

(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
2019年10月31日(31.10.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/207668 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 37/22 (2006.01) **H01J 37/28** (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/016741

(22) 国際出願日: 2018年4月25日(25.04.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(71) 出願人: 株式会社 日立ハイテクノロジーズ (**HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 君塚 平太 (**KIMIZUKA Heita**); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo

(JP). 津野 夏規(**TSUNO Natsuki**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP). 福田 宗行(**FUKUDA Muneyuki**); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP). 高口 桂(**TAKAGUCHI Katsura**); 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号 株式会社 日立製作所内 Tokyo (JP).

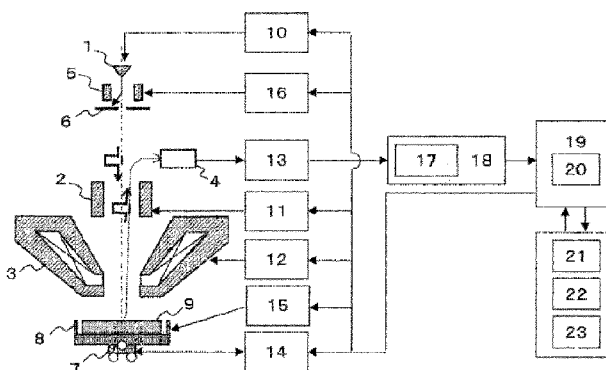
(74) 代理人: 岩崎 重美 (**IWASAKI Shigemi**); 〒1058717 東京都港区西新橋一丁目24番14号 株式会社 日立ハイテクノロジーズ内 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** METHOD FOR DETERMINING IMPINGEMENT CONDITIONS FOR CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE AND CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称: 荷電粒子線装置の照射条件決定方法、及び荷電粒子線装置

【図1】



(57) **Abstract:** The purpose of the present disclosure is to propose a charged particle beam device capable of allowing specifying of a distance between impingement points for a pulsed beam and an interval between impingement points. Proposed is a charged particle beam device equipped with a beam column which has a scanning deflector (2) for sweeping a beam and directs the beam swept by the scanning deflector onto a sample in pulses, wherein: the distance between impingement points of the pulsed beam is set such that feature quantities of one or more specific regions of an image obtained on the basis of an output of a detector (4) satisfy a predetermined state; the duration of time between impingement points for the pulsed beam is changed when in a state in which the set distance between impingement points is set or in a state in which multiple distances between impingement points determined on the basis of the specified distance between impingement points are set; and the beam emission is carried out according to the duration of time between impingement

CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, ST, 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, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

points whereby the feature quantities of the multiple specific regions of the image obtained on the basis of the output of the detector satisfy the predetermined state.

(57) 要約: 本開示は、パルス状のビームの照射点間距離と照射点間間隔の特定が可能な荷電粒子線装置の提案を目的とする。ビームを走査する走査偏向器(2)を有し、当該走査偏向器によって走査されるビームをパルス状に試料に照射するビームカラムを備えた荷電粒子線装置であって、検出器(4)の出力に基づいて得られる画像の1以上の特定領域の特徴量が所定の状態となるように前記パルス状のビームの照射点間距離を設定し、当該設定された照射点間距離が設定された状態、或いは当該特定された照射点間距離に基づいて定められる複数の照射点間距離が設定された状態にて、前記パルス状ビームの照射点間時間を変化させ、前記検出器の出力に基づいて得られる画像の複数の特定領域の特徴量が所定の状態となる照射点間時間でビーム照射する荷電粒子線装置を提案する。

明 細 書

発明の名称：

荷電粒子線装置の照射条件決定方法、及び荷電粒子線装置

技術分野

[0001] 本開示は、試料に対して荷電粒子ビームを照射する荷電粒子線装置に係り、特に、荷電粒子ビームをパルス化して照射する荷電粒子線装置に関する。

背景技術

[0002] 特許文献 1 には、電子線の走査速度及び照射の間隔を制御し、試料に照射される電荷量を制御することで電位コントラストを抑制し、試料上で観察したい領域のコントラストを最大化する装置が開示されている。また、特許文献 2、3 には、パルス化した電子ビームを照射すると共に、パルスビームのパルス幅とパルス間のインターバル時間の調整が可能な電子顕微鏡が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特許第 6 2 3 9 6 3 3 号（対応米国特許 U S P 9, 6 9 7, 9 8 7）

特許文献2：特許第 5 7 4 4 6 2 9 号（対応米国特許 U S P 8, 9 0 7, 2 7 9）

特許文献3：特開 2 0 1 6 - 1 0 0 1 5 3 号公報（対応米国特許 U S P 9, 6 5 9, 7 4 4）

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] パルスビームの走査によって、走査領域の微小な電気特性を、電位コントラストとして顕在化することができるが、通常の走査電子顕微鏡と比較すると、照射ビームをパルス化するために、照射点間距離及び照射点間時間を適切に設定する必要がある分、設定するパラメータが多くなる。色々なパラメ

一タの組み合わせを試すことができれば、適切な装置条件の設定はできるが、最適な装置条件に至るまでに相当の時間を要することになる。特許文献 1 乃至 3 に開示によれば、照射点間距離や照射点間時間の設定は可能であるが、適切なパラメータの組み合わせを、早期に見出す手法についての開示がない。

[0005] 以下に、照射点間距離及び照射点間時間の少なくとも 1 つを含む装置パラメータを容易に見出すことを目的とする荷電粒子線装置について説明する。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するための一態様として、ビームをパルス状に照射しつつ、ビーム走査を行うときのビーム照射条件決定方法であって、前記パルス状ビームの照射点間距離を変化させ、照射点間距離の異なる複数の画像を取得し、当該照射点間距離の異なる複数の画像の特定領域の特徴量を評価し、当該特徴量が所定の状態となるようなビームの照射点間距離を特定し、当該特定された照射点間距離を設定、或いは当該特定された照射点間距離に基づいて定められる複数の照射点間距離を設定し、当該特定された照射点間距離、或いは複数の照射点間距離が設定された状態にて、前記パルス状ビームの照射点間時間を変化させたときに得られる複数の画像に含まれる複数の特定領域を評価し、当該複数の特定領域の特徴量が所定の状態となる照射点間時間を特定する荷電粒子線装置の照射条件決定方法を提案する。

[0007] また、上記目的を達成するための他の一態様として、ビームを走査する走査偏向器を有し、当該走査偏向器によって走査されるビームをパルス状に試料に照射するビームカラムと、前記試料に対するビームの照射によって得られる粒子を検出する検出器と、前記ビームカラムを制御する制御システムを備え、当該制御システムは、前記検出器の出力を処理することによって、1 以上の画像の特徴量を取得するように構成され、前記制御システムは、前記検出器の出力に基づいて得られる画像の 1 以上の特定領域の特徴量が所定の状態となるような前記パルス状のビームの照射点間距離を特定し、当該特定された照射点間距離が設定された状態、或いは当該特定された照射点間距離

に基づいて定められる複数の照射点間距離が設定された状態にて、前記パルス状ビームの照射点間時間を変化させ、前記検出器の出力に基づいて得られる画像の複数の特定領域の特徴量が所定の状態となる照射点間時間でビーム照射するように指示するように構成されている荷電粒子線装置を提案する。

発明の効果

[0008] 上記構成によれば、照射点間距離及び照射点間時間の少なくとも1つを含む装置パラメータを容易に見出すことが可能となる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]走査電子顕微鏡の一例を示す図。

[図2]ビームの照射条件を決定する工程を示すフローチャート。

[図3]ビームの照射条件を入力するGUI画面の一例を示す図。

[図4]実施例1の試料の断面構造を示す図。

[図5]走査電子顕微鏡画像の一例を示す図。

[図6]パルスビームの照射点間距離とROIの輝度値の関係を示すグラフ。

[図7]パルスビームの照射点間時間と、複数のROI間の輝度差との関係を示すグラフ。

[図8]ビームの照射条件を決定する工程を示すフローチャート。

[図9]パルスビームの照射点間距離と照射点間時間の組み合わせに応じて、ROI間の輝度差が変化する様子を示す図。

[図10]ビームの照射条件を決定する工程を示すフローチャート。

[図11]実施例3の試料の断面構造を示す図。

[図12]走査電子顕微鏡画像の一例を示す図。

[図13]パルスビームの照射点間距離とROIの輝度値の関係を示すグラフ。

[図14]パルスビームの照射点間時間と、複数のROI間の輝度差との関係を示すグラフ。

[図15]ビームの照射条件を決定する工程を示すフローチャート。

[図16]実施例4の試料の断面構造を示す図。

[図17]走査電子顕微鏡画像の一例を示す図。

[図18]パルスビームの照射点間距離とROIの輝度値の関係を示すグラフ。

[図19]パルスビームの照射点間距離と照射点間時間の組み合わせに応じて、ROI間の輝度差が変化する様子を示す図。

[図20]ビームの照射条件を決定する工程を示すフローチャート。

[図21]ビームの照射条件を入力するGUI画面の一例を示す図。

[図22]実施例5の試料の断面構造を示す図。

[図23]走査電子顕微鏡画像の一例を示す図。

[図24]ビームの照射電荷量と輝度値との関係を示すグラフ。

[図25]観察対象のROIを自動決定する工程を示すフローチャート。

[図26]試料の種類と観察対象となるROIの座標を入力するためのGUI画面の一例を示す図。

発明を実施するための形態

[0010] 以下に、荷電粒子ビームを照射することによって得られる信号に基づいて、試料の拡大画像を形成する荷電粒子線装置について説明する。荷電粒子線装置のうち、試料に対して電子ビームを走査する走査電子顕微鏡は、高分解能画像を得られる装置である。走査電子顕微鏡は、電磁場を印加することで電子源から出射される電子線を、試料上で集束かつ走査し、電子線を照射した際に試料から放出される電子を検出器で検出し画像化する装置である。検出される電子の数は試料の情報を反映するので、電子線を走査することでコントラストをもった画像を形成することができる。

[0011] 画像のコントラストは、試料の形状情報を反映した形状コントラスト、組成情報を反映した材料コントラスト、表面電位の情報を反映した電位コントラストに大別される。走査電子顕微鏡では、形状コントラストや材料コントラストの解析を行うための情報を得ることができる。

[0012] 一方、絶縁体を含む試料を、走査電子顕微鏡を用いて観察する場合、試料に電荷が蓄積する帯電により形状コントラストが喪失する等のいわゆる像障害が発生する場合がある。これは、電位コントラストが形状コントラストに重畳されるためであり、電位コントラストを抑制すれば、相対的に形状コン

トラストを強く反映した画像を取得することができる。

[0013] その一方で、試料上で観察したい領域（Region Of Interest : RO I）について、電位コントラスト画像が生成できれば、試料の内部構造の観察等が可能となる。例えば、複数の材料で構成された積層構造を持つ試料を観察する場合、電荷の蓄積量が RO I に含まれる構造の静電容量や抵抗値などの電気特性に依存するため、電位コントラストを観察することで内部構造を観察することができる。

[0014] しかしながら、半導体デバイスが微細化し構造が複雑化すると、RO I に含まれる構造の静電容量が小さくなり、結果として電荷の蓄積量が小さくなる。その結果、適切な電位コントラスト像の形成が困難となる。

[0015] 以下に、RO I の微小な電気特性を顕在化するために、電子線をパルス化する装置を用いた観察方法、及びその観察を実現するための装置について説明する。これらの装置及び方法では、電子線をパルス化し、照射電荷量に加え照射点間の時間間隔（照射点間時間）または照射点間の距離（照射点間距離）を制御する。

[0016] 電子線の照射と非照射を繰り返しながら電子線を走査することで、電位コントラストを画像に強く反映させ、連続的に電子線を照射するだけでは観察が難しかった RO I 内の電気特性を観察することを可能としている。このとき、コントラストには RO I 内の各部の電荷の蓄積量が増加する際の特徴を反映した充電特性や、電荷の蓄積量が減少する際の特徴を反映した放電特性が反映される。

[0017] 電子線をパルス化する方法を用いて RO I 内の電位コントラストを観察する場合、充電特性と放電特性が混在したコントラストが観察され、それぞれの特性がコントラストに反映される大きさは、パルス化した電子線の照射条件により変化する。RO I に含まれる部分の電気特性のうち、充電特性と放電特性のどちらがコントラストに反映されやすいかは、RO I の種類によって大きく異なる。充電特性と放電特性のどちらかを選択することは観察する際の重要な要件であるため、電子線の照射条件を適切に設定し、充電特性が

反映されやすい条件と放電特性が反映されやすい条件を独立に設定できると望ましい。

[0018] 以下に説明する実施例では、電位コントラスト像生成に適したビーム照射条件の設定を短時間で行い得る方法、及び装置について説明する。また、より具体的な一例として、充電特性が反映されやすい条件と放電特性が反映されやすい条件を独立に設定する電子ビームの照射条件設定法について説明する。

[0019] 電子線の照射点間距離及び照射点間時間は、パルス化した電子線で電位コントラストの大きさを決定する主要な照射条件である。電位コントラストが最大になる照射点間距離（以下、「距離閾値」と呼称する）で充電特性がコントラストに強く反映され、距離閾値より長い距離間隔で放電特性がコントラストに強く反映される。

[0020] その理由は、距離閾値では照射点間距離の効果がコントラストに強く反映されるのに対し、距離閾値以上では照射時間間隔の変化がコントラストに強く反映されるためである。このことから、距離閾値を決定し、距離閾値となるように照射点間距離を維持しつつ、照射点間時間を制御することで、充電特性が反映されやすい照射条件が設定できる。また、距離閾値を決定し、距離閾値以上の照射点間距離で照射点間時間を制御することで、放電特性が反映されやすい条件が設定できる。

[0021] よって、照射点間距離と照射点間時間を適切な手順で評価し、設定することによって、ROIの電気特性の観察に適した照射条件が決定できる。更に、照射条件の決定に要する時間を短くすることができる。

[0022] 以下に説明する実施例では、例えば、荷電粒子源から放出される荷電粒子ビームを収束する手段と、前記荷電粒子ビームを断続的にパルス照射する手段と、前記荷電粒子ビームの照射位置を制御する手段と、前記荷電粒子ビームの照射位置の間の距離である照射点間距離を制御する手段と、前記照射点間距離で照射間の時間間隔である照射点間時間を制御する手段と、試料に対する荷電粒子ビームの照射に基づいて得られる荷電粒子を検出する手段と、

当該検出手段の出力信号と照射位置情報に基づいて画像を形成する手段と、前記画像を表示する手段を含む荷電粒子線装置であって、前記画像内で選択した領域（ROI）の輝度値を決定する手段と、前記輝度値と前記照射点間距離の関係から、前記輝度値が最大となる照射点間距離である距離閾値を決定する手段と、前記輝度値から前記距離閾値で前記照射点間時間を決定する手段を有する荷電粒子線装置について説明する。

[0023] 特定の照射点間距離を選択の上で、照射点間時間を決定しているため、試料の電気特性を高い精度で反映した画像を得ることができる。

[0024] 上述したように、距離閾値を決定し、距離閾値又は距離閾値以上で照射距離間隔および照射時間間隔を決定することで、ROIの電気特性の観察に最適な照射条件を決定しているため、照射条件の決定に要する時間が短い走査電子顕微鏡の提供が可能となる。

[0025] 以下、図面を用いてパルス状ビームの照射点間時間、照射点間距離の設定法、及び当該設定を実行する荷電粒子線装置について説明する。なお、以下の説明では荷電粒子線装置の一例として走査電子顕微鏡を例にとって説明するが、これに限られることはなく例えばイオンビームを試料上で走査することによって画像を生成するイオンビーム装置への適用も可能である。

実施例 1

[0026] 本実施例では、画像の輝度値が最大になる照射点間距離である距離閾値を決定し、その状態を維持しつつ、複数の領域（ROI）の輝度値の差が最大になるように複数の照射点間時間を決定することで、試料の充電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察する走査電子顕微鏡について述べる。

[0027] 本実施例における走査電子顕微鏡の装置の構成例を図1に示す。走査電子顕微鏡は電子光学系（ビームカラム）、ステージ機構系、制御系、画像処理系、操作・表示系、及び登録系により構成されている。電子光学系は電子源1、偏向器2、対物レンズ3、検出器4、照射／非照射切り替え部5、絞り6により構成されている。ステージ機構系はXYZステージ7、試料ホルダ8、試料9により構成されている。偏向器2は、電子ビームを試料上で一次

元的、或いは二次元的に走査するために設けられており、後述するような制御の対象となる。

[0028] 制御系は電子源制御部 10、偏向信号制御部 11、対物レンズ制御部 12、検出器制御部 13、XYZ ステージ制御部 14、試料電界制御部 15、照射／非照射制御部 16 により構成されている。画像処理系は検出信号処理部 17、画像形成部 18 により構成されている。制御系（制御装置）は 1 以上のプロセッサとデータストレージを備え、データストレージに記憶された走査電子顕微鏡を動作させるための動作プログラム（コード）の指示に従って制御対象を制御するように構成されていても良い。また、当該制御装置は、GUI（Graphical User Interface）から入力された入力情報に基づいて、後述する装置条件設定工程を自動で実行するように、各制御対象を制御する。また、画像処理系は 1 以上のプロセッサを備え、指定された ROI の輝度値の評価、或いは複数の ROI 間の輝度差の演算等を実行し、得られた情報を制御装置に伝達し、制御装置はその伝達情報に基づいて、制御対象を制御する。輝度値は、画像の画素に対応する個所から放出された電子量に応じた値であり、試料から放出された電子が多い程、輝度が大きくなる。また、本実施例では輝度値の特定に基づいて、ビーム照射条件を調整する手法について説明するが、輝度値に変えて信号量のようなパラメータを用いるようにしても良い。

[0029] 操作・表示系は照射条件操作部 19、画像表示部 20 により構成されている。登録系は照射条件登録部 21、距離閾値登録部 22、輝度値登録部 23 により構成されている。電子源 1 より放出された電子線は、照射／非照射切り替え部 5 で照射を選んだ場合、対物レンズ 3 で集束され、試料 9 に照射される。試料 9 上の照射位置は、偏向器 2 で制御する。試料より放出される電子である 2 次電子は、試料上の電界および磁界により、検出器 4 に誘導され、検出される。

[0030] 上述のような制御系は、画像処理系によって得られた ROI の特徴量の情報に基づいて、走査偏向器やブランキング偏向器を制御するコンピューター

システムであり、画像処理系と共に制御システムを構築する。

[0031] 一方、照射／非照射切り替え部 5 で非照射を選んだ場合、電子は照射／非照射切り替え部 5（ブランキング用偏向器、パルスビーム生成用偏向器と称することもある）で軌道を曲げられ（ビームの軸外に偏向され）ることで、絞り 6 で遮断され、試料 9 に照射されない。このように照射と非照射を切り替えることによって、パルス状の電子線を試料に照射することができる。

[0032] パルス状の電子線の照射条件は操作・表示系によって設定し、制御系を介して電子光学系及びステージ機構系に反映される。決定した照射条件は登録系に登録され、操作・表示系で読み出すことができる。

[0033] 本実施例において、試料の充電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察するための照射条件を決定するフローを図 2 に示す。なお、照射条件とは、照射点間距離及び照射点間時間の制御パラメータである走査速度及びブランキング電極の偏向タイミングを含む。

[0034] まず、対象となる ROI が視野内に入るよう、観察場所に試料 9 を移動する（S1）。距離閾値の登録がある ROI の場合、距離閾値登録部 22 から距離閾値を選択し、S9 に進む。距離閾値の登録がない ROI の場合、照射点間距離の制御範囲を指定する（S3）。次に、制御範囲内で照射点間距離を変化させて電子線を走査し、画像を取得する（S4）。

[0035] 次に、画像から ROI の輝度値を算出し（S7）、輝度値の最大値に対応する照射点間距離から距離閾値を決定する（S8）。なお、本実施例では 1 の ROI（特定領域）を指定し、当該 ROI の輝度値（特徴量）が最大となるように、照射点間距離を特定する例を説明するが、これに限られることはなく、例えば複数の ROI を指定し、当該 ROI 間の輝度差（特徴量）が最大となるような照射点間距離を特定するようにしても良い。更に複数の ROI を指定し、当該複数の ROI の輝度の平均値を特徴量としても良い。

[0036] また、輝度値、輝度差が最大でなくても、十分な輝度、或いはコントラストが得られていると判断できるようであれば、その際の照射点間距離を特定するようにしても良い。例えば、輝度値を評価する閾値を予め設定しておく

、その閾値以上の輝度値が得られた照射点間距離を選択するようにしても良い。このステップでは、特徴量が所定の状態（最大、所定値以上等）となった照射点間間隔を特定する。

[0037] 次に、照射点間距離を距離閾値とした状態で、照射点間時間を変化させる制御範囲を指定する（S 9）。次に、距離閾値を維持した状態で、制御範囲内で照射点間時間を変化させて電子線を走査し、画像を取得する（S 10）。次に、画像からROIの輝度値を算出し（S 13）、輝度値の差の最大値に対応する照射点間時間を決定する（S 14）。

[0038] ステップ14では、複数のROI間の輝度差が最大となる照射点間時間を特定しているが、これに限られることなく、輝度差が最大でなくても、十分なコントラストが得られていると判断できるようであれば、その際の照射点間時間を特定するようにしても良い。例えば、輝度差を評価する閾値を予め設定しておき、その閾値以上の輝度差が得られた照射点間時間を選択するようにしても良い。このステップでは、特徴量が所定の状態（最大、所定値以上等）となった照射点間間隔を特定する。

[0039] 照射条件のうち、照射点間距離をS8で決定した距離閾値に、照射点間時間をS14で決定した照射点間時間に設定する（S15）。

[0040] 図3に本実施例で使用したGUIを示す。照射条件操作部19には、観察した画像を表示する画像表示部20を有している。また、照射条件の操作部として、加速電圧設定部24、照射電流設定部25、視野サイズ設定部26、走査速度設定部27、通常スキャン／パルススキャン切り替え部28、パルス条件設定部29、試料電界設定部30を有している。

[0041] なお、通常スキャン／パルススキャン切り替え部28では、電位コントラストの照射条件決定時はパルススキャンを、それ以外の照射条件決定時は通常スキャンを選択できる。パルス条件設定部29では、照射点間距離および照射点間時間をそれぞれ反映したパルススキャンの条件を選択できる。また、S8で決定した距離閾値、及び距離閾値登録部22の登録値を表示する、距離閾値表示部31を有している。

- [0042] また、距離閾値表示部 31 は、S8 において輝度値の最大値から決定した距離閾値を表示する機能、及び S8 で決定した距離閾値を登録する機能、及び距離閾値を登録値から選択する機能を有している。
- [0043] 距離閾値表示部 31 には、予め所定の記憶媒体に記憶された照射点間距離、或いはステップ 3～ステップ 8 の処理を経ることによって決定された照射点間距離が表示され、制御システムは、当該表示部に表示された照射点間距離、或いは当該照射点間距離を閾値として、照射点間の距離がより長い複数の照射点間距離で、ビーム走査を行う。また、制御システムは、距離閾値或いは距離閾値以上の照射点間距離で、照射点間時間を変えたときの ROI 間の輝度差を評価する。
- [0044] 試料表面を構成する材質等によって、適切な照射点間距離、或いは距離閾値は変化するため、GUI 画面上に試料の種類を表示し、当該試料に関連付けて記憶された照射点間距離を照射条件として設定することによって、試料に応じた適切な照射点間距離を設定することが可能となる。また、ステップ 3～ステップ 8 の処理を経ることによって見出された適切な照射点間距離を、試料の種類と共に所定の記憶媒体に記憶させると共に、当該情報を GUI 画面上に表示させることによって、試料の種類の選択に基づいて、適切な照射点間距離を設定することが可能となる。
- [0045] また、S3 における照射点間距離の制御範囲、及び S9 における照射時間間隔の制御範囲を指定する、制御範囲指定部 32 を有している。また、画像から ROI を選択する ROI 選択部 33 を有している。また、算出した輝度値と、制御範囲指定部 32 で指定した範囲の照射点間距離又は照射点間距離の関係を表示する充放電特性表示部 34 を有している。充放電特性表示部 34 は、輝度値と照射点間距離の関係を表示するか、輝度値と照射点間時間の関係を表示するかを選択及び表示する機能を有する。
- [0046] 充放電特性表示部 34 には輝度値を縦軸、照射点間距離を横軸としたグラフが表示され、複数の ROI の複数の照射点間距離ごとの輝度値が表示されている。このような表示を行うことによって、各 ROI について輝度値が最

大となる照射点間距離を把握することができ、当該照射点間距離を設定の上、照射点間時間を変化させつつ、ROI間の輝度差の評価を行うことによって、適切な照射点間距離と照射点間時間の組み合わせを特定することが可能となる。例えば、ROI A、ROI B、ROI Cで輝度値が最大となる照射点間距離が異なる場合であっても、各ROIの照射点間距離と輝度値との関係がわかるような表示を行うことによって、ROI A、ROI B、ROI Cのいずれにも適した照射点間距離を把握することが可能となる。

[0047] また、S14における輝度値の差の最大値を表示する輝度値表示部35を有している。また、決定した照射条件及び輝度値を、照射条件登録部21及び輝度値登録部23に登録する、照射条件・輝度値登録ボタン36を有している。

[0048] 図4に本実施例で用いた試料の一部の断面図を示す。図4の試料は、シリコン基板39の、層間絶縁膜37の間に円柱状の配線38が埋められており、絶縁膜40が配線38とシリコン基板39に挟まれた構造をしている。絶縁膜40の厚さやシリコン基板39に含まれる不純物の極性が各配線38で異なる場合、各配線38で異なる電気特性を示す。

[0049] 図5に、本実施例において観察した、ROI選択部34の画像を示す。本実施例では配線38が試料表面に露出した領域である、図5のA、B、Cの3つの領域をROIとして選択し、特にROI AとROI Bの輝度値の差に着目して照射条件を決定した。図6に、本実施例において距離閾値を決定するため、制御範囲指定部32で照射点間距離を10nmから500nmの間で変化させ、ROIの輝度値と照射点間距離の関係を算出した結果を示す。

[0050] 各ROIの輝度値の最大値に対応する照射点間距離から、距離閾値を100nmに決定した。図7に、本実施例において照射点間時間を決定するため、照射距離間隔を距離閾値100nmに保ったまま制御範囲指定部32で照射時間間隔を0.1 μ sから10 μ sの間で変化させ、ROI AとROI Bの輝度値の差と照射時間間隔の関係を算出した結果を示す。ROI AとROI Bの輝度値の差の最大値から、照射点間時間を0.5 μ sに決定した。

[0051] 上述のような実施例によれば、画像の輝度値が最大になる照射点間距離である距離閾値を決定し、距離閾値である照射点間距離を維持しつつ、複数の領域間の輝度値の差が最大になるように照射点間時間を決定することで、試料の充電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察することができた。

実施例 2

[0052] 本実施例では、画像の輝度値が最大になる照射点間距離である距離閾値を決定し、複数の領域の輝度値の差が最大になるよう距離閾値以上で照射点間距離と照射点間時間を決定することで、試料の放電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察する走査電子顕微鏡について述べる。本実施例では、前記図 1 記載の走査電子顕微鏡を用いた。

[0053] 照射条件を決定するフローを図 8 に示す。本実施例の基本的なフローは図 2 と同様である。図 8 に示すフローと図 2 に示すフローの差異は、照射距離間隔が距離閾値以上になる範囲で照射点間距離と照射点間時間の制御範囲を指定する S 1 0 9 と、制御範囲内で照射点間距離と照射点間時間を変化させて電子線を走査し、画像を取得する S 1 1 0 である。また、R O I の輝度値を輝度値の最大値で規格化し、規格化輝度値を算出した後 (S 1 1 4)、複数の照射点間距離と走査速度の組み合わせの中から、複数の R O I の規格化輝度値の差が最大であり、且つ照射点間距離が最も小さい組み合わせを決定することで、照射点間距離及び照射点間時間を決定する (S 1 1 5)。照射条件のうち照射点間距離と照射時間間隔を、S 1 1 5 で決定した値に設定する (S 1 1 6)。

[0054] 本実施例では、図 3 記載の G U I を用いた。また、本実施例では、図 4 記載の試料を用い、図 5 に示した A、B、C の 3 つの領域を R O I として選択し、特に R O I A と R O I C の輝度値の差に着目して照射条件を決定した。R O I の輝度値と照射点間距離の関係は図 6 と同一のため、距離閾値を 1 0 0 n m に決定した。本実施例において照射点間距離及び照射点間時間を決定するため、照射点間距離を距離閾値 1 0 0 n m 以上である 1 0 0 n m から 5

00nmの範囲で変化させ、制御範囲指定部32で照射点間時間を10 μ sから100 μ sの間で変化させて、ROI AとROI Cの規格化輝度値の差と照射点間距離と照射点間時間の関係を算出した結果を図9に示す。

[0055] 図9では、横軸に照射点間距離、縦軸に照射点間時間を取り、照射点間距離と照射点間時間の組み合わせに対して、規格化輝度値の差が大きいほど色を濃く表示した。AとCのROIの規格化輝度値の差が最大となる、照射点間距離を200nmに、照射点間時間を10 μ sに決定した。

[0056] 上述のような実施例によれば、画像の輝度値が最大になる照射点間距離である距離閾値を決定し、距離閾値である照射点間距離を維持しつつ、複数の領域の輝度値の差が最大になるように照射距離間隔と照射点間時間を決定することで、試料の放電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察することができた。

[0057] なお、本実施例、及び以下の実施例においても、実施例1と同様、照射点間間隔及び照射点間時間を特定するための特徴量や、所定の状態か否かを決める判断基準は、様々なものを用いることができる。

実施例 3

[0058] 本実施例では、画像の輝度値が最小になる（或いは所定の閾値以下となる）照射点間距離である距離閾値を決定し、当該距離閾値に対応する照射点間距離とした状態で、複数の領域の輝度値の差が最大になるように、照射点間時間を決定することで、試料の充電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察する走査電子顕微鏡について述べる。本実施例では、図1記載の走査電子顕微鏡を用いた。

[0059] 本実施例において、試料の充電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察するため、照射条件を決定するフローを図10に示す。本実施例の基本的なフローは図2と同様である。本実施例のフローは、輝度値の最小値に対応する照射点間距離から、距離閾値を決定する（S208）。本実施例では、図3記載のGUIを用いた。

[0060] 図11に本実施例で用いた試料の断面図を示す。図11の試料は、溝の形

成されたシリコン41の間に溝間絶縁膜42が埋められた構造が、マスク43で覆われている。シリコン41の突起部の高さが異なる領域が存在する場合、その領域間でマスク43が異なる電気特性を示す。図12に、本実施例において観察した、ROI選択部33の画像を示す。本実施例ではシリコン41の突起部の直上がマスク43で覆われた領域である、図12のD、Eの2つの領域をROIとして選択した。図13に、本実施例において距離閾値を決定するため、制御範囲指定部32で照射点間距離を10nmから250nmの間で変化させ、ROIDの輝度値と照射距離間隔の関係を算出した結果を示す。ROIDの輝度値の最小値に対応する照射点間距離から、距離閾値を75nmに決定した。

[0061] 図14に、本実施例において照射点間時間を決定するため、照射点間距離を距離閾値75nmに保ったまま制御範囲指定部32で照射時間間隔を0.1 μ sから10 μ sの間で変化させ、ROIDとROIEの輝度値の差と照射点間時間の関係を算出した結果を示す。ROIDとROIEの輝度値の差の最大値から、照射点間時間を1 μ sに決定した。

[0062] このように本実施例を用いて、画像の輝度値が最小になる照射点間距離である距離閾値を決定し、当該距離閾値に対応する照射点間距離を維持しつつ、複数の領域の輝度値の差が最大になるよう照射点間時間を決定することで、試料の充電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察することができた。

実施例 4

[0063] 本実施例では、画像の輝度値が最小になる照射点間距離である距離閾値を決定し、複数の領域の輝度値の差が最大になるよう距離閾値以上で照射点間距離と照射点間時間を決定することで、試料の放電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察する走査電子顕微鏡について述べる。本実施例では、前記図1記載の走査電子顕微鏡を用いた。

[0064] 本実施例において、試料の放電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察するため、照射条件を決定するフローを図15に示す。本実施例の基

本的なフローは図8と同様である。本実施例のフローは、輝度値の最小値に対応する照射点間距離から、距離閾値を決定する（S208）。本実施例では、前記図3記載のGUIを用いた。

[0065] 図16に本実施例で用いた試料の一部の断面図を示す。図16の試料は、層間絶縁膜44の間にコンタクトプラグ45が埋められており、コンタクトプラグ45の下部にシリコン基板46が埋め込まれ、コンタクトプラグ45とシリコン基板46の接合部にイオン注入層47が作られた構造をしている。

[0066] イオン注入層に注入されたイオン濃度が他と異なる場合、コンタクトプラグ45は異なる電気特性を示す。図17に、本実施例において観察した、ROI選択部33の画像を示す。本実施例ではコンタクトプラグ45が試料表面に露出した領域である、図17のF、Gの2つの領域をROIとして選択した。

[0067] 図18に、本実施例において距離閾値を決定するため、制御範囲指定部32で照射点間距離を50nmか500nmの間で変化させ、ROI Fの輝度値と照射点間距離の関係を算出した結果を示す。ROI Fの輝度値の最小値に対応する照射点間距離から、距離閾値を200nmに決定した。図19に、本実施例において照射距離間隔及び照射時間間隔を決定するため、照射点間距離を距離閾値200nm以上である200nmから500nmの範囲で変化させながら、制御範囲指定部32で照射点間時間を0.1μsから5μsの間で変化させ、ROI FとROI Gの規格化輝度値の差と照射点間距離と照射点間時間の関係を算出した結果を示す。図19では、横軸に照射点間距離、縦軸に照射点間時間を取り、照射点間距離と照射点間時間の組み合わせに対して、規格化輝度値の差が大きいほど色を濃く表示した。FとGのROIの規格化輝度値の差が最大になる照射点間距離および照射点間時間の組み合わせから、照射点間距離を300nmに、照射点間時間を1μsに決定した。

[0068] このように本実施例を用いて、画像の輝度値が最小になる照射点間距離で

ある距離閾値を決定し、複数の領域の輝度値の差が最大になるよう距離閾値以上で照射点間距離と照射点間時間を決定することで、試料の放電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察することができた。

実施例 5

[0069] 本実施例では、照射点間距離を距離閾値に保ちながら、荷電粒子線を照射する際の照射電荷量及び加速電圧及び試料電界を決定することで、試料の電位コントラストを高精度で観察する走査電子顕微鏡について述べる。本実施例では、前記図 1 記載の走査電子顕微鏡を用いた。

[0070] 本実施例において、試料の放電特性に由来する電位コントラストを高精度で観察するため、照射条件を決定するフローを図 20 に示す。なお、照射条件とは、照射点間距離及び照射点間時間の制御パラメータである走査速度及び照射点間距離を含み、照射電荷量及び加速電圧及び試料電界を 1 つ以上含む。ROI が視野内に入るよう、観察場所に移動する (S1)。

[0071] 次に、距離閾値を距離閾値登録部 22 の登録値から選択するかどうか決定する (S2)。距離閾値の登録がない ROI の場合、S303 に進む。距離閾値の登録がある ROI の場合、距離閾値登録部 22 から距離閾値を選択し、S304 に進む。次に、図 2 または図 8 または図 10 または図 15 に示したフローを用いて、距離閾値を決定する (S303)。

[0072] 次に、照射電荷量及び加速電圧及び試料電界の制御範囲を指定する (S304)。次に、距離閾値において、制御範囲内で照射電荷量及び加速電圧及び試料電界を変化させて電子線を走査し、画像を取得する (S305)。次に、画像から ROI の輝度値を算出する (S308)。

[0073] 次に、S303 において図 2 または図 8 のフローを用いて距離閾値を決定した場合は輝度値の最大値から、S303 において図 10 または図 15 のフローを用いて距離閾値を決定した場合は輝度値の最小値から、照射電荷量及び加速電圧及び試料電界を決定する (S309)。次に、図 2 または図 8 または図 10 または図 15 に示したフローを用いて、照射点間時間、または照射点間距離及び照射点間時間を決定する (S310)。

[0074] 次に、照射条件のうち照射電荷量、加速電圧、試料電界、照射点間距離、及び照射点間時間を、S 1 1 5 で決定した値に設定する照射条件を設定する(S 3 1 1)。

[0075] 図 2 1 に本実施例で使した G U I を示す。G U I の基本的な構成は図 3 と同様である。本実施例の G U I は、照射点間距離及び照射点間時間の制御範囲に加え、S 3 0 4 における照射電荷量及び加速電圧及び試料電界の制御範囲を指定する、制御範囲指定部 4 8 を有している。

[0076] 図 2 2 に本実施例で用いた試料の一部の断面図を示す。図 2 2 の試料は、層間絶縁膜 4 9 の間に配線 5 0 が埋められており、配線 5 0 の下層に電極 5 1、絶縁膜 5 2、電極 5 1 が順に積層した構造をしている。絶縁膜 5 2 を介した上下の電極 5 1 が絶縁できていない場合、配線 5 0 は他の配線 5 0 と異なる電気特性を示す。図 2 3 に、本実施例において観察した、R O I 選択部 3 3 の画像を示す。本実施例では配線 5 3 が試料表面に露出した領域である、図 2 3 の H、I の 2 つの領域を R O I として選択した。図 2 4 に、本実施例において照射電荷量を決定するため、制御範囲指定部 4 8 で照射電荷量を 1 n C から 4 n C の間で変化させ、R O I の輝度値と照射電荷量の関係を算出した結果を示す。各 R O I の輝度値の最大値に対応する照射電荷量から、照射電荷量を 2 n C に決定した。このように照射電荷量を決定することで、R O I の電気特性を電位コントラストにより強く反映させることができる。

[0077] このように本実施例を用いて、

照射点間距離を距離閾値に保ちながら、荷電粒子線を照射する際の照射電荷量及び加速電圧及び試料電界を決定することで、試料の電位コントラストを高精度で観察することができた。

実施例 6

[0078] 本実施例では、登録した照射条件及び輝度値を用いて指定した観察領域を測定し、登録した輝度値と同じ輝度値の座標を自動で決定することで、観察領域における R O I の座標を自動で決定する走査電子顕微鏡について述べる。本実施例では、前記図 1 記載の走査電子顕微鏡を用いた。

[0079] 本実施例において、観察領域におけるROIの座標を自動で決定するフローを図25に示す。試料の種類を指定する(S401)。試料の種類を指定することで、照射条件登録部21に登録された照射条件に設定される。観察領域を指定する(S402)。観察開始ボタン56を押す(S403)。観察開始ボタン56については図26で後述する。登録された照射条件において自動で観察を行い、画像の輝度値からROIの座標を自動で決定する(S404)。

[0080] 図26に本実施例で使したGUIを示す。画像・座標表示部53には、試料の種類を指定する、試料指定部54を有している。また、観察する座標を設定する観察座標設定部55を有している。また、自動での観察を開始する、観察開始ボタン56を有している。また、S404で決定したROIの座標を表示するROI座標表示部57を有している。

[0081] 本実施例では、前記図4記載の試料を用い、前記図5に示したA、B、Cの3つの領域をROIとして選択した。自動で決定したROIの座標の一部を図26のROI座標表示部57に示した。

[0082] このように本実施例を用いて、登録した照射条件及び輝度値を用いて指定した観察領域を測定し、登録した前記輝度値と同じ輝度値の座標を自動で決定することで、観察領域におけるROIの座標を自動で決定することができた。

[0083] なお、上述の実施例では試料の観察に電子線を用いたが、電子線に限らず他の荷電粒子線でも同様の観察ができる。

符号の説明

[0084] 1…電子源、2…偏向器、3…対物レンズ、4…検出器、5…照射／非照射切り替え部、6…絞り、7…XYZステージ、8…試料ホルダ、9…試料、10…電子源制御部、11…偏向信号制御部、12…対物レンズコイル制御部、13…検出器制御部、14…XYZステージ制御部、15…試料電界制御部、16…照射／非照射制御部、17…検出信号処理部、18…画像形成部、19…照射条件操作部、20…画像表示部、21…照射条件登録部、2

2…距離閾値登録部、23…輝度値登録部、24…加速電圧設定部、25…照射電流設定部、26…視野サイズ設定部、27…走査速度設定部、28…通常スキャン／パルススキャン切り替え部、29…パルス条件設定部、30…試料電界設定部、31…距離閾値表示部、32…制御範囲指定部、33…ROI選択部、34…充放電特性表示部、35…輝度値表示部、36…照射条件・輝度値登録ボタン、37…層間絶縁膜、38…配線、39…シリコン基板、40…絶縁膜、41…シリコン、42…溝間絶縁膜、43…マスク、44…層間絶縁膜、45…コンタクトプラグ、46…シリコン基板、47…イオン注入層、48…制御範囲指定部、49…層間絶縁膜、50…配線、51…電極、52…絶縁膜、53…座標表示部、54…試料指定部、55…観察座標設定部、56…観察開始ボタン、57 : ROI座標表示部

請求の範囲

- [請求項1] ビームをパルス状に照射しつつ、ビーム走査を行うときのビーム照射条件決定方法であって、
- 前記パルス状ビームの照射点間距離を変化させ、
- 照射点間距離の異なる複数の画像を取得し、
- 当該照射点間距離の異なる複数の画像の特定領域の特徴量を評価し、
- 、
- 当該特徴量が所定の状態となるようなビームの照射点間距離を特定し、
- 当該特定された照射点間距離を設定、或いは当該特定された照射点間距離に基づいて定められる複数の照射点間距離を設定し、
- 当該特定された照射点間距離、或いは複数の照射点間距離が設定された状態にて、前記パルス状ビームの照射点間時間を変化させたときに得られる複数の画像に含まれる複数の特定領域を評価し、
- 当該複数の特定領域の特徴量が所定の状態となる照射点間時間を特定することを特徴とする荷電粒子線装置の照射条件決定方法。
- [請求項2] 請求項 1 において、
- 前記照射点間間隔の異なる複数の画像の特定領域の特徴量を評価するときに、前記特定領域の輝度値を評価することを特徴とする荷電粒子線装置の照射条件決定方法。
- [請求項3] 請求項 2 において、
- 前記特定領域の輝度値が最小、最大、所定の閾値以上、或いは所定の閾値以下のビームの照射点間間隔を特定することを特徴とする荷電粒子線装置の照射条件決定方法。
- [請求項4] 請求項 1 において、
- 前記照射点間時間を特定するときに、前記複数の特定領域間の輝度差が最大、或いは所定値の閾値以上となる照射点間時間を特定することを特徴とする荷電粒子線装置の照射条件決定方法。

[請求項5] 請求項 1 において、

前記複数の照射点間距離が設定された状態にて、複数の照射点間時間を設定し、前記複数の特定領域の特徴量が所定の状態となる照射点間距離と照射点間時間の組み合わせを特定することを特徴とする荷電粒子線装置の照射条件決定方法。

[請求項6] 請求項 5 において、

前記複数の特定領域間の輝度差が最大、或いは所定の閾値以上となる照射点間距離と照射点間時間の組み合わせを特定することを特徴とする荷電粒子線装置の照射条件決定方法。

[請求項7] ビームを走査する走査偏向器を有し、当該走査偏向器によって走査されるビームをパルス状に試料に照射するビームカラムと、

前記試料に対するビームの照射によって得られる粒子を検出する検出器と、

前記ビームカラムを制御する制御システムを備え、

当該制御システムは、前記検出器の出力を処理することによって、1 以上の画像の特徴量を取得するように構成され、前記制御システムは、前記検出器の出力に基づいて得られる画像の 1 以上の特定領域の特徴量が所定の状態となるような前記パルス状のビームの照射点間距離を特定し、当該特定された照射点間距離が設定された状態、或いは当該特定された照射点間距離に基づいて定められる複数の照射点間距離が設定された状態にて、前記パルス状ビームの照射点間時間を変化させ、前記検出器の出力に基づいて得られる画像の複数の特定領域の特徴量が所定の状態となる照射点間時間でビーム照射するように指示するように構成されていることを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項8] 請求項 7 において、

前記ビームカラムは、前記ビームを軸外に偏向するパルスビーム生成用偏向器を備え、前記制御システムは、設定された照射点間距離及び照射点間時間に応じたパルスビームとなるように、前記走査偏向器

とパルスビーム用偏向器を制御することを特徴とする荷電粒子線装置。
。

[請求項9] 請求項8において、

前記制御システムは、前記照射点間距離の異なる複数の画像の特定領域の特徴量の評価に基づいて特定された照射点間距離で前記ビームを照射するように、前記走査偏向器とパルスビーム生成用偏向器を制御することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項10] 請求項9において、

前記制御システムは、前記特定領域の輝度値が最小、最大、所定の閾値以上、或いは所定の閾値以下のビームの照射点間間隔となるように、前記走査偏向器とパルスビーム生成用偏向器を制御することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項11] 請求項7において、

前記制御システムは、前記複数の特定領域間の輝度差が最大、或いは所定値の閾値以上となる照射点間時間でビームを走査するように、前記パルスビーム生成用偏向器を制御することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項12] 請求項7において、

前記制御システムは、前記複数の照射点間距離が設定された状態にて、複数の照射点間時間を設定し、前記複数の特定領域の特徴量が所定の状態となる照射点間距離と照射点間時間の組み合わせで前記ビームを走査するように、前記走査偏向器と前記パルスビーム生成用偏向器を制御することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項13] 請求項12において、

前記制御システムは、前記複数の特定領域間の輝度差が最大、或いは所定の閾値以上となる照射点間距離と照射点間時間の組み合わせでビームを走査するように、前記走査偏向器と前記パルスビーム生成用偏向器を制御することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項14] 請求項7において、

前記検出器の出力に基づいて前記特定領域の輝度を評価する1以上のプロセッサを備え、当該プロセッサは、前記特定領域の輝度値と前記照射点間距離との関係に基づいて、前記輝度値が最大となる照射点間距離を決定することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項15] 荷電粒子線装置を制御するパラメータを決定するためにコンピュータシステム上で実行されるプログラム命令を格納するコンピュータ読み取り可能な媒体であって、

前記荷電粒子線装置のパルス状ビームの照射点間距離を変化させたときの照射点間距離の異なる複数の画像を取得し、

当該照射点間距離の異なる複数の画像の特定領域の特徴量を評価し、

当該特徴量が所定の状態となるようなビームの照射点間距離を特定し、

当該特定された照射点間距離、或いは当該特定された照射点間距離に基づいて定められる複数の照射点間距離が設定された状態にて、前記パルス状ビームの照射点間時間を変化させたときに得られる複数の画像に含まれる複数の特定領域を評価し、

当該複数の特定領域の特徴量が所定の状態となる照射点間時間を特定することを特徴とするコンピュータ読み取り可能な媒体。

[請求項16] 試料に対して荷電粒子ビームを照射する荷電粒子線装置であって、

ビームを走査する走査偏向器を有し、当該走査偏向器によって走査されるビームをパルス状に試料に照射するビームカラムと、前記試料に対するビームの照射によって得られる粒子を検出する検出器と、前記ビームカラムを制御する制御システムを有する荷電粒子ビーム照射システムと、

前記制御システムの制御条件を表示する表示装置を備え、

当該表示装置には少なくとも前記パルス状ビームの照射点間距離に

関する情報が表示され、前記制御システムは、前記表示された照射点間距離、或いは前記表示された照射点間距離を閾値とした複数の照射点間距離で、ビームを走査するように設定した状態で、前記パルス状ビームの照射点間時間を変化させることによって、1の照射点間距離に対して複数の画像を取得し、当該複数の画像に含まれる特定領域の特徴量を評価することによって、当該特徴量が所定の状態となる照射点間時間を特定することを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項17]

試料に対して荷電粒子ビームを照射する荷電粒子線装置であって、
ビームを走査する走査偏向器を有し、当該走査偏向器によって走査されるビームをパルス状に試料に照射するビームカラムと、前記試料に対するビームの照射によって得られる粒子を検出する検出器と、前記ビームカラムを制御する制御システムを有する荷電粒子ビーム照射システムと、

前記制御システムの制御条件を表示する表示装置を備え、

前記制御システムは、前記パルス状のビームの照射点間距離、或いは照射点間時間を複数の状態に設定した状態で、前記ビームを照射することによって、複数の照射点間距離ごと、或いは複数の照射点間時間の画像を取得し、当該画像に含まれる複数の特定領域の特徴量を評価し、前記複数の照射点間距離ごと、或いは前記複数の照射点間時間の複数の特徴量に関する情報を、前記表示装置に表示させることを特徴とする荷電粒子線装置。

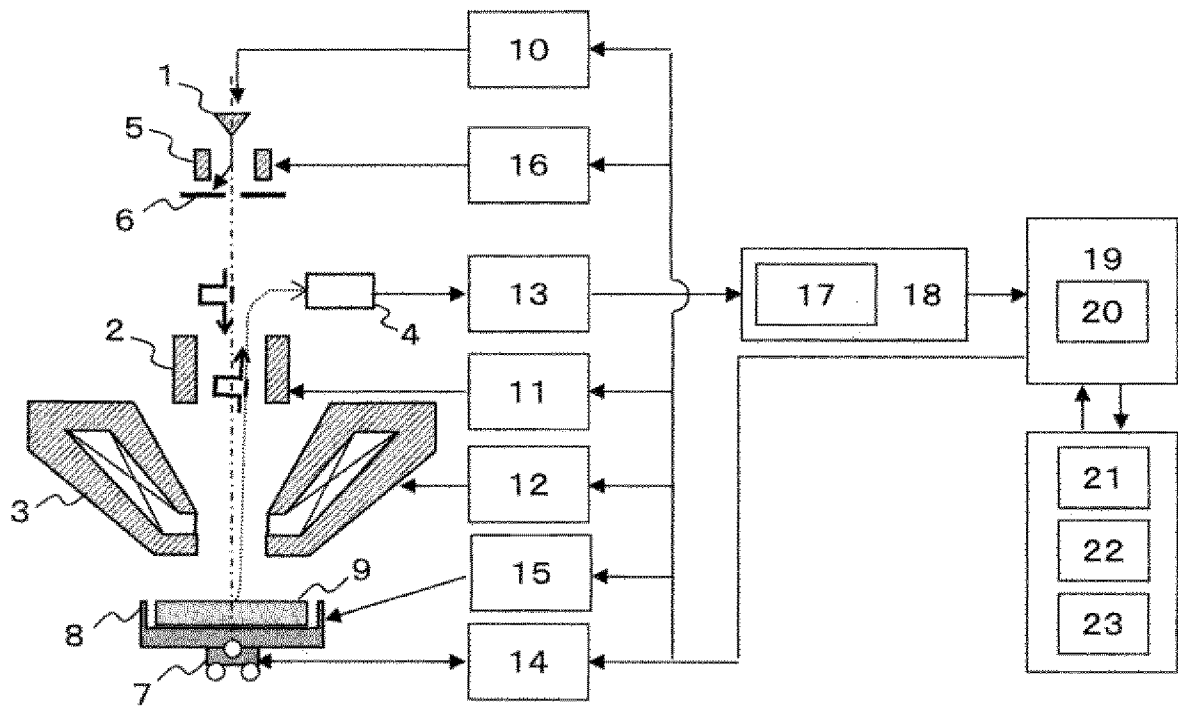
[請求項18]

請求項17において、

前記制御システムは、前記照射点間距離ごとの複数の特徴量の最大値を、前記表示装置に表示させることを特徴とする荷電粒子線装置。

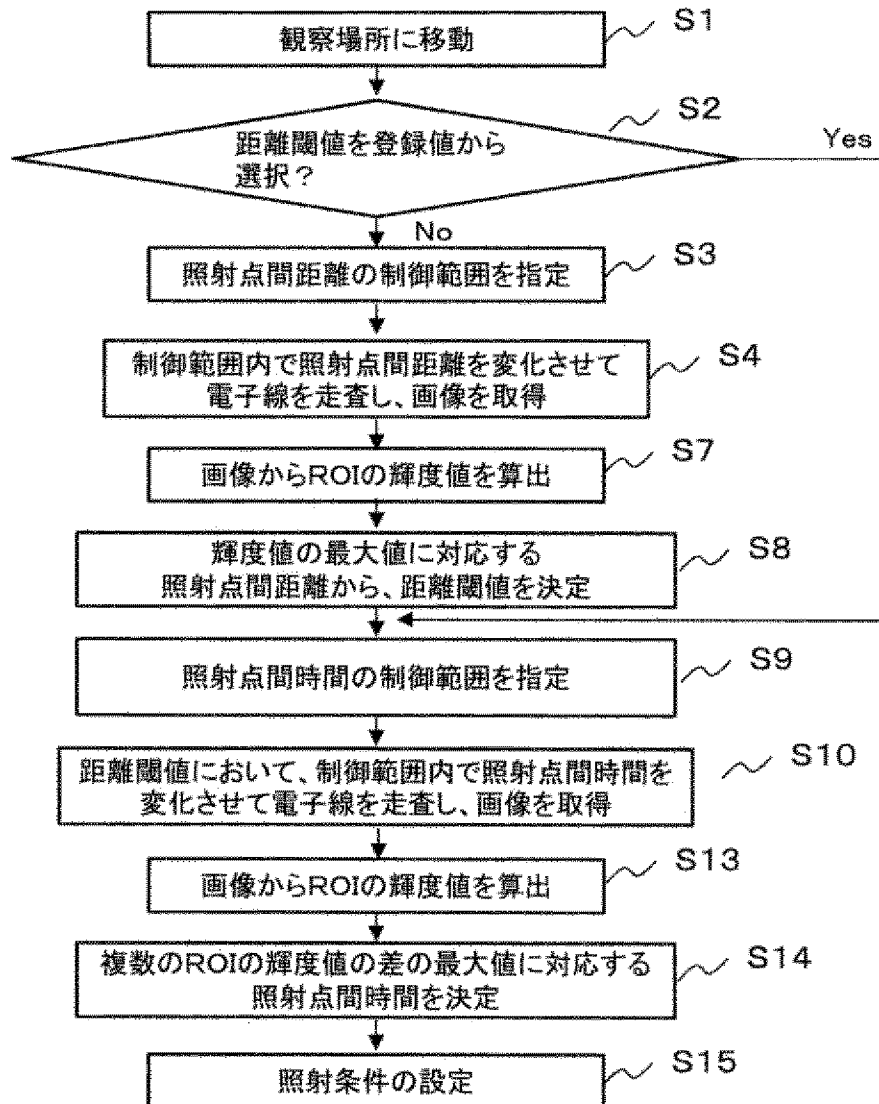
[図1]

【図1】



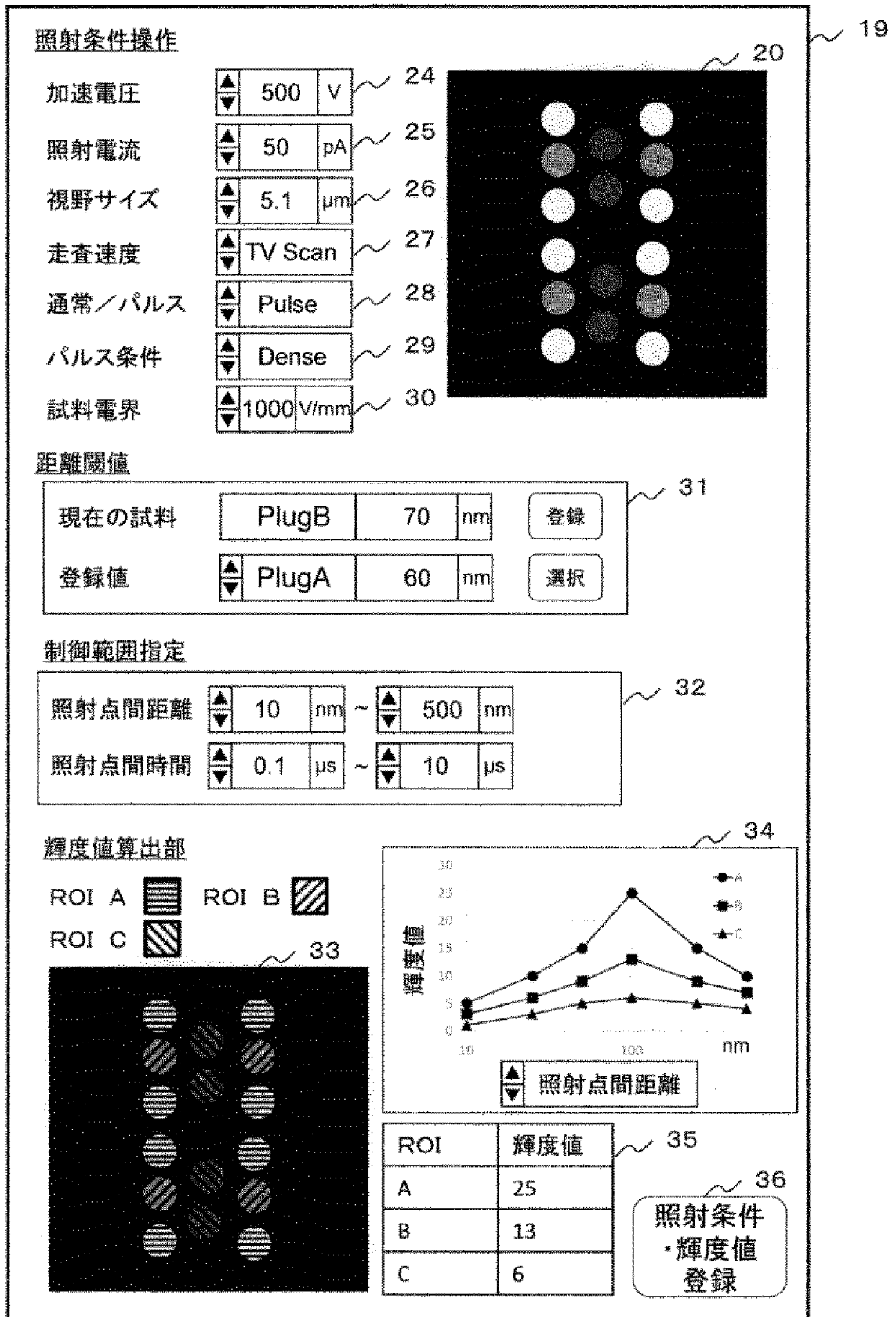
[図2]

【図2】



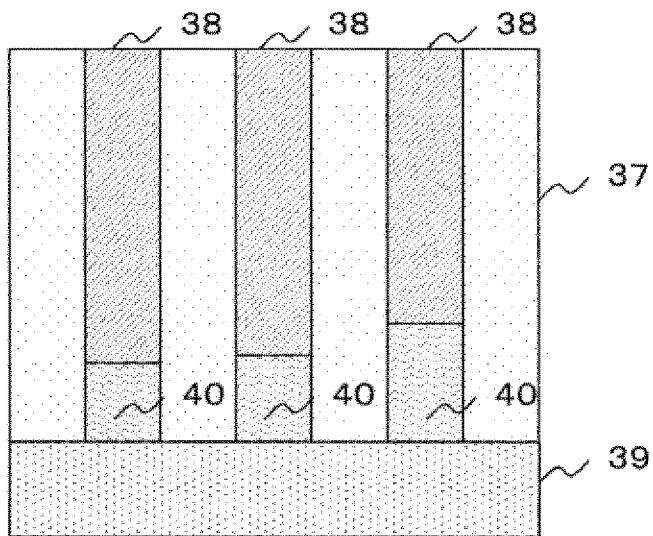
[図3]

【図3】



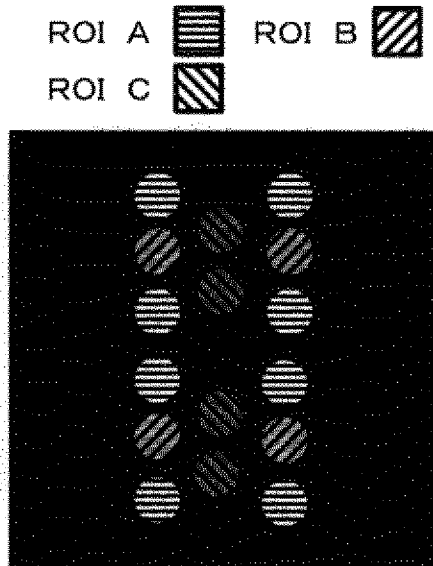
[図4]

【図4】

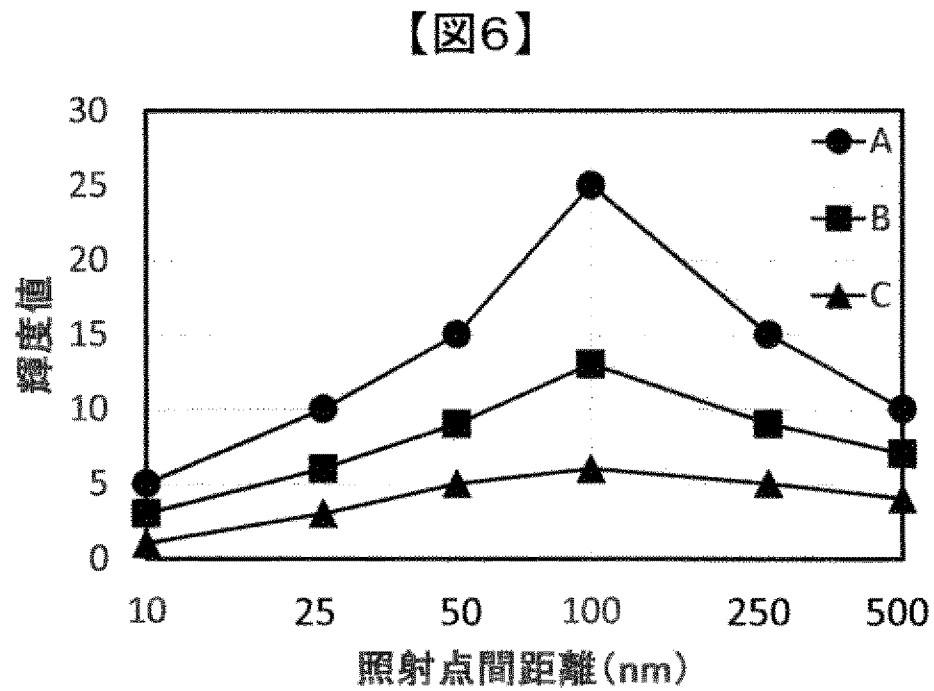


[図5]

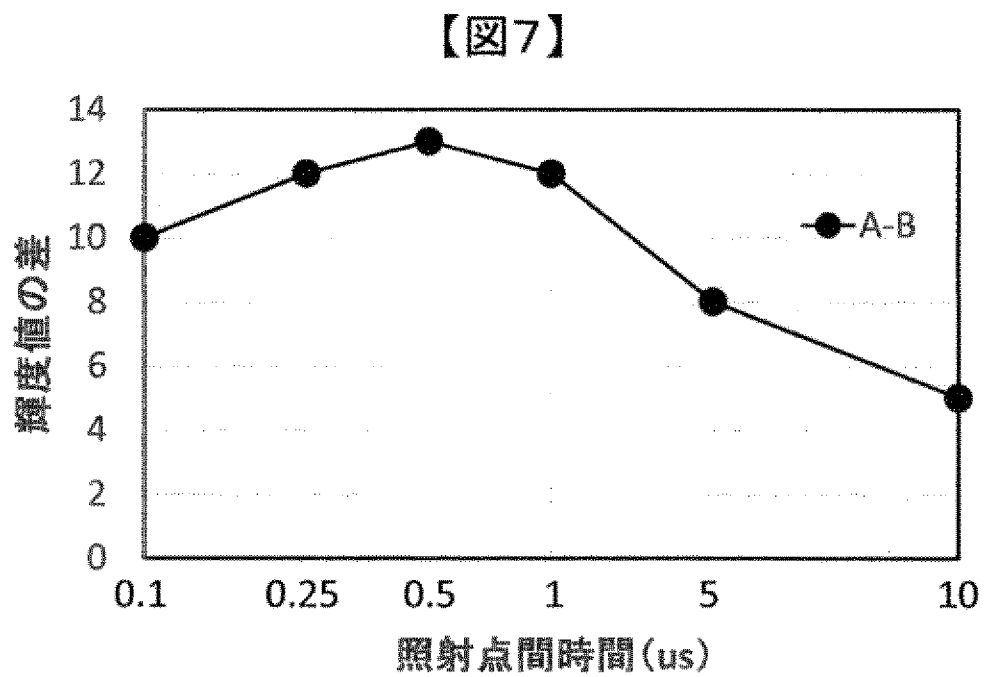
【図5】



[図6]

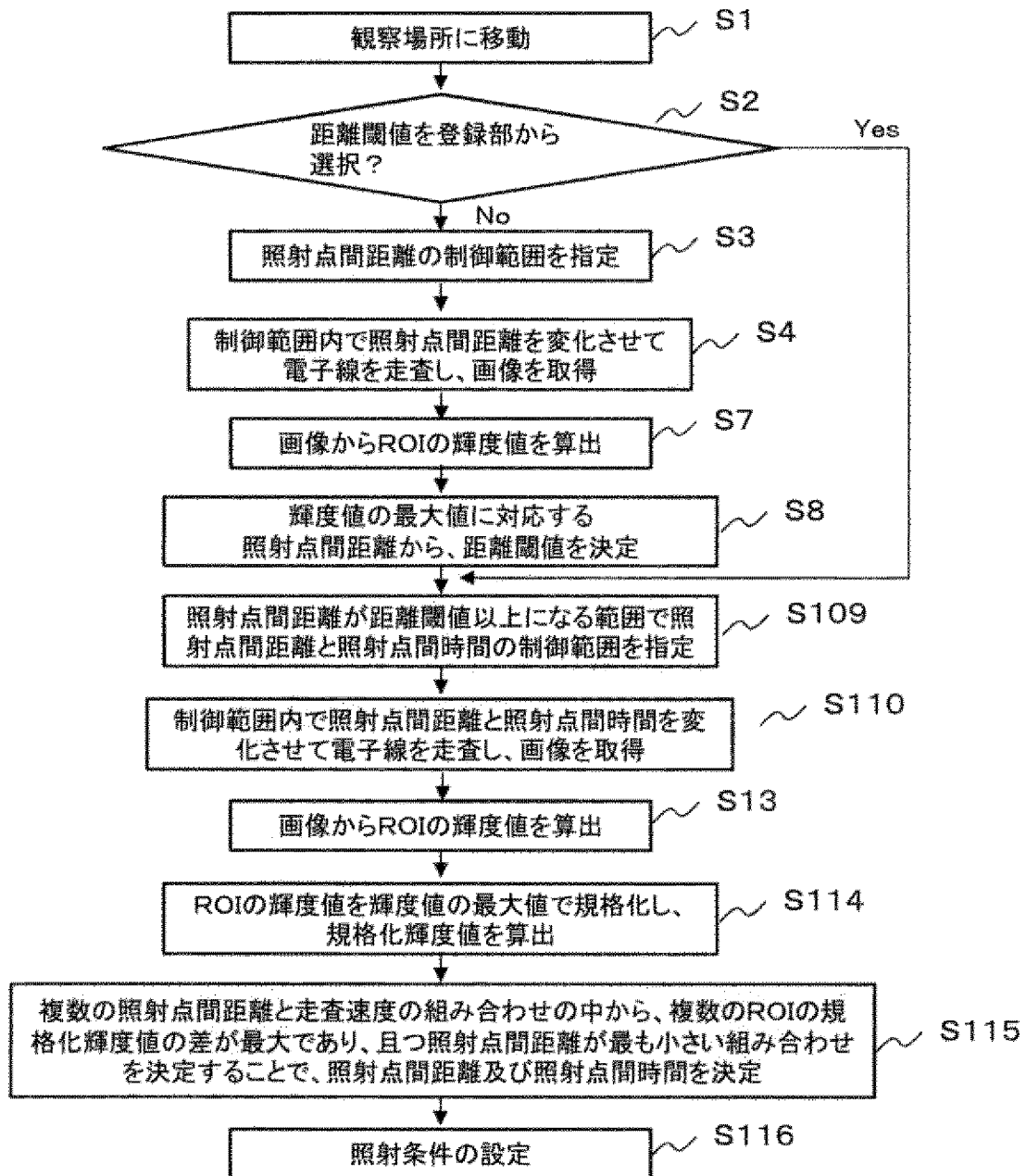


[図7]



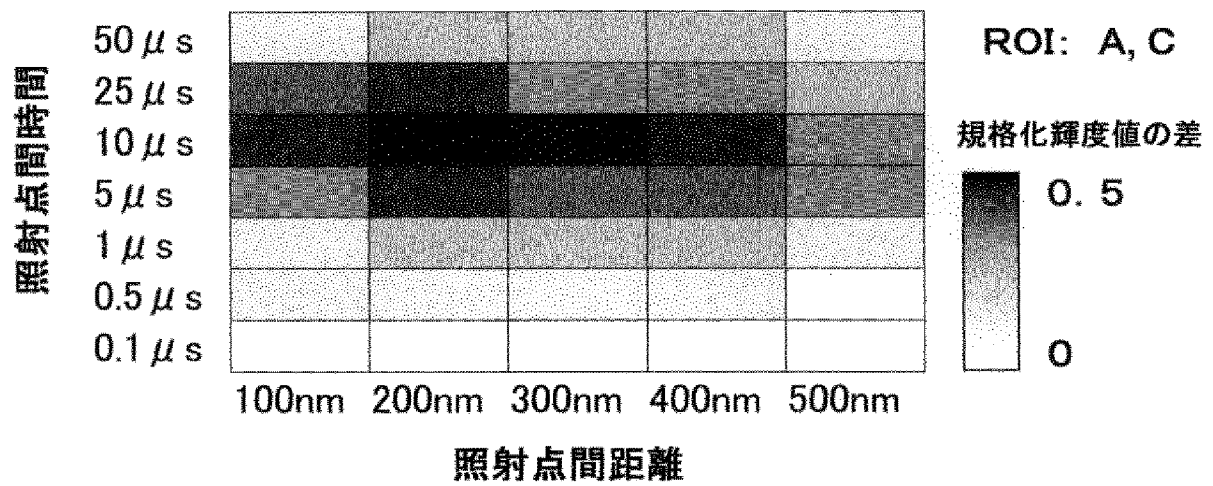
[図8]

【図8】



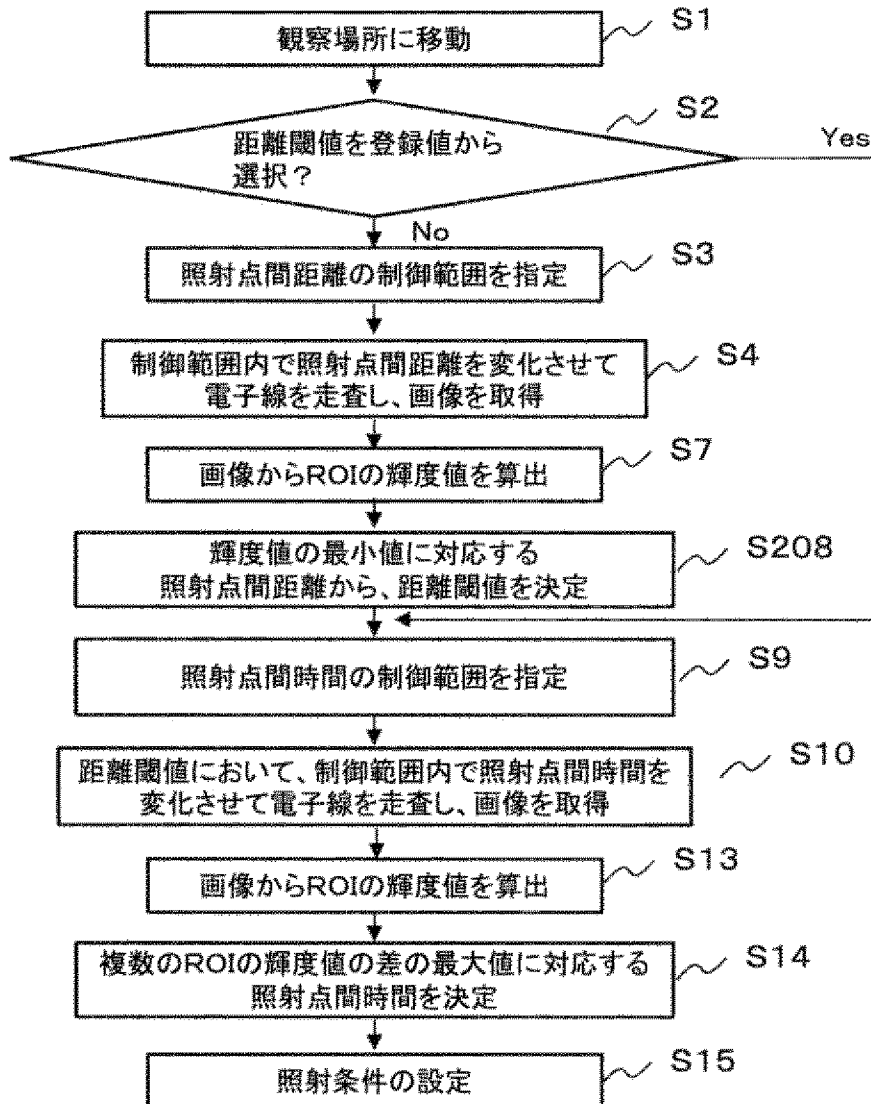
[図9]

【図9】



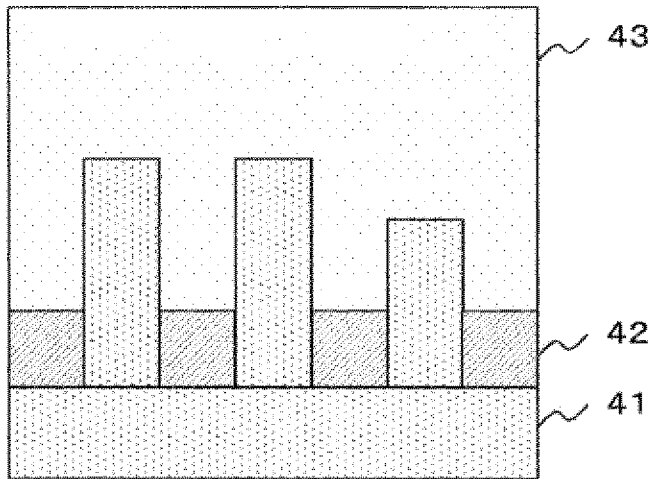
[図10]

【図10】



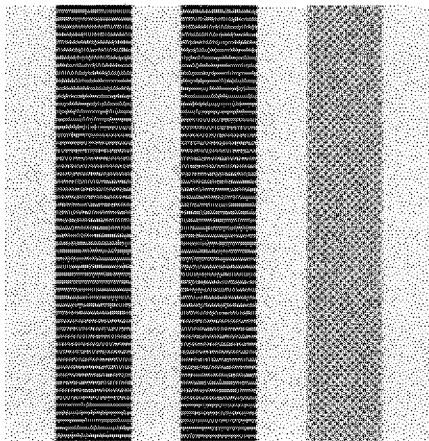
[図11]

【図11】

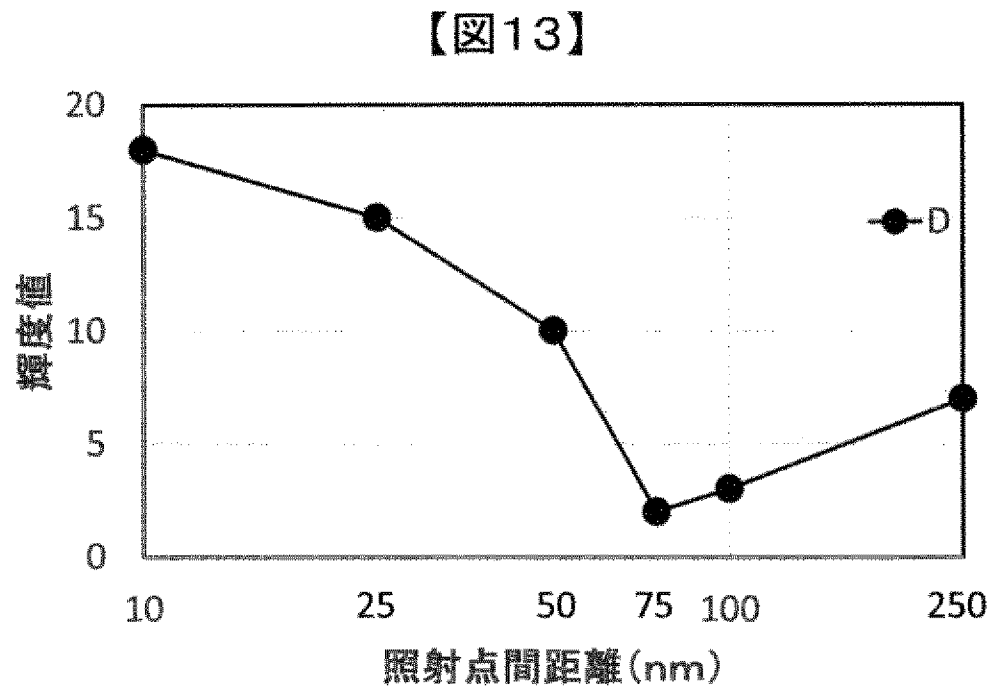


[図12]

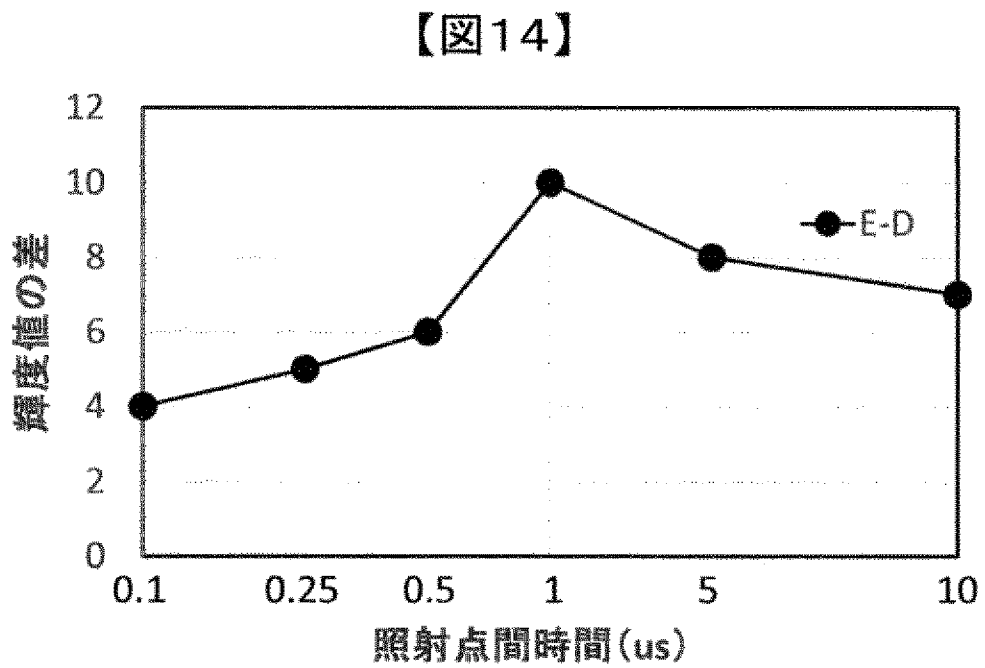
【図12】

ROI D  ROI E 

[図13]

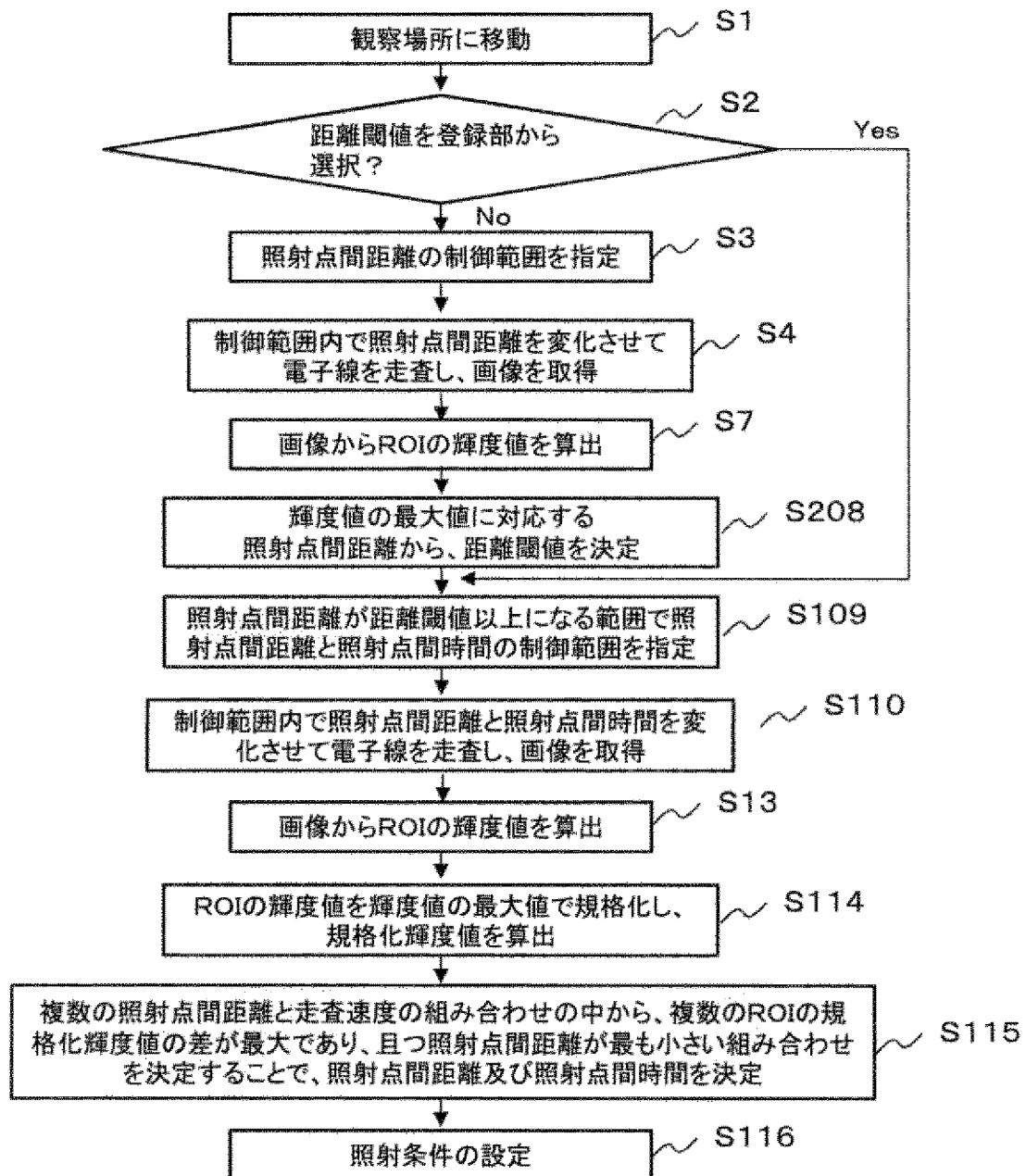


[図14]



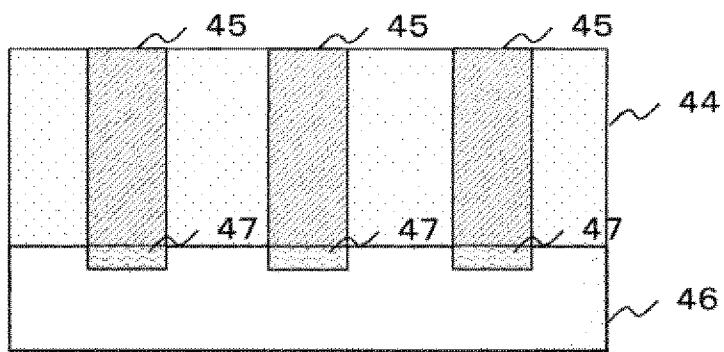
[図15]

【図15】



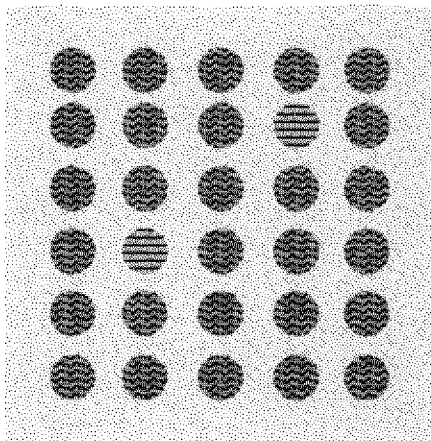
[図16]

【図16】

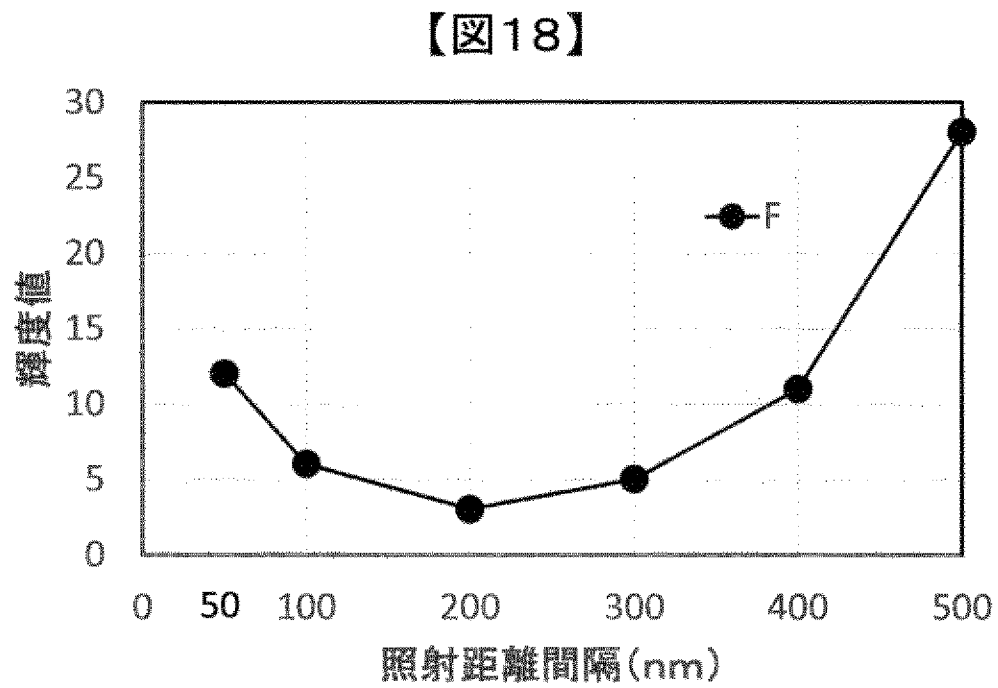


[図17]

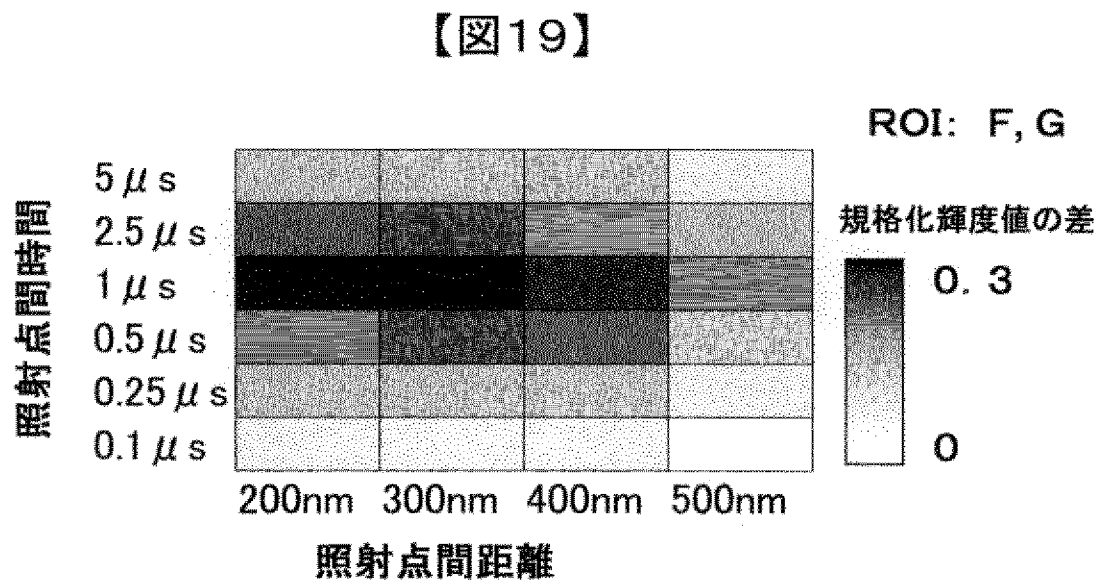
【図17】

ROI F  ROI G 

[図18]

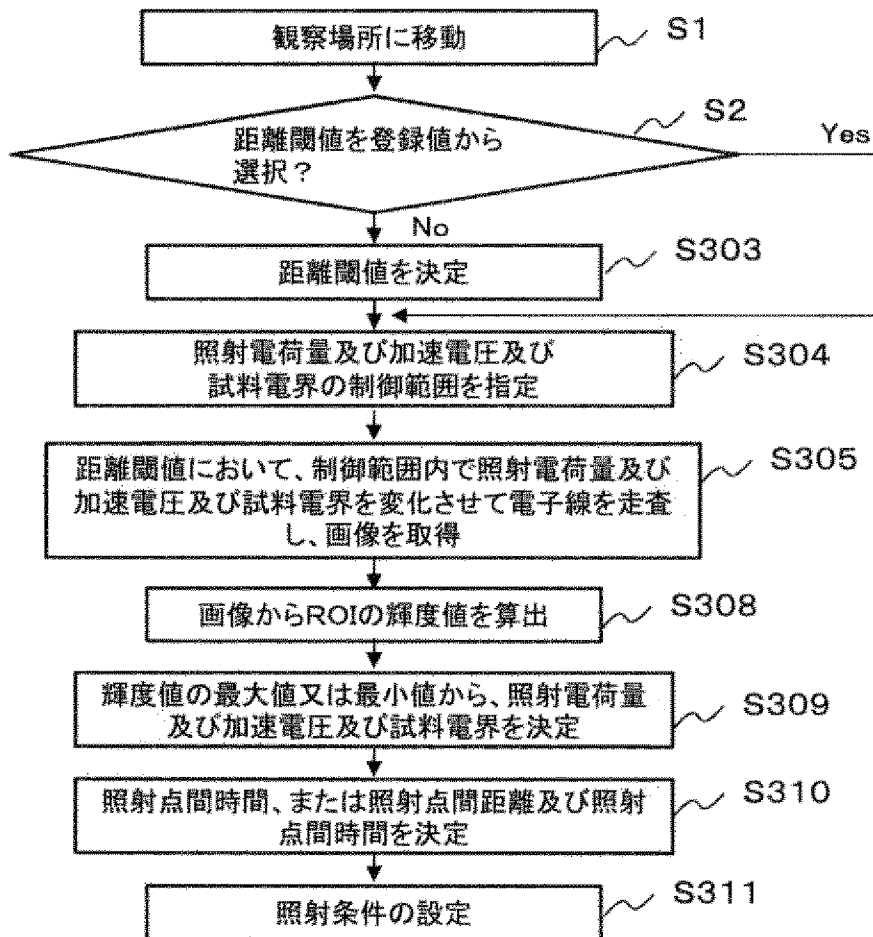


[図19]



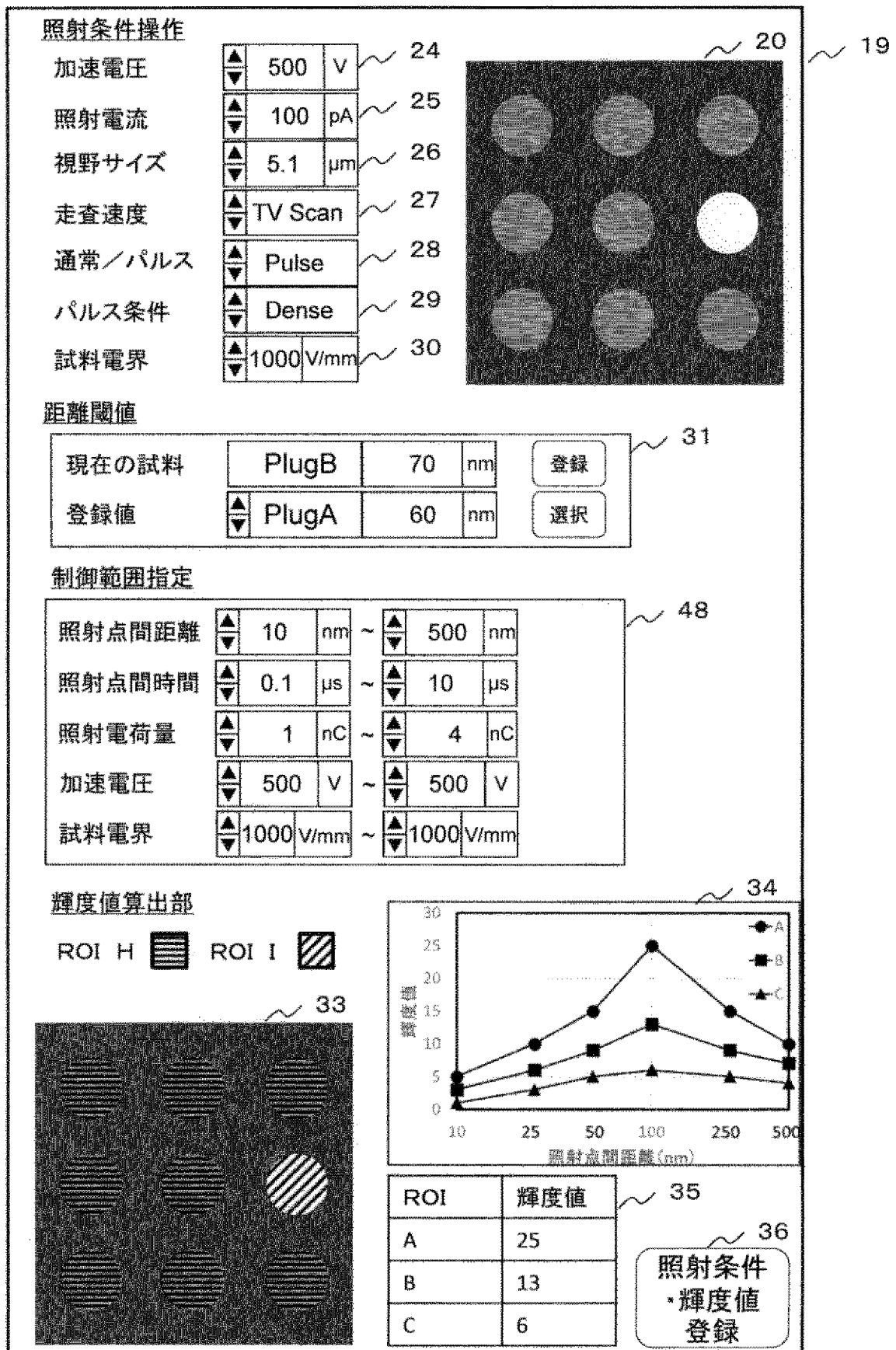
[図20]

【図20】



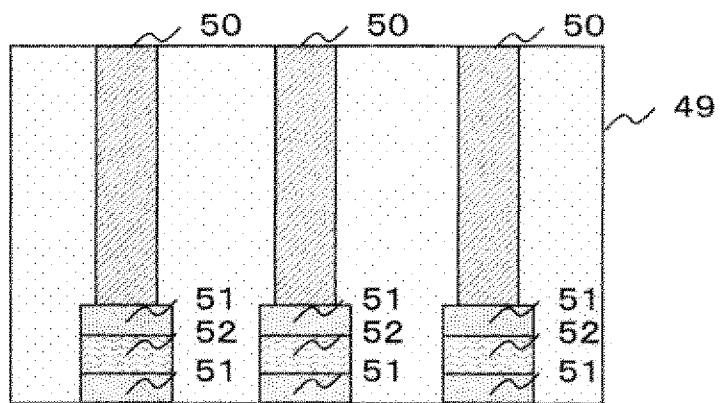
[図21]

【図21】



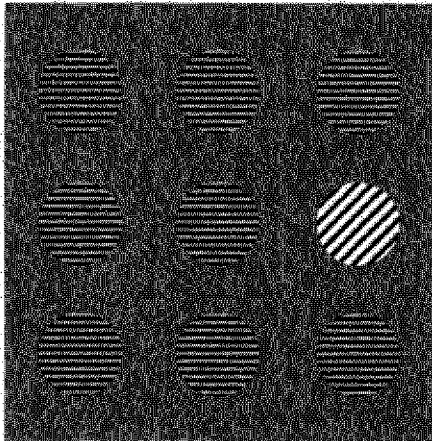
[図22]

【図22】

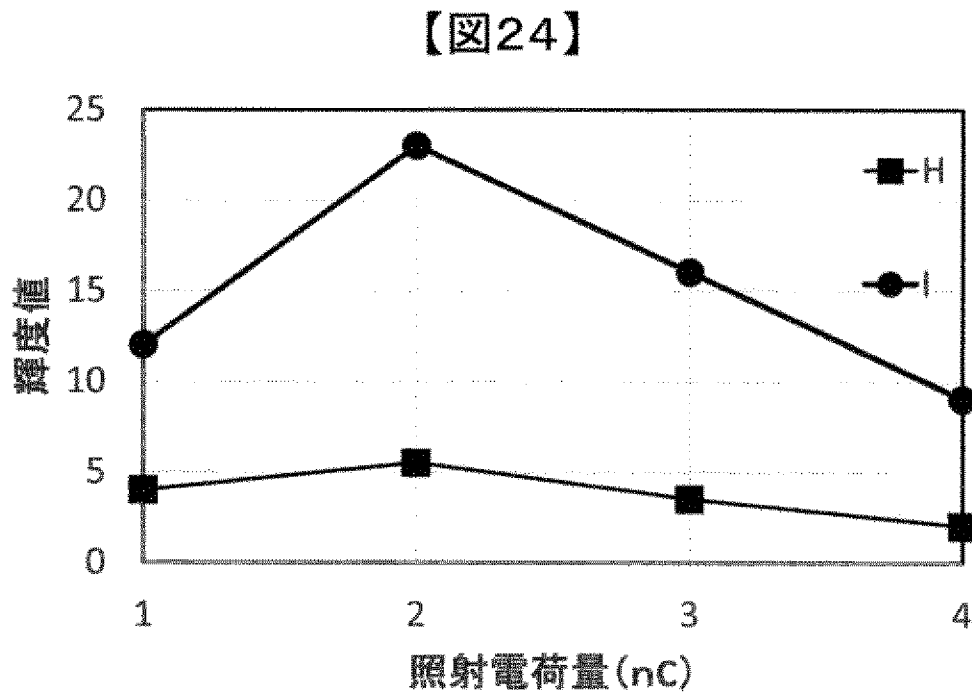


[図23]

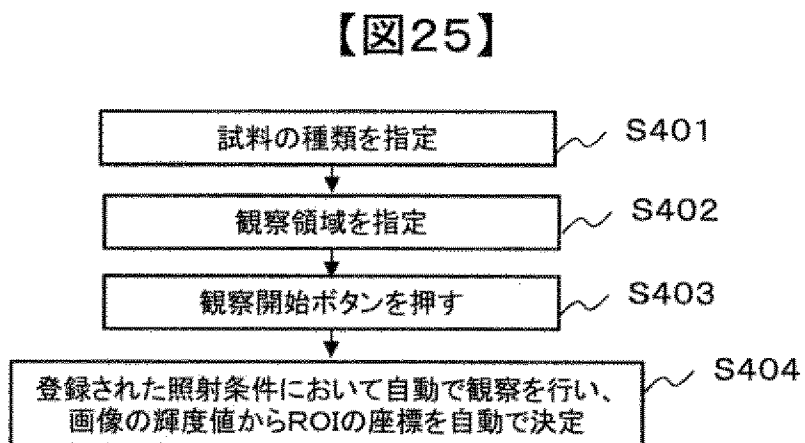
【図23】

ROI H  ROI I 

[図24]



[図25]



[図26]

【図26】

試料の種類

PlugB 54

観察領域指定

(1500, 1000) μm ~ (20000, 7000) nm 55

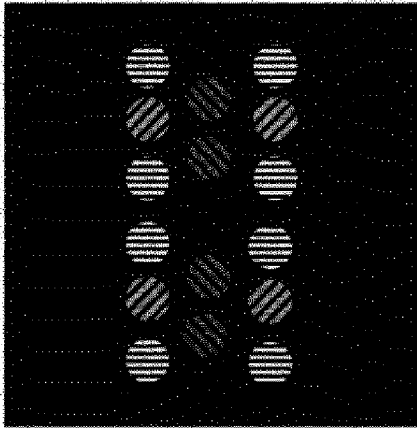
観察開始 56

ROIの座標 (1/1224 頁) 57

ROI A	ROI B	ROI C
(1506.7, 1004.2) μm	(1508.0, 1040.8) μm	(1504.3, 1003.5) μm
(1518.3, 1005.2) μm	(1528.7, 1080.8) μm	(1532.9, 1031.9) μm
(1518.3, 1007.3) μm	(1530.4, 1090.7) μm	(1548.2, 1041.7) μm
(1518.3, 1009.0) μm	(1530.5, 1091.1) μm	(1578.6, 1012.2) μm
(1502.8, 1021.8) μm	(1532.4, 1101.1) μm	(1601, 1003.9) μm

ROI A  ROI B 

ROI C 



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/016741

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H01J37/22 (2006.01) i, H01J37/28 (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)

Int. Cl. G01R31/28-31/302, 31/316, 31/317, 31/3183-31/3185, 31/319, H01J27/00-27/26, 37/00-37/36, H01L21/64-21/66

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018
Registered utility model specifications of Japan 1996-2018
Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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.
A	JP 2002-9121 A (HITACHI, LTD.) 11 January 2002, paragraph [0057], fig. 9 & US 2001/0052781 A1, paragraph [0074], fig. 9 & US 2003/0179007 A1 & US 2005/0250224 A1 & US 2008/0122462 A1	1-18
A	WO 2015/045498 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 02 April 2015, paragraphs [0008], [0032], [0033], [0044]-[0046], fig. 2, 4-7 & US 2016/0240348 A1, paragraphs [0010], [0043], [0044], [0056]-[0058], fig. 2, 4-7 & US 2017/0278671 A1 & DE 112014003984 T	1-18

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“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)

“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

“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

“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

“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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
20.06.2018

Date of mailing of the international search report
03.07.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/016741

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2012/165293 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 06 December 2012, abstract & JP 2012-252913 A & US 2014/0097342 A1, abstract & KR 10-2014-0018365 A	1-18
A	JP 2000-208085 A (SCHLUMBERGER TECHNOLOGIES, INC.) 28 July 2000, claims 1, 2 & JP 2012-104836 A & US 6344750 B1 & US 2002/01149381 A1, claims 1, 2 & DE 1000000365 A & DE 10000365 A1 & FR 2791776 A & TW 461964 B & KR 10-2000-0052614 A	1-18
A	WO 2013/035220 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 14 March 2013, paragraphs [0045], [0050], [0055], [0058] & JP 2013-54912 A & US 2014/0131590 A1, paragraphs [0053], [0058], [0063], [0066] & DE 112012003682 T & CN 103733298 A	1-18
A	JP 2004-266182 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORP.) 21 September 2004, paragraphs [0028]-[0036], fig. 5-7 (Family: none)	1-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01J37/22(2006.01)i, H01J37/28(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. G01R31/28-31/302, 31/316, 31/317, 31/3183-31/3185, 31/319
H01J27/00-27/26, 37/00-37/36
H01L21/64-21/66

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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
A	JP 2002-9121 A (株式会社日立製作所) 2002.01.11, 段落0057、 図9 & US 2001/0052781 A1, [0074]、図9 & US 2003/0179007 A1 & US 2005/0250224 A1 & US 2008/0122462 A1	1-18
A	W0 2015/045498 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2015.04.02, [0008]、[0032]～[0033]、[0044]～[0046]、図2、4～7 & US 2016/0240348 A1, [0010]、[0043]～[0044]、[0056]～[0058]、図2、 4～7 & US 2017/0278671 A1 & DE 112014003984 T	1-18

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

20.06.2018

国際調査報告の発送日

03.07.2018

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)

杉田 翠

2G

3811

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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
A	WO 2012/165293 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2012. 12. 06, 要約 & JP 2012-252913 A & US 2014/0097342 A1, 要約 & KR 10-2014-0018365 A	1-18
A	JP 2000-208085 A (シュルンベルジェ テクノロジー, インコーポレーテッド) 2000. 07. 28, 請求項 1、2 & JP 2012-104836 A & US 6344750 B1 & US 2002/0149381 A1, 請求項 1、2 & DE 10000365 A & DE 10000365 A1 & FR 2791776 A & TW 461964 B & KR 10-2000-0052614 A	1-18
A	WO 2013/035220 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2013. 03. 14, [0045]、[0050]、[0055]、[0058] & JP 2013-54912 A & US 2014/0131590 A1, [0053]、[0058]、[0063]、[0066] & DE 112012003682 T & CN 103733298 A	1-18
A	JP 2004-266182 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2004. 09. 21, 段落 0 0 2 8 ~ 0 0 3 6、図 5 ~ 7 (ファミリーなし)	1-18