

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6029380号
(P6029380)

(45) 発行日 平成28年11月24日(2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年10月28日(2016.10.28)

(51) Int.Cl.

F 1

H04N 5/232	(2006.01)	H04N 5/232	Z
H04N 5/225	(2006.01)	H04N 5/225	Z
G06T 1/00	(2006.01)	G06T 1/00	500B
G03B 15/00	(2006.01)	G03B 15/00	B

請求項の数 15 (全 31 頁)

(21) 出願番号

特願2012-179849 (P2012-179849)

(22) 出願日

平成24年8月14日 (2012.8.14)

(65) 公開番号

特開2014-39125 (P2014-39125A)

(43) 公開日

平成26年2月27日 (2014.2.27)

審査請求日

平成27年6月5日 (2015.6.5)

(73) 特許権者 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 110001243

特許業務法人 谷・阿部特許事務所

(72) 発明者 堤 正平

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
ヤノン株式会社内

審査官 鹿野 博嗣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理装置を具備する撮像装置、画像処理方法、及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学系により被写体の像を結像することで撮像を行う撮像部と、

前記撮像部で撮像を行う際のピント位置、絞り値、ズーム倍率のうちの少なくとも一つを含む撮像パラメータを設定する操作手段と、

前記操作手段により設定された前記撮像パラメータを用いて前記撮像部により撮像された複数の画像データを取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された前記複数の画像データの合成に用いる合成パラメータを、前記操作手段を前記複数の画像データの撮像後に操作することで行われたユーザ入力に基づいて設定する設定手段と、

前記設定手段により設定された前記合成パラメータを用いて前記複数の画像データを合成することで合成画像データを生成する合成手段と、

を有し、

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置を設定するフォーカス調整リングを含み、

前記設定手段は、前記複数の画像データの撮像後に前記フォーカス調整リングの操作により行われた前記ユーザ入力に基づいて、前記合成画像データにおいてピントが合う仮想ピント位置を設定する

ことを特徴とする撮像装置。

【請求項 2】

前記合成画像データは、前記複数の画像データの撮像に用いられた撮像パラメータとは異なる撮像パラメータに対応する画像データであることを特徴とする請求項1に記載の撮像装置。

【請求項3】

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際の絞り値を設定する絞り調整リングを含み、

前記設定手段は、前記複数の画像データの撮像後に前記絞り調整リングの操作により行われた前記ユーザ入力に基づいて、前記合成画像データの被写界深度に対応する仮想絞り値を設定する

ことを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像装置。

10

【請求項4】

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のズーム倍率を設定するズーム調整リングを含み、

前記設定手段は、前記複数の画像データの撮像後に前記ズーム調整リングの操作により行われた前記ユーザ入力に基づいて、前記合成画像データの画角に対応する仮想ズーム倍率を設定する

ことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項5】

前記操作手段は、電子ダイヤルであることを特徴とする請求項1又は2に記載の撮像装置。

20

【請求項6】

前記複数の画像データは、同じ被写体を複数の異なる視点から撮像した画像データであることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項7】

前記撮像装置の姿勢を示す姿勢情報を取得する姿勢取得手段を更に有し、

前記合成手段は、前記姿勢情報に応じて前記合成画像データでピントが合う仮想ピント面の傾きを変更する

ことを特徴とする請求項1乃至6のいずれか一項に記載の撮像装置。

【請求項8】

光学系により被写体の像を結像することで撮像を行う撮像部と、

30

操作することで、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置、絞り値、ズーム倍率のうちの少なくとも一つを含む撮像パラメータを設定する操作手段と、

前記操作手段の操作により設定された前記撮像パラメータを用いて前記撮像部により撮像された複数の画像データを合成することで生成された、それぞれ異なる合成パラメータに対応する複数の合成画像データを保持する保持手段と、

前記操作手段を前記複数の画像データの撮像後に操作することで行われたユーザ入力に基づいて、前記複数の合成画像データのうちの少なくとも一枚を選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された前記合成画像データを表示する表示手段と
を有し、

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置を設定するフォーカス調整リングを含み、

40

前記選択手段は、前記フォーカス調整リングを介したユーザ入力により指定された仮想ピント位置に合う合成画像データを選択する

ことを特徴とする撮像装置。

【請求項9】

光学系により被写体の像を結像することで撮像を行う撮像部と、

操作することで、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置、絞り値、ズーム倍率のうちの少なくとも一つを含む撮像パラメータを設定する操作手段と、

前記操作手段の操作により設定された前記撮像パラメータを用いて前記撮像部により撮像された、それぞれが異なる撮像パラメータに対応する複数の画像データを取得する取得

50

手段と、

前記操作手段を前記複数の画像データの撮像後に操作することで行われたユーザ入力に基づいて、前記複数の画像データのうちの少なくとも一枚を選択する選択手段と、

前記選択手段により選択された前記画像データを表示する表示手段と
を有し、

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置を設定するフォーカス調整リングを含み、

前記選択手段は、前記フォーカス調整リングを介したユーザ入力により指定された仮想ピント位置に合う画像データを選択する

ことを特徴とする撮像装置。

10

【請求項 10】

光学系により被写体の像を結像することで撮像を行う撮像部と、

操作することで、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置、絞り値、ズーム倍率のうちの少なくとも一つを含む撮像パラメータを設定する操作手段と、を有する撮像装置に接続される画像処理装置であって、

前記操作手段の操作により設定された前記撮像パラメータを用いて前記撮像部により撮像された複数の画像データを取得する取得手段と、

前記取得手段により取得された前記複数の画像データの合成に用いる合成パラメータを、前記操作手段を前記複数の画像データの撮像後に操作することで行われたユーザ入力に基づいて設定する設定手段と、

20

前記設定手段により設定された前記合成パラメータを用いて前記複数の画像データを合成することで合成画像データを生成する合成手段と

を有し、

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置を設定するフォーカス調整リングを含み、

前記設定手段は、前記複数の画像データの撮像後に前記フォーカス調整リングの操作により行われた前記ユーザ入力に基づいて、前記合成画像データにおいてピントが合う仮想ピント位置を設定する

ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 11】

30

光学系により被写体の像を結像することで撮像を行う撮像部と、

操作することで、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置、絞り値、ズーム倍率のうちの少なくとも一つを含む撮像パラメータを設定する操作手段と、を有する撮像装置に接続される画像処理装置により実行される画像処理方法であって、

前記操作手段の操作により設定された前記撮像パラメータを用いて前記撮像部により撮像された複数の画像データを取得する取得工程と、

前記取得工程で取得された前記複数の画像データの合成に用いる合成パラメータを、前記操作手段を前記複数の画像データの撮像後に操作することで行われたユーザ入力に基づいて設定する設定工程と、

前記設定工程で設定された前記合成パラメータを用いて前記複数の画像データを合成することで合成画像データを生成する合成工程と

を含み、

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置を設定するフォーカス調整リングを含み、

前記設定工程では、前記複数の画像データの撮像後に前記フォーカス調整リングの操作により行われた前記ユーザ入力に基づいて、前記合成画像データにおいてピントが合う仮想ピント位置が設定される

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 12】

40

光学系により被写体の像を結像することで撮像を行う撮像部と、

50

操作することで、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置、絞り値、ズーム倍率のうちの少なくとも一つを含む撮像パラメータを設定する操作手段と、を有する撮像装置に接続された、前記操作手段の操作により設定された前記撮像パラメータを用いて前記撮像部により撮像された複数の画像データを合成することで生成された、それぞれ異なる合成パラメータに対応する複数の合成画像データを保持する保持手段を有する画像処理装置により実行される画像処理方法であって、

前記操作手段を前記複数の画像データの撮像後に操作することで行われたユーザ入力に基づいて、前記複数の合成画像データのうちの少なくとも一枚を選択する選択工程と、

前記選択工程により選択された前記合成画像データを表示する表示工程と

を含み、

10

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置を設定するフォーカス調整リングを含み、

前記選択手段は、前記フォーカス調整リングを介したユーザ入力により指定された仮想ピント位置に合う合成画像データを選択する

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 3】

光学系により被写体の像を結像することで撮像を行う撮像部と、

操作することで、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置、絞り値、ズーム倍率のうちの少なくとも一つを含む撮像パラメータを設定する操作手段と、を有する撮像装置に接続される画像処理装置により実行される画像処理方法であって、

20

前記操作手段の操作により設定された前記撮像パラメータを用いて前記撮像部により撮像された、それぞれが異なる撮像パラメータに対応する複数の画像データを取得する取得工程と、

前記操作手段を前記複数の画像データの撮像後に操作することで行われたユーザ入力に基づいて、前記複数の画像データのうちの少なくとも一枚を選択する選択工程と、

前記選択工程により選択された前記画像データを表示する表示工程と
を含み、

前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置を設定するフォーカス調整リングを含み、

前記選択工程では、前記フォーカス調整リングを介したユーザ入力により指定された仮想ピント位置に合う画像データが選択される

30

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 4】

プロセッサを有するカメラを請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の撮像装置として機能させるためのプログラム。

【請求項 1 5】

コンピュータを請求項 1 0 に記載の画像処理装置として機能させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

40

本発明は、パラメータの設定方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

これまで、カメラのピント調整を誤って撮像した場合は、ピント調整をやり直して再撮像する必要があった。また、奥行きの異なる複数の被写体に対してそれぞれにピントが合った画像を得たい場合には、被写体毎にピントを合わせた撮像を複数回行う必要があった。

【0 0 0 3】

近年、光学系に新たな光学素子を追加することで多視点（複数視点）からの画像を取得し、後で画像処理によってピント位置を調節すること（リフォーカス）が可能なライトフ

50

イールドフォトグラフィという技術が発展している。

【0004】

この技術を用いれば、撮像後にピント調整を行えるため、撮像時のピント調整の失敗を画像処理で補うことができるという利点がある。さらに、画像処理方法を変えることで画像中の任意の被写体にピントを合わせた複数の画像を一枚の撮像画像から得る事ができ、撮像回数を減らす事ができるという利点もある。

【0005】

ライトフィールドフォトグラフィでは、複数視点の撮像データから、空間中の複数の位置について、それぞれの位置を通過する光線の方向と強度（ライトフィールド、以下、「LF」）という。）を計算する。そして、得られたLFの情報を用いて、仮想の光学系を通過して仮想のセンサに結像した場合の画像を計算する。このような仮想の光学系やセンサを適宜設定する事で、前述したリフオーカスも可能となる。LFを取得するための撮像装置としてはメインレンズの後ろにマイクロレンズアレイを置いたPlenoptic Camera（例えば、特許文献1）や、小型のカメラ（個眼カメラ）を並べたカメラアレイが知られている。いずれも被写体を異なる方向から撮像した複数視点の撮像データを一回の撮像で得る事ができる。ライトフィールドフォトグラフィとは、複数視点の撮像データから仮想の光学条件下での仮想センサの取得する画像を計算することと言い換えることもできる。なお、以下では、この仮想のセンサが取得する画像を計算する処理を「リフオーカス処理」と呼ぶこととする。リフオーカス処理としては、取得した複数視点の撮像データを仮想センサ上に射影変換し加算して平均化する方法が知られている（例えば、特許文献2）。

10

20

【0006】

そして、ピント位置を変更しながらリフオーカス処理された画像（以下、リフオーカス画像）を表示する方法としては、例えば、特許文献3の方法がある。この方法では、ピント位置を調整するユーザインターフェイス（UI）を、リフオーカス画像が表示される画面上に用意し、該UIを介して、ユーザがピント位置を変更する。更に、特許文献3には、リフオーカス画像が表示される画面において、ピント位置を合わせたい被写体をユーザが指示し、当該指示された被写体にピント位置が調整されたリフオーカス画像を表示する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【0007】

【特許文献1】特開2009-124213号公報

【特許文献2】国際公開第2008/050904号パンフレット

【特許文献3】米国特許出願公開第2008/0131019号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

上記特許文献3に開示された方法では、リフオーカス時に使用する仮想のピント位置調整用のUIと、撮像時に使用するピント位置調整用のUIとが異なっている。このようにリフオーカス時の仮想のピント位置を入力するためのUIと撮像時にピント位置を入力するためのUIとが別個独立に存在していることは、ユーザの使い勝手としてよいとはいえない。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明に係る撮像装置は、光学系により被写体の像を結像することで撮像を行う撮像部と、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置、絞り値、ズーム倍率のうちの少なくとも一つを含む撮像パラメータを設定する操作手段と、前記操作手段により設定された前記撮像パラメータを用いて前記撮像部により撮像された複数の画像データを取得する取得手段と、前記取得手段により取得された前記複数の画像データの合成に用いる合成パラメータと、前記操作手段を前記複数の画像データの撮像後に操作することで行われたユーザ入力に

50

基づいて設定する設定手段と、前記設定手段により設定された前記合成パラメータを用いて前記複数の画像データを合成することで合成画像データを生成する合成手段とを有し、
前記操作手段は、前記光学系の鏡筒に備えられた、前記撮像部で撮像を行う際のピント位置を設定するフォーカス調整リングを含み、前記設定手段は、前記複数の画像データの撮像後に前記フォーカス調整リングの操作により行われた前記ユーザ入力に基づいて、前記合成画像データにおいてピントが合う仮想ピント位置を設定することを特徴とする。

【発明の効果】**【0010】**

本発明によれば、ユーザは撮像時と同じ感覚で画像合成時等におけるパラメータ設定が可能となり、ユーザにとって使い勝手の良い、パラメータ入力用のUIが実現できる。 10

【図面の簡単な説明】**【0011】**

【図1】撮像装置の内部構成を示すブロック図である。

【図2】撮像部の内部構成を示す図である。

【図3】(a)は撮像装置の外観を示す図であり、(b)は撮像レンズ鏡筒の側面を示す図である。

【図4】通常の撮像光学系の構成を示す図である。

【図5】撮像部の構成を、通常の撮像光学系に対応させて示した図である。

【図6】実施例1に係る画像処理部の内部構成を示すブロック図である。

【図7】実施例1に係る画像処理部における画像処理の流れを示すフローチャートである。 20

【図8】画像合成部の内部構成を示す図である。

【図9】実施例1に係る画像合成部における画像合成処理の流れを示すフローチャートである。

【図10】画像合成に使用する画素位置の一例を示した図である。

【図11】実施例1に係る画素位置算出部における画素位置の算出方法を説明する図である。

【図12】メモリ部に格納された中間データの一例である。

【図13】合成画像の拡大・縮小処理とその後のトリミングを説明する図である。

【図14】撮像部の構成の一例を示す図である。 30

【図15】実施例2に係る画像処理部の内部構成を示したブロック図である。

【図16】実施例2に係る画像処理部における画像処理の流れを示すフローチャートである。

【図17】画像合成パラメータをまとめたテーブルの一例である。

【図18】選択条件に合った合成画像の表示態様の一例を示す図である。

【図19】実施例3に係る画像処理部の内部構成を示したブロック図である。

【図20】撮像装置の姿勢変化に応じて、仮想センサの傾きが変化する様子を示す図である。

【図21】実施例3における画素位置の算出方法を説明する図である。

【図22】撮像装置の姿勢変化に応じて合成画像が変化する様子を説明する図である。 40

【図23】ピント位置を段階的に変更したブラケット撮像(フォーカスブラケット撮像)の説明図である。

【図24】フォーカスブラケット撮像によって得られた撮像画像の一例を示す図である。

【図25】実施例4に係る画像処理部の内部構成を示したブロック図である。

【図26】実施例4に係る画像処理部における画像処理の流れを示すフローチャートである。

【図27】画像処理部及び/又は表示部が、撮像部とは別個に存在する3種類の態様を説明する図である。

【発明を実施するための形態】**【0012】**

[実施例 1]

図 1 は、本実施例に係る撮像装置の内部構成を示すブロック図である。

【0013】

撮像部 100 は、被写体の光情報を撮像素子で受光し、受光した信号を A / D 変換して、カラー撮像データ（デジタルデータ）を取得する。撮像部 100 の詳細については後述する。

【0014】

中央処理装置（CPU）101 は、以下に述べる各部を統括的に制御する。

【0015】

RAM 102 は、CPU 101 の主メモリ、ワークエリア等として機能する。 10

【0016】

ROM 103 は、CPU 101 で実行される制御プログラム等を格納している。

【0017】

バス 104 は各種データの転送経路であり、例えば、撮像部 100 によって取得されたデジタル撮像データはこのバス 104 を介して所定の処理部に送られる。

【0018】

ユーザの指示を受け取る操作部 105 には、ボタンやモードダイヤルなどが含まれる。操作部の詳細については後述する。

【0019】

撮像画像や文字の表示を行う表示部 106 には、例えば、液晶ディスプレイが用いられる。表示部 106 はタッチスクリーン機能を有していても良く、その場合はタッチスクリーンを用いたユーザ指示を操作部 105 の入力として扱うことも可能である。 20

【0020】

表示制御部 107 は、表示部 106 に表示される撮像画像や文字の表示制御を行う。

【0021】

撮像部制御部 108 は、フォーカスを合わせる、シャッターを開く・閉じる、開口絞りを調節するなどの、CPU 101 からの指示に基づいた撮像系の制御を行う。

【0022】

デジタル信号処理部 109 は、バス 104 を介して受け取ったデジタルデータに対し、ホワイトバランス処理、ガンマ処理、ノイズ低減処理などの各種処理を行う。 30

【0023】

エンコーダ部 110 は、デジタルデータを JPEG や MPEG などのファイルフォーマットに変換する処理を行う。

【0024】

外部メモリ制御部 111 は、PC やその他のメディア（例えば、ハードディスク、メモリーカード、CF カード、SD カード、USB メモリ）に繋ぐためのインターフェースである。

【0025】

画像処理部 112 は、撮像部 100 で取得されたカラー撮像データ或いは、デジタル信号処理部 109 から出力されるカラー撮像データから、リフォーカス処理などの画像合成処理を行う。画像処理部 112 の詳細については後述する。なお、画像処理部 112 は、撮像装置から独立した画像処理装置としても成立し得るものである。 40

【0026】

姿勢検出部 113 は、撮像時に変化する撮像装置（撮像部 100）の姿勢を、ジャイロセンサなどを使用して検出する。この姿勢検出部 113 での検出結果は、実施例 3 において利用される。

【0027】

なお、撮像装置の構成要素は上記以外にも存在するが、本実施例の主眼ではないので、説明を省略する。

【0028】

図2は、撮像部100の内部構成を示す図である。

【0029】

撮像部100は、撮像レンズ201～203、開口絞り（以下、単に「絞り」と呼ぶ。）204、シャッター205、マイクロレンズアレイ206、光学ローパスフィルタ207、iRカットフィルタ208、カラーフィルタ209、光電変換する撮像素子（以下、センサ）210及びA/D変換部211で構成される。撮像レンズ201～203は夫々、ズームレンズ201、フォーカスレンズ202、ぶれ補正レンズ203である。絞りを調整することにより、撮像部100に入射される入射光量を調整することができる。なお、各レンズのサイズがマイクロメートル単位、あるいはミリメートル単位であっても、各レンズのサイズに関わらず「マイクロレンズ」と呼ぶこととする。

10

【0030】

図3の(a)は、本実施例に係る撮像装置の外観を示す図である。撮像装置のボディ300の上部には、ビューファインダの接眼窓301の他、操作部105として、自動露出(AE)ロックボタン302、自動焦点(AF)の測距点を選択するボタン303、撮像操作をするためのレリーズボタン304がある。また、撮像モード選択ダイヤル305、外部表示部306、電子ダイヤル307などがある。電子ダイヤル307は、他の操作ボタンと併用してカメラに数値を入力したり、撮像モードを切り換えたりするための多機能信号入力部である。また、液晶ディスプレイの外部表示部306には、シャッタースピード、絞り、撮像モードなどの撮像条件や、その他の情報が表示される。撮像装置のボディ300の背面には、撮像した画像、撮像画像から生成された合成画像、各種設定画面などを表示する液晶モニタ308、液晶モニタ308の表示をオンオフするためのスイッチ309、十字キー310、メニューボタン311などがある。撮像レンズ鏡筒312は、撮像装置のボディ300の前面にあり、ズーム調整リング313を回転することにより、ズームレンズ201を駆動させ、画角（ズーム倍率）を調整する。撮像／再生切替ボタン316は、撮像を行う撮像モードと画像の表示を行う再生モードとを切り替えるためのボタンである。再生モードにおいては、撮像モードの下で撮像された画像（撮像画像）に対して後述のリフォーカス処理等を施して表示することが可能である。

20

【0031】

図3の(b)は、撮像レンズ鏡筒312の側面を示す図である。レンズ鏡筒312には、ズーム調整リング313の他に、フォーカス調整リング314と絞り調整リング315がある。フォーカス調整リング314を回転することにより、フォーカスレンズ202を駆動させ、撮像時のピント位置を調整する。絞り調整リング315を回転することにより、絞り204の開口率を調整し、撮像時の絞り値を調整する。すなわち、撮像時に適用される各種の撮像パラメータ（ピント位置、絞り値、ズーム倍率など）が、操作部105の一部としての各種調整リングによって設定される。

30

【0032】

なお、詳細は後述するが、これら各種の調整リングは、撮像後の画像合成処理において用いる画像合成パラメータ（仮想のピント位置など）を設定する際にも使用される。

【0033】

<リフォーカスの原理>

40

図4は、通常の撮像光学系の構成を示す図であり、ピントがずれてしまった状態を表している。なお、図4では、説明を簡単にするため、シャッター、光学ローパスフィルタ、iRカットフィルタ、カラーフィルタ、ズームレンズなどの構成については省略してある。また、レンズ構成についても、メインレンズ402でレンズ群を代表して表している。物点401からの光はメインレンズ402で集光され、センサ404の一部領域405に到達している。メインレンズ402で集光された光が一点に結像する前にセンサ404に到達しているので、センサ404の一部領域405では物点401からの光が広がって記録され、鮮鋭性の低いぼけた画像になっている。鮮鋭性の高い画像を得たい場合には、ピント位置を調整し、物点401の像がセンサ404上の1点に結像されるようにして再度撮像を行う必要がある。

50

【0034】

図5は、図2で示した撮像部100の構成を、図4で示した通常の撮像光学系に対応させて示した図である。図5では、図2のマイクロレンズアレイ206に対応するマイクロレンズアレイ505が追加され、センサ504の位置がメインレンズ502により近い位置に変更されている。図5において、物点501から放たれた光はメインレンズ502により集光された後、結像する前にマイクロレンズアレイ505を通過して、センサ504により記録される。この時、物点501から放たれた光は、センサ504上の複数の画素位置において、光線の方向と光線の強度に応じた値として記録される。つまり、1つのマイクロレンズにより生成されるセンサ上(像素子上)の光学像は、物点501を異なる方向から観察した画像となるため、センサ504では複数視点の画像が一枚の画像として記録されることになる。10

【0035】

リフォーカス処理では、この光線群を延長し、仮想センサ位置における光強度の計算を通して、仮想センサに記録される画像(リフォーカス画像)を演算により求めることができる。いま、仮想センサA(508)の位置で記録される画像を計算すると、物点501からの光は広がり、ぼけた画像が得られる。一方、仮想センサB(509)の位置で記録される画像を計算すると、物点501からの光は一点に集まり、ピントが合った画像が得られる。このように、仮想センサの位置を調整し、該仮想センサ位置で記録される画像を計算によって取得する処理が、通常の光学系でピント位置を調整する行為に相当する。20

【0036】

更に、仮想センサB(509)の位置で記録される画像を計算する際に、物点501からの放たれた全ての光をリフォーカス処理の演算に使用せず、メインレンズ502(或いは、絞り503)における通過場所に応じて光を選択する。これにより、仮想的に絞り503の開口率(絞り値)を変更させた画像を計算することができる。例えば、メインレンズ502の中心付近を通過する光線のみをリフォーカス処理の演算に使用することで、絞り503を絞った状態での画像を計算によって得ることができる。例えば、光線B(512)、光線C(513)、光線D(514)、光線E(515)を選択することで、絞り503を絞った状態でのリフォーカス画像の生成が可能である。

【0037】

逆に、絞り503を開いた状態でのリフォーカス画像を得たい場合には、メインレンズ502を通過する全ての光線をリフォーカス処理の演算に使用すればよい。例えば、光線A(511)から光線F(516)までの光線をリフォーカス処理の演算に使用する。仮想的な絞りの開口率とリフォーカス処理時に使用する光線の関係については後述する。30

【0038】

このように、リフォーカス処理に使用する光線を選択することにより、絞りを物理的に絞った状態と等価な画像を計算によって得ることができる。すなわち、撮像後に被写界深度を仮想的に調整することが可能となる。

【0039】

なお、図5に示されるように、より多くの異なる方向から物点501を観察した画像を得るために、撮像部100に具備される絞り503をできるだけ開いた状態で撮像する方が好ましい。40

【0040】

以上が、撮像後にピント位置・被写界深度を調整した画像を計算により得るリフォーカス処理の原理である。

【0041】

<画像処理部の構成図>

図6は、画像処理部112の内部構成を示したブロック図である。

【0042】

撮像データ取得部601は、撮像部100からバス104を経由して供給されるカラー撮像データ(入力撮像データ)を取得する。50

【 0 0 4 3 】

画像合成パラメータ取得部 602 は、画像合成部 604 における処理で必要となる画像合成パラメータを取得する。画像合成パラメータとは、画像合成処理で用いる各種のパラメータであって、例えば、仮想ピント位置、仮想絞り値、仮想ズーム倍率などを指す。この場合において、前述の撮像 / 再生切替ボタン 316 が押下されて再生モードに切り替わると、切り替わった以降になされた上記各種調整リングに対する操作が、画像合成パラメータの設定のための操作として扱われる。

【 0 0 4 4 】

光学パラメータ取得部 603 は、画像合成部 604 における処理で必要となる撮像部 100 の光学パラメータを取得する。光学パラメータとは、物理的に定まった光学系の各種パラメータであって、例えば、マイクロレンズの光学中心位置や、マイクロレンズとセンサとの距離 realなどを指す。

10

【 0 0 4 5 】

画像合成部 604 は、撮像データ取得部 601 で取得された撮像データ及び光学パラメータを基に、上述の画像合成パラメータに従った合成画像を生成する。生成された合成画像のデータは表示部 106 に出力される。

【 0 0 4 6 】

図 7 は、本実施例に係る画像処理部 112 における画像処理の流れを示すフローチャートである。なお、この一連の処理は、以下に示す手順を記述したコンピュータ実行可能なプログラムを ROM 103 から RAM 102 上に読み込んだ後、CPU 101 によって該プログラムを実行することによって実施される。

20

【 0 0 4 7 】

撮像 / 再生切替ボタン 316 の押下によって撮像モードから再生モードへと切り替えられると、ステップ 701 において、撮像データ取得部 601 は、撮像部 100 が記録した撮像データを取得する。上述の通り、画像合成処理の対象となる撮像データは、絞り値 (F ナンバー) が小さい値 (例えば、F 2.8) に設定された状態 (絞りが開放された状態) で撮像されることが好ましい。なお、ここで取得される撮像データには、撮像時のピント位置、絞り値、ズーム倍率といった撮像パラメータも含まれる。

【 0 0 4 8 】

ステップ 702 において、光学パラメータ取得部 603 は、上述の光学パラメータを取得する。

30

【 0 0 4 9 】

ステップ 703 において、画像合成パラメータ取得部 602 は、上述の画像合成パラメータを取得する。具体的には、撮像時において撮像パラメータの設定に使用した各種調整リング (ここでは、フォーカス調整リング 314、絞り調整リング 315、ズーム調整リング 313) の操作量に応じた入力値を取得する。例えば、ユーザが、フォーカス調整リング 314 を所定方向に任意の量だけ回転させることで、当該回転量に応じた値が仮想ピント位置の入力値として取得され、設定される。仮想絞り値についても同様である。仮想ズーム倍率は、ズーム調整リング 313 を介して得られた入力値 (画角 = レンズ焦点距離) と撮像時のズーム倍率 (画角)との比較によって求められる。例えば、ズーム調整リング 313 によって、撮像モードの下ではレンズ焦点距離 50 mm に設定され、再生モードの下ではレンズ焦点距離 75 mm に設定された場合を想定する。この場合、仮想のズーム倍率は 1.5 倍 (生成される画像の画角は、撮像時よりも狭い) となる。このように、本実施例では、撮像時に使用する各種調整リングを介して、ユーザは画像合成パラメータを設定できる。

40

【 0 0 5 0 】

ステップ 704 において、画像合成部 604 は、画像合成パラメータ取得部 602 から供給される画像合成パラメータと、光学パラメータ取得部 603 から供給される光学パラメータを使用して、撮像データに対し画像合成処理を実施する。画像合成処理の詳細については後述する。

50

【0051】

ステップ705において、画像合成部604は、生成された合成画像データを表示部106に出力し、表示部106において合成画像が表示される。

【0052】

ステップ706において、画像処理部112は、画像合成パラメータの変更指示（ユーザによる各種操作リングの操作）の有無を判定する。画像合成パラメータの変更指示があったと判定された場合には、ステップ703へ戻る。そして、変更後の画像合成パラメータに従った画像合成処理が行なわれ、新たな合成画像が表示される（ステップ704、705）。一方、画像合成パラメータの変更指示が無いと判定された場合は、本処理を終了する。

10

【0053】

<画像合成処理>

次に、画像処理部112内の画像合成部604の詳細について説明する。

【0054】

図8は、画像合成部604の内部構成を示す図である。

【0055】

画像合成部604は、画素位置算出部801、色導出部802、画素値算出部803、メモリ部806および画像拡大部807からなり、さらに画素値算出部803は、メモリ部804と画素値生成部805とで構成される。

20

【0056】

画像合成部604では、上記各部によって、撮像データ取得部601から順次送られてくる撮像データ（デジタル値）から、合成画像の画素値の算出を行い、算出が完了した画素値から順に出力する処理を行う。以下、詳しく説明する。

【0057】

図9は、本実施例に係る画像合成部604における画像合成処理の流れを示すフローチャートである。なお、説明を簡単にするため、撮像データ取得部601から供給されるデジタル値の撮像データ（入力撮像データ）を1次元として説明する。

【0058】

ステップ901において、画素位置算出部801は、画像合成パラメータおよび光学パラメータを、バス（不図示）から取得する。画像合成パラメータの取得については上述のとおりである。光学パラメータは、予めRAM102等に保持されているものを読み出すことで取得される。

30

【0059】

ステップ902において、画素値算出部803は、入力撮像データにおいて画像合成に使用する画素位置と画素値を取得する。画像合成に使用する画素位置については、ステップ901で取得した画像合成パラメータのうち、仮想絞り値を参照して取得する。

【0060】

図10の（a）及び（b）は、画像合成に使用する画素位置の一例を示した図である。図中の白色で示された部分が画像合成に使用する画素位置であり、反対に、黒色で示された部分が画像合成に使用しない画素位置である。図10の（a）は仮想絞り値がF2.8に設定された時の画素位置、同（b）は仮想絞り値がF1.1に設定された時の画素位置をそれぞれ示している。このように、絞り調整リング315で調整可能な範囲において、複数の絞り値に対応する画素位置を、予めRAM102等に保持しておく。画素値算出部803は、保持されたこれらの情報を参照することで、取得された仮想絞り値に応じた画素位置を取得し、当該取得された画素位置に対応する、撮像画像データにおける画素値を取得する。

40

【0061】

図9のフローチャートの説明に戻る。

【0062】

ステップ903において、画素値算出部803は、注目画素位置の初期値を設定する。

50

例えば、撮像画像の左上端の画素を最初の注目画素として設定する。

【0063】

ステップ904において、画素値算出部803は、設定された注目画素の画素位置が画像合成に使用する画素位置であるかどうかを判定する。画像合成に使用する画素位置であるかどうかの判定は、例えば、ステップ902で取得した画素位置を表すテーブル（使用する画素位置を示す白色部分の画素を1、使用しない部分の画素位置を示す黒色部分の画素を0で示したテーブル）と比較する等により行う。注目画素の画素位置が、画像合成に使用する画素位置（白色部分に該当）であると判定された場合は、ステップ905に進む。一方、注目画素の画素位置が、画像合成に使用しない画素位置（黒色部分に該当）であると判定された場合は、ステップ910に進む。

10

【0064】

ステップ905において、画素位置算出部801は、入力撮像データの各画素の合成画像における画素位置を算出する。

【0065】

図11はこの算出方法を説明する図である。いま、センサ1101上のセンサ画素領域1103に対応する画素が、画像合成部604に入力されたと仮定する。この場合、画像合成部604は、センサ画素領域1103に対応する仮想センサ1102上の投影領域1106を計算することになる。ここで、 $Ox(m, n)$ は、マイクロレンズ1104の光学中心の位置であり、 (m, n) はマイクロレンズのインデックスを表す番号、 x は入力画素の位置（この図では、センサ画素領域1103の中心位置）を表す。また、 X_1 及び X_2 は、後述する計算によって求められるセンサ画素領域1103の上端部と下端部に対応する仮想センサ1102上の位置である。この算出された X_1 と X_2 との間の領域がセンサ画素領域1103の仮想センサ1102上における投影領域1106となる。図11に示す通り、センサ画素領域1103を、マイクロレンズ1104の光学中心を基準として仮想センサ1102に投影した投影領域1106が、入力された撮像データの画素（図11では、センサ画素領域1103）に対応する合成画像上の位置となる。なお、 $real$ はセンサ1101と各マイクロレンズ1104との距離であり、 $virtual$ は各マイクロレンズ1104と仮想センサ1102との距離である。すなわち、このマイクロレンズ1104から距離 $virtual$ だけ離れた位置が仮想センサ1102の位置であり、フォーカス調整リング314を介してユーザによって設定される。図11から明らかなように、投影領域1106はセンサ画素領域1103に対して拡大されており、その拡大率は $virtual / real$ 倍となる。本ステップでは、以下の式(1)及び式(2)に従って、投影領域1106を規定する X_1 及び X_2 の位置を算出することになる。

20

$$X_1 = Ox(m, n) + (virtual / real) (x + s / 2 - Ox(m, n)) \quad \dots \text{式(1)}$$

$$X_2 = Ox(m, n) + (virtual / real) (x - s / 2 - Ox(m, n)) \quad \dots \text{式(2)}$$

30

上記式(1)及び式(2)において、 s はセンサ画素領域1103のサイズである。算出された X_1 及び X_2 の情報は画素値算出部803に送られる。このようにして、入力撮像データの各画素の画素位置と、任意のリフォーカス位置に応じた合成画像における画素位置とが対応付けられる。

40

【0066】

図9のフローチャートの説明に戻る。

【0067】

ステップ906において、色導出部802は、入力撮像データにおける各画素の色を導出する。具体的には、画素位置と色の対応を示すテーブルを参照して、各画素の色を導出する。色の種別としては、カラーフィルタアレイのフィルタ分光感度に応じて、RGB、赤外+RGB、CMYなどがある。ここでは、RGBの三色の場合を考える。画素位置と

50

色の対応を示すテーブルは、例えば、解像度が600万画素の場合、縦2000×横3000のテーブルであり、ROM103等に保持しておけばよい。さらに、撮像部100が、ベイラー配列のカラーフィルタアレイを具備するなど、画素位置と色の関係が数式的に明らかな場合は、画素位置から所定の演算により色を求めても良い。

【0068】

ステップ907において、画素値算出部803は、メモリ部804内のデータ（中間データ）を更新する。具体的には、ステップ905で算出された合成画像における画素位置とステップ906で導出された色に対応する、入力された撮像データの画素値をメモリ部804に格納する。

【0069】

図12は、メモリ部804に格納された中間データの一例を示している。図12において、インデックス1201～1203には、それぞれ1又は複数の画素値が保持されている。本ステップでは、画素位置算出部801から受け取った合成画像の画素位置と色導出部802から受け取った色の情報とに従って画素値が追加・格納され、中間データが更新される。なお、図12の例では、合成画像の画素位置が整数で表記されているが、上記式(1)、(2)で算出されるX1、X2は一般に非整数である。そこで、合成画像の画素位置を特定するための数値として非整数を許容し、小数部分を重みとして合成画像の画素値の計算に用いてもよい。例えば、合成画像の画素位置を示す座標(10, 10.4)に対して画素値20、同じく座標(10, 10.1)に対して画素値10が割り当てられている場合を考える。この場合、合成画像の画素位置を示す座標(10, 10)には、 $(0.1 * 20 + 0.4 * 10) / (0.1 + 0.4)$ にといった重み付けの計算により画素値12を割り当てる、といった具合である。

10

【0070】

ステップ908において、画素値算出部803は、所定のインデックスについて中間データの更新が完了したかどうか、すなわち、いずれかのインデックスに画素値がすべて揃ったかどうかを判定する。例えば、図12のインデックス1201(座標(10, 10))の画素位置で、かつ、色がRの部分)において2つの画素値(24及び26)が格納されると、中間データの更新が完了と判定される。この判定は、例えば、格納されるはずの画素値の数をインデックス毎に予め計算しておき、格納された画素値の数がその数に達したかどうかにより行うことができる。

20

【0071】

ここで、インデックス毎の格納されるはずの画素値の数は、以下のようにして予め求めておく。まず、全ての画素値が1となるようなダミーの撮像画像を用意し、これを入力撮像データとしてステップ905～ステップ907の処理を行う。そして、全ての画素について処理を行った後、格納された画素値の数をインデックス毎にカウントすれば良い。

30

【0072】

このような判定処理により、いずれかのインデックスについて、追加されるはずの画素値がすべて揃ったと判定された場合にはステップ909に進む。一方、いずれのインデックスについても画素値が揃っていないと判定された場合にはステップ905に戻り、次の合成画像上における画素位置に対して、ステップ905～ステップ907の処理を繰り返す。

40

【0073】

ステップ909において、画素値生成部805は、更新が完了したインデックスの中間データ(複数視点画像の画素値)をメモリ部804から取得し、これらの平均値を算出して合成画像の画素値として出力する。

【0074】

ステップ910において、画像合成部805は、入力撮像データのすべての画素に対して、上述の処理が完了したかどうかを判定する。未処理の画素があれば、ステップ912に進む。一方、未処理の画素があればステップ911に進む。

【0075】

50

ステップ911において、画素値算出部803は、入力撮像データ上の注目画素位置を更新する。そして更新後の注目画素位置について、ステップ903以下の処理を繰り返す。

【0076】

ステップ912において、画像合成部604は、画素値算出部803から供給される各画素の値をメモリ部806に格納する。

【0077】

ステップ913において、画像拡大部807は、画像合成パラメータのひとつとして供給される仮想ズーム倍率の値に応じて、合成画像を拡大或いは縮小し、拡大或いは縮小された画像をトリミングする。

10

【0078】

図13は、合成画像の拡大・縮小処理とその後のトリミングを説明する図である。図13の(a)は、仮想のズーム倍率が1.0を越える場合について説明する図である。この場合、合成画像1301が所与のズーム倍率に応じて拡大され、拡大画像1302が生成される。拡大処理には、線形補間、キュービック補間などの補間処理が用いられる。その後、拡大画像1302の中央付近が、合成画像1301と同じ画像サイズになるようにトリミングされ、トリミング画像1303が生成される。図13の(b)は、仮想のズーム倍率が1.0未満の場合を説明する図である。合成画像1301が所与のズーム倍率に応じて縮小され、縮小画像1304が生成される。その後、縮小画像1304の周辺部に対し、合成画像1301と同じ画像サイズになるように適当な画素値(例えば、画素値0)が与えられ、トリミング画像1305が生成される。

20

【0079】

以上の処理により、ユーザが指定した画像合成パラメータに応じた合成画像データが出力される。

【0080】

なお、図9で示したフローチャートでは、画像の拡大/縮小及びトリミングを最後に行っていたが、これを他の処理に先立って行ってもよい。すなわち、画像合成処理の最初の段階でステップ913に相当する処理を入力撮像データに対して行い、トリミング後の撮像画像に基づいて、ステップ902以下の処理を行うようにしてもよい。

30

【0081】

また、本実施例では、撮像部100の構成の一例として、メインレンズ502とセンサ504との間にマイクロレンズアレイ505を配置する構成について説明したが、その他の構成から成る撮像部を使用しても構わない。

【0082】

図14は、撮像部100の構成の別の一例を示す図である。図14において撮像部100は、複数の個眼カメラ1401により構成される。個眼カメラ1401は、センサ1402とレンズ1403とで構成される。1404は光軸である。物点1405からの光は、個眼カメラ1401内のセンサ1402により記録される。例えば、センサ1402上の画素1406は、光線1407の強度を記録している。物体側に仮想センサ1408、1409を置いた場合を考え、光線群を仮想センサ1408、1409の方向へ延長し、仮想センサ1408、1409において光線強度を平均するものとする。すると、仮想センサ1408において計算される画像は、物点1405にピントがあつてないぼけた画像となる。一方、仮想センサ1409において計算される画像は、物点1405にピントが合った画像となる。このように、仮想センサの位置を変更することにより、ピント位置を調整した画像を撮像後に、計算によって取得することができる。

40

【0083】

ここで、仮想絞りの開口の制御について説明する。光線群を仮想センサ上で合成する際に、中心付近の個眼カメラ1401から供給される撮像データのみを使用して画像合成すると、開口絞りを絞った状態でのリフォーカス画像を生成することが可能である。一方、個眼カメラから供給される全ての撮像データを使用して画像合成すると、開口絞りを開い

50

た状態でのリフォーカス画像を生成することが可能である。

【0084】

図14のように、複数の個眼カメラ1401で構成される撮像部のフォーカス位置と絞り値を設定するための手段は、複数の個眼カメラ1401を覆うようなリング状の操作部でも、電子ダイヤルによる操作部でも差支えない。撮像時に使用する操作部と、撮像後の画像合成時に使用する操作部が同一であれば、本実施例1は適用可能である。

【0085】

さらに、画像合成処理は上述の方法に限定されない。撮像データに対し、ピント位置、被写界深度、ズーム倍率を、後から画像処理により調整するものであればよい。

【0086】

例えば、ピント位置を画像処理によって変更する方法としては、ピントの合った被写体位置からの相対的な距離に応じて、撮像データにフィルタ処理を施す方法が知られている。この場合、最初に被写界深度の深い撮像データとシーンの距離マップを取得する。距離マップは、撮像装置とは別に距離センサを設けて取得したり、撮像装置の撮像データを解析して取得する。次に、フォーカスを合わせたい被写体に対してはフィルタ処理を行わずオリジナルの撮像データを用い、フォーカスを合わせたい被写体以外の領域については該被写体からの相対的な距離を距離マップから求める。そして、フォーカスを合わせたい被写体からの相対距離が近い領域については、ボケ量が小さくなるフィルタ処理を実施（例えば、フィルタサイズを相対的に小さく設定）する。一方、フォーカスを合わせたい被写体からの相対距離が遠い領域については、ボケ量が大きくなるフィルタ処理を実施（例えば、フィルタサイズを相対的に大きく設定）する。このような方法で、ピント位置を変更してもよい。

10

【0087】

被写界深度の度合いの調整も、上記と類似の手法で画像処理によって調整可能である。すなわち、撮像データに対するフィルタリング処理において、フィルタサイズをより大きく設定することでボケ量が増大し、被写界深度の狭い画像データを生成することができる。反対に、被写界深度の深い画像データを生成するためには、フィルタサイズを小さくしてやればよい。

20

【0088】

以上のとおり本実施例に係る発明によれば、撮像パラメータの設定に使用する操作部を介して、画像合成パラメータの設定も行うため、ユーザは撮像時と同じ感覚で、仮想ピント位置等の画像合成パラメータの設定を行うことができる。

30

【0089】

[実施例2]

実施例1では、撮像装置に具備された操作部を介して与えられる画像合成パラメータに応じて、ピント位置等の異なる合成画像を生成する態様について説明した。次に、予め様々な内容の画像合成パラメータに対応する合成画像を自動で生成しておき、撮像装置に具備された操作部を介して与えられる選択条件（仮想ピント位置等）に合った画像を選択して表示部に表示する態様について、実施例2として説明する。なお、実施例1と共に通する部分については説明を簡略化ないしは省略し、ここでは差異点を中心に説明することとする。

40

【0090】

<画像処理部の構成図>

図15は、本実施例に係る画像処理部112の内部構成を示したブロック図である。実施例1に係る図6で示した画像処理部112と比較すると、画像合成パラメータ生成部1501、メモリ部1502、画像選択部1503、パラメータ取得部1504が追加されている。

【0091】

画像合成パラメータ生成部1501は、画像合成部604で使用する仮想ピント位置、仮想絞り値、仮想ズーム倍率といった画像合成パラメータを生成する。

50

【0092】

メモリ部1502は、画像合成部604で生成された合成画像を格納するための一時記憶領域である。

【0093】

画像選択部1403は、選択条件取得部1404から供給される、画像合成パラメータに対応した選択条件に応じて、メモリ部1502に格納された複数の合成画像から1又は複数の合成画像を選択する。

【0094】

その他の処理部については、図6と同様であるため説明を省略する。

【0095】

図16は、実施例2に係る画像処理部112における画像処理の流れを示すフローチャートである。なお、この一連の処理は、以下に示す手順を記述したコンピュータ実行可能なプログラムをROM103からRAM102上に読み込んだ後、CPU101によって該プログラムを実行することによって実施される。

10

【0096】

ステップ1601において、撮像データ取得部601は、撮像部100が取得した撮像データを取得する。

【0097】

ステップ1602において、光学パラメータ取得部603は、前述の光学パラメータを取得する。

20

【0098】

ステップ1603において、画像合成パラメータ生成部1501は、画像合成に使用する仮想ピント位置、仮想絞り値(Fナンバー)、仮想ズーム倍率といったパラメータについて、それぞれの可変範囲内で複数の値を生成する。以下に具体例を示す。まず、仮想ピント位置の場合は、例えばメインレンズを通過する光線が一点に交わるピント位置の前後 $100\mu m$ について、 $5\mu m$ 刻みで仮想センサの位置が設定されるような仮想ピント位置を生成する。つまり、現在のピント位置に対して、 $-100\mu m, -95\mu m, \dots, 95\mu m, 100\mu m$ の41通りの仮想ピント位置を生成するといった具合である。次に、仮想絞り値の場合は、例えばメインレンズの開口絞りを解放にした状態から1段階ずつ段階的に絞ったFナンバーを生成する。開口絞りを解放にした状態をF2.8とし、F2.8, F4, F5.6, F8, F11, F16, F22の7通りの絞り値を生成するといった具合である。また、仮想ズーム倍率の場合は、例えば0.5倍から2倍までを0.1刻みにて21通りのズーム倍率を生成するといった具合である。なお、生成する各パラメータの上限値及び下限値については、予め設定しておいたものを読み出して参照してもよいし、本ステップの開始段階で操作部を介してユーザが入力するようにしてもよい。

30

【0099】

図17は、画像合成パラメータ生成部1501によって生成された画像合成パラメータをまとめたテーブルの一例である。41通りの仮想ピント位置、7通りの仮想絞り値、21通りの仮想ズーム倍率が含まれており、全体で6027($= 41 \times 7 \times 21$)通りの組合せからなる画像合成パラメータとなっている。

40

【0100】

図16のフローチャートの説明に戻る。

【0101】

ステップ1604において、画像合成部604は、画像合成パラメータ生成部1501から供給される画像合成パラメータと、光学パラメータ取得部603から供給される光学パラメータとを使用して画像合成処理を実施する。図17で示した画像合成パラメータの場合、6027通りの合成画像が生成されることになる。画像合成処理の内容は実施例1と同様であるため説明を省略する。

【0102】

ステップ1605において、画像合成部604で生成された合成画像が、メモリ部15

50

02に格納される。この時、どのような画像合成パラメータの下で生成された合成画像であるのかが識別可能なように、使用された画像合成パラメータと合成画像とを対応付けて、ROM103等に保持しておく。

【0103】

ステップ1606において、画像処理部112は、ステップ1603で生成した全ての画像合成パラメータの組合せに対して合成画像が生成されたか否かを判定する。未処理の画像合成パラメータがあると判定された場合には、ステップ1607に進む。一方、全ての画像合成パラメータに対して合成画像が生成されたと判定された場合は、ステップ1608に進む。

【0104】

ステップ1607において、画像合成パラメータ生成部1501は、画像合成パラメータを更新する。そして、すべての画像合成パラメータについて処理が完了するまで、ステップ1604～ステップ1606の処理を繰り返し行う。

【0105】

ステップ1608において、選択条件取得部1504は、操作部105を介して指定される選択条件を取得する。実施例1における画像合成パラメータと同様、ここでの選択条件は、フォーカス調整リング314、絞り調整リング315、ズーム調整リング313を介して、ユーザによって設定されることになる。

【0106】

ステップ1609において、画像選択部1503は、選択条件取得部1504から供給される選択条件を参照し、メモリ部1502に格納された合成画像データから、当該選択条件に合う好適な合成画像を選択する。この場合において、選択条件と完全に一致する合成画像がメモリ部1502に格納されていない場合には、格納されている合成画像のうち、選択条件に最も近い合成画像を選択する等すればよい。選択された合成画像は、表示部106に表示される。図18は、選択条件に合った合成画像の表示態様の一例を示す図である。この例では、選択条件に最も合う合成画像が液晶モニタ308の中央に、その次に選択条件に合っている合成画像の一部が液晶モニタ308の両サイドに表示されており、操作部を介した選択条件の変更に応じて合成画像がスクロール表示されるようになっている。

【0107】

ステップ1610において、画像処理部112は、選択条件の変更指示（ユーザによる操作部105の操作）の有無を判定する。選択条件の変更指示があったと判定された場合には、ステップ1608へ戻る。そして、変更後の選択条件に従った合成画像の選択が行なわれる（ステップ1609）。一方、選択条件の変更指示が無いと判定された場合は、本処理を終了する。

【0108】

以上説明したように、本実施例に係る発明によれば、所定の範囲で生成された画像合成パラメータに対応する複数の合成画像を予め生成してメモリに格納し、その中からユーザが指定した選択条件に合った合成画像が選択される。これにより、より高速に所望の合成画像を表示させることが可能となる。

【0109】

[実施例3]

実施例1及び実施例2では、仮想センサ面がメインレンズの光軸と直交する平面であることを前提として画像合成処理を実施する態様であった。次に、撮像装置の姿勢に応じて仮想センサ面を変化させ、当該変化した仮想センサ面における合成画像を生成し表示する態様について、実施例3として説明する。なお、実施例1及び2と共に通する部分については説明を簡略化ないしは省略し、ここでは差異点を中心に説明することとする。

【0110】

<画像処理部の構成図>

図19は、本実施例に係る画像処理部112の内部構成を示したブロック図である。実

10

20

30

40

50

施例 1 に係る図 6 で示した画像処理部 112 と比較すると、画像合成パラメータ取得部 602 に対し、姿勢検出部 113 からの入力が追加されている。すなわち、本実施例における画像合成パラメータ取得部 602 は、仮想ピント位置、仮想絞り値、仮想ズーム倍率の他に、姿勢検出部 113 から撮像装置（或いは撮像部 100）の姿勢に関する情報（姿勢情報）を画像合成パラメータとして取得する。そして、画像合成部 604 では、撮像装置の姿勢も加味した合成画像を生成する。

【0111】

本実施例に係る画像処理部 112 における画像処理（図 7 のフローチャート参照）は、画像合成処理の中身を除いて実施例 1 と異なるところがない。すなわち、撮像装置の姿勢情報は、画像合成パラメータの1つとして入力され（ステップ 703）、画像合成処理（ステップ 704）を経て合成画像データが出力される（ステップ 705）。そして、撮像装置の姿勢に変化があるかどうかが“画像合成パラメータの変更の指示の有無”の1つとして判定され（ステップ 706）、姿勢に変化があればステップ 703 に戻り、変化後の姿勢に従った画像合成処理（ステップ 704）が繰り返されることになる。以下では、本実施例に特有の画像合成処理の中身について説明することとする。

10

【0112】

<画像合成処理>

本実施例における画像合成部 604 の内部構成は、実施例 1 に係る図 8 で示した画像合成部 604 の内部構成と同じである。違いは、画素位置算出部 801 が、光学パラメータだけでなく姿勢情報を考慮した画素位置を算出する点にある。以下、詳しく説明する。

20

【0113】

図 20 の（a）及び（b）は、撮像装置の姿勢変化に応じて、仮想センサの傾き（メインレンズの光軸に対する傾き）が変化する様子を示している。ここで、図 5 と同様、物点 2002 から放たれた光はメインレンズ 2003 により集光された後、結像する前にマイクロレンズアレイ 2004 を通過して、センサ 2005 により記録される。そして、物点 2002 から得られる光線群を延長し、仮想センサ C（2006）の位置における画像を計算しており、物点 2002 からの光は広がり、ぼけた画像が得られる。図 20 の（a）は画像合成処理の開始時における状態を示しており、仮想センサ C（2006）の傾きは、光軸 2007 に対し直交する角度（90 度）であることが分かる。同図において、撮像部 2001 の光軸 2007 はグローバル座標系の Z 軸と一致している。図 20 の（b）は、一定時間の経過後、撮像部 2001 が Y 軸回りに角度 + y だけ回転した状態を示している（反時計まわりの回転をプラス方向の回転と設定）。画像処理の間、Z 軸方向と直交する方向において処理開始時と同じ姿勢を保つように、姿勢検出部 113 から供給される姿勢情報に基づき、仮想センサ C（2006）の傾きが角度 - y だけ回転した仮想センサ D（2008）の位置となるよう制御される。

30

【0114】

本実施例に係る画像合成部 604 における画像合成処理の流れ自体は実施例 1 に係る図 9 のフローチャートと同じである。以下では、図 9 のフローチャートに従って、本実施例における画像合成処理について説明する。なお、実施例 1 と同様、撮像データ取得部 601 から供給されるデジタル値の撮像データ（入力撮像データ）を 1 次元として説明する。

40

【0115】

ステップ 901 において、画素位置算出部 801 は、画像合成に必要となる画像合成パラメータ、光学パラメータおよびカメラ姿勢情報を、バス（不図示）から取得する。画像合成パラメータと光学パラメータについては、実施例 1 と同様である。カメラ姿勢情報は、撮像装置のカメラ姿勢に関する情報である。より具体的には、姿勢検出部 113 から供給される撮像装置の X Y Z の各軸方向に対する回転量がカメラ姿勢情報である。ここでは、説明を簡単にするため、Y 軸方向に対する撮像装置の回転量 yのみを、カメラ姿勢情報として説明する。

【0116】

ステップ 902 及びステップ 903 は実施例 1 と同様である。

50

【0117】

ステップ904において、画像合成部604の画素位置算出部801は、入力撮像データの各画素の合成画像における画素位置を算出する。

【0118】

図21は、本実施例におけるステップ904での画素位置の算出方法を説明する図である。図11の実施例1の算出方法と比べると、仮想センサ2105が、 $-y$ だけ回転した角度に設定されているのが分かる。ここで、センサ2101上のセンサ画素領域2103に対応する画素が画像合成部604に入力されたと仮定する。この場合、画像合成部604は、センサ画素領域2103に対応する仮想センサ2105上の投影領域2106を計算することになる。なお、図21において、 $Ox(m, n)$ は、マイクロレンズ2104の光学中心の位置である。 (m, n) はマイクロレンズのインデックスを表す番号である。 x は入力画素の位置（この図では、センサ画素領域2103の中心位置）を表す。 X_3 及び X_4 は、後述する計算によって求められるセンサ画素領域2106の上端部と下端部に対応する仮想センサ2105上の位置である。この算出された X_3 と X_4 との間の領域がセンサ画素領域2103の仮想センサ2105上における投影領域2106となる。図21に示す通り、センサ画素領域2103を、マイクロレンズ2104の光学中心を基準として仮想センサ2105に投影した投影領域2106が、入力された撮像データの画素（図21では、センサ画素領域2106）に対応する合成画像上の位置となる。図11において、 $real$ はセンサ2101と各マイクロレンズとの距離であり、 $virtual(x)$ は画素位置 x におけるマイクロレンズ2104と仮想センサ2105との距離である。この画素位置 x におけるマイクロレンズ2104と仮想センサ2105間の距離 $virtual(x)$ は、以下の式(3)に従って、算出される。

$$virtual(x) = virtual \cdot \cos y - (x - s/2) \sin y \quad \dots \text{式(3)}$$

ここで、 $virtual$ は、フォーカス調整リング314を介してユーザによって設定される、マイクロレンズ2104と、マクロレンズ2104と並行する向きに位置する仮想センサ2107との距離である。 s はセンサ画素領域2103のサイズである。

【0119】

ステップ904における合成画像における画素位置の算出処理では、以下の式(4)から式(9)に従って、投影領域2106を規定する X_3 及び X_4 の位置を算出する。

$$X_3 = x_3 / (1 - k_1 \cdot \tan y) \quad \dots \text{式(4)}$$

$$X_4 = x_4 / (1 - k_2 \cdot \tan y) \quad \dots \text{式(5)}$$

$$k_1 = (x_3 - x) / (virtual - real) \quad \dots \text{式(6)}$$

$$k_2 = (x_4 - x) / (virtual - real) \quad \dots \text{式(7)}$$

$$x_3 = Ox(m, n) + (virtual(x) / real) (x + s/2 - Ox(m, n)) \quad \dots \text{式(8)}$$

$$x_4 = Ox(m, n) + (virtual(x) / real) (x - s/2 - Ox(m, n)) \quad \dots \text{式(9)}$$

上記式(4)から式(9)において、 s はセンサ画素領域2103のサイズである。算出された X_3 及び X_4 の情報は画素値算出部803へ出力される。このようにして、入力撮像データの各画素の画素位置と姿勢情報に基づいた、任意のリフォーカス位置に応じた合成画像における画素位置とが対応付けられる。

【0120】

10

20

30

40

50

以降のステップ 905～ステップ 913 は、実施例1と同様であるため説明を省略する。

【0121】

図22は、撮像装置の姿勢変化に応じて合成画像が変化する様子を説明する図である。当初、撮像装置の姿勢は、図20の(a)で示すような状態(カメラ姿勢A)であったとする。このときの仮想ピント位置におけるピント面が仮想ピント面Aである。この場合、表示部106には、被写体Xにピントが合った合成画像2201が表示されることになる。その後、撮像装置の姿勢が図20の(b)で示すような状態(カメラ姿勢B)のように変化したとする。このときの仮想ピント位置におけるピント面は仮想ピント面Bのようになる。この場合、表示部106には、被写体X、Y、Zのすべてにピントが合った合成画像2202が表示されることになる。10

【0122】

このように本実施例では、撮像装置の姿勢に仮想ピント面の傾きを連動させた画像合成処理が可能となる。本来の撮像であれば、撮像装置の姿勢変化に応じて変化するであろうグローバル座標系でのピント面の変化を、仮想ピント面の傾きを撮像装置の姿勢変化に応じて変更させることで再現し、画像合成を行うことができる。

【0123】

なお、実施例2のように、想定される撮像装置の姿勢に対して予め複数の合成画像を用意し、撮像装置の姿勢に応じた合成画像を選択、表示するようにしてもよい。

【0124】

以上説明したように、本実施例に係る発明によれば、撮像装置の姿勢に応じて、仮想ピント面の傾きを変更させることにより、撮像装置の姿勢に連動したより自然な合成画像の表示が可能となる。20

【0125】

[実施例4]

実施例1～3では、複数視点の画像を一度に取得可能な多眼方式の撮像装置で取得される撮像データを用いる様であった。次に単眼方式の撮像装置によって得られた撮像データを用い、ピント位置等を変化させた画像を、画像合成処理を行うことなく表示する様について、実施例4として説明する。なお、実施例1～3と共通する部分については説明を簡略化ないしは省略し、ここでは差異点を中心に説明することとする。30

【0126】

本実施例に係る単眼方式の撮像装置の撮像部の構成は、図2の中のマイクロレンズアレイ206を省略した構成である。撮像装置のその他の主要な構成は実施例1等で述べた多眼方式の撮像装置と異なるところがないので、その説明は省略する。

【0127】

本実施例では、撮像パラメータを少しずつ変更しながら複数枚の画像を取得するプラケット撮像により、複数の撮像データを取得する。具体的には、フォーカス調整リング314、絞り調整リング315、ズーム調整リング313を段階的に変化させた撮像データを取得する。プラケット撮像による撮像データには、撮像時のパラメータが撮像画像と一緒に保持されるものとする。つまり、実施例1～3では、複数視点の画像を含む1の撮像データから、ピント位置等を変更した合成画像を演算によって生成していたが、本実施例では、プラケット撮像によって得られた複数の撮像データから、所望の撮像画像を選択し表示する。40

【0128】

図23は、ピント位置を段階的に変更したプラケット撮像(フォーカスプラケット撮像)の説明図である。フォーカスプラケット撮像では、撮像装置2300に具備されるフォーカス調整を行う操作部を使用しながらピント位置を段階的に変化させて、複数回の撮像を行う。図23において、撮像装置2300からそれぞれ異なる距離に3つの被写体2301～2303が存在している。被写体2301は撮像装置2300から最も近い位置、被写体2302は中程度の位置、被写体2303は最も離れた位置にそれぞれ位置してい50

る。本実施例では、近傍の被写体から遠方の被写体までが含まれるようにピント位置を連続的に変化させ、各ピント位置での撮像データを取得する。図24は、図23の状況下でフォーカスブラケット撮像によって得られた撮像画像の一例を示している。撮像画像2401は、被写体2301にピントが合っている撮像画像である。撮像画像2402は、被写体2302にピントが合っている撮像画像である。撮像画像2403は、被写体2303にピントが合っている撮像画像である。なお、実際のフォーカスブラケット撮像では、主要な被写体2301～2303が存在しない部分（例えば、被写体2301と被写体2302の間）にピントを合わせた撮像も行われる。そして、得られた撮像データにおいては、撮像時のピント位置の情報が撮像画像に関連付けられて記録される。

【0129】

10

このようなブラケット撮像が、絞り値やズーム倍率といった他の撮像パラメータについても同様に行われる。

【0130】

<画像処理部の構成図>

図25は、本実施例に係る画像処理部112の内部構成を示したブロック図である。実施例2に係る画像処理部112（図15を参照）と比較すると、画像合成パラメータ生成部1501、画像合成部604、光学パラメータ取得部603を備えていないことが分かる。他の共通している各部（撮像データ取得部601、メモリ部1502、画像選択部1503、選択条件取得部1504は、実施例2に係る画像処理部112におけるそれらと同様であるため説明を省略する。

20

【0131】

図26は、本実施例に係る画像処理部112における画像処理の流れを示すフローチャートである。なお、この一連の処理は、以下に示す手順を記述したコンピュータ実行可能なプログラムをROM103からRAM102上に読み込んだ後、CPU101によって該プログラムを実行することによって実施される。

【0132】

ステップ2601において、撮像データ取得部601は、前述のブラケット撮像によって得られた複数の撮像データを取得する。ここで取得される個々の撮像データには、撮像時のピント位置、絞り値、ズーム倍率等の情報が、各撮像画像に付帯されている。

【0133】

30

ステップ2602において、取得した撮像データがメモリ部1502に格納される。

【0134】

ステップ2503において、選択条件取得部1504は、操作部105から供給される仮想ピント位置、仮想絞り値、仮想ズーム倍率といった選択条件を取得する。これらの選択条件は、実施例2と同様、フォーカス調整リング314、絞り調整リング315、ズーム調整リング313を介して、ユーザによって設定される。

【0135】

ステップ2604において、画像選択部1503は、選択条件取得部1504から供給される選択条件を参照し、メモリ部1502に格納された複数の撮像データから、当該選択条件に合った好適な撮像画像を選択する。選択された撮像画像のデータは表示部106に送られ、表示部106で表示される。

40

【0136】

ステップ2605において、画像処理部112は、選択条件についての新たな入力（変更指示）の有無を判定する。選択条件の変更指示があったと判定された場合には、ステップ2603に戻り、新たに入力された選択条件に従って、ステップ2603及びステップ2604の処理を繰り返し行う。一方、選択条件の変更指示がないと判定された場合は、本処理を終了する。

【0137】

以上説明したように、本実施例に係る発明によれば、ブラケット撮像で得られた複数の撮像データを用い、ピント位置等を変化させた画像を、画像合成処理を行うことなく表示

50

するが可能となる。

【0138】

[実施例5]

実施例1～4では、撮像データを取得する撮像部、画像合成処理を行う画像処理部、合成画像を表示する表示部がすべて一体となった撮像装置の存在を前提としていた。次に、画像処理部、表示部、撮像部が、一体ではない態様について、実施例5として説明する。

【0139】

なお、画像処理部における画像合成処理自体は、実施例1等と異なるところがないため説明を省略する。また、画像合成に必要となるパラメータ（仮想ピント位置、仮想絞り値、仮想ズーム倍率など）が、撮像時に使用する操作部（フォーカス調整リング、絞り調整リング、ズーム調整リング等）を介してユーザによって設定される点も、実施例1等と同様である。10

【0140】

図27は、画像処理部及び／又は表示部が、撮像部とは別個に存在する3種類の態様を説明する図である。

【0141】

図27の(a)は、撮像部と画像処理部とが一体で、表示部としてのモニタが別途存在する態様である。撮像装置2701で撮像された撮像データは、撮像装置2701の内部に具備される（不図示）画像処理部にて処理されて合成画像が生成され、生成された合成画像データは表示部としてのモニタ2702に送られ、表示される。20

【0142】

図27の(b)は、撮像部、画像処理部、表示部が、それぞれ別個に存在する態様である。撮像装置2703で撮像された撮像データは、画像処理部としてのPC2704に転送され、PC2704にて画像合成処理が実施される。そして、生成された合成画像データは表示部としてのモニタ2705に送られ、表示される。なお、実施例4のように、ブラケット撮像によって撮像データを取得する場合には、画像処理部としてのPC2704は画像合成処理を実施せず、撮像データの保持及び画像の選択のみを行うようにすればよい。

【0143】

図27の(c)は、撮像部と表示部とが一体で、画像処理部としてのPCが別途存在する態様である。撮像装置2706で撮像された撮像データは、画像処理部としてのPC2708に転送され、PC2708にて画像合成処理が実施される。そして、生成された合成画像データは表示部としての液晶モニタ2707を有する撮像装置2706に送られ、表示される。30

【0144】

なお、図27の(a)～(c)において、撮像装置と表示部との間、撮像装置と画像処理部との間、画像処理部と表示部との間のデータ送信は、例えばケーブル等で両者を結線した有線接続によって実現される。もちろん、Wi-FiやBluetooth（登録商標）などの無線接続を利用して実現しても構わない。

【0145】

また、図27の(b)及び(c)において、画像合成処理の対象となる撮像データを取得する撮像装置と、画像合成パラメータを入力する撮像装置とが同一である必要はない。画像合成パラメータの入力に使用する撮像装置とは異なる撮像装置で撮像した撮像データに対して、画像合成処理を実施しても差し支えない。この場合、画像処理部としてのPCは、そのメモリ部に、撮像に用いる撮像装置の撮像パラメータを予め格納しておくなどしておけばよい。40

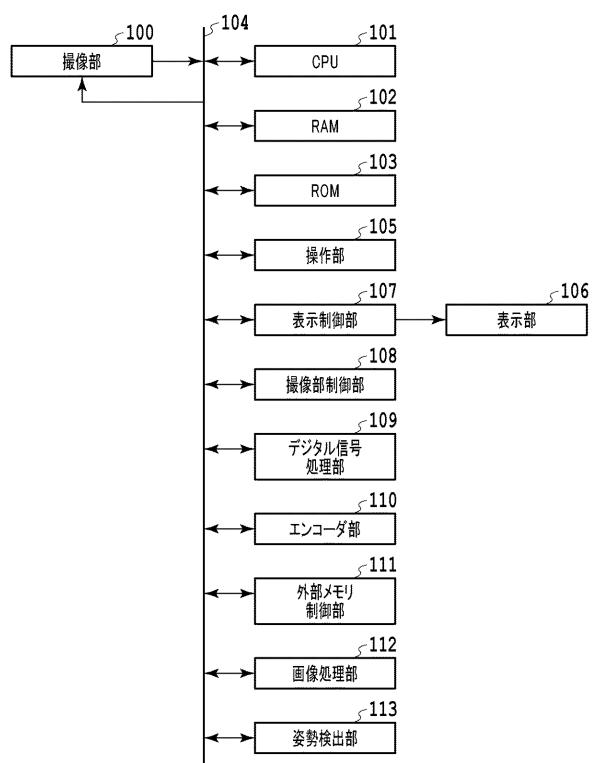
【0146】

[その他の実施形態]

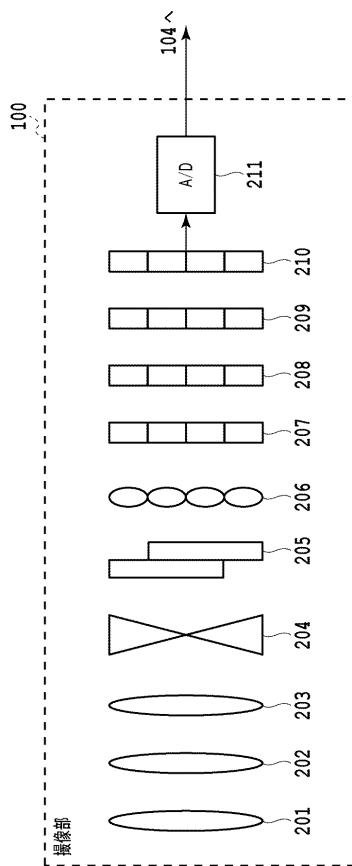
また、本発明の目的は、以下の処理を実行することによっても達成される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェアのプログラムコードを記録した記憶媒体を、50

システム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（またはCPUやMPU等）が記憶媒体に格納されたプログラムコードを読み出す処理である。この場合、記憶媒体から読み出されたプログラムコード自体が前述した実施の形態の機能を実現することになり、そのプログラムコード及び該プログラムコードを記憶した記憶媒体は本発明を構成することになる。

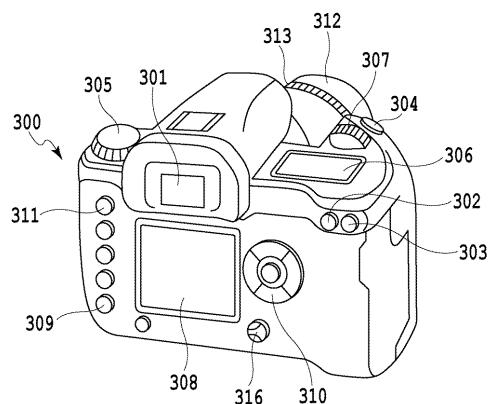
【図1】



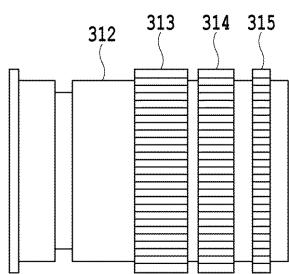
【図2】



【図3】

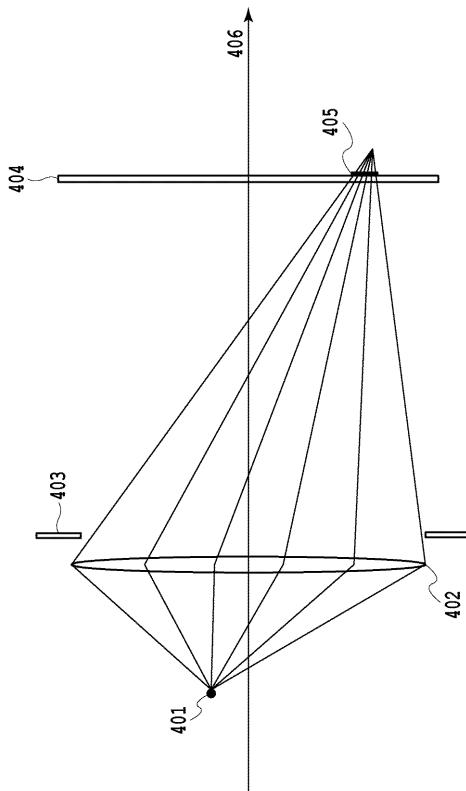


(a)

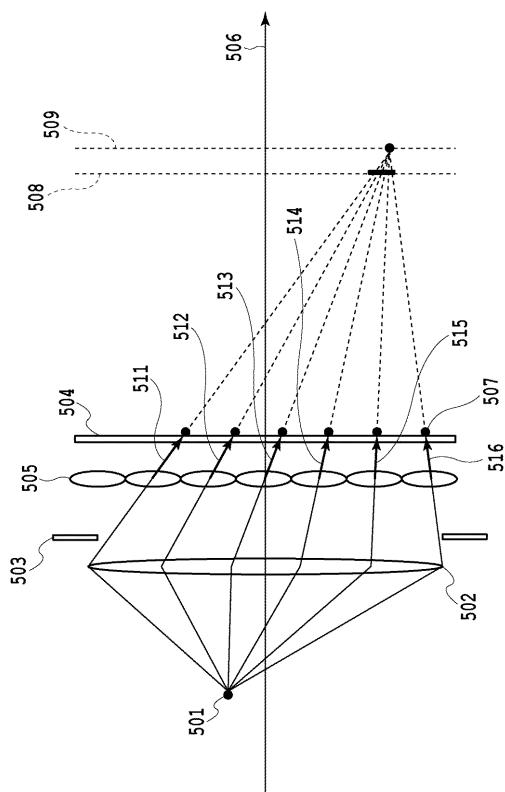


(b)

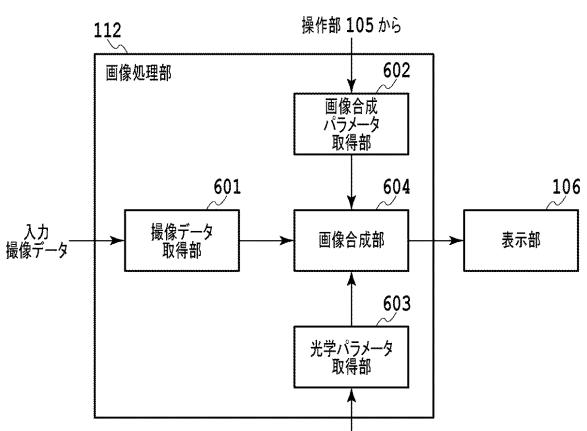
【図4】



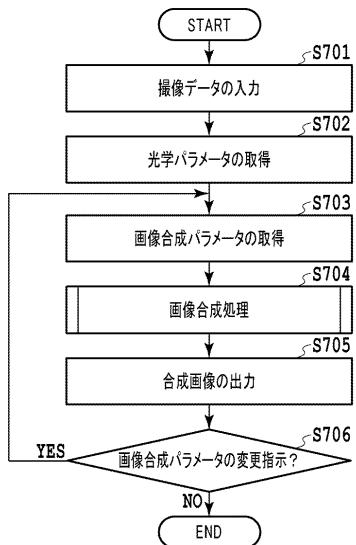
【図5】



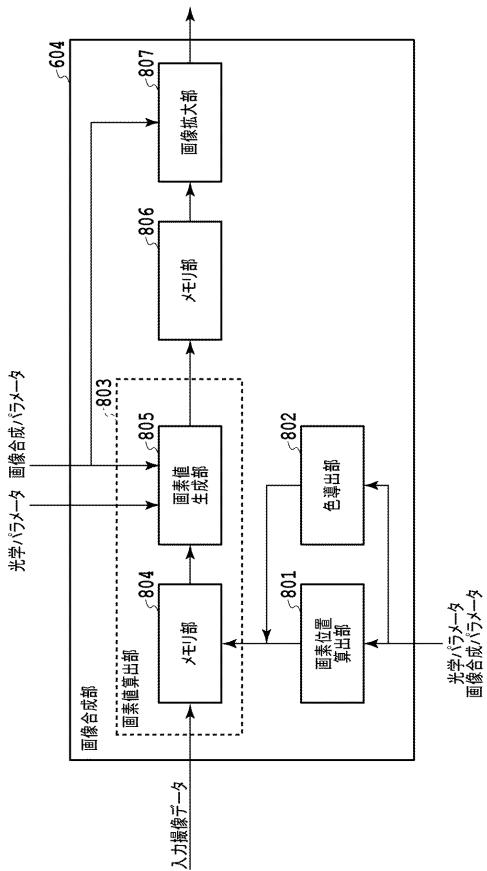
【図6】



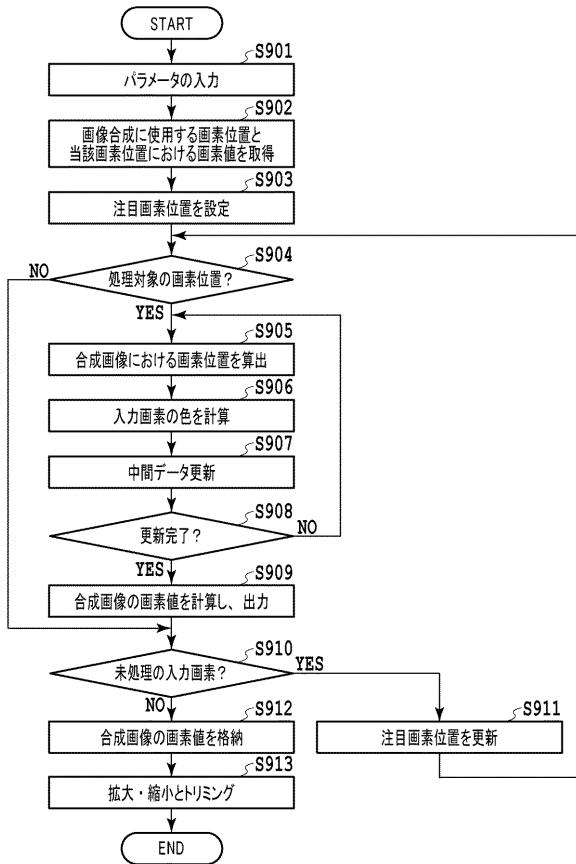
【図7】



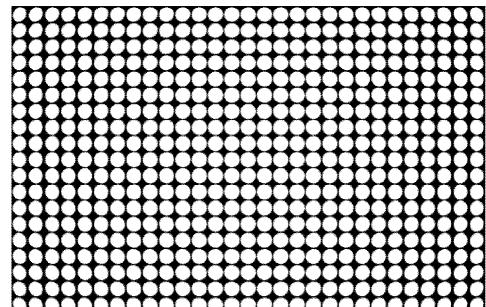
【図8】



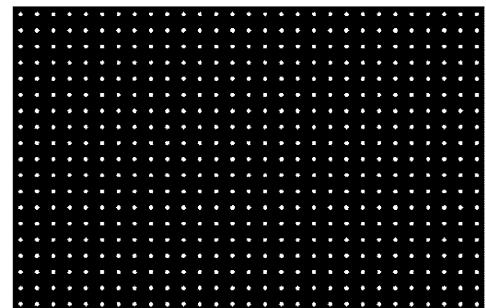
【図9】



【図10】

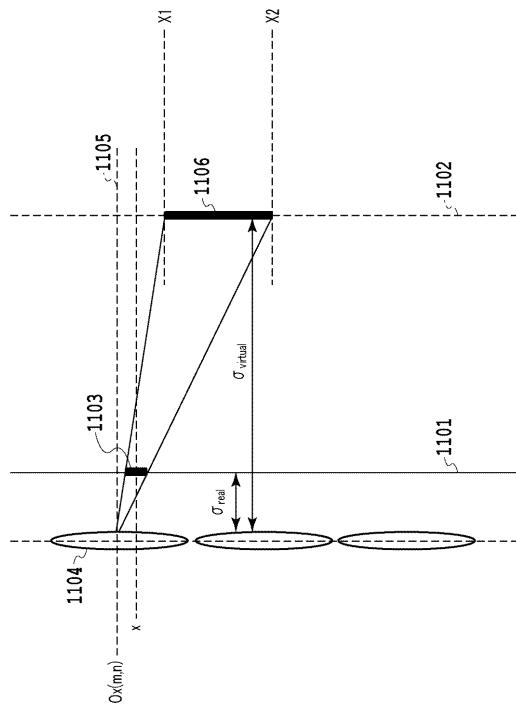


(a)



(b)

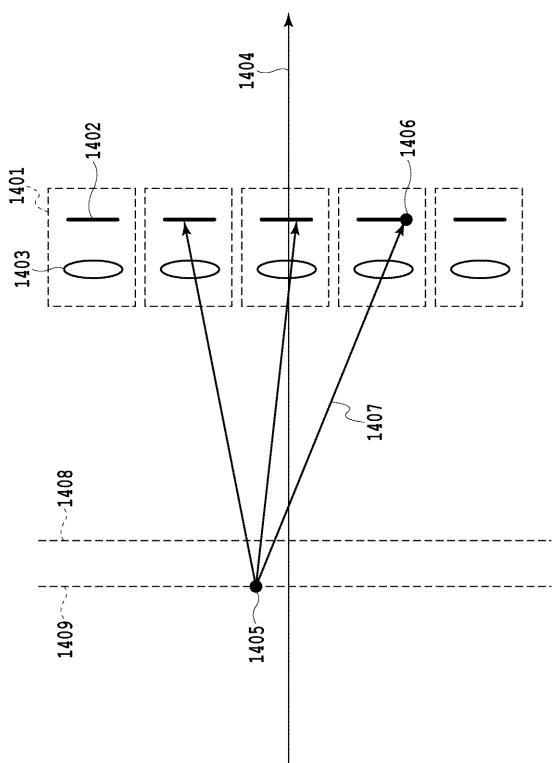
【図 1 1】



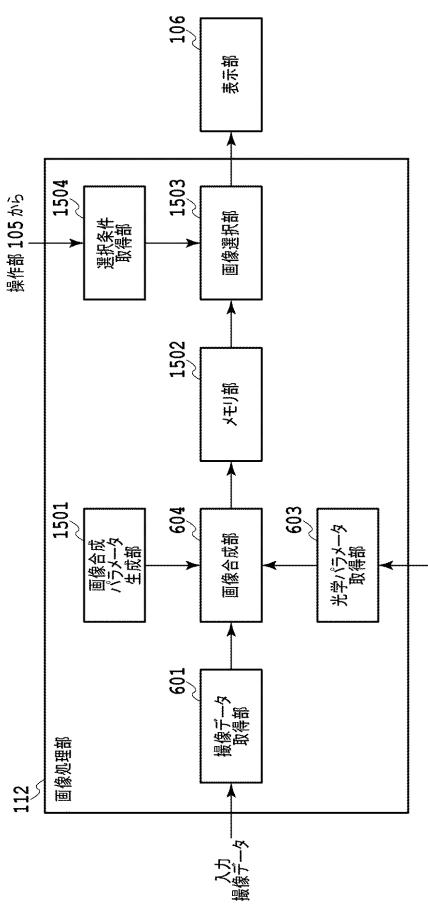
【図 1 2】

合成画像の画素位置	色の種別	画素値
⋮	⋮	⋮
(10,9)	B	21
(10,10)	R	24
(10,10)	R	26
(10,10)	G	32
(10,10)	G	34
(10,10)	B	22
(10,11)	R	25
⋮	⋮	⋮

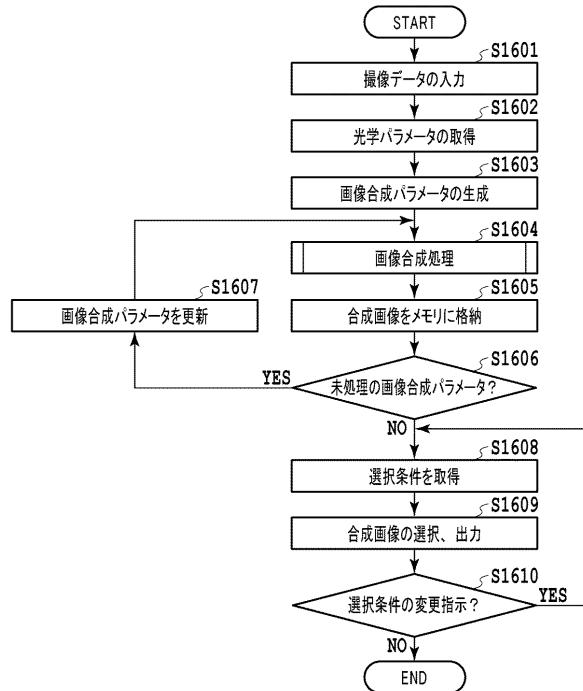
【図 1 4】



【図 1 5】



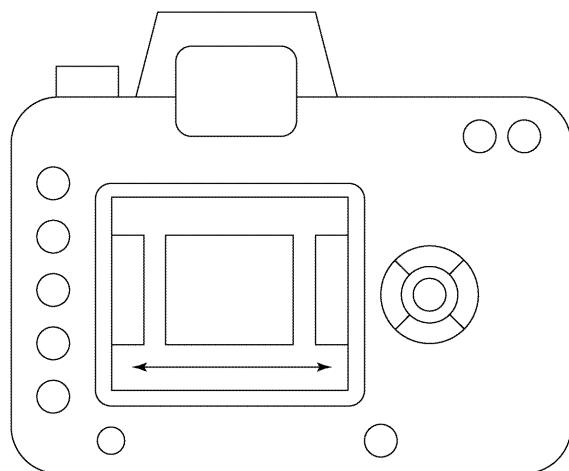
【図16】



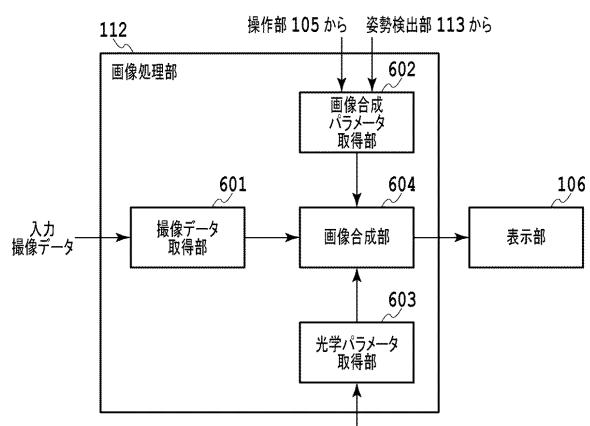
【図17】

仮想ピント位置	仮想絞り値	仮想ズーム倍率
-100 μm	F2.8	0.5
-95 μm	F2.8	0.5
⋮	⋮	⋮
95 μm	F2.8	0.5
100 μm	F2.8	0.5
-100 μm	F4	0.5
⋮	⋮	⋮
100 μm	F22	0.5
-100 μm	F2.8	0.6
⋮	⋮	⋮
100 μm	F22	0.6
⋮	⋮	⋮
100 μm	F22	2

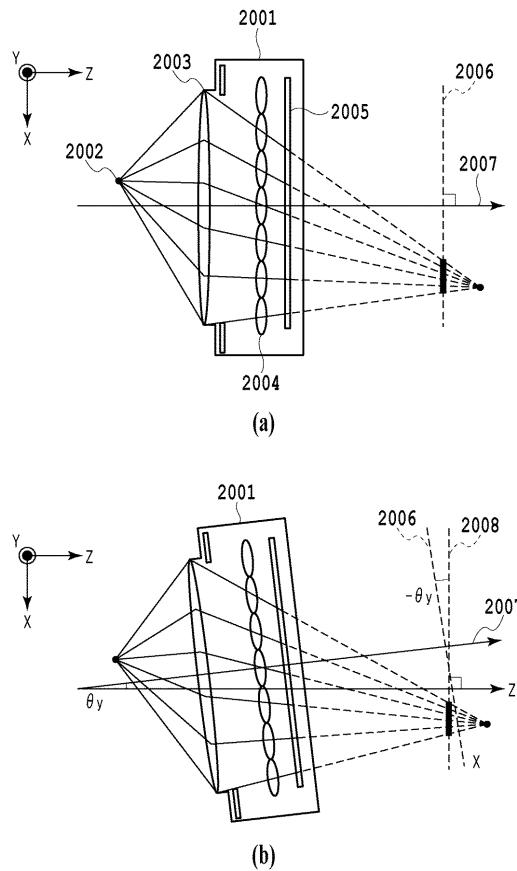
【図18】



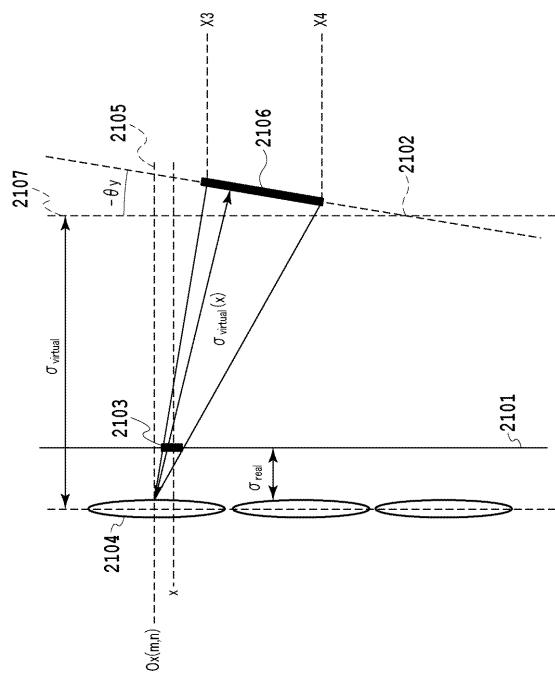
【図19】



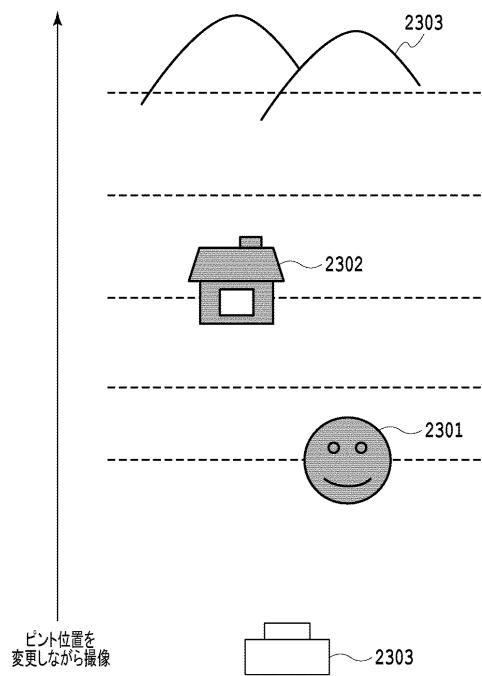
【図20】



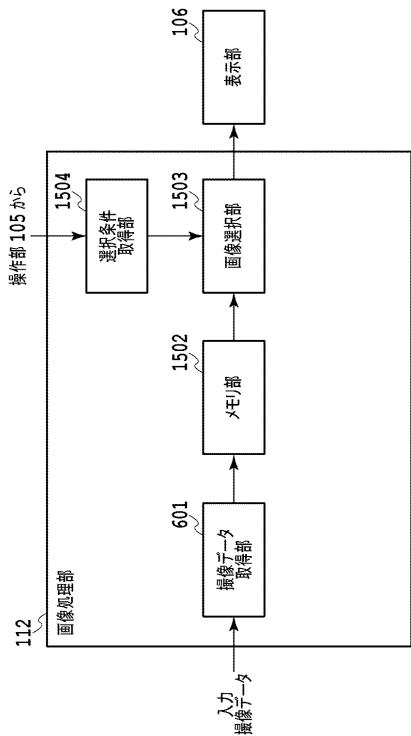
【図21】



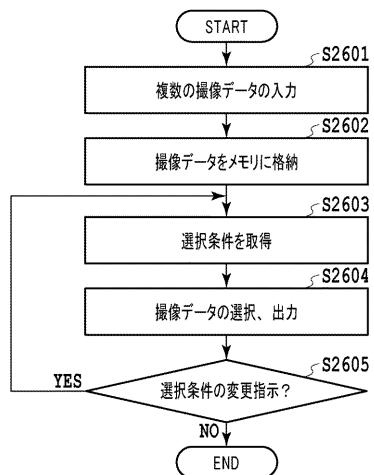
【図23】



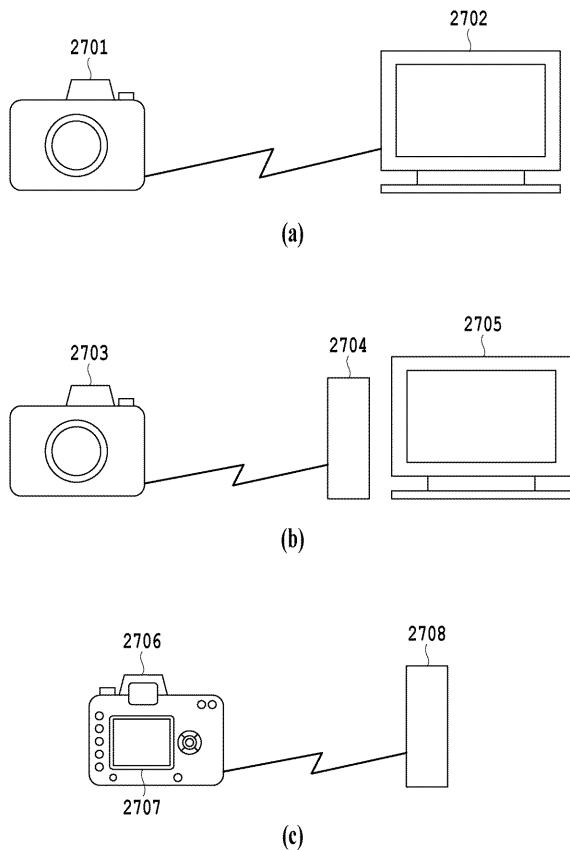
【図25】



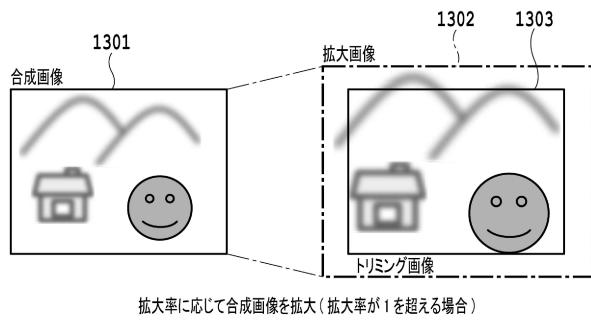
【図26】



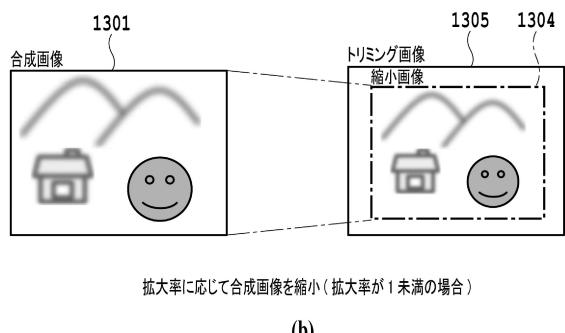
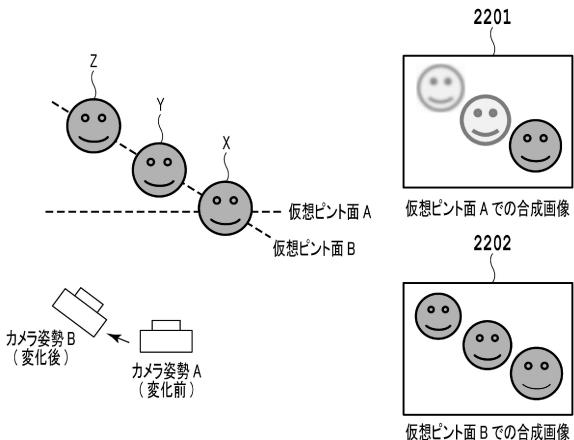
【図27】



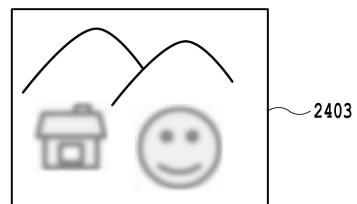
【図13】



【図22】

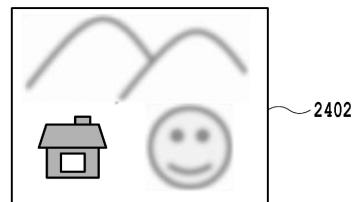


【図 2 4】



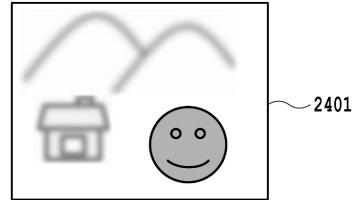
2403

⋮



2402

⋮



2401

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平11-308490(JP,A)
特開2009-140262(JP,A)
特開2009-111635(JP,A)
特開2008-219878(JP,A)
特開2005-295056(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0131019(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 04 N	5 / 232
G 03 B	15 / 00
G 06 T	1 / 00
H 04 N	5 / 225