

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4128405号  
(P4128405)

(45) 発行日 平成20年7月30日(2008.7.30)

(24) 登録日 平成20年5月23日(2008.5.23)

(51) Int. Cl.		F I	
HO4N 9/04 (2006.01)		HO4N 9/04	B
HO4N 5/243 (2006.01)		HO4N 5/243	
GO2B 21/36 (2006.01)		GO2B 21/36	

請求項の数 4 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2002-212859 (P2002-212859)	(73) 特許権者	000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(22) 出願日	平成14年7月22日(2002.7.22)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(65) 公開番号	特開2004-56587 (P2004-56587A)	(74) 代理人	100084618 弁理士 村松 貞男
(43) 公開日	平成16年2月19日(2004.2.19)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
審査請求日	平成17年7月14日(2005.7.14)	(74) 代理人	100100952 弁理士 風間 鉄也
		(72) 発明者	合▲崎▼ 紳一郎 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス光学工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顕微鏡用撮像装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

顕微鏡より得られる標本像を撮像する撮像手段と、  
前記撮像手段で撮像された前記標本像の画像データを色補正処理する色補正手段および階調補正処理する階調補正手段を有する信号処理手段と、  
前記撮像手段で撮像された画像データから輝度画像を求め、この輝度画像のフーリエ変換の結果の直流成分で表わされる撮影画像の第1の特徴量を求めるとともに、前記輝度画像のフーリエ変換の結果の予め設定した周波数範囲の積分値で表わされる撮影画像の第2の特徴量を求め、前記撮影画像の第1及び第2の特徴量と前記第1及び第2の特徴量に対して各々予め設定された閾値とをそれぞれ比較した結果を出力する空間周波数解析手段と

10

前記階調補正手段の階調特性を設定する階調特性設定手段と  
前記色補正手段の色補正パラメータを設定する色補正パラメータ設定手段と、  
を具備し、

前記空間周波数解析手段による解析結果に基づいて、前記階調特性設定手段による前記階調補正手段の階調特性の設定および前記色補正パラメータ設定手段による前記色補正手段の色補正パラメータの設定の少なくとも一方を可能にしたことを特徴とする顕微鏡用撮像装置。

【請求項2】

顕微鏡より得られる標本像を撮像する撮像手段と、

20

前記撮像手段で撮像された前記標本像の画像データを色補正処理する色補正手段、階調補正処理する階調補正手段および輪郭強調処理する輪郭強調処理手段を有する信号処理手段と、

前記撮像手段で撮像された画像データから輝度画像を求めるとともに、前記輝度画像のフーリエ変換の結果の予め設定した周波数範囲の積分値で表わされる撮影画像の特徴量を求め、前記撮影画像の特徴量と予め設定された閾値とを比較した結果を出力する空間周波数解析手段と、

前記空間周波数解析手段による解析結果に基づいて前記輪郭強調処理手段の処理パラメータを設定する輪郭強調処理パラメータ設定手段と  
を具備したことを特徴とする顕微鏡用撮像装置。

10

【請求項 3】

顕微鏡より得られる標本像を撮像する撮像手段と、  
前記標本像と前記撮像手段の相対位置を変化させる画素ずらし手段と、  
前記画素ずらし手段により前記標本像と前記撮像手段の相対位置を変化させた際の複数の位置で前記撮像手段により撮像された画像データを合成する合成処理手段を有する画像処理手段と、

前記撮像手段で撮像された画像データの空間周波数解析を行う空間周波数解析手段と、  
前記空間周波数解析手段による解析結果に基づいて前記画素ずらし手段による画素ずらしの有無および前記合成処理手段による合成処理の有無を設定する画素ずらし設定手段と  
を具備したことを特徴とする顕微鏡用撮像装置。

20

【請求項 4】

前記空間周波数解析手段は、前記撮像手段で撮像された画像データから輝度画像を求めるとともに、この輝度画像のフーリエ変換の結果の予め設定した周波数範囲の積分値で表わされる撮影画像の特徴量を求め、

前記撮影画像の特徴量と予め設定された閾値とを比較した結果に基づいて、前記画素ずらし設定手段による前記画素ずらし手段の画素ずらしの有無および前記合成処理手段の合成処理の有無の設定を可能にしたことを特徴とする請求項 3 記載の顕微鏡用撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、顕微鏡による標本観察像を CCD などの撮像素子により撮像し、記録する顕微鏡用撮像装置に関するものである。

30

【0002】

【従来の技術】

従来、顕微鏡用撮像装置の一例として、図 13 に示すように、顕微鏡 100 のポート 101 に顕微鏡用デジタルカメラなどの撮像装置本体 200 が接続され、ポート 101 から出力される標本像を撮像装置本体 200 により撮像するようにしたものがある。

【0003】

この場合、顕微鏡 100 は、光源 102 より発せられた光は、コレクタレンズ 103 を通して平行光に変換され、ミラー 104 で反射し、窓レンズ 105、FS (視野絞り) 106、AS (開口絞り) 107、コンデンサレンズ 108 を介して標本 109 に照射され、標本 109 からの透過光は、対物レンズ 110、結像レンズ 111 を介して標本像としてポート 101 より出力される。一方、撮像装置本体 200 には、顕微鏡 100 のポート 101 から出力される標本像を撮像する CCD などの撮像素子 201 が設けられている。この撮像素子 201 は、撮像素子駆動部 202 からの駆動信号に基づいた露出時間で駆動され、出力信号を前置処理部 203 に入力する。前置処理部 203 は、撮像素子駆動部 202 から与えられる制御パルスにより撮像素子 201 の出力信号を映像信号化し A/D 変換部 204 に入力する。A/D 変換部 204 は、撮像素子駆動部 202 からのクロック信号に基づいて前置処理部 203 からの映像信号をデジタル画像データとして出力する。A/D 変換部 204 から出力された画像データは、信号処理部 205 に入力される。信号処理

40

50

部205は、画像データに対して色補正、階調補正などの信号処理を行う。信号処理部205からの出力は、D/A変換部206によりアナログ信号に変換され、動画像として表示部207に表示される。また、操作部208からの指示を待って制御部209により、信号処理部205からの画像データがバス210を介して記録部211に送出され、静止画像として記録される。

【0004】

また、このような顕微鏡用撮像装置の他の例として、図14に示すように構成されたものもある。図14は、図13と同一部分には、同符号を付して示すもので、この場合、撮像装置本体200は、D/A変換部206、表示部207および記録部211が削除され、これに代わって制御部209にI/F部212が接続されている。このI/F部212には、パーソナルコンピュータ(パソコン)300が接続され、このパソコン300により操作、画像データの表示、記録が行われる。このタイプのものは、画像処理の一部もパソコン300で行う場合もある。

10

【0005】

さらに、このような顕微鏡用撮像装置の他の例として、図15に示すように構成されたものもある。図15は、図13と同一部分には、同符号を付して示すもので、この場合、撮像装置本体200は、撮像素子201に画像ずらし手段213が設けられている。この画像ずらし手段213は、顕微鏡100のポート101から出力される標本像と撮像素子201の相対位置をずらして複数の画像を撮像するもので、これらの画像を合成してより高解像度の画像を得られるようにした、いわゆる画素ずらし方式を採用したものもある。

20

【0006】

そして、これらの撮像装置本体200は、顕微鏡100のポート101に接続され、ポート101から出力される、例えば染色標本などの像の撮像、記録などに用いられる。

【0007】

ところが、これら顕微鏡用撮像装置は、顕微鏡100側の標本の種類、検鏡方法、観察倍率に対して信号処理部205での色補正、階調補正などの信号処理による画像の調整が最適に行われない。このため、これら標本の種類、検鏡方法、観察倍率などに変更が生じると、ユーザが満足する表現の画像が得られないという問題があった。

【0008】

このような場合、ユーザは、パソコンの画像処理ソフトを使用し、顕微鏡用デジタルカメラで取得した画像データを取り込み、画像の階調特性、明るさ、色相、彩度の調整さらにはエッジ強調処理などを施し、満足する表現の画像へ近づけるなどの努力をしておき、このために面倒な作業を強いられるという問題があった。

30

【0009】

そこで、このような問題を解決する方法として、特開2001-75013号公報に開示されるように、顕微鏡における検鏡法の状態を検出し、この検出した検鏡法に基づいて観察画像の色度の判定を行うとともに、色バランスを行う領域を判定し、この判定された領域に対して設定された色バランス調整量に従って色バランス調整を行うようにしたものが考えられている。

【0010】

このような方法によれば、透過明視野観察や蛍光観察など各種検鏡法を切替え可能にした顕微鏡を用いる場合も、操作者に余計な労力をかけることなく、任意の検鏡方法に応じた最適な階調調整を行うことができる。

40

【0011】

一方、図11で述べた画素ずらし方式を採用した顕微鏡用デジタルカメラでは、一般のデジタルカメラと異なり観察倍率の変動範囲が非常に広く、これに伴って観察像の解像度が大きく変化する。従って、画素ずらし法により得られる解像度が、顕微鏡光学系(対物レンズ)の光学解像度より大きくなることもあり、このような場合は、画素ずらしを行っても顕微鏡光学系の光学解像度以上の画像が得られることがなく、かえって、大きな画像データを記録するためにメモリ容量を浪費してしまう。

50

## 【 0 0 1 2 】

この問題を解決するために、特開 2 0 0 1 - 8 6 3 8 4 号公報に開示されるように、顕微鏡光学系の光学解像度とカメラ側の撮像素子の解像度を比較し、この比較結果に基づいて、通常撮影モードと高解像度撮影モードの切換えを行うようにしたものが考えられている。

## 【 0 0 1 3 】

このような方法によれば、顕微鏡光学系の光学解像度に合った撮像素子の光学解像度で撮像ができるので、画像データを記録するためのメモリ容量の不要な浪費を防止することができる。

## 【 0 0 1 4 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、特開 2 0 0 1 - 7 5 0 1 3 号公報に開示される方法では、検鏡法に基づいてのみ観察画像の調整を行うものであるため、例えば、同じ検鏡法であっても標本の種類が異なるような場合についても、観察画像の調整を最適化するのは困難である。また、特開 2 0 0 1 - 8 6 3 8 4 号公報に開示される方法では、顕微鏡光学系の光学解像度に合致した撮影モードで撮影できるようにはなるが、例えば、顕微鏡光学系の光学解像度が高い場合であっても、標本の構造自体の空間周波数が低いような場合には、撮影画像が高解像度撮影モードの解像度以下になるにもかかわらず、高解像度撮影が行われてしまうことがあり、この場合には、やはりメモリ容量の浪費を招いてしまうという問題がある。

## 【 0 0 1 5 】

本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、顕微鏡の検鏡法、標本の種類、観察倍率などにかかわらず、常に良好な画像を取得することができる顕微鏡用撮像装置を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 6 】

## 【 課題を解決するための手段 】

請求項 1 記載の発明によれば、顕微鏡より得られる標本像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された前記標本像の画像データを色補正処理する色補正手段および階調補正処理する階調補正手段を有する信号処理手段と、前記撮像手段で撮像された画像データから輝度画像を求め、この輝度画像のフーリエ変換の結果の直流成分で表わされる撮影画像の第 1 の特徴量を求めるとともに、前記輝度画像のフーリエ変換の結果の予め設定した周波数範囲の積分値で表わされる撮影画像の第 2 の特徴量を求め、前記撮影画像の第 1 及び第 2 の特徴量と前記第 1 及び第 2 の特徴量に対して各々予め設定された閾値とをそれぞれ比較した結果を出力する空間周波数解析手段と、前記階調補正手段の階調特性を設定する階調特性設定手段と、前記色補正手段の色補正パラメータを設定する色補正パラメータ設定手段と、を具備し、前記空間周波数解析手段による解析結果に基づいて、前記階調特性設定手段による前記階調補正手段の階調特性の設定および前記色補正パラメータ設定手段による前記色補正手段の色補正パラメータの設定の少なくとも一方を可能にしたことを特徴としている。

## 【 0 0 1 9 】

請求項 2 記載の発明は、顕微鏡より得られる標本像を撮像する撮像手段と、前記撮像手段で撮像された前記標本像の画像データを色補正処理する色補正手段、階調補正処理する階調補正手段および輪郭強調処理する輪郭強調処理手段を有する信号処理手段と、前記撮像手段で撮像された画像データから輝度画像を求めるとともに、前記輝度画像のフーリエ変換の結果の予め設定した周波数範囲の積分値で表わされる撮影画像の特徴量を求め、前記撮影画像の特徴量と予め設定された閾値とを比較した結果を出力する空間周波数解析手段と、前記空間周波数解析手段による解析結果に基づいて前記輪郭強調処理手段の処理パラメータを設定する輪郭強調処理パラメータ設定手段とを具備したことを特徴としている。

## 【 0 0 2 1 】

請求項 3 記載の発明は、顕微鏡より得られる標本像を撮像する撮像手段と、前記標本像

10

20

30

40

50

と前記撮像手段の相対位置を変化させる画素ずらし手段と、前記画素ずらし手段により前記標本像と前記撮像手段の相対位置を変化させた際の複数の位置で前記撮像手段により撮像された画像データを合成する合成処理手段を有する画像処理手段と、前記撮像手段で撮像された画像データの空間周波数解析を行う空間周波数解析手段と、前記空間周波数解析手段による解析結果に基づいて前記画素ずらし手段による画素ずらしの有無および前記合成処理手段による合成処理の有無を設定する画素ずらし設定手段とを具備したことを特徴としている。

【0022】

請求項4記載の発明は、請求項3記載の発明において、前記空間周波数解析手段は、前記撮像手段で撮像された画像データから輝度画像を求めるとともに、この輝度画像のフーリエ変換の結果の予め設定した周波数範囲の積分値で表わされる撮影画像の特徴量を求め、

10

前記撮影画像の特徴量と予め設定された閾値とを比較した結果に基づいて、前記画素ずらし設定手段による前記画素ずらし手段の画素ずらしの有無および前記合成処理手段の合成処理の有無の設定を可能にしたことを特徴としている。

【0023】

この結果、本発明によれば、画像の空間周波数解析の結果に基づいて種々の補正、画像処理、撮影モードの設定を行うことで、標本や検鏡法によらずに撮影した画像に最適な各種の処理を行うことができる。

【0024】

20

具体的には、

撮像手段で撮像した画像データの空間周波数解析の結果に基づいて、顕微鏡での検鏡法を判断できるとともに、画像データのコントラストに応じた階調補正処理手段での階調特性および色補正処理手段での色補正パラメータの設定により、画像の状態に最適な階調補正処理および色補正処理を行うことができるので、各種の検鏡法を切替え可能にした顕微鏡に適用される場合も、操作者が特別な操作をすることなく、常に観察標本に最適な階調補正処理および色補正処理を行うことができる。

【0025】

また、撮像手段で撮像した画像データの空間周波数解析の結果に基づいて、画像データのコントラストに応じた輪郭強調処理パラメータ設定手段による輪郭強調処理手段の処理パラメータの設定により、画像の状態に最適な輪郭強調処理を行うことができるので、操作者が特別な操作をすることなく、常に観察標本に最適な輪郭強調処理を行うことができる。

30

【0026】

さらに、撮像手段で撮像した画像データの空間周波数解析の結果に基づいて、画像データに含まれる高周波成分に応じた画素ずらし手段の画素ずらしの有無および合成処理手段の合成処理の有無の設定により、画像の状態に最適な動作を選択することができるので、操作者が特別な操作をすることなく、観察倍率によらず大きな画像データを記録するためにメモリ容量の不必要な浪費を防止できる。

【0027】

40

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に従い説明する。

【0028】

(第1の実施の形態)

図1は、本発明が適用される顕微鏡用撮像装置の概略構成を示すものである。この顕微鏡用撮像装置は、明視野観察、位相差観察、微分干渉観察、偏光観察、暗視野観察、蛍光観察などの各種検鏡法が切換え可能な顕微鏡1と、この顕微鏡1より取得される標本像の撮像を行う撮像装置本体2とからなっている。

【0029】

顕微鏡1には、透過照明用光源3および落射照明用光源4が設けられている。

50

## 【0030】

そして、透過照明用光源3より発せられた光は、コレクタレンズ5を通して平行光に変換され、ミラー6で反射し、窓レンズ7、FS（視野絞り）8、AS（開口絞り）9、コンデンサレンズ10を介して標本11に照射され、標本11からの透過光は、対物レンズ12、結像レンズ13を介して標本像としてポート14より出力される。一方、落射照明用光源4より発せられた光は、対物レンズ12を介して標本11上に照射され、標本11からの反射光は、対物レンズ12、結像レンズ13を介してポート14より出力される。

## 【0031】

透過照明用光源3からの透過照明光の光路3a、落射照明用光源4からの落射照明光の光路4aおよびこれらの光路が重なる観察光路Sには、キューブユニット15を始め、図示しない各種フィルタ、偏光素子などの光学素子が挿脱可能に設けられている。この場合、顕微鏡1での明視野観察、位相差観察、微分干渉観察、偏光観察、暗視野観察、蛍光観察などの各種検鏡法の切換え指示に応じて、キューブユニット15の切換え、各種光学素子の挿脱動作を可能にし、さらに観察倍率の変更の指示により観察光路S上の対物レンズ12の切換えを可能にしている。

10

## 【0032】

一方、顕微鏡1のポート14には、撮像装置本体2が接続されている。撮像装置本体2には、顕微鏡1からの観察光路S上で、標本像が投影される位置に、撮像手段としてCCDなどの撮像素子21が配置されている。撮像素子21は、撮像素子駆動部22からの駆動信号に基づいた露出時間で駆動され、顕微鏡1のポート14から入力される標本像を撮像し光電変換する。

20

## 【0033】

撮像素子21には、前置処理部23が接続されている。前置処理部23は、撮像素子駆動部22から与えられる制御パルスにより撮像素子21からの電気信号を映像信号化してR（赤）、G（緑）、B（青）の各色信号に分離する。

## 【0034】

前置処理部23には、A/D変換部24が接続されている。A/D変換部24は、撮像素子駆動部22からのクロック信号に基づいて前置処理部23からの映像信号をデジタル画像データに変換して出力する。

## 【0035】

A/D変換部24には、信号処理手段としての信号処理部25および空間周波数解析手段としての空間周波数解析部26が接続されている。信号処理部25は、色変換マトリックスによる色補正処理を行う色補正処理手段としての色補正処理部27と階調補正処理を行う階調補正処理手段としての階調補正処理部28を有し、A/D変換部24から入力された画像データに対して色補正、階調補正などの信号処理を行う。また、空間周波数解析部26は、A/D変換部24から入力された画像データに対して空間周波数解析を行う。この空間周波数解析部26での空間周波数解析については、後述する図3で詳細に説明する。

30

## 【0036】

空間周波数解析部26には、色補正パラメータ設定手段としての色補正パラメータ設定部29および階調特性設定手段としての階調特性設定部30が接続されている。階調特性設定部30は、図2(a)(b)(c)に示すような3つの階調特性パラメータ（階調特性A、階調特性B、階調特性C）を記憶しており、空間周波数解析部26での解析結果に基づいて、対応する階調特性パラメータを、信号処理部25の階調補正処理部28に設定する。また、色補正パラメータ設定部29には、上述した階調特性A、階調特性B、階調特性Cにそれぞれ対応した色補正パラメータとして、3つの色変換マトリックス（色変換マトリックスA、色変換マトリックスB、色変換マトリックスC）を記憶しており、階調特性設定部30の場合と同様に、空間周波数解析部26での解析結果に基づいて、対応する色変換マトリックスを信号処理部25の色補正処理部27に設定する。

40

## 【0037】

50

信号処理部 25 には、D/A 変換器 31 を介して表示部 32 が接続されている。D/A 変換器 31 は、信号処理部 25 からの出力をアナログ信号に変換するもので、動画像を表示部 32 に表示させる。

【0038】

信号処理部 25 には、バス 33 を介して制御部 34 および記録部 35 が接続されている。制御部 34 は、操作部 36 からの指示により信号処理部 25 から画像データをバス 33 を介して記録部 35 に静止画像として記録する。

【0039】

このような構成において、いま、透過照明用光源 3 より透過照明光が発せられると、この光は、コレクタレンズ 5 を通して平行光に変換され、ミラー 6 で反射され、窓レンズ 7、FS (視野絞り) 8、AS (開口絞り) 9、コンデンサレンズ 10 を介して標本 11 に照射される。この標本 11 からの透過光は、対物レンズ 12、結像レンズ 13 を介して標本像としてポート 14 より出力され、顕微鏡 1 により撮像される。

10

【0040】

撮像素子 21 は、撮像した標本像を光電変換し、その電気信号を前置処理部 23 に出力する。前置処理部 23 は、撮像素子 21 からの電気信号を映像信号化して R (赤)、G (緑)、B (青) の各色信号に分離する。

【0041】

前置処理部 23 からの各色信号に分離された映像信号は、A/D 変換部 24 でデジタル画像データに変換され、信号処理部 25 および空間周波数解析部 26 に入力される。

20

【0042】

ここで、信号処理部 25、空間周波数解析部 26、色補正パラメータ設定部 29 および階調特性設定部 30 により図 3 に示すフローチャートが実行される。

【0043】

まず、ステップ 301 で、A/D 変換部 24 より入力された画像データから輝度画像  $i(x, y)$  を計算する。次に、ステップ 302 で、輝度画像のフーリエ変換を行う。

【0044】

ここで、輝度画像のフーリエ変換の結果の絶対値を  $I(u, v)$  とすると、

【数 1】

$$I(u, v) = \left| \frac{1}{N_x N_y} \sum_x \sum_y i(x, y) \exp \left\{ -j2\pi \left( \frac{ux}{N_x} + \frac{vy}{N_y} \right) \right\} \right| \quad (1)$$

30

が得られる。ここで  $x$  は画像の水平方向の位置、 $y$  は画像の垂直方向の位置、 $N_x$  は画像の水平方向の画素数、 $N_y$  は画像の垂直方向の画素数、 $u$  は水平方向の空間周波数、 $v$  は垂直方向の空間周波数、 $j$  は虚数である。

【0045】

次に、ステップ 303 で、(1) 式より  $I(0, 0)$ 、つまり直流成分から画像の明るさを求め、予め設定した閾値  $L_1$  と比較する。

40

【0046】

この場合、具体例を上げて説明すると、例えば、明視野観察 (または位相差観察) のような明るい標本の撮影画像と、蛍光観察 (または暗視野観察) のような暗い標本の撮影画像のそれぞれについて輝度画像を求め、これら輝度画像のフーリエ変換の結果を図示すると、図 4 中の (a)、(b) のように表わすことができる。ここで、(a) は、明視野観察 (または位相差観察) の場合、(b) は、蛍光観察 (または暗視野観察) の場合を示している。また、同図の横軸は、周波数で、サンプリング周波数が 1、ナイキスト周波数が 0.5 の場合を示している。なお、図 5 は、図 4 の一部分のみを拡大して示すものである。

【0047】

そして、このような図 4 (図 5) の (a) (b) に示す結果から  $I(0, 0)$ 、つまり直流

50

成分から画像の明るさとして  $L_a$ 、 $L_b$  を求め、これら  $L_a$ 、 $L_b$  について、閾値  $L_1$  と比較する。

【0048】

この場合、閾値  $L_1$  は、明るい標本の撮影画像と暗い標本の撮影画像の判定基準となるもので、 $L_a$ 、 $L_b$  との間に設定される。これにより、閾値  $L_1$  に対して  $L_a$ 、 $L_b$  が大きい小さいかを判断することで、明視野観察（または位相差観察）の撮影画像であるか、蛍光観察（または暗視野観察）の撮影画像であるかを判断することが可能になる。

【0049】

ここで、 $I(0,0)$  が  $L_1$  より小さい場合、例えば、図4（図5）に示す  $L_b$  の場合は、蛍光観察（または暗視野観察）による暗い撮影画像と判断され、ステップ304に進む。ステップ304では、階調特性設定部30により、階調特性パラメータとして図2（b）に示すような階調特性  $B$  が階調補正処理部28に設定され、同時に、色補正パラメータ設定部29により階調特性  $B$  に最適な色変換マトリックス  $B$  が色補正処理部27に設定される。そして、これらの設定にしたがって信号処理部25で画像データの処理が行われる。

【0050】

この場合、蛍光観察（または暗視野観察）による撮影画像は、輝度分布が暗い部分から明るい部分まで分布しており、ここに図2（b）に示すような階調特性  $B$  を用いることにより、輝度分布を平均的に表現できるようになる。

【0051】

一方、ステップ303で、 $I(0,0)$  が  $L_1$  より大きい場合、例えば、図4（図5）に示す  $L_a$  の場合は、明視野観察（または位相差観察）による明るい撮影画像と判断され、ステップ305に進む。

【0052】

ステップ305では、(1)式より  $I(u,0)/I(0,0)$  の  $0.05 < (u/N_x) < 0.2$  の和

【数2】

$$\sum_{0.05}^{0.2} I(u,0)/I(0,0) \quad (2)$$

を求める。

【0053】

この結果は、実際に求められる傾向からして画像のコントラストとして評価することができる。そして、この結果を、ステップ306、307で予め設定した閾値  $L_2$ 、 $L_3$  と比較する。

【0054】

この場合も具体例を上げて説明すると、例えば、高コントラスト標本の撮像画像と低コントラスト標本の撮像画像について、それぞれの輝度画像を求め、これら輝度画像のフーリエ変換の結果を図示すると、図6中の(a)、(b)のように表わすことができる。ここで、(a)は、高コントラスト標本の場合、(b)は、低コントラスト標本の場合を示している。そして、これら図6(a)、(b)に示す結果から、 $I(u,0)/I(0,0)$  の

$0.05 < (u/N_x) < 0.2$  の和、つまり(2)式から、それぞれ  $L_c$ 、 $L_d$  を求め、これら  $L_c$ 、 $L_d$  について、閾値  $L_2$ 、 $L_3$  と比較する。

【0055】

閾値  $L_2$  は、これ以下を低コントラスト画像と判断するための値、閾値  $L_3$  は、これ以上を高コントラスト画像と判断するための値で、これら閾値  $L_2$ 、 $L_3$  に対して  $L_c$ 、 $L_d$  が大きい小さいかを判断することで、低コントラスト画像、高コントラスト画像およびこれらの中間画像を3段階で判断できるようにしている。ここでは、閾値  $L_2$  は、 $L_c >$

10

20

30

40

50

$L_2 > L_d$ 、閾値  $L_3$  は、 $L_c > L_3$  に設定されているものとする。

【0056】

これにより、いま、図6(b)に示す低コントラスト標本の撮影画像に対応する  $L_d$  の場合、ステップ306で、閾値  $L_2$  より小さく低コントラスト画像と判断され、ステップ308に進む。ステップ308では、階調特性設定部30により、階調特性パラメータとして図2(c)に示すような階調特性Cが階調補正処理部28に設定され、同時に、色補正パラメータ設定部29により階調特性Cに最適な色変換マトリックスAが色補正処理部27に設定される。そして、これらの設定にしたがって信号処理部25で画像データの処理が行われる。

【0057】

この場合、コントラストが低い画像は、画像の輝度分布が明るいところに集中していると考えられるので、図2(c)に示すような階調特性Cと、この階調特性Cに対応した色変換マトリックスCを選択することにより、コントラストを大きくして画像を表現できるようになる。

【0058】

また、図6(a)に示す高コントラスト標本の撮影画像に対応する  $L_c$  の場合、ステップ306で、閾値  $L_2$  より大きいと判断され、ステップ307に進む。そして、ステップ307で、閾値  $L_3$  よりさらに大きく高コントラスト画像と判断され、ステップ309に進む。ステップ309では、階調特性設定部30により、階調特性パラメータとして図2(a)に示すような階調特性Aが階調補正処理部28に設定され、同時に、色補正パラメータ設定部29により階調特性Aに最適な色変換マトリックスAが色補正処理部27に設定される。そして、これらの設定にしたがって信号処理部25で画像データの処理が行われる。

【0059】

この場合、コントラストが高い画像は、明視野観察では標本のない照明光のみが透過してくる明るい部分と、標本のある暗い部分が分布していると考えられるので、図2(a)に示すような階調特性Aと、この階調特性Aに対応した色変換マトリックスAを選択することにより、画像上の注目部分である比較的暗い標本部分のコントラストを広げ、かつ明るい照明部分まで表現できるようになる。

【0060】

さらに、具体例として挙げていないが、例えば、図6(a)(b)に示す撮影画像の中間に位置するコントラストの撮影画像の場合は、ステップ306で、閾値  $L_2$  より大きいと判断されるが、ステップ307で、閾値  $L_3$  より小さい中間コントラスト画像と判断され、ステップ310に進む。ステップ310では、階調特性設定部30により、階調特性パラメータとして図2(b)に示すような階調特性Bが階調補正処理部28に設定され、同時に、色補正パラメータ設定部29により階調特性Bに最適な色変換マトリックスBが色補正処理部27に設定される。そして、これらの設定にしたがって信号処理部25で画像データの処理が行われる。

【0061】

この場合、コントラストが中間の画像は、画像の輝度分布が一様に広がっていると考えられるため、図2(b)に示すような階調特性Bと、この階調特性Bに対応した色変換マトリックスBを選択することで、観察像を良好に表現できるようになる。

【0062】

従って、このようにすれば、撮像素子21で撮像した画像データの空間周波数解析の結果に基づいて、顕微鏡1での検鏡法を判断できるとともに、画像データのコントラストに応じた階調補正処理部28での階調特性および色補正処理部27での色補正パラメータの設定により、画像の状態に最適な階調補正処理および色補正処理を行うことができるので、透過明視野観察や蛍光観察など各種検鏡法を切替え可能にした顕微鏡に適用される場合も、操作者が特別な操作をすることなく、観察標本に最適な階調補正処理および色補正処理を行うことができ、常に観察している標本を最適に表現する良好な画像を取得することが

10

20

30

40

50

できる。

【0063】

なお、上述した実施の形態で説明した空間周波数解析の結果と選択した階調特性、色変換マトリックスを、撮像した標本画像と共に表示部32に表示したり、記録部35に記録するようにしてもよい。こうすれば、操作者がどのようなパラメータが設定されたか確認することができるので、より一層使い勝手のよい顕微鏡用撮像装置を提供できる。

【0064】

(第2の実施の形態)

次に、本発明の第2の実施の形態について説明する。

【0065】

図7は、本発明の第2の実施の形態の概略構成を示すもので、図1と同一部分には、同符号を付している。

【0066】

この場合、A/D変換部24には、信号処理部25および空間周波数解析部26が接続されている。信号処理部25は、色補正処理部27と階調補正処理部28の他に、輪郭強調処理手段としての輪郭強調処理部41を有している。輪郭強調処理部41は、図8に示すようにエッジ抽出部411、ゲイン調整部412、輪郭強調部413からなっている。この場合、A/D変換部24から輪郭強調処理部41へ入力された画像データは、エッジ抽出部411でバンドパスフィルタをかけられエッジが抽出される。また、この抽出されたエッジ成分に、ゲイン調整部412でゲインをかけ、輪郭強調部413で階調補正処理部28から入力される画像データに加えられ、バス33を介して制御部34に送り出される。

【0067】

空間周波数解析部26には、輪郭強調処理パラメータ設定手段としての輪郭強調処理パラメータ設定部42が接続されている。輪郭強調処理パラメータ設定部42は、処理パラメータとして、より低い輪郭強調ゲインAとより高い輪郭強調ゲインBを記憶しており、空間周波数解析部26での解析結果に基づいて、輪郭強調処理部41のゲイン調整部412に対して輪郭強調ゲインAまたは輪郭強調ゲインBを設定する。

【0068】

制御部34には、I/F部43を介してパーソナルコンピュータ(以下PCと略称する。)44が接続されている。このPC44は、図1で述べた表示部32、記録部35、操作部36のそれぞれの機能を有している。

【0069】

このような構成において、A/D変換部24から空間周波数解析部26へデジタル変換された画像データが入力されると、信号処理部25、空間周波数解析部26および輪郭強調処理パラメータ設定部42により図9に示すフローチャートが実行される。

【0070】

この場合、ステップ901で、空間周波数解析部26は、A/D変換部24より入力された画像データから輝度画像 $i(x, y)$ を計算する。次に、ステップ902で、輝度画像のフーリエ変換を行う。ここで、フーリエ変換の結果の絶対値 $I(u, v)$ は、上述した(1)式により得られる。

【0071】

次に、ステップ903で、(1)式より $I(u, 0) / I(0, 0)$ の $0.05 < (u / Nx) < 0.2$ の和、つまり(2)式を求める。

【0072】

この結果も、実際に求められる傾向からして画像のコントラストとして評価することができる。そして、この結果を、ステップ904で、予め設定した閾値 $L4$ と比較する。

【0073】

この場合も、具体例を上げて説明すると、図6(a)、(b)に示す結果から、 $I(u, 0) / I(0, 0)$ の $0.05 < (u / Nx) < 0.2$ の和、つまり(2)式から、それ

10

20

30

40

50

ぞれ  $L_c$ 、 $L_d$  を求め、これら  $L_c$ 、 $L_d$  について、閾値  $L_4$  と比較する。

【0074】

閾値  $L_4$  は、画像のコントラストレベルを2つに区分けするためのもので、この閾値  $L_4$  に対して  $L_c$ 、 $L_d$  が大きいか小さいかを判断することで、低コントラスト画像、高コントラスト画像を判断できるようにしている。ここでは、閾値  $L_4$  は、 $L_c > L_4 > L_d$  に設定されているものとする。

【0075】

これにより、図6(b)に示す低コントラスト標本の撮影画像に対応する  $L_d$  の場合、ステップ904で、閾値  $L_4$  より小さく低コントラスト画像と判断され、ステップ905に進む。ステップ905では、輪郭強調処理パラメータ設定部42により輪郭強調処理部41のゲイン調整部412に輪郭強調ゲインBが設定され、この設定にしたがって信号処理部25で画像データの処理が行われる。

10

【0076】

このようなコントラストが低い画像については、より高い輪郭強調ゲインBが設定され、コントラストの低さによる画像のシャープ感のなさを補う処理が行われる。

【0077】

一方、図6(a)に示す高コントラスト標本の撮影画像に対応する  $L_c$  の場合、ステップ904で、閾値  $L_4$  より大きいと判断され、ステップ906に進む。ステップ906では、輪郭強調処理パラメータ設定部42により輪郭強調処理部41のゲイン調整部412に輪郭強調ゲインAが設定され、この設定にしたがって信号処理部25で画像データの処理が行われる。

20

【0078】

このようなコントラストが高い画像については、より低い輪郭強調ゲインAが設定される。つまり、コントラストの高い画像では、もともと画像の明暗がはっきりしているため、弱めの輪郭強調でも良好な画像が得られる。

【0079】

従って、このようにすれば、撮像素子21で撮像した画像データの空間周波数解析の結果に基づいて、画像データのコントラストに応じた輪郭強調処理パラメータ設定部42による輪郭強調処理部41の処理パラメータの設定により、画像の状態に最適な輪郭強調処理を行うことができるので、操作者が特別な操作をすることなく、観察標本に最適な輪郭強調処理を行うことができ、常に観察している標本を最適に表現する良好な画像を取得することができる。

30

【0080】

なお、上述した実施の形態では、色補正処理、階調補正処理を信号処理部25で行っているが、これらの色補正処理、階調補正処理は、PC44で行うようにしてもよい。また、上述の実施の形態で説明した空間周波数解析の結果と選択した輪郭強調ゲインを、撮像した標本像と共にPC44の表示部に表示したり、記録部に記録するようにしてもよい。こうすれば、操作者がどのようなパラメータが設定されたか確認することができるので、より一層使い勝手のよい顕微鏡用撮像装置を提供できる。さらに、上述した実施の形態では、輪郭強調ゲインのみを設定したが、空間周波数解析部26での空間周波数解析の結果に応じて、エッジ抽出部411のバンドパスフィルタの帯域を変更するようにしてもよい。

40

【0081】

(第3の実施の形態)

次に、本発明の第3の実施の形態について説明する。

【0082】

図10は、本発明の第3の実施の形態の概略構成を示すもので、図7と同一部分には、同符号を付している。

【0083】

この場合、撮像素子21には、画素ずらし手段51が設けられている。この画素ずらし手段51は、顕微鏡1のポート14から入力される標本像と撮像素子21の相対位置を変化

50

させるものである。信号処理部 25 は、色補正処理部 27 と階調補正処理部 28 の他に、合成処理手段としての合成処理部 52 を有している。合成処理部 52 は、画素ずらし手段 51 により標本像と撮像素子 21 の相対位置を変化させた際に複数の位置で撮像素子 21 により撮像された画像データから高解像度の画像データを合成するものである。また、制御部 34 は、I/F 部 43 を介して PC 44 が接続されるとともに、バス 33 を介して空間周波数解析部 26 が接続され、この空間周波数解析部 26 での空間周波数解析結果に基づいて、画素ずらしの有無を画素ずらし手段 51 および合成処理部 52 に設定する画素ずらし設定手段 341 を有している。

【0084】

このような構成において、A/D変換部 24 から空間周波数解析部 26 へデジタル変換された画像データが入力されると、信号処理部 25、空間周波数解析部 26 および制御部 34 により図 11 に示すフローチャートが実行される。

10

【0085】

この場合、ステップ 1101 で、A/D変換部 24 より入力された画像データから輝度画像  $i(x, y)$  を計算する。次に、ステップ 1102 で、輝度画像のフーリエ変換を行う。ここで、フーリエ変換の結果の絶対値  $I(u, v)$  は、上述した(1)式により得られる。

【0086】

次に、ステップ 1103 で、(1)式より  $I(u, 0) / I(0, 0)$  の  $0.3 < (u / N_x) < 0.5$  の和

20

【数 3】

$$\sum_{0.3}^{0.5} I(u,0)/I(0,0) \quad (3)$$

を求める。

【0087】

この結果は、実際に求められる傾向からして観察倍率などに応じて撮影画像に含まれる高周波成分として評価することができる。そして、この結果を、ステップ 1104 で、予め設定した閾値  $L_5$  と比較する。

30

【0088】

この場合も具体例を上げて説明すると、例えば、高周波帯域標本の撮像画像と低周波帯域標本の撮像画像について、それぞれの輝度画像を求め、これら輝度画像のフーリエ変換の結果を図示すると、図 12 中の (a)、(b) のように表わすことができる。ここで、(a) は、高周波帯域標本の場合、(b) は、低周波帯域標本の場合を示している。

【0089】

そして、これら図 12 (a)、(b) に示す結果から、 $I(u, 0) / I(0, 0)$  の  $0.3 < (u / N_x) < 0.5$  の和、つまり(3)式から、それぞれ  $L_e$ 、 $L_f$  を求め、これら  $L_e$ 、 $L_f$  について、閾値  $L_5$  と比較する。

【0090】

40

閾値  $L_5$  は、撮影画像に含まれる高周波数成分の量によって周波数帯域を 2 つに分けるためのもので、この閾値  $L_5$  に対して  $L_e$ 、 $L_f$  が大きい小さいかを判断することで、撮影結果の画像に画素ずらしなしでの解像度以下の情報しかふくまれないか、画素ずらしなしでの解像度以上の情報がふくまれるかを判断できるようにしている。ここでは、 $L_e > L_5 < L_f$  に設定されているものとする。

【0091】

これにより、図 12 (b) に示す低周波帯域標本の撮影画像に対応する  $L_f$  の場合、ステップ 1104 で、閾値  $L_5$  より小さく低周波帯域の撮像画像と判断され、ステップ 1105 に進む。ステップ 1105 では、制御部 34 の画素ずらし設定手段 341 により、画素ずらし手段 51 および合成処理部 52 に画素ずらし無しが設定され、この設定に応じて撮

50

像素子 2 1 による標本像の撮影が行われる。

【 0 0 9 2 】

一方、図 1 2 ( a ) に示す高周波帯域標本の撮影画像に対応する L e の場合、ステップ 1 1 0 4 で、閾値 L 5 より大きく高周波帯域の撮像画像と判断され、ステップ 1 1 0 6 に進む。ステップ 1 1 0 6 では、制御部 3 4 の画素ずらし設定手段 3 4 1 により、画素ずらし手段 5 1 および合成処理部 5 2 に画素ずらし有りが設定され、この設定にしたがって撮像素子 2 1 による標本像の撮影が行われる。

【 0 0 9 3 】

つまり、ステップ 1 1 0 4 における判断は、撮影画像に含まれる高周波数成分の量によって異なる判断を下すこととなり、図 1 2 ( b ) に示す低周波帯域標本の撮影画像のように L f が閾値 L 5 より小さい場合は、撮影結果の画像に画素ずらし無しでの解像度以下の情報しか含まれないことを判断し、逆に、図 1 2 ( a ) に示す高周波帯域標本の撮影画像のように L e が閾値 L 5 より大きい場合は、撮影結果の画像に画素ずらし無しで解像度以上の情報が含まれていることを判断する。

【 0 0 9 4 】

そして、撮影画像に画素ずらし無しでの解像度以下の情報しか含まれない場合は、画素ずらしを行って撮影しても画像サイズが大きくなるだけで、空間周波数領域における情報量は変わらないことから、画素ずらし無しが設定され、撮像素子 2 1 での撮像が行われる。また、撮影画像に画素ずらし無しでの解像度以上の情報が含まれる場合は、画素ずらし無しで撮影すると情報が欠落する恐れがあるので、画素ずらし有りが設定され、画素ずらし手段 5 1 により標本像と撮像素子 2 1 の相対位置を変化させた状態で、撮像素子 2 1 による撮像が行われる。

【 0 0 9 5 】

従って、このようにすれば、撮像素子 2 1 で撮像した画像データの空間周波数解析の結果に基づいて、画像データに含まれる高周波成分に応じた画素ずらし手段 5 1 の画素ずらしの有無および合成処理部 5 2 の合成処理の有無の設定により、画像の状態に最適な動作を選択することができるので、操作者が特別な操作をすることなく、観察倍率によらず大きな画像データを記録するためにメモリ容量の不必要な浪費を防止できるとともに、常に観察している標本を最適に表現する良好な画像を取得することができる。

【 0 0 9 6 】

なお、上述した実施の形態では、色補正処理、階調補正処理を信号処理部 2 5 で行っているが、これらの色補正処理、階調補正処理は、P C 4 4 で行うようにしてもよい。また、上述した実施の形態で説明した空間周波数解析の結果と選択した画素ずらしの有無を、撮像した標本像と共に P C 4 4 の表示部に表示したり、記録部に記録するようにしてもよい。こうすれば、操作者がどのようなパラメータが設定されたか確認することができるので、より一層使い勝手のよい顕微鏡用撮像装置を提供できる。

【 0 0 9 7 】

その他、本発明は、上記実施の形態に限定されるものでなく、実施段階では、その要旨を変更しない範囲で種々変形することが可能である。

【 0 0 9 8 】

さらに、上記実施の形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示されている複数の構成要件における適宜な組み合わせにより種々の発明が抽出できる。例えば、実施の形態に示されている全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題を解決でき、発明の効果の欄で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出できる。

【 0 0 9 9 】

なお、上述した実施の形態には、以下の発明も含まれる。

【 0 1 0 0 】

( 1 ) 請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の顕微鏡用撮像装置であって、前記撮像手段で撮像した画像を表示する表示手段を有し、該表示手段に前記空間周波数解析手段の解析結果

10

20

30

40

50

と設定結果を表示可能としたことを特徴としている。

【0101】

(2) 請求項1乃至5のいずれかに記載の顕微鏡用撮像装置であって、前記撮像手段で撮像した画像を記録する記録手段を有し、該記録手段に前記空間周波数解析手段の解析結果と設定結果を記録可能としたことを特徴としている。

【0102】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、顕微鏡の検鏡法、標本の種類、観察倍率などにかかわらず、常に良好な画像を取得することができる顕微鏡用撮像装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の概略構成を示す図。

【図2】第1の実施の形態に用いられる階調特性設定部に記憶される3つの階調特性を示す図。

【図3】第1の実施の形態を説明するためのフローチャート。

【図4】第1の実施の形態の画像データのフーリエ変換の結果を示す図。

【図5】第1の実施の形態の画像データのフーリエ変換の結果を示す図。

【図6】第1の実施の形態の画像データのフーリエ変換の結果を示す図。

【図7】本発明の第2の実施の形態の概略構成を示す図。

【図8】第2の実施の形態に用いられる輪郭強調処理部の概略構成を示す図。

【図9】第2の実施の形態を説明するためのフローチャート。

【図10】本発明の第3の実施の形態の概略構成を示す図。

【図11】第3の実施の形態を説明するためのフローチャート。

【図12】第3の実施の形態の画像データのフーリエ変換の結果を示す図。

【図13】従来の顕微鏡用撮像装置の一例の概略構成を示す図。

【図14】従来の顕微鏡用撮像装置の他例の概略構成を示す図。

【図15】従来の顕微鏡用撮像装置の他例の概略構成を示す図。

【符号の説明】

1 ... 顕微鏡

2 ... 撮像装置本体

3 ... 透過照明用光源

3 a ... 光路

4 ... 落射照明用光源

4 a ... 光路

5 ... コレクタレンズ

6 ... ミラー

7 ... 窓レンズ

8 ... F S (視野絞り)

9 ... A S (開口絞り)

10 ... コンデンサレンズ

11 ... 標本

12 ... 対物レンズ

13 ... 結像レンズ

14 ... ポート

15 ... キューブユニット

21 ... 撮像素子

22 ... 撮像素子駆動部

23 ... 前置処理部

24 ... A / D変換部

25 ... 信号処理部

26 ... 空間周波数解析部

10

20

30

40

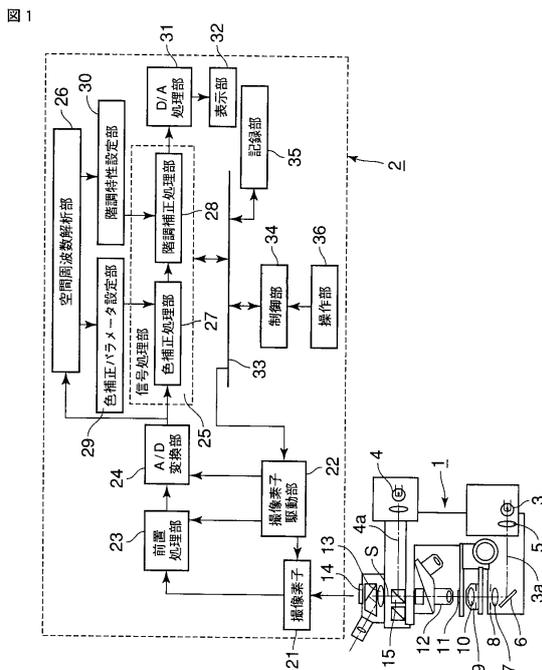
50

- 27 ... 色補正処理部
- 28 ... 階調補正処理部
- 29 ... 色補正パラメータ設定部
- 30 ... 階調特性設定部
- 31 ... D/A変換器
- 32 ... 表示部
- 33 ... バス
- 34 ... 制御部
- 341 ... 画素ずらし設定手段
- 35 ... 記録部
- 36 ... 操作部
- 41 ... 輪郭強調処理部
- 411 ... エッジ抽出部
- 412 ... ゲイン調整部
- 413 ... 輪郭強調部
- 42 ... 輪郭強調処理パラメータ設定部
- 43 ... I/F部
- 44 ... PC
- 51 ... 画素ずらし手段
- 52 ... 合成処理部

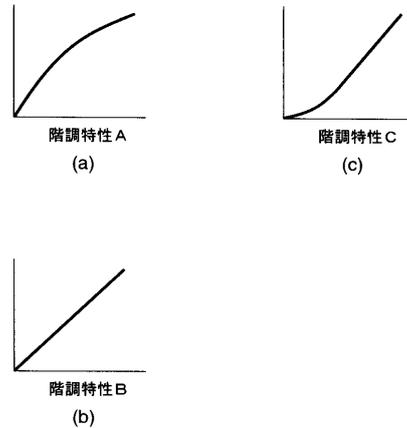
10

20

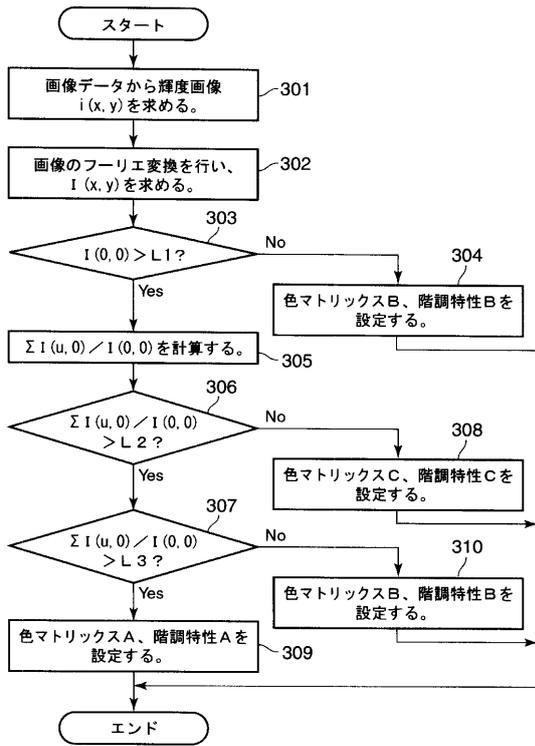
【図1】



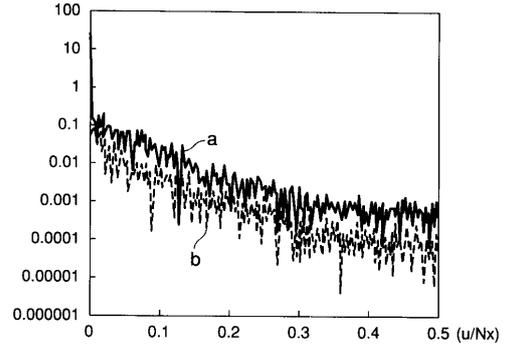
【図2】



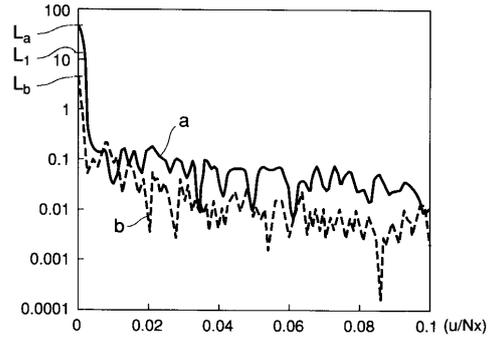
【図3】



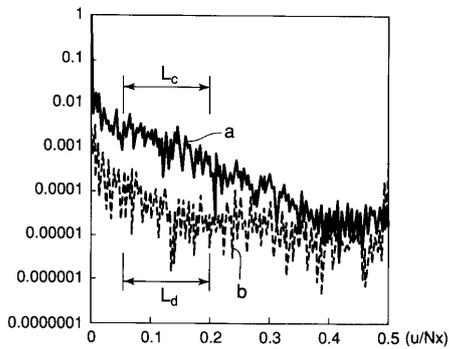
【図4】



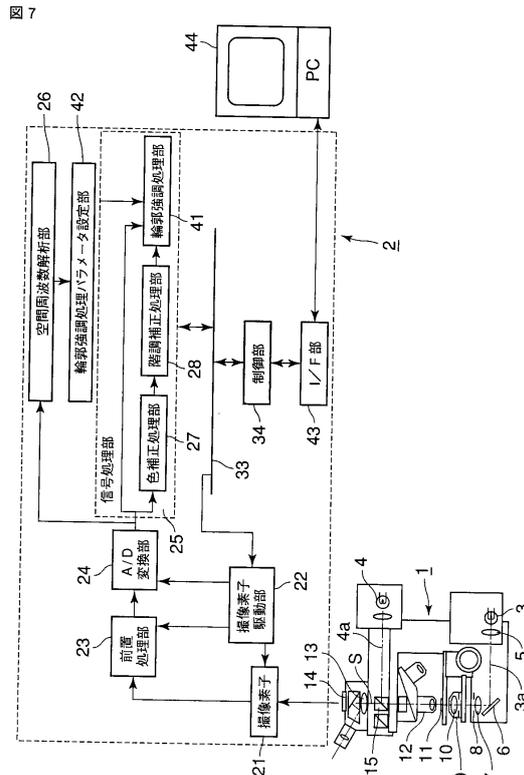
【図5】



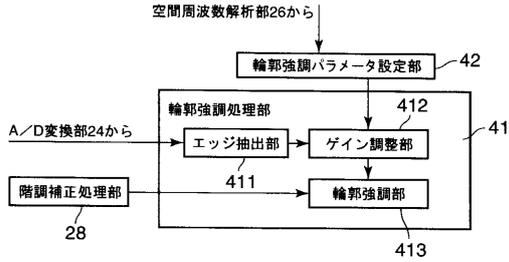
【図6】



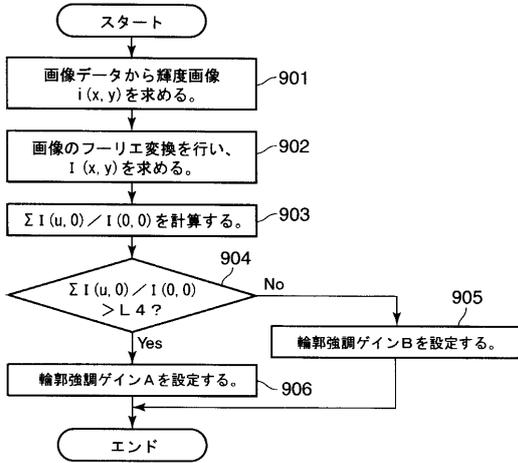
【図7】



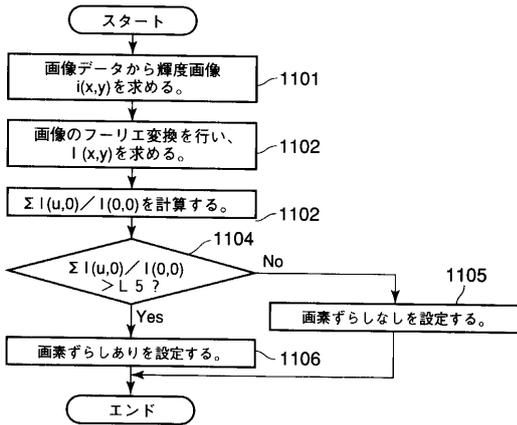
【図8】



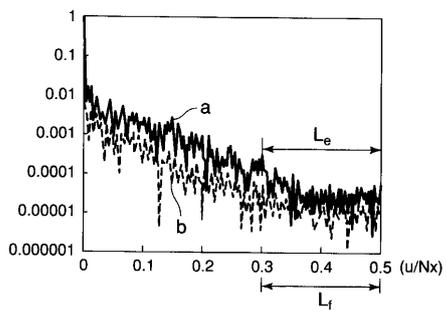
【図9】



【図11】

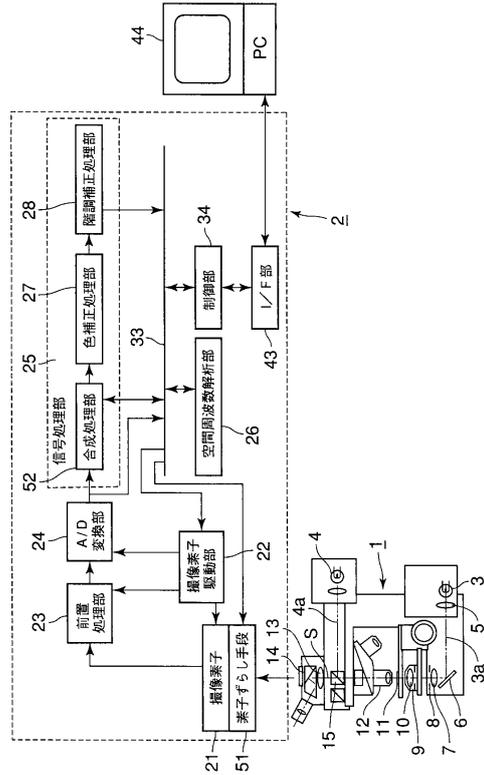


【図12】



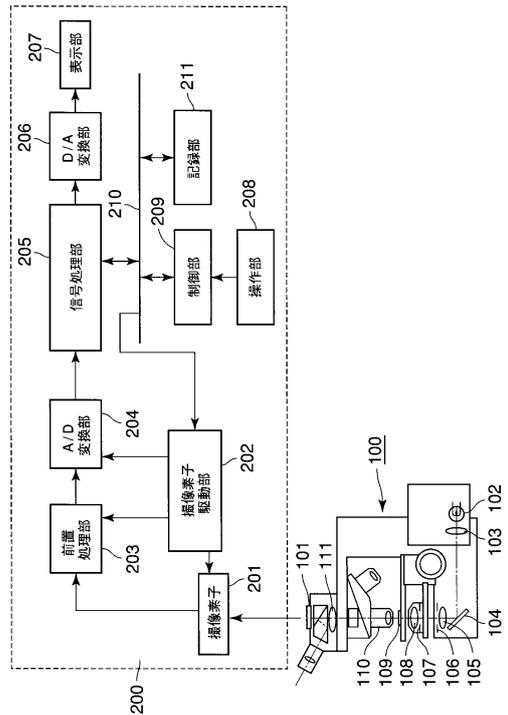
【図10】

図10



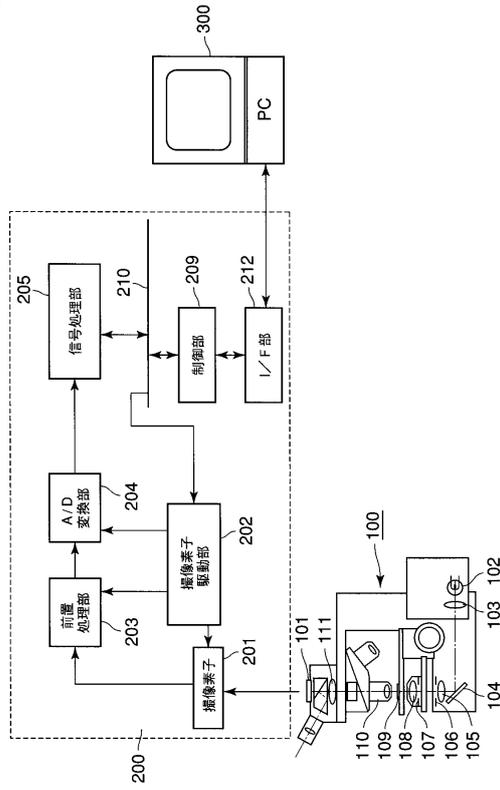
【図13】

図13



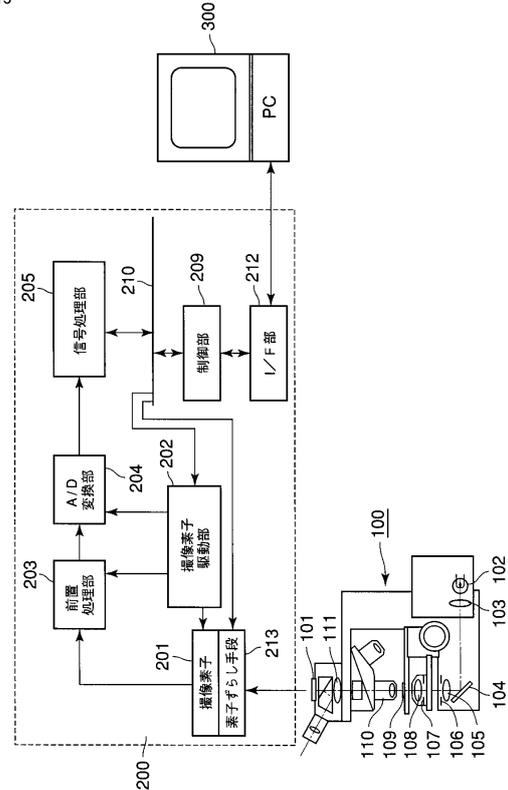
【 14 】

図 14



【 15 】

図 15



---

フロントページの続き

審査官 清水 正一

(56)参考文献 特開2001-292369(JP,A)  
特開平10-056570(JP,A)  
特開2001-128054(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 21/06 - 21/36

G06T 1/00 - 1/40

3/00 - 9/40

H04N 1/40 - 1/409

1/46 - 1/60

5/222- 5/257

9/04 - 9/11

9/44 - 9/78