

(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
2014 年 8 月 21 日(21.08.2014)



(10) 国際公開番号

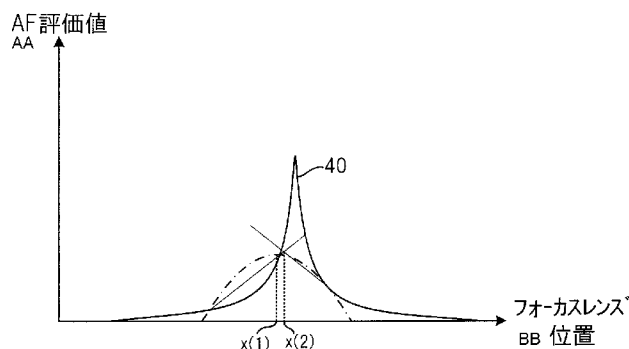
WO 2014/125682 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 7/36 (2006.01) *G03B 13/36* (2006.01)
G02B 7/28 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/079888
- (22) 国際出願日: 2013 年 11 月 5 日(05.11.2013)
- (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 2013-026862 2013 年 2 月 14 日(14.02.2013) 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 2 6 番 3 0 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 桜武 仁史(SAKURABU Hitoshi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町 1 丁目 3 2 4 番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 高松 猛, 外(TAKAMATSU Takeshi et al.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目 7 番 1 3 号 虎ノ門イーストビルディング 9 階 航栄特許事務所 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: IMAGE PICKUP DEVICE AND FOCUSING CONTROL METHOD

(54) 発明の名称: 撮像装置及び合焦制御方法

FIG.5



AA AF evaluation value
BB Focus lens position

(57) Abstract: Provided is an image pickup device capable of accurately performing AF regardless of a subject to be photographed while achieving an increase in the speed of AF. When an AF instruction is given, photographing is performed while a focus lens is being moved, and an AF evaluation value is calculated by a contrast AF processing unit (19) at each focus lens position. The contrast AF processing unit (19) calculates an acutance near a maximum point of an evaluation value curve from three AF evaluation values: a maximum value among the calculated AF evaluation values; and AF evaluation values calculated at positions in front of and behind a focus lens position corresponding to the maximum value, and information relating to focus lens positions corresponding thereto, and calculates a focusing position by a calculation method selected from among multiple kinds of calculation methods according to the acutance.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/125682 A1



A F高速化を実現しながら、撮影する被写体に関わらずに精度良くA Fを行うことのできる撮像装置を提供する。A F指示があると、フォーカスレンズを移動させながら撮影が行われ、コントラストA F処理部19によりフォーカスレンズ位置毎にA F評価値が算出される。コントラストA F処理部19は、算出したA F評価値のうちの最大値と、その最大値に対応するフォーカスレンズ位置の前後の位置で算出されたA F評価値との3つのA F評価値とこれらに対応するフォーカスレンズ位置の情報とから、評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を算出し、尖鋭度に応じて複数種類の中から選択した演算方法により合焦位置の算出を行う。

明 細 書

発明の名称：撮像装置及び合焦制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、オートフォーカス機能を有する撮像装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサ、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) イメージセンサ等の固体撮像素子の高解像度化に伴い、デジタルスチルカメラ、デジタルビデオカメラ、スマートフォン等の携帯電話機、PDA (Personal Digital Assistant, 携帯情報端末) 等の撮影機能を有する情報機器の需要が急増している。なお、以上のような撮像機能を有する情報機器を撮像装置と称する。

[0003] これら撮像装置では、主要な被写体に焦点を合わせる合焦制御方法として、コントラストAF (Auto Focus、自動合焦) 方式や位相差AF方式が採用されている。

[0004] コントラストAF方式は、フォーカスレンズを光軸方向に沿って駆動させつつ各駆動段階で得られる撮像画像コントラストを評価値として取得し、最も評価値の高いレンズ位置を合焦位置とする方式である。

[0005] ここでいうフォーカスレンズとは、光軸方向に移動することで、撮影光学系の焦点距離を調節するレンズである。複数枚のレンズからなるレンズユニットの中で、焦点位置の調節をするレンズを示し、全群繰り出しのレンズの場合は、全群全体を示す。

[0006] 評価値が最大となるレンズ位置を求める方法としては様々なものがある。例えば、特許文献1には、横軸をレンズ位置とし、縦軸を評価値としたグラフにおける3点（取得した評価値のうちの最大値（最大評価値）をプロットした点P2、最大評価値の前に取得された評価値をプロットした点P1、最

大評価値の後に取得された評価値をプロットした点P 3) について、いわゆる3点内挿演算を行って評価値曲線の極大点に対応するレンズ位置（合焦位置）を算出する方法が記載されている。具体的には、合焦位置を、点P 2と点P 3とを通る傾き α の直線と、点P 1を通る傾き $-\alpha$ の直線との交点から求めている。

[0007] また、特許文献2には、上記の3点を通る曲線の関数を求め、この関数から、評価値曲線の極大点に対応するレンズ位置を算出する方法が記載されている。関数としては、スプライン関数やベジェ関数が用いられている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：日本国特開2005-345695号公報

特許文献2：日本国特開2004-279721号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 特許文献2に記載の方法は、実際の評価値曲線の極大点付近がなだらかな山形になっていれば、誤差の少ない合焦位置を求めることが可能である。また、評価値のサンプリング数が少なくても、合焦位置を精度良く算出可能なため、AF高速化に有利である。

[0010] しかし、撮影する被写体によっては、評価値曲線の極大点付近が急峻な山形になることがある。例えば、葉を沢山持つ木を含むような風景シーンでは、画像の周波数帯域が高周波側に寄るため、評価値曲線の極大点付近が急峻な山形になる。特に、最近の撮像装置は広角レンズを搭載するものが多く、広角レンズの影響によって評価値曲線の極大点付近が急峻になりやすくなっている。また、近年のカメラではレンズが明るくなっているために、評価値曲線の極大点付近が急峻になりやすい傾向がある。

[0011] このように、評価値曲線の極大点付近が急峻な山形になると、特許文献2に記載のように曲線の関数によって評価値曲線の極大点を推定する方法では

、評価値曲線が想定する曲線形状とは大きく異なる場合がある。このため、求まる合焦位置の誤差が大きくなる。

[0012] 特許文献 1 に記載のように、直線の傾きを利用して合焦位置を求める方法は、評価値曲線がどのような形状であっても、合焦位置をある程度の精度で求めることができる。しかし、この方法は、A F 速度を向上させるために評価値のサンプリング数を少なくするほど、誤差が大きくなる傾向がある。

[0013] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、A F 高速化を実現しながら、撮影する被写体に関わらずに精度良く A F を行うことのできる撮像装置及び合焦制御方法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

[0014] 本発明の撮像装置は、光軸方向に移動可能なフォーカスレンズと、上記フォーカスレンズを通して被写体を撮像する撮像素子と、上記フォーカスレンズを移動させながら、上記フォーカスレンズの位置毎に、上記撮像素子により撮像して得られる撮像画像信号を利用して合焦のための評価値を算出する評価値算出部と、上記フォーカスレンズの位置に対する上記評価値の関係を示す評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を、上記評価値算出部によって算出された少なくとも 3 つの上記評価値、及び、上記少なくとも 3 つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を利用して算出する尖鋭度算出部と、上記少なくとも 3 つの評価値、及び、上記少なくとも 3 つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を用いた複数種類の演算方法の中から、少なくとも上記尖鋭度算出部によって算出された尖鋭度に応じて 1 つを選択し、選択した演算方法により、上記評価値曲線の極大点に対応するフォーカスレンズの位置を合焦位置として算出する合焦位置算出部と、上記合焦位置に上記フォーカスレンズを移動させる合焦制御を行う合焦制御部と、を備え、上記複数種類の演算方法は、上記少なくとも 3 つの評価値、及び、上記少なくとも 3 つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を用いて、上記評価値曲線を示す複数次の関数を算出し、上記複数次の関数を利用して上記合焦位置を算出する第一の演算方法と、

上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を用いて1次の関数を算出し、上記1次の関数を利用して上記合焦位置を算出する第二の演算方法とを含み、上記少なくとも3つの評価値は、上記評価値算出部により算出される上記評価値のうちの最大値と、上記最大値の評価値に対応するフォーカスレンズの位置の前後の位置について算出された評価値とを含むものである。

[0015] 本発明の合焦制御方法は、光軸方向に移動可能なフォーカスレンズを通して被写体を撮像する撮像素子を有する撮像装置による合焦制御方法であって、上記フォーカスレンズを移動させながら、上記フォーカスレンズの位置毎に、上記撮像素子により撮像して得られる撮像画像信号を利用して合焦のための評価値を算出する評価値算出ステップと、上記フォーカスレンズの位置に対する上記評価値の関係を示す評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を、上記評価値算出ステップによって算出した少なくとも3つの上記評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を利用して算出する尖鋭度算出ステップと、上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を用いた複数種類の演算方法の中から、少なくとも上記尖鋭度算出ステップで算出した尖鋭度に応じて1つを選択し、選択した演算方法により、上記評価値曲線の極大点に対応するフォーカスレンズの位置を合焦位置として算出する合焦位置算出ステップと、上記合焦位置に上記フォーカスレンズを移動させる合焦制御を行う合焦制御ステップと、を備え、上記複数種類の演算方法は、上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を用いて、上記評価値曲線を示す複数次の関数を算出し、上記複数次の関数を利用して上記合焦位置を算出する第一の演算方法と、上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を用いて1次の関数を算出し、上記1次の関数を利用して上記合焦位置を算出する第二の演算方法とを含み、上記少なくとも3つの

評価値は、上記評価値算出ステップで算出される上記評価値のうちの最大値と、上記最大値の評価値に対応するフォーカスレンズの位置の前後の位置について算出された評価値とを含むものである。

発明の効果

[0016] 本発明によれば、A F 高速化を実現しながら、撮影する被写体に関わらずに精度良く A F を行うことのできる撮像装置及び合焦制御方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明の一実施形態を説明するための撮像装置の一例としてのデジタルカメラの概略構成を示す図

[図2]図1に示すデジタルカメラにおけるコントラスト A F 処理部 19 の機能ブロック図

[図3]A F 評価値曲線の一例を示す図

[図4]A F 評価値曲線の一例を示す図

[図5]A F 評価値曲線が図4に示すような場合の第一の演算方法と第二の演算方法による合焦位置の算出誤差を説明するための図

[図6]図1に示すデジタルカメラの A F 動作を説明するためのフローチャート

[図7]図1に示すデジタルカメラの A F 動作の変形例を説明するためのフローチャート

[図8]図1に示すデジタルカメラの A F 動作の別の変形例を説明するためのフローチャート

[図9]撮像装置としてスマートフォンを説明する図

[図10]図9のスマートフォンの内部ブロック図

発明を実施するための形態

[0018] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

[0019] 図1は、本発明の一実施形態を説明するための撮像装置の一例としてのデジタルカメラの概略構成を示す図である。

[0020] 図1に示すデジタルカメラの撮像系は、撮像光学系（撮影レンズ1と絞り

2とを含む)と、CCD型やCMOS型等の固体撮像素子5とを備えている。撮影レンズ1及び絞り2を含む撮像光学系は、カメラ本体に着脱可能又は固定となっている。撮影レンズ1は、光軸方向に移動可能なフォーカスレンズを含む。固体撮像素子5は、光学ローパスフィルタを非搭載のものであり、これにより、高い解像力を実現している。

[0021] デジタルカメラの電気制御系全体を統括制御するシステム制御部11は、フラッシュ発光部12及び受光部13を制御する。また、システム制御部11は、レンズ駆動部8を制御して撮影レンズ1に含まれるフォーカスレンズの位置を調整する。更に、システム制御部11は、絞り駆動部9を介して絞り2の開口量を制御することにより、露光量の調整を行う。

[0022] また、システム制御部11は、撮像素子駆動部10を介して固体撮像素子5を駆動し、撮影レンズ1を通して撮像した被写体像を撮像画像信号として出力させる。システム制御部11には、操作部14を通してユーザからの指示信号が入力される。

[0023] デジタルカメラの電気制御系は、更に、固体撮像素子5の出力に接続された相関二重サンプリング処理等のアナログ信号処理を行うアナログ信号処理部6と、このアナログ信号処理部6から出力されるアナログ信号をデジタル信号に変換するA/D変換回路7とを備える。アナログ信号処理部6及びA/D変換回路7は、システム制御部11によって制御される。アナログ信号処理部6及びA/D変換回路7は固体撮像素子5に内蔵されることもある。

[0024] 更に、このデジタルカメラの電気制御系は、メインメモリ16と、メインメモリ16に接続されたメモリ制御部15と、A/D変換回路7から出力される撮像画像信号に対し、補間演算、ガンマ補正演算、及びRGB/YC変換処理等を行って撮影画像データを生成するデジタル信号処理部17と、デジタル信号処理部17で生成された撮影画像データをJPEG形式に圧縮したり圧縮画像データを伸張したりする圧縮伸張処理部18と、コントラストAF処理部19と、着脱自在の記録媒体21が接続される外部メモリ制御部20と、カメラ背面等に搭載された表示部23が接続される表示制御部22

と、を備えている。メモリ制御部 15、デジタル信号処理部 17、圧縮伸張処理部 18、コントラストAF処理部 19、外部メモリ制御部 20、及び表示制御部 22は、制御バス 24 及びデータバス 25 によって相互に接続され、システム制御部 11 からの指令によって制御される。

[0025] 図 2 は、図 1 に示すデジタルカメラにおけるコントラストAF処理部 19 の機能ブロック図である。

[0026] コントラストAF処理部 19 は、AF評価値算出部 191 と、尖鋭度算出部 192 と、合焦位置算出部 193 と、を備える。これらの機能ブロックは、システム制御部 11 に含まれるプロセッサがプログラムを実行することによって形成される。

[0027] AF評価値算出部 191 は、システム制御部 11 の制御によって撮影レンズ 1 のフォーカスレンズ位置を動かしながら、動かした位置（3 つ以上の位置）毎に固体撮像素子 5 で撮像して得られる撮像画像信号を用いて、合焦を行うためのAF評価値を算出する。AF評価値は、例えば、固体撮像素子 5 の各画素（光電変換素子）における隣接画素との輝度の差を積算することで得る。あるいは、撮像素子からの画像出力の高周波成分を、高周波透過フィルタを用いて抽出し、これを積算して得ても良い。

[0028] 尖鋭度算出部 192 は、AF評価値算出部 191 によって算出されたAF評価値のうちの最大値と、この最大値のAF評価値に対応するフォーカスレンズ位置の前後の位置について算出された 2 つのAF評価値とを含む少なくとも 3 つのAF評価値と、この少なくとも 3 つのAF評価値の各々に対応するフォーカスレンズ位置の情報とを用いて、撮影中の被写体に対する、フォーカスレンズ位置とAF評価値との関係を示す評価値曲線の極大点（評価値が最大となる点）付近における尖鋭度を算出する。

[0029] 図 3 及び図 4 は、評価値曲線の一例を示す図である。合焦させたいエリア（AFエリア）における被写体が低周波成分優位になっている場合は、図 3 に示すように、極大点付近における尖鋭度が低い評価値曲線 30 となる。一方、AFエリアにおける被写体が高周波成分優位になっている場合は、図 4

に示すように、極大点付近における尖鋭度が高い評価値曲線40となる。

[0030] このように、評価値曲線は、被写体によって、極大点付近における尖鋭度が変化する。尖鋭度算出部192は、このような被写体の違いによって変化する尖鋭度を算出する。

[0031] 以下、尖鋭度の算出方法について説明する。

[0032] 図3には、上述した少なくとも3つのAF評価値(y_0 , y_1 , y_2)と、この少なくとも3つのAF評価値の各々に対応するフォーカスレンズ位置の情報(x_0 , x_1 , x_2)とを示している。AF評価値 y_1 が、AF評価値算出部191により算出されたAF評価値の中の最大値である。

[0033] 尖鋭度算出部192は、評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を示す指標として、シャープネスSを算出する。

[0034] 3つのAF評価値(y_0 , y_1 , y_2)と、そのときのフォーカスレンズ位置(x_0 , x_1 , x_2)の関係が仮に2次関数で表されたとすると、その近似関数を $y = c_0 + c_1(x - x_0) + c_2(x - x_0)(x - x_1) \cdot \cdot (1)$ と仮にする。この式(1)における“ c_2 ”を、たとえば良く知られたニュートン補間の方法を用いて求める。

[0035] 式(1)に $x = x_0$, $y = y_0$ を代入すると

$$y_0 = c_0 \cdot \cdot \cdot (2)$$

が得られる。

[0036] 式(1)に $x = x_1$, $y = y_1$ を代入すると

$$y_1 = c_0 + c_1(x_1 - x_0) \cdot \cdot \cdot (3)$$

が得られる。

[0037] 式(3)から式(2)を減算すると、

$$y_1 - y_0 = c_1(x_1 - x_0) \text{ となり、この式から}$$

$$c_1 = (y_1 - y_0) / (x_1 - x_0) \text{ となる。}$$

[0038] 式(1)に $x = x_2$, $y = y_2$ を代入すると

$$y_2 = c_0 + c_1(x_2 - x_0) + c_2(x_2 - x_0)(x_2 - x_1) \cdot$$

$$\cdot \cdot (4)$$

が得られる。

[0039] 式(4)から式(3)を減算すると、

$$\begin{aligned} y_2 - y_1 &= c_1 (x_2 - x_1) + c_2 (x_2 - x_0) (x_2 - x_1) \\ &= \{c_1 + c_2 (x_2 - x_0)\} (x_2 - x_1) \text{ となり、} \\ c_2 &= \{(y_2 - y_1) / (x_2 - x_1) - c_1\} / (x_2 - x_0) \\ &\text{となる。} \end{aligned}$$

[0040] AF評価値の放物線は上に凸なので、上記 c_2 は負になるが、説明を単純にするため、ここでは c_2 の絶対値をとりシャープネスを判断する。

[0041] c_2 の絶対値が大きい場合は、 x の変化に対して y の変化がより大きい放物線になるので、AF評価値の近似曲線は急峻な放物線となる。

[0042] AF評価値をサンプリングした点は3点だけなので、上記の方法で算出した c_2 の値が本来の尖鋭度から大きく異なる場合がある。近似の2次曲線からサンプリング点が外れるからである。

[0043] 例えば、3点のうちAF評価値が最大値を y_1 として、 y_1 が本来の値より何らかの影響で大きい方向に外れている場合は、 c_2 は y_1 に引かれる形で、本来のカーブから、尖鋭度が大きい方向に外れることがある。同様に、AF評価値のサンプリング点のうち、最大値以外の2点の x_0 、 x_2 が大きく x 軸方向にずれている場合は、見かけ上、 c_2 の絶対値は小さくなってしまふ。

[0044] これを補正するために、正規化の係数として

$$\{|x_1 - x_0| \times |x_1 - x_2|\} / y_1$$

を用い、これを c_2 に乗算した値をシャープネス S として評価すると良いことを発明者は見出した。

[0045] ここで、AF評価値は x_0 、 x_1 、 x_2 の3点で取るとして、 $x_0 < x_1 < x_2$ で、 x_1 のときのAF評価値 y_1 が y_0 、 y_1 、 y_2 のうち最大になるようにAF評価値を取得するものとする。

[0046] すなわち、

$$S = \{|c_2| \times |x_1 - x_0| \times |x_1 - x_2|\} / y_1 \quad \cdots (5)$$

で尖鋭度を評価する。この指標を用いると、放物線の広がり具合を、A F 評価値の大きさや、サンプリング点の間隔が違って一つの変数だけで判定出来るようになり、より正確に尖鋭度を判定できる。

[0047] 又は、尖鋭度算出部 192 は、シャープネス S の代わりに、データの分布の平均値周辺での両側非対称度を表す以下に示す歪度 *skew* を評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を表す指標として算出する。

[0048] 歪度 *skew* を算出する場合は、上述した少なくとも 3 つの A F 評価値に加えて、少なくとも 2 つの A F 評価値を用い、最大となる A F 評価値に対応するフォーカスレンズ位置の x 座標を 0 として扱う。これにより、以下の式 (6) により、歪み度 *skew* を得ることができる。

[0049] [数1]

$$skew = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n \left(\frac{x_i - \mu}{\delta} \right)^3 \cdots (6)$$

[0050] 式 (6) における “n” は、演算に用いる A F 評価値の数であり、最低で 5 である。式 (6) の x_i はフォーカスレンズの位置を示す値であるが、 x_1 から x_n の中で、A F 評価値が最大となるときの x_i を 0 とする。また、式 (6) の μ は n 個の A F 評価値の平均値であり、 δ は n 個の A F 評価値の標準偏差である。

[0051] 合焦位置算出部 193 は、上述した少なくとも 3 つの A F 評価値 (y_0 , y_1 , y_2) と、この少なくとも 3 つの A F 評価値の各々に対応するフォーカスレンズ位置の情報 (x_0 , x_1 , x_2) とを用いた複数種類の演算方法の中から、尖鋭度算出部 192 によって算出された尖鋭度に応じて 1 つを選択し、選択した演算方法により、評価値曲線の極大点に対応するフォーカスレンズの位置を合焦位置として算出する。

[0052] 複数種類の演算方法は、第一の演算方法と第二の演算方法とを含む。

[0053] 第一の演算方法は、(x_0 , y_0), (x_1 , y_1), (x_2 , y_2) を用いて、この 3 点を通る評価値曲線を示す 2 次関数を算出し、算出した 2 次関数を利用して合焦位置を算出する方法である。

- [0054] 第一の演算方法で合焦位置を算出する場合、合焦位置算出部 193 は、想定される評価値曲線が左右対称の放物線 ($y = \alpha x^2 + \beta x + \gamma$) であると仮定する。そして、合焦位置算出部 193 は、 (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , (x_2, y_2) の 3 点を通る放物線の連立方程式を立て、この方程式を解くことで、この放物線を示す 2 次関数の係数 α , β , γ を求める。そして、求めた 2 次関数を微分することで、放物線の変曲点（評価値曲線の極大点に相当）を算出し、合焦位置を算出する。
- [0055] 第二の演算方法は、 (x_0, y_0) , (x_1, y_1) , (x_2, y_2) を用いて、これらのうちの 2 点を通る 1 次関数と、この 1 次関数の傾きの符号だけを正負逆にしかつ残り 1 点を通る 1 次関数とを算出し、算出した 2 つの 1 次関数を利用して合焦位置を算出する方法である。
- [0056] 第二の演算方法で合焦位置を算出する場合、合焦位置算出部 193 は、まず、 (x_0, y_0) , (x_1, y_1) を通る直線（図 3 における符号 31）を示す 1 次関数と、 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) を通る直線（図 3 における符号 32）を示す 1 次関数を算出する。
- [0057] そして、合焦位置算出部 193 は、これら 2 つの 1 次関数の傾き（符号を除く絶対値）の大小を比較し、傾きが大きい方の 1 次関数（図 3 の例では直線 31 を示す 1 次関数）とは傾きの符号が正負逆であり、かつ、傾きが大きい方の直線を通る 2 点を除く残りの点 (x_2, y_2) を通る直線（図 3 における符号 33）を示す 1 次関数を算出する。
- [0058] 最後に、合焦位置算出部 193 は、直線 31 と直線 33 を示す 1 次関数を利用して、直線 31 と直線 33 とが交わる点における x 座標（図 3 における x_g ）を合焦位置として算出する。
- [0059] 第一の演算方法は、AF 評価値のサンプリング数を減らしても AF 精度を保つことができるため AF 高速化に有利である。しかし、実際の評価値曲線が図 4 に示すように、その極大点付近の尖鋭度が高くなっていると、算出される合焦位置の誤差が大きくなる。
- [0060] 一方、第二の演算方法は、評価値曲線が図 4 に示すようなものであった場

合には、算出される合焦位置の誤差を、第一の演算方法を用いた場合より小さくすることができる。

[0061] 図5は、図4に示す評価値曲線である場合に、第一の演算方法で算出される合焦位置 $\times(1)$ と、第二の演算方法で算出される合焦位置 $\times(2)$ とを示す図である。図5に示すように、評価値曲線の尖鋭度が高い場合は、第二の演算方法によって求まる合焦位置の方が正確な値に近くなる。図5に示す結果は一例であり、第一の演算方法と第二の演算方法とで合焦位置の算出結果がもっと大きくなることもある。また、図5に示す程度の差でも、ピントのずれは画質に影響を与えるため、第二の演算方法を用いる方がよい。

[0062] そこで、合焦位置算出部193は、尖鋭度算出部192によって算出された尖鋭度が予め決めた閾値 $TH1$ 以下の場合には、第一の演算方法によって合焦位置を算出し、尖鋭度算出部192によって算出された尖鋭度が閾値 $TH1$ を超える場合には、誤差が相対的に少なくなる第二の演算方法によって合焦位置を算出する。つまり、合焦位置算出部193は、尖鋭度に応じて、相対的に誤差の少ない演算方法を選択し、選択した方法によって合焦位置を算出することで、AF精度の低下を防ぐ。

[0063] 次に、図1に示すデジタルカメラのAF動作を説明する。

[0064] 図6は、図1に示すデジタルカメラのAF動作を説明するためのフローチャートである。図6に示すフローは、シャッターボタンが半押しされる等して、AFを行う指示がシステム制御部11に入力されることで開始される。

[0065] AFを行う指示があると、システム制御部11がフォーカスレンズをMOD端からINF端まで移動させる。フォーカスレンズが移動している間は、所定時間毎に固体撮像素子5により撮像が行われ、この撮像によって得られる撮像画像信号がコントラストAF処理部19に送られる。

[0066] コントラストAF処理部19は、撮像画像信号を取得する毎に、取得した撮像画像信号からAF評価値を算出し、この撮像画像信号が得られたときのフォーカスレンズの位置の情報と、算出したAF評価値とを対応付けてメインメモリ16に記憶する（ステップS1）。

- [0067] 尖鋭度算出部 192 は、メインメモリ 16 に記憶されていく A F 評価値をモニタし、A F 評価値が最大になったときの当該 A F 評価値とそれに対応するフォーカスレンズ位置の情報からなるピーク点データと、このフォーカスレンズ位置よりも前（MOD 端側又は INF 端側）の位置の情報とこれに対応する A F 評価値とからなるピーク前点データと、このフォーカスレンズ位置よりも後（INF 端側又は MOD 端側）の位置の情報とこれに対応する A F 評価値からなるピーク後点データとを、メインメモリ 16 から取得する。そして、尖鋭度算出部 192 は、取得したピーク前点データ、ピーク点データ、及びピーク後点データを用いて、評価値曲線の極大点付近における尖鋭度を算出する（ステップ S 2）。
- [0068] 合焦位置算出部 193 は、ステップ S 2 で算出された尖鋭度を閾値 TH 1 と比較する（ステップ S 3）。尖鋭度が閾値 TH 1 以下であれば（ステップ S 3：NO）、合焦位置算出部 193 は、ピーク前点データ、ピーク点データ、及びピーク後点データを用いて、第一の演算方法により合焦位置を算出する（ステップ S 4）。
- [0069] 一方、尖鋭度が閾値 TH 1 を超えていれば（ステップ S 3：YES）、合焦位置算出部 193 は、ピーク前点データ、ピーク点データ、及びピーク後点データを用いて、第二の演算方法により合焦位置を算出する（ステップ S 5）。
- [0070] ステップ S 4、S 5 において合焦位置が算出されると、システム制御部 11 が、算出された合焦位置の情報にしたがって、フォーカスレンズをその合焦位置に移動させる制御を行い（ステップ S 6）、オートフォーカス処理を終了する。
- [0071] 以上のように、図 1 のデジタルカメラによれば、多数のフォーカスレンズ位置毎の A F 評価値を求めることで得られる評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を、少なくとも 3 つの点データによって推定し、この尖鋭度に応じて、誤差の少ない演算方法により合焦位置を算出するため、第一の演算方法のみ、又は、第二の演算方法のみによって合焦位置を算出する従来方式と比較して

、AF精度を向上させることができる。

[0072] また、図1のデジタルカメラによれば、少なくとも3つの点データがあれば、尖鋭度を算出することができ、この尖鋭度によって演算方法を切り替えてAF精度を向上させることができる。このため、フォーカスレンズの移動速度を遅くして、AF評価値のサンプリング数を増やしてAF精度を向上させる必要がない。したがって、AF速度を高速化しながら、AF精度を向上させることができる。

[0073] なお、以上の説明では、第一の演算方法にて用いる曲線関数を、左右対称の放物線を示す2次関数としている。しかし、動く被写体に追従しながらこの被写体にピントを合わせて撮影を行う、いわゆる流し撮りを行う場合には、被写体の動く速度によって、評価値曲線が左右対称とはならないことがある。

[0074] そこで、第一の演算方法を選択する場合は、曲線関数として2次関数だけでなく、それよりも高次の関数（例えばスプライン曲線関数、ベジェ曲線関数）を用いて合焦位置を算出するのがよい。

[0075] 3次以上の関数を用いる場合には、その次数に応じた数の点データをメインメモリ16から取得して、その関数を算出すればよい。また、第一の演算方法を選択する場合において、どの関数を用いるかは、動く被写体の速度を画像処理によって検出し、又は、デジタルカメラの動く速度をジャイロセンサ等の動き検出部によって検出し、検出した速度に応じて決めればよい。

[0076] また、第一の演算方法を選択する場合に、曲線関数として2次関数を用いる場合には、ピーク前点データ、ピーク点データ、及びピーク後点データ以外の別の点データを利用し、ピーク前点データ、ピーク点データ、及びピーク後点データを通る放物線の位相をずらす処理を行ってから、合焦位置を算出して、合焦位置の演算誤差を減らすようにしてもよい。

[0077] 以下では、図1に示すデジタルカメラのAF動作の変形例を説明する。

[0078] 図7は、図1に示すデジタルカメラのAF動作の変形例を説明するためのフローチャートである。図7に示すフローチャートは、ステップS10を追

加した点を除いては、図6に示したフローチャートと同じである。図7において図6に示した処理と同じものには同一符号を付して説明を省略する。

[0079] 尖鋭度算出部192は、少なくとも3つの点データから尖鋭度を推定するものである。このため、点データに含まれるAF評価値にノイズが多く乗っかけてしまっている場合には、算出される尖鋭度の信頼性は低下する。また、AF評価値にノイズが多く含まれていると、第一の演算方法よりも第二の演算方法の方が、誤差が大きくなる。

[0080] 例えば、撮影環境が暗い場所の場合は、ノイズの影響が大きくなる。ノイズ量の測定の仕方としては、例えば、ライブビュー画像の明るさの変動をノイズ量とする方法、ライブビュー画像から求めたAF評価値の変動をノイズ量とする方法、AF時の評価値を帯域の違う複数のフィルタを通してそれらの結果（評価値の形の違い）を比較して判定する方法等がある。

[0081] そこで、この変形例では、ステップS3の判定がYESの場合に、合焦位置算出部193が、ステップS1において算出されたAF評価値に含まれるノイズ量を判定し（ステップS10）、ノイズ量が閾値TH2を超える場合にはステップS4の処理を行い、ノイズ量がTH2以下の場合にはステップS5の処理を行う。

[0082] AF評価値に含まれるノイズ量は、被写体輝度が低く、撮像画像信号のアナログゲインが大きくなるような状況（高ISO感度設定時）において多くなる。また、手ブレが発生している状況でも、AF評価値に含まれるノイズ量は多くなる。

[0083] 合焦位置算出部193は、被写体輝度やISO感度の大きさや、手ブレ発生の有無によって、AF評価値に含まれるノイズ量が閾値TH2を超えるか否かを判定し、ノイズ量が閾値TH2を超えときには、尖鋭度算出部192により算出される尖鋭度の信頼性が低いと判断して、サンプリング数が少なくても合焦位置を精度良く算出できかつノイズが多くても相対的に誤差の少ない第一の演算方法によって合焦位置を算出する。

[0084] これにより、実際には、評価値曲線が図3に示すようになるのにも関わら

ず、誤差が相対的に大きい第二の演算方法が採用されてしまって、A F精度が低下するのを防ぐことができる。

[0085] 図8は、図1に示すデジタルカメラのA F動作の別の変形例を説明するためのフローチャートである。図8に示すフローチャートは、ステップS 1 1、S 1 2、S 1 3を追加した点を除いては、図6に示したフローチャートと同じである。図8において図6に示した処理と同じものには同一符号を付して説明を省略する。

[0086] 流し撮りを行っている場合には、被写体の動く速度（これに追従するカメラの動く速度と同義）が大きいと、評価値曲線が左右対称の形状とはならない。このように、左右非対称の評価値曲線になるような撮影状況では、2次関数や1次関数を用いて合焦位置を算出するよりも、スプライン曲線関数やベジェ曲線関数等の3次以上の曲線関数を用いて合焦位置の算出を行う方が、誤差が少ない。

[0087] このため、ステップS 1の後、システム制御部11は、流し撮りが行われているか否かを判定する（ステップS 1 1）。

[0088] システム制御部11は、デジタルカメラに設けたジャイロセンサ等の動き検出部による検出情報を用いてカメラが動いていることを検知したり、ライブビュー画像を解析して撮影中の被写体に動体が含まれることを検知したり、これらを組み合わせたりすることで、流し撮りか否かを判定する。

[0089] 流し撮りが行われていない場合は、ステップS 2以降の処理が行われる。

[0090] 一方、流し撮りが行われていた場合は、システム制御部11が、動き検出部によって検出されるカメラの移動速度、又は、ライブビュー画像の解析により検出される動体の移動速度を予め決めた閾値TH3と比較する（ステップS 1 2）。

[0091] カメラの移動速度又は動体の移動速度が閾値TH3以下の場合はステップS 2以降の処理が行われ、カメラの移動速度又は動体の移動速度が閾値TH3を超える場合はステップS 1 3の処理が行われる。

[0092] ステップS 1 3において、合焦位置算出部193は、ステップS 1で算出

された評価値とこれに対応するフォーカスレンズ位置の情報から、スプライン曲線関数やベジェ曲線関数等の3次以上の曲線関数を算出し、算出した関数を用いて合焦位置の算出を行う。ステップS 1 3の後は、ステップS 6の処理が行われる。

[0093] 以上のように、この変形例のデジタルカメラによれば、流し撮りが行われていて、更に、カメラ又は動体の移動速度が大きい状況、つまり、評価値曲線が左右非対称になるような状況においては、尖鋭度を算出することなく、3次以上の高次の曲線関数を用いて合焦位置を算出するため、A F 処理を効率的かつ精度良く行うことができる。

[0094] なお、図8において、ステップS 2以降は、図7と同様にステップS 1 0を追加したものにしてもよい。

[0095] ここまでは、固体撮像素子5が光学ローパスフィルタを非搭載のものとして説明した。光学ローパスフィルタ非搭載の固体撮像素子は、光学ローパスフィルタを搭載する固体撮像素子と比べると解像力が高まるため、撮影画像における高周波成分が多くなる。このため、光学ローパスフィルタ非搭載の固体撮像素子は、図4に示したような先鋭度の高い評価値曲線となる傾向が強くなり、本実施形態で説明したA F 制御を採用することが特に有効となる。

[0096] 光学ローパスフィルタを搭載する固体撮像素子であっても、被写体によっては、評価値曲線が図4に示したような先鋭度の高いものになることはある。このため、固体撮像素子5として、光学ローパスフィルタを搭載する固体撮像素子を用いる場合でも、本実施形態で説明したA F 制御を採用することは有効である。

[0097] 次に、撮像装置としてスマートフォンの構成について説明する。

[0098] 図9は、本発明の撮影装置の一実施形態であるスマートフォン200の外観を示すものである。図9に示すスマートフォン200は、平板状の筐体201を有し、筐体201の一方の面に表示部としての表示パネル202と、入力部としての操作パネル203とが一体となった表示入力部204を備えている。また、この様な筐体201は、スピーカ205と、マイクロホン2

０６と、操作部２０７と、カメラ部２０８とを備えている。なお、筐体２０１の構成はこれに限定されず、例えば、表示部と入力部とが独立した構成を採用したり、折り畳み構造やスライド機構を有する構成を採用したりすることもできる。

[0099] 図１０は、図９に示すスマートフォン２００の構成を示すブロック図である。図９に示すように、スマートフォンの主たる構成要素として、無線通信部２１０と、表示入力部２０４と、通話部２１１と、操作部２０７と、カメラ部２０８と、記憶部２１２と、外部入出力部２１３と、GPS (Global Positioning System) 受信部２１４と、モーションセンサ部２１５と、電源部２１６と、主制御部２２０とを備える。また、スマートフォン２００の主たる機能として、図示省略の基地局装置BSと図示省略の移動通信網NWとを介した移動無線通信を行う無線通信機能を備える。

[0100] 無線通信部２１０は、主制御部２２０の指示にしたがって、移動通信網NWに收容された基地局装置BSに対し無線通信を行うものである。この無線通信を使用して、音声データ、画像データ等の各種ファイルデータ、電子メールデータなどの送受信や、Webデータやストリーミングデータなどの受信を行う。

[0101] 表示入力部２０４は、主制御部２２０の制御により、画像（静止画像及び動画像）や文字情報などを表示して視覚的にユーザに情報を伝達するとともに、表示した情報に対するユーザ操作を検出する、いわゆるタッチパネルであって、表示パネル２０２と、操作パネル２０３とを備える。

[0102] 表示パネル２０２は、LCD (Liquid Crystal Display)、OLED (Organic Electro-Luminescence Display)などを表示デバイスとして用いたものである。

[0103] 操作パネル２０３は、表示パネル２０２の表示面上に表示される画像を視認可能に載置され、ユーザの指や尖筆によって操作される一又は複数の座標を検出するデバイスである。このデバイスをユーザの指や尖筆によって操作

すると、操作に起因して発生する検出信号を主制御部２２０に出力する。次いで、主制御部２２０は、受信した検出信号に基づいて、表示パネル２０２上の操作位置（座標）を検出する。

[0104] 図９に示すように、本発明の撮影装置の一実施形態として例示しているスマートフォン２００の表示パネル２０２と操作パネル２０３とは一体となつて表示入力部２０４を構成しているが、操作パネル２０３が表示パネル２０２を完全に覆うような配置となっている。

[0105] 係る配置を採用した場合、操作パネル２０３は、表示パネル２０２外の領域についても、ユーザ操作を検出する機能を備えてもよい。換言すると、操作パネル２０３は、表示パネル２０２に重なる重畳部分についての検出領域（以下、表示領域と称する）と、それ以外の表示パネル２０２に重ならない外縁部分についての検出領域（以下、非表示領域と称する）とを備えていてもよい。

[0106] なお、表示領域の大きさと表示パネル２０２の大きさとを完全に一致させても良いが、両者を必ずしも一致させる必要は無い。また、操作パネル２０３が、外縁部分と、それ以外の内側部分の２つの感応領域を備えていてもよい。更に、外縁部分の幅は、筐体２０１の大きさなどに応じて適宜設計されるものである。更にまた、操作パネル２０３で採用される位置検出方式としては、マトリクススイッチ方式、抵抗膜方式、表面弾性波方式、赤外線方式、電磁誘導方式、静電容量方式などが挙げられ、いずれの方式を採用することもできる。

[0107] 通話部２１１は、スピーカ２０５やマイクロホン２０６を備え、マイクロホン２０６を通じて入力されたユーザの音声を主制御部２２０にて処理可能な音声データに変換して主制御部２２０に出力したり、無線通信部２１０あるいは外部入出力部２１３により受信された音声データを復号してスピーカ２０５から出力させたりするものである。また、図９に示すように、例えば、スピーカ２０５を表示入力部２０４が設けられた面と同じ面に搭載し、マイクロホン２０６を筐体２０１の側面に搭載することができる。

[0108] 操作部207は、キースイッチなどを用いたハードウェアキーであって、ユーザからの指示を受け付けるものである。例えば、図9に示すように、操作部207は、スマートフォン200の筐体201の側面に搭載され、指などで押下されるとオンとなり、指を離すとバネなどの復元力によってオフ状態となる押しボタン式のスイッチである。

[0109] 記憶部212は、主制御部220の制御プログラムや制御データ、アプリケーションソフトウェア、通信相手の名称や電話番号などを対応づけたアドレスデータ、送受信した電子メールのデータ、WebブラウジングによりダウンロードしたWebデータや、ダウンロードしたコンテンツデータを記憶し、またストリーミングデータなどを一時的に記憶するものである。また、記憶部212は、スマートフォン内蔵の内部記憶部217と着脱自在な外部メモリスロットを有する外部記憶部218により構成される。なお、記憶部212を構成するそれぞれの内部記憶部217と外部記憶部218は、フラッシュメモリタイプ(flash memory type)、ハードディスクタイプ(hard disk type)、マルチメディアカードマイクロタイプ(multimedia card micro type)、カードタイプのメモリ(例えば、MicroSD(登録商標)メモリ等)、RAM(Random Access Memory)、ROM(Read Only Memory)などの格納媒体を用いて実現される。

[0110] 外部入出力部213は、スマートフォン200に連結される全ての外部機器とのインターフェースの役割を果たすものであり、他の外部機器に通信等(例えば、ユニバーサルシリアルバス(USB)、IEEE1394など)又はネットワーク(例えば、インターネット、無線LAN、ブルートゥース(Bluetooth)(登録商標)、RFID(Radio Frequency Identification)、赤外線通信(Infrared Data Association:IrDA)(登録商標)、UWB(Ultra Wideband)(登録商標)、ジグビー(ZigBee)(登録商標)など)により直接的又は間接的に接続するためのものである。

。

[0111] スマートフォン200に連結される外部機器としては、例えば、有／無線ヘッドセット、有／無線外部充電器、有／無線データポート、カードソケットを介して接続されるメモリカード (Memory card) やSIM (Subscriber Identity Module Card) /UIM (User Identity Module Card) カード、オーディオ・ビデオI/O (Input/Output) 端子を介して接続される外部オーディオ・ビデオ機器、無線接続される外部オーディオ・ビデオ機器、有／無線接続されるスマートフォン、有／無線接続されるパーソナルコンピュータ、有／無線接続されるPDA、有／無線接続されるパーソナルコンピュータ、イヤホンなどがある。外部入出力部213は、このような外部機器から伝送を受けたデータをスマートフォン200の内部の各構成要素に伝達することや、スマートフォン200の内部のデータが外部機器に伝送されるようにすることができる。

[0112] GPS受信部214は、主制御部220の指示にしたがって、GPS衛星ST1～STnから送信されるGPS信号を受信し、受信した複数のGPS信号に基づく測位演算処理を実行し、当該スマートフォン200の緯度、経度、高度からなる位置を検出する。GPS受信部214は、無線通信部210や外部入出力部213（例えば、無線LAN）から位置情報を取得できる時には、その位置情報を用いて位置を検出することもできる。

[0113] モーションセンサ部215は、例えば、3軸の加速度センサなどを備え、主制御部220の指示にしたがって、スマートフォン200の物理的な動きを検出する。スマートフォン200の物理的な動きを検出することにより、スマートフォン200の動く方向や加速度が検出される。係る検出結果は、主制御部220に出力されるものである。

[0114] 電源部216は、主制御部220の指示にしたがって、スマートフォン200の各部に、バッテリー（図示しない）に蓄えられる電力を供給するものである。

- [0115] 主制御部 220 は、マイクロプロセッサを備え、記憶部 212 が記憶する制御プログラムや制御データにしたがって動作し、スマートフォン 200 の各部を統括して制御するものである。また、主制御部 220 は、無線通信部 210 を通じて、音声通信やデータ通信を行うために、通信系の各部を制御する移動通信制御機能と、アプリケーション処理機能を備える。
- [0116] アプリケーション処理機能は、記憶部 212 が記憶するアプリケーションソフトウェアにしたがって主制御部 220 が動作することにより実現するものである。アプリケーション処理機能としては、例えば、外部入出力部 213 を制御して対向機器とデータ通信を行う赤外線通信機能や、電子メールの送受信を行う電子メール機能、Web ページを閲覧する Web ブラウジング機能などがある。
- [0117] また、主制御部 220 は、受信データやダウンロードしたストリーミングデータなどの画像データ（静止画像や動画のデータ）に基づいて、映像を表示入力部 204 に表示する等の画像処理機能を備える。画像処理機能とは、主制御部 220 が、上記画像データを復号し、この復号結果に画像処理を施して、画像を表示入力部 204 に表示する機能のことをいう。
- [0118] 更に、主制御部 220 は、表示パネル 202 に対する表示制御と、操作部 207、操作パネル 203 を通じたユーザ操作を検出する操作検出制御を実行する。表示制御の実行により、主制御部 220 は、アプリケーションソフトウェアを起動するためのアイコンや、スクロールバーなどのソフトウェアキーを表示したり、あるいは電子メールを作成したりするためのウィンドウを表示する。なお、スクロールバーとは、表示パネル 202 の表示領域に収まりきれない大きな画像などについて、画像の表示部分を移動する指示を受け付けるためのソフトウェアキーのことをいう。
- [0119] また、操作検出制御の実行により、主制御部 220 は、操作部 207 を通じたユーザ操作を検出したり、操作パネル 203 を通じて、上記アイコンに対する操作や、上記ウィンドウの入力欄に対する文字列の入力を受け付けたり、あるいは、スクロールバーを通じた表示画像のスクロール要求を受け付

ける。

[0120] 更に、操作検出制御の実行により主制御部 220 は、操作パネル 203 に対する操作位置が、表示パネル 202 に重なる重畳部分（表示領域）か、それ以外の表示パネル 202 に重ならない外縁部分（非表示領域）かを判定し、操作パネル 203 の感応領域や、ソフトウェアキーの表示位置を制御するタッチパネル制御機能を備える。

[0121] また、主制御部 220 は、操作パネル 203 に対するジェスチャ操作を検出し、検出したジェスチャ操作に応じて、予め設定された機能を実行することもできる。ジェスチャ操作とは、従来の単純なタッチ操作ではなく、指などによって軌跡を描いたり、複数の位置を同時に指定したり、あるいはこれらを組み合わせて、複数の位置から少なくとも 1 つについて軌跡を描く操作を意味する。

[0122] カメラ部 208 は、図 1 に示したデジタルカメラにおける外部メモリ制御部 20、記録媒体 21、表示制御部 22、表示部 23、及び操作部 14 以外の構成を含む。カメラ部 208 によって生成された撮像画像データは、記憶部 212 に記録したり、入出力部 213 や無線通信部 210 を通じて出力したりすることができる。図 8 に示すにスマートフォン 200 において、カメラ部 208 は表示入力部 204 と同じ面に搭載されているが、カメラ部 208 の搭載位置はこれに限らず、表示入力部 204 の背面に搭載されてもよい。

[0123] また、カメラ部 208 はスマートフォン 200 の各種機能に利用することができる。例えば、表示パネル 202 にカメラ部 208 で取得した画像を表示することや、操作パネル 203 の操作入力のひとつとして、カメラ部 208 の画像を利用することができる。また、GPS 受信部 214 が位置を検出する際に、カメラ部 208 からの画像を参照して位置を検出することもできる。更には、カメラ部 208 からの画像を参照して、3 軸の加速度センサを用いずに、或いは、3 軸の加速度センサと併用して、スマートフォン 200 のカメラ部 208 の光軸方向を判断することや、現在の使用環境を判断する

こともできる。勿論、カメラ部 208 からの画像をアプリケーションソフトウェア内で利用することもできる。

[0124] その他、静止画又は動画の画像データに GPS 受信部 214 により取得した位置情報、マイクロホン 206 により取得した音声情報（主制御部等により、音声テキスト変換を行ってテキスト情報となってもよい）、モーションセンサ部 215 により取得した姿勢情報等を付加して記録部 212 に記録したり、入出力部 213 や無線通信部 210 を通じて出力したりすることもできる。

[0125] 以上のような構成のスマートフォン 200 においても、カメラ部 208 に図 1 のコントラスト AF 処理部 19 を設けることで、高速・高精度の AF が可能になる。

[0126] 以上説明してきたように、本明細書には以下の事項が開示されている。

[0127] 開示された撮像装置は、光軸方向に移動可能なフォーカスレンズと、上記フォーカスレンズを通して被写体を撮像する撮像素子と、上記フォーカスレンズを移動させながら、上記フォーカスレンズの位置毎に、上記撮像素子により撮像して得られる撮像画像信号を利用して合焦のための評価値を算出する評価値算出部と、上記フォーカスレンズの位置に対する上記評価値の関係を示す評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を、上記評価値算出部によって算出された少なくとも 3 つの上記評価値、及び、上記少なくとも 3 つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を利用して算出する尖鋭度算出部と、上記少なくとも 3 つの評価値、及び、上記少なくとも 3 つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報をを用いた複数種類の演算方法の中から、少なくとも上記尖鋭度算出部によって算出された尖鋭度に応じて 1 つを選択し、選択した演算方法により、上記評価値曲線の極大点に対応するフォーカスレンズの位置を合焦位置として算出する合焦位置算出部と、上記合焦位置に上記フォーカスレンズを移動させる合焦制御を行う合焦制御部と、を備え、上記複数種類の演算方法は、上記少なくとも 3 つの評価値、及び、上記少なくとも 3 つの評価値の各々に対応する上記フォーカ

スレンズの位置の情報を用いて、上記評価値曲線を示す複数次の関数を算出し、上記複数次の関数を利用して上記合焦位置を算出する第一の演算方法と、上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を用いて1次の関数を算出し、上記1次の関数を利用して上記合焦位置を算出する第二の演算方法とを含み、上記少なくとも3つの評価値は、上記評価値算出部により算出される上記評価値のうちの最大値と、上記最大値の評価値に対応するフォーカスレンズの位置の前後の位置について算出された評価値とを含むものである。

[0128] 開示された撮像装置は、上記合焦位置算出部が、上記尖鋭度と、上記評価値に含まれるノイズ量とに応じて、上記複数種類の演算方法から1つを選択するものである。

[0129] 開示された撮像装置は、上記合焦位置算出部が、上記尖鋭度が第一の閾値を超えかつ上記ノイズ量が第二の閾値以下の場合に上記第二の演算方法を選択し、上記尖鋭度が上記第一の閾値を超えかつ上記ノイズ量が上記第二の閾値を超える場合、及び、上記尖鋭度が上記第一の閾値以下の場合に上記第一の演算方法を選択するものである。

[0130] 開示された撮像装置は、上記合焦位置算出部が、上記尖鋭度が閾値を超える場合に上記第二の演算方法を選択し、上記尖鋭度が上記閾値以下の場合に上記第一の演算方法を選択するものである。

[0131] 開示された撮像装置は、上記合焦位置算出部が、流し撮りが行われており、かつ、上記撮像装置の移動速度又は撮影中の被写体に含まれる動体の速度が第三の閾値を超える場合は、上記尖鋭度に関わらず、上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報と、3次以上の関数とを利用して上記合焦位置を算出するものである。

[0132] 開示された撮像装置は、上記撮像素子が、光学ローパスフィルタ非搭載のものであるものを含む。

[0133] 開示された合焦制御方法は、光軸方向に移動可能なフォーカスレンズを通

して被写体を撮像する撮像素子を有する撮像装置による合焦制御方法であって、上記フォーカスレンズを移動させながら、上記フォーカスレンズの位置毎に、上記撮像素子により撮像して得られる撮像画像信号を利用して合焦のための評価値を算出する評価値算出ステップと、上記フォーカスレンズの位置に対する上記評価値の関係を示す評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を、上記評価値算出ステップによって算出した少なくとも3つの上記評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報を利用して算出する尖鋭度算出ステップと、上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報をを用いた複数種類の演算方法の中から、少なくとも上記尖鋭度算出ステップで算出した尖鋭度に応じて1つを選択し、選択した演算方法により、上記評価値曲線の極大点に対応するフォーカスレンズの位置を合焦位置として算出する合焦位置算出ステップと、上記合焦位置に上記フォーカスレンズを移動させる合焦制御を行う合焦制御ステップと、を備え、上記複数種類の演算方法は、上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報をを用いて、上記評価値曲線を示す複数次の関数を算出し、上記複数次の関数を利用して上記合焦位置を算出する第一の演算方法と、上記少なくとも3つの評価値、及び、上記少なくとも3つの評価値の各々に対応する上記フォーカスレンズの位置の情報をを用いて1次の関数を算出し、上記1次の関数を利用して上記合焦位置を算出する第二の演算方法とを含み、上記少なくとも3つの評価値は、上記評価値算出ステップで算出される上記評価値のうちの最大値と、上記最大値の評価値に対応するフォーカスレンズの位置の前後の位置について算出された評価値とを含むものである。

産業上の利用可能性

[0134] 本発明は、特にデジタルカメラ等に適用して利便性が高く、有効である。

[0135] 以上、本発明を特定の実施形態によって説明したが、本発明はこの実施形態に限定されるものではなく、開示された発明の技術思想を逸脱しない範囲

で種々の変更が可能である。

本出願は、2013年2月14日出願の日本特許出願（特願2013-26862）に基づくものであり、その内容はここに取り込まれる。

符号の説明

[0136] 1 撮影レンズ（フォーカスレンズ含む）

5 固体撮像素子

19 コントラストAF処理部

191 AF評価値算出部

192 尖鋭度算出部

193 合焦位置算出部

請求の範囲

[請求項1]

光軸方向に移動可能なフォーカスレンズと、
前記フォーカスレンズを通して被写体を撮像する撮像素子と、
前記フォーカスレンズを移動させながら、前記フォーカスレンズの位置毎に、前記撮像素子により撮像して得られる撮像画像信号を利用して合焦のための評価値を算出する評価値算出部と、
前記フォーカスレンズの位置に対する前記評価値の関係を示す評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を、前記評価値算出部によって算出された少なくとも3つの前記評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報を利用して算出する尖鋭度算出部と、
前記少なくとも3つの評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報をを用いた複数種類の演算方法の中から、少なくとも前記尖鋭度算出部によって算出された尖鋭度に応じて1つを選択し、選択した演算方法により、前記評価値曲線の極大点に対応するフォーカスレンズの位置を合焦位置として算出する合焦位置算出部と、
前記合焦位置に前記フォーカスレンズを移動させる合焦制御を行う合焦制御部と、を備え、
前記複数種類の演算方法は、前記少なくとも3つの評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報をを用いて、前記評価値曲線を示す複数次の関数を算出し、前記複数次の関数を利用して前記合焦位置を算出する第一の演算方法と、前記少なくとも3つの評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報をを用いて1次の関数を算出し、前記1次の関数を利用して前記合焦位置を算出する第二の演算方法とを含み、
前記少なくとも3つの評価値は、前記評価値算出部により算出され

る前記評価値のうちの最大値と、前記最大値の評価値に対応するフォーカスレンズの位置の前後の位置について算出された評価値とを含む撮像装置。

[請求項2] 請求項1記載の撮像装置であって、
前記合焦位置算出部は、前記尖鋭度と、前記評価値に含まれるノイズ量とに応じて、前記複数種類の演算方法から1つを選択する撮像装置。

[請求項3] 請求項2記載の撮像装置であって、
前記合焦位置算出部は、前記尖鋭度が第一の閾値を超えかつ前記ノイズ量が第二の閾値以下の場合に前記第二の演算方法を選択し、前記尖鋭度が前記第一の閾値を超えかつ前記ノイズ量が前記第二の閾値を超える場合、及び、前記尖鋭度が前記第一の閾値以下の場合に前記第一の演算方法を選択する撮像装置。

[請求項4] 請求項1記載の撮像装置であって、
前記合焦位置算出部は、前記尖鋭度が閾値を超える場合に前記第二の演算方法を選択し、前記尖鋭度が前記閾値以下の場合に前記第一の演算方法を選択する撮像装置。

[請求項5] 請求項1乃至4のいずれか1項記載の撮像装置であって、
前記合焦位置算出部は、流し撮りが行われており、かつ、前記撮像装置の移動速度又は撮影中の被写体に含まれる動体の速度が第三の閾値を超える場合は、前記尖鋭度に関わらず、前記少なくとも3つの評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報と、3次以上の関数とを利用して前記合焦位置を算出する撮像装置。

[請求項6] 請求項1乃至5のいずれか1項記載の撮像装置であって、
前記撮像素子は、光学ローパスフィルタ非搭載のものである撮像装置。

[請求項7] 光軸方向に移動可能なフォーカスレンズを通して被写体を撮像する

撮像素子を有する撮像装置による合焦制御方法であって、

前記フォーカスレンズを移動させながら、前記フォーカスレンズの位置毎に、前記撮像素子により撮像して得られる撮像画像信号を利用して合焦のための評価値を算出する評価値算出ステップと、

前記フォーカスレンズの位置に対する前記評価値の関係を示す評価値曲線の極大点付近の尖鋭度を、前記評価値算出ステップによって算出した少なくとも3つの前記評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報を利用して算出する尖鋭度算出ステップと、

前記少なくとも3つの評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報をを用いた複数種類の演算方法の中から、少なくとも前記尖鋭度算出ステップで算出した尖鋭度に応じて1つを選択し、選択した演算方法により、前記評価値曲線の極大点に対応するフォーカスレンズの位置を合焦位置として算出する合焦位置算出ステップと、

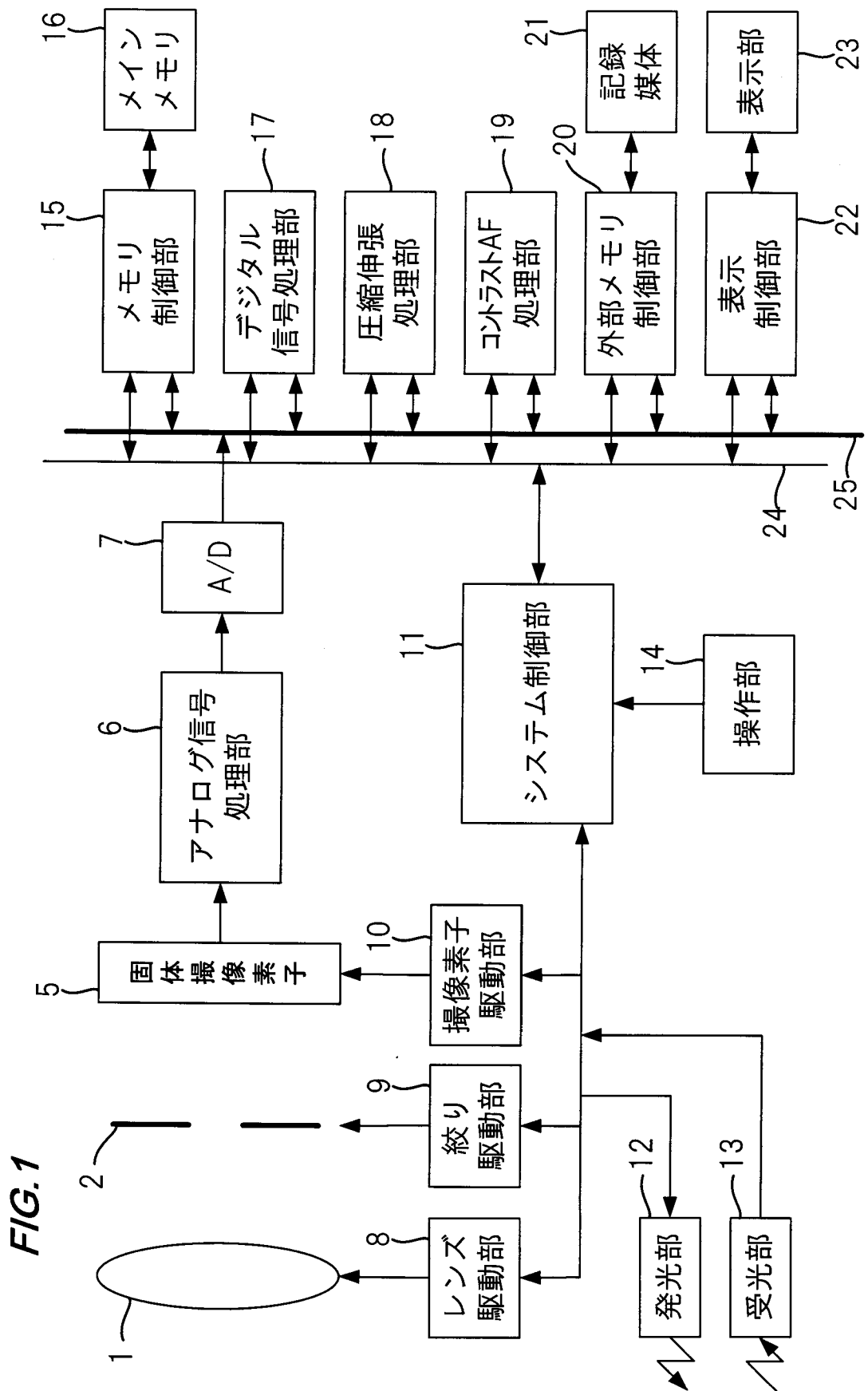
前記合焦位置に前記フォーカスレンズを移動させる合焦制御を行う合焦制御ステップと、を備え、

前記複数種類の演算方法は、前記少なくとも3つの評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報をを用いて、前記評価値曲線を示す複数次の関数を算出し、前記複数次の関数を利用して前記合焦位置を算出する第一の演算方法と、前記少なくとも3つの評価値、及び、前記少なくとも3つの評価値の各々に対応する前記フォーカスレンズの位置の情報をを用いて1次の関数を算出し、前記1次の関数を利用して前記合焦位置を算出する第二の演算方法とを含み、

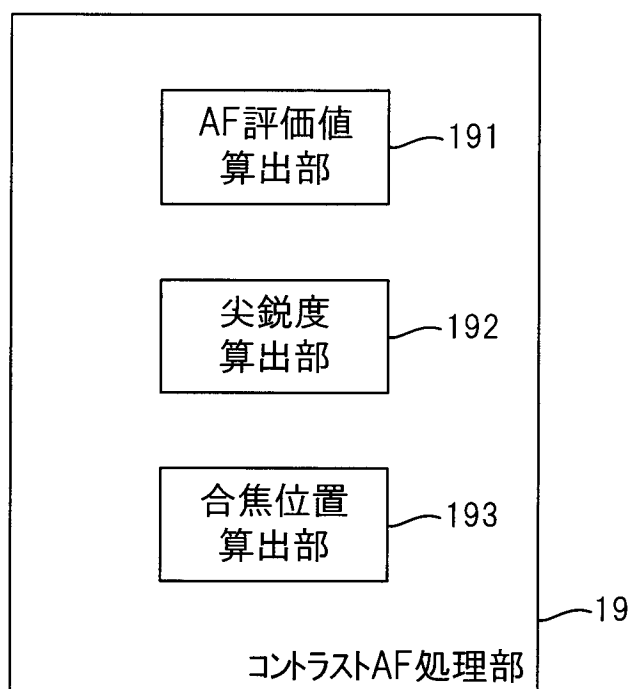
前記少なくとも3つの評価値は、前記評価値算出ステップで算出される前記評価値のうちの最大値と、前記最大値の評価値に対応するフォーカスレンズの位置の前後の位置について算出された評価値とを含

む合焦制御方法。

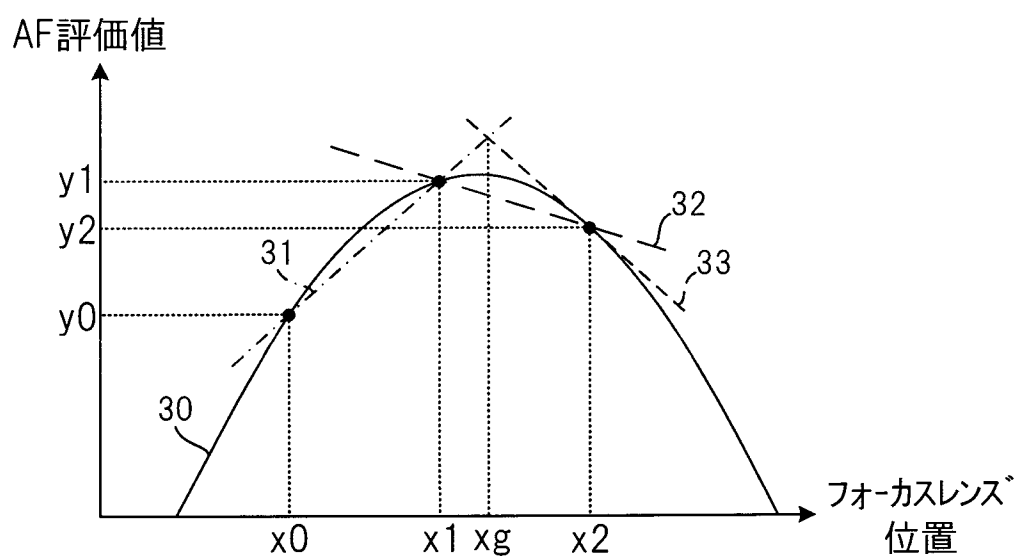
[図1]



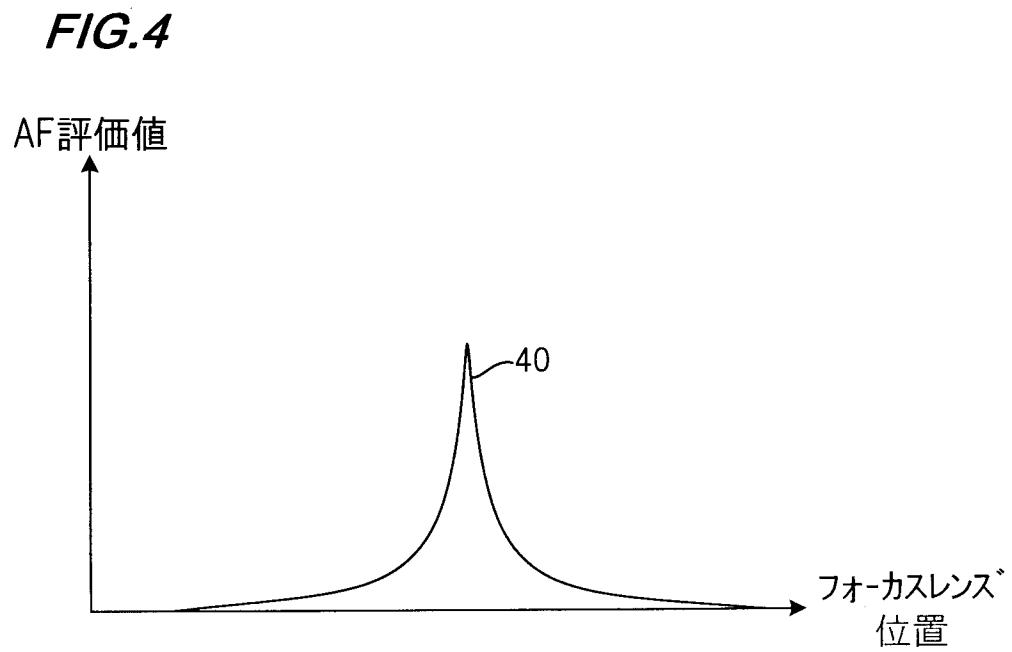
[図2]

FIG.2

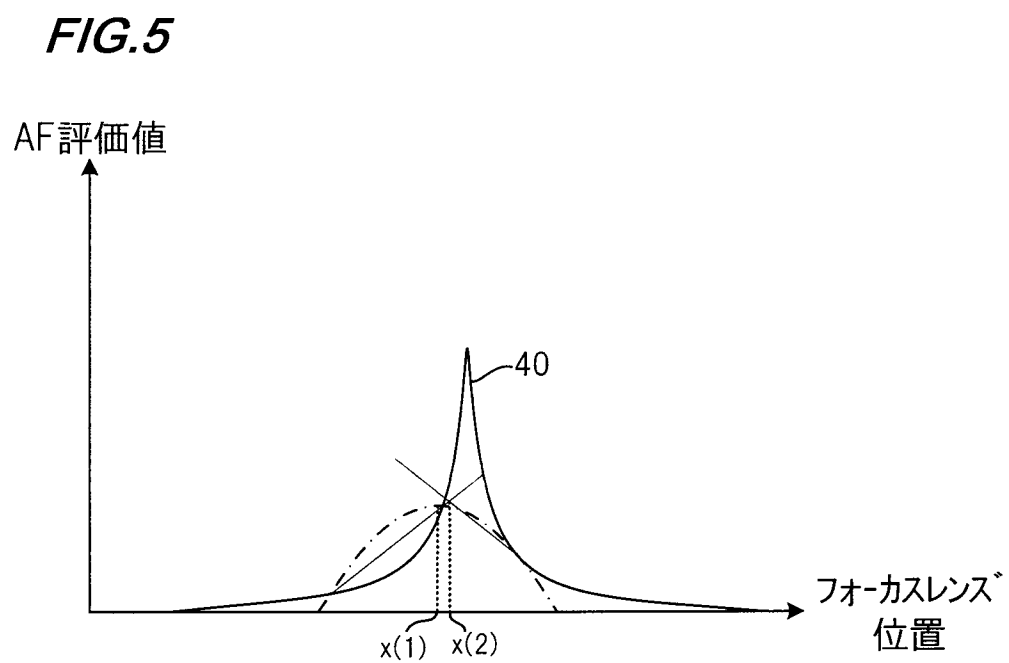
[図3]

FIG.3

[図4]

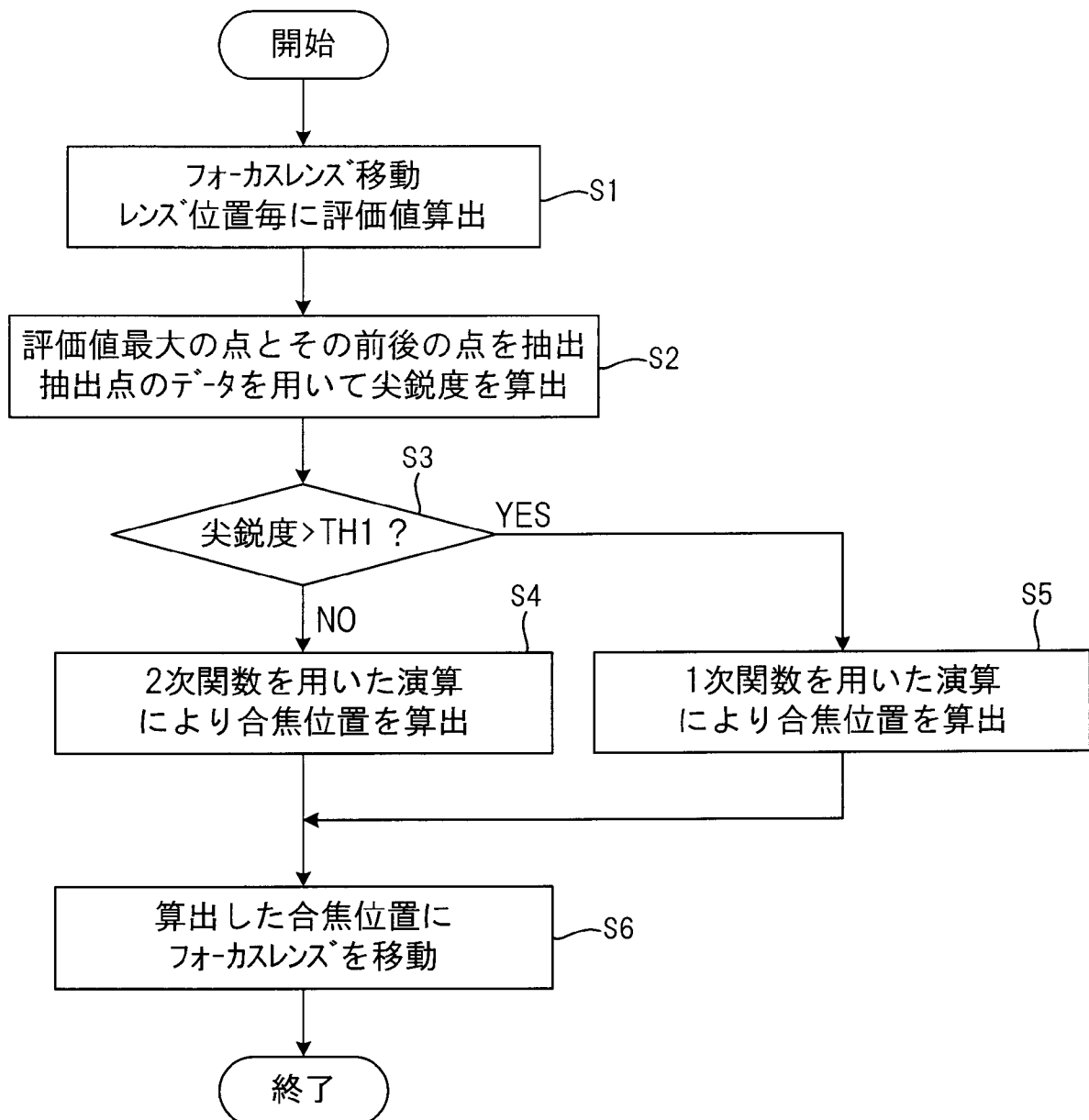


[図5]



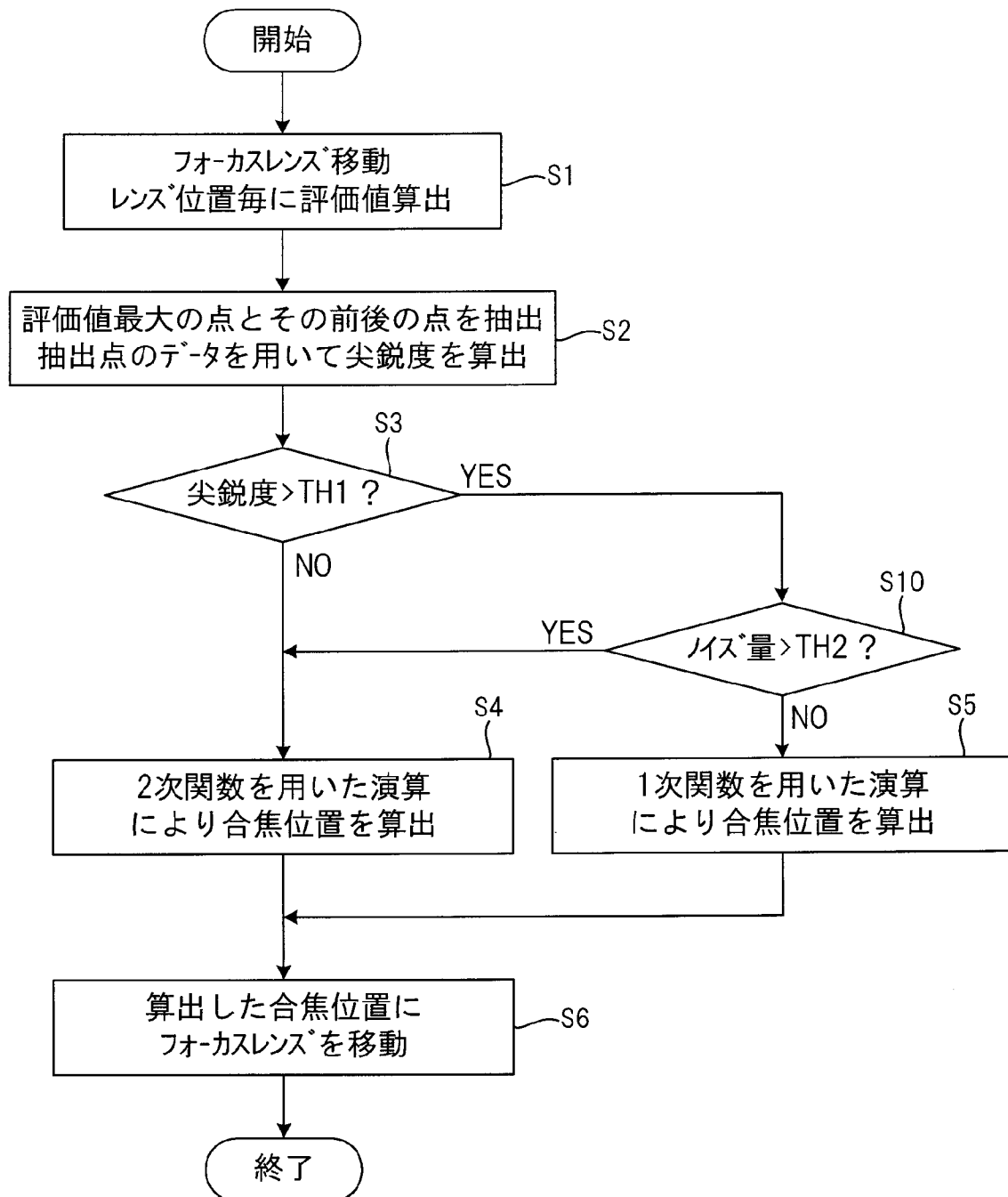
[図6]

FIG. 6



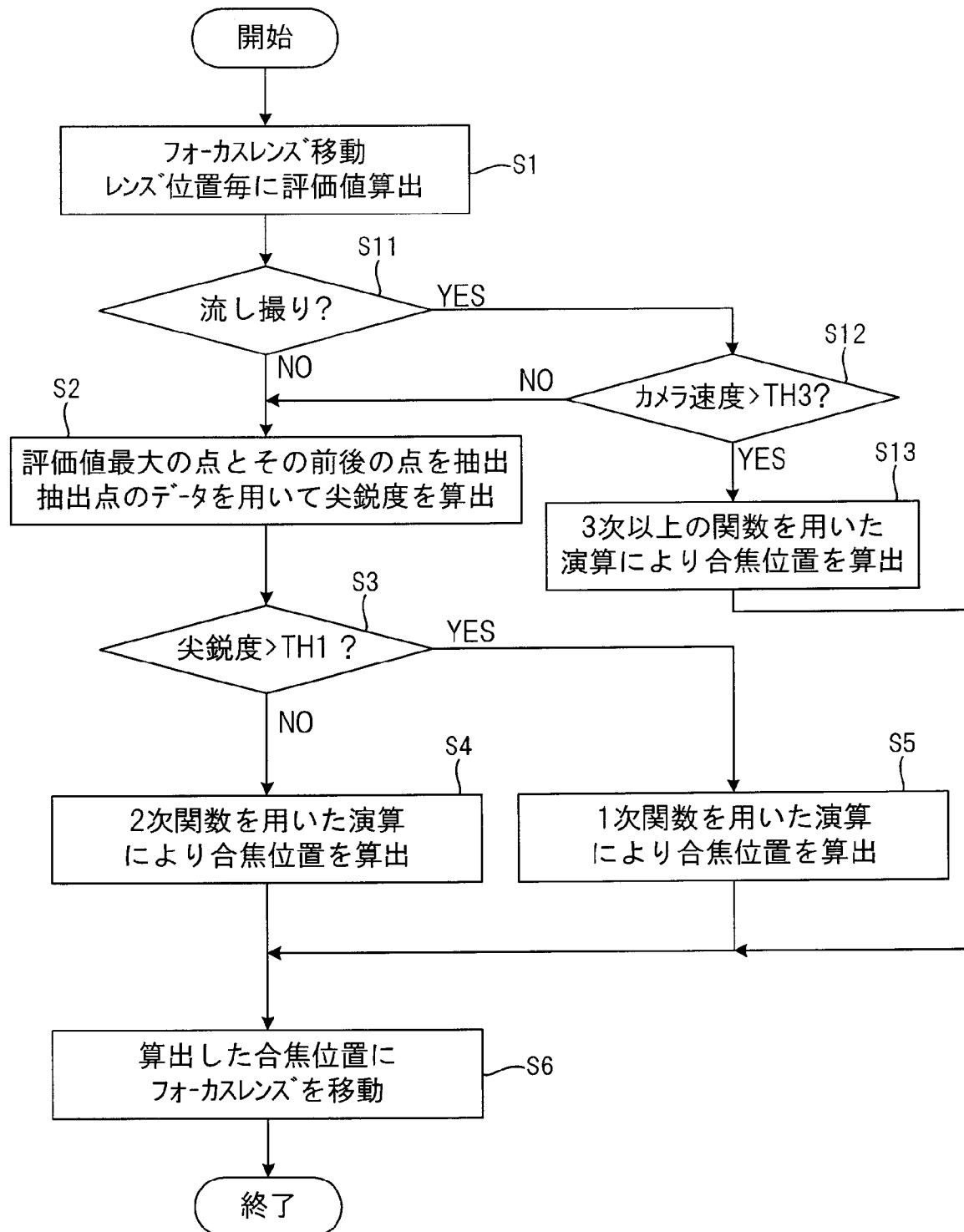
[図7]

FIG.7

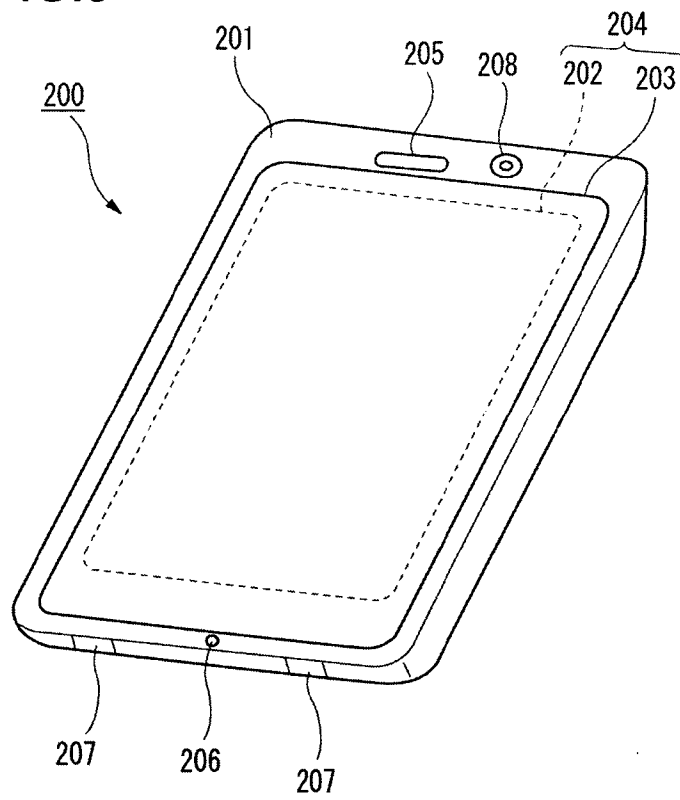


[図8]

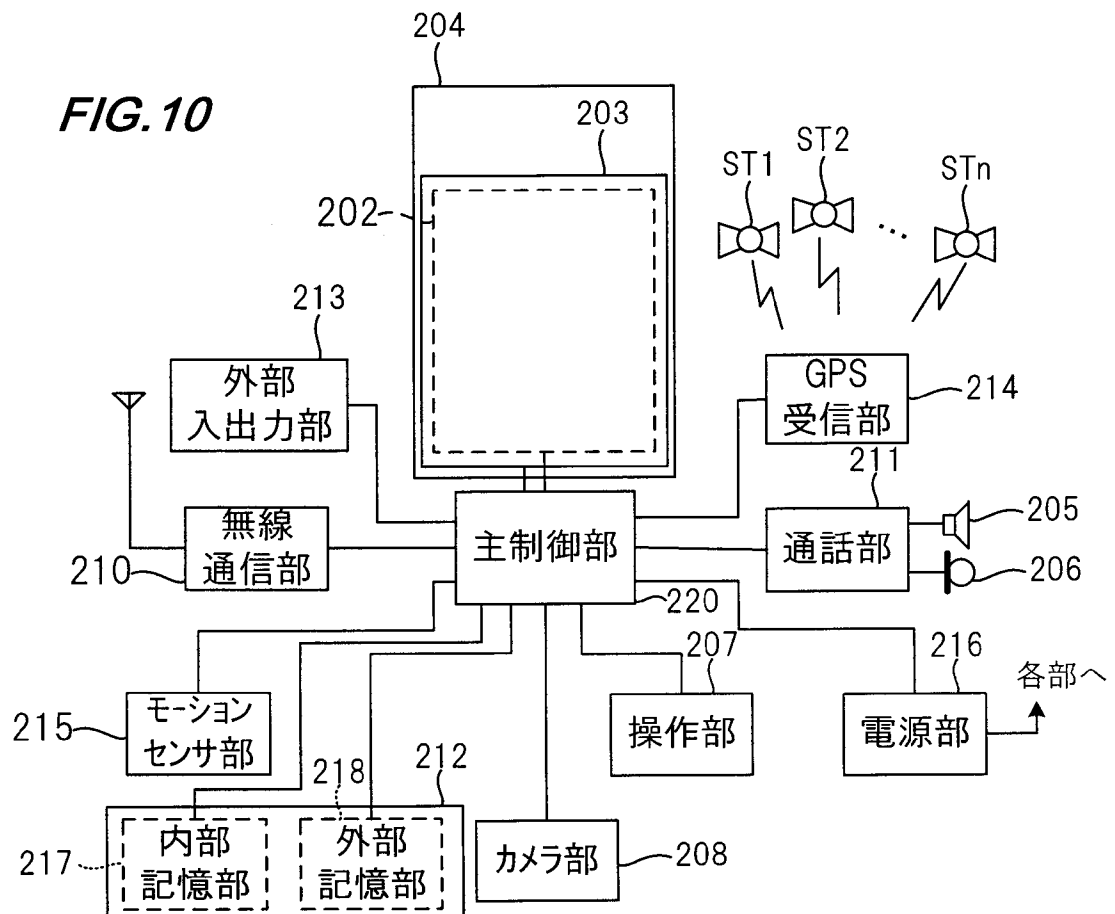
FIG.8



[図9]

FIG. 9

[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079888

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B7/36(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i

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)

G02B7/36, G02B7/28, G03B13/36, H04N5/232

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
A	JP 2009-027212 A (Ricoh Co., Ltd.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraphs [0001], [0134] to [0190]; fig. 11 to 16 & EP 2007135 A2	1-7
A	JP 2005-345695 A (Nikon Corp.), 15 December 2005 (15.12.2005), paragraphs [0001], [0034] to [0041]; fig. 2 to 5 (Family: none)	1-7

☐ 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

"T" 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
03 February, 2014 (03.02.14)

Date of mailing of the international search report
10 February, 2014 (10.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G02B7/36(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. G02B7/36, G02B7/28, G03B13/36, H04N5/232

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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
A	JP 2009-027212 A（株式会社リコー） 2009.02.05, 【0001】、【0134】 - 【0190】、【図 11】 - 【図 16】 & EP 2007135 A2	1-7
A	JP 2005-345695 A（株式会社ニコン） 2005.12.15, 【0001】、【0034】 - 【0041】、【図 2】 - 【図 5】（ファミリーなし）	1-7

☐ 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

0 3 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

荒井 良子

2 V

9 1 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 1