

(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
2023年4月6日(06.04.2023)

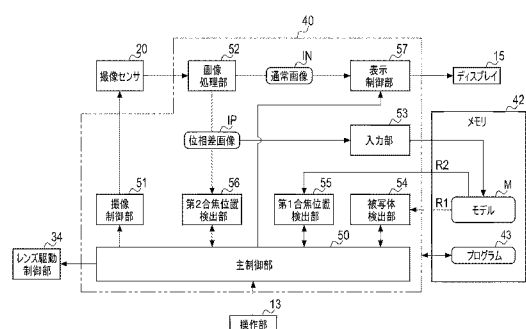


(10) 国際公開番号
WO 2023/053674 A1

- (51) 国際特許分類:
G02B 7/34 (2021.01) *G03B 15/00* (2021.01)
G03B 13/36 (2021.01) *H04N 5/232* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/027947
- (22) 国際出願日: 2022年7月15日(15.07.2022)
- (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 2021-161788 2021年9月30日(30.09.2021) 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: 桜武 仁史 (SAKURABU, Hitoshi); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP). 國分 秀昭 (KOKUBUN, Hideaki); 〒3319624 埼玉県さいたま市北区植竹町1丁目324番地 富士フイルム株式会社内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人太陽国際特許事務所(TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,

(54) Title: DETECTION METHOD, IMAGING DEVICE, AND PROGRAM

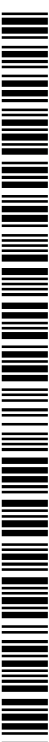
(54) 発明の名称: 検出方法、撮像装置、及びプログラム



- 13 Operation unit
- 20 Image sensor
- 15 Display
- 34 Lens driving control unit
- 42 Memory
- 43 Program
- 50 Main control unit
- 51 Imaging control unit
- 52 Image processing unit
- 53 Input unit
- 54 Subject detection unit
- 55 First focusing position detection unit
- 56 Second focusing position detection unit
- 57 Display control unit
- INN Normal image
- IP Phase difference image
- M Model

(57) Abstract: Provided is a detection method used in an imaging device including an image sensor having a first pixel that generates a first signal and a second pixel and a third pixel that generate a second signal and a third signal for detecting a phase difference and a memory storing a machine-learned model. The detection method includes: an input step for inputting a second image based on the second signal, a third image based on the third signal, or a fourth image based on the second signal and the third signal as an input image to the model; a subject detection step for detecting, by the model on which the input step has been executed, a subject included in the first image generated by the first signal; and a first focusing position detection step for detecting, by the model on which the input step has been executed, a focusing position with respect to the subject.

(57) 要約: 第1信号を生成する第1画素と、位相差を検出するための第2信号及び第3信号を生成する第2画素及び第3画素とを有する撮像素子と、機械学習をしたモデルを記憶したメモリと、を備えた撮像装置に用いられる検出方法であって、第2信号に基づく第2画像、第3信号に基づく第3画像、又は、第2信号及び第3信号に基づく第4画像を入力画像としてモデルに入力する入力工程と、入力工程が実行されたモデルにより、第1信号により生成された第1画像に含まれる被写体を検出する被写体検出工程と、入力工程が実行されたモデルにより、被写体に対する合焦位置を検出する第1合焦位置検出工程と、を含む。



WO 2023/053674 A1

DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： 検出方法、撮像装置、及びプログラム

技術分野

[0001] 本開示の技術は、検出方法、撮像装置、及びプログラムに関する。

背景技術

[0002] 特開2020-198470号公報には、撮像部と、認識部とを有する画像認識装置が開示されている。撮像部は、可視光を受光する撮像素と、赤外光を受光する撮像素とを使用し、1フレーム期間に複数の画像を同一露光タイミングで撮像して画像データを生成する。認識部は、画像データのそれぞれから被写体を認識する。

[0003] 国際公開第2019/073814号には、位相差検出のための第1の特性を有するA画素群の受光量分布および第1の特性と異なる第2の特性を有するB画素群の受光量分布に基づいて、学習に基づく演算を行うことにより、デフォーカス量に関するデフォーカス量関係情報を入力する演算部を備える焦点検出装置が開示されている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本開示の技術に係る一つの実施形態は、被写体及び合焦位置の検出精度を高めることを可能とする検出方法、撮像装置、及びプログラムを提供する。

課題を解決するための手段

[0005] 上記目的を達成するために、本開示の検出方法は、第1信号を生成する第1画素と、位相差を検出するための第2信号及び第3信号を生成する第2画素及び第3画素とを有する撮像素子と、機械学習をしたモデルを記憶したメモリと、を備えた撮像装置に用いられる検出方法であって、第2信号に基づく第2画像、第3信号に基づく第3画像、又は、第2信号及び第3信号に基づく第4画像を入力画像としてモデルに入力する入力工程と、入力工程が実行されたモデルにより、第1信号により生成された第1画像に含まれる被写

体を検出する被写体検出工程と、入力工程が実行されたモデルにより、被写体に対する合焦位置を検出する第1合焦位置検出工程と、を含む。

[0006] 第2信号と第3信号とを用いて相関演算することにより、被写体に対する合焦位置を検出する第2合焦位置検出工程をさらに含むことが好ましい。

[0007] 第1合焦位置検出工程は、第2合焦位置検出工程又は被写体検出工程の結果に応じて実行することが好ましい。

[0008] 入力工程では、入力画像を回転させてモデルに入力し、第1合焦位置検出工程では、回転された入力画像に基づいて合焦位置を検出することが好ましい。

[0009] 第1画素から第1信号を読み出す第1読み出し工程と、第1読み出し工程とは独立して、第2画素及び第3画素から第2信号及び第3信号を読み出す第2読み出し工程と、をさらに含むことが好ましい。

[0010] 第2読み出し工程において読み出される第2画素及び第3画素の露光量は、第1読み出し工程において読み出される第1画素の露光量と異なることが好ましい。

[0011] 第2読み出し工程における第2信号及び第3信号の読み出しレートは、第1読み出し工程における第1信号の読み出しレートよりも高いことが好ましい。

[0012] 入力工程では、過去の被写体検出工程において検出された被写体の位置に基づき、第2画像と第3画像とのうちいずれかを入力画像としてモデルに入力することが好ましい。

[0013] 入力工程における入力画像は、第4画像であることが好ましい。

[0014] 第2画素及び第3画素による位相差検出方向が水平方向である場合において、モデルは、被写体検出工程では、入力画像に対して水平プーリング及び垂直プーリングを実行し、第1合焦位置検出工程では、入力画像に対して水平プーリングを実行することが好ましい。

[0015] メモリには、複数のモデルが記憶されており、第2画素及び第3画素による位相差検出方向に適合した1つのモデルを選択する選択工程をさらに含む

、入力工程において、選択工程で選択したモデルに入力画像を入力することが好ましい。

[0016] 本開示の撮像装置は、第1信号を生成する第1画素と、位相差を検出するための第2信号及び第3信号を生成する第2画素及び第3画素とを有する撮像素子と、機械学習をしたモデルを記憶したメモリと、プロセッサと、を備えた撮像装置であって、プロセッサは、第2信号に基づく第2画像、第3信号に基づく第3画像、又は、第2信号及び第3信号に基づく第4画像を入力画像としてモデルに入力する入力処理と、入力処理が実行されたモデルにより、第1信号により生成された第1画像に含まれる被写体を検出する被写体検出処理と、入力処理が実行されたモデルにより、被写体に対する合焦位置を検出する第1合焦位置検出処理と、を実行するように構成されている。

[0017] 本開示のプログラムは、第1信号を生成する第1画素と、位相差を検出するための第2信号及び第3信号を生成する第2画素及び第3画素とを有する撮像素子と、機械学習をしたモデルを記憶したメモリと、を備えた撮像装置を作動させるプログラムであって、第2信号に基づく第2画像、第3信号に基づく第3画像、又は、第2信号及び第3信号に基づく第4画像を入力画像としてモデルに入力する入力処理と、入力処理が実行されたモデルにより、第1信号により生成された第1画像に含まれる被写体を検出する被写体検出処理と、入力処理が実行されたモデルにより、被写体に対する合焦位置を検出する第1合焦位置検出処理と、を撮像装置に実行させる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]撮像装置の内部構成の一例を示す図である。

[図2]撮像素子の構成の一例を示す図である。

[図3]位相差画素の構成の一例を示す図である。

[図4]撮像センサの画素配列の一例を示す図である。

[図5]プロセッサの機能構成の一例を示すブロック図である。

[図6]第1読み出し工程及び第2読み出し工程を説明する図である。

[図7]撮像素子の構成を示す図である。

[図8]位相差画像の構成を示す図である。

[図9]モデルの構成の一例を示す図である。

[図10]プーリング処理について説明する図である。

[図11]水平プーリングによる位相差画像の解像度の変化の一例を示す図である。

[図12]第2合焦位置検出処理の一例を示す図である。

[図13]検出方法の手順の一例を示すフローチャートである。

[図14]モデルの構成の変形例を示す図である。

[図15]教師データの一例を示す図である。

[図16]モデルから出力される推論結果の一例を示す図である。

[図17]入力画像を回転させてモデルに入力する例を示す図である。

[図18]メモリに複数のモデルを格納する例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 添付図面に従って本開示の技術に係る実施形態の一例について説明する。

[0020] 先ず、以下の説明で使用される文言について説明する。

[0021] 以下の説明において、「IC」は、“Integrated Circuit”の略称である。「CPU」は、“Central Processing Unit”の略称である。「ROM」は、“Read Only Memory”の略称である。「RAM」は、“Random Access Memory”の略称である。「CMOS」は、“Complementary Metal Oxide Semiconductor”の略称である。

[0022] 「FPGA」は、“Field Programmable Gate Array”の略称である。「PLD」は、“Programmable Logic Device”の略称である。「ASIC」は、“Application Specific Integrated Circuit”の略称である。「OVF」は、“Optical View Finder”の略称である。「EVF」は、“Electronic View Finder”の略称である。「JPEG」は、“Joint Photographic Experts Group”の略称である。「CNN」は、“Convolutional Neural Network”の略称である。「GAP」は、“Global Average Pooling”の略称である。

[0023] 撮像装置の一実施形態として、レンズ交換式のデジタルカメラを例に挙げ

て本開示の技術を説明する。なお、本開示の技術は、レンズ交換式に限られず、レンズ一体型のデジタルカメラにも適用可能である。

[0024] 図1は、撮像装置10の構成の一例を示す。撮像装置10は、レンズ交換式のデジタルカメラである。撮像装置10は、本体11と、本体11に交換可能に装着される撮像レンズ12とで構成される。撮像レンズ12は、カメラ側マウント11A及びレンズ側マウント12Aを介して本体11の前面側に取り付けられる。

[0025] 本体11には、ダイヤル、レリーズボタン等を含む操作部13が設けられている。撮像装置10の動作モードとして、例えば、静止画撮像モード、動画撮像モード、及び画像表示モードが含まれる。操作部13は、動作モードの設定の際にユーザにより操作される。また、操作部13は、静止画撮像又は動画撮像の実行を開始する際にユーザにより操作される。

[0026] また、本体11には、ファインダ14が設けられている。ここで、ファインダ14は、ハイブリッドファインダ（登録商標）である。ハイブリッドファインダとは、例えば光学ビューファインダ（以下、「OVF」という）及び電子ビューファインダ（以下、「EVF」という）が選択的に使用されるファインダをいう。ユーザは、ファインダ接眼部（図示せず）を介して、ファインダ14により映し出される被写体の光学像又はライブビュー画像を観察することができる。

[0027] また、本体11の背面側には、ディスプレイ15が設けられている。ディスプレイ15には、撮像により得られた画像信号に基づく画像、及び各種のメニュー画面等が表示される。ユーザは、ファインダ14に代えて、ディスプレイ15により映し出されるライブビュー画像を観察することも可能である。

[0028] 本体11と撮像レンズ12とは、カメラ側マウント11Aに設けられた電気接点11Bと、レンズ側マウント12Aに設けられた電気接点12Bとが接触することにより電氣的に接続される。

[0029] 撮像レンズ12は、対物レンズ30、フォーカスレンズ31、後端レンズ

32、及び絞り33を含む。各々部材は、撮像レンズ12の光軸Aに沿って、対物側から、対物レンズ30、絞り33、フォーカスレンズ31、後端レンズ32の順に配列されている。対物レンズ30、フォーカスレンズ31、及び後端レンズ32、撮像光学系を構成している。撮像光学系を構成するレンズの種類、数、及び配列順序は、図1に示す例に限定されない。

[0030] また、撮像レンズ12は、レンズ駆動制御部34を有する。レンズ駆動制御部34は、例えば、CPU、RAM、及びROM等により構成されている。レンズ駆動制御部34は、電気接点12B及び電気接点11Bを介して、本体11内のプロセッサ40と電氣的に接続されている。

[0031] レンズ駆動制御部34は、プロセッサ40から送信される制御信号に基づいて、フォーカスレンズ31及び絞り33を駆動する。レンズ駆動制御部34は、撮像レンズ12の合焦位置を調節するために、プロセッサ40から送信される合焦制御用の制御信号に基づいて、フォーカスレンズ31の駆動制御を行う。プロセッサ40は、位相差方式の合焦位置検出を行う。

[0032] 絞り33は、光軸Aを中心として開口径が可変である開口を有する。レンズ駆動制御部34は、撮像センサ20の受光面20Aへの入射光量を調節するために、プロセッサ40から送信される絞り調整用の制御信号に基づいて、絞り33の駆動制御を行う。

[0033] また、本体11の内部には、撮像センサ20、プロセッサ40、及びメモリ42が設けられている。撮像センサ20、メモリ42、操作部13、ファインダ14、及びディスプレイ15は、プロセッサ40により動作が制御される。

[0034] プロセッサ40は、例えば、CPU、RAM、及びROM等により構成される。この場合、プロセッサ40は、メモリ42に格納されたプログラム43に基づいて各種の処理を実行する。なお、プロセッサ40は、複数のICチップの集合体により構成されていてもよい。また、メモリ42には、被写体検出及び合焦位置検出を行うための機械学習がなされたモデルMが格納されている。

- [0035] 撮像センサ20は、例えば、CMOS型イメージセンサである。撮像センサ20は、光軸Aが受光面20Aに直交し、かつ光軸Aが受光面20Aの中心に位置するように配置されている。受光面20Aには、撮像レンズ12を通過した光（被写体像）が入射する。受光面20Aには、光電変換を行うことにより信号を生成する複数の画素が形成されている。撮像センサ20は、各画素に入射した光を光電変換することにより、信号を生成して出力する。なお、撮像センサ20は、本開示の技術に係る「撮像素子」の一例である。
- [0036] また、撮像センサ20の受光面には、ベイヤー配列のカラーフィルタアレイが配置されており、R（赤）、G（緑）、B（青）いずれかのカラーフィルタが各画素に対して対向配置されている。なお、撮像センサ20の受光面に配列された複数の画素のうちの一部は、合焦制御に係る位相差を検出するための位相差画素であってもよい。
- [0037] 図2は、撮像素子Nの構成の一例を示す。図3は、位相差画素P1、P2の構成の一例を示す。位相差画素P1、P2は、それぞれ主光線を中心としてX方向に分割された光束の一方を受光する。以下、X方向に直交する方向をY方向という。また、X方向は水平方向に対応し、Y方向は垂直方向に対応する。
- [0038] 図2に示すように、撮像素子Nは、光電変換素子としてのフォトダイオードPD、カラーフィルタCF、及びマイクロレンズMLを含んで構成されている。カラーフィルタCFは、フォトダイオードPDとマイクロレンズMLとの間に配置されている。
- [0039] カラーフィルタCFは、R、G、Bのうちのいずれかの色の光を透過させるフィルタである。マイクロレンズMLは、撮像レンズ12の射出瞳EPから入射する光束LFを、カラーフィルタCFを介してフォトダイオードPDのほぼ中央に集光する。
- [0040] 図3に示すように、位相差画素P1、P2は、それぞれフォトダイオードPD、遮光層SF、及びマイクロレンズMLを含んで構成されている。マイクロレンズMLは、撮像素子Nと同様に、撮像レンズ12の射出瞳EPから

入射する光束L Fを、フォトダイオードP Dのほぼ中央に集光する。撮像素素Nは、本開示の技術に係る「第1画素」の一例である。

[0041] 遮光層S Fは、金属膜等で形成され、フォトダイオードP DとマイクロレンズM Lとの間に配置されている。遮光層S Fは、マイクロレンズM Lを介してフォトダイオードP Dに入射する光束L Fの一部を遮光する。

[0042] 位相差画素P 1では、遮光層S Fは、フォトダイオードP Dの中心を基準としてX方向に関して負側を遮光する。すなわち、位相差画素P 1では、遮光層S Fは、負側の射出瞳E P 1からの光束L FをフォトダイオードP Dに入射させ、かつ、X方向に関して正側の射出瞳E P 2からの光束L Fを遮光する。

[0043] 位相差画素P 2では、遮光層S Fは、フォトダイオードP Dの中心を基準としてX方向に関して正側を遮光する。すなわち、位相差画素P 2では、遮光層S Fは、正側の射出瞳E P 2からの光束L FをフォトダイオードP Dに入射させ、かつ、X方向に関して負側の射出瞳E P 1からの光束L Fを遮光する。

[0044] すなわち、位相差画素P 1と位相差画素P 2とはX方向に関して遮光位置が互いに異なる。位相差画素P 1、P 2による位相差検出方向は、X方向（すなわち水平方向）である。なお、位相差画素P 1は、本開示の技術に係る「第2画素」の一例である。また、位相差画素P 2は、本開示の技術に係る「第3画素」の一例である。

[0045] 図4は、撮像センサ20の画素配列の一例を示す。図4中の「R」は、RのカラーフィルタC Fが設けられた撮像素素Nを表している。「G」は、GのカラーフィルタC Fが設けられた撮像素素Nを表している。「B」は、BのカラーフィルタC Fが設けられた撮像素素Nを表している。なお、カラーフィルタC Fの色配列は、ベイヤー配列に限定されず、他の色配列であってもよい。

[0046] 位相差画素P 1、P 2を含む行R Lが、Y方向に10画素ごとに配列されている。各行R Lには、一对の位相差画素P 1、P 2と1つの撮像素素Nと

が、Y方向に繰り返し配列されている。なお、位相差画素P1, P2の配列パターンは、図4に示す例に限定されない。例えば、特開2018-56703号に添付の図5に示された、1つのマイクロレンズMLに複数の位相差画素を配置したパターンであってもよい。

[0047] 図5は、プロセッサ40の機能構成の一例を示す。プロセッサ40は、メモリ42に記憶されたプログラム43にしたがって処理を実行することにより、各種機能部を実現する。図5に示すように、例えば、プロセッサ40には、主制御部50、撮像制御部51、画像処理部52、入力部53、被写体検出部54、第1合焦位置検出部55、第2合焦位置検出部56、及び表示制御部57が実現される。

[0048] 主制御部50は、操作部13から入力される指示信号に基づき、撮像装置10の動作を統括的に制御する。撮像制御部51は、撮像センサ20を制御することにより、撮像センサ20に撮像動作を行わせる撮像処理を実行する。撮像制御部51は、静止画撮像モード又は動画撮像モードで撮像センサ20を駆動する。

[0049] 図6に示すように、撮像制御部51は、撮像センサ20に含まれる撮像画素Nと位相差画素P1, P2とを、互いに異なる読み出しレートで読み出す。本実施形態では、位相差画素P1, P2の読み出しレートは、撮像画素Nの読み出しレートよりも高い。例えば、撮像制御部51は、撮像画素Nを30fpsで読み出し、位相差画素P1, P2を100fpsで読み出す。

[0050] 撮像センサ20は、撮像画素Nにより生成された信号と、位相差画素P1, P2により生成された信号とをそれぞれ個別に出力する。すなわち、撮像画素Nから信号を読み出す第1読み出し処理と、位相差画素P1, P2から信号を読み出す第2読み出し処理とは、独立して行われる。なお、撮像制御部51は、第1読み出し処理と第2読み出し処理とを同時に実行してもよい。第1読み出し処理は、本開示の技術に係る「第1読み出し工程」に対応する。第2読み出し処理は、本開示の技術に係る「第2読み出し工程」に対応する。

- [0051] また、撮像素素Nと位相差画素P 1, P 2とで露光時間が異なるので、位相差画素P 1, P 2の露光量と撮像素素Nの露光量とは異なる。
- [0052] なお、撮像素素Nにより生成された信号は、本開示の技術に係る「第1信号」の一例である。位相差画素P 1により生成された信号は、本開示の技術に係る「第2信号」の一例である。位相差画素P 2により生成された信号は、本開示の技術に係る「第3信号」の一例である。
- [0053] 画像処理部5 2は、撮像センサ2 0から出力された信号を取得し、取得した信号に対して画像処理を施す。具体的には、画像処理部5 2は、撮像素素Nにより生成された信号に対してデモザイク処理等を施すことにより通常画像I Nを生成する。また、位相差画素P 1, P 2により生成された信号に基づいて位相差画像I Pを生成する。
- [0054] 例えば、図7に示すように、通常画像I Nは、各画素がR, G, Bの三原色（すなわち3つのチャンネル）で表されたカラー画像である。より具体的には、例えば、撮像素素Nは、1つの画素に含まれるR, G, Bの各信号が8ビットで表された24ビットのカラー画像である。
- [0055] また、図8に示すように、位相差画像I Pは、位相差画素P 1に基づく画像I P 1と、位相差画素P 2に基づく画像I P 2とを含む画像である。画像I P 1及び画像I P 2は、無彩色の画像であり、例えば、各信号が8ビットで表された24ビットのグレースケール画像である。位相差画像I Pは、各画素が左右2チャンネルの位相差情報を有する1つの画像と捉えることもできる。画像I P 1は、本開示の技術に係る「第2信号に基づく第2画像」の一例である。画像I P 2は、本開示の技術に係る「第3信号に基づく第3画像」の一例である。位相差画像I Pは、本開示の技術に係る「第2信号及び第3信号に基づく第4画像」の一例である。
- [0056] 画像処理部5 2により生成された通常画像I Nは表示制御部5 7に入力される。画像処理部5 2により生成された位相差画像I Pは、入力部5 3及び第2合焦位置検出部5 6に入力される。
- [0057] 入力部5 3は、画像処理部5 2から入力された位相差画像I Pを入力画像

として、メモリ42に記憶されたモデルMに入力する入力処理を行う。具体的には、入力部53は、位相差画像I_P、画像I_{P1}、又は画像I_{P2}を入力画像としてモデルMに入力する。本実施形態では、入力部53は、位相差画像I_Pを入力画像としてモデルMに入力する。

[0058] 詳しくは後述するが、モデルMは、入力画像に基づき被写体に関する推論結果R₁及び合焦位置に関する推論結果R₂を出力する。推論結果R₁は、通常画像I_Nに含まれる各被写体の位置及び種類を表す情報である。推論結果R₂は、通常画像I_N内の各領域の合焦位置（すなわちデフォーカス量）を表す情報である。

[0059] 被写体検出部54は、モデルMから出力される推論結果R₁に基づいて通常画像I_Nに含まれる特定の被写体を検出する被写体検出処理を行う。

[0060] 第1合焦位置検出部55は、モデルMから出力される推論結果R₂に基づいて通常画像I_Nに含まれる特定の被写体に対する合焦位置を検出する第1合焦位置検出処理を行う。合焦位置とは、被写体が合焦状態にある場合におけるフォーカスレンズ31の位置をいう。

[0061] 第2合焦位置検出部56は、画像処理部52から入力された位相差画像I_Pに含まれる画像I_{P1}と画像I_{P2}とを用いて相関演算を行うことにより、通常画像I_Nに含まれる特定の被写体に対する合焦位置を検出する。

[0062] 表示制御部57は、画像処理部52から入力された通常画像I_Nをディスプレイ15に表示させる。また、表示制御部57は、静止画撮像又は動画撮像の前の撮像準備動作時に、画像処理部52から周期的に入力される通常画像I_Nに基づき、ディスプレイ15にライブビュー画像表示を行わせる。さらに、表示制御部57は、被写体検出部54により検出された被写体の検出結果と、第1合焦位置検出部55又は第2合焦位置検出部56により検出された合焦位置の検出結果とに基づき、合焦状態にある被写体を識別可能にディスプレイ15に表示させる。

[0063] 図9は、モデルMの構成の一例を示す。モデルMは、畳み込みニューラルネットワーク（CNN）により構成されている。具体的には、モデルMは、

畳み込み層60、第1サブネットワーク61、及び第2サブネットワーク62を有する2ストリームCNNである。第1サブネットワーク61は、入力画像に写る被写体に関する推論を行うCNNである。第2サブネットワーク62は、合焦位置に関する推論を行うCNNである。

[0064] 畳み込み層60には、入力部53から入力画像が入力される。本実施形態では、畳み込み層60には、入力部53から位相差画像IPが入力画像として入力される。畳み込み層60は、入力画像に対してフィルタリング処理を施すことにより特徴マップFMを生成して第1サブネットワーク61及び第2サブネットワーク62に入力する。

[0065] 第1サブネットワーク61は、複数の垂直水平プーリング層61A、複数の畳み込み層61B、及び検出層61Cを含む。垂直水平プーリング層61Aと畳み込み層61Bとは交互に配置されている。

[0066] 垂直水平プーリング層61Aは、畳み込み層60から入力された特徴マップFMに対して垂直水平プーリングを行う。垂直水平プーリングは、垂直方向（Y方向）及び水平方向（X方向）に対称的な対称プーリングである。すなわち、垂直水平プーリング層61Aが特徴マップFMに対して垂直水平プーリングを行うことは、特徴マップFMに対して水平プーリング及び垂直プーリングを実行することに相当する。垂直水平プーリング層61Aが特徴マップFMに対して垂直水平プーリングを行うことにより、垂直方向及び水平方向に解像度が低下する。

[0067] 垂直水平プーリング層61Aは、一例として図10（A）に示すように、特徴マップFMにおいて2×2の正方形のプーリングウィンドウW1によって囲まれた領域に関して最大値を取る処理を行う。なお、垂直水平プーリング層61Aは、プーリングウィンドウW1によって囲まれた領域に関して平均値を取る処理を行ってもよい。

[0068] 畳み込み層61Bは、垂直水平プーリング層61Aにより垂直方向及び水平方向に解像度が低下した特徴マップFMに対してフィルタリング処理を施す。

- [0069] 第1サブネットワーク61において、垂直水平プーリング層61Aと畳み込み層61Bとが交互に特徴マップFMに対して処理を実行することにより、高次元の特徴量が画像情報として抽出される。
- [0070] 検出層61Cは、複数組の垂直水平プーリング層61Aと畳み込み層61Bとで抽出された画像情報に基づいて被写体の位置の推論及び分類を行う。検出層61Cは、推論結果R1を出力する。
- [0071] 第2サブネットワーク62は、複数の水平プーリング層62A、複数の畳み込み層62B、及び検出層62Cを含む。水平プーリング層62Aと畳み込み層62Bとは交互に配置されている。
- [0072] 水平プーリング層62Aは、畳み込み層60から入力された特徴マップFMに対して水平プーリングを行う。水平プーリングは、位相差画素P1, P2による位相差検出方向である水平方向(X方向)に関してのみ処理を行う非対称プーリングである。水平プーリング層62Aが特徴マップFMに対して水平プーリングを行うことにより、水平方向にのみ解像度が低下する。
- [0073] 水平プーリング層62Aは、一例として図10(B)に示すように、特徴マップFMにおいて水平方向に長い1×2の長方形のプーリングウィンドウW2によって囲まれた領域に関して最大値を取る処理を行う。なお、水平プーリング層62Aは、プーリングウィンドウW2によって囲まれた領域に関して平均値を取る処理を行ってもよい。
- [0074] 畳み込み層62Bは、水平プーリング層62Aにより水平方向に解像度が低下した特徴マップFMに対してフィルタリング処理を施す。
- [0075] 第2サブネットワーク62において、水平プーリング層62Aと畳み込み層62Bとが交互に特徴マップFMに対して処理を実行することにより、高次元の特徴量が合焦情報として抽出される。
- [0076] 検出層62Cは、複数組の水平プーリング層62Aと畳み込み層62Bとで抽出された合焦情報に基づいて合焦位置の推論(検出)を行う。検出層62Cは、推論結果R2を出力する。
- [0077] 図11は、水平プーリングによる位相差画像IPの解像度の変化の一例を

示す。図 1 1 に示すように、位相差画像 I P は、畳み込み層 6 0 によって特徴マップ F M に変換された後、水平プーリング層 6 2 A により水平プーリングが行われることで、水平方向の解像度が垂直方向の解像度よりも低下する。

[0078] 上述のように、撮像センサ 2 0 の位相差画素 P 1, P 2 による位相差検出方向が水平方向である。このため、図 1 1 に示すように、位相差画像 I P において水平方向の輝度差が鮮明であるほど合焦位置の検出精度が向上する。したがって、第 2 サブネットワーク 6 2 において、位相差画像 I P に対して水平プーリングを行うことにより、水平方向に関する特徴が強調されるので、合焦位置に関する推論精度が向上する。

[0079] 図 1 2 は、第 2 合焦位置検出部 5 6 による第 2 合焦位置検出処理の一例を示す。画像処理部 5 2 から入力された位相差画像 I P に含まれる画像 I P 1 及び画像 I P 2 を用いて相関演算を行う。例えば、第 2 合焦位置検出部 5 6 は、ユーザが操作部 1 3 を操作することにより撮像エリア内から指定された指定領域に含まれる画像 I P 1 及び画像 I P 2 を用いて相関演算を行う。なお、第 2 合焦位置検出部 5 6 は、被写体検出部 5 4 により検出された特定の被写体に対応する領域の画像 I P 1 及び画像 I P 2 を用いて相関演算を行ってもよい。

[0080] 具体的には、第 2 合焦位置検出部 5 6 は、画像 I P 1 を固定し、画像 I P 2 を 1 画素ずつ水平方向 (X 方向) にシフトさせながら、画像 I P 1 と画像 I P 2 との相関演算を行うことにより差分二乗和を算出する。画像 I P 2 を 1 画素分シフトさせるたびに、1 つの差分二乗和を算出する。

[0081] 図 1 2 おいて、 ΔX は、X 方向への画像 I P 2 のシフト量を表している。第 2 合焦位置検出部 5 6 は、シフト範囲 (シフト量 ΔX の最小値から最大値までの範囲) において差分二乗和が最小となるシフト量 δ を合焦情報として取得する。シフト量 δ は、合焦位置 (すなわちデフォーカス量) を表す。

[0082] 主制御部 5 0 は、オートフォーカス制御を行う場合に、第 1 合焦位置検出部 5 5 又は第 2 合焦位置検出部 5 6 により検出された合焦位置へフォーカス

レンズ31を移動させる。基本的に、相関演算による第2合焦位置検出部56による検出精度のほうが、第2合焦位置検出部56による検出精度よりも高いため、主制御部50は、原則として第2合焦位置検出部56による検出結果に基づいてオートフォーカス制御を行う。

[0083] 一方で、相関演算による第2合焦位置検出部56による合焦位置の検出は、水平方向の線からなるパターンやチェッカーパターンを有する画像、パターンが細かい高周波成分が多い画像等に対しては検出精度が低い。このため、主制御部50は、第2合焦位置検出部56による相関演算により得られた相関値が低い（すなわち検出結果の信頼度が低い）場合には、モデルMを用いた第1合焦位置検出部55による検出結果に基づいてオートフォーカス制御を行う。相関値は、例えば、差分二乗和の最小値である。

[0084] 図13は、撮像装置10により実行される検出方法の手順の一例を示すフローチャートである。図13は、静止画撮像モードで撮像準備動作時にライブビュー画像表示を行う場合の例を示す。

[0085] 主制御部50は、ユーザが操作部13を操作することによる撮像準備開始指示があったか否かを判定する（ステップS10）。主制御部50は、撮像準備開始指示があった場合には（ステップS10：YES）、撮像制御部51を制御することにより撮像センサ20に撮像動作を行わせる（ステップS11）。ステップS11において、撮像制御部51は、撮像画素Nから信号を読み出す第1読み出し処理と、位相差画素P1、P2から信号を読み出す第1読み出し処理とを実行する。本例では、説明の簡略化のため、第1読み出し処理と第2読み出し処理とを同時に実行するとする。

[0086] 画像処理部52は、撮像画素Nにより生成された信号に基づいて通常画像INを生成し、位相差画素P1、P2により生成された信号に基づいて位相差画像IPを生成する（ステップS12）。入力部53は、位相差画像IPを入力画像として、モデルMに入力する入力処理を実行する（ステップS13）。

[0087] 被写体検出部54は、入力処理が実行されたモデルMにより、通常画像I

- Nに含まれる特定の被写体を検出する被写体検出処理を行う（ステップS 14）。
- [0088] 第2合焦位置検出部56は、位相差画像I Pに含まれる画像I P 1と画像I P 2とを用いて相関演算を行うことにより、通常画像I Nに含まれる特定の被写体に対する合焦位置を検出する第2合焦位置検出処理を行う（ステップS 15）。
- [0089] 主制御部50は、第2合焦位置検出処理における相関演算により得られた相関値が一定以上であるか否かを判定する（ステップS 16）。主制御部50は、相関値が一定以上である場合には（ステップS 16：YES）、処理をステップS 18に移行させる。一方、主制御部50は、相関値が一定以上でない場合には（ステップS 16：NO）、第1合焦位置検出部55に第1合焦位置検出処理を実行させる（ステップS 17）。ステップS 17では、第1合焦位置検出部55は、入力処理が実行されたモデルMにより、通常画像I Nに含まれる特定の被写体に対する合焦位置を検出する。
- [0090] ステップS 18において、主制御部50は、相関値が一定以上である場合には、第2合焦位置検出処理による検出結果に基づいてオートフォーカス制御を行う。一方、主制御部50は、相関値が一定以上でない場合には、第1合焦位置検出処理による検出結果に基づいてオートフォーカス制御を行う。
- [0091] 表示制御部57は、通常画像I Nとともに、被写体及び合焦位置の検出結果とに基づき、合焦状態にある被写体を識別可能にディスプレイ15に表示させる（ステップS 19）。
- [0092] 主制御部50は、ユーザが操作部13を操作することによる撮像指示があったか否かを判定する（ステップS 20）。主制御部50は、操作指示がなかった場合には（ステップS 20：NO）、処理をステップS 11に戻す。ステップS 11～S 19の処理は、ステップS 20で、主制御部50により撮像指示があったと判定されるまでの間、繰り返し実行される。
- [0093] 主制御部50は、撮像指示があった場合には（ステップS 20：YES）、撮像センサ20に撮像動作を行わせ、画像処理部52により生成された通

常画像 I N を静止画としてメモリ 4 2 に記録する静止画撮像処理を行う（ステップ S 2 1）。

[0094] 上記フローチャートにおいて、ステップ S 1 3 は、本開示の技術に係る「入力工程」に対応する。ステップ S 1 4 は、本開示の技術に係る「被写体検出工程」に対応する。ステップ S 1 5 は、本開示の技術に係る「第 2 合焦位置検出工程」に対応する。ステップ S 1 7 は、本開示の技術に係る「第 1 合焦位置検出工程」に対応する。

[0095] 本開示の技術によれば、モデル M を用い、位相差画像 I P に基づいて被写体及び合焦位置の検出を行うので、通常画像 I N の露光状態、ブレ量等によらずに、被写体及び合焦位置の検出精度を高めることができる。

[0096] 例えば、露出をアンダーにして撮像する場合や、シャッタ速度を低速にして撮像する場合には、被写体にブレが生じやすいので被写体検出を精度よく行うことが難しい。このような場合であっても、本開示の技術によれば、撮像画素 N と位相差画素 P 1, P 2 とを、互いに異なる読み出しレートで読み出し、位相差画素 P 1, P 2 の読み出しレートを撮像画素 N の読み出しレートよりも高くするので、ブレの少ない位相差画像 I P を生成することができる。ブレの少ない位相差画像 I P を用いて被写体及び合焦位置の検出を行うことで、検出精度が向上する。

[0097] このように、本開示の技術によれば、被写体及び合焦位置の検出精度が向上するので、精度の高い被写体追尾機能を実現することができる。これにより、合焦状態にある被写体を追尾対象とし、合焦状態にない被写体は追尾対象としないといった制御が可能となる。

[0098] また、本開示の技術によれば、位相差画像 I P を用いて被写体及び合焦位置の検出を行うので、被写体が合焦状態であるか否かを精度よく判別し、合焦状態にある被写体を精度よく検出することができる。

[0099] また、モデル M を用いて合焦位置の検出を行うことにより、相関演算による合焦位置の検出精度が低い状況において、精度よく合焦位置を検出することができる場合がある。

[0100] [変形例]

以下に、上記実施形態の各種変形例について説明する。

[0101] 上記実施形態では、主制御部50は、第1合焦位置検出処理を第2合焦位置検出処理の結果に応じて実行しているが、第1合焦位置検出処理を被写体検出処理の結果に応じて実行してもよい。主制御部50は、被写体検出処理の結果、被写体が相関演算による合焦位置の検出精度が低くなる特徴を有する場合には、第1合焦位置検出処理を実行する。例えば、被写体が、水平方向の線からなるパターンやチェッカーパターンを有する画像を含む場合には、第1合焦位置検出処理を実行する。具体的には、主制御部50は、水平方向の線からなるパターンやチェッカーパターンを有する画像が被写体である認識した場合には、第1合焦位置検出処理を実行する。

[0102] また、上記実施形態では、入力部53は、画像処理部52により生成された位相差画像IPの全体を入力画像としてモデルMに入力しているが、位相差画像IPから切り取った一部の画像を入力画像としてモデルMに入力してもよい。入力画像のサイズは、目的に応じて変更可能である。例えば、被写体追尾を行う場合は、入力画像のサイズを変更することが好ましく、画像認識を行う場合は入力画像のサイズを変更しないことが好ましい。

[0103] また、上記実施形態では、モデルMは、被写体に関する推論結果R1と合焦位置に関する推論結果R2とをそれぞれ個別に出力するように構成されているが、被写体及び合焦位置に関する1つの推論結果を出力するように構成されていてもよい。

[0104] 図14は、被写体及び合焦位置に関する1つの推論結果を出力するように構成されたモデルMの構成の一例を示す。図14に示すモデルMは、畳み込み層70、第1サブネットワーク71、第2サブネットワーク72、及び検出層73を有する。

[0105] 畳み込み層70は、上記実施形態の畳み込み層60と同様の構成であり、入力部53から入力画像が入力される。畳み込み層70は、特徴マップFMを生成して第1サブネットワーク71及び第2サブネットワーク72に入力

する。

- [0106] 第1サブネットワーク71は、複数の垂直水平プーリング層71A、複数の畳み込み層71B、及びGAP層71Cを含む。垂直水平プーリング層71Aと畳み込み層71Bとは交互に配置されている。垂直水平プーリング層71A及び畳み込み層71Bは、上記実施形態の垂直水平プーリング層61A及び畳み込み層61Bと同様の構成である。GAP層71Cは、複数組の垂直水平プーリング層71Aと畳み込み層71Bとで抽出された画像情報を平均化して出力する。
- [0107] 第2サブネットワーク72は、複数の水平プーリング層72A、複数の畳み込み層72B、及びGAP層72Cを含む。水平プーリング層72Aと畳み込み層72Bとは交互に配置されている。水平プーリング層72A及び畳み込み層72Bは、上記実施形態の水平プーリング層62A及び畳み込み層62Bと同様の構成である。GAP層72Cは、複数組の水平プーリング層72Aと畳み込み層72Bとで抽出された合焦情報を平均化して出力する。
- [0108] 第1サブネットワーク71から出力された画像情報と、第2サブネットワーク72から出力された合焦情報とは、合成されて検出層73に入力される。検出層73は、合成された画像情報及び合焦情報に基づいて、例えば、合焦状態にある被写体の位置を推論（検出）する。検出層73は、推論結果RTを出力する。
- [0109] このように、モデルMを、画像情報と合焦情報とを合成して推論するように構成することにより、合焦状態にある被写体のみを検出することが可能となる。
- [0110] また、上記実施形態では、入力部53は、位相差画像IPを入力画像としてモデルMに入力しているが、位相差画像IPに含まれる画像IP1と画像IP2とのうちいずれか一方をモデルMに入力してもよい。この場合、入力部53は、過去の被写体検出処理で検出された通常画像IN内における被写体の位置に基づき、画像IP1と画像IP2とのいずれかを入力画像としてモデルMに入力することが好ましい。これは、画像IP1及び画像IP2は

、X方向（すなわち位相差検出方向）に輝度ムラが生じるためである。

[0111] 画像I P 1は、X方向に関して負側が遮光層S Fにより遮光され、負側の射出瞳E P 1からの光束L Fを受光する位相差画素P 1により生成されるので（図3参照）、X方向に関して負側の輝度が高くなる傾向にある。このため、入力部5 3は、X方向に関して輝度が高い負側に被写体が存在している場合には、画像I P 1をモデルMに入力することが好ましい。

[0112] 画像I P 2は、X方向に関して正側が遮光層S Fにより遮光され、正側の射出瞳E P 2からの光束L Fを受光する位相差画素P 2により生成されるので（図3参照）、X方向に関して正側の輝度が高くなる傾向にある。このため、入力部5 3は、X方向に関して輝度が高い正側に被写体が存在している場合には、画像I P 2をモデルMに入力することが好ましい。

[0113] このように、画像I P 1と画像I P 2とのうち、過去の被写体の位置に応じて輝度が高いほうの画像を入力画像としてモデルMに入力することにより、被写体が存在する領域においてノイズの影響が相対的に低減されるので、被写体及び合焦位置の検出精度が向上する。

[0114] モデルMは、位相差画像I Pに限られず、画像I P 1と画像I P 2とのいずれか一方を入力画像とした場合においても合焦位置を推論することが可能である。

[0115] 画像I P 1と画像I P 2とのいずれか一方を入力画像とする場合におけるモデルMの機械学習について説明する。図15は、モデルMの学習用画像及び正解データの一例である。図15に示す複数の学習用画像P Tは、それぞれボケ度合いが異なっている。学習用画像P Tは、画像I P 1又は画像I P 2に相当する。

[0116] 正解データは、画像I P 1及び画像I P 2に相当する2つの画像を用いて相関演算を行うことにより得られるシフト量 δ （すなわちデフォーカス量）である。

[0117] このように、学習用画像P Tと相関演算の結果とを対応付けたものを教師データとしてモデルMの機械学習を行うことにより、モデルMは、画像I P

1と画像IP2とのいずれか一方を入力画像とした場合においても合焦位置を推論することができる。図16は、画像IP1を入力画像とした場合に、モデルMから出力される推論結果の一例を示している。モデルMは、教師データに含まれていないシフト量 δ の値を推論結果として出力することができる。

[0118] また、図15に示す教師データを用いて機械学習をしたモデルMは、相関演算による検出精度が低い水平方向（すなわち位相差検出方向）の線からなるパターンを含む入力画像に対しては推論の精度が低い。このため、図17に示すように、入力部53は、入力画像を回転させてモデルMに入力してもよい。第1合焦位置検出工程では、回転された入力画像に基づいて合焦位置が検出される。

[0119] 図17に示す例では、入力部53は、入力画像を 90° 回転させているが、回転角度は 90° に限定されない。入力部53は、入力画像に含まれる線の方向を、位相差検出方向と平行でない方向とするように入力画像を回転させればよく、回転角度を 45° 等の角度としてもよい。

[0120] 上記実施形態では、モデルMは、単一のネットワークにより構成されているが（図9及び図14参照）、モデルMは、複数のネットワークの組み合わせにより構成されていてもよい。

[0121] また、上記実施形態では、1つのモデルMがメモリ42に記憶されているが、異なる教師データを用いて機械学習をした複数のモデルがメモリ42に記憶されていてもよい。例えば、メモリ42に複数のモデルが記憶されており、主制御部50は、位相差画素P1、P2による位相差検出方向に適合した1つのモデルを選択する選択処理を行ってもよい。この場合、入力部53は、選択処理により選択されたモデルに入力画像を入力する。選択処理は、本開示の技術に係る「選択工程」に対応する。

[0122] 例えば、図18に示すように、メモリ42に第1モデルM1及び第2モデルM2が記憶されていてもよい。第1モデルM1は、位相差検出方向が水平方向である場合における合焦位置の検出に適合したモデルである。第2モデル

ルM2は、位相差検出方向が垂直方向である場合における合焦位置の検出に適合したモデルである。第1モデルM1及び第2モデルM2は、上記実施形態のモデルMと基本的に同様の構成であるが、第1モデルM1は、第2サブネットワークにおいて水平プーリングを行うように構成されており、第2モデルM2は、第2サブネットワークにおいて垂直プーリングを行うように構成されている。

[0123] 主制御部50は、撮像装置10に搭載された撮像センサ20の位相差検出方向に応じて、第1モデルM1と第2モデルM2とからいずれかを選択する。主制御部50は、撮像センサ20の位相差検出方向が水平方向である場合には第1モデルM1を選択し、撮像センサ20の位相差検出方向が垂直方向である場合には第2モデルM2を選択する。

[0124] このように、撮像センサ20の位相差検出方向は、水平方向に限られず、垂直方向である場合もあるが、メモリ42に予め複数の位相差検出方向に対応した複数のモデルを記憶させておくことにより、撮像センサ20の位相差検出方向に応じたモデルを選択することができる。これにより、複数のモデルが記憶されたメモリ42を共通部品として用いることができるので、撮像装置10の製造が簡略化される。

[0125] なお、本開示の技術は、デジタルカメラに限られず、撮像機能を有するスマートフォン、タブレット端末などの電子機器にも適用可能である。

[0126] 上記実施形態において、プロセッサ40を一例とする制御部のハードウェア的な構造としては、次に示す各種のプロセッサを用いることができる。上記各種のプロセッサには、ソフトウェア（プログラム）を実行して機能する汎用的なプロセッサであるCPUに加えて、FPGAなどの製造後に回路構成を変更可能なプロセッサが含まれる。FPGAには、PLD、又はASICなどの特定の処理を実行させるために専用に設計された回路構成を有するプロセッサである専用電気回路などが含まれる。

[0127] 制御部は、これらの各種のプロセッサのうちの1つで構成されてもよいし、同種又は異種の2つ以上のプロセッサの組み合わせ（例えば、複数のFP

G Aの組み合わせや、CPUとFPGAとの組み合わせ)で構成されてもよい。また、複数の制御部は1つのプロセッサで構成してもよい。

[0128] 複数の制御部を1つのプロセッサで構成する例は複数考えられる。第1の例に、クライアント及びサーバなどのコンピュータに代表されるように、1つ以上のCPUとソフトウェアの組み合わせで1つのプロセッサを構成し、このプロセッサが複数の制御部として機能する形態がある。第2の例に、システムオンチップ(System On Chip: SOC)などに代表されるように、複数の制御部を含むシステム全体の機能を1つのICチップで実現するプロセッサを使用する形態がある。このように、制御部は、ハードウェア的な構造として、上記各種のプロセッサの1つ以上を用いて構成できる。

[0129] さらに、これらの各種のプロセッサのハードウェア的な構造としては、より具体的には、半導体素子などの回路素子を組み合わせた電気回路を用いることができる。

[0130] 以上に示した記載内容及び図示内容は、本開示の技術に係る部分についての詳細な説明であり、本開示の技術の一例に過ぎない。例えば、上記の構成、機能、作用、及び効果に関する説明は、本開示の技術に係る部分の構成、機能、作用、及び効果の一例に関する説明である。よって、本開示の技術の主旨を逸脱しない範囲内において、以上に示した記載内容及び図示内容に対して、不要な部分を削除したり、新たな要素を追加したり、置き換えたりしてもよいことは言うまでもない。また、錯綜を回避し、本開示の技術に係る部分の理解を容易にするために、以上に示した記載内容及び図示内容では、本開示の技術の実施を可能にする上で特に説明を要しない技術常識等に関する説明は省略されている。

[0131] 本明細書に記載された全ての文献、特許出願及び技術規格は、個々の文献、特許出願及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

- [請求項1] 第1信号を生成する第1画素と、位相差を検出するための第2信号及び第3信号を生成する第2画素及び第3画素とを有する撮像素子と、
、
機械学習をしたモデルを記憶したメモリと、
を備えた撮像装置に用いられる検出方法であって、
前記第2信号に基づく第2画像、前記第3信号に基づく第3画像、
又は、前記第2信号及び前記第3信号に基づく第4画像を入力画像として前記モデルに入力する入力工程と、
前記入力工程が実行された前記モデルにより、前記第1信号により生成された第1画像に含まれる被写体を検出する被写体検出工程と、
前記入力工程が実行された前記モデルにより、前記被写体に対する合焦位置を検出する第1合焦位置検出工程と、
を含む検出方法。
- [請求項2] 前記第2信号と前記第3信号とを用いて相関演算することにより、前記被写体に対する合焦位置を検出する第2合焦位置検出工程をさらに含む請求項1に記載の検出方法。
- [請求項3] 前記第1合焦位置検出工程は、前記第2合焦位置検出工程又は前記被写体検出工程の結果に応じて実行する請求項2に記載の検出方法。
- [請求項4] 前記入力工程では、前記入力画像を回転させて前記モデルに入力し、
、
前記第1合焦位置検出工程では、回転された前記入力画像に基づいて前記合焦位置を検出する請求項1から請求項3のうちいずれか1項に記載の検出方法。
- [請求項5] 前記第1画素から前記第1信号を読み出す第1読み出し工程と、
前記第1読み出し工程とは独立して、前記第2画素及び前記第3画素から前記第2信号及び前記第3信号を読み出す第2読み出し工程と

、
をさらに含む請求項 1 から請求項 4 のうちいずれか 1 項に記載の検出方法。

[請求項6] 前記第 2 読み出し工程において読み出される前記第 2 画素及び前記第 3 画素の露光量は、前記第 1 読み出し工程において読み出される前記第 1 画素の露光量と異なる

請求項 5 に記載の検出方法。

[請求項7] 前記第 2 読み出し工程における前記第 2 信号及び前記第 3 信号の読み出しレートは、前記第 1 読み出し工程における前記第 1 信号の読み出しレートよりも高い

請求項 6 に記載の検出方法。

[請求項8] 前記入力工程では、過去の前記被写体検出工程において検出された前記被写体の位置に基づき、前記第 2 画像と前記第 3 画像とのうちいずれかを前記入力画像として前記モデルに入力する

請求項 1 から請求項 7 のうちいずれか 1 項に記載の検出方法。

[請求項9] 前記入力工程における前記入力画像は、前記第 4 画像である

請求項 1 から請求項 7 のうちいずれか 1 項に記載の検出方法。

[請求項10] 前記第 2 画素及び前記第 3 画素による位相差検出方向が水平方向である場合において、

前記モデルは、

前記被写体検出工程では、前記入力画像に対して水平プーリング及び垂直プーリングを実行し、

前記第 1 合焦位置検出工程では、前記入力画像に対して水平プーリングを実行する

請求項 1 から請求項 9 のうちいずれか 1 項に記載の検出方法。

[請求項11] 前記メモリには、複数のモデルが記憶されており、

前記第 2 画素及び前記第 3 画素による位相差検出方向に適合した 1 つのモデルを選択する選択工程をさらに含み、

前記入力工程において、前記選択工程で選択したモデルに前記入力画像を入力する

請求項 1 から請求項 10 のうちいずれか 1 項に記載の検出方法。

[請求項12]

第 1 信号を生成する第 1 画素と、位相差を検出するための第 2 信号及び第 3 信号を生成する第 2 画素及び第 3 画素とを有する撮像素子と

、

機械学習をしたモデルを記憶したメモリと、

プロセッサと、

を備えた撮像装置であって、

前記プロセッサは、

前記第 2 信号に基づく第 2 画像、前記第 3 信号に基づく第 3 画像、又は、前記第 2 信号及び前記第 3 信号に基づく第 4 画像を入力画像として前記モデルに入力する入力処理と、

前記入力処理が実行された前記モデルにより、前記第 1 信号により生成された第 1 画像に含まれる被写体を検出する被写体検出処理と、

前記入力処理が実行された前記モデルにより、前記被写体に対する合焦位置を検出する第 1 合焦位置検出処理と、

を実行するように構成されている、撮像装置。

[請求項13]

第 1 信号を生成する第 1 画素と、位相差を検出するための第 2 信号及び第 3 信号を生成する第 2 画素及び第 3 画素とを有する撮像素子と

、

機械学習をしたモデルを記憶したメモリと、

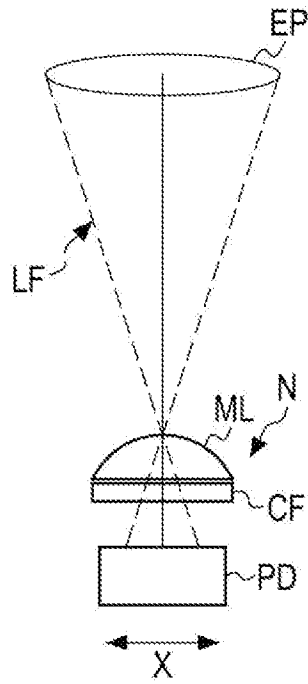
を備えた撮像装置を作動させるプログラムであって、

前記第 2 信号に基づく第 2 画像、前記第 3 信号に基づく第 3 画像、又は、前記第 2 信号及び前記第 3 信号に基づく第 4 画像を入力画像として前記モデルに入力する入力処理と、

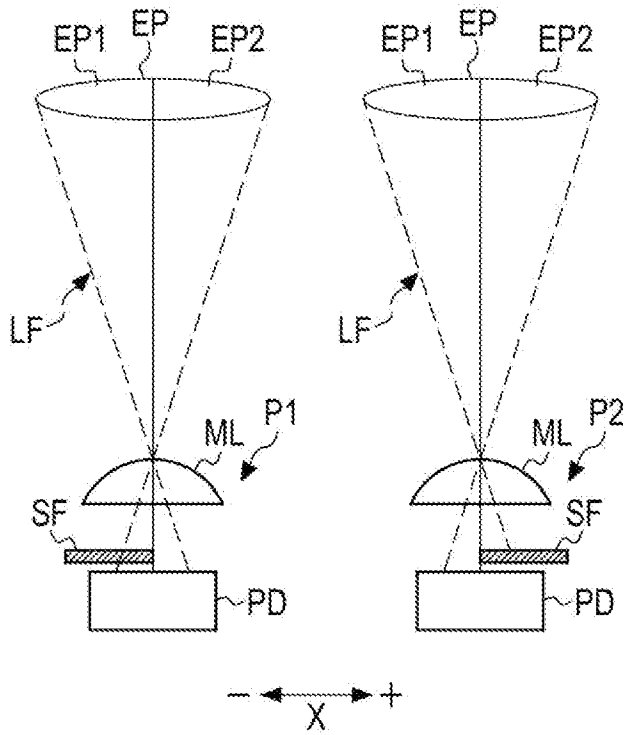
前記入力処理が実行された前記モデルにより、前記第 1 信号により生成された第 1 画像に含まれる被写体を検出する被写体検出処理と、

前記入力処理が実行された前記モデルにより、前記被写体に対する
合焦位置を検出する第1合焦位置検出処理と、
を前記撮像装置に実行させるプログラム。

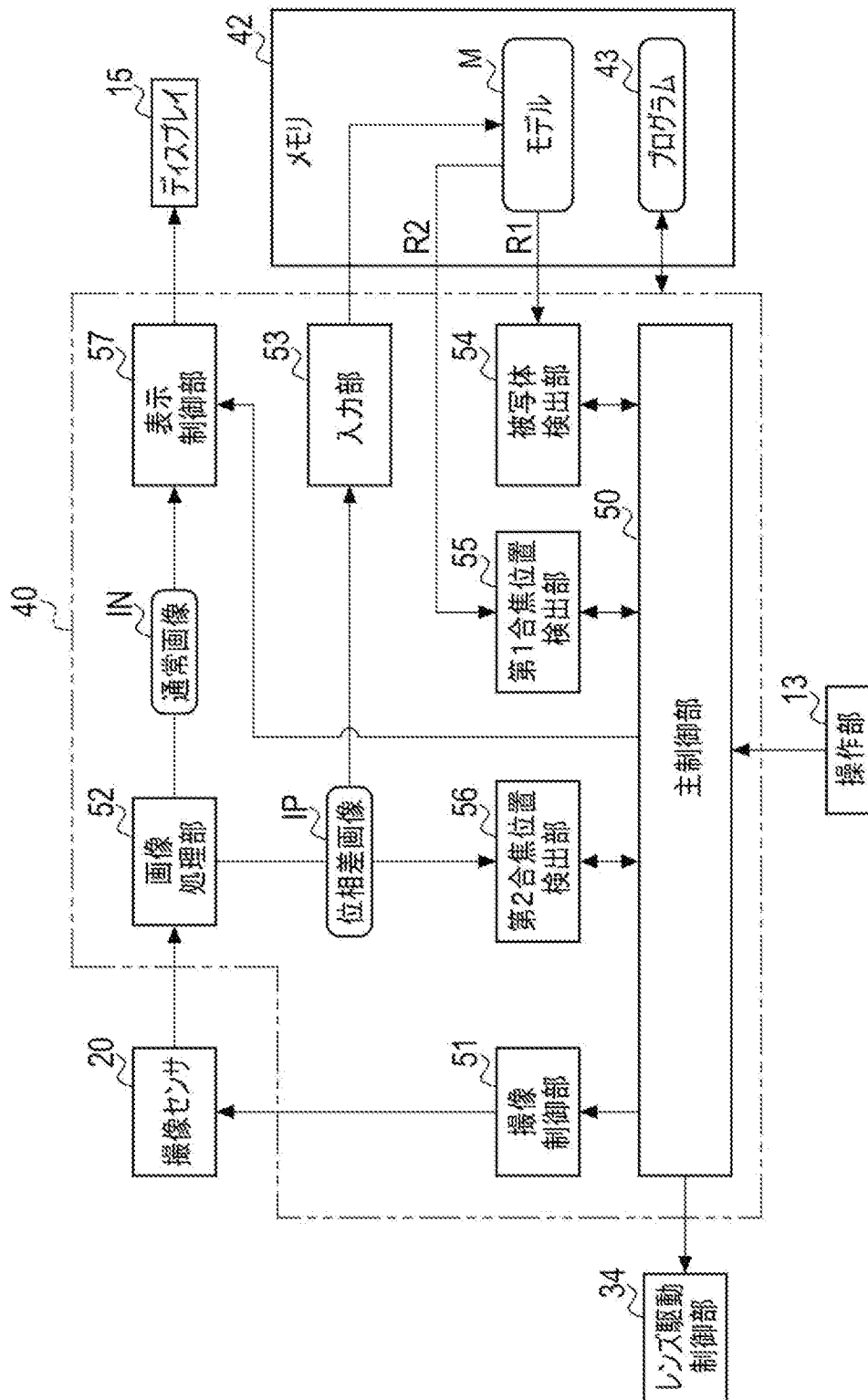
[図2]



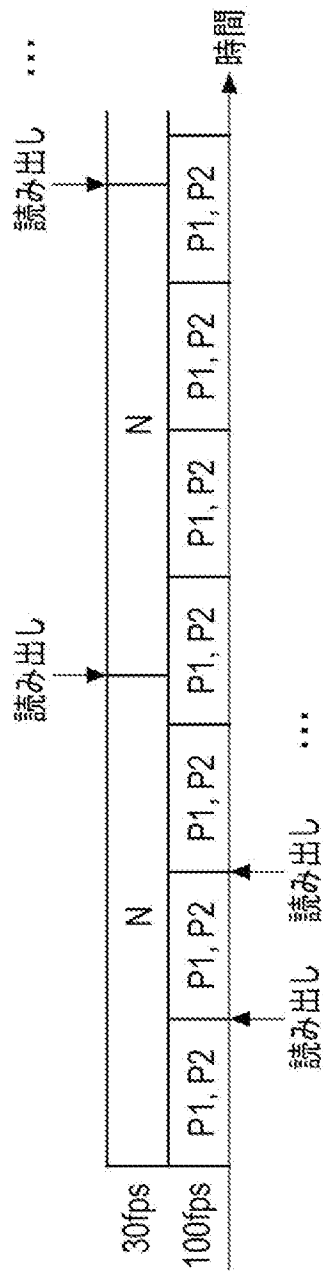
[図3]



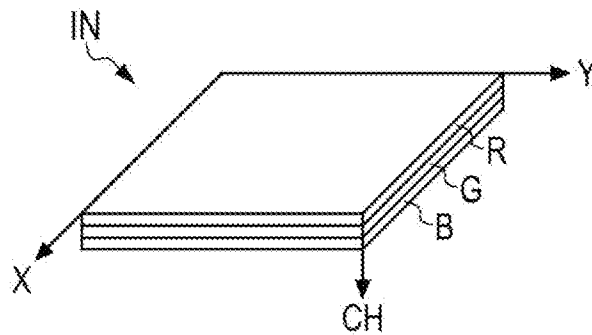
[図5]



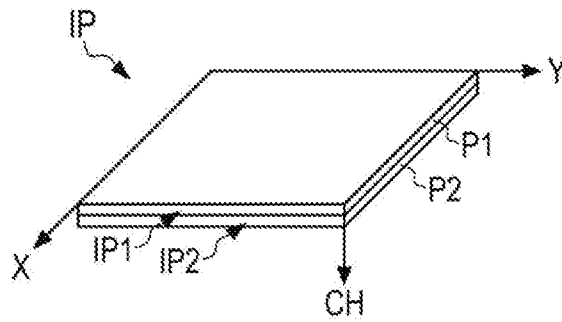
[図6]



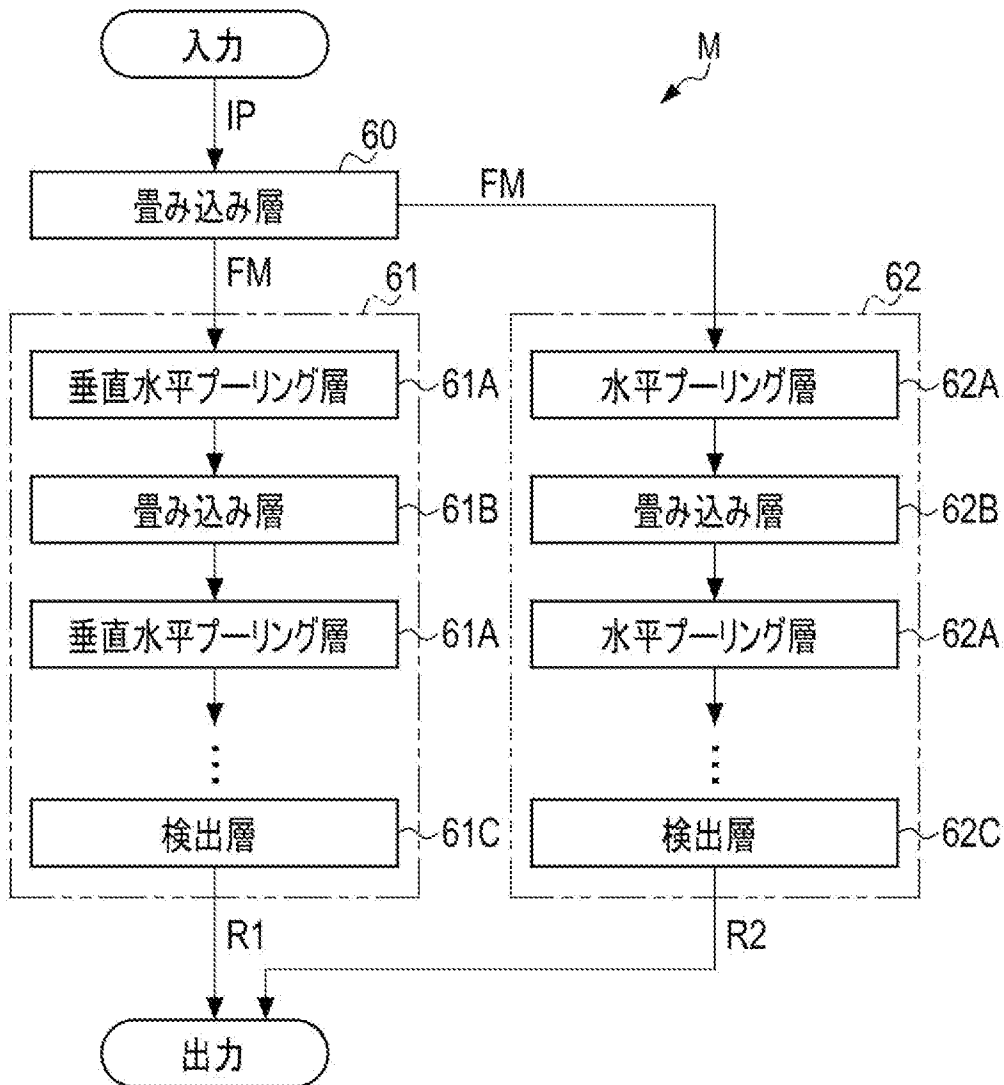
[図7]



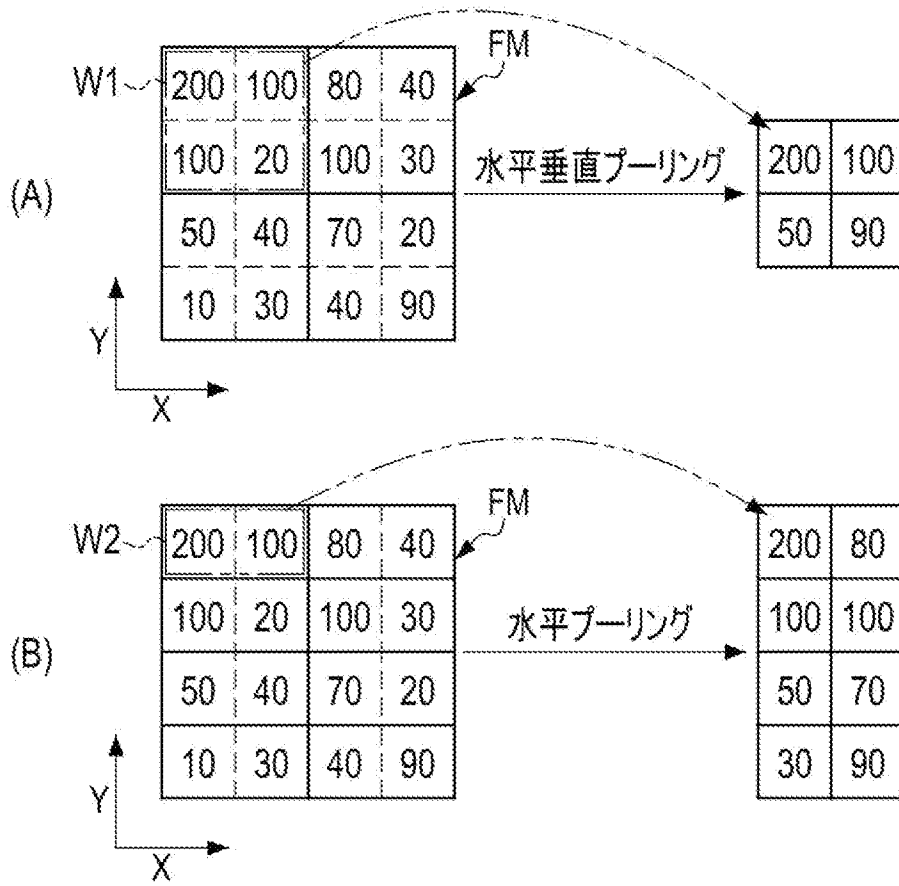
[図8]



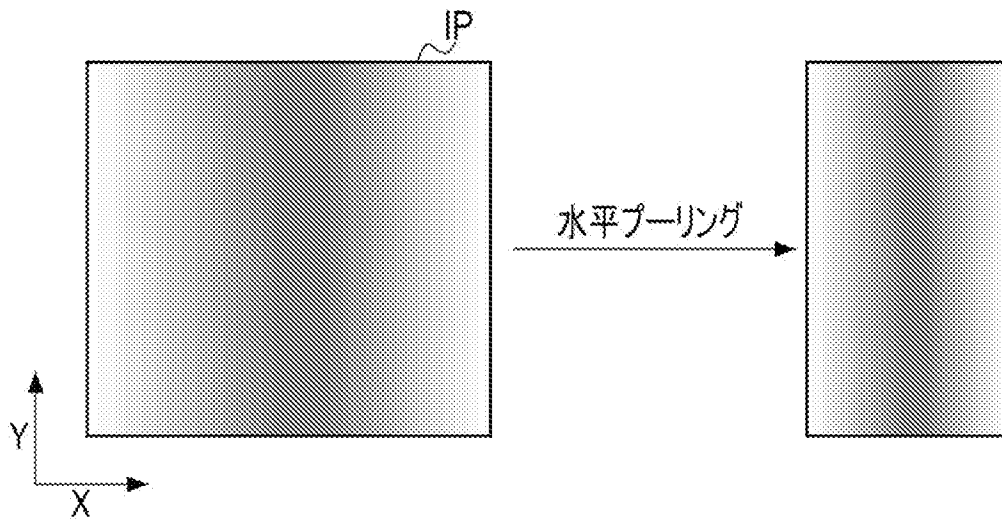
[図9]



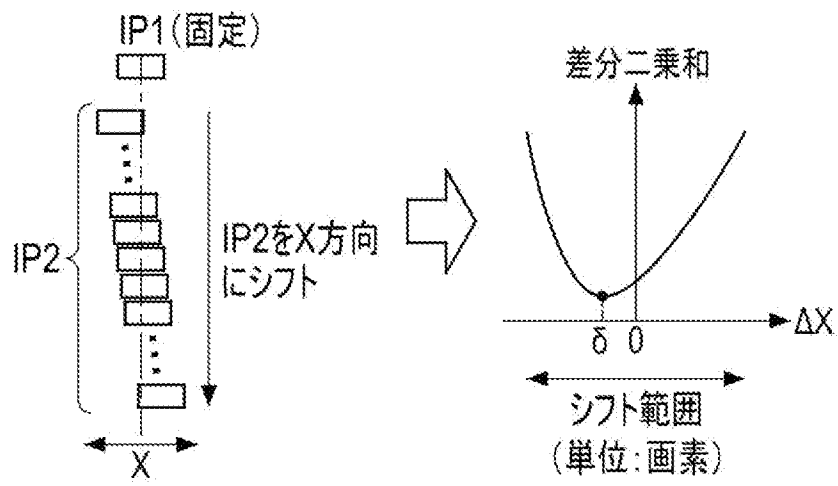
[図10]



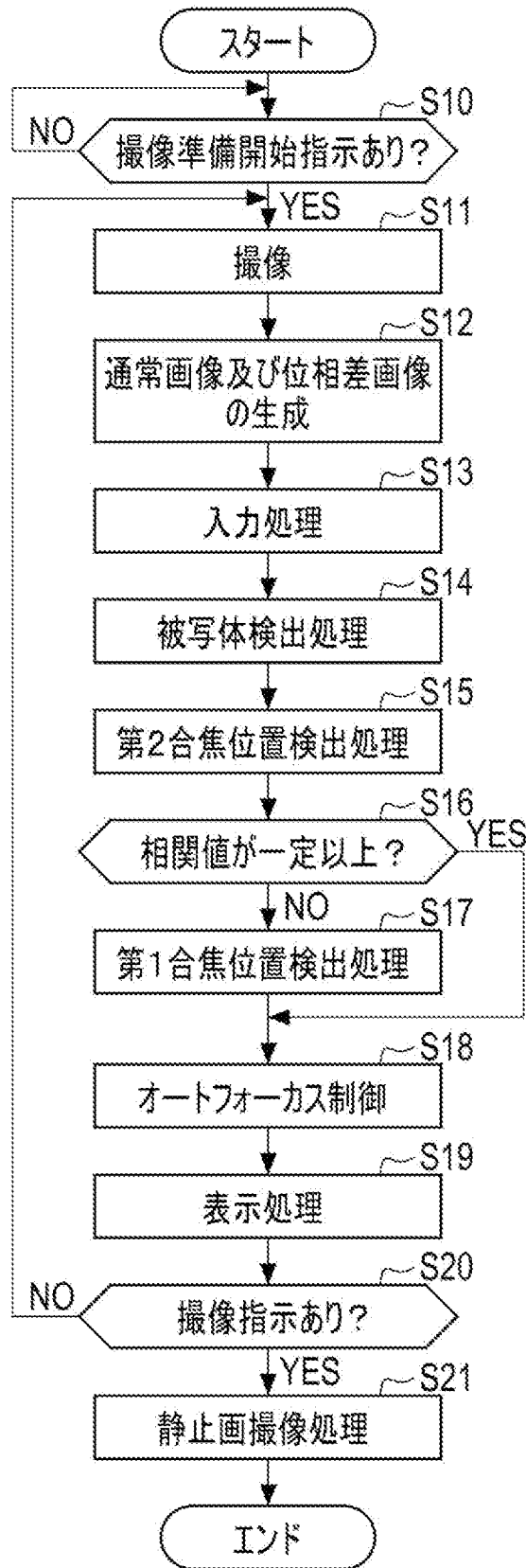
[図11]



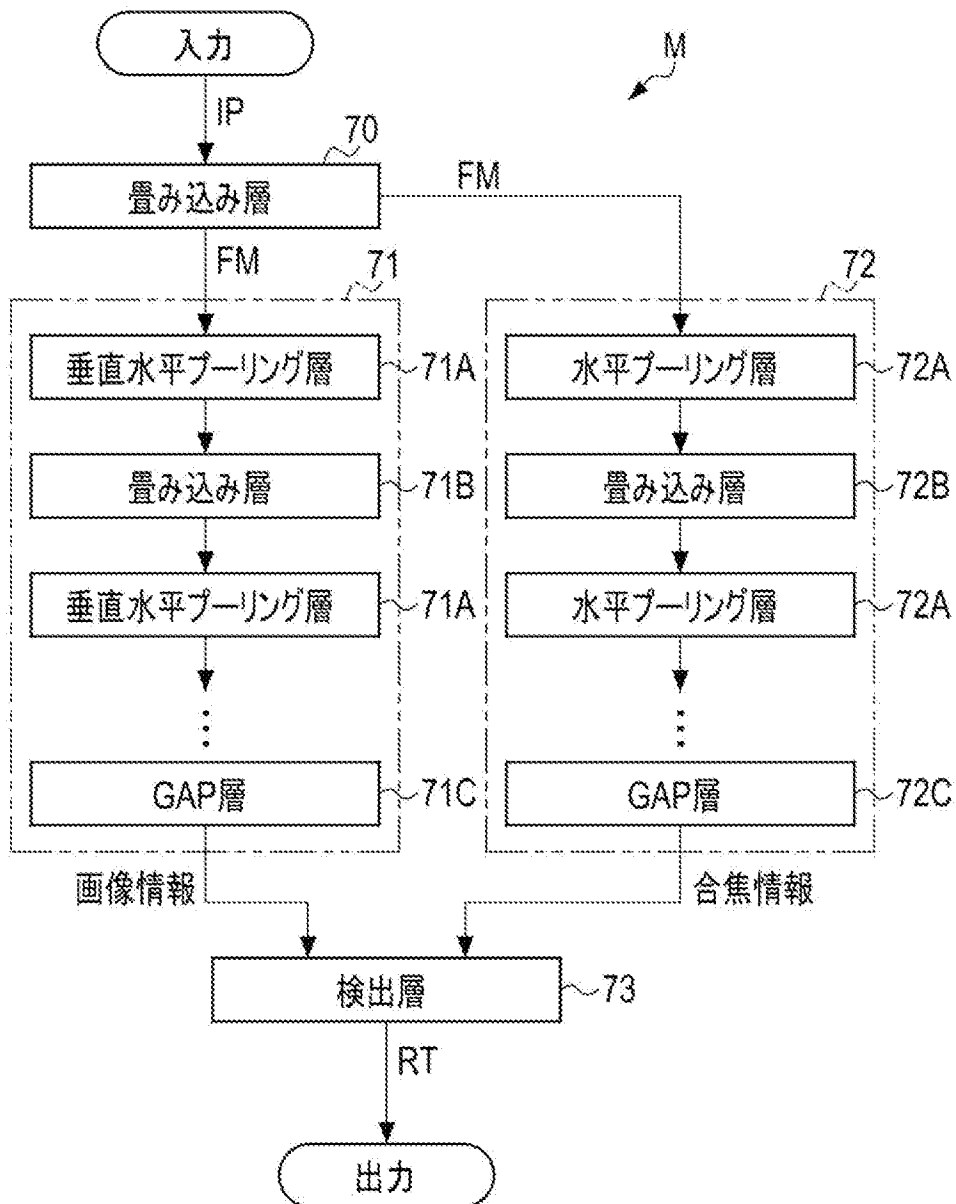
[図12]



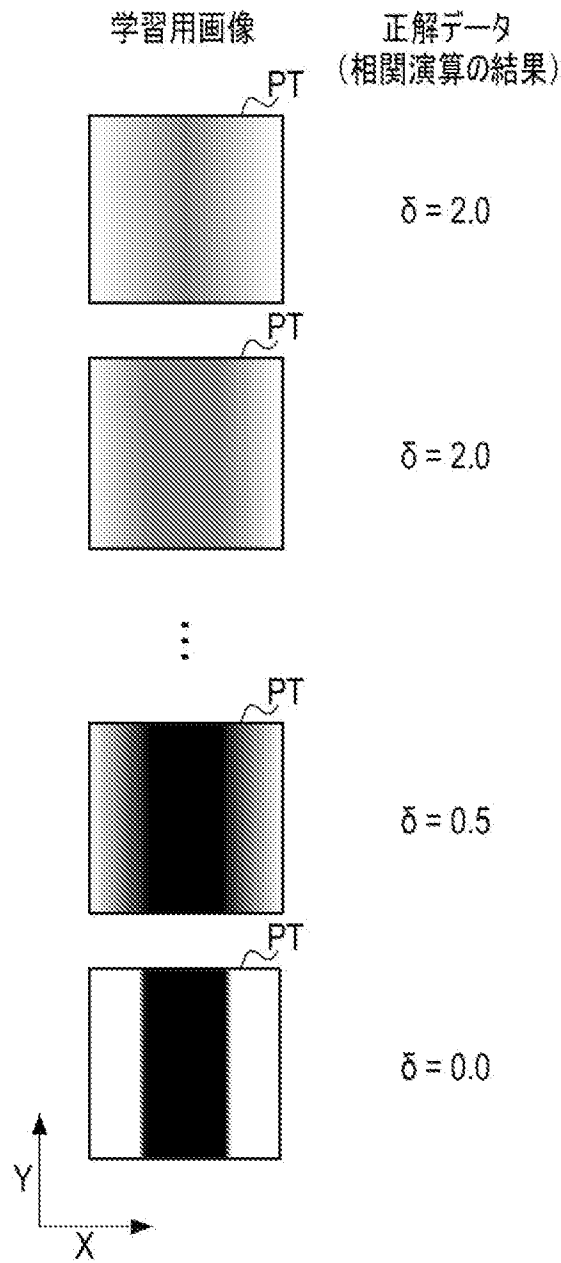
[図13]



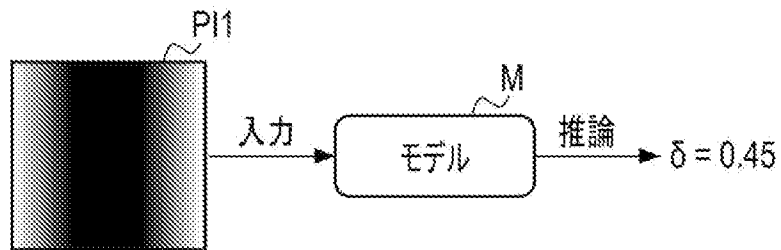
[図14]



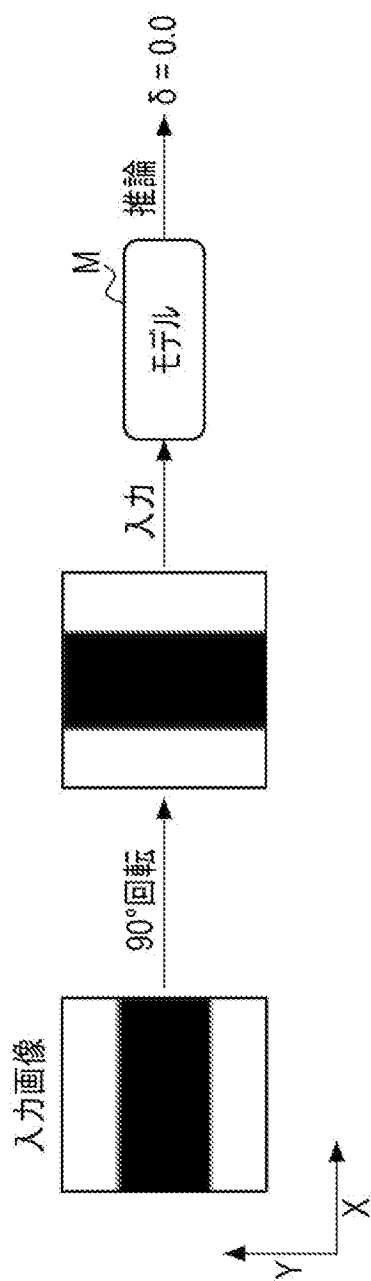
[図15]



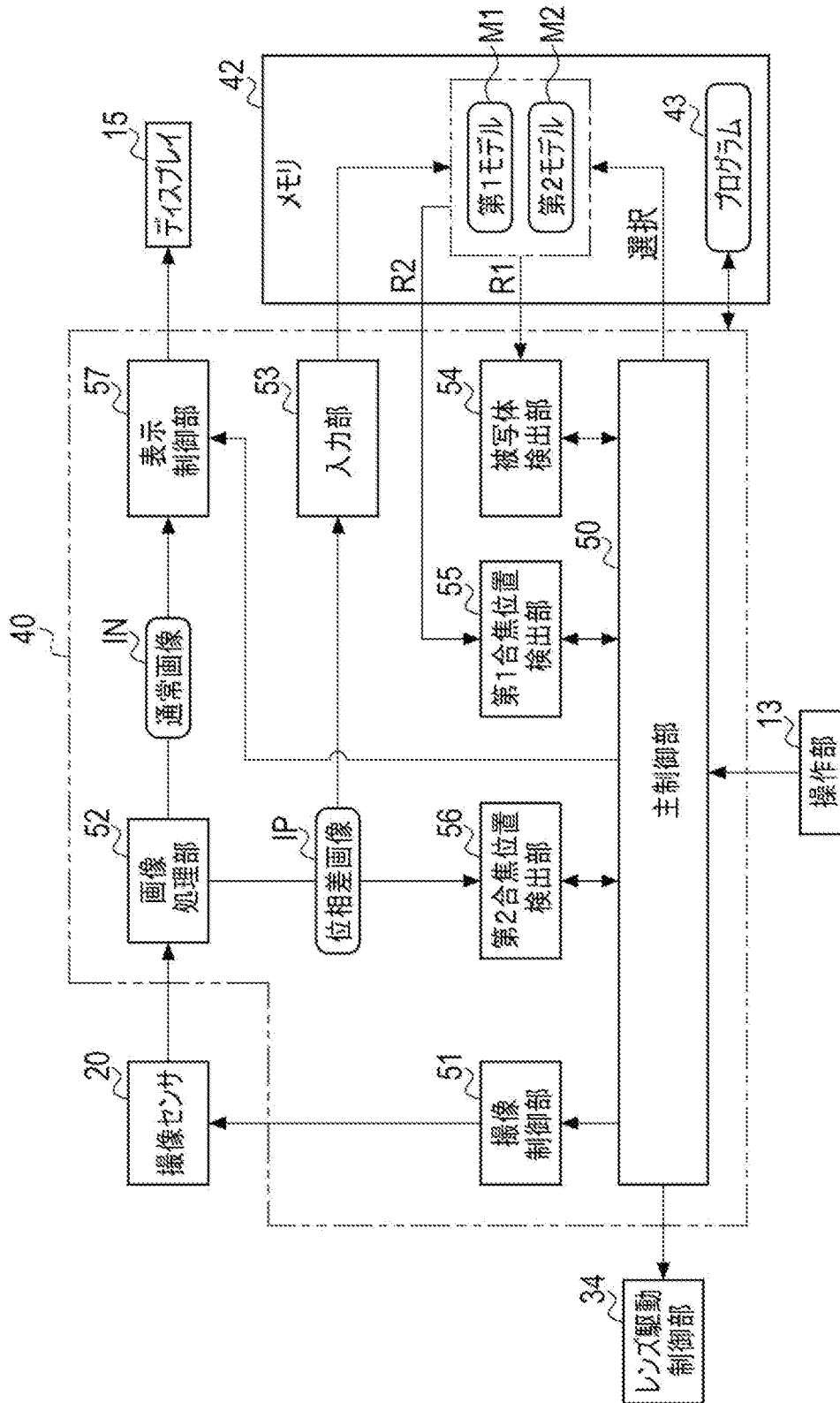
[図16]



[図17]



[図18]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/027947

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02B 7/34</i> (2021.01)i; <i>G03B 13/36</i> (2021.01)i; <i>G03B 15/00</i> (2021.01)i; <i>H04N 5/232</i> (2006.01)i FI: G02B7/34; G03B13/36; G03B15/00 Q; H04N5/232 120		
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) G02B7/34; G03B13/36; G03B15/00; H04N5/232		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2019-215489 A (OLYMPUS CORP.) 19 December 2019 (2019-12-19) paragraphs [0025], [0035]-[0040], [0055]-[0060], [0082]-[0094], [0123], [0124], fig. 1, 7, 11, 12	1-13
Y	WO 2019/073814 A1 (SONY CORP.) 18 April 2019 (2019-04-18) paragraphs [0003], [0055]-[0063], [0069]-[0079], [0089]-[0095], [0156], fig. 8-10	1-13
Y	US 2017/0094153 A1 (PIXART IMAGING INC.) 30 March 2017 (2017-03-30) paragraphs [0079]-[0085], [0088], [0094], fig. 1, 3, 4, 11	1-13
Y	JP 2007-65002 A (CANON INC.) 15 March 2007 (2007-03-15) paragraphs [0055], [0056]	4-11
Y	JP 2016-153984 A (DENSO IT LABORATORY INC.) 25 August 2016 (2016-08-25) paragraphs [0006]-[0012]	10-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 12 September 2022		Date of mailing of the international search report 04 October 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/027947

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2019-215489	A	19 December 2019	US 2019/0387175 A1 paragraphs [0034], [0044]- [0049], [0064]-[0069], [0091]- [0103], [0132], [0133], fig. 1, 7, 11, 12 CN 110611761 A	
WO	2019/073814	A1	18 April 2019	US 2020/0260014 A1 paragraphs [0003], [0084]- [0092], [0098]-[0108], [0118]- [0124], [0185], fig. 8-10	
US	2017/0094153	A1	30 March 2017	US 2017/0004624 A1 US 2018/0232898 A1 US 2019/0068872 A1	
JP	2007-65002	A	15 March 2007	(Family: none)	
JP	2016-153984	A	25 August 2016	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>G02B 7/34(2021.01)i; G03B 13/36(2021.01)i; G03B 15/00(2021.01)i; H04N 5/232(2006.01)i FI: G02B7/34; G03B13/36; G03B15/00 Q; H04N5/232 120</p>																				
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>G02B7/34; G03B13/36; G03B15/00; H04N5/232</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2022年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2022年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年										
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																			
日本国公開実用新案公報	1971 - 2022年																			
日本国実用新案登録公報	1996 - 2022年																			
日本国登録実用新案公報	1994 - 2022年																			
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2019-215489 A (オリンパス株式会社) 19.12.2019 (2019 - 12 - 19) 【0025】、【0035】-【0040】、【0055】-【0060】、 【0082】-【0094】、【0123】-【0124】、図1、図7及び図 11-12</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2019/073814 A1 (ソニー株式会社) 18.04.2019 (2019 - 04 - 18) [0003], [0055]-[0063], [0069]-[0079], [0089]-[0095], [0156]及び図8-10</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2017/0094153 A1 (PIXART IMAGING INC.) 30.03.2017 (2017 - 03 - 30) [0079]-[0085], [0088], [0094], 図1, 図3-4及び図11</td> <td>1-13</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2007-65002 A (キヤノン株式会社) 15.03.2007 (2007 - 03 - 15) 【0055】-【0056】</td> <td>4-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2016-153984 A (株式会社デンソーアイティラボラトリ) 25.08.2016 (2016 - 08 - 25) 【0006】-【0012】</td> <td>10-11</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	Y	JP 2019-215489 A (オリンパス株式会社) 19.12.2019 (2019 - 12 - 19) 【0025】、【0035】-【0040】、【0055】-【0060】、 【0082】-【0094】、【0123】-【0124】、図1、図7及び図 11-12	1-13	Y	WO 2019/073814 A1 (ソニー株式会社) 18.04.2019 (2019 - 04 - 18) [0003], [0055]-[0063], [0069]-[0079], [0089]-[0095], [0156]及び図8-10	1-13	Y	US 2017/0094153 A1 (PIXART IMAGING INC.) 30.03.2017 (2017 - 03 - 30) [0079]-[0085], [0088], [0094], 図1, 図3-4及び図11	1-13	Y	JP 2007-65002 A (キヤノン株式会社) 15.03.2007 (2007 - 03 - 15) 【0055】-【0056】	4-11	Y	JP 2016-153984 A (株式会社デンソーアイティラボラトリ) 25.08.2016 (2016 - 08 - 25) 【0006】-【0012】	10-11
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																		
Y	JP 2019-215489 A (オリンパス株式会社) 19.12.2019 (2019 - 12 - 19) 【0025】、【0035】-【0040】、【0055】-【0060】、 【0082】-【0094】、【0123】-【0124】、図1、図7及び図 11-12	1-13																		
Y	WO 2019/073814 A1 (ソニー株式会社) 18.04.2019 (2019 - 04 - 18) [0003], [0055]-[0063], [0069]-[0079], [0089]-[0095], [0156]及び図8-10	1-13																		
Y	US 2017/0094153 A1 (PIXART IMAGING INC.) 30.03.2017 (2017 - 03 - 30) [0079]-[0085], [0088], [0094], 図1, 図3-4及び図11	1-13																		
Y	JP 2007-65002 A (キヤノン株式会社) 15.03.2007 (2007 - 03 - 15) 【0055】-【0056】	4-11																		
Y	JP 2016-153984 A (株式会社デンソーアイティラボラトリ) 25.08.2016 (2016 - 08 - 25) 【0006】-【0012】	10-11																		
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>																				
<p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの</p> <p>“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</p> <p>“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）</p> <p>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>“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</p> <p>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>																				
<p>国際調査を完了した日</p> <p>12.09.2022</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>04.10.2022</p>																			
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>藏田 敦之 2V 9510</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3271</p>																			

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2022/027947

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2019-215489	A	19.12.2019	US 2019/0387175 A1 [0034], [0044]- [0049], [0064]- [0069], [0091]- [0103], [0132]- [0133], 図1, 図7及び図11-12 CN 110611761 A	
WO	2019/073814	A1	18.04.2019	US 2020/0260014 A1 [0003], [0084]-[0092], [0098]-[0108], [0118]- [0124], [0185]及び図8-10	
US	2017/0094153	A1	30.03.2017	US 2017/0004624 A1 US 2018/0232898 A1 US 2019/0068872 A1	
JP	2007-65002	A	15.03.2007	(ファミリーなし)	
JP	2016-153984	A	25.08.2016	(ファミリーなし)	