2.33419e-006 A 7= 4.62859e-009 A 9= 1.96521e-010 A11= -1.27217e-012

20

第24面

K = -4.13196e+000

A 3=-7.07759e-006 A 5=-3.18077e-006 A 7= 1.82115e-008 A 9= 1.44327e-013

第28面

K = -2.25949e-001 A 4= 5.64041e-006 A 6=-1.36625e-007 A 8= 7.85093e-010 A10= 3.21153e-012

第29面

K = -8.72366e+000 A 4= 1.22591e-005 A 6=-1.41122e-007 A 8= 1.11956e-009 A10= 1.31947e-012

各種データ

ズーム比 18.00

焦点距離	4.10	17.31	73.79
Fナンバー	1.66	2.34	2.88
画角	36.46	9.92	2.35
像高	3.03	3.03	3.03
レンズ全長	155.62	147.37	150.40
BF	22.74	26.41	22.87

40

d 8	1.08	27.13	41.04
d16	48.80	14.49	3.62
d27	15.43	11.77	15.31
d32	5.73	9.39	5.85
d38	0.50	0.50	0.50

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

50

1	1	60.42
2	9	-10.53
3	17	106.85
4	28	25.28
5	33	

【 0 0 4 5 】

[ 数値実施例 8 ]

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	vd
1	219.039	3.00	1.84666	23.9
2	71.465	1.24		
3	87.811	7.87	1.59319	67.9
4	-605.893	0.20		
5	53.996	8.61	1.49700	81.5
6	533.542	0.20		
7	50.493	4.55	1.83481	42.7
8	96.260	(可変)		
9	141.304	1.15	2.00069	25.5
10	11.445	3.76		
11	119.510	1.00	1.86400	40.6
12*	24.011	2.71		
13	-36.665	0.85	1.77250	49.6
14	36.883	1.02		
15	29.528	3.10	1.94595	18.0
16	-60.674	(可変)		
17(絞り)		2.73		
18	100.310	0.80	1.88300	40.8
19	14.643	4.20	1.84666	23.9
20	-24.417	0.12		
21	-21.969	0.80	2.00330	28.3
22	62.953	4.75		
23*	47.261	3.60	1.58313	59.4
24*	-26.076	0.20		
25	-153.682	2.00	1.48749	70.2
26	-31.652	0.80	1.80518	25.4
27	-151.624	(可変)		
28*	31.731	3.60	1.58313	59.4
29*	-44.433	0.20		
30	82.343	0.90	1.92286	18.9
31	27.717	3.50	1.51633	64.1
32	-38.886	(可変)		
33		0.80	1.52420	60.0
34		2.43	1.54400	70.0
35		1.50		
36		20.00	1.58913	61.1
37		0.50	1.49831	65.1
38		(可変)		

像面

10

20

30

40

50

## 非球面データ

## 第12面

K = -6.23058e+000 A 4= 5.19381e-005 A 6=-1.26459e-007 A 8= 9.77636e-010 A10= 6.26993e-012 A12=-6.55827e-014

## 第23面

K = 4.17514e+000  
 A 3= 2.14981e-005 A 5=-2.24947e-006 A 7= 4.43910e-009 A 9= 1.97074e-010 A11= -1.24453e-012

10

## 第24面

K = -4.08456e+000  
 A 3=-5.05858e-006 A 5=-3.17133e-006 A 7= 1.83882e-008 A 9=-2.77282e-013

## 第28面

K = -1.69139e-001 A 4= 5.39779e-006 A 6=-1.37340e-007 A 8= 7.97250e-010 A10= 4.40405e-012

## 第29面

K = -8.67804e+000 A 4= 1.22870e-005 A 6=-1.40391e-007 A 8= 1.09961e-009 A10= 2.79043e-012

20

## 各種データ

ズーム比 19.99

焦点距離 4.13 17.19 82.63

Fナンバー 1.66 2.34 2.88

画角 36.24 10.00 2.10

像高 3.03 3.03 3.03

レンズ全長 155.35 147.44 150.69

BF 22.89 26.59 22.25

30

d 8 1.21 27.33 42.23

d16 48.58 14.55 2.90

d27 15.21 11.51 15.85

d32 5.87 9.57 5.24

d38 0.50 0.50 0.50

## ズームレンズ群データ

40

群 始面 焦点距離

1 1 61.43

2 9 -10.53

3 17 108.23

4 28 25.34

5 33

【 0 0 4 6 】

【表1】

各実施例の条件式対応値

	条件式	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	実施例7	実施例8
(1)	$ f2 /(f_w \cdot f_t)^{1/2}$	0.64	0.58	0.55	0.62	0.61	0.58	0.61	0.57
(2)	N2N	2.0007	2.0007	2.0007	2.0033	2.0007	2.0007	2.0007	2.0007
(3)	V2P	17.98	17.98	17.98	20.88	17.98	17.98	17.98	17.98
(4)	$f_1/f_t$	0.91	0.79	0.76	0.88	0.88	0.79	0.82	0.74
(5)	V1A	67.90	67.90	67.90	71.30	67.90	67.90	67.90	67.90
(6)	V1B	81.54	81.54	81.54	70.23	81.54	81.54	81.54	81.54

## 【0047】

次に本発明のズームレンズを撮影光学系として用いたビデオカメラの実施例を図17を用いて説明する。図17において、10はビデオカメラ本体、11は本発明のズームレンズによって構成された撮影光学系である。12は撮影光学系11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。13は撮像素子12によって光電変換された被写体像に対応する情報を記憶するメモリ、14は不図示の表示素子によって表示された被写体像を観察するためのファインダーである。このように本発明のズームレンズをビデオカメラ等の撮像装置に適用することにより、小型で高い光学性能を有する撮像装置が実現できる。尚、本発明のズームレンズはデジタルスチルカメラにも同様に適用することができる。

10

## 【符号の説明】

## 【0048】

B1 第1レンズ群

20

B2 第2レンズ群

B3 第3レンズ群

B4 第4レンズ群

S P 絞り

I P 結像面

G CCDのフォースプレートやローパスフィルター等のガラスブロック

球面収差 実線: d線

2点鎖線 g線

非点収差 実線: d線 サジタル像面

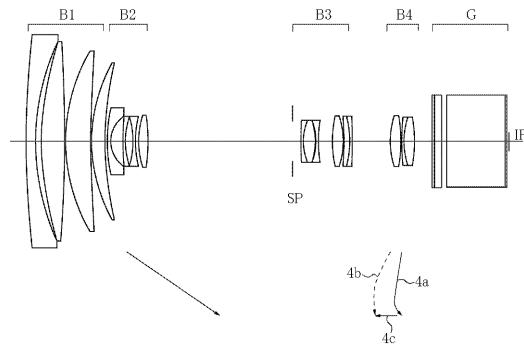
点線 d線 メリディオナル像面

30

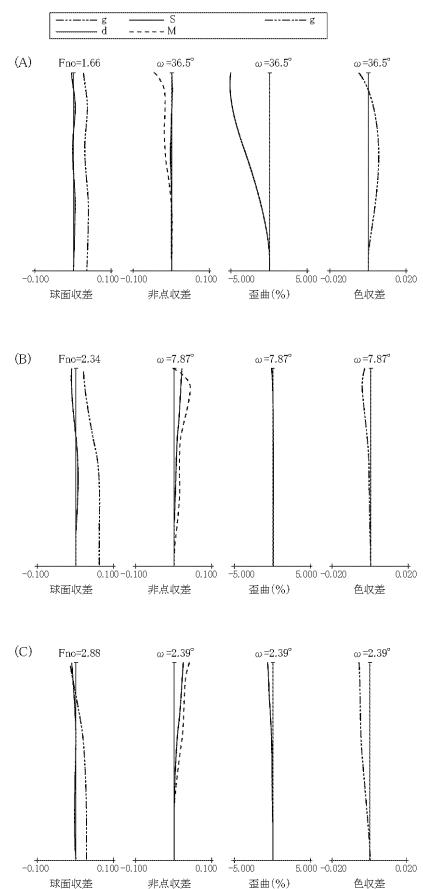
歪曲 d線

倍率色収差 2点鎖線: g線

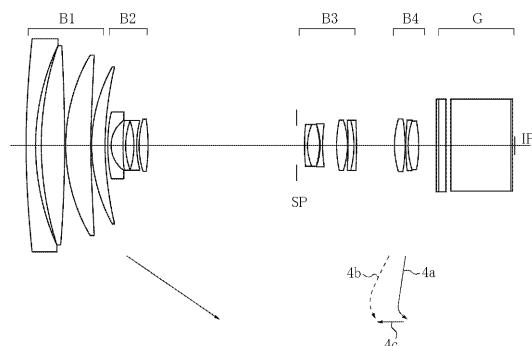
【図1】



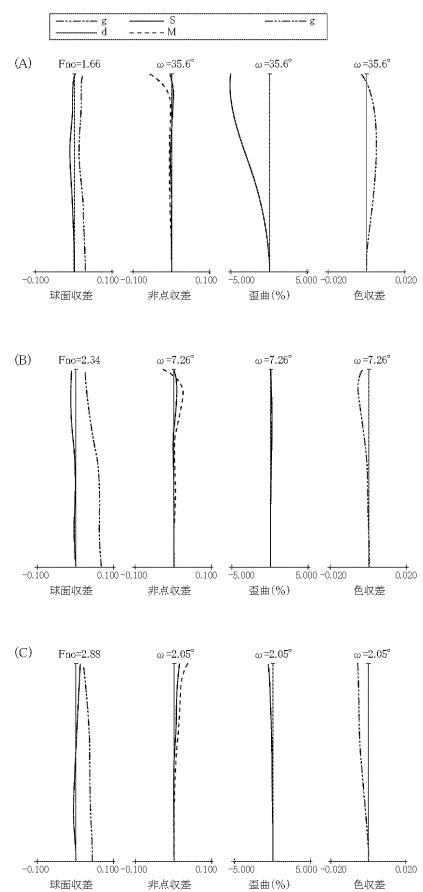
【図2】



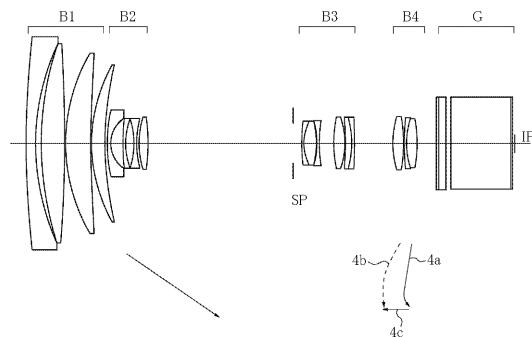
【図3】



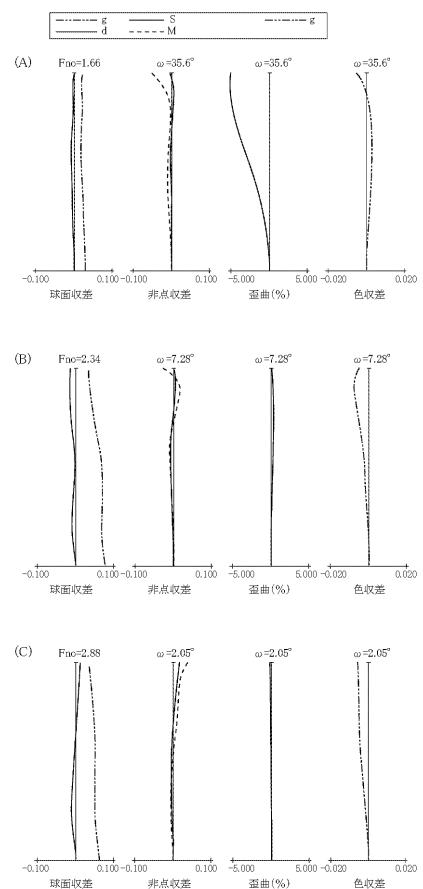
【図4】



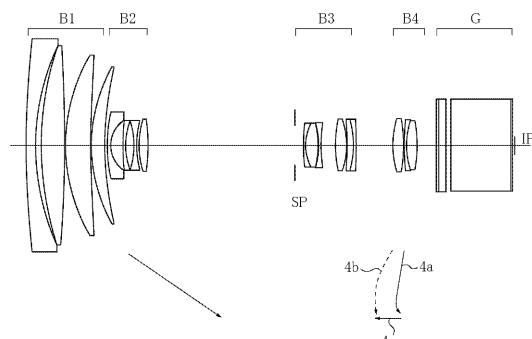
【図5】



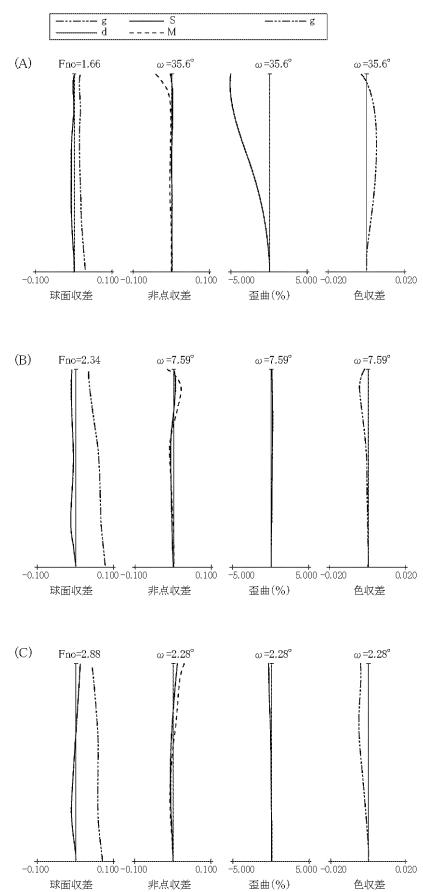
【図6】



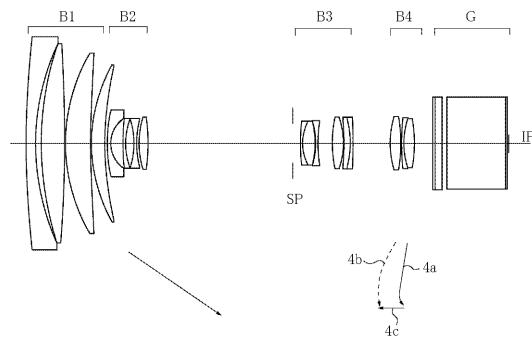
【図7】



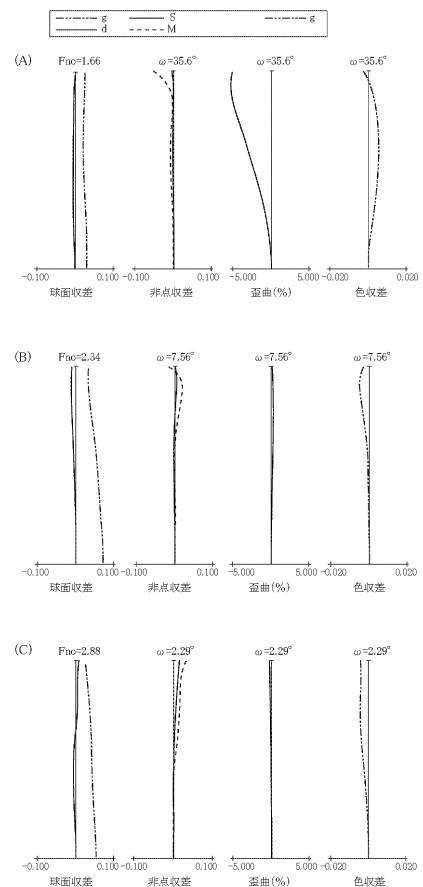
【図8】



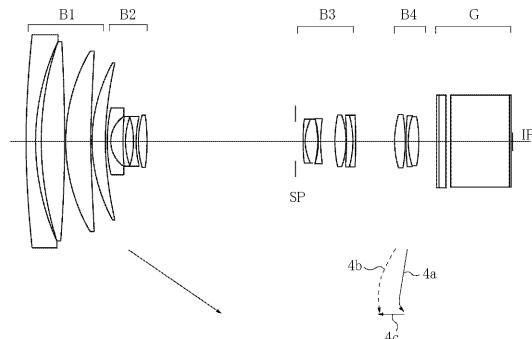
【図9】



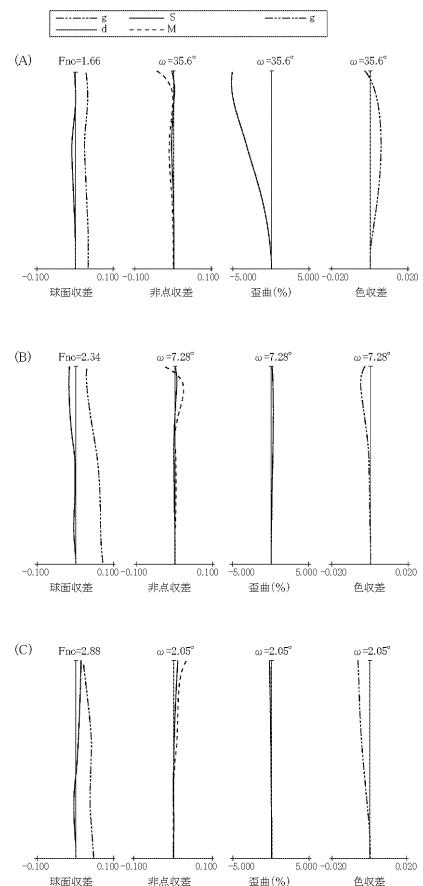
【図10】



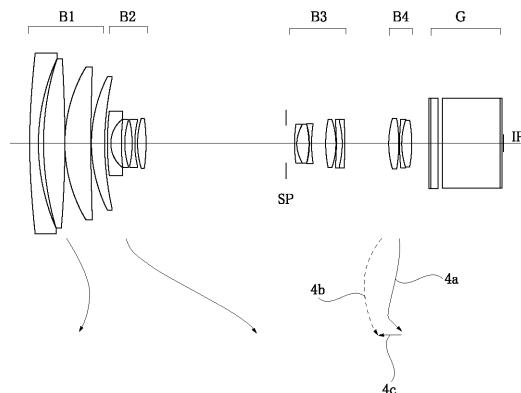
【図11】



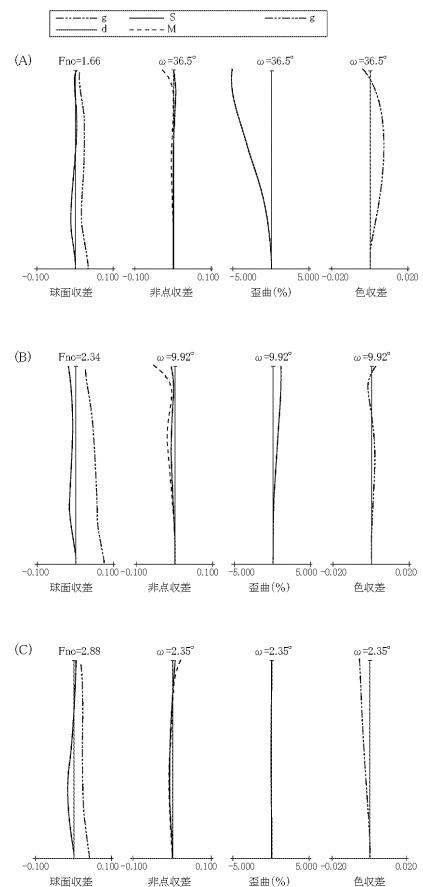
【図12】



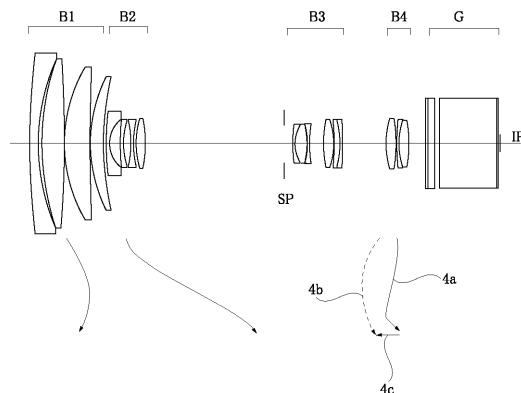
【図13】



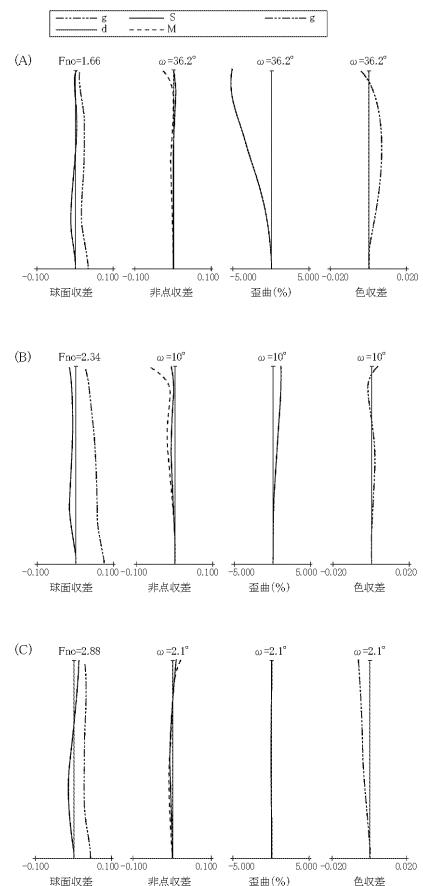
【図14】



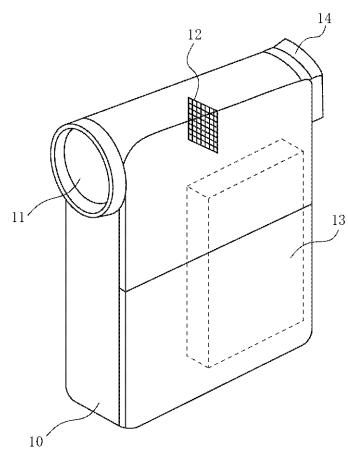
【図15】



【図16】



【図17】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開2009-042270(JP,A)  
特開2009-042269(JP,A)  
特開2008-129222(JP,A)  
特開2000-321499(JP,A)  
特開平08-050244(JP,A)  
特開2004-325566(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 15 / 16  
G 02 B 13 / 18