

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-178781  
(P2014-178781A)

(43) 公開日 平成26年9月25日(2014.9.25)

| (51) Int.Cl. |       |           | F I  |       |     | テーマコード (参考) |
|--------------|-------|-----------|------|-------|-----|-------------|
| GO6T         | 5/00  | (2006.01) | GO6T | 5/00  | 100 | 2H052       |
| HO4N         | 5/232 | (2006.01) | HO4N | 5/232 | Z   | 5B057       |
| HO4N         | 5/235 | (2006.01) | HO4N | 5/235 |     | 5C122       |
| GO2B         | 21/00 | (2006.01) | GO2B | 21/00 |     |             |
| HO4N         | 5/225 | (2006.01) | HO4N | 5/225 | C   |             |

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2013-51026 (P2013-51026)  
(22) 出願日 平成25年3月13日 (2013.3.13)

(71) 出願人 000000376  
オリンパス株式会社  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号  
(74) 代理人 100089118  
弁理士 酒井 宏明  
(72) 発明者 内藤 幸宏  
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ  
リンパス株式会社内  
Fターム(参考) 2H052 AF14 AF25  
5B057 AA20 CA01 CA08 CA12 CA16  
CB01 CB08 CB12 CB16 CC01  
CE11  
5C122 DA12 EA30 FA02 FH11 FH20  
HA65 HA88 HB01

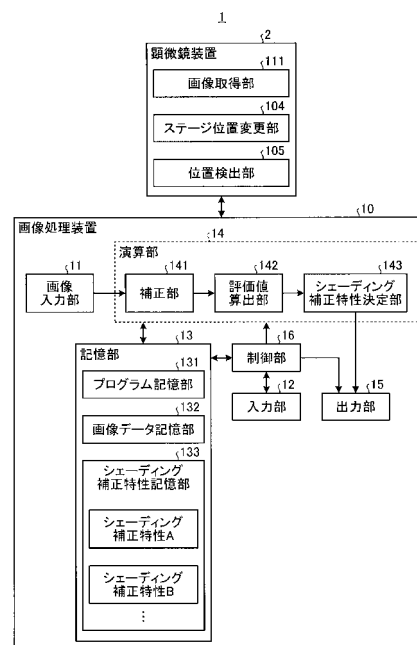
(54) 【発明の名称】 画像処理装置、顕微鏡システム及び画像処理方法

(57) 【要約】

【課題】被写体に応じて特性が異なるシェーディングを高精度に補正することができる画像処理装置等を提供する。

【解決手段】画像処理装置10は、被写体Sに対する視野の一部が重複するように撮像された複数の画像に対応する画像データが入力される画像入力部11と、予め設定された複数種類のシェーディング補正特性を記憶する記憶部13と、複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値を算出する評価値算出部142と、該評価値と上記複数種類のシェーディング補正特性とに基づいて、上記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定するシェーディング補正特性決定部143とを備える。

【選択図】図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

被写体に対する視野の一部が重複するように撮像された複数の画像に対応する画像データが入力される画像入力部と、

予め設定された複数種類のシェーディング補正特性を記憶する記憶部と、

前記複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値を算出する評価値算出部と、

前記評価値と前記複数種類のシェーディング補正特性とに基づいて、前記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定するシェーディング補正特性決定部と、

を備えることを特徴とする画像処理装置。

10

**【請求項 2】**

前記複数の画像に含まれる重複領域の各々に対し、前記複数種類のシェーディング補正特性をそれぞれ用いて補正することにより、複数の補正済み重複領域画像を生成する補正部をさらに備え、

前記評価値算出部は、前記シェーディング補正特性の種類ごとに、前記複数の画像間において互いに対応する補正済み重複領域画像内の画素の特性を比較した結果を表す量を、前記評価値として算出する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

20

**【請求項 3】**

前記評価値算出部は、前記互いに対応する補正済み重複領域画像間において互いに対応する画素同士の画素値又は輝度値の差分を算出する、

ことを特徴とする請求項 2 に記載の画像処理装置。

**【請求項 4】**

前記重複領域に発生しているシェーディング特性の特徴を表す第 1 の特徴値を算出するシェーディング特徴値算出部をさらに備え、

前記評価値算出部は、前記重複領域に対して前記複数種類のシェーディング補正特性の各々が補正対象として想定するシェーディング特性の特徴を表す第 2 の特徴値と、前記シェーディング特徴値算出部により算出された前記第 1 の特徴値とを比較した結果を表す量を、前記評価値として算出する、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

30

**【請求項 5】**

前記評価値算出部は、前記複数種類のシェーディング補正特性を用いて、前記重複領域に対する前記第 2 の特徴値を算出する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

**【請求項 6】**

前記複数の画像間における重複領域は予め設定されており、

前記記憶部は、さらに、予め設定された前記重複領域に対する前記第 2 の特徴値を記憶し、

前記評価値算出部は、前記第 2 の特徴量を前記記憶部から取得する、

ことを特徴とする請求項 4 に記載の画像処理装置。

40

**【請求項 7】**

前記評価値算出部は、前記重複領域内の各画素位置における前記第 1 の特徴量と前記第 2 の特徴量との差分を算出する、

ことを特徴とする請求項 4 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

**【請求項 8】**

前記シェーディング補正特性決定部は、前記評価値に基づいて、前記複数種類のシェーディング補正特性のうちから前記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を選択する、

ことを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

50

## 【請求項 9】

前記シェーディング補正特性決定部は、前記評価値に基づいて前記複数種類のシェーディング補正特性を加重平均することにより、前記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定する、  
ことを特徴とする請求項 1～7 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 10】

前記シェーディング補正特性決定部により決定されたシェーディング補正特性を用いて、前記複数の画像の少なくとも 1 つを補正する補正画像生成部をさらに備える、  
ことを特徴とする請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 11】

前記補正画像生成部は、前記シェーディング補正特性決定部により決定されたシェーディング補正特性を用いて前記複数の画像を補正し、  
前記補正画像生成部により補正された前記複数の画像を、前記重複領域を互いに重ね合わせて合成した合成画像を生成する画像合成部をさらに備える、  
ことを特徴とする請求項 10 に記載の画像処理装置。

## 【請求項 12】

前記被写体を撮像して画像データを生成し、前記画像入力部に入力する画像取得部をさらに備える、  
ことを特徴とする請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置。

## 【請求項 13】

請求項 1～11 のいずれか 1 項に記載の画像処理装置と、  
前記被写体が載置される標本ステージと、  
前記標本ステージに対する視野が移動可能に設けられた対物光学系と、  
前記対物光学系に入射した前記被写体からの観察光を撮像して画像データを生成し、前記画像入力部に入力する画像取得部と、  
を備えることを特徴とする顕微鏡システム。

## 【請求項 14】

被写体に対する視野の一部が重複するように撮像された複数の画像に対応する画像データが入力される画像入力ステップと、  
前記複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値を算出する評価値算出ステップと、  
前記評価値と予め設定された複数種類のシェーディング補正特性とに基づいて、前記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定するシェーディング補正特性決定ステップと、  
を含むことを特徴とする画像処理方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、被写体を撮像することにより取得された画像信号の明度分布を補正する画像処理装置、顕微鏡システム及び画像処理方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

デジタルカメラや、撮像機能を備える顕微鏡等の撮像装置においては、レンズ等の光学系の特性により、撮像領域の中心部に対して周辺領域の光量が低下するシェーディングが発生する。このようなシェーディングによる画像の明度ムラを補正するため、シェーディング補正技術が用いられる。

## 【0003】

例えば特許文献 1 には、シェーディング特性を画像中心からの距離に基づいた数式で表

10

20

30

40

50

現し、数式の係数を光学系に応じて設定するシェーディング補正技術が開示されている（特許文献1の段落0065、0068等参照）。また、特許文献2及び特許文献3には、顕微鏡の観察領域（対物光学系の画角内）に試料を配置していない状態で撮影を行うことにより、シェーディング特性を実測する技術が開示されている。

【0004】

一方、デジタルカメラや顕微鏡においては、視野をずらしながら複数枚の画像を撮像し、これらの画像を位置合わせして合成することにより、広視野且つ高解像な画像を取得する技術が広く用いられている。例えば、特許文献1には、デジタルカメラにおいてパノラマ合成を行う技術が開示されている。また、特許文献4には、顕微鏡においてステージを移動させながら撮像を行って標本の部分的な拡大画像を取得し、これらの拡大画像をつなぎ合わせることで、標本全体が写った合成画像、所謂バーチャルスライドを作成する技術が開示されている。

10

【0005】

ところが、このような複数枚の画像をつなぎ合わせて合成した画像においては、各画像に生じたシェーディングの影響が規則的に現れるため、合成画像に与える影響は特に大きい。そのため、個々の画像に対して精度の高いシェーディング補正を行う必要がある。

【0006】

このような問題に対し、特許文献1には、隣り合う画像における重複領域を目視で確認し、該重複領域内に生じた画像の歪みまたは画像の差異を補正するのに必要な補正パラメータを設定する技術が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平10-187929号公報

【特許文献2】特開2011-124948号公報

【特許文献3】特開2006-171213号公報

【特許文献4】特開2011-141391号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

しかしながら、実際のシェーディング特性は、必ずしも光学系の特性のみによって決まるわけではなく、被写体に対する光の反射特性や散乱特性等によっても変化する。例えば、顕微鏡に標本を設置しない状態で撮像を行い、シェーディング特性を実測する際、観察領域がミラーのように反射率が高い領域である場合と、紙のように散乱特性の強い領域である場合とで、実測されるシェーディング特性に差異が発生する。これは、実際に被写体を撮像する際には、被写体に応じてシェーディング特性に差異が生じているということである。

30

【0009】

このように、実際には被写体によりシェーディング特性が異なるにもかかわらず、単一のシェーディング補正特性を適用してシェーディング補正を行う従来の手法では、補正精度に限界があった。

40

【0010】

本発明は、上記に鑑みてなされたものであって、被写体により異なるシェーディング特性に応じて画像を高精度にシェーディング補正することができる画像処理装置、顕微鏡システム及び画像処理方法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】

【0011】

上述した課題を解決し、目的を達成するために、本発明に係る画像処理装置は、被写体に対する視野の一部が重複するように撮像された複数の画像に対応する画像データが入力される画像入力部と、予め設定された複数種類のシェーディング補正特性を記憶する記憶

50

部と、前記複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値を算出する評価値算出部と、前記評価値と前記複数種類のシェーディング補正特性とに基づいて、前記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定するシェーディング補正特性決定部と、を備えることを特徴とする。

【0012】

上記画像処理装置は、前記複数の画像に含まれる重複領域の各々に対し、前記複数種類のシェーディング補正特性をそれぞれ用いて補正することにより、複数の補正済み重複領域画像を生成する補正部をさらに備え、前記評価値算出部は、前記シェーディング補正特性の種類ごとに、前記複数の画像間において互いに対応する補正済み重複領域画像内の画素の特性を比較した結果を表す量を、前記評価値として算出することを特徴とする。

10

【0013】

上記画像処理装置において、前記評価値算出部は、前記互いに対応する補正済み重複領域画像間において互いに対応する画素同士の画素値又は輝度値の差分を算出することを特徴とする。

【0014】

上記画像処理装置は、前記重複領域に発生しているシェーディング特性の特徴を表す第1の特徴値を算出するシェーディング特徴値算出部をさらに備え、前記評価値算出部は、前記重複領域に対して前記複数種類のシェーディング補正特性の各々が補正対象として想定するシェーディング特性の特徴を表す第2の特徴値と、前記シェーディング特徴値算出部により算出された前記第1の特徴値とを比較した結果を表す量を、前記評価値として算出することを特徴とする。

20

【0015】

上記画像処理装置において、前記評価値算出部は、前記複数種類のシェーディング補正特性を用いて、前記重複領域に対する前記第2の特徴値を算出することを特徴とする。

【0016】

上記画像処理装置において、前記複数の画像間における重複領域は予め設定されており、前記記憶部は、さらに、予め設定された前記重複領域に対する前記第2の特徴値を記憶し、前記評価値算出部は、前記第2の特徴量を前記記憶部から取得することを特徴とする。

。

【0017】

上記画像処理装置において、前記評価値算出部は、前記重複領域内の各画素位置における前記第1の特徴量と前記第2の特徴量との差分を算出することを特徴とする。

30

【0018】

上記画像処理装置において、前記シェーディング補正特性決定部は、前記評価値に基づいて、前記複数種類のシェーディング補正特性のうちから前記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を選択することを特徴とする。

【0019】

上記画像処理装置において、前記シェーディング補正特性決定部は、前記評価値に基づいて前記複数種類のシェーディング補正特性を加重平均することにより、前記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定することを特徴とする。

40

【0020】

上記画像処理装置は、前記シェーディング補正特性決定部により決定されたシェーディング補正特性を用いて、前記複数の画像の少なくとも1つを補正する補正画像生成部をさらに備えることを特徴とする。

【0021】

上記画像処理装置において、前記補正画像生成部は、前記シェーディング補正特性決定部により決定されたシェーディング補正特性を用いて前記複数の画像を補正し、前記補正画像生成部により補正された前記複数の画像を、前記重複領域を互いに重ね合わせて合成した合成画像を生成する画像合成部をさらに備えることを特徴とする。

50

## 【 0 0 2 2 】

上記画像処理装置は、前記被写体を撮像して画像データを生成し、前記画像入力部に入力する画像取得部をさらに備えることを特徴とする。

## 【 0 0 2 3 】

本発明に係る顕微鏡システムは、前記画像処理装置と、前記被写体が載置される標本ステージと、前記標本ステージに対する視野が移動可能に設けられた対物光学系と、前記対物光学系に入射した前記被写体からの観察光を撮像して画像データを生成し、前記画像入力部に入力する画像取得部と、を備えることを特徴とする。

## 【 0 0 2 4 】

本発明に係る画像処理方法は、被写体に対する視野の一部が重複するように撮像された複数の画像に対応する画像データが入力される画像入力ステップと、前記複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値を算出する評価値算出ステップと、前記評価値と予め設定された複数種類のシェーディング補正特性とに基づいて、前記複数の画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定するシェーディング補正特性決定ステップと、を含むことを特徴とする。

## 【 発明の効果 】

## 【 0 0 2 5 】

本発明によれば、複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値と、予め設定された複数種類のシェーディング補正特性とに基づいて、当該画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定するので、被写体により異なるシェーディング特性に応じて画像を高精度にシェーディング補正することが可能となる。

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 2 6 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係る顕微鏡システムの構成例を示すブロック図である。

【 図 2 】 図 2 は、図 1 に示す顕微鏡装置の構成例を示す模式図である。

【 図 3 】 図 3 は、図 1 に示す画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 4 A 】 図 4 A は、被写体に対する視野を変化させた状態を示す模式図である。

【 図 4 B 】 図 4 B は、被写体に対する視野を変化させて撮像された画像を示す模式図である。

【 図 5 】 図 5 は、図 4 B に示す重複領域にシェーディング補正を施した補正済み重複領域画像を示す模式図である。

【 図 6 】 図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置の構成例を示すブロック図である。

【 図 7 】 図 7 は、図 6 に示す画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 8 】 図 8 は、本発明の実施の形態 3 に係る画像処理装置の構成例を示すブロック図である。

【 図 9 】 図 9 は、本発明の実施の形態 4 に係る画像処理装置の構成例を示すブロック図である。

【 図 1 0 】 図 1 0 は、図 9 に示す画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 1 1 A 】 図 1 1 A は、重複領域に発生しているシェーディング特性の算出方法を説明するための模式図である。

【 図 1 1 B 】 図 1 1 B は、シェーディング補正特性が補正対象として想定するシェーディング特性の特徴値の算出方法を説明するための模式図である。

【 図 1 2 】 図 1 2 は、本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置の構成例を示すブロック図である。

【 図 1 3 】 図 1 3 は、図 1 2 に示す画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【 図 1 4 】 図 1 4 は、本発明の実施の形態 6 に係る画像処理装置の構成例を示すブロック図である。

10

20

30

40

50

【図15】図15は、図14に示す画像処理装置の動作を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明に係る画像処理装置、顕微鏡システム及び画像処理方法の実施の形態について、図面を参照しながら詳細に説明する。なお、これらの実施の形態により本発明が限定されるものではない。また、各図面の記載において、同一部分には同一の符号を付して示している。以下においては、本発明に係る画像処理装置を顕微鏡システムに適用した例を説明するが、本発明に係る画像処理装置は、デジタルカメラ等、被写体を撮像して画像データを生成する画像取得手段と組み合わせて、撮像装置として利用することも可能である。

10

【0028】

(実施の形態1)

図1は、本発明の実施の形態1に係る顕微鏡システムの構成を示すブロック図である。図1に示すように、実施の形態1に係る顕微鏡システム1は、標本の拡大画像を撮像する顕微鏡装置2と、撮像された画像に対して所定の画像処理を施す画像処理装置10とを備える。

【0029】

図2は、図1に示す顕微鏡装置2の構成例を示す模式図である。図2に示すように、顕微鏡装置2は、略C字形のアーム100と、該アーム100に設けられた落射照明ユニット101及び透過照明ユニット102と、アーム100に取り付けられ、被写体(標本)Sが載置される標本ステージ103と、鏡筒108の一端側に三眼鏡筒ユニット109を介して標本ステージ103と対向するように設けられ、被写体からの観察光を結像する対物レンズ106と、接眼レンズユニット110と、鏡筒108の他端側に設けられた画像取得部111とを備える。このような顕微鏡装置2の動作は、画像処理装置10が備える制御部16(後述)によって制御される。

20

【0030】

落射照明ユニット101は、落射照明用光源101a及び落射照明光学系101bを備え、被写体Sに対して落射照明光を照射する。落射照明光学系101bは、落射照明用光源101aから出射した照明光を集光して観察光路Lの方向に導く種々の光学部材(フィルタユニット、シャッタ、視野絞り、開口絞り等)を含む。

30

【0031】

透過照明ユニット102は、透過照明用光源102a及び透過照明光学系102bを備え、被写体Sに対して透過照明光を照射する。透過照明光学系102bは、透過照明用光源102aから出射した照明光を集光して観察光路Lの方向に導く種々の光学部材(フィルタユニット、シャッタ、視野絞り、開口絞り等)を含む。

【0032】

これらの落射照明ユニット101及び透過照明ユニット102は、検鏡法に応じていずれかが選択されて使用される。なお、顕微鏡装置2に、落射照明ユニット101と透過照明ユニット102とのいずれか一方のみを設けることとしても良い。

【0033】

標本ステージ103には、ステージ位置変更部104及び位置検出部105が設けられている。ステージ位置変更部104は、例えばモータによって構成され、標本ステージ103を対物レンズ106の光軸と直交する面内(即ちXY平面内)において移動させる。このように標本ステージ103を移動させることにより、対物レンズ106の視野(撮像視野)が変化する。

40

【0034】

位置検出部105は、例えば、ステージ位置変更部104を構成するモータの回転量を検出するエンコーダによって構成され、標本ステージ103の位置を検出し、被写体Sの撮像時における標本ステージ103の位置情報を画像データの関連情報として、画像データと共に画像処理装置10に出力する。なお、ステージ位置変更部104及び位置検出部

50

105の代わりに、後述する制御部16の制御に従ってパルスが発生するパルス発生部及びステッピングモータを設けても良い。

【0035】

なお、実施の形態1においては、対物レンズ106及び鏡筒108を含む観察光学系の位置を固定し、標本ステージ103側を移動させているが、標本ステージ103の位置を固定し、観察光学系側を移動させても良い。或いは、標本ステージ103と観察光学系との双方を互いに反対方向に移動させても良い。つまり、観察光学系と被写体Sとが相対的に移動する構成であれば、どのような構成であっても構わない。

【0036】

対物レンズ106は、倍率が互いに異なる複数の対物レンズ(例えば、対物レンズ106')を保持可能なレボルバ107に取り付けられている。レボルバ107を回転させ、標本ステージ103と対向する対物レンズ106、106'を変更することにより、撮像倍率を変化させることができる。なお、図2は、対物レンズ106が標本ステージ103と対向している状態を示している。

【0037】

三眼鏡筒ユニット109は、対物レンズ106から入射した観察光を、ユーザが被写体Sを直接観察するための接眼レンズユニット110と、画像取得部111との方向に分岐する。

【0038】

画像取得部111は、例えばCCDやCMOS等の撮像素子からなり、対物レンズ106から三眼鏡筒ユニット109を介して入射し、結像した観察光を撮像し、画像データを生成して画像処理装置10に出力する撮像装置である。

【0039】

次に、画像処理装置10の構成について説明する。図1に示すように、画像処理装置10は、画像取得部111から出力された画像データが入力されるインターフェースである画像入力部11と、当該画像処理装置10に対する指示や情報の入力に用いられる入力部12と、記憶部13と、画像入力部11を介して入力された画像データに対応する画像に種々の演算処理を施す演算部14と、該演算部14の演算処理結果やその他の情報を出力する出力部15と、これらの各部の動作及び顕微鏡装置2の動作を制御する制御部16とを備える。

【0040】

画像入力部11は、画像取得部111から出力された画像データを受け取り、該画像データに所定の画像変換(フォーマット変換等)処理を施すことにより表示用の画像データを生成して演算部14に出力する。例えば、画像取得部111が備える撮像素子の配列がベイヤー(Bayer)配列である場合、画像入力部11は、ベイヤー配列の画像データをRGB色空間の画像データに変換する。或いは、画像入力部11は、YCbCr色空間の画像データに変換しても良い。

【0041】

入力部12は、キーボード、各種ボタン、各種スイッチ等の入力デバイスや、マウスやタッチパネル等のポインティングデバイスを含み、これらのデバイスに対するユーザの操作に応じた信号を制御部16に入力する。

【0042】

記憶部13は、更新記録可能なフラッシュメモリ、RAM、ROMといった半導体メモリ等の記録装置や、内蔵若しくはデータ通信端子で接続されたハードディスク、MO、CD-R、DVD-R等の記録媒体及び該記録媒体に記録された情報を読み取る読取装置を含む記録装置等によって構成される。記憶部13は、演算部14及び制御部16がそれぞれ実行する各種プログラムや、該プログラムの実行中に使用される各種パラメータ及び設定情報や、画像データ等を記憶する。

【0043】

より詳細には、記憶部13は、プログラム記憶部131と、画像データ記憶部132と

10

20

30

40

50

、シェーディング補正特性記憶部 1 3 3 とを備える。このうち、プログラム記憶部 1 3 1 は、画像入力部 1 1 から出力された画像データに対応する画像に所定の画像処理を施す画像処理プログラムを記憶する。

【 0 0 4 4 】

画像データ記憶部 1 3 2 は、画像入力部 1 1 により画像変換が施された画像データや、演算部 1 4 により画像処理が施された画像データや、これらの画像データの関連情報を記憶する。

【 0 0 4 5 】

シェーディング補正特性記憶部 1 3 3 は、画像入力部 1 1 から出力された各画像に生じているシェーディングを補正する際に使用される複数種類のシェーディング補正特性（シェーディング補正特性 A、シェーディング補正特性 B、...）を記憶する。ここで、一般に、顕微鏡装置 2 等の撮像機器により撮像された画像に生じるシェーディングは、撮像機器に内蔵される光学系の特性の他、被写体の特性（テクスチャ等）によっても変化する。具体的には、被写体表面の反射率がミラーのように高い場合、被写体表面の散乱特性が紙のように強い場合、被写体の透明度が高い場合等に応じて、画像に生じるシェーディングは異なってくる。シェーディング補正特性記憶部 1 3 3 は、このような被写体に応じたシェーディングを補正する際の候補として、顕微鏡装置 2 が備える光学系の特性に加え、被写体の特性を考慮して設定されたシェーディング補正特性を複数種類記憶している。

10

【 0 0 4 6 】

なお、これらのシェーディング補正特性は、例えば、顕微鏡装置 2 の標本ステージ 1 0 3 に、種々の被写体とそれぞれ近似する特性を有する複数種類の平坦な背景部材（例えば、ミラー、紙、透明ガラス等の平坦な板状部材）を 1 種類ずつ標本ステージ 1 0 3 に設置して撮像を行い、それによって取得された画像に生じたシェーディングの特性を実測することにより設定することができる。

20

【 0 0 4 7 】

演算部 1 4 は、例えば CPU 等のハードウェアによって構成され、後述する記憶部 1 3 に記憶された画像処理プログラムを読み込むことにより、画像入力部 1 1 から出力された画像データに対応する画像に対し、被写体に応じたシェーディング補正を施す画像処理を実行する。

【 0 0 4 8 】

より詳細には、演算部 1 4 は、補正部 1 4 1 と、評価値算出部 1 4 2 と、シェーディング補正特性決定部 1 4 3 とを備える。このうち、補正部 1 4 1 は、顕微鏡装置 2 において被写体 S に対する視野をずらして撮像された複数の画像間の重複領域に対し、シェーディング補正特性記憶部 1 3 3 に記憶された複数種類のシェーディング補正特性の各々を用いて補正することにより、補正済み重複領域画像を生成する。

30

【 0 0 4 9 】

評価値算出部 1 4 2 は、上記複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値を算出する。具体的には、評価値算出部 1 4 2 は、評価値として、互いに対応する補正済み重複領域画像内において互いに対応する画素同士の画素値又は輝度値の差分に基づく量を、シェーディング補正特性の種類ごとに算出する。

40

【 0 0 5 0 】

シェーディング補正特性決定部 1 4 3 は、評価値算出部 1 4 2 が算出した評価値とシェーディング補正特性記憶部 1 3 3 に記憶された複数種類のシェーディング補正特性とに基づいて、演算部 1 4 に入力された画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定する。

【 0 0 5 1 】

出力部 1 5 は、演算部 1 4 による演算処理（画像処理）結果やその他所定の情報を、例えば LCD、EL ディスプレイ又は CRT ディスプレイからなる表示装置等の外部機器に出力する外部インタフェースである。なお、本実施の形態では、表示装置を画像処理装置 1 0 の外部に備える構成としているが、画像処理装置 1 0 の内部に表示部を備える構成と

50

しても良い。

【0052】

制御部16は、例えばCPU等のハードウェアによって構成され、記憶部13に記憶された各種プログラムを読み込むことにより、記憶部13に記憶された各種データや入力部12から入力される各種情報に基づき、画像処理装置10及び顕微鏡システム1全体の動作を統括的に制御する。

【0053】

次に、画像処理装置10の動作を説明する。図3は、画像処理装置10の動作を示すフローチャートである。

まず、ステップS10において、画像入力部11は、顕微鏡装置2において被写体Sに対する視野をずらして複数回撮像を行うことにより取得された画像データ及び関連情報を受け取り、所定の画像変換を行う。

【0054】

画像変換後のフォーマットは特に限定されず、本実施の形態1においては、ベイヤー配列の画像をRGB画像に変換し、続くステップS11～S14において、R、G、Bの各画像に対して個別に処理を行うものとする。なお、RGB画像をYCbCr画像に変換し、ステップS11～S14において、輝度成分Yからなる画像と、色差成分Cb、Crからなる画像に対して個別に処理を行っても良いし、輝度成分Yからなる画像についてのみ処理を行っても良い。

【0055】

図4Aは、被写体に対する視野を変化させた状態を示す模式図である。また、図4Bは、被写体に対する視野を変化させて撮像された画像を示す模式図である。以下においては、一例として、図4Aに示す「SAMPLE」の文字を被写体Sとして説明する。図4Aに示すように、被写体Sに対する視野V1、V2の一部が重複するように撮像を行うことにより、図4Bに示す画像M1、M2が得られる。これらの隣り合う画像M1、M2は、共通の被写体部分が写った重複領域D1、D2を含んでいる。

【0056】

なお、図4Aに示すように、視野V1、V2が重なっている領域全体を重複領域として設定しても良いし、視野V1、V2が重なった領域の一部を重複領域（例えば重複領域D1、D2）として設定しても良い。さらに、視野V1、V2が重なった領域内に重複領域を複数箇所設定しても良い。

【0057】

続くステップS11において、補正部141は、画像データの関連情報（標本ステージ103の位置情報）に基づいて、隣り合う画像間で互に対応する重複領域を抽出し、各画像内の少なくとも重複領域に対し、シェーディング補正特性記憶部133に記憶された複数種類のシェーディング補正特性を用いてシェーディング補正を行う。それにより、各画像内の1つの重複領域に対し、シェーディング補正特性の種類の数だけ補正済み重複領域画像が生成される。この際、補正部141は、各画像の全体に対してシェーディング補正を行い、シェーディング補正された画像から補正済み重複領域画像を抽出しても良いし、最初から重複領域のみに対してシェーディング補正を施しても良い。

【0058】

以下においては、説明を簡単にするため、2種類のシェーディング補正特性A、Bを用いるものとする。シェーディング補正特性A、Bの具体例としては、ミラーのシェーディング補正特性及び紙のシェーディング補正特性が挙げられる。

【0059】

このステップS11の処理の結果、図5に示すように、重複領域D1をシェーディング補正特性A、Bによりそれぞれ補正した補正済み重複領域画像Dc1(A)、Dc1(B)と、重複領域D2をシェーディング補正特性A、Bによりそれぞれ補正した補正済み重複領域画像Dc2(A)、Dc2(B)とが生成される。

【0060】

10

20

30

40

50

続くステップ S 1 2 において、評価値算出部 1 4 2 は、シェーディング補正特性ごとに、互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値を算出する。より詳細には、互いに対応する補正済み重複領域画像間において対応する画素の画素値（又は輝度値）の差分を、該重複領域画像内の全画素について算出し、これらの差分の絶対値和を評価値とする。或いは、差分の 2 乗和を評価値としても良い。

【 0 0 6 1 】

具体的には、補正済み重複領域画像 D c 1 ( A )、D c 2 ( A ) 内の座標 ( x , y ) における画素の画素値をそれぞれ  $I_{1A}(x, y)$ 、 $I_{2A}(x, y)$  とすると、シェーディング補正特性についての評価値 E ( A ) は、次式 ( 1 ) によって与えられる。なお、以下に示す座標 ( x , y ) は、各重複領域又は補正済み重複領域画像の左上の点を原点とする。

$$E(A) = |I_{1A}(x, y) - I_{2A}(x, y)| \dots (1)$$

【 0 0 6 2 】

同様に、補正済み重複領域画像 D c 1 ( B )、D c 2 ( B ) 内の座標 ( x , y ) における画素の画素値をそれぞれ  $I_{1B}(x, y)$ 、 $I_{2B}(x, y)$  とすると、シェーディング補正特性についての評価値 E ( B ) は、次式 ( 2 ) によって与えられる。

$$E(B) = |I_{1B}(x, y) - I_{2B}(x, y)| \dots (2)$$

【 0 0 6 3 】

なお、画像 M 1、M 2 間で複数組の重複領域を設定した場合には、互いに対応する補正済み重複領域画像ごとに上記評価値 E ( A )、E ( B ) を算出した後、補正済み重複領域ごとに算出された評価値をシェーディング補正特性ごとに合算した値が、最終的な評価値として用いられる。

【 0 0 6 4 】

ここで、ステップ S 1 1 におけるシェーディング補正により、補正済み重複領域画像からシェーディングの影響が完全に除去されていれば、互いに対応する補正済み重複領域画像（補正済み重複領域画像 D c 1 ( A )、D c 2 ( A ) の組、補正済み重複領域画像 D c 1 ( B )、D c 2 ( B ) の組）は同一の画像になるはずであり、この場合、上記評価値はゼロとなる。一方、重複領域 D 1、D 2 の補正に用いたシェーディング補正特性が適切でなかった場合、補正済み重複領域画像に残ったシェーディングの影響により、対応する画素間において画素値の差異が生じる。即ち、評価値が小さいほど、重複領域 D 1、D 2 の補正に用いたシェーディング補正特性は、被写体 S が写った画像のシェーディング補正に、より適合していると言える。

【 0 0 6 5 】

続くステップ S 1 3 において、シェーディング補正特性決定部 1 4 3 は、ステップ S 1 2 において算出された評価値に基づいて、シェーディング補正特性を決定する。具体的には、シェーディング補正特性 A、B のうち、評価値 E ( A )、E ( B ) が小さい方のシェーディング補正特性を、画像 M 1、M 2 の補正に使用するシェーディング補正特性として選択する。

【 0 0 6 6 】

続くステップ S 1 4 において、演算部 1 4 は、ステップ S 1 3 における決定結果（シェーディング補正特性）を出力する。これに応じて、制御部 1 6 は、出力された結果を出力部 1 5 から出力して表示装置に表示させると共に、該決定結果を記憶部 1 3 に記憶させる。

【 0 0 6 7 】

この際、制御部 1 6 は、シェーディング補正特性の決定結果を画像 M 1、M 2 と関連付けて記憶させても良いし、該決定結果を被写体 S の種類（例えば、生体組織や臓器の種類等）と関連付けて記憶させても良い。このように被写体の種類ごとにシェーディング補正特性を記憶部 1 3 に蓄積しておくことにより、例えば被写体 S と同種の被写体を顕微鏡システム 1（図 1 参照）において観察する際に、当該被写体が写った画像のシェーディング補正に最適なシェーディング補正特性を記憶部 1 3 から読み出し、該画像を高速且つ高精度にシェーディング補正して観察することが可能となる。

10

20

30

40

50

その後、画像処理装置 10 の動作は終了する。

【0068】

以上説明したように、実施の形態 1 によれば、重複領域に対してなされた種類が異なるシェーディング補正の結果の差異を評価するので、該評価の結果に基づいて、入力された画像のシェーディング補正に最適なシェーディング補正特性を決定することができる。従って、被写体により異なるシェーディング特性に応じて画像を高精度にシェーディング補正可能なシェーディング補正特性を取得することができる。

【0069】

また、実施の形態 1 によれば、予め用意された複数種類のシェーディング補正特性のうちから、入力された画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を選択するので、シェーディング特性を実測してシェーディング補正特性を算出するという手間や時間や演算コストをかけることなく、高精度なシェーディング補正特性を簡単に取得することができる。

10

【0070】

なお、実施の形態 1 においては、重複領域 D1、D2 を 2 種類のシェーディング補正特性 A、B によって補正して 2 つの評価値 E(A)、E(B) を算出し、評価値 E(A)、E(B) が小さい方のシェーディング補正特性を選択することとしたが、シェーディング補正特性が 3 種類以上用意されている場合には、各シェーディング補正特性に対して評価値を算出し、評価値が最も小さいシェーディング補正特性を選択すれば良い。

【0071】

20

(変形例 1)

実施の形態 1 においては、被写体 S が写った画像 M1、M2 の補正に使用するシェーディング補正特性を、シェーディング補正特性記憶部 133 に記憶された複数種類のシェーディング補正特性 A、B、... から選択したが、これらの複数種類のシェーディング補正特性から算出しても良い。具体的には、シェーディング補正特性決定部 143 は、評価値算出部 142 から各シェーディング補正特性 A、B、... についての評価値 E(A)、E(B)、... を取得し、評価値が小さいほど (即ち、シェーディング補正特性が、より適したものであるほど) シェーディング補正特性の比率が大きくなるように、評価値の逆数  $1/E(A)$ 、 $1/E(B)$ 、... を重みとして、シェーディング補正特性 A、B、... を加重平均する。それによって算出された特性を、画像 M1、M2 のシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性として決定する。

30

【0072】

この変形例 1 によれば、入力された画像のシェーディング補正に、より適合するシェーディング補正特性を決定することが可能となる。

【0073】

(実施の形態 2)

次に、本発明の実施の形態 2 について説明する。

図 6 は、本発明の実施の形態 2 に係る画像処理装置を示すブロック図である。なお、本実施の形態 2 に係る顕微鏡システム全体の構成は、画像処理装置 10 を除いて、図 1 に示すものと同様である。

40

【0074】

図 6 に示すように、実施の形態 2 に係る画像処理装置 20 は、図 1 に示す演算部 14 の代わりに演算部 21 を備える。演算部 21 以外の画像処理装置 20 の構成及び動作は、実施の形態 1 と同様である。

【0075】

演算部 21 は、補正部 141 と、評価値算出部 142 と、シェーディング補正特性決定部 143 と、補正画像生成部 211 と、画像合成部 212 とを備える。このうち、補正部 141、評価値算出部 142 及びシェーディング補正特性決定部 143 の動作は、実施の形態 1 と同様である。なお、補正部 141 は、画像入力部 11 から出力された画像全体に対してシェーディング補正を施すものとする。

50

## 【0076】

補正画像生成部211は、被写体Sに対する視野をずらして撮像された複数の画像に対して、シェーディング補正特性決定部143により決定されたシェーディング補正特性が施された画像（補正画像）を生成する。

## 【0077】

画像合成部212は、補正画像生成部211により生成された補正画像を貼り合わせることにより、被写体Sが写った広視野且つ高精細な合成画像を生成する。

## 【0078】

次に、画像処理装置20の動作を説明する。図7は、画像処理装置20の動作を示すフローチャートである。なお、図7に示すステップS10～S13は、実施の形態1と同様である。

10

## 【0079】

ステップS13に続くステップS21において、補正画像生成部211は、画像入力部11から出力された各画像の補正画像を生成する。より詳細には、補正画像生成部211は、画像入力部11から出力された各画像に対し、補正部141において複数種類のシェーディング補正を施すことにより生成された複数の画像のうちから、シェーディング補正特性決定部143により決定されたシェーディング補正が施された画像を補正画像として選択する。

## 【0080】

続くステップS22において、画像合成部212は、補正画像生成部211により生成された視野が異なる複数の補正画像を、対応する重複領域同士が重なるように位置合わせをして貼り合わせることにより、合成画像を生成する。

20

## 【0081】

続くステップS23において、演算部21は、画像合成部212により生成された合成画像を出力する。これに応じて、制御部16は、出力された合成画像を出力部15から出力して表示装置に表示させると共に、該合成画像を記憶部13に記憶させる。

その後、画像処理装置20の動作は終了する。

## 【0082】

以上説明したように、実施の形態2によれば、重複領域に対してなされた種類が異なるシェーディング補正の結果の差異を評価するので、該評価の結果に基づいて、入力された画像のシェーディング補正に最適なシェーディング補正特性を決定することができる。そのため、このシェーディング補正特性を用いることにより、被写体により異なるシェーディング特性に応じて、高精度なシェーディング補正がなされた補正画像を生成することができる。従って、そのような補正画像同士を貼り合わせることにより、シェーディングの影響が高精度に除去された広視野且つ高精細の合成画像を生成することが可能となる。

30

## 【0083】

（変形例2）

上記実施の形態2においては、画像合成部212により生成された合成画像を出力することとしたが、補正画像生成部211により生成された補正画像を単独で（別の補正画像と貼り合わせることなく）出力しても良い。この場合、補正画像生成部211は、共通する重複領域を含む全ての画像を補正する必要はなく、例えばユーザにより入力部12を介して入力された情報に従って、必要な画像のみを補正しても良い。この場合、ユーザは、被写体によって特性が異なるシェーディングの影響が高精度に除去された所望の画像を取得することができる。

40

## 【0084】

（実施の形態3）

次に、本発明の実施の形態3について説明する。

図8は、本発明の実施の形態3に係る画像処理装置を示すブロック図である。なお、本実施の形態3に係る顕微鏡システム全体の構成は、画像処理装置10を除いて、図1に示すものと同様である。

50

## 【 0 0 8 5 】

図 8 に示すように、実施の形態 3 に係る画像処理装置 3 0 は、図 1 に示す演算部 1 4 の代わりに演算部 3 1 を備える。演算部 3 1 以外の画像処理装置 3 0 の各部の構成及び動作は、実施の形態 1 と同様である。

## 【 0 0 8 6 】

演算部 3 1 は、図 6 に示す補正画像生成部 2 1 1 の代わりに、補正画像生成部 3 1 1 を備える。補正画像生成部 3 1 1 以外の演算部 3 1 の各部の動作は、実施の形態 2 と同様である。補正画像生成部 3 1 1 は、被写体 S に対する視野をずらして撮像された複数の画像の各々に対し、シェーディング補正特性決定部 1 4 3 により決定されたシェーディング補正特性が施された補正画像を生成する。より詳細には、補正画像生成部 3 1 1 は、補正部 1 4 1 において、各画像の重複領域のみにシェーディング補正が行われた場合に、画像入力部 1 1 から出力された画像を取り込むと共に、シェーディング補正特性決定部 1 4 3 により決定されたシェーディング補正特性をシェーディング補正特性記憶部 1 3 3 から読み出し、取り込んだ画像に対してシェーディング補正を施す。

## 【 0 0 8 7 】

本実施の形態 3 によれば、補正部 1 4 1 において重複領域のみに対してシェーディング補正を施すので、入力された画像のシェーディング補正に最適なシェーディング補正特性を高速に決定することができる。従って、被写体によって特性が異なるシェーディングの影響が高精度に除去された補正画像及び合成画像を高速に生成することが可能となる。

## 【 0 0 8 8 】

( 実施の形態 4 )

次に、本発明の実施の形態 4 について説明する。

図 9 は、本発明の実施の形態 4 に係る画像処理装置を示すブロック図である。なお、本実施の形態 4 に係る顕微鏡システム全体の構成は、画像処理装置 1 0 を除いて、図 1 に示すものと同様である。

## 【 0 0 8 9 】

図 9 に示すように、実施の形態 4 に係る画像処理装置 4 0 は、図 1 に示す演算部 1 4 の代わりに演算部 4 1 を備える。演算部 4 1 以外の画像処理装置 4 0 の各部の構成及び動作は、実施の形態 1 と同様である。

## 【 0 0 9 0 】

演算部 4 1 は、シェーディング特徴値算出部 4 1 1 と、評価値算出部 4 1 2 と、シェーディング補正特性決定部 4 1 3 とを備える。このうち、シェーディング特徴値算出部 4 1 1 は、顕微鏡装置 2 において被写体 S に対する視野をずらして撮像された複数の画像間の重複領域に発生しているシェーディング特性の特徴を表す値 ( 特徴値 ) を算出する。

## 【 0 0 9 1 】

評価値算出部 4 1 2 は、複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値として、シェーディング特徴値算出部 4 1 1 により算出された特徴値と、当該重複領域に対し、シェーディング補正特性記憶部 1 3 3 に記憶された各シェーディング補正特性が補正対象として想定するシェーディング特性の特徴値との差異を表す量を算出する。

## 【 0 0 9 2 】

シェーディング補正特性決定部 4 1 3 は、評価値算出部 4 1 2 が算出した評価値とシェーディング補正特性記憶部 1 3 3 に記憶された複数種類のシェーディング補正特性とに基づいて、演算部 1 4 に入力された画像に対するシェーディング補正に適合するシェーディング補正特性を決定する。

## 【 0 0 9 3 】

次に、画像処理装置 4 0 の動作を説明する。図 1 0 は、画像処理装置 4 0 の動作を示すフローチャートである。なお、図 1 0 に示すステップ S 4 0 は、図 3 に示すステップ S 1 0 と対応している。

## 【 0 0 9 4 】

ステップ S 4 0 に続くステップ S 4 1 において、シェーディング特徴値算出部 4 1 1 は、画像データの関連情報（標本ステージ 1 0 3 の位置情報）に基づいて、隣り合う画像間で互に対応する重複領域を抽出し、各重複領域に発生しているシェーディング特性の特徴値を算出する。図 1 1 A は、ステップ S 4 1 におけるシェーディング特性の特徴値の算出方法を説明するための模式図である。

【 0 0 9 5 】

図 1 1 A に示すように、画像 M 1 側の重複領域 D 1 内の座標 ( x , y ) における画素の画素値（又は輝度値）を  $T_1(x, y)$ 、当該画素位置における本来の画素値（又は輝度値）を  $I(x, y)$ 、当該画素位置におけるシェーディング特性を  $S_1(x, y)$  とすると、画素値  $T_1(x, y)$  は、次式 ( 3 ) によって与えられる。

$$T_1(x, y) = I(x, y) \times S_1(x, y) \quad \dots (3)$$

【 0 0 9 6 】

同様に、画像 M 2 側の重複領域 D 2 内の座標 ( x , y ) における画素の画素値を  $T_2(x, y)$ 、当該画素位置における本来の画素値を  $I(x, y)$ 、当該画素位置におけるシェーディング特性を  $S_2(x, y)$  とすると、画素値  $T_2(x, y)$  は、次式 ( 4 ) によって与えられる。

$$T_2(x, y) = I(x, y) \times S_2(x, y) \quad \dots (4)$$

【 0 0 9 7 】

ここで、本来の画素値とは、シェーディングが発生していないと仮定した場合の画素値のことであり、式 ( 3 )、( 4 ) において画素値  $I(x, y)$  は同じ値となる。そのため、式 ( 3 ) 及び ( 4 ) から、重複領域 D 1 におけるシェーディング特性  $S_1(x, y)$  と重複領域 D 2 におけるシェーディング特性  $S_2(x, y)$  との比  $R(x, y)$  は、次式 ( 5 ) によって与えられる。

$$\begin{aligned} R(x, y) &= S_1(x, y) / S_2(x, y) \\ &= T_1(x, y) / T_2(x, y) \quad \dots (5) \end{aligned}$$

この比  $R(x, y)$  が、重複領域 D 1、D 2 に発生しているシェーディング特性の特徴を表す特徴値である。

【 0 0 9 8 】

続くステップ S 4 2 において、評価値算出部 4 1 2 は、重複領域に対し、シェーディング補正特性記憶部 1 3 3 に記憶された各シェーディング補正特性が補正対象として想定するシェーディング特性の特徴値を算出する。図 1 1 B は、ステップ S 4 2 におけるシェーディング特性の特徴値の算出方法を説明するための模式図である。

【 0 0 9 9 】

図 1 1 B に示すように、評価値算出部 4 1 2 はまず、シェーディング補正特性記憶部 1 3 3 に記憶されたシェーディング補正特性ごとに、図 1 1 A に示す重複領域 D 1、D 2 内の座標 ( x , y ) に相当する位置におけるシェーディング補正特性  $G_1(x, y)$ 、 $G_2(x, y)$  を取得する。ここで、シェーディング補正特性とシェーディング特性とは逆数の関係にあることから、これらの位置におけるシェーディング補正特性  $G_1(x, y)$ 、 $G_2(x, y)$  が補正対象として想定するシェーディング特性は、 $1 / G_1(x, y)$ 、 $1 / G_2(x, y)$  である。

【 0 1 0 0 】

評価値算出部 4 1 2 は、このシェーディング特性の比  $( 1 / G_1(x, y) ) / ( 1 / G_2(x, y) ) = G_2(x, y) / G_1(x, y)$  を、当該シェーディング補正特性 A が補正対象として想定するシェーディング特性の特徴値として算出する。

【 0 1 0 1 】

評価値算出部 4 1 2 は、このような特徴値を、シェーディング補正特性 A、B、... の各々について算出する。以下、各シェーディング補正特性 A、B、... について算出された特徴値を、 $R_{(A)}(x, y)$ 、 $R_{(B)}(x, y)$ 、... と記す。

【 0 1 0 2 】

続くステップ S 4 3 において、評価値算出部 4 1 2 は、重複領域に生じているシェーデ

10

20

30

40

50

イング特性の特徴値と、該重複領域に対して各シェーディング補正特性が補正対象として想定するシェーディング特性の特徴値とを比較した結果を評価値として算出する。

【0103】

具体的には、評価値算出部412は、次式(6)に示すように、ステップS41において算出されたシェーディング特性の特徴値 $R(x, y)$ と、ステップS42において算出されたシェーディング特性の特徴値 $R_{(A)}(x, y)$ との差分を、重複領域内の全画素について算出し、これらの差分の絶対値和を、シェーディング補正特性Aについての評価値 $E(A)'$ とする。

$$E(A)' = |R(x, y) - R_{(A)}(x, y)| \dots (6)$$

【0104】

或いは、評価値算出部412は、特徴値 $R(x, y)$ と特徴値 $R_{(A)}(x, y)$ との差分の2乗和を評価値 $E(A)'$ として算出しても良い。

評価値算出部412は、他のシェーディング補正特性B等についても同様にして、評価値 $E(B)'$ 等を算出する。

【0105】

なお、画像M1、M2間で複数組の重複領域を設定した場合には、重複領域ごとに上記評価値 $E(A)'$ 、 $E(B)'$ を算出した後、重複領域ごとに算出された評価値をシェーディング補正特性ごとに合算した値が、最終的な評価値として用いられる。

【0106】

続くステップS44において、シェーディング補正特性決定部413は、ステップS43において算出された評価値に基づいて、シェーディング補正特性を決定する。ここで、シェーディング補正特性A、B、...が補正対象として想定するシェーディング特性が、画像M1、M2に実際に生じていたシェーディング特性と近いほど、評価値 $E(A)'$ 、 $E(B)'$ 、...は小さくなる。即ち、評価値 $E(A)'$ 、 $E(B)'$ 、...が小さいシェーディング補正特性ほど、被写体Sが写った画像のシェーディング補正に、より適合していると言える。

【0107】

そこで、シェーディング補正特性決定部413は、複数種類のシェーディング補正特性A、B、...のうち、評価値 $E(A)'$ 、 $E(B)'$ 、...が最も小さいシェーディング補正特性を、画像M1、M2の補正に使用するシェーディング補正特性として選択する。或いは、シェーディング補正特性決定部413は、上述した変形例1と同様に、シェーディング補正特性A、B、...を評価値の逆数 $1/E(A)'$ 、 $1/E(B)'$ 、...を重みとして加重平均することにより、画像M1、M2の補正に使用するシェーディング補正特性を算出しても良い。

【0108】

続くステップS45において、演算部41は、ステップS44における決定結果(シェーディング補正特性)を出力する。これに応じて、制御部16は、出力された結果を出力部15から出力して表示装置に表示させると共に、該決定結果を記憶部13に記憶させる。この際、制御部16は、シェーディング補正特性の決定結果を画像M1、M2と関連付けて記憶させても良いし、被写体Sの種類(例えば、生体組織や臓器の種類等)と関連付けて記憶させても良い。

その後、画像処理装置40の動作は終了する。

【0109】

以上説明したように、実施の形態4によれば、重複領域に生じているシェーディング特性と、各シェーディング補正特性が補正対象として想定するシェーディング特性との差異を評価するので、該評価の結果に基づいて、入力された画像のシェーディング補正に最適なシェーディング補正特性を決定することができる。従って、被写体により異なるシェーディング特性に応じて画像を高精度にシェーディング補正可能なシェーディング補正特性を取得することができる。

【0110】

10

20

30

40

50

また、実施の形態 4 においては、重複領域 D 1、D 2 に対するシェーディング補正を実行しないので、実施の形態 1 よりも演算量を抑制しつつ、入力された画像のシェーディング補正に最適なシェーディング補正特性を決定することができる。

【0111】

(実施の形態 5)

次に、本発明の実施の形態 5 について説明する。

図 12 は、本発明の実施の形態 5 に係る画像処理装置を示すブロック図である。なお、本実施の形態 5 に係る顕微鏡システム全体の構成は、画像処理装置 10 を除いて、図 1 に示すものと同様である。

【0112】

図 12 に示すように、実施の形態 5 に係る画像処理装置 50 は、図 9 に示す記憶部 13 及び演算部 14 の代わりに、記憶部 51 及び演算部 52 を備える。記憶部 51 及び演算部 52 以外の画像処理装置 50 の各部の構成及び動作は、実施の形態 4 と同様である。

【0113】

記憶部 51 は、図 9 に示す記憶部 13 に対し、シェーディング特徴値記憶部 511 をさらに備える。また、演算部 52 は、図 9 に示す評価値算出部 412 の代わりに評価値算出部 521 を備える。

【0114】

ここで、制御部 16 の制御の下で動作する顕微鏡装置 2 (図 2 参照) においては、被写体 S に対する視野をずらしつつ順次撮像を行う際に、隣り合う画像間における重複領域の位置や大きさを予め設定し、該設定に従い、ステージ位置変更部 104 に対して標本ステージ 103 を移動させる移動量及び移動方向を高精度に制御することが可能である。このような制御は、例えば、取得した画像を貼り合わせるにより広視野且つ高精度な合成画像 (所謂バーチャルスライド) を作成する際に行われる。

【0115】

そこで、実施の形態 5 においては、隣り合う画像間における重複領域を予め設定し、シェーディング補正特性記憶部 133 に記憶されたシェーディング補正特性 A、B、... が補正対象として想定するシェーディング特性の各画素位置における特徴値  $R_{(A)}(x, y)$ 、 $R_{(B)}(x, y)$ 、... (図 11B に示すシェーディング特性の比  $G_2(x, y) / G_1(x, y)$ ) をそれぞれ算出しておく。シェーディング特徴値記憶部 511 は、このように予め算出された特徴値  $R_{(A)}(x, y)$ 、 $R_{(B)}(x, y)$ 、... が記録されたテーブルを記憶している。

【0116】

評価値算出部 521 は、複数の画像間において互いに対応する重複領域内の画素の特性に基づく評価値として、シェーディング特徴値算出部 411 において算出された特徴値と、シェーディング特徴値記憶部 511 に記憶された特徴値  $R_{(A)}(x, y)$ 、 $R_{(B)}(x, y)$ 、... との差異を表す量を算出する。

【0117】

次に、画像処理装置 50 の動作を説明する。図 13 は、画像処理装置 50 の動作を示すフローチャートである。なお、図 13 に示すステップ S40、S41 は、実施の形態 4 と同様である。

【0118】

ステップ S41 に続くステップ S51 において、評価値算出部 521 は、重複領域の位置において、シェーディング補正特性記憶部 133 に記憶された各シェーディング補正特性 A、B、... が補正対象として想定するシェーディング特性の特徴値  $R_{(A)}(x, y)$ 、 $R_{(B)}(x, y)$ 、... を、シェーディング特徴値記憶部 511 から取得する。

続くステップ S43 ~ S45 は、実施の形態 4 と同様である。

【0119】

以上説明したように、実施の形態 5 によれば、重複領域に生じているシェーディング特性と、各シェーディング補正特性が補正対象として想定するシェーディング特性との差異

10

20

30

40

50

を評価する際に、予め記憶部 13 に記憶された特徴値を用いるので、被写体により異なるシェーディング特性に応じて画像を高精度にシェーディング補正可能なシェーディング補正特性を、演算量を抑えつつ高速に決定することができる。

【0120】

(実施の形態 6)

次に本発明の実施の形態 6 について説明する。

図 14 は、本発明の実施の形態 6 に係る画像処理装置を示すブロック図である。なお、本実施の形態 6 に係る顕微鏡システム全体の構成は、画像処理装置 10 を除いて、図 1 に示すものと同様である。

【0121】

図 14 に示すように、実施の形態 6 に係る画像処理装置 60 は、図 1 に示す演算部 14 の代わりに、演算部 61 を備える。演算部 61 以外の画像処理装置 60 の各部の構成及び動作は、実施の形態 1 と同様である。

【0122】

演算部 61 は、シェーディング特徴値算出部 411 と、評価値算出部 412 と、シェーディング補正特性決定部 413 と、補正画像生成部 611 と、画像合成部 612 とを備える。このうち、シェーディング特徴値算出部 411、評価値算出部 412 及びシェーディング補正特性決定部 413 の動作は、実施の形態 4 と同様である。

【0123】

補正画像生成部 611 は、被写体 S に対する視野をずらして撮像された複数の画像の各々に対し、シェーディング補正特性決定部 413 により決定されたシェーディング補正特性を施すことにより補正画像を生成する。

【0124】

画像合成部 612 は、補正画像生成部 611 により生成された補正画像を貼り合わせることにより、被写体 S が写った広視野且つ高精細な合成画像を生成する。

【0125】

次に、本発明の画像処理装置 60 の動作を説明する。図 15 は、画像処理装置 60 の動作を示すフローチャートである。なお、図 15 に示すステップ S40 ~ S44 は、実施の形態 4 と同様である。

【0126】

ステップ S44 に続くステップ S61 において、補正画像生成部 611 は、画像入力部 11 から出力された各画像の補正画像を生成する。より詳細には、補正画像生成部 611 は、画像入力部 11 から出力された画像を取り込むと共に、シェーディング補正特性決定部 413 により決定されたシェーディング補正特性をシェーディング補正特性記憶部 133 から読み出し、取り込んだ画像に対して、該シェーディング補正特性を用いてシェーディング補正を施す。

【0127】

続くステップ S62 において、画像合成部 612 は、補正画像生成部 611 により生成された複数の補正画像を、対応する重複領域同士が重なるように位置合わせをして貼り合わせることにより、合成画像を生成する。

【0128】

続くステップ S63 において、演算部 61 は、画像合成部 612 により生成された合成画像を出力する。これに応じて、制御部 16 は、出力された合成画像を出力部 15 から出力して表示装置に表示させると共に、該合成画像を記憶部 13 に記憶させる。

その後、画像処理装置 60 の動作は終了する。

【0129】

以上説明したように、実施の形態 6 によれば、重複領域に生じているシェーディング特性と、各シェーディング補正特性が補正対象として想定するシェーディング特性との差異を評価するので、該評価の結果に基づいて、入力された画像のシェーディング補正に最適なシェーディング補正特性を決定することができる。そのため、このシェーディング補正

10

20

30

40

50

特性を用いることにより、被写体により異なるシェーディング特性に応じて、高精度なシェーディング補正がなされた補正画像を生成することができる。従って、そのような補正画像同士を貼り合わせることにより、シェーディングの影響が高精度に除去された広視野且つ高精細の合成画像を生成することが可能となる。

【 0 1 3 0 】

(変形例 6 - 1)

上記実施の形態 6 においては、画像合成部 6 1 2 により生成された合成画像を出力することとしたが、補正画像生成部 6 1 1 により生成された補正画像を単独で (別の補正画像と貼り合わせることなく) 出力しても良い。この場合、補正画像生成部 6 1 1 は、共通する重複領域を含む全ての画像を補正する必要はなく、例えばユーザにより入力部 1 2 を介して入力された情報に従って、必要な画像のみを補正しても良い。この場合、ユーザは、シェーディングが高精度に補正された所望の画像を取得することができる。

10

【 0 1 3 1 】

(変形例 6 - 2)

上記実施の形態 6 において説明した補正画像生成部 6 1 1 及び画像合成部 6 1 2 を、実施の形態 5 において説明した演算部 5 2 に設けても良い。この場合、シェーディング補正特性を決定する際の演算量を抑制しつつ高速に、補正画像及び合成画像を生成することが可能となる。

【 0 1 3 2 】

本発明は、上述した各実施の形態 1 ~ 6 及び変形例そのままに限定されるものではなく、各実施の形態 1 ~ 6 及び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、実施の形態 1 ~ 6 及び変形例に示される全構成要素からいくつかの構成要素を除外して形成してもよい。或いは、異なる実施の形態に示した構成要素を適宜組み合わせることで形成してもよい。

20

【符号の説明】

【 0 1 3 3 】

- 1 顕微鏡システム
- 2 顕微鏡装置
- 1 0、2 0、3 0、4 0、5 0、6 0 画像処理装置
- 1 1 画像入力部
- 1 2 入力部
- 1 3、5 1 記憶部
- 1 4、2 1、3 1、4 1、5 2、6 1 演算部
- 1 5 出力部
- 1 6 制御部
- 3 1 演算部
- 4 0 画像処理装置
- 1 0 0 アーム
- 1 0 1 落射照明ユニット
- 1 0 1 b 落射照明光学系
- 1 0 1 a 落射照明用光源
- 1 0 2 透過照明ユニット
- 1 0 2 b 透過照明光学系
- 1 0 2 a 透過照明用光源
- 1 0 3 標本ステージ
- 1 0 4 ステージ位置変更部
- 1 0 5 位置検出部
- 1 0 6、1 0 6' 対物レンズ
- 1 0 7 レボルバ
- 1 0 8 鏡筒

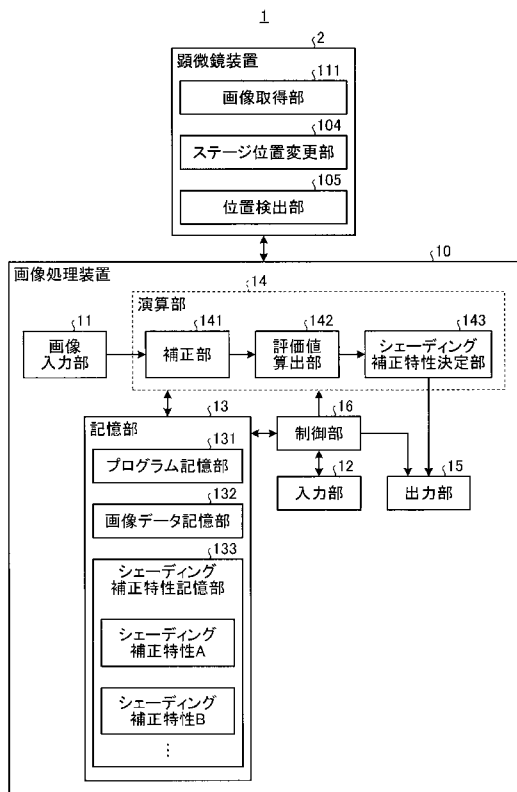
30

40

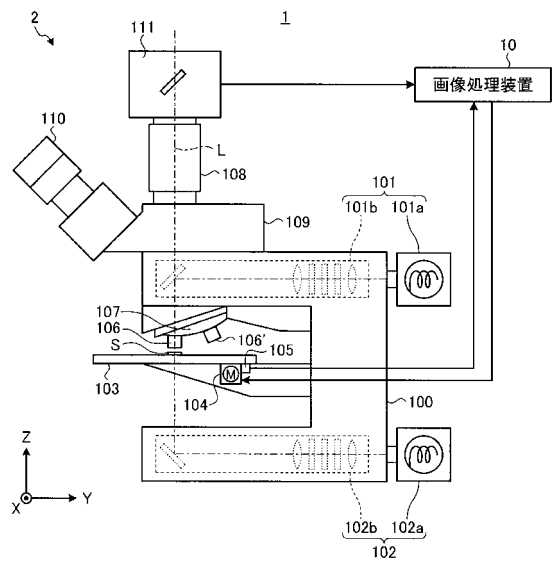
50

- 109 三眼鏡筒ユニット
- 110 接眼鏡筒ユニット
- 111 画像取得部
- 131 プログラム記憶部
- 132 画像データ記憶部
- 133 シェーディング補正特性記憶部
- 141 補正部
- 142、412、521 評価値算出部
- 143、413 シェーディング補正特性決定部
- 211、311、611 補正画像生成部
- 212、612 画像合成部
- 411 シェーディング特徴値算出部
- 511 シェーディング特徴値記憶部

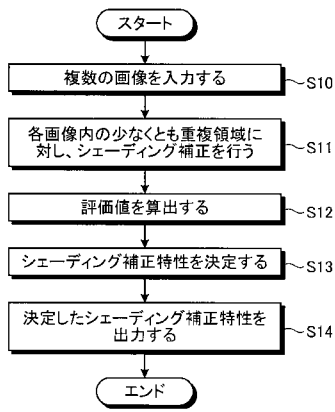
【図1】



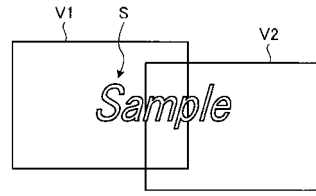
【図2】



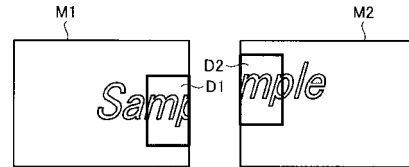
【 図 3 】



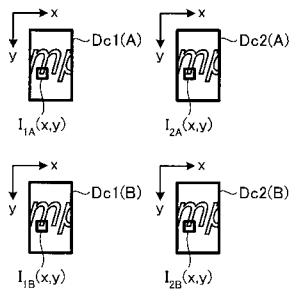
【 図 4 A 】



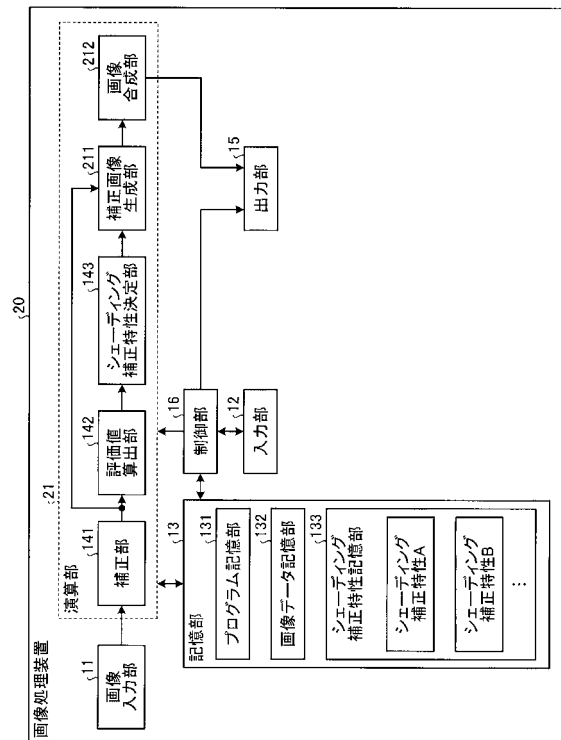
【 図 4 B 】



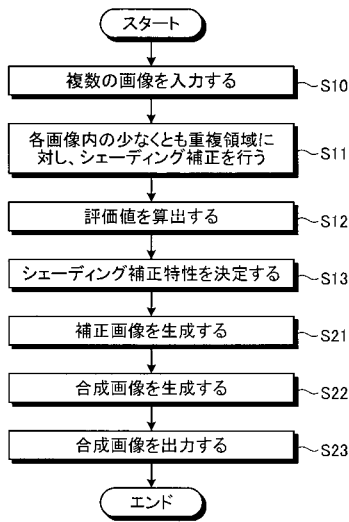
【 図 5 】



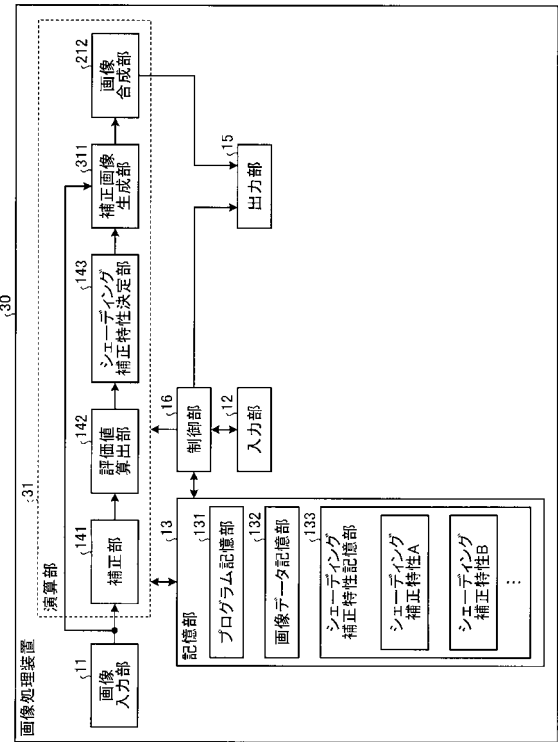
【 図 6 】



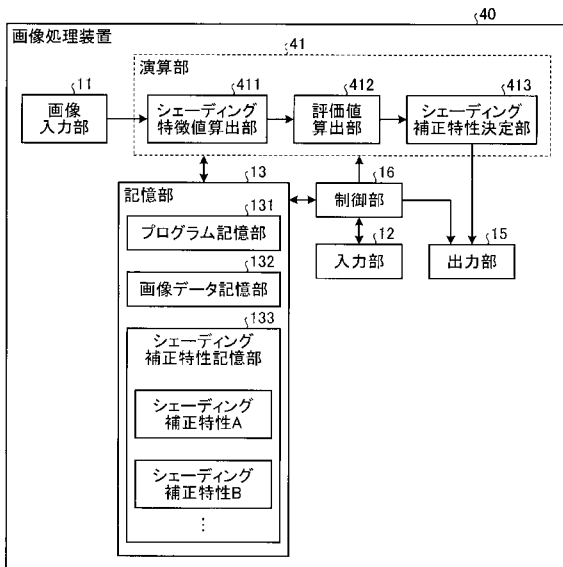
【 図 7 】



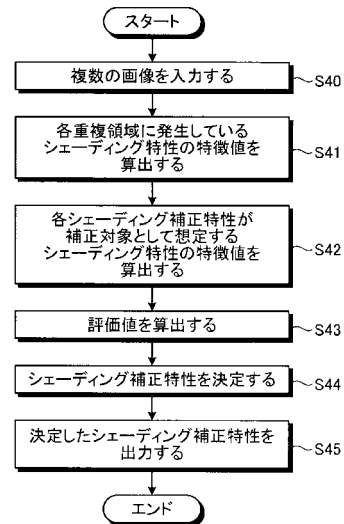
【 図 8 】



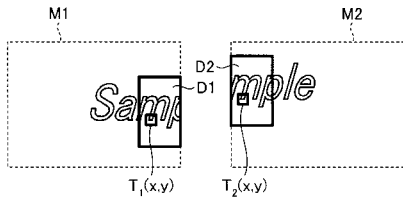
【 図 9 】



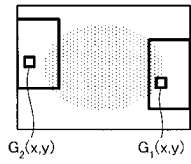
【 図 10 】



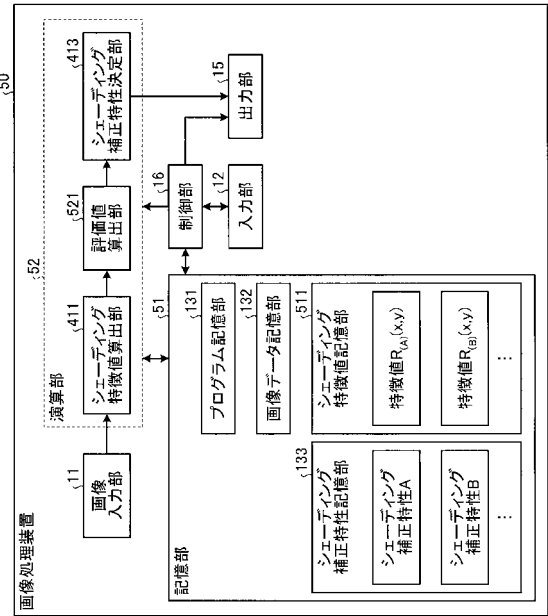
【図11A】



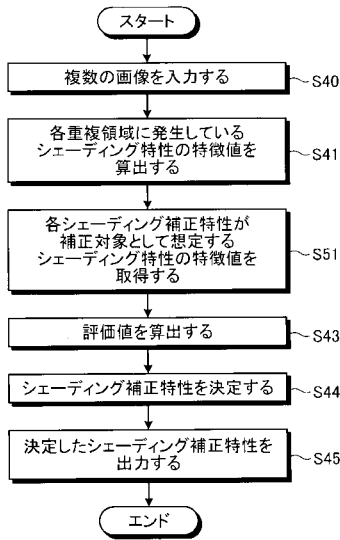
【図11B】



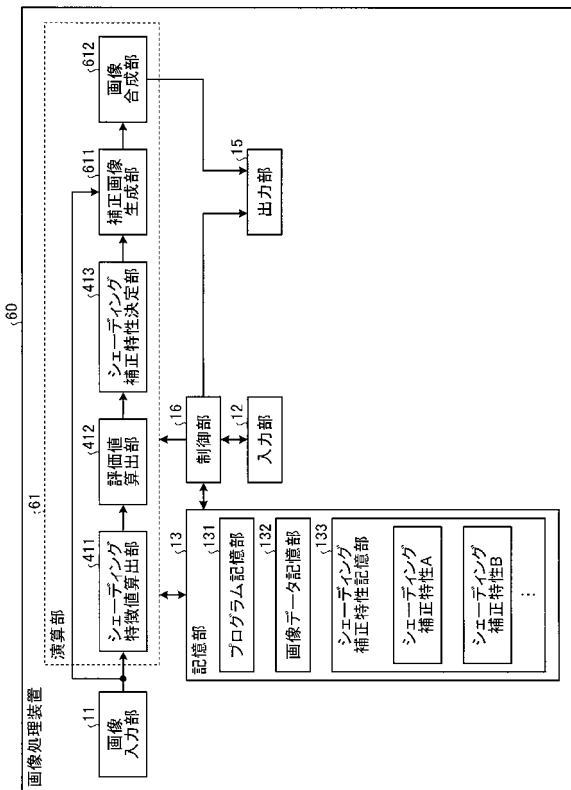
【図12】



【図13】



【図14】



【 図 1 5 】

