

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5355259号
(P5355259)

(45) 発行日 平成25年11月27日(2013.11.27)

(24) 登録日 平成25年9月6日(2013.9.6)

(51) Int.Cl.	F I
H O 4 N 5/243 (2006.01)	H O 4 N 5/243
H O 4 N 5/225 (2006.01)	H O 4 N 5/225 C
G O 2 B 21/36 (2006.01)	G O 2 B 21/36
H O 4 N 1/407 (2006.01)	H O 4 N 1/40 1 O 1 E
G O 6 T 1/00 (2006.01)	G O 6 T 1/00 2 9 O Z
請求項の数 11 (全 17 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2009-158223 (P2009-158223)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成21年7月2日(2009.7.2)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2010-98719 (P2010-98719A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成22年4月30日(2010.4.30)	(74) 代理人	100074099
審査請求日	平成24年6月19日(2012.6.19)		弁理士 大菅 義之
(31) 優先権主張番号	特願2008-236068 (P2008-236068)	(72) 発明者	橋本 祐一朗
(32) 優先日	平成20年9月16日(2008.9.16)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号 オ
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		リンパス株式会社内
		(72) 発明者	米山 貴
			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
		審査官	榎 一
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】顕微鏡システム、観察画像補正プログラム、及び観察画像補正方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

観察像を取得する顕微鏡装置と、
 前記顕微鏡装置を介して観察画像を撮像する撮像手段と、
 前記観察画像についての輝度ヒストグラムを生成する輝度ヒストグラム生成手段と、
 前記輝度ヒストグラムにおける変位点のうち、最も明るい輝度の変位点を高輝度変位点として、最も暗い輝度の変位点を低輝度変位点として検出する輝度変位点検出手段と、
 前記輝度ヒストグラムにおける前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差を算出し、前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差分が第1の閾値以上である場合、前記低輝度変位点の輝度値を補正值として決定する補正值決定手段と

10

、
 前記決定結果に基づいて、前記観察画像を構成する各画素の輝度値から前記補正值を差し引く補正を行う画像補正手段と、
 前記補正された観察画像を出力する出力手段と、
 を備えることを特徴とする顕微鏡システム。

【請求項2】

前記観察画像は、蛍光観察画像である
 ことを特徴とする請求項1に記載の顕微鏡システム。

【請求項3】

前記顕微鏡システムは、さらに、

20

前記顕微鏡装置の観察方法の選択ができる場合、該観察方法の選択情報を通知する観察方法通知手段と、

前記選択情報に基づいて、選択された観察方法が蛍光観察か否かを判別する検鏡方法判別手段と、

を備え、

選択された観察方法が蛍光観察であると前記検鏡方法判別手段により判別された場合、前記輝度ヒストグラム生成手段は前記撮像手段より前記観察画像を取得する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡システム。

【請求項 4】

前記顕微鏡システムは、さらに、

前記生成される輝度ヒストグラムの最大輝度値が第 2 の閾値で示される輝度値に到達するまで露出時間を調整することにより、該輝度ヒストグラムを拡張させる輝度ヒストグラム拡張手段と、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の顕微鏡システム。

【請求項 5】

前記顕微鏡システムは、さらに、

前記補正された観察画像の輝度ヒストグラムを伸張する輝度ヒストグラム伸張手段と、を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のうちいずれか 1 項に記載の顕微鏡システム。

【請求項 6】

観察像を取得する顕微鏡装置を介して、撮像装置により撮像された観察画像について補正を行う処理をコンピュータに実行させる観察画像補正プログラムであって、

前記観察画像についての輝度ヒストグラムを生成する輝度ヒストグラム生成処理と、

前記輝度ヒストグラムにおける変位点のうち、最も明るい輝度の変位点を高輝度変位点として、最も暗い輝度の変位点を低輝度変位点として検出する輝度変位点検出処理と、

前記輝度ヒストグラムにおける前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差を算出し、前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差分が第 1 の閾値以上である場合、前記低輝度変位点の輝度値を補正值として決定する補正值決定処理と

、前記決定結果に基づいて、前記観察画像を構成する各画素の輝度値から前記補正值を差し引く補正を行う画像補正処理と、

前記補正された観察画像を出力する出力処理と、

をコンピュータに実行させる観察画像補正プログラム。

【請求項 7】

前記観察画像補正プログラムは、さらに、

前記補正された観察画像の輝度ヒストグラムを伸張する輝度ヒストグラム伸張処理と、をコンピュータに実行させる請求項 6 に記載の観察画像補正プログラム。

【請求項 8】

前記観察画像補正プログラムは、さらに、

前記生成される輝度ヒストグラムの最大輝度値が第 2 の閾値で示される輝度値に到達するまで露出時間を調整することにより、該輝度ヒストグラムを拡張させるヒストグラム拡張処理と、

をコンピュータに実行させる請求項 6 に記載の観察画像補正プログラム。

【請求項 9】

観察像を取得する顕微鏡装置を介して、撮像装置により撮像された観察画像について補正を行う観察画像補正方法であって、

前記観察画像についての輝度ヒストグラムを生成し、

前記輝度ヒストグラムにおける変位点のうち、最も明るい輝度の変位点を高輝度変位点として、最も暗い輝度の変位点を低輝度変位点として検出し、

前記輝度ヒストグラムにおける前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差を算出し、前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差分が第 1 の閾

10

20

30

40

50

値以上である場合、前記低輝度変位点の輝度値を補正值として決定し、

前記決定結果に基づいて、前記観察画像を構成する各画素の輝度値から前記補正值を差し引く補正を行い、

前記補正された観察画像を出力すること
を特徴とする観察画像補正方法。

【請求項 10】

前記観察画像補正方法は、さらに、
前記補正された観察画像の輝度ヒストグラムを伸張すること
を特徴とする請求項 9 に記載の観察画像補正方法。

【請求項 11】

前記観察画像補正方法は、さらに、
前記生成される輝度ヒストグラムの最大輝度値が第 2 の閾値で示される輝度値に到達するまで露出時間を調整することにより、該輝度ヒストグラムを拡張させる
ことを特徴とする請求項 9 に記載の観察画像補正方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、顕微鏡で撮影された観察画像についての画像処理技術に関する。

【背景技術】

【0002】

蛍光観察は、強い励起光を照射して細胞内の特定の分子のみを選択的に可視化する特殊な観察である。蛍光観察の特徴は、微弱光を検出・撮影することである。そのため、標本（細胞）と標本が存在しない部分（背景）とを明確にするために、ブラックバランス補正を行うことが多々ある。ブラックバランス補正は、観察画像から背景の輝度を差し引くことにより背景を黒くし、標本蛍光部位を取得する画像処理技術である。ブラックバランス補正の補正值（全体画像から差し引く輝度値）は、従来ユーザが自ら背景画像範囲を領域指定する作業があった。そのため、画像撮影毎に背景画像範囲を領域指定をしなければ、適切な画像は取得できなかった。したがって、作業性が悪く、非常に煩雑な作業をしなければならない。

【0003】

ところで、顕微鏡観察画像の補正に関する従来技術として、特許文献 1、特許文献 2、特許文献 3 がある。

特許文献 1 では、動画に対して任意の露出補正を設定することができるとともに、安定した露出精度を得られる顕微鏡用撮像装置が開示されている。

【0004】

特許文献 2 では、顕微鏡用撮像装置において操作者が観察画像の特定の領域にホワイトバランス補正、もしくはブラックバランス補正を指定したときに、その指定領域が補正に適切か否かを輝度平均値によって判断し、不適切であった場合には適切な補正值に置き換えるため、操作者が誤って標本内の領域を指定した際の不自然な着色を防止する顕微鏡用撮像装置が開示されている。

【0005】

特許文献 3 では、顕微鏡用撮像装置の動画撮影およびタイムラプス撮影等において、標本の変化を検出し、検出結果に応じてコントロールする顕微鏡用撮像装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2003 - 163833 号公報

【特許文献 2】特開 2004 - 86031 号公報

【特許文献 3】特開 2006 - 215260 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1では、輝度値を用いてモニタに表示される標本と非標本を明確している。しかし、特許文献1の主目的はAE (Automatic Exposure) の最適化であり、必要ない輝度成分を自動的に削除していない。

【0008】

特許文献2では、ブラックバランス補正を行っている。しかしながら、特許文献2では、ユーザが観察画像内からブラックバランス補正対象の領域を選択しており、自動的にブラックバランス補正を行っていない。

10

【0009】

特許文献3では、タイムラプスまたは動画における撮影効率化が主目的であり、カメラの画像調整処理過程においてブラックバランス補正を用いている。しかしながら、特許文献3には、その処理について具体的に開示されていない。

【0010】

以上のように画像撮影するためには、ユーザに背景選択してもらうことが前提条件であり、作業性の効率化の観点からは解決されていない。

上記課題に鑑み、本発明では、観察画像の輝度分布における高輝度変位点と低輝度変位点との輝度値の差分に応じて、ブラックバランス補正を行う顕微鏡システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

20

【0011】

本発明にかかる顕微鏡システムは、観察像を取得する顕微鏡装置と、前記顕微鏡装置を介して観察画像を撮像する撮像手段と、前記観察画像についての輝度ヒストグラムを生成する輝度ヒストグラム生成手段と、前記輝度ヒストグラムにおける変位点のうち、最も明るい輝度の変位点を高輝度変位点として、最も暗い輝度の変位点を低輝度変位点として検出する輝度変位点検出手段と、前記輝度ヒストグラムにおける前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差を算出し、前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差分が第1の閾値以上である場合、前記低輝度変位点の輝度値を補正值として決定する補正值決定手段と、前記決定結果に基づいて、前記観察画像を構成する各画素の輝度値から前記補正值を差し引く補正を行う画像補正手段と、前記補正された観察画像を出力する出力手段と、を備えることを特徴とする。

30

【0013】

前記観察画像は、蛍光観察画像であることを特徴とする。また、前記出力手段は、表示装置または印刷装置であることを特徴とする。

前記顕微鏡システムは、さらに、前記顕微鏡装置の観察方法の選択ができる場合、該観察方法の選択情報を通知する観察方法通知手段と、前記選択情報に基づいて、選択された観察方法が蛍光観察か否かを判別する検鏡方法判別手段と、を備え、選択された観察方法が蛍光観察であると前記検鏡方法判別手段により判別された場合、前記輝度ヒストグラム生成手段は前記撮像手段より前記観察画像を取得することを特徴とする。

【0014】

40

前記顕微鏡システムは、さらに、前記生成される輝度ヒストグラムの最大輝度値が第2の閾値で示される輝度値に到達するまで露出時間を調整することにより、該輝度ヒストグラムを拡張させる輝度ヒストグラム拡張手段と、を備えることを特徴とする。

【0015】

前記顕微鏡システムは、さらに、前記補正された観察画像の輝度ヒストグラムを伸張する輝度ヒストグラム伸張手段と、を備えることを特徴とする。

【0016】

本発明にかかる、観察像を取得する顕微鏡装置を介して、撮像装置により撮像された観察画像について補正を行う処理をコンピュータに実行させる観察画像補正プログラムは、前記観察画像についての輝度ヒストグラムを生成する輝度ヒストグラム生成処理と、前記

50

輝度ヒストグラムにおける変位点のうち、最も明るい輝度の変位点を高輝度変位点として、最も暗い輝度の変位点を低輝度変位点として検出する輝度変位点検出処理と、前記輝度ヒストグラムにおける前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差を算出し、前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差分が第1の閾値以上である場合、前記低輝度変位点の輝度値を補正值として決定する補正值決定処理と、前記決定結果に基づいて、前記観察画像を構成する各画素の輝度値から前記補正值を差し引く補正を行う画像補正処理と、前記補正された観察画像を出力する出力処理と、をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0017】

前記観察画像補正プログラムは、さらに、前記生成される輝度ヒストグラムの最大輝度値が第2の閾値で示される輝度値に到達するまで露出時間を調整することにより、該輝度ヒストグラムを拡張させるヒストグラム拡張処理と、をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0018】

前記観察画像補正プログラムは、さらに、前記補正された観察画像の輝度ヒストグラムを伸張する輝度ヒストグラム伸張処理と、をコンピュータに実行させることを特徴とする。

【0019】

本発明にかかる、観察像を取得する顕微鏡装置を介して、撮像装置により撮像された観察画像について補正を行う観察画像補正方法は、前記観察画像についての輝度ヒストグラムを生成し、前記輝度ヒストグラムにおける変位点のうち、最も明るい輝度の変位点を高輝度変位点として、最も暗い輝度の変位点を低輝度変位点として検出し、前記輝度ヒストグラムにおける前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差を算出し、前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差分が第1の閾値以上である場合、前記低輝度変位点の輝度値を補正值として決定し、前記決定結果に基づいて、前記観察画像を構成する各画素の輝度値から前記補正值を差し引く補正を行い、前記補正された観察画像を出力することを特徴とする。

【0020】

前記観察画像補正方法は、さらに、前記生成される輝度ヒストグラムの最大輝度値が第2の閾値で示される輝度値に到達するまで露出時間を調整することにより、該輝度ヒストグラムを拡張させることを特徴とする。

【0021】

前記観察画像補正方法は、さらに、前記補正された観察画像の輝度ヒストグラムを伸張することを特徴とする。

【発明の効果】

【0022】

本発明によれば、観察画像の輝度分布における高輝度変位点および低輝度変位点との輝度値の差分に応じて、ブラックバランス補正を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】第1の実施形態における顕微鏡システムの全体構成を示す。

【図2】第1の実施形態における画像処理制御部104の構成を示す。

【図3】第1の実施形態における画像処理制御部104により行われる一連の処理を説明するための図である。

【図4】第1の実施形態における画像処理制御部104による処理フローを示す。

【図5】第2の実施形態における顕微鏡システムの全体構成を示す。

【図6】第2の実施形態における画像処理制御部104の構成を示す。

【図7】第2の実施形態における画像処理制御部104による処理フローを示す。

10

20

30

40

50

【図 8】第 3 の実施形態における画像処理制御部 104 の構成を示す。

【図 9】第 3 の実施形態における画像処理制御部 104 による処理フローを示す。

【図 10】第 3 の実施形態における輝度分布拡張部 205 により行われる一連の処理を説明する図である。

【図 11】第 3 の実施形態における輝度分布拡張部 206 により行われる一連の処理を説明する図である。

【発明を実施するための形態】

【0024】

本発明の実施形態にかかる顕微鏡システムは、顕微鏡装置、撮像手段、輝度分布生成手段、輝度変位点検出手段、補正值決定手段、画像補正手段、出力手段を備える。

10

顕微鏡装置は、観察像を取得する。顕微鏡装置は、本発明の実施形態で言えば、顕微鏡 101 に相当する。

【0025】

撮像手段は、前記顕微鏡装置を介して観察画像を撮像する。撮像手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、撮影部 102 に相当する。観察画像は、例えば蛍光観察画像である。

【0026】

輝度分布生成手段は、前記観察画像についての輝度分布を生成する。輝度分布生成手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、輝度分布取得部 201 に相当する。

輝度変位点検出手段は、前記輝度分布における変位点のうち、最も明るい輝度の変位点を高輝度変位点として、最も暗い輝度の変位点を低輝度変位点として検出する。輝度変位点検出手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、輝度変位点検出部 202 に相当する。

20

【0027】

補正值決定手段は、前記輝度分布における前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差を算出し、該差分に応じて、前記低輝度変位点の輝度値を補正值として決定する。ここで、補正值決定手段は、前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差分が第 1 の閾値以上である場合、前記低輝度変位点の輝度値を補正值として決定する。補正值決定手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、補正範囲判定部 203 に相当する。

【0028】

画像補正手段は、前記決定結果に基づいて、前記観察画像を構成する各画素の輝度値から前記補正值を差し引く補正を行う。画像補正手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、画像処理部 103 に相当する。

30

【0029】

出力手段は、前記補正された観察画像を出力する。出力手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、表示部 105 または印刷装置に相当する。

このように構成することにより、観察画像の輝度分布における高輝度変位点および低輝度変位点との輝度値の差分に応じて、ブラックバランス補正を行うことができる。また、観察画像を蛍光観察画像とした場合には、その効果をより顕著に得ることができる。また、前記高輝度変位点の輝度値と前記低輝度変位点の輝度値の差分が第 1 の閾値 M 以上である場合に、補正值決定手段が補正值を決定して、画像補正手段を制御することにより、観察画像の輝度分布の分布範囲が狭い場合にブラックバランス補正を行うと観察画像全体が暗くなってしまうという弊害を防止することができる。

40

【0030】

前記顕微鏡システムは、さらに、観察方法通知手段、検鏡方法判別手段を備えていてもよい。

観察方法通知手段は、前記顕微鏡の観察方法の選択ができる場合、該観察方法の選択情報を通知する。観察方法通知手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、顕微鏡制御部 106 に相当する。

【0031】

50

検鏡方法判別手段は、前記選択情報に基づいて、選択された観察方法が蛍光観察か否かを判別する。検鏡方法判別手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、検鏡方法判別手段204に相当する。選択された観察方法が蛍光観察であると前記検鏡方法判別手段により判別された場合、輝度分布生成手段は前記撮像手段より前記観察画像を取得することができる。

【0032】

このように構成することにより、観察方法が選択できる顕微鏡において、蛍光観察が選択された場合に、上記のブラックバランス補正を行うことができる。

前記顕微鏡システムは、さらに、輝度分布拡張手段を備えてもよい。輝度分布拡張手段は、前記生成される輝度分布の最大輝度値が第2の閾値（目標輝度値 B_{aim} ）で示される輝度値に到達するまで露出時間を調整することにより、該輝度分布輝度を拡張させる。輝度分布拡張手段は、例えば本発明の実施形態で言えば、輝度分布拡張部205に相当する。

10

【0033】

このように構成することにより、露出時間を調整して、輝度分布を拡張することができる。

前記顕微鏡システムは、さらに、輝度分布伸張手段を備えてもよい。輝度分布伸張手段は、前記補正された観察画像の輝度分布を伸張する。すなわち、前記輝度分布伸張手段は、前記補正された観察画像の輝度分布を構成する各画素の輝度値に、1より大きく（該画素の最大輝度値/前記第2の閾値 B_{aim} から前記補正值を差し引いた値）以下の値を乗じることにより、前記補正された観察画像の輝度分布を伸張する。

20

【0034】

このように構成することにより、ブラックバランス補正された輝度分布を伸張させ高輝度および低輝度変位点の輝度値の間を離し、コントラストを上げることができる。

以下に、本発明の実施形態について詳述する。

【0035】

<第1の実施形態>

本実施形態では、観察画像の輝度分布における高輝度変位点と低輝度変位点との輝度値の差分に応じて、ブラックバランス補正を行う顕微鏡システムについて説明する。

【0036】

図1は、本実施形態における顕微鏡システムの全体構成を示す。顕微鏡システムは、顕微鏡101、撮影部102、画像処理部103、画像処理制御部104、表示部105からなる。

30

【0037】

撮影部102は、顕微鏡101に設置されており、顕微鏡101で観察された観察画像の撮影を行う。画像処理部103は、撮影部102により撮影された観察画像に対して画像処理を施す。画像処理制御部104は、撮影部102により撮影された観察画像に基づいて、画像処理部103の制御を行う。表示部105は、画像処理部103から出力された観察画像の表示を行う。

【0038】

図2は、本実施形態における画像処理制御部104の構成を示す。画像処理制御部104は、輝度分布取得部201、輝度変位点検出部202、補正範囲判定部203から構成される。これらの各構成要素について、図3を参照しながら説明する。

40

【0039】

図3は、本実施形態における画像処理制御部104により行われる一連の処理を説明するための図である。輝度分布取得部201は、撮影部102により取得された観察画像（図3（a））の輝度情報に基づいて演算を行い、輝度分布（図3（b））を生成する。

【0040】

ここで、図3（b）（c）（d）（e）の輝度分布において、X軸（横軸）が輝度値、Y軸（縦軸）がその輝度値を有する画素の数を示す。X軸において、右方向へ行くほど、

50

輝度値が大きく、すなわち明るいことを示す。Y軸において、上方向へ行くほど、その輝度値を有する画素の数が多いことを示す。なお、図3の輝度分布のいずれにも、2つの輝度のピークが存在する。

【0041】

輝度変位点検出部202は、輝度分布取得部201により生成された輝度分布から高輝度変位点および低輝度変位点の検出を行う。すなわち、輝度変位点検出部202は、図3(c)に示すように、高輝度変位点P1及びその輝度値a、低輝度変位点P2及びその輝度値bの検出を行う。

【0042】

補正範囲判定部203は、輝度変位検出部202から得られた輝度変位点情報に基づいて、輝度分布内の高輝度変位点および低輝度変位点の輝度値間の距離 $d = (a - b)$ を算出する。それから、この距離dがある定数M以上となる場合には、補正範囲判定部203は、画像処理部103に命令を出し、画像処理部103に、観察画像を構成する各画素の輝度値から低輝度変位点の輝度値分差し引く画像処理を実行させる。すなわち、図3(d)に示すように、補正範囲判定部203は、画像処理部103を制御することにより、観察画像の輝度分布において輝度分布全体を輝度値bだけ左にシフトさせる処理、すなわちブラックバランス補正を行う。具体的には、観察画像を構成する画素それぞれについて、その画素の輝度値からbを差し引く。これにより、輝度分布全体を輝度値bだけ左にシフトさせて、低輝度変位点を観察画像内で最も暗くすることができる。

【0043】

このように画像処理制御部104を構成することにより、撮像した蛍光観察画像の表示段階にて、標本画像の輝度分布より適切なブラックバランス補正值を自動的に算出し、最適な蛍光画像を得ることができる。

【0044】

図4は、本実施形態における画像処理制御部104による処理フローを示す。まず、画像処理制御部104は、観察画像を取得する(S1)。すなわち、顕微鏡101で観察された光学像は、撮影部102によって撮像されて観察画像として取得される。それから、輝度分布取得部201は、撮影部102から観察画像(図3(a))を取得する。

【0045】

次に、画像処理制御部104は、その取得した観察画像を構成する輝度情報に基づいて演算を行い、輝度分布を生成する(S2)。すなわち、輝度分布取得部201は、撮影部102より取得された観察画像(図3(a))から、図3(b)に示す輝度分布を生成する。

【0046】

次に、画像処理制御部104は、輝度分布から高輝度変位点、低輝度変位点を検出する(S4)。すなわち、輝度変位点検出部202は、図3(b)に示す輝度分布から図3(c)に示す高輝度変位点P1及びその輝度値a、低輝度変位点P2及びその輝度値bの検出を行う。ここでは、高輝度のピークが高輝度変位点P1であり、その輝度値がaである。また、低輝度のピークが低輝度変位点P2であり、その輝度値がbである。

【0047】

なお、変位点が3つ以上存在する場合には、最も明るい輝度の変位点を高輝度変位点とし、最も暗い輝度の変位点を低輝度変位点とする。

次に、画像処理制御部104は、高輝度変位点と低輝度変位点の輝度値の間隔が閾値以上か判定する(S4)。すなわち、補正範囲判定部203は、輝度変位検出部202から得られた輝度変位点情報より輝度分布における高輝度変位点および低輝度変位点の間の輝度値についての距離 $d = (a - b)$ が、定数M以上となるか判定する。補正範囲判定部203は、 $d \geq M$ ならばS5に移行し、それ以外($d < M$)ならばS6に移行する。

【0048】

次に、画像処理制御部104は、観察画像の画素それぞれについて、その画素の輝度値から低輝度変位点の輝度値bを差し引く(S5)。すなわち、補正範囲判定部203は、

10

20

30

40

50

画像処理部 103 に命令を出し、観察画像の画素それぞれについて、その画素の輝度値から低輝度変位点の輝度値 b を差し引く。これにより、輝度分布全体を輝度値 b だけ左にシフトさせることになるので（図 3（c）（d））、低輝度変位点の輝度値が輝度分布において最も暗くなる。このようにして、ブラックバランス補正を行うことができる。

【0049】

その後、S5 の処理結果を画像として、画像処理部 103 を介して表示部 105 に表示させる（S6）。

なお、S4 にて輝度分布内の高輝度変位点および低輝度変位点の輝度値の距離 $d = (a - b)$ が定数 M より小さい（ $d < M$ ）と判断された場合には、S5 の画像処理を行わずに表示部 105 に表示を行う（S6）。すなわち、補正範囲判定部 203 は、輝度変位検出部 202 から得られた輝度変位点の情報に基づいて、輝度分布内の高輝度変位点および低輝度変位点の間の輝度値についての距離 $d = (a - b)$ が定数 M 未満であった場合は、図 3（e）に示すように高輝度変位点および低輝度変位点の輝度値の距離 d' が短いためにブラックバランス補正の実行をせず、画像処理部 103 を制御して未処理のまま観察画像を表示部 105 に表示させる。

【0050】

このように、 $d < M$ の場合にブラックバランス補正を行わない理由は、観察画像の輝度分布の分布範囲が狭く、高輝度変位点と低輝度変位点の輝度値の差が小さいため、輝度分布全体を輝度値 b だけ左にシフトさせると、観察画像全体が暗くなってしまうためである。

【0051】

本実施形態によれば、観察画像の輝度分布に基づいて、高輝度変位点および低輝度変位点の位置関係から自動的に必要ない背景情報を補正し、蛍光部位を明確に表示することができる。

【0052】

< 第 2 の実施形態 >

本実施形態では、観察方法が選択できる顕微鏡システムにおいて、蛍光観察が選択された場合に、第 1 の実施形態を適用する顕微鏡システムについて説明する。

【0053】

図 5 は、本実施形態における顕微鏡システムの全体構成を示す。同図は、図 1 の顕微鏡システムに、顕微鏡 101 を制御する顕微鏡制御部 106 を追加したものである。

顕微鏡制御部 106 は、顕微鏡を構成する電動ユニットの動作の制御、および顕微鏡の状態の検出をすることができる。観察者が不図示の操作部で顕微鏡の観察方法を選択した場合、その観察方法選択信号は顕微鏡制御部 106 に送られる。その場合、顕微鏡制御部 106 はその観察方法選択信号を画像処理制御部 104 へ伝達する。

【0054】

ところで、蛍光観察の場合にはダイクロイックミラーが光路上に挿入される。また、明視野観察の場合には、光路上に光学素子がないかまたはハーフミラーがある。そこで、顕微鏡制御部 106 は、このような光路上に挿入される光学素子の有無を検知して、観察方法を判別し、その判別結果を前記観察方法選択信号として画像処理制御部 104 へ送信してもよい。

【0055】

図 6 は、本実施形態における画像処理制御部 104 の構成を示す。同図は、図 2 の輝度分布取得部 201 の前段に、検鏡方法判別部 204 を追加したものである。検鏡方法判別部 204 の詳細については、図 7 で説明する。

【0056】

図 7 は、本実施形態における画像処理制御部 104 による処理フローを示す。検鏡方法判別部 204 は、顕微鏡制御部 106 からの観察方法選択信号を受信すると、その観察方法選択信号に基づいて、選択された観察方法が蛍光観察か否かを判断する（S11）。選択された観察方法が蛍光観察でない場合（S11 で「No」）、検鏡方法判別部 204 は

、画像処理部 103 を制御して、撮影部 102 で撮像された観察画像を未処理のまま表示部 105 に表示させる (S6)。

【0057】

選択された観察方法が蛍光観察の場合 (S11で「Yes」)、検鏡方法判別部 204 は、輝度分布取得部 201 は撮影部 102 からの画像信号を取得する。これ以降の処理は図4のS1以降の処理と同様であるので、その説明を省略する。

【0058】

本実施形態によれば、蛍光顕微鏡だけでなく、観察方法が選択できる顕微鏡においても、第1の実施形態と同様の効果を得ることができる。

なお、第1及び第2の実施形態において、高輝度変位点および低輝度変位点の間の輝度値についての距離 d に対する定数 M は、固定値またはユーザが入力する可変な値どちらでもよい。また、撮影対象の細胞の種類によって、定数 M の値を自動的に変更できるようにしてもよいし、またはユーザが入力できるようにしてもよい。また、表示部への画像の表示については、他のコントローラを介して表示する形式でもよいし、PC (パーソナルコンピュータ) を介して表示する形式でもよい。

【0059】

また、本発明の実施形態では、蛍光観察法により撮像された観察画像について説明したが、これに限定されず、本実施形態を、明視野観察法、暗視野観察法、位相差観察法、または微分干渉観察法等の観察方法により撮像された観察画像について適用してもよい。

【0060】

また、本発明の実施形態では、ブラックバランス補正をした画像を表示部に出力したが、プリンタ、記憶装置等の出力装置に出力してもよい。

< 第3の実施形態 >

第1の実施形態では、ブラックバランスを自動補正するために、画像の輝度分布から高輝度変位点と低輝度変位点の算出を行い、変位点に適切な差がある場合に低輝度変位点以下の輝度情報を削除した。しかしながら、この場合には、画像の輝度分布全体が低輝度側にシフトするので、画像全体が全体的に暗くなる。

【0061】

そこで、本実施形態では、第1の実施形態におけるブラックバランスの自動補正を行う。すなわち、観察画像の輝度分布を露出調整して拡張した後に、第1の実施形態に係る輝度分布の高輝度変位点と低輝度変位点との輝度値の差分に基づいてブラックバランス補正を行い、その後、補正を行った輝度分布の伸張を行う顕微鏡システムを提供する。

【0062】

以下に、本実施形態を詳述する。本実施形態に係る全体構成は、図1と同じである。なお、第1または第2の実施形態と同一の構成については、同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0063】

図8は、本実施形態における画像処理制御部 104 の構成を示す。図8は、図2において、輝度分布取得部 201 と輝度変位点検出部 202 の間に輝度分布拡張部 205 を追加し、補正範囲判定部 203 と画像処理部 103 の間に輝度分布伸張部 206 を追加したものである。

【0064】

輝度分布拡張部 205 は、輝度分布取得部 201 が取得した輝度分布から最大輝度値を用いて所定の目標輝度値まで輝度分布を広げるために露出調整を行い、輝度分布を拡張する。

【0065】

輝度分布伸張部 206 は、ブラックバランス補正された輝度分布の高輝度と低輝度の輝度値の間を離すために輝度分布を伸張する。すなわち、輝度分布伸張部 206 は、補正範囲判定部 203 で補正した輝度分布の最大輝度値 D_{max} が、最大階調値 B_{max} (n ビットで階調が表される場合、 $B_{max} = 2^n - 1$) になるように、その輝度分布全体を輝度分布の横

10

20

30

40

50

方向へ伸張する。例えば、8ビットで階調が表される場合、 $B_{max} = 255$ なので、輝度分布伸張部206は、補正範囲判定部203で補正した輝度分布の最大輝度値 D_{max} が輝度255になるようにその輝度分布全体を輝度分布の横方向へ伸張する。

【0066】

図9は、本実施形態における画像処理制御部104による処理フローを示す。図9のフローは、図4のフローにS21, S22の処理を追加したものである。

S21の処理では、輝度分布拡張部205は、ステップ302で得た輝度分布から、輝度分布の最大輝度値に着目して所定の目標輝度値まで輝度分布を広げるために露出調整を行う。露出時間を調整することで、輝度分布を拡張する。S21の処理について、図10を用いて説明する。

10

【0067】

図10は、本実施形態における輝度分布拡張部205により行われる一連の処理を説明する図である。図10(c-1)~図10(c-3)は、図3(b)に示した輝度分布の最大輝度値 D_{max} が、所定の目標輝度値 B_{aim} に到達するまで輝度分布全体を横方向に広げるために露出調整を行った結果を示す。ここで、 n ビットで階調が表される場合、目標輝度値 B_{aim} は、 $2n-1$ の50%~95%の範囲内で、かつ観察画像内の背景と観察像とのコントラストが大きくなるような輝度値を設定するのが好ましい。

【0068】

図10(c-1)は、露出時間を e_1 としたときの輝度分布を示す。図10(c-1)の輝度分布は、図3(b)の輝度分布に最大輝度値 D_{max} を追記した状態である。ここでは、所定の目標輝度値(最大輝度値目標点) B_{aim} と輝度分布の最大輝度値 D_{max} が一致していない。

20

【0069】

図10(c-2)は、露出調整を行い露出時間 e_2 (ここで、 $e_1 < e_2$)としたときの輝度分布を示す。この場合は、図10(c-1)のときよりも観察像は明るくなるが、図10(c-2)でも輝度分布の最大輝度値 D_{max} が最大輝度値目標点 B_{aim} に到達していないので、再度、露出調整を行う。

【0070】

図10(c-3)は、露出調整を行い露出時間 e_3 (ここで、 $e_1 < e_2 < e_3$)としたときの輝度分布を示す。図10(c-3)では、輝度分布の最大輝度値 D_{max} が、最大輝度値目標点 B_{aim} と一致したので、観察像は適正な明るさとなり、輝度分布拡張部205による処理は完了する。

30

【0071】

再び、図9のフローの説明に戻る。S22の処理では、輝度分布伸張部206は、S5で得られたブラックバランス補正を伸張させるために最大輝度値を輝度255へ広げる。輝度分布の伸張は、高輝度変位点は明るくなり、低輝度変位点はブラックバランス補正した状態となる。S22の処理について、図11を用いて説明する。

【0072】

図11は、本実施形態における輝度分布拡張部206により行われる一連の処理を説明する図である。図11の上側の輝度分布は、S5の補正処理後の輝度分布である。この場合、輝度分布に最大輝度値 D_{max} は、 $B_{aim} - b$ の位置にある。したがって、輝度値方向(横方向)の輝度分布全体の幅は、 $B_{aim} - b$ となる。

40

【0073】

図11の下側の輝度分布は、S21の輝度分布伸張処理後の輝度分布である。ここでは、 $B_{aim} - b$ の位置にある輝度分布の最大輝度値 D_{max} が、画素の最大階調値 B_{max} (n ビットで階調が表される場合、 $B_{max} = 2n - 1$)になるように、その輝度分布全体を輝度分布の横方向へ伸張する。すなわち、輝度値方向(横方向)について、図11の上側の輝度分布を、 $B_{max} / (B_{aim} - b)$ 倍する。つまり、輝度分布を構成するS5の処理後の観察画像の各画素の輝度値に $B_{max} / (B_{aim} - b)$ を乗じる。

【0074】

50

これにより、輝度分布伸張部 206 による処理は完了する。その結果、輝度分布上の高輝度変位点 P1 と低輝度変位点 P2 間の距離が $B_{\max} / (B_{\text{aim}} - b)$ 倍に伸張する。したがって、画像のコントラストを上げることができるので、ブラックバランス補正をした場合に全体的に暗い画像となることはない。

【0075】

なお、輝度値方向（横方向）について、図 11 の上側の輝度分布の伸張は、1 より大きく $\{B_{\max} / (B_{\text{aim}} - b)\}$ 倍以下の範囲で伸張することができる。すなわち、輝度分布を構成する S5 の処理後の観察画像の各画素の輝度値に 1 より大きく $\{B_{\max} / (B_{\text{aim}} - b)\}$ 以下の値を乗じることができる。

【0076】

本実施形態によれば、第 1 の実施形態のブラックバランス補正の前処理として S21 の処理、すなわち、取得画像の輝度分布の最大輝度値を用いて輝度分布を所定の目標輝度値まで露出調整して輝度分布を拡張する。その後第 1 の実施形態のブラックバランス補正を行う。その後、さらに、ブラックバランス補正の後処理として S22 の処理、すなわち、ブラックバランス補正された輝度分布を伸張させる。これにより、高輝度変位点および低輝度変位点の輝度値の間を離し、コントラストを上げることができる。

【0077】

また、第 3 の実施形態は、第 2 の実施形態に適用してもよい。すなわち、図 7 において、処理 S2 と処理 S3 の間に処理 S21 を追加し、処理 S5 の直後に処理 S22 を追加してもよい。

【0078】

第 1 ～ 第 3 の実施形態において、高輝度変位点および低輝度変位点の位置関係は、固定の値、またはユーザが入力する可変な値のどちらでもよい。一例として、実験にて事前に求められた高輝度変位点および低輝度変位点の輝度値の距離を距離・大中小テーブルから選択するか、または距離・大から小の範囲内で自由な値を入力するようにしてもよい。これにより、本発明の実施形態のブラックバランス補正が可能となる。

【0079】

また、本実施形態において、撮影対象の波長またはミラーユニットの種類によって高輝度変位点及び低輝度変位点の位置関係の数値を自動的に変更、またはユーザが入力できるようにしてもよい。変位点の位置関係の数値を自動的に変更の一例としては、例えば、次のことが考えられる。実験にて事前に求められた高輝度変位点および低輝度変位点の関係が波長毎にテーブル化されている場合には、使用する波長に応じて、そのテーブルを切り替えて使うことにより、本実施形態のブラックバランス補正をすることができる。また、ユーザが自身で選択した波長の名前だけで高輝度変位点および低輝度変位点の位置関係が選択され、その選択された波長の名前に対応するテーブルに切り替えられることにより、本実施形態のブラックバランス補正をすることができる。また、ミラーユニットについても波長の例と同様に、実験にて事前に求められた高輝度変位点および低輝度変位点の関係がミラーユニット毎にテーブル化されており、使用するミラーユニットに応じてそのテーブルを切り替えるようにする。

【0080】

また、観察時間が長い露出時間の場合に所定の露出時間以上は、細胞褪色を回避するために、自動ブラックバランス補正を行わないようにしてもよい。また、所定の露出時間は固定の値、またはユーザが入力する可変な値のどちらでもよい。例えば、様々な露出時間が予めテーブルに設定されており、そのテーブルから任意に露出時間を選択するようにしてもよい。また、ユーザにより、決められた数値範囲内にて露出時間を選択または入力可能としてもよい。

【0081】

また、露出調整において、通常は、ある一定の露出時間に収束（安定状態）する。しかし、露出調整にて露出時間が一定にならない場合、すなわち発振する場合（不安定状態）は、周期的に繰り返す露出時間の変化から収束する露出近傍を露出時間として強制的に採

10

20

30

40

50

用してもよい。たとえば、発振する露出時間のうち、短い露出時間を採用してもよい。また、繰り返す露出時間から固定の値を採用してもよく、収束する露出近傍から露出時間を自動算出してもよい。また、ユーザが入力する可変な露出時間としてもよい（ただし、周期的に繰り返す露出時間内に限る）。例えば、様々な露出近傍の値が予めテーブルに設定されており、そのテーブルから任意に露出近傍の値を選択するようにしてもよい。また、ユーザにより、決められた数値範囲内にて露出近傍の値を選択または入力可能としてもよい。

【 0 0 8 2 】

なお、本発明の実施形態をプログラムとして提供することもできる。この場合、P C は、C P U（中央演算処理装置）、R O M、R A M、ハードディスクドライブ等を備えており、C P Uによりハードディスクドライブにインストールされた本発明の実施形態にかかるプログラムが読み出されて、図4、図7、または図9のフローを実行するようにしてもよい。当該プログラムは、C D - R O M等の記憶媒体に格納されていてもよいし、ネットワークを介して提供されてもよい。また、本発明の実施形態に必要なデータはR O Mやハードディスク等に記憶されていてもよいし、C D - R O M等の記憶媒体に格納されていてもよいし、ネットワークを介して提供されてもよい。

10

【 0 0 8 3 】

以上より、本発明によれば、観察画像の輝度分布の高輝度変位点と低輝度変位点との差分に応じてブラックバランス補正を適用することにより、観察対象部位を明確に表示することができる。したがって、適切な蛍光観察の観えを画像取得するために、自動的に必要な背景情報を補正し、蛍光部位を明確にすることができる。

20

【 0 0 8 4 】

なお、本発明は、以上に述べた実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の構成または実施形態を取ることができる。

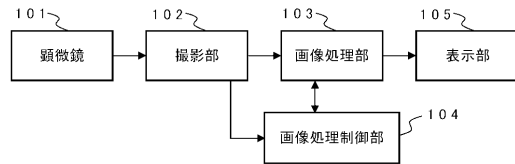
【 符号の説明 】

【 0 0 8 5 】

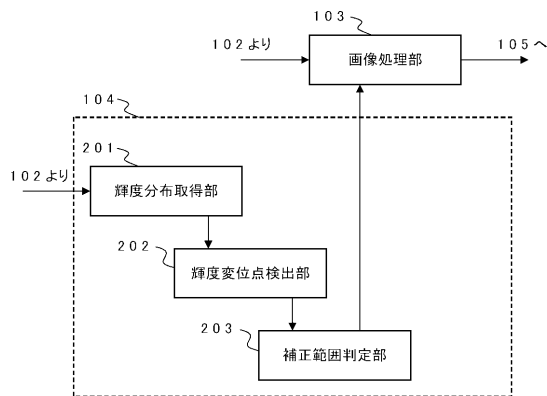
- 1 0 1 顕微鏡
- 1 0 2 撮影部
- 1 0 3 画像処理部
- 1 0 4 画像処理制御部
- 1 0 5 表示部
- 1 0 6 顕微鏡制御部
- 2 0 1 輝度分布取得部
- 2 0 2 輝度変位点検出部
- 2 0 3 補正範囲判定部
- 2 0 4 検鏡方法判別部
- 2 0 5 輝度分布拡張部
- 2 0 6 輝度分布伸張部

30

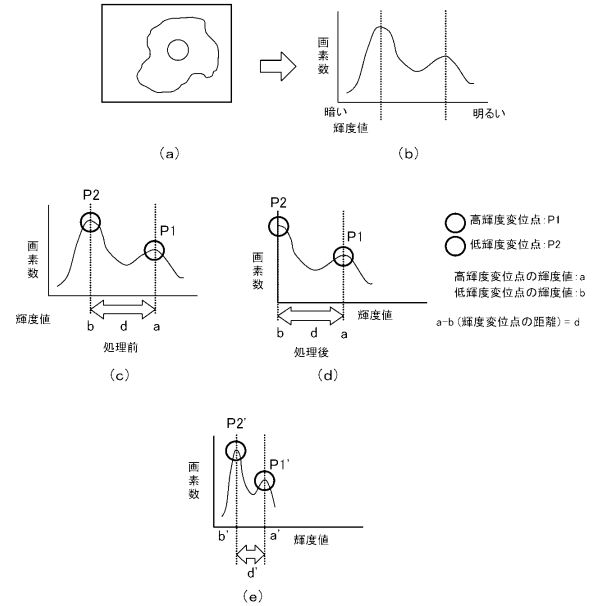
【図 1】



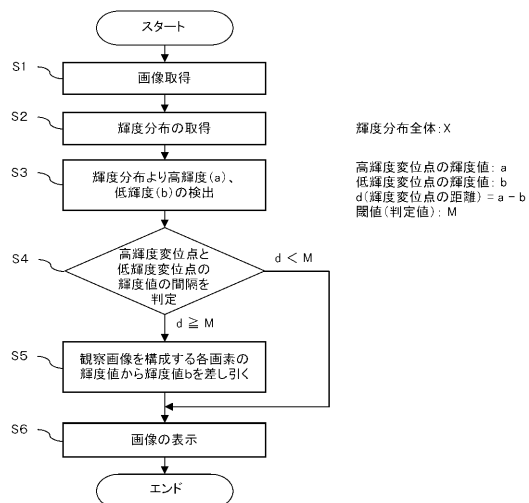
【図 2】



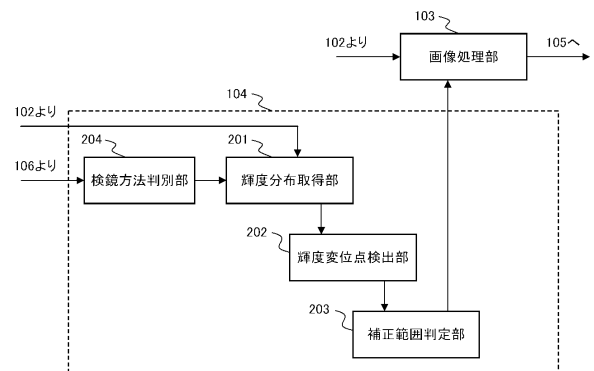
【図 3】



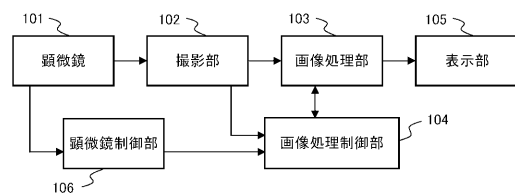
【図 4】



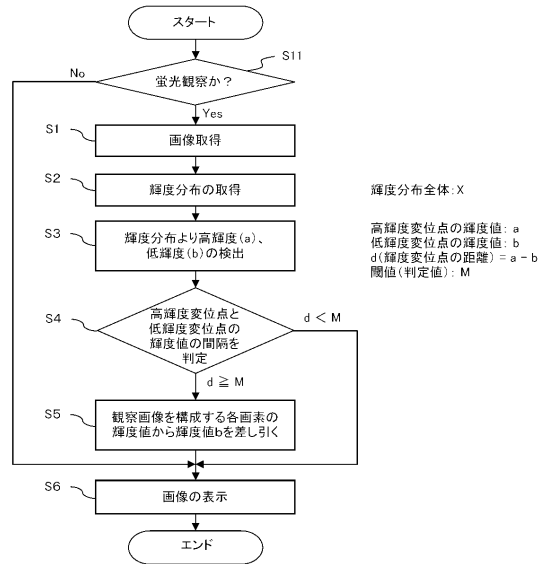
【図 6】



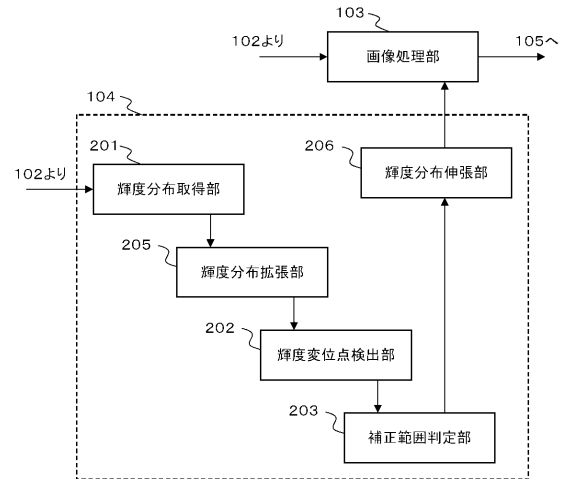
【図 5】



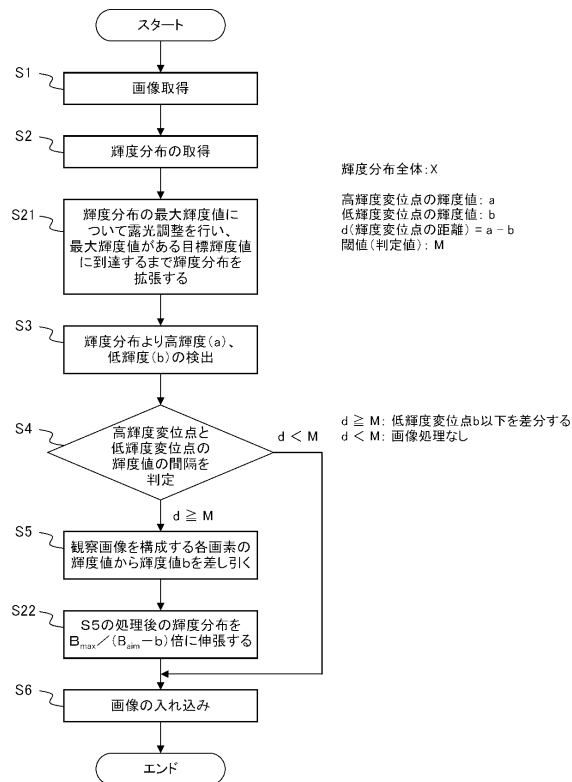
【図 7】



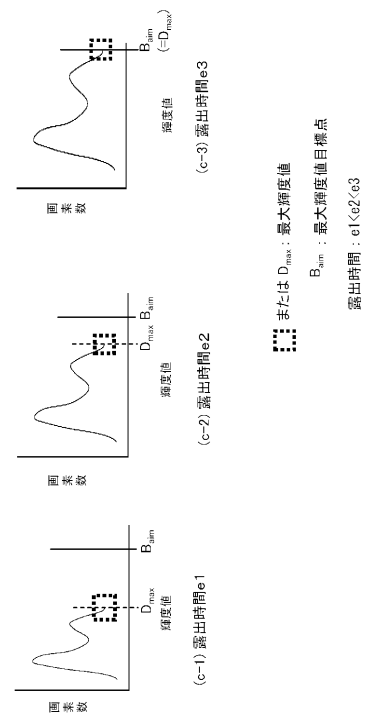
【図 8】



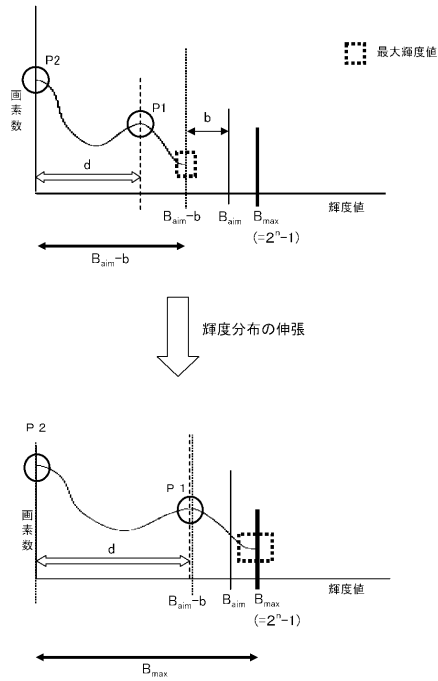
【図 9】



【図 10】



【図 11】



伸張後の画素分布 = S5 の処理後の画素分布 $\times \{B_{max} / (B_{aim} - b)\}$

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
G 0 6 T 5/00 (2006.01) G 0 6 T 5/00 1 0 0

(56)参考文献 特開平 0 8 - 0 9 8 0 0 6 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 8 6 0 3 1 (J P , A)
特開 2 0 0 4 - 0 1 5 0 9 4 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 1 4 3 4 3 7 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
H 0 4 N 5 / 2 2 2 ~ 2 5 7
G 0 2 B 2 1 / 3 6
G 0 6 T 1 / 0 0
G 0 6 T 5 / 0 0
H 0 4 N 1 / 4 0 7