

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第6991732号
(P6991732)

(45)発行日 令和4年2月3日(2022.2.3)

(24)登録日 令和3年12月10日(2021.12.10)

(51)国際特許分類 F I
G 0 2 B 13/00 (2006.01) G 0 2 B 13/00
G 0 2 B 13/18 (2006.01) G 0 2 B 13/18

請求項の数 11 (全24頁)

(21)出願番号	特願2017-81260(P2017-81260)	(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
(22)出願日	平成29年4月17日(2017.4.17)	(74)代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(65)公開番号	特開2018-180366(P2018-180366 A)	(74)代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(43)公開日	平成30年11月15日(2018.11.15)	(72)発明者	篠原 健志 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
審査請求日	令和2年4月1日(2020.4.1)	審査官	堀井 康司

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 撮像光学系及びそれを用いた撮像装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

物体側から像側へ順に配置された前群、開口絞り、後群より構成される撮像光学系において、

前記前群に含まれ前記開口絞りに隣接して配置されたレンズは、像側のレンズ面が凹形状であり、前記後群の最も物体側には接合レンズLRが配置され、

前記接合レンズLRは物体側のレンズ面が凹形状であり、負レンズLRNと正レンズLRPが接合されて構成されており、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料のアッベ数を各々 $d_n R$ 、 $d_p R$ 、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料の部分分散比を各々 g_{FnR} 、 g_{FpR} 、

前記接合レンズLRの焦点距離を f_R 、全系の焦点距離を f 、前記前群に含まれる正レンズの材料の屈折率を N_{dFP} とするとき、

$$g_{FnR} - (-0.00240 \quad d_n R + 0.6694) < 0.0$$

$$30.0 < d_n R$$

$$0.0 < g_{FpR} - (-0.00083 \quad d_p R + 0.5981)$$

$$42.0 < d_p R < 80.0$$

$$-0.95 < f_R / f < -0.70$$

$$1.90 < N_{dFP}$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮像光学系。

【請求項2】

前記負レンズLRNの材料の屈折率を N_{dnR} 、前記正レンズLRPの材料の屈折率を N_{dpR} とするとき、

$$N_{dnR} - N_{dpR} < -0.05$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1に記載の撮像光学系。

【請求項3】

請求項1または2に記載の撮像光学系において、

$$-30.0 < dnR - dpR < -5.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮像光学系。

【請求項4】

前記前群は、前記開口絞りに隣接して配置された接合レンズLFを有し、該接合レンズLFは負レンズLFNと正レンズLFPが接合されて構成されており、

前記負レンズLFNと前記正レンズLFPの材料のアッベ数を各々 dnF 、 dpF 、

前記負レンズLFNと前記正レンズLFPの材料の部分分散比を各々 $gFnF$ 、 $gFpF$ とするとき、

$$gFnF - (-0.00240 \quad dnF + 0.6694) < 0.0$$

$$30.0 < dnF$$

$$0.0 < gFpF - (-0.00083 \quad dpF + 0.5981)$$

$$42.0 < dpF < 80.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載の撮像光学系。

【請求項5】

前記負レンズLFNは、前記正レンズLFPの像側に隣接して配置されていることを特徴とする請求項4に記載の撮像光学系。

【請求項6】

前記負レンズLFNの材料の屈折率を N_{dnF} 、前記正レンズLFPの材料の屈折率を N_{dpF} とするとき、

$$0.05 < N_{dnF} - N_{dpF}$$

なる条件式を満足することを特徴とする請求項4または5に記載の撮像光学系。

【請求項7】

前記接合レンズLRは、物体側から像側へ順に配置された、正レンズLRP、負レンズLRNより構成されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の撮像光学系。

【請求項8】

前記接合レンズLRは、物体側から像側へ順に配置された、負レンズLRN、正レンズLRPより構成されることを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載の撮像光学系。

【請求項9】

物体側から像側へ順に配置された前群、開口絞り、後群より構成される撮像光学系において、

前記前群に含まれ前記開口絞りに隣接して配置されたレンズは、像側のレンズ面が凹形状であり、前記後群の最も物体側には接合レンズLRが配置され、

前記接合レンズLRは物体側のレンズ面が凹形状であり、負レンズLRNと正レンズLRPが接合されて構成されており、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料のアッベ数を各々 dnR 、 dpR 、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料の部分分散比を各々 $gFnR$ 、 $gFpR$ 、

前記接合レンズLRの焦点距離を fR 、全系の焦点距離を f 、前記負レンズLRNの材料の屈折率を N_{dnR} 、前記正レンズLRPの材料の屈折率を N_{dpR} とするとき、

$$gFnR - (-0.00240 \quad dnR + 0.6694) < 0.0$$

$$30.0 < dnR$$

$$0.0 < gFpR - (-0.00083 \quad dpR + 0.5981)$$

$$42.0 < dpR < 80.0$$

$$-0.95 < fR / f < -0.70$$

10

20

30

40

50

$$\frac{Nd n R - Nd p R}{-0.05}$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮像光学系。

【請求項 10】

物体側から像側へ順に配置された前群、開口絞り、後群より構成される撮像光学系において、

前記前群に含まれ前記開口絞りに隣接して配置されたレンズは、像側のレンズ面が凹形状であり、前記後群の最も物体側には接合レンズLRが配置され、

前記接合レンズLRは物体側のレンズ面が凹形状であり、負レンズLRNと正レンズLRPが接合されて構成されており、

前記前群は、前記開口絞りに隣接して配置された接合レンズLFを有し、該接合レンズLFは負レンズLFNと正レンズLFPが接合されて構成されており、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料のアッベ数を各々 $d n R$ 、 $d p R$ 、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料の部分分散比を各々 $g F n R$ 、 $g F p R$ 、前記接合レンズLRの焦点距離を $f R$ 、全系の焦点距離を f 、前記負レンズLFNと前記正レンズLFPの材料のアッベ数を各々 $d n F$ 、 $d p F$ 、前記負レンズLFNと前記正レンズLFPの材料の部分分散比を各々 $g F n F$ 、 $g F p F$ とするとき、

$$\frac{g F n R - (-0.00240 d n R + 0.6694)}{30.0} < 0.0$$

$$30.0 < d n R$$

$$0.0 < \frac{g F p R - (-0.00083 d p R + 0.5981)}{42.0} < 80.0$$

$$42.0 < d p R < 80.0$$

$$-0.95 < f R / f < -0.70$$

$$\frac{g F n F - (-0.00240 d n F + 0.6694)}{30.0} < 0.0$$

$$30.0 < d n F$$

$$0.0 < \frac{g F p F - (-0.00083 d p F + 0.5981)}{42.0} < 80.0$$

$$42.0 < d p F < 80.0$$

なる条件式を満足することを特徴とする撮像光学系。

【請求項 11】

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の撮像光学系と、該撮像光学系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】

本発明は撮像光学系に関し、特に一眼レフカメラ、デジタルスチルカメラ、フィルム用カメラ、ビデオカメラ、監視用カメラ等の撮像装置に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

近年、撮像素子を用いた撮像装置は小型化されるとともに、画質の高画質化が進んでいる。特に一眼レフカメラにおいては、撮像時の画質の高画質化に加え、画像のボケ味が良いことが要求されている。これらの要求を満足するために、近年はFno（Fナンバー）を明るくし、ボケ量のコントロールが出来るようにした大口径比の撮像光学系が提案されている。この大口径化を満足する撮像光学系のレンズタイプとしては、例えばダブルガウスタイプが知られている。

【0003】

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

【0003】

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

高画質化を図りつつ、ボケ味をきれいにするためには、色収差を軽減し、色滲みを抑えることが必要になってくる。ダブルガウスタイプの撮像光学系は、大口径化が容易であるが、色収差を補正しつつ像面湾曲を良好に補正することが難しい。このため、ダブルガウスタイプを变形させて色収差と像面湾曲等の諸収差を良好に補正するようにした撮像光学系が提案されている（特許文献1、2）。特許文献1、2は開口絞りの物体側に配置するレンズの硝材及び屈折力配置等を適切に構成することで高画質化を図りつつ、大口径化を図っている。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2014-48488号公報

特開2016-12034号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ダブルガウスタイプの撮像光学系は大口径比化が容易で、しかも物体距離の変動に対する収差変動が比較的少ないという特徴がある。しかしながら大口径比化を図りつつ、色収差を低減し、高画質でしかも全系の小型化を図るには、撮像光学系を構成する各レンズの材料を適切に設定することが重要になってくる。例えば屈折率、アッペ数、部分分散比等を適切に選択した材料のレンズを光路中の適切な位置に用いることが重要になってくる。特に色収差を良好に補正し、高画質でボケ味の良い画像を得るには開口絞りに隣接して物体側と像側に配置されたレンズの形状や材料等を適切に設定することが重要になってくる。

10

【0006】

本発明は、大口径比で色収差を良好に補正し、高画質でしかもボケ味の良い画像が容易に得られる撮像光学系の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の撮像光学系は、物体側から像側へ順に配置された前群、開口絞り、後群より構成される撮像光学系において、

20

前記前群に含まれ前記開口絞りに隣接して配置されたレンズは、像側のレンズ面が凹形状であり、前記後群の最も物体側には接合レンズLRが配置され、

前記接合レンズLRは物体側のレンズ面が凹形状であり、負レンズLRNと正レンズLRPが接合されて構成されており、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料のアッペ数を各々 $d_n R$ 、 $d_p R$ 、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料の部分分散比を各々 g_{FnR} 、 g_{FpR} とするとき、

$$g_{FnR} - (-0.00240 \quad d_n R + 0.6694) < 0.0$$

30

$$30.0 < d_n R$$

$$0.0 < g_{FpR} - (-0.00083 \quad d_p R + 0.5981)$$

$$42.0 < d_p R < 80.0$$

なる条件式を満足することを特徴としている。

また、本発明の他の撮像光学系は、物体側から像側へ順に配置された前群、開口絞り、後群より構成される撮像光学系において、

前記前群に含まれ前記開口絞りに隣接して配置されたレンズは、像側のレンズ面が凹形状であり、前記後群の最も物体側には接合レンズLRが配置され、

前記接合レンズLRは物体側のレンズ面が凹形状であり、負レンズLRNと正レンズLRPが接合されて構成されており、

40

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料のアッペ数を各々 $d_n R$ 、 $d_p R$ 、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料の部分分散比を各々 g_{FnR} 、 g_{FpR} 、前記接合レンズLRの焦点距離を f_R 、全系の焦点距離を f 、前記負レンズLRNの材料の屈折率を N_{dnR} 、前記正レンズLRPの材料の屈折率を N_{dpR} とするとき、

$$\underline{g_{FnR} - (-0.00240 \quad d_n R + 0.6694) < 0.0}$$

$$\underline{30.0 < d_n R}$$

$$\underline{0.0 < g_{FpR} - (-0.00083 \quad d_p R + 0.5981)}$$

$$\underline{42.0 < d_p R < 80.0}$$

$$\underline{-0.95 < f_R / f < -0.70}$$

$$\underline{N_{dnR} - N_{dpR} < -0.05}$$

50

なる条件式を満足することを特徴としている。

また、本発明の他の撮像光学系は、物体側から像側へ順に配置された前群、開口絞り、後群より構成される撮像光学系において、

前記前群に含まれ前記開口絞りに隣接して配置されたレンズは、像側のレンズ面が凹形状であり、前記後群の最も物体側には接合レンズLRが配置され、

前記接合レンズLRは物体側のレンズ面が凹形状であり、負レンズLRNと正レンズLRPが接合されて構成されており、

前記前群は、前記開口絞りに隣接して配置された接合レンズLFを有し、該接合レンズLFは負レンズLFNと正レンズLFPが接合されて構成されており、

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料のアッベ数を各々 d_{nR} 、 d_{pR} 、

10

前記負レンズLRNと前記正レンズLRPの材料の部分分散比を各々 g_{FnR} 、 g_{FpR} 、前記接合レンズLRの焦点距離を f_R 、全系の焦点距離を f 、前記負レンズLFN

と前記正レンズLFPの材料のアッベ数を各々 d_{nF} 、 d_{pF} 、前記負レンズLFNと前記正レンズLFPの材料の部分分散比を各々 g_{FnF} 、 g_{FpF} とするとき、

$$\frac{g_{FnR} - (-0.00240 \cdot d_{nR} + 0.6694)}{30.0} < 0.0$$

$$30.0 < d_{nR}$$

$$0.0 < \frac{g_{FpR} - (-0.00083 \cdot d_{pR} + 0.5981)}{42.0} < 80.0$$

$$-0.95 < f_R / f < -0.70$$

$$\frac{g_{FnF} - (-0.00240 \cdot d_{nF} + 0.6694)}{30.0} < 0.0$$

20

$$30.0 < d_{nF}$$

$$0.0 < \frac{g_{FpF} - (-0.00083 \cdot d_{pF} + 0.5981)}{42.0} < 80.0$$

$$-0.95 < f / f < -0.70$$

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】

【0008】

本発明によれば、大口径比で色収差を良好に補正し、高画質でしかもボケ味の良い画像が容易に得られる撮像光学系が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

30

【図1】実施例1の撮像光学系のレンズ断面図

【図2】(A)、(B) 実施例1の撮像光学系の無限遠と至近での収差図

【図3】実施例2の撮像光学系のレンズ断面図

【図4】(A)、(B) 実施例2の撮像光学系の無限遠と至近での収差図

【図5】実施例3の撮像光学系のレンズ断面図

【図6】(A)、(B) 実施例3の撮像光学系の無限遠と至近での収差図

【図7】実施例4の撮像光学系のレンズ断面図

【図8】(A)、(B) 実施例4の撮像光学系の無限遠と至近での収差図

【図9】実施例5の撮像光学系のレンズ断面図

【図10】(A)、(B) 実施例5の撮像光学系の無限遠と至近での収差図

40

【図11】実施例6の撮像光学系のレンズ断面図

【図12】(A)、(B) 実施例6の撮像光学系の無限遠と至近での収差図

【図13】撮像光学系を搭載する光学機器(デジタルカメラ)の装置図

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、図面を用いて本発明の撮像光学系及びそれを有する撮像装置の実施例について説明する。本発明の撮像光学系は、物体側から像側へ順に配置された前群、開口絞り、後群より構成される。前群に含まれ開口絞りに隣接して配置されたレンズは、像側のレンズ面が凹形状であり、後群の最も物体側には接合レンズLRを配置している。接合レンズLRは物体側のレンズ面が凹形状であり、負レンズLRNと正レンズLRPが接合されて構成さ

50

れている。

【 0 0 1 1 】

接合レンズ L R は物体側から像側へ順に配置された正レンズ L R P、負レンズ L R N より構成される。または接合レンズ L R は物体側から像側へ順に配置された負レンズ L R N、正レンズ L R P より構成される。前群は開口絞りに隣接して接合レンズ L F を有し、接合レンズ L F は物体側から像側へ順に配置された正レンズ L F P と負レンズ L F N より構成される。

【 0 0 1 2 】

図 1 は本発明の実施例 1 の無限遠に合焦（フォーカス）しているときのレンズ断面図である。図 2（A）、（B）は本発明の実施例 1 の無限遠と至近（撮像倍率 - 0.188）に合焦しているときの縦収差図である。実施例 1 は F ナンバー 1.45、撮像画角 45.8 度の撮像光学系である。

10

【 0 0 1 3 】

図 3 は本発明の実施例 2 の無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図 4（A）、（B）は本発明の実施例 2 の無限遠と至近（撮像倍率 - 0.173）に合焦しているときの縦収差図である。実施例 2 は F ナンバー 1.45、撮像画角 46.24 度の撮像光学系である。

【 0 0 1 4 】

図 5 は本発明の実施例 3 の無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図 6（A）、（B）は本発明の実施例 3 の無限遠と至近（撮像倍率 - 0.188）に合焦しているときの縦収差図である。実施例 3 は F ナンバー 1.45、撮像画角 45.8 度の撮像光学系である。

20

【 0 0 1 5 】

図 7 は本発明の実施例 4 の無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図 8（A）、（B）は本発明の実施例 4 の無限遠と至近（撮像倍率 - 0.188）に合焦しているときの縦収差図である。実施例 4 は F ナンバー 1.45、撮像画角 45.72 度の撮像光学系である。

【 0 0 1 6 】

図 9 は本発明の実施例 5 の無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図 10（A）、（B）は本発明の実施例 5 の無限遠と至近（撮像倍率 - 0.101）に合焦しているときの縦収差図である。実施例 5 は F ナンバー 1.45、撮像画角 45.5 度の撮像光学系である。

30

【 0 0 1 7 】

図 11 は本発明の実施例 6 の無限遠に合焦しているときのレンズ断面図である。図 12（A）、（B）は本発明の実施例 6 の無限遠と至近（撮像倍率 - 0.187）に合焦しているときの縦収差図である。実施例 6 は F ナンバー 1.45、撮像画角 46.04 度の撮像光学系である。図 13 は本発明の撮像装置の要部概略図である。

【 0 0 1 8 】

本発明の撮像光学系はデジタルカメラやビデオカメラ、放送用カメラ、監視用カメラ、銀塩写真用カメラ等の撮像装置に用いられる。

40

【 0 0 1 9 】

実施例 1 乃至 4、6 に対応する図 1、図 3、図 5、図 7、図 11 のレンズ断面図において、左方が被写体側で、右方が像側である。レンズ断面図において、L0 は撮像光学系である。L1 は正の屈折力の第 1 レンズ群、L2 は正の屈折力の第 2 レンズ群である。S P は開口絞りであり、第 1 レンズ群 L1 内に配置しており、フォーカシングに際して第 1 レンズ群 L1 と一体的に（同じ軌跡で）移動する。開口絞り S P よりも物体側のレンズが前群、開口絞り S P より像側のレンズが後群である。

【 0 0 2 0 】

実施例 5 の図 9 のレンズ断面図において、左方が被写体側で、右方が像側である。レンズ断面図において、L0 は撮像光学系である。L1 は正の屈折力の第 1 レンズ群である。S

50

Pは開口絞りであり、第1レンズ群L1内に配置しており、フォーカシングに際して第1レンズ群L1と一体的に移動する。開口絞りSPよりも物体側のレンズが前群、開口絞りSPより像側のレンズが後群である。IPは像面であり、デジタルスチルカメラやビデオカメラの撮像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。

【0021】

収差図において、FnoはFナンバーである。は半画角(度)である。また球面収差図において実線のdはd線(波長587.6nm)、二点鎖線のgはg線(波長435.8nm)である。非点収差図で点線のMはd線におけるメリディオナル像面、実線のSはd線におけるサジタル像面である。歪曲収差図はd線について示している。倍率色収差図において二点鎖線のgはg線である。後述する数値データをmm単位で表したとき縦収差図において、球面収差は0.25mm、非点収差は0.25mm、歪曲は2%、倍率色収差は0.03mmのスケールで描かれている。

10

【0022】

本発明の撮像光学系L0は、F1.4(Fナンバー)程度の大口径でありながら色収差を軽減し高画質かつ全系が小型でボケ味のきれいな像が容易に得られる。撮像光学系L0を大口径化するためには、特にダブルガウスタップを用いることが有効である。ダブルガウスタップはレンズ構成を開口絞りに対して略対称配置としているため、コマ収差や歪曲収差等を良好に補正することが容易となる。

【0023】

また、レンズの材料に高屈折率硝材を使用することで球面収差を良好に補正することが容易となる。しかしながらダブルガウスタップは軸上色収差の補正が難しく、これを補正するためにはレンズ構成をダブルガウスタップから変形させ、適切な場所に適切な硝材のレンズを使用することが必要となってくる。

20

【0024】

本発明では、開口絞りSP近傍に接合レンズLRを配置し、接合レンズLRを正レンズLRPと負レンズLRNより構成し、このときの正レンズLRPの材料と負レンズLRNの材料を適切に設定することによって、色収差を良好に補正している。ダブルガウスタップは大口径化する際に軸上光束が広がる開口絞りの物体側に高屈折率硝材のレンズを使用することで球面収差を良好に補正している。しかし、一般に高屈折率硝材は分散が大きいいため、色収差を良好に補正しつつ、球面収差、像面湾曲などの諸収差を良好に補正するが難しくなる。

30

【0025】

本発明ではこれらの収差を良好に補正するために比較的軸上光束が大きい開口絞りSP近傍に接合レンズLRを配置し、正レンズLRPの材料に部分分散比が大きい硝材、負レンズLRNの材料に部分分散比が小さい硝材を使用している。これにより2次の色消しを考慮した色収差の補正を効果的に行っている。開口絞りよりも物体側のレンズ群に高屈折率硝材のレンズを使用し、開口絞りSP近傍に接合レンズを配置すると、全系の小型化を図りつつ軸上色収差の補正が容易になるが、開口絞りSP近傍でコマ収差が発生し、コマ収差の補正が難しくなる。

40

【0026】

そこで本発明では、開口絞りSP近傍に配置した負レンズLRNと、正レンズLRPに使用する硝材の範囲を適切に設定することで色収差とコマ収差を良好に補正している。これらの構成を採用することで全系が小型でかつ大口径化で高画質の像を得ている。

【0027】

本発明の撮像光学系L0において、負レンズLRNと正レンズLRPの材料のアップ数を各々 d_{nR} 、 d_{pR} とする。負レンズLRNと正レンズLRPの材料の部分分散比を各々 g_{FnR} 、 g_{FpR} とする。

【0028】

このとき、

50

$$g F n R - (-0.00240 \quad d n R + 0.6694) < 0.0 \quad \dots (1)$$

$$30.0 < d n R \quad \dots (1x)$$

$$0.0 < g F p R - (-0.00083 \quad d p R + 0.5981) \quad \dots (2)$$

$$42.0 < d p R < 80.0 \quad \dots (2x)$$

なる条件式を満足する。但し条件式(1)は条件式(1x)を満足することを前提とし、条件式(2)は条件式(2x)を満足することを前提としている。

【0029】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。本発明の撮像光学系L0では比較的軸上光束が大きい開口絞りSP近傍に正レンズLRPと負レンズLRNを接合した接合レンズを配置している。そして正レンズLRPに部分分散比が大きい硝材、負レンズLRNに部分分散比が小さい硝材を使用することで色収差を効果的に補正している。

10

【0030】

条件式(1)は、開口絞りSPに隣接して像側に配置された接合レンズLRに含まれる負レンズLRNの硝材に関し、主に特に軸上色収差を良好に補正するためのものである。条件式(1)の上限値を上回ると、2次の色消し効果が小さくなり、特に軸上色収差を良好に補正するのが困難となる。また、負レンズLRNが低分散となり、1次の色消し効果も小さくなるため、色収差の補正が困難になる。

【0031】

条件式(2)は、開口絞りSPに隣接して像側に配置された接合レンズLRに含まれる正レンズLRPの硝材に関し、主に軸上色収差を良好に補正するためのものである。条件式(2)の下限値を下回ると、2次の色消し効果が小さくなり、特に軸上色収差を良好に補正するのが困難となる。

20

【0032】

尚、各実施例において、収差補正上更に好ましくは、条件式(1)、(2)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-0.02 < g F n R - (-0.00240 \quad d n R + 0.6694) < 0.0$$

$$\dots (1a)$$

$$0.0 < g F p R - (-0.00083 \quad d p R + 0.5981) < 0.02$$

$$\dots (2a)$$

【0033】

より更に好ましくは、条件式(1a)、(2a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-0.01 < g F n R - (-0.00240 \quad d n R + 0.6694) < 0.0$$

$$\dots (1b)$$

$$0.0 < g F p R - (-0.00083 \quad d p R + 0.5981) < 0.01$$

$$\dots (2b)$$

【0034】

以上のように本発明によれば、Fナンバー1.4程度の大口径でありながら色収差を低減し高画質かつ小型でボケ味のきれいな撮像光学系が得られる。

【0035】

本発明において更に好ましくは次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。負レンズLRNの材料の屈折率をNd n R、正レンズLRPの材料の屈折率をNd p Rとする。接合レンズLRの焦点距離をf R、全系の焦点距離をfとする。前群は1枚以上の正レンズを有し、このうち少なくとも1枚の正レンズは材料の屈折率をNd F Pとする。前群は開口絞りSPに隣接して配置された接合レンズLFを有し、接合レンズLFは負レンズLF Nと正レンズLF Pが接合されて構成されている。

40

【0036】

負レンズLF Nと正レンズLF Pの材料のアッペ数を各々 dn F、 dp Fとする。負レンズLF Nと正レンズLF Pの材料の部分分散比を各々 g F n F、 g F p Fとする。負レンズLF Nの材料の屈折率をNd n F、正レンズLF Pの材料の屈折率をNd p Fとする。

50

【0037】

このとき次の条件式のうち1つ以上を満足するのが良い。

$$NdnR - NdpR < -0.05 \quad \dots (3)$$

$$-30.0 < dnr - dpR < -5.0 \quad \dots (4)$$

$$-0.95 < fR / f < -0.70 \quad \dots (5)$$

$$1.90 < NdfP \quad \dots (6)$$

$$gFnF - (-0.00240 \quad dnF + 0.6694) < 0.0 \quad \dots (7)$$

$$30.0 < dnF \quad \dots (7x)$$

$$0.0 < gFpF - (-0.00083 \quad dpF + 0.5981) \quad \dots (8)$$

$$42.0 < dpF < 80.0 \quad \dots (8x)$$

$$0.05 < NdnF - NdpF \quad \dots (9)$$

10

【0038】

但し条件式(7)は条件式(7x)を満足することが前提となる。条件式(8)は条件式(8x)を満足することが前提となる。

【0039】

次に前述の各条件式の技術的意味について説明する。条件式(3)は、開口絞りSPに隣接して像側に配置された接合レンズLRに含まれる正レンズLRPの材料と負レンズLRNの材料の屈折率差に関し、主に像面湾曲、コマ収差を良好に補正するためのものである。条件式(3)の上限値を上回ると、球面収差の補正とコマ収差の補正は容易となるが、ペッツバル和が増大し、像面湾曲を良好に補正するのが困難になる。

20

【0040】

条件式(4)は、開口絞りSPに隣接して像側に配置された接合レンズLRに含まれる正レンズLRPの材料と負レンズLRNの材料のアッペ数の差に関し、主に軸上色収差とコマ収差を良好に補正するためのものである。条件式(4)の下限値を下回ると、アッペ数の差が小さくなり、1次の色消しを行う上で困難となる。また、各々のレンズの屈折力が強まり、レンズ径が大型化してくるため好ましくない。一方、条件式(4)の上限値を上回ると、アッペ数の差が大きくなり、各々のレンズの屈折力が弱まるためレンズ径の小型化、色収差の補正は容易になるが、コマ収差を良好に補正するのが困難となる。

【0041】

条件式(5)は、開口絞りSPに隣接して像側に配置された接合レンズLRの屈折力に関し、球面収差、像面湾曲を良好に補正するためのものである。条件式(5)の下限値を下回ると、負の屈折力が弱まるので球面収差、コマ収差の補正は容易となるが、ペッツバル和がプラス方向に大きくなるため像面湾曲を良好に補正するのが困難となる。一方、条件式(5)の上限値を上回ると、負の屈折力が強まるのでペッツバル和が補正されるため像面湾曲の補正は容易となるが、球面収差、コマ収差を良好に補正するのが困難となる。

30

【0042】

条件式(6)は、開口絞りSPより物体側に配置された1枚以上の正レンズのうちの少なくとも1つの正レンズの材料の屈折率に関し、主に球面収差、像面湾曲を良好に補正するためのものである。条件式(6)の下限値を下回ると、ペッツバル和がプラス方向に大きくなるため像面湾曲を補正するのが困難となる。また、球面収差を補正するためにレンズ面の曲率が強まり、レンズが大型化するため好ましくない。

40

【0043】

条件式(7)は、開口絞りSPに隣接して物体側に配置された接合レンズLFに含まれる負レンズLFNの材料に関し、主に軸上色収差を良好に補正するためのものである。条件式(7)の上限値を上回ると、2次の色消し効果が小さくなり、特に軸上色収差を補正するのが困難となる。また、負レンズLFNの材料が低分散となり、1次の色消し効果も小さくなるため、色収差の補正が困難になる。

【0044】

条件式(8)は、開口絞りSPに隣接して物体側に配置された接合レンズLFに含まれる正レンズLFPの材料に関し、主に軸上色収差を良好に補正するためのものである。条件

50

式(8)の下限値を下回ると、2次の色消し効果が小さくなり、軸上色収差を良好に補正するのが困難となる。

【0045】

条件式(9)は、開口絞りSPに隣接して物体側に配置された接合レンズLFに含まれる正レンズLFPの材料と負レンズLFNの材料の屈折率差に関し、主に球面収差、コマ収差を良好に補正するためのものである。条件式(9)の下限値を下回ると、ペッツバル和を補正するのが容易となるが、球面収差と、コマ収差を良好に補正するのが困難となる。

【0046】

尚、各実施例において、収差補正上更に好ましくは、条件式(3)乃至(9)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-0.30 < Nd n R - Nd p R < -0.05 \quad \dots (3a)$$

$$-25.0 < dn R - dp R < -5.0 \quad \dots (4a)$$

$$-0.93 < f R / f < -0.72 \quad \dots (5a)$$

$$1.90 < Nd F P < 2.50 \quad \dots (6a)$$

$$-0.02 < g F n F - (-0.00240 \quad dn F + 0.6694) < 0.00$$

$$\dots (7a)$$

$$0.00 < g F p F - (-0.00083 \quad dp F + 0.5981) < 0.02$$

$$\dots (8a)$$

$$0.05 < Nd n F - Nd p F < 0.30 \quad \dots (9a)$$

【0047】

より更に好ましくは、条件式(3a)乃至(9a)の数値範囲を次の如く設定するのが良い。

$$-0.20 < Nd n R - Nd p R < -0.05 \quad \dots (3b)$$

$$-20.0 < dn R - dp R < -7.0 \quad \dots (4b)$$

$$-0.90 < f R / f < -0.75 \quad \dots (5b)$$

$$1.90 < Nd F P < 2.30 \quad \dots (6b)$$

$$-0.01 < g F n F - (-0.00240 \quad dn F + 0.6694) < 0.00$$

$$\dots (7b)$$

$$0.00 < g F p F - (-0.00083 \quad dp F + 0.5981) < 0.01$$

$$\dots (8b)$$

$$0.05 < Nd n F - Nd p F < 0.20 \quad \dots (9b)$$

【0048】

各実施例では以上のように各レンズ群を構成することによって、Fナンバー1.4程度の大口徑でありながら色収差を低減し高画質かつ小型でボケ味のきれいな撮像光学系を得ている。

【0049】

次に実施例1、3、4、6の各レンズ群のレンズ構成について説明する。第1レンズ群L1は物体側のレンズ面が凹形状の負レンズ、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、正レンズ、正レンズLFPと負レンズLFNを接合した接合レンズLFを有する。更に開口絞りSP、正レンズLRPと負レンズLRNを接合した接合レンズLR、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、負レンズと正レンズを接合した接合レンズより構成している。ここで負レンズLFNは正レンズLFPの像側に隣接して配置されている。

【0050】

各実施例の撮像光学系では全系を小型とするために第1レンズ群L1の屈折力を適切な範囲で強めている。このとき、第1レンズ群L1内で諸収差、特にサジタルフレア、像面湾曲が多く発生してくる。

【0051】

そこで最も物体側に凹面を向けた負レンズを配置することで、第1レンズ群L1で発生するサジタルフレアを抑制している。また、正レンズに高屈折率の硝材を使用する事で像面湾曲の発生、接合レンズを複数配置する事で軸上色収差、倍率色収差の発生を軽減してい

10

20

30

40

50

る。特に開口絞り S P 付近に配置した接合レンズには高部分分散材と低部分分散材を効果的に配置し、色収差を軽減している。

【 0 0 5 2 】

収差補正上、更に好ましくは、開口絞り S P 付近の接合レンズの材料のアッペ数は負レンズの材料のアッペ数 d_n が、

$$34.0 < d_n < 50.0$$

正レンズの材料のアッペ数 d_p が、

$$42.0 < d_p < 70.0$$

の如く設定するのが良い。第 2 レンズ群 L 2 は両凸形状の正レンズと物体側が凹でメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズで構成している。

10

【 0 0 5 3 】

各実施例の撮像光学系ではフォーカシングによる光学性能の変化を抑制、撮像素子への光線入射角を抑制するために第 2 レンズ群 L 2 の屈折力を適切な範囲で強めている。各実施例では、接合レンズとすることによりフォーカス全域で色収差を軽減している。また、高屈折率の硝材を使用する事でベッツバール和の抑制、フォーカシングによるコマ収差の変動を軽減している。

【 0 0 5 4 】

尚、収差補正上、必要に応じて接合レンズは空気レンズを介した 2 枚のレンズ構成としても良い。フォーカシングは第 1 レンズ群 L 1 によって行っている。

【 0 0 5 5 】

次に実施例 2 の各レンズ群のレンズ構成について説明する。第 1 レンズ群 L 1 は物体側のレンズ面が凹形状の負レンズ、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、正レンズ、正レンズ L F P と負レンズ L F N を接合した接合レンズ L F を有する。更に開口絞り S P、負レンズ L R N と正レンズ L R P を接合した接合レンズ L R、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、負レンズ、正レンズより構成している。ここで負レンズ L F N は正レンズ L F P の像側に隣接して配置されている。

20

【 0 0 5 6 】

実施例 2 の撮像光学系では全系を小型とするために第 1 レンズ群 L 1 の屈折力を適切な範囲で強めている。このとき、第 1 レンズ群 L 1 内で諸収差、特にサジタルフレア、像面湾曲が多く発生してくる。

30

【 0 0 5 7 】

そこで最も物体側に凹面を向けた負レンズを配置することで、第 1 レンズ群 L 1 で発生するサジタルフレアを抑制している。また、正レンズに高屈折率の硝材を使用する事で像面湾曲の発生、接合レンズを複数配置する事で軸上色収差、倍率色収差の発生を軽減している。特に開口絞り S P 付近に配置した接合レンズには高部分分散材と低部分分散材を効果的に配置し、色収差を軽減している。

【 0 0 5 8 】

収差補正上、更に好ましくは、開口絞り S P 付近の接合レンズの材料のアッペ数は負レンズの材料のアッペ数 d_n が、

$$34.0 < d_n < 50.0$$

正レンズの材料のアッペ数 d_p が、

$$42.0 < d_p < 70.0$$

の如く設定するのが良い。

40

【 0 0 5 9 】

第 2 レンズ群 L 2 は両凸形状の正レンズと物体側が凹でメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズで構成している。実施例 2 の撮像光学系ではフォーカシングによる光学性能の変化を抑制、撮像素子への光線入射角を抑制するために第 2 レンズ群 L 2 の屈折力を適切な範囲で強めている。実施例 2 では、接合レンズとすることによりフォーカス全域で色収差を軽減している。また、高屈折率の硝材を使用する事でベッツバール和の抑制、フォーカシングによるコマ収差の変動を軽減している。

50

【0060】

尚、収差補正上、必要に応じて接合レンズは空気レンズを介した2枚のレンズ構成としても良い。フォーカシングは第1レンズ群L1によって行っている。

【0061】

次に実施例5の各レンズ群のレンズ構成について説明する。第1レンズ群L1は物体側のレンズ面が凹形状の負レンズ、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、正レンズ、正レンズLFPと負レンズLFNを接合した接合レンズLF、開口絞りSPを有する。更に正レンズLRPと負レンズLRNを接合した接合レンズLR、正レンズと負レンズを接合した接合レンズ、負レンズと正レンズを接合した接合レンズ、両凸形状の正レンズと物体側が凹でメニスカス形状の負レンズを接合した接合レンズより構成している。ここで負レンズLFNは正レンズLFPの像側に隣接して配置されている。

10

【0062】

実施例5の撮像光学系では全系を小型とするために第1レンズ群L1の屈折力を適切な範囲で強めている。このとき、第1レンズ群L1内で諸収差、特にサジタルフレア、像面湾曲が多く発生してくる。

【0063】

そこで最も物体側に凹面を向けた負レンズを配置することで、第1レンズ群L1で発生するサジタルフレアを抑制している。また、正レンズに高屈折率の硝材を使用する事で像面湾曲の発生、接合レンズを複数配置する事で軸上色収差、倍率色収差の発生を軽減している。特に開口絞りSP付近に配置した接合レンズには高部分分散材と低部分分散材を効果的に配置し、色収差を軽減している。

20

【0064】

収差補正上、更に好ましくは、開口絞りSP付近の接合レンズの材料のアッベ数は負レンズの材料のアッベ数 d_n が、

$$34.0 < d_n < 50.0$$

正レンズの材料のアッベ数 d_p が、

$$42.0 < d_p < 70.0$$

の如く設定するのが良い。

【0065】

実施例5では、接合レンズとすることによりフォーカス全域で色収差を軽減している。また、高屈折率の硝材を使用する事でペッツバル和の抑制、フォーカシングによるコマ収差の変動を軽減している。尚、収差補正上、必要に応じて接合レンズは空気レンズを介した2枚のレンズ構成としても良い。フォーカシングは第1レンズ群L1によって行っている。

30

【0066】

実施例1乃至4、6では、無限遠から至近距離へのフォーカシングに際して矢印のように、第1レンズ群L1を物体側に移動することによって行う。フォーカシングに際して第2レンズ群L2は不動だが、収差補正上移動させても良い。実施例5では、無限遠から至近距離へのフォーカスに際して矢印のように、第1レンズ群L1(レンズ全体)を物体側に移動することによって行う。

40

【0067】

次に本発明の撮像光学系を用いた撮像装置(デジタルカメラ)の実施例を図13を用いて説明する。図13において、30はカメラ本体、31は実施例1乃至6で説明したいずれかの撮像光学系である。撮像光学系31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)はカメラ本体30内に内蔵されている。

【0068】

以下、実施例1乃至6の具体的な数値データを示す。各数値データにおいてiは物体側から数えた順序を示している。r_iは物体側からi番目の面の曲率半径、d_iは物体側からi番目の面とi+1番目の面との間の面間隔、n_iは第i番目のレンズのd線における屈

50

折率、 i は第 i 番目のレンズの d 線におけるアッベ数を示すものとする。非球面形状は k を円錐定数、 A_4 、 A_6 、 A_8 、 A_{10} 、 A_{12} を 4 次、6 次、8 次、10 次、12 次の非球面係数とし、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。

【0069】

このとき、非球面形状は、

$$x = (h^2 / R) / [1 + [1 - (1 + K)(h / R)^2]^{1/2}] + A_4 h^4 + A_6 h^6 + A_8 h^8 + A_{10} h^{10} + A_{12} h^{12}$$

で表示される。但し、 R は近軸曲率半径である。「 $e - X$ 」は「 $\times 10^{-X}$ 」を意味している。尚、非球面は各表中の面番号の右側に * 印を付している。また前述の各条件式と数値データとの関係を表 1 に示す。

10

【0070】

数値データ 1

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1	-34.245	1.10	1.61340	44.3	
2	51.752	1.16			
3	136.382	6.98	1.91082	35.3	
4	-22.773	1.00	1.85478	24.8	
5	-69.705	0.30			
6	28.667	5.32	1.91082	35.3	
7	-255.377	0.30			
8	33.178	6.27	1.59282	68.6	0.5441
9	-48.343	1.00	1.73800	32.3	0.5899
10	20.267	4.11			
11(絞り)		4.08			
12	-19.197	2.30	1.76385	48.5	0.5589
13	-12.710	0.72	1.67542	34.8	0.5825
14	177.418	0.30			
15	32.469	7.65	1.88300	40.8	
16	-15.160	0.78	1.67270	32.1	
17	-42.629	1.52			
18	-20.007	0.82	1.51742	52.4	
19	40.687	3.81	1.85135	40.1	
20*	-122.383	(可変)			
21	99.228	5.55	1.88300	40.8	
22	-27.877	0.92	2.00069	25.5	
23	-138.637	8.52			
24		1.75	1.54400	60.0	
25		1.55			

20

30

40

像面

【0071】

非球面データ

第20面

$$K = 0.00000e+000 \quad A_4 = 2.81172e-005 \quad A_6 = -5.36397e-008 \quad A_8 = 1.08573e-009 \quad A_{10} = -7.33305e-012 \quad A_{12} = 1.98301e-014$$

各種データ

焦点距離 32.34

Fナンバー 1.45

50

半画角 (度) 22.90

レンズ全長 68.28

BF 11.20

INF 至近

d20 1.10 9.71

レンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成長

1 1 38.53 49.52

2 21 84.74 6.47

近距離撮像倍率 : -0.188

【 0 0 7 2 】

数値データ 2

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1	-36.349	1.05	1.61340	44.3	
2	37.459	2.11			
3	156.843	4.60	1.91082	35.3	
4	-37.401	1.00	1.85478	24.8	
5	-111.264	0.15			
6	40.893	5.82	1.76385	48.5	
7	-56.897	0.15			
8	18.350	6.97	1.69700	48.5	0.5589
9	562.934	0.90	1.74951	35.3	0.5818
10	14.199	5.74			
11(絞り)		3.18			
12	-26.246	0.60	1.67300	38.2	0.5754
13	13.144	3.25	1.76385	48.5	0.5589
14	47.624	0.15			
15	25.764	6.25	1.88300	40.8	
16	-17.437	0.70	1.58144	40.8	
17	258.711	3.12			
18	-17.043	0.75	1.71736	29.5	
19	-46.972	0.30			
20	83.904	2.97	1.85135	40.1	
21*	-57.697	(可変)			
22	74.180	3.92	1.80400	46.6	
23	-46.887	0.90	2.00069	25.5	
24	-184.643	8.52			
25		1.75	1.54400	60.0	
26		1.55			

像面

【 0 0 7 3 】

非球面データ

第21面

K = 0.00000e+000 A 4= 3.46800e-005 A 6=-4.45749e-008 A 8= 9.40073e-

010 A10=-3.72875e-012 A12= 8.03246e-015

各種データ

広角

焦点距離 32.00

10

20

30

40

50

Fナンバー 1.45
 半画角(度) 23.12
 レンズ全長 66.94
 BF 11.20
 INF 至近

d21 1.16 9.00

レンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成

1 1 38.15 49.77

2 22 83.21 4.82

近距離撮像倍率: -0.173

【0074】

数値データ3

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
-----	---	---	----	---	----

1	-34.217	1.10	1.61340	44.3	
---	---------	------	---------	------	--

2	51.992	1.16			
---	--------	------	--	--	--

3	137.147	6.98	1.91082	35.3	
---	---------	------	---------	------	--

4	-22.754	1.00	1.85478	24.8	
---	---------	------	---------	------	--

5	-69.791	0.30			
---	---------	------	--	--	--

6	28.676	5.32	1.91082	35.3	
---	--------	------	---------	------	--

7	-257.267	0.30			
---	----------	------	--	--	--

8	33.160	6.27	1.59522	67.7	0.5442
---	--------	------	---------	------	--------

9	-48.342	1.00	1.73800	32.3	0.5899
---	---------	------	---------	------	--------

10	20.242	4.10			
----	--------	------	--	--	--

11(絞リ)		4.08			
--------	--	------	--	--	--

12	-19.159	2.30	1.76385	48.5	0.5589
----	---------	------	---------	------	--------

13	-12.686	0.72	1.67542	34.8	0.5825
----	---------	------	---------	------	--------

14	179.943	0.30			
----	---------	------	--	--	--

15	32.368	7.65	1.88300	40.8	
----	--------	------	---------	------	--

16	-15.173	0.78	1.67270	32.1	
----	---------	------	---------	------	--

17	-43.332	1.53			
----	---------	------	--	--	--

18	-20.058	0.82	1.51742	52.4	
----	---------	------	---------	------	--

19	40.757	3.81	1.85135	40.1	
----	--------	------	---------	------	--

20*	-120.561	(可変)			
-----	----------	------	--	--	--

21	99.378	5.55	1.88300	40.8	
----	--------	------	---------	------	--

22	-27.864	0.92	2.00069	25.5	
----	---------	------	---------	------	--

23	-137.906	8.52			
----	----------	------	--	--	--

24		1.75	1.54400	60.0	
----	--	------	---------	------	--

25		1.55			
----	--	------	--	--	--

像面

【0075】

非球面データ

第20面

K = 0.00000e+000 A 4 = 2.83327e-005 A 6 = -5.45082e-008 A 8 = 1.10996e-009
 A10 = -7.56124e-012 A12 = 2.06296e-014

各種データ

INF

焦点距離 32.34

10

20

30

40

50

Fナンバー 1.45
 半画角(度) 22.90
 レンズ全長 68.27
 BF 11.20
 INF 至近

d20 1.09 9.71

レンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成

1 1 38.54 49.51
 2 21 84.58 6.47

10

近距離撮像倍率: -0.188

【0076】

数値データ4

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1	-34.023	1.10	1.61340	44.3	
2	50.577	1.19			
3	132.441	6.98	1.91082	35.3	
4	-22.595	1.00	1.85478	24.8	
5	-70.125	0.30			
6	28.705	5.32	1.91082	35.3	
7	-241.320	0.30			
8	32.296	6.27	1.59282	68.6	0.5441
9	-47.599	1.00	1.73800	32.3	0.5899
10	19.941	4.16			
11(絞リ)		4.03			
12	-19.667	2.30	1.74400	44.8	0.5655
13	-12.814	0.72	1.67542	34.8	0.5825
14	163.437	0.30			
15	32.304	7.65	1.88300	40.8	
16	-15.165	0.78	1.67270	32.1	
17	-44.500	1.56			
18	-20.105	0.82	1.51742	52.4	
19	40.810	3.81	1.85135	40.1	
20*	-117.580	(可変)			
21	97.529	5.55	1.88300	40.8	
22	-26.508	0.92	2.00069	25.5	
23	-134.491	8.52			
24		1.75	1.54400	60.0	
25		1.56			

20

30

40

像面

【0077】

非球面データ

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.82111e-005 A 6=-6.19904e-008 A 8= 1.24472e-009 A10=-8.90674e-012 A12= 2.57258e-014

各種データ

焦点距離 32.40

Fナンバー 1.45

50

半画角(度) 22.86

レンズ全長 68.26

BF 11.20

INF 至近

d20 1.00 9.71

レンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成長

1 1 38.70 49.59

2 21 83.62 6.47

近距離撮像倍率: -0.188

【0078】

数値データ5

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
-----	---	---	----	---	----

1	-34.023	1.10	1.61340	44.3	
---	---------	------	---------	------	--

2	52.627	1.11			
---	--------	------	--	--	--

3	131.949	6.98	1.91082	35.3	
---	---------	------	---------	------	--

4	-22.855	1.00	1.85478	24.8	
---	---------	------	---------	------	--

5	-69.772	0.30			
---	---------	------	--	--	--

6	28.622	5.32	1.91082	35.3	
---	--------	------	---------	------	--

7	-268.400	0.30			
---	----------	------	--	--	--

8	33.304	6.27	1.59522	67.7	0.5442
---	--------	------	---------	------	--------

9	-47.947	1.00	1.73800	32.3	0.5899
---	---------	------	---------	------	--------

10	20.085	4.23			
----	--------	------	--	--	--

11(絞り)		3.97			
--------	--	------	--	--	--

12	-19.016	2.30	1.76385	48.5	0.5589
----	---------	------	---------	------	--------

13	-12.535	0.72	1.67542	34.8	0.5825
----	---------	------	---------	------	--------

14	218.291	0.30			
----	---------	------	--	--	--

15	32.261	7.65	1.88300	40.8	
----	--------	------	---------	------	--

16	-15.189	0.78	1.67270	32.1	
----	---------	------	---------	------	--

17	-42.579	1.53			
----	---------	------	--	--	--

18	-19.870	0.82	1.51742	52.4	
----	---------	------	---------	------	--

19	40.110	3.81	1.85135	40.1	
----	--------	------	---------	------	--

20*	-167.450	1.18			
-----	----------	------	--	--	--

21	97.367	5.55	1.88300	40.8	
----	--------	------	---------	------	--

22	-27.249	0.92	2.00069	25.5	
----	---------	------	---------	------	--

23	-115.681	(可変)			
----	----------	------	--	--	--

24		1.75	1.54400	60.0	
----	--	------	---------	------	--

25		1.55			
----	--	------	--	--	--

像面

【0079】

非球面データ

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.84400e-005 A 6=-5.05232e-008 A 8= 9.88419e-010 A10=-6.60991e-012 A12= 1.76998e-014

各種データ

INF

焦点距離 32.58

Fナンバー 1.45

10

20

30

40

50

半画角 (度) 22.75

レンズ全長 68.33

BF 11.20

INF 至近

d23 8.52 11.81

レンズ群データ

群 始面 焦点距離 レンズ構成長

1 1 32.58 57.13

近距離撮像倍率: -0.101

【0080】

数値データ6

単位 mm

面データ

面番号	r	d	nd	d	gF
1	-33.557	1.10	1.61340	44.3	
2	53.990	1.16			
3	151.452	6.98	1.91082	35.3	
4	-22.261	1.00	1.85478	24.8	
5	-68.759	0.30			
6	29.114	5.32	1.91082	35.3	
7	-228.185	0.30			
8	32.758	6.27	1.59282	68.6	0.5441
9	-46.226	1.00	1.73800	32.3	0.5899
10	20.399	4.08			
11(絞り)		4.10			
12	-18.889	2.30	1.76385	48.5	0.5589
13	-12.578	0.72	1.65412	39.7	0.5737
14	184.803	0.30			
15	31.870	7.65	1.88300	40.8	
16	-15.220	0.78	1.67270	32.1	
17	-49.250	1.56			
18	-20.733	0.82	1.54814	45.8	
19	42.768	3.81	1.85135	40.1	
20*	-97.634	(可変)			
21	84.211	5.55	1.88300	40.8	
22	-27.365	0.92	2.00069	25.5	
23	-167.024	8.52			
24		1.75	1.54400	60.0	
25		1.55			

像面

【0081】

非球面データ

第20面

K = 0.00000e+000 A 4= 2.85526e-005 A 6=-5.30617e-008 A 8= 1.07497e-009 A10=-7.29660e-012 A12= 1.99428e-014

各種データ

焦点距離 32.15

Fナンバー 1.45

半画角 (度) 23.02

レンズ全長 68.22

10

20

30

40

50

BF 11.20
 INF 至近
 d20 1.00 9.72
 レンズ群データ
 群 始面 焦点距離 レンズ構成長
 1 1 38.71 49.55
 2 21 82.60 6.47
 近距離撮像倍率：-0.187

【 0 0 8 2 】

【表 1】

条件式		数値データ					
		1	2	3	4	5	6
(1)		-0.0035	-0.0025	-0.0035	-0.0035	-0.0035	-0.0006
(2)		0.0010	0.0010	0.0010	0.0045	0.0010	0.0010
(3)		-0.088	-0.091	-0.088	-0.069	-0.088	-0.110
(4)		-13.69	-10.36	-13.69	-9.96	-13.69	-8.83
(5)		-0.846	-0.883	-0.846	-0.843	-0.851	-0.888
(6)		1.911	1.911	1.911	1.911	1.911	1.911
(7)		-0.0022	-0.0001	-0.0022	-0.0022	-0.0022	-0.0022
(8)		0.0028	0.0009	0.0022	0.0028	0.0022	0.0028
(9)		0.145	0.053	0.143	0.145	0.143	0.145
(1)	ν_{dnR}	34.8	38.2	34.8	34.8	34.8	39.7
	θ_{gFnR}	0.5825	0.5754	0.5825	0.5825	0.5825	0.5737
(2)	ν_{dpR}	48.5	48.5	48.5	44.8	48.5	48.5
	θ_{gFpR}	0.5589	0.5589	0.5589	0.5655	0.5589	0.5589
(3)	N_{dnR}	1.67542	1.67300	1.67542	1.67542	1.67542	1.65412
	N_{dpR}	1.76385	1.76385	1.76385	1.74400	1.76385	1.76385
(5)	fR	-27.37	-28.24	-27.37	-27.32	-27.74	-28.55
	f	32.34	32.00	32.34	32.40	32.58	32.15
(6)	N_{dFP}	1.91082	1.91082	1.91082	1.91082	1.91082	1.91082
(7)	ν_{dnF}	32.3	35.3	32.3	32.3	32.3	32.3
	θ_{gFnF}	0.5899	0.5818	0.5899	0.5899	0.5899	0.5899
(8)	ν_{dpF}	68.6	48.5	67.7	68.6	67.7	68.6
	θ_{gFpF}	0.5441	0.5589	0.5442	0.5441	0.5442	0.5441
(9)	N_{dnF}	1.73800	1.74951	1.73800	1.73800	1.73800	1.73800
	N_{dpF}	1.59282	1.69700	1.59522	1.59282	1.59522	1.59282

【符号の説明】

【 0 0 8 3 】

L F 接合レンズ L R 接合レンズ L F P 正レンズ
 L F N 負レンズ L R P 正レンズ L R N 負レンズ
 L 1 第1レンズ群 L 2 第2レンズ群
 S P 開口絞り

10

20

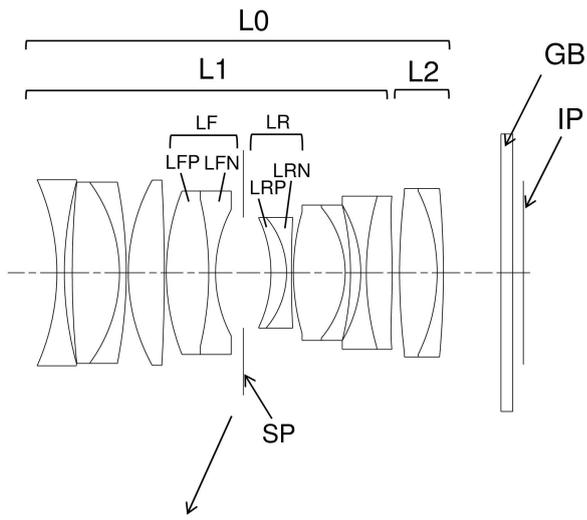
30

40

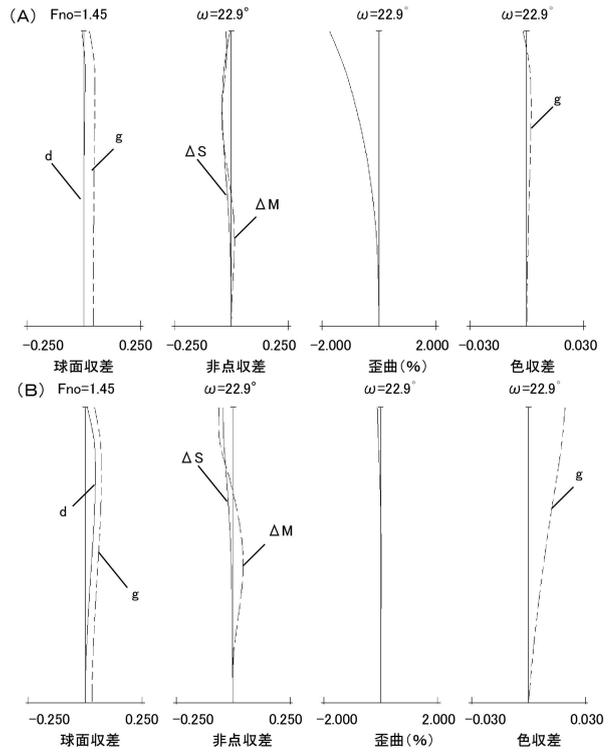
50

【 面】

【 1】



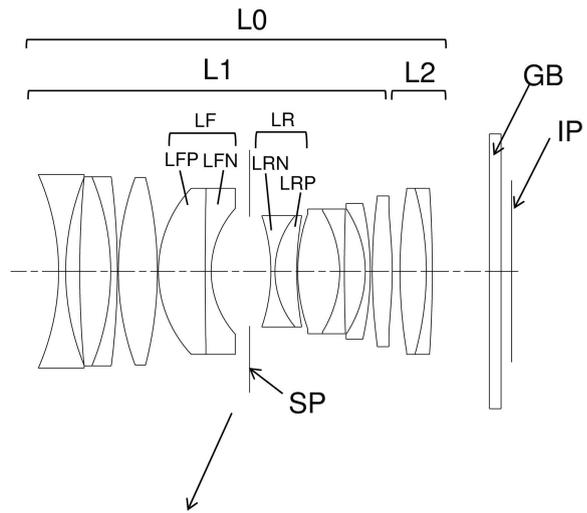
【 2】



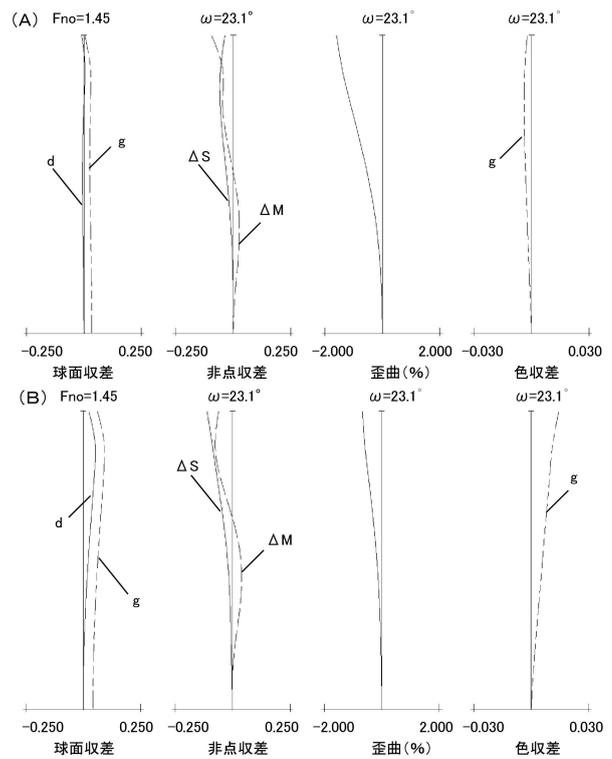
10

20

【 3】



【 4】

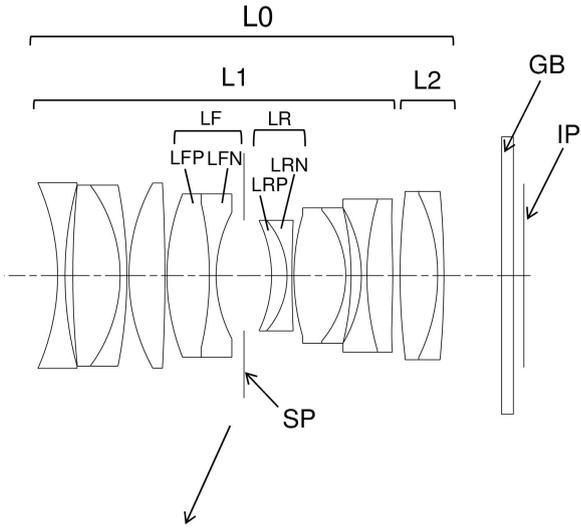


30

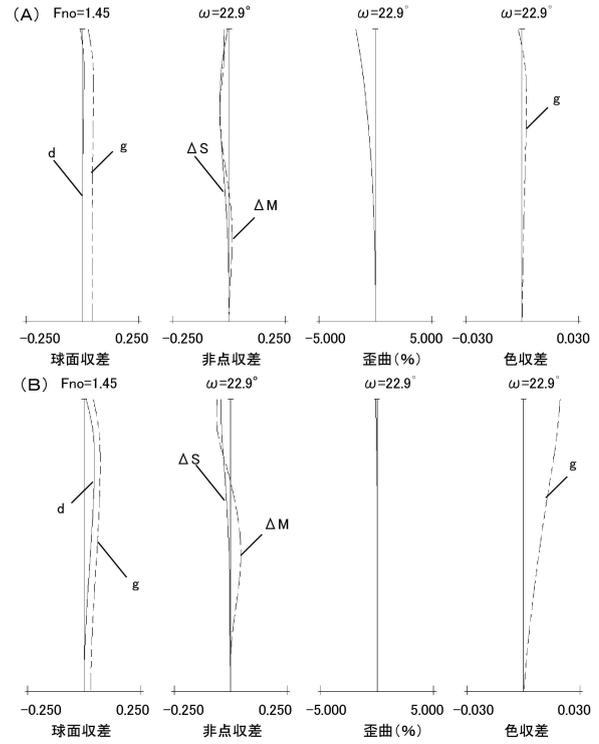
40

50

【 図 5 】



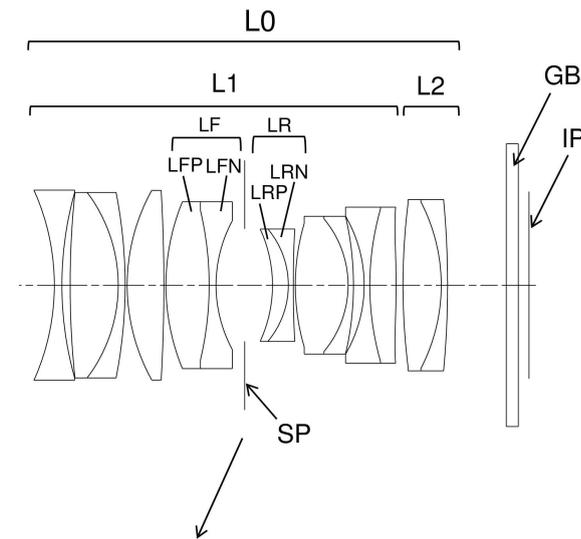
【 図 6 】



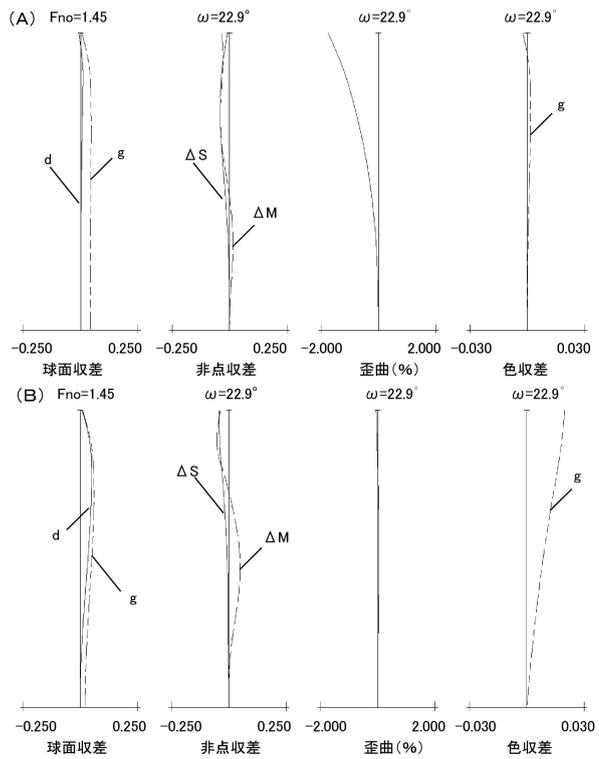
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

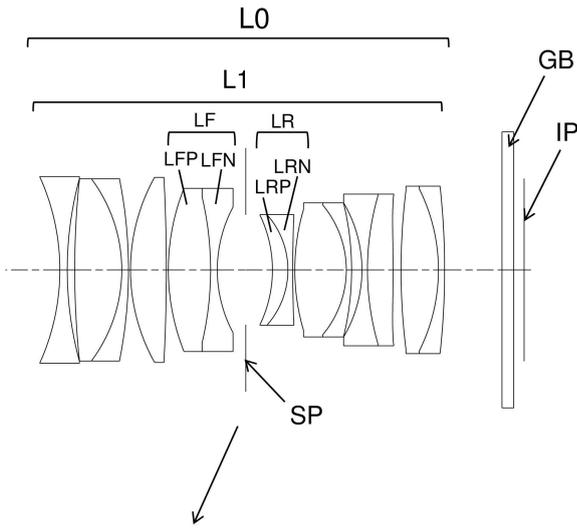


30

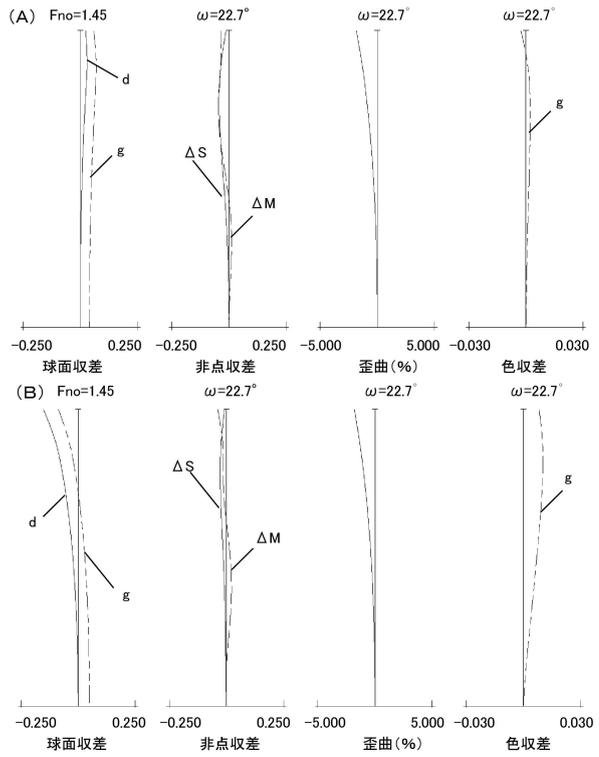
40

50

【 9 】



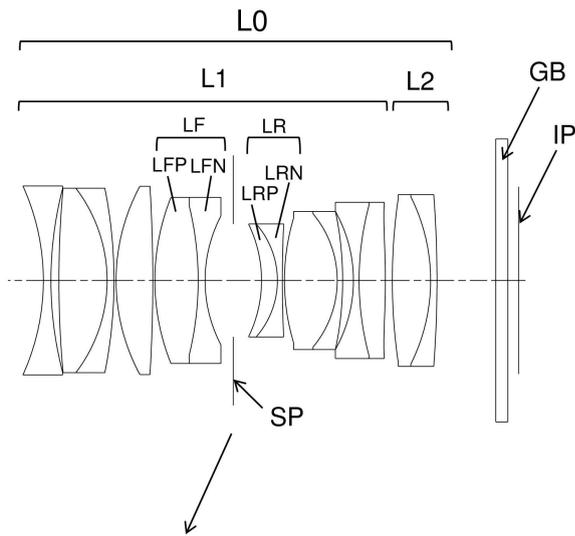
【 1 0 】



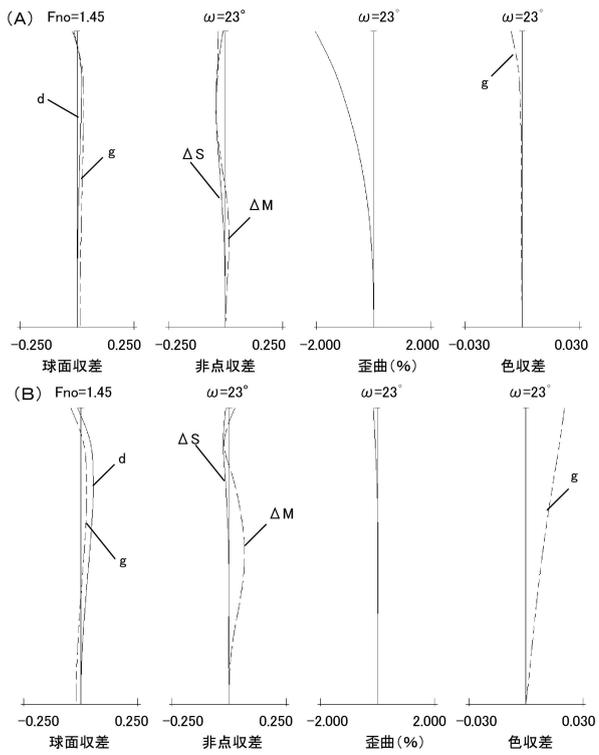
10

20

【 1 1 】



【 1 2 】

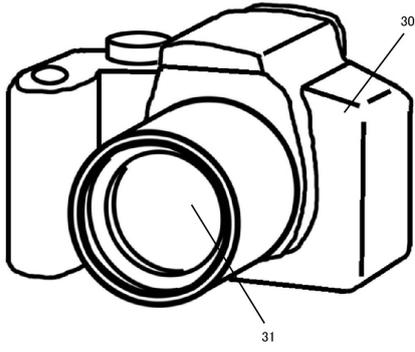


30

40

50

【 図 13 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2011 - 253050 (JP, A)
特開 2014 - 081457 (JP, A)
特開 2017 - 032809 (JP, A)
特開 2015 - 034892 (JP, A)
独国特許発明第 102015112993 (DE, B3)
特開 2013 - 041205 (JP, A)
特開 2008 - 026593 (JP, A)
特開 2005 - 351973 (JP, A)
米国特許出願公開第 2015 / 0241670 (US, A1)
特開 2018 - 005099 (JP, A)
特開 2011 - 053663 (JP, A)
特開 2011 - 013469 (JP, A)
特開 2010 - 266577 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G02B 9 / 00 - 17 / 08
G02B 21 / 02 - 21 / 04
G02B 25 / 00 - 25 / 04