

(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3月27日(27.03.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/045740 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 5/225 (2006.01) *G03B 13/36* (2006.01)
G02B 7/28 (2006.01) *H04N 5/232* (2006.01)
G02B 7/34 (2006.01) *H04N 13/02* (2006.01)
G03B 13/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/071182
- (22) 国際出願日: 2013年8月5日(05.08.2013)
- (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 2012-205907 2012年9月19日(19.09.2012) 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番30号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井澤 克俊(IZAWA, Katsutoshi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目3番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 中島 淳, 外(NAKAJIMA, Jun et al.); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 H K 新宿ビル7階 太陽国際特許事務所 Tokyo (JP).

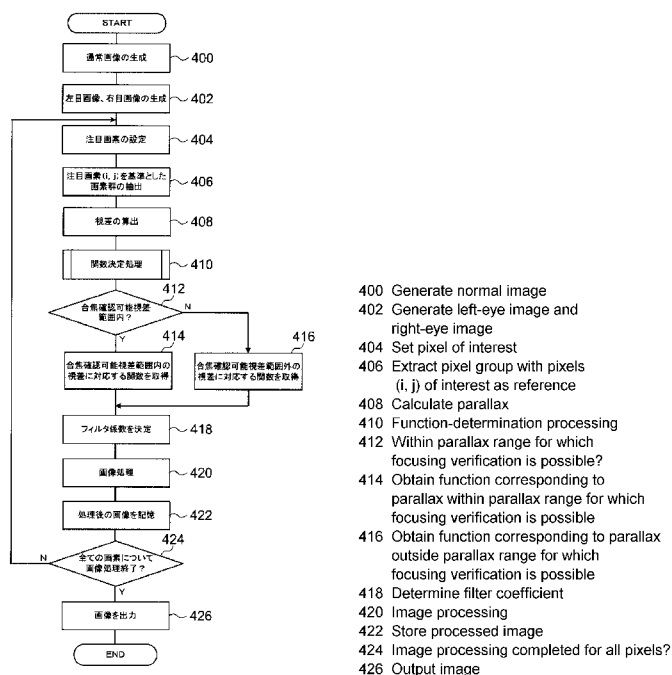
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, 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), ユーロパ (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 PROCESSING DEVICE, IMAGING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD AND IMAGE PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及び画像処理プログラム



(57) Abstract: Provided are: an image processing device capable of enhancing parallax without any excess or deficiency; an imaging device; an image processing method; and an image processing program. An image processing unit determines an input/output function (f) for each pixel to be processed in a left-eye image and a right-eye image during a step (410). When determined to fall within the parallax range for which focusing verification is possible (Step 412: Y), the input/output function (f) converts the input parallax calculated in a step (408) to a parallax such that it is possible to identify the input parallax as being within the parallax range for which focusing verification is possible, and when determined not to fall within the parallax range for which focusing verification is possible (Step 412: N), the input/output function (f) converts the input parallax calculated in the step (408) to a parallax such that it is possible to identify the input parallax as not being within the parallax range for which focusing verification is possible.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/045740 A1

視差の強調を過不足なく行うことができる画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及び画像処理プログラムを提供する。ステップ410では、画像処理部により、左目画像及び右目画像における対象画素毎に、入出力関数 f が決定される。入出力関数 f は、合焦確認可能視差範囲内であると判定された場合（ステップ412：Y）は、ステップ408で算出された入力視差を、合焦確認可能視差範囲内であることが視差可能な視差に変換させ、合焦確認可能視差範囲外であると判定された場合（ステップ412：N）は、ステップ408で算出された入力視差を、合焦確認可能視差範囲外であることが視差可能な視差に変換させる。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及び画像処理プログラム

技術分野

[0001] 本発明は、画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及び画像処理プログラムに関する。

背景技術

[0002] デジタルカメラとして、位相差検出方式やコントラスト検出方式を用いたオートフォーカスの他に、使用者が手動でフォーカス調整を行うことができる、いわゆるマニュアルフォーカスモードを備えるものが広く知られている。

[0003] マニュアルフォーカスモードを有するデジタルカメラとしては、被写体を確認しながらフォーカス調整ができるようにレフレックスミラーを設けて、目視による位相差を表示するスプリットマイクロプリズムスクリーンを用いた方法を採用したものが知られている。また、目視によるコントラストの確認を行う方法を採用したものも知られている。

[0004] ところで、近年普及しているレフレックスミラーを省略したデジタルカメラでは、レフレックスミラーがないため位相差を表示しながら被写体像を確認する方法がなく、コントラスト検出方式に頼らざるを得なかった。しかし、この場合には、LCD（liquid crystal display：液晶ディスプレイ）等の表示装置の解像度以上のコントラストの表示ができず、一部拡大するなどして表示する方法を採らざるを得なかった。

[0005] そこで、近年では、マニュアルフォーカスモード時に操作者が被写体に対してピントを合わせる作業を容易にするために、スプリットイメージをライブビュー画像（スルー画像ともいう）内に表示している。ここで、スプリットイメージとは、例えば2分割された分割画像（例えば上下方向に分割された各画像）であって、ピントのずれに応じて視差発生方向（例えば左右方向

）にずれ、ピントが合った状態だと視差発生方向のずれがなくなる分割画像を指す。操作者（例えば撮影者）は、スプリットイメージ（例えば上下方向に分割された各画像）のずれがなくなるように、マニュアルフォーカシングを操作してピントを合わせる。

[0006] 特開2009-147665号公報に記載の撮像装置は、撮像光学系からの光束のうち、瞳分割部によって分割された光束により形成された第1の被写体像及び第2の被写体像をそれぞれ光電変換した第1の画像及び第2の画像を生成する。そして、これらの第1及び第2の画像を用いてスプリットイメージを生成すると共に、瞳分割部によって分割されない光束により形成された第3の被写体像を光電変換して第3の画像を生成する。そして、第3の画像を表示部に表示すると共に、第3の画像内に、生成したスプリットイメージを表示し、かつ第3の画像から抽出した色情報をスプリットイメージに付加するようにしている。このように第3の画像から抽出した色情報をスプリットイメージに付加することにより、スプリットイメージの視認性を良好にすることができる。

[0007] また、カメラの電子ビューファインダーやカメラの背面側に設けられているディスプレイ（例えばLCD）は表示の解像度が低いため、スプリットイメージを見ながら正確なジャスピン位置（合焦状態のときの撮影レンズの位置）にピントを合わせることが難しい。そこで、スプリットイメージの視差発生方向のずれ量が視差に依存していることを利用して、視差を強調することでユーザのピント調整を支援する方法が提案されている。この方法によれば、スプリットイメージからピントがどの程度ずれているかをユーザに対してより一層直感的に認識させることができる。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、視差を強調する場合、視差の強調が必要でない合焦確認可能視差範囲であっても（例えば合焦状態の場合であっても）視差が強調されたり、視差の強調が必要な合焦確認可能視差範囲であっても視差が強調され

なかったりする、という問題点があった。

[0009] 本発明は、このような実情を鑑みて提案されたものであり、視差の強調を過不足なく行うことができる画像処理装置、撮像装置、画像処理方法及び画像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

[0010] 本発明の第1の態様に係る画像処理装置は、撮影レンズにおける第1及び第2の領域を通過した被写体像が瞳分割されてそれぞれ結像され、第1及び第2の画像信号を出力する第1及び第2の画素群から出力された前記第1及び第2の画像信号に基づく第1及び第2の画像を取得する画像取得部と、前記画像取得部により取得された前記第1の画像の各画素と前記第2の画像の対応する画素とのずれ量を示す視差を算出する視差算出部と、画像処理の対象画素が所定の条件を満たす第1の視差範囲内であるか否かを判定する第1判定部と、前記画像取得部により取得された前記第1及び第2の画像における前記対象画素毎に、前記第1判定部により前記第1の視差範囲内であると判定された場合は前記視差算出部により算出された視差を、前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲内であることが視認可能な視差に変換させ、前記第1判定部により前記第1の視差範囲外であると判定された場合は前記視差算出部により算出された視差を、前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲外であることが視認可能な視差に変換させる視差変換係数を決定する係数決定部と、前記対象画素に対して、前記係数決定部により決定された前記視差変換係数に基づいて画像処理を行う画像処理部と、前記第1及び第2の画素群を有する撮像素子から出力された画像信号に基づいて第1の表示用画像を生成し、かつ、前記第1及び第2の画像における前記対象画素の各々に対して前記画像処理が行われた画像に基づいて合焦確認に使用する第2の表示用画像を生成する生成部と、画像を表示する表示部と、前記表示部に対して、前記生成部により生成された前記第1の表示用画像を表示させ、かつ、該第1の表示用画像の表示領域内に前記生成部により生成された前記第2の表示用画像を表示させる表示制御部と、を含む。従って、本構成を有し

ない場合に比べ、視差の強調を過不足なく行うことができる。

[0011] 本発明の第2の態様は、本発明の第1の態様において、前記第1判定部は、 W_c を前記第1及び第2の画素群を有する撮像素子の視差発生方向の画素数とし、 W_e を前記画像処理が行われることにより得られた画像の出力先の視差発生方向の画素数とし、 κ を前記撮像素子の感度及び前記撮影レンズの絞り値の少なくとも1つが高くなるほど減少する1未満の係数とし、 P_e を前記第1の視差範囲内の視差としたとき、以下の(1)式に従って、前記対象画素が前記第1の視差範囲内であるか否かを判定するものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、画像処理の対象画素が第1の視差範囲内であるか否かを高精度に判定することができる。

[0012] $P_e < \kappa \times (W_e / W_c) \cdots \cdots (1)$

[0013] 本発明の第3の態様は、本発明の第1の態様又は第2の態様において、前記視差算出部により算出された視差が前記第1の視差範囲よりも広い第2の視差範囲内であるか否かを判定する第2判定部を更に備え、前記視差変換係数を、前記第2判定部により前記視差算出部により算出された視差が前記第2の視差範囲内であると判定された場合に前記視差算出部により算出された視差を拡張させる視差変換係数としたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、第1の視差範囲よりも広い第2の視差範囲内において視差の強調が過不足するという事態の発生を高精度に抑制することができる。

[0014] 本発明の第4の態様は、本発明の第1の態様から第3の態様の何れか1つにおいて、前記視差変換係数が、前記視差算出部により算出された視差を入力とし、前記前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲内であることが視認可能な視差及び前記前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲外であることが視認可能な視差を選択的に出力とする連続関数により規定されるものとしてもよい。これにより、これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差の強調の度合いを容易に予測することができる。

[0015] 本発明の第5の態様は、本発明の第4の態様において、前記連続関数を、

前記第 1 判定部により前記第 1 の視差範囲内であると判定された場合の前記視差算出部により算出された視差の範囲において第 1 線形関数としたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、第 1 の視差範囲内において視差の強調の度合いを容易に予測することができる。

[0016] 本発明の第 6 の態様は、本発明の第 5 の態様において、前記連続関数を、前記第 1 判定部により前記第 1 の視差範囲外であると判定された場合の前記視差算出部により算出された視差の範囲において、前記第 1 線形関数に連続すると共に該第 1 線形関数に比べ軽勾配の第 2 線形関数としたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差の強調の急激な変化を抑制することができる。

[0017] 本発明の第 7 の態様は、本発明の第 6 の態様において、前記連続関数を、前記第 1 判定部により前記第 1 の視差範囲外であると判定された場合の前記視差算出部により算出された視差の範囲において、前記第 2 線形関数及び該第 2 線形関数に連続する恒等関数としたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、第 1 の視差範囲外において視差の過度な強調を抑制することができる。

[0018] 本発明の第 8 の態様は、本発明の第 1 の態様から第 7 の態様の何れか 1 つにおいて、前記視差変換係数が、前記画像処理が行われて得られた画像が鑑賞される鑑賞媒体の種類に応じて定まるものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、鑑賞媒体の種類に応じて視差の強調の程度を適切に定めることができる。

[0019] 本発明の第 9 の態様は、本発明の第 1 の態様から第 8 の態様の何れか 1 つにおいて、前記第 1 の視差範囲を前記撮影レンズの絞り値が高くなるほど狭めるものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、絞り値に応じて視差の強調が過不足するという事態の発生を抑制することができる。

[0020] 本発明の第 10 の態様は、本発明の第 9 の態様において、前記画像取得部が、更に、連続フレームで撮像された連続フレーム画像を取得すると共に、

単一フレーム画像の撮像の指示が与えられた場合に撮像された単一フレーム画像を取得し、前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられない場合は前記第1の視差範囲を前記撮影レンズの絞り値が高くなるほど狭めるものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、単一フレーム画像の撮像の指示が与えられない場合の視差の強調を過不足なく行うことができる。

[0021] 本発明の第11の態様は、本発明の第10の態様において、前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられた場合は前記第1の視差範囲を、単一フレーム画像の撮像で使用する絞り値に応じて定めるものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、単一フレーム画像の撮像の指示が与えられた場合であっても視差の強調を過不足なく行うことができる。

[0022] 本発明の第12の態様は、本発明の第11の態様において、前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられた場合の前記第1の視差範囲を、前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられたときの前記絞り値が前記連続フレーム画像の撮像で使用する前記絞り値よりも高い場合は前記絞り値が高いほど広げ、前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられたときの前記絞り値が前記連続フレーム画像の撮像で使用する前記絞り値よりも低い場合は前記絞り値が低いほど狭めるものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、単一フレーム画像の撮像の指示が与えられた場合であっても、絞り値に応じて視差の強調が過不足するという事態の発生を抑制することができる。

[0023] 本発明の第13の態様は、本発明の第1の態様から第12の態様の何れか1つにおいて、前記第2の表示用画像を、前記第1の画像と第2の画像とが前記視差変換係数による変換後の視差に応じたずれ量で視差発生方向に沿ってずれた画像に相当するスプリットイメージとしたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差の大きさ及び視差発生方向を推測することができる。

[0024] 本発明の第14の態様は、本発明の第1の態様から第13の態様の何れか

1つにおいて、前記第1の視差範囲内であることが視認可能な視差を、視差が異なる複数の試験用画像の各々を複数の被験者に予め視認させて前記複数の被験者のうち予め定められた人数以上の被験者によって合焦状態であると評価された視差としたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、第1の視差範囲内の視差の強調の程度を適切に定めることができる。

[0025] 本発明の第15の態様は、本発明の第1の態様から第14の態様の何れか1つにおいて、前記第1の視差範囲外であることが視認可能な視差を、視差が異なる複数の試験用画像の各々を複数の被験者に予め視認させて前記複数の被験者のうち予め定められた人数以上の被験者によって非合焦状態であると評価された視差としたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、第1の視差範囲外の視差の強調の程度を適切に定めることができる。

[0026] 本発明の第16の態様は、本発明の第1の態様から第15の態様の何れか1つにおいて、前記撮像素子が、被写体像が瞳分割されずに結像されて第3の画像信号を出力する第3の画素群を有し、前記生成部が、前記第3の画素群から出力される前記第3の画像信号に基づいて前記第1の表示用画像を生成するものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、第1の表示用画像の画質を向上させることができる。

[0027] 本発明の第17の態様に係る撮像装置は、本発明の第1の態様から第16の態様の何れか1つの画像処理装置と、前記画像処理が行われることにより得られた画像を記憶する記憶部と、を含む。従って、本構成を有しない場合に比べ、視差の強調を過不足なく行うことができる。

[0028] 本発明の第18の態様は、本発明の第17の態様において、前記画像処理が行われた画像を表示する電子ビューファインダーと、前記電子ビューファインダーの使用を検出する検出部と、を更に含み、前記係数決定部が、前記検出部により前記電子ビューファインダーの使用が検出された場合は前記電子ビューファインダーの使用時に用いる前記視差変換係数として予め定めら

れた使用時視差変換係数を決定し、前記検出部により前記電子ビューファインダーの使用が検出されなかった場合は前記電子ビューファインダーの不使用时に用いる前記視差変換係数として予め定められた不使用时視差変換係数を決定するものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、電子ビューファインダーの使用時及び不使用时において適切な視差変換係数を決定する手間を軽減することができる。

[0029] 本発明の第19の態様は、本発明の第18の態様において、視差発生方向の画素数が前記電子ビューファインダーの視差発生方向の画素数と異なる表示領域に前記画像処理が行われた画像を表示する場合、前記不使用时視差変換係数を、前記表示領域の使用時に用いる前記視差変換係数として予め定められた表示領域使用時係数としたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差発生方向の画素数が電子ビューファインダーの視差発生方向の画素数と異なる表示領域の使用時及び不使用时において適切な視差変換係数を決定することができる。

[0030] 本発明の第20の態様は、本発明の第19の態様において、前記表示領域の視差発生方向の画素数は前記電子ビューファインダーの視差発生方向の画素数よりも多く、前記第1判定部により前記第1の視差範囲内であると判定された前記対象画素について前記表示領域使用時係数による変換後の視差の範囲を狭めたものとしてもよい。これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差発生方向の画素数が電子ビューファインダーの視差発生方向の画素数よりも多い表示領域に表示された画像について視差の強調が過不足するという事態の発生を抑制することができる。

[0031] 本発明の第21の態様に係る画像処理方法は、撮影レンズにおける第1及び第2の領域を通過した被写体像が瞳分割されてそれぞれ結像され、第1及び第2の画像信号を出力する第1及び第2の画素群から出力された前記第1及び第2の画像信号に基づく第1及び第2の画像を取得する画像取得工程と、前記画像取得工程により取得された前記第1の画像の各画素と前記第2の画像の対応する画素とのずれ量を示す視差を算出する視差算出工程と、画像

処理の対象画素が所定の条件を満たす第1の視差範囲内であるか否かを判定する第1判定工程と、前記画像取得工程により取得された前記第1及び第2の画像における前記対象画素毎に、前記第1判定工程により前記第1の視差範囲内であると判定された場合は前記視差算出工程により算出された視差を、前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲内であることが視認可能な視差に変換させ、前記第1判定工程により前記第1の視差範囲外であると判定された場合は前記視差算出部により算出された視差を、前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲外であることが視認可能な視差に変換させる視差変換係数を決定する係数決定工程と、前記対象画素に対して、前記係数決定工程により決定された前記視差変換係数に基づいて画像処理を行う画像処理工程と、前記第1及び第2の画素群を有する撮像素子から出力された画像信号に基づいて第1の表示用画像を生成し、かつ、前記第1及び第2の画像における前記対象画素の各々に対して前記画像処理が行われた画像に基づいて合焦確認に使用する第2の表示用画像を生成する生成工程と、画像を表示する表示部に対して、前記生成工程により生成された前記第1の表示用画像を表示させ、かつ、該第1の表示用画像の表示領域内に前記生成工程により生成された前記第2の表示用画像を表示させる表示制御工程と、を含む。従って、本構成を有しない場合に比べ、視差の強調を過不足なく行うことができる。

[0032] 本発明の第22の態様に係る画像処理プログラムは、本発明の第1の態様から第16の態様の何れか1つの画像処理装置における前記画像取得部、前記視差算出部、前記第1判定部、前記係数決定部、前記画像処理部、前記生成部及び前記表示制御部としてコンピュータを機能させるためのものである。従って、本構成を有しない場合に比べ、視差の強調を過不足なく行うことができる。

発明の効果

[0033] 本発明によれば、視差の強調を過不足なく行うことができる、という効果が得られる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]第1実施形態に係るレンズ交換式カメラである撮像装置の外観の一例を示す斜視図である。

[図2]図1に示す撮像装置の背面側を示す背面図である。

[図3]第1実施形態に係る撮像装置の電気系の構成の一例を示すブロック図である。

[図4]第1実施形態に係る撮像装置に含まれる撮像素子に設けられているカラーフィルタの配列及び遮光部材の配置の一例を示す概略配置図である。

[図5]図4に示す撮像素子に含まれる位相差画素（第1の画素及び第2の画素）の構成の一例を示す概略構成図である。

[図6]図4に示す撮像素子に含まれる第1及び第2の画素群の構成の一例を示す概略構成図である。

[図7]第1実施形態に係る撮像装置の要部機能の一例を示すブロック図である。

[図8]第1実施形態に係るフィルタ処理の説明に供する図である。

[図9]第1実施形態に係るフィルタ処理で用いられるフィルタであって、図8に示すフィルタとは異なるフィルタの一例を示す模式図である。

[図10]第1実施形態に係る入出力関数（F1、4の場合に用いられる入出力関数）の一例を示すグラフである。

[図11]第1実施形態に係る撮像装置に含まれるEVF上での視差を決定する際に用いられるヒストグラムの一例を示すグラフである。

[図12]第1実施形態に係る撮像装置に含まれる表示部上での視差を決定する際に用いられるヒストグラムの一例を示すグラフである。

[図13]第1実施形態に係る入出力関数（F3、5の場合に用いられる入出力関数）の一例を示すグラフである。

[図14]第1実施形態に係る撮像装置に含まれる撮像素子上でのぼけ直径と視差量との関係を示す模式図である。

[図15A]フィルタ係数を模式的に示すグラフである。

[図15B]エッジ強調の度合いを模式的に示すグラフである。

[図16]第1実施形態に係る撮像装置に含まれる画像処理部で行われる画像処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図17]視差算出を行いながらフィルタ処理を行う態様の一例を示す模式図である。

[図18]第1実施形態に係る撮像装置に含まれる画像処理部で行われる関数決定処理の流れの一例を示すフローチャートである。

[図19]第1実施形態に係る入出力関数により導出された出力視差と位相ずらし量との関係の一例を示すグラフである。

[図20A]第1実施形態に係る左目画像用の2次元フィルタの一例を示す模式図である。

[図20B]第1実施形態に係る右目画像用の2次元フィルタの一例を示す模式図である。

[図21A]第1実施形態に係る撮像装置の表示部に表示されたライブビュー画像であって、ピントが合っていない状態のライブビュー画像の一例を示す画面図である。

[図21B]第1実施形態に係る撮像装置の表示部に表示されたライブビュー画像であって、ピントが合っている状態のライブビュー画像の一例を示す画面図である。

[図22]第1実施形態に係る撮像装置に含まれる撮像素子の他の構成例を示す模式図である。

[図23A]図22に示す撮像素子における第1の画素群の一例を示す模式図である。

[図23B]図22に示す撮像素子における第2の画素群の一例を示す模式図である。

[図24]第1実施形態に係るスプリットイメージの変形例であって、第1の画像及び第2の画像を奇数ラインと偶数ラインとに分けて交互に並べられて形成されたスプリットイメージの一例を示す模式図である。

[図25]第1実施形態に係るスプリットイメージの変形例であって、水平方向に対して傾いた斜めの分割線により分割されているスプリットイメージの一例を示す模式図である。

[図26A]第1実施形態に係るスプリットイメージの変形例であって、格子状の分割線で分割されたスプリットイメージの一例を示す模式図である。

[図26B]第1実施形態に係るスプリットイメージの変形例であって、市松模様形成されたスプリットイメージの一例を示す模式図である。

[図27]第2実施形態に係るスマートフォンの外観の一例を示す斜視図である。

[図28]第2実施形態に係るスマートフォンの電気系の要部構成の一例を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下、添付図面に従って本発明に係る撮像装置の実施の形態の一例について説明する。

[0036] [第1実施形態]

図1は、第1実施形態に係る撮像装置100の外観の一例を示す斜視図であり、図2は、図1に示す撮像装置100の背面図である。

[0037] 撮像装置100は、レンズ交換式カメラであり、カメラ本体200と、カメラ本体200に交換可能に装着される交換レンズ300（撮影レンズ及びフォーカスレンズ302（手動操作部））と、を含み、レフレックスミラーが省略されたデジタルカメラである。また、カメラ本体200には、ハイブリッドファインダー（登録商標）220が設けられている。ここで言うハイブリッドファインダー220とは、例えば光学ビューファインダー（以下、「OVF」という）及び電子ビューファインダー（以下、「EVF」という）が選択的に使用可能なファインダーを指す。

[0038] カメラ本体200と交換レンズ300とは、カメラ本体200に備えられたマウント256と、マウント256に対応する交換レンズ300側のマウント346（図3参照）とが結合されることにより交換可能に装着される。

- [0039] カメラ本体200の前面には、ハイブリッドファインダー220に含まれるOVFのファインダー窓241が設けられている。また、カメラ本体200の前面には、ファインダー切替えレバー（ファインダー切替え部）214が設けられている。ファインダー切替えレバー214を矢印SW方向に回転させると、OVFで視認可能な光学像とEVFで視認可能な電子像（ライブビュー画像）とが選択的に表示される（後述）。なお、OVFの光軸L2は、交換レンズ300の光軸L1とは異なる光軸である。また、カメラ本体200の上面には、主としてリリースボタン211及び撮影モードや再生モード等の設定用のダイヤル212が設けられている。
- [0040] カメラ本体200の背面には、OVFのファインダー接眼部242、表示部213、十字キー222、MENU/OKキー224、BACK/DISPボタン225が設けられている。
- [0041] 十字キー222は、メニューの選択、ズームやコマ送り等の各種の指令信号を出力するマルチファンクションのキーとして機能する。MENU/OKキー224は、表示部213の画面上にメニューを表示させる指令を行うためのメニューボタンとしての機能と、選択内容の確定及び実行などを指令するOKボタンとしての機能とを兼備した操作キーである。BACK/DISPボタン225は、選択項目などの表示内容の消去や指定内容の取消し、あるいは1つ前の操作状態に戻すときなどに使用される。
- [0042] 表示部213は、例えばLCDにより実現され、撮影モード時に連続フレームで撮像されて得られた連続フレーム画像の一例であるライブビュー画像（スルー画像）の表示に用いられる。また、表示部213は、静止画像の撮像の指示が与えられた場合に単一フレームで撮像されて得られた単一フレーム画像の一例である静止画像の表示にも用いられる。更に、表示部213は、再生モード時の再生画像の表示やメニュー画面等の表示にも用いられる。
- [0043] 図3は第1実施形態に係る撮像装置100の電気系の構成（内部構成）の一例を示すブロック図である。
- [0044] 撮像装置100は、撮像した静止画像や動画像を記録するデジタルカメラ

であり、カメラ全体の動作は、CPU (central processing unit: 中央処理装置) 12によって統括制御されている。撮像装置100は、CPU12の他に、操作部14、インタフェース部24、メモリ26、エンコーダ34、表示制御部36及び接眼検出部37を含む。また、撮像装置100は、本発明に係る画像取得部、視差算出部、第1判定部、係数決定部、画像処理部及び第2判定部の一例である画像処理部28を含む。CPU12、操作部14、インタフェース部24、メモリ26、画像処理部28、エンコーダ34、表示制御部36、接眼検出部37及び外部インタフェース(I/F)39は、バス40を介して相互に接続されている。

[0045] 操作部14は、リリースボタン211、撮影モード等を選択するダイヤル(フォーカスモード切替え部)212、表示部213、ファインダー切替えレバー214、十字キー222、MENU/OKキー224及びBACK/DISPボタン225を含む。また、操作部14は、各種情報を受け付けるタッチパネルも含む。このタッチパネルは、例えば表示部213の表示画面に重ねられている。操作部14から出力された各種の操作信号はCPU12に入力される。

[0046] 撮影モードが設定されると、被写体を示す画像光は、手動操作により移動可能なフォーカスレンズを含む撮影レンズ16及びシャッタ18を介してカラーの撮像素子(一例としてCMOSセンサ)20の受光面に結像される。撮像素子20に蓄積された信号電荷は、デバイス制御部22から入力される読出し信号によって信号電荷(電圧)に応じたデジタル信号として順次読み出される。撮像素子20は、いわゆる電子シャッタ機能を有しており、電子シャッタ機能を働かせることで、読出し信号のタイミングによって各フォトセンサの電荷蓄積時間(シャッタスピード)を制御する。なお、本第1実施形態に係る撮像素子20は、CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor)型のイメージセンサであるが、これに限らず、CCD(Charge-Coupled Device)イメージセンサでもよい。

[0047] 図4には撮像素子20に設けられているカラーフィルタの配列及び遮光部

材の配置の一例が模式的に示されている。図4に示すように撮像素子20は、各画素上に配置されている赤(R)、緑(G)、青(B)のカラーフィルタとして、ベイヤ配列のA面の画素群とベイヤ配列のB面の画素群とが、水平方向及び垂直方向に互いに半ピッチずれて配置されている。

[0048] A面の画素群は第1の画素群を含み、B面の画素群は第2の画素群を含む。また、A面の画素群及びB面の画素群の各々は、それぞれ第3の画素群を含む。第1の画素群とは、例えば位相差検出用の複数の第1の画素を指す。第2の画素群とは、例えば位相差検出用の複数の第2の画素を指す。第3の画素群とは、例えば複数の通常の画素を指す。通常の画素とは、位相差検出用の画素ではない画素を指す。ここで言う「通常の画素」とは、例えば後述する遮光部材20A、20Bを有しない画素を指す。なお、以下では、第1の画素及び第2の画素を区別して説明する必要がある場合は「位相差画素」と称する。

[0049] 図5には撮像素子20に配置されている第1の画素及び第2の画素の一例が示されている。図5に示す第1の画素は、遮光部材20Aを有し、第2の画素は、遮光部材20Bを有する。遮光部材20Aは、フォトダイオードPDの前面側（マイクロレンズL側）に設けられており、受光面の左半分を遮光する。一方、遮光部材20Bは、フォトダイオードPDの前面側に設けられており、受光面の右半分を遮光する。

[0050] マイクロレンズL及び遮光部材20A、20Bは瞳分割部として機能し、第1の画素は、撮影レンズ16の射出瞳を通過する光束の光軸の左側のみを受光し、第2の画素は、撮影レンズ16の射出瞳を通過する光束の光軸の右側のみを受光する。このように、射出瞳を通過する光束は、瞳分割部であるマイクロレンズL及び遮光部材20A、20Bにより左右に分割され、それぞれ第1の画素および第2の画素に入射する。

[0051] また、撮影レンズ16の射出瞳を通過する光束のうちの左半分の光束に対応する被写体像と、右半分の光束に対応する被写体像のうち、ピントが合っている（合焦状態である）部分は、撮像素子20上の同じ位置に結像する。

これに対し、前ピン又は後ピンの部分は、それぞれ撮像素子 20 上の異なる位置に入射する（位相がずれる）。これにより、左半分の光束に対応する被写体像と右半分の光束に対応する被写体像とは視差が異なる画像として取得することができる。

[0052] 図 6 には、図 4 に示す撮像素子 20 における第 1 の画素群及び第 2 の画素群の一例が模式的に示されている。図 6 に示すように、第 1 の画素群及び第 2 の画素群の各々における位相差画素のカラーフィルタの配列は、それぞれベイア配列とされており、第 1 の画素及び第 2 の画素は、一例として図 4 に示すように、互いに隣接して（最小ピッチで）対になって配設されている。これにより、第 1 の画素群と第 2 の画素群との位相差は、本構成を有しない場合に比べ、高精度に算出される。

[0053] 図 3 に戻って、撮像素子 20 は、A 面のベイア配列と同じカラー配列のカラー画像（A 面のデジタル信号）及び B 面のベイア配列と同じカラー配列のカラー画像（B 面のデジタル信号）を出力する。撮像素子 20 から出力されたカラー画像は、インタフェース部 24 を介してメモリ 26（一例として SDRAM など）に一時記憶される。

[0054] 画像処理部 28 は、通常処理部 30 を有する。通常処理部 30 は、A 面及び B 面の各々のデジタル信号（R、G、B 信号）のうち、第 3 の画素群に対応する R、G、B 信号を処理することでカラー画像を生成する。また、画像処理部 28 は、生成部の一例であるスプリットイメージ処理部 32 を有する。スプリットイメージ処理部 32 は、第 1 の画素群及び第 2 の画素群に対応する R、G、B 信号を処理することでカラーのスプリットイメージを生成する。なお、本第 1 実施形態に係る画像処理部 28 は、画像処理に係る複数の機能の回路を 1 つにまとめた集積回路である ASIC（Application Specific Integrated Circuit）により実現される。しかし、ハードウェア構成はこれに限定されるものではなく、例えばプログラマブルロジックデバイスや CPU、ROM 及び RAM を含むコンピュータなどの他のハードウェア構成であっても良い。

[0055] エンコーダ 34 は、入力された信号を別の形式の信号に変換して出力する。ハイブリッドファインダー 220 は、電子像を表示する LCD 247 を有する。LCD 247 における所定方向（一例として視差発生方向である水平方向）の画素数は、表示部 213 における同方向の画素数よりも少ない。表示制御部 36 は、表示部 213 及び LCD 247 に接続されており、LCD 247 及び表示部 213 を選択的に制御することにより LCD 247 又は表示部 213 に対して画像を表示させる。なお、以下では、表示部 213 及び LCD 247 を区別して説明する必要がない場合は「表示装置」と称する。

[0056] なお、本第 1 実施形態に係る撮像装置 100 は、ダイヤル 212（フォーカスモード切替え部）が操作されることによりマニュアルフォーカスモードとオートフォーカスモードとが切り替えられる。マニュアルフォーカスモードが選択されると、表示制御部 36 は、スプリットイメージが合成されたライブビュー画像を表示装置に表示させる。一方、ダイヤル 212 によりオートフォーカスモードが選択されると、CPU 12 は、位相差検出部及び自動焦点調整部として動作する。位相差検出部は、第 1 の画素群から出力された画像（以下、「第 1 の画像」という）と第 2 の画素群から出力された画像（以下、「第 2 の画像」という）との位相差を検出する。自動焦点調整部は、検出された位相差に基づいて撮影レンズ 16 のデフォーカス量をゼロにするように、デバイス制御部 22 からマウント 256, 346 を介してレンズ駆動部（図示省略）を制御し、撮影レンズ 16 を合焦位置に移動させる。なお、上記の「デフォーカス量」とは、例えば第 1 の画像及び第 2 の画像の位相ずれ量を指す。

[0057] 接眼検出部 37 は、人（例えば撮影者）がファインダー接眼部 242 を覗き込んだことを検出し、検出結果を CPU 12 に出力する。従って、CPU 12 は、接眼検出部 37 での検出結果に基づいてファインダー接眼部 242 が使用されているか否かを把握することができる。

[0058] 外部 I/F 39 は、接続線（図示省略）を介して外部装置（例えばプリンタ）に接続され、外部装置と CPU 12 との間の各種情報の送受信を司る。

従って、撮像装置１００は、外部装置としてプリンタが接続されている場合、撮像して得た静止画像をプリンタに出力して印刷させることができる。また、撮影者は、静止画像を記録する記録媒体の種類（例えばＬ版）及び印刷枚数を、操作部１４を操作することにより指定してプリンタに対して印刷させることができる。

[0059] 図７は第１実施形態に係る撮像装置１００の要部機能の一例を示す機能ブロック図である。なお、図３に示すブロック図と共通する部分には同一の符号が付されている。

[0060] 通常処理部３０及びスプリットイメージ処理部３２は、それぞれＷＢゲイン部、ガンマ補正部及び同時化処理部を有し（図示省略）、メモリ２６に一時記憶された元のデジタル信号（ＲＡＷ画像）に対して各処理部で順次信号処理を行う。すなわち、ＷＢゲイン部は、Ｒ、Ｇ、Ｂ信号のゲインを調整してホワイトバランス（ＷＢ）補正を行う。ガンマ補正部は、ＷＢゲイン部でＷＢ補正された各Ｒ、Ｇ、Ｂ信号をガンマ補正する。同時化処理部は、撮像素子２０のカラーフィルタの配列（ここでは一例としてベイヤ配列）に対応した色補間処理を行い、同時化したＲ、Ｇ、Ｂ信号を生成する。なお、通常処理部３０及びスプリットイメージ処理部３２は、撮像素子２０により１画面分のＲＡＷ画像が取得される毎に、そのＲＡＷ画像に対して並列に画像処理を行う。

[0061] 通常処理部３０は、インタフェース部２４からＲ、Ｇ、ＢのＲＡＷ画像が入力され、第１の画素群及び第２の画素群のＲ、Ｇ、Ｂの画素を、第３の画素群のうちの同色の周辺画素により補間して生成する。これにより、第３の画素群のみを有する撮像素子と同様に１画面分の第３の画素群のＲＡＷ画像（以下、「第３の画像」）を得ることができ、第３の画素群のＲＡＷ画像に基づいて記録用の通常のカラ－画像を生成することができる。

[0062] また、通常処理部３０は、生成した記録用の通常のカラ－画像の画像データをエンコーダ３４に出力する。通常処理部３０により処理されたＲ、Ｇ、Ｂ信号は、エンコーダ３４により記録用の信号に変換（エンコーディング）

され、記録部40（図7参照）に記録される。また、通常処理部30により処理された第3の画像に基づく画像である表示用の通常のカラ－画像は、表示制御部36に出力される。なお、以下では、説明の便宜上、上記の「記録用の通常のカラ－画像」及び「表示用の通常のカラ－画像」を区別して説明する必要がない場合は「通常画像」と称する。

[0063] 撮像素子20は、A面の画素群とB面の画素群との露出条件（一例として電子シャッタによるシャッタ速度）を変えることができ、これにより露出条件の異なる2枚の画像を同時に取得することができる。従って、画像処理部28は、露出条件の異なる2枚の画像に基づいて広ダイナミックレンジの画像を生成することができる。また、同じ露出条件で2枚の画像を同時に取得することができ、これら画像を加算することによりノイズの少ない高感度の画像を生成し、あるいは高解像度の画像を生成することができる。

[0064] 一方、スプリットイメージ処理部32は、メモリ26に一旦記憶されたRAW画像から第1の画素群及び第2の画素群のR、G、B信号を抽出する。そして、抽出した第1の画素群及び第2の画素群のR、G、B信号に基づいて、通常処理部30と同様の同時化処理等を含む画像処理を行うことで、左の視差画像及び右の視差画像を生成する。なお、以下では、説明の便宜上、上記の「左の視差画像」を「左目画像」と称し、上記の「右の視差画像」を「右目画像」と称する。

[0065] スプリットイメージ処理部32は、第1の画素群から出力された第1の画像に基づく左目画像の上半分の画像と、第2の画素群から出力された第2の画像に基づく右目画像の下半分の画像とを合成することによりスプリットイメージを生成する。生成したスプリットイメージの画像データは表示制御部36に出力される。

[0066] なお、第1の画素群及び第2の画素群は、受光面の左半分又は右半分が遮光されているため、第1の画素群及び第2の画素群のR、G、B信号は、第3の画素群のR、G、B信号よりも小さな値になる。従って、スプリットイメージ処理部32は、スプリットイメージの明るさが、第3の画素群から出

力される第3の画像と同じ明るさとなるように明るさの補正を行うことが好ましい。

[0067] 表示制御部36は、通常処理部30から入力された第3の画素群に対応する記録用の画像データと、スプリットイメージ処理部32から入力された第1、第2の画素群に対応するスプリットイメージの画像データとに基づいて表示用の画像データを生成する。例えば、表示制御部36は、通常処理部30から入力された第3の画素群に対応する記録用の画像データにより示される通常画像の表示領域内に、スプリットイメージ処理部32から入力された画像データにより示されるスプリットイメージを合成する。そして、合成して得た画像データを表示部213に出力する。ここで、スプリットイメージ処理部32により生成されるスプリットイメージは、左目画像の一部と右目画像の一部とを合成した2分割の画像である。ここで言う「2分割の画像」としては、例えば左目画像のうちの上半分の画像と右目画像のうちの下半分の画像とを合成した画像であって、合焦状態に応じて2分割された上下画像間が所定方向（例えば視差発生方向）にずれた画像が挙げられる。

[0068] 通常画像にスプリットイメージを合成する方法は、通常画像の一部の画像に代えて、スプリットイメージを嵌め込む合成方法に限定されない。例えば、通常画像の上にスプリットイメージを重ねさせる合成方法であってもよい。また、スプリットイメージを重ねる際に、スプリットイメージが重ねられる通常画像の一部の画像とスプリットイメージとの透過率を適宜調整して重ねさせる合成方法であってもよい。これにより、連続的に撮像して得た被写体像を示すライブビュー画像が表示部213の画面上に表示されるが、表示されるライブビュー画像は、通常画像の表示領域内にスプリットイメージが表示された画像となる。

[0069] ハイブリッドファインダー220は、OVF240及びEVF248を含む。OVF240は、対物レンズ244と接眼レンズ246とを有する逆ガリレオ式ファインダーであり、EVF248は、LCD247、プリズム245及び接眼レンズ246を有する。

- [0070] また、対物レンズ２４４の前方には、液晶シャッタ２４３が配設されており、液晶シャッタ２４３は、ＥＶＦ２４８を使用する際に、対物レンズ２４４に光学像が入射しないように遮光する。
- [0071] プリズム２４５は、ＬＣＤ２４７に表示される電子像又は各種の情報を反射させて接眼レンズ２４６に導くと共に、光学像とＬＣＤ２４７に表示される情報（電子像、各種の情報）とを合成する。
- [0072] ここで、ファインダー切替えレバー２１４を図１に示す矢印ＳＷ方向に回動させると、回動させる毎にＯＶＦ２４０により光学像を視認することができるＯＶＦモードと、ＥＶＦ２４８により電子像を視認することができるＥＶＦモードとが交互に切り替えられる。
- [0073] 表示制御部３６は、ＯＶＦモードの場合、液晶シャッタ２４３が非遮光状態になるように制御し、接眼部から光学像が視認できるようにする。また、ＬＣＤ２４７には、スプリットイメージのみを表示させる。これにより、光学像の一部にスプリットイメージが重畳されたファインダー像を表示させることができる。
- [0074] 一方、表示制御部３６は、ＥＶＦモードの場合、液晶シャッタ２４３が遮光状態になるように制御し、接眼部からＬＣＤ２４７に表示される電子像のみが視認できるようにする。なお、ＬＣＤ２４７には、表示部２１３に出力されるスプリットイメージが合成された画像データと同等の画像データが入力され、これにより、表示部２１３と同様に通常画像の一部にスプリットイメージが合成された電子像を表示させることができる。
- [0075] ところで、本第１実施形態に係る撮像装置１００では、視差を補正する処理と共にスプリットイメージのエッジを強調する処理が行われる。ここで言う「視差を補正する処理」とは、例えば、画像処理部２８により、スプリットイメージに対して付与される位相ずらし量に依存する視差（スプリットイメージを通して表現される視差）を補正する処理を指す。以下では、説明の便宜上、上記の「視差を補正する処理」及び「エッジを強調する処理」をまとめて「視差補正処理」と称する。

[0076] 画像処理部28は、視差補正処理を行う場合、先ず、左目画像及び右目画像の対応点を検出し、視差を計測する。左目画像及び右目画像の対応点を検出するには、相関法などを用いればよい。例えば2次元座標系においてx方向に15 [pixel]、y方向に1 [pixel]であるようなカーネルをスキャンし、最も画素値の差分の2乗和が小さい箇所を探索することにより左目画像及び右目画像の対応点を検出することができる。視差の計測結果は、一例として図8に示すように遠いほど明るく近いほど暗いようなモノクロ画像（距離画像）で表現することができる。サブピクセル単位での視差の測定も可能である。この詳細な方法については新井らによる「画像のブロックマッチングにおける相関関数とサブピクセル推定方式の最適化（情報処理学会研究報告）、巻：2004、号：40（CVIM-144）、頁：33-40）」などに記載されている。

[0077] なお、一般に視差計測においては、「視差が大きい場合に誤検出しやすい。」という問題点および「（差分の2乗和が小さくなる）平坦部分同士での対応点では、対応点の検出が難しい。」という問題点がある。しかしながら、単一の撮影レンズ16+位相差検出用の撮像素子20による単眼の撮像装置100では、元々の視差が極めて小さいため、前者の誤検出は一般に少ない。また、後者の誤検出についても、元が平坦部分であるため、たとえ対応点検出を誤って位相がずれたとしても最終的な画質への影響は少ないと言える。

[0078] 画像処理部28は、視差補正処理を行う場合、次に、左目画像及び右目画像にかける位相ずらしフィルタ（以下、単に「フィルタ」という）を局所ごとに設定する。例えば、左目画像内のある箇所において、1画素だけ位相をずらす場合は、一例として図8に示すようにフィルタリングの中心を故意に1 [pixel]だけずらしたフィルタ係数（画像処理係数の一例）を有するフィルタ F （ F_L 、 F_R ）を設定する。なお、ハードウェア構成としてのフィルタ F は1つでよく、左目画像の畳み込み演算（以下、「フィルタ処理」という）時又は右目画像のフィルタ処理時にそれぞれの画像用のフィルタ係数を設

定する。

[0079] フィルタ F は、ハイパスフィルタを含んで直流成分のフィルタとなっている。そのため、エッジ強調と位相ずらしを同時に行うことが可能である。なお、一例として図8に示すフィルタ F_L 、 F_R は、それぞれ 1×7 画素のカーネルサイズ（演算対象画素範囲）を有し、各フィルタ F_L 、 F_R のフィルタ係数は、そのフィルタ係数の中心がカーネル中心から互いに逆方向にシフトしている。図8に示す例では、フィルタ F_L のフィルタ係数の中心は、左方向に1画素 [pixel] 分シフトしており、フィルタ F_R は、右方向に1画素 [pixel] 分シフトしているので、全体として視差を2画素 [pixel] 分拡張（強調）することができる。

[0080] また、図8に示す例では、 1×7 画素のカーネルサイズを例示しているが、これに限らず、 1×5 画素のカーネルサイズであってもよい。この場合も、例えば、図9に示すように、各フィルタ F_L 、 F_R のフィルタ係数は、そのフィルタ係数の中心がカーネル中心から互いに逆方向にシフトしている。図9に示す例では、フィルタ F_L のフィルタ係数の中心は、左方向に1.25画素 [pixel] 分シフトしており、フィルタ F_R は、右方向に1.25画素 [pixel] 分シフトしているので、全体として視差を2.5画素 [pixel] 分拡張（強調）することができる。

[0081] しかし、全ての画素について視差を単調に拡張しただけでは、拡張する必要のない視差も拡張されてしまう場合がある。例えば、所定の条件を満足する第1の視差範囲の一例である所定の条件を満足する合焦確認可能視差範囲外であり、スプリットイメージを通して十分に視認することができるほど大きな視差であるにも拘らず視差が拡張されてしまう場合が挙げられる。この他にも、合焦確認可能視差範囲内であり、スプリットイメージを通して視認させる必要がない視差であるにも拘らず視差が過度に拡張されてしまう場合が挙げられる。上記の「所定の条件を満足する合焦確認可能視差範囲」とは、例えば、画像処理の対象画素が表示装置（例えば表示部213）の表示画面上で人が合焦状態であると視認できる視差の範囲を指す。なお、撮像装置

100の撮像系において画像処理の対象画素に対応する撮像素子20内の素子が被写界深度内である場合、画像処理の対象画素は、表示装置の表示画面上で人が合焦状態であると視認できる視差を有することとなる。逆に、撮像装置100の撮像系において画像処理の対象画素に対応する撮像素子20内の素子が被写界深度内でない場合、画像処理の対象画素は、表示装置の表示画面上で人が非合焦状態であると視認できる視差を有することとなる。

[0082] また、全ての画素について視差を単調に拡張しただけでは、十分に拡張する必要のある視差が十分に拡張されない場合がある。例えば、合焦確認可能視差範囲外であり、スプリットイメージを通して十分に視認することができないほど小さな視差であるにも拘らず視差が十分に拡張されない場合が挙げられる。

[0083] そこで、本第1実施形態に係る撮像装置100は、スプリットイメージ用の視差として最終的に出力する視差を、一例として図10に示す入出力関数 f を用いて決定し、決定した視差に基づいてフィルタ F_L 、 F_R のフィルタ係数を決定する。

[0084] 図10には、本第1実施形態に係る入出力関数 f の一例が示されている。図10に示すように、入出力関数 f による変換前の視差（以下、「入力視差」という）の範囲は、合焦確認可能視差範囲 P_{in} と合焦確認可能視差範囲外 P_{in}' とに分類される。入出力関数 f による変換後の視差（以下、「出力視差」という）の範囲は、例えばスプリットイメージの視差の範囲を指す。出力視差の範囲は、スプリットイメージ内の画像のずれを人が視認できない視差が属する画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} とスプリットイメージ内の画像のずれを人が視認できる視差が属する画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' とに分類される。つまり、画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} は、スプリットイメージにおける合焦状態を視認可能な視差の範囲内であることを視認可能な視差の範囲と換言することができる。ここで言う「スプリットイメージにおける合焦状態を視認可能な視差の範囲」とは、例えばスプリットイメージにおける左目画像に基づく画像と右目画像に基づく画像とがずれていないこ

とが視認可能な視差の範囲を指す。また、画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' は、スプリットイメージにおける非合焦状態を視認可能な視差の範囲内であることを視認可能な視差の範囲と換言することができる。ここで言う「スプリットイメージにおける非合焦状態を視認可能な視差の範囲」とは、例えばスプリットイメージにおける左目画像に基づく画像と右目画像に基づく画像とがずれていることが視認可能な視差の範囲を指す。入出力関数 f は、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} を画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} に変換すると共に合焦確認可能視差範囲外 P_{in}' を画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' に変換する。

[0085] なお、以下では、説明の便宜上、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} と合焦確認可能視差範囲外 P_{in}' との境界を「変換前視差境界」と称する。但し、変換前視差境界は、図10に示すように入力視差のプラス側及びマイナス側に各々現れる。そのため、以下では、区別して説明する必要がある場合は入力視差のプラス側の変換前視差境界を「プラス側変換前視差境界」と称し、入力視差のマイナス側の変換前視差境界を「マイナス側変換前視差境界」と称する。また、画像ずれ視認可能範囲 P_{out} と画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' との境界を「変換後視差境界」と称する。但し、変換後視差境界は、図10に示すように出力視差のプラス側及びマイナス側に各々現れる。そのため、以下では、区別して説明する必要がある場合は出力視差のプラス側の変換後視差境界を「プラス側変換後視差境界」と称し、出力視差のマイナス側の変換後視差境界を「マイナス側変換後視差境界」と称する。

[0086] 変換後視差境界は、例えば複数の被験者による官能試験の結果に基づいて定められる。例えば複数の被験者による官能試験により、画像ずれ視認可能範囲内（一例として合焦状態）であると評価された範囲と画像ずれ視認可能範囲外（一例として非合焦状態）にあると評価された範囲との境界が変換後視差境界として採用される。なお、ここで言う「官能試験」とは、例えば複数の試験用画像の各々を複数の被験者に予め視認させて複数の被験者のうち予め定められた人数以上の被験者によって合焦状態であるか否かを評価する

試験を指す。また、ここでは、錯綜を回避するために、「官能試験」として合焦状態であるか否かを評価する試験を適用しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、「官能試験」として非合焦状態であるか否かを評価する試験を適用してもよい。また、「試験用画像」としては、例えばスプリットイメージを想定した画像であって左目画像及び右目画像を組み合わせた画像が挙げられる。ここで言う「左目画像及び右目画像を組み合わせた画像」とは、例えば、第1の画像に基づく左目画像の上半分の画像と第2の画像に基づく右目画像の下半分の画像とを合成することにより得た画像（スプリットイメージに相当する画像）が挙げられる。

[0087] 上記の「複数の試験用画像」とは、例えば視差が異なる複数の画像を指し、具体的には、視差を -10 [pixel] から $+10$ [pixel] まで 0.1 [pixel] 毎にずらした画像群を指す。この場合、例えば複数の被験者がE V F 2 4 8により上記画像群に含まれる各画像をコマ送りしながら視認し、最も画像のずれが少ない（合焦状態である）と判断した答えを集計して、統計的手法により変換後視差境界を特定する。ここで言う「統計的手法」の一例としては、ヒストグラム及び標準偏差を用いた手法が挙げられる。例えば、複数の被験者が合焦状態であると判断した答えの集計結果は、一例として図11に示すように、視差 0 [pixel] を中心にしてほぼ左右対称なヒストグラムで表される。そのため、ヒストグラムにおける $\pm$ 標準偏差 s の所定倍の範囲（図11に示す例では $\pm$ 標準偏差 s の3倍の範囲）を画像ずれ視認可能範囲 P_{out} として採用する。なお、図11に示すヒストグラムは、例えば被験者の人数が 50 人であれば積分値が“ 50 ”となるヒストグラムであり、縦軸が“合焦状態である”と被験者が判断した頻度を示し、横軸がE V F 2 4 8上での視差 [pixel] を示す。

[0088] 図12には、複数の被験者が表示部213に表示された画像を評価した結果を表すヒストグラムの一例が示されている。図12に示すように、複数の被験者が表示部213に表示された画像を評価した場合も図11と同様に、視差 0 [pixel] を中心にしてほぼ左右対称なヒストグラムで表される。その

ため、ヒストグラムにおける±標準偏差 s' の所定倍の範囲（図 12 に示す例では±標準偏差 s' の 3 倍の範囲）を画像ずれ視認可能範囲 P_{out} として採用する。なお、図 12 に示すヒストグラムは、例えば被験者の人数が 50 人であれば積分値が “50” となるヒストグラムであり、縦軸が “合焦状態である” と被験者が判断した頻度を示し、横軸が表示部 213 上での視差 [pixel] を示す。

[0089] 図 10 に戻って、入出力関数 f は、連続関数であり、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} を画像ずれ視認可能範囲 P_{out} に変換する関数 F_1 を含む。関数 F_1 は、プラス側変換前視差境界及びプラス側変換後視差境界の交点とマイナス側変換前視差境界及びマイナス側変換後視差境界の交点とを結ぶ線形関数（ここでは、一例として原点を通る一次関数）である。

[0090] 入出力関数 f は、関数 F_1 に各々連続する関数 F_2 、 F_3 を含む。関数 F_2 は、プラス側変換前視差境界及びプラス側変換後視差境界の交点とプラス側の特定の入力視差と恒等関数との交点（以下、「プラス側の特定の交点」という）とを結ぶ線形関数である。ここで言う「プラス側の特定の入力視差」の一例としては、そのまま出力視差として用いても十分に視認可能なプラス側の入力視差が挙げられる。この場合、複数の被験者による官能試験により出力視差として用いても十分に視認可能な視差であると評価された視差を採用すればよい。また、撮影者が上記の「特定の入力視差」として好みの視差（例えば出力視差として用いても自身が十分に視認可能な視差）を、操作部 14 を介して指示してもよい。

[0091] 関数 F_3 は、マイナス側変換前視差境界及びマイナス側変換後視差境界の交点とマイナス側の特定の入力視差と恒等関数との交点（以下、「マイナス側の特定の交点」という）とを結ぶ線形関数である。ここで言う「マイナス側の特定の入力視差」の一例としては、上記の「プラス側の特定の入力視差」と同様に、そのまま出力視差として用いても十分に視認可能なマイナス側の入力視差が挙げられる。

[0092] 入出力関数 f は、関数 F_2 に連続する関数 F_4 を含む。関数 F_4 は、プラ

ス側の特定の交点を起点にした恒等関数である。また、入出力関数 f は、関数 F_3 に連続する関数 F_5 を含む。関数 F_5 は、マイナス側の特定の交点を起点にした恒等関数である。

[0093] 図 13 には、本第 1 実施形態に係る他の入出力関数 f の一例が示されている。本第 1 実施形態に係る撮像装置 100 は、複数の入出力関数 f を有しており、これらの入出力関数 f の各々は撮影レンズの F 値に応じて定まる。例えば、図 10 に示す入出力関数 f は、 F 値が “1.4” の場合に使用され、図 13 に示す入出力関数 f は、 F 値が “3.5” の場合に使用される。図 10 に示す入出力関数 f 及び図 13 に示す入出力関数 f は、画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} 及び画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' が不変である（固定されている）。これに対して、図 13 に示す入出力関数 f の合焦確認可能視差範囲内 P_{in} は、図 10 に示す入出力関数 f の合焦確認可能視差範囲内 P_{in} に比べ、狭い。つまり、図 13 に示す入出力関数 f に含まれる関数 F_1 の傾きが図 10 に示す入出力関数 f に含まれる関数 F_1 の傾きよりも大きい。換言すると、図 13 に示す入出力関数 f の関数 F_1 は、図 10 に示す入出力関数 f の関数 F_1 に比べ、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} に属する視差を変換した際の利得が大きいと言える。このように、本第 1 実施形態に係る撮像装置 100 では、複数の入出力関数 f の各々において、変換前視差境界は、 F 値が高くなるほど合焦確認可能視差範囲内 P_{in} を狭める位置とされている。

[0094] ところで、合焦確認可能視差範囲は撮像素子 20 上での視差に依存することが知られている。撮像素子 20 上での視差は、一例として図 14 に示すように、撮像素子 20 の第 3 の画素が取得するぼけ円の像の直径（ぼけ直径） $[pixel]$ から一意に定まる。撮像素子 20 上での視差を P_c とし、撮像素子 20 上でのぼけ直径を $B [pixel]$ とすると、視差 P_c は、 $P_c = \kappa B [pixel]$ との式で表現することができる。ここで、“ κ ” とは、撮像素子 20 の感度特性及び撮影レンズ 16 の F 値に依存する 1 未満の値である。なお、ここでは、“ κ ” を、撮像素子 20 の感度特性及び撮影レンズ 16 の F 値に依存

する1未満の値としているが、これに限らず、撮像素子20の感度特性又は撮影レンズ16のF値に依存する1未満の値であってもよい。

[0095] EVF248に合焦確認可能視差範囲内の画像を表示させるためには、撮像素子20上のぼけ直径Bを1 [pixel] 未満にすればよい。つまり、 $P_c < \kappa$ との不等式が成立すればEVF248上で合焦確認可能視差範囲内の画像が得られる。 $P_c < \kappa$ との不等式は、EVF248上での視差を P_e とし、EVF248の幅 [pixel] を W_e とし、撮像素子20の幅 [pixel] を W_c とすると、 $P_e \times W_c / W_e < \kappa$ [pixel] との不等式に置き換えることができる。従って、 $P_e < \kappa \times W_e / W_c$ [pixel] との不等式が成立すれば、EVF248上で合焦確認可能視差範囲内の画像を得ることができる。そこで、本第1実施形態に係る撮像装置100では、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} を $P_e < \kappa \times W_e / W_c$ [pixel] との不等式に従って規定している。なお、EVF248の幅 W_e とは、例えばEVF248の所定方向（一例として視差発生方向である水平方向）の画素数を指し、撮像素子20の幅 W_c とは、例えば撮像素子20の所定方向（一例として視差発生方向である水平方向）の画素数を指す。

[0096] 画像処理部28は、視差補正処理を行う場合、次に、上述したように設定されたフィルタ F_L 、 F_R によるフィルタ処理を行うことで、左目画像及び右目画像に対して位相ずらしを行う。すなわち、左目画像内の対応点検出を行った対象画素（注目画素）を中心とする 1×7 画素の画素群について例えば図8に示すフィルタ F_L を用いてフィルタ処理を行う。これにより、注目画素はエッジ強調されると共に、左方向に1画素分位相がずれる。同様に、左目画像の注目画素に対応する右目画像の注目画素を中心とする 1×7 画素の画素群について例えば図8に示すフィルタ F_R を用いてフィルタ処理を行う。これにより、注目画素はエッジ強調されると共に、右方向に1画素分位相がずれる。このように、左目画像内の注目画素が左方向に1画素分位相がずれ、右目画像内の注目画素が右方向に1画素分位相がずれると、全体として画素位置が2画素分拡張されて視差が拡張されることとなる。

[0097] 本第1実施形態に係るフィルタは、上述したように視差の拡張と同時にエッジ強調も行うが、一般に位相差画素を利用した3D撮像装置により撮像された左目画像及び右目画像は、視差の大きな箇所ほどぼけているという特徴がある。ぼけている箇所では、過度のエッジ強調がノイズ増大に繋がる可能性もある。

[0098] そこで、本第1実施形態に係る撮像装置100では、視差の拡張に応じてエッジ強調の度を弱める処理を行っている。これにより、ぼけた箇所でのノイズは減らしつつ、くっきりした箇所をよりくっきりさせることができる。

[0099] 視差の拡張に応じてエッジ強調の度を補正するには、例えば、以下の方法が考えられる。先ず、周波数特性が以下の(1)式で表現可能なフィルタリングを考える。

[0100] (フィルタ係数の周波数特性) = (直流成分) + $\alpha \times$ (HPF成分)
= (直流成分) + $\alpha \times$ ((直流成分) - (LPF成分)) $\cdots$ (1)

[0101] エッジ強調の強さを α とし、ずらす位相ずらし量を μ とし、LPF成分を標準偏差 σ のガウシアンとし、上記(1)式をフーリエ変換すると、フィルタ係数は次式となる。なお、このフィルタ係数は、一例として図15Aに示すように表現される。また、エッジ強調の強さ α は、周波数帯域 σ で制御することができる。また、HPFの強さは、エッジ強調の強さ α を、元画像の視差[pixel]の関数(例えば図15B参照)にすることで、視差に応じて制御することができる。

[0102] [数1]

$$\begin{aligned} \text{(フィルタ係数)} &= \delta(x - \mu) + \alpha \left(\delta(x - \mu) - \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma^2} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \right) \\ &= (1 + \alpha) \delta(x - \mu) - \frac{\alpha}{\sqrt{2\pi}\sigma^2} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (\text{但し } \delta \text{ はデルタ関数}) \end{aligned}$$

[0103] 次に本第1実施形態の作用として画像処理部28で行われる上記の視差補

正処理を含む画像処理について、図 16 を参照して説明する。なお、ここでは、画像処理が画像処理部 28 で行われる場合を例示するが、本発明はこれに限定されるものではなく、例えば CPU 12 が画像処理プログラムを実行することにより撮像装置 100 で画像処理が行われるものとしてもよい。

[0104] 図 16 において、ステップ 400 では、入力された第 3 の画像に基づく通常画像が画像処理部 28 により生成される。上記ステップ 400 で生成された通常画像は画像処理部 28 により所定の記憶領域（例えばメモリ 26）に記憶される。次のステップ 402 では、入力された第 1 の画像に基づく左目画像及び入力された第 2 の画像に基づく右目画像が画像処理部 28 により生成され、その後、ステップ 404 へ移行する。

[0105] ステップ 404 では、画像処理部 28 により、上記ステップ 402 で生成された左目画像及び右目画像の一方の全画素のうちの処理対象の画素が設定される。なお、ここでは、錯綜を回避するために、上記ステップ 402 で生成された左目画像の全画素のうちの処理対象の画素（注目画素（ i, j ））が設定されることとする。この場合、例えば、左目画像の画像サイズが $m \times n$ 画素の場合、画素（1, 1）から画素（ m, n ）まで、本ステップ 404 が行われる毎に順次注目画素を移動させる。

[0106] 次のステップ 406 では、画像処理部 28 により、ステップ 404 で設定された注目画素（ i, j ）を基準にした画素群であって所定のブロックサイズ $[C_x \times C_y]$ [pixel] の画素群が抽出される。次のステップ 408 では、画像処理部 28 により、上記ステップ 406 で抽出された左目画像の各画素に対する上記ステップ 406 で抽出された右目画像の対応する画素のずれ量を示す視差が算出される。

[0107] 上記ステップ 408 において、画像処理部 28 は、例えば、先ず上記ステップ 406 で抽出した左目画像の画素群を元に、右目画像内から特徴点が一致する画素群を探索する。すなわち、一例として図 17 に示すように左目画像から抽出した画素群（ブロック）と、右目画像のうちの左目画像から抽出した画素群（ブロック）と右目画像内のブロックとの一致度を評価する。そ

して、ブロック間の一致度が最大となるときの右目画像のブロックの基準の画素を、左目画像の注目画素に対応する右目画像の対応点の画素とする。本第1実施形態では、ブロックマッチング法を用いてブロック間の一致度を評価しており、一致度を評価する関数として、例えば各ブロック内の画素の輝度差の2乗和（SSD）を使用するもの（SSDブロックマッチング法）がある。

[0108] SSDブロックマッチング法では、比較対象とされる両画像のブロック内の各画素 $f(i, j)$, $g(i, j)$ について、次式の演算を行う。

[0109] [数2]

$$SSD = \sum_i \sum_j \{f(i, j) - g(i, j)\}^2$$

[0110] 上記[数2]式の演算を、右目画像上でブロックの位置を所定の探索領域内で移動させながら行い、SSD値が最小となるときの探索領域内の位置の画素を探索対象の画素とする。そして、左目画像上の注目画素と、探索した対応する右目画像上の画素との画素間のずれ量を示す視差を算出する。

[0111] 次のステップ410では、画像処理部28により、関数決定処理が行われる。関数決定処理とは、本発明に係る視差変換係数を決定する処理に含まれる処理の一例であり、例えば入出力関数 f を決定する処理を指す。図18には、関数決定処理の流れの一例を示すフローチャートが示されている。

[0112] 図18に示すように、ステップ410Aでは、画像処理部28により、現時点で設定されているF値に対応する入出力関数 f が取得される。ここで言う「現時点で設定されているF値に対応する入出力関数 f 」とは、例えばライブビュー画像撮像時に使用するF値として現時点で設定されているF値が“1.4”の場合は一例として図10に示す入出力関数 f を指す。また、現時点で設定されているF値が“3.5”の場合は一例として図13に示す入出力関数 f を指す。なお、ここでは、説明の便宜上、上記ステップ410A

で取得される入出力関数 f に適用される画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} の一例として、図 12 に示すヒストグラムにより規定された画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} を採用している。また、上記ステップ 410A で取得された入出力関数 f の傾き（例えば関数 $F_1 \sim F_5$ の各傾き）が本発明に係る不使用時視差変換係数及び表示部使用时係数の一例である。また、ここでは、 F 値に対応する入出力関数 f を取得する例を挙げているが、本発明はこれに限定されるものではなく、 F 値に依らずに予め定められた入出力関数 f を取得してもよい。

[0113] ステップ 410B では、画像処理部 28 により、現時点で指示されている撮像が静止画像の撮像でないか否かが判定される。本ステップ 410B において現時点で指示されている撮像が静止画像の撮像でない場合は判定が肯定されてステップ 410C へ移行する。本ステップ 410B において現時点で指示されている撮像が静止画像の撮像である場合は判定が否定されてステップ 410D へ移行する。

[0114] ステップ 410D では、画像処理部 28 により、静止画像の撮像時に使用する F 値として現時点で設定されている F 値がライブビュー画像の撮像時に使用する F 値として現時点で設定されている F 値と一致していないか否かが判定される。本ステップ 410D において静止画像の撮像時に使用する F 値として現時点で設定されている F 値がライブビュー画像の撮像時に使用する F 値として現時点で設定されている F 値と一致していない場合は判定が肯定されてステップ 410E へ移行する。本ステップ 410D において静止画像の撮像時に使用する F 値として現時点で設定されている F 値がライブビュー画像の撮像時に使用する F 値として現時点で設定されている F 値と一致している場合は判定が否定されてステップ 410C へ移行する。

[0115] ステップ 410E では、画像処理部 28 により、静止画像の撮像時に使用する F 値として現時点で設定されている F 値に応じて、上記ステップ 410A で取得された入出力関数 f が補正される。ここで、画像処理部 28 は、例えば、静止画像の撮像時に使用する F 値として現時点で設定されている F 値

がライブビュー画像の撮像時に使用するF値として現時点で設定されているF値よりも高い場合、強調の程度を緩くするように入出力関数fを補正する。すなわち、上記ステップ410Aで取得された入出力関数fの関数F1の傾き（入力視差に対する出力視差の利得）を、ライブビュー画像の撮像時に比べ、小さくする。例えば、ライブビュー画像の撮像時のF値が“1.4”の場合において静止画像の撮像時のF値を“4.0”とした場合、入出力関数fにおける図10に示す合焦確認可能視差範囲内Pinに対して、補正項“4.0 / 1.4”を乗じる。これにより、図10に示す合焦確認可能視差範囲内Pinが広げられる。

[0116] 逆に、例えば、静止画像の撮像時に使用するF値として現時点で設定されているF値がライブビュー画像の撮像時に使用するF値として現時点で設定されているF値よりも低い場合、強調の程度を厳しくするように関数を補正する。すなわち、上記ステップ410Aで取得された入出力関数fの関数F1の傾きを、ライブビュー画像の撮像時に比べ、大きくする。例えば、ライブビュー画像の撮像時のF値が“3.5”の場合において静止画像の撮像時のF値を“1.4”とした場合、入出力関数fにおける図13に示す合焦確認可能視差範囲内Pinに対して、補正項“1.4 / 3.5”を乗じる。これにより、図10に示す合焦確認可能視差範囲内Pinが狭められる。

[0117] なお、原則としてライブビュー画像の撮像時は、F値が大きいほど合焦確認可能視差範囲内Pinは狭められ、これにより、視差の拡張の度合いが強められる。例えば、撮像装置100は、ライブビュー画像の撮像で使用されるF値を“2.8”とし、静止画像の撮像時のF値として“2.8”を予定した場合、合焦確認可能視差範囲内Pinを“0.35”に設定して視差の拡張を行い、“2.8”のF値で本露光を行う。また、例えば、ライブビュー画像の撮像で使用されるF値を“4.0”とし、静止画像の撮像時のF値として“2.8”を予定した場合、合焦確認可能視差範囲内Pinを“0.25”に設定して視差の拡張を行い、“2.8”のF値で本露光を行う。更に、例えば、ライブビュー画像の撮像で使用されるF値を“5.6”とし、

静止画像の撮像時のF値として“2.8”を予定した場合、合焦確認可能視差範囲内Pinを“0.18”に設定して視差の拡張を行い、“2.8”のF値で本露光を行う。

[0118] 一方、ライブビュー画像を撮像している間に静止画像の撮像が指示された場合、ライブビュー画像の撮像で使用されるF値は不変のまま、静止画像の撮像時のF値が高くなったならば、合焦確認可能視差範囲内Pinは広げられる。これにより、視差の拡張の度合いが弱められる。例えば、撮像装置100は、ライブビュー画像の撮像で使用されるF値を“2.8”とし、静止画像の撮像時のF値として“2.8”を予定した場合、合焦確認可能視差範囲内Pinを“0.35”に設定して視差の拡張を行い、“2.8”のF値で本露光を行う。また、例えば、ライブビュー画像の撮像で使用されるF値を“2.8”とし、静止画像の撮像時のF値として“4.0”を予定した場合、合焦確認可能視差範囲内Pinを“0.50”に設定して視差の拡張を行い、“4.0”のF値で本露光を行う。更に、例えば、ライブビュー画像の撮像で使用されるF値を“2.8”とし、静止画像の撮像時のF値として“5.6”を予定した場合、合焦確認可能視差範囲内Pinを“0.70”に設定して視差の拡張を行い、“5.6”のF値で本露光を行う。

[0119] このように、画像取得部28は、更に、撮像素子20により連続フレームで撮像されたライブビュー画像（連続フレーム画像の一例）を取得すると共に、静止画像（単一フレーム画像の一例）の撮像の指示が与えられた場合に撮像された静止画像を取得する。そして、ライブビュー画像が撮像されている間に静止画像の撮像の指示が与えられた場合において合焦確認可能視差範囲内であると判定される注目画素（画像処理の対象画素）の視差の範囲を、F値に応じて調整する。つまり、静止画像の撮像時のF値がライブビュー画像の撮像時のF値よりも大きい場合は視差の範囲を広げ、静止画像の撮像時のF値がライブビュー画像の撮像時のF値よりも小さい場合は視差の範囲を狭める。

[0120] ステップ410Cでは、画像処理部28により、L版鑑賞条件を満足して

いないか否かが判定される。L版鑑賞条件とは、例えば撮影者が表示部213による鑑賞よりもL版プリントによる鑑賞を好んでいることを表す条件を指す。L版鑑賞条件としては、例えば所定時点からのL版によるプリント枚数の合計が所定枚数（例えば500枚）以上であるとの条件が挙げられる。つまり、所定時間からのL版によるプリント枚数の合計が所定枚数以上あれば、撮影者がL版プリントによる鑑賞を好んでいるということになる。本ステップ410CにおいてL版鑑賞条件を満足していない場合は判定が肯定されてステップ410Fへ移行する。本ステップ410CにおいてL版鑑賞条件を満足している場合は判定が否定されてステップ410Gへ移行する。

[0121] ステップ410Gでは、画像処理部28により、上記ステップ410Aで取得された入出力関数 f 又は上記ステップ410Eで補正された入出力関数 f がL版用の入出力関数 f に補正された後、本関数決定処理を終了する。L版用の入出力関数 f とは、例えば上記ステップ410Aで取得された入出力関数 f 又は上記ステップ410Eで補正された入出力関数 f について合焦確認可能視差範囲内 P_{in} の範囲を予め定められた範囲まで広げた入出力関数 f を指す。なお、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} の範囲を広げる前後で、入出力関数 f の画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} 及び画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' は不変とされている。このように合焦確認可能視差範囲内 P_{in} の範囲を広げるのは、L版プリントのように画像を縮小して鑑賞する場合は、入力視差の範囲を表示部213で画像を鑑賞する場合よりも拡張させても問題ないからである。

[0122] ステップ410Fでは、画像処理部28により、EVF鑑賞条件を満足しているか否かが判定される。EVF鑑賞条件とは、例えば現時点でユーザがEVF248を使用していることを表す条件を指す。ユーザがEVF248を使用しているか否かは、例えば接眼検出部37での検出結果に基づいてファインダー接眼部242が使用されていると判定されたか否かにより判定される。つまり、ファインダー接眼部242が使用されていると判定された場合はユーザがEVF248を使用していると判定され、ファインダー接眼部

242が使用されていないと判定された場合はユーザがEVF248を使用していないと判定される。本ステップ410FにおいてEVF鑑賞条件を満足していない場合は判定が否定されて本関数決定処理を終了する。本ステップ410FにおいてEVF鑑賞条件を満足している場合は判定が肯定されてステップ410Hへ移行する。

[0123] ステップ410Hでは、画像処理部28により、上記ステップ410Aで取得された入出力関数 f 又は上記ステップ410Eで補正された入出力関数 f がEVF用の入出力関数 f に補正された後、本関数決定処理を終了する。EVF用の入出力関数 f とは、例えば入出力関数 f について合焦確認可能視差範囲内 P_{in} 及び合焦確認可能視差範囲外 P_{in}' を変えることなく画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} を図11に示すヒストグラムで規定された画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} にまで広げた入出力関数 f を指す。なお、画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} にまで広げた入出力関数 f の傾き（例えば関数 $F_1 \sim F_5$ の各傾き）が本発明に係る使用時視差変換係数の一例である。

[0124] なお、仮に上記ステップ410Aで取得された入出力関数 f における画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} として図11に示すヒストグラムで規定された画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} を適用した場合は、ステップ410Hの処理は不要なる。その代わり、ステップ410Fが否定判定されると、入出力関数 f について画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} を図12に示すヒストグラムで規定された画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} にまで縮めた入出力関数 f に補正する処理が加わる。なお、画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} の範囲を縮める前後で、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} 及び合焦確認可能視差範囲外 P_{in}' は不変とされている。

[0125] 図16に戻って、ステップ412では、画像処理部28により、上記ステップ404で設定された注目画素が合焦確認可能視差範囲内であるか否かが判定される。本ステップ412において合焦確認可能視差範囲内である場合は判定が肯定されてステップ414へ移行する。本ステップ412において合焦確認可能視差範囲外である場合は判定が否定されてステップ416へ移

行する。なお、ここでは、上記ステップ408で算出された視差に基づいて注目画素が合焦確認可能視差範囲内であるか否かを判定しているが、これに限らず、注目画素が合焦確認可能視差範囲内であるか否かを判定することができる方法であれば如何なる方法も適用可能である。また、ここでは、注目画素の判定結果を、右目画像の対応点の画素にも適用しているため、注目画素についてのみ合焦確認可能視差範囲内であるか否かを判定する例を挙げているが、注目画素に対応する右目画像の画素についても合焦確認可能視差範囲内であるか否かを判定してもよい。

[0126] ステップ414, 416の処理は、本発明に係る視差変換係数を決定する処理に含まれる処理の一例である。ステップ414では、画像処理部28により、上記ステップ410で決定された入出力関数 f から上記ステップ408で算出された視差に対応する関数として関数 F_1 が取得され、その後、ステップ418へ移行する。一方、ステップ416では、画像処理部28により、上記ステップ410で決定された入出力関数 f の合焦確認可能視差範囲外 $P_{in'}$ に含まれる関数 $F_2 \sim F_4$ から、上記ステップ408で算出された視差に対応する関数が取得され、その後、ステップ418へ移行する。

[0127] ステップ418では、画像処理部28により、上記ステップ414又はステップ416で取得された関数を用いて導出される出力視差に対応するフィルタ係数が決定される。ここで、画像処理部28は、先ず、上記ステップ414又はステップ416で取得した関数を用いて出力視差に相当する視差 γ を導出する。すなわち、入力視差として上記ステップ408で算出された視差を、上記ステップ414又はステップ416で取得した関数を用いて出力視差としての視差 γ に変換する。そして、視差 γ に対応する位相ずらし量 μ [pixel] を導出する。位相ずらし量 μ は例えば図19に示す関数（実線又は破線のグラフ）によって一意に定まる。図19に示す実線のグラフは、左目画像に対する位相ずらし量 μ を示しており、合焦している被写体（視差0）よりも遠い被写体の視差 γ の符号はプラス、合焦している被写体よりも近い被写体の視差 γ の符号はマイナスとされている。また、右方向の位相ずらし

量 μ はプラス、左方向の位相ずらし量 μ はマイナスとされている。そして、図19の破線のグラフに示すように、右目画像に対する位相ずらし量 μ は、左目画像に対する位相ずらし量 μ とは符号が逆になる。

[0128] 図19に示す例では、入出力関数 f により決定された出力視差 [pixel] の符号を変えることなく、所定のピクセル数範囲（一例として $\pm P1$ ）の視差 γ に対しては、傾き ε (>0) を乗じることで位相ずらし量 μ への変換を行っている。所定の画素数範囲を超える視差 γ に対しては、視差計測結果にミスがあった場合に備え、傾き ε が“ $\varepsilon=0$ ”になるように位相ずらし量 μ を一定にする。なお、本第1実施形態では、“ $\varepsilon>0$ ”の視差 γ の範囲として、入出力関数 f に含まれる関数 $F1$ 、 $F2$ 、 $F3$ により規定される出力視差の範囲を適用している。また、“ $\varepsilon=0$ ”の視差 γ の範囲（位相ずらし量 μ を一定にする対象となる出力視差の範囲）として、入出力関数 f に含まれる関数 $F4$ 、 $F5$ により規定される出力視差の範囲を適用している。

[0129] 次に、画像処理部28は、一例として図19に示す関数に従って導出された位相ずらし量 μ 、予め設定された標準偏差 σ 、及びエッジ強調の強さの α （図15A及び図15B参照）に基づいて、上述の[数1]式によりフィルタ F_L 、 F_R のフィルタ係数を算出する。なお、本第1実施形態では、[数1]式を用いてフィルタ F_L 、 F_R のフィルタ係数を算出する態様を例示しているが、本発明はこれに限定されるものではない。例えば、出力視差或いは位相ずらし量等に対応するフィルタ係数のセットが予め記憶されたルックアップテーブル（LUT）を準備しておき出力視差等に基づいて対応するフィルタ係数のセットを読み出し、フィルタ F_L 、 F_R を決定するようにしてもよい。

[0130] ステップ420では、画像処理部28により、上記ステップ406で抽出された画素群及び対応する画素群（例えば上記ステップ404で設定された注目画素（ i ， j ）に対応する右目画像の対応点を基準に抽出された画素群）について画像処理が行われる。

[0131] 本ステップ420において、例えば、画像処理部28は、先ず、上記ステ

ステップ406で抽出された画素群（ブロック）について、このブロックサイズと同じカーネルサイズのフィルタ F_L によりフィルタ処理を行うことにより注目画素（ i, j ）の画素値を算出する。また、上記ステップ404で設定された注目画素（ i, j ）に対応する右目画像の対応点を基準に抽出された画素群について、このブロックサイズと同じカーネルサイズのフィルタ F_R によりフィルタ処理を行うことにより右目画像の対応点の画素値を算出する。

[0132] 画像処理部28は、次に、上記のようにフィルタ処理された左目画像の注目画素（ i, j ）の画素値及び右目画像の対応点の画素の画素値を、元の位置から位相ずらし量 μ だけシフトした位置に配置（マッピング）する。

[0133] ここで、ブロックサイズ $[C_x \times C_y]$ を、例えば 7×7 [pixel]とした場合、一例として図20A及び図20Bに示すようにフィルタ F_L, F_R のカーネルサイズも 7×7 [pixel]とする。そして、ブロックマッチング法により対応点の検出及び視差 γ の算出が行われた左目画像の画素群（ブロック）と右目画像の画素群（ブロック）を開放せずに、そのまま F_L, F_R によりフィルタ処理を行う。これにより、メモリ使用量を削減することができ、また、処理も高速化させることができる。

[0134] 次のステップ422では、画像処理部28により、上記ステップ420で行われた画像処理により得られた画素値が画素毎に所定の記憶領域（例えばメモリ26）に記憶されることにより画像が記憶され、その後、ステップ424へ移行する。

[0135] ステップ424では、画像処理部28により、左目画像の全ての画素のフィルタ処理が終了したか否かが判定される。本ステップ424において左目画像の全ての画素のフィルタ処理が終了した場合は判定が肯定されてステップ426へ移行する。本ステップ424において左目画像の全ての画素のフィルタ処理が終了していない場合は判定が否定されてステップ404へ移行する。

[0136] ステップ426では、画像処理部28により、上記ステップ400, 422で所定の記憶領域に記憶された画像が所定の出力先に出力された後、本画

像処理を終了する。なお、上記の「所定の出力先」としては、例えば表示制御部 36 が挙げられ、この他にも、撮影者等により外部装置への出力が操作部 14 を介して指示された場合は上記の「所定の出力先」として外部 I/F 40 が適用される。

[0137] 図 16 に示す画像処理が画像処理部 28 によって行われると、一例として図 21A 及び図 21B に示すように表示部 213 やハイブリッドファインダー 220 にライブビュー画像が表示される。図 21A 及び図 21B に示す例では、画面中央の枠 60 の内側領域にスプリットイメージが表示されており、枠 60 の外側領域に通常画像が表示されている。

[0138] すなわち、第 1 及び第 2 の画素群は、枠 60 のサイズに対応して設けられている。スプリットイメージは、第 1 の画素群から出力された第 1 の画像に対応する画像における枠 60 の上半分 60A の画像（視差画像）と、第 2 の画素群から出力された第 2 の画像に対応する画像における枠 60 の下半分 60B の画像（視差画像）とに大別される。

[0139] ここで、枠 60 内の画像に対応する被写体に対して、撮影レンズ 16 のピントが合っていない場合は、図 21A に示すようにスプリットイメージの上半分 60A の視差画像と、下半分 60B の視差画像との境界の画像が視差発生方向（一例として水平方向）にずれる。また、通常画像とスプリットイメージとの境界の画像も視差発生方向にずれる。これは、位相差が生じていることを表しており、撮影者はスプリットイメージを通して視覚的に位相差が生じていること及び視差発生方向を認識することができる。

[0140] 一方、枠 60 内の画像に対応する被写体に対して、撮影レンズ 16 のピントが合っている場合は、図 21B に示すようにスプリットイメージの上半分 60A の視差画像と、下半分 60B の視差画像との境界の画像が一致する。また、通常画像とスプリットイメージとの境界の画像も一致する。これは、位相差が生じていないことを表しており、撮影者はスプリットイメージを通して視覚的に位相差が生じていないことを認識することができる。

[0141] このように、撮影者は、表示部 213 に表示されるスプリットイメージに

より撮影レンズ 16 の合焦状態を確認することができる。また、マニュアルフォーカスモード時には、撮影レンズ 16 のフォーカスリング 302 を手動操作することによりピントのずれ量（デフォーカス量）をゼロにすることができる。また、通常画像とスプリットイメージとをそれぞれ色ずれのないカラー画像で表示することができ、撮影者の手動によるフォーカス調整をカラーのスプリットイメージで支援することができる。

[0142] 図 22 には撮像素子 20 の変形例が示されており、特にカラーフィルタの配列例及び遮光部材の配置例が示されている。図 22 に示す撮像素子 20' のカラーフィルタの配列は、6×6 画素に対応する正方配列パターンからなる基本配列パターン P（太枠で示すパターン）を含み、この基本配列パターン P が水平方向及び垂直方向に繰り返し配置されている。すなわち、カラーフィルタの配列は、R、G、B の各色のフィルタが所定の周期性をもって配列されている。

[0143] また、撮像素子 20' は、図 4 に示す撮像素子 20 と同様に、第 1 の画素群、第 2 の画素群及び第 3 の画素群を含む。第 1 の画素群は、受光面の左半分が遮光部材により遮光され、第 2 の画素群は、受光面の右半分が遮光部材により遮光される。第 3 の画素群には、遮光部材が設けられていない。

[0144] 図 23 A 及び図 23 B は、図 22 に示す撮像素子 20' に含まれる第 1 の画素群及び第 2 の画素群のみを示す図である。図 23 A 及び図 23 B に示すように第 1 の画素群及び第 2 の画素群におけるカラーフィルタの配列は、それぞれベイヤ配列とされている。すなわち、第 1 の画素群及び第 2 の画素群におけるカラーフィルタの配列がそれぞれベイヤ配列となるように、撮像素子 20' の全画素群のうちの一部の画素が位相差画素として配置されている。

[0145] 図 22 に示す撮像素子 20' のカラーフィルタ配列は、6×6 画素の基本配列パターン P を有し、2×2 画素の基本配列パターンを有するベイヤ配列よりも複雑である。従って、同時化処理等の信号処理が複雑になるが、上記のようにカラーフィルタの配列がそれぞれベイヤ配列になるように位相差画

素を配置することにより、スプリットイメージを生成するための同時化処理等の信号処理を容易に行うことができる。

[0146] なお、図23A及び図23Bに示すようにカラーフィルタの配列をベイア配列とする位相差画素の配置例を挙げたが、図22に示すカラーフィルタの配列において、水平方向及び垂直方向の6画素置きに位相差画素（一对の第1及び第2の画素）を配置してもよい。これにより、第1及び第2の画素群のカラー配列を、元のRAW画像と同じカラー配列にすることができる。

[0147] 以上に説明にしたように、本第1実施形態に係る撮像装置100は、撮影レンズ16の射出瞳を通過する光束の光軸の左側及び右側（第1及び第2の領域を通過した被写体像の一例）が瞳分割されてそれぞれ結像される第1及び第2の画素群を有する。画像取得部の一例である画像処理部28は、第1及び第2の画素群から出力された第1及び第2の画像に相当する左目画像及び右目画像を取得する（ステップ402）。また、視差算出部の一例である画像処理部28は、左目画像の各画素と右目画像の各画素とのずれ量を示す入力視差を算出する（ステップ408）。また、第1判定部の一例である画像処理部28は、画像処理の対象画素が合焦確認可能視差範囲内であるか否かを判定する（ステップ412）。また、係数決定部の一例である画像処理部28は、左目画像及び右目画像における対象画素毎に、視差変換係数の一例である係数（一例として傾き）を有する入出力関数 f を決定する（ステップ410, 414, 416）。入出力関数 f は、合焦確認可能視差範囲内であると判定された場合は、算出された入力視差を、画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} の出力視差（スプリットイメージが合焦確認可能視差範囲内であることが視差可能な視差の一例）に変換させる。また、入出力関数 f は、合焦確認可能視差範囲外であると判定された場合は、算出された入力視差を、画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' の出力視差（スプリットイメージが合焦確認可能視差範囲外であることが視差可能な視差の一例）に変換させる。更に、画像処理部28は、対象画素に対して、入出力関数 f に基づいて画像処理を行う（ステップ420）。これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差

の強調を過不足なく行うことができる。

[0148] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、画像ずれ視認不可能範囲Poutの視差が、複数の被験者による官能試験で合焦状態であると評価された視差とされている。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦確認可能視差範囲内の視差の強調の程度を適切に定めることができる。

[0149] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、画像ずれ視認可能範囲Pout'の視差が、複数の被験者による官能試験で非合焦状態であると評価された視差とされている。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦確認可能視差範囲外の視差の強調の程度を適切に定めることができる。

[0150] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、画像処理部28が、画像処理の対象画素が合焦確認可能視差範囲よりも広い所定視差範囲内であるか否かを判定する（ステップ42）。画像処理の対象画素が所定視差範囲（例えばマイナス側変換前視差境界以上かつプラス側変換前視差境界以下）内であると判定された場合、画像処理の対象画素の視差を拡張させる関数が採用される。これにより、合焦確認可能視差範囲よりも広い所定視差範囲内において視差の強調が過不足するという事態の発生を高精度に抑制することができる。

[0151] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、合焦確認可能視差範囲外であると判定された場合、入力視差を、関数F2、F3の傾き（予め定められた拡張率以下の拡張率の一例）に従って拡張された出力視差に変換している。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦確認可能視差範囲外において視差の強調が過不足するという事態の発生を高精度に抑制することができる。

[0152] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、関数F2の傾きが、プラス側変換前視差境界及びプラス側変換後視差境界の交点（合焦確認可能視差範囲内であることが視認可能な視差の最大値の一例）とプラス側の特定の入力視差とに基づいて定められている。また、関数F3の傾きが、マイナス側変換前視差境界及びマイナス側変換後視差境界の交点（合焦確認可能視差

範囲内であることが視認可能な視差の最小値の一例）とマイナス側の特定の入力視差とに基づいて定められている。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦確認可能視差範囲外において視差の強調を過不足させない関数 F_2 、 F_3 の傾きを容易に定めることができる。

[0153] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、合焦確認可能視差範囲外であると判定された対象画素の入力視差が特定の入力視差以上の場合、関数 F_4 、 F_5 により、入力視差を、そのまま出力視差としている（特定の入力視差以下の視差に変換させる一例）。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦確認可能視差範囲外における視差の過度な強調を回避することができる。

[0154] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、画像処理部28が、 $P_e < \kappa \times W_e / W_c$ [pixel] との不等式に従って、画像処理の対象画素が合焦確認可能視差範囲内であるか否かを判定している。これにより、本構成を有しない場合に比べ、画像処理の対象画素が合焦確認可能視差範囲内であるか否かを高精度に判定することができる。

[0155] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} （合焦確認可能視差範囲内であると判定される対象画素の視差の範囲の一例）が、撮影レンズ16のF値が高くなるほど狭められる。これにより、本構成を有しない場合に比べ、F値に応じて視差の強調が過不足するという事態の発生を抑制することができる。

[0156] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、画像取得部28が、更に、連続フレームで撮像されたライブビュー画像（連続フレーム画像の一例）を取得すると共に、静止画像（単一フレーム画像の一例）の撮像の指示が与えられた場合に撮像された静止画像を取得する。そして、静止画像の撮像の指示が与えられない場合は合焦確認可能視差範囲がF値（撮影レンズの絞り値の一例）が高くなるほど狭められる。これにより、本構成を有しない場合に比べ、静止画像の撮像の指示が与えられない場合の視差の強調を過不足なく行うことができる。

[0157] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、静止画像の撮像の指示が与えられた場合は合焦確認可能視差範囲が静止画像の撮像で使用するF値に応じて定められる。これにより、本構成を有しない場合に比べ、静止画像の撮像の指示が与えられた場合であっても視差の強調を過不足なく行うことができる。

[0158] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、静止画像の撮像の指示が与えられた場合の合焦確認可能視差範囲が、静止画像の撮像の指示が与えられたときのF値がライブビュー画像の撮像で使用するF値よりも高い場合はF値が高いほど広げられる。また、静止画像の撮像の指示が与えられたときのF値がライブビュー画像の撮像で使用するF値よりも低い場合はF値が低いほど狭められる。これにより、本構成を有しない場合に比べ、静止画像の撮像の指示が与えられた場合であっても、F値に応じて視差の強調が過不足するという事態の発生を抑制することができる。

[0159] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} 及び画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' を固定している。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦確認可能視差範囲に応じて視差の強調の程度が異なるという事態の発生を回避することができる。なお、画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} の視差及び画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' は画像の出力先毎に固定されることが好ましい。

[0160] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、入出力関数 f が、入力視差に応じて、画像ずれ視認不可能範囲 P_{out} の視差及び画像ずれ視認可能範囲 P_{out}' の視差を選択的に出力する連続関数とされている。これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差の強調の度合いを容易に予測することができる。

[0161] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、入出力関数 f として、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} において第1線形関数の一例である関数 F_1 を採用している。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦確認可能視差範囲内 P_{in} において視差の強調の度合いを容易に予測することができる。

る。

[0162] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、入出力関数 f として、合焦確認可能視差範囲外 $P_i n'$ において、関数 F_1 に連続すると共に関数 F_1 に比べ軽勾配の第2線形関数の一例である関数 F_2 、 F_3 を採用している。これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差の強調の急激な変化を抑制することができる。なお、ここで言う「軽勾配」は、例えば関数 F_1 の傾きの符号と変わらない符合の傾きを前提にした意味での軽勾配である。

[0163] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、入出力関数 f として、合焦確認可能視差範囲外 $P_i n'$ において、関数 F_2 、 F_3 、関数 F_2 に連続する恒等関数の一例である関数 F_4 、及び関数 F_3 に連続する恒等関数の一例である関数 F_5 を採用している。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦確認可能視差範囲外 $P_i n'$ において視差の過度な強調を抑制することができる。

[0164] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、入出力関数 f が、画像処理が行われた得られた画像が鑑賞される鑑賞媒体の種類に応じて定められている。これにより、本構成を有しない場合に比べ、鑑賞媒体の種類に応じて視差の強調の程度を適切に定めることができる。

[0165] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、スプリットイメージ処理部32により、第1及び第2の画像に基づいて合焦確認画像の一例であるスプリットイメージを生成している。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦状態であるか否かを容易に把握することができる。

[0166] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、スプリットイメージを、第1の画像と第2の画像とが入出力関数による変換後の出力視差に応じた位相ずらし量 μ （ずれ量の一例）で視差発生方向に沿ってずれた画像に相当する画像としている。これにより、本構成を有しない場合に比べ、視差の大きさ及び視差発生方向を推測することができる。

[0167] また、本第1実施形態に係る撮像装置100では、画像処理部28が、通常画像を取得し、表示装置が画像を表示する。そして、表示制御部36が、

表示装置に対して画像処理部 28 により取得された通常画像を表示させる。

また、表示制御部 26 は、表示装置に対して通常画像の表示領域内にスプリットイメージを表示させる。これにより、本構成を有しない場合に比べ、合焦状態の画像が得易くなる。

[0168] また、本第 1 実施形態に係る撮像装置 100 では、撮像素子 20 が、第 3 の画素群を有し、画像処理部 28 が、第 3 の画素群から出力される第 3 の画像に基づいて通常画像を生成する。これにより、本構成を有しない場合に比べ、通常画像の画質を向上させることができる。

[0169] なお、上記第 1 実施形態では、入出力関数 f で導出される出力視差として、複数の被験者による官能試験の評価結果に基づく視差を採用する例を挙げて説明したが、これに限らず、例えば撮影者が自身にとって視認可能な視差を操作部 14 を介して指示してもよい。

[0170] また、上記第 1 実施形態では、入出力関数 f を連続関数としたが、これに限らず、不連続な関数としてもよい。この場合、関数 F_1 に相当する関数と関数 F_2 、 F_3 の各々に相当する各関数とを図 10 に示す出力視差方向について不連続にしたり、関数 $F_1 \sim F_5$ の各々に相当する各関数を図 10 に示す出力視差方向について不連続にしたりする例が挙げられる。

[0171] また、上記第 1 実施形態では、関数 $F_1 \sim F_5$ を線形関数としたが、これに限らず、関数 $F_1 \sim F_5$ の少なくとも 1 つに代えて、非線形関数を適用してもよい。

[0172] また、上記第 1 実施形態では、関数 F_4 、 F_5 を恒等関数としたが、これに限らず、関数 F_4 、 F_5 の少なくとも 1 つを傾きが 0 以上 1 未満の線形関数としてもよい。

[0173] また、上記第 1 実施形態では、入力視差を入出力関数 f を用いて出力視差に変換する形態例を挙げて説明したが、入力視差を LUT を用いて出力視差に変換してもよい。この場合、入力視差と、入出力関数 f が有する係数（例えば関数 $F_1 \sim F_5$ の各々の傾き）と出力視差と、を関連付けておくことで、入力視差に対応する出力視差を導出することができる。

- [0174] また、上記第1実施形態では、L版鑑賞条件を適用したが、鑑賞媒体がL版以外であれば、鑑賞媒体の種類に応じた鑑賞条件を適用してもよい。
- [0175] また、上記第1実施形態では、レフレックスミラーが省略されたレンズ交換式のデジタルカメラを例示したが、これに限らず、一体型レンズを有する撮像装置に対しても本発明を適用することができる。
- [0176] また、上記第1実施形態では、表示部213及びEVF248を有する撮像装置100を例示したが、これに限らず、表示部213及びEVF248の何れか一方を有しているものであってもよい。
- [0177] また、上記第1実施形態では、上下方向に2分割されたスプリットイメージを例示したが、これに限らず、左右方向又は斜め方向に複数分割された画像をスプリットイメージとして適用してもよい。
- [0178] 例えば、図24に示すスプリットイメージ66aは、水平方向に平行な複数の分割線63aにより奇数ラインと偶数ラインとに分割されている。このスプリットイメージ66aでは、第1の画素群から出力された出力信号に基づいて生成されたライン状（一例として短冊状）の位相差画像66Laが奇数ライン（偶数ラインでも可）に表示される。また、第2の画素群から出力された出力信号に基づき生成されたライン状（一例として短冊状）の位相差画像66Raが偶数ラインに表示される。
- [0179] また、図25に示すスプリットイメージ66bは、水平方向に傾き角を有する分割線63b（例えば、スプリットイメージ66bの対角線）により2分割されている。このスプリットイメージ66bでは、第1の画素群から出力された出力信号に基づき生成された位相差画像66Lbが一方の領域に表示される。また、第2の画素群から出力された出力信号に基づき生成された位相差画像66Rbが他方の領域に表示される。
- [0180] また、図26A及び図26Bに示すスプリットイメージ66cは、水平方向及び垂直方向にそれぞれ平行な格子状の分割線63cにより分割されている（図20（A）参照）。スプリットイメージ66cでは、第1の画素群から出力された出力信号に基づき生成された位相差画像66Lcが市松模様（

チェッカーパターン）状に並べられて表示される。また、第2の画素群から出力された出力信号に基づき生成された位相差画像66Rcが市松模様状に並べられて表示される（図20（B）参照）。

[0181] 更に、スプリットイメージに限らず、2つの位相差画像から他の合焦確認画像を生成し、合焦確認画像を表示するようにしてもよい。例えば、2つの位相差画像を重畳して合成表示し、ピントがずれている場合は2重像として表示され、ピントが合った状態ではクリアに画像が表示されるようにしてもよい。

[0182] また、上記第1実施形態で説明した画像出力処理の流れ（図16参照）及び関数決定処理の流れ（図18参照）は一例である。従って、主旨を逸脱しない範囲内において不要なステップを削除したり、新たなステップを追加したり、処理順序を入れ替えたりしてもよいことは言うまでもない。また、画像出力処理に含まれる各処理及び関数決定処理に含まれる各処理は、プログラムを実行することにより、コンピュータを利用してソフトウェア構成により実現されてもよいし、ハードウェア構成で実現されてもよい。また、ハードウェア構成とソフトウェア構成の組み合わせによって実現してもよい。

[0183] 画像出力処理及び関数決定処理の少なくとも1つを、コンピュータによりプログラムを実行することにより実現する場合は、プログラムを所定の記憶領域（例えばメモリ26）に予め記憶しておけばよい。なお、必ずしも最初からメモリ26に記憶させておく必要はない。例えば、コンピュータに接続されて使用されるフレキシブルディスク、いわゆるFD、CD-ROM、DVDディスク、光磁気ディスク、ICカードなどの任意の「可搬型の記憶媒体」にまずはプログラムを記憶させておいてもよい。そして、コンピュータがこれらの可搬型の記憶媒体からプログラムを取得して実行するようにしてもよい。また、インターネットやLAN（Local Area Network）などを介してコンピュータに接続される他のコンピュータまたはサーバ装置などに各プログラムを記憶させておき、コンピュータがこれらからプログラムを取得して実行するようにしてもよい。

[0184] [第2実施形態]

上記第1実施形態では、撮像装置100を例示したが、撮像装置100の変形例である携帯端末装置としては、例えばカメラ機能を有する携帯電話機やスマートフォン、PDA (Personal Digital Assistants)、携帯型ゲーム機などが挙げられる。以下、スマートフォンを例に挙げ、図面を参照しつつ、詳細に説明する。

[0185] 図27は、スマートフォン500の外観の一例を示す斜視図である。図27に示すスマートフォン500は、平板状の筐体502を有し、筐体502の一方の面に表示部としての表示パネル521と、入力部としての操作パネル522とが一体となった表示入力部520を備えている。また、筐体502は、スピーカ531と、マイクロホン532と、操作部540と、カメラ部541とを備えている。なお、筐体502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構造を有する構成を採用することもできる。

[0186] 図28は、図27に示すスマートフォン500の構成の一例を示すブロック図である。図28に示すように、スマートフォン500の主たる構成要素として、無線通信部510と、表示入力部520と、通話部530と、操作部540と、カメラ部541と、記憶部550と、外部入出力部560と、を備える。また、スマートフォン500の主たる構成要素として、GPS (Global Positioning System) 受信部570と、モーションセンサ部580と、電源部590と、主制御部501と、を備える。また、スマートフォン500の主たる機能として、基地局装置BSと移動通信網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。

[0187] 無線通信部510は、主制御部501の指示に従って、移動通信網NWに収容された基地局装置BSに対して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。

- [0188] 表示入力部520は、いわゆるタッチパネルであって、表示パネル521と、操作パネル522とを備える。そのため、表示入力部520は、主制御部501の制御により、画像（静止画像および動画像）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。なお、生成された3Dを鑑賞する場合には、表示パネル521は、3D表示パネルであることが好ましい。
- [0189] 表示パネル521は、LCD、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。操作パネル522は、表示パネル521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。係る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501に出力する。次いで、主制御部501は、受信した検出信号に基づいて、表示パネル521上の操作位置（座標）を検出する。
- [0190] 図27に示すように、スマートフォン500の表示パネル521と操作パネル522とは一体となって表示入力部520を構成しているが、操作パネル522が表示パネル521を完全に覆うような配置となっている。この配置を採用した場合、操作パネル522は、表示パネル521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522は、表示パネル521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521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。
- [0191] なお、表示領域の大きさと表示パネル521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522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502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522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。

[0192] 通話部530は、スピーカ531やマイクロホン532を備える。通話部530は、マイクロホン532を通じて入力されたユーザの音声を主制御部501にて処理可能な音声データに変換して主制御部501に出力する。また、通話部530は、無線通信部510あるいは外部入出力部560により受信された音声データを復号してスピーカ531から出力する。また、図27に示すように、例えば、スピーカ531を表示入力部520が設けられた面と同じ面に搭載し、マイクロホン532を筐体502の側面に搭載することができる。

[0193] 操作部540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27に示すように、操作部540は、スマートフォン500の筐体502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。

[0194] 記憶部550は、主制御部501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を記憶する。また、記憶部550は、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する。また、記憶部550は、ストリーミングデータなどを一時的に記憶する。また、記憶部550は、スマートフォン内蔵の内部記憶部551と着脱自在な外部メモリスロットを有する外部記憶部552を有する。なお、記憶部550を構成するそれぞれの内部記憶部551と外部記憶部552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) などの格納媒体を用いて実現される。格納媒体としては、この他にも、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) が例示できる。

[0195] 外部入出力部560は、スマートフォン500に連結される全ての外部機器とのインタ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又はネットワークにより直接的又は間接的に接続するためのものである。他の外部機器に通信等としては、例えば、ユニバーサルシリアルバス (USB)、IEEE 1394などが挙げられる。ネットワークとしては、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)) が挙げられる。また、ネットワークの他の例としては、UWB (Ultra Wideband (登録商標))、ジグビー (ZigBee (登録商標)) などが挙げられる。

[0196] スマートフォン500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) が挙げられる。外部機器の他の例としては、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・ビデオ機器が挙げられる。外部オーディオ・ビデオ機器の他にも、無線接続される外部オーディオ・ビデオ機器が挙げられる。また、外部オーディオ・ビデオ機器に代えて、例えば有／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、イヤホンなども適用可能である。

[0197] 外部入出力部は、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500の内部の各構成要素に伝達することや、スマートフォン500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。

[0198] GPS受信部570は、主制御部501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500の緯度、経

度、高度からなる位置を検出する。GPS受信部570は、無線通信部510や外部入出力部560（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。

[0199] モーションセンサ部580は、例えば、3軸の加速度センサなどを備え、主制御部501の指示にしたがって、スマートフォン500の物理的な動きを検出する。スマートフォン500の物理的な動きを検出することにより、スマートフォン500の動く方向や加速度が検出される。この検出結果は、主制御部501に出力されるものである。

[0200] 電源部590は、主制御部501の指示にしたがって、スマートフォン500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。

[0201] 主制御部501は、マイクロプロセッサを備え、記憶部550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500の各部を統括して制御するものである。また、主制御部501は、無線通信部510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。

[0202] アプリケーション処理機能は、記憶部550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501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560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。

[0203] また、主制御部501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520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501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520に表示する機能のことをいう。

[0204] 更に、主制御部501は、表示パネル521に対する表示制御と、操作部

５４０、操作パネル５２２を通じたユーザ操作を検出する操作検出制御とを実行する。

[0205] 表示制御の実行により、主制御部５０１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５２１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。

[0206] また、操作検出制御の実行により、主制御部５０１は、操作部５４０を通じたユーザ操作を検出したり、操作パネル５２２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する。また、操作検出制御の実行により、主制御部５０１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。

[0207] 更に、操作検出制御の実行により主制御部５０１は、操作パネル５２２に対する操作位置が、表示パネル５２１に重なる重畳部分（表示領域）か、それ以外の表示パネル５２１に重ならない外縁部分（非表示領域）かを判定する。そして、この判定結果を受けて、操作パネル５２２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。

[0208] また、主制御部５０１は、操作パネル５２２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。

[0209] カメラ部５４１は、ＣＭＯＳやＣＣＤなどの撮像素子を用いて撮像するデジタルカメラであり、図１等を示す撮像装置１００と同様の機能を備えている。

[0210] また、カメラ部５４１は、マニュアルフォーカスモードとオートフォーカ

スモードとを切り替え可能である。マニュアルフォーカスモードが選択されると、操作部５４０又は表示入力部５２０に表示されるフォーカス用のアイコンボタン等を操作することにより、カメラ部５４１の撮影レンズのピント合わせを行うことができる。そして、マニュアルフォーカスモード時には、スプリットイメージが合成されたライブビュー画像を表示パネル５２１に表示させ、これによりマニュアルフォーカス時の合焦状態を確認できるようにしている。なお、図７に示すハイブリッドファインダー２２０をスマートフォン５００に設けるようにしてもよい。

[0211] また、カメラ部５４１は、主制御部５０１の制御により、撮像によって得た画像データを例えばＪＰＥＧ(Joint Photographic coding Experts Group)などの圧縮した画像データに変換する。そして、変換して得た画像データを記憶部５５０に記録したり、入出力部５６０や無線通信部５１０を通じて出力することができる。図２７に示すにスマートフォン５００において、カメラ部５４１は表示入力部５２０と同じ面に搭載されているが、カメラ部５４１の搭載位置はこれに限らず、表示入力部５２０の背面に搭載されてもよいし、あるいは、複数のカメラ部５４１が搭載されてもよい。なお、複数のカメラ部５４１が搭載されている場合には、撮像に供するカメラ部５４１を切り替えて単独にて撮像したり、あるいは、複数のカメラ部５４１を同時に使用して撮像することもできる。

[0212] また、カメラ部５４１はスマートフォン５００の各種機能に利用することができる。例えば、表示パネル５２１にカメラ部５４１で取得した画像を表示することや、操作パネル５２２の操作入力のひとつとして、カメラ部５４１の画像を利用することができる。また、ＧＰＳ受信部５７０が位置を検出する際に、カメラ部５４１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５４１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５００のカメラ部５４１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５４１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。

[0213] その他、静止画又は動画の画像データに各種情報を付加して記憶部550に記録したり、入出力部560や無線通信部510を通じて出力したりすることもできる。ここで言う「各種情報」としては、例えば、静止画又は動画の画像データにGPS受信部570により取得した位置情報、マイクロホン532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）が挙げられる。この他にも、モーションセンサ部580により取得した姿勢情報等などであってもよい。

[0214] なお、上記各実施形態では、第1～第3の画素群を有する撮像素子20を例示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、第1の画素群及び第2の画素群のみからなる撮像素子であってもよい。この種の撮像素子を有するデジタルカメラは、第1の画素群から出力された第1の画像及び第2の画素群から出力された第2の画像に基づいて3次元画像（3D画像）を生成することができるし、2次元画像（2D画像）も生成することができる。なお、この場合、2次元画像の生成は、例えば第1の画像及び第2の画像の相互における同色の画素間で補間処理を行うことで実現される。また、補間処理を行わずに、第1の画像又は第2の画像を2次元画像として採用してもよい。

[0215] 上記各実施形態では、通常画像の表示領域内にスプリットイメージが表示される例を挙げて説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、表示装置に対して通常画像（第1の表示用画像の一例）を表示させずにスプリットイメージ（第2の表示用画像）を表示させてもよい。また、全画面を使用してスプリットイメージを表示させてもよい。ここで言う「スプリットイメージ」としては、位相差画素群（例えば第1の画素群及び第2の画素群）のみからなる撮像素子を使用する場合及び通常画素に対して所定の割合で位相差画素（例えば第1の画素群及び第2の画素群）が配置された撮像素子を使用する場合において、位相差画群から出力された画像（例えば第1の画素群から出力された第1の画像及び第2の画素群から出力された第2の画像）

に基づくスプリットイメージが例示できる。このように、本発明は、通常画像とスプリットイメージとの双方を表示装置の同画面に同時に表示する態様に限定されるものではなく、スプリットイメージの表示が指示されている状態で通常画像の表示指示が解除された場合は表示制御部 36 が表示装置に対して通常画像を表示させずにスプリットイメージを表示させる制御を行うようにしてもよい。

符号の説明

- [0216] 12 CPU
16 撮影レンズ
20 撮像素子
26 メモリ
28 画像処理部
30 通常処理部
32 スプリットイメージ処理部
36 表示制御部
37 接眼検出部
100 撮像装置
213 表示部
220 ハイブリッドファインダー
247 LCD

請求の範囲

[請求項1]

撮影レンズにおける第1及び第2の領域を通過した被写体像が瞳分割されてそれぞれ結像され、第1及び第2の画像信号を出力する第1及び第2の画素群から出力された前記第1及び第2の画像信号に基づく第1及び第2の画像を取得する画像取得部と、

前記画像取得部により取得された前記第1の画像の各画素と前記第2の画像の対応する画素とのずれ量を示す視差を算出する視差算出部と、

画像処理の対象画素が所定の条件を満たす第1の視差範囲内であるか否かを判定する第1判定部と、

前記画像取得部により取得された前記第1及び第2の画像における前記対象画素毎に、前記第1判定部により前記第1の視差範囲内であると判定された場合は前記視差算出部により算出された視差を、前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲内であることが視認可能な視差に変換させ、前記第1判定部により前記第1の視差範囲外であると判定された場合は前記視差算出部により算出された視差を、前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲外であることが視認可能な視差に変換させる視差変換係数を決定する係数決定部と、

前記対象画素に対して、前記係数決定部により決定された前記視差変換係数に基づいて画像処理を行う画像処理部と、

前記第1及び第2の画素群を有する撮像素子から出力された画像信号に基づいて第1の表示用画像を生成し、かつ、前記第1及び第2の画像における前記対象画素の各々に対して前記画像処理が行われた画像に基づいて合焦確認に使用する第2の表示用画像を生成する生成部と、

画像を表示する表示部と、

前記表示部に対して、前記生成部により生成された前記第1の表示用画像を表示させ、かつ、該第1の表示用画像の表示領域内に前記生

成部により生成された前記第 2 の表示用画像を表示させる表示制御部と、

を含む画像処理装置。

[請求項2] 前記第 1 判定部は、 W_c を前記第 1 及び第 2 の画素群を有する撮像素子の視差発生方向の画素数とし、 W_e を前記画像処理が行われることにより得られた画像の出力先の視差発生方向の画素数とし、 κ を前記撮像素子の感度及び前記撮影レンズの絞り値の少なくとも 1 つが高くなるほど減少する 1 未満の係数とし、 P_e を前記第 1 の視差範囲内の視差としたとき、以下の (1) 式に従って、前記対象画素が前記第 1 の視差範囲内であるか否かを判定する請求項 1 に記載の画像処理装置。

$$P_e < \kappa \times (W_e / W_c) \cdots \cdots (1)$$

[請求項3] 前記視差算出部により算出された視差が前記第 1 の視差範囲よりも広い第 2 の視差範囲内であるか否かを判定する第 2 判定部を更に備え、

前記視差変換係数を、前記第 2 判定部により前記視差算出部により算出された視差が前記第 2 の視差範囲内であると判定された場合に前記視差算出部により算出された視差を拡張させる視差変換係数とした請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像処理装置。

[請求項4] 前記視差変換係数は、前記視差算出部により算出された視差を入力とし、前記前記第 1 及び第 2 の画像が前記第 1 の視差範囲内であることが視認可能な視差及び前記前記第 1 及び第 2 の画像が前記第 1 の視差範囲外であることが視認可能な視差を選択的に出力とする連続関数により規定される請求項 1 ～請求項 3 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項5] 前記連続関数を、前記第 1 判定部により前記第 1 の視差範囲内であると判定された場合の前記視差算出部により算出された視差の範囲において第 1 線形関数とした請求項 4 に記載の画像処理装置。

- [請求項6] 前記連続関数を、前記第1判定部により前記第1の視差範囲外であると判定された場合の前記視差算出部により算出された視差の範囲において、前記第1線形関数に連続すると共に該第1線形関数に比べ軽勾配の第2線形関数とした請求項5に記載の画像処理装置。
- [請求項7] 前記連続関数を、前記第1判定部により前記第1の視差範囲外であると判定された場合の前記視差算出部により算出された視差の範囲において、前記第2線形関数及び該第2線形関数に連続する恒等関数とした請求項6に記載の画像処理装置。
- [請求項8] 前記視差変換係数は、前記画像処理が行われて得られた画像が鑑賞される鑑賞媒体の種類に応じて定まる請求項1～請求項7の何れか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項9] 前記第1の視差範囲を前記撮影レンズの絞り値が高くなるほど狭める請求項1～請求項8の何れか1項に記載の画像処理装置。
- [請求項10] 前記画像取得部は、更に、連続フレームで撮像された連続フレーム画像を取得すると共に、単一フレーム画像の撮像の指示が与えられた場合に撮像された単一フレーム画像を取得し、
前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられない場合は前記第1の視差範囲を前記撮影レンズの絞り値が高くなるほど狭める請求項9に記載の画像処理装置。
- [請求項11] 前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられた場合は前記第1の視差範囲を、単一フレーム画像の撮像で使用する絞り値に応じて定める請求項10に記載の画像処理装置。
- [請求項12] 前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられた場合の前記第1の視差範囲を、前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられたときの前記絞り値が前記連続フレーム画像の撮像で使用する前記絞り値よりも高い場合は前記絞り値が高いほど広げ、前記単一フレーム画像の撮像の指示が与えられたときの前記絞り値が前記連続フレーム画像の撮像で使用する前記絞り値よりも低い場合は前記絞り値が低いほど狭め

る請求項 1 1 に記載の画像処理装置。

[請求項13] 前記第 2 の表示用画像を、前記第 1 の画像と第 2 の画像とが前記視差変換係数による変換後の視差に応じたずれ量で視差発生方向に沿ってずれた画像に相当するスプリットイメージとした請求項 1 ～請求項 1 2 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項14] 前記第 1 の視差範囲内であることが視認可能な視差を、視差が異なる複数の試験用画像の各々を複数の被験者に予め視認させて前記複数の被験者のうち予め定められた人数以上の被験者によって合焦状態であると評価された視差とした請求項 1 ～請求項 1 3 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項15] 前記第 1 の視差範囲外であることが視認可能な視差を、視差が異なる複数の試験用画像の各々を複数の被験者に予め視認させて前記複数の被験者のうち予め定められた人数以上の被験者によって非合焦状態であると評価された視差とした請求項 1 ～請求項 1 4 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項16] 前記撮像素子は、被写体像が瞳分割されずに結像されて第 3 の画像信号を出力する第 3 の画素群を有し、

前記生成部は、前記第 3 の画素群から出力される前記第 3 の画像信号に基づいて前記第 1 の表示用画像を生成する請求項 1 ～請求項 1 5 の何れか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項17] 請求項 1 ～請求項 1 6 の何れか 1 項に記載の画像処理装置と、
前記画像処理が行われることにより得られた画像を記憶する記憶部と、
を含む撮像装置。

[請求項18] 前記画像処理が行われた画像を表示する電子ビューファインダーと、
前記電子ビューファインダーの使用を検出する検出部と、を更に含み、

前記係数決定部は、前記検出部により前記電子ビューファインダーの使用が検出された場合は前記電子ビューファインダーの使用時に用いる前記視差変換係数として予め定められた使用時視差変換係数を決定し、前記検出部により前記電子ビューファインダーの使用が検出されなかった場合は前記電子ビューファインダーの不使用时に用いる前記視差変換係数として予め定められた不使用时視差変換係数を決定する請求項 17 に記載の撮像装置。

[請求項19] 視差発生方向の画素数が前記電子ビューファインダーの視差発生方向の画素数と異なる表示領域に前記画像処理が行われた画像を表示する場合、前記不使用时視差変換係数を、前記表示領域の使用時に用いる前記視差変換係数として予め定められた表示領域使用時係数とした請求項 18 に記載の撮像装置。

[請求項20] 前記表示領域の視差発生方向の画素数は前記電子ビューファインダーの視差発生方向の画素数よりも多く、
前記第 1 判定部により前記第 1 の視差範囲内であると判定された前記対象画素について前記表示領域使用時係数による変換後の視差の範囲を狭めた請求項 19 に記載の画像処理装置。

[請求項21] 撮影レンズにおける第 1 及び第 2 の領域を通過した被写体像が瞳分割されてそれぞれ結像され、第 1 及び第 2 の画像信号を出力する第 1 及び第 2 の画素群から出力された前記第 1 及び第 2 の画像信号に基づく第 1 及び第 2 の画像を取得する画像取得工程と、

前記画像取得工程により取得された前記第 1 の画像の各画素と前記第 2 の画像の対応する画素とのずれ量を示す視差を算出する視差算出工程と、

画像処理の対象画素が所定の条件を満たす第 1 の視差範囲内であるか否かを判定する第 1 判定工程と、

前記画像取得工程により取得された前記第 1 及び第 2 の画像における前記対象画素毎に、前記第 1 判定工程により前記第 1 の視差範囲内

であると判定された場合は前記視差算出工程により算出された視差を、前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲内であることが視認可能な視差に変換させ、前記第1判定工程により前記第1の視差範囲外であると判定された場合は前記視差算出部により算出された視差を、前記第1及び第2の画像が前記第1の視差範囲外であることが視認可能な視差に変換させる視差変換係数を決定する係数決定工程と、

前記対象画素に対して、前記係数決定工程により決定された前記視差変換係数に基づいて画像処理を行う画像処理工程と、

前記第1及び第2の画素群を有する撮像素子から出力された画像信号に基づいて第1の表示用画像を生成し、かつ、前記第1及び第2の画像における前記対象画素の各々に対して前記画像処理が行われた画像に基づいて合焦確認に使用する第2の表示用画像を生成する生成工程と、

画像を表示する表示部に対して、前記生成工程により生成された前記第1の表示用画像を表示させ、かつ、該第1の表示用画像の表示領域内に前記生成工程により生成された前記第2の表示用画像を表示させる表示制御工程と、

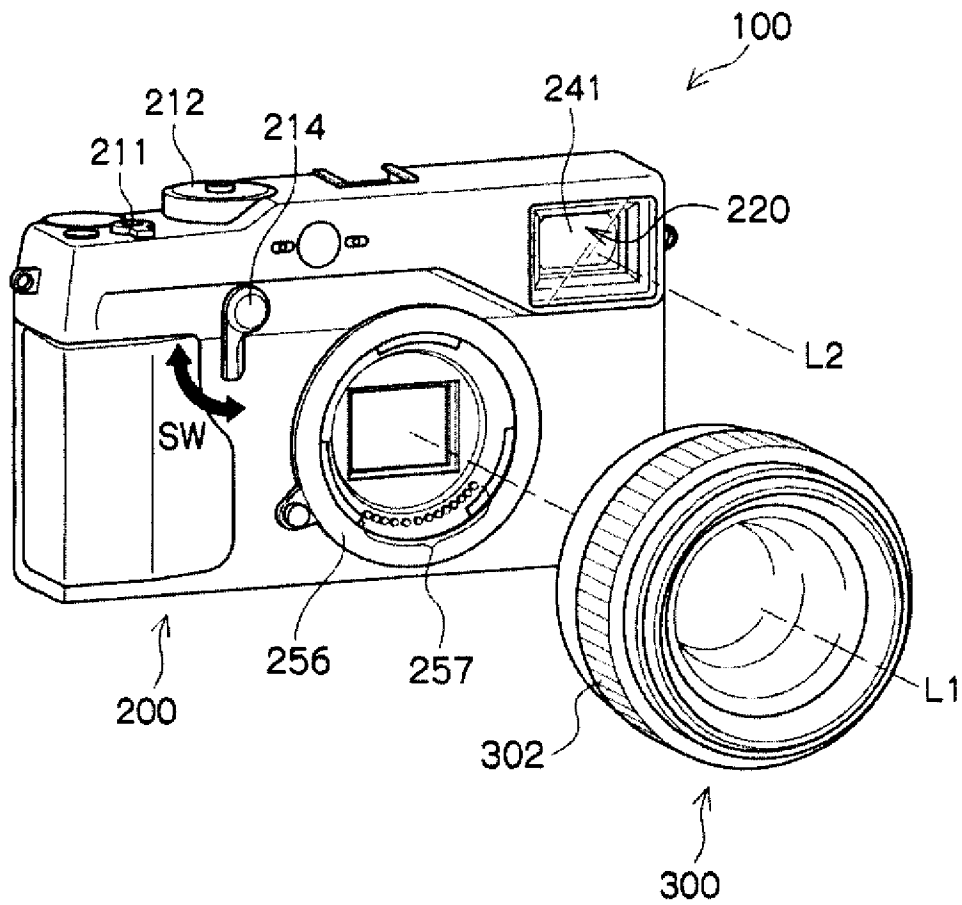
を含む画像処理方法。

[請求項22]

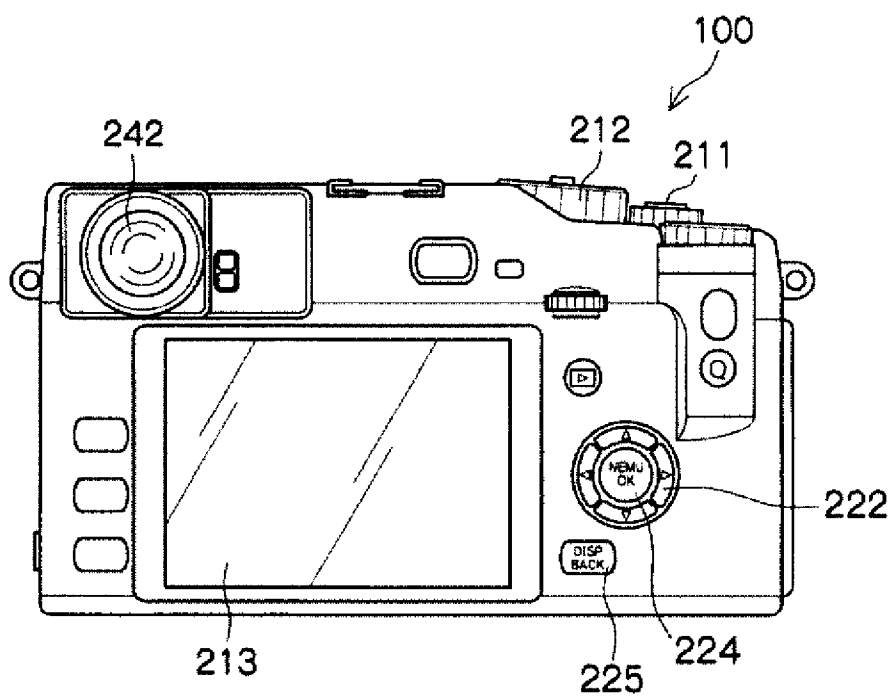
コンピュータを、

請求項1～請求項16の何れか1項に記載の画像処理装置における前記画像取得部、前記視差算出部、前記第1判定部、前記係数決定部、前記画像処理部、前記生成部及び前記表示制御部として機能させるための画像処理プログラム。

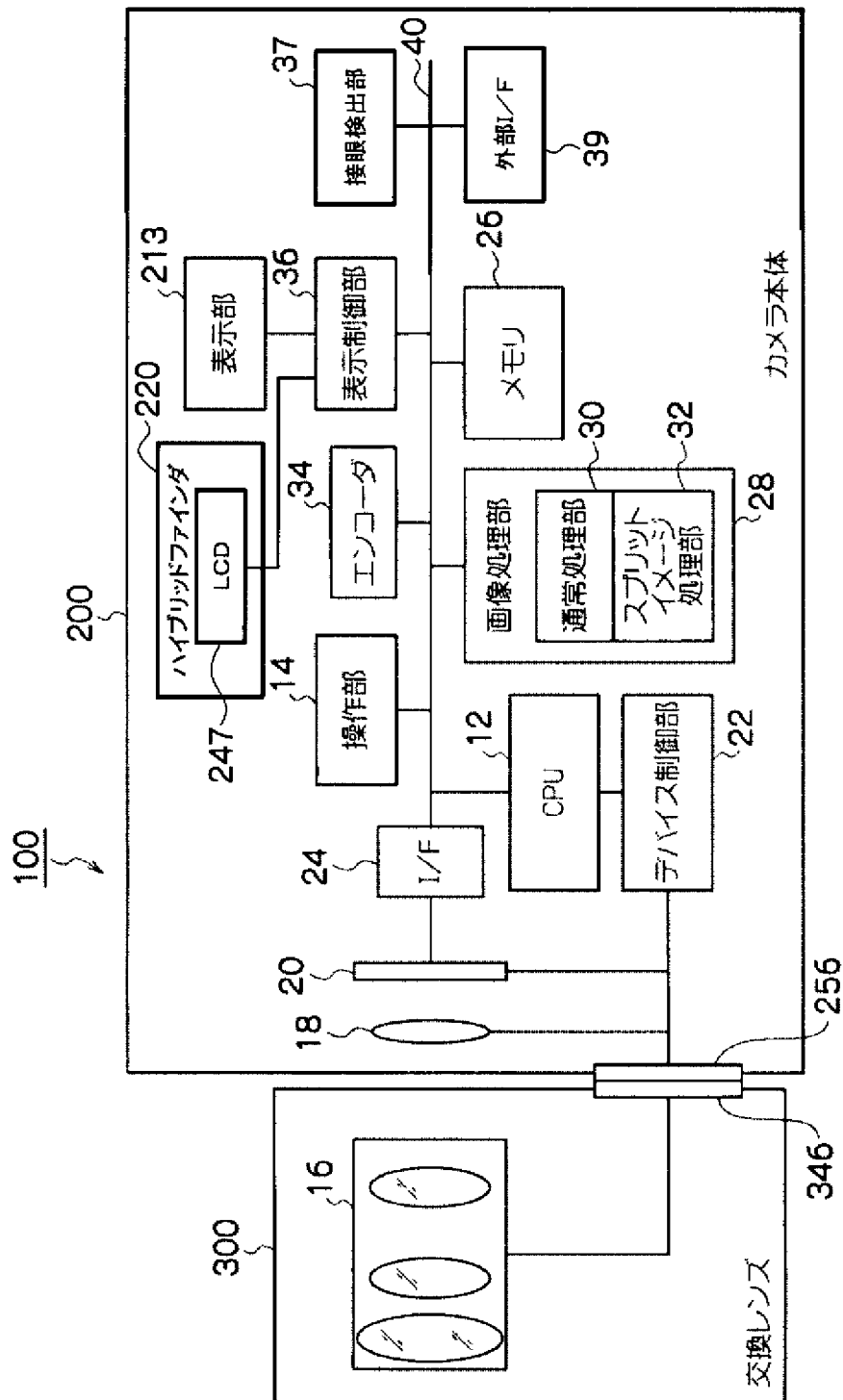
[図1]



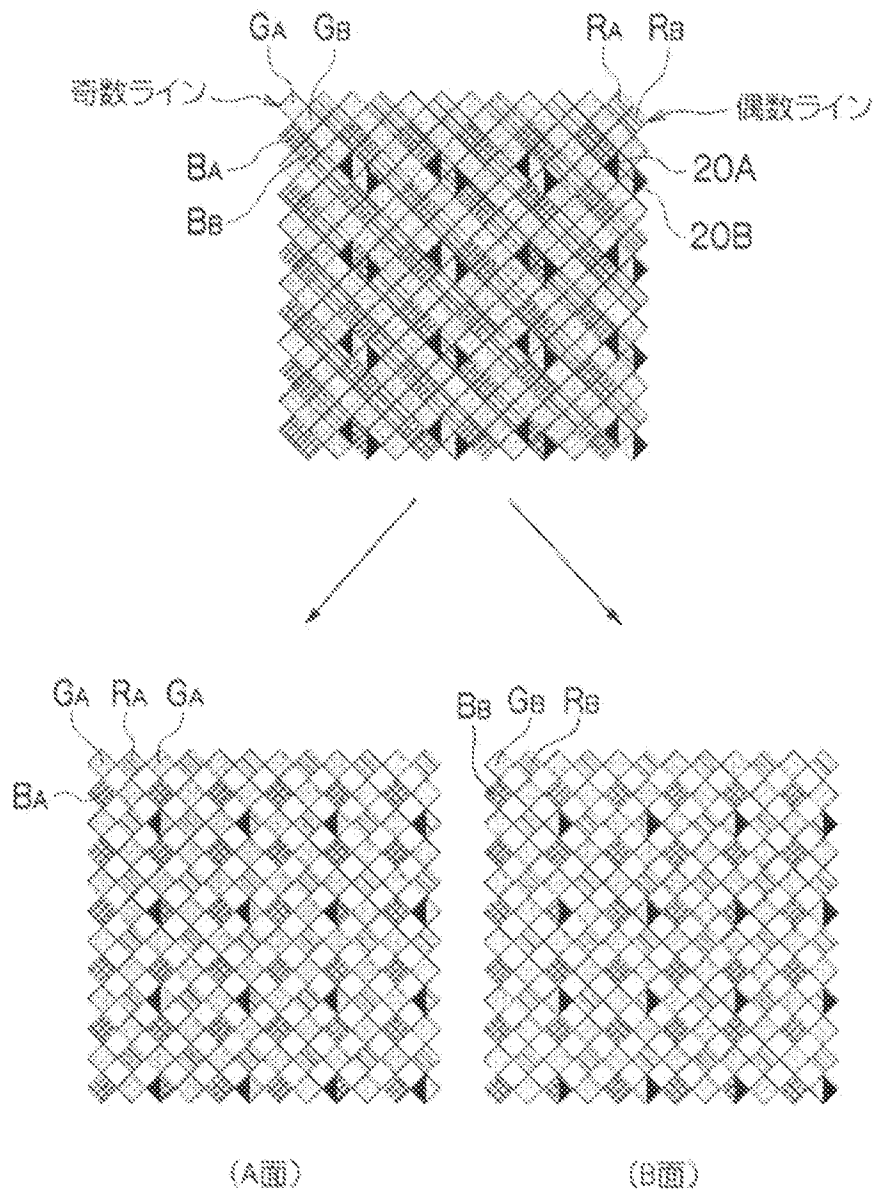
[図2]



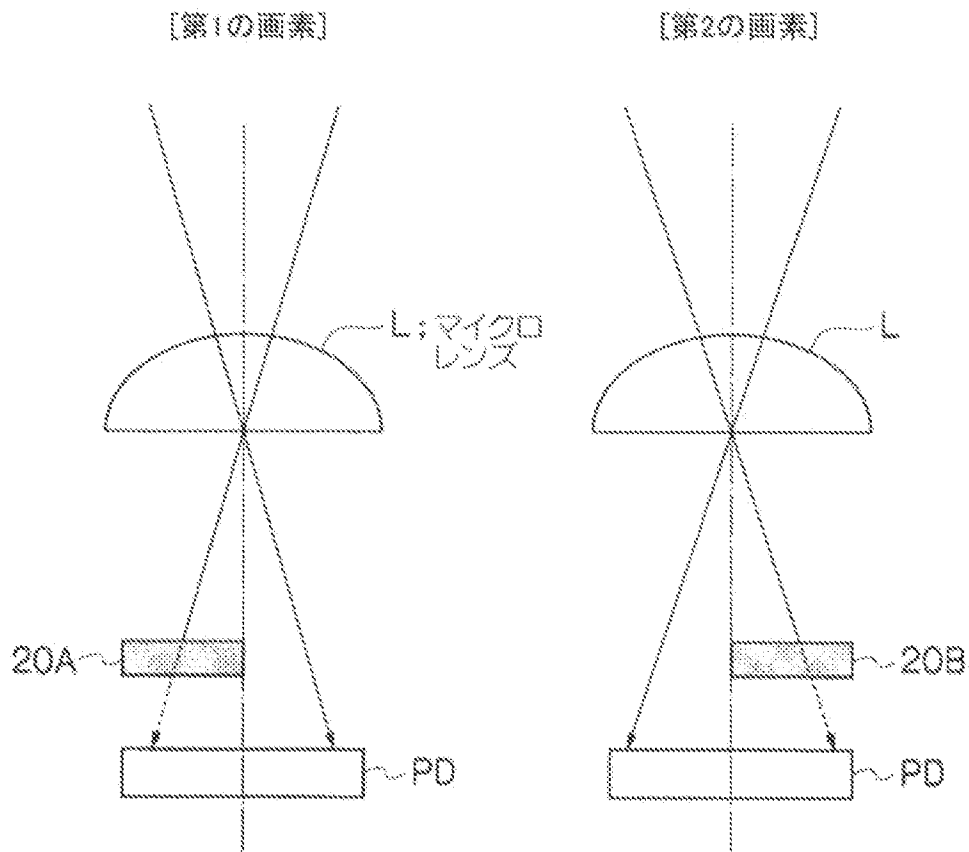
[図3]



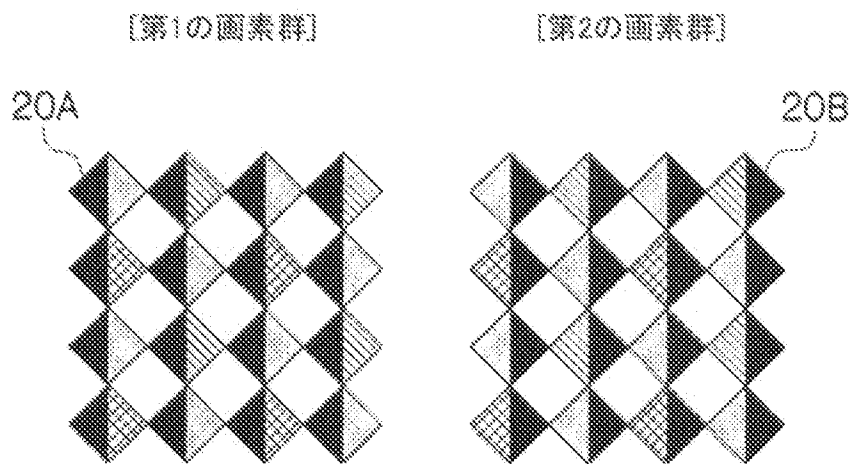
[図4]

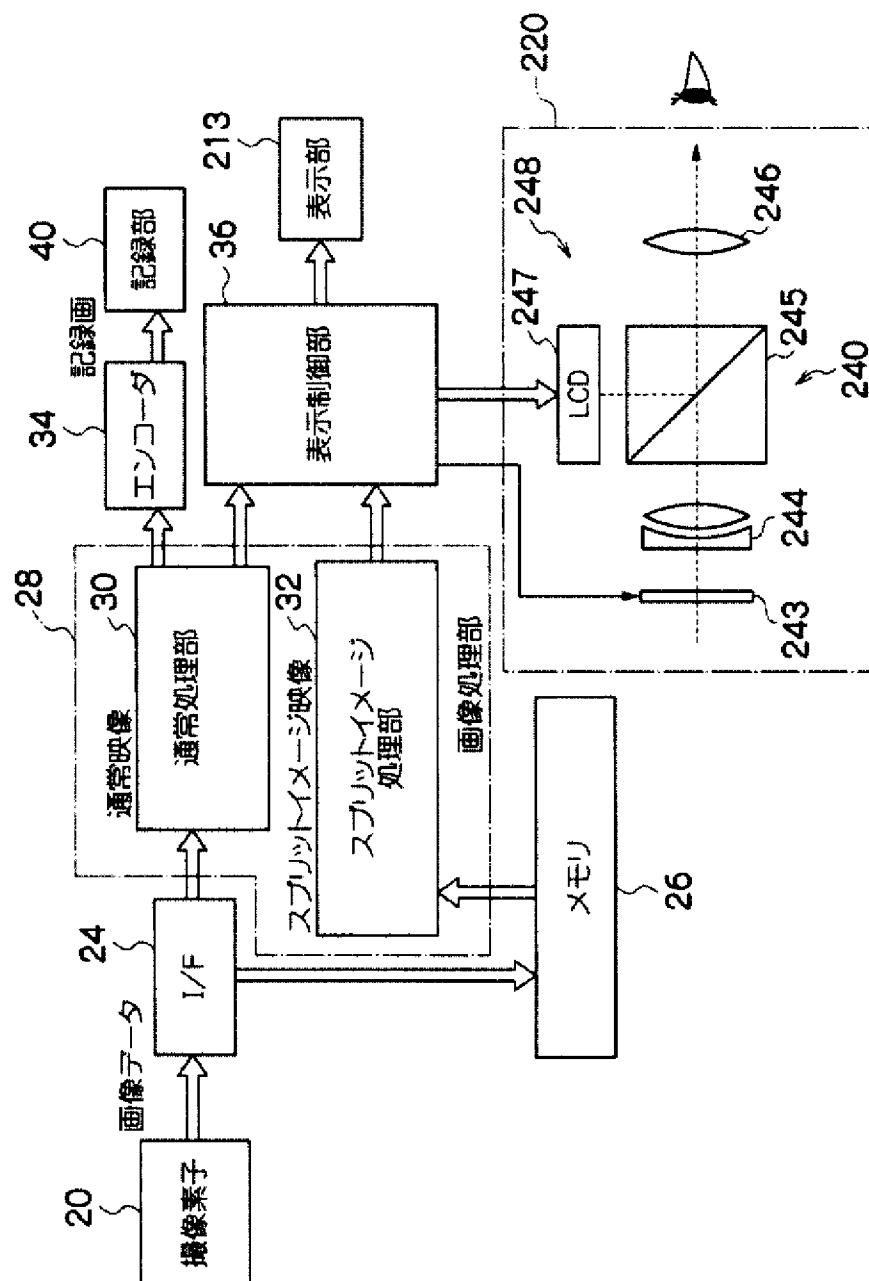


[図5]

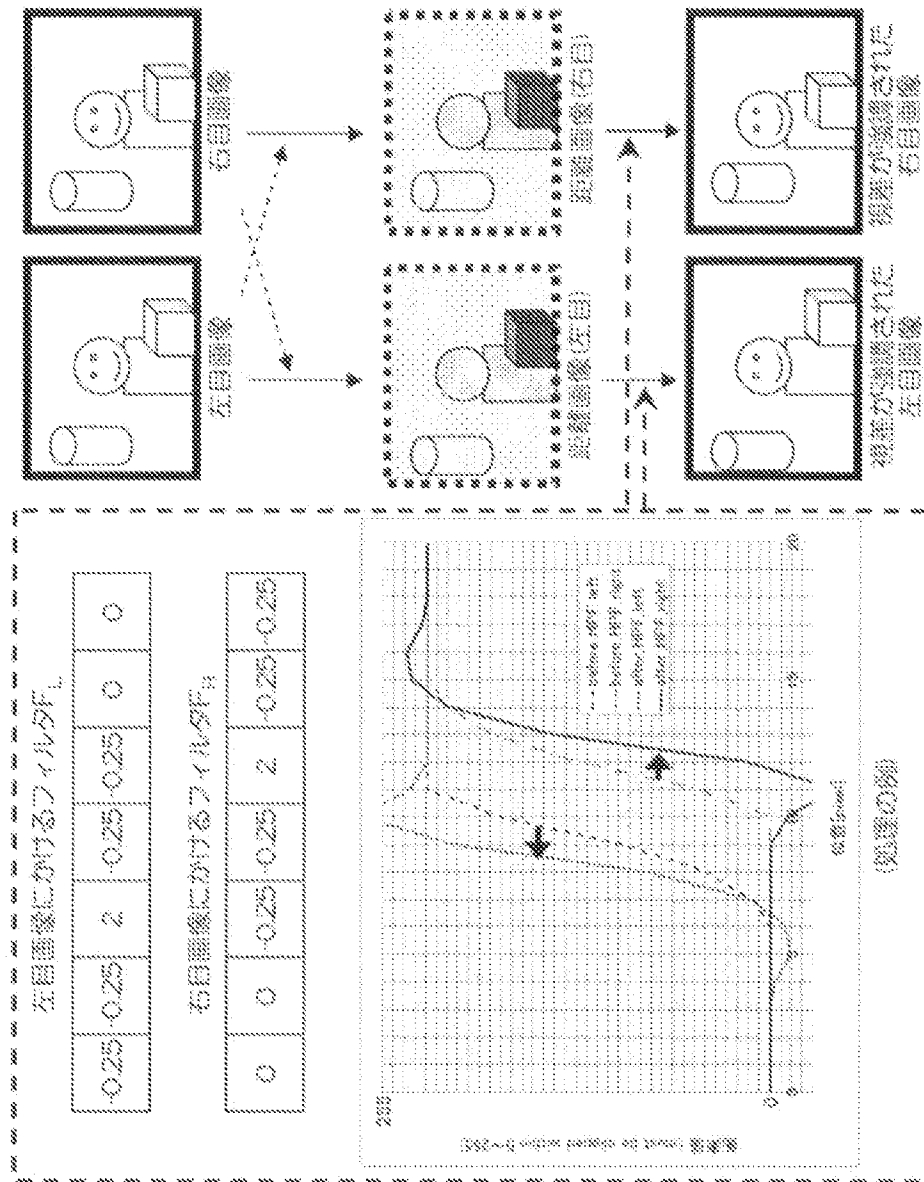


[図6]

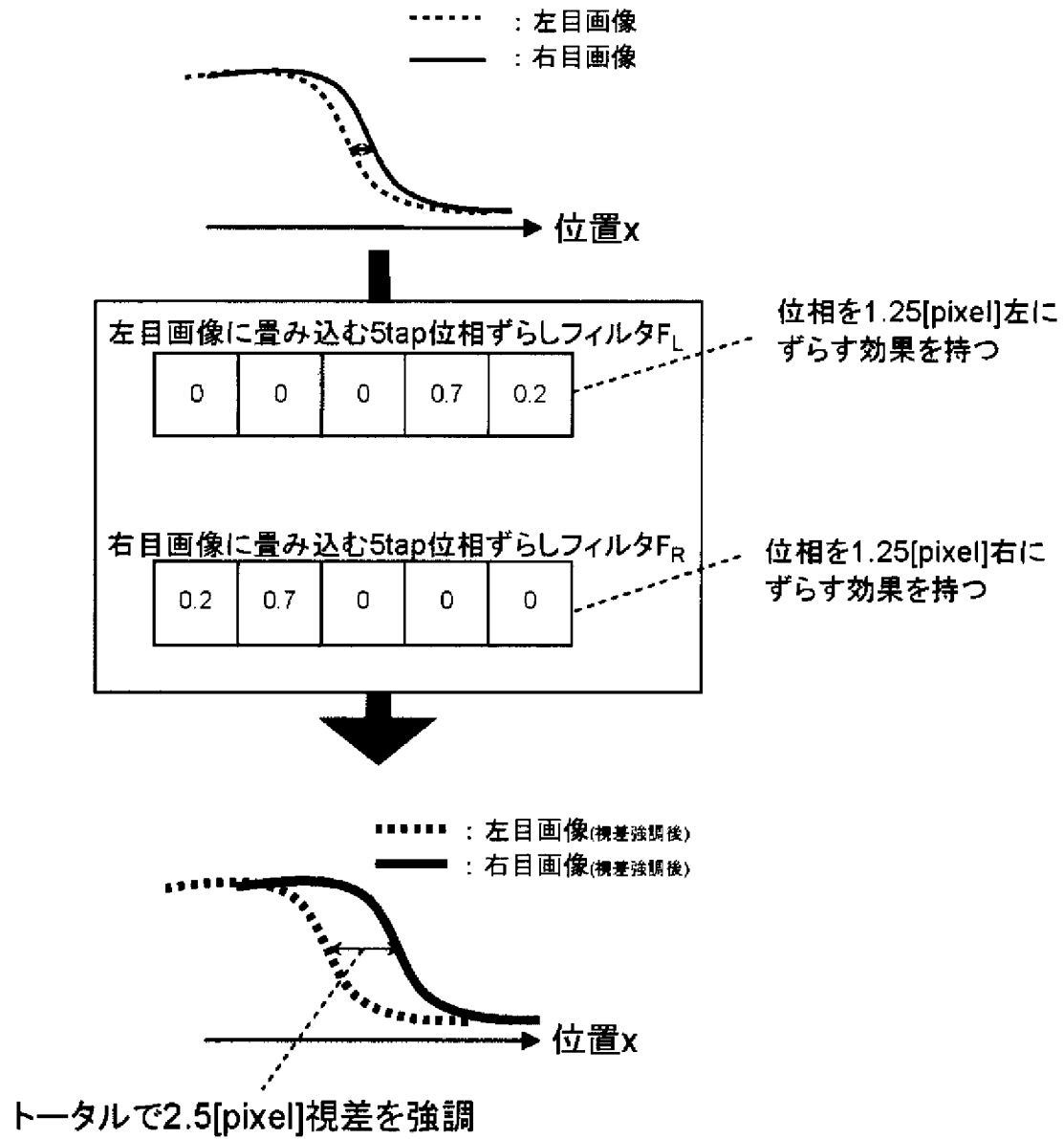




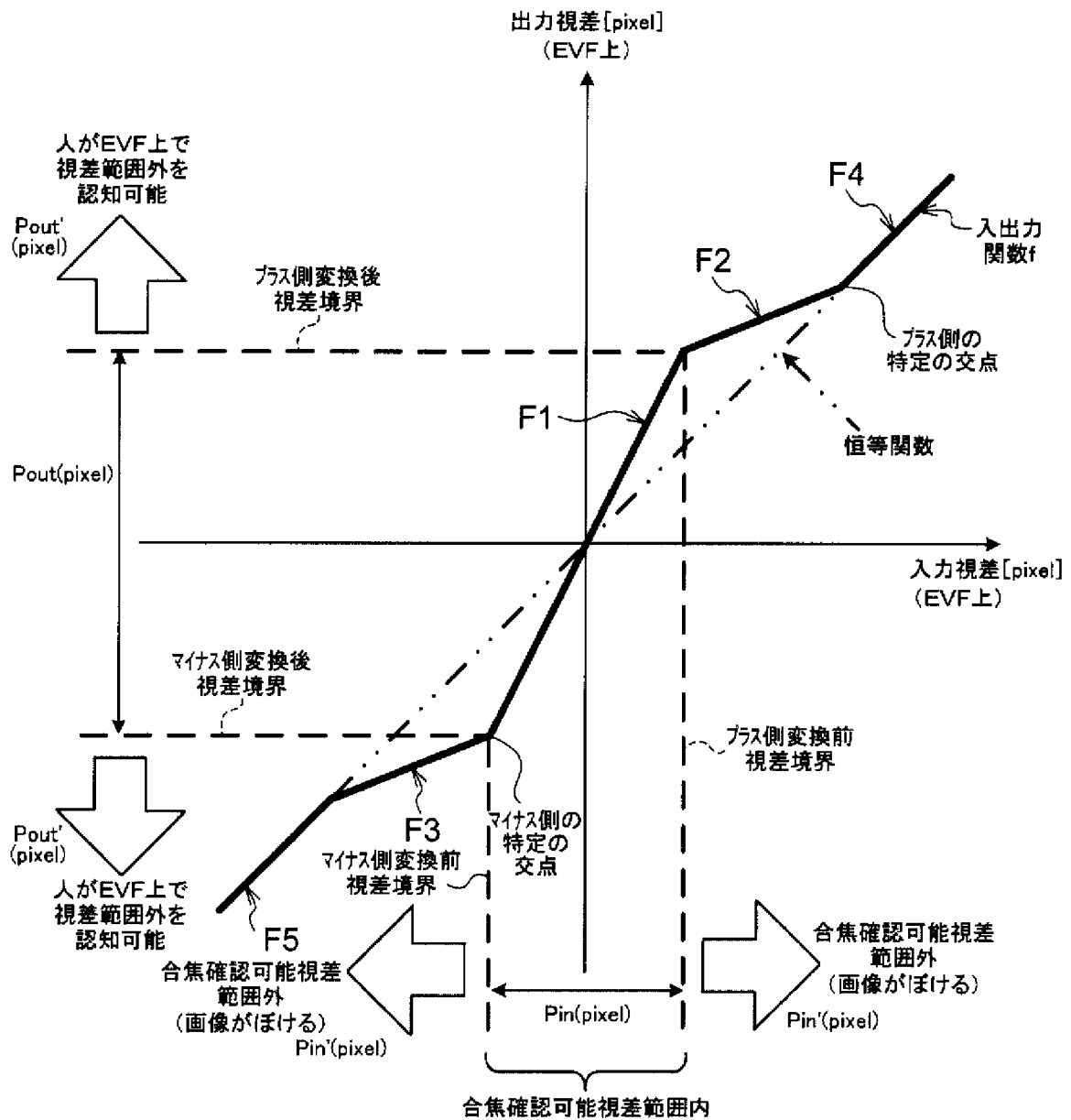
[図8]



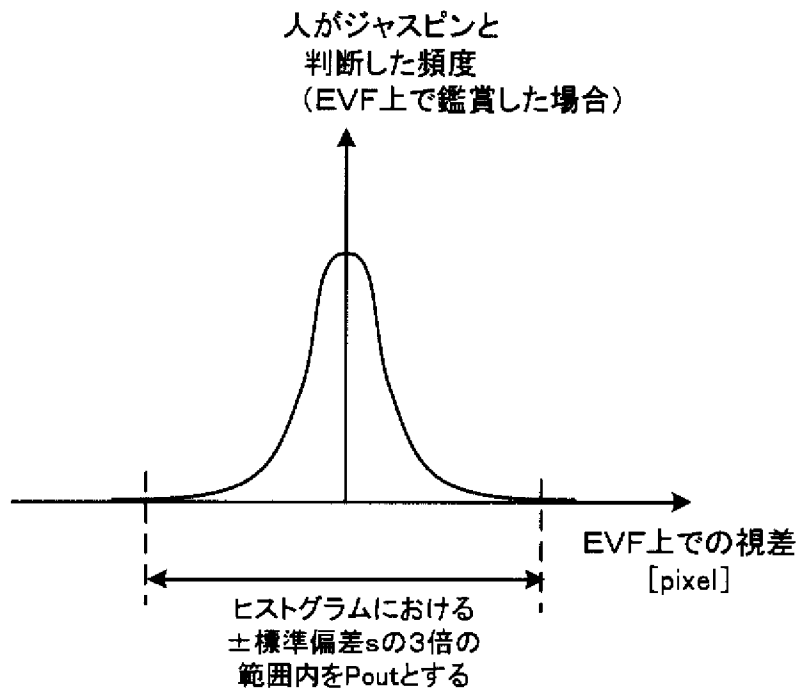
[図9]



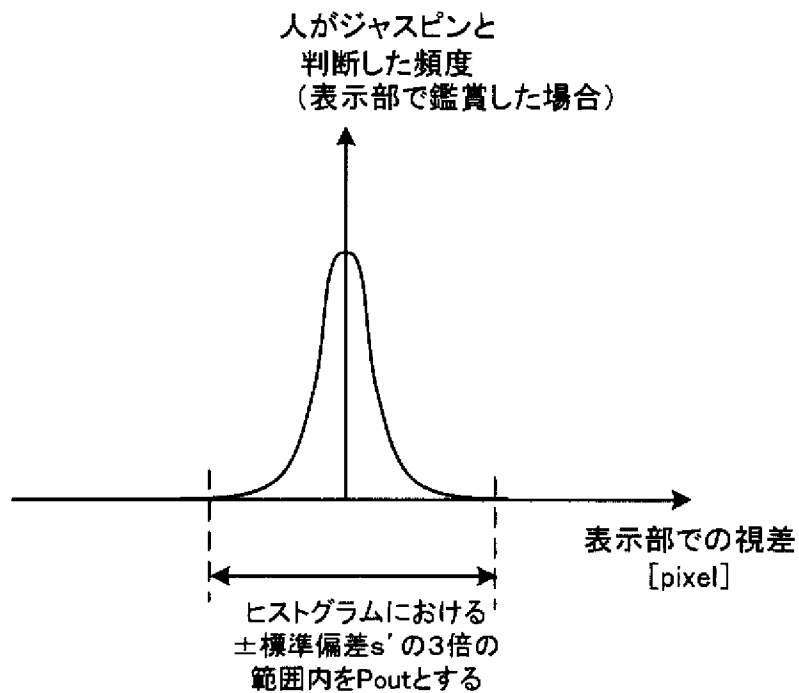
[図10]



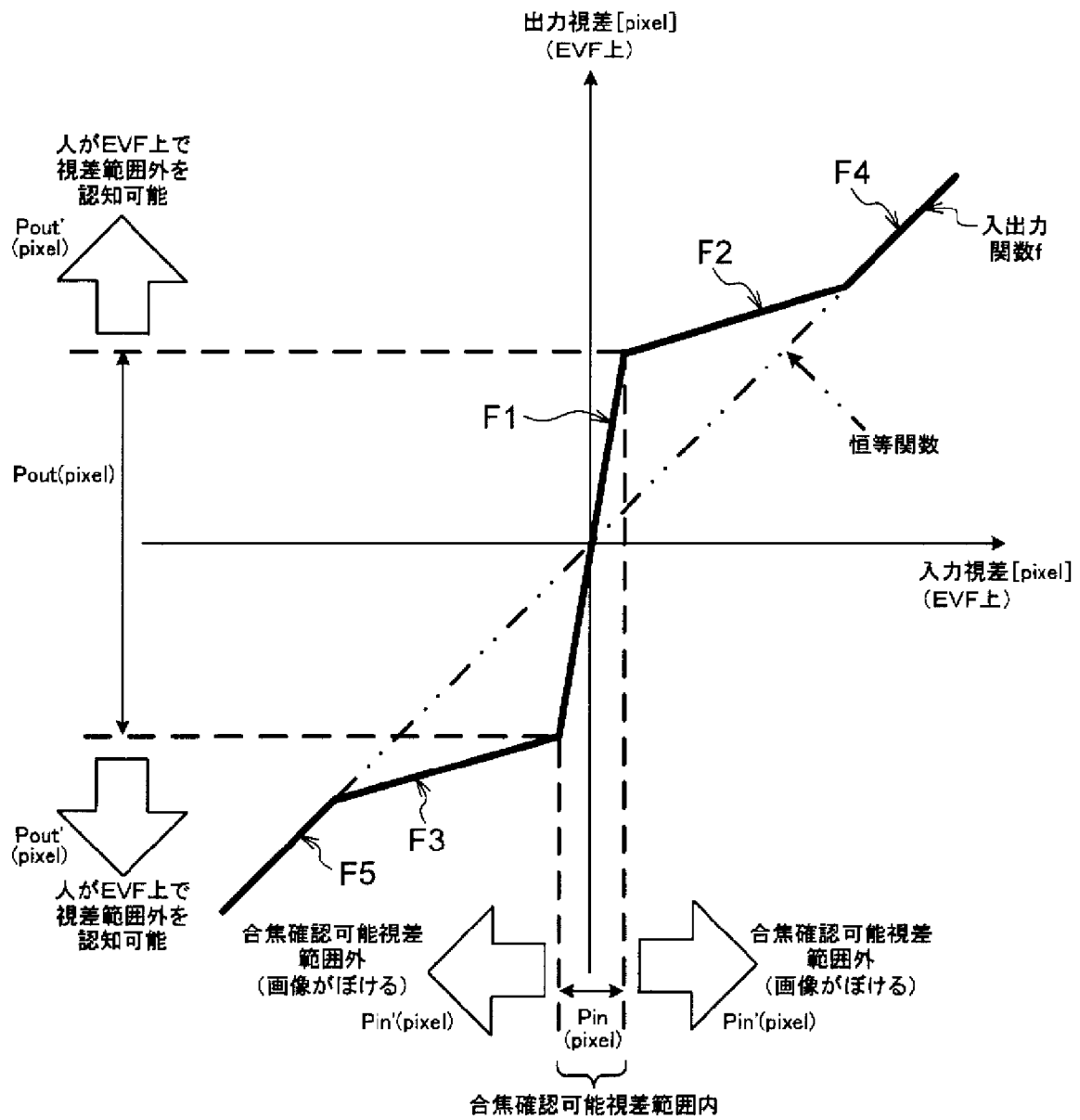
[図11]



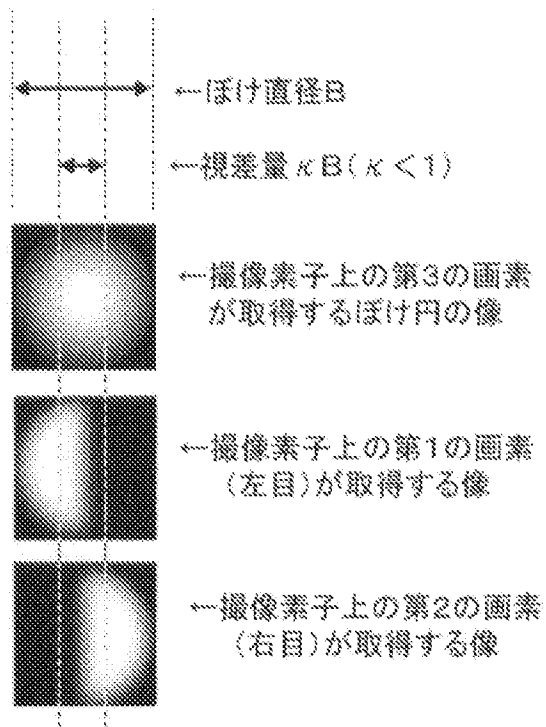
[図12]



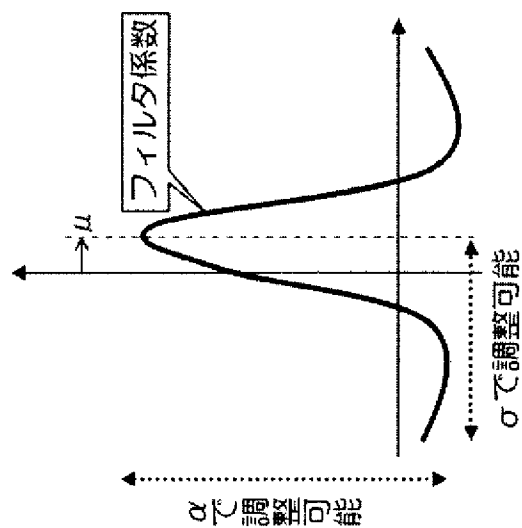
[図13]



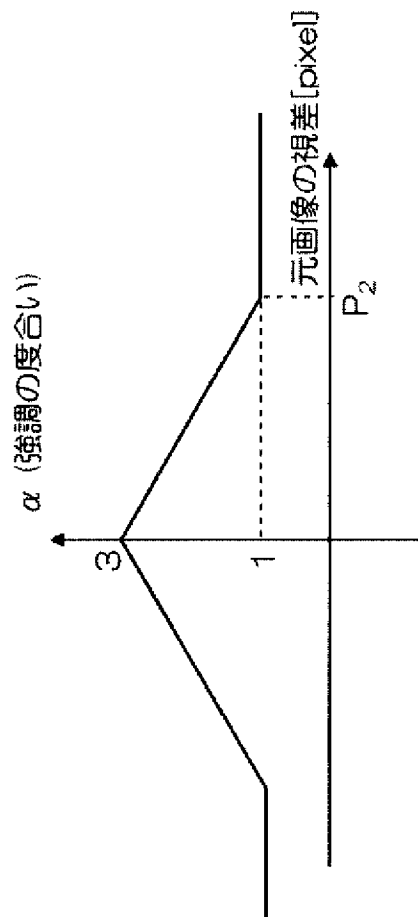
[図14]



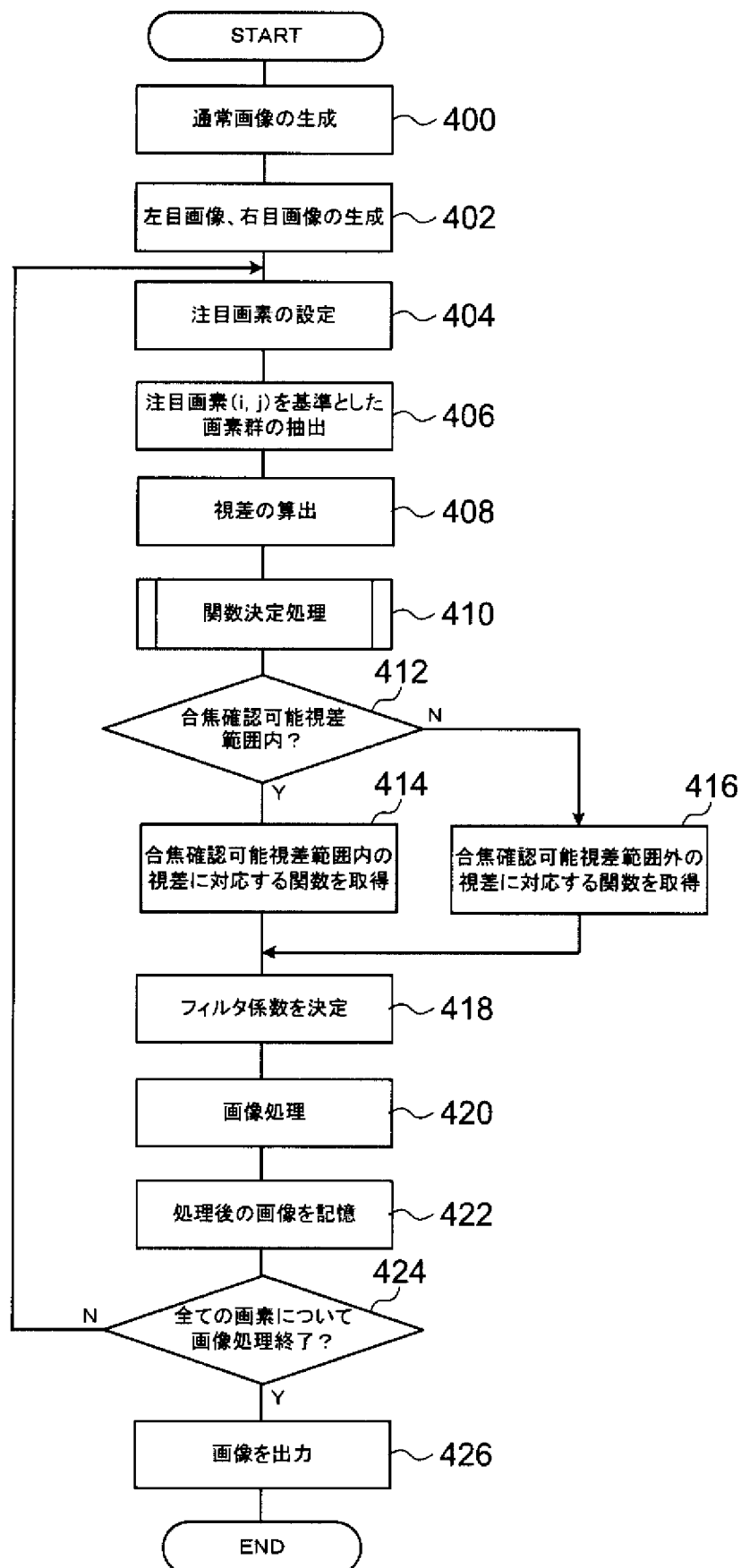
[図15A]



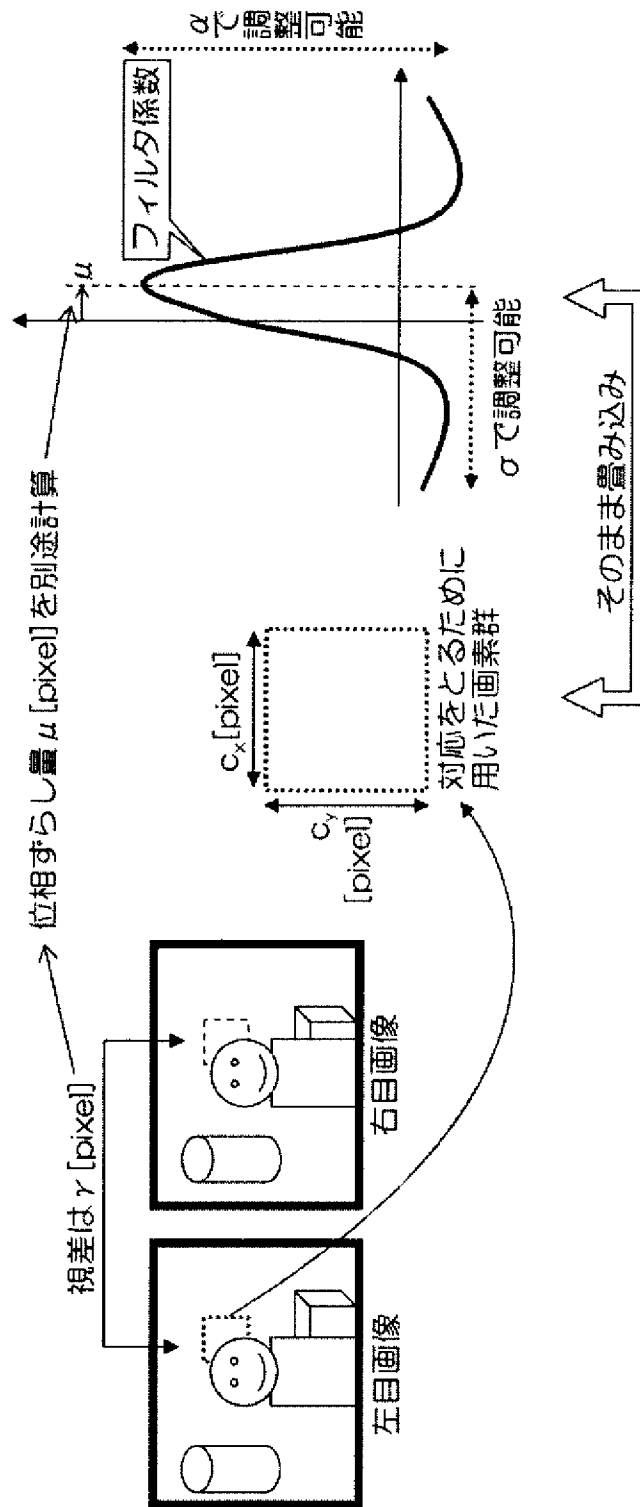
[図15B]



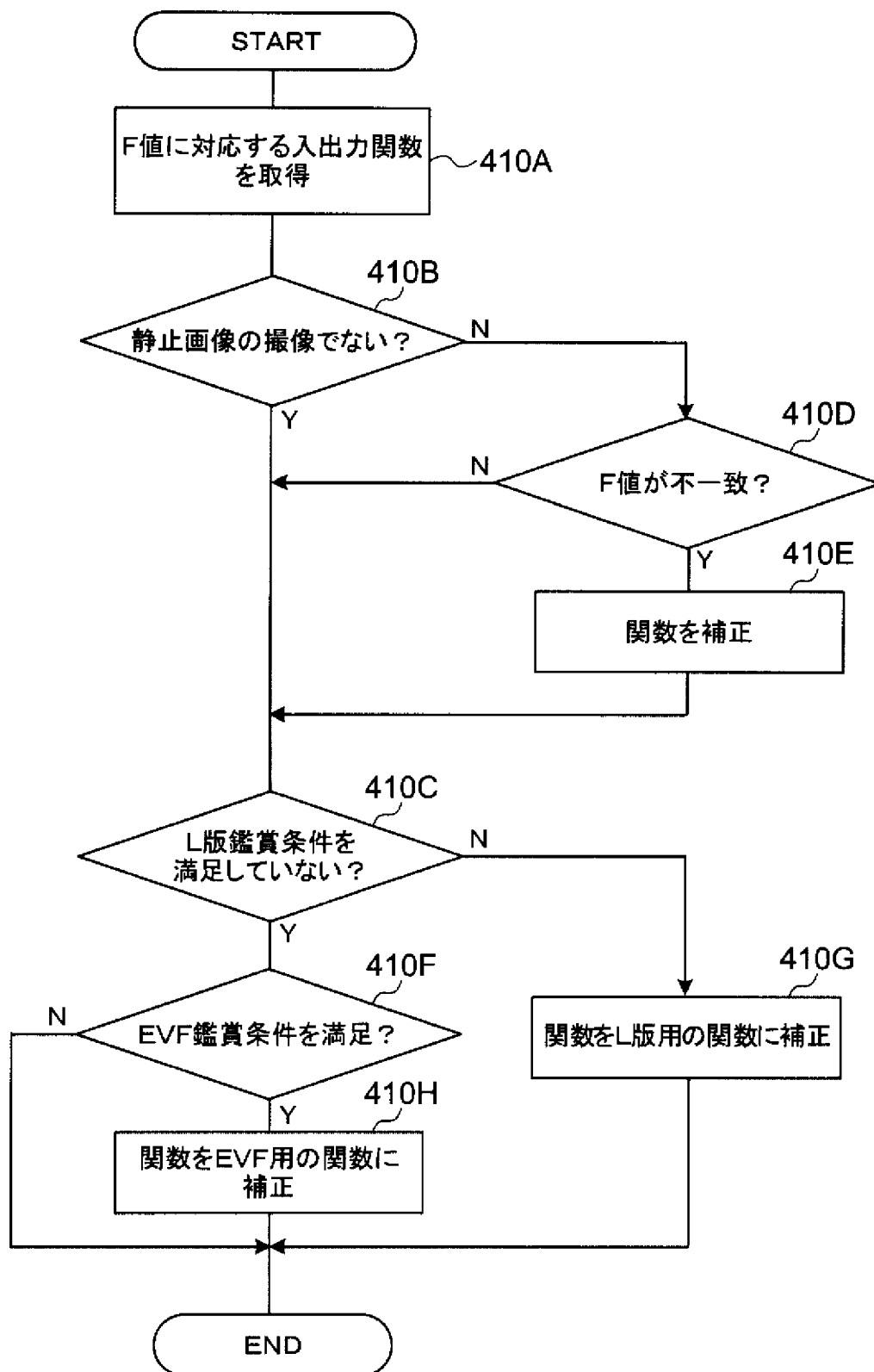
[図16]



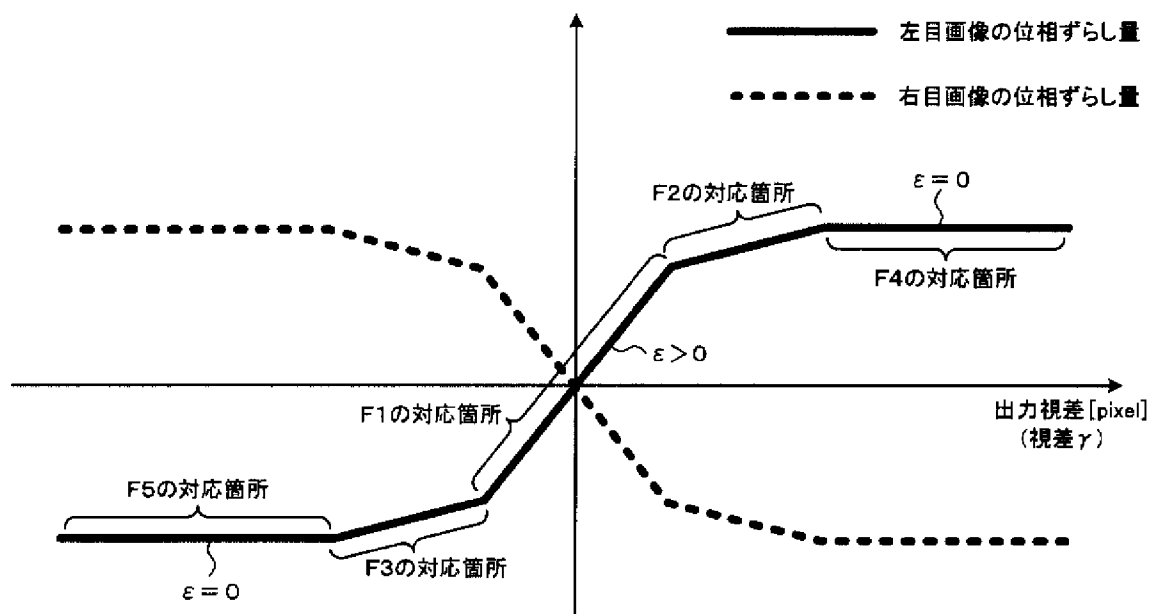
[図17]



[図18]



フィルタリングによる位相ずらし量 μ [pixel]

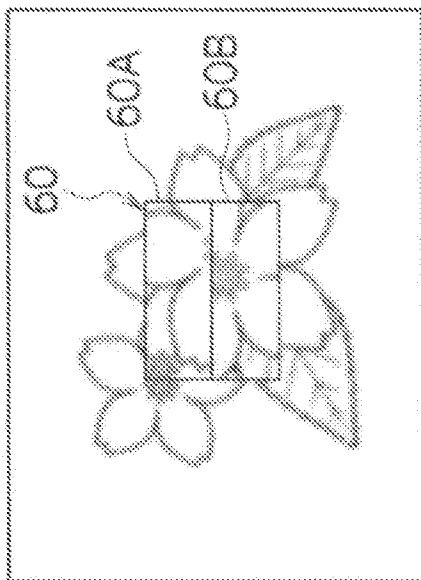

$$\underbrace{\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & 25 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & -1 & -1 & -1 & -1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}}_7 \quad (\text{フィルタF}_L)$$

[図20B]

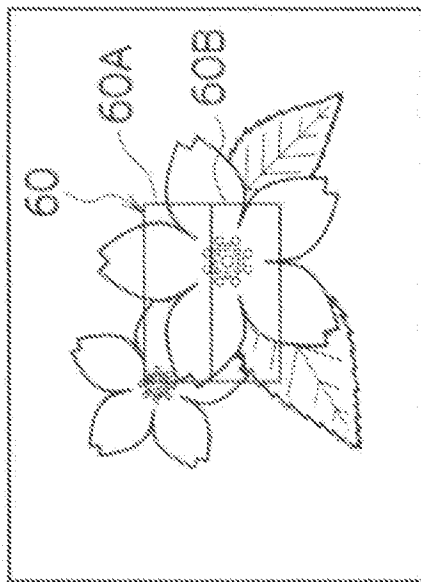
7	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0
	0	-1	-1	-1	-1	-1	0
	0	-1	-1	-1	-1	-1	0
	0	-1	-1	25	-1	-1	0
	0	-1	-1	-1	-1	-1	0
	0	-1	-1	-1	-1	-1	0
7							

(フィルタF_R)

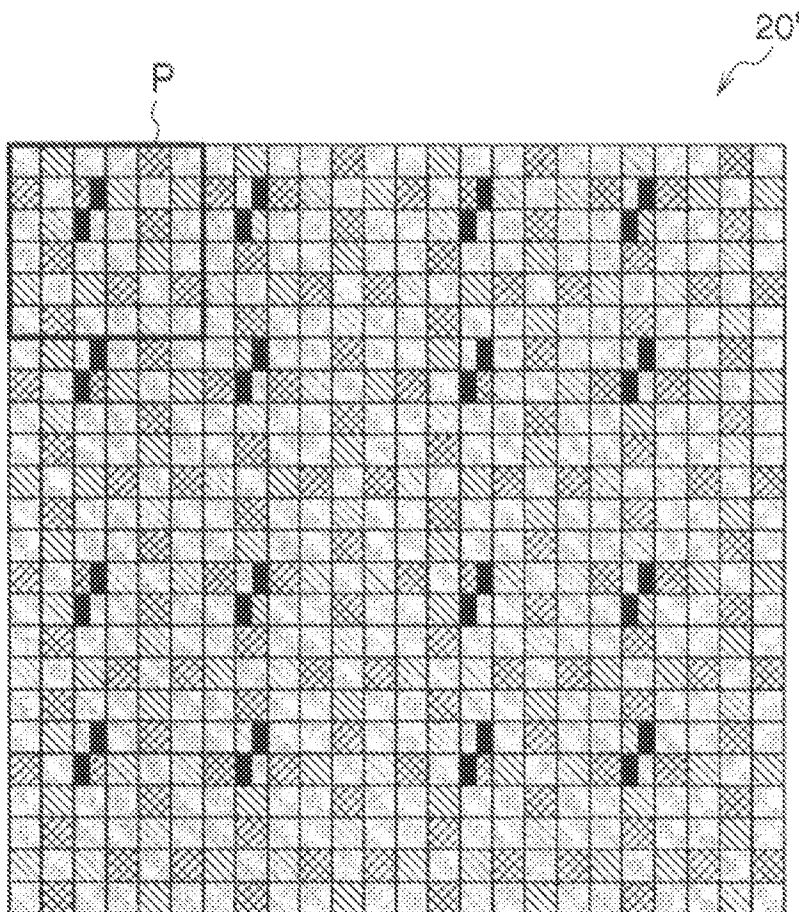
[図21A]



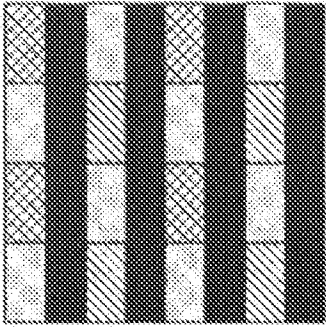
[図21B]



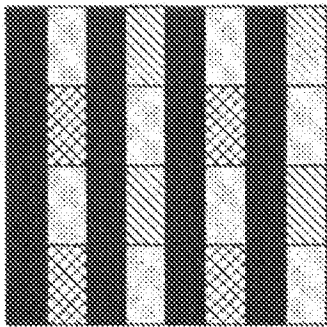
[図22]



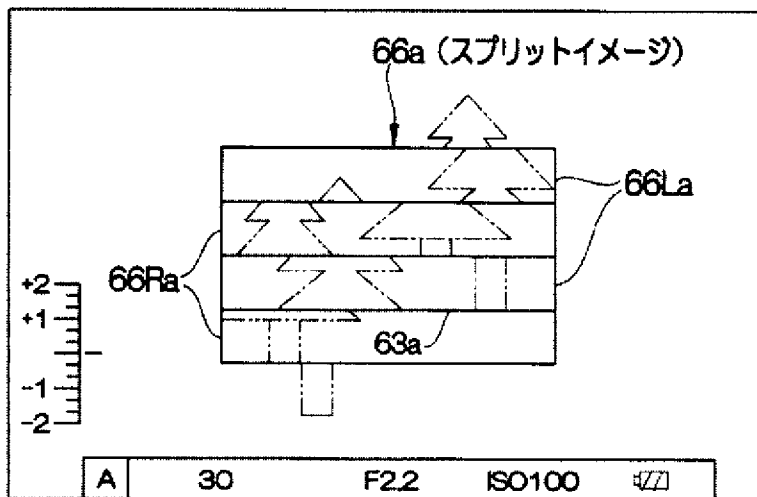
[図23A]



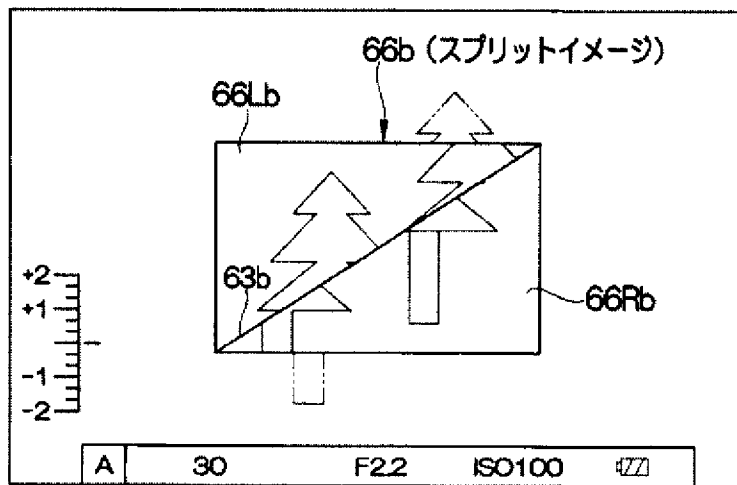
[図23B]



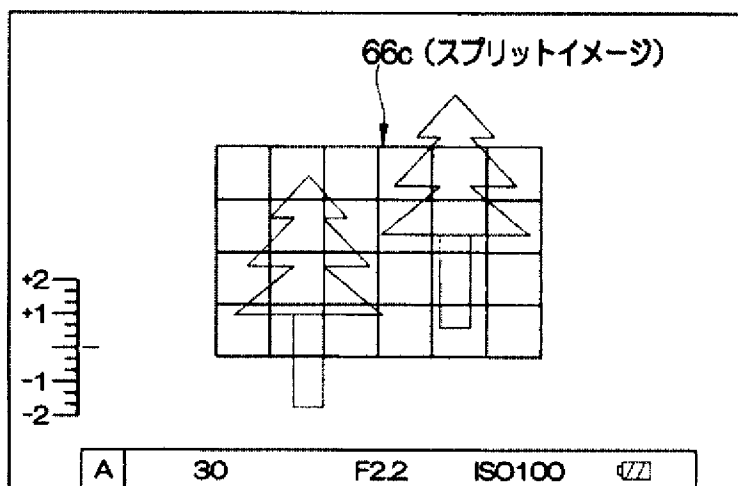
[図24]



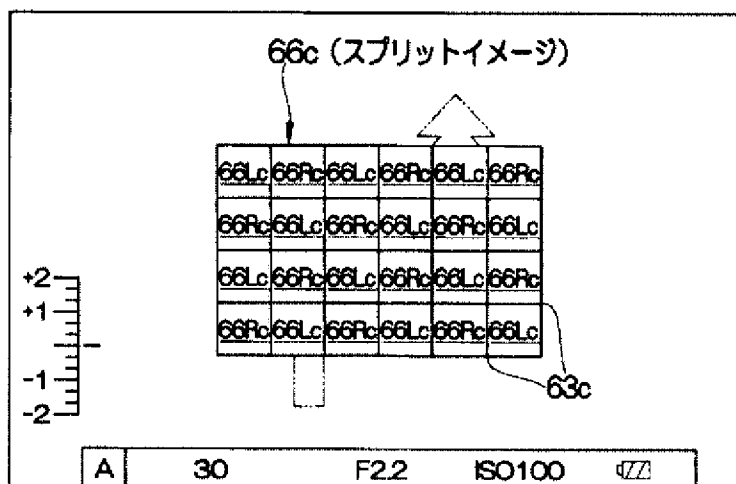
[図25]



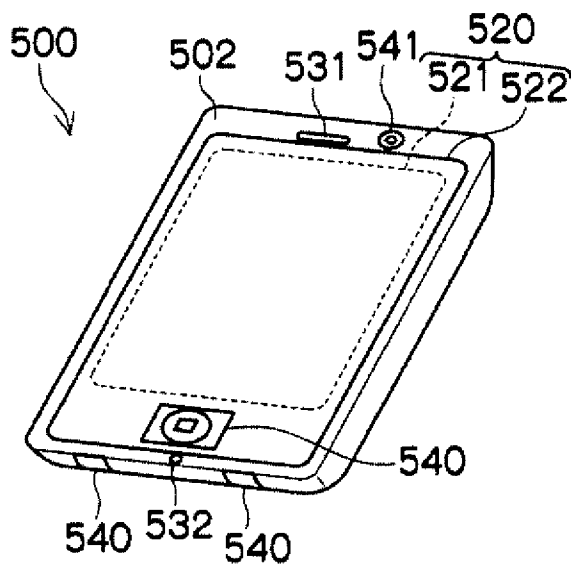
[図26A]



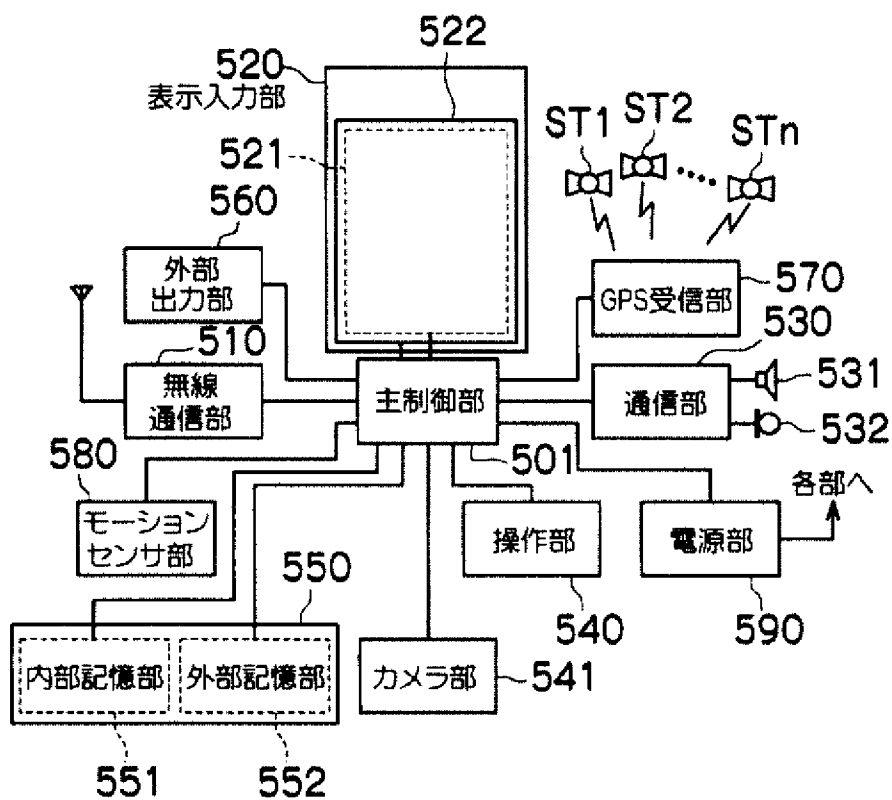
[図26B]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/071182

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N5/225(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G02B7/34(2006.01)i, G03B13/18(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N13/02(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)

H04N5/225, G02B7/28, G02B7/34, G03B13/18, G03B13/36, H04N5/232, H04N13/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 2009-147665 A (Canon Inc.), 02 July 2009 (02.07.2009), paragraphs [0037] to [0043], [0051], [0062] to [0066]; fig. 5, 9 to 10, 12 & US 2009/0153693 A1 & US 2012/0113314 A1	1-22
A	JP 2009-86429 A (Samsung Techwin Co., Ltd.), 23 April 2009 (23.04.2009), paragraphs [0051] to [0057]; fig. 7 to 8 (Family: none)	1-22

☐ 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
11 September, 2013 (11.09.13)

Date of mailing of the international search report
24 September, 2013 (24.09.13)

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. H04N5/225(2006.01)i, G02B7/28(2006.01)i, G02B7/34(2006.01)i, G03B13/18(2006.01)i,
G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i, H04N13/02(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. H04N5/225, G02B7/28, G02B7/34, G03B13/18, G03B13/36, H04N5/232, H04N13/02

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 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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 2009-147665 A(キヤノン株式会社) 2009.07.02, 段落【0037】 - 【0043】 , 【0051】 , 【0062】 - 【0066】、図 5, 9-10, 12 & US 2009/0153693 A1 & US 2012/0113314 A1	1-22
A	JP 2009-86429 A(三星テクウィン株式会社) 2009.04.23, 段落【0051】 - 【0057】、図 7-8(ファミリーなし)	1-22

☐ 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

1 1 . 0 9 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 9 . 2 0 1 3

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)

豊島 洋介

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

5 P

9 8 5 0