

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年9月20日(20.09.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/168214 A1

(51) 国際特許分類:

H04N 5/232 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)
G03B 5/00 (2006.01) G02B 13/18 (2006.01)
G03B 17/14 (2006.01) G02B 15/167 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/002190

(22) 国際出願日: 2018年1月25日(25.01.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

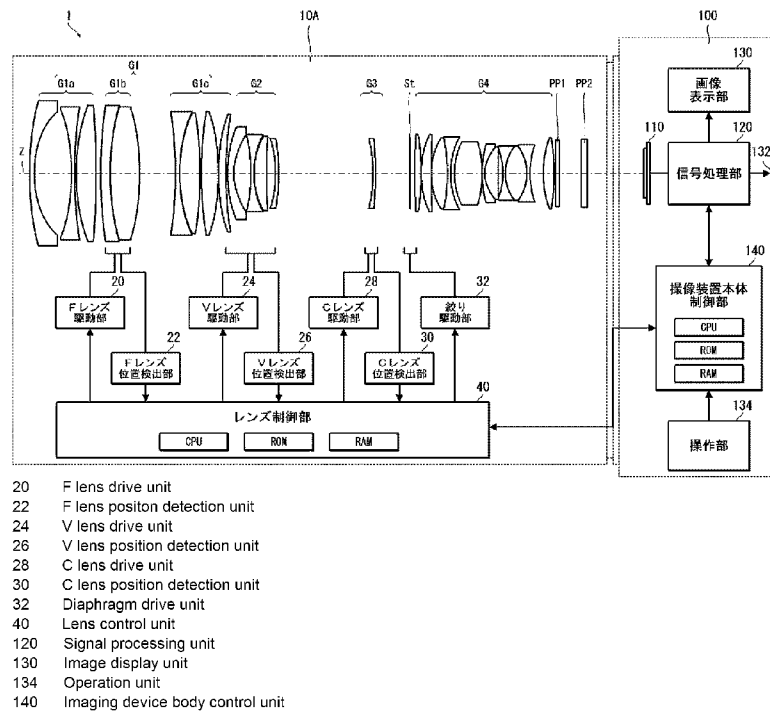
(30) 優先権データ:
特願 2017-048728 2017年3月14日(14.03.2017) JP

(71) 出願人: 富士フイルム株式会社 (FUJIFILM CORPORATION) [JP/JP]; 〒1068620 東京都港区西麻布2丁目26番30号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 小松 大樹 (KOMATSU Daiki); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 成瀬 洋介 (NARUSE Yosuke); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 林 健吉 (HAYASHI Kenkichi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 石井 良明 (ISHII Yoshiaki); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 岸根 慶

(54) Title: IMAGING DEVICE, SIGNAL PROCESSING METHOD FOR IMAGING DEVICE AND SIGNAL PROCESSING PROGRAM FOR IMAGING DEVICE

(54) 発明の名称: 撮像装置、撮像装置の信号処理方法及び撮像装置の信号処理プログラム



(57) Abstract: The present invention provides an imaging device capable of capturing a high-quality image by a compact configuration, a signal processing method for the imaging device and a signal processing program for the imaging device. An imaging lens 10A comprises, in order from the object side, a first lens group G1 that is fixed during magnification change, a second lens group G2 and a third lens group G3 that move during magnification change, and a fourth lens group G4 that is fixed during magnification change. The first lens group G1 comprises, in order from the object side, a first-a lens

延(KISHINE Yasunobu); 〒3319624 埼玉県さい
たま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士
フィルム株式会社内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 中島 順子, 外(NAKASHIMA Junko et
al.); 〒2500111 神奈川県南足柄市竹松 1 2 5 0
番地 F F T P M O 棟 6 F Kanagawa (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

group G1a that is fixed during focusing, a first-b lens group G1b that moves during focusing, and a first lens group rear
group G1c that is fixed during focusing. A change in angle of view caused by focusing is corrected by image processing.

(57) 要約: コンパクトな構成で高品質な画像を撮像できる撮像装置、撮像装置の信号処理方法及び撮像装置
の信号処理プログラムを提供する。撮像レンズ 10 A は、物体側から順に、変倍の際に固定の第 1 レンズ
群 G 1 と、変倍の際に移動する第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 と、変倍の際に固定の第 4 レン
ズ群 G 4 と、で構成される。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第 1 a レ
ンズ群 G 1 a と、フォーカシングの際に移動する第 1 b レンズ群 G 1 b と、フォーカシングの際に固定の
第 1 レンズ群後群 G 1 c とで構成される。フォーカシングに伴う画角変動は、画像処理で補正する。

明 細 書

発明の名称：

撮像装置、撮像装置の信号処理方法及び撮像装置の信号処理プログラム 技術分野

[0001] 本発明は、撮像装置、撮像装置の信号処理方法及び撮像装置の信号処理プログラムに係り、特に画像処理によってフォーカスブリージングを補正する撮像装置、撮像装置の信号処理方法及び撮像装置の信号処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] ズームレンズにおける課題の一つとして、フォーカスブリージングが知られている。フォーカスブリージングとは、フォーカシングに伴って画角が変動する現象のことである。画角の変動により、撮像範囲が変動する。

[0003] 特許文献1から5には、画像処理によってフォーカスブリージングを補正する技術が提案されている。特許文献1から5では、撮像により得られた画像データを拡張処理（電子ズーム、デジタルズームなどともいう。）することにより、フォーカスブリージングを補正している。

先行技術文献

特許文献

- [0004] 特許文献1：特開平11-23949号公報
特許文献2：特開2008-42405号公報
特許文献3：特開2008-160622号公報
特許文献4：特開2002-182302号公報
特許文献5：特開2006-129211号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来は、単に画像処理によってフォーカスブリージングを補正しているだけのため、撮像レンズを含めた撮像装置全体として捉えた場

合に、装置が適切に構成できていなかった。

[0006] 本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、コンパクトな構成で高品質な画像を撮像できる撮像装置、撮像装置の信号処理方法及び撮像装置の信号処理プログラム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

[0007] 上記課題を解決するための手段は、次のとおりである。

[0008] (1) 物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備え、かつ、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 aレンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 bレンズ群と、を備えるズームレンズと、ズームレンズにより結像された像を撮像するイメージセンサと、イメージセンサから出力される信号であって、正常な画像を撮像できる領域として設定される有効領域から出力される信号を処理して原画像データを生成する原画像データ生成部と、有効領域内に設定された出力領域の画像データを原画像データから抽出して出力する画像出力部と、原画像データを拡縮処理して、出力領域の画像データの画角を補正する画角補正部であって、フォーカシングにより出力領域の画像データの画角が変動する場合に、フォーカシングに連動して原画像データを拡縮処理し、出力領域の画像データの画角を焦点距離ごとに定められた基準画角に補正する画角補正部と、を備えた撮像装置。

[0009] 本態様によれば、ズームレンズが、物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備えて構成される。また、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 aレンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 bレンズ群と、を備えて構成される。これにより、フォーカス操作及び変倍操作によって、全長が変わらないズームレンズを構成できる。また、第1レンズ群の構成を簡素化でき、ズームレンズの軽量化及びコンパクト化が図れる。

[0010] 一方、このようにズームレンズを構成することによりフォーカスブリーディングが発生するが、フォーカスブリーディングは画像処理によって補正される。すなわち、フォーカシングに連動して原画像データが拡大縮小処理され、フォーカシングに伴い発生する画角の変動が補正される。ここで、拡大縮小処理とは、画像データを画像処理によって拡大又は縮小することであり、電子ズーム、デジタルズームなどとも称される処理である。画角は、焦点距離ごとに定められた基準画角に補正される。これにより、各焦点距離において、フォーカス操作しても、画角が一定に維持され、高品質な画像を撮像できる。

[0011] なお、画角は、出力領域の画角が補正される。出力領域とは、撮像した画像として出力する領域のことであり、有効領域内に設定される。有効領域とは、イメージセンサで正常な画像を撮像できる領域のことである。有効領域は、イメージセンサの有効画素領域及びズームレンズのイメージサークルによって設定される。イメージセンサの有効画素領域とは、イメージセンサにおいて、実際に画像を撮像できる領域のことである。ズームレンズのイメージサークルのサイズが、イメージセンサの有効画素領域よりも大きければ、有効領域が有効画素領域と一致する。出力領域は、有効領域と一致させることもできる。

[0012] (2) 基準画角が、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する出力領域の画像データの画角の中で最小の画角に設定され、画角補正部は、拡大処理によって出力領域の画像データの画角を補正する、上記(1)の撮像装置。

[0013] 本態様によれば、基準画角がフォーカシングにより変動する画角の中で最小の画角に設定される。なお、ここでの「最小の画角」には、その近傍の画角も含まれる。すなわち、ここでの「最小の画角」は、最小とみなせる範囲の画角を含む概念のものである。画角補正部は、拡大処理によって画角を補正する。たとえば、出力領域が有効領域と一致する場合などは、本態様のよう、拡大処理によって画角を補正し、フォーカスブリーディングを補正する。

[0014] (3) 基準画角が、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する出力領域の画像データの画角の中で最大の画角に設定され、画角補正部は、縮小処理によって出力領域の画像データの画角を補正する、上記(1)の撮像装置。

[0015] 本態様によれば、基準画角がフォーカシングにより変動する画角の中で最大の画角に設定される。なお、ここでの「最大の画角」には、その近傍の画角も含まれる。すなわち、ここでの「最大の画角」は、最大とみなせる範囲の画角を含む概念のものである。画角補正部は、縮小処理によって画角を補正する。たとえば、出力領域が有効領域内に設定されている場合などには、出力領域の周囲に余白領域が存在する。このような場合は、拡大処理によって画角を補正し、フォーカスブリージングを補正する。

[0016] (4) 基準画角が、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する有効領域の画角の中で最小の画角に設定され、画角補正部は、フォーカシングにより出力領域の画像データの画角が基準画角よりも縮小する場合は、縮小処理によって出力領域の画像データの画角を補正し、フォーカシングにより出力領域の画像データの画角が基準画角よりも拡大する場合は、拡大処理によって出力領域の画像データの画角を補正する、上記(1)の撮像装置。

[0017] 本態様によれば、基準画角が、フォーカシングにより変動する有効領域の画角の中で最小の画角に設定される。画角補正部は、フォーカシングにより出力領域の画像データの画角が基準画角よりも縮小する場合は、縮小処理によって出力領域の画像データの画角を補正する。また、フォーカシングにより出力領域の画像データの画角が基準画角よりも拡大する場合は、拡大処理によって出力領域の画像データの画角を補正する。これにより、たとえば、出力領域が有効領域内に設定されている場合において、可能な限り縮小処理によって、フォーカスブリージングを補正できる。拡大処理による補正は、MTF (MTF : Modulation Transfer Function) の劣化など画像品質の低下を引き起こすが、縮小処理による補正は、画像品質の低下を防止できる。よって、可能な限り縮小処理によって、フォーカスブリージングを補正できるこ

とにより、画像品質の低下を防止できる。なお、ここでの「最小の画角」には、その近傍の画角も含まれる。すなわち、ここでの「最小の画角」とは、最小とみなせる範囲の画角を含む概念のものである。

[0018] (5) ズームレンズは、装着した撮像装置本体からイメージセンサのサイズの情報を取得する撮像装置情報取得部と、ズームレンズのイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサのサイズの情報に基づいて、有効領域及び出力領域を設定する領域設定部と、を更に備えた上記(1)から(4)のいずれか一の撮像装置。

[0019] 本態様によれば、ズームレンズのイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサのサイズの情報に基づいて、有効領域及び出力領域が、ズームレンズ側で自動的に設定される。なお、イメージセンサのサイズとは、イメージセンサの有効画素領域のサイズのことである。

[0020] (6) ズームレンズが交換可能な場合において、装着されたズームレンズからイメージサークルのサイズの情報を取得するレンズ情報取得部と、装着されたズームレンズのイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサのサイズの情報に基づいて、有効領域及び出力領域を設定する領域設定部と、を更に備えた上記(1)から(4)のいずれか一の撮像装置。

[0021] 本態様によれば、ズームレンズのイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサのサイズの情報に基づいて、有効領域及び出力領域が自動的に設定される。

[0022] (7) 物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備え、かつ、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 aレンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 bレンズ群と、を備えるズームレンズと、ズームレンズにより結像された像を撮像するイメージセンサと、を備えた撮像装置の信号処理方法であって、イメージセンサから出力される信号であって、正常な画像を撮像できる領域として設定される有効領域から出力される信号を処理して原画像データを生成するステップと、有効

領域内に設定された出力領域の画像データを原画像データから抽出して出力するステップと、原画像データを拡大縮小処理して、出力領域の画像データの画角を補正するステップであって、フォーカシングにより出力領域の画像データの画角が変動する場合に、フォーカシングに連動して原画像データを拡大縮小処理し、出力領域の画像データの画角を焦点距離ごとに定められた基準画角に補正するステップと、を含む撮像装置の信号処理方法。

[0023] 本態様によれば、ズームレンズが、物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備えて構成される。また、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 aレンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 bレンズ群と、を備えて構成される。フォーカス操作によって出力画像の画角が変動する場合は、原画像データを拡大縮小処理することにより、画角が補正される。画角は、焦点距離ごとに定められた基準画角に補正される。

[0024] (8) 物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備え、かつ、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 aレンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 bレンズ群と、を備えるズームレンズと、ズームレンズにより結像された像を撮像するイメージセンサと、を備えた撮像装置の信号処理プログラムであって、イメージセンサから出力される信号であって、正常な画像を撮像できる領域として設定される有効領域から出力される信号を処理して原画像データを生成する機能と、有効領域内に設定された出力領域の画像データを原画像データから抽出して出力する機能と、原画像データを拡大縮小処理して、出力領域の画像データの画角を補正する機能であって、フォーカシングにより出力領域の画像データの画角が変動する場合に、フォーカシングに連動して原画像データを拡大縮小処理し、出力領域の画像データの画角を焦点距離ごとに定められた基準画角に補正する機能と、をコンピュータに実現させる撮像装置の信号処理プログラム。

[0025] 本態様によれば、ズームレンズが、物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備えて構成される。また、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 a レンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 b レンズ群と、を備えて構成される。フォーカス操作によって出力画像の画角が変動する場合は、原画像データを拡張処理することにより、画角が補正される。画角は、焦点距離ごとに定められた基準画角に補正される。

[0026] 本態様によれば、ズームレンズが、物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備えて構成される。また、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 a レンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 b レンズ群と、を備えて構成される。フォーカス操作によって出力画像の画角が変動する場合は、原画像データを拡張処理することにより、画角が補正される。画角は、焦点距離ごとに定められた基準画角に補正される。

発明の効果

[0027] 本発明によれば、コンパクトな構成で高品質な画像を撮像できる撮像装置、撮像装置の信号処理方法及び撮像装置の信号処理プログラムを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0028] [図1]本発明が適用された撮像装置の一実施形態を示す概略構成図

[図2]撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

[図3]図2に示す撮像レンズを変倍操作した場合の各レンズの移動状態を示す図

[図4]信号処理部が提供する機能のブロック図

[図5]有効領域、有効画素領域及び出力領域の関係を示す図

[図6]撮像装置本体制御部が提供する一部の機能のブロック図

[図7]フォーカス位置と出力画像データの画角との関係を示すグラフ

[図8]拡縮処理による画角補正の概念図

[図9]画像出力部における画像抽出の概念図

[図10]有効領域及び出力領域の設定処理の手順を示すフローチャート

[図11]撮像中に実施されるフォーカスブリージングの補正処理の手順を示すフローチャート

[図12]フォーカシングにより変動する有効領域の画角の中で最小の画角に基準画角を設定する場合の設定の概念図

[図13]焦点距離ごとに定められる基準画角と、焦点距離ごとに実施される画角補正との関係を示す概念図

[図14]フォーカス位置を段階的に変化させる場合のフォーカス位置と出力画像データの画角との関係を示すグラフ

[図15]ズームレンズである撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

[図16]図15に示す撮像レンズを変倍操作した場合の各レンズの移動状態を示す図

[図17]ズームレンズである撮像レンズのレンズ構成を示す断面図

[図18]図17に示す撮像レンズを変倍操作した場合の各レンズの移動状態を示す図

[図19]実施例1の撮像レンズが無限遠物体に合焦した場合の基本レンズデータを示す表

[図20]実施例1の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおける諸元を示す表

[図21]実施例1の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおけるズーム間隔を示す表

[図22]実施例1の撮像レンズの非球面の面番号及びその非球面の非球面係数を示す表

[図23]実施例1の撮像レンズの各収差図

[図24]実施例2の撮像レンズが無限遠物体に合焦した場合の基本レンズデー

タを示す表

[図25]実施例2の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおける諸元を示す表

[図26]実施例2の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおけるズーム間隔を示す表

[図27]実施例2の撮像レンズの非球面の面番号及びその非球面の非球面係数を示す表

[図28]実施例2の撮像レンズの各収差図

[図29]実施例3の撮像レンズが無限遠物体に合焦した場合の基本レンズデータを示す表

[図30]実施例3の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおける諸元を示す表

[図31]実施例3の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおけるズーム間隔を示す表

[図32]実施例3の撮像レンズの非球面の面番号及びその非球面の非球面係数を示す表

[図33]実施例3の撮像レンズの各収差図

[図34]本発明を適用することによるレンズ設計上の効果を未適用の撮像レンズとの比較で示した表

発明を実施するための形態

[0029] 以下、添付図面に従って本発明を実施するための好ましい形態について詳説する。

[0030] ◆◆第1の実施の形態◆◆

[装置構成]

図1は、本発明が適用された撮像装置の一実施形態を示す概略構成図である。

[0031] 同図に示すように、撮像装置1は、主として、撮像レンズ10Aと、撮像装置本体100と、を備えて構成される。撮像レンズ10Aは、撮像装置本

体100に対して着脱自在であり、マウントを介して撮像装置本体100に着脱自在に装着される。すなわち、本実施の形態の撮像装置1では、撮像レンズ10Aが交換可能である。

[0032] 《撮像レンズ》

〈レンズ構成〉

図2は、撮像レンズのレンズ構成を示す断面図である。なお、同図は、左側が物体側、右側が像側として図示している。また、同図は、無限遠物体に合焦している場合の広角端におけるレンズ配置を示している。

[0033] 図3は、図2に示す撮像レンズを変倍操作した場合の各レンズの移動状態を示す図である。なお、同図は、無限遠物体に合焦している場合の変倍の際のレンズの移動状態を示している。

[0034] 図3において、(A)は、広角端でのレンズ配置を示している。また、(B)は、中間焦点距離状態でレンズ配置を示している。また、(C)は、望遠端でのレンズ配置を示している。

[0035] 本実施の形態の撮像レンズ10Aは、ズームレンズであり、実質的に4つのレンズ群で構成される。具体的には、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4とが配列されて構成される。

[0036] 撮像レンズ10Aは、撮像レンズ10Aを装着する撮像装置本体の構成に応じて、光学系と像面Simとの間にカバーガラス、並びに、赤外線カットフィルタ、ローパスフィルタなどの各種フィルタを配置することが好ましい。このため、図1及び図2に示す例では、これらの光学部材を想定した平行平板状の光学部材PP1、PP2をレンズ系と像面Simとの間に配置した例を示している。

[0037] 撮像レンズ10Aは、変倍する際、像面Simに対して、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4が、光軸方向について固定され、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が、光軸方向に移動する。第2レンズ群G2は、広角

端から望遠端に変倍する際、光軸Zに沿って像側へ移動する。第3レンズ群G3は、第2レンズ群G2に連動して移動し、第2レンズ群G2の移動による像面の変動を補正する。図2には、広角端から望遠端へ変倍する際の第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3の概略的な移動軌跡を各レンズ群の下方に実線の矢印で示している。なお、第3レンズ群G3は、たとえば、広角端から望遠端に変倍する際、物体側へ移動した後、像側へ移動するように構成してもよい。このように構成した場合、変倍の際に必要とされる第3レンズ群G3の移動空間を少なくでき、光軸方向の小型化に貢献できる。

[0038] 〔第1レンズ群〕

第1レンズ群G1は、フォーカシングレンズ群である。第1レンズ群G1は、物体側から順に、負の屈折力を有する第1aレンズ群G1aと、正の屈折力を有する第1bレンズ群G1bと、正の屈折力を有する第1レンズ群後群G1cと、が配置されて構成される。

[0039] 4群構成のズームレンズにおいて、第1レンズ群G1をこのような3つのレンズ群で構成することにより、フォーカシングに伴う画角の変動を抑制できる。

[0040] 第1aレンズ群G1aは、物体側から入射した周辺光束を屈折させて、第1aレンズ群G1aから射出される周辺光束と光軸Zとのなす角が小さくなるように作用する。この作用により、第1bレンズ群G1bにおける周辺光束の光線高の変化量を少なくできる。その一方で、軸上光束については、第1レンズ群G1で光線高が高くなり、球面収差の発生量が大きくなりやすい。このため、第1レンズ群後群G1cにより、球面収差を補正する構成としている。

[0041] 本実施の形態の撮像レンズ10Aは、いわゆるインナーフォーカス方式を採用しており、フォーカシングの際に移動させるレンズ群を第1bレンズ群G1bのみとしている。図2には、第1bレンズ群G1bの下方に、これを示すための両矢印を記載している。周辺光束の光線高の変化量の少ない第1bレンズ群G1bのみを光軸方向に移動させてフォーカシングすることによ

り、フォーカシングの際の画角の変動及び収差の変動を少なくでき、フォーカシングによる性能変化を抑制できる。

[0042] 第1aレンズ群G1aは、第1aレンズ群の一例である。第1aレンズ群G1aは、物体側から順に、負のレンズL11と、負のレンズL12と、正のレンズL13と、が配置されて構成される。第1レンズ群G1の最も物体側のレンズ群をこのように構成することにより、第1レンズ群G1の径を小型化できる。

[0043] 第1bレンズ群G1bは、第1bレンズ群の一例である。第1bレンズ群G1bは、負のレンズL14及び正のレンズL15が接合された1組の接合レンズにより構成される。第1bレンズ群G1bをこのような構成することにより、構成をコンパクト化しつつ、フォーカシングの際の色収差の変動を抑制できる。

[0044] なお、第1bレンズ群G1bを1組の接合レンズで構成する場合は、物体側から順に、負レンズ、正レンズの配置とすることが好ましい。このように構成することにより、物体距離が変動した場合の色収差を容易に補正できる。更に、これらのレンズは、それぞれ物体側に凸面を向けた負メニスカスレンズ、両凸レンズとすることが好ましい。このように構成することにより、物体距離が変動した場合の色収差を更に容易に補正できる。

[0045] 第1レンズ群後群G1cは、物体側から順に、両凹形状のレンズL16及び両凸形状のレンズL17が接合された接合レンズと、両凸形状のレンズL18と、正メニスカス形状のレンズL19とが配置されて構成される。第1レンズ群後群G1cをこのように構成することにより、望遠側の球面収差の発生量を少なくできる。

[0046] 第1レンズ群G1を上記のようなレンズL11からL19で構成し、第1レンズ群G1内のパワー配置を好適に設定することで、フォーカシングの際の画角の変動を抑制できる。なお、全系に対するパワー配分も重要であり、諸収差を良好に収差補正しつつ、軽量かつコンパクトな構成にできるように、全系に対する第1レンズ群G1のパワー配分を設定することが好ましい。

[0047] 〔第2レンズ群及び第3レンズ群〕

第2レンズ群G 2 及び第3レンズ群G 3 は、複数の移動レンズ群の一例であり、ズームレンズ群を構成する。第2レンズ群G 2 及び第3レンズ群G 3 は、第2レンズ群G 2 は、バリエータレンズ群を構成し、第3レンズ群G 3 がコンペンセータレンズ群を構成する。

[0048] 第2レンズ群G 2 は、物体側から順に、負のレンズL 2 1、負のレンズL 2 2、正のレンズL 2 3、負のレンズL 2 4 が配置されて構成される。なお、負のレンズL 2 2 及び正のレンズL 2 3 は接合されていてもよい。また、レンズL 2 1 の少なくとも一方の面を非球面としてもよい。このように構成した場合は、変倍の際の収差の変動を抑制することが容易になる。

[0049] 図2 に示す例では、全系において非球面が形成されているのは、第2レンズ群G 2 のレンズL 2 1 の物体側の面のみであり、その他のレンズ面は、すべて球面である。非球面を形成する面を大径の第1レンズ群G 1 ではなく、第2レンズ群G 2 に持たせることで、低コスト化が図れる。なお、非球面を設ける面は、上記の例に限定されず、たとえば、更に他の面を非球面としてもよい。その場合は、より良好に収差補正を行うことができる。

[0050] 第3レンズ群G 3 は、1枚の負のレンズL 3 1 で構成される。変倍の際に移動する第3レンズ群G 3 を単レンズ構成とすることで、駆動機構を簡素化でき、撮像レンズ10A をコンパクト化及び軽量化できる。

[0051] 〔第4レンズ群〕

第4レンズ群G 4 は、最終レンズ群の一例であり、リレーレンズ群を構成する。第4レンズ群G 4 は、物体側から順に、正のレンズL 4 1、正のレンズL 4 2、正のレンズL 4 3、正のレンズL 4 4、正のレンズL 4 5、負のレンズL 4 6、正のレンズL 4 7、負のレンズL 4 8、正のレンズL 4 9、負のレンズL 5 0、正のレンズL 5 1 を配置した11枚のレンズで構成される。

[0052] 〔開口絞り〕

開口絞りS t は、第3レンズ群G 3 より像側に配置され、変倍の際に固定

されていることが好ましい。このような構成とすることで、変倍の際にFナンバーを一定にできる。たとえば、図2に示す例では、開口絞りS_tは、第3レンズ群G₃と第4レンズ群G₄との間に配置されている。

[0053] なお、図2に示す開口絞りS_tは、必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。

[0054] 本実施の形態の撮像レンズ10Aは、以上のように構成される。なお、撮像レンズ10Aが、厳しい環境において使用される場合には、保護用の多層膜コートを施すことが好ましい。更に、保護用コート以外にも、使用の際のゴースト光低減等のための反射防止コートを施すようにしてもよい。

[0055] また、図2に示す例では、レンズ系と結像面との間に光学部材P_{P1}、P_{P2}を配置した例を示したが、光学部材P_{P1}、P_{P2}は、各レンズの間に配置してもよい。あるいは、いずれかのレンズのレンズ面に各光学部材P_{P1}、P_{P2}と同様の作用を有するコートを施してもよい。

[0056] 以上のように、本実施の形態の撮像レンズ10Aは、先頭レンズ群である第1aレンズ群G_{1a}及び最終レンズ群である第4レンズ群G₄が、変倍の際及びフォーカシングの際に固定である。すなわち、本実施の形態の撮像レンズ10Aは、フォーカス操作及び変倍操作によって、全長が変わらないズームレンズである。

[0057] 〈レンズの駆動系〉

図1に示すように、撮像レンズ10Aは、その駆動系として、フォーカシングレンズ群を駆動するフォーカシングレンズ駆動部20と、フォーカシングレンズ群の位置を検出するフォーカシングレンズ位置検出部22と、バリエータレンズ群を駆動するバリエータレンズ駆動部24と、バリエータレンズ群の位置を検出するバリエータレンズ位置検出部26と、コンペンセータレンズ群を駆動するコンペンセータレンズ駆動部28と、コンペンセータレンズ群の位置を検出するコンペンセータレンズ位置検出部30と、開口絞りS_tを駆動する絞り駆動部32と、撮像レンズ10Aの動作を制御するレンズ制御部40と、を備える。

[0058] 〔フォーカシングレンズ駆動部〕

上記のように、フォーカシングレンズ群は、第1レンズ群G1によって構成される。第1レンズ群G1は、第1bレンズ群G1bのみを移動させて、フォーカシングする。フォーカシングレンズ駆動部20は、第1bレンズ群G1bを光軸Zに沿って移動させる。フォーカシングレンズ駆動部20は、たとえば、第1bレンズ群G1bの移動をガイドするガイド機構と、第1bレンズ群G1bを光軸Zに沿って前後移動させるモータと、そのモータの駆動回路と、を備えて構成される。モータは、たとえば、リニアモータで構成される。

[0059] 〔フォーカシングレンズ位置検出部〕

フォーカシングレンズ位置検出部22は、あらかじめ設定されたフォーカシング原点を基準として、第1bレンズ群G1bの位置を検出する。フォーカシング原点は、第1bレンズ群G1bの移動範囲内に設定される。フォーカシングレンズ位置検出部22は、たとえば、第1bレンズ群G1bがフォーカシング原点に位置したことを検出する原点検出センサと、第1bレンズ群G1bのフォーカシング原点からの移動量を検出する移動量検出センサと、を備えて構成される。原点検出センサは、たとえば、フォトインタラプタで構成される。移動量検出センサは、たとえば、磁気スケールと、磁気センサとで構成される。

[0060] 〔バリエータレンズ駆動部〕

上記のように、バリエータレンズ群は、第2レンズ群G2によって構成される。バリエータレンズ駆動部24は、第2レンズ群G2を光軸Zに沿って移動させる。バリエータレンズ駆動部24は、たとえば、第2レンズ群G2の移動をガイドするガイド機構と、第2レンズ群G2を光軸Zに沿って前後移動させるモータと、そのモータの駆動回路と、を備えて構成される。モータは、たとえば、リニアモータで構成される。

[0061] 〔バリエータレンズ位置検出部〕

バリエータレンズ位置検出部26は、あらかじめ設定されたバリエータ原

点を基準として、第2レンズ群G2の位置を検出する。バリエータ原点は、第2レンズ群G2の移動範囲内に設定される。バリエータレンズ位置検出部26は、たとえば、第2レンズ群G2がバリエータ原点に位置したことを検出する原点検出センサと、第2レンズ群G2のバリエータ原点からの移動量を検出する移動量検出センサと、を備えて構成される。原点検出センサは、たとえば、フォトインタラプタで構成される。移動量検出センサは、たとえば、磁気スケールと、磁気センサとで構成される。

[0062] 〔コンペンセータレンズ駆動部〕

上記のように、コンペンセータレンズ群は、第3レンズ群G3によって構成される。コンペンセータレンズ駆動部28は、第3レンズ群G3を光軸Zに沿って移動させる。コンペンセータレンズ駆動部28は、たとえば、第3レンズ群G3の移動をガイドするガイド機構と、第3レンズ群G3を光軸Zに沿って前後移動させるモータと、そのモータの駆動回路と、を備えて構成される。モータは、たとえば、リニアモータで構成される。

[0063] 〔コンペンセータレンズ位置検出部〕

コンペンセータレンズ位置検出部30は、あらかじめ設定されたコンペンセータ原点を基準として、第3レンズ群G3の位置を検出する。コンペンセータ原点は、第3レンズ群G3の移動範囲内に設定される。コンペンセータレンズ位置検出部30は、たとえば、第3レンズ群G3がコンペンセータ原点に位置したことを検出する原点検出センサと、第3レンズ群G3のコンペンセータ原点からの移動量を検出する移動量検出センサと、を備えて構成される。原点検出センサは、たとえば、フォトインタラプタで構成される。移動量検出センサは、たとえば、磁気スケールと、磁気センサとで構成される。

[0064] 〔絞り駆動部〕

絞り駆動部32は、開口絞りStを駆動する。開口絞りStは、たとえば、虹彩絞りで構成される。絞り駆動部32は、その絞り羽根を拡縮させるモータと、そのモータの駆動回路と、を備えて構成される。

[0065] 〔レンズ制御部〕

レンズ制御部４０は、撮像レンズ１０Ａの動作を統括制御する。レンズ制御部４０は、ＣＰＵ（CPU：Central Processing Unit／中央処理装置）、ＲＯＭ（ROM：Read Only Memory）、ＲＡＭ（RAM：Random Access Memory）を備えたマイクロコンピュータで構成される。すなわち、マイクロコンピュータが、所定のプログラムを実行することにより、レンズ制御部４０としての各種機能を提供する。マイクロコンピュータが実行するプログラムは、ＲＯＭに格納される。

[0066] レンズ制御部４０は、撮像装置本体１００から与えられる指令に基づいて、撮像レンズ１０Ａの各部の駆動を制御する。たとえば、撮像装置本体１００から与えられるフォーカス指令に基づいて、フォーカシングレンズ駆動部２０の駆動を制御し、第１ｂレンズ群Ｇ１ｂを動作させる。また、撮像装置本体１００から与えられるズーム指令に基づいて、バリエータレンズ駆動部２４及びコンペンセータレンズ駆動部２８の駆動を制御し、第２レンズ群Ｇ２及び第３レンズ群Ｇ３を動作させる。更に、撮像装置本体１００から与えられる絞り指令に基づいて、絞り駆動部３２の駆動を制御し、開口絞りＳｔを動作させる。

[0067] また、レンズ制御部４０は、フォーカシングレンズ位置検出部２２で検出される第１ｂレンズ群Ｇ１ｂの現在位置の情報、バリエータレンズ位置検出部２６で検出される第２レンズ群Ｇ２の現在位置の情報及びコンペンセータレンズ位置検出部３０で検出される第３レンズ群Ｇ３の現在位置の情報を撮像装置本体１００に送信する。

[0068] 《撮像装置本体》

図１に示すように、撮像装置本体１００は、撮像手段としてのイメージセンサ１１０と、イメージセンサ１１０から出力される信号を処理して、出力用の画像データを生成する信号処理部１２０と、信号処理部１２０で生成された画像データを表示する画像表示部１３０と、信号処理部１２０で生成された画像データを出力する画像出力端子１３２と、各種操作を行う操作部１

34と、撮像装置本体100の動作を制御する撮像装置本体制御部140と、を備える。

[0069] 〈イメージセンサ〉

イメージセンサ110は、撮像レンズ10Aにより結像された像を撮像する。イメージセンサ110は、たとえば、所定のカラーフィルタ配列を有するCMOS (CMOS: Complementary Metal Oxide Semiconductor)、CCD (CCD: Charged Coupled Device) 等の固体撮像素子で構成される。

[0070] 〈信号処理部〉

信号処理部120は、イメージセンサ110から出力される信号を処理して、出力用の画像データを生成する。この際、フォーカスブリーディングの補正処理も行う。信号処理部

120の具体的な処理内容については、後に詳述する。

[0071] 〈画像表示部〉

画像表示部130は、信号処理部120で生成された出力用の画像データを表示する。画像表示部130は、たとえば、液晶モニタで構成される。

[0072] 〈画像出力端子〉

画像出力端子132は、信号処理部120で生成された出力用の画像データを出力する。

[0073] 〈操作部〉

操作部134は、フォーカスデマンド、ズームデマンド等の各種操作部材と、その操作信号を撮像装置本体制御部140に出力する操作回路と、を含んで構成される。

[0074] 《撮像装置本体制御部》

撮像装置本体制御部140は、撮像装置本体100を含む撮像装置全体の動作を統括制御する。撮像装置本体制御部140は、CPU、ROM、RAMを備えたマイクロコンピュータで構成される。すなわち、マイクロコンピュータが、所定のプログラムを実行することにより、撮像装置本体制御部140としての各種機能を提供する。マイクロコンピュータが実行するプログ

ラムは、ROMに格納される。

[0075] 撮像装置本体制御部140は、操作部134の操作に基づいて、撮像装置本体100を制御し、かつ、撮像レンズ10Aを制御する。たとえば、操作部134によるフォーカス操作に基づいて、撮像レンズ10Aにフォーカス指令を出力する。また、操作部134によるズーム操作に基づいて、撮像レンズ10Aにズーム指令を出力する。

[0076] また、撮像装置本体制御部140は、撮像レンズ10Aからイメージサークルのサイズの情報を取得する処理、取得したイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサ110のサイズの情報に基づいて、有効領域及び出力領域を設定する処理、現在設定されている撮像レンズ10Aのフォーカス位置の情報を取得する処理、現在設定されている撮像レンズ10Aの焦点距離の情報を取得する処理等を行う。これらの処理の詳細については、後述する。

[0077] 《信号処理部の詳細》

上記のように、信号処理部120は、イメージセンサ110から出力される信号を処理して、出力用の画像データを生成する。この際、フォーカスブリーディングの補正処理も行う。

[0078] 図4は、信号処理部が提供する機能のブロック図である。

[0079] 同図に示すように、信号処理部120は、アナログ信号処理部120A、原画像データ生成部120B、画角補正部120C、画角補正情報記憶部120D及び画像出力部120Eを備える。

[0080] 〈アナログ信号処理部〉

アナログ信号処理部120Aは、イメージセンサ110から出力されるアナログの画像信号に対して、CDS処理（CDS：Correlated Double Sampling／相関二重サンプリング）、AGC処理（AGC：Automatic Gain Control／オートゲインコントロール）、クランプ処理等の所要の信号処理を施し、処理後のアナログの画像信号をデジタルの画像信号に変換して出力する。

[0081] 〈原画像データ生成部〉

原画像データ生成部 120B は、アナログ信号処理部 120A から出力されるデジタルの画像信号に対して、ホワイトバランス調整、ガンマ補正、シャープネス補正等の各種補正処理、同時化処理（R、G、Bの画像信号に色補間処理を施すことにより、イメージセンサ 110 の各画素から出力される一組の画像信号（R 信号、G 信号、B 信号）を生成する処理）、YCrCb 変換処理（同時化処理された画素ごとの R、G、B 信号を輝度信号 Y と色差信号 Cr、Cb とに変換する処理）等の所要の信号処理を施し、画像データ（原画像データ）を生成する。

[0082] ここで、原画像データ生成部 120B で処理対象とする画像信号は、イメージセンサ 110 の有効領域から出力される画像信号である。

[0083] イメージセンサ 110 の有効領域とは、イメージセンサ 110 で正常な画像を撮像できる領域のことである。有効領域は、イメージセンサ 110 の有効画素領域及び撮像レンズ 10A のイメージサークルによって設定される。

[0084] イメージセンサ 110 の有効画素領域とは、イメージセンサ 110 において、実際に画像を撮像できる領域のことである。撮像レンズ 10A のイメージサークルのサイズが、イメージセンサ 110 の有効画素領域よりも大きければ、有効領域が有効画素領域と一致する。

[0085] 図 5 は、有効領域、有効画素領域及び出力領域の関係を示す図である。なお、同図（A）は、撮像レンズ 10A のイメージサークルのサイズが有効画素領域よりも大きい場合の例を示しており、同図（B）は、撮像レンズ 10A のイメージサークルのサイズが有効画素領域よりも小さい場合の例を示している。

[0086] 図 5（A）に示すように、撮像レンズ 10A のイメージサークル IC のサイズが、イメージセンサ 110 の有効画素領域 EPA よりも大きい場合、有効領域 EA は、有効画素領域 EPA と一致する。

[0087] 一方、図 5（B）に示すように、撮像レンズ 10A のイメージサークル IC のサイズが、イメージセンサ 110 の有効画素領域 EPA よりも小さい場合、有効領域 EA は、有効画素領域 EPA 内に設定される。

- [0088] なお、イメージサークル I C のサイズは、イメージサークル I C の直径で規定され、有効画素領域 E P A のサイズは、有効画素領域 E P A の対角の長さで規定される。有効画素領域 E P A のサイズが、イメージセンサ 110 のサイズとなる。
- [0089] 図 5 において、破線で示す枠 O A は、出力領域を示す枠である。出力領域とは、撮像装置 1 が、撮像した画像として画像出力部 120 E から出力する領域のことである。出力領域 O A は、必ず有効領域 E A の内側に設定される。
- [0090] 有効領域及び出力領域は、撮像装置本体制御部 140 が設定する。図 6 は、撮像装置本体制御部が提供する一部の機能のブロック図である。
- [0091] 撮像装置本体制御部 140 は、装着された撮像レンズ 10 A からイメージサークルのサイズの情報を取得し、取得したイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサ 110 のサイズの情報に基づいて、有効領域及び出力領域を設定する。このため、撮像装置本体制御部 140 には、装着された撮像レンズ 10 A からイメージサークルのサイズの情報を取得する機能、イメージセンサ 110 のサイズの情報を取得する機能、及び、取得したイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサ 110 のサイズの情報に基づいて、有効領域及び出力領域を設定する機能が備えられる。
- [0092] 装着された撮像レンズ 10 A からイメージサークルのサイズの情報を取得する機能は、レンズ情報取得部 140 A によって提供され、イメージセンサ 110 のサイズの情報を取得する機能は、イメージセンササイズ情報取得部 140 B によって提供され、取得したイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサ 110 のサイズの情報に基づいて、有効領域及び出力領域を設定する機能は、領域設定部 140 C によって提供される。
- [0093] レンズ情報取得部 140 A は、撮像装置本体 100 に撮像レンズ 10 A が装着されると、レンズ制御部 40 と通信して、レンズ制御部 40 からレンズ情報を取得する。
- [0094] ここで、レンズ情報とは、撮像レンズの仕様を示す情報である。撮像レン

ズ10Aのイメージサークルのサイズの情報は、このレンズ情報に含まれる。レンズ情報には、この他、たとえば、レンズ機種データ、レンズ特性データ、レンズ特性補正データ等が含まれる。レンズ機種データには、レンズ機種名、焦点距離、開放F値、メーカー名等が含まれる。レンズ特性データには、輝度シェーディングデータ、色シェーディングデータ、ディストーションデータ、収差データ等が含まれる。レンズ特性補正データには、輝度シェーディング補正データ、色シェーディング補正データ、ディストーション補正データ、収差補正データ等が含まれる。

[0095] レンズ情報は、レンズ制御部40のROMに格納される。レンズ制御部40は、ROMからレンズ情報を読み出して、撮像装置本体制御部140に送信する。

[0096] イメージセンササイズ情報取得部140Bは、撮像装置本体制御部140のROMからイメージセンサ110のサイズの情報を読み出して取得する。撮像装置本体制御部140のROMには、あらかじめイメージセンサ110のサイズの情報が格納される。

[0097] 領域設定部140Cは、撮像レンズ10Aのイメージサークルのサイズ及びイメージセンサ110のサイズ（有効画素領域のサイズ）の情報に基づいて、有効領域及び出力領域を設定する。

[0098] 上記のように、撮像レンズ10Aのイメージサークルのサイズが、イメージセンサ110のサイズ（有効画素領域のサイズ）よりも大きい場合、有効領域は、有効画素領域と同じ領域に設定される（図5（A）参照）。すなわち、イメージセンサ110の有効画素領域が有効領域に設定される。

[0099] 一方、撮像レンズ10Aのイメージサークルのサイズが、イメージセンサ110のサイズ（有効画素領域のサイズ）よりも小さい場合、有効領域は、有効画素領域の内側に設定され、かつ、イメージサークルの内側に設定される（図5（B）参照）。この際、有効領域は、所定のアスペクト比で設定され、かつ、可能な限り大きなサイズで設定される。

[0100] 出力領域は、有効領域の内側に設定される。出力領域は、有効領域内であ

れば任意に設定でき、その最大の範囲は、有効領域と同じ領域である。出力領域は、あらかじめ定められ、撮像装置本体制御部 140 の ROM に格納される。領域設定部 140 C は、ROM から出力領域の情報を読み出して、出力領域を設定する。

[0101] なお、装着する撮像レンズ 10 A によっては、出力領域のサイズが、有効領域のサイズよりも大きくなる場合がある。この場合は、たとえば、警告がなされてもよい。警告は、たとえば、画像表示部 130 に警告メッセージを表示することにより行われる。

[0102] 領域設定部 140 C によって設定された有効領域の情報は、原画像データ生成部 120 B に加えられる。原画像データ生成部 120 B は、取得した有効領域の情報に基づいて、アナログ信号処理部 120 A から出力される画像信号を処理し、画像データを生成する。この原画像データ生成部 120 B で生成される画像データを原画像データと称する。原画像データは、イメージセンサ 110 の有効領域から出力される信号を処理して生成される画像データである。

[0103] 領域設定部 140 C によって設定された出力領域の情報は、画像出力部 120 E に加えられる。画像出力部 120 E は、取得した出力領域の情報に基づいて、出力領域に相当する領域の画像データを原画像データから抽出して出力する。画像出力部 120 E から出力する画像データを出力画像データと称する。出力画像データは、出力領域の画像データに相当する。画像出力部 120 E の詳細については、後述する。

[0104] 〈画角補正部及び画角補正情報記憶部〉

画角補正部 120 C は、原画像データを拡縮処理して、出力領域の画像データの画角を補正する。この際、画角補正部 120 C は、フォーカシングに連動して原画像データを拡縮処理し、出力画像データの画角を焦点距離ごとに定められた基準画角に補正する。これにより、フォーカシングに伴う画角変動を補正できる。

[0105] 画角補正情報記憶部 120 D は、画角補正部 120 C が、原画像データを

拡大縮小処理する際に必要な画角の補正情報を記憶する。画角補正情報記憶部 120D は、たとえば、ROM で構成される。

[0106] 図 7 は、フォーカス位置と出力画像データの画角との関係を示すグラフである。同図において、縦軸はフォーカス位置、横軸は出力画像データの画角である。なお、同図に示す例では、説明を簡単にするため、フォーカス位置と画角との関係を直線で示しているが、フォーカス位置を変化させた場合に、どのように画角が変化するかは、撮像レンズによって異なる。また、同じ撮像レンズであっても、焦点距離によって、画角の変化の仕方は異なる。

[0107] 図 7 に示すように、フォーカス位置に応じて画角が変化する。したがって、フォーカス位置に応じて画像データを拡大縮小処理（電子ズーム、デジタルズームともいう。）することにより、画角の変動を補正でき、フォーカスブリーディングを補正できる。

[0108] たとえば、図 7 に示す例において、フォーカス位置が点 F P 2 から至近端側の点 F P 1 に移動したとする。この場合、画角は、F A 2 から F A 1 に変化し、その差分だけ縮小する。すなわち、撮像される範囲が縮小する。したがって、この場合は画角が縮小した分だけ画像データを縮小処理することにより、画角の変動を相殺できる。

[0109] また、図 7 に示す例において、フォーカス位置が点 F P 2 から無限遠側の点 F P 3 に移動したとする。この場合、画角は、F A 2 から F A 3 に変化し、その差分だけ拡大する。すなわち、撮像される範囲が拡大する。したがって、この場合は画角が拡大した分だけ画像データを拡大処理することにより、画角の変動を相殺できる。

[0110] 図 8 は、拡大縮小処理による画角補正の概念図である。同図（A）は、出力画像データの画角が基準画角に対して縮小した場合の原画像（原画像データが表わす画像）の例を示している。同図（B）は、出力画像データの画角が基準画角の場合の原画像の例を示している。同図（C）は、出力画像データの画角が基準画角に対して拡大した場合の原画像の例を示している。なお、同図（A）から（C）において、実線で示す枠 E A の内側の領域が有効領域で

あり、破線で示す枠〇Aの内側の領域が出力領域である。

[0111] 図8(A)に示すように、フォーカスブリーディングにより、出力画像データの画角が基準画角よりも縮小すると、原画像は拡大する。この場合、原画像データを縮小処理し、出力画像データの画角を基準画角に補正する。

[0112] 一方、図8(C)に示すように、フォーカスブリーディングにより、出力画像データの画角が基準画角よりも拡大すると、原画像は縮小する。この場合、原画像データを拡大処理し、出力画像データの画角を基準画角に補正する。

[0113] このように、原画像データを拡大縮小処理することにより、出力画像データの画角の変動を補正でき、フォーカスブリーディングを補正できる。

[0114] 画角補正部120Cは、フォーカス位置に応じて画像データを拡大縮小処理することにより、出力画像データの画角の変動を補正し、フォーカスブリーディングを補正する。

[0115] ここで、画角補正部120Cで拡大縮小処理する対象は、原画像データである。原画像データを拡大縮小処理することにより、原画像データから抽出される出力画像データも拡大縮小処理される。

[0116] 画角補正部120Cは、フォーカス位置ごとに定められた拡大縮小率で原画像データを拡大縮小処理し、出力画像データの画角を一定に維持する。一定に維持する画角を基準画角とする。基準画角は、焦点距離ごとに定められる。すなわち、画角補正部120Cは、焦点距離ごとに定められた基準画角を維持するように、原画像データを拡大縮小処理する。したがって、拡大縮小率は、基準画角に補正するための画角の補正量の情報として規定される。拡大縮小率は、各焦点距離においてフォーカス位置ごとに定められる。画角補正情報記憶部120Dには、画角の補正量の情報として、各焦点距離においてフォーカス位置ごとに定められた拡大縮小率の情報が記憶される。

[0117] なお、基準画角の設定の仕方によって、フォーカス位置ごとに定められる拡大縮小率も変わる。各焦点距離において基準画角をどのように設定するかについては、後述する。

- [0118] 画角補正部120Cは、画角補正情報記憶部120Dに記憶されている情報を参照し、現在のフォーカス位置及び焦点距離に基づいて、拡大縮小率を決定する。画角補正部120Cは、決定した拡大縮小率で原画像データを拡大縮小処理して、出力画像データの画角を補正する。
- [0119] なお、現在のフォーカス位置及び焦点距離の情報は、撮像装置本体制御部140から取得する。撮像装置本体制御部140は、撮像レンズ10Aから現在のフォーカス位置及び焦点距離の情報を取得する。このため、撮像装置本体制御部140には、撮像レンズ10Aから現在のフォーカス位置の情報を取得する機能、及び、現在の焦点距離の情報を取得する機能が備えられる。
- [0120] 図6に示すように、撮像レンズ10Aから現在のフォーカス位置の情報を取得する機能は、フォーカス位置情報取得部140Dによって提供され、現在の焦点距離の情報を取得する機能は、焦点距離情報取得部140Eによって提供される。
- [0121] フォーカス位置情報取得部140Dは、レンズ制御部40と通信して、レンズ制御部40から第1bレンズ群G1bの位置の情報（フォーカシングレンズ群の位置の情報）を取得する。フォーカス位置情報取得部140Dは、取得した第1bレンズ群G1bの位置の情報に基づいてフォーカス位置を特定し、特定したフォーカス位置の情報を画角補正部120Cに出力する。
- [0122] 焦点距離情報取得部140Eは、レンズ制御部40と通信して、レンズ制御部40から第2レンズ群G2の位置の情報（ズームレンズの位置の情報）を取得する。焦点距離情報取得部140Eは、取得した第2レンズ群G2の情報に基づいて焦点距離を特定し、特定した焦点距離の情報を画角補正部120Cに出力する。
- [0123] 画角補正部120Cは、撮像装置本体制御部140から現在のフォーカス位置及び焦点距離の情報を取得し、画角補正情報記憶部120Dに記憶された情報に基づいて拡大縮小率を決定し、決定した拡大縮小率で原画像データを拡大縮小処理して、出力画像データの画角を補正する。

[0124] なお、画角補正部 1 2 0 C において、縮小処理ができるのは、出力領域が有効領域よりも小さく設定されている場合に限られる。縮小処理とは、画角を拡大する処理なので、出力領域の画角よりも大きな画角の画像が存在しなければ、画像を縮小できない。このため、縮小処理ができるのは、出力領域が有効領域よりも小さく設定されている場合に限られる。

[0125] 〈画像出力部〉

画像出力部 1 2 0 E は、画角補正後の原画像データから出力領域の画像データを出力画像データとして抽出する。

[0126] 図 9 は、画像出力部における画像抽出の概念図である。同図（A）は、原画像の例を示し、同図（B）は、出力画像の例を示している。

[0127] 図 9（A）において、実線で示す枠 E A の内側の領域が有効領域であり、破線で示す枠 O A の内側の領域が出力領域である。

[0128] 図 9（A）及び（B）に示すように、画像出力部 1 2 0 E は、画角補正後の原画像データから出力領域 O A の画像データを出力画像データとして抽出する。

[0129] なお、図 9 に示す例では、出力領域 O A が有効領域 E A よりも小さい場合を示しているが、出力領域 O A が有効領域 E A と一致する場合、有効領域 E A の画像データ、すなわち、原画像データがそのまま出力画像データとして出力される。

[0130] 抽出された出力画像データは、画像出力端子 1 3 2 から出力され、また、画像表示部 1 3 0 に加えられて、再生表示される。

[0131] 《基準画角の設定》

基準画角は、たとえば、次のように設定できる。すなわち、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する出力画像データ（出力領域の画像データ）の画角の中で最小の画角、又は、最大の画角を基準画角として設定する。以下、最小の画角を基準画角として設定する場合及び最大の画角を基準画角として設定する場合を分けて説明する。

[0132] 〈最小の画角を基準画角として設定する場合〉

各焦点距離において、フォーカシングにより変動する出力画像データの画角の中で最小の画角を基準画角として設定する。この場合、フォーカシングによって画角が変動した場合であっても、出力画像データの画角が基準画角を下回ることはない。すなわち、変動の下限が、基準画角となる。

[0133] この場合、画角補正部 120C は、常に原画像データを拡大処理して、出力画像データの画角を補正する。すなわち、本例の場合、出力画像データの画角は、常に基準画角から拡大する方向に変化する。したがって、画角補正部 120C は、基準画角から拡大する画角を基準画角に戻すため、原画像データを拡大処理する。

[0134] 出力領域が有効領域と一致している場合など、原画像データに対して縮小処理ができない場合は、本例のように、基準画角を設定することで、すべてのフォーカス位置及び焦点距離において適切にフォーカスブリージングを補正できる。

[0135] なお、本例における「最小の画角」には、その近傍の画角も含まれる。すなわち、ここでの「最小の画角」は、最小とみなせる範囲の画角（＝ほぼ最小の画角）を含む概念のものである。

[0136] 各焦点距離において、フォーカシングにより変動する出力画像データの画角の中で最小の画角を基準画角として設定する場合、画角補正情報記憶部 120D には、各フォーカス位置において、基準画角に補正するための拡大縮小率の情報が補正量の情報として記憶される。この情報は、焦点距離ごとに記憶される。

[0137] 〈最大の画角を基準画角として設定する場合〉

各焦点距離において、フォーカシングにより変動する出力領域の画像データの画角の中で最大の画角を基準画角として設定する。この場合、フォーカシングによって画角が変動した場合であっても、出力画像データの画角が基準画角を上回ることはない。すなわち、変動の上限が、基準画角となる。

[0138] この場合、画角補正部 120C は、常に原画像データを縮小処理して、出力画像データの画角を補正する。すなわち、本例の場合、出力画像データの

画角は、常に基準画角から縮小する方向に変化する。したがって、画角補正部 120C は、基準画角から縮小する画角を基準画角に戻すため、原画像データを縮小処理する。

[0139] 出力領域が有効領域よりも小さく設定されて、出力領域の周囲に余白領域が存在し、すべてのフォーカス位置及び焦点距離で原画像データを縮小処理できる場合は、本例のように基準画角を設定することで、すべてのフォーカス位置及び焦点距離において適切にフォーカスブリージングを補正できる。

[0140] また、本例のように、常に縮小処理によって画角を補正することにより、出力画像データの劣化を防止できる。すなわち、拡大処理による補正は、MTF の劣化など画像品質の低下を引き起こすが、縮小処理による補正は、このような弊害がない。よって、常に縮小処理によって画角を補正することにより、出力画像データの劣化を防止できる。

[0141] なお、本例における「最大の画角」には、その近傍の画角も含まれる。すなわち、ここでの「最大の画角」は、最大とみなせる範囲の画角（＝ほぼ最大の画角）を含む概念のものである。

[0142] 各焦点距離において、フォーカシングにより変動する出力画像データの画角の中で最大の画角を基準画角として設定する場合、画角補正情報記憶部 120D には、各フォーカス位置において、基準画角に補正するための拡大縮小率の情報が補正量の情報として記憶される。この情報は、焦点距離ごとに記憶される。

[0143] 〈選択基準〉

基準画角を最小の画角で設定するか、最大の画角で設定するかは、主として、有効領域と出力領域との関係によって定められる。

[0144] 出力領域と有効領域とが一致している場合などには、縮小処理はできないので、必然的に最小の画角が基準画角に設定される。また、出力領域が有効領域よりも小さく設定されている場合であっても、画角を補正できるほどの余裕がない場合も同様に最小の画角が基準画角に設定される。

[0145] 一方、出力領域が、余裕をもって設定され、どのフォーカス位置及び焦点

距離においても、縮小処理で画角を補正できる場合は、最大の画角を基準画角に設定することが好ましい。これにより、画像劣化を防止でき、高品質な出力画像を提供できる。

[0146] 〔作用〕

次に、本実施の形態の撮像装置の動作について説明する。

[0147] 《初期設定》

撮像装置本体 100 に撮像レンズ 10A が装着されると、撮像装置本体制御部 140 において、有効領域及び出力領域を設定する処理が行われる。

[0148] 図 10 は、有効領域及び出力領域の設定処理の手順を示すフローチャートである。

[0149] まず、撮像装置本体制御部 140 は、撮像レンズ 10A からイメージサークルのサイズの情報を取得する（ステップ S1）。撮像装置本体制御部 140 は、レンズ制御部 40 と通信し、レンズ制御部 40 からレンズ情報を取得して、撮像レンズ 10A のイメージサークルのサイズの情報を取得する。

[0150] 次に、撮像装置本体制御部 140 は、イメージセンサ 110 のサイズの情報を取得する（ステップ S2）。イメージセンサ 110 のサイズの情報は ROM から取得する。上記のように、イメージセンサ 110 のサイズが、イメージセンサ 110 の有効画素領域のサイズとなる。

[0151] 次に、撮像装置本体制御部 140 は、取得したイメージサークルのサイズの情報及びイメージセンサ 110 のサイズの情報に基づいて、有効領域を決定する（ステップ S3）。

[0152] 上記のように、撮像レンズ 10A のイメージサークルのサイズが、イメージセンサ 110 のサイズ（有効画素領域のサイズ）よりも大きい場合、有効領域は、有効画素領域と同じ領域に設定される（図 5（A）参照）。すなわち、イメージセンサ 110 の有効画素領域が有効領域に設定される。

[0153] 一方、撮像レンズ 10A のイメージサークルのサイズが、イメージセンサ 110 のサイズ（有効画素領域のサイズ）よりも小さい場合、有効領域は、有効画素領域の内側に設定され、かつ、イメージサークルの内側に設定され

る（図５（Ｂ）参照）。この際、有効領域は、所定のアスペクト比で設定され、かつ、可能な限り大きなサイズで設定される。

[0154] 次に、撮像装置本体制御部１４０は、設定する出力領域が、有効領域以下か否かを判定する（ステップＳ４）。設定する出力領域の情報は、ＲＯＭから読み出して取得する。

[0155] 設定する出力領域が有効領域以下の場合、撮像装置本体制御部１４０は、定められた領域に出力領域を設定する（ステップＳ５）。

[0156] 一方、設定する出力領域が有効領域を超える場合、撮像装置本体制御部１４０は、警告を発する（ステップＳ６）。警告は、たとえば、画像表示部１３０に警告メッセージを表示することにより行われる。ユーザは、この警告メッセージに基づいて対処する。

[0157] 以上一連の工程で有効領域及び出力領域が設定される。設定された有効領域の情報は、原画像データ生成部１２０Ｂに出力される。また、設定された出力領域の情報は、画像出力部１２０Ｅに出力される。

[0158] 《フォーカスブリー징の補正処理》

次の本実施の形態の撮像装置１で撮像中に実施されるフォーカスブリー징の補正処理の動作について説明する。

[0159] 図１１は、撮像中に実施されるフォーカスブリー징の補正処理の手順を示すフローチャートである。

[0160] まず、レンズ操作の有無が判定される（ステップＳ１０）。ここで、レンズ操作とは、撮像レンズ１０Ａに対するフォーカス操作及びズーム操作である。

[0161] レンズ操作があると、撮像装置本体制御部１４０は、撮像レンズ１０Ａからフォーカス位置の情報及び焦点距離の情報を取得する（ステップＳ１１）。取得後、撮像装置本体制御部１４０は、取得したフォーカス位置の情報及び焦点距離の情報を画角補正部１２０Ｃに出力する。

[0162] 画角補正部１２０Ｃは、撮像装置本体制御部１４０から出力されたフォーカス位置の情報及び焦点距離の情報に基づいて、画角補正情報記憶部１２０

Dから画角の補正量の情報を取得する（ステップS 1 2）。すなわち、拡大縮小率によって画角を基準画角に補正するための拡大縮小率の情報を取得する。

[0163] 画角補正部 1 2 0 C は、画角補正情報記憶部 1 2 0 D から取得した拡大縮小率で原画像データを拡大縮小処理し、出力領域の画像データの画角を基準画角に補正する（ステップS 1 3）。

[0164] 画角補正された原画像データは、画像出力部 1 2 0 E に加えられる。画像出力部 1 2 0 E は、画角補正後の原画像データから出力領域の画像データを抽出する。画像出力部 1 2 0 E は、抽出した画像データを出力画像データとして、画像表示部 1 3 0 及び画像出力端子 1 3 2 に出力する（ステップS 1 4）。

[0165] この後、撮像装置本体制御部 1 4 0 は、撮像が終了したか否かを判定する（ステップS 1 5）。撮像が終了していない場合は、ステップS 1 0 に戻り、上記の処理を再度実行する。一方、撮像が終了した場合は、処理を終了する。

[0166] [効果]

本実施の形態の撮像装置 1 によれば、ズームレンズである撮像レンズ 1 0 A が、物体側から順に、変倍の際に固定の第 1 レンズ群 G 1 と、変倍の際に移動する第 2 レンズ群 G 2 及び第 3 レンズ群 G 3 と、変倍の際に固定の第 4 レンズ群（最終レンズ群）G 4 と、が配置されて構成され、かつ、フォーカシングレンズ群である第 1 レンズ群 G 1 が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第 1 a レンズ群 G 1 a と、フォーカシングの際に移動する第 1 b レンズ群 G 1 b と、フォーカシングの際に固定の第 1 レンズ群後群 G 1 c と、が配置されて構成される。これにより、フォーカス操作及び変倍操作によって、全長が変わらない撮像レンズ 1 0 A を構成できる。

[0167] また、本実施の形態の撮像装置 1 によれば、画像処理でフォーカスブリーディングを補正することにより、撮像レンズ側において、フォーカスブリーディングの設計値の制約を緩和できる。すなわち、撮像レンズ側において、ある

程度フォーカスブリージングの発生が許容される。これにより、設計的にフォーカスブリージング抑制のために使用していたパワーを他の収差の補正に使用でき、全体の性能の向上が図れる。また、これにより、フォーカスブリージング性能を満たしつつ、高画素の撮像で要求される性能も満足できる。

[0168] 〔変形例〕

《基準画角》

基準画角は、焦点距離ごとに定められる。上記実施の形態では、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する出力画像データの画角の中で最小の画角、又は、最大の画角を基準画角として設定する場合を例に説明した。基準画角の設定方法は、これに限定されるものではない。たとえば、出力領域が有効領域よりも小さく設定され、縮小処理が可能な場合は、次のように設定することができる。すなわち、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する有効領域の画角の中で最小の画角を基準画角として設定する。これにより、可能な限り縮小処理によって画角を補正できる。すなわち、縮小処理できる場合は縮小処理によって画角を補正し、縮小処理できない場合にのみ拡大処理によって画角を補正する構成にできる。

[0169] 図 1 2 は、フォーカシングにより変動する有効領域の画角の中で最小の画角に基準画角を設定する場合の設定の概念図である。

[0170] 同図は、ある焦点距離における有効領域及び出力領域のフォーカスブリージングによる画角変動を示している。

[0171] 図 1 2 において、バー B e a は、最至近距離 (M.O.D. : Minimum Object Distance) から無限遠端 (inf : infinite) までフォーカス位置を変化させた場合の有効領域の画角の変動範囲を示している。また、バー B o a は、最至近距離から無限遠端までフォーカス位置を変化させた場合の出力領域の画角の変動範囲を示している。なお、図 1 2 に示す例では、理解を容易にするため、最至近距離から無限遠端までフォーカス位置を変化させた場合に画角が単調に拡大する場合を例に示している。また、図 1 2 に示す例では、無限遠端 (inf) の画角が大きく、最至近距離 (M.O.D.) の画角が小さい例で記載して

いるが、この関係は必ずしも一般的な関係ではなく、逆転する場合も存在する。このため、適宜読み替えが必要となる。

[0172] 図12に示すように、フォーカシングにより変動する有効領域の画角の中で最小の画角に基準画角が設定される。

[0173] 画角補正部120Cは、次のように原画像データを拡張処理して、出力画像データの画角を補正する。すなわち、フォーカシングにより出力画像データの画角が、基準画角よりも縮小する場合は、縮小処理によって出力画像データの画角を補正する。一方、フォーカシングにより出力画像データの画角が、基準画角よりも拡大する場合は、拡大処理によって出力画像データの画角を補正する。これにより、可能な限り縮小処理によって、画角の変動を補正できる。

[0174] なお、有効領域の画角は、焦点距離によって変動する。したがって、基準画角は、焦点距離ごとに定められる。

[0175] 図13は、焦点距離ごとに定められる基準画角と、焦点距離ごとに実施される画角補正との関係を示す概念図である。同図において、横軸は焦点距離を示し、縦軸は、フォーカスブリージングによる画角変動を示している。なお、図13に示す例では、理解を容易にするため、各焦点距離において、最至近距離から無限遠端までフォーカス位置を変化させた場合に画角が単調に拡大する場合を例に示している。

[0176] 図13において、各焦点距離でフォーカス位置を最至近距離から無限遠端まで変化させると、曲線MODと曲線INFとの間の範囲で出力画像データの画角が変動する。ここで、曲線MODは、各焦点距離における最至近距離での出力画像データの画角を示し、曲線INFは、各焦点距離における無限遠端での出力画像データの画角を示す。また、図13において、破線で示す曲線Xは、各焦点距離での基準画角を示す。

[0177] 各焦点距離において、出力画像データの画角が、基準画角Xよりも小さくなる場合、画角補正部120Cは、原画像データを縮小処理して、出力画像データの画角を基準画角に補正する。

[0178] また、各焦点距離において、出力画像データの画角が、基準画角 $\times$ よりも大きくなる場合、画角補正部120Cは、原画像データを拡大処理して、出力画像データの画角を基準画角に補正する。

[0179] このように、本例では、有効領域の画角を基準にして、基準画角を設定する。なお、出力領域が有効領域と一致している場合は、常に拡大処理によって画角が補正される。

[0180] なお、本例での「最小の画角」には、その近傍の画角も含まれる。すなわち、ここでの「最小の画角」とは、最小とみなせる範囲の画角を含む概念のものである。

[0181] 《出力領域》

出力領域については、ユーザが任意に設定できる構成としてもよい。たとえば、撮像装置本体又は撮像レンズに出力領域を設定する手段を設けて、ユーザが手動で任意に出力領域を設定できるようにしてもよい。この場合、あらかじめ用意された複数の候補の中からユーザが選択して設定するようにしてもよい。あるいは、ユーザが、直接数値を指定して設定するようにしてもよい。

[0182] 《装着された撮像レンズのイメージサークルのサイズの情報の取得方法》

上記実施の形態では、撮像装置本体が撮像レンズと通信して、撮像レンズからそのイメージサークルのサイズの情報を取得する構成とされているが、装着された撮像レンズのイメージサークルのサイズの情報を取得する方法は、これに限定されるものではない。たとえば、撮像装置本体が、撮像レンズのデータベースを保持し、そのデータベースを参照して、装着された撮像レンズの情報を撮像レンズのイメージサークルのサイズの情報を取得する構成としてもよい。この場合、データベースには、撮像装置本体に装着可能な撮像レンズの固体情報（たとえば、レンズ機種名）と、そのイメージサークルのサイズの情報とが関連付けられて記録される。撮像装置本体は、装着された撮像レンズの固体情報を撮像レンズから取得し、データベースを参照して、対応するイメージサークルのサイズの情報を取得する。あるいは、装着さ

れた撮像レンズの固体情報をユーザから取得し、データベースを参照して、対応するイメージサークルのサイズの情報を取得する。ユーザは、撮像装置本体に備えられた操作部を利用して、撮像レンズの固体情報を撮像装置本体に入力する。

[0183] また、撮像装置本体に装着した撮像レンズのイメージサークルのサイズの情報をユーザが撮像装置本体に直接入力してもよい。ユーザは、撮像装置本体に備えられた操作部を利用して、撮像レンズの固体情報を撮像装置本体に入力する。

[0184] 《焦点距離》

フォーカスブリージングを補正する際の拡大縮小率は、フォーカス位置ごとに設定され、かつ、焦点距離ごとに設定されるが、焦点距離については、ズーム倍率（変倍率）で置き換えることができる。たとえば、広角端を基準としたズーム倍率で置き換えることができる。この場合、フォーカスブリージングを補正する際の拡大縮小率は、フォーカス位置ごとに設定され、かつ、ズーム倍率ごとに定められる。

[0185] 《撮像レンズの駆動系》

上記実施の形態では、第1 b レンズ群G 1 b、第2 レンズ群G 2 及び第3 レンズ群G 3 をモータで駆動する構成としているが、手動で移動させる構成とすることもできる（いわゆるマニュアルフォーカス、マニュアルズーム）。

[0186] また、上記実施の形態では、第2 レンズ群G 2 及び第3 レンズ群G 3 を独立して駆動する構成としているが、公知のカム機構を利用して、1つの駆動源で駆動する構成とすることもできる。

[0187] 《レンズ構成》

撮像レンズの構成要素には、上記のレンズ群及びレンズ以外に、実質的にパワーを有さないレンズ、絞り、カバーガラス等のレンズ以外の光学要素、レンズフランジ、レンズバレル、撮像素子、手ぶれ補正機構等の機構部分等を含むことができる。

[0188] なお、レンズ群とは、必ずしも複数のレンズから構成されるものだけでなく、１枚のレンズのみで構成されるものも含むものとする。

[0189] 《信号処理部》

信号処理部１２０については、たとえば、原画像データ生成部１２０Ｂ、画角補正部１２０Ｃ及び画像出力部１２０Ｅをマイクロコンピュータで構成することができる。この場合、所定の信号処理プログラムによって、マイクロコンピュータを原画像データ生成部１２０Ｂ、画角補正部１２０Ｃ及び画像出力部１２０Ｅとして機能させる。

[0190] また、原画像データ生成部１２０Ｂ、画角補正部１２０Ｃ及び画像出力部１２０Ｅをマイクロコンピュータで構成する場合、撮像装置本体制御部１４０と共に１つのマイクロコンピュータで構成することができる。

[0191] 《撮像レンズ及び撮像装置本体を一体化する構成》

上記実施の形態では、撮像レンズを撮像装置本体に対して交換可能としているが、撮像レンズを撮像装置本体に対して交換不能に一体的に組み込む構成としてもよい。

[0192] 《撮像レンズ側で有効領域及び出力領域を設定する構成》

上記実施の形態では、撮像装置本体が、有効領域及び出力領域を設定する構成としているが、撮像レンズが、有効領域及び出力領域を設定する構成とすることもできる。この場合、撮像レンズには、装着した撮像装置本体からイメージセンサのサイズの情報を取得する撮像装置情報取得部と、取得したイメージセンサのサイズの情報及び自身のイメージサークルの情報に基づいて、有効領域及び出力領域を設定する領域設定部と、が備えられる。撮像装置情報取得部及び領域設定部の機能は、レンズ制御部の機能として備えることができる。また、自身のイメージサークルの情報は、レンズ制御部のＲＯＭ等に格納し、ＲＯＭから読み出して取得できる。

[0193] また、この場合、撮像装置本体制御部は、撮像レンズから有効領域及び出力領域の情報を取得して、原画像データの生成処理、画角補正処理、画像出力処理等を実施する。

[0194] 《フォーカシング》

フォーカシングの方式として、フォーカス位置を段階的に変化させる方式を採用することもできる。

[0195] 図14は、フォーカス位置を段階的に変化させる場合のフォーカス位置と出力画像データの画角との関係を示すグラフである。

[0196] フォーカス位置を段階的に変化させる場合、出力画像データの画角も段階的に変化する。この場合もフォーカス位置ごとに定められた拡大縮小率で原画像データを拡大縮小処理し、出力画像データの画角を基準画角に補正する。

[0197] ◆◆第2の実施の形態◆◆

本実施の形態の撮像装置は、使用する撮像レンズ（ズームレンズ）が異なる。したがって、ここでは、撮像レンズのレンズ構成についてのみ説明する。

[0198] 図15は、ズームレンズである撮像レンズのレンズ構成を示す断面図である。なお、同図は、左側が物体側、右側が像側として図示している。また、同図は、無限遠物体に合焦している場合の広角端におけるレンズ配置を示している。

[0199] 図16は、図15に示す撮像レンズを変倍操作した場合の各レンズの移動状態を示す図である。なお、同図は、無限遠物体に合焦している場合の変倍の際のレンズの移動状態を示している。

[0200] 図16において、（A）は、広角端でのレンズ配置を示している。また、（B）は、中間焦点距離状態でレンズ配置を示している。また、（C）は、望遠端でのレンズ配置を示している。

[0201] 図15に示すように、本実施の形態の撮像レンズ10Bは、光軸Zに沿って、物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群（最終レンズ群）G4と、が配置されて構成される。また、本実施の形態の撮像レンズ10Bは、第4レンズ群G4中に開口絞りStが配置される。なお、図15及び図16に示す開口絞りStは

、必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸Z上の位置を示すものである。

[0202] 撮像レンズ10Bは、撮像レンズ10Bを装着する撮像装置本体の構成に応じて、光学系と像面Simとの間にカバーガラス、並びに、赤外線カットフィルタ、ローパスフィルタなどの各種フィルタを配置することが好ましい。このため、図15及び図16に示す例では、これらの光学部材を想定した平行平板状の光学部材PPをレンズ系と像面Simとの間に配置した例を示している。

[0203] 本実施の形態の撮像レンズ10Bは、変倍に際して、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4が像面Simに対して固定され、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3が移動する。第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3は、広角端から望遠端への変倍に際して、第3レンズ群G3が、光軸Zに沿って物体側から像側へ単調に移動し、第2レンズ群G2が、変倍に伴う像面変動を補正するために光軸Zに沿って移動する。すなわち、本実施の形態の撮像レンズ10Bは、第3レンズ群G3がバリエータレンズ群を構成し、第2レンズ群G2がコンペンセータレンズ群を構成する。図15には、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3の下にそれぞれ、広角端から望遠端への変倍に際しての各レンズ群の移動軌跡を矢印で模式的に示している。

[0204] 物体側から順に、正の屈折力を有する第1レンズ群、負の屈折力を有する第2レンズ群、正または負の屈折力を有する第3レンズ群、正の屈折力を有する第4レンズ群を配してなる4群ズームレンズでは、通常、広角端から望遠端への変倍に際して、第2レンズ群をバリエータレンズ群として物体側から像側へ移動させ、第3レンズ群はコンペンセータレンズ群とすることが一般的である。

[0205] これに対して、本実施の形態の撮像レンズ10Bでは、第3レンズ群G3をバリエータレンズ群とし、第2レンズ群G2をコンペンセータレンズ群とすることにより、広角端から望遠端への変倍の際の第2レンズ群G2の光軸方向の移動量を、上記の一般的な構成の4群ズームレンズよりも少なくでき

る。この結果、特に望遠端において第1レンズ群G1と第2レンズ群G2とを合成した光学系の後側主点位置（像側主点位置）を物体側に寄せることができる。これにより、レンズ系の全長の短縮化に有利となる。

[0206] 《第1レンズ群》

第1レンズ群G1は、フォーカシングレンズ群を構成するレンズ群である。第1レンズ群G1は、物体側から順に、フォーカシングの際に像面S_{im}に対して固定される正の屈折力を有する第1aレンズ群G1aと、フォーカシングの際に移動する正の屈折力を有する第1bレンズ群G1bと、が配置されて構成される。

[0207] 第1aレンズ群G1aは、物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカス形状のレンズL11と、両凸形状のレンズL12と、が配置されて構成される。

[0208] 第1bレンズ群G1bは、物体側から順に、像側に凹面を向けた負メニスカス形状のレンズL13と、物体側に凸面を向けた正のレンズL14と、物体側に凸面を向けた正のレンズL15と、が配置されて構成される。レンズL13及びレンズL14は接合されている。

[0209] 《第2レンズ群及び第3レンズ群》

第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3は、複数の移動レンズ群の一例であり、ズームレンズ群を構成する。上記のように、第2レンズ群G2及び第3レンズ群G3は、第3レンズ群G3がバリエータレンズ群を構成し、第2レンズ群G2がコンペンセータレンズ群を構成する。

[0210] 第2レンズ群G2は、物体側から順に、近軸領域で両凹形状のレンズL21と、像側に凸面を向けた正のレンズL22と、物体側に凹面を向けた負のレンズL23と、が配置されて構成される。レンズL22及びレンズL23は、接合されている。全系において、非球面はレンズL21の物体側の面のみに設けられている。

[0211] 第3レンズ群G3は、物体側から順に、像側に凹面を向けた負のレンズL31と、物体側に凸面を向けた正メニスカス形状のレンズL32と、両凹形

状のレンズL 3 3 と、像側に凹面を向けた負メニスカス形状のレンズL 3 4 と、が配置されて構成される。レンズL 3 1 及びレンズL 3 2 は接合されている。また、レンズL 3 3 及びレンズL 3 4 は接合されている。

[0212] 《第4レンズ群》

第4レンズ群G 4 は、最終レンズ群の一例である。第4レンズ群G 4 は、物体側から順に、正の屈折力を有する第4 a レンズ群G 4 a と、開口絞りS t と、第4 b レンズ群G 4 b と、が配置されて構成される。

[0213] 第4 b レンズ群G 4 b は、物体側から順に、近接撮影のフォーカシングの際に像面S i m に対して固定される負の屈折力を有する第4 b 1 レンズ群G 4 b 1 と、近接撮影のフォーカシングの際に移動する正の屈折力を有する第4 b 2 レンズ群G 4 b 2 と、が配置されて構成される。

[0214] 第4 a レンズ群G 4 a は、物体側から順に、両凸形状のレンズL 4 1 と、物体側に凸面を向けた正のレンズL 4 2 と、両凸形状のレンズL 4 3 と、両凹形状のレンズL 4 4 と、が配置されて構成される。レンズL 4 3 及びレンズL 4 4 は接合されている。

[0215] 第4 b 1 レンズ群G 4 b 1 は、物体側から順に、像側に凸面を向けた正のレンズL 4 5 と、両凹形状のレンズL 4 6 と、が配置されて構成される。レンズL 4 5 及びレンズL 4 6 は接合されている。

[0216] 第4 b 2 レンズ群G 4 b 2 は、物体側から順に、両凸形状のレンズL 4 7 と、物体側に凹面を向けた負のレンズL 4 8 と、両凸形状のレンズL 4 9 と、両凹形状のレンズL 5 0 と、両凸形状のレンズL 5 1 と、が配置されて構成される。レンズL 4 7 及びレンズL 4 8 は接合されている。また、レンズL 4 9 及びレンズL 5 0 は接合されている。

[0217] 本実施の形態の撮像レンズ1 0 B も上記第1 の実施の形態の撮像レンズ1 0 A と同様にフォーカス操作及び変倍操作によって、全長が変わらないズームレンズを構成できる。

[0218] また、本実施の形態の撮像レンズ1 0 B では、第3レンズ群G 3 をバリエータレンズ群とし、第2レンズ群G 2 をコンペンセータレンズ群とすること

により、レンズ系の全長を短縮化できる。

[0219] 更に、本実施の形態の撮像レンズ10Bは、第1レンズ群G1を2群のレンズ群（第1aレンズ群G1a及び第1bレンズ群G1b）で構成しているため、第1の実施の形態の撮像レンズ10Aに比して、全長をより短縮化でき、よりコンパクトな構成にできる。また、レンズ枚数も少なくできるので、より軽量化できる。

[0220] 一方、第1の実施の形態の撮像レンズ10Aに比してフォーカシングに伴う画角変動が大きくなるが、フォーカスブリージングについては、画像処理にて補正できるので、高品質な画像を撮像できる。

[0221] ◆◆第3の実施の形態◆◆

本実施の形態の撮像装置は、使用する撮像レンズ（ズームレンズ）が異なる。したがって、ここでは、撮像レンズのレンズ構成についてのみ説明する。

[0222] 図17は、ズームレンズである撮像レンズのレンズ構成を示す断面図である。なお、同図は、左側が物体側、右側が像側として図示している。また、同図は、無限遠物体に合焦している場合の広角端におけるレンズ配置を示している。

[0223] 図18は、図17に示す撮像レンズを変倍操作した場合の各レンズの移動状態を示す図である。なお、同図は、無限遠物体に合焦している場合の変倍の際のレンズの移動状態を示している。

[0224] 図18において、(A)は、広角端でのレンズ配置を示している。また、(B)は、中間焦点距離状態でレンズ配置を示している。また、(C)は、望遠端でのレンズ配置を示している。

[0225] 本実施の形態の撮像レンズ10Cは、光軸Zに沿って、物体側から順に、変倍の際に固定される正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、変倍の際に固定される正の屈折力を有する第5レン

ズ群（最終レンズ群）G 5 と、が配置された 5 群構成のズームレンズである。なお、図 1 7 及び図 1 8 に示す開口絞り S t は、必ずしも大きさや形状を表すものではなく、光軸 Z 上の位置を示すものである。

[0226] 撮像レンズ 1 0 C は、撮像レンズ 1 0 C を装着する撮像装置本体の構成に応じて、光学系と像面 S i m の間にカバーガラス、並びに、赤外線カットフィルタ、ローパスフィルタなどの各種フィルタを配置することが好ましい。このため、図 1 7 及び図 1 8 に示す例では、これらの光学部材を想定した平行平板状の光学部材 P P をレンズ系と像面 S i m との間に配置した例を示している。

[0227] 第 1 レンズ群 G 1 は、フォーカシングレンズ群である。第 1 レンズ群 G 1 は、物体側から順に、負の屈折力を有する第 1 a レンズ群 G 1 a と、正の屈折力を有する第 1 b レンズ群 G 1 b と、正の屈折力を有する第 1 レンズ群後群 G 1 c と、が配置されて構成される。第 1 レンズ群 G 1 をこのような 3 つのレンズ群で構成することにより、フォーカシングに伴う画角の変動を抑制できる。

[0228] 本実施の形態の撮像レンズ 1 0 C は、いわゆるインナーフォーカス方式を採用しており、フォーカシングの際に移動させるレンズ群を第 1 b レンズ群 G 1 b のみとしている。図 1 8 には、第 1 b レンズ群 G 1 b の下方に、これを示すための両矢印を記載している。

[0229] 第 1 a レンズ群 G 1 a は、第 1 a レンズ群の一例であり、フォーカシングの際に固定のレンズ群である。第 1 a レンズ群 G 1 a は、物体側から順に、レンズ L 1 1 と、レンズ L 1 2 と、レンズ L 1 3 と、レンズ L 1 4 と、レンズ L 1 5 と、が配置されて構成される。

[0230] 第 1 b レンズ群 G 1 b は、第 1 b レンズ群の一例であり、フォーカシングの際に移動するレンズ群である。第 1 b レンズ群 G 1 b は、物体側から順に、レンズ L 1 6 と、レンズ L 1 7 と、レンズ L 1 8 と、レンズ L 1 9 と、が配置されて構成される。レンズ L 1 6 及びレンズ L 1 7 は接合されている。また、レンズ L 1 8 及びレンズ L 1 9 は接合されている。

[0231] 第1レンズ群後群G1cは、フォーカシングの際に固定のレンズ群であり、物体側から順に、レンズL110と、レンズL111と、が配置されて構成される。

[0232] 本実施形態の撮像レンズ10Cは、複数の移動レンズ群として、物体側から順に、負の屈折力を有する第2レンズ群G2、正の屈折力を有する第3レンズ群G3及び負の屈折力を有する第4レンズ群G4を備える。第2レンズ群G2は、物体側から順にレンズL21と、レンズL22と、が配置されて構成される。第3レンズ群G3は、レンズL31で構成される。第4レンズ群G4は、物体側から順にレンズL41と、レンズL42と、が配置されて構成される。レンズL41及びレンズL42は接合されている。

[0233] また、本実施の形態の撮像レンズ10Cは、最終レンズ群として、変倍の際に固定の第

5レンズ群G5を備える。第5レンズ群G5は、物体側から順に、レンズL51と、レンズL52と、レンズL53と、レンズL54と、レンズL55と、レンズL56と、レンズL57と、レンズL58と、レンズL59と、が配置されて構成される。レンズL52及びレンズL53は接合されている。また、レンズL55及びレンズL56は接合されている。また、レンズL57及びレンズL58は接合されている。

[0234] 本実施の形態の撮像レンズ10Cも上記第1の実施の形態の撮像レンズ10Aと同様にフォーカス操作及び変倍操作によって、全長が変わらないズームレンズを構成できる。

[0235] また、本実施の形態の撮像レンズ10Cも上記第1の実施の形態の撮像レンズ10Aと同様にフォーカスブリージングの設計値の制約を緩和できる。これにより、設計的にフォーカスブリージング抑制のために使用していたパワーを他の収差の補正に使用でき、全体の性能の向上が図れる。また、これにより、フォーカスブリージング性能を満たしつつ、高画素の撮像で要求される性能も満足できる。

[0236] ◆◆その他の実施の形態◆◆

上記実施の形態では、レンズ制御部４０及び撮像装置本体制御部１４０をマイクロコンピュータで構成しているが、レンズ制御部４０及び撮像装置本体制御部１４０を実現するためのハードウェア的な構成は、これに限定されるものではない。原画像データ生成部１２０Ｂ、画角補正部１２０Ｃ、画像出力部１２０Ｅ等の各処理部についても同様である。これらの制御部、処理部等は、各種のプロセッサで構成できる。各種のプロセッサには、ソフトウェア（プログラム）を実行して各種の処理を行う処理部として機能する汎用的なプロセッサであるＣＰＵ、ＦＰＧＡ（ＦＰＧＡ：Field Programmable Gate Array）などの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサであるＰＬＤ（ＰＬＤ：Programmable Logic Device）、ＡＳＩＣ（ＡＳＩＣ：Application Specific Integrated Circuit）などの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路などが含まれる。

[0237] 一つの処理部は、これら各種のプロセッサのうちの一つで構成されていてもよいし、同種又は異種の二つ以上のプロセッサで構成されていてもよい。たとえば、複数のＦＰＧＡで構成されてもよいし、ＣＰＵ及びＦＰＧＡの組み合わせで構成されてもよい。

[0238] また、複数の処理部を一つのプロセッサで構成してもよい。複数の処理部を一つのプロセッサで構成する例としては、第１に、クライアント、サーバなどのコンピュータに代表されるように、一つ以上のＣＰＵとソフトウェアとの組合せで一つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の処理部として機能する形態がある。第２に、システムオンチップ（ＳｏＣ：System On Chip）などに代表されるように、複数の処理部を含むシステム全体の機能を一つのＩＣチップ（ＩＣ：Integrated Circuit）で実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、各種の処理部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサを一つ以上用いて構成される。

[0239] 更に、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造は、より具体的には、半導体素子などの回路素子を組み合わせた電気回路である。

実施例

[0240] 上記第1の実施の形態の撮像レンズ10Aの数値実施例を実施例1、第2の実施の形態の撮像レンズ10Bの数値実施例を実施例2、第3の実施の形態の撮像レンズ10Cの数値実施例を実施例3として、以下に説明する。

[0241] [実施例1]

実施例1の撮像レンズの各種データを図19から図22に示す。

[0242] なお、図19から図22に示す表では、所定の桁で丸めた数値を記載している。また、図19から図22に示す表のデータは、角度の単位として「度」を使用し、長さの単位として「mm」を使用している。ただし、光学系は、比例拡大又は比例縮小して使用することが可能なため、他の適当な単位を用いることもできる。

[0243] 図19は、実施例1の撮像レンズが無限遠物体に合焦した場合の基本レンズデータを示す表である。

[0244] 同図に示す表において、「面番号」の欄は、最も物体側の構成要素の物体側の面を1番目として像側に向かうに従い順次増加する*i*番目（*i* = 1、2、3、…）の面番号を示している。また、「曲率半径」の欄は、*i*番目の面の曲率半径を示している。また、「面間隔」の欄は、*i*番目の面と*i* + 1番目の面との光軸Z上の面間隔を示している。ただし、面間隔の最下欄の数値は、表中の最終面と像面*S_im*との面間隔を示している。なお、曲率半径の符号は、面形状が物体側に凸の場合を正、像側に凸の場合を負としている。

[0245] また、同図に示す表において、「*N_d*」の欄は、最も物体側の構成要素を1番目として像側に向かうに従い順次増加する*j*番目（*j* = 1、2、3、…）の構成要素の*d*線（波長587.6nm）に対する屈折率を示している。また、「*ν_d*」の欄は、*j*番目の構成要素の*d*線に対するアッペ数を示している。また、「*θ_{g, f}*」の欄は、*j*番目の構成要素の*g*線（波長435.8nm）と*f*線間の部分分散比を示している。*g*線と*f*線間の部分分散比とは、*g*線における屈折率を*N_g*とし、*f*線（波長486.1nm）における屈折率を*N_f*とし、*C*線（波長656.3nm）における屈折率を*N_C*とし

た場合に $(N_g - NF) / (NF - NC)$ で表されるものである。

[0246] なお、同図に示す基本レンズデータには、開口絞り S_t と光学部材 PP_1 、 PP_2 も含めて示しており、開口絞り S_t に相当する面の面番号の欄には（絞り）という語句も合わせて記載している。

[0247] 第1レンズ群 G_1 及び第2レンズ群 G_2 の間隔、第2レンズ群 G_2 及び第3レンズ群 G_3 の間隔、第3レンズ群 G_3 及び開口絞り S_t の間隔は、変倍の際に変化し、同図に示す表では、これらに対応する面間隔の欄に、それぞれ $DD[16]$ 、 $DD[23]$ 、 $DD[25]$ と記載している。

[0248] また、同図に示す表では、非球面の面番号に*印を付しており、非球面の曲率半径として近軸の曲率半径の数値を示している。

[0249] 図20は、実施例1の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおける諸元を示す表である。

[0250] 同図に示す諸元の表は、実施例1の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおけるズーム倍率（変倍比）、全系の焦点距離 f' 、バックフォーカス Bf' （空気換算距離）、Fナンバー $FNo.$ 、半画角 ω の値を示している。同図に示す諸元の表の値は、 d 線に関するものである。

[0251] 図21は、実施例1の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおけるズーム間隔を示す表である。

[0252] 同図に示すズーム間隔の表は、上記の $DD[16]$ 、 $DD[23]$ 、 $DD[25]$ の各面間隔の値を示している。

[0253] 図22は、実施例1の撮像レンズの非球面の面番号及びその非球面の非球面係数を示す表である。

[0254] 同図に示す表の非球面係数の数値の「 $E - n$ 」（ n ：整数）は、「 $\times 10^{-n}$ 」を意味し、「 $E + n$ 」（ n ：整数）は、「 $\times 10^n$ 」を意味する。非球面係数は、下記の非球面式における各係数 K_A 、 A_m （ $m = 4$ 次以上の係数）の値である。

[0255]

[数1]

$$Zd = \frac{C \times h^2}{1 + \sqrt{1 - KA \times C^2 \times h^2}} + \sum_m Am \times h^m$$

[0256] ただし、

Zd : 非球面深さ (高さ h の非球面上の点から、非球面頂点が接する光軸に垂直な平面に下ろした垂線の長さ)

h : 高さ (光軸からのレンズ面までの距離)

C : 近軸曲率半径の逆数

KA 、 Am : 非球面係数 ($m = 4$ 次以上の係数)

である。

[0257] 実施例 1 の撮像レンズは、光軸 Z に沿って、物体側から順に、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 $G1$ と、負の屈折力を有する第 2 レンズ群 $G2$ と、負の屈折力を有する第 3 レンズ群 $G3$ と、正の屈折力を有する第 4 レンズ群 $G4$ と、を備え、広角端から望遠端に変倍する際に、像面 Si に対して、第 1 レンズ群 $G1$ 及び第 4 レンズ群 $G4$ は、光軸方向について固定されており、第 2 レンズ群 $G2$ は光軸 Z に沿って像側へ移動し、第 3 レンズ群 $G3$ は第 2 レンズ群 $G2$ の移動による像面の変動を補正するよう光軸方向に移動する構成とされている。

[0258] また、実施例 1 の撮像レンズは、第 1 レンズ群 $G1$ が、物体側から順に、負の屈折力を有し、物体側から順に 2 枚の負レンズ、1 枚の正レンズからなる第 1 a レンズ群 $G1a$ と、正の屈折力を有する第 1 b レンズ群 $G1b$ と、正の屈折力を有する第 1 レンズ群後群 $G1c$ との 3 つのレンズ群と、を備え、第 1 b レンズ群 $G1b$ のみを光軸方向に移動させてフォーカシングする構成とされている。

[0259] 図 23 は、実施例 1 の撮像レンズの各収差図である。

[0260] 同図の (A) から (D) は、実施例 1 の撮像レンズの広角端における球面収差、非点収差、歪曲収差 (ディストーション)、倍率色収差 (倍率の色収

差)を示している。

[0261] また、同図の(E)から(H)は、実施例1の撮像レンズの中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示している。

[0262] また、同図の(I)から(L)は、実施例1の撮像レンズの望遠端における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示している。

[0263] 収差図は、すべて無限遠物体に合焦した場合のものである。

[0264] 各収差図は、d線を基準としたものである。ただし、球面収差図では、g線、C線に関する収差も示している。また、倍率色収差図では、d線を基準とした場合のg線、C線に関する収差を示している。また、非点収差図では、サジタル方向を実線で示し、タンジェンシャル方向を破線で示している。球面収差図のFNo.は、Fナンバーを意味し、その他の収差図の ω は半画角を意味する。

[0265] [実施例2]

実施例2の撮像レンズの各種データを図24から図27に示す。

[0266] 実施例1の撮像レンズと同様に、図24から図27に示す表では、所定の桁で丸めた数値を記載している。また、図24から図27に示す表のデータは、角度の単位として「度」を使用し、長さの単位として「mm」を使用している。ただし、光学系は、比例拡大又は比例縮小して使用することが可能なため、他の適当な単位を用いることもできる。

[0267] 図24は、実施例2の撮像レンズが無限遠物体に合焦した場合の基本レンズデータを示す表である。

[0268] 図25は、実施例2の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおける諸元を示す表である。

[0269] 図26は、実施例2の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおけるズーム間隔を示す表である。

[0270] 図27は、実施例2の撮像レンズの非球面の面番号と、その非球面の非球面係数を示す表である。

[0271] 実施例2の撮像レンズは、光軸Zに沿って、物体側から順に、正の屈折力

を有する第1レンズ群G1と、負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、負の屈折力を有する第3レンズ群G3と、正の屈折力を有する第4レンズ群G4と、を備え、広角端から望遠端に変倍する際に、像面S_{im}に対して、第1レンズ群G1及び第4レンズ群G4は、光軸方向について固定されており、第3レンズ群G3は光軸Zに沿って像側へ移動し、第2レンズ群G2は第3レンズ群G3の移動による像面の変動を補正するよう光軸方向に移動する構成とされている。

[0272] また、実施例2の撮像レンズは、第1レンズ群G1が、物体側から順に、フォーカシングの際に像面S_{im}に対して固定される正の屈折力を有する第1aレンズ群G1aと、フォーカシングの際に移動する正の屈折力を有する第1bレンズ群G1bと、を備え、第1bレンズ群のみを光軸方向に移動させてフォーカシングする構成とされている。

[0273] 図28は、実施例2の撮像レンズの各収差図である。

[0274] 同図の(A)から(D)は、実施例2の撮像レンズの広角端における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示している。

[0275] また、同図の(E)から(H)は、実施例2の撮像レンズの中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示している。

[0276] また、同図の(I)から(L)は、実施例2の撮像レンズの望遠端における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示している。

[0277] 収差図は、すべて無限遠物体に合焦した場合のものである。

[0278] [実施例3]

実施例3の撮像レンズの各種データを図29から図32に示す。

[0279] 上記実施例1の撮像レンズと同様に、図29から図32に示す表では、所定の桁で丸めた数値を記載している。また、図29から図32に示す表のデータは、角度の単位として「度」を使用し、長さの単位として「mm」を使用している。ただし、光学系は、比例拡大又は比例縮小して使用することが可能なため、他の適当な単位を用いることもできる。

[0280] 図29は、実施例3の撮像レンズが無限遠物体に合焦した場合の基本レン

ズデータを示す表である。

[0281] 図30は、実施例3の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおける諸元を示す表である。

[0282] 図31は、実施例3の撮像レンズの広角端、中間焦点距離状態及び望遠端のそれぞれにおけるズーム間隔を示す表である。

[0283] 図32は、実施例3の撮像レンズの非球面の面番号と、その非球面の非球面係数を示す表である。

[0284] 実施例3の撮像レンズは、光軸Zに沿って、物体側から順に、変倍の際に固定される正の屈折力を有する第1レンズ群G1と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第2レンズ群G2と、変倍の際に移動する正の屈折力を有する第3レンズ群G3と、変倍の際に移動する負の屈折力を有する第4レンズ群G4と、変倍の際に固定される正の屈折力を有する第5レンズ群（最終レンズ群）G5とからなる5群構成のズームレンズである。

[0285] また、実施例3の撮像レンズは、第1レンズ群G1が、物体側から順に、負の屈折力を有し、物体側から順に2枚の負レンズ、1枚の正レンズからなる第1aレンズ群G1aと、正の屈折力を有する第1bレンズ群G1bと、正の屈折力を有する第1レンズ群後群G1cとの3つのレンズ群と、を備え、第1bレンズ群G1bのみを光軸方向に移動させてフォーカシングする構成とされている。

[0286] 図33は、実施例3の撮像レンズの各収差図である。

[0287] 同図の(A)から(D)は、実施例3の撮像レンズの広角端における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示している。

[0288] また、同図の(E)から(H)は、実施例3の撮像レンズの中間焦点距離状態における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示している。

[0289] また、同図の(I)から(L)は、実施例3の撮像レンズの望遠端における球面収差、非点収差、歪曲収差、倍率色収差を示している。

[0290] 収差図は、すべて無限遠物体に合焦した場合のものである。

[0291] [本発明を適用することによるレンズ設計上の効果]

図34は、本発明を適用することによるレンズ設計上の効果を未適用の撮像レンズとの比較で示した表である。

[0292] 図34に示す表において、「レンズ構成」は、フォーカシングレンズ群である第1レンズ群、ズームレンズ群である第2レンズ群及び第3レンズ群、最終レンズ群である第4レンズ群のパワー配置を示している。表内の「P」は正の屈折力を示し、「-」は負の屈折力を示している。

[0293] 「第1レンズ群の構成」は、第1レンズ群を構成するレンズ群のパワー配置を示している。表内の「正」は正の屈折力を示し、「負」は負の屈折力を示している。

[0294] 「重量」は、撮像レンズ全体の重さの比較を示している。ここでは、相対的に重量が重い場合を「BAD」、軽い場合を「GOOD」として評価している。

[0295] 「設計距離性能」は、ある一つの被写体距離に対する解像性能の比較を示している。ある一つの被写体距離に対する解像性能は、ある一つのフォーカス位置に対する解像性能を示す。ここでは、相対的に解像性能が悪い場合を「BAD」、良い場合を「GOOD」、特に良い場合を「VERYGOOD」として評価している。

[0296] 「距離変動」は、被写体距離が変化することによる光学性能の変化の比較を示している。被写体距離が変化することによる光学性能の変化は、フォーカス位置が変化することによる光学性能の変化を示す。ここでは、相対的に変化が大きい場合を「BAD」、小さい場合を「GOOD」としている。

[0297] 「フォーカスブリージング量」は、フォーカス位置を無限遠から最至近距離(M.O.D.)まで変化させた場合の画角変動の比較を示している。ここでは、画角変動が大きい場合を「BAD」、小さい場合を「GOOD」として評価している。なお、実施例1から3における、「設計値」とは、設計上のフォーカスブリージング量を示し、「本発明適用」とは、本発明を適用した場合のフォーカスブリージング量を示している。すなわち、画像処理によってフォーカスブリージングを補正した場合のフォーカスブリージング量を示し

ている。

[0298] 比較例 1 は、実施例 1 と同じレンズ構成の撮像レンズであり、比較例 2 は、実施例 2 と同じレンズ構成の撮像レンズである。

[0299] 比較例 1 は、元々フォーカスブリージング量は小さいが、実施例 1 のように、画像処理によるフォーカスブリージング補正を前提とすることにより、フォーカスブリージングを抑制するために使用していたパワーを他の収差の補正に使用できる。このため、実施例 1 では、フォーカスブリージング性能の要件を満たしつつ、高画素の撮像に対応できる性能が向上する。具体的には、設計距離性能を向上できる。実施例 3 も同様であり、画像処理によるフォーカスブリージング補正を前提とすることにより、フォーカスブリージングを抑制するために使用していたパワーを他の収差の補正に使用できるので、フォーカスブリージング性能の要件を満たしつつ、高画素の撮像に対応できる性能（たとえば、設計距離性能）を向上させることができる。

[0300] 比較例 2 は、比較例 1 に対して、第 1 レンズ群の構成を簡素化できる。これにより、軽量コンパクト化が可能になる。その一方で比較例 2 は、フォーカスブリージング量が大きくなる。実施例 2 は、この点を解消できる。

符号の説明

[0301] 1 撮像装置

10A 撮像レンズ

10B 撮像レンズ

10C 撮像レンズ

20 フォーカシングレンズ駆動部

22 フォーカシングレンズ位置検出部

24 バリエータレンズ駆動部

26 バリエータレンズ位置検出部

28 コンペンセータレンズ駆動部

30 コンペンセータレンズ位置検出部

32 絞り駆動部

- 4 0 レンズ制御部
 - 1 0 0 撮像装置本体
 - 1 1 0 イメージセンサ
 - 1 2 0 信号処理部
 - 1 2 0 A アナログ信号処理部
 - 1 2 0 B 原画像データ生成部
 - 1 2 0 C 画角補正部
 - 1 2 0 D 画角補正情報記憶部
 - 1 2 0 E 画像出力部
 - 1 3 0 画像表示部
 - 1 3 2 画像出力端子
 - 1 3 4 操作部
 - 1 4 0 撮像装置本体制御部
 - 1 4 0 A レンズ情報取得部
 - 1 4 0 B イメージセンササイズ情報取得部
 - 1 4 0 C 領域設定部
 - 1 4 0 D フォーカス位置情報取得部
 - 1 4 0 E 焦点距離情報取得部
- G 1 第1レンズ群
 - G 1 a 、第1 a レンズ群
 - G 1 b 、第1 b レンズ群
 - G 1 c 第1レンズ群後群
- G 2 第2レンズ群
- G 3 第3レンズ群
- G 4 第4レンズ群
 - G 4 a 第4 a レンズ群
 - G 4 b 第4 b レンズ群
 - G 4 b 1 第4 b 1 レンズ群

G 4 b 2 第4 b 2 レンズ群

L 1 1 レンズ

L 1 1 0 レンズ

L 1 1 1 レンズ

L 1 2 レンズ

L 1 3 レンズ

L 1 4 レンズ

L 1 5 レンズ

L 1 6 レンズ

L 1 7 レンズ

L 1 8 レンズ

L 1 9 レンズ L 2 1 レンズ

L 2 2 レンズ

L 2 3 レンズ

L 2 4 レンズ

L 3 1 レンズ

L 3 2 レンズ

L 3 3 レンズ

L 3 4 レンズ

L 4 1 レンズ

L 4 2 レンズ

L 4 3 レンズ

L 4 4 レンズ

L 4 5 レンズ

L 4 6 レンズ

L 4 7 レンズ

L 4 8 レンズ

L 4 9 レンズ

L 5 0 レンズ

L 5 1 レンズ

S i m 像面

S t 開口絞り

P P 光学部材

P P 1 光学部材

P P 2 光学部材

B e a 画角の変動範囲を示すバー

B o a 画角の変動範囲を示すバー

E A 有効領域

E P A 有効画素領域

O A 出力領域

S 1 ～ S 6 有効領域及び出力領域の設定処理の手順

S 1 0 ～ S 1 5 撮像中に実施されるフォーカスブリーディングの補正処理の手順

X 基準画角

請求の範囲

[請求項1]

物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備え、かつ、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 a レンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 b レンズ群と、を備えるズームレンズと、

前記ズームレンズにより結像された像を撮像するイメージセンサと、

前記イメージセンサから出力される信号であって、正常な画像を撮像できる領域として設定される有効領域から出力される信号を処理して原画像データを生成する原画像データ生成部と、

前記有効領域内に設定された出力領域の画像データを前記原画像データから抽出して出力する画像出力部と、

前記原画像データを拡縮処理して、前記出力領域の画像データの画角を補正する画角補正部であって、フォーカシングにより前記出力領域の画像データの画角が変動する場合に、フォーカシングに連動して前記原画像データを拡縮処理し、前記出力領域の画像データの画角を焦点距離ごとに定められた基準画角に補正する画角補正部と、

を備えた撮像装置。

[請求項2]

前記基準画角が、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する前記出力領域の画像データの画角の中で最小の画角に設定され、

前記画角補正部は、拡大処理によって前記出力領域の画像データの画角を補正する、

請求項1に記載の撮像装置。

[請求項3]

前記基準画角が、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する前記出力領域の画像データの画角の中で最大の画角に設定され、

前記画角補正部は、縮小処理によって前記出力領域の画像データの画角を補正する、

請求項 1 に記載の撮像装置。

[請求項4] 前記基準画角が、各焦点距離において、フォーカシングにより変動する前記有効領域の画角の中で最小の画角に設定され、

前記画角補正部は、フォーカシングにより前記出力領域の画像データの画角が前記基準画角よりも縮小する場合は、縮小処理によって前記出力領域の画像データの画角を補正し、フォーカシングにより前記出力領域の画像データの画角が前記基準画角よりも拡大する場合は、拡大処理によって前記出力領域の画像データの画角を補正する、

請求項 1 に記載の撮像装置。

[請求項5] 前記ズームレンズは、

装着した撮像装置本体から前記イメージセンサのサイズの情報を取得する撮像装置情報取得部と、

前記ズームレンズのイメージサークルのサイズの情報及び前記イメージセンサのサイズの情報に基づいて、前記有効領域及び前記出力領域を設定する領域設定部と、

を更に備えた請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項6] 前記ズームレンズが交換可能な場合において、

装着された前記ズームレンズからイメージサークルのサイズの情報を取得するレンズ情報取得部と、

装着された前記ズームレンズのイメージサークルのサイズの情報及び前記イメージセンサのサイズの情報に基づいて、前記有効領域及び前記出力領域を設定する領域設定部と、

を更に備えた請求項 1 から 4 のいずれか 1 項に記載の撮像装置。

[請求項7] 物体側から順に、変倍の際に固定の第 1 レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備え、かつ、第 1 レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第 1 a レンズ群と、フォーカシングの際に移動する第 1 b レンズ群と、を備えるズームレンズと、前記ズームレンズにより結像さ

れた像を撮像するイメージセンサと、を備えた撮像装置の信号処理方法であって、

前記イメージセンサから出力される信号であって、正常な画像を撮像できる領域として設定される有効領域から出力される信号を処理して原画像データを生成するステップと、

前記有効領域内に設定された出力領域の画像データを前記原画像データから抽出して出力するステップと、

前記原画像データを拡大縮小処理して、前記出力領域の画像データの画角を補正するステップであって、フォーカシングにより前記出力領域の画像データの画角が変動する場合に、フォーカシングに連動して前記原画像データを拡大縮小処理し、前記出力領域の画像データの画角を焦点距離ごとに定められた基準画角に補正するステップと、

を含む撮像装置の信号処理方法。

[請求項8]

物体側から順に、変倍の際に固定の第1レンズ群と、変倍の際に移動する複数の移動レンズ群と、変倍の際に固定の最終レンズ群と、を備え、かつ、第1レンズ群が、物体側から順に、フォーカシングの際に固定の第1 a レンズ群と、フォーカシングの際に移動する第1 b レンズ群と、を備えるズームレンズと、前記ズームレンズにより結像された像を撮像するイメージセンサと、を備えた撮像装置の信号処理プログラムであって、

前記イメージセンサから出力される信号であって、正常な画像を撮像できる領域として設定される有効領域から出力される信号を処理して原画像データを生成する機能と、

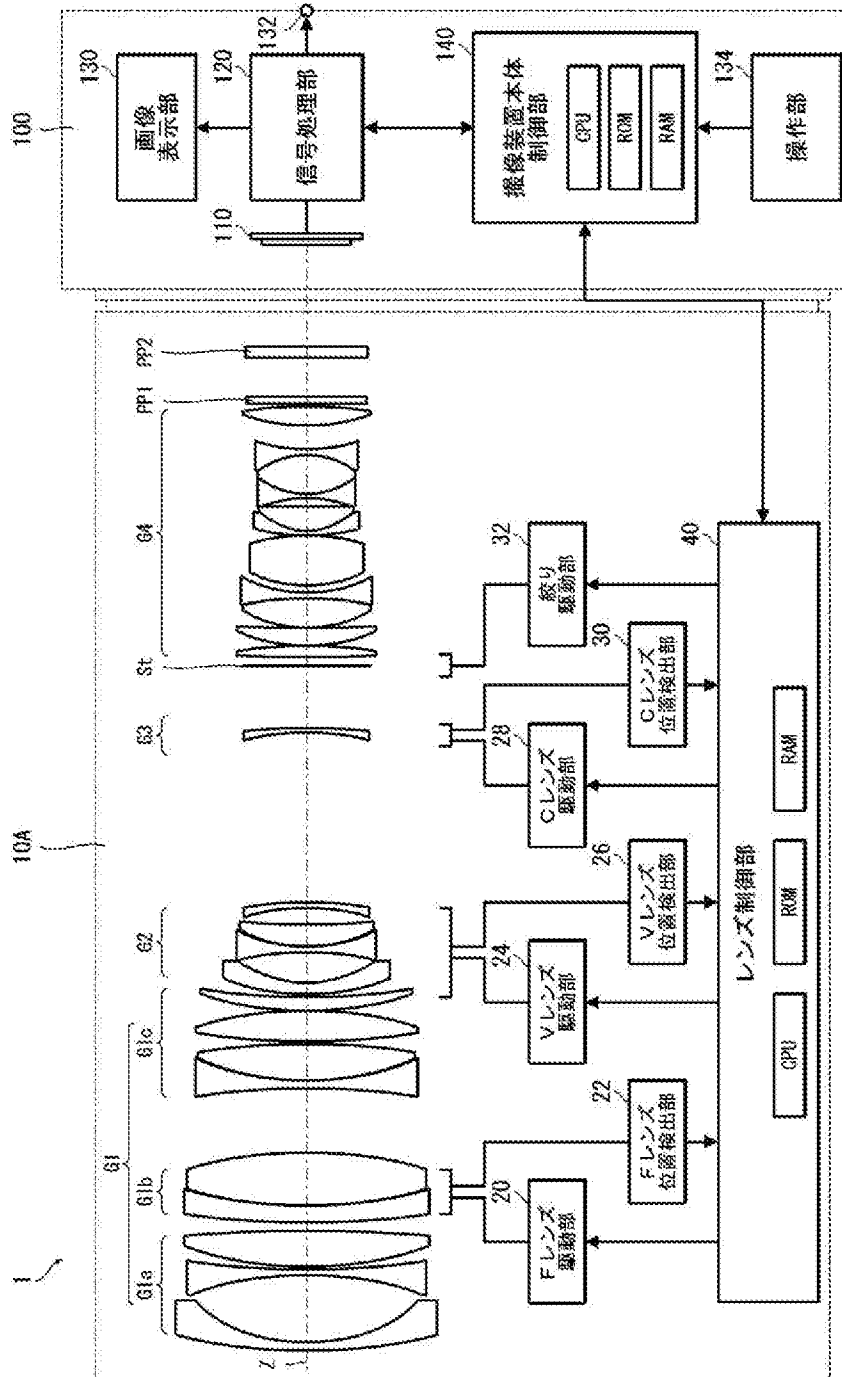
前記有効領域内に設定された出力領域の画像データを前記原画像データから抽出して出力する機能と、

前記原画像データを拡大縮小処理して、前記出力領域の画像データの画角を補正する機能であって、フォーカシングにより前記出力領域の画像データの画角が変動する場合に、フォーカシングに連動して前記原

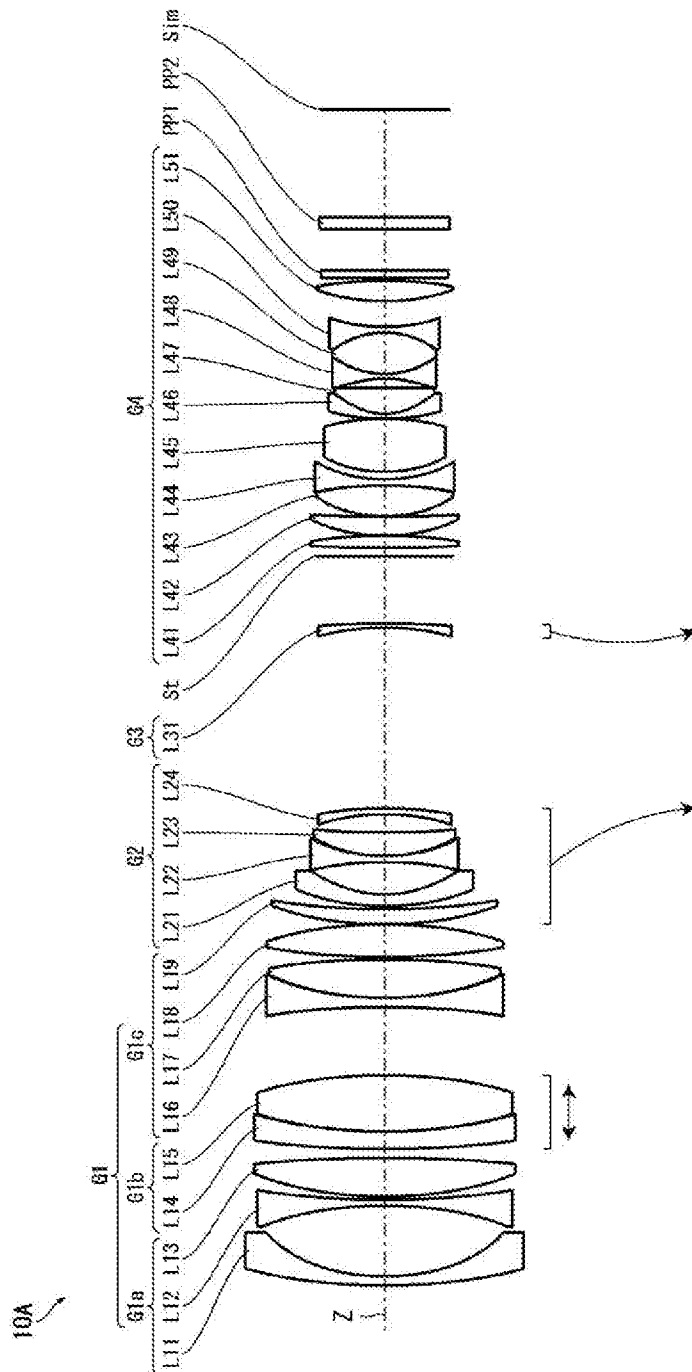
画像データを拡大縮小処理し、前記出力領域の画像データの画角を焦点距離ごとに定められた基準画角に補正する機能と、

をコンピュータに実現させる撮像装置の信号処理プログラム。

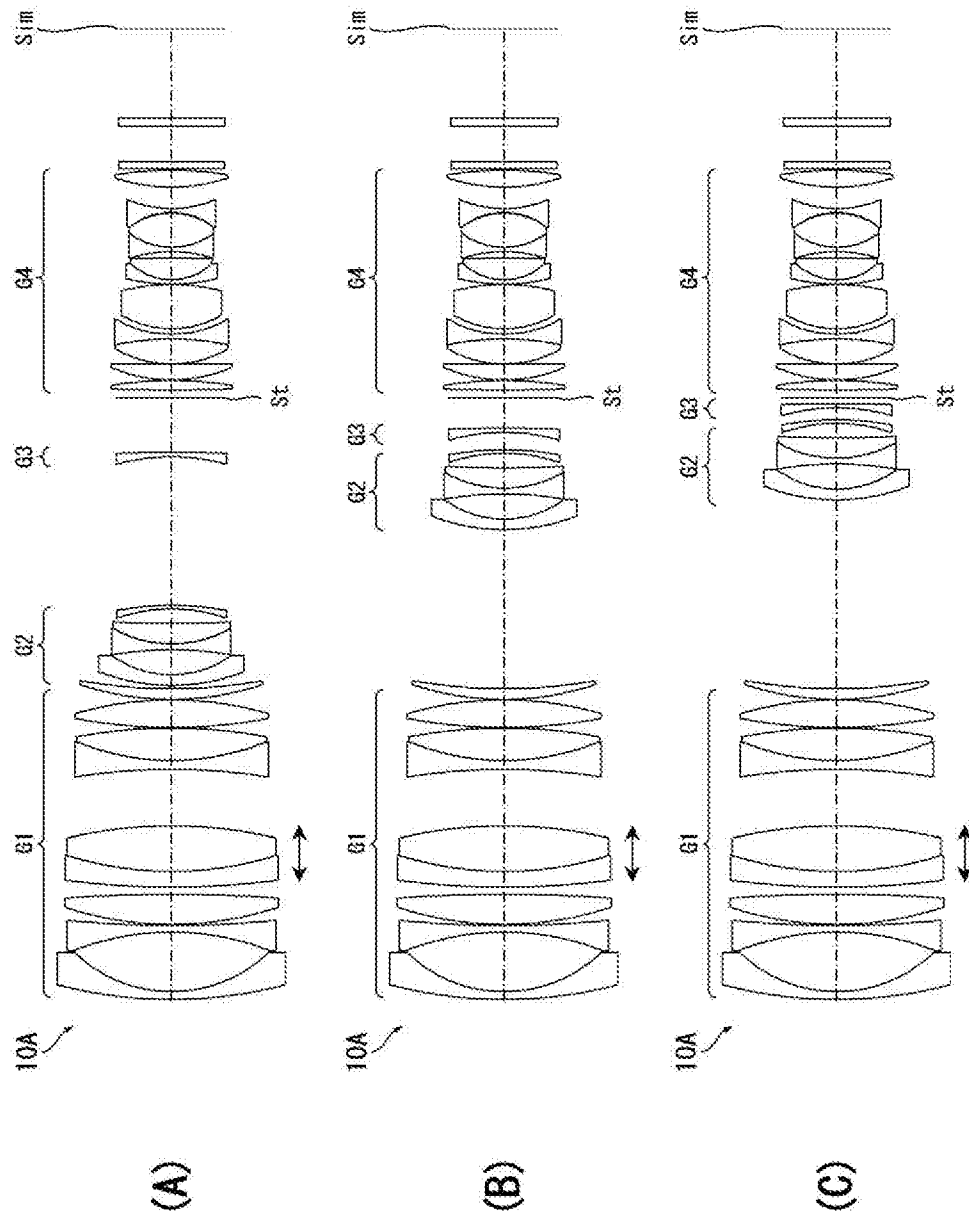
[図1]



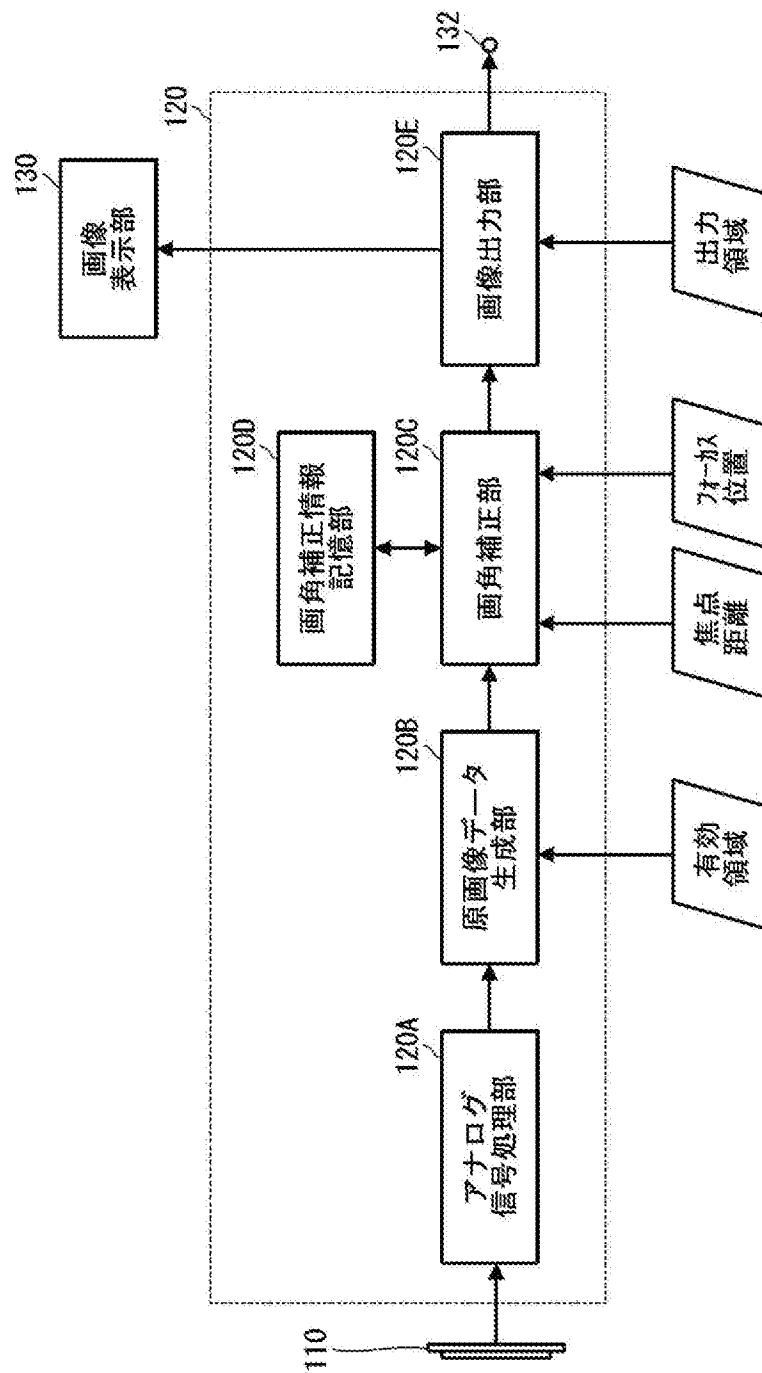
[図2]



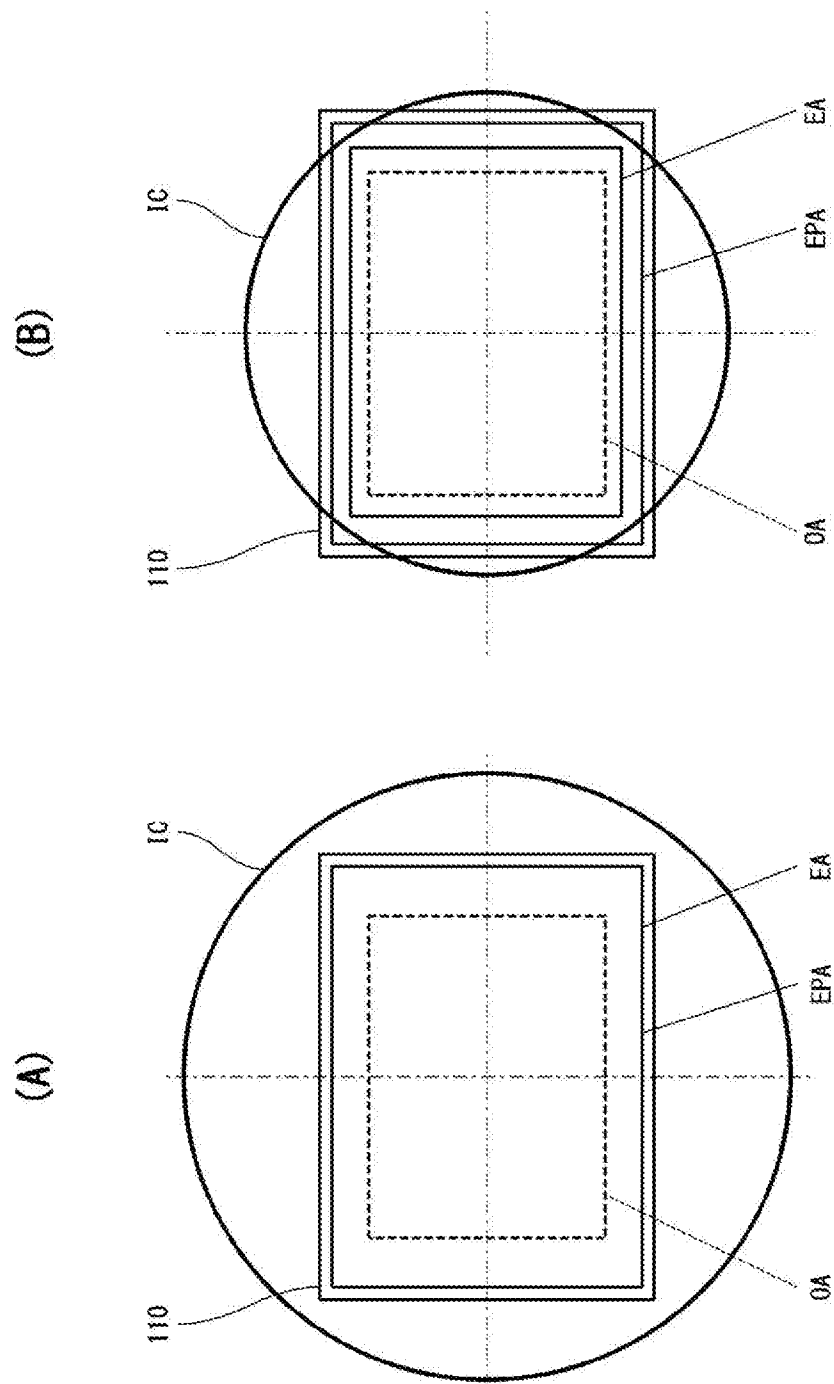
[図3]



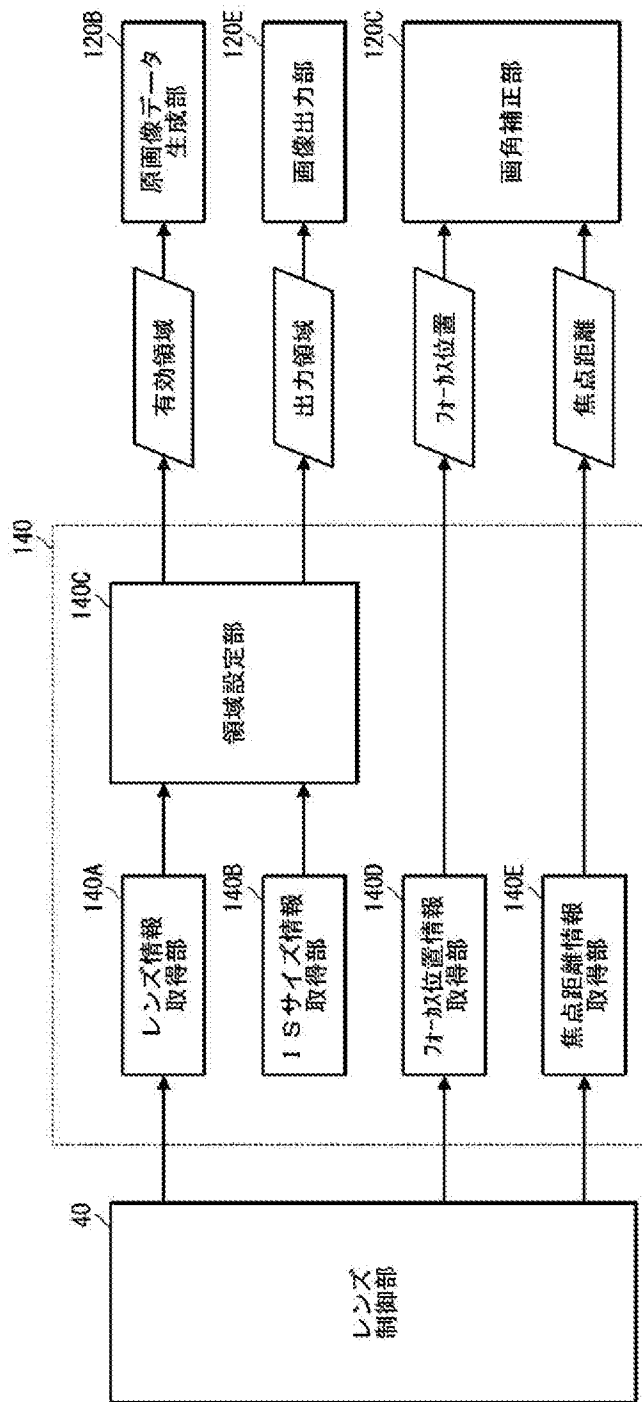
[図4]



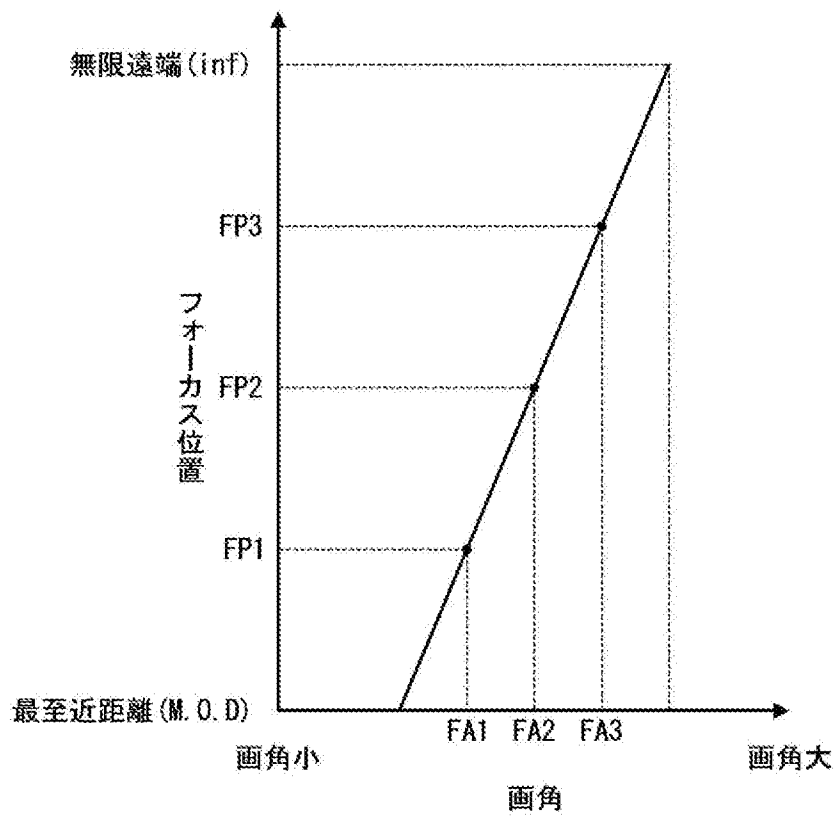
[図5]



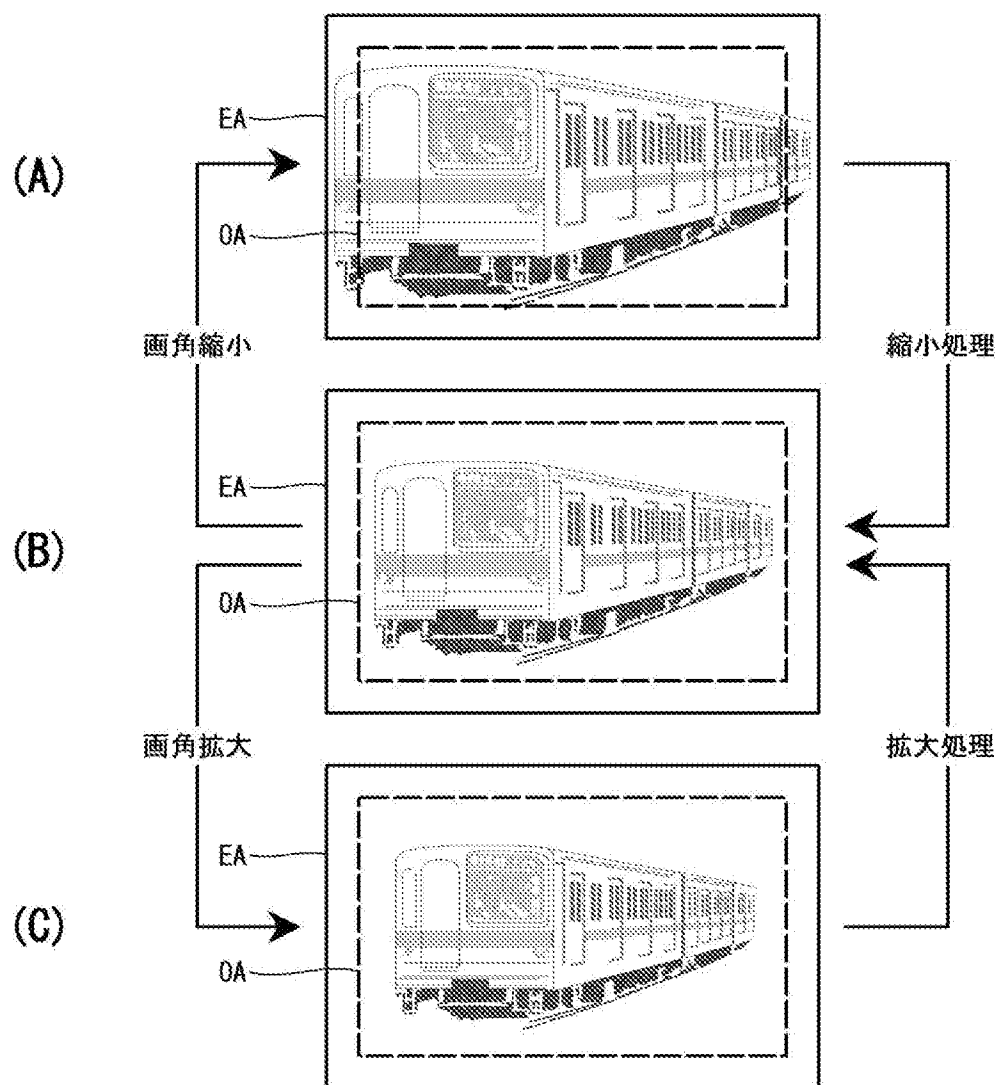
[図6]



[図7]

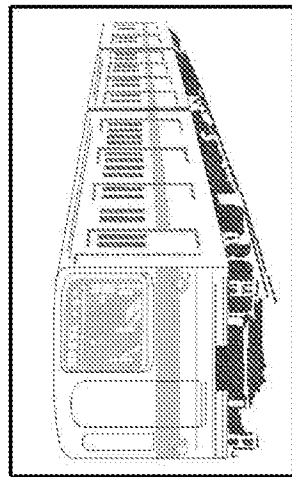


[図8]



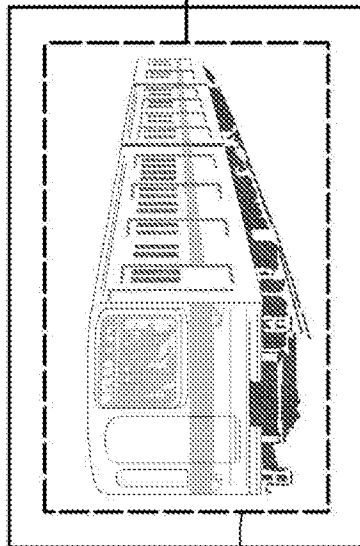
[図9]

(B)



抽出

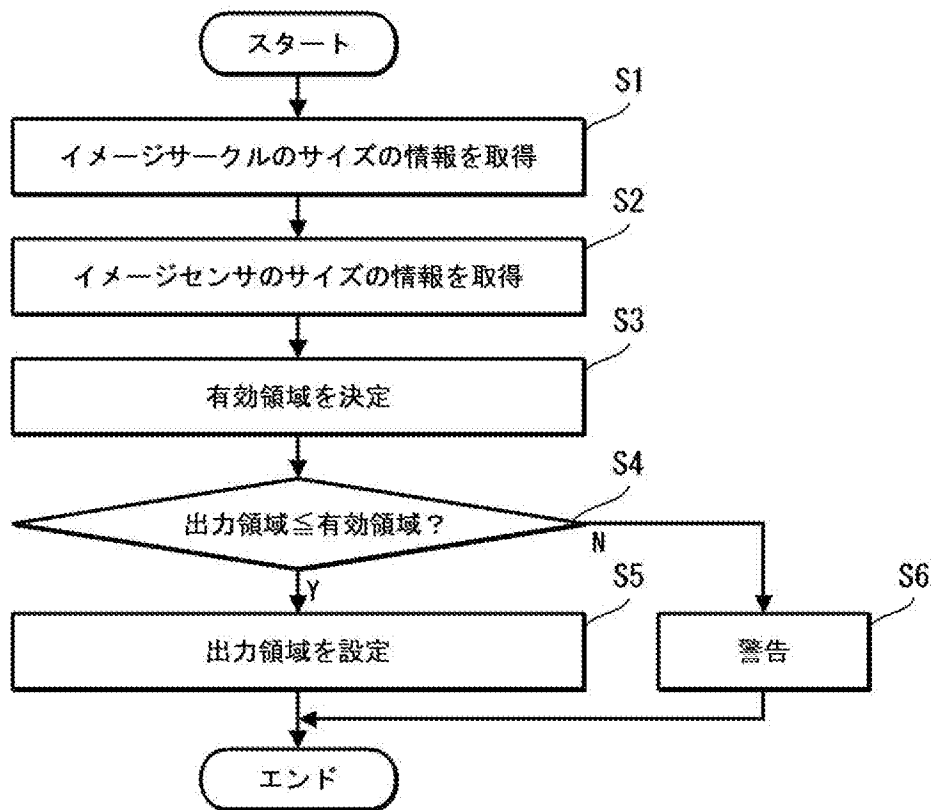
(A)



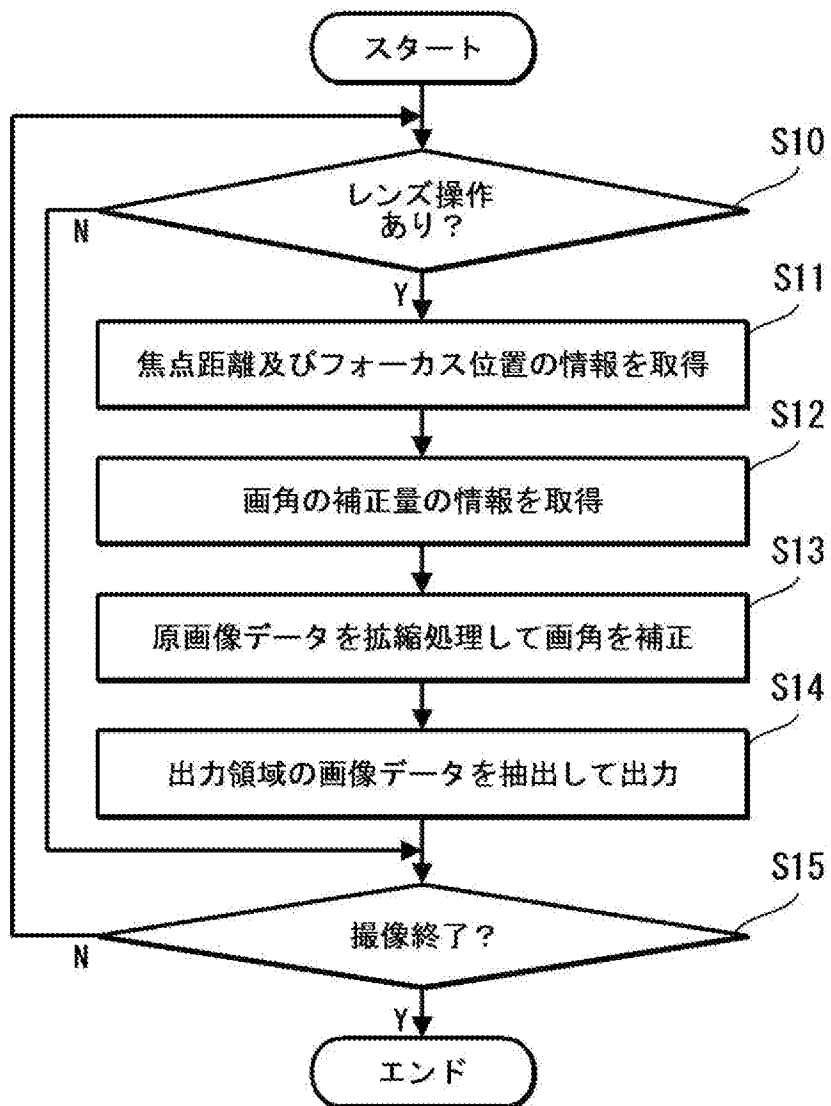
EA

OA

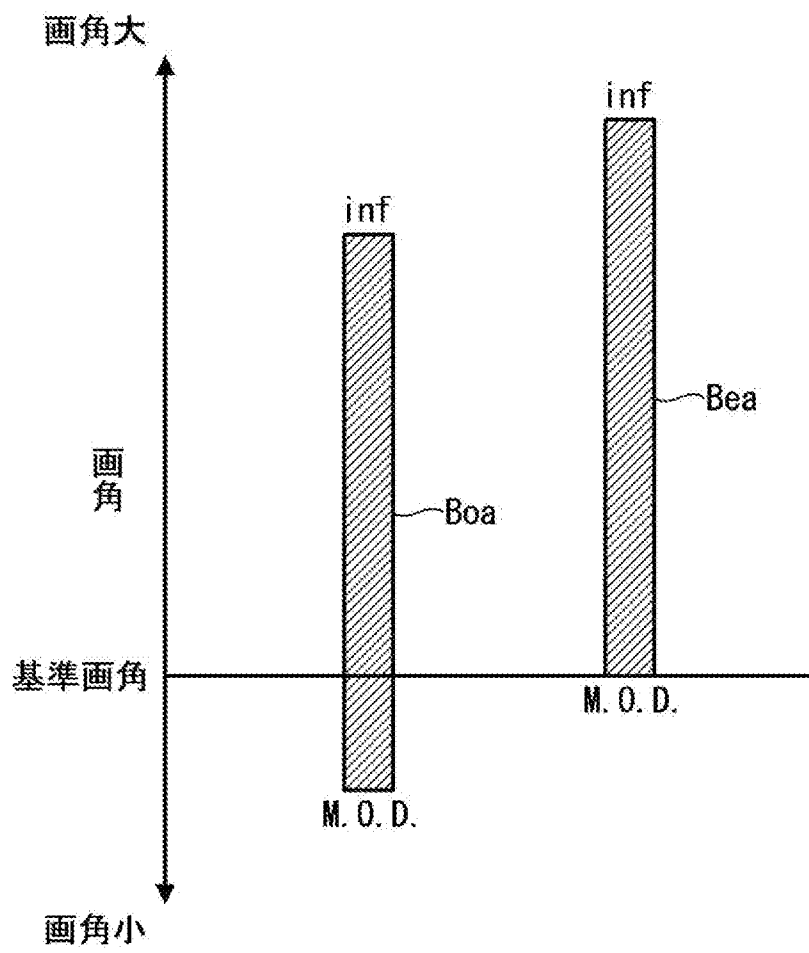
[図10]



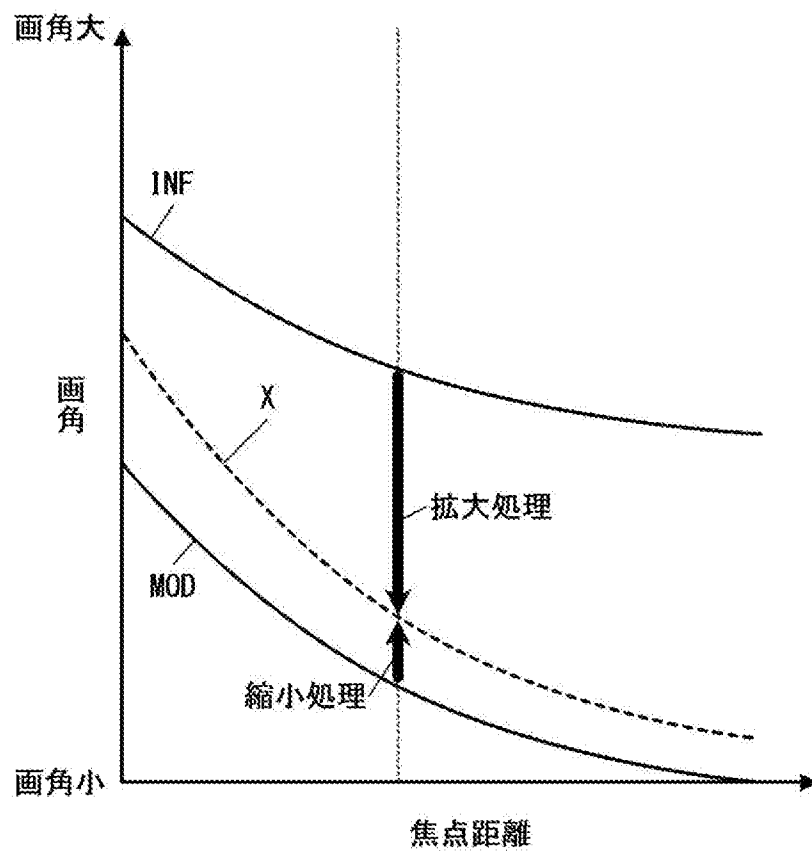
[図11]



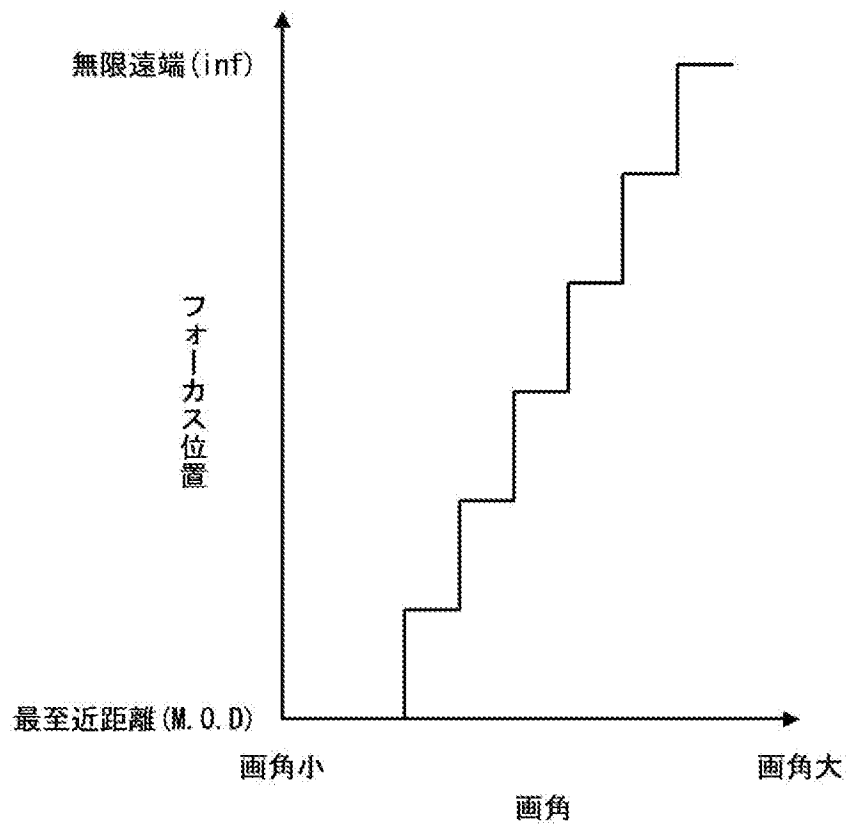
[図12]



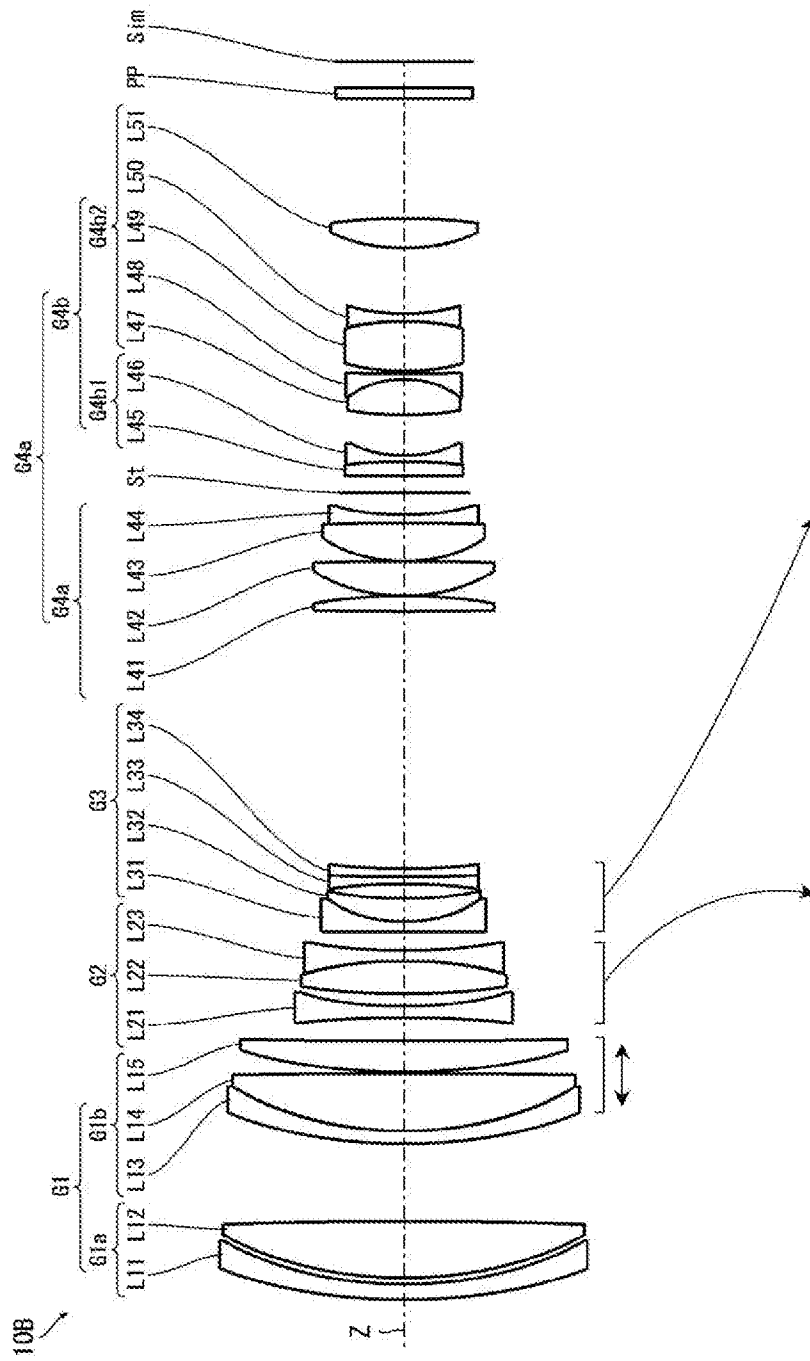
[図13]



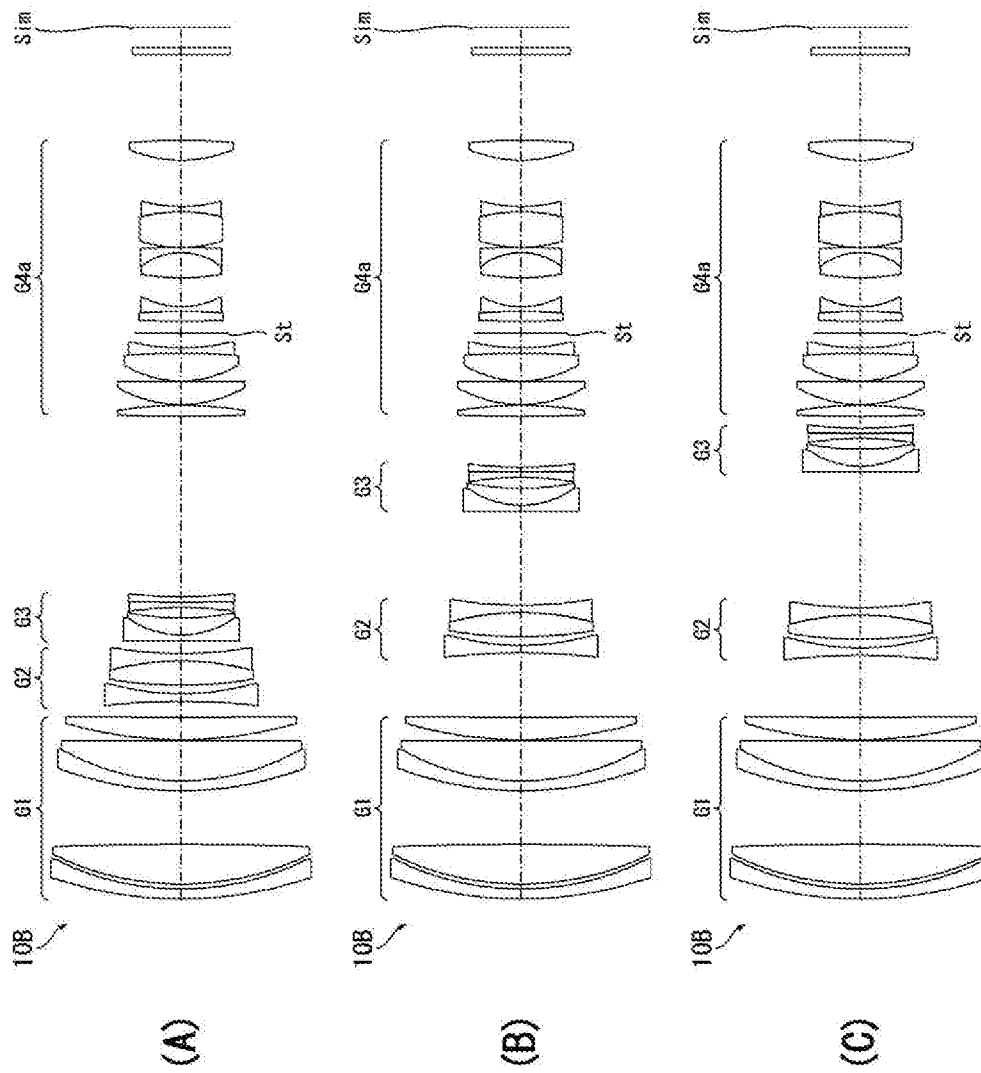
[図14]



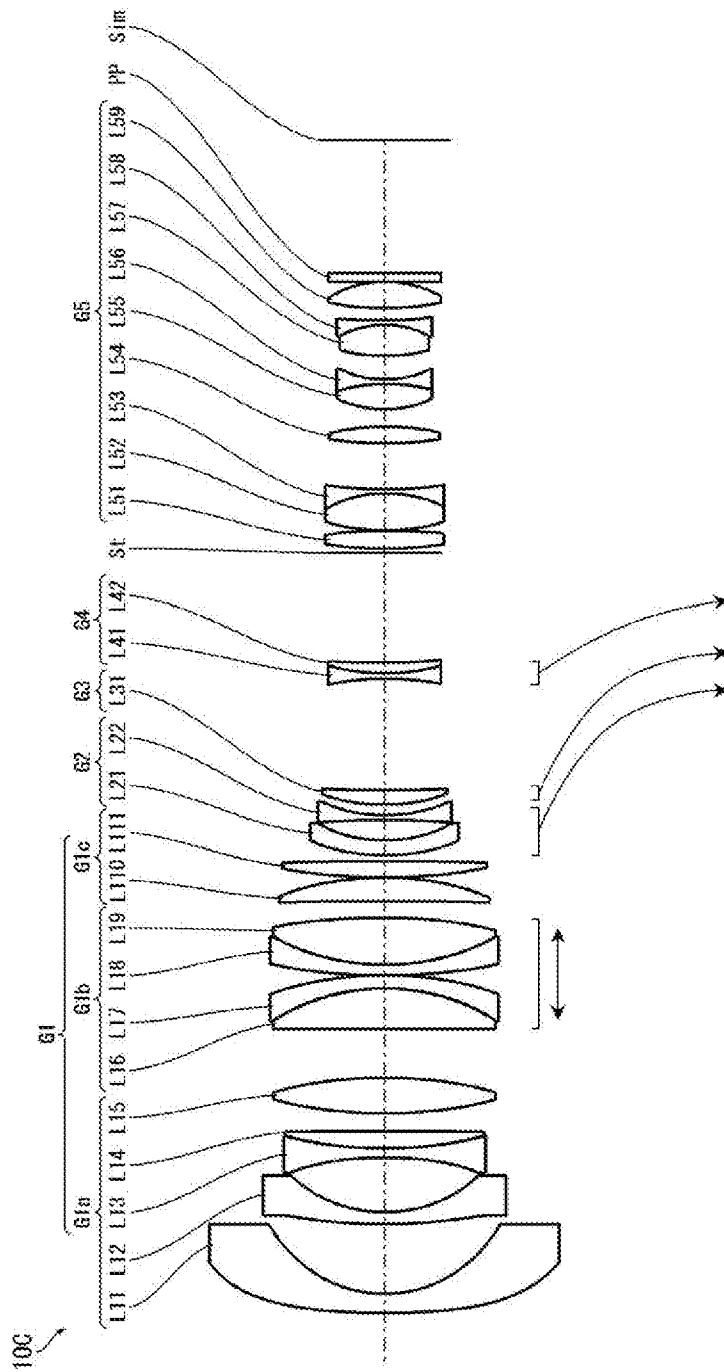
[図15]



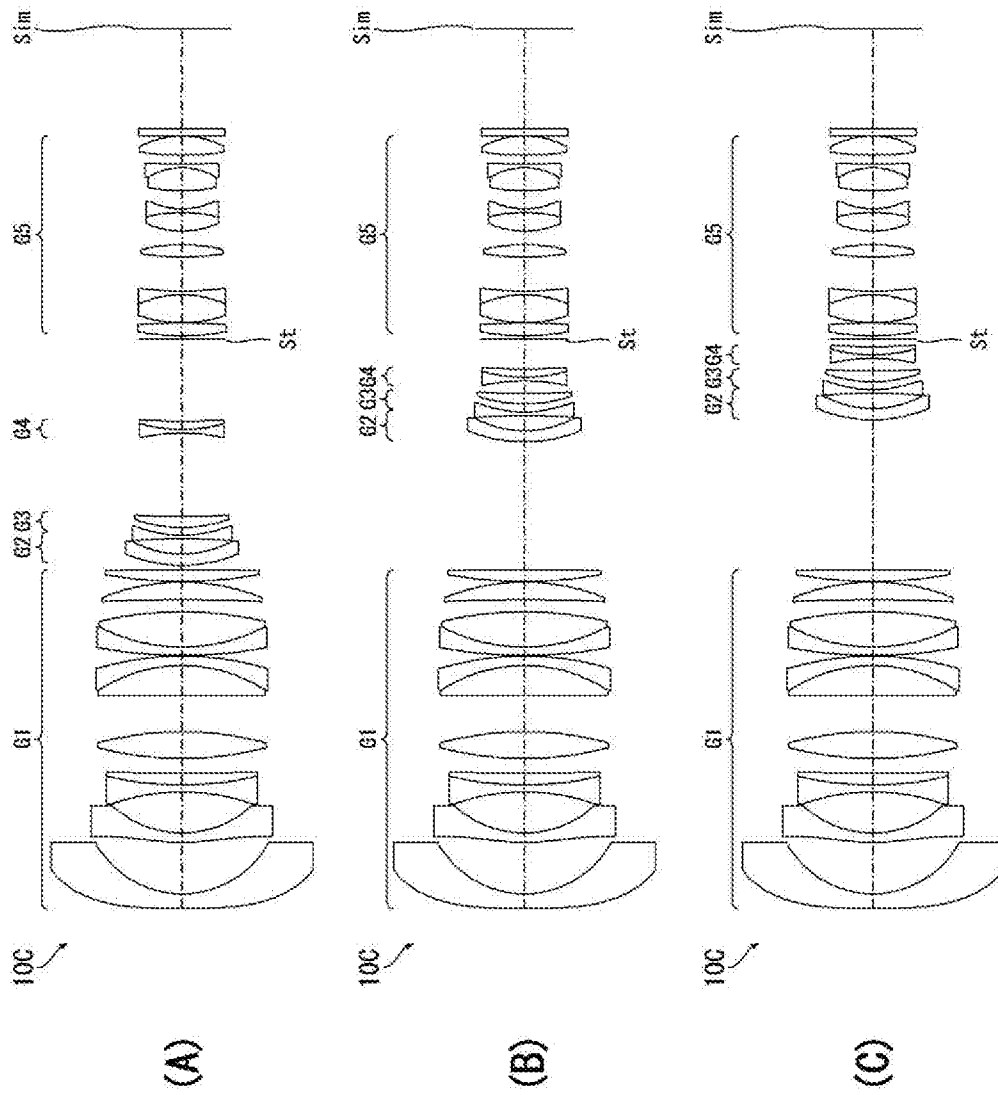
[図16]



[図17]



[図18]



[図19]

《実施例1》基本レンズデータ					
面番号	曲率半径	面間隔	nd	ν_d	$\theta_{g,f}$
1	129.8275	2.301	1.72916	54.68	0.5445
2	40.9812	17.045			
3	-78.5161	1.899	1.80400	46.58	0.5573
4	310.4607	0.300			
5	98.7224	8.699	1.80519	25.47	0.6101
6	-436.4264	2.020			
7	242.6285	4.500	1.69895	30.13	0.6030
8	102.3948	13.020	1.61800	63.33	0.5441
9	-133.3128	16.231			
10	-174.7273	2.500	1.80610	33.27	0.5885
11	72.0977	9.355	1.49700	81.54	0.5375
12	-149.1646	0.120			
13	150.6362	7.959	1.61800	63.33	0.5441
14	-100.3941	0.120			
15	84.7465	3.051	1.80610	33.27	0.5885
16	150.9136	DD[16]			
*17	60.5194	3.000	1.74000	28.30	0.6079
18	29.6168	7.219			
19	-102.5590	1.698	1.43875	94.94	0.5343
20	35.3268	5.813	1.80519	25.47	0.6101
21	351.6145	4.211			
22	-47.7330	1.000	1.75520	27.51	0.6103
23	-84.1946	DD[23]			
24	-56.6635	1.233	1.43875	94.94	0.5343
25	-407.9729	DD[25]			
26(絞り)	∞	2.300			
27	641.2849	2.698	1.62041	60.29	0.5427
28	-110.6581	0.120			
29	43.3854	4.481	1.84139	24.56	0.6127
30	701.4869	0.119			
31	32.6973	7.156	1.43875	94.94	0.5343
32	-82.7464	1.390	1.88300	40.76	0.5688
33	32.3832	1.573			
34	29.0742	12.701	1.49700	81.54	0.5375
35	-56.9948	0.120			
36	55.6286	1.199	1.84666	23.78	0.6205
37	17.0430	6.210	1.51633	64.14	0.5353
38	-515.6505	1.941			
39	-36.6382	1.209	1.59551	39.24	0.5804
40	20.5865	9.769	1.51633	64.14	0.5353
41	-20.5865	0.281			
42	-19.4934	1.098	1.51742	52.43	0.5565
43	32.5346	6.126			
44	52.2490	4.845	1.84139	24.56	0.6127
45	-102.7850	0.500			
46	∞	2.000	1.51632	64.05	0.5364
47	∞	10.000			
48	∞	2.490	1.51632	64.05	0.5364
49	∞	25.488			

[図20]

《実施例 1》 諸元 (d線)			
	広角	中間	望遠
$\lambda^{\circ}-M$ 倍率	1.00	2.15	2.61
f'	29.97	64.43	78.22
Bf'	37.13	37.13	37.13
FNo.	2.65	2.65	2.65
$2\omega [^{\circ}]$	56.2	26.6	22.0

[図21]

《実施例 1》 ズーム間隔			
DD[16]	1.000	45.761	54.412
DD[23]	42.684	4.949	3.402
DD[25]	15.650	8.624	1.520

[図22]

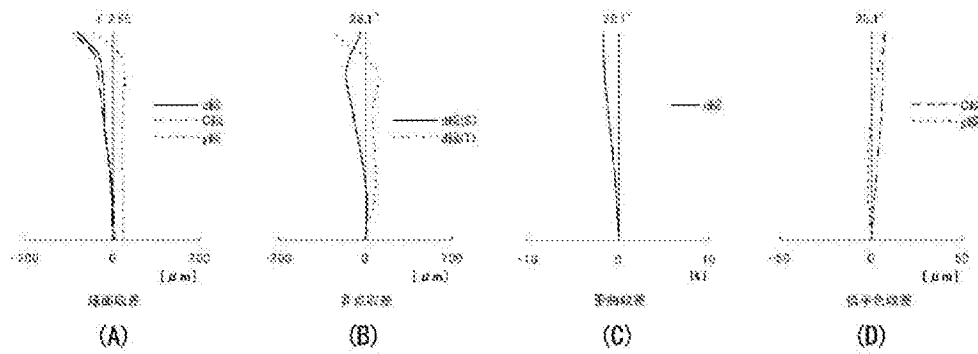
《实施例 1》 非球面係数	
面番号	17
KA	1.00000000E+00
A4	4.70730444E-07
A6	4.22922572E-09
A8	-5.75102680E-11
A10	4.94984977E-13
A12	-2.59586442E-15
A14	8.31397563E-18
A16	-1.58032348E-20
A18	1.63032141E-23
A20	-6.98417756E-27

[図23]

《実施例1》

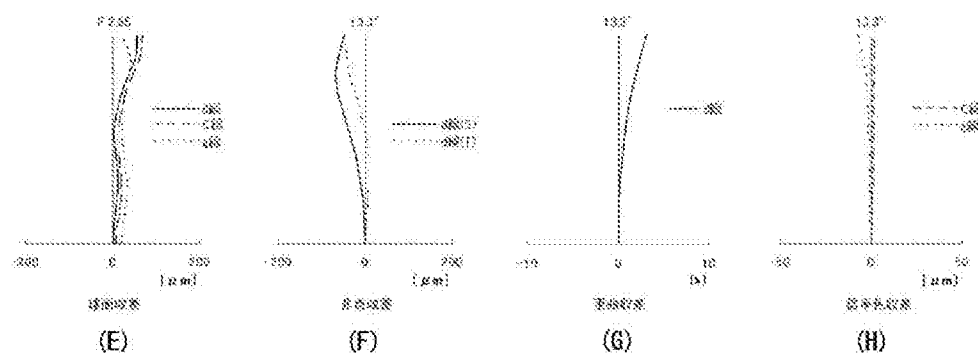
広角

距離INF



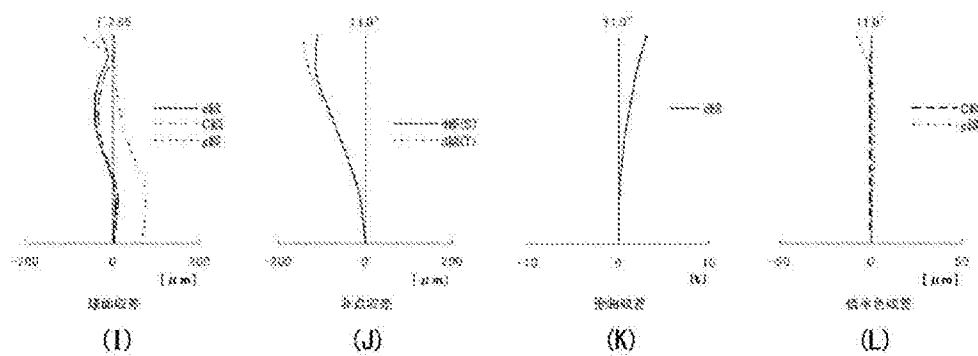
中間

距離INF



望遠

距離INF



[図24]

《実施例2》基本レンズデータ					
面番号	曲率半径	面間隔	nd	ν_d	$\theta_{g,f}$
1	133.6488	3.200	1.80610	40.93	0.5702
2	92.2953	1.565			
3	94.9011	13.000	1.49700	81.54	0.5375
4	-1208.8043	17.507			
5	114.1607	3.200	1.80518	25.42	0.6162
6	80.0411	13.000	1.49700	81.54	0.5375
7	7059.3134	0.500			
8	136.7268	7.308	1.49700	81.54	0.5375
9	3178.7987	DD[9]			
*10	-205.9720	2.500	1.51633	64.14	0.5353
11	85.9239	2.781			
12	138.7185	7.891	1.80518	25.43	0.6103
13	-91.1360	2.500	1.80610	33.27	0.5885
14	136.7288	DD[14]			
15	7941.7010	2.000	1.69680	55.53	0.5434
16	30.4284	5.508	1.80518	25.43	0.6103
17	85.8581	3.488			
18	-107.8654	1.700	1.80400	46.58	0.5573
19	1141.9846	1.700	1.80518	25.42	0.6162
20	142.2994	DD[20]			
21	531.1028	3.609	1.71300	53.87	0.5459
22	-129.4548	0.200			
23	41.3487	7.543	1.61800	63.33	0.5441
24	45794.7189	0.200			
25	36.3409	9.000	1.49700	81.54	0.5375
26	-258.1964	1.700	1.80000	29.84	0.6018
27	62.6014	5.010			
28(絞り)	∞	3.894			
29	910.2502	3.159	1.80610	40.93	0.5702
30	-153.8772	1.500	1.80518	25.42	0.6162
31	26.4404	9.551			
32	81.1541	8.085	1.84666	23.88	0.6218
33	-21.3715	1.498	1.80400	46.58	0.5573
34	-607.4468	0.200			
35	46.3086	11.552	1.49700	81.54	0.5375
36	-55.3757	1.700	1.80518	25.42	0.6162
37	48.0952	15.244			
38	44.4617	6.443	1.51633	64.14	0.5353
39	-168.2640	28.000			
40	∞	2.300	1.51633	64.14	0.5353
41	∞	DD[41]			

[図25]

《実施例2》 諸元 (d線)			
	広角	中間	望遠
$\lambda^* - \mu$ 倍率	1.00	2.74	3.41
f'	86.53	237.08	295.05
Bf'	36.05	36.05	36.05
FNo.	2.69	2.96	3.74
$2\omega [^\circ]$	21.2	7.6	6.0

[図26]

《実施例2》 ズーム間隔			
DD[9]	5.192	21.282	20.400
DD[14]	4.070	30.593	44.113
DD[20]	59.013	16.400	3.761
DD[41]	6.537	6.537	6.537

[図27]

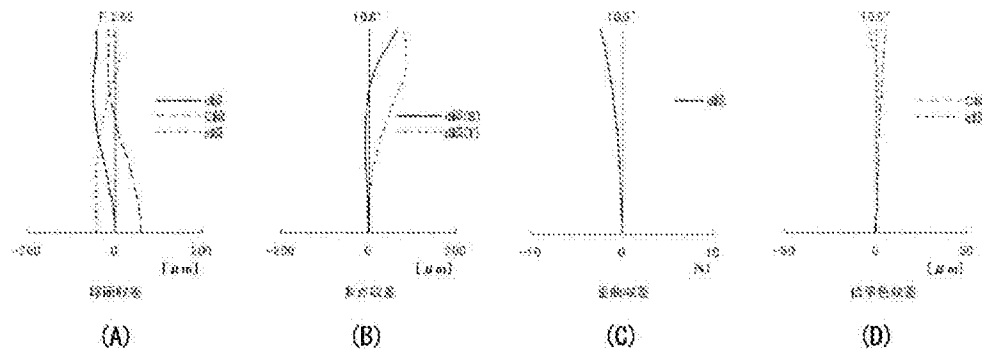
《実施例2》 非球面係数	
面番号	10
KA	-3.47725807E+01
A3	0.00000000E+00
A4	-2.07385118E-07
A5	-4.51257395E-09
A6	6.46076819E-10
A7	-1.90696693E-11
A8	-2.90106480E-13
A9	4.36145926E-14
A10	-9.43293788E-16
A11	-1.04641765E-17
A12	4.06202156E-19
A13	0.00000000E+00
A14	0.00000000E+00
A15	0.00000000E+00
A16	0.00000000E+00

[図28]

《実施例2》

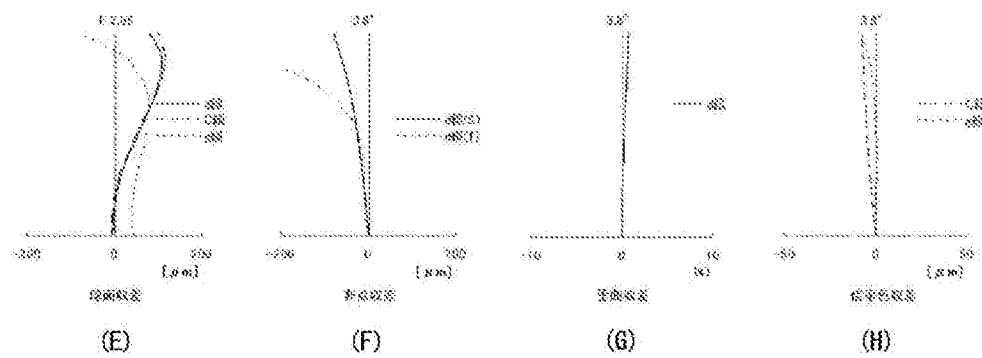
広角

距離INF



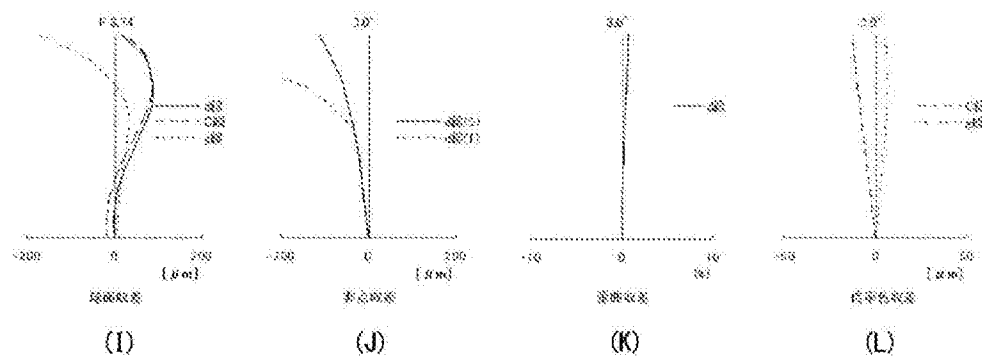
中間

距離INF



望遠

距離INF



[図29]

《実施例3》基本レンズデータ					
面番号	曲率半径	面間隔	nd	ν_d	$\theta_{g,f}$
*1	1000.3969	4.657	1.58313	59.37	0.5435
2	32.0640	16.765			
*3	87.6487	3.001	1.77250	49.60	0.5521
4	33.2740	13.394			
5	-67.9605	2.240	1.88300	40.80	0.5656
6	106.5356	3.993	1.80518	25.42	0.6162
7	3620.7199	4.584			
8	107.4152	8.686	1.63980	34.47	0.5923
9	-104.1421	11.779			
10	2846.4894	9.770	1.51742	52.43	0.5565
11	-50.1561	3.159	1.80518	25.42	0.6162
12	-95.0393	0.151			
13	146.0783	2.700	1.88300	40.80	0.5656
14	57.5738	11.578	1.49700	81.54	0.5375
15	-113.9410	3.901			
16	-493.7183	5.709	1.49700	81.54	0.5375
17	-69.0137	0.149			
18	138.9793	3.774	1.43875	94.54	0.5343
19	-1007.5617	DD[19]			
20	46.6172	3.691	1.49700	81.54	0.5375
21	34.0889	4.872			
22	-238.0141	1.201	1.83400	37.16	0.5776
23	40.4206	DD[23]			
24	46.7076	3.449	1.80518	25.42	0.6162
25	288.1627	DD[25]			
26	-61.3160	1.200	1.60300	65.44	0.5402
27	49.5376	2.724	1.80000	29.84	0.6018
28	205.3737	DD[28]			
29(絞り)	∞	1.299			
30	92.1005	4.001	1.80100	33.98	0.5892
31	-205.6626	0.151			
32	43.3092	9.066	1.61694	63.54	0.5370
33	-34.3769	1.201	1.90401	31.07	0.5956
34	102.6322	11.162			
35	95.0290	3.782	1.90366	31.31	0.5948
36	-60.9770	4.450			
37	29.8352	6.045	1.49700	81.54	0.5375
38	-46.9946	1.201	1.88100	40.14	0.5701
39	24.1086	5.801			
40	54.2430	7.599	1.48749	70.24	0.5301
41	-20.6330	1.201	1.91082	35.25	0.5622
42	374.5235	2.841			
43	93.6249	6.265	1.48749	70.24	0.5301
44	-28.6079	0.000			
45	∞	2.300	1.51633	64.14	0.5353
46	∞	DD[46]			

[図30]

《実施例3》 諸元 (d線)			
	広角	中間	望遠
λ^* - Δ 倍率	1.00	2.01	2.40
f'	14.50	29.15	34.81
Bf'	33.97	33.97	33.97
FNo.	2.76	2.76	2.76
$2\omega [^\circ]$	97.0	55.6	47.6

[図31]

《実施例3》 ズーム間隔			
DD[19]	1.500	41.530	49.080
DD[23]	2.596	2.780	2.452
DD[25]	27.138	3.857	3.873
DD[28]	26.616	9.682	2.444
DD[46]	32.456	32.456	32.456

[図32]

《实施例3》 非球面係数	
面番号	1
KA	1.00000000E+00
A3	-5.67387794E-06
A4	5.97772705E-06
A5	-4.46956571E-08
A6	-1.87803862E-09
A7	9.64919317E-12
A8	1.04253818E-12
A9	-1.37674325E-17
A10	-2.87304279E-16
A11	-6.47733381E-19
A12	2.76631449E-20
A13	1.34435231E-22
A14	6.43478346E-24
A15	1.18909449E-25
A16	9.46911671E-28
A17	-2.88016470E-29
A18	-1.16646348E-30
A19	-6.22680274E-33
A20	1.72742158E-33

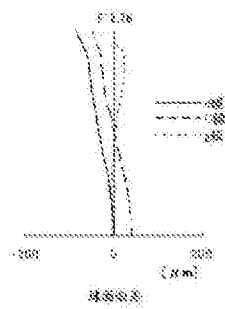
面番号	3
KA	1.00000000E+00
A4	-4.27638094E-06
A6	-3.54750288E-09
A8	1.80665658E-11
A10	-5.56461513E-14
A12	1.15768315E-16
A14	-1.53616312E-19
A16	1.23069893E-22
A18	-5.50509877E-26
A20	1.12290856E-29

[図33]

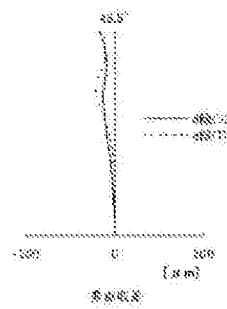
《実施例3》

広角

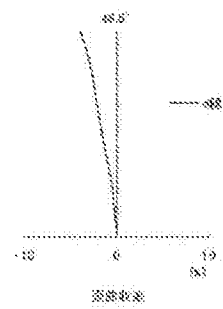
距離INF



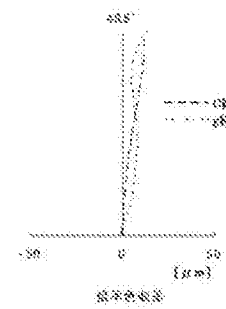
(A)



(B)



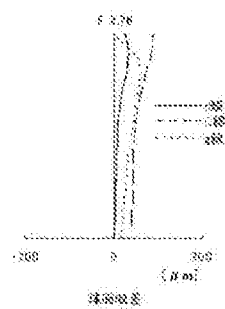
(C)



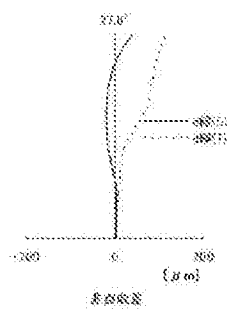
(D)

中間

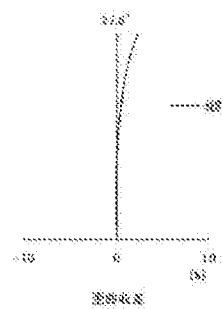
距離INF



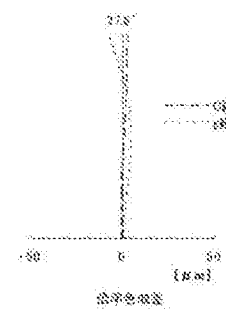
(E)



(F)



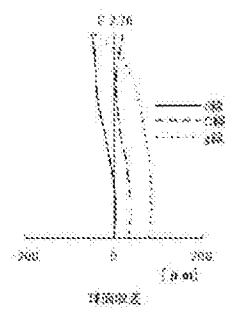
(G)



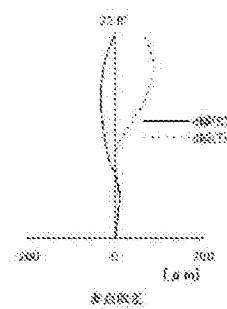
(H)

望遠

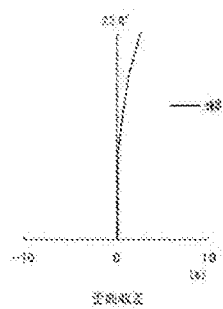
距離INF



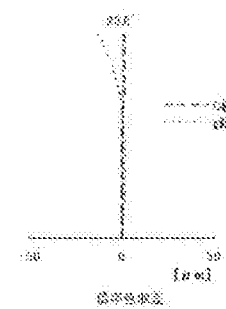
(I)



(J)



(K)



(L)

[図34]

	比較例 1	比較例 2	実施例 1	実施例 2	実施例 3
レンズ構成	P--P	P--P	P--P	P--P	P--P
第1レンズ群の構成	負正正	負正	負正正	負正	負正正
重量	BAD	GOOD	BAD	GOOD	BAD
設計距離性能	GOOD	GOOD	VERY GOOD	GOOD	VERY GOOD
距離変動	GOOD	BAD	GOOD	BAD	GOOD
フォーカスブリージング量	GOOD	BAD	BAD (設計値) ↓ GOOD (本発明適用)	BAD (設計値) ↓ GOOD (本発明適用)	BAD (設計値) ↓ GOOD (本発明適用)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/002190

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. H04N5/232 (2006.01) i, G03B5/00 (2006.01) i, G03B17/14 (2006.01) i,
H04N5/225 (2006.01) i, G02B13/18 (2006.01) n, G02B15/167 (2006.01) n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. H04N5/232, G03B5/00, G03B17/14, H04N5/225, G02B13/18, G02B15/167

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2001-116993 A (CANON INC.) 27 April 2001, paragraphs [0001]-[0009], [0015], [0020]-[0022], [0040], fig. 1-3 & US 6512637 B1, column 1, line 5 to column 2, line 35, column 3, lines 18-25, column 5, lines 3-36, column 12, lines 44-56, fig. 1-3 & FR 2799843 A1	1-4, 6-8 5
Y	JP 2007-37176 A (OLYMPUS CORP.) 08 February 2007, paragraphs [0032]-[0045], [0071], fig. 1-3 (Family: none)	1-4, 6-8
Y	JP 2002-182302 A (FUJI PHOTO OPTICAL CO., LTD.) 26 June 2002, paragraphs [0009]-[0016], fig. 1-2 (Family: none)	1-4, 6-8
Y	JP 2008-160622 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 10 July 2008, paragraphs [0026]-[0027], [0033], [0059]-[0087], fig. 1-2, 5-10 (Family: none)	1-4, 6-8
Y	JP 2003-18449 A (CANON INC.) 17 January 2003, paragraphs [0083]-[0089], fig. 4-6 (Family: none)	6

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 April 2018 (10.04.2018)

Date of mailing of the international search report
24 April 2018 (24.04.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/232(2006.01)i, G03B5/00(2006.01)i, G03B17/14(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i,
G02B13/18(2006.01)n, G02B15/167(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H04N5/232, G03B5/00, G03B17/14, H04N5/225, G02B13/18, G02B15/167

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2001-116993 A (キヤノン株式会社) 2001.04.27, 段落[0001]-[0009], [0015], [0020]-[0022], [0040], 図 1-3 & US 6512637 B1, カラム 1 第 5 行-カラム 2 第 35 行, カラム 3 第 18-25 行, カラム 5 第 3-36 行, カラム 12 第 44-56 行, 第 1-3 図 & FR 2799843 A1	1-4, 6-8 5
Y	JP 2007-37176 A (オリンパス株式会社) 2007.02.08, 段落[0032]-[0045], [0071], 図 1-3 (ファミリーなし)	1-4, 6-8

☑ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

10.04.2018

国際調査報告の発送日

24.04.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官 (権限のある職員)

▲徳▼田 賢二

電話番号 03-3581-1101 内線 3581

5 P

9654

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2002-182302 A (富士写真光機株式会社) 2002. 06. 26, 段落[0009]-[0016], 図 1-2 (ファミリーなし)	1-4, 6-8
Y	JP 2008-160622 A (三洋電機株式会社) 2008. 07. 10, 段落[0026]-[0027], [0033], [0059]-[0087], 図 1-2, 5-10 (ファミリーなし)	1-4, 6-8
Y	JP 2003-18449 A (キヤノン株式会社) 2003. 01. 17, 段落[0083]-[0089], 図 4-6 (ファミリーなし)	6