

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6750194号  
(P6750194)

(45) 発行日 令和2年9月2日 (2020.9.2)

(24) 登録日 令和2年8月17日 (2020.8.17)

(51) Int.Cl.

F I

**A 6 1 B** 1/00 (2006.01)

A 6 1 B 1/00 7 3 5

**A 6 1 B** 1/045 (2006.01)

A 6 1 B 1/045 6 1 O

**G O 6 T** 1/00 (2006.01)

G O 6 T 1/00 2 9 O Z

請求項の数 12 (全 36 頁)

(21) 出願番号 特願2015-124005 (P2015-124005)  
 (22) 出願日 平成27年6月19日 (2015.6.19)  
 (65) 公開番号 特開2017-6330 (P2017-6330A)  
 (43) 公開日 平成29年1月12日 (2017.1.12)  
 審査請求日 平成30年6月12日 (2018.6.12)

(73) 特許権者 000002185  
 ソニー株式会社  
 東京都港区港南1丁目7番1号  
 (74) 代理人 100121131  
 弁理士 西川 孝  
 (74) 代理人 100082131  
 弁理士 稲本 義雄  
 (72) 発明者 杉江 雄生  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
 式会社内  
 (72) 発明者 白木 寿一  
 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株  
 式会社内  
 審査官 北島 拓馬

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 医療用画像処理装置、医療用画像処理方法、及び、医療用観察システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

フォーカス位置を変えながら、生体を撮影することにより得られる複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成部であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成部を備え、

前記撮影画像及び前記合成画像に含まれる被写体の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以上であることを合成制限条件として、合成を制限すべき合成制限条件が満たされる場合、前記合成部は、1の撮影画像を、前記合成画像として出力する

医療用画像処理装置。

【請求項 2】

前記合成制限条件は、前記撮影画像に、前記生体とともに映る処置具が動いていることである

請求項 1 に記載の医療用画像処理装置。

【請求項 3】

前記合成画像と前記撮影画像との位置合わせを行う位置合わせ部をさらに備え、前記合成部は、位置合わせ後の前記合成画像と前記撮影画像とを合成する

請求項 1 又は 2 に記載の医療用画像処理装置。

【請求項 4】

10

20

前記位置合わせ部は、前記合成画像及び前記撮影画像について、画角を調整し、画角の調整後の前記合成画像と前記撮影画像との位置合わせを行う

請求項 3 に記載の医療用画像処理装置。

【請求項 5】

前記合成制限条件は、前記合成画像及び前記撮影画像の画角の調整の信頼性が閾値以下であることである

請求項 4 に記載の医療用画像処理装置。

【請求項 6】

前記位置合わせ部は、前記合成画像及び前記撮影画像について、動きを検出し、動きの検出結果に基づいて、前記位置合わせを行う

10

請求項 3 ないし 5 のいずれかに記載の医療用画像処理装置。

【請求項 7】

前記合成制限条件は、前記動きの検出の信頼性が閾値以下であることである

請求項 6 に記載の医療用画像処理装置。

【請求項 8】

前記撮影画像を撮影する撮影部が、ユーザの操作に応じた範囲内で、前記フォーカス位置を変えながら、前記撮影画像を撮影する

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の医療用画像処理装置。

【請求項 9】

前記合成部は、AF(Auto Focus)に用いられる評価値のピークが得られるフォーカス位置であるピーク位置を含む所定の範囲のフォーカス位置で撮影された複数の撮影画像を合成する

20

請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の医療用画像処理装置。

【請求項 10】

前記撮影画像を撮影する撮影部が、3D(Dimensional)の撮影画像を撮影する

請求項 1 ないし 9 のいずれかに記載の医療用画像処理装置。

【請求項 11】

医療用画像処理装置が、

フォーカス位置を変えながら、生体を撮影することにより得られる複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成処理であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成処理を行い、

30

前記撮影画像及び前記合成画像に含まれる被写体の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以上であることを合成制限条件として、合成を制限すべき合成制限条件が満たされる場合、1 の撮影画像を、前記合成画像として出力する

医療用画像処理方法。

【請求項 12】

フォーカス位置を変えながら、生体を撮影する撮影部と、

前記撮影部により撮影された複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成部であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成部と

40

を備え、

前記撮影画像及び前記合成画像に含まれる被写体の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以上であることを合成制限条件として、合成を制限すべき合成制限条件が満たされる場合、前記合成部は、1 の撮影画像を、前記合成画像として出力する

医療用観察システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

## 【 0 0 0 1 】

本技術は、医療用画像処理装置、医療用画像処理方法、及び、医療用観察システムに関し、特に、例えば、ディープフォーカスの画像を、低遅延、かつ、高フレームレートで得ることができるようにする医療用画像処理装置、医療用画像処理方法、及び、医療用観察システムに関する。

## 【 背景技術 】

## 【 0 0 0 2 】

例えば、医療用顕微鏡で撮影される撮影画像の被写界深度は浅く、実空間においてフォーカスが合っているフォーカス位置（フォーカス面）から、少しでも奥行きが異なる被写体は、ぼけた画像になる。

10

## 【 0 0 0 3 】

例えば、脳外科手術等において、医療用顕微鏡で得られる撮影画像では、周辺部に、手前にある被写体が映り、中心部に、幾分、奥にある注目する被写体（術部等）が映る。このとき、撮影画像の中央部に映る被写体がインフォーカスになるように、フォーカスが調整されると、撮影画像の周辺部に映る被写体がぼけ、被写体の観察性や、医療用顕微鏡の操作性に影響することがある。

## 【 0 0 0 4 】

そこで、例えば、フォーカス位置（焦点距離）を変更して画像を高速撮影し、その結果得られる複数の画像から、ディープフォーカスの画像（全焦点画像）を得る実時間全焦点顕微鏡カメラが提案されている（例えば、特許文献 1 を参照）。

20

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 0 5 】

【 特許文献 1 】 国際公開WO2002/082805号

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

## 【 0 0 0 6 】

ところで、医療用顕微鏡等の医療機器において、施術等を行う医者等のユーザに、画像を提供する場合には、医療という分野の性質上、低遅延であること、及び、画像のフレームレートが、高フレームレートであることが要求される。

30

## 【 0 0 0 7 】

本技術は、このような状況に鑑みてなされたものであり、ディープフォーカスの画像を、低遅延、かつ、高フレームレートで得ることができるようにするものである。

## 【 課題を解決するための手段 】

## 【 0 0 0 8 】

本技術の医療用画像処理装置は、フォーカス位置を変えながら、生体を撮影することにより得られる複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成部であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成部を備え、前記撮影画像及び前記合成画像に含まれる被写体の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以上であることを合成制限条件として、合成を制限すべき合成制限条件が満たされる場合、前記合成部は、1の撮影画像を、前記合成画像として出力する医療用画像処理装置である。

40

## 【 0 0 0 9 】

本技術の医療用画像処理方法は、医療用画像処理装置が、フォーカス位置を変えながら、生体を撮影することにより得られる複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成処理であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成処理を行い、前記撮影画像及び前記合成画像に含まれる被写体の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以

50

上であることを合成制限条件として、合成を制限すべき合成制限条件が満たされる場合、1の撮影画像を、前記合成画像として出力する医療用画像処理方法である。

【0010】

本技術の医療用観察システムは、フォーカス位置を変えながら、生体を撮影する撮影部と、前記撮影部により撮影された複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成部であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成部とを備え、前記撮影画像及び前記合成画像に含まれる被写体の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以上であることを合成制限条件として、合成を制限すべき合成制限条件が満たされる場合、前記合成部は、1の撮影画像を、前記合成画像として出力する医療用観察システムである。

10

【0011】

本技術の医療用画像処理装置、医療用画像処理方法、及び、医療用観察システムにおいては、フォーカス位置を変えながら、生体を撮影することにより得られる複数の撮影画像が合成され、合成画像が生成される。合成画像の生成では、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像が生成され、前記撮影画像及び前記合成画像に含まれる被写体の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以上であることを合成制限条件として、合成を制限すべき合成制限条件が満たされる場合、1の撮影画像が、前記合成画像として出力される。

20

【0012】

なお、医療用画像処理装置や医療用観察システムは、独立した装置であっても良いし、1つの装置を構成している内部ブロックであっても良い。

【発明の効果】

【0013】

本技術によれば、例えば、ディープフォーカスの画像を、低遅延、かつ、高フレームレートで得ることができる。

【0014】

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

30

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本技術を適用した医療用観察システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【図2】信号処理装置12の第1の構成例を示すブロック図である。

【図3】撮影部11での撮影画像の撮影、及び、信号処理装置12での合成画像の生成の概要を説明する図である。

【図4】位置合わせ部32及び合成部33の処理の例を説明する図である。

【図5】撮影部11において、フォーカス位置を変えながら撮影される撮影画像を説明する図である。

40

【図6】医療用観察システムの第1の動作例を説明するフローチャートである。

【図7】医療用観察システムの第2の動作例を説明するフローチャートである。

【図8】医療用観察システムの第3の動作例を説明するフローチャートである。

【図9】信号処理装置12の第2の構成例を示すブロック図である。

【図10】範囲設定部62でのフォーカス移動範囲の設定の例を説明する図である。

【図11】医療用観察システムの第4の動作例を説明するフローチャートである。

【図12】信号処理装置12の第3の構成例を示すブロック図である。

【図13】フォーカス位置と、フォーカス評価値との関係の例を示す図である。

【図14】医療用観察システムの第5の動作例を説明するフローチャートである。

【図15】信号処理装置12の第4の構成例を示すブロック図である。

50

【図 1 6】信号処理装置 1 2 で行われる AF 枠の設定の処理の例を説明するフローチャートである。

【図 1 7】本技術を適用したコンピュータの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

< 本技術を適用した医療用観察システムの一実施の形態 >

【0017】

図 1 は、本技術を適用した医療用観察システムの一実施の形態の構成例を示すブロック図である。

10

【0018】

図 1 の医療用観察システムは、例えば、医療用の内視鏡システムや、医療用電子顕微鏡（手術用顕微鏡）等の、生体を観察する機能を有する医療機器に適用することができる。

【0019】

図 1 において、医療用観察システムは、撮影部 1 1、信号処理装置 1 2、及び、表示装置 1 3 を有する。

【0020】

撮影部 1 1 は、例えば、施術を施す人体の術部等の生体である被写体を照明しながら撮影し、その撮影により得られる生体画像である撮影画像を、信号処理装置 1 2 に供給する。

20

【0021】

撮影部 1 1 は、光源 2 1、光学系 2 2、及び、イメージセンサ 2 3 を有する。

【0022】

光源 2 1 は、例えば、LED (Light Emitting Diode) 等で構成され、被写体を照明する光を発する。

【0023】

光学系 2 2 は、図示せぬ鏡筒に設けられており、フォーカスレンズや絞り等の光学部品で構成される。光学系 2 2 は、光源 2 1 が発する光が被写体で反射されることにより入射する被写体光（反射光）を、イメージセンサ 2 3 上に集光する。

【0024】

30

イメージセンサ 2 3 は、例えば、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) センサであり、光学系 2 2 からの被写体光を受光し、光電変換を行うことで、被写体を撮影する。イメージセンサ 2 3 が被写体を撮影することにより得られる撮影画像は、信号処理装置 1 2 に供給される。

【0025】

なお、撮影部 1 1 では、撮影画像として、2D(Dimension)画像を撮影することもできるし、左眼用の画像（L(Left)画像）と右眼用の画像（R(Right)画像）とからなる 3D 画像を撮影することもできる。

【0026】

撮影部 1 1 において、3D 画像を撮影する場合、撮影部 1 1 には、図中、点線で示すように、L 画像を撮影する光学系 2 2 及びイメージセンサ 2 3 と、R 画像を撮影する光学系 2 2 及びイメージセンサ 2 3 とが設けられる。

40

【0027】

また、撮影部 1 1 において、3D 画像を撮影する場合、信号処理装置 1 2 では、例えば、L 画像と、R 画像とのそれぞれに、同様の処理が施される。

【0028】

以下では、説明を簡単にするため、撮影部 1 1 では、撮影画像として、2D 画像が撮影されることとする。

【0029】

信号処理装置 1 2 は、撮影部 1 1 からの撮影画像に必要な信号処理を施し、その信号処

50

理の結果得られる画像を、表示装置 1 3 に供給する。

【 0 0 3 0 】

その他、信号処理装置 1 2 は、必要に応じて、撮影部 1 1 を制御する。

【 0 0 3 1 】

すなわち、信号処理装置 1 2 は、例えば、光源 2 1 を制御することにより、光源 2 1 による照明の明るさを制御する。また、信号処理装置 1 2 は、例えば、光学系 2 2 を制御することにより、絞りや、フォーカス（位置）、ズームを調整する。さらに、信号処理装置 1 2 は、例えば、イメージセンサ 2 3 を制御することにより、撮影画像のフレームレートや、撮影画像を撮影するときの露光時間（シャッタースピード）を制御する。

【 0 0 3 2 】

表示装置 1 3 は、信号処理装置 1 2 から供給される画像を表示する。表示装置 1 3 としては、例えば、信号処理装置 1 2 と一体となったディスプレイや、信号処理装置 1 2 とは別個の据え置き型のディスプレイ、ヘッドマウントディスプレイ等を採用することができる。

【 0 0 3 3 】

< 信号処理装置 1 2 の第 1 の構成例 >

【 0 0 3 4 】

図 2 は、図 1 の信号処理装置 1 2 の第 1 の構成例を示すブロック図である。

【 0 0 3 5 】

図 2 において、信号処理装置 1 2 は、フレームバッファ 3 1、位置合わせ部 3 2、合成部 3 3、駆動制御部 3 4、及び、制御部 3 5 を有する。

【 0 0 3 6 】

フレームバッファ 3 1 には、撮影部 1 1（のイメージセンサ 2 3）から、撮影画像が供給されるとともに、合成部 3 3 から、後述する合成画像が供給される。

【 0 0 3 7 】

フレームバッファ 3 1 は、撮影部 1 1 からの撮影画像や、合成部 3 3 からの合成画像を一時記憶する。

【 0 0 3 8 】

ここで、撮影部 1 1 では、後述する駆動制御部 3 4 による光学系 2 2 の制御にしたがって、フォーカス位置を変えながら、撮影画像が、表示装置 1 3 で表示される画像のフレームレート以上のフレームレートで（高速）撮影される。

【 0 0 3 9 】

したがって、撮影部 1 1 からフレームバッファ 3 1 には、フォーカス位置が異なる複数の撮影画像が供給され、フレームバッファ 3 1 は、そのような、フォーカス位置が異なる複数の撮影画像を記憶する。

【 0 0 4 0 】

位置合わせ部 3 2 は、フレームバッファ 3 1 に記憶された直前の合成画像と最新の撮影画像との位置合わせを行い、その位置合わせ後の合成画像と撮影画像を、合成部 3 3 に供給する。

【 0 0 4 1 】

すなわち、位置合わせ部 3 2 は、画角調整部 4 1、動きぼけ除去部 4 2、及び、被写体位置合わせ部 4 3 を有する。

【 0 0 4 2 】

画角調整部 4 1 は、合成画像及び撮影画像について、画角を調整し、画角の調整後の合成画像と撮影画像とを、動きぼけ除去部 4 2 に供給する。

【 0 0 4 3 】

動きぼけ除去部 4 2 は、画角調整部 4 1 からの撮影画像に生じている動きぼけを除去し、その動きぼけの除去後の撮影画像を、合成画像とともに、被写体位置合わせ部 4 3 に供給する。

【 0 0 4 4 】

10

20

30

40

50

被写体位置合わせ部 4 3 は、動きぼけ除去部 4 2 からの合成画像及び撮影画像について、動きを検出し、その動きの検出結果に基づいて、合成画像と撮影画像との位置合わせを行う。

【 0 0 4 5 】

すなわち、被写体位置合わせ部 4 3 は、撮影画像に映る被写体に対して、合成画像に映る、同一の被写体の位置を合わせる位置合わせを行う。

【 0 0 4 6 】

そして、被写体位置合わせ部 4 3 は、位置合わせ後の合成画像及び撮影画像を、合成部 3 3 に供給する。

【 0 0 4 7 】

合成部 3 3 は、位置合わせ部 3 2 ( の被写体位置合わせ部 4 3 ) からの合成画像と撮影画像とを合成することにより、最新の合成画像を生成する。

【 0 0 4 8 】

すなわち、合成部 3 3 は、特徴量算出部 5 1、ピーク算出部 5 2、及び、画像合成部 5 3 を有する。

【 0 0 4 9 】

特徴量算出部 5 1 は、位置合わせ部 3 3 からの合成画像及び撮影画像のそれぞれの画素について、フォーカスが合っている ( インフォーカスになっている ) 程度を表す特徴量 ( 以下、合焦特徴量ともいう ) を算出し、ピーク算出部 5 2 に供給する。

【 0 0 5 0 】

ピーク算出部 5 2 は、合成画像及び撮影画像のそれぞれの同一の位置の画素の合焦特徴量のピークを算出する。すなわち、ピーク算出部 5 2 は、合成画像及び撮影画像のそれぞれの同一の位置の画素の合焦特徴量のうちの大きい方の合焦特徴量を検出し、その検出結果 ( 以下、ピーク検出結果ともいう ) を、画像合成部 5 3 に供給する。

【 0 0 5 1 】

画像合成部 5 3 は、ピーク算出部 5 2 からのピーク検出結果に応じて、位置合わせ部 3 2 からの合成画像と撮影画像とを合成することにより、最新の合成画像を生成する。

【 0 0 5 2 】

画像合成部 5 3 で得られた ( 最新の ) 合成画像は、フレームバッファ 3 1 に供給されるとともに、必要に応じて、表示装置 1 3 ( 図 1 ) に出力される。

【 0 0 5 3 】

駆動制御部 3 4 は、光学系 2 2 を駆動することにより、フォーカス位置を移動させる。

【 0 0 5 4 】

制御部 3 5 は、信号処理装置 1 2 全体を制御する。

【 0 0 5 5 】

< 撮影画像の撮影、及び、合成画像の生成の概要 >

【 0 0 5 6 】

図 3 は、撮影部 1 1 での撮影画像の撮影、及び、信号処理装置 1 2 での合成画像の生成の概要を説明する図である。

【 0 0 5 7 】

図 3 では、撮影部 1 1 において、例えば、120Hz のフレームレートで、撮影画像 ( のフレーム ) F1, F2, F3, ... が撮影されている。

【 0 0 5 8 】

また、図 3 では、撮影画像を撮影するときのフォーカス位置が、フレームごとに、フォーカス位置 pos1, pos2, pos3, pos4 の 4 個の位置に、周期的に移動されている。

【 0 0 5 9 】

ここで、フォーカス位置 pos1, pos2, pos3, pos4 は、異なっており、図 3 では、式  $pos1 < pos2 < pos3 < pos4$  で表される関係を有する。

【 0 0 6 0 】

撮影部 1 1 では、上述のように、フォーカス位置を、フォーカス位置 pos1, pos2, pos3, p

10

20

30

40

50

os4に、周期的に変えながら、撮影画像F1,F2,F3,...が撮影されている。

【 0 0 6 1 】

その結果、撮影画像F1は、フォーカス位置pos1の画像（フォーカス位置pos1にフォーカスがあった画像）に、撮影画像F2は、フォーカス位置pos2の画像に、撮影画像F3は、フォーカス位置pos3の画像に、撮影画像F4は、フォーカス位置pos4の画像に、それぞれなっている。

【 0 0 6 2 】

そして、撮影画像F5は、フォーカス位置pos1の画像になっており、以下、以降の撮影画像も同様に、フォーカス位置が周期的に異なる画像になっている。

【 0 0 6 3 】

信号処理装置 1 2 では、原理的には、フォーカス位置pos1,pos2,pos3,pos4の4フレームの撮影画像等の、フォーカス位置が異なる複数の撮影画像を合成することにより、ディープフォーカスの合成画像を生成する。

【 0 0 6 4 】

フォーカス位置pos1,pos2,pos3,pos4の撮影画像等の、フォーカス位置が異なる複数の撮影画像を合成して、ディープフォーカスの合成画像を生成するEDoF(Extended Depth of Field)の方法としては、例えば、第 1 の合成方法や第 2 の合成方法を採用することができる。

【 0 0 6 5 】

第 1 の合成方法では、フォーカス位置pos1ないしpos4の撮影画像のうちの最新の撮影画像であるフォーカス位置pos4の撮影画像に対して、他のフォーカス位置pos1ないしpos3の撮影画像それぞれの位置合わせが行われる。

【 0 0 6 6 】

そして、位置合わせ後のフォーカス位置pos1ないしpos4の撮影画像の各画素について、合焦特徴量が最大（ピーク）のフォーカス位置の撮影画像の画素が、合成画像の画素として選択され、そのような画素で構成される合成画像が生成される。

【 0 0 6 7 】

第 2 の合成方法では、例えば、最初に撮影されたフォーカス位置pos1の撮影画像F1が、そのまま、合成画像とされる。そして、その合成画像（直前の合成画像）と、次に撮影されたフォーカス位置pos2の撮影画像F2とが合成される。

【 0 0 6 8 】

すなわち、最新の撮影画像であるフォーカス位置pos2の撮影画像F2に対して、直前の合成画像の位置合わせが行われる。

【 0 0 6 9 】

そして、位置合わせ後のフォーカス位置pos2の撮影画像F2及び合成画像の各画素について、合焦特徴量が最大（大きい方）の撮影画像F2又は合成画像の画素が、最新の合成画像C1の画素として選択され、そのような画素で構成される最新の合成画像C1が生成される。

【 0 0 7 0 】

フォーカス位置pos2の撮影画像F2の次に撮影されたフォーカス位置pos3の撮影画像F3については、合成画像C1が、直前の合成画像C1となり、その合成画像C1と、フォーカス位置pos3の撮影画像F3（最新の撮影画像）とが、同様に合成され、最新の合成画像C2が生成される。

【 0 0 7 1 】

フォーカス位置pos3の撮影画像F3の次に撮影されたフォーカス位置pos4の撮影画像F4については、合成画像C2が、直前の合成画像C2となり、その合成画像C2と、フォーカス位置pos4の撮影画像F4とが、同様に合成され、最新の合成画像C3が生成される。

【 0 0 7 2 】

以下、同様に、第 2 の合成方法では、直前の合成画像と、最新の撮影画像とが合成されることにより、最新の合成画像が生成される。

【 0 0 7 3 】

10

20

30

40

50



フォーカス位置pos1ないしpos4の撮影画像を、第1の合成方法で合成することにより得られる合成画像と、第2の合成方法で得られる合成画像C3とは、いずれも、フォーカス位置pos1からフォーカス位置pos4までを被写界深度に含むディープフォーカスの画像になっている。

【0074】

また、第1及び第2の合成方法のいずれであっても、合成画像は、フォーカス位置pos1ないしpos4の撮影画像が撮影されてから得ることができる。

【0075】

但し、第1の合成方法では、フォーカス位置pos1ないしpos4の撮影画像の4フレームの画像が、合成画像を生成する合成処理（位置合わせ部32で行われる位置合わせの処理、及び、合成部33で行われる合成の処理）の対象となる。

10

【0076】

一方、第2の合成方法では、直前の合成画像及び最新の撮影画像の2フレームの画像が、合成処理の対象となる。

【0077】

したがって、第1及び第2の合成方法については、得られる合成画像の被写界深度に差はないが、合成画像の生成に、3フレーム以上の撮影画像が用いられる場合には、第2の合成方法の方が、第1の合成方法よりも、合成処理を、短時間で行うことができる。

【0078】

以上のように、第2の合成方法によれば、合成処理を短時間で行うことができるので、ディープフォーカスの画像である合成画像を、低遅延、かつ、高フレームレートで得ることができる。

20

【0079】

したがって、前述したように、医療機器において、施術等を行う医者等のユーザに、画像を提供する場合には、医療という分野の性質上、低遅延であること、及び、高フレームレートであることが要求されるが、第2の合成方法によれば、ディープフォーカスの画像を、低遅延、かつ、高フレームレートで提供することができる。その結果、被写体の観察性（被写体の観察しやすさ）や、被写体に対する施術のしやすさ等を向上させることができる。

【0080】

30

さらに、第2の合成方法によれば、撮影部11のフォーカス駆動が低速で、時間を要する場合であっても、短時間で合成処理を行い、ディープフォーカスの画像を迅速に得ることが可能となる。

【0081】

なお、図3に示したように、撮影部11において、フォーカス位置を、フォーカス位置pos1,pos2,pos3,pos4に、周期的に変えながら、120Hzのフレームレートで、撮影画像を撮影する場合には、信号処理装置12において、フォーカス位置pos1,pos2,pos3,pos4の4フレームの撮影画像が撮影されるごとに、その4フレームの撮影画像を合成した1フレームの合成画像を生成することができる。この場合、1のフォーカス位置の撮影画像の（ほぼ）4倍の被写界深度の合成画像であって、30Hzのフレームレートの合成画像を得ることができる。

40

【0082】

また、図3に示したように、撮影部11において、フォーカス位置を、フォーカス位置pos1,pos2,pos3,pos4に、周期的に変えながら、120Hzのフレームレートで、撮影画像を撮影する場合には、信号処理装置12において、最新の撮影画像が撮影されるごとに、その最新の撮影画像を含む過去4フレームの撮影画像を合成した1フレームの合成画像を生成することができる。この場合、1のフォーカス位置の撮影画像の（ほぼ）4倍の被写界深度の合成画像であって、120Hzのフレームレートの合成画像を得ることができる。

【0083】

ここで、図1の医療用観察システムでは、第1及び第2の合成方法のいずれをも採用す

50

ることができるが、以下では、第 1 及び第 2 の合成方法のうちの、例えば、第 2 の合成方法を例として、説明を行う。

【 0 0 8 4 】

< 位置合わせ部 3 2 及び合成部 3 3 の処理 >

【 0 0 8 5 】

図 4 は、図 2 の位置合わせ部 3 2 及び合成部 3 3 の処理の例を説明する図である。

【 0 0 8 6 】

図 3 で説明したように、撮影部 1 1 は、フォーカス位置を変えながら、撮影画像を撮影する。

【 0 0 8 7 】

図 4 では、被写体 obj1 と obj2 とが映る撮影画像が、時刻  $t_0$  ,  $t_1$  ,  $t_2$  に撮影されている。

【 0 0 8 8 】

時刻  $t_0$  ないし  $t_2$  それぞれの撮影画像では、フォーカス位置が異なり、そのため、時刻  $t_0$  の撮影画像では、被写体 obj1 は、インフォーカスになっており、被写体 obj2 は、ピンぼけ（アウトフォーカス）になっている。また、時刻  $t_1$  及び  $t_2$  の撮影画像では、被写体 obj1 は、ピンぼけになっており、被写体 obj2 は、インフォーカスになっている。

【 0 0 8 9 】

ここで、説明を簡単にするため、図 4 では、時刻  $t_0$  の撮影画像を、直前の合成画像とするとともに、時刻  $t_1$  の撮影画像を、最新の撮影画像として、位置合わせ部 3 2 及び合成部 3 3 の処理を説明する。

【 0 0 9 0 】

位置合わせ部 3 2 では、最新の撮影画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像に対して、直前の合成画像としての時刻  $t_0$  の撮影画像の位置を合わせる位置合わせが行われる。

【 0 0 9 1 】

位置合わせは、時刻  $t_0$  及び  $t_1$  の撮影画像のそれぞれに映る同一の被写体どうしが、極力重なり合うように行われる。

【 0 0 9 2 】

すなわち、位置合わせ部 3 2 では、時刻  $t_0$  及び  $t_1$  の撮影画像のそれぞれに映る同一の被写体 obj1 どうしと、被写体 obj2 どうしとが、それぞれ、極力重なり合うように、画角調整部 4 1 が、例えば、合成画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像の画角を調整する。

【 0 0 9 3 】

画角の調整では、最新の撮影画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像と、直前の合成画像としての時刻  $t_0$  の撮影画像との相関が極めて高いことを前提として、時刻  $t_0$  及び  $t_1$  の撮影画像どうしの相関を表す相関値としての、例えば、相互相関や、画素値の差分絶対値の総和が、時刻  $t_0$  の撮影画像の画角を微変更しながら求められる。

【 0 0 9 4 】

そして、時刻  $t_0$  及び  $t_1$  の撮影画像どうしの相関値を最も高くする画角が求められ、そのような画角に、時刻  $t_0$  の撮影画像の画角が調整される（時刻  $t_0$  の撮影画像が、拡大又は縮小される）。

【 0 0 9 5 】

ここで、撮影画像の撮影は、フォーカス位置を変えながら行われるため、ある撮影画像と、次に撮影される画像とでは、フォーカス位置が異なることにより、画角が僅かに変化することがある。画角の調整は、その画角の変化を補正するために行われる。

【 0 0 9 6 】

以上のような画角の調整の後、位置合わせ部 3 2 では、動きぼけ除去部 4 2 が、最新の撮影画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像に生じている動きぼけを除去する。

【 0 0 9 7 】

動きぼけを除去する方法としては、任意の方法を採用することができる。例えば、動きぼけを生じさせるぼけフィルタとして、ブローカーネルを想定することができる場合には、ブローカーネルのデコンボリューションによって、動きぼけの除去を行うことができる

10

20

30

40

50

。

【0098】

なお、動きぼけ除去部42での動きぼけの除去の処理は、スキップすることができる。すなわち、例えば、動きぼけの除去を、ブローカーネルのデコンボリューションによって行う場合に、ぼけフィルタとして、ブローカーネルを想定することができないときには、動きぼけの除去の処理は、スキップすることができる。

【0099】

また、ここでは、最新の撮影画像に対してだけ、動きぼけの除去を行うこととしたが、直前の合成画像に対しても、動きぼけの除去を行うことができる。但し、撮影画像が、そのまま、直前の合成画像とされる場合を除き、直前の合成画像は、動きぼけの除去が行われた撮影画像と、直前の合成画像の前に得られた合成画像とを合成することにより得られるので、動きぼけが既に除去されている。したがって、撮影画像が、そのまま、直前の合成画像とされる場合を除いて、直前の合成画像に対しては、動きぼけの除去を行う必要はない。

10

【0100】

位置合わせ部32では、その後、被写体位置合わせ部43において、最新の撮影画像としての時刻 $t_1$ の撮影画像に映る被写体の位置に、直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像に映る被写体の位置を合わせる位置合わせが行われる。

【0101】

被写体位置合わせ部43の位置合わせは、最新の撮影画像としての時刻 $t_1$ の撮影画像と、直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像とのそれぞれの被写界深度が、あまり異なっていない（大きな差がない）ことを前提として、すなわち、最新の撮影画像としての時刻 $t_1$ の撮影画像と、直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像とに、同一の被写体が、インフォーカスで映っていることを前提として行われる。

20

【0102】

被写体位置合わせ部43の位置合わせでは、最新の撮影画像としての時刻 $t_1$ の撮影画像と、直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像との間の動きを検出する動き検出が、例えば、画素単位で行われる。

【0103】

動き検出は、例えば、任意の方法で行うことができる。例えば、動き検出は、ブロックマッチングや、特徴点ベースのLKT(Kanade Lucas Tomasi)法等によって行うことができる。

30

【0104】

被写体位置合わせ部43の位置合わせでは、動き検出により、画素単位で動きベクトルが検出された後、直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像の1点又は複数の点から最新の撮影画像としての時刻 $t_1$ の撮影画像の1点又は複数の点への動きを表す1又は複数の代表ベクトルが、画素単位の動きベクトルを用いて求められる。

【0105】

そして、代表ベクトルで表される動きにマッチする射影変換を実現する射影変換行列が算出され、その射影変換行列にしたがって、直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像が射影変換されることにより、最新の撮影画像としての時刻 $t_1$ の撮影画像に対して、直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像の位置を合わせる位置合わせが行われる。

40

【0106】

以上のような位置合わせ後の直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像と、最新の撮影画像としての時刻 $t_1$ の撮影画像とは、位置合わせ部32から合成部33に供給され、合成される。

【0107】

すなわち、合成部33では、特徴量算出部51が、最新の撮影画像としての時刻 $t_1$ の撮影画像と、直前の合成画像としての時刻 $t_0$ の撮影画像とのそれぞれの画素について、インフォーカスになっている程度を表す合焦特徴量を算出し、その合焦特徴量を画素値とする

50

特徴量画像を、ピーク算出部 5 2 に供給する。

【 0 1 0 8 】

合焦特徴量としては、例えば、インフォーカスの画素に対して大きな値になり、ぼけている画素に対して小さな値になる特徴量を採用することができる。そのような合焦特徴量としては、例えば、ラプラシアン等がある。

【 0 1 0 9 】

ピーク算出部 5 2 は、最新の撮影画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像と、直前の合成画像としての時刻  $t_0$  の撮影画像とのそれぞれの同一の位置の画素の合焦特徴量のピークを、特徴量算出部 5 1 からの特徴量画像を参照して算出（検出）する。

【 0 1 1 0 】

図 4 では、最新の撮影画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像において被写体 obj1 が映るある画素 p1 と、直前の合成画像としての時刻  $t_0$  の撮影画像において被写体 obj1 が映る、画素 p1 と同一位置の画素 p0 とについては、インフォーカスの被写体 obj1 が映る画素 p0 の合焦特徴量が、ピンぼけの被写体 obj1 が映る画素 p1 の特徴量より大きくなっている。そのため、画素 p0 の合焦特徴量が、同一位置の画素 p0 及び p1 の合焦特徴量のピークとして検出され、その検出結果であるピーク検出結果が、ピーク算出部 5 2 から画像合成部 5 3 に供給される。

【 0 1 1 1 】

画像合成部 5 3 は、ピーク算出部 5 2 からのピーク検出結果に応じて、最新の撮影画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像と、直前の合成画像としての時刻  $t_0$  の撮影画像とを合成することで、最新の合成画像を生成する。

【 0 1 1 2 】

すなわち、画像合成部 5 3 は、最新の撮影画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像と、直前の合成画像としての時刻  $t_0$  の撮影画像とのそれぞれの同一の位置の画素のうちの、ピーク検出結果として検出された合焦特徴量が大きい方の画素、つまり、よりインフォーカスの被写体が映っている画素を、最新の合成画像の画素として選択することで、最新の合成画像を生成する。

【 0 1 1 3 】

合成部 3 3 では、以上のように、位置合わせ部 3 2 において、位置合わせが動き検出によって行われた最新の撮影画像と直前の合成画像とが合成される。したがって、最新の撮影画像及び直前の合成画像に、ある程度の動きがある被写体が映っている場合でも、その動きに従って、ディープフォーカスの最新の合成画像を生成することができる。

【 0 1 1 4 】

図 5 は、撮影部 1 1 において、フォーカス位置を変えながら撮影される撮影画像を説明する図である。

【 0 1 1 5 】

図 5 では、被写体 obj1, obj2, obj3 が、実空間に配置されており、それらの被写体 obj1 ないし obj3 が、フォーカス位置を変えながら撮影されている。

【 0 1 1 6 】

なお、被写体 obj1, obj2, obj3 は、撮影部 1 1 側から見て、その順で、奥に向かって配置されている。

【 0 1 1 7 】

また、被写体 obj1 ないし obj3 の撮影において、フォーカス位置は、（撮影部 1 1 側から見て、）手前側から奥側に移動されている。

【 0 1 1 8 】

図 5 において、撮影画像 F#N 及び F#N+1 は、隣接するフレームの撮影画像であり、撮影画像 F#N が撮影され、その後、撮影画像 F#N+1 が撮影されている。

【 0 1 1 9 】

撮影画像 F#N が撮影されたときの被写界深度には、最も手前の被写体 obj1 と、手前から 2 番目の被写体 obj2 とが入っているが、最も奥の被写体 obj3 は入っていない。そのため、撮影画像 F#N では、被写体 obj1 及び obj2 がインフォーカスで映っているが、被写体 obj3 はピ

10

20

30

40

50

ンぼけになっている。

【 0 1 2 0 】

一方、撮影画像F#N+1が撮影されたときの被写界深度には、手前から2番目の被写体obj2と、最も奥の被写体obj3とが入っているが、最も手前の被写体obj1は入っていない。そのため、撮影画像F#N+1では、被写体obj2及びobj3がインフォーカスで映っているが、被写体obj1はピンぼけになっている。

【 0 1 2 1 】

したがって、撮影画像F#N及びF#N+1には、いずれも、被写体obj2がインフォーカスで映っている。

【 0 1 2 2 】

フォーカス位置の移動は、以上のように、隣接するフレームの撮影画像F#N及びF#N+1において、1以上の被写体（図5では、被写体obj2）がインフォーカスで映るように、すなわち、隣接するフレームの撮影画像F#N及びF#N+1の被写界深度それぞれの一部が重なるように行われる。

【 0 1 2 3 】

< 医療用観察システムの第1の動作例 >

【 0 1 2 4 】

図6は、図1の医療用観察システムの第1の動作例を説明するフローチャートである。

【 0 1 2 5 】

すなわち、図6は、信号処理装置12が図2に示したように構成される場合の医療用観察システムの動作例を示している。

【 0 1 2 6 】

ステップS11において、制御部35は、フォーカス位置の目標値を、初期値としての、例えば、フォーカス位置の移動可能範囲の最小値に設定し、処理は、ステップS12に進む。

【 0 1 2 7 】

ステップS12では、制御部35は、駆動制御部34を制御することにより、フォーカス位置を、目標値に移動させ、処理は、ステップS13に進む。

【 0 1 2 8 】

ステップS13では、撮影部11は、フォーカス位置が目標値になっている状態で、撮影画像を撮影し、フレームバッファ31に供給して、処理は、ステップS14に進む。

【 0 1 2 9 】

ステップS14では、フレームバッファ31は、撮影部11からの撮影画像を、注目する注目画像として記憶し、処理は、ステップS15に進む。

【 0 1 3 0 】

ステップS15では、位置合わせ部32は、フレームバッファ31に記憶された最新の撮影画像である注目画像と、同じくフレームバッファ31に記憶された直前の合成画像との位置合わせを、図4で説明したように行う。さらに、ステップS15では、位置合わせ部32は、位置合わせ後の注目画像と直前の合成画像とを、合成部33に供給して、処理は、ステップS16に進む。

【 0 1 3 1 】

ここで、フレームバッファ31に記憶された合成画像は、所定のタイミングでリセット、すなわち、フレームバッファ31から削除される。

【 0 1 3 2 】

合成画像のリセットは、例えば、撮影の開始時に行われる。

【 0 1 3 3 】

したがって、撮影の開始時においては、合成画像がリセットされるので、合成画像は、フレームバッファ31に記憶されていない。

【 0 1 3 4 】

なお、合成画像のリセットは、その他、例えば、ステップS11で、フォーカス位置の

10

20

30

40

50

目標値が初期値に設定されるときに行うことができる。また、例えば、撮影画像から大きな動きが検出された場合等の、ディープフォーカスの合成画像の生成に適さない撮影画像が撮影された場合、その他の、撮影画像の合成（による合成画像の生成）を制限すべき合成制限条件が満たされる場合に、合成画像のリセットを行うことができる。

【0135】

合成画像がフレームバッファ31に記憶されていない場合、ステップS15及びS16の処理は、スキップされるとともに、注目画像が、合成画像としてフレームメモリ31に記憶される。

【0136】

ステップS16では、合成部33は、図4で説明したように、位置合わせ後の注目画像及び直前の合成画像のそれぞれの画素について、合焦特徴量を算出し、その合焦特徴量に応じて、注目画像及び直前の合成画像を合成することにより、最新の合成画像を生成する。

10

【0137】

すなわち、合成部33は、合焦特徴量に応じて、注目画像及び直前の合成画像の画素のうちよりフォーカスが合っている画素を、最新の合成画像の画素として選択することで、最新の合成画像を生成する。

【0138】

合成部33は、最新の合成画像を、フレームメモリ31に供給して、直前の合成画像に上書きする形で記憶させ、処理は、ステップS16からステップS17に進む。

20

【0139】

ここで、以上のようにして、フレームメモリ31に記憶された最新の合成画像が、次回行われるステップS15において、直前の合成画像として用いられる。

【0140】

ステップS17では、制御部35は、フォーカス位置の目標値が、フォーカス位置の移動可能範囲の最大値になっているかどうかを判定する。

【0141】

ステップS17において、目標値が、フォーカス位置の移動可能範囲の最大値ではないと判定された場合、すなわち、目標値が、フォーカス位置の移動可能範囲の最大値未満である場合、処理は、ステップS18に進む。

30

【0142】

ステップS18では、制御部35は、フォーカス位置の目標値を、現在の値から、所定値だけ増加させ、処理は、ステップS12に戻る。

【0143】

ステップS12では、上述したように、制御部35は、駆動制御部34を制御することにより、フォーカス位置を、目標値に移動させる。そして、以下、同様の処理が繰り返され、これにより、フォーカス位置を変えながら、撮影画像が撮影され、最新の撮影画像と直前の合成画像とが合成されていく。

【0144】

一方、ステップS17において、目標値が、フォーカス位置の移動可能範囲の最大値であると判定された場合、すなわち、フォーカス位置を、移動可能範囲に亘って移動させながら、複数の撮影画像の撮影が完了した場合、処理は、ステップS19に進む。

40

【0145】

ステップS19では、合成部33は、最新の合成画像を、表示装置13（図1）に出力して表示させ、処理は、ステップS11に戻る。

【0146】

第1の動作例では、フォーカス位置を、移動可能範囲に亘って移動させながら、複数の撮影画像が撮影され、その複数の撮影画像のすべてを用いた合成画像が生成されてから、その合成画像が、表示装置13に出力されて表示される。

【0147】

50

したがって、第1の動作例では、表示装置13に表示される合成画像のフレームレートは、撮影部11で撮影される撮影画像のフレームレートよりも、合成画像の生成に用いられる撮影画像のフレーム数に対応する分だけ低下する。

【0148】

<医療用観察システムの第2の動作例>

【0149】

図7は、図1の医療用観察システムの第2の動作例を説明するフローチャートである。

【0150】

すなわち、図7は、信号処理装置12が図2に示したように構成される場合の医療用観察システムの他の動作例を示している。

【0151】

第2の動作例では、ステップS21ないしS26において、図6の第1の動作例のステップS11ないしS16とそれぞれ同様の処理が行われる。

【0152】

そして、ステップS26において、合成部33が、最新の合成画像を生成し、その最新の合成画像を、フレームメモリ31に供給して、直前の合成画像に上書きする形で記憶させた後は、処理は、ステップS27に進む。

【0153】

ステップS27では、合成部33は、図6の第1の動作例のステップS19と同様に、最新の合成画像を、表示装置13(図1)に出力して表示させ、処理は、ステップS28に進む。

【0154】

ステップS28及びS29では、図6の第1の動作例のステップS17及びS18とそれぞれ同様の処理が行われる。

【0155】

上述したように、図6の第1の動作例では、フォーカス位置を、移動可能範囲に亘って移動させながら、複数の撮影画像が撮影され、その複数の撮影画像のすべてを用いた合成画像が生成されてから、その合成画像が、表示装置13に出力されて表示される。

【0156】

一方、図7の第2の動作例は、フォーカス位置を、移動可能範囲に亘って移動させながら、複数の撮影画像が撮影される点では、第1の動作例と共通する。

【0157】

但し、第2の動作例では、第1の動作例のステップS16に対応するステップS26において、最新の撮影画像(注目画像)を用いた最新の合成画像が生成されるごとに、直後のステップS27において、その最新の合成画像が、表示装置13に出力されて表示される。

【0158】

したがって、第2の動作例では、表示装置13に表示される合成画像のフレームレートは、撮影部11で撮影される撮影画像のフレームレートに一致する。

【0159】

なお、図6の第1の動作例のように、フォーカス位置を、移動可能範囲に亘って移動させながら撮影された複数の撮影画像のすべてを用いた合成画像が生成されてから、その合成画像を、表示装置13に出力するか、又は、図7の第2の動作例のように、最新の撮影画像を用いた最新の合成画像が生成されるごとに、その最新の合成画像を、表示装置13に出力するかは、例えば、ユーザの操作に応じて選択することができる。

【0160】

以下では、第1及び第2の動作例のうちの、例えば、第1の動作例のように、フォーカス位置を、移動可能範囲に亘って移動させながら撮影された複数の撮影画像のすべてを用いた合成画像が生成されてから、その合成画像を、表示装置13に出力する場合を例として、説明を行う。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 6 1 】

< 医療用観察システムの第 3 の動作例 >

## 【 0 1 6 2 】

図 8 は、図 1 の医療用観察システムの第 3 の動作例を説明するフローチャートである。

## 【 0 1 6 3 】

すなわち、図 8 は、信号処理装置 1 2 が図 2 に示したように構成される場合の医療用観察システムの、さらに他の動作例を示している。

## 【 0 1 6 4 】

第 3 の動作例では、ステップ S 3 1 ないし S 3 8 において、図 6 の第 1 の動作例のステップ S 1 1 ないし S 1 8 とそれぞれ同様の処理が行われる。

## 【 0 1 6 5 】

ステップ S 3 7 において、制御部 3 5 は、第 1 の動作例の対応するステップ S 1 7 と同様に、フォーカス位置の目標値が、フォーカス位置の移動可能範囲の最大値になっているかどうかを判定する。

## 【 0 1 6 6 】

そして、ステップ S 3 7 において、目標値が、フォーカス位置の移動可能範囲の最大値であると判定された場合、処理は、ステップ S 3 9 に進む。

## 【 0 1 6 7 】

ステップ S 3 9 では、制御部 3 5 は、撮影画像の合成（による合成画像の生成）を制限すべき合成制限条件が満たされるかどうかを判定する。

## 【 0 1 6 8 】

ここで、合成制限条件としては、例えば、ディープフォーカスの合成画像の生成に適さない撮影画像が撮影された場合や、ユーザがディープフォーカスの画像を必要としていない場合等を採用することができる。

## 【 0 1 6 9 】

ディープフォーカスの合成画像の生成に適さない撮影画像が撮影された場合としては、例えば、ステップ S 3 5 の、注目画像及び直前の合成画像の位置合わせで行われる、注目画像及び直前の合成画像の画角の調整において、その画角の調整の信頼性が閾値以下である場合がある。

## 【 0 1 7 0 】

画角の調整では、図 4 で説明したように、注目画像（最新の撮影画像としての時刻  $t_1$  の撮影画像）と、直前の合成画像（直前の合成画像としての時刻  $t_0$  の撮影画像）との相関値を最も高くする画角が求められ、そのような画角に、直前の合成画像の画角が調整される。

## 【 0 1 7 1 】

画角の調整の信頼性としては、例えば、直前の合成画像の画角が調整されるとき、注目画像と直前の合成画像との相関値を採用することができる。

## 【 0 1 7 2 】

また、ディープフォーカスの合成画像の生成に適さない撮影画像が撮影された場合としては、例えば、ステップ S 3 6 の、注目画像及び直前の合成画像の合成で行われる、注目画像及び直前の合成画像の動き検出において、その動き検出の信頼性が閾値以下である場合がある。

## 【 0 1 7 3 】

動き検出の信頼性としては、例えば、動き検出としてのブロックマッチングで動きベクトルの検出に用いられる、ブロックどうしの類似性を評価する評価値としての、例えば、SAD(Sum of Absolute Difference)等に反比例する値を採用することができる。

## 【 0 1 7 4 】

ディープフォーカスの合成画像の生成に適さない撮影画像が撮影された場合としては、その他、例えば、ステップ S 3 6 の、注目画像及び直前の合成画像の合成で行われる、注目画像及び直前の合成画像の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以上である

10

20

30

40

50



場合がある。

【 0 1 7 5 】

例えば、ユーザが、撮影部 1 1 を操作して、パンやズーム等を、意図的に行った場合にや、フォーカス位置の移動速度に対して、被写体の動きが大きい場合等においては、注目画像及び直前の合成画像に映る被写体の位置合わせが困難となり、合成画像に大きな動きぼけが生じるおそれがある。

【 0 1 7 6 】

注目画像及び直前の合成画像の動き検出において検出される動きの大きさが閾値以上であることを、合成制限条件とすることにより、上述のような、大きな動きぼけが生じた合成画像が生成されることを防止することができる。

10

【 0 1 7 7 】

ユーザがディープフォーカスの画像を必要としていない場合としては、例えば、撮影画像に、施術を施す人体の術部等の生体とともに、その術部に処置を施す鉗子等の処置具が映っている場合であって、その処置具が、ユーザ（処置具を操作する術者）によって、意図的に動かされている場合（例えば、処置具を、術部に向かって移動させている場合等）がある。

【 0 1 7 8 】

処置具が動いているかどうかは、例えば、撮影画像に、処置具が映っていることを、画像認識により認識し、その処置具の動き検出を行うことで認識することができる。

【 0 1 7 9 】

また、処置具が動いているかどうかは、例えば、ユーザが処置具を扱っているときにオン状態に操作されるボタン（図示せず）の状態に基づいて認識することができる。

20

【 0 1 8 0 】

ユーザがディープフォーカスの画像を必要としていない場合としては、その他、例えば、ユーザがディープフォーカスの画像を必要でないときに操作されるボタン（図示せず）が操作されている場合がある。

【 0 1 8 1 】

ステップ S 3 9 において、合成制限条件が満たされると判定された場合、処理は、ステップ S 4 0 に進む。

【 0 1 8 2 】

ステップ S 4 0 では、合成部 3 3 は、最新の合成画像の生成に用いられた複数の撮影画像のうちの 1 つの撮影画像、すなわち、例えば、中央にフォーカスがある 1 つ（1 フレーム）の撮影画像を、フレームバッファ 3 1 から、位置合わせ部 3 2 を介して読み出す。

30

【 0 1 8 3 】

そして、合成部 3 3 は、フレームバッファ 3 1 から読み出した、中央にフォーカスがある撮影画像を、最新の合成画像に選択し、処理は、ステップ S 4 0 からステップ S 4 1 に進む。

【 0 1 8 4 】

一方、ステップ S 3 9 において、合成制限条件が満たされないと判定された場合、処理は、ステップ S 4 0 をスキップして、ステップ S 4 1 に進む。

40

【 0 1 8 5 】

ステップ S 4 1 では、合成部 3 3 は、図 6 の第 1 の動作例のステップ S 1 9 と同様に、最新の合成画像を、表示装置 1 3（図 1）に出力して表示させ、処理は、ステップ S 3 1 に戻る。

【 0 1 8 6 】

図 8 の第 3 の動作例では、合成制限条件が満たされない場合には、フォーカス位置を変えながら撮影された複数の撮影画像が合成された合成画像が、表示装置 1 3 に出力されて表示されるが、合成制限条件が満たされる場合には、フォーカス位置を変えながら撮影された複数の撮影画像が合成された合成画像の出力が制限され、その複数の撮影画像のうち

50

の１つの撮影画像が、表示装置１３に出力されて表示される。

【０１８７】

したがって、例えば、ユーザが、意図的に、処置具を、術部に向けて、大きく動かしており、特に、EDoFが必要であると思っていない場合等において、フォーカス位置を変えながら撮影された複数の撮影画像が合成された合成画像が表示装置１３に表示されることを防止することができる。

【０１８８】

また、例えば、撮影部１１が大きく振られること等に起因して、動きが大きな複数の撮影画像が撮影された場合に、そのような動きの大きな複数の撮影画像が合成されることで、大きな動きぼけが生じた画像が表示装置１３に表示されることを防止することができる。

10

【０１８９】

一方、医療機器である医療用観察システムには、その性質上、表示装置１３に表示される画像が途切れることを極力防止して、必要とされるフレームレートで、表示装置１３に画像を表示し続けることが要求される。

【０１９０】

図３の第３の動作例では、合成制限条件が満たされる場合、すなわち、例えば、撮影部１１が大きく振られること等に起因して、大きな動きぼけが生じた合成画像が生成された場合には、そのような大きな動きぼけが生じた合成画像に代えて、中央にフォーカスがある撮影画像が、表示装置１３に表示される。

20

【０１９１】

したがって、大きな動きぼけが生じた合成画像が表示されることを防止するとともに、表示装置１３に表示される画像が途切れることを防止することができる。

【０１９２】

< 信号処理装置１２の第２の構成例 >

【０１９３】

図９は、図１の信号処理装置１２の第２の構成例を示すブロック図である。

【０１９４】

なお、図中、図２の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

30

【０１９５】

図９の信号処理装置１２は、フレームバッファ３１ないし制御部３５、並びに、奥行き推定部６１、範囲設定部６２、及び、範囲記憶部６３を有する。

【０１９６】

したがって、図９の信号処理装置１２は、フレームバッファ３１ないし制御部３５を有する点で、図２の場合と共通する。

【０１９７】

但し、図９の信号処理装置１２は、奥行き推定部６１、範囲設定部６２、及び、範囲記憶部６３が新たに設けられている点で、図２の場合と相違する。

40

【０１９８】

奥行き推定部６１は、撮影部１１で撮影された撮影画像に映る被写体の奥行きを推定し、その奥行きを表す奥行き情報を登録したデプスマップを、範囲設定部６２に供給する。

【０１９９】

ここで、奥行きを推定する方法としては、例えば、撮影部１１が３Ｄ画像を撮影することができる、いわゆる３Ｄカメラである場合には、撮影部１１で撮影される３Ｄ画像を構成するＬ画像とＲ画像との視差から、被写体の奥行きを求める方法がある。

【０２００】

また、奥行きを推定する方法としては、例えば、レーザ等を用いてToF(Time of flight)を計測する方法や、テクスチャードライトのように特定のパターンを被写体に照射して奥行きを求める方法がある。さらに、奥行きを推定する方法としては、図１の医療用観察シ

50

システムがAF(Auto Focus)の機能を有する場合には、そのAFによって制御される光学系 2 2 の状態に基づいて、被写体の奥行きを求める方法がある。

【0201】

範囲設定部 6 2 は、奥行き推定部 6 1 からのデプスマップを、必要に応じて用い、例えば、ユーザの操作に応じて、フォーカス位置を移動する範囲（以下、フォーカス移動範囲ともいう）を設定し、範囲記憶部 6 3 に供給する。

【0202】

範囲記憶部 6 3 は、範囲設定部 6 2 からのフォーカス移動範囲を記憶する。

【0203】

ここで、図 2 の信号処理装置 1 2 では、駆動制御部 3 4 が、フォーカス位置を、フォーカス位置の移動可能範囲に亘って（フォーカス位置の移動可能範囲の最小値から最大値まで）移動させるが、図 9 の信号処理装置 1 2 は、駆動制御部 3 4 は、範囲記憶部 6 3 に記憶されたフォーカス移動範囲に亘って移動させる。

10

【0204】

したがって、図 9 では、撮影部 1 1 において、ユーザの操作に応じて設定されたフォーカス移動範囲内で、フォーカス位置を変えながら、撮影画像が撮影される。

【0205】

図 1 0 は、範囲設定部 6 2 でのフォーカス移動範囲の設定の例を説明する図である。

【0206】

図 1 0 では、図 5 と同様に、被写体 obj1 , obj2 , obj3 が、実空間に、その順で、奥に向かって配置されている。

20

【0207】

そして、図 1 0 では、被写体 obj1 ないし obj3 のうちの、奥側の 2 つの被写体 obj2 及び obj3 の位置がフォーカス位置に含まれるように、フォーカス移動範囲が設定されている。

【0208】

フォーカス位置の移動可能範囲に、被写体 obj1 ないし obj3 の位置が含まれることとすると、フォーカス移動範囲が、フォーカス位置の移動可能範囲に設定されている場合には、合成画像として、被写体 obj1 ないし obj3 のすべてがインフォーカスになっている画像が生成される。

【0209】

30

一方、フォーカス移動範囲が、図 1 0 に示すように、被写体 obj1 ないし obj3 のうちの、2 つの被写体 obj2 及び obj3 の位置が含まれるように設定されている場合には、合成画像として、被写体 obj1 ないし obj3 のうちの、2 つの被写体 obj2 及び obj3 がインフォーカスになっている画像が生成される。

【0210】

以上のように、ユーザの操作に応じてフォーカス移動範囲を設定することにより、合成画像の生成に用いる撮影画像を撮影するときのフォーカス位置を制限することができる。このフォーカス位置の制限によって、合成画像の生成に用いる撮影画像のフレーム数を少なくすることができ、その結果、表示装置 1 3 に表示される合成画像が生成される間隔が短縮され、合成画像のフレームレートを、高フレームレートにすることができる。

40

【0211】

< 医療用観察システムの第 4 の動作例 >

【0212】

図 1 1 は、図 1 の医療用観察システムの第 4 の動作例を説明するフローチャートである。

【0213】

すなわち、図 1 1 は、信号処理装置 1 2 が図 9 に示したように構成される場合の医療用観察システムの動作例を示している。

【0214】

第 4 の動作例では、ステップ S 5 1 において、奥行き推定部 6 1 が、奥行き推定を行い

50

、被写体の奥行き情報を登録したデプスマップを生成して、範囲設定部 6 2 に供給し、処理は、ステップ S 5 2 進む。

【 0 2 1 5 】

ステップ S 5 2 では、範囲設定部 6 2 は、例えば、ユーザの操作を待って、その操作に応じて、フォーカス位置を移動するフォーカス移動範囲を設定し、範囲記憶部 6 3 に供給して、処理は、ステップ S 5 3 に進む。

【 0 2 1 6 】

ここで、ユーザは、図示せぬタッチパネル等を操作することによって、フォーカス移動範囲を指定することができる。

【 0 2 1 7 】

ユーザは、例えば、フォーカス移動範囲の最小値及び最大値としての絶対距離を、mm (millimeter) 単位等で入力することにより、フォーカス移動範囲を指定することができる。また、ユーザは、例えば、AFによって決定されるフォーカス位置（合焦位置）を中心とする奥行き方向の前後の幅を入力することにより、フォーカス移動範囲を指定することができる。

【 0 2 1 8 】

その他、ユーザは、例えば、撮影部 1 1 で撮影された撮影画像に映る被写体を指定することにより、フォーカス移動範囲を指定することができる。

【 0 2 1 9 】

この場合、範囲設定部 6 2 は、奥行き推定部 6 1 で得られたデプスマップを用いて、フォーカス移動範囲を設定する。

【 0 2 2 0 】

すなわち、例えば、ユーザが、表示装置 1 3 に表示された画像に映る被写体を、ユーザが指定すると、範囲設定部 6 2 は、デプスマップを参照して、ユーザが指定した被写体が存在する奥行き方向の範囲を認識する。そして、範囲設定部 6 2 は、ユーザが指定した被写体が存在する奥行き方向の範囲を、フォーカス移動範囲に設定する。

【 0 2 2 1 】

ユーザが複数の被写体を指定した場合には、範囲設定部 6 2 は、その複数の被写体の最も手前の位置と、最も奥の位置との間を、フォーカス移動範囲に設定する。

【 0 2 2 2 】

なお、フォーカス移動範囲は、フォーカス位置を移動することができる範囲内（移動可能範囲内）で設定される。

【 0 2 2 3 】

また、範囲設定部 6 2 が、フォーカス移動範囲の設定にデプスマップを用いない場合には、図 9 の信号処理装置 1 2 は、奥行き推定部 6 1 を設けずに構成することができる。

【 0 2 2 4 】

ステップ S 5 3 では、範囲記憶部 6 3 は、範囲設定部 6 2 からのフォーカス移動範囲を記憶する。

【 0 2 2 5 】

ここで、範囲記憶部 6 3 に記憶されるフォーカス移動範囲は、ユーザによる、フォーカス移動範囲を指定する操作に応じて、その操作が行われるごとに更新される。

【 0 2 2 6 】

ステップ S 5 3 の後、処理は、ステップ S 6 1 に進み、以下、フォーカス位置を、範囲記憶部 6 3 に記憶されたフォーカス移動範囲に亘って移動させながら、撮影画像が撮影され、合成画像が生成される。

【 0 2 2 7 】

すなわち、ステップ S 6 1 において、制御部 3 5 は、フォーカス位置の目標値を、初期値としての、例えば、範囲記憶部 6 3 に記憶されたフォーカス移動範囲の最小値に設定し、処理は、ステップ S 6 2 に進む。

【 0 2 2 8 】

10

20

30

40

50

ステップS 6 2 ないしS 6 6 では、図 6 の第 1 の動作例のステップS 1 2 ないしS 1 6 とそれぞれ同様の処理が行われる。

【 0 2 2 9 】

そして、処理は、ステップS 6 6 からステップS 6 7 に進み、制御部 3 5 は、フォーカス位置の目標値が、範囲記憶部 6 4 に記憶されたフォーカス移動範囲の最大値になっているかどうかを判定する。

【 0 2 3 0 】

ステップS 6 7 において、目標値が、フォーカス移動範囲の最大値ではないと判定された場合、すなわち、目標値が、フォーカス移動範囲の最大値未満である場合、処理は、ステップS 6 8 に進む。

【 0 2 3 1 】

ステップS 6 8 では、制御部 3 5 は、図 6 の第 1 の動作例のステップS 1 8 と同様に、フォーカス位置の目標値を、現在の値から、所定値だけ増加させ、処理は、ステップS 6 2 に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【 0 2 3 2 】

これにより、フォーカス位置を、ユーザの操作に応じて設定されたフォーカス移動範囲に亘って変えながら、撮影画像が撮影され、合成画像が生成されていく。

【 0 2 3 3 】

一方、ステップS 6 7 において、目標値が、フォーカス移動範囲の最大値であると判定された場合、すなわち、フォーカス位置を、フォーカス移動範囲に亘って移動させながら、複数の撮影画像の撮影が完了した場合、処理は、ステップS 6 9 に進む。

【 0 2 3 4 】

ステップS 6 9 では、合成部 3 3 は、図 6 の第 1 の動作例のステップS 1 9 と同様に、最新の合成画像を、表示装置 1 3 ( 図 1 ) に出力して表示させ、処理は、ステップS 6 1 に戻る。

【 0 2 3 5 】

以上のように、第 4 の動作例では、フォーカス位置を、ユーザの操作に応じて設定されたフォーカス移動範囲に亘って移動させながら、複数の撮影画像が撮影され、その複数の撮影画像を用いて、合成画像が生成される。

【 0 2 3 6 】

したがって、ユーザが意図した( 所望する ) 奥行き範囲にある被写体のみがインフォーカスに映った合成画像を表示することができる。

【 0 2 3 7 】

また、ユーザの操作に応じて設定されたフォーカス移動範囲が、フォーカス位置の移動可能範囲よりも狭い場合には、フォーカス位置を移動する時間が短くなるので、表示装置 1 3 に表示される合成画像のフレームレートを、高フレームレートにすることが可能となる。

【 0 2 3 8 】

< 信号処理装置 1 2 の第 3 の構成例 >

【 0 2 3 9 】

図 1 2 は、図 1 の信号処理装置 1 2 の第 3 の構成例を示すブロック図である。

【 0 2 4 0 】

なお、図中、図 2 の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下では、その説明は、適宜省略する。

【 0 2 4 1 】

図 1 2 の信号処理装置 1 2 は、フレームバッファ 3 1 ないし制御部 3 5 、並びに、評価値算出部 7 1 、AF制御部 7 2 、バッファ 7 3 、及び、ピーク検出部 7 4 を有する。

【 0 2 4 2 】

したがって、図 1 2 の信号処理装置 1 2 は、フレームバッファ 3 1 ないし制御部 3 5 を有する点で、図 2 の場合と共通する。

10

20

30

40

50

## 【0243】

但し、図12の信号処理装置12は、評価値算出部71、AF制御部72、バッファ73、及び、ピーク検出部74が新たに設けられている点で、図2の場合と相違する。

## 【0244】

図12の信号処理装置12は、AFの機能を有している。

## 【0245】

すなわち、評価値算出部71は、フレームバッファ31に記憶された(最新の)撮影画像について、フォーカスを評価するフォーカス評価値を算出する。

## 【0246】

フォーカス評価値としては、例えば、撮影画像のコントラストの高さを表す物理量を採用することができる。この場合、コントラスト方式のAFが行われることになる。

## 【0247】

評価値算出部71は、フォーカス評価値を算出する撮影画像の範囲を画定するAF枠を、あらかじめ決められた位置、すなわち、例えば、撮影画像の中央部に設定する。そして、評価値算出部71は、AF枠内の撮影画像を用いて、フォーカス評価値を算出して、AF制御部72、及び、バッファ73に供給する。

## 【0248】

AF制御部72は、評価値算出部71からのフォーカス評価値に応じて、AFの制御を行う。

## 【0249】

すなわち、AF制御部72は、フォーカス評価値が大になるように、フォーカス位置を移動するように、フォーカス位置の移動量(方向を含む)を決定し、その移動量だけ、フォーカス位置を移動するように、駆動制御部34を制御する。

## 【0250】

バッファ73は、評価値算出部71からのフォーカス評価値を記憶する。バッファ73は、例えば、2N+1段のFIFO(First In First Out)メモリ等で構成することができ、この場合、バッファ73では、最新の2N+1フレーム分のフォーカス評価値を記憶することができる。

## 【0251】

ピーク検出部74は、バッファ73に記憶されたフォーカス評価値から、ピーク、すなわち、極大値(最大値を含む)である極大評価値を検出し、その極大評価値の検出結果を、制御部35に供給する。

## 【0252】

図13は、フォーカス位置と、フォーカス評価値との関係の例を示す図である。

## 【0253】

図13では、コントラスト方式のAFによって、フォーカス位置が、位置P1,P2,P3,P4,P5,P6の順で移動し、最終的に、フォーカス評価値が最大値になる合焦位置P6に移動している。

## 【0254】

すなわち、コントラスト方式のAFでは、フォーカス位置が合焦位置P6付近に移動されるまでは、フォーカス評価値が大になるように、フォーカス位置が移動される。そして、フォーカス位置が合焦位置P6付近に到達すると、合焦位置P6を検出するために、合焦位置P6を跨ぐように(合焦位置P6の前後を行き来するように)、フォーカス位置が移動される。

## 【0255】

図13では、フォーカス位置が、まず、図中、右方向に向かって、位置P1,P2,P3に、順次移動されている。位置P1及びP2では増加していたフォーカス評価値が、位置P3では減少するため、フォーカス位置は、位置P3から、逆方向の左方向に向かって、位置P4に移動されている。その後、フォーカス位置は、位置P4から、再び、右方向に向かって、位置P5に移動され、さらに、位置P5から、再び、左方向に向かって移動され、合焦位置P6に到達している。

10

20

30

40

50

## 【 0 2 5 6 】

以上のように、コントラスト方式のAFでは、フォーカス位置が、合焦位置P6付近で、合焦位置P6を跨ぐように移動されるために、合焦位置P6に移動されるまでに時間を要する。

## 【 0 2 5 7 】

図 1 2 の信号処理装置 1 2 では、フォーカス評価値から、フォーカス評価値のピーク、つまり、（最大値とは限らない）極大評価値を検出し、その極大評価値が得られるフォーカス位置であるピーク位置を含む所定の範囲のフォーカス位置で撮影された複数の撮影画像を、合成画像の生成に用いる合成対象画像として、合成画像を生成する。

## 【 0 2 5 8 】

ここで、図 1 3 では、位置P1及びP2で増加していたフォーカス評価値が、位置P3で減少するため、位置P2で得られるフォーカス評価値が極大評価値であること、ひいては、位置P2がピーク位置であることが検出される。

10

## 【 0 2 5 9 】

図 1 2 の信号処理装置 1 2 では、極大評価値が検出されると、AFとしてのフォーカス位置の移動が停止される。さらに、極大評価値が検出された位置P2であるピーク位置P2を含む所定の範囲Rが、合成対象画像となる撮影画像のフォーカス位置の範囲である合成対象フォーカス範囲Rに設定される。

## 【 0 2 6 0 】

そして、合成対象フォーカス範囲Rのフォーカス位置で撮影された撮影画像を、合成対象画像として、合成画像が生成される。

20

## 【 0 2 6 1 】

なお、所定の範囲Rは、フォーカス位置の移動可能範囲で設定される。

## 【 0 2 6 2 】

以上のように、合成画像の生成を、いわば、AFの機能と連動させ、フォーカス評価値のピーク位置を含む所定の範囲Rのフォーカス位置で撮影された複数の撮影画像を合成対象画像として、合成画像を生成する場合には、AFの機能によって、フォーカス位置が合焦位置P6に移動される前までに撮影された撮影画像を用いて、ディープフォーカスの合成画像を得ることができる。

## 【 0 2 6 3 】

したがって、AFでは、フォーカス位置を、合焦位置P6付近にまで移動すれば良く、合焦位置P6にまで移動する必要がないので、実質的に、AFを高速化することができる。

30

## 【 0 2 6 4 】

さらに、合成画像の生成にあたり、撮影部 1 1 が撮影している実空間に存在する被写体の位置からかけ離れているフォーカス位置で、撮影画像が撮影されることが抑制される。すなわち、どの被写体にもフォーカスが当たっていない撮影画像が撮影されることが抑制される。その結果、合成画像の生成を高速化することができ、ひいては、合成画像のフレームレートを、高フレームレートにすることができる。

## 【 0 2 6 5 】

< 医療用観察システムの第 5 の動作例 >

## 【 0 2 6 6 】

図 1 4 は、図 1 の医療用観察システムの第 5 の動作例を説明するフローチャートである。

40

## 【 0 2 6 7 】

すなわち、図 1 4 は、信号処理装置 1 2 が図 1 2 に示したように構成される場合の医療用観察システムの動作例を示している。

## 【 0 2 6 8 】

ステップ S 7 1 において、撮影部 1 1 は、撮影画像を撮影し、フレームバッファ 3 1 に供給して、処理は、ステップ S 7 2 に進む。

## 【 0 2 6 9 】

ステップ S 7 2 では、フレームバッファ 3 1 は、撮影部 1 1 からの撮影画像を記憶し、

50

処理は、ステップS 7 3に進む。

【0270】

ステップS 7 3では、評価値算出部7 1は、フレームバッファ3 1に記憶された（最新の）撮影画像について、その撮影画像のうちの、あらかじめ決められた位置に設定されたAF枠内の画像を用いて、フォーカス評価値を算出し、AF制御部7 2、及び、バッファ7 3に供給して、処理は、ステップS 7 4に進む。

【0271】

ステップS 7 4では、バッファ7 3は、評価値算出部7 1からのフォーカス評価値を記憶し、処理は、ステップS 7 5に進む。

【0272】

ステップS 7 5では、ピーク検出部7 4は、バッファ7 3に記憶されたフォーカス評価値からの、極大評価値の検出を実行し、極大評価値を検出することができたかどうかを判定する。

【0273】

ステップS 7 5において、極大評価値を検出することができなかったと判定された場合、処理は、ステップS 7 6に進む。ステップS 7 6では、合成部3 3は、フレームバッファ3 1から、位置合わせ部3 2を介して、最新の撮影画像を読み出し、その最新の撮影画像を、最新の合成画像として、表示装置1 3に出力して、処理は、ステップS 7 7に進む。ここで、ステップS 7 6は、スキップすることができる。

【0274】

ステップS 7 7では、AF制御部7 2は、評価値算出部7 1からのフォーカス評価値に応じて、フォーカス評価値が大になるように、フォーカス位置を移動する移動量を決定し、処理は、ステップS 7 8に進む。

【0275】

ステップS 7 8では、AF制御部7 2は、ステップS 7 7で決定された移動量だけ、フォーカス位置を移動するように、駆動制御部3 4を制御し、これにより、フォーカス位置が、ステップS 7 7で決定された移動量だけ移動される。

【0276】

その後、処理は、ステップS 7 8からステップS 7 1に戻り、以下、ステップS 7 5において、極大評価値が検出されたと判定されるまで、ステップS 7 1ないしS 7 8の処理が繰り返される。

【0277】

そして、ステップS 7 5において、極大評価値が検出されたと判定されたと判定された場合、処理は、ステップS 8 0に進む。

【0278】

ステップS 8 0では、制御部3 5は、極大評価値が検出されたフォーカス位置であるピーク位置を中心とするフォーカス位置の所定の範囲Rを、合成対象画像となる撮影画像のフォーカス位置の範囲である合成対象フォーカス範囲Rに設定する。

【0279】

さらに、制御部3 5は、合成対象フォーカス範囲R内のフォーカス位置で撮影された撮影画像の中から、ピーク位置の前後それぞれのN個のフォーカス位置で撮影された2Nフレームの撮影画像と、ピーク位置のフォーカス位置で撮影された1フレームの撮影画像との、合計で、2N+1フレームの撮影画像を、合成対象画像として特定する。

【0280】

なお、合成対象フォーカス範囲R内のフォーカス位置で撮影された撮影画像において、ピーク位置の前又は後のフォーカス位置で撮影された撮影画像が、Nフレームに満たない場合には、例えば、合成対象フォーカス範囲R内のフォーカス位置で撮影された撮影画像のうちの、ピーク位置の前又は後のフォーカス位置で撮影された撮影画像のすべてを、合成対象画像とすることができる。

【0281】

10

20

30

40

50



あるいは、合成対象フォーカス範囲R内で、フォーカス位置を移動しながら、ピック位置の前及び後のフォーカス位置で撮影された撮影画像が、それぞれNフレームになるように、撮影画像を撮影することができる。

【0282】

ステップS80において、以上のように、合成対象画像が特定された後、処理は、ステップS81に進む。

【0283】

ここで、図14の第5の動作例では、ステップS80において、合成対象画像が特定されたときに、フレームバッファ31に記憶された合成画像のリセットを行うことができる。

10

【0284】

ステップS81では、位置合わせ部32は、フレームバッファ31に記憶された、合成対象画像となっている撮影画像の中から、まだ、注目画像として選択されていない撮影画像の1つを注目画像として選択し、処理は、ステップS82に進む。

【0285】

ステップS82では、位置合わせ部32は、図6の第1の動作例のステップS15と同様に、注目画像と、フレームバッファ31に記憶された直前の合成画像との位置合わせを行い、位置合わせ後の注目画像と直前の合成画像とを、合成部33に供給して、処理は、ステップS83に進む。

【0286】

20

ここで、図6の場合と同様に、合成画像がフレームバッファ31に記憶されていない場合、ステップS82及びS83の処理は、スキップされるとともに、注目画像が、合成画像としてフレームメモリ31に記憶される。

【0287】

ステップS83では、合成部33は、図6の第1の動作例のステップS16と同様に、位置合わせ後の注目画像及び直前の合成画像のそれぞれの画素について、合焦特徴量を算出し、その合焦特徴量に応じて、注目画像及び直前の合成画像を合成することにより、最新の合成画像を生成する。

【0288】

さらに、合成部33は、最新の合成画像を、フレームメモリ31に供給して、直前の合成画像に上書きする形で記憶させ、処理は、ステップS83からステップS84に進む。

30

【0289】

ステップS84では、位置合わせ部32は、合成対象画像のすべてを、注目画像に選択したかどうかを判定する。

【0290】

ステップS84において、まだ、合成対象画像のすべてを、注目画像に選択していないと判定された場合、処理は、ステップS81に戻り、以下、同様の処理が繰り返される。

【0291】

また、ステップS84において、合成対象画像のすべてを、注目画像に選択したと判定された場合、すなわち、合成対象画像のすべてを用いた合成画像が、最新の合成画像として生成された場合、処理は、ステップS85に進む。

40

【0292】

ステップS85では、合成部33は、最新の合成画像を、表示装置13に出力して表示させ、処理は、ステップS71に戻る。

【0293】

なお、図14では、AFの機能としてのステップS71ないしS78において、極大評価値が検出されるまで、すなわち、ピーク位置が検出されるまで、フォーカス位置を移動させることとしたが、AFの機能としては、その他、例えば、フォーカス評価値の最大値が検出されるまで、すなわち、合焦位置が検出されるまで、フォーカス位置を移動することができる。

50

## 【 0 2 9 4 】

この場合、AFの機能において、合焦位置で撮影された撮影画像と、合焦位置の前後それぞれの複数のフォーカス位置で撮影された撮影画像とを、合成対象画像として、合成画像を生成することができる。

## 【 0 2 9 5 】

< 信号処理装置 1 2 の第 4 の構成例 >

## 【 0 2 9 6 】

図 1 5 は、図 1 の信号処理装置 1 2 の第 4 の構成例を示すブロック図である。

## 【 0 2 9 7 】

なお、図中、図 1 2 の場合と対応する部分については、同一の符号を付してあり、以下 10  
では、その説明は、適宜省略する。

## 【 0 2 9 8 】

図 1 5 の信号処理装置 1 2 は、フレームバッファ 3 1 ないし制御部 3 5、及び、評価値算出部 7 1 ないしピーク検出部 7 4、並びに、AF枠設定部 8 1 を有する。

## 【 0 2 9 9 】

したがって、図 1 5 の信号処理装置 1 2 は、フレームバッファ 3 1 ないし制御部 3 5、及び、評価値算出部 7 1 ないしピーク検出部 7 4、を有する点で、図 1 2 の場合と共通する。

## 【 0 3 0 0 】

但し、図 1 5 の信号処理装置 1 2 は、AF枠設定部 8 1 が新たに設けられている点で、図 20  
1 2 の場合と相違する。

## 【 0 3 0 1 】

図 1 5 の信号処理装置 1 2 は、図 1 2 の場合と同様に、AFの機能を有している。

## 【 0 3 0 2 】

但し、図 1 2 では、AF枠が、例えば、撮影画像の中央部等の、あらかじめ決められた位置に設定されるが、図 1 5 の信号処理装置では、撮影画像の、ユーザが指定する位置に、AF枠を設定することができる。

## 【 0 3 0 3 】

すなわち、AF枠設定部 8 1 は、AFモードに応じて、AF枠を設定し、評価値算出部 7 1 に 30  
供給する。

## 【 0 3 0 4 】

評価値算出部 7 1 は、AF枠設定部 8 1 からのAF枠内の撮影画像を用いて、フォーカス評価値を算出する。

## 【 0 3 0 5 】

ここで、AFモードには、通常モードと、指定モードとがある。

## 【 0 3 0 6 】

AFモードは、例えば、ユーザの操作にしたがって、通常モード又は指定モードに設定される。

## 【 0 3 0 7 】

通常モードでは、AF枠設定部 8 1 は、デフォルトの位置、すなわち、例えば、撮影画像 40  
の中央部等のあらかじめ決められた位置にAF枠を設定する。

## 【 0 3 0 8 】

指定モードでは、AF枠設定部 8 1 は、ユーザの操作に応じて、撮影画像上の、ユーザが指定する位置に、AF枠を設定する。

## 【 0 3 0 9 】

例えば、ユーザが、撮影画像上の端の位置を指定した場合、AF枠設定部 8 1 は、その端の位置に、AF枠を設定する。

## 【 0 3 1 0 】

< AF枠設定の処理 >

## 【 0 3 1 1 】

図 16 は、図 15 の信号処理装置 12 で行われる AF 枠の設定の処理の例を説明するフローチャートである。

【0312】

ステップ S91 において、AF 枠設定部 81 は、ユーザが、AF モードを選択する選択操作を行ったかどうかを判定する。

【0313】

ステップ S91 において、ユーザが、AF モードを選択する選択操作を行ったと判定された場合、処理は、ステップ S92 に進み、AF 枠設定部 81 は、ユーザによる選択操作にしたがって、AF モードを、通常モード又は指定モードに設定（変更）し、処理は、ステップ S93 に進む。

10

【0314】

また、ステップ S91 において、ユーザが、AF モードを選択する選択操作を行っていないと判定された場合、処理は、ステップ S92 をスキップして、ステップ S93 に進む。

【0315】

ステップ S93 では、AF 枠設定部 81 は、（現在の）AF モードを判定する。

【0316】

ステップ S93 において、AF モードが、通常モードであると判定された場合、処理は、ステップ S94 に進み、AF 枠設定部 81 は、デフォルトの位置としての、例えば、撮影画像の中央部に、AF 枠を設定し、処理は、ステップ S91 に戻る。

【0317】

また、ステップ S93 において、AF モードが、指定モードであると判定された場合、処理は、ステップ S95 に進み、ユーザが、AF 枠を指定する指定操作を行うのを待って、その指定操作によって指定される撮影画像上の位置に、AF 枠を設定して、処理は、ステップ S91 に戻る。

20

【0318】

ここで、指定操作は、例えば、表示装置 13 に表示された撮影画像上の位置をタッチすることにより行うことができる。

【0319】

なお、本技術は、人体を撮影した画像の他、人体以外の生体を撮影した画像に適用することができる。

30

【0320】

また、本技術は、生体以外の被写体を撮影した画像に適用することができる。

【0321】

さらに、本技術は、医療機器以外の、撮影機能を有する任意の装置、すなわち、例えば、デジタルカメラや、車載のイメージセンサ、農作物の監視やセキュリティのための監視カメラ、工業用の内視鏡（ファイバースコープ）システム等に適用することができる。

【0322】

また、本技術は、可視光を撮影する装置で撮影された画像の他、可視光でない光（電磁波）を撮影する装置で撮影された画像に適用することができる。

【0323】

< 本技術を適用したコンピュータの説明 >

40

【0324】

次に、上述した信号処理装置 12 の一連の処理は、ハードウェアにより行うこともできるし、ソフトウェアにより行うこともできる。一連の処理をソフトウェアによって行う場合には、そのソフトウェアを構成するプログラムが、汎用のコンピュータ等にインストールされる。

【0325】

そこで、図 17 は、上述した一連の処理を実行するプログラムがインストールされるコンピュータの一実施の形態の構成例を示している。

【0326】

50

プログラムは、コンピュータに内蔵されている記録媒体としてのハードディスク 1 0 5 やROM 1 0 3 に予め記録しておくことができる。

【 0 3 2 7 】

あるいはまた、プログラムは、リムーバブル記録媒体 1 1 1 に格納（記録）しておくことができる。このようなリムーバブル記録媒体 1 1 1 は、いわゆるパッケージソフトウェアとして提供することができる。ここで、リムーバブル記録媒体 1 1 1 としては、例えば、フレキシブルディスク、CD-ROM(Compact Disc Read Only Memory)、MO(Magneto Optical)ディスク、DVD(Digital Versatile Disc)、磁気ディスク、半導体メモリ等がある。

【 0 3 2 8 】

なお、プログラムは、上述したようなリムーバブル記録媒体 1 1 1 からコンピュータにインストールする他、通信網や放送網を介して、コンピュータにダウンロードし、内蔵するハードディスク 1 0 5 にインストールすることができる。すなわち、プログラムは、例えば、ダウンロードサイトから、ディジタル衛星放送用の人工衛星を介して、コンピュータに無線で転送したり、LAN(Local Area Network)、インターネットといったネットワークを介して、コンピュータに有線で転送することができる。

【 0 3 2 9 】

コンピュータは、CPU(Central Processing Unit) 1 0 2 を内蔵しており、CPU 1 0 2 には、バス 1 0 1 を介して、入出力インタフェース 1 1 0 が接続されている。

【 0 3 3 0 】

CPU 1 0 2 は、入出力インタフェース 1 1 0 を介して、ユーザによって、入力部 1 0 7 が操作等されることにより指令が入力されると、それに従って、ROM(Read Only Memory) 1 0 3 に格納されているプログラムを実行する。あるいは、CPU 1 0 2 は、ハードディスク 1 0 5 に格納されたプログラムを、RAM(Random Access Memory) 1 0 4 にロードして実行する。

【 0 3 3 1 】

これにより、CPU 1 0 2 は、上述したフローチャートにしたがった処理、あるいは上述したブロック図の構成により行われる処理を行う。そして、CPU 1 0 2 は、その処理結果を、必要に応じて、例えば、入出力インタフェース 1 1 0 を介して、出力部 1 0 6 から出力、あるいは、通信部 1 0 8 から送信、さらには、ハードディスク 1 0 5 に記録等させる。

【 0 3 3 2 】

なお、入力部 1 0 7 は、キーボードや、マウス、マイク等で構成される。また、出力部 1 0 6 は、LCD(Liquid Crystal Display)やスピーカ等で構成される。

【 0 3 3 3 】

ここで、本明細書において、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、必ずしもフローチャートとして記載された順序に沿って時系列に行われる必要はない。すなわち、コンピュータがプログラムに従って行う処理は、並列的あるいは個別に実行される処理（例えば、並列処理あるいはオブジェクトによる処理）も含む。

【 0 3 3 4 】

また、プログラムは、1のコンピュータ（プロセッサ）により処理されるものであっても良いし、複数のコンピュータによって分散処理されるものであっても良い。さらに、プログラムは、遠方のコンピュータに転送されて実行されるものであっても良い。

【 0 3 3 5 】

さらに、本明細書において、システムとは、複数の構成要素（装置、モジュール（部品）等）の集合を意味し、すべての構成要素が同一筐体中にあるか否かは問わない。したがって、別個の筐体に収納され、ネットワークを介して接続されている複数の装置、及び、1つの筐体の中に複数のモジュールが収納されている1つの装置は、いずれも、システムである。

【 0 3 3 6 】

なお、本技術の実施の形態は、上述した実施の形態に限定されるものではなく、本技術

10

20

30

40

50

の要旨を逸脱しない範囲において種々の変更が可能である。

【0337】

例えば、本技術は、1つの機能をネットワークを介して複数の装置で分担、共同して処理するクラウドコンピューティングの構成をとることができる。

【0338】

また、上述のフローチャートで説明した各ステップは、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

【0339】

さらに、1つのステップに複数の処理が含まれる場合には、その1つのステップに含まれる複数の処理は、1つの装置で実行する他、複数の装置で分担して実行することができる。

10

【0340】

また、本明細書に記載された効果はあくまで例示であって限定されるものではなく、他の効果があってもよい。

【0341】

なお、本技術は、以下のような構成をとることができる。

【0342】

< 1 >

フォーカス位置を変えながら、生体を撮影することにより得られる複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成部であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成部を備える

20

医療用画像処理装置。

< 2 >

合成を制限すべき合成制限条件が満たされる場合、前記合成部は、1の撮影画像を、前記合成画像として出力する

< 1 >に記載の医療用画像処理装置。

< 3 >

前記合成制限条件は、前記撮影画像に、前記生体とともに映る処置具が動いていることである

30

< 2 >に記載の医療用画像処理装置。

< 4 >

前記合成画像と前記撮影画像との位置合わせを行う位置合わせ部をさらに備え、前記合成部は、位置合わせ後の前記合成画像と前記撮影画像とを合成する

< 2 >又は< 3 >に記載の医療用画像処理装置。

< 5 >

前記位置合わせ部は、前記合成画像及び前記撮影画像について、画角を調整し、画角の調整後の前記合成画像と前記撮影画像との位置合わせを行う

< 4 >に記載の医療用画像処理装置。

40

< 6 >

前記合成制限条件は、前記合成画像及び前記撮影画像の画角の調整の信頼性が閾値以下であることである

< 5 >に記載の医療用画像処理装置。

< 7 >

前記位置合わせ部は、前記合成画像及び前記撮影画像について、動きを検出し、動きの検出結果に基づいて、前記位置合わせを行う

< 4 >ないし< 6 >のいずれかに記載の医療用画像処理装置。

< 8 >

前記合成制限条件は、前記動きの検出の信頼性が閾値以下であることである

50

< 7 > に記載の医療用画像処理装置。

< 9 >

前記撮影画像を撮影する撮影部が、ユーザの操作に応じた範囲内で、前記フォーカス位置を変えながら、前記撮影画像を撮影する

< 1 > ないし < 8 > のいずれかに記載の医療用画像処理装置。

< 10 >

前記合成部は、AF(Auto Focus)に用いられる評価値のピークが得られるフォーカス位置であるピーク位置を含む所定の範囲のフォーカス位置で撮影された複数の撮影画像を合成する

< 1 > ないし < 8 > のいずれかに記載の医療用画像処理装置。

10

< 11 >

前記撮影画像を撮影する撮影部が、3D(Dimensional)の撮影画像を撮影する

< 1 > ないし < 10 > のいずれかに記載の医療用画像処理装置。

< 12 >

フォーカス位置を変えながら、生体を撮影することにより得られる複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成処理であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成処理を行う

医療用画像処理方法。

20

< 13 >

フォーカス位置を変えながら、生体を撮影する撮影部と、

前記撮影部により撮影された複数の撮影画像を合成し、合成画像を生成する合成部であって、直前に得られた合成画像の画素、及び、最新の撮影画像の画素のうちの、フォーカスが合っている画素を選択することにより、前記直前に得られた合成画像と、前記最新の撮影画像とを合成し、最新の合成画像を生成する合成部と

を備える医療用観察システム。

【符号の説明】

【0343】

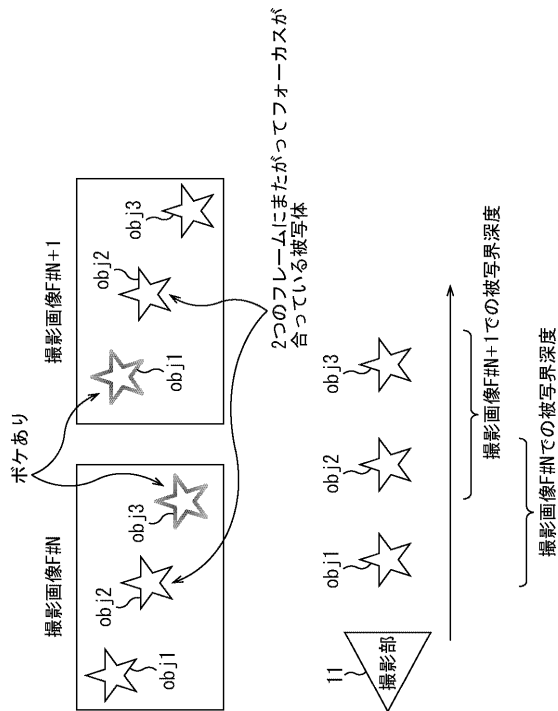
11 撮影部, 12 信号処理装置, 13 表示装置, 21 光源, 22 光学系, 23 イメージセンサ, 31 フレームバッファ, 32 位置合わせ部, 33 合成部, 34 駆動制御部, 35 制御部, 41 画角調整部, 42 動きぼけ除去部, 43 被写体位置合わせ部, 51 特徴量算出部, 52 ピーク算出部, 53 画像合成部, 61 奥行き推定部, 62 範囲設定部, 63 範囲記憶部, 71 評価値算出部, 72 AF制御部, 73 バッファ, 74 ピーク検出部, 81 AF枠設定部, 101 バス, 102 CPU, 103 ROM, 104 RAM, 105 ハードディスク, 106 出力部, 107 入力部, 108 通信部, 109 ドライブ, 110 入出力インタフェース, 111 リムーバブル記録媒体

30



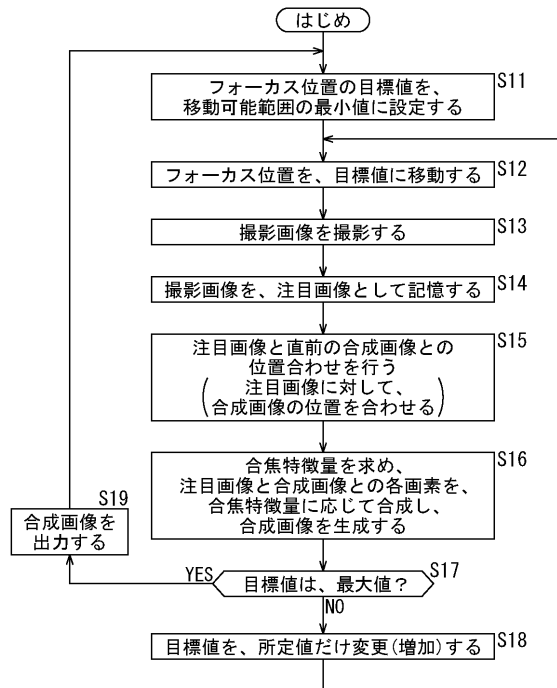
【図 5】

FIG. 5



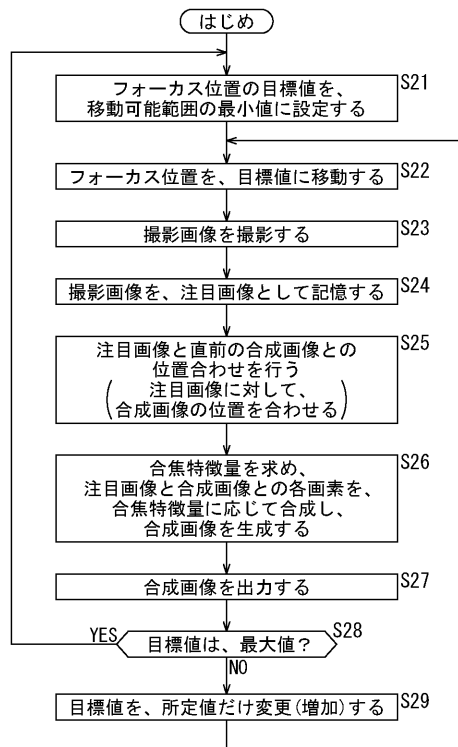
【図 6】

FIG. 6



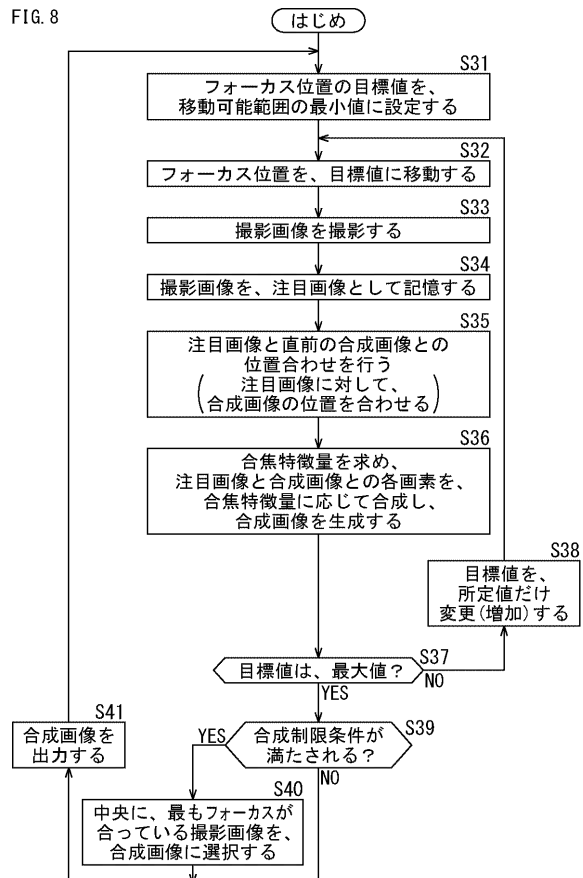
【図 7】

FIG. 7



【図 8】

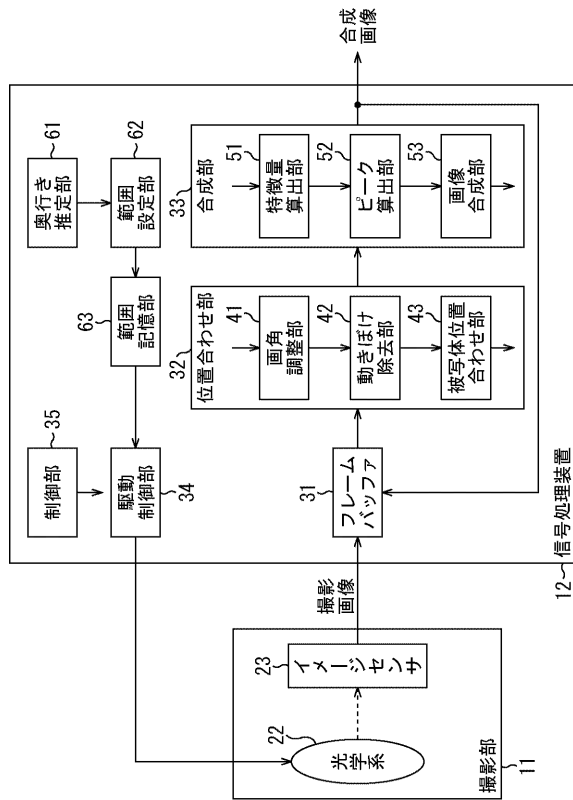
FIG. 8





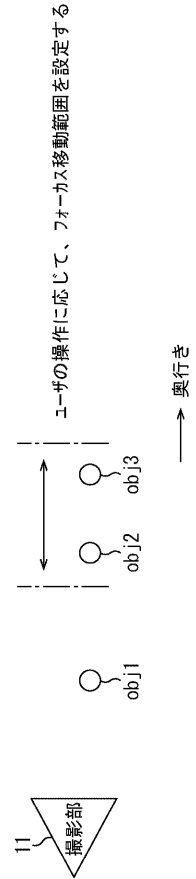
【図 9】

FIG. 9



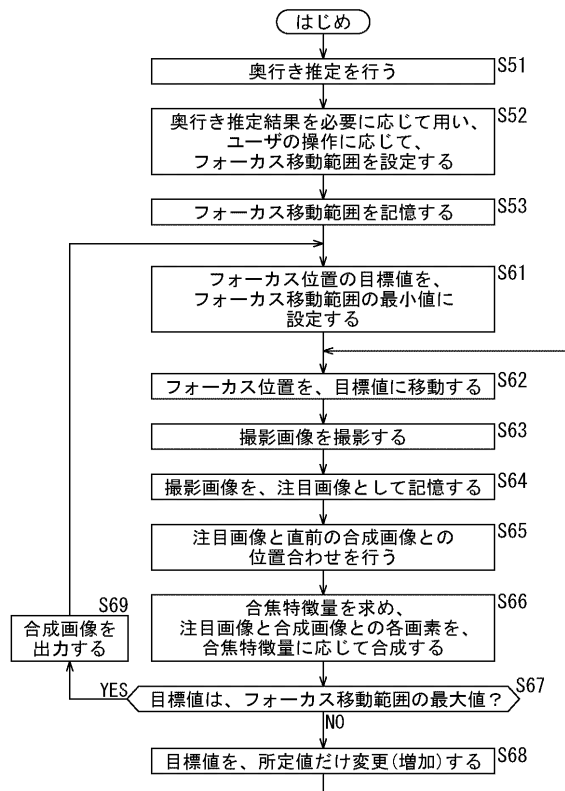
【図 10】

FIG. 10



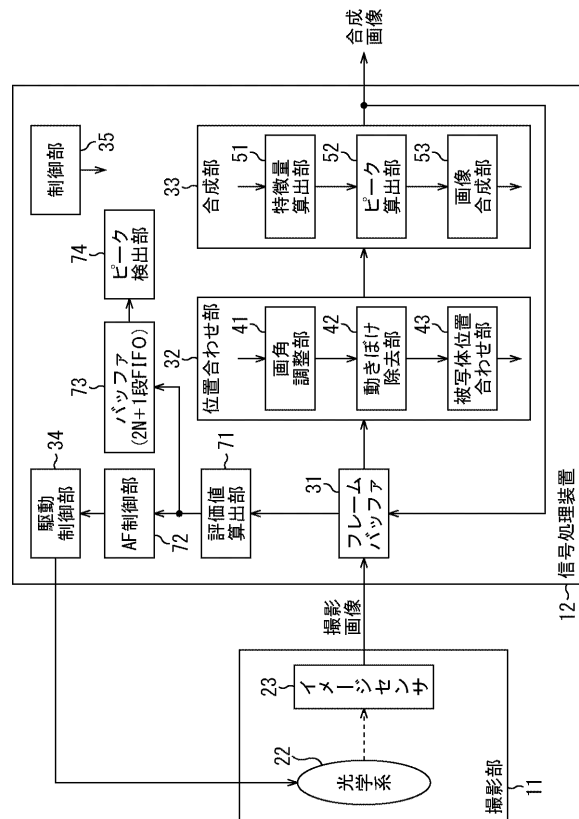
【図 11】

FIG. 11

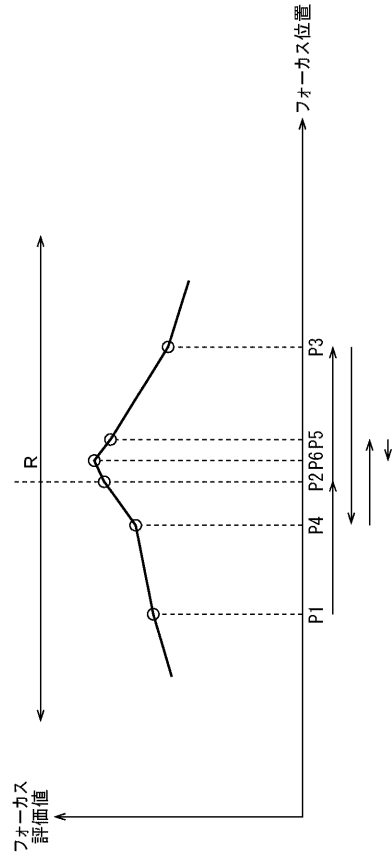


【図 12】

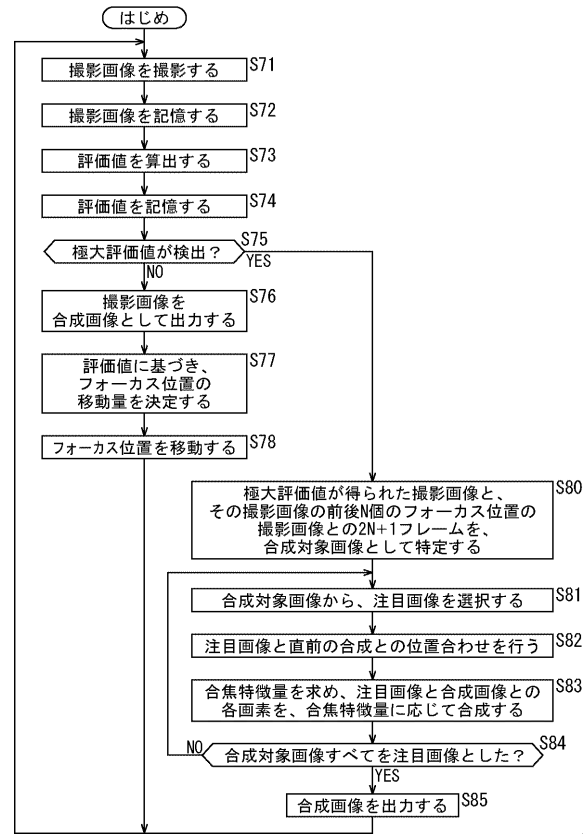
FIG. 12



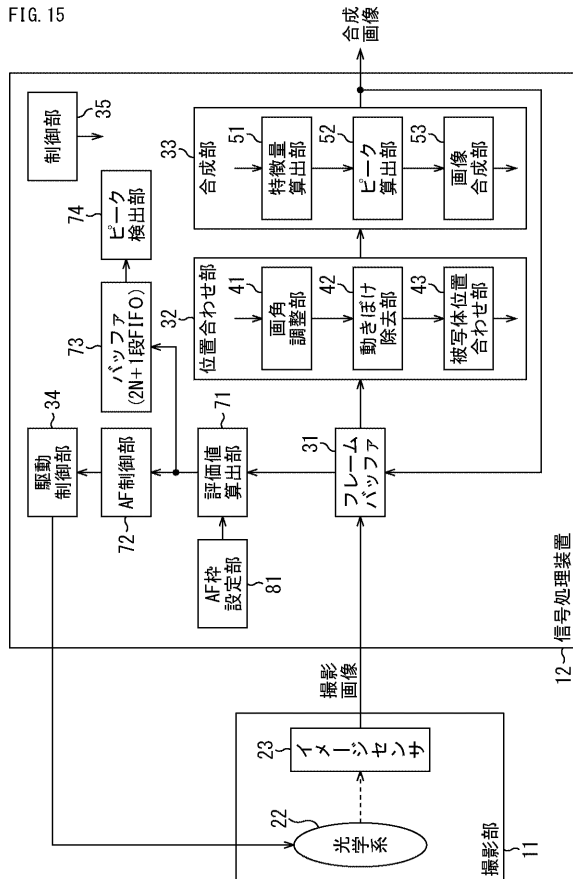
【図 13】  
FIG. 13



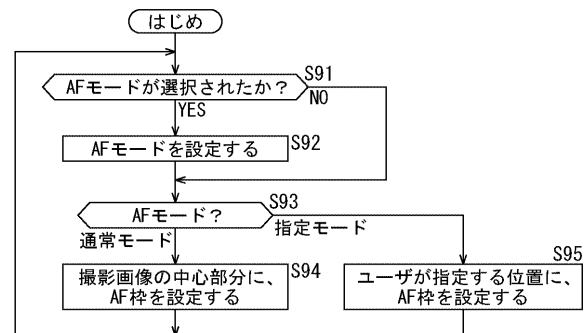
【図 14】  
FIG. 14



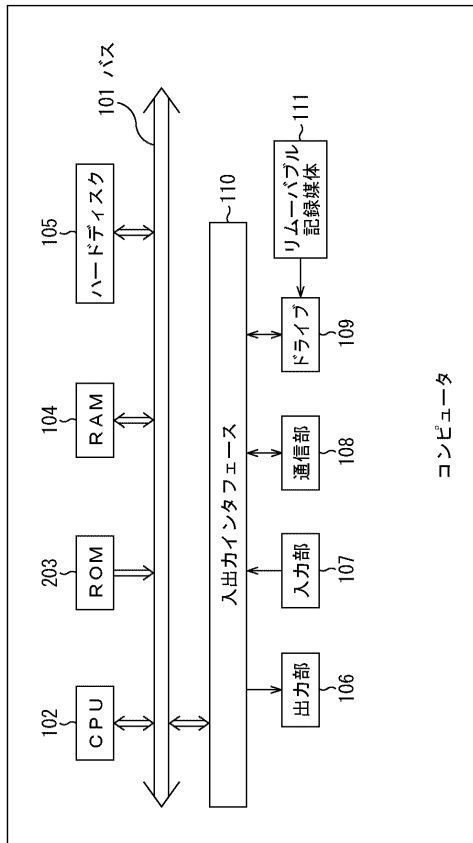
【図 15】  
FIG. 15



【図 16】  
FIG. 16



【図 17】  
FIG. 17



---

フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第2016/067425(WO,A1)  
特開2014-232166(JP,A)  
特開2005-099736(JP,A)  
国際公開第2002/082805(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

A61B	1/00	-	1/32
G02B	19/00	-	21/00
G02B	21/06	-	21/36
G02B	23/24	-	23/26
G06T	1/00	-	1/40
G06T	3/00	-	5/50
G06T	9/00	-	9/40