

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016年1月28日(28.01.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/013470 A1

- (51) 国際特許分類:
H04N 9/04 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)
A61B 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/070323
- (22) 国際出願日: 2015年7月15日(15.07.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-149145 2014年7月22日(22.07.2014) JP
- (71) 出願人: オリンパス株式会社 (OLYMPUS CORPORATION) [JP/JP]; 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大塚 武(OTSUKA, Takeshi); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP). 矢口 陽一(YAGUCHI, Yoichi); 〒1510072 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明(SAKAI, Hiroaki); 〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, IMAGE PROCESSING PROGRAM, AND IMAGE-CAPTURING SYSTEM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラム、及び撮像システム

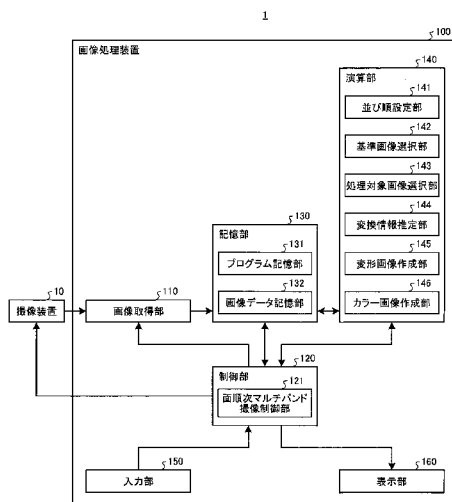


FIG. 1:
10 Image-capturing device
100 Image processing device
110 Image acquisition unit
120 Control unit
121 Frame sequential multi-band image-capturing control unit
130 Storage unit
131 Program storage unit
132 Image data storage unit
140 Operating unit
141 Arranged order setting unit
142 Reference image selection unit
143 To-be-processed image selection unit
144 Conversion information estimation unit
145 Deformed image creation unit
146 Color image creation unit
150 Input unit
160 Display unit

(57) Abstract: Provided is an image processing device and the like capable of generating a color image with reduced color shift or blurring on the basis of a multi-band image generated by frame sequential method without requiring a prior complicated process. An image processing device (100) is provided with: a reference image selection unit (142) that selects one image from a group of images generated by multi-band image-capturing as a reference image; a to-be-processed image selection unit (143) that selects each image other than the reference image as an image to be processed; an arranged order setting unit (141) that sets an arranged order of images so that adjacent images are adjacent to each other in terms of the wavelength bandwidth at the time of image-capturing and/or the order of image-capturing; a conversion information estimation unit (144) that estimates conversion information between the adjacent images in the arranged order; a deformed image creation unit (145) that creates a deformed image by subjecting the image to be processed to image conversion using the conversion information in a cumulative manner from the image to be processed to the reference image in the arranged order; and a color image creation unit (146) that creates a color image using the deformed image and the reference image.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/013470 A1



MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 添付公開書類:
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

面順次方式により生成されたマルチバンド画像に基づき、事前に煩雑な処理を要することなく色ずれやぶれを低減したカラー画像を生成することができる画像処理装置等を提供する。画像処理装置 100 は、マルチバンド撮像により生成された画像群のうちの 1 つの画像を基準画像として選択する基準画像選択部 142 と、基準画像以外の各画像を処理対象画像として選択する処理対象画像選択部 143 と、隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように画像の並び順を設定する並び順設定部 141 と、該並び順において隣接する画像間の変換情報を推定する変換情報推定部 144 と、上記並び順における処理対象画像から基準画像に向け変換情報を累積的に用いて処理対象画像に画像変換を施して変形画像を作成する変形画像作成部 145 と、変形画像と基準画像とを用いてカラー画像を作成するカラー画像作成部 146 とを備える。

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラム、及び撮像システム 技術分野

[0001] 本発明は、面順次方式により撮像されたマルチバンド画像における色ずれを補正する画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラム、及び撮像システムに関する。

背景技術

[0002] カラー画像の生成方法として、波長帯域ごとに撮像を行うことにより取得した複数の画像（マルチバンド画像）を合成する方法が知られている。

[0003] マルチバンド画像の撮像方式としては、面順次方式が知られている。面順次方式とは、複数のバンドパスフィルタが並べられたフィルタホイールをカメラの前面に配置し、フィルタホイールを回転させることにより、各バンドパスフィルタを介して順次撮像を行う撮像方式である。

[0004] ところで、レンズにおいては一般的に、透過する光の色によって焦点位置が異なる色収差が生じる。これは、物質の屈折率が光の波長に応じて異なることに起因する。具体的には、波長帯域に応じて像面の位置が光軸上において前後にずれる、或いは像の大きさが異なる、といった現象が生じる。例えば、緑色の像面の位置を基準にすると、緑色よりも短波長である青色の像はレンズに近い側に結像し、緑色よりも長波長である赤色の像はレンズから遠い側に結像する。そのため、上述したマルチバンド画像を合成してカラー画像を生成した場合、同一の被写体の像が色ごとにずれる、所謂色ずれが発生してしまう。

[0005] このような問題に対し、例えば特許文献1には、2階微分を行うラプラシアン演算により画像内のエッジを抽出し、このエッジに基づいて各色成分の色収差量を算出し、さらに、この色収差量から算出した色収差特性曲線をもとに異なる色成分の像の間で位置合わせを行うことで、色ずれを補正する技

術が開示されている。

[0006] また、特許文献2には、波長帯域別の色収差特性データが記憶された補正テーブルを事前に用意し、補正テーブルから読み出した色収差特性データをもとに、波長帯域ごとの画像、即ち分光画像間の位置合わせを行うことで、色ずれを補正する技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2000-299874号公報

特許文献2：特開2008-244833号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、面順次方式で撮像されたマルチバンド画像においては、補正対象波長の画像と基準波長の画像との間で色の相関が低い場合がある。例えば、マルチバンド画像における各分光画像の波長帯域が400nm～700nmである場合、400nmを中心とする波長帯域の分光画像と700nmを中心とする波長帯域の分光画像とでは色の相関が低い。このように色の相関が低い分光画像同士に対して、上記特許文献1に開示された技術を適用すると、エッジの特徴が合わず、良好な位置合わせを行うことが困難となる。

[0009] この点について、上記特許文献2においては、色収差特性データが記憶された補正テーブルを事前に用意しておくことで、色の相関が低い分光画像同士であっても位置合わせを行うことができるが、波長帯域別の色収差特性データを用意しておく必要があるため、事前の処理が煩雑になってしまう。

[0010] また、マルチバンド画像を面順次方式によって取得した場合、色収差に起因する色ずれに加えて、撮像タイミングの差に起因するぶれが生じるおそれもある。従って、面順次方式の場合には、後者のぶれも合わせて補正できると、より好ましい。

[0011] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、面順次方式により生成されたマルチバンド画像に基づき、事前に煩雑な処理を要することなく、色ずれやぶれを低減したカラー画像を生成することができる画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラム、及び撮像システム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

[0012] 上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る画像処理装置は、互いに異なる4つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像することにより生成された4つ以上の画像を含む画像群に対し、前記画像群のうちの1つの画像を基準画像として選択する基準画像選択部と、前記画像群のうち前記基準画像以外の複数の画像の各々を処理対象画像として選択する処理対象画像選択部と、隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように、前記画像群に含まれる画像の並び順を設定する並び順設定部と、前記画像群に含まれる画像を前記並び順で配列した場合に隣接する画像間の変換情報を推定する変換情報推定部と、前記処理対象画像に対し、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記変換情報を累積的に用いて画像変換を施すことにより、変形画像を作成する変形画像作成部と、前記複数の画像に基づいてそれぞれ作成された複数の前記変形画像と、前記基準画像とを用いて、カラー画像を作成するカラー画像作成部と、を備えることを特徴とする。

[0013] 上記画像処理装置において、前記並び順において画像の波長帯域の中心波長が、短波長側から長波長側、又は長波長側から短波長側に、単調にシフトする、ことを特徴とする。

[0014] 上記画像処理装置において、前記並び順は、前記処理対象画像選択部が選択する処理対象画像ごとに設定される、ことを特徴とする。

[0015] 上記画像処理装置において、前記並び順は、前記処理対象画像選択部が選択する各処理対象画像の間で共通に設定される、ことを特徴とする。

[0016] 上記画像処理装置において、前記画像群は、4つ以上の波長帯域に分けて

被写体を順次撮像することにより生成された一連の画像のうち、基準時刻を含む所定時間内に生成された複数の画像からなり、前記基準画像選択部は、前記基準時刻に生成された画像を前記基準画像として選択し、前記画像群に含まれる画像が前記並び順に沿って撮像されるように撮像順を制御する制御部と、前記基準時刻が異なる複数の前記画像群に基づいてそれぞれ作成された複数の前記カラー画像を用いて動画を作成する動画作成部と、をさらに備えることを特徴とする。

[0017] 上記画像処理装置において、前記並び順における前記4つ以上の波長帯域のうち最短波長帯域と最長波長帯域との間に、少なくとも1つの別の波長帯域が挿入されている、ことを特徴とする。

[0018] 上記画像処理装置において、前記並び順において画像の波長帯域が、前記4つ以上の波長帯域のうち最短波長帯域と最長波長帯域との間を少なくとも1往復する、ことを特徴とする。

[0019] 上記画像処理装置は、基準時刻の前後に生成された波長帯域が同一の2つの画像を用いて、前記基準時刻における内挿画像を作成する内挿画像作成部と、前記4つ以上の波長帯域についてそれぞれ作成された4つ以上の前記内挿画像と前記基準時刻に生成された画像とを含む画像セットに対し、隣接する画像間において波長帯域が隣り合うように並び順を設定する内挿画像列作成部と、をさらに備え、前記基準画像選択部は、前記基準時刻に生成された画像を前記基準画像として選択し、前記処理対象画像選択部は、前記画像セットに含まれる前記内挿画像を前記処理対象画像として選択し、前記変換情報推定部は、前記画像セットを前記画像群として前記変換情報を推定し、前記変形画像作成部は、前記内挿画像に前記画像変換を施すことにより、前記変形画像を作成し、さらに、前記基準時刻が異なる複数の前記画像セットに基づいてそれぞれ作成された複数の前記カラー画像を用いて動画を作成する動画作成部を備える、ことを特徴とする。

[0020] 上記画像処理装置において、前記画像変換は、非剛体変換、平面射影変換、アフィン変換、線形変換、スケール変換、回転変換、及び平行移動のいずれ

れか又は組み合わせである、ことを特徴とする。

[0021] 上記画像処理装置において、前記変形画像作成部は、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記変換情報を順次累積した累積変換情報を算出し、該累積変換情報を用いて前記処理対象画像に画像変換を施すことにより、前記変形画像を作成する、ことを特徴とする。

[0022] 本発明に係る画像処理装置は、互いに異なる4つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像することにより生成された4つ以上の画像を含む画像群に対し、前記画像群のうちの1つの画像を基準画像として選択する基準画像選択部と、前記画像群のうち前記基準画像以外の複数の画像の各々を処理対象画像として選択する処理対象画像選択部と、隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように、前記画像群に含まれる画像の並び順を設定する並び順設定部と、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記画像群に含まれる画像を順次用いて変換情報を推定する変換情報推定部と、前記処理対象画像に対し、前記変換情報推定部により推定された変換情報を順次用いて画像変換を施すことにより、変形画像を作成する変形画像作成部と、前記複数の画像に基づいてそれぞれ作成された複数の前記変形画像と、前記基準画像とを用いて、カラー画像を作成するカラー画像作成部と、を備え、前記変換情報推定部は、前記画像群に含まれる画像と、前記変形画像作成部により前記画像変換が施された画像との間における変換情報を推定する、ことを特徴とする。

[0023] 本発明に係る画像処理方法は、互いに異なる4つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像することにより生成された4つ以上の画像を含む画像群に対し、前記画像群のうちの1つの画像を基準画像として選択する基準画像選択ステップと、前記画像群のうち前記基準画像以外の複数の画像の各々を処理対象画像として選択する処理対象画像選択ステップと、隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように、前記画像群に含まれる画像の並び順を設定する並び順設定ステップと、前記画像群に含まれる画像を前記並び順で配列した場合に隣接する画像間の変換情

報を推定する変換情報推定ステップと、前記処理対象画像に対し、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記変換情報を累積的に用いて画像変換を施すことにより、変形画像を作成する変形画像作成ステップと、前記複数の画像に基づいてそれぞれ作成された複数の前記変形画像と、前記基準画像とを用いて、カラー画像を作成するカラー画像作成ステップと、を含み、前記並び順で隣接する画像間において、撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合っている、ことを特徴とする。

[0024] 本発明に係る画像処理プログラムは、互いに異なる4つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像することにより生成された4つ以上の画像を含む画像群に対し、前記画像群のうちの1つの画像を基準画像として選択する基準画像選択ステップと、前記画像群のうち前記基準画像以外の複数の画像の各々を処理対象画像として選択する処理対象画像選択ステップと、隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように、前記画像群に含まれる画像の並び順を設定する並び順設定ステップと、前記画像群に含まれる画像を前記並び順で配列した場合に隣接する画像間の変換情報を推定する変換情報推定ステップと、前記処理対象画像に対し、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記変換情報を累積的に用いて画像変換を施すことにより、変形画像を作成する変形画像作成ステップと、前記複数の画像に基づいてそれぞれ作成された複数の前記変形画像と、前記基準画像とを用いて、カラー画像を作成するカラー画像作成ステップと、をコンピュータに実行させ、前記並び順で隣接する画像間において、撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合っている、ことを特徴とする。

[0025] 本発明に係る撮像システムは、前記画像処理装置と、面順次方式により前記4つ以上の波長帯域に分けて撮像を行うことにより画像データを生成し、前記画像処理装置に出力する撮像手段と、を備えることを特徴とする。

[0026] 上記撮像システムにおいて、前記撮像手段は、前記被写体からの観察光を受光する受光面を有し、該受光面に入射した光の強度に応じた画像データを

出力する撮像素子と、前記４つ以上の波長帯域の各々に対応する感度を有するフィルタを前記受光面に順次配置するフィルタ部と、を備えることを特徴とする。

[0027] 上記撮像システムにおいて、前記撮像手段は、前記４つ以上の波長帯域の各々に帯域が制限された光を前記被写体に順次照射する光照射手段と、前記被写体からの観察光を受光する受光面を有し、該受光面に入射した光の強度に応じた画像データを出力する撮像素子と、を備えることを特徴とする。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、面順次方式により生成されたマルチバンド画像に含まれる個々の画像に対し、撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように画像を並べた場合に隣接する画像間の変換情報を累積的に用いて画像変換を行うことにより変形画像を作成し、これらの変形画像を用いてカラー画像を作成するので、事前に煩雑な処理を要することなく好適に画像間の位置合わせを行うことができ、色ずれやぶれを低減したカラー画像を生成することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図１は、本発明の実施の形態１に係る撮像システムの構成例を示すブロック図である。

[図2]図２は、図１に示す撮像装置の構成例を示す模式図である。

[図3]図３は、図１に示す撮像システムの動作を示すフローチャートである。

[図4]図４は、図１に示す撮像システムの動作を説明するための模式図である。

[図5]図５は、本発明の実施の形態１の変形例１に係る撮像システムの動作を説明するための模式図である。

[図6]図６は、本発明の実施の形態２に係る撮像システムの構成例を示すブロック図である。

[図7]図７は、図６に示す撮像システムにおける撮像動作を示すフローチャートである。

[図8]図8は、図6に示す撮像システムにおける画像処理を示すフローチャートである。

[図9]図9は、図6に示す撮像システムの動作を説明するための模式図である。

[図10]図10は、本発明の実施の形態3に係る撮像システムの構成例を示すブロック図である。

[図11]図11は、図10に示す撮像システムの動作を説明するための模式図である。

[図12]図12は、図10に示す撮像システムの動作を説明するための模式図である。

[図13]図13は、図10に示す撮像システムにおける撮像動作を示すフローチャートである。

[図14]図14は、本発明の実施の形態4に係る撮像システムの構成例を示すブロック図である。

[図15]図15は、図14に示す画像処理装置が実行する画像群の取得処理を示すフローチャートである。

[図16]図16は、図14に示す画像処理装置が実行する画像処理を説明するための模式図である。

[図17]図17は、図14に示す画像処理装置が実行する画像処理を説明するための模式図である。

[図18]図18は、本発明の実施の形態5に係る撮像システムの構成例を示す図である。

[図19]図19は、本発明の実施の形態6に係る撮像システムの構成例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0030] 以下、本発明に係る画像処理装置、画像処理方法、画像処理プログラム、及び撮像システムの実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、これらの実施の形態により本発明が限定されるものではない。ま

た、各図面の記載において、同一部分には同一の符号を附して示している。

[0031] (実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る撮像システムの構成例を示すブロック図である。図1に示すように、本実施の形態1に係る撮像システム1は、面順次方式でマルチバンド撮像を行うことにより画像を生成する撮像装置10と、該撮像装置10から出力された画像に基づいてカラー画像を生成する画像処理装置100とを備える。本出願においては、マルチバンド撮像に際して、可視光領域を4つ以上の波長帯域に分離した波長帯域ごとに被写体を撮像することとする。

[0032] 図2は、撮像装置10の構成例を示す模式図である。図2に示すように、撮像装置10は、モノクロカメラ101と、フィルタ部103と、結像レンズ105とを備える。モノクロカメラ101は、例えばCCDやCMOS等の撮像素子を含み、撮像素子の受光面に入射した光を、該光の強度に応じた電気信号に変換して画像データとして出力する。

[0033] フィルタ部103は、分光特性が互いに異なる複数の光学フィルタ103aと、該光学フィルタ103aを回転可能に保持するフィルタホイール103bとを備える。このフィルタホイール103bを回転させることにより、モノクロカメラ101の前面に配置される光学フィルタ103aが順次切り換えられる。なお、図2においては、5種類の光学フィルタ103aを備えるフィルタ部103を図示しているが、光学フィルタ103aの構成はこれに限定されない。一例として、波長帯域の中心波長が400nm～720nmの間で10nmずつシフトする33枚の光学フィルタを有するフィルタ部を用いても良い。

[0034] 結像レンズ105は、被写体からの観察光（例えば被写体からの反射光）をモノクロカメラ101の受光面に結像する。

[0035] マルチバンド撮像を行う際には、被写体に白色光を照射し、モノクロカメラ101の前面に配置される光学フィルタ103aを撮像フレームレートに合わせて切り換えながら撮像を行う。それにより、被写体からの観察光が結

像レンズ１０５及び光学フィルタ１０３aを介してモノクロカメラ１０１に順次入射し、各光学フィルタ１０３aに対応する波長帯域の画像が順次生成される。撮像装置１０は、このようにして生成した各波長帯域の画像を表す画像データを順次出力する。

[0036] このような撮像装置１０は、例えば顕微鏡装置に設けられ、顕微鏡装置のステージ上に載置された標本等を被写体として撮像する。或いは、撮像装置１０を、生体内に挿入されて生体の管腔内を撮像する内視鏡に設けても良い。

[0037] なお、撮像装置１０の構成は、図２に示す構成に限定されない。例えば、フィルタ部１０３の代わりに、電氣的な制御により分光特性が変化する液晶チューナブルフィルタを用いても良い。

[0038] また、被写体に白色光を照射する代わりに、波長帯域が制限された光を被写体に順次照射し、被写体からの反射光を、結像レンズ１０５を介してモノクロカメラ１０１によって受光することにより、各波長帯域の画像を生成しても良い。

[0039] 再び図１を参照すると、画像処理装置１００は、複数の波長帯域の画像を含む画像群の画像データを取得する画像取得部１１０と、画像処理装置１００及び撮像システム１全体の動作を制御する制御部１２０と、画像取得部１１０が取得した画像データ等を記憶する記憶部１３０と、記憶部１３０に記憶された画像データに基づき、所定の画像処理を実行する演算部１４０と、入力部１５０と、表示部１６０とを備える。

[0040] 画像取得部１１０は、当該画像処理装置１００を含む撮像システム１の態様に応じて適宜構成される。例えば図１に示すように、画像処理装置１００に撮像装置１０を接続する場合、画像取得部１１０は、撮像装置１０から出力された画像データを取り込むインタフェースによって構成される。また、撮像装置１０によって生成された画像データを保存しておくサーバを設置する場合、画像取得部１１０はサーバと接続される通信装置等により構成され、サーバとデータ通信を行って画像データを取得する。或いは、画像取得部

110を、可搬型の記録媒体を着脱自在に装着し、該記録媒体に記録された画像データを読み出すリーダ装置によって構成しても良い。

[0041] 制御部120は、例えばCPU等のハードウェアによって構成され、記憶部130に記憶されている各種制御プログラムを読み込むことにより、画像取得部110が取得した画像データや入力部150から入力された各種信号に従って、画像処理装置100を構成する各部への指示やデータの転送等を行い、画像処理装置100及び撮像システム1全体の動作を統括的に制御する。また、制御部120は、撮像装置10における面順次方式によるマルチバンド撮像動作を制御する面順次マルチバンド撮像制御部121を備える。

[0042] 記憶部130は、更新記録可能なフラッシュメモリ等のROMやRAMといった各種ICメモリ、内蔵若しくはデータ通信端子で接続されたハードディスク、又は、CD-ROM等の情報記録装置及びその読取装置等によって構成される。記憶部130は、当該画像処理装置100及び撮像システム1の動作を制御するための各種制御プログラムや、マルチバンド画像に基づいてカラー画像を生成する画像処理を演算部140に実行させる画像処理プログラム等の各種プログラムを記憶するプログラム記憶部131と、撮像装置10から出力された画像データを記憶する画像データ記憶部132とを含み、画像処理プログラムの実行中に使用されるデータ等を格納する。

[0043] 演算部140は、CPU等のハードウェアによって実現され、プログラム記憶部131に記憶された画像処理プログラムを読み込むことにより、画像データ記憶部132に記憶された画像データに基づいてカラー画像を生成する画像処理を実行する。

[0044] より詳細には、演算部140は、並び順設定部141と、基準画像選択部142と、処理対象画像選択部143と、変換情報推定部144と、変形画像作成部145と、カラー画像作成部146とを備える。

[0045] 並び順設定部141は、被写体が写った4つ以上の波長帯域の画像を含む画像群に対し、隣接する画像間で波長帯域が隣り合うように、画像の並び順を設定する。以下、被写体が写った4つ以上の波長帯域の画像を含む画像群

のことを、マルチバンド画像群ともいう。

[0046] 基準画像選択部 1 4 2 は、マルチバンド画像群のうちの 1 つの画像を基準画像として選択する。

[0047] 処理対象画像選択部 1 4 3 は、マルチバンド画像群のうちの基準画像以外の画像を、処理対象画像として順次設定する。

[0048] 変換情報推定部 1 4 4 は、並び順設定部 1 4 1 により設定された並び順でマルチバンド画像群に含まれる画像を並べた場合に隣接する画像間の変換情報（変換パラメータ）を推定する。画像変換としては、具体的には、非剛体変換、平面射影変換、アフィン変換、線形変換、スケール変換、回転変換、及び平行移動のいずれか、又はこれらの変換の組み合わせが挙げられる。

[0049] 変形画像作成部 1 4 5 は、並び順設定部 1 4 1 により設定された並び順において、処理対象画像から基準画像に向け、変換情報を累積的に用いて画像変換を行うことにより、処理対象画像の変形画像を作成する。

[0050] カラー画像作成部 1 4 6 は、マルチバンド画像群に含まれる基準画像以外の全ての画像からそれぞれ作成された変形画像と基準画像とを用いてカラー画像を作成する。

[0051] 入力部 1 5 0 は、例えば、キーボードやマウス、タッチパネル、各種スイッチ等の各種入力装置によって構成され、外部からなされる操作入力に応じた入力信号を制御部 1 2 0 に出力する。

[0052] 表示部 1 6 0 は、LCD (Liquid Crystal Display) や EL (Electro Luminescence) ディスプレイ、CRT (Cathode Ray Tube) ディスプレイ等の表示装置によって構成され、制御部 1 2 0 から出力された表示信号をもとに各種画面を表示する。

[0053] 次に、撮像システム 1 の動作について説明する。図 3 は、撮像システム 1 の動作を示すフローチャートである。また、図 4 は、撮像システム 1 の動作を説明するための模式図である。

[0054] まず、ステップ S 1 0 0 において、演算部 1 4 0 は、4 つ以上の波長帯域に分けて被写体を撮像することにより生成されたマルチバンド画像群を取得

する。詳細には、面順次マルチバンド撮像制御部 121 の下で撮像装置 10 を動作させ、波長帯域の中心波長を $400\text{ nm} \sim 720\text{ nm}$ の間で 10 nm ずつシフトさせながら（図 4 参照）、撮像周期 $1/33$ 分、即ち撮像フレームレート 33 枚/分で順次撮像を行う。画像取得部 110 は、それによって生成された 33 バンドの画像の画像データを撮像装置 10 から順次取得し、画像データ記憶部 132 に記憶させる。演算部 140 は、画像データ記憶部 132 から画像データを読み出すことによりマルチバンド画像群を取得する。以下において、中心波長 λ の波長帯域の画像を、画像 $I(\lambda)$ と記す。

[0055] 続くステップ S101 において、演算部 140 は、マルチバンド画像群における画像の並び順を設定する。具体的には、画像処理装置 100 において静止画表示を行う場合、並び順設定部 141 は、隣接する画像間で波長帯域が隣り合うように並び順を設定する。なお、図 4 の場合、波長帯域を短波長側から長波長側に順次シフトさせるので、撮像順に従って画像の並び順を設定すれば良い。

[0056] 続くステップ S102 において、変換情報推定部 144 は、ステップ S101 において設定された並び順で隣接する 2 つの画像に対して変換推定を行うことにより、これらの画像間の変換情報（変換パラメータ）を推定する。ここで、変換推定とは、2 つの画像を重ねた場合に一致する変換情報を推定する処理である。変換推定の一例として、特開 2007-257287 号公報に開示されているように、濃度勾配情報に基づく平面射影変換等の変換情報の推定を繰り返すことにより、高精度な変換情報を取得する処理が挙げられる。推定される変換処理としては、非剛体変換、平面射影変換、アフィン変換、線形変換、スケール変換、回転変換、平行移動等の公知の画像変換、或いはこれらの組み合わせが挙げられる。

[0057] 変換情報推定部 144 は、このような変換推定を、マルチバンド画像群に含まれる全ての隣接する 2 つの画像の組み合わせに対して実行する。例えば、図 4 の場合、画像 $I(400)$ と画像 $I(410)$ との間の変換情報 $t_r(400)$ 、画像 $I(410)$ と画像 $I(420)$ との間の変換情報 $t_r(41$

0)、…が推定される。

[0058] 続くステップS 1 0 3において、基準画像選択部 1 4 2は、マルチバンド画像群に含まれる任意の1つの画像を基準画像として選択する。図4においては、一例として、中心波長5 5 0 n mの波長帯域の画像 I (5 5 0) を基準画像とする。以下、基準画像の波長帯域を基準波長帯域ともいう。

[0059] 続くステップS 1 0 4において、処理対象画像選択部 1 4 3は、マルチバンド画像群に含まれる画像のうちの基準画像以外の画像から、処理対象画像を選択する。

[0060] 続くステップS 1 0 5において、変形画像作成部 1 4 5は、処理対象画像から基準画像に向かって、変換情報を累積的に用いて処理対象画像に画像変換を施すことにより、変形画像を作成する。例えば図4において、画像 I (4 1 0) が処理対象画像である場合、画像 I (4 1 0) と、基準画像である画像 I (5 5 0) との間に位置する画像 I (4 2 0) ~ 画像 I (5 4 0) に関する変換情報が利用される。具体的には、画像 I (4 1 0) - 画像 I (4 2 0) 間の変換情報 $t_r(410)$ と、画像 I (4 2 0) - 画像 I (4 3 0) 間の変換情報 $t_r(420)$ と、…、画像 I (5 4 0) - 画像 I (5 5 0) 間の変換情報 $t_r(540)$ とを順次累積したトータルの変換情報（累積変換情報）を算出し、この累積変換情報を用いて、画像 I (4 1 0) に画像変換を施す。

[0061] ここで、変換情報を利用する順序は、処理対象画像から基準画像に向かう順とする。詳細には、処理対象画像の波長帯域が基準波長帯域よりも短波長帯域である場合、具体的に、図4においては、画像 I (4 0 0) ~ I (5 4 0) が処理対象画像である場合、短波長側から長波長側に向かって変換情報を累積的に利用する。一方、処理対象画像の波長帯域が基準波長帯域よりも長波長帯域である場合、具体的に、図4においては、画像 I (5 6 0) ~ I (7 2 0) が処理対象画像である場合、長波長側から短波長側に向かって変換情報を累積的に利用する。例えば、画像 I (6 5 0) を処理対象画像とする場合、まず、画像 I (6 5 0) - 画像 I (6 4 0) 間の変換情報 $t_r(6$

50)と、画像I(640)－画像I(630)間の変換情報 t_r (640)と、…、画像I(560)－画像I(550)間の変換情報 t_r (560)とを順次累積したトータルの変換情報(累積変換情報)を算出し、この累積変換情報を用いて、画像I(650)に画像変換を施す。

[0062] ステップS106において、変形画像作成部145は、基準波長帯域以外の全波長帯域の画像の変形画像を作成したか否かを判定する。基準波長帯域以外で未だ変形画像を作成していない波長帯域が残っている場合(ステップS106:No)、演算部140の動作はステップS104に戻る。

[0063] 一方、基準波長帯域以外の全波長帯域の変形画像を作成した場合(ステップS106:Yes)、続いてカラー画像作成部146は、基準画像及び全波長帯域の変形画像からカラー画像を作成する(ステップS107)。詳細には、カラー画像作成部146は、各変形画像を照明の分光特性で補正し、レンダリング照明の分光特性、等色関数、sRGB変換行列を乗算することでカラー画像を作成する。

[0064] 続くステップS108において、演算部140は、ステップS107において作成したカラー画像を出力する。これに応じて、制御部120は、カラー画像を表示部160に表示させると共に、カラー画像の画像データを画像データ記憶部132に記憶させる。

その後、撮像システム1の動作は終了する。

[0065] 以上説明したように、本発明の実施の形態1によれば、基準波長帯域に対して処理対象画像の波長帯域の相関が低い場合であっても、処理対象画像から基準画像に向かって変換情報を累積的に用いることにより処理対象画像を変形するので、煩雑な処理を要することなく、基準画像に対して処理対象画像を好適に補正することができる。従って、色収差に起因する色ずれが低減されたカラー画像を生成することが可能となる。

[0066] なお、上記実施の形態1においては、マルチバンド撮像を行う際に、波長帯域を短波長側から長波長側に単調にシフトさせたが、長波長側から短波長側に単調にシフトさせても良いし、ランダムにシフトさせても良い。いずれ

にしても、静止画を表示する場合には、並び順設定部 141 がマルチバンド画像群における画像の並び順を設定するので、マルチバンド撮像を行う際の波長帯域の順序は特に考慮しなくても良い。

[0067] また、上記実施の形態 1 においては、マルチバンド画像群における画像の並び順を一律に設定し、全ての処理対象画像に対し、この並び順に沿った順で変換情報を用いて変形画像を作成することとしたが、処理対象画像ごとに並び順を異ならせても良い。

[0068] (変形例 1)

次に、本発明の実施の形態 1 の変形例 1 について説明する。図 5 は、本発明の実施の形態 1 の変形例 1 に係る撮像システムの動作を説明するための模式図である。

[0069] 上記実施の形態 1 においては、並び順設定部 141 が設定した並び順において隣接する 2 つの画像の全ての組み合わせについて変換情報を推定し（図 3 のステップ S102 参照）、その後、必要な変換情報を用いて各処理対象画像の変形画像を作成した（ステップ S105）。しかしながら、各処理対象画像の変形画像を作成する際に、変換情報の推定を逐次行っても良い。

[0070] 例えば、図 5 において画像 I (400) を処理対象画像とする場合、変換情報推定部 144 は、まず、隣接する画像 I (410) との間の変換情報 $t_r(400)$ を推定し、変形画像作成部 145 は、この変換情報 $t_r(400)$ を用いて画像 I (400) を変換することにより、変形画像 I (400)₄₁₀ を作成する。続いて、変換情報推定部 144 は、並び順が次の画像 I (420) と直前に作成された変形画像 I (400)₄₁₀ との間の変換情報 $t_r(410)'$ を推定し、変形画像作成部 145 は、この変換情報 $t_r(410)'$ を用いて、変形画像 I (400)₄₁₀ をさらに変換することにより、変形画像 I (400)₄₂₀ を作成する。このように、画像の並び順に沿って、もとの画像と、直前に作成された変形画像との変換情報を推定し、この変換情報を用いて直前に作成された変形画像をさらに変換するという処理を累積的に繰り返す。そして、最後に、画像 I (550) と変形画像 I (400)₅₄₀ との間の変換情

報 $t_r(540)'$ を用いて変形画像 $I(400)_{540}$ を変換することで、画像 $I(400)$ の最終的な変形画像 $I(400)_{550}$ を取得する。

[0071] (実施の形態2)

次に、本発明の実施の形態2について説明する。図6は、本発明の実施の形態2に係る撮像システムの構成を示すブロック図である。図6に示すように、本実施の形態2に係る撮像システム2は、撮像装置10と画像処理装置200とを備える。撮像装置10の構成及び動作は、実施の形態1と同様である。

[0072] 画像処理装置200は、図1に示す制御部120及び演算部140の代わりに、制御部210及び演算部220をそれぞれ備える。制御部210及び演算部220以外の画像処理装置200の各部の構成及び動作は、実施の形態1と同様である。

[0073] 制御部210は、撮像装置10における面順次方式によるマルチバンド撮像動作を制御する面順次マルチバンド撮像制御部211と、このマルチバンド撮像の動作を撮像装置10に連続して繰り返し実行させる連続撮像制御部212とを備える。

[0074] 演算部220は、図1に示す基準画像選択部142～カラー画像作成部146に加え、動画作成部221をさらに備える。動画作成部221は、撮像装置10から連続的に入力される画像データに基づき順次作成されるカラー画像を用いて動画を作成する。なお、ここでいう動画は、MPEG (Moving Picture Experts Group) やAVI (Audio Video Interleave) 等の標準フォーマットの動画であっても良いし、画像処理装置200独自のフォーマットの動画であっても良い。また、基準画像選択部142～カラー画像作成部146の動作は、実施の形態1と同様である。

[0075] 次に、撮像システム2の動作について説明する。図7は、撮像システム2における撮像動作を示すフローチャートである。図8は、撮像システム2における画像処理を示すフローチャートである。図9は、撮像システム2の動作を説明するための模式図である。

- [0076] まず、ステップS 2 0 0において、面順次マルチバンド撮像制御部2 1 1は、4つ以上の波長帯域に対して撮像を行う順序を設定する。本実施の形態2においては、連続して撮像される画像間において波長帯域が隣接するように、波長帯域の順序を設定する。具体的には、図9に示すように、波長帯域の中心波長を、最短波長の4 0 0 n mから最長波長の7 2 0 n mに向かって1 0 n mずつシフトさせる。
- [0077] 続くステップS 2 0 1において、面順次マルチバンド撮像制御部2 1 1は、マルチバンド撮像を開始する際の波長帯域の初期値を設定する。本実施の形態2においては、図9に示すように、中心波長が4 0 0 n mの波長帯域からマルチバンド撮像を開始する。
- [0078] ステップS 2 0 2において、撮像装置1 0は、ステップS 2 0 1において設定された波長帯域で被写体を撮像し、画像データを生成する。続くステップS 2 0 3において、撮像装置1 0は、生成した画像データを画像処理装置2 0 0に出力する。
- [0079] ステップS 2 0 4において、撮像装置1 0は、連続撮像制御部2 1 2から撮像終了の制御信号が入力されたか否かを判定する。撮像終了の制御信号が入力されない場合（ステップS 2 0 4 : N o）、撮像装置1 0は、ステップS 2 0 0において設定された順に波長帯域を変更する（ステップS 2 0 5）。その後、撮像装置1 0の動作はステップS 2 0 2に移行する。このような動作を繰り返すことにより、各波長帯域の画像の画像データが順次画像処理装置2 0 0に出力される。なお、波長帯域が最長波長の7 2 0 n mに至った場合には最短波長の4 0 0 n mに戻り、再び短波長側から長波長側に向かった波長帯域をシフトさせる。
- [0080] 一方、連続撮像制御部2 1 2から撮像終了の制御信号が入力された場合（ステップS 2 0 4 : Y e s）、撮像装置1 0の撮像動作は終了する。
- [0081] 画像処理装置2 0 0は、撮像装置1 0から画像データが出力されると（図7のステップS 2 0 3参照）、画像データの取り込みを開始し、画像データ記憶部1 3 2に順次記憶させる（図8のステップS 2 1 0参照）。

- [0082] 続くステップS 2 1 1において、演算部2 2 0は任意の基準時刻を設定する。図9においては、まず、時刻 t_1 が基準時刻に設定されたものとする。
- [0083] ステップS 2 1 2において、演算部2 2 0は、画像データ記憶部1 3 2に順次記憶された画像データに基づいて、基準時刻の前後所定時間内に生成されたマルチバンド画像群を撮像時刻順に取得する。画像群を取得する範囲は、全ての波長帯域がカバーされていれば任意であり、いくつかの波長帯域が重複していても構わない。例えば図9に示すように、1分間に全3 3バンドの画像が生成される場合、基準時刻を含む少なくとも1分間に生成された画像を取得すれば良い。図9においては、時刻 t_1 を中心とする前後3 0秒間に生成された画像 $I(400)_1 \sim I(720)_1$ を取得している。なお、画像を取得する期間に対して基準時刻は必ずしも中心である必要はない。
- [0084] ステップS 2 1 2に続くステップS 1 0 2～S 1 0 7の動作は、実施の形態1と同様である。このうち、ステップS 1 0 2においては、撮像時刻順に並べられた画像間における変換情報が推定される。また、ステップS 1 0 3においては、ステップS 2 1 1において設定された基準時刻における画像（図9においては、時刻 t_1 に対応する画像 $I(550)_1$ ）が基準画像に設定される。それにより、画像 $I(400)_1 \sim I(720)_1$ に基づき、カラー画像が作成される（ステップS 1 0 7参照）。
- [0085] ステップS 1 0 7に続くステップS 2 1 3において、動画作成部2 2 1は、ステップS 1 0 7において作成されたカラー画像を基準時刻におけるフレーム画像として動画を作成する。例えば、画像 $I(400)_1 \sim I(720)_1$ に基づいて作成されたカラー画像は、基準時刻 t_1 に対応するフレーム1の画像となる。
- [0086] これに応じて、演算部2 2 0は作成された動画を出力し、制御部2 1 0はカラー画像による動画を表示部1 6 0に表示させる（ステップS 2 1 4）。
- [0087] ステップS 2 1 5において、撮像装置1 0から新たな画像データの入力がある場合（ステップS 2 1 5：Y e s）、演算部2 2 0は、基準時刻を変更する（ステップS 2 1 6）。基準時刻の周期は任意であるが、高フレームレ

ートの動画を作成するためには、基準時刻の周期を短くすると良い。例えば図9においては、時刻 t_1 に続いて、撮像周期と等しい $1/33$ 分後の時刻 t_2 を基準時刻に設定している。その後、演算部220の動作はステップS212に戻る。

[0088] このような動作を繰り返すことにより、基準時刻を含む所定時間内に生成されたマルチバンド画像群に基づいて、動画の各フレーム画像としてのカラー画像が順次作成される。例えば、基準時刻 t_2 の前後30秒間に生成された画像 $I(410)_1 \sim I(400)_2$ に基づいてフレーム2のカラー画像が作成され、基準時刻 t_3 の前後30秒間に生成された画像 $I(420)_1 \sim I(410)_2$ に基づいてフレーム3のカラー画像が作成される。

[0089] 一方、ステップS215において、撮像装置10からの画像データの入力終了した場合（ステップS215：No）、画像処理装置200の動作は終了する。

[0090] 以上説明したように、本発明の実施の形態2によれば、連続して撮像される画像間において波長帯域が隣接するように各波長帯域の撮像順を設定するので、色収差に起因する色ずれと撮像時刻の差に起因するぶれとの両方が精度良く補正されたカラー画像を作成することができる。従って、このようなカラー画像を用いることにより、画質の良いカラーの動画を作成することが可能となる。

[0091] なお、上記ステップS213、S214においては、撮像装置10から順次入力される画像データを用いて、リアルタイムで動画を作成及び表示することとしたが、ステップS107において作成されたカラー画像を記憶し、蓄積されたカラー画像を繋げて動画を作成することとしても良い。

[0092] （実施の形態3）

次に、本発明の実施の形態3について説明する。図10は、本発明の実施の形態3に係る撮像システムの構成を示すブロック図である。図10に示すように、本実施の形態3に係る撮像システム3は、撮像装置10と画像処理装置300とを備える。この画像処理装置300は、図6に示す制御部21

0の代わりに、制御部310を備える。なお、撮像装置10の構成及び動作は、実施の形態1と同様である。また、制御部310以外の画像処理装置300の構成及び動作は、実施の形態2と同様である。

[0093] 制御部310は、撮像装置10における面順次方式によるマルチバンド撮像動作を制御する面順次マルチバンド撮像制御部311と、このマルチバンド撮像動作を撮像装置10に連続して繰り返し実行させる連続撮像制御部212とを備える。面順次マルチバンド撮像制御部311は、撮像装置10にマルチバンド撮像を実行させる際に、波長帯域の変更動作の制御、及び波長帯域を変更させる方向の制御を行う。なお、連続撮像制御部212の動作は、実施の形態2と同様である。

[0094] ここで、実施の形態2のように、波長帯域を短波長側から長波長側に単調にシフトさせる場合、基準時刻をもとにマルチバンド画像群を取得する時間帯に、波長帯域が最長波長から最短波長にジャンプするタイミングが含まれてしまう場合がある。具体的には、図11に示すように、中心波長400nm～720nmの8バンドのマルチバンド撮像を行う場合基準時刻 t_0 に対しては、マルチバンド画像群として画像 $I(550)_1 \sim I(450)_2$ が取得される。このマルチバンド画像群においては、波長帯域の相関が低い画像 $I(720)_1$ と画像 $I(400)_2$ とが連続しているため、両画像間における変換推定精度が低くなる。それにより、画像 $I(720)_1$ と画像 $I(400)_2$ との変換情報を利用して作成された変形画像の精度が低下してしまう。例えば図11の場合、画像 $I(450)_2$ から基準画像 $I(700)_1$ に向かって作成される変形画像や、画像 $I(400)_2$ から基準画像 $I(700)_1$ に向かって作成される変形画像の精度が低下する。その結果、適切なカラー画像を作成することが困難になるおそれがある。

[0095] そこで、本実施の形態3においては、図12に示すように、連続して撮像を行う際に波長帯域を1段階以上空けてシフトさせ、1サイクルのマルチバンド撮像において、最短波長帯域と最長波長帯域との間で波長帯域を少なくとも1往復させることにより、最短波長帯域と最長波長帯域とが直接隣り合

わないように、即ち、間に別の波長帯域が挿入されているようにする。具体的には、図12の場合、まず、中心波長を $400\text{ nm} \rightarrow 500\text{ nm} \rightarrow 600\text{ nm} \rightarrow 700\text{ nm}$ の順にシフトさせて、各波長帯域の画像を取得した後、最長波長帯域の画像を取得する。即ち、往路においては、中心波長 450 nm 、 550 nm 、 650 nm の波長帯域をスキップする。その後、中心波長を $650\text{ nm} \rightarrow 550\text{ nm} \rightarrow 450\text{ nm}$ の順にシフトさせて、各波長帯域の画像を取得する。即ち、復路においては、中心波長 700 nm 、 600 nm 、 500 nm の波長帯域をスキップする。

[0096] なお、1サイクルのマルチバンド撮像においては、同じ波長帯域を重複して撮像しても良い。この場合、画像処理装置300における画像処理の効率の観点から、重複分の撮像回数は、1サイクルの撮像回数の半分以下にすることが好ましい。

[0097] このようなサイクルで波長帯域をシフトさせてマルチバンド撮像を行う場合、設定される基準時刻によらず、マルチバンド画像群内で撮像順が隣接する全ての画像の組み合わせにおいて、波長帯域の相関を、高いレベルで維持することができる。具体的には、基準時刻 t_1 をもとに抽出されたマルチバンド画像群 $I(400)_3 \sim I(450)_3$ 、基準時刻 t_2 をもとに抽出されたマルチバンド画像群 $I(500)_3 \sim I(400)_4$ 、基準時刻 t_3 をもとに抽出されたマルチバンド画像群 $I(600)_3 \sim I(500)_4$ のいずれにおいても、撮像順が隣接する画像間において、波長帯域の相関が大幅に低い画像の組合せは発生していない。

[0098] 面順次マルチバンド撮像制御部311は、このように、撮像装置10に対して、撮像を1回行うごとに波長帯域を1段階以上空けてシフトさせることにより、1サイクルのマルチバンド撮像において、最短波長帯域と最長波長帯域との間で波長帯域を少なくとも1往復させる制御を行う。

[0099] 図13は、撮像システム3における撮像動作を示すフローチャートである。まず、ステップS300において、面順次マルチバンド撮像制御部311は、マルチバンド撮像を行う4つ以上の波長帯域を設定する。本実施の形態

3においては、図11に示すように、中心波長が400nm～720nmの8つの波長帯域のマルチバンド撮像を行うこととする。

[0100] 続くステップS301において、面順次マルチバンド撮像制御部311は、波長帯域及び波長帯域を変更する方向の初期値を設定する。本実施の形態3においては、波長帯域の初期値として、中心波長400nmの最短波長帯域を初期値として設定すると共に、波長帯域を変更する方向の初期値を昇順に設定する。

[0101] ステップS302において、撮像装置10は、ステップS301において設定された波長帯域で被写体を撮像し、画像データを生成する。続くステップS303において、撮像装置10は、生成した画像データを画像処理装置300に出力する。

[0102] ステップS304において、撮像装置10は、ステップS301において設定された方向に、波長帯域を1段階以上空けて変更する。具体的には、中心波長400nmの波長帯域に対し、中心波長450nmの波長帯域をスキップして、中心波長500nmの波長帯域に変更される。

[0103] ステップS305において、面順次マルチバンド撮像制御部311は、変更後の波長帯域が、ステップS300において設定された波長帯域の最端波長帯域であるか、即ち（上端又は下端の波長帯域であるか否かを判定する。変更後の波長帯域が最端波長帯域である場合（ステップS305：Yes）、面順次マルチバンド撮像制御部311は、波長帯域を変更する方向を切り換える（ステップS306）。例えば、ステップS304において変更された後の波長帯域の中心波長が720nm、即ち上端波長帯域であった場合、波長帯域を変更する方向を降順に切り換える。一方、変更後の波長帯域が最端波長帯域でない場合（ステップS305：No）、動作はそのままステップS307に移行する。

[0104] ステップS307において、撮像装置10は、連続撮像制御部212から撮像終了の制御信号が入力されたか否かを判定する。撮像終了の制御信号が入力されない場合（ステップS307：No）、撮像装置10の動作はステ

ップS302に移行する。この場合、ステップS304において変更された波長帯域での撮像が行われる。一方、撮像終了の制御信号が入力された場合（ステップS307：Yes）、撮像装置10の動作は終了する。

[0105] 以上説明したように、本発明の実施の形態3によれば、基準時刻の設定によらず、マルチバンド画像群において、撮像順が隣接する画像の全ての組み合わせにおける波長帯域の相関を高いレベルで維持し、局所的な波長帯域の相関の低下を防ぐことができる。従って、色収差に起因する色ずれと撮像時刻の差に起因するぶれとの両方が精度良く補正されたカラー画像を、常に生成することが可能となる。従って、このようなカラー画像を用いることにより、高品質なカラーの動画を作成することが可能となる。

[0106] なお、撮像装置において、液晶チューナブルフィルタ等を用いた電氣的な制御により波長帯域を変化させる場合、1サイクルで波長帯域の中心波長が例えば400nm→500nm→600nm→700nm→720nm→650nm→550nm→450nmの順で変化するように、制御プログラムを作成すれば良い。

[0107] （実施の形態4）

次に、本発明の実施の形態4について説明する。図14は、本発明の実施の形態4に係る撮像システムの構成を示すブロック図である。図14に示すように、本実施の形態4に係る撮像システム4は、撮像装置10と画像処理装置400とを備える。撮像装置10の構成及び動作は、実施の形態4と同様である。

[0108] 画像処理装置400は、図6に示す演算部220の代わりに、演算部410を備える。演算部410は、図6に示す演算部220の構成に加えて、内挿画像作成部411及び内挿画像列作成部412を備える。なお、演算部410以外の画像処理装置400の構成及び動作は、実施の形態2と同様である。

[0109] 内挿画像作成部411は、基準時刻の前後において生成された同一の波長帯域の画像から、基準時刻における内挿画像を作成する。

- [0110] 内挿画像列作成部412は、内挿画像作成部411が作成した各波長帯域の内挿画像を、所定の並び順で並べる。
- [0111] 撮像システム4の動作は、全体として実施の形態2（図7及び図8参照）と同様であり、図8のステップS212における基準時刻の前後所定時間内に生成された画像群を取得する動作が実施の形態2と異なる。図15は、ステップS212において演算部410が実行する詳細な動作を示すフローチャートである。また、図16及び図17は、ステップS212における演算部410の詳細な動作を説明するための模式図である。
- [0112] まず、ステップS400において、内挿画像作成部411は、図8のステップS211において設定された基準時刻における波長帯域以外の波長帯域から、処理対象の波長帯域を選択する。続くステップS401において、内挿画像作成部411は、基準時刻の前後に生成された処理対象の波長帯域の画像対を選択する。例えば図16において、処理対象の波長帯域の中心波長が400nmである場合、基準時刻 t_5 の前後に生成された画像 $I(400)_5$ 及び画像 $I(400)_6$ の画像対が選択される。
- [0113] 続くステップS402において、内挿画像作成部411は、ステップS401において選択された画像対から、被写体の動きを推定する。動きの推定には、ブロックマッチング法、勾配法等の公知の技術を用いることができる。
- [0114] ステップS403において、内挿画像作成部411は、被写体の動きから、基準時刻における被写体の位置を推定する。
- [0115] ステップS404において、内挿画像作成部411は、被写体の位置に基づいて、基準時刻における内挿画像を作成する（例えば、特開2012-142817号公報参照）。この際、動きの推定に用いた画像対のいずれを用いても良い。例えば、画像 $I(400)_5$ から基準時刻 t_5 における内挿画像 $I(400)_{t_5}$ を作成しても良いし、画像 $I(400)_6$ から内挿画像 $I(400)_{t_5}$ を作成しても良い。画像 $I(400)_5$ と画像 $I(400)_6$ とのいずれを用いるかについては、例えば、撮像時刻が早い方の画像、撮像時刻が遅い

方の画像、撮像時刻がより基準時刻に近い方の画像というように、適宜設定すれば良い。或いは、画像 $I(400)_5$ と画像 $I(400)_6$ との両方を用いて内挿画像 $I(400)_{t5}$ を作成しても良い。

[0116] ステップS405において、内挿画像作成部411は、基準時刻における波長帯域以外の全ての波長帯域の内挿画像を作成したか否かを判定する。基準時刻における波長帯域以外で未だ内挿画像を作成していない波長帯域が残っている場合（ステップS405：No）、演算部410の動作はステップS400に移行する。この処理を繰り返すことにより、図17に示すように、中心波長400nm、450nm、500nm、550nm、600nm、650nm、720nmの各波長帯域について、基準時刻 t_5 における内挿画像 $I(400)_{t5}$ 、 $I(450)_{t5}$ 、 $I(500)_{t5}$ 、 $I(550)_{t5}$ 、 $I(600)_{t5}$ 、 $I(650)_{t5}$ 、 $I(720)_{t5}$ が作成される。

[0117] 基準時刻における波長帯域以外の全ての波長帯域の内挿画像を作成した場合（ステップS405：Yes）、内挿画像列作成部412は、全ての内挿画像と基準時刻における画像とからなる画像セットに対し、隣接する画像間で波長帯域が隣り合うように、画像の並び順を設定する（ステップS406）。その後、演算部410の動作はメインルーチンに戻る。

[0118] ステップS212に続くステップS102以降においては、ステップS406において並び順が設定された画像セットをマルチバンド画像群とみなし、実施の形態2と同様に画像処理が実行される。この際、ステップS103においては、基準時刻に撮像された画像が基準画像として選択される。従って、図17の場合、画像 $I(700)_5$ が基準画像として選択され、処理対象画像として選択された各内挿画像 $I(400)_{t5}$ 、 $I(450)_{t5}$ 、 $I(500)_{t5}$ 、 $I(550)_{t5}$ 、 $I(600)_{t5}$ 、 $I(650)_{t5}$ 、 $I(720)_{t5}$ は、当該処理対象画像から基準画像（画像 $I(700)_5$ ）に向かって、隣接する内挿画像間で推定された変換情報を累積的に利用して変形画像に変換される（ステップS105参照）。

[0119] 以上説明したように、本発明の実施の形態4によれば、基準時刻の前後に

生成された各波長帯域の画像を用いて作成された内挿画像をマルチバンド画像群として扱うので、撮像を行う波長帯域の順序によらず、色収差に起因する色ずれと撮像時刻の差に起因するぼけとの両方が精度良く補正されたカラー画像を作成することが可能となる。従って、そのようなカラー画像を用いることにより、高品質な動画を作成することが可能となる。

[0120] (実施の形態5)

次に、本発明の実施の形態5について説明する。図18は、本発明の実施の形態5に係る撮像システムの構成例を示す図である。図18に示すように、本実施の形態5に係る撮像システム5は、撮像装置10が設けられた顕微鏡装置500と、画像処理装置100とを備える。なお、画像処理装置100の代わりに、図6に示す画像処理装置200、図10に示す画像処理装置300、又は図14に示す画像処理装置400を設けても良い。

[0121] 顕微鏡装置500は、落射照明ユニット501及び透過照明ユニット502が設けられた略C字形のアーム500aと、該アーム500aに取り付けられ、観察対象である被写体SPが載置される標本ステージ503と、鏡筒505の一端側に三眼鏡筒ユニット507を介して標本ステージ503と対向するように設けられた対物レンズ504と、標本ステージ503を移動させるステージ位置変更部506とを有する。三眼鏡筒ユニット507は、対物レンズ504から入射した被写体SPの観察光を、鏡筒505の他端側に設けられた撮像装置10と後述する接眼レンズユニット508とに分岐する。接眼レンズユニット508は、ユーザが被写体SPを直接観察するためのものである。

[0122] 落射照明ユニット501は、落射照明用光源501a及び落射照明光学系501bを備え、被写体SPに対して落射照明光を照射する。落射照明光学系501bは、落射照明用光源501aから出射した照明光を集光して観察光路Lの方向に導く種々の光学部材（フィルタユニット、シャッタ、視野絞り、開口絞り等）を含む。

[0123] 透過照明ユニット502は、透過照明用光源502a及び透過照明光学系

502bを備え、被写体SPに対して透過照明光を照射する。透過照明光学系502bは、透過照明用光源502aから出射した照明光を集光して観察光路Lの方向に導く種々の光学部材（フィルタユニット、シャッタ、視野絞り、開口絞り等）を含む。

[0124] 対物レンズ504は、倍率が互いに異なる複数の対物レンズ（例えば、対物レンズ504、504'）を保持可能なレボルバ509に取り付けられている。このレボルバ509を回転させて、標本ステージ503と対向する対物レンズ504、504'を変更することにより、撮像倍率を変化させることができる。

[0125] 鏡筒505の内部には、複数のズームレンズと、これらのズームレンズの位置を変化させる駆動部とを含むズーム部が設けられている。ズーム部は、各ズームレンズの位置を調整することにより、撮像視野内の被写体像を拡大又は縮小させる。

[0126] ステージ位置変更部506は、例えばステッピングモータ等の駆動部506aを含み、標本ステージ503の位置をXY平面内で移動させることにより、撮像視野を変化させる。また、ステージ位置変更部506には、標本ステージ503をZ軸に沿って移動させることにより、対物レンズ504の焦点を被写体SPに合わせる。

[0127] このような顕微鏡装置500において生成された被写体SPの拡大像を撮像装置10においてマルチバンド撮像することにより、被写体SPのカラー画像が表示部160に表示される。

[0128] （実施の形態6）

次に、本発明の実施の形態6について説明する。図19は、本発明の実施の形態6に係る撮像システムの構成例としての内視鏡システムを示す模式図である。図19に示す内視鏡システム6は、画像処理装置100と、生体の管腔内に先端部を挿入して撮像を行うことにより管腔内の画像を生成する内視鏡600と、内視鏡600の先端から出射する照明光を発生する光源装置700とを備える。画像処理装置100は、内視鏡600が生成した画像に

対し、上記実施の形態１と同様の所定の画像処理を施すとともに、内視鏡システム６全体の動作を統括的に制御する。なお、画像処理装置１００の代わりに、実施の形態２～４に係る画像処理装置２００、３００、４００を適用しても良い。また、図１９においては、画像処理装置１００が備える表示部１６０（図１参照）を本体の外部に図示している。

[0129] 内視鏡６００は、可撓性を有する細長形状をなす挿入部６１と、挿入部６１の基端側に接続され、各種の操作信号の入力を受け付ける操作部６２と、操作部６２から挿入部６１が延びる方向と異なる方向に延び、画像処理装置１００及び光源装置７００と接続する各種ケーブルを内蔵するユニバーサルコード６３とを備える。

[0130] 挿入部６１は、先端部６４と、複数の湾曲駒によって構成された湾曲自在な湾曲部６５と、湾曲部６５の基端側に接続され、可撓性を有する長尺状の可撓管６６とを有する。この挿入部６１の先端部６４に、外部から入射する光を集光する光学系や撮像素子が設けられている。

[0131] 操作部６２と先端部６４との間には、画像処理装置１００との間で電気信号の送受信を行う複数の信号線が束ねられた集合ケーブルが接続されている。複数の信号線には、撮像素子が出力した映像信号（画像データ）を画像処理装置１００に伝送する信号線、及び画像処理装置１００が出力する制御信号を撮像素子へ伝送する信号線等が含まれる。

[0132] 操作部６２は、湾曲部６５を上下方向及び左右方向に湾曲させる湾曲ノブ６２１と、生検針、生体鉗子、レーザメス、及び検査プローブ等の処置具を挿入する処置具挿入部６２２と、画像処理装置１００や光源装置７００の他、送気手段、送水手段、送ガス手段等の周辺機器に対して操作指示信号を入力する操作入力部である複数のスイッチ６２３と、を有する。

[0133] ユニバーサルコード６３は、ライトガイド及び集合ケーブルを少なくとも内蔵している。また、ユニバーサルコード６３の操作部６２に連なる側と異なる側の端部には、光源装置７００に着脱自在なコネクタ部６７と、コイル状をなすコイルケーブル６７０を介してコネクタ部６７と電氣的に接続され

、画像処理装置１００と着脱自在な電気コネクタ部６８とが設けられている。

[0134] 画像処理装置１００は、先端部６４に設けられた撮像素子から出力された画像データをもとに、表示部１６０に表示する画像を生成する。

[0135] 光源装置７００は、制御部１２０（図１参照）の制御の下で、可視光領域を４つ以上の波長帯域に分離した波長帯域ごとの光を順次発生し、ライトガイドを経由して先端部６４の先端から管腔内を照射する。

[0136] なお、上記実施の形態６においては、図１、図６、図１０、又は図１４に示す撮像システムを生体用の内視鏡システムに適用する例を説明したが、工業用の内視鏡システムに適用しても良い。或いは、図１、図６、図１０、又は図１４に示す撮像システムを、生体内に導入されて該生体内を移動しつつ撮像を行うカプセル型内視鏡に適用しても良い。

[0137] また、光源装置７００の代わりに白色光を発生する光源装置を設けると共に、内視鏡６００の先端部６４に分光特性が互いに異なる複数の光学フィルタを設け、管腔内に白色光を照射し、管腔内からの反射光を光学フィルタを介して受光することにより、マルチバンド撮像を行っても良い。

[0138] 本発明は、上述した各実施の形態１～６そのままに限定されるものではなく、各実施の形態１～６に開示されている複数の構成要素を適宜組み合わせることによって、種々の発明を形成することができる。例えば、実施の形態１～６に示される全構成要素からいくつかの構成要素を除外して形成してもよい。或いは、異なる実施の形態に示した構成要素を適宜組み合わせて形成してもよい。

符号の説明

- [0139] １～５ 撮像システム
 ６ 内視鏡システム
 １０ 撮像装置
 １０１ モノクロカメラ
 １０３ フィルタ部

- 1 0 3 a 光学フィルタ
- 1 0 3 b フィルタホイール
- 1 0 5 結像レンズ
- 1 0 0、2 0 0、3 0 0、4 0 0 画像処理装置
- 1 1 0 画像取得部
- 1 2 0、2 1 0、3 1 0 制御部
- 1 2 1、2 1 1、3 1 1 面順次マルチバンド撮像制御部
- 1 3 0 記憶部
- 1 3 1 プログラム記憶部
- 1 3 2 画像データ記憶部
- 1 4 0、2 2 0、4 1 0 演算部
- 1 4 1 並び順設定部
- 1 4 2 基準画像選択部
- 1 4 3 処理対象画像選択部
- 1 4 4 変換情報推定部
- 1 4 5 変形画像作成部
- 1 4 6 カラー画像作成部
- 1 5 0 入力部
- 1 6 0 表示部
- 2 1 2 連続撮像制御部
- 2 2 1 動画作成部
- 4 1 1 内挿画像作成部
- 4 1 2 内挿画像列作成部
- 5 0 0 顕微鏡装置
- 5 0 0 a アーム
- 5 0 1 落射照明ユニット
- 5 0 1 a 落射照明用光源
- 5 0 1 b 落射照明光学系

- 5 0 2 透過照明ユニット
- 5 0 2 a 透過照明用光源
- 5 0 2 b 透過照明光学系
- 5 0 3 標本ステージ
- 5 0 4、5 0 4' 対物レンズ
- 5 0 5 鏡筒
- 5 0 6 ステージ位置変更部
- 5 0 6 a 駆動部
- 5 0 7 三眼鏡筒ユニット
- 5 0 8 接眼レンズユニット
- 5 0 9 レボルバ
- 6 0 0 内視鏡
- 6 1 挿入部
- 6 2 操作部
- 6 3 ユニバーサルコード
- 6 4 先端部
- 6 5 湾曲部
- 6 6 可撓管
- 6 7 コネクタ部
- 6 8 電気コネクタ部
- 6 2 1 湾曲ノブ
- 6 2 2 処置具挿入部
- 6 2 3 スイッチ
- 6 7 0 コイルケーブル
- 7 0 0 光源装置

請求の範囲

- [請求項1] 互いに異なる4つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像することにより生成された4つ以上の画像を含む画像群に対し、前記画像群のうちの1つの画像を基準画像として選択する基準画像選択部と、
前記画像群のうち前記基準画像以外の複数の画像の各々を処理対象画像として選択する処理対象画像選択部と、
隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように、前記画像群に含まれる画像の並び順を設定する並び順設定部と、
前記画像群に含まれる画像を前記並び順で配列した場合に隣接する画像間の変換情報を推定する変換情報推定部と、
前記処理対象画像に対し、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記変換情報を累積的に用いて画像変換を施すことにより、変形画像を作成する変形画像作成部と、
前記複数の画像に基づいてそれぞれ作成された複数の前記変形画像と、前記基準画像とを用いて、カラー画像を作成するカラー画像作成部と、
を備えることを特徴とする画像処理装置。
- [請求項2] 前記並び順において、画像の波長帯域の中心波長が、短波長側から長波長側、又は長波長側から短波長側に、単調にシフトする、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] 前記並び順は、前記処理対象画像選択部が選択する処理対象画像ごとに設定される、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記並び順は、前記処理対象画像選択部が選択する各処理対象画像の間で共通に設定される、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記画像群は、4つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像する

ことにより生成された一連の画像のうち、基準時刻を含む所定時間内に生成された複数の画像からなり、

前記基準画像選択部は、前記基準時刻に生成された画像を前記基準画像として選択し、

前記画像群に含まれる画像が前記並び順に沿って撮像されるように撮像順を制御する制御部と、

前記基準時刻が異なる複数の前記画像群に基づいてそれぞれ作成された複数の前記カラー画像を用いて動画を作成する動画作成部と、
をさらに備えることを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項6] 前記並び順における前記 4 つ以上の波長帯域のうち最短波長帯域と最長波長帯域との間に、少なくとも 1 つの別の波長帯域が挿入されている、ことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項7] 前記並び順において、画像の波長帯域が、前記 4 つ以上の波長帯域のうち最短波長帯域と最長波長帯域との間を少なくとも 1 往復する、ことを特徴とする請求項 1～5 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項8] 基準時刻の前後に生成された波長帯域が同一の 2 つの画像を用いて、前記基準時刻における内挿画像を作成する内挿画像作成部と、

前記 4 つ以上の波長帯域についてそれぞれ作成された 4 つ以上の前記内挿画像と前記基準時刻に生成された画像とを含む画像セットに対し、隣接する画像間において波長帯域が隣り合うように並び順を設定する内挿画像列作成部と、

をさらに備え、

前記基準画像選択部は、前記基準時刻に生成された画像を前記基準画像として選択し、

前記処理対象画像選択部は、前記画像セットに含まれる前記内挿画

像を前記処理対象画像として選択し、

前記変換情報推定部は、前記画像セットを前記画像群として前記変換情報を推定し、

前記変形画像作成部は、前記内挿画像に前記画像変換を施すことにより、前記変形画像を作成し、

さらに、

前記基準時刻が異なる複数の前記画像セットに基づいてそれぞれ作成された複数の前記カラー画像を用いて動画を作成する動画作成部を備える、

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] 前記画像変換は、非剛体変換、平面射影変換、アフィン変換、線形変換、スケール変換、回転変換、及び平行移動のいずれか又は組み合わせである、ことを特徴とする請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項10] 前記変形画像作成部は、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記変換情報を順次累積した累積変換情報を算出し、該累積変換情報を用いて前記処理対象画像に画像変換を施すことにより、前記変形画像を作成する、
ことを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

[請求項11] 互いに異なる 4 つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像することにより生成された 4 つ以上の画像を含む画像群に対し、前記画像群のうちの 1 つの画像を基準画像として選択する基準画像選択部と、
前記画像群のうち前記基準画像以外の複数の画像の各々を処理対象画像として選択する処理対象画像選択部と、
隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように、前記画像群に含まれる画像の並び順を設定する並び順設定部と、

前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記画像群に含まれる画像を順次用いて変換情報を推定する変換情報推定部と、

前記処理対象画像に対し、前記変換情報推定部により推定された変換情報を順次用いて画像変換を施すことにより、変形画像を作成する変形画像作成部と、

前記複数の画像に基づいてそれぞれ作成された複数の前記変形画像と、前記基準画像とを用いて、カラー画像を作成するカラー画像作成部と、

を備え、

前記変換情報推定部は、前記画像群に含まれる画像と、前記変形画像作成部により前記画像変換が施された画像との間における変換情報を推定する、

ことを特徴とする画像処理装置。

[請求項12]

互いに異なる4つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像することにより生成された4つ以上の画像を含む画像群に対し、前記画像群のうちの1つの画像を基準画像として選択する基準画像選択ステップと、

前記画像群のうち前記基準画像以外の複数の画像の各々を処理対象画像として選択する処理対象画像選択ステップと、

隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように、前記画像群に含まれる画像の並び順を設定する並び順設定ステップと、

前記画像群に含まれる画像を前記並び順で配列した場合に隣接する画像間の変換情報を推定する変換情報推定ステップと、

前記処理対象画像に対し、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記変換情報を累積的に用いて画像変換を施すことにより、変形画像を作成する変形画像作成ステップと、

前記複数の画像に基づいてそれぞれ作成された複数の前記変形画像と、前記基準画像とを用いて、カラー画像を作成するカラー画像作成ステップと、

を含み、

前記並び順で隣接する画像間において、撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合っている、

ことを特徴とする画像処理方法。

[請求項13]

互いに異なる4つ以上の波長帯域に分けて被写体を順次撮像することにより生成された4つ以上の画像を含む画像群に対し、前記画像群のうちの1つの画像を基準画像として選択する基準画像選択ステップと、

前記画像群のうち前記基準画像以外の複数の画像の各々を処理対象画像として選択する処理対象画像選択ステップと、

隣接する画像間において撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合うように、前記画像群に含まれる画像の並び順を設定する並び順設定ステップと、

前記画像群に含まれる画像を前記並び順で配列した場合に隣接する画像間の変換情報を推定する変換情報推定ステップと、

前記処理対象画像に対し、前記並び順における前記処理対象画像から前記基準画像に向け、前記変換情報を累積的に用いて画像変換を施すことにより、変形画像を作成する変形画像作成ステップと、

前記複数の画像に基づいてそれぞれ作成された複数の前記変形画像と、前記基準画像とを用いて、カラー画像を作成するカラー画像作成ステップと、

をコンピュータに実行させ、

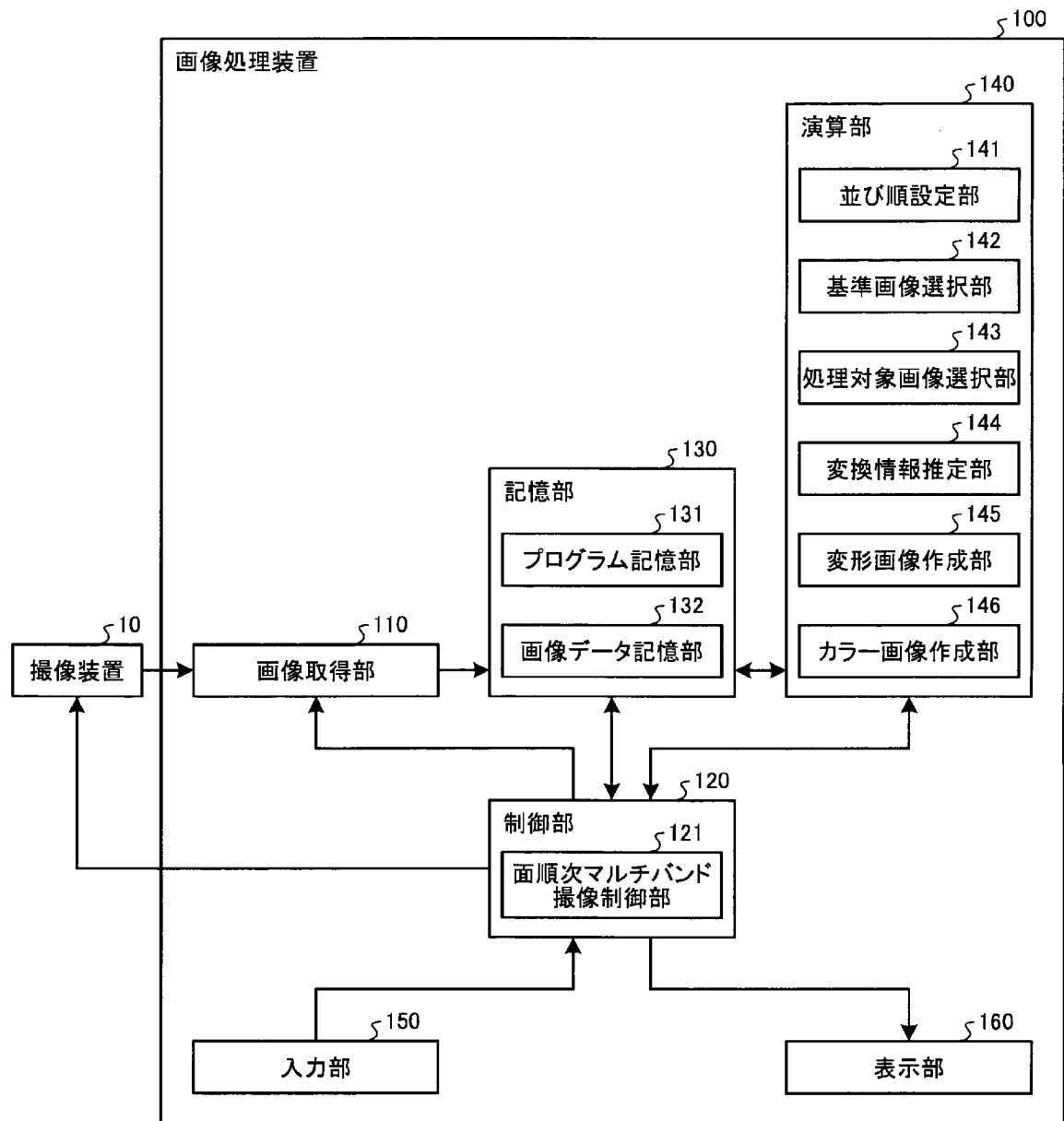
前記並び順で隣接する画像間において、撮像時の波長帯域と撮像順との少なくとも一方が隣り合っている、

ことを特徴とする画像処理プログラム。

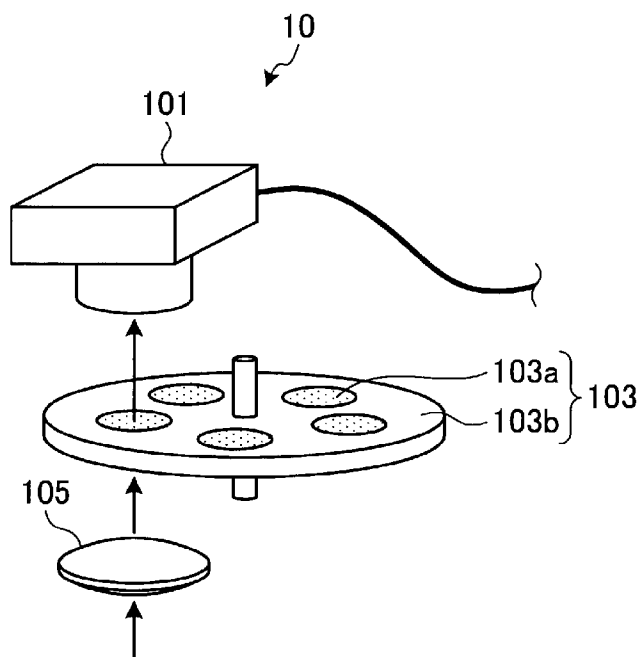
- [請求項14] 請求項1～11のいずれか1項に記載の画像処理装置と、
面順次方式により前記4つ以上の波長帯域に分けて撮像を行うこと
により画像データを生成し、前記画像処理装置に出力する撮像手段と
、
を備えることを特徴とする撮像システム。
- [請求項15] 前記撮像手段は、
前記被写体からの観察光を受光する受光面を有し、該受光面に入射
した光の強度に応じた画像データを出力する撮像素子と、
前記4つ以上の波長帯域の各々に対応する感度を有するフィルタを
前記受光面に順次配置するフィルタ部と、
を備えることを特徴とする請求項14に記載の撮像システム。
- [請求項16] 前記撮像手段は、
前記4つ以上の波長帯域の各々に帯域が制限された光を前記被写体
に順次照射する光照射手段と、
前記被写体からの観察光を受光する受光面を有し、該受光面に入射
した光の強度に応じた画像データを出力する撮像素子と、
を備えることを特徴とする請求項14に記載の撮像システム。

[図1]

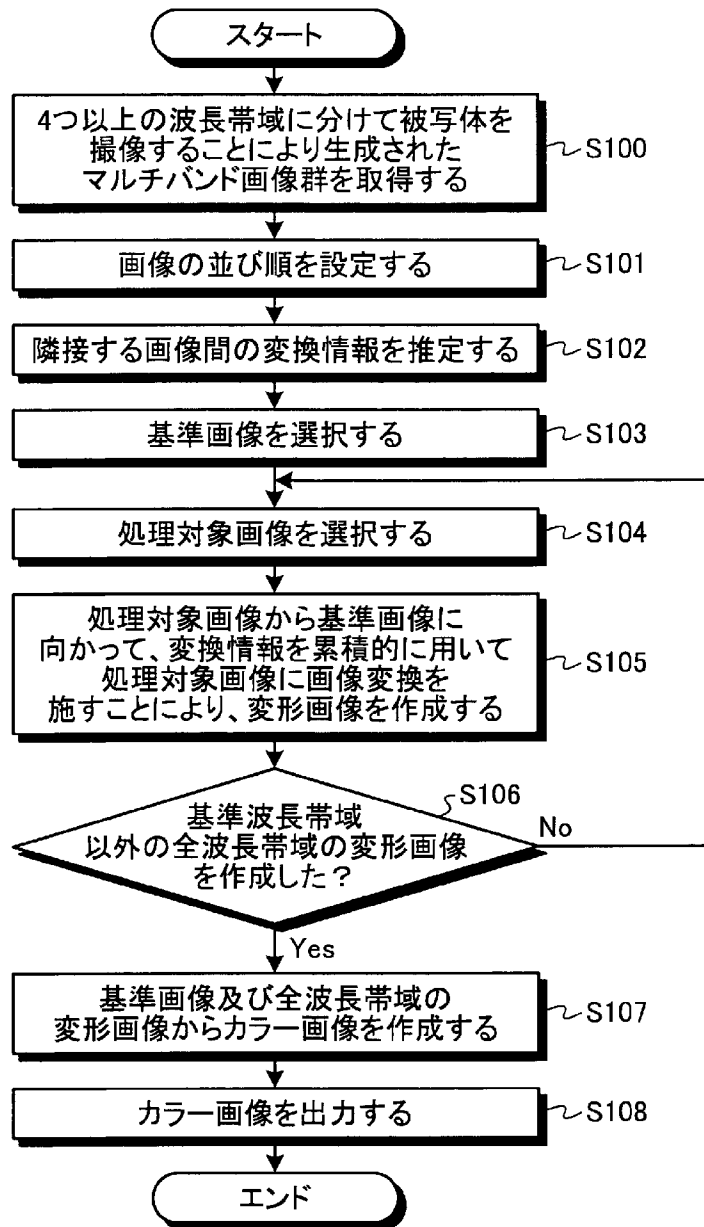
1



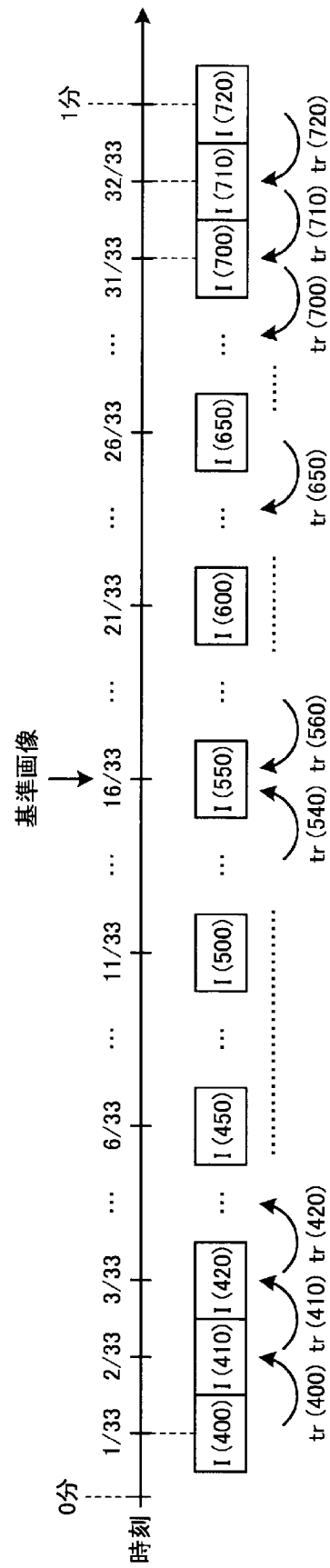
[図2]



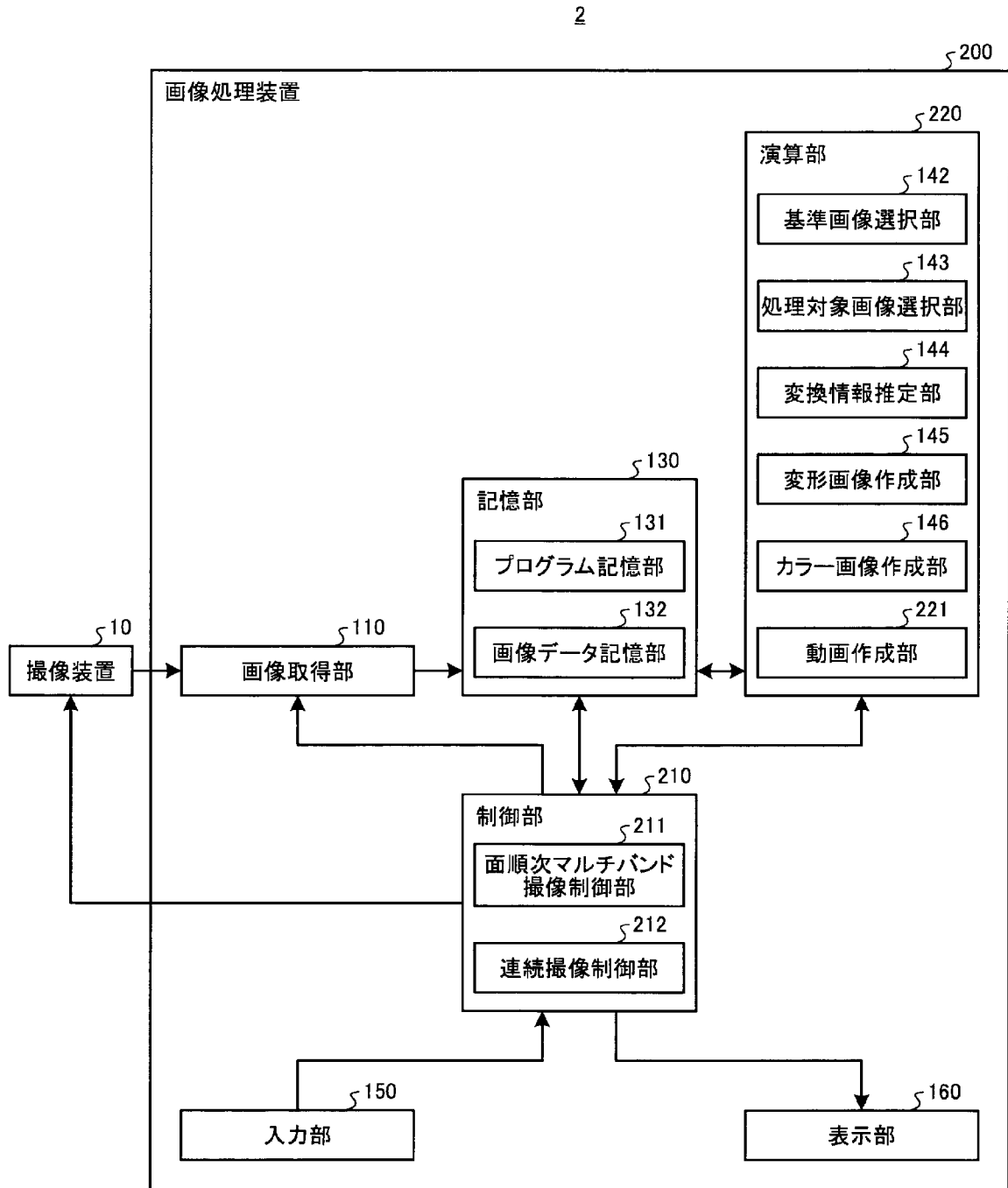
[図3]



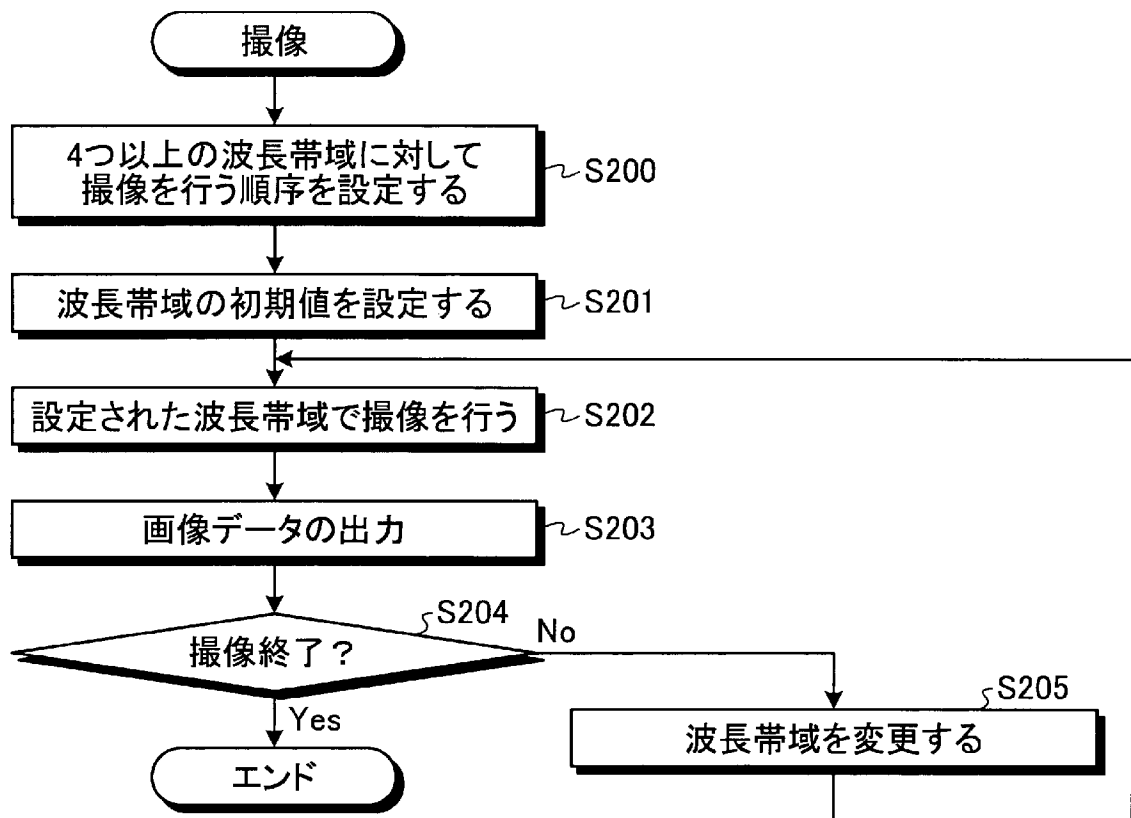
[図4]



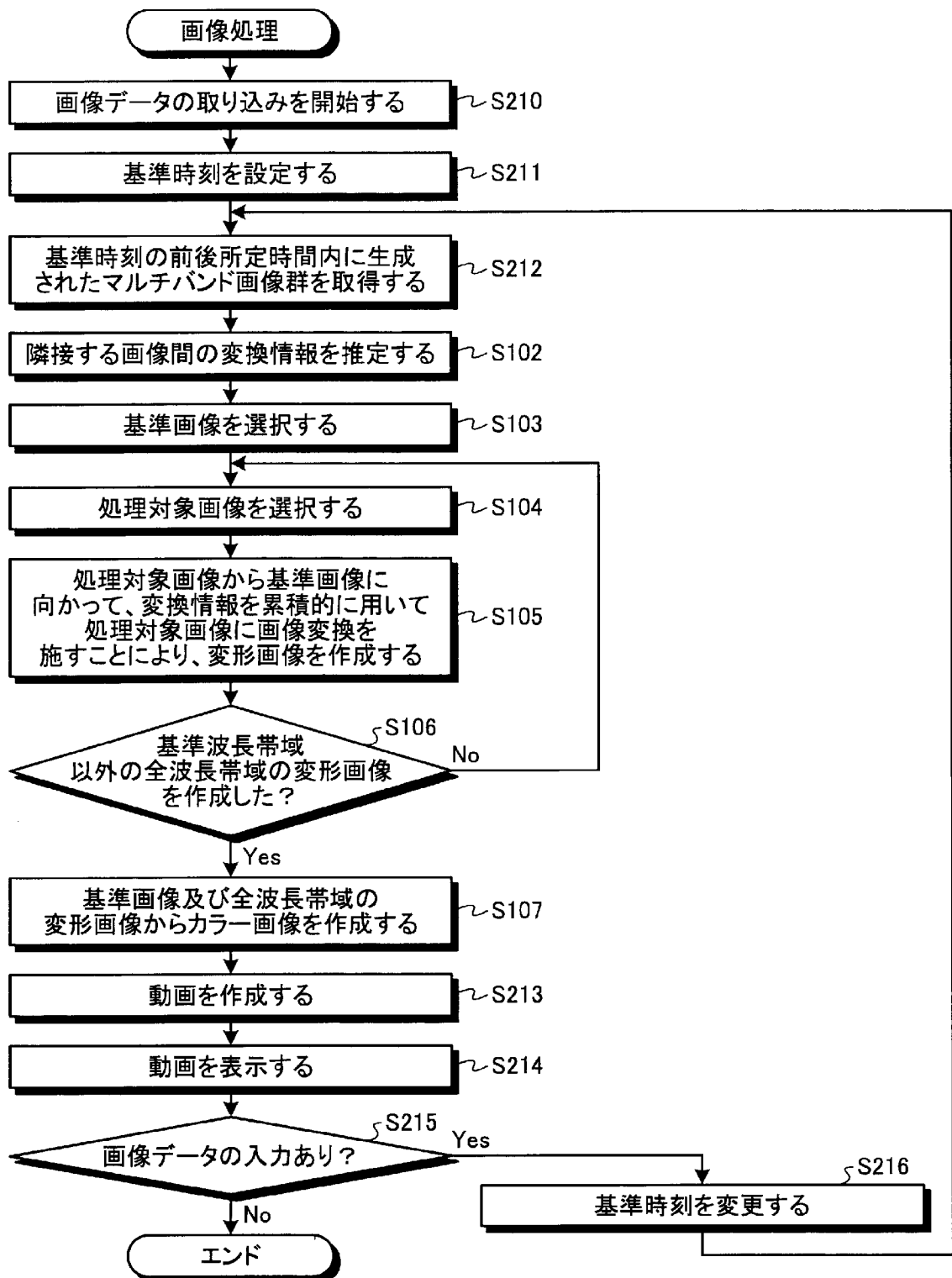
[図6]



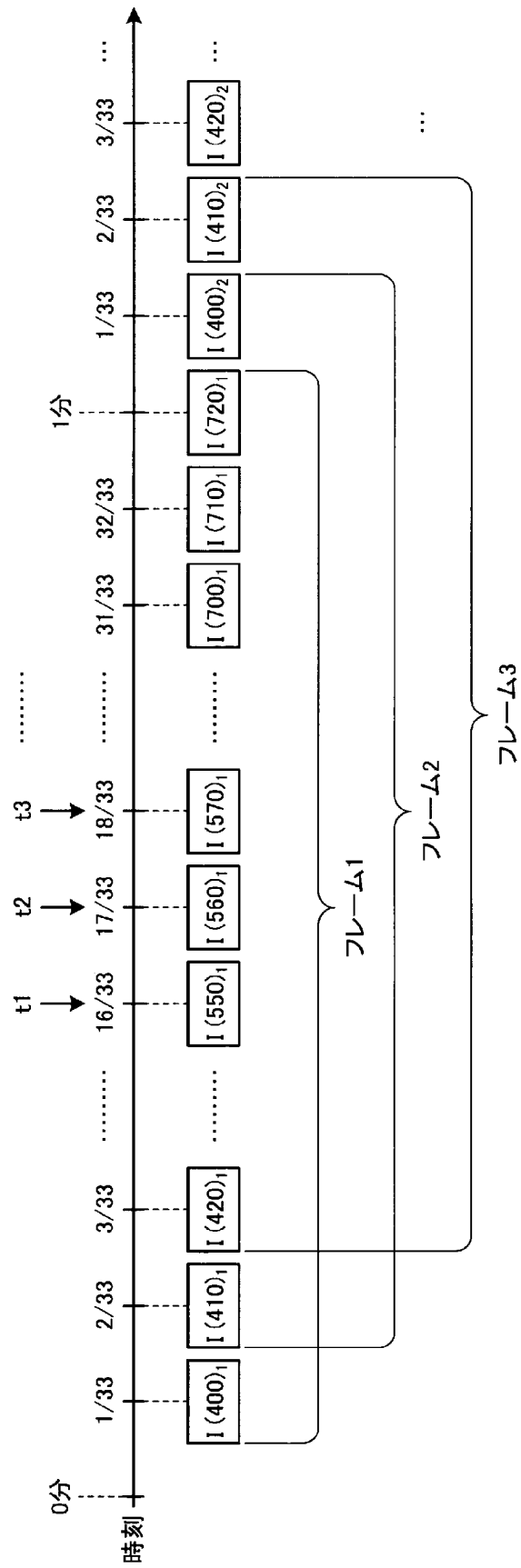
[図7]



[図8]

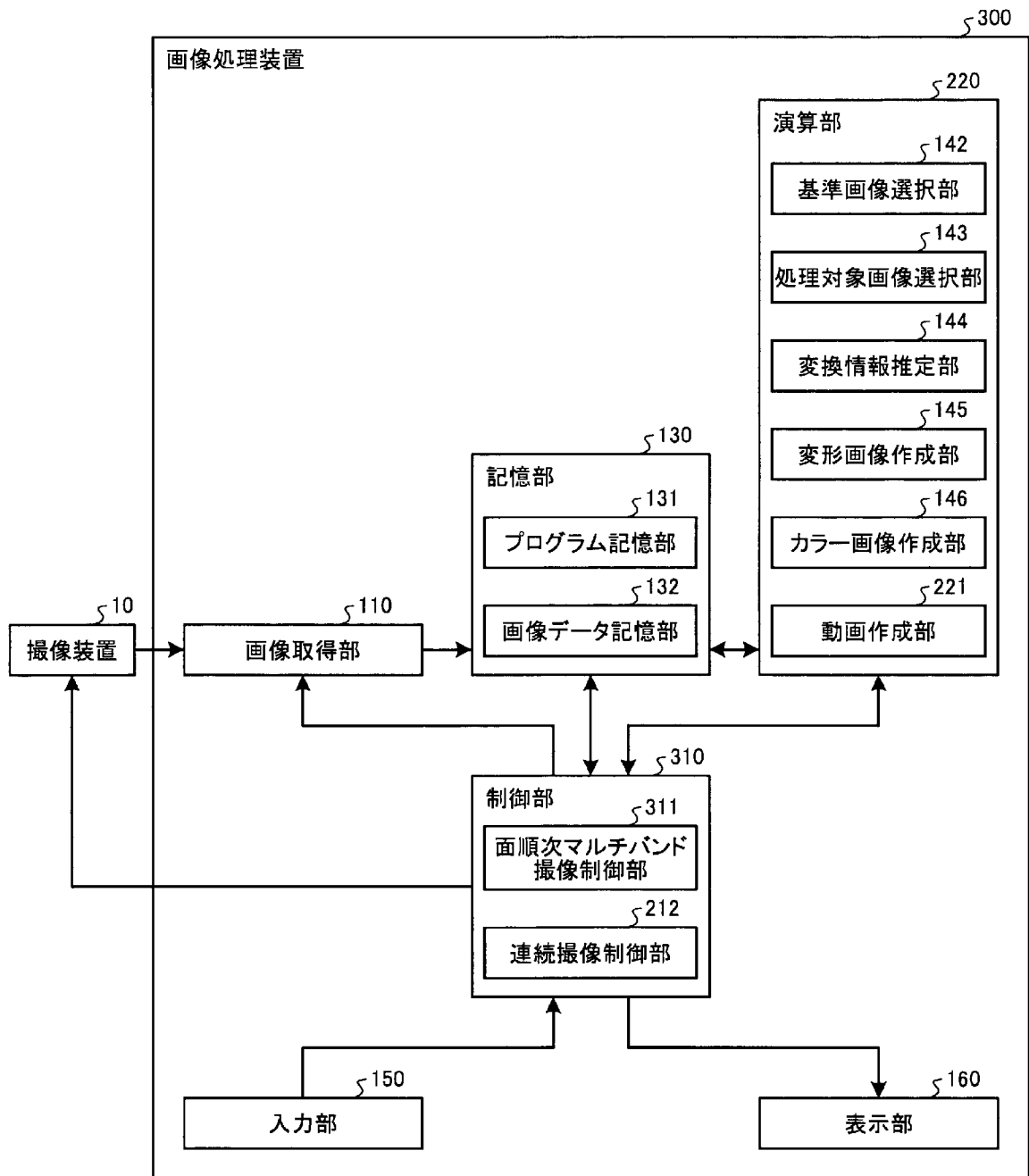


[図9]

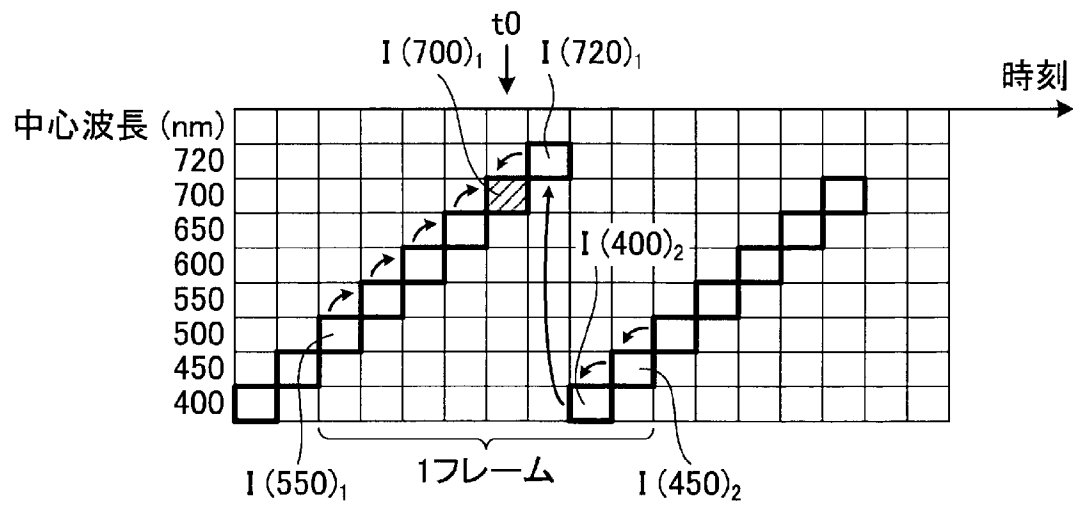


[図10]

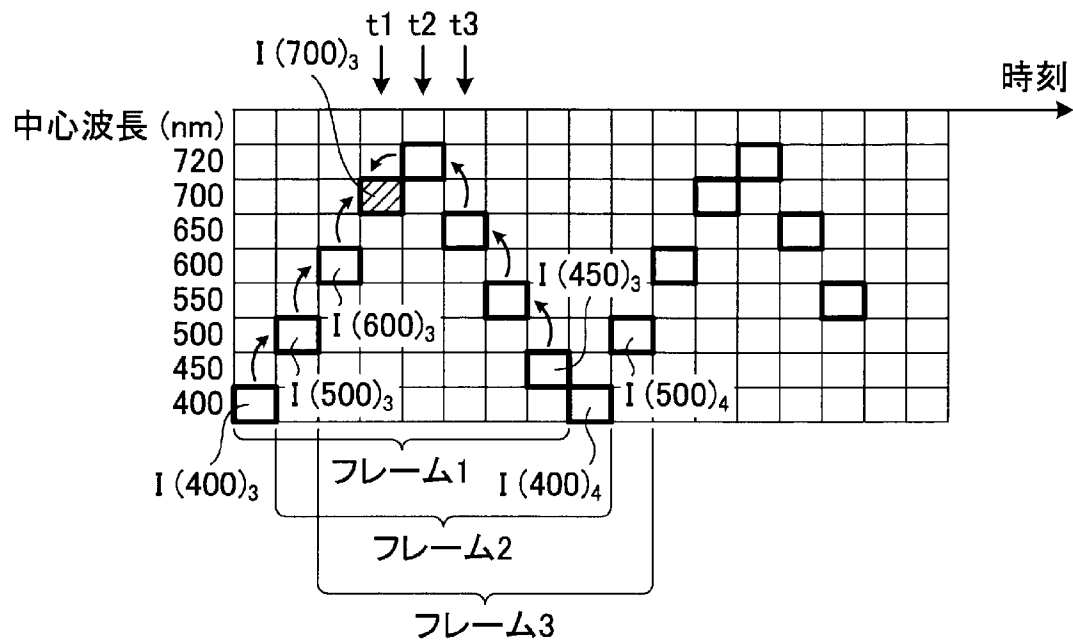
3



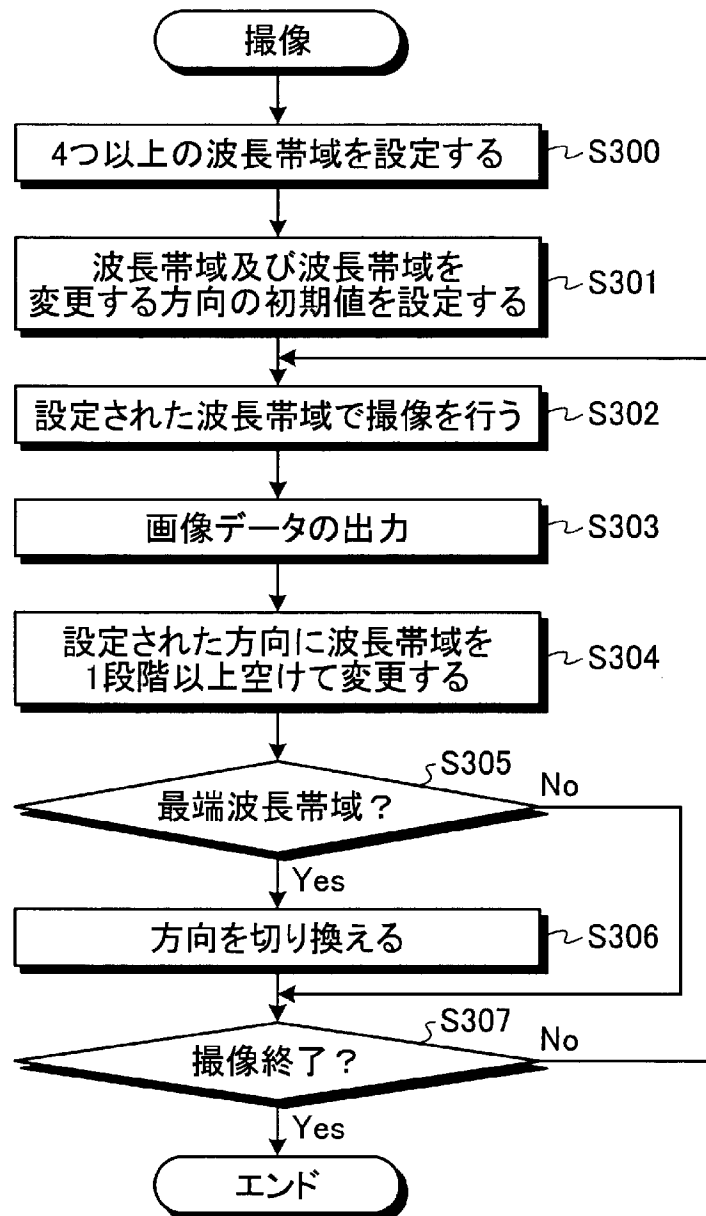
[図11]



[図12]

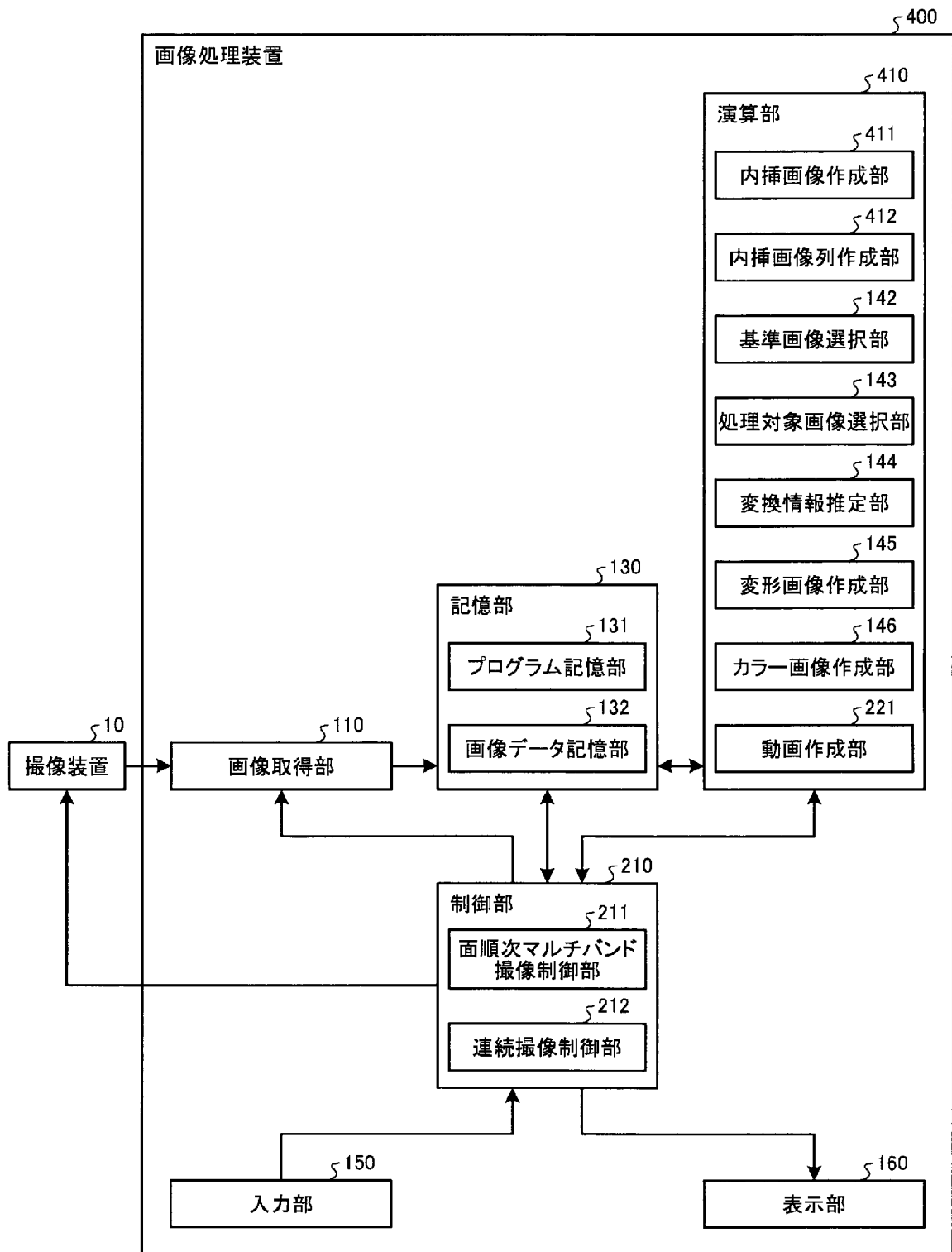


[図13]

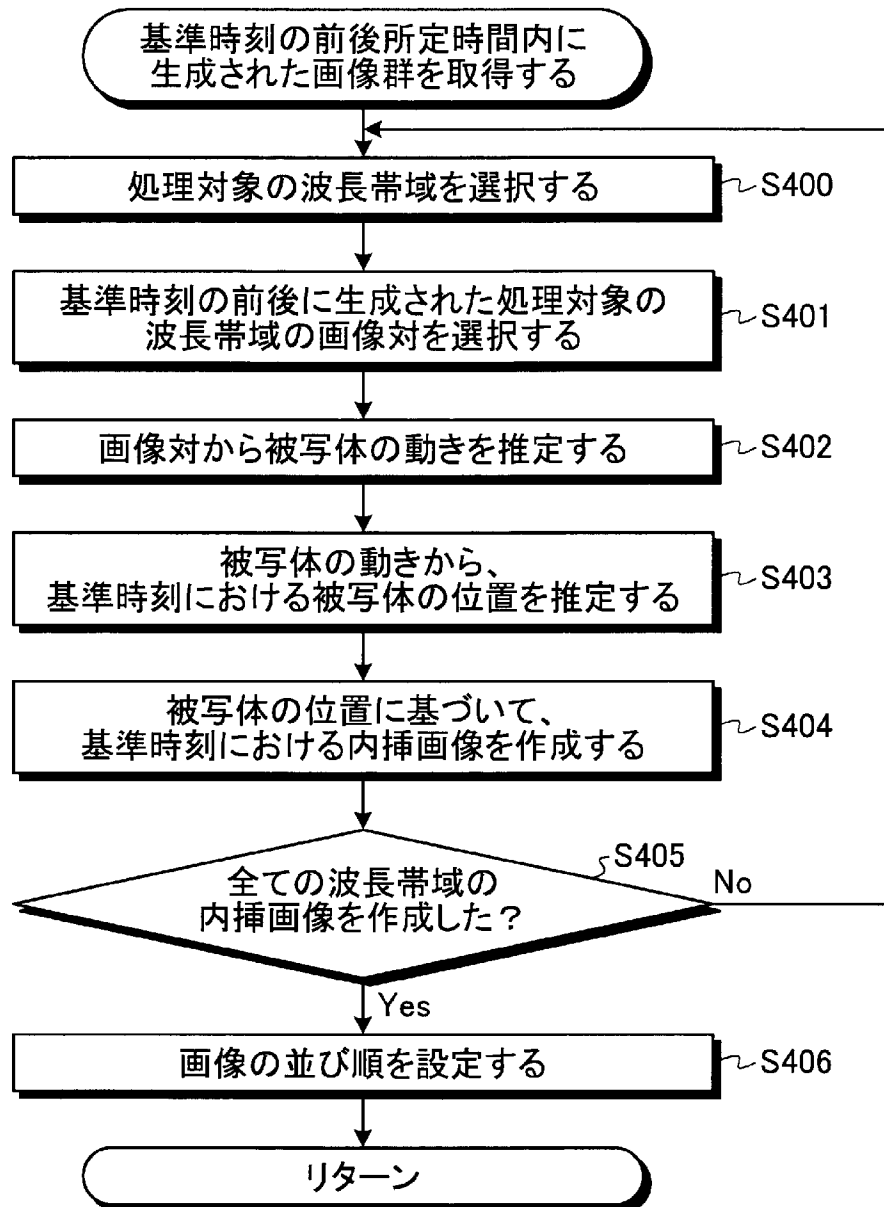


[図14]

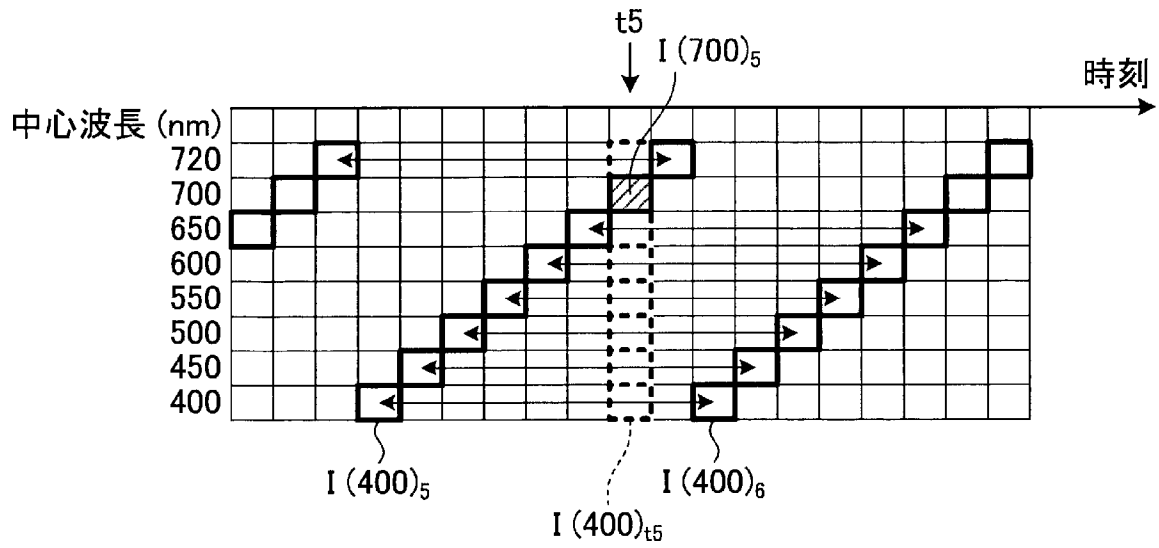
4



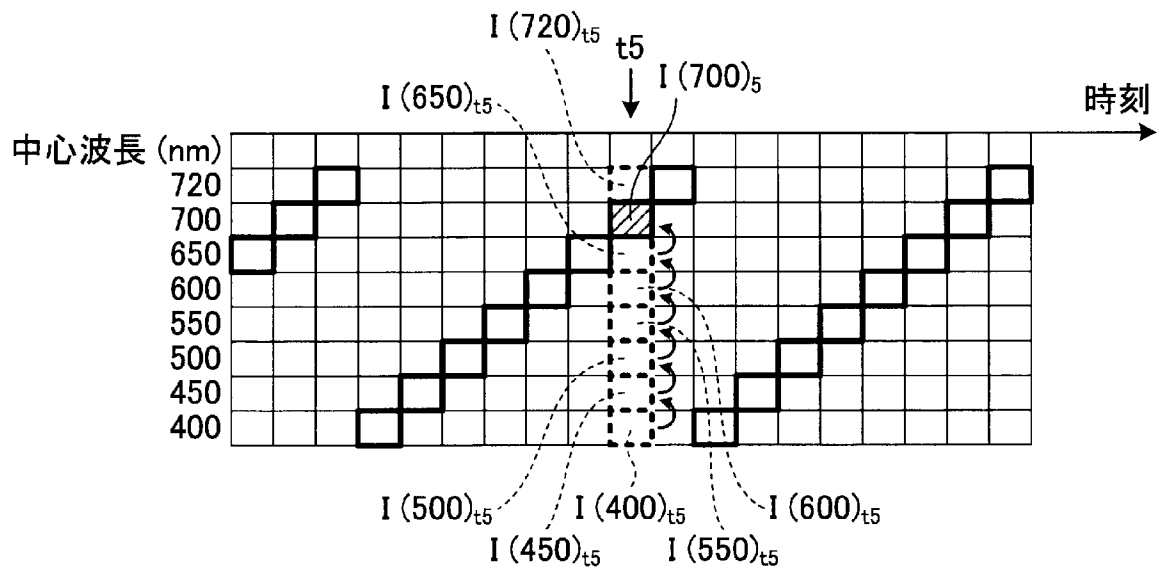
[図15]



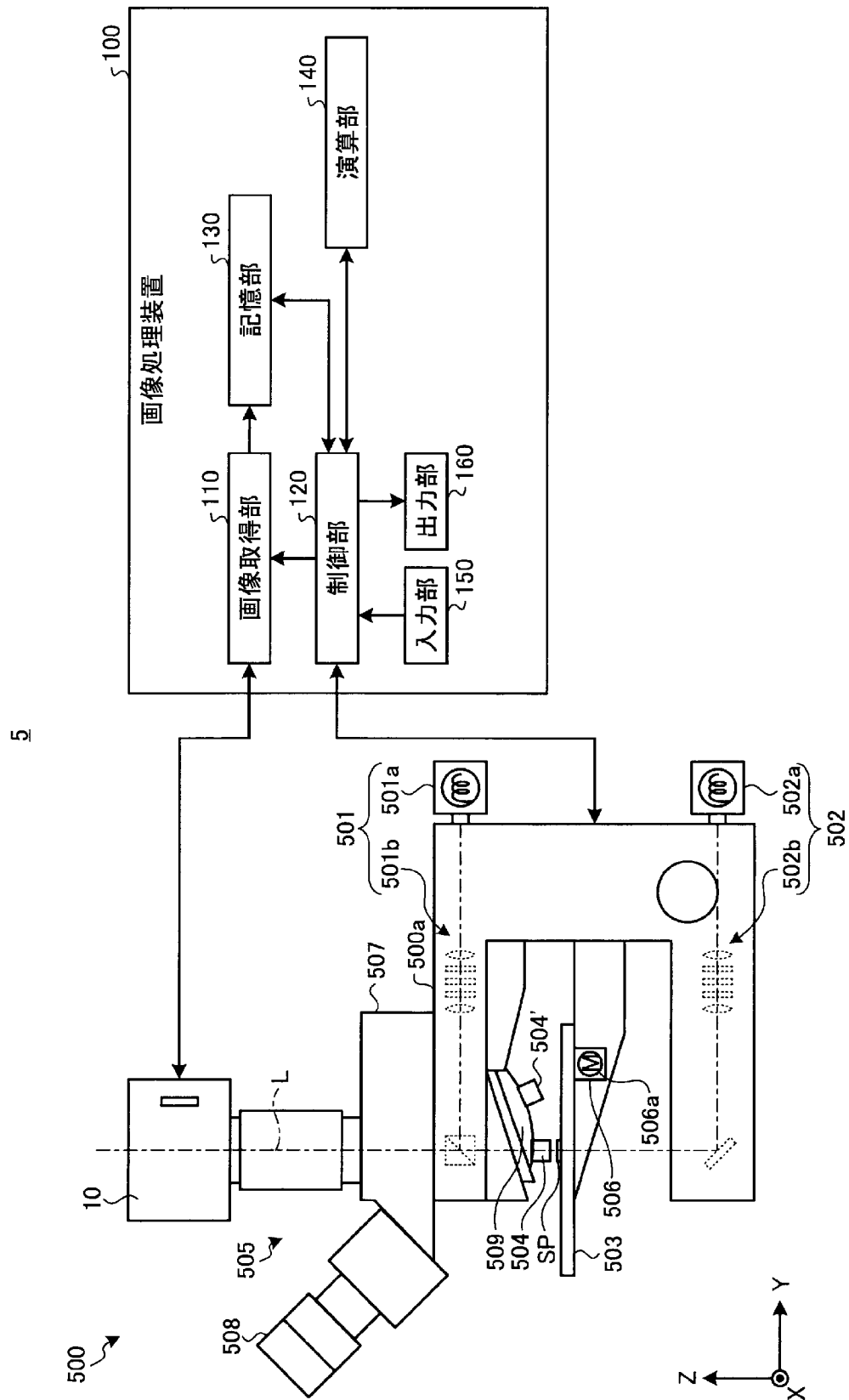
[図16]



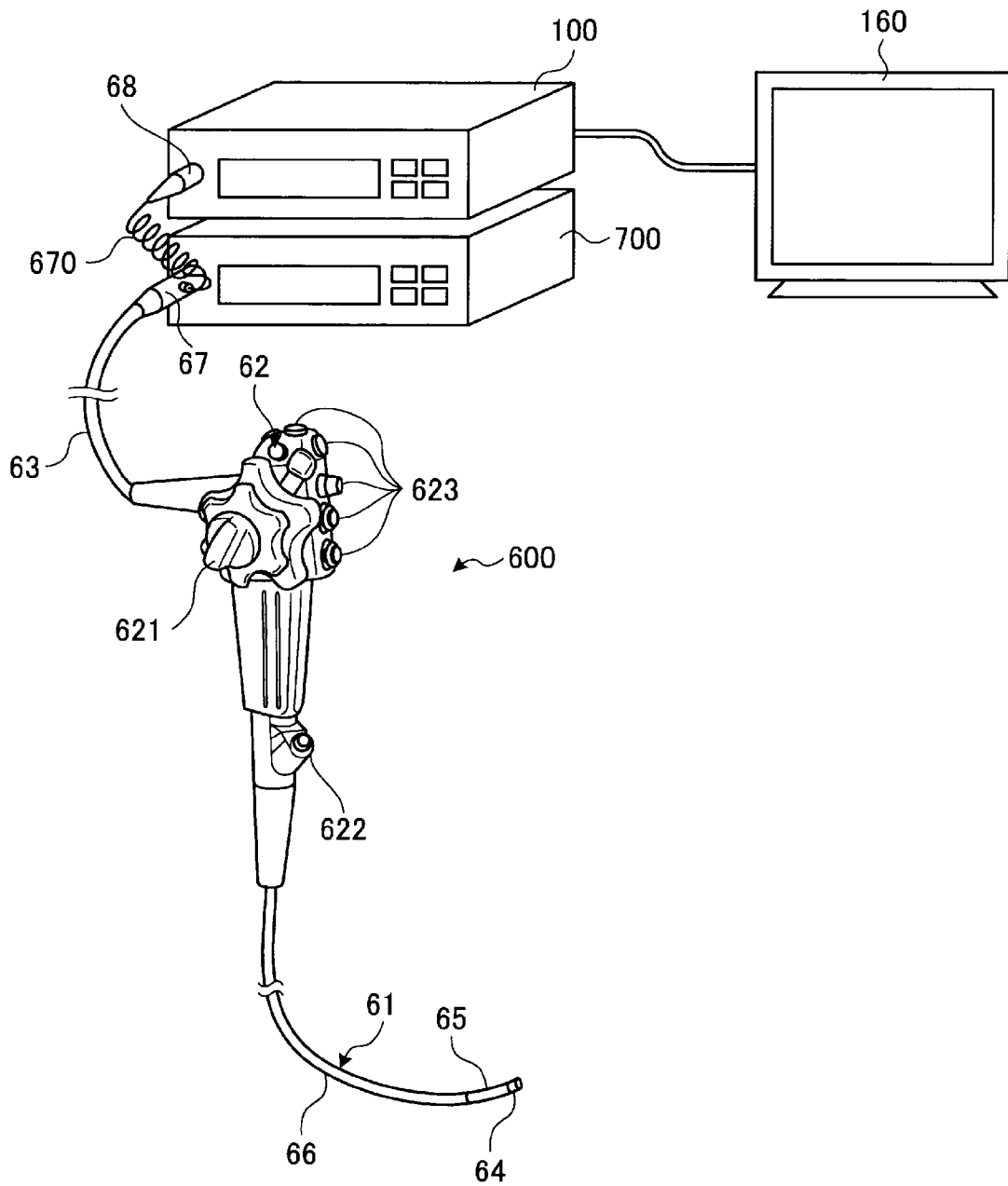
[図17]



[図18]



[図19]

6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/070323

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N9/04(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04N9/04, A61B1/04, H04N5/232

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2014-008142 A (Olympus Corp.), 20 January 2014 (20.01.2014), paragraphs [0007], [0008]; fig. 1 & US 2015/0112135 A1 & WO 2014/002744 A1	1-16
A	JP 2014-045275 A (Olympus Corp.), 13 March 2014 (13.03.2014), paragraphs [0006], [0007]; fig. 2 (Family: none)	1-16
A	JP 2007-257287 A (Tokyo Institute of Technology), 04 October 2007 (04.10.2007), paragraph [0020]; fig. 2 & US 2009/0245692 A1 & WO 2007/108563 A1 & EP 2006805 A2 & CN 101405768 A	1-16

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 September 2015 (11.09.15)

Date of mailing of the international search report
06 October 2015 (06.10.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N9/04(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H04N9/04, A61B1/04, H04N5/232

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2014-008142 A（オリンパス株式会社）2014.01.20, 段落 [0007], [0008], 第1図 & US 2015/0112135 A1 & WO 2014/002744 A1	1 - 1 6
A	JP 2014-045275 A（オリンパス株式会社）2014.03.13, 段落 [0006], [0007], 第2図（ファミリーなし）	1 - 1 6
A	JP 2007-257287 A（国立大学法人東京工業大学）2007.10.04, 段落 [0020], 第2図 & US 2009/0245692 A1 & WO 2007/108563 A1 & EP 2006805 A2 & CN 101405768 A	1 - 1 6

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 1 . 0 9 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

0 6 . 1 0 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

鈴木 明

5 V

9 1 8 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3571