

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4585776号
(P4585776)

(45) 発行日 平成22年11月24日(2010.11.24)

(24) 登録日 平成22年9月10日(2010.9.10)

(51) Int.Cl.

F 1

G02B 15/20 (2006.01)
G02B 13/18 (2006.01)G02B 15/20
G02B 13/18

請求項の数 6 (全 39 頁)

(21) 出願番号 特願2004-52205 (P2004-52205)
 (22) 出願日 平成16年2月26日 (2004.2.26)
 (65) 公開番号 特開2005-242015 (P2005-242015A)
 (43) 公開日 平成17年9月8日 (2005.9.8)
 審査請求日 平成19年1月29日 (2007.1.29)

(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 三坂 誠
 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 下村 一石

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、広角端から望遠端へのズーミングに際して増倍作用をする前群と、正の屈折力を有する後群より構成され、前記前群は正の屈折力の第1レンズ群と負の屈折力の第2レンズ群より構成され、前記後群は正の屈折力の第3レンズ群と正の屈折力の第4レンズ群と負の屈折力の第5レンズ群と正の屈折力の第6レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔が大きくなり、前記第5レンズ群と前記第6レンズ群の間隔が小さくなるように各レンズ群が移動し、広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第1、第3、第4、第5、第6レンズ群が物体側へ移動するズームレンズであって、前記第5レンズ群は光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動して撮影画像を移動させるレンズ群であり、前記第5レンズ群の焦点距離をf₅、前記第6レンズ群の焦点距離をf₆、望遠端における全系の焦点距離をf_tとするとき、

$$\begin{aligned} 0.1 &< |f_5| / f_t < 0.184 \\ 0.22 &< f_6 / f_t < 0.5 \end{aligned}$$

の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】

望遠端における前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の合成焦点距離をf_{34t}とすると

き、

$$0.05 < f_{34t} / ft < 0.2$$

の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。

【請求項3】

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とするとき、

$$0.2 < f_1 / ft < 0.6$$

$$0.03 < |f_2| / ft < 0.1$$

の条件を満足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5レンズ群は、負レンズと、負レンズと正レンズを接合した接合レンズとを有し、
レンズ中心からレンズ周辺に向かって正の屈折力が大きくなる非球面を含む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。 10

【請求項5】

撮像素子上に像を形成するための光学系であることを特徴とする請求項1から4のいずれか1項のズームレンズ。

【請求項6】

請求項1から5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】

20

【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、ズームレンズが振動（傾動）したときの画像のブレを、ズームレンズを構成する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ることにより、光学的に補正して静止画像を得るようにし、撮影画像の安定化を図った写真用カメラや、ビデオカメラ、電子スチルカメラ、デジタルカメラそして3-C CD対応の電子カメラ等に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

撮影系に偶発的に振動が伝わると撮影画像に画像のブレが生じる。従来より、この偶発的な振動による画像のブレを補償する機構（防振機構）を具備したズームレンズが種々と提案されている。例えば光学系（ズームレンズ）を構成するレンズ群の一部を光軸と略垂直な方向に移動させて振動による画像ブレを補償する光学系が知られている（特許文献1～7）。 30

【0003】

特開平2-35406号公報に開示されるズームレンズは、主としてレンズシャッターカメラ用の撮影レンズに適用するのに好適な実施例を開示している。同公報では、物体側から像側へ順に、負の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群より構成される3群ズームレンズの一部のレンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって画像のブレを補償する構成を開示している。

【0004】

40

特開平5-224160号公報に開示されるズームレンズは、主として一眼レフカメラ用の望遠ズームレンズに適用するのに好適な実施例を開示している。同公報では、物体側から像側へ順に、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、正の屈折力の第5レンズ群より構成される5群ズームレンズの、第5レンズ群を負の屈折力のレンズ群と正の屈折力のレンズ群で構成し、前記負の屈折力のレンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって画像のブレを補償する構成を開示している。

【0005】

特開平8-136862号公報に開示されるズームレンズは、主として一眼レフカメラ用の標準ズームレンズに適用するのに好適な実施例を開示している。同公報では、物体側

50

から像側へ順に、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る4群ズームレンズの第2レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって画像のブレを補償する構成を開示している。

【0006】

特開平10-282413号公報に開示されるズームレンズは、主として一眼レフカメラ用の標準ズームレンズに適用するのに好適な実施例を開示している。同公報では、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、負の屈折力の第5レンズ群、正の屈折力の第6レンズ群より構成される6群ズームレンズの、第5レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって画像のブレを補償する構成を開示している。10

【0007】

特開2002-162564号公報に開示されるズームレンズは、主として一眼レフカメラ用の大口径望遠ズームレンズに適用するのに好適な実施例を開示している。同公報では、物体側から像側へ順に、正の屈折力の第1レンズ群、正の屈折力の第2レンズ群、負の屈折力の第3レンズ群、正の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力で、ズーミングに際し固定の第5レンズ群より構成される5群ズームレンズの、第5レンズ群を正の屈折力のレンズ群と負の屈折力のレンズ群、正の屈折力のレンズ群で構成し、前記負の屈折力のレンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって画像のブレを補償する構成を開示している。20

【0008】

また、特開平10-90601号公報には、物体側から像側へ順に、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、負の屈折力の第4レンズ群、正の屈折力の第5レンズ群より構成される5群ズームレンズの、第4レンズ群を光軸と略垂直な方向に移動させることによって画像のブレを補償する構成が開示されている。

【特許文献1】特開平2-35406号公報

【特許文献2】特開平5-224160号公報

【特許文献3】特開平8-136862号公報

【特許文献4】特開平10-282413号公報30

【特許文献5】特開2002-162564号公報

【特許文献6】特開平10-90601号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

一般に撮影系の一部のレンズ群を振動させて画像のブレをなくし、静止画像を得る機構には、画像のブレの補正量が大きいことや画像のブレを補正する為に振動させるレンズ群（防振レンズ群）の移動量や回転量が少ないと、そして装置全体が小型であること等が要望されている。

【0010】

周知のとおり、防振レンズ群を偏心させたときに偏心収差が多く発生すると、画像のブレを補正したときに偏心収差の発生によって画像がボケてくる。したがって防振機能を有した光学系においては、防振レンズ群を光軸と直交する方向に移動させて偏心状態にしたときの偏心収差の発生量が少ないと（課題1）や、防振レンズ群の少ない移動量で大きな画像のブレを補正できることが可能である（課題2）等が要求されている。40

【0011】

しかしながら、高変倍比のズームレンズのように望遠端の焦点距離が長いズームレンズでは、望遠端のズーム位置において前記の課題1、2を同時に解決するのが困難であった50

。

【0012】

特開平2-35406号公報に開示されるズームレンズを、一眼レフカメラの交換レンズに適用しようとするとQRミラー(クイックリターンミラー)の駆動スペースを確保するためのバックフォーカスが不足する傾向があった。

【0013】

特開平8-136862号公報に開示されるズームレンズは主として一眼レフカメラの標準ズームレンズであるが、レンズ群の構成が全体で4群であるので高変倍化を実現するのが難しい。

【0014】

特開平10-90601号公報、特開平10-282413号公報、特開2002-162564号公報に開示されるズームレンズは、変倍機能を有する前群と正の屈折力の後群で構成され、前記後群に配置された負の屈折力のレンズ群を防振レンズ群として光軸と略垂直な方向に移動させることによって画像のブレを補償する構成である。この構成は防振レンズ群の小型化や大きな防振敏感度の確保に有利である。特開平5-224160号公報と特開2002-162564号公報に開示されたズームレンズは望遠タイプのズームレンズであり広角端の焦点距離が長いため、これらの光学系を標準ズームレンズに適用するのは困難であった。

10

【0015】

又、特開平10-282413号公報には、広角域を含む標準ズームレンズが開示されているが、望遠端がさらに長焦点のズームレンズに適用するのは困難であった。特開2002-162564号公報に開示されるズームレンズは、バックフォーカスが短いので、一眼レフカメラの交換レンズに適用しようとするとクイックリターンミラーとの干渉を引き起こす場合があった。

20

【0016】

本発明は、高い変倍比を持ちながらも全変倍域にわたって良好な光学性能を維持するとともに、振動補償(防振)のための機構を具備した際にも装置全体の小型化を可能とし、かつ振動補償時にも良好な画像を得ることができる防振機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】

30

【0017】

本発明のズームレンズは、物体側から像側へ順に、広角端から望遠端へのズーミングに際して増倍作用をする前群と、正の屈折力を有する後群より構成され、前記前群は正の屈折力の第1レンズ群と負の屈折力の第2レンズ群より構成され、前記後群は正の屈折力の第3レンズ群と正の屈折力の第4レンズ群と負の屈折力の第5レンズ群と正の屈折力の第6レンズ群より構成され、広角端から望遠端へのズーミングに際して、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群の間隔が大きくなり、前記第2レンズ群と前記第3レンズ群の間隔が小さくなり、前記第3レンズ群と前記第4レンズ群の間隔が変化し、前記第4レンズ群と前記第5レンズ群の間隔が大きくなり、前記第5レンズ群と前記第6レンズ群の間隔が小さくなるように各レンズ群が移動し、広角端から望遠端へのズーミングに際して前記第1、第3、第4、第5、第6レンズ群が物体側へ移動するズームレンズであって、前記第5レンズ群は光軸と垂直方向の成分を持つ方向に移動して撮影画像を移動させるレンズ群であり、前記第5レンズ群の焦点距離をf5、前記第6レンズ群の焦点距離をf6、望遠端における全系の焦点距離をftとするとき、

$$\begin{aligned} 0.1 < |f_5| / f_t & \leq 0.184 \\ 0.22 < f_6 / f_t & < 0.5 \end{aligned}$$

の条件を満足することを特徴としている。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、高い変倍比を持ちながらも全変倍域にわたって良好な光学性能を維持

40

50

するとともに、振動補償（防振）のための機構を具備した際にも装置全体の小型化を可能とし、かつ振動補償時にも良好な画像を得ることができる防振機能を有したズームレンズ及びそれを有する撮像装置を得ることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

【実施例1】

【0020】

図1は、実施例1のズームレンズのレンズ断面図、図2、図3は、実施例1の広角端のズーム位置における基準状態（物体距離無限遠）の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

10

【0021】

図4、図5は、実施例1の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

【0022】

図6、図7は、実施例1の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図と無限遠物体を画角0.3度分に相当する縦位置を変化させたときの横収差図である。

【0023】

図8は、実施例2のズームレンズのレンズ断面図、図9、図10は、実施例2の広角端のズーム位置における基準状態（物体距離無限遠）の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

20

【0024】

図11、図12は、実施例2の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

【0025】

図13、図14は、実施例2の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図と無限遠物体を画角0.3度分に相当する縦位置を変化させたときの横収差図である。

【0026】

図15は、実施例3のズームレンズのレンズ断面図、図16、図17は、実施例3の広角端のズーム位置における基準状態（物体距離無限遠）の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

30

【0027】

図18、図19は、実施例3の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

【0028】

図20、図21は、実施例3の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図と無限遠物体を画角0.3度分に相当する縦位置を変化させたときの横収差図である。

【0029】

図22は、実施例4のズームレンズのレンズ断面図、図23、図24は、実施例4の広角端のズーム位置における基準状態（物体距離無限遠）の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

40

【0030】

図25、図26は、実施例4の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

【0031】

図27、図28は、実施例4の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図と無限遠物体を画角0.3度分に相当する縦位置を変化させたときの横収差図である。

【0032】

図29は、実施例5のズームレンズのレンズ断面図、図30、図31は、実施例5の広角端のズーム位置における基準状態（物体距離無限遠）の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

50

【 0 0 3 3 】

図32、図33は、実施例5の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図と、無限遠物体を画角0.3度分に相当する像位置を変化させたときの横収差図である。

【 0 0 3 4 】

図34、図35は、実施例5の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図と無限遠物体を画角0.3度分に相当する縦位置を変化させたときの横収差図である。

【 0 0 3 5 】

図36は本発明のズームレンズを備える一眼レフカメラ（撮像装置）の要部概略図である。

【 0 0 3 6 】

図1、図8、図15、図22、図29のレンズ断面図において、（A）は広角端のズーム位置、（B）は中間のズーム位置、（C）は望遠端のズーム位置である。又、左方が物体側（前方）で、右方が像側（後方）である。

10

【 0 0 3 7 】

各実施例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、FBは前群であり、正の屈折力（光学的パワー＝焦点距離の逆数）の第1レンズ群L1、負の屈折力の第2レンズ群L2を有している。

【 0 0 3 8 】

RBは正の屈折力の後群であり、正の屈折力のレンズ群RB1、画像位置を変化させるレンズ群（防振レンズ群）IS、正の屈折力のレンズ群RB2より成っている。レンズ群RB1は、正の屈折力の第3レンズ群L3、正の屈折力の第4レンズ群L4より成っている。レンズ群ISは負の屈折力の第5レンズ群L5より成っている。レンズ群RB2は正の屈折力の第6レンズ群L6より成っている。

20

【 0 0 3 9 】

SPは開口絞りであり、第3レンズ群L3の物体側に位置している。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。

【 0 0 4 0 】

収差図において、d、gは各々d線及びg線、M、Sはメリジオナル像面、サジタル像面、倍率色収差はg線によって表わしている。又、Yは像高である。

30

【 0 0 4 1 】

尚、以下の各実施例において広角端と望遠端は変倍用のレンズ群（各実施例では第2～第6レンズ群）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。

【 0 0 4 2 】

各実施例のズームレンズは、物体側から像側へ順に、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、増倍作用をする前群FBと、全体として正の屈折力を有する後群RBより成る。該後群は、光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて撮影画像を変移させる負の屈折力の第5レンズ群L5を有する。ズーミングに際して、該第5レンズ群L5と第6レンズ群L6の間隔が変化している。

40

【 0 0 4 3 】

具体的には、図1の実施例1では、広角端から望遠端のズーム位置へのズーミングの際、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は第1レンズ群L1との間隔を大にしつつ移動し、第3レンズ群L3は第2レンズ群L2との間隔を小にしつつ物体側へ移動し、第4レンズ群L4は第3レンズ群L3との間隔を小にしつつ物体側へ移動し、第5レンズ群L5は第4レンズ群L4との間隔を大にしつつ物体側に移動し、第6レンズ群L6は第5レンズ群L5との間隔を小にしつつ物体側へ移動し、絞りSPは第3レンズ群L3と一緒に移動している。

【 0 0 4 4 】

50

図8、図15、図12、図29の実施例2～5では、広角端から望遠端のズーム位置へのズーミングの際、第1レンズ群L1は物体側へ移動し、第2レンズ群L2は第1レンズ群L1との間隔を大にしつつ移動し、第3レンズ群L3は第2レンズ群L2との間隔を小にしつつ物体側へ移動し、第4レンズ群L4は第3レンズ群L3との間隔を大にしつつ物体側へ移動し、第5レンズ群L5は第4レンズ群L4との間隔を大にしつつ物体側へ移動し、第6レンズ群L6は第5レンズ群L5との間隔を小にしつつ物体側へ移動し、絞りSPは第3レンズ群L3と一緒に移動している。

【0045】

各実施例では、第5レンズ群L5を光軸と垂直方向の成分を持つように移動させて、例えば手ブレ等があったときの被写体像の変移を行っている。

10

【0046】

又、各実施例では、フォーカスに際して全体或いは単体及び複数のレンズ群を移動させて行ってもよいが、第2レンズ群L2を移動させて行えば、良好なる光学性能が得やすい。

【0047】

各レンズ群のレンズ構成は、物体側から像側へ順に、第1レンズ群L1は、物体側の面が凸でメニスカス形状の負の屈折力の第11レンズと正の屈折力の第12レンズとを接合した接合レンズ、物体側の面が凸でメニスカス形状の正の屈折力の第13レンズより成っている。

【0048】

第2レンズ群L2は、物体側の面が凸でメニスカス形状の負の屈折力の第21レンズ、物体側の面が凹形状の負の屈折力の第22レンズと正の屈折力の第23レンズとを接合した接合レンズ、物体側と像側の面が凸形状の正の屈折力の第24レンズ、像側の面が凸でメニスカス形状の負の屈折力の第25レンズより成っている。

20

【0049】

第3レンズ群L3は1枚、又は3枚のレンズより成っている。

【0050】

第4レンズ群L4は、接合レンズを含む2枚又は4枚のレンズより成っている。

【0051】

第5レンズ群(レンズ群IS)L5は、正の屈折力のレンズと負の屈折力のレンズを含む3枚又は4枚のレンズより成っている。

30

【0052】

第6レンズ群L6は接合レンズを含む6枚のレンズより成っている。

【0053】

次に各実施例の前述した特徴以外の特徴について説明する。

【0054】

f5を第5レンズ群L5の焦点距離、ftを望遠端における全系の焦点距離とするとき、

$$\frac{0.1}{f_5} < |f_5| / f_t \leq 0.184 \dots \dots \dots (1)$$

の条件を満足している。

40

【0055】

防振機能を有した高変倍比のズームレンズは、ズーム全域にわたって基準状態(防振機能を停止した状態)と防振時の光学性能を同時にかつ良好に確保することが課題とされている。そこで本発明のズームレンズでは、広角端から望遠端のズーム位置へのズーミングの際、第5レンズ群L5と第5レンズ群L5よりも像面側に配置された正の屈折力の第6レンズ群L6の間隔を変化させている。これによって、特に広角端から望遠端のズーム位置へのズーミングの際発生する像面湾曲の変動や、防振時の偏芯収差等を良好に補正している。

【0056】

前記したように、防振機能を有した光学系は、防振レンズ群の画像変位を容易に行う為に

50

高い敏感度を確保しつつ、防振時の光学性能を良好に保持する必要がある。条件式(1)は前記目的を達成するための条件であり、上限値をこえて画像変位補正用の第5レンズ群L5の焦点距離の絶対値が大きくなると、第5レンズ群L5の画像変位敏感度を高く維持するのが難しくなり、また、下限値をこえて画像変位補正用の第5レンズ群L5の焦点距離の絶対値が小さくなると、特に防振時に発生する偏心コマ収差の補正が困難になってくる。

【0058】

広角端から望遠端のズーム位置のズーミングに際して、レンズ群RB1とレンズ群ISの間隔は大きくなり、レンズ群ISとレンズ群RB2の間隔は小さくなり、f6を第6レンズ群L6(レンズ群RB2)の焦点距離とするとき、

$$0.22 < f_6 / f_t < 0.5 \dots \dots \quad (2)$$

の条件を満足している。

【0059】

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の際、第4レンズ群L4と第5レンズ群L5の間隔を大とすることで、第5レンズ群L5のレンズ径を小さくしやすくしている。また、広角端から望遠端のズーム位置へのズーミングの際、第5レンズ群L5と第6レンズ群L6の間隔を小さくすることで、光学系全系の変倍を補助しつつ、特に望遠端のズーム位置における防振敏感度を高く維持するのを容易にしている。そして条件式(2)を満足することで、前記効果が得やすくなるようにしている。

【0060】

条件式(2)は第6レンズ群L6の焦点距離f6を適切に設定するためのものである。焦点距離f6が条件式(2)の上限内にあれば、光学系全系の変倍比を得やすくなり、望遠端のズーム位置における防振敏感度を高く維持するのが容易となりかつ、広角端のズーム位置においてバックフォーカスが得られる。又焦点距離f6が下限内にあれば、広角端のズーム位置における負の歪曲収差の補正や、望遠端における防振時の偏芯コマ収差の補正が容易となる。更に望ましくは、条件式(2)を以下の範囲にするのが良い。

【0061】

$$0.22 < f_6 / f_t < 0.4 \dots \dots \quad (2a)$$

f34tを望遠端における第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の合成焦点距離とするとき、

$$0.05 < f_{34t} / f_t < 0.2 \dots \dots \quad (3)$$

の条件を満足している。

【0062】

各実施例では、後群RBの最も物体側に、正の屈折力の第3レンズ群L3を配置することにより、前群FBから射出された光束を第3レンズ群L3によって効率よく収斂させている。これにより第5レンズ群L5の外径を小型化することが容易となる。そして条件式(3)を満足することで前記効果と良好なる光学性能を得やすくなっている。

【0063】

条件式(3)は、第3レンズ群L3と第4レンズ群L4の合成の焦点距離を適切に設定するための条件である。焦点距離f34tが条件式(3)の上限内にあれば、光学系全系高い変倍比が得やすくなり、望遠端のズーム位置における防振敏感度を高く維持するのが容易となる。焦点距離f34tが条件式(3)の下限内にあれば、特に望遠端のズーム位置における球面収差の補正や、望遠端における防振時の偏芯コマ収差の補正が容易となる。更に望ましくは、条件式(3)の数値範囲を以下の範囲にするのが良い。

【0064】

$$0.07 < f_{34t} / f_t < 0.15 \dots \dots \quad (3a)$$

レンズ群RB1は、第3、第4レンズ群L3、L4より成り、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、該2つのレンズ群の間隔が変化している。このように構成することによって、ズーミングに伴う像面湾曲の変動を良好に補正している。

【0065】

10

20

30

40

50

物体側から像側へ順に、前記前群 F B は、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 と負の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 より成り、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、該第 1 レンズ群 L 1 と第 2 レンズ群 L 2 の間隔が大きくなり、該第 2 レンズ群 L 2 と後群 R B の間隔が小さくなり、 f_n を第 n レンズ群の焦点距離とするとき、

$$0.2 < f_1 / f_t < 0.6 \dots \dots \quad (4)$$

$$0.03 < |f_2| / f_t < 0.1 \dots \dots \quad (5)$$

条件を満足している。

【0066】

以上のように構成することによって、広角端のズーム位置においてレトロフォーカスタイルとし、望遠端のズーム位置においてテレフォトタイプのパワー配置をとりやすくしている。これにより、広角端のズーム位置における周辺光量の確保と、望遠端のズーム位置において明るいFナンバーの確保を容易にしている。そして条件式(4)、(5)を満足することで、前記効果と良好なる光学性能を得やすくしている。10

【0067】

条件式(4)は、正の屈折力の第 1 レンズ群 L 1 の焦点距離に関するものである。焦点距離 f_1 が条件式(4)の上限内にあれば、望遠端のズーム位置において明るいFナンバーを確保することや、光学系の全長を短縮することが容易となり、条件式(4)の下限内にあれば、望遠端のズーム位置における球面収差の補正や、前玉径の小型化が容易となる。。20

【0068】

条件式(5)は正の屈折力の第 2 レンズ群 L 2 の焦点距離に関するものである。焦点距離 f_2 が上限内にあれば、広角端のズーム位置においてレトロフォーカスタイルのパワー配置をさらにとりやすくなるので、広角端のズーム位置における周辺光量の確保や像面湾曲の補正が容易になる。さらに前群 F B での変倍比を大きくすることができるので、高変倍比のズームレンズを構成しやすくなる。条件式(5)の下限内にあれば、特に広角端のズーム位置における負の歪曲収差の補正や、ズーミングに伴う倍率色収差の変動を抑制しやすくなる。更に望ましくは、条件式(4)、(5)の数値範囲を以下の範囲にするのが良い。

【0069】

$$0.3 < f_1 / f_t < 0.5 \dots \dots \quad (4a)$$

$$0.045 < |f_2| / f_t < 0.08 \dots \dots \quad (5a)$$

第 5 レンズ群 L 5 は負の屈折力のレンズと、負の屈折力のレンズと正の屈折力のレンズとを接合した接合レンズを有し、レンズ中心からレンズ周辺に向かって正の屈折力が大となる非球面を 1 以上有している。

【0070】

第 5 レンズ群 L 5 を前述の如く構成することによって、高い防振敏感度を確保し、かつ防振時に発生する偏芯倍率色収差の補正を良好に行っている。特に少なくとも 1 面、レンズ中心からレンズ周辺に向かって正の屈折力が大となる非球面を配置することで、防振時に発生する偏芯コマ収差の補正を容易にしている。このとき前記非球面は、研削非球面、ガラスモールド非球面、球面レンズの表面に樹脂で形成した非球面、プラスティックモールド非球面のいずれを使用しても良い。40

【0071】

次に、本発明のズームレンズを用いた一眼レフカメラシステムの実施形態を、図 3 6 を用いて説明する。図 3 6 において、1 0 は一眼レフカメラ本体、1 1 は本発明によるズームレンズを搭載した交換レンズ、1 2 は交換レンズ 1 1 を通して得られる被写体像を記録するフィルムや撮像素子などの記録手段、1 3 は交換レンズ 1 1 からの被写体像を観察するファインダー光学系、1 4 は交換レンズ 1 1 からの被写体像を記録手段 1 2 とファインダー光学系 1 3 に切り替えて伝送するための回動するクイックリターンミラーである。ファインダーで被写体像を観察する場合は、クイックリターンミラー 1 4 を介してピント板 1 5 に結像した被写体像をペンタプリズム 1 6 で正立像としたのち、接眼光学系 1 7 で拡50

大して観察する。撮影時にはクイックリターンミラー 14 が矢印方向に回動して被写体像は記録手段 12 に結像して記録される。18 はサブミラー、19 は焦点検出装置である。

【0072】

このように本発明のズームレンズを一眼レフカメラ交換レンズ等の光学機器に適用することにより、高い光学性能を有した光学機器が実現できる。

【0073】

尚、本発明はクイックリターンミラーのない S L R (Single lens Reflex) カメラにも同様に適用することができる。

【0074】

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 10
、 i は物体側からの面の順番を示し、 R_i は各面の曲率半径、 D_i は第 i 面と第 $i+1$
面との間の部材肉厚又は空気間隔、 N_i 、 n_i はそれぞれ d 線に対する屈折率、アッベ数
を示す。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 とするとき、

【0075】

【数 1】

$$X = \frac{(1/R) H^2}{1 + \sqrt{1 - (H/R)^2}} + A H^2 + B H^4 + C H^6 + D H^8 + E H^{10} + F H^{12}$$

20

【0076】

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

【0077】

又、[e-X] は [×10-X] を意味している。 f は焦点距離、 Fno は F ナンバー
、 α は半画角を表わす。又前述の各条件式と数値実施例における諸数値との関係を表 1 に
示す。

【0078】

【数2】

数值実施例 1

f = 28.84 ~ 291.05 F n o = 3.63 ~ 5.88 2 ω = 73.8 ~ 8.5

R 1 = 142.559	D 1 = 2.50	N 1 = 1.834000	ν 1 = 37.2
R 2 = 72.152	D 2 = 9.68	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -705.047	D 3 = 0.15		
R 4 = 65.851	D 4 = 7.77	N 3 = 1.496999	ν 3 = 81.5
R 5 = 365.544	D 5 = 可変		
* R 6 = 253.901	D 6 = 0.05	N 4 = 1.524210	ν 4 = 51.4
R 7 = 120.623	D 7 = 1.45	N 5 = 1.882997	ν 5 = 40.8
R 8 = 19.881	D 8 = 6.54		
R 9 = -34.846	D 9 = 1.20	N 6 = 1.882997	ν 6 = 40.8
R10 = 28.652	D10 = 3.35	N 7 = 1.761821	ν 7 = 26.5
R11 = 124.445	D11 = 0.15		
R12 = 55.840	D12 = 5.46	N 8 = 1.761821	ν 8 = 26.5
R13 = -32.118	D13 = 1.21		
R14 = -22.744	D14 = 1.30	N 9 = 1.772499	ν 9 = 49.6
R15 = -48.641	D15 = 可変		
R16 = 絞り	D16 = 1.00		
R17 = 64.693	D17 = 3.00	N10 = 1.518229	ν 10 = 58.9
R18 = 127.041	D18 = 可変		
R19 = 39.338	D19 = 7.25	N11 = 1.487490	ν 11 = 70.2
R20 = -45.681	D20 = 1.80	N12 = 1.846660	ν 12 = 23.9
R21 = -68.799	D21 = 0.15		
R22 = 45.193	D22 = 1.80	N13 = 1.805181	ν 13 = 25.4
R23 = 25.292	D23 = 0.69		
R24 = 28.967	D24 = 7.47	N14 = 1.583126	ν 14 = 59.4
* R25 = -92.285	D25 = 可変		
R26 = -82.591	D26 = 1.35	N15 = 1.834807	ν 15 = 42.7
R27 = 63.629	D27 = 2.27		
R28 = -51.219	D28 = 1.20	N16 = 1.618000	ν 16 = 63.3
R29 = 35.777	D29 = 5.91	N17 = 1.688931	ν 17 = 31.1
* R30 = -59.345	D30 = 可変		
R31 = 31.107	D31 = 13.45	N18 = 1.496999	ν 18 = 81.5
R32 = -46.537	D32 = 3.00	N19 = 1.772499	ν 19 = 49.6
R33 = -76.338	D33 = 1.78		
R34 = 482.730	D34 = 2.50	N20 = 1.834807	ν 20 = 42.7
R35 = 27.556	D35 = 11.45	N21 = 1.517417	ν 21 = 52.4
R36 = -221.383	D36 = 0.85		
R37 = 56.971	D37 = 9.87	N22 = 1.487490	ν 22 = 70.2
R38 = -54.521	D38 = 2.91		
R39 = -27.305	D39 = 3.00	N23 = 1.804000	ν 23 = 46.6
R40 = -78.811			

焦点距離 可変間隔	28.84	100.11	291.05
D 5	2.10	40.86	70.52
D15	32.87	12.67	1.16
D18	4.46	1.13	0.58
D25	1.50	9.94	17.73
D30	21.96	5.59	0.80

非球面係数

6面 : A=0.00000e+00 B=1.04424e-05 C=-6.73338e-09 D=-3.75695e-12
E=1.09776e-13 F=0.00000e+0025面 : A=0.00000e+00 B=5.45893e-06 C=-1.25239e-09 D=2.41662e-12
E=0.00000e+00 F=0.00000e+0030面 : A=0.00000e+00 B=-1.17359e-06 C=-4.31603e-10 D=-9.54331e-13
E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

【数3】

数值実施例 2

f = 28.90 ~ 289.98 F n o = 3.63 ~ 5.88 2 ω = 73.6 ~ 8.5

R 1 = 159.265	D 1 = 3.00	N 1 = 1.749500	ν 1 = 35.3	
R 2 = 76.720	D 2 = 9.57	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5	
R 3 = -435.193	D 3 = 0.15			
R 4 = 67.620	D 4 = 6.76	N 3 = 1.496999	ν 3 = 81.5	
R 5 = 239.432	D 5 = 可変			
* R 6 = 190.000	D 6 = 1.50	N 4 = 1.882997	ν 4 = 40.8	
R 7 = 19.738	D 7 = 6.57			
R 8 = -32.600	D 8 = 1.30	N 5 = 1.882997	ν 5 = 40.8	10
R 9 = 45.657	D 9 = 2.54	N 6 = 1.761821	ν 6 = 26.5	
R10 = 261.571	D10 = 0.15			
R11 = 60.315	D11 = 6.23	N 7 = 1.761821	ν 7 = 26.5	
R12 = -27.449	D12 = 0.87			
R13 = -22.017	D13 = 1.30	N 8 = 1.772499	ν 8 = 49.6	
R14 = -62.550	D14 = 可変			
R15 = 絞り	D15 = 可変			
R16 = 65.963	D16 = 7.21	N 9 = 1.518229	ν 9 = 58.9	
R17 = -31.199	D17 = 1.50	N10 = 1.805181	ν 10 = 25.4	
R18 = -45.821	D18 = 0.15			
R19 = 88.722	D19 = 2.60	N11 = 1.487490	ν 11 = 70.2	
R20 = 208.733	D20 = 可変			
R21 = 39.240	D21 = 1.50	N12 = 1.805181	ν 12 = 25.4	20
R22 = 22.169	D22 = 7.59	N13 = 1.583126	ν 13 = 59.4	
* R23 = -237.600	D23 = 可変			
R24 = -253.619	D24 = 1.40	N14 = 1.834807	ν 14 = 42.7	
R25 = 54.423	D25 = 2.20			
R26 = -54.107	D26 = 1.20	N15 = 1.651597	ν 15 = 58.5	
R27 = 28.149	D27 = 4.61	N16 = 1.717362	ν 16 = 29.5	
* R28 = -131.720	D28 = 可変			
R29 = 32.483	D29 = 2.50	N17 = 1.712995	ν 17 = 53.9	
R30 = 23.761	D30 = 12.97	N18 = 1.496999	ν 18 = 81.5	
R31 = -68.312	D31 = 0.15			
R32 = 334.342	D32 = 1.70	N19 = 1.882997	ν 19 = 40.8	
R33 = 25.699	D33 = 8.50	N20 = 1.582673	ν 20 = 46.4	
R34 = -1730.404	D34 = 0.44			30
R35 = 63.672	D35 = 9.96	N21 = 1.518229	ν 21 = 58.9	
R36 = -51.735	D36 = 2.14			
R37 = -31.511	D37 = 2.00	N22 = 1.834807	ν 22 = 42.7	
R38 = -105.302				

焦點距離 可変間隔	28.90	100.14	289.98
D 5	2.70	40.52	73.27
D14	26.96	9.62	0.99
D15	9.11	4.15	1.86
D20	0.97	5.92	8.22
D23	1.43	11.35	17.48
D28	25.16	7.20	1.20

40

非球面係数

6面 : A=0.00000e+00 B=5.13665e-06 C=9.11083e-10 D=-1.23247e-11
E=8.40231e-14 F=0.00000e+0023面 : A=0.00000e+00 B=3.09763e-06 C=-7.98703e-10 D=1.37033e-12
E=0.00000e+00 F=0.00000e+0028面 : A=0.00000e+00 B=-3.14506e-07 C=2.02186e-10 D=0.00000e+00
E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

【数4】

数值実施例 3

$f = 28.90 \sim 289.99$ F n o = 3.63 ~ 5.88 2 $\omega = 73.6 \sim 8.5$

R 1 = 137.462	D 1 = 3.00	N 1 = 1.800999	$v_1 = 35.0$	
R 2 = 73.201	D 2 = 9.48	N 2 = 1.496999	$v_2 = 81.5$	
R 3 = -681.020	D 3 = 0.15			
R 4 = 67.668	D 4 = 7.18	N 3 = 1.496999	$v_3 = 81.5$	
R 5 = 308.033	D 5 = 可変			
* R 6 = 203.499	D 6 = 1.50	N 4 = 1.882997	$v_4 = 40.8$	
R 7 = 19.296	D 7 = 6.49			10
R 8 = -30.695	D 8 = 1.30	N 5 = 1.882997	$v_5 = 40.8$	
R 9 = 38.266	D 9 = 2.75	N 6 = 1.761821	$v_6 = 26.5$	
R10 = 286.148	D10 = 0.15			
R11 = 62.401	D11 = 6.09	N 7 = 1.761821	$v_7 = 26.5$	
R12 = -28.255	D12 = 1.05			
R13 = -21.385	D13 = 1.30	N 8 = 1.772499	$v_8 = 49.6$	
R14 = -51.185	D14 = 可変			
R15 = 絞り	D15 = 0.49			
R16 = 47.251	D16 = 6.40	N 9 = 1.487490	$v_9 = 70.2$	
R17 = -40.879	D17 = 1.50	N10 = 1.846660	$v_{10} = 23.9$	
R18 = -66.074	D18 = 0.15			
R19 = 138.346	D19 = 2.90	N11 = 1.487490	$v_{11} = 70.2$	
R20 = -237.153	D20 = 可変			20
R21 = 41.862	D21 = 1.50	N12 = 1.850259	$v_{12} = 32.3$	
R22 = 21.261	D22 = 8.29	N13 = 1.583126	$v_{13} = 59.4$	
* R23 = -96.070	D23 = 可変			
R24 = -124.712	D24 = 1.40	N14 = 1.882997	$v_{14} = 40.8$	
R25 = 62.893	D25 = 2.19			
R26 = -49.709	D26 = 1.20	N15 = 1.618000	$v_{15} = 63.3$	
R27 = 30.406	D27 = 5.90	N16 = 1.688931	$v_{16} = 31.1$	
* R28 = -69.821	D28 = 可変			
R29 = 33.981	D29 = 2.50	N17 = 1.696797	$v_{17} = 55.5$	
R30 = 24.959	D30 = 13.48	N18 = 1.496999	$v_{18} = 81.5$	
R31 = -88.157	D31 = 2.65			
R32 = -416.635	D32 = 1.70	N19 = 1.882997	$v_{19} = 40.8$	
R33 = 33.238	D33 = 0.30			30
R34 = 34.471	D34 = 9.32	N20 = 1.517417	$v_{20} = 52.4$	
R35 = -75.065	D35 = 0.15			
R36 = 51.693	D36 = 9.33	N21 = 1.487490	$v_{21} = 70.2$	
R37 = -96.994	D37 = 2.91			
R38 = -36.578	D38 = 2.00	N22 = 1.834807	$v_{22} = 42.7$	
R39 = -163.208				

焦点距離 可変間隔	28.90	100.12	289.99
D 5	2.58	38.92	70.74
D14	33.19	11.24	1.00
D20	0.99	2.22	3.00
D23	1.50	12.56	17.96
D28	25.52	8.01	1.20

非球面係数

6面 : A=0.00000e+00 B=6.88049e-06 C=-1.84425e-09 D=-8.67834e-12
E=1.14702e-13 F=0.00000e+00

23面 : A=0.00000e+00 B=4.31080e-06 C=-1.78020e-09 D=1.63139e-12
E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

28面 : A=0.00000e+00 B=-5.36447e-07 C=1.62743e-10 D=1.07583e-12
E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

【数5】

数值実施例 4

f = 28.90 ~ 289.97 F n o = 3.63 ~ 5.88 2 ω = 73.6 ~ 8.5

R 1 = 130.111	D 1 = 3.00	N 1 = 1.850259	ν 1 = 32.3
R 2 = 77.186	D 2 = 9.10	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -670.064	D 3 = 0.15		
R 4 = 68.821	D 4 = 6.77	N 3 = 1.496999	ν 3 = 81.5
R 5 = 261.721	D 5 = 可変		
* R 6 = 203.499	D 6 = 1.50	N 4 = 1.882997	ν 4 = 40.8
R 7 = 19.819	D 7 = 6.53		
R 8 = -31.972	D 8 = 1.30	N 5 = 1.882997	ν 5 = 40.8
R 9 = 33.953	D 9 = 2.95	N 6 = 1.761821	ν 6 = 26.5
R10 = 230.193	D10 = 0.15		
R11 = 60.864	D11 = 6.05	N 7 = 1.761821	ν 7 = 26.5
R12 = -29.131	D12 = 1.10		
R13 = -21.579	D13 = 1.30	N 8 = 1.772499	ν 8 = 49.6
R14 = -51.616	D14 = 可変		
R15 = 絞り	D15 = 0.76		
R16 = 54.586	D16 = 6.73	N 9 = 1.487490	ν 9 = 70.2
R17 = -37.542	D17 = 1.50	N10 = 1.846660	ν 10 = 23.9
R18 = -68.093	D18 = 0.15		
R19 = 268.722	D19 = 2.90	N11 = 1.658441	ν 11 = 50.9
R20 = -129.340	D20 = 可変		
R21 = 44.864	D21 = 1.50	N12 = 1.850259	ν 12 = 32.3
R22 = 22.671	D22 = 8.28	N13 = 1.583126	ν 13 = 59.4
* R23 = -92.728	D23 = 可変		
R24 = -74.979	D24 = 2.69	N14 = 1.800999	ν 14 = 35.0
R25 = -31.090	D25 = 1.25	N15 = 1.651597	ν 15 = 58.5
R26 = 59.225	D26 = 1.72		
R27 = -96.899	D27 = 1.30	N16 = 1.603112	ν 16 = 60.6
R28 = 26.445	D28 = 4.01	N17 = 1.654115	ν 17 = 39.7
R29 = -759.579	D29 = 可変		
R30 = 31.929	D30 = 2.50	N18 = 1.696797	ν 18 = 55.5
R31 = 23.395	D31 = 14.62	N19 = 1.496999	ν 19 = 81.5
R32 = -76.634	D32 = 0.15		
R33 = -887.927	D33 = 1.70	N20 = 1.882997	ν 20 = 40.8
R34 = 25.871	D34 = 9.33	N21 = 1.581439	ν 21 = 40.8
R35 = -157.273	D35 = 0.15		
R36 = 54.199	D36 = 9.96	N22 = 1.496999	ν 22 = 81.5
R37 = -54.953	D37 = 1.64		
R38 = -35.326	D38 = 2.00	N23 = 1.834807	ν 23 = 42.7
R39 = -190.326			

焦点距離 可変間隔	28.90	100.11	289.97
D 5	2.62	39.77	71.33
D14	33.69	11.61	1.00
D20	0.99	2.97	4.26
D23	1.47	11.95	18.61
D29	26.33	7.96	1.20

非球面係数

6面 : A=0.00000e+00 B=6.60363e-06 C=-1.26435e-09 D=-5.33584e-12
E=9.83657e-14 F=0.00000e+0023面 : A=0.00000e+00 B=3.08096e-06 C=-9.20455e-10 D=-2.65807e-13
E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

【数6】

数值実施例 5

f = 28.90 ~ 271.99 F n o = 3.63 ~ 5.88 2 ω = 73.6 ~ 9.1

R 1 = 135.083	D 1 = 2.60	N 1 = 1.850259	ν 1 = 32.3
R 2 = 78.332	D 2 = 9.52	N 2 = 1.496999	ν 2 = 81.5
R 3 = -423.621	D 3 = 0.15		
R 4 = 63.456	D 4 = 6.62	N 3 = 1.496999	ν 3 = 81.5
R 5 = 181.696	D 5 = 可変		
* R 6 = 203.499	D 6 = 1.50	N 4 = 1.882997	ν 4 = 40.8
R 7 = 19.628	D 7 = 6.51		
R 8 = -31.819	D 8 = 1.30	N 5 = 1.882997	ν 5 = 40.8
R 9 = 29.075	D 9 = 3.21	N 6 = 1.761821	ν 6 = 26.5
R10 = 154.950	D10 = 0.15		
R11 = 59.227	D11 = 5.81	N 7 = 1.761821	ν 7 = 26.5
R12 = -30.172	D12 = 1.18		
R13 = -21.148	D13 = 1.30	N 8 = 1.772499	ν 8 = 49.6
R14 = -42.364	D14 = 可変		
R15 = 絞り	D15 = 1.38		
R16 = 126.939	D16 = 3.00	N 9 = 1.487490	ν 9 = 70.2
R17 = -933.533	D17 = 0.15		
R18 = 48.498	D18 = 9.47	N 10 = 1.496999	ν 10 = 81.5
R19 = -35.740	D19 = 1.80	N 11 = 1.846660	ν 11 = 23.9
R20 = -51.669	D20 = 可変		
R21 = 41.758	D21 = 1.50	N 12 = 1.850259	ν 12 = 32.3
R22 = 22.976	D22 = 7.15	N 13 = 1.583126	ν 13 = 59.4
* R23 = -227.220	D23 = 可変		
R24 = -138.882	D24 = 1.30	N 14 = 1.834807	ν 14 = 42.7
R25 = 59.168	D25 = 2.44		
R26 = -45.755	D26 = 1.20	N 15 = 1.618000	ν 15 = 63.3
R27 = 38.534	D27 = 5.60	N 16 = 1.688931	ν 16 = 31.1
* R28 = -65.479	D28 = 可変		
R29 = 33.981	D29 = 2.50	N 17 = 1.696797	ν 17 = 55.5
R30 = 25.756	D30 = 13.02	N 18 = 1.496999	ν 18 = 81.5
R31 = -75.605	D31 = 2.45		
R32 = -257.822	D32 = 1.70	N 19 = 1.882997	ν 19 = 40.8
R33 = 29.946	D33 = 9.02	N 20 = 1.567322	ν 20 = 42.8
R34 = -88.818	D34 = 0.17		
R35 = 59.651	D35 = 7.00	N 21 = 1.487490	ν 21 = 70.2
R36 = -60.158	D36 = 2.02		
R37 = -34.452	D37 = 2.00	N 22 = 1.882997	ν 22 = 40.8
R38 = -141.781			

焦点距離 可変間隔	28.90	100.10	271.99
D 5	2.47	41.93	69.87
D14	34.37	12.17	1.00
D20	0.99	3.17	3.40
D23	1.67	10.87	19.37
D28	23.55	7.02	3.14

非球面係数

6面 : A=0.00000e+00 B=7.75987e-06 C=-3.31277e-09 D=-3.67267e-12
E=1.04312e-13 F=0.00000e+0023面 : A=0.00000e+00 B=4.18192e-06 C=7.78627e-11 D=4.12573e-12
E=0.00000e+00 F=0.00000e+0028面 : A=0.00000e+00 B=-9.14039e-07 C=-3.19431e-10 D=-3.55053e-13
E=0.00000e+00 F=0.00000e+00

【表 1】

条件式	数値実施例1	数値実施例2	数値実施例3	数値実施例4	数値実施例5
(1) $ f_{ls} / ft$	0.172	0.153	0.172	0.168	0.184
(2) f_{RB2} / ft	0.293	0.250	0.286	0.273	0.313
(3) $f_{RB1} t / ft$	0.109	0.109	0.105	0.108	0.117
(4) f_1 / ft	0.426	0.440	0.425	0.430	0.454
(5) $ f_2 / ft$	0.062	0.063	0.060	0.061	0.065

【図面の簡単な説明】

【0084】

10

【図1】実施例1のレンズ断面図

【図2】実施例1の広角端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図3】実施例1の広角端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図4】実施例1の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図5】実施例1の中間のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図6】実施例1の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図7】実施例1の望遠端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

20

【図8】実施例2のレンズ断面図

【図9】実施例2の広角端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図10】実施例2の広角端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図11】実施例2の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図12】実施例2の中間のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図13】実施例2の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図14】実施例2の望遠端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

30

【図15】実施例3のレンズ断面図

【図16】実施例3の広角端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図17】実施例3の広角端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図18】実施例3の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図19】実施例3の中間のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図20】実施例3の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図21】実施例3の望遠端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

40

【図22】実施例4のレンズ断面図

【図23】実施例4の広角端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図24】実施例4の広角端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図25】実施例4の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図26】実施例4の中間のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図27】実施例4の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図28】実施例4の望遠端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

50

【図29】実施例5のレンズ断面図

【図30】実施例5の広角端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図31】実施例5の広角端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図32】実施例5の中間のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図33】実施例5の中間のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図34】実施例5の望遠端のズーム位置における基準状態の縦収差図

【図35】実施例5の望遠端のズーム位置における無限遠物体を画角0.3度分だけ像位置を変化させたときの横収差図

【図36】本発明の撮像装置の要部概略図

【符号の説明】

【0085】

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

L 5 第5レンズ群

L 6 第6レンズ群

S P 開口絞り

I P 像面

d d線

g g線

S サジタル像面

M メリジオナル像面

半画角

F n o Fナンバー

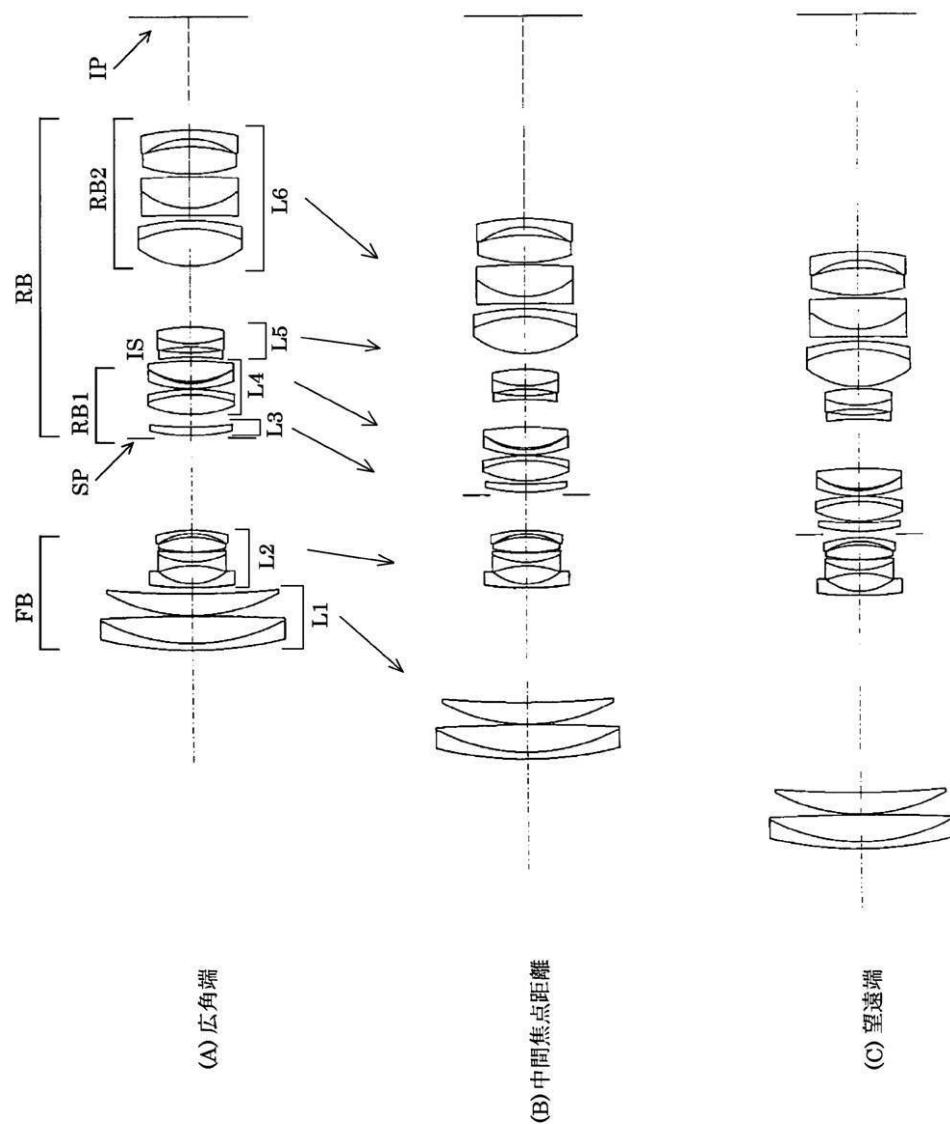
S . C 正弦条件

Y 像高

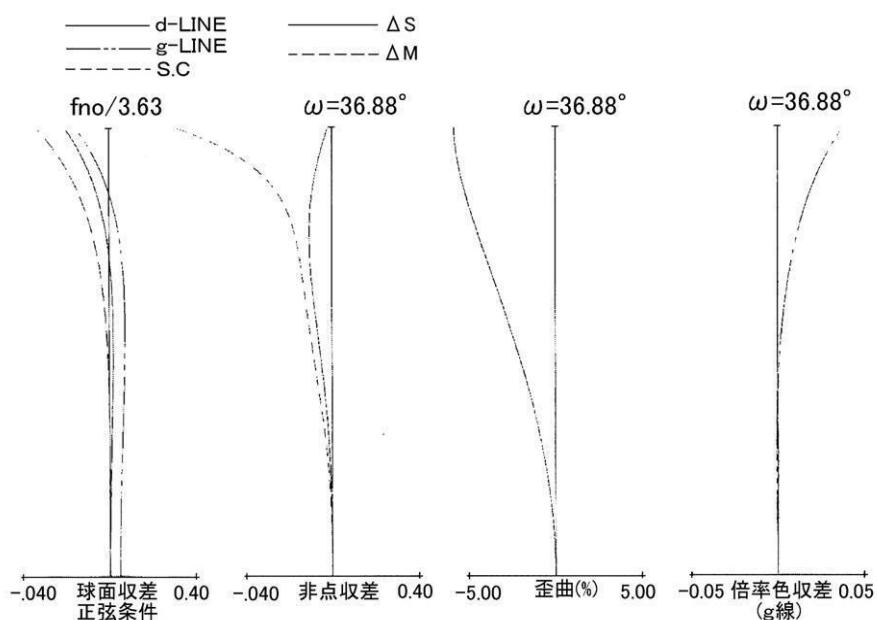
10

20

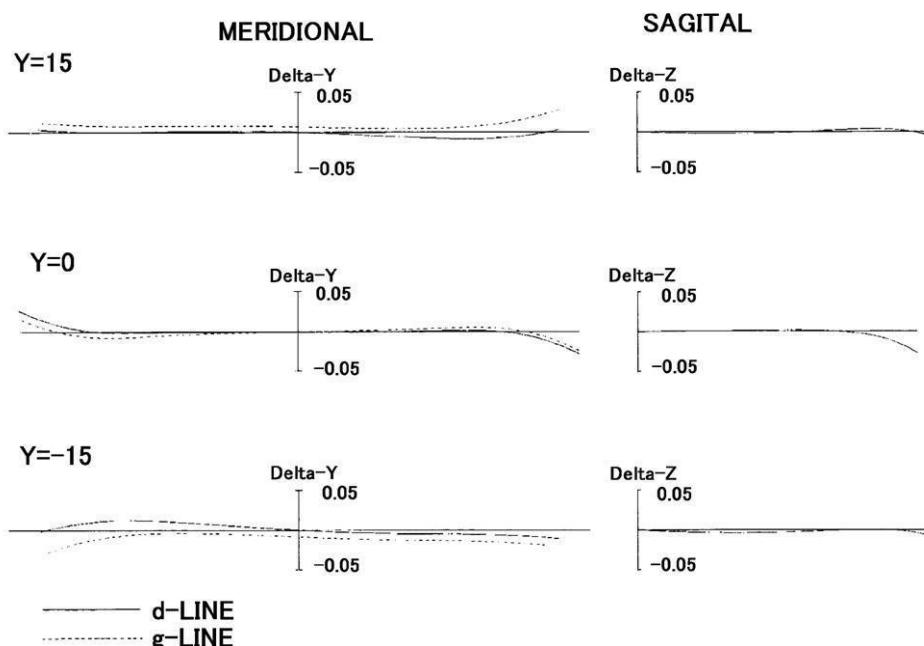
【図1】



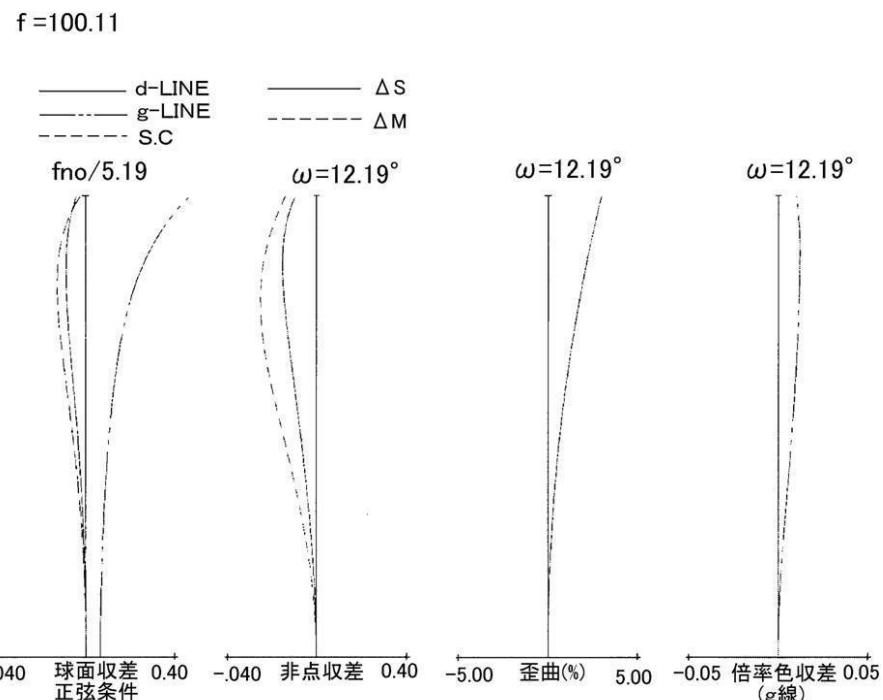
【図2】

 $f = 28.84$ 

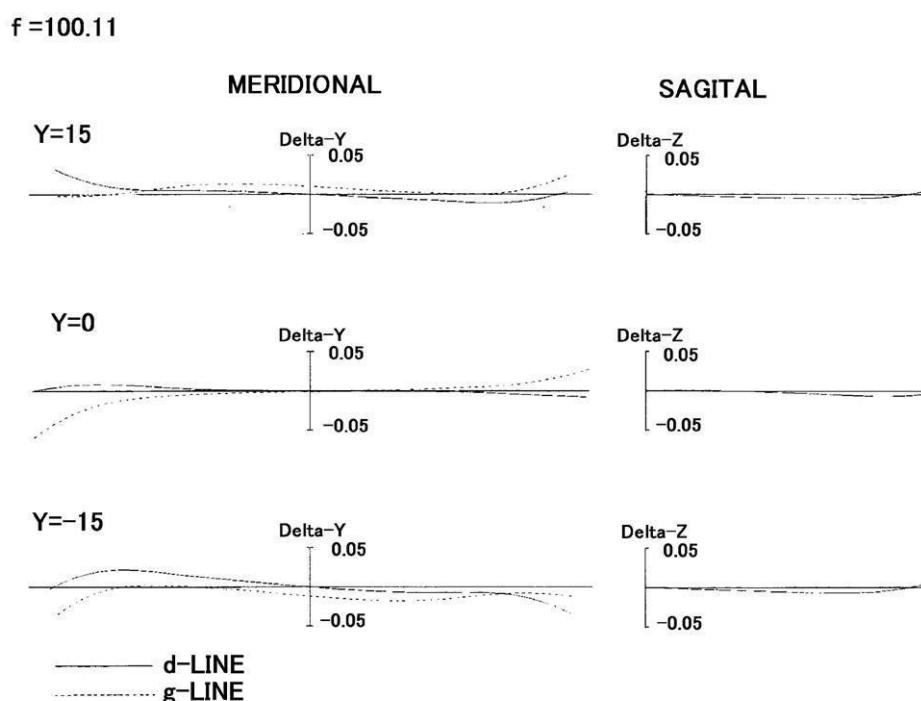
【図3】

 $f = 28.84$ 

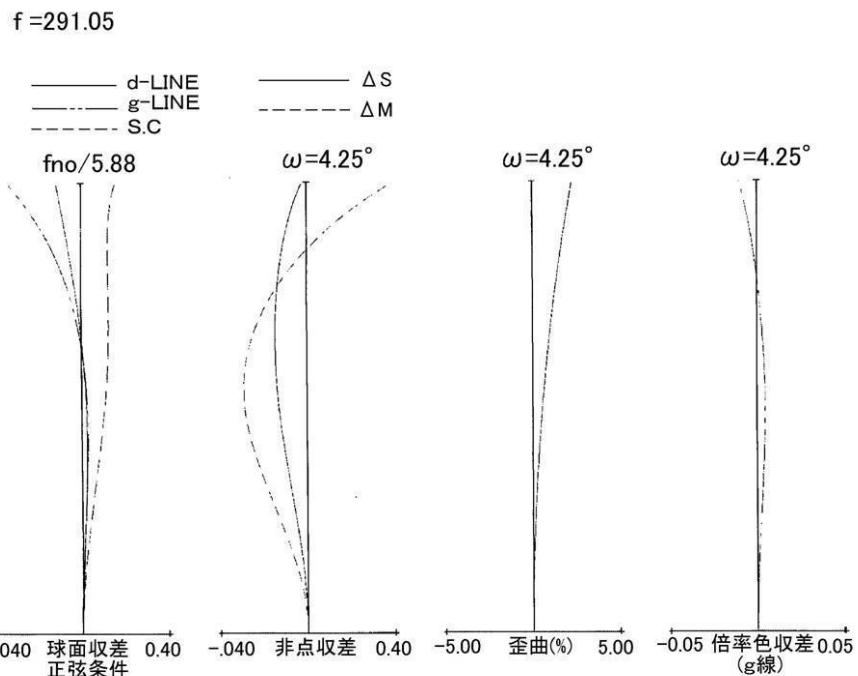
【図4】



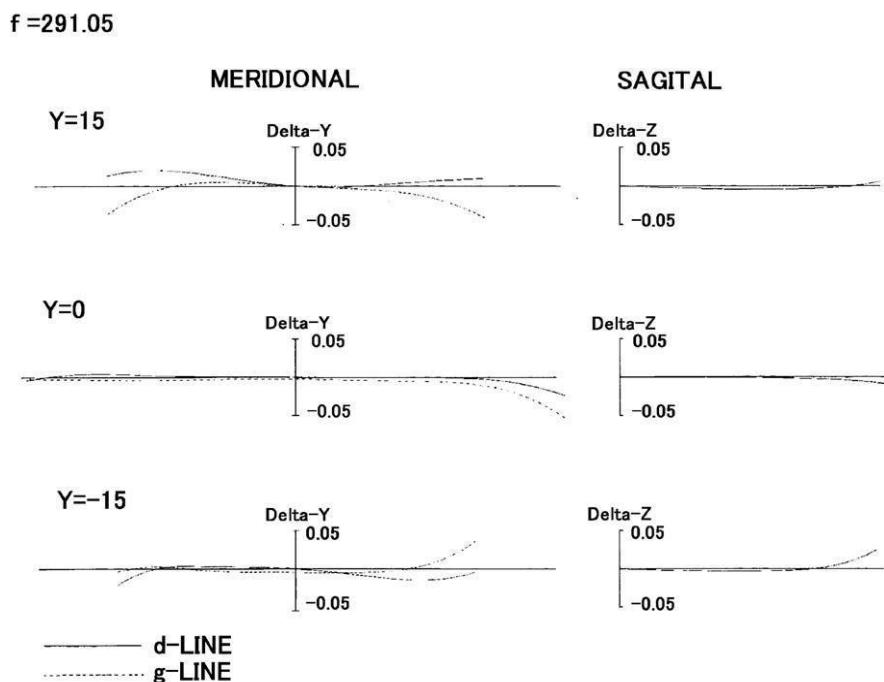
【図5】



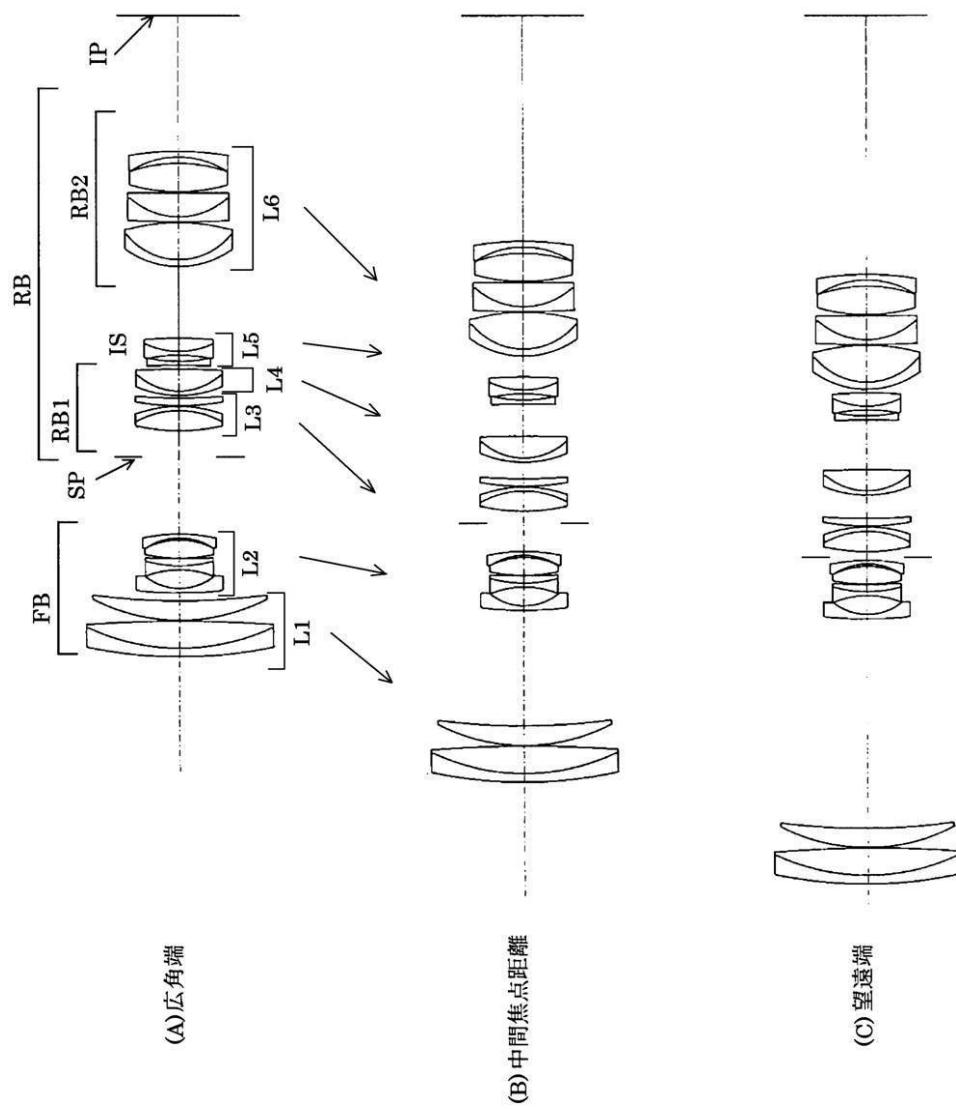
【図6】



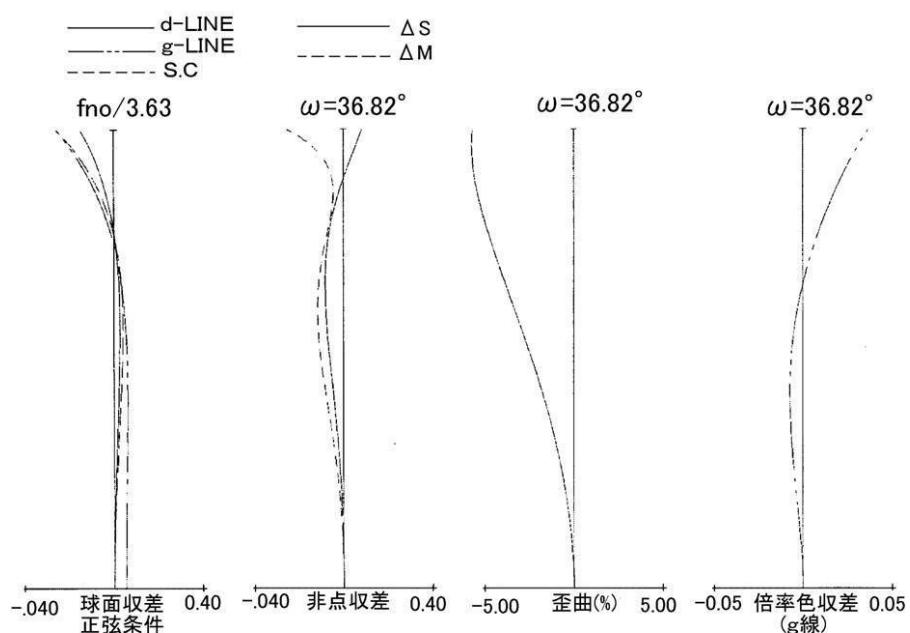
【図7】



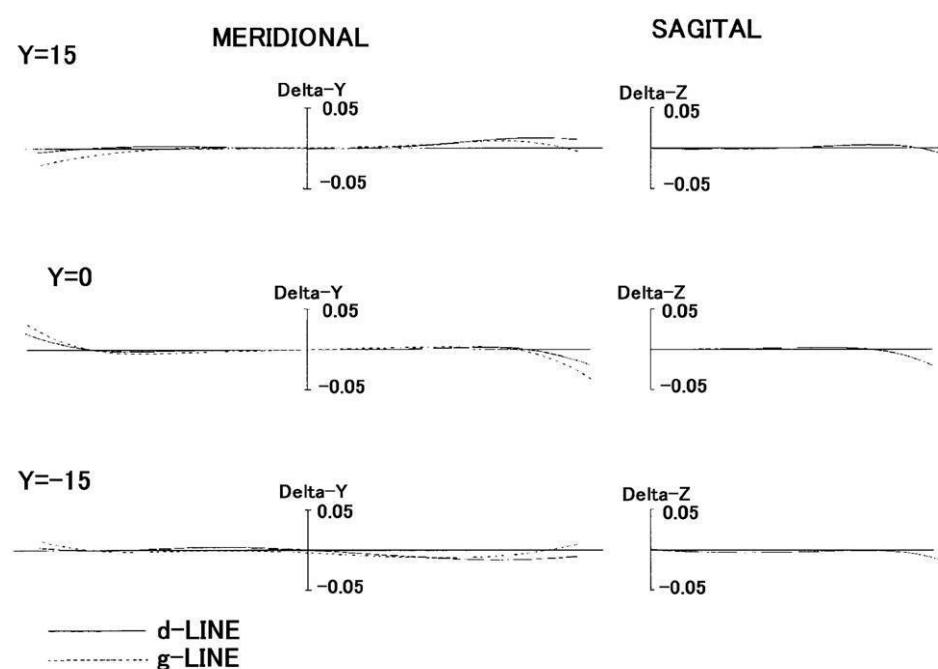
【図8】



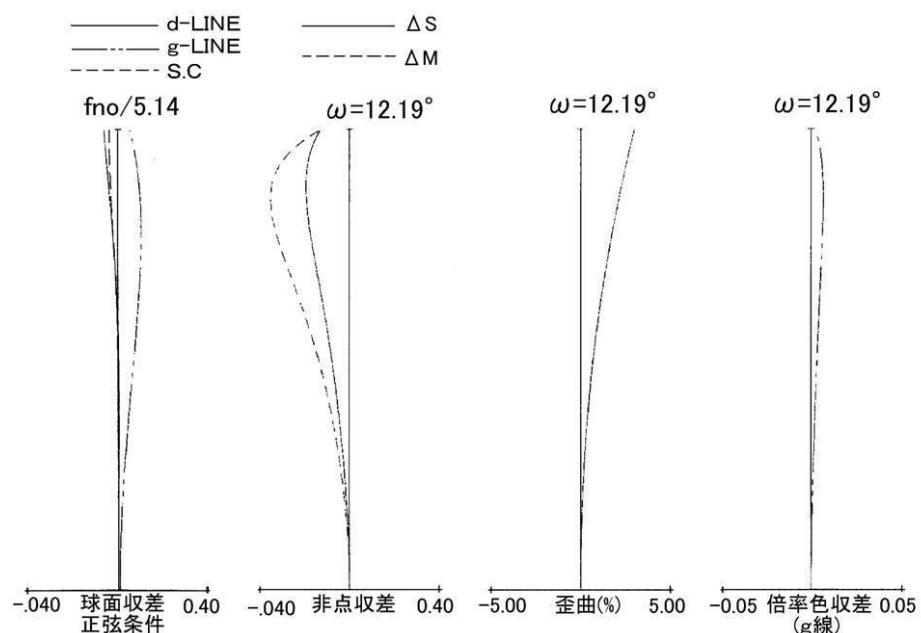
【図 9】

 $f = 28.90$ 

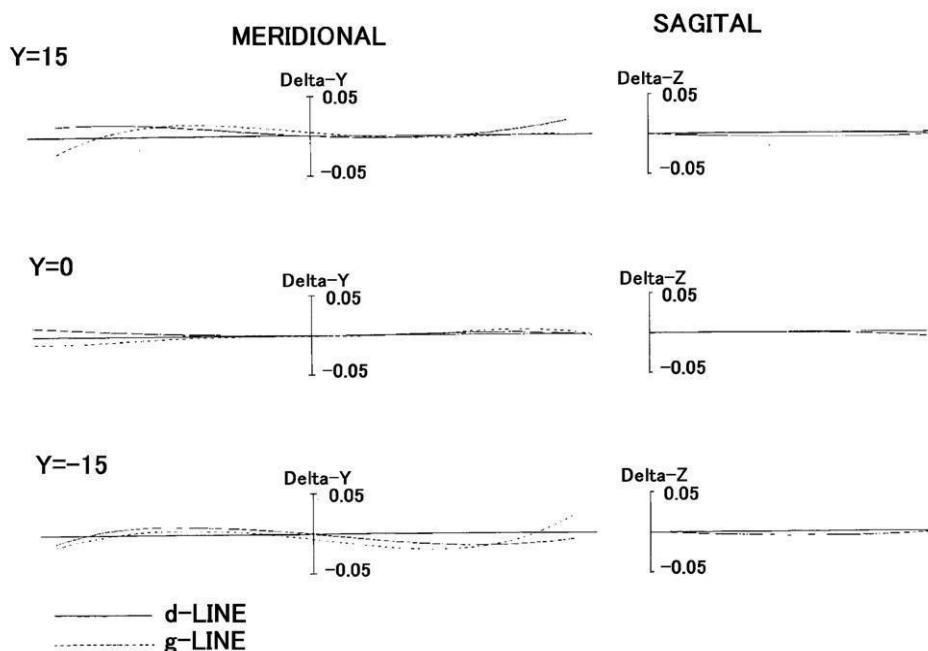
【図 10】

 $f = 28.90$ 

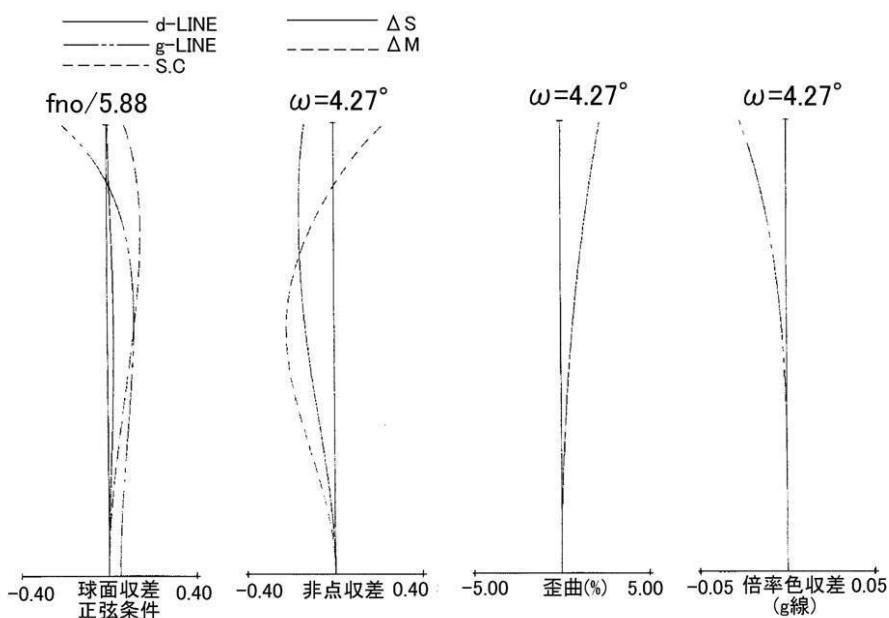
【図11】

 $f = 100.14$ 

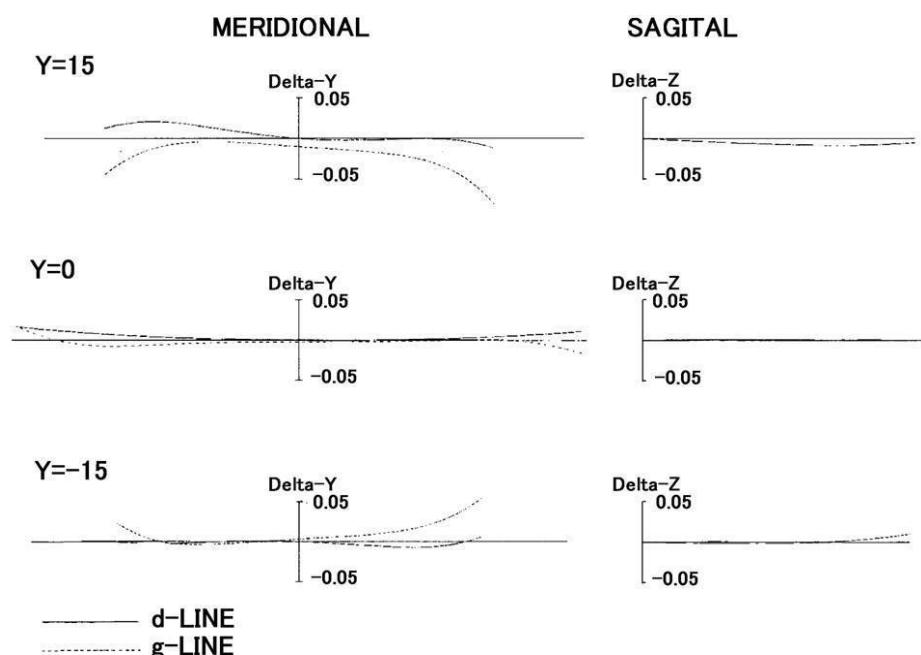
【図12】

 $f = 100.14$ 

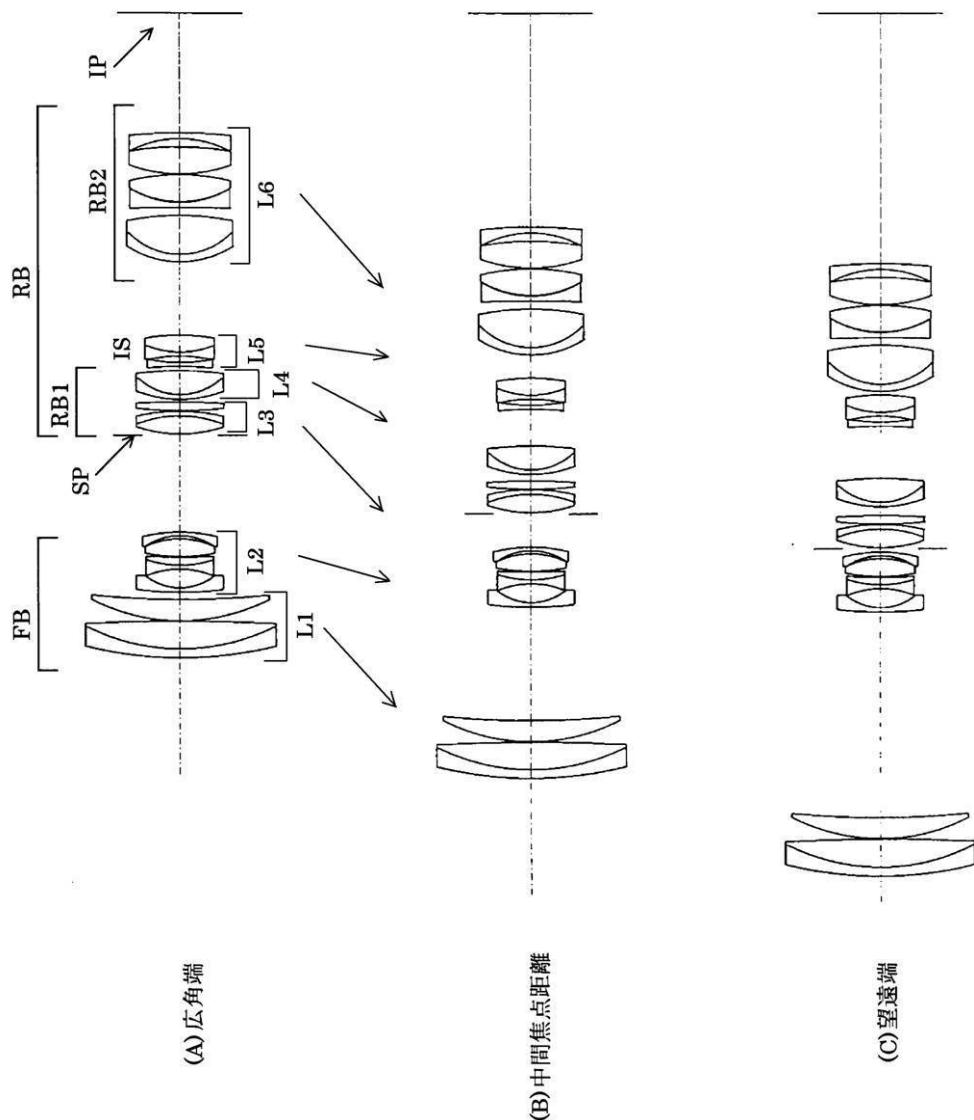
【図 1 3】

 $f = 289.98$ 

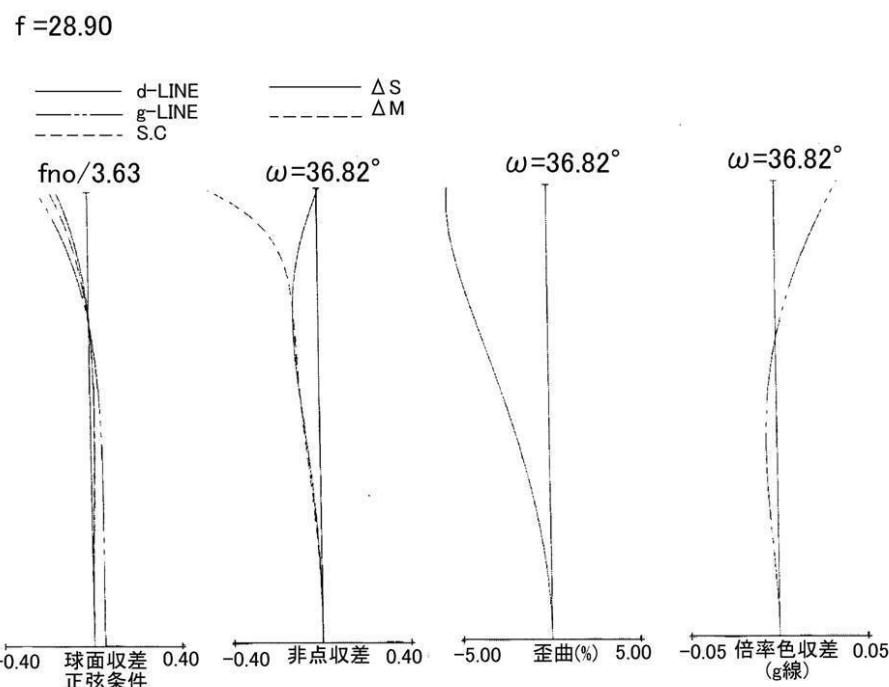
【図 1 4】

 $f = 289.98$ 

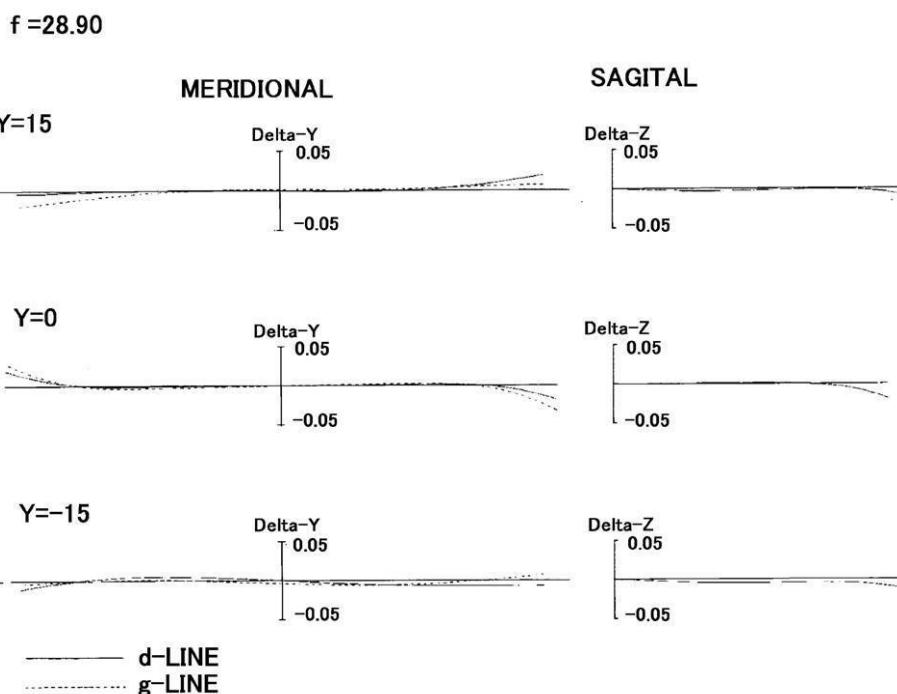
【図15】



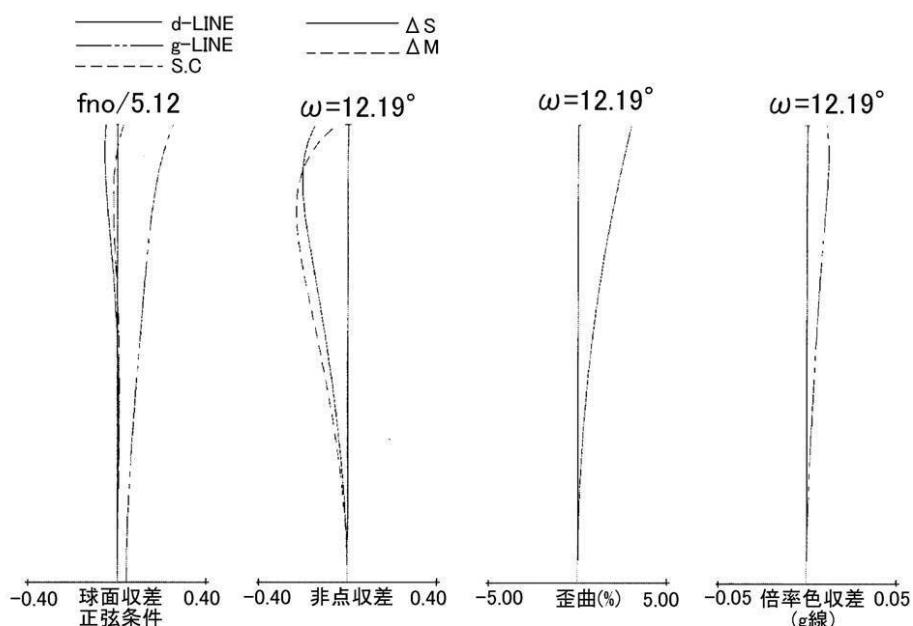
【図16】



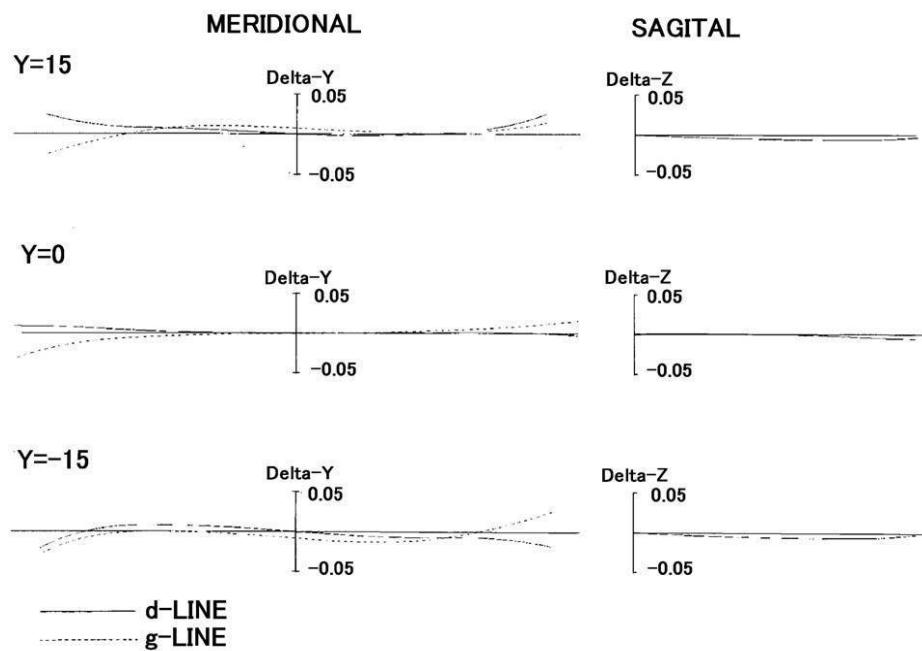
【図17】



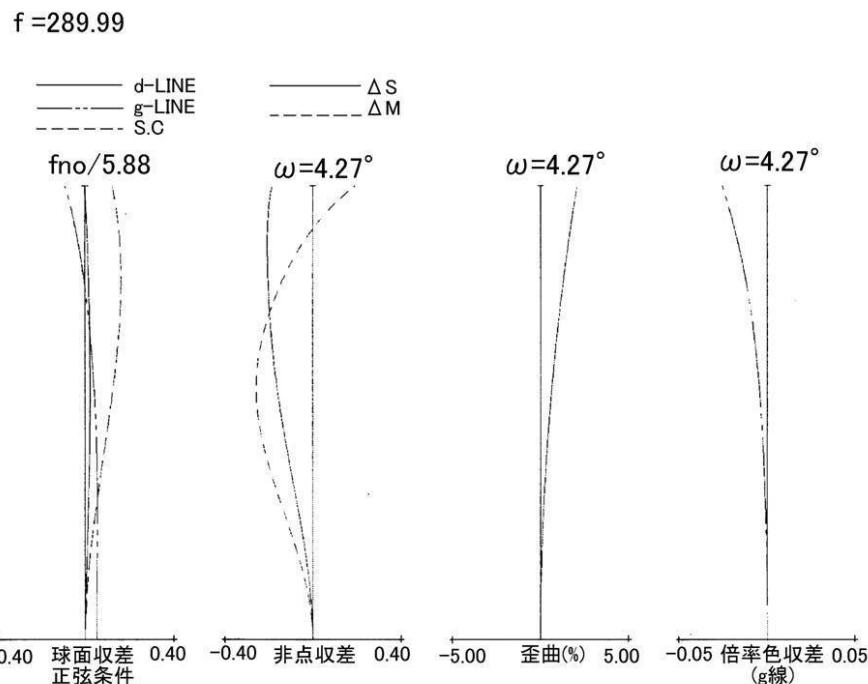
【図18】

 $f=100.12$ 

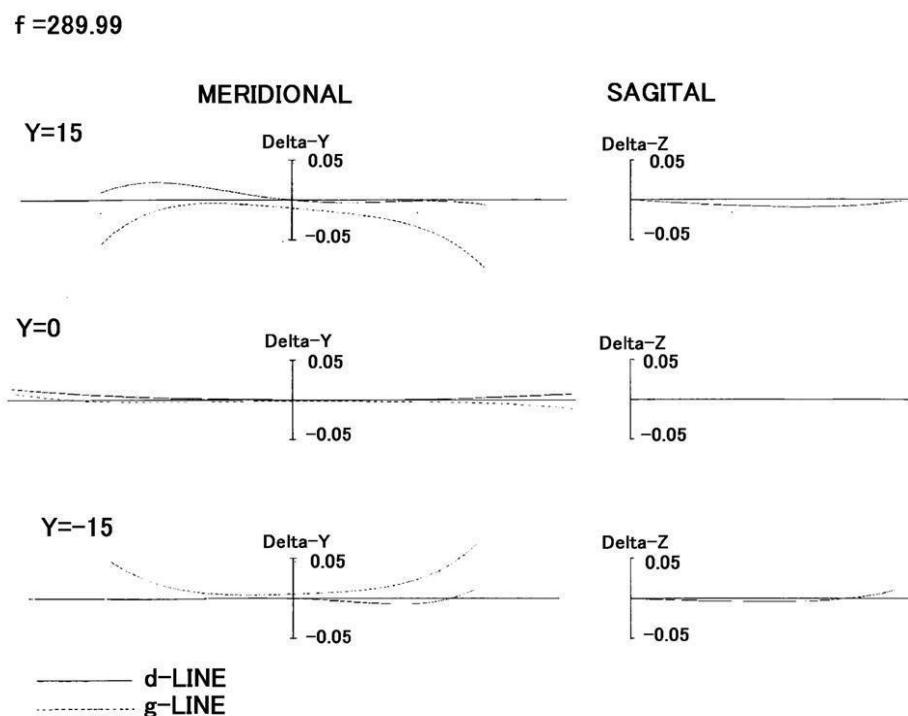
【図19】

 $f=100.12$ 

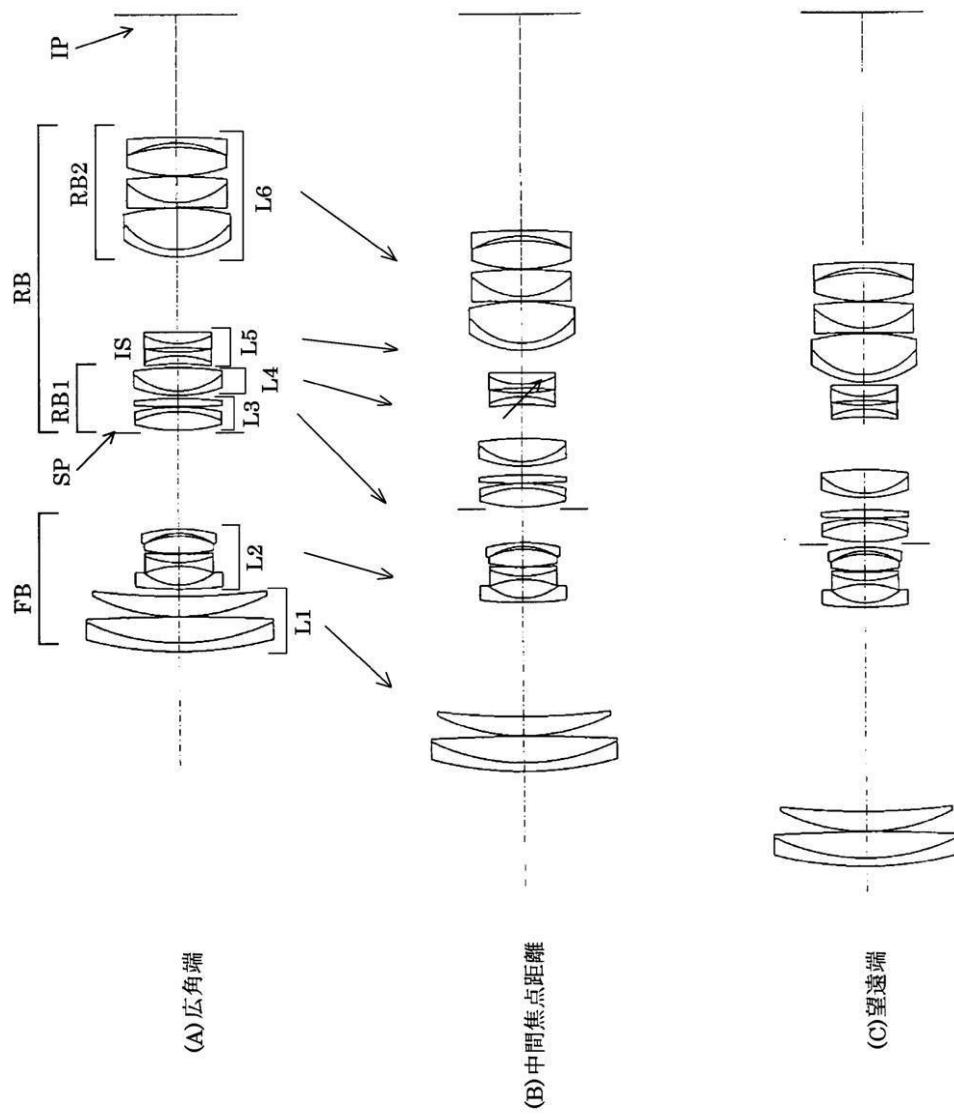
【図20】



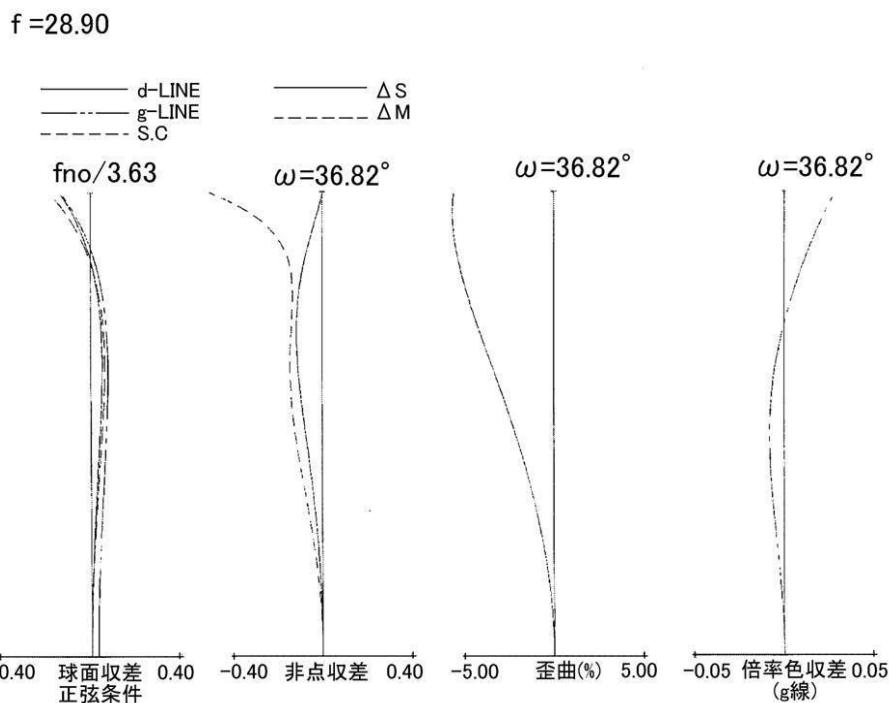
【図21】



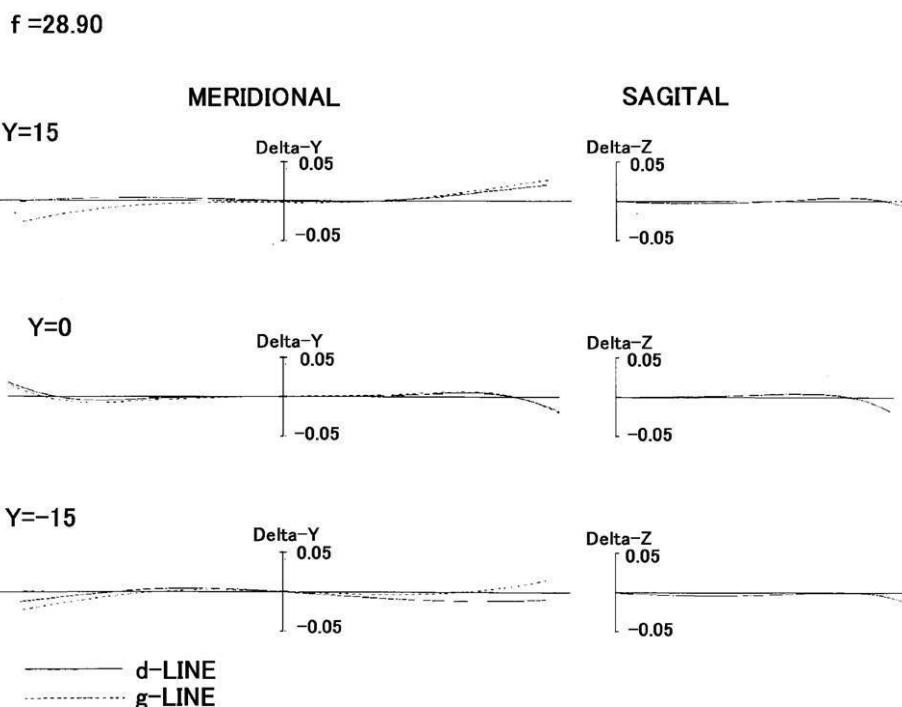
【図22】



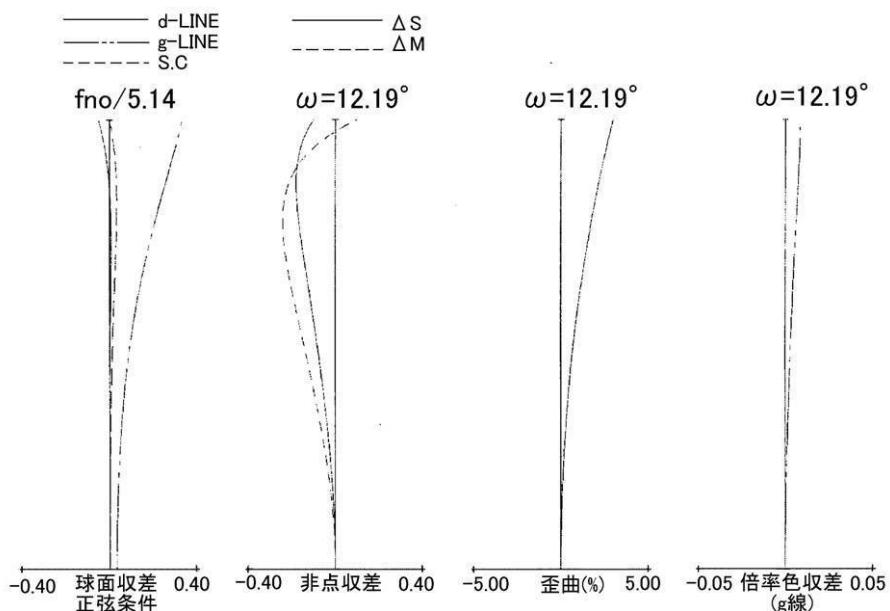
【図 2 3】



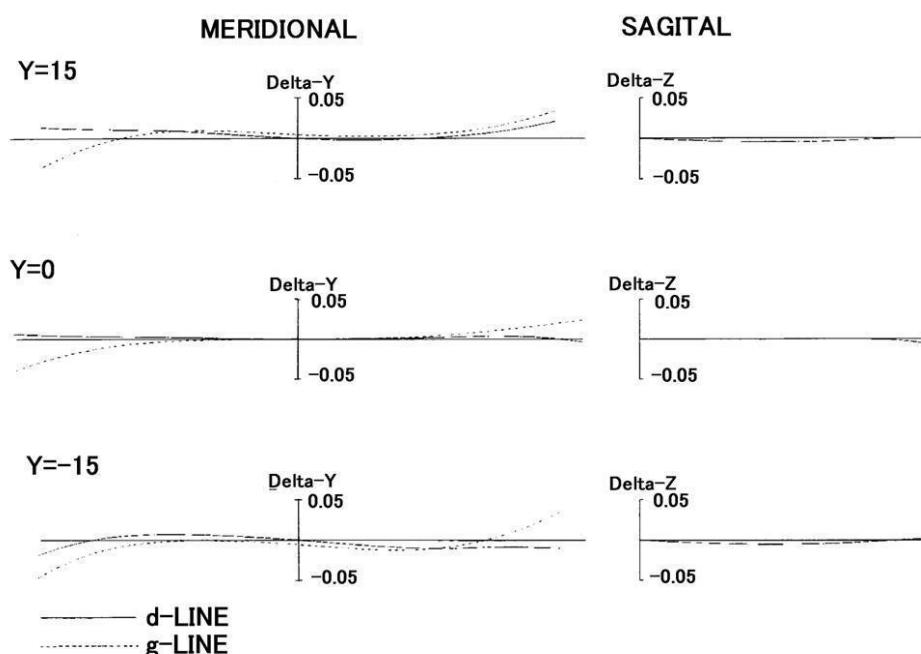
【図 2 4】



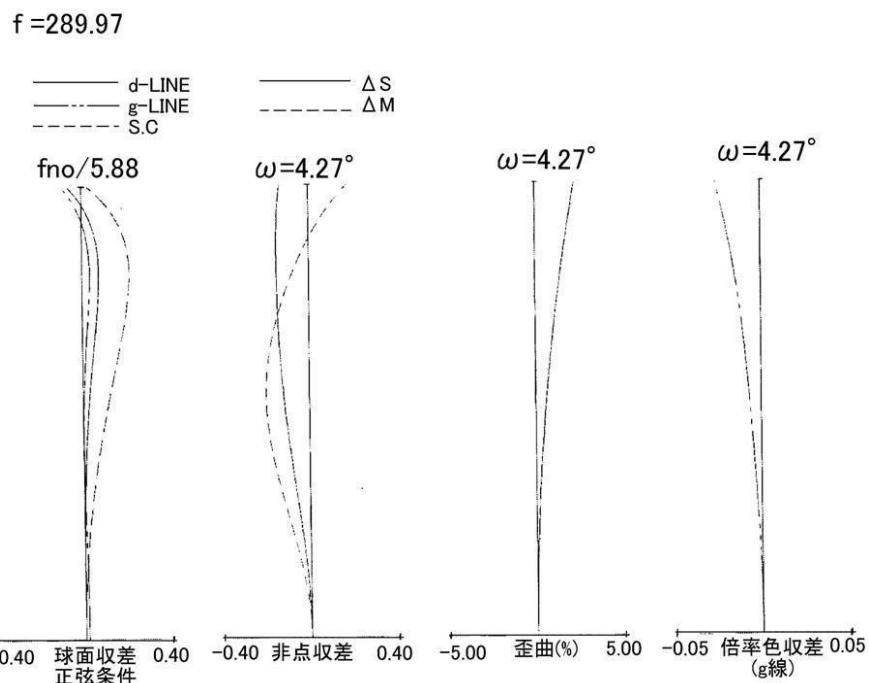
【図 2 5】

 $f = 100.11$ 

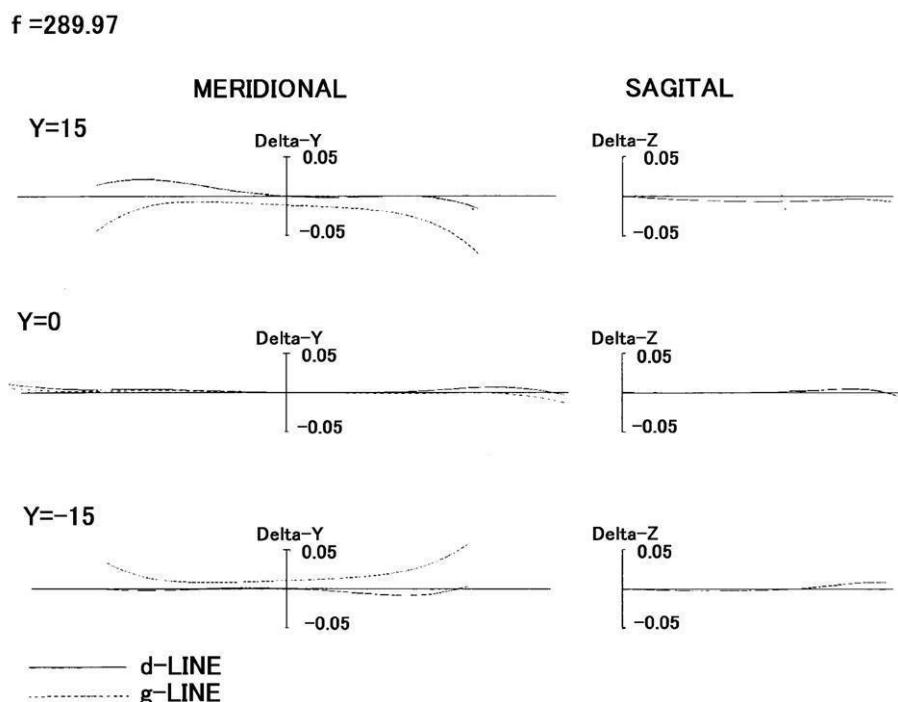
【図 2 6】

 $f = 100.11$ 

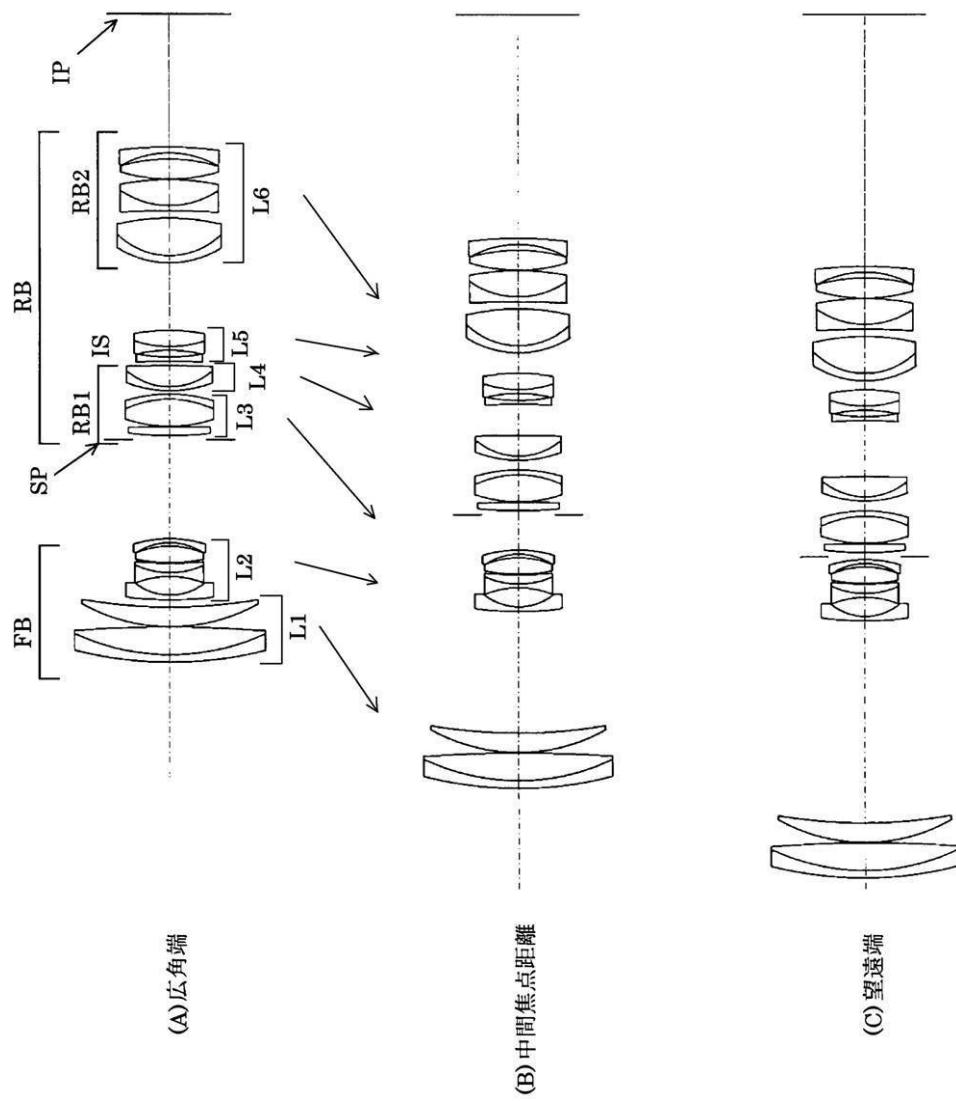
【図27】



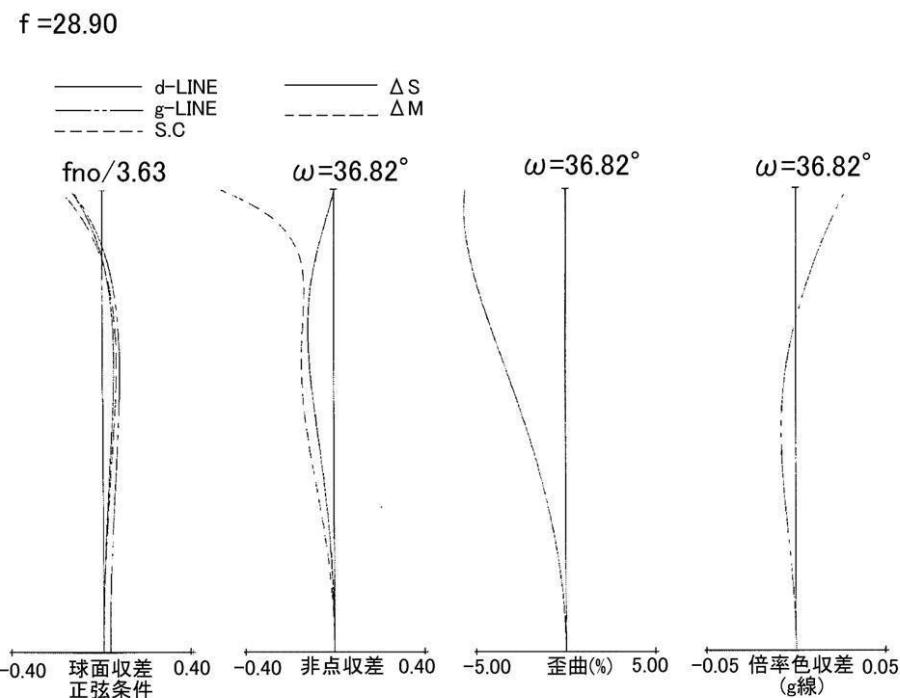
【図28】



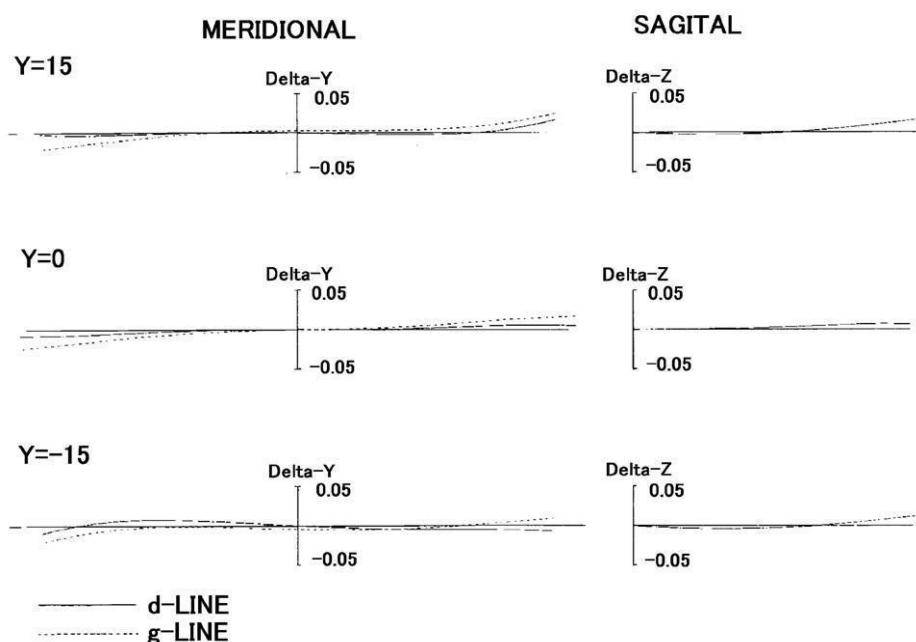
【図29】



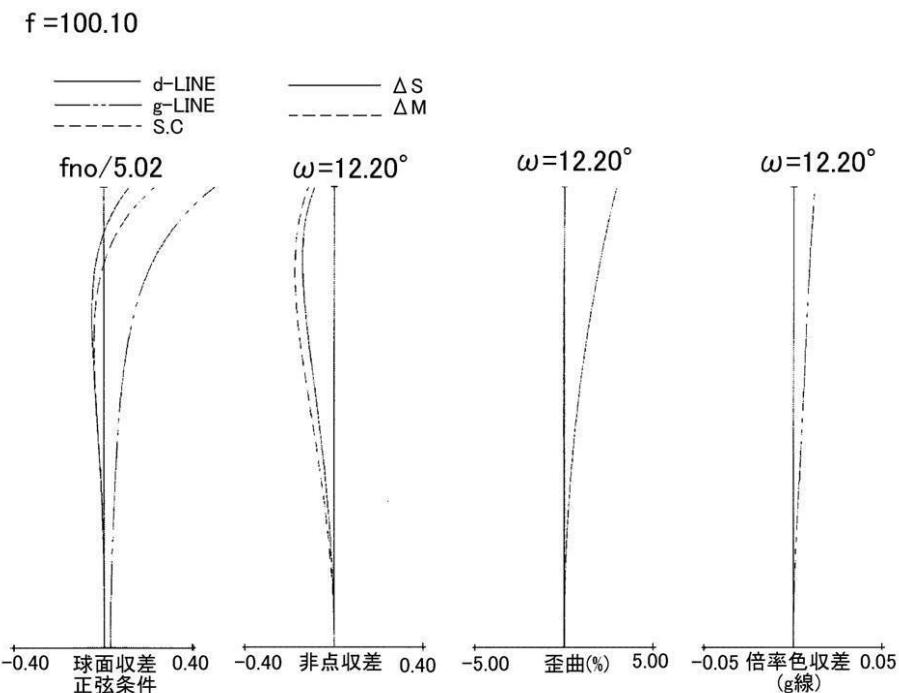
【図 3 0】



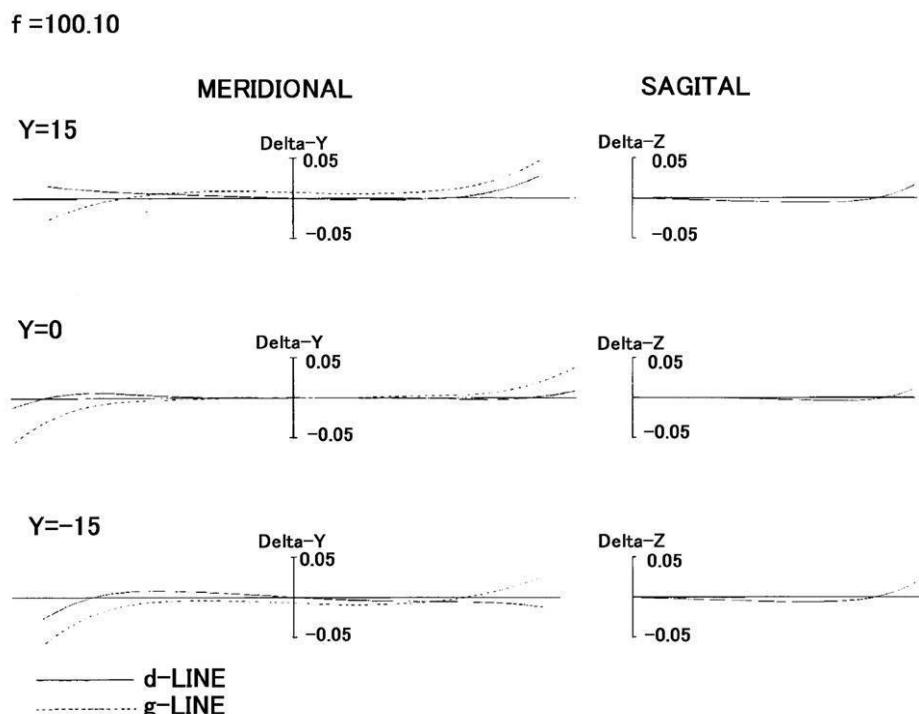
【図 3 1】

 $f = 28.90$ 

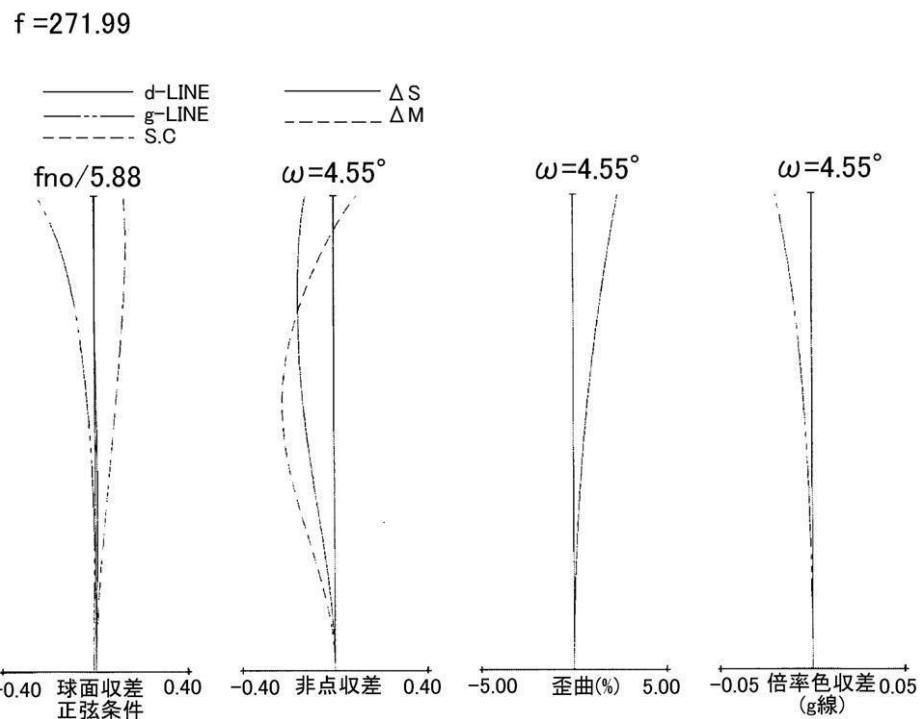
【図 3 2】



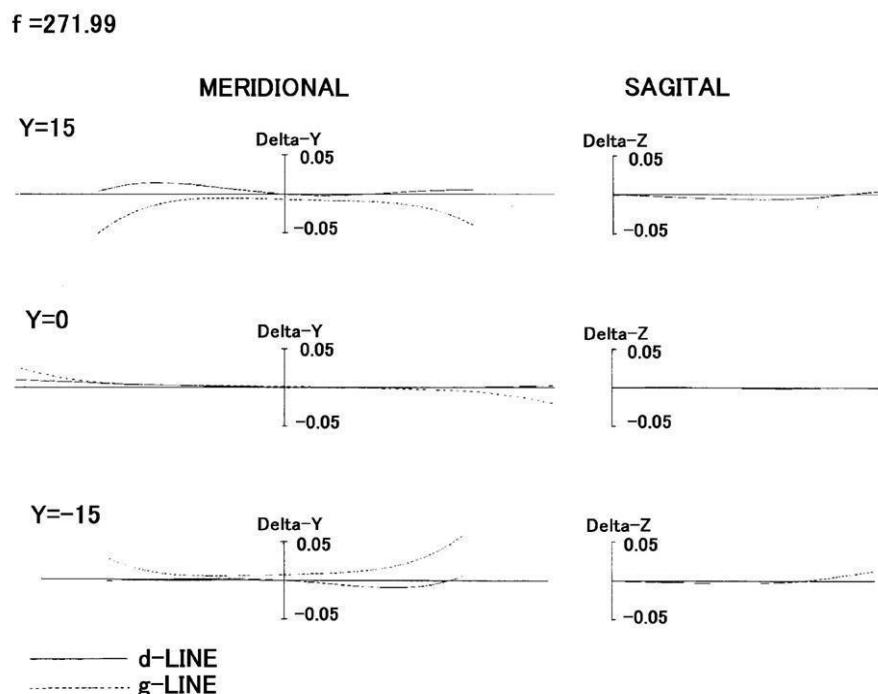
【図 3 3】



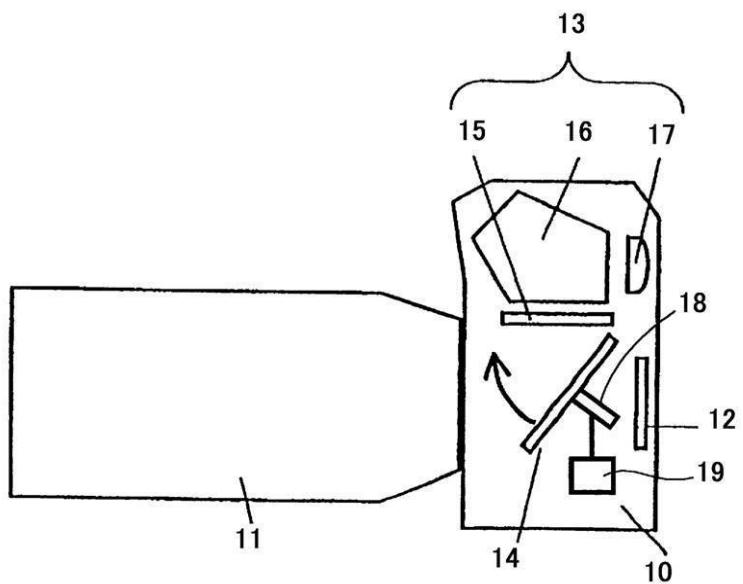
【図 3 4】



【図 3 5】



【図36】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-329933(JP,A)
特開2001-075008(JP,A)
特開平11-072705(JP,A)
特開平10-333038(JP,A)
特開平10-268194(JP,A)
特開平10-133113(JP,A)
特開平09-184981(JP,A)
特開昭61-270716(JP,A)
特開昭60-222814(JP,A)
特開平10-282413(JP,A)
特開平11-044848(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 02 B 15 / 20