

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6214457号
(P6214457)

(45) 発行日 平成29年10月18日(2017.10.18)

(24) 登録日 平成29年9月29日(2017.9.29)

(51) Int.Cl. F I
 HO4N 5/232 (2006.01) HO4N 5/232 290
 HO4N 5/225 (2006.01) HO4N 5/225 410

請求項の数 20 (全 29 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-86379 (P2014-86379) (22) 出願日 平成26年4月18日(2014.4.18) (65) 公開番号 特開2015-207851 (P2015-207851A) (43) 公開日 平成27年11月19日(2015.11.19) 審査請求日 平成29年4月17日(2017.4.17)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(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 100110412 弁理士 藤元 亮輔 (74) 代理人 100104628 弁理士 水本 敦也 (74) 代理人 100121614 弁理士 平山 倫也 (72) 発明者 井上 智暁 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 五十嵐 努</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	---

(54) 【発明の名称】 画像処理方法、画像処理装置、撮像装置、画像処理プログラム、および、記憶媒体

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数の視差画像のそれぞれに対して、不要光が撮像面に到達することにより生じた第一成分を、前記複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて決定するステップと、前記複数の視差画像のそれぞれの前記第一成分の合成値を算出するステップと、前記第一成分の前記合成値に基づいて定められる第二成分を前記複数の視差画像の合成画像から低減するステップと、を有することを特徴とする画像処理方法。

【請求項2】

前記複数の視差画像のそれぞれを基準画像として設定し、該基準画像と該基準画像を除く他の視差画像との差分を算出して前記複数の相対差分情報を求めるステップを更に有することを特徴とする請求項1に記載の画像処理方法。

【請求項3】

前記相対差分情報を求めるステップにおいて、基準画像と該基準画像を除く他の視差画像との差分を算出する前に、前記基準画像と前記他の視差画像の位置合わせを行うことを特徴とする請求項2に記載の画像処理方法。

【請求項4】

前記第一成分を決定するステップにおいて、前記複数の視差画像のうち、前記第一成分を決定する対象となる視差画像を基準画像として得られた複数の相対差分情報を負の値を切り捨てた2次元データとして取得し、前記2次元データの各位置において各相対差分情報の最大値を抽出し、前記基準画像に

おける前記第一成分の位置および量を決定する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 5】

前記第一成分を決定するステップにおいて、

前記複数の視差画像のうち、前記第一成分を決定する対象となる視差画像を基準画像として得られた複数の相対差分情報を負の値を切り捨てた 2 次元データとして取得し、

前記 2 次元データの各位置において各相対差分情報の最小値を抽出し、前記基準画像における前記第一成分の位置および量を決定する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 6】

前記第一成分の合成値を算出するステップにおいて、前記複数の視差画像のそれぞれの該第一成分の加算値を該合成値として算出することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 7】

前記第一成分の合成値を算出するステップにおいて、前記複数の視差画像のそれぞれの該第一成分の平均値を該合成値として算出することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 8】

前記第二成分を低減するステップにおいて、前記第二成分は前記第一成分の前記合成値に重み係数を掛けて得られた値を用いて定められることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 9】

前記第二成分の低減処理を行うための画像領域を設定するステップを更に有し、

前記第二成分を低減するステップにおいて、設定された前記画像領域の内部の該第二成分を低減させることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 10】

前記複数の視差画像は、撮像光学系の瞳のうち互いに異なる領域を通過した複数の光束に基づいて生成された複数の画像であることを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 11】

前記第一成分に関する情報を用いて、前記合成画像にゴースト成分を付加するステップを更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 12】

前記複数の視差画像は 3 枚以上の視差画像であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の画像処理方法。

【請求項 13】

複数の視差画像のそれぞれに対して、不要光が撮像面に到達することにより生じた第一成分を、前記複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて決定する決定手段と、

前記複数の視差画像のそれぞれの前記第一成分の合成値を算出する成分合成手段と、

前記第一成分の前記合成値に基づいて定められる第二成分を前記複数の視差画像の合成画像から低減する低減手段と、を有することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 14】

前記複数の視差画像の前記合成画像を生成する画像合成手段を更に有することを特徴とする請求項 13 に記載の画像処理装置。

【請求項 15】

光学像を光電変換して複数の視差画像を出力する撮像素子と、

前記複数の視差画像のそれぞれに対して、不要光が撮像面に到達することにより生じた第一成分を、前記複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて決定する決定手段と、

前記複数の視差画像のそれぞれの前記第一成分の合成値を算出する成分合成手段と、

前記第一成分の前記合成値に基づいて定められる第二成分を前記複数の視差画像の合成

10

20

30

40

50

画像から低減する低減手段と、を有することを特徴とする撮像装置。

【請求項 16】

前記複数の視差画像は、撮像光学系の瞳のうち互いに異なる領域を通過した光束に基づいて生成された複数の画像であり、

前記撮像素子は、一つのマイクロレンズを共有する複数の画素を有し、

前記複数の画素は、前記撮像光学系の瞳のうち互いに異なる領域を通過した光束を受光するように構成されていることを特徴とする請求項 15 に記載の撮像装置。

【請求項 17】

前記複数の画素は 3 つ以上の画素であることを特徴とする請求項 16 に記載の撮像装置

。

10

【請求項 18】

前記第二成分の低減処理を行う画像領域を指定する入力手段を更に有し、

前記低減手段は、前記入力手段を介して指定された前記画像領域の内部において、前記複数の視差画像の合成画像から前記第二成分を低減することを特徴とする請求項 16 または 17 に記載の撮像装置。

【請求項 19】

複数の視差画像のそれぞれに対して、不要光が撮像面に到達することにより生じた第一成分を、前記複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて決定するステップと、

前記複数の視差画像のそれぞれの前記第一成分の合成値を算出するステップと、

前記第一成分の前記合成値に基づいて定められる第二成分を前記複数の視差画像の合成画像から低減するステップと、をコンピュータに実行させるように構成されていることを特徴とする画像処理プログラム。

20

【請求項 20】

請求項 19 に記載の画像処理プログラムを記憶していることを特徴とする記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、撮影画像の画質を向上させる画像処理方法に関する。

【背景技術】

【0002】

カメラなどの撮像装置により撮像を行うと、撮像光学系に入射した光の一部がレンズの界面やレンズを保持する部材により反射し、撮像面に不要光として到達する場合がある。撮像面に到達した不要光は、ゴーストやフレアなどの不要成分として撮影画像中に現れる。また、軸上色収差や倍率色収差の補正のために回折光学素子を用いると、撮像画角外に存在する太陽などの高強度物体からの光が回折光学素子に当たることで、画像全体に渡って不要光が不要成分として現れる場合がある。

30

【0003】

特許文献 1 には、被写体に対して撮像光学系が合焦状態にあるときの画像（合焦画像）と撮像光学系が非合焦状態にあるときの画像（デフォーカス画像）との差分を示す差分画像からゴーストを検出する方法が開示されている。しかし、特許文献 1 の方法では、複数の撮像が必要であり、動きのある被写体の静止画撮像や動画撮像には適さない。

40

【0004】

特許文献 2 には、単眼立体撮像による複数の視点画像を比較することでゴーストを検出する方法が開示されている。特許文献 2 の方法では、1 回の撮像で複数の視差画像を得られるため、動きのある被写体の静止画撮像や動画撮像にも対応可能である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特開 2008 - 54206 号公報

【特許文献 2】特開 2011 - 205531 号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献2の方法では、主画像と副画像の2画像間での差分を求めることによりゴーストを検出するため、3視点以上の視点画像の場合にゴースト検出効果が低減してしまう。また特許文献2では、ゴースト検出後に視差画像毎にゴーストを除去するため、処理工程が複雑になる。

【0007】

そこで本発明は、複数の撮像を行うことなく撮影画像に含まれる不要成分を簡易かつ効果的に低減可能な画像処理方法、画像処理装置、撮像装置、画像処理プログラム、および記憶媒体を提供する。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面としての画像処理方法は、複数の視差画像のそれぞれに対して、不要光が撮像面に到達することにより生じた第一成分を、前記複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて決定するステップと、前記複数の視差画像のそれぞれの前記第一成分の合成値を算出するステップと、前記第一成分の前記合成値に基づいて定められる第二成分を前記複数の視差画像の合成画像から低減するステップとを有する。

【0009】

本発明の他の側面としての画像処理装置は、複数の視差画像のそれぞれに対して、不要光が撮像面に到達することにより生じた第一成分を、前記複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて決定する決定手段と、前記複数の視差画像のそれぞれの前記第一成分の合成値を算出する成分合成手段と、前記第一成分の前記合成値に基づいて定められる第二成分を前記複数の視差画像の合成画像から低減する低減手段とを有する。

20

【0010】

本発明の他の側面としての撮像装置は、光学像を光電変換して複数の視差画像を出力する撮像素子と、前記複数の視差画像のそれぞれに対して、不要光が撮像面に到達することにより生じた第一成分を、前記複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて決定する決定手段と、前記複数の視差画像のそれぞれの前記第一成分の合成値を算出する成分合成手段と、前記第一成分の前記合成値に基づいて定められる第二成分を前記複数の視差画像の合成画像から低減する低減手段とを有する。

30

【0011】

本発明の他の側面としての画像処理プログラムは、複数の視差画像のそれぞれに対して、不要光が撮像面に到達することにより生じた第一成分を、前記複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて決定するステップと、前記複数の視差画像のそれぞれの前記第一成分の合成値を算出するステップと、前記第一成分の前記合成値に基づいて定められる第二成分を前記複数の視差画像の合成画像から低減するステップと、をコンピュータに実行させるように構成されている。

【0012】

本発明の他の側面としての記憶媒体は、前記画像処理プログラムを記憶している。

40

【0013】

本発明の他の目的及び特徴は、以下の実施例において説明される。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、複数の撮像を行うことなく撮影画像に含まれる不要成分を簡易かつ効果的に低減可能な画像処理方法、画像処理装置、撮像装置、画像処理プログラム、および記憶媒体を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】実施例1における画像処理方法の手順を示す図である。

50

【図 2】実施例 1 における画像処理方法による出力画像の一例である。

【図 3】各実施例の撮像素子において、撮像素子の受光部と撮像光学系の瞳との関係図である。

【図 4】各実施例における撮像系の模式図である。

【図 5】実施例 1 における撮像装置のブロック図である。

【図 6】実施例 1 における撮像光学系の構成および撮像光学系にて発生する不要光の説明図である。

【図 7】実施例 1 における撮像光学系の絞りを透過する不要光の説明図である。

【図 8】実施例 1 における画像処理方法を示すフローチャートである。

【図 9】実施例 2 における撮像素子を示す図である。

10

【図 10】実施例 2 における撮像光学系の絞りを透過する不要光の説明図である。

【図 11 A】実施例 2 における画像処理方法の手順を示す図である。

【図 11 B】実施例 2 における画像処理方法の手順を示す図である。

【図 12】実施例 2 における画像処理方法を示すフローチャートである。

【図 13 A】実施例 3 における画像処理方法の手順を示す図である。

【図 13 B】実施例 3 における画像処理方法の手順を示す図である。

【図 14】実施例 3 における画像処理方法を示すフローチャートである。

【図 15】実施例 4 における撮像系を示す図である。

【図 16】実施例 4 における撮像系を示す図である。

【図 17】実施例 4 における撮像系を示す図である。

20

【図 18】従来の撮像素子を示す図である。

【図 19】図 15 の撮像系により得られた画像を示す図である。

【図 20】図 16 および図 17 の撮像系により得られた画像を示す図である。

【図 21】実施例 4 における撮像装置の例を示す図である。

【図 22】実施例 4 における撮像装置の例を示す図である。

【図 23】実施例 5 における撮像装置のブロック図である。

【図 24】実施例 5 における撮像装置の背面図である。

【図 25】実施例 5 における不要成分低減処理領域の選択例および不要成分低減処理量の選択例を示す図である。

【図 26】実施例 5 における画像処理方法を示すフローチャートである。

30

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0017】

本実施形態で用いられる複数の視差画像を生成可能な撮像装置は、撮像光学系の瞳のうち互いに異なる領域を通過した複数の光束を撮像素子における互いに異なる受光部（画素）に導いて光電変換を行わせる撮像系を有する。

【0018】

図 3 は、本実施形態の撮像系における撮像素子の受光部と撮像光学系の瞳との関係を示す図である。図 3 において、M L はマイクロレンズであり、C F はカラーフィルタである。E X P は撮像光学系の射出瞳（瞳）であり、P 1、P 2 は射出瞳 E X P の領域である。G 1、G 2 は画素（受光部）であり、1 つの画素 G 1 と 1 つの画素 G 2 とが互いに対をなしている（画素 G 1、G 2 は 1 つのマイクロレンズ M L を共有するように設けられている）。撮像素子には、画素 G 1 と画素 G 2 の対（画素対）が複数配列されている。対の画素 G 1 と画素 G 2 は、共通の（すなわち、画素対ごとに 1 つずつ設けられた）マイクロレンズ M L を介して、射出瞳 E X P と共役な関係を有する。各実施例において、撮像素子に配列された複数の画素 G 1、G 2 を、それぞれまとめて画素群 G 1、G 2 という場合がある。

40

【0019】

図 4 は、本実施形態における撮像系の模式図であり、図 3 に示されるマイクロレンズ M

50

Lの代わりに、射出瞳E X Pの位置に薄肉レンズが設けられていると仮定した場合の撮像系を示している。画素G 1は、射出瞳E X Pのうち領域P 1を通過した光束を受光する。画素G 2は、射出瞳E X Pのうち領域P 2を通過した光束を受光する。O S Pは、撮像している物点である。物点O S Pには、必ずしも物体が存在している必要はない。物点O S Pを通った光束は、その光束が通過する瞳（射出瞳E X P）内での位置（本実施形態では領域P 1または領域P 2）に応じて、画素G 1または画素G 2のいずれかの画素に入射する。瞳内の互いに異なる領域を光束が通過することは、物点O S Pからの入射光が角度（視差）によって分離されることに相当する。すなわち、各マイクロレンズM Lに対して設けられた画素G 1、G 2のうち、画素G 1からの出力信号を用いて生成された画像と、画素G 2からの出力信号を用いて生成された画像とが、互いに視差を有する複数（ここでは

10

【0020】

また、図3および図4に示される射出瞳E X Pの位置ずれなどにより、前述の共役関係が完全でなくなる場合や、領域P 1、P 2が部分的に互いに重複（オーバーラップ）する場合でも、以下の各実施例において、得られた複数の画像を視差画像として扱う。

【実施例1】

【0021】

図5を参照して、本発明の実施例1における画像処理方法を実行する撮像装置について説明する。図5は、本実施例における撮像装置200の構成を示すブロック図である。撮像光学系201は、絞り201aおよびフォーカスレンズ201bを含み、不図示の被写体からの光を撮像素子202上に結像（集光）させる。撮像素子202は、CCDセンサやCMOSセンサなどの光電変換素子により構成され、図3および図4を参照して説明した瞳内の互いに異なる領域を通過した光束を、各領域に対応する画素（受光部）にて受光する（瞳分割を行う）。このようにして、撮像素子202は、被写体像（光学像）を光電変換し、複数の視差画像である画像信号（アナログ電気信号）を出力する。A/Dコンバータ203は、撮像素子202から出力されたアナログ電気信号をデジタル信号に変換し、デジタル信号を画像処理部204に出力する。

20

【0022】

画像処理部204は、デジタル信号に対して、一般的に行われる画像処理を行うとともに、不要光の決定処理および不要光を低減または除去する補正処理を行う。本実施例において、画像処理部204は、撮像装置200に搭載された画像処理装置に相当する。また画像処理部204は、不要成分検出部204a、不要成分合成部204b、視差画像合成部204c、および、不要成分低減部204dを有する。

30

【0023】

不要成分検出部204a（不要成分決定手段）は、視差画像を生成（取得）し、その視差画像から不要成分（第一不要成分）を検出（決定）する。不要成分合成部204b（不要成分合成手段）は、不要成分検出部204aにより検出された不要成分の合成値を算出する。視差画像合成部204c（視差画像合成手段）は、不要成分検出部204aにより生成された視差画像を合成する。不要成分低減部204d（不要成分低減手段）は、不要成分合成部204bにより算出された不要成分の合成値に基づいて、視差画像合成部204cにより合成された視差画像から不要成分（第二不要成分）を低減させる。本実施例において、第二不要成分は、第一不要成分の合成値そのもの、または、第一不要成分の合成値に基づいて得られた値である。

40

【0024】

画像処理部204で処理された出力画像（画像データ）は、半導体メモリや光ディスクなどの画像記録媒体209に保存される。また、画像処理部204からの出力画像を表示部205に表示することもできる。記憶部208は、画像処理部204による画像処理に必要な画像処理プログラムや各種情報などを記憶している。

【0025】

50

システムコントローラ 210 (制御手段) は、撮像素子 202 の動作、画像処理部 204 での処理、および、撮像光学系 201 (絞り 201 a およびフォーカスレンズ 201 b) の制御を行う。撮像光学系制御部 206 は、システムコントローラ 210 からの制御指示に応じて、撮像光学系 201 の絞り 201 a およびフォーカスレンズ 201 b の機械的な駆動を行う。絞り 201 a は、設定された絞り値 (F ナンバー) に応じて、その開口径が制御される。フォーカスレンズ 201 b は、被写体距離に応じてピント調整 (フォーカス制御) を行うために、不図示のオートフォーカス (AF) システムやマニュアルフォーカス機構によってその位置が制御される。状態検知部 207 は、システムコントローラ 210 の制御指示に応じて、現在の撮影条件情報を取得する。なお本実施例において、撮像光学系 201 は、撮像素子 202 を備えた撮像装置 200 の一部として (撮像装置 200 と一体的に) 構成されているが、これに限定されるものではない。一眼レフカメラのように、交換式の撮像光学系 (交換レンズ) を撮像装置本体に着脱可能に構成された撮像システムであってもよい。

10

【0026】

図 6 は、撮像光学系 201 の構成および撮像光学系 201 にて発生する不要光の説明図である。図 6 (a) は、撮像光学系 201 の具体的な構成例を示す。図 6 (a) において、STP は絞り (絞り 201 a に相当)、IMG は撮像面である。撮像面 IMG の位置には、図 5 に示される撮像素子 202 が配置される。図 6 (b) は、撮像光学系 201 に高輝度物体の例としての太陽 SUN から強い光が入射し、撮像光学系 201 を構成するレンズの界面で反射した光が不要光 (ゴーストやフレア) として撮像面 IMG に到達する様子

20

を示している。

【0027】

図 7 は、絞り STP のうち、図 4 に示される画素 G1、G2 に入射する光束が通過する領域 P1、P2 (瞳領域または瞳分割領域) を示している。なお、絞り STP は、撮像光学系 201 の射出瞳 EXP に相当するものとして考えることができるが、実際には絞り STP と射出瞳 EXP は互いに異なることが多い。高輝度物体 (太陽 SUN) からの光束は、絞り STP のほぼ全域を通過するが、画素 G1、G2 に入射する光束が通過する領域は、領域 P1、P2 (瞳領域) に分割される。

【0028】

続いて、図 1 および図 2 を参照して、撮像装置 200 により生成される撮影画像において、不要光が光電変換されることで現れる画像成分である不要成分を決定する方法について説明する。図 1 は、本実施例における画像処理方法の手順を示す図である。図 2 は、本実施例における画像処理方法による出力画像の一例である。

30

【0029】

図 2 (a) は、瞳分割による撮像により生成された複数の視差画像を合成した撮影画像を示している。この撮影画像には、ビルなどの建物とその周辺に存在する樹木とが被写体として写っている。図 2 (a) の撮影画像中に黒い四角部分として示される GST は、不要光 (ゴースト) の画像成分である不要成分 (ゴースト成分) である。なお、図 2 (a) では不要成分 GST を黒く塗りつぶして示しているが、実際には、被写体がある程度透けている。また、不要成分は撮影被写体に不要光がかぶった状態であるため、撮影被写体よりも高輝度化する部分である。このことは、後述する他の実施例でも同様である。

40

【0030】

図 1 (A-1) および図 1 (B-1) は、それぞれ、領域 P1、P2 (瞳領域) を通過した光束を画素群 G1、G2 にて光電変換した結果として得られた一対の視差画像を示している。一対の視差画像には、近距離被写体の場合、画像成分に視差に対応する差 (被写体視差成分) が存在する。しかしながら、図 1 に示されるような風景撮影による遠距離被写体の場合、被写体視差成分は微量である。また、一対の視差画像にも黒い四角として模式的に示される不要成分 GST が含まれているが、その位置は視差画像間で互いに異なる。ここでは、不要成分 GST が互いにオーバーラップすることなく分離された状態の例を示しているが、オーバーラップして輝度差がある状態でもよい。すなわち、黒い四

50

角の不要成分 G S T の位置や輝度が互いに異なった状態であればよい。

【 0 0 3 1 】

図 1 (A - 2) は、一对の視差画像に対して、図 1 (A - 1) を基準画像として図 1 (B - 1) の画像を差し引いた状態の画像 (相対差分画像) を示す。図 1 (A - 2) の画像 (相対差分画像) には、一对の視差画像が有する差分 (相対差分情報) として、被写体の視差成分および前述の不要成分が含まれている。しかしながら、図 1 に示されるような風景撮影による遠距離被写体の場合、被写体視差成分は微量であるため、その影響はほぼ無視することができる。また、前記の差分計算により図 1 (B - 1) に含まれる不要成分は負の値として算出されるが、後述の不要成分低減処理の簡易化のため、図 1 (A - 2) では負の値を切り捨てている。そのため、図 1 (A - 2) の画像 (相対差分画像) は、図 1 (A - 1) に含まれる不要成分のみを示していることとなる。

10

【 0 0 3 2 】

同様に、図 1 (B - 2) は、一对の視差画像に対して、図 1 (B - 1) を基準画像として図 1 (A - 1) の画像を差し引いた状態の画像を示す。また、図 1 (A - 2) の画像と同様に、前記の差分計算により図 1 (A - 1) に含まれる不要成分が負の値として算出されるが、後述の不要成分低減処理の簡易化のため、図 1 (B - 2) の画像では負の値を切り捨てている。そのため、図 1 (B - 2) の画像 (相対差分画像) は、図 1 (B - 1) に含まれる不要成分のみを示していることとなる。このように本実施例の画像処理方法では、相対差分画像における不要成分のみを残存させる (換言すると、不要成分を分離または抽出する) 処理を行うことで、不要成分を決定することができる。

20

【 0 0 3 3 】

ここで出力画像として、図 2 (a) に示されるような、瞳分割による撮像により生成された複数の視差画像を合算 (合成) した撮影画像を出力することを考える。このとき、前述のように視差画像ごとに不要成分が抽出されているため、一つの方法として、各視差画像からそれぞれ抽出された不要成分を差し引いて不要成分を低減することが考えられる。しかしながら、画像として視差画像を合算した 1 枚の画像を出力するのに対して、不要成分の低減処理を視差画像の枚数分だけ実行する必要がある、低減処理工程が複雑になる。そこで本実施例では、出力画像の視差画像の合成処理に合わせて、同様の処理で各視差画像の不要成分の合成処理を行う。本実施例では、最終出力画像として各視差画像を合算 (合成) した画像を出力するため、各視差画像の不要成分を合算 (合成) する。図 1 (C) は、合算 (合成) された不要成分を示す。出力画像を各視差画像の合算値 (合成値) として出力する場合、出力画像に含まれる不要成分は、各視差画像に含まれる不要成分の合算値 (合成値) と一致する。

30

【 0 0 3 4 】

そして本実施例の画像処理方法では、出力すべき画像において、前述のように合成処理された不要成分を除去または低減する補正処理を行う。これにより、図 2 (b) に示されるように、不要成分が低減された、瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を生成することができる。

【 0 0 3 5 】

次に、図 8 を参照して、本実施例における不要成分 (ゴースト成分) の決定処理 (画像処理) の手順について説明する。図 8 は、本実施例における画像処理方法 (不要成分の決定方法) を示すフローチャートである。図 8 の各ステップは、主に、システムコントローラ 2 1 0 または画像処理部 2 0 4 により、コンピュータプログラムとしての画像処理プログラムに従って実行される。

40

【 0 0 3 6 】

まずステップ S 1 1 において、システムコントローラ 2 1 0 は、撮像光学系 2 0 1 および撮像素子 2 0 2 により構成される撮像部 (撮像系) を制御して被写体の撮像を行い、入力画像 (撮影画像) を取得する。そしてステップ S 1 2 において、システムコントローラ 2 1 0 は、画像処理部 2 0 4 を制御し、撮像素子 2 0 2 (画素群 G 1、G 2) から出力されて A / D コンバータ 2 0 3 にて A / D 変換されたデジタル信号を用いて、入力画像とし

50

ての一对の視差画像を生成させる。ここで、画像処理部204は、視差画像の生成のため、通常の現像処理や各種の画像補正処理を実施してもよい。

【0037】

続いてステップS13において、画像処理部204の不要成分検出部204aは、一对の視差画像の相対差分情報を求める。すなわち不要成分検出部204aは、図1(A-1)の画像を基準画像とした相対差分画像(図1(A-2)の画像)、および、図1(B-1)の画像を基準画像とした相対差分画像(図1(B-2)の画像)を生成する。撮像面に到達した不要光が撮像光学系201の瞳(射出瞳)のうち互いに異なる瞳領域を通過する場合、図1(A-1)および図1(B-1)に示されるように、視差画像ごとに不要成分の発生位置が互いに異なる。このため、単純な相対差分画像では、不要成分の差分値は正および負の値をとる。例えば本実施例では、相対差分画像(図1(A-2)の画像)を生成する際の基準画像である図1(A-1)の画像から、図1(B-1)の画像を差し引いた場合、図1(A-1)の画像に含まれる不要成分は正の値となる。一方、図1(B-1)の画像に含まれる不要成分は負の値となる。

10

【0038】

ここで本実施例において、不要成分検出部204aは、後述の不要成分低減処理の簡易化のため、前記負の値を切り捨てて0値とする処理を実施する。このため、図1(A-2)の画像に関しては、図1(A-1)に含まれる不要成分のみが正の値として検出される。不要成分検出部204aは、相対差分画像(図1(B-2)の画像)についても同様の処理を実施する。これにより、図1(B-2)の画像に関しては、図1(B-1)の画像に含まれる不要成分のみが正の値として検出される。

20

【0039】

また、不要成分検出部204aは、近距離被写体を含む画像において相対差分情報を求める際に被写体視差成分を除去するため、一对の視差画像の位置合わせを行う処理を実施してもよい。具体的には、不要成分検出部204aは、一对の視差画像のうち一方の画像に対して他方の画像の位置を相対的にシフトしながら画像間の相関が最大となるシフト位置を決定することにより、画像の位置合わせを行うことができる。また不要成分検出部204aは、視差画像間の差分の2乗和が最小化するシフト位置を決定することで画像の位置合わせを行ってもよい。また不要成分検出部204aは、視差画像中の合焦領域を位置合わせのためのシフト位置の決定の対象としてもよい。

30

【0040】

また不要成分検出部204aは、予めそれぞれの視差画像においてエッジ検出を行い、検出されたエッジを示す画像を用いて位置合わせのためのシフト位置を決定してもよい。この方法によれば、合焦領域についてはコントラストの高いエッジが検出され、背景などの非合焦領域についてはコントラストが低く、エッジとして検出されにくい。このため、必然的に合焦領域が重視されたシフト位置の決定が行われる。また、不要成分検出部204aは、相対差分画像を生成する際に、ノイズなどの影響を除去するために閾値処理などのステップを加えても構わない。

【0041】

続いてステップS14において、不要成分検出部204aは、ステップS13にて生成された相対差分画像中に残存した成分を不要成分として決定する。

40

【0042】

続いてステップS15において、画像処理部204の不要成分合成部204bは、ステップS14にて決定された各視差画像の不要成分を合算処理する(不要成分の合成値を算出する)。具体的には、不要成分合成部204bは、図1(A-2)の相対差分画像と図1(B-2)の相対差分画像とを足し合わせる処理を実行する(相対差分画像の合成値を算出する)。この結果、図1(C)に示されるように、合算処理(合成)された不要成分が生成される。

【0043】

続いてステップS16において、視差画像合成部204cは、視差画像を合算処理し(

50

視差画像の合成値を算出し)、1枚の瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を出力する。具体的には、ステップS12にて生成された複数の視差画像(図1(A-1)の画像と図1(B-1)の画像)を足し合わせる処理を実行する(合成することにより、図2(a)に示されるように、合算処理された合成画像が生成される。または、視差画像を生成するステップを経ずに、撮像素子202(画素群G1、G2)から出力されてA/Dコンバータ203にてA/D変換されたデジタル信号を加算することで合成画像(視差画像の合算値)を生成してもよい。

【0044】

続いてステップS17において、画像処理部204の不要成分低減部204dは、出力すべき画像から不要成分を低減または除去する補正処理を行う。具体的には、不要成分低減部204dは、出力すべき画像として、図2(b)に示されるように、瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を生成する。本実施例では、ステップS13にて負の値を切り捨てて0値とすることにより、不要成分のみが正の値として検出されている。このため不要成分低減部204dは、単純に図2(a)の画像(合成画像)から図1(C)の画像(合算処理(合成)された不要成分)を差し引くことにより、不要成分を除去することができる。最後に、ステップS18において、システムコントローラ210は、図2(b)の画像(不要成分が除去または低減された出力画像)を、画像記録媒体209に保存し、または、表示部205に表示する。

【0045】

本実施例によれば、1回の撮像で得られた複数の視差画像に基づく複数の相対差分画像から不要光(ゴースト)により形成された不要成分(ゴースト成分)を決定することができる。すなわち、複数回の撮像を行うことなく撮影画像に含まれる不要成分を決定することができる。また、相対差分画像を生成する際に、負の値を切り捨てているため、単純な差分計算のみで決定された不要成分を良好に除去または低減した高画質の撮影画像を得ることができる。また、不要成分を合成処理する(不要成分の合成値を算出することにより、視差画像の合成画像に含まれる不要成分を1つのデータとして生成する。このため、不要成分低減処理を1度の差分計算で実行することが可能となり、不要成分低減処理を簡易化することができる。

【実施例2】

【0046】

次に、本発明の実施例2(複数の瞳分割)について説明する。本実施例における撮像装置の基本構成は、図5を参照して説明した実施例1の撮像装置200と同様であるため、その説明は省略する。

【0047】

図9は、本実施例における撮像素子202aの受光部を示す図である。図9において、MLはマイクロレンズである。G11、G12、G13、G14は、画素(受光部)であり、互いに組をなしている。撮像素子202aには、画素G11、G12、G13、G14(1つの画素組)が複数配列されており、1つの画素組は、共通または共有の(すなわち画素組ごとに1つずつ設けられた)マイクロレンズMLを介して、射出瞳EXPと共役な関係を有する。本実施例において、撮像素子202aに配列された複数の画素G11をまとめて画素群G11ともいう。同様に、撮像素子202aに配列された複数の画素G12、G13、G14のそれぞれをまとめて、画素群G12、G13、G14ともいう。撮像光学系201の具体的な構成例は、図6を参照して説明した実施例1と同様であるため、その説明は省略する。

【0048】

図10は、撮像光学系201の絞りSTPを透過する不要光の説明図である。図10は、絞りSTPのうち、図9に示される画素G11、G12、G13、G14に入射する光束が通過する領域P1、P2、P3、P4(瞳領域または瞳分割領域)を示している。なお、絞りSTPは、撮像光学系201の射出瞳EXPに相当するものとして考えることができるが、実際には絞りSTPと射出瞳EXPは互いに異なることが多い。高輝度物体が

10

20

30

40

50

らの光束は絞りSTPのほぼ全域を通過するが、各画素に入射する光束が通過する領域は、領域P1、P2、P3、P4に分割される。

【0049】

次に、図11Aおよび図11Bを参照して、本実施例の撮像装置200により取得（生成）される撮影画像において、不要光が光電変換されることで画像中に現れる不要成分（ゴースト成分）を決定する方法について説明する。図11Aおよび図11Bは、本実施例における画像処理方法の手順を示す図である。なお本実施例において、撮影画像は、瞳分割による撮像により生成された複数の視差画像を合成した画像であり、図2(a)の画像と同様である。

【0050】

図11A(A-1)、図11A(B-1)、図11B(C-1)、図11B(D-1)は、それぞれ、領域P1、P2、P3、P4を通過した光束を画素群G11、G12、G13、G14にて光電変換した結果として得られた一組の視差画像を示している。また、一組の視差画像に黒い四角として模式的に示される不要成分GST（ゴースト成分）が含まれている。不要成分GSTの位置は、図11A(A-1)の画像と図11B(C-1)の画像とを比較すると、同じ位置にオーバーラップしている。同様に、不要成分GSTの位置は、図11A(B-1)の画像と図11B(D-1)の画像とを比較すると、同じ位置にオーバーラップしている。また、不要成分GSTの位置は、図11A(A-1)の画像と図11B(D-1)の画像とを比較すると、互いに異なっている。同様に、不要成分GSTの位置は、図11A(B-1)の画像と図11B(C-1)の画像とを比較すると、互いに異なっている。

【0051】

図11A(A-2)は、一組の視差画像に対して、図11A(A-1)を基準画像として、図11A(B-1)の画像を差し引いた相対差分画像（図11A(A-1)の画像と図11A(B-1)の画像との差分情報）である。この画像には、実施例1と同様に、相対差分情報として、被写体の視差成分と前述の不要成分とが含まれている。また実施例1と同様に、前述の差分計算により、図11A(B-1)に含まれる不要成分部分が負の値として算出されるが、後述の不要成分低減処理の簡易化のため、図11A(A-2)では負の値を切り捨てている。これは、以下全ての相対差分画像でも同様である。このため、図11A(A-2)の差分画像は、図11A(A-1)に含まれる不要成分のみを示していることとなる。

【0052】

図11A(A-3)は、一組の視差画像に対して、図11A(A-1)を基準画像として図11B(C-1)の画像を差し引いた相対差分画像（図11A(A-1)の画像と図11B(C-1)の画像との差分情報）である。この画像には、実施例1と同様に、相対差分情報として、被写体の視差成分と前述の不要成分が含まれている。前述のように、図11A(A-1)の画像と図11B(C-1)の画像とを比較すると、同じ位置に不要成分がオーバーラップしているため、相対差分情報に不要成分は検出されない。このように、同じ位置に生じている不要成分は、相対差分画像には現れない。すなわち、2画像間だけの差分情報だけでは、検出することができない不要成分が存在する。一方、本実施例のように複数の視差画像の相対差分情報を取得することにより、例えば図11A(B-1)のように1つの視差画像でも基準画像と異なる位置に不要成分が生じていれば、その不要成分を効果的に検出することが可能となる。

【0053】

図11A(A-4)は、一組の視差画像に対して、図11A(A-1)を基準画像として図11B(D-1)の画像を差し引いた相対差分画像（図11A(A-1)の画像と図11B(D-1)の画像との差分情報）である。図11A(A-1)の画像と図11B(D-1)の画像を比較すると、不要成分の生じている位置が互いに異なる。このため、図11A(A-2)と同様に、図11A(A-4)は図11A(A-1)に含まれる不要成分のみを示していることとなる。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 4 】

図 1 1 A (A - 5) は、2次元データとしての相対差分情報である図 1 1 A (A - 2)、図 1 1 A (A - 3)、図 1 1 A (A - 4) の相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最大値を抽出した情報 (相対差分最大値情報または画像情報) である。本実施例において、その画像情報は、図 1 1 A (A - 2) または図 1 1 A (A - 4) と同値の情報となり、図 1 1 A (A - 1) に含まれる不要成分の位置とその不要成分の量となる。

【 0 0 5 5 】

同様に、図 1 1 A (B - 2) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 A (B - 1) を基準画像として図 1 1 A (A - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 A (B - 3) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 A (B - 1) を基準画像として図 1 1 B (C - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 A (B - 4) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 A (B - 1) を基準画像として図 1 1 B (D - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 A (B - 5) は、2次元データとして取得されている相対差分情報である図 1 1 A (B - 2)、図 1 1 A (B - 3)、図 1 1 A (B - 4) の相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最大値を抽出した画像情報 (相対差分最大値情報) である。本実施例では、その画像情報は、図 1 1 A (B - 2) または図 1 1 A (B - 3) と同値の情報となり、図 1 1 A (B - 1) に含まれる不要成分の位置とその不要成分の量となる。

【 0 0 5 6 】

同様に、図 1 1 B (C - 2) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 B (C - 1) を基準画像として図 1 1 A (A - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 B (C - 3) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 B (C - 1) を基準画像として図 1 1 A (B - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 B (C - 4) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 B (C - 1) を基準画像として図 1 1 B (D - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 B (C - 5) は、2次元データとして取得されている相対差分情報である図 1 1 B (C - 2)、図 1 1 B (C - 3)、図 1 1 B (C - 4) の相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最大値を抽出した画像情報 (相対差分最大値情報) である。本実施例では、その画像情報は図 1 1 B (C - 3) または図 1 1 B (C - 4) と同値の情報となり、図 1 1 B (C - 1) に含まれる不要成分の位置とその不要成分の量となる。

【 0 0 5 7 】

同様に、図 1 1 B (D - 2) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 B (D - 1) を基準画像として図 1 1 A (A - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 B (D - 3) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 B (D - 1) を基準画像として図 1 1 A (B - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 B (D - 4) は、一組の視差画像に対して、図 1 1 B (D - 1) を基準画像として図 1 1 B (C - 1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 1 1 B (D - 5) は、2次元データとして取得されている相対差分情報である図 1 1 B (D - 2)、図 1 1 B (D - 3)、図 1 1 B (D - 4) の相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最大値を抽出した画像情報 (相対差分最大値情報) である。本実施例では、その画像情報は図 1 1 B (D - 2) または図 1 1 B (D - 4) と同値の情報となり、図 1 1 B (D - 1) に含まれる不要成分の位置とその不要成分の量となる。

【 0 0 5 8 】

ここで、出力画像として図 2 (a) に示されるように、瞳分割による撮像により生成された視差画像を平均合成した撮影画像を出力することを考える。このとき、前述のように視差画像ごとに不要成分が抽出されているため、一つの方法として、各視差画像からそれぞれ抽出された不要成分を差し引くことで不要成分を低減することが考えられる。しかしながら、画像として視差画像を平均した 1 枚の画像を出力するのに対して、不要成分の低減処理を視差画像枚数分だけ実行する必要があるため、低減処理工程が複雑になる。このため本実施例では、出力画像の視差画像の合成処理に合わせて、同様の処理で前記各視差画像

10

20

30

40

50

の不要成分を合成処理する。本実施例では、最終出力画像として各視差画像を平均した画像を出力しているため、各視差画像の不要成分の平均値を演算して合成処理を行う。図11B(E)は、平均合成された不要成分(画像)を示している。出力画像を各視差画像の平均値として出力する場合、出力画像に含まれる不要成分は、各視差画像に含まれる不要成分の平均値と一致する。

【0059】

そして画像処理部204は、出力すべき画像において、前述のようにして合成処理された不要成分を除去または低減する補正処理を行う。これにより、図2(b)に示されるように、不要成分の低減された瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を生成することができる。

【0060】

次に、図12を参照して、本実施例における不要成分(ゴースト成分)の決定処理(画像処理)の手順について説明する。図12は、本実施例における画像処理方法(不要成分の決定方法)を示すフローチャートである。図12の各ステップは、主に、システムコントローラ210または画像処理部204により、コンピュータプログラムとしての画像処理プログラムに従って実行される。

【0061】

図12のステップS21、S22は、実施例1にて説明した図8のステップS11、S12とそれぞれ同様であるため、それらの説明は省略する。続いてステップS23において、不要成分検出部204aは、一組の視差画像について、各視差画像を基準画像とした複数の相対差分情報を求める。すなわち不要成分検出部204aは、図11A(A-1)の画像を基準画像とした相対差分画像(図11A(A-2)、図11A(A-3)、図11A(A-4)の各画像)を生成する。また不要成分検出部204aは、図11A(B-1)の画像を基準画像とした相対差分画像(図11A(B-2)、図11A(B-3)、図11A(B-4)の各画像)を生成する。また不要成分検出部204aは、図11B(C-1)の画像を基準画像とした相対差分画像(図11B(C-2)、図11B(C-3)、図11B(C-4)の各画像)を生成する。また不要成分検出部204aは、図11B(D-1)の画像を基準画像とした相対差分画像(図11B(D-2)、図11B(D-3)、図11B(D-4)の各画像)を生成する。

【0062】

撮像面に到達した不要光が撮像光学系201の瞳のうち互いに異なる瞳領域を通過する場合、図11A(A-1)および図11A(B-1)に示されるように、視差画像ごとに不要成分の発生位置は異なる。このため、単純な相対差分画像では、不要成分の差分値は正および負の値をとる。例えば本実施例において、相対差分画像(図11A(A-2)の画像)を生成する基準画素である図11(A-1)の画像から、図11(B-1)の画像を差し引いた場合、図11A(A-1)の画像に含まれる不要成分は正の値となる。一方、図11A(B-1)の画像に含まれる不要成分は負の値となる。本実施例において、不要成分検出部204aは、後述の不要成分低減処理の簡易化のため、前記の負の値を切り捨てて0値とする処理を実施している。このため、図11A(A-2)の画像には、図11A(A-1)の画像に含まれる不要成分のみが正の値として検出される。各相対差分画像についても同様の処理を実施することで、各基準画像に含まれる不要成分のみが正の値として検出される。一方、図11A(A-1)および図11B(C-1)に示されるように、同じ位置に不要成分がオーバーラップしている場合、前述のように相対差分情報において不要成分は検出されない。

【0063】

続いてステップS24において、不要成分検出部204aは、ステップS23にて生成された各視差画像を基準画像とした相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最大値を抽出する。ここで、複数の相対差分情報間の最大値を抽出する効果について説明する。本実施例のように、図11A(A-1)の画像と図11B(C-1)の画像とを比較すると、同じ位置に不要成分がオーバーラップしている。このように、光学系や高輝

10

20

30

40

50

度光源の位置によっては、視差画像間でも同じ位置に不要成分が生じる場合がある。この場合、2画像の差分を算出しても不要成分も0値となってしまう。すなわち、2画像間だけの差分情報だけでは、検出することができない不要成分が存在する。そこで本実施例では、複数の視差画像の相対差分情報を取得する。これにより、例えば図11A(B-1)の画像のように、1つの視差画像でも基準画像と異なる位置に不要成分が生じていれば、図11A(A-2)の画像のようにその不要成分を効果的に検出することができる。このように、複数の相対差分情報を取得し、その複数の相対差分情報間の相対差分最大値情報を抽出することにより、1つでも視差画像間で不要成分の位置が異なる画像が存在すれば、不要成分の位置と量を確実に検出することが可能である。

【0064】

そしてステップS25において、不要成分検出部204aは、ステップS24にて抽出された最大値(相対差分最大値画像中に残存する成分、すなわち相対差分最大値情報)を不要成分として決定する。

【0065】

続いてステップS26において、画像処理部204の不要成分合成部204bは、ステップS25にて決定された各視差画像の不要成分である相対差分最大値情報を平均値処理する。具体的には、不要成分合成部204bは、図11A(A-5)、図11A(B-5)、図11B(C-5)、図11B(D-5)の各相対差分最大値情報の平均値演算を実行し、図11B(E)に示されるように平均値処理された不要成分生成する。

【0066】

続いてステップS27において、画像処理部204の視差画像合成部204cは、視差画像を平均値処理し、1枚の瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を出力する。具体的には、視差画像合成部204cは、ステップS22にて生成された図11A(A-1)、図11A(B-1)、図11B(C-1)、図11B(D-1)の各視差画像の平均値演算(平均値処理)を実行する。この結果、図2(a)に示されるように平均値処理された合成画像が生成される。または、視差画像生成ステップを経ずに、撮像素子202(画素群G1、G2)から出力されてA/Dコンバータ203にてA/D変換されたデジタル信号の平均値を演算することにより合成画像を生成してもよい。

【0067】

続いてステップS28において、画像処理部204の不要成分低減部204dは、出力すべき画像から不要成分を低減または除去する補正処理を行う。具体的には、不要成分低減部204dは、出力すべき画像として、図2(b)に示されるように、瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を生成する。ここで、ステップS23にて負の値を切り捨てて0値とすることにより、不要成分のみが正の値として検出されている。このため不要成分低減部204dは、単純に図2(a)の合成画像から図11B(E)に示されるような平均値演算(平均値処理)された不要成分を差し引くことにより、不要成分を除去することができる。最後に、ステップS29において、システムコントローラ210は、図2(b)に示されるように不要成分が除去または低減された出力画像を、画像記録媒体209に保存し、または、表示部205に表示する。

【0068】

本実施例によれば、1回の撮像で得られた複数の視差画像に基づく複数の相対差分画像から不要光(ゴースト)により形成された不要成分(ゴースト成分)を決定することができる。すなわち、複数回の撮像を行うことなく撮影画像に含まれる不要成分を決定することができる。また、相対差分画像を生成する際に、負の値を切り捨てているため、単純な差分計算のみで決定した不要成分を良好に除去または低減した高画質の撮影画像を得ることができる。また、複数の相対差分情報を算出し、その最大値を抽出した相対差分最大値情報を算出することにより、複数の視差画像内に不要成分位置がオーバーラップした場合にも効果的に不要成分を検出および低減することができる。また、不要成分を合成処理することにより、視差画像を合成した画像に含まれる不要成分を1つのデータとして生成するため、不要成分低減処理を1度の差分計算で実行することが可能となり、不要成分低減

10

20

30

40

50

処理を簡易化することができる。

【実施例 3】

【0069】

次に、本発明の実施例 3 について説明する。本実施例における撮像装置の基本構成は、図 5 を参照して説明した実施例 1 の撮像装置 200 と同様であるため、その説明は省略する。また、本実施例における撮像素子は、図 9 を参照して説明した実施例 2 の撮像素子 202a (の受光部) と同様であるため、その説明は省略する。また、本実施例における撮像光学系の具体的な構成例は、図 6 を参照して説明した実施例 1 の撮像光学系 201 と同様であるため、その説明は省略する。また、本実施例において、絞り STP と画素 G11、G12、G13、G14 に入射する光束が通過する領域 P1、P2、P3、P4 (瞳領域) との関係も実施例 2 と同様であるため、その説明は省略する。

10

【0070】

次に、図 13A および図 13B を参照して、本実施例の撮像装置 200 により取得 (生成) される撮影画像において、不要光が光電変換されることで画像中に現れる不要成分 (ゴースト成分) を決定する方法について説明する。図 13A および図 13B は、本実施例における画像処理方法の手順を示す図である。

【0071】

図 13A (A-1)、図 13A (B-1)、図 13B (C-1)、図 13B (D-1) はそれぞれ、領域 P1、P2、P3、P4 (瞳領域) を通過した光束を画素群 G12、G12、G13、G14 にて光電変換した結果として得られた一組の視差画像を示している。また、一組の視差画像において、黒い四角として模式的に示される不要成分 GST が含まれている。不要成分 GST の位置は、図 13A (A-1) と図 13B (C-1) の一部 (左上部) に関して、同じ位置にオーバーラップしている。また、図 13A (B-1) と図 13B (D-1) の一部 (左上部) に関して、同じ位置にオーバーラップしている。また、図 13A (A-1) と図 13A (B-1) では全ての不要成分の位置が互いに異なっている。

20

【0072】

図 13A (A-2) の画像は、一組の視差画像に対して、図 13A (A-1) を基準画像として図 13A (B-1) の画像を差し引いた相対差分画像である。この画像には、実施例 1 と同様に、相対差分情報として、被写体の視差成分および前述の不要成分とが含まれている。また、実施例 1 と同様に、前記差分計算により、図 13A (B-1) に含まれる不要成分が負の値として算出されるが、後述の不要成分低減処理の簡易化のため、図 13A (A-2) では負の値を切り捨てている。これは、後述する全ての相対差分画像に対しても同様である。このため、図 13A (A-2) の差分画像は、図 13A (A-1) に含まれる不要成分のみを示していることとなる。

30

【0073】

図 13A (A-3) の画像は、一組の視差画像に対して、図 13A (A-1) を基準画像として図 13B (C-1) の画像を差し引いた相対差分画像である。この画像には、実施例 1 と同様に、相対差分情報として、被写体の視差成分および前述の不要成分が含まれている。ここで前述のように、図 13A (A-1) の画像と図 13B (C-1) の画像とを比較すると、不要成分の一部 (左上部) が同じ位置にオーバーラップしている。このため、相対差分情報に左上部の不要成分は検出されない。このように、同じ位置に生じている不要成分は相対差分画像には現れない。

40

【0074】

図 13A (A-4) の画像は、一組の視差画像に対して、図 13A (A-1) を基準画像として図 13B (D-1) の画像を差し引いた相対差分画像である。図 13A (A-1) の画像と図 13B (D-1) の画像とを比較すると、不要成分の生じている位置が互いに異なる。このため、図 13A (A-2) の画像と同様に、図 13A (A-4) の画像は図 13A (A-1) の画像に含まれる不要成分のみを示していることとなる。

【0075】

50

図13A(A-5)は、2次元データとしての相対差分情報である図13A(A-2)、図13A(A-3)、図13A(A-4)の相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最小値を抽出した画像情報(相対差分最小値情報または画像)である。本実施例において、その画像情報は、図13A(A-3)と同値の情報となり、図13A(A-1)に含まれる一部の不要成分の位置とその不要成分の量となる。

【0076】

同様に、図13A(B-2)の画像は、一組の視差画像に対して、図13A(B-1)を基準画像として図13A(A-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13A(B-3)の画像は、一組の視差画像に対して、図13A(B-1)を基準画像として図13B(C-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13B(B-4)の画像は、一組の視差画像に対して、図13A(B-1)を基準画像として図13B(D-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13A(B-5)は、2次元データとして取得されている相対差分情報である図13A(B-2)、図13A(B-3)、図13A(B-4)の相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最小値を抽出した画像情報である。本実施例において、その画像情報は、図13A(B-4)と同値の情報となり、図13A(B-1)に含まれる一部の不要成分の位置とその不要成分の量となる。

10

【0077】

同様に、図13B(C-2)の画像は、一組の視差画像に対して、図13B(C-1)を基準画像として図13A(A-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13B(C-3)の画像は、一組の視差画像に対して、図13B(C-1)を基準画像として図13A(B-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13B(C-4)の画像は、一組の視差画像に対して、図13B(C-1)を基準画像として図13B(D-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13B(C-5)の画像は、2次元データとして取得されている相対差分情報である図13B(C-2)、図13B(C-3)、図13B(C-4)の相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最小値を抽出した画像情報である。本実施例において、その画像情報は、図13B(C-2)と同値の情報となり、図13B(C-1)に含まれる不要成分の位置とその不要成分の量は検出されない。

20

【0078】

同様に、図13B(D-2)の画像は、一組の視差画像に対して、図13B(D-1)を基準画像として図13A(A-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13B(D-3)の画像は、一組の視差画像に対して、図13B(D-1)を基準画像として図13A(B-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13B(D-4)の画像は、一組の視差画像に対して、図13B(D-1)を基準画像として図13B(C-1)の画像を差し引いた相対差分画像である。図13B(D-5)の画像は、2次元データとして取得されている相対差分情報である図13B(D-2)、図13B(D-3)、図13B(D-4)の相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最小値を抽出した画像情報である。本実施例において、その画像情報は図13B(D-3)と同値の情報となり、図13B(D-1)に含まれる不要成分の位置とその不要成分の量は検出されない。

30

40

【0079】

ここで、出力画像として、図2(a)に示されるように、瞳分割による撮像により生成された視差画像を合算(合成)した撮影画像を出力することを考える。このとき、前述のように視差画像ごとに不要成分が抽出されているため、一つの方法として、各視差画像からそれぞれ抽出された不要成分を差し引くことにより不要成分を低減することが考えられる。しかしながら、画像として視差画像を合算した1枚の画像を出力するのに対して、不要成分の低減処理を視差画像枚数分だけ実行する必要があるため、低減処理工程が複雑になる。このため本実施例では、出力画像の視差画像の合成処理に合わせて、同様の処理で、前記各視差画像の不要成分を合成処理する。本実施例において、最終出力画像として各視差画像を合算した画像を出力しているため、各視差画像の不要成分を合算処理する。図13

50

B (E) は、合算 (合成) された不要成分を示している。

【 0 0 8 0 】

そして画像処理部 2 0 4 は、出力すべき画像において、前述のようにして合成処理された不要成分を除去または低減する補正処理を行う。これにより、不要成分のオーバーラップ部分以外 (図 1 3 B (E) に示される成分) の部分を低減することができる。このため、不要成分が低減され、かつ、瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を生成することが可能である。

【 0 0 8 1 】

次に、図 1 4 を参照して、本実施例における不要成分 (ゴースト成分) の決定処理 (画像処理) の手順について説明する。図 1 4 は、本実施例における画像処理方法 (不要成分の決定方法) を示すフローチャートである。図 1 4 の各ステップは、主に、システムコントローラ 2 1 0 または画像処理部 2 0 4 により、コンピュータプログラムとしての画像処理プログラムに従って実行される。

【 0 0 8 2 】

図 1 4 のステップ S 3 1 ~ S 3 3 は、実施例 2 にて説明した図 1 2 のステップ S 2 1 ~ S 2 3 とそれぞれ同様であるため、それらの説明は省略する。続いてステップ S 3 4 において、画像処理部 2 0 4 の不要成分検出部 2 0 4 a は、ステップ S 3 3 にて得られた各視差画像を基準画像とした相対差分画像内の各画素位置における相対差分情報間の最小値を抽出する。ここで、複数の相対差分情報間の最小値を抽出する効果について説明する。本実施例のように、図 1 3 A (A - 1) の画像と図 1 3 B (C - 1) の画像とを比較すると、同じ位置に一部の不要成分がオーバーラップしている。このように、光学系や高輝度光源の位置によっては、視差画像間でも同じ位置に不要成分が生じる場合がある。この場合、2 画像の差分を算出しても不要成分部分も 0 値となってしまう。ここで、実施例 2 とは異なり、相対差分情報間の最小値をとる場合、図 1 3 A および図 1 3 B に示されるように、全ての視差画像間で位置が異なる不要成分は検出できるが、オーバーラップした不要成分を検出することはできない。しかしながら、これは複数の視点画像のうち 1 つにしか生じていない成分のみを検出することに相当する。また、これは、近距離被写体を撮像した場合に生じる被写体視差成分について、3 視点画像分の被写体視差成分を不要成分から分離できることに相当する。すなわち、近距離被写体を撮影した場合において不要成分低減処理を行う際に、被写体視差成分の影響を大きく低減することができる。このように、複数の相対差分情報を取得し、その複数の相対差分情報間の相対差分最小値情報を抽出することにより、オーバーラップした不要成分以外の不要成分を検出し、同時に 3 視点画像分の被写体視差成分を分離することが可能となる。

【 0 0 8 3 】

続いてステップ S 3 5 において、不要成分検出部 2 0 4 a は、ステップ S 3 4 にて抽出された最小値 (相対差分最小値画像中に残存する成分、すなわち相対差分最小値情報) を不要成分として決定する。

【 0 0 8 4 】

続いてステップ S 3 6 において、画像処理部 2 0 4 の不要成分合成部 2 0 4 b は、ステップ S 3 5 にて決定された各視差画像の不要成分である相対差分最小値情報を合算処理する。具体的には、不要成分合成部 2 0 4 b は、図 1 3 A (A - 5)、図 1 3 A (B - 5)、図 1 3 B (C - 5)、図 1 3 B (D - 5) の各相対差分最小値情報の合算値演算を実行し、図 1 3 B (E) に示されるように、合算処理された不要成分を生成する。

【 0 0 8 5 】

続いてステップ S 3 7 において、画像処理部 2 0 4 の視差画像合成部 2 0 4 c は、視差画像を合算処理し、1 枚の瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を出力する。具体的には、視差画像合成部 2 0 4 c は、ステップ S 3 2 にて生成された図 1 3 A (A - 1)、図 1 3 A (B - 1)、図 1 3 B (C - 1)、図 1 3 B (D - 1) の視差画像の合算値演算を実行し、図 2 (a) に示されるように、合算処理された合成画像を生成する。または、視差画像生成ステップを経ずに、撮像素子 2 0 2 (画素群 G 1、G 2

10

20

30

40

50

)から出力されてA/Dコンバータ203にてA/D変換されたデジタル信号の合算値を演算することにより合成画像を生成してもよい。

【0086】

続いてステップS38において、画像処理部204の不要成分低減部204dは、出力すべき画像から不要成分を低減または除去する補正処理を行う。具体的には、不要成分低減部204dは、出力すべき画像として、瞳分割を行わない撮像により生成された撮影画像と同等の画像を生成する。この場合、ステップS33にて負の値を切り捨てて0値とすることにより、不要成分のみが正の値として検出されている。このため不要成分低減部204dは、単純に図2(a)の合成画像から図13B(E)の合算値演算処理された不要成分を差し引くことで不要成分を除去することができる。最後に、ステップS39において、システムコントローラ210は、不要成分が除去または低減された出力画像を、画像記録媒体209に保存し、または、表示部205に表示する。

10

【0087】

本実施例によれば、1回の撮像で得られた複数の視差画像に基づく複数の相対差分画像から不要光(ゴースト)により形成された不要成分(ゴースト成分)を決定することができる。すなわち、複数回の撮像を行うことなく撮影画像に含まれる不要成分を決定することが可能である。また、相対差分画像を生成する際に、負の値を切り捨てているため、単純な差分計算のみで決定した不要成分を良好に除去または低減した高画質の撮影画像を得ることができる。また、複数の相対差分情報を算出し、その最小値を抽出した相対差分最小値情報を算出することにより、不要成分と被写体視差成分の一部を分離して効果的に不要成分を検出して低減することができる。また、不要成分を合成処理することにより、視差画像を合成した画像に含まれる不要成分を1つのデータとして生成するため、不要成分低減処理を1度の差分計算で実行することが可能となり、不要成分低減処理を簡易化することができる。

20

【実施例4】

【0088】

次に、本発明の実施例4について説明する。Ren Ng等の「Light Field Photography with a Hand-held Plenoptic Camera」(Stanford Tech Report CTSR 2005-2)において、「Plenoptic Camera」が提案されている。「Plenoptic Camera」において「Light Field Photography」という手法を用いることで、物体側からの光線の位置と角度の情報を取り込むことができる。

30

【0089】

図15は、本実施例における撮像装置の撮像系を示す図であり、「Plenoptic Camera」の撮像系の構成を示している。撮像光学系301は、主レンズ(撮影レンズ)301bと開口絞り301aとを備えて構成される。撮像光学系301の結像位置には、マイクロレンズアレイ301cが配置されており、さらにその後方(像側)に撮像素子302が配置されている。マイクロレンズアレイ301cは、例えば点Aのような被写体空間のある一点を通る光線群と、点Aの近傍の点を通る光線とが撮像素子302上で混ざらないようにセパレータ(分離手段)としての機能を有する。図15から分かるように、点Aからの上線、主光線および下線は、それぞれ異なる画素によって受光される。このため、点Aを通る光線群を光線の角度ごとに分離して取得することができる。

40

【0090】

また、Todor Georgiev等による「Full Resolution Light Field Rendering」(Adobe Technical Report January 2008)が知られている。この文献では、光線の位置と角度の情報(Light Field)を取得する方法として、図16および図17に示される撮像系を提案している。

【0091】

50

図16に示される撮像系の構成では、マイクロレンズアレイ301cを主レンズ301bの結像位置よりも後方(像側)に配置し、点Aを通る光線群を撮像素子302上に再結像させることで、光線群を光線の角度ごとに分離して取得することができる。また、図17に示される撮像系の構成では、マイクロレンズアレイ301cを主レンズ301bの結像位置よりも前方(物体側)に配置し、点Aを通る光線群を撮像素子302上に結像させることで、光線群を光線の角度ごとに分離して取得することができる。いずれの構成も、撮像光学系301の瞳を通過する光束を瞳内での通過領域(通過位置)に応じて分割する点は同じである。そして、これらの構成では、撮像素子302は、図18に示されるように、1つのマイクロレンズMLと1つの受光部G1とカラーフィルタCFを介して対になっている従来の撮像素子を用いることができる。

10

【0092】

図15に示される撮像光学系301を用いると、図19(a)に示されるような画像が得られる。図19(b)は、図19(a)中に多数並んだ円のうち1つを拡大して示している。1つの円は絞りSTPに相当し、その内側は複数の画素 P_j ($j = 1, 2, 3, \dots$)により分割されている。これにより、1つの円内で瞳の強度分布が得られる。また、図16および図17に示される撮像光学系301を用いると、図20に示されるような視差画像が得られる。図19(a)に示される画像において、各円(絞りSTP)内の複数の画素 P_j を並べて再構成することによっても、図20に示すような複数の視差画像が得られる。

【0093】

実施例1~3で説明したように、ゴーストなどの不要光は、瞳内で偏りを持って瞳を通過する。このため、本実施例のように瞳を分割して撮像する撮像装置において実施例1~3にて説明した画像処理方法を使用することにより、不要成分を決定することもできる。

20

【0094】

また、別の例として、図21に示されるような複数のカメラを用いて同一被写体を撮像する場合でも、視差画像が得られる。このため、このような複数のカメラにおいても、実施例1~3にて説明した画像処理方法を用いることができる。C1、C2、C3は、実際には別々の撮像装置であるが、大きな瞳を3つに分割して撮像する一体の撮像装置と見なすことができる。また、図22に示されるように、1つの撮像装置に複数の撮像光学系 O_{S_j} ($j = 1, 2, 3, \dots$)を設けることで瞳分割を行うことも可能である。

30

【実施例5】

【0095】

次に、本発明の実施例5について説明する。前述の各実施例では、画像全域において不要成分を決定し、または除去する場合について説明したが、図2に示されるように、多くの場合、不要成分は画像の一部にのみ生じる。画像中の不要成分領域は、ユーザが判定することが容易であるため、ユーザに低減処理を行う画像領域を指定させることにより、各実施例での処理負荷を低減させることができる。また、領域を限定することにより、前述の近距離被写体撮影の場合に生じる被写体視差成分の影響を低減することもできる。また、不要成分を合成することにより、1つのデータとして扱うため、パラメータ処理などの重み係数をかけた不要成分除去量の調節を簡易に行うこともできる。

40

【0096】

図23を参照して、本実施例における画像処理方法を実行する撮像装置について説明する。図23は、本実施例における撮像装置200aの構成を示すブロック図である。撮像装置200aは、情報入力部211(入力手段)が設けられている点で、実施例1の撮像装置200とは異なる。他の構成は共通であるため、それらの説明は省略する。

【0097】

情報入力部211は、ユーザが所望の撮影条件(絞り値や露出時間など)を選択して入力された情報を検知し、その情報(データ)をシステムコントローラ210に供給する。また情報入力部211は、ユーザが所望の不要成分を除去するための処理範囲(画像領域)を選択して入力された情報を検知し、その情報(データ)をシステムコントローラ21

50

0 に供給する。また情報入力部 2 1 1 は、ユーザが所望する不要成分の除去量を選択して入力された情報を検知し、その情報（データ）をシステムコントローラ 2 1 0 に供給する。

【 0 0 9 8 】

次に、図 2 4 を参照して、本実施例における撮像装置における不要成分除去領域および除去量の調節について説明する。図 2 4 は、本実施例における撮像装置 2 0 0 a の背面図である。

【 0 0 9 9 】

タッチパネル 2 0 は、記録画像サイズや日付時刻、カスタム機能、不要成分を除去する処理範囲、不要成分の除去量の表示など、様々なメニュー機能を開始するために設けられている。またタッチパネル 2 0 は、メニュー機能で選択された項目を設定するために設けられている。またタッチパネル 2 0 は、記録画像サイズ、日付時刻、カスタム機能、不要成分を除去する処理範囲、不要成分の除去量などの設定を行う際に、項目を選択するために設けられている。本実施例において、図 2 3 の情報入力部 2 1 1 としてタッチパネル 2 0 が用いられる。

【 0 1 0 0 】

ユーザは、タッチパネル 2 0 を操作し、所望の不要成分を除去する処理範囲（画像領域）を選択する。具体的には、タッチパネル 2 0 の操作により、図 2 5 の実線で囲まれた領域のように表示されている画像内の領域を選択して決定する。またユーザは、タッチパネル 2 0 を操作し、所望の不要成分の除去量を選択する。具体的には、タッチパネル 2 0 の操作により、図 2 4 および図 2 5 に表示されている不要成分除去量の調節インジケータ 1 0 の領域を選択して決定する。

【 0 1 0 1 】

次に、図 2 6 を参照して、本実施例における不要成分（ゴースト成分）の決定処理（画像処理）の手順について説明する。図 2 6 は、本実施例における画像処理方法（不要成分の決定方法）を示すフローチャートである。図 2 6 の各ステップは、主に、システムコントローラ 2 1 0 または画像処理部 2 0 4 により、コンピュータプログラムとしての画像処理プログラムに従って実行される。

【 0 1 0 2 】

図 2 6 のステップ S 4 1、S 4 2 は、実施例 1 にて説明した図 8 のステップ S 1 1、S 1 2 とそれぞれ同様であるため、それらの説明は省略する。続いてステップ S 4 3 において、情報入力部 2 1 1 は、ユーザが所望する不要成分の除去または低減処理を行う処理範囲（画像領域）を指定する。具体的には、タッチパネル 2 0 の操作に応じて、図 2 5（a）に示される不要成分の除去処理前の出力画像内の不要成分領域を、ユーザが実線で囲まれた範囲のように指定する。続くステップ S 4 4 ~ S 4 8 は、実施例 2 にて説明した図 1 2 のステップ S 2 3 ~ S 2 7 を、ステップ S 4 3 にて指定された範囲内でのみ演算するという点で相違する以外は、同様である。このため、それらの説明については省略する。

【 0 1 0 3 】

続いてステップ S 4 9 において、情報入力部 2 1 1 は、ユーザが所望する不要成分を除去する処理量を検出して指定する。具体的には、タッチパネル 2 0 の操作に応じて、図 2 5 に示される不要成分除去量の調節インジケータ 1 0 の範囲内で、使用者が除去量を指定する。本実施例では、不要成分除去量の調節インジケータ 1 0 の左端が不要成分にかける重み係数が 0 となり、図 2 5（a）に示されるように、不要成分除去処理前の画像が生成される。一方、不要成分除去量の調節インジケータ 1 0 の右端が不要成分にかける重み係数が 1 となり、図 2 5（c）に示されるように、不要成分が完全に除去された画像が生成される。また、不要成分除去量の調節インジケータ 1 0 の中間では、不要成分にかける重み係数は 0 から 1 の間となり、図 2 5（b）に示されるように、不要成分が重み係数分だけ除去された画像が生成される。本実施例では、不要成分にかける重み係数を最大で 1 としているが、さらに不要成分を除去する必要がある場合、1 以上の重み係数をかけることで、検出された不要成分量以上に除去処理を実行することが可能である。

【0104】

図26のステップS50、S51は、図12のステップS28、S29を、ステップS43にて指定された範囲内でのみ、ステップS49にて指定された重み係数をかけて演算するという点で相違する以外は、同様である。このため、それらの説明については省略する。

【0105】

本実施例によれば、1回の撮像で得られた複数の視差画像に基づく複数の相対差分画像から不要光（ゴースト）により形成された不要成分（ゴースト成分）を決定することができる。すなわち、複数回の撮像を行うことなく撮影画像に含まれる不要成分を決定することが可能である。また、相対差分画像を生成する際に、負の値を切り捨てているため、単純な差分計算のみで決定した不要成分を良好に除去または低減した高画質の撮影画像を得ることができる。また、複数の相対差分情報を算出し、その最大値を抽出した相対差分最大値情報を算出する。これにより、複数の視差画像内に不要成分位置がオーバーラップした場合にも、効果的に不要成分を検出して低減することができる。また、不要成分を合成処理することにより、視差画像を合成した画像に含まれる不要成分を1つのデータとして生成する。このため、不要成分低減処理を1度の差分計算で実行することが可能となり、不要成分低減処理を簡易化することができる。また、不要成分を合成処理することにより、視差画像を合成した画像に含まれる不要成分を1つのデータとして生成する。このため、パラメータ処理などの重み係数をかけた不要成分除去量の調節を簡易に行うことができる。

【0106】

また各実施例において、不要成分を除去または低減する場合について説明したが、決定した不要成分に関する情報を用いて、別の不要成分（第三不要成分）を付加する補正処理を行うようにしてもよい。例えば、図20に示される複数の視差画像の個々について、ゴースト（不要成分）が存在する画像と存在しない画像が発生する。再構成後の画像にもゴーストを残したい場合、決定したゴーストを各視差画像に付加してもよい。また、再構成した画像に対してゴーストを付加することもできる。

【0107】

上記各実施例では、本発明の画像処理方法を使用する（画像処理装置を搭載した）撮像装置について説明したが、本発明の画像処理方法は、パーソナルコンピュータにインストールされる画像処理プログラムによっても実施することができる。この場合、パーソナルコンピュータが本発明の画像処理装置に相当する。パーソナルコンピュータは、撮像装置により生成された画像回復処理前の画像（入力画像）を取り込み（取得し）、画像処理プログラムによって画像回復処理を行って、その結果得られた画像を出力する。

【0108】

このように、各実施例における画像処理装置（画像処理部204）は、不要成分決定手段（不要成分検出部204a）、不要成分合成手段（不要成分合成部204b）、および、不要成分低減手段（不要成分低減部204d）を有する。不要成分決定手段は、複数の視差画像の複数の相対差分情報に基づいて、複数の視差画像のそれぞれの第一不要成分を決定する（ステップS14、S25、S35、S46）。不要成分合成手段は、複数の視差画像のそれぞれの第一不要成分の合成値を算出する（ステップS15、S26、S36、S47）。不要成分低減手段は、第一不要成分の合成値に基づいて、複数の視差画像の合成画像から第二不要成分を低減させる（ステップS17、S28、S38、S50）。

【0109】

好ましくは、画像処理装置（または撮像装置）は、1回の撮像動作により複数の視差画像を生成する（ステップS12、S22、S32、S42）。また好ましくは、不要成分検出手段は、複数の視差画像のそれぞれを基準画像として設定し、基準画像と基準画像を除く他の視差画像との差分を算出して複数の相対差分情報を求める（ステップS13、S23、S33、S44）。

【0110】

好ましくは、不要成分決定手段は、複数の視差画像のうち、不要成分（第一不要成分）を決定する対象となる視差画像を基準画像として得られた複数の相対差分情報を負の値を切り捨てた2次元データとして取得する。そして不要成分決定手段は、2次元データの各位置における複数の相対差分情報の最大値または最小値を抽出し、基準画像における第一不要成分の位置および量を決定する。ここで、最大値または最小値に代えて、所定の閾値を利用してもよい。

【0111】

好ましくは、不要成分合成手段は、複数の視差画像のそれぞれの第一不要成分の加算値または平均値を合成値として算出する。また好ましくは、第二不要成分は、第一不要成分の合成値である。または、不要成分低減手段は、第一不要成分の合成値に重み係数を掛けて得られた値を合成画像から減算して、第二不要成分を低減させてもよい。

10

【0112】

好ましくは、画像処理装置は、入力手段（情報入力部211）を介したユーザによる操作（指定）に応じて、第二不要成分の低減処理を行うための画像領域を設定する（ステップS43）。そして不要成分低減手段は、設定された画像領域の内部の第二不要成分を低減させる。また好ましくは、不要成分決定手段は、複数の視差画像の位置合わせを行う。また好ましくは、複数の視差画像は、撮像光学系201の瞳のうち互いに異なる領域（瞳領域）を通過した複数の光束に基づいて生成された複数の画像である。より好ましくは、画像処理装置は、第一不要成分に関する情報を用いて、合成画像に第三不要成分を付加する。

20

【0113】

各実施例によれば、複数の撮像を行うことなく（1回の撮像を行うだけで）撮影画像に含まれる不要成分を簡易かつ効果的に低減可能な画像処理方法、画像処理装置、撮像装置、画像処理プログラム、および、記憶媒体を提供することができる。このため、高画質の撮影画像を取得することができる。

【0114】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

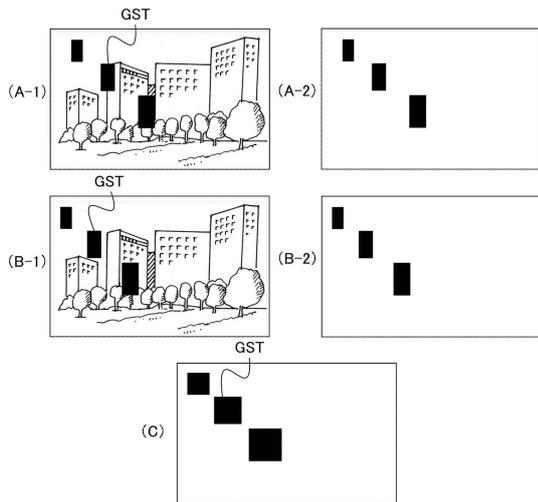
【符号の説明】

【0115】

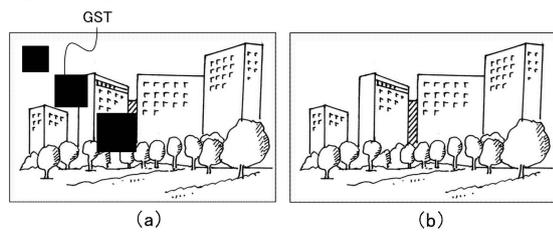
- 204 画像処理部（画像処理装置）
- 204a 不要成分検出部（不要成分決定手段）
- 204b 不要成分合成部（不要成分合成手段）
- 204d 不要成分低減部（不要成分低減手段）

30

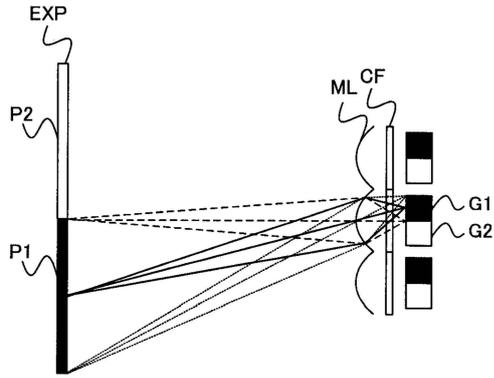
【 図 1 】



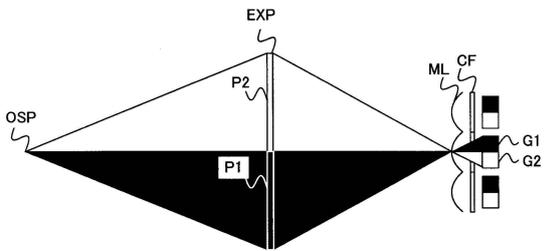
【 図 2 】



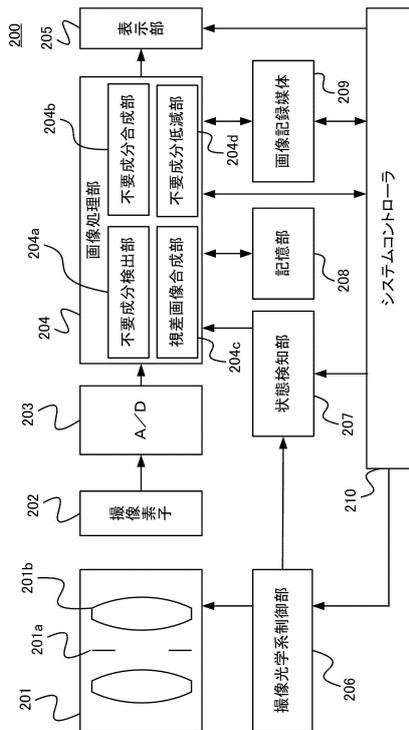
【 図 3 】



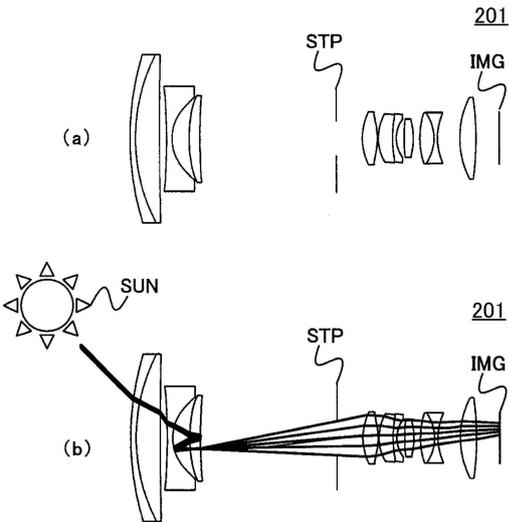
【 図 4 】



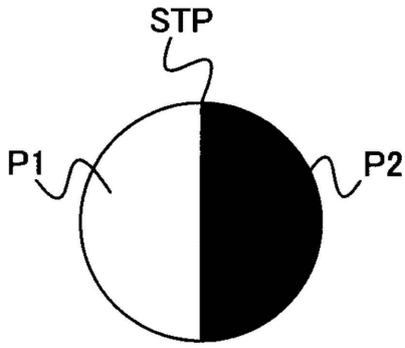
【 図 5 】



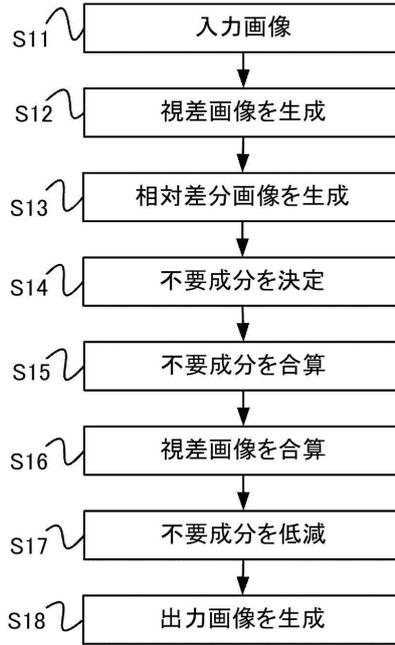
【 図 6 】



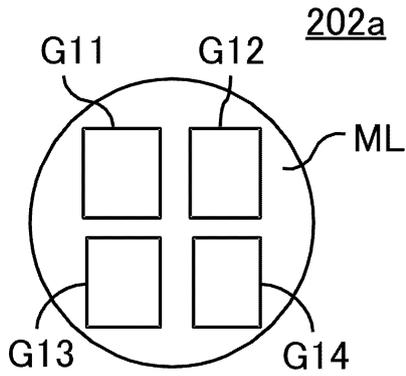
【図7】



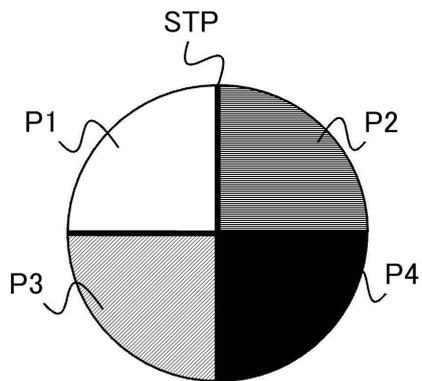
【図8】



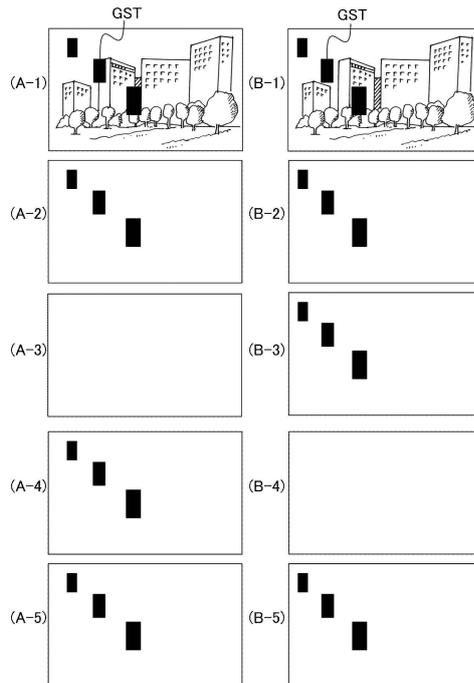
【図9】



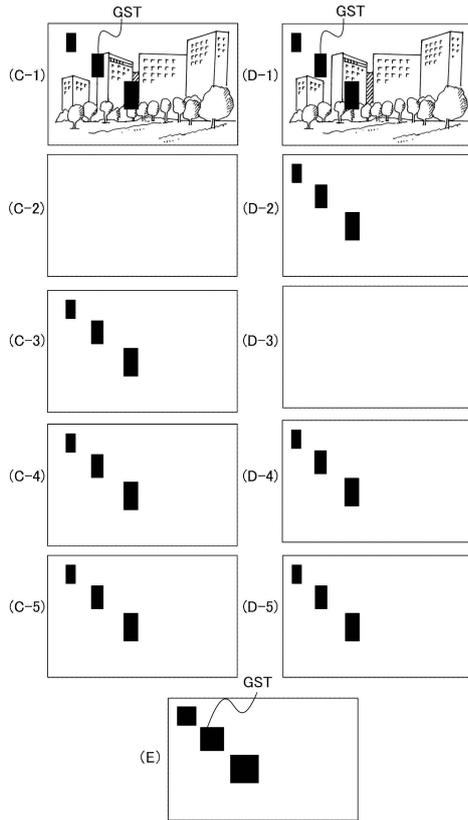
【図10】



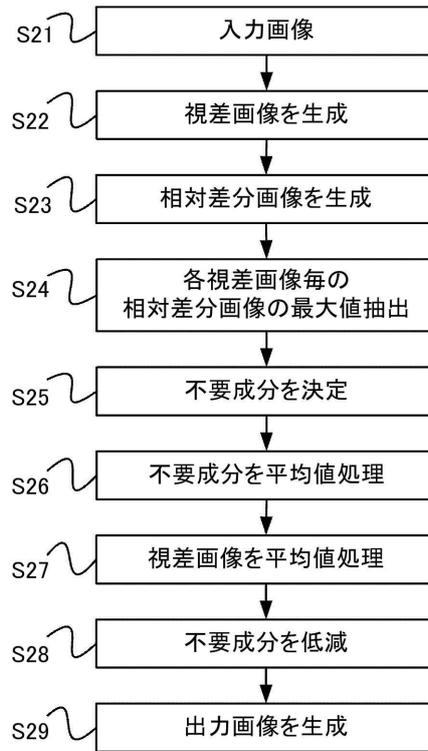
【図11A】



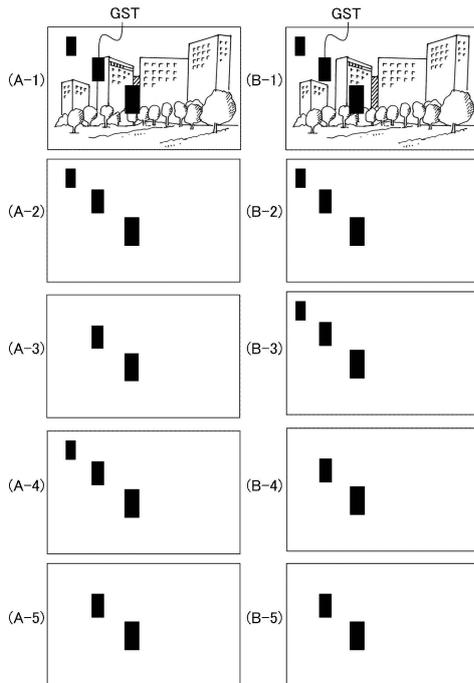
【図11B】



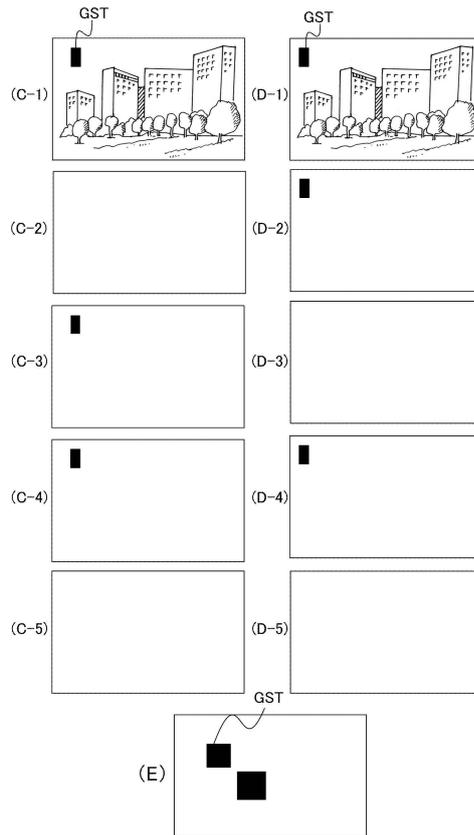
【図12】



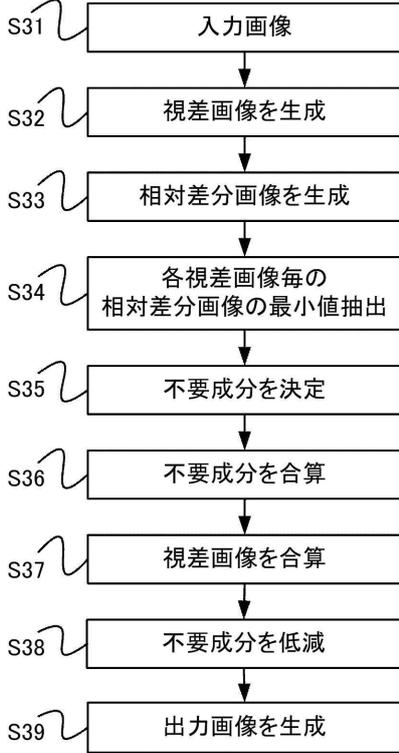
【図13A】



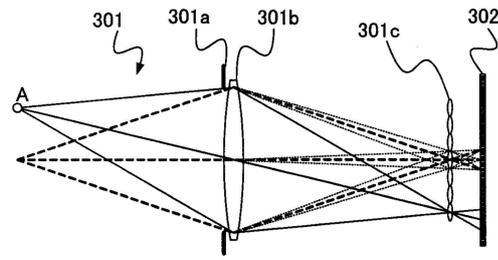
【図13B】



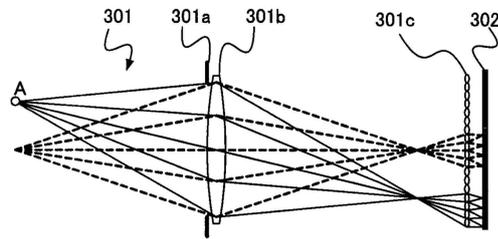
【図14】



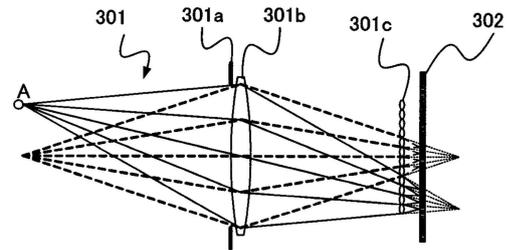
【図15】



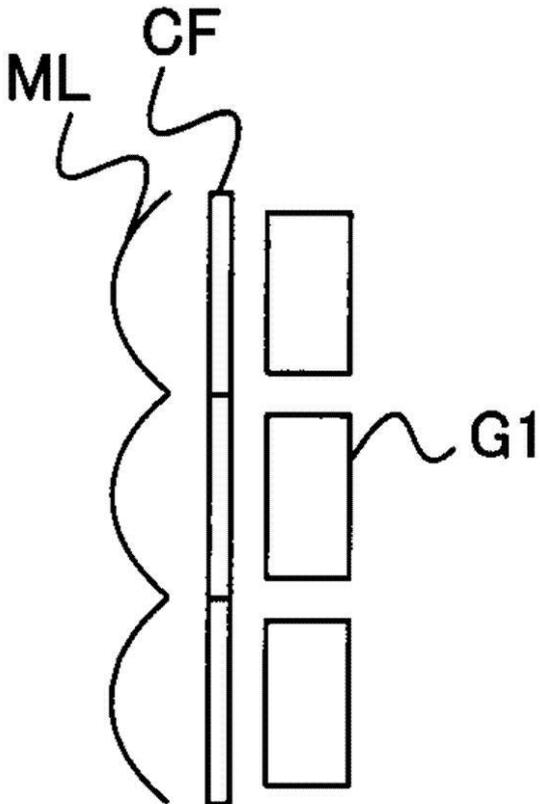
【図16】



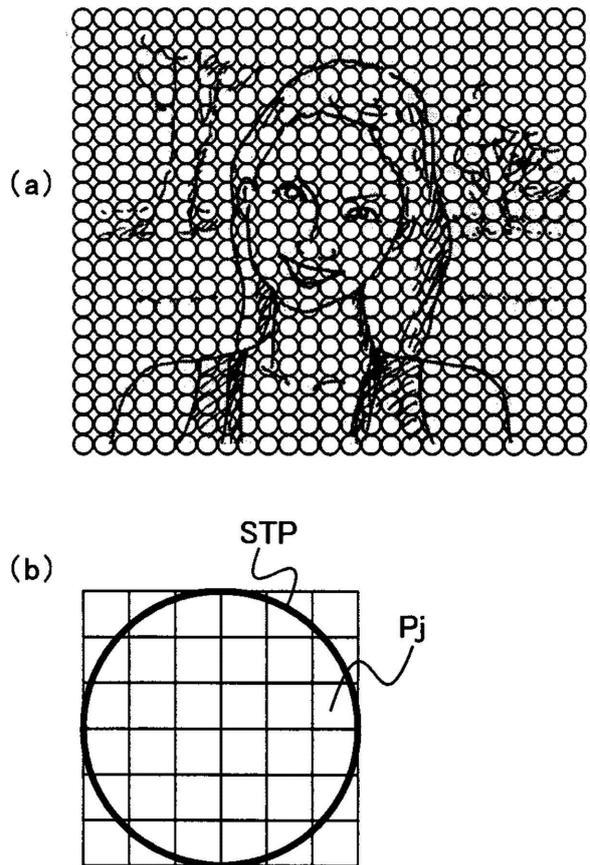
【図17】



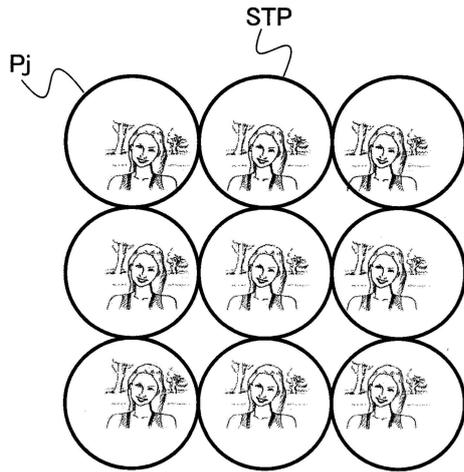
【図18】



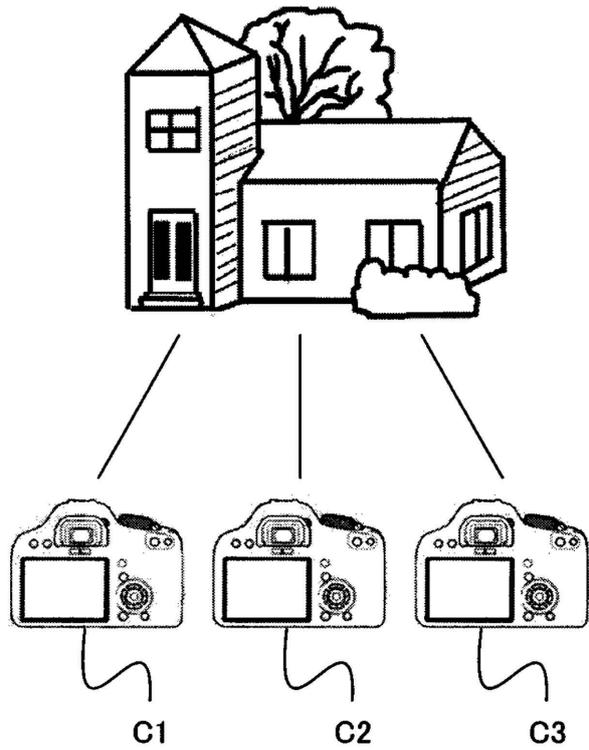
【図19】



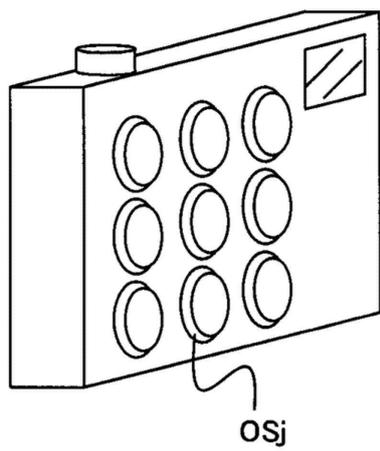
【図20】



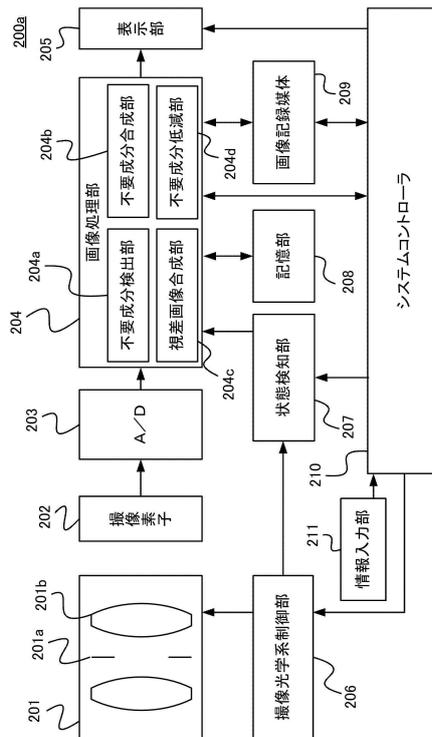
【図21】



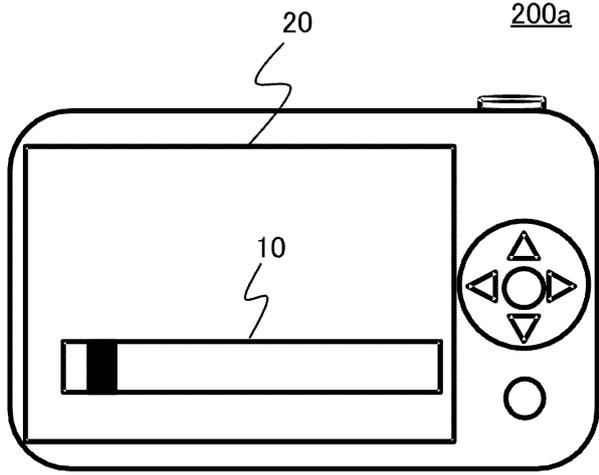
【図22】



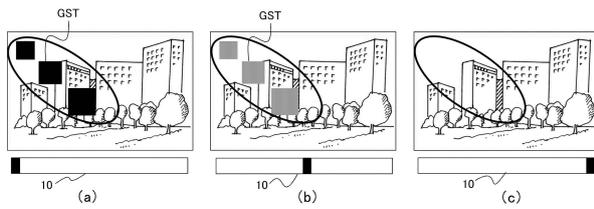
【図23】



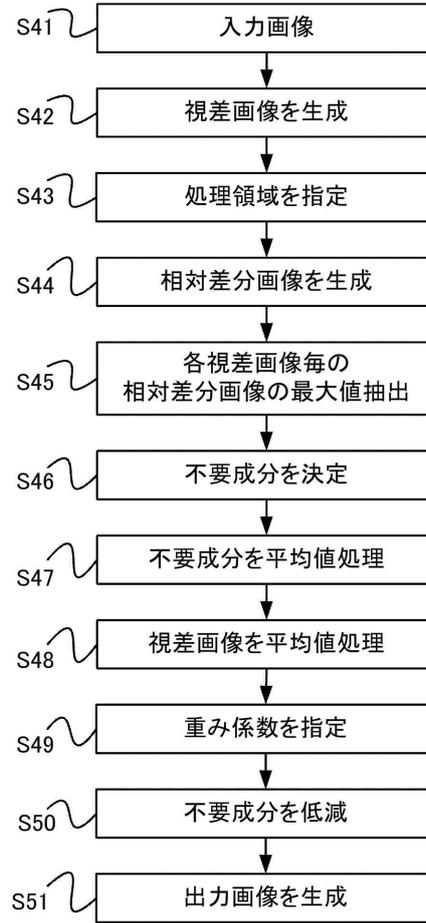
【図24】



【図25】



【図26】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2013-179564(JP,A)
特開2011-205531(JP,A)
国際公開第2013/031349(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222 - 5/257
H04N 5/30 - 5/378
H04N 9/04 - 9/11
H04N 7/18
H04N 13/00 - 17/06