

(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  
2020年4月2日(02.04.2020)



(10) 国際公開番号

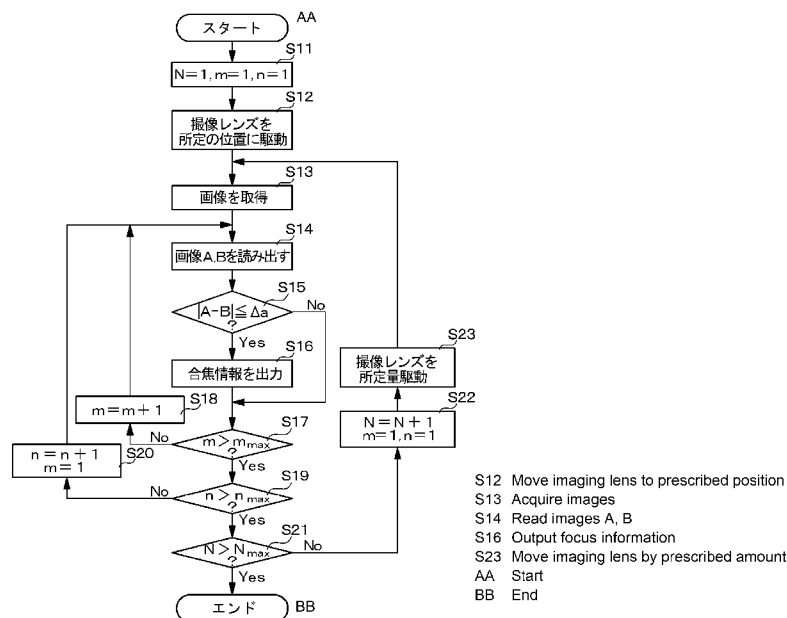
WO 2020/066341 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01C 3/06 (2006.01) H04N 5/225 (2006.01)  
G02B 7/34 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)  
G03B 13/36 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2019/031620
- (22) 国際出願日: 2019年8月9日(09.08.2019)
- (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 2018-184005 2018年9月28日(28.09.2018) JP
- (71) 出願人: ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社(SONY SEMICONDUCTOR SOLUTIONS CORPORATION) [JP/JP]; 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 田中 幸也 (TANAKA Sachiya); 〒2430014 神奈川県厚木市旭町四丁目14番1号 ソニーセミコンダクタソリューションズ株式会社内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 山本 孝久, 外(YAMAMOTO Takahisa et al.); 〒1410032 東京都品川区大崎4丁目3番2号 秋葉ビル301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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: DEGREE-OF-FOCUS DETECTION DEVICE, DEPTH MAP GENERATION DEVICE, AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器

[図7]



(57) Abstract: This degree-of-focus detection device comprises an imaging optical system for taking in subject image light, a pixel array unit in which phase difference detection pixels for obtaining a first image and second image on the basis of light beams that have passed through a first pupil area and second pupil area of the imaging optical system are arranged in a two-dimensional array, and a detection unit for, for each of a plurality of in-focus images photographed at different distances, detecting phase difference detection pixels where the brightness difference between the first image

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

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

添付公開書類：

- 国際調査報告（条約第21条(3)）

---

and second image is less than or equal to a prescribed value.

(57) 要約：本開示の合焦度検出装置は、被写体の像光を取り込む結像光学系、結像光学系が有する第1の瞳領域及び第2の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第1の画像及び第2の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る画素アレイ部、並びに、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第1の画像及び第2の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部を備える。

## 明 細 書

発明の名称：

合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器

### 技術分野

[0001] 本開示は、合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器に関する。

### 背景技術

[0002] 近年、スマートフォン等の電子機器において、三次元形状を計測する技術が用いられている。三次元形状の計測方法としては、能動計測法及び受能計測法が知られている。レーザ計測や、TOF (Time of Flight : 飛行時間)等の能動計測法は、一般的に、受能計測法に比べて使用装置が大型化し、高価格となる傾向にある。

[0003] 受能計測法に属する三次元形状の計測方法として、焦点を変化させて撮影した計測対象の物体の画像群（即ち、多焦点画像群）を用いて物体表面の各点までの深度の値を推定する、一般的に、SFF/SFD (Shape From Focus / Defocus)法と呼ばれる手法がある。このSFF/SFD法の一つとして、従来、位相差検出画素の位置情報を使用して、深度マップを生成する技術が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] この従来技術では、位相差検出画素の位置情報を使用して、画像データから、第1の位相差検出画素データ及び第2の位相差検出画素データを抽出し、第1のウィンドウ及び第2のウィンドウの移動に基づいて、第1の位相差検出画素データ及び第2の位相差検出画素データから第1の位相グラフ及び第2の位相グラフを計算する演算処理が行われる。そして、第1の位相グラフ及び第2の位相グラフを使用して、位相差のずれを計算する演算処理が行われ、この演算で求めた位相差のずれを基に深度マップの生成が行われる。

### 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：US 2016/0267666 A1

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 上記の特許文献1に記載の従来技術では、位相差検出画素の位置情報を使用して、画像データから演算処理によって、深度マップの生成の基となる深度情報（depth値）を取得することになるため、即応性に乏しく、また、演算処理のための回路規模が大きくなってしまう。

[0007] そこで、本開示は、小さな回路規模にて、深度情報の取得を短い処理時間で実現できる合焦度検出装置、深度マップの生成を短い処理時間で実現できる深度マップ生成装置、及び、当該深度マップ生成装置を搭載する電子機器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

[0008] 上記の目的を達成するための本開示の合焦度検出装置は、  
被写体からの像光を取り込む結像光学系、  
結像光学系の射出瞳に含まれる第1の瞳領域及び第2の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第1の画像及び第2の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る撮像部、並びに、  
焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第1の画像及び第2の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部を備える、  
ことを特徴とする。

[0009] また、上記の目的を達成するための本開示の深度マップ生成装置は、  
被写体からの像光を取り込む結像光学系、  
結像光学系の射出瞳に含まれる第1の瞳領域及び第2の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第1の画像及び第2の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る撮像部、  
焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第1の画像及び第2の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部、  
焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、検出部が検出した位

相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体の二次元合焦度マップを生成する第1のマップ生成部、並びに、

複数枚の画像毎の焦点が合う距離から推定される被写体の深度情報、及び、二次元合焦度マップを基に深度マップを生成する第2のマップ生成部を備える、

ことを特徴とする。

[0010] また、上記の目的を達成するための本開示の電子機器は、上記の構成の深度マップ生成装置を搭載することを特徴とする。

### 図面の簡単な説明

[0011] [図1]図1は、本開示の第1実施形態に係る撮像システムの構成の概略を示すシステム構成図である。

[図2]図2は、撮像部及び位相差検出画素の構成の一例を示す概略構成図である。

[図3]図3は、撮像光学系の射出瞳の分割方向及び射出瞳面積を概念的に示す図である。

[図4]図4は、位相差検出画素を用いて合焦度を検出する合焦度検出の原理図である。

[図5]図5は、合焦状態の位相差検出画素を検出する検出部、被写体の二次元合焦度マップを生成する第1のマップ生成部、及び、深度マップを生成する第2のマップ生成部の各機能を有する演算部の機能ブロック図である。

[図6]図6は、第1実施形態に係る撮像システムにおける二次元合焦度マップ及び深度マップを生成する具体例について説明する図である。

[図7]図7は、第1実施形態に係る撮像システムにおける位相差検出画素の合焦情報を取得する処理の一例を示すフローチャートである。

[図8]図8は、本開示の第2実施形態に係る撮像システムの構成の概略を示すシステム構成図である。

[図9]図9は、第2実施形態に係る撮像システムにおける二次元合焦度マップ及び深度マップを生成する具体例について説明する図である。

[図10]図10は、第2実施形態に係る撮像システムにおける位相差検出画素の合焦情報を取得する処理の一例を示すフローチャートである。

[図11]図11は、第2実施形態に係る撮像システムにおける位相差検出画素の合焦情報を取得する処理の他の例を示すフローチャートである。

[図12]図12Aは、本開示の電子機器の具体例に係るスマートフォンの正面側から見た外観図であり、図12Bは、裏面側から見た外観図である。

## 発明を実施するための形態

[0012] 以下、本開示の技術を実施するための形態（以下、「実施形態」と記述する）について図面を用いて詳細に説明する。本開示の技術は実施形態に限定されるものではない。以下の説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。尚、説明は以下の順序で行う。

1. 本開示の合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器、全般に関する説明

2. 第1実施形態（単眼システム構成の例）

2-1. システム構成

2-2. 合焦度検出の原理

2-3. 二次元合焦度マップ及び深度マップの生成

2-4. 合焦状態にある位相差検出画素の合焦情報の取得

3. 第2実施形態（複眼システム構成の例）

3-1. システム構成

3-2. 二次元合焦度マップ及び深度マップの生成

3-3. 合焦状態にある位相差検出画素の合焦情報の取得

4. 変形例

5. 本開示の電子機器

6. 本開示がとることができる構成

[0013] <本開示の合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器、全般に関する説明>

本開示の合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器にあっては、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に検出した位相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体の二次元合焦度マップを生成するマップ生成部（第１のマップ生成部）を有する構成とすることができる。

[0014] 上述した好ましい構成を含む本開示の合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器にあっては、位相差検出画素について、一对の受光素子から成る構成とすることができる。そして、一对の受光素子について、単一の画素内に、第１の方向、第１の方向と直交する第２の方向、又は、第１の方向及び第２の方向の両方向において並んで配置されている構成とすることができる。

[0015] また、上述した好ましい構成を含む本開示の合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器にあっては、結像光学系について、光軸方向における位置調整が可能な単一の撮像レンズを有し、単一の撮像レンズの異なる位置での複数回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る構成とすることができる。

[0016] あるいは又、上述した好ましい構成を含む本開示の合焦度検出装置、深度マップ生成装置、及び、電子機器にあっては、結像光学系について、焦点位置の異なる複数の撮像レンズを有し、複数の撮像レンズによる１回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る構成とすることができる。

[0017] <第１実施形態>

図１は、本開示の第１実施形態に係る撮像システムの構成の概略を示すシステム構成図である。第１実施形態に係る撮像システム１０Ａは、通常の撮影（標準の撮影）の機能の他に、合焦度検出、及び、それに基づく深度マップ生成の機能を持っている。

[0018] [システム構成]

第１実施形態に係る撮像システム１０Ａは、撮像光学系１１、レンズ・絞

り駆動部 12、撮像装置 13、操作部 14、演算部 15、記憶部 16、表示部 17、及び、システム制御部 18を有するシステム構成となっている。このシステム構成において、撮像装置 13、演算部 15、記憶部 16、表示部 17、及び、システム制御部 18は、制御バスライン 19Aを介して互いに接続されている。また、撮像装置 13、演算部 15、記憶部 16、及び、表示部 17は、データバスライン 19Bを介して互いに接続されている。

[0019] 撮像光学系 11は、撮像レンズ 111及び絞り 112を有し、被写体からの像光（被写体から入射される像の光）を取り込み、撮像装置 13の撮像面上に結像する。撮像レンズ 111は、レンズ・絞り駆動部 12による駆動によって、光軸 O の方向における位置が調整可能となっている。すなわち、第 1 実施形態に係る撮像システム 10Aは、光軸方向における位置調整が可能な撮像レンズ 111を有する、所謂、単眼システムの構成となっている。

[0020] 単眼システム構成の第 1 実施形態に係る撮像システム 10Aは、合焦度検出、及び、それに伴う深度マップ生成のモードでは、システム制御部 18による制御の下に、レンズ・絞り駆動部 12による駆動によって、撮像レンズ 111の光軸方向における位置として、複数の撮影位置を設定することができる。そして、撮像レンズ 111の異なる位置での複数回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を取得することができる。

[0021] 撮像装置 13は、撮像部 131、アナログ信号処理部 132、A（アナログ）／D（デジタル）変換部 133、デジタル画像信号処理部 134、及び、制御部 135を有する構成となっている。

[0022] 撮像部 131は、被写体からの像光に基づく一对の像の位相差を検出するための位相差検出画素が二次元アレイ状に配置された構成となっている。より具体的には、図 2 に示すように、撮像部 131は、位相差検出画素 20が二次元アレイ状に配置されて成る画素アレイ部 1311、画素アレイ部 1311の各画素（位相差検出画素 20）を画素行単位で選択走査する行選択部 1312、及び、各画素を画素列単位で選択走査する列選択部 1313を有する CMOS センサから成る。但し、撮像部 131については、CMOS セ

ンサに限られるものではなく、CCDセンサから成る構成であってもよい。

[0023] 位相差検出画素20は、撮像光学系11の射出瞳に含まれる第1の瞳領域を通過した第1の光束に基づく第1の画像と、撮像光学系11の射出瞳に含まれる第2の瞳領域を通過した第2の光束に基づく第2の画像とを取得する。そして、一对の画像の輝度差、即ち、第1の画像及び第2の画像の輝度差から、撮像光学系11の合焦点を検出することができる。合焦点検出（焦点検出）の詳細については後述する。

[0024] アナログ信号処理部132は、例えば、画素アレイ部1311の各画素（位相差検出画素20）から画素列毎に出力される画素信号に対して、サンプル&ホールドなどの信号処理を行う。

[0025] A/D変換部133は、画素アレイ部1311の画素列に対応して設けられた複数のアナログーデジタル変換器の集合から成り、アナログ信号処理部132から出力されるアナログの画素信号をデジタル信号に変換する。A/D変換部133のアナログーデジタル変換器としては、周知のアナログーデジタル変換器を用いることができる。周知のアナログーデジタル変換器として、シングルスロープ型アナログーデジタル変換器、逐次比較型アナログーデジタル変換器、又は、デルタシグマ型（ $\Delta\Sigma$ 型）アナログーデジタル変換器を例示することができる。但し、アナログーデジタル変換器は、これらに限定されるものではない。

[0026] デジタル画像信号処理部134は、A/D変換部133でA/D変換されたデジタル画素信号を画素列毎に読み出し、例えば、増幅処理や演算処理等の種々の信号処理を行い、本撮像装置13の撮像信号としてデータバスライン19Bに出力する。

[0027] 制御部135は、システム制御部18による制御の下に、各種のタイミング信号、クロック信号、制御信号等を生成し、これら生成した信号を基に、撮像部131の行選択部1312、アナログ信号処理部132、A/D変換部133、及び、デジタル画像信号処理部134等の駆動制御を行う。

[0028] 操作部14は、ユーザによる操作の下に、システム制御部18に対して、

撮像装置 13 が持つ様々な機能について操作指令を発する。演算部 15 は、一般的なカメラ処理、例えば、ホワイトバランス処理、デモザイク処理、ガンマ補正処理などのための演算処理を行う。記憶部 16 は、演算部 15 での演算処理の過程で適宜データの格納に用いられる。表示部 17 は、液晶表示装置や有機 EL 表示装置などのパネル型表示装置から成り、撮像装置 13 で撮像された動画又は静止画を表示する。

[0029] システム制御部 18 は、例えばマイクロコンピュータによって構成され、操作部 14 からのユーザによる操作指令に基づいて、レンズ・絞り駆動部 12 の制御や撮像装置 13 の制御、更には、制御バスライン 19A を介しての、演算部 15、記憶部 16、及び、表示部 17 の制御を行う。

[0030] [合焦度検出の原理]

ここで、合焦度検出（焦点検出）の詳細について説明する。デジタルカメラ等の撮像システムにおいて、カメラの焦点（ピント）を自動的に合わせる AF（オートフォーカス）方式の一つとして像面位相差 AF が知られている。そして、像面位相差 AF を実現するために、位相差検出画素 20 が用いられる。また、位相差検出画素 20 を用いることで、後述するように、撮像光学系 11 の合焦度（焦点）を検出することができる。

[0031] 図 2 に示すように、位相差検出画素 20 は、例えば単一の画素内に設けられた一对の受光素子（例えば、フォトダイオード）20A、20B を有する。位相差検出画素 20 の測距瞳の分割方向及び測距瞳面積を図 3 に概念的に示す。図 3 は、撮像システム（カメラ）を斜め前方から見た図である。位相差検出画素 20 の測距瞳は、第 1 の方向（行方向／左右方向）における分割であり、個々の測距瞳は、撮像光学系 11 の射出瞳を左右に分割した各々一方の領域を覆う大きさになっている。

[0032] 図 3 に示すように、位相差検出画素 20 は、一对の受光素子 20A、20B の受光面側（撮像光学系 11 側）に、オンチップマイクロレンズ 21 を備えている。そして、撮像光学系 11 による撮像光束を効率良く利用するために、撮像光学系 11 の射出瞳と一对の受光素子 20A、20B とは、オンチ

ップマイクロレンズ 21 によって共役の関係に置かれる。この構成により、位相差検出画素 20 には瞳分割機能が付与される。

[0033] 位相差検出画素 20 において、一方の受光素子 20A には、撮像光学系 11 の右半分を通過した光束が導かれ、他方の受光素子 20B には、撮像光学系 11 の左半分を通過した光束が導かれる。そして、複数の受光素子 20A で捉えられる画像を第 1 の画像 A とし、複数の受光素子 20B で捉えられる画像を第 2 の画像 B とし、第 1 の画像 A 及び第 2 の画像 B の重なり度合いを検出することで、撮像光学系 11 の合焦度を検出することができる。この合焦度検出機能については、その一部をオートフォーカス機能と兼用するようにすることもできる。

[0034] 図 2 及び図 3 に示す例では、位相差検出画素 20 の一对の受光素子 20A, 20B は、第 1 の方向（行方向／左右方向）において並んで配置された構成となっている。但し、一对の受光素子 20A, 20B については、第 1 の方向と直交する第 2 の方向（列方向／上下方向）において並んで配置されていてもよいし、第 1 の方向及び第 2 の方向の両方向において並んで配置されていてもよい。また、一对の受光素子 20A, 20B については、単一の画素内での配置に限られるものではなく、画素の半分がマスキングされた複数の画素に跨って配置された構成とすることもできる。

[0035] 位相差検出画素 20 を用いて合焦度を検出する合焦度検出の原理図を図 4 に示す。図 4 には、撮像光学系 11 における合焦状態、前ピン状態、及び、後ピン状態を示している。ここで、「合焦状態」とは、撮像部 131 の撮像面上にピント（焦点）があった状態を言い、「前ピン状態」とは、ピント位置が撮像部 131 の撮像面よりも前側（撮像光学系 11 側）にずれた状態を言い、「後ピン状態」とは、ピント位置が撮像部 131 の撮像面よりも後側にずれた状態を言う。

[0036] 合焦状態では、撮像光学系 11 の射出瞳に含まれる第 1 の瞳領域を通過した第 1 の光束と、撮像光学系 11 の射出瞳に含まれる第 2 の瞳領域を通過した第 2 の光束とが最も重なり、位相差検出画素 20 の一对の受光素子 20A

， 20Bで取得される第1の光束及び第2の光束に基づく画像の輝度が最大となる。

[0037] また、合焦状態では、第1の瞳領域の重心と第2の瞳領域の重心とが一致し、一方の受光素子20Aで取得される第1の画像Aの輝度と、他方の受光素子20Bで取得される第2の画像Bの輝度とが等しくなる。ここで、「等しくなる」とは、第1の画像Aの輝度と第2の画像Bの輝度とが厳密に等しくなる場合の他、実質的に等しくなる場合も含む意味であり、設計上あるいは製造上生ずる種々のばらつきの存在は許容される。

[0038] 尚、第1の画像A及び第2の画像Bの輝度差が、理想的にはゼロとなる状態が合焦状態であるが、ここでは、第1の画像A及び第2の画像Bの輝度差が、ゼロに近い所定値以下の状態を合焦状態とする。

[0039] 因みに、前ピン状態及び後ピン状態においては、第1の瞳領域の重心と第2の瞳領域の重心とが一致せず、異なる位置にある。そして、前ピン状態では、光学中心Oに対し、複数の受光素子20Aで取得される第1の画像Aが左側に離れ、複数の受光素子20Bで取得される第2の画像Bが右側に離れる。また、後ピン状態では、光学中心Oに対し、複数の受光素子20Bで取得される第2の画像Bが左側に離れ、複数の受光素子20Aで取得される第1の画像Aが右側に離れる。このような状態においては、受光素子20Aの出力と受光素子20Bの出力との間には差が生じる。

[0040] 位相差検出画素20の一对の受光素子20A，20Bの出力信号に基づく、撮像光学系11の合焦度（焦点）の検出処理は、例えば、演算部15（図1参照）において実行される。すなわち、演算部15は、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第1の画像A及び第2の画像Bの輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部の機能を持っている。

[0041] 単眼システム構成の第1実施形態に係る撮像システム10Aにあっては、合焦度を検出するに当たって、撮像レンズ111の光軸方向における位置調整を行い、撮像レンズ111の異なる位置で、即ち、焦点の合う異なる距離で撮影を行い、複数枚の画像を取得する。このとき、演算部15は、焦点の

合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、システム制御部 18 による制御の下に、第 1 の画像 A 及び第 2 の画像 B の輝度差  $|A - B|$  が所定値以下の位相差検出画素、即ち、合焦状態にある位相差検出画素を検出する。そして、合焦状態にある位相差検出画素の合焦情報として、例えば、一枚の画像内の位置を特定する位置情報を出力する。

[0042] 尚、ここでは、撮像装置 13 外に設けられた演算部 15 が、合焦状態にある位相差検出画素を検出する検出部の機能を有するとしたが、当該検出部を CMOS センサや CCD センサから成る撮像装置 13 の機能部の一部として組み込んだ構成とすることもできる。

[0043] 演算部 15 は、合焦状態にある位相差検出画素を検出する検出部の機能の他に、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に検出した、合焦状態にある位相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体の二次元合焦度マップを生成する第 1 のマップ生成部の機能を持っている。演算部 15 において、第 1 のマップ生成部の機能は、システム制御部 18 による制御の下に実行される。

[0044] 複数枚の画像毎の焦点が合う距離からは、被写体の三次元形状の深度情報（depth 値）を推定することができる。そして、演算部 15 は、検出部の機能及び第 1 のマップ生成部の機能の他に、複数枚の画像毎の焦点が合う距離から推定される被写体の深度情報、及び、二次元合焦度マップを基に深度マップを生成する第 2 のマップ生成部の機能を持っている。演算部 15 において、第 2 のマップ生成部の機能は、システム制御部 18 による制御の下に実行される。

[0045] 演算部 15 の機能ブロック図を図 5 に示す。図 5 に示すように、演算部 15 は、合焦状態の位相差検出画素を検出する検出部 151、被写体の二次元合焦度マップを生成する第 1 のマップ生成部 152、及び、深度マップを生成する第 2 のマップ生成部 153 の各機能を有する。

[0046] [二次元合焦度マップ及び深度マップの生成]

ここで、二次元合焦度マップ及び深度マップを生成する一例について説明

する。単眼システム構成の第1実施形態に係る撮像システム10Aにあっては、焦点の合う異なる距離で複数枚の画像を撮影（取得）するには、撮像レンズ111の光軸方向における位置調整を行う必要がある。

[0047] ここでは、一例として、撮像レンズ111の光軸方向における位置について、撮像部131の撮像面から一番遠い位置 $P_1$ 、撮像面に近づくに従って、位置 $P_2$ 、位置 $P_3$ 、撮像面に一番近い位置 $P_4$ の4通り設定できるものとする。そして、位置 $P_1$ で撮影したときの焦点が合う距離を $f_1$ とし、位置 $P_2$ で撮影したときの焦点が合う距離を $f_2$ とし、位置 $P_3$ で撮影したときの焦点が合う距離を $f_3$ とし、位置 $P_4$ で撮影したときの焦点が合う距離を $f_4$ とする。

[0048] 焦点の合う異なる距離で撮影したとき、位相差検出画素20が二次元アレイ状に配置されて成る画素アレイ部1311（図2参照）において、合焦状態となる位相差検出画素20の位置は、被写体の三次元形状に対応して異なる。ここでは、図面の簡略化のために、画素アレイ部1311の画素配列が、水平4画素×垂直4画素の場合を例に挙げて、二次元合焦度マップ及び深度マップの生成について、図6を用いて説明する。

[0049] 例えば、焦点が合う距離 $f_1$ で撮影したとき、被写体の三次元形状に対応して、1行1列目及び4行4列目の位置の2箇所の位相差検出画素20が合焦状態になるものとする。焦点が合う距離 $f_2$ で撮影したとき、被写体の三次元形状に対応して、2行1列目、1行2列目、4行3列目、及び、3行4列目の位置の4箇所の位相差検出画素20が合焦状態になるものとする。

[0050] 焦点が合う距離 $f_3$ で撮影したとき、被写体の三次元形状に対応して、3行1列目、2行2列目、4行2列目、1行3列目、3行3列目、及び、2行4列目の位置の6箇所の位相差検出画素20が合焦状態になるものとする。焦点が合う距離 $f_4$ で撮影したとき、被写体の三次元形状に対応して、4行1列目、3行2列目、2行3列目、及び、1行4列目の位置の4箇所の位相差検出画素20が合焦状態になるものとする。

[0051] このようにして、演算部15の第1のマップ生成部の機能により、焦点の合う異なる距離 $f_1 \sim f_4$ で撮影した4枚の画像毎に検出した位相差検出画素2

0の位置情報を二次元アレイ状にマッピングすることで、焦点が合う距離 $f_1 \sim f_4$ の画像毎に被写体の二次元合焦度マップを生成することができる。そして、演算部15の第2のマップ生成部の機能により、焦点が合う距離 $f_1 \sim f_4$ から推定される被写体の三次元形状の深度情報 $D_1 \sim D_4$ 、及び、上記の二次元合焦度マップを基に深度マップを生成することができる。

[0052] 尚、深度マップの生成アルゴリズムについては、上記の具体例は一例であって、これに限定されるものではなく、既存の生成アルゴリズムであっても構わない。

[0053] 上述したように、本実施形態に係る撮像システム10Aにおける演算部15は、位相差検出画素20を用いて合焦度を検出し、被写体の三次元形状（例えば、認識対象の顔）の深度マップを生成するに当たって、第1の画像A及び第2の画像Bの輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出するだけの処理で済む。すなわち、演算部15では、画像データから演算処理によって、深度マップの生成の基となる深度情報を取得しなくても、単に、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、合焦状態にある位相差検出画素を検出するだけの処理で、深度マップを生成することができる。従って、小さな回路規模にて、深度情報の取得及び深度マップの生成を短い処理時間で実現することができる。

[0054] [合焦状態にある位相差検出画素の合焦情報の取得]

続いて、単眼システム構成の第1実施形態に係る撮像システム10Aにおいて、二次元合焦度マップの生成に用いる合焦状態にある位相差検出画素20の合焦情報を取得する処理について、図7のフローチャートに沿って説明する。図7は、第1実施形態に係る撮像システム10Aにおける位相差検出画素20の合焦情報を取得する処理の一例を示すフローチャートである。

[0055] 撮像レンズ111の光軸方向における位置について、上記の場合を例に挙げると、位置 $P_1 \sim P_4$ の4通り設定できるものとする。そして、位置 $P_1 \sim P_4$ の各位置番号Nを1～4とする。また、合焦状態にある位相差検出画素20の座標を $P D (m, n)$ とする。合焦状態にある位相差検出画素20の合焦

情報の取得処理は、二次元合焦度マップを生成するための処理の一部であり、従って、システム制御部 18 による制御の下に、演算部 15 において実行される処理である。

[0056]  まず、システム制御部 18 は、撮像レンズ 111 の光軸方向における位置番号  $N$ 、水平方向（行方向）の座標位置  $m$ 、及び、垂直方向（列方向）の座標位置  $n$  をそれぞれ 1 とし（ステップ S 11）、次いで、撮像レンズ 111 を所定の位置、即ち、 $N = 1$  の位置  $P_1$  に駆動する（ステップ S 12）。次に、システム制御部 18 は、位置  $P_1$  での焦点が合う距離  $f_1$  で撮影した画像を取得する（ステップ S 13）。

[0057]  次に、システム制御部 18 は、位置  $P_1$  で撮影した際に、座標  $PD(1, 1)$  の位相差検出画素 20 で捉えられる第 1 の画像  $A$  及び第 2 の画像  $B$  を読み出し（ステップ S 14）、次いで、第 1 の画像  $A$  及び第 2 の画像  $B$  の輝度差  $|A - B|$  が所定値  $\Delta a$  以下であるか否かを判断する（ステップ S 15）。

[0058]  そして、システム制御部 18 は、輝度差  $|A - B|$  が  $|A - B| \leq \Delta a$  であれば（S 15 の Yes）、当該位相差検出画素 20 が合焦状態にあるものとし、合焦情報として、例えば、第 1 の画像及び第 2 の画像の輝度差  $|A - B|$  に基づく合焦度を出力する（ステップ S 16）。合焦情報として出力する合焦度は、第 1 の画像及び第 2 の画像の輝度の近さを示す信号である。尚、システム制御部 18 は、輝度差  $|A - B| > \Delta a$  であれば（S 15 の No）、直接ステップ S 17 に移行する。

[0059]  次に、システム制御部 18 は、水平方向の座標位置  $m$  が最大値  $m_{\max}$ （本例では、 $m_{\max} = 4$ ）を超えたか否かを判断し（ステップ S 17）、超えていなければ（S 17 の No）、水平方向の座標位置  $m$  をインクリメントし（ステップ S 18）、しかる後、ステップ S 14 に戻って、ステップ S 14 からステップ S 17 までの処理を、水平方向の座標位置  $m$  が最大値  $m_{\max}$  に達するまで繰り返して実行する。

[0060]  システム制御部 18 は、 $m_{\max}$  の座標位置  $m$  が最大値  $m_{\max}$  を超えていれば（S 17 の Yes）、垂直方向の座標位置  $n$  が最大値  $n_{\max}$ （本例では、 $n_{\max} = 4$ ）

を超えたか否かを判断する（ステップS 1 9）。そして、システム制御部 1 8は、最大値  $n_{\max}$  を超えていなければ（S 1 9のN o）、垂直方向の座標位置  $n$  をインクリメントするとともに、水平方向の座標位置  $m$  として初期値 1 を設定し（ステップS 2 0）、しかる後、ステップS 1 4に戻って、ステップS 1 4からステップS 1 9までの処理を、垂直方向の座標位置  $n$  が最大値  $n_{\max}$  に達するまで繰り返して実行する。

[0061] システム制御部 1 8は、垂直方向の座標位置  $n$  が最大値  $n_{\max}$  を超えていれば（S 1 9のY e s）、位置番号  $N$  が最大値  $N_{\max}$ （本例では、 $N_{\max} = 4$ ）を超えたか否かを判断する（ステップS 2 1）。そして、システム制御部 1 8は、最大値  $N_{\max}$  を超えていれば（S 2 1のY e s）、位相差検出画素 2 0の合焦情報を取得するための一連の処理を終了する。

[0062] また、システム制御部 1 8は、位置番号  $N$  が最大値  $N_{\max}$  を超えていなければ（S 1 8のN o）、位置番号  $N$  をインクリメントするとともに、水平方向及び垂直方向の座標位置  $m$ ,  $n$  として初期値 1 を設定し（ステップS 2 2）、次いで、撮像レンズ 1 1を次の位置まで所定量だけ駆動し（ステップS 2 3）、しかる後、ステップS 1 3に戻る。そして、システム制御部 1 8は、ステップS 1 3からステップS 2 1までの処理を、位置番号  $N$  が最大値  $N_{\max}$  を超えるまで繰り返して実行する。

[0063] 上述した一連の処理により、単眼システム構成の第 1 実施形態に係る撮像システム 1 0 Aにおいて、二次元合焦度マップの生成に用いる、合焦状態にある位相差検出画素 2 0の合焦情報として合焦度を取得し、当該位相差検出画素 2 0の画像（画素アレイ部）内の位置を特定することができる。そして、合焦状態にある位相差検出画素 2 0の位置情報を二次元アレイ状にマッピングすることで、 $N = 1 \sim N = N_{\max}$ の各位置で撮影した画像毎に、被写体の二次元合焦度マップを生成することができるし、当該二次元合焦度マップを基に深度マップを生成することができる。

[0064] 尚、図 7 の例では、合焦状態にある位相差検出画素 2 0の合焦情報として、第 1 の画像及び第 2 の画像の輝度差  $|A - B|$  に基づく合焦度（即ち、第

1の画像A及び第2の画像Bの輝度の近さを示す信号)を出力するとしたが、合焦度の代わりに、位置情報(アドレス)を出力するようにしてもよい。また、合焦状態にある位相差検出画素20の合焦情報をそのまま出力してもよいし、圧縮して出力するようにしてもよい。

[0065] <第2実施形態>

図8は、本開示の第2実施形態に係る撮像システムの構成の概略を示すシステム構成図である。第2実施形態に係る撮像システム10Bは、第1実施形態に係る撮像システム10Aと同様に、通常の撮影(標準の撮影)の機能の他に、合焦度検出、及び、それに基づく深度マップ生成の機能を持っている。

[0066] [システム構成]

第2実施形態に係る撮像システム10Bは、撮像光学系11、撮像装置13、操作部14、演算部15、記憶部16、表示部17、及び、システム制御部18を有するシステム構成となっている。このシステム構成において、撮像装置13、演算部15、記憶部16、表示部17、及び、システム制御部18は、制御バスライン19Aを介して互いに接続されている。また、撮像装置13、演算部15、記憶部16、及び、表示部17は、データバスライン19Bを介して互いに接続されている。

[0067] 撮像光学系11は、光軸Oの周りに配置された、焦点位置(合焦深度)の異なる複数の撮像レンズ111(多眼レンズ)を有する、所謂、複眼システムの構成となっている。複眼システムについては、多眼システムということもできる。複眼システム構成(多眼システム構成)の撮像光学系11によれば、焦点位置の異なる複数の撮像レンズ111による1回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を取得することができる。

[0068] 撮像装置13、操作部14、演算部15、記憶部16、表示部17、及び、システム制御部18の構成及び機能については、第1実施形態に係る撮像システム10Aにおける対応する構成要素と基本的に同じである。また、撮像装置13の撮像部131に、二次元アレイ状に配置された位相差検出画素

20で取得される第1の画像A及び第2の画像Bに基づく合焦度検出の原理についても、第1実施形態で説明した通りである。

[0069] [二次元合焦度マップ及び深度マップの生成]

二次元合焦度マップ及び深度マップを生成するに当たって、第1実施形態に係る撮像システム10Aの場合は、単眼システム構成であることから、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を取得するため、撮像レンズ111の光軸方向における位置調整を行う必要があった。

[0070] これに対し、第2実施形態に係る撮像システム10Bの場合は、焦点位置の異なる複数の撮像レンズ111を有する複眼システム構成であることから、1回の撮影で、焦点の合う異なる距離での複数枚の画像を取得することができる。従って、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像の取得に要する時間に関して、第1実施形態に係る撮像システム10Aに比べて、第2実施形態に係る撮像システム10Bの方が有利である。また、第2実施形態に係る撮像システム10Bの場合、撮像レンズ111を光軸Oの方向において移動させる機構が存在しないため、第1実施形態に係る撮像システム10Aに比べて、光軸Oの方向のサイズの縮小化を図ることができる。

[0071] 第2実施形態に係る撮像システム10Bにおける二次元合焦度マップ及び深度マップを生成する具体例を図9に示す。二次元アレイ状の位相差検出画素20からの信号を順次AD変換し、対となる第1の画像A及び第2の画像Bの輝度を比較し、輝度の近さを示す合焦度として出力する。そして、合焦状態にある位相差検出画素20の位置情報を二次元アレイ状にマッピングすることで、焦点が合う距離 $f_1 \sim f_4$ の画像毎に被写体の二次元合焦度マップを生成することができる。また、焦点が合う距離 $f_1 \sim f_4$ から推定される被写体の三次元形状の深度情報 $D_1 \sim D_4$ 、及び、上記の二次元合焦度マップを基に深度マップを生成することができる。

[0072] [合焦状態にある位相差検出画素の合焦情報の取得]

続いて、複眼システム構成の第2実施形態に係る撮像システム10Bにおいて、二次元合焦度マップの生成に用いる合焦状態にある位相差検出画素2

0の合焦情報を取得する処理について、図10のフローチャートに沿って説明する。図10は、第2実施形態に係る撮像システム10Bにおける位相差検出画素20の合焦情報を取得する処理の一例を示すフローチャートである。

- [0073] 単眼システム構成の第1実施形態に係る撮像システム10Aの例では、焦点の合う異なる距離で撮影して取得する画像を4枚とし、撮像レンズ111の移動位置 $P_1 \sim P_4$ に対応して、それぞれの焦点が合う距離を $f_1 \sim f_4$ としている。これに対応して、第2実施形態に係る撮像システム10Bでは、撮像光学系11において、光軸Oの周りには撮像レンズ111が4個配置され、4個の撮像レンズ111のそれぞれの焦点が合う距離を $f_1 \sim f_4$ とする。
- [0074] 位相差検出画素20の合焦情報の取得処理は、二次元合焦度マップを生成するための処理の一部である。従って、第1実施形態に係る撮像システム10Aの場合と同様に、位相差検出画素20の合焦情報の取得処理は、システム制御部18による制御の下に、演算部15において実行される。
- [0075] 本処理例では、1回の撮影で取得した4枚の画像について一括読み出しを行った後、複眼の焦点が合う異なる距離の異なるエリア毎に二次元マップを読み出して合成する処理となる。そして、本処理例では、例えば、水平方向（行方向）の座標位置 $m$ の最大値 $m_{\max}$ を $m_{\max} = 16$ とし、垂直方向（列方向）の座標位置 $n$ の最大値 $n_{\max}$ を $n_{\max} = 16$ とする。
- [0076] システム制御部18は、水平方向（行方向）の座標位置 $m$ 、及び、垂直方向（列方向）の座標位置 $n$ をそれぞれ1とし（ステップS31）、次いで、撮影した4枚の画像を取得し（ステップS32）、次いで、取得した画像の位相差検出画素20で捉えられる第1の画像A及び第2の画像Bを読み出す（ステップS33）。
- [0077] 次に、システム制御部18は、第1の画像A及び第2の画像Bの輝度差 $|A - B|$ が所定値 $\Delta a$ 以下であるか否かを判断し（ステップS34）、 $|A - B| \leq \Delta a$ であれば（S34のYes）、当該位相差検出画素20が合焦状態にあるものとし、合焦情報として、例えば、第1の画像及び第2の画像

の輝度差  $|A - B|$  に基づく合焦度を出力する（ステップ S 3 5）。

[0078] 次に、システム制御部 1 8 は、水平方向の座標位置  $m$  が最大値  $m_{\max}$ （本例では、 $m_{\max} = 16$ ）を超えたか否かを判断し（ステップ S 3 6）、超えていなければ（S 3 6 の N o）、水平方向の座標位置  $m$  をインクリメントし（ステップ S 3 7）、しかる後、ステップ S 3 3 に戻って、ステップ S 3 3 からステップ S 3 6 までの処理を、水平方向の座標位置  $m$  が最大値  $m_{\max}$  に達するまで繰り返して実行する。

[0079] システム制御部 1 8 は、 $m_{\max}$  の座標位置  $m$  が最大値  $m_{\max}$  を超えていれば（S 3 6 の Y e s）、垂直方向の座標位置  $n$  が最大値  $n_{\max}$ （本例では、 $n_{\max} = 16$ ）を超えたか否かを判断する（ステップ S 3 8）。そして、システム制御部 1 8 は、最大値  $n_{\max}$  を超えていなければ（S 3 8 の N o）、水平方向の座標位置  $m$  を  $m = 1$ 、垂直方向の座標位置  $n$  をインクリメントし（ステップ S 3 9）、しかる後、ステップ S 3 3 に戻って、ステップ S 3 3 からステップ S 3 8 までの処理を、垂直方向の座標位置  $n$  が最大値  $n_{\max}$  に達するまで繰り返して実行する。システム制御部 1 8 は、最大値  $n_{\max}$  を超えていれば（S 3 8 の Y e s）、位相差検出画素 2 0 の合焦情報を取得するための一連の処理を終了する。

[0080] 上述した一連の処理により、複眼システム構成の第 2 実施形態に係る撮像システム 1 0 B において、二次元合焦度マップの生成に用いる、合焦状態にある位相差検出画素 2 0 の合焦情報として合焦度を取得し、当該位相差検出画素 2 0 の画像（画素アレイ部）内の位置を特定することができる。そして、合焦状態にある位相差検出画素 2 0 の位置情報を二次元アレイ状にマッピングすることで、 $M = 1 \sim M_{\max}$  の各画像毎に被写体の二次元合焦度マップを生成することができるし、当該二次元合焦度マップを基に深度マップを生成することができる。

[0081] 図 1 1 に、第 2 実施形態に係る撮像システム 1 0 B における位相差検出画素 2 0 の合焦情報を取得する処理の他の例を示す。

[0082] 本処理例では、焦点が合う距離  $f_1 \sim f_4$  で撮影した画像の画像番号  $M$  を 1 ～

4とするまた、例えば、水平方向の座標位置 $m$ の最大値 $m_{\max}$ を $m_{\max}=4$ とし、垂直方向の座標位置 $n$ の最大値 $n_{\max}$ を $n_{\max}=4$ とする。そして、本処理例では、複眼の焦点が合う異なる距離の異なるエリア毎に二次元マップを読み出して合成する処理となる。そして、本処理例では、例えば、水平方向（行方向）の座標位置 $m$ の最大値 $m_{\max}$ を $m_{\max}=16$ とし、垂直方向（列方向）の座標位置 $n$ の最大値 $n_{\max}$ を $n_{\max}=16$ とする。

[0083] 図11のフローチャートにおいて、ステップS31からステップS39までの処理については、図10に示した処理例の場合と同じである。そして、システム制御部18は、ステップS38の処理において、垂直方向の座標位置 $n$ が最大値 $n_{\max}$ を超えていると判断した場合、画像番号 $M$ が最大値 $M_{\max}$ （本例では、 $M_{\max}=4$ ）を超えたか否かを判断する（ステップS40）。

[0084] そして、システム制御部18は、画像番号 $M$ が最大値 $M_{\max}$ を超えていなければ（S40のNo）、画像番号 $M$ をインクリメントし（ステップS41）、しかる後、ステップS33に戻り、ステップS34からステップS41までの処理を、画像番号 $M$ が最大値 $M_{\max}$ を超えるまで繰り返して実行する。システム制御部18は、画像番号 $M$ が最大値 $M_{\max}$ を超えていれば（S40のYes）、位相差検出画素20の合焦情報を取得するための一連の処理を終了する。

[0085] 上述した一連の処理によっても、図10の処理例の場合と同様に、合焦状態にある位相差検出画素20の合焦情報として合焦度を取得し、当該位相差検出画素20の位置情報を二次元アレイ状にマッピングすることで、 $M=1 \sim M_{\max}$ の各画像毎に被写体の二次元合焦度マップを生成することができるし、当該二次元合焦度マップを基に深度マップを生成することができる。

[0086] 尚、図10及び図11の例では、合焦状態にある位相差検出画素20の合焦情報として、第1の画像及び第2の画像の輝度差 $|A-B|$ に基づく合焦度（即ち、第1の画像 $A$ 及び第2の画像 $B$ の輝度の近さを示す信号）を出力するとしたが、合焦度の代わりに、位置情報（アドレス）を出力するようにしてもよい。また、合焦状態にある位相差検出画素20の合焦情報をそのまま出力してもよいし、圧縮して出力するようにしてもよい。

## [0087] &lt;変形例&gt;

以上、本開示の技術について、好ましい実施形態に基づき説明したが、本開示の技術は当該実施形態に限定されるものではない。上記の各実施形態において説明した撮像システムの構成、構造は例示であり、適宜、変更することができる。例えば、上述した第1実施形態に係る撮像システム単独及び第2実施形態に係る撮像システム単独の他に、合焦深度の異なる多眼レンズによる深度センスシステムと、通常の撮影用単眼システムとをハイブリッドしたハイブリッドシステムとすることもできる。

[0088] また、単眼システム及びハイブリッドシステムにおいて、画素読み出しの分解能及び合焦判定の分解能を変えても構わないし、撮像レンズの光軸方向の位置制御により、奥行き（深さ）方向の分解能の制御、調整を行うようにしてもよいし、撮像レンズの位置制御の応答速度を考慮した撮像、検出、及び、読み出しを行うようにしてもよい。

## [0089] &lt;本開示の電子機器&gt;

以上説明した本開示の合焦度検出装置及び深度マップ生成装置を備える第1実施形態に係る撮像システム10A又は第2実施形態に係る撮像システム10Bは、カメラ機能（撮像機能）を備える種々の電子機器に搭載される撮像部（撮像装置）として用いることができる。カメラ機能を備える電子機器として、例えば、スマートフォン、デジタルカメラ、タブレット、パーソナルコンピュータ等のモバイル機器を例示することができる。但し、第1実施形態に係る撮像システム10A又は第2実施形態に係る撮像システム10Bを用いることができる電子機器としては、モバイル機器に限定されるものではない。

[0090] ここでは、第1実施形態に係る撮像システム10A又は第2実施形態に係る撮像システム10Bを用いることができる本開示の電子機器の具体例として、スマートフォンを例示する。本開示の電子機器の具体例に係るスマートフォンの正面側から見た外観図を図12Aに示し、裏面側から見た外観図を図12Bに示す。

[0091] 本具体例に係るスマートフォン１００は、筐体１１０の正面側に表示部１２０を備えている。また、スマートフォン１００は、筐体１１０の正面側の上方部及び裏面側の上方部に、撮像部（カメラ）１３０、１４０を備えている。

[0092] 上記の構成のモバイル機器の一例であるスマートフォン１００において、その撮像部１３０、１４０として、先述した本開示の合焦度検出装置及び深度マップ生成装置を備える第１実施形態に係る撮像システム１０Ａ又は第２実施形態に係る撮像システム１０Ｂを用いることができる。すなわち、本具体例に係るスマートフォン１００は、撮像部１３０、１４０として、第１実施形態に係る撮像システム１０Ａ又は第２実施形態に係る撮像システム１０Ｂを用いることによって作製される。

[0093] そして、本具体例に係るスマートフォン１００は、撮像部１３０、１４０として、第１実施形態に係る撮像システム１０Ａ又は第２実施形態に係る撮像システム１０Ｂを搭載し、先述した本開示の合焦度検出装置及び深度マップ生成装置の機能を用いることにより、被写体の三次元形状の認識、例えば顔認識の機能を持つことができる。

[0094] ＜本開示がとることができる構成＞

尚、本開示は、以下のような構成をとることもできる。

[0095] ≪Ａ．合焦度検出装置≫

[Ａ－１] 被写体からの像光を取り込む結像光学系、

結像光学系の射出瞳に含まれる第１の瞳領域及び第２の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第１の画像及び第２の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る撮像部、並びに、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第１の画像及び第２の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部を備える、合焦度検出装置。

[Ａ－２] 焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、検出部が検出した位相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体

の二次元合焦度マップを生成するマップ生成部を有する、

上記〔A－１〕に記載の合焦度検出装置。

〔A－３〕位相差検出画素は、一对の受光素子から成る、

上記〔A－１〕又は上記〔A－２〕に記載の合焦度検出装置。

〔A－４〕一对の受光素子は、単一の画素内に、第１の方向、第１の方向と直交する第２の方向、又は、第１の方向及び第２の方向の両方向において並んで配置されている、

上記〔A－３〕に記載の合焦度検出装置。

〔A－５〕結像光学系は、光軸方向における位置調整が可能な単一の撮像レンズを有し、単一の撮像レンズの異なる位置での複数回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る、

上記〔A－１〕乃至上記〔A－４〕のいずれかに記載の合焦度検出装置。

〔A－６〕結像光学系は、焦点位置の異なる複数の撮像レンズを有し、複数の撮像レンズによる１回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る、

上記〔A－１〕乃至上記〔A－４〕のいずれかに記載の合焦度検出装置。

#### [0096] ≪Ｂ．深度マップ生成装置≫

〔Ｂ－１〕被写体からの像光を取り込む結像光学系、

結像光学系の射出瞳に含まれる第１の瞳領域及び第２の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第１の画像及び第２の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る撮像部、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第１の画像及び第２の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、検出部が検出した位相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体の二次元合焦度マップを生成する第１のマップ生成部、並びに、

複数枚の画像毎の焦点が合う距離から推定される被写体の深度情報、及び、二次元合焦度マップを基に深度マップを生成する第２のマップ生成部を備

える、

深度マップ生成装置。

[B-2] 位相差検出画素は、一对の受光素子から成る、

上記[B-1]に記載の深度マップ生成装置。

[B-3] 一对の受光素子は、単一の画素内に、第1の方向、第1の方向と直交する第2の方向、又は、第1の方向及び第2の方向の両方向において並んで配置されている、

上記[B-2]に記載の深度マップ生成装置。

[B-4] 結像光学系は、光軸方向における位置調整が可能な単一の撮像レンズを有し、単一の撮像レンズの異なる位置での複数回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る、

上記[B-1]乃至上記[B-3]のいずれかに記載の深度マップ生成装置。

[B-5] 結像光学系は、焦点位置の異なる複数の撮像レンズを有し、複数の撮像レンズによる1回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る、

上記[B-1]乃至上記[B-3]のいずれかに記載の深度マップ生成装置。

#### [0097] << C. 電子機器 >>

[C-1] 被写体からの像光を取り込む結像光学系、

結像光学系の射出瞳に含まれる第1の瞳領域及び第2の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第1の画像及び第2の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る撮像部、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第1の画像及び第2の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、検出部が検出した位相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体の二次元合焦度マップを生成する第1のマップ生成部、並びに、

複数枚の画像毎の焦点が合う距離から推定される被写体の深度情報、及び、二次元合焦度マップを基に深度マップを生成する第2のマップ生成部を備える、

深度マップ生成装置を搭載した電子機器。

[C-2] 位相差検出画素は、一对の受光素子から成る、

上記[C-1]に記載の電子機器。

[C-3] 一对の受光素子は、単一の画素内に、第1の方向、第1の方向と直交する第2の方向、又は、第1の方向及び第2の方向の両方向において並んで配置されている、

上記[C-2]に記載の電子機器。

[C-4] 結像光学系は、光軸方向における位置調整が可能な単一の撮像レンズを有し、単一の撮像レンズの異なる位置での複数回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る、

上記[C-1]乃至上記[C-3]のいずれかに記載の電子機器。

[C-5] 結像光学系は、焦点位置の異なる複数の撮像レンズを有し、複数の撮像レンズによる1回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る、

上記[C-1]乃至上記[C-3]のいずれかに記載の電子機器。

## 符号の説明

[0098] 10A・・・第1実施形態に係る撮像システム、10B・・・第2実施形態に係る撮像システム、11・・・撮像光学系、12・・・レンズ・絞り駆動部、13・・・撮像装置、14・・・操作部、15・・・演算部、16・・・記憶部、17・・・表示部、18・・・システム制御部、19A・・・制御バスライン、19B・・・データバスライン、20・・・位相差検出画素、20A、20B・・・一对の受光素子、21・・・オンチップマイクロレンズ

## 請求の範囲

- [請求項1] 被写体からの像光を取り込む結像光学系、  
結像光学系の射出瞳に含まれる第1の瞳領域及び第2の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第1の画像及び第2の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る撮像部、並びに、  
焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第1の画像及び第2の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部を備える、  
合焦度検出装置。
- [請求項2] 焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、検出部が検出した位相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体の二次元合焦度マップを生成するマップ生成部を有する、  
請求項1に記載の合焦度検出装置。
- [請求項3] 位相差検出画素は、一对の受光素子から成る、  
請求項1に記載の合焦度検出装置。
- [請求項4] 一对の受光素子は、単一の画素内に、第1の方向、第1の方向と直交する第2の方向、又は、第1の方向及び第2の方向の両方向において並んで配置されている、  
請求項3に記載の合焦度検出装置。
- [請求項5] 結像光学系は、光軸方向における位置調整が可能な単一の撮像レンズを有し、単一の撮像レンズの異なる位置での複数回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る、  
請求項1に記載の合焦度検出装置。
- [請求項6] 結像光学系は、焦点位置の異なる複数の撮像レンズを有し、複数の撮像レンズによる1回の撮影で、焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像を得る、  
請求項1に記載の合焦度検出装置。
- [請求項7] 被写体からの像光を取り込む結像光学系、

結像光学系の射出瞳に含まれる第1の瞳領域及び第2の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第1の画像及び第2の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る撮像部、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第1の画像及び第2の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、検出部が検出した位相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体の二次元合焦度マップを生成する第1のマップ生成部、並びに、

複数枚の画像毎の焦点が合う距離から推定される被写体の深度情報、及び、二次元合焦度マップを基に深度マップを生成する第2のマップ生成部を備える、

深度マップ生成装置。

[請求項8]

被写体からの像光を取り込む結像光学系、

結像光学系の射出瞳に含まれる第1の瞳領域及び第2の瞳領域をそれぞれ通過した光束に基づく第1の画像及び第2の画像を得る位相差検出画素が二次元アレイ状に配置されて成る撮像部、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、第1の画像及び第2の画像の輝度差が所定値以下の位相差検出画素を検出する検出部、

焦点の合う異なる距離で撮影した複数枚の画像毎に、検出部が検出した位相差検出画素の位置情報を二次元アレイ状にマッピングし、被写体の二次元合焦度マップを生成する第1のマップ生成部、並びに、

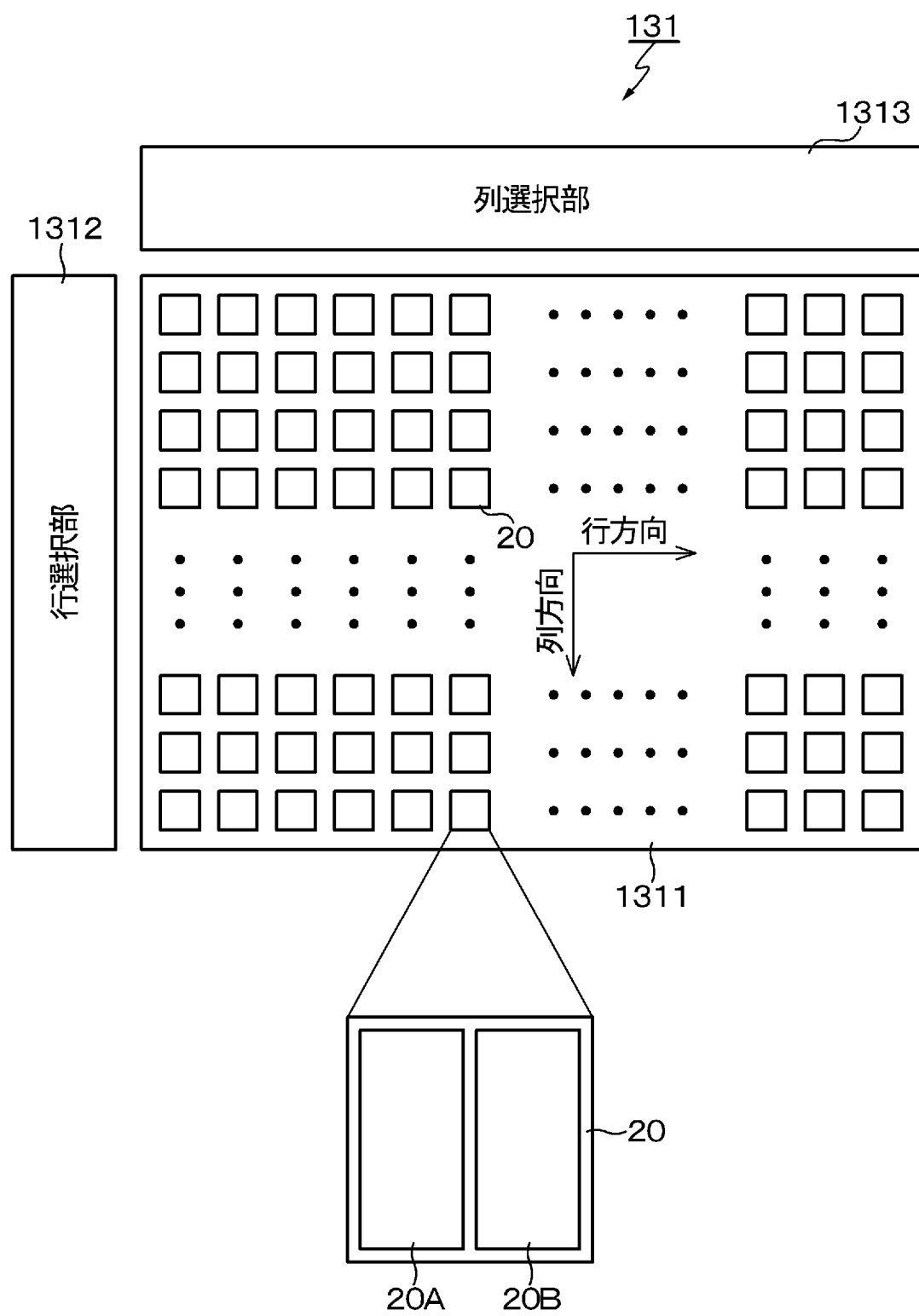
複数枚の画像毎の焦点が合う距離から推定される被写体の深度情報、及び、二次元合焦度マップを基に深度マップを生成する第2のマップ生成部を備える、

深度マップ生成装置を搭載した電子機器。



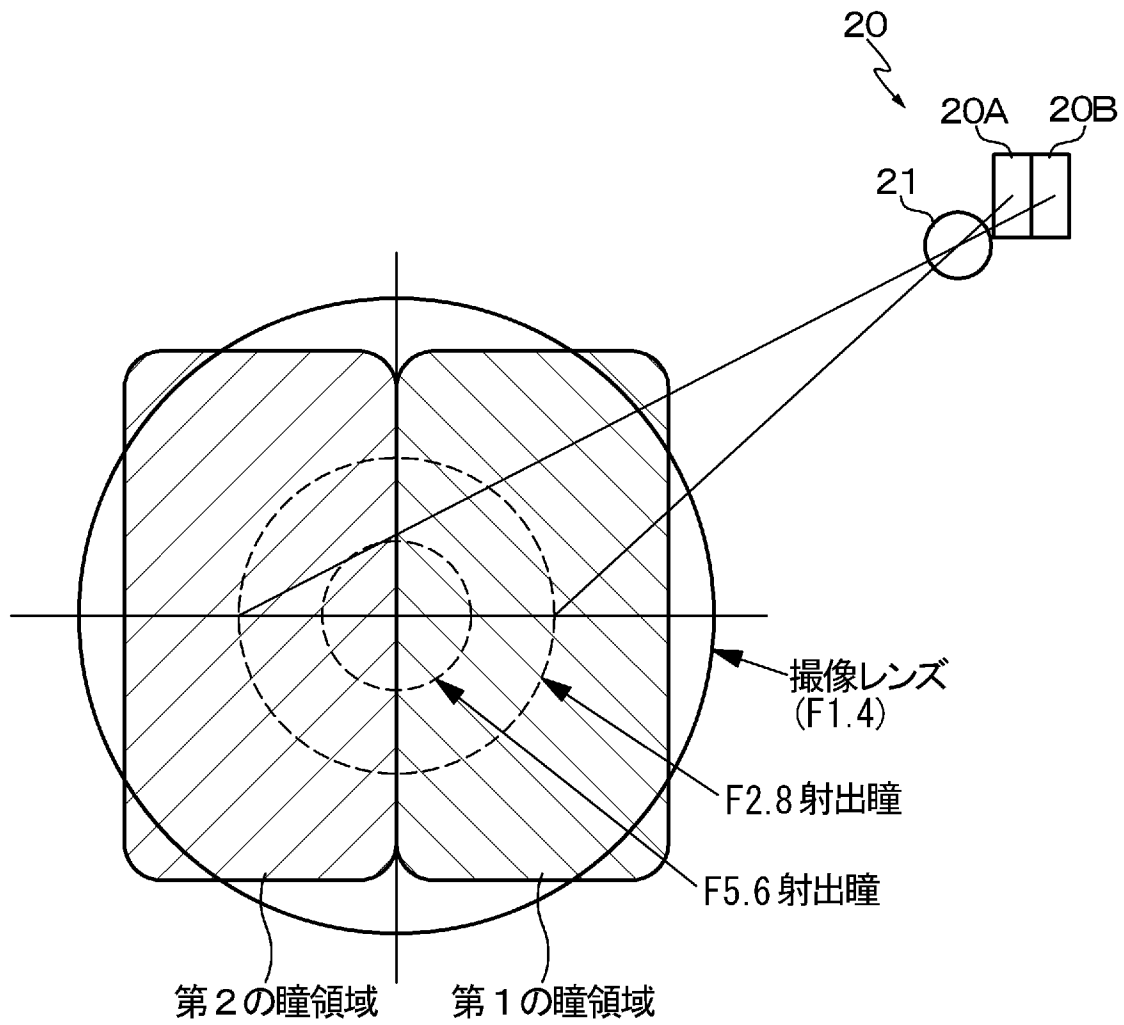
[図2]

図 2



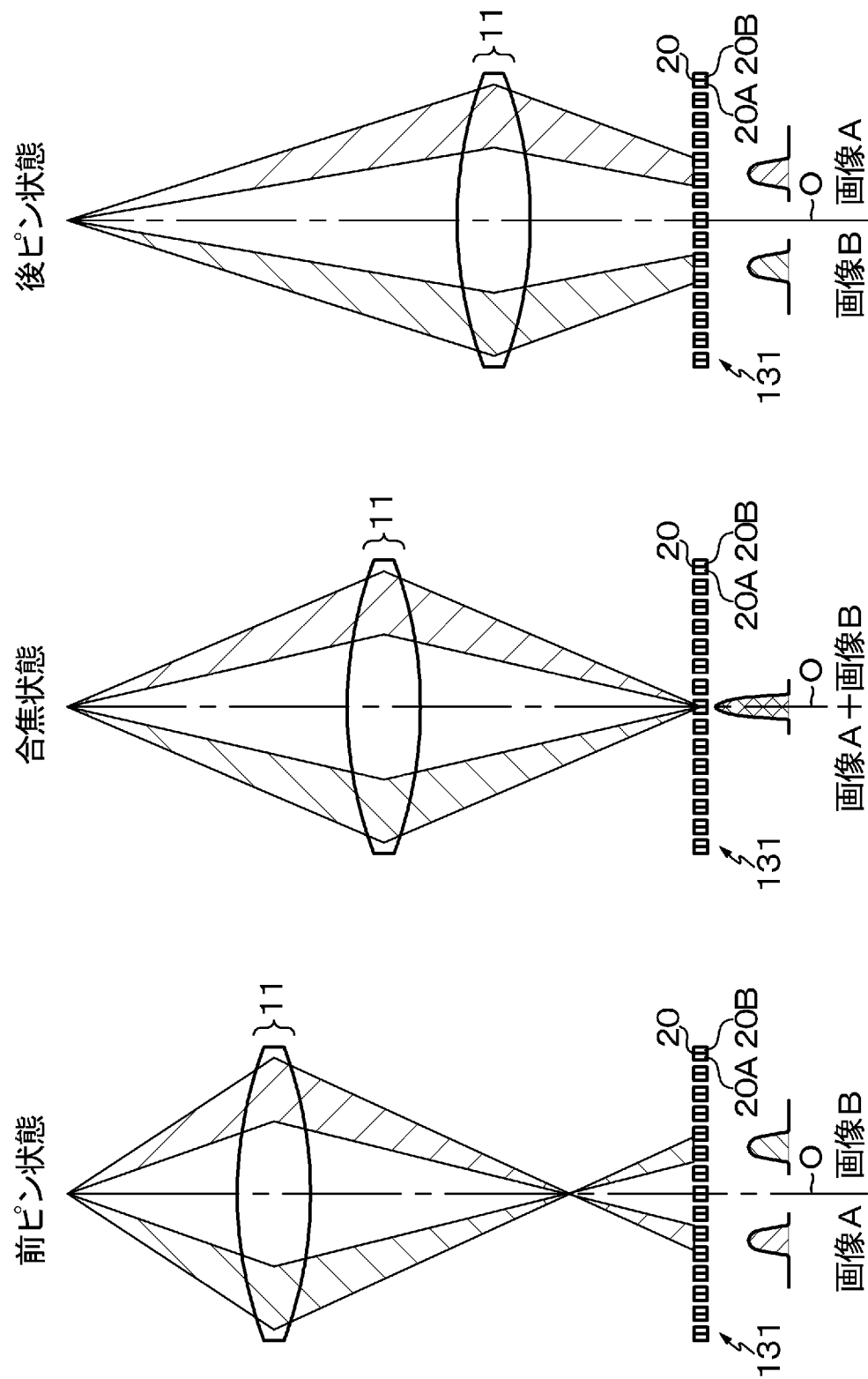
[図3]

図 3



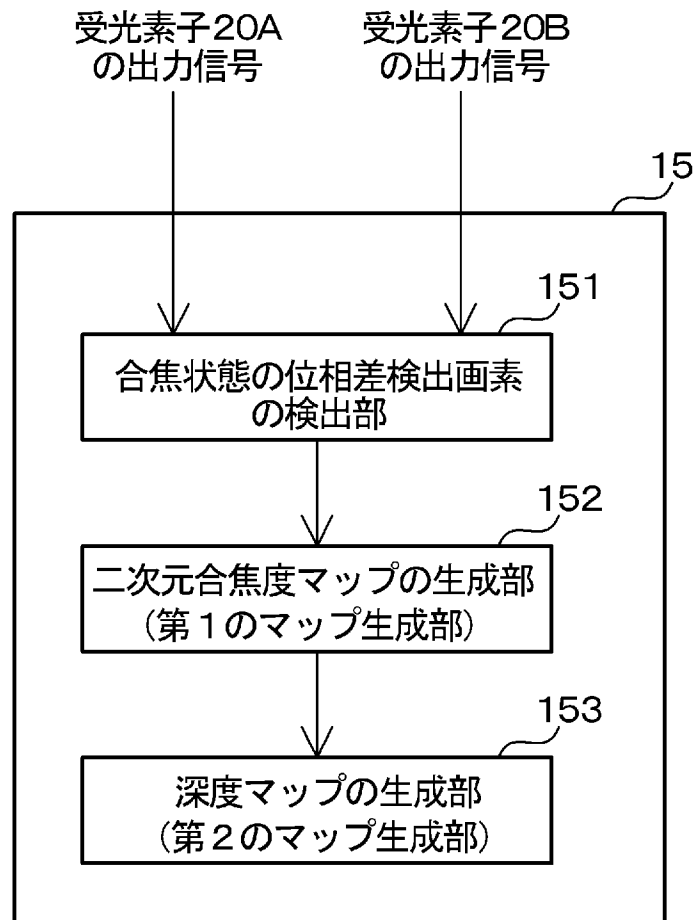
[図4]

図 4



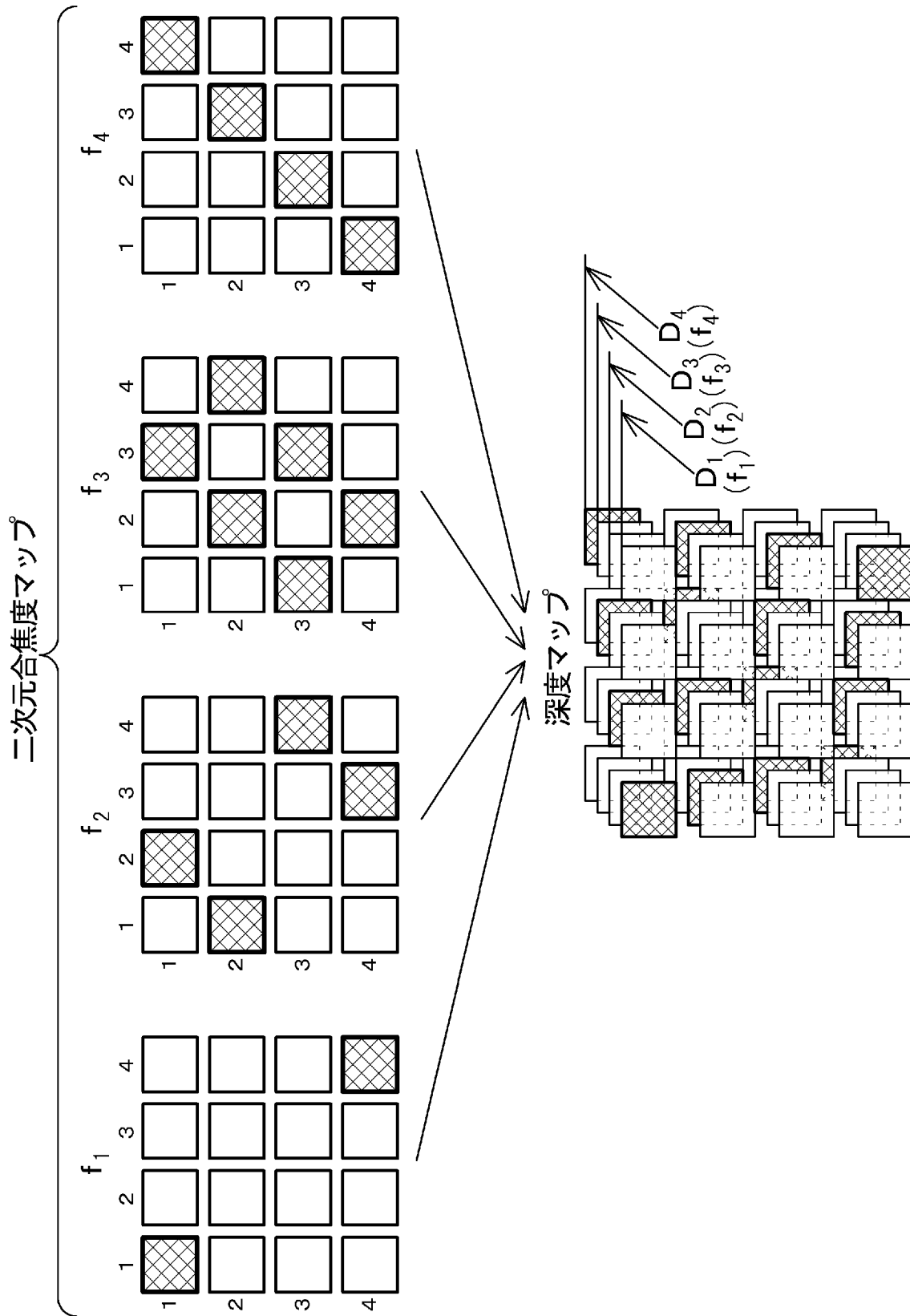
[図5]

図 5



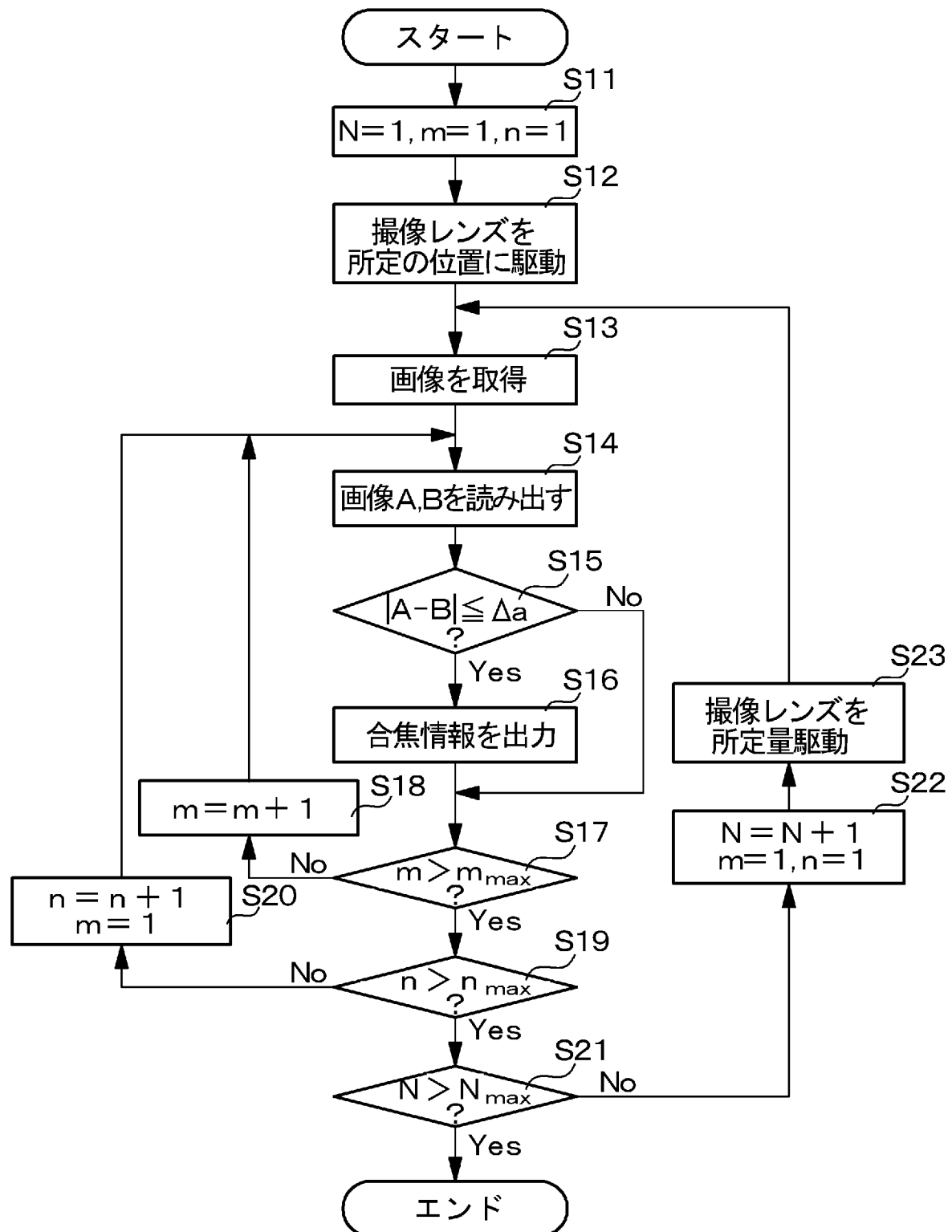
[図6]

図 6



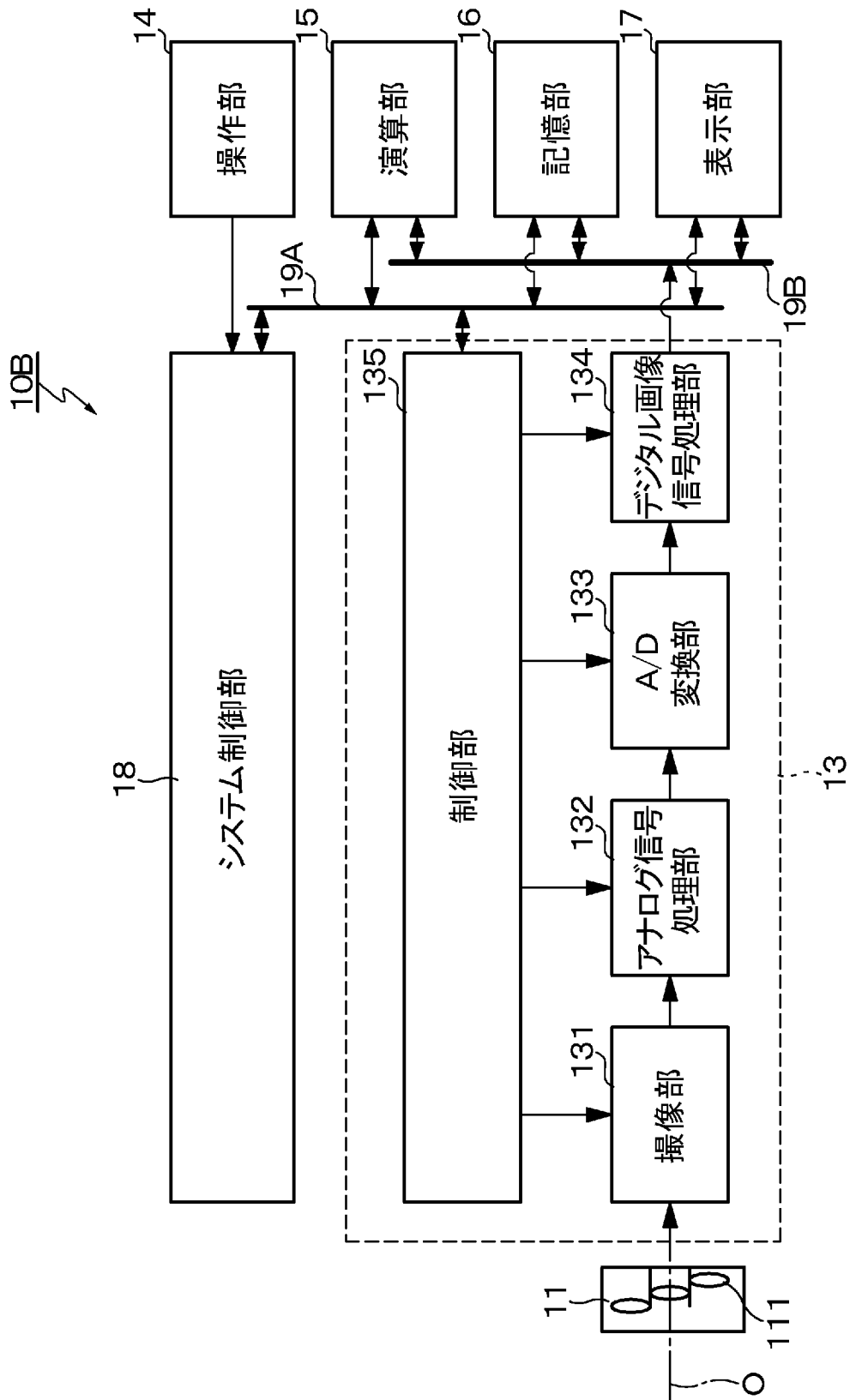
[図7]

図 7



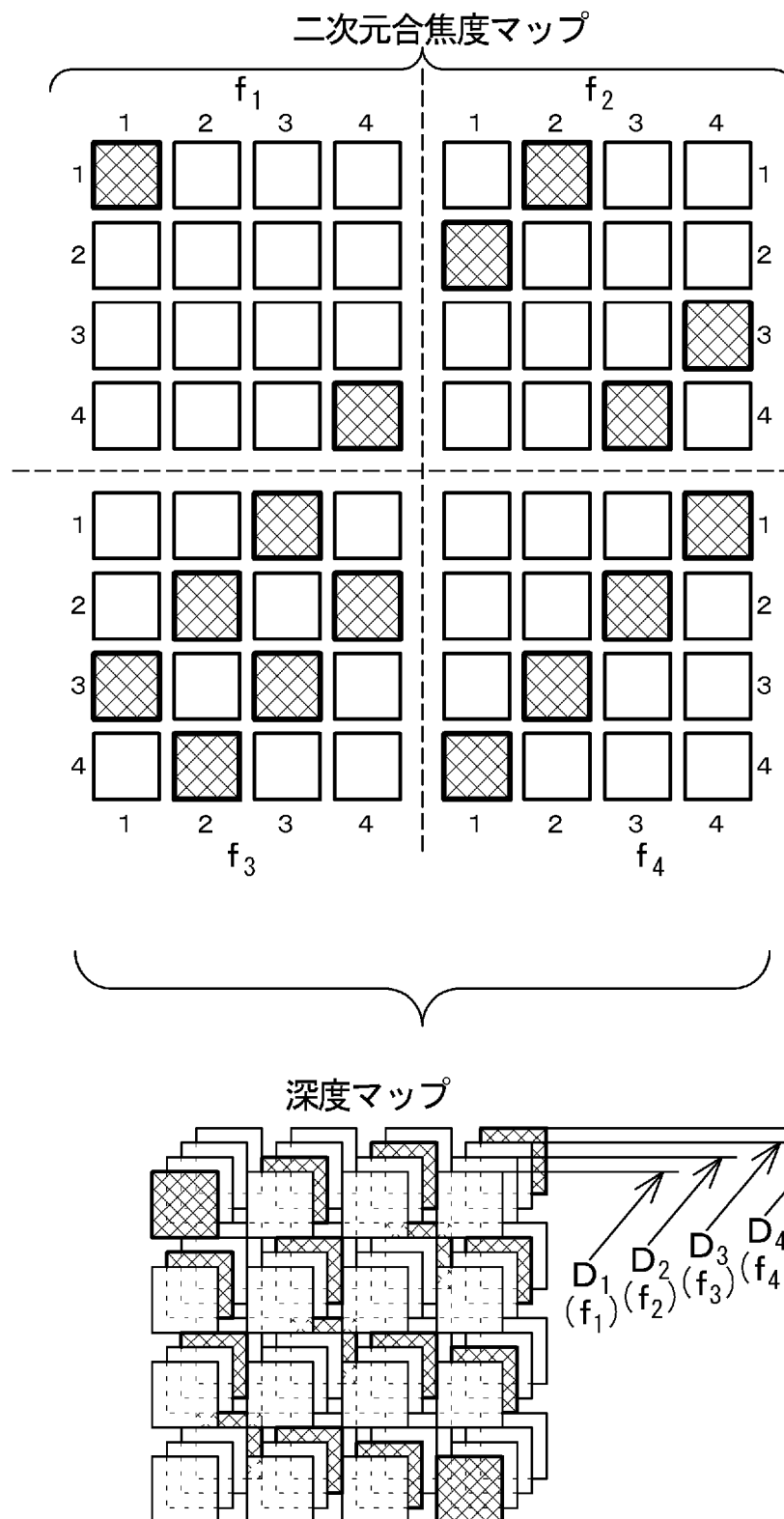
[図8]

図 8



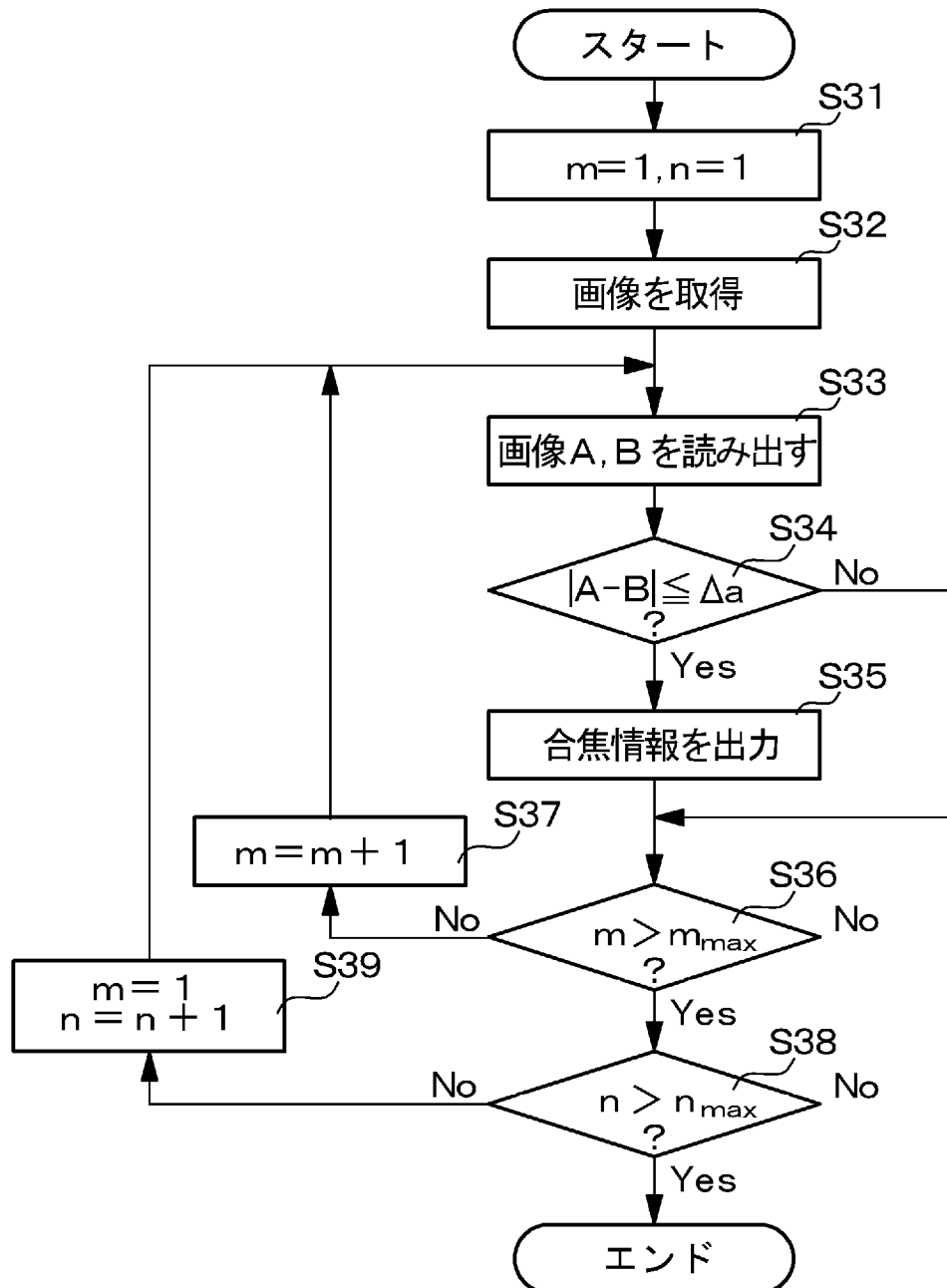
[図9]

図 9



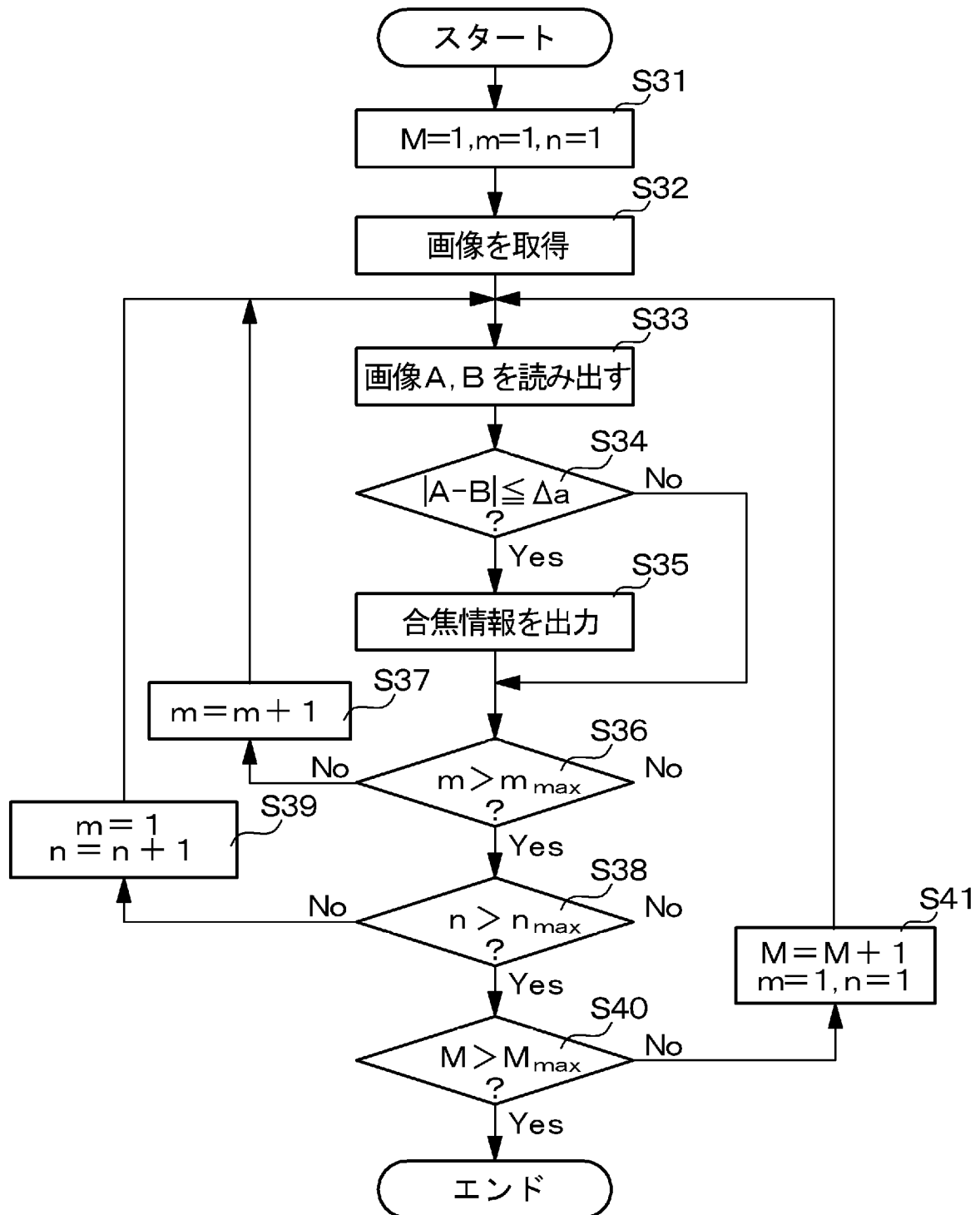
[図10]

図 10



[図11]

図 1 1



[図12]

図 1 2 A

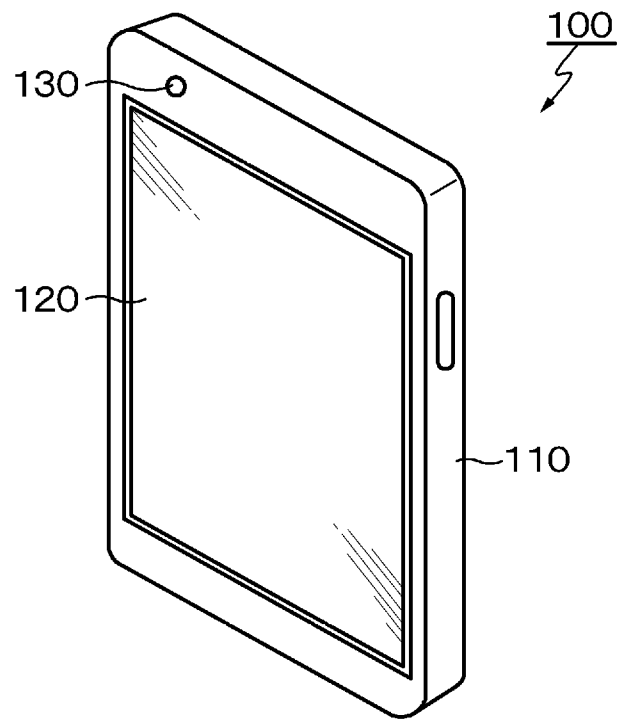
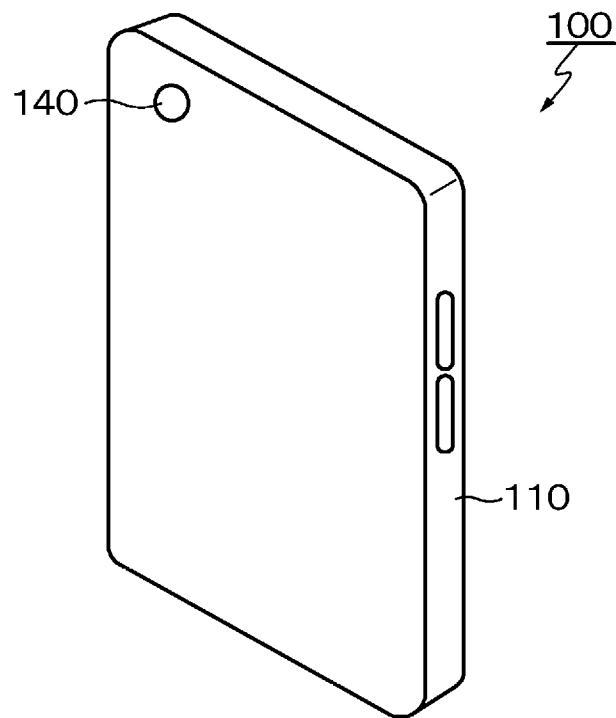


図 1 2 B



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/031620

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01C3/06(2006.01)i, G02B7/34(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i

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

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01C3/06, G02B7/34, G03B13/36, H04N5/225, 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 | 1971-2019 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2019 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2019 |

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 2014-016670 A (NIKON CORPORATION) 30 January 2014, entire text, all drawings<br>(Family: none) | 1-8                   |
| A         | JP 2016-192621 A (CANON INC.) 10 November 2016, entire text, all drawings<br>(Family: none)       | 1-8                   |



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  
02.09.2019

Date of mailing of the international search report  
10.09.2019

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

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2019/031620

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2015-164284 A (CANON INC.) 10 September 2015, entire text, all drawings<br>& US 2016/0337604 A1, entire text, all drawings & WO 2015/115066 A1 | 1-8                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01C3/06(2006.01)i, G02B7/34(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/225(2006.01)i,  
H04N5/232(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01C3/06, G02B7/34, G03B13/36, H04N5/225, H04N5/232

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| 日本国実用新案公報   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 9 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 9 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 9 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------|----------------|
| A               | JP 2014-016670 A（株式会社ニコン）<br>2014.01.30, 全文, 全図<br>(ファミリーなし)  | 1-8            |
| A               | JP 2016-192621 A（キヤノン株式会社）<br>2016.11.10, 全文, 全図<br>(ファミリーなし) | 1-8            |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 2 . 0 9 . 2 0 1 9

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 9 . 2 0 1 9

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）

齋藤 卓司

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 1 6

2 S

4 6 3 7

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                       |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>カテゴリ*        | 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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2015-164284 A (キヤノン株式会社)<br>2015.09.10, 全文, 全図<br>& US 2016/0337604 A1, 全文, 全図 & WO 2015/115066 A1 | 1-8            |