

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第4217427号
(P4217427)

(45) 発行日 平成21年2月4日 (2009.2.4)

(24) 登録日 平成20年11月14日 (2008.11.14)

(51) Int. Cl.	F I
GO 2 B 21/36 (2006.01)	GO 2 B 21/36
GO 2 B 7/28 (2006.01)	GO 2 B 7/11 J
GO 2 B 7/36 (2006.01)	GO 2 B 7/11 D
GO 3 B 13/36 (2006.01)	GO 3 B 3/00 A
GO 3 B 17/18 (2006.01)	GO 3 B 17/18 Z
請求項の数 6 (全 16 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2002-154187 (P2002-154187)	(73) 特許権者	000000376
(22) 出願日	平成14年5月28日 (2002.5.28)		オリンパス株式会社
(65) 公開番号	特開2003-344782 (P2003-344782A)		東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43番2号
(43) 公開日	平成15年12月3日 (2003.12.3)	(74) 代理人	100058479
審査請求日	平成17年5月30日 (2005.5.30)		弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618
			弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100091351
			弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100100952
			弁理士 風間 鉄也
		(72) 発明者	松下 真治
			東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目43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】

顕微鏡による観察像の撮像に適用される撮像手段と、前記撮像手段より出力される撮像画像のコントラスト値を算出するコントラスト算出手段と、前記コントラスト値を表示するコントラスト表示手段とを備え、

前記コントラスト値表示手段で表示中のコントラスト値が所定の最小しきい値より低い場合、若しくは、表示中のコントラスト値が所定の最大値より大きい場合には、前記撮像手段で撮像された画像のコントラスト値を正規化して表示することを特徴とする顕微鏡用撮像装置。

【請求項2】

顕微鏡による観察像の撮像に適用される撮像手段と、前記撮像手段より出力される撮像画像のコントラスト値を算出するコントラスト算出手段と、前記コントラスト値を表示するコントラスト表示手段とを備え、

前記撮像画像の露出時間の時間変化量が所定値を超えると、前記撮像手段で撮像された画像のコントラスト値を正規化して表示することを特徴とする顕微鏡用撮像装置。

【請求項3】

顕微鏡による観察像の撮像に適用される撮像手段と、前記撮像手段より出力される撮像画像のコントラスト値を算出するコントラスト算出手段と、前記コントラスト値を表示するコントラスト表示手段とを備え、

前記コントラスト値の時間変化量が基準値以下であるとき、前記撮像手段で撮像された

画像のコントラスト値を正規化して表示することを特徴とする顕微鏡用撮像装置。

【請求項 4】

表示中のコントラスト値が所定の最小しきい値より低い場合、若しくは、表示中のコントラスト値が所定の最大値より大きい場合には、前記撮像手段で撮像された画像のコントラスト値を正規化して表示することを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の顕微鏡用撮像装置。

【請求項 5】

前記コントラスト表示手段は、フォーカスインジケータのリセットを行うことを含むことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の顕微鏡用撮像装置。

【請求項 6】

前記コントラスト表示手段は、前記コントラスト表示手段の表示範囲の 100% 以下の所定の表示位置で正規化して表示することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに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、顕微鏡に付属する撮像装置に関し、具体的には、撮像装置の撮像素子の出力信号を用いて標本への合焦情報を表示する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

顕微鏡用撮像装置や画像測定装置の撮像素子の出力信号を用いて標本への合焦情報を表示する方法として、以下のような技術が知られている。

【0003】

特開平 11 - 283035 号公報には、画像のコントラスト値を示すインジケータ表示させるフォーカス調整装置が開示されている。この装置において、画像の最大コントラスト時に 100% 表示になるようにコントラスト値を表示させており、コントラスト値を粗い単位で表示する粗スケールと細かい単位で表示する細スケールとを組み合わせ、ピーク時において正確な合焦位置に合わせこむのを容易にしている。

【0004】

しかし、特開平 11 - 283035 号公報に開示された技術では、インジケータの表示は、一旦ピーク値が検出された時のピーク位置におけるコントラスト値や、コントラスト曲線を推定して求められたピーク位置におけるコントラスト値を 100% として行われる。このため、顕微鏡の観察条件を変更する操作、例えば標本を変更する等の操作を検鏡者が行ったときに、前回観察した時のピーク位置におけるコントラスト値が高く、次の観察ではピーク位置におけるコントラスト値が低くなった場合には、インジケータの表示が低いところでしか振れない。このため、フォーカシングしにくくなってしまい、これを防ぐには記憶されているコントラスト値の最大値を手動でリセットするなどの余分な作業が必要となる。

【0005】

また、特開 2000 - 278558 号公報には、顕微鏡の接眼レンズ側とカメラ側の焦点位置を一致させるための調整方法が開示されており、標本への合焦情報がモニタにインジケータ表示され、これを見ながらカメラの結像レンズを調整することにより焦点合わせが行われる。

【0006】

しかし、特開 2000 - 278558 号公報に開示された技術では、標本への合焦情報はモニタにインジケータ表示されるが、コントラスト値の大小に関係なく、一定のコントラスト値により正規化して表示されるため、標本によってはインジケータの表示が低いところでしか振れず、フォーカス位置が見つけない可能性が高い。すなわち、特開 2000 - 278558 号公報に示された技術では、フォーカスインジケータ ON 直後のコントラスト値で正規化するので、サンプルの変更や対物レンズの変更などによって、インジケータ

10

20

30

40

50

タが低いところでしか振れない可能性がある。

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

上記の課題を解決するために、本発明は、顕微鏡の観察条件や標本が変更された場合でも、それぞれに対応してフォーカスインジケータのスケールを変更し、フォーカシングし易い顕微鏡用撮像装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 8 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明による顕微鏡用撮像装置は、顕微鏡による観察像の撮像に適用される撮像手段と、前記撮像手段より出力される撮像画像のコントラスト値を算出するコントラスト算出手段と、前記コントラスト値を表示するコントラスト表示手段とを備え、前記コントラスト値表示手段で表示中のコントラスト値が所定の最小しきい値より低い場合、若しくは、表示中のコントラスト値が所定の最大値より大きい場合には、前記撮像手段で撮像された画像のコントラスト値を正規化して表示することを特徴とする。

【 0 0 0 9 】

本発明による別の顕微鏡用撮像装置は、顕微鏡による観察像の撮像に適用される撮像手段と、前記撮像手段より出力される撮像画像のコントラスト値を算出するコントラスト算出手段と、前記コントラスト値を表示するコントラスト表示手段とを備え、前記撮像画像の露出時間の時間変化量が所定値を超えると、前記撮像手段で撮像された画像のコントラスト値を正規化して表示することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

本発明によるまた別の顕微鏡用撮像装置は、顕微鏡による観察像の撮像に適用される撮像手段と、前記撮像手段より出力される撮像画像のコントラスト値を算出するコントラスト算出手段と、前記コントラスト値を表示するコントラスト表示手段とを備え、前記コントラスト値の時間変化量が基準値以下であるとき、前記撮像手段で撮像された画像のコントラスト値を正規化して表示することを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

【 発明の実施の形態 】

図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る顕微鏡用撮像装置が適用される顕微鏡システムの構成を示す図である。図 1 において、顕微鏡本体 1 には、試料ステージ 2 6 上に載置された試料 3 に対向するように対物レンズ 2 7 が配置されている。また、この対物レンズ 2 7 を介した観察光軸上の顕微鏡本体 1 上部には、三眼鏡筒ユニット 5 が配置されている。また、三眼鏡筒ユニット 5 を介して接眼レンズユニット 6 が配置されていると共に、三眼鏡筒ユニット 5 の上部には、結像レンズユニット 1 0 0 を介して撮像装置 3 6 が配置されている。

【 0 0 1 5 】

図 2 は、図 1 に示す顕微鏡システムの詳細な構成を示す図である。図 2 に示す顕微鏡システムは、例えば、透過明視野観察、暗視野観察、位相差観察、微分干渉観察、蛍光観察などの各種の検鏡法を適宜選択することが可能に構成されている。

図 2 に示す顕微鏡システムは、照明系として、透過照明光学系 1 1 及び落射照明光学系 1 2 を備えている。

透過照明光学系 1 1 は、透過照明用光源 1 3 と、コレクタレンズ 1 4 と、透過用フィルタユニット 1 5 と、透過視野絞り 1 6 と、透過シャッタ 1 6 1 と、折曲げミラー 1 7 と、透過開口絞り 1 8 と、コンデンサ光学素子ユニット 1 9 と、トURRENズユニット 2 0 とを備えている。透過照明用光源 1 3 から照射される透過照明光の光路上に、透過照明用光源 1 3 側からコレクタレンズ 1 4 からトURRENズユニット 2 0 の各光学素子が順に配置されている。なお、コレクタレンズ 1 4 は、透過照明用光源 1 3 から透過照明光を集光する。

10

20

30

40

50

落射照明光学系 1 2 は、落射照明用光源 2 1 と、落射用フィルタユニット 2 2 と、落射シャッタ 2 3 と、落射視野絞り 2 4 と、落射開口絞り 2 5 とを備えている。落射照明用光源 2 1 から照射される落射照明光の光路上に、落射照明用光源 2 1 側から落射用フィルタユニット 2 2 から落射開口絞り 2 5 の各光学素子が順に配置されている。

【 0 0 1 6 】

透過照明光学系 1 1 と落射照明光学系 1 2 との光軸が重なる観察光路 S 上に、試料ステージ 2 6 と、レボルバ 2 8 と、対物レンズ側光学素子ユニット 2 9 と、キューブユニット 3 0 と、ビームスプリッタ 3 1 とが配置されている。試料ステージ 2 6 には、観察の対象となる標本が載置される。レボルバ 2 8 には、対物レンズ 2 7 が複数装着され、このレボルバ 2 8 により、1つの対物レンズ 2 7 が回転動作で選択され観察光路 S 上に位置される。キューブユニット 3 0 は、例えば透過明視野観察または蛍光観察などの各種検鏡法に応じて観察光路 S 上のダイクロイックミラーを切り替える。ビームスプリッタ 3 1 は、三眼鏡筒ユニット 5 内に配置されており、観察光路 S を、接眼レンズ方向への第 1 の観察光路 S と、撮像装置 3 6 方向への第 2 の観察光路 S に分岐する。

10

【 0 0 1 7 】

第 1 の観察光路 S 上には、接眼レンズ 6 a が配置されており、接眼レンズ 6 a を通過した観察光は検鏡者によって観察される。また、第 2 の観察光路 S 上には、中間変倍光学系（ズーム鏡筒）3 3 及び写直接眼レンズユニット 3 5 からなる結像レンズユニット 1 0 と、撮像装置 3 6 とが配置されており、観察光が撮像装置 3 6 によって撮影可能となっている。なお、撮像装置 3 6 は、詳細は後述する図示しない表示部を備えており、この表示部に、現在のコントラスト値が合焦状態であるかどうかを示すフォーカスインジケータが表示される。

20

【 0 0 1 8 】

中間変倍光学系（ズーム鏡筒）3 3 は、撮像装置 3 6 で撮像される像を変倍するための変倍ズームレンズ 3 3 a を内蔵している。なお、中間変倍が不要な場合は、この中間変倍光学系（ズーム鏡筒）3 3 を取り外すことができる。撮像装置 3 6 は、その内部に撮像素子 4 2 を備えている。

【 0 0 1 9 】

対物レンズ 2 7 からの観察光は、写直接眼レンズユニット 3 5 内の写直接眼レンズ 3 5 a によって撮像素子 4 2 の撮像面に結像する。なお、透過照明光学系 1 1 における透過用フィルタユニット 1 5、透過視野絞り 1 6、透過シャッタ 1 6 1、透過開口絞り 1 8、コンデンサ光学素子ユニット 1 9、及びトップレズユニット 2 0、落射照明光学系 1 2 における落射用フィルタユニット 2 2、落射シャッタ 2 3、落射視野絞り 2 4、及び落射開口絞り 2 5、レボルバ 2 8、対物レンズ側光学素子ユニット 2 9、キューブユニット 3 0、ビームスプリッタ 3 1、及び中間変倍光学系（ズーム鏡筒）3 3 は、駆動回路部 3 7 からの各駆動信号によって図示しない各モータにより駆動される。

30

【 0 0 2 0 】

また、レボルバ 2 8、対物レンズ側光学素子ユニット 2 9 及び写直接眼レンズユニット 3 5 には、それぞれ、対物レンズ検出部 3 8、リタデーション調整動作検出部 3 9 及び写直接眼レンズ検出部 4 0 が配置されている。対物レンズ検出部 3 8 は、観察光路 S 上に位置される対物レンズ 2 7 の種類を検出する。リタデーション調整動作検出部 3 9 は、リタデーション調整動作を検出する。また、写直接眼レンズ検出部 4 0 は、写直接眼レンズの種類を検出する。

40

【 0 0 2 1 】

顕微鏡コントロール部 4 1 は、顕微鏡全体の動作を制御する。顕微鏡コントロール部 4 1 には、透過照明用光源 1 3、落射照明用光源 2 1、駆動回路部 3 7、対物レンズ検出部 3 8、リタデーション調整動作検出部 3 9、写直接眼レンズ検出部 4 0、及び撮像装置 3 6 が接続されている。

【 0 0 2 2 】

顕微鏡コントロール部 4 1 は、検鏡者による図示しない操作部の操作に従って、透過照明

50

用光源 13 及び落射照明用光源 21 の調光を行う。更に、顕微鏡コントロール部 41 は、駆動回路部 37 に対して各種の制御指示を行う。加えて、顕微鏡コントロール部 41 は、透過照明用光源 13 及び落射照明用光源 21 に対する制御状態や、駆動回路部 37 に対する制御状態を始めとして、対物レンズ検出部 38、リタデーション調整動作検出部 39、及び写直接眼レンズ検出部 40 からの検出情報を撮像装置 36 へ出力することにより、撮像装置 36 におけるフォーカスインジケータ表示を自動設定する。

【0023】

図3を参照して、第1の実施形態に係るフォーカスインジケータ表示時における信号の流れを説明する。図3は、本発明の第1の実施形態に係る顕微鏡における各検出部と撮像装置 36 の概略構成とを示す図である。

撮像装置 36 は、撮像素子 42 と、A/D変換器 43 と、タイミングジェネレータ 44 と、フレームメモリ 45 と、メモリコントローラ 46 と、コントラスト演算部 47 と、表示部 48 と、制御部 49 を備えている。顕微鏡は、対物レンズ検出部 50 と、写直接眼レンズ検出部 51 と、検鏡法検出部 52 とを備えている。

上記のような構成において、撮像素子 42 は、顕微鏡からの入射光を電気信号に変換する。なお、タイミングジェネレータ 44 によって、撮像素子 42 の駆動タイミング信号が発生される。この撮像素子 42 から出力された電气的アナログ信号は、A/D変換器 43 で、デジタル信号に変換される。A/D変換されたデジタル信号はフレームメモリ 45 に記憶される。また、メモリコントローラ 46 は、フレームメモリ 45 の書き込み/読み出しアドレスを制御する。コントラスト演算部 47 は、メモリコントローラ 46 を介して読み出しアドレスを指定して、指定したアドレスから撮影画像データを読み出して画像のコントラスト値を計算する。表示部 48 は、撮影画像と共にコントラスト演算部 47 で計算されたコントラスト値をフォーカスインジケータ表示として表示する。なお、制御部 49 は、撮像装置 36 の諸部位の制御を行う。

また、対物レンズ検出部 50 は、現在、光路に配置されている対物レンズの種類を検出する。写直接眼レンズ検出部 51 は、写直接眼レンズの倍率を検出する。検鏡法検出部 52 は、明視野、暗視野、蛍光、偏光、微分干渉等の検鏡法の切り替えを検出する。

【0024】

上記のように構成された第1の実施形態に係る撮像装置 36 を含む顕微鏡システムにおいて、フォーカスインジケータ表示に係る動作を説明する。

検鏡者は、顕微鏡 1 を操作して、標本 3 を観察すると共に、必要に応じて撮像装置 36 で画像を記録する。観察および記録の際は標本 3 にピントを合わせる必要があるが、このピント合わせを容易にするため、以下のようなフォーカスインジケータ表示が行われる。

【0025】

まず、タイミングジェネレータ 44 から発生された信号に応じて撮影が行われると、撮像素子 42 に標本 3 の画像に応じた電荷が蓄積される。撮像素子 42 に蓄積された電荷（電気信号）は、撮影の終了後に撮像素子 42 から読み出されて、A/D変換器 43 に入力する。A/D変換器 43 は、撮像素子 42 から入力した画像信号をアナログ/デジタル変換によりデジタル信号（デジタル画像データ）に変換する。このデジタル画像データは、フレームメモリ 45 に格納される。メモリコントローラ 46 によって、フレームメモリ 45 の書き込み/読み出しを制御することにより、撮像素子 42 からの画像データをリアルタイムにフレームメモリ 45 に記録すると同時に表示部 48 にリアルタイム画像を表示する。

【0026】

コントラスト演算部 47 は、フレームメモリ 45 から記録された画像データを読み出して、コントラスト値を計算する。コントラスト演算部 47 で計算されたコントラスト値は、表示部 48 に表示される。この場合において、コントラスト値の表示を、例えば、棒グラフなどを用いて、視覚的にそのコントラスト値の大きさが分かるような表示を行うとフォーカシングがやり易い。

【0027】

図4は、コントラスト特性を示す図である。図4において、縦軸はコントラスト値であり、横軸はZ方向（光軸に沿った方向）におけるステージ位置を示す。

コントラスト値は、例えば隣り合う画素データの差の2乗和などにより求められ、図4に示すように標本に焦点が合った位置（すなわち、合焦位置）で最も高い値を示す。このコントラスト値は、画像の空間周波数が高い低倍観察時は比較的高く、高倍観察時は低い値になる傾向があるが、標本の種類や、観察方法などによりその値は大きく異なる。このため、第1の実施形態では、次のような制御が行われる。

インジケータを表示開始した値を元に、過去のコントラスト値の最大値（MAX値）に基づいてコントラスト値を正規化して表示する（図5（a））。従って、現在のコントラスト値は、0からMAX値との間に表示される。ここで、コントラスト値が、MAX値を越えた場合には（図5（b））、インジケータの表示が飽和し、表示ができなくなってしまう。従って、この場合には、正規化するための基準値を新たな（現在の）最大のコントラスト値で置き換えて（図5（c））、グラフが飽和しないようにする。以後、このインジケータの正規化値を再設定することをインジケータの「リセット」と称する。この時、現在の最大コントラスト値をそのまま100%とすると、またコントラスト値が100%を越えるおそれが出てくるため、例えば、インジケータの80%の位置をリセット位置として、リセット位置に現在のコントラスト値がくるようにする。このように、コントラスト値がMAX値を越える場合に加えて、対物レンズ検出部50、写直接眼レンズ検出部51、検鏡法検出部52の検出結果により、それ以降のコントラスト値が変化することが予想される場合に、インジケータのリセットを行うことが好ましい。

また、インジケータの表示幅が小さく（狭く）、表示が見にくい場合が考えられる。この場合には、例えば、インジケータの表示が20%以下であれば、インジケータのリセットを行って、表示を見やすくすることが好ましい。

【0028】

図6及び図7を用いて、第1の実施形態の具体的な処理について説明する。図6は、コントラスト計算処理に係るフローチャートである。

コントラスト値の計算は、1フレーム分の画像がフレームメモリ45に蓄えられた時点で開始されるため、通常タイミングジェネレータから出力される垂直同期信号などを用いて割り込み処理として行われる。

まず、割り込みが発生すると、コントラスト演算部47は、メモリコントローラ46を介してフレームメモリ45から画像データを読み出して（ステップA1）、コントラスト値を計算する（ステップA2）。コントラスト演算部47で計算されたコントラスト値は、現在のコントラスト値として更新・保存されて（ステップA3）、割り込み処理を終了する。

【0029】

図7は、図6のフローチャートに従って計算されたコントラスト値の表示処理に係るフローチャートである。

表示処理が開始されると、現在のコントラスト値（インジケータ上ではインジケータ現在値：EVAL_CUR）が過去のコントラスト値の最大値（インジケータ上ではインジケータ最大値：EVAL_MAX）よりも大きいか否か（ $EVAL_CUR > EVAL_MAX$?）が判定される（ステップB1）。現在のコントラスト値の方が大きい場合、インジケータが飽和しているかどうか（ $EVAL_CUR > EVAL_MAX$?）、すなわち、現在のコントラスト値がインジケータの100%表示を越えているかどうか、が判定される（ステップB2）。ステップB2において、インジケータが飽和している場合には、インジケータがリセットされる（ステップB3）。この場合において、インジケータのリセットは、所定の値（例えば、80%）をインジケータ現在値（EVAL_CUR）とインジケータ最大値（EVAL_MAX）に代入することによって行われる。すなわち、現在のコントラスト値をインジケータの、例えば、80%表示位置とする。これにより、これ以降において、現在のコントラスト値より高いコントラスト値が検出された場合でも、インジケータのリセットをその都度行う必要がなくなる。なお、ステップB2において、

インジケータが飽和していない場合は現在のコントラスト値を最大値に更新する (E v a l _ m a x = E v a l _ c u r : ステップ B 4)。

【 0 0 3 0 】

ステップ B 1 において、現在のコントラスト値が最大値に満たなかった場合には、現在のコントラスト値が最小しきい値 (M I N 値 : 例えば、インジケータ表示の 2 0 %) 以下であるかどうか判定される (ステップ B 5)。ステップ B 5 において、現在のコントラスト値が M I N 値以下である場合には、インジケータの振れが小さすぎるため、インジケータのリセットを行う (ステップ B 3)。この場合においても、例えば、現在のコントラスト値をインジケータの、例えば、 8 0 % 表示位置とする。

【 0 0 3 1 】

ステップ B 5 において、現在のコントラスト値が最小しきい値より大きい場合には、対物レンズの切り替えを検出したかどうか判定される (ステップ B 6)。ステップ B 6 において、対物レンズの切り替えを検出した場合、インジケータのリセットを行う (ステップ B 3)。以下、写直接眼レンズの切り替えを検出した場合 ステップ B 7 や、検鏡切り替えを検出した場合 (ステップ B 8) についても、対物レンズの切り替えを検出した場合と同様に、インジケータのリセットを行い (ステップ B 3)、いずれの切り替えも検出していない場合は処理を終了する。

【 0 0 3 2 】

上記の第 1 の実施形態で説明したインジケータの M I N 値 (2 0 %) や、リセット後の設定値 (8 0 %) は一例であり、任意に設定可能である。また、これらのパラメータを複数用意して、対物レンズ、写直接眼レンズ、検鏡法ごとに、設定値を切り替えることも可能である。また、計算されたコントラスト値に対してオフセット値の演算などにより、インジケータの反応を鋭敏にすることも考えられる。

【 0 0 3 3 】

また、第 1 の実施形態のようにインジケータのリセットを自動で行う他、操作部にフォーカスインジケータのリセットボタンを設けたり、メニューからの操作によってインジケータのリセットを行うことも可能であるし、例えば半導体検査工程などのように、観察方法、標本が特定されている場合はインジケータのリセットを行わないようにすることも可能である。

【 0 0 3 4 】

更に、フォーカスインジケータのリセットのタイミングはセンサにより顕微鏡のそれぞれの部位が動作完了したことを検出するのみならず、電動顕微鏡では、それぞれの部位の切り替えスイッチが押下された時点でインジケータのリセットを行っても良い。また、顕微鏡の観察条件ごとにカメラの設定が保存されている場合は、そのデータが読み出されたときにインジケータのリセットを行うことも可能である。

【 0 0 3 5 】

(第 2 の実施形態)

第 2 の実施形態に係る顕微鏡システムの構成およびその詳細構成は、図 1 及び図 2 と同一であるため、図示及び説明を省略する。

図 8 を参照して、第 2 の実施形態に係るフォーカスインジケータ表示時における信号の流れを説明する。図 8 は、第 2 の実施形態に係る撮像装置 3 6 の概略構成を示す図である。

なお、図 8 において、図 3 と同じ部分には、同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。

第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態に係る撮像装置 3 6 に A E 演算部 5 3 が追加されている。また、顕微鏡 1 に備えられた対物レンズ検出部 5 0 と、写直接眼レンズ検出部 5 1 と、検鏡法検出部 5 2 からの各検出部からの信号入力を行わない構成となっている。本構成において、A E 演算部 5 3 は、最適な露出時間を計算する。

【 0 0 3 6 】

上記のように構成された第 2 の実施形態に係る撮像装置 3 6 において、フォーカスインジケータ表示に係る動作を説明する。

検鏡者は、顕微鏡 1 を操作して、標本 3 を観察すると共に、必要に応じて撮像装置 3 6 で

10

20

30

40

50

画像を記録する。観察および記録の際は標本3にピントを合わせる必要があるが、このピント合わせを容易にするため、以下のようなフォーカスインジケータ表示が行われる。

【0037】

まず、タイミングジェネレータ44から発生された信号に応じて撮影が行われると、撮像素子42に標本3の画像に応じた電荷が蓄積される。撮像素子42に蓄積された電荷（電気信号）は、撮影の終了後に撮像素子42から読み出されて、A/D変換器43に入力する。A/D変換器43は、撮像素子42から入力した画像信号をアナログ/デジタル変換によりデジタル信号（デジタル画像データ）に変換する。このデジタル画像データは、フレームメモリ45に格納される。メモリコントローラ46によって、フレームメモリ45の書き込み/読み出しを制御することにより、撮像素子42からの画像データをリアルタイムにフレームメモリ45に記録すると同時に表示部48にリアルタイム画像を表示する。

10

【0038】

コントラスト演算部47は、フレームメモリ45から記録された画像データを読み出して、コントラスト値を計算する。コントラスト演算部47で計算されたコントラスト値は、表示部48に表示される。一方、フレームメモリ45から読み出されたデータはAE演算部53に入力し、当該データに基づいて最適な露出時間が計算される。計算された露出時間は制御部49によりタイミングジェネレータ44に設定され、次回からの撮影に使用されると共に、露出時間が大きく変動した場合は、顕微鏡の観察条件が変化したか、標本が切り替えられたと判断し、フォーカスインジケータのリセットを行う。

20

【0039】

図9及び図10を用いて、第2の実施形態の具体的な処理について説明する。図9及び図10において、図3及び図7と同じ部分には、それぞれ同じ符号を付している。図9は、コントラスト計算処理に係るフローチャートである。

図9に示すコントラスト値計算は、第1の実施形態と同様に割り込み処理として行われる。まず、割り込みが発生すると、コントラスト演算部47は、メモリコントローラ46を介してフレームメモリ45から画像データを読み出して（ステップA1）、コントラスト値を計算する（ステップA2）。コントラスト演算部47で計算されたコントラスト値は、現在のコントラスト値として更新・保存される（ステップA3）。ステップA1でフレームメモリ45から読み出された画像データは、コントラスト演算部47以外に、AE演算部53にも入力され、AE演算部53で露出時間が計算される（ステップC1）。AE演算部53で計算された露出時間は、現在の露出時間として更新・保存される（ステップC2）。以上の一連の処理を行い、割り込みを終了する（ステップA4）。

30

【0040】

図10は、図9のフローチャートに従って計算されたコントラスト値の表示処理に係るフローチャートである。

表示処理が開始されてから、ステップB5までの処理は、図7と同様である。すなわち、表示処理が開始されると、現在のコントラスト値が過去のコントラスト値の最大値よりも大きいか否かが判定される（ステップB1）。現在のコントラスト値の方が大きい場合、インジケータが飽和しているかどうか判定される（ステップB2）。ステップB2において、インジケータが飽和している場合には、インジケータがリセットされる（ステップB3）。なお、ステップB2において、インジケータが飽和していない場合は現在のコントラスト値を最大値に更新する（ステップB4）。ステップB1において、現在のコントラスト値が最大値に満たなかった場合には、現在のコントラスト値が最小しきい値以下であるかどうか判定される（ステップB5）。ステップB5において、現在のコントラスト値がMIN値以下である場合には、インジケータのリセットを行う（ステップB3）。

40

【0041】

ステップB5において、現在のコントラスト値が最小しきい値より大きい場合には、AE演算部53で求めた今回の露出時間と前回の露出時間を比較する（ステップD1）。今回の露出時間と前回の露出時間との差（の絶対値）が、露出変化判定しきい値以上の場合に

50

は（例えば、 $\pm 2 \text{ eV}$ 以上）、顕微鏡の観察条件もしくは標本が切り替えられたものと判断して、この後のコントラスト値の変化に対応するためインジケータのリセットを行う。なお、ステップD1において、今回の露出時間と前回の露出時間との差が、しきい値より小さい場合には、処理を終了する。

【0042】

上記の第2の実施形態においては、今回の露出時間と前回の露出時間との差が $\pm 2 \text{ eV}$ 以上の時をインジケータをリセットする場合の判定基準としたが、このしきい値は、任意に設定可能としても良い。また、今回の露出時間と前回の露出時間との差ではなく、露出時間の履歴を長く取り、以前のデータ（或いは、その累積データ）と比較判定することで、撮影画像などに混入したノイズなどによる露出時間演算結果のノイズを除去し、観察条件切り替えまたは標本切り替えを正確に判定することも可能である。

10

【0043】

また、第2の実施形態のようにインジケータのリセットを自動で行う他、第1の実施形態と同様に、操作部にフォーカスインジケータのリセットボタンを設けたり、メニューからの操作によってインジケータのリセットを行うことも可能であるし、例えば半導体検査工程などのように、観察方法、標本が特定されている場合はインジケータのリセットを行わないようにすることも可能である。

【0044】

（第3の実施形態）

第3の実施形態に係る顕微鏡システムの構成およびその詳細構成は、図1及び図2と同一であるため、図示及び説明を省略する。

20

図11を参照して、第3の実施形態に係るフォーカスインジケータ表示時における信号の流れを説明する。図11は、第3の実施形態に係る撮像装置36の概略構成を示す図である。なお、図11において、図8と同じ部分には、同じ符号を付し、詳細な説明を省略する。

第3の実施形態では、撮像装置36は、第2の実施形態に係るAE演算部53に代えて、タイマカウント部54を備えている。このタイマカウント部54は、コントラスト値の履歴を時間と関連付けるため、定期的なタイミングでカウントアップする。

【0045】

上記のように構成された第3の実施形態に係る撮像装置36において、フォーカスインジケータ表示に係る動作を説明する。

30

検鏡者は、顕微鏡1を操作して、標本3を観察すると共に、必要に応じて撮像装置36で画像を記録する。観察および記録の際は標本3にピントを合わせる必要があるが、このピント合わせを容易にするため、以下のようなフォーカスインジケータ表示が行われる。

【0046】

まず、タイミングジェネレータ44から発生された信号に応じて撮影が行われると、撮像素子42に標本3の画像に応じた電荷が蓄積される。撮像素子42に蓄積された電荷（電気信号）は、撮影の終了後に撮像素子42から読み出されて、A/D変換器43に入力する。A/D変換器43は、撮像素子42から入力した画像信号をアナログ/デジタル変換によりデジタル信号（デジタル画像データ）に変換する。このデジタル画像データは、フレームメモリ45に格納される。メモリコントローラ46によって、フレームメモリ45の書き込み/読み出しを制御することにより、撮像素子42からの画像データをリアルタイムにフレームメモリ45に記録すると同時に表示部48にリアルタイム画像を表示する。

40

【0047】

コントラスト演算部47は、フレームメモリ45から記録された画像データを読み出して、コントラスト値を計算する。コントラスト演算部47で計算されたコントラスト値は、表示部48に表示される。この時、タイマカウント部54は、所定の時間間隔毎に（すなわち、定期的なタイミングで）、当該時刻と累積カウント値が、当該時刻に応じたコントラスト値と共に履歴データとして保存される。そして、一定期間コントラスト値の変化が

50

ない場合には、合焦位置近傍のフォーカス微調整期間であるものと判断し、インジケータのリセットを行う。

【0048】

図12を用いて、第3の実施形態の具体的な処理について説明する。図12において、図7と同じ部分には、同じ符号を付している。

なお、本実施形態の説明において、過去5秒間のコントラスト値の変化量がしきい値以下(5%)の場合をインジケータのリセット条件とするものとして説明する。なお、コントラスト値の計算は、第1の実施形態と同様に、割り込み処理として行われる(図6)。従って、コントラスト値の計算については、図示及び説明は省略する。

【0049】

図12は、計算されたコントラスト値の表示処理に係るフローチャートである。

表示処理が開始されてから、ステップB5までの処理は、図7と同様である。すなわち、表示処理が開始されると、現在のコントラスト値が過去のコントラスト値の最大値よりも大きいか否かが判定される(ステップB1)。現在のコントラスト値の方が大きい場合、インジケータが飽和しているかどうか判定される(ステップB2)。ステップB2において、インジケータが飽和している場合には、インジケータがリセットされる(ステップB3)。そして、連続リセット用カウンタのカウント値をリセット(count=0)する(ステップE4)。ここで、連続リセット用カウンタとは、コントラスト値の変化履歴がしきい値以下に収まっている時間を示す変数で、図示しないタイマ割り込み処理により、一定期間ごとにカウントアップ(インクリメント)される。このカウンタが連続リセット時間(すなわち、所定カウント値:COUNT_COUNT)以上になると、インジケータがリセットされる。なお、ステップB2において、インジケータが飽和していない場合は現在のコントラスト値を最大値に更新する(ステップB4)。ステップB1において、現在のコントラスト値が最大値に満たなかった場合には、現在のコントラスト値が最小しきい値以下であるかどうか判定される(ステップB5)。ステップB5において、現在のコントラスト値がMIN値以下である場合には、インジケータのリセットを行う(ステップB3)。

【0050】

ステップB5において、現在のコントラスト値が最小しきい値より大きい場合には、以下のように、コントラスト値の過去履歴の判定を行う。まず、現在のコントラスト値を用いて最大値、min値の過去履歴を更新し(ステップE1)、過去履歴が連続リセット用変化量しきい値以下であるかどうかを判定する(ステップE2)。ステップE2において、過去履歴がしきい値以上の場合には、カウント値をリセットして終了する(ステップE4)。一方、ステップE2において、過去履歴がしきい値以下の場合には、どれだけの期間連続しているか判定する(ステップE3)。

【0051】

ステップE3において、タイマのカウント値が連続リセット時間(COUNT_COUNT)をこえていた場合、インジケータのリセットが行われ(ステップB3)、続いてカウンタがリセットされて(ステップE4)終了する。タイマのカウント値が連続リセット時間に満たない場合は何もせずに終了する。

【0052】

【発明の効果】

本発明は各実施形態によれば、(1)フォーカスインジケータが常に表示の高い位置で振れるため、フォーカシングがやり易い。(2)フォーカスインジケータのリセットが自動で行われるため、手動でのリセットが発生せず、使いやすい。等の効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施形態に係る顕微鏡用撮像装置が適用される顕微鏡システムの構成を示す図。

【図2】 図1に示す顕微鏡システムの詳細な構成を示す図。

【図3】 本発明の第1の実施形態に係る顕微鏡における各検出部と撮像装置の概略構成

10

20

30

40

50

とを示す図。

【図 4】 コントラスト特性を示す図。

【図 5】 本発明の実施形態に係るインジケータ表示の一例を示す図。

【図 6】 コントラスト計算処理に係るフローチャート。

【図 7】 図 6 のフローチャートに従って計算されたコントラスト値の表示処理に係るフローチャート。

【図 8】 第 2 の実施形態に係る撮像装置の概略構成を示す図。

【図 9】 コントラスト計算処理に係るフローチャート。

【図 10】 図 9 のフローチャートに従って計算されたコントラスト値の表示処理に係るフローチャート。

10

【図 11】 第 3 の実施形態に係る撮像装置の概略構成を示す図。

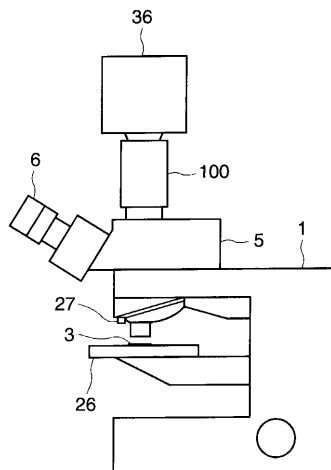
【図 12】 計算されたコントラスト値の表示処理に係るフローチャート。

【符号の説明】

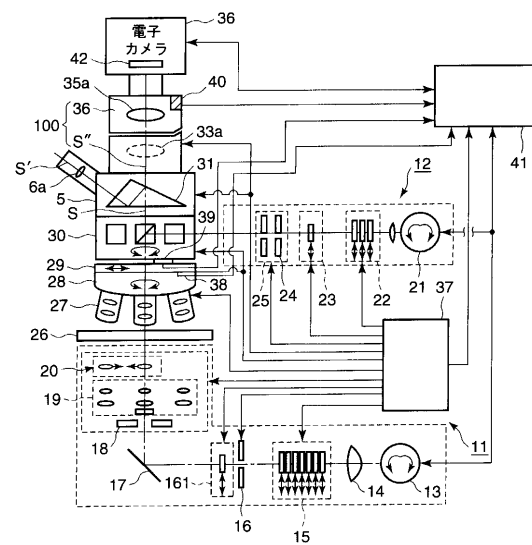
1 ... 顕微鏡	
3 ... 試料 (標本)	
5 ... 三眼鏡筒ユニット	
6 ... 接眼レンズユニット	
6 a ... 接眼レンズ	
1 1 ... 透過照明光学系	
1 2 ... 落射照明光学系	20
1 3 ... 透過照明用光源	
1 4 ... コレクタレンズ	
1 5 ... 透過用フィルタユニット	
1 7 ... ミラー	
1 9 ... コンデンサ光学素子ユニット	
2 0 ... トップレンズユニット	
2 1 ... 落射照明用光源	
2 2 ... 落射用フィルタユニット	
2 3 ... 落射シャッタ	
2 6 ... 試料ステージ	30
2 7 ... 対物レンズ	
2 8 ... レボルバ	
2 9 ... 対物レンズ側光学素子ユニット	
3 0 ... キューブユニット	
3 1 ... ビームスプリッタ	
3 3 ... 中間変倍光学系	
3 3 a ... 変倍ズームレンズ	
3 5 ... 写直接眼レンズユニット	
3 5 a ... 写直接眼レンズ	
3 6 ... 撮像装置	40
3 7 ... 駆動回路部	
3 8 ... 対物レンズ検出部	
3 9 ... リタデーション調整動作検出部	
4 0 ... 写直接眼レンズ検出部	
4 1 ... 顕微鏡コントロール部	
4 2 ... 撮像素子	
4 3 ... D 変換器	
4 4 ... タイミングジェネレータ	
4 5 ... フレームメモリ	
4 6 ... メモリコントローラ	50

- 4 7 ...コントラスト演算部
- 4 8 ...表示部
- 4 9 ...制御部
- 5 0 ...対物レンズ検出部
- 5 1 ...写直接眼レンズ検出部
- 5 2 ...検鏡法検出部
- 5 3 ...A E 演算部
- 5 4 ...タイマカウント部

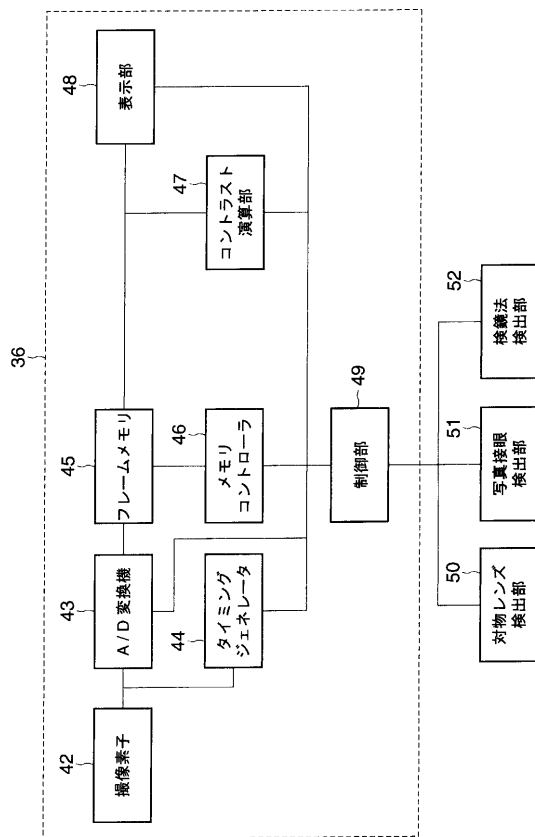
【図 1】



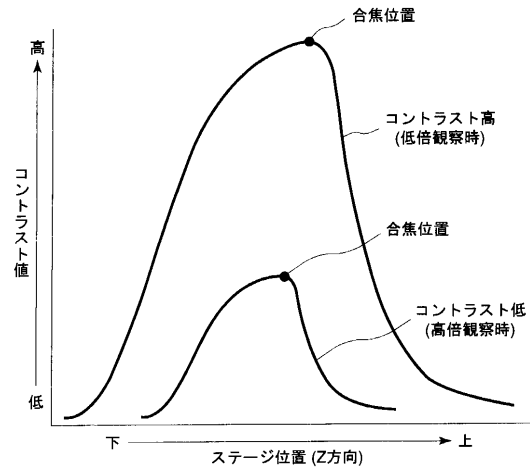
【図 2】



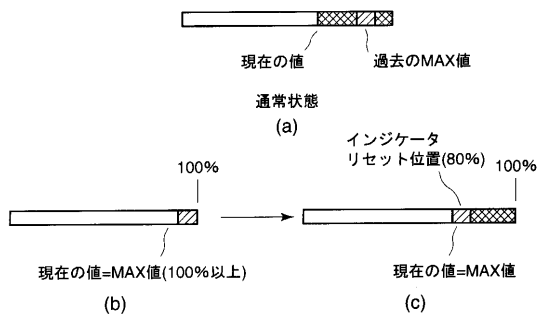
【図3】



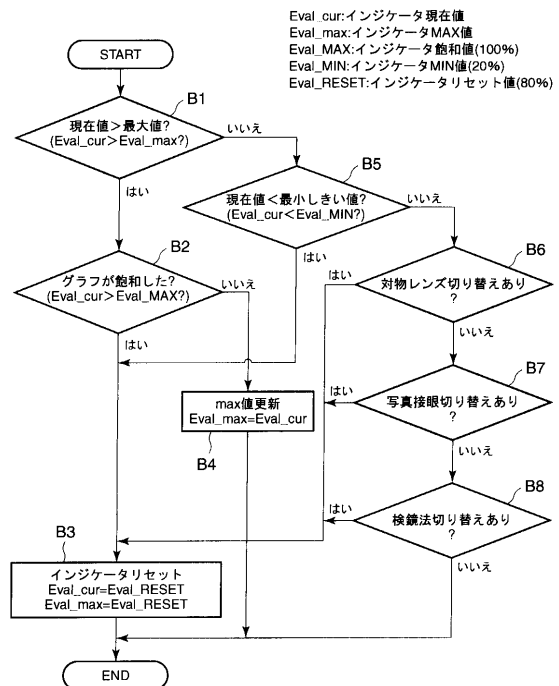
【図4】



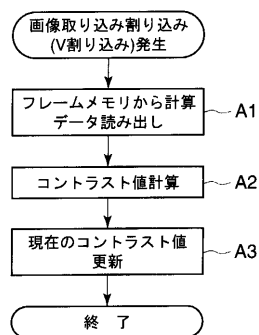
【図5】



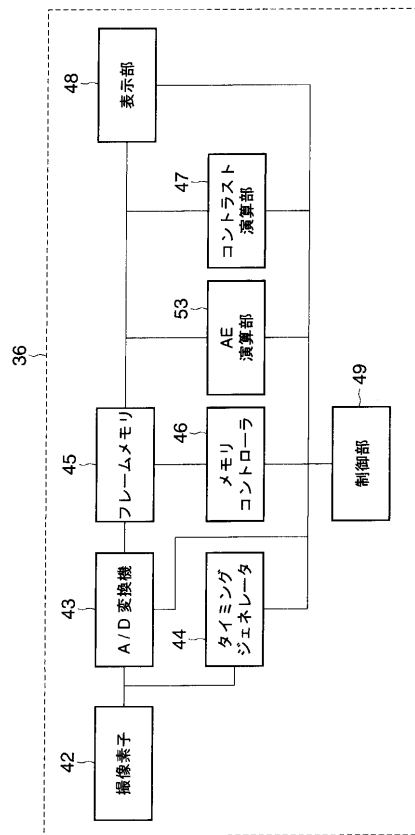
【図7】



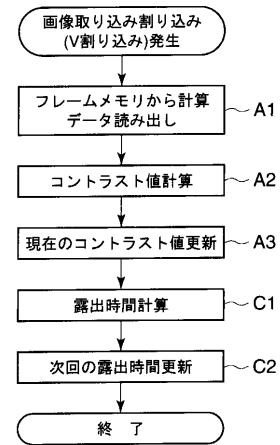
【図6】



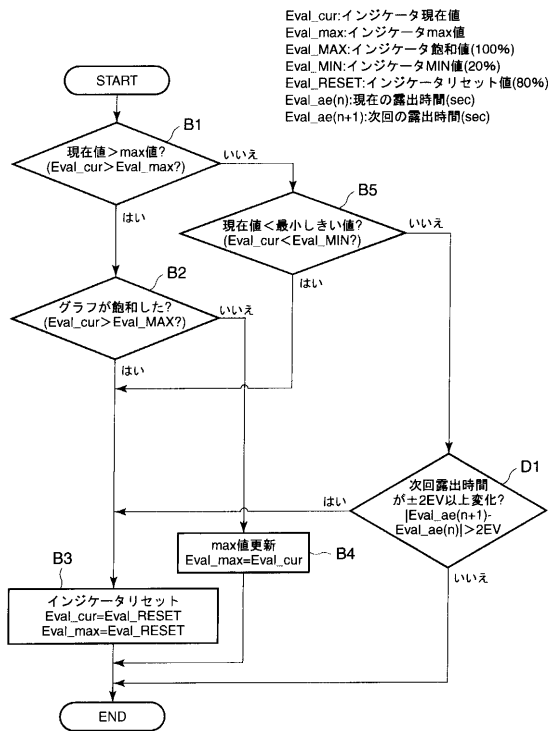
【図 8】



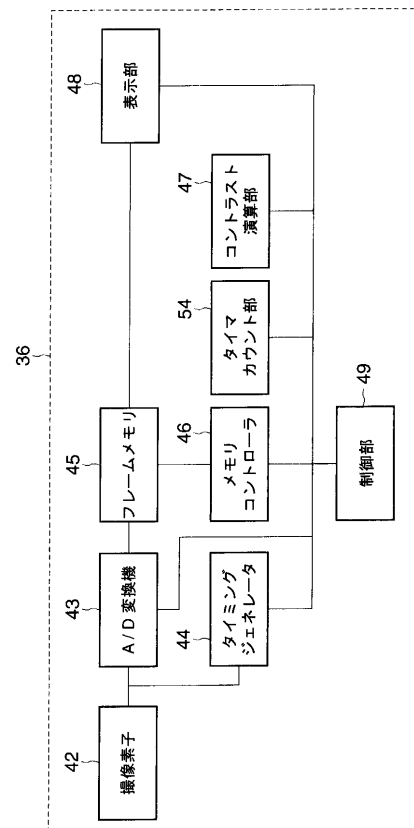
【図 9】



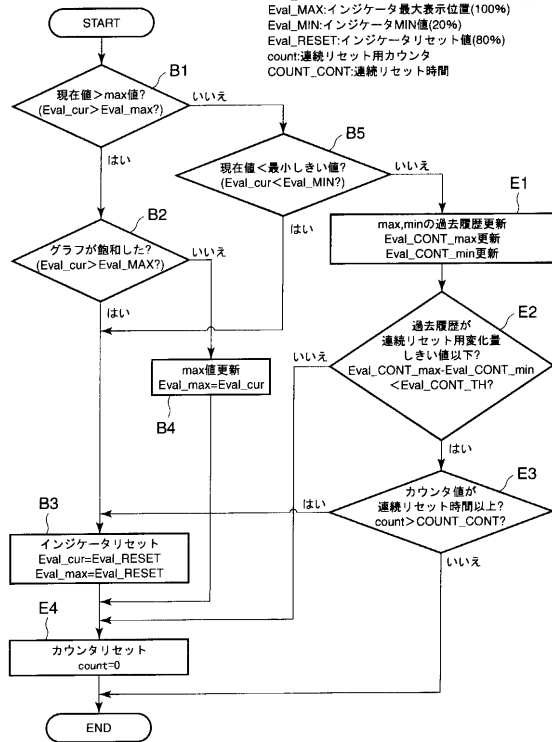
【図 10】



【図 11】



Eval_cur:インジケータ現在値
Eval_max:インジケータmax値
Eval_CONT_max:過去5秒間のmax値
Eval_CONT_min:過去5秒間のmin値
Eval_CONT_TH:連続リセット用変化量しきい値(5%)
Eval_MAX:インジケータ最大表示位置(100%)
Eval_MIN:インジケータMIN値(20%)
Eval_RESET:インジケータリセット値(80%)
count:連続リセット用カウンタ
COUNT_CONT:連続リセット時間



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 4 N 5/225 (2006.01) H 0 4 N 5/225 A

審査官 瀬川 勝久

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

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G02B 21/00
G02B 21/06-21/36