

(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
2022年10月13日(13.10.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/215212 A1

(51) 国際特許分類:

H01J 37/16 (2006.01) **H01J 37/30** (2006.01)
H01J 37/18 (2006.01) **H01J 37/305** (2006.01)
H01J 37/28 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/014821

(22) 国際出願日: 2021年4月7日(07.04.2021)

(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
1 7 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 吉岡 正義 (**YOSHIOKA, Masayoshi**);
〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目 1 7 番 1
号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 坂
本 直樹 (**SAKAMOTO, Naoki**); 〒1056409 東京
都港区虎ノ門一丁目 1 7 番 1 号 株式会社日立ハ
イテク内 Tokyo (JP). 北山 真也 (**KITAYAMA,**

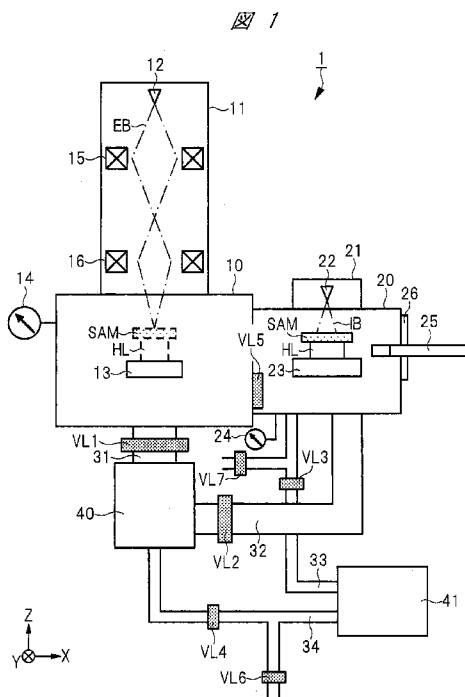
Shinya); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目 1
7 番 1 号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 弁理士法人筒井国際特許事務所
(**TSUTSUI & ASSOCIATES**); 〒1600022 東京都
新宿区新宿 2 丁目 3 番 1 0 号 新宿御
苑ビル 3 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, IT, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(54) **Title:** CHARGED PARTICLE BEAM DEVICE, AND SAMPLE ANALYSIS METHOD

(54) 発明の名称: 荷電粒子線装置および試料の解析方法



(57) **Abstract:** A charged particle beam device (1) comprises: an analyzing means that is executed by a controller when a sample holder (HL) holding a sample (SAM) is placed on a stage (23). The analyzing means includes: (a) a step for opening a gate valve (VL5), opening a valve (VL1), closing a valve (VL2), and driving a vacuum pump (40) to increase a vacuum level in each of an observation chamber (10) and a pre-processing chamber (20); (b) a step, following step (a), for closing the gate valve (VL5) and opening the valve (VL2); and (c) a step, following step (b), for performing processing of the sample (SAM) by using the vacuum pump (40) to perform vacuum evacuation of the pre-processing chamber (20) while irradiating the sample (SAM) with an ion beam from an ion source (22). The analyzing means enables rapid processing of the sample (SAM) after performing vacuum evacuation of the pre-processing chamber (20) in a short time.

(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))

(57) 要約: 荷電粒子線装置 (1) は、試料 (S A M) を保持した試料ホルダ (H L) がステージ (2 3) 上に設置された際に、コントローラによって実行される解析手段を備える。上記解析手段は、(a) ゲートバルブ (V L 5) を開状態にし、バルブ (V L 1) を開状態にし、バルブ (V L 2) を閉状態にし、且つ、真空ポンプ (4 0) を駆動することで、観察室 (1 0) および前処理室 (2 0) の各々の真空度を高くするステップ、(b) 前記ステップ (a) の後、ゲートバルブ (V L 5) を閉状態にし、且つ、バルブ (V L 2) を開状態にするステップ、(c) 前記ステップ (b) の後、真空ポンプ (4 0) によって前処理室 (2 0) の真空排気を行いながら、イオン源 (2 2) から試料 (S A M) へイオンビームを照射することで、試料 (S A M) の加工を行うステップ、を有する。上記解析手段によって、前処理室 (2 0) の真空排気を短時間で行った後、迅速に試料 (S A M) の加工を行える。

明 細 書

発明の名称：荷電粒子線装置および試料の解析方法

技術分野

[0001] 本発明は、荷電粒子線装置および試料の解析方法に関し、特に、観察室および前処理室を備えた荷電粒子線装置と、その荷電粒子線装置を用いて行われる試料の解析方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体デバイスの微細化が進んでいる。特に、立体構造を有する半導体デバイスでは、積層技術と組み合わせることで、高集積化および大容量化が飛躍的に進んでいる。このような半導体デバイスの解析を行うための荷電粒子線装置として、走査型電子顕微鏡（SEM：Scanning Electron Microscope）、透過電子顕微鏡（TEM：Transmission Electron Microscope）および走査透過型電子顕微鏡（STEM：Scanning Transmission Electron Microscope）などが用いられている。

[0003] 一方で、イオンビームを用いた平面試料作製方法（イオンミリング）が一般的に用いられている。平面ミリング法は、例えばアルゴンイオンビームを試料の表面に対して斜めに照射し、アルゴンイオンビームの中心と、試料回転の中心とを偏心させることによって広範囲を加工する手法である。イオンビームの照射角度を試料の加工面に対して平行に近づけた場合、結晶方位または組成のエッチングレート差による凹凸の形成を低減した加工面を形成できる。イオンビームの照射角度を試料の加工面に対して垂直に近づけた場合、エッチングレート差を利用することで、凹凸を強調した加工が可能となる。

[0004] 例えば、特許文献1では、荷電粒子線装置の観察室に、バルブを介してイオンミリング用の前処理室が接続されている。そして、上記バルブを閉じた状態で、前処理室を真空ポンプにより所定の真空度まで真空排気し、試料に対してイオンミリングを実施する技術が開示されている。

[0005] また、特許文献2には、SEM観察用の観察室と、バルブを介して観察室に接続されたイオンミリング用の前処理室とを備えた荷電粒子線装置が開示されている。そして、ロータリーポンプ相当品の真空ポンプおよびターボ分子ポンプ相当品の真空ポンプをダンデム構造として接続し、ターボ分子ポンプの2つの吸気口を観察室および前処理室に接続することで、観察室および前処理室の真空排気が行われている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2000-195460号公報

特許文献2：国際公開第2018/020649号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本願発明者らの検討によれば、荷電粒子線装置の内部において、イオンミリングのような高真空環境を要する前処理を行う場合、粗引ポンプによる真空排気のみでは、前処理に必要な真空度を満たせないことが判った。更に、近年の半導体市場では、スループットの向上が求められている。そのため、前処理に必要な真空度に到達する時間を短縮化する必要がある。そこで、本願発明者らは、SEM観察用の観察室とイオンミリング用の前処理室とをそれぞれ分け、観察室および前処理室を接続した荷電粒子線装置に関して検討を行った。

[0008] 特許文献1に開示されている技術では、前処理室に、SEM観察用の観察室とは異なる真空ポンプが必要となる。それ故、新たに真空ポンプを設置する必要があり、設置場所の増加、設置コストの増加および真空排気時に発生する振動が課題となる。

[0009] 特許文献2では、観察室および前処理室の真空排気に関して、具体的なシーケンスが明示されておらず、前処理室の真空排気に多くの時間を要する可能性がある。

[0010] 本願の主な目的は、観察室、前処理室および真空ポンプの接続関係を簡便にした荷電粒子線装置を提供することにある。また、そのような荷電粒子線装置を用いて、前処理室の真空排気を短時間で行える解析方法（解析手段）を提供することにある。その他の課題および新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになる。

課題を解決するための手段

[0011] 本願において開示される実施の形態のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、次のとおりである。

[0012] 一実施の形態における荷電粒子線装置は、第1排気口を有する観察室と、前記観察室に取り付けられた第1鏡筒と、前記第1鏡筒の内部に設けられ、且つ、第1荷電粒子ビームを照射可能な第1荷電粒子源と、前記観察室の内部において前記第1荷電粒子源の下方に設けられ、且つ、試料を保持した試料ホルダを設置可能な第1ステージと、ゲートバルブを介して前記観察室に接続され、且つ、第2排気口を有する前処理室と、前記前処理室に取り付けられた第2鏡筒と、前記第2鏡筒の内部に設けられ、且つ、第2荷電粒子ビームを照射可能な第2荷電粒子源と、前記前処理室の内部において前記第2荷電粒子源の下方に設けられ、且つ、前記試料を保持した前記試料ホルダを設置可能な第2ステージと、第1吸気口および第2吸気口を有する第1真空ポンプと、前記第1吸気口および前記第1排気口に接続された第1排気管と、前記第2吸気口および前記第2排気口に接続された第2排気管と、前記第1排気管の途中に設けられた第1バルブと、前記第2排気管の途中に設けられた第2バルブと、前記第1荷電粒子源、前記第1ステージ、前記第2荷電粒子源および前記第2ステージの各々の動作を制御し、前記第1真空ポンプの駆動を制御し、且つ、前記ゲートバルブ、前記第1バルブおよび前記第2バルブの各々の開閉状態を制御するコントローラと、前記試料を保持した前記試料ホルダが前記第2ステージ上に設置された際に、前記コントローラによって実行される解析手段と、を備える。ここで、前記第1吸気口および前記第1排気口の各々の口径は、前記第2吸気口および前記第2排気口の各々

の口径よりも大きい。また、前記解析手段は、（a）前記ゲートバルブを開状態にし、前記第1バルブを開状態にし、前記第2バルブを閉状態にし、且つ、前記第1真空ポンプを駆動することで、前記観察室および前記前処理室の各々の真空度を高くするステップ、（b）前記ステップ（a）の後、前記ゲートバルブを閉状態にし、且つ、前記第2バルブを開状態にするステップ、（c）前記ステップ（b）の後、前記第1真空ポンプによって前記前処理室の真空排気を行いながら、前記第2荷電粒子源から前記試料へ前記第2荷電粒子ビームを照射することで、前記試料の加工を行うステップ、を有する。

[0013] 一実施の形態における荷電粒子線装置は、観察室と、前記観察室に取り付けられた第1鏡筒と、前記第1鏡筒の内部に設けられ、且つ、第1荷電粒子ビームを照射可能な第1荷電粒子源と、前記観察室の内部において前記第1荷電粒子源の下方に設けられ、且つ、試料を保持した試料ホルダを設置可能な第1ステージと、ゲートバルブを介して前記観察室に接続された前処理室と、前記前処理室の内部に設けられ、且つ、前記観察室と前記前処理室との間で前記試料ホルダを移動するための試料交換棒と、を備える。ここで、前記前処理室は、互いに着脱可能な第2ユニットおよび第3ユニットによって構成され、前記第2ユニットには、前記ゲートバルブが設けられ、前記第3ユニットには、前記試料交換棒が設けられている。

[0014] 一実施の形態における試料の解析方法は、第1排気口を有する観察室と、前記観察室に取り付けられた第1鏡筒と、前記第1鏡筒の内部に設けられ、且つ、第1荷電粒子ビームを照射可能な第1荷電粒子源と、前記観察室の内部において前記第1荷電粒子源の下方に設けられ、且つ、試料を保持した試料ホルダを設置可能な第1ステージと、ゲートバルブを介して前記観察室に接続され、且つ、第2排気口および第3排気口を有する前処理室と、前記前処理室に取り付けられた第2鏡筒と、前記第2鏡筒の内部に設けられ、且つ、第2荷電粒子ビームを照射可能な第2荷電粒子源と、前記前処理室の内部において前記第2荷電粒子源の下方に設けられ、且つ、前記試料を保持した

前記試料ホルダを設置可能な第2ステージと、前記前処理室の内部に設けられ、且つ、前記観察室と前記前処理室との間で前記試料ホルダを移動するための試料交換棒と、第1吸気口および第2吸気口を有する第1真空ポンプと、第3吸気口を有し、且つ、達成できる真空度が前記第1真空ポンプよりも低い第2真空ポンプと、前記第1吸気口および前記第1排気口に接続された第1排気管と、前記第2吸気口および前記第2排気口に接続された第2排気管と、前記第3吸気口および前記第3排気口に接続された第3排気管と、前記第1排気管の途中に設けられた第1バルブと、前記第2排気管の途中に設けられた第2バルブと、前記第3排気管の途中に設けられた第3バルブと、を備えた荷電粒子線装置を用いて行われる。また、試料の解析方法は、(a) 前記試料を保持した前記試料ホルダを、前記第2ステージ上に設置するステップ、(b) 前記ステップ(a)の後、前記ゲートバルブを閉状態にし、前記第1バルブを開状態にし、前記第2バルブを閉状態にし、前記第3バルブを開状態にし、且つ、前記第2真空ポンプを駆動することで、前記観察室および前記前処理室の各々の真空度を高くするステップ、(c) 前記ステップ(b)の後、前記ゲートバルブを開状態にし、前記第3バルブを閉状態にし、且つ、前記第1真空ポンプを駆動することで、前記前処理室の真空度を、前記ステップ(b)の真空度よりも高い真空度にするステップ、(d) 前記ステップ(c)の後、前記ゲートバルブを閉状態にし、且つ、前記第2バルブを開状態にするステップ、(e) 前記ステップ(d)の後、前記第1真空ポンプによって前記前処理室の真空排気を行いながら、前記第2荷電粒子源から前記試料へ前記第2荷電粒子ビームを照射することで、前記試料の加工を行うステップ、(f) 前記ステップ(e)の後、前記ゲートバルブを開状態にするステップ、(g) 前記ステップ(f)の後、前記試料交換棒を用いて、前記試料を保持した前記試料ホルダを前記第2ステージから前記第1ステージへ移動するステップ、(h) 前記ステップ(g)の後、前記ゲートバルブを閉状態にするステップ、(i) 前記ステップ(h)の後、前記第1真空ポンプによって前記観察室の真空排気を行いながら、前記第1荷電粒子

源から前記試料へ前記第 1 荷電粒子ビームを照射することで、前記試料の観察を行うステップ、を有する。ここで、前記第 1 吸気口および前記第 1 排気口の各々の口径は、前記第 2 吸気口および前記第 2 排気口の各々の口径よりも大きい。

発明の効果

[0015] 一実施の形態によれば、観察室、前処理室および真空ポンプの接続関係を簡便にした荷電粒子線装置を提供できる。また、そのような荷電粒子線装置を用いて、前処理室の真空排気を短時間で行える解析方法（解析手段）を提供できる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]実施の形態 1 における荷電粒子線装置を示す模式図である。
[図2]実施の形態 1 における荷電粒子線装置の一部を拡大した要部模式図である。
[図3]実施の形態 1 における前処理室の第 1 ユニットを示す側面図である。
[図4]実施の形態 1 における荷電粒子線装置のシステム構成を示す模式図である。
[図5]実施の形態 1 における試料の解析方法（解析手段）を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、実施の形態を説明するための全図において、同一の機能を有する部材には同一の符号を付し、その繰り返しの説明は省略する。また、以下の実施の形態では、特に必要とき以外は同一または同様な部分の説明を原則として繰り返さない。

[0018] また、本願において説明される X 方向、Y 方向および Z 方向は、互いに交差し、互いに直交している。本願では、Z 方向をある構造体の上下方向、高さ方向または厚さ方向として説明する。

[0019] （実施の形態 1）

<荷電粒子線装置 1 の構成>

以下に図１～図３を用いて、実施の形態１における荷電粒子線装置１について説明する。実施の形態１では、荷電粒子線装置１として走査型電子顕微鏡（ＳＥＭ）を例示する。

[0020] 図１に示されるように、荷電粒子線装置１は、観察室１０と、観察室１０に取り付けられた鏡筒１１と、前処理室２０と、前処理室２０に取り付けられた鏡筒２１とを備える。また、荷電粒子線装置１は、観察室１０の内部の真空度を計測するための真空計１４と、前処理室２０の内部の真空度を計測するための真空計２４とを備える。

[0021] 鏡筒１１の内部には、電子ビーム（荷電粒子ビーム）ＥＢを照射可能な電子源（荷電粒子源）１２、電子ビームＥＢを集束するためのコンデンサレンズ１５、および、対物レンズ１６などが設けられている。観察室１０の内部において電子源１２の下方には、試料ＳＡＭを保持する試料ホルダＨＬを設置可能なステージ１３が設けられている。

[0022] なお、図１では図示を省略しているが、鏡筒１１には、コンデンサレンズ１５、対物レンズ１６、偏向レンズおよび走査レンズなどの電子光学系、および、鏡筒１１内を高真空にする真空ポンプ（イオンポンプ相当品）などが設けられている。また、観察室１０には、二次電子などを検出するための検出器、および、二次電子などの信号から画像データ化するための画像処理部が設けられている。

[0023] 試料ＳＡＭの観察時に、電子源１２からステージ１３上の試料ＳＡＭへ電子ビームＥＢが照射されると、電子ビームＥＢと、試料ＳＡＭ上に形成されている微小パターンとの相互作用によって、二次電子などの信号電子が発生する。発生した信号電子は、検出器によって検出され、画像処理部によって画像データ化される。この画像データによって、試料ＳＡＭの観察が行える。

[0024] 鏡筒２１の内部には、イオンビーム（荷電粒子ビーム）ＩＢを照射可能なイオン源（荷電粒子源）２２などが設けられている。前処理室２０の内部においてイオン源２２の下方には、試料ＳＡＭを保持する試料ホルダＨＬを設

置するためのステージ２３が設けられている。また、前処理室２０の内部には、観察室１０と前処理室２０との間で試料ホルダＨＬを移動するための試料交換棒２５が設けられている。また、前処理室２０には、搬送口２６が設けられ、搬送口２６を開くことで、前処理室２０の外部から内部へ、または、前処理室２０の内部から外部へ、試料ＳＡＭを保持する試料ホルダＨＬを搬送できる。

[0025] 前処理室２０では、イオンミリングによる前処理が行われる。試料ＳＡＭの加工時には、イオン源２２からステージ２３上の試料ＳＡＭへイオンビーム１Ｂが照射され、試料ＳＡＭが加工されて、ミリング面が得られる。

[0026] 図３に示されるように、鏡筒２１は、試料ＳＡＭの回転軸に対してイオンビーム１Ｂが傾斜して照射されるように、前処理室２０に傾斜した状態で取り付けられている。ステージ２３は、少なくとも回転機構を有する。ステージ２３を回転させながら試料ＳＡＭへイオンビーム１Ｂを照射することで、イオンミリングによって試料ＳＡＭに均一な平面が形成される。

[0027] また、鏡筒２１を外付けの移動機構によりＹ方向に駆動させることで、試料ＳＡＭの回転中心とイオンビーム中心とを偏心させることができる。これにより、加工範囲が広げられ、加工の自由度を持たせることができる。これは、ステージ２３にＹ方向の移動軸を持たせた場合と同様になる。ステージ２３をＹ方向に駆動させた場合、試料ホルダＨＬは試料交換棒２５の移動軸とずれてしまうので、前処理室２０から観察室１０へ試料ホルダＨＬを移動する際に、偏心機構を初期状態に戻すような安全機構の搭載が必要となる。

[0028] 実施の形態１における荷電粒子線装置１では、試料ＳＡＭの加工および観察のためのスループットを向上させる目的で、ＳＥＭ観察用の観察室１０とイオンミリング用の前処理室２０とが、ゲートバルブＶＬ５を介して接続されている。

[0029] ゲートバルブＶＬ５を開状態にするためには、図面の下方向へゲートバルブＶＬ５を移動する。ゲートバルブＶＬ５が開状態である場合、観察室１０の内部と前処理室２０の内部とが、同一空間として物理的に繋がる。これに

より、試料ホルダHLを搭載した試料交換棒25が、観察室10と前処理室20との間を移動可能となる。

[0030] ゲートバルブVL5を閉状態にするためには、図面の上方方向へゲートバルブVL5を移動する。ゲートバルブVL5が閉状態である場合、観察室10の内部と前処理室20の内部とが、ゲートバルブVL5によって物理的に隔離される。これにより、観察室10の内部で試料SAMの観察を独立して行うことができ、前処理室20の内部で試料SAMの加工を独立して行うことができる。

[0031] 図2は、図1の荷電粒子線装置1のうち、観察室10、前処理室20および各真空ポンプの周辺構造を示している。

[0032] なお、実施の形態1において、「真空度が高くなる」および「高真空にする」などという表現は、「圧力が低くなる」ということを意味し、「真空度が低くなる」および「低真空にする」などという表現は、「圧力が高くなる」ということを意味する。また、大気圧は 1.03525 Pa であり、「大気開放する」という表現は、「その空間の圧力を大気圧にする」ということを意味する。

[0033] 図2に示されるように、荷電粒子線装置1は、高真空ポンプ（真空ポンプ）40および粗引ポンプ（真空ポンプ）41を備える。高真空ポンプ40は、例えばターボ分子ポンプであり、主吸気口である吸気口31aおよび吸気口32aを有する。粗引ポンプ41は、例えばドライポンプである。

[0034] 高真空ポンプ40は、例えば $10^{-2} \sim 10^{-5} \text{ Pa}$ の真空度を達成できる。粗引ポンプ41が達成できる真空度は、高真空ポンプ40よりも低く、例えば数 $\text{Pa} \sim 100 \text{ Pa}$ 程度である。

[0035] 排気管31は、高真空ポンプ40の吸気口31aおよび観察室10の排気口31bに接続されている。排気管32は、高真空ポンプ40の吸気口32aおよび前処理室20の排気口32bに接続されている。

[0036] 吸気口31aおよび排気口31bの各々の口径は、吸気口32aおよび排気口32bの各々の口径より大きい。それ故、排気管31の排気速度は、排

気管 32 の排気速度よりも速くなる。従って、高真空ポンプ 40 を駆動させると、前処理室 20 の真空度は、観察室 10 の真空度よりも、一時的に低くなる。言い換えると、高真空ポンプ 40 では、吸気口 31a が相対的に高い真空度となり、吸気口 32a が吸気口 31a よりも低い真空度となる。

[0037] 排気管 33 は、粗引ポンプ 41 の吸気口 33a および前処理室 20 の排気口 33b に接続されている。排気管 34 は、粗引ポンプ 41 の吸気口 34a および高真空ポンプ 40 の排気口 34b に接続されている。

[0038] 排気管 31 の途中にはバルブ VL1 が設けられている。排気管 32 の途中にはバルブ VL2 が設けられている。排気管 33 の途中にはバルブ VL3 が設けられている。排気管 34 の途中にはバルブ VL4 が設けられている。バルブ VL1 ～ VL4 の開閉状態を操作することで、排気管 31 ～ 34 を介して行われる排気動作が制御される。

[0039] 排気管 34 の途中であり、且つ、粗引ポンプ 41 とバルブ VL4 との間には、リークバルブ VL6 が設けられている。また、排気管 33 の途中であり、且つ、前処理室 20 とバルブ VL3 との間には、リークバルブ VL7 が設けられている。リークバルブ VL6 を開状態にすることで、高真空ポンプ 40 の背圧側が大気開放される。リークバルブ VL7 を開状態にすることで、前処理室 20 の内部が大気開放される。

[0040] 図 4 は、荷電粒子線装置 1 のシステム構成を示す模式図である。図 4 に示されるように、荷電粒子線装置 1 は、コントローラ C0 および制御部 C1 ～ C7 を備えている。

[0041] 制御部 C1 ～ C4 は、それぞれ、鏡筒 11、観察室 10、鏡筒 21 および前処理室 20 に含まれる各構成の動作を制御する。すなわち、制御部 C1 は、電子源 12、コンデンサレンズ 15 および対物レンズ 16 などの動作を制御し、制御部 C2 は、ステージ 13 および真空計 14 などの動作を制御する。制御部 C3 は、イオン源 22 などの動作を制御し、制御部 C4 は、ステージ 23 および真空計 24 などの動作を制御する。なお、試料交換棒 25 の移動動作および搬送口 26 の開閉動作は、ユーザによって操作される。

- [0042] 制御部C 5は、バルブV L 1～V L 4、ゲートバルブV L 5、リークバルブV L 6およびリークバルブV L 7の各々の開閉状態を制御する。制御部C 6は、高真空ポンプ4 0の駆動を制御し、制御部C 7は、粗引ポンプ4 1の駆動を制御する。
- [0043] コントローラC 0は、制御部C 1～C 7の各々と互いに通信可能であり、入力デバイス5 0によるユーザからの指示または予め設定された条件に従って、荷電粒子線装置1の全体を制御する。また、コントローラC 0は、制御部C 1～C 7から取得された情報等を記憶するための記憶部（図示せず）を備える。
- [0044] なお、コントローラC 0は制御部C 1～C 7を統括するものである。従って、実施の形態1では、コントローラC 0および制御部C 1～C 7を1つのユニットとして見做せ、制御部C 1～C 7が行う制御を、コントローラC 0が制御すると見做せる。
- [0045] 入力デバイス5 0は、例えば、解析対象の情報の入力、電子ビームE BおよびイオンビームI Bの照射条件の変更、並びに、ステージ位置の変更などのような様々な指示を、ユーザが入力するためのデバイスである。なお、ゲートバルブV L 5の開閉状態の制御については、ユーザが入力デバイス5 0を用いて行うこともできる。入力デバイス5 0は、例えばキーボードまたはマウスなどである。モニタ5 1には、G U I画面5 2などが表示される。ユーザは、入力デバイス5 0によってG U I画面5 2に上記指示を入力でき、上記指示がコントローラC 0に送信される。
- [0046] なお、入力デバイス5 0およびモニタ5 1は、荷電粒子線装置1の内部に備えられていてもよいし、荷電粒子線装置1の外部に外部機器として備えられていてもよい。
- [0047] ところで、図2に示されるように、前処理室2 0は、複数のユニットに分断され、互いに着脱可能な第1ユニット2 0 A、第2ユニット2 0 Bおよび第3ユニット2 0 Cによって構成されている。
- [0048] 第1ユニット2 0 Aは、イオンミリング機能を備え、鏡筒2 1、イオン源

22、ステージ23、および、高真空ポンプ40に接続される排気口32bを含む。第2ユニット20Bは、ゲートバルブVL5、および、粗引ポンプ41に接続される排気口33bを含む。第3ユニット20Cは、試料交換棒25および搬送口26を含む。

[0049] なお、図2では、排気口33bが第2ユニット20Bに備えられているが、排気口33bは、第1ユニット20Aまたは第3ユニット20Cに備えられていてもよい。

[0050] 第1ユニット20A～第3ユニット20Cが互いに着脱可能であることで、前処理室20に必要とされる機能を変更することが可能となる。第1ユニット20Aはイオンミリング機能を備えているが、第1ユニット20Aの代わりに、例えば、集束イオンビーム（FIB：Focused Ion Beam）機能などを備えた他のユニットを用意し、この他のユニット、第2ユニット20Bおよび第3ユニット20Cによって、前処理室20を構成することもできる。また、第1ユニット20Aを適用せず、第2ユニット20Bおよび第3ユニット20Cのみによって前処理室20を構成し、前処理室20を単なる試料交換室とすることもできる。

[0051] このように、実施の形態1における荷電粒子線装置1では、前処理室20で行いたい作業に応じて、複数のユニットを組み換えることができる。

[0052] <試料SAMの解析方法（解析手段）>

上述のように、試料SAMをイオンミリングするためには、イオンビームIBが効率よく試料SAMの表面上に照射される必要がある。そのため、イオンビームIBの平均自由行程が十分に長くなるように、イオンミリングが行われる前処理室20の真空度を、高い真空度へ調整し、且つ、短時間で調整することが望ましい。

[0053] しかし、高い真空度を得るために、バルブVL1を開状態にしてイオンミリングを行うと、イオンミリングで発生するスパッタ粒子によって、観察室10が汚染されてしまうという問題がある。更に、イオンミリングのイオン源22から発生するArガスが、SEM機能の低下の要因となる。

[0054] 以下に、そのような問題を解消し、且つ、前処理室の真空排気を短時間で行うための解析方法について説明する。なお、この解析方法は、荷電粒子線装置 1 を用いて行われる。また、下記ステップ S 2 で、試料 S A M を保持した試料ホルダ H L がステージ 2 3 上に設置された際に、下記ステップ S 3 ～ S 1 3 は、ユーザによる試料交換棒 2 5 の操作を除き、コントローラ C 0 によって実行される。従って、荷電粒子線装置 1 は、その一部がユーザによる操作を含むものの、概ねコントローラ C 0 によって実行される解析手段（下記ステップ S 3 ～ S 1 3）を備えているとも言える。

[0055] 図 5 は、実施の形態 1 における試料 S A M の解析方法を示すフローチャートである。

[0056] まず、図 5 の「開始」では、試料 S A M を保持する試料ホルダ H L を用意する。例えば、荷電粒子線装置 1 と異なる他の装置において、試料 S A M を作成し、試料 S A M を試料ホルダ H L に搭載する。その後、以降のステップ S 1 ～ 1 3 が行われる。

[0057] 試料 S A M は、例えば F I B 装置によって、ウェハの一部を加工することで事前に取得された薄片である。上記半導体ウェハは、p 型または n 型の不純物領域が形成された半導体基板、上記半導体基板上に形成されたトランジスタなどの半導体素子、および、上記半導体素子上に形成された配線層などで構成されている。従って、試料 S A M は、上記半導体基板、上記半導体素子および上記配線層のうち全部または一部を含んでいる。なお、試料 S A M は半導体ウェハの一部に限られず、半導体技術以外で用いられる構造体でもよい。

[0058] ステップ S 1 では、制御部 C 5 によって、ゲートバルブ V L 5、バルブ V L 2、バルブ V L 3 およびリークバルブ V L 6 を閉状態にし、バルブ V L 1、バルブ V L 4 およびリークバルブ V L 7 を開状態にする。そして、制御部 C 6 によって、高真空ポンプ 4 0 を駆動する。これにより、観察室 1 0 は高い真空度に保たれ、前処理室 2 0 は大気開放される。

[0059] ステップ S 2 では、前処理室 2 0 のステージ 2 3 上に、試料 S A M を保持

する試料ホルダHLを設置する。前処理室20が大気圧と同圧以上になると、第3ユニット20Cの搬送口26が開くようになり、搬送口26を介して、試料SAMを保持する試料ホルダHLの入れ替えができる。

[0060] ステップS3では、制御部C5によって、バルブVL4およびリークバルブVL7を閉状態にし、バルブVL3を開状態にする。そして、制御部C7によって、粗引ポンプ41を駆動し、前処理室20の粗引排気を開始し、前処理室20の真空度を高くする。このとき、バルブVL4が閉状態であることで、高真空ポンプ40の背圧の悪化を防止できる。

[0061] ステップS4では、真空計24および制御部C4によって、前処理室20内の圧力が20Pa以下であるか否かを判定する。圧力が20Pa以下である場合（YES）、次のステップは、ステップS5になる。圧力が20Paよりも大きい場合（NO）、前処理室20内の圧力が20Pa以下になるまで、粗引ポンプ41からの粗引排気が継続される。

[0062] なお、ここでは、粗引排気後の圧力の判定値が20Paに設定されているが、圧力の判定値は20Paに限らず、前処理室20の圧力が、高真空ポンプ40の負荷許容値よりも低くなっていればよい。

[0063] なお、高真空ポンプ40が達成できる真空度は、粗引ポンプ41よりも高いが、大気圧から数Pa～100Pa程度の圧力になるように排気するという点では、粗引ポンプ41の方が高真空ポンプ40よりも適正が高い。従って、大気圧から数Pa～100Pa程度の圧力へ変更する際には、粗引ポンプ41を使用し、数Pa～100Pa程度の圧力から 10^{-2} ～ 10^{-5} Pa程度の圧力へ変更する際には、高真空ポンプ40を使用する。これにより、総合的な排気時間の短縮を図れる。

[0064] ステップS5では、制御部C5によって、バルブVL3を閉状態にし、バルブVL4およびゲートバルブVL5を開状態にする。前処理室20に対して粗引排気した後、高真空ポンプ40の吸気口31aから、排気管31および排気口31bを介して、観察室10および前処理室20の両方に対して真空排気を開始する。これにより、前処理室20の真空度を、ステップS3（

ステップS4)の真空度よりも高い真空度にする。

[0065] ここでは、観察室10の圧力が 10^{-3} Paオーダーになるまで待機し、観察室10および前処理室20の圧力が同程度となるまで待機することが望ましい。なお、 10^{-3} Paオーダーは一例であり、観察室10の圧力がより低くなるまで待機してもよい。

[0066] ここで、仮に、1つの吸気口を有する高真空ポンプを用いて、観察室10および前処理室20を同時に真空排気すると、前処理室20から観察室10へガス分子の逆流が発生してしまう。これに対して、実施の形態1では、高真空ポンプ40に吸気口31aおよび吸気口32aが設けられているので、ガス分子の逆流を抑制できる。

[0067] また、ステップS5では、相対的に口径の大きな吸気口31aによって、観察室10および前処理室20の真空排気を実施している。従って、相対的に口径の小さな吸気口32aによって真空排気を実施する場合と比較して、真空排気の時間を短縮することが可能となっている。

[0068] ステップS6では、制御部C5によって、ゲートバルブVL5を閉状態にし、バルブVL2を開状態にする。高真空ポンプ40の吸気口32aから前処理室20を真空排気する。

[0069] ゲートバルブVL5を閉状態にすると、前処理室20を真空排気するポンプが無くなるので、観察室10に比べて、前処理室20の真空度が悪くなる。吸気口31aの排気速度および吸気口32aの排気速度を比較すると、吸気口31aの方が吸気口32aよりも排気速度が大きい。それ故、観察室10に比べて、前処理室20の真空度は一時的に更に悪くなるので、ゲートバルブVL5を閉めた後、直ちにバルブVL2を開く必要がある。

[0070] ここで、ステップS3(ステップS4)の粗引排気の完了後、ゲートバルブVL5を閉状態に維持し、バルブVL2を開状態にし、吸気口32aから前処理室20の真空排気を行うことも考えられる。

[0071] しかし、ステップS5のように、排気速度の速い吸気口31aを用いて前処理室20の真空度を高くした状態で、ステップS6のように、吸気口32

aから前処理室20の真空排気を行う方が、イオンミリングの開始に必要な真空度に到達するまでの総合時間を短縮することができる。

[0072] ステップS7では、前処理室20において、試料SAMに対してイオンミリングを行う。すなわち、高真空ポンプ40によって前処理室20の真空排気を行いながら、制御部C3によって、イオン源22から試料SAMへイオンビームIBを照射することで、試料SAMの加工を行う。

[0073] また、イオンミリング中では、ゲートバルブVL5が閉状態になっている。従って、イオンミリングで発生するスパッタ粒子によって、観察室10が汚染されてしまうという問題、および、イオン源22から発生するArガスがSEM機能の低下の要因となるという問題を解消できる。

[0074] ステップS8では、イオンミリングが終了した後、制御部C5によって、ゲートバルブVL5を開状態にする。

[0075] ステップS9では、ユーザが、試料交換棒25を、試料SAMを保持する試料ホルダHLに挿入し、試料ホルダHLを、前処理室20のステージ23から観察室10のステージ13へ移動する。

[0076] ステップS10では、試料ホルダHLの移動が完了した後、制御部C4によって、試料交換棒25を初期位置に戻し、制御部C5によって、ゲートバルブVL5を閉状態にする。その後、高真空ポンプ40によって観察室10の真空排気を行いながら、制御部C1によって、電子源12から試料SAMへ電子ビームEBを照射することで、試料SAMの観察を行う。

[0077] ステップS11では、試料SAMの観察が終了した後、制御部C5によって、ゲートバルブVL5を開状態にする。

[0078] ステップS12では、ユーザが、試料交換棒25を、試料SAMを保持する試料ホルダHLに挿入し、試料ホルダHLを、観察室10のステージ13から前処理室20のステージ23へ移動する。ステップS10において、所望の観察が行えていた場合、観察作業は終了となる。所望の観察が行えず、例えばイオンミリングが不足していた場合、ステップS6へ戻り、前処理室20の真空排気を行った後、試料SAMのイオンミリングをやり直す。

[0079] ステップS 1 3では、ユーザが試料交換棒2 5を初期位置に戻した後、制御部C 5によって、ゲートバルブV L 5およびバルブV L 2を閉状態にする。そして、制御部C 5によって、リークバルブV L 7を開状態にし、前処理室2 0の大気開放を行う。その後、搬送口2 6を介して、試料S A Mを保持する試料ホルダH Lを、前処理室2 0から取り出す。

[0080] 以上で、試料S A Mの解析方法（解析手段）は終了となる。

[0081] 以上、上記実施の形態に基づいて本発明を具体的に説明したが、本発明は、上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能である。

符号の説明

- [0082] 1 荷電粒子線装置
- 1 0 観察室
 - 1 1 鏡筒
 - 1 2 電子源
 - 1 3 ステージ
 - 1 4 真空計
 - 1 5 コンデンサレンズ
 - 1 6 対物レンズ
 - 2 0 前処理室
 - 2 0 A ~ 2 0 C 第1 ~ 第3ユニット
 - 2 1 鏡筒
 - 2 2 イオン源
 - 2 3 ステージ
 - 2 4 真空計
 - 2 5 試料交換棒
 - 2 6 搬送口
 - 3 1 ~ 3 4 排気管
 - 3 1 a ~ 3 4 a 吸気口

3 1 b ~ 3 4 b 排気口
4 0 高真空ポンプ（真空ポンプ、ターボ分子ポンプ）
4 1 粗引ポンプ（真空ポンプ、ドライポンプ）
5 0 入力デバイス
5 1 モニタ
5 2 G U I 画面
C 0 コントローラ
C 1 ~ C 7 制御部
E B 電子ビーム
H L ホルダ
I B イオンビーム
S A M 試料
V L 1 ~ V L 4 バルブ
V L 5 ゲートバルブ
V L 6、V L 7 リークバルブ

請求の範囲

[請求項1]

第1排気口を有する観察室と、
前記観察室に取り付けられた第1鏡筒と、
前記第1鏡筒の内部に設けられ、且つ、第1荷電粒子ビームを照射可能な第1荷電粒子源と、
前記観察室の内部において前記第1荷電粒子源の下方に設けられ、
且つ、試料を保持した試料ホルダを設置可能な第1ステージと、
ゲートバルブを介して前記観察室に接続され、且つ、第2排気口を有する前処理室と、
前記前処理室に取り付けられた第2鏡筒と、
前記第2鏡筒の内部に設けられ、且つ、第2荷電粒子ビームを照射可能な第2荷電粒子源と、
前記前処理室の内部において前記第2荷電粒子源の下方に設けられ、
且つ、前記試料を保持した前記試料ホルダを設置可能な第2ステージと、
第1吸気口および第2吸気口を有する第1真空ポンプと、
前記第1吸気口および前記第1排気口に接続された第1排気管と、
前記第2吸気口および前記第2排気口に接続された第2排気管と、
前記第1排気管の途中に設けられた第1バルブと、
前記第2排気管の途中に設けられた第2バルブと、
前記第1荷電粒子源、前記第1ステージ、前記第2荷電粒子源および前記第2ステージの各々の動作を制御し、前記第1真空ポンプの駆動を制御し、且つ、前記ゲートバルブ、前記第1バルブおよび前記第2バルブの各々の開閉状態を制御するコントローラと、
前記試料を保持した前記試料ホルダが前記第2ステージ上に設置された際に、前記コントローラによって実行される解析手段と、
を備え、
前記第1吸気口および前記第1排気口の各々の口径は、前記第2吸

気口および前記第2排気口の各々の口径よりも大きく、

前記解析手段は、

(a) 前記ゲートバルブを開状態にし、前記第1バルブを開状態にし、前記第2バルブを閉状態にし、且つ、前記第1真空ポンプを駆動することで、前記観察室および前記前処理室の各々の真空度を高くするステップ、

(b) 前記ステップ(a)の後、前記ゲートバルブを閉状態にし、且つ、前記第2バルブを開状態にするステップ、

(c) 前記ステップ(b)の後、前記第1真空ポンプによって前記前処理室の真空排気を行いながら、前記第2荷電粒子源から前記試料へ前記第2荷電粒子ビームを照射することで、前記試料の加工を行うステップ、

を有する、荷電粒子線装置。

[請求項2]

請求項1に記載の荷電粒子線装置において、

前記前処理室に設けられた第3排気口と、

第3吸気口を有し、且つ、達成できる真空度が前記第1真空ポンプよりも低い第2真空ポンプと、

前記第3吸気口および前記第3排気口に接続された第3排気管と、

前記第3排気管の途中に設けられた第3バルブと、

を更に備え、

前記コントローラは、前記第2真空ポンプの駆動を制御し、且つ、前記第3バルブの開閉状態を制御し、

前記解析手段は、

(d) 前記ステップ(a)の前に、前記ゲートバルブを閉状態にし、前記第1バルブを開状態にし、前記第2バルブを閉状態にし、前記第3バルブを開状態にし、且つ、前記第2真空ポンプを駆動することで、前記前処理室の真空度を高くするステップ、

を更に有し、

前記ステップ（a）は、前記第3バルブを閉状態にして行われ、
前記ステップ（a）では、前記観察室および前記前処理室の各々の真空度は、前記ステップ（d）の真空度よりも高くなる、荷電粒子線装置。

[請求項3]

請求項2に記載の荷電粒子線装置において、
前記前処理室の内部に設けられ、且つ、前記観察室と前記前処理室との間で前記試料ホルダを移動するための試料交換棒と、
を更に備え、
前記解析手段は、
（e）前記ステップ（c）の後、前記ゲートバルブを開状態にするステップ、
（f）前記ステップ（e）の後、ユーザによる前記試料交換棒の操作によって、前記試料を保持した前記試料ホルダを前記第2ステージから前記第1ステージへ移動するステップ、
（g）前記ステップ（f）の後、前記ゲートバルブを閉状態にするステップ、
（h）前記ステップ（g）の後、前記第1真空ポンプによって前記観察室の真空排気を行いながら、前記第1荷電粒子源から前記試料へ前記第1荷電粒子ビームを照射することで、前記試料の観察を行うステップ、
を更に有する、荷電粒子線装置。

[請求項4]

請求項3に記載の荷電粒子線装置において、
前記前処理室は、互いに着脱可能な第1ユニット、第2ユニットおよび第3ユニットによって構成され、
前記第1ユニットには、前記第2鏡筒、前記第2荷電粒子源、前記第2ステージおよび第2排気口が設けられ、
前記第2ユニットには、前記ゲートバルブおよび第3排気口が設けられ、

前記第3ユニットには、前記試料交換棒が設けられている、荷電粒子線装置。

[請求項5]

請求項3に記載の荷電粒子線装置において、
前記第1真空ポンプに設けられた第4排気口と、
前記第2真空ポンプに設けられた第4吸気口と、
前記第4吸気口および前記第4排気口に接続された第4排気管と、
前記第4排気管の途中に設けられた第4バルブと、
を更に備え、
前記コントローラは、前記第4バルブの開閉状態を制御し、
前記第4バルブは、前記ステップ(d)では閉状態であり、前記ステップ(a)～前記ステップ(h)では開状態である、荷電粒子線装置。

[請求項6]

請求項1に記載の荷電粒子線装置において、
前記第1荷電粒子源は、電子源であり、
前記第1荷電粒子ビームは、電子ビームであり、
前記第2荷電粒子源は、イオン源であり、
前記第2荷電粒子ビームは、イオンビームである、荷電粒子線装置。

[請求項7]

観察室と、
前記観察室に取り付けられた第1鏡筒と、
前記第1鏡筒の内部に設けられ、且つ、第1荷電粒子ビームを照射可能な第1荷電粒子源と、
前記観察室の内部において前記第1荷電粒子源の下方に設けられ、
且つ、試料を保持した試料ホルダを設置可能な第1ステージと、
ゲートバルブを介して前記観察室に接続された前処理室と、
前記前処理室の内部に設けられ、且つ、前記観察室と前記前処理室との間で前記試料ホルダを移動するための試料交換棒と、
を備え、

前記前処理室は、互いに着脱可能な第2ユニットおよび第3ユニットによって構成され、

前記第2ユニットには、前記ゲートバルブが設けられ、

前記第3ユニットには、前記試料交換棒が設けられている、荷電粒子線装置。

[請求項8]

請求項7に記載の荷電粒子線装置において、

前記前処理室に取り付けられた第2鏡筒と、

前記第2鏡筒の内部に設けられ、且つ、第2荷電粒子ビームを照射可能な第2荷電粒子源と、

前記前処理室の内部において前記第2荷電粒子源の下方に設けられ、且つ、前記試料を保持した前記試料ホルダを設置可能な第2ステージと、

を更に備え、

前記前処理室は、互いに着脱可能な第1ユニット、前記第2ユニットおよび前記第3ユニットによって構成され、

前記第1ユニットには、前記第2鏡筒、前記第2荷電粒子源および前記第2ステージが設けられている、荷電粒子線装置。

[請求項9]

請求項8に記載の荷電粒子線装置において、

前記観察室に設けられた第1排気口と、

前記第1ユニットに設けられた第2排気口と、

第1吸気口および第2吸気口を有する第1真空ポンプと、

前記第1吸気口および前記第1排気口に接続された第1排気管と、

前記第2吸気口および前記第2排気口に接続された第2排気管と、

前記第1排気管の途中に設けられた第1バルブと、

前記第2排気管の途中に設けられた第2バルブと、

を更に備え、

前記第1吸気口および前記第1排気口の各々の口径は、前記第2吸気口および前記第2排気口の各々の口径よりも大きい、荷電粒子線装

置。

[請求項10]

請求項9に記載の荷電粒子線装置において、
前記第2ユニットに設けられた第3排気口と、
第3吸気口を有し、且つ、達成できる真空度が前記第1真空ポンプよりも低い第2真空ポンプと、
前記第3吸気口および前記第3排気口に接続された第3排気管と、
前記第3排気管の途中に設けられた第3バルブと、
を更に備えた、荷電粒子線装置。

[請求項11]

請求項8に記載の荷電粒子線装置において、
前記第1荷電粒子源は、電子源であり、
前記第1荷電粒子ビームは、電子ビームであり、
前記第2荷電粒子源は、イオン源であり、
前記第2荷電粒子ビームは、イオンビームである、荷電粒子線装置。
。

[請求項12]

第1排気口を有する観察室と、
前記観察室に取り付けられた第1鏡筒と、
前記第1鏡筒の内部に設けられ、且つ、第1荷電粒子ビームを照射可能な第1荷電粒子源と、
前記観察室の内部において前記第1荷電粒子源の下方に設けられ、
且つ、試料を保持した試料ホルダを設置可能な第1ステージと、
ゲートバルブを介して前記観察室に接続され、且つ、第2排気口および第3排気口を有する前処理室と、
前記前処理室に取り付けられた第2鏡筒と、
前記第2鏡筒の内部に設けられ、且つ、第2荷電粒子ビームを照射可能な第2荷電粒子源と、
前記前処理室の内部において前記第2荷電粒子源の下方に設けられ、
且つ、前記試料を保持した前記試料ホルダを設置可能な第2ステージと、

前記前処理室の内部に設けられ、且つ、前記観察室と前記前処理室との間で前記試料ホルダを移動するための試料交換棒と、

第1吸気口および第2吸気口を有する第1真空ポンプと、

第3吸気口を有し、且つ、達成できる真空度が前記第1真空ポンプよりも低い第2真空ポンプと、

前記第1吸気口および前記第1排気口に接続された第1排気管と、

前記第2吸気口および前記第2排気口に接続された第2排気管と、

前記第3吸気口および前記第3排気口に接続された第3排気管と、

前記第1排気管の途中に設けられた第1バルブと、

前記第2排気管の途中に設けられた第2バルブと、

前記第3排気管の途中に設けられた第3バルブと、

を備えた荷電粒子線装置を用いて行われる試料の解析方法であって

、

(a) 前記試料を保持した前記試料ホルダを、前記第2ステージ上に設置するステップ、

(b) 前記ステップ(a)の後、前記ゲートバルブを閉状態にし、前記第1バルブを開状態にし、前記第2バルブを閉状態にし、前記第3バルブを開状態にし、且つ、前記第2真空ポンプを駆動することで、前記観察室および前記前処理室の各々の真空度を高くするステップ、

(c) 前記ステップ(b)の後、前記ゲートバルブを開状態にし、前記第3バルブを閉状態にし、且つ、前記第1真空ポンプを駆動することで、前記前処理室の真空度を、前記ステップ(b)の真空度よりも高い真空度にするステップ、

(d) 前記ステップ(c)の後、前記ゲートバルブを閉状態にし、且つ、前記第2バルブを開状態にするステップ、

(e) 前記ステップ(d)の後、前記第1真空ポンプによって前記前処理室の真空排気を行いながら、前記第2荷電粒子源から前記試料へ前記第2荷電粒子ビームを照射することで、前記試料の加工を行うス

テップ、

(f) 前記ステップ(e)の後、前記ゲートバルブを開状態にするステップ、

(g) 前記ステップ(f)の後、前記試料交換棒を用いて、前記試料を保持した前記試料ホルダを前記第2ステージから前記第1ステージへ移動するステップ、

(h) 前記ステップ(g)の後、前記ゲートバルブを閉状態にするステップ、

(i) 前記ステップ(h)の後、前記第1真空ポンプによって前記観察室の真空排気を行いながら、前記第1荷電粒子源から前記試料へ前記第1荷電粒子ビームを照射することで、前記試料の観察を行うステップ、

を有し、

前記第1吸気口および前記第1排気口の各々の口径は、前記第2吸気口および前記第2排気口の各々の口径よりも大きい、試料の解析方法。

[請求項13]

請求項12に記載の試料の解析方法において、

前記第1荷電粒子源は、電子源であり、

前記第1荷電粒子ビームは、電子ビームであり、

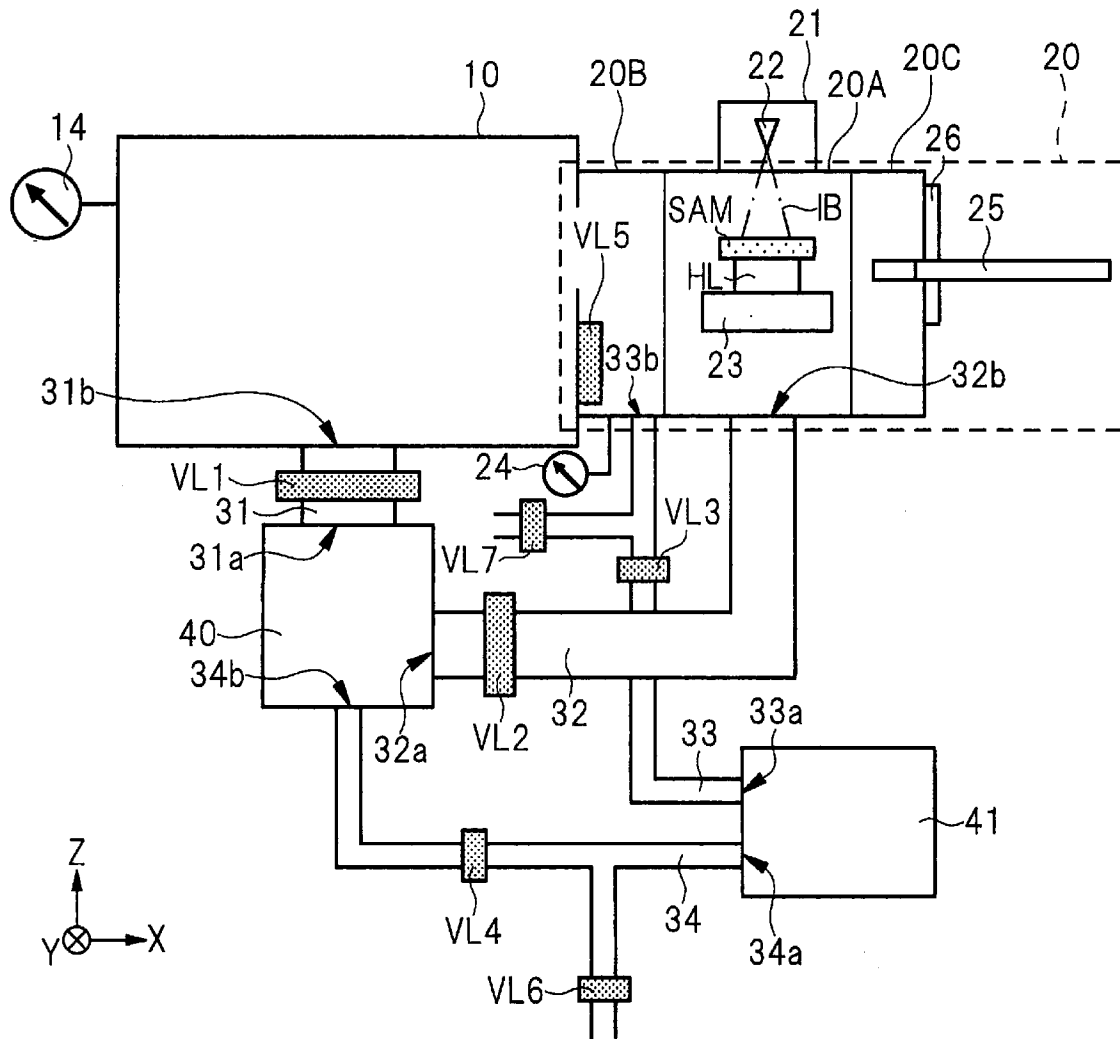
前記第2荷電粒子源は、イオン源であり、

前記第2荷電粒子ビームは、イオンビームである、試料の解析方法

。

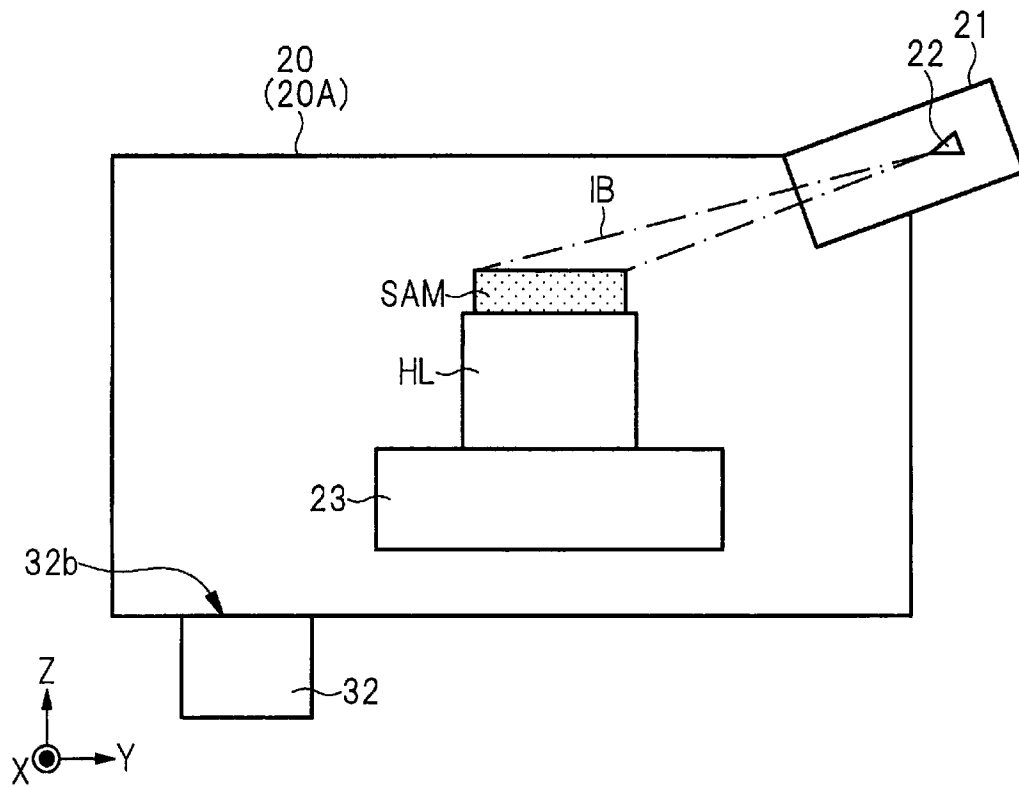
[図2]

兴 2



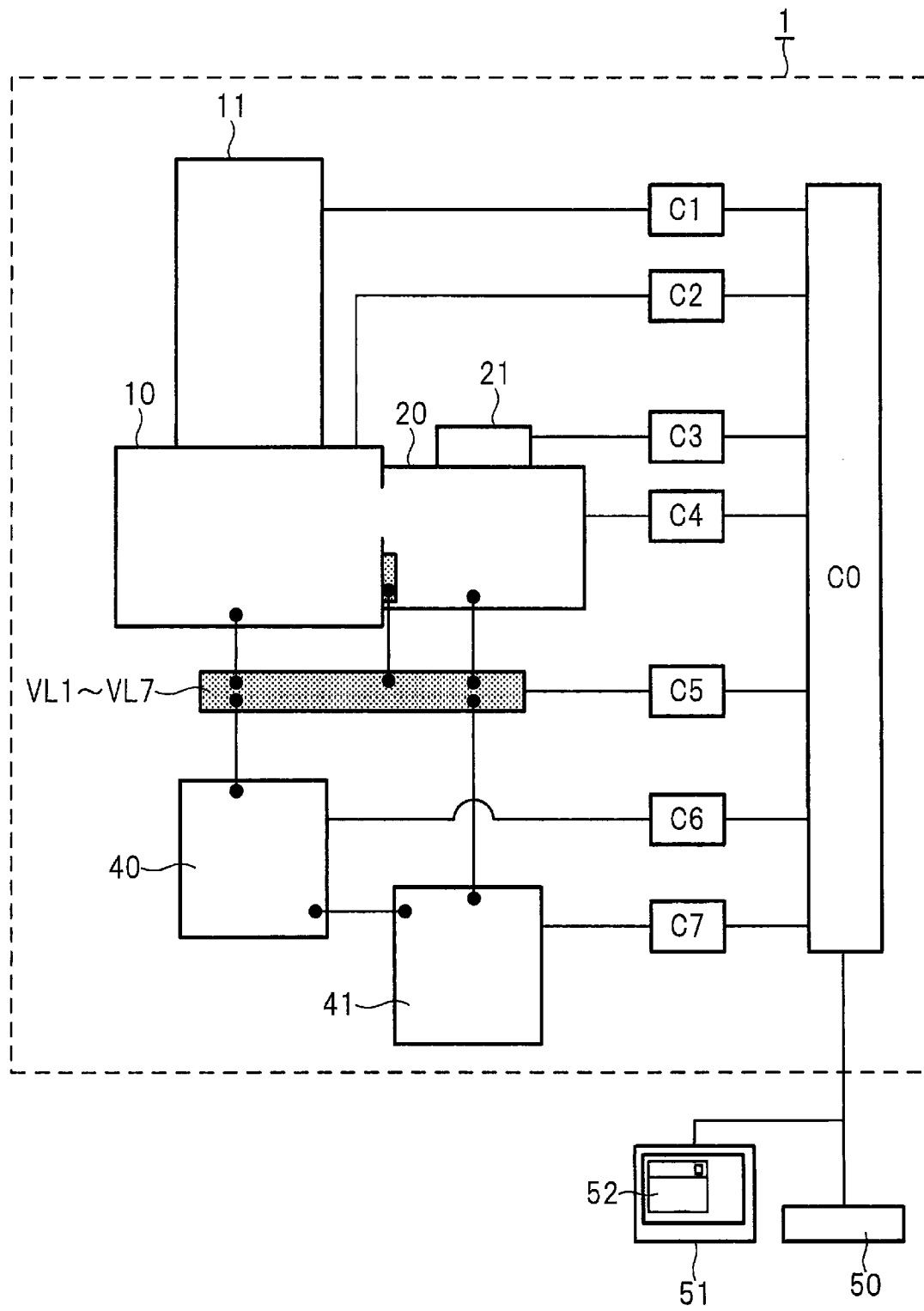
[図3]

図 3

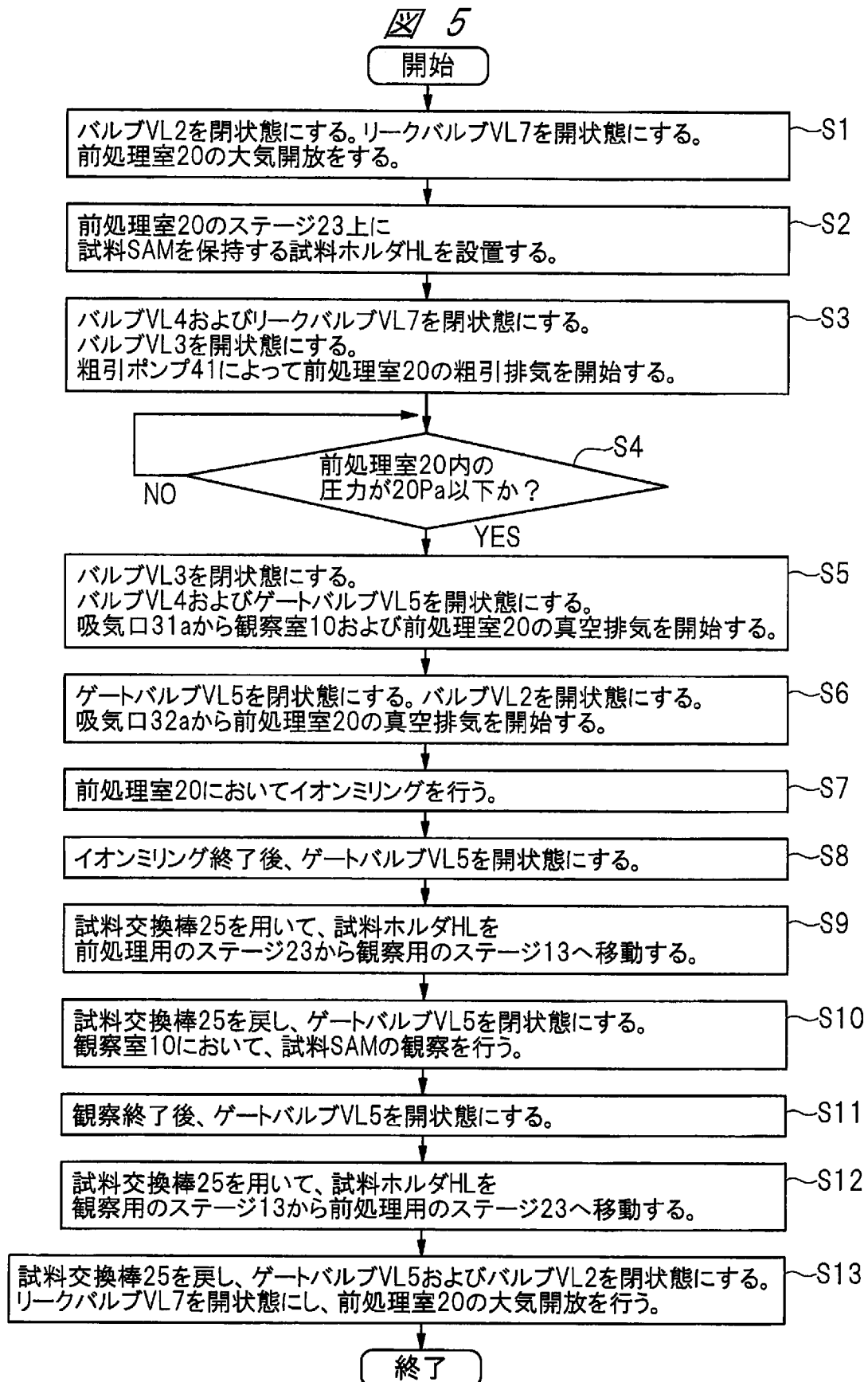


[図4]

4



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/014821

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J 37/16(2006.01)i; **H01J 37/18**(2006.01)i; **H01J 37/28**(2006.01)i; **H01J 37/30**(2006.01)i; **H01J 37/305**(2006.01)i
 FI: H01J37/18; H01J37/16; H01J37/28 B; H01J37/305 A; H01J37/30 Z

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)

H01J37/16; H01J37/18; H01J37/28; H01J37/30; H01J37/305; H01L21/66

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 1971-2021
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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	WO 2018/020649 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 01 February 2018 (2018-02-01) entire text, all drawings	1-13
A	WO 2016/166825 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 20 October 2016 (2016-10-20) entire text, all drawings	1-6, 12-13

☐ 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

17 June 2021

Date of mailing of the international search report

06 July 2021

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document 1: WO 2018/020649 A1 (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 01 February 2018 (2018-02-01)

(Invention 1) Claims 1-6 and 12-13

Claims 1-6 and 12-13 have the special technical feature of a “charged particle beam apparatus in which the diameters of a first air supply port and a first air discharge port are greater than the diameters of a second air supply port and a second air discharge port, respectively, wherein in a state in which a gate valve for connecting an observation chamber and a pretreatment chamber is open, the air inside the pretreatment chamber is discharged via the gate valve, the first air supply port, the first air discharge port, and the first vacuum pump in this order,” and are thus classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 7-11

Claims 7-11 share with, claim 1 classified as invention 1, the common technical feature of a “charged particle beam apparatus provided with an observation chamber, a pretreatment chamber, and a gate valve for connecting the observation chamber and the pretreatment chamber.” However, said technical feature does not make a contribution over the prior art in light of the disclosure of document 1, and thus it cannot be said that the technical feature is a special technical feature. Also, there are no other same or corresponding special technical features between these inventions. In addition, claims 7-11 are not dependent on claim 1. Furthermore, claims 7-11 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1. Thus, claims 7-11 cannot be classified as invention 1. Also, claims 7-11 have the special technical feature in which “a pretreatment chamber is constituted by a second unit and a third unit which can be attached to or detached from each other,” and are thus classified as invention 2.

1. ☒ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☒ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2021/014821

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2018/020649	A1	01 February 2018	(Family: none)	
WO	2016/166825	A1	20 October 2016	US 2018/0082819 A1	
				whole document	
				CN 107430972 A	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01J 37/16(2006.01)i; H01J 37/18(2006.01)i; H01J 37/28(2006.01)i; H01J 37/30(2006.01)i; H01J 37/305(2006.01)i FI: H01J37/18; H01J37/16; H01J37/28 B; H01J37/305 A; H01J37/30 Z														
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）） H01J37/16; H01J37/18; H01J37/28; H01J37/30; H01J37/305; H01L21/66														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021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	WO 2018/020649 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 01.02.2018 (2018 - 02 - 01) 全文, 全図	1-13												
A	WO 2016/166825 A1 (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 20.10.2016 (2016 - 10 - 20) 全文, 全図	1-6, 12-13												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 17.06.2021	国際調査報告の発送日 06.07.2021													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 鳥居 祐樹 2G 4070 電話番号 03-3581-1101 内線 3226													

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

文献1：W0 2018/020649 A1（株式会社日立ハイテクノロジーズ）01.02.2018(2018-02-01)

（発明1）請求項1－6，12－13

請求項1－6，12－13は、「第1給気口及び第1排気口の各々の口径は、第2給気口及び第2排気口の各々の口径よりも大きい荷電粒子線装置において、観察室及び前処理室とを接続するゲートバルブを開状態にし、前記前処理室内の空気を前記ゲートバルブ、前記第1給気口、前記第1排気口、前記第1真空ポンプの順に經由して排気する」という特別な技術的特徴を有しているので、発明1に区分する。

（発明2）請求項7－11

請求項7－11は、発明1に区分された請求項1と、「観察室と前処理室と、前記観察室と前記前処理室とを接続するゲートバルブを備えた荷電粒子線装置」という共通の技術的特徴を有している。しかしながら、当該技術的特徴は、文献1の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。また、これらの発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。さらに、請求項7－11は、請求項1の従属請求項ではない。また、請求項7－11は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても実質同一又はそれに準ずる関係にはない。したがって、請求項7－11は発明1に区分できない。そして、請求項7－11は、「前処理室が互いに着脱可能な第2ユニット及び第3ユニットによって構成される」という特別な技術的特徴を有しているので、発明2に区分する。

1. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☒ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2021/014821

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2018/020649	A1	01.02.2018	(ファミリーなし)	
WO	2016/166825	A1	20.10.2016	US 2018/0082819 A1	
				whole document	
				CN 107430972 A	