

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5188995号
(P5188995)

(45) 発行日 平成25年4月24日 (2013. 4. 24)

(24) 登録日 平成25年2月1日 (2013. 2. 1)

(51) Int. Cl.		F 1
HO 4 N	5/235	(2006. 01)
GO 3 B	7/093	(2006. 01)
GO 2 B	21/36	(2006. 01)

H O 4 N 5/235

G O 3 B 7/093

G O 2 B 21/36

請求項の数 11 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2009-2895 (P2009-2895)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成21年1月8日 (2009. 1. 8)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2010-161664 (P2010-161664A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(43) 公開日	平成22年7月22日 (2010. 7. 22)	(74) 代理人	100074099
審査請求日	平成23年11月21日 (2011. 11. 21)		弁理士 大菅 義之
		(72) 発明者	上田 均
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オ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4番2号 オリンパス株式会社内
		(72) 発明者	石井 泰子
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号 オリンパス株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 顕微鏡撮影システム、画像入力装置、自動露出方法及びプログラム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

顕微鏡による観察画像の光束を、デジタル画像に変換し保持する画像入力装置であって、

顕微鏡部が出力する前記光束を結像して、デジタルデータに変換する撮像部と、

前記撮像部の感度を変更する感度変更部と、

前記撮像部が適正輝度を得るための露出時間を演算する過程では、前記感度変更部に前記撮像部の感度を高感度にするように指示したのちに当該感度を高感度にした状態で前記撮像部が撮像したデジタルデータを用いて前記露出時間を求め、当該露出時間を前記撮像部に設定後は、前記撮像部の感度を低感度に設定するように指示する演算部と、

を備え、

前記演算部は、前記露出時間を演算する過程では、前記デジタルデータから得られる輝度が適正輝度となるまで、前記高感度で撮像したデジタルデータの輝度と、適正輝度の比率から中間露出時間を算出して、当該中間露出時間による撮像及び中間露出時間の算出を繰り返し、前記輝度が適正輝度に略一致したら、そのときの前記中間露出時間から前記露出時間を求めることを特徴とする画像入力装置。

【請求項 2】

前記高感度は、前記撮像部の最大感度であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像入力装置。

【請求項 3】

10

20

前記露出時間を求める際、前記中間露出時間に対して前記高感度に変更する前後の感度の比率を用いて、前記露出時間を求めることを特徴とする請求項 1 に記載の画像入力装置。

【請求項 4】

前記顕微鏡に対する操作を検出する操作検出部を更に備え、前記演算部は、前記操作検出部が前記顕微鏡に対する操作を検出した際も、前記感度変更部に前記撮像部の感度を高感度にするように指示することを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の画像入力装置。

【請求項 5】

前記撮像部は、CCD を備え、前記感度は、前記 CCD の出力の増幅率であることを特徴とする請求項 1 に記載の画像入力装置。

10

【請求項 6】

前記感度は、前記撮像部のビニングであることを特徴とする請求項 1 に記載の画像入力装置。

【請求項 7】

被写体を拡大した像を光束として出力する顕微鏡部と、
前記顕微鏡部が出力する前記光束を結像して、デジタルデータに変換する撮像部と、
前記撮像部の感度を変更する感度変更部と、
前記撮像部が適正輝度を得るための露出時間を演算する過程では、前記感度変更部に前記撮像部の感度を高感度にするように指示したのちに当該感度を高感度にした状態で前記撮像部が撮像したデジタルデータを用いて前記露出時間を求め、当該露出時間を前記撮像部に設定後は、前記撮像部の感度を低感度に設定する演算部と、
を備え、

20

前記演算部は、前記露出時間を演算する過程では、前記デジタルデータから得られる輝度が適正輝度となるまで、前記高感度で撮像したデジタルデータの輝度と、適正輝度の比率から中間露出時間を算出して、当該中間露出時間による撮像及び中間露出時間の算出を繰り返し、前記輝度が適正輝度に略一致したら、そのときの前記中間露出時間から前記露出時間を求めることを特徴とする顕微鏡撮影システム。

【請求項 8】

前記撮像部による前記デジタルデータに基づいた画像を表示する表示部を更に備えることを特徴とする請求項 7 に記載の顕微鏡撮影システム。

30

【請求項 9】

前記撮像部が変換した前記デジタルデータを記憶する記憶部を更に備えることを特徴とする請求項 7 に記載の顕微鏡撮影システム。

【請求項 10】

顕微鏡によって撮像する際の自動露出方法であって、
適正輝度を得るための露出時間を演算する過程では、撮像部の感度を高感度にした状態で前記撮像部が撮像したデジタルデータを用いて前記露出時間を求め、
当該露出時間を前記撮像部に設定後は、前記撮像部の感度を低感度に設定し、
前記露出時間を演算する過程では、前記デジタルデータから得られる輝度が適正輝度となるまで、前記高感度で撮像したデジタルデータの輝度と、適正輝度の比率から中間露出時間を算出して、当該中間露出時間による撮像及び中間露出時間の算出を繰り返し、前記輝度が適正輝度に略一致したら、そのときの前記中間露出時間から前記露出時間を求めることを特徴とする自動露出方法。

40

【請求項 11】

顕微鏡によって撮像する際の自動露出を制御する情報処理装置によって実行されるプログラムであって、

適正輝度を得るための露出時間を演算する過程では、撮像部の感度を高感度にした状態で前記撮像部が撮像したデジタルデータを用いて前記露出時間を求め、

当該露出時間を前記撮像部に設定後は、前記撮像部の感度を低感度に設定し、

50

前記露出時間を演算する過程では、前記デジタルデータから得られる輝度が適正輝度となるまで、前記高感度で撮像したデジタルデータの輝度と、適正輝度の比率から中間露出時間を算出して、当該中間露出時間による撮像及び中間露出時間の算出を繰り返し、前記輝度が適正輝度に略一致したら、そのときの前記中間露出時間から前記露出時間を求める

ことを前記情報処理装置に実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、顕微鏡による画像撮影の技術に関し、更に詳しくは撮影における自動露出の技術に関する。

10

【背景技術】

【0002】

今顕微鏡で観察している像の輝度情報を用いて自動露出を行う機能を備える画像撮影装置では、適正輝度は通常一回の自動露出処理では決定できず、自動露出処理を繰り返し実施する必要がある。

【0003】

微弱蛍光顕微鏡による撮影では、標本が暗いため、適正輝度の画像を取得するには露出時間が長くなる。この為、画像をライブで表示する場合には、自動露出の収束時間が長くなってしまいうために、表示更新速度（フレームレート）が低下してしまうという問題がある。

20

【0004】

顕微鏡撮影において適正輝度の画像を取得するための技術としては、様々な方法が提案されている。

例えば特許文献1には、LED光源とその明るさ調整つまみを有する構成の顕微鏡が開示されている。そしてこの特許文献1の顕微鏡では、調整つまみを操作すると、CCD（Charge Coupled Device）駆動パルスに同期しつつ、LED光源の輝度をパルス制御することが出来、被写体の明るさを調整することができる。

【0005】

また特許文献2には、暗い標本を撮影する場合には、CCDの出力Gainを増大するシステムが開示されている。この特許文献2のシステムでは、むやみにGainを増大すると画質劣化につながるので、ノイズが目立たない程度にGainを高く設定すると共に、絞りを開放にし、不足する輝度は露出時間を長くすることで適正露出を得ている。

30

【0006】

このシステムでは、露出時間が長くなるとライブ像の表示更新速度（フレームレート）が長くなり、デジタルカメラの向きや姿勢、ズーム倍率などを変更しても画像がすぐに更新されない。そのため特許文献2のシステムでは、露出をキャンセルするキャンセルボタンを設けている。

【0007】

また特許文献3には、暗い標本の場合にも画質低下を最小限に抑えつつ、快適なフレームレートを実現する為に、照明を調節して明るさを補い、不足する輝度を露出時間とGainの増幅量を増やすことにより制御する顕微鏡撮影装置が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2003-185931号公報

【特許文献2】特開2002-290803号公報

【特許文献3】特開2005-221708号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

50

上記した方法の内、特許文献1の方法では、光源の明るさを調整できるが、露出時間やGainは自動制御されない。このため、適正露出を得るためには、観察者が予め光源の明るさを設定した上で、露出時間とGainを制御する必要がある。

【0010】

またこのとき、光源の明るさが不適切に暗い場合は、露出時間が長くなり、フレームレートが低下する。その結果、自動露出での収束時間が長くなってしまう。また、光量が増加すると、標本の蛍光が退色したり、光刺激によりライブセル標本にダメージを与えてしまうといった問題がある。

【0011】

また特許文献2の方法では、暗い被写体のときにGainの増大を制限する為に、画質の劣化を最小限に食い止めることが出来る。しかし、微弱蛍光顕微鏡の撮影のように露出時間が長くなると、フレームレートは低下し、特許文献1と同様に、自動露出の収束時間が長くなってしまう。

【0012】

更に特許文献3では、明視野標本の場合は有効であるが、微弱蛍光顕微鏡撮影では、光量が増加すると、標本の蛍光が退色したり、光刺激によりライブセル標本にダメージを与えてしまうといった問題があった。

【0013】

本発明は上述の事情に鑑みてなされてものであり、微弱蛍光顕微鏡撮影のような長時間露出が必要なライブ像でも、光源の光量を増加させることなく標本へのダメージを抑え、と共に、自動露出の収束時間を短くすることが出来る、画像入力装置、自動露出方法及びプログラムを提供することを目的とする。

【0014】

また自動露出が収束すると、良質のライブ像を得ることが出来る、画像入力装置、自動露出方法及び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】

【0015】

本発明による画像入力装置は、顕微鏡による観察画像の光束を、デジタル画像に変換し保持する画像入力装置であって、顕微鏡部が出力する前記光束を結像して、デジタルデータに変換する撮像部と、前記撮像部の感度を変更する感度変更部と、前記撮像部が適正輝度を得るための露出時間を演算する過程では、前記感度変更部に前記撮像部の感度を高感度にするように指示したのちに当該感度を高感度にした状態で前記撮像部が撮像したデジタルデータを用いて前記露出時間を求め、当該露出時間を前記撮像部に設定後は、前記撮像部の感度を低感度に設定するように指示する演算部と、を備え、前記演算部は、前記露出時間を演算する過程では、前記デジタルデータから得られる輝度が適正輝度となるまで、前記高感度で撮像したデジタルデータの輝度と、適正輝度の比率から中間露出時間を算出して、当該中間露出時間による撮像及び中間露出時間の算出を繰り返し、前記輝度が適正輝度に略一致したら、そのときの前記中間露出時間から前記露出時間を求めることを特徴とする。

【0016】

本発明による顕微鏡撮影システムは、被写体を拡大した像を光束として出力する顕微鏡部と、前記顕微鏡部が出力する前記光束を結像して、デジタルデータに変換する撮像部と、前記撮像部の感度を変更する感度変更部と、前記撮像部が適正輝度を得るための露出時間を演算する過程では、前記感度変更部に前記撮像部の感度を高感度にするように指示したのちに当該感度を高感度にした状態で前記撮像部が撮像したデジタルデータを用いて前記露出時間を求め、当該露出時間を前記撮像部に設定後は、前記撮像部の感度を低感度に設定する演算部と、を備え、前記演算部は、前記露出時間を演算する過程では、前記デジタルデータから得られる輝度が適正輝度となるまで、前記高感度で撮像したデジタルデータの輝度と、適正輝度の比率から中間露出時間を算出して、当該中間露出時間による撮像及び中間露出時間の算出を繰り返し、前記輝度が適正輝度に略一致したら、そのときの前

10

20

30

40

50

記中間露出時間から前記露出時間を求めることを特徴とする。

【 0 0 1 7 】

本発明による自動露出方法は、顕微鏡によって撮像する際の自動露出方法であって、適正輝度を得るための露出時間を演算する過程では、撮像部の感度を高感度にした状態で前記撮像部が撮像したデジタルデータを用いて前記露出時間を求め、当該露出時間を前記撮像部に設定後は、前記撮像部の感度を低感度に設定し、前記露出時間を演算する過程では、前記デジタルデータから得られる輝度が適正輝度となるまで、前記高感度で撮像したデジタルデータの輝度と、適正輝度の比率から中間露出時間を算出して、当該中間露出時間による撮像及び中間露出時間の算出を繰り返し、前記輝度が適正輝度に略一致したら、そのときの前記中間露出時間から前記露出時間を求めることを特徴とする。

10

【 0 0 1 8 】

本発明によるプログラムは、顕微鏡によって撮像する際の自動露出を制御する情報処理装置によって実行されるプログラムであって、適正輝度を得るための露出時間を演算する過程では、撮像部の感度を高感度にした状態で前記撮像部が撮像したデジタルデータを用いて前記露出時間を求め、当該露出時間を前記撮像部に設定後は、前記撮像部の感度を低感度に設定し、前記露出時間を演算する過程では、前記デジタルデータから得られる輝度が適正輝度となるまで、前記高感度で撮像したデジタルデータの輝度と、適正輝度の比率から中間露出時間を算出して、当該中間露出時間による撮像及び中間露出時間の算出を繰り返し、前記輝度が適正輝度に略一致したら、そのときの前記中間露出時間から前記露出時間を求めることを前記情報処理装置に実行させる。

20

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、自動露出にて明るさが変化している過程では、撮像部の感度を向上して、露出時間を短くすることで、フレームレートを向上する。これによって、単位時間あたりの自動露出の計算回数が増加するので、適正露出を得るまでの収束時間を短縮し、観察者がストレス無く微弱蛍光顕微鏡像を観察することができるようになる。

【 0 0 2 0 】

また、顕微鏡画像に影響する顕微鏡部位を操作中しても、Gainをアップすることで、フレームレートを向上できる。そして、更に顕微鏡部位の操作を停止すると、Gainを元に戻すので、ノイズの少ないライブ像を表示することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1】本実施形態における顕微鏡撮影システムによる自動露出の原理を示す図である。

【図 2】第 1 の実施形態の前提となる顕微鏡撮影システムの構成例を示す図である。

【図 3】画像入力装置の第 1 の実施形態の動作処理を示すフローチャートである。

【図 4】第 2 の実施形態の処理の前提となる顕微鏡撮影システムの構成例を示す図である。

。

【図 5】画像入力装置の第 2 の実施形態の動作処理を示すフローチャートである。

【図 6】画像入力装置の第 3 の実施形態の動作処理を示すフローチャートである。

40

【発明を実施するための形態】

【 0 0 2 2 】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。

本実施形態の顕微鏡撮影システムは、観察物が動くもののように時間経過と共に画像に変化がある場合は、画質の劣化を認知し難く、画像変化が無いと画質の劣化を認識しやすいという目視の特性に着目したものである。

【 0 0 2 3 】

すなわち、自動露出によって明るさが変化している過程では、CCDの出力Gainやビニング等撮像部の感度を変更することにより、画質劣化を許容する代りに感度を向上させる。これにより露出時間が短くなり、フレームレートが向上する。そして単位時間あた

50

りの自動露出の計算回数を増やし、適正露出を得るまでの収束時間を短縮する。

【0024】

そして自動露出が収束し、適正露出が得られたら、CCDの出力Gainやビニング等の感度を元の状態に戻すことにより、ノイズの少ない高画質のライブ像を得る。

図1は、本実施形態における顕微鏡撮影システムによる自動露出の原理を示す図である。

【0025】

図1(a)は、従来の自動露出の仕方を示し、同図(b)は本実施形態における顕微鏡撮影システムによる自動露出の仕方を示している。

同図(a)において、初期状態は露出時間が100msc、CCDの出力Gain=1x、そして最終的な適正輝度に相当する露出時間(適正露出時間)が1200mscであったとする。

【0026】

適正露出時間を得るまでには、数フレームのライブ画像を用い予測露出時間の計算を数回繰り返す。そして本例の場合には露出時間の計算を4回繰り返し、適正露出時間1200mscを得られるとする。

【0027】

図1(a)の例では、図中の1、2、3、4の位置で予測露出時間の計算の繰り返した後に適正露出時間(1200msc)を得ている。

CCDの出力Gain若しくはビニングを変化させない場合、自動露出が収束するまでには、図1(a)の例の場合5回分の露出時間を合計した時間である3.7sec(=100msc+600msc+800msc+1000msc+1200msc)の時間を必要とする。

【0028】

それに対して、本実施形態における顕微鏡撮影システムによれば、図3(b)に示すように、自動露出が収束する過程ではGainを1xから2xにアップしている。そのため露出時間は約半分になる。したがって収束過程の露出時間の合計を約半分の1.9sec(=100msc+300msc+400msc+500msc+600msc)にすることができる。

【0029】

そして図1(b)では、自動露出が一旦収束すると(図1(b)のb-1)、Gainの値を元(1x)に戻すので、自動露出がなされた後はGainアップによるノイズの影響を受けずに高画質のライブ像を得ることができる。

【0030】

次に本実施形態における顕微鏡撮影システムの構成について説明する。

図2は、第1の実施形態の前提となる顕微鏡撮影システムの構成例を示す図である。

同図において顕微鏡撮影システム1aは、顕微鏡100と画像入力装置200が接続された構成を有する。

【0031】

顕微鏡100は、ステージ101上の標本を対物レンズ102とアダプタレンズ103によって光束104に拡大する。この光束104は、後述する画像入力装置200の撮像部202に入射される。

【0032】

画像入力装置200は、CPU201、インタフェース(I/F)204、記憶装置205、メモリ203、表示装置206、モニタ207、及び図示しないキーボード、ポインティングデバイス等の入力デバイスが、それぞれバス207によって接続される構成を有する。

【0033】

そして、画像入力装置200は、顕微鏡100のTV光路上に設置され、光束104が撮像部202に入射するように配置されている。

10

20

30

40

50

バス２０７は、ＣＰＵ２０１、撮像部２０２、記憶装置２０５、インタフェース２０４、メモリ２０３、表示装置２０６、そして入力デバイス間にて画像や命令を転送する通信経路である。たとえば、ＣＰＵ２０１とインタフェース２０４は、バス２０７を介して命令を送る。また、インタフェース２０４とメモリ２０３は、バス２０７を介して画像データをやりとりする。以後、このようにバス２０７を介して通信する場合は、自明なので、"バス２０７を介して"といった説明を省略する。

【００３４】

ＣＰＵ２０１は、画像入力装置２００全体の制御を司るもので、メモリ２０３や記憶装置２０５上のプログラムをメモリ２０３をワークメモリとして実行することにより、後述する画像入力装置２００の各種処理、例えばメモリ２０３に格納されたライブ像から適正露出時間を計算する処理や、自動露出の収束中であるかを判定し、Gainアップするかどうかを判断する処理等を実現する。またＣＰＵ２０１は、プログラムを実行することにより撮像部２０２に対するGainや露出時間の変更命令や、撮像部２０２が出力したデジタル画像を外部機器に転送するようにインタフェース２０４に命令を発行する。またＣＰＵ２０１は、外部機器からの命令をインタフェース２０４を経由して受け取り、この命令に従った処理を実行する。

【００３５】

なおＣＰＵ２０１が、撮像部２０２に対して露出時間やGainを設定するとは、バス２０８を介して、撮像部２０２に露出時間やGainの設定を指示する命令を送信することを意味する。

【００３６】

撮像部２０２は、顕微鏡１００から出力される光束１０４をデジタル画像データに変換する。撮像部２０２は、ＣＰＵ２０１からの命令により、ＣＣＤの出力Gain、露出時間、そしてピニングサイズの変更などを行うことが出来る。

【００３７】

インタフェース２０４は、画像入力装置２００を外部機器と接続するインタフェースである。インタフェース２０４は、メモリ２０３内の画像データや、撮像部２０２から受信したデジタル画像データを、外部機器に転送する。また、外部機器からの命令をＣＰＵ２０１に通知したり、その命令の応答をＣＰＵ２０１から受け取り外部機器に送信する。

【００３８】

メモリ２０３は、撮像部２０２から取得した画像データや、後述する記憶装置２０５から読み出した画像データやプログラムデータを保持する。

表示装置２０６は、画像入力装置２００とモニタ３００を接続するもので、観察者の入力指示に基づいて、メモリ２０３上に展開された画像データをモニタ３００に表示出力する。

【００３９】

記憶装置２０５は、大容量の不揮発性メモリで、ＣＰＵ２０１が実行するプログラムや撮像部２０２からの画像データを記憶する。

以上のような構成において、本実施形態における顕微鏡撮影システム１ａでは、顕微鏡１００による観察画像を画像入力装置２００の撮像部２０２によって画像データに変換し、メモリ２０３若しくは記憶装置２０５に保存する。顕微鏡撮影システム１ａでは、観察画像を取り込む際には自動露出を行うが、この自動露出の処理は画像入力装置２００のＣＰＵ２０１がメモリ２０３若しくは記憶装置２０５に記憶されているプログラムを実行することによって実現する。

【００４０】

なお図２に示した構成は、自動露出の処理をソフトウェアによって実現する場合の構成である。しかし本実施形態における顕微鏡撮影システム１ａは、このような構成に限定されるものではなく、画像入力装置２００が行う機能を実現する専用のハードウェアからなるように構成し、本発明をハードウェア手法によって実現しても良い。

【００４１】

次に自動露出を行う際の画像入力装置 200 の動作処理について説明する。

図 3 は、画像入力装置 200 の第 1 の実施形態の動作処理を示すフローチャートである。

【0042】

第 1 の実施形態の動作処理では、撮像部 202 の CCD の出力の Gain を上げて撮像部 202 の感度を上げて自動露出を行い、露出時間が決定したら Gain を下げる。なお以下の説明では、CPU 201 がプログラムを実行することによって各処理を実現するソフトウェア手法によって、処理を実現する場合を例として記載しているが、ハードウェア手法によって実現する場合も、処理の主体が異なるだけで処理内容そのものは図 3 に示す処理と同じになる。

10

【0043】

観察者が顕微鏡撮影システム 1a を起動すると、記憶装置 205 からメモリ 203 にプログラムが読み込まれる。そして CPU 201 は、メモリ 203 に読み込まれたプログラムを実行し、システムに対する初期化処理を行う。

【0044】

この初期化処理では、撮像部 202 の現在の CCD の出力 Gain を示す Current Gain を 1x、そして、露出時間を最短露出時間に設定し、撮像部 202 に対して Gain、露出時間を設定する等、自動露出処理に必要な処理を行う。

【0045】

初期化処理が終了すると、CPU 201 は撮像部 202 に対してライブ像転送要求を発行する。このライブ像転送要求を受け取ると、撮像部 202 は光束 104 を 1 枚のデジタル画像データ（以後、ライブ像という）に変換する。そしてこのライブ像は、撮像部 202 からメモリ 203 に転送され、転送が完了すると、撮像部 202 は、CPU 201 にライブ像転送完了通知を送る。

20

【0046】

CPU 201 は、ライブ像転送完了通知を受け取ると、ステップ S1 としてメモリ 203 上のライブ像から、画像の輝度を計算する。画像輝度は、画像全体の輝度平均を求める。

【0047】

次に CPU 201 は、ステップ S2 としてステップ S1 で求めたライブ像の画像輝度から、予測露出時間を計算する。

30

予測露出時間は、ステップ S1 で求めた画像輝度と適正輝度の比率を用いて、ライブ像を得るのに用いた露出時間（現在露出時間）から計算する。たとえば、適正輝度が 215 であり、ステップ S1 で求めた画像輝度が 100 であった場合、現在よりも $215 / 100 = 2.15$ 倍の明るさが必要であるので、現在露出時間の 2.15 倍の露出時間を予測露出時間とする。これを式で表すと以下ようになる。

予測露出時間 = 現在露出時間 × 適正輝度 ÷ 画像輝度

そして次に CPU 201 は、ステップ S3 として、ステップ S1 で求めた画像輝度が適正であるかどうかを判定する。この判定では、ステップ S1 で求めた画像輝度が適正輝度の特定範囲内にあるか、例えば適正輝度が 215 のとき、 215 ± 2 の範囲内にあるかどうかで判断する。

40

【0048】

この判定の結果、画像輝度が適正ではないと判定した場合は（ステップ S3、No）、CPU 201 は自動露出が収束中であると判断し、ステップ S4 に処理を移す。またこの判定の結果、画像輝度が適正であると判定した場合には（ステップ S3、Yes）、自動露出が収束したと判断し、処理をステップ S9 に移す。

【0049】

ステップ S4 では、CPU 201 は現在の撮像部 202 の CCD の出力の Gain（Current Gain）が、自動露出収束中に用いる Gain（AEGain）であるかどうかを判断する。AEGain は、自動露出収束過程にて用いる Gain 値であり、通

50

常は設定できる最大Gainとなる。

【0050】

よってステップS4では、CurrentGainとAEGainを比較する。そしてCurrentGain=AEGainのときは(ステップS4、Yes)、既にGainはAEGainにアップされていると判断する。そして、露出時間をGainアップ分補正する必要がないので、ステップS8で露出時間を補正する露出時間補正係数に1を代入し、処理をステップS13に移す。は後に露出時間を補正するときに利用される。

【0051】

またステップS4においてCurrentGain=AEGainでないときは(ステップS4、No)、まだGainをAEGainにアップしていないのでステップS5～S7で、撮像部202のGainを自動露出収束過程用の値にアップする処理を行う。

10

【0052】

まずステップS5では、CPU201は、現在のGain値(CurrentGain)とAEGainの比を求めて、露出時間補正係数に代入する。これを式で表すと以下のようになる。

$$\text{CurrentGain} \div \text{AEGain}$$

上式において、例えばCurrentGainが1x、AEGainが2xの場合は、 $= 1x \div 2x = 0.5$ となる。

【0053】

次にステップS6として、CPU201は、CurrentGainの値を、自動露出計算前のGainを示す変数であるOldGainに格納する。このOldGainは、後に自動露出が収束したときに利用される。

20

【0054】

次のステップS7では、CPU201は、AEGainの値をCurrentGainに代入し、AEGainの値を現在のGainとする。そして、CPU201は、撮像部202に対して、CurrentGainの値をCCDの出力Gainに設定するように通知後、処理をステップS13に移す。

【0055】

一方ステップS3の判定の結果、画像輝度が適正であると判定し、自動露出が収束したと判断した場合には、CPU201は、ステップS9～S12の処理を行う。

30

ステップS9では、CPU201は、CurrentGain=AEGainかどうかを判断する。そしてCurrentGain=AEGainでない場合(ステップS9、No)は、自動露出は収束しかつGainのアップ状態も解除されていると判断し、ステップS10として露出時間補正係数に1を代入後、処理をステップS13に移す。

【0056】

またステップS9でCPU201がCurrentGain=AEGainであると判定した場合は(ステップS9、Yes)、自動露出は収束したが現在のGainはアップ状態を維持していると判断する。そしてステップS11として、ゲインアップ前のGain値であるOldGainの値とAEGainの値の比を求めて、露出時間補正係数に代入する。この計算式は以下のようになる。

40

$$\text{AEGain} \div \text{OldGain}$$

上式において、例えば、OldGainが1x、AEGainが2xの場合は、 $= 2x \div 1x = 2$ となる。ここで計算した露出時間補正係数は後述するステップS13で露出時間を補正するときに利用されるが、自動露出が収束後Gainをアップする前の元のGain(OldGain)に戻したときに画像の輝度が暗くならないように、露出時間を補正する為にを利用する。

【0057】

露出時間補正係数の設定後、CPU201は、ステップS12においてCurrentGainにOldGainを代入すると共に、CurrentGainの値を撮像部202にCCDの出力のGainとして設定する。

50

【 0 0 5 8 】

ステップ S 1 3 では、ステップ S 5、S 8、S 1 0、及び S 1 1 で設定した露出時間補正係数 を用いて、測露出時間を補正する。この補正式は以下ようになる。

現在露出時間 = 予測露出時間 ×

例えばステップ S 5 で露出時間補正係数 が設定された場合は、自動露出はまだ収束していないので、Current Gain は A E Gain の値となり、露出時間は最初の予測露出時間の Current Gain / A E Gain に相当する。ステップ S 8 で露出時間補正係数 が設定された場合は、自動露出はまだ収束していないが、Current Gain の値、露出時間ともすでに自動露出を収束するための値に変更されているので、露出時間はステップ S 2 で求めた値と同じになる。ステップ S 1 0 で露出時間補正係数 が設定された場合は、自動露出は既に収束しており、またそれに対応して Current Gain の値の値も元の値 (O l d g a i n) となっているので、露出時間はステップ S 2 で求めた値と同じになる。ステップ S 1 1 で露出時間補正係数 が設定された場合は、自動露出は既に収束しているが、Current Gain の値はまだ自動露出を収束させるための値 (A E Gain) なので、露出時間を A E Gain / Current Gain 倍にする。

10

【 0 0 5 9 】

そして、ステップ S 1 3 で更新された現在露出時間は、C P U 2 0 1 によって撮像部 2 0 2 に次の撮影の露出時間として設定される。

以上の処理により、撮像部 2 0 2 に対する次回ライブ像の露出時間と G a i n の設定が完了する。

20

【 0 0 6 0 】

図 3 の処理が終了すると、C P U 2 0 1 は、撮像部 2 0 2 に対して次のライブ像転送を要求する。そして撮像部 2 0 2 からメモリ 2 0 3 にライブ像のデータが送られてくると、C P U 2 0 1 は図 3 のステップ S 1 に戻り、同様な処理を繰り返す。そして C P U 2 0 1 は、撮像部 2 0 2 による撮像データを、メモリ 2 0 3 や記憶装置 2 0 5 に保存したり、表示装置 2 0 8 を介してモニタ 3 0 0 上に表示したりする。

【 0 0 6 1 】

以上のように第 1 の実施形態 1 によれば、微弱蛍光顕微鏡像を観測する場合でも、自動露出中は、照明の光量を増加することなく、撮像部 2 0 2 の G a i n をアップすることによってフレームレートを向上して、自動露出の収束時間を短縮できる。そして、自動露出が収束すると G a i n を元に戻すので、自動露出収束後はノイズの少ないライブ像を得ることが出来る。

30

【 0 0 6 2 】

これによって、微弱蛍光顕微鏡像でも、光刺激による標本へのダメージを抑えることが出来る。また、自動露出の収束が短くすることが出来、かつ露出が収束した後ではノイズの少ない画像を参照することが出来る。よって観察者にとって使い勝手のよい顕微鏡撮影システムを実現することができる。

【 0 0 6 3 】

なお、上記例では、画像の輝度を計算する方法として、画像全体の輝度平均を求めているが、本実施形態の方法はこれに限定されるものではなく、画像中心の特定範囲の輝度を用いても良いし、他の範囲の輝度平均を用いても良い。また輝度平均ではなく、ヒストグラムのピーク位置から画像輝度を求めてもよい。画像輝度の計算方法は、本発明の特徴に依存するものではない。

40

【 0 0 6 4 】

また上記例では、画像輝度が適正であるかどうかを判断するのに、画像輝度が適正輝度を基準とした輝度範囲内 (2 1 5 ± 2) にあるかどうかで判定しているが、他の輝度を基準とした範囲を判定基準に用いても良いし、複数の判断基準を組み合わせても良い。

【 0 0 6 5 】

更に上記例では、自動露出収束中に用いる A E Gain の値を 2 x としているが、A E

50

G a i nの値は、4 x , 8 x , 1 6 x でもよい。A E G a i nの値は本発明の特徴に依存するものではない。

【 0 0 6 6 】

次に画像入力装置 2 0 0 の第 2 の実施形態の処理について説明する。

図 4 は、第 2 の実施形態の処理の前提となる顕微鏡撮影システム 1 b の構成例を示す図である。

【 0 0 6 7 】

同図において、顕微鏡撮影システム 1 b は、顕微鏡 1 0 0 と画像入力装置 2 0 0 を電氣的に接続する。そして顕微鏡 1 0 0 はステージ 1 0 1 の移動や、対物レンズ 1 0 2 の選択など、顕微鏡観察像に影響を及ぼす部位の動作を検出したら、これを画像入力装置 2 0 0 に通知し、画像入力装置 2 0 0 はこの通知に基づいて撮像部 2 0 2 の G a i n をアップすることによって、実際の露出時間を短縮し、フレームレートを向上する。これによって、自動露出の収束時間を短縮するとともに、操作中のライブ像のフレームレートが向上し、操作性を向上させることが出来る。

【 0 0 6 8 】

図 4 に示すように、画像入力装置 2 0 0 は、インタフェース 2 0 4 によって有線 2 0 8 、または無線にて論理的に顕微鏡 1 0 0 と接続され、ステージ 1 0 1 の移動や倍率の変更等顕微鏡画像に影響を及ぼす顕微鏡 1 0 0 の状態変化を画像入力装置 2 0 0 に通知できる構成となっている。

【 0 0 6 9 】

撮像部 2 0 2 は露出を中断する機能を持ち、C P U 2 0 1 からの露出中止要求を受け取ると、現在自動露出処理中の動作を中止する。すなわち、観察者がステージ 1 0 1 を移動したり、対物レンズ 1 0 2 を交換したり、その他、顕微鏡像に変化を及ぼす部位を変化させた場合は、それらの動作を開始したことを示す情報がインタフェース 2 0 4 を介して C P U 2 0 1 に通知される。これをうけて C P U 2 0 1 は、顕微鏡 1 0 0 の当該部位が動作中であることを示す情報をメモリ 2 0 3 に保持する。そして C P U 2 0 1 は、撮像部 2 0 2 に対して自動露出処理の中止要求と、ライブ像転送得要求を送信する。そして顕微鏡 1 0 0 の動作中であつた部位が動作を完了すると、これも同様に顕微鏡 1 0 0 からインタフェース 2 0 4 を介して C P U 2 0 1 に通知される。この通知を受けて C P U 2 0 1 は、当該部位が動作を停止中である情報をメモリ 2 0 3 に保持する。

【 0 0 7 0 】

以下に図 5 のフローチャートを用いて画像入力装置 2 0 0 の第 2 の実施形態の動作処理の詳細を説明する。

図 5 の処理フローを図 3 の処理フローと比較すると、図 5 のフローの内、ステップ S 2 3 が図 3 のステップ S 3 と異なるのみで、図 5 のステップ S 2 1 ~ S 2 2 は、図 3 のステップ S 1 ~ S 2 と、またステップ S 2 4 ~ S 3 3 は、図 3 のステップ S 4 ~ S 1 3 と基本的に同じ処理である。よってこれらの処理については、説明を省略する。

【 0 0 7 1 】

ステップ S 2 1 で撮像部 2 0 2 からの画像の輝度を求め、ステップ S 2 2 で予測露出時間を算出すると、C P U 2 0 1 は、ステップ S 2 3 において、図 3 のステップ S 3 と同じようにステップ S 2 1 で求めた画像輝度が適正輝度であるかどうかを判定すると共に、顕微鏡 1 0 0 が顕微鏡画像に影響する動作を行っているかどうかを判断する。

【 0 0 7 2 】

そしてステップ S 2 3 において、ステップ S 2 1 で求めた画像輝度が適正輝度であり、かつ顕微鏡 1 0 0 が停止中である場合は (ステップ S 2 3、Y e s)、処理をステップ S 2 9 へ移し、これらの条件が成り立たない場合は (ステップ S 2 3、N o)、自動露出が収束中であるか、または顕微鏡 1 0 0 が顕微鏡画像に影響する動作中であるので、ステップ S 2 4 に処理を移して G a i n をアップする。

【 0 0 7 3 】

このように第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態同様、自動露出中は G a i n をアップ

10

20

30

40

50

することで、照明の光量を増加することなくフレームレートを向上して、自動露出の収束時間を短縮できる。そして、自動露出が収束すると、G a i nを元に戻すので、ノイズの少ないライブ像を表示することができる。そして、顕微鏡画像に影響する顕微鏡部位を操作中も、G a i nをアップすることでフレームレートを向上できる。そして、顕微鏡部位の操作を停止し、自動露出が収束すると、G a i nを元に戻すので、ノイズの少ないライブ像を表示することができる。

【 0 0 7 4 】

これによって微弱蛍光顕微鏡像でも、照明光による標本へのダメージを抑え、自動露出の収束が短く、かつ露出が収束した後では、ノイズの少ない画像を参照することができる。また、顕微鏡 1 0 0 に対して観察者が画像が変化するような操作、例えばステージを動かしたり、対物レンズを変更したりしても、操作中はライブ像の変化のレスポンスを早くすることができ、観察者にとって使い勝手のよい顕微鏡撮影システムを実現することが出来る。

10

【 0 0 7 5 】

次に画像入力装置 2 0 0 の第 3 の実施形態の処理について説明する。

第 1 の実施形態では自動露出収束中と収束後で、撮像部 2 0 2 の G a i n を変更していたのに対して、第 3 の実施形態では、自動露出収束中と収束後で、撮像部 2 0 2 のビニングを変更して撮像部 2 0 2 の感度を変える。

【 0 0 7 6 】

撮像部 2 0 2 のビニングとは、撮像部 2 0 2 の C C D のチップ上で隣り合う素子（ピクセル）のいくつかをひとまとめにすることにより受光面積を仮想的に大きくして信号を増幅検出する機能である。感度は基本的に C C D の面積に比例するので、ビニング 2（ 2×2 ）ならば 4 倍、ビニング 4（ 4×4 ）ならば 16 倍の感度となる。ビニングでは、解像度が低くなるが、ノイズを抑えることができる。

20

【 0 0 7 7 】

ビニングを上げると G a i n を上げた場合と同様撮像部 2 0 2 の感度が向上するので、フレームレートを向上させることが出来る。よって自動露出処理中はビニングを上げて自動露出の収束時間を短くし、自動露出収束後、ビニングを戻して解像度を上げる。

【 0 0 7 8 】

撮像部 2 0 2 は、ビニングの切り替え機能を持ち、C P U 2 0 1 からの命令によってビニングの段数を 1×1 、 2×2 、 4×4 、 8×8 などと切り替えることができようになっている。そして第 3 の実施形態では、例えば通常ビニングが 1×1 に設定されているのを、自動露出収束中はビニングを 2×2 にして感度を 4 倍に上げて、自動露出が収束したらビニングを 1×1 に戻す。

30

【 0 0 7 9 】

なお画像入力装置 2 0 0 がこの第 3 の実施形態の処理を行う前提となる構成は、図 2 の第 1 の実施形態の前提となる構成でも、図 4 の第 2 の実施形態の前提となる構成でも良い。

【 0 0 8 0 】

以下に画像入力装置 2 0 0 の第 3 の実施形態における動作処理の詳細を説明する。

40

図 6 は、画像入力装置 2 0 0 の第 3 の実施形態における動作処理を示すフローチャートである。なお同図は、顕微鏡撮影システム 1 が図 2 の第 1 の実施形態の前提となる構成によって実施した場合を例としているが、上述したように図 4 の第 3 の実施形態の前提となる構成によっても実現でき、この場合は、図 6 のステップ S 4 3 に図 5 のステップ S 2 3 と同様求めた輝度が適正輝度であるかの判断の他に顕微鏡 1 0 0 が顕微鏡画像に影響する動作を行っているかどうかを判断する処理が加わる。

【 0 0 8 1 】

観察者が顕微鏡撮影システム 1 を起動すると、記憶装置 2 0 5 からメモリ 2 0 3 にプログラムが読み込まれる。そして C P U 2 0 1 は、メモリ 2 0 3 に読み込まれたプログラムを実行し、顕微鏡撮影システム 1 に対する初期化処理を行う。

50

【 0 0 8 2 】

この初期化処理では、撮像部 2 0 2 の現在のビニングを示す `Current B i n K` を 1×1 、そして、露出時間を最短露出時間に設定し、撮像部 2 0 2 に対してビニングや露出時間を設定する等、自動露出処理に必要な処理を行う。

【 0 0 8 3 】

初期化処理が終了すると、`C P U 2 0 1` は撮像部 2 0 2 に対してライブ像転送要求を発行する。このライブ像転送要求を受け取ると、撮像部 2 0 2 は光束 1 0 4 をライブ像に変換する。そしてこのライブ像は、撮像部 2 0 2 からメモリ 2 0 3 に転送され、転送が完了すると、撮像部 2 0 2 は、`C P U 2 0 1` にライブ像転送完了通知を送る。

【 0 0 8 4 】

`C P U 2 0 1` は、ライブ像転送完了通知を受け取ると、図 6 のステップ S 4 1 としてメモリ 2 0 3 上のライブ像から、画像の輝度を計算する。画像輝度は、画像全体の輝度平均を求める。

【 0 0 8 5 】

次に `C P U 2 0 1` は、ステップ S 4 2 としてステップ S 4 1 で求めたライブ像の画像輝度から、予測露出時間を計算する。

そして次に `C P U 2 0 1` は、ステップ S 4 3 として、ステップ S 4 1 で求めた画像輝度が適正であるかどうかを判定する。この判定では、ステップ S 4 1 で求めた画像輝度が適正輝度の特定範囲内にあるかどうかで判断する。

【 0 0 8 6 】

この判定の結果、画像輝度が適正ではないと判定した場合は（ステップ S 4 3、No）、`C P U 2 0 1` は自動露出が収束中であると判断し、ステップ S 4 4 に処理を移す。またこの判定の結果、画像輝度が適正であると判定した場合には（ステップ S 4 3、Yes）、自動露出が収束したと判断し、処理をステップ S 4 9 に移す。

【 0 0 8 7 】

ステップ S 4 4 では、`C P U 2 0 1` は現在の撮像部 2 0 2 のビニング（`Current B i n K`）が、自動露出収束中に用いるビニング（`A E B i n K`）であるかどうかを判断する。

【 0 0 8 8 】

よってステップ S 4 4 では、`Current B i n K` と `A E B i n K` を比較する。そして `Current B i n K = A E B i n K` のときは（ステップ S 4 4、Yes）、既にビニングは `A E B i n K` にアップされていると判断する。そして、露出時間をビニングアップ分補正する必要がないので、ステップ S 4 8 で露出時間を補正する露出時間補正係数 に 1 を代入し、処理をステップ S 5 3 に移す。

【 0 0 8 9 】

またステップ S 4 4 において `Current B i n K = A E B i n K` でないときは（ステップ S 4 4、No）、まだビニングを `A E B i n K` にアップしていないのでステップ S 4 5 ~ S 4 7 で、撮像部 2 0 2 のビニングを自動露出収束過程用の値にアップする処理を行う。

【 0 0 9 0 】

まずステップ S 4 5 では、`C P U 2 0 1` は、現在のビニング値（`Current B i n K`）と `A E B i n K` の比を求めて、露出時間補正係数 に代入する。これを式で表すと以下のようになる。

$$Current\ B i n K \div A E B i n K$$

上式において、例えば `Current B i n K` が 1×1 、`A E B i n K` が 2×2 の場合は、 $= (1 \times 1) \div (2 \times 2) = 0.25$ となる。

【 0 0 9 1 】

次にステップ S 4 6 として、`C P U 2 0 1` は、`Current B i n K` の値を、自動露出計算前のビニングを示す変数である `Old B i n K` に格納する。この `Old B i n K` は、後に自動露出が収束したときに利用される。

【0092】

次のステップS47では、CPU201は、AEBinKの値をCurrentBinKに代入し、AEBinKの値を現在のピニングとする。そして、CPU201は、撮像部202に対して、CurrentBinKの値を撮像部202のピニング値として設定するように通知後、処理をステップS53に移す。

【0093】

一方ステップS43の判定の結果、画像輝度が適正であると判定し、自動露出が収束したと判断した場合には、CPU201は、ステップS49～S52の処理を行う。

ステップS49では、CPU201は、CurrentBinK = AEBinKかどうかを判断する。そしてCurrentBinK = AEBinKでない場合（ステップS49、No）は、自動露出は収束しかつBinKのアップ状態も解除されていると判断し、ステップS50として露出時間補正係数に1を代入後、処理をステップS53に移す。

10

【0094】

またステップS49でCPU201がCurrentBinK = AEBinKであると判定した場合は（ステップS49、Yes）、自動露出は収束したがピニングはアップ状態を維持していると判断する。そしてステップS51として、ピニングアップ前のピニング値であるOldBinKの値とAEBinKの値の比を求めて、露出時間補正係数に代入する。この計算式は以下になる。

$$AEBinK \div OldBinK$$

上式において、例えば、OldBinKが1×1、AEBinKが2×2の場合は、 $= (2 \times 2) \div (1 \times 1) = 4$ となる。ここで計算した露出時間補正係数は後述するステップS53で露出時間を補正するときに利用されるが、自動露出が収束後ピニングをアップする前の元のピニング（OldBinK）に戻したときに画像の輝度が暗くならないように、露出時間を補正する為に利用する。

20

【0095】

露出時間補正係数の設定後、CPU201は、ステップS52においてCurrentBinKにOldBinKを代入すると共に、CurrentBinKの値を撮像部202にピニングとして設定する。

【0096】

ステップS53では、ステップS45、S48、S50、及びS51で設定した露出時間補正係数を用いて、測露出時間を補正する。この補正式は以下になる。

30

現在露出時間 = 予測露出時間 ×

そして、ステップS53で更新された現在露出時間は、CPU201によって撮像部202に次の撮影の露出時間として設定される。

【0097】

以上の処理により、撮像部202に対する次回ライブ像の露出時間とピニングの設定が完了する。

図6の処理が終了すると、CPU201は、撮像部202に対して次のライブ像転送を要求する。そして撮像部202からメモリ203にライブ像のデータが送られてくると、CPU201は図3のステップS41に戻り、同様な処理を繰り返す。

40

【0098】

以上のように第3の実施形態によれば、照明の光量を増加することなく、自動露出中は、感度の高いピニングに変更することにより感度を向上することで、ピニング特性から、フレームレートを向上して、自動露出の収束時間を短縮できる。そして、自動露出が収束すると、ピニングを元に戻すので、ノイズの少ないライブ像を表示することができる。

【0099】

これにより微弱蛍光顕微鏡像でも、光刺激による標本へのダメージを抑えることができる。また、自動露出の収束が短く、かつ露出が収束した後では、ノイズの少ない画像を参照することができる。よって観察者にとって使い勝手のよい顕微鏡像撮影装置を提供することができる。

50

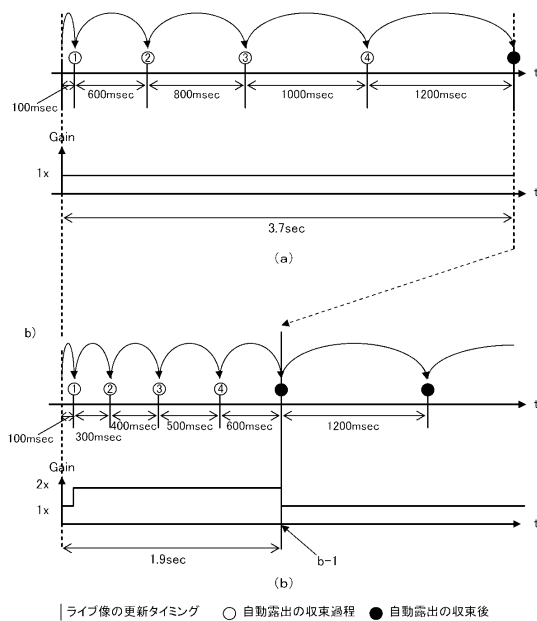
【符号の説明】

【 0 1 0 0 】

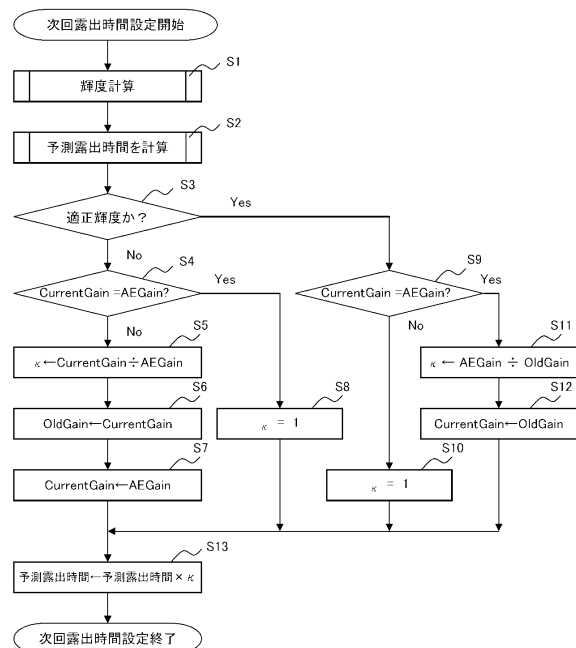
- 1 顕微鏡撮影システム
- 1 0 0 顕微鏡
- 1 0 1 ステージ
- 1 0 2 対物レンズ
- 1 0 3 アダプタレンズ
- 1 0 4 光束
- 2 0 0 画像入力装置
- 2 0 1 C P U
- 2 0 2 撮像部
- 2 0 3 メモリ
- 2 0 4 インタフェース
- 2 0 5 記憶装置
- 2 0 6 表示装置
- 2 0 7 バス
- 2 0 8 画像入力装置と顕微鏡のインタフェース
- 3 0 0 モニタ

10

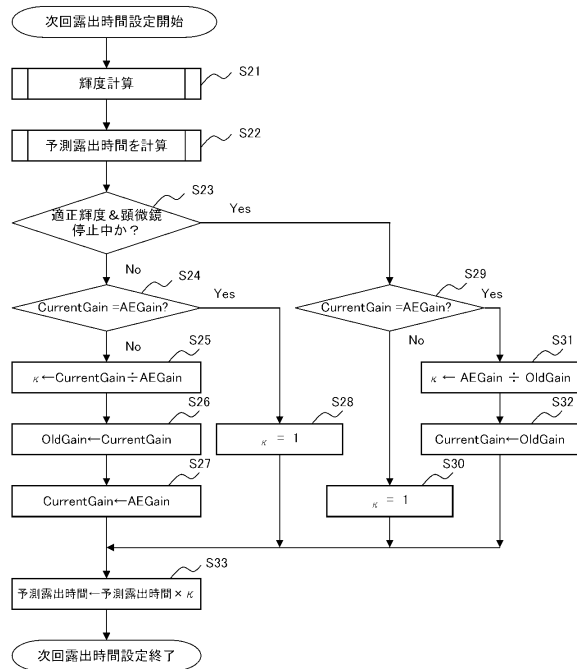
【図 1】



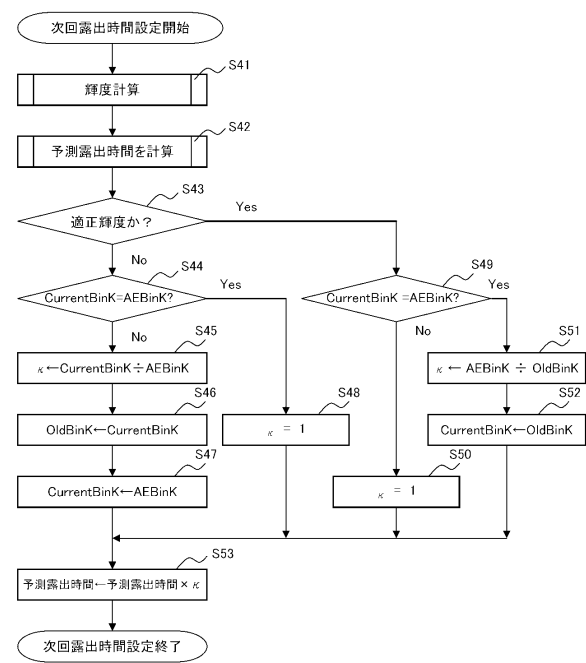
【図 3】



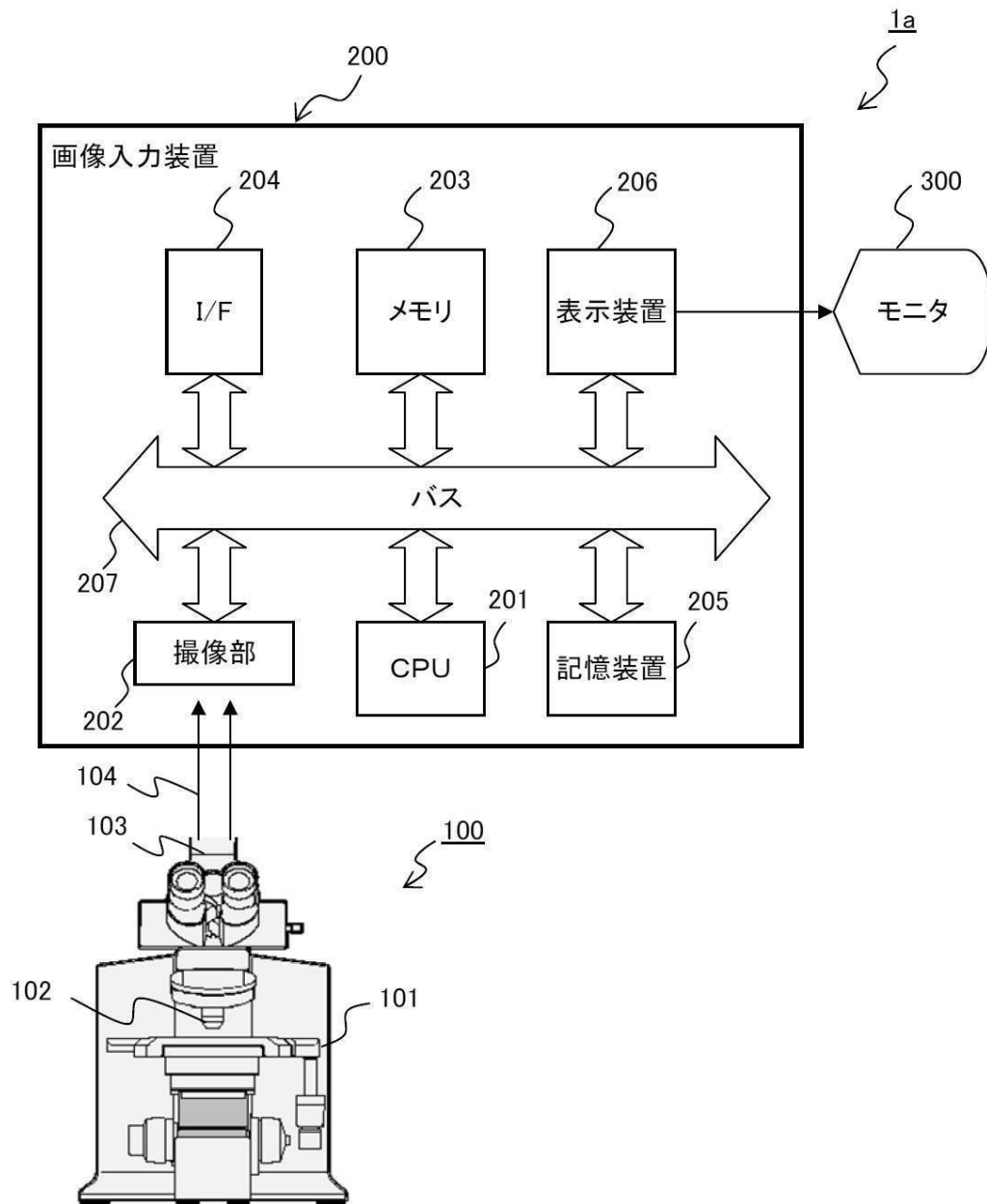
【図 5】



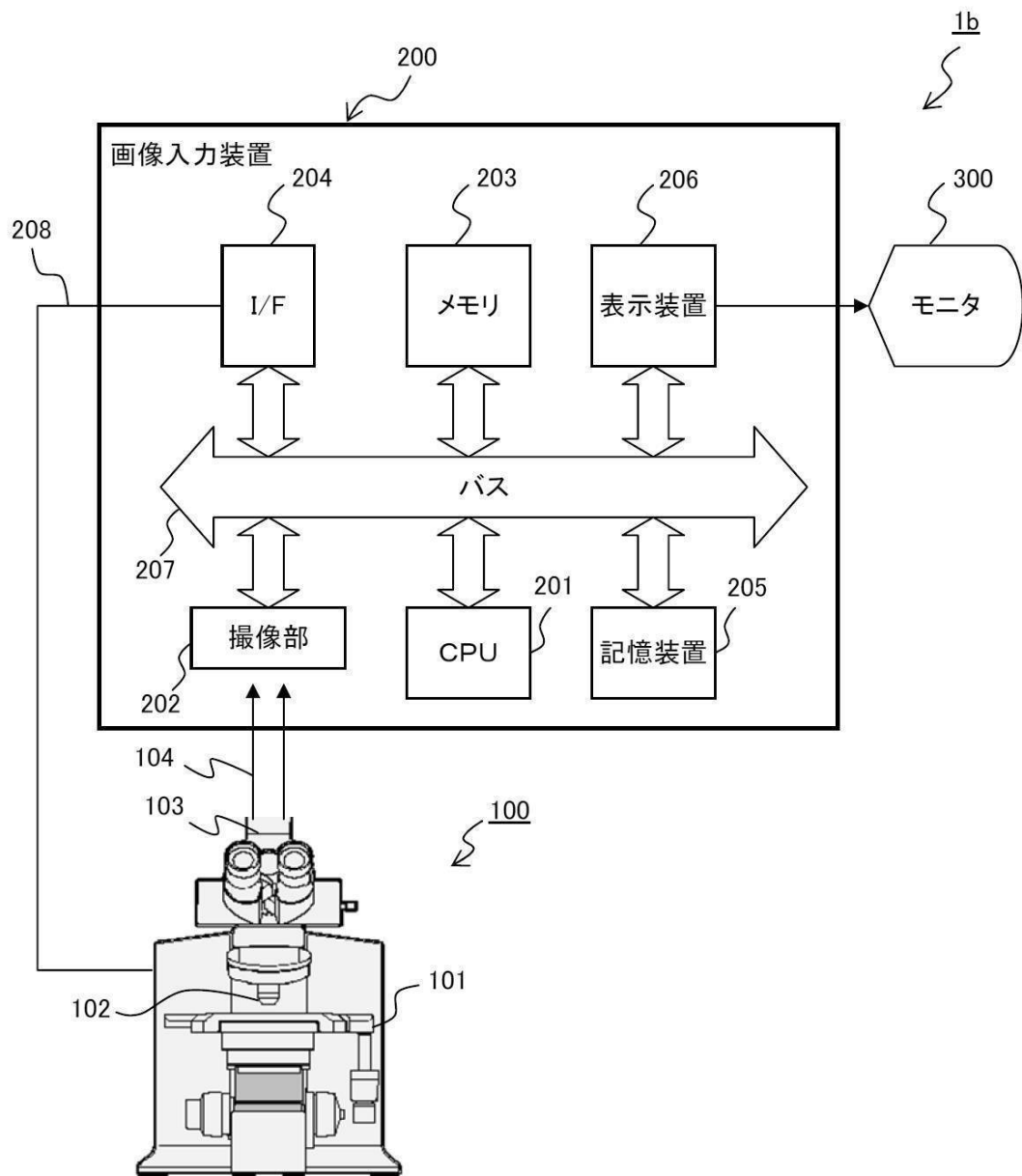
【図 6】



【図 2】



【図4】



フロントページの続き

審査官 佐藤 直樹

(56)参考文献 特開2008-147908(JP,A)
国際公開第2007/057971(WO,A1)
特開2006-259630(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H04N 5/235
G02B 21/36
G03B 7/093