

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6497977号
(P6497977)

(45) 発行日 平成31年4月10日(2019.4.10)

(24) 登録日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl.

F I

G 0 6 T 1/00 (2006.01)

G 0 6 T 1/00 3 1 5

請求項の数 17 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2015-40020 (P2015-40020)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成27年3月2日(2015.3.2)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2016-162171 (P2016-162171A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成28年9月5日(2016.9.5)	(74) 代理人	100110412
審査請求日	平成30年3月1日(2018.3.1)		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	江口 薫
			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	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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、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】

複数の視差画像の差分情報に基づいて第1不要成分を決定する第1決定手段と、
前記第1不要成分から視差成分を低減して第2不要成分を決定する第2決定手段と、を
有し、

前記第2決定手段は、前記第1不要成分と、該第1不要成分に基づいて作成されたマス
クとに基づいて、前記第2不要成分を決定することを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記第2決定手段は、

前記第1不要成分の輝度値を変更して前記マスクを作成し、

前記第1不要成分に対して前記マスクを用いたマスキング処理を行うことにより、前記
第2不要成分を決定する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】

前記第2決定手段は、前記第1不要成分に対して平滑化処理、コントラスト変更処理、
および、閾値処理の少なくとも一つを行うことにより、前記輝度値を変更することを特徴
とする請求項2に記載の画像処理装置。

【請求項 4】

前記第2決定手段は、前記平滑化処理、前記コントラスト変更処理、および、前記閾値
処理の少なくとも一つを行った後の前記第1不要成分に対して2値化処理を行うことを特
徴とする請求項3に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記第 2 決定手段は、2 値化処理後の前記第 1 不要成分に対して拡大処理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】

前記第 2 決定手段は、拡大処理後の前記第 1 不要成分に基づいて前記マスクを作成することを特徴とする請求項 5 に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記第 2 決定手段は、

前記視差画像と前記第 1 不要成分とに基づいて不要成分低減画像を生成し、

前記不要成分低減画像にボケを付加したボケ画像と該不要成分低減画像との差分に基づいてエッジ成分を決定し、

前記第 1 不要成分から前記エッジ成分を低減することを特徴とする請求項 2 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 8】

前記第 2 決定手段は、

前記第 1 不要成分に基づいて第 1 不要成分画像を生成し、

前記第 1 不要成分画像にボケを付加したボケ画像と該第 1 不要成分画像との差分に基づいてエッジ成分を決定し、

前記第 1 不要成分から前記エッジ成分を低減することを特徴とする請求項 2 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

前記複数の視差画像に基づく画像から前記第 2 不要成分を低減する低減手段を更に有す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装置。

【請求項 10】

前記複数の視差画像に基づく画像は、該複数の視差画像を合成した視差合成画像であることを特徴とする請求項 9 に記載の画像処理装置。

【請求項 11】

光学系を介して形成された光学像を光電変換して複数の視差画像を出力する撮像手段と、

前記複数の視差画像の差分情報に基づいて第 1 不要成分を決定する第 1 決定手段と、

前記第 1 不要成分から視差成分を低減して第 2 不要成分を決定する第 2 決定手段と、を有し、

前記第 2 決定手段は、前記第 1 不要成分と、該第 1 不要成分に基づいて作成されたマスクとに基づいて、前記第 2 不要成分を決定することを特徴とする撮像装置。

【請求項 12】

前記マスクに関する情報を表示する表示手段を更に有することを特徴とする請求項 11 に記載の撮像装置。

【請求項 13】

前記複数の視差画像は、前記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、

前記撮像手段は、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 11 または 12 に記載の撮像装置。

【請求項 14】

前記複数の視差画像は、前記光学系の瞳のうち互いに異なる領域を通過した光束を、前記撮像手段における互いに異なる画素に導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 11 または 12 に記載の撮像装置。

【請求項 15】

複数の視差画像の差分情報に基づいて第 1 不要成分を決定するステップと、

前記第 1 不要成分から視差成分を低減して第 2 不要成分を決定するステップと、を有し

10

20

30

40

50

前記第 2 不要成分は、前記第 1 不要成分と、該第 1 不要成分に基づいて作成されたマスクとに基づいて決定されることを特徴とする画像処理方法。

【請求項 16】

請求項 15 に記載の画像処理方法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。

【請求項 17】

請求項 16 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】

10

【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、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、望遠レンズにおいて、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によって、画像全体に渡って不要光が現れる場合がある。このような不要光も、不要成分として撮影画像中に現れる。そこで従来から、不要成分をデジタル画像処理により除去する方法が知られている。

20

【0003】

特許文献 1 および特許文献 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 1 および特許文献 2 の方法によれば、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】

【0004】

30

【特許文献 1】特開 2011 - 205531 号公報

【特許文献 2】特開 2014 - 171236 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献 1 の方法は、視差成分が予め補正されていることを前提としており、視差成分が残存している場合にゴーストを正確に検出することはできない。

【0006】

一方、特許文献 2 には、視差成分が残存している場合にゴーストを検出する方法が開示されている。風景写真などの遠景で比較的視差成分量が少ない場合、視差画像にローパスフィルタを適用することにより視差成分を除去することができる。しかしながら、近距離の被写体にピントを合わせた場合などで視差成分量が多いと、視差成分を除去するにはローパスフィルタを適用するだけでは不十分である。一方、ローパスフィルタを強く適用すると、検出対象のゴーストも減少し、ゴーストを適切に検出することは困難である。

40

【0007】

そこで本実施例は、複数の撮像を行うことなく撮影画像の第 1 不要成分を決定し、第 1 不要成分から被写体視差成分を低減させた第 2 不要成分を決定可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、画像処理プログラム、および、記憶媒体を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明の一側面としての画像処理装置は、複数の視差画像の差分情報に基づいて第1不要成分を決定する第1決定手段と、前記第1不要成分から視差成分を低減して第2不要成分を決定する第2決定手段とを有し、前記第2決定手段は、前記第1不要成分と、該第1不要成分に基づいて作成されたマスクとに基づいて、前記第2不要成分を決定する。

【0009】

本発明の他の側面としての撮像装置は、光学系を介して形成された光学像を光電変換して複数の視差画像を出力する撮像手段と、前記複数の視差画像の差分情報に基づいて第1不要成分を決定する第1決定手段と、前記第1不要成分から視差成分を低減して第2不要成分を決定する第2決定手段とを有し、前記第2決定手段は、前記第1不要成分と、該第1不要成分に基づいて作成されたマスクとに基づいて、前記第2不要成分を決定する。

10

【0010】

本発明の他の側面としての画像処理方法は、複数の視差画像の差分情報に基づいて第1不要成分を決定するステップと、前記第1不要成分から視差成分を低減して第2不要成分を決定するステップとを有し、前記第2不要成分は、前記第1不要成分と、該第1不要成分に基づいて作成されたマスクとに基づいて決定される。

【0011】

本発明の他の側面としての画像処理プログラムは、前記画像処理方法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。

20

【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の第1不要成分を決定し、第1不要成分から被写体視差成分を低減させた第2不要成分を決定可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、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。

30

【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】実施例1～4の撮像系において、撮像素子の受光部と光学系の瞳との関係図である。

【図4】実施例1～4における撮像系の模式図である。

【図5】各実施例における撮像装置のブロック図である。

【図6】各実施例における光学系の構成および光学系にて発生する不要光の説明図である。

【図7】実施例1～4における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における画像処理方法を示すフローチャートである。

40

【図10】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】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の手順を示す図である。

【図13】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14】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15】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16】実施例4における画像処理方法を示すフローチャートである。

【図17】実施例4における画像処理方法による出力画像の一例である。

【図18】実施例5における撮像素子を示す図である。

【図19】実施例5における光学系の絞りを透過する不要光の説明図である。

50

【図 20】実施例 5 における画像処理方法の手順を示す図である。

【図 21】実施例 5 における画像処理方法の手順を示す図である。

【図 22】実施例 6 における撮像素子を示す図である。

【図 23】実施例 6 における撮像素子を示す図である。

【図 24】実施例 6 における撮像素子を示す図である。

【図 25】従来の撮像素子を示す図である。

【図 26】図 22 の撮像素子により得られた画像を示す図である。

【図 27】図 23 および図 24 の撮像素子により得られた画像を示す図である。

【図 28】実施例 6 における撮像素子の例を示す図である。

【図 29】実施例 6 における撮像素子の例を示す図である。

【図 30】実施例 7 における撮像素子の構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。

【0017】

各実施例において、複数の視差画像を生成可能な撮像素子は、光学系（撮像素子光学系）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素子を有する。

【実施例 1】

【0018】

まず、本発明の実施例 1 について説明する。図 3 は、本実施例の撮像素子における撮像素子の受光部と光学系の瞳との関係を示す図である。図 3 において、ML はマイクロレンズであり、CF はカラーフィルタである。EXP は光学系の射出瞳（瞳）であり、P1、P2 は射出瞳 EXP の領域である。G1、G2 は画素（受光部）であり、1 つの画素 G1 と 1 つの画素 G2 とが互いに対をなしている（画素 G1、G2 は 1 つのマイクロレンズ ML を共有するように設けられている）。撮像素子には、画素 G1 と画素 G2 の対（画素対）が複数配列されている。対の画素 G1 と画素 G2 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 ML を介して、射出瞳 EXP 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 G1、G2 を、それぞれまとめて画素群 G1、G2 という場合がある。

【0019】

図 4 は、本実施例における撮像素子の模式図であり、撮像素子に撮像している物点 OSP、射出瞳 EXP、および、撮像素子の結像関係を示している。画素 G1 は、射出瞳 EXP のうち領域 P1 を通過した光束を受光する。画素 G2 は、射出瞳 EXP のうち領域 P2 を通過した光束を受光する。OSP は、撮像素子に撮像している物点である。物点 OSP には、必ずしも物体が存在している必要はない。物点 OSP を通った光束は、その光束が通過する瞳（射出瞳 EXP）内での位置（本実施例では領域 P1 または領域 P2）に応じて、画素 G1 または画素 G2 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 OSP 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 ML に対して設けられた画素 G1、G2 のうち、画素 G1 からの出力信号を用いて生成された画像と、画素 G2 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の（ここでは一対）の視差画像となる。以下の説明において、瞳内の互いに異なる領域を通過した光束を互いに異なる受光部（画素）により受光することを、瞳分割という場合がある。

【0020】

また、図 3 および図 4 に示される射出瞳 EXP 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 P1、P2 が部分的に互いに重複（オーバーラップ）する場合でも、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。また、画像を構成する最小要素を画素（ピクセル）と呼び（以降、撮像素子上の画素と区別するためにピクセルと呼ぶ）、各ピクセルは、数値によって光の強さや色を表す。各ピクセルの値を

10

20

30

40

50

画素値という。画素値はモノクロ画像であれば画素値＝輝度値とし、本発明の各実施例では簡単に説明するためにモノクロ画像として説明する。よってここでは画素値と輝度値は同じ意味を示す。RGBカラー画像の場合は各色の画素値について色ごとに同様の計算を行えばよい。以下の各実施例についても同様である。

【0021】

次に、図5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。光学系201（撮像光学系）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（撮像手段）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）。このように撮像素子202は、光学系201を介して形成された被写体像（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。

【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（不要成分）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。また画像処理部204は、不要成分領域の抽出処理を行う。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（第1決定手段）、抽出処理部204b（第2決定手段）、および、不要成分低減部204c（低減手段）を有する。

【0023】

不要成分検出部204aは、視差画像を生成（取得）し、その視差画像から不要成分を検出（決定）する。抽出処理部204bは、検出された不要成分から視差成分を低減し、ゴーストなどの不要成分領域を抽出する。不要成分低減部204cは、各視差画像から不要成分を低減させる。なお本実施例において、視差画像の生成方法として、「画素群G1のみからなる画像」と「画素群G2のみからなる画像」のように最初から2つに分離した形で出力して生成することができる。または、「画素群G1のみからなる画像」と「画素群G1と画素群G2との合成画像」を最初に出し、合成画像から画素群G1のみからなる画像を差し引くことにより画素群G2のみからなる画像に相当する画像を演算で求めてもよい。

【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】

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、光学系201（絞り201aおよびフォーカスレンズ201b）の制御を行う。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、光学系201の絞り201aおよびフォーカスレンズ201bの機械的な駆動を行う。絞り201a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201b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、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。本実施例は、一眼レフカメラのように、

10

20

30

40

50

交換式の光学系（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装置にも適用可能である。

【0026】

図6は、光学系201の構成および光学系201にて発生する不要光の説明図である。図6(A)は、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201a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、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、光学系201を構成するレンズの界面で反射した光が不要成分A（ゴーストやフレアなどの不要光）として撮像面IMGに到達する様子を示している。図6(C)は、図6(B)と同様に強い光が入射し、不要光Aとは異なるレン

10

【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、光学系201の射出瞳EXP（光学系201の像面位置から見た虚像）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。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。図6(B)、(C)に示される例では、高輝度物体からの光束は絞りSTPの略下半分の領域を通過して

20

【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。なお、図6(A)の光学系201で撮像すると、図6(B)の光路で発生する不要成分Aと図6(C)の光路で発生する不要成分Bとが互いに重なり合って撮像される。このため図1および図2においては、不要成分Aと不要成分Bとを重ねて描いている。ただし、複数の不要成分が重なっていても分離していても、本実施例の趣旨や基本的な考え方は変わらず、後述する不要成分の決定方法も変わらない。

30

【0029】

図2は、「瞳分割を行わない撮像」により生成された撮影画像を示し、簡単のために細かい被写体は省略されている。この撮影画像には、背景のグレー部分、ピントが合っている三角の被写体A、被写体Aよりも奥に位置してピントがぼけている被写体B、および、ゴーストを意味する二つの四角（被写体や背景よりも輝度が高く、互いに重なっている不要成分A、B）が写っている。実際には、これらの不要成分の背景には、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被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。このため、背景のグレー部分よりも輝度を高くして示している。この点は、後述する他の実施例における図でも同様である。

40

【0030】

図1(A-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对の視差画像を示す。一对の視差画像には、画像成分の視差に応じた差（被写体視差成分）が存在する。このため、図1(A-1)、(B-1)の被写体Bは、互いに左右にずれている（視差ずれている）。また、一对の視差画像にも均一な輝度のグレーの四角として模式的に示す不要成分Aと不要成分Bが含まれているが、その輝度は視差画像間で互いに異なる。ここでは、前述のように不要成分Aと不要成分Bとが互いに重なり合っている状態の例を示しているが、こ

50

れらが重なり合うことなく分離された状態であってもよい。すなわち、不要成分の位置や輝度が視差画像間で互いに異なった状態であればよい。

【0031】

図1(A-2)、(B-2)は、図1(A-1)、(B-1)中の破線部に沿った一对の視差画像の輝度断面をそれぞれ示す。図1(A-2)、(B-2)のグラフ内の数値は、不要成分の輝度値Yである。例えば図1(A-2)において、背景輝度値は50、視差ずれを有する被写体Bの輝度値は100である。図1(C-1)は、図1(A-1)と図1(B-1)を加算合成した画像(視差合成画像)を示す。図1(C-2)は、図1(C-1)中の破線部に沿った視差合成画像の輝度断面を示す。この視差合成画像は、「瞳分割を行わない撮像」により生成された撮影画像(図2)と等価である。本実施例では、一对の視差画像を加算合成することにより、「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明るさになる。一对の視差画像を加算平均することにより、「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明るさになるような撮像装置を用いても構わない。その場合に関しては、実施例5にて後述する。

10

【0032】

図1(D-1)は、一对の視差画像に関し、図1(A-1)から図1(B-1)の画像を差し引いた状態の画像と、図1(B-1)から図1(A-1)の画像を差し引いた状態の画像とを加算合成した画像(差分合成画像、第1不要成分画像)を示す。図1(D-2)は、図1(D-1)中の破線部に沿った輝度断面を示す。このように、図1(D-1)の差分合成画像は、図1(C-1)から被写体や背景が取り除かれた画像であり、図1(C-1)に含まれる不要成分および被写体視差成分のみを含む。

20

【0033】

本実施例は、図1(D-1)を算出するため、前述のように2回差分を取ってから加算合成を行っているが、以下の式(1)のように、差分の絶対値を得る演算を行っても等価である。

【0034】

$$\text{Fig1D1}(x, y) = \text{Fig1A1}(x, y) - \text{Fig1B1}(x, y) \quad \dots (1)$$

式(1)において、Fig1D1(x, y)、Fig1A1(x, y)、Fig1B1(x, y)は、それぞれ、図1(D-1)、図1(A-1)、図1(B-1)の各座標での輝度値を表す。この結果、1度の演算で図1(D-1)の結果が得られる。これにより、第1不要成分が決定され、図1(D-1)は第1不要成分を画像化した第1不要成分画像である。

30

【0035】

このように、各視差画像について差分計算を行うことにより、不要成分のみを残存させ(換言すると、分離または抽出し)、第1不要成分(第1不要成分画像)を決定することができる。ただし、本実施例のように被写体視差成分が存在する場合、第1不要成分画像には不要成分と被写体視差成分とが混在している。このため、不要成分を高精度に決定するには、被写体視差成分を低減または除去する必要がある。そこで本実施例では、第1不要成分から被写体視差成分を低減する。なお本実施例では、第1不要成分に基づいて後述の各処理を行うが、後で表示してユーザが確認できるような、いわゆる「画像」として第1不要成分画像を保存する必要はない。第1不要成分画像は、処理フローの中において、数値データとして利用できればよい。

40

【0036】

次に、前述のようにして決定された第1不要成分から被写体視差成分を除去または低減する方法について説明する。被写体視差成分は、複数の視差画像間の差分に関する成分である。このため被写体視差成分は、エッジのような線状の成分であるか、または、ある程度広い面であっても輝度値が小さい成分であることが多い。一方、ゴーストなどの撮影画像から本来低減させたい不要成分は、ある程度広い面であって、かつ輝度値が比較的大きい成分であることが多い。このため、被写体視差成分を低減するには、エッジのような線

50

状の成分はぼかすことにより輝度値を小さくし、輝度値の小さい部分に関してはコントラストを高める処理を行うことにより、被写体視差成分をゼロへ近づける（低減する）ことができる。また、最後に残存したノイズ成分については、ある程度の閾値処理を行うことにより低減可能である。そして、これらの処理を行った後に残存した成分が不要成分であると決定することができる。しかし、線状の成分をぼかし、または、輝度値の小さい部分のコントラストを高める処理を行うことにより、不要成分も若干減少してしまう場合がある。そこで本実施例では、最後まで残存した領域について、領域拡大処理を行う（以降、これらの処理をまとめて抽出処理という）。これにより、不要成分領域（第1不要成分領域）を自動的に決定することができる。本実施例は、第1不要成分に対して抽出処理を行うことにより、被写体視差成分を低減する。

10

【0037】

次に、図8を参照して、本実施例における画像処理方法（被写体視差成分の低減処理）について説明する。図8は、画像処理方法を示すフローチャートである。図8の各ステップは、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。

【0038】

まずステップS101において、システムコントローラ210は、光学系201および撮像素子202により構成される撮像部を制御して被写体を撮像する。画像処理部204は、撮影画像を入力画像として取得する。

【0039】

20

続いてステップS102において、画像処理部204は、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用いて、一对の視差画像を生成する。ここで画像処理部204では、視差画像を生成するため、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。

【0040】

続いてステップS103において、画像処理部204（不要成分検出部204a）は、一对の視差画像の差分情報を求める。すなわち画像処理部204は、図1（A-1）から図1（B-1）を差し引いた差分画像と、図1（B-1）から図1（A-1）を差し引いた差分画像とを加算合成して、図1（D-1）の差分合成画像を生成する。このように単純な差分計算では、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、図1（D-1）の差分合成画像を生成するために図1（A-1）から図1（B-1）を差し引いた場合、図1（A-1）に含まれる不要成分の輝度値のほうが図1（B-1）に含まれる不要成分の輝度値よりも大きい。このため、差分値は正值となる。同様に、図1（B-1）から図1（A-1）を差し引いた場合、その差分値は負の値となる。ここで本実施例では、後段で説明する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ゼロ値とする処理を行う。

30

【0041】

続いてステップS104において、画像処理部204（不要成分検出部204a）は、ステップS103にて得られた差分画像（差分合成画像）中に残存した成分を第1不要成分と決定する。ここで、第1不要成分を画像化したものが第1不要成分画像である。具体的には、図1（A-1）と図1（B-1）に含まれる不要成分の差分値のみが正值として検出される。不要成分検出部204aは、これを第1不要成分と決定し、第1不要成分画像（図1（D-1））を生成する。ただし、ユーザが確認できないいわゆる「画像データ」として、第1不要成分画像を生成または保存する必要はなく、処理の計算上で利用可能にしておけばよい。前述の式（1）のように、差分画像を差分の絶対値で計算すれば、1回の差分計算でよい。また、更なる処理速度向上のため、差分画像を第1不要成分と扱うことにより、ステップ104をスキップし、ステップS103に続いてステップS105へ進んでもよい。

40

【0042】

続いてステップS105において、画像処理部204は、視差画像を加算合成処理する

50

ことにより、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等価の画像（視差合成画像）を生成する。例えば、ステップS102にて生成された図1（A-1）の視差画像と、図1（B-1）の視差画像とを足し合わせる処理を実行することにより、図1（C-1）に示される加算合成処理された視差合成画像が生成される。または、ステップS105は、視差画像を生成するステップ（S102）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生成してもよい。また、ステップS105は、必ずしもこの位置で実行される必要はなく、後段のステップS107で視差合成画像が使用できるようにステップS107よりも前に実行されていれば、このステップの実行位置は特に限定されるものではない。

10

【0043】

続くステップS108（S120～S125）は、ステップS104にて決定された第1不要成分に基づいて不要成分領域（マスクとしての第1不要成分領域）を決定するステップ（抽出処理ステップ）である。ステップS108は、画像処理部204（抽出処理部204b）により実行される。まずステップS120において、画像処理部204（抽出処理部204b）は、第1不要成分について平滑化処理を行う。図1（E-1）は、平滑化処理を行った画像を示す。図1（E-2）は、図14（E-1）中の破線部に沿った輝度断面を示す。これにより、被写体視差成分のエッジ部分をぼかすことができ、被写体視差成分の全体的な輝度値を小さくすることが可能となる。具体的には、平滑化処理として、移動平均処理やガウシアンフィルタ処理などを行う。

20

【0044】

続いてステップS121において、画像処理部204（抽出処理部204b）は、ステップS120の平滑化処理でぼかした画像に対して、コントラストを高める処理（コントラストアップ処理）を行う。図1（F-1）は、コントラストを高めた画像を示す。図1（F-2）は、図1（F-1）中の破線部に沿った輝度断面を示す。これにより、ぼけた部分の輝度値はより小さくなり、不要成分のような輝度値が比較的高い部分の輝度値はより高くなる。

【0045】

続いてステップS122において、画像処理部204（抽出処理部204b）は、閾値処理を行う。具体的には、例えば輝度値が30以下の領域における輝度値を全てゼロにする処理を行う。本実施例では説明を簡単にするため、輝度値が30という比較的大きな輝度値が残っている。ただし実際には、平滑化処理をより積極的に行い、閾値処理により（8ビット画像において）2～10程度の輝度値をゼロにすることが好ましい。これにより、本来残したい不要成分をこのステップ（ステップS122）で誤って除去することを回避することができる。その結果、被写体視差成分やノイズ成分を効果的に除去することができ、最終的に不要成分のみを残すことが可能となる。図1（G-1）は、不要成分のみが残存した画像を示す。図1（G-2）は、図1（G-1）中の破線部に沿った輝度断面を示す。

30

【0046】

ステップS122の閾値処理後、まだ多くの被写体視差成分が残存している場合、ステップS120に戻り、ステップS120、S121を繰り返してもよい。これにより、被写体視差成分を段階的に低減させることができる。

40

【0047】

続いてステップS123において、画像処理部204（抽出処理部204b）は、残存する不要成分に対して2値化処理を行う。2値化処理とは、輝度値がゼロの領域については輝度値をゼロのままにし、輝度値が1以上（または、所定の閾値以上）の領域については輝度値を全て1に（または、8ビットグレースケール画像であれば255に）する処理である。これにより、残存する不要成分を「領域（不要成分が存在する領域）」として捉えることができる。図1（H-1）は、2値化処理後の画像を示す。図1（H-2）は、図1（H-1）中の破線部に沿った輝度断面を示す。

50

【 0 0 4 8 】

続いてステップ S 1 2 4 において、画像処理部 2 0 4 (抽出処理部 2 0 4 b) は、ステップ S 1 2 3 にて 2 値化した「不要成分が存在する領域」を拡大する処理 (領域拡大処理) を行う。図 1 (I - 1) は、領域拡大処理後の画像を示す。図 1 (I - 2) は、図 1 (I - 1) 中の破線部に沿った輝度断面を示す。ステップ S 1 2 0 の平滑化処理、ステップ S 1 2 1 のコントラストアップ処理、および、ステップ 1 2 2 の閾値処理を行うことにより、被写体視差成分を除去または低減することができる。ただし同時に、不要成分もある程度減少してしまう。この場合、2 値化して最終的に残存する「不要成分が存在する領域」が、実際に不要成分を含む領域の全てをカバーできていない可能性がある。そこでステップ S 1 2 4 では、実際に不要成分を含む領域の全てをカバーするように、平滑化処理などで減少した不要成分が存在する領域を拡大する。なお、ゴーストのような不要成分は、エッジがはっきりしているものもあればボケているものもあり、実際に輪郭を定義しにくい不要成分も多い。このため、不要成分の輪郭を厳密に抽出するのではなく、本実施例のように実際の不要成分よりもある程度広い不要成分領域を設定したほうが後段の不要成分低減処理を行う場合に自然な画像が得られる。従って、不要成分の周辺部が少し多めに抽出されていても構わない。

10

【 0 0 4 9 】

続いてステップ S 1 2 5 において、画像処理部 2 0 4 (抽出処理部 2 0 4 b) は、ステップ S 1 2 4 の結果に基づいて不要成分領域 (第 1 不要成分領域) を決定する。第 1 不要成分領域は、第 1 不要成分に含まれる視差成分を低減または除去するためのマスクとして

20

【 0 0 5 0 】

次に、ステップ S 1 0 6 において、画像処理部 2 0 4 (抽出処理部 2 0 4 b) は、ステップ S 1 0 4 にて決定された第 1 不要成分と、ステップ S 1 2 5 にて決定された第 1 不要成分領域 (マスク) とに基づいて、第 2 不要成分を決定する。具体的には、抽出処理部 2 0 4 b は、第 1 不要成分に対して第 1 不要成分領域 (マスク) を用いたマスキング処理を行い、第 1 不要成分からゴーストなどの不要成分が含まれる領域のみを第 2 不要成分として抽出する。例えば、図 1 (I - 1) の輝度値が 2 5 5 の領域に関しては、図 1 (D - 1) の同じ領域の輝度値を維持する。一方、図 1 (I - 1) の輝度値がゼロの領域に関しては、図 1 (D - 1) の同じ領域の輝度値をゼロに置き換える。これにより、図 1 (D - 1) の第 1 不要成分画像から被写体視差成分を低減した図 1 (J - 1) の画像が得られる。

30

【 0 0 5 1 】

このように、第 1 不要成分 (第 1 不要成分画像) から被写体視差成分を低減または除去した成分を第 2 不要成分といい、第 2 不要成分を画像化したものを第 2 不要成分画像 (図 1 (J - 1)) という。本実施例では、図 1 (I - 1) に示されるようにはっきりと領域が分かれたマスクを作成しているが、図 1 (I - 1) の輝度値がゼロと 2 5 5 の境界部分をぼかしてグラデーションマスクとしてもよい。この場合、グラデーション部分を重み係数として、図 1 (D - 1) に対してマスキング処理を行う。

【 0 0 5 2 】

最後に、ステップ S 1 0 7 において、画像処理部 2 0 4 (不要成分低減部 2 0 4 d) は、ステップ S 1 0 6 にて決定された第 2 不要成分とステップ S 1 0 5 にて生成された視差合成画像とに基づいて、不要成分低減処理を行う。具体的には、不要成分低減部 2 0 4 d は、図 1 (C - 1) の視差合成画像から図 1 (J - 1) の第 2 不要成分 (第 2 不要成分画像) を差し引く。これにより、図 1 (K - 1) に示される不要成分低減画像が生成される。

40

【 0 0 5 3 】

本実施例において、平滑化処理における平滑化量 (ぼかし量) 、コントラストアップ処理におけるコントラスト変更量、閾値処理における閾値、および、領域拡大処理における拡大量は、それぞれ適宜変更可能である。また本実施例において、平滑化処理、コントラストアップ処理、および、閾値処理は、これらに限定されるものではなく、同様の効果を

50

有する処理であれば他の処理を用いてもよい。なお本実施例では、説明簡略化のため、グレースケール画像の例を示しているが、カラー画像でも同様に適用可能である。この場合、各色チャンネルで独立して前述の処理を行い、最終的に各色を合成して1枚の画像にすればよい。

【0054】

本実施例によれば、被写体視差成分を含む第1不要成分から、被写体視差成分を低減させた第2不要成分を決定することができる。また本実施例によれば、視差合成画像から第2不要成分を低減させた不要成分低減画像を生成することができる。

【実施例2】

【0055】

次に、本発明の実施例2について説明する。本実施例は、抽出処理の方法に関して実施例1と異なる。本実施例において、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。また本実施例の画像処理方法は、実施例1と処理フローや算出方法が異なるだけであり、その結果は同様である。

【0056】

本実施例は、実施例1の抽出処理の前半において、第1不要成分中のエッジ成分を抽出して低減する処理を加えている。実施例1にて説明したように、被写体視差成分は視差ずれ量であり、そのずれ量はピントが合っている被写体からの距離に応じて決定される。ピントが合っている被写体から近い場合、視差ずれ量は小さく、第1不要成分中に現れる被写体視差成分は線状になる。一方、ピントが合っている被写体から遠い場合、視差ずれ量は大きく、第1不要成分中に現れる被写体視差成分は少し幅を有する面状になる。

【0057】

それに対して、ゴーストなどの不要成分は大きな面状であることが多いため、被写体視差成分と不要成分とは、その形状に特徴的な相違を有することが多い。このため、実施例1にて図8を参照して説明したステップS120の平滑化処理などを行う前に、線状の被写体視差成分などのエッジ成分を低減させると、後段の平滑化処理などの負荷を軽減することができるため、好ましい。そこで本実施例は、第1不要成分中のエッジ成分を抽出して低減する処理を加えている。

【0058】

図10乃至図12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10乃至図12は、画像処理方法の手順を示す図である。

【0059】

本実施例において、被写体視差成分は、ボケている被写体Bに存在している。図10(A-1)、(B-1)の視差画像間において、被写体Bは左右に視差ずれしている。図10(A-2)、(B-2)は、図10(A-1)、(B-1)中の破線部に沿った一対の視差画像の輝度断面をそれぞれ示す。図10(A-2)、(B-2)のグラフ内の数値は、不要成分の輝度値Yである。例えば図10(A-2)において、背景輝度値は50、視差ずれを有する被写体Bの輝度値は100である。図10(A-3)、(B-3)は、図10(A-1)、(B-1)中の一点鎖線部に沿った一対の視差画像の輝度断面をそれぞれ示す。図10(A-3)、(B-3)のグラフ内の数値は、不要成分の輝度値Yである。例えば図10(A-3)において、被写体Aの輝度値は100、不要成分Aの輝度値は160、不要成分Bの輝度値は130である。

【0060】

図10(C-1)は、図10(A-1)と図10(B-1)を加算合成した画像(視差合成画像)を示す。図10(C-2)、(C-3)は、図10(C-1)中の破線部および一点鎖線部に沿った視差合成画像の輝度断面をそれぞれ示す。この視差合成画像は、「瞳分割を行わない撮像」により生成された撮影画像と等価である。本実施例では、一対の視差画像を加算合成することにより、「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明るさになる。一対の視差画像を加算平均することにより、「瞳分割を行わ

10

20

30

40

50

い撮像」により生成された撮影画像と同等の明るさになるような撮像装置を用いても構わない。その場合に関しては、実施例 5 にて後述する。

【 0 0 6 1 】

図 1 0 (D - 1) は、一対の視差画像に関し、図 1 0 (A - 1) から図 1 0 (B - 1) の画像を差し引いた状態の画像と、図 1 0 (B - 1) から図 1 0 (A - 1) の画像を差し引いた状態の画像とを加算合成した画像（差分合成画像、第 1 不要成分画像）を示す。図 1 0 (D - 2)、(D - 3) は、図 1 0 (D - 1) 中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。このように、図 1 0 (D - 1) の差分合成画像は、図 1 0 (C - 1) から被写体や背景が取り除かれた画像であり、図 1 0 (C - 1) に含まれる不要成分および被写体視差成分のみを含む。

10

【 0 0 6 2 】

このように、各視差画像について差分計算を行うことにより、不要成分のみを残存させ（換言すると、分離または抽出し）、第 1 不要成分（第 1 不要成分画像）を決定することができる。ただし、本実施例のように被写体視差成分が存在する場合、第 1 不要成分画像には不要成分と被写体視差成分とが混在している。このため、不要成分を高精度に決定するには、被写体視差成分を低減または除去する必要がある。そこで本実施例では、第 1 不要成分から被写体視差成分を低減する。

【 0 0 6 3 】

次に、図 9 を参照して、本実施例における画像処理方法（被写体視差成分の低減処理）について説明する。図 9 は、画像処理方法を示すフローチャートである。図 9 の各ステップは、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。

20

【 0 0 6 4 】

図 9 のステップ S 2 0 1 ~ S 2 0 7 は、図 8 を参照して説明した実施例 1 のステップ S 1 0 1 ~ S 1 0 7 とそれぞれ同様である。また、図 9 のステップ S 2 0 8 (S 2 2 0 ~ S 2 2 5) は、図 8 を参照して説明した実施例 1 のステップ S 1 0 8 (S 1 2 0 ~ S 1 2 5) とそれぞれ同様である。このため、これらのステップに関する説明は省略する。本実施例は、ステップ S 2 0 4 とステップ S 2 2 0 との間にステップ S 2 1 0 ~ S 2 1 3 が挿入されている（実施例 1 の抽出処理にステップ S 2 1 0 ~ S 2 1 3 が付加されている）点で、実施例 1 とは異なる。

30

【 0 0 6 5 】

ステップ S 2 1 0 において、画像処理部 2 0 4 (抽出処理部 2 0 4 b) は、視差合成画像から不要成分を低減または除去する補正処理を行い、不要成分低減画像（第 1 不要成分低減画像）を生成する。図 1 0 (E - 1) は、第 1 不要成分低減画像を示す。図 1 0 (E - 2)、(E - 3) は、図 1 0 (E - 1) 中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。具体的には、抽出処理部 2 0 4 b は、図 1 0 (C - 1) の画像から図 1 0 (D - 1) の画像を差し引くことにより、第 1 不要成分を低減または除去することができる。この処理を行うと、被写体視差成分についても除去されてしまうため、視差ずれを有する丸い被写体 B の形が変化する（この例では、被写体 B は視差ずれ分だけ小さくなる）。

40

【 0 0 6 6 】

続いてステップ S 2 1 1 において、画像処理部 2 0 4 (抽出処理部 2 0 4 b) は、第 1 不要成分低減画像にボケを付加し、ボケ画像を生成する。図 1 0 (F - 1) は、ボケ画像を示す。図 1 0 (F - 2)、(F - 3) は、図 1 0 (F - 1) 中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。具体的には、抽出処理部 2 0 4 b は、第 1 不要成分低減画像に対してぼかし効果のあるフィルタによるフィルタ処理を実行する。本実施例では、例えば、ぼかし量を調整可能なガウシアンフィルタが用いられる。被写体 B のボケ量が既知の場合、ぼかし量としてのフィルタ係数にガウス分布の標準偏差を被写体視差成分に対して十分大きくなるように設定してもよい。一方、状態検知部 2 0 7 から得られる光学系 2 0 1 の焦点距離や絞り値 F_{no} などの撮影条件を参照することにより、ぼかし量

50

を決定することもできる。ぼかし量とは、ガウス分布の標準偏差量などのボケの強さを制御するパラメータやフィルタサイズによるボケの範囲を制御するパラメータに応じて決定される量である。光学系201の焦点距離や絞り値 Fno に応じて被写体の視差ずれ量（被写体視差成分の領域サイズに対応）が異なるため、撮影条件を参照することにより適切なぼかし量を決定することができ、フィルタサイズを削減することが可能となる。

【0067】

本実施例では、画面全体に対して同一のぼかし量を設定しているが、被写体距離情報が既知であれば、被写体ごとに距離に応じてぼかし量を変更してもよい。被写体距離に応じて被写体の視差ずれ量が異なるため、被写体ごとに距離に応じてぼかし量を変更することにより、各被写体に適切なぼかし量を決定することができ、フィルタサイズを削減することが可能となる。フィルタサイズを削減することにより、ボケ付加処理の処理負荷を低減することができる。ここで、被写体距離情報に関しては、例えば一对の視差画像に対して一般的に知られているブロックマッチング法で被写体の対応点を抽出し、視差画像間の対応点画素の画素位置差分として視差量を算出することができる。そして、算出された視差量と既知の情報である撮像系の焦点距離と瞳分割による基線長データとに基づいて、撮影被写体に対する距離情報（被写体距離情報）を算出することができる。本実施例において、このような被写体距離情報算出ステップを追加しても構わない。なお本実施例では、被写体Bのボケ量（視差ずれ量）は未知であるとし、ぼかし量としてのフィルタ係数にガウス分布の標準偏差を被写体視差成分に対して少なくなるように設定している。

【0068】

続いてステップS212において、画像処理部204（抽出処理部204b）は、ステップS211にて生成されたボケ画像と、ステップS210にて生成された第1不要成分低減画像との差分を求め、ボケ差分画像を生成する。図10（G-1）は、ボケ差分画像を示す。図10（G-2）、（G-3）は、図10（G-1）中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。これにより、第1不要成分低減画像のエッジ部分を抽出することができる。続いてステップS213において、画像処理部204（抽出処理部204b）は、ステップS204にて決定された第1不要成分画像と、ステップS212にて生成されたボケ差分画像との差分により、エッジ低減画像を生成する。

【0069】

ここで、図12を参照して、第1不要成分低減画像にボケを付加してボケ画像を生成し、かつ、ボケ画像と第1不要成分低減画像との差分を求めることにより、エッジを抽出することができる理由について説明する。図12（A-1）～（H-1）は、視差ずれを有する被写体Bに着目した図であり、各図中に不要成分は描かれていない。また、図12（A-2）～（H-2）は、不要成分Bに着目した図であり、各図中に被写体視差成分は描かれていない。図12は画像の輝度断面図に相当し、縦軸は輝度、横軸は座標をそれぞれ示す。

【0070】

図12（A-1）、（B-1）、および、図12（A-2）、（B-2）は、それぞれ、一对の視差画像（第1視差画像、第2視差画像）を示す。特に、図12（A-1）、（B-1）は、被写体Bが視差ずれしている様子を示している。図12（C-1）、（C-2）は、図10（C-1）の視差合成画像を示す。図12（D-1）は、図9のステップS204にて決定された第1不要成分画像（第1不要成分）を示す。図12（E-1）は、ステップS210にて生成された第1不要成分低減画像を示す。図12（E-1）は、図12（C-1）と図12（D-1）との差分に相当する。図12（F-1）は、ステップS211にて生成されたボケ画像を示す。ここでは理解を容易にするため、図10（F-1）の状態とは異なる量のボケ量を与えて描かれている。図12（G-1）は、ステップS212にて生成されたボケ差分画像を示す。図12（G-1）は、図12（F-1）と図12（E-1）との差分に相当する。なお、差分を求めた際の負値はゼロ値に置き換えられており、以下も同様である。図12（H-1）は、ステップS213にて生成されたエッジ低減画像を示す。図12（H-1）は、図12（D-1）と図12（G-1）と

の差分に相当する。これにより、第1不要成分画像の被写体視差成分の輝度値を小さくすることができる。図12(D-2)~(H-2)は、前述の図12(D-1)~(H-1)と同様の処理を不要成分Bに対して行った結果をそれぞれ示す。

【0071】

図10(H-1)は、このようなエッジ低減処理の結果を示す。図10(H-2)、(H-3)は、図10(H-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。

【0072】

本実施例では、ボケ差分画像を用いてエッジ低減画像を生成しているが、ボケ差分画像に対して実施例1で説明したような2値化処理を行い、2値化したボケ差分画像に基づいて第1不要成分画像に対するマスキング処理を行ってもよい。本実施例によれば、抽出処理としてステップS210~S213を付加することにより、第1不要成分の輝度に実質的な影響を与えることなく被写体視差成分の輝度を低下させることができる。

【0073】

続くステップS220~S225は、図8を参照して説明した実施例1のステップS120~S125とそれぞれ同様であるため、それらの詳細な説明は省略する。図10(I-1)~(L-1)、図11(A-1)は、ステップS220~S225の各処理で得られた図にそれぞれ対応する。図10(I-2)、(I-3)は、図10(I-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。図10(J-2)、(J-3)は、図10(J-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。図10(K-2)、(K-3)は、図10(K-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。図10(L-2)、(L-3)は、図10(L-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。図11(A-2)、(A-3)は、図11(A-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。

【0074】

次に、ステップS206において、第1不要成分と第1不要成分領域に基づいて、第2不要成分を決定する。具体的には第1不要成分に対して第1不要成分領域をマスキング処理し、ゴーストなどの不要成分が含まれる部分のみを第2不要成分として抽出する。図11(B-1)は、第2不要成分(第2不要成分画像)を示す。図11(B-2)、(B-3)は、図11(B-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。

【0075】

最後に、ステップS207において、画像処理部204(不要成分低減部204d)は、ステップS206にて決定された第2不要成分とステップS205にて生成された視差合成画像とに基づいて、不要成分低減処理を行う。具体的には、不要成分低減部204dは、図10(C-1)の視差合成画像から図11(B-1)の第2不要成分(第2不要成分画像)を差し引く。これにより、不要成分低減画像(第2不要成分低減画像)が生成される。図11(C-1)は、第2不要成分低減画像を示す。図11(C-2)、(C-3)は、図11(C-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面を示す。

【0076】

本実施例によれば、被写体視差成分を含む第1不要成分から、被写体視差成分を低減させた第2不要成分を決定することができる。また本実施例によれば、視差合成画像から第2不要成分を低減させた不要成分低減画像(第2不要成分低減画像)を生成することができる。

【0077】

本実施例において、ノイズ成分やオフセット成分を低減させるため、ステップS212のエッジ抽出結果の各座標の輝度値に対して係数を掛け、または、エッジの幅を拡張し、エッジを更に強調させてからステップS213のエッジ低減画像を生成してもよい。

【実施例 3】

【0078】

次に、本発明の実施例 3 について説明する。本実施例は、抽出処理の方法に関して実施例 1、2 と異なる。本実施例において、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。また本実施例の画像処理方法は、実施例 1 と処理フローや算出方法が異なるだけであり、その結果は同様である。

【0079】

図 13 乃至図 15 を参照して、本実施例における画像処理方法（被写体視差成分の低減処理）について説明する。図 13 は、画像処理方法を示すフローチャートである。図 13 の各ステップは、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。図 14 および図 15 は、画像処理方法の手順を示す図である。

【0080】

図 13 のステップ S301 ~ S307 は、図 9 を参照して説明した実施例 2 のステップ S201 ~ S207 とそれぞれ同様である。また、図 13 のステップ S311 ~ S325 は、図 9 を参照して説明した実施例 2 のステップ S211 ~ S225 とそれぞれ同様である。このため、これらのステップに関する説明は省略する。本実施例は、ステップ S210 に対応するステップがなく、第 1 不要成分（第 1 不要成分画像）に直接ボケを付加してボケ差分画像を生成する点で、実施例 2 とは異なる。本実施例では、ステップ S210 に対応するステップがないため、実施例 2 のように第 1 不要成分低減画像を生成しない。しかし、実施例 2 との比較を容易にするため、最後のステップ S307 にて生成される不要成分低減画像を「第 2 不要成分低減画像」とする。図 14（A - 1）~（D - 1）は、実施例 2 の図 10（A - 1）~（D - 1）にそれぞれ対応している。

【0081】

図 15 を参照して、実施例 2 のステップ S210 に対応するステップをなくし、第 1 不要成分（第 1 不要成分画像）に直接ボケを付加してボケ差分画像を生成することにより、被写体視差成分を低減できる理由について説明する。図 15（A）~（D）は、実施例 2 の図 12（A - 1）~（D - 1）にそれぞれ対応している。実施例 2 では、図 12（E - 1）に示されるように、第 1 不要成分低減画像を生成するが、本実施例では、図 15（D）の第 1 不要成分画像にボケを付加し、図 15（E）のボケ画像を生成する。本実施例のボケ付加方法は、実施例 2 のようにガウシアンフィルタ処理を用いるが、他のボケ付加方法を用いてもよい。

【0082】

本実施例は、ボケ差分画像を生成する方法が実施例 2 とは異なる。本実施例では、ステップ S304 にて決定された第 1 不要成分画像からステップ S311 にて生成されたボケ画像を差し引くことにより、ボケ差分画像を生成する。このとき、差分をとる方向は、実施例 2 とは逆となる。具体的には、図 15（D）の第 1 不要成分画像から図 15（E）のボケ画像を差し引く。その結果、図 15（F）に示されるようなボケ差分画像が得られる。また、第 1 不要成分画像からボケ差分画像を差し引くことにより、エッジ低減画像が得られる。具体的には、図 15（D）の第 1 不要成分画像から図 15（F）のボケ差分画像を差し引く。その結果、図 15（G）に示されるようなエッジ低減画像が得られる。これにより、第 1 不要成分画像のエッジ部分を低減することが可能となる。

【0083】

図 14（E - 1）、（F - 1）、（G - 1）は、図 15（E）、（F）、（G）にそれぞれ対応し、図 13 のステップ S311、S312、S313 の処理でそれぞれ得られた画像である。図 14（E - 2）、（E - 3）は、図 14（E - 1）中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面である。図 14（F - 2）、（F - 3）は、図 14（F - 1）中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面である。図 14（G - 2）、（G - 3）は、図 14（G - 1）中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った

輝度断面である。

【0084】

続くステップS308(S320~S325)は、図9を参照して説明した実施例2のステップS208(S220~S225)とそれぞれ同様であるため、それらの詳細な説明は省略する。図14(H-1)~(M-1)は、ステップS320~S325の処理によりそれぞれ得られた画像である。図14(H-2)、(H-3)は、図14(H-1)中の破線部および一点鎖線部のそれぞれに沿った輝度断面である。図14(I-2)、(I-3)、図14(J-1)、(J-2)、図14(K-1)、(K-2)、図14(L-2)、(L-3)についても、同様に、図14(I-1)~(L-1)のそれぞれに対応する輝度断面である。

10

【0085】

次に、ステップS306において、第1不要成分と第1不要成分領域に基づいて、第2不要成分を決定する。具体的には第1不要成分に対して第1不要成分領域をマスキング処理し、ゴーストなどの不要成分が含まれる部分のみを第2不要成分として抽出する。

【0086】

最後に、ステップS307において、画像処理部204(不要成分低減部204d)は、ステップS306にて決定された第2不要成分とステップS305にて生成された視差合成画像とに基づいて、不要成分低減処理を行う。具体的には、不要成分低減部204dは、図14(C-1)の視差合成画像から図14(M-1)の第2不要成分(第2不要成分画像)を差し引く。これにより、図14(N-1)に示されるような不要成分低減画像(第2不要成分低減画像)が生成される。

20

【0087】

本実施例によれば、被写体視差成分を含む第1不要成分から、被写体視差成分を低減させた第2不要成分を決定することができる。また本実施例によれば、視差合成画像から第2不要成分を低減させた不要成分低減画像(第2不要成分低減画像)を生成することができる。

【実施例4】

【0088】

次に、本発明の実施例4について説明する。本実施例は、抽出処理の結果を表示部205(表示手段)に表示させる点で、実施例1~3と異なる。本実施例において、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、本実施例の画像処理方法のうち抽出処理としては、実施例1~3と同様の抽出処理が適用可能である。

30

【0089】

図16および図17を参照して、本実施例における画像処理方法(被写体視差成分の低減処理および不要成分抽出結果の表示処理)について説明する。図16は、画像処理方法を示すフローチャートである。図16の各ステップは、システムコントローラ210、画像処理部204、または、表示部205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。図17は、画像処理方法による出力画像の一例である。

40

【0090】

図16のステップS401~S405は、実施例1のステップS101~S105とそれぞれ同様である。また、抽出処理のステップS408として、実施例1のステップS108(S120~S125)を適用可能である。これに代えて、実施例2のステップS208(S210~S225)、または、実施例3のステップS308(S311~S325)を適用してもよい。本実施例は、第1不要成分領域を決定した後にステップS450において第2不要成分領域を決定する点、および、ステップS451において表示部205は視差合成画像と共に第2不要成分領域を表示する点で、実施例1~3と異なる。

【0091】

ステップS450において、画像処理部204(抽出処理部204b)は、ステップS

50

408にて決定された第1不要成分領域に基づいて、第2不要成分領域(表示部205に表示される不要成分領域)を決定する。第2不要成分領域を決定する一番単純な方法は、第1不要成分領域をそのまま第2不要成分領域とすることである。具体的には、例えば実施例1~3のそれぞれの図1(I-1)、図11(A-1)、図14(L-1)の輝度値が255である領域を、第2不要成分領域とする。これにより、容易に第2不要成分領域を決定することができる。または、第1不要成分領域を拡張または縮小するなどにより、後段のステップで表示部205に表示した際にユーザが判別しやすいように第1不要成分領域を加工した結果を、第2不要成分領域として決定してもよい。

【0092】

続いてステップS451において、システムコントローラ210および画像処理部204は、ステップS450にて決定された第2不要成分領域を、ステップS405にて生成された視差合成画像と共に表示部205に表示する。具体的には、図17(A)に示されるように、視差合成画像の上に第2不要成分領域を合成して表示部205に表示する。第2不要成分領域の表示方法は、ユーザにわかりやすいように、例えば領域内を着色、点滅させる、または、背景の視差合成画像を透かして表示させるなどにより行うことができる。例えば図17(B)に示されるように、撮影直後に、撮像装置200の背面ディスプレイ20(表示手段)に表示させてユーザが確認できるようにしてもよい。

【0093】

本実施例によれば、視差合成画像と共に不要成分領域(第2不要成分領域)を表示手段に表示することにより、ユーザにゴーストなどの不要成分が発生していることを認識させることが可能である。なお本実施例は、第2不要成分領域を表示させるように構成されていれば十分であり、第1不要成分から被写体視差成分を低減させた第2不要成分を決定することを必須とするものではない。

【実施例5】

【0094】

次に、本発明の実施例5(複数の瞳分割)について説明する。本実施例は、視差の数が前述の実施例1~4とは異なる。また、本実施例の画像処理方法は、視差画像を生成して第1不要成分を決定するステップまでの処理ステップは前述の各実施例とは異なるが、その後の処理ステップは各実施例と同様であるため、その説明は省略する。また本実施例において、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。

【0095】

図18は、本実施例における撮像素子(受光部)を示す図である。図18において、Mはマイクロレンズ、G1、G2、G3、G4は受光部(画素)であり、各画素は互いに組をなしている。撮像素子には、画素組G1、G2、G3、G4が複数配列されている。画素組は、共通の(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Mを介して射出瞳EXPと共役な関係を有する。本実施例では、「瞳分割を行わない撮像」により生成された撮影画像と等価な画像を出力する際には、4つの画素組G1、G2、G3、G4から得られた信号を加算平均処理することにより、1つの信号値を生成する。なお本実施例において、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の光学系201と同様であるため、その説明は省略する。

【0096】

図19は、絞りSTPのうち、図18に示される画素G1、G2、G3、G4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、光学系201の射出瞳EXP(光学系201の像面位置から見た虚像)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。高輝度物体(太陽SUN)からの光束は、絞りSTPを通過して各画素に入射する場合、領域P1、P2、P3、P4(瞳領域)に分割される。

【0097】

続いて、図20および図21を参照して、撮像装置200により生成される撮影画像に

10

20

30

40

50

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20および図21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。

【0098】

図20(A-1)、(B-1)、(C-1)、(D-1)は、それぞれ、領域P1、P2、P3、P4を通過した光束を画素群G1、G2、G3、G4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す。また、一組の視差画像には、三角の被写体A、丸の被写体B、四角として模式的に示される不要成分Aおよび不要成分Bが含まれている。これらの視差画像において、被写体Aにピントが合っており、被写体Bは被写体Aの奥にあるため、所定の視差量だけずれて写っている。視差画像間での各不要成分は、図20(A-1)、(B-1)、(C-1)、(D-1)において、互いに同じ位置に存在し、それらの輝度は互いに異なっている。

10

【0099】

図20(E-1)は、図20(A-1)、(B-1)、(C-1)、(D-1)に示される視差画像に対して加算平均処理を行って合成した画像である。具体的には、図20(A-1)、(B-1)、(C-1)、(D-1)の各座標の輝度値を足して4で割ることにより、図20(E-1)の各座標の輝度値を算出する。図20(E-1)の画像は、本実施例の撮像装置において、「瞳分割を行わない撮像」により生成された撮影画像と等価である。また、図20(E-1)の画像は、ユーザが撮影画像を確認するために表示部205に表示する表示画像である。

20

【0100】

図21(A-1)、(B-1)、(C-1)は、一組の視差画像に対して、図20(A-1)を基準画像として図20(B-1)、(C-1)、(D-1)の画像を差し引いた差分画像である。これらの差分画像には、実施例1と同様に、差分情報として不要成分が含まれている。また、実施例1と同様に、差分計算により、図21(A-1)、(B-1)、(C-1)に含まれる不要成分が負値として算出される部分があるが、ここでも後段の不要成分低減処理の簡易化のため、負値を切り捨てて0に置き換えている。これは、他の全ての差分画像についても同様である。図21(D-1)は、2次元データとして取得されている差分情報である図21(A-1)、(B-1)、(C-1)の差分画像内の各画素位置における差分情報間の最大値を抽出した情報(差分最大値情報または差分最大値画像)である。

30

【0101】

図21(A-2)、(B-2)、(C-2)は、一組の視差画像に対して、図20(B-1)を基準画像として図20(A-1)、(C-1)、(D-1)の画像を差し引いた差分画像である。図21(D-2)は、2次元データとして取得されている差分情報である図21(A-2)、(B-2)、(C-2)の差分画像内の各画素位置における差分情報間の差分最大値情報である。

【0102】

図21(A-3)、(B-3)、(C-3)は、一組の視差画像に対して、図20(C-1)を基準画像として図20(A-1)、(B-1)、(D-1)の画像を差し引いた差分画像である。図21(D-3)は、2次元データとして取得されている差分情報である図21(A-3)、(B-3)、(C-3)の差分画像内の各画素位置における差分情報間の差分最大値情報である。

40

【0103】

図21(A-4)、(B-4)、(C-4)は、一組の視差画像に対して、図20(D-1)を基準画像として図20(A-1)、(B-1)、(C-1)の画像を差し引いた差分画像である。図21(D-4)は、2次元データとして取得されている差分情報である図21(A-4)、(B-4)、(C-4)の差分画像内の各画素位置における差分情報間の差分最大値情報である。これらの差分最大値情報は、各視差画像から不要成分を抽出した結果である。

50

【0104】

ここで、実施例1～4にて説明したように、第1不要成分(第1不要成分を画像化したものが第1不要成分画像)を決定する場合について考える。このとき、前述のように、差分最大値情報として視差画像ごとに不要成分が抽出されているため、一つの手法として各差分最大値情報が各々第1不要成分画像に対応すると考えられる。しかしながら、画像として以降の処理を視差画像枚数分だけ実行する必要がある、処理工程の複雑さを招く。そこで本実施例では、各差分最大値情報を1つに合成することにより、以降の処理を簡略化する。具体的には、図21(D-1)、(D-2)、(D-3)、(D-4)に対して加算平均処理を行い、これらの画像を合成する。図21(F-1)はその合成結果である。

【0105】

また本実施例において、差分画像内の各画素位置における差分情報間の差分最小値情報を抽出してもよい。図21(E-1)は、2次元データとして取得されている差分情報である図21(A-1)、(B-1)、(C-1)の差分画像内の各画素位置における差分情報間の最小値を抽出した情報(差分最小値情報または差分最小値画像)である。図21(E-2)は、2次元データとして取得されている差分情報である図21(A-2)、(B-2)、(C-2)の差分画像内の各画素位置における差分情報間の差分最小値情報である。図21(E-3)は、2次元データとして取得されている差分情報である図21(A-3)、(B-3)、(C-3)の差分画像内の各画素位置における差分情報間の差分最小値情報である。図21(E-4)は、2次元データとして取得されている差分情報である図21(A-4)、(B-4)、(C-4)の差分画像内の各画素位置における差分情報間の差分最小値情報である。図21(G-1)は、以降の処理を簡略化するために、図21(E-1)、(E-2)、(E-3)、(E-4)に対して加算平均処理を行い、各差分最小値情報を1つに合成した結果である。

【0106】

これらの差分最小値情報は、各視差画像から不要成分を抽出した結果である。差分最小値情報に基づいて低減処理を行うと、差分最大値情報を用いる場合と比べて、不要成分の低減量は減少するが、被写体視差成分の影響も少なくなる。このため、実施例1～4の各処理フローを適用することにより、簡単に被写体視差成分を低減することができる。以降の処理フローは、実施例1～4の各フローを適用可能であるため、ここでの説明は省略する。このように、視差数が増えた場合でも、「視差合成画像」および「第1不要成分画像」を算出することができる。以降の処理フローや基本的な取り扱い方は実施例1～4と同様であるため、それらの詳細は省略する。

【0107】

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差分画像から不要光(ゴーストやフレア)により形成された不要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。また本実施例によれば、視差合成画像から不要成分を低減させた不要成分低減画像を得ることができる。なお本実施例では、説明簡略化のため、グレースケール画像の例を示しているが、カラー画像でも同様に適用可能である。この場合、各色チャンネルで独立して前述の処理を行い、最終的に各色を合成して1枚の画像にすればよい。

【実施例6】

【0108】

次に、本発明の実施例6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。

【0109】

図22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。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。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22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。

【0110】

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23および図24に示される撮像系を提案している。

【0111】

図23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24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、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25に示されるように、1つのマイクロレンズML（マイクロレンズアレイ301cとは異なる）と1つの受光部G1とがカラーフィルタ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。

【0112】

図22に示される光学系301を用いると、図26(a)に示されるような画像が得られる。図26(b)は、図26(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23および図24に示される光学系301を用いると、図27に示されるような視差画像が得られる。図26(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27に示すような複数の視差画像が得られる。

【0113】

実施例1～5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1～5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ができる。

【0114】

また、別の例として、図28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1～5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29に示されるように、1つの撮像装置に複数の光学系OS $_j$ ($j = 1, 2, 3, \dots$)を設けることで瞳分割を行うことも可能である。本実施例の撮像装置においても、第1不要成分から被写体視差成分を除去または低減させた第2不要成分を決定することができる。また、視差合成画像から第2不要成分を低減させた不要成分低減画像を得ることができる。

【0115】

10

20

30

40

50

上記各実施例では、画像処理方法を実行する撮像装置について説明したが、各実施例で説明した画像処理方法は、コンピュータ機器（画像処理装置）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行可能である。この場合については、撮像システムとして後述の実施例 7 にて説明する。

【実施例 7】

【0116】

次に、図 30 を参照して、本発明の実施例 7 における撮像システムについて説明する。図 30 は、本実施例における撮像システム 700 の構成図である。図 30 に示されるように、撮像システム 700 は、撮像装置 701、画像処理装置 702、および、表示装置 703 を備えて構成される。

10

【0117】

撮像装置 701 は、前述の各実施例の撮像装置 200 に相当する。画像処理装置 702 は、各実施例の画像処理方法を実行するコンピュータ機器である。画像処理装置 702 は、不図示の通信部を有する。通信部は、撮像装置 701 から撮影画像（視差画像）を受信する。通信部を介した画像処理装置 702 と撮像装置 701 との接続は、有線または無線のいずれの接続方法を用いてもよい。

【0118】

画像処理装置 702 により視差画像に基づいて算出された表示画像、または、視差画像にマスク画像の一部を付加した表示画像は、画像処理装置 702 に設けられた記憶部（不図示）に保存されるか、または、表示装置 703 に表示される。表示装置 703 は、例えば液晶ディスプレイやプロジェクタなどである。ユーザは、表示装置 703 を介して、画像処理途中の画像を確認しながら作業を行うことができる。ユーザは、この作業中に、第 1 不要成分領域や第 2 不要成分領域を指定してもよい。これによりユーザは、撮影画像中に不要成分が含まれるか否かに関する情報を、表示装置 703 を介して確認することができる。

20

【0119】

このように各実施例において、画像処理装置（画像処理部 204）は、第 1 決定手段（不要成分検出部 204a）および第 2 決定手段（抽出処理部 204b）を有する。第 1 決定手段は、複数の視差画像の差分情報（例えば、差分画像または差分合成画像）に基づいて第 1 不要成分を決定する。第 2 決定手段は、第 1 不要成分から視差成分（被写体視差成分）を低減して第 2 不要成分を決定する。

30

【0120】

好ましくは、第 2 決定手段は、第 1 不要成分と、第 1 不要成分に基づいて作成されたマスク（第 1 不要成分領域）とに基づいて、第 2 不要成分を決定する。より好ましくは、第 2 決定手段は、第 1 不要成分の輝度値を変更してマスクを作成し、第 1 不要成分に対してマスクを用いたマスキング処理を行うことにより、第 2 不要成分を決定する。より好ましくは、第 2 決定手段は、第 1 不要成分に対して平滑化処理、コントラスト変更処理（コントラストアップ処理）、および、閾値処理の少なくとも一つを行うことにより、輝度値を変更する（S120、S121、S122）。より好ましくは、第 2 決定手段は、平滑化処理、コントラスト変更処理、および、閾値処理の少なくとも一つを行った後の第 1 不要成分に対して 2 値化処理を行う（S123）。より好ましくは、第 2 決定手段は、2 値化処理後の第 1 不要成分に対して拡大処理を行う（S124）。より好ましくは、第 2 決定手段は、拡大処理後の第 1 不要成分に基づいてマスクを作成する（S125）。

40

【0121】

好ましくは、第 2 決定手段は、視差画像と第 1 不要成分とに基づいて不要成分低減画像（第 1 不要成分低減画像）を生成する（S210）。また第 2 決定手段は、不要成分低減画像にボケを付加したボケ画像と不要成分低減画像との差分に基づいてエッジ成分を決定する（S211、S212）。そして第 2 決定手段は、第 1 不要成分からエッジ成分を低減する（S213）。

【0122】

50

好ましくは、第2決定手段は、第1不要成分に基づいて第1不要成分画像を生成する（S304）。また第2決定手段は、第1不要成分画像にボケを付加したボケ画像と第1不要成分画像との差分に基づいてエッジ成分を決定する（S311、S312）。そして第2決定手段は、第1不要成分からエッジ成分を低減する（S313）。

【0123】

好ましくは、画像処理装置は、複数の視差画像に基づく画像から第2不要成分を低減する低減手段（不要成分低減部204c）を有する。より好ましくは、複数の視差画像に基づく画像は、複数の視差画像を合成した視差合成画像である。

【0124】

好ましくは、撮像装置は、第2不要成分を決定するために第1不要成分に基づいて作成されたマスクに関する情報を表示する表示手段（表示部205、背面ディスプレイ20）を有する。

10

【0125】

（その他の実施例）

本発明は、上述の実施例の1以上の機能を実現するプログラムを、ネットワーク又は記憶媒体を介してシステム又は装置に供給し、そのシステム又は装置のコンピュータにおける1つ以上のプロセッサがプログラムを読み出し実行する処理でも実現可能である。また、1以上の機能を実現する回路（例えば、ASIC）によっても実現可能である。

【0126】

各実施例によれば、複数の撮像を行うことなく撮影画像の第1不要成分を決定し、第1不要成分から被写体視差成分を低減させた第2不要成分を決定可能な画像処理装置、撮像装置、画像処理方法、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。

20

【0127】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されず、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】

【0128】

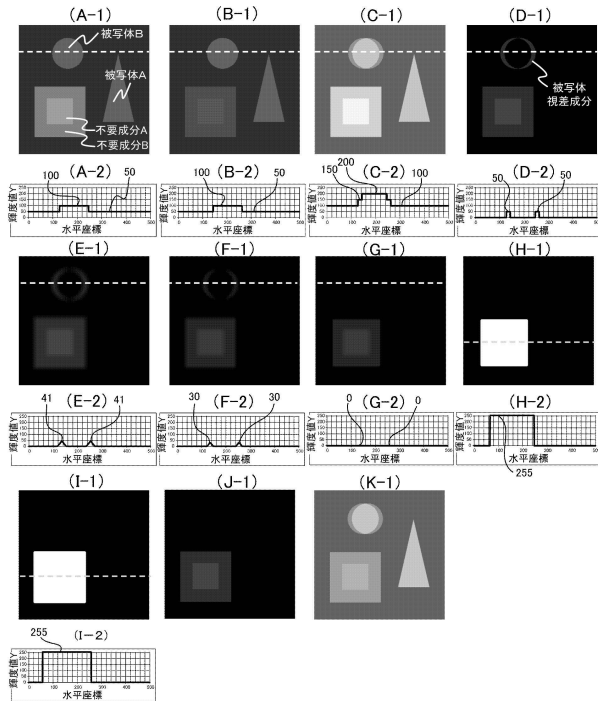
204 画像処理部（画像処理装置）

204a 不要成分検出部（第1決定手段）

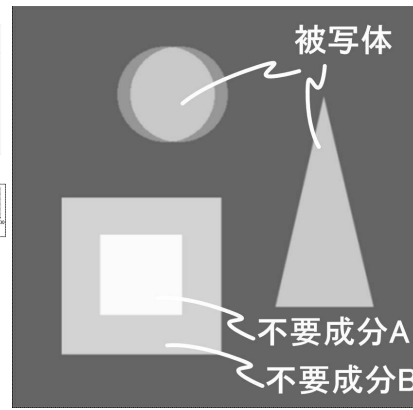
204b 抽出処理部（第2決定手段）

30

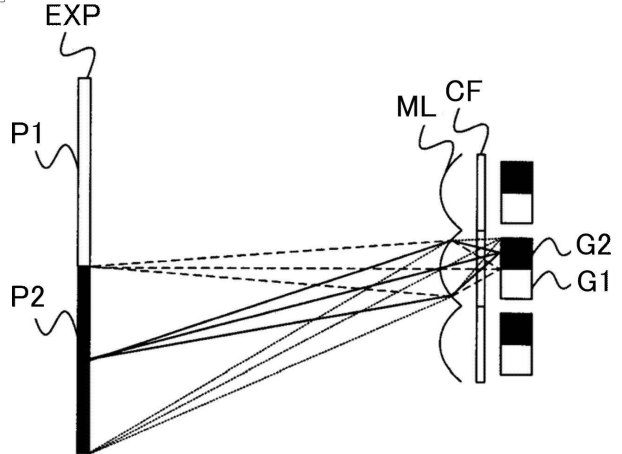
【図 1】



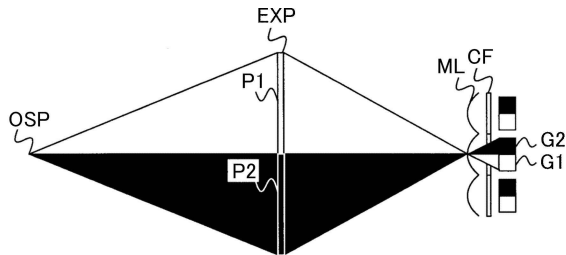
【図 2】



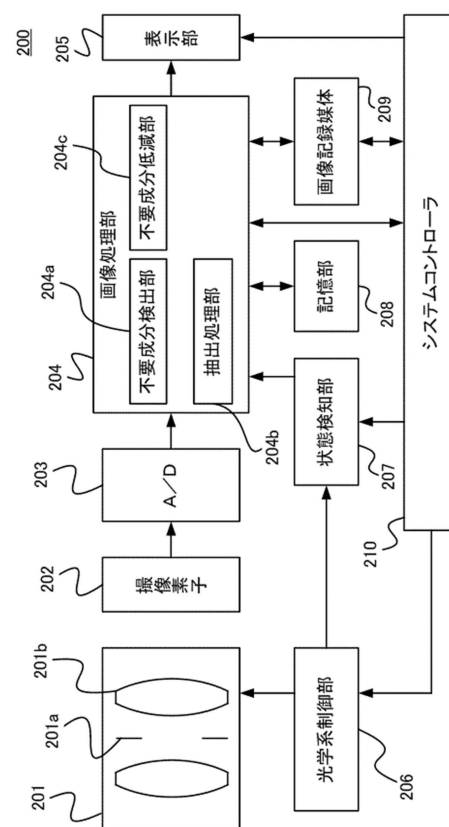
【図 3】



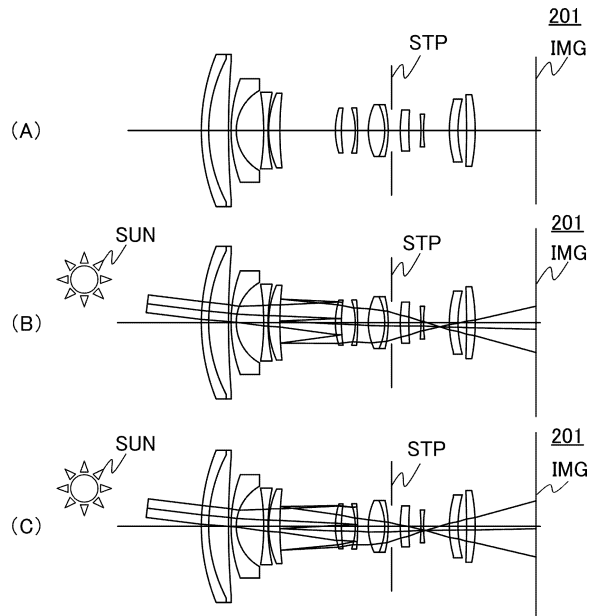
【図 4】



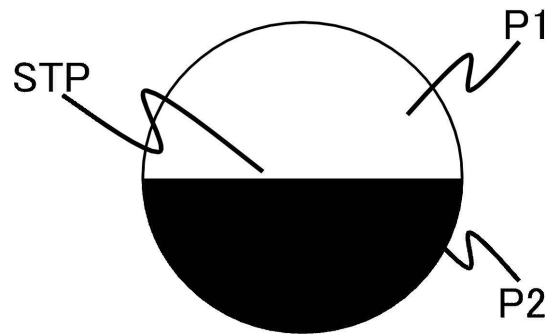
【図 5】



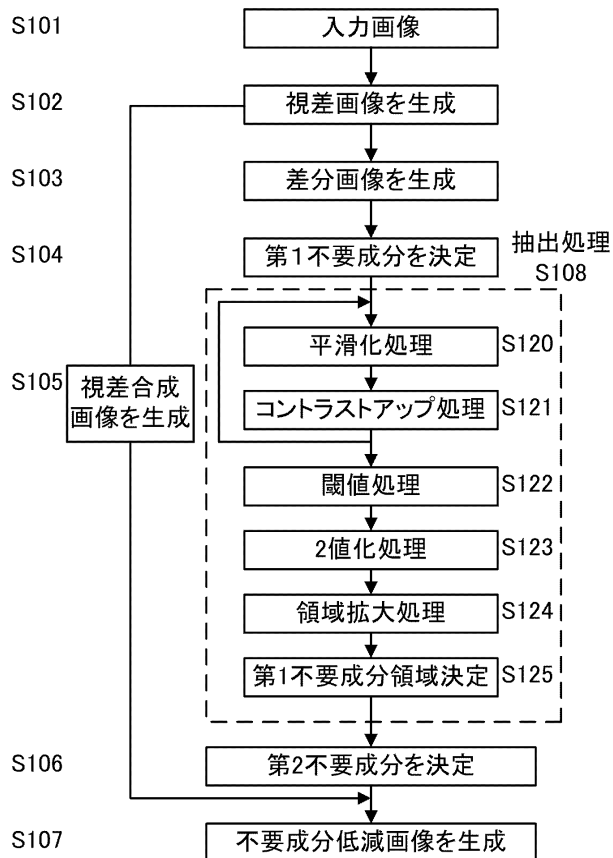
【図 6】



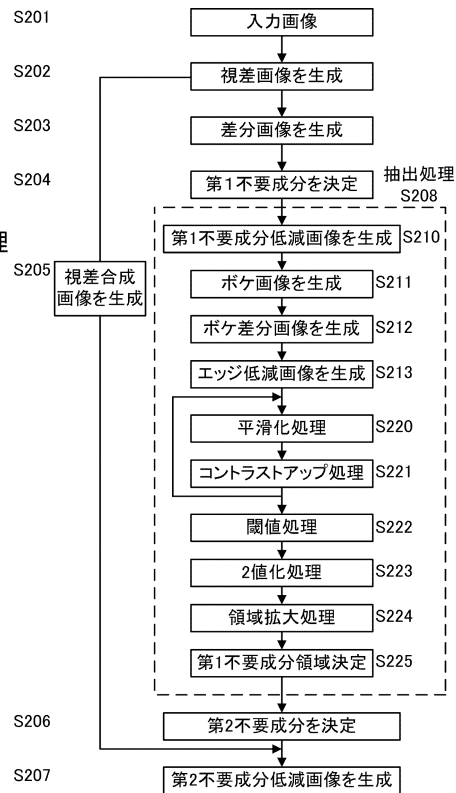
【図 7】



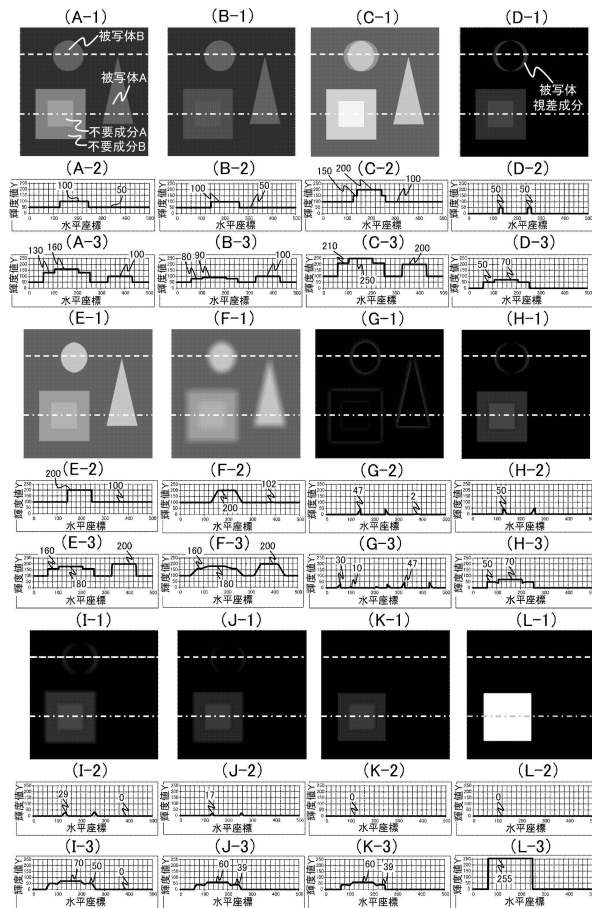
【図 8】



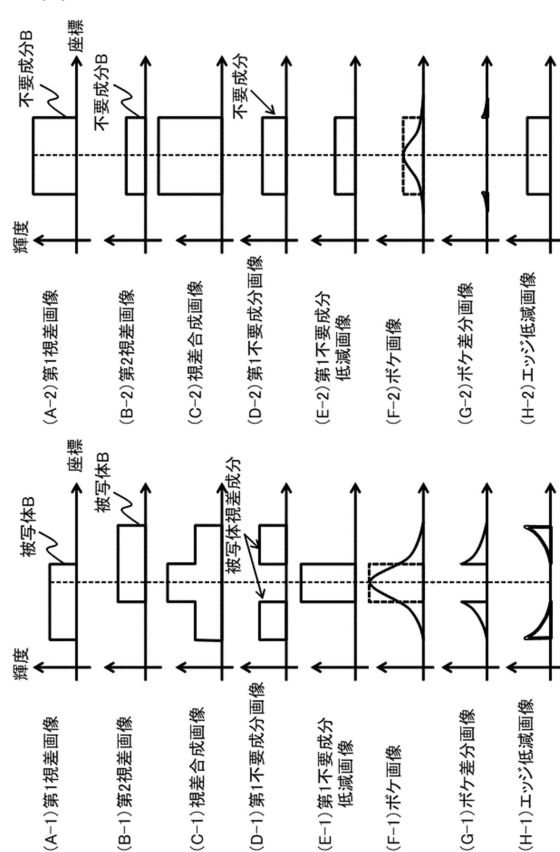
【図 9】



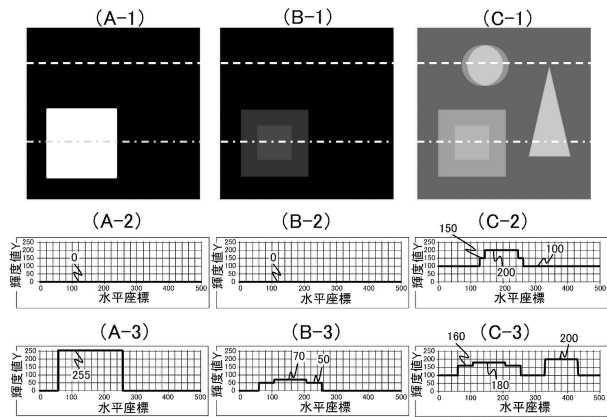
【図 10】



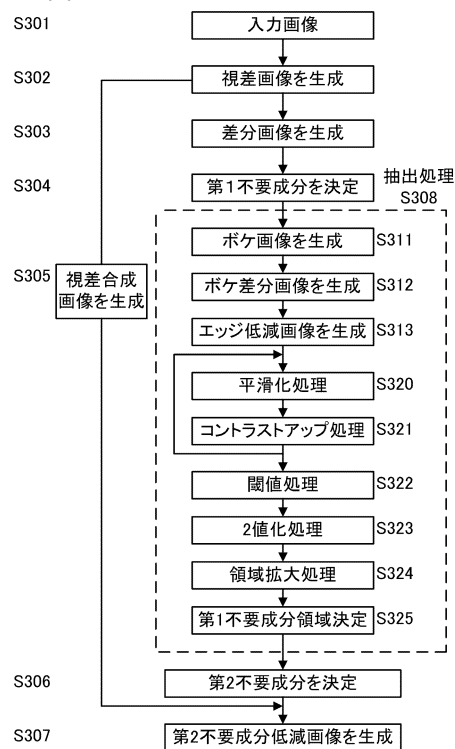
【図 12】



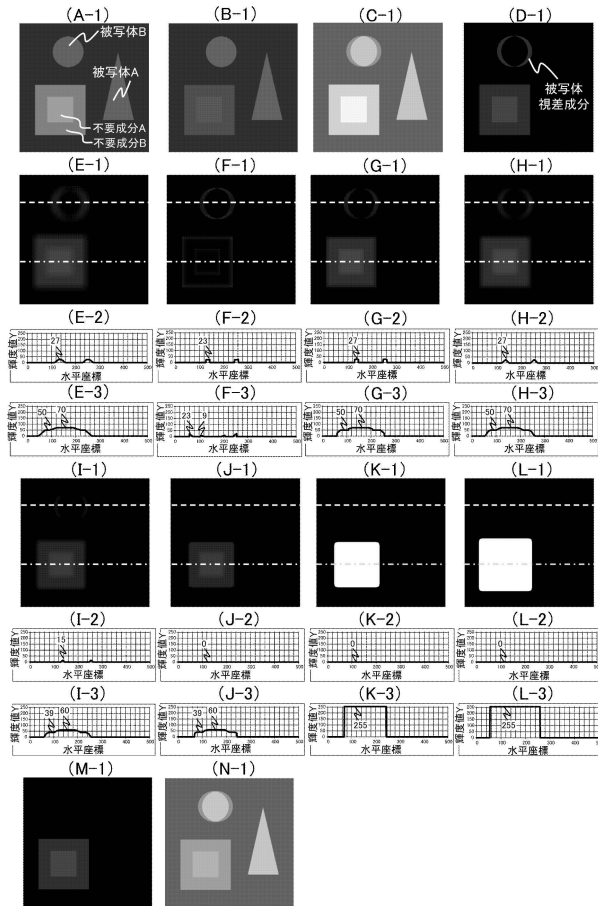
【図 11】



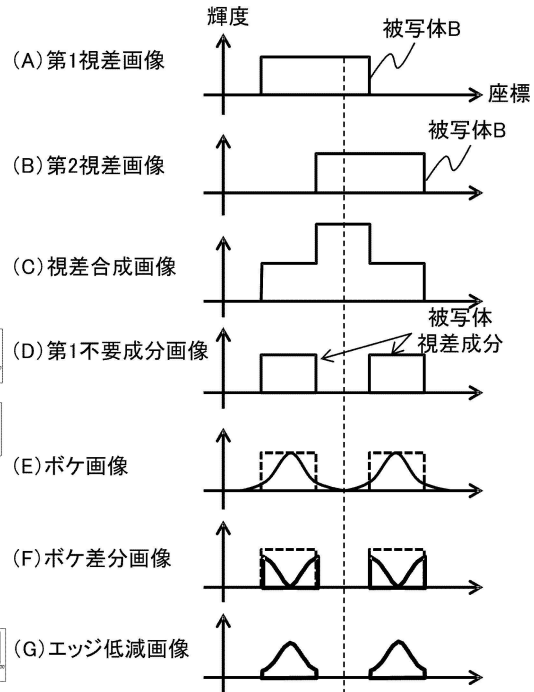
【図 13】



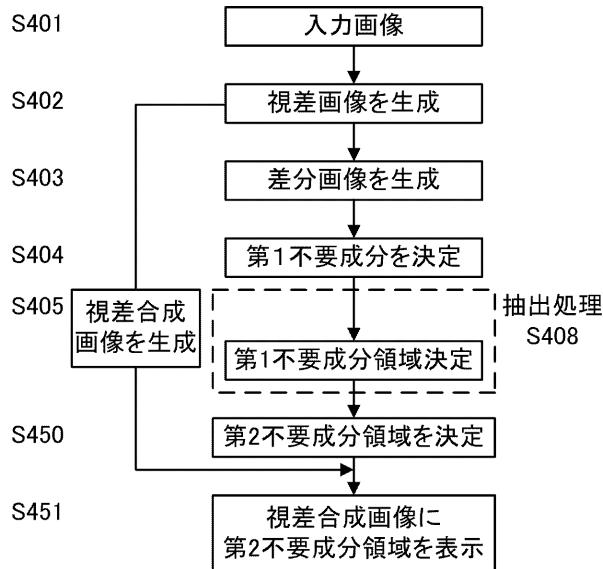
【図 14】



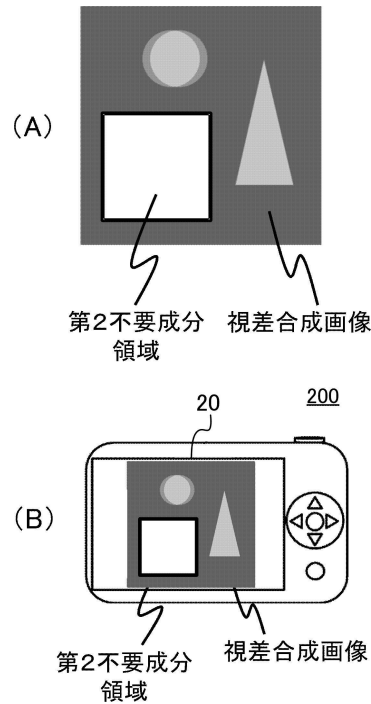
【図 15】



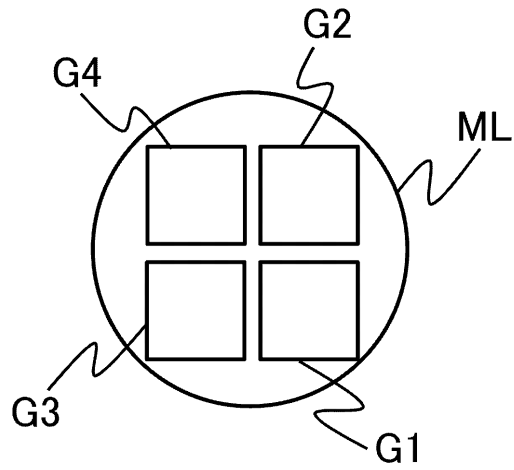
【図 16】



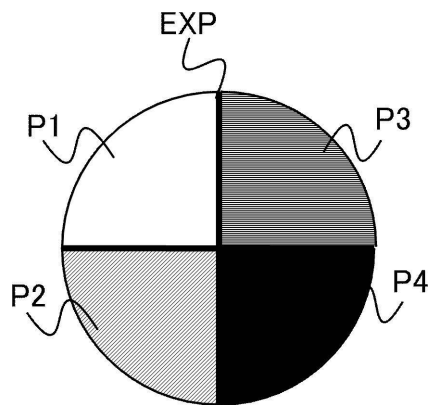
【図 17】



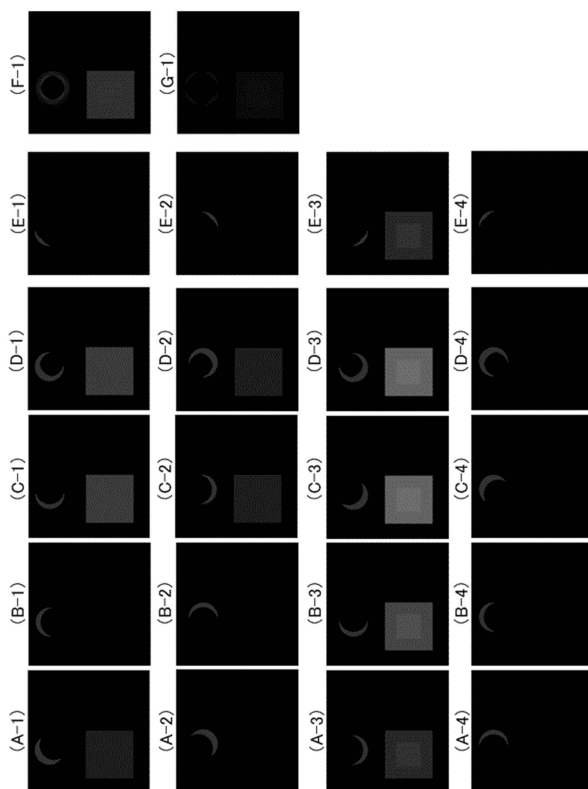
【図 18】



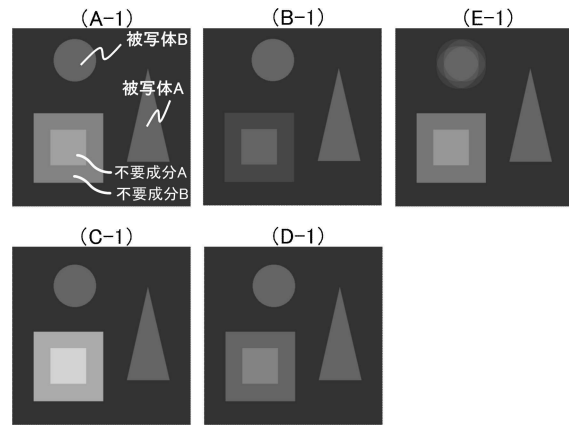
【図 19】



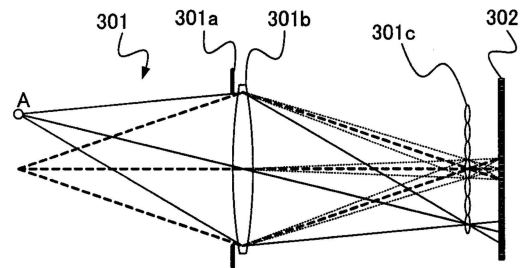
【図 21】



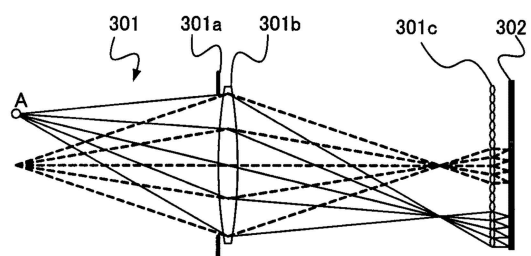
【図 20】



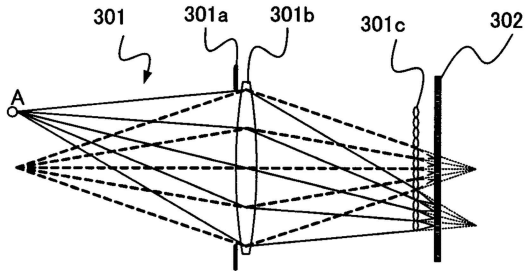
【図 22】



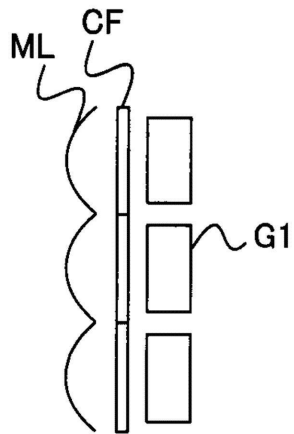
【図 23】



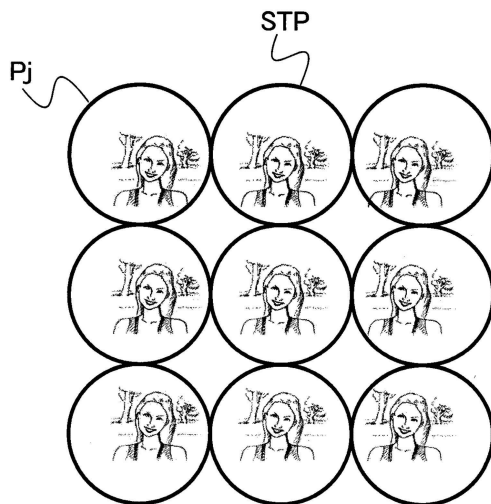
【図 2 4】



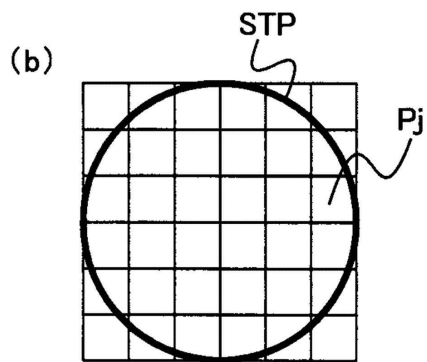
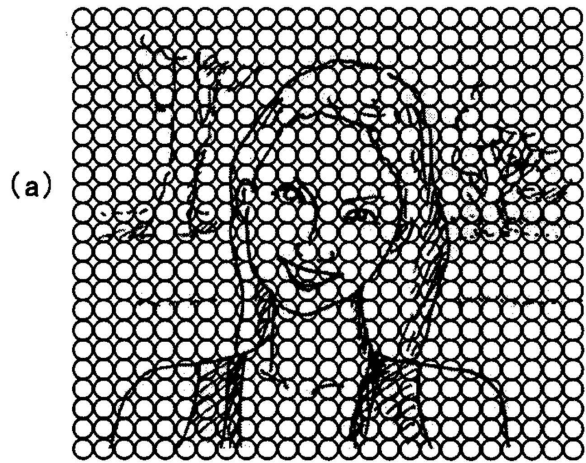
【図 2 5】



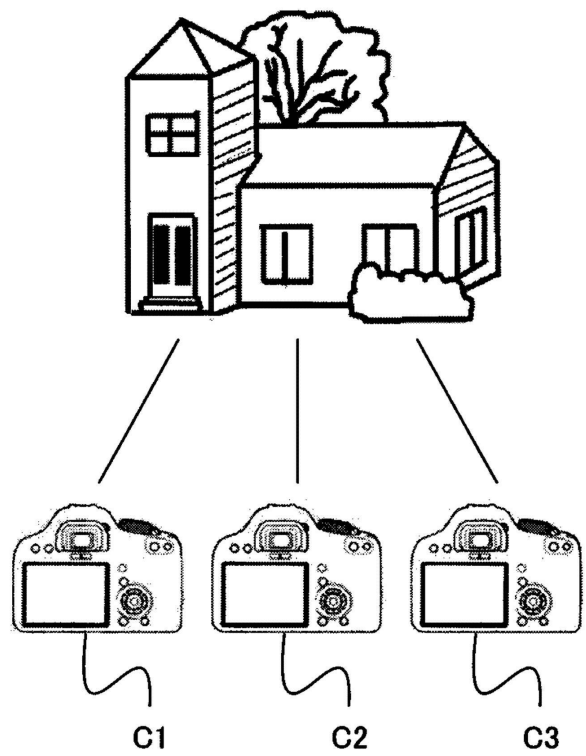
【図 2 7】



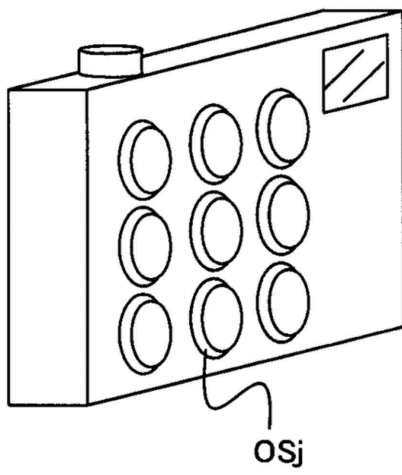
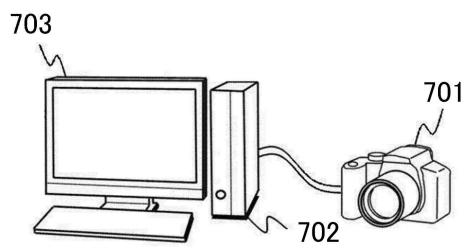
【図 2 6】



【図 2 8】



【図 29】

【図 30】
700

フロントページの続き

審査官 広 島 明芳

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 6 T 1 / 0 0 - 7 / 9 0