(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
2024年12月26日(26.12.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/262001 A1

(51) 国際特許分類:
H01J 37/073 (2006.01) *H01J 1/34* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/023303

(22) 国際出願日： 2023年6月23日(23.06.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

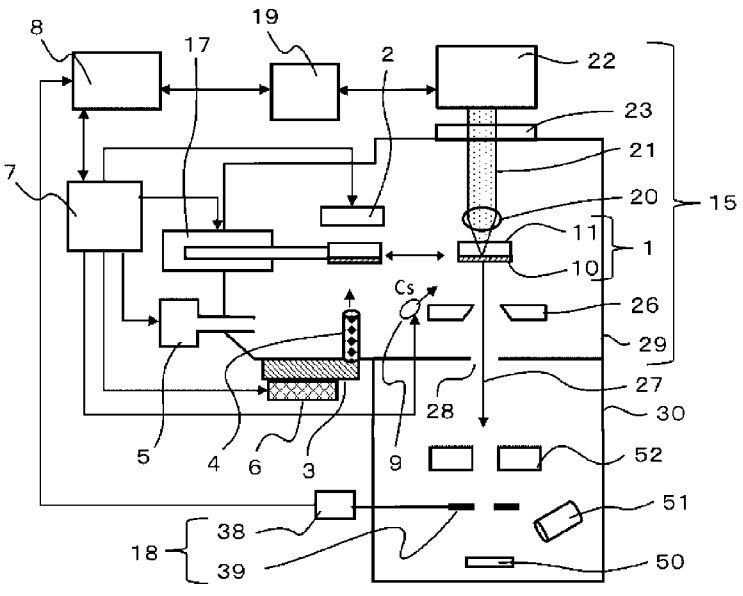
(71) 出願人: 株式会社日立ハイテク(HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) [JP/JP]; 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 大嶋 卓(OHSHIMA Takashi); 〒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). 森下 英郎(MORISHITA Hideo); 〒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). 松原 信一(MATSUBARA Shinichi); 〒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). 高根 大地(TAKANE Daichi); 〒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). 小瀬 洋一(OSE Yoichi); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP). 矢口 紀恵(YAGUCHI Toshie); 〒1056409 東京都港区虎ノ門一丁目１７番１号 株式会社日立ハイテク内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** ELECTRON BEAM APPLICATION DEVICE

(54) 発明の名称： 電子線応用装置

図1A



(57) **Abstract:** An electron beam application device according to the present invention is characterized by comprising: a photocathode 1 provided with a photoelectric film 10; a cathode heater 2 for heating the photocathode 1; an atomic hydrogen generating means 4 for generating atomic hydrogen by dissociating a hydrogen molecule; control means 7, 8 for controlling the surface cleaning of the surface of the photoelectric film 10; and a measuring means 18 for measuring the probe value of an electron beam probe 27 emitted from the photocathode 1. The present invention is further characterized

WO 2024/262001 A1

［続葉有］

(74) 代理人：ポレール弁理士法人(POLAIRE I.P.C.); 〒1030021 東京都中央区日本橋本石町三丁目３番５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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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.

(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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)）

in that, when the probe value measured by the measuring means 18 is lower than a predetermined value, the control means 7, 8 determine a surface cleaning condition of the photoelectric film 10, control the cathode heater 2 and the atomic hydrogen generating means 4 under the determined surface cleaning condition, and perform the surface cleaning of the surface of the photoelectric film 10.

(57) 要約：本発明による電子線応用装置は、光電膜１０を備えたフォトカソード１と、フォトカソード１を加熱するカソードヒーター２と、水素分子を解離させ原子状水素を発生する原子状水素発生手段４と、光電膜１０の表面の表面清浄化を制御する制御手段７，８と、フォトカソード１から放出された電子線プローブ２７のプローブ値を計測する計測手段１８とを備え、計測手段１８で計測されたプローブ値が所定値を下回った場合に、制御手段７，８が、光電膜１０の表面清浄化条件を決定し、カソードヒーター２と原子状水素発生手段４を決定した表面清浄化条件で制御し、光電膜１０の表面の表面清浄化を行うことを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： 電子線応用装置

技術分野

[0001] 本発明は電子顕微鏡などの電子線応用装置に関する。

背景技術

[0002] 高分解能の電子顕微鏡においては、輝度が高く、放出する電子ビームのエネルギー幅が狭いすなわち単色の電子源が必須である。負の電子親和力（ＮＥＡ：Negative Electron Affinity）を利用した光励起方式の電子源は、エネルギー幅が極めて狭くこの単色性はこれまでの高性能電子源をしのぎ、かつ輝度も高いという特徴がある。また、励起光のパルス化により容易に短パルス電子線が得られるために、時間分解能の計測にも有用となっている。

[0003] この光励起電子銃において電子線放出を行うフォトカソードは表面がＧａＡｓであり、表面のＮＥＡ活性化（表面活性化）と呼ばれるプロセスにてフォトカソード表面のＧａＡｓにＣｓと酸素吸着による低仕事関数表面を作成して用いている。現実の装置においては、フォトカソードの電子銃に挿入直後の初期状態や電子銃内で運転中にガス吸着によりできる表面の酸化物や炭化物を除去する表面清浄化（Surface cleaning）工程が必須であり、特許文献１に開示されているように、フォトカソードを加熱し、表面に水素分子を解離させた原子状水素を照射することが有効となる。このための水素導入は、特許文献１に示すように水素ボンベに入っている水素ガスをバリアブルリークバルブを手動で操作し、減圧して導入している。

[0004] 一方、従来の高輝度の電子銃に用いられている針状の金属カソード、すなわち、電界放射（Field emission）電子源やＳＥ（Schottky emission）電子源は、安定動作するために表面状態を常に一定に保つことが大切であり、このために電子銃内は超高真空雰囲気になっている。しかし、電子線衝撃によるガス放出や試料室側からのガス流入があり、特に、炭素原子が吸着すると、電子源を構成するWなどの材料と炭化物を作り容易に除去できずに、プロ

ーブ電流の低下やノイズが増加する。

[0005] 特許文献２には、針状電子源の表面の吸着炭素類を原子状水素照射により還元して除去すること、および、水素導入方法として、水素吸蔵合金の加熱により水素を発生する方法や水素の入っている容器と真空室の間にＰｄのような水素透過膜を入れて加熱する方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００２－３１３２７３号公報

特許文献2：特開２００７－１７２８６２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来の光励起方式の電子銃においては、フォトカソードの表面清浄化工程を手動で行っているために、活性化プロセスは１時間以上の長時間を要し、さらにバリアブルリークバルブを操作する人の熟練を要するという課題があり、電子線応用装置のユーザーにとって使い勝手が悪いという問題があった。また、従来の針状の金属カソードを用いた電子銃においては、フォトカソードの表面の炭素等によるコンタミを除去するために、手動で工程を開始する必要があり、高輝度で電流が安定した状態で観察できる連続時間には限界があった。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の一実施の態様である電子線応用装置は、光電膜を備えたフォトカソードと、フォトカソードを加熱するカソードヒーターと、水素分子を解離させ原子状水素を発生する原子状水素発生手段と、光電膜の表面の表面清浄化を制御する制御手段と、フォトカソードから放出された電子線プローブのプローブ値を計測する計測手段とを備え、計測手段で計測されたプローブ値が所定値を下回った場合に、制御手段が、光電膜の表面清浄化条件を決定し、カソードヒーターと原子状水素発生手段を決定した表面清浄化条件で制御

し、光電膜の表面の表面清浄化を行うことを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、フォトカソードや針状カソードの表面清浄化が短時間で再現性良く、かつ、熟練を要せず自動で行われるので、安定したプローブ電流が長時間得られる電子銃を形成することができ、使い勝手が良い電子線応用装置が得られる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1A]本発明の実施例１に係る光励起電子銃を用いた電子線応用装置の概略図である。

[図1B]本発明の実施例１に係る表面清浄化時の各構成要素動作の時間経過図である。

[図2A]本発明の実施例１に係る自動表面清浄化のフローチャートである。

[図2B]本発明の実施例１に係るプローブ電流値（Ｉｐ）の履歴図である。

[図3]本発明の実施例１に係る光励起電子銃を用いた電子線応用装置運転のフローチャートである。

[図4A]本発明の実施例１に係る水素発生手段の例である。

[図4B]本発明の実施例１に係る水素発生手段の例である。

[図4C]本発明の実施例１に係る水素発生手段の例である。

[図5]本発明の実施例２に係る針状の電子源を用いた電子線応用装置の概略図である。

[図6]本発明の実施例２に係る針状の電子源を用いた電子線応用装置運転のフローチャートである。

[図7]本発明の実施例３に係る針状の電子源を用いた電子線応用装置の概略図である。

[図8]本発明の実施例１～３に係る水素発生手段の例である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、図面を用いて本発明の実施例を説明する。なお、各図面において同一の構成については同一の符号を付し、重複する部分についてはその詳細な

説明は省略する。

実施例 1

[0012] 図１Ａは、本発明の実施例１に係る光励起電子銃を用いた電子線応用装置の概略図である。フォトカソード１は、透明基板１１の表面に光電膜１０を設けた構造で電子線放出面と励起光入射面が反対の透過型のフォトカソードである。フォトカソード１は、直線導入器１７により図１Ａ中の右側の電子銃位置と左側の表面清浄化位置の２つの位置をとることができる。光電膜１０は、特許文献１に記載されているような単結晶ＧａＡｓを主とする材料からなり、表面を低仕事関数化し、背面から励起光を照射することにより、負の電子親和力（ＮＥＡ：Negative Electron Affinity）を利用した高輝度でエネルギーのそろった単色の電子線放出源である。

[0013] フォトカソード１が電子銃位置において、Ｃｓと酸素により表面が低仕事関数化した光電膜１０に、電子銃コントローラ１９からの指示によりレーザー光源２２から生じる励起光２１が真空容器２９の上部の窓２３を透過し集光レンズ２０により小さな領域に照射され、この結果放出する電子は、引き出し電極２６との間で加速され、電子線プローブ２７となり、電子銃１５からアパーチャ２８を通り電子光学系カラム３０に入り顕微鏡として利用される。

[0014] 電子光学系カラム３０内には、測定する対象となる試料５０，二次電子検出器５１，電子光学部品５２が設けられる。電子光学部品５２は、電子レンズや偏向器などからなる電子線プローブ２７を制御するものである。電子光学系カラム３０内の各要素である二次電子検出器５１，電子光学部品５２，試料５０及びシステム制御装置８により制御される電子銃コントローラ１９は、電子線プローブ２７により試料５０の表面の微細構造を観察する電子顕微鏡として機能する。この電子光学系カラム３０は、典型的には走査電子顕微鏡（ＳＥＭ）、透過電子顕微鏡（ＴＥＭ）などとして用いられる。

[0015] 電子線プローブ２７のエネルギーは、フォトカソード１の電位で決まる。フォトカソード１は、カソードコンタクト（図示せず）と電気的なコンタク

トを持ち、電子銃コントローラ１９の指示により外部の電源（図示せず）より加速電圧（Ｖ０）が印加されている。この加速電圧（Ｖ０）により電子線プローブ２７のエネルギーが決定される。フォトカソード１から放出されるエミッション電流は、電源側においてモニターされる。

[0016] また、電子光学系カラム３０内には、プローブ電流計測手段１８を配し、電子線プローブ２７のプローブ電流値（Ｉｐ）をモニタしてシステム制御装置８にその値を通信する。プローブ電流計測手段１８としては、例えば絞り３９と電流検出器３８で構成され、電子線プローブ２７のうち、軌道の中心部分から広がった部分が絞り３９を照射する電子による電流を測定する。

[0017] 光電膜１０の表面の低仕事関数化は、Ｃｓ源９の通電加熱によるＣｓの蒸着と酸素発生手段５による酸素ガス導入により行われ、これを表面活性化プロセスと呼ぶ。これらの制御は、表面コントローラ７からの電気信号により自動で行われる。

[0018] ここで、電子線プローブ２７の輝度を高めることは電子顕微鏡の高分解能化や観察時間の短縮につながり極めて重要であり、このためには、表面活性化前の光電膜１０の表面を酸化物や炭化物のない清浄なＧａＡｓ表面としておくことが必須である。本発明においては、直線導入器１７によりフォトカソード１を表面清浄化位置に置き、原子状水素による酸化物や炭化物の除去を自動化する。表面清浄化のための構成は、図１Ａ中のカソードヒーター２，原子状水素発生器４，水素発生手段３，発熱体（水素ヒーター）６からなり、これらは表面コントローラ７からの電気信号で動作する。

[0019] 図１Ｂは、本発明の実施例１に係る表面清浄化時の各構成要素動作の時間経過図である。カソードヒーター２に通電加熱しフォトカソード１の温度（Ｔｃ）を４００℃から５００℃に加熱する。水素発生手段３は加熱により水素を発生するもので、所望の圧力となるように発熱体（水素ヒーター）６によりＨ２源温度（Ｔｈ２）に加熱される。この結果、電子銃内のガス圧力（Ｐ）が上昇する。同時に原子状水素発生器４のWフィラメント（ＨＣ（Hydrogen cracking）ヒーター）に通電加熱しＨＣヒーター温度（Ｔｈｃ）に加熱

され、水素分子を解離させ反応性の高い原子状水素を発生させる。このＨＣヒーター温度は１８００℃から２０００℃の中から選ばれる。この状態は自動で決められた表面清浄化時間（ｔｃｌ）保持され、その後各電流値は停止され、温度と圧力共に元に戻る。

[0020] これらの表面清浄化条件は、表面コントローラ７とシステム制御装置８により自動で設定される。従来の装置ではこのプロセスを手動で行っていたため、各ヒーターの昇温プロセスを同時にはできず順次行っていたため長時間を要していたが、本発明においては同時に行えるのでプロセス時間が短時間で済むという利点がある。

[0021] 図２Ａは、本発明の実施例１に係る自動表面清浄化のフローチャートである。このプロセスは、主として表面コントローラ７からの信号により行われる。初めに、フォトカソード１の表面の履歴により条件が異なるため、活性化やＣｓ追加で放出電流が増加したときに標準条件で計測したプローブ電流値（Ｉｐ）がある場合は、このプローブ電流値（Ｉｐ）の履歴により表面清浄化条件が決定される。プローブ電流値（Ｉｐ）の履歴とは、活性化やＣｓ追加後のプローブ電流値（Ｉｐ）の記録であり、本実施例では、システム制御装置８のストレージに蓄えられている。なお、プローブ電流値（Ｉｐ）は加速電圧（Ｖ０）および励起光２１の強度によって変わるので、一定の加速と一定の励起光強度すなわち標準条件での電流値を測定して判断する。実際には、加速電圧（Ｖ０）や励起光２１の強度が異なっていても、その条件で測定したプローブ電流値（Ｉｐ）を標準条件での加速電圧と励起光強度に換算して用いてもよい。あるいは、条件が安定している場合は、フォトカソード１からのエミッション電流の値から換算してもよい。フォトカソード１が新しく、計測したプローブ電流値（Ｉｐ）がない場合には、表面清浄化条件は初期値に設定される。

[0022] 次に、カソードヒーター２，ＨＣヒーター（原子状水素発生器４のＷフィラメント），発熱体（水素ヒーター）６の電力を制御して設定された表面清浄化条件にし、設定された所定時間（ｔｃｌ）保持し、その後各ヒーターへ

の電力を停止して終了となる。

[0023] 表面清浄化条件の決定は、以下のようにして行う。結晶成長装置で形成された表面に保護膜が設けられた新品のフォトカソード１の場合は、軽い表面清浄化で清浄な表面が得られる。この場合の表面清浄化条件としては、例えば、水素の圧力（Ｐ）：１×１０＾－４Ｐａ，ＨＣヒーター温度（Ｔｈｃ）：１８００℃，カソード温度（Ｔｃ）：４００℃，表面清浄化時間（ｔｃｌ）：１０～２０分間〔条件１〕である。

[0024] 図２Ｂは、本発明の実施例１に係るプローブ電流値（Ｉｐ）の履歴図である。フォトカソード１を新しくした後、光電膜１０の表面の汚れがごくわずかであれば活性化やＣｓ追加を行うことによってプローブ電流値（Ｉｐ）はほとんど変わらない。この領域は、図２Ｂ中のＡで示される。光電膜１０の表面が酸化物や炭化物でわずかに汚れてくると活性化やＣｓ追加を行ってもプローブ電流値（Ｉｐ）が徐々に減少する。この領域は、図２Ｂ中のＢで示される。さらに電子光学系カラム３０においてガスを多く含んだ試料を観察した場合、プローブ電流値（Ｉｐ）の低下が激しくなる。この領域は、図２Ｂ中のＣで示される。このプローブ電流値（Ｉｐ）が所定値（Ｉｃ）を下回ると、表面清浄化が必要と判断する。

[0025] 光電膜１０の表面が徐々に汚れてきてプローブ電流値（Ｉｐ）が所定値（Ｉｃ）下回った場合の表面清浄化条件としては、例えば、水素の圧力（Ｐ）：２×１０＾－４Ｐａ，ＨＣヒーター温度（Ｔｈｃ）：１９００℃，カソード温度（Ｔｃ）：４００℃，表面清浄化時間（ｔｃｌ）：２０分間〔条件２〕である。さらに光電膜１０の表面への濃い酸素ガス吸着などによりプローブ電流値（Ｉｐ）の低下率が大きい場合、より強い表面清浄化条件として、例えば、水素の圧力（Ｐ）：２×１０＾－４Ｐａ，ＨＣヒーター温度（Ｔｈｃ）：２０００℃，カソード温度（Ｔｃ）：５００℃，表面清浄化時間（ｔｃｌ）：２０～３０分間〔条件３〕が選ばれる。

[0026] 図３は、本発明の実施例１に係る光励起電子銃を用いた電子線応用装置運転のフローチャートである。まず、フォトカソード１を表面清浄化位置に移

動する。これは、表面コントローラ７から直線導入器１７の動力に電気信号を加えることで行われる。次に、図２Ａに示したフローの自動表面清浄化プロセスを行う。フォトカソード１が新品の場合には、まず上述した〔条件１〕で光電膜１０の表面が表面清浄化される。次に、フォトカソード１を直線導入器１７により電子銃位置に移動し、光電膜１０の表面のＣｓと酸素を用いた表面活性化を行う。電子線放出は、フォトカソード１に励起光２１を照射して行われる。この後、所定の加速電圧（Ｖ０）をフォトカソード１に印加して電子線を放出し、電子線プローブ２７を発生する。電子光学系カラム３０のプローブ電流計測手段１８にて、随時もしくは連続的にプローブ電流値（Ｉｐ）の計測を行い所定値以上ある場合は電子線放出を継続し、試料観察などを行う。

[0027] 電子光学系カラム３０において測定が終了した場合は、電子線を停止して終了する。測定が継続しているときに、プローブ電流値（Ｉｐ）が減少してきた場合、Ｃｓ源９に通電し、Ｃｓ追加を行う。これによりプローブ電流値（Ｉｐ）が所定値以上に回復する場合は電子線放出を継続する。プローブ電流値（Ｉｐ）が所定値に至らない場合は、表面清浄化が必要となり、この場合電子放出を中断する必要があるので、電子線応用装置のディスプレーにＧＵＩ表示で表面清浄化（クリーニング）が必要であることを表示する。画像取得中の場合は連続して表示するのみにする。画像取得が終了後、電子線を停止し、測定が終了していない場合は、フォトカソード１を表面清浄化位置に移動し、自動表面清浄化を行う。

[0028] この場合、表面コントローラ７は図２Ａのようにプローブ電流値（Ｉｐ）の履歴のデータをシステム制御装置８のストレージから呼び出し、図２Ｂのような減少の仕方を参考に、先述のような〔条件１〕，〔条件２〕，〔条件３〕あるいはその中間の条件を選択し自動表面清浄化を行う。この選択はシステムの構成上、システム制御装置８で行い、その結果を表面コントローラ７に通信しても同様の効果がある。

[0029] 図４Ａに、水素発生手段３の一例を示す。真空容器２９内の電子銃１５が

設けられている真空中に、水素発生手段３として中央に穴の開いた円筒状の水素吸蔵合金１２を設けている。発熱体（水素ヒーター）６は真空容器２９外の大気側から水素吸蔵合金１２の穴に挿入し、発熱体（水素ヒーター）６の配線１３に通電することで水素吸蔵合金１２の温度が上昇し水素を発生する。

[0030] 所望の水素圧（Ｐ）を発生するようにＨ２源温度（Ｔｈ２）はあらかじめ水素圧を測定して一定に決めておいてもよい。その場合、発熱体（水素ヒーター）６の電力あるいは電流値などの簡単な条件で再現することができる。水素吸蔵合金１２としては非蒸発ゲッター材を用いてもよい。発熱体（水素ヒーター）６はカートリッジヒーターなどが用いられる。Ｈ２源温度（Ｔｈ２）は合金の種類や量により異なるが、２００℃から７００℃の範囲から選ばれる。

[0031] 発熱体（水素ヒーター）６は、図４Ｂのように真空容器２９内の真空中で水素吸蔵合金１２に接したものでも効果は同様である。この場合、発熱体（水素ヒーター）６の配線１３はフィードスルー１４により真空容器２９の外側に引き出される。また、水素発生手段３としては、水素吸蔵合金１２の代わりに、アルミニウムあるいはマグネシウムの水素化物を用い、これらを加熱して熱分解で水素を発生しても同様の効果がある。

[0032] 水素発生手段３としてはこの他に、図４Ｃに示すように、ガス容器２４に水素を含むガスを充てんし、水素透過膜２５で隔てた真空配管１６を介して電子銃１５が設けられている真空容器２９に接続し、発熱体（水素ヒーター）６により水素透過膜２５を加熱してもよい。水素透過膜２５としては、Ｐｄ，Ｔａ，Ｎｂ，Ｖなどの金属が用いられる。この場合、Ｈ２源温度（Ｔｈ２）は水素透過膜２５の加熱温度であり、１５０℃から３００℃程度の範囲から選ばれる。

[0033] 真空配管１６は、超高真空雰囲気の真空容器２９に接続するため、使用前に２００℃程度のベーキングを行い脱ガスするとよい。水素透過膜２５はしばしば２００℃程度で水素をよく透過するため、２００℃よりも高い温度で

ガス圧を制御したい場合、およびガスが漏れた場合の安全性を考慮すると、ガス容器２４中に充填するガスは、１００％水素よりもＡｒなどの不活性気体で希釈すると使いやすくなる。希釈の程度は、水素の体積１に対し不活性ガスの体積は例えば１０から１００００程度から選ばれる。

[0034] 本実施例において、直線導入器１７は電気信号によりフォトカソード１の位置を移動させるものであり、動力は圧縮空気やモーターなど通常の手段による。また、この直線導入器１７は手動で位置を変えられるようにして、電子線応用装置のディスプレーのＧＵＩ表示の指示によりフォトカソード１の位置を変えるようにしても、操作者に熟練を要せず簡便に行えるので、使い勝手が良い電子線応用装置が得られるという同様の効果がある。

[0035] 本実施例でのフォトカソード１から放出される電子ビームは輝度が高く、さらにエネルギーがそろっており、電子顕微鏡として高分解能，高速測定に寄与するものである。さらに、レーザー光源２２として短パルスのものを用いれば、電子光学系に部品を付加することなくパルス電子線が得られるので、時間分解などの測定に有用となる。本実施例では、水素発生手段３からの水素放出を図２Ａのように発熱体（水素ヒーター）６のパワーで制御したが、電子銃１５が設けられている真空容器２９内の真空度をモニターして、これが一定になるように発熱体（水素ヒーター）６への通電量を制御しても同様の効果がある。

[0036] 本実施例においては、フォトカソード１に対して、表面清浄化位置において表面清浄化を電子銃位置においてＣｓと酸素による表面活性化をそれぞれ行っているが、表面活性化は表面清浄化位置で行ってもよい。また、電子銃位置で表面清浄化できるように各要素を配置することで、フォトカソード１を移動させる直線導入器１７を省略することができる。

[0037] 本実施例によれば、電子銃にフォトカソードを用いた光励起電子源を用いた電子線応用装置において、プローブ電流の不安定性を防ぐための表面清浄化を自動化できるため、だれにでも使い勝手良く電子銃を使うことができ、これを用いた電子線応用装置では長時間安定に試料観察ができる。

実施例 2

[0038] 図５は、本発明の実施例２に係る針状の電子源を用いた電子線応用装置の概略図である。ＦＥ電子源３７は、針状金属３１の先端に電界集中させて電子放出する電界放出電子源であり、針状金属３１がフィラメント３２を介してステム３３にマウントされる構造となっている。針状金属３１には、典型的なW金属を用いている。ステム３３は、絶縁体をベースとして２本の電極（Ｆ１，Ｆ２）を持ち、電子源コントローラ３４に電気的に接続されている。

[0039] ＦＥ電子源３７と対向する引き出し電極２６は、ガイシ３５により真空容器２９に固定され、電子源コントローラ３４に電気的に接続されている。ＦＥ電子源３７を収めた真空容器２９は真空ポンプ（図示せず）により超高真空域に保たれている。また、原子状水素の発生手段としての原子状水素発生器４，水素発生手段３，発熱体（水素ヒーター）６と原子状水素コントローラ３６を設けている。

[0040] 従来の使用方法としては、電子線発生前に針状金属３１を２０００℃程度以上に加熱して表面に付着した酸化物や炭化物を除去する。このために、各電極（Ｆ１，Ｆ２）間に瞬間的に通電しフィラメント３２を高温にして針状金属３１を加熱するフラッシングという工程を行う。次に、各電極（Ｆ１，Ｆ２）に加速電圧（Ｖ０）を引き出し電極２６に引き出し電圧をそれぞれ印加し、針状金属３１から放出する電子を電子線プローブ２７として電子光学系カラム３０に導き、試料５０の観察に用いる。

[0041] 針状金属３１の表面に真空容器２９内に残留する水素ガスが吸着し電子線プローブ２７のプローブ電流値（Ｉｐ）が減少した場合、各電極（Ｆ１，Ｆ２）間にフラッシングより少ない電力を瞬間的に供給し、針状金属３１を１０００℃程度以下の温度にして表面に吸着した水素ガスを除去するマイルドフラッシングという工程を行う。この時間は、オーダーにして０．０１秒から数秒程度のごく短時間である。これにより、プローブ電流値（Ｉｐ）を回復している。

[0042] しかしながら、より長期の運転の場合、水素ガス以外の例えば炭素を含むガスの侵入がある場合がありマイルドフラッシングでは表面吸着を除去できず、プローブ電流値（Ｉｐ）の減少とノイズ増加が現れる。これをなくすには、２０００℃程度の高温加熱のフラッシングを行うが、W原子の移動も起きるために針状金属３１の先端の形状が変わり、この結果、引き出し電圧の変化や電子光学系カラム３０での条件設定の変更などが必要となり使い勝手が悪いものとなっており、長期間の自動計測には向いていなかった。

[0043] 図６は、本発明の実施例２に係る針状の電子源を用いた電子線応用装置運転のフローチャートである。本実施例においては、原子状水素の発生手段（３，４，６）と原子状水素コントローラ３６を配し、自動で高輝度状態で運転する。図６は高温のフラッシング後からの運転例であり、まず電子放出を開始してＳＥＭ観察を行う。ＳＥＭの測定終了した場合は、電子放出を停止して終了となる。この測定終了は、ユーザーもしくは自動計測を行っているシステム制御装置が決定する。ＳＥＭの測定中は、随時、プローブ電流計測手段１８にてプローブ電流値（Ｉｐ）をモニターし規定値以上であればそのまま継続し、プローブ電流値（Ｉｐ）が規定値に足りなくなった場合、短時間で１０００℃程度以下の針状金属３１の加熱を行い、プローブ電流値（Ｉｐ）が回復した場合は電子放出を継続してＳＥＭ観察を続ける。これは従来のマイルドフラッシングの工程と同じである。

[0044] ここで、プローブ電流値（Ｉｐ）が回復しない場合、ＳＥＭのシステム制御装置８のディスプレーにＧＵＩ表示で表面清浄化（クリーニング）が必要であることを表示し、原子状水素コントローラ３６から信号を発し、水素発生手段３の発熱体（水素ヒーター）６のＨ２源温度（Ｔｈ２）及び原子状水素発生器４のWフィラメント（ＨＣヒーター）のＨＣヒーター温度（Ｔｈｃ）を上昇させ、原子状水素を発生する。次に、各電極（Ｆ１，Ｆ２）間に瞬間的に通電しフィラメント３２を高温にし、マイルドフラッシングと同様の条件で針状金属３１に１０００℃程度以下の短時間加熱を行う。この工程をプローブ電流値（Ｉｐ）が所定値まで回復するまで行い、回復後に発熱体（

水素ヒーター）６と原子状水素発生器４のWフィラメント（ＨＣヒーター）への通電を停止し、原子状水素を停止する。これにより、表面炭化物を除去し、針状金属３１の先端表面をもとの状態に戻してＳＥＭ観察を継続する。

[0045] 本実施例においては、原子状水素による表面清浄化の工程はＳＥＭ像観察中に行っているが、ノイズやわずかな電流変動を避けたいような高精度の測定の場合は、実施例１のように観察を一時的に停止してもよい。また、本実施例ではプローブ電流値（Ｉｐ）の低下により清浄化を判断していたが、プローブ電流値（Ｉｐ）の変動量すなわちノイズの増加も判断項目に加えると、一層安定化できるという利点がある。

[0046] 本実施例によれば、電子銃に針状の電子源を用いた電子線応用装置において、プローブ電流の不安定性を防ぐための表面清浄化を自動化できるため、だれにでも使い勝手良く電子銃を使うことができ、これを用いた電子線応用装置では長時間安定に試料観察ができる。

実施例 3

[0047] 図７は、本発明の実施例３に係る針状の電子源を用いた電子線応用装置の概略図である。図５に示した実施例２との違いは、電子銃１５の構成として電子源を収めた電子源室４０と差動排気室４１を設け、原子状水素の発生は差動排気室４１で行い、電子源室４０と差動排気室４１の間のアパーチャ２８を介して電子源室４０に原子状水素を供給している点である。

[0048] 実施例３の制御プロセスとしては、実施例２の図６のフローでも同様の効果が得られるが、実施例３の場合、原子状水素発生器４から放出する原子状水素に比べて電子源室４０に入る原子状水素は大きく減少するため、水素の供給量を増加させると良い。あるいは、瞬間的ではなく、原子状水素を長時間発生させ続けて、その間にＦＥ電子源３７をマイルドフラッシングしても、表面の吸着ガスを除去できるので、同様に長期間安定なプローブ電流値（Ｉｐ）を得ることができる。また、実施例２の図５のような構成で直接原子状水素をＦＥ電子源３７に照射する場合よりもプローブ電流値（Ｉｐ）のノイズを抑える効果と、電子源のコンタミの原因となるハイドロカーボン系の

ガスが周囲に吸着脱離し、電子源室４０に流入することを制限することにより、長期的に安定となる効果が得られる。

[0049] 上述した実施例１～３においては、水素の発生源となる水素発生手段３と原子状水素発生器４は接続した一体ものとして例示してきたが、原子状水素発生器４に水素分子が供給されれば別置きでも同様の効果がある。その一例を図８に示す。図８は、電子銃１５を上から見た断面構造の概略図である。電子銃１５において電子源部分４３は円筒型容器の中心部分にあり、真空容器２９には周辺部分に超高真空を維持するためのイオンポンプ４２および非蒸発ゲッタポンプ４４を配して、排気されている。ここで、非蒸発ゲッタポンプ４４は通常室温で運転されるが、発熱体（水素ヒーター）６により加熱することで水素を発生する。この水素は電子銃１５が設けられた真空容器２９中に広がり、電子源部分４３の近くに別置きした原子状水素発生器４により原子状水素を発生して、電子源の表面清浄化に用いることができ、実施例１～３と同様の効果が得られる。

[0050] また、上述した実施例１～３においては、原子状水素発生器４として、高温のWフィラメントによる水素クラッキングヒーター（ＨＣヒーター）を用いたが、水素分子を解離する手段であれば同様の効果があり、例えば水素ガスをプラズマ化し解離した原子状水素を用いてもよい。プラズマは、高電圧や高周波印加やレーザー光照射などで発生できることは周知である。

[0051] さらに、上述した実施例１，２においては、ＦＥ電子源３７としてWの針状金属３１を用いているが、他の高輝度電子源も表面の汚れに敏感なために、本発明を応用して同様の効果が得られる。例えば、Ｗ（１００）表面にＺｒ－Ｏを吸着させ加熱して用いるＳＥ（Schottky emission）電子源、針状金属３１としてＣｅＢ６を代表とする金属六ホウ化物あるいは金属炭化物などの高融点の導電体を用いても同様の効果がある。特に、ＦＥ電子源やＳＥ電子源において常に針状のカソードを加熱して運転する場合、プローブ電流値（Ｉｐ）に応じて、断続的もしくは連続的に原子状水素を発生させるように調整することで、長期安定化が達成される。

符号の説明

[0052] １：フォトカソード、２：カソードヒーター、３：水素発生手段、４：原子状水素発生器、５：酸素発生手段、６：発熱体（水素ヒーター）、７：表面コントローラ、８：システム制御装置、９：Ｃｓ源、１０：光電膜、１１：透明基板、１２：水素吸蔵合金、１３：配線、１４：フィードスルー、１５：電子銃、１６：真空配管、１７：直線導入器、１８：プローブ電流計測手段、１９：電子銃コントローラ、２０：集光レンズ、２１：励起光、２２：レーザー光源、２３：窓、２４：ガス容器、２５：水素透過膜、２６：引き出し電極、２７：電子線プローブ、２８：アパーチャ、２９：真空容器、３０：電子光学系カラム、３１：針状金属、３２：フィラメント、３３：ステム、３４：電子源コントローラ、３５：ガイシ、３６：原子状水素コントローラ、３７：ＦＥ電子源、３８：電流検出器、３９：絞り、４０：電子源室、４１：差動排気室、４２：イオンポンプ、４３：電子源部分、４４：非蒸発ゲッタポンプ、５０：試料、５１：二次電子検出器、５２：電子光学部品。

請求の範囲

[請求項1] 光電膜を備えたフォトカソードと、前記フォトカソードを加熱するカソードヒーターと、水素分子を解離させ原子状水素を発生する原子状水素発生手段と、前記光電膜の表面の表面清浄化を制御する制御手段と、前記フォトカソードから放出された電子線プローブのプローブ値を計測する計測手段と、を備え、

前記計測手段で計測されたプローブ値が所定値を下回った場合に、前記制御手段が、前記光電膜の表面清浄化条件を決定し、前記カソードヒーターと前記原子状水素発生手段を決定した表面清浄化条件で制御し、前記光電膜の表面の表面清浄化を行うことを特徴とする電子線応用装置。

[請求項2] 前記制御手段が、前記計測手段で計測されたプローブ値の履歴に基づいて前記光電膜の表面清浄化条件を決定することを特徴とする請求項１に記載の電子線応用装置。

[請求項3] さらに、水素分子を発生する水素発生手段と、前記水素発生手段を加熱する水素ヒーターと、を備え、

前記制御手段が、前記水素ヒーターを決定した表面清浄化条件で制御することを特徴とする請求項２に記載の電子線応用装置。

[請求項4] さらに、ディスプレーを備え、

前記光電膜の表面の表面清浄化を行う前に、前記ディスプレーにＧＵＩ表示で表面清浄化が必要であることを表示することを特徴とする請求項２に記載の電子線応用装置。

[請求項5] 前記フォトカソードを収めた電子源室と、差動排気室と、を有し、

前記原子状水素発生手段が前記差動排気室に設けられ、前記電子源室と前記差動排気室の間のアパーチャを介して前記電子源室に原子状水素を供給することを特徴とする請求項２に記載の電子線応用装置。

[請求項6] さらに、Ｃｓ源を備え、

前記Ｃｓ源によるＣｓ追加を行っても前記計測手段で計測されたプ

ローブ値が所定値以上に回復しない場合に、前記光電膜の表面の表面清浄化を行うことを特徴とする請求項２に記載の電子線応用装置。

[請求項7] 前記原子状水素発生手段と前記水素発生手段を別置きとし、前記原子状水素発生手段を前記フォトカソードの近くに設けたことを特徴とする請求項３に記載の電子線応用装置。

[請求項8] 針状金属と、前記針状金属を加熱するフィラメントと、水素分子を解離させ原子状水素を発生する原子状水素発生手段と、前記針状金属の表面の表面清浄化を制御する制御手段と、前記針状金属から放出された電子線プローブのプローブ値を計測する計測手段と、を備え、

前記計測手段で計測されたプローブ値が所定値を下回った場合に、前記制御手段が、前記針状金属の表面清浄化条件を決定し、前記フィラメントと前記原子状水素発生手段を決定した表面清浄化条件で制御し、前記針状金属の表面の表面清浄化を行うことを特徴とする電子線応用装置。

[請求項9] 前記制御手段が、前記計測手段で計測されたプローブ値の履歴に基づいて前記針状金属の表面清浄化条件を決定することを特徴とする請求項８に記載の電子線応用装置。

[請求項10] さらに、水素分子を発生する水素発生手段と、前記水素発生手段を加熱する水素ヒーターと、を備え、

前記制御手段が、前記水素ヒーターを決定した表面清浄化条件で制御することを特徴とする請求項９に記載の電子線応用装置。

[請求項11] さらに、ディスプレーを備え、

前記針状金属の表面の表面清浄化を行う前に、前記ディスプレーにＧＵＩ表示で表面清浄化が必要であることを表示することを特徴とする請求項９に記載の電子線応用装置。

[請求項12] 前記針状金属を収めた電子源室と、差動排気室と、を有し、

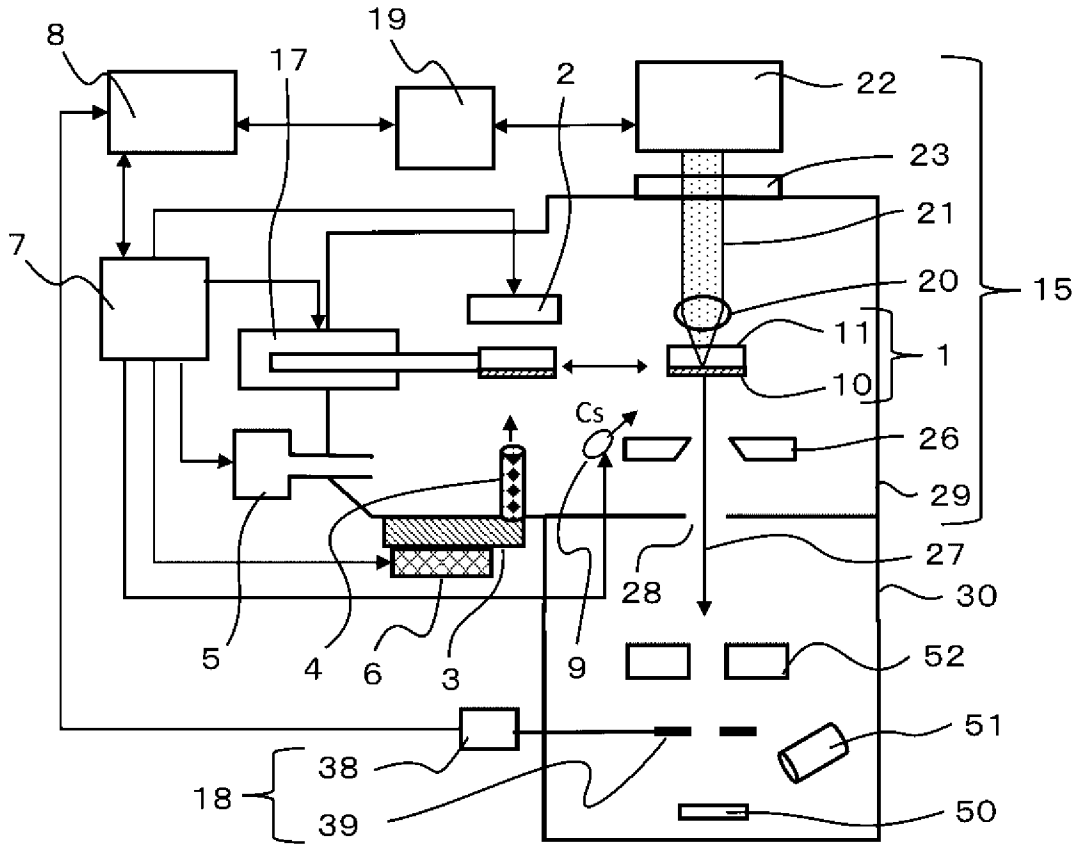
前記原子状水素発生手段が前記差動排気室に設けられ、前記電子源室と前記差動排気室の間のアパーチャを介して前記電子源室に原子状

水素を供給することを特徴とする請求項９に記載の電子線応用装置。

[請求項13] 前記原子状水素発生手段と前記水素発生手段を別置きとし、前記原子状水素発生手段を前記針状金属の近くに設けたことを特徴とする請求項１０に記載の電子線応用装置。

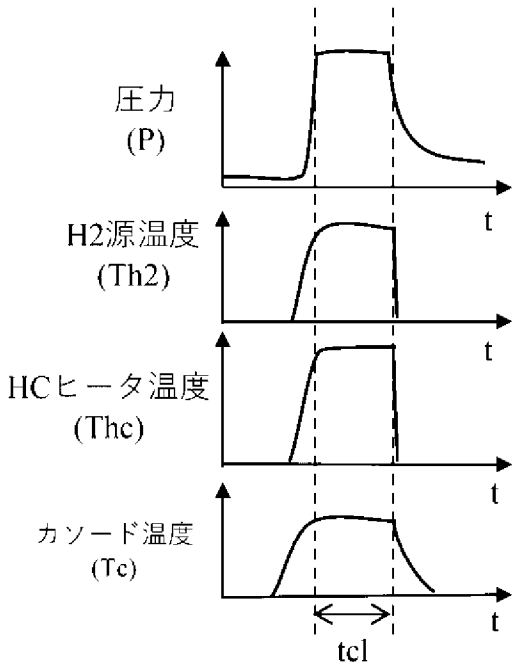
[図1A]

図1A



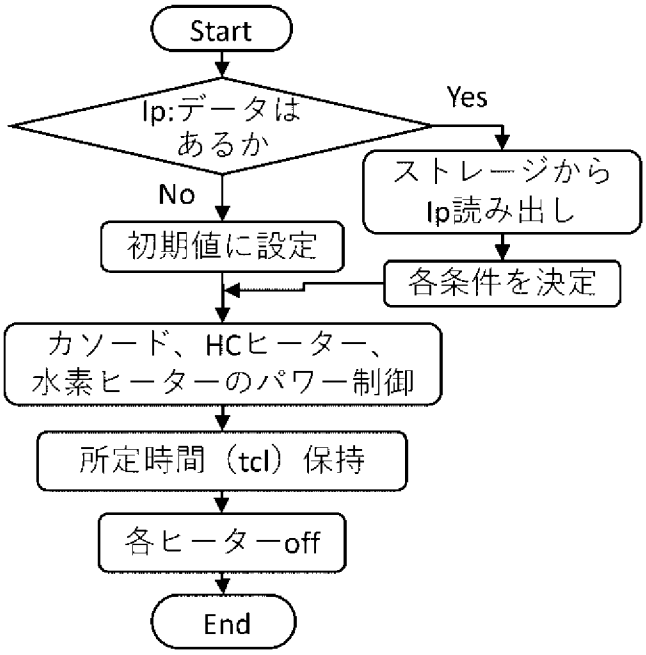
[図1B]

図1B



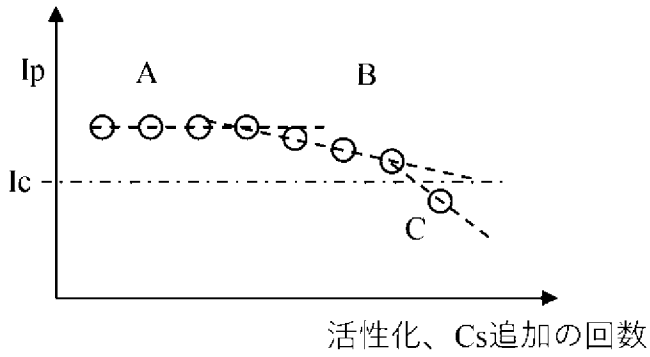
[図2A]

図2A



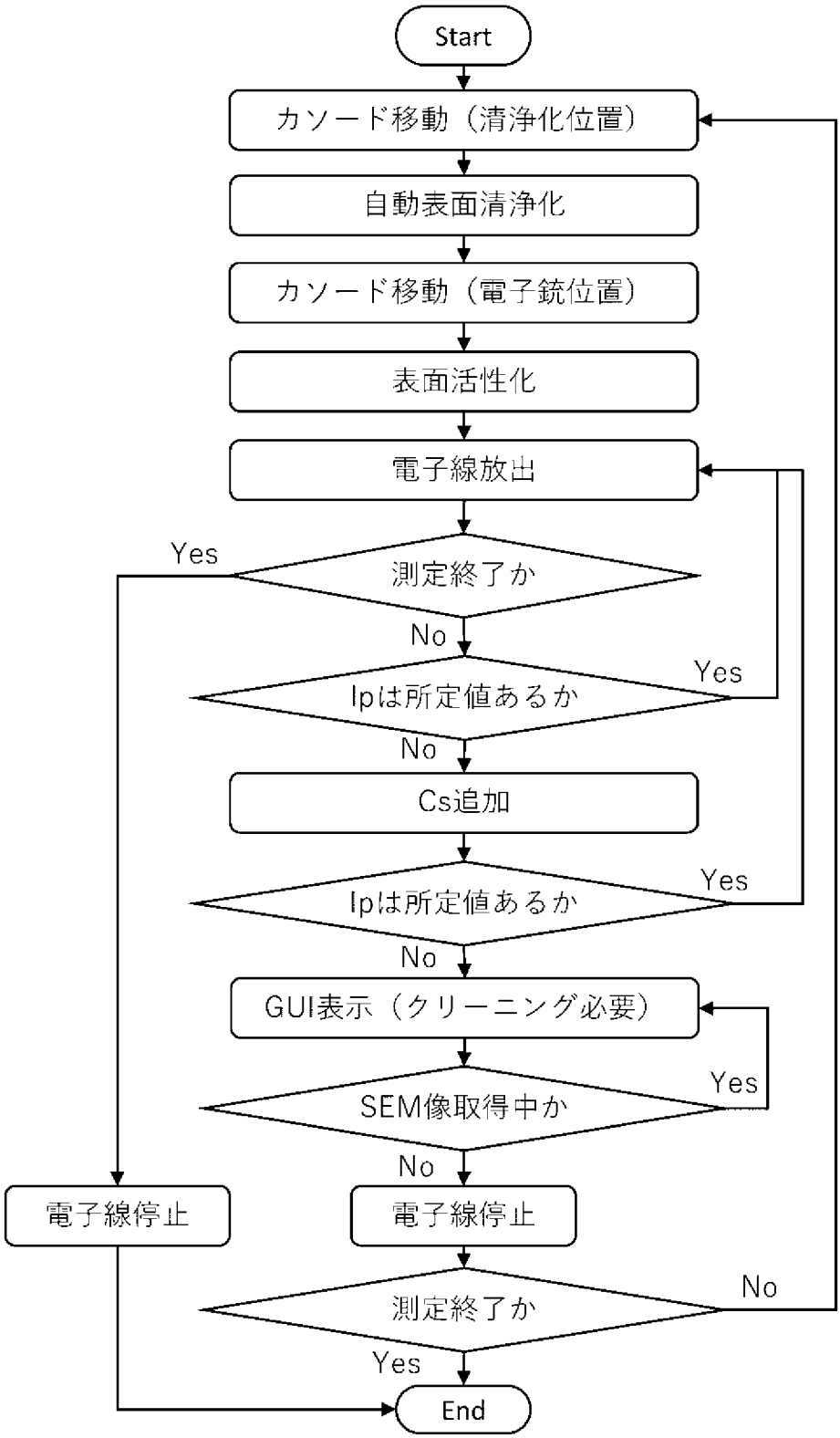
[図2B]

図2B



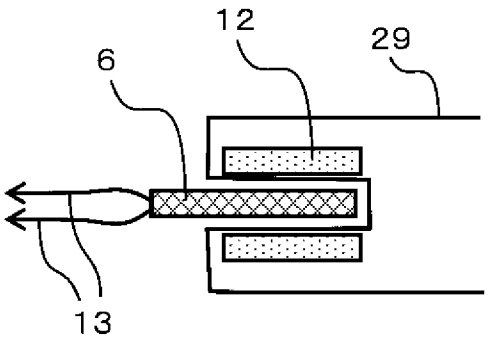
[図3]

図3


Start
カソード移動（清浄化位置）
自動表面清浄化
カソード移動（電子銃位置）
表面活性化
電子線放出
測定終了か
Yes
No
Ipは所定値あるか
Yes
No
Cs追加
Ipは所定値あるか
Yes
No
GUI表示（クリーニング必要）
SEM像取得中か
Yes
No
電子線停止
電子線停止
測定終了か
No
Yes
End

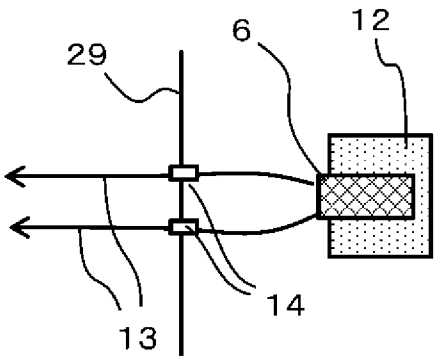
[図4A]

図4A



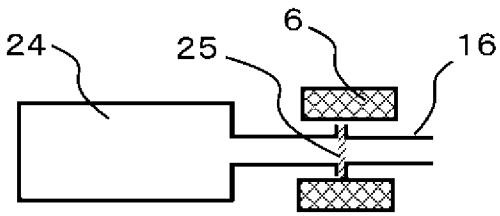
[図4B]

図4B



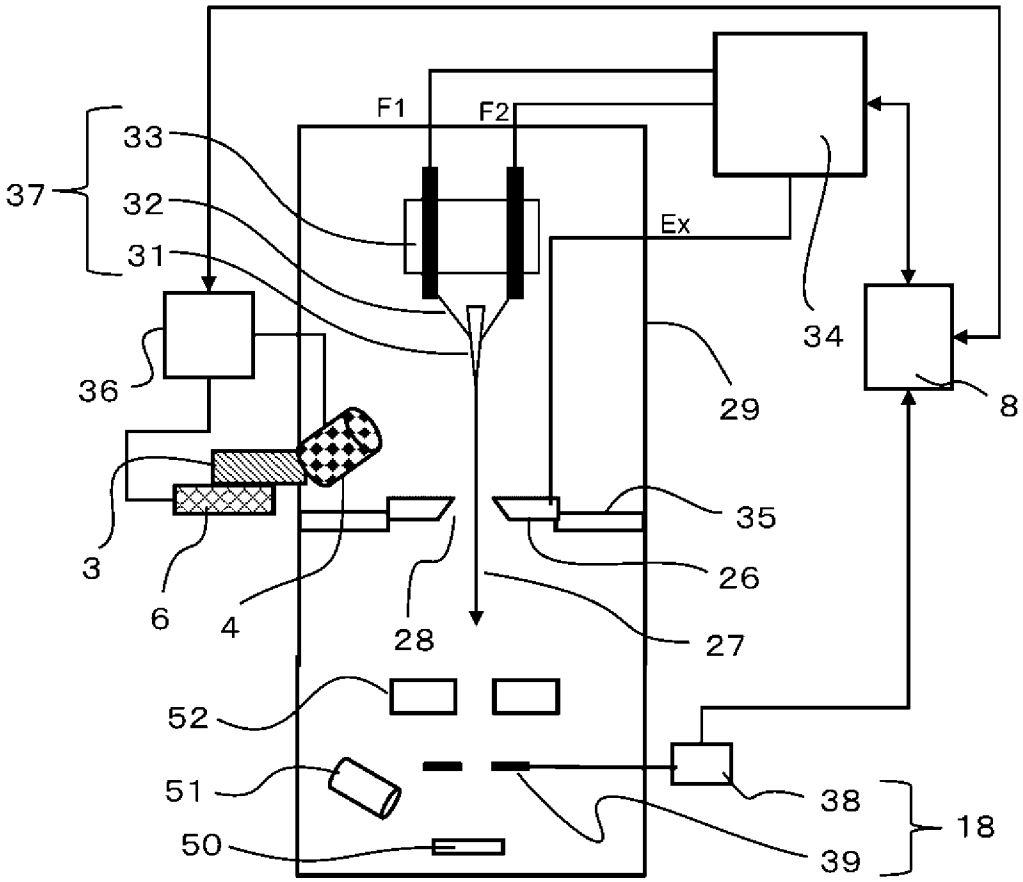
[図4C]

図4C



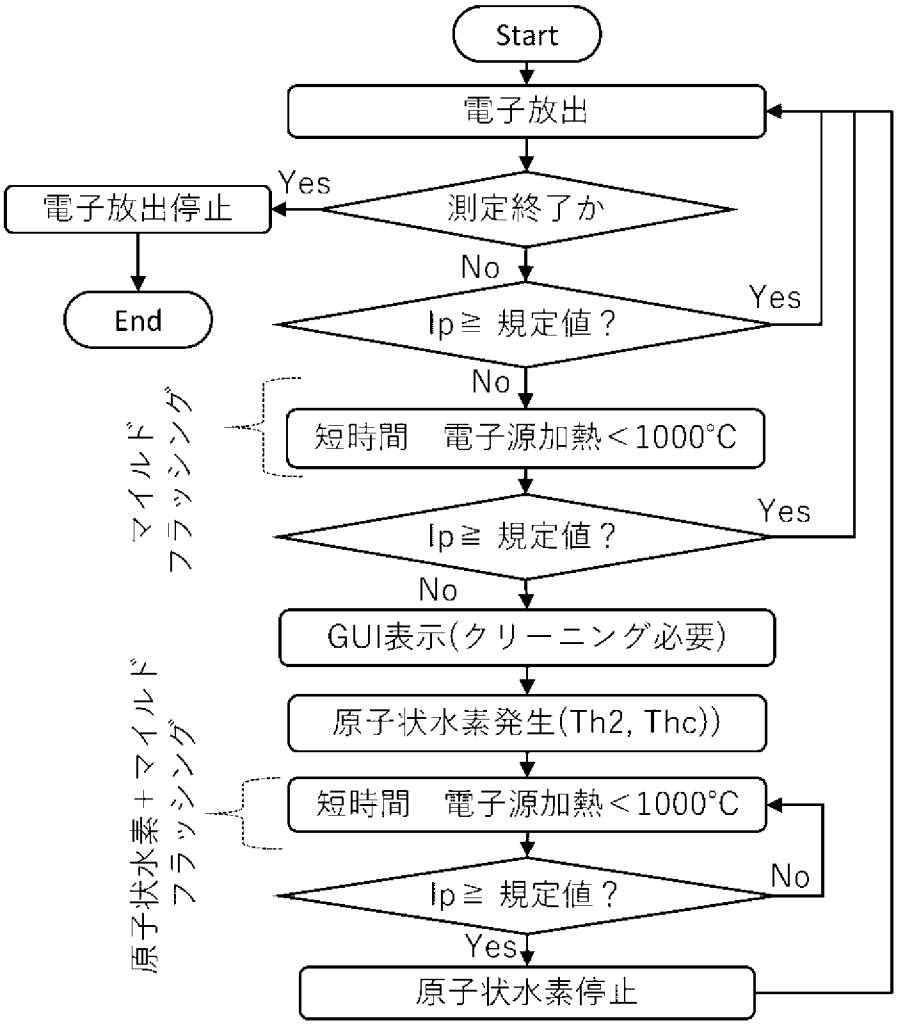
[図5]

図5



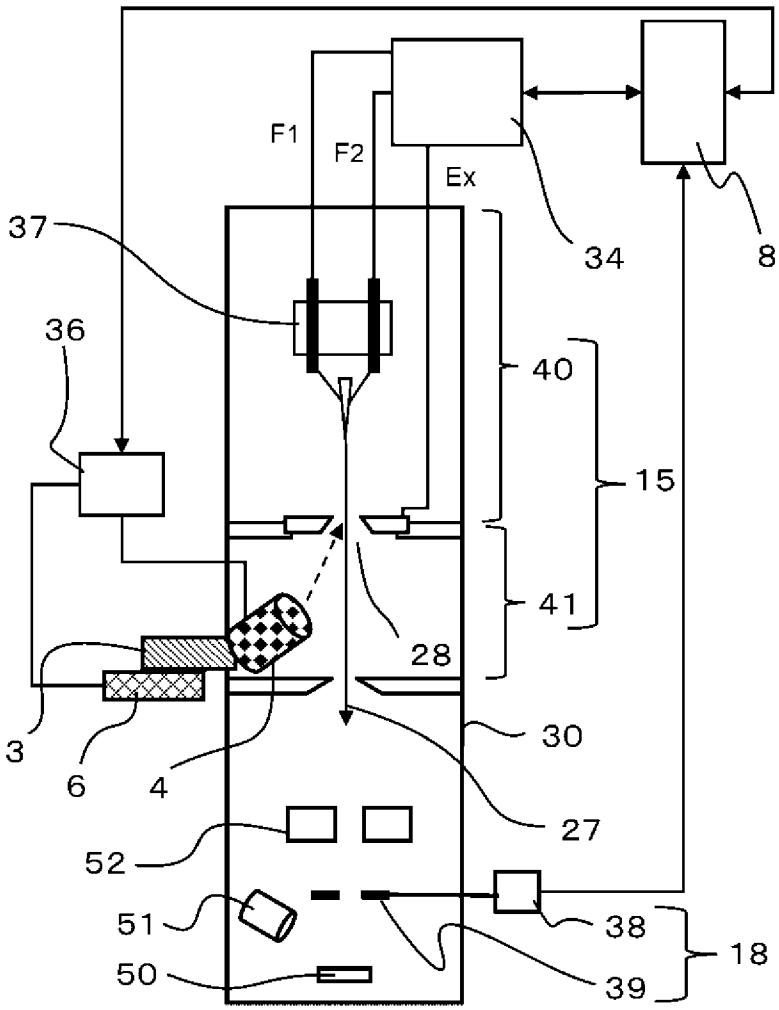
[図6]

図6


Start
電子放出
測定終了か
Yes
電子放出停止
End
No
Ip≧ 規定値？
Yes
No
マイルド フラッシング
短時間　電子源加熱＜1000℃
Ip≧ 規定値？
Yes
No
GUI表示(クリーニング必要)
原子状水素発生(Th2, Thc))
原子状水素＋マイルド フラッシング
短時間　電子源加熱＜1000℃
Ip≧ 規定値？
No
Yes
原子状水素停止

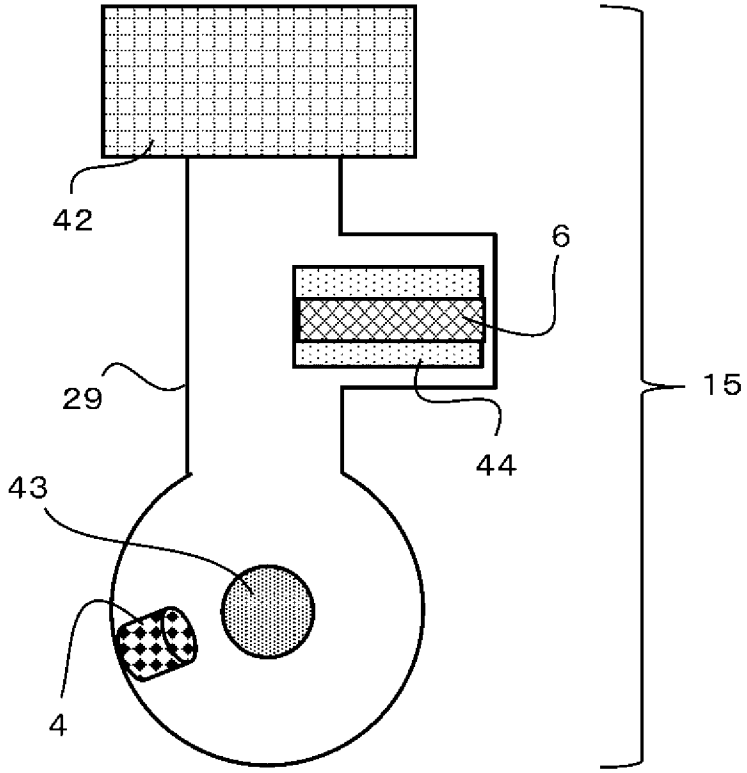
[図7]

図7



[図8]

図8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/023303

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01J 37/073(2006.01)i; ***H01J 1/34***(2006.01)i
FI: H01J37/073; H01J1/34

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)

H01J37/00-37/36, H01J1/34

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 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

Google Scholar

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2011-171088 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 01 September 2011 (2011-09-01) paragraphs [0039], [0041]-[0042], fig. 1, 3	8
A		9-13
Y	JP 2007-172862 A (HITACHI HIGH-TECHNOLOGIES CORPORATION) 05 July 2007 (2007-07-05) paragraph [0042]	8
A		9-13
A	WO 2022/101957 A1 (HITACHI HIGH-TECH CORPORATION) 19 May 2022 (2022-05-19) entire text, all drawings	1-7
A	JP 2002-313273 A (HITACHI, LTD.) 25 October 2002 (2002-10-25) entire text, all drawings	1-7
A	US 2020/0088660 A1 (ORION ENGINEERING LIMITED) 19 March 2020 (2020-03-19) the whole document	1-7

☑ 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
04 August 2023	**22 August 2023**
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.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/023303

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	MORISHITA, Hideo et al. Resolution improvement of low-voltage scanning electron microscope by bright and monochromatic electron gun using negative electron affinity photocathode. Journal of Applied Physics. 2020, vol. 127, pp.164902-1 to 164902-7 the whole document	1-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/023303

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2011-171088 A	01 September 2011	US 8766542 B2 column 6, lines 9-28, column 6, line 40 to column 7, line 8, fig. 1, 3 WO 2011/102077 A1	
JP 2007-172862 A	05 July 2007	(Family: none)	
WO 2022/101957 A1	19 May 2022	(Family: none)	
JP 2002-313273 A	25 October 2002	(Family: none)	
US 2020/0088660 A1	19 March 2020	WO 2018/115898 A1	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/023303

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

H01J 37/073(2006.01)i; H01J 1/34(2006.01)i
FI: H01J37/073; H01J1/34

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））

H01J37/00-37/36, H01J1/34

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	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３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）

Google Scholar

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2011-171088 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 01.09.2011 (2011-09-01) 段落0039, 0041-0042, 図1,3	8
A		9-13
Y	JP 2007-172862 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 05.07.2007 (2007-07-05) 段落0042	8
A		9-13
A	WO 2022/101957 A1 (株式会社日立ハイテク) 19.05.2022 (2022-05-19) 全文全図	1-7
A	JP 2002-313273 A (株式会社日立製作所) 25.10.2002 (2002-10-25) 全文全図	1-7
A	US 2020/0088660 A1 (ORION ENGINEERING LIMITED) 19.03.2020 (2020-03-19) the whole document	1-7

☑ 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
"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
04.08.2023	22.08.2023

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）
小林　幹 2G 1132

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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	Hideo Morishita et al., "Resolution improvement of low-voltage scanning electron microscope by bright and monochromatic electron gun using negative electron affinity photocathode", Journal of Applied Physics, 2020, Vol.127, p.164902-1 - 164902-7 the whole document	1-7

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/JP2023/023303

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2011-171088 A	01.09.2011	US 8766542 B2 第6欄第9-28行，第6欄第40行-第7欄第8行，図1,3 WO 2011/102077 A1	
JP 2007-172862 A	05.07.2007	（ファミリーなし）	
WO 2022/101957 A1	19.05.2022	（ファミリーなし）	
JP 2002-313273 A	25.10.2002	（ファミリーなし）	
US 2020/0088660 A1	19.03.2020	WO 2018/115898 A1	