

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7057079号

(P7057079)

(45)発行日 令和4年4月19日(2022.4.19)

(24)登録日 令和4年4月11日(2022.4.11)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 N 5/235(2006.01)

H 0 4 N 5/235 5 0 0

G 0 6 T 5/50 (2006.01)

G 0 6 T 5/50

G 0 6 T 7/269(2017.01)

G 0 6 T 7/269

請求項の数 13 (全18頁)

(21)出願番号 特願2017-168643(P2017-168643)
(22)出願日 平成29年9月1日(2017.9.1)
(65)公開番号 特開2019-47336(P2019-47336A)
(43)公開日 平成31年3月22日(2019.3.22)
審査請求日 令和2年7月15日(2020.7.15)

(73)特許権者 000001007
キヤノン株式会社
東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(74)代理人 110001243
特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(72)発明者 関根 寿人
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 吉川 康男

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、及びプログラム

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の露光量で撮影された第1の画像と、前記第1の露光量とは異なる第2の露光量で、前記第1の画像を撮影する前に撮影された第2の画像と、前記第2の露光量で、前記第1の画像を撮影した後に撮影された第3の画像とを取得する取得手段と、
前記第1の画像、前記第2の画像及び前記第3の画像のうち少なくとも2つの画像を用いて、被写体のオクルージョン特性を特定する特定手段と、
前記第1の画像における前記被写体の近傍領域に対して、前記オクルージョン特性に応じて前記第2の画像または第3の画像の少なくとも1つの画素を合成し、H D R画像を生成する合成手段と、

___を有し、

___前記特定手段は、前記第2の画像と前記第3の画像との差分により算出される差分画像及びオプティカルフローを用いて、前記オクルージョン特性を特定し、

___前記合成手段は、

___前記近傍領域の注目画素について、

___前記注目画素が、前記被写体の移動により前記被写体により隠されていた領域が前記第1の画像において出現した出現領域の画素である場合には、前記第3の画像における少なくとも1つの画素を合成し、

___前記注目画素が、前記被写体の移動により前記第2の画像における背景領域が前記第1の画像において消失した消失領域の画素である場合には、前記第2の画像における少なく

とも 1 つの画素を合成する

__ことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2】

前記合成手段は、前記注目画素が前記消失領域の画素でない場合には、前記第 1 の画像における前記注目画素の画素値に対して前記第 3 の画像における前記注目画素の画素値を合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】

前記特定手段は、前記オプティカルフローにおける前記注目画素に対応する移動ベクトルの大きさが所定の閾値より小さく、かつ、前記差分画像における前記注目画素に対応する画素値がゼロでない場合に、前記注目画素の前記オクルージョン特性を前記消失領域として特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。

10

【請求項 4】

前記特定手段は、前記オプティカルフローにおける前記注目画素に対応する移動ベクトルの大きさが所定の閾値よりも大きく、かつ、前記差分画像における前記注目画素に対応する画素値が 0 でない場合に、前記注目画素の前記オクルージョン特性を、前記出現領域として特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 5】

前記特定手段は、前記オプティカルフローにおける前記注目画素に対応する移動ベクトルの大きさが所定の閾値よりも大きく、かつ、前記差分画像における前記注目画素に対応する画素値が 0 である場合に、前記注目画素の前記オクルージョン特性を、前記被写体の領域として設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。

20

【請求項 6】

前記第 1 の画像、前記第 2 の画像、前記第 3 の画像は、いずれも R G B からなるカラー画像であり、前記合成手段が用いる合成比率は、前記第 1 の画像、前記第 2 の画像、前記第 3 の画像の何れか 1 つにおける前記注目画素の R、G、B に対応する画素値から算出される輝度値に基づいて、算出され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 7】

前記特定手段は、前記第 1 の画像のシーンについてユーザが指定したシーン特性、及び、前記第 2 の画像と前記第 3 の画像から算出された画素値の差分を用いて、前記オクルージョン特性を特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。

30

【請求項 8】

前記特定手段は、前記差分の正負を示す情報を取得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 9】

前記シーン特性は、前記シーンの背景に対する前記被写体の明るさであ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 10】

前記特定手段は、前記シーンの背景に対して前記被写体が暗い場合、前記差分が負の領域の前記オクルージョン特性を前記消失領域として特定し、前記背景に対して前記被写体が明るい場合、前記差分が正の領域の前記オクルージョン特性を前記消失領域として特定することを特徴とする請求項 8 に記載の画像処理装置。

40

【請求項 11】

第 1 の露光量で撮影された第 1 の画像と、前記第 1 の露光量とは異なる第 2 の露光量で、前記第 1 の画像を撮影する前に撮影された第 2 の画像と、前記第 2 の露光量で、前記第 1 の画像を撮影した後に撮影された第 3 の画像とを取得する工程と、
前記第 1 の画像、前記第 2 の画像及び前記第 3 の画像のうち少なくとも 2 つの画像を用いて、被写体のオクルージョン特性を特定する工程と、
前記第 1 の画像における前記被写体の近傍領域に対して、前記オクルージョン特性に応じて前記第 2 の画像または第 3 の画像の少なくとも 1 つの画素を合成し、H D R 画像を生成する工程と、

50

を有し、

前記特定する工程は、前記第 2 の画像と前記第 3 の画像との差分により算出される差分画像及びオプティカルフローを用いて、前記オクルージョン特性を特定する工程を含み、前記 H D R 画像を生成する工程は、

前記近傍領域の注目画素について、

前記注目画素が、前記被写体の移動により前記被写体により隠されていた領域が前記第 1 の画像において出現した出現領域の画素である場合には、前記第 3 の画像における少なくとも 1 つの画素を合成する工程と、

前記注目画素が、前記被写体の移動により前記第 2 の画像における背景領域が前記第 1 の画像において消失した消失領域の画素である場合には、前記第 2 の画像における少なくとも 1 つの画素を合成する工程と、

10

を含む

ことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 2】

前記特定する工程は、前記第 1 の画像のシーンについてユーザが指定したシーン特性、及び、前記第 2 の画像と前記第 3 の画像から算出された画素値の差分を用いて、前記オクルージョン特性を特定することを特徴とする請求項 1 1 に記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】

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

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、露光量の異なる複数の画像を合成し、H D R 画像を生成する技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

一般的に、デジタルカメラやデジタルビデオカメラなどの撮像装置において用いられる C C D や C M O S といった撮像センサーのダイナミックレンジは、自然界のダイナミックレンジと比較して狭い。そのため、広いダイナミックレンジ（以下、ハイダイナミックレンジと称し、「H D R」と略記する）を有するシーンを一般的な方法で撮像した場合には、黒潰れや白飛びなどが発生してしまう。このような広いダイナミックレンジを有するシーン（以下、H D R シーンと称する）の画像を生成する手法としては、露光量の異なる複数の画像を撮像し、それらを合成して、H D R シーンの画像（以下、H D R 画像と称する）を生成する方法がある。この方法では、まず、異なる露光量で複数の画像を撮像する。以降、露光量の多い画像を多露光画像と呼び、露光量の少ない画像を少露光画像と呼ぶ。次に、撮像した複数の画像に対して、露光量に基づきデジタルゲイン補正（以下、露光量補正という）を行い、各画像の露光量を等しくする。最後に、露光量補正を行った各画像データから、画像の領域ごとに適切な画素を選択し、合成することで、H D R 画像を生成する。以下、このような合成方法を H D R 合成と称する。

30

【0 0 0 3】

40

しかし、このような H D R シーンの撮像中に被写体が移動した場合、H D R 画像を適切に合成できない場合がある。例えば、図 1 5 に示すように、移動体 1 5 0 1 を含む H D R シーン 1 5 0 0 を撮像し、H D R 合成を行なう場合、多露光画像の飽和領域（白飛び領域）に少露光画像が合成される。このような場合、移動体 1 5 0 1 の移動により合成対象の領域 1 5 0 2 の一部が隠れてしまうため、H D R 合成を行って H D R 画像 1 5 0 3 を生成すると、多重像 1 5 0 4 などが発生してしまう。以下、複数の画像を合成する際、被写体の移動により変化する領域をオクルージョン領域と称する。このような問題に対して、特許文献 1 には、オクルージョン領域を検出し、オクルージョン領域に対して多露光画像と少露光画像を混合することで多重像を目立たなくさせる方法が開示されている。また、特許文献 2 には、複数の画像間の動きベクトルを算出し、動きベクトルの大きさに応じて、画

50

像の合成比率を制御する方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2014-220717号公報

特開2012-19337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、オクルージョン領域には、被写体の移動により消失する消失領域と、被写体の移動により出現する出現領域とが存在する。以下、消失領域及び出現領域をオクルージョン特性と称する。上述した特許文献1や特許文献2に開示された方法では、オクルージョン特性が考慮されていないため、合成画像には多重像や不自然なボケ、動体の残像（尾引き）などが残ってしまう。

【0006】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、移動体によって生じるオクルージョン領域のオクルージョン特性を考慮して、多重像や不自然なボケ、尾引きなどの発生を抑制したHDR画像を合成することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一実施形態に係る画像処理装置は、第1の露光量で撮影された第1の画像と、前記第1の露光量とは異なる第2の露光量で、前記第1の画像を撮影する前に撮影された第2の画像と、前記第2の露光量で、前記第1の画像を撮影した後に撮影された第3の画像とを取得する取得手段と、前記第1の画像、前記第2の画像及び前記第3の画像のうち少なくとも2つの画像を用いて、被写体のオクルージョン特性を特定する特定手段と、前記第1の画像における前記被写体の近傍領域に対して、前記オクルージョン特性に応じて前記第2の画像または第3の画像の少なくとも1つの画素を合成し、HDR画像を生成する合成手段と、を有し、前記特定手段は、前記第2の画像と前記第3の画像との差分により算出される差分画像及びオプティカルフローを用いて、前記オクルージョン特性を特定し、前記合成手段は、前記近傍領域の注目画素について、前記注目画素が、前記被写体の移動により前記被写体により隠されていた領域が前記第1の画像において出現した出現領域の画素である場合には、前記第3の画像における少なくとも1つの画素を合成し、前記注目画素が、前記被写体の移動により前記第2の画像における背景領域が前記第1の画像において消失した消失領域の画素である場合には、前記第2の画像における少なくとも1つの画素を合成する。

【発明の効果】

【0008】

本発明によると、移動体によって生じるオクルージョン領域のオクルージョン特性を考慮して、多重像や不自然なボケ、尾引きなどの発生を抑制したHDR画像を合成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1の実施形態の撮像装置の構成を示すブロック図である。

【図2】第1の実施形態の画像処理のフローチャートを示す図である。

【図3】第1の実施形態の画像処理部の構成を示すブロック図である。

【図4】第1の実施形態のオクルージョン特性算出処理のフローチャートを示す図である。

【図5】第1の実施形態のオクルージョン特性算出部の構成を示すブロック図である。

【図6】第1の実施形態の誤差画像を説明するための図である。

【図7】第1の実施形態のオプティカルフローを説明するための図である。

【図8】第1の実施形態のオクルージョン特性を説明するための図である。

10

20

30

40

50

【図 9】第 1 の実施形態の H D R 合成処理のフローチャートを示す図である。

【図 1 0】第 2 の実施形態の画像処理のフローチャートを示す図である。

【図 1 1】第 2 の実施形態の画像処理部の構成を示すブロック図である。

【図 1 2】第 2 の実施形態のオクルージョン特性算出処理のフローチャートを示す図である。

【図 1 3】第 2 の実施形態のオクルージョン特性算出部の構成を示すブロック図である。

【図 1 4】第 2 の実施形態のユーザインタフェースの一例を示す図である。

【図 1 5】従来の H D R 合成処理を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。尚、本発明の実施形態は、以下に説明する実施形態に必ずしも限定されるものではない。また、以下の実施形態における特徴の組み合わせの全てが、本発明に必須のものとは限らない。尚、同一の構成要素については、同じ符号を付して説明する。

[第 1 の実施形態]

【 0 0 1 1 】

< 撮像装置の構成 >

図 1 は、本実施形態における撮像装置 1 0 1 の構成を示すブロック図である。撮像装置 1 0 1 は、光学部 1 0 2、撮像素子部 1 0 3、C P U 1 0 4、R O M 1 0 5、R A M 1 0 6、撮像系制御部 1 0 7、制御部 1 0 8、操作ボタン 1 0 9、撮影ボタン 1 1 0、及びキャラクタージェネレーション部 1 1 1 を備える。また、撮像装置 1 0 1 は、A / D 変換部 1 1 2、画像処理部 1 1 3、エンコーダ部 1 1 4、メディア I / F 1 1 5、表示部 1 1 6、及びシステムバス 1 1 8 を備える。

【 0 0 1 2 】

光学部 1 0 2 は、ズームレンズ、フォーカスレンズ、ブレ補正レンズ、絞り、及びシャッターから構成され、被写体の光情報を集光する。尚、光学部 1 0 2 は、被写体の光情報を集光できればよく、その構成は限定されない。

【 0 0 1 3 】

撮像素子部 1 0 3 は、光学部 1 0 2 にて集光された光情報を電流値へと変換する素子であり、アナログ信号を出力する。また、撮像素子部 1 0 3 は、カラーフィルタなどを用いて色情報を取得することができる。光学部 1 0 2 及び撮像素子部 1 0 3 は、撮像部を構成し、撮像手段として機能する。

【 0 0 1 4 】

C P U 1 0 4 は、各構成要素の処理を制御し、R O M (R e a d O n l y M e m o r y) 1 0 5 や、R A M (R a n d o m A c c e s s M e m o r y) 1 0 6 に格納された命令を順次読み込み、解釈し、その結果に従って処理を実行する。

【 0 0 1 5 】

撮像系制御部 1 0 7 は、光学部 1 0 2 に対して、フォーカスを合わせる、シャッターを開く、絞りを調整するなどの C P U 1 0 4 から指示された制御を行う。

【 0 0 1 6 】

制御部 1 0 8 は、操作ボタン 1 0 9 や撮影ボタン 1 1 0 からのユーザ指示によって、撮影動作の開始及び終了の制御を行う。

【 0 0 1 7 】

キャラクタージェネレーション部 1 1 1 は文字やグラフィックなどを生成し、表示部 1 1 6 に表示する。

【 0 0 1 8 】

A / D 変換部 1 1 2 は、撮像素子部 1 0 3 から出力されたアナログ信号に基づいて、被写体の光量をデジタル信号値に変換する。

【 0 0 1 9 】

画像処理部 1 1 3 は、デジタル信号に変換された画像データを取得し、画像処理を行う。

10

20

30

40

50

また、画像処理部 113 は、画像処理を行った画像データを表示部 116 に表示してもよい。画像処理部 113 は、画像処理装置として機能することができる。

【0020】

エンコーダ部 114 は、画像処理部 113 にて処理した画像データを、Jpeg などのファイルフォーマットに変換する。

【0021】

メディア I/F (インタフェース) 115 は、PC/メディア 117 (例えば、ハードディスク、メモリカード、CFカード、SDカードなど) と画像データを送受信するためのインタフェースである。

【0022】

システムバス 118 は、撮像装置 101 の構成要素間でデータを送受信するためのバスである。

【0023】

< 画像処理 >

図 2 は、本実施形態の画像処理のフローチャートを示す。図 2 のフローチャートの各ステップは、画像処理部 113 によって実行される。また、図 3 は、本実施形態の画像処理部 113 の構成を示すブロック図である。本実施形態の画像処理部 113 は、現像処理部 304、露出補正処理部 305、オクルージョン特性算出部 306、及び HDR 合成処理部 307 を備える。また、多露光画像記憶部 308、前少露光画像記憶部 309、後少露光画像記憶部 310、オクルージョン特性記憶部 311、HDR 合成画像記憶部 312、及びパラメータ記憶部 313 を備える。以下では、図 2 及び図 3 を用いて、本実施形態の画像処理の全体的な流れを詳細に説明する。

【0024】

まず、ステップ S201 で、画像処理部 113 は、前少露光画像 301、多露光画像 302、及び後少露光画像 303 を取得する。前少露光画像 301、多露光画像 302、及び後少露光画像 303 は、同じシーンを撮影した画像である。多露光画像 302 の露光量を、基準露光量と称する。前少露光画像 301 は、基準露光量より少ない露光量で、多露光画像 302 を撮影する前に撮影された画像である。後少露光画像 303 は、基準露光量より少ない露光量で、多露光画像 302 を撮影した後に撮影された画像である。すなわち本実施形態では、基準露光量と、基準露光量より少ない露光量とを交互に切り替えながら同じシーンを連続して撮影したことにより得られる画像を処理の対象とする。

【0025】

ステップ S202 で、現像処理部 304 は、ステップ S202 において取得した多露光画像 302、前少露光画像 301、及び後少露光画像 303 に対して、ホワイトバランス補正、デモザイキング、及びノイズリダクションなどの現像処理を行う。現像処理部 304 は、現像処理を行った多露光画像 302、前少露光画像 301、及び後少露光画像 303 をそれぞれ、多露光画像記憶部 308、前少露光画像記憶部 309 及び後少露光画像記憶部 310 に記憶する。

【0026】

ステップ S203 で、露出補正処理部 305 は、ステップ S202 にて記憶した前少露光画像 301 及び後少露光画像 303 の露出補正処理を行い、それぞれ、前少露光画像記憶部 309 及び後少露光画像記憶部 310 に再び記憶する。尚、露出補正処理は、多露光画像と少露光画像の露光量を、デジタルゲインによって同じレベルにする処理である。例えば、多露光画像の露光量を E_L 、少露光画像の露光量を E_S 、露出補正処理前の少露光画像を S 、露出補正処理後の少露光画像を S' とすると、露出補正処理後の少露光画像 S' は、次式 (1) のように表すことができる。

$$S' = E_L / E_S * S \quad (1)$$

【0027】

ステップ S204 で、オクルージョン特性算出部 306 は、前少露光画像 301 及び後少露光画像 303 を用いてオクルージョン領域のオクルージョン特性を算出し、オクルージ

10

20

30

40

50

ョン特性記憶部 311 に記憶する。すなわち、オクルージョン特性算出部 306 は、オクルージョン特性を特定するオクルージョン特性特定手段として機能する。オクルージョン特性算出部 306 は、パラメータ記憶部 313 に予め記憶されたパラメータを用いて、オクルージョン特性を算出してもよい。尚、オクルージョン特性算出処理の詳細については後述する。

【0028】

ステップ S205 で、HDR 合成処理部 307 は、多露光画像 302、前少露光画像 301、後少露光画像 303、及びステップ S204 にて算出したオクルージョン特性を用いて、HDR 合成処理を行い、HDR 画像を生成する。HDR 合成処理部 307 は、生成した HDR 画像を HDR 合成画像記憶部 312 に記憶する。尚、HDR 合成処理の詳細については後述する。

10

【0029】

最後にステップ S206 で、画像処理部 113 は、ステップ S205 において HDR 合成画像記憶部 312 に記憶した合成画像（すなわち、HDR 画像）を出力する。

【0030】

<オクルージョン特性算出処理>

図 4 は、本実施形態のオクルージョン特性算出処理のフローチャートを示す。図 4 のフローチャートの各ステップは、オクルージョン特性算出部 306 によって実行される。図 5 は、本実施形態のオクルージョン特性算出部 306 の構成を示すブロック図である。オクルージョン特性算出部 306 は、誤差算出部 501、オブティカルフロー算出部 502、オクルージョン特性設定部 503、誤差画像記憶部 504、及びオブティカルフロー記憶部 505 を備える。図 6 は、本実施形態の誤差画像を説明する図である。図 7 は、本実施形態のオブティカルフローを説明する図である。図 8 は、本実施形態のオクルージョン特性を説明する図である。以下では、図 4 から図 7 を用いて、上述したステップ S204 におけるオクルージョン特性算出処理について詳細に説明する。

20

【0031】

まず、ステップ S401 で、オクルージョン特性算出部 306 は、前少露光画像記憶部 309 に記憶された前少露光画像 301、及び後少露光画像記憶部 310 に記憶された後少露光画像 303 を取得する。

【0032】

ステップ S402 で、誤差算出部 501 は、前少露光画像 301 と後少露光画像 303 との誤差画像を算出し、誤差画像記憶部 504 に記憶する。尚、誤差算出部 501 における誤差算出方法は、前少露光画像 301 と後少露光画像 303 との各画素の画素値の誤差を算出する方法であれば、何でもよい。例えば、図 6 に示すように、誤差画像 $D(x, y)$ は、前少露光画像を $S_{t-1}(x, y)$ 、後少露光画像を $S_{t+1}(x, y)$ とすると、次式(2)に示すように、絶対値誤差を用いて算出することができる。

30

【0033】

【数 1】

$$\left. \begin{aligned} D(x, y) &= k \cdot (|S_{t+1}(x, y) - S_{t-1}(x, y)| - A) \\ \text{if } (D(x, y) < 0) \\ \text{then } D(x, y) &= 0 \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

40

【0034】

ここでは、各画素の画素値が、 xy 平面における座標位置 (x, y) を用いて表される。時刻 t は、多露光画像 302 が撮影される時刻とする。また、 k は正規化するための係数、 A は誤差の許容値を制御するための係数である。係数 A を用いることで、前少露光画像と後少露光画像との差分が小さい場合も、その誤差をゼロとみなすことができる。例えば、誤差画像 $D(x, y)$ は、後述する「静止領域」と「動体領域」においてゼロとなる。係数 k 及び係数 A は、予めパラメータ記憶部 313 に記憶されている。尚、誤差の算出は

50

上記方法に限定されるものではなく、例えば、二乗誤差などの方法を用いて算出してもよい。

【 0 0 3 5 】

ステップ S 4 0 3 で、オブティカルフロー算出部 5 0 2 は、前少露光画像 3 0 1 と後少露光画像 3 0 3 を用いて、各画素位置のオブティカルフロー $F(x, y)$ を算出し、オブティカルフロー記憶部 5 0 5 に記憶する。尚、オブティカルフロー $F(x, y)$ は、図 7 に示すような各画素に対する移動ベクトルである。オブティカルフロー $F(x, y)$ の算出方法は、画像間の領域ごとの移動ベクトルを算出する手法であれば何でも良い。例えば、オブティカルフロー $F(x, y)$ は、Lucas-Kanade 法を用いて算出することができる。尚、オクルージョン特性が消失領域である場合、オブティカルフロー $F(x, y)$ の算出対象領域が消失してしまっているため、オブティカルフロー $F(x, y)$ は算出されない。オブティカルフロー $F(x, y)$ を算出できない場合、本実施形態では、オブティカルフロー $F(x, y)$ の値を 0 に設定する。また、この場合の設定値は 0 に限定されず、NULL 値などを設定してもよい。

10

【 0 0 3 6 】

ステップ S 4 0 4 ~ S 4 1 3 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、図 8 に示すように、各画素位置のオクルージョン特性 $O(x, y)$ を算出し、オクルージョン特性記憶部 3 1 1 に記憶する。オクルージョン特性 $O(x, y)$ は、消失領域 8 0 1、出現領域 8 0 2、静止領域 8 0 3、及び動体領域 8 0 4 のいずれかに設定される。

【 0 0 3 7 】

ステップ S 4 0 4 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置及びオクルージョン特性 $O(x, y)$ の初期化を行う。

20

【 0 0 3 8 】

ステップ S 4 0 5 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置 (x, y) におけるオブティカルフローの大きさ $|F(x, y)|$ が、パラメータ記憶部 3 1 3 に記憶された所定の閾値である動体閾値 T よりも小さいかどうかを判定する。動体閾値 T よりも小さい場合には、ステップ S 4 0 6 に進み、そうでない場合には、ステップ S 4 0 9 に進む。

【 0 0 3 9 】

ステップ S 4 0 6 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置 (x, y) における誤差 $D(x, y)$ がゼロかどうかを判定する。ゼロの場合にはステップ S 4 0 7 に進み、そうでない場合にはステップ S 4 0 8 に進む。

30

【 0 0 4 0 】

ステップ S 4 0 7 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置 (x, y) におけるオブティカルフローの大きさが動体閾値 T よりも小さく、誤差 $D(x, y)$ がゼロであるため、オクルージョン特性 $O(x, y)$ を「静止領域」として設定する。すなわち、前少露光画像 3 0 1 と後少露光画像 3 0 3 との間で動きがなく、画素値の誤差もない場合、処理画素は「静止領域」にあると判断できる。

【 0 0 4 1 】

ステップ S 4 0 8 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置 (x, y) におけるオブティカルフローの大きさが動体閾値 T よりも小さく、誤差 $D(x, y)$ がゼロでないため、オクルージョン特性 $O(x, y)$ を「消失領域」として設定する。オブティカルフローを算出できない「消失領域」では、オブティカルフローの値はゼロに設定されており、動体閾値 T よりも小さくなる。さらに、前少露光画像 3 0 1 と後少露光画像 3 0 3 とでは画素値の誤差が存在する。このような場合、処理画素は、前少露光画像を撮影してから後少露光画像を撮影するまでの間に、被写体の移動により隠された「消失領域」にあると判断できる。なお、移動する被写体のことを移動体とも称する。

40

【 0 0 4 2 】

ステップ S 4 0 9 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置 (x, y) における誤差 $D(x, y)$ がゼロかどうかを判定する。ゼロの場合にはステップ S 4 1 0 に進み、そうでない場合には、ステップ S 4 1 1 に進む。

50

【 0 0 4 3 】

ステップ S 4 1 0 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置 (x , y) におけるオプティカルフローの大きさが動体閾値 T よりも大きく、誤差 D (x , y) がゼロでないため、オクルージョン特性 O (x , y) を「出現領域」として設定する。すなわち、前少露光画像 3 0 1 と後少露光画像 3 0 3 との間で動きがあり、画素値の誤差がある場合、被写体により隠されていた領域が、被写体の移動により出現した「出現領域」と判断できる。

【 0 0 4 4 】

ステップ S 4 1 1 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置 (x , y) におけるオプティカルフローの大きさが動体閾値 T よりも大きく、誤差 D (x , y) がゼロであるため、オクルージョン特性 O (x , y) を「動体領域」として設定する。すなわち、前少露光画像 3 0 1 と後少露光画像 3 0 3 との間で動きがあり、画素値の誤差がない場合、「消失領域」や「出現領域」ではなく、移動した被写体の「動体領域」と判断できる。

【 0 0 4 5 】

ステップ S 4 1 2 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、処理画素位置を更新し、次の画素位置を処理対象とする。

【 0 0 4 6 】

ステップ S 4 1 3 で、オクルージョン特性設定部 5 0 3 は、すべての画素位置に対して処理を行ったかどうかを判定する。すべての画素位置に対して処理を行った場合には、ステップ S 4 1 4 に進み、そうでない場合には、ステップ S 4 0 5 に戻り、ステップ S 4 0 5 からステップ S 4 1 3 の処理を繰り返す。

【 0 0 4 7 】

最後にステップ S 4 1 4 で、オクルージョン特性算出部 3 0 6 は、設定したオクルージョン特性をオクルージョン特性記憶部 3 1 1 に記憶する。

【 0 0 4 8 】

< H D R 合成処理 >

図 9 は、本実施形態の H D R 合成処理のフローチャートを示す。図 9 のフローチャートの各ステップは、H D R 合成処理部 3 0 7 によって実行される。以下では、図 9 を用いて、上述したステップ S 2 0 5 の H D R 合成処理について詳細に説明する。

【 0 0 4 9 】

まず、ステップ S 9 0 1 で、H D R 合成処理部 3 0 7 は、多露光画像記憶部 3 0 8 に記憶された多露光画像 3 0 2、前少露光画像記憶部 3 0 9 に記憶された前少露光画像 3 0 1、及び後少露光画像記憶部 3 1 0 に記憶された後少露光画像 3 0 3 を取得する。さらに、H D R 合成処理部 3 0 7 は、オクルージョン特性記憶部 3 1 1 に記憶されたオクルージョン特性を取得する。

【 0 0 5 0 】

ステップ S 9 0 2 で、H D R 合成処理部 3 0 7 は、処理画素位置 (x , y) 及び出力する合成画像を初期化する。

【 0 0 5 1 】

ステップ S 9 0 3 で、H D R 合成処理部 3 0 7 は、多露光画像 3 0 2、前少露光画像 3 0 1、及び後少露光画像 3 0 3 の合成比率を算出する。

【 0 0 5 2 】

ここで、合成比率の算出方法の一例を説明する。まず、露光画像 (x , y) における R G B 値を R、G、B とすると、輝度値 Y は、次式 (3) のように算出される。

$$Y = 0.2126 \times R + 0.7152 \times G + 0.0722 \times B \quad (3)$$

【 0 0 5 3 】

次に、合成輝度の下限値を Th_1 とし、上限値を Th_2 とすると、合成比率 r は、算出した輝度値 Y を用いて次式 (4) のように算出される。

【 0 0 5 4 】

【 数 2 】

10

20

30

40

50

$$\left. \begin{array}{l} r = (Y - Th_1) / (Th_2 - Th_1) \\ \text{if } (r > 1) \\ \quad r = 1 \\ \text{else if } (r < 0) \\ \quad r = 0 \end{array} \right\} \quad (4)$$

【0055】

尚、合成比率の算出方法は、上記の方法に限定されるものではない。例えば、Gのみを用いて決定してもよい。

10

【0056】

次に、ステップS904で、HDR合成処理部307は、処理位置(x, y)におけるオクルージョン特性O(x, y)が、「消失領域」であるかどうかを判定する。「消失領域」である場合には、ステップS905に進み、そうでない場合には、ステップS906に進む。

【0057】

ステップS905で、HDR合成処理部307は、多露光画像L(x, y)、前少露光画像S_{t-1}(x, y)、及び合成比率rを用いて、合成画像C(x, y)を次式(5)のようにして合成する。

20

$$C(x, y) = (1 - r) * L(x, y) + r * S_{t-1}(x, y) \quad (5)$$

【0058】

このように、処理位置(x, y)におけるオクルージョン特性O(x, y)が「消失領域」である場合、前少露光画像301を用いて合成処理を行う。

【0059】

ステップS906で、HDR合成処理部307は、多露光画像L(x, y)、後少露光画像S_{t+1}(x, y)、及び合成比率rを用いて、合成画像C(x, y)を次式(6)のようにして合成する。

$$C(x, y) = (1 - r) * L(x, y) + r * S_{t+1}(x, y) \quad (6)$$

【0060】

30

このように、処理位置(x, y)におけるオクルージョン特性O(x, y)が「消失領域」でない場合、後少露光画像303を用いて合成処理を行う。

【0061】

なお、HDR合成処理では、上述したように、オクルージョン特性O(x, y)が「消失領域」であるかどうかだけを判定する。そのため、上述したオクルージョン特性算出処理では、処理位置(x, y)におけるオクルージョン特性O(x, y)が、「消失領域」であるかどうかだけを判定するようにしてもよい。

【0062】

ステップS907で、HDR合成処理部307は、処理画素位置を更新し、次の画素位置を処理対象とする。

40

【0063】

ステップS908で、HDR合成処理部307は、すべての画素位置に対して処理を行ったかどうかを判定する。すべての画素位置に対して処理を行った場合には、ステップS909に進み、そうでない場合には、ステップS903に戻り、ステップS903からステップS908の処理を繰り返す。

【0064】

最後にステップS909で、HDR合成処理部307は、合成したHDR画像をHDR合成画像記憶部312に記憶する。

【0065】

以上、説明したように、本実施形態によると、前少露光画像、多露光画像、及び後少露光

50

画像を、オプティカルフローに基づくオクルージョン特性に応じて合成することで、多重像や不自然なボケ、尾引きなどの発生を抑制したHDR画像の合成が可能となる。

【0066】

なお、本実施形態では、前少露光画像、多露光画像、及び後少露光画像の3つを用いて処理を実行する場合を例に説明した。しかしながらこれに限らない。例えば、少ない方の露光量を基準露光とし、前多露光画像、少露光画像、後多露光画像の順に撮影された3つの画像を用いても、同様の処理を実行することができる。

【0067】

また、オクルージョン特性の特定には、前少露光画像と後少露光画像を用いた。しかしながら、オクルージョン特性は、時間差のある2つの画像を用いればよい。前述の説明では、3つの画像のうち2つの画像を用いたが、基準露光である多露光画像も加えた3つの画像を用いてオクルージョン特性を特定してもよい。例えば、 $|L(t) - S(t-1)|$ と $|S(t+1) - L(t)|$ から算出される値を動体閾値と比較することで動体領域を特定できる。あるいは、前多露光画像、少露光画像、後多露光画像の順に撮影された3つの画像の場合は、誤差画像 $D(x, y)$ を $|S_{t+1}(x, y) - S_{t-1}(x, y)|$ ではなく、 $|L_{t+1}(x, y) - L_{t-1}(x, y)|$ に基づいて算出する。

[第2の実施形態]

【0068】

上述した第1の実施形態では、前少露光画像と後少露光画像とのオプティカルフローを用いて、オクルージョン特性を算出した。本実施形態では、撮影シーンの特性をユーザが入力することで、オプティカルフローを用いずにオクルージョン特性を設定する。

【0069】

<撮像装置の構成>

本実施形態の撮像装置101の構成は、上述した第1の実施形態と同様であるため説明は省略する。

【0070】

<画像処理>

図10は、本実施形態の画像処理のフローチャートを示す。図10のフローチャートの各ステップは、画像処理部113によって実行される。また、図11は、本実施形態の画像処理部113の構成を示すブロック図である。本実施形態の画像処理部113は、上述した第1の実施形態の画像処理部と比較して、ユーザによって入力されたシーン特性1101を記憶するシーン特性記憶部1102をさらに備える。また、本実施形態のオクルージョン特性算出部306の構成は、第1の実施形態と異なるため、詳細は後述する。以下では、図10及び図11を用いて、本実施形態の画像処理の全体的な流れを詳細に説明する。

【0071】

まず、ステップS1001で、画像処理部113は、ユーザによって入力されたシーン特性1101を設定し、シーン特性記憶部1102に記憶する。図14は、本実施形態のユーザインタフェースの一例を示す。ユーザインタフェース1400は、ユーザがシーン特性を入力するためのユーザインタフェースであり、シーン特性指定部1401を有する。ユーザは、シーン特性指定部1401において、撮影シーン1404が、明るい背景の前を暗い被写体が移動しているシーン1402であるか、それとも、暗い背景の前を明るい被写体が移動しているシーン1403であるかを選択する。図14に示した例では、明るい背景の前を暗い被写体が移動しているシーン1402が指定される。

【0072】

ステップS1002～ステップS1004、ステップS1006、及びステップS1007の処理は、第1の実施形態と同様であるため説明は省略する。尚、ステップS1005のオクルージョン特性算出処理は、処理内容が第1の実施形態と異なるため、以下に詳細に説明する。

【0073】

<オクルージョン特性算出処理>

図 1 2 は、本実施形態のオクルージョン特性算出処理のフローチャートを示す。図 1 2 のフローチャートの各ステップは、オクルージョン特性算出部 3 0 6 によって実行される。図 1 3 は、本実施形態のオクルージョン特性算出部 3 0 6 の構成を示すブロック図である。本実施形態のオクルージョン特性算出部 3 0 6 は、誤差算出部 1 3 0 1、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2、及び差分誤差記憶部 1 3 0 3 を備える。

【 0 0 7 4 】

まず、ステップ S 1 2 0 1 で、オクルージョン特性算出部 3 0 6 は、前少露光画像記憶部 3 0 9 に記憶された前少露光画像 3 0 1、及び後少露光画像記憶部 3 1 0 に記憶された後少露光画像 3 0 3 を取得する。また、本実施形態では、シーン特性記憶部 1 1 0 2 に記憶されたシーン特性 1 1 0 1 をさらに取得する。

10

【 0 0 7 5 】

ステップ S 1 2 0 2 で、オクルージョン特性算出部 3 0 6 は、処理画素位置及オクルージョン特性 $O(x, y)$ の初期化を行う。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 1 2 0 3 で、誤差算出部 1 3 0 1 は、処理画素位置 (x, y) において、後少露光画像 3 0 3 と前少露光画像 3 0 1 との差分誤差を算出し、差分誤差記憶部 1 3 0 3 に記憶する。本実施形態における差分誤差 $D(x, y)$ は、前少露光画像を $S_{t-1}(x, y)$ 、後少露光画像を $S_{t+1}(x, y)$ とすると、次式 (7) に示すように算出される。

【 0 0 7 7 】

$$D(x, y) = S_{t+1}(x, y) - S_{t-1}(x, y) \quad (7)$$

20

このように、本実施形態における差分誤差 $D(x, y)$ は、第 1 の実施形態と異なり、画素値の差分の正負の判定ができればよい。

【 0 0 7 8 】

ステップ S 1 2 0 4 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、ステップ S 1 2 0 1 で取得したシーン特性 1 1 0 1 が、「明るい背景の前を暗い被写体が移動しているシーン 1 4 0 2」であるかどうかを判定する。「明るい背景の前を暗い被写体が移動しているシーン 1 4 0 2」である場合には、ステップ S 1 2 0 5 に進み、そうでない場合には、ステップ S 1 2 0 8 に進む。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 1 2 0 5 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、ステップ S 1 2 0 3 で算出した差分誤差 $D(x, y)$ が負であるかどうかを判定する。負である場合にはステップ S 1 2 0 6 に進み、そうでない場合にはステップ S 1 2 0 7 に進む。

30

【 0 0 8 0 】

ステップ S 1 2 0 6 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、処理画素位置 (x, y) におけるオクルージョン特性 $O(x, y)$ を、「消失領域」として設定する。

【 0 0 8 1 】

ステップ S 1 2 0 7 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、処理画素位置 (x, y) におけるオクルージョン特性 $O(x, y)$ を、「出現領域」として設定する。

【 0 0 8 2 】

ステップ S 1 2 0 8 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、ステップ S 1 2 0 3 で算出した差分誤差 $D(x, y)$ が負であるかどうかを判定する。負である場合にはステップ S 1 2 0 9 に進み、そうでない場合にはステップ S 1 2 1 0 に進む。

40

【 0 0 8 3 】

ステップ S 1 2 0 9 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、処理画素位置 (x, y) におけるオクルージョン特性 $O(x, y)$ を、「出現領域」として設定する。

【 0 0 8 4 】

ステップ S 1 2 1 0 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、処理画素位置 (x, y) におけるオクルージョン特性 $O(x, y)$ を、「消失領域」として設定する。

【 0 0 8 5 】

ステップ S 1 2 1 1 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、処理画素位置を更新し、

50

次の画素位置を処理対象とする。

【 0 0 8 6 】

ステップ S 1 2 1 2 で、オクルージョン特性設定部 1 3 0 2 は、すべての画素位置に対して処理を行ったかどうかを判定する。すべての画素位置に対して処理を行った場合には、ステップ S 1 2 1 3 に進み、そうでない場合には、ステップ S 1 2 0 3 に戻り、ステップ S 1 2 0 3 からステップ S 1 2 1 2 の処理を繰り返す。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 1 2 1 3 で、オクルージョン特性算出部 3 0 6 は、設定したオクルージョン特性をオクルージョン特性記憶部 3 1 1 に記憶する。

【 0 0 8 8 】

なお、本実施形態においても、処理位置 (x , y) におけるオクルージョン特性 O (x , y) が、「消失領域」であるかどうかだけを判定するようにしてもよい。

【 0 0 8 9 】

以上説明したように、本実施形態では、撮影シーンのシーン特性が設定されているため、シーン特性に応じて差分誤差の正負判定を行うことで、オクルージョン特性を設定することができる。すなわち、本実施形態では、第 1 の実施形態のようにオプティカルフローを算出しなくても、オクルージョン特性に応じて多重像や不自然なボケ、尾引きなどの発生を抑制した H D R 画像の合成が可能となる。

【 0 0 9 0 】

[その他の実施形態]

本発明は、上述の実施形態の 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 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、A S I C) によっても実現可能である。

【 符号の説明 】

【 0 0 9 1 】

1 1 3 画像処理部

3 0 6 オクルージョン特性算出部

3 0 7 H D R 合成処理部

3 0 8 多露光画像記憶部

3 0 9 前少露光画像記憶部

3 1 0 後少露光画像記憶部

3 1 1 オクルージョン特性記憶部

10

20

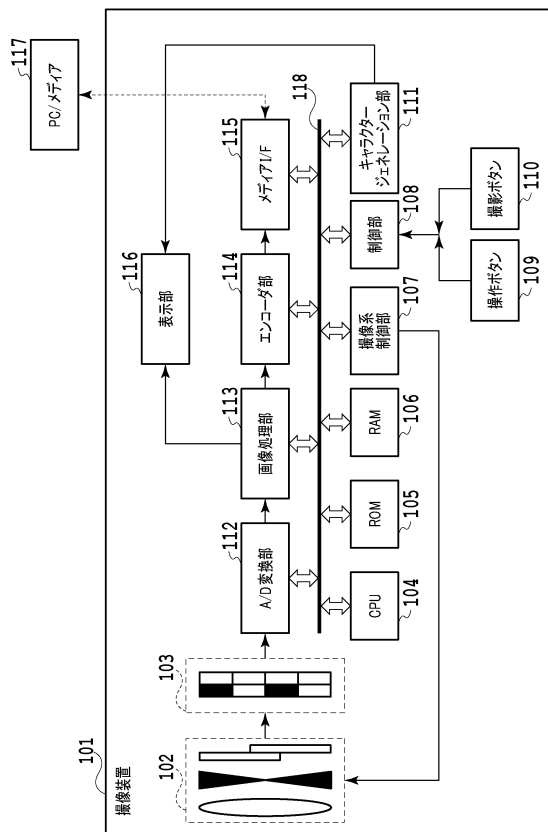
30

40

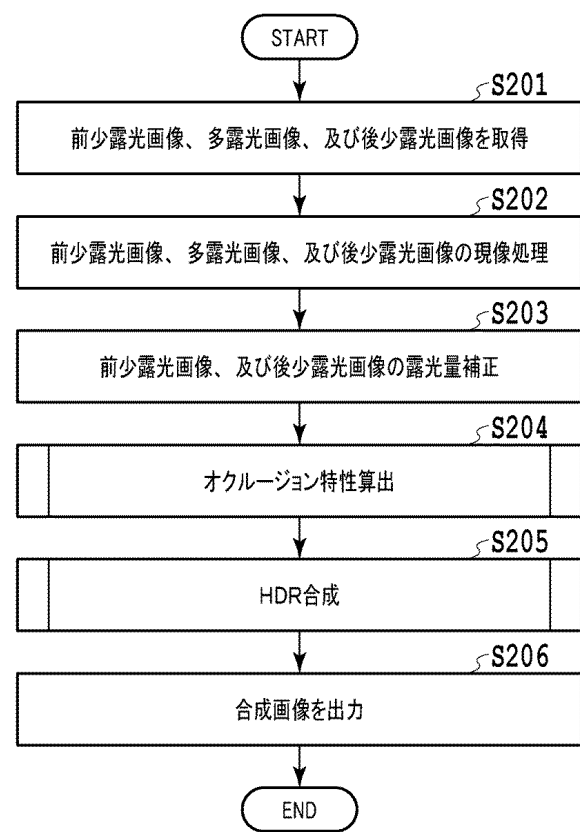
50

【図面】

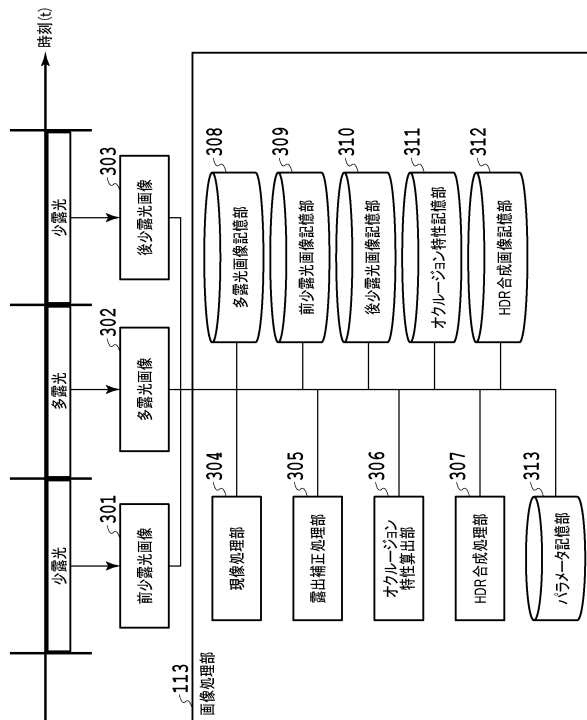
【 図 1 】



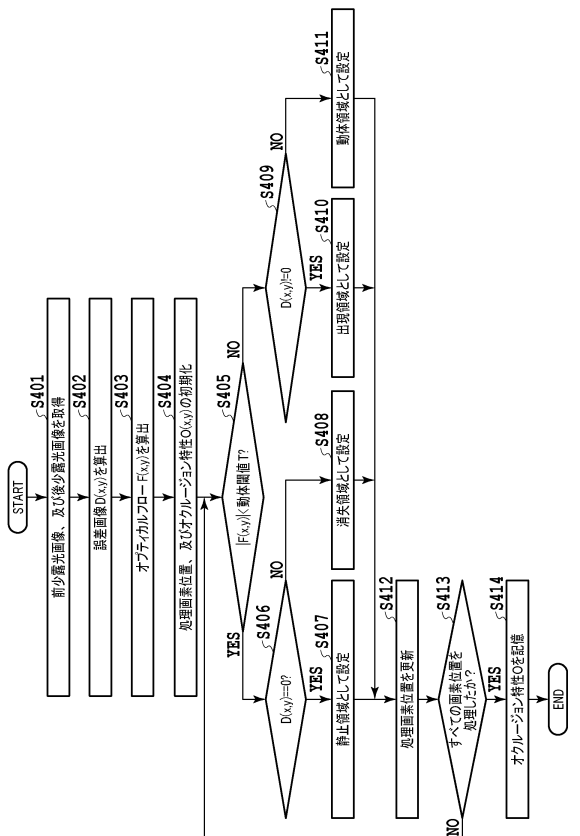
【 図 2 】



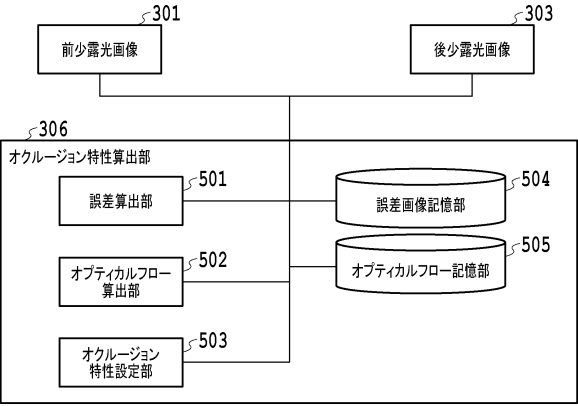
【 図 3 】



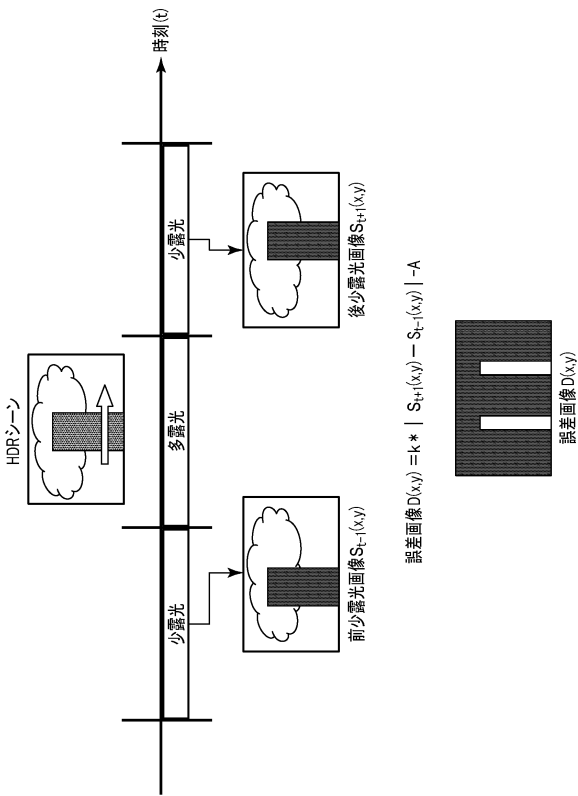
【 図 4 】



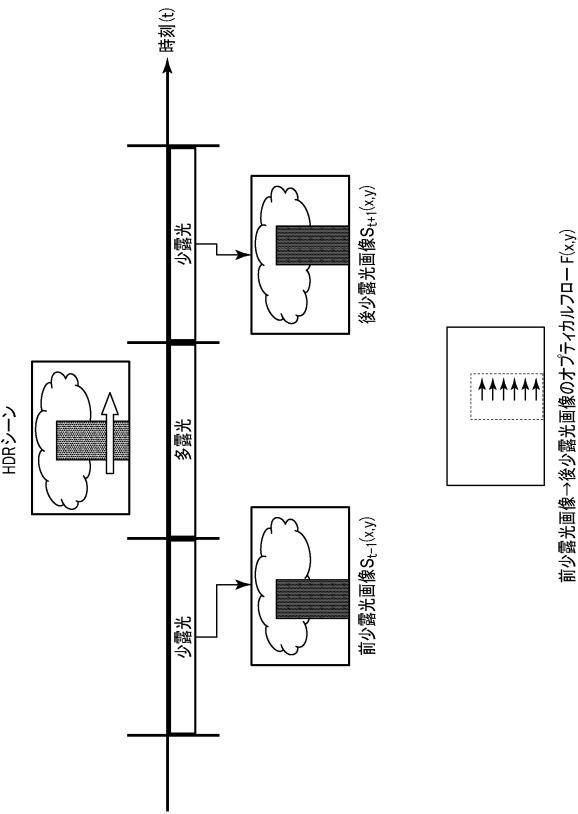
【図 5】



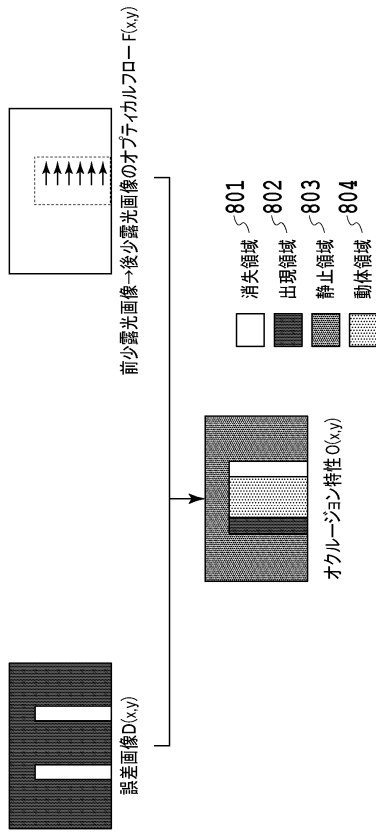
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

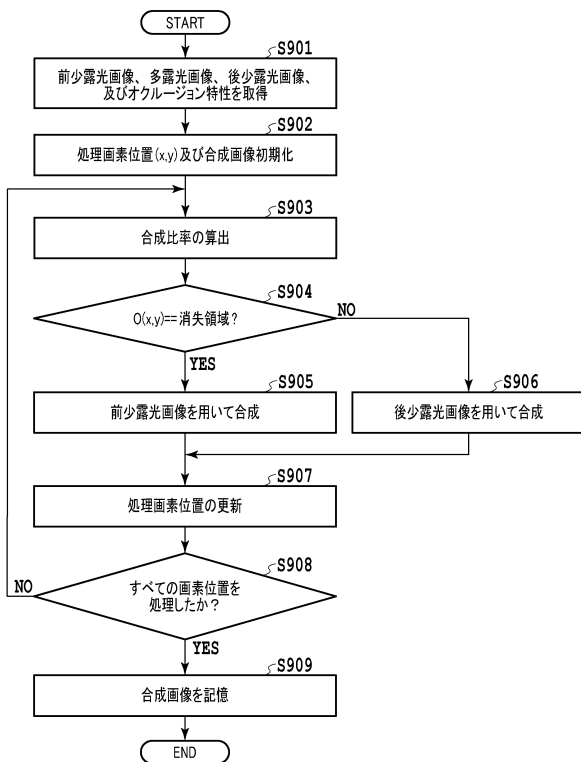
20

30

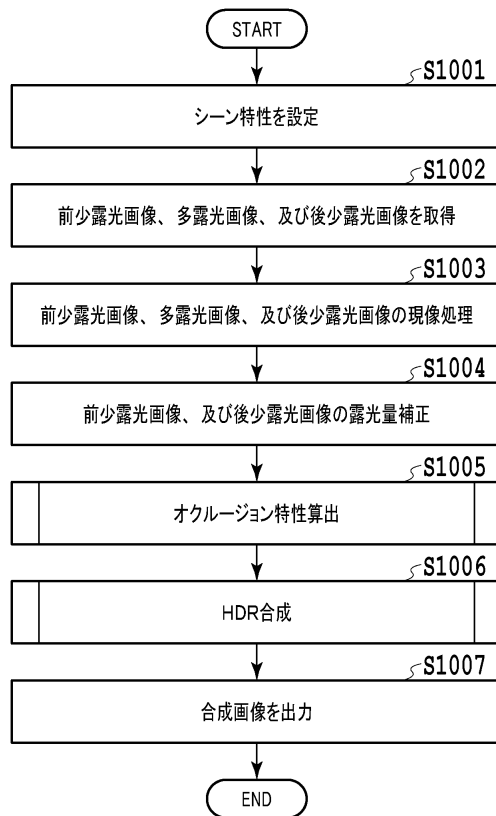
40

50

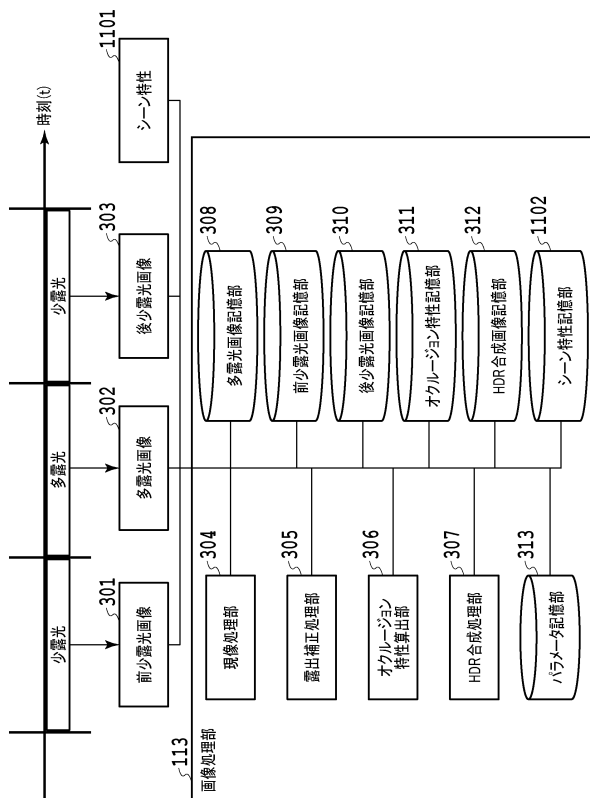
【図 9】



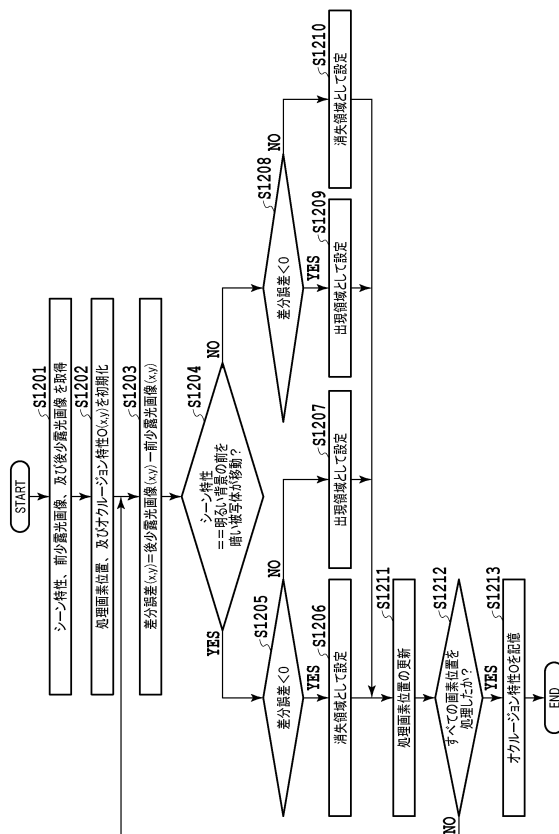
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

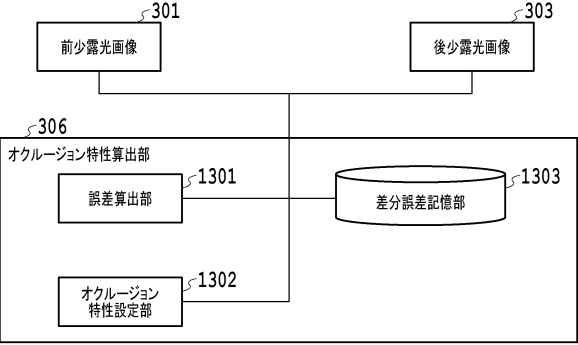
20

30

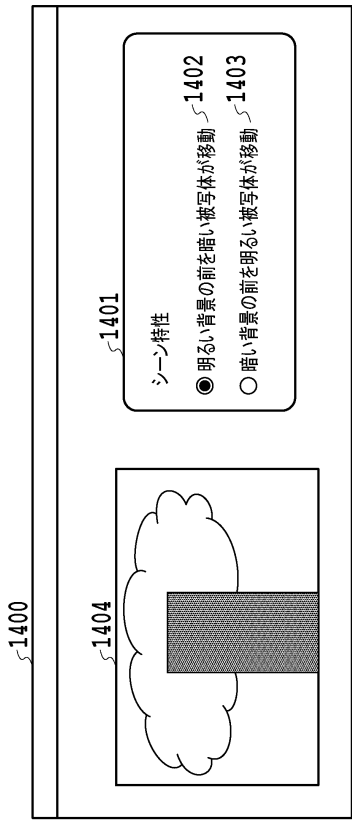
40

50

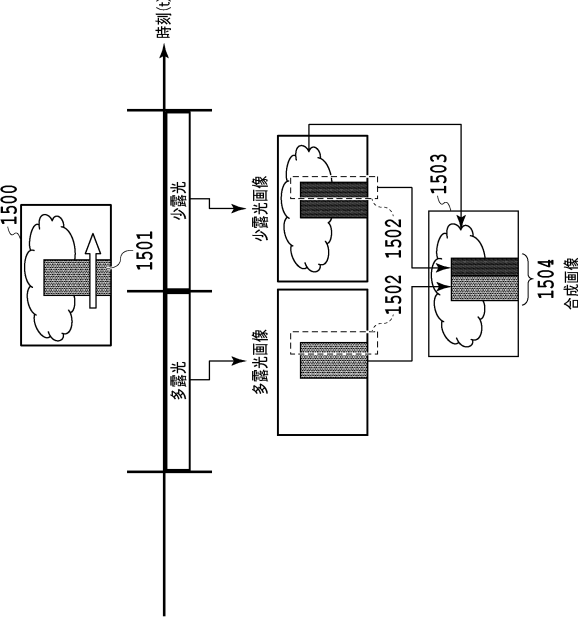
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開 2 0 1 4 - 2 2 0 7 1 7 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 1 2 7 8 2 (J P , A)
特表 2 0 0 1 - 5 0 7 5 5 2 (J P , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- | | |
|---------|-----------|
| H 0 4 N | 5 / 2 3 5 |
| G 0 6 T | 5 / 5 0 |
| G 0 6 T | 7 / 2 6 9 |