

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6100089号  
(P6100089)

(45) 発行日 平成29年3月22日 (2017.3.22)

(24) 登録日 平成29年3月3日 (2017.3.3)

(51) Int.Cl.

F I

H O 4 N 5/228 (2006.01)  
G O 6 T 3/00 (2006.01)H O 4 N 5/228 Z  
G O 6 T 3/00 7 5 5

請求項の数 16 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2013-105157 (P2013-105157)  
 (22) 出願日 平成25年5月17日 (2013.5.17)  
 (65) 公開番号 特開2014-225843 (P2014-225843A)  
 (43) 公開日 平成26年12月4日 (2014.12.4)  
 審査請求日 平成28年5月13日 (2016.5.13)

(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 中田 有一  
 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  
 (72) 発明者 佐藤 陽輔  
 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 藤原 敬利

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、画像処理方法およびプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

撮像によって取得された第一の画角を有する第一の画像データと、前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有し、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、それぞれ前記第二の画角を有し、それぞれ互いに異なる視点から撮像された第四の画像データと第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得手段と、

ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成する生成手段と、

前記生成手段は、

前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを決定し、

決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成を行うこと

を特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記生成手段は、前記第二の画像データの各画素について、前記第二の画像データが表示画像の端部からの距離に応じた重み値を与え、前記重み値をさらに用いて前記重みづけ合成を行うことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】

前記生成手段は、前記端部からの距離が大きくなるほど、前記重み値が大きくなるように、前記重み値を決定することを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記生成手段は、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの対応する画素を位置あわせして、前記重みづけ合成を行うことを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 5】

前記生成手段は、前記第三の画角と、前記第一の画角と、前記第二の画角と、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データを撮像した撮像手段の位置と、被写体までの距離と、に基づいて前記位置あわせを行うことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】

前記生成手段は、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの対応する画素に、前記決定した重みを適用することによって前記重みづけ合成を行うことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記生成手段は、前記重みを用いて複数の前記画像データの少なくとも一部を足し合わせるにより前記第三の画像データを生成することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

20

【請求項 8】

前記生成手段は、モードに応じて前記重みの決定基準を変更することを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記生成手段は、前記第三の画角に応じて前記重みが連続的に変化する第一のモードと、前記第三の画角に閾値を設定し、前記閾値の前後で重みを不連続に切り替える第二のモードとを備えることを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

30

【請求項 10】

前記生成手段は、前記第三の画像データの領域毎に前記重みを補正する補正手段を有し、前記生成手段は前記補正手段で補正された重みを用いて前記第三の画像データを生成することを特徴とする請求項 1 から 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

前記補正手段は前記第一の画像データと前記第二の画像データとの間の差分に基づき前記重みを補正することを特徴とする請求項 10 に記載の画像処理装置。

【請求項 12】

第一の画角を有する第一の画像データを撮像する第一の撮像手段と、  
前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有する第四の画像データを撮像する第二の撮像手段と、

40

前記第二の画角を有する第五の画像データを撮像する第三の撮像手段と、  
前記第二の撮像手段および前記第三の撮像手段は、それぞれ互いに異なる視点を持ち、  
前記第一の画像データと、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、前記第四の画像データと前記第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得手段と、

ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成す

50

る生成手段と、

前記生成手段は、

前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを決定し、

決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成を行うこと

を特徴とする撮像装置。

【請求項 13】

撮像によって取得された第一の画角を有する第一の画像データと、前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有し、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、それぞれ前記第二の画角を有し、それぞれ互いに異なる視点から撮像された第四の画像データと第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得工程と、

ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成する生成工程と、

前記生成工程において、

前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとが決定され、

決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成が行われること

を特徴とする画像処理方法。

【請求項 14】

第一の画角を有する第一の画像データを撮像する第一の撮像工程と、

前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有する第四の画像データを撮像する第二の撮像工程と、

前記第二の画角を有する第五の画像データを撮像する第三の撮像工程と、

前記第二の撮像工程および前記第三の撮像工程は、それぞれ互いに異なる視点で行われ

、前記第一の画像データと、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、前記第四の画像データと前記第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得工程と、

ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成する生成工程と、

前記生成工程において、

前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとが決定され、

決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成が行われること

を特徴とする撮像方法。

【請求項 15】

コンピュータを、請求項 1 から請求項 11 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置の各手

10

20

30

40

50

段として機能させるためのプログラム。

【請求項 16】

コンピュータを、請求項 12 に記載の撮像装置の各手段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】

【0001】

本発明は、画像処理装置、画像処理方法およびプログラムに関する。具体的には、画角の異なる複数の撮像画像データを基に別の画角の画像データを生成する画像処理装置、画像処理方法およびプログラムに関する。

10

【背景技術】

【0002】

従来、撮像画像の所望の領域を拡大することにより画像処理によってズームを実現する技術（電子ズーム）が知られている。この方法ではズーム倍率を大きくするほど拡大倍率も大きくなり、次第に解像感が損なわれてしまうという問題があった。そこで、画角の異なる複数のカメラを用いることで解像感を損なわずに画像処理によるズームを行う技術（例えば、特許文献 1）が知られている。特許文献 1 は、画角の広いカメラと画角の狭いカメラからなる撮像装置を用いる。ズーム倍率が小さい場合は画角の広いカメラを用いて電子ズーム処理を行い、ズーム倍率が所定の値よりも大きくなったら使用するカメラを切り替えて画角の狭いカメラを用いて電子ズーム処理を行う。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特許第 4341019 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献 1 では、使用するカメラが切り替わる際に解像感が大きく変化してしまうという課題があった。

【0005】

30

そこで本発明では、解像感を損なわないとともに、解像感の変化が滑らかな電子ズームを実現することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る画像処理装置は、撮像によって取得された第一の画角を有する第一の画像データと、前記第一の画角よりも小さい第二の画角を有し、前記第一の画像データの視点に対応する視点を持つ第二の画像データであって、それぞれ前記第二の画角を有し、それぞれ互いに異なる視点から撮像された第四の画像データと第五の画像データとを用いて生成された前記第二の画像データと、を取得する取得手段と、ユーザ指示に応じて決定される第三の画角を有し、前記第一の画像データおよび前記第二の画像データの視点に対応する視点を持つ第三の画像データであって、前記第一の画角よりも小さく、前記第二の画角よりも大きい前記第三の画角を有する前記第三の画像データを、前記第一の画像データと前記第二の画像データとを重みづけ合成することで生成する生成手段と、前記生成手段は、前記第三の画角が前記第二の画角に近づくほど、前記第一の画像データに対する前記第二の画像データの重みが大きくなるように、前記重みづけ合成に用いられる前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを決定し、決定された前記第一の画像データの重みと前記第二の画像データの重みとを用いて、前記第一の画像データと前記第二の画像データとの重みづけ合成を行うことを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0007】

50

本発明は、解像感を損なわずに滑らかな電子ズームを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 8 】

【図 1】本発明の実施例 1 に係る複数の撮像部を備えた多眼方式の撮像装置の一例を示す図である。

【図 2】多眼方式の撮像装置の内部構成の一例を示すブロック図である。

【図 3】撮像部の内部構成の一例を示す図である。

【図 4】本発明の実施例 1 に係る概要機能構成を示す図である。

【図 5】本発明の実施例 1 に係る処理全体の動作を示すフローチャートである。

【図 6】本発明の実施例 1 に係る仮想画角画像生成処理の動作を示すフローチャートである。

10

【図 7】本発明の実施例 1 に係る仮想画角と重みの関係を示す図である。

【図 8】本発明の実施例 1 に係る撮像画像 1 と撮像画像 2 の対応関係を示す図である。

【図 9】本発明の実施例 1 に係る撮像画像 1 と仮想画角画像の対応関係を示す図である。

【図 10】画像合成処理における撮像画像 1、撮像画像 2、仮想画角画像の対応関係を示す図である。

【図 11】画像合成処理時でブレンド処理を行う際の撮像画像 1、撮像画像 2、仮想画角画像の対応関係を示す図である。

【図 12】本発明の実施例 4 に係る複数の撮像部を備えた多眼方式の撮像装置の一例を示す図である。

20

【図 13】本発明の実施例 1 に係る仮想画角画像生成処理の動作を示すフローチャートである。

【図 14】本発明の実施例 5 に係る複数の撮像部を備えた多眼方式の撮像装置の一例を示す図である。

【図 15】本発明の実施例 5 に係る仮想画角画像生成処理の動作を示すフローチャートである。

【図 16】本発明の実施例 5 における仮想画角と重みの関係を示す図である。

【図 17】本発明の実施例 5 における仮想視点画像 I 1 ' と仮想視点画像 I 2 ' の対応関係を示す図である。

【図 18】本発明の実施例 5 における仮想視点画像 I 1 ' と仮想画角画像の対応関係を示す図である。

30

【図 19】本発明の画像合成処理における仮想視点画像 I 1 '、仮想視点画像 I 2 ' と仮想視点画像 I 3 '、仮想画角画像の対応関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 9 】

以下に図面を参照して、発明の実施の形態を詳しく説明する。なお、以下の実施の形態はあくまで例示であり、本発明の範囲を限定する趣旨のものではない。

【実施例 1】

【 0 0 1 0 】

本実施例では、画角の異なる 2 つの撮像画像データとユーザの指定した仮想画角とを基に、仮想画角に対応する仮想画角画像データを生成する。この際、仮想画角を大きくすることでズーム倍率の小さな仮想画角画像データが得られ、仮想画角を小さくすることでズーム倍率の大きな仮想画角画像データが得られる。すなわち、ユーザは仮想画角を変えることで、仮想画角画像データのズーム倍率を変えることができる。本実施例は、撮像の際のプレビュー画像データを生成する処理として、あるいは撮像後に任意のズーム倍率の画像データを生成する処理として利用可能である。

40

【 0 0 1 1 】

図 1 は、複数の撮像部を備えた多眼方式による多視点撮像装置の一例を示す図である。図 1 ( a ) に示すように、撮像装置 1 0 0 はカラー画像データを取得する 2 個の撮像部 1 0 1 ~ 1 0 2 及び撮像ボタン 1 0 3 を備えている。図 1 ( b ) に示すように撮像部 1 0 1

50

と撮像部 102 は、それぞれの光軸 104、105 が平行になるように配置されている。本実施例では、撮像部 101 と撮像部 102 の水平方向の間隔を R、垂直方向の間隔を T、撮像部 101 の水平画角を  $\theta_1$ 、垂直画角を  $\phi_1$ 、撮像部 102 の水平画角を  $\theta_2$ 、垂直画角を  $\phi_2$  とする。なお、 $\theta_1 > \theta_2$  かつ  $\phi_1 > \phi_2$  とし、撮像部 102 よりも撮像部 101 の方が画角が広いものとする。ユーザが撮像ボタン 103 を押下すると、撮像部 101 ~ 102 が被写体の光情報をセンサ（撮像素子）で受光し、受光した信号が A/D 変換され、複数のデジタルデータ（撮像画像データ）が同時に得られる。撮像画像データには、撮像時のフォーカス設定などに基づき導出された撮像装置 100 から被写体までの距離 L がタグ情報として付与されるものとする。

#### 【0012】

10

このような多眼方式の撮像装置により、同一の被写体を複数の視点位置から撮像した撮像画像データ群を得ることができる。なお、ここでは撮像部の数を 2 個としたが撮像部の数は 2 個に限定されず、撮像装置が複数の撮像部を有する限りにおいてその数によらず本実施例は適用可能である。

#### 【0013】

図 2 は、撮像装置 100 の内部構成を示すブロック図である。中央処理装置（CPU）201 は、以下に述べる各部を統括的に制御する。RAM 202 は、CPU 201 の主メモリ、ワークエリア等として機能する。ROM 203 は、CPU 201 で実行される制御プログラム等を格納している。

#### 【0014】

20

バス 204 は、各種データの転送経路となる。例えば、撮像部 101 ~ 102 によって取得された撮像画像データは、このバス 204 を介して所定の処理部に送られる。操作部 205 はユーザの指示を受け取る。具体的にはボタンやモードダイヤルなどが含まれ、撮像指示やズーム指示を受け取ることができる。表示部 206 は撮像画像や文字の表示を行い、例えば、液晶ディスプレイが用いられる。また、表示部 206 はタッチスクリーン機能を有していても良い。その場合はタッチスクリーンを用いた撮像指示やズーム指示などのユーザ指示を操作部 205 の入力として扱うことも可能である。

#### 【0015】

表示制御部 207 は、表示部 206 に表示される画像や文字の表示制御を行う。撮像制御部 208 は、フォーカスを合わせる、シャッターを開く・閉じる、絞りを調節するなどの、CPU 201 からの指示に基づいた撮像部の制御を行う。デジタル信号処理部 209 は、バス 204 を介して受け取った撮像画像データに対し、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

#### 【0016】

エンコード部 210 は、撮像画像データを 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。外部メモリ制御部 211 は、撮像装置 100 を、外部メモリ 213（例えば、PC、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）に結合するためのインターフェースである。画像処理部 212 は、撮像部 101 ~ 102 で取得された撮像画像データ群或いは、デジタル信号処理部 209 から出力される撮像画像データ群を用いて画像合成などの画像処理を行う。例えば、画角の異なる複数の画像データとユーザのズーム指示によって設定された仮想画角とを用いて、仮想画角に対応した仮想画角画像データを生成する。

40

#### 【0017】

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。

#### 【0018】

図 3 は、撮像部 101 の内部構成を示す図である。撮像部 101 は、レンズ 301 ~ 302、絞り 303、シャッター 304、光学ローパスフィルタ 305、IR カットフィルタ 306、カラーフィルタ 307、センサ 308 及び A/D 変換部 309 で構成される。レンズ 301 ~ 302 は夫々、フォーカスレンズ 301、ぶれ補正レンズ 302 である。

50

センサ 308 は、例えば CMOS や CCD などのセンサであり、上記の各レンズでフォーカスされた被写体の光量を検知する。検知された光量はアナログ値としてセンサ 308 から出力され、A/D変換部 309 によってデジタル値に変換されて、デジタルデータとなってバス 204 に出力される。なお、撮像部 102 についても同様の構成とすることができる。

#### 【0019】

次に、本実施形態に係る一連の処理を行う際の概要機能構成について、図 4 を用いて説明する。CPU 201 の機能部としての撮像データ入力部 401 は撮像部 101、102 によって撮像された複数の撮像画像データ 404 を撮像部 101、102 から取得する。あるいは撮像データ入力部 401 は、あらかじめ RAM 202 や外部メモリ 213 等に記憶されていた撮像画像データ 404 を取得するなどしてもよい。また、撮像データ入力部 401 は、撮像部 101 の画角  $\theta_1$ 、 $\theta_1$ 、撮像部 102 の画角  $\theta_2$ 、 $\theta_2$ 、及び撮像部 101 と撮像部 102 との間隔 R を含む撮像情報 405 を ROM 203 や外部メモリ 213 などの記憶装置から取得する。

10

#### 【0020】

CPU 201 の機能部としての画像処理パラメータ入力部 402 は仮想画角  $\theta'$  を含む画像処理パラメータ 406 を ROM 203 や外部メモリ 213 などの記憶装置から取得する。なお、仮想画角  $\theta'$  は操作部 205 などを受け取ったユーザのズーム指示に従い決定され、記憶装置に記憶されているものとする。画像処理部 212 は、複数の撮像画像データ 404 と撮像情報 405 と画像処理パラメータ 406 に含まれる仮想画角  $\theta'$  とを基に、仮想画角  $\theta'$  に対応する仮想画角画像データ 407 を生成する。最後に CPU 201 の機能部としての出力部 405 は、仮想画角画像データ 407 を表示部 206 や外部メモリ 213 へ出力する。

20

#### 【0021】

図 5 は、本実施例の画像処理装置における一連の処理の動作手順を示すフローチャートである。詳細には、図 5 のフローチャートに示す手順を記述したプログラムを、ROM 203 から RAM 202 上に読み込んだ後に、CPU 201 によって該プログラムを実行することによって当該処理が実施される。

#### 【0022】

以下、図 5 に示す各処理について説明する。まず、ステップ S501 の画像データ取得処理において、撮像データ入力部 401 は撮像部 101、102 によって撮像された複数の撮像画像データ 404 を撮像部 101、102 から取得する。取得した撮像画像データ 404 は RAM 202 などに記憶される。あるいは、あらかじめ外部メモリ 213 などに撮像画像データ 404 を保持しておき、これを撮像データ入力部 401 が取得するようにしてもよい。また、撮像データ入力部 401 は撮像部 101 の画角  $\theta_1$ 、 $\theta_1$  と、撮像部 102 の画角  $\theta_2$ 、 $\theta_2$  と、撮像部 101 と撮像部 102 との間隔 R と、を含む撮像情報 405 を ROM 203 や外部メモリ 213 などの記憶装置から取得する。

30

#### 【0023】

次にステップ S502 の画像処理パラメータ取得処理（仮想画角取得処理）において、画像処理パラメータ入力部 402 は仮想画角  $\theta'$  を含む画像処理パラメータ 406 を ROM 203 や外部メモリ 213 などの記憶装置から取得する。

40

#### 【0024】

次にステップ S503 において、画像処理部 212 はステップ S501 で記憶された撮像画像データ 404 および撮像情報 405 と、ステップ S502 で取得された画像処理パラメータ 406 とを用い、仮想画角画像データ 407 の生成を行う。生成した仮想画角画像データ 407 は RAM 202 などに記憶される。ステップ S503 の処理については後に詳述する。

#### 【0025】

最後にステップ S504 において、出力部 405 はステップ S503 で記憶した仮想画角画像データ 407 を表示部 206 や外部メモリ 213 に出力する。表示部 206 に出力

50

することにより、仮想画角画像データ407が示す画像を表示できる。外部メモリ213に出力することにより、仮想画角画像データ407を外部メモリに記憶できる。

【0026】

<仮想画角画像データ生成処理>

ここでは、ステップS503で行う仮想画角画像データ生成処理について説明する。仮想画角画像データ生成処理ではステップS501で記憶された撮像画像データおよび撮像情報405と、ステップS502で取得された画像処理パラメータ406とを用い、仮想画角画像データ407の生成を行う。以下、図6に示すフローチャートを用い、仮想画角画像データ生成処理の詳細を説明する。

【0027】

まず、ステップS601において、画像処理部212は、撮像情報405に含まれる撮像部101の画角 $\theta_1$ 、撮像部102の画角 $\theta_2$ 、および画像処理パラメータ406に含まれる仮想画角 $\theta'$ を基に、重みを決定する。決定される重みは、生成する仮想画角画像データ407に対する撮像画像データ404の重みである。以下、撮像部101、102で撮像した撮像画像データが示す撮像画像をそれぞれI1、I2とする。先に説明したように、撮像部101の方が撮像部102よりも画角が広い。したがって、撮像画像I1の方が撮像画像I2よりも画角が広い。また、撮像画像I1、I2に対する重みを $w_1$ 、 $w_2$ とする。仮想画角 $\theta'$ と重み $w_1$ 、 $w_2$ との関係の例を図7(a)に示す。図7(a)では、重み $w_1$ 、 $w_2$ は仮想画角 $\theta'$ の値が大きくなるほど重み $w_1$ の値を大きくする。すなわち、仮想画角 $\theta'$ に近い画角を有する撮像画像の重みを大きくする。具体的には下記

【0028】

【数1】

$$w_1 = \frac{\theta' - \theta_2}{\theta_1 - \theta_2} \quad (1)$$

$$w_2 = 1 - w_1$$

【0029】

決定した重み $w_1$ 、 $w_2$ はRAM202などの記憶装置に記憶される。

【0030】

次に、ステップS602では、画像処理部212は、撮像画像I1と撮像画像I2との位置合わせを行う。具体的には、撮像画像I1に写っている被写体と、撮像画像I2に写っている被写体とが重なるように、撮像画像I1の各画素( $x$ 、 $y$ )と撮像画像I2の各画素( $x'$ 、 $y'$ )とをアフィンパラメータ $a_1 \sim a_6$ を用いて対応付ける。画素( $x$ 、 $y$ )、画素( $x'$ 、 $y'$ )およびアフィンパラメータ $a_1 \sim a_6$ の関係は以下の式のようなになる。

【0031】

【数2】

$$x' = a_1x + a_2y + a_3 \quad (2)$$

$$y' = a_4x + a_5y + a_6$$

【0032】

以下、アフィンパラメータ $a_1 \sim a_6$ の決定方法の例を説明する。ここでは、撮像部101の画角 $\theta_1$ 、 $\theta_1$ 、撮像部102の画角 $\theta_2$ 、 $\theta_2$ 、被写体までの距離 $L$ 、撮像部の間隔 $R$ を基に下記の式に従いアフィンパラメータ $a_1 \sim a_6$ を決定する。

【0033】

10

20

30

40



【数 3】

$$a1 = \frac{\tan(\theta2/2)}{\tan(\theta1/2)}$$

$$a3 = s1$$

$$a5 = \frac{\tan(\phi2/2)}{\tan(\phi1/2)} \quad (3)$$

$$a6 = t1$$

$$a2 = a4 = 0$$

10

【0034】

ここで s 1、t 1 は図 8 に示すように、撮像画像 I 1 において、位置合わせ後の撮像画像 I 2 に対応する領域から撮像画像 I 1 の端部までの距離にあたり、下記の式で求められる。なお、図 (b) も併せて参照されたい。

【0035】

【数 4】

$$s1 = \frac{W}{2L \tan(\theta1/2)} \Delta S$$

$$t1 = \frac{H}{2L \tan(\phi1/2)} \Delta T \quad (4)$$

20

【0036】

ここで、W と H とは、撮像画像 I 1 における幅と高さを示す。また、S、T は見切れている被写体の長さであり、下記の式で求められる。

【0037】

【数 5】

$$\Delta S = L \left( \tan\left(\frac{\theta1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\theta2}{2}\right) \right) - R$$

$$\Delta T = L \left( \tan\left(\frac{\phi1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\phi2}{2}\right) \right) - T \quad (5)$$

30

【0038】

以上のようにして決定されたアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 は RAM 202 などの記憶装置に記憶される。

【0039】

次に、ステップ S 603 では、画像処理部 212 は、画像処理パラメータ 406 に含まれる仮想画角  $\theta'$  を基に、撮像画像 I 1 に対する仮想画角領域を設定する。具体的には、図 9 に示すように撮像画像 I 1 の画素 (x、y) と仮想画角画像 407 の画素 (x'、y') との関係を表すアフィンパラメータ b 1 ~ b 6 を決定する。以下にその式を示す。

40

【0040】

【数 6】

$$x = b1x' + b2y' + b3$$

$$y = b4x' + b5y' + b6 \quad (6)$$

【0041】

以下、アフィンパラメータ b 1 ~ b 6 の決定方法の例を説明する。ここでは、撮像画像 I 1 の画角と、仮想画角画像の画角と、撮像画像 I 1 のサイズとを基に下記の式に従いアフィンパラメータ b 1 ~ b 6 を決定する。

【0042】

50

【数 7】

$$\begin{aligned}
 b1 &= \frac{W'}{W} \\
 b3 &= s2 \\
 b5 &= \frac{H'}{H} \\
 b6 &= t2 \\
 b2 &= b4 = 0
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

【0043】

ここで、 $W'$  と  $H'$  とは、撮像画像 I 1 における仮想画角領域の幅と高さとを示す。また、 $s2$ 、 $t2$  は図 9 に示す仮想画角領域から撮像画像 I 1 の端部までの距離であり、例えば下記の式で求められる。

【0044】

【数 8】

$$\begin{aligned}
 s2 &= \frac{W}{2} \left( 1 - \frac{\tan(\theta'/2)}{\tan(\theta1/2)} \right) \\
 t2 &= \frac{H}{2} \left( 1 - \frac{\tan(\phi'/2)}{\tan(\phi1/2)} \right)
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

【0045】

以上のようにして決定されたアフィンパラメータ  $b1 \sim b6$  は RAM 202 などの記憶装置に記憶される。

【0046】

最後に、ステップ S 604 で画像処理部 212 は、撮像画像データ 404 から仮想画角画像データ 407 を生成する。ステップ S 604 では、ステップ S 601 で記憶した重み  $w1$ 、 $w2$  とステップ S 602 で記憶したアフィンパラメータ  $a1 \sim a6$  とステップ S 603 で記憶したアフィンパラメータ  $b1 \sim b6$  とを用いて仮想画角画像データ 407 を生成する。具体的には、以下の式に従い撮像画像 I 1、I 2 を加重平均することで仮想画角画像データ 407 を生成する。

【0047】

【数 9】

$$I''(x'', y'') = \begin{cases} (1-w2)I1(x, y) + w2I2(x', y') & (x', y') \text{ が撮像画像 I 2 に含まれる場合} \\ I1(x, y) & (x', y') \text{ が撮像画像 I 2 に含まれない場合} \end{cases}
 \tag{9}$$

【0048】

ここで、 $I''$  は仮想画角画像データ 407 が示す仮想画角画像である。図 10 は、画像合成処理における撮像画像 I 1、I 2 と仮想画角画像  $I''$  との対応関係を示す図である。仮想画角画像  $I''$  の画素  $(x'', y'')$  は、撮像画像 I 1 にある画素  $(x, y)$  とアフィンパラメータ  $b1 \sim b6$  とから決定する。また、仮想画角画像  $I''$  の画素  $(x'', y'')$  に対応する撮像画像 I 2 にある画素  $(x', y')$  は撮像画像 I 1 の画素  $(x, y)$  とアフィンパラメータ  $a1 \sim a6$  とから決定する。これらの関係を用いることにより、撮像画像 I 1 と I 2 から仮想合成画像  $I''$  を示す仮想画角画像データ 407 を生成する。生成された仮想画角画像データ 407 は RAM 202 などの記憶装置に記憶される。以上で仮想画角画像生成処理を終了する。

【0049】

以上説明した処理制御を行うことで、任意の仮想画角に対応する仮想画角画像データを生成することができる。ユーザのズーム指示に応じて仮想画角画像データを生成し表示す

10

20

30

40

50

ることにより解像感の変化が滑らかな電子ズームを実現できる。

【 0 0 5 0 】

なお、本実施例では重み  $w_1$ 、 $w_2$  を仮想画角  $\theta'$  の値に応じて図 7 ( a ) に従うように線形に変化させていたが、重みと仮想画角の関係はこれに限らない。例えば、図 7 ( b ) に示すように、重み  $w_1$ 、 $w_2$  を仮想画角  $\theta'$  の値に応じて変化させてもよい。具体的には下記の式で表される。

【 0 0 5 1 】

【 数 1 0 】

$$w_1 = \frac{1}{1 + e^{-\alpha(\theta' - \beta)}}$$

10

$$\beta = \frac{\theta_1 - \theta_2}{2} \quad (10)$$

$$w_2 = 1 - w_1$$

【 0 0 5 2 】

図 7 ( b ) のような非線形な重みを用いることにより、ユーザのズーム指示に対してより滑らかに解像感を変化させることが出来る。あるいは、図 7 ( c ) に示すように、仮想画角  $\theta'$  の値に応じて重み  $w_1$ 、 $w_2$  を 0 あるいは 1 に切り替えてもよい。

【 0 0 5 3 】

【 数 1 1 】

20

$$w_1 = \begin{cases} 0 & (\theta' < \theta) \\ 1 & (\theta \leq \theta') \end{cases} \quad (11)$$

$$w_2 = 1 - w_1$$

【 0 0 5 4 】

図 7 ( c ) のような重みを用いることにより、撮像画像データ 4 0 4 の一部である解像感の高い撮像画像 I 2 を優先的に使用することができるため、仮想画角画像データ 4 0 7 の解像感を向上させることができる。

【 0 0 5 5 】

また、本実施例では光軸 1 0 4 と光軸 1 0 5 とが平行であるとしたが、厳密に平行でない場合でも適用可能である。ただし、この場合はアフィンパラメータ  $a_1 \sim a_6$  の決定方法を変える必要がある。例えば、撮像画像 1 と撮像画像 2 から領域毎の動きベクトルを決定し、それを基に最小二乗法などを用いてアフィンパラメータを  $a_1 \sim a_6$  を決定すればよい。あるいは、アフィンパラメータの代わりに動きベクトルを基に射影変換パラメータを求めることで、撮像画像 I 1 と撮像画像 I 2 とを対応付けるなどしても構わない。

30

【 0 0 5 6 】

また、図 1 1 ( a ) に示すように、撮像画像 I 2 の端部からの距離が D 以下の領域を新たにブレンド用の領域とし、撮像画像 I 1 との境界が目立たないようにブレンド処理を施してもよい。具体的には以下の式に従い撮像画像 I 1、I 2 を加重平均することで仮想画角画像データ 4 0 7 を生成する。

40

【 0 0 5 7 】

【 数 1 2 】

$$I''(x'', y'') = \begin{cases} (1 - w_3)I_1(x, y) + w_3I_2(x', y') & (x', y') \text{ が撮像画像 I 2 に含まれる場合} \\ I_1(x, y) & (x', y') \text{ が撮像画像 I 2 に含まれない場合} \end{cases}$$

(12)

【 0 0 5 8 】

ここで  $w_3$  は、図 1 1 ( b ) に示すように、撮像画像 I 2 の画素  $(x', y')$  から撮像画像 I 2 の画像端部までの距離  $d$  によって定められる重み値であり、 $d$  が大きいほど大き

50

くなるように設定される。上式に従い撮像画像 I 1、I 2 を合成することにより、撮像画像 I 1、I 2 の境界部分が滑らかになるよう合成できる。

【実施例 2】

【0059】

実施例 1 では図 7 ( a ) ~ ( c ) に示す重みのうちいずれかを用いて仮想画角画像データ 407 を生成した。実施例 2 では、ユーザが設定したモードに応じて重みを切り換える。これにより撮像モードに応じた仮想画角画像データ 407 を生成することが可能となる。

【0060】

実施例 2 では撮像モードとしてノイズ低減優先モードと解像度優先モードとが切り換え可能であるとする。モードは操作部 205 から得られるユーザ操作によって切り換えられる。各モードにおける重みの例を以下に述べる。ノイズ低減優先モードでは図 7 ( a ) あるいは図 7 ( b ) に示す重みを用いて合成を行い、解像度優先モードでは図 7 ( c ) に示す重みを用いて合成を行う。これにより、ノイズ低減優先モードでは撮像画像 I 1 と撮像画像 I 2 を平均化することでノイズ低減効果を得られる。また、解像度優先モードでは、 $t = 1$  とすることにより 1、2 の範囲で撮像画像 I 1 よりも解像度の高い撮像画像 I 2 を優先的に使用することができる。これにより、仮想画角画像データ 407 の解像感を向上させることができる。

【0061】

以上、説明した処理を行うことで撮像モードに応じた仮想画角画像データ 407 を生成することが可能となる。

【実施例 3】

【0062】

実施例 1 および実施例 2 では、画像全体に対して一組の重み  $w_1$ 、 $w_2$  を用いて仮想画角画像データ 407 を生成した。実施例 3 では、領域毎に計算した撮像画像 I 1 と撮像画像 I 2 と画像データ間の差分を基に重み  $w_1$ 、 $w_2$  を補正することにより、領域毎に異なる重みを用いて仮想画角画像データ 407 を生成する。これにより、位置合わせ誤差による解像感の劣化を抑制することができる。

【0063】

具体的には、まず仮想画角画像データ 407 が示す仮想画角画像を複数の矩形領域に分割する。そして、この矩形領域毎に対応する撮像画像 I 1 の画素 (  $x$ 、 $y$  ) と撮像画像 I 2 の画素 (  $x'$ 、 $y'$  ) の差分絶対値の和を計算する。そして、求めた差分に基づき重み  $w_1$ 、 $w_2$  に対して補正処理を施す。具体的には、差分の大きな領域では、重み  $w_2$  を大きくし  $w_1$  の値を小さくするように補正をかける。これにより、差分の大きな領域では撮像画像 2 と同等の解像感となり、位置合わせ誤差による仮想画角画像の解像感の劣化を抑制することができる。

【0064】

なお、本実施例では重み  $w_2$  を大きくし  $w_1$  の値を小さくするように補正をかけたが、逆に重み  $w_1$  を大きくし  $w_2$  の値を小さくするように補正をかけても構わない。この場合は差分の大きな領域では撮像画像 I 1 と同等の解像感となるが、位置合わせ誤差による仮想画角画像の解像感の劣化は抑制することができる。

【0065】

なお、本実施例では撮像画像 I 1 の画素 (  $x$ 、 $y$  ) と撮像画像 I 2 の画素 (  $x'$ 、 $y'$  ) との差分絶対値の和を基に重みを設定したが重みの決め方はこれに限らない。撮像画像 I 1 と撮像画像 I 2 との差分を表す値であれば本実施例を適用可能である。

【0066】

以上、説明した処理を行うことで位置合わせ誤差による解像感の劣化を抑制することができる。

【実施例 4】

【0067】

10

20

30

40

50

実施例 1 ~ 3 では、主に平面被写体を対象とし、異なる位置から撮像した画角の異なる撮像画像データを加重平均することにより仮想画角画像データ 407 を生成する例を説明した。実施例 4 では、画角 2 の複数の撮像画像データから画角 1 の撮像画像データと同じ視点に対応する画角 1 の仮想視点画像データを生成する。そして、画角 1 の撮像画像データと生成した画角 1 の仮想視点画像データとを足し合わせることで仮想画角画像データを生成する。これにより、奥行のある被写体に対しても良好な仮想画角画像データを生成することが可能となる。

#### 【0068】

実施例 1 ~ 3 と比べて、実施例 3 では撮像装置 100 と仮想画角画像生成処理 S503 とが異なる。図 12 (a) に実施例 4 における撮像装置の一例を示す。撮像装置の筐体 1200 は撮像画像データを取得する 3 個の撮像部 1201 ~ 1203 及び撮像ボタン 1204 を備えている。図 12 (b) に示すように撮像部 1201 ~ 1203 は、それぞれの光軸が平行になるように配置されている。本実施例では、各撮像部 1201 ~ 1203 の間隔を R とする。撮像部 1201 の水平画角を  $\theta_1$ 、垂直画角を  $\phi_1$  とする。撮像部 1202、1203 の水平画角を  $\theta_2$ 、垂直画角を  $\phi_2$  とする。すなわち、撮像部 1202 と撮像部 1203 とは同一の画角を有する。なお、 $\theta_1 > \theta_2$  かつ  $\phi_1 > \phi_2$  とし、撮像部 1202、1203 よりも撮像部 1201 の方が画角が広いものとする。ユーザが撮像ボタン 1204 を押下すると、撮像部 1201 ~ 1203 が被写体の光情報をセンサ（撮像素子）で受光し、受光した信号が A/D 変換され、複数の撮像画像データが同時に撮像される。撮像画像データには、撮像時のフォーカス設定などに基づき導出された撮像装置 1200 から被写体までの距離 L がタグ情報として付与されるものとする。以下、撮像部 1201、1202、1203 で撮像した撮像画像データが示す撮像画像をそれぞれ I1、I2、I3 とする。

#### 【0069】

このような多眼方式の撮像装置により、同一の被写体を複数の視点位置から撮像したカラー画像群を得ることができる。なお、ここでは撮像部の数を 3 個としたが撮像部の数は 3 個に限定されない。以上が実施例 4 における撮像装置の一例である。

#### 【0070】

次に図 13 に示すフローチャートを用いて、実施例 4 における仮想画角画像データ生成処理の詳細を説明する。

#### 【0071】

まず、ステップ S1301 において画像処理部 212 は、撮像画像データ 404 が示す撮像画像 I2 および撮像画像 I3 から視差補間処理によって撮像部 1202 と撮像部 1203 との間の位置の視点に対応する画像データを生成する。すなわち、同じ画角を有する撮像画像データから仮想視点画像データを生成する。具体的には、撮像部 1201 の位置の視点に対応する仮想視点画像 I' を示す仮想視点画像データを生成する。視差補間処理には既存の方法を利用する。例えば、撮像画像 I2 と撮像画像 I3 の 2 画像を用いてブロックマッチングを行い決定した各画素の視差量を基に、撮像部 1201 の位置の視点に対応する仮想視点画像 I' を生成してもよい。あるいは 2 画像から抽出した特徴点を対応付け、各特徴点の対応関係を基にモーフィング処理を行うことで撮像部 1201 の位置の視点に対応する仮想視点画像 I' を生成することもできる。

#### 【0072】

次に、ステップ S1302 で画像処理部 212 は、生成する仮想画角画像データ 407 に対する撮像画像データ 404 及び仮想視点画像データの重みを決定する。すなわち、撮像情報 405 に含まれる画角 1、画角 2 および画像処理パラメータに含まれる仮想画角  $\theta'$  を基に重みを決定する。実施例 4 では、撮像画像 I1 と仮想視点画像 I' に対する重みを決定する。なお、具体的な処理はステップ S601 と同様である。

#### 【0073】

次に、ステップ S1303 では、撮像画像 I1 と仮想視点画像 I' との位置合わせを行う。具体的には、ステップ S602 と同様に、撮像画像 I1 の画素 (x、y) と第 1 の仮

10

20

30

40

50

想視点画像 I' の画素 (x', y') との位置関係を表すアフィンパラメータ a1 ~ 6 を決定する。ステップ S602 との違いは、S、T の決定方法であり、ここでは下記の式で求める。

【0074】

【数13】

$$\Delta S = L \left( \tan\left(\frac{\theta 1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\theta 2}{2}\right) \right)$$

$$\Delta T = L \left( \tan\left(\frac{\phi 1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\phi 2}{2}\right) \right)$$

(13)

10

【0075】

以上のようにして決定されたアフィンパラメータ a1 ~ a6 は RAM202 などの記憶装置に記憶される。

【0076】

次に、ステップ S1304 では、画像処理部 212 は、画像処理パラメータ 406 に含まれる仮想画角  $\theta'$  を基に、撮像画像 I1 に対する仮想画角領域を設定する。具体的な処理はステップ S603 と同様である。

【0077】

最後に、ステップ S1305 では、画像処理部 212 は、撮像画像 I1 と仮想視点画像 I' から仮想画角画像を示す仮想画角画像データ 407 を生成する。ステップ S1305 では、ステップ S1302 で記憶した重み w1、w2 とステップ S1303 で記憶したアフィンパラメータ a1 ~ a6 とステップ S1304 で記憶したアフィンパラメータ b1 ~ b6 を用いて、像を示す仮想画角画像データ 407 を生成する。具体的な処理はステップ S604 の I2 を I' に置き換えたものと同様である。

20

【0078】

以上、説明した処理を行うことで奥行のある被写体に対しても良好な仮想画角画像データ 407 を生成することが可能となる。

【実施例 5】

【0079】

実施例 4 では、撮像画像と同じ視点に対応する仮想視点画像を生成して、撮像画像と仮想視点画像とを用いることで奥行きのある被写体に対して良好に仮想画角画像データを生成する例を説明した。

30

【0080】

実施例 5 では、まず撮像画像から所定の視点における画角の異なる仮想視点画像を複数生成する。そして、生成した複数の仮想視点画像のうち、所望の仮想画角に近い画角を有する仮想視点画像を優先的に使用して仮想画角画像を生成する。これにより、仮想視点画像に対して行なう画像拡大処理の拡大倍率を小さくできるので、画像の解像度の低下を抑えつつ、奥行きのある被写体に対して、実施例 4 よりも高倍率な電子ズームが可能になる。

40

【0081】

実施例 1 ~ 4 と比べて、実施例 5 では撮像装置 100 と仮想画角画像生成処理 S503 が異なる。

【0082】

図 14 (a) に実施例 5 における撮像装置の一例を示す。撮像装置 1400 は、カラー画像を取得する 6 個の撮像部 1402 ~ 1407 及び撮像ボタン 1408 を備えている。図 14 (b) に示すように撮像部 1402 ~ 1407 は、それぞれの光軸が平行になるように配置されている。本実施例では、撮像部 1402、1403 の間隔を R1、撮像部 1404、1405 の間隔を R2、撮像部 1406、1407 の間隔を R3 とする。また、撮像部 1402、1403 の水平画角を  $\theta_3$ 、垂直画角を  $\phi_3$ 、撮像部 1404、140

50

5の水平画角を $\theta_2$ 、垂直画角を $\theta_2$ 、撮像部1406、1407の水平画角を $\theta_1$ 、垂直画角を $\theta_1$ 、とする。なお、 $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ かつ $\theta_1 > \theta_2 > \theta_3$ とし、最も画角が広いのは撮像部1406、撮像部1407であり、最も画角が狭いのは撮像部1402、1403である。また、同じ画角を有する撮像部は仮想視点位置1401を中心に対称となるように配置されている。

#### 【0083】

ユーザが撮像ボタン1408を押下すると、撮像部1402～1407が被写体の光情報センサ（撮像素子）で受光し、受光した信号がA/D変換され、複数のカラー画像データ（デジタルデータ）が同時撮像される。カラー画像データには、撮像時のフォーカス設定などに基づき算出された撮像装置1400から被写体までの距離Lがタグ情報として付与されるものとする。以下、撮像部1402、1403、1404、1405、1406、1407で撮像した撮像画像をそれぞれI2、I3、I4、I5、I6、I7とする。

10

#### 【0084】

このような多眼方式の撮像装置により、同一の被写体を複数の視点位置から撮像したカラー画像群を得ることができる。なお、ここでは撮像部の数を6個としたが撮像部の数は6個に限定されない。以上が実施例5における撮像装置の一例である。

#### 【0085】

次に図15に示すフローチャートを用いて、実施例5における仮想画角画像生成処理の詳細を説明する。概要としては、まず撮像画像データ404から視差補間処理により、図14に示す仮想視点位置1401に対応する画角の異なる3つの仮想視点画像データを生成する。その後、3つの仮想視点画像データを基に仮想画角画像データを生成する。以下、説明を簡便にするため、仮想視点画像データが生成されることを、単に仮想視点画像が生成される、として説明する。同様に、仮想画角画像データが生成されることを、単に、仮想画角画像が生成される、として説明する。フローチャートを参照しながら詳細に説明する。

20

#### 【0086】

まず、ステップS1501において画像処理部212は、撮像画像データ404に含まれる撮像画像I2、I3から視差補間処理によって撮像部1402と撮像部1403との間の位置に対応する画像を生成する。具体的には、仮想視点位置1401の位置に対応する仮想視点画像I1'を生成する。視差補間処理には実施例4同様に既存の方法を利用する。

30

#### 【0087】

次に、ステップS1502において画像処理部212は、撮像画像データ404に含まれる撮像画像I4、I5から視差補間処理によって撮像部1404と撮像部1405との間の位置に対応する画像を生成する。具体的には、仮想視点位置1401の位置に対応する仮想視点画像I2'を生成する。視差補間処理には実施例4同様に既存の方法を利用する。

#### 【0088】

次に、ステップS1503において画像処理部212は、撮像画像データ404に含まれる撮像画像I6、I7から視差補間処理によって撮像部1406と撮像部1407との間の位置に対応する画像を生成する。具体的には、仮想視点位置1401の位置に対応する仮想視点画像I3'を生成する。視差補間処理には実施例4同様に既存の方法を利用する。

40

#### 【0089】

次に、ステップS1504で画像処理部212は、撮像情報405に含まれる画角 $\theta_1$ 、画角 $\theta_2$ 、画角 $\theta_3$ および仮想画角 $\theta'$ を基に、生成する仮想画角画像407に対する、仮想視点画像I1'、I2'、I3'の重みを算出する。仮想視点画像I1'、I2'、I3'に対する重みをそれぞれw1、w2、w3とする。仮想画角 $\theta'$ と重みw1、w2、w3との関係の例を図16(a)に示す。図16(a)において、重みw1、w2、

50

$w_3$  は、 $\theta' > \theta_1$  の範囲において、 $w_1$  と  $w_2$  を適応的に変化させて  $w_3$  は 0 に固定して変化させない。具体的には下記の式で表される。

【 0 0 9 0 】

【 数 1 4 】

$$w_1 = \frac{\theta' - \theta_2}{\theta_1 - \theta_2}$$

$$w_2 = 1 - w_1 \quad (14)$$

$$w_3 = 0$$

【 0 0 9 1 】

また、 $\theta' > \theta_2$  の範囲において、 $w_1$  は 0 に固定して変化させず、 $w_2$  と  $w_3$  を適応的に変化させる。具体的には下記の式で表される。

【 0 0 9 2 】

【 数 1 5 】

$$w_1 = 0$$

$$w_2 = -\frac{\theta' - \theta_3}{\theta_2 - \theta_3} \quad (15)$$

$$w_3 = 1 - w_2$$

【 0 0 9 3 】

上記のように重みを設定することにより、仮想画角に近い画角を有する仮想視点画像により重い重みを付けて仮想画角画像を生成することが可能になる。したがって、仮想視点画像に対して行なう画像拡大処理の拡大倍率を小さくできるので、画像の解像度の低下を抑えつつ、奥行きのある被写体に対して、高倍率な電子ズームが可能になる。

【 0 0 9 4 】

なお、重み  $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$  を算出方法については上記に限らず、図 16 (b) に示すように、仮想画角に対して設定する閾値  $\theta_{r1}$  と閾値  $\theta_{r2}$  を用いて重み  $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$  を算出するようにしてもよい。閾値  $\theta_{r1}$  と閾値  $\theta_{r2}$  は、ROM 203 に予め記録されており、本画像処理装置の開始時に RAM 202 に読み込み利用する。閾値  $\theta_{r1}$  と閾値  $\theta_{r2}$  を用いた重み  $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$  の算出は、具体的には下記の式で表される。

【 0 0 9 5 】

【 数 1 6 】

$$w_1 = 1, w_2 = w_3 = 0 \quad (\theta' \leq \theta_{r1})$$

$$w_2 = 1, w_1 = w_3 = 0 \quad (\theta_{r1} < \theta' \leq \theta_{r2}) \quad (16)$$

$$w_1 = w_2 = 0, w_3 = 1 \quad (\theta_{r2} < \theta')$$

【 0 0 9 6 】

上記の式において、 $\theta_1 > \theta_2$  であり、 $\theta_2 > \theta_3$  である。図 16 (b) で示される重み付けは実施例 2 における解像度優先モードに対応する。すなわち、

$\theta_1 = \theta_{r1}$  とすることにより  $\theta_1 > \theta'$  の範囲で  $I_1'$  よりも解像度の高い  $I_2'$  を優先的に使用することができる。同様に、 $\theta_2 = \theta_{r2}$  とすることにより  $\theta_2 > \theta'$  の範囲で  $I_2'$  よりも解像度の高い  $I_3'$  を優先的に使用することができる。これにより、仮想画角画像 407 の解像感を向上させることができる。算出した重み  $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$  は RAM 202 などの記憶装置に記憶される。

【 0 0 9 7 】

なお、本実施例においても実施例 2 に記載したように、ユーザが設定したモードに応じて上記に示したような重みの算出方法を切り替えることが可能である。すなわち、解像度優先モードの場合には図 16 (b) の重みを用い、ノイズ低減優先モードの場合には図 16 (a) に示すような重みを用いることができる。

【 0 0 9 8 】

10

20

30

40

50



次に、ステップ S 1 5 0 5 で画像処理部 2 1 2 は、仮想視点画像 I 1 ' と I 2 ' と I 3 ' の位置合わせを行なう。これは複数の 2 画像間の位置合わせであり、具体的には仮想視点画像 I 1 ' と I 2 ' との位置合わせと、仮想視点画像 I 2 ' と I 3 ' との位置合わせと、を組み合わせることにより実現される。

【 0 0 9 9 】

仮想視点画像 I 1 ' と I 2 ' との位置合わせにおいて、仮想視点画像 I 1 ' に写っている被写体と、仮想視点画像 I 2 ' に写っている被写体とが重なるように、対応付ける。具体的には、位置あわせでは、仮想視点画像 I 1 ' の各画素 ( x 1 ' , y 1 ' ) と仮想視点画像 I 2 ' の各画素 ( x 2 ' , y 2 ' ) とをアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 を用いて対応付ける。画素 ( x 1 ' , y 1 ' ) 、画素 ( x 2 ' , y 2 ' ) およびアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 の関係は以下の式のようになる。

【 0 1 0 0 】

【 数 1 7 】

$$\begin{aligned} x2' &= a1x1' + a2y1' + a3 \\ y2' &= a4x1' + a5y1' + a6 \end{aligned} \quad (17)$$

【 0 1 0 1 】

以下、アフィンパラメータ a 1 ~ a 6 の決定方法の例を説明する。ここでは、仮想視点画像 I 1 ' の画角と仮想視点画像 I 2 ' の画角と、被写体までの距離 L とを基に下記の式に従いアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 を算出する。

【 0 1 0 2 】

【 数 1 8 】

$$\begin{aligned} a1 &= \frac{\tan(\theta2/2)}{\tan(\theta1/2)} \\ a3 &= s1 \\ a5 &= \frac{\tan(\phi2/2)}{\tan(\phi1/2)} \\ a6 &= t1 \\ a2 &= a4 = 0 \end{aligned} \quad (18)$$

【 0 1 0 3 】

ここで s 1 , t 1 は図 1 7 に示すように、仮想視点画像 I 1 ' において、位置合わせ後の仮想視点画像 I 2 ' に対応する領域から仮想視点画像 I 1 ' の端部までの距離にあたり、下記の式で求められる。

【 0 1 0 4 】

【 数 1 9 】

$$\begin{aligned} s1 &= \frac{W}{2L \tan(\theta1/2)} \Delta S \\ t1 &= \frac{H}{2L \tan(\phi1/2)} \Delta T \end{aligned} \quad (19)$$

【 0 1 0 5 】

ここで W と H とは、仮想視点画像 I 1 ' のサイズを示す。また、 S 、 T は見切れている被写体の長さであり、下記の式で求められる。

【 0 1 0 6 】

10

20

30

40

【数 2 0】

$$\Delta S = L \left( \tan\left(\frac{\theta 1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\theta 2}{2}\right) \right)$$

$$\Delta T = L \left( \tan\left(\frac{\phi 1}{2}\right) - \tan\left(\frac{\phi 2}{2}\right) \right) \quad (20)$$

【0 1 0 7】

次に、仮想視点画像 I 2' と仮想視点画像 I 3' の位置合わせについて説明する。仮想視点画像 I 2' に写っている被写体と、仮想視点画像 I 3' に写っている被写体が重なるように、I 2' の各画素 (x 2', y 2') と I 3' の各画素 (x 3', y 3') をアフィンパラメータ a' 1 ~ a' 6 を用いて対応付ける。画素 (x 2', y 2')、画素 (x 3', y 3') およびアフィンパラメータ a' 1 ~ a' 6 の関係は以下の式のようになる。

10

【0 1 0 8】

【数 2 1】

$$x3' = a'1x2' + a'2y2' + a'3$$

$$y3' = a'4x2' + a'5y2' + a'6 \quad (21)$$

【0 1 0 9】

20

以下、アフィンパラメータ a' 1 ~ a' 6 の決定方法の例を説明する。ここでは、仮想視点画像 I 2' の画角と仮想視点画像 I 3' の画角と、被写体までの距離 L とを基に下記の式に従いアフィンパラメータ a' 1 ~ a' 6 を算出する。

【0 1 1 0】

【数 2 2】

$$a'1 = \frac{\tan(\theta 3/2)}{\tan(\theta 2/2)}$$

$$a'3 = s2$$

$$a'5 = \frac{\tan(\phi 3/2)}{\tan(\phi 2/2)} \quad (22)$$

$$a'6 = t2$$

$$a'2 = a'4 = 0$$

30

【0 1 1 1】

ここで s 2、t 2 は図示しない、仮想視点画像 I 2' において、位置合わせ後の仮想視点画像 I 3' に対応する領域から仮想視点画像 I 2' の端部までの距離にあたり、下記の式で求められる。

【0 1 1 2】

【数 2 3】

40

$$s2 = \frac{W2}{2L \tan(\theta 2/2)} \Delta S$$

$$t2 = \frac{H2}{2L \tan(\phi 2/2)} \Delta T \quad (23)$$

【0 1 1 3】

ここで W 2 と H 2 とは、仮想視点画像 I 2' のサイズを示す。また、S、T は見切れている被写体の長さであり、下記の式で求められる。

【0 1 1 4】

【数 2 4】

$$\Delta S = L \left( \tan \left( \frac{\theta 2}{2} \right) - \tan \left( \frac{\theta 3}{2} \right) \right)$$

$$\Delta T = L \left( \tan \left( \frac{\phi 2}{2} \right) - \tan \left( \frac{\phi 3}{2} \right) \right) \quad (24)$$

【0 1 1 5】

以上、算出されたアフィンパラメータ  $a_1 \sim a_6$ 、 $a'_1 \sim a'_6$  は RAM 2 0 2 などの記憶装置に記憶される。

10

【0 1 1 6】

次に、ステップ S 1 5 0 6 で画像処理部 2 1 2 は、画像処理パラメータ 4 0 6 に含まれる仮想画角  $\theta'$  を基に、仮想視点画像 I 1' に対する仮想画角領域を設定する。具体的には、図 1 8 に示すように仮想視点画像 I 1' の画素 ( $x_1'$ 、 $y_1'$ ) と仮想画角画像 4 0 7 の画素 ( $x''$ 、 $y''$ ) との関係を表すアフィンパラメータ  $b_1 \sim b_6$  を決定する。以下にその式を示す。

【0 1 1 7】

【数 2 5】

$$x_1' = b_1 x'' + b_2 y'' + b_3$$

$$y_1' = b_4 x'' + b_5 y'' + b_6 \quad (25)$$

20

【0 1 1 8】

以下、アフィンパラメータ  $b_1 \sim b_6$  の決定方法の例を説明する。ここでは、仮想視点画像 I 1' の画角と、仮想画角画像の画角と、仮想視点画像 I 1' のサイズとを基に下記の式に従いアフィンパラメータ  $b_1 \sim b_6$  を算出する。

【0 1 1 9】

【数 2 6】

$$b_1 = \frac{W'}{W}$$

$$b_3 = s_3$$

$$b_5 = \frac{H'}{H} \quad (26)$$

$$b_6 = t_3$$

$$b_2 = b_4 = 0$$

30

【0 1 2 0】

ここで、 $W$  と  $H$  とは、仮想視点画像 I 1' の幅と高さとを示し、 $W'$  と  $H'$  とは、仮想視点画像 I 1' における仮想画角領域の幅と高さとを示す。ここで、 $s_3$ 、 $t_3$  は図 1 8 に示す仮想画角領域から仮想視点画像 I 1' の端部までの距離であり、例えば下記の式で求められる。

40

【0 1 2 1】

【数 2 7】

$$s_3 = \frac{W}{2} \left( 1 - \frac{\tan(\theta'/2)}{\tan(\theta 1/2)} \right)$$

$$t_3 = \frac{H}{2} \left( 1 - \frac{\tan(\phi'/2)}{\tan(\phi 1/2)} \right) \quad (27)$$

【0 1 2 2】

以上、決定されたアフィンパラメータ  $b_1 \sim b_6$  は RAM 2 0 2 などの記憶装置に記憶

50

される。

【 0 1 2 3 】

最後に、ステップ S 1 5 0 7 で画像処理部 2 1 2 は、仮想視点画像 I 1 '、I 2 '、I 3 ' から仮想画角画像データ 4 0 7 を生成する。ステップ S 1 5 0 7 では、ステップ S 1 5 0 4 で記憶した重み w 1、w 2、w 3 とステップ S 1 5 0 5 で記憶したアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 および a ' 1 ~ a ' 6 とステップ S 1 5 0 6 で記憶したアフィンパラメータ b 1 ~ b 6 を用いて生成する。具体的には、以下の式に従い I 1 '、I 2 '、I 3 ' を加重平均することで仮想画角画像 4 0 7 を生成する。

【 0 1 2 4 】

【 数 2 8 】

$$I''(x'', y'') = \begin{cases} w_1 I_1'(x_1', y_1') + w_2 I_2'(x_2', y_2') + w_3 I_3'(x_3', y_3') & (x_3', y_3') \text{ が } I_3' \text{ に含まれる場合} \\ w_1 I_1'(x_1', y_1') + w_2 I_2'(x_2', y_2') & (x_3', y_3') \text{ が } I_3' \text{ に含まれず、} \\ & (x_2', y_2') \text{ が } I_2' \text{ に含まれる場合} \\ I_1'(x_1', y_1') & (x_2', y_2') \text{ が } I_2' \text{ に含まれる場合} \end{cases}$$

( 2 8 )

【 0 1 2 5 】

ここで、I '' は仮想画角画像データ 4 0 7 である。図 1 9 にて、アフィン変換処理による仮想画角画像と仮想視点画像の対応関係を模式的に示す。仮想画角画像の画素 ( x ''、y '' ) は、仮想視点画像 I 1 ' の画素 ( x 1 '、y 1 ' ) とアフィンパラメータ b 1 ~ b 6 とから決定する。また、仮想画角画像の画素 ( x ''、y '' ) に対応する、仮想視点画像 I 2 ' にある画素 ( x 2 '、y 2 ' ) は、仮想視点画像 I 1 ' の対応する画素 ( x 1 '、y 1 ' ) とアフィンパラメータ a 1 ~ a 6 とから決定する。また、仮想画角画像の画素 ( x ''、y '' ) に対応する、仮想視点画像 I 3 ' にある画素 ( x 3 '、y 3 ' ) は、仮想視点画像 I 2 ' の対応する画素 ( x 2 '、y 2 ' ) とアフィンパラメータ a ' 1 ~ a ' 6 とから決定する。生成された仮想画角画像データ 4 0 7 は R A M 2 0 2 などの記憶装置に記憶される。以上で仮想画角画像生成処理を終了する。

【 0 1 2 6 】

以上、説明した処理を行なうことで、奥行きのある被写体に対しても奥行のある被写体に対しても良好な仮想画角画像データ 4 0 7 を生成することが可能となる。

【 0 1 2 7 】

また、本実施例では画角 1 から画角 3 までの範囲において、仮想画角 ' を基に仮想画角画像を生成することが可能である。これにより、実施例 4 に示すように撮像画像と仮想視点画像を用いて画角 1 から画角 2 までの範囲において、仮想画角 ' を基に仮想画角画像を生成するよりも高倍率な電子ズームが可能になる。

【 0 1 2 8 】

尚、図 1 5 において、ステップ S 1 5 0 1 からステップ S 1 5 0 3 までにおいて、仮想視点画像 I 1 '、I 2 '、I 3 ' を生成したが、生成する仮想視点画像の数は 3 つに限定されない。これに伴い、図 1 4 ( b ) において、画角 1 から図示しない画角 4 までの範囲において、仮想画角 ' を基に仮想画角画像を生成することが可能となる。

【 0 1 2 9 】

このように画角の異なる仮想視点画像を複数用いることで、拡大処理による仮想視点画像の解像度劣化を所定の程度に抑えた上で、高倍率な電子ズームを行なえることが、本実施例の特長である。

【 0 1 3 0 】

尚、本実施例においても実施例 4 に示すように、撮像画像と仮想視点画像を用いて仮想

10

20

30

40

50

画角画像を生成してもよい。具体的には、仮想視点位置 1 4 0 1 に新たな撮像部を設置して、仮想視点位置 1 4 0 1 から取得した画像 I 1 と仮想視点画像 I 1 ' を用いて仮想画角画像を生成するようにしてもよい。

【 0 1 3 1 】

尚、I 1 '、I 2 '、I 3 ' の全てを用いて仮想画角画像を生成することも可能である。これは例えばステップ 1 5 0 4 において、重み  $w_1$ 、 $w_2$ 、 $w_3$  をそれぞれ  $1/3$  に設定することで実現される。

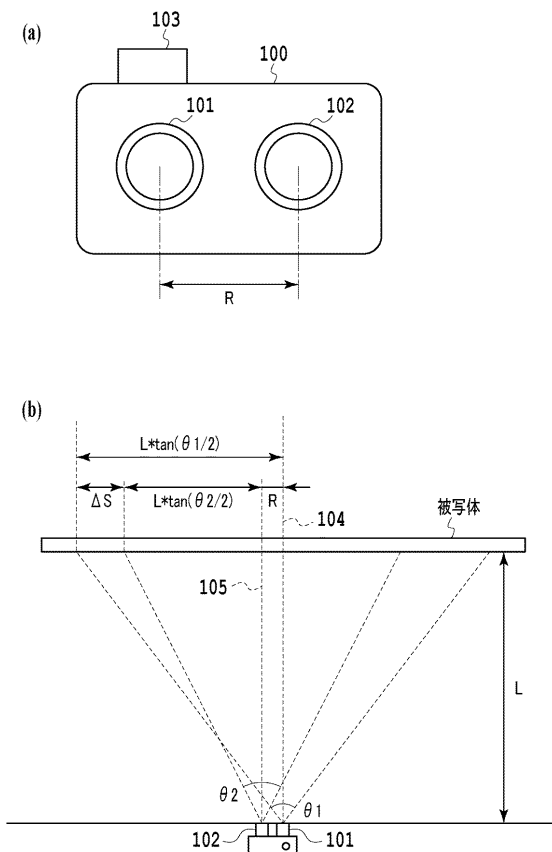
【 0 1 3 2 】

< その他の実施例 >

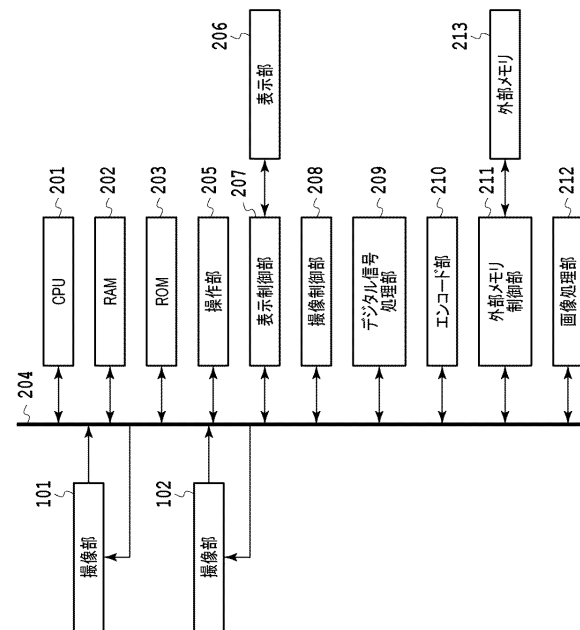
また、本発明は、以下の処理を実行することによっても実現される。即ち、上述した実施形態の機能を実現するソフトウェア（プログラム）を、ネットワーク又は各種記憶媒体を介してシステム或いは装置に供給し、そのシステム或いは装置のコンピュータ（または CPU や MPU 等）がプログラムを読み出して実行する処理である。

10

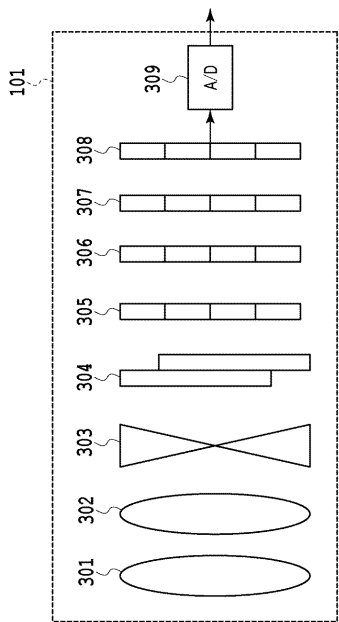
【 図 1 】



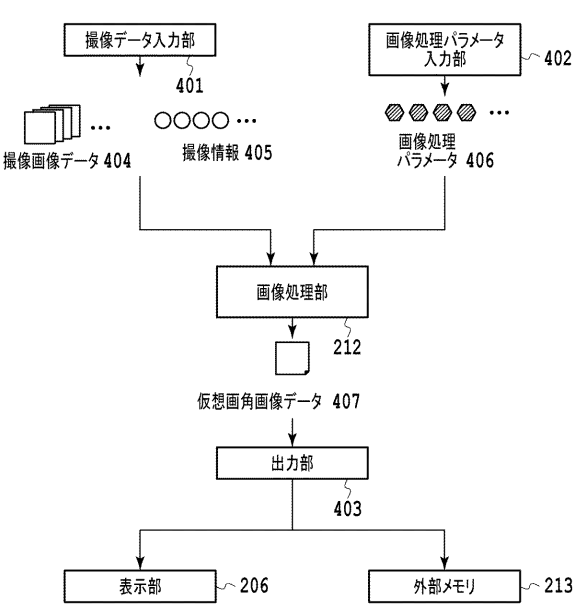
【 図 2 】



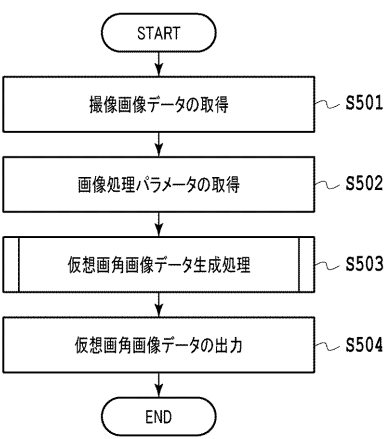
【図 3】



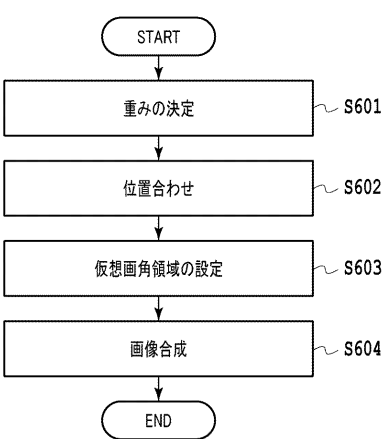
【図 4】



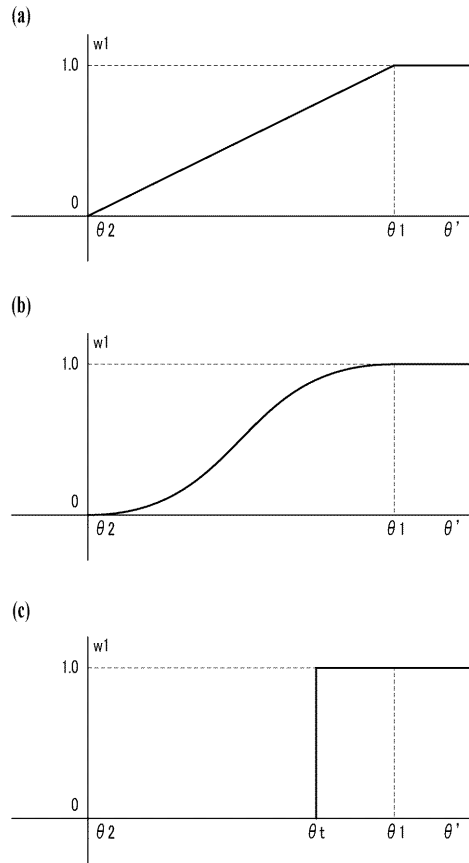
【図 5】



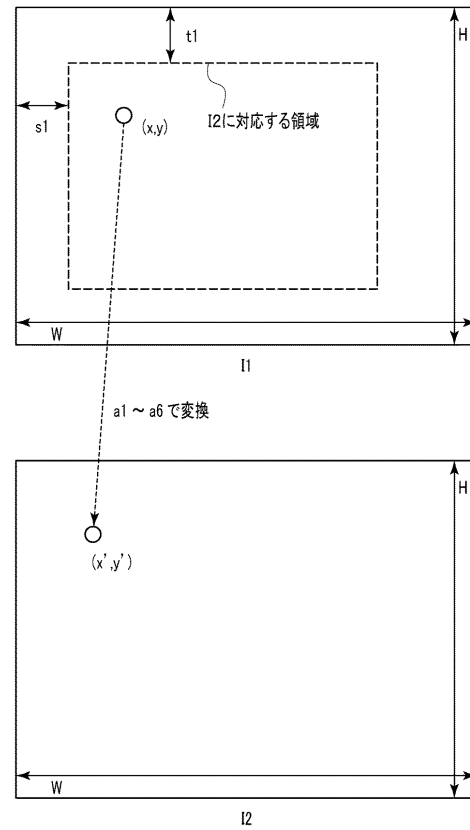
【図 6】



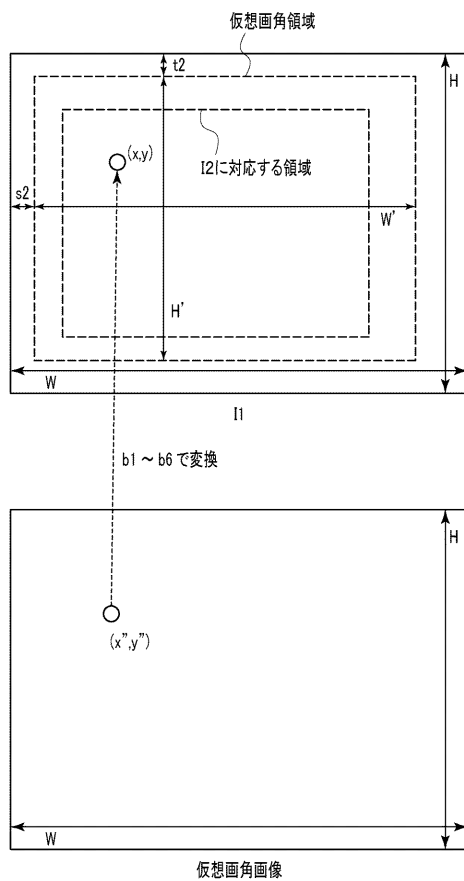
【図 7】



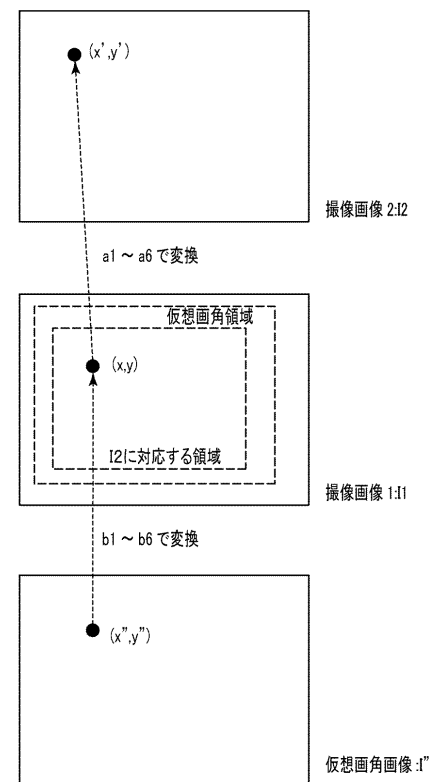
【図 8】



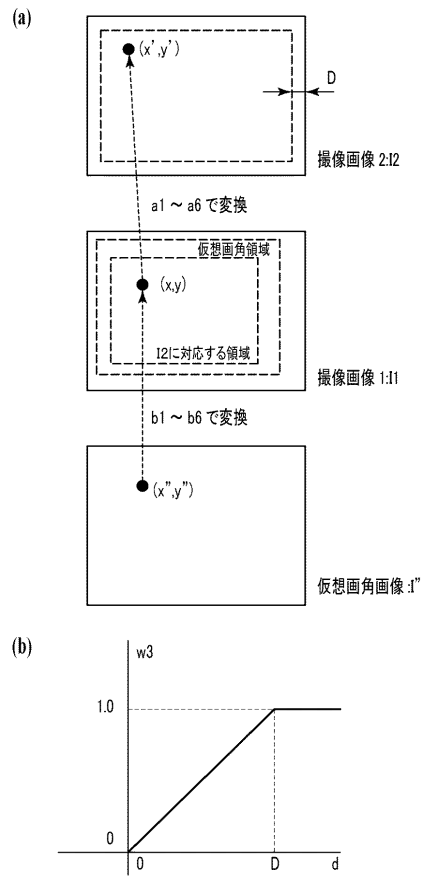
【図 9】



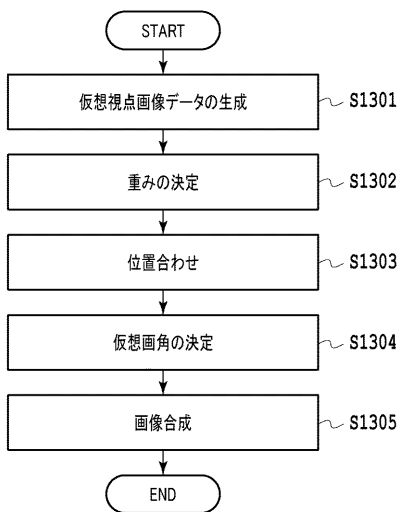
【図 10】



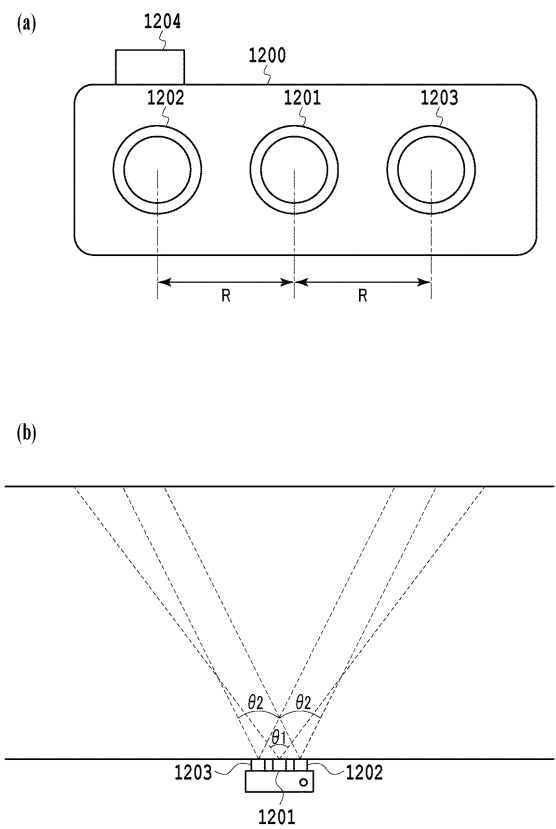
【図 1 1】



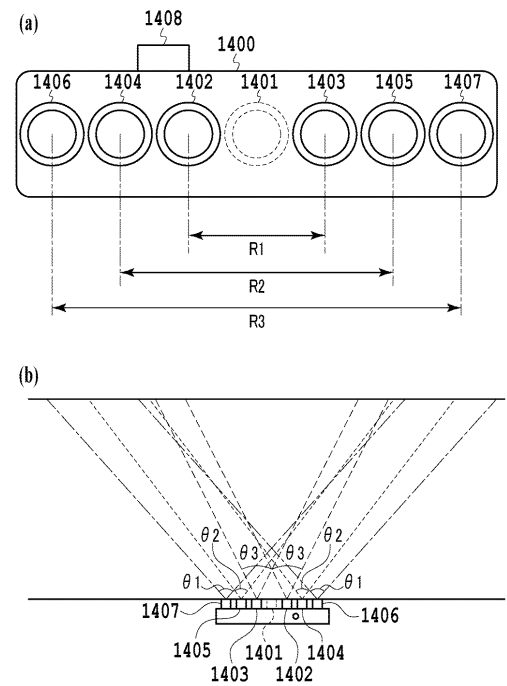
【図 1 3】



【図 1 2】

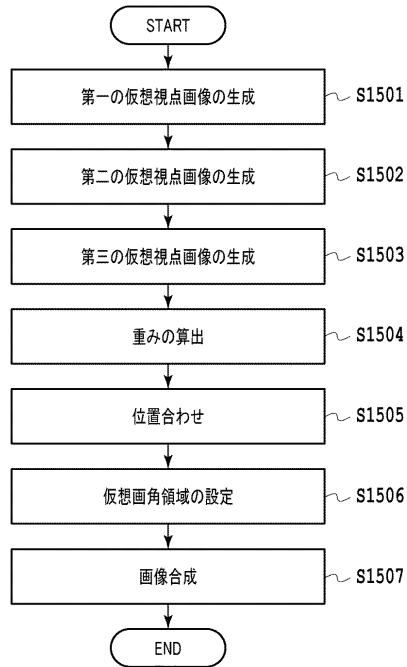


【図 1 4】

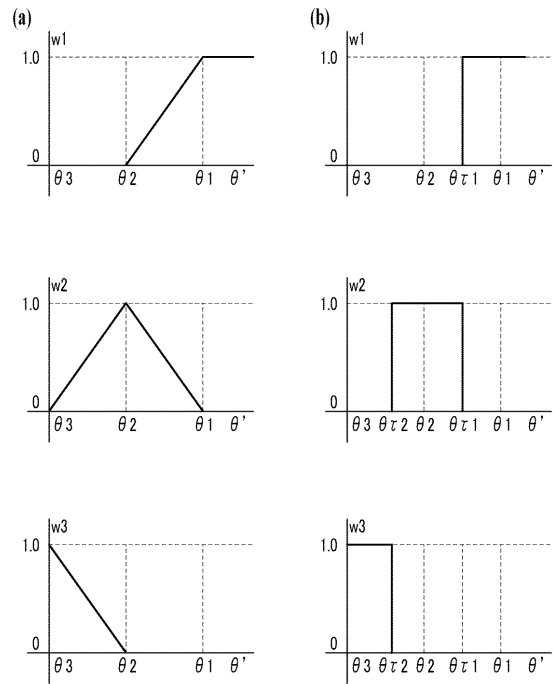




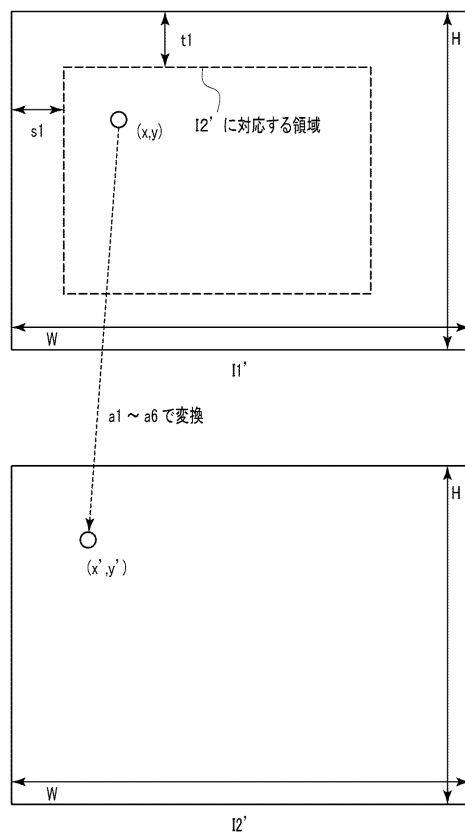
【図 15】



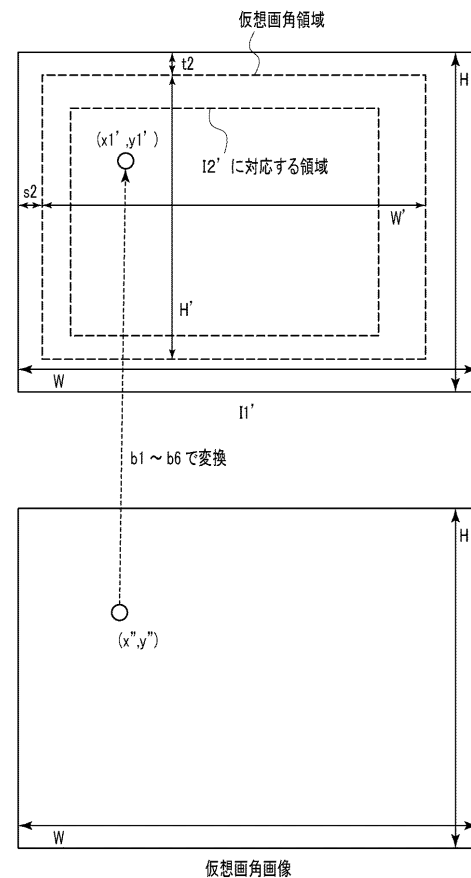
【図 16】



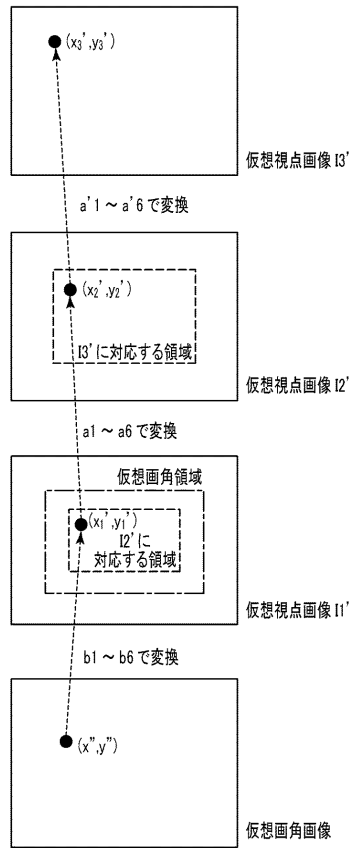
【図 17】



【図 18】



【図 19】



---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 0 5 5 2 4 6 ( J P , A )  
特開 2 0 1 0 - 2 6 3 6 1 9 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 0 3 9 7 7 0 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N	5 / 2 2 2 -	5 / 2 5 7
G 0 6 T	1 / 0 0 -	1 / 4 0
G 0 6 T	3 / 0 0 -	5 / 5 0
G 0 6 T	9 / 0 0 -	9 / 4 0