

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-38542
(P2024-38542A)

(43)公開日 令和6年3月21日(2024.3.21)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

G 0 2 B 13/00 (2006.01)

G 0 2 B 13/00

2 H 0 8 7

G 0 2 B 13/18 (2006.01)

G 0 2 B 13/18

審査請求		未請求	請求項の数	13	O L	(全38頁)
(21)出願番号	特願2022-142614(P2022-142614)		(71)出願人	314012076		
(22)出願日	令和4年9月8日(2022.9.8)			パナソニックIPマネジメント株式会社		
				大阪府門真市元町2 2 番 6 号		
			(74)代理人	100106116		
				弁理士 鎌田 健司		
			(74)代理人	100131495		
				弁理士 前田 健児		
			(72)発明者	西岡 毅洋		
				大阪府守口市八雲東町一丁目1 0 番 1 2		
				号 パナソニックエンターテインメント		
				&コミュニケーション株式会社内		
			(72)発明者	栗岡 善昭		
				大阪府守口市八雲東町一丁目1 0 番 1 2		
				号 パナソニックエンターテインメント		
				&コミュニケーション株式会社内		
				最終頁に続く		

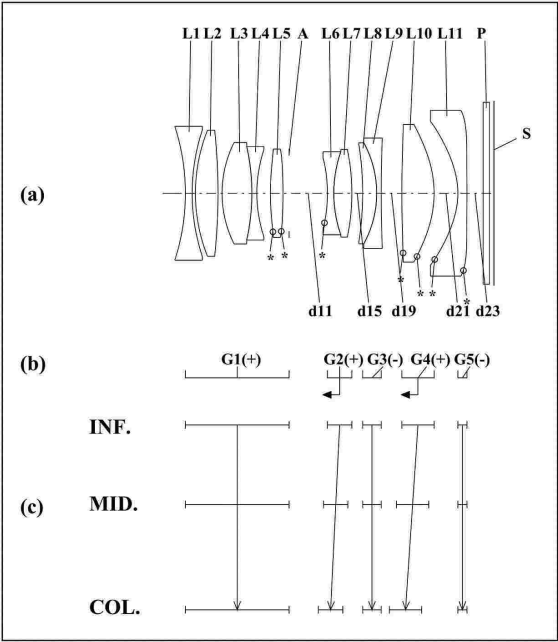
(54)【発明の名称】 撮像光学系とそれを備える撮像装置

(57)【要約】

【課題】良好な光学性能が得られる撮像光学系、その撮像光学系を用いる撮像装置を提供することを目的とする。

【解決手段】撮像光学系は、最も物体側から順に、正の第1レンズ群と、開口絞りと、正の第2レンズ群と、負の第3レンズ群と、正の第4レンズ群と、負の第5レンズ群と、からなる。無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカス時に、第1レンズ群、第3レンズ群、および第5レンズ群は像面に対して固定されており、第2レンズ群および第4レンズ群が光軸に沿って移動することで、各レンズ群の間隔が変化する。

【選択図】図1 A



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

最も物体側から順に、
正のパワーを有する第 1 レンズ群と、
開口絞りと、
正のパワーを有する第 2 レンズ群と、
負のパワーを有する第 3 レンズ群と、
正のパワーを有する第 4 レンズ群と、
負のパワーを有する第 5 レンズ群と、

からなり、

10

無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカス時に、

前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、および前記第 5 レンズ群は像面に対して固定されており、

前記第 2 レンズ群および前記第 4 レンズ群が光軸に沿って移動することで、各レンズ群間の間隔が変化する、

撮像光学系。

【請求項 2】

下記の条件 (1) を満足し、

$$1.0 < f_1 / f < 1.5 \quad \dots (1)$$

ここで、

20

f_1 : 前記第 1 レンズ群の焦点距離、

f : 無限遠合焦時の全系の焦点距離、

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 3】

下記の条件 (2) を満足し、

$$0.5 < |f_5 / f| < 1.0 \quad \dots (2)$$

ここで、

f_5 : 前記第 5 レンズ群の焦点距離、

f : 無限遠合焦時の全系の焦点距離、

30

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 4】

下記の条件 (3) を満足し、

$$1.8 \leq f_2 / f_4 \leq 3.4 \quad \dots (3)$$

ここで、

f_2 : 前記第 2 レンズ群の焦点距離、

f_4 : 前記第 4 レンズ群の焦点距離、

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

40

【請求項 5】

下記の条件 (4) を満足し、

$$0.1 < BF / Y < 0.5 \quad \dots (4)$$

ここで、

BF : 最も像側の負のパワーを有するレンズ面から像面までの光軸上の距離、

Y : 無限遠合焦時の最大像高、

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 6】

下記の条件 (5) を満足し、

50

$$3.0 < TL/Y < 3.8 \dots (5)$$

ここで、

TL：無限遠合焦時の光学全長、

Y：無限遠合焦時の最大像高、

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 7】

前記第 2 レンズ群は、最も物体側から順に、

負のパワーを有するレンズ素子と、

正のパワーを有するレンズ素子と、

を有し、

下記の条件 (6) を満足し、

$$1.8 < nd2Gp \dots (6)$$

ここで、

nd2Gp：前記第 2 レンズ群の正のパワーを有するレンズ素子の屈折率、

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 8】

前記第 4 レンズ群は 1 枚のレンズ素子からなり、

下記の条件 (7) を満足し、

$$62 < vd4G \dots (7)$$

ここで、

vd4G：前記第 4 レンズ群のレンズ素子のアッベ数、

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 9】

前記第 5 レンズ群は 1 枚のレンズ素子からなり、

下記の条件 (8) を満足し、

$$50 < vd5G \dots (8)$$

ここで、

vd5G：前記第 5 レンズ群のレンズ素子のアッベ数、

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 10】

下記の条件 (9) を満足し、

$$0.4 < (1 - \beta_4 \times \beta_4) \times \beta_{4r} \times \beta_{4r} < 1.0 \dots (9)$$

ここで、

β_4 ：前記第 4 レンズ群の無限遠合焦時の横倍率、

β_{4r} ：無限遠合焦時における前記第 4 レンズ群より像側に配置された全てのレンズ

の合成横倍率、

である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 11】

前記第 1 レンズ群は、最も像側に、光軸に対し垂直方向に移動する 1 枚の像ぶれ補正レンズを有し、

下記の条件 (10) を満足し、

$$0.2 \leq |(1 - \beta) \times \beta_r| \leq 1.0 \dots (10)$$

ここで、

β ：無限遠合焦時における前記像ぶれ補正レンズの横倍率、

β_r ：無限遠合焦時における前記像ぶれ補正レンズより像側に配置された全てのレン

10

20

30

40

50

ズの合成横倍率、
である、

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 1 2】

前記第 1 レンズ群は、最も物体側から順に、
負のパワーを有するレンズ素子と、
正のパワーを有するレンズ素子と、
正のパワーを有するレンズ素子と、
負のパワーを有するレンズ素子と、

を備える、

10

請求項 1 に記載の撮像光学系。

【請求項 1 3】

物体の光学的な像を電氣的な画像信号として出力可能な撮像装置であって、
物体の光学的な像を形成する撮像光学系と、
該撮像光学系により形成された光学的な像を電氣的な画像信号に変換する撮像素子と、
を備え、

前記撮像光学系は、最も物体側から順に、
正のパワーを有する第 1 レンズ群と、
開口絞りと、
正のパワーを有する第 2 レンズ群と、
負のパワーを有する第 3 レンズ群と、
正のパワーを有する第 4 レンズ群と、
負のパワーを有する第 5 レンズ群と、

20

からなり、

無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカス時に、

前記第 1 レンズ群、前記第 3 レンズ群、および前記第 5 レンズ群は像面に対して固定されており、

前記第 2 レンズ群および前記第 4 レンズ群が光軸に沿って移動することで、各レンズ群間の間隔が変化する、
撮像装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、諸収差が良好に補正された撮像光学系とそれを備える撮像装置に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 は、物体側より像側へ順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群と、正のパワーを有する第 2 レンズ群と、負のパワーを有する第 3 レンズ群と、正のパワーを有する第 4 レンズ群と、負のパワーを有する第 5 レンズ群から構成されるインナーフォーカス式撮像レンズを開示する。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2019-191502 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本開示は、ズーム全域での諸収差が良好に補正された撮像光学系とそれを備える撮像装置と、を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

50

【0005】

本開示における撮像光学系は、最も物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、開口絞りと、正のパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群と、負のパワーを有する第5レンズ群と、からなる。無限遠合焦状態から近接合焦状態へのフォーカス時に、第1レンズ群、第3レンズ群、および第5レンズ群は像面に対して固定されており、第2レンズ群および第4レンズ群が光軸に沿って移動することで、各レンズ群の間隔が変化する。

【0006】

本開示における撮像装置は、物体の光学的な像を電氣的な画像信号として出力可能な撮像装置であって、物体の光学的な像を形成する撮像光学系と、撮像光学系により形成された光学的な像を電氣的な画像信号に変換する撮像素子と、を備える。そして、撮像光学系は、最も物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群と、開口絞りと、正のパワーを有する第2レンズ群と、負のパワーを有する第3レンズ群と、正のパワーを有する第4レンズ群と、負のパワーを有する第5レンズ群と、からなる。第1レンズ群、第3レンズ群、および第5レンズ群は像面に対して固定されており、第2レンズ群および第4レンズ群が光軸に沿って移動することで、各レンズ群の間隔が変化する。

【発明の効果】

【0007】

本開示によれば、諸収差が良好に補正された撮像光学系とそれを備える撮像装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1A】実施の形態1（数値実施例1）に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態を示すレンズ配置図

【図1B】数値実施例1に係る撮像光学系の各フォーカス位置における縦収差図

【図1C】数値実施例1に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図2A】実施の形態2（数値実施例2）に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態を示すレンズ配置図

【図2B】数値実施例2に係る撮像光学系の各フォーカス位置における縦収差図

【図2C】数値実施例2に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図3A】実施の形態3（数値実施例3）に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態を示すレンズ配置図

【図3B】数値実施例3に係る撮像光学系の各フォーカス位置における縦収差図

【図3C】数値実施例3に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図4A】実施の形態4（数値実施例4）に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態を示すレンズ配置図

【図4B】数値実施例4に係る撮像光学系の各フォーカス位置における縦収差図

【図4C】数値実施例4に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図5A】実施の形態5（数値実施例5）に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態を示すレンズ配置図

【図5B】数値実施例5に係る撮像光学系の各フォーカス位置における縦収差図

【図5C】数値実施例5に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態における、像ぶれ補正を行っていない基本状態及び像ぶれ補正状態での横収差図

【図6】実施の形態1に係る撮像装置の概略構成図

【図7】実施の形態1に係るカメラシステムの概略構成図

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、適宜図面を参照しながら、実施の形態を詳細に説明する。但し、必要以上に詳細な説明は省略する場合がある。例えば、既に良く知られた事項の詳細説明や実質的に同一の構成に対する重複説明を省略する場合がある。これは、以下の説明が不必要に冗長になるのを避け、当業者の理解を容易にするためである。

【0010】

なお、添付図面および以下の説明は、当業者が本開示を十分に理解するために提供されるのであって、これらにより請求の範囲に記載の主題を限定することは意図されていない。

【0011】

(実施の形態1～5)

以下に、実施の形態1～5に係る撮像光学系について、図面を用いて、個別に説明する。

【0012】

図1A、図2A、図3A、図4A、図5Aは、各々実施の形態1～5に係る撮像光学系のレンズ配置図であり、いずれも無限遠物点合焦状態にある撮像光学系を表している。

【0013】

図1A、図2A、図3A、図4A、図5Aの(a)は、無限遠物点合焦状態におけるレンズ配置図を示す。なお、各図の(a)において、縦横比は一致している。

【0014】

各図の(a)に示す、特定のレンズ素子の面に付されたアスタリスク*は、その面が非球面であることを示している。

【0015】

また、各図の(c)に示す折れ線の矢印は、上から順に、無限遠物点合焦状態(In f.)、中間位置(M i d.)、近接物体合焦状態(C L O.)の各状態におけるレンズ群の位置を結んで示している。なお、矢印は、無限遠物点合焦状態と中間位置との間、中間位置と近接物体合焦状態との間を、単純に線で接続しているだけで、実際の各レンズ群の動きを示しているものではない。

【0016】

また、各図の(b)では、(a)に示す各レンズ群の位置に対応して各レンズ群に、G1からG5の符号を記している。

【0017】

また、各図の(b)に示す各レンズ群(G1からG5)の符号に付された記号(+)および記号(-)は、各レンズ群のパワーに対応する。つまり、記号(+)は正のパワー、記号(-)は負のパワーを示す。

【0018】

また、各図の(b)に示すレンズ群に付された光軸と平行な矢印は、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングを表す。なお、これら図1A、図2A、図3A、図4A、図5Aでは、(a)図における各レンズ群の位置の下部に各レンズ群の符号が記載されているため、便宜上、この各レンズ群の符号の下部にフォーカシングを表す矢印を付しているが、フォーカシングの際に各レンズ群が移動する方向は、実施の形態ごとに後に具体的に説明する。

【0019】

各図の(a)において、最も右側に記載された直線は、像面S(撮像素子の物体側の面)の位置を示す。そのため、図面の左側は、物体側に相当する。さらに、像面Sと対向する最後段のレンズ群と、像面Sとの間には、例えばローパスフィルターやカバーガラスなどの平行平板Pが配置される。

【0020】

(実施の形態1)

図1Aは、実施の形態1に係る撮像光学系を表している。

10

20

30

40

50

【0021】

撮像光学系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、開口絞りAと、正のパワーを有する第2レンズ群G2と、負のパワーを有する第3レンズ群G3と、正のパワーを有する第4レンズ群G4と、負のパワーを有する第5レンズ群G5と、で構成される。

【0022】

撮像光学系は、像面Sの位置に結像する。

【0023】

第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ素子L1と、正のパワーを有する第2レンズ素子L2と、正のパワーを有する第3レンズ素子L3と、負のパワーを有する第4レンズ素子L4、正のパワーを有する第5レンズ素子L5と、で構成される。第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4は、接着剤等で接着される接合レンズである。

10

【0024】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第6レンズ素子L6と、正のパワーを有する第7レンズ素子L7と、で構成される。第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0025】

第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第8レンズ素子L8と、負のパワーを有する第9レンズ素子L9と、で構成される。第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9は、接着剤等で接着される接合レンズである。

20

【0026】

第4レンズ群G4は、正のパワーを有する第10レンズ素子L10で構成される。

【0027】

第5レンズ群G5は、負のパワーを有する第11レンズ素子L11で構成される。

【0028】

各レンズ素子を説明する。

【0029】

第1レンズ群G1におけるレンズ素子を説明する。第1レンズ素子L1は、両凹レンズである。第2レンズ素子L2は、両凸レンズである。第3レンズ素子L3は、両凸レンズである。第4レンズ素子L4は、両凹レンズである。第5レンズ素子L5は、両凸レンズである。第5レンズ素子L5の両側の面は非球面形状を有する。

30

【0030】

第2レンズ群G2におけるレンズ素子を説明する。第6レンズ素子L6は、両凹レンズである。第7レンズ素子L7は、両凸レンズである。第6レンズ素子L6の物体側の面は非球面形状を有する。

【0031】

第3レンズ群G3におけるレンズ素子を説明する。第8レンズ素子L8は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第9レンズ素子L9は、両凹レンズである。

【0032】

第4レンズ群G4におけるレンズ素子を説明する。第10レンズ素子L10は、両凸レンズである。第10レンズ素子L10の両側の面は非球面形状を有する。

40

【0033】

第5レンズ群G5におけるレンズ素子を説明する。第11レンズ素子L11は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第11レンズ素子L11の両側の面は非球面形状を有する。

【0034】

実施の形態1に係る撮像光学系において、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、第5レンズ群G5は、像面Sに対して固定されている。撮像時の無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態への

50

フォーカシングの際に、第 2 レンズ群 G 2 と第 4 レンズ群 G 4 は物体側に移動する。

【0035】

詳細には、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が減少し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間隔が増大するように、第 2 レンズ群 G 2 と第 4 レンズ群 G 4 が光軸に沿って移動する。

【0036】

なお、第 1 レンズ群 G 1 内の最も像側のレンズ素子である第 5 レンズ素子 L 5（像ぶれ補正レンズ素子）は、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する。この像ぶれ補正レンズ素子によって、撮像光学系は、全系の振動による像点移動を補正することができる。すなわち、撮像光学系は、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0037】

（実施の形態 2）

図 2 A は、実施の形態 2 に係る撮像光学系を表している。

【0038】

撮像光学系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り A と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、負のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 と、で構成される。

【0039】

撮像光学系は、像面 S の位置に結像する。

【0040】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ素子 L 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ素子 L 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ素子 L 3 と、負のパワーを有する第 4 レンズ素子 L 4、正のパワーを有する第 5 レンズ素子 L 5 と、で構成される。第 3 レンズ素子 L 3 と第 4 レンズ素子 L 4 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0041】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 6 レンズ素子 L 6 と、正のパワーを有する第 7 レンズ素子 L 7 と、で構成される。第 6 レンズ素子 L 6 と第 7 レンズ素子 L 7 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0042】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 8 レンズ素子 L 8 と、負のパワーを有する第 9 レンズ素子 L 9 と、で構成される。第 8 レンズ素子 L 8 と第 9 レンズ素子 L 9 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0043】

第 4 レンズ群 G 4 は、正のパワーを有する第 10 レンズ素子 L 10 で構成される。

【0044】

第 5 レンズ群 G 5 は、負のパワーを有する第 11 レンズ素子 L 11 で構成される。

【0045】

各レンズ素子を説明する。

【0046】

第 1 レンズ群 G 1 におけるレンズ素子を説明する。第 1 レンズ素子 L 1 は、両凹レンズである。第 2 レンズ素子 L 2 は、両凸レンズである。第 3 レンズ素子 L 3 は、両凸レンズである。第 4 レンズ素子 L 4 は、両凹レンズである。第 5 レンズ素子 L 5 は、両凸レンズである。第 5 レンズ素子 L 5 の両側の面は非球面形状を有する。

【0047】

第 2 レンズ群 G 2 におけるレンズ素子を説明する。第 6 レンズ素子 L 6 は、両凹レンズ

10

20

30

40

50

である。第7レンズ素子L7は、両凸レンズである。第6レンズ素子L6の物体側の面は非球面形状を有する。

【0048】

第3レンズ群G3におけるレンズ素子を説明する。第8レンズ素子L8は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第9レンズ素子L9は、両凹レンズである。

【0049】

第4レンズ群G4におけるレンズ素子を説明する。第10レンズ素子L10は、両凸レンズである。第10レンズ素子L10の両側の面は非球面形状を有する。

【0050】

第5レンズ群G5におけるレンズ素子を説明する。第11レンズ素子L11は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第11レンズ素子L11の両側の面は非球面形状を有する。

【0051】

実施の形態1に係る撮像光学系において、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、第5レンズ群G5は、像面Sに対して固定されている。撮像時の無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4は物体側に移動する。

【0052】

詳細には、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大するように、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。

【0053】

なお、第1レンズ群G1内の最も像側のレンズ素子である第5レンズ素子L5（像ぶれ補正レンズ素子）は、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する。この像ぶれ補正レンズ素子によって、撮像光学系は、全系の振動による像点移動を補正することができる。すなわち、撮像光学系は、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0054】

（実施の形態3）

図3Aは、実施の形態3に係る撮像光学系を表している。

【0055】

撮像光学系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、開口絞りAと、正のパワーを有する第2レンズ群G2と、負のパワーを有する第3レンズ群G3と、正のパワーを有する第4レンズ群G4と、負のパワーを有する第5レンズ群G5と、で構成される。

【0056】

撮像光学系は、像面Sの位置に結像する。

【0057】

第1レンズ群G1は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第1レンズ素子L1と、正のパワーを有する第2レンズ素子L2と、正のパワーを有する第3レンズ素子L3と、負のパワーを有する第4レンズ素子L4、正のパワーを有する第5レンズ素子L5と、で構成される。第3レンズ素子L3と第4レンズ素子L4は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0058】

第2レンズ群G2は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第6レンズ素子L6と、正のパワーを有する第7レンズ素子L7と、で構成される。第6レンズ素子L6と第7レンズ素子L7は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0059】

10

20

30

40

50

第3レンズ群G3は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第8レンズ素子L8と、負のパワーを有する第9レンズ素子L9と、で構成される。第8レンズ素子L8と第9レンズ素子L9は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0060】

第4レンズ群G4は、正のパワーを有する第10レンズ素子L10で構成される。

【0061】

第5レンズ群G5は、負のパワーを有する第11レンズ素子L11で構成される。

【0062】

各レンズ素子を説明する。

【0063】

第1レンズ群G1におけるレンズ素子を説明する。第1レンズ素子L1は、両凹レンズである。第2レンズ素子L2は、両凸レンズである。第3レンズ素子L3は、両凸レンズである。第4レンズ素子L4は、両凹レンズである。第5レンズ素子L5は、両凸レンズである。第5レンズ素子L5の両側の面は非球面形状を有する。

【0064】

第2レンズ群G2におけるレンズ素子を説明する。第6レンズ素子L6は、両凹レンズである。第7レンズ素子L7は、両凸レンズである。第6レンズ素子L6の物体側の面は非球面形状を有する。

【0065】

第3レンズ群G3におけるレンズ素子を説明する。第8レンズ素子L8は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第9レンズ素子L9は、両凹レンズである。

【0066】

第4レンズ群G4におけるレンズ素子を説明する。第10レンズ素子L10は、両凸レンズである。第10レンズ素子L10の両側の面は非球面形状を有する。

【0067】

第5レンズ群G5におけるレンズ素子を説明する。第11レンズ素子L11は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第11レンズ素子L11の両側の面は非球面形状を有する。

【0068】

実施の形態1に係る撮像光学系において、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、第5レンズ群G5は、像面Sに対して固定されている。撮像時の無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4は物体側に移動する。

【0069】

詳細には、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大するように、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。

【0070】

なお、第1レンズ群G1内の最も像側のレンズ素子である第5レンズ素子L5（像ぶれ補正レンズ素子）は、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する。この像ぶれ補正レンズ素子によって、撮像光学系は、全系の振動による像点移動を補正することができる。すなわち、撮像光学系は、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0071】

（実施の形態4）

図4Aは、実施の形態4に係る撮像光学系を表している。

【0072】

撮像光学系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、開

10

20

30

40

50

口絞り A と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、負のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 と、で構成される。

【0073】

撮像光学系は、像面 S の位置に結像する。

【0074】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ素子 L 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ素子 L 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ素子 L 3 と、負のパワーを有する第 4 レンズ素子 L 4、正のパワーを有する第 5 レンズ素子 L 5 と、で構成される。第 1 レンズ素子 L 1 と第 2 レンズ素子 L 2 は、接着剤等で接着される接合レンズである。第 3 レンズ素子 L 3 と第 4 レンズ素子 L 4 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

10

【0075】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 6 レンズ素子 L 6 と、正のパワーを有する第 7 レンズ素子 L 7 と、で構成される。第 6 レンズ素子 L 6 と第 7 レンズ素子 L 7 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0076】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 8 レンズ素子 L 8 と、負のパワーを有する第 9 レンズ素子 L 9 と、で構成される。第 8 レンズ素子 L 8 と第 9 レンズ素子 L 9 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

20

【0077】

第 4 レンズ群 G 4 は、正のパワーを有する第 10 レンズ素子 L 10 で構成される。

【0078】

第 5 レンズ群 G 5 は、負のパワーを有する第 11 レンズ素子 L 11 で構成される。

【0079】

各レンズ素子を説明する。

【0080】

第 1 レンズ群 G 1 におけるレンズ素子を説明する。第 1 レンズ素子 L 1 は、両凹レンズである。第 2 レンズ素子 L 2 は、両凸レンズである。第 3 レンズ素子 L 3 は、両凸レンズである。第 4 レンズ素子 L 4 は、両凹レンズである。第 5 レンズ素子 L 5 は、両凸レンズである。第 5 レンズ素子 L 5 の両側の面は非球面形状を有する。

30

【0081】

第 2 レンズ群 G 2 におけるレンズ素子を説明する。第 6 レンズ素子 L 6 は、両凹レンズである。第 7 レンズ素子 L 7 は、両凸レンズである。第 6 レンズ素子 L 6 の物体側の面は非球面形状を有する。

【0082】

第 3 レンズ群 G 3 におけるレンズ素子を説明する。第 8 レンズ素子 L 8 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 9 レンズ素子 L 9 は、物体側に凹面を有する平凹レンズである。

【0083】

第 4 レンズ群 G 4 におけるレンズ素子を説明する。第 10 レンズ素子 L 10 は、両凸レンズである。第 10 レンズ素子 L 10 の両側の面は非球面形状を有する。

40

【0084】

第 5 レンズ群 G 5 におけるレンズ素子を説明する。第 11 レンズ素子 L 11 は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第 11 レンズ素子 L 11 の両側の面は非球面形状を有する。

【0085】

実施の形態 1 に係る撮像光学系において、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 1 レンズ群 G 1、第 3 レンズ群 G 3、第 5 レンズ群 G 5 は、像面 S に対して固定されている。撮像時の無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態への

50

フォーカシングの際に、第 2 レンズ群 G 2 と第 4 レンズ群 G 4 は物体側に移動する。

【0086】

詳細には、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第 1 レンズ群 G 1 と第 2 レンズ群 G 2 との間隔が減少し、第 2 レンズ群 G 2 と第 3 レンズ群 G 3 との間隔が増大し、第 3 レンズ群 G 3 と第 4 レンズ群 G 4 との間隔が減少し、第 4 レンズ群 G 4 と第 5 レンズ群 G 5 との間隔が増大するように、第 2 レンズ群 G 2 と第 4 レンズ群 G 4 が光軸に沿って移動する。

【0087】

なお、第 1 レンズ群 G 1 内の最も像側のレンズ素子である第 5 レンズ素子 L 5（像ぶれ補正レンズ素子）は、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する。この像ぶれ補正レンズ素子によって、撮像光学系は、全系の振動による像点移動を補正することができる。すなわち、撮像光学系は、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

10

【0088】

（実施の形態 5）

図 5 A は、実施の形態 5 に係る撮像光学系を表している。

【0089】

撮像光学系は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 1 レンズ群 G 1 と、開口絞り A と、正のパワーを有する第 2 レンズ群 G 2 と、負のパワーを有する第 3 レンズ群 G 3 と、正のパワーを有する第 4 レンズ群 G 4 と、負のパワーを有する第 5 レンズ群 G 5 と、で構成される。

20

【0090】

撮像光学系は、像面 S の位置に結像する。

【0091】

第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 1 レンズ素子 L 1 と、正のパワーを有する第 2 レンズ素子 L 2 と、正のパワーを有する第 3 レンズ素子 L 3 と、負のパワーを有する第 4 レンズ素子 L 4、負のパワーを有する第 5 レンズ素子と、正のパワーを有する第 6 レンズ素子 L 6、と、で構成される。第 3 レンズ素子 L 3 と第 4 レンズ素子 L 4 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0092】

第 2 レンズ群 G 2 は、物体側から像側へと順に、負のパワーを有する第 7 レンズ素子 L 7 と、正のパワーを有する第 8 レンズ素子 L 8 と、で構成される。第 7 レンズ素子 L 7 と第 8 レンズ素子 L 8 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

30

【0093】

第 3 レンズ群 G 3 は、物体側から像側へと順に、正のパワーを有する第 9 レンズ素子 L 9 と、負のパワーを有する第 10 レンズ素子 L 10 と、で構成される。第 9 レンズ素子 L 9 と第 10 レンズ素子 L 10 は、接着剤等で接着される接合レンズである。

【0094】

第 4 レンズ群 G 4 は、正のパワーを有する第 11 レンズ素子 L 11 で構成される。

【0095】

第 5 レンズ群 G 5 は、負のパワーを有する第 12 レンズ素子 L 12 で構成される。

40

【0096】

各レンズ素子を説明する。

【0097】

第 1 レンズ群 G 1 におけるレンズ素子を説明する。第 1 レンズ素子 L 1 は、両凹レンズである。第 2 レンズ素子 L 2 は、両凸レンズである。第 3 レンズ素子 L 3 は、両凸レンズである。第 4 レンズ素子 L 4 は、両凹レンズである。第 5 レンズ素子 L 5 は、両凹レンズである。第 6 レンズ素子 L 6 は、両凸レンズである。第 6 レンズ素子 L 6 の両側の面は非球面形状を有する。

【0098】

50

第2レンズ群G2におけるレンズ素子を説明する。第7レンズ素子L7は、両凹レンズである。第8レンズ素子L8は、両凸レンズである。第8レンズ素子L8の像側の面は非球面形状を有する。

【0099】

第3レンズ群G3におけるレンズ素子を説明する。第9レンズ素子L9は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第10レンズ素子L10は、両凹レンズである。

【0100】

第4レンズ群G4におけるレンズ素子を説明する。第11レンズ素子L11は、両凸レンズである。第11レンズ素子L11の両側の面は非球面形状を有する。

【0101】

第5レンズ群G5におけるレンズ素子を説明する。第12レンズ素子L12は、像側に凸面を有するメニスカスレンズである。第12レンズ素子L12の両側の面は非球面形状を有する。

【0102】

実施の形態1に係る撮像光学系において、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、第5レンズ群G5は、像面Sに対して固定されている。撮像時の無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4は物体側に移動する。

【0103】

詳細には、無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカシングの際に、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間隔が減少し、第2レンズ群G2と第3レンズ群G3との間隔が増大し、第3レンズ群G3と第4レンズ群G4との間隔が減少し、第4レンズ群G4と第5レンズ群G5との間隔が増大するように、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4が光軸に沿って移動する。

【0104】

なお、第1レンズ群G1内の最も像側のレンズ素子である第6レンズ素子L6（像ぶれ補正レンズ素子）は、像のぶれを光学的に補正するために光軸に対して垂直方向に移動する。この像ぶれ補正レンズ素子によって、撮像光学系は、全系の振動による像点移動を補正することができる。すなわち、撮像光学系は、手ぶれ、振動等による像のぶれを光学的に補正することができる。

【0105】

（他の実施の形態）

以上のように、本出願において開示する技術の例示として、実施の形態1～5を説明した。しかしながら、本開示における技術は、これに限定されず、適宜、変更、置き換え、付加、省略などを行った実施の形態にも適用可能である。

【0106】

また、レンズ群の数や、レンズ群内のレンズ素子の数は、実質的な数であり、実質的にパワーを有しないレンズを追加しても良い。

【0107】

また、像ぶれ補正レンズ素子を光軸と垂直方向に移動させて像ぶれ補正を行っているが、移動方式は垂直方向の成分を持つように移動させれば、画像のぶれを補正することが可能である。例えば、鏡筒構造の複雑化を許容すれば、光軸上に回転中心を持つように像ぶれ補正レンズ素子を回動させて像ぶれ補正を行っても良い。

【0108】

（条件及び効果等）

以下、例えば実施の形態1～5に係る撮像光学系が満足することが可能な条件を説明する。なお、実施の形態1～5に係る撮像光学系に対して、複数の可能な条件が規定されるが、これら複数の条件すべてを満足する撮像光学系の構成が最も効果的である。しかしながら、個別の条件を満足することにより、それぞれ対応する効果を奏する撮像光学系を得ることも可能である。

【0109】

実施の形態1～5に係る撮像光学系は、最も物体側から順に、正のパワーを有する第1レンズ群G1と、開口絞りAと、正のパワーを有する第2レンズ群G2と、負のパワーを有する第3レンズ群G3と、正のパワーを有する第4レンズ群G4と、負のパワーを有する第5レンズ群G5と、を備える。無限遠物点合焦状態から近接物体合焦状態へのフォーカス時に、第1レンズ群G1、第3レンズ群G3、および第5レンズ群G5は像面Sに対して固定されており、第2レンズ群G2および第4レンズ群G4が光軸に沿って移動することで、各レンズ群の間隔が変化する。

【0110】

これにより、小型でありながら、フォーカス全域において諸収差が良好に補正された撮像光学系を提供できる。

10

【0111】

また、例えば撮像光学系は、以下の条件(1)を満足することが望ましい。

【0112】

$$1.0 < f_1 / f < 1.5 \quad \dots (1)$$

ここで、

f_1 ：第1レンズ群G1の焦点距離、

f ：無限遠合焦時の全系の焦点距離、

である。

【0113】

条件(1)は、第1レンズ群G1の焦点距離と、無限遠合焦時の全系の焦点距離との比を規定する条件である。

条件(1)を満足することで、諸収差を良好に補正できる撮像光学系を実現することができる。

20

【0114】

逆に、条件(1)の下限を下回ると、諸収差、特に像面湾曲が発生するため、良好な性能を確保することが困難となる。また、条件(1)の上限を上回ると、諸収差、特にコマ収差が発生するため、良好な性能を確保することが困難となる。

【0115】

好ましくは、以下の条件(1a)、(1b)のいずれか一方、または両方を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

30

【0116】

$$1.1 < f_1 / f \quad \dots (1a)$$

$$f_1 / f < 1.4 \quad \dots (1b)$$

より好ましくは、以下の条件(1c)、条件(1d)のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0117】

$$1.2 < f_1 / f \quad \dots (1c)$$

$$f_1 / f < 1.35 \quad \dots (1d)$$

また、例えば撮像光学系は、以下の条件(2)を満足することが望ましい。

40

【0118】

$$0.5 < |f_5 / f| < 1.0 \quad \dots (2)$$

ここで、

f_5 ：第5レンズ群G5の焦点距離、

f ：無限遠合焦時の全系の焦点距離、

である。

【0119】

条件(2)は、第5レンズ群G5の焦点距離と、無限遠合焦時の全系の焦点距離との比を規定する条件である。条件(2)の下限を下回ると、諸収差、特にコマ収差や非点収差が発生するため、良好な性能を確保することが困難となる。また、条件(2)の上限を上

50

回ると、諸収差、特に非点収差が発生するため、良好な性能を確保することが困難となる。

【0120】

好ましくは、以下の条件（2a）、（2b）のいずれか一方、または両方を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

【0121】

$$0.55 < |f5/f| \dots (2a)$$

$$|f5/f| < 0.9 \dots (2b)$$

より好ましくは、以下の条件（2c）、条件（2d）のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0122】

$$0.6 < |f5/f| \dots (2c)$$

$$|f5/f| < 0.8 \dots (2d)$$

また、例えば撮像光学系は、以下の条件（3）を満足することが望ましい。

【0123】

$$1.8 \leq f2/f4 \leq 3.4 \dots (3)$$

ここで、

f2：第2レンズ群G2の焦点距離、

f4：第4レンズ群G4の焦点距離、

である。

【0124】

条件（3）は、第2レンズ群G2と第4レンズ群G4の焦点距離の比を規定する条件である。条件（3）を満足する事により、小型かつ効果的な収差補正を実現できる。

【0125】

逆に、条件（3）の下限を下回ると、諸収差、特に球面収差や像面湾曲が発生するため、良好な性能を確保することが困難となる。また、条件（3）の上限を上回ると、諸収差、特に球面収差や非点収差が発生するため、良好な性能を確保することが困難となる。

【0126】

好ましくは、以下の条件（3a）、（3b）のいずれか一方、または両方を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

【0127】

$$2.0 \leq f2/f4 \dots (3a)$$

$$f2/f4 \leq 3.2 \dots (3b)$$

より好ましくは、以下の条件（3c）、条件（3d）のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0128】

$$2.2 \leq f2/f4 \dots (3c)$$

$$f2/f4 \leq 3.0 \dots (3d)$$

また、例えば撮像光学系は、以下の条件（4）を満足することが望ましい。

【0129】

$$0.1 < BF/Y < 0.5 \dots (4)$$

ここで、

BF：最も像側の負のパワーを有するレンズ面から像面までの光軸上の距離、

Y：無限遠合焦時の最大像高、

である。

【0130】

条件（4）は、バックフォーカスと、無限遠合焦時の最大像高との比を規定する条件である。条件（4）の下限を下回ると、バックフォーカスの値が小さくなり過ぎ、最も像側のレンズと撮像素子とが干渉しやすくなるため好ましくない。また、条件（4）の上限を上回ると、バックフォーカスの値が大きくなり過ぎ、レンズ全体が大型化するため好まし

10

20

30

40

50

くない。

【0131】

好ましくは、以下の条件（4a）、（4b）のいずれか一方、または両方を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

【0132】

$$0.22 < BF/Y \dots (4a)$$

$$BF/Y < 0.38 \dots (4b)$$

より好ましくは、以下の条件（4c）、条件（4d）のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0133】

$$0.24 < BF/Y \dots (4c)$$

$$BF/Y < 0.36 \dots (4d)$$

また、例えば撮像光学系は、以下の条件（5）を満足することが望ましい。

【0134】

$$3.0 < TL/Y < 3.8 \dots (5)$$

ここで、

TL：無限遠合焦時の光学全長、

Y：無限遠合焦時の最大像高、

である。

【0135】

条件（5）は無限遠合焦時の光学全長（最も物体側のレンズ面から像面までの光軸上の距離）と、無限遠合焦時の最大像高と、を規定するための条件である。

【0136】

条件（5）の下限を下回ると、軸上光束および軸外光束の収差補正が困難になり、好ましくない。また、条件（5）の上限を上回ると、小型化が困難となる。

【0137】

好ましくは、以下の条件（5a）、（5b）のいずれか一方、または両方を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

【0138】

$$3.1 < TL/Y \dots (5a)$$

$$TL/Y < 3.7 \dots (5b)$$

より好ましくは、以下の条件（5c）、条件（5d）のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0139】

$$3.3 < TL/Y \dots (5c)$$

$$TL/Y < 3.5 \dots (5d)$$

また、例えば撮像光学系において、第2レンズ群G2は、最も物体側から順に、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子と、を有し、以下の条件（6）を満足することが望ましい。

【0140】

$$1.8 < nd2Gp \dots (6)$$

ここで、

nd2Gp：第2レンズ群G2の正のパワーを有するレンズ素子の屈折率、

である。

【0141】

条件（6）は、第2レンズ群G2の正のパワーを有するレンズ素子の屈折率の好ましい範囲を規定する条件である。条件（6）の下限を下回ると、諸収差、特に非点収差および像面湾曲をバランス良く補正することが困難となる。

【0142】

好ましくは、以下の条件（6a）を満足することにより、上記の効果を更に奏功させる

10

20

30

40

50

ことができる。

【0143】

$$1.82 < n d 2 G p \cdots (6a)$$

また、以下の条件(6b)は条件(6)の好ましい上限を規定する。条件(6b)の上限を上回ると、像面湾曲を十分に補正することが困難となる場合がある。このような場合は、条件(6)または条件(6a)を満足したうえで、条件(6b)を満足するのが好ましい。

【0144】

$$n d 2 G p < 2.1 \cdots (6b)$$

より好ましくは、以下の条件(6c)、条件(6d)のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0145】

$$1.84 < n d 2 G p \cdots (6c)$$

$$n d 2 G p < 2.0 \cdots (6d)$$

また、例えば撮像光学系は、以下の条件(7)を満足することが望ましい。

【0146】

$$62 < v d 4 G \cdots (7)$$

ここで、

$v d 4 G$ ：第4レンズ群G4のレンズ素子のアッペ数、
である。

【0147】

条件(7)は、第4レンズ群G4のレンズ素子のアッペ数の好ましい範囲を規定する条件である。条件(7)の下限を下回ると、諸収差、特に色収差をバランス良く補正することが困難となる。

【0148】

好ましくは、以下の条件(7a)を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

【0149】

$$65 < v d 4 G \cdots (7a)$$

また、以下の条件(7b)は条件(7)の好ましい上限を規定する。条件(7b)の上限を上回ると、色収差を十分に補正することが困難となる場合がある。このような場合は、条件(7)または条件(7a)を満足したうえで、条件(7b)を満足するのが好ましい。

【0150】

$$v d 4 G < 100 \cdots (7b)$$

より好ましくは、以下の条件(7c)、条件(7d)のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0151】

$$70 < v d 4 G \cdots (7a)$$

$$v d 4 G < 100 \cdots (7b)$$

また、例えば撮像光学系において、第5レンズ群は1枚のレンズ素子からなり、以下の条件(8)を満足することが望ましい。

【0152】

$$50 < v d 5 G \cdots (8)$$

ここで、

$v d 5 G$ ：第5レンズ群G5のレンズ素子のアッペ数、
である。

【0153】

条件(8)は、第5レンズ群G5のレンズ素子のアッペ数の好ましい範囲を規定する条件である。条件(8)の下限を下回ると、諸収差、特に色収差をバランス良く補正するこ

10

20

30

40

50

とが困難となる。

【0154】

好ましくは、以下の条件（8a）を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

【0155】

$$54 < v d 5 G \cdots (8a)$$

また、以下の条件（8b）は条件（8）の好ましい上限を規定する。条件（8b）の上限を上回ると、色収差を十分に補正することが困難となる場合がある。このような場合は、条件（8）または条件（8a）を満足したうえで、条件（8b）を満足するのが好ましい。

【0156】

$$v d 5 G < 80 \cdots (8b)$$

より好ましくは、以下の条件（8c）、条件（8d）のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0157】

$$58 < v d 5 G \cdots (8a)$$

$$v d 5 G < 64 \cdots (8b)$$

また、例えば撮像光学系は、以下の条件（9）を満足することが望ましい。

【0158】

$$0.4 < (1 - \beta_4 \times \beta_4) \times \beta_{4r} \times \beta_{4r} < 1.0 \cdots (9)$$

ここで、

β_4 : 第4レンズ群G4の無限遠合焦時の横倍率、

β_{4r} : 無限遠合焦時における第4レンズ群G4より像側に配置された全てのレンズの合成横倍率、

である。

【0159】

条件（9）は、第4レンズ群G4の位置敏感度を規定する条件である。条件（9）の下限を下回ると、フォーカス時の第4レンズ群G4の移動量が大きくなり、レンズ系の小型化が困難となる。また、条件（9）の上限を上回ると、第4レンズ群G4の位置敏感度が高くなり、フォーカス時の制御が困難になり好ましくない。

【0160】

好ましくは、以下の条件（9a）、（9b）のいずれか一方、または両方を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

【0161】

$$0.5 < (1 - \beta_4 \times \beta_4) \times \beta_{4r} \times \beta_{4r} \cdots (9a)$$

$$(1 - \beta_4 \times \beta_4) \times \beta_{4r} \times \beta_{4r} < 0.9 \cdots (9b)$$

より好ましくは、以下の条件（9c）、条件（9d）のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0162】

$$0.6 < (1 - \beta_4 \times \beta_4) \times \beta_{4r} \times \beta_{4r} \cdots (9c)$$

$$(1 - \beta_4 \times \beta_4) \times \beta_{4r} \times \beta_{4r} < 0.8 \cdots (9d)$$

また、例えば撮像光学系において、第1レンズ群G1は、最も像側に、光軸に対し垂直方向に移動する1枚の像ぶれ補正レンズを有し、以下の条件（10）を満足することが望ましい。

【0163】

$$0.2 \leq |(1 - \beta) \times \beta_r| \leq 1.0 \cdots (10)$$

ここで、

β : 無限遠合焦時における像ぶれ補正レンズの横倍率、

β_r : 無限遠合焦時における像ぶれ補正レンズより像側に配置された全てのレンズの合成横倍率、

10

20

30

40

50

である。

【0164】

条件(10)は、像ぶれ補正レンズの移動量に対して像がシフトする割合を規定する条件である。条件(10)を満足することによって、小型かつ効果的な像振れ補正を可能とする。

【0165】

条件(10)の下限を下回ると、所定量だけ像をシフトさせるのに必要な像ぶれ補正レンズの移動量が大きくなるため、小型化が困難となる。また、条件(10)の上限を上回ると、所定量だけ像をシフトさせるのに必要な像ぶれ補正レンズの移動量が小さくなるため、高精度の制御が要求される。加えて、像ぶれ補正レンズのパワーが大きくなるため、良好な修正補正が困難となる。

10

【0166】

好ましくは、以下の条件(10a)、(10b)のいずれか一方、または両方を満足することにより、上記の効果を更に奏功させることができる。

【0167】

$$0.3 \leq |(1-\beta) \times \beta r| \dots (10a)$$

$$|(1-\beta) \times \beta r| \leq 0.95 \dots (10b)$$

より好ましくは、以下の条件(10c)、条件(10d)のいずれか一方、または両方を満足することにより、前述の効果をさらに奏功させることができる。

【0168】

$$0.4 \leq |(1-\beta) \times \beta r| \dots (10c)$$

$$|(1-\beta) \times \beta r| \leq 0.9 \dots (10d)$$

20

また、例えば撮像光学系において、第1レンズ群G1は、最も物体側から順に、負のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子と、正のパワーを有するレンズ素子と、負のパワーを有するレンズ素子と、を備えるのが望ましい。

【0169】

これにより、小型でありながら、フォーカス全域において諸収差が良好に補正された撮像光学系を提供できる。

【0170】

(実施の形態1を適用した撮像装置の概略構成)

30

図6は、実施の形態1に係る撮像光学系を適用した撮像装置の概略構成を示す。なお、本実施の形態2から5に係る撮像光学系を撮像装置に適用することも可能である。

【0171】

撮像装置100は、筐体104と、撮像素子102と、実施の形態1に係る撮像光学系101と、で構成されている。撮像装置100の具体例はデジタルカメラである。

【0172】

鏡筒302は、撮像光学系101の各レンズ群と、開口絞りAを保持する。

【0173】

撮像素子102は、本実施の形態1に係る撮像光学系における像面Sの位置に配置されている。

40

【0174】

撮像光学系101には、第2レンズ群G2、第4レンズ群G4がフォーカシングの際に移動するように、鏡筒302に含まれるレンズ枠が取り付け又は係合するように構成されている。

【0175】

撮像光学系101は、第2レンズ群G2および第4レンズ群G4がフォーカシングの際に移動するように、撮像装置100または鏡筒302内のコントローラによって制御されるアクチュエータやレンズ枠が構成されている。

【0176】

これにより、諸収差を良好に補正できる撮像装置を実現することができる。

50

【0177】

なお、以上説明した実施の形態1に係る撮像光学系をデジタルカメラに適用した例を示したが、監視カメラ、スマートフォン等に適用することもできる。

【0178】

（実施の形態1を適用したカメラシステムの概略構成）

図7は、実施の形態1に係る撮像光学系を適用したカメラシステムの概略構成を示す。なお、本実施の形態2から5に係る撮像光学系をカメラシステムに適用することも可能である。

【0179】

カメラシステム200は、カメラ本体201と、カメラ本体201に着脱自在に接続される交換レンズ装置300とを備える。

【0180】

カメラ本体201は、交換レンズ装置300の撮像光学系によって形成される光学像を受光して、電氣的な画像信号に変換する撮像素子202と、撮像素子202によって変換された画像信号を表示するモニタ203と、画像信号を記憶するメモリ（図示せず）と、カメラマウント部204と、ファインダ205と、を含む。

【0181】

交換レンズ装置300の撮像光学系は、実施の形態1に係る撮像光学系である。

【0182】

鏡筒302は、撮像光学系301の各レンズ群と、開口絞りAを保持し、カメラ本体201のカメラマウント部204に接続されるレンズマウント部304とを含む。

【0183】

カメラマウント部204及びレンズマウント部304は、物理的な接続のみならず、カメラ本体201内のコントローラ（図示せず）と交換レンズ装置300内のコントローラ（図示せず）とを電氣的に接続し、相互の信号のやり取りを可能とするインターフェースとしても機能する。

【0184】

撮像光学系301には、鏡筒302が、第2レンズ群G2、第4レンズ群G4を保持する各レンズ枠をフォーカシングの際に移動できるように、鏡筒302に含まれるレンズ枠が取り付け又は係合するように構成されている。

【0185】

撮像光学系301は、鏡筒302が保持する各レンズ群と、カメラ本体201と、から構成される撮像光学系301には、第2レンズ群G2および第4レンズ群G4がフォーカシングの際に移動するように、交換レンズ装置300内のコントローラによって制御されるアクチュエータやレンズ枠が構成されている。

【0186】

（数値実施例）

以下、実施の形態1～5に係る撮像光学系を具体的に実施した数値実施例を説明する。なお、各数値実施例において、表中の長さの単位はすべて「mm」であり、画角の単位はすべて「°」である。また、各数値実施例において、rは曲率半径、dは面間隔、ndはd線に対する屈折率、vd（vdとも記す）はd線に対するアッペ数である。また、各数値実施例において、*印を付した面は非球面であり、非球面形状は次式で定義している。

【0187】

【数1】

$$Z = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)(h/r)^2}} + \sum A_n h^n$$

【0188】

ここで、

Z：光軸からの高さがhの非球面上の点から、非球面頂点の接平面までの距離、

h：光軸からの高さ、

r：頂点曲率半径、

κ ：円錐定数、

A_n ：n次の非球面係数

である。

【0189】

図1B、図2B、図3B、図4B、図5Bは、各々実施の形態1～5に係る撮像光学系の各フォーカス位置における縦収差図である。

10

【0190】

各縦収差図において、(a)図は無限遠合焦状態、(b)図は中間位置、(c)図は近接物体への合焦状態における各収差を表す。各縦収差図は、左側から順に、球面収差(SA(mm))、非点収差(AST(mm))、歪曲収差(DIS(%))を示す。球面収差図において、縦軸はFナンバー(図中、Fで示す)を表し、実線はd線(d-line)、短破線はF線(F-line)、長破線はC線(C-line)の特性である。非点収差図において、縦軸は像高(図中、Hで示す)を表し、実線はサジタル平面(図中、sで示す)、破線はメリディオナル平面(図中、mで示す)の特性である。歪曲収差図において、縦軸は像高(図中、Hで示す)を表す。

【0191】

20

図1C、図2C、図3C、図4C、図5Cは、各々実施の形態1～5に係る撮像光学系の無限遠物点合焦状態における横収差図である。

【0192】

各横収差図において、上段3つの収差図は、無限遠物点合焦状態における像ぶれ補正を行っていない基本状態、下段3つの収差図は、像ぶれ補正レンズ群を光軸と垂直な方向に所定量移動させた無限遠物点合焦状態における像ぶれ補正状態に、それぞれ対応する。基本状態の各横収差図のうち、上段は最大像高の70%の像点における横収差、中段は軸上像点における横収差、下段は最大像高の-70%の像点における横収差に、それぞれ対応する。像ぶれ補正状態の各横収差図のうち、上段は最大像高の70%の像点における横収差、中段は軸上像点における横収差、下段は最大像高の-70%の像点における横収差に、それぞれ対応する。また各横収差図において、横軸は瞳面上での主光線からの距離を表し、実線はd線(d-line)、短破線はF線(F-line)、長破線はC線(C-line)の特性である。

30

【0193】

なお、各実施例の撮像光学系について、無限遠物点合焦状態における、像ぶれ補正状態での像ぶれ補正レンズ群の光軸と垂直な方向への移動量は、以下に示すとおりである。

【0194】

数値実施例1 0.401mm

数値実施例2 0.412mm

数値実施例3 0.410mm

数値実施例4 0.406mm

数値実施例5 0.270mm

40

無限遠物点合焦状態において、撮像光学系が所定の角度傾いた場合の像偏心量は、像ぶれ補正レンズ群が光軸と垂直な方向に上記の各値だけ平行移動するときの像偏心量に等しい。

【0195】

各横収差図から明らかなように、軸上像点における横収差の対称性は良好であることがわかる。また、+70%像点における横収差と-70%像点における横収差とを基本状態で比較すると、いずれも湾曲度が小さく、収差曲線の傾斜がほぼ等しいことから、偏心コマ収差、偏心非点収差が小さいことがわかる。このことは、像ぶれ補正状態であっても充

50

分な結像性能が得られていることを意味している。また、撮像光学系の像ぶれ補正角が同じ場合には、撮像光学系全体の焦点距離が短くなるにつれて、像ぶれ補正に必要な平行移動量が減少する。したがって、いずれのフォーカス位置であっても、所定の像ぶれ補正角に対して、結像特性を低下させることなく十分な像ぶれ補正を行うことが可能である。

【0196】

(数値実施例1)

数値実施例1の撮像光学系は、図1Aに示した実施の形態1に対応する。数値実施例1の撮像光学系の面データを表1Aに、非球面データを表1Bに、各種データを表1C～表1Eに示す。

【0197】

(表1A：面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	可変		
1	-48.24880	1.50000	1.64769	33.8
2	44.73430	0.72880		
3	37.97200	5.00000	2.00069	25.5
4	-131.50720	0.90000		
5	25.17960	6.60000	1.59282	68.6
6	-47.51790	0.01000	1.56732	42.8
7	-47.51790	1.10000	1.76182	26.6
8	30.77150	2.99140		
9*	54.81860	2.80000	1.58660	59.0
10*	-129.05710	1.34230		
11(絞り)	∞	可変		
12*	-34.79670	1.40000	1.68948	31.0
13	27.95970	0.01000	1.56732	42.8
14	27.95970	4.00000	1.95375	32.3
15	-47.70420	可変		
16	-69.07570	3.10000	1.90366	31.3
17	-23.36060	0.01000	1.56732	42.8
18	-23.36060	1.00000	1.69895	30.1
19	306.94780	可変		
20*	202.64210	7.14970	1.55332	71.7
21*	-24.51590	可変		
22*	-17.16680	2.00000	1.58660	59.0
23*	-295.00000	3.60000		
24	∞	1.40000	1.51680	64.2
25	∞	1.00000		
26	∞	BF		
像面	∞			

(表1B：非球面データ)

第9面

K= 0.00000E+00, A4=-1.30306E-05, A6=-5.62107E-08, A8=-3.60682E-10
A10= 8.61029E-14, A12=-7.87986E-14, A14= 5.22901E-17

第10面

K= 0.00000E+00, A4=-9.82247E-06, A6=-9.90962E-09, A8=-2.51292E-09
A10= 3.89661E-11, A12=-4.70452E-13, A14= 1.70621E-15

第12面

K=-4.20325E-01, A4=-2.20963E-05, A6=-1.90668E-08, A8=-1.28958E-09
A10= 1.02111E-11, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第20面

K= 0.00000E+00, A4=-1.18748E-05, A6= 6.25689E-08, A8=-1.36411E-10
A10= 7.15711E-14, A12=-3.29562E-17, A14=-1.87905E-18

第21面

K= 0.00000E+00, A4= 3.35820E-06, A6= 1.04068E-07, A8=-6.34208E-10
A10= 4.09992E-12, A12=-1.28044E-14, A14= 1.19979E-17

第22面

K=-2.75865E-01, A4= 7.31746E-05, A6=-2.58094E-07, A8= 7.84314E-10
A10= 2.62197E-13, A12=-3.52305E-15, A14= 0.00000E+00

第23面

K= 0.00000E+00, A4= 3.22163E-05, A6=-2.53939E-07, A8= 7.10332E-10
A10=-8.86821E-13, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

(各種データ)

(表1C：各フォーカス位置における各種データ)

	無限遠	中間	近接
焦点距離	41.7102	39.5110	36.8281
Fナンバー	2.06002	2.03508	2.01362
画角	27.4964	27.8222	28.1646
像高	20.0000	20.0000	20.0000
レンズ全長	68.3749	68.3748	68.3749
B F	0.00000	0.00000	0.00000
d0	∞	1331.6250	531.6251
d11	8.5000	7.6379	6.4983
d15	2.3984	3.2604	4.4001
d19	4.5634	3.3774	1.8105
d21	5.2709	6.4569	8.0238
入射瞳位置	18.4211	18.4211	18.4211
射出瞳位置	-29.2267	-28.3987	-27.3813
前側主点位置	0.6174	0.5544	0.3280
後側主点位置	26.6705	27.6729	28.8610

(表1D：単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-35.6132
2	3	29.8849
3	5	28.7335
4	7	-24.3681
5	9	65.9620
6	12	-22.2820
7	14	18.9724
8	16	37.8430
9	18	-31.0201
10	20	39.9734
11	22	-31.1560

(表1E：レンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	51.98012
2	12	94.90715
3	16	-154.71471
4	20	39.97336
5	22	-31.15596

(数値実施例 2)

数値実施例 2 の撮像光学系は、図 2 A に示した実施の形態 2 に対応する。数値実施例 2 の撮像光学系の面データを表 2 A に、非球面データを表 2 B に、各種データを表 2 C ～表 2 E に示す。

【0198】

(表 2 A : 面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	可変		
1	-47.27120	1.50000	1.64769	33.8
2	43.35010	1.13810		
3	37.84250	5.13070	2.00069	25.5
4	-109.34490	0.30000		
5	24.66250	6.33950	1.59282	68.6
6	-44.99310	0.01000	1.56732	42.8
7	-44.99310	1.10000	1.76182	26.6
8	29.03040	2.87540		
9*	49.87530	2.80000	1.58660	59.0
10*	-204.73780	1.74550		
11(絞り)	∞	可変		
12*	-29.49050	1.40000	1.68948	31.0
13	33.59850	0.01000	1.56732	42.8
14	33.59850	3.98870	1.95375	32.3
15	-39.48390	可変		
16	-121.42970	2.80000	1.90366	31.3
17	-30.03790	0.01000	1.56732	42.8
18	-30.03790	1.00000	1.69895	30.1
19	139.37220	可変		
20*	120.99910	7.84260	1.49710	81.6
21*	-24.03830	可変		
22*	-17.55440	2.00000	1.58660	59.0
23*	-555.05190	3.60000		
24	∞	1.40000	1.51680	64.2
25	∞	1.00000		
26	∞	BF		
像面	∞			

(表 2 B : 非球面データ)

第 9 面

K = 0.00000E+00, A4 = -4.68166E-06, A6 = 1.69614E-08, A8 = -3.30307E-10
A10 = 3.92522E-12, A12 = -9.10972E-14, A14 = 2.66210E-16

第 10 面

K = 0.00000E+00, A4 = -8.61855E-07, A6 = 6.00961E-08, A8 = -2.25834E-09
A10 = 3.77021E-11, A12 = -4.29350E-13, A14 = 1.62997E-15

第 12 面

K = -3.54281E-01, A4 = -2.22970E-05, A6 = -2.35367E-08, A8 = -1.15351E-09
A10 = 9.21922E-12, A12 = 0.00000E+00, A14 = 0.00000E+00

第 20 面

K = 0.00000E+00, A4 = -8.85815E-06, A6 = 6.38274E-08, A8 = -2.23000E-10
A10 = 4.04212E-13, A12 = -5.58470E-16, A14 = -3.96775E-18

第 21 面

K = 0.00000E+00, A4 = 5.56661E-06, A6 = 1.04165E-07, A8 = -6.28585E-10

10

20

30

40

50

A10= 3.80047E-12, A12=-1.10689E-14, A14= 6.48773E-18

第22面

K=-5.09328E-01, A4= 5.38576E-05, A6=-1.78278E-07, A8= 5.02684E-10

A10= 2.72567E-13, A12=-3.07869E-15, A14= 0.00000E+00

第23面

K= 0.00000E+00, A4= 1.99308E-05, A6=-1.75668E-07, A8= 4.94739E-10

A10=-6.58493E-13, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

(各種データ)

(表2C:各フォーカス位置における各種データ)

	無限遠	中間	近接
焦点距離	41.6884	39.4489	36.7360
Fナンバー	2.06001	2.03372	2.01127
画角	27.4897	27.8453	28.2094
像高	20.0000	20.0000	20.0000
レンズ全長	68.3449	68.3449	68.3448
B F	0.00000	0.00000	0.00000
d0	∞	1331.6550	531.6551
d11	8.8535	7.9489	6.7603
d15	1.7897	2.6943	3.8829
d19	4.6739	3.4427	1.8283
d21	5.0373	6.2685	7.8828
入射瞳位置	18.1602	18.1602	18.1602
射出瞳位置	-28.9682	-28.1366	-27.1231
前側主点位置	-0.1313	-0.1364	-0.2992
後側主点位置	26.6634	27.7090	28.9358

10

20

(表2D:単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-34.6875
2	3	28.5920
3	5	27.8142
4	7	-23.0142
5	9	68.6481
6	12	-22.5741
7	14	19.5534
8	16	43.5324
9	18	-35.2702
10	20	41.0798
11	22	-30.9455

30

(表2E:レンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	51.60842
2	12	99.74965
3	16	-177.82625
4	20	41.07976
5	22	-30.94550

40

(数値実施例3)

数値実施例3の撮像光学系は、図3Aに示した実施の形態3に対応する。数値実施例3の撮像光学系の面データを表3Aに、非球面データを表3Bに、各種データを表3C～表3Eに示す。

【0199】

50

(表 3 A : 面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	可変		
1	-50.47670	1.50000	1.60342	38.0
2	35.30580	0.89820		
3	32.54950	5.93800	2.00100	29.1
4	-140.64290	0.46440		
5	26.05100	7.17530	1.49700	81.6
6	-43.26860	0.01000	1.56732	42.8
7	-43.26860	1.10000	1.76182	26.6
8	35.81630	1.81420		
9*	60.99390	2.80000	1.58660	59.0
10*	-108.35630	1.29580		
11(絞り)	∞	可変		
12*	-34.42470	1.40000	1.68948	31.0
13	29.94870	0.01000	1.56732	42.8
14	29.94870	4.00000	1.95375	32.3
15	-46.62520	可変		
16	-97.21390	3.10000	1.90366	31.3
17	-25.97170	0.01000	1.56732	42.8
18	-25.97170	1.00000	1.69895	30.1
19	250.89340	可変		
20*	229.22650	6.93660	1.55332	71.7
21*	-25.56050	可変		
22*	-17.10980	2.00000	1.58660	59.0
23*	-705.68610	3.60000		
24	∞	1.40000	1.51680	64.2
25	∞	1.00000		
26	∞	BF		
像面	∞			

(表 3 B : 非球面データ)

第9面

K= 0.00000E+00, A4=-1.15917E-05, A6=-7.06701E-08, A8=-2.92537E-10
A10= 1.83000E-12, A12=-1.18168E-13, A14= 3.86396E-16

第10面

K= 0.00000E+00, A4=-8.45388E-06, A6=-2.65783E-08, A8=-2.26254E-09
A10= 3.64884E-11, A12=-4.45535E-13, A14= 1.70602E-15

第12面

K= 1.01706E-01, A4=-2.14456E-05, A6=-1.82712E-08, A8=-1.10860E-09
A10= 8.42294E-12, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第20面

K= 0.00000E+00, A4=-8.86483E-06, A6= 6.87803E-08, A8=-2.16144E-10
A10= 4.56678E-13, A12=-1.06364E-15, A14=-1.74491E-18

第21面

K= 0.00000E+00, A4= 3.76656E-06, A6= 1.05629E-07, A8=-5.51680E-10
A10= 3.28466E-12, A12=-1.03646E-14, A14= 8.28818E-18

第22面

K=-1.60121E-01, A4= 6.49077E-05, A6=-1.06703E-07, A8= 4.03786E-10
A10=-3.40656E-13, A12=-1.86476E-16, A14= 0.00000E+00

第23面

K= 0.00000E+00, A4= 1.37251E-05, A6=-1.07707E-07, A8= 2.77280E-10
A10=-4.44651E-13, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

(各種データ)

(表 3 C : 各フォーカス位置における各種データ)

	無限遠	中間	近接
焦点距離	41.6988	39.4777	36.7679
F ナンバー	2.06023	2.03704	2.01780
画角	27.5190	27.8220	28.1322
像高	20.0000	20.0000	20.0000
レンズ全長	68.5662	68.5663	68.5663
B F	0.00000	0.00000	0.00000
d0	∞	1331.4336	531.4337
d11	8.7198	7.8237	6.6377
d15	2.1035	2.9997	4.1857
d19	4.6928	3.4822	1.8811
d21	5.5976	6.8082	8.4093
入射瞳位置	17.9461	17.9461	17.9461
射出瞳位置	-28.3712	-27.6190	-26.6923
前側主点位置	-1.6480	-1.5595	-1.6057
後側主点位置	26.8648	27.8921	29.1098

10

20

(表 3 D : 単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-34.2035
2	3	26.8665
3	5	33.8824
4	7	-25.5684
5	9	66.9382
6	12	-23.0241
7	14	19.6202
8	16	38.4245
9	18	-33.6226
10	20	41.9676
11	22	-29.9245

30

(表 3 E : レンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	54.23166
2	12	97.98983
3	16	-242.47228
4	20	41.96756
5	22	-29.92454

40

(数値実施例 4)

数値実施例 4 の撮像光学系は、図 4 A に示した実施の形態 4 に対応する。数値実施例 4 の撮像光学系の面データを表 4 A に、非球面データを表 4 B に、各種データを表 4 C ~ 表 4 E に示す。

【0200】

(表 4 A : 面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	可変		
1	-43.65260	1.40000	1.68893	31.2
2	26.65110	0.01000	1.56732	42.8

50

3	26.65110	6.53020	2.00069	25.5
4	-91.74250	0.30000		
5	25.87580	7.09390	1.59282	68.6
6	-34.37440	0.01000	1.56732	42.8
7	-34.37440	1.00000	1.75520	27.5
8	31.69350	2.01070		
9*	60.40430	2.80000	1.58660	59.0
10*	-108.15820	1.26900		
11(絞り)	∞	可変		
12*	-32.12080	1.30000	1.68948	31.0
13	29.82650	0.01000	1.56732	42.8
14	29.82650	4.44790	1.95375	32.3
15	-43.85400	可変		
16	-83.24220	2.80000	1.90366	31.3
17	-28.86210	0.01000	1.56732	42.8
18	-28.86210	1.00000	1.69895	30.1
19	∞	可変		
20*	297.41410	6.63640	1.55332	71.7
21*	-26.31260	可変		
22*	-17.97840	2.00000	1.58660	59.0
23*	-545.42630	3.60000		
24	∞	1.40000	1.51680	64.2
25	∞	1.00000		
26	∞	BF		
像面	∞			

(表 4 B : 非球面データ)

第9面

K= 0.00000E+00, A4=-1.60858E-05, A6= 2.04423E-08, A8=-5.00399E-09
A10= 1.03452E-10, A12=-1.18145E-12, A14= 4.70808E-15

第10面

K= 0.00000E+00, A4=-1.23340E-05, A6= 1.68062E-08, A8=-5.32458E-09
A10= 1.11190E-10, A12=-1.30069E-12, A14= 5.44695E-15

第12面

K=-3.23019E-01, A4=-1.91896E-05, A6=-5.77786E-08, A8= 1.42084E-10
A10=-9.28101E-13, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第20面

K= 0.00000E+00, A4=-7.35139E-06, A6= 6.37903E-08, A8=-7.12465E-11
A10=-3.77501E-13, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第21面

K= 0.00000E+00, A4= 8.02250E-06, A6= 2.91337E-08, A8= 3.59713E-10
A10=-1.72914E-12, A12= 2.66920E-15, A14=-4.67029E-18

第22面

K=-1.30292E-02, A4= 6.94180E-05, A6=-2.39958E-07, A8= 1.46294E-09
A10=-3.83909E-12, A12= 4.67719E-15, A14= 0.00000E+00

第23面

K= 0.00000E+00, A4= 1.91303E-05, A6=-1.64342E-07, A8= 5.01200E-10
A10=-7.12839E-13, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

(各種データ)

(表 4 C : 各フォーカス位置における各種データ)

無限遠 中間 近接

10

20

30

40

50

焦点距離	41.7045	39.5377	36.8756
F ナンバー	2.06000	2.03625	2.01585
画角	27.5564	27.8536	28.1546
像高	20.0000	20.0000	20.0000
レンズ全長	68.3423	68.3423	68.3423
B F	0.00000	0.00000	0.00000
d0	∞ 1331.6573 531.6573		
d11	9.5705	8.4670	7.0370
d15	1.8806	2.9841	4.4141
d19	4.6412	3.4424	1.8361
d21	5.6219	6.8207	8.4270
入射瞳位置	16.9086	16.9086	16.9086
射出瞳位置	-29.5266	-28.6900	-27.6624
前側主点位置	-0.2712	-0.3964	-0.6825
後側主点位置	26.6482	27.6156	28.7702

(表 4 D : 単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-23.8264
2	3	21.2230
3	5	26.0439
4	7	-21.6937
5	9	66.4811
6	12	-22.2403
7	14	19.1786
8	16	47.7243
9	18	-41.2936
10	20	44.0103
11	22	-31.7375

(表 4 E : レンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	53.64266
2	12	97.35970
3	16	-273.98564
4	20	44.01029
5	22	-31.73754

(数値実施例 5)

数値実施例 5 の撮像光学系は、図 5 A に示した実施の形態 5 に対応する。数値実施例 5 の撮像光学系の面データを表 5 A に、非球面データを表 5 B に、各種データを表 5 C ~ 表 5 E に示す。

【 0 2 0 1 】

(表 5 A : 面データ)

面番号	r	d	nd	vd
物面	∞	可変		
1	-48.02990	1.50000	1.75520	27.5
2	568.51760	1.07310		
3	56.97520	4.20620	1.92286	20.9
4	-109.63940	0.30000		
5	27.44170	5.18510	1.83481	42.7
6	-52.64140	0.01000	1.56732	42.8
7	-52.64140	1.20000	1.85451	25.2

8	25.72470	2.52950		
9	-128.46330	1.40000	1.73037	32.2
10	137.75100	1.00000		
11*	38.05700	3.20000	1.58660	59.0
12*	-81.01800	1.30230		
13(絞り)	∞	可変		
14	-30.99460	0.70000	1.60342	38.0
15	25.85030	0.01000	1.56732	42.8
16	25.85030	4.50000	1.85135	40.1
17*	-47.12150	可変		
18	-103.05430	4.28320	1.90043	37.4
19	-20.33420	0.01000	1.56732	42.8
20	-20.33420	1.30000	1.72047	34.7
21	193.40840	可変		
22*	140.05110	6.90570	1.55332	71.7
23*	-24.83730	可変		
24*	-15.71470	2.20000	1.58660	59.0
25*	-300.00000	3.60240		
26	∞	1.40000	1.51680	64.2
27	∞	1.00000		
28	∞	BF		
像面	∞			

10

20

(表 5 B : 非球面データ)

第11面

K= 0.00000E+00, A4=-1.00030E-05, A6=-1.33677E-07, A8= 1.11367E-09
A10=-2.04431E-11, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第12面

K= 0.00000E+00, A4=-3.88812E-06, A6=-1.03022E-07, A8= 1.95311E-10
A10=-1.40234E-11, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

第17面

K= 0.00000E+00, A4= 1.59705E-05, A6=-4.79860E-08, A8= 1.66998E-09
A10=-2.49997E-11, A12= 1.92386E-13, A14=-5.99899E-16

30

第22面

K= 0.00000E+00, A4=-8.93685E-06, A6= 1.76038E-08, A8= 2.45741E-10
A10=-3.19128E-12, A12= 1.42142E-14, A14=-2.40447E-17

第23面

K= 0.00000E+00, A4= 9.76040E-06, A6=-4.21729E-08, A8= 1.10960E-09
A10=-8.18967E-12, A12= 2.93458E-14, A14=-4.23199E-17

第24面

K=-3.25332E-01, A4= 8.52450E-05, A6=-2.84691E-07, A8= 9.42875E-10
A10=-3.38094E-13, A12=-1.90682E-15, A14= 0.00000E+00

40

第25面

K= 0.00000E+00, A4= 2.91594E-05, A6=-2.12196E-07, A8= 5.51632E-10
A10=-6.90522E-13, A12= 0.00000E+00, A14= 0.00000E+00

(各種データ)

(表 5 C : 各フォーカス位置における各種データ)

	無限遠	中間	近接
焦点距離	41.7098	39.4000	36.6012
F ナンバー	2.06022	2.03133	2.00429
画角	27.3845	27.8040	28.2733

50

像高	20.0000	20.0000	20.0000
レンズ全長	68.4029	68.4029	68.4030
B F	0.00000	0.00000	0.00000
d 0	∞ 1331.5970 531.5972		
d 13	9.2823	8.0963	6.6338
d 17	1.9859	3.1718	4.6344
d 21	4.1851	3.0379	1.5000
d 23	4.1321	5.2794	6.8173
入射瞳位置	18.3903	18.3903	18.3903
射出瞳位置	-28.6850	-27.8765	-26.8846
前側主点位置	-0.5433	-0.3956	-0.3516
後側主点位置	26.6956	27.8057	29.1234

10

(表 5 D : 単レンズデータ)

レンズ	始面	焦点距離
1	1	-58.5831
2	3	41.1242
3	5	22.2637
4	7	-20.0808
5	9	-90.8105
6	11	44.5850
7	14	-23.2505
8	16	20.1798
9	18	27.4604
10	20	-25.4737
11	22	38.7038
12	24	-28.3514

20

(表 5 E : レンズ群データ)

群	始面	焦点距離
1	1	51.16432
2	14	112.88568
3	18	-284.90279
4	22	38.70376
5	24	-28.35135

30

(条件の対応値)

以下、条件 (1) ~ 条件 (1 0) の対応値を表 1 に示す。

【 0 2 0 2 】

【表 1】

		実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5
条件 (1)	$f1 / f$	1.25	1.24	1.30	1.29	1.23
条件 (2)	$ f5 / f $	0.75	0.74	0.72	0.76	0.68
条件 (3)	$f2 / f4$	2.37	2.43	2.33	2.21	2.92
条件 (4)	B F / Y	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
条件 (5)	T L / Y	3.42	3.42	3.43	3.42	3.42
条件 (6)	Nd2Gp	1.95375	1.95375	1.95375	1.95375	1.85135
条件 (7)	v d 4 G	71.68	81.56	71.68	71.68	71.68
条件 (8)	v d 5 G	59.01	59.01	59.01	59.01	59.01
条件 (9)	$(1 - \beta4x\beta4) \times \beta4rx\beta4r$	0.72	0.72	0.72	0.67	0.72
条件 (1 0)	$ (1 - \beta) \times \beta r $	0.54	0.53	0.53	0.54	0.81

40

【産業上の利用可能性】

50

【0203】

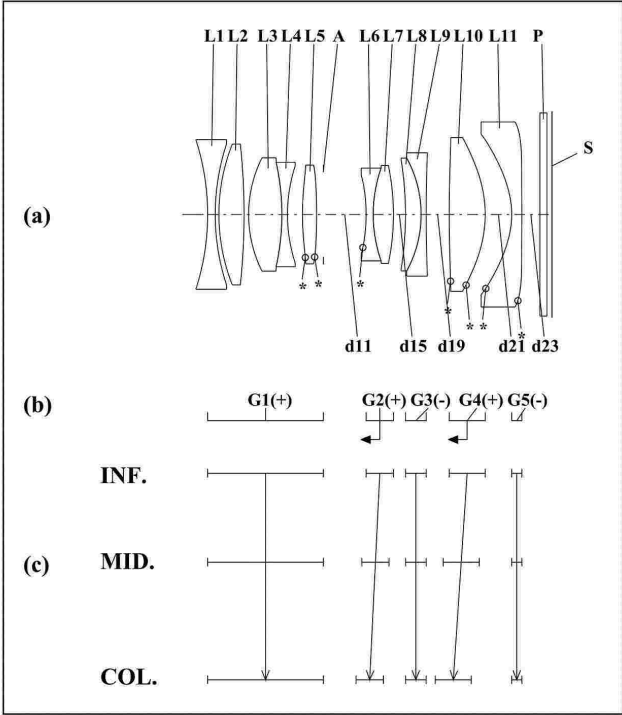
本開示に係る撮像光学系は、デジタルスチルカメラ、交換レンズ式デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、携帯電話機器のカメラ、PDA（Personal Digital Assistance）のカメラ、監視システムにおける監視カメラ、Webカメラ、車載カメラ等に適用可能であり、特にデジタルスチルカメラシステム、デジタルビデオカメラシステムといった高画質が要求される撮影光学系に好適である。

【符号の説明】

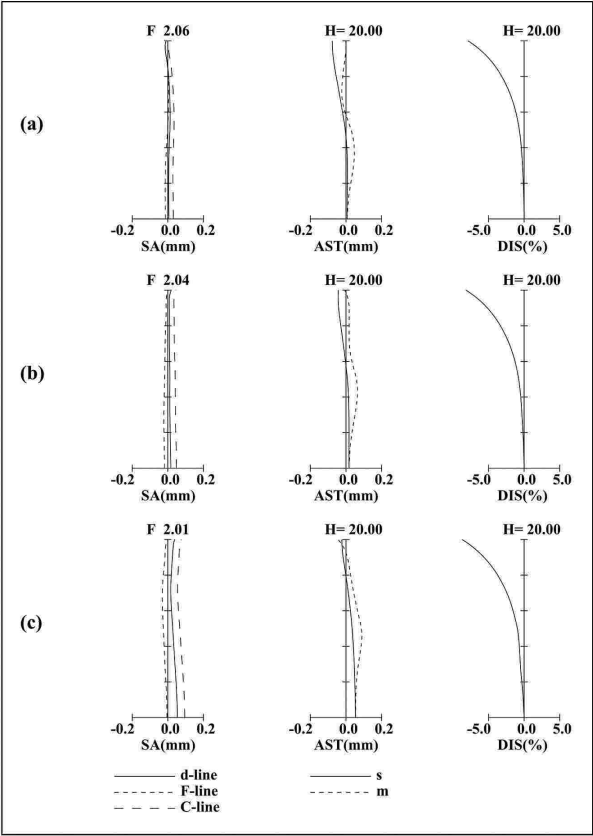
【0204】

G 1	第 1 レンズ 群	
G 2	第 2 レンズ 群	10
G 3	第 3 レンズ 群	
G 4	第 4 レンズ 群	
G 5	第 5 レンズ 群	
L 1	第 1 レンズ 素子	
L 2	第 2 レンズ 素子	
L 3	第 3 レンズ 素子	
L 4	第 4 レンズ 素子	
L 5	第 5 レンズ 素子	
L 6	第 6 レンズ 素子	
L 7	第 7 レンズ 素子	20
L 8	第 8 レンズ 素子	
L 9	第 9 レンズ 素子	
L 1 0	第 1 0 レンズ 素子	
L 1 1	第 1 1 レンズ 素子	
L 1 2	第 1 2 レンズ 素子	
A	開口絞り	
P	平行平板	
S	像面	
1 0 0	撮像装置	
1 0 1	撮像光学系	30
1 0 2	撮像素子	
1 0 4	筐体	
2 0 0	カメラシステム	
2 0 1	カメラ本体	
2 0 2	撮像素子	
2 0 3	モニタ	
2 0 4	カメラマウント部	
2 0 5	ファインダ	
3 0 0	交換レンズ装置	
3 0 1	撮像光学系	40
3 0 2	鏡筒	
3 0 4	レンズマウント部	

【図面】
【図 1 A】



【図 1 B】



10

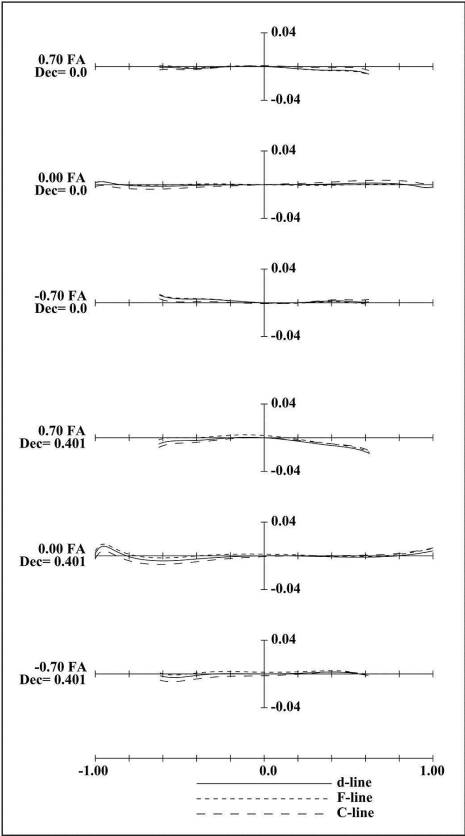
20

30

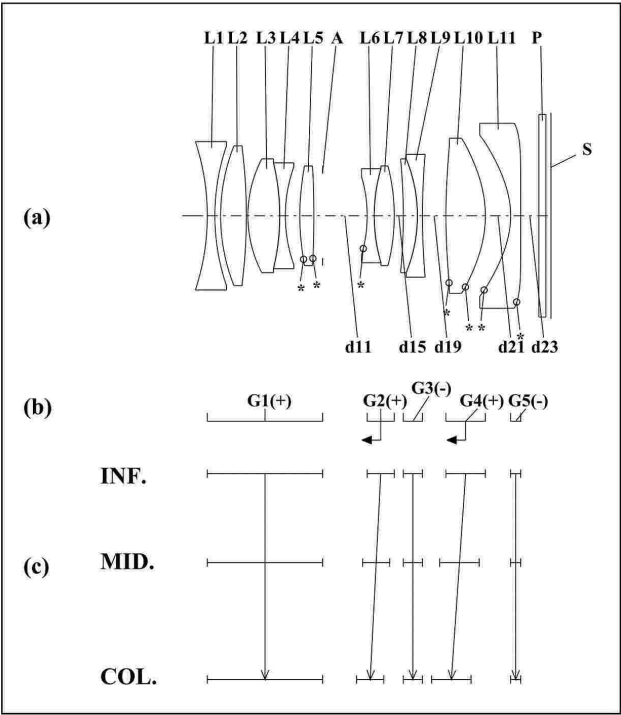
40

50

【図 1 C】



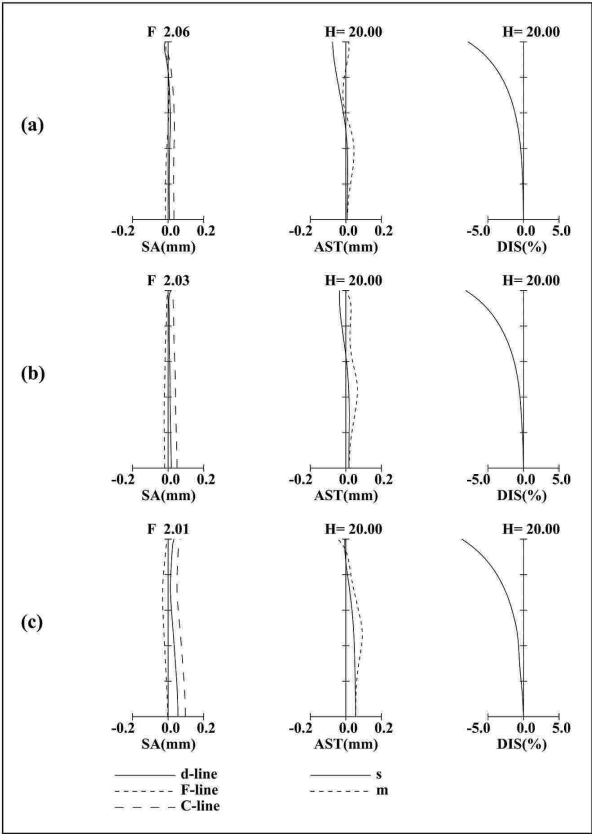
【図 2 A】



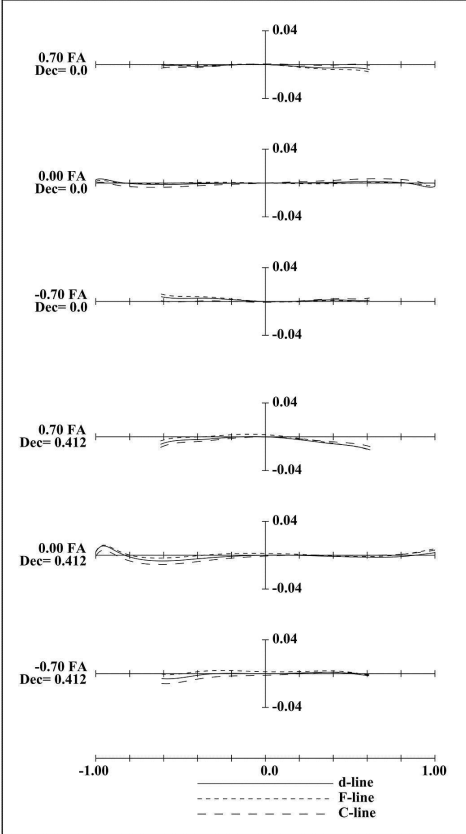
10

20

【図 2 B】



【図 2 C】

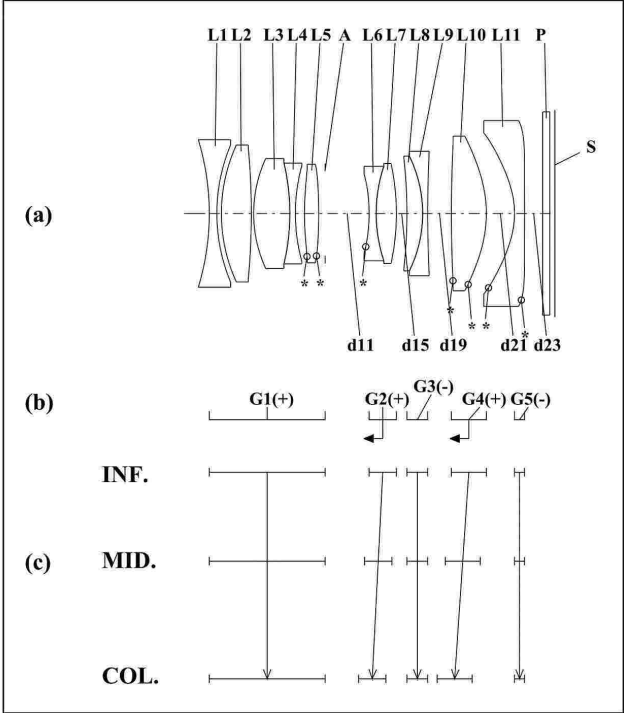


30

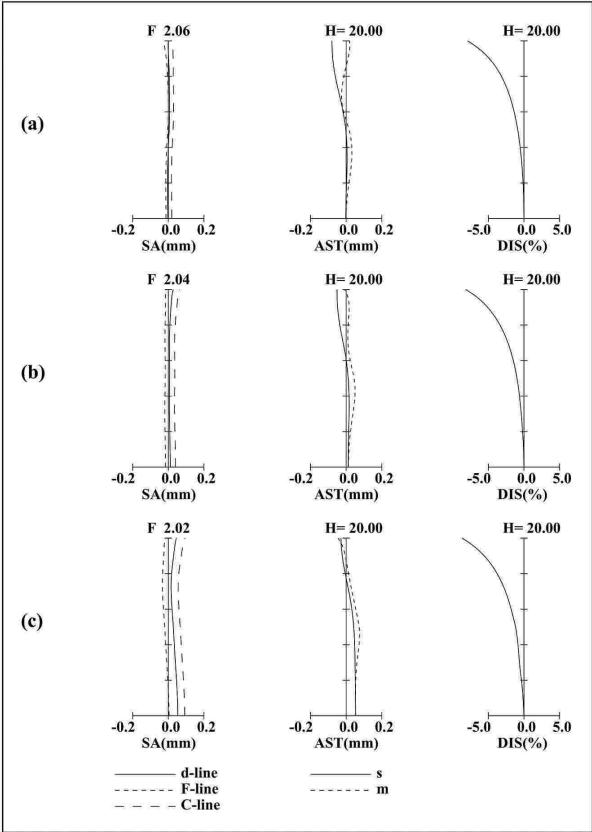
40

50

【図 3 A】



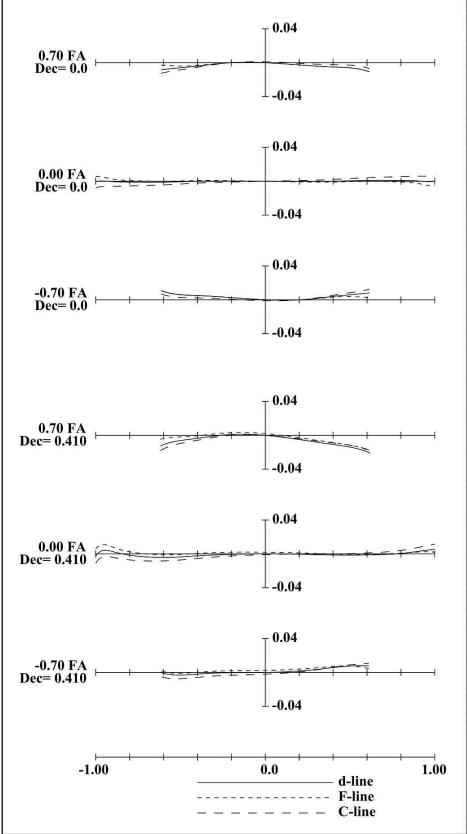
【図 3 B】



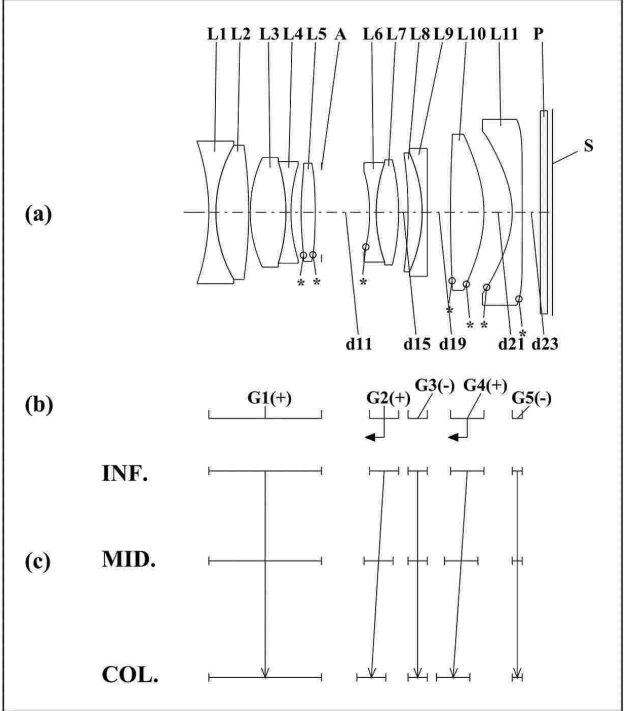
10

20

【図 3 C】



【図 4 A】

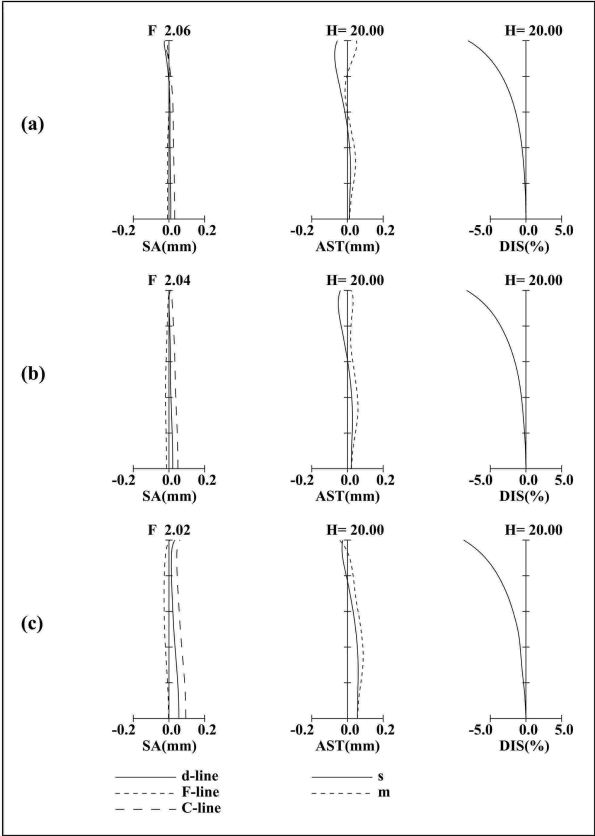


30

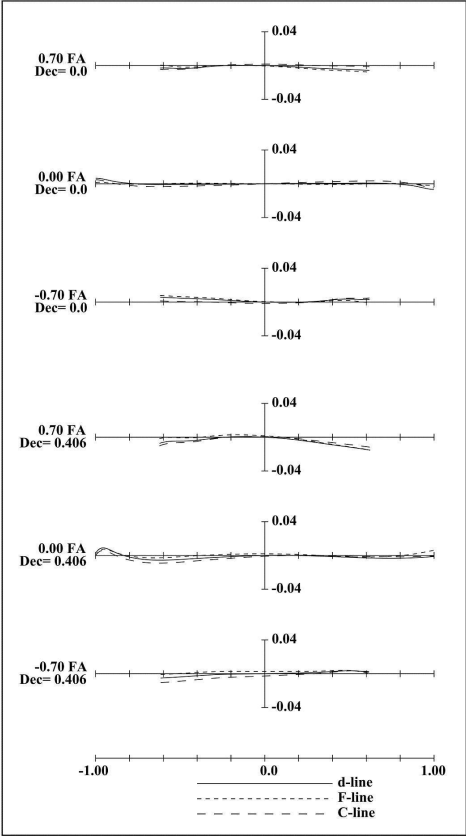
40

50

【図 4 B】



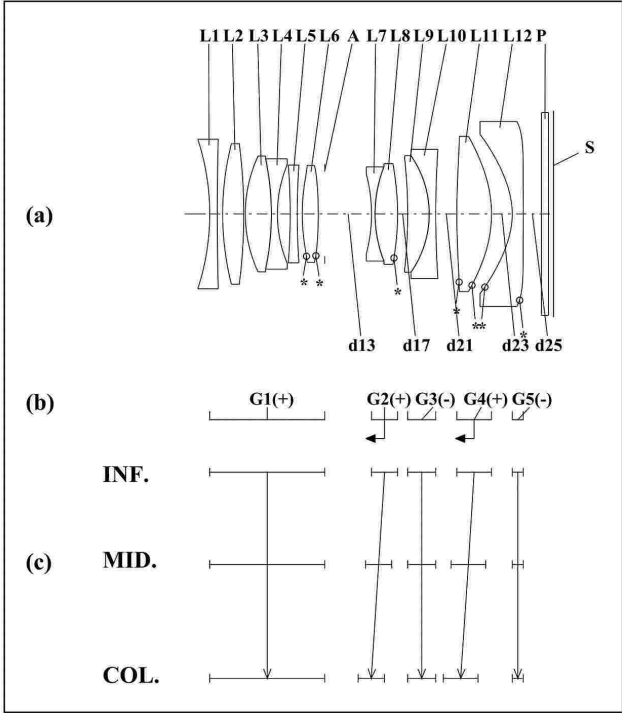
【図 4 C】



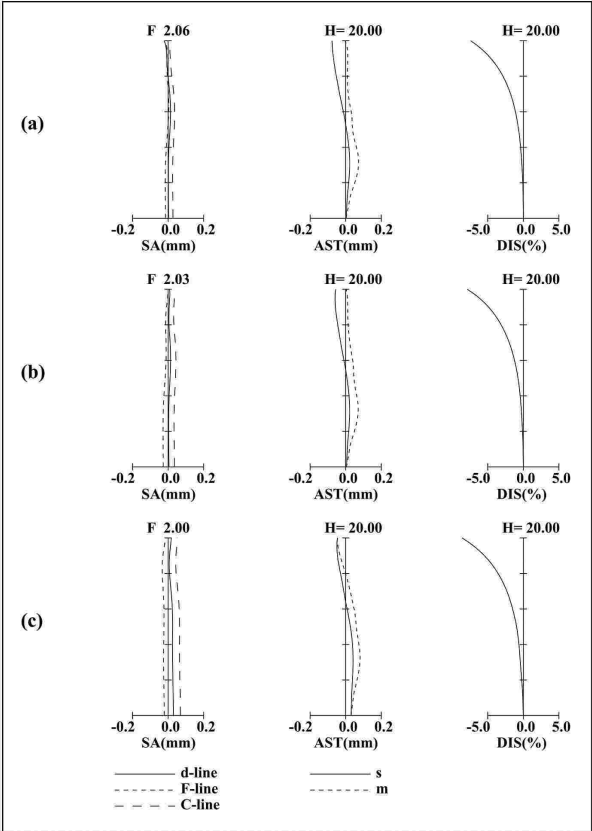
10

20

【図 5 A】



【図 5 B】

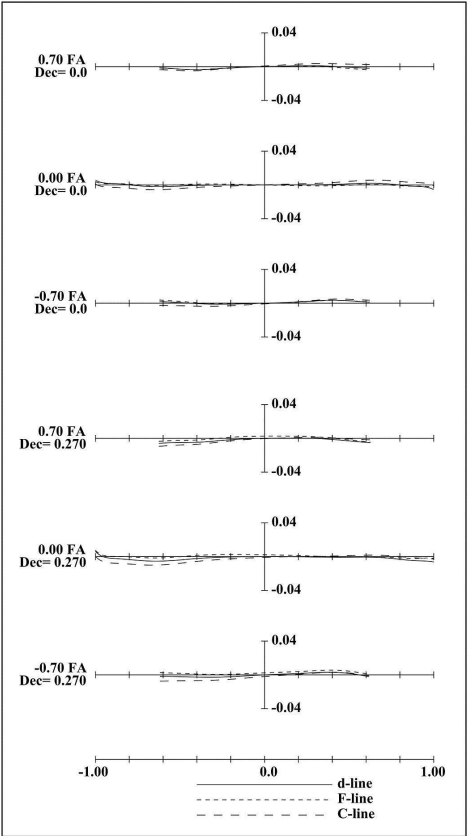


30

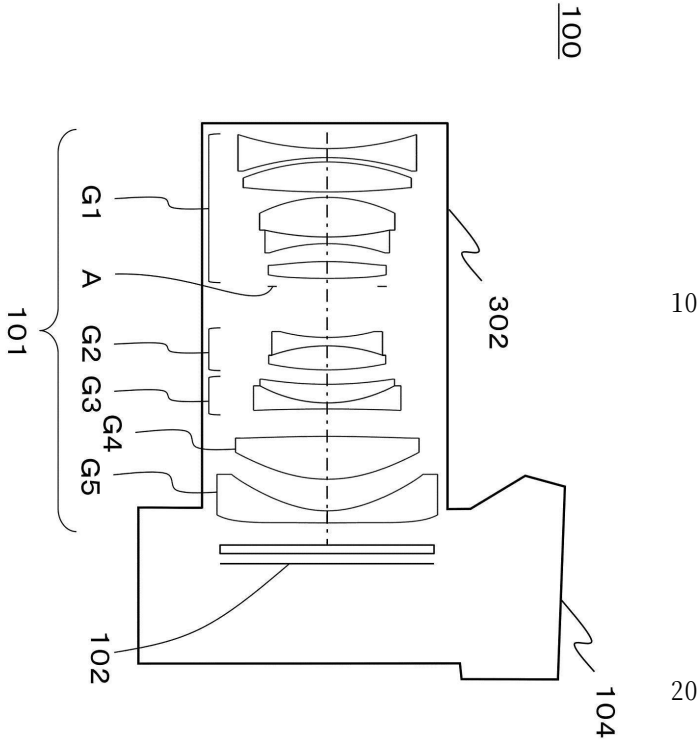
40

50

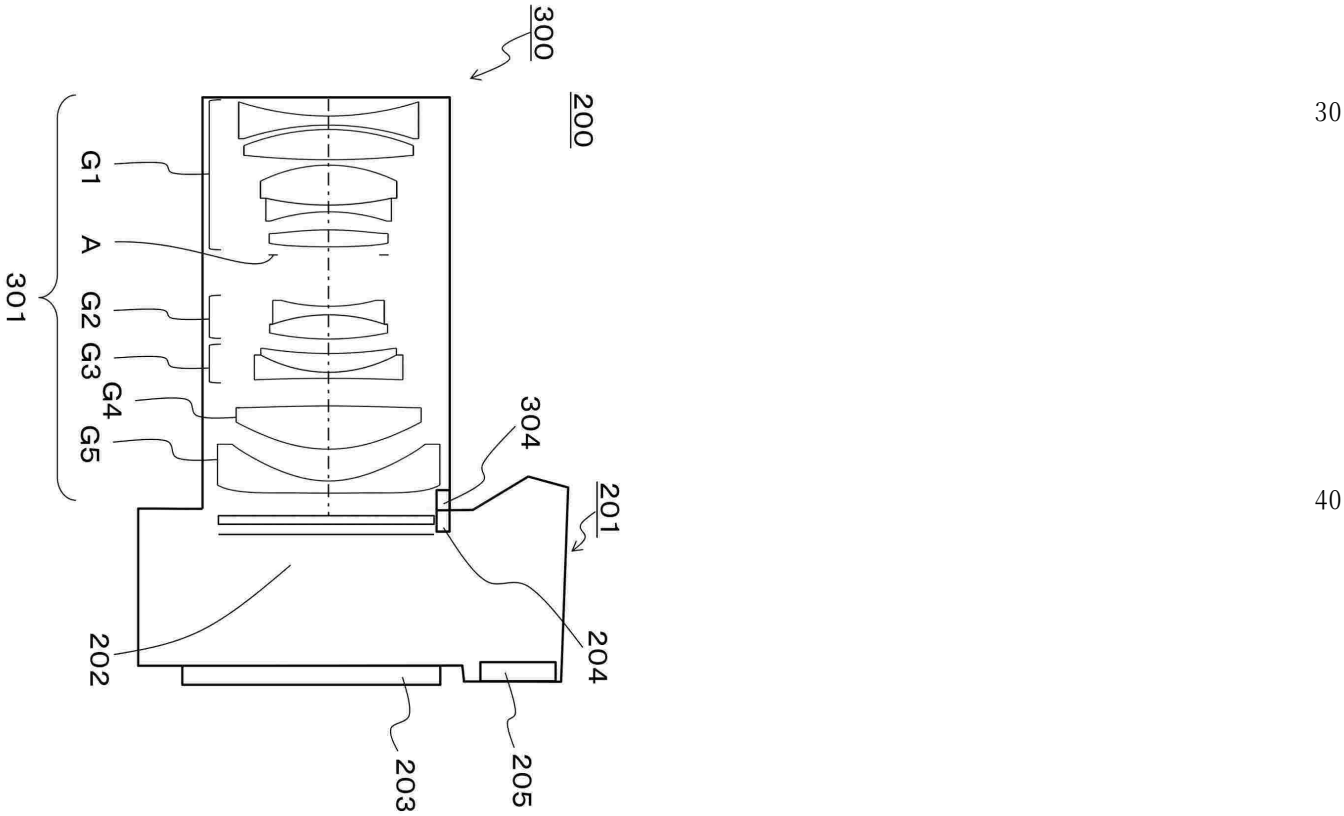
【図 5 C】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

Fターム (参考) 2H087 KA01 LA01 MA07 MA09 NA14 PA07 PA08 PA09 PA16 PA20
PB11 PB12 QA03 QA07 QA19 QA21 QA25 QA37 QA41 QA46 RA04
RA05 RA12 RA13 RA32 RA42 RA43 RA44