

(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
2017年10月12日(12.10.2017)



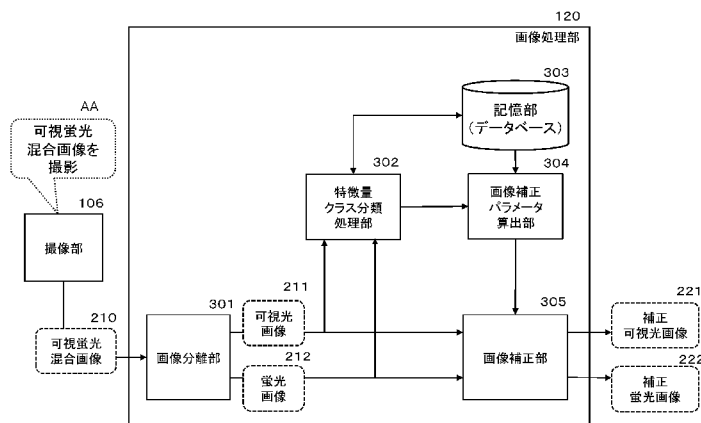
(10) 国際公開番号
WO 2017/175452 A1

- (51) 国際特許分類:
A61B 1/00 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)
A61B 1/04 (2006.01) G06T 5/50 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/002583
- (22) 国際出願日: 2017年1月25日(25.01.2017)
- (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 2016-075012 2016年4月4日(04.04.2016) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社(SONY CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 神尾 和憲(KAMIO, Kazunori); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
ズー イーウエン(ZHU, Yiwen); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
川合 拓郎(KAWAI, Takuro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
永野 隆浩(NAGANO, Takahiro); 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 宮田 正昭, 外(MIYATA, Masaaki et al.); 〒1040032 東京都中央区八丁堀三丁目25番9号 Daiwa八丁堀駅前ビル西館8階 特許業務法人 大同特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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), 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).

[続葉有]

(54) Title: IMAGE PROCESSING DEVICE, IMAGE PICKUP DEVICE, IMAGE PROCESSING METHOD, AND PROGRAM

(54) 発明の名称: 画像処理装置、撮像装置、および画像処理方法、並びにプログラム

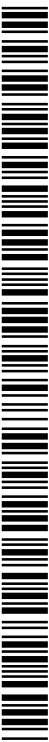


- 106 Image pickup unit
- 120 Image processing unit
- 210 Visible and fluorescent mixed image
- 211 Visible light image
- 212 Fluorescent image
- 221 Corrected visible light image
- 222 Corrected fluorescent image
- 301 Image separation unit
- 302 Feature amount class classification processing unit
- 303 Storage unit (database)
- 304 Image correction parameter calculation unit
- 305 Image correction unit
- AA Capture visible and fluorescent mixed image

(57) Abstract: Provided are a device and a method for executing processing of enhancing the quality of a fluorescent image. A fluorescent image and a visible light image are input to extract an image feature amount, and pixel value correction processing is executed on the fluorescent image on the basis of a correction parameter determined in accordance with the feature amount. The correction parameter used for the pixel value correction is determined by a correction parameter calculation unit on the basis of the feature amount. An image correction unit executes pixel value correction processing in which the correction parameter determined by the correction parameter calculation unit is applied. For example, blur condition information is acquired from a fluorescent image as a feature amount, and the image correction unit executes pixel value correction processing on the fluorescent image such that blur in the fluorescent image is reduced.

(57) 要約: 蛍光画像の高画質化処理を実行する装置、方法を提供する。蛍光画像と可視光画像を入力し、画像特徴量を抽出し、蛍光画像に対して、特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画

素値補正処理を実行する。画素値補正に利用する補正パラメータは、補正パラメータ算出部が、特徴量に基づいて決定する。画像補正部は、補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する。例えば、特徴量として、蛍光画像からぼけ状態情報を取得し、画像補正部は、蛍光画像のぼけを減少させるように、蛍光画像の画素値補正処理を実行する。



WO 2017/175452 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：

画像処理装置、撮像装置、および画像処理方法、並びにプログラム

技術分野

[0001] 本開示は、画像処理装置、撮像装置、および画像処理方法、並びにプログラムに関する。特に、可視画像と蛍光画像を利用した画像処理を行なう画像処理装置、撮像装置、および画像処理方法、並びにプログラムに関する。

背景技術

[0002] 生体内の画像を撮影する内視鏡として、通常のカラ－画像である可視光画像が利用されるが、昨今、可視光画像とは異なる蛍光画像の利用が進んでいる。

蛍光画像は、例えば、特定の波長領域からなる励起光を照射し、生体内の物質による反射光に含まれる蛍光を撮影することで得られる画像である。

蛍光画像は、例えば、生体内の病変に応じた強度の違い等を表現可能であり、蛍光画像を用いることにより、病気の進行状況の解析などを効果的に行うことができる。

[0003] なお、可視光画像と蛍光画像を用いた内視鏡装置については、例えば特許文献1（特開2010-82141号公報）、特許文献2（特開2011-200330号公報）、特許文献3（特開2013-248319号公報）等に記載がある。

[0004] しかし、蛍光画像は、通常の可視光画像に比較して画像のぼけが大きくなるという欠点がある。特に生体内の深い位置にある血管等の画像は、生体内で多くの散乱光が発生し、鮮明な画像が得られないという問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2010-82141号公報

特許文献2：特開2011-200330号公報

特許文献3：特開2013-248319号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本開示は、例えば、上記の問題点に鑑みてなされたものであり、例えばぼけの少ない蛍光画像を取得可能とした画像処理装置、撮像装置、および画像処理方法、並びにプログラ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

[0007] 本開示の第1の側面は、
蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量クラス分類処理部と、
前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正部を有する画像処理装置にある。

[0008] さらに、本開示の第2の側面は、
可視光画像と蛍光画像、または可視蛍光混合画像の撮像処理を行なう撮像部と、
前記撮像部の撮影画像を入力し、入力画像から可視光画像と蛍光画像を分離して出力する画像分離部と、
前記画像分離部の出力する蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量クラス分類処理部と、
前記画像分離部の出力する蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正部を有する撮像装置にある。

[0009] さらに、本開示の第3の側面は、
画像処理装置において実行する画像処理方法であり、
特徴量クラス分類処理部が、蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量算出ステップと、
画像補正部が、前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補

正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正ステップを実行する画像処理方法にある。

- [0010] さらに、本開示の第4の側面は、
画像処理装置において画像処理を実行させるプログラムであり、
特徴量クラス分類処理部に、蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出させ、
画像補正部に、前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行させるプログラムにある。

- [0011] なお、本開示のプログラムは、例えば、様々なプログラム・コードを実行可能な情報処理装置やコンピュータ・システムに対して、コンピュータ可読な形式で提供する記憶媒体、通信媒体によって提供可能なプログラムである。このようなプログラムをコンピュータ可読な形式で提供することにより、情報処理装置やコンピュータ・システム上でプログラムに応じた処理が実現される。

- [0012] 本開示のさらに他の目的、特徴や利点は、後述する本開示の実施例や添付する図面に基づくより詳細な説明によって明らかになるであろう。なお、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるものには限らない。

発明の効果

- [0013] 本開示の一実施例の構成によれば、蛍光画像の高画質化処理を実行する装置、方法が実現される。

具体的には、蛍光画像と可視光画像を入力し、画像特徴量を抽出し、蛍光画像に対して、特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する。画素値補正に利用する補正パラメータは、補正パラメータ算出部が、特徴量に基づいて決定する。画像補正部は、補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する。例えば、特徴量として、蛍光画像からぼけ態様情報を取得し、画像補正部は、蛍光画像のぼけを減少させるように、蛍光画像の画素値補正処理を実行する

。

これらの処理により、蛍光画像の高画質化処理を実行する装置、方法が実現される。

なお、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、また付加的な効果があってもよい。

図面の簡単な説明

- [0014] [図1] 蛍光画像について説明する図である。
- [図2] 画像処理装置の構成例について説明する図である。
- [図3] 画像処理部の構成と処理について説明する図である。
- [図4] 画像特徴量について説明する図である。
- [図5] 画像処理部の構成と処理について説明する図である。
- [図6] 画像処理部の構成と処理について説明する図である。
- [図7] 画像処理部の構成と処理について説明する図である。
- [図8] 画像処理部の実行する処理例について説明する図である。
- [図9] 画像処理部の実行する処理例について説明する図である。
- [図10] 画像処理部の構成と処理について説明する図である。
- [図11] 撮影画像と出力画像の対応関係例について説明する図である。
- [図12] 補間画像を用いた撮影画像と出力画像との対応関係例について説明する図である。
- [図13] 画像処理装置の構成例について説明する図である。
- [図14] 画像処理部の構成と処理について説明する図である。
- [図15] 撮影画像に基づく画像補正によって生成される出力画像との対応関係例について説明する図である。
- [図16] 画像処理装置の実行する処理シーケンスについて説明するフローチャートを示す図である。
- [図17] 画像処理装置の実行する処理シーケンスについて説明するフローチャートを示す図である。
- [図18] 画像処理装置の実行する処理シーケンスについて説明するフローチャ

ートを示す図である。

[図19]画像処理装置のハードウェア構成例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0015] 以下、図面を参照しながら本開示の画像処理装置、撮像装置、および画像処理方法、並びにプログラムの詳細について説明する。なお、説明は以下の項目に従って行う。

1. 蛍光画像の概要について
2. 本開示の画像処理装置の構成と処理について
3. 画像特徴量としてぼけ態様情報（PSF情報）を適用した高画質化処理を実行する構成について
4. 画像補間処理を実行して、補間画像を適用して高画質化処理としての画像補正を実行する構成について
5. 画像撮影シーケンスに応じた蛍光画像の補正処理態様の例について
6. 画像処理装置の実行する処理シーケンスについて
 - 6-1. 画像処理の基本シーケンスについて
 - 6-2. 可視光画像と蛍光画像を時分割撮影する構成における画像処理シーケンスについて
 - 6-3. 可視光画像と蛍光画像の各画像撮影モードを設定してモードに応じた画像を連続撮影する構成における画像処理シーケンスについて
7. 画像処理装置のハードウェア構成例について
8. 本開示の構成のまとめ

[0016] [1. 蛍光画像の概要について]

まず、蛍光画像の概要について説明する。

前述したように、生体内の画像を撮影する内視鏡として、通常のカラ一画像である可視光画像が利用されるが、昨今、可視光と異なる蛍光画像の利用が増加している。

蛍光画像は、特定波長の励起光を照射し、生体内の物質による反射光に含まれる蛍光を撮影した画像である。

蛍光画像は、例えば、生体内の病変に応じた強度の違い等を表現可能であり、蛍光画像を用いることにより、病気の進行状況の解析などを効果的に行うことができる。

[0017] 図1を参照して、蛍光画像の撮影構成について説明する。

蛍光画像は、特定波長の励起光を照射し、例えば血管等の生体組織から出力される蛍光を撮像素子に入力して撮影する画像である。

[0018] 図1(1)は、生体組織10内の比較的浅い部分にある血管11を撮影する構成例であり、(2)は、生体組織10内の比較的深い部分にある血管11を撮影する構成例を示している。

励起光が血管に照射されると、複数の散乱光が発生する。特に生体組織10の深い部分では、より多くの散乱光が発生し、その結果、撮像素子に撮影される蛍光画像のぼけが大きくなってしまいう問題がある。

[0019] 本開示の画像処理装置は、例えば蛍光画像のぼけを低減し、ぼけの少ない蛍光画像を生成可能とする。

以下、本開示の画像処理装置の構成と処理の詳細について説明する。

[0020] [2. 本開示の画像処理装置の構成と処理について]

図2以下を参照して本開示の画像処理装置の構成と処理について説明する。

図2は、本開示の画像処理装置100の一例である撮像装置の構成を示すブロック図である。

なお、本開示の画像処理装置は、撮像装置に限らず、例えば撮像装置の撮影画像を入力して画像処理を実行するPC等の情報処理装置も含まれる。

以下では、本開示の画像処理装置100の一例として、撮像装置の構成と処理について説明する。

以下の実施例において説明する撮影処理以外の画像処理は、撮像装置に限らず、PC等の情報処理装置において実行することも可能である。

[0021] 図2に示す撮像装置としての画像処理装置100は、制御部101、記憶部102、コーデック103、入力部104、出力部105、撮像部106

、画像処理部120を有する。

撮像部106は、通常のカラ一画像を構成する可視光領域の撮影光と、蛍光領域の撮影光の双方を含む可視蛍光混合画像を撮影する。

あるいは、通常のカラ一画像である可視光画像と、蛍光画像を個別に撮影する。例えばこれらの2種類の画像を交互に撮影する。

前述したように、蛍光画像は、生体内の物質からの反射光に含まれる蛍光成分を撮影した画像である。

[0022] 制御部101は、画像の撮影、撮影画像に対する信号処理、画像の記録処理、表示処理等、撮像装置100において実行する各種の処理を制御する。制御部101は、例えば記憶部102に格納された様々な処理プログラムに従った処理を実行するCPU等を備え、プログラムを実行するデータ処理部として機能する。

[0023] 記憶部102は、撮影画像の格納部、さらに、制御部101において実行する処理プログラムや、各種パラメータの記憶部、さらにデータ処理時のワークエリアとして機能するRAM、ROM等によって構成される。

コーデック103は、撮影画像の圧縮、伸長処理等の符号化、復号処理を実行する。

入力部104は、例えばユーザ操作部であり、撮影開始、終了、様々なモード設定等の制御情報を入力する。

出力部105は表示部、スピーカ等によって構成され、撮影画像、スルー画等の表示、音声出力等に利用される。

[0024] 画像処理部120は、撮像部106から撮影画像を入力し、入力画像の高画質化処理を実行する。

具体的には、例えば、高画質化した補正可視光画像151や、補正蛍光画像152を生成する。

[0025] 図3以下を参照して画像処理部120の構成と処理について説明する。

図3に示すように、本実施例の撮像部106は、通常のカラ一画像を構成する可視光領域の撮影光と、蛍光領域の撮影光の双方を含む可視蛍光混合画

像 2 1 0 を撮影する。撮像部 1 0 6 の撮影した可視蛍光混合画像 2 1 0 は、画像処理部 1 2 0 に入力される。

画像処理部 1 2 0 は、可視蛍光混合画像 2 1 0 を入力し、高画質化処理を施した補正可視光画像 2 2 1 と、補正蛍光画像 2 2 2 を生成して出力する。

[0026] 画像処理部 1 2 0 の実行する処理について説明する。

画像処理部 1 2 0 は、まず、撮像部 1 0 6 の撮影した可視蛍光混合画像 2 1 0 を、画像分離部 3 0 1 に入力し、可視蛍光混合画像 2 1 0 を、通常の RGB カラー画像と同様の可視光成分からなる可視光画像 2 1 1 と、蛍光成分のみからなる蛍光画像 2 1 2 に分離する。

これは、例えば、分離行列を適用したマトリクス演算によって実行される。

[0027] 画像分離部 3 0 1 における画像分離処理によって生成された可視光画像 2 1 1 と、蛍光画像 2 1 2 は、特徴量クラス分類処理部 3 0 2 と、画像補正部 3 0 5 に入力される。

[0028] 特徴量クラス分類処理部 3 0 2 は、可視光画像 2 1 1 と、蛍光画像 2 1 2 を入力し、これらの画像から画像の特徴量を抽出し、抽出した特徴量に基づくクラス分類処理を実行し、記憶部（データベース）に格納するとともに、特徴量データのクラス分類結果を画像補正パラメータ算出部 3 0 4 に入力する。

[0029] なお、クラス分類処理は、いわゆる機械学習におけるクラス分類処理である。

ここでは、画像から取得される特徴量に基づいて、どのような画像補正が高画質化処理に有効であるかの補正態様や補正パラメータを決定するためのクラス分類となる。

なお、記憶部（データベース）3 0 3 には、このクラス分類に適用するための教師データが格納されており、特徴量クラス分類処理部 3 0 2 は、記憶部（データベース）3 0 3 に格納された教師データを利用して、入力画像（可視光画像 2 1 1、蛍光画像 2 1 2）に対する高画質化処理に最適な補正態

様等を決定する。

補正態様の決定情報は、画像補正パラメータ算出部304に入力される。

[0030] 画像補正パラメータ算出部304は、特徴量クラス分類処理部302から入力する補正態様決定情報と、記憶部（データベース）303に格納された教師データを利用して、可視光画像211や蛍光画像212の高画質化処理を行なうための画像補正パラメータを決定する。

決定した画像補正パラメータは、画像補正部305に入力される。

[0031] 画像補正部305は、画像補正パラメータ算出部304から入力する画像補正パラメータを適用して可視光画像211や蛍光画像212の画像補正処理を実行して、高画質化処理の施された補正可視光画像221と、補正蛍光画像222を生成して出力する。

[0032] 特徴量クラス分類処理部302が、可視光画像211と、蛍光画像212から取得する特徴量データの例について、図4を参照して説明する。

図4には、特徴量クラス分類処理部302が、2つの画像の少なくともいずれかから抽出可能な以下の3種類の画像特徴量の例を示している。

(1) 点広がり関数 (PSF: Point Spread Function) (=ぼけ態様を示す関数)

(2) 輝度分布情報

(3) ノイズ情報

[0033] 「(1) 点広がり関数 (PSF: Point Spread Function) (=ぼけ態様を示す関数)」は、画像のぼけ量を示す関数である点広がり関数 (PSF) である。

図4(1)(b)の具体例に示すように、ある画素位置の画素値の周囲に対するひろがり度合い、すなわちぼけ量を示す関数である。

なお、この点広がり関数は、可視光画像211、または蛍光画像212の一方の画像のみから取得可能な画像特徴量である。

[0034] 「(2) 輝度分布情報」は、画像中の各画素の輝度値の分布情報である。図4(2)(b)の具体例には、横軸に画素位置、縦軸に輝度値を設定した

グラフ（輝度分布グラフ）を示している。

図に示す例は、グラフの左側が低輝度値であり、右側が高輝度値となっている。このような輝度分布は、例えば被写体の境界等のエッジ領域に相当する輝度分布である。

なお、このような輝度分布情報は、可視光画像 2 1 1、または蛍光画像 2 1 2 の一方の画像のみから取得可能な画像特徴量である。

[0035] 「(3) ノイズ情報」は、画像に含まれるノイズを示す情報である。カメラによる撮影画像には、ある程度のノイズが含まれている。

図 4 (3) (b) の具体例には、横軸に画素位置、縦軸に画素値を設定したグラフ（ノイズ分布グラフ）を示している。

このグラフに示すように、画素値は、本来の被写体の色や輝度に所定量のノイズを加算した値となる。なお、ノイズには高周波ノイズ、低周波ノイズ等、様々なタイプのノイズがある。

なお、このノイズ情報も、可視光画像 2 1 1、または蛍光画像 2 1 2 の一方の画像のみから取得可能な画像特徴量である。

[0036] 図 4 に示すこれら 3 つの画像特徴量は、特徴量クラス分類処理部 3 0 2 が、可視光画像 2 1 1、または蛍光画像 2 1 2 の少なくとも一方の画像から取得する特徴量データの例である。

特徴量クラス分類処理部 3 0 2 は、可視光画像 2 1 1、または蛍光画像 2 1 2 の少なくとも一方の画像から、図 4 に示す 3 つの画像特徴量の少なくともいずれかの特徴量を取得する。

[0037] 画像補正部 3 2 5 は、取得特徴量に基づいて、可視光画像 2 1 1 や蛍光画像 2 1 2 に対する高画質化処理としての画像補正処理を実行し、画質を改善した補正可視光画像 2 2 1、補正蛍光画像 2 2 2 を生成して出力する。

[0038] なお、図 3 に示す構成において、撮像部 1 0 6 は、通常のカラ一画像を構成する可視光領域の撮影光と、蛍光領域の撮影光の双方を含む可視蛍光混合画像 2 1 0 を撮影し、可視蛍光混合画像 2 1 0 を画像処理部 1 2 0 に入力する構成である。

画像処理部120は、画像分離部301において、可視蛍光混合画像210から可視光画像211と、蛍光画像212の2枚の画像を生成する。

[0039] 次に、撮像部106が、通常のカラ画像である可視光画像と、蛍光画像を個別に交互に撮影して画像処理部120に入力する場合の画像処理部120の構成と処理について図5を参照して説明する。

[0040] 図5に示す撮像部106は、通常のカラ画像に相当する可視光画像231と、蛍光画像232を個別に交互に撮影して画像処理部120に入力する。

画像処理部120は、可視光画像231と蛍光画像232を順次、入力し、これらの各画像に対して高画質化処理を施した補正可視光画像241と、補正蛍光画像242を生成して出力する。

[0041] 画像処理部120の実行する処理について説明する。

撮像部106が順次、撮影する可視光画像231と、蛍光画像232は、画像処理部120の画像分離部321に入力される。

画像分離部321は、制御部101の制御によって、撮像部106からの入力画像を時分割処理により、可視光画像233と、蛍光画像234に分離する。

例えばタイミング t_0 に入力する画像は、可視光画像、次のタイミング t_1 の入力画像は蛍光画像、さらに t_2 = 可視光画像、 t_3 = 蛍光画像、 \dots となる。

制御部101は、撮像部106の画像撮影タイミングに応じて、画像分離部321を制御し、可視光画像233と、蛍光画像234の分離処理を行なう。

[0042] 画像分離部321における画像分離処理によって生成された可視光画像233と、蛍光画像234は、特徴量クラス分類処理部322と、画像補正部325に入力される。

[0043] 特徴量クラス分類処理部322は、可視光画像233と、蛍光画像234を入力し、これらの画像から画像の特徴量を抽出し、抽出した特徴量に基づ

くクラス分類処理を実行し、記憶部（データベース）に格納するとともに、特徴量データのクラス分類結果を画像補正パラメータ算出部 3 2 4 に入力する。

[0044] なお、クラス分類処理は、いわゆる機械学習におけるクラス分類処理である。

ここでは、画像から取得される特徴量に基づいて、どのような画像補正が高画質化処理に有効であるかの補正態様を決定するためのクラス分類となる。

なお、記憶部（データベース） 3 2 3 には、このクラス分類に適用するための教師データが格納されており、特徴量クラス分類処理部 3 2 2 は、記憶部（データベース） 3 0 3 に格納された教師データを利用して、入力画像（可視光画像 2 3 3、蛍光画像 2 3 4）に対する高画質化処理に最適な補正態様を決定する。

補正態様の決定情報は、画像補正パラメータ算出部 3 2 4 に入力される。

[0045] 画像補正パラメータ算出部 3 2 4 は、特徴量クラス分類処理部 3 2 2 から入力する補正態様決定情報と、記憶部（データベース） 3 2 3 に格納された教師データを利用して、可視光画像 2 3 3 や蛍光画像 2 3 4 の高画質化処理を行なうための画像補正パラメータを決定する。

決定した画像補正パラメータは、画像補正部 3 2 5 に入力される。

[0046] 画像補正部 3 2 5 は、画像補正パラメータ算出部 3 2 4 から入力する画像補正パラメータを適用して可視光画像 2 3 3 や蛍光画像 2 3 4 の画像補正処理を実行して、高画質化処理の施された補正可視光画像 2 4 1 と、補正蛍光画像 2 4 2 を生成して出力する。

[0047] 特徴量クラス分類処理部 3 2 2 が、可視光画像 2 3 3 と、蛍光画像 2 3 4 から取得する特徴量データは、先に説明した図 4 に示すデータであり、例えば、以下のデータである。

(1) 点広がり関数 (PSF: Point Spread Function) (=ぼけ態様を示す関数)

(2) 輝度分布情報

(3) ノイズ情報

[0048] 図4に示すこれら3つの画像特徴量は、特徴量クラス分類処理部322が、可視光画像233、または蛍光画像234の少なくとも一方の画像から取得する特徴量データの例である。

[0049] 画像補正部325は、取得特徴量に基づいて、可視光画像233や蛍光画像234に対する高画質化処理としての画像補正処理を実行し、画質を改善した補正可視光画像241、補正蛍光画像242を生成して出力する。

[0050] [3. 画像特徴量としてぼけ態様情報（PSF情報）を適用した高画質化処理を実行する構成について]

図3や図5に示す画像処理部の特徴量クラス分類処理部は、先に図4を参照して説明したように、可視光画像や蛍光画像から、例えば以下の画像特徴量を抽出する。

(1) 点広がり関数（PSF：Point Spread Function）（＝ぼけ態様を示す関数）

(2) 輝度分布情報

(3) ノイズ情報

[0051] 図3や図5に示す画像処理部の画像補正部は、これらの特徴量に基づいて決定される補正態様や補正パラメータに従って、可視光画像や蛍光画像を高画質化するための画像補正処理を実行する。

以下、画像特徴量としてぼけ態様情報（PSF情報）を適用した高画質化処理を実行する構成について説明する。

[0052] 図6は、先に図3を参照して説明した画像処理部120の構成と同様の構成である。

すなわち、撮像部106が、通常のカラ一画像を構成する可視光領域の撮影光と、蛍光領域の撮影光の双方を含む可視蛍光混合画像210を撮影する。撮像部106の撮影した可視蛍光混合画像210は、画像処理部120に入力する。

画像処理部 120 は、可視蛍光混合画像 210 を入力し、高画質化処理を施した補正可視光画像 221 と、補正蛍光画像 222 を生成して出力する。

[0053] 図 6 に示す画像処理部 120 は、図 3 に示す画像処理部 120 の特徴量クラス分類処理部 302 を、PSF 推定部 330 に置き換え、さらに、画像補正パラメータ算出部 304 を、逆フィルタ算出部 340 に置き換えた構成に相当する。

[0054] 図 6 に示す画像処理部 120 の実行する処理について説明する。

画像処理部 120 は、まず、撮像部 106 の撮影した可視蛍光混合画像 210 を、画像分離部 301 に入力し、可視蛍光混合画像 210 を、通常の RGB カラー画像と同様の可視光成分からなる可視光画像 211 と、蛍光成分のみからなる蛍光画像 212 に分離する。

これは、例えば、分離行列を適用したマトリクス演算によって実行される。

[0055] 画像分離部 301 における画像分離処理によって生成された可視光画像 211 と、蛍光画像 212 は、PSF 推定部 330 と、画像補正部 305 に入力される。

[0056] PSF 推定部 330 は、可視光画像 211 と、蛍光画像 212 を入力し、これらの画像から画像の特徴量として、ぼけ態様情報としての点広がり関数 (PSF: Point Spread Function) を抽出し、抽出したぼけ態様情報 (PSF 情報) に基づくクラス分類処理を実行し、記憶部 (データベース) に格納するとともに、ぼけ態様情報 (PSF 情報) のクラス分類結果を逆フィルタ算出部 340 に入力する。

[0057] なお、クラス分類処理は、いわゆる機械学習におけるクラス分類処理である。

ここでは、画像から取得される特徴量に基づいて、どのような画像補正が高画質化処理に有効であるかの補正態様を決定するためのクラス分類となる。

なお、記憶部 (データベース) 303 には、このクラス分類に適用するた

めの教師データが格納されており、PSF推定部330は、記憶部（データベース）303に格納された教師データを利用して、入力画像（可視光画像211、蛍光画像212）に対する高画質化処理に最適な補正態様を決定する。

補正態様の決定情報は、逆フィルタ算出部340に入力される。

[0058] 逆フィルタ算出部340は、PSF推定部330から入力する補正態様決定情報と、記憶部（データベース）303に格納された教師データを利用して、可視光画像211や蛍光画像212の高画質化処理を行なうための逆フィルタ、すなわちぼけを解消するために適用する例えばウィナーフィルタ等の逆フィルタを生成する。

生成した逆フィルタは、画像補正部305に入力される。

[0059] 画像補正部305は、逆フィルタ算出部340から入力する逆フィルタを適用して可視光画像211や蛍光画像212の画像補正処理を実行して、高画質化処理の施された補正可視光画像221と、補正蛍光画像222を生成して出力する。

[0060] PSF推定部330、逆フィルタ算出部340、画像補正部305の実行する具体的な処理例について、図7を参照して説明する。

なお、図7を参照して説明する例は、補正対象を蛍光画像とした処理例である。

PSF推定部330は、蛍光画像212から、画像特徴量として点広がり関数（PSF）（＝ぼけ態様を示す態様を示す関数）を抽出し、逆フィルタ算出部340に出力する。

[0061] 逆フィルタ算出部340、および画像補正部305は、PSF推定部330が蛍光画像212から抽出した点広がり関数（PSF）（＝ぼけ態様を示す態様を示す関数）に基づいて、蛍光画像212を高画質化するための画像補正処理に適用する逆フィルタの生成処理と、逆フィルタを適用した画素値補正処理を実行する。

[0062] 図7には、PSF推定部330、逆フィルタ算出部340、および画像補

正部305の実行する処理をそれぞれ示している。

PSF推定部330は、図7に示すように、ステップS11において、蛍光画像212から画像特徴量としての点広がり関数(PSF)(=ぼけ態様を示す態様を示す関数)を取得する。

[0063] 点広がり関数(PSF)(=ぼけ態様を示す関数)は、先に図4(1)を参照して説明したように、画像のぼけ量を示す関数である。

図4(1)(b)の具体例に示すように、ある画素位置の画素値の周囲に対するひろがり度合い、すなわちぼけ量を示す関数である。

なお、ここでは、蛍光画像212を用いて点広がり関数(PSF)を取得している。

[0064] PSF推定部330が蛍光画像212から抽出した点広がり関数(PSF)情報は、逆フィルタ算出部340に入力される。

[0065] 逆フィルタ算出部340は、ステップS12において、PSF推定部330が蛍光画像212から抽出した点広がり関数(PSF)情報に基づいて、補正処理に適用する補正パラメータとして、ぼけ解消のためのフィルタである逆フィルタを構成する係数を算出する。すなわち、補正対象画素の周囲の参照画素に対して適用する乗算係数を算出する。

[0066] この逆フィルタ算出部340における補正パラメータの算出処理例について、図8、図9を参照して説明する。

[0067] 図8には、以下の各図を示している。

(a1) 補正前の画像の画素値分布例

(a2) タップ設定と、補正パラメータ(乗算係数 K_i)の例

(b) 補正後の画像の画素値分布例

[0068] (a1) 補正前の画像の画素値分布例は、補正対象画像である蛍光画像の画素値分布例である。

前述したように、蛍光画像は、例えば生体内部画像を撮影する場合、散乱光が多くなり、ぼけ量が多くなる。図8(a1)に示すように、画素値分布が、被写体輝度をなめらかに反映した分布となり、ぼけの大きな画像となる

。

[0069] 逆フィルタ算出部340は、このようなぼけの大きな蛍光画像を補正してぼけの少ないクリアな画像とする画像補正を行うための参照領域の設定（タップ選択）を行い、さらにぼけ解消のためのフィルタである逆フィルタを構成する係数、すなわち、補正対象画素の周囲の参照画素に対して適用する乗算係数 k_i を算出する。

[0070] 具体的には、例えば、蛍光画像212のぼけ量が大きい（広い）ほど広範囲の参照画素領域（タップ領域）を設定し、蛍光画像212のぼけを解消するために効果的な補正パラメータとしての乗算係数 k_i を決定する。

[0071] 図8の「(a2) タップ設定と、補正パラメータ（乗算係数 K_i ）の例」には、補正対象となる画素を中心として、その補正対象画素の画素値を補正するために用いる周囲の参照画素の位置と各参照画素に対する乗算係数 k_i の値を示している。

図に示す例では、補正対象画素を中心とする $3 \times 3 = 9$ 画素を示している。9個の画素位置に示す0, -1, 9は、逆フィルタ算出部340の算出した補正パラメータである乗算係数 k_i である。なお、 i は画素位置を示す画素位置識別子である。

[0072] タップ選択処理においては、補正対象画素の補正画素値を算出するために参照する画素位置をタップ位置として選択する。図に示す例では、-1または9の設定された画素位置がタップとなる。

さらに、逆フィルタ算出部340はタップ位置の画素値に乗算する乗算係数 k_i を算出する。図8(a2)に示す-1や9である。

[0073] なお、逆フィルタ算出部340の算出するフィルタはぼけを解消するためのフィルタであり、具体的には例えばウィナーフィルタ等を生成する。

逆フィルタ算出部340の生成した逆フィルタは、画像補正部305に入力される。

[0074] 画像補正部305は、逆フィルタ算出部340の生成した逆フィルタを用いて、蛍光画像212の補正画素値を算出する。具体的には、図7のステッ

プS 1 3 に示す以下の補正画素値算出式（式 1）を適用して補正対象画素の補正画素値 y を算出する。

以下の（式 1）に従って、補正画素値 y を算出する。

[0075] [数1]

$$y = \sum_{i=0}^n k_i \times x_i$$

・・・（式 1）

[0076] なお、上記（式 1）において、各記号は以下の意味を持つ。

y : 補正対象画素の補正画素値

x_i : 参照画素の画素値

i : 参照画素の画素識別子

k_i : 参照画素 i 対応の乗算係数

[0077] 補正対象画素は、例えば図 8（a 2）に示す $3 \times 3 = 9$ 画素の中心位置の画素である。

参照画素は、 $3 \times 3 = 9$ 画素の各画素であり、 x_i はこれらの各画素の画素値である。 i は画素の識別子である。9 個の画素を参照する場合、 $n = 8$ に設定され、 $i = 0 \sim 8$ の各画素の画素値を用いて、補正画素値 T が算出される。

k_i は、各画素位置 i に設定される画素値 x_i に対する乗算係数である。

上記（式 1）に従って補正対象画素の画素値を算出する。

[0078] なお、図 8（a 2）に示すタップ設定、補正パラメータ（乗算係数）の設定は一例であり、タップや、補正パラメータは、特徴量に応じて様々な設定に変更される。

[0079] 画像補正部 3 0 5 は、上記（式 1）に従って蛍光画像 2 1 2 の構成画素全

ての補正画素値を順次、算出し、算出した構成される補正蛍光画像 2 2 2 を生成して出力する。

[0080] 補正蛍光画像 2 2 2 の画素値分布例を図 8 (b) に示す。

補正蛍光画像 2 2 2 の画素値分布は、図 8 (a 1) に示す補正前の蛍光画像の画素値分布に比較して、画素値変化の勾配が急になり、ぼけが解消された画像となる。

[0081] これは、ぼけ解消フィルタとして係数を設定した逆フィルタを適用した画素値補正を行った結果である。

このように、蛍光画像のぼけ態様を示す特徴量である P S F 情報を用いて、蛍光画像の画素値を補正することで、ぼけの多い蛍光画像の高画質化、すなわちぼけ量を減少させた補正蛍光画像 2 2 2 を生成して出力することが可能となる。

[0082] なお、図 8 (a 1) , (a 2) に示す例は、比較的ぼけの広がり小さい場合のタップ設定と補正パラメータ (乗算係数 k_i) の設定例である。

[0083] タップ設定や、補正パラメータ (乗算係数 k_i) の設定は、特徴量として取得する P S F、すなわちぼけ態様に依じて変更される。

図 9 に、比較的ぼけの広がり大きい場合のタップ設定と補正パラメータ (乗算係数 K_i) の設定例を示す。

[0084] 図 9 (a 1) , (a 2) に示すように、ぼけ量大きい場合、参照判定とする画素領域を、より大きくするようなタップ設定とし、より広範囲の参照画素の画素値に基づいて補正画素値を決定する処理を行なう。

[0085] このように特徴量クラス分類処理部 3 0 2 として設定される P S F 推定部 3 3 0 の算出する点広がり関数 (P S F) 情報に基づいて、補正処理に適用する参照画素領域選択処理、すなわちタップ選択処理を実行し、また補正パラメータ (乗算係数) を算出して補正処理を行なうことで、ぼけ態様に依じた最適な画素値補正が可能となり、ぼけを減少させた高品質な補正蛍光画像を生成することが可能となる。

[0086] 次に、撮像部 1 0 6 が、通常のコラー画像である可視光画像と、蛍光画像

を個別に交互に撮影して画像処理部 120 に入力する場合の画像処理部 120 の構成と処理について図 10 を参照して説明する。

図 10 に示す画像処理装置の構成は先に図 5 を参照して画像処理装置の構成と同様の構成である。

図 10 に示す撮像部 106 は、通常のコラー画像に相当する可視光画像 231 と、蛍光画像 232 を個別に交互に撮影して画像処理部 120 に入力する。

画像処理部 120 は、可視光画像 231 と蛍光画像 232 を順次、入力し、これらの各画像に対して高画質化処理を施した補正可視光画像 241 と、補正蛍光画像 242 を生成して出力する。

[0087] 図 10 に示す画像処理部 120 は、図 5 に示す画像処理部 120 の特徴量クラス分類処理部 322 を、PSF 推定部 350 に置き換え、さらに、画像補正パラメータ算出部 324 を、逆フィルタ算出部 360 に置き換えた構成に相当する。

[0088] 図 10 に示す画像処理部 120 の実行する処理について説明する。

撮像部 106 が順次、撮影する可視光画像 231 と、蛍光画像 232 は、画像処理部 120 の画像分離部 321 に入力される。

画像分離部 321 は、制御部 101 の制御によって、撮像部 106 からの入力画像を時分割処理により、可視光画像 233 と、蛍光画像 234 に分離する。

例えばタイミング t_0 に入力する画像は、可視光画像、次のタイミング t_1 の入力画像は蛍光画像、さらに t_2 = 可視光画像、 t_3 = 蛍光画像、 \dots の設定となる。

制御部 101 は、撮像部 106 の画像撮影タイミングに応じて、画像分離部 321 を制御し、可視光画像 233 と、蛍光画像 234 の分離処理を行なう。

[0089] 画像分離部 301 における画像分離処理によって生成された可視光画像 233 と、蛍光画像 234 は、PSF 推定部 350 と、画像補正部 325 に入

力される。

[0090] P S F 推定部 3 5 0 は、可視光画像 2 3 3 と、蛍光画像 2 3 4 を入力し、これらの画像から画像の特徴量として、ぼけ態様情報としての点広がり関数 (P S F : P o i n t S p r e a d F u n c t i o n) を抽出し、抽出したぼけ態様情報 (P S F 情報) に基づくクラス分類処理を実行し、記憶部 (データベース) に格納するとともに、ぼけ態様情報 (P S F 情報) のクラス分類結果を逆フィルタ算出部 3 6 0 に入力する。

[0091] なお、クラス分類処理は、いわゆる機械学習におけるクラス分類処理である。

ここでは、画像から取得される特徴量に基づいて、どのような画像補正が高画質化処理に有効であるかの補正態様を決定するためのクラス分類となる。

なお、記憶部 (データベース) 3 2 3 には、このクラス分類に適用するための教師データが格納されており、 P S F 推定部 3 5 0 は、記憶部 (データベース) 3 2 3 に格納された教師データを利用して、入力画像 (可視光画像 2 3 3 、 蛍光画像 2 3 4) に対する高画質化処理に最適な補正態様を決定する。

補正態様の決定情報は、逆フィルタ算出部 3 6 0 に入力される。

[0092] 逆フィルタ算出部 3 6 0 は、 P S F 推定部 3 5 0 から入力する補正態様決定情報と、記憶部 (データベース) 3 2 3 に格納された教師データを利用して、可視光画像 2 3 3 や 蛍光画像 2 3 4 の高画質化処理を行なうための逆フィルタ、すなわちぼけを解消するために適用する例えばウィナーフィルタ等の逆フィルタを生成する。

生成した逆フィルタは、画像補正部 3 2 5 に入力される。

[0093] 画像補正部 3 2 5 は、逆フィルタ算出部 3 6 0 から入力する逆フィルタを適用して可視光画像 2 3 3 や 蛍光画像 2 3 4 の画像補正処理を実行して、高画質化処理の施された補正可視光画像 2 4 1 と、補正蛍光画像 2 4 2 を生成して出力する。

[0094] P S F 推定部 3 5 0、逆フィルタ算出部 3 6 0、画像補正部 3 2 5 の実行する具体的な処理例について、図 1 0 に示す処理ステップ S 2 1 ~ S 2 3 を参照して説明する。

なお、図 1 0 を参照して説明する例は、補正対象を蛍光画像とした処理例である。

[0095] 図 1 0 には、P S F 推定部 3 5 0、逆フィルタ算出部 3 6 0、および画像補正部 3 2 5 の実行する処理をステップ S 2 1 ~ S 2 3 として示している。

P S F 推定部 3 5 0 は、図 1 0 に示すように、ステップ S 2 1 において、蛍光画像 2 3 4 から画像特徴量としての点広がり関数 (P S F) (= ぼけ態様を示す態様を示す関数) を取得する。

[0096] 点広がり関数 (P S F) (= ぼけ態様を示す関数) は、先に図 4 (1) を参照して説明したように、画像のぼけ量を示す関数である。

図 4 (1) (b) の具体例に示すように、ある画素位置の画素値の周囲に対するひろがり度合い、すなわちぼけ量を示す関数である。

なお、ここでは、蛍光画像 2 3 4 を用いて点広がり関数 (P S F) を取得している。

[0097] P S F 推定部 3 5 0 が蛍光画像 2 3 4 から抽出した点広がり関数 (P S F) 情報は、逆フィルタ算出部 3 6 0 に入力される。

[0098] 逆フィルタ算出部 3 6 0 は、ステップ S 2 2 において、P S F 推定部 3 5 0 が蛍光画像 2 3 4 から抽出した点広がり関数 (P S F) 情報に基づいて、補正処理に適用する補正パラメータとして、ぼけ解消のためのフィルタである逆フィルタを構成する係数を算出する。すなわち、補正対象画素の周囲の参照画素に対して適用する乗算係数を算出する。

[0099] この逆フィルタ算出部 3 6 0 における補正パラメータの算出処理は、先に図 8、図 9 を参照して説明したと同様の処理である。

[0100] なお、逆フィルタ算出部 3 6 0 の算出するフィルタはぼけを解消するためのフィルタであり、具体的には例えばウィナーフィルタ等を生成する。

逆フィルタ算出部 3 6 0 の生成した逆フィルタは、画像補正部 3 2 5 に入

力される。

[0101] 画像補正部 325 は、逆フィルタ算出部 360 の生成した逆フィルタを用いて、蛍光画像 234 の補正画素値を算出する。具体的には、図 10 のステップ S23 に示す以下の補正画素値算出式（式 2）を適用して補正対象画素の補正画素値 y を算出する。

以下の（式 2）に従って、補正画素値 y を算出する。

[0102] [数 2]

$$y = \sum_{i=0}^n k_i \times x_i$$

・・・（式 2）

[0103] なお、上記（式 2）において、各記号は以下の意味を持つ。

y : 補正対象画素の補正画素値

x_i : 参照画素の画素値

i : 参照画素の画素識別子

k_i : 参照画素 i 対応の乗算係数

[0104] 補正対象画素は、例えば図 8（a 2）に示す $3 \times 3 = 9$ 画素の中心位置の画素である。

参照画素は、 $3 \times 3 = 9$ 画素の各画素であり、 x_i はこれらの各画素の画素値である。 i は画素の識別子である。9 個の画素を参照する場合、 $n = 8$ に設定され、 $i = 0 \sim 8$ の各画素の画素値を用いて、補正画素値 T が算出される。

k_i は、各画素位置 i に設定される画素値 x_i に対する乗算係数である。

上記（式 2）に従って補正対象画素の画素値を算出する。

[0105] このように特徴量クラス分類処理部302として設定されるPSF推定部350の算出する点広がり関数（PSF）情報に基づいて、補正処理に適用する参照画素領域選択処理、すなわちタップ選択処理を実行し、また補正パラメータ（乗算係数）を算出して補正処理を行なうことで、ぼけ態様に応じた最適な画素値補正が可能となり、ぼけを減少させた高品質な補正蛍光画像を生成することが可能となる。

[0106] なお、図6～図10を参照して説明した処理例では、蛍光画像に対するぼけ解消処理を中心として説明したが、同様の処理工程を可視光画像に適用することで可視光画像のぼけ解消を行うことも可能である。

[0107] [4. 画像補間処理を実行して、補間画像を適用して高画質化処理としての画像補正を実行する構成について]

次に、画像補間処理を実行して、補間画像を適用して高画質化処理としての画像補正を実行する構成について説明する。

[0108] 図2に示す画像処理装置100の撮像部106は、可視光画像、または蛍光画像、または可視光+蛍光画像等、異なる種類の画像を撮影する。

撮像部106が、異なる種類の画像撮影を実行する構成では、出力可能な可視光画像と、蛍光画像のフレームレートが一致するとは限らない。

例えば、撮像部106が、以下の2種類の異なる画像を交互に撮影する構成を想定する。

(a) 可視光画像

(b) 可視光+蛍光画像

具体的には、図11(1)に示す撮影画像の設定である。

[0109] 図11(1)に示す撮影画像の時系列シーケンスは以下の通りである。

時間t1では、可視光+蛍光画像(f1)を撮影する。

時間t2では、可視光画像(f2)を撮影する。

時間t3では、可視光+蛍光画像(f3)を撮影する。

時間t4では、可視光画像(f4)を撮影する。

時間t5では、可視光+蛍光画像(f5)を撮影する。

時間 t_6 では、可視光画像 (f_6) を撮影する。

以下、この繰り返しとなる。

[0110] このような設定で、画像撮影を行うと、

出力可能な画像は、図 11 (2) 出力画像の設定となる。すなわち、以下の設定である。

時間 t_1 では、可視光+蛍光画像 (f_1) の画像分離処理により、可視光画像 (f_1) と蛍光画像 (f_1) が得られる。

時間 t_2 では、蛍光画像は出力されず、可視光画像 (f_2) のみ出力される。

時間 t_3 では、可視光+蛍光画像 (f_3) の画像分離処理により、可視光画像 (f_3) と蛍光画像 (f_3) が得られる。

時間 t_4 では、蛍光画像は出力されず、可視光画像 (f_4) のみ出力される。

時間 t_5 では、可視光+蛍光画像 (f_5) の画像分離処理により、可視光画像 (f_5) と蛍光画像 (f_5) が得られる。

時間 t_6 では、蛍光画像は出力されず、可視光画像 (f_6) のみ出力される。

以下、この繰り返しとなる。

[0111] 図 11 に示す画像撮影処理を行なうと、出力される蛍光画像は、可視光画像のフレームレートの半分のフレームレートになってしまう。

このようなフレームレートの低下を防止し、さらに、高画質化処理を実行する画像処理装置の構成と処理について、図 12 以下を参照して説明する。

[0112] 図 12 は、本実施例の画像処理装置の実行する画像補間処理について説明する図である。

図 12 (1) は、図 11 (1) と同様の撮影画像の設定であり、撮影画像の時系列シーケンスは以下の通りである。

時間 t_1 では、可視光+蛍光画像 (f_1) を撮影する。

時間 t_2 では、可視光画像 (f_2) を撮影する。

時間 t_3 では、可視光+蛍光画像 (f_3) を撮影する。

時間 t_4 では、可視光画像 (f_4) を撮影する。

時間 t_5 では、可視光+蛍光画像 (f_5) を撮影する。

時間 t_6 では、可視光画像 (f_6) を撮影する。

以下、この繰り返しとなる。

[0113] 本実施例の構成では、図 12 (2) 出力画像に示すように、蛍光画像の撮影されないタイミング t_2 , t_4 , $t_6 \dots$ 、これらの各時間において、補間蛍光画像を生成する。

図 12 (2) に示す補間蛍光画像 (t_2)、補間蛍光画像 (t_4)、補間蛍光画像 (t_6) である。

[0114] このような画像補間処理を行なうことで、図 12 (2) に示す出力画像が得られる。すなわち、以下の設定である。

時間 t_1 では、可視光+蛍光画像 (f_1) の画像分離処理により、可視光画像 (f_1) と蛍光画像 (f_1) が得られる。

時間 t_2 では、可視光画像 (f_2) と補間蛍光画像 (f_2) が出力される。

時間 t_3 では、可視光+蛍光画像 (f_3) の画像分離処理により、可視光画像 (f_3) と蛍光画像 (f_3) が得られる。

時間 t_4 では、可視光画像 (f_4) と補間蛍光画像 (f_4) が出力される。

時間 t_5 では、可視光+蛍光画像 (f_5) の画像分離処理により、可視光画像 (f_5) と蛍光画像 (f_5) が得られる。

時間 t_6 では、可視光画像 (f_6) と補間蛍光画像 (f_6) が出力される。

以下、この繰り返しとなる。

[0115] このように、画像補間処理を行なうことで、出力される蛍光画像は、可視光画像のフレームレートと同じフレームレートにすることができる。

図 13 を参照して画像補間処理を行ない、かつ高画質化処理を行なう画像

処理部を有する画像処理装置の構成例と処理について説明する。

[0116] 図13に示す画像処理装置400の撮像部106は、図12(1)を参照して説明した撮影画像の撮影シーケンスで画像を撮影する。

図13には、以下の3つの時系列撮影画像フレームを示している。

(a) 時間 $t(n-1)$ の撮影画像フレーム = 可視光 + 蛍光画像 (F_{n-1}) 421、

(b) 時間 $t(n)$ の撮影画像フレーム = 可視光画像 (F_n) 422、

(c) 時間 $t(n+1)$ の撮影画像フレーム = 可視光 + 蛍光画像 (F_{n+1}) 423、

[0117] これらの連続する3つの画像フレーム421~423は、補間画像生成部410に入力される。

補間画像生成部410は、動き予測処理(ME)部411、補間画像推定部412、減算部413を有する。

[0118] 動き予測処理(ME)部411は、3つの画像フレーム421~423を入力し、これらの画像フレーム間の動き予測(ME: Motion Estimation)を実行し、動き情報を補間画像推定部412に入力する。

3つの画像フレーム421~423は、先に図12(1)撮影画素眉宇の撮影シーケンスに従って撮影された画像であり、それぞれ異なる撮影タイミングに撮影されている。従って、各画像に含まれる被写体の位置は、被写体の動きやぶれ等によってずれが発生している。

動き予測処理(ME)部411は、3つの画像フレーム421~423間の被写体位置ずれ量を算出して、これを動き情報として補間画像推定部412に入力する。

[0119] 補間画像推定部412は、3つの画像フレーム421~423を入力するとともに、動き予測処理(ME)部411から、これら3画像の動き情報を入力する。

補間画像推定部412は、動き予測処理(ME)部411から入力する3

画像の動き情報を適用して、3つの画像フレーム421~423の位置合わせを行う。すなわち各画像の同一座標位置に同一の被写体が位置するようずれを解消する位置合わせ処理を実行する。

なお、この位置合わせ処理に際しては、時間 $t(n)$ の撮影画像フレーム=可視光画像(F_n)422を基準フレームとして、この時間 $t(n)$ に撮影された可視光画像の被写体位置に他の画像フレームの被写体位置を一致させる処理を行なう。

[0120] 補間画像推定部412は、さらに、位置合わせ後の3つの画像フレーム421~423をブレンドして、時間 $t(n)$ の仮想的な撮影画像フレームである可視光+蛍光画像(F_n)を生成する。

[0121] 補間画像推定部412が生成した可視光+蛍光画像(F_n)は、減算部413に入力される。

減算部413は、補間画像推定部412が生成した可視光+蛍光画像(F_n)から、可視光画像(F_n)422を減算する処理を行なう。

この減算処理によって、補間蛍光画像(F_n)431を生成する。

補間蛍光画像(F_n)431は、実際には蛍光画像の撮影が実行されていない時間 $t(n)$ の撮影タイミングにおいて撮影された蛍光画像に相当する仮想的な画像である。

[0122] この時間 $t(n)$ の撮影タイミングにおける推定画像である補間蛍光画像(F_n)431と、実際に時間 $t(n)$ の撮影タイミングにおいて撮影された可視光画像(F_n)422が画像処理部450に入力される。

[0123] 画像処理部450の構成と処理について、図14を参照して説明する。

図14に示す画像処理部450の構成は、図3や図5他を参照して説明した画像処理部120から画像分離部を省略した構成に相当する。

[0124] 画像処理部450の実行する処理について説明する。

撮像部106から入力される可視光画像422と、補間画像生成部410の生成した補間蛍光画像431は、画像処理部450の特徴量クラス分類処理部451と、画像補正部454に入力される。

[0125] 特徴量クラス分類処理部451は、可視光画像422と、補間蛍光画像431を入力し、これらの画像から画像の特徴量を抽出し、抽出した特徴量に基づくクラス分類処理を実行し、記憶部（データベース）に格納するとともに、特徴量データのクラス分類結果を画像補正パラメータ算出部453に入力する。

[0126] なお、クラス分類処理は、いわゆる機械学習におけるクラス分類処理である。

ここでは、画像から取得される特徴量に基づいて、どのような画像補正が高画質化処理に有効であるかの補正態様を決定するためのクラス分類となる。

なお、記憶部（データベース）452には、このクラス分類に適用するための教師データが格納されており、特徴量クラス分類処理部451は、記憶部（データベース）303に格納された教師データを利用して、入力画像（可視光画像422、補間蛍光画像431）に対する高画質化処理に最適な補正態様を決定する。

補正態様の決定情報は、画像補正パラメータ算出部453に入力される。

[0127] 画像補正パラメータ算出部453は、特徴量クラス分類処理部451から入力する補正態様決定情報と、記憶部（データベース）452に格納された教師データを利用して、可視光画像422や、補間蛍光画像431の高画質化処理を行なうための画像補正パラメータを決定する。

決定した画像補正パラメータは、画像補正部454に入力される。

[0128] 画像補正部454は、画像補正パラメータ算出部453から入力する画像補正パラメータを適用して可視光画像422や、補間蛍光画像431の画像補正処理を実行して、高画質化処理の施された補正可視光画像471と、補正蛍光画像472を生成して出力する。

[0129] 特徴量クラス分類処理部451が、可視光画像422や、補間蛍光画像431から取得する特徴量データは、先に説明した図4に示すデータであり、例えば、以下のデータである。

(1) 点広がり関数 (PSF: Point Spread Function) (=ぼけ態様を示す関数)

(2) 輝度分布情報

(3) ノイズ情報

[0130] 図4に示すこれら3つの画像特徴量は、特徴量クラス分類処理部451が、可視光画像422と、補間蛍光画像431の少なくとも一方の画像から取得する特徴量データの例である。

[0131] 画像補正部454は、取得特徴量に基づいて、可視光画像422や、補間蛍光画像431に対する高画質化処理としての画像補正処理を実行し、画質を改善した補正可視光画像471、補正蛍光画像472を生成して出力する。

[0132] [5. 画像撮影シーケンスに応じた蛍光画像の補正処理態様の例について]

次に、図15を参照して画像撮影シーケンスに応じた蛍光画像の補正処理態様の例について説明する。

先に図11、図12を参照して説明したように、例えば図2に示す画像処理装置100の撮像部106は、可視光画像、蛍光画像、あるいは可視光+蛍光画像等の異なるタイプの画像を撮影する構成であり、これらの画像撮影タイミングやシーケンスは様々な設定が想定される。

[0133] 一例として、図15(1)撮影画像に示すような撮影シーケンスも想定される。

図15(1)に示す撮影画像のシーケンスは、

複数の可視光画像フレームと、複数の蛍光画像フレームを交互に撮影する画像撮影シーケンスである。

[0134] このような画像撮影シーケンスでは、例えば蛍光画像(f4)についての高画質化処理は、先に図5を参照して説明した画像処理部の構成を適用して、直前の撮影画像フレームである可視光画像(f3)を適用して実行することができる。

しかし、蛍光画像（f 5）～蛍光画像（f 7）の3つの画像フレームについては、これら3つの画像フレームの撮影タイミングの直前に撮影されている可視光画像が存在しない。

従って、図5を参照して説明した2つの連続撮影画像フレームを適用した高画質化処理を行なうことができなくなる。

[0135] このような場合には、図15に示すような画像補正処理を実行する。

具体的には、可視光画像（f 3）と蛍光画像（f 4）に基づいて画像特徴量クラス分類処理部501が決定した画像補正態様と、画像補正パラメータ算出部502が決定した補正パラメータを適用して、蛍光画像（f 4）のみならず、その後に連続撮影される蛍光画像（f 5）～蛍光画像（f 7）の画像補正も実行する。

[0136] このような処理により、図15（2）に示すように、出力画像として、補正蛍光画像（f 4）～補正蛍光画像（f 7）を生成して出力することができる。

すなわち、可視光画像と蛍光画像が交互に撮影されていない場合でも、高画質化された補正蛍光画像を生成して出力することが可能となる。

[0137] [6. 画像処理装置の実行する処理シーケンスについて]

次に、図16以下に示すフローチャートを参照して、本開示の画像処理装置の実行する処理シーケンスについて説明する。

[0138] [6-1. 画像処理の基本シーケンスについて]

まず、図16に示すフローチャートを参照して、本開示の画像処理装置の実行する基本シーケンスについて説明する。

図16は、画像処理装置において実行する基本的な処理シーケンスを説明するフローチャートである。

[0139] 図16に示すフローに従った処理は、例えば画像処理装置の記憶部に格納されたプログラムに従ってプログラム実行機能を有する制御部の制御の下に実行される。

以下、図16に示すフローの各ステップの処理について、順次、説明する

。

[0140] (ステップS101～S102)

ステップS101～S102は、画像撮影処理である。

例えば図2、図3、図5他に示す撮像部106における画像撮影処理である。

撮影画像は、可視光画像と蛍光画像、あるいは可視蛍光混合画像の撮影処理として実行される。

[0141] ステップS101の光源照射は、可視光画像を撮影するための可視光の照射処理と、蛍光画像を撮影するための励起光の照射処理を含む。

ステップS102の撮影処理は、これらの光源照射の下における画像撮影処理であり、可視光画像と蛍光画像、あるいは可視蛍光混合画像の撮影処理である。

[0142] (ステップS103)

ステップS103～S106の処理は、例えば図2、図3、図5他に示す画像処理部における画像処理である。

[0143] ステップS103において、可視光画像と蛍光画像の分離処理を実行する。

。

この処理は、例えば図3における画像分離部301や、図5に示す画像分離部321において実行される。

図3に示す例では、撮像部106の撮影した可視蛍光混合画像210を、画像分離部301に入力し、可視蛍光混合画像210を、通常のRGBカラー画像と同様の可視光成分からなる可視光画像211と、蛍光成分のみからなる蛍光画像212に分離する。

これは、例えば、分離行列を適用したマトリクス演算によって実行される。

。

[0144] 図5に示す例では、撮像部106が順次、撮影する可視光画像231と、蛍光画像232は、画像処理部120の画像分離部321に入力される。

画像分離部321は、制御部101の制御によって、撮像部106からの

入力画像を時分割処理により、可視光画像 2 3 3 と、蛍光画像 2 3 4 に分離する。

[0145] (ステップ S 1 0 4)

次に、ステップ S 1 0 4 において画像からの特徴量抽出を行う。

この処理は、例えば図 3、図 5 に示す特徴量クラス分類処理部の実行する処理である。

特徴量クラス分類処理部は、可視光画像と、蛍光画像を入力し、これらの画像から画像の特徴量を抽出し、抽出した特徴量に基づくクラス分類処理を実行し、記憶部（データベース）に格納するとともに、特徴量データのクラス分類結果を画像補正パラメータ算出部に入力する。

[0146] なお、特徴量クラス分類処理部が画像から抽出する特徴量は、例えば、ぼけ状態情報である点広がり関数（PSF：Point Spread Function）（＝ぼけ状態を示す関数）等の特徴量である。

なお、その他の特徴量としては、例えば先に図 4 を参照して説明したように、輝度分布情報や、ノイズ情報等がある。

[0147] (ステップ S 1 0 5)

次に、ステップ S 1 0 5 において、補正パラメータ算出処理を実行する。

この処理は、例えば図 3、図 5 に示す画像補正パラメータ算出部の実行する処理である。

[0148] 画像補正パラメータ算出部は、特徴量クラス分類処理部から入力する補正状態決定情報と、記憶部（データベース）に格納された教師データを利用して、可視光画像や蛍光画像の高画質化処理を行なうための画像補正パラメータを決定する。

決定した画像補正パラメータは、画像補正部に入力される。

[0149] なお、画像補正パラメータ算出部の算出する補正パラメータの一つの具体例は、ぼけを解消するための逆フィルタの設定パラメータである乗算係数である。

画像補正パラメータ算出部は、例えばウィナーフィルタ等のぼけ解消に適

用する逆フィルタを生成する。

[0150] (ステップS106)

最後にステップS106において、画像補正処理を実行する。

この処理は、例えば図3、図5に示す画像補正部の実行する処理である。

[0151] 画像補正部は、画像補正パラメータ算出部から入力する画像補正パラメータを適用して可視光画像や蛍光画像の画像補正処理を実行して、高画質化処理の施された補正可視光画像、または補正蛍光画像を生成して出力する。

[0152] なお、補正処理の具体例は、ウィナーフィルタ等のぼけ解消処理を実行する逆フィルタを適用した画素値補正処理である。

例えば、先に図6～図10を参照して説明したぼけ解消処理が実行される。

この画像補正処理によってぼけの解消された高画質化された補正画像が出力される。

[0153] なお、図6～図10を参照して説明した処理例では、蛍光画像に対するぼけ解消処理を中心として説明したが同様の処理工程を可視光画像に適用することで可視光画像のぼけ解消を行うことも可能である。

[0154] [6-2. 可視光画像と蛍光画像を時分割撮影する構成における画像処理シーケンスについて]

次に、図17に示すフローチャートを参照して、可視光画像と蛍光画像を時分割撮影する構成における画像処理シーケンスについて説明する。

この処理シーケンスは、例えば先に説明した図5や図10に示す構成のように、撮像部106が可視光画像と蛍光画像を交互に撮影して画像処理部に入力して画像処理を実行する構成における処理シーケンスである。

[0155] 図17に示すフローに従った処理は、例えば画像処理装置の記憶部に格納されたプログラムに従ってプログラム実行機能を有する制御部の制御の下に実行される。

以下、図17に示すフローの各ステップの処理について、順次、説明する。

[0156] (ステップS201)

まず、ステップS201において、制御部が可視光画像の撮影タイミングであるか蛍光画像の撮影タイミングであるかを判断する。

可視光画像の撮影タイミングであると判定した場合はステップS202に進む。

一方、蛍光画像の撮影タイミングであると判定した場合はステップS204に進む。

[0157] (ステップS202～S203)

ステップS201において、制御部が可視光画像の撮影タイミングであると判定した場合、ステップS202～S203において、撮像部は、制御部の制御の下、可視光画像撮影に必要な光照射処理と可視光画像撮影処理を行なう。

[0158] (ステップS204～S205)

一方、ステップS201において、制御部が蛍光画像の撮影タイミングであると判定した場合、ステップS204～S205において、撮像部は、制御部の制御の下、蛍光画像撮影に必要な光照射処理と蛍光画像撮影処理を行なう。

[0159] (ステップS206)

次に、ステップS206において、制御部は、可視光画像と蛍光画像の1組の画像ペアの撮影が完了したか否かを判定する。

可視光画像と蛍光画像の1組の画像ペアの撮影が完了していない場合は、ステップS201に戻り、ステップS201以下の処理を繰り返す。

一方、可視光画像と蛍光画像の1組の画像ペアの撮影が完了したと判定すると、ステップS207に進む。

[0160] (ステップS207)

ステップS207～S209の処理は、例えば図5や図10等を示す画像処理部において実行する画像処理である。

[0161] ステップS207において、画像からの特徴量抽出を行う。

この処理は、例えば図5に示す特徴量クラス分類処理部の実行する処理である。

特徴量クラス分類処理部は、可視光画像と、蛍光画像を入力し、これらの画像から画像の特徴量を抽出し、抽出した特徴量に基づくクラス分類処理を実行し、記憶部（データベース）に格納するとともに、特徴量データのクラス分類結果を画像補正パラメータ算出部に入力する。

[0162] なお、特徴量クラス分類処理部が画像から抽出する特徴量は、例えば、ぼけ態様情報である点広がり関数（PSF：Point Spread Function）（＝ぼけ態様を示す関数）等の特徴量である。

なお、その他の特徴量としては、例えば先に図4を参照して説明したように、輝度分布情報や、ノイズ情報等がある。

[0163] （ステップS208）

次に、ステップS208において、補正パラメータ算出処理を実行する。

この処理は、例えば図5に示す画像補正パラメータ算出部の実行する処理である。

[0164] 画像補正パラメータ算出部は、特徴量クラス分類処理部から入力する補正態様決定情報と、記憶部（データベース）に格納された教師データを利用して、可視光画像や蛍光画像の高画質化処理を行なうための画像補正パラメータを決定する。

決定した画像補正パラメータは、画像補正部に入力される。

[0165] なお、画像補正パラメータ算出部の算出する補正パラメータの一つの具体例は、ぼけを解消するための逆フィルタの設定パラメータである乗算係数である。

画像補正パラメータ算出部は、例えばウィナーフィルタ等のぼけ解消に適用する逆フィルタを生成する。

[0166] （ステップS209）

最後にステップS209において、画像補正処理を実行する。

この処理は、例えば図5に示す画像補正部の実行する処理である。

[0167] 画像補正部は、画像補正パラメータ算出部から入力する画像補正パラメータを適用して可視光画像や蛍光画像の画像補正処理を実行して、高画質化処理の施された補正可視光画像、または補正蛍光画像を生成して出力する。

[0168] なお、補正処理の具体例は、ウィナーフィルタ等のぼけ解消処理を実行する逆フィルタを適用した画素値補正処理である。

例えば、先に図6～図10を参照して説明したぼけ解消処理が実行される

。

この画像補正処理によってぼけの解消された高画質化された補正画像が出力される。

[0169] なお、図6～図10を参照して説明した処理例では、蛍光画像に対するぼけ解消処理を中心として説明したが同様の処理工程を可視光画像に適用することで可視光画像のぼけ解消を行うことも可能である。

[0170] [6-3. 可視光画像と蛍光画像の各画像撮影モードを設定してモードに応じた画像を連続撮影する構成における画像処理シーケンスについて]

次に、図18に示すフローチャートを参照して、可視光画像と蛍光画像の各画像撮影モードを設定してモードに応じた画像を連続撮影する構成における画像処理シーケンスについて説明する。

この処理シーケンスは、例えば先に図15を参照して説明した画像撮影処理を実行する場合の処理シーケンスである。

[0171] すなわち、図18に示すフローは、図15(1)撮影画像の画像シーケンスに示すように、可視光画像の連続撮影を実行する可視光画像撮影モードと、蛍光画像の連続撮影を行う蛍光画像撮影モードが交互に切り替えられる設定である場合の処理を説明するフローである。

[0172] 図18に示すフローに従った処理は、例えば画像処理装置の記憶部に格納されたプログラムに従ってプログラム実行機能を有する制御部の制御の下に実行される。

以下、図18に示すフローの各ステップの処理について、順次、説明する

。

[0173] (ステップS301)

まず、ステップS301において、制御部が、現在の撮影モードが、可視光画像を連続撮影する可視光画像撮影モードであるか、あるいは蛍光画像を連続撮影する蛍光画像撮影モードであるかを判断する。

[0174] 可視光画像撮影モードであると判定した場合はステップS302に進む。

一方、蛍光画像撮影モードであると判定した場合はステップS304に進む。

[0175] (ステップS302～S303)

ステップS301において、制御部が可視光画像撮影モードであると判定した場合、ステップS302～S303において、撮像部は、制御部の制御の下、可視光画像撮影に必要な光照射処理と可視光画像撮影処理を行なう。

[0176] (ステップS304～S305)

一方、ステップS301において、制御部が蛍光画像撮影モードであると判定した場合、ステップS304～S305において、撮像部は、制御部の制御の下、蛍光画像撮影に必要な光照射処理と蛍光画像撮影処理を行なう。

[0177] (ステップS306)

次に、ステップS306において、制御部は、可視光画像と蛍光画像の連続撮影画像ペアが取得されたか否かを判定する。

可視光画像と蛍光画像の連続撮影画像ペアが取得されたと判定されるタイミングは、例えば図15に示す蛍光画像(f4)の取得タイミングである。

[0178] 可視光画像と蛍光画像の1組の連続撮影画像ペアの取得タイミングでない場合は、ステップS301に戻り、ステップS301以下の処理を繰り返す。

。

一方、可視光画像と蛍光画像の1組の連続撮影画像ペアが取得されたと判定すると、ステップS307に進む。

[0179] (ステップS307)

ステップS307～S309の処理は、例えば図2、図3、図5等に示す画像処理部において実行する画像処理である。

[0180] ステップS307において、画像からの特徴量抽出を行う。

この処理は、例えば図3、図5等に示す特徴量クラス分類処理部の実行する処理である。

特徴量クラス分類処理部は、可視光画像と、蛍光画像を入力し、これらの画像から画像の特徴量を抽出し、抽出した特徴量に基づくクラス分類処理を実行し、記憶部（データベース）に格納するとともに、特徴量データのクラス分類結果を画像補正パラメータ算出部に入力する。

[0181] なお、特徴量クラス分類処理部が画像から抽出する特徴量は、例えば、ぼけ態様情報である点広がり関数（PSF：Point Spread Function）（＝ぼけ態様を示す関数）等の特徴量である。

なお、その他の特徴量としては、例えば先に図4を参照して説明したように、輝度分布情報や、ノイズ情報等がある。

[0182] （ステップS308）

次に、ステップS308において、補正パラメータ算出処理を実行する。

この処理は、例えば図3、図5等に示す画像補正パラメータ算出部の実行する処理である。

[0183] 画像補正パラメータ算出部は、特徴量クラス分類処理部から入力する補正態様決定情報と、記憶部（データベース）に格納された教師データを利用して、可視光画像や蛍光画像の高画質化処理を行なうための画像補正パラメータを決定する。

決定した画像補正パラメータは、画像補正部に入力される。

[0184] なお、画像補正パラメータ算出部の算出する補正パラメータの一つの具体例は、ぼけを解消するための逆フィルタの設定パラメータである乗算係数である。

画像補正パラメータ算出部は、例えばウィナーフィルタ等のぼけ解消に適用する逆フィルタを生成する。

[0185] (ステップS309)

最後にステップS309において、画像補正処理を実行する。

この処理は、例えば図3、図5等を示す画像補正部の実行する処理である。

[0186] 画像補正部は、画像補正パラメータ算出部から入力する画像補正パラメータを適用して可視光画像や蛍光画像の画像補正処理を実行して、高画質化処理の施された補正可視光画像、または補正蛍光画像を生成して出力する。

[0187] なお、補正処理の具体例は、ウィナーフィルタ等のぼけ解消処理を実行する逆フィルタを適用した画素値補正処理である。

例えば、先に図6～図10を参照して説明したぼけ解消処理が実行される。

この画像補正処理によってぼけの解消された高画質化された補正画像が出力される。

[0188] なお、図6～図10を参照して説明した処理例では、蛍光画像に対するぼけ解消処理を中心として説明したが同様の処理工程を可視光画像に適用することで可視光画像のぼけ解消を行うことも可能である。

[0189] (ステップS310)

次に、ステップS310において、画像撮影モードの切り換えが発生したか否かを判定する。

[0190] 画像撮影モードの切り換えが発生していないと判定した場合、すなわち継続的に同一種類の画像撮影が行われている場合は、ステップS309に戻り、その画像に対する画像補正を行う。この画像補正は、ステップS306で取得された可視光画像と蛍光画像の連続撮影画像ペアに基づいて決定された補正態様と補正パラメータを利用して実行される。

[0191] この処理は、例えば、図15に示す蛍光画像(f5)～蛍光画像(f7)に対する画像補正処理に相当する。

図15に示す蛍光画像(f5)～蛍光画像(f7)に対する画像補正は、可視光画像(f3)と蛍光画像(f4)に基づいて決定された補正態様と補

正パラメータを利用して実行される。

[0192] ステップS310において、画像撮影モードの切り換えが発生したと判定すると、ステップS301に戻り、ステップS301以下の処理を実行する。

[0193] このフローに従った処理により、先に説明した図15に示すような画像撮影シーケンスを実行した場合でも、全ての画像に対する画像補正を行うことができる。

[0194] [7. 画像処理装置のハードウェア構成例について]

次に、図19を参照して画像処理装置のハードウェア構成例について説明する。

図19は、本開示の処理を実行する画像処理装置のハードウェア構成例を示す図である。

[0195] CPU (Central Processing Unit) 601は、ROM (Read Only Memory) 602、または記憶部608に記憶されているプログラムに従って各種の処理を実行する制御部やデータ処理部として機能する。例えば、上述した実施例において説明したシーケンスに従った処理を実行する。RAM (Random Access Memory) 603には、CPU 601が実行するプログラムやデータなどが記憶される。これらのCPU 601、ROM 602、およびRAM 603は、バス604により相互に接続されている。

[0196] CPU 601はバス604を介して入出力インタフェース605に接続され、入出力インタフェース605には、撮像部621の撮影画像の入力を行うとともに、ユーザ入力可能な各種スイッチ、キーボード、マウス、マイクロホンなどよりなる入力部606、表示部622やスピーカなどに対するデータ出力を実行する出力部607が接続されている。CPU 601は、入力部606から入力される指令に対応して各種の処理を実行し、処理結果を例えば出力部607に出力する。

[0197] 入出力インタフェース605に接続されている記憶部608は、例えばハ

ードディスク等からなり、CPU 601が実行するプログラムや各種のデータを記憶する。通信部609は、Wi-Fi通信、ブルートゥース（登録商標）通信、その他インターネットやローカルエリアネットワークなどのネットワークを介したデータ通信の送受信部として機能し、外部の装置と通信する。

[0198] 入出カインタフェース605に接続されているドライブ610は、磁気ディスク、光ディスク、光磁気ディスク、あるいはメモリカード等の半導体メモリなどのリムーバブルメディア611を駆動し、データの記録あるいは読み取りを実行する。

[0199] [8. 本開示の構成のまとめ]

以上、特定の実施例を参照しながら、本開示の実施例について詳解してきた。しかしながら、本開示の要旨を逸脱しない範囲で当業者が実施例の修正や代用を成し得ることは自明である。すなわち、例示という形態で本発明を開示してきたのであり、限定的に解釈されるべきではない。本開示の要旨を判断するためには、特許請求の範囲の欄を参酌すべきである。

[0200] なお、本明細書において開示した技術は、以下のような構成をとることができる。

(1) 蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量クラス分類処理部と、

前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正部を有する画像処理装置。

[0201] (2) 前記画像処理装置は、さらに、

前記画像補正部における画素値補正に利用する補正パラメータを、前記特徴量に基づいて決定する補正パラメータ算出部を有し、

前記画像補正部は、

前記補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する(1)に記載の画像処理装置。

[0202] (3) 前記特徴量クラス分類処理部は、

前記蛍光画像からぼけ態様情報を取得し、
前記画像補正部は、
前記蛍光画像のぼけを減少させるように、前記蛍光画像の画素値補正処理
を実行する（１）または（２）に記載の画像処理装置。

[0203] （４） 前記画像処理装置は、さらに、
前記画像補正部における画素値補正に利用する補正パラメータを、前記特
徴量に基づいて決定する補正パラメータ算出部を有し、
前記補正パラメータ算出部は、前記蛍光画像のぼけを解消するための補正
パラメータを決定し、
前記画像補正部は、
前記補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補
正処理を実行する（３）に記載の画像処理装置。

[0204] （５） 前記特徴量クラス分類処理部は、
前記蛍光画像、または前記可視光画像の少なくともいずれかの画像から、
（a）輝度分布情報
（b）ぼけ態様情報
（c）ノイズ情報
上記（a）～（c）のいずれかの特徴量を抽出する（１）～（４）いずれ
かに記載の画像処理装置。

[0205] （６） 前記画像処理装置は、
可視光画像と蛍光画像の混合画像を入力し、該混合画像から可視光画像と
蛍光画像を生成する画像分離部を有し、
前記特徴量クラス分類処理部は、
前記画像分離部の生成した蛍光画像と可視光画像を入力し、
前記画像補正部は、
前記画像分離部の生成した蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定さ
れる補正パラメータに基づく画素値補正処理を実行する（１）～（５）いず
れかに記載の画像処理装置。

- [0206] (7) 前記画像処理装置は、
可視光画像と蛍光画像を交互に入力し、入力画像を可視光画像と蛍光画像に分離して出力する画像分離部を有し、
前記特徴量クラス分類処理部は、
前記画像分離部の出力する蛍光画像と可視光画像を入力し、
前記画像補正部は、
前記画像分離部の出力する蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づく画素値補正処理を実行する(1)～(6)いずれかに記載の画像処理装置。
- [0207] (8) 前記画像補正部は、
入力画像として、蛍光画像が連続する場合、
最も時間的に近い過去の可視光画像と蛍光画像の連続撮影画像ペアを適用して取得された特徴量に基づいて決定される補正パラメータを適用して、連続入力蛍光画像の補正処理を実行する(1)～(7)いずれかに記載の画像処理装置。
- [0208] (9) 前記画像処理装置は、
さらに、蛍光画像の非撮影タイミングにおける仮想的な蛍光画像を前後の撮影画像に基づいて生成する補間画像生成部を有し、
前記特徴量クラス分類処理部は、
前記補間画像生成部の生成した補間画像を入力して特徴量抽出処理を実行し、
前記画像補正部は、
前記補間画像生成部の生成した補間画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づく画素値補正処理を実行する(1)～(8)いずれかに記載の画像処理装置。
- [0209] (10) 前記画像補正部は、
前記可視光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する(1)～(9)いずれかに記載の画像

処理装置。

[0210] (11) 可視光画像と蛍光画像、または可視蛍光混合画像の撮像処理を行なう撮像部と、

前記撮像部の撮影画像を入力し、入力画像から可視光画像と蛍光画像を分離して出力する画像分離部と、

前記画像分離部の出力する蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量クラス分類処理部と、

前記画像分離部の出力する蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正部を有する撮像装置。

[0211] (12) 前記撮像装置は、さらに、

前記画像補正部における画素値補正に利用する補正パラメータを、前記特徴量に基づいて決定する補正パラメータ算出部を有し、

前記画像補正部は、

前記補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する(11)に記載の撮像装置。

[0212] (13) 前記特徴量クラス分類処理部は、

前記蛍光画像からぼけ態様情報を取得し、

前記画像補正部は、

前記蛍光画像のぼけを減少させるように、前記蛍光画像の画素値補正処理を実行する(11)または(12)請求項11に記載の撮像装置。

[0213] (14) 前記撮像装置は、さらに、

前記画像補正部における画素値補正に利用する補正パラメータを、前記特徴量に基づいて決定する補正パラメータ算出部を有し、

前記補正パラメータ算出部は、前記蛍光画像のぼけを解消するための補正パラメータを決定し、

前記画像補正部は、

前記補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補

正処理を実行する（13）に記載の撮像装置。

- [0214] （15） 画像処理装置において実行する画像処理方法であり、
特徴量クラス分類処理部が、蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量算出ステップと、
画像補正部が、前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正ステップを実行する画像処理方法。
- [0215] （16） 画像処理装置において画像処理を実行させるプログラムであり、
特徴量クラス分類処理部に、蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出させ、
画像補正部に、前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行させるプログラム。
- [0216] また、明細書中において説明した一連の処理はハードウェア、またはソフトウェア、あるいは両者の複合構成によって実行することが可能である。ソフトウェアによる処理を実行する場合は、処理シーケンスを記録したプログラムを、専用のハードウェアに組み込まれたコンピュータ内のメモリにインストールして実行させるか、あるいは、各種処理が実行可能な汎用コンピュータにプログラムをインストールして実行させることが可能である。例えば、プログラムは記録媒体に予め記録しておくことができる。記録媒体からコンピュータにインストールする他、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プログラムを受信し、内蔵するハードディスク等の記録媒体にインストールすることができる。
- [0217] なお、明細書に記載された各種の処理は、記載に従って時系列に実行されるのみならず、処理を実行する装置の処理能力あるいは必要に応じて並列的にあるいは個別に実行されてもよい。また、本明細書においてシステムとは、複数の装置の論理的集合構成であり、各構成の装置が同一筐体内にあるも

のには限らない。

産業上の利用可能性

[0218] 以上、説明したように、本開示の一実施例の構成によれば、蛍光画像の高画質化処理を実行する装置、方法が実現される。

具体的には、蛍光画像と可視光画像を入力し、画像特徴量を抽出し、蛍光画像に対して、特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する。画素値補正に利用する補正パラメータは、補正パラメータ算出部が、特徴量に基づいて決定する。画像補正部は、補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する。例えば、特徴量として、蛍光画像からぼけ態様情報を取得し、画像補正部は、蛍光画像のぼけを減少させるように、蛍光画像の画素値補正処理を実行する。

これらの処理により、蛍光画像の高画質化処理を実行する装置、方法が実現される。

符号の説明

- [0219]
- 10 生体組織
 - 11 血管
 - 100 画像処理装置
 - 101 制御部
 - 102 記憶部
 - 103 コーデック
 - 104 入力部
 - 105 出力部
 - 106 撮像部
 - 151 補正可視光画像
 - 152 補正蛍光画像
 - 301 画像分離部
 - 302 特徴量クラス分類処理部

- 3 0 3 記憶部（データベース）
- 3 0 4 画像補正パラメータ算出部
- 3 0 5 画像補正部
- 3 2 1 画像分離部
- 3 2 2 特徴量クラス分類処理部
- 3 3 3 記憶部（データベース）
- 3 2 4 画像補正パラメータ算出部
- 3 2 5 画像補正部
- 3 3 0 P S F 推定部
- 3 4 0 逆フィルタ算出部
- 3 5 0 P S F 推定部
- 3 6 0 逆フィルタ算出部
- 4 0 0 画像処理装置
- 4 1 0 補間画像生成部
- 4 1 1 動き予測処理（M E）部
- 4 1 2 補間画像推定部
- 4 1 3 減算部
- 4 5 0 画像処理部
- 4 5 1 特徴量クラス分類処理部
- 4 5 2 記憶部（データベース）
- 4 5 3 画像補正パラメータ算出部
- 4 5 4 画像補正部
- 5 0 1 画像特徴量クラス分類処理部
- 5 0 2 画像補正パラメータ算出部
- 5 0 3 画像補正部
- 6 0 1 C P U
- 6 0 2 R O M
- 6 0 3 R A M

- 604 バス
- 605 入出インタフェース
- 606 入力部
- 607 出力部
- 608 記憶部
- 609 通信部
- 610 ドライブ
- 611 リムーバブルメディア
- 621 撮像部
- 622 表示部

請求の範囲

- [請求項1] 蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量クラス分類処理部と、
前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正部を有する画像処理装置。
- [請求項2] 前記画像処理装置は、さらに、
前記画像補正部における画素値補正に利用する補正パラメータを、前記特徴量に基づいて決定する補正パラメータ算出部を有し、
前記画像補正部は、
前記補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項3] 前記特徴量クラス分類処理部は、
前記蛍光画像からぼけ態様情報を取得し、
前記画像補正部は、
前記蛍光画像のぼけを減少させるように、前記蛍光画像の画素値補正処理を実行する請求項1に記載の画像処理装置。
- [請求項4] 前記画像処理装置は、さらに、
前記画像補正部における画素値補正に利用する補正パラメータを、前記特徴量に基づいて決定する補正パラメータ算出部を有し、
前記補正パラメータ算出部は、前記蛍光画像のぼけを解消するための補正パラメータを決定し、
前記画像補正部は、
前記補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する請求項3に記載の画像処理装置。
- [請求項5] 前記特徴量クラス分類処理部は、
前記蛍光画像、または前記可視光画像の少なくともいずれかの画像から、

(a) 輝度分布情報

(b) ぼけ態様情報

(c) ノイズ情報

上記 (a) ~ (c) のいずれかの特徴量を抽出する請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項6]

前記画像処理装置は、

可視光画像と蛍光画像の混合画像を入力し、該混合画像から可視光画像と蛍光画像を生成する画像分離部を有し、

前記特徴量クラス分類処理部は、

前記画像分離部の生成した蛍光画像と可視光画像を入力し、

前記画像補正部は、

前記画像分離部の生成した蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づく画素値補正処理を実行する請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項7]

前記画像処理装置は、

可視光画像と蛍光画像を交互に入力し、入力画像を可視光画像と蛍光画像に分離して出力する画像分離部を有し、

前記特徴量クラス分類処理部は、

前記画像分離部の出力する蛍光画像と可視光画像を入力し、

前記画像補正部は、

前記画像分離部の出力する蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づく画素値補正処理を実行する請求項 1 に記載の画像処理装置。

[請求項8]

前記画像補正部は、

入力画像として、蛍光画像が連続する場合、

最も時間的に近い過去の可視光画像と蛍光画像の連続撮影画像ペアを適用して取得された特徴量に基づいて決定される補正パラメータを適用して、連続入力蛍光画像の補正処理を実行する請求項 1 に記載の

画像処理装置。

[請求項9]

前記画像処理装置は、
さらに、蛍光画像の非撮影タイミングにおける仮想的な蛍光画像を前後の撮影画像に基づいて生成する補間画像生成部を有し、
前記特徴量クラス分類処理部は、
前記補間画像生成部の生成した補間画像を入力して特徴量抽出処理を実行し、
前記画像補正部は、
前記補間画像生成部の生成した補間画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づく画素値補正処理を実行する請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項10]

前記画像補正部は、
前記可視光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する請求項1に記載の画像処理装置。

[請求項11]

可視光画像と蛍光画像、または可視蛍光混合画像の撮像処理を行なう撮像部と、
前記撮像部の撮影画像を入力し、入力画像から可視光画像と蛍光画像を分離して出力する画像分離部と、
前記画像分離部の出力する蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量クラス分類処理部と、
前記画像分離部の出力する蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正部を有する撮像装置。

[請求項12]

前記撮像装置は、さらに、
前記画像補正部における画素値補正に利用する補正パラメータを、前記特徴量に基づいて決定する補正パラメータ算出部を有し、

前記画像補正部は、

前記補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する請求項 1 1 に記載の撮像装置。

[請求項13]

前記特徴量クラス分類処理部は、

前記蛍光画像からぼけ態様情報を取得し、

前記画像補正部は、

前記蛍光画像のぼけを減少させるように、前記蛍光画像の画素値補正処理を実行する請求項 1 1 に記載の撮像装置。

[請求項14]

前記撮像装置は、さらに、

前記画像補正部における画素値補正に利用する補正パラメータを、前記特徴量に基づいて決定する補正パラメータ算出部を有し、

前記補正パラメータ算出部は、前記蛍光画像のぼけを解消するための補正パラメータを決定し、

前記画像補正部は、

前記補正パラメータ算出部の決定した補正パラメータを適用した画素値補正処理を実行する請求項 1 3 に記載の撮像装置。

[請求項15]

画像処理装置において実行する画像処理方法であり、

特徴量クラス分類処理部が、蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出する特徴量算出ステップと、

画像補正部が、前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行する画像補正ステップを実行する画像処理方法。

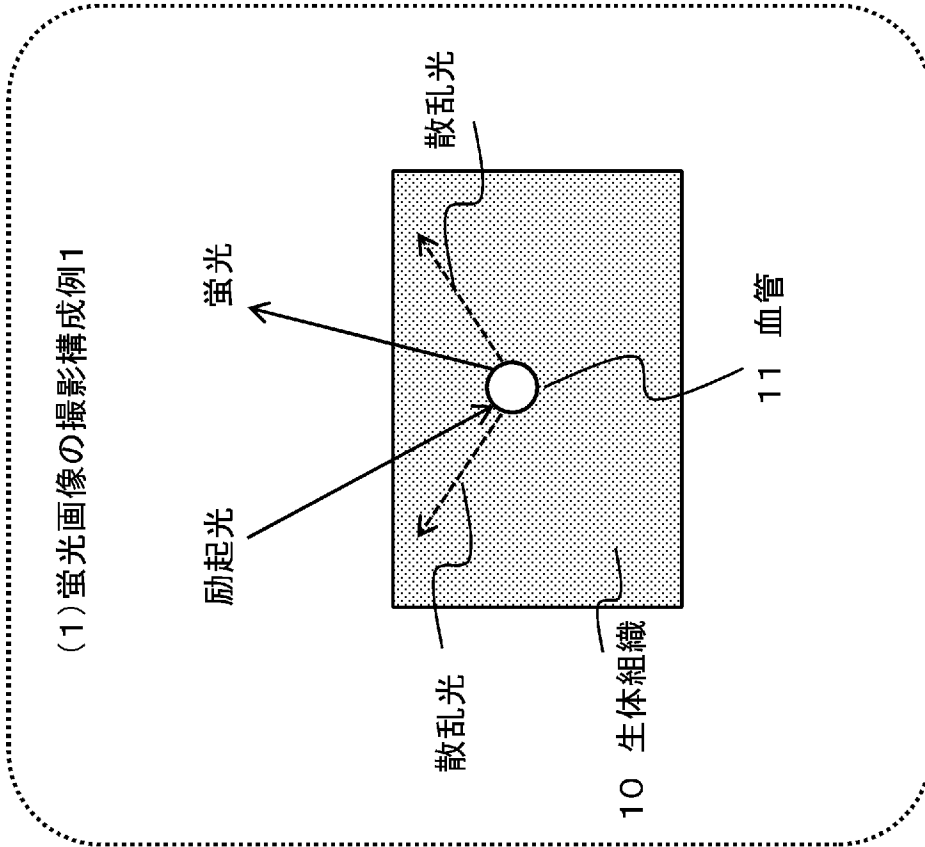
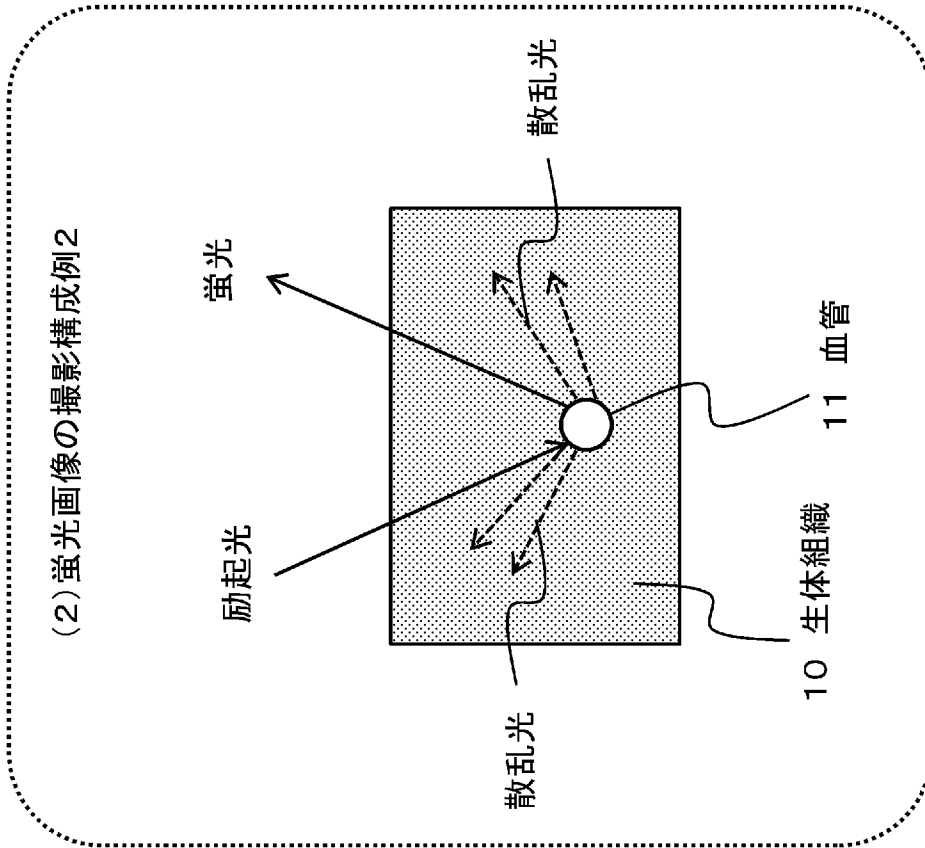
[請求項16]

画像処理装置において画像処理を実行させるプログラムであり、

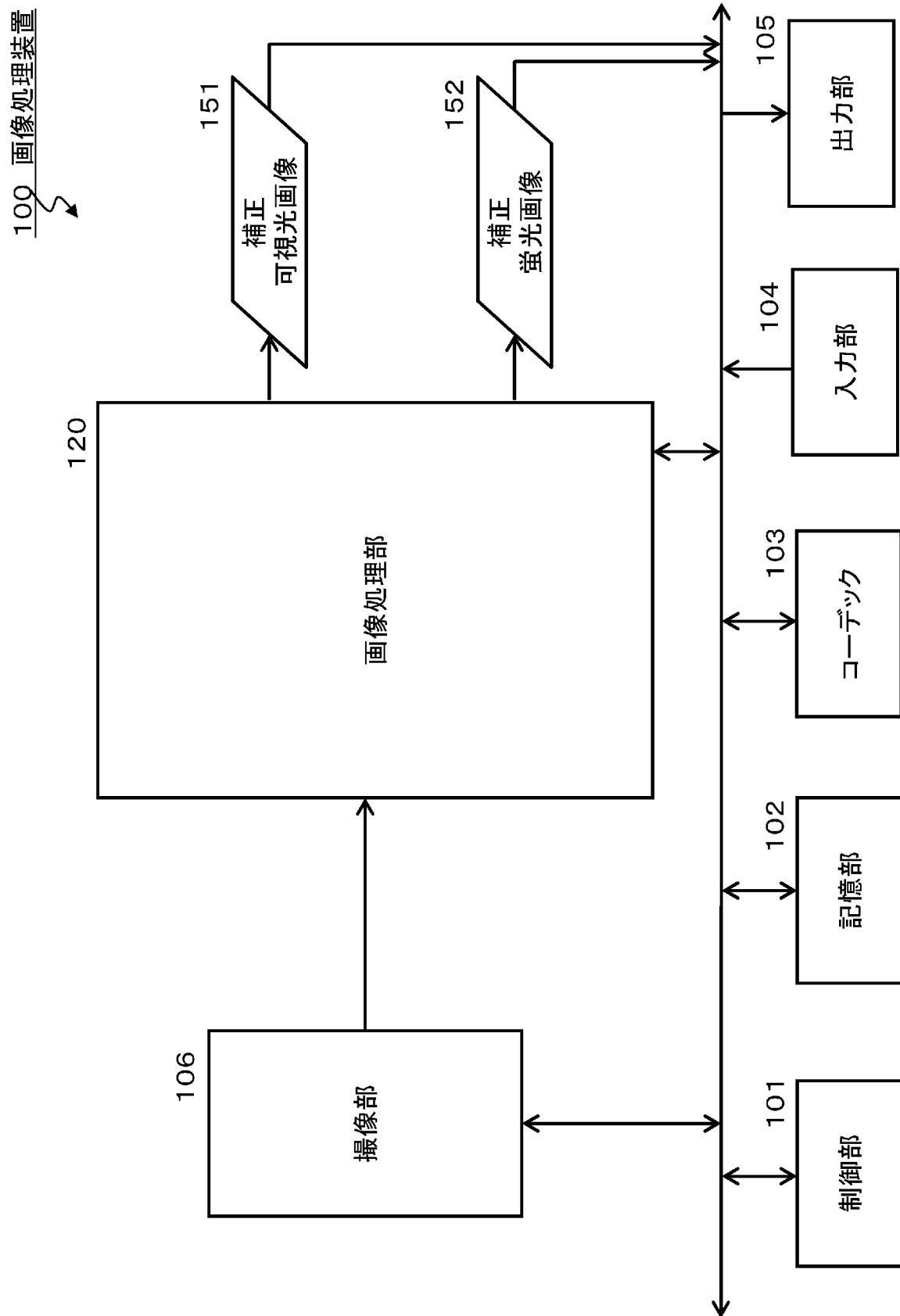
特徴量クラス分類処理部に、蛍光画像と可視光画像を入力し、少なくともいずれかの画像から特徴量を抽出させ、

画像補正部に、前記蛍光画像に対して、前記特徴量に応じて決定される補正パラメータに基づいて画素値補正処理を実行させるプログラム。

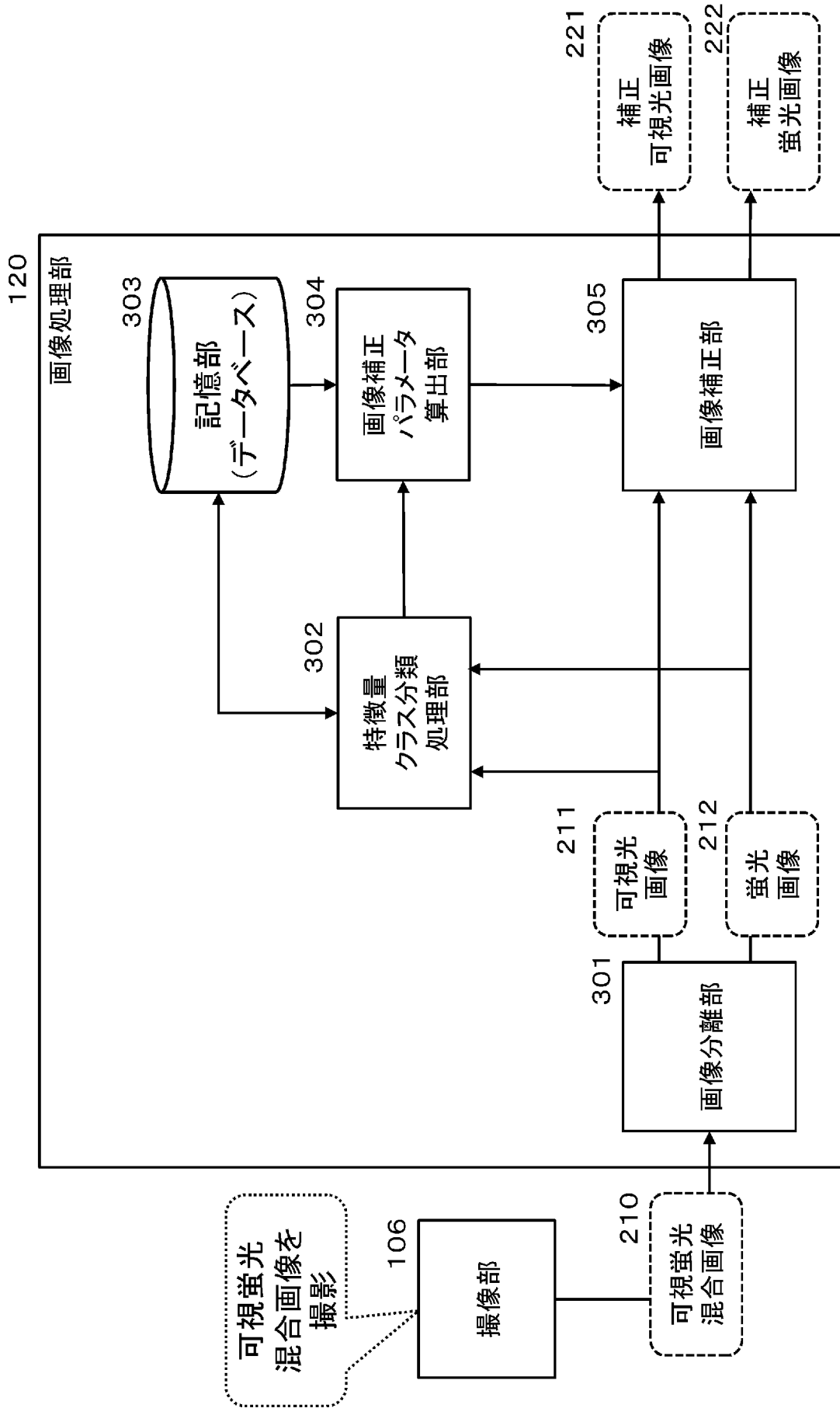
[図1]



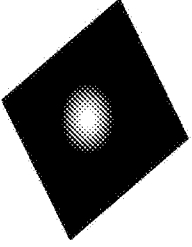
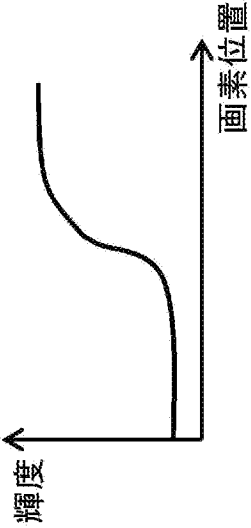
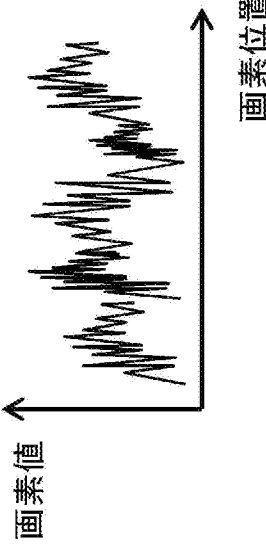
[図2]



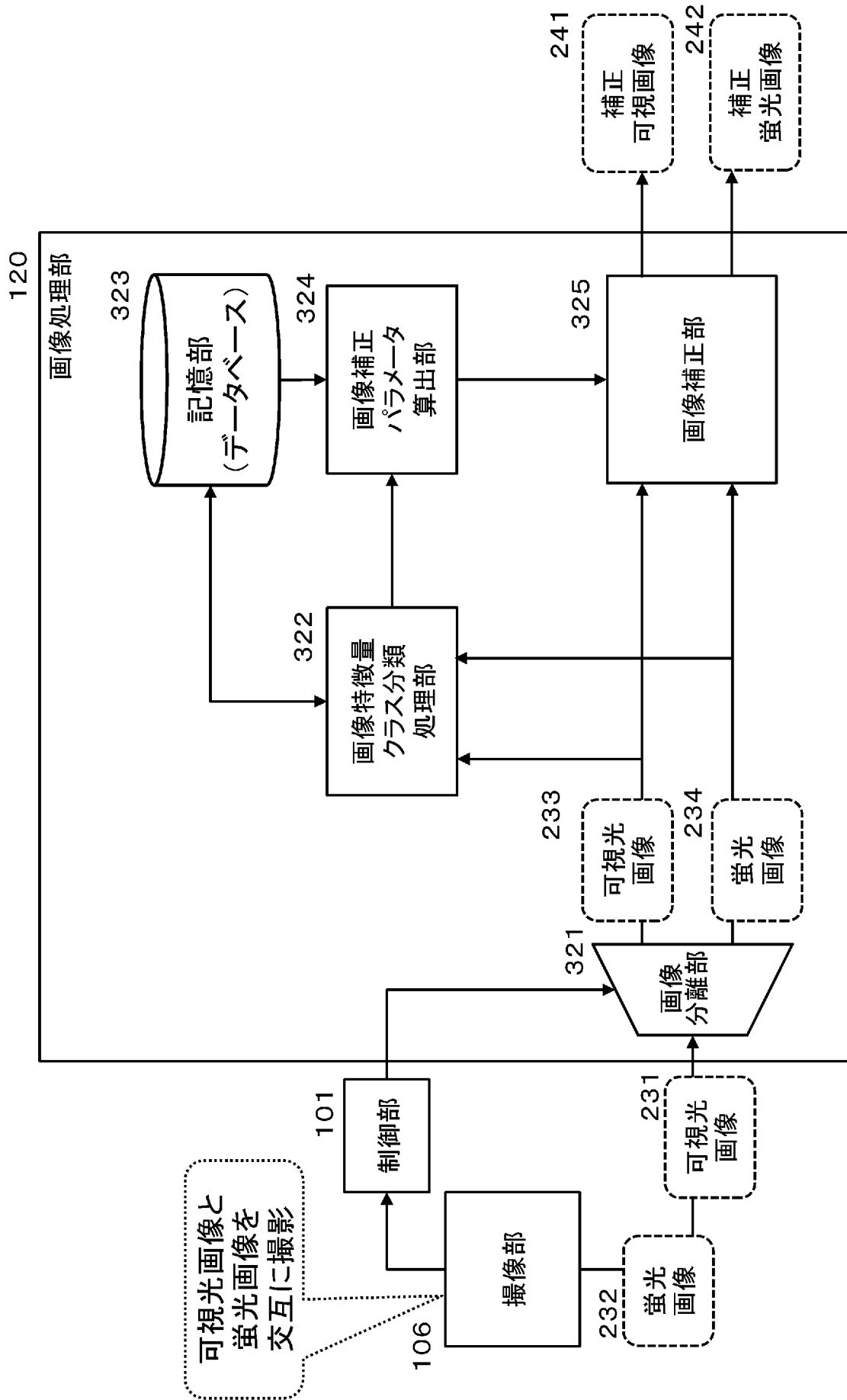
[図3]



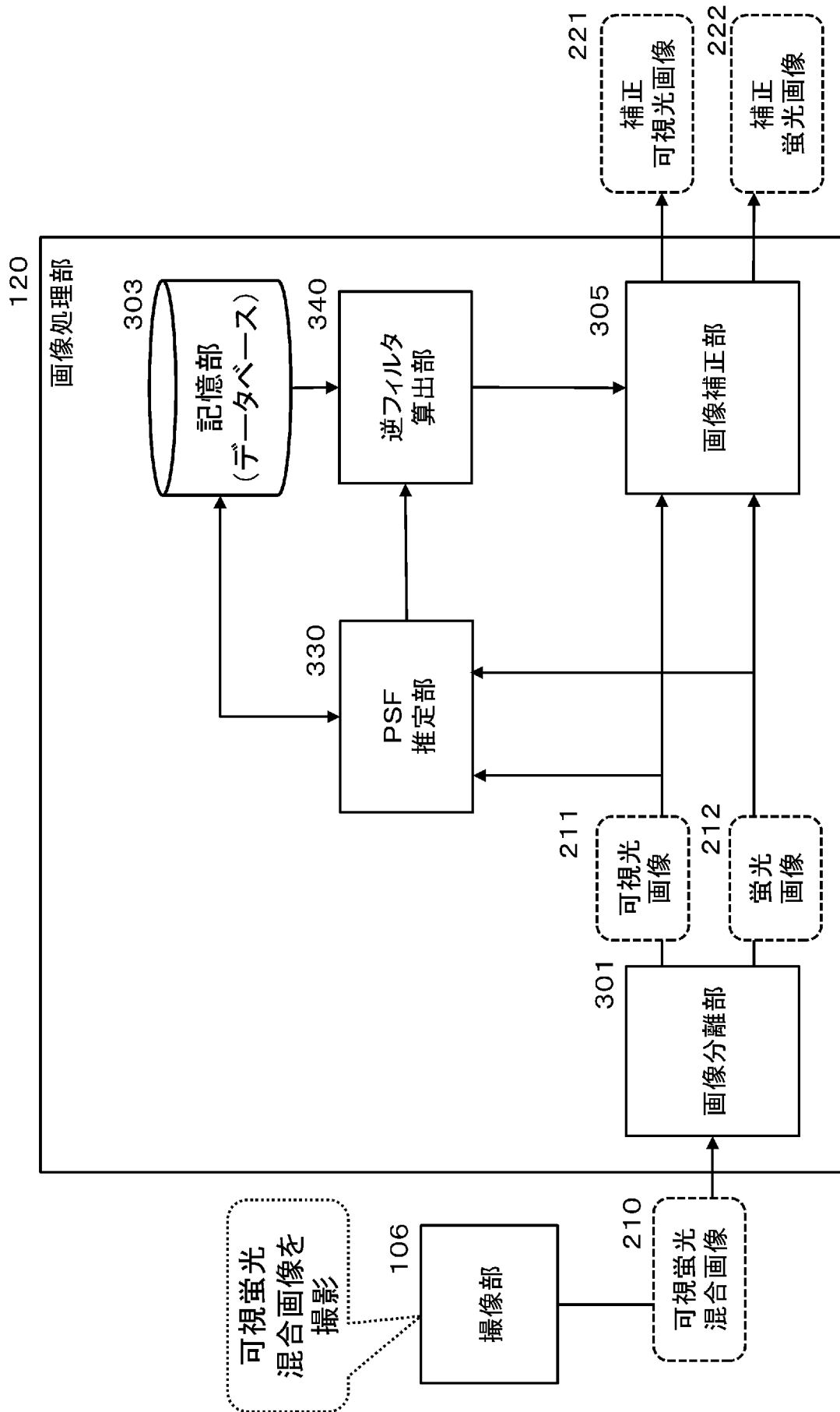
[図4]

	(a) 特徴量	(b) 具体例
(1)	点広がり関数 (PSF : Point Spread Function) 情報 (ぼけ量を示す関数)	
(2)	輝度分布情報	
(3)	ノイズ情報	

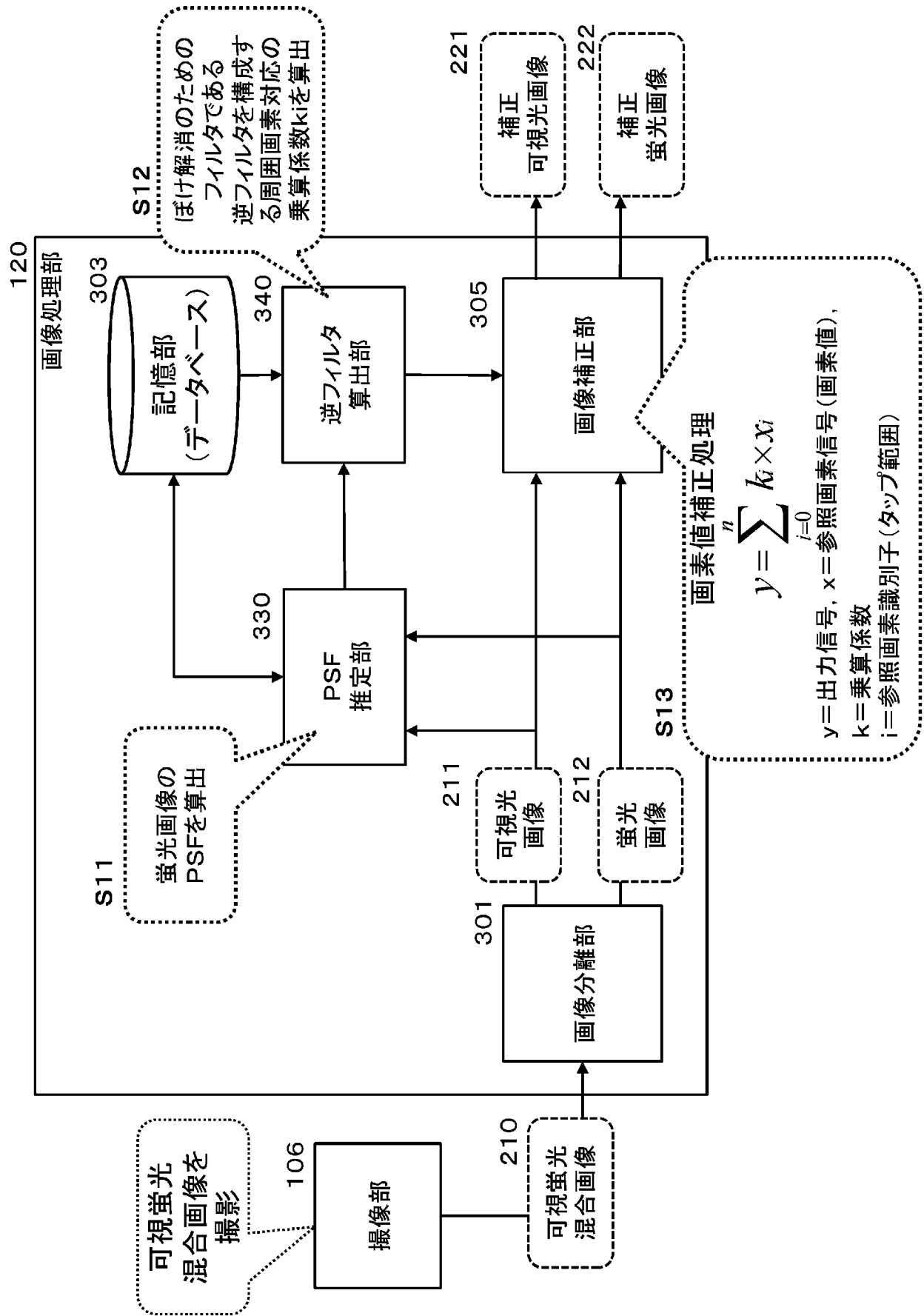
[図5]



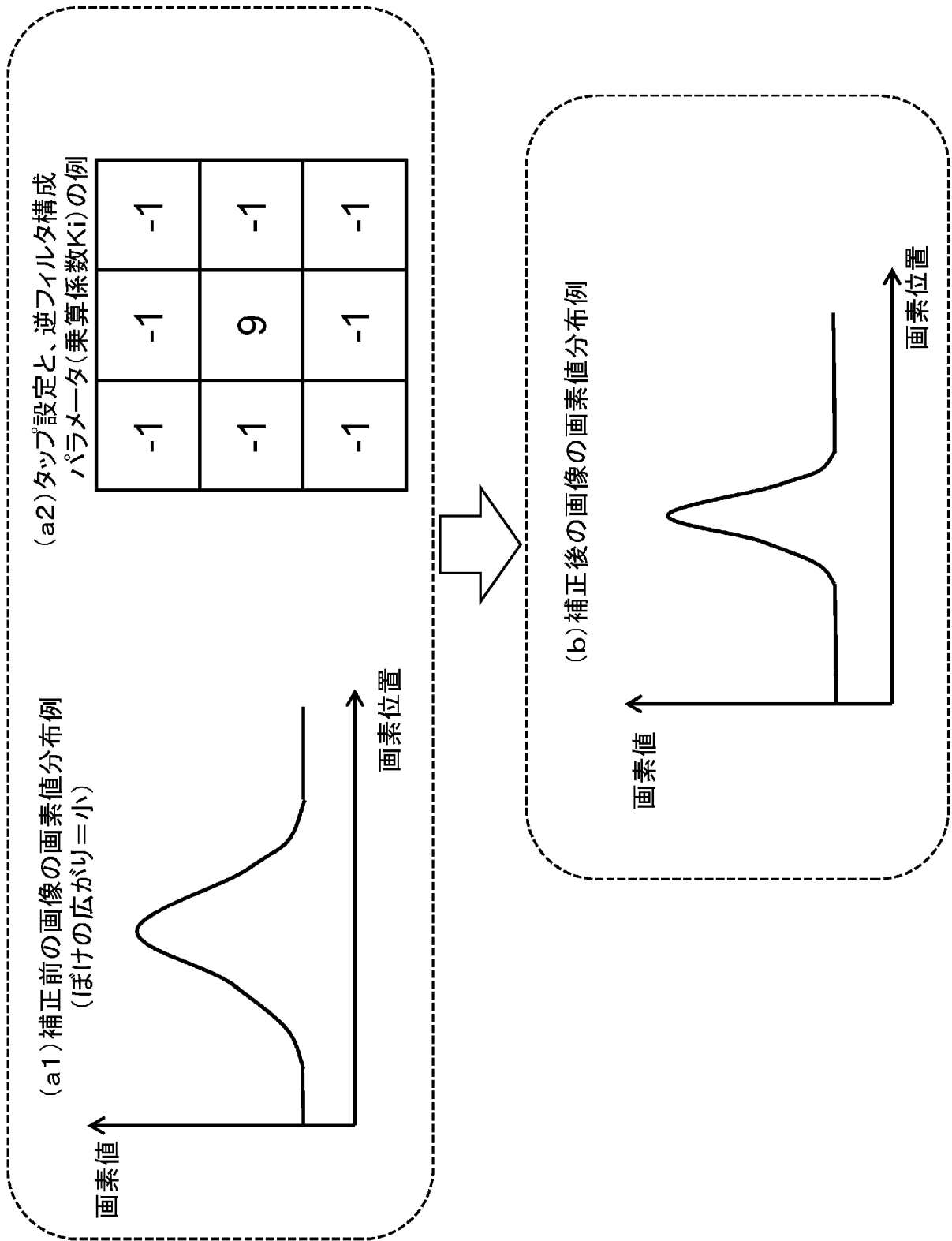
[図6]



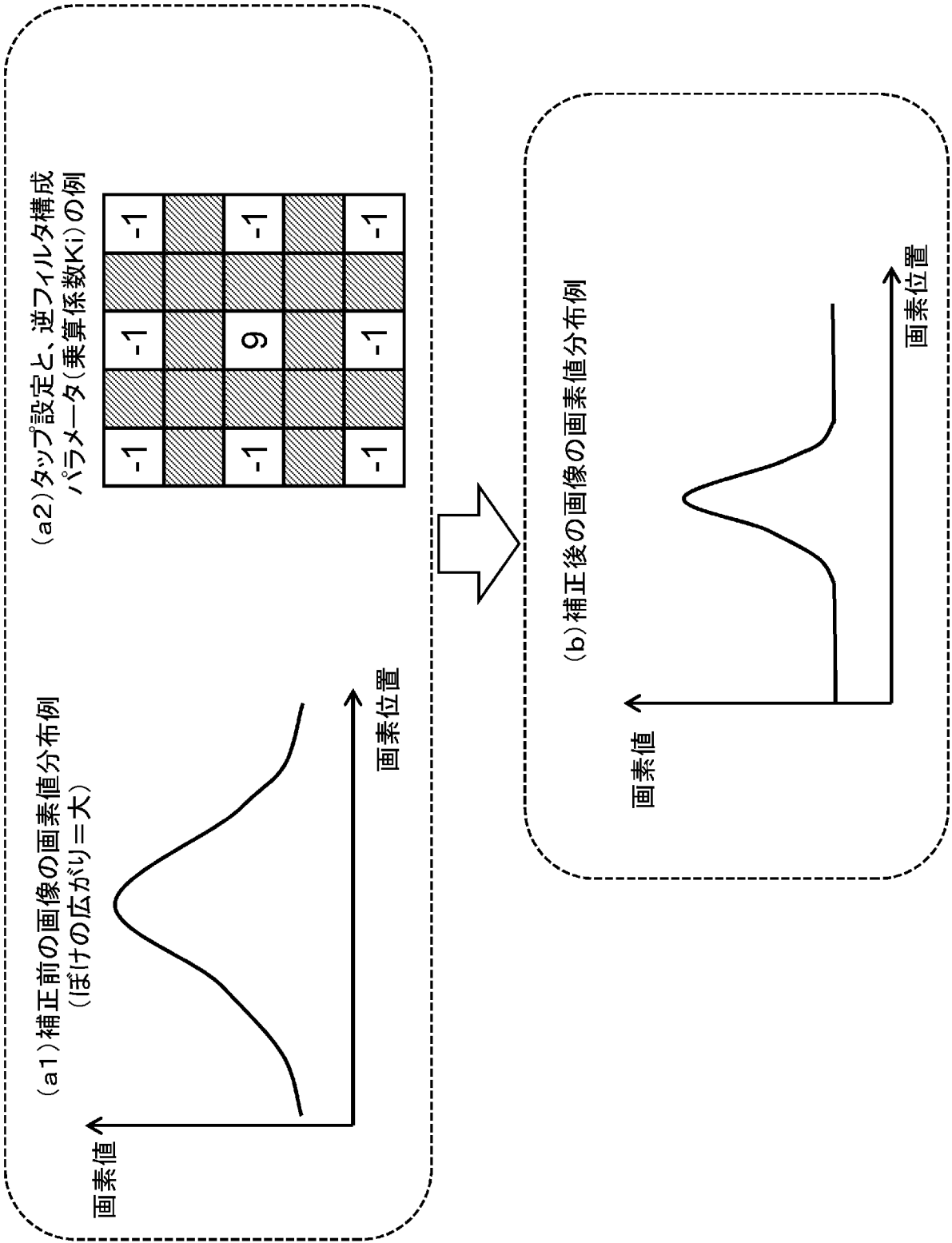
[図7]



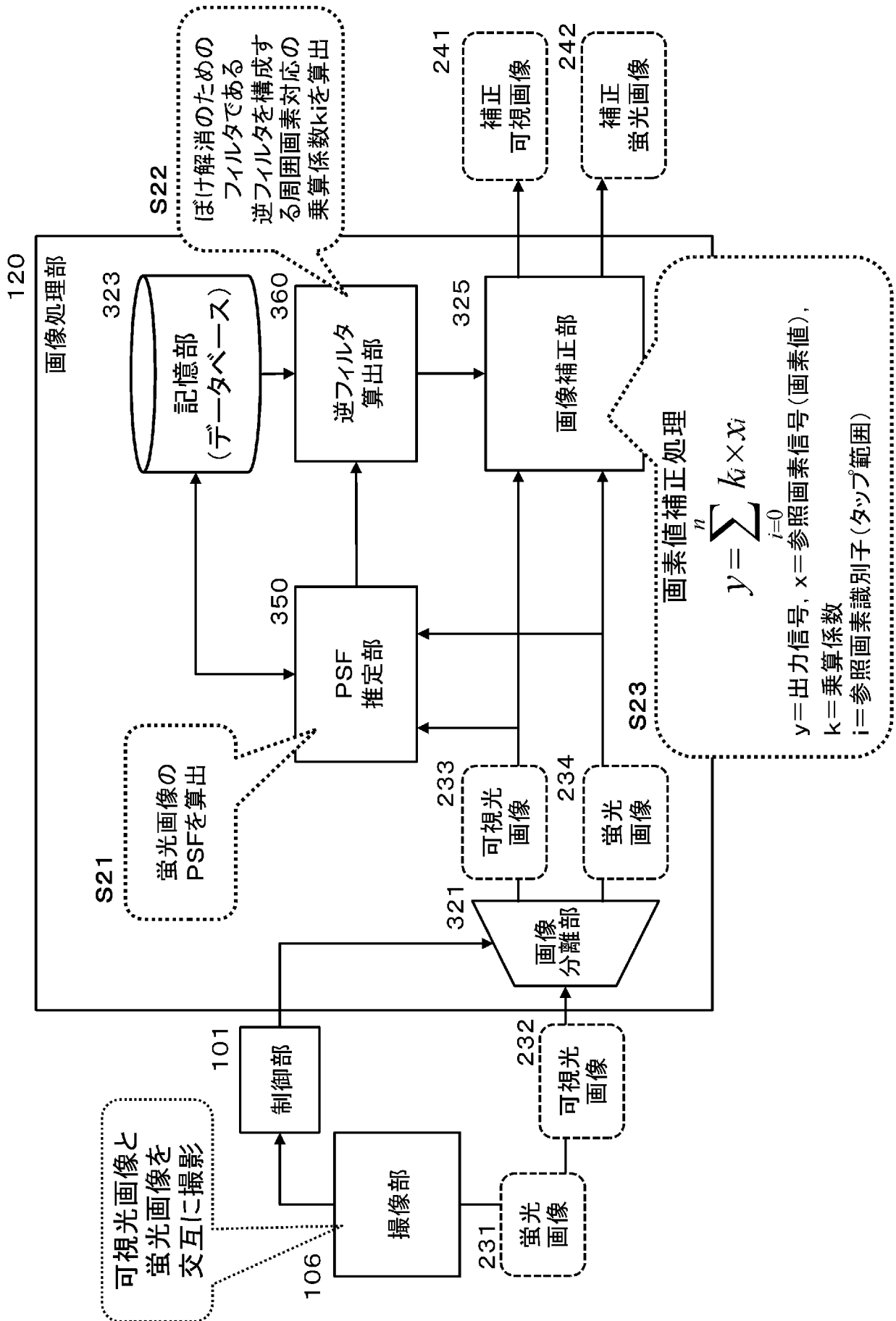
[図8]



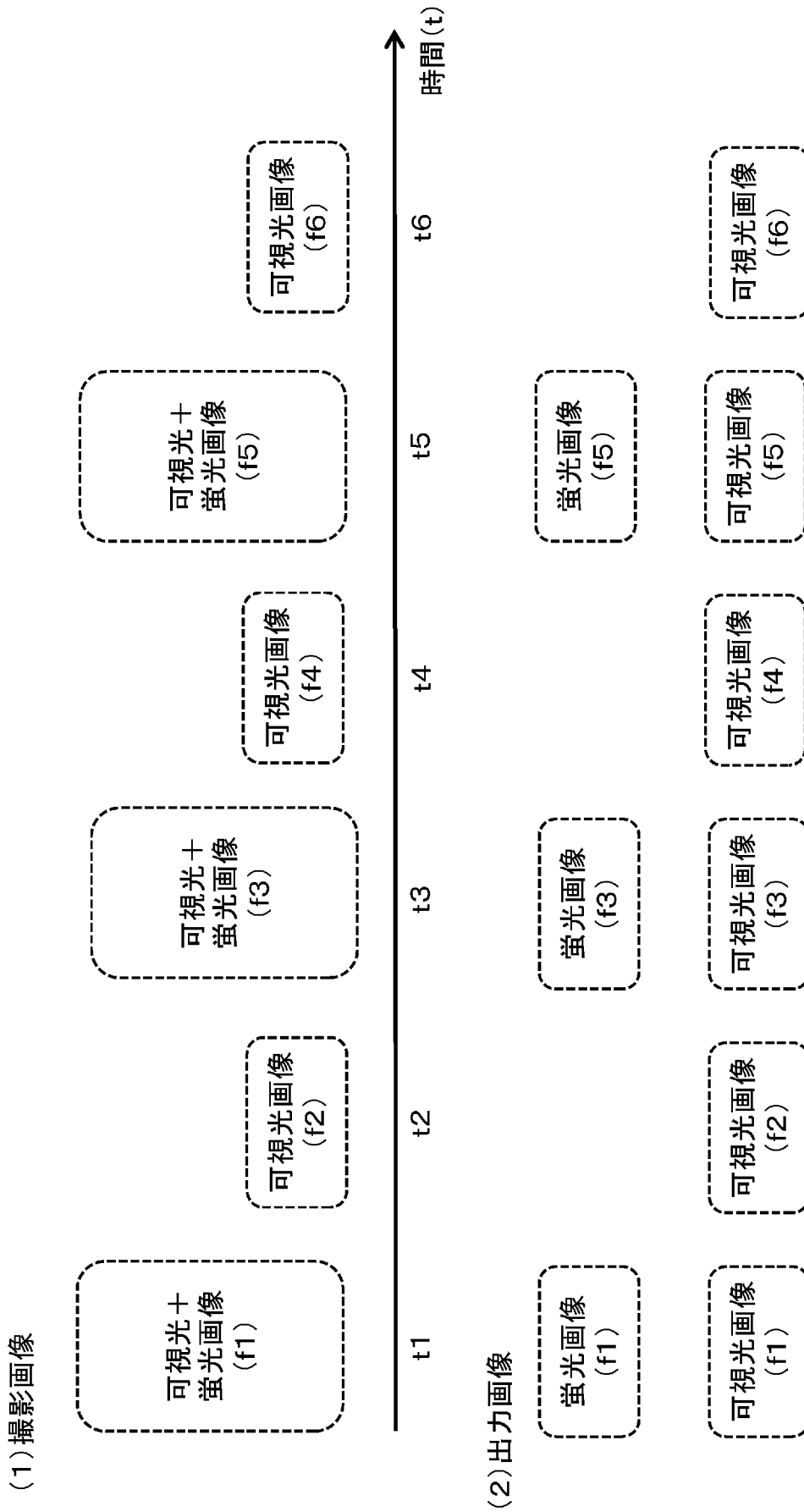
[図9]



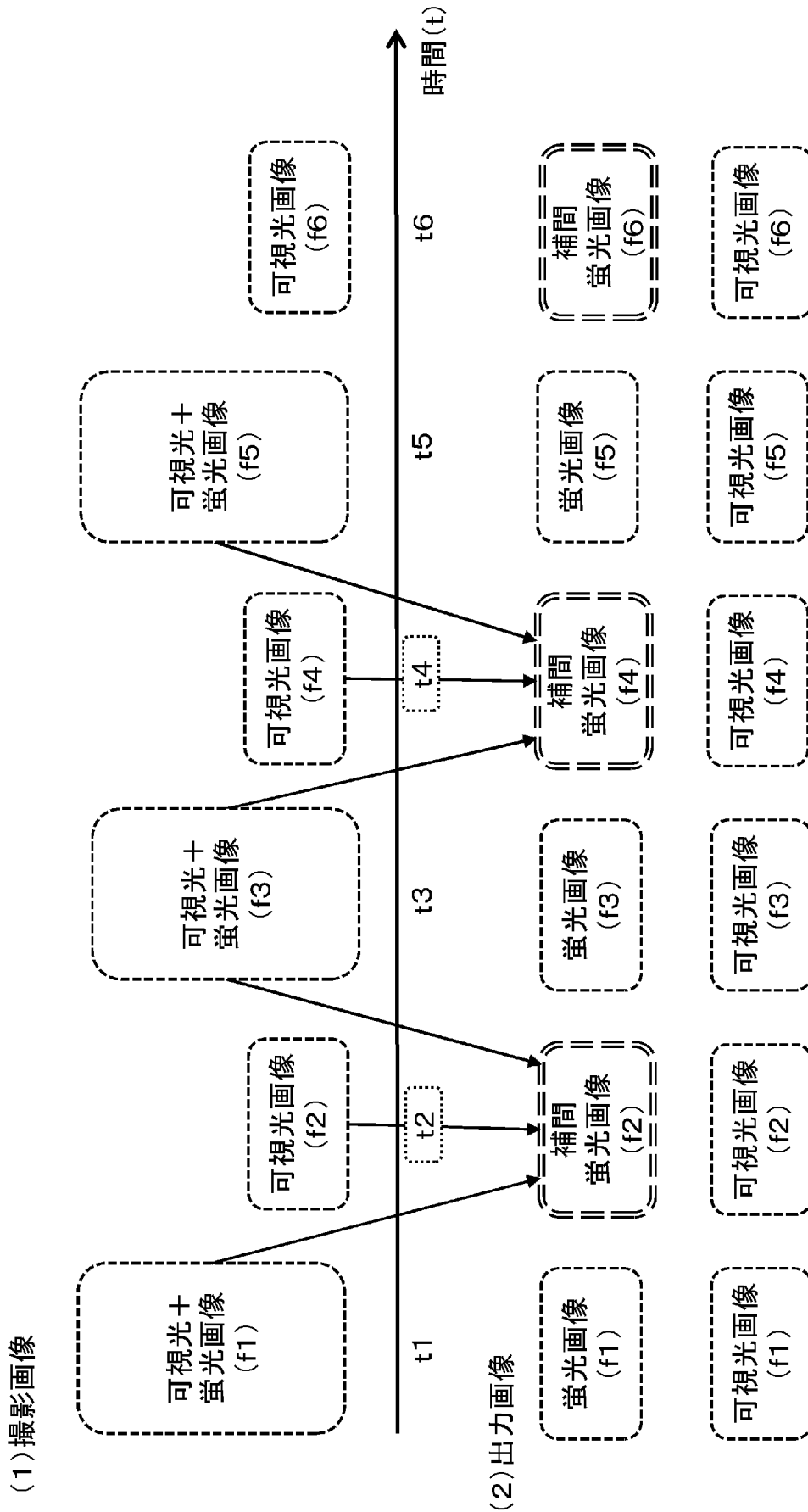
[図10]



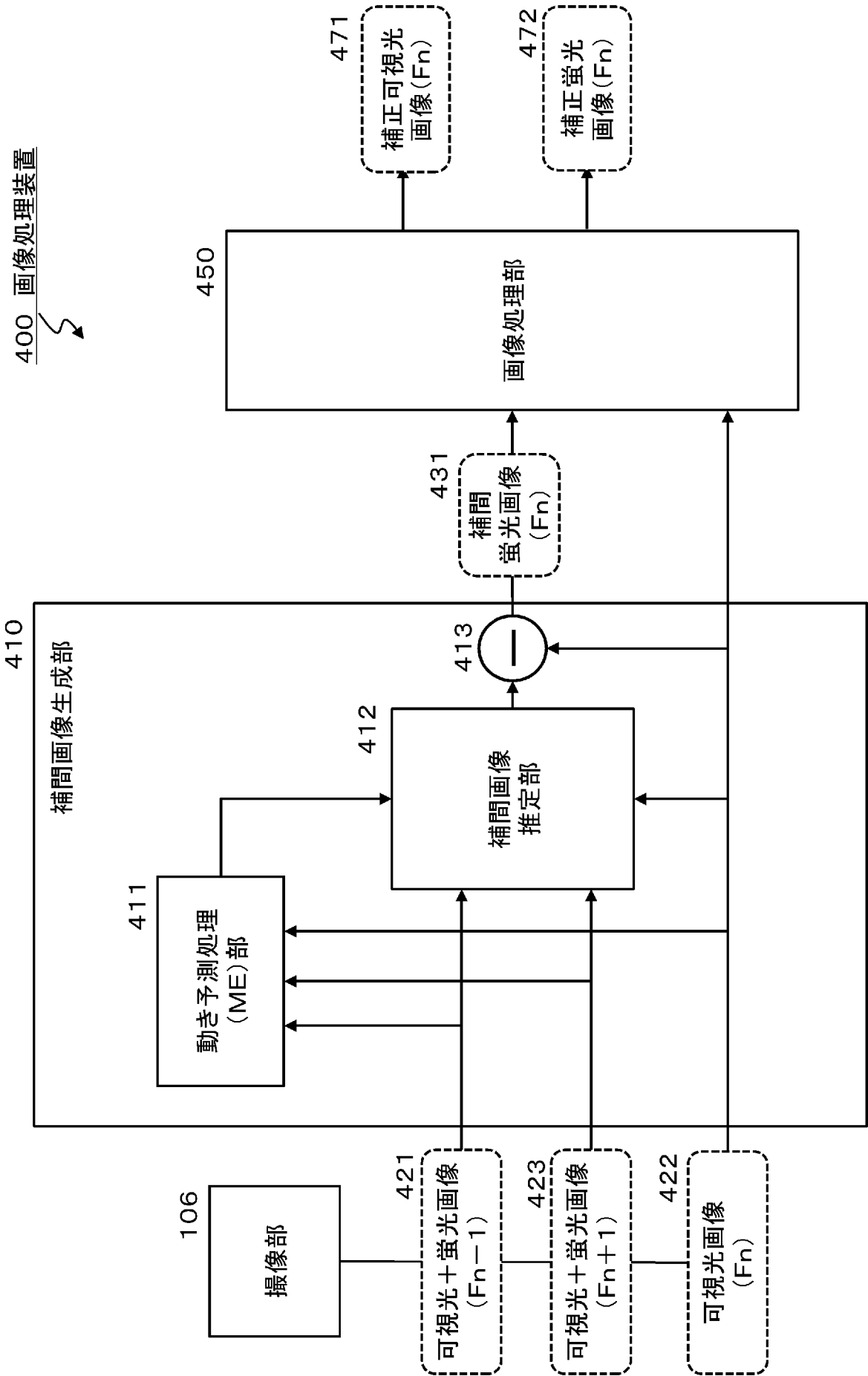
[図11]



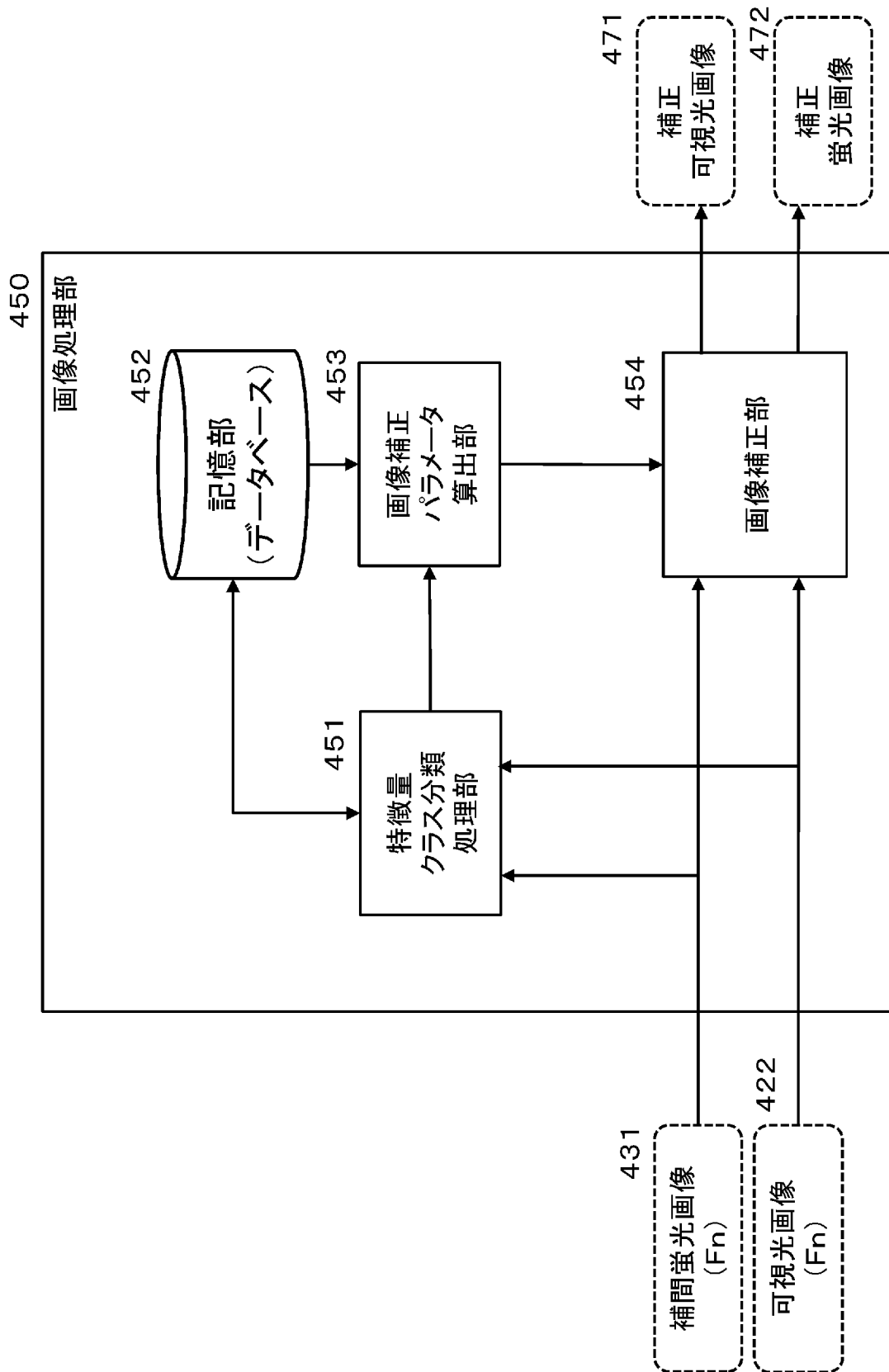
[図12]



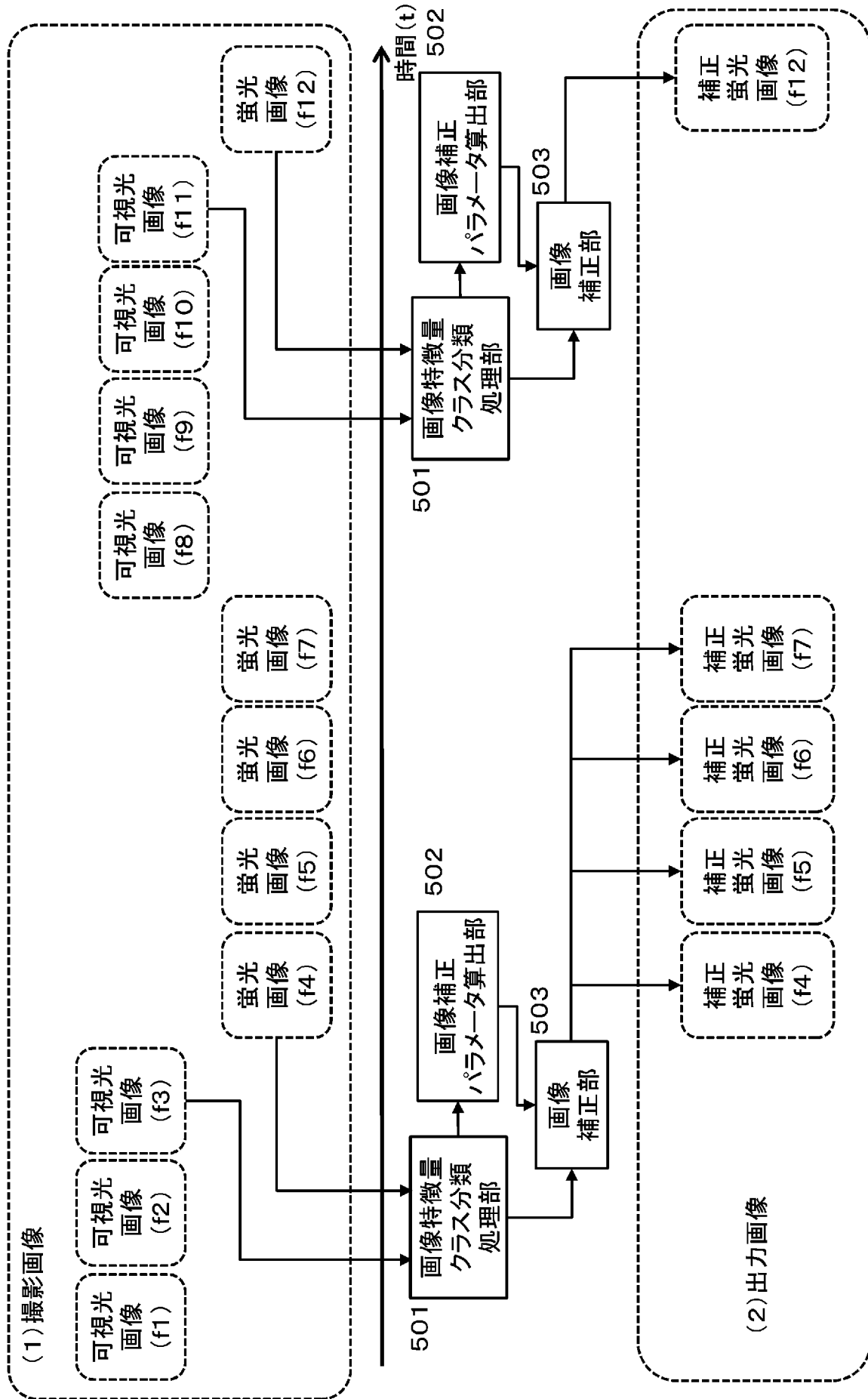
[図13]



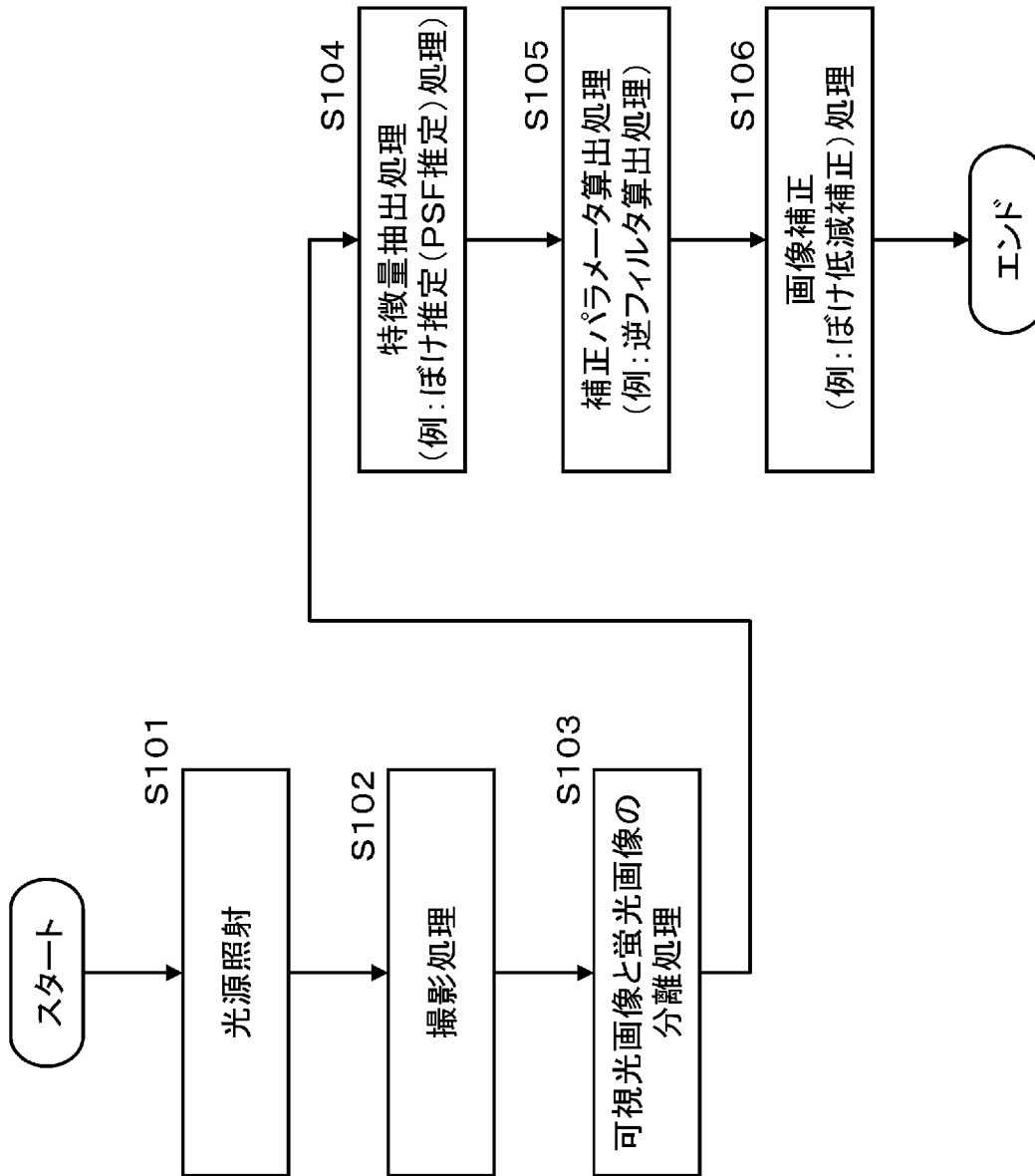
[図14]



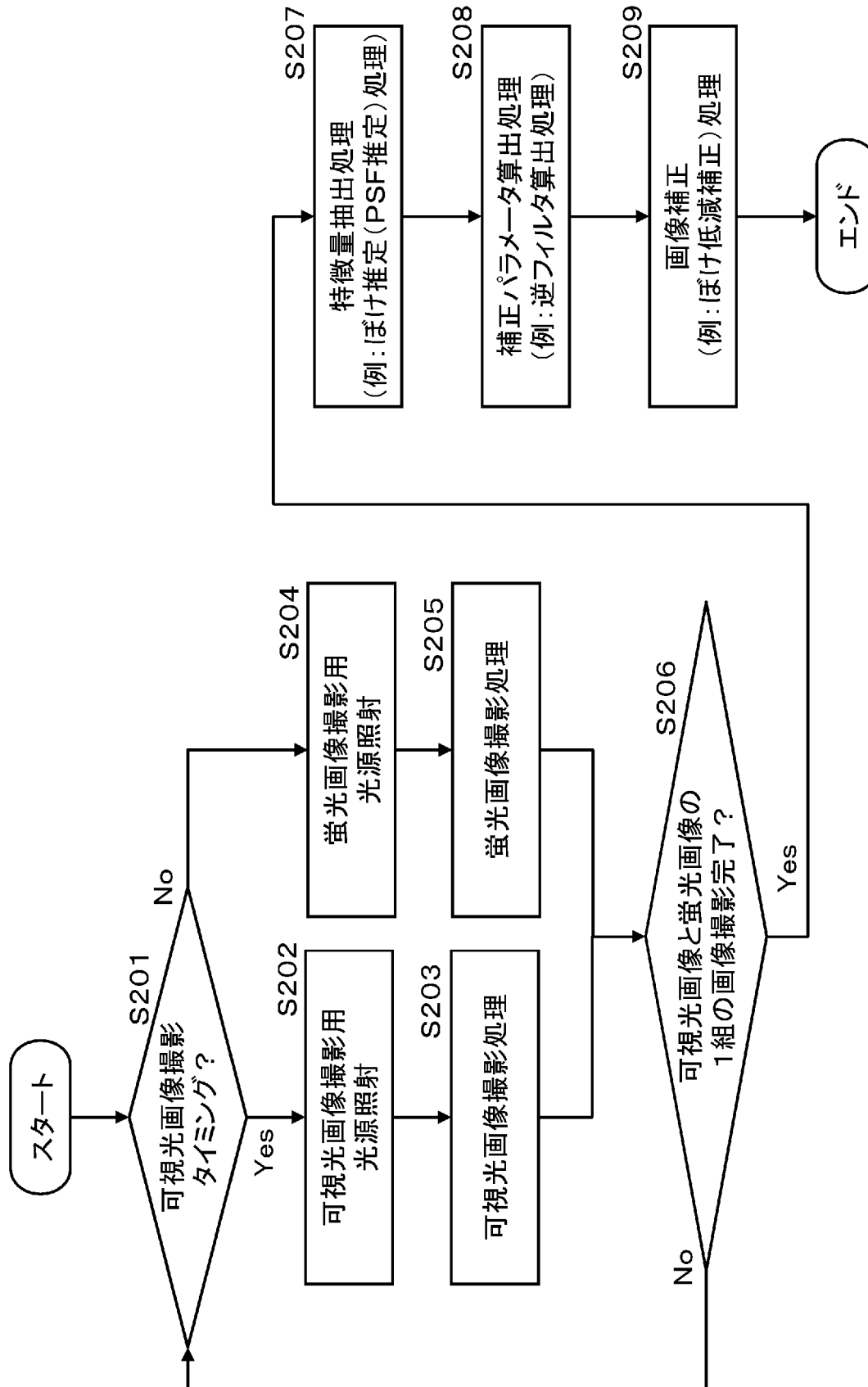
[図15]



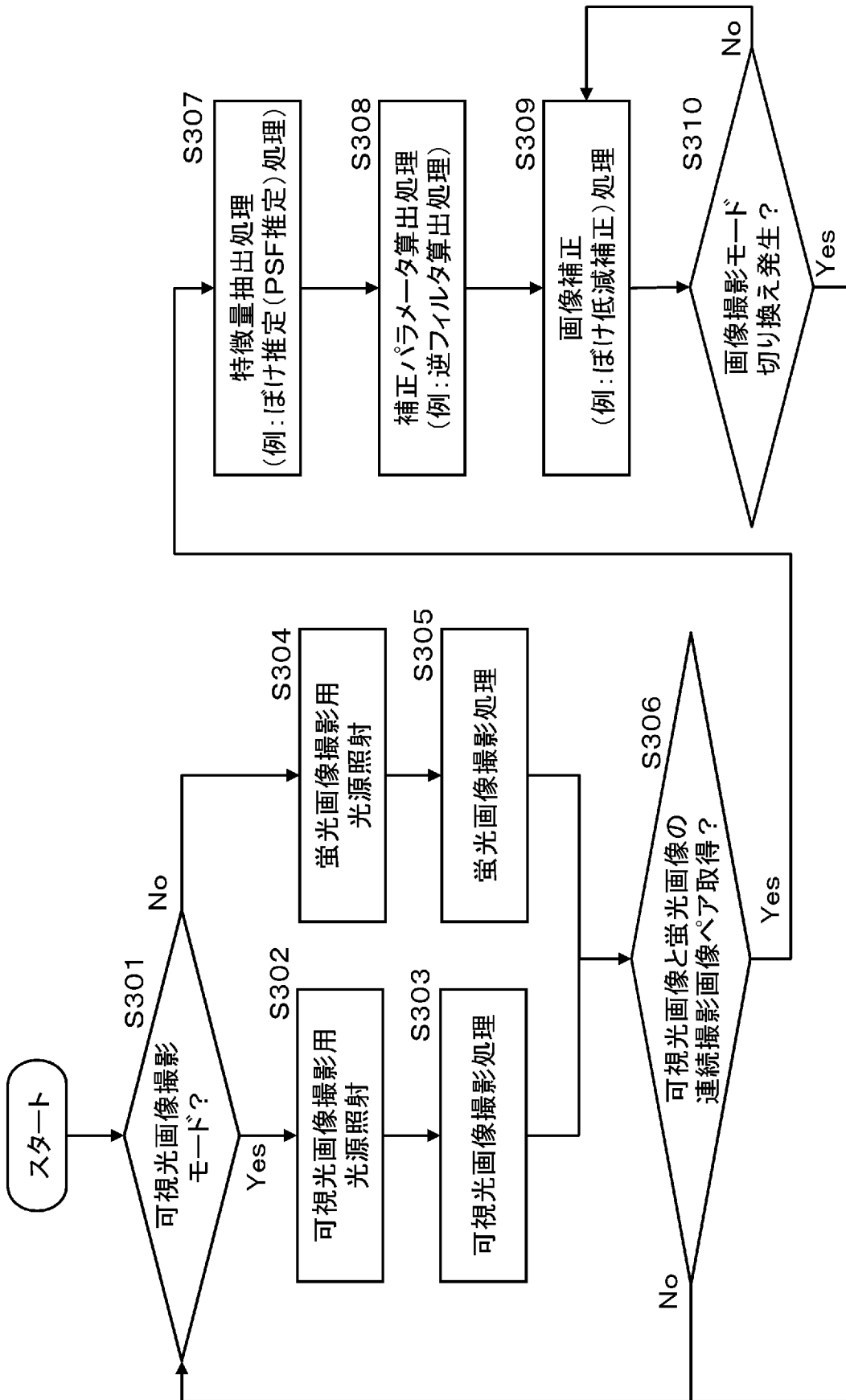
[図16]



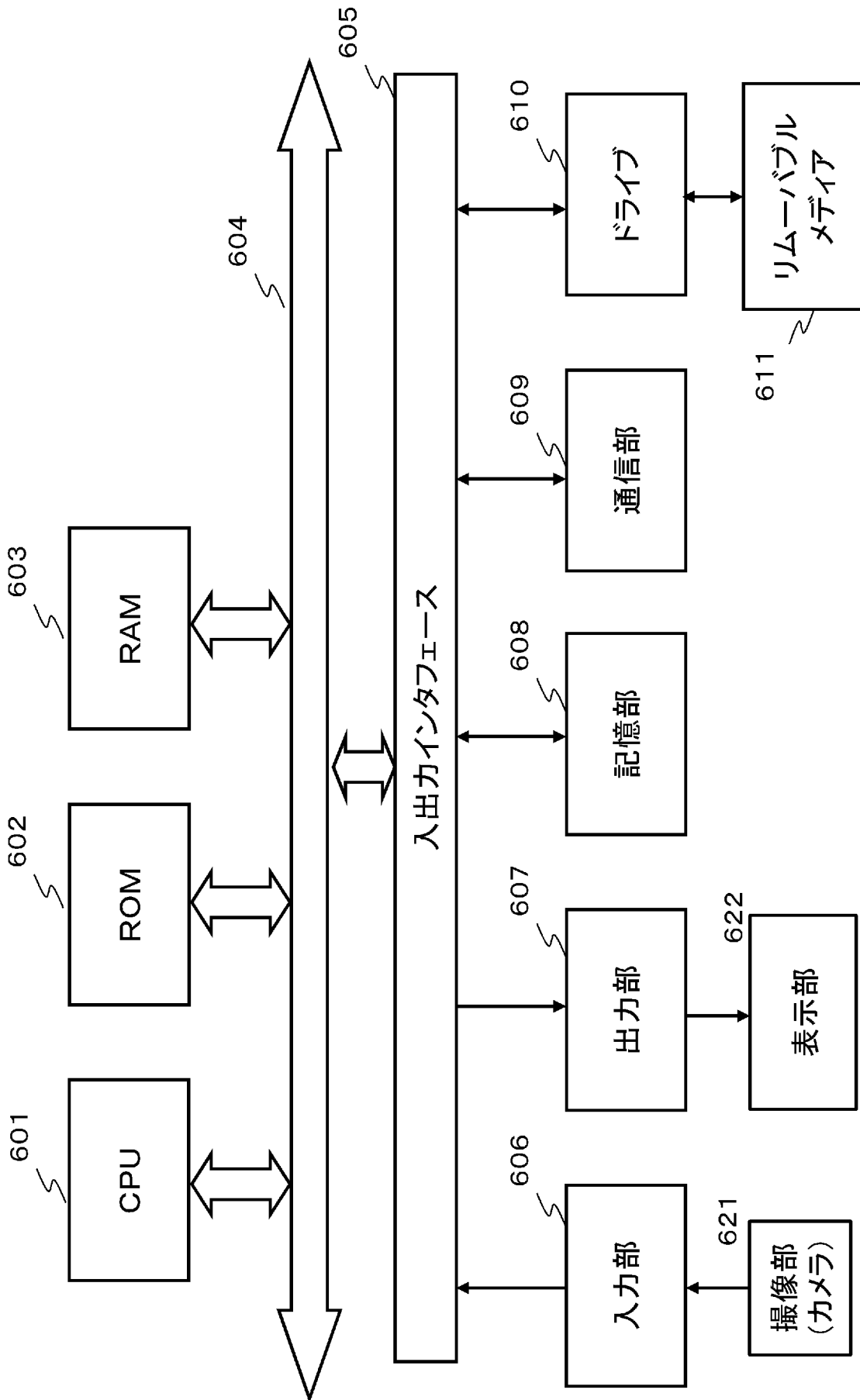
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/002583

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
A61B1/00(2006.01)i, A61B1/04(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T5/50
(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)
A61B1/00, A61B1/04, G06T1/00, G06T5/50

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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 Y	JP 2009-160386 A (Fujifilm Corp.), 23 July 2009 (23.07.2009), paragraphs [0016], [0022] to [0028], [0053] to [0055], [0070] to [0071], [0101] to [0115], [0150]; fig. 1, 2, 6, 12 & US 2009/0147999 A1 paragraphs [0028], [0034] to [0040], [0065] to [0067], [0082] to [0083], [0113] to [0127], [0162]; fig. 1, 2, 6, 12 & EP 2070469 A1	1-5, 7, 10-16 6, 8, 9
Y	WO 2015/080215 A1 (Olympus Corp.), 04 June 2015 (04.06.2015), paragraphs [0022], [0029]; fig. 1 & US 2016/0262622 A1 paragraphs [0021], [0030]; fig. 1	6

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 04 April 2017 (04.04.17)	Date of mailing of the international search report 11 April 2017 (11.04.17)
---	--

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/JP2017/002583

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-158414 A (Hoya Corp.), 22 July 2010 (22.07.2010), paragraphs [0075], [0092]; fig. 11 (Family: none)	8, 9

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, A61B1/04(2006.01)i, G06T1/00(2006.01)i, G06T5/50(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, A61B1/04, G06T1/00, G06T5/50

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
X Y	JP 2009-160386 A (富士フイルム株式会社) 2009.07.23, 段落 0016, 0022-0028, 0053-0055, 0070-0071, 0101-0115, 0150, 第 1, 2, 6, 12 図 & US 2009/0147999 A1, 段落 0028, 0034-0040, 0065-0067, 0082-0083, 0113-0127, 0162, 第 1, 2, 6, 12 図 & EP 2070469 A1	1-5, 7, 10-16 6, 8, 9
Y	WO 2015/080215 A1 (オリンパス株式会社) 2015.06.04, 段落 0022, 0029, 第 1 図 & US 2016/0262622 A1, 段落 0021, 0030, 第 1 図	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

04.04.2017

国際調査報告の発送日

11.04.2017

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)

田中 洋行

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

2Q

3818

C (続き) . 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
Y	JP 2010-158414 A (HOYA株式会社) 2010.07.22, 段落 0075, 0092, 第 11 図 (ファミリーなし)	8, 9