

(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
2018年8月16日(16.08.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/146804 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 37/22 (2006.01) *H01J 37/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/005032

(22) 国際出願日: 2017年2月13日(13.02.2017)

(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: 吉原 真衣 (**YOSHIHARA Mai**); 〒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

ーズ内 Tokyo (JP). 大南 祐介 (**OOMINAMI Yuusuke**); 〒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).

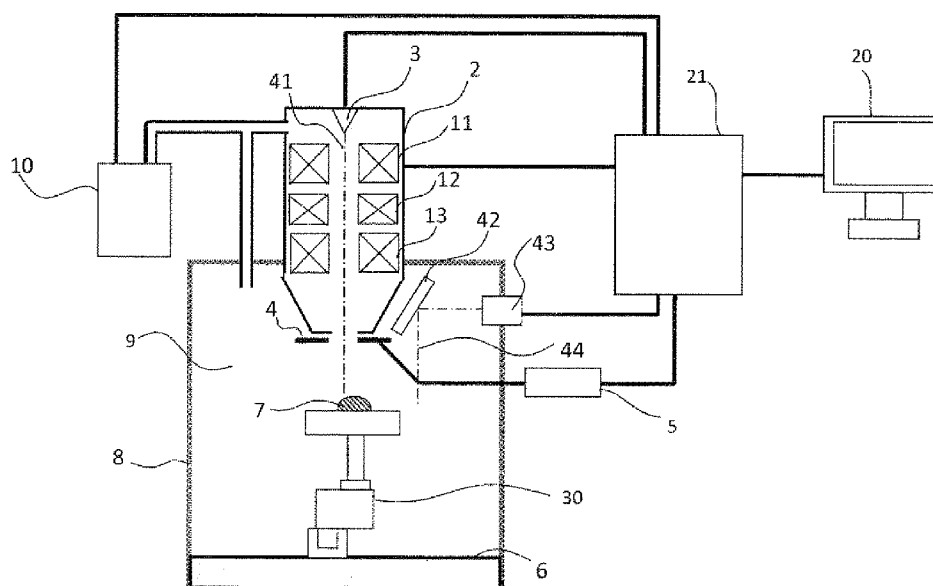
(74) 代理人: ポレール特許業務法人 (**POLAIRE I.P.C.**); 〒1030025 東京都中央区日本橋茅場町二丁目13番11号 Tokyo (JP).

(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, 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,

(54) Title: CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE

(54) 発明の名称: 荷電粒子線装置

図1



(57) **Abstract:** The purpose of the invention is to provide a device with which the same field of view is observed with a charged particle beam device and a camera, without increasing the size of a housing. A charged particle beam device according to an embodiment of the invention comprises: a lens barrel (2) that irradiates a sample (7) with a charged particle beam; an image-capturing unit (43) that captures an optical image of the sample; a sample mount (30) on which the sample is mounted; and a movable stage (6) on which the sample mount is mounted. When a first distance is defined as a distance between a physical central axis of the sample mount and a physical optical axis of the image-capturing



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:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

unit and a second distance is defined as a distance between a virtual central axis of the sample mount and a physical central axis of the image-capturing unit or between the physical central axis of the sample mount and a virtual central axis of the image-capturing unit or between the virtual central axis of the sample mount and the virtual central axis of the image-capturing unit, the second distance is shorter than the first distance.

(57) 要約: 本発明の目的は、筐体サイズを大型化せずに荷電粒子線装置とカメラで同一視野を観察する装置を提供することにある。本発明の一態様の荷電粒子線装置は、荷電粒子線を試料(7)に照射する鏡筒(2)と、試料の光学像を撮像する撮像部(43)と、試料を載置する試料台(30)と、試料台を載置し、移動可能なステージ(6)と、を備え、試料台の物理的な中心軸と撮像部の物理的な光軸との間の距離を第1の距離と、試料台の仮想的な中心軸と撮像部の物理的な中心軸、又は、試料台の物理的な中心軸と撮像部の仮想的な中心軸、又は、試料台の仮想的な中心軸と撮像部の仮想的な中心軸、との間の距離を第2の距離と定義すると、第2の距離は第1の距離よりも短くなるように構成される。

明 細 書

発明の名称：荷電粒子線装置

技術分野

[0001] 本発明は、荷電粒子線装置に関する。

背景技術

[0002] 走査型電子顕微鏡（SEM）や透過型電子顕微鏡（TEM）などの電子顕微鏡は物体の微細構造を観察するために幅広い分野で用いられてきた。電子顕微鏡は高倍率情報、高分解能情報を取得できるが、色情報や低倍率情報が取得できない。一方、光学式の撮像カメラ（以下、カメラ）や光学顕微鏡は色情報や低倍率情報を取得可能であるが、高倍率情報や高分解能情報を取得できない。ここで、SEM観察をする前に、SEM装置外部に設置され撮影位置が制御されているカメラにて試料を撮影する技術が開示されている（特許文献1）。また、SEMを備えた真空筐体内に光学式の観察装置を備える装置が開示されている（特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平10-003875号公報

特許文献2：特開昭60-218845号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上記従来技術によれば、試料をSEMの光軸からカメラの光軸まで搬送させる必要性から、真空筐体のサイズは大型化する。これは、カメラは焦点距離の都合上、カメラをSEMの対物レンズに近接させることが難しく、また真空中にカメラを導入しづらい場合があるためである。一方、卓上型の小型のSEMなどでは机上に装置を配置させるために装置サイズに制限があり、真空筐体を大型化できない。そのため、小型真空筐体内にカメラを取り付けた場合、カメラでは試料の端しか観察できないという課題がある。

[0005] そこで、本発明の目的は、筐体サイズを大型化せずに荷電粒子線装置とカメラで同一視野を観察する装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一態様の荷電粒子線装置は、荷電粒子線を試料に照射する鏡筒と、試料の光学像を撮像する撮像部と、試料を載置する試料台と、試料台を載置し、移動可能なステージと、を備え、試料台の物理的な中心軸と撮像部の物理的な光軸との間の距離を第1の距離と、試料台の仮想的な中心軸と撮像部の物理的な中心軸、又は、試料台の物理的な中心軸と撮像部の仮想的な中心軸、又は、試料台の仮想的な中心軸と撮像部の仮想的な中心軸、との間の距離を第2の距離と定義すると、第2の距離は第1の距離よりも短くなるように構成される。

発明の効果

[0007] 本発明によれば、筐体サイズを大型化せずに荷電粒子線装置とカメラで同一視野を観察する装置を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1] S E Mの全体構成図。

[図2] S E Mにおけるカメラの有無の違いを示す図。

[図3] 軸ずらし試料台を用いた S E Mを示す図。

[図4] 軸ずらし試料台の構成図。

[図5] ミラーを用いた S E Mを示す図。

[図6] 軸ずらし試料台とミラーを用いた S E Mを示す図。

[図7] 傾斜カメラを用いた S E Mを示す図。

[図8] 観察視野範囲の説明図。

[図9] 軸ずらし試料台を用いる場合のフローチャート。

発明を実施するための形態

[0009] 以下の実施例では、荷電粒子線装置の一形態として、S E Mを用いて説明するが、T E M、S T E M（走査透過電子顕微鏡）、走査イオン顕微鏡、走

査型プローブ顕微鏡、光学顕微鏡、レーザ顕微鏡等にも適用できることは言うまでもない。

[0010] 図1はSEMの全体構成図である。該SEMは、荷電粒子線源3（ここでは電子源）から真空又は略真空の空間9に配置された試料7に対して荷電粒子線（ここでは電子線）を照射して観察する装置であり、主として、荷電粒子光学鏡筒2（以下、鏡筒）、鏡筒2と接続されこれを支持する筐体8、ステージ6、ミラー42、カメラ（撮像部）43、種々構成要素を制御する制御部21等により構成される。鏡筒2と筐体8の内部はポンプ10により真空排気される。

[0011] ステージ6は、試料7をSEM接地面に対して左右方向に駆動するXY駆動機構、高さ方向に駆動するZ駆動機構、回転方向に駆動するR駆動機構等を備える。これらの駆動機構により、試料7における目的の観察部位を視野の中心に移動できる。ステージ6には、試料7を載置する後述の軸ずらし試料台30を配置する。

[0012] 鏡筒2は、電子源3、電子線を細く絞るコンデンサレンズ11、電子線を試料7上で走査する偏向コイル12、試料7の表面に電子線の焦点を合わせる対物レンズ13等により構成される。鏡筒2の下端部には、電子線の照射により得られる二次的荷電粒子（二次電子又は反射電子等）を検出する検出器4が配置され、検出器4で得られた信号に基づいて試料7の画像が形成される。

[0013] カメラ43は、対物レンズ13の中心軸からずれた位置で、且つ該対物レンズ13の下側に配置される、

制御部21は、ポンプ10、電子源3、コンデンサレンズ11、偏向コイル12、対物レンズ13、その他の各部分を制御する。制御部21は、検出器4の出力信号をプリアンプなどの増幅器5を経由して受信し、デジタル画像信号に変換して表示部20に画像を表示する。表示部20は、制御部21に接続され、SEMの操作画面（GUI）が表示されるモニタや操作画面への入力部（キーボードやマウス等）を備える。

[0014] 制御部 21 は、専用の回路基板によってハードウェアとして構成されてもよいし、記憶装置に格納されるソフトウェアを汎用 CPU が実行することにより各機能を実現する構成でもよい。また、制御部 21 は、表示部 20 と通信を行う上位制御部と、真空排気系や荷電粒子光学系などの制御を行う下位制御部に分かれていてもよい。

[0015] 尚、SEM の構成は、図 1 に限定されるものではなく、例えば、検出器 4 は鏡筒 2 の内部にあってもよいし、図 1 に示した要素以外のレンズ、電極、検出器等を含んでもよい。また、制御部、ポンプ、通信用の配線などの変形例は、本実施例で意図する機能を満たしていれば、特に限定されない。増幅器 5 も必須ではない。更に、検出器 4 が透過信号を検出可能な透過検出器の場合、試料直下又はその近傍にあってもよい。

[0016] 上記の各機能を実現するプログラムやその他の情報は、メモリや、ハードディスク、SSD (Solid State Drive) 等の記憶装置、又は、IC カード、SD カード、光ディスク等の記録媒体に記憶することができる。

[0017] 次に、本実施例の詳細について説明する。図 2 は、SEM におけるカメラの有無の違いを示す図であり、カメラ 43 を具備していない状態を図 2 A に、具備している状態を図 2 B に示す。

[0018] まず、装置小型化の観点から、カメラ 43 を可能な限り鏡筒に近づけて配置することを検討する。SEM の光軸 41 とカメラ 43 の光軸 44 の距離を L 、鏡筒 2 の半径を R 、カメラ 43 の半径を r とすると、 L 、 R 、 r の関係は、以下の式 (1) で表される。

$$L \geq R + r \dots \dots \dots (1)$$

次に、試料 7 の中心が SEM の光軸 41 上にある場合の試料位置を位置 200、試料の端が観察可能な位置あるいは試料の端が筐体 8 の側面に最も接近する位置を位置 201 とする。カメラ 43 が SEM に具備されていない状態の筐体 8 のサイズを w 、カメラ 43 を搭載した状態の筐体 8 のサイズを x 、カメラの光軸 44 上に試料 7 の中心を配置した時の位置 202 まで試料 7 を配置する際の筐体 8 のサイズの増加分を Δx とすると、 x 、 w 、 Δx の関

係は、以下の式（２）で表される。

$$x = w + \Delta x \cdots \cdots (2)$$

本実施例では、該 Δx を小さくする手段を提供する。SEMで観察する試料７の中心をカメラ４３で観察することを考えると、 Δx はステージの移動距離 a の増加分と等しいため、 Δx 、 L 、 a の関係は、以下の式（３）で表される。

$$\Delta x = L - a \cdots \cdots (3)$$

即ち、 Δx を小さくするためには L を小さくするか a を大きくすればよい。但し、SEMで試料全体を観察できるようにするためには、ステージの移動距離 a の倍の長さが筐体８のサイズ（直径が $2a$ ）である必要がある。よって、筐体８のサイズ w の条件は、以下の式（４）で表される。

$$w \geq 4a \cdots \cdots (4)$$

即ち、 a を大きくすると w も大きくなる。しかし、本実施例では、筐体８のサイズを大型化しないことを目的としている。よって、筐体８のサイズを大型化せずにSEMとカメラで同一視野を観察する装置を提供するという目的を達成するためには、 L を小さくするしかない。以下、 L を小さくすることにより Δx を小さくする方法について説明する。

[0019] 図３は、軸ずらし試料台を用いたSEMを示す図である。図３Ａは軸ずらし試料台３０の試料土台部１０５が両側に距離 a だけ駆動可能なステージ６の中心位置にある場合を、図３Ｂは試料土台部１０５がステージ６の中心位置から筐体８の側面側に距離 a だけ移動している場合を示している。軸ずらし試料台３０は、試料７中の観察部位の中心軸１０１と試料土台部１０５の中心軸１０６を距離 q だけずらす軸ずらし部１０３を有する。

[0020] ここで、軸ずらしを行わない場合の試料台の中心軸１０６を「試料台の物理的な中心軸」と、軸ずらし部３０により距離 q だけずらされた中心軸１０１を「試料台の仮想的な中心軸」と、カメラ４３の光軸４４を「撮像部の物理的な光軸」と称する。そして、試料台の物理的な中心軸１０６と撮像部の物理的な光軸１０１との間の距離を第１の距離（ L ）と、試料台の仮想的な

中心軸 101 と撮像部の物理的な中心軸 44 との間の距離を第 2 の距離 ($L - q$) と定義すると、第 2 の距離は第 1 の距離よりも短くなっている ($L > L - q$)。また、カメラ 43 にて試料を観察するために必要な前述の筐体 8 のサイズの増加分 Δx と、 L 、 q 、 a の関係は、以下の式 (5) で表される。

$$\Delta x = (L - q) - a \dots \dots \dots (5)$$

即ち、式 (3) と比較すると、 L が $L - q$ に置換した形となっており、 Δx が小さくなっている。図 3 A と図 3 B の比較から示されるように、この軸ずらし分の距離 q があると、距離 L よりもステージの移動距離 a が小さくてもカメラ 43 にて試料上の観察部位を観察できる。特に、

$$\Delta x = (L - q) - a = 0 \dots \dots \dots (5)'$$

とすれば、カメラ 43 を筐体 8 に導入しても筐体 8 のサイズが大きくならない。

[0021] 図 4 は軸ずらし試料台の構成図である。図 4 A の軸ずらし試料台 30 は、試料 7 を載置する配置台 102、調整ねじ 107、ナット 108、軸ずらし部 103、及び、土台 104 を備える。また、軸ずらし試料台 30 は、配置台 102 の中心軸 101、及び、土台 104 の中心軸 106 を有し、これら 2 つの軸の距離は q である。軸ずらし部 103 には土台 104 が接続されている。土台 104 の中心軸は中心軸 106 であり、試料土台部 105 の上に配置できる。試料土台部 105 はステージ 6 に載置されており、ステージ 6 を動かすことによって試料土台部 105 が移動する。配置台 102 は調整ねじ 107 を介して軸ずらし部 103 に接続される。配置台 102 の中心に、観察部位 100 が配置される。

[0022] 軸ずらし部 103 は観察部位の中心軸 101 上に雌ねじを持ち、調整ねじ 107 は雌ねじに対応した直径を持ち、試料 7 の高さに応じて、配置台 102 の高さを変更できる。中心軸 101 に縦方向の力がかかると、調整ねじ 107 が上下に動いてしまうため、ナット 108 を用いて調整ねじ 107 を固定する。ナット 108 は、中央に調整ねじ 107 に対応する雌ねじを有し、

軸ずらし部 103 と接地させて締め付けることで、調整ねじ 107 の高さを固定することができる。

[0023] ここで、軸 101 と軸 106 を平行に保つため、軸ずらし部 103 は回転防止ピン 109 を有する。回転防止ピン 109 は軸ずらし試料台 30 の角度を固定する。尚、軸ずらし試料台 30 の回転を許さないように固定できる機構がステージ 6 若しくは軸ずらし試料台 30 にある場合、回転防止ピン 109 はなくてもよい。

[0024] 図 4 B は、軸ずらし部 103 に直接試料 7 を配置する構成を示す。ここでは、複数の観察試料の高さが一定の際に、調整ねじの高さ調節をしなくて良いため、調整ねじを使用することによって懸念される振動の増加が低減できる。

[0025] 図 4 C は、配置台 102 が直接軸ずらし部 103 に載置される構成を示す。通常の試料台として使用する場合は土台 104 の中心軸 106 と観察部位の中心軸 101 が一致するように配置する。軸ずらし試料台 30 として使用する場合は、観察部位の中心軸 101 を距離 q だけスライドし、配置台 102 を配置する。

[0026] 軸ずらし試料台 30 の構成は、観察部位の中心軸 101 と土台 104 の中心軸 106 が距離 q だけずれていればよく、図 4 に限定されるものではない。また、配置台 102 及び軸ずらし部 103 の形状はどのような形状でもよく、例えば円形（楕円形）でも四角形（長方形、ひし形）でもよい。

[0027] 次に、ミラーを用いて Δx を小さくする方法を説明する。図 5 は、ミラーを用いた SEM を示す図である。ここでは、ミラー 42 が中心軸 101 に対して所定の角度をなして鏡筒 2 の近傍に配置されている。カメラ 43 は筐体 8 の側面に配置され、ミラー 42 に対する撮像レンズを有する。カメラ 43 から出射される光軸 44 の光は、ミラー 42 に当たる入射角度と同じ角度で屈折するため、見かけ上、ミラー 42 で反射した光の光軸 45 がカメラの中心軸 44 となる。即ち、ミラー 42 により、物理的に配置が不可能なカメラ 43 を、仮想的に鏡筒 2 に接触して配置させている（仮想カメラ 43'）。

[0028] ミラー４２で反射したカメラの光軸４５と観察部位の中心軸１０１が同軸になるように配置される場合、ミラー４２を介してカメラ４３で観察部位１００を観察できる。ＳＥＭの光軸４１からミラー４２で反射したカメラの光軸４５までの距離を L'' とすると、 Δx 、 L'' 、 a の関係は、以下の式（６）で表される。

$$\Delta x = L'' - a \quad \dots \dots \dots (6)$$

更に、以下の式（７）が成り立つ。

$$L \geq R + r \geq L'' \quad \dots \dots \dots (7)$$

尚、ミラー４２は、鏡筒２下部の形状や角度に合わせて配置するが、配置次第では、 $R > L''$ とすることもできる。即ち、ミラー４２はカメラ４３よりも鏡筒２の近傍に配置できるので、

$$L > L'' \quad \dots \dots \dots (8)$$

となる。即ち、仮想カメラ４３'の光軸４５を「撮像部の仮想的な光軸」と称し、試料台の物理的な中心軸と撮像部の仮想的な中心軸との間の距離を第２の距離（ L'' ）と定義すると、第２の距離は第１の距離よりも短くなっている（ $L > L''$ ）。

[0029] 本構成で重要なことは、電子源３の方向から見た時に、鏡筒２の一部とミラー４２の一部が重なっていることである（図中Ｍ部）。

[0030] 図５Ａでは、試料７又は試料接地面（試料台表面）とミラー面との角度が４５度になるようにミラー４２を配置している。カメラの光軸４４とミラー４２で反射した光の光軸４５が垂直関係となるため、試料７を真上から見た状態と同じになる。一方、図５Ｂのように、ミラー４２を４５度よりも小さい角度にすると、試料７を観察するミラー４２で反射したカメラの光軸４５は図の通り傾斜される。この結果、観察部位１００は鏡筒２の光軸側に移動できる。ここで、ミラー４２で反射したカメラ４３の光軸４５と観察部位１００の交わる点を通り、ＳＥＭの光軸４１と平行な軸をＢとする。ＢとＳＥＭの光軸４１の距離は L''' となり、 L''' は L'' とみなすことができるので、 L'' の値を更に短くできる。

[0031] 尚、この場合、カメラ43で取得される画像は試料7を斜めから観察したものとなる。しかし、カメラ43からの画像信号を制御部21で台形補正などの画像処理を行うと、取得した画像を、試料を真上から見た画像に変換できる。

[0032] 本実施例によれば、鏡筒2の側面と筐体8の側面の間にカメラ43を入れる必要がないため、カメラ搭載部位を筐体8上部に設ける必要がなく、実質的にLを短くできる。

[0033] 次に、軸ずらし試料台及びミラーを用いて Δx を小さくする方法を説明する。図6は、軸ずらし試料台とミラーを用いたSEMを示す図である。ここで、試料台の仮想的な中心軸101と撮像部の仮想的な中心軸45との間の距離を第2の距離(q'')と定義すると、第2の距離は第1の距離よりも短くなっている($L > q''$)。中心軸101をより筐体8の側面側にずらし、中心軸45と一致させることができれば、第2の距離 q'' は0となる。

[0034] このように、図3の例では軸ずらし試料台30のみで十分な場合を、図5の例ではミラー42のみで十分な場合を示しているが、何れか一方のみでは不十分の場合であっても、軸ずらし試料台30とミラー42の両方を組み合わせれば、観察部位をカメラ43の撮像範囲の中心に置くことができる。尚、 Δx は以下の式(9)で表される。

$$\Delta x = (L'' - q - q'') - a \dots \dots \dots (9)$$

図7は傾斜カメラを用いたSEMを示す図である。ここでは、カメラ43を、光軸44が鏡筒2に干渉しないように配置している。これにより、ステージ6を移動しなくても試料7をカメラ43で観察できる。このときLは0となるので、式(3)より、 Δx は0を達成する。試料7が平らな場合、カメラ観察像は台形補正などの画像処理を行うことで、試料を真上から見た画像に変換することが可能である。しかし、試料7の表面に凹凸がある場合、試料厚みが大きい部分によって厚みが小さい部分が観察できないという不利点がある。そのため、試料全体を正しく観察する手段としては図6に示す軸ずらし試料台及びミラーを具備する装置構成の方が有利である。

[0035] 以下、試料の観察範囲について説明する。図8は、観察視野範囲の説明図である。円形は装置上面から見た試料7を示し、斜線部210、211は観察できる範囲を示す。

[0036] (1) 通常試料台の場合、(a) SEMの視野範囲210の中心と試料7の中心が同一になり、広い範囲の試料7を観察できる。しかし、(b) カメラの視野範囲211が試料7上のカメラ側だけしか観察できないことになり、試料台中心近傍で見えるカメラの視野範囲が少ない。また、(c) SEMとカメラで見える試料の範囲は小さくなってしまう。

[0037] 一方、(2) 軸ずらし試料台を用いる場合、SEMの光軸からカメラの光軸までの距離Lは軸ずらし距離qの分だけ短くなったため、(a) SEMの視野範囲210の中で、試料の中心はカメラの光軸方向に軸ずらし距離qだけずれる。このとき、(b) カメラの視野範囲211内でも同様に、試料の中心はカメラの光軸方向にずれる。従って、(c) SEMとカメラで見える領域は試料の中心近傍にできる。また、試料サイズYがステージ6のサイズ2aよりも小さい場合、軸ずらし距離qにより増加する視野範囲Qはステージ6のサイズaと試料サイズYで表される。

[0038] $Q = (2a - Y) \times 1/2 \dots \dots \dots (10)$

従って、試料サイズYがステージ6のサイズ2aよりも小さい場合は、(b) カメラの視野範囲及び(c) SEM及びカメラで見える試料の範囲は式(8)より、Qだけ大きくなる。

[0039] 尚、ステージ6がローテーション機能を有する場合、試料の回転角度を筐体8内で制御できるため、軸ずらし距離qは、SEMの光軸とカメラの光軸を含む平面上かつカメラの光軸方向に存在しなくても良い。このとき、軸ずらし距離qは、以下の式(11)で表される。

$q = L \times 1/2 \dots \dots \dots (11)$

上記ローテーションを有するステージ6の場合、軸ずらし試料台30を使用した時、SEMの視野範囲210の中心と試料の中心は同一となった後、(b) カメラの視野範囲211中の試料の位置は、軸ずらし試料台よりもカメ

ラの光軸側に移動できるため、SEMとカメラで見える試料の範囲は図8（2）の軸ずらし試料と同様に大きい。

[0040] 本実施例は、SEMにて観察する前後でカメラ観察が実行可能であり、特許文献1のようにカメラで観察する前に真空排気等を行う必要はない。また、カメラによる観察は大気状態で試料を搭載した後、SEM内を真空排気する際に実施してもよい。以下、真空排気中にカメラ観察する方法について図9のフローチャートを用いて説明する。

[0041] まず、試料7の観察部位の中心を配置台102の中心に配置する（S301）。次に、筐体内が大気状態で試料台をステージ6に搭載する（S302）。この時、試料台が軸ずらし試料台30の場合は回転防止ピンなどの方向を固定する機構にて軸ずらし試料台の方向を合わせる。次に、SEMの真空引きを行うため、真空引きボタンを押す（S303）。この真空引き時間を有効活用するため、S303の後にS304からS308を行う。

[0042] 次に、鏡筒2の直下に試料土台部105が配置されるようにステージ6を移動する（S304）。尚、試料台位置が予め認識されていればこの時点で試料台がどこにあってもよい。例えば、予めSEMの光軸の座標が制御部21及びステージ6に付随のセンサにて決定してあれば、座標を呼び出してステージ6が移動する。

[0043] 次に、観察部位の中心軸がカメラ43の光軸またはミラー42で反射したカメラの光軸と同軸になるようにステージをaだけ移動する（S305）。aは予め制御部によって値が入力され、決定している。

[0044] 次に、カメラ43の観察像を表示部上に表示し、撮影する（S306）。次に、試料の位置を高精度に画像認識したい場合等、撮影された試料の観察部位の中心が表示部上の画像の中心にあるか否かを判断する（S307）。判断の基準として、試料台にカメラで認識可能且つ配置台102の中心が判断できる印が印字または刻印されており、カメラ43で撮影した後、印の中心が表示部上に表示されるカメラ像の中心と一致しているか否かを確認する。配置台102の形状から中心位置を判断しても良い。このときの印はどの

ような形状でもよく、円形でも四角形でも良い。また、中心の判断ができれば、印の数は1点でも2点以上でも良い。例えば、4つの均等に離れた点から中心を判断しても良い。S307で観察部位の中心が表示部上の画像の中心にあると判断できなかった場合、S304に戻る。

[0045] S307で観察部位の中心が表示部上の画像の中心にあると判断した場合、観察部位が電子線で観察できる任意の位置にステージを移動する(S308)。カメラ43の観察像上に電子線で観察したい部位を予め指定した場合、指定位置が鏡筒の直下に配置されるようにステージ6を移動する。

[0046] 次に、真空引きを確認し、電子線で試料7を観察し、電子像を表示部上に表示する。次に、電子線で撮影し、そのときのステージ6の座標を記憶する(S310)。次に、記憶したステージ6の座標を呼び出し、電子線で撮影した像をカメラ43で撮影した像の上に貼り付け、表示部上に表示する(S311)。そして、続けて撮像するか判断する(S312)。続けて撮像する場合、S308に戻り、電子線で観察を行う。この時、カメラ観察像と1枚以上のSEM像を一つの操作画面に表示させて、任意のSEM画像を選択すると、選択したSEM像を撮像したときに記憶したステージ6の座標を呼び出し、その座標位置にステージ6が移動する。

[0047] 従来の卓上型などの小型SEMでは、装置の外で光学式撮像カメラにてカメラ撮影後、筐体の真空引きを行い、ステージを移動した後、SEM観察を行っていた。しかし、本実施例では筐体を大型化せずに筐体内にカメラを具備することができるために、真空引きと並行してカメラ観察とSEM観察の座標の決定及びステージ移動が可能になった。加えて、本実施例により Δx を小さくすることができるため、カメラとSEMの同一視野観察の作業時間が削減されるといった効果もある。

符号の説明

[0048] 2：鏡筒、3：電子源、4：検出器、5：信号増幅器、6：ステージ、7：試料、8：筐体、9：真空空間、10：ポンプ、20：表示部、21：制御

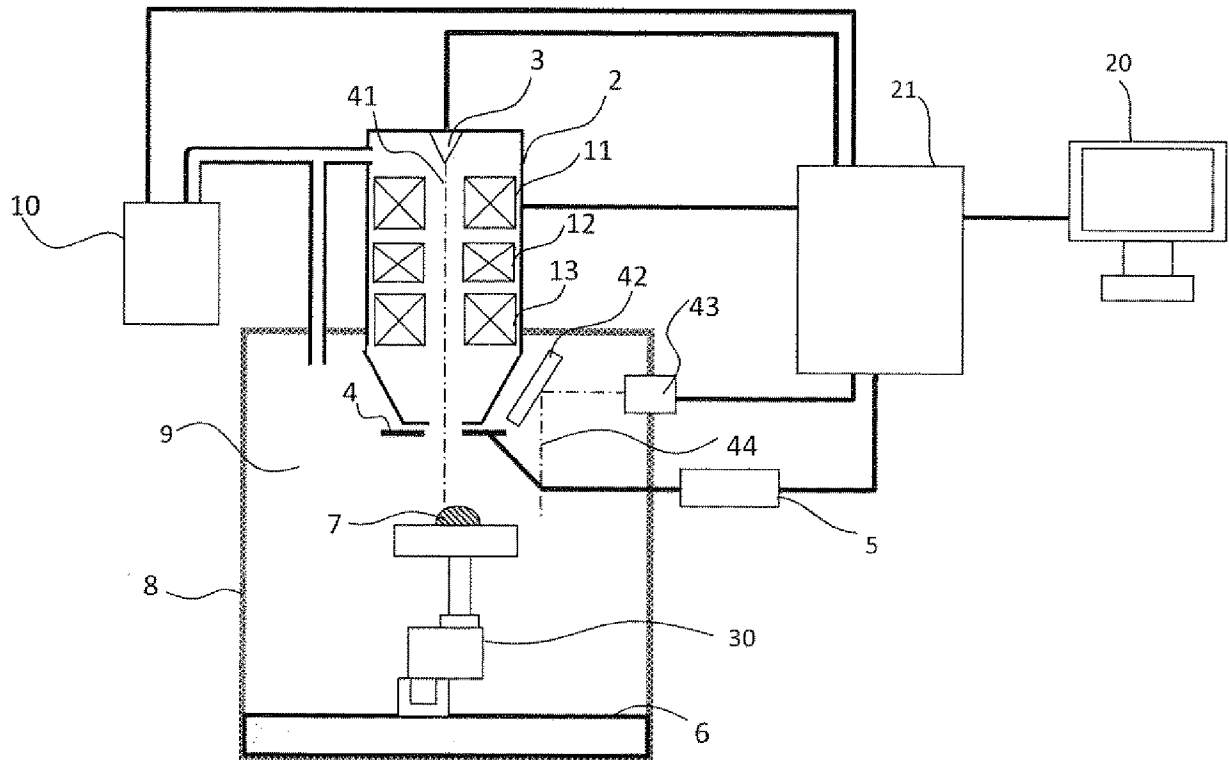
部、30 : 軸ずらし試料台、40 : SEM、41 : SEMの光軸、42 : ミラー、43 : カメラ、43' : 仮想カメラ、44 : カメラの光軸、45 : ミラーで反射したカメラの光軸、100 : 観察部位、101 : 観察部位の中心軸、102 : 配置台、103 : 軸ずらし部、104 : 土台、105 : 試料土台部、106 : 土台の中心軸、107 : 調整ねじ、108 : ナット、109 : 回転防止ピン

請求の範囲

- [請求項1] 荷電粒子線を試料に照射する鏡筒と、
前記試料の光学像を撮像する撮像部と、
前記試料を載置する試料台と、
前記試料台を載置し、移動可能なステージと、を備え、
前記試料台の物理的な中心軸と前記撮像部の物理的な光軸との間の距離を第1の距離と、前記試料台の仮想的な中心軸と前記撮像部の物理的な中心軸、又は、前記試料台の物理的な中心軸と前記撮像部の仮想的な中心軸、又は、前記試料台の仮想的な中心軸と前記撮像部の仮想的な中心軸、との間の距離を第2の距離と定義すると、前記第2の距離は前記第1の距離よりも短くなるように構成される、荷電粒子線装置。
- [請求項2] 前記試料台の中心軸と前記試料の観察部位の中心軸をずらす軸ずらし試料台を備え、
前記試料台の仮想的な中心軸とは、前記軸ずらし試料台によりずらされた前記試料の観察部位の中心軸を示す、請求項1記載の荷電粒子線装置。
- [請求項3] 前記鏡筒と前記撮像部との間に配置されるミラーを更に備え、
前記撮像部の仮想的な中心軸とは、前記ミラーにより屈折して前記試料の観察部位に入射する光の光軸を示す、請求項1記載の荷電粒子線装置。
- [請求項4] 前記鏡筒は対物レンズを備え、
前記撮像部は、前記対物レンズの中心軸からずれた位置で、且つ該対物レンズの下側に配置される、請求項1記載の荷電粒子線装置。
- [請求項5] 前記ミラーの面の角度は前記試料又は試料台表面に対して45度以下である、請求項3記載の荷電粒子線装置。

[図1]

図1



[図2]

図2A

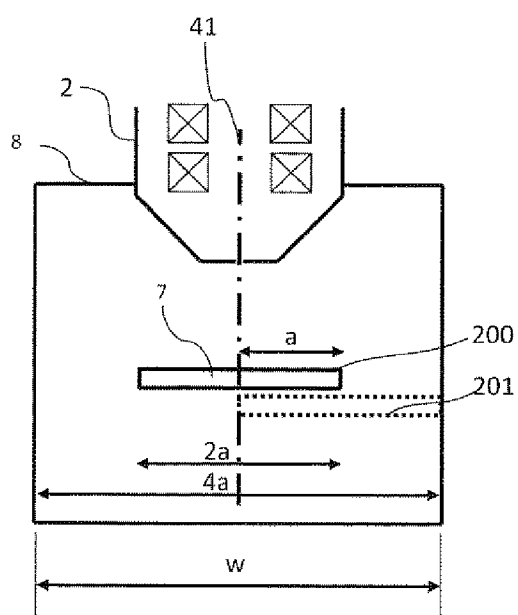
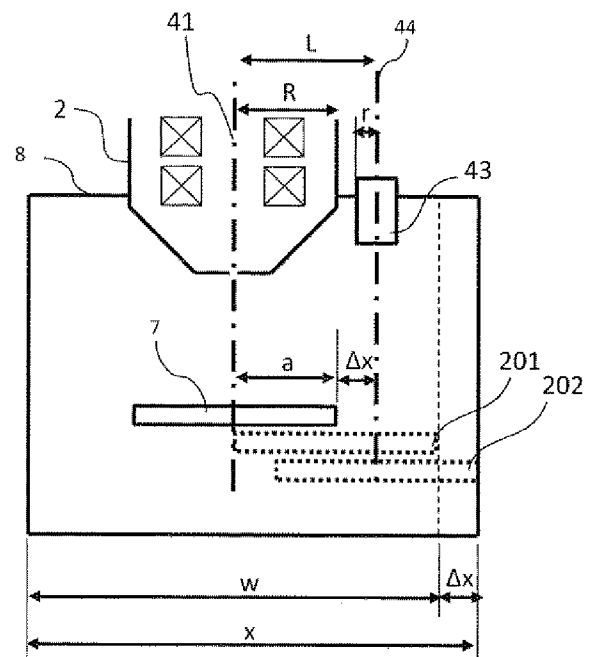
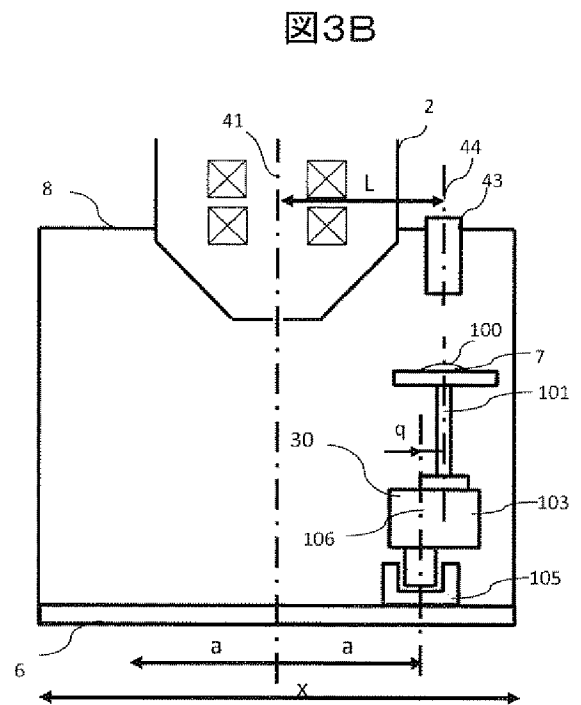
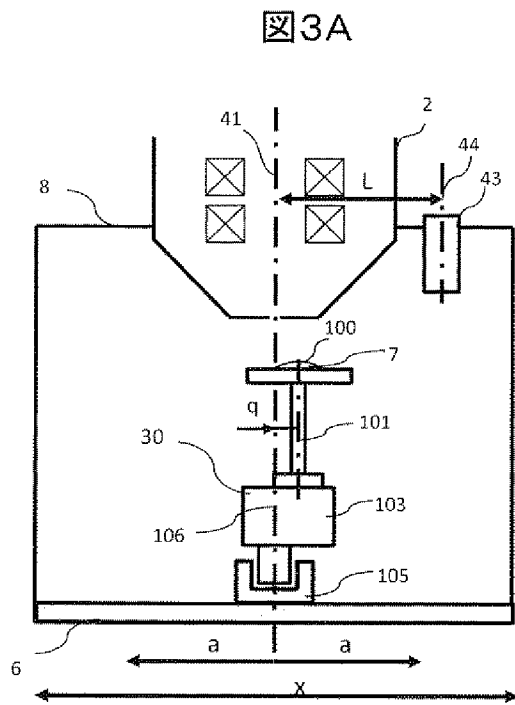


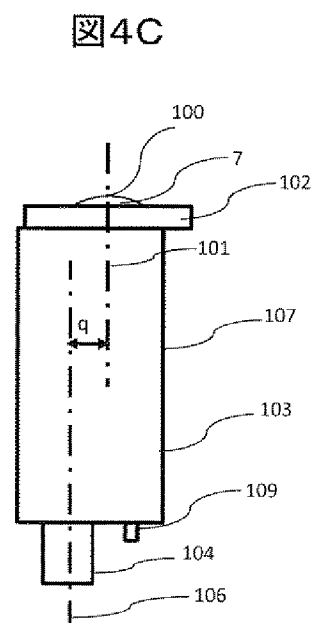
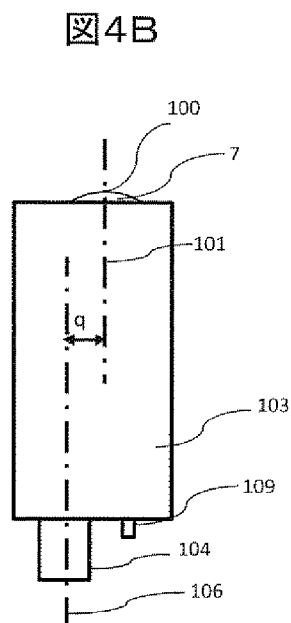
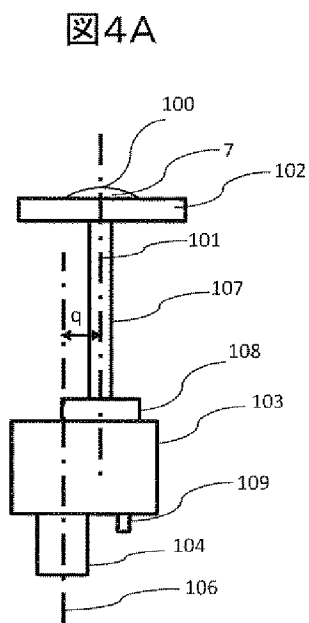
図2B



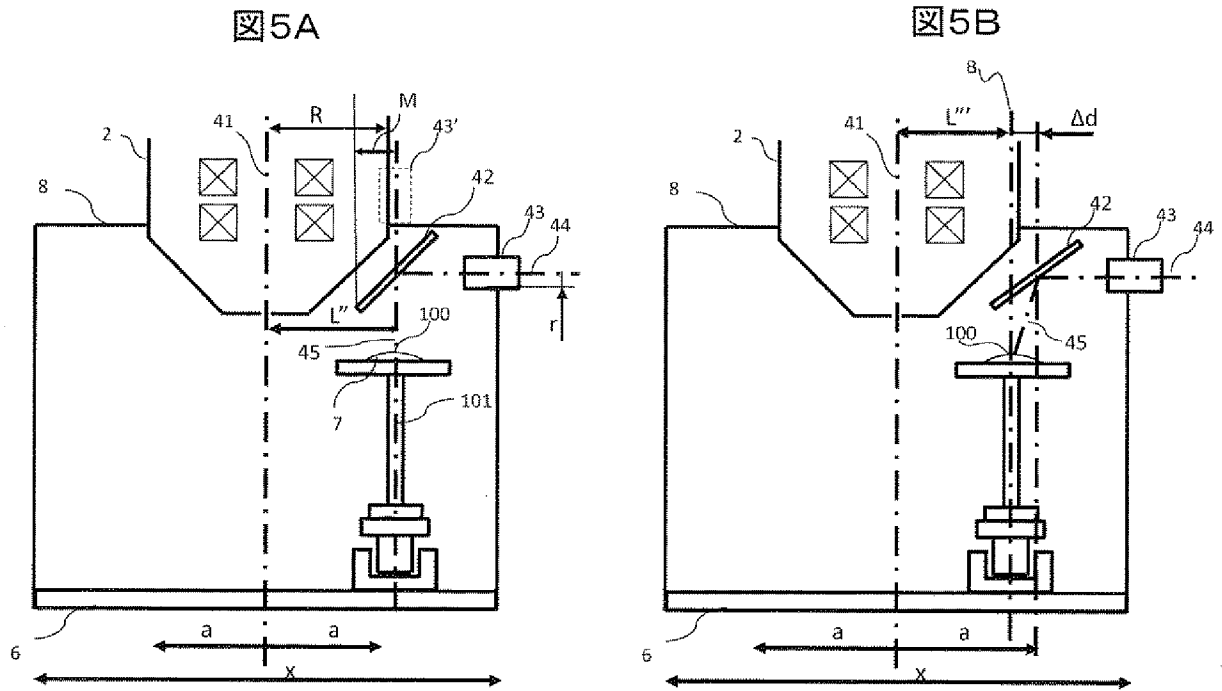
[図3]



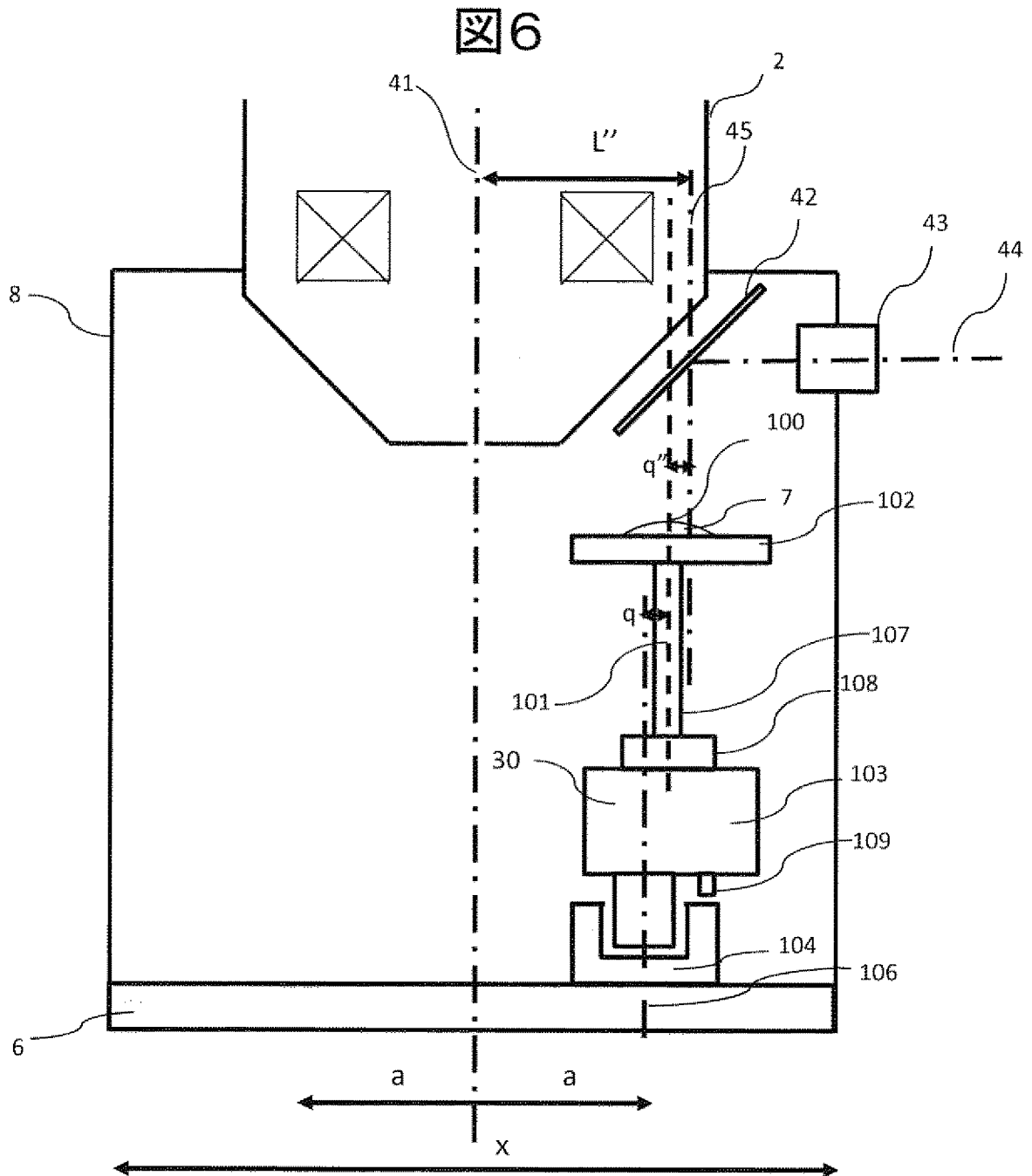
[図4]



[図5]

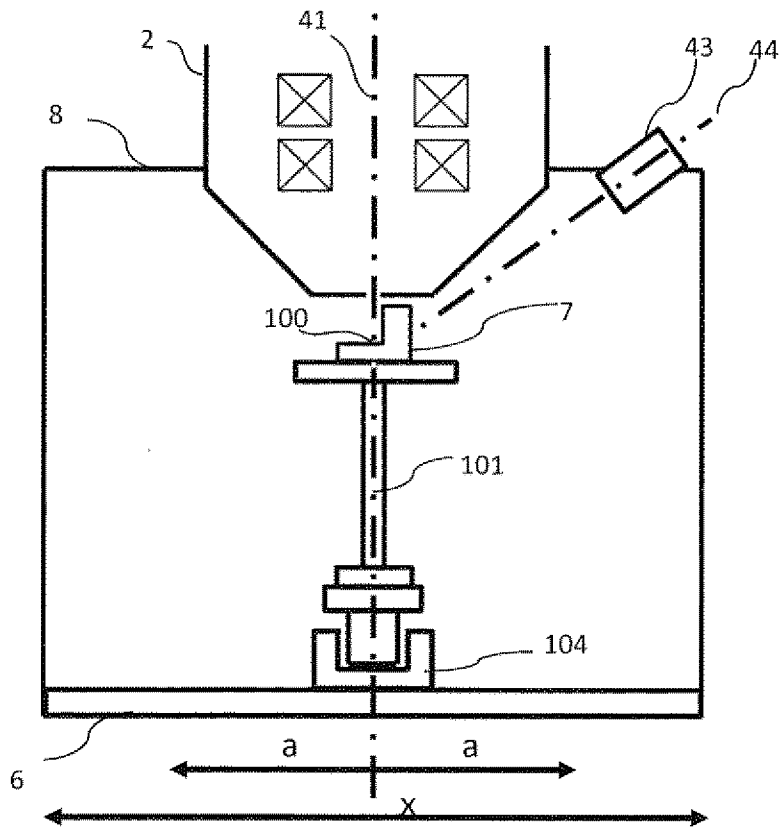


[図6]



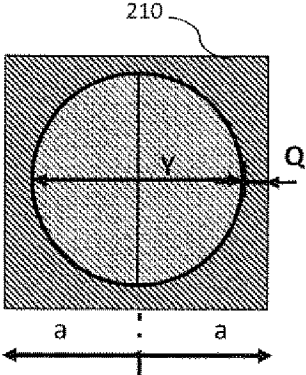
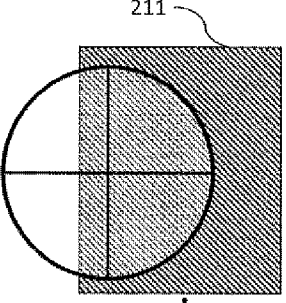
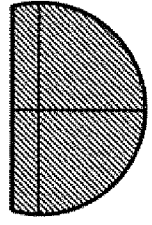
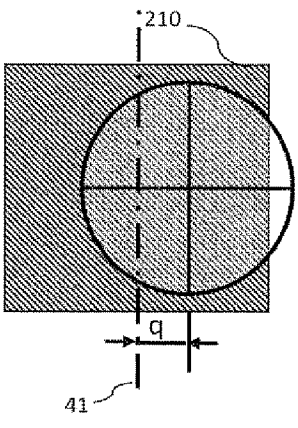
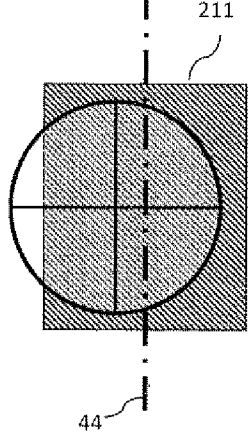
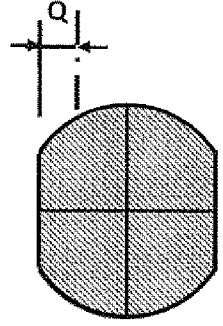
[図7]

図7



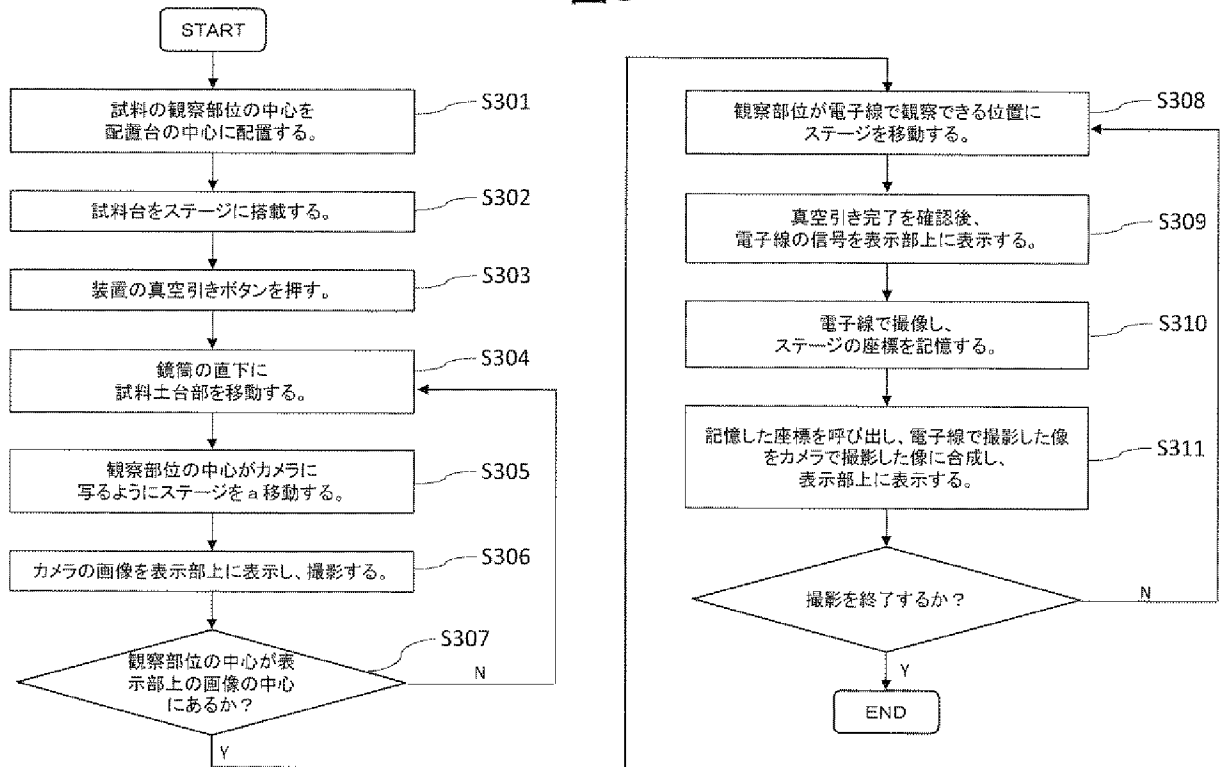
[図8]

図8

試料台	(a)SEMで観察可能な範囲	(b)カメラで観察可能な範囲	(c)SEMとカメラで見える試料の範囲
(1) 通常 試料台			
(2) 軸ずらし 試料台			

[図9]

図9



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/005032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J37/22(2006.01)i, H01J37/20(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)

H01J37/22, H01J37/20

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	JP 2012-146581 A (Hitachi High-Technologies Corp.), 02 August 2012 (02.08.2012), paragraphs [0018] to [0024]; fig. 1 to 2 & US 2013/0284924 A1 paragraphs [0029] to [0035]; fig. 1 to 2 & WO 2012/095915 A1 & KR 10-2013-0102634 A	1-2, 4
X	JP 61-96644 A (Hitachi, Ltd.), 15 May 1986 (15.05.1986), page 3, upper left column, line 17 to upper right column, line 18; fig. 3 (Family: none)	1, 3, 5



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

"I" 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
25 May 2017 (25.05.17)

Date of mailing of the international search report
06 June 2017 (06.06.17)

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

Authorized officer

Telephone No.

In claim 1, specifications of a first distance and a second distance, in the cases where a virtual center axis of an image pickup unit is selected, are not clear, since, even referring to the contents of description, the distance between the physical center axis of a sample table, and the physical optical axis of the image pickup unit, said distance being the first distance, cannot be specified. Consequently, since opinions on the specifications cannot be expressed, the subject is excluded from the subjects to be searched.

Namely, according to the contents of description, the virtual center axis of the image pickup unit is the optical axis (for instance, 45 in Fig. 5) of the virtual camera, (paragraph 0028), and the physical optical axis of the image pickup unit at that time is the optical axis (44 in Fig. 5) of the camera (paragraph 0020).

Though the first distance means the physical center axis of the sample table (actually, the optical axis of a SEM, 41 in Fig. 5), and the optical axis of the camera (44 in Fig. 5), these axes are orthogonal to each other, and the distance cannot be specified, and furthermore, there is no explanation in description on how the distance is specified, and the distance therebetween is not supported in description.

In paragraph 0028, it is stated that the first distance is L, the L, however is not specified with respect to a charged particle beam device wherein the image pickup unit exemplified in Fig. 5 has the virtual center axis.

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, H01J37/20(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. H01J37/22, H01J37/20

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	JP 2012-146581 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2012.08.02, 段落0018-0024、図1-図2 & US 2013/0284924 A1 段落0029-0035、図1-図2 & WO 2012/095915 A1 & KR 10-2013-0102634 A	1-2, 4
X	JP 61-96644 A (株式会社日立製作所) 1986.05.15, 3ページ左上欄17行-同右上欄18行、図3 (ファミリーなし)	1, 3, 5

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

25.05.2017

国際調査報告の発送日

06.06.2017

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)

波多江 進

2G

9508

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

請求項1のうち撮像部の仮想的な中心軸を選択肢とする場合の第1の距離と第2の距離についての特定については、明細書の記載を参酌しても第1の距離である試料台の物理的な中心軸と撮像部の物理的な光軸との距離を定義することができず不明確であるから、当該特定について見解を示すことができないため、当該特定については調査対象から除外した。

すなわち、明細書の記載によれば、撮像部の仮想的な中心軸とは仮想カメラの光軸（例えば、図5の45）であり（段落0028）、このときの撮像部の物理的な光軸とはカメラの光軸（図5の44）である（段落0020）。そうすると、第1の距離は、試料台の物理的な中心軸（実際には、SEMの光軸、図5の41）と、カメラの光軸（図5の44）ということになるが、これらの軸は互いに直交しており距離を定義することはできない、又は、どのように定義するのか明細書になんら記載がなく、これらの間の距離について明細書にはなんらの裏付けもない。

なお、段落0028には第1の距離はLであると記載されているが、Lは図5に例示される撮像部が仮想的な中心軸をもつ荷電粒子線装置に対して定義されたものではない。