

WO 2020/026323 A1

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), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

circuit 310 executes first interpolation processing wherein the signal from the first narrow-band pixels is processed for interpolation without using the signal from the second narrow-band pixels, and second interpolation processing wherein the signal from the second narrow-band pixels is processed for interpolation without using the signal from the first narrow-band pixels.

(57) 要約: 内視鏡装置は、光源 100 と撮像素子 240 と処理回路 310 とを含む。撮像素子 240 は、カラーフィルタを有する。処理回路 310 は、第 1 狭帯域光に感度を有する第 1 狭帯域画素信号と、第 2 狭帯域光に感度を有する第 2 狭帯域画素信号とを選択する。カラーフィルタの複数のフィルタユニットは、第 1 狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有し、且つ第 2 狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有する。そして、処理回路 310 は、第 1 狭帯域画素信号を、第 2 狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第 1 補間処理と、第 2 狭帯域画素信号を、第 1 狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第 2 補間処理とを行う。

## 明 細 書

### 発明の名称：内視鏡装置、内視鏡装置の作動方法及びプログラム 技術分野

[0001] 本発明は、内視鏡装置、内視鏡装置の作動方法及びプログラム等に関する。

### 背景技術

[0002] 医療分野及び工業分野において、各種検査のために内視鏡装置が広く用いられている。このうち、医療分野において、細長形状をなす可撓性の挿入部を挿入することによって、被検体を切開しなくても体腔内の体内画像を取得できるため、被検体への負担が少なくなる。このため、内視鏡装置の普及が進んでいる。挿入部の先端には、複数の画素を有する撮像素子が設けられており、その撮像素子により体腔内の体内画像が撮影される。

[0003] このような内視鏡装置の観察モードとして、白色照明光を用いた白色光観察（WLI: White Light Imaging）モードと、狭帯域照明光を用いた狭帯域光観察モードとが知られている。狭帯域光観察モードの一例としてNBI（Narrow Band Imaging）モードがある。NBIモードでは、青色光の波長帯域に含まれる狭帯域光と、緑色光の波長帯域に含まれる狭帯域光とからなる照明光が用いられる。

[0004] 一方、画像を取得する撮像素子として、同時式の単板撮像素子が一般的に用いられている。同時式の単板撮像素子には、互いに色が異なる複数のカラーフィルタが配置されている。この撮像素子により撮像された画像では、1つの画素においては単一の色のみが取得され他の色が欠落した状態となる。このため、補間処理が必須の処理となる。

[0005] 補間処理は、例えば線形補間処理又はバイキュービック補間処理等であり、欠落画素を補間する。このため、補間処理によって解像度が低下する。また、補色フィルタが配置された撮像素子を用いた場合には、RGBの色信号が混色した画素信号が得られるため、RGB間の色分離性が低下する。

[0006] 同時式の撮像素子を用いた場合における解像感を向上させる手法が、例えば特許文献 1 に開示されている。特許文献 1 では、イエロー及びシアンの補色フィルタと、2つの緑色の原色フィルタとが2行2列の基本配列となっており、その基本配列が繰り返し配置され、基本配列において2つの緑色の原色フィルタが斜め方向に並んで配置されている。そして、緑色の原色フィルタが設けられた画像によって得られたG信号に対して、方向判別型の補間処理を行うことで、解像感を向上させている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2003-087804号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0008] 白色光観察モードでは、G信号が表示画像のGチャンネルに入力される。上記特許文献 1 の技術では、生体の血管や腺管構造が明瞭に描出されるG信号の解像感を向上させることが可能である。しかし、狭帯域光観察モードでは、G信号が表示画像のGチャンネルに入力されとは限らない。例えばNBIモードでは、B信号が表示画像のGチャンネルに入力される。このため、G信号の解像感だけを向上させる特許文献 1 の技術では、狭帯域光観察モードにおける解像感の向上或いは色分離性の向上を望めない。NBIモードでは、粘膜表層の血管走行パターン、或いはブラウニッシュエリア等の色調変化を観察するため、解像感又は色分離性の向上が望まれる。例えば、癌と炎症を識別する際に、血管のコントラスト又は色調変化を観察する。例えば、膀胱観察において、平坦型の癌（CIS: Cancer In Situ）と炎症性病変を識別する際に、解像感又は色分離性の向上が望まれている。

[0009] 本発明の幾つかの態様によれば、白色光観察モード時の画質を維持しつつ、狭帯域光観察モード時の解像感或いは色分離性を向上できる内視鏡装置及び内視鏡装置の作動方法、プログラム等を提供できる。

## 課題を解決するための手段

- [0010] 本発明の一態様は、第1狭帯域光及び第2狭帯域光を有する狭帯域照明光を出射する光源と、複数の画素の各画素に対して各フィルタユニットが設けられるカラーフィルタを有し、前記複数の画素によって受光された光を光電変換する撮像素子と、前記撮像素子からの画素信号のうち、前記第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、前記第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とを選択する処理回路と、を含み、前記カラーフィルタは、前記第1狭帯域光を透過するフィルタユニットを総数の半数以上有し、且つ前記第2狭帯域光を透過するフィルタユニットを前記総数の半数以上有し、前記処理回路は、前記第1狭帯域画素信号を、前記第2狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第1補間処理と、前記第2狭帯域画素信号を、前記第1狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第2補間処理とを行う内視鏡装置に関する。
- [0011] また本発明の他の態様は、第1狭帯域光及び第2狭帯域光を有する狭帯域照明光を出射する光源と、複数の画素の各画素に対して各フィルタユニットが設けられるカラーフィルタを有する撮像素子と、を含む内視鏡装置の作動方法であって、前記カラーフィルタが、前記第1狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有し、且つ前記第2狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有する場合において、前記撮像素子からの画素信号のうち、前記第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、前記第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とを選択し、前記第1狭帯域画素信号を、前記第2狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第1補間処理と、前記第2狭帯域画素信号を、前記第1狭帯域画素信号を用いずに補間理する第2補間処理とを行う内視鏡装置の作動方法に関する。
- [0012] また本発明の他の態様は、複数の画素の各画素に対して各フィルタユニットが設けられるカラーフィルタを有する撮像素子が撮影した画像を処理するプログラムであって、前記カラーフィルタが、狭帯域照明光の第1狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有し、且つ前記狭帯域照明光の第2

狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有する場合において、前記撮像素子からの画素信号のうち、前記第 1 狭帯域光に感度を有する第 1 狭帯域画素信号と、前記第 2 狭帯域光に感度を有する第 2 狭帯域画素信号とを選択し、前記第 1 狭帯域画素信号を、前記第 2 狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第 1 補間処理と、前記第 2 狭帯域画素信号を、前記第 1 狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第 2 補間処理とを行うステップを、コンピュータに実行させるプログラムに係する。

### 図面の簡単な説明

[0013] [図1]内視鏡装置の構成例。

[図2]補色イメージセンサを用いたインタレース方式の撮像動作を説明する図。

[図3]画素信号選択部が行う処理を説明する図。

[図4]画素信号が有する感度の例。

[図5]補色フィルタではないカラーフィルタの一例。

[図6]補間処理部が行う処理を説明する図。

[図7]画素信号における混色を説明する図。

[図8]画素信号における混色を説明する図。

[図9]方向判別型の補間処理の第 2 例を説明する図である。

[図10]方向判別型の補間処理の第 2 例を説明する図である。

[図11]方向判別型の補間処理の第 2 例を説明する図である。

### 発明を実施するための形態

[0014] 以下、本実施形態について説明する。なお、以下に説明する本実施形態は、請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また本実施形態で説明される構成の全てが、本発明の必須構成要件であるとは限らない。

[0015] 1. 内視鏡装置

[0016] 図 1 は、内視鏡装置の構成例である。内視鏡装置は、挿入部 200 と制御装置 300 と表示部 400 と外部 I/F 部 500 と光源 100 とを含む。内

視鏡装置としては、例えば消化管等に用いられる軟性鏡や、腹腔鏡等に用いられる硬性鏡を想定できる。なお、挿入部200をスコープとも呼ぶ。また制御装置300を本体部又は処理装置とも呼ぶ。表示部400を表示装置とも呼ぶ。外部I/F部500を操作部又は操作装置とも呼ぶ。光源100を照明部又は照明装置とも呼ぶ。

[0017] 内視鏡装置は白色光観察モードと狭帯域光観察モードとを有する。以下、狭帯域光観察モードがNBモードである場合を例に説明する。但し、狭帯域光観察モードはNBモードに限定されず、互いに色が異なる複数の狭帯域光を用いる観察モードであればよい。

[0018] 挿入部200は、体内へ挿入される部分である。挿入部200は、ライトガイド210と照明レンズ220と対物レンズ230と撮像素子240とA/D変換回路250とを含む。また挿入部200はメモリ260を含むことができる。撮像素子240はイメージセンサとも呼ぶ。挿入部200は不図示のコネクタを有し、そのコネクタにより制御装置300に対して着脱される。

[0019] 光源100は、白色光源110とフィルタ130とレンズ120とを含む。白色光源110は、例えばLED (Light Emitting Diode) 又はキセノンランプ等であり、白色照明光を出射する。白色光観察モードにおいて、白色光源110とレンズ120の間からフィルタ130が除かれ、レンズ120に白色照明光が入射する。NBモードにおいて、白色光源110とレンズ120の間にフィルタ130が挿入され、白色照明光がフィルタ130を通過し、そのフィルタ130を通過した光がレンズ120に入射する。レンズ120は、レンズ120に入射した光を集光することでライトガイド210へ入射させる。

[0020] フィルタ130は、波長410nmを中心とする第1狭帯域と、波長540nmを中心とする第2狭帯域とを通過させる。第1狭帯域は、例えば390nm～445nmであり、白色光における青色波長帯域に属する。第2狭帯域は、例えば530nm～550nmであり、白色光における緑色波長帯

域に属する。以下では、フィルタ 130 を通過した第 1 狭帯域の光を B 狭帯域光と呼び、フィルタ 130 を通過した第 2 狭帯域の光を G 狭帯域光と呼ぶ。これらの狭帯域光は、血液中のヘモグロビンに吸収されやすい特性を有する。

[0021] なお、光源 100 の構成はこれに限定されない。例えば、光源 100 が白色光源と狭帯域光源とを含み、白色光観察モードにおいて白色光源が白色光を出射し、NB 観察モードにおいて狭帯域光源が B 狭帯域光及び G 狭帯域光を出射してもよい。この場合、フィルタ 130 が省略される。

[0022] ライトガイド 210 は、光源 100 からの照明光を、挿入部 200 の先端まで導光する。照明レンズ 220 は、ライトガイド 210 により導光された照明光を被写体へ照射する。本実施形態において被写体は生体である。被写体からの反射光は、対物レンズ 230 へ入射する。対物レンズ 230 によって被写体像が結像され、撮像素子 240 が、その被写体像を撮像する。

[0023] 撮像素子 240 は、被写体像を光電変換する複数の画素を含み、その複数の画素から画素信号を取得する。撮像素子 240 は、1 画素毎に画素信号を読み出してもよいし、複数の画素から加算読み出しにより画素信号を取得してもよい。撮像素子 240 は、1 回の撮像により複数色の画素信号が得られる同時式の単板撮像素子である。撮像素子 240 は例えば補色イメージセンサであるが、撮像素子 240 は補色イメージセンサに限定されない。

[0024] A/D 変換回路 250 は、撮像素子 240 からのアナログの画素信号をデジタルの画素信号に A/D 変換する。なお、A/D 変換回路 250 は撮像素子 240 に内蔵されてもよい。

[0025] 制御装置 300 は、画像処理を含む信号処理を行う。また制御装置 300 は、内視鏡装置の各部を制御する。制御装置 300 は、処理回路 310 と制御回路 320 とを含む。処理回路 310 及び制御回路 320 の各々は、例えば集積回路装置等によって実現される。制御回路 320 は処理回路 310 とは別個の回路として構成されてもよいし、或いは制御部として処理回路 310 に含まれてもよい。処理回路 310 は、例えば後述するプロセッサにより

構成されてもよい。

- [0026] 制御回路320は、内視鏡装置の各部を制御する。例えばユーザが外部I／F部500を操作して観察モードを設定する。白色光観察モードが設定された場合、制御回路320は、光源100から白色光を出射させ、白色光観察モードにおける画像処理を処理回路310に実行させる。NBIモードが設定された場合、制御回路320は、光源100からB狭帯域光及びG狭帯域光を出射させ、NBIモードにおける画像処理を処理回路310に実行させる。
- [0027] 挿入部200のメモリ260は、挿入部200に関する情報を記憶している。制御回路320は、メモリ260から読み出した情報に基づいて、内視鏡装置の各部を制御する。例えばメモリ260は撮像素子240に関する情報を記憶している。撮像素子240に関する情報は、例えばカラーフィルタの配列に関する情報等である。制御回路320は、メモリ260から読み出した撮像素子240に関する情報に基づいて、それに対応した画像処理を処理回路310に行わせる。
- [0028] 処理回路310は、A／D変換回路250からの画素信号に基づいて画像処理を行うことで、表示画像を生成し、その表示画像を表示部400へ出力する。表示部400は、例えば液晶表示装置等であり、処理回路310からの表示画像を表示する。処理回路310は、画素信号選択部311と補間処理部312とを含む。
- [0029] 白色光観察モードにおいて、補間処理部312は、画素信号に対する補間処理を行うことで白色光画像を生成し、その白色光画像を表示画像として出力する。NBIモードにおいて、画素信号選択部311は、複数色の画素信号のうち一部の色の画素信号を輝度成分画素信号として選択し、残りの色の画素信号を非輝度成分画素信号として選択する。輝度成分画素信号はB狭帯域光に感度を有する画素信号である。非輝度成分画素信号は、G狭帯域光に感度を有する画素信号である。補間処理部312は、輝度成分画素信号に対する第1補間処理を行うことで輝度成分画像を生成し、非輝度成分画素信号

に対する第2補間処理を行うことで非輝度成分画像を生成する。処理回路310は、第1補間処理と第2補間処理を、別個の処理として独立に行う。第1補間処理と第2補間処理は同一アルゴリズムであってもよいが、処理としては独立している。例えば、方向判別型の補間処理を行う場合、処理回路310は、第1補間処理において輝度成分画素信号に基づいて方向判別を行い、その判別結果に基づいて輝度成分画素信号を補間処理する。第1補間処理では、非輝度成分画素信号は用いられない。また、処理回路310は、第2補間処理において非輝度成分画素信号に基づいて方向判別を行い、その判別結果に基づいて非輝度成分画素信号を補間処理する。第2補間処理では、輝度成分画素信号は用いられない。処理回路310は、輝度成分画像を表示画像のGチャンネル及びBチャンネルに入力し、非輝度成分画像を表示画像のRチャンネルに入力する。これにより、NB I画像が表示画像として出力される。なお、表示画像は動画及び静止画のいずれであってもよい。

[0030] 外部I/F部500は、内視鏡装置に対するユーザからの入力等を行うためのインターフェースである。即ち、内視鏡装置を操作するためのインターフェース、或いは内視鏡装置の動作設定を行うためのインターフェース等である。例えば、観察モードを選択するためのボタン又はダイヤル、レバー等を含む。

[0031] 以下、本実施形態における内視鏡装置の動作及び処理について説明する。なお、詳細については後述する。ここでは、後述の実施形態を適宜に引用しながら説明する。

[0032] 内視鏡装置は、光源100と撮像素子240と処理回路310とを含む。光源100は、第1狭帯域光及び第2狭帯域光を有する狭帯域照明光を出射する。撮像素子240は、複数の画素の各画素に対して各フィルタユニットが設けられるカラーフィルタを有し、複数の画素によって受光された光を光電変換する。処理回路310は、撮像素子240からの画素信号のうち、第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とを選択する。カラーフィルタは、第1狭帯域光を

透過するフィルタユニットを総数の半数以上有し、且つ第2狭帯域光を透過するフィルタユニットを総数の半数以上有する。そして、処理回路310は、第1狭帯域画素信号を、第2狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第1補間処理と、第2狭帯域画素信号を、第1狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第2補間処理とを行う。

[0033] 狭帯域光観察モードがNB Iモードである場合、第1狭帯域光はB狭帯域光であり、第2狭帯域光はG狭帯域光である。図3、図4で説明するように、処理回路310は、B狭帯域信号を第1狭帯域画素信号として選択し、B狭帯域信号を第2狭帯域画素信号として選択する。図2で説明するように、カラーフィルタが補色フィルタである場合、Mg、CyフィルタユニットがB狭帯域光を透過し、Mg、Cy、Ye、GフィルタユニットがG狭帯域光を透過する。いずれも全体の半数以上である。図6で説明するように、処理回路310は、B狭帯域信号を補間処理する第1補間処理と、G狭帯域信号を補間処理する第2補間処理とを、独立に行う。なお、NB Iモードでは、B狭帯域信号に基づいて表示画像のGチャンネルが生成されるので、B狭帯域信号が輝度成分画素信号となる。但し、第1狭帯域信号は輝度成分画素信号に限定されない。例えば、第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号の両方に基づいて表示画像の輝度成分が生成されてもよい。また、狭帯域光観察モードはNB Iモードに限定されない。狭帯域観察モードは、複数の狭帯域光を含む照明光が用いられるモードであればよい。

[0034] 下式(1)～(4)で説明するように、従来では、補色イメージセンサにより撮像された画像は画素加算等によって補間処理され、画像の解像感又は色分離性が低下するおそれがある。一方、狭帯域光観察モードにおいては、血管のコントラストが高いことが望ましい。血管のコントラストは、血管の解像感又は色分離性である。本実施形態によれば、第1狭帯域画素信号を補間処理する第1補間処理と、第2狭帯域画素信号を補間処理する第2補間処理とが、独立に行われる。即ち、各狭帯域照明光によって得られる画像が、画素加算等されずに独立に補間処理される。画素加算等が不要であるため、

血管のコントラストを向上できる。例えば、膀胱観察においてCISと炎症とを識別しやすくなることが期待される。また、上述した特許文献1ではG信号だけが高解像となる。一方、本実施形態によれば、2つの狭帯域画像の両方が高解像となるため、狭帯域光観察モードにおいて高解像な撮像を実現できる。

[0035] また本実施形態によれば、撮像素子240には、第1狭帯域光を透過するフィルタユニットが半数以上設けられ、且つ第2狭帯域光を透過するフィルタユニットが半数以上設けられている。そして、第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とが選択される。これにより、1つの画像を構成する全画素のうち、半数の画素が第1狭帯域の画素となり、残りの半数の画素が第2狭帯域の画素となる。このような画像に対して第1補間処理及び第2補間処理を行うことで、解像感の高い画像が得られる。

[0036] また、下式(5)及び第1変形例で説明するように、処理回路310は、第1補間処理により得られる第1狭帯域画像、及び前記第2補間処理により得られる第2狭帯域画像に基づいて、第1狭帯域画像と第2狭帯域画像間の色分離処理を行う。

[0037] 図7、図8で説明するように、第1狭帯域画素信号は第2狭帯域光にも感度を有し、第2狭帯域画素信号は第1狭帯域光にも感度を有する。即ち、第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号には混色が存在する。本実施形態によれば、第1狭帯域画像と第2狭帯域画像間の色分離処理が行われるので、上記混色を低減できる。混色が低減されることで、狭帯域光観察モードにおける色分離性を向上できる。

[0038] また下式(12)、(13)及び第3変形例で説明するように、処理回路310は、第1狭帯域画素信号の明るさ及び第2狭帯域画素信号の明るさに基づいて、方向判別型の補間処理における方向判別の信頼度を示す指標値 $RLB(x, y)$ を求める。処理回路310は、第1補間処理及び第2補間処理において、指標値 $RLB(x, y)$ に基づいて方向判別型の補間処理を行

う。

[0039] 具体的には、指標値  $R L B(x, y)$  は、位置  $(x, y)$  の周辺における第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号の明るさのバラツキ度合いを示す。第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号の明るさのバラツキ度合いが大きい場合には、エッジ方向判定の信頼度が低下する。本実施形態によれば、処理回路310は、信頼度が低いほど、エッジ方向の補間処理結果のウェイトが小さくなるように、補間処理を行う。これにより、補間処理によるアーティファクトの発生を、低減できる。

[0040] また本実施形態では、処理回路310は、方向判別型の補間処理において、エッジ方向の補間処理結果と、非方向判別型の補間処理結果とを、指標値  $R L B(x, y)$  に基づくブレンド率でブレンドする。処理回路310は、信頼度が低いほど非方向判別型の補間処理結果のブレンド率を大きくする。

[0041] 下式(13)において、非方向判別型の補間処理結果のブレンド率は、 $(1 - R L B(x, y))$  である。

[0042] 本実施形態によれば、信頼度が低いほど非方向判別型の補間処理結果のブレンド率が大きくなる。これにより、第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号の明るさのバラツキ度合いが大きいほど、非方向判別型の補間処理結果のブレンド率を大きくし、方向判別型の補間処理のブレンド率を小さくできる。

[0043] また下式(12)で説明するように、処理回路310は、第1狭帯域画素信号の明るさと、第2狭帯域画素信号の明るさとの比に基づいて指標値  $R L B(x, y)$  を求める。

[0044] 第1狭帯域画素信号の明るさと、第2狭帯域画素信号の明るさとの比は、第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号の明るさのバラツキ度合いに応じて変化する。これにより、第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号の明るさのバラツキ度合いに応じて非方向判別型の補間処理結果のブレンド率を制御できる。

[0045] また図7、図8及び第4変形例で説明するように、第1狭帯域画素信号は

、第1画素信号と、第1画素信号よりも第1狭帯域光に対する感度が高い第2画素信号とを含む。第2狭帯域画素信号は、第3画素信号と、第3画素信号よりも第2狭帯域光に対する感度が高い第4画素信号とを含む。処理回路310は、第1補間処理において、第2画素信号のウェイトを第1画素信号のウェイトよりも大きくし、第2補間処理において、第4画素信号のウェイトを第3画素信号のウェイトよりも大きくする。

[0046] 図7、図8において、第1画素信号はMgYe信号であり、第2画素信号はMgCy信号である。また第3画素信号はGCy信号であり、第4画素信号はGYe信号である。

[0047] 本実施形態によれば、第1狭帯域画像を補間処理する際に、第1狭帯域光に対する感度が高い画素信号のウェイトを大きくすることで、より解像感が高い第1補間処理を実現できる。また、第2狭帯域画像を補間処理する際に、第2狭帯域光に対する感度が高い画素信号のウェイトを大きくすることで、より解像感が高い第2補間処理を実現できる。従って、これらを合成した表示画像についても解像感が向上する。

[0048] また本実施形態では、第1狭帯域画素信号は、互いに異なる色に対応した第1画素信号及び第2画素信号を含む。第2狭帯域画素信号は、互いに異なる色に対応した第3画素信号及び第4画素信号を含む。処理回路310は、第1補間処理において、第1対象画素の周辺画素における第1画素信号の平均値と、第1対象画素の周辺画素における第2画素信号の平均値とに基づいて、第1画素信号及び第2画素信号の間の明るさ補正を行う。また処理回路310は、第2補間処理において、第2対象画素の周辺画素における第3画素信号の平均値と、第2対象画素の周辺画素における第4画素信号の平均値とに基づいて、第3画素信号及び第4画素信号の間の明るさ補正を行う。

[0049] 図3に示すように、第1狭帯域画素信号であるB狭帯域信号は、第1画素信号としてMgYe信号を含み、第2画素信号としてMgCy信号を含む。また第2狭帯域画素信号であるG狭帯域信号は、第3画素信号としてGCy信号を含み、第4画素信号としてGYe信号を含む。例えば、処理回路31

0は、M g C y 信号の平均値／M g Y e 信号の平均値をM g Y e 信号に乗算し、G Y e 信号の平均値／G C y 信号の平均値をG C y 信号に乗算する。即ち、処理回路310は、周辺同色画素の平均値に基づいて明るさ補正を行う。この明るさ補正は、例えば補間処理の前に行われる。

[0050] 本実施形態によれば、第1狭帯域画像内において、第1画素信号と第2画素信号の明るさレベルが合うように補正され、第2狭帯域画像内において、第3画素信号と第4画素信号の明るさレベルが合うように補正される。これにより、補間処理を適切に実行できる。例えば、方向判別型の補間処理において、信号間の明るさのバラツキ度合いが低減されるので、エッジ方向判別の精度が向上する。

[0051] また図4で説明するように、処理回路310は、第1狭帯域光に対する感度が第2狭帯域光に対する感度以上である画素信号を、第1狭帯域画素信号として選択する。第2狭帯域光に対する感度が第1狭帯域光に対する感度より大きい画素信号を、第2狭帯域画素信号として選択する。

[0052] 本実施形態によれば、狭帯域光に対する感度に応じて第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号が選択されることで、画素信号を第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号に分離できる。このように第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号に分離し、それぞれの画素信号に対して独立な補間処理を行うことで、高コントラストの表示画像が得られる。

[0053] また本実施形態では、処理回路310は、第1狭帯域画素信号及び第2狭帯域画素信号のうち混色が小さい狭帯域画素信号を基準として、第1狭帯域画素信号と第2狭帯域画素信号との間の明るさレベルを調整する。

[0054] 例えば、第2狭帯域画素信号の方が、混色が小さかったとする。このとき、処理回路310は、第2狭帯域画素信号の平均値／第1狭帯域画素信号の平均値を、第1狭帯域画素信号に乗算する。この明るさレベル調整は、例えば補間処理前或いは補間処理後に行われる。

[0055] また図2で説明するように、カラーフィルタは、補色フィルタである。具体的には、カラーフィルタは、マゼンダ及びイエロー、シアン、グリーンの

フィルタユニットを含む。

[0056] 上述したように、従来技術において、補色イメージセンサにより撮像された画像は画素加算等によって補間処理される。一方、本実施形態によれば、狭帯域光観察モードにおいて第1狭帯域画素信号を補間処理する第1補間処理と、第2狭帯域画素信号を補間処理する第2補間処理とが、独立に行われる。これにより、画素加算等が不要であるため、血管のコントラストを向上できる。

[0057] また図5で説明するように、カラーフィルタは、原色ベイア配列のカラーフィルタにおいて、赤色のフィルタユニットがマゼンダのフィルタユニットに置き換えられたカラーフィルタであってもよい。

[0058] このようなカラーフィルタが設けられた撮像素子を用いた場合にも、本発明を適用できる。この場合においても、狭帯域光観察モードにおいて第1狭帯域画素信号を補間処理する第1補間処理と、第2狭帯域画素信号を補間処理する第2補間処理とが、独立に行われることで、血管のコントラストを向上できる。

[0059] また本実施形態では、処理回路310は、第1補間処理により得られる第1狭帯域画像を表示画像のGチャンネルに入力することで、表示画像を生成する。

[0060] この場合、第1狭帯域画像は輝度成分画像である。即ち、処理回路310は、第1狭帯域画素信号を輝度成分画素信号として選択することになる。

[0061] また本実施形態では、第1狭帯域光は、白色光における青色の波長帯域に属し、且つ青色の波長帯域よりも狭い波長帯域を有する。第2狭帯域光は、白色光における緑色の波長帯域に属し、且つ緑色の波長帯域よりも狭い波長帯域を有する。処理回路310は、第1狭帯域画像を表示画像のGチャンネル及びBチャンネルに入力し、第2補間処理により得られる第2狭帯域画像を表示画像のRチャンネルに入力する。

[0062] 本実施形態によれば、狭帯域光観察モードとしてNBモードを実現できる。NBモードでは、粘膜表層付近の血管を高コントラストで撮影可能で

ある。また、粘膜表層付近に血管が密集した病変をブラウニッシュエリアとして観察できる。ブラウニッシュエリアは、褐色に見える領域のことである。本実施形態では、NB I モードにおいて血管を高コントラストで撮影できる。例えば、C I S と炎症は共にブラウニッシュエリアに見えるが、血管が高コントラストに見えるため、C I S と炎症を区別しやすくなることが期待される。

[0063] また本実施形態では、光源 100 は、白色光観察モードにおいて、白色照明光を出射し、狭帯域光観察モードにおいて、狭帯域照明光を出射する。撮像素子 240 のカラーフィルタは、白色照明光が出射される場合において白色光画像を撮像するための複数のフィルタユニットを有する。第 1 狭帯域光を透過するフィルタユニットは、複数のフィルタユニットの半数以上であり、且つ第 2 狭帯域光を透過するフィルタユニットは、複数のフィルタユニットの半数以上である。処理回路 310 は、狭帯域光観察モードにおいて、第 1 狭帯域画素信号及び第 2 狭帯域画素信号を選択し、第 1 補間処理及び第 2 補間処理を行う。

[0064] 撮像素子 240 が補色イメージセンサである場合、図 2 に示すように補色フィルタは Mg、Cy、Ye、G のフィルタユニットを有する。これらの 4 つのフィルタユニットは、白色光画像を撮像するためのものである。具体的には、下式 (1) ~ (4) の補間処理によって白色光画像が得られる。このとき、Mg、Cy フィルタユニットが B 狭帯域光を透過し、Mg、Cy、Ye、G フィルタユニットが G 狭帯域光を透過する。いずれも 4 つのうち半数の 2 つ以上である。従来技術において、白色光画像を撮影する際には下式 (1) ~ (4) のように画素加算等を行う。本実施形態によれば、狭帯域光観察モードにおいて第 1 狭帯域画素信号及び第 2 狭帯域画素信号を独立に補間処理することで、高コントラストな狭帯域光画像が得られる。

[0065] なお、本実施形態の制御装置 300 は以下のように構成されてもよい。即ち、本実施形態の制御装置 300 は、情報を記憶するメモリと、メモリに記憶された情報に基づいて動作するプロセッサと、を含む。情報は、例えばプ

プログラムと各種のデータ等である。プロセッサは、ハードウェアを含む。プロセッサは、狭帯域照明光が出射される場合において、撮像素子240からの画素信号のうち、第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とを選択する。プロセッサは、第1狭帯域画素信号を、第2狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第1補間処理と、第2狭帯域画素信号を、第1狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第2補間処理とを行う。

[0066] プロセッサは、例えば各部の機能が個別のハードウェアで実現されてもよいし、或いは各部の機能が一体のハードウェアで実現されてもよい。例えば、プロセッサはハードウェアを含み、そのハードウェアは、デジタル信号を処理する回路及びアナログ信号を処理する回路の少なくとも一方を含むことができる。例えば、プロセッサは、回路基板に実装された1又は複数の回路装置や、1又は複数の回路素子で構成することができる。1又は複数の回路装置は例えばIC等である。1又は複数の回路素子は例えば抵抗、キャパシタ等である。プロセッサは、例えばCPU (Central Processing Unit) であってもよい。ただし、プロセッサはCPUに限定されるものではなく、GPU (Graphics Processing Unit)、或いはDSP (Digital Signal Processor) 等、各種のプロセッサを用いることが可能である。またプロセッサはASICによるハードウェア回路でもよい。またプロセッサは、アナログ信号を処理するアンプ回路やフィルタ回路等を含んでもよい。メモリは、SRAM、DRAMなどの半導体メモリであってもよいし、レジスタであってもよいし、ハードディスク装置等の磁気記憶装置であってもよいし、光学ディスク装置等の光学式記憶装置であってもよい。例えば、メモリはコンピュータにより読み取り可能な命令を格納しており、当該命令がプロセッサにより実行されることで、制御装置300の各部の機能が処理として実現されることになる。ここでの命令は、プログラムを構成する命令セットの命令でもよいし、プロセッサのハードウェア回路に対して動作を指示する命令であってもよい。例えば、プロセッサは、図1において処理回路310の機能を実現

する。或いは、プロセッサは、図1において処理回路310及び制御回路320の機能を実現する。

[0067] また、本実施形態の内視鏡装置の各部は、プロセッサ上で動作するプログラムのモジュールとして実現されてもよい。例えば、プログラムは、画素信号選択部311を実現する画素信号選択モジュールと、補間処理部312を実現する補間処理モジュールとを含んでもよい。画素信号選択モジュールは、狭帯域照明光が出射される場合において、撮像素子240からの画素信号のうち、第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とを選択する。補間処理モジュールは、第1狭帯域画素信号を、第2狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第1補間処理と、第2狭帯域画素信号を、第1狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第2補間処理とを行う。

[0068] また、本実施形態の制御装置300の各部が行う処理を実現するプログラムは、例えばコンピュータにより読み取り可能な媒体である情報記憶媒体に格納できる。情報記憶媒体は、例えば光ディスク、メモリカード、HDD、或いは半導体メモリなどにより実現できる。半導体メモリは例えばROMである。処理回路310及び制御回路320は、情報記憶媒体に格納されるプログラムとデータに基づいて本実施形態の種々の処理を行う。即ち情報記憶媒体には、本実施形態の内視鏡装置の各部としてコンピュータを機能させるためのプログラムが記憶される。コンピュータは、入力装置、及び処理部、記憶部、出力部を備える装置である。プログラムは、各部の処理をコンピュータに実行させるためのプログラムである。プログラムは、情報記憶媒体に記録される。ここで、情報記録媒体としては、DVDやCD等の光ディスク、光磁気ディスク、ハードディスク、不揮発性メモリやRAM等のメモリなど、光学式検出システムによって読み取り可能な種々の記録媒体を想定できる。

[0069] 2. 動作及び処理

[0070] 以下、内視鏡装置の詳細な動作及び処理を説明する。

- [0071] 図2は、補色イメージセンサを用いたインタレース方式の撮像動作を説明する図である。図2において、Xは撮像素子240における水平走査方向を示し、Yは撮像素子240における垂直走査方向を示す。
- [0072] インタレース方式において、偶数フィールドの撮像と奇数フィールドの撮像とが交互に行われる。偶数フィールドと奇数フィールドによりフレームが構成されており、処理回路310は、偶数フィールドにおいて得られる画素信号と奇数フィールドにおいて得られる画素信号とから、フレームの画像を生成する。
- [0073] 図2に示すように、撮像素子240には格子状に画素が配置されており、各画素に1つのフィルタユニットが設けられている。マゼンダ、グリーン、シアン、イエローの4色のフィルタユニットが2行2列に配置される。図2においてMgはマゼンダを示し、Gはグリーンを示し、Cyはシアンを示し、Yeはイエローを示す。以下では、これらの符号を用いて色を記載する。また、例えばMgフィルタユニットが設けられた画素をMg画素と記載する。
- [0074] インタレース方式では、撮像素子240は、Y方向に並ぶ2画素から画素信号を加算読み出しする。即ち、偶数フィールドにおいて、撮像素子240は、第1行のMg画素と第2行のCy画素から加算読み出しを行い、MgCy信号を取得し、第1行のG画素と第2行のYe画素から加算読み出しを行い、GYe信号を取得する。MgCy信号とGYe信号により第1水平ラインが構成される。同様に、撮像素子240は、第3行及び第4行の画素から加算読み出しを行うことで、第3水平ラインを構成するGCy信号及びMgYe信号を取得する。奇数フィールドにおいて、撮像素子240は、第2行及び第3行の画素から加算読み出しを行うことで、第2水平ラインを構成するGCy信号及びMgYe信号を読み出す。また撮像素子240は、第4行及び第5行の画素から加算読み出しを行うことで、第4水平ラインを構成するMgCy信号及びGYe信号を読み出す。以上の第1～第4水平ラインにより、1フレームの画像が構成される。

[0075] まず、白色光観察モードにおける画像生成処理を説明する。補間処理部312は、下式(1)～(4)により画素信号をYCrCb信号に変換する。下式(1)～(4)において、例えばMgCyはMgCy画素信号の信号値を意味する。補間処理部312は、YCrCb信号を補間処理して全画素にYCrCb信号を生成し、そのYCrCb信号をRGB信号に変換することで表示画像を生成する。

[数1]

$$Y = \frac{1}{2}(MgCy + GYe) \quad (1)$$

[数2]

$$Y = \frac{1}{2}(GCy + MgYe) \quad (2)$$

[数3]

$$Cb = MgCy - GYe \quad (3)$$

[数4]

$$Cr = MgYe - GCy \quad (4)$$

[0076] 次に、NB Iモードにおける画像生成処理を説明する。図3は、画素信号選択部311が行う処理を説明する図である。図3において、xは水平走査方向における位置であり、yは垂直走査方向における位置である。位置x、yは、画素信号を画像上に配置したときの、その画像上における画素位置を意味する。位置x、yは各々整数である。例えば1行1列の画素を(x, y) = (1, 1)と表す。なお以下では、水平走査方向をx方向とも呼び、垂直走査方向をy方向とも呼ぶ。

[0077] 図2において取得されたMgCy信号、MgYe信号、GCy信号、GYe信号は、図3に示す配置となる。画素信号選択部311は、MgCy信号及びMgYe信号をB狭帯域信号として選択し、GCy信号及びGYe信号

をG狭帯域信号として選択する。NB Iモードにおいて、B狭帯域信号に基づいて表示画像のGチャンネルが生成されるので、B狭帯域信号は輝度成分画素信号である。2×2画素の領域に着目すると、B狭帯域信号は $(x, y) = (0, 1)$ 、 $(1, 0)$ に配置され、G狭帯域信号は $(x, y) = (0, 0)$ 、 $(1, 1)$ に配置される。例えばB狭帯域信号が配置される画素を、B狭帯域画素と呼ぶこととする。図3に示すように、B狭帯域画素及びG狭帯域画素は、それぞれ全体の半数を占める。また、x方向及びy方向のいずれにおいても、B狭帯域画素とG狭帯域画素が交互に並ぶ。

[0078] 図4は、画素信号が有する感度の例である。図4には、G狭帯域光に対する感度と、B狭帯域光に対する感度とを、相対的な数値で表す。

[0079] 画素信号選択部311は、B狭帯域光に対する感度がG狭帯域光に対する感度以上であるMgCy信号及びMgYe信号を、B狭帯域信号として選択する。また、画素信号選択部311は、G狭帯域光に対する感度がB狭帯域光に対する感度以上であるGCy信号及びGYe信号を、G狭帯域信号として選択する。これにより、図3に示すような配置のB狭帯域画素及びG狭帯域画素が得られる。

[0080] なお、撮像素子240が有するカラーフィルタは補色フィルタに限定されない。図5に、補色フィルタではないカラーフィルタの一例を示す。

[0081] 図5では、ベイヤ配列のRフィルタがMgフィルタに置き換えられている。即ち、 $(x, y) = (0, 0)$ 、 $(1, 1)$ にGフィルタが配置され、 $(x, y) = (1, 0)$ にBフィルタが配置され、 $(x, y) = (0, 1)$ にMgフィルタが配置される。撮像素子240には、この2×2画素が繰り返し配置されている。撮像素子240は、G画素、B画素、Mg画素から、それぞれG信号、B信号、Mg信号を読み出す。Bフィルタ及びMgフィルタはB狭帯域光を透過し、GフィルタはG狭帯域光を透過する。このため、画素信号選択部311は、B信号及びMg信号をB狭帯域信号として選択し、G信号をG狭帯域信号として選択する。これにより、補色フィルタの場合と同様なB狭帯域画素及びG狭帯域画素の配置となる。以降の補間処理等につ

いても、補色フィルタの場合と同様に適用できる。

[0082] 図6は、補間処理部312が行う処理を説明する図である。補間処理部312は、B狭帯域信号とG狭帯域信号とを、それぞれ独立に補間処理する。

[0083] 画素信号選択部311から補間処理部312に入力された画素信号は、1画素につき1色の画素信号になっている。即ち、半数の画素においてB狭帯域信号が欠落し、残りの半数の画素においてG狭帯域信号が欠落している。

[0084] 補間処理部312は、補間処理部312からのB狭帯域信号に対して補間処理を行う。補間処理は、例えば5×5画素の平滑化フィルタ処理等である。なお、平滑化フィルタの平滑化範囲は5×5画素に限定されない。補間処理が行われることで、B狭帯域信号が欠落した画素に対してB狭帯域信号が補間される。このB狭帯域信号により構成される画像を、以下ではB狭帯域画像と呼ぶ。補間処理部312は、B狭帯域画像に対してエッジ強調処理を行う。即ち、補間処理部312は、B狭帯域画像から高周波成分を抽出し、その高周波成分をB狭帯域画像に加算する。補間処理部312は、例えばB狭帯域画像を7×7画素の適応的ローパスフィルタ処理した後、その結果に対して7×7画素のハイパスフィルタ処理を行うことで、高周波成分を抽出する。補間処理部312は、エッジ強調処理後のB狭帯域信号を最終的なB狭帯信号として出力する。なお、エッジ強調処理の内容は上記に限定されない。また、エッジ強調処理は省略されてもよい。

[0085] また補間処理部312は、補間処理部312からのG狭帯域信号に対して補間処理を行う。補間フィルタは、例えば5×5画素の平滑化フィルタ等である。なお、平滑化フィルタの平滑化範囲は5×5画素に限定されない。補間処理が行われることで、G狭帯域信号が欠落した画素に対してG狭帯域信号が補間される。このG狭帯域信号により構成される画像を、G狭帯域画像とも呼ぶ。補間処理部312は、補間処理後のG狭帯域信号を出力する。

[0086] 補間処理部312は、B狭帯域画像を表示画像のGチャンネル及びBチャンネルとし、G狭帯域画像を表示画像のRチャンネルとする。これにより、NBIモードにおける表示画像が生成される。

[0087] 3. 変形例

[0088] 以下、種々の変形例について説明する。なお、以下の変形例を適宜に組み合わせることが可能である。

[0089] 第1変形例では、補間処理部312が、補間処理後に色分離処理を行う。図7、図8は、画素信号における混色を説明する図である。図7、図8において、BNはB狭帯域光のスペクトルを示し、GNはG狭帯域光のスペクトルを示す。

[0090] 図7には、B狭帯域信号として選択されるMgCy信号及びMgYe信号のスペクトルを示す。これらの信号は、B狭帯域光だけでなくG狭帯域光に対しても感度を有する。また、図8には、G狭帯域信号として選択されるGCy信号及びGYe信号のスペクトルを示す。これらの信号は、G狭帯域光だけでなくB狭帯域光に対しても感度を有する。B狭帯域光及びG狭帯域光は同時に被写体に照射されるため、B狭帯域信号にはG狭帯域の成分が混色し、G狭帯域信号にはB狭帯域の成分が混色することになる。

[0091] 補間処理部312は、下式(5)に示す色分離処理を行うことで上記の混色を低減する。下式(5)において、B(x,y)は位置(x,y)のB狭帯域信号であり、G(x,y)は位置(x,y)のG狭帯域信号である。補間処理部312は、例えば図6の補間処理とエッジ強調処理の間においてB狭帯域信号の色分離処理を行う。

[数5]

$$\begin{aligned} B(x,y) &= B(x,y) - \alpha b \times G(x,y) \\ G(x,y) &= G(x,y) - \alpha g \times B(x,y) \end{aligned} \quad (5)$$

[0092] 第2変形例では、補間処理部312が方向判別型の補間処理を行う。即ち、図6の補間処理が、方向判別型の補間処理となる。以下、B狭帯域信号に対する補間処理を例に説明するが、G狭帯域信号に対する補間処理も同様である。

[0093] まず方向判別型の補間処理の第1例について説明する。この例では3×3画素の範囲を用いて補間処理を行う。補間処理部312は、(x,y)にお

けるエッジ方向の判定を行い、その判定結果に基づいて下式（６）～（８）のいずれかを選択する。（ $x$ ， $y$ ）は、 $B$  狭帯域信号が欠落した位置である。エッジ方向が  $y$  方向と判定された場合、補間処理部 312 は下式（６）により  $B$  狭帯域信号を求める。エッジ方向が  $x$  方向と判定された場合、補間処理部 312 は下式（７）により  $B$  狭帯域信号を求める。エッジがないと判定された場合、補間処理部 312 は下式（８）により  $B$  狭帯域信号を求める。

[数6]

$$B(x,y) = \frac{1}{2} \{B(x,y-1) + B(x,y+1)\} \quad (6)$$

[数7]

$$B(x,y) = \frac{1}{2} \{B(x-1,y) + B(x+1,y)\} \quad (7)$$

[数8]

$$B(x,y) = \frac{1}{2} \{B(x-1,y) + B(x+1,y) + B(x,y+1) + B(x,y-1)\} \quad (8)$$

[0094] 次に方向判別型の補間処理の第２例について説明する。この例では  $3 \times 3$  画素よりも広い範囲を用いて補間処理を行う。図 9～図 11 は、方向判別型の補間処理の第２例を説明する図である。図 9～図 11 において、補間処理に用いる画素の範囲を点線で示す。中央の太線四角は、補間対象となる画素を示す。

[0095] 補間処理部 312 は、（ $x$ ， $y$ ）におけるエッジ方向の判定を行い、その判定結果に基づいて下式（９）～（１１）のいずれかを選択する。エッジ方向が  $y$  方向と判定された場合、補間処理部 312 は、図 9 に示す範囲の画素を用いて下式（９）により  $B$  狭帯域信号を求める。エッジ方向が  $x$  方向と判定された場合、補間処理部 312 は、図 10 に示す範囲の画素を用いて下式（１０）により  $B$  狭帯域信号を求める。エッジがないと判定された場合、補間処理部 312 は、図 11 に示す範囲の画素を用いて下式（１１）により  $B$  狭帯域信号を求める。

[数9]

$$B(x,y) = \{2 \times MgCy(x,y-1) + 2 \times MgCy(x,y+1) + 2 \times MgYe(x-1,y) + MgYe(x-1,y-2) + MgYe(x-1,y+2) + 2 \times MgYe(x+1,y) + MgYe(x+1,y-2) + MgYe(x+1,y+2)\}/12 \quad (9)$$

[数10]

$$B(x,y) = \{2 \times MgYe(x-1,y) + 2 \times MgYe(x+1,y) + MgCy(x-2,y-1) + 2 \times MgCy(x,y-1) + MgCy(x+2,y-1) + MgCy(x-2,y+1) + 2 \times MgCy(x,y+1) + MgCy(x+2,y+1)\}/12 \quad (10)$$

[数11]

$$B(x,y) = \{MgYe(x-1,y-2) + MgYe(x+1,y-2) + MgYe(x-1,y) + MgYe(x+1,y) + MgYe(x-1,y+2) + MgYe(x+1,y+2) + MgCy(x-2,y-1) + MgCy(x,y-1) + MgCy(x+2,y-1) + MgCy(x-2,y+1) + MgCy(x,y+1) + MgCy(x+2,y+1)\}/12 \quad (11)$$

[0096] 第3変形例では、エッジ方向に補間処理された結果と、方向判別を用いずに補間処理された結果とを、信頼度に基づいてブレンドする。以下、B狭帯域信号に対する補間処理を例に説明するが、G狭帯域信号に対する補間処理も同様である。

[0097] 補間処理部312は、下式(12)により信頼度の指標値RLB(x, y)を求める。ave\_MgCyは、(x, y)におけるMgCy信号の平均値であり、(x, y)の周辺画素のMgCy信号から求めた平均値である。ave\_MgYeも同様である。指標値RLB(x, y)は、 $0 < RLB(x, y) \leq 1$ の範囲の数値である。指標値RLB(x, y)が大きいほど信頼度が高い。

[数12]

$$RLB = \begin{cases} ave\_MgCy/ave\_MgYe & (\text{when } ave\_MgCy < ave\_MgYe) \\ ave\_MgYe/ave\_MgCy & (\text{when } ave\_MgYe < ave\_MgCy) \end{cases} \quad (12)$$

[0098] 補間処理部312は、下式(13)により、(x, y)におけるB狭帯域

信号を求める。B e d g e ( x , y ) は、エッジ方向に補間処理された結果である。上式 ( 6 ) ~ ( 8 ) の方向判別型の補間処理を用いた場合、B e d g e ( x , y ) は、上式 ( 6 ) 又は ( 7 ) の演算結果である。B a v e ( x , y ) は、方向判別を用いずに補間処理された結果であり、例えば上式 ( 8 ) の演算結果である。

[数13]

$$B(x,y) = RLB(x,y) \times Bedge(x,y) + (1 - RLB(x,y)) \times Bave(x,y) \quad (13)$$

[0099] 第4変形例では、狭帯域光に対する画素信号の感度に基づいて、補間処理における画素信号のウェイトを設定する。以下、B狭帯域信号に対する補間処理を例に説明するが、G狭帯域信号に対する補間処理も同様である。

[0100] 図7に示すように、M g C y 信号とM g Y e 信号を比べると、B狭帯域光に対する感度はM g C y 信号の方が高い。このため、B狭帯域信号に対する補間処理において、M g C y 信号のウェイトをM g Y e 信号のウェイトよりも高くする。例えば上式 ( 9 ) ~ ( 1 1 ) において、M g C y の項にウェイト  $W\_MgCy$  を乗算し、M g Y e の項にウェイト  $W\_MgYe$  を乗算する。  $W\_MgCy > W\_MgYe$  である。  $W\_MgCy$ 、  $W\_MgYe$  は、画素信号のスペクトル等に基づいて予め設定される。

[0101] 以上、本発明を適用した実施形態およびその変形例について説明したが、本発明は、各実施形態やその変形例そのままに限定されるものではなく、実施段階では、発明の要旨を逸脱しない範囲内で構成要素を変形して具体化することができる。また、上記した各実施形態や変形例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、各実施形態や変形例に記載した全構成要素からいくつかの構成要素を削除してもよい。さらに、異なる実施の形態や変形例で説明した構成要素を適宜組み合わせてもよい。このように、発明の主旨を逸脱しない範囲内において種々の変形や応用が可能である。また、明細書又は図面において、少なくとも一度、より広義または同義な異なる用語と共に記載された

用語は、明細書又は図面のいかなる箇所においても、その異なる用語に置き換えることができる。

### 符号の説明

[0102] 100 光源、110 白色光源、120 レンズ、130 フィルタ、200 挿入部、210 ライトガイド、220 照明レンズ、230 対物レンズ、240 撮像素子、250 A/D変換回路、260 メモリ、300 制御装置、310 処理回路、311 画素信号選択部、312 補間処理部、320 制御回路、400 表示部、500 外部I/F部、Mg, Cy, Ye, G フィルタユニット、MgCy, MgYe, GCy, GYe 画素信号

## 請求の範囲

- [請求項1]           第1狭帯域光及び第2狭帯域光を有する狭帯域照明光を出射する光源と、
- 複数の画素の各画素に対して各フィルタユニットが設けられるカラーフィルタを有し、前記複数の画素によって受光された光を光電変換する撮像素子と、
- 前記撮像素子からの画素信号のうち、前記第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、前記第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とを選択する処理回路と、
- を含み、
- 前記カラーフィルタは、
- 前記第1狭帯域光を透過するフィルタユニットを総数の半数以上有し、且つ前記第2狭帯域光を透過するフィルタユニットを前記総数の半数以上有し、
- 前記処理回路は、
- 前記第1狭帯域画素信号を、前記第2狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第1補間処理と、前記第2狭帯域画素信号を、前記第1狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第2補間処理とを行うことを特徴とする内視鏡装置。
- [請求項2]           請求項1において、
- 前記処理回路は、
- 前記第1補間処理により得られる第1狭帯域画像、及び前記第2補間処理により得られる第2狭帯域画像に基づいて、前記第1狭帯域画像と前記第2狭帯域画像の間の色分離処理を行うことを特徴とする内視鏡装置。
- [請求項3]           請求項1において、
- 前記処理回路は、
- 前記第1狭帯域画素信号の明るさ及び前記第2狭帯域画素信号の明

るさに基づいて、方向判別型の補間処理における方向判別の信頼度を示す指標値を求め、

前記第1補間処理及び前記第2補間処理において、前記指標値に基づいて前記方向判別型の補間処理を行うことを特徴とする内視鏡装置。

[請求項4]

請求項3において、

前記処理回路は、

前記方向判別型の補間処理において、エッジ方向の補間処理結果と、非方向判別型の補間処理結果とを、前記指標値に基づくブレンド率でブレンドし、

前記信頼度が低いほど前記非方向判別型の補間処理結果の前記ブレンド率を大きくすることを特徴とする内視鏡装置。

[請求項5]

請求項3において、

前記処理回路は、

前記第1狭帯域画素信号の明るさと、前記第2狭帯域画素信号の明るさとの比に基づいて前記指標値を求めることを特徴とする内視鏡装置。

[請求項6]

請求項1において、

前記第1狭帯域画素信号は、第1画素信号と、前記第1画素信号よりも前記第1狭帯域光に対する感度が高い第2画素信号とを含み、

前記第2狭帯域画素信号は、第3画素信号と、前記第3画素信号よりも前記第2狭帯域光に対する感度が高い第4画素信号とを含み、

前記処理回路は、

前記第1補間処理において、前記第2画素信号のウェイトを前記第1画素信号のウェイトよりも大きくし、前記第2補間処理において、前記第4画素信号のウェイトを前記第3画素信号のウェイトよりも大きくすることを特徴とする内視鏡装置。

[請求項7]

請求項1において、

前記第1狭帯域画素信号は、互いに異なる色に対応した第1画素信号及び第2画素信号を含み、

前記第2狭帯域画素信号は、互いに異なる色に対応した第3画素信号及び第4画素信号を含み、

前記処理回路は、

前記第1補間処理において、第1対象画素の周辺画素における前記第1画素信号の平均値と、前記第1対象画素の周辺画素における前記第2画素信号の平均値とに基づいて、前記第1画素信号及び前記第2画素信号の間の明るさ補正を行い、

前記第2補間処理において、第2対象画素の周辺画素における前記第3画素信号の平均値と、前記第2対象画素の周辺画素における前記第4画素信号の平均値とに基づいて、前記第3画素信号及び前記第4画素信号の間の明るさ補正を行うことを特徴とする内視鏡装置。

[請求項8]

請求項1において、

前記処理回路は、

前記第1狭帯域光に対する感度が前記第2狭帯域光に対する感度以上である画素信号を、前記第1狭帯域画素信号として選択し、前記第2狭帯域光に対する感度が前記第1狭帯域光に対する感度より大きい画素信号を、前記第2狭帯域画素信号として選択することを特徴とする内視鏡装置。

[請求項9]

請求項1において、

前記処理回路は、

前記第1狭帯域画素信号及び前記第2狭帯域画素信号のうち混色が小さい狭帯域画素信号を基準として、前記第1狭帯域画素信号と前記第2狭帯域画素信号との間の明るさレベルを調整することを特徴とする内視鏡装置。

[請求項10]

請求項1において、

前記カラーフィルタは、補色フィルタであることを特徴とする内視

鏡装置。

- [請求項11]       請求項10において、  
                  前記カラーフィルタは、  
                  マゼンダ及びイエロー、シアン、グリーンのフィルタユニットを含むことを特徴とする内視鏡装置。
- [請求項12]       請求項1において、  
                  前記カラーフィルタは、  
                  原色ベイヤ配列のカラーフィルタにおいて、赤色のフィルタユニットがマゼンダのフィルタユニットに置き換えられたカラーフィルタであることを特徴とする内視鏡装置。
- [請求項13]       請求項1において、  
                  前記処理回路は、  
                  前記第1補間処理により得られる第1狭帯域画像を表示画像のGチャンネルに入力することで、前記表示画像を生成することを特徴とする内視鏡装置。
- [請求項14]       請求項13において、  
                  前記第1狭帯域光は、白色光における青色の波長帯域に属し、且つ前記青色の波長帯域よりも狭い波長帯域を有し、  
                  前記第2狭帯域光は、白色光における緑色の波長帯域に属し、且つ前記緑色の波長帯域よりも狭い波長帯域を有し、  
                  前記処理回路は、  
                  前記第1狭帯域画像を前記表示画像の前記Gチャンネル及びBチャンネルに入力し、前記第2補間処理により得られる第2狭帯域画像を前記表示画像のRチャンネルに入力することを特徴とする内視鏡装置。
- [請求項15]       請求項1において、  
                  前記光源は、  
                  白色光観察モードにおいて、白色照明光を出射し、狭帯域光観察モ

ードにおいて、前記狭帯域照明光を出射し、

前記カラーフィルタは、

前記白色照明光が出射される場合において白色光画像を撮像するための複数のフィルタユニットを有し、

前記第1狭帯域光を透過するフィルタユニットは、前記複数のフィルタユニットの半数以上であり、且つ前記第2狭帯域光を透過するフィルタユニットは、前記複数のフィルタユニットの半数以上であり、

前記処理回路は、前記狭帯域光観察モードにおいて、前記第1狭帯域画素信号及び前記第2狭帯域画素信号を選択し、前記第1補間処理及び前記第2補間処理を行うことを特徴とする内視鏡装置。

[請求項16]

第1狭帯域光及び第2狭帯域光を有する狭帯域照明光を出射する光源と、複数の画素の各画素に対して各フィルタユニットが設けられるカラーフィルタを有する撮像素子と、を含む内視鏡装置の作動方法であって、

前記カラーフィルタが、前記第1狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有し、且つ前記第2狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有する場合において、

前記撮像素子からの画素信号のうち、前記第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、前記第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とを選択し、

前記第1狭帯域画素信号を、前記第2狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第1補間処理と、前記第2狭帯域画素信号を、前記第1狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第2補間処理とを行うことを特徴とする内視鏡装置の作動方法。

[請求項17]

複数の画素の各画素に対して各フィルタユニットが設けられるカラーフィルタを有する撮像素子が撮影した画像を処理するプログラムであって、

前記カラーフィルタが、狭帯域照明光の第1狭帯域光を透過するフ

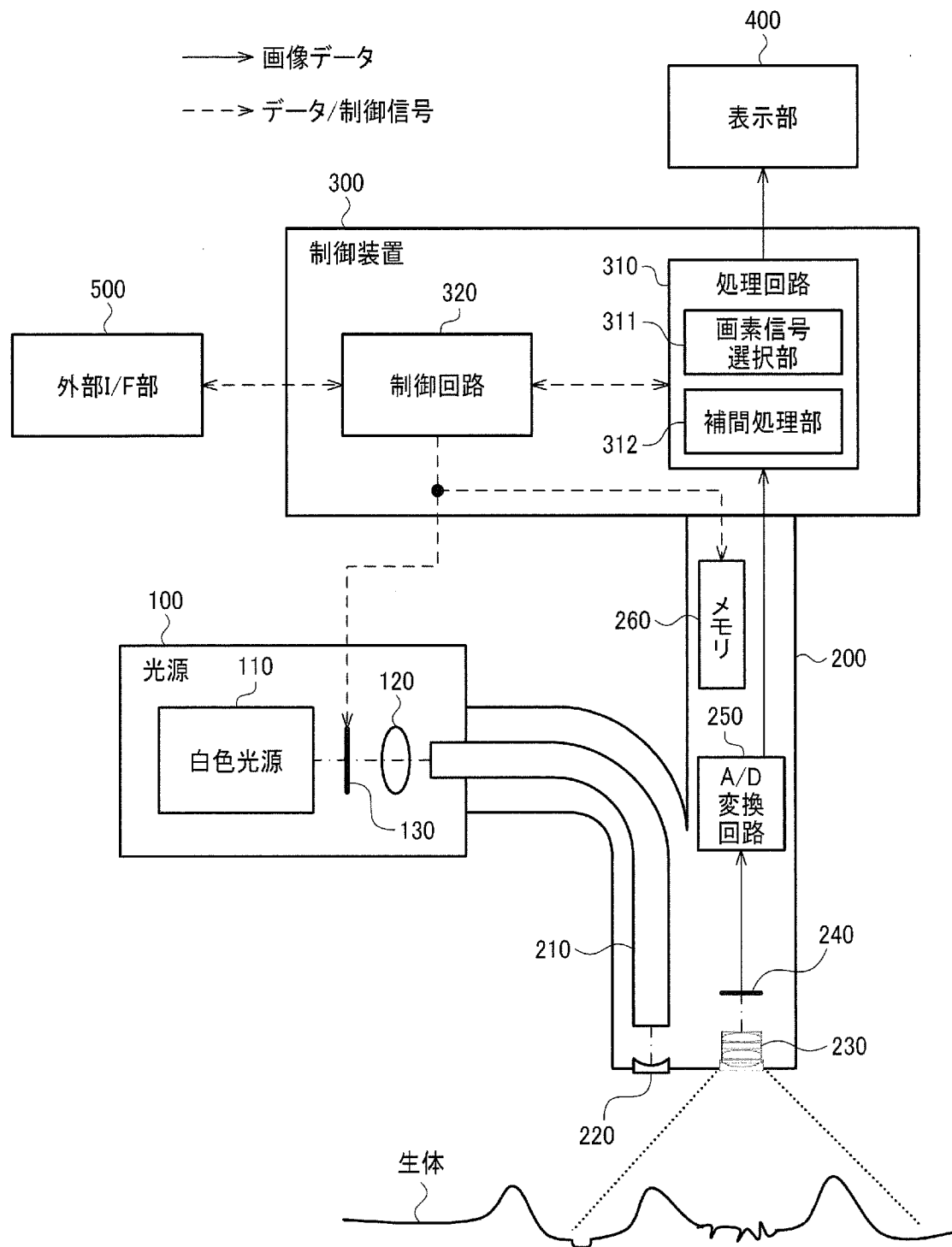
フィルタユニットを半数以上有し、且つ前記狭帯域照明光の第2狭帯域光を透過するフィルタユニットを半数以上有する場合において、

前記撮像素子からの画素信号のうち、前記第1狭帯域光に感度を有する第1狭帯域画素信号と、前記第2狭帯域光に感度を有する第2狭帯域画素信号とを選択し、

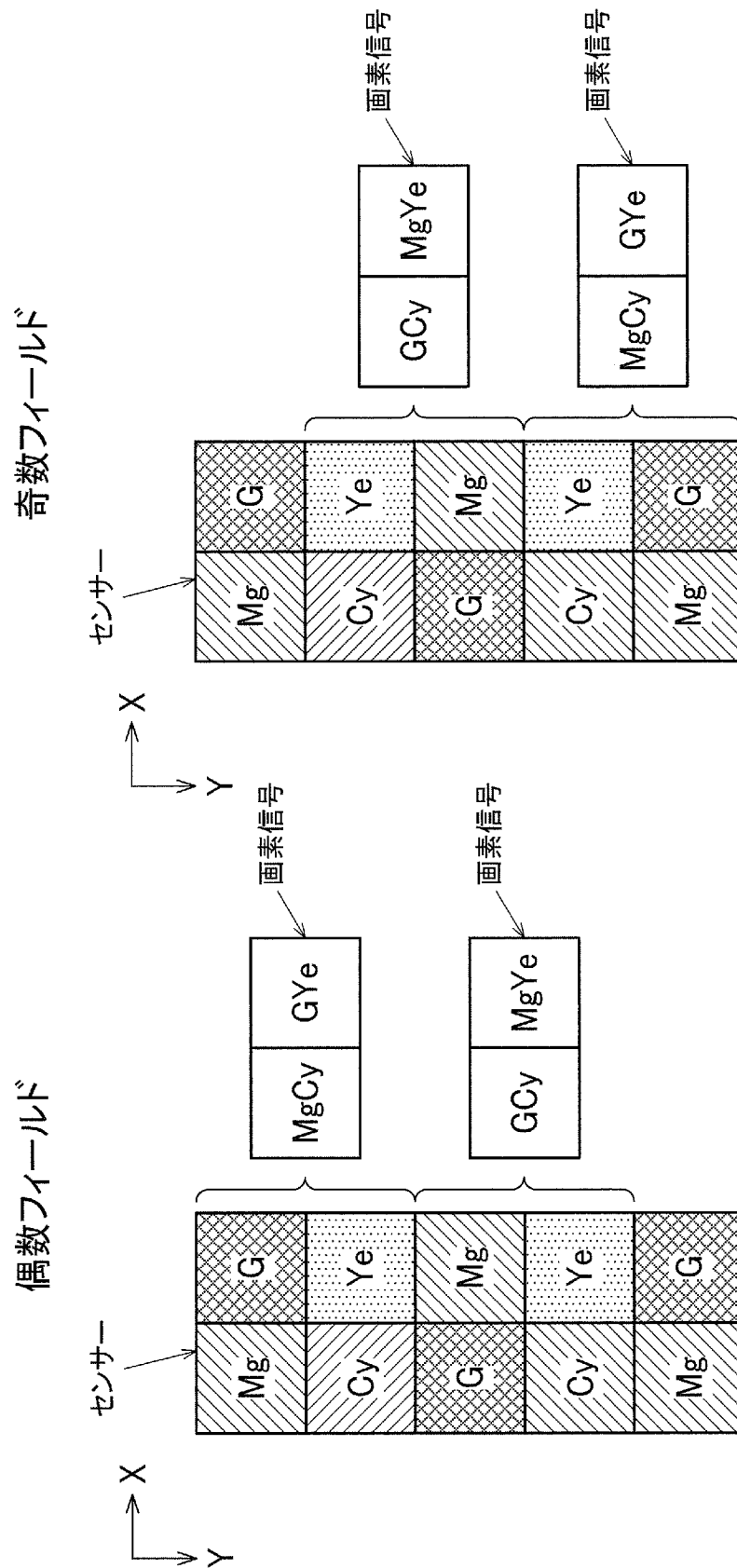
前記第1狭帯域画素信号を、前記第2狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第1補間処理と、前記第2狭帯域画素信号を、前記第1狭帯域画素信号を用いずに補間処理する第2補間処理とを行うステップを、

コンピュータに実行させるプログラム。

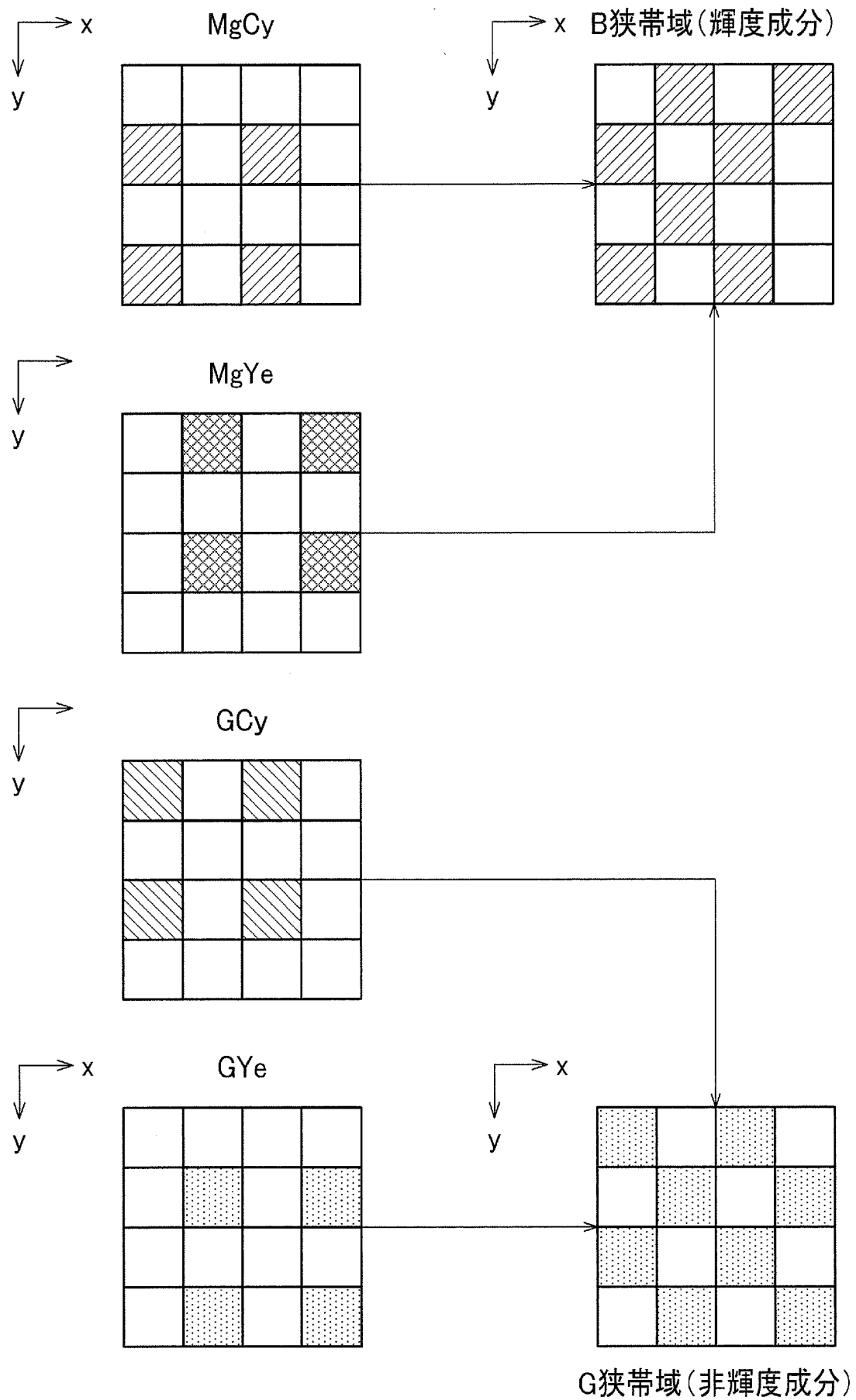
[図1]



[図2]



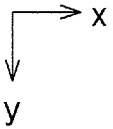
[図3]



[図4]

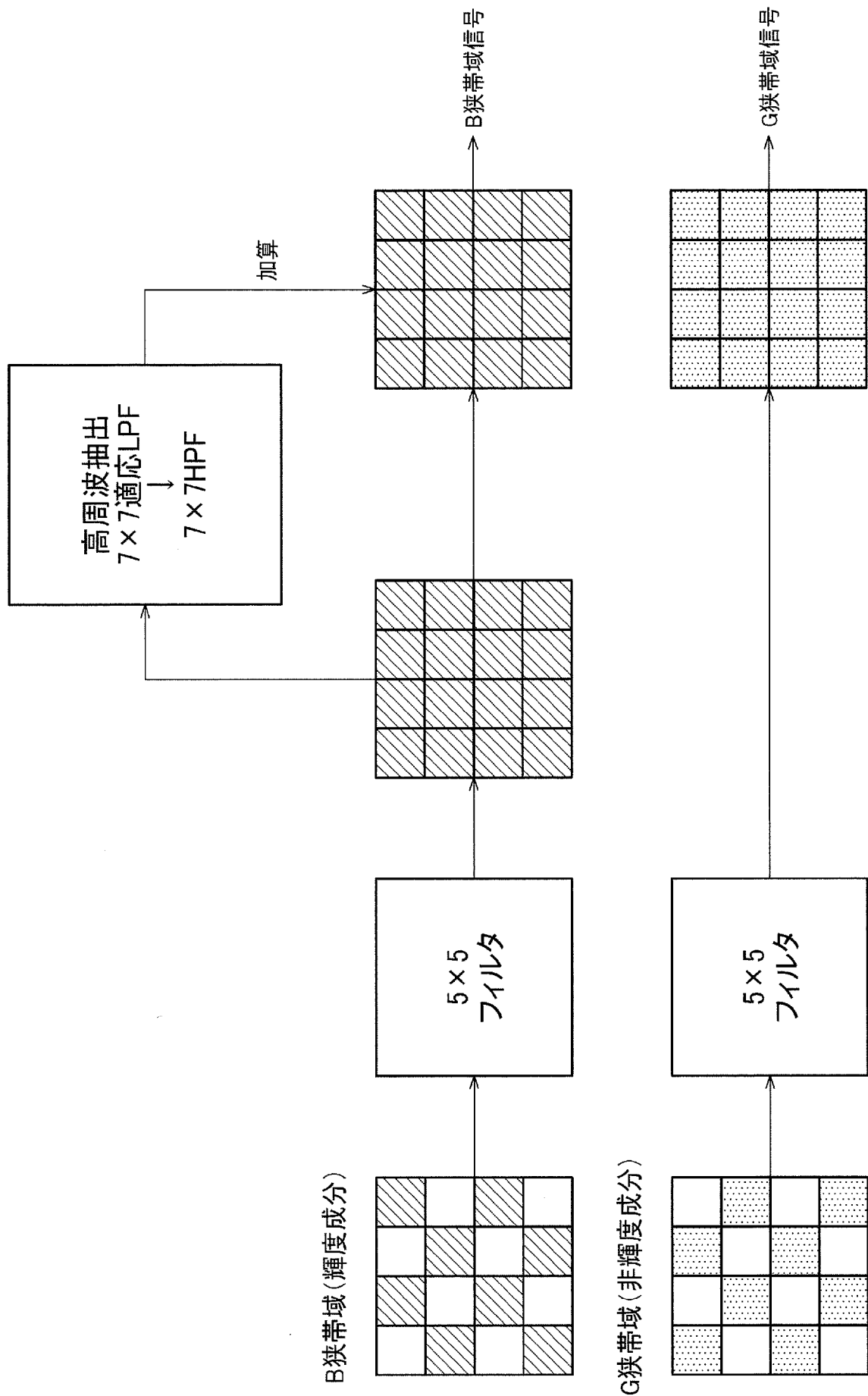
|      | G狭帯域<br>感度 | B狭帯域<br>感度 |                |
|------|------------|------------|----------------|
| MgCy | 1          | 2          | B狭帯域画素と<br>みなす |
| MgYe | 1          | 1          |                |
| GCy  | 2          | 1          | G狭帯域画素と<br>みなす |
| GYe  | 2          | 0          |                |

[図5]

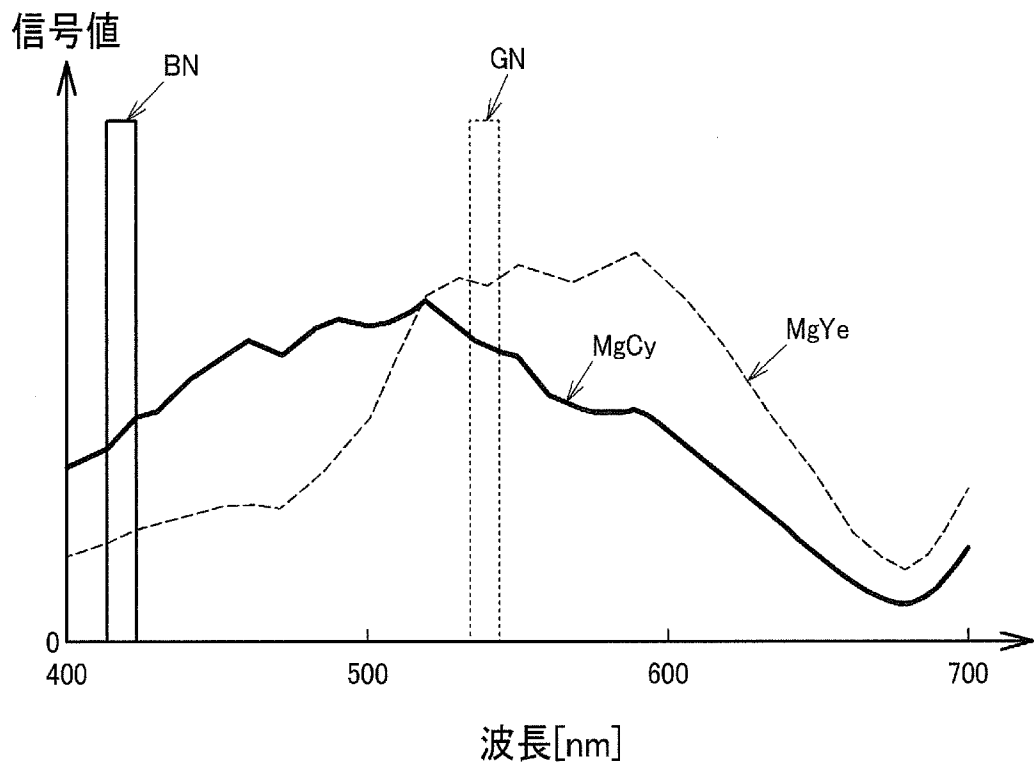


|   |    |
|---|----|
| G | Mg |
| B | G  |

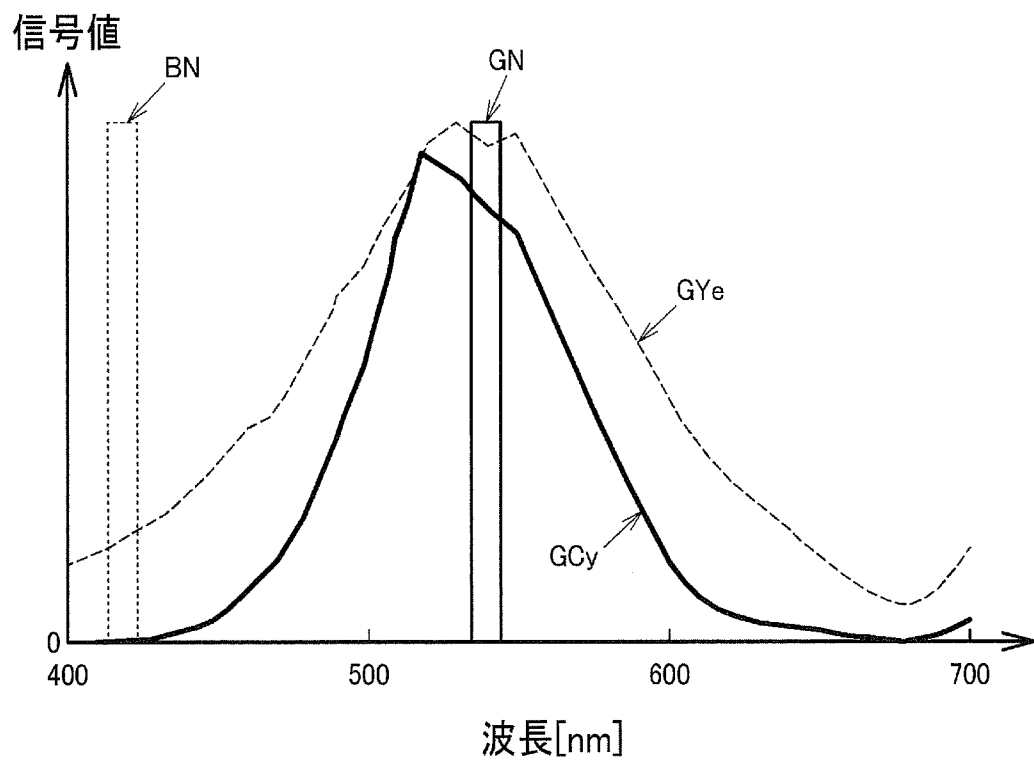
[図6]



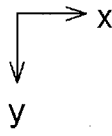
[図7]



[図8]

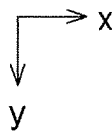


[図9]



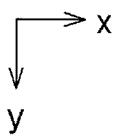
|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
|      | MgYe |      | MgYe |      |
| MgCy |      | MgCy |      | MgCy |
|      | MgYe |      | MgYe |      |
| MgCy |      | MgCy |      | MgCy |
|      | MgYe |      | MgYe |      |

[図10]



|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
|      | MgYe |      | MgYe |      |
| MgCy |      | MgCy |      | MgCy |
|      | MgYe |      | MgYe |      |
| MgCy |      | MgCy |      | MgCy |
|      | MgYe |      | MgYe |      |

[図11]



|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
|      | MgYe |      | MgYe |      |
| MgCy |      | MgCy |      | MgCy |
|      | MgYe |      | MgYe |      |
| MgCy |      | MgCy |      | MgCy |
|      | MgYe |      | MgYe |      |

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028542

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. A61B1/00 (2006.01) i, A61B1/045 (2006.01) i, H04N9/07 (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)

Int.Cl. A61B1/00-1/32, H04N9/04-9/11

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

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Published examined utility model applications of Japan   | 1922-1996 |
| Published unexamined utility model applications of Japan | 1971-2018 |
| Registered utility model specifications of Japan         | 1996-2018 |
| Published registered utility model applications of Japan | 1994-2018 |

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.   |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| X         | JP 2015-66132 A (FUJIFILM CORPORATION) 13 April 2015, paragraphs [0031], [0041], [0047], [0048],                                                                               | 1-2, 6, 8, 10-11, 13-17 |
| Y         | [0055]-[0065], [0069], [0070], fig. 11 & US 2015/0094537 A1, paragraphs [0053], [0063], [0069], [0070], [0077]-[0085], [0089]                                                  | 3-5, 7, 9, 12           |
| Y         | JP 2013-66146 A (SONY CORPORATION) 11 April 2013, paragraphs [0105]-[0107] & US 2014/0253808 A1, paragraphs [0295]-[0302] & WO 2013/031367 A1 & EP 2753082 A1 & CN 103765876 A | 3-5                     |



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  
02.10.2018

Date of mailing of the international search report  
16.10.2018

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

Authorized officer  
  
Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/028542

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                 | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | WO 2015/093295 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 25 June 2015, paragraphs [0026], [0045]-[0052] & US 2016/0270642 A1, paragraphs [0037], [0056]-[0063] & EP 3085301 A1 & CN 105828693 A                                                                     | 7, 9, 12              |
| A         | JP 2015-116328 A (OLYMPUS CORPORATION) 25 June 2015, paragraphs [0022]-[0025], [0036], [0063]-[0069] & US 2016/0270643 A1, paragraphs [0032]-[0035], [0046], [0072]-[0078] & WO 2015/093104 A1 & EP 3085300 A1 & CN 105792727 A                    | 1-17                  |
| A         | WO 2016/084257 A1 (OLYMPUS CORPORATION) 02 June 2016, paragraphs [0024]-[0029], [0038], [0049], [0050], [0061]-[0071], [0096]-[0106] & US 2017/0251915 A1, paragraphs [0040]-[0045], [0054], [0065], [0077]-[0092], [0120]-[0134] & CN 107005683 A | 1-17                  |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. A61B1/00(2006.01)i, A61B1/045(2006.01)i, H04N9/07(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（IPC））

Int.Cl. A61B1/00-1/32, H04N9/04-9/11

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   | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2018年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2018年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2018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<br>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<br>請求項の番号          |
|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| X               | JP 2015-66132 A（富士フイルム株式会社）2015.04.13,<br>[0031]、[0041]、[0047]～[0048]、[0055]<br>～[0065]、[0069]～[0070]、図11       | 1-2, 6, 8, 10-11, 13-17 |
| Y               | & US 2015/0094537 A1([0053], [0063], [0069]-[0070], [0077]-<br>[0085], [0089])                                  | 3-5, 7, 9, 12           |
| Y               | JP 2013-66146 A（ソニー株式会社）2013.04.11,<br>[0105]～[0107]<br>& US 2014/0253808 A1([0295]-[0302]) & WO 2013/031367 A1 | 3-5                     |

☑ 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

02.10.2018

国際調査報告の発送日

16.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/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）

佐藤 秀樹

2Q

3154

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

## C (続き) . 関連すると認められる文献

| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | & EP 2753082 A1 & CN 103765876 A<br><br>WO 2015/093295 A1 (オリンパス株式会社) 2015. 06. 25,<br>[0026], [0045]-[0052]<br>& US 2016/0270642 A1 ([0037], [0056]-[0063]) & EP 3085301 A1<br>& CN 105828693 A                         | 7, 9, 12       |
| A               | JP 2015-116328 A (オリンパス株式会社) 2015. 06. 25,<br>[0022] ~ [0025], [0036], [0063] ~ [0069]<br>& US 2016/0270643 A1 ([0032]-[0035], [0046], [0072]-[0078])<br>& WO 2015/093104 A1 & EP 3085300 A1 & CN 105792727 A            | 1-17           |
| A               | WO 2016/084257 A1 (オリンパス株式会社) 2016. 06. 02,<br>[0024]-[0029], [0038], [0049]-[0050], [0061]-[0071], [0096]-[0106]<br>& US 2017/0251915 A1 ([0040]-[0045], [0054], [0065], [0077]-[0092], [0120]-[0134]) & CN 107005683 A | 1-17           |