

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7458769号
(P7458769)

(45)発行日 令和6年4月1日(2024.4.1)

(24)登録日 令和6年3月22日(2024.3.22)

| | | | | |
|-------------------------|---------------|-------|---|--|
| (51)国際特許分類 | F I | | | |
| H 0 4 N 23/60 (2023.01) | H 0 4 N 23/60 | 5 0 0 | | |
| H 0 4 N 23/67 (2023.01) | H 0 4 N 23/67 | 3 0 0 | | |
| G 0 6 T 5/50 (2006.01) | G 0 6 T 5/50 | | | |
| G 0 3 B 15/00 (2021.01) | G 0 3 B 15/00 | | H | |

請求項の数 12 (全15頁)

| | | | |
|----------|-----------------------------|----------|--------------------|
| (21)出願番号 | 特願2019-228214(P2019-228214) | (73)特許権者 | 000001007 |
| (22)出願日 | 令和1年12月18日(2019.12.18) | | キヤノン株式会社 |
| (65)公開番号 | 特開2021-97351(P2021-97351A) | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (43)公開日 | 令和3年6月24日(2021.6.24) | (74)代理人 | 100126240 |
| 審査請求日 | 令和4年10月25日(2022.10.25) | | 弁理士 阿部 琢磨 |
| | | (74)代理人 | 100223941 |
| | | | 弁理士 高橋 佳子 |
| | | (74)代理人 | 100159695 |
| | | | 弁理士 中辻 七朗 |
| | | (74)代理人 | 100172476 |
| | | | 弁理士 富田 一史 |
| | | (74)代理人 | 100126974 |
| | | | 弁理士 大朋 靖尚 |
| | | (72)発明者 | 塩田 涼 |
| | | | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号キ |
| | | | 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、プログラムおよび記録媒体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

光軸方向で異なるピント位置で撮像した複数の画像から合成マップを作成する合成マップの作成手段と、

前記合成マップに対して補正を行う補正手段と、

前記補正手段が補正した前記合成マップを用いて前記複数の画像に対して合成を行い、合成画像を生成する合成手段と、を有し、

前記合成画像の被写界深度は、前記複数の画像の被写界深度よりも深く、

前記補正手段は、前記合成マップにおける合成比率が、外周と第1の閾値以上に乖離した値に囲まれている第1の領域を検出し、前記第1の領域の外周にある第2の領域から補正值を求め、前記第1の領域を前記補正值で補正することを特徴とする画像処理装置。

【請求項2】

前記作成手段が、前記複数の画像のコントラスト値から前記合成マップを作成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】

前記作成手段が、前記複数の画像の対応する領域のコントラスト値を比較し、前記コントラスト値がより高い前記領域に、より高い前記合成比率を与え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1の領域の面積が第2の閾値より小さい場合、前記補正手段が前記補正を行うこ

とを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 5】

前記第 2 の閾値とは、フォーカスレンズの像面移動量、絞り値、許容錯乱円と、を用いて決定される値である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 の領域の面積は、画像の絞り値、ピント位置、画像の画素数の少なくともいずれかによって決まることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 7】

前記補正値は、前記第 2 の領域の前記合成比率の平均値または中央値であることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

10

【請求項 8】

前記第 1 の閾値とは、フォーカスレンズの像面移動量、絞り値、許容錯乱円と、を用いて決定される値であることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

【請求項 9】

光軸方向で異なるピント位置で複数の画像を撮像する撮像手段と、
前記複数の画像から合成マップを作成する合成マップの作成手段と、
前記合成マップに対して補正を行う補正手段と、
前記補正手段が補正した前記合成マップを用いて前記複数の画像に対して合成を行い、
合成画像を生成する合成手段と、を有し、
前記合成画像の被写界深度は、前記複数の画像の被写界深度よりも深く、
前記補正手段は、前記合成マップにおける合成比率が、外周と第 1 の閾値以上に乖離した値に囲まれている第 1 の領域を検出し、前記第 1 の領域の外周にある第 2 の領域から補正値を求め、前記第 1 の領域を前記補正値で補正することを特徴とする撮像装置。

20

【請求項 10】

光軸方向で異なるピント位置で撮像した複数の画像から合成マップを作成する合成マップの作成ステップと、
前記合成マップに対して補正を行う補正ステップと、
前記補正ステップにおいて補正した前記合成マップを用いて前記複数の画像に対して合成を行い、合成画像を生成する合成ステップと、を有し、
前記合成画像の被写界深度は、前記複数の画像の被写界深度よりも深く、
前記補正ステップにおいては、前記合成マップにおける合成比率が、外周と第 1 の閾値以上に乖離した値に囲まれている第 1 の領域を検出し、前記第 1 の領域の外周にある第 2 の領域から補正値を求め、前記第 1 の領域を前記補正値で補正することを特徴とする画像処理方法。

30

【請求項 11】

画像処理装置のコンピュータに動作させるコンピュータのプログラムであって、
光軸方向で異なるピント位置で撮像した複数の画像から合成マップを作成する合成マップの作成ステップと、
前記合成マップに対して補正を行う補正ステップと、
前記補正ステップにおいて補正した前記合成マップを用いて前記複数の画像に対して合成を行い、合成画像を生成する合成ステップと、を行わせ、
前記合成画像の被写界深度は、前記複数の画像の被写界深度よりも深く、
前記補正ステップにおいては、前記合成マップにおける合成比率が、外周と第 1 の閾値以上に乖離した値に囲まれている第 1 の領域を検出し、前記第 1 の領域の外周にある第 2 の領域から補正値を求め、前記第 1 の領域を前記補正値で補正することを特徴とするプログラム。

40

【請求項 12】

請求項 11 に記載のプログラムを記録したコンピュータが読み出し可能な記録媒体。

50

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ピント位置の異なる複数の画像を合成する画像処理装置に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

デジタルカメラなどからの光軸方向での距離が互いに大きく異なる複数の被写体を撮像する場合や、奥行き方向に長い被写体を撮像する場合に、被写界深度が足りないために被写体の一部にしかピントを合わせられない場合がある。これを解決するため、特許文献1には、ピント位置の異なる複数の画像を撮像し、各画像から合焦領域のみを抽出して1枚の画像に合成し、撮像領域全体に合焦している合成画像を生成する、所謂、深度合成の技術が開示されている。そこで、特許文献1では、それぞれの画像の同じ位置にある領域の中で、コントラスト値の最も高い領域を合焦領域とする。

10

【先行技術文献】**【特許文献】****【0003】**

【文献】特開2015-216532号公報

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

20

特許文献1に記載の深度合成の方法を用いると、光沢や反射のある被写体の深度合成では、光沢や反射光のぼけが合成されてしまう可能性がある。

【0005】

本発明は、上述した課題を鑑みてなされたものであり、ピント位置の異なる複数の画像を用いて合成した画像における光沢や反射光のぼけを低減することができる画像処理装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】**【0006】**

上記課題を解決するため、本願発明は、光軸方向で異なるピント位置で複数の画像から合成マップを作成する合成マップの作成手段と、前記合成マップに対して補正を行う補正手段と、前記補正手段が補正した前記合成マップを用いて前記複数の画像に対して合成を行い、合成画像を生成する合成手段と、を有し、前記合成画像の被写界深度は、前記複数の画像の前記被写界深度よりも深く、前記補正手段は、前記合成マップにおける合成比率が、外周と第1の閾値以上に乖離した値に囲まれている第1の領域を検出し、前記第1の領域の外周にある第2の領域から補正值を求め、前記第1の領域を前記補正值で補正する画像処理装置を特徴とする画像処理装置を提供する。

30

【発明の効果】**【0007】**

本発明の構成によれば、ピント位置の異なる複数の画像を用いて合成した画像における光沢や反射光のぼけを低減することができる。

40

【図面の簡単な説明】**【0008】**

【図1】本発明の実施形態に係るデジタルカメラの構造を示すブロック図である。

【図2】本発明の実施形態における合成画像の生成について説明するためのフローチャートである。

【図3】本発明の実施形態における撮像について説明するためのフローチャートである。

【図4】本発明の実施形態における位置合わせについて説明するためのフローチャートである。

【図5】本発明の実施形態における画像の合成について説明するためのフローチャートである。

50

【図 6】本発明の実施形態における合成マップの補正について説明するためのフローチャートである。

【図 7】深度合成のための撮像を行う一例を説明するための図である。

【図 8】本発明の実施形態における合成マップの補正を説明するための図である。

【図 9】本発明の実施形態における補正後の合成マップによる合成結果を説明するための図である。

【図 10】本発明の実施形態におけるピント位置と被写界深度との関係を説明するための図である。

【図 11】本発明の実施形態における第 1 の閾値と第 2 の閾値との定め方を説明するためのグラフである。

10

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下では、添付の図面を参照しながら、本発明の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0010】

図 1 は本実施形態に係る画像処理装置としてのデジタルカメラの構造を示すブロック図の一例である。デジタルカメラ 100 は、静止画を撮像することができ、かつ、合焦位置の情報を記録し、コントラスト値の算出および画像の合成が可能なものである。さらに、デジタルカメラ 100 は、撮像して保存した画像、または、外部から入力した画像に対して、拡大処理または縮小処理を行うことができる。

20

【0011】

制御部 101 は、例えば CPU や MPU などのシグナルプロセッサであり、予め後述する ROM 105 に内蔵されたプログラムを読み出しながら、デジタルカメラ 100 の各部分を制御する。たとえば、後述するように、制御部 101 が、後述する撮像部 104 に対して撮像の開始と終了について指令を出す。または、後述する画像処理部 107 に対して、ROM 105 に内蔵されたプログラムに基づいて、画像処理の指令を出す。ユーザによる指令は、後述する操作部 110 によってデジタルカメラ 100 に入力され、制御部 101 を通して、デジタルカメラ 100 の各部分に達する。

【0012】

駆動部 102 は、モーターなどによって構成され、制御部 101 の指令の下で、後述する光学系 103 を機械的に動作させる。たとえば、制御部 101 の指令に基づいて、駆動部 102 が光学系 103 に含まれるフォーカスレンズの位置を移動させ、光学系 103 の焦点距離を調整する。

30

【0013】

光学系 103 は、ズームレンズ、フォーカスレンズ、および絞りなどにより構成される。絞りは、透過する光量を調整する機構である。レンズの位置を変えることによって、合焦位置を変えることができる。

【0014】

撮像部 104 は、光電変換素子であり、入射された光信号を電気信号に変換する光電変換を行うものである。たとえば、撮像部 104 に、CCD センサや CMOS センサなどを適用することができる。撮像部 104 は、動画撮像モードを設け、時間的に連続する複数の画像を動画の各々のフレームとして、撮像することができる。

40

【0015】

ROM 105 は、記録媒体としての読み出し専用の不揮発性メモリであり、デジタルカメラ 100 が備える各ブロックの動作プログラムに加え、各ブロックの動作に必要なパラメータ等を記憶している。RAM 106 は、書き換え可能な揮発性メモリであり、デジタルカメラ 100 が備える各ブロックの動作において出力されたデータの一時的な記憶領域として用いられる。

【0016】

画像処理部 107 は、撮像部 104 から出力された画像、あるいは後述する内蔵メモリ

50

１０９に記録されている画像信号のデータに対して、ホワイトバランス調整、色補間、フィルタリングなど、様々な画像処理を行う。また、撮像部１０４が撮像した画像信号のデータに対して、ＪＰＥＧなどの規格で、圧縮処理を行う。

【００１７】

画像処理部１０７は、特定の処理を行う回路を集めた集積回路（ＡＳＩＣ）で構成される。あるいは、制御部１０１がＲＯＭ１０５から読み出したプログラムに従って処理することで、制御部１０１が画像処理部１０７の機能の一部または全部を兼用するようにしてもよい。制御部１０１が画像処理部１０７の全ての機能を兼用する場合には、画像処理部１０７をハードウェアとして有する必要はなくなる。

【００１８】

表示部１０８は、ＲＡＭ１０６に一時保存されている画像、または、後述する内蔵メモリ１０９に保存されている画像、あるいは、デジタルカメラ１００の設定画面などを表示するための液晶ディスプレイや有機ＥＬディスプレイなどである。

【００１９】

内蔵メモリ１０９は、撮像部１０４が撮像した画像や画像処理部１０７の処理を得た画像、および、画像撮像時の合焦位置の情報などを記録する場所である。内蔵メモリの代わりに、メモリカードなどを用いてもよい。

【００２０】

操作部１１０は、たとえば、デジタルカメラ１００につけるボタンやスイッチ、キー、モードダイヤルなど、あるいは、表示部１０８に兼用されるタッチパネルなどである。ユーザによる指令は、操作部１１０を経由して、制御部１０１に達する。

【００２１】

図２は、本実施形態における合成画像の生成について説明するためのフローチャートである。ステップＳ２０１では、撮像部１０４は、ピント位置の異なる複数の画像を撮像する。ステップＳ２０２では、制御部１０１は、ステップＳ２０１で撮像部１０４が撮像した複数の画像に対して位置合わせを行う。ステップＳ２０３で、画像処理部１０７は、位置合わせを行った後の画像に対して合成を行い、被写界深度のより深い合成画像を作成する。以下では、それぞれのステップについて詳細に説明する。

【００２２】

図３は、本実施形態におけるステップＳ２０１での撮像について説明するためのフローチャートである。

【００２３】

ステップＳ３０１で、制御部１０１は、ピント位置の設定を行う。たとえば、ユーザは表示部１０８が兼用するタッチパネルを通して合焦位置を指定し、指定された合焦位置に相当するピント位置の光軸方向の前後に等間隔に複数のピント位置を指定する。同時に、制御部１０１は、設定したピント位置において、距離順に撮像順番を決める。

【００２４】

ステップＳ３０２で、撮像部１０４は、ステップＳ３０１で設定したピント位置のうち、未撮像のものの中で、撮像順番が最も先のピント位置において撮像する。

【００２５】

ステップＳ３０３で、制御部１０１は、ステップＳ３０１で設定したすべてのピント位置において撮像を行ったかどうかについて判断する。すべてのピント位置に撮像した場合は、このフローチャートでの処理を終了し、まだ撮像していないピント位置があれば、ステップＳ３０２に戻る。

【００２６】

また、撮像部１０４を複数有する多眼カメラの場合、ステップＳ３０１で設定された複数のピント位置で同時に撮像してもよい。

【００２７】

図４は、本実施形態におけるステップＳ２０２での位置合わせについて説明するためのフローチャートである。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 8 】

ステップ S 4 0 1 では、制御部 1 0 1 は、ステップ S 2 0 1 で撮像部 1 0 4 が撮像した画像のうちから、位置合わせの基準画像を取得する。位置合わせの基準画像は、たとえば、撮像順番が最も早いものとする。あるいは、ピント位置を変えながら撮像することで、わずかながら撮像された画像間で画角が変化するため、撮像した画像の中で画角が最も狭いものにしてもよい。

【 0 0 2 9 】

ステップ S 4 0 2 では、制御部 1 0 1 は、位置合わせの処理の対象画像を取得する。対象画像は、ステップ S 4 0 1 で取得した基準画像以外の画像で、位置合わせの処理が済んでいないものとする。制御部 1 0 1 は、撮像順番が最も早いものを基準画像とするならば、撮像した順番で順次に対象画像を取得すればよい。

10

【 0 0 3 0 】

ステップ S 4 0 3 では、制御部 1 0 1 は、基準画像と対象画像との位置のずれ量を算出する。算出方法の一例は、以下に述べる。まず、制御部 1 0 1 は、基準画像に、複数のブロックを設定する。制御部 1 0 1 は、各々のブロックのサイズが同じになるように設定することが好ましい。次に、制御部 1 0 1 は、対象画像の、基準画像のそれぞれのブロックと同じ位置に、基準画像のブロックよりも広い範囲を、探索範囲を設定する。最後に、制御部 1 0 1 は、対象画像のそれぞれの探索範囲に、基準画像のブロックとの輝度の差分絶対値和 (Sum of Absolute Difference、以下、SADをいう) が最小となる対応点を算出する。制御部 1 0 1 は、基準画像のブロックの中心と前述した対応点から、ステップ S 4 0 3 でいう位置のずれをベクトルとして算出する。制御部 1 0 1 は、前述する対応点の算出において、SADのほかに、差分二乗和 (Sum of Squared Difference、以下SSDをいう) や正規化相互相関 (Normalized Cross Correlation、以下NCCをいう) などを用いてもよい。

20

【 0 0 3 1 】

ステップ S 4 0 4 で、制御部 1 0 1 で、基準画像と対象画像との位置のずれ量から変換係数を算出する。制御部 1 0 1 は、変換係数として、例えば射影変換係数を用いる。ただし、変換係数として射影変換係数だけに限定するわけではなく、アフィン変換係数や水平垂直シフトのみの簡略化した変換係数を用いてもよい。

30

【 0 0 3 2 】

ステップ S 4 0 5 で、画像処理部 1 0 7 は、ステップ S 4 0 4 で算出した変換係数を用いて対象画像に対して変換を行う。

【 0 0 3 3 】

たとえば、制御部 1 0 1 は、(式 1) に示した式を用いて変形を行うことができる。

【 0 0 3 4 】

【 数 1 】

$$I' = \begin{pmatrix} x' \\ y' \\ 1 \end{pmatrix} = AI = \begin{pmatrix} a & b & c \\ d & e & f \\ g & h & i \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \cdots \text{(式 1)}$$

40

【 0 0 3 5 】

式 (1) では、(x'、y') は変形を行った後の座標を示し、(x、y) は変形を行う前の座標を示す。行列 A はステップ S 4 0 4 で制御部 1 0 1 が算出した変形係数を示す。

【 0 0 3 6 】

ステップ S 4 0 6 で、制御部 1 0 1 は、基準画像以外のすべての画像に対して位置合わせ

50

せを行ったかどうかについて判断する。基準画像以外のすべての画像に対して位置合わせを行った場合は、このフローチャートでの処理を終了し、まだ処理していない画像があれば、ステップ S 4 0 2 に戻る。

【 0 0 3 7 】

また、上述した多眼カメラで撮影された複数の画像を位置合わせする場合、光学系 1 0 3 の位置の違いにより生まれる視差量をステップ S 4 0 3 でずれ量算出で求める事が出来るため、同様の処理で位置合わせを行うことが出来る。

【 0 0 3 8 】

図 5 は、本実施形態におけるステップ S 2 0 3 での画像の合成について説明するためのフローチャートである。

【 0 0 3 9 】

ステップ 5 0 1 で、画像処理部 1 0 7 は、位置合わせを行った後のそれぞれの画像（基準画像を含む）に対してコントラスト値を算出する。コントラスト値の算出方法の一例としては、たとえば、まず、画像処理部 1 0 7 は、それぞれの画素の色信号 S r、S g、S b から、下記の式（ 2 ）を用いて輝度 Y を算出する。

$$Y = 0.299 S r + 0.587 S g + 0.114 S b \cdots \text{式 (2)}$$

【 0 0 4 0 】

次に、 3×3 の画素の輝度 Y の行列 L に、下記の（式 3 ）ないし（式 5 ）に示したように、ソーベルフィルタを用いてコントラスト値 I を算出する。

【 0 0 4 1 】

【数 2 】

$$I_h = \begin{pmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot L \cdots \text{(式 3)}$$

【 0 0 4 2 】

【数 3 】

$$I_v = \begin{pmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix} \cdot L \cdots \text{(式 4)}$$

【 0 0 4 3 】

【数 4 】

$$I = \sqrt{I_h^2 + I_v^2} \cdots \text{(式 5)}$$

【 0 0 4 4 】

また、上述のコントラスト値の計算方法は一例にすぎず、たとえば、使用するフィルタ

10

20

30

40

50

をラプラシアンフィルタ等のエッジ検出フィルタや所定の帯域を通過するバンドパスフィルタを用いることも可能である。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 5 0 2 で、画像処理部 1 0 7 は合成マップを生成する。合成マップの生成方法としては、画像処理部 1 0 7 は、それぞれの画像の同じ位置にある画素のコントラスト値を比較し、コントラスト値の大きさに応じた合成比率を算出する。具体的に、同じ位置にある画像のうち、コントラスト値の最も大きい画素に対して 1 0 0 % の合成比率を与え、同じ位置にある他の画素に対して 0 % の合成比率を与える。つまり、次の (式 6) が成り立つ。

【 0 0 4 6 】

【 数 5 】

$$A_m(x,y) = \max_{k=1} C_k(x,y) \cdot \dots \cdot \text{(式 6)}$$

【 0 0 4 7 】

(式 6) では、 $C_m(x,y)$ はステップ S 5 0 1 で算出したコントラスト値を表し、 $A_m(x,y)$ は合成マップの比率を表す。なお、 m はピント位置の異なる複数画像のうち m 番目の画像、 x は画像の水平座標、 y は垂直座標を示している。

【 0 0 4 8 】

ただし、ステップ S 5 0 2 では、境界部が不自然にならないように合成比率を適宜調整する必要がある。その結果、1 枚の画像における合成マップの合成比率は、0 % と 1 0 0 % との二値化のものでなく、連続的に変化するものになる。

【 0 0 4 9 】

ステップ S 5 0 3 では、画像処理部 1 0 7 は、ステップ S 5 0 2 で算出した合成マップを補正する。具体的な方法は後述する。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 5 0 4 では、画像処理部 1 0 7 は、ステップ S 5 0 3 で補正した合成マップに従い、合成画像を生成する。

【 0 0 5 1 】

以下では、ステップ S 5 0 3 における、光沢や反射光のぼけの広がりが合成されることを防ぐための合成マップ補正について図 6 と図 7 と図 8 とを用いて詳細に説明する。

【 0 0 5 2 】

図 6 は、本実施形態におけるステップ S 5 0 3 の合成マップの補正 (合成比率補正) について説明するためのフローチャートである。

【 0 0 5 3 】

図 7 は、本実施形態における深度合成のための撮像を行う一例を説明するための図である。以下では、まず、図 7 を用いて光源からの光を反射するシーンを説明する。図 7 (a) は撮像するための環境を示したシーンである。図 7 (a) では、デジタルカメラ 7 0 1 と光源 7 0 2 とを示し、被写体 7 0 3 により光が反射されることを示している。深度合成のための撮像を行う場合、デジタルカメラ 7 0 1 が最至近側から無限遠側までの間で、複数のピント位置で撮像を行う。ピント位置 7 0 4 で撮像した画像が 7 1 0 であり、領域 7 1 1 が光源 7 0 2 からの反射光にあたる領域である。ピント位置 7 0 4 に合焦させて撮像する場合では、光源 7 0 2 から被写体 7 0 3 で反射しデジタルカメラ 7 0 1 に入射する反射光が、最も散乱しなく、図 7 (b) に示したように、反射光にあたる領域が撮像画像においては最もぼけない。ピント位置 7 0 5 は、ピント位置 7 0 4 よりも手前のピント位置である。ピント位置 7 0 4 に合焦した場合、領域 7 1 1 はぼけずに撮像することができる。一方、ピント位置 7 0 5 に合焦させて撮像した画像が図 7 (c) に示され、領域 7 2 1

10

20

30

40

50

が光源 7 0 2 からの反射光にあたる領域であり、領域 7 2 1 は領域 7 1 1 と比べてぼけて広がっている。

【 0 0 5 4 】

図 7 (b) と図 7 (c) とに示した 2 枚の画像を従来の深度合成の方法で合成すると、図 7 (d) に示した画像が得られる。領域 7 2 1 が図 7 (b) での同じ位置の領域よりもコントラスト値が高いため、図 7 (d) に示した合成画像では、領域 7 2 1 に相当する領域 7 3 2 が存在する。ステップ S 5 0 3 での合成マップの補正を経て、領域 7 3 2 での過度のボケが消去される。図 9 は、本実施形態における補正後の合成結果を説明するための図である。ステップ S 5 0 3 での合成マップの補正をすれば、画像 9 0 0 のような合成画像が得られる。

10

【 0 0 5 5 】

次に、図 6 に示したフローチャートのフローについて説明する。

【 0 0 5 6 】

ステップ S 6 0 1 では、画像処理部 1 0 7 が、ステップ S 5 0 2 で生成した合成マップの中で、合成マップの示す値が外周と第 1 の閾値以上乖離した値に囲まれている閉領域を検出する。図 8 は、本実施形態におけるステップ S 5 0 3 の合成マップ補正（合成比率補正）について説明するための図である。図 8 (a) は図 7 (b) および図 7 (c) に示した 2 枚の画像を合成する場合の合成マップである。たとえば、領域 8 0 1 で示す領域は図 7 (b) の画像を 1 0 0 % 合成する領域であり、領域 8 0 2 と領域 8 0 3 は図 7 (c) の画像を 1 0 0 % 合成する領域であり、領域 8 0 4 は図 7 (b) および図 7 (c) に示した 2 枚の画像を混ぜて合成する領域である。領域 8 0 2 は領域 7 2 1 の領域に対応する。前述第 1 の閾値を 1 0 0 % とすると、図 8 に示した合成マップ 8 0 0 の中で外周と 1 0 0 % 以上乖離した値に囲まれている閉領域を検出すると領域 8 0 2 にあたり、領域 8 0 2 の近傍部分について図 8 (b) の画像 8 1 0 で抜粋している。なお、ステップ S 6 0 1 における閉領域の検出方法について、誤検出および検出漏れを避けるため、たとえば閉領域の大きさ、すなわち面積が第 2 の閾値を下回っている場合にのみ後述の補正を行ってもよい。

20

【 0 0 5 7 】

上述した第 1 の閾値および第 2 の閾値の決定方法について、図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は、本実施形態におけるピント位置と被写界深度との関係を説明するための図である。被写界深度 1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3 は、それぞれピント位置 1 0 0 4、1 0 0 5、1 0 0 6 で撮像したときの被写界深度を示している。ピント位置 1 0 0 4 とピント位置 1 0 0 5 とで撮像した画像を比較すると、被写界深度が重なる領域が多いためぼけの広がり方が似ているとわかる。一方で、ピント位置 1 0 0 4 とピント位置 1 0 0 6 とで撮像した画像を比較すると、被写界深度が重なる領域が狭いためぼけの広がり方が大きく異なるとわかる。すなわち、光沢や反射光のある被写体においては、被写界深度の差が大きくなるほど光のぼけの広がり方が顕著になるため、合成マップにおける閉領域は大きくなるという特徴が推測できる。また、被写界深度の差が大きくなるほど、コントラスト値の差が大きくなるため、閉領域内外の合成比率の差は顕著になるといえる。

30

【 0 0 5 8 】

上記の特徴を利用し、前述の第 1 の閾値および第 2 の閾値を定める。図 1 1 は本実施形態における第 1 の閾値と第 2 の閾値との定め方を説明するためのグラフである。図 1 1 (a) のグラフ 1 1 0 0 は第 1 の閾値の決定方法を示し、図 1 1 (b) のグラフ 1 1 1 0 は第 2 の閾値の決定方法を示す。図 1 1 のグラフの横軸の F は絞り値を示し、は許容錯乱円を示す。グラフ 1 1 0 0 では、フォーカスレンズの像面移動量を絞り値と許容錯乱円で割った値に対して、第 1 の閾値を比例させている。図 1 1 (a) に示した例では、フォーカスレンズの像面移動量を絞り値と許容錯乱円で割った値の最小値が 1、最大値が 4 とすると、第 1 の閾値すなわち合成比率の差による閉領域検出の判断の閾値を最小値 2 0 %、最大値 1 0 0 % として線形に比例させている。たとえば、フォーカスレンズの像面移動量を絞り値と許容錯乱円で割った値が 1 のケースにおいては、被写界深度の重なる範囲が大きいため、閉領域内外の合成比率の差が小さくなるので、第 1 の閾値を 2 0 % まで落とす

40

50

ことで検出可能としている。逆に、フォーカスレンズの像面移動量を絞り値と許容錯乱円で割った値が4のケースにおいては、被写界深度の重なる領域が小さいため、閉領域内外の合成比率の差が大きくなるので、第1の閾値を100%にしても閉領域を検出可能となる。

【0059】

図11(b)に示したグラフ1110でもグラフ1100と同様に、フォーカスレンズの像面移動量を絞り値と許容錯乱円で割った値に対して、第2の閾値を比例させている。図11(b)に示した例では、フォーカスレンズの像面移動量を絞り値と許容錯乱円で割った値の最小値が1、最大値が4とすると、第2の閾値すなわち面積による閉領域検出の判断の閾値を最小値50ピクセル、最大値100ピクセルとして線形に比例させている。たとえば、フォーカスレンズの像面移動量を絞り値と許容錯乱円で割った値が1のケースにおいては、被写界深度の重なる範囲が大きいため、閉領域となる領域の面積は小さく、第2の閾値を小さく設定しても検出精度はよい。逆に、フォーカスレンズの像面移動量を絞り値と許容錯乱円で割った値が4のケースにおいては、被写界深度の重なる領域が小さいため、閉領域となる領域の面積は大きく、第2の閾値を大きく設定することで閉領域を検出可能となる。

【0060】

上記のような決定方法を用いることで、閉領域の誤検出および検出漏れを減らすことができる。閾値のグラフの決定に際し、許容錯乱円は固定値を用いてもよいし、画素ピッチに依存した値を用いてもよい。また、図11に示したグラフは線形に比例した例を示したが、非線形なグラフないし実験結果から求めたグラフでも可能である。

【0061】

ステップS602では、S601で検出した閉領域の境界よりも外側の値から、合成マップ補正值を求める。図8(c)では、合成マップ820は画像810において閉領域812の境界よりも外側の領域822の様子を示している。たとえば、領域822の合成比率を平均し合成マップ補正值とする場合、領域822の合成比率はすべて0%であるため、合成マップ補正值は0%と求められる。なお、合成比率の算出方法は平均値に限るものではなく、たとえば中央値や近似値を用いてもよい。領域822の面積は、画像の絞り値、ピント位置、画像の画素数の少なくともいずれかにより決めてよい。

【0062】

ステップS603では、画像処理部107が、ステップS602で求めた合成マップ補正值で、ステップS601で検出した閉領域を補正する。図8(d)の合成マップ830は、S602で求めた合成マップ補正值0%で領域823を補正した結果を示す。なお、撮像時に深度マップを取得することができていれば、誤補正を避けるため、深度マップにおける閉領域と閉領域の境界よりも外側の領域の差分が予め定められた第3の閾値以下の場合にのみ補正を行ってもよい。

【0063】

以上でステップS503の合成マップの補正処理を終了する。

【0064】

ステップS504で、ステップS503で補正した合成マップを基に、位置合わせされた後の撮像したピント位置の異なる画像を合成した合成画像の画素 (x, y) を生成する。ピント位置の異なる画像の画素を $I_m(x, y)$ とすると、補正した合成マップを用いて以下の(式8)で画像が生成される。ただし、(式8)では、 $A'_k(x, y)$ は、補正後の合成マップの合成比率を表す。

【0065】

【数6】

$$O(x, y) = \sum_{k=1}^M A'_k(x, y) \times I_k(x, y) \quad \cdots \quad (式8)$$

【0066】

以上で、ステップ S 2 0 3 の画像合成処理を終了する。

【 0 0 6 7 】

図 9 では、本実施形態の画像合成処理を実施することで得られる合成結果を示している。画像 9 0 0 は補正後の合成マップによって合成した結果を示しており、ピント位置 7 0 4 で合焦した光源 7 0 2 からの反射光にあたる領域 7 1 1 が合成結果の反射光 9 0 2 に表れている。

【 0 0 6 8 】

第 1 の実施形態によれば、算出した合成マップを補正し、補正された合成マップに従い合成を行うことで、光沢や反射のぼけを低減した合成画像を生成することが出来る。

【 0 0 6 9 】

(その他の実施形態)

以上の実施形態は、デジタルカメラでの実施をもとに説明したが、デジタルカメラに限定するものではない。たとえば、撮像素子が内蔵した携帯機器などで実施してもよく、画像を撮像することができるネットワークカメラなどでもよい。

【 0 0 7 0 】

なお、本発明は、上述の実施形態の 1 つ以上の機能を実現するプログラムを、ネットワークまたは記憶媒体を介してシステムまたは装置に供給し、そのシステムまた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作動させ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、A S I C) によっても実現可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

- 1 0 0 デジタルカメラ
- 1 0 1 制御部
- 1 0 2 駆動部
- 1 0 3 光学系
- 1 0 4 撮像部
- 1 0 5 R O M
- 1 0 6 R A M
- 1 0 7 画像処理部
- 1 0 8 表示部
- 1 0 9 内蔵メモリ
- 1 1 0 操作部

10

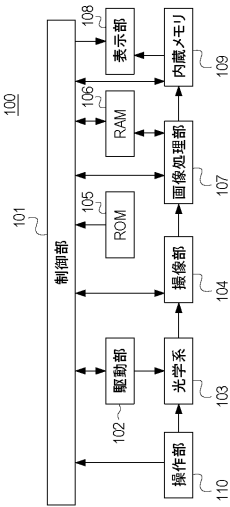
20

30

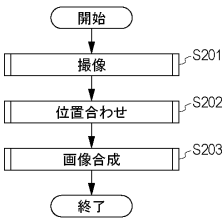
40

50

【図面】
【図 1】



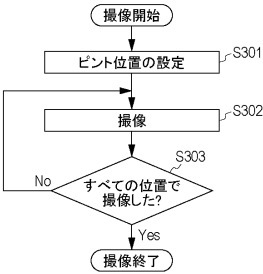
【図 2】



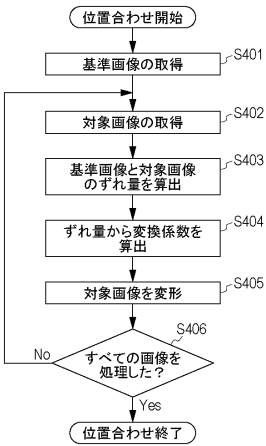
10

20

【図 3】



【図 4】

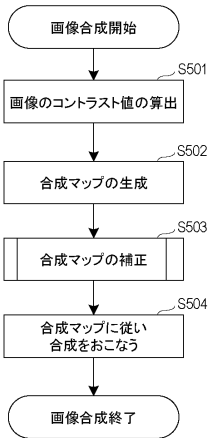


30

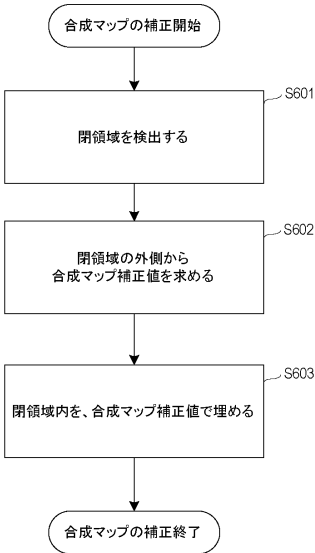
40

50

【 図 5 】



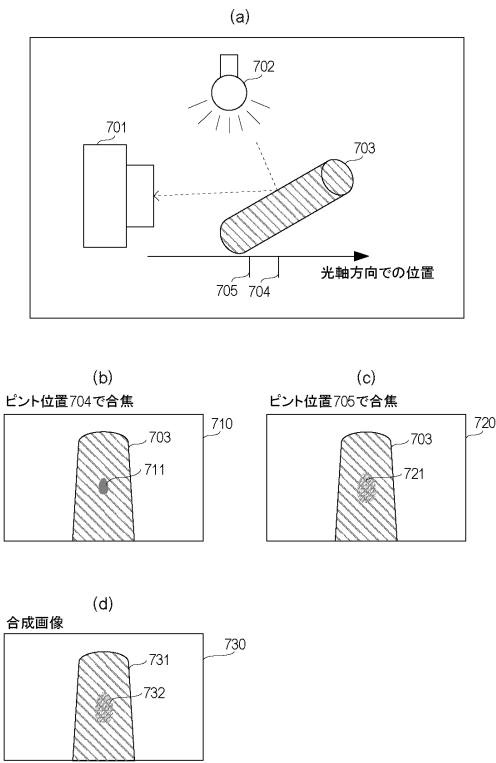
【 図 6 】



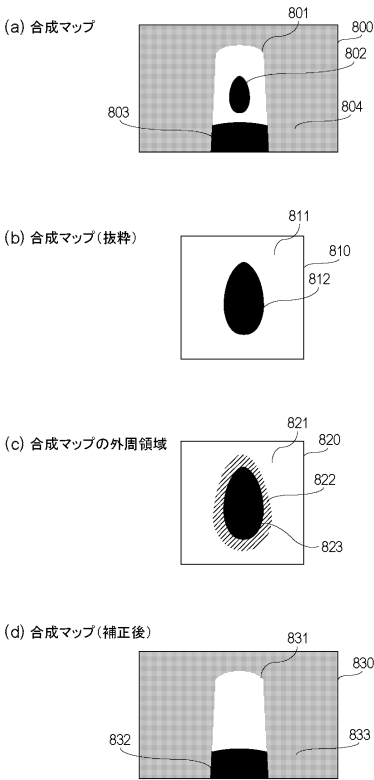
10

20

【 図 7 】



【 図 8 】

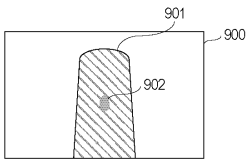


30

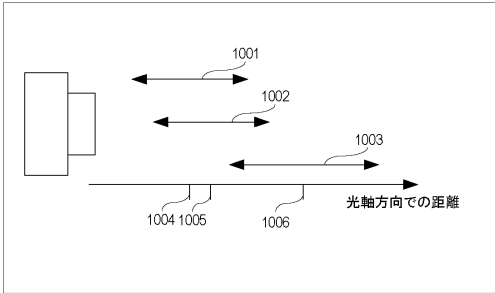
40

50

【 図 9 】



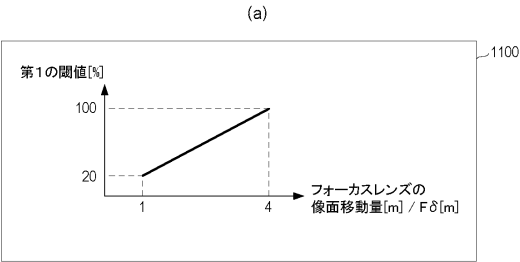
【 図 1 0 】



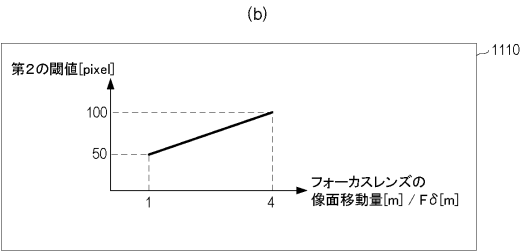
10

20

【 図 1 1 】



30



40

50

フロントページの続き

ヤノン株式会社内

審査官 高野 美帆子

(56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 0 3 7 8 5 7 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

H 0 4 N 2 3 / 6 0

H 0 4 N 2 3 / 6 7

G 0 6 T 5 / 5 0

G 0 3 B 1 5 / 0 0