(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
2020年8月27日(27.08.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/170408 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 37/24 (2006.01) *H01J 37/28* (2006.01)
H01J 37/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/006691

(22) 国際出願日： 2019年2月22日(22.02.2019)

(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(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 須賀 亜之瑠(SUGA Anoru); 〒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). 藪 修平(YABU Shuhei); 〒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).

(74) 代理人: 特許業務法人平木国際特許事務所(HIRAKI & ASSOCIATES); 〒1056232 東京都港区愛宕二丁目５－１ 愛宕グリーンヒルズＭＯＲＩタワー３２階 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, 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,

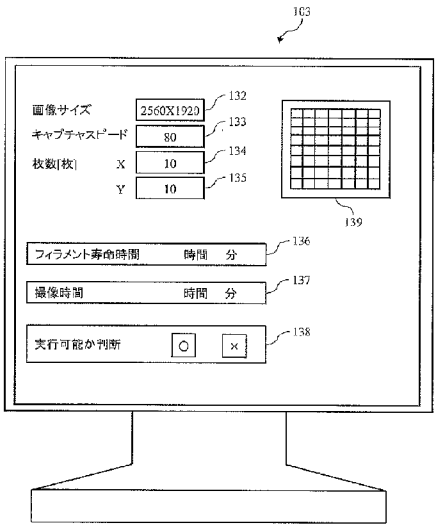
(54) **Title:** CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称： 荷電粒子線装置

(57) **Abstract:** The purpose of the present invention is to reduce the possibility of it becoming necessary to re-measure due to a filament breaking midway during observation, and to reduce the running cost of a device, and improve device operating efficiency. This charged particle beam device of the present invention calculates the imaging time needed to generate an observation image of a sample, and also estimates the remaining usable time of the filament, and when the imaging time is longer than the remaining usable time, presents information to that effect (see FIG. 3).

(57) 要約：本発明は、観察途中においてフィラメントが切れて再測定する必要が生じる可能性を減らすとともに、装置のランニングコストを低減させ、装置稼働効率を向上させることを目的とする。本発明に係る荷電粒子線装置は、試料の観察画像を生成するために要する撮像時間を算出するとともに、フィラメントの残り使用可能時間を推定し、前記撮像時間が前記残り使用可能時間よりも長い場合は、その旨を提示する（図３参照）。

図３



WO 2020/170408 A1

［続葉有］

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)）

明　細　書

発明の名称 ： 荷電粒子線装置

技術分野

[0001] 本発明は、試料に対して荷電粒子線を照射する荷電粒子線装置に関する。

背景技術

[0002] 荷電粒子線装置の荷電粒子線源としてフィラメントが用いられる。例えば荷電粒子線源が電子である場合、フィラメント両端に電圧を印加し、フィラメントを加熱したときに発生する熱電子を用いる。この原理を用いた電子銃は熱電子銃と呼ばれる。この手法においては、フィラメントは高温化で使用されるので、昇華により使用にともなってフィラメントが損耗し、損耗が激しくなると断線してしまう。熱電子銃のフィラメント寿命時間は、一般的に５０から１００時間程度と短く、ショットキー型電子銃におけるフィラメントの寿命時間が１から２年であることを考えると頻繁に切れることが分かる。したがって、長時間観察・分析などにおいてフィラメントを連続稼働すると、フィラメントが観察中に切れてしまうリスクが高くなる。長時間撮像においてフィラメントが途中で断線すると、再度観察試料の視野探しやフォーカス調整などを実施して撮像しなおす必要があるので、装置の利用効率が悪くなってしまう。撮像途中で切れないように観察前に新品のフィラメントに交換することもできるが、より多くのフィラメントを使用することになり、ランニングコストを増大させる原因につながる。

[0003] 下記特許文献１は、ショットキー電子源を使用した電子線装置において、電子源寿命による不意なダウンタイムを防ぎ、電子源または電子銃を最適な時期に交換するための技術を開示している。同文献においては、電子源の使用許容時間をあらかじめ設定しておき、その使用許容時間と積算使用時間に基づいて残り寿命時間を算出する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００１－１６４１６４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献１においては、使用許容時間と積算使用時間を比較する。しかしこの使用許容時間はユーザが設定したものであるので、必ずしもフィラメントの寿命を正確に反映していない場合がある。またこの使用許容時間は必ずしも観察時間を反映していないので、観察途中においてフィラメントが切れてしまう可能性がある。

[0006] 本発明は、上記のような課題に鑑みてなされたものであり、観察途中においてフィラメントが切れて再測定する必要が生じる可能性を減らすとともに、装置のランニングコストを低減させ、装置稼働効率を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る荷電粒子線装置は、試料の観察画像を生成するために要する撮像時間を算出するとともに、フィラメントの残り使用可能時間を推定し、前記撮像時間が前記残り使用可能時間よりも長い場合は、その旨を提示する。

発明の効果

[0008] 本発明に係る荷電粒子線装置によれば、観察途中においてフィラメントが切れる可能性を抑制することができる。これにより、荷電粒子源の寿命による不意なダウンタイムを防ぎ、電子源または電子銃を最適な時期に交換することができる。したがって装置のランニングコストを低減させ、装置稼働効率を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]実施形態１に係る走査型電子顕微鏡１００の構成図である。

[図2]広領域の観察画像を撮像する方法の例である。

[図3]表示装置１０３が表示するＧＵＩの例である。

[図4A]コンピュータ１２６の構成を示す機能ブロック図である。

[図4B]フィラメント１２５の電気抵抗の経時変化を例示するグラフである。

[図5]走査型電子顕微鏡１００の動作手順を説明するフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0010] ＜実施の形態１＞

図１は、本発明の実施形態１に係る走査型電子顕微鏡１００の構成図である。走査型電子顕微鏡１００は、鏡筒部１０１、試料室１０２、制御部１１７、コンピュータ１２６、表示装置１０３、を備える。鏡筒部１０１は、陰極１０６、ウェーネルト１０７、フィラメント１２５、陽極１０９、第１集束レンズ１１０、第２集束レンズ１１１、上段偏向コイル１１２、下段偏向コイル１１３、対物レンズ１１４、を有する。試料室１０２は、真空ポンプ１０５によって10^{-3}～10^{-4}Ｐａの真空度に保たれる。試料室１０２は、試料１１５、試料台１１６、試料ステージ１２７、検出器１０４、を有する。

[0011] 制御部１１７は、走査型電子顕微鏡１００が備える各部を制御する機能部であり、高電圧制御回路１１９、集束レンズ制御回路１２０、偏向制御回路１２１、対物レンズ制御回路１２２、信号処理回路１２３、を有する。高電圧制御回路１１９は、電子銃１１８に対して印加する電圧を制御する。集束レンズ制御回路１２０は、第１集束レンズ１１０と第２集束レンズ１１１を制御する。偏向制御回路１２１は、上段偏向コイル１１２と下段偏向コイル１１３を制御する。対物レンズ制御回路１２２は、対物レンズ１１４を制御する。

[0012] 高電圧制御回路１１９は、電子銃１１８内のフィラメント１２５、ウェーネルト１０７、および陽極１０９に対して所望の電圧を印加する。電圧印加によりフィラメント１２５より１次電子ビーム１０８が放出される。電子銃１１８は、例えばフィラメント１２５を加熱することにより発生する熱電子を利用して１次電子ビーム１０８を出射する熱電子銃として構成することができる。

[0013] １次電子ビーム１０８は、第１集束レンズ１１０と第２集束レンズ１１１によって集束された後、対物レンズ１１４によって試料１１５上に集束される。試料１１５上に集束される１次電子ビーム１０８は同時に、上段偏向コイル１１２と下段偏向コイル１１３によって試料１１５上に対する照射位置を走査される。１次電子ビーム１０８の照射にともなって、試料１１５からは試料１１５の形状や組成などによって決まる信号電子が放出される。検出器１０４はその信号電子を検出する。検出された信号電子は、増幅器１２４により増幅され、信号処理回路１２３を介してコンピュータ１２６へ出力される。コンピュータ１２６は、信号電子の検出結果を用いて試料１１５の観察画像を生成し、表示装置１０３はその観察画像を表示する。

[0014] 近年、コンピュータ１２６の記憶領域の増大化や、処理能力の高速化によって、広領域の画像を高解像で取得する傾向にある。このような使用方法は、試料１１５内のある数１０ｎｍ～数１０μｍオーダの物質や構造を数ｍｍ～数１０ｍｍ程度の広い領域において観察する用途や、微小物質の分析などの用途で使用されている。一方、走査型電子顕微鏡１００は１次電子ビーム１０８を走査して１画素分ずつの信号情報を取得するので、ある程度のＳ／Ｎレベルを有する観察画像を取得するためには、高解像・広領域の画像を取得する場合であっても、１画素分の走査時間を短くすることができない。一般的には１画素当たりの走査時間は、数１０ｎｓ～数１００μｓ程度である。例えば、１画素あたり１０ｎｍ正方領域を１０μｓの走査時間で取得し、観察画像サイズが１ｍｍ正方である場合を考えると、観察画像全体を撮像するために要する時間は、１ｍｍ×１ｍｍ／（１０ｎｍ×１０ｎｍ）×１０μｓ＝１００００００ｓ＝２７．８ｈとなり、非常に長い時間が必要である。

[0015] 一般的にこのような広領域を撮像する方法として、１枚の画像に含まれる画素数を増やす方法、試料ステージ１２７を少しずつ動かしながら複数枚の画像を撮像してつなぎ合わせる方法、などがある。前者の方法は、１次電子ビーム１０８の走査間隔を細かくするとともに撮像領域を広くする。この方法は繋ぎ目のない綺麗な画像がとれる反面、最大画素数がコンピュータのメ

モリによって制限されるので、画像サイズが制限されてしまう。そのため一般的には後者の手法のように１回に撮像される画素数や画像の視野範囲を観察物に合わせておき、試料ステージ１２７を動かしながら複数枚撮像して張り合わせる手法がとられる。ユーザはあらかじめ観察領域や観察条件などを設定しておくことにより、指定した観察領域を自動的に撮像することができる。したがって、撮像過程を人が監視することなく長時間自動的に所望の観察画像を得ることができる。もちろん、両方の手法を組み合せることも可能である。

[0016] 広領域を観察または分析する際、場合によっては長時間連続して走査型電子顕微鏡１００を稼働させておく必要がある。一方、フィラメント１２５は有寿命であり、フィラメント１２５が寿命を迎えると観察を続行することができなくなる。フィラメント１２５の寿命は電子銃１１８の種類によって異なり、タングステンフィラメントを用いた場合は条件にも依るが、一般的に５０～１００時間程度と言われている。フィラメント１２５の寿命は観察時間より長い必要がある。フィラメント１２５の寿命が観察時間よりも短ければ、フィラメント１２５が観察途中で切れてしまい、ユーザはフィラメント１２５を交換して再度観察し、あるいは観察が途切れてしまったところから観察を再開する必要がある。

[0017] このような状況を防ぐため、長時間観察する際は前もって新しいフィラメントに交換してもよいが、より多くのフィラメントを使用することとなり、ランニングコストの増大につながる。本実施形態１はこのような状況において、フィラメント１２５の状態や設定される観察条件に応じて、ユーザが観察を継続するか否かを判断できるようにすることにより、装置の稼働率や装置のランニングコストの向上を図る。

[0018] 図２は、広領域の観察画像を撮像する方法の例である。ユーザは測定範囲１３１を指定し、撮像方向１３０は測定開始位置１２８から開始して左から右へ向かって１次電子ビーム１０８を走査する。走査位置が測定範囲１３１の右端に達すると１つ下の画素ラインへ走査位置を移動する。以上の手順を

測定終了位置１２９まで繰り返す。

[0019] 図３は、表示装置１０３が表示するＧＵＩ（Ｇｒａｐｈｉｃａｌ Ｕｓｅｒ Ｉｎｔｅｒｆａｃｅ）の例である。ユーザは、観察画像の画像サイズ１３２とキャプチャスピード１３３を入力する。複数の観察画像を撮像して張り合わせる場合は、Ｘ方向における撮像枚数１３４とＹ方向における撮像枚数１３５を指定する。１つの観察画像のみ撮像する場合はＸＹともに１枚とすればよい。これらの値は、ユーザが所望の観察条件や撮像範囲に応じて、入力もしくは決められた選択肢から選択する。

[0020] 撮像画像１３９は、あらかじめ撮像した試料１１５の画像である。ユーザは撮像画像１３９上で、走査型電子顕微鏡１００によって撮像する範囲を指定する。ユーザが撮像範囲を指定することができれば、撮像画像１３９は光学的に撮像した画像でもよいし走査電子顕微鏡像でもよい。観察範囲の指定は、（ａ）ユーザが所望の撮像範囲を図形で囲むことにより指定する、（ｂ）ユーザが測定開始位置１２８と測定終了位置１２９を指定し、その座標から撮像範囲を決める、などによって指定することができる。撮像画像１３９がない場合は、走査型電子顕微鏡１００によって取得した観察画像をＧＵＩ上に表示しながら、試料ステージ１２７を動かして測定開始位置１２８と測定終了位置１２９をユーザが指定してもよい。撮像範囲は複数指定してもよい。

[0021] フィラメント寿命時間１３６は、コンピュータ１２６がフィラメント１２５の寿命（正常に使用することができるまでの残時間）を推定した結果を表示する。撮像時間１３７は、ＧＵＩ上で指定したパラメータにしたがって試料１１５の観察画像を取得するために要する時間をコンピュータ１２６が算出した結果を表示する。判断結果１３８は、撮像画像全体を取得することができるか否かを後述するフローチャートにしたがってコンピュータ１２６が判断した結果を示す。

[0022] 図４Ａは、コンピュータ１２６の構成を示す機能ブロック図である。コンピュータ１２６は、比較部１４４、フィラメント寿命推定部１４９、撮像時

間算出部１５０、記憶部１４５を備える。比較部１４４／フィラメント寿命推定部１４９／撮像時間算出部１５０は、その機能を実装した回路デバイスなどのハードウェアを用いて構成することもできるし、その機能を実装したソフトウェアを演算装置が実行することにより構成することもできる。記憶部１４５は例えばハードディスクなどの記憶装置によって構成することができる。比較部１４４の動作については後述する。

[0023] フィラメント寿命推定部１４９は、タイマ１４０、電流読取部１４１、通電時間記録部１４２、寿命算出部１４３を備える。タイマ１４０は、フィラメント１２５に対して通電した時間をカウントする。電流読取部１４１は、フィラメント１２５に流れる電流値を例えば電流計（図示せず）から読み取る。通電時間記録部１４２は、タイマ１４０がカウントした通電時間を積算し、記憶部１４５に対してその積算通電時間を格納する。寿命算出部１４３は、後述する手法によりフィラメント１２５の寿命を算出する。その算出結果をフィラメント１２５の推定寿命として用いる。

[0024] 撮像時間算出部１５０は、時間算出部１４６、時間記録部１４７、設定読取部１４８を備える。設定読取部１４８は、図３で説明したＧＵＩ上でユーザが設定した画像サイズ１３２／キャプチャスピード１３３／撮像枚数１３４／撮像枚数１３５を取得する。時間記録部１４７は、走査型電子顕微鏡１００が試料１１５の観察画像を撮像した時間を積算し、その積算時間を記憶部１４５に対して格納する。時間算出部１４６は、後述する手法により試料１１５の観察画像を撮像するために要する時間を算出する。

[0025]（フィラメント１２５の寿命算出方法その１）

フィラメント１２５を使用し始めてから正常に使用できなくなるまでの総寿命時間をあらかじめ経験的に求め、記憶部１４５にその総寿命時間を格納しておく。通電時間記録部１４２は、フィラメント１２５を新品に交換してからの積算通電時間を記憶部１４５に格納する。寿命算出部１４３は、記憶部１４５が格納している寿命時間と積算通電時間との間の差分を求めることにより、フィラメント１２５の残り使用可能時間を算出する。

[0026]（フィラメント１２５の寿命算出方法その２）

図４Ｂは、フィラメント１２５の電気抵抗の経時変化を例示するグラフである。フィラメント１２５は高温下で使用され、使用時間が積算するのにともなって昇華するので、フィラメント１２５の太さは徐々に変化する。これによりフィラメント１２５の電気抵抗は経過変化する。図４Ｂに例示する経時変化を表すデータをあらかじめ記憶部１４５に格納しておく。寿命算出部１４３は、フィラメント１２５の電気抵抗値を取得し、その電気抵抗値を用いて図４Ｂのデータを参照することにより、フィラメントの１２５の残り使用可能時間を算出する。

[0027]（フィラメント１２５の寿命算出方法その３）

上記方法を組み合わせて寿命を算出することもできる。例えば両方法それぞれを用いて寿命を計算し、それぞれ重み付け加算することによって寿命を算出することが考えられる。その他適当な方法によって両方法を組み合わせてもよい。

[0028] 時間算出部１４６は、下記式にしたがって観察画像を撮像するために要する時間を算出することができる：撮像時間＝撮像枚数×（スキャン時間＋ステージ移動時間＋待ち時間）。スキャン時間は、観察画像の画素数×キャプチャスピード×積算枚数である。画素数は画像サイズ１３２から求めることができる。キャプチャスピードは、１画素を撮像するために必要な荷電粒子線の照射時間である。ＧＵＩ上のキャプチャスピード１３３から得ることができる。ＳＮ比を向上させるなどの目的のために、観察画像上の同一箇所を複数回撮像し、各撮像によって得られた画像を重畳する場合がある。このときの重畳枚数を積算枚数と呼ぶ。撮像領域を何分割するかによって例えば１視野分のステージ移動量が分かるので、その移動量を移動させるのに必要な時間をステージ移動時間として用いることができる。

[0029] 図５は、走査型電子顕微鏡１００の動作手順を説明するフローチャートである。以下図５の各ステップについて説明する。

[0030]（図５：ステップＳ５０１～Ｓ５０２）

フィラメント寿命推定部１４９はフィラメントの推定寿命時間T_{FIL}を算出し、フィラメント寿命時間１３６上に表示する。撮像時間算出部１５０は観察画像を撮像するために要する撮像時間T_{CAPT}を算出し、撮像時間１３７上に表示する。ユーザまたは比較部１４４は、T_{FIL}とT_{CAPT}を比較することにより、撮像範囲全体を撮像することができるか否かを判定する（Ｓ５０１）。比較部１４４が判定した場合はその結果を判断結果１３８上に提示する。ユーザが判定した場合はその結果を判断結果１３８に対して入力する。撮像範囲全体を撮像できる場合は撮像を実施し（Ｓ５０２）、本フローチャートを終了する。撮像範囲全体を撮像できない場合はステップＳ５０３へ進む。

[0031]（図５：ステップＳ５０１：補足）

本ステップにおける判断基準としては例えば以下のようなものが考えられる。$T_{FIL} > T_{CAPT}$であればステップＳ５０２へ進む。$T_{FIL} \fallingdotseq T_{CAPT}$であればステップＳ５０２へ進むとともにユーザに対して注意喚起メッセージを提示する。$T_{FIL} < T_{CAPT}$であればステップＳ５０３へ進む。

[0032]（図５：ステップＳ５０２：補足）

Ｓ５０１からＳ５０２へ進む際には、ＧＵＩ上において、撮像が可能であることを示すメッセージを、文字や記号などによってユーザに対して知らせてもよい。

[0033]（図５：ステップＳ５０３～Ｓ５０５）

コンピュータ１２６は、ＧＵＩ上において、フィラメント１２５が切れるまで撮像するか、それともフィラメント１２５を新しいものに交換してから撮像を開始するかを指定するように、ユーザに対して促す（Ｓ５０３）。ユーザが交換を選択した場合は（Ｓ５０４：撮影）交換作業を実施し（Ｓ５０５）、本フローチャートを終了する。ユーザが撮像を選択した場合はステップＳ５０６へ進む。

[0034]（図５：ステップＳ５０６～Ｓ５０８）

走査型電子顕微鏡１００は、フィラメント１２５が断線するまで撮像を継

続する（Ｓ５０６）。フィラメント１２５が断線したとき、コンピュータ１２６はＧＵＩ上において、フィラメント１２５を交換するよう促すメッセージを表示する（Ｓ５０７）。ユーザはフィラメント１２５を交換する（Ｓ５０８）。

[0035] （図５：ステップＳ５０６：補足）

フィラメント１２５が断線したか否かは、例えばフィラメント１２５に流れる電流値を監視し、電流値が判定閾値未満になったとき断線したと判定することができる。その他適当な手法により判定してもよい。制御部１１７は、フィラメント１２５が断線した時点で撮像動作を停止する。

[0036] ＜実施形態１：まとめ＞

本実施形態１に係る走査型電子顕微鏡１００は、長時間観察を行う前に長時間観察中にフィラメントが切れるかどうかを自動的に判断して、ユーザに知らせることによってフィラメントが途中で切れて再測定する手間を減らすことができるとともに、安心して撮像を開始することができる。またユーザは、フィラメントの寿命時間をみて、当初予定していた観察条件を変えてフィラメントが切れずに撮像が終了できる条件に前もって設定することができるため、フィラメントを最大限に活用することができ、フィラメントを交換する手間を減らすとともに、装置のランニングコストを低減することができる。

[0037] ＜実施の形態２＞

実施形態１において、撮像時間がフィラメント１２５の残寿命以上である場合、Ｓ５０３において撮像可能な設定条件をＧＵＩ上でユーザに対して提示することができる。本発明の実施形態２では、その具体例を提示する。

[0038] 例えば、求めたフィラメント寿命時間T_{FIL}と撮像時間T_{CAPT}を比較し、$T_{FIL} \fallingdotseq T_{CAPT}$もしくは$T_{FIL} < T_{CAPT}$である場合、観察途中にてフィラメント１２５が切れてしまう可能性が高い。このとき実施形態１のように、注意喚起やフィラメント交換を促すと、まだフィラメント１２５をいくらかの時間は使用できるのにフィラメントを交換することになるので、ユーザにと

っては余分な交換コストがかかることとなる。そこで本発明の実施形態２においては、推測されたフィラメント寿命時間の範囲内で撮像可能な設定条件をＧＵＩ上で提示する。

[0039] 具体的には、例えば推測したフィラメント寿命時間の範囲内で撮像可能な観察範囲をユーザに提示し、ユーザはその観察範囲内で任意の場所を設定することができる。コンピュータ１２６は、観察範囲以外にも、（ａ）ＸＹ方向それぞれの撮像枚数、（ｂ）スキャンスピード、（ｃ）画像サイズ、（ｄ）積算枚数、など撮像時間に関わる各パラメータを任意に変更しながら、フィラメント寿命時間内に撮像できる複数の条件を提示する。このときユーザはいずれかのパラメータを固定してもよい。その場合、コンピュータ１２６はそれ以外のパラメータを変更しながら撮像可能な設定条件を提示する。

[0040] 本実施形態２によれば、ユーザはフィラメント１２５の寿命を最大限活用することができるので、フィラメント１２５に要するランニングコストを低減し、フィラメント１２５を交換する手間を削減することができる。

[0041] ＜実施の形態３＞

実施形態２では、フィラメント寿命が撮像時間以下である場合、フィラメント寿命時間内で撮像できる設定条件をＧＵＩ上で提示することを説明した。一方で、フィラメント寿命時間は各設定条件に関係なくあらかじめ求めることができる。また、撮像に要する各設定条件はある一定の範囲を有すると考えられる。そこで本発明の実施形態３に係る走査型電子顕微鏡１００は、ユーザが設定条件を入力する前に、フィラメント寿命時間を用いて各条件の最大値を算出することとする。

[0042] 自動広域観察に必要な時間は、撮像枚数、スキャンスピード、積算枚数、画素数などにしたがって（これらを乗算することにより）概算できる。したがって例えば最大撮像枚数を求めたい場合は、他のスキャンスピードなどのパラメータにおける設定可能な最小値を計算式に代入することにより、現在のフィラメント寿命時間内で撮像可能な最大撮像枚数を概算することができる。他のパラメータも同様に計算することができ、あるパラメータが設定さ

れた場合は、その設定値を用いて各パラメータを再計算する。これにより、ユーザが各設定条件を任意の順番で入力した場合であっても、自動的にフィラメント寿命時間内で撮像可能な条件を設定できる。したがって、ユーザが条件を設定する際に要する手間を、実施形態２よりも少なくすることができる。

[0043] ＜本発明の変形例について＞

以上の実施形態において、走査型電子顕微鏡１００を例示したが、その他タイプの荷電粒子線装置においても、本発明を適用することができる。すなわち、フィラメント１２５を荷電粒子線源として用いる荷電粒子線装置であれば、本発明を用いてフィラメント１２５の残寿命と撮像時間の比較結果をＧＵＩ上に提示することができる。

符号の説明

[0044] １００：走査型電子顕微鏡

１０１：鏡筒部

１０２：試料室

１０３：表示装置

１０４：検出器

１０５：真空ポンプ

１０６：陰極

１０７：ウェーネルト

１０８：電子ビーム

１０９：陽極

１１０：第１集束レンズ

１１１：第２集束レンズ

１１２：上段偏向コイル

１１３：下段偏向コイル

１１４：対物レンズ

１１５：試料

１１６：試料台

１１７：制御部

１１８：電子銃

１１９：高電圧制御回路

１２０：集束レンズ制御回路

１２１：偏向制御回路

１２２：対物レンズ制御回路

１２３：信号処理回路

１２４：増幅器

１２５：フィラメント

１２６：コンピュータ

１２７：試料ステージ

請求の範囲

[請求項1] 試料に対して荷電粒子線を照射する荷電粒子線装置であって、

フィラメントから前記荷電粒子線を照射する荷電粒子線源、

前記荷電粒子線が前記試料に衝突することにより生じる２次荷電粒子を検出する検出器、

前記検出器が検出した前記２次荷電粒子を用いて前記試料の画像を生成するコンピュータ、

を備え、

前記コンピュータは、前記画像を生成するために要する撮像時間を算出し、

前記コンピュータは、前記フィラメントを正常に使用することができる残り時間を推定し、

前記コンピュータは、前記撮像時間が前記残り時間よりも長い場合は、その旨を示すアラートを出力する

ことを特徴とする荷電粒子線装置。

[請求項2] 前記コンピュータは、前記撮像時間が前記残り時間よりも長い場合は、前記アラートとして、前記フィラメントを正常に使用することができる時間内に前記画像を生成することができる撮像可能範囲を提示する

ことを特徴とする請求項１記載の荷電粒子線装置。

[請求項3] 前記コンピュータは、

前記画像の撮像枚数、

前記画像の画素サイズ、

前記画像を１画素分撮影するために必要な前記荷電粒子線の照射時間、

前記画像の同一箇所について重畳して前記画像を撮像する積算枚数、

のうち少なくともいずれかを撮像条件パラメータとして指定する指

定入力を受け取り、

前記コンピュータは、前記指定入力による指定にしたがって前記撮像時間を算出し、

前記コンピュータは、前記撮像時間が前記残り時間よりも長い場合は、前記撮像可能範囲として、前記フィラメントを正常に使用することができる時間内に撮像完了することができる前記撮像条件パラメータを提示する

ことを特徴とする請求項２記載の荷電粒子線装置。

[請求項4] 前記コンピュータは、前記撮像時間が前記残り時間よりも長い場合は、前記撮像可能範囲に到達するまで前記画像を取得するか、それとも前記フィラメントを交換するかを選択するように促すユーザインターフェースを提示し、

前記コンピュータは、前記ユーザインターフェースを介して、前記撮像可能範囲に到達するまで前記画像を取得する旨を選択する指示を受け取った場合は、前記フィラメントが正常に使用できなくなるまで前記画像を生成する

ことを特徴とする請求項２記載の荷電粒子線装置。

[請求項5] 前記コンピュータは、前記撮像時間が前記残り時間よりも長い場合は、前記フィラメントを正常に使用することができる時間内に撮像完了することができる範囲内で設定可能な各前記撮像条件パラメータの最大値を、前記撮像可能範囲として提示する

ことを特徴とする請求項３記載の荷電粒子線装置。

[請求項6] 前記コンピュータは、前記フィラメントに流れる電流の測定値を取得し、

前記コンピュータは、前記電流の測定値が判定閾値未満に達したとき、前記フィラメントが正常に使用できなくなったと判定するとともに、前記フィラメントを交換するように促すメッセージを前記ユーザインターフェース上で提示する

ことを特徴とする請求項４記載の荷電粒子線装置。

[請求項7] 前記荷電粒子線装置はさらに、前記フィラメントを正常に使用することができる総使用可能時間を記述したデータを格納する記憶部を備え、

前記コンピュータは、前記フィラメントに対して通電した積算時間を算出し、

前記コンピュータは、前記総使用可能時間と前記積算時間を比較することにより、前記残り時間を推定する

ことを特徴とする請求項１記載の荷電粒子線装置。

[請求項8] 前記荷電粒子線装置はさらに、前記フィラメントの電気抵抗値と前記フィラメントの使用可能時間との間の関係を記述したデータを格納する記憶部を備え、

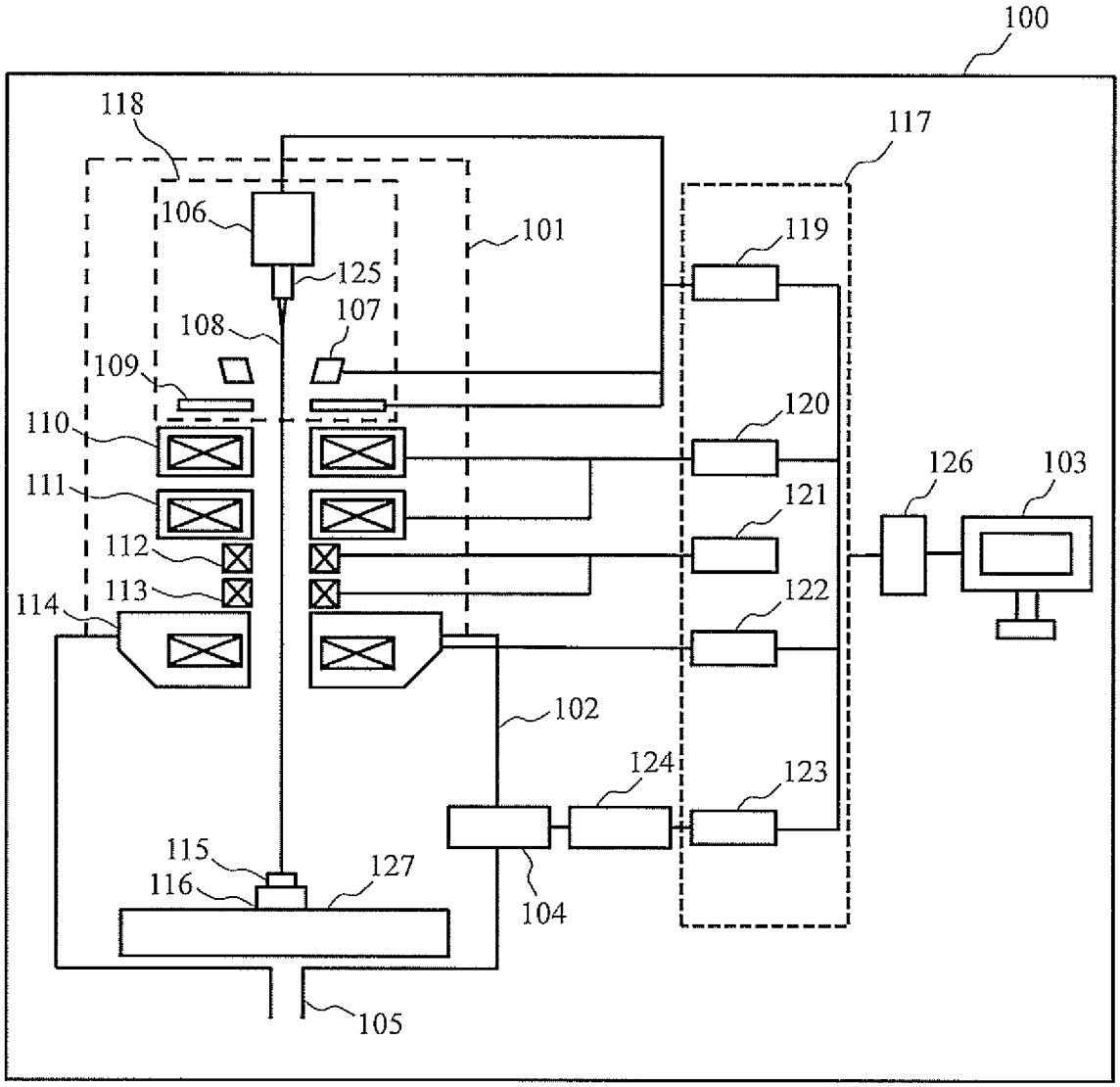
前記コンピュータは、前記フィラメントの電気抵抗値を算出し、

前記コンピュータは、前記算出した電気抵抗値を用いて前記データを参照することにより、前記残り時間を推定する

ことを特徴とする請求項１記載の荷電粒子線装置。

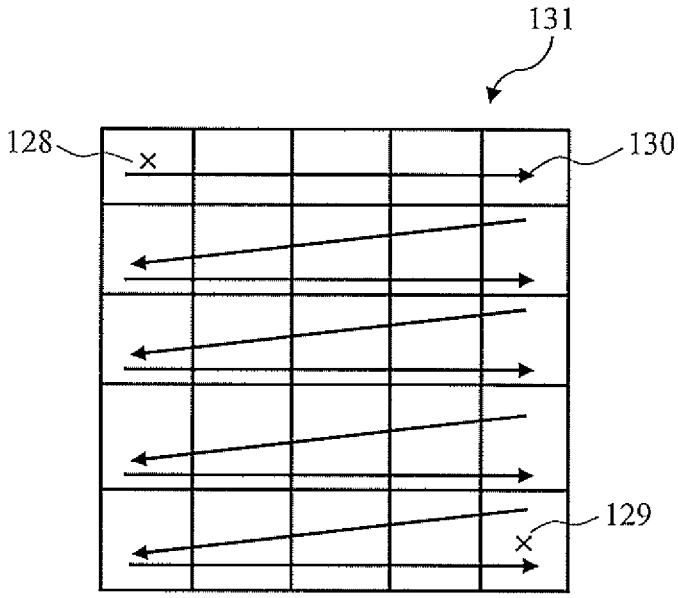
[図1]

図 1


100
118
117
106
101
119
125
107
108
109
120
110
126
103
111
121
112
113
122
114
102
124
123
115
127
116
104
105

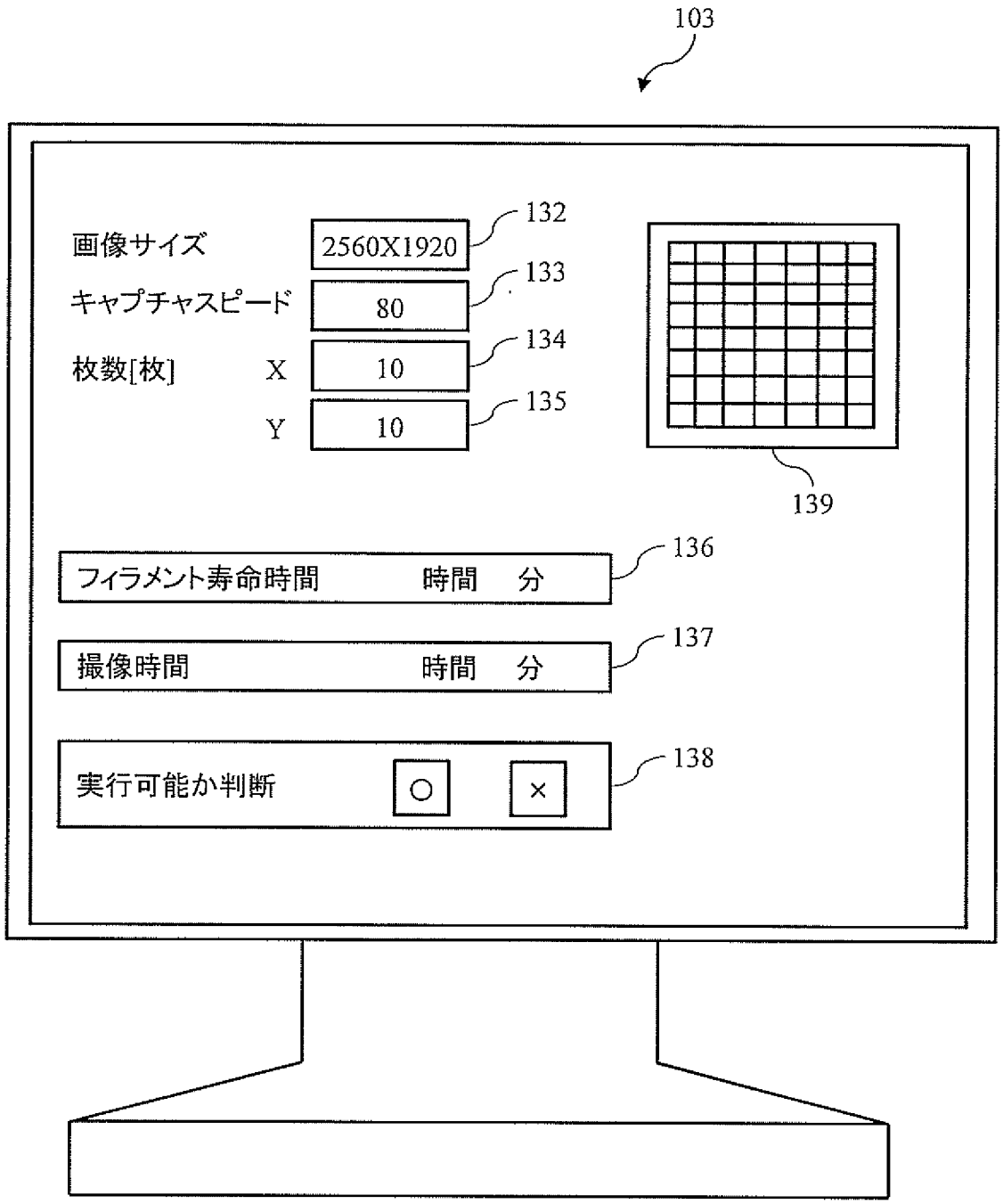
[図2]

図２



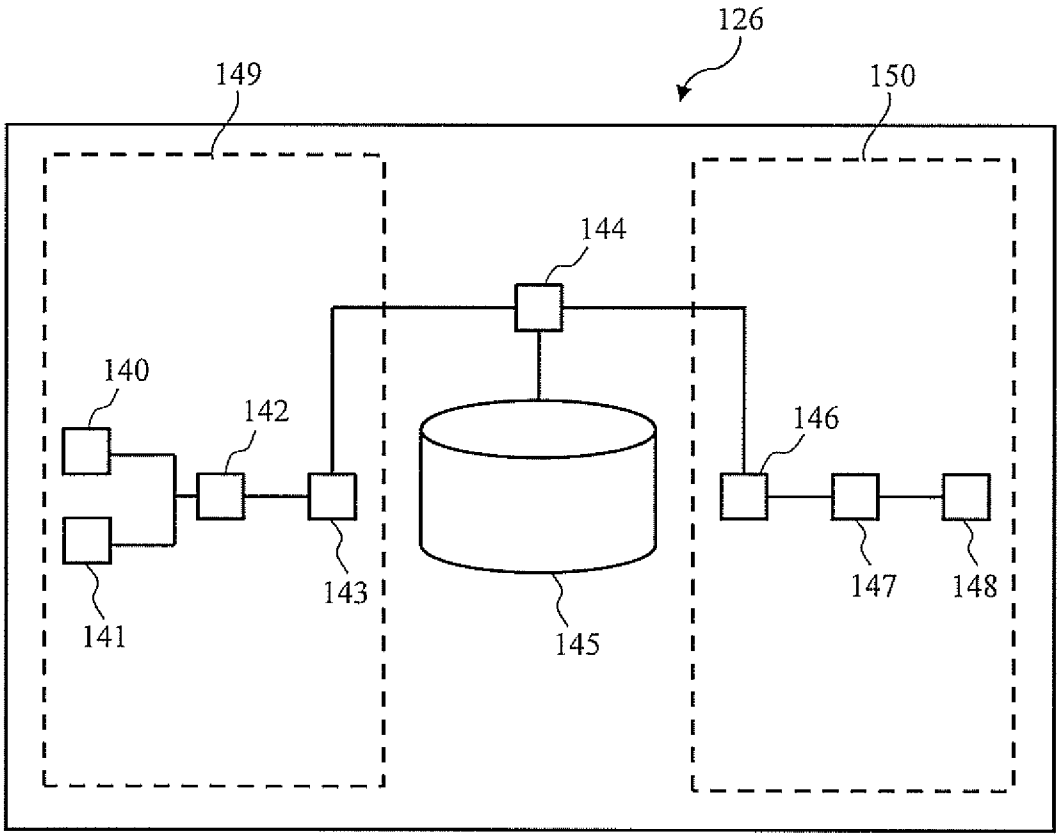
[図3]

図３


103
画像サイズ
2560X1920
132
キャプチャスピード
80
133
枚数[枚]
X
10
134
Y
10
135
139
フィラメント寿命時間
時間
分
136
撮像時間
時間
分
137
実行可能か判断
○
×
138

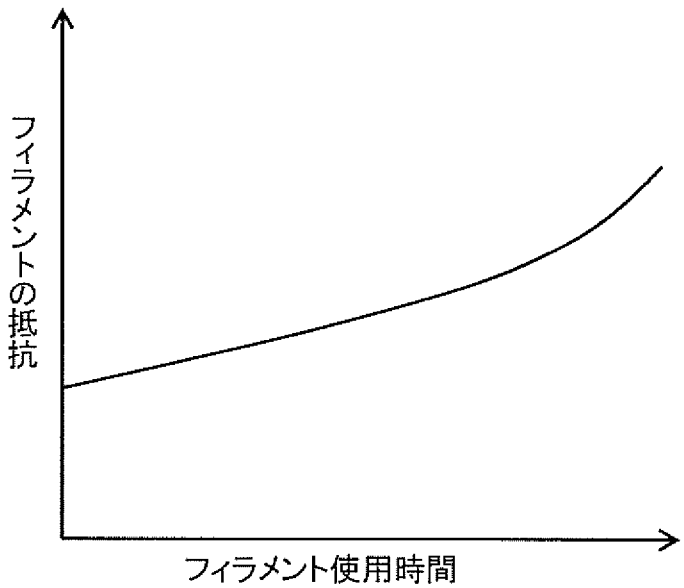
[図4A]

図４Ａ



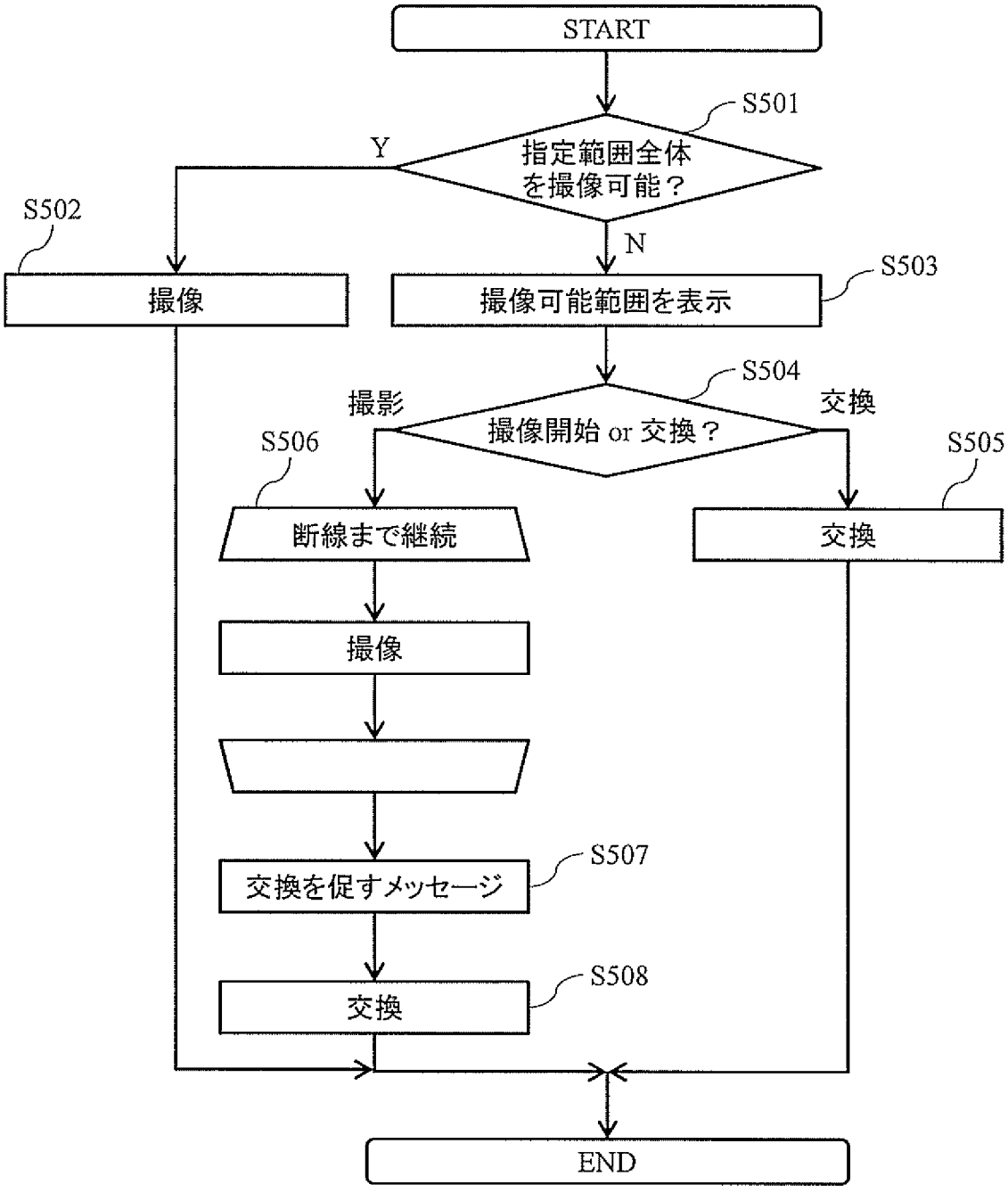
[図4B]

図４Ｂ



[図5]

図５


START
S501
指定範囲全体
を撮像可能？
Y
N
S502
撮像
S503
撮像可能範囲を表示
S504
撮影
撮像開始 or 交換？
交換
S506
S505
断線まで継続
交換
撮像
S507
交換を促すメッセージ
S508
交換
END

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/006691

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. H01J37/24(2006.01)i, H01J37/06(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. H01J37/00, H01J37/06, H01J37/248, H01J40/00

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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.
X Y A	JP 2003-36807 A (HITACHI, LTD.) 07 February 2003, paragraphs [0001], [0007]-[0011], [0038] (Family: none)	1 7-8 2-6
Y A	JP 2009-245725 A (JEOL LTD.) 22 October 2009, paragraphs [0001], [0011], [0053] (Family: none)	7 1-6, 8
Y A	JP 2007-250425 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 27 September 2007, paragraphs [0025]-[0027] (Family: none)	8 1-7
A	JP 2007-227255 A (SHIMADZU CORPORATION) 06 September 2007, entire text, all drawings & US 2008/0073556 A1, entire text, all drawings & CN 1011026079 A	1-8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
15.04.2019	07.05.2019
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/JP2019/006691

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 2017/179137 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 19 October 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	JP 2018-173372 A (MATSUSADA PREC INC.) 08 November 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	WO 2018/217167 A1 (NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE) 29 November 2018, entire text, all drawings (Family: none)	1-8
A	US 9633815 B1 (ICT INTEGRATED CIRCUIT TESTING GESELLSCHAFT FUR HALBLEITERPRUFTECHNIK MBH) 25 April 2017, entire text, all drawings (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／００６６９１

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　H01J37/24(2006.01)i, H01J37/06(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.　H01J37/00, H01J37/06, H01J37/248, H01J40/00,

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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
X Y A	JP 2003-36807 A (株式会社日立製作所) 2003.02.07, 段落[0001],[0007]-[0011],[0038] (ファミリーなし)	1 7-8 2-6
Y A	JP 2009-245725 A (日本電子株式会社) 2009.10.22, 段落[0001],[0011],[0053] (ファミリーなし)	7 1-6,8

☑　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	国際調査報告の発送日
１５．０４．２０１９	０７．０５．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　２Ｇ　８３５５
大門　清
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２２４

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 A	JP 2007-250425 A (三菱重工業株式会社) 2007.09.27, 段落[0025]-[0027] (ファミリーなし)	8 1-7
A	JP 2007-227255 A (株式会社島津製作所) 2007.09.06, 全文,全図 & US 2008/0073556 A1,全文,全図 & CN 101026079 A	1-8
A	WO 2017/179137 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2017.10.19, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2018-173372 A (松定プレシジョン株式会社) 2018.11.08, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-8
A	WO 2018/217167 A1 (NATIONAL UNIVERSITY OF SINGAPORE) 2018.11.29, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-8
A	US 9633815 B1 (ICT INTEGRATED CIRCUIT TESTING GESELLSCHAFT FUR HALBLEITERPRUFTECHNIK MBH) 2017.04.25, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-8