

(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2012-252254
(P2012-252254A)

(43) 公開日 平成24年12月20日(2012.12.20)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G 0 2 B 15/20 (2006.01)	G O 2 B 15/20	2 H 0 8 7
G 0 2 B 13/18 (2006.01)	G O 2 B 13/18	

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2011-126123 (P2011-126123)
(22) 出願日 平成23年6月6日(2011.6.6)

(71) 出願人 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 堀内 昭永
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
F ターム(参考) 2H087 KA01 MA15 PA07 PA18 PB08
QA02 QA06 QA07 QA17 QA21
QA26 QA32 QA34 QA42 QA45
RA05 RA12 RA13 RA36 RA42
SA23 SA27 SA29 SA32 SA62
SA63 SA64 SA65 SB03 SB14
SB23 SB32

(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) 【要約】

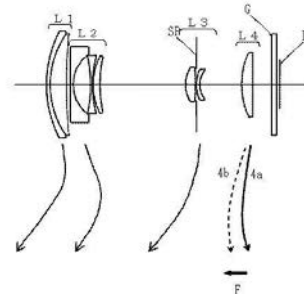
【課題】 全系が小型で広画角かつ高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を有したズームレンズを得ること。

【解決手段】 物体側より像側へ順に、正の第1、負の第2、正の第3、正の第4レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズームングに際し、第1、第2レンズ群の間隔が増大し、第2、第3レンズ群の間隔が減少し、第3、第4レンズ群の間隔が増大するように各レンズ群が移動するズームレンズにおいて、

第1レンズ群は物体側から像側へ順に、負と正の接合レンズからなり、第2レンズ群は物体側から像側へ順に、負、負、正のレンズ、第3レンズ群は物体側から像側へ順に、正、負のレンズ、第4レンズ群は正レンズからそれぞれなっており、

広角端から望遠端へのズームングに際しての第1及び第3のレンズ群の移動量M1、M3、第1、第3のレンズ群の焦点距離f1、f3を各々適切に設定したこと。

【選択図】 図1



【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、

広角端から望遠端へのズームングに際し、前記第 1 レンズ群と前記第 2 レンズ群の間隔が増大し、前記第 2 レンズ群と前記第 3 レンズ群の間隔が減少し、前記第 3 レンズ群と前記第 4 レンズ群の間隔が増大するように前記第 1 レンズ群ないし前記第 4 レンズ群が移動するズームレンズにおいて、

前記第 1 レンズ群は物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズを接合した接合レンズからなり、前記第 2 レンズ群は物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズからなり、前記第 3 レンズ群は物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズからなり、前記第 4 レンズ群は正レンズからなり、

広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第 1 レンズ群と前記第 3 レンズ群の移動量を各々 M_1 、 M_3 、前記第 1 レンズ群と前記第 3 レンズ群の焦点距離を各々 f_1 、 f_3 とするとき、

$$1.0 < M_3 / M_1 < 3.0$$

$$2.5 < f_1 / f_3 < 8.0$$

なる条件式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 1 レンズ群ないし前記第 4 レンズ群の各レンズ群の光軸上の厚さの総和を D_A 、望遠端における前記第 1 レンズ群の物体側のレンズ面から像面までの距離を $T D t$ とするとき、

$$1.0 < M_3 / D_A < 4.0$$

$$0.95 < M_1 / D_A < 6.00$$

$$2.0 < T D t / D_A < 6.0$$

なる条件式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。

【請求項 3】

望遠端における全系の焦点距離を f_t 、広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第 2 レンズ群の移動量を M_2 、前記第 1 レンズ群ないし前記第 4 レンズ群の各レンズ群の光軸上の厚さの総和を D_A 、望遠端における前記第 1 レンズ群の物体側のレンズ面から像面までの距離を $T D t$ とするとき、

$$0.1 < M_1 / f_t < 3.0$$

$$-0.5 < (M_3 - M_1) / T D t < 0.2$$

$$-1.0 < M_2 / D_A < 1.0$$

なる条件式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】

望遠端と広角端における前記第 2 レンズ群の横倍率を各々 2_t 、 2_w 、望遠端と広角端における前記第 3 レンズ群の横倍率を各々 3_t 、 3_w 、前記第 2 レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$2.0 < f_1 / |f_2| < 6.0$$

$$0.1 < |f_2| / f_3 < 2.0$$

$$0.45 < (2_t / 2_w) / (3_t / 3_w) < 3.00$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のズームレンズ。

【請求項 5】

前記第 4 レンズ群の焦点距離を f_4 、広角端における全系の焦点距離を f_w とするとき、

$$0.15 < f_3 / f_4 < 1.60$$

$$1.0 < f_4 / f_w < 15.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のズームレ

10

20

30

40

50

ズ。

【請求項 6】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一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に関し、特にデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視カメラ、放送用カメラ、銀塩写真用カメラ等の撮像装置に用いる撮影レンズとして好適なものである。

10

【背景技術】

【0002】

近年、固体撮像素子を用いたデジタルスチルカメラ、ビデオカメラ、監視用カメラ等の撮像装置は、高機能化され、又装置全体が小型化されている。そしてそれに用いる撮影光学系としては、レンズ全長が短く、コンパクトでしかも高解像力のズームレンズであることが要求されている。更に、短い撮影距離においても広い撮影範囲が得られるよう広角端の焦点距離が短い広画角のズームレンズであること等が要求されている。

【0003】

これらの要求を満足するズームレンズとして、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 レンズ群からなる 4 群のズームレンズが知られている（特許文献 1～4）。特許文献 1 乃至 3 には、各レンズ群を移動させてズーミングを行い、第 4 レンズ群を移動させて変倍に伴う像面変動を補正するとともに、フォーカシングを行う所謂リアフォーカスタイプの 4 群ズームレンズが開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2009 - 031757 号公報

【特許文献 2】特開 2010 - 002684 号公報

【特許文献 3】特開 2010 - 164606 号公報

【特許文献 4】特開 2008 - 102166 号公報

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

撮像装置に用いるズームレンズとして、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である。前述した 4 群ズームレンズにおいては各レンズ群のレンズ構成、ズーミングに伴う第 1、第 3 レンズ群の移動量、そして第 1、第 3 レンズ群の屈折力（焦点距離の逆数）等を適切に設定することが重要になってくる。

40

【0006】

この他、第 2 レンズ群のズーミングに伴う移動距離（移動量）や第 2、第 4 レンズ群の屈折力等を適切に設定することが重要になってくる。これらの構成を適切に設定しないと、全系の小型化を図りつつ、広画角化及び高ズーム比化を図り、全変倍範囲にわたり高い光学性能を得るのが大変困難になってくる。

【0007】

特許文献 1 乃至 3 では、構成レンズ枚数を少なくしても高いズーム比を得つつ、ズームレンズの沈胴時の薄型化が容易なズームレンズを開示している。しかしながら、ズーミングに際して第 3 レンズ群に比べ第 1 レンズ群の移動量が大きく、光学全長が増大する傾向がある。

50

【0008】

また、ズームングに際しての第1レンズ群の移動量が大きいため、沈胴時に薄型化するためには、レンズ鏡筒を多段構成にする必要があり、レンズ鏡筒の構成が複雑化し、また径方向が大型化する傾向がある。薄型化を達成するために各レンズ面の屈折力を増加すると、望遠端において軸上色収差、倍率色収差及びコマ収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難になってくる傾向がある。

【0009】

特許文献4は、沈胴時の小型が容易で、変倍比10倍程度の高ズーム比のズームレンズを開示している。しかしながら高ズーム比化に伴う、第1レンズ群の屈折力が増加して、望遠端において軸上色収差、倍率色収差が増大し、これらの諸収差の補正が困難になってくる傾向がある。

10

【0010】

本発明は、全系が小型で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の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0011】

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、

広角端から望遠端へのズームングに際し、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が増大し、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が減少し、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が増大するように前記第1レンズ群ないし前記第4レンズ群が移動するズームレンズにおいて、

20

前記第1レンズ群は物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズを接合した接合レンズからなり、前記第2レンズ群は物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズからなり、前記第3レンズ群は物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズからなり、前記第4レンズ群は正レンズからなり、

広角端から望遠端へのズームングに際しての前記第1レンズ群と前記第3レンズ群の移動量を各々M1、M3、前記第1レンズ群と前記第3レンズ群の焦点距離を各々f1、f3とすると、

30

$$1.0 < M3 / M1 < 3.0$$

$$2.5 < f1 / f3 < 8.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、全系が小型で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が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【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

40

【図2】(A)、(B)、(C) 実施例1のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【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】(A)、(B)、(C) 実施例2のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【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】(A)、(B)、(C) 実施例3のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【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】(A)、(B)、(C) 実施例4のズームレンズの広角端、中間のズーム位置

50

、望遠端における諸収差図

【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】(A)、(B)、(C) 実施例 5 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における諸収差図

【図 11】(A)、(B) 実施例 1 のズームレンズの広角端と望遠端における標準状態の横収差図

【図 12】(A)、(B) 実施例 1 のズームレンズの広角端における 3° 防振時の横収差図と望遠端における 0.3° 防振時の横収差図

【図 13】本発明の撮像装置の実施例の要部概略図

【発明を実施するための形態】

【0014】

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。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ている。

【0015】

広角端から望遠端へのズームングに際し、第 1 レンズ群と第 2 レンズ群の間隔が増大し、第 2 レンズ群と第 3 レンズ群の間隔が減少し、第 3 レンズ群と第 4 レンズ群の間隔が増大するように前記第 1 レンズ群ないし前記第 4 レンズ群が移動する。

【0016】

第 1 レンズ群は物体側から像側へ順に、負レンズと正レンズを接合した接合レンズからなっている。第 2 レンズ群は物体側から像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズからなっている。第 3 レンズ群は物体側から像側へ順に、正レンズ、負レンズからなっている。第 4 レンズ群は正レンズからなっている。

【0017】

本発明では、広角端から望遠端へのズームングに際しての第 1 レンズ群と第 3 レンズ群の移動量の比及び、第 1 レンズ群と第 3 レンズ群の焦点距離の比等を適切に設定している。これによって、広画角で全系が、小型でありながら、諸収差を良好に補正したズームレンズを得ている。

【0018】

図 1 は本発明の実施例 1 のズームレンズの広角端（短焦点距離端）におけるレンズ断面図である。図 2 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端、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。

【0019】

図 3 は本発明の実施例 2 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 4 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 2 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図 5 は本発明の実施例 3 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 6 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 3 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0020】

図 7 は本発明の実施例 4 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 8 (A)、(B)、(C) はそれぞれ実施例 4 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。図 9 は本発明の実施例 5 のズームレンズの広角端におけるレンズ断面図である。図 10 はそれぞれ実施例 5 のズームレンズの広角端、中間のズーム位置、望遠端における収差図である。

【0021】

図 11 (A)、(B) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端と望遠端における防振を行わない標準状態のときの横収差図である。図 12 (A)、(B) はそれぞれ実施例 1 のズームレンズの広角端と望遠端における第 3 レンズ群で防振したときの横収差図である。図 13 は本発明のズームレンズを備える撮像装置の要部概略図である。

10

20

30

40

50

【0022】

実施例1乃至実施例5のズームレンズは撮像装置に用いられる撮影レンズ系である。レンズ断面図において、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。L1は正の屈折力の第1レンズ群、L2は負の屈折力の第2レンズ群、L3は正の屈折力の第3レンズ群、L4は正の屈折力の第4レンズ群である。SPは開放Fナンバー光束を制限するFナンバー決定絞り（開口絞り）である。

【0023】

開口絞りSPは第3レンズ群L3中に配置されている。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る。IPは像面である。ビデオカメラやデジタ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）の撮像面に相当し、銀塩フィルム用カメラの撮像光学系として使用する際にはフィルム面に相当する。

10

【0024】

収差図において、d、gはd線及びg線、M、Sはメリジオナル像面、サジタル像面を表している。FnoはFナンバー、 ω は撮影画角の半画角（度）である。球面収差においてはd線（実線）およびg線（点線）を表示し、非点収差においてはd線におけるM、Sを表示し、歪曲収差においてはd線を表示している。倍率色収差においてはd線に対するg線の収差を表示し、横収差においてはd線を表示している。横軸は瞳径を示す。

20

【0025】

以下の各実施例において広角端と望遠端は、それぞれ最小の焦点距離における各レンズ群の配置と、最大の焦点距離における各レンズ群の配置をいう。矢印は広角端から望遠端へのズームングに際しての各レンズ群の移動軌跡とフォーカスするときの移動方向を示している。

【0026】

各実施例では、広角端から望遠端へのズームングに際して矢印のように、第1レンズ群L1は物体側に凹状の軌跡で移動し、第2レンズ群L2は物体側に凹状の軌跡で移動し、第3レンズ群L3は物体側に移動する。また、第4レンズ群L4を物体側に凸状の軌跡で移動させることで変倍に伴う像面変動を補正している。

30

【0027】

このとき、広角端から望遠端へのズームングに際し、第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の間隔が増大し、第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔が減少し、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の間隔が増大するように各レンズ群を移動させている。また、第4レンズ群L4を光軸上移動させてフォーカシングを行うリアフォーカス式を採用している。第4レンズ群L4に関する実線の曲線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変倍に伴う像面変動を補正するための移動軌跡である。

【0028】

また、各実施例では、望遠端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Fに示すように第4レンズ群L4を前方に繰り出すことを行っている。また、撮影時には、第3レンズ群L3の全体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事によって像位置を変化させている。即ち撮影画像のブレを補正している。ただし、第3レンズ群L1の一部を垂直方向の成分を持つように移動させることによって撮影画像のブレを補正しても良い。

40

【0029】

各実施例においては、ズームングに際しての各レンズ群の移動条件及び第1レンズ群L1乃至第4レンズ群L4のレンズ構成を前述の如く構成している。

【0030】

これにより、高ズーム比化を図りつつ、望遠端における倍率色収差およびコマ収差を良好に補正している。また、広角端におけるレンズ全長を短縮しつつ、前玉有効径を小型に

50

している。特に、第1レンズ群L1を物体側より像側へ順に、負レンズと正レンズの接合レンズより構成することにより、望遠端において倍率色収差を良好に補正している。

【0031】

第2レンズ群L2を物体側より像側へ順に、負レンズ、負レンズ、正レンズから構成することにより、第2レンズ群L2の負の屈折力を強めながらもズーム全域の像面湾曲を良好に補正している。第3レンズ群L3を物体側より像側へ順に、正レンズ、負レンズから構成することにより、第3レンズ群L3の屈折力を強めたときのズーム全域の像面湾曲、コマ収差を良好に補正している。

【0032】

第4レンズ群L4を1つの正レンズから構成することにより像面湾曲を補正しつつ、フォーカシングするときのアクチュエータの駆動負荷を軽減している。そして各実施例において広角端から望遠端へのズーミングに際しての第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の移動量を各々M1、M3とする。第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の焦点距離を各々f1、f3とする。

10

【0033】

このとき、

$$1.0 < M3 / M1 < 3.0 \quad \dots (1)$$

$$2.5 < f1 / f3 < 8.0 \quad \dots (2)$$

なる条件式を満足している。

【0034】

20

ここで移動量M1、M3の符号は広角端から望遠端へのズーミングに際し物体側へ移動するときに正符号とする。また像側へ移動するときを負とする。このことは以下各レンズ群の移動量に関しても同様である。次に条件式(1)、(2)の技術的意味について説明する。

【0035】

条件式(1)は広角端から望遠端へのズーミングに際しての第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の移動量の比を適切に設定している。条件式(1)の上限値を超えると、第3レンズ群L3の移動量を確保する為に、広角端において第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔を広くとっておく必要がある。その結果、広角端において第3レンズ群L3に入射する光束径が広がり、広角端においてコマ収差および倍率色収差の発生を抑制することが困難になる。もしくは、第1レンズ群L1の移動量が短くなりすぎてしまい、第1レンズ群L1の変倍効果が小さくなり、所定のズーム比を得ることが困難となる。

30

【0036】

また、下限値を超えると、第3レンズ群L3の移動量が短くなりすぎてしまい、第3レンズ群L3に所定の変倍効果をもたせるために第3レンズ群L3の屈折力を強くする必要がある。そうすると、ズーム全域におけるコマ収差および像面湾曲の補正が困難となる。もしくは、第1レンズ群L1の移動量が長くなりすぎてしまい、光学全長(第1レンズ面から像面までの距離)を抑制しつつ高ズーム比化が困難となる。

【0037】

条件式(2)は第1レンズ群L1と第3レンズ群L3の焦点距離の比を適切に設定している。条件式(2)の上限値を超えると、第1レンズ群L1の屈折力が弱くなりすぎてしまい、第1レンズ群L1の変倍効果が小さくなる。このため光学全長を抑制しつつ高ズーム比化を図るのが困難となる。もしくは、第3レンズ群L3の屈折力が強くなりすぎてしまい、ズーム全域におけるコマ収差および像面湾曲を良好に補正することが困難となる。

40

【0038】

また、下限値を超えると、第1レンズ群L1の屈折力が強くなりすぎてしまい、ズーム全域、特に望遠端における軸上色収差、倍率色収差、コマ収差、像面湾曲等の変動を抑えることが困難となる。もしくは、第3レンズ群L3の屈折力が弱くなりすぎてしまい、第3レンズ群L3の変倍効果が小さくなる。このため、光学全長の増大を抑制しつつ高ズーム比化を図るのが困難となる。

50

【0039】

更に好ましくは条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0040】

$$1.00 < M3 / M1 < 1.45 \quad \dots (1a)$$

$$2.5 < f1 / f3 < 4.1 \quad \dots (2a)$$

以上のように各実施例によれば、広画角でありながら全ズーム範囲にわたり高い光学性能で全系が小型のズームレンズが得られる。

【0041】

本発明において、更に高ズーム比及び全系の小型化を維持しつつ高い光学性能を得るためには、以下の条件式のうち1以上を満足することが望ましい。第1レンズ群L1乃至第4レンズ群L4の各レンズ群の光軸上の厚さの総和をDA、望遠端における第1レンズ群L1の物体側のレンズ面から像面までの距離をTDtとする。広角端及び望遠端における全系の焦点距離を各々fw、ftとする。広角端から望遠端へのズームングに際しての第2レンズ群L2の移動量をM2とする。

10

【0042】

望遠端と広角端における第2レンズ群L2の横倍率を各々2t、2w、望遠端と広角端における第3レンズ群L3の横倍率を各々3t、3wとする。第2レンズ群L2の焦点距離をf2とする。第2レンズ群L2と第4レンズ群L4の焦点距離を各々f2、f4とする。

【0043】

このとき、

$$1.0 < M3 / DA < 4.0 \quad \dots (3)$$

$$0.95 < M1 / DA < 6.00 \quad \dots (4)$$

$$2.0 < TDt / DA < 6.0 \quad \dots (5)$$

$$-1.0 < M2 / DA < 1.0 \quad \dots (6)$$

$$2.0 < f1 / |f2| < 6.0 \quad \dots (7)$$

$$0.15 < f3 / f4 < 1.60 \quad \dots (8)$$

$$1.0 < f4 / fw < 15.0 \quad \dots (9)$$

$$0.1 < M1 / ft < 3.0 \quad \dots (10)$$

$$0.1 < |f2| / f3 < 2.0 \quad \dots (11)$$

$$-0.5 < (M3 - M1) / TDt < 0.2 \quad \dots (12)$$

$$0.45 < (2t / 2w) / (3t / 3w) < 3.00 \quad \dots (13)$$

20

30

尚、各レンズ群毎の光軸上の厚みの総和DAには、ローパスフィルタ、保護ガラス等に相当する光学フィルタが含まれない。

【0044】

また望遠端における第1レンズ面から像面迄の光軸上の長さTdは、ローパスフィルタ、保護ガラス等に相当する光学フィルタ等の厚さは空気換算値としたものである。

【0045】

次に各条件式の技術的意味について説明する。条件式(3)は広角端から望遠端へのズームングに際しての第3レンズ群L3の移動量と各レンズ群毎の光軸上の厚みの総和との比を適切に設定している。

40

【0046】

条件式(3)の上限値を超えると、第3レンズ群L3の移動量を確保する為に、広角端において第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔を広くとっておく必要がある。その結果、広角端において第3レンズ群L3に入射する光束径が広がり、広角端においてコマ収差および倍率色収差の発生を抑制することが困難になる。もしくは、各レンズ群毎の光軸上の厚みが短くなりすぎてしまい、コバ厚および中心肉厚を十分確保することが困難となる。

【0047】

また、下限値を超えると、第3レンズ群L3の屈折力が強くなりすぎてしまい、ズーム

50

全域において像面湾曲を良好に補正することが困難になる。もしくは、各レンズ群毎の光軸上の厚みが長くなりすぎてしまい、沈胴時に全系を薄型化することが困難となる。

【0048】

条件式(4)は広角端から望遠端へのズームに際しての第1レンズ群L1の移動量と各レンズ群毎の光軸上の厚みの総和との比を適切に設定している。条件式(4)の上限値を超えると第1レンズ群L1の移動量が長くなりすぎてしまい、光学全長が増大してくる。また、各レンズ群毎の光軸上の厚みが薄くなりすぎてしまい、コバ厚および中心肉厚を十分確保することが困難となる。

【0049】

また、下限値を超えると、第1レンズ群L1の移動量が小さくなりすぎてしまい、高ズーム比化する際には、第1レンズ群L1に変倍効果をもたせるために、第1レンズ群L1の屈折力を強くする必要がある。そうすると、望遠端において軸上色収差、コマ収差そしてズーム全域における像面湾曲の変動を抑えることが困難となる。もしくは、各レンズ群毎の光軸上の厚みが厚くなりすぎてしまい、沈胴時に全系を薄型化することが困難となる。

10

【0050】

条件式(5)は望遠端の光学全長と各レンズ群毎の光軸上の厚みの総和との比を適切に設定している。条件式(5)の上限値を超えると望遠端において光学全長が長くなりすぎてしまい、沈胴時に全系を薄型化するためには、レンズ鏡筒を多段構成にする必要があり、レンズ鏡筒の構成が複雑化してくる。また、径方向が大型化してくる。もしくは、各レンズ群毎の光軸上の厚みが短くなりすぎてしまい、コバ厚および中心肉厚を十分確保することが困難となる。

20

【0051】

また、下限値を超えると、望遠端において光学全長が短くなりすぎてしまい、高ズーム比化するためには各レンズ群の屈折力を強くする必要がある。そうすると、望遠端において軸上色収差やコマ収差そしてズーム全域において像面湾曲の変動を抑えることが困難となる。もしくは各レンズ群毎の光軸上の厚みが厚くなりすぎてしまい、沈胴時に全系を薄型化することが困難となる。

【0052】

条件式(6)は広角端から望遠端へのズームに際しての第2レンズ群L2の移動量と各レンズ群毎の光軸上の厚みの総和との比を適切に設定している。条件式(6)の上限値を超えると第2レンズ群L2の移動量が長くなりすぎてしまい、前玉有効径の大型化及び全長の増大化を抑制することが困難となる。もしくは、各レンズ群毎の光軸上の厚みが薄くなりすぎてしまい、コバ厚および中心肉厚を確保することが困難となる。

30

【0053】

また、下限値を超えると、第2レンズ群L2の移動量が短くなりすぎてしまい、所望のズーム比を得るためには、第2レンズ群L2に多くの変倍効果をもたせる必要がある。そうすると、第2レンズ群L2の屈折力が強くなりすぎてしまい、コマ収差及び倍率色収差、そしてズーム全域における像面湾曲の変動を抑制することが困難となる。もしくは各レンズ群毎の光軸上の厚みが厚くなりすぎてしまい、沈胴時に全系を薄型化することが困難となる。

40

【0054】

条件式(7)は第1レンズ群L1と第2レンズ群L2の焦点距離の比を適切に設定している。条件式(7)の上限値を超えると第1レンズ群L1の屈折力が弱くなりすぎてしまう。そのため、前玉有効径の大型化及び全長の増大を抑制することが困難となる。もしくは第2レンズ群L2の屈折力が強くなりすぎてしまいズーム全域における、コマ収差、倍率色収差、像面湾曲の変動を抑えることが困難となる。

【0055】

また、下限値を超えると、第1レンズ群L1の屈折力が強くなりすぎてしまい、望遠端において軸上色収差やコマ収差及びズーム全域における像面湾曲の変動を抑えることが困

50

難となる。もしくは第2レンズ群L2の屈折力が弱くなりすぎてしまい、高ズーム比化する際には、第2レンズ群L2の移動量を増大させる必要がある。そうすると、前玉有効径の大型化及び光学全長の増大を抑制することが困難となる。

【0056】

条件式(8)は第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の焦点距離の比を適切に設定している。条件式(8)の上限値を超えると第3レンズ群L3の屈折力が弱くなりすぎてしまい、高ズーム比化するためには第3レンズ群L3の移動量を増大させる必要がある。そうすると、広角端におけるコマ収差および倍率色収差を抑制することが困難になる。もしくは、第4レンズ群L4の屈折力が強くなりすぎてしまい、広角端において倍率色収差及び、ズーム全域における像面湾曲を抑制することが困難となる。

10

【0057】

また、下限値を超えると、第3レンズ群L3の屈折力が強くなりすぎてしまい、望遠端において軸上色収差やコマ収差及びズーム全域における像面湾曲の変動を抑制することが困難となる。もしくは、第4レンズ群L4の屈折力が弱くなりすぎてしまい、第4レンズ群L4の移動量が增大してしまい、望遠端における光学全長の増大を抑制することが困難となる。

【0058】

条件式(9)は第4レンズ群L4の焦点距離と広角端における全系の焦点距離との比を適切に設定している。条件式(9)の上限値を超えると第4レンズ群L4の屈折力が弱くなりすぎてしまい、高ズーム比化するためには、第4レンズ群L4の移動量を長くする必要があり、そうすると、光学全長を抑制しつつ高ズーム比化することが困難となる。また、下限値を超えると、第4レンズ群L4の屈折力が強くなりすぎてしまい、広角端においてコマ収差及びズーム全域における像面湾曲の変動を抑制することが困難となる。

20

【0059】

条件式(10)は広角端から望遠端へのズーミングに際しての第1レンズ群L1の移動量と望遠端における全系の焦点距離との比を適切に設定している。条件式(10)の上限値を超えると第1レンズ群L1の移動量が長くなりすぎてしまい、前玉有効径の大型化及び光学全長の増大を抑制することが困難となる。

【0060】

また、下限値を超えると、第1レンズ群L1の屈折力が強くなりすぎてしまい、望遠端においてコマ収差、倍率色収差及びズーム全域における像面湾曲の変動量を抑制することが困難となる。

30

【0061】

条件式(11)は第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の焦点距離を適切に設定している。条件式(11)の上限値を超えると第2レンズ群L2の屈折力が弱くなりすぎてしまい、高ズーム比化するためには、第2レンズ群L2の移動量を増大させる必要がある。そうすると、前玉有効径が大型化し及び光学全長が増大するので良くない。

【0062】

もしくは、第3レンズ群L3の屈折力が強くなりすぎてしまい、望遠端において軸上色収差やコマ収差及びズーム全域における像面湾曲の変動を抑制することが困難となる。また、下限値を超えると、第2レンズ群L2の屈折力が強くなりすぎてしまい、コマ収差及び倍率色収差及びズーム全域における像面湾曲の変動量を抑制することが困難となる。もしくは、第3レンズ群L3の屈折力が弱くなりすぎてしまい、第3レンズ群L3の変倍効果が小さくなることから光学全長を抑制しつつ高ズーム比化することが困難となる。

40

【0063】

条件式(12)は広角端から望遠端へのズーミングに際しての第3レンズ群L3と第1レンズ群L1の移動量と望遠端における光学全長との比を適切に設定している。条件式(12)の上限値を超えると、第3レンズ群L3の移動量を確保する為に、広角端において第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の間隔を広くする必要があり、

【0064】

50

その結果、広角端において第3レンズ群L3に入射する光束径が広がり、広角端においてコマ収差および倍率色収差を抑制することが困難になる。また、下限値を超えると、望遠端において光学全長が長くなることから、沈胴時に全系を薄型化するためには、レンズ鏡筒を多段構成にする必要があり、その結果、レンズ鏡筒の構成が複雑化してくる。また、径方向が大型化してくる。

【0065】

条件式(13)は第2レンズ群L2と第3レンズ群L3の変倍分担比を適切に設定している。高ズーム比で、全ズーム範囲にわたり高い光学性能を得るためのものである。条件式(13)の上限値を超えると、第3レンズ群L3の変倍分担に対し第2レンズ群L2の変倍分担が大きくなりすぎてしまい、ズーム全域における非点収差やコマ収差及び像面湾曲の変動を抑制することが困難となる。

10

【0066】

また、下限値を超えると、第3レンズ群L3の変倍分担に対し第2レンズ群L2の変倍分担が小さくなりすぎてしまい、高ズーム比化する際には、第2レンズ群L2の移動量を増大させる必要がある。そうすると、前玉有効径の大型化及び光学全長の増大を抑制することが困難となる。

【0067】

各実施例において第3レンズ群L3は像ぶれを低減する防振用レンズ群を含む。例えば、第3レンズ群L3の全体を光軸に対して垂直方向に移動させる事によって撮影画像のブレを補正することが出来る。

20

【0068】

図11(A)、(B)に実施例1において第3レンズ群L3で防振を行わない標準状態での広角端と望遠端での横収差図を示す。図12(A)、(B)に実施例1において第3レンズ群L3で防振を行ったときの広角端(3度防振)と望遠端(0.3度防振)における横収差図を示す。これらより防振を行っても良好なる光学性能が維持されることが理解できる。

【0069】

広角端から望遠端へのズームングに際して開口絞りまたは絞りユニットのみ単独で移動するのが良い。更に好ましくは、各条件式の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

【0070】

- 1.34 < M3 / DA < 1.91 . . . (3a)
- 0.95 < M1 / DA < 1.71 . . . (4a)
- 4.34 < TDt / DA < 5.10 . . . (5a)
- 0.00 < M2 / DA < 0.75 . . . (6a)
- 4.00 < f1 / |f2| < 4.85 . . . (7a)
- 0.33 < f3 / f4 < 0.71 . . . (8a)
- 3.83 < f4 / fw < 6.35 . . . (9a)
- 0.25 < M1 / ft < 0.55 . . . (10a)
- 0.60 < |f2| / f3 < 0.85 . . . (11a)
- 0.000 < (M3 - M1) / TDt < 0.085 . . . (12a)
- 0.45 < (2t / 2w) / (3t / 3w) < 2.30 . . . (13a)

30

40

更に、各実施例のズームレンズを撮像装置に用いたときは諸収差のうち歪曲収差の補正を電氣的な画像処理によって補正しても良い。

【0071】

各実施例において第1レンズ群L1の物体側又は第4レンズ群L4の像側の少なくとも一方に屈折力のある1以上のレンズ群を配置しても良い。以上のように構成することによってレンズ全長の小型化と広画角化を達成するとともに広角端から望遠端に至る全ズーム範囲にわたり良好なる光学性能を得ることができる。特に沈胴時に影響がある各レンズ群の厚みや移動量を少なくしつつ、広角端から望遠端までの全ズーム領域で色収差や像面湾曲等を良好に補正したズーム比8~10倍程度のズームレンズが得られる。

50

【 0 0 7 2 】

以下に、実施例 1 ~ 5 に各々対応する数値実施例 1 ~ 5 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_{di} 、 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、アッペ数を示す。また、数値実施例 1 ~ 5 では最も像側の 2 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、 A_4 、 A_6 、 A_8 を各々非球面係数とする。このとき

【 0 0 7 3 】

【 数 1 】

$$X = \frac{H^3/R}{1 + \sqrt{1 - (1+k)(H/R)^2}} + A_4 H^4 + A_6 H^6 + A_8 H^8$$

10

【 0 0 7 4 】

なる式で表している。 $*$ は非球面形状を有する面を意味している。「 $e - x$ 」は $10 - x$ を意味している。 BF はバックフォーカスであり、最終レンズ面から像面までの距離を空気換算量で示している。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。

【 0 0 7 5 】

20

数値実施例 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.00		
2	18.275	0.60	1.92286	18.9
3	14.029	2.75	1.77250	49.6
4	94.141	(可変)		
5	247.891	0.50	1.85135	40.1
6*	5.824	2.65		
7	-21.004	0.40	1.48749	70.2
8	17.123	0.10		
9	9.825	1.08	1.95906	17.5
10	20.517	(可変)		
11		-0.40		
12*	4.786	1.55	1.76802	49.2
13*	-40.494	0.20		
14(絞り)		0.00		
15	6.204	0.45	1.92286	18.9
16	3.471	1.00		
17		0.00		
18		1.00		
19		(可変)		
20*	11.620	1.71	1.58313	59.4
21	-3000.000	(可変)		
22		0.80	1.51633	64.1

30

40

像面

非球面データ

50

第6面

K = 3.62105e-002 A 4=-3.21235e-005 A 6= 4.34339e-006 A 8=-1.89145e-007

第12面

K = -6.68590e-001 A 4=-1.96155e-004 A 6=-3.71688e-005 A 8=-2.24966e-006

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.87374e-004 A 6=-6.47688e-005

第20面

K = -9.23793e-001 A 4= 2.11181e-005 A 6= 2.71907e-006 A 8=-5.37025e-008

10

各種データ

ズーム比 7.54

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.15	10.46	38.82
Fナンバー	3.03	3.49	6.08
半画角	32.91	19.57	5.70
像高	3.33	3.72	3.88
レンズ全長	37.56	37.71	52.13
BF	4.60	7.10	5.04

20

d 4	0.42	5.41	12.22
d10	13.98	6.46	0.68
d19	4.69	4.88	20.33
d21	3.02	5.52	3.46

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	30.88
2	5	-6.97
3	11	10.11
4	20	19.85

30

【 0 0 7 6 】

数値実施例 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.00		
2	20.269	0.45	1.92286	18.9
3	15.575	2.00	1.77250	49.6
4	109.116	(可変)		
5	221.120	0.40	1.88300	40.8
6	6.105	2.75		
7	-12.882	0.40	1.88300	40.8
8	-108.916	0.10		
9	17.878	1.20	1.95906	17.5
10	-138.781	(可変)		

40

50

11(絞り)		(可変)		
12*	4.542	1.75	1.58313	59.4
13*	-38.384	0.20		
14	4.916	0.60	1.95906	17.5
15	3.317	(可変)		
16		(可変)		
17	17.996	1.05	1.51633	64.1
18	-266.369	(可変)		
19		0.80	1.51633	64.1
像面				10

非球面データ

第12面

K = -1.40887e+000 A 4= 9.87130e-004 A 6= -1.25523e-006 A 8= 1.88112e-008

第13面

K = -1.29108e+002 A 4= 2.22366e-005

各種データ

ズーム比 7.56 20

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.16	12.03	39.00
Fナンバー	3.28	4.25	6.08
半画角	32.87	17.85	5.67
像高	3.33	3.88	3.88
レンズ全長	40.54	37.88	54.65
BF	6.66	12.55	12.16

d 4	0.40	4.38	14.59	30
d10	16.84	5.98	0.83	
d11	-0.40	-0.40	-0.40	
d15	1.40	1.40	1.40	
d16	4.47	2.81	14.90	
d18	4.67	10.56	10.17	

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	34.17	
2	5	-7.41	40
4	12	11.08	
6	17	32.69	

【 0 0 7 7 】

数値実施例 3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.00		

2	19.390	0.60	1.92286	18.9	
3	14.802	2.75	1.77250	49.6	
4	160.996	(可変)			
5	546.228	0.50	1.85135	40.1	
6*	6.131	2.65			
7	-19.955	0.40	1.48749	70.2	
8	14.333	0.10			
9	9.714	1.08	1.95906	17.5	
10	20.563	(可変)			
11		-0.40			10
12*	4.673	1.60	1.76802	49.2	
13*	-59.081	0.20			
14(絞り)		0.00			
15	6.356	0.45	1.92286	18.9	
16	3.482	1.00			
17		0.00			
18		1.00			
19		(可変)			
20*	11.655	1.72	1.58313	59.4	
21	-1538.632	(可変)			20
22		0.80	1.51633	64.1	
像面					

非球面データ

第6面

K = 2.75945e-002 A 4= 5.52482e-005 A 6=-8.02334e-008 A 8= 5.80968e-008

第12面

K = -6.25371e-001 A 4=-9.23742e-005 A 6=-3.73035e-006 A 8=-7.07523e-007

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.37050e-004 A 6=-1.58765e-005

第20面

K = -6.70977e-001 A 4= 1.54497e-005 A 6= 6.72109e-007 A 8= 1.55464e-008

各種データ

ズーム比 9.42

	広角	中間	望遠	
焦点距離	5.15	10.51	48.50	40
Fナンバー	2.51	2.94	6.08	
半画角	32.91	19.50	4.57	
像高	3.33	3.72	3.88	
レンズ全長	38.62	38.97	59.17	
BF	4.91	7.36	4.93	
d 4	0.38	5.19	11.96	
d10	14.65	7.13	0.69	
d19	4.76	5.38	27.67	
d21	3.33	5.78	3.35	50

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離
1	1	30.17
2	5	-6.85
3	11	10.43
4	20	19.84

【 0 0 7 8 】

数値実施例 4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d
1		0.00		
2	26.465	0.60	1.92286	18.9
3	20.266	2.98	1.77250	49.6
4	132.234	(可変)		
5	-4024.505	0.50	1.85135	40.1
6*	7.215	2.80		
7	198.088	0.40	1.48749	70.2
8	14.871	0.10		
9	9.715	1.31	1.95906	17.5
10	16.121	(可変)		
11		-0.40		
12*	4.823	1.70	1.76802	49.2
13*	3986.156	0.20		
14(絞り)		0.00		
15	5.787	0.45	1.92286	18.9
16	3.425	1.00		
17		0.00		
18		1.00		
19		(可変)		
20*	14.022	1.64	1.58313	59.4
21	-63.562	(可変)		
22		0.50	1.51633	64.1

像面

非球面データ

第6面

K = -1.78247e-001 A 4= 6.06183e-005 A 6= 1.34856e-007 A 8= 5.66110e-008

第12面

K = -8.45480e-001 A 4= 2.71785e-004 A 6= 2.97341e-006 A 8= -2.32851e-007

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= 1.82999e-004 A 6= -5.92472e-006

第20面

10

20

30

40

50

K = -2.65149e+001 A 4= 1.00348e-003 A 6=-2.95398e-005 A 8= 5.05159e-007

各種データ

ズーム比	9.45			
	広角	中間	望遠	
焦点距離	5.15	10.46	48.68	
Fナンバー	2.74	2.69	6.08	
半画角	32.91	19.58	4.55	
像高	3.33	3.72	3.88	
レンズ全長	48.44	42.78	60.79	10
BF	1.73	7.29	1.54	
d 4	0.50	8.52	17.98	
d10	23.23	8.32	0.74	
d19	8.54	4.20	26.08	
d21	0.50	6.06	0.31	

ズームレンズ群データ

群	始面	焦点距離	
1	1	45.40	20
2	5	-9.39	
3	11	11.41	
4	20	19.86	

【 0 0 7 9 】

数値実施例 5

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	
1		0.00			
2	22.744	0.60	1.92286	18.9	
3	17.837	2.94	1.77250	49.6	
4	174.904	(可変)			
5	222.422	0.50	1.85135	40.1	
6*	5.302	2.80			
7	96.286	0.40	1.48749	70.2	
8	21.625	0.10			
9	9.622	1.19	1.95906	17.5	
10	18.121	(可変)			40
11		-0.40			
12*	5.358	1.53	1.76802	49.2	
13*	-1173.342	0.20			
14(絞り)		0.00			
15	6.827	0.45	1.92286	18.9	
16	3.876	1.00			
17		0.00			
18		1.00			
19		(可変)			
20*	7.777	1.99	1.58313	59.4	50

21 21.526 (可変)
 22 0.80 1.51633 64.1
 像面

非球面データ

第6面

K = -3.58713e-001 A 4= 9.41505e-005 A 6= 5.22965e-006 A 8= 5.92670e-008

第12面

K = -9.37765e-001 A 4= 1.23083e-004 A 6= -2.51504e-005 A 8= -1.80171e-006

10

第13面

K = 0.00000e+000 A 4= -1.80904e-004 A 6= -4.44899e-005

第20面

K = -2.31052e+000 A 4= 4.76104e-004 A 6= -2.96333e-006 A 8= 5.57163e-008

各種データ

ズーム比 7.52

	広角	中間	望遠
焦点距離	5.15	10.49	38.72
Fナンバー	3.34	4.21	6.60
半画角	32.91	19.52	5.72
像高	3.33	3.72	3.88
レンズ全長	40.47	44.82	60.98
BF	8.40	8.79	7.30

20

d 4	0.34	6.36	15.73
d10	17.00	9.65	1.52
d19	0.15	5.44	21.85
d21	6.82	7.21	5.72

30

ズームレンズ群データ

群 始面 焦点距離

1	1	35.55
2	5	-8.79
3	11	14.05
4	20	19.82

【 0 0 8 0 】

40

【表 1】

条件式		実施例 1	実施例 2	実施例 3	実施例 4	実施例 5
(1)	M3/M1	1.104	1.129	1.116	1.406	1.004
(2)	f1/f3	3.055	3.084	2.892	3.980	2.530
(3)	M3/DA	1.341	1.462	1.903	1.369	1.621
(4)	M1/DA	1.215	1.295	1.705	0.974	1.614
(5)	TDt/DA	4.347	5.014	4.911	4.796	4.800
(6)	M2/DA	0.232	0.007	0.744	0.405	0.402
(7)	f1/ f2	4.432	4.612	4.403	4.834	4.045
(8)	f3/f4	0.509	0.339	0.526	0.575	0.709
(9)	f4/fw	3.855	6.339	3.853	3.855	3.849
(10)	M1/ft	0.375	0.362	0.424	0.254	0.530
(11)	f2 /f3	0.689	0.669	0.657	0.823	0.626
(12)	(M3-M1)/TDt	0.029	0.033	0.040	0.082	0.001
(13)	(β_{2t}/β_{2w})/(β_{3t}/β_{3w})	2.201	0.577	0.577	0.495	1.089

10

【0081】

次に実施例 1 乃至 5 のズームレンズを撮影光学系として用いたデジタルスチルカメラ（
撮像装置）の実施例を図 13 を用いて説明する。

20

【0082】

図 13 において、10 は撮像装置の本体である。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、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 センサ等の撮像素子（光電変換素子）である。13 は撮像素子 12 が受光した被写体像を記録する記録手段、14 は不図示の表示素子に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。上記表示素子は液晶パネル等によって構成され、撮像素子 12 上に形成された被写体像が表示される。

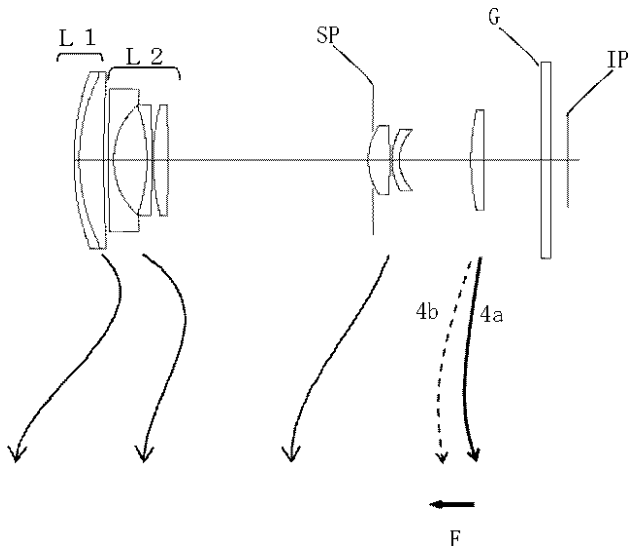
【符号の説明】

【0083】

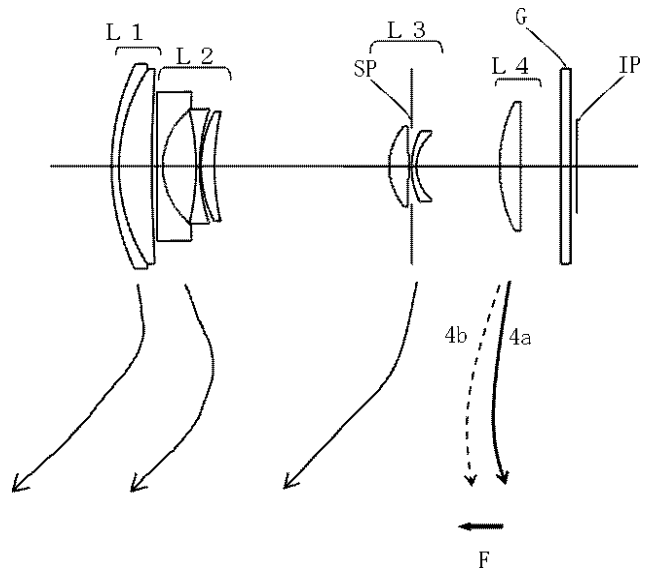
30

L 1 : 第 1 レンズ群 L 2 : 第 2 レンズ群 L 3 : 第 3 レンズ群
L 4 : 第 4 レンズ群 S P : 開口絞り

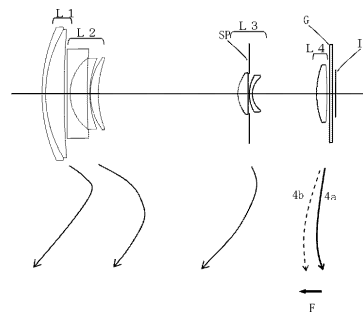
【 図 3 】



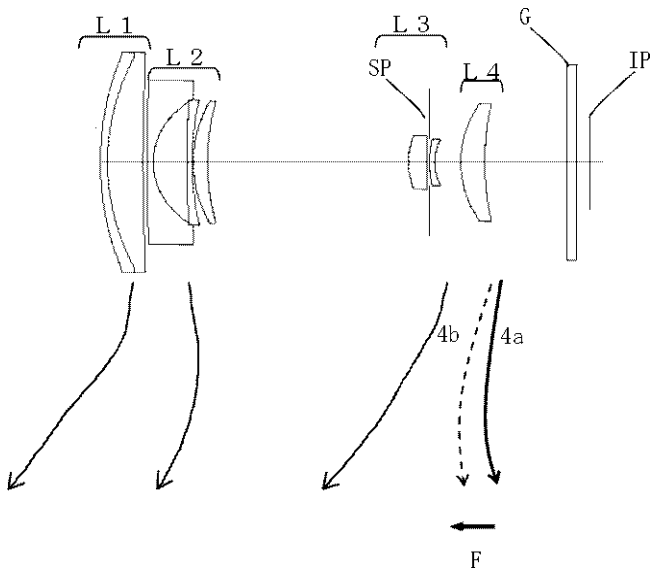
【 図 5 】



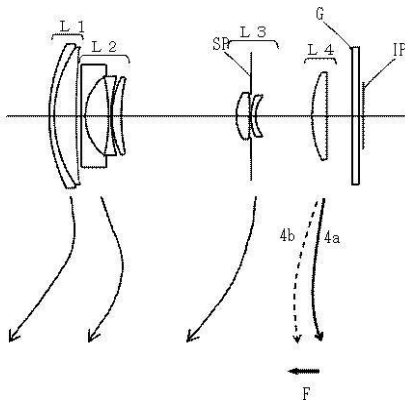
【 図 7 】



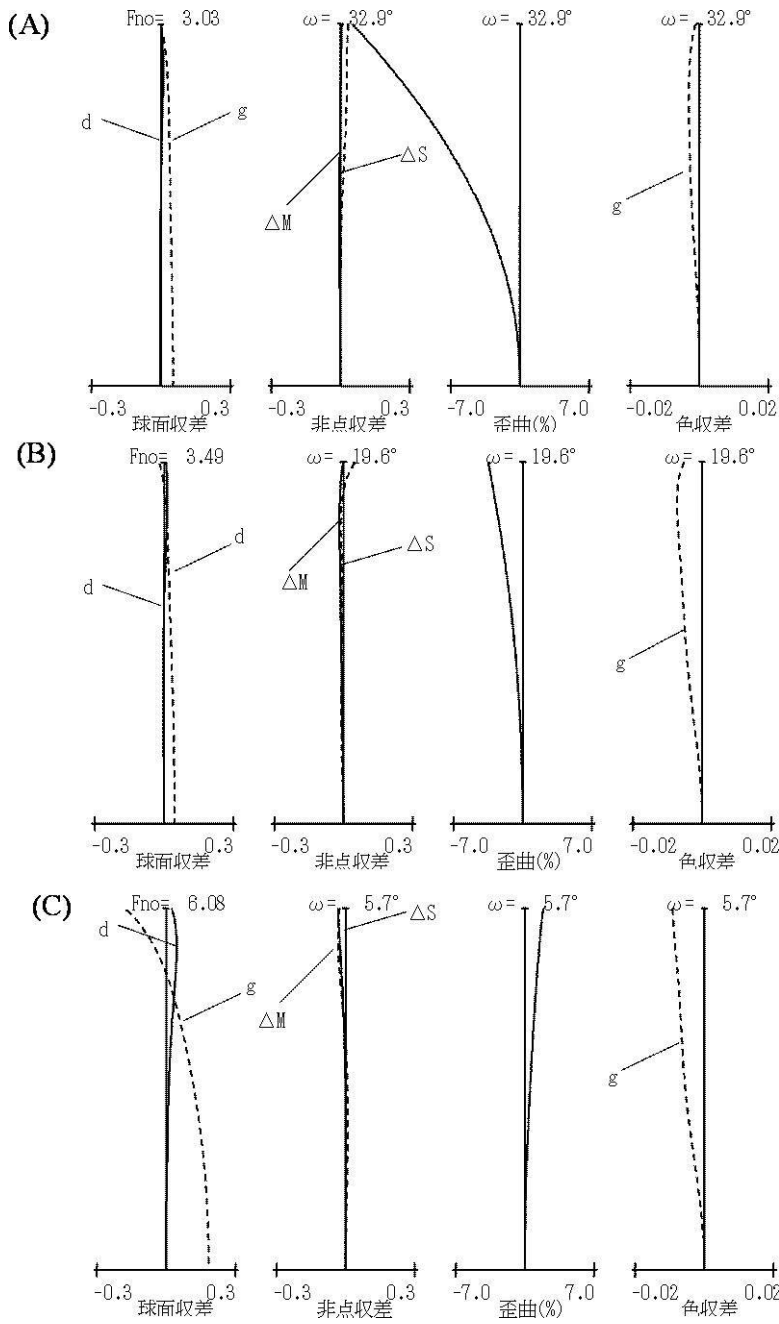
【 図 9 】



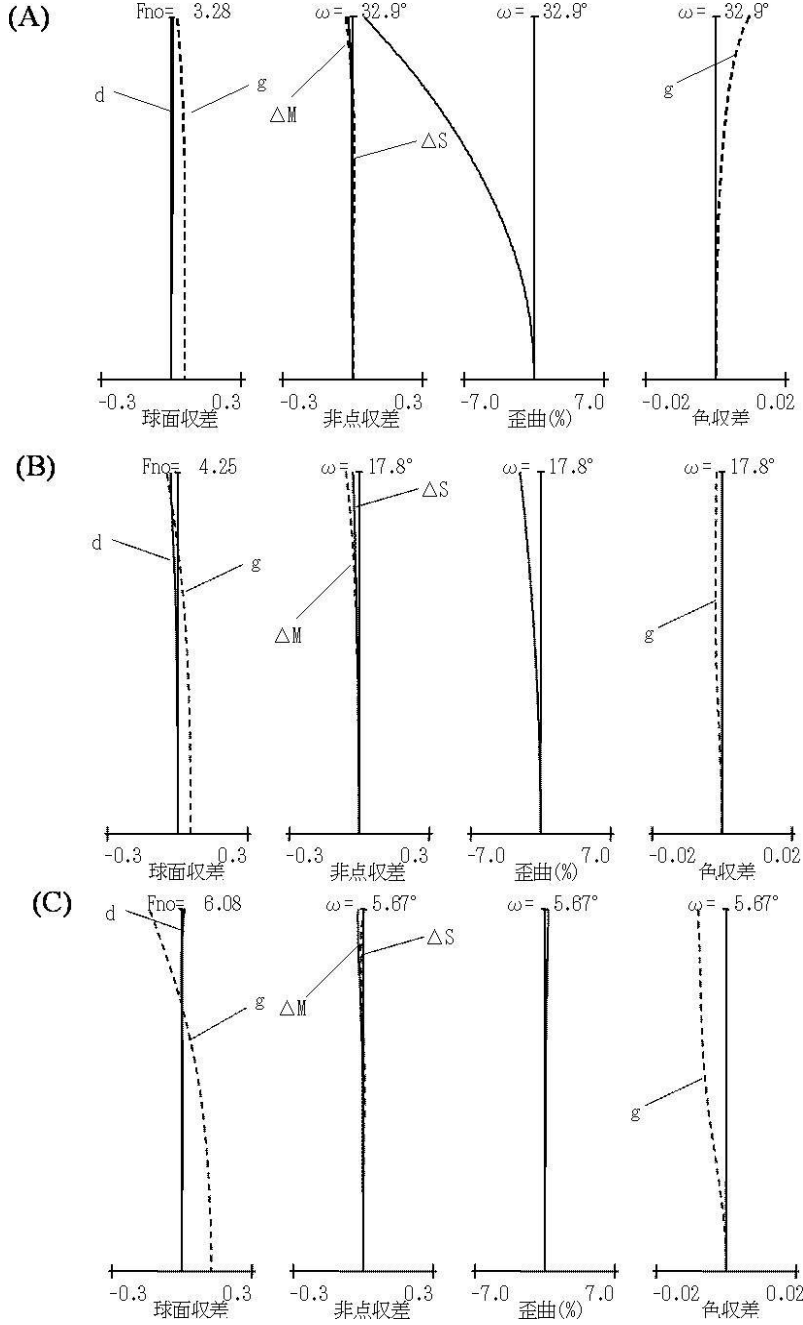
【 图 1 】



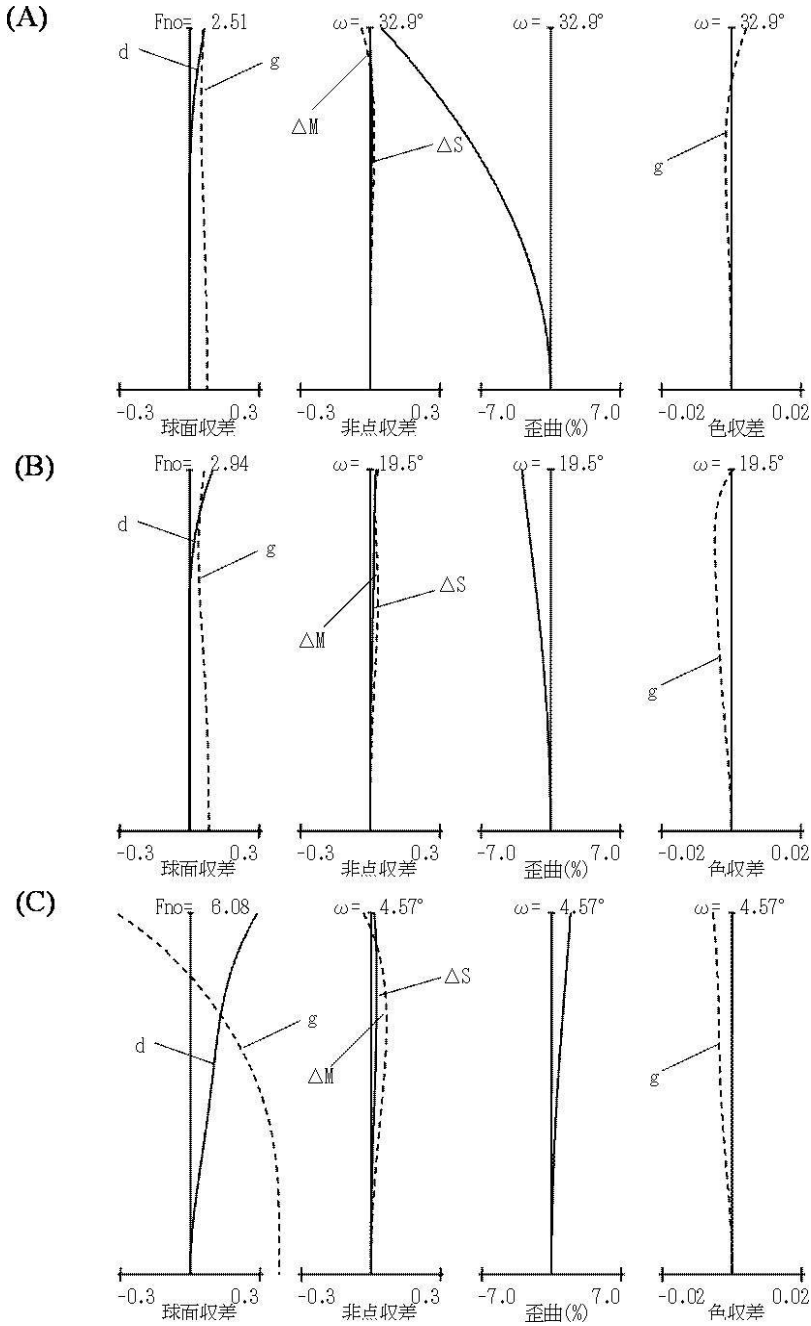
【 图 2 】



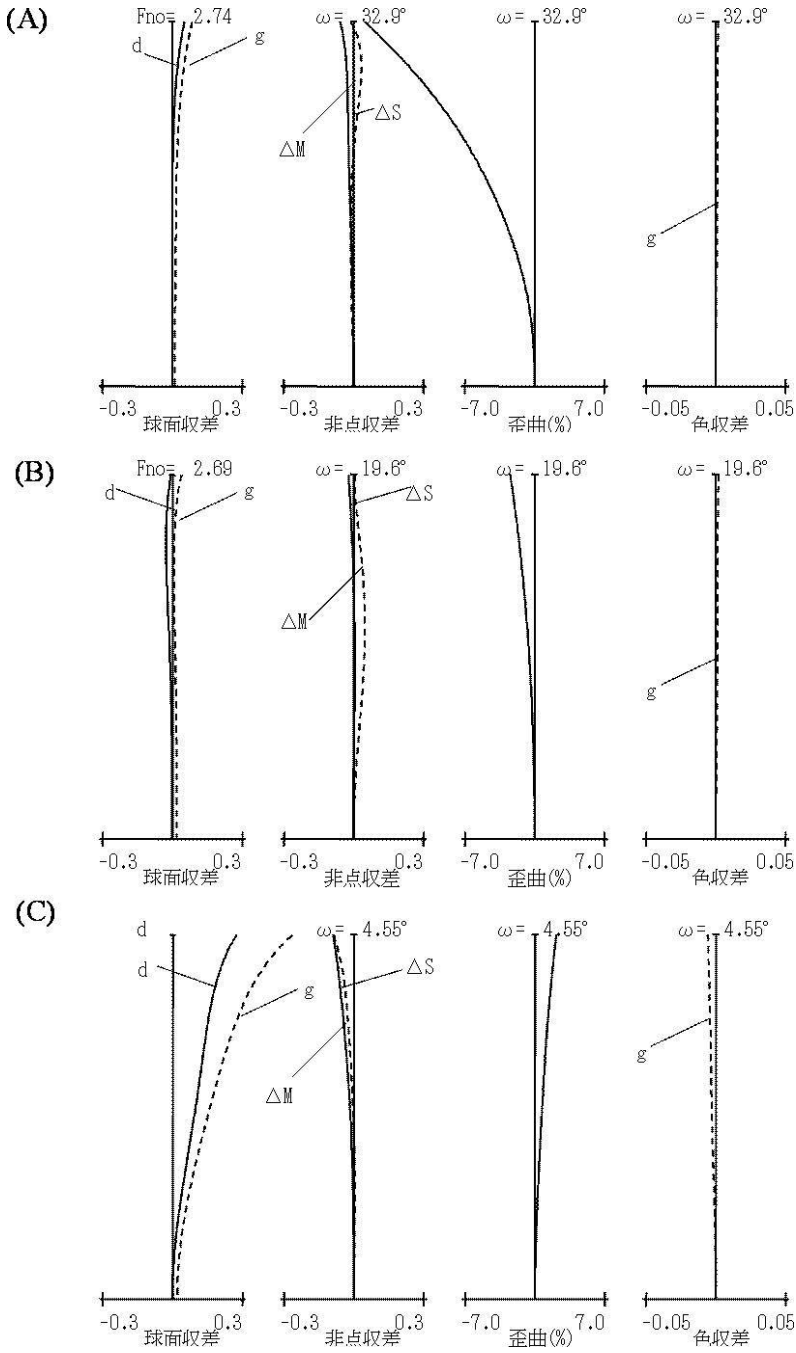
【 図 4 】



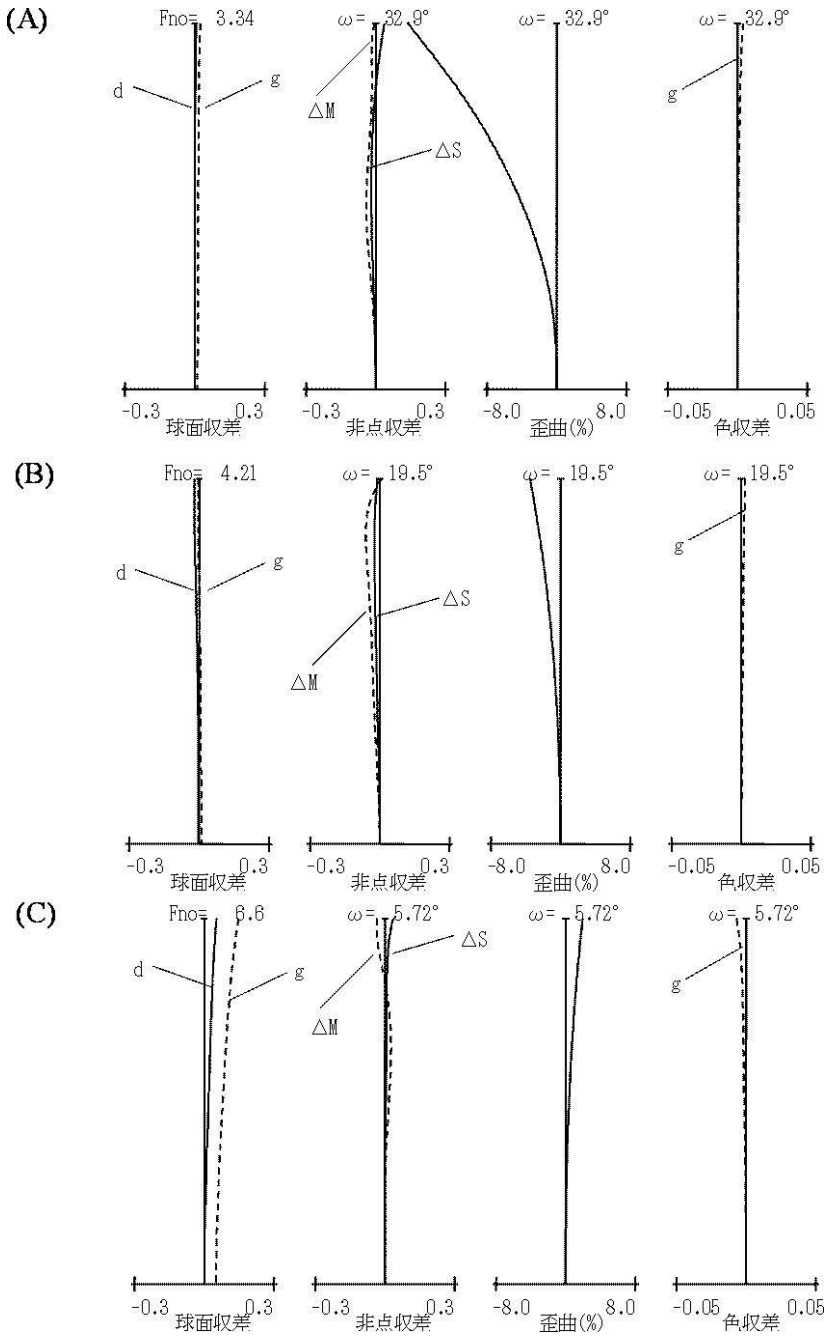
【图6】



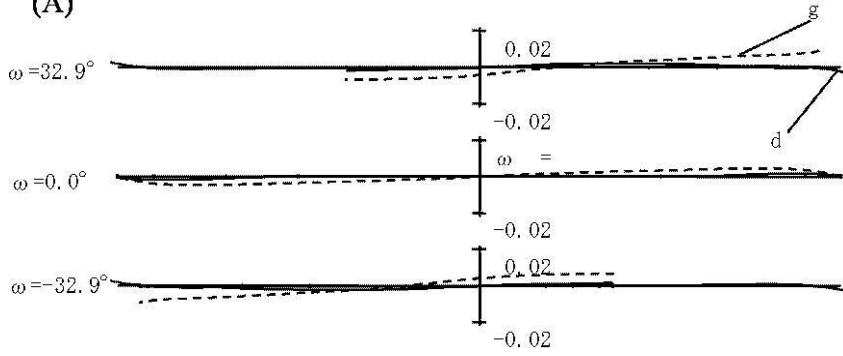
【 図 8 】



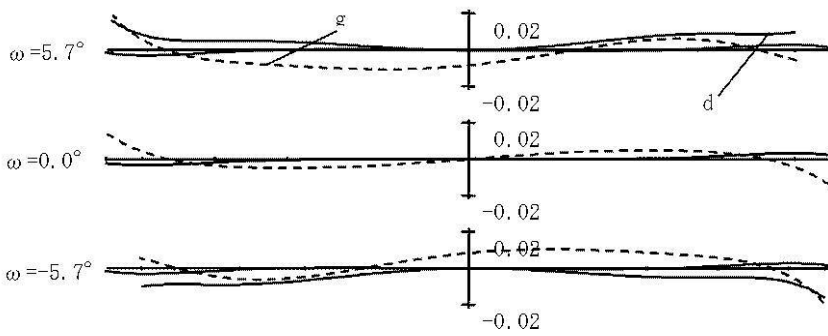
【 図 10 】



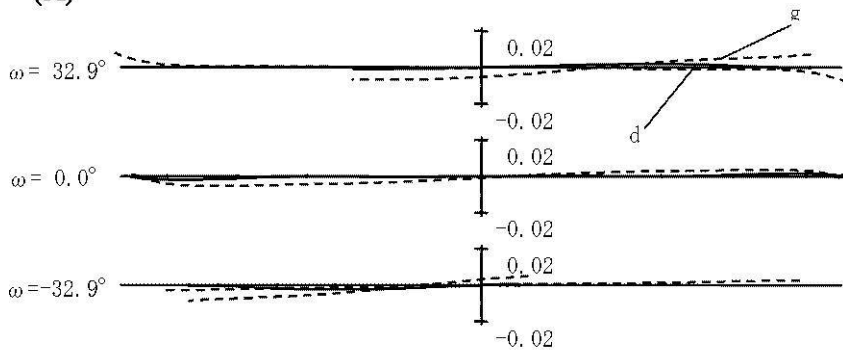
【 図 1 1 】
(A)



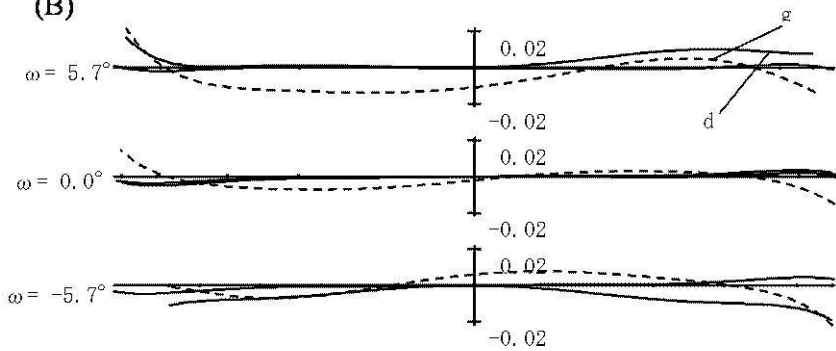
(B)



【 図 1 2 】
(A)



(B)



【 図 1 3 】

