

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2014年9月18日(18.09.2014)



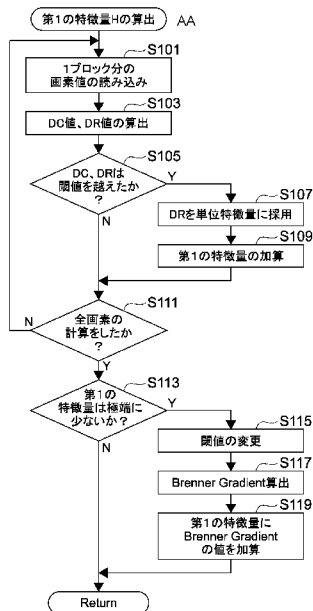
(10) 国際公開番号  
WO 2014/141647 A1

- (51) 国際特許分類:  
G02B 7/28 (2006.01) G02B 21/36 (2006.01)  
G02B 7/34 (2006.01) G03B 13/36 (2006.01)  
G02B 7/36 (2006.01) H04N 5/232 (2006.01)  
G02B 21/24 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/001258
- (22) 国際出願日: 2014年3月6日(06.03.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2013-049946 2013年3月13日(13.03.2013) JP
- (71) 出願人: ソニー株式会社 (SONY CORPORATION)  
[JP/JP]; 〒1080075 東京都港区港南1丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 大嶋 拓哉 (OSHIMA, Takuya); 〒1080075  
東京都港区港南1丁目7番1号ソニー株式会社  
内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 大森 純一 (OMORI, Junichi); 〒1070052  
東京都港区赤坂7-5-47 U & M赤坂ビル  
2F Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,

[続葉有]

(54) Title: INFORMATION PROCESSING DEVICE, INFORMATION PROCESSING METHOD, AND INFORMATION PROCESSING PROGRAM

(54) 発明の名称: 情報処理装置、情報処理方法、および情報処理プログラム



- S101 Read pixel value for one block portion
- S103 Calculate DC value and DR value
- S105 Do DC and DR exceed threshold values?
- S107 Use DR as unit feature quantity
- S109 Add first feature quantity
- S111 Have all pixels been calculated?
- S113 Is first feature quantity extremely small?
- S115 Change threshold value
- S117 Calculate Brenner gradient
- S119 Add value of Brenner gradient to first feature quantity
- AA Calculation of first feature quantity (H)

(57) Abstract: This information processing device is provided with: an image acquisition unit for searching that acquires enlarged images with focal positions that differ from each other; a first feature quantity calculation unit that finds a first feature quantity on the basis of the dynamic range of direct current components and alternating current components in pixel values for each block constituting the enlarged image for each of a plurality of enlarged images that have been taken; and a focal position determination unit that determines a focal position for the enlarged image on the basis of the first feature quantity.

(57) 要約: この情報処理装置は、互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部と、撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求める第1の特徴量算出部と、前記第1の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する合焦位置決定部とを具備する。

WO 2014/141647 A1

NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI 添付公開書類:  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, — 國際調查報告 (條約第 21 條(3))  
MR, NE, SN, TD, TG).

## 明 細 書

発明の名称：

情報処理装置、情報処理方法、および情報処理プログラム

### 技術分野

[0001] 本技術は、検体が載置されたプレパラートを撮影して画像を取得するデジタル顕微鏡装置に関する。

### 背景技術

[0002] 細胞組織スライド（プレパラート）を観察する顕微鏡装置を用いて、スライド情報をデジタル画像として保存し、デジタル画像の画像データを用いて病理診断などを行うデジタル顕微鏡装置やビューワがある。

[0003] デジタル顕微鏡装置では、拡大光学系を用いて細胞組織スライドを拡大してイメージセンサに投影し、画像を撮影し、複数枚の画像をスティッチ（合成）することにより一枚の巨大な検体画像を構成する。

[0004] このとき、顕微鏡装置の被写界深度は非常に狭い（ $1\ \mu\text{m}$ 前後）ため、厚みのある細胞組織を撮影する場合、合焦状態が最良になる光軸方向の位置（Z位置）において撮影を行わなければならない。スライド上の細胞組織は不規則なウネリを持っているため、最適な焦点位置は細胞組織の部分によって異なる。そのため、理想的には撮影するたびに焦点位置合わせを行い撮影することが望ましい。

[0005] デジタル顕微鏡装置では、焦点位置合わせを自動で行うために、コントラストオートフォーカス（以下、AFと略す）方式を採用するものと、位相差AF方式を採用するものがある。

[0006] 例えば、特許文献1に示すAF方式では、コントラストが最大になるポイントを探索する際に、前回のコントラスト値と今回のコントラスト値の差分を用いて、その差分の大きさをしきい値としており、そのしきい値を使って合焦位置を特定することを特徴としている。また、特許文献2に示すAF方式では、コントラストを示す特徴量の定義に、色相情報を含めている。特許

文献3に示すAF方式では、コントラストを示す特徴量の定義として高域成分の量を採用している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0007] 特許文献1：特開2007-86596号公報

特許文献2：特開2009-59326号公報

特許文献3：特開平03-258171号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0008] コントラストAF方式を採用した顕微鏡装置では、探索用に撮影した画像のコントラストのピークにより合焦位置が判明するまで、繰り返し、探索用撮影とコントラストの比較を行うので焦点位置合わせに多くの時間を要する。

[0009] そのため、各撮影位置において毎回個別に焦点位置合わせを行いながら撮影することは実用上、現実的ではない。そこで、選択した代表点において事前に焦点位置を探索し、その結果から撮影領域各点の焦点位置を推定する撮影方式が用いられる。

[0010] この撮影方式を用いた場合、代表点からの推定により各撮影位置で発生する最適合焦位置との誤差や、代表点における事前の測定時から各撮影位置における実際の撮影までに時間を要し、温度変化に伴う熱膨張などにより生じる誤差が発生するため、各撮影位置での合焦状態は不確実なものとなっていた。

[0011] コントラストAF方式は精度が高いとされているが、順次、探索用撮影とコントラストの確認とを繰り返すのでは前述のように相当に時間がかかるため、探索用撮影は最小限に抑えカーブフィッティングを使い合焦位置を推定する方法が知られている。

[0012] これまでのカーブフィッティングを使った合焦位置推定では、フォーカス

が合う程、値が大きくなるという性質を備えた特徴量が用いられてきた。例えば、Brenner Gradientという隣接画素差分の総和を使ったものがよく知られている。

[0013] また、画像の注目部分を限定するために、ハイパスフィルタやローパスフィルタを用いて空間周波数により特徴を選択するというものもあった。

[0014] これらの方法では、特徴量をプロットした曲線が合焦位置付近でローレンツ関数に似た特徴を示すため、その逆数を使うことで単純な2次関数としてカーブフィッティングができるとしている。

[0015] しかし、実際には、検体サンプルがプレパラート上の撮影領域の半分以下の面積しか占めない場合や、染色の種類により薄く染色され特徴がはっきりとしない場合、ゴミのほうに特徴が多く出てしまう場合など、多くの場合でローレンツ関数としての特徴を示さず、検体サンプルや染色の種類をかなり限定した条件でしか、デジタル顕微鏡装置を利用する事ができなかった。特に解像度を高くしようとして、NA（開口数）を大きくした場合、この問題は顕著になる。

[0016] 一方、位相差AF方式を採用した場合、合焦速度は速いが、検体サンプルの染色の種類によっては、位相差AF用の低解像度の撮像素子では像の特徴の差が捕らえられない場合があり、その場合には、正しく合焦位置を求める事ができないという問題があった。

[0017] ハイブリッドAF方式として、上記2つのAF方式を併用するデジタル顕微鏡装置もある。この方式では、2つのAF方式で算出された合焦位置を比較し（具体的には差分値が所定のしきい値よりも小さいかを確認する事によって）、合焦位置の確かさを得ようとしている方法も見受けられる。しかし、精度の低いもの同士を比較しても必ずしも良い結果が得られるわけではない。2つの方式ともに苦手な対象を撮影する場合には、合焦していないにも拘わらず合焦していると判断してしまう可能性が高いという問題があった。

[0018] また、その他の問題として、画像の取得時間全体を出来るだけ短縮するために、最初に俯瞰画像を撮影し、その俯瞰画像を用いて検体サンプルの存在

する領域を予め検出しておき、検体サンプルのある領域のみを本撮影するという方法も存在する。

[0019] しかし、俯瞰画像は低解像度で撮影されるため、検体の全ての部分を検出する事は出来ない。そのため、この方法では、どうしても本撮影で撮り逃しを起こしてしまう問題があった。

[0020] 撮り逃しとは反対に、検体サンプルが無い部分やプレパレート表面のゴミの部分を検体サンプルが存在する部分として誤検出し、無駄な本撮影をしてしまうという問題もあった。この問題により、撮影時間の増大と最終的な検体画像の肥大化という問題が発生していた。

[0021] このように、従来、適切な合焦位置を高速に求め、効率よく撮影を行うデジタル顕微鏡装置は無かった。

[0022] 以上のような事情に鑑み、本技術の目的は、適切な合焦位置を高速に求め、効率よく撮影を行わせるための情報処理装置、情報処理方法、および情報処理プログラムを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0023] 上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る情報処理装置は、互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部と、撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求める第1の特徴量算出部と、前記第1の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する合焦位置決定部とを具備する。

[0024] 本技術では、撮影された画像のコントラストの特徴量を求めるのに、従来から使われてきたBrenner Gradientなどを使う代わりに、隣接した同色画素のブロック（例えば同色8画素の連なり）において、画素値の交流成分と直流成分とを求める。そして、交流成分のダイナミックレンジおよび直流成分をしきい値によりフィルタリングし、条件に該当するダイナミックレンジと直流成分を持つブロックに対してのみ、所定の単位特徴量を求め、単位特徴量を1つの画像分だけ合計した値を第1の特徴量に基づき、画像を撮影する

際の合焦位置を求める。そのため、高い精度で合焦位置を求めることが出来る。

[0025] 前記第1の特徴量算出部は、前記第1の特徴量算出部は、前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第1の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第2の条件を満たす前記ブロックに応じて、前記第1の特徴量を求める構成でもよい。

[0026] 前記第1の特徴量算出部は、前記第1の条件及び前記第2の条件を満たす前記ブロックについて、予め定められた方法で単位特徴量を算出して合算し、この合算結果に基づいて前記拡大画像ごとの第1の特徴量を求める構成でもよい。

[0027] 3点以上の焦点位置での前記第1の特徴量の逆数の組み合わせから所定の曲線へのカーブフィッティングを行い、前記所定の曲線上で前記逆数が最小となる焦点位置を算出するカーブフィッティング部を更に具備し、前記合焦位置決定部は、前記カーブフィッティング部により算出された焦点位置を合焦位置とする構成でもよい。

[0028] 前記所定の曲線は2次曲線である構成でもよい。

[0029] 前記第1の特徴量算出部は、前記ブロックごとの画素値の最小値、及び最大値と最小値の差分値に基づき、前記第1の特徴量を算出する構成でもよい。

[0030] 前記第1の特徴量算出部は、前記単位特徴量として前記ダイナミックレンジを用いる構成でもよい。

[0031] 前記探索用画像取得部は、合焦位置を粗く探索するための第1の間隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で粗探索用拡大画像を取得し、前記第1の特徴量算出部は、前記粗探索用拡大画像毎の前記第1の特徴量を求め、前記合焦位置決定部は、粗探索の合焦位置を求め、前記探索用画像取得部は、前記粗探索の合焦位置を中心とした、合焦位置を細かく探索するための、前記第1の間隔よりも狭い第2の間隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で微探索用拡大画像を取得し、前記第1の特徴量算出部は、前記微探索用拡大画像毎の前

記第 1 の特徴量を求め、前記合焦位置決定部は、微探索の合焦位置を求め、前記微探索の合焦位置を最終的な合焦位置とする構成でもよい。

[0032] 前記探索用画像取得部は、3 点以上の互いに異なる焦点位置で拡大画像を取得し、前記第 1 の特徴量算出部は、取得した複数の拡大画像それぞれを、 $m \times n$  個 ( $m$ 、 $n$  は 2 以上の整数) の第 1 のエリアに区画して、第 1 のエリア毎の前記第 1 の特徴量を求め、前記合焦位置決定部は、第 1 のエリア毎に合焦位置を求め、前記エリア毎の合焦位置から前記検体の傾きを求め、前記傾きに基づいて最終的な合焦位置を選択する構成でもよい。

[0033] 前記第 1 の特徴量算出部は、前記合算結果が、予め定められた所定の値よりも小さいとき、前記拡大画像の Brenner Gradient を求めて、前記合算結果に加えて前記第 1 の特徴量とする構成でもよい。

[0034] 位相差 A F (オートフォーカス) 方式で合焦位置を検出する位相差 A F 検出部に、位相差合焦位置を検出させる位相差 A F 処理部をさらに具備し、前記探索用画像取得部は、前記位相差合焦位置を間に含む 3 点以上の互いに異なる焦点位置で拡大画像を取得する構成でもよい。

[0035] 前記合焦位置決定部は、前記位相差合焦位置での前記第 1 の特徴量が最大であること、および前記焦点位置での前記第 1 の特徴量の逆数が予め定められた所定の関係を満たすことの少なくとも一方を満足するとき、前記位相差合焦位置を最終的な合焦位置とする構成でもよい。

[0036] 位相差 A F (オートフォーカス) 方式で合焦位置を検出する位相差 A F 検出部に、位相差合焦位置を検出させる位相差 A F 処理部と、スライドガラス上の検体を含む領域を区画する複数の小領域について、当該小領域の拡大画像を撮像する拡大画像撮像部とをさらに具備し、前記探索用画像取得部は、前記複数の小領域の中の第 1 の小領域で、合焦位置を粗く探索するための第 1 の間隔だけ離れた、3 点以上の焦点位置で粗探索用拡大画像を取得し、前記第 1 の特徴量算出部は、前記粗探索用拡大画像毎の前記第 1 の特徴量を求め、前記合焦位置決定部は、粗探索の合焦位置を求め、前記探索用画像取得部は、前記粗探索の合焦位置を中心とした、合焦位置を細かく探索するため

の、前記第1の間隔よりも狭い第2の間隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で微探索用拡大画像を取得し、前記第1の特徴量算出部は、前記微探索用拡大画像毎の前記第1の特徴量を求め、前記合焦位置決定部は、微探索の合焦位置を求め、前記微探索の合焦位置を最終的な合焦位置とし、前記位相差AF処理部は、前記複数の小領域の中の前記第1の小領域を除く1以上の小領域の各々を第2の小領域として、この第2の小領域毎の前記位相差合焦位置を算出させ、前記探索用画像取得部は、前記位相差合焦位置を間に含む3点以上の互いに異なる焦点位置で拡大画像を取得し、前記第1の特徴量算出部は、前記拡大画像毎の前記第1の特徴量を求め、前記合焦位置決定部は、前記位相差合焦位置での前記第1の特徴量が最大であること、および前記焦点位置と前記第1の特徴量の逆数とが予め定められた所定の関係を満たすことの少なくとも一方を満足するとき、前記位相差合焦位置を最終的な合焦位置とする構成でもよい。

[0037] 前記第1の特徴量算出部は、前記粗探索用拡大画像毎の前記第1の特徴量を求めるとき、前記拡大像撮像部が出力する最大値の平方根の値を超えることを前記第1の条件として設定する構成でもよい。

[0038] 前記拡大画像を $p \times q$ 個（ $p$ 、 $q$ は予め定められた正の整数）の第2のエリアに区分し、前記第2のエリア毎に、前記第2のエリアを構成するブロック単位ごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジを求め、前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第1の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第2の条件を満たす前記ブロックをカウントし、このカウント結果を前記第2のエリアごとの第2の特徴量として求める第2の特徴量算出部と、前記求められた第2の特徴量の中に、予め定められた値を超えるものが無ければ、前記拡大画像を、検体が写っていない白画像と判断する白画像判定部とをさらに具備する構成でもよい。

[0039] スライドガラス上の検体を含む領域を区画する複数の小領域について、当該小領域の拡大画像を撮像する拡大画像撮像部をさらに具備し、前記拡大画像の周辺部を $p$ 個（ $p$ は予め定められた2以上の整数）の第2のエリアに分割

し、前記第2のエリア毎に、前記第2のエリアを構成するブロック単位ごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジを求め、前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第1の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第2の条件を満たす前記ブロックをカウントし、このカウント結果を前記第2のエリアごとの第2の特徴量として求める第2の特徴量算出部と、前記求められた第2の特徴量が、予め定められた値を超えるとき、前記第2エリアに隣接する他の前記小領域の前記拡大画像を、前記検体が写っている画像と判断する続き判定部とをさらに具備する構成でもよい。

[0040] 上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る情報処理方法では、探索用画像取得部が、互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得し、第1の特徴量算出部が、撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求め、合焦位置決定部が、前記第1の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する。

[0041] 上記目的を達成するため、本技術の一形態に係る情報処理プログラムは、互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部、撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求める第1の特徴量算出部、および前記第1の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する合焦位置決定部としてコンピュータを機能させる。

### 発明の効果

[0042] 以上のように、本技術によれば、適切な合焦位置を高速に求め、効率よく撮影を行うことが出来る。

### 図面の簡単な説明

[0043] [図1]本実施形態に係るデジタル顕微鏡装置100の全体構成を示した機能ブロック図である。

[図2]統合制御部51において、制御を実現するための機能を示した機能ブロック図である。

[図3]本実施形態のデジタル顕微鏡装置100における全体的な処理の流れについて説明するフローチャートである。

[図4]キャリブレーション処理の流れについて説明するフローチャートである。

[図5]第1の特徴量Hの算出処理の流れについて説明するフローチャートである。

[図6]1ブロックの例を示す図である。

[図7]1ブロックの例を示す図である。

[図8]赤プレーンで特徴量を求める際に使用する画素の例を示す図である。

[図9]ベイヤー配列で赤の特徴量を求める際に使用する画素の例を示す図である。

[図10]直流成分DCおよびダイナミックレンジDRを求める例を示した図である。

[図11]第1の特徴量Hとして採用することが出来る値例を示す図である。

[図12]合焦位置算出処理の流れについて説明するフローチャートである。

[図13]Z位置を横軸、第1の特徴量Hの逆数を縦軸として、2次元平面上に、点A ( $Z_A, H_A$ )、点B ( $Z_B, H_B$ )、点C ( $Z_C, H_C$ )の3点をプロットした様子を示す図である。

[図14]白画像判定処理の流れについて説明するフローチャートである。

[図15]HE染色（ヘマトキシリン・エオジン染色）したサンプルSPLの画像である。

[図16]図15に示すHE染色（ヘマトキシリン・エオジン染色）したサンプルSPLの画像について白判定処理によりエリア毎の第2の特徴量Eを算出した様子を示す図である。

[図17]別のHE染色したサンプルSPLの画像である。

[図18]図17に示す、別のHE染色したサンプルSPLの画像についても、

白判定処理によりエリア毎の第2の特徴量Eを算出した様子を示す図である。

[図19]続き判定処理の流れについて説明するフローチャートである。

[図20]図15に示したサンプルSPLの画像について続き判定処理によりエリア毎の第2の特徴量Eを算出した様子を示す図である。

[図21]図17に示した別のサンプルSPLの画像について続き判定処理によりエリア毎の第2の特徴量Eを算出した様子を示す図である。

[図22]カーブフィッティングの具体例で用いた画像と、その一部を拡大した小領域を示す図である。

[図23]図22に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、従来方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

[図24]図22に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、本方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

[図25]図23でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、従来方式による合焦位置のグラフである。

[図26]図24でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、本方式による合焦位置のグラフである。

[図27]カーブフィッティングの具体例で用いた別の画像と、その一部を拡大した小領域を示す図である。

[図28]図27に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、従来方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

[図29]図27に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、本方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

[図30]図28でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、従来方式による合焦位置のグラフである。

[図31]図29でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、本方式による合焦位置のグラフである。

[図32]カーブフィッティングの具体例で用いたさらに別の画像と、その一部

を拡大した小領域を示す図である。

[図33]図32に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、従来方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

[図34]図32に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、本方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

[図35]図33でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、従来方式による合焦位置のグラフである。

[図36]図34でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、本方式による合焦位置のグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0044] 以下、本技術に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

#### <第1の実施形態>

図1は、本実施形態に係るデジタル顕微鏡装置100の全体構成を示したブロック図である。

[0045] [全体構成]

このデジタル顕微鏡装置100は、俯瞰画像撮像部10と、拡大画像撮像部20と、デフォーカス量検出部30と、ステージ40と、制御部50とを有する。

[0046] 俯瞰画像撮像部10は、生体サンプルSPLが配設されるプレパラートPRT全体の画像（以下、この画像を「俯瞰画像」と称する。）を撮像する。

[0047] 拡大画像撮像部20は、生体サンプルSPLが所定倍率で拡大された画像（以下、この画像を「拡大画像」と称する。）を撮像する。

[0048] デフォーカス量検出部30は、拡大画像撮像部20の対物レンズ23の焦点とプレパラートPRT上の生体サンプルSPLとの光軸方向のずれの量と向きをデフォーカス量として検出する。

[0049] ステージ40は、プレパラートPRTを載置して俯瞰画像撮像部10による撮像位置および拡大画像撮像部20による撮像位置に移動させるためのものである。ステージ40は、ステージ駆動機構41により、拡大画像撮像部

20の対物レンズ23の光軸の方向（Z軸方向）と、光軸の方向に対して直交する方向（X軸-Y軸方向）に移動自在とされている。

[0050] なお、プレパラートPRTは、血液等の結合組織、上皮組織又はそれらの双方の組織などの組織切片又は塗抹細胞からなる生体サンプルSPLを、所定の固定手法によりスライドガラスに固定したものである。これらの組織切片又は塗抹細胞には、必要に応じて各種の染色が施される。この染色には、HE（ヘマトキシリン・エオシン）染色、ギムザ染色、パパニコロウ染色、チール・ネールゼン染色、グラム染色等に代表される一般染色のみならず、FISH（Fluorescence In-Situ Hybridization）や酵素抗体法等の蛍光染色が含まれる。

[0051] また、このデジタル顕微鏡装置100には、サンプルSPLを含むプレパラートPRTを蓄積し、蓄積されたプレパラートPRTを一つずつステージ40の上にローディングするプレパラートストック・ローダ70が付設されている。なお、プレパラートストック・ローダ70はデジタル顕微鏡装置100に組み込まれたものであってもよい。

[0052] 次に、上述の俯瞰画像撮像部10と、拡大画像撮像部20と、デフォーカス量検出部30の詳細について説明する。

[0053] [俯瞰画像撮像部10]

俯瞰画像撮像部10は、図に示したように、光源11と、対物レンズ12と、撮像素子13とを有する。

[0054] 光源11は、ステージ40のプレパラート配置面とは逆の面側に設けられる。

[0055] 俯瞰画像撮像部10には、プレパラートPRTに貼付されたラベルに記載されている付帯情報を撮像するための光を照射するラベル光源（図示せず。）が別途設けられていてもよい。

[0056] 対物レンズ12は、プレパラートPRT配置面における俯瞰画像撮像部10の基準位置の法線を光軸SRとして、ステージ40のプレパラートPRT配置面側に配設される。ステージ40上に載置されたプレパラートPRTを

透過した透過光は、この対物レンズ12によって集光されて、対物レンズ12の後方（すなわち、照明光の進行方向）に設けられた撮像素子13に結像する。

[0057] 撮像素子13には、ステージ40のプレパラート配置面に載置されたプレパラートPRT全体を包括する撮影範囲の光（換言すれば、プレパラートPRT全体を透過した透過光）が結像する。この撮像素子13上に結像した像が、プレパラートPRT全体を撮像した顕微鏡画像である俯瞰画像となる。

[0058] [拡大画像撮像部]

拡大画像撮像部20は、図に示したように、光源21と、コンデンサレンズ22と、対物レンズ23と、撮像素子24と、コンデンサレンズ駆動機構25を有する。

[0059] 光源21は、明視野照明光を照射するものである。光源21はステージ40のプレパラート配置面とは逆の面側に設けられる。

[0060] コンデンサレンズ22は、光源21から照射された明視野照明光の光源から照射された光を集光して、ステージ40上のプレパラートPRTに導くレンズである。このコンデンサレンズ22は、プレパラートPRT配置面における拡大画像撮像部20の基準位置の法線を光軸ERとして、光源21とステージ40との間に配設される。

[0061] コンデンサレンズ駆動機構25は、コンデンサレンズ22を光軸ER方向に沿って駆動することによって、コンデンサレンズ22の光軸ER上の位置を変える。

[0062] 対物レンズ23は、プレパラートPRT配置面における拡大画像撮像部20の基準位置の法線を光軸ERとして、ステージ40のプレパラートPRT配置面側に配設される。拡大画像撮像部20では、この対物レンズ23を適宜交換することで、生体サンプルSPLを様々な倍率に拡大して撮像することが可能となる。ステージ40上に載置されたプレパラートPRTを透過した透過光は、この対物レンズ23によって集光されて、対物レンズ23の後方（すなわち、照明光の進行方向）に設けられた撮像素子24に結像する。

- [0063] 対物レンズ23と撮像素子24との間の光軸ER上にはビームスプリッター31が設けられる。ビームスプリッター31は、対物レンズ23を透過した透過光の一部をデフォーカス量検出部30へと導く。
- [0064] 撮像素子24には、撮像素子24の画素サイズ及び対物レンズ23の倍率に応じて、ステージ40のプレパラートPRT配置面上における所定の横幅及び縦幅からなる撮影範囲（以下、小領域と呼ぶ）の像が結像される。なお、対物レンズ23により生体サンプルSPLの一部が拡大されるため、上述の撮影範囲は、撮像素子13の撮影範囲に比べて十分に狭い範囲となる。
- [0065] [デフォーカス量検出部]  
デフォーカス量検出部30は、図に示したように、ビームスプリッター31と、フィールドレンズ32と、セパレータレンズ33と、撮像素子34とを有する。
- [0066] ビームスプリッター31は、先に説明したように、拡大画像撮像部20の対物レンズ23と撮像素子24との間の光軸ER上に設けられており、対物レンズ23を透過した透過光の一部を反射させる。換言すれば、ビームスプリッター31によって、対物レンズ23を透過した光は、撮像素子24へと向かう反射光と、デフォーカス量検出部30内のフィールドレンズ32へと向かう透過光とに分岐される。
- [0067] ビームスプリッター31によって分岐された透過光の進行方向側には、フィールドレンズ32が設けられる。このフィールドレンズ32は、ビームスプリッター31によって分岐された透過光を集光して、フィールドレンズ32の後方（透過光の進行方向側）に設けられたセパレータレンズ33へと導く。
- [0068] セパレータレンズ33は、フィールドレンズ32から導光された光束を2つの光束へと分割する。分割された光束は、セパレータレンズ33の後方（透過光の進行方向側）に設けられた撮像素子34の結像面に対して、1組の被写体像を形成する。
- [0069] 撮像素子34には、セパレータレンズ33を透過した光がそれぞれ結像す

る。その結果、撮像素子34の撮像面には、1組の被写体像が形成されることとなる。なお、ここでは2つのセパレータレンズ33を透過した光は、単一の撮像素子34において撮像されるとしたが、セパレータレンズ33を透過した光それぞれを2つの撮像素子34により撮像する構成でもよい。セパレータレンズ33には、フィールドレンズ32を射出した様々な方向の光束が入射するため、形成される1組の被写体像間には、位相差が存在する。以下では、この1組の被写体像を「位相差像」と称する。

[0070] なお、以上の説明では、対物レンズ23と撮像素子24との間にビームスプリッター31が設けられる場合について説明したが、光線を分岐するための光線分岐手段はビームスプリッターに限定されるわけではなく、可動式ミラー等を利用することも可能である。また、拡大画像撮像部20の鏡筒とデフォーカス量検出部30の鏡筒とを切り替える機構を利用することも可能である。

[0071] また、前述の説明では、デフォーカス量検出部30内の位相差AF (Auto Focus) 光学系としてフィールドレンズ32、セパレータレンズ33及び撮像素子34を有する構成を示したが、かかる例に限定されるわけではない。かかる位相差AF光学系は、例えば、フィールドレンズ及びセパレータレンズの代わりにコンデンサレンズ及び2眼レンズを利用したりするなど、同等の機能を実現可能なものであれば、他の光学系であってもよい。

また、俯瞰画像撮像部10、拡大画像撮像部20及びデフォーカス量検出部30それぞれに設けられる撮像素子は、1次元撮像素子であってもよく、2次元撮像素子であってもよい。

[0072] [制御部50]

制御部50は、統合制御部51と、照明制御部52と、ステージ制御部53と、コンデンサレンズ駆動制御部54と、位相差像撮像制御部（位相差AF検出部）55と、俯瞰画像撮像制御部56と、拡大画像撮像制御部（拡大画像撮像部）57と、記憶部58と、現像処理部59と、画像符号化部60とを有する。

- [0073] 照明制御部52は、統合制御部51から与えられる、生体サンプルSPLの照明方法の指示をもとに光源11、21の照射制御を行う。例えば、照明制御部52は、統合制御部51からの指示に従って、光源11、21の照明光の強度の選択等を行う。
- [0074] ステージ制御部53は、例えば、統合制御部51から俯瞰画像を撮像する指示が与えられると、プレパラートPRT全体が撮像素子13の撮影範囲に入るようにステージ駆動機構41を駆動して、ステージ面方向（X-Y軸方向）にステージ40を移動させる。ステージ制御部53は、プレパラートPRT全体に対物レンズ12の焦点が合うようにステージ駆動機構41を駆動して、ステージ40をZ軸方向に移動させる。
- [0075] また、ステージ制御部53は、統合制御部51から拡大画像を撮像する指示が与えられると、その指示されたサンプルSPLの撮影範囲（小領域）が撮像素子24の撮影範囲に入るように、ステージ駆動機構41を駆動して、ステージ面方向（X-Y軸方向）にステージ40を移動させる。ステージ制御部53は、サンプルSPLに対物レンズ23の焦点が合うように、ステージ駆動機構41を駆動して、ステージ40をZ軸方向に移動させる。
- [0076] コンデンサレンズ駆動制御部54は、統合制御部51からの、照明視野絞りのデフォーカス量に関する情報に基づいてコンデンサレンズ駆動機構25の制御を行うことで、光源21からの照明光をサンプルSPLの観察範囲にだけ当たるように調整する。照明視野絞りに関する情報はデフォーカス量とデフォーカスの向きを含む。これらの情報は、デフォーカス量検出部30により生成される一組の位相差像の距離をもとに求められる。
- [0077] 位相差像撮像制御部55は、デフォーカス量検出部30に設けられた撮像素子34の結像面に結像した一組の位相差像の信号を取得し、統合制御部51に供給する。統合制御部51は、その中のメインメモリにロードされたプログラムに従って、位相差像撮像制御部55より取得した一組の位相差像の距離をもとに、拡大画像撮像部20の対物レンズ23の焦点のサンプルSPLに対するデフォーカス量とデフォーカスの向きを算出する。

- [0078] 統合制御部51は、これらの情報をもとにステージ40の制御情報を生成し、ステージ制御部53に供給する。ステージ制御部53は、統合制御部51からの制御情報をもとにステージ40をZ軸方向に移動させるようにステージ駆動機構41を駆動する。これにより、拡大画像撮像部20の対物レンズ23の焦点をサンプルSPLに合わせる位相差AFが行われる。
- [0079] 俯瞰画像撮像制御部56は、俯瞰画像撮像部10の撮像素子13の結像面に結像した俯瞰画像に対応する信号をもとに当該俯瞰画像に対応するデータを生成して統合制御部51に供給する。統合制御部51は、その中のメインメモリにロードされたプログラムに従って、俯瞰画像撮像制御部56から取得した俯瞰画像からサンプルSPLが存在する領域を特定する処理などを行う。
- [0080] 拡大画像撮像制御部57は、拡大画像撮像部20の撮像素子24の結像面に結像した撮影範囲（小領域）毎の拡大画像に対応する信号をもとに当該拡大画像に対応するデータを生成して統合制御部51に供給する。
- [0081] 統合制御部51は、その中のメインメモリにロードされたプログラムに従って、拡大画像撮像制御部57より取得した撮影範囲（小領域）毎のRAWデータである拡大画像を現像処理部59に供給して現像処理を実行させ、現像された撮影範囲（小領域）毎の拡大画像のデータをサンプルSPL単位の拡大画像に繋ぎ合わせるスティッチング処理、これにより生成されたサンプルSPL単位の拡大画像をタイルと呼ばれる所定の解像度の単位に分割する処理などを行う。
- [0082] 統合制御部51は、分割により生成された各々のタイルを画像符号化部60に供給して、所定の圧縮符号化形式の画像データを生成させ、記憶部58に保存させる。
- [0083] 記憶部58は、デジタル顕微鏡装置100を制御するための各種設定情報などの情報やプログラムなどが記憶される。また、記憶部58には、デジタル顕微鏡装置100によって得られたサンプルSPLの拡大画像がタイルと呼ばれる所定の解像度の単位で格納される。

- [0084] 現像処理部59は、拡大画像撮像部20によって撮像された撮影範囲（小領域）毎のRAWデータである拡大画像を現像する。現像された撮影範囲（小領域）毎の拡大画像は、統合制御部51にてサンプルSPL単位の拡大画像となるように繋ぎ合わされ、繋ぎ合わされたサンプルSPL単位の拡大画像はタイルと呼ばれる所定の解像度の単位に分割され、画像符号化部60に供給される。
- [0085] 画像符号化部60は、タイル毎の画像を所定の画像圧縮形式で符号化する。ここで、画像圧縮形式として、例えば、JPEG（Joint Photographic Experts Group）などが採用される。勿論、JPEG以外の圧縮符号化形式が採用されてもよい。画像符号化部60により圧縮符号化されたタイル単位の画像データは記憶部58に記憶される。
- [0086] 記憶部58に記憶されたタイル化された拡大画像は、通信部61によってネットワーク62を通じて画像管理サーバ63に蓄積される。画像管理サーバ63は、ビューワ端末64からのリクエストに応じて該当する1以上のタイル単位の拡大画像をビューワ端末64に応答する。ビューワ端末64は、画像管理サーバ63より取得した1以上のタイル単位の拡大画像を用いて表示用の拡大画像を生成して、ビューワ端末64が持つディスプレイ上に表示させることができる。
- [0087] [拡大画像撮像部の対物レンズのオートフォーカス]  
この実施形態のデジタル顕微鏡装置100には、拡大画像撮像部20の対物レンズ23のオートフォーカス方式として、位相差オートフォーカス方式およびコントラストオートフォーカス方式が搭載されている。本実施形態では、合焦位置を求めるために、位相差オートフォーカス方式と拡大画像撮像部20の撮像素子24にCMOSイメージャーを使用したコントラストオートフォーカス方式とを組み合わせることで高速かつ正確なハイブリッドオートフォーカス方式を実現している。
- [0088] 位相差オートフォーカス方式を用いる場合、統合制御部51は位相差像撮像制御部55に位相差像を撮像させるように指示を出す。位相差像撮像制御

部55は、この指示を受けると、デフォーカス量検出部30から、撮像素子34の撮像面に並んで結像された一組の位相差像の信号を取り込み、2つの位相差像の位相差を求める。

[0089] ここで、対物レンズ23の焦点が適切な面から遠ざかると、2つの位相差像上における観測面の同一の領域は、撮像素子24の外側方向に向かって互いに離れるように移動する。逆に、対物レンズ23の焦点が適切な面よりも近くなると、2つの位相差像上における観測面の同一の領域は撮像素子24の内側方向に向かって互いに近づくように移動する。統合制御部51は、2つの位相差像上における観測面の同一の領域間の距離を、上記の位相差として求める。

[0090] 統合制御部51は、求めた位相差から対物レンズ23の焦点の観察対象であるサンプルSPLに対するデフォーカス量とデフォーカスの向きを求める。統合制御部51は、求めたデフォーカス量とデフォーカスの向きをもとにステージ40の制御情報を生成し、ステージ制御部53に供給する。ステージ制御部53は、統合制御部51からの制御情報をもとにステージ40をZ軸方向に移動させるようにステージ駆動機構41を駆動する。これにより、拡大画像撮像部20の対物レンズ23の焦点をサンプルSPLに合わせる位相差オートフォーカスが行われる。

[0091] 一方、コントラストオートフォーカス方式は、拡大画像撮像部20を用いて山登り方式で焦点探索を行う方式である。コントラストオートフォーカス方式を用いる場合、統合制御部51は、対物レンズ23の焦点位置を所定の距離ずつずらし、各々の焦点位置で拡大画像撮像部20にサンプルSPLの撮影範囲の撮像を実行させる。統合制御部51は、撮像された画像の中でコントラストがもっとも高い画像が撮像されたときの焦点位置を最適な焦点位置として判定する。

[0092] [統合制御部51について]

次に、上述した統合制御部51の詳細について説明する。図2は、統合制御部51において、制御を実現するための機能を示した機能ブロック図であ

る。

[0093] 本実施形態のデジタル顕微鏡装置100では、統合制御部51が、この統合制御部51内のメインメモリに格納されたプログラムに従って制御を行う。

[0094] 同図に示すように、統合制御部51は、領域検出部511、位相差AF合焦位置算出部（位相差AF処理部）512、コントラストAF合焦位置算出部（探索用画像取得部、合焦位置決定部）513、第1の特徴量算出部514、カーブフィッティング処理部（カーブフィッティング部）515、白画像判定部516、第2の特徴量算出部517、続き判定部518、合焦位置合否判定部（合焦位置決定部）519を備える。

[0095] これらの機能ブロックは、統合制御部51内のメインメモリにロードされたプログラムが統合制御部51を動作させることによって実現される。

[0096] 領域検出部511は、まず、俯瞰画像撮像制御部56が俯瞰画像撮像部10を用いて取得した俯瞰画像を、拡大画像撮像部20の視野に応じたサイズ単位でメッシュ状に区画する。区画された各々の領域が上述した小領域である。領域検出部511は、次に、各小領域について、その中にサンプルSPLの像が写っているか否かを判定する。そして、領域検出部511は、サンプルSPLの像が写っていると判定された小領域を抽出し、撮影リストと撮影順序情報を生成する。サンプルSPLの像が写っているか否かの判定には、例えば、俯瞰画像において、輝度値が急峻に変化する画素の分布からサンプルSPLの像が存在する小領域を判定する。輝度値が急峻に変化する画素の検出には、例えばエッジ検出によって検体の境界を検出する方法などが用いられる。

[0097] 位相差AF合焦位置算出部512は、位相差像撮像制御部55より取得した一組の位相差像の距離をもとに、拡大画像撮像部20の対物レンズ23の、サンプルSPLに対するデフォーカス量（合焦位置）とデフォーカスの向きを算出する。また、位相差AF合焦位置算出部512は、2つのセパレータレンズ33により結像した位相差像の撮影データについて、例えば8×6

個のエリアに分割し、特徴のあるエリアを検出する。その後、位相差AF合焦位置算出部512は、それら特徴のあるエリアについて合焦位置を計算し、それら特徴のあるエリアの位置情報と合焦位置を統合制御部51に供給する。

[0098] コントラストAF合焦位置算出部513は、ステージ制御部53に指示を出してサンプルSPLのZ軸方向の位置を変えながら、拡大画像撮像制御部57に指示を出して撮影対象である小領域の拡大画像を複数枚撮像する。コントラストAF合焦位置算出部513は、また撮像した小領域の画像を第1の特徴量算出部514に供給し、画像それぞれについて第1の特徴量を算出させる。コントラストAF合焦位置算出部513は、算出された第1の特徴量をカーブフィッティング処理部515に供給し、コントラストAF方式での合焦位置を得る。

[0099] 第1の特徴量算出部514は、カーブフィッティング処理部515が2次関数へのカーブフィッティングによりコントラストAF方式での合焦位置を求めるための第1の特徴量を算出する。第1の特徴量の算出方法については後述する。

[0100] カーブフィッティング処理部515は、統合制御部51から供給された3個以上の第1の特徴量の、2次曲線上へのフィッティングを行い、2次曲線の頂点の位置からコントラストAF方式における合焦位置を算出する。

[0101] 白画像判定部516は、供給された拡大画像が、サンプルSPLの全く写っていない画像（白画像）であるか否かの判定を行う。判定には、第2の特徴量算出部517により算出された第2の特徴量を用いる。詳細は後述する。

[0102] 第2の特徴量算出部517は、白画像判定部516による白画像の判定や、続き判定部518による、撮影対象の小領域に続く（隣接する）小領域にもサンプルSPLの像があるかの判定において、指標として用いる第2の特徴量を算出する。第2の特徴量の算出方法は後述する。

[0103] 続き判定部518は、上述のとおり、現在、拡大撮影の撮影対象としてい

る小領域に続く（隣接する）小領域にもサンプルSPLの像があるか否かの判定を行う。判定には、第2の特徴量算出部517により算出された第2の特徴量を用いる。詳細は後述する。

[0104] 合焦位置合否判定部519は、位相差AF合焦位置算出部512により算出された位相差AF方式による合焦位置が、予め定められた許容範囲に入っているか（合格）入っていないか（不合格）の判定を行う。判定の際、合焦位置合否判定部519は、ステージ制御部53に指示を出してサンプルSPLのZ軸方向の位置を変えながら、拡大画像撮像制御部57に指示を出して撮影対象である小領域の拡大画像を複数枚撮像する。合焦位置合否判定部519は、また撮像した小領域の画像を第1の特徴量算出部514に供給し、画像それぞれについて第1の特徴量を算出させる。合焦位置合否判定部519は、算出された第1の特徴量の値の関係が、予め定められた関係式を満たすとき、位相差AF方式による合焦位置を合格とする。合格となった合焦位置は、拡大画像の本撮影のために用いられる。

[0105] [全体的な処理の流れについて]

次に、本実施形態のデジタル顕微鏡装置100における全体的な処理の流れについて説明する。図3は、本実施形態のデジタル顕微鏡装置100における全体的な処理の流れについて説明するフローチャートである。

[0106] 本技術と、従来のハイブリッドAF方式の違いは、以下のとおりである。従来方式では、位相差AF方式とコントラストAF方式の2通りの方式でそれぞれ合焦位置を求め両方の値が近ければ合焦位置の信頼性が高いとしており、両方のAF方式の位置づけは同等である。

[0107] これに対し、本技術では、サンプルSPLの種類によっては算出される合焦位置が不正確ではあるが、合焦位置の探索にかかる時間が圧倒的に短い位相差AF方式と、合焦位置の探索にかかる時間は長い、算出される合焦位置の正確性が高いコントラストAF方式の特徴を組み合わせている。

[0108] すなわち、本技術では、最初に位相差AF方式で仮の合焦位置を求め、簡略化したコントラストAF方式で仮の合焦位置の妥当性を確認するという方

法を採っている。

[0109] 簡略化したコントラストAF方式とは、位相差AFでは、撮影する画像上で、サンプルSPLの存在する（特徴のある）領域を検出することができるため、その領域のみで本技術のコントラストAFを行うことにより、コントラストAF方式による画像取得速度の低下を最小限に抑えるものである。

[0110] 最初のステップとして、統合制御部51が、俯瞰画像撮像制御部56に指示を出し、プレパラートPRTの俯瞰画像を撮影する。（ステップS1）

[0111] 次のステップとして、領域検出部511が、撮影された俯瞰画像を、拡大画像撮像部20の視野に応じたサイズ単位でメッシュ状に区画する。区画された各々の領域が上述した小領域である。領域検出部511は、次に、各小領域について、その中にサンプルSPLの像が写っているか否かを判定する。そして、領域検出部511は、サンプルSPLの像が写っていると判定された小領域を抽出し、撮影リストと撮影順序情報を決定する。（ステップS3）

[0112] 領域検出部511が上記の処理を行うのは、以下の理由からである。

仮に、デジタル顕微鏡装置100が光学倍率20倍の対物レンズ23を使うとすると、拡大画像撮像部20の撮像素子24の撮像面が37mm×25mmのサイズの場合、1度にプレパラートPRT上の1.87mm×1.24mmの範囲を撮影できる。プレパラートPRT上の撮影領域の大きさは、それよりも大きく60mm×25mmある。そのため、撮影領域を複数の小領域に区画し、複数回、ステージ40の移動と小領域の撮影を繰り返して撮影領域全体を撮影し、小領域を撮影した画像を貼り合わせ、1枚の巨大な画像に合成することにより、巨大画像の撮影を行う。貼り合わせの際、貼り合わせる画像どうしの合成用に、少なくとも5%から20%程度のマージン（のり代）が必要となるため、小領域の撮影では、隣接する小領域の画像どうしで周辺部が重複するように撮影を行う。

[0113] なお、サンプルSPLの大きさが小さい場合（例えば、15mm×15mm）、プレパラートPRT上の撮影領域のどこにサンプルSPLが存在する

か、そのままでは分からない。もし、全ての撮影領域をカバーしようとする  
と、 $36 \times 23 = 828$ 回、小領域を撮影しなければならない。しかし、サ  
ンプルSPLの位置を把握し、その部分のみを撮影できれば、 $9 \times 14 = 1$   
 $26$ 回の撮影で済む。

[0114] このように、俯瞰画像を利用してサンプルSPLの像がある小領域を検出  
する事により、撮影時間を大幅に短縮することが出来る。

[0115] 次のステップとして、統合制御部51は、ステージ制御部53に指示を出  
し、撮影リストの最初の小領域が対物レンズ23の真下に来るように、ステ  
ージ40を移動させる。(ステップS5)

[0116] すなわち、統合制御部51は、個々の撮影対象の小領域の位置情報をステ  
ージ制御部53に与える。これにより、ステージ制御部53は、与えられた  
撮影対象領域の位置情報をもとに、ステージ駆動機構41を駆動して、撮影  
対象の小領域が拡大画像撮像部20の撮影範囲に入るようにステージ40を  
移動させる。

[0117] なお、ステージ40のZ方向の位置は、対物レンズ23に最も近い位置と  
する。このZ位置に位置づけることにより、コントラストAF方式での合焦  
位置の探索において、ステージ40を対物レンズ23から遠ざける方向で、  
ステージ移動を行うことが出来る。但し、ステージ40と対物レンズ23と  
の距離は、最も近い場合でも、 $50 \mu\text{m}$ 以上の間隔を開ける。

[0118] 俯瞰画像の撮影後、対物レンズ23の真下に搬送されたプレパラートPR  
Tは、光源21からの透過照明により照射される。プレパラートPRT上の  
サンプルSPLを透過した透過光は、対物レンズ(結像レンズ)23などを  
介して、拡大画像撮像部20の撮像素子24と、デフォーカス量検出部30  
の撮像素子34とに入射する。

[0119] 次のステップとして、統合制御部51は、位相差AFとコントラストAF  
とのキャリブレーション処理を行う。(ステップS7)

[0120] キャリブレーション処理は、位相差AF方式とコントラストAF方式を併  
用するハイブリッドAF方式で合焦位置を算出する、本実施形態のデジタル

顕微鏡装置 100 では必須の処理である。この処理により、位相差 AF 方式での合焦位置とコントラスト AF 方式での合焦位置のずれを補正するためのオフセット値を求める。キャリブレーション処理の詳細については、後述する。

- [0121] 次のステップとして、統合制御部 51 は、キャリブレーション処理で求められた合焦位置を用いて小領域の本撮影を行う。（ステップ S9）
- [0122] 本撮影は、統合制御部 51 が拡大画像撮像制御部 57 に指示を出すことにより行われる。
- [0123] 次のステップとして、統合制御部 51 は、白画像判定部 516 に指示を出し、白画像判定処理を行う。（ステップ S10）
- [0124] この白画像判定処理により、キャリブレーション処理で用いた小領域を本撮影した画像がサンプル SPL の写っていない画像（白画像）であったか否かを確認する。
- [0125] 次のステップとして、統合制御部 51 は、キャリブレーションに用いた小領域を本撮影した画像が白画像であるか否かを判断する。（ステップ S11）
- [0126] 白画像であった場合（ステップ S11 の Y）、次のステップとして、統合制御部 51 は、白画像にはサンプル SPL の像が写っていないので、最終的に保存する画像に含める必要は無く、後の処理で処理対象としないように、白画像フラグを立てておく。（ステップ S13）
- [0127] 白画像フラグを立てた後、統合制御部 51 は、撮影リストの次の小領域が対物レンズ 23 の真下に来るように、ステージ 40 を移動させるために、ステップ S5 に処理を戻す。
- [0128] 白画像でなかった場合（ステップ S11 の N）、次のステップとして、統合制御部 51 は、続き判定部 518 に指示を出し、続き判定処理を行う。（ステップ S15）
- [0129] 続き判定処理は、本撮影した画像のマージン（後述）部分の画像を検証することにより、ステップ 3 で領域検出部 511 が行った、各小領域について

、その中にサンプルS P Lの像が写っているか否かの判定を検証するものである。この処理により、サンプルS P Lの像の取り逃しを低減することが出来る。

[0130] 俯瞰画像を使って、予め撮影する小領域を決める方法では、撮像素子としてC M O Sイメージャーを使った本撮影とは別の低解像度の撮像素子による撮影を行ったり、本撮影と同じ撮像素子を使用するものの光学系を切り替えて低倍率で撮影を行ったりする事が考えられる。その場合、俯瞰画像の解像度が低くなるため、細部まで撮りきれない事が起こる。例えば、脂肪組織など染色が難しい部分は俯瞰画像では解像できないため撮り逃す可能性が高い。

[0131] そこで、本技術では、脂肪組織などの俯瞰画像では撮影できない部分については、本撮影時に得られた画像のマージン部分をチェックすることにより、現在撮影している小領域の周辺の小領域について、俯瞰画像の処理ではサンプルS P Lの像を検出できなかったものについても、検出を行う。

[0132] 次のステップとして、統合制御部5 1は、現像処理部5 9に指示を出し、本撮影した画像の現像処理を行う。（ステップS 1 9）

[0133] 次のステップとして、統合制御部5 1は、本撮影した画像のスティッチング処理を行う。（ステップS 2 1）

[0134] なお、上記の現像処理とスティッチング処理は、撮影リストで次に撮影の順番が来る小領域に対する合焦位置算出処理や本撮影処理と並行して行われる。

[0135] 次のステップとして、統合制御部5 1は、撮影リストに挙げられたすべての小領域について、本撮影と本撮影に付随する処理とが終わったかを判断する。（ステップS 2 3）

[0136] 撮影リストに挙げられたすべての小領域について、本撮影と本撮影に付随する処理とがまだ終わっていない場合（ステップS 2 3のN）、統合制御部5 1は、撮影リストの次の小領域が対物レンズ2 3の真下に来るように、ステージ制御部5 3に指示を出し、ステージ4 0を移動させる。（ステップS

25)

- [0137] 次のステップとして、統合制御部51は、新しく対物レンズ23の真下に位置づけられた小領域を本撮影するための合焦位置を算出するために、合焦位置算出処理を行う。(ステップS27)
- [0138] 合焦点算出処理は、位相差AF方式とコントラストAF方式を合わせたハイブリッドAF方式により合焦位置を算出するものである。詳細は後述する。
- [0139] 次のステップとして、統合制御部51は、合焦点算出処理で求められた合焦位置を用いて小領域の本撮影を行う。(ステップS29)
- [0140] 本撮影は、統合制御部51が拡大画像撮像制御部57に指示を出すことにより行われる。
- [0141] 次のステップとして、統合制御部51は、白画像判定部516に指示を出し、白画像判定処理を行う。(ステップS30)
- [0142] ここで行う白画像判定処理は、キャリブレーション処理の後に行った白画像判定処理と異なり、キャリブレーションの有効性を判断する意味は無い。単に白画像フラグを立てるためのものである。
- [0143] 次のステップとして、統合制御部51は、小領域を本撮影した画像が白画像であるか否かを判断する。(ステップS31)
- [0144] 白画像であった場合(ステップS31のY)、次のステップとして、統合制御部51は、白画像を最終的に保存する画像に含めないように、白画像フラグを立てておく。(ステップS33)
- [0145] 撮影リストに挙げられたすべての小領域について、本撮影と本撮影に付随する処理とが全て終わっている場合(ステップS23のY)、統合制御部51は、画像符号化部602指示を出し、スティッチング処理が終わって合成された巨大画像をタイル単位に分割し、分割した画像を符号化して圧縮する。(ステップS35)
- [0146] 次のステップとして、統合制御部51は、圧縮されたタイル画像を記憶部58に保存する。(ステップS37)

[0147] 以上が、本実施形態のデジタル顕微鏡装置100における全体的な処理の流れである。

[0148] [キャリブレーション処理について]

次に、キャリブレーション処理の流れについて説明する。図4は、キャリブレーション処理の流れについて説明するフローチャートである。

[0149] (位相差AF方式での計算)

最初のステップとして、位相差AF合焦位置算出部512が、位相差AF方式での合焦位置Z1を算出する。(ステップS41)

[0150] (コントラストAF方式での粗探索)

次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513が、粗探索用のZ軸方向の間隔を、例えば $25\mu\text{m}$ として、Z軸方向の位置ZA、ZB、ZC、( $ZA > ZB > ZC$ )を設定する。また、粗探索用のしきい値を第1の特徴量算出部514に設定する。(ステップS43)

コントラストAFでは、まず大まかに合焦するZ位置を探るために粗探索を行う。

[0151] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、ステージ制御部53に指示を出し、ステージのZ方向の位置がステップS43で設定したものになるように、ステージ40を移動させる。(ステップS45)

[0152] 粗探索では、 $25\mu\text{m}$ 単位でステージ40を、Z方向の対物レンズ23から遠ざかる方向に移動する。

[0153] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、拡大画像撮像制御部57に指示を出し、探索用撮影として、小領域の画像を撮影する。(ステップS47)

[0154] 拡大画像撮像制御部57は、拡大画像撮像部20の撮像素子24から全画素分(全画角)の画素値を読み出す。画像データは、RAWデータのままである。

なお、画像は3つのZ位置に対応した合計3枚を撮影することになる。

[0155] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、設定さ

れたZ方向の位置全てで探索用画像が撮像されたか否かを判断する。(ステップS49)

[0156] 必要な画像の全てが撮像されていない場合(ステップS49のN)、ステップS45に戻って処理を繰り返す。

[0157] 必要な画像の全てが撮像された場合(ステップS49のY)、次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、第1の特徴量算出部514に指示を出し、第1の特徴量Hを算出させる。(ステップS51)

[0158] 第1の特徴量Hは、画像1枚につき、1個算出する。画像が3枚あるので、グラフ上に第1の特徴量Hの逆数を3点とることにより、2次曲線にカーブフィッティングさせることが出来る。2次曲線は第1の特徴量Hが最も大きくなる(逆数が最も小さくなる)位置で合焦する頂点を持つので、合焦位置を求めることが出来る。第1の特徴量Hの算出方法については後述する。

[0159] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、3つの画像について処理を行ったか否かを判断する。(ステップS63)

[0160] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、算出された第1の特徴量Hを用いて、カーブフィッティング処理部515に指示を出し、カーブフィッティング処理を行う。(ステップS65)

[0161] カーブフィッティング処理では、第1の特徴量Hの逆数を取り、下に凸の2次曲線に対してフィッティングを行う。

[0162] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、カーブフィッティングにより、2次曲線の頂点の位置から合焦位置Z2を算出する。(ステップS67)

[0163] 以上が粗探索の処理の流れである。ここまでの処理で得られた合焦位置Z2には、 $\pm 3 \mu\text{m}$ 程度の誤差が含まれている。さらに合焦位置の精度を上げるため、コントラストAF方式による微探索処理を行う。以下の説明では、コントラストAF合焦位置算出部513による、合焦位置Z2を用いた微探索の手順について説明を行う。

[0164] (コントラストAF方式での微探索)

次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、微探索用のZ軸方向の間隔を、合焦位置Z2を中心として、例えば $\pm 3 \mu\text{m}$ の間隔で、Z軸方向の位置ZA、ZB、ZC、( $ZA > ZB > ZC$ )を設定する。

(ステップS69)

[0165] また、コントラストAF合焦位置算出部513は、微探索用のしきい値を第1の特徴量算出部514に設定する。(ステップS70)

[0166] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、ステージ制御部53に指示を出し、ステージのZ方向の位置がステップS69で設定したものになるように、ステージ40を移動させる。(ステップS71)

[0167] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、拡大画像撮像制御部57に指示を出し、探索用撮影として、小領域の画像を撮影する。(ステップS73)

[0168] 拡大画像撮像制御部57は、拡大画像撮像部20の撮像素子24から全画素分(全画角)の画素値を読み出す。画像は3つのZ位置に対応した合計3枚を撮影することになる。

[0169] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、設定されたZ方向の位置全てで探索用画像が撮像されたか否かを判断する。(ステップS75)

[0170] 必要な画像の全てが撮像されていない場合(ステップS75のN)、ステップS71に戻って処理を繰り返す。

[0171] 必要な画像の全てが撮像された場合(ステップS75のY)、次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、第1の特徴量算出部514に指示を出し、第1の特徴量Hを算出させる。(ステップS79)

[0172] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、3つの画像について処理を行ったか否かを判断する。(ステップS81)

[0173] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、算出された第1の特徴量Hを用いて、カーブフィッティング処理部515に指示を出し、カーブフィッティング処理を行う。(ステップS91)

[0174] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、カーブフィッティングにより、2次曲線の頂点の位置から合焦位置Z3を算出する。(ステップS93)

[0175] 最後のステップとして、統合制御部51は、合焦位置Z1とZ3との差を、AF方式の違いによるオフセット値として計算する。(ステップS95)

[0176] ここで計算されたAFオフセット値は、合焦位置算出処理において、位相差AF方式で求められた合焦位置をコントラストAF方式で用いる際の変換用に用いられる。

以上、キャリブレーション処理の流れについて説明した。

[0177] [第1の特徴量Hの算出処理について]

次に、第1の特徴量Hの算出処理の流れについて説明する。図5は、第1の特徴量Hの算出処理の流れについて説明するフローチャートである。

[0178] 最初のステップとして、第1の特徴量算出部514が、対象とするRAW画像全体または区分されたエリアの中から、1ブロック分の画素値を読み込む。(ステップS101)

[0179] 1ブロックとは、同色の画素の並びのうち、縦i個、横j個(i、jは予め定められた所定の整数)で構成されるものである。例えば、赤プレーンでは図6のように、また、ベイヤー配列では図7のように、赤色画素の縦1個、横8個の領域を1ブロックとすることができる。

[0180] なお、図8は、赤プレーンで特徴量を求める際に使用する画素の例である。図9は、ベイヤー配列で赤の特徴量を求める際に使用する画素の例である。

[0181] 次のステップとして、第1の特徴量算出部514は、読み込んだブロック内のそれぞれの画素の画素値から、最大値と最小値を求める。そして、直流成分値DC、交流成分のダイナミックレンジDRを以下の式から求める。(ステップS103)

[0182] 直流成分DC = (最小値)

交流成分のダイナミックレンジDR = (最大値) - (最小値)

[0183] なお、ここでは最小値を直流成分と呼ぶことにする。図10は、直流成分D<sub>C</sub>および交流成分のダイナミックレンジDRを求める例を示した図である。

[0184] 次のステップとして、第1の特徴量算出部514は、求めたDC、DRが、しきい値を超えたか否か（第1の条件および第2の条件を満たすか否か）を判断する。（ステップS105）

[0185] 求めたDC、DRが、しきい値を超えたか否かを判断するためのしきい値DC<sub>t\_min</sub>、DR<sub>t\_min</sub>は、例えば、出力が12bitの撮像素子において、粗探索の場合、DC<sub>t\_min</sub>=0、DR<sub>t\_min</sub>=128であり、微探索の場合、DC<sub>t\_min</sub>=0、DR<sub>t\_min</sub>=250である。

[0186] なお、DC、DRの有効な上限を規定する上限値DC<sub>t\_max</sub>、DR<sub>t\_max</sub>は、粗探索の場合、例えば共に4096であり、微探索の場合、例えばDC<sub>t\_min</sub>=0、DR<sub>t\_min</sub>=250である。

[0187] 粗探索のDR<sub>t\_min</sub>を128にした理由は、粗探索の場合、遠距離に対して探索を行うため第1の特徴量の減衰は抑えたいが、最低限白部分に含まれているノイズをカットしたいという意図からである。撮像素子には、ショットノイズというものがあり、これが信号の強度に対してその平方根分だけ現れる。ノイズの大きさは、出力が12bitの撮像素子の場合、画素値の最大値が4096なので、以下の式から64と求められる。

[0188] ノイズの強度： $\text{sqr}(4096) = 64$

[0189] ダイナミックレンジDRは、画素値の最大値と最小値の差分から計算されるので、最大値と最小値のノイズが上下に振れたときの最大値として求められる $64 \times 2 = 128$ を、しきい値としている。

なお、しきい値は、使用する撮像素子や光学系の特性に合わせて調整する必要がある。

[0190] 求めたDC、DRが、しきい値を超えた場合（ステップS105のY）、次のステップとして、第1の特徴量算出部514は、ダイナミックレンジDRをそのブロックの単位特徴量に採用する。（ステップS107）

- [0191] 一般的に使われるBrenner Gradientの代わりにダイナミックレンジDRを使うことで、第1の特徴量Hの変化を緩やかにして、フィッティングに適したカーブを形成する。
- [0192] 次のステップとして、第1の特徴量算出部514は、前ステップで採用した単位特徴量を、第1の特徴量Hに加算する。(ステップS109)
- [0193] なお、この実施形態では、第1の特徴量Hとして、ダイナミックレンジDRの総和を用いるが、それ以外に、図11に示す値を第1の特徴量Hとして採用することが出来る。
- [0194] 次のステップとして、第1の特徴量算出部514は、全ての画素について特徴量の計算を行ったかを判断する。(ステップS111)
- [0195] 全ての画素については、まだ特徴量の計算を行っていない場合(ステップS111のN)、ステップS101に戻って、次のブロックについて処理を続行する。なお、次のブロックのスタート地点としては、前のスタート地点からk画素(kは予め定められた1以上の整数)だけずらした画素の位置を使う。例えば、縦1画素、横8画素のブロックの場合、スタート地点を1画素分だけずらしてもよいし、8画素分だけずらしてもよい。
- [0196] ブロックスタート地点を1画素単位ではなく、k画素単位でずらす事により、総演算回数を減らすことが出来、また、特徴量の変化を緩やかにすることが出来るので、よりフィッティングに適したカーブを形成できる。
- [0197] (特徴量算出方法の選択)
- 次のステップとして、第1の特徴量算出部514は、単位特徴量を全て加算して得られた第1の特徴量Hの値が極端に少ないか否かを判断する。(ステップS113)
- [0198] 第1の特徴量Hの値が極端に少ない場合(ステップS113のY)、第1の特徴量算出部514は、しきい値DCt、DRtを、フィルタ効果が減る方向に変更する。(ステップS115)
- [0199] 次のステップとして、第1の特徴量算出部514は、対象とするRAW画像全体または区分されたエリアについて、Brenner Gradientの値を求める。

(ステップS 1 1 7)

[0200] 次のステップとして、第1の特徴量算出部5 1 4は、求めたBrenner Gradientの値を極端に少ない第1の特徴量Hの値に加算する。(ステップS 1 1 9)

[0201] ダイナミックレンジDRを用いた特徴量は、フォーカスがずれると値が大幅に減るといった性質を持っている。また、Brenner Gradientも隣接画素差分2乗の総和のため、ダイナミックレンジDRと同様に特徴量の変化が急である。そのため、その両方を同時に使うと特徴量の急激な変化という特徴が際立ってしまいフィッティングに利用すると誤差が大きくなってしまふことがある。しかし、サンプルSPLが小さいなどの理由により、第1の特徴量Hが極端に少なく、この値を少しでも大きくしたい場合には、Brenner Gradientも併用する。このように、第1の特徴量Hを求める画像の状態にあった特徴量算出方法を選択することで、より合焦精度を向上させる事が出来る。

以上、第1の特徴量Hの算出処理の流れについて説明した。

[0202] [合焦位置算出処理について]

次に、合焦位置算出処理の流れについて説明する。図12は、合焦位置算出処理の流れについて説明するフローチャートである。

基本的な流れとしては、位相差AF方式により素早く合焦位置を求め、その位置の妥当性をコントラストAF方式により検証する。検証の結果、位相差AF方式により求めた合焦位置が妥当な場合は、その位置を本撮影のために採用する。位相差AF方式により求めた合焦位置が妥当ではない場合は、コントラストAF方式により合焦位置を求め直す。

[0203] (位相差AF方式での計算)

最初のステップとして、位相差AF合焦位置算出部5 1 2が、位相差AF方式での合焦位置Z1を算出する。(ステップS 2 0 1)

[0204] なお、このステップでは、撮影する小領域を $m \times n$ 個( $m$ 、 $n$ は予め定められた所定の1以上の整数)のエリアに区分して、エリアごとに特徴の有無を判断して、特徴のあるエリアの位置情報を求める。求めた位置情報は、後

のステップにおいて、拡大画像撮像部20の撮像素子24から画素値を帯読み（一部読み）する際に用いられる。

[0205] （コントラストAF方式での検証）

次のステップとして、合焦位置合否判定部519が、検証用のZ軸方向の間隔を、合焦位置Z1を中心として、例えば $\pm 1 \mu\text{m}$ の間隔で、Z軸方向の位置ZA、ZB、ZC、（ $ZA > ZB > ZC$ ）を設定する。（ステップS203）

[0206] また、合焦位置合否判定部519は、検証用のしきい値として、微探索用のしきい値を第1の特徴量算出部514に設定する。（ステップS205）

[0207] 次のステップとして、合焦位置合否判定部519は、ステージ制御部53に指示を出し、ステージのZ方向の位置がステップS203で設定したものになるように、ステージ40を移動させる。（ステップS207）

[0208] 次のステップとして、合焦位置合否判定部519は、拡大画像撮像制御部57に指示を出し、検証用撮影として、小領域の画像を撮影する。（ステップS209）

[0209] 拡大画像撮像制御部57は、拡大画像撮像部20の撮像素子24の撮像面をステップS201と同じく $m \times n$ 個のエリアに区分して、ステップS201で得ている位置情報に基づき、特徴のあるエリアの画素値のみの部分読み出し（帯読み）を行う。読み出しが部分的なものであることと、その後の処理での処理しなければならないデータ量が削減されることから、検証処理に要する処理時間を短縮することが出来る。

なお、画像は3つのZ位置に対応した合計3枚を撮影することになる。

[0210] 次のステップとして、合焦位置合否判定部519は、設定されたZ方向の位置全てで検証用画像が撮像されたか否かを判断する。（ステップS211）

[0211] 必要な画像の全てが撮像されていない場合（ステップS211のN）、ステップS207に戻って処理を繰り返す。

[0212] 必要な画像の全てが撮像された場合（ステップS211のY）、次のステ

ップとして、合焦位置合否判定部519は、第1の特徴量算出部514に指示を出し、第1の特徴量Hを算出させる。(ステップS213)

[0213] なお、ステップS213では、第1の特徴量Hに加え、特徴のあるエリアのエリア毎の特徴量 $G_{mn}$  (エリア特徴量 $G_{mn}$ ) も求めてもよい。

[0214] 次のステップとして、合焦位置合否判定部519は、3つの画像を撮影したか否かを判断する。(ステップS215)

[0215] 第1の特徴量Hは、画像1枚につき、1個算出する。3つのZ位置ZA、ZB、ZCに対応して、第1の特徴量Hは、HA、HB、HCの3つが求められる。図13は、Z位置を横軸、第1の特徴量Hの逆数を縦軸として、2次元平面上に、点A(ZA, HA)、点B(ZB, HB)、点C(ZC, HC)の3点をプロットした様子を示している。

[0216] 次のステップとして、合焦位置合否判定部519は、3つの第1の特徴量Hのうち、HBが最大であるか否かを判断する。(ステップS217)

[0217] HBが最大である場合(ステップS217のY)、合焦位置合否判定部519は、位相差AF方式で求めた合焦位置Z1を本撮影のための合焦位置に採用する。(ステップS219)

[0218] HBが最大ではない場合(ステップS217のN)、次のステップとして、合焦位置合否判定部519は、上述した3点(点A、B、C)間の傾きが、以下の条件式を満たすか否かを判断する。(ステップS221)

[0219] 条件式は、点Aと点B間の傾きを傾きABと表すとして、また、Lを予め定められた所定の値として、

傾き $AB >$  傾き $BC$ のとき、

$$L > | \text{傾き} BC | / | \text{傾き} AB |$$

傾き $AB <$  傾き $BC$ のとき、

$$L > | \text{傾き} AB | / | \text{傾き} BC |$$

である。

[0220] 3点間の傾きが条件式を満たす場合(ステップS221のY)、合焦位置合否判定部519は、位相差AF方式で求めた合焦位置Z1を本撮影のため

の合焦位置に採用する。(ステップS 2 1 9)

- [0221] なお、上記の処理では、カーブフィッティングを行わず、傾きの条件式により、合焦位置 $Z_1$ の妥当性を検証した。しかし、ここでカーブフィッティングを行って合焦位置を求め直すことにより、さらに正確な合焦位置を求めることも出来る。但し、合焦位置を求め直したことにより、その位置にステージ40を再度移動させる必要があり、その分、時間が余計にかかる。そのため、画質と処理時間のどちらを優先させるかにより、いずれかの方式を選択すればよい。
- [0222] ステップS 2 1 9においてカーブフィッティングを行う場合、第1の特徴量 $H$ と、複数あるエリア特徴量 $G_{mn}$ を用いてカーブフィッティングを行い、合焦位置 $Z_H$ および合焦位置 $Z_{G_{mn}}$ を求める。
- [0223] 合焦位置 $Z_{G_{mn}}$ から、小領域内のサンプル $SPL$ の傾きが分かるので、画像の貼り合わせ時に境界での繋ぎ目を目立たなくするために、境界での合焦位置のずれが最小になるように、複数ある合焦位置 $Z_{G_{mn}}$ の中から1つを選択する。選択する際、合焦位置 $Z_H$ と極端に値が異なる $Z_{G_{mn}}$ は、選択候補から除外する。
- [0224] 具体的には、小領域の中心付近のエリアの合焦位置 $Z_{G_{mn}}$ が、周辺エリアの合焦位置 $Z_{G_{mn}}$ と異なった場合には、周辺エリアの合焦位置 $Z_{G_{mn}}$ を本撮影の合焦位置として採用する。サンプル $SPL$ が全体的に斜めになっている場合には、中心付近のエリアの合焦位置 $Z_{G_{mn}}$ を本撮影の合焦位置として採用する。全体的に傾斜が無く一様である場合は、合焦位置 $Z_H$ を本撮影の合焦位置として採用する。
- [0225] エリアごとにエリア特徴量 $G_{mn}$ を求め、その値の状況により合焦位置の調整を細かく行うことにより、1つの小領域の画像で1つだけ特徴量を求める場合に比べ、画像の貼り合わせ時に境界での繋ぎ目を目立たなくすることが出来る。
- [0226] この方法により、合焦誤差を $0.8\mu\text{m}$ まで抑えた合焦位置を得ることが出来る。

[0227] 3点間の傾きが条件式を満たさない場合（ステップS 2 2 1のN）、位相差AF方式で求めた合焦位置Z 1は本撮影のための合焦位置に採用できないので、合焦位置合否判定部5 1 9は、コントラストAF合焦位置算出部5 1 3に制御を移し、コントラストAF方式による合焦位置の算出を行う。なお、合焦位置は、既に求めた、隣接する小領域の合焦位置と大きくずれることはないため、基本的には粗探索は行わず、微探索から始める。

[0228] （コントラストAF方式での微探索）

次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部5 1 3は、微探索用のZ軸方向の間隔を、合焦位置Z 1を中心として、例えば $\pm 3 \mu\text{m}$ の間隔で、Z軸方向の位置Z A、Z B、Z C、（Z A > Z B > Z C）を設定する。

（ステップS 2 2 3）

[0229] なお、微探索用のしきい値は、ステップS 2 0 3で設定されているので、改めての設定は行わない。

[0230] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部5 1 3は、ステージ制御部5 3に指示を出し、ステージのZ方向の位置がステップS 2 2 3で設定したものになるように、ステージ4 0を移動させる。（ステップS 2 2 5）

[0231] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部5 1 3は、拡大画像撮像制御部5 7に指示を出し、探索用撮影として、小領域の画像を撮影する。（ステップS 2 2 7）

[0232] 拡大画像撮像制御部5 7は、拡大画像撮像部2 0の撮像素子2 4から全画素分（全画角）の画素値を読み出す。位相差AF方式の合焦位置の検証の際には、位相差AF方式により得られた位置情報に基づき、必要最低限のエリアについて画素値を読み込んだ。しかし、位相差AF方式による合焦位置が採用できなかった場合には、位相差AF方式により得られた位置情報は信頼できないと判断し、位置情報に基づく部分読みではなく、全エリア（全画角）について、画素値の読み込みを行う。

なお、画像は3つのZ位置に対応した合計3枚を撮影することになる。

- [0233] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、設定されたZ方向の位置全てで探索用画像が撮像されたか否かを判断する。（ステップS229）
- [0234] 必要な画像の全てが撮像されていない場合（ステップS229のN）、ステップS225に戻って処理を繰り返す。
- [0235] 必要な画像の全てが撮像された場合（ステップS229のY）、次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、第1の特徴量算出部514に指示を出し、第1の特徴量Hを算出させる。（ステップS231）
- [0236] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、3つの画像について処理を行ったか否かを判断する。（ステップS233）
- [0237] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、算出された第1の特徴量Hを用いて、カーブフィッティング処理部515に指示を出し、カーブフィッティング処理を行う。（ステップS235）
- [0238] 次のステップとして、コントラストAF合焦位置算出部513は、カーブフィッティングにより、2次曲線の頂点の位置から合焦位置Z2を算出し、算出した合焦位置Z2を本撮影のための合焦位置に採用する。（ステップS237）
- [0239] なお、算出した合焦位置Z2が採用するには不適切である場合、コントラストAF合焦位置算出部513は、再度、粗探索から処理を行ってもよいし、隣接する小領域を本撮影した際の合焦位置の情報があれば、その情報を補間して用いてもよい。
- [0240] 以上の処理により、画像の取得速度が速く、合焦精度も高いハイブリッドAF方式を実現させることが出来る。
- [0241] 例えば、1000個の小領域を撮影する場合、位相差AFの処理時間を20msec、合否判定用撮影（部分読み出し、全画角に対し特徴のあるエリアが10%、3枚分）の処理時間を51msec、微探索用撮影（全画角の読み出し、3枚分）の処理時間を510msecとする。合否判定で合格せず、微探索用撮影を行う確率

(失敗率)をXとし、ハイブリッドAF方式での処理時間と、コントラストAFでの処理時間が等しいとすると次の式が成り立つ。

$$[0242] \quad (20\text{msec} + 51\text{msec} + 510\text{msec} \times X) \times 1000 = 510\text{msec} \times 1000$$

[0243] この式を解くと、 $X=0.86$ となる。すなわち、特徴のあるエリアが全体の10%ある場合、失敗率が86%を超えない限りハイブリッドAF方式の方が高速に撮影できる。

以上、合焦位置算出処理の流れについて説明した。

[0244] [白画像判定処理について]

次に、白画像判定処理の流れについて説明する。図14は、白画像判定処理の流れについて説明するフローチャートである。

[0245] 最初のステップとして、白画像判定部516が、撮影により得られた小領域の画像全体を、 $p \times q$ 個 ( $p$ 、 $q$ は予め定められた正の整数)のエリアに区分する。(ステップS301)

[0246] 次のステップとして、白画像判定部516は、第2の特徴量算出部517が用いるしきい値の設定を行う。(ステップS303)

[0247] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517が、処理するエリアに対する第2の特徴量Eをゼロクリアする。(ステップS305)

[0248] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517は、1ブロック分の画素値の読み込みを行う。(ステップS307)

[0249] ブロックの定義は、第1の特徴量を算出する際の定義と同じなので、ここでの説明は省略する。

[0250] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517は、直流成分DC、ダイナミックレンジDRの算出を行う。(ステップS309)

[0251] 直流成分DC、ダイナミックレンジDRの算出方法は、第1の特徴量を算出する際の方法と同じなので、ここでの説明は省略する。

[0252] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517は、算出した直流成分DCおよびダイナミックレンジDRが以下の条件式を満たすか否かを判断する。(ステップS311)

[0253] 条件式は、直流成分DCの最小しきい値をDCt\_min、最大しきい値をDCt\_max、ダイナミックレンジDRの最小しきい値をDRt\_min、最大しきい値をDRt\_maxとして、

$$DCt\_min < DC < DCt\_max$$

$$DRt\_min < DR < DRt\_max$$

である。

[0254] しきい値の値は、例えば、DCt\_min=1800、DRt\_min=200である。

[0255] 直流成分DCおよびダイナミックレンジDRが上記の条件式を満たす場合（ステップS311のY）、第2の特徴量算出部517は、第2の特徴量Eをインクリメントする。（ステップS313）

[0256] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517は、全画素について、処理が行われたか否かを判断する。（ステップS315）

[0257] 全画素については、まだ処理が行われていない場合（ステップS315のN）、ステップS307に戻り、次のブロックについて処理を続行する。

[0258] 全画素について処理が行われた場合（ステップS315のY）、次のステップとして、白画像判定部516は、全エリアについて、第2の特徴量Eの算出が行われたか否かを判断する。（ステップS317）

[0259] 全エリアについては、まだ第2の特徴量Eの算出が行われていない場合（ステップS317のN）、ステップS305に戻り、次のエリアについて処理を続行する。

[0260] 全エリアについて第2の特徴量Eの算出が行われた場合（ステップS317のY）、次のステップとして、白画像判定部516は、サンプル存在確認しきい値E\_tを超えた第2の特徴量Eがあるか否かを判断する。（ステップS319）

[0261] サンプル存在確認しきい値E\_tの値は、例えば、E\_t=2500である。

[0262] 全エリアについて、第2の特徴量Eの算出が行われると、全部でp×q個の第2の特徴量Eが算出される。

[0263] 図15に示すHE染色（ヘマトキシリン・エオジン染色）したサンプルS

PLの画像について白判定処理によりエリア毎の第2の特徴量Eを算出した様子を図16に示す。

[0264] また、図17に示す、別のHE染色したサンプルSPLの画像についても、白判定処理によりエリア毎の第2の特徴量Eを算出した様子を図18に示す。

[0265] サンプル存在確認しきい値 $E_t$ を超えた第2の特徴量Eが1つでもある場合（ステップS319のY）、白画像判定部516は、撮影した画像にはサンプルSPLが写っており白画像ではないと判定する。（ステップS321）

[0266] サンプル存在確認しきい値 $E_t$ を超えた第2の特徴量Eが1つも無い場合（ステップS319のN）、白画像判定部516は、撮影した画像がサンプルSPLの写っていない白画像であると判定する。（ステップS323）

[0267] 白画像であると判定された小領域の画像では、白画像フラグが立てられ、後の現像処理以降では処理対象としないことにより、処理時間の短縮と画像の保存容量の削減が図られる。

以上、白画像判定処理の流れについて説明した。

[0268] [続き判定処理について]

次に、続き判定処理の流れについて説明する。図19は、続き判定処理の流れについて説明するフローチャートである。

[0269] 最初のステップとして、続き判定部518が、撮影により得られた小領域の画像の周辺部分（マージン部分）を、 $p$ 個（ $p$ は予め定められた2以上の整数）のエリアに区分する。（ステップS401）

[0270] 次のステップとして、続き判定部518は、第2の特徴量算出部517が用いるしきい値の設定を行う。（ステップS403）

[0271] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517が、処理するエリアに対する第2の特徴量Eをゼロクリアする。（ステップS405）

[0272] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517は、1ブロック分の画素値の読み込みを行う。（ステップS407）

- [0273] ブロックの定義は、第1の特徴量を算出する際の定義と同じなので、ここでの説明は省略する。
- [0274] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517は、直流成分DC、ダイナミックレンジDRの算出を行う。(ステップS409)
- [0275] 直流成分DC、ダイナミックレンジDRの算出方法は、第1の特徴量を算出する際の方法と同じなので、ここでの説明は省略する。
- [0276] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517は、算出した直流成分DCおよびダイナミックレンジDRが以下の条件式を満たすか否かを判断する。(ステップS411)
- [0277] 条件式は、直流成分DCの最小しきい値をDCt\_min、最大しきい値をDCt\_max、ダイナミックレンジDRの最小しきい値をDRt\_min、最大しきい値をDRt\_maxとして、
- $$\text{DCt\_min} < \text{DC} < \text{DCt\_max}$$
- $$\text{DRt\_min} < \text{DR} < \text{DRt\_max}$$
- である。
- [0278] しきい値の値は、例えば、DCt\_min=1800、DRt\_min=200である。
- [0279] 直流成分DCおよびダイナミックレンジDRが上記の条件式を満たす場合(ステップS411のY)、第2の特徴量算出部517は、第2の特徴量Eをインクリメントする。(ステップS413)
- [0280] 次のステップとして、第2の特徴量算出部517は、全画素について、処理が行われたか否かを判断する。(ステップS415)
- [0281] 全画素については、まだ処理が行われていない場合(ステップS415のN)、ステップS407に戻り、次のブロックについて処理を続行する。
- [0282] 全画素について処理が行われた場合(ステップS415のY)、次のステップとして、続き判定部518は、全エリアについて、第2の特徴量Eの算出が行われたか否かを判断する。(ステップS417)
- [0283] 全エリアについては、まだ第2の特徴量Eの算出が行われていない場合(ステップS417のN)、ステップS405に戻り、次のエリアについて処

理を続行する。

[0284] 全エリアについて、第2の特徴量Eの算出が行われると、全部でp個の第2の特徴量Eが算出される。

[0285] 図15に示したサンプルSPLの画像について続き判定処理によりエリア毎の第2の特徴量Eを算出した様子を図20に示す。

[0286] また、図17に示す、別のサンプルSPLの画像についても、続き判定処理によりエリア毎の第2の特徴量Eを算出した様子を図21に示す。

[0287] 全エリアについて第2の特徴量Eの算出が行われた場合（ステップS417のY）、次のステップとして、続き判定部518は、各エリアの第2の特徴量Eそれぞれについて、サンプル存在確認しきい値 $E_t$ を超えたか否かを判断する。（ステップS419）

[0288] サンプル存在確認しきい値 $E_t$ の値は、例えば、 $E_t=2500$ である。

[0289] 第2の特徴量Eがサンプル存在確認しきい値 $E_t$ を超えた場合（ステップS419のY）、続き判定部518は、当該エリアに隣接する小領域を撮影リストに追加する。（ステップS421）

[0290] なお、隣接する小領域が既に撮影リストに入っている場合は、追加処理は行わない。

[0291] 次のステップとして、続き判定部518は、全てのエリアについて、ステップS417の判定が行われたか否かを判断する。（ステップS423）

[0292] 全てのエリアについては、まだステップS417の判定が行われていない場合（ステップS423のN）、ステップS417に戻り、残りのエリアについても処理を続行する。

[0293] 続き判定処理により、サンプルSPLの撮り逃しを回避することが出来る。

以上、続き判定処理の流れについて説明した。

[0294] [カーブフィッティングの具体例]

次に、カーブフィッティング処理部が行うカーブフィッティングの具体例を、従来のBrenner Gradient方式（以下、従来方式と呼ぶ）により第1の特

微量Hを求めた場合と、ダイナミックレンジDR方式（以下、本方式と呼ぶ）により第1の特徴量Hを求めた場合とを比較して説明する。

[0295] 図22は、以下の具体例で用いた画像と、その一部を拡大した小領域を示す図である。

[0296] 図23は、図22に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、従来方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

[0297] 図24は、図22に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、本方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

[0298] これらの図から分かることは、従来方式のプロットでは、曲線が滑らかになっていないのに対し、本方式では、きれいな2次曲線のカーブを描いている。この形状の違いがフィッティングの結果に大きく影響している。

[0299] 次に、フィッティングにより算出した合焦位置のばらつきをしてみる。

図25は、図23でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、従来方式による合焦位置のグラフである。

[0300] 図26は、図24でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、本方式による合焦位置のグラフである。

[0301] 図中の $\sigma$ は、合焦位置のばらつきの少なさを示している。従来方式では、ばらつきが多く $\sigma=0.31$ となっているのに対し、本方式では、 $\sigma=0.13$ と良い結果が出ている。これは、コントラストAF方式による探索時に、どの3点でフィッティングを行っても合焦位置のばらつきが少ない事を意味している。それに対し、従来方式では、探索用に選んだ3点のZ位置により、算出される合焦位置の値がばらつくため、分割撮影した画像どうしを合成したときに、画像を貼り合わせた境目においてピントのずれが目立つという結果を招いてしまう。

[0302] また、最大誤差も、従来方式が $0.49\mu\text{m}$ であるのに対し、本方式では $0.2\mu\text{m}$ となり、

本方式の方が高い性能を示している。

[0303] さらに、2つの画像について、検証した結果を図28から31、および図33から36に示しておく。

[0304] 図27は、別の画像と、その一部を拡大した小領域を示す図である。

図28は、図27に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、従来方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

図29は、図27に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、本方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

図30は、図28でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、従来方式による合焦位置のグラフである。

図31は、図29でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、本方式による合焦位置のグラフである。

[0305] 図32は、さらに別の画像と、その一部を拡大した小領域を示す図である。

図33は、図32に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、従来方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

図34は、図32に示す小領域について、Z方向に複数枚撮影した画像の、本方式により求めた特徴量の逆数を、撮影位置によりプロットした図である。

図35は、図33でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、従来方式による合焦位置のグラフである。

図36は、図34でプロットした曲線に基づき、カーブフィッティングを行って得た、本方式による合焦位置のグラフである。

[0306] [本技術の別の構成]

なお、本技術は以下のような構成も採ることができる。

(1)

互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部と、  
撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求める第1の特徴量算出部と、

前記第1の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する合焦位置決定部と

を具備する情報処理装置。

(2)

前記(1)に記載の情報処理装置であって、

前記第1の特徴量算出部は、前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第1の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第2の条件を満たす前記ブロックに応じて、前記第1の特徴量を求める

情報処理装置。

(3)

前記(2)に記載の情報処理装置であって、

前記第1の特徴量算出部は、前記第1の条件及び前記第2の条件を満たす前記ブロックについて、予め定められた方法で単位特徴量を算出して合算し、この合算結果に基づいて前記拡大画像ごとの第1の特徴量を求める

情報処理装置。

(4)

前記(1)から(3)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、

3点以上の焦点位置での前記第1の特徴量の逆数の組み合わせから所定の曲線へのカーブフィッティングを行い、前記所定の曲線上で前記逆数が最小となる焦点位置を算出するカーブフィッティング部を更に具備し、

前記合焦位置決定部は、前記カーブフィッティング部により算出された焦点位置を合焦位置とする

情報処理装置。

(5)

前記(4)に記載の情報処理装置であって、  
前記所定の曲線は2次曲線である  
情報処理装置。

(6)

前記(1)から(5)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、前記ブロックごとの画素値の最小値、及び最大値と最小値の差分値に基づき、前記第1の特徴量を算出する  
情報処理装置。

(7)

前記(3)に記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、前記単位特徴量として前記ダイナミックレンジを用いる  
情報処理装置。

(8)

前記(3)に記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、前記単位特徴量としてBrenner Gradientを用いる  
情報処理装置。

(9)

前記(1)から(8)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、  
前記探索用画像取得部は、合焦位置を粗く探索するための第1の間隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で粗探索用拡大画像を取得し、  
前記第1の特徴量算出部は、前記粗探索用拡大画像毎の前記第1の特徴量を求め、  
前記合焦位置決定部は、粗探索の合焦位置を求め、  
前記探索用画像取得部は、前記粗探索の合焦位置を中心とした、合焦位置を細かく探索するための、前記第1の間隔よりも狭い第2の間隔だけ離れた

、3点以上の焦点位置で微探索用拡大画像を取得し、

前記第1の特徴量算出部は、前記微探索用拡大画像毎の前記第1の特徴量を求め、

前記合焦位置決定部は、微探索の合焦位置を求め、前記微探索の合焦位置を最終的な合焦位置とする

情報処理装置。

(10)

前記(1)から(8)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、

前記探索用画像取得部は、3点以上の互いに異なる焦点位置で拡大画像を取得し、

前記第1の特徴量算出部は、取得した複数の拡大画像それぞれを、 $m \times n$ 個( $m$ 、 $n$ は2以上の整数)の第1のエリアに区画して、第1のエリア毎の前記第1の特徴量を求め、

前記合焦位置決定部は、第1のエリア毎に合焦位置を求め、前記エリア毎の合焦位置から前記検体の傾きを求め、前記傾きに基づいて最終的な合焦位置を選択する

情報処理装置。

(11)

前記(1)から(10)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、

前記合算結果が、予め定められた所定の値よりも小さいとき、

前記拡大画像のBrenner Gradientを求めて、前記合算結果に加えて前記第1の特徴量とする

情報処理装置。

(12)

前記(1)から(8)のいずれか1つに記載の情報処理装置であって、

位相差AF(オートフォーカス)方式で合焦位置を検出する位相差AF検出部に、位相差合焦位置を検出させる位相差AF処理部をさらに具備し、

前記探索用画像取得部は、前記位相差合焦位置を間に含む3点以上の互い

異なる焦点位置で拡大画像を取得する  
情報処理装置。

(13)

前記(12)に記載の情報処理装置であって、

前記合焦位置決定部は、前記位相差合焦位置での前記第1の特徴量が最大であること、および前記焦点位置での前記第1の特徴量の逆数が予め定められた所定の関係を満たすことの少なくとも一方を満足するとき、前記位相差合焦位置を最終的な合焦位置とする

情報処理装置。

(14)

前記(2)に記載の情報処理装置であって、

位相差AF(オートフォーカス)方式で合焦位置を検出する位相差AF検出部に、位相差合焦位置を検出させる位相差AF処理部と、

スライドガラス上の検体を含む領域を区画する複数の小領域について、当該小領域の拡大画像を撮像する拡大画像撮像部と

をさらに具備し、

前記探索用画像取得部は、前記複数の小領域の中の第1の小領域で、合焦位置を粗く探索するための第1の間隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で粗探索用拡大画像を取得し、

前記第1の特徴量算出部は、前記粗探索用拡大画像毎の前記第1の特徴量を求め、

前記合焦位置決定部は、粗探索の合焦位置を求め、

前記探索用画像取得部は、前記粗探索の合焦位置を中心とした、合焦位置を細かく探索するための、前記第1の間隔よりも狭い第2の間隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で微探索用拡大画像を取得し、

前記第1の特徴量算出部は、前記微探索用拡大画像毎の前記第1の特徴量を求め、

前記合焦位置決定部は、微探索の合焦位置を求め、前記微探索の合焦位置

を最終的な合焦位置とし、

前記位相差 A F 処理部は、前記複数の小領域の中の前記第 1 の小領域を除く 1 以上の小領域の各々を第 2 の小領域として、この第 2 の小領域毎の前記位相差合焦位置を算出させ、

前記探索用画像取得部は、前記位相差合焦位置を間に含む 3 点以上の互いに異なる焦点位置で拡大画像を取得し、

前記第 1 の特徴量算出部は、前記拡大画像毎の前記第 1 の特徴量を求め、

前記合焦位置決定部は、前記位相差合焦位置での前記第 1 の特徴量が最大であること、および前記焦点位置と前記第 1 の特徴量の逆数とが予め定められた所定の関係を満たすことの少なくとも一方を満足するとき、前記位相差合焦位置を最終的な合焦位置とする

情報処理装置。

(15)

前記(14)に記載の情報処理装置であって、

前記第 1 の特徴量算出部は、

前記粗探索用拡大画像毎の前記第 1 の特徴量を求めるとき、

前記拡大像撮像部が出力する最大値の平方根の値を超えることを前記第 1 の条件として設定する

情報処理装置。

(16)

互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部と、

前記拡大画像を  $p \times q$  個 ( $p$ 、 $q$  は予め定められた正の整数) の第 2 のエリアに区分し、

前記第 2 のエリア毎に、前記第 2 のエリアを構成するブロック単位ごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジを求め、

前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第 1 の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第 2 の条件を満たす前記ブロックをカウントし、

このカウント結果を前記第2のエリアごとの第2の特徴量として求める第2の特徴量算出部と、

前記求められた第2の特徴量の中に、予め定められた値を超えるものが無ければ、前記拡大画像を、検体が写っていない白画像と判断する白画像判定部と

を具備する情報処理装置。

(17)

互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部と、

スライドガラス上の検体を含む領域を区画する複数の小領域について、当該小領域の拡大画像を撮像する拡大画像撮像部と、

前記拡大画像の周辺部を $p$ 個（ $p$ は予め定められた2以上の整数）の第2のエリアに分割し、

前記第2のエリア毎に、前記第2のエリアを構成するブロック単位ごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジを求め、

前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第1の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第2の条件を満たす前記ブロックをカウントし、

このカウント結果を前記第2のエリアごとの第2の特徴量として求める第2の特徴量算出部と、

前記求められた第2の特徴量が、予め定められた値を超えるとき、前記第2エリアに隣接する他の前記小領域の前記拡大画像を、前記検体が写っている画像と判断する続き判定部と

を具備する情報処理装置。

(18)

探索用画像取得部が、互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得し、

第1の特徴量算出部が、撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求め、

合焦位置決定部が、前記第 1 の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する

情報処理方法。

(19)

互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部、

撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第 1 の特徴量を求める第 1 の特徴量算出部、および

前記第 1 の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する合焦位置決定部

としてコンピュータを機能させるための情報処理プログラム。

[補足事項]

その他、本技術は、上述の実施形態にのみ限定されるものではなく、本技術の要旨を逸脱しない範囲内において種々変更を加え得ることは勿論である。

## 符号の説明

- [0307] 10…俯瞰画像撮像部  
11…光源  
12…対物レンズ  
13…撮像素子  
20…拡大画像撮像部  
21…光源  
22…コンデンサレンズ  
23…対物レンズ  
24…撮像素子  
25…コンデンサレンズ駆動機構  
30…デフォーカス量検出部  
31…ビームスプリッター

- 3 2 …フィールドレンズ
- 3 3 …セパレータレンズ
- 3 4 …撮像素子
- 4 0 …ステージ
- 4 1 …ステージ駆動機構
- 5 0 …制御部
- 5 1 …統合制御部
- 5 1 1 …領域検出部
- 5 1 2 …位相差 A F 合焦位置算出部
- 5 1 3 …コントラスト A F 合焦位置算出部
- 5 1 4 …第 1 の特徴量算出部
- 5 1 5 …カーブフィッティング処理部
- 5 1 6 …白画像判定部
- 5 1 7 …第 2 の特徴量算出部
- 5 1 8 …続き判定部
- 5 1 9 …合焦位置合否判定部
- 5 2 …照明制御部
- 5 3 …ステージ制御部
- 5 4 …コンデンサレンズ駆動制御部
- 5 5 …位相差像撮像制御部
- 5 6 …俯瞰画像撮像制御部
- 5 7 …拡大画像撮像制御部
- 5 8 …記憶部
- 5 9 …現像処理部
- 6 0 …画像符号化部
- 7 0 …プレパラートストック・ローダ
- 1 0 0 …デジタル顕微鏡装置
- P R T …プレパラート

S P L …生体サンプル

## 請求の範囲

- [請求項1] 互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部と、  
撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求める第1の特徴量算出部と、  
前記第1の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する合焦位置決定部と  
を具備する情報処理装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第1の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第2の条件を満たす前記ブロックに応じて、前記第1の特徴量を求める  
情報処理装置。
- [請求項3] 請求項2に記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、前記第1の条件及び前記第2の条件を満たす前記ブロックについて、予め定められた方法で単位特徴量を算出して合算し、この合算結果に基づいて前記拡大画像ごとの第1の特徴量を求める  
情報処理装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の情報処理装置であって、  
3点以上の焦点位置での前記第1の特徴量の逆数の組み合わせから所定の曲線へのカーブフィッティングを行い、前記所定の曲線上で前記逆数が最小となる焦点位置を算出するカーブフィッティング部を更に具備し、  
前記合焦位置決定部は、前記カーブフィッティング部により算出された焦点位置を合焦位置とする  
情報処理装置。

- [請求項5] 請求項4に記載の情報処理装置であって、  
前記所定の曲線は2次曲線である  
情報処理装置。
- [請求項6] 請求項3に記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、前記ブロックごとの画素値の最小値、  
及び最大値と最小値の差分値に基づき、前記第1の特徴量を算出する  
情報処理装置。
- [請求項7] 請求項3に記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、前記単位特徴量として前記ダイナミック  
レンジを用いる  
情報処理装置。
- [請求項8] 請求項3に記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、前記単位特徴量としてBrenner Gradient  
を用いる  
情報処理装置。
- [請求項9] 請求項1に記載の情報処理装置であって、  
前記探索用画像取得部は、合焦位置を粗く探索するための第1の間  
隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で粗探索用拡大画像を取得し、  
前記第1の特徴量算出部は、前記粗探索用拡大画像毎の前記第1の  
特徴量を求め、  
前記合焦位置決定部は、粗探索の合焦位置を求め、  
前記探索用画像取得部は、前記粗探索の合焦位置を中心とした、合  
焦位置を細かく探索するための、前記第1の間隔よりも狭い第2の間  
隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で微探索用拡大画像を取得し、  
前記第1の特徴量算出部は、前記微探索用拡大画像毎の前記第1の  
特徴量を求め、  
前記合焦位置決定部は、微探索の合焦位置を求め、前記微探索の合  
焦位置を最終的な合焦位置とする

情報処理装置。

[請求項10]

請求項1に記載の情報処理装置であって、

前記探索用画像取得部は、3点以上の互いに異なる焦点位置で拡大画像を取得し、

前記第1の特徴量算出部は、取得した複数の拡大画像それぞれを、 $m \times n$ 個 ( $m$ 、 $n$ は2以上の整数)の第1のエリアに区画して、第1のエリア毎の前記第1の特徴量を求め、

前記合焦位置決定部は、第1のエリア毎に合焦位置を求め、前記エリア毎の合焦位置から前記検体の傾きを求め、前記傾きに基づいて最終的な合焦位置を選択する

情報処理装置。

[請求項11]

請求項1に記載の情報処理装置であって、

前記第1の特徴量算出部は、

前記合算結果が、予め定められた所定の値よりも小さいとき、

前記拡大画像のBrenner Gradientを求めて、前記合算結果に加えて前記第1の特徴量とする

情報処理装置。

[請求項12]

請求項1に記載の情報処理装置であって、

位相差AF (オートフォーカス)方式で合焦位置を検出する位相差AF検出部に、位相差合焦位置を検出させる位相差AF処理部をさらに具備し、

前記探索用画像取得部は、前記位相差合焦位置を間に含む3点以上の互いに異なる焦点位置で拡大画像を取得する

情報処理装置。

[請求項13]

請求項12に記載の情報処理装置であって、

前記合焦位置決定部は、前記位相差合焦位置での前記第1の特徴量が最大であること、および前記焦点位置での前記第1の特徴量の逆数が予め定められた所定の関係を満たすことの少なくとも一方を満足す

るとき、前記位相差合焦位置を最終的な合焦位置とする  
情報処理装置。

[請求項14]

請求項2に記載の情報処理装置であって、

位相差AF（オートフォーカス）方式で合焦位置を検出する位相差  
AF検出部に、位相差合焦位置を検出させる位相差AF処理部と、

スライドガラス上の検体を含む領域を区画する複数の小領域につい  
て、当該小領域の拡大画像を撮像する拡大画像撮像部と

をさらに具備し、

前記探索用画像取得部は、前記複数の小領域の中の第1の小領域で  
、合焦位置を粗く探索するための第1の間隔だけ離れた、3点以上の  
焦点位置で粗探索用拡大画像を取得し、

前記第1の特徴量算出部は、前記粗探索用拡大画像毎の前記第1の  
特徴量を求め、

前記合焦位置決定部は、粗探索の合焦位置を求め、

前記探索用画像取得部は、前記粗探索の合焦位置を中心とした、合  
焦位置を細かく探索するための、前記第1の間隔よりも狭い第2の間  
隔だけ離れた、3点以上の焦点位置で微探索用拡大画像を取得し、

前記第1の特徴量算出部は、前記微探索用拡大画像毎の前記第1の  
特徴量を求め、

前記合焦位置決定部は、微探索の合焦位置を求め、前記微探索の合  
焦位置を最終的な合焦位置とし、

前記位相差AF処理部は、前記複数の小領域の中の前記第1の小領  
域を除く1以上の小領域の各々を第2の小領域として、この第2の小  
領域毎の前記位相差合焦位置を算出させ、

前記探索用画像取得部は、前記位相差合焦位置を間に含む3点以上  
の互いに異なる焦点位置で拡大画像を取得し、

前記第1の特徴量算出部は、前記拡大画像毎の前記第1の特徴量を  
求め、

前記合焦位置決定部は、前記位相差合焦位置での前記第1の特徴量が最大であること、および前記焦点位置と前記第1の特徴量の逆数とが予め定められた所定の関係を満たすことの少なくとも一方を満足するとき、前記位相差合焦位置を最終的な合焦位置とする  
情報処理装置。

[請求項15] 請求項14に記載の情報処理装置であって、  
前記第1の特徴量算出部は、  
前記粗探索用拡大画像毎の前記第1の特徴量を求めるとき、  
前記拡大像撮像部が出力する最大値の平方根の値を超えることを前記第1の条件として設定する  
情報処理装置。

[請求項16] 請求項1に記載の情報処理装置であって、  
前記拡大画像を $p \times q$ 個（ $p$ 、 $q$ は予め定められた正の整数）の第2のエリアに区分し、  
前記第2のエリア毎に、前記第2のエリアを構成するブロック単位ごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジを求め、  
前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第1の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第2の条件を満たす前記ブロックをカウントし、  
このカウント結果を前記第2のエリアごとの第2の特徴量として求める第2の特徴量算出部と、  
前記求められた第2の特徴量の中に、予め定められた値を超えるものが無ければ、前記拡大画像を、検体が写っていない白画像と判断する白画像判定部と  
をさらに具備する情報処理装置。

[請求項17] 請求項1に記載の情報処理装置であって、  
スライドガラス上の検体を含む領域を区画する複数の小領域について、当該小領域の拡大画像を撮像する拡大画像撮像部

をさらに具備し、

前記拡大画像の周辺部を  $p$  個 ( $p$  は予め定められた2以上の整数) の第2のエリアに分割し、

前記第2のエリア毎に、前記第2のエリアを構成するブロック単位ごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジを求め、

前記交流成分のダイナミックレンジが予め定められた第1の条件を満たし、かつ前記直流成分が予め定められた第2の条件を満たす前記ブロックをカウントし、

このカウント結果を前記第2のエリアごとの第2の特徴量として求める第2の特徴量算出部と、

前記求められた第2の特徴量が、予め定められた値を超えるとき、前記第2エリアに隣接する他の前記小領域の前記拡大画像を、前記検体が写っている画像と判断する続き判定部と

をさらに具備する情報処理装置。

[請求項18]

探索用画像取得部が、互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得し、

第1の特徴量算出部が、撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求め、

合焦位置決定部が、前記第1の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する

情報処理方法。

[請求項19]

互いに異なる焦点位置の拡大画像を取得する探索用画像取得部、

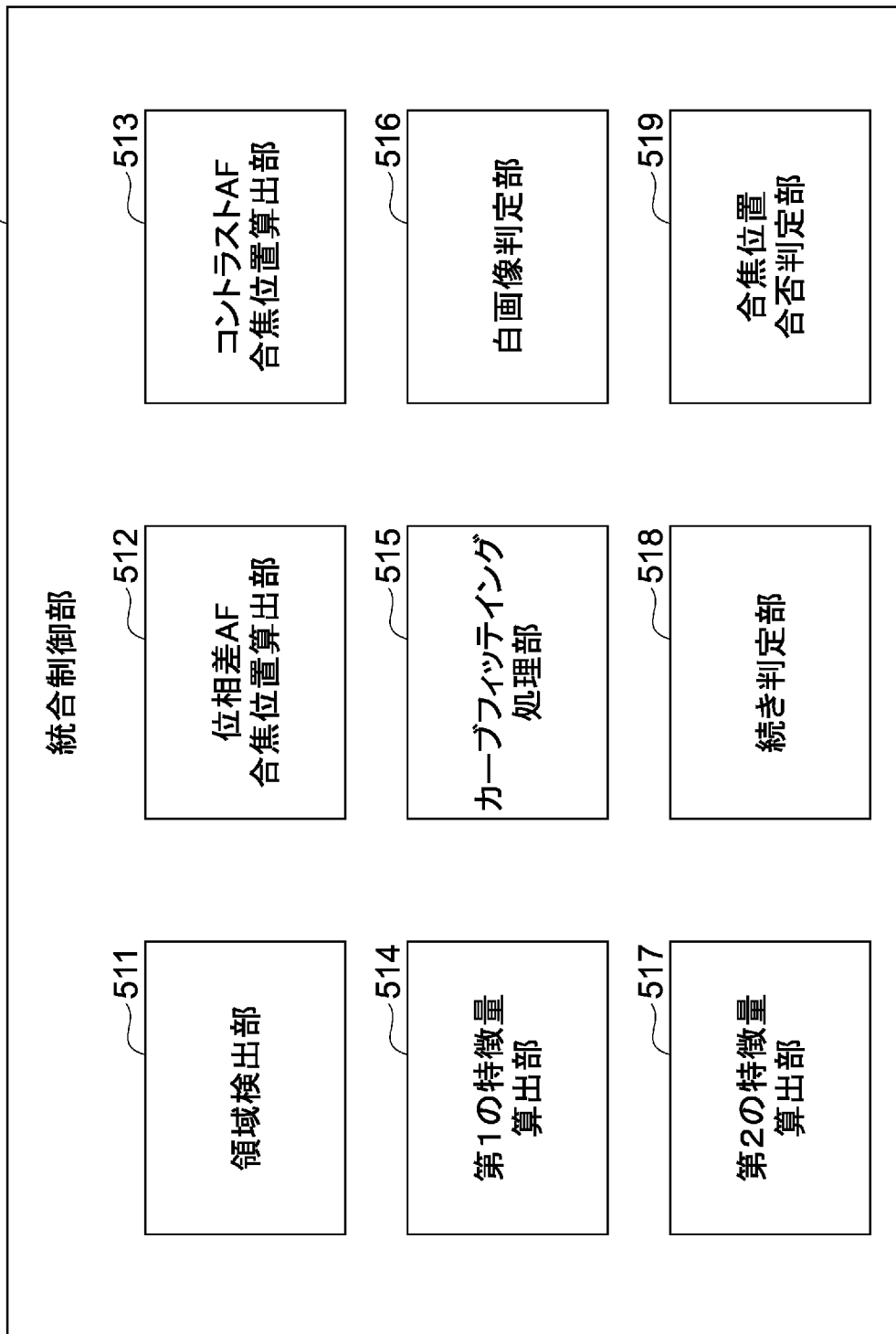
撮像された複数の前記拡大画像のそれぞれについて、前記拡大画像を構成するブロックごとの画素値の直流成分と交流成分のダイナミックレンジに基づき第1の特徴量を求める第1の特徴量算出部、および

前記第1の特徴量に基づき、前記拡大画像の合焦位置を決定する合焦位置決定部

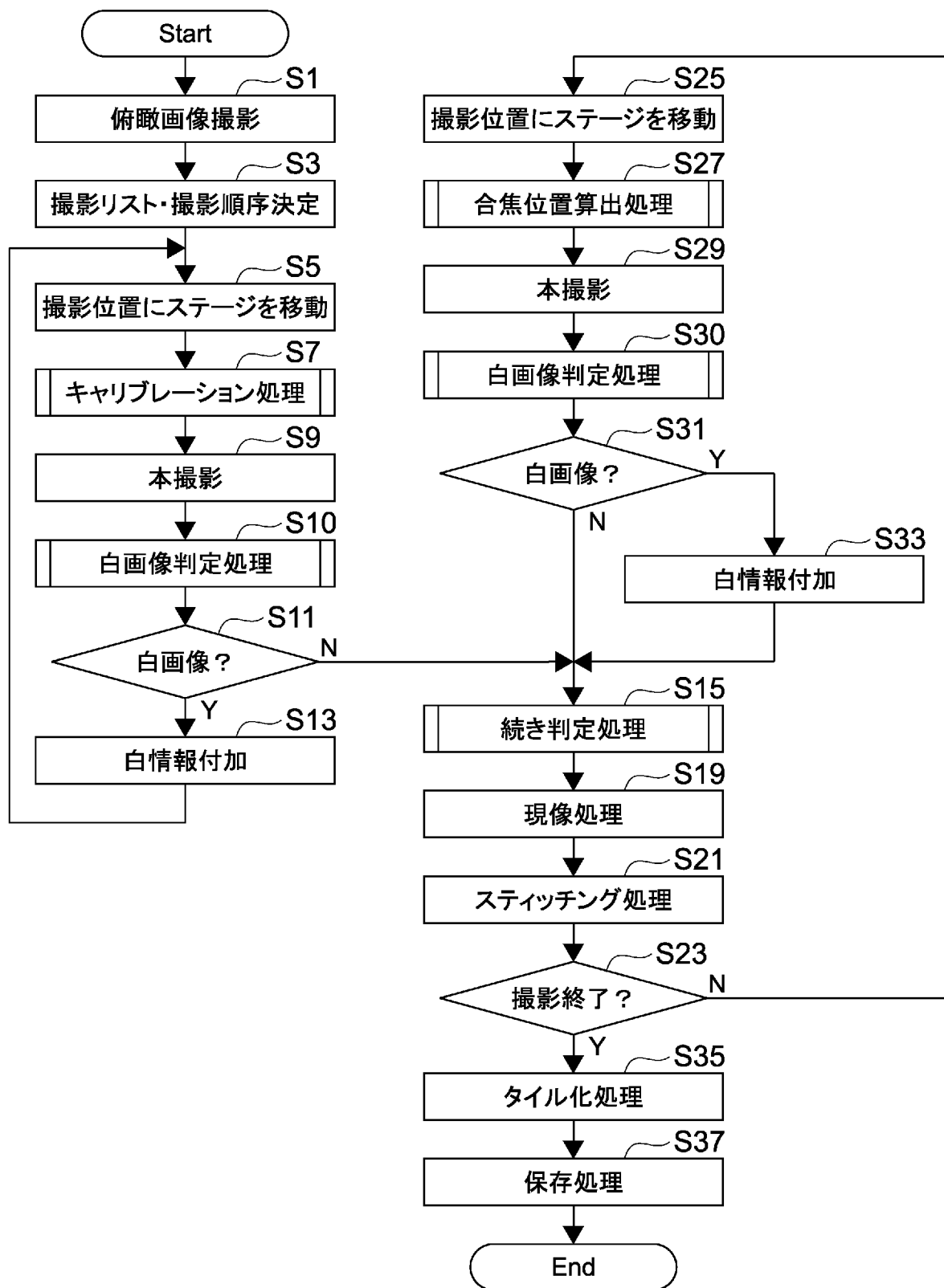
としてコンピュータを機能させるための情報処理プログラム。



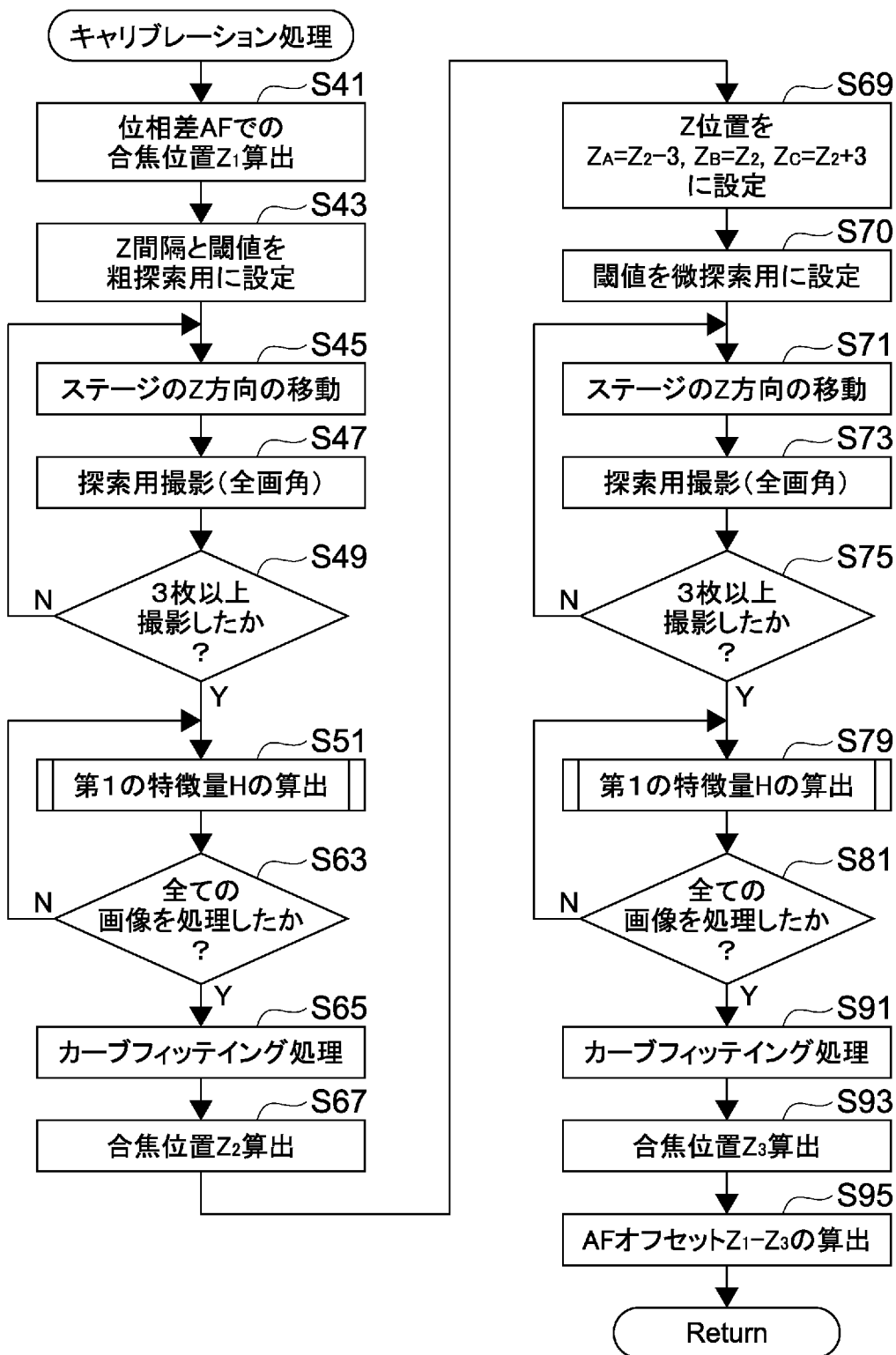
[図2]



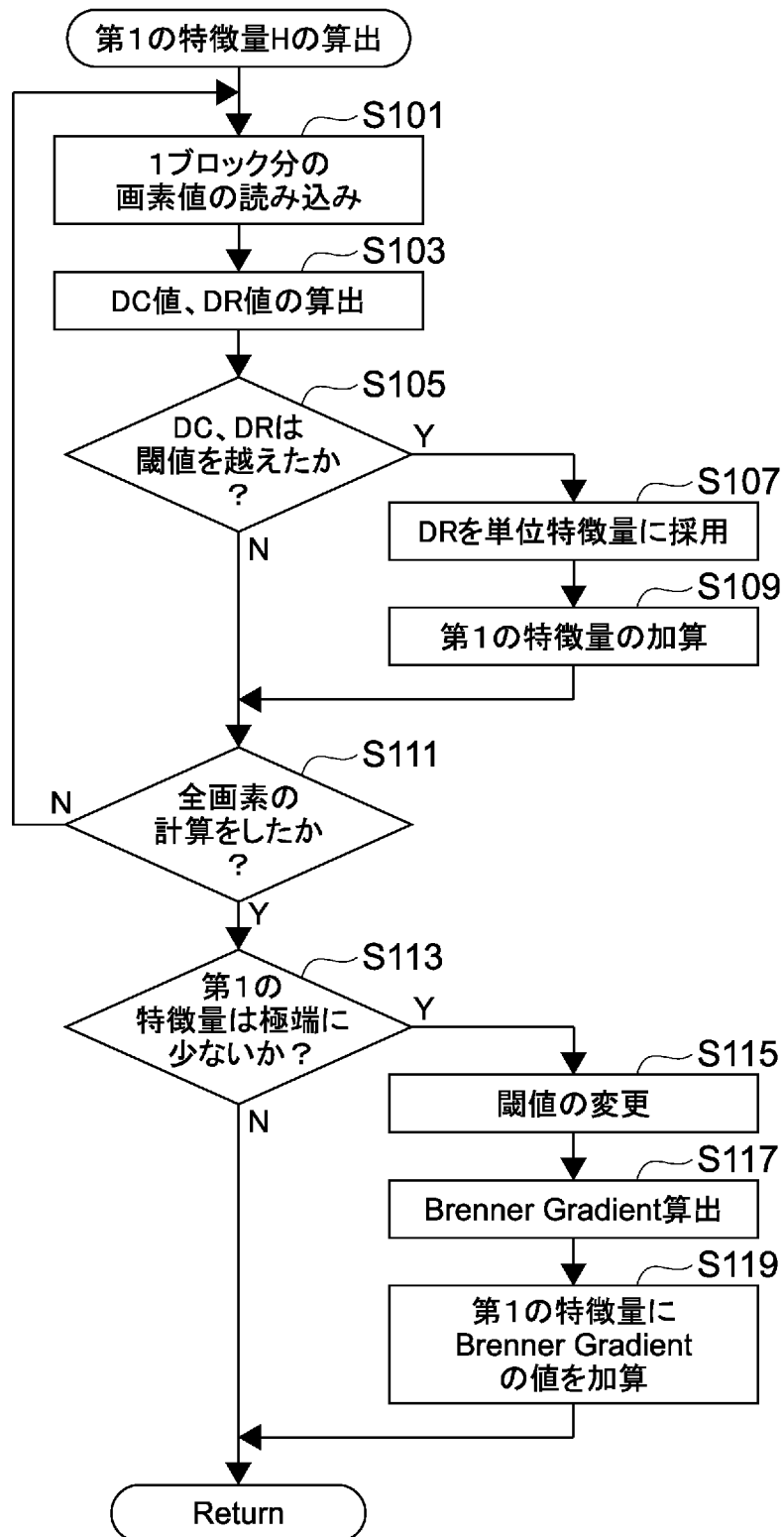
[図3]



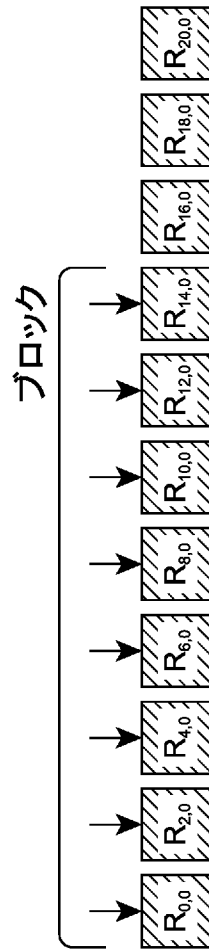
[図4]



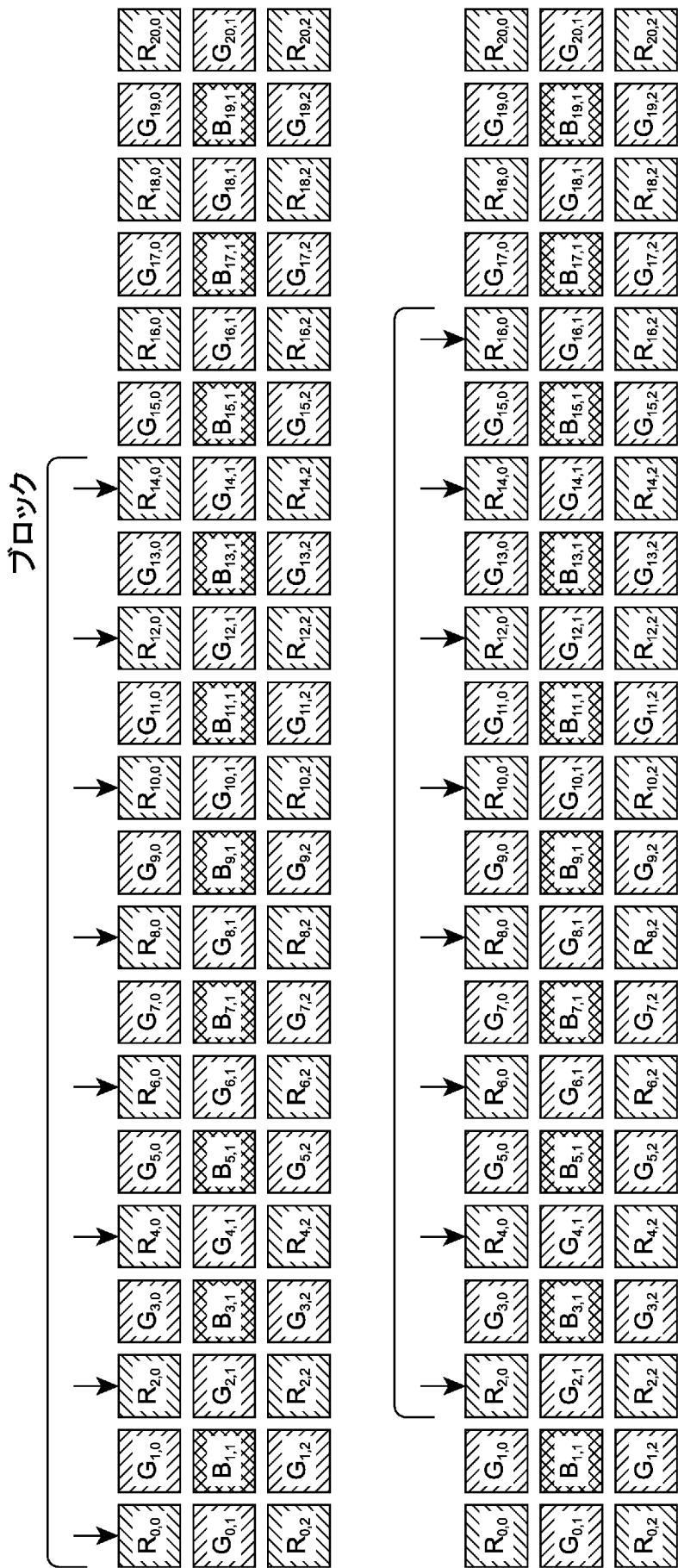
[図5]



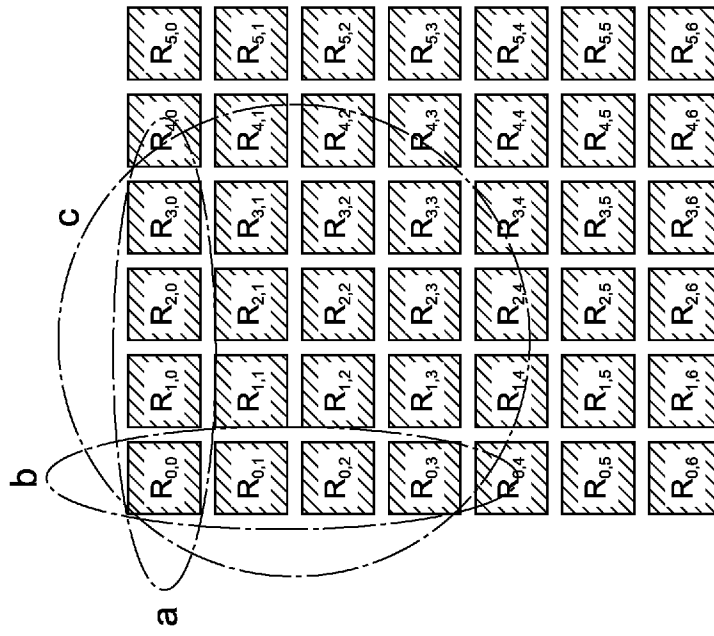
[図6]



[図7]

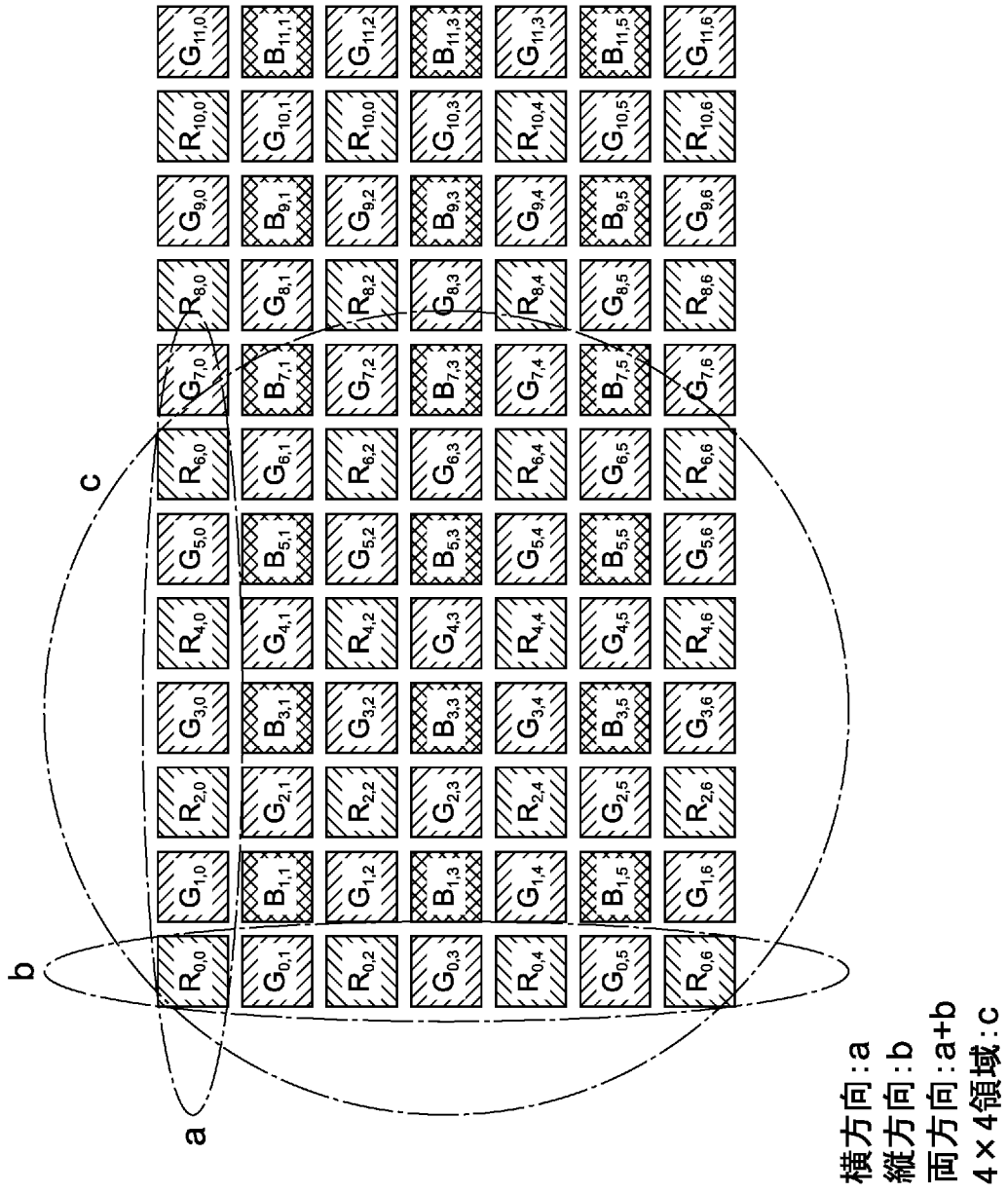


[図8]



横方向 : a  
 縦方向 : b  
 両方向 : a+b  
 4 × 4 領域 : c

[図9]

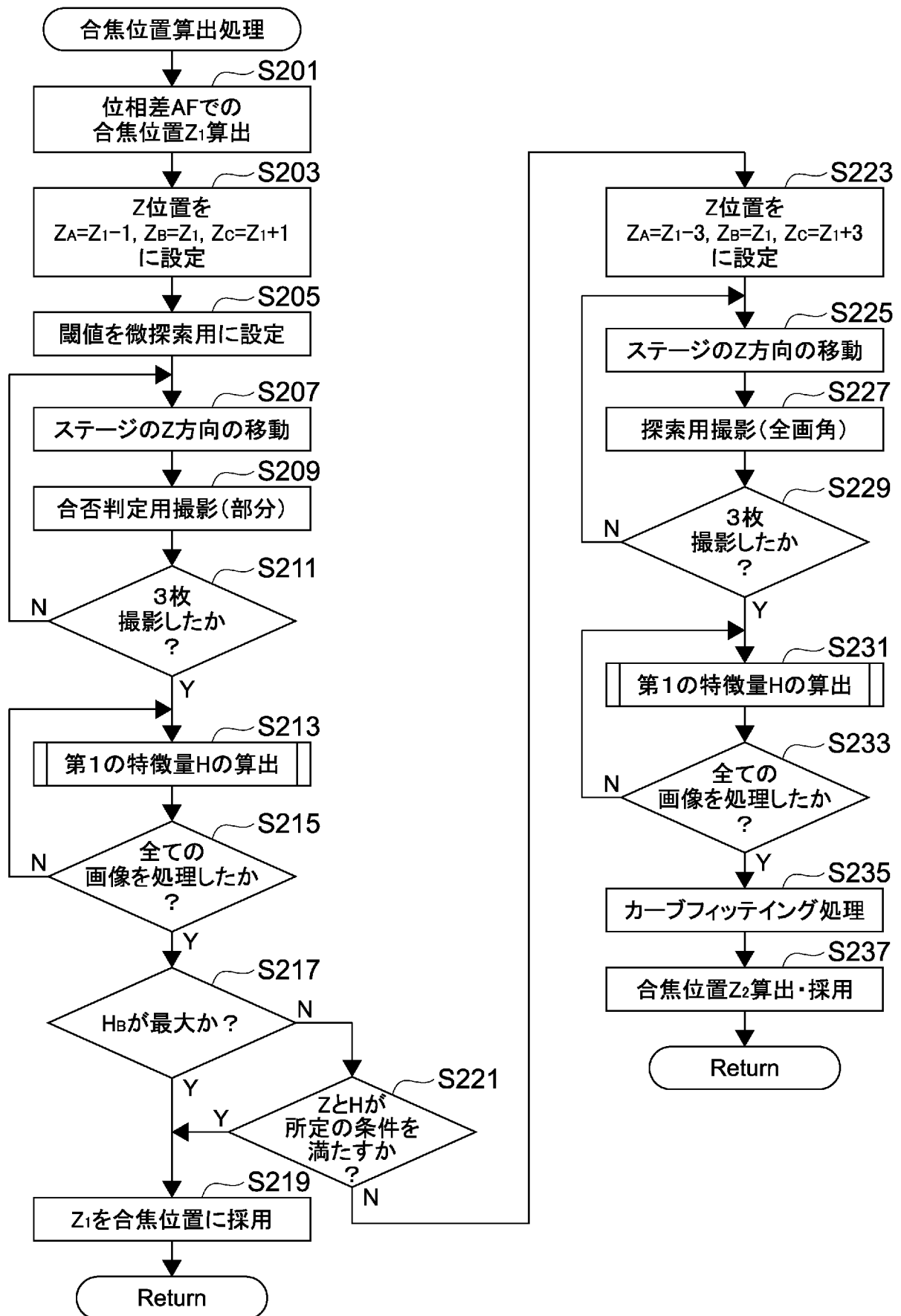




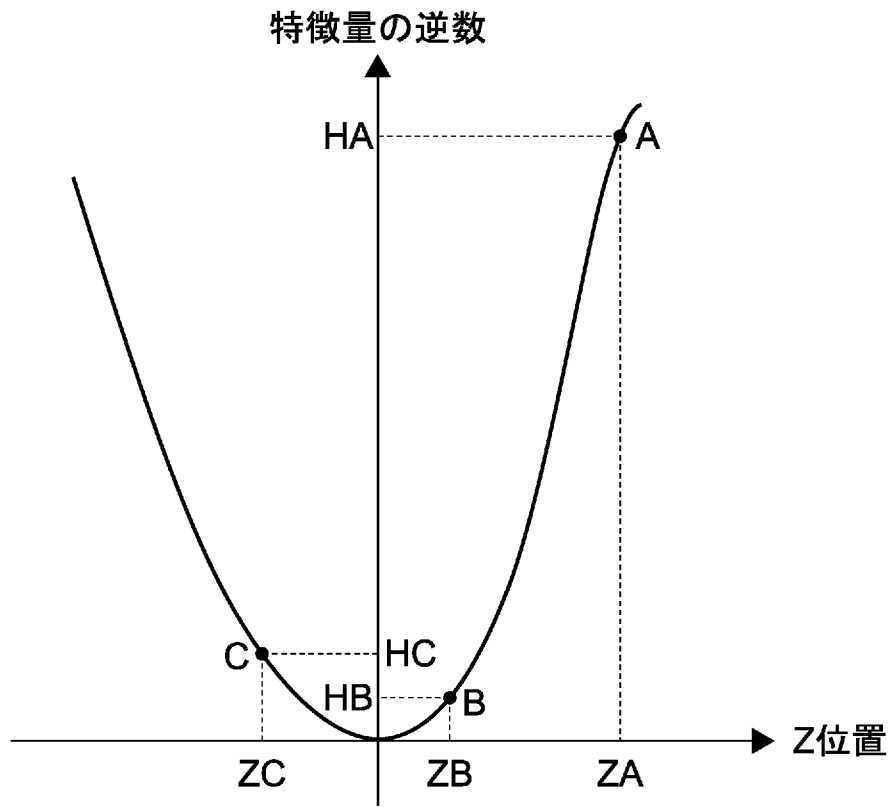
[図11]

- Brenner Gradient (隣接差分2乗和)  
 $\sum (R_{i,j} - R_{i,j+m})^2$
- ダイナミックレンジ  
最大値-最小値
- 隣接差分絶対値和  
 $\sum |R_{i,j} - R_{i,j+1}|$
- 隣接差分絶対値平方和  
 $\sum |R_{i,j} - R_{i,j+1}|^{1/2}$

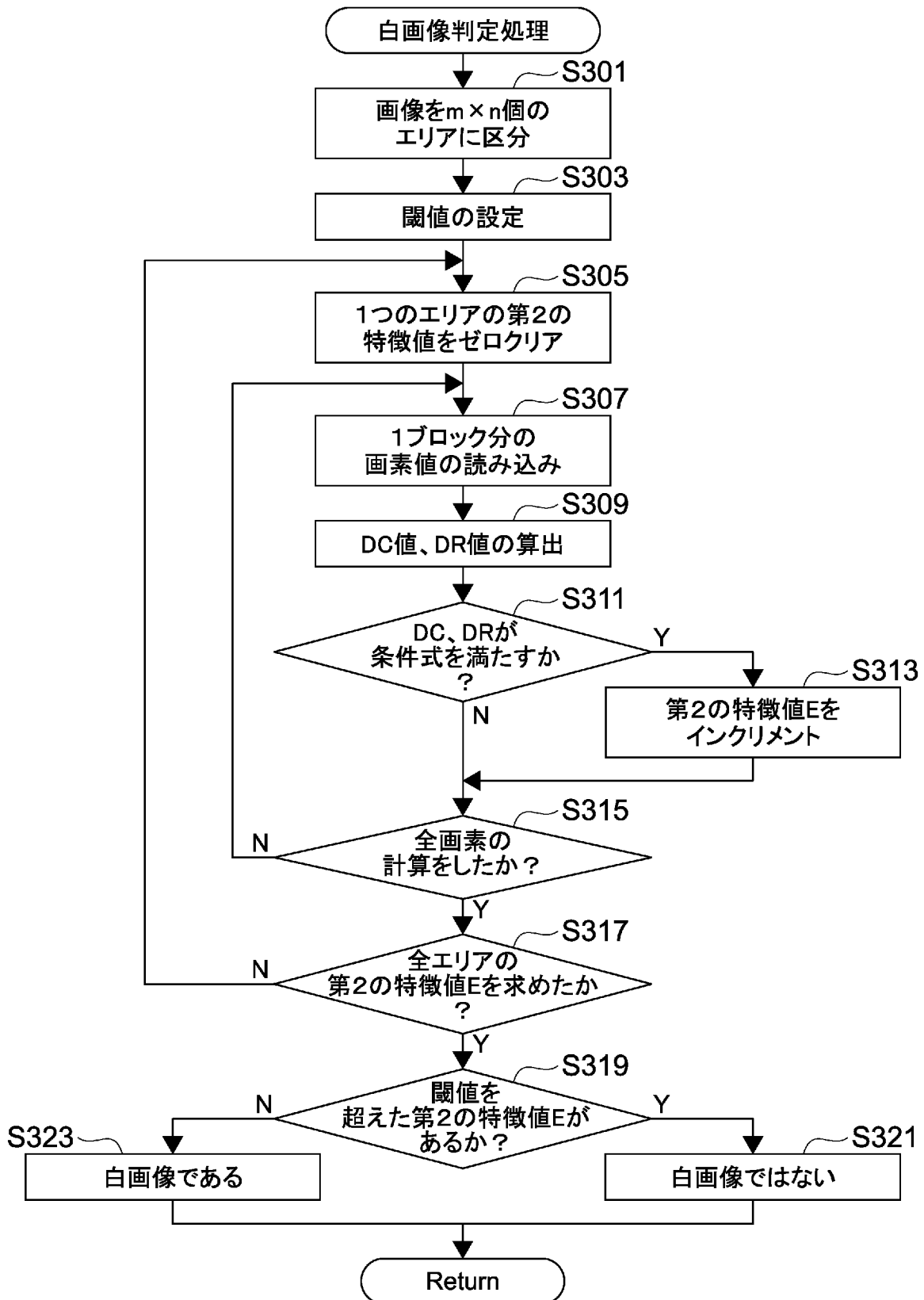
[図12]



[図13]



[図14]



[図15]



[図16]

DC=1200, DR=250  
 サンプル存在確認閾値=0xa00

80	0	49	7a	0	31	3f	aa
74	33	8	ac	8	0	29	a0
2de	231	8	6a	10	18	0	0
2ba	0	4b	51	18	0	40	222
18f97	1d332	34d7	40	0	0	10	167
35a	4ad9	3de6	29	50	8	8	d

[17]

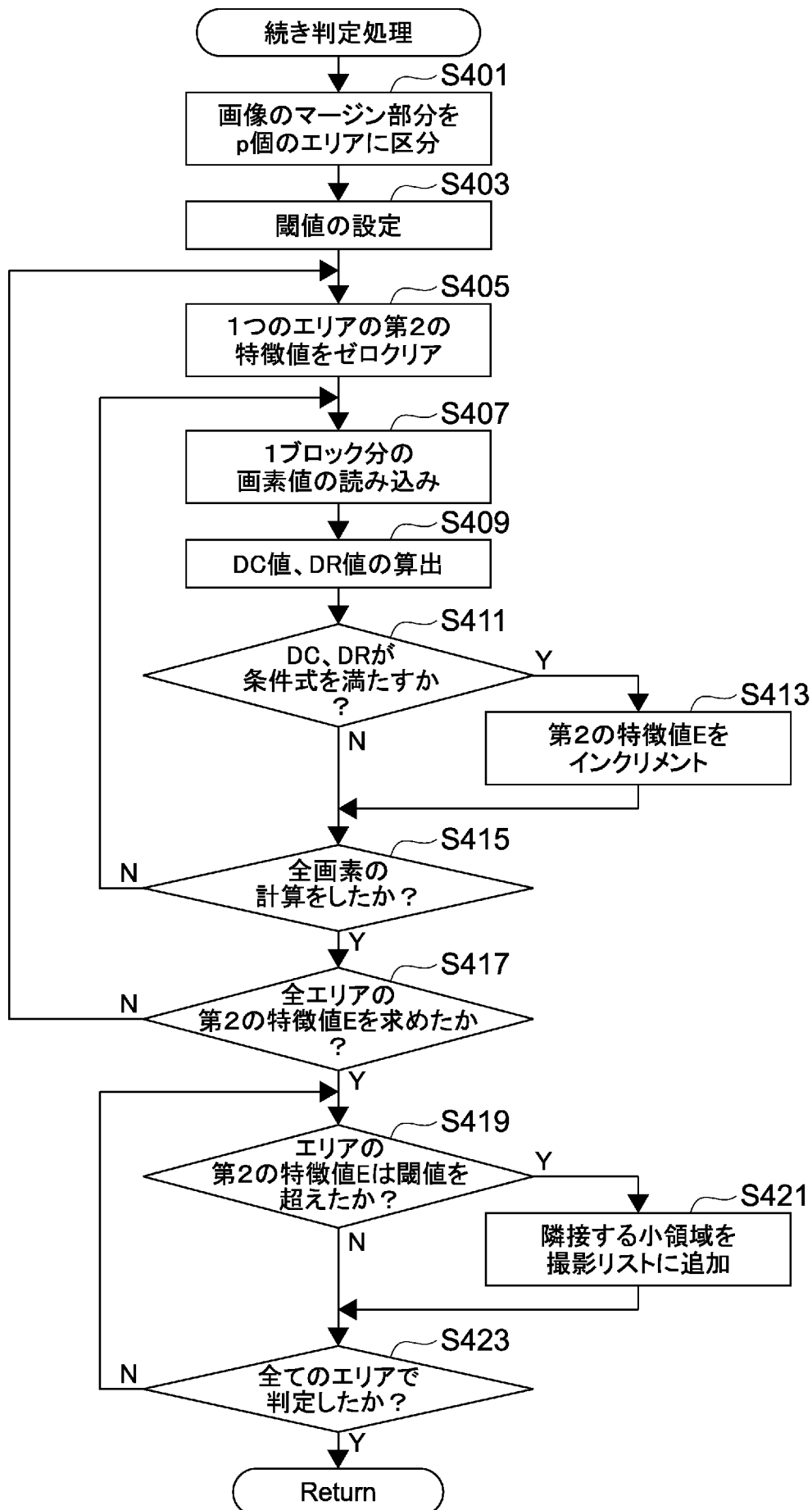


[図18]

DC=1200, DR=250  
 サンプル存在確認閾値=0xa00

4f4	525	0	0	0	0	0	3b	9e
638	74b	188	0	0	21	0	0	20
28c	506	210	b7	19a	0	10	20	20
294	4e	181	57	20	18	0	199	0
78	0	84	a0	b9	65	0	37	0
17f32	ec26	1ce73	9fbc	5c	61	0	0	0

[図19]



[図20]

DC=1200, DR=250  
 サンプル存在確認閾値=0xa00

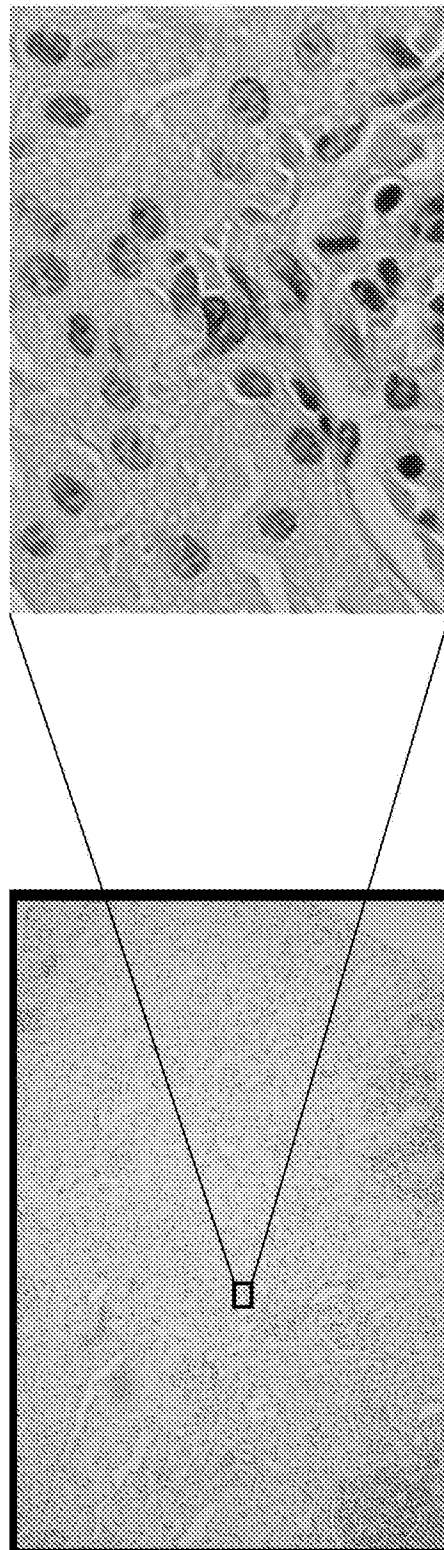
80	0	49	7a	0	31	3f	aa	
74								a0
2de								0
2ba								222
18f97								167
35a								4ad9

[図21]

DC=1200, DR=250  
 サンプル存在確認閾値=0xa00

4f4	525	0	0	0	0	0	3b	9e
638								20
28c								20
294								199
78								37
17f32	ec26	1ce73	9fbc	5c	61	0		

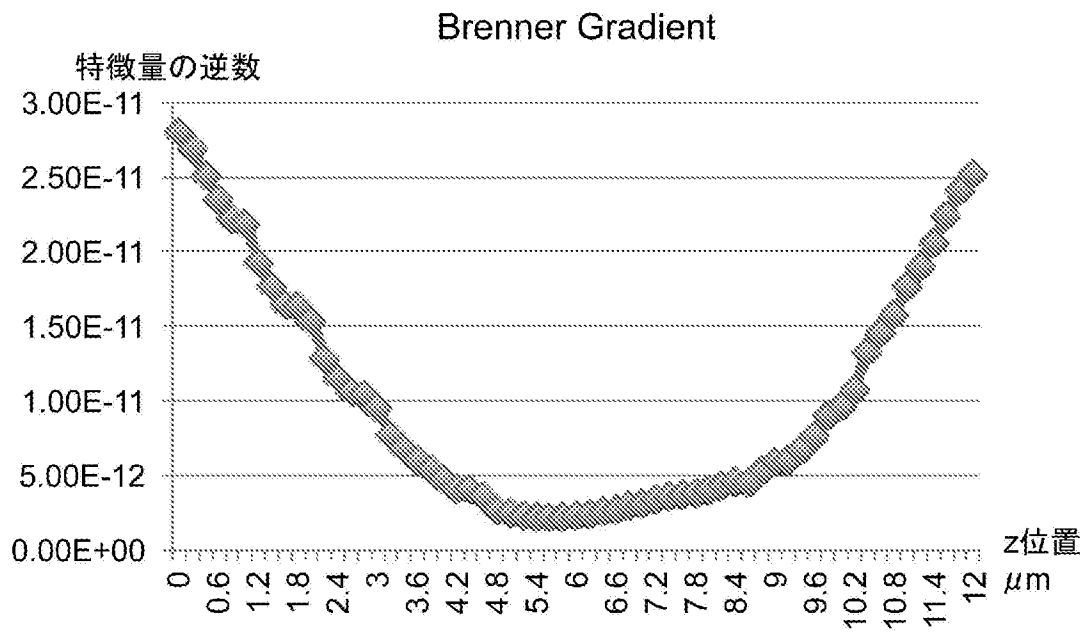
[図22]



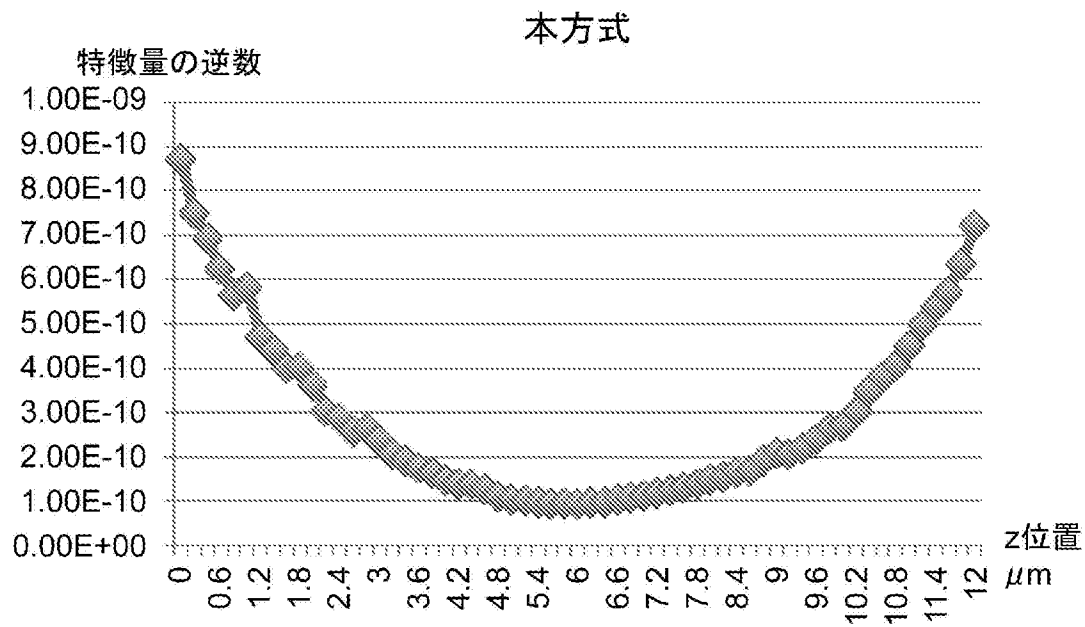
一部拡大

HE染色の検体

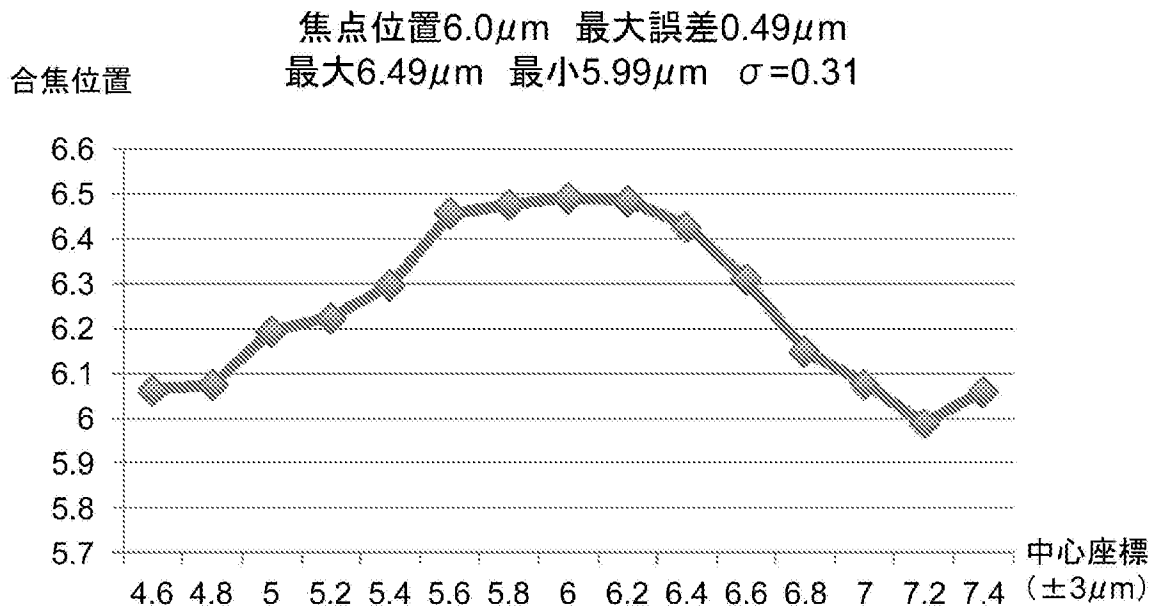
[図23]



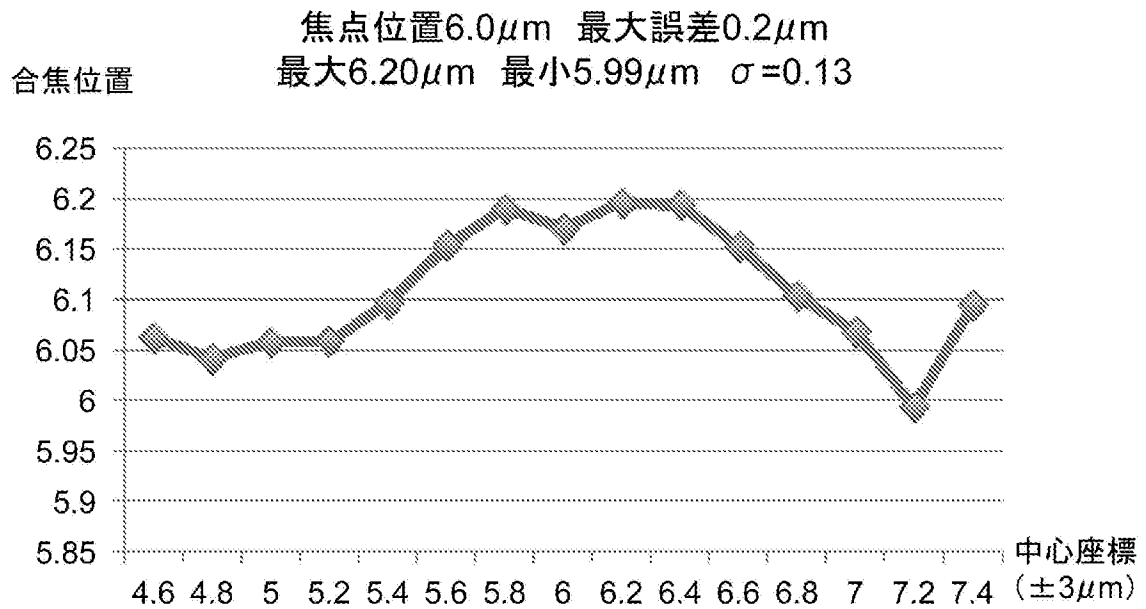
[図24]



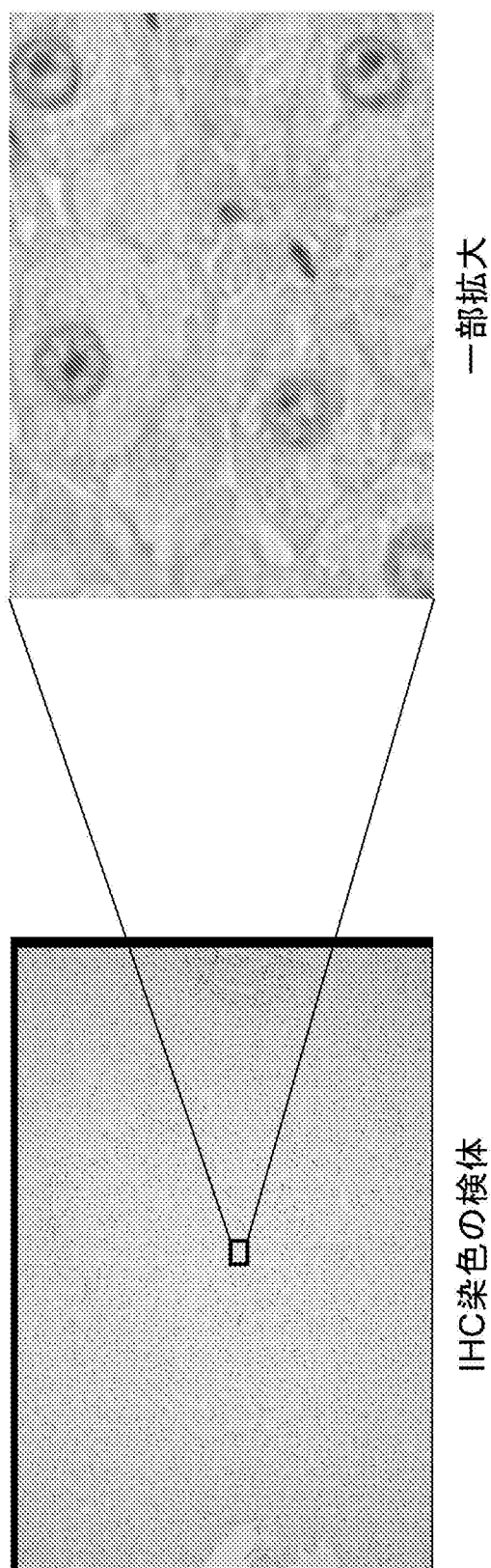
[図25]



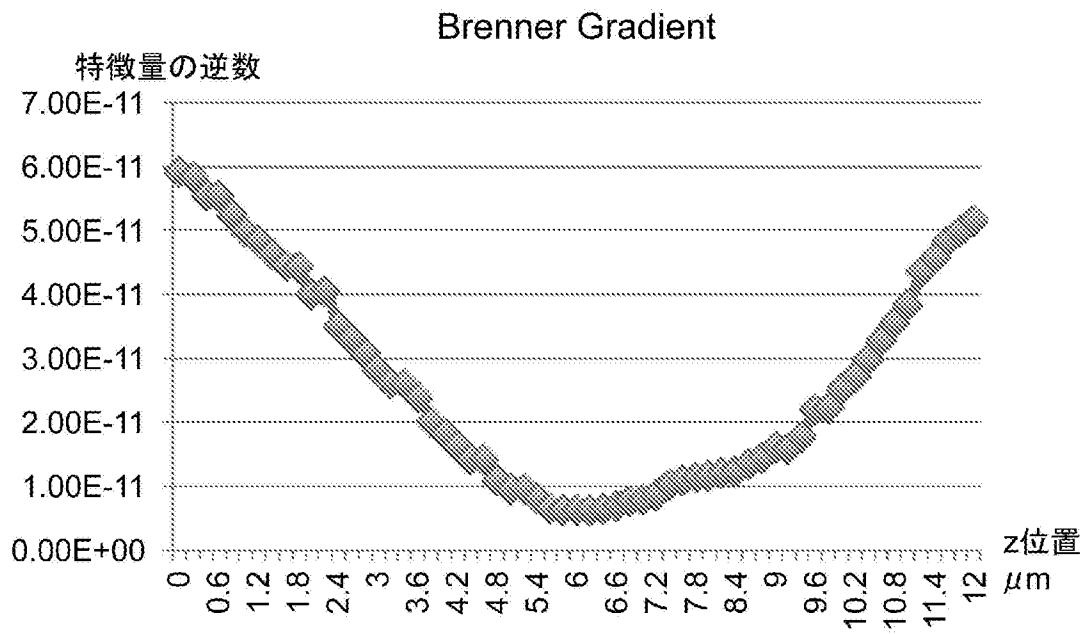
[図26]



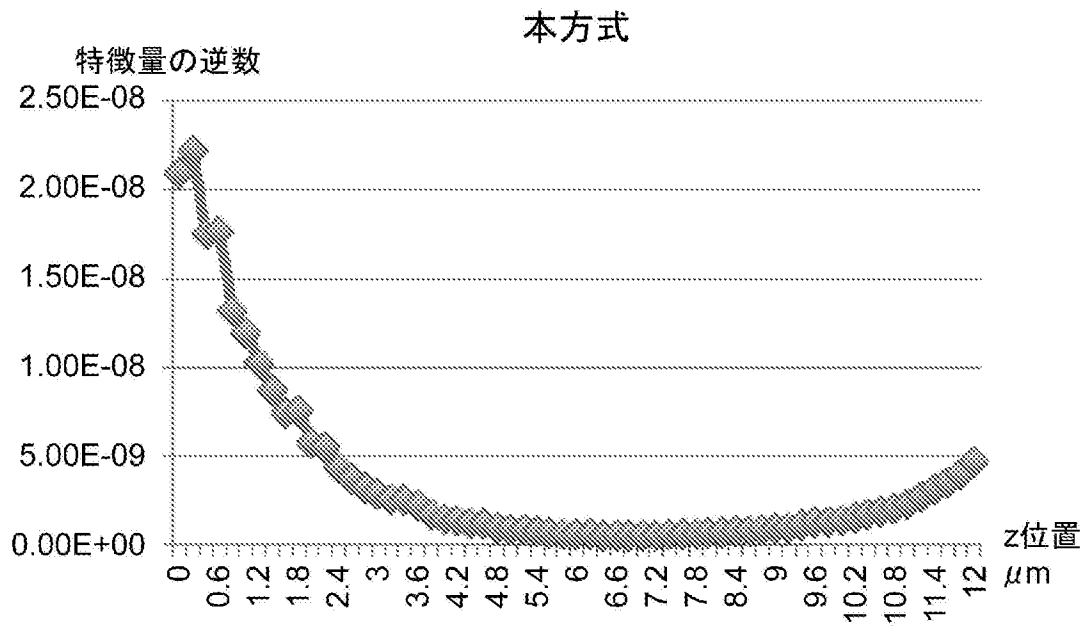
[図27]



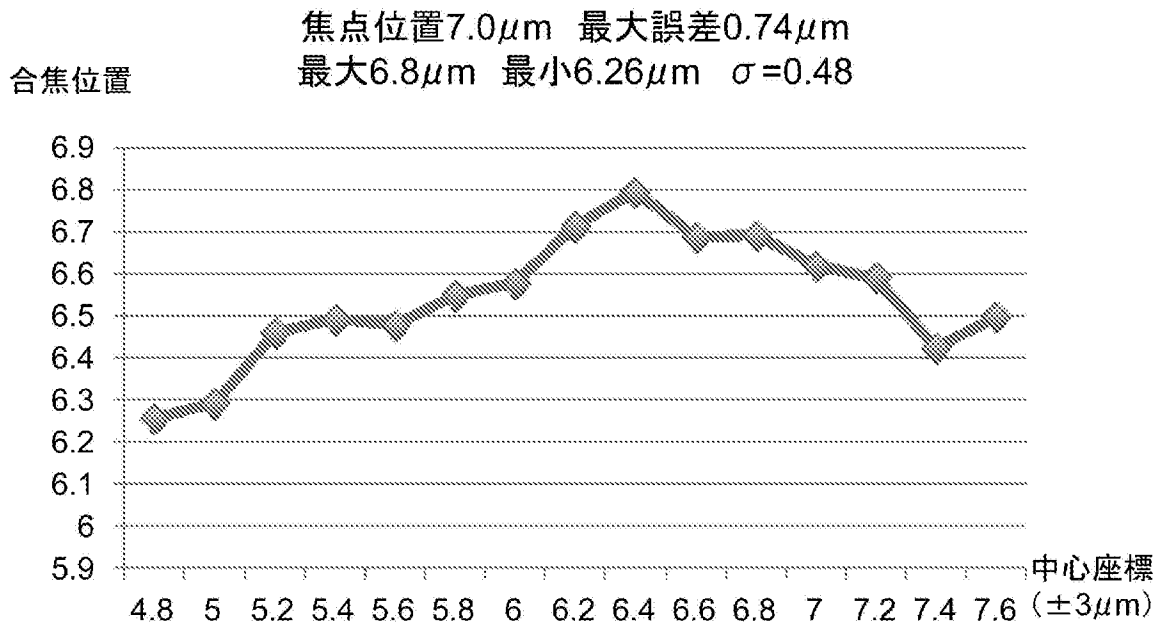
[図28]



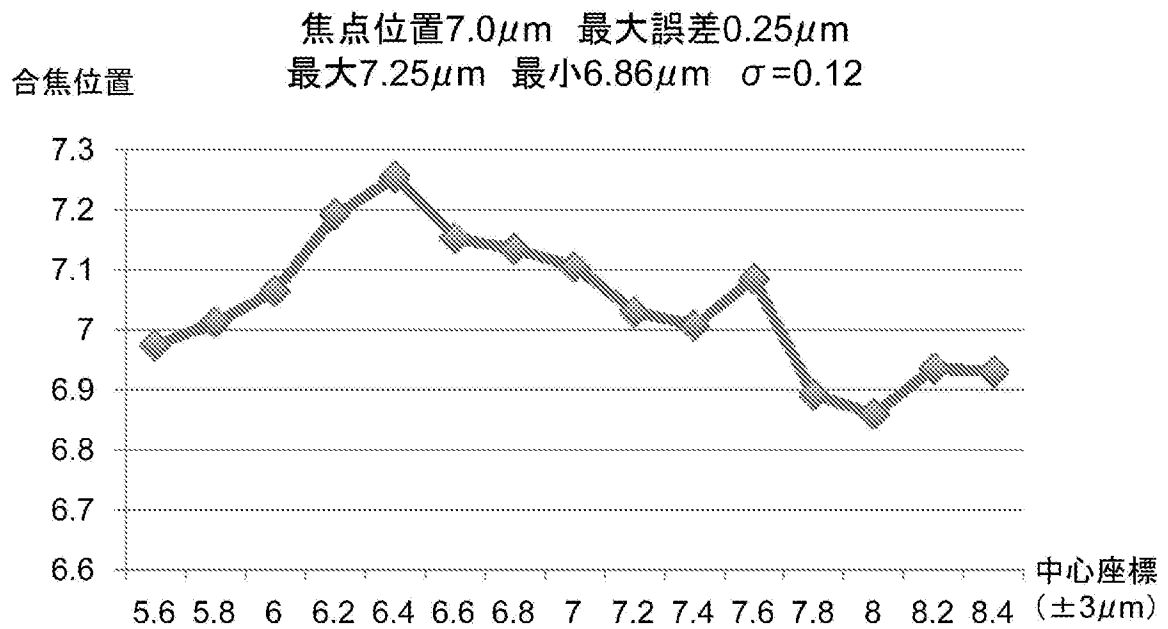
[図29]



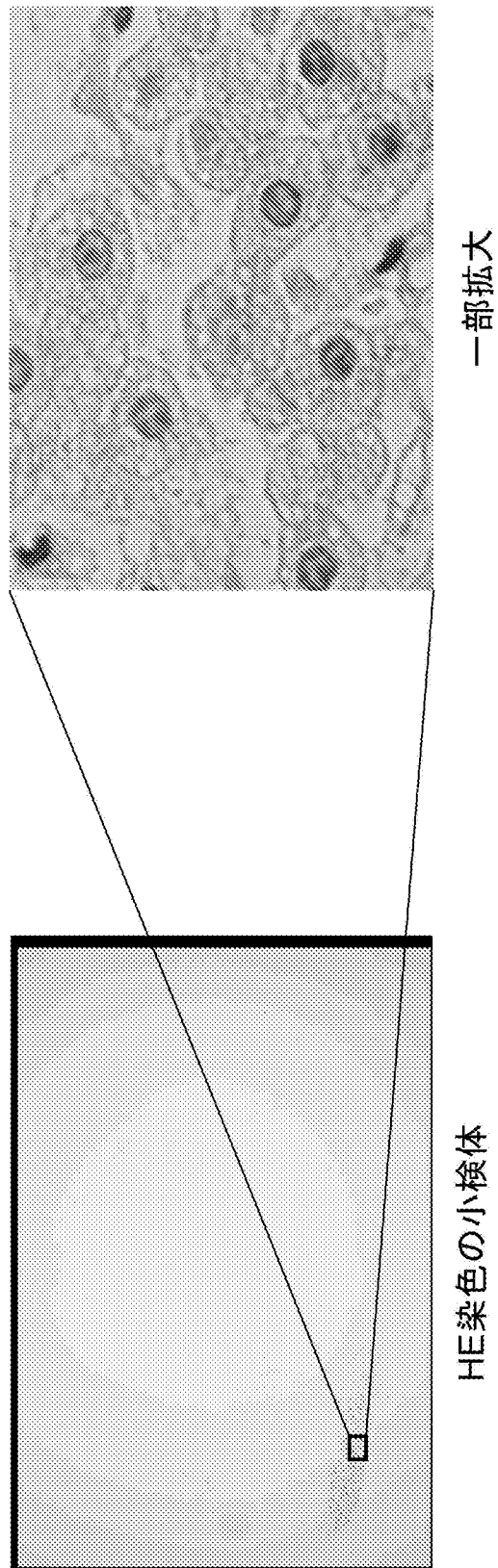
[図30]



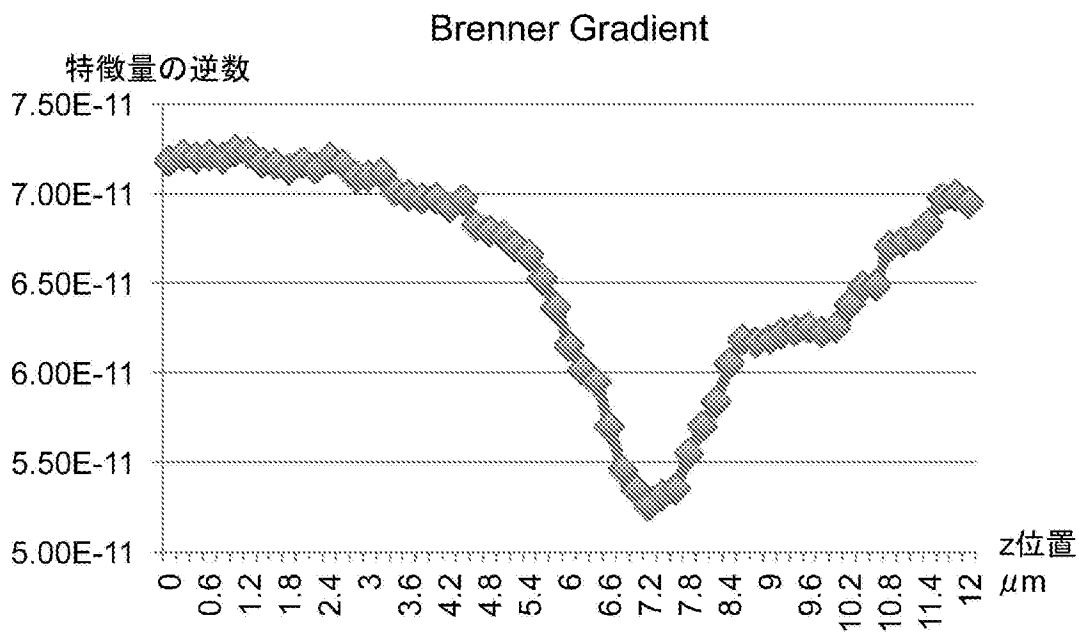
[図31]



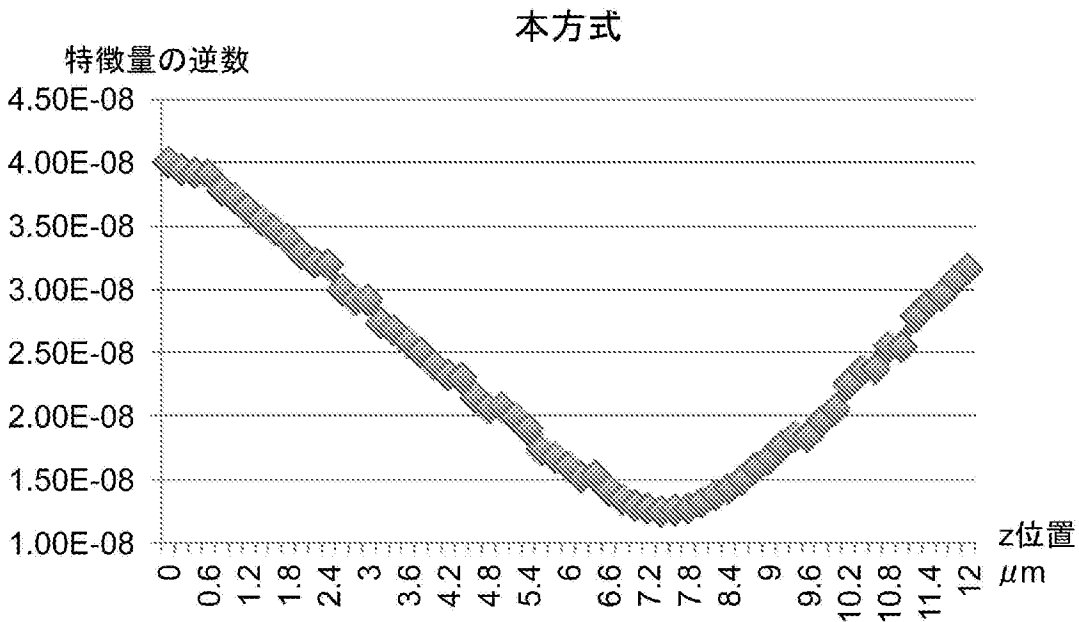
[図32]



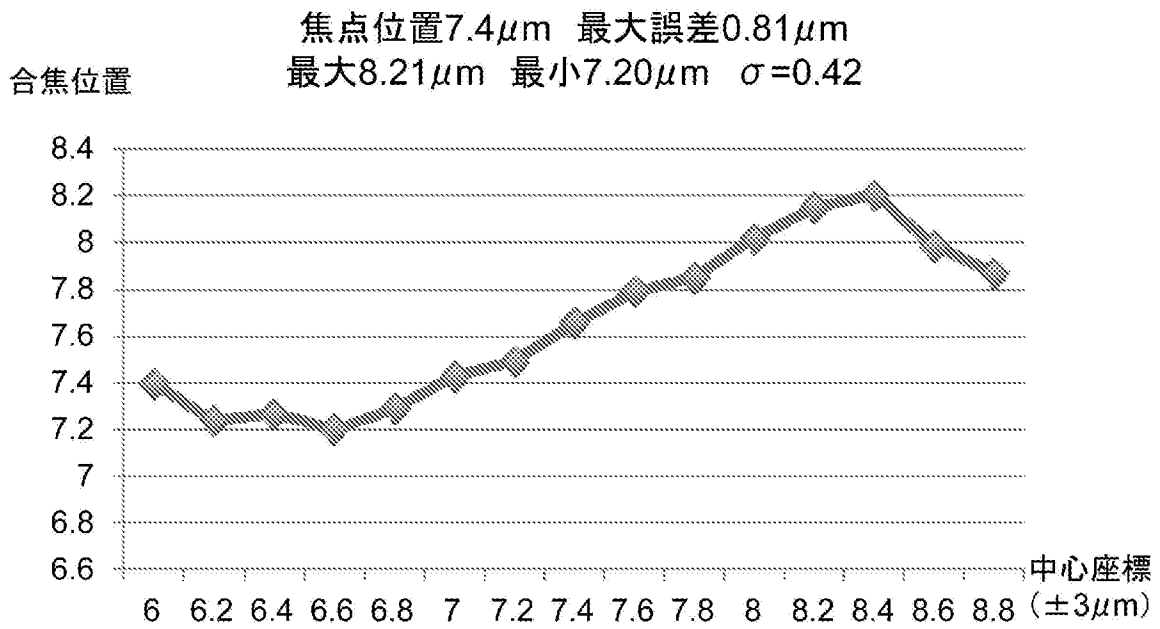
[図33]



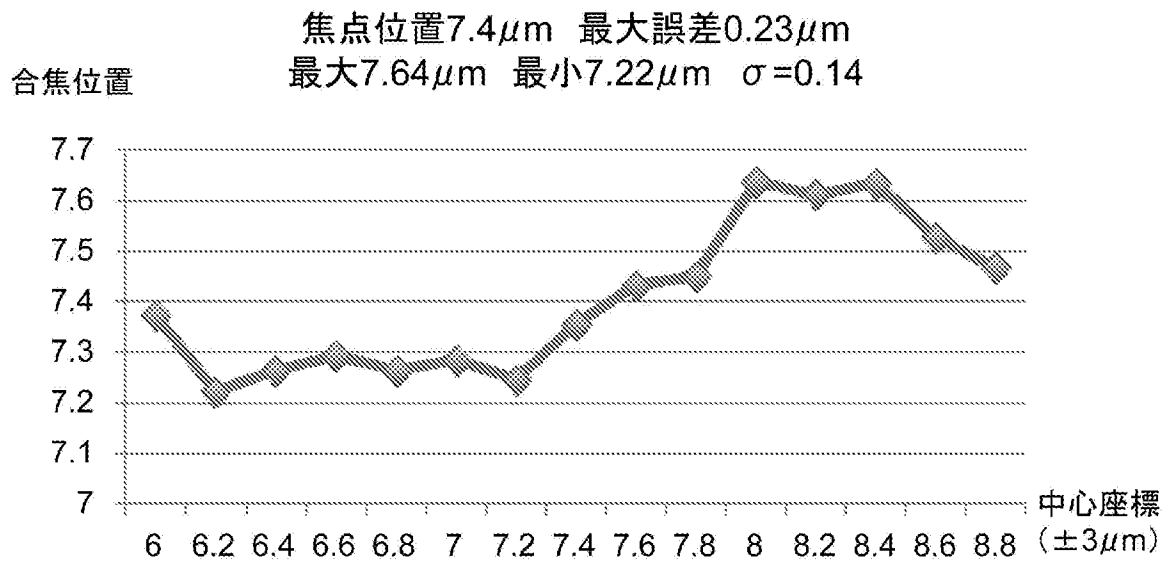
[図34]



[図35]



[図36]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2014/001258

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
*G02B7/28(2006.01)i, G02B7/34(2006.01)i, G02B7/36(2006.01)i, G02B21/24(2006.01)i, G02B21/36(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i*

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
*G02B7/28, G02B7/34, G02B7/36, G02B21/24, G02B21/36, G03B13/36, H04N5/232*

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2007/139201 A1 (Olympus Corp.), 06 December 2007 (06.12.2007), paragraphs [0073] to [0122]; fig. 13 to 18 & US 2009/0086314 A1 & EP 2023127 A1 & CN 101438147 A	1-19
Y	JP 2010-147546 A (Mitsubishi Electric Corp.), 01 July 2010 (01.07.2010), paragraphs [0013] to [0016] (Family: none)	1-19
Y	JP 2010-062204 A (Juki Corp.), 18 March 2010 (18.03.2010), paragraphs [0049] to [0067]; fig. 6 to 8 & CN 101666957 A	4-5

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 04 June, 2014 (04.06.14)	Date of mailing of the international search report 17 June, 2014 (17.06.14)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/001258

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2010-512545 A (Cytoc Corp.), 22 April 2010 (22.04.2010), paragraphs [0006] to [0008] & US 2008/0137938 A1 & US 2010/0208961 A1 & EP 2102816 A & CA 2669922 A & CN 101558430 A & AU 2007333324 A & CN 102176245 A	8, 11
Y	JP 2010-171565 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0032] to [0039]; fig. 3 to 5 & US 2010/0182493 A1	9, 14-15
Y	JP 11-231228 A (Nikon Corp.), 27 August 1999 (27.08.1999), paragraphs [0041] to [0060] (Family: none)	10
Y	JP 2012-247604 A (Canon Inc.), 13 December 2012 (13.12.2012), paragraph [0002] (Family: none)	12-13, 14-15
Y	JP 2012-523583 A (General Electric Co.), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0060] to [0072]; fig. 6 to 8 & US 2009/0195688 A1 & US 2008/0266440 A1 & US 2008/0266652 A1 & EP 2419776 A & WO 2010/120231 A1 & WO 2008/134680 A1 & WO 2008/134678 A1 & CA 2758326 A & AU 2010237094 A & KR 10-2012-0004991 A & CN 102460263 A	16

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B7/28(2006.01)i, G02B7/34(2006.01)i, G02B7/36(2006.01)i, G02B21/24(2006.01)i, G02B21/36(2006.01)i, G03B13/36(2006.01)i, H04N5/232(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. G02B7/28, G02B7/34, G02B7/36, G02B21/24, G02B21/36, G03B13/36, H04N5/232

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2007/139201 A1 (オリンパス株式会社) 2007.12.06 [0073] - [0122]、図13-18 & US 2009/0086314 A1 & EP 2023127 A1 & CN 101438147 A	1-19
Y	JP 2010-147546 A (三菱電機株式会社) 2010.07.01 【0013】 - 【0016】 (ファミリーなし)	1-19

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献  
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.06.2014

国際調査報告の発送日

17.06.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)  
郵便番号100-8915  
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山口 剛

2V

9806

電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2010-062204 A (JUKI株式会社) 2010.03.18 【0049】 - 【0067】、図6-8 & CN 101666957 A	4-5
Y	JP 2010-512545 A (サイテック コーポレーション) 2010.04.22 【0006】 - 【0008】 & US 2008/0137938 A1 & US 2010/0208961 A1 & EP 2102816 A & CA 2669922 A & CN 101558430 A & AU 2007333324 A & CN 102176245 A	8, 11
Y	JP 2010-171565 A (三洋電機株式会社) 2010.08.05 【0032】 - 【0039】、図3-5 & US 2010/0182493 A1	9, 14-15
Y	JP 11-231228 A (株式会社ニコン) 1999.08.27 【0041】 - 【0060】 (ファミリーなし)	10
Y	JP 2012-247604 A (キヤノン株式会社) 2012.12.13 【0002】 (ファミリーなし)	12-13, 14-15
Y	JP 2012-523583 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2012.10.04 【0060】 - 【0072】、図6-8 & US 2009/0195688 A1 & US 2008/0266440 A1 & US 2008/0266652 A1 & EP 2419776 A & WO 2010/120231 A1 & WO 2008/134680 A1 & WO 2008/134678 A1 & CA 2758326 A & AU 2010237094 A & KR 10-2012-0004991 A & CN 102460263 A	16