

(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
2016年9月29日(29.09.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/152020 A1

- (51) 国際特許分類:
H05G 2/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/000907
- (22) 国際出願日: 2016年2月19日(19.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-059953 2015年3月23日(23.03.2015) JP
- (71) 出願人: ウシオ電機株式会社(USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町2丁目6番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 藪田 泰伸(YABUTA, Hironobu); 〒4120038 静岡県御殿場市駒門1丁目90番地 ウシオ電機株式会社内 Shizuoka (JP). 長野 晃尚(NAGANO, Akihisa); 〒4120038 静岡県御殿場市駒門1丁目90番地 ウシオ電機株式会社内 Shizuoka (JP). 新美 剛太(NIIMI, Gota); 〒1008150

東京都千代田区大手町2丁目6番1号 ウシオ電機株式会社内 Tokyo (JP).

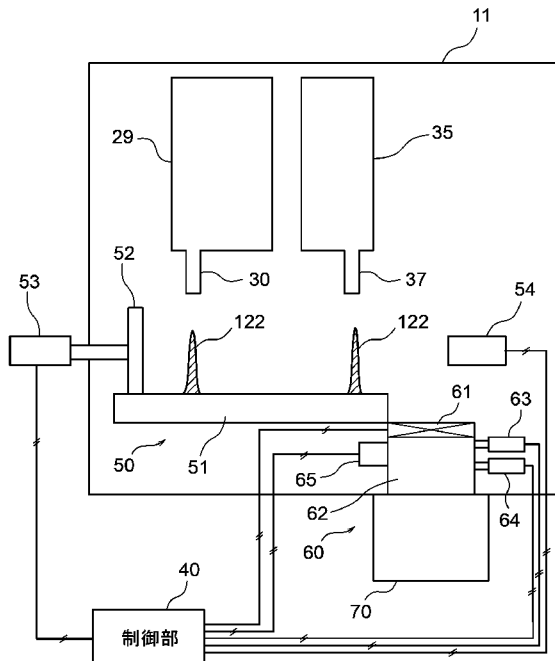
- (74) 代理人: 小西 恵, 外(KONISHI, Kay et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門2-7-16 エグゼクティブタワー虎ノ門403 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー

[続葉有]

(54) Title: EXTREME ULTRAVIOLET LIGHT SOURCE DEVICE AND METHOD FOR PROCESSING WASTE MATERIAL THEREFROM

(54) 発明の名称: 極端紫外光光源装置及びその廃原料処理方法

[図4]



40... CONTROL PART

(57) Abstract: The present invention discloses: an extreme ultraviolet light source device enabling, without any associated enlargement of the device, an increase in electricity input, or without a reduction in operation suspension time of the device caused by maintenance; and a method for processing waste material from the device. The extreme ultraviolet light source device (100) is provided with collection members (electric discharge part cover (29), a foil trap cover (35)) for collecting waste material, and discharge ports (first drain (30), second drain (37)) for discharging the waste material outside the collection members in a droplet state. In addition, the extreme ultraviolet light source device (100) is provided with a cooling stage (trap stage(51)) for receiving waste material discharged from the discharge ports, waste material transfer parts (sweeper (52), sweeper driving part (53)) for transferring, into a waste material storage part (70), waste material that has been cooled and solidified at the cooling stage, and a load lock part (60) installed between a chamber (11) and the waste material storage part (70).

(57) 要約:

[続葉有]



ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, 添付公開書類:

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).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

装置の大型化や投入電力の増大を伴うことなく、メンテナンスに起因する装置の稼働停止時間を低減することができる極端紫外光光源装置、及びその廃原料処理方法が開示される。極端紫外光光源装置(100)は、廃原料を捕集する捕集部材(放電部カバー(29)、ホイルトラップカバー(35))と、廃原料を液滴状で捕集部材の外部へ排出するための排出口(第一のドレイン(30)、第二のドレイン(37))と、を備える。また、極端紫外光光源装置(100)は、排出口から排出された廃原料を受け止める冷却ステージ(トラップステージ(51))と、冷却ステージ上で冷却され固体化した廃原料を廃原料貯蔵部(70)内に移動する廃原料移動部(スリーパ(52)、スリーパ駆動部(53))と、チャンバ(11)と廃原料貯蔵部(70)との間に設置されたロードロック部(60)と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 極端紫外光光源装置及びその廃原料処理方法

技術分野

[0001] 本発明は、極端紫外光を発生する極端紫外光光源装置、及びその廃原料処理方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体集積回路の微細化、高集積化につれて、露光用光源の短波長化が進められている。次世代の半導体露光用光源としては、特に波長13.5nmの極端紫外光（以下、「EUV（Extreme Ultra Violet）光」ともいう。）を放射する極端紫外光光源装置（以下、「EUV光源装置」ともいう。）の開発が進められている。

EUV光源装置において、EUV光を発生させる方法はいくつか知られているが、そのうちの一つに極端紫外光放射種（EUV放射種）を加熱して励起することにより高温プラズマを発生させ、高温プラズマからEUV光を取り出す方法がある。

このような方法を採用するEUV光源装置は、高温プラズマの生成方式により、LPP（Laser Produced Plasma：レーザ生成プラズマ）方式と、DPP（Discharge Produced Plasma：放電生成プラズマ）方式とに分けられる。

DPP方式のEUV光源装置は、極端紫外光放射源を含む放電ガスが供給された電極間に高電圧を印加して、放電により高密度高温プラズマを生成し、そこから放射される極端紫外光を利用するものである。DPP方式において、放電を発生させる電極表面にSn（スズ）やLi（リチウム）等の原料を供給し、当該原料に対してレーザビーム等のエネルギービームを照射して当該原料を気化し、その後、放電によって高温プラズマを生成する方式が提案されている。このような方式は、LDP（Laser Assisted Gas Discharge Produced Plasma）方式と称されることもある。

[0003] 一方、LPP方式のEUV光源装置は、レーザ光をターゲット材料に照射

し、当該ターゲット材料を励起させてプラズマを生成するものである。

上述したEUV光源装置では、高温プラズマから種々のデブリが発生する。このようなデブリを捕捉するために、EUV光源装置は、ホイルトラップ（フォイル・トラップ）を用いたデブリトラップ装置を備えるのが一般的である。デブリトラップ装置としては、例えば、特許文献1（特表2012-513653号公報）に記載の技術がある。このデブリトラップ装置は、回転機能を有するホイルトラップ（回転式ホイルトラップ）と、その回転式ホイルトラップを包囲するカバー部材とを備える。

回転式ホイルトラップは、中央に配置された回転軸を中心として、半径方向に放射状に配置された複数のホイル（薄膜や薄い平板）を備え、上記回転軸を中心に複数のホイルを回転させることでプラズマから飛来するデブリを捕捉する。ホイルに捕捉されたデブリは、回転式ホイルトラップの回転により生じる遠心力によって各ホイルに沿って半径方向外側に移動し、各ホイルから離脱する。

[0004] 各ホイルから離脱したデブリは、カバー部材によって捕集され、カバー部材内面に付着する。カバー部材は所定の加熱手段によって加熱されており、当該加熱によりカバー部材内面に付着したデブリが固化しないようにしている。カバー部材内面に付着したデブリは、重力によりカバー部材下部に集まり、カバー部材下部から排出管を介してカバー部材の外に排出されて廃原料となる。

排出管を介してカバー部材の外に排出された廃原料（デブリ）は、廃原料貯蔵部であるデブリ収容部に溜められる。廃原料貯蔵部には、当該廃原料貯蔵部を高温プラズマ原料の融点以上に加熱する加熱部が設けられている。すなわち、廃原料貯蔵部によって受け止められた廃原料は、直ちに溶融され、液化した状態で廃原料貯蔵部に溜まる。

また、DPP方式（LDP方式）のEUV光源装置においては、放電部（放電電極等）から高温プラズマ原料が飛散することがある。この飛散原料は、プラズマ発生に寄与しないため、廃原料となる。すなわち、当該飛散原料

は、放電部を包囲する放電部カバーによって捕集され、上記デブリと同様に廃原料貯蔵部に溜められる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2012-513653号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上記特許文献1（特表2012-513653号公報）に記載の技術では、所定時間EUV光源装置を稼働すると、廃原料貯蔵部が廃原料で満杯となる。すると、EUV光源装置の稼働を停止し、廃原料によって満杯となった廃原料貯蔵部を空の廃原料貯蔵部と交換する作業が必要となる。

ところで、EUV光源装置においては、近年、連続稼働時間の延長が求められている。連続稼働時間を延長するためには、上記のような廃原料貯蔵部の交換等のメンテナンス頻度を低減させる必要がある。廃原料貯蔵部の交換頻度を低減するためには、廃原料貯蔵部の収容量を大きくすることが考えられる。しかしながら、この場合、大型化した廃原料貯蔵部内の廃原料を液体状態で維持するために、膨大な加熱部への投入電力が必要となる。また、大型化した廃原料貯蔵部の交換作業は大掛かりとなるため、メンテナンスに掛かる時間が長くなり、その分、EUV光源装置の稼働停止時間も長くなる。

そこで、本発明は、装置の大型化や投入電力の増大を伴うことなく、メンテナンスに起因する装置の稼働停止時間を低減することができる極端紫外光光源装置、及びその廃原料処理方法を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明に係る極端紫外光光源装置の一態様は、極端紫外光を放射する極端紫外光光源装置であって、高温プラズマ原料を加熱して励起し、高温プラズマを発生させる高温プラズマ発生部と、前記高温プラズマの発生に寄与しない前記高温プラズマ原料、及び前記高温プラズ

マから発生する、前記高温プラズマ原料に起因するデブリの少なくとも一方である廃原料を捕集する捕集部材と、前記捕集部材に連結され、前記捕集部材によって捕集した前記廃原料を液滴状で当該捕集部材の外部へ排出するための排出口と、前記排出口の下方に配置され、前記排出口から排出された前記廃原料を受け止める冷却ステージと、前記冷却ステージ上で冷却され固体化した前記廃原料を、当該冷却ステージ外に配置された廃原料貯蔵部内に移動する廃原料移動部と、前記廃原料貯蔵部と前記高温プラズマ発生部、前記捕集部材、前記排出口、及び前記冷却ステージを少なくとも収容する真空雰囲気チャンバとの間に設置されたロードロック部と、を備える。

[0008] このように、廃原料を固体化して廃原料貯蔵部に溜める構成であるため、廃原料を液化して溜める従来装置のような加熱部を設ける必要がない。そのため、加熱部に投入する電力が不要となり、その分のコスト削減となる。また、ロードロック機構を用いて、チャンバの真空雰囲気を維持しながら、廃原料貯蔵部に溜められた固体状の廃原料を廃棄することができるので、EUV光源装置の稼働を停止することなく、廃原料の処理が可能となる。したがって、EUV光源装置の連続稼働時間を延長することができる。

[0009] また、上記の極端紫外光光源装置において、前記冷却ステージ上の前記廃原料の堆積状態を検出する状態検出部をさらに備え、前記廃原料移動部は、前記状態検出部で検出した前記廃原料の堆積状態に基づいて、当該廃原料の高さが所定の高さに到達したと判断したとき、前記廃原料を移動してもよい。

排出口から液滴となって排出された廃原料は、冷却ステージ上で固体化し、徐々に石筍状に成長するが、そのままでは廃原料の上端部が排出口に到達し、廃原料が排出口を塞いでしまう。上記のように、冷却ステージ上の廃原料の高さが所定の高さに到達したタイミングで、廃原料を冷却ステージ外に移動することで、廃原料が排出口を塞いでしまうような不具合を回避することができる。

[0010] さらに、上記の極端紫外光光源装置において、前記状態検出部は、前記冷

却ステージ上の前記廃原料を撮像する撮像部を備え、前記撮像部によって撮像した画像を解析し、前記廃原料の堆積状態を検出してもよい。このように、廃原料を撮像した画像を用いるので、廃原料の堆積状態を適切に検出することができる。画像解析により複数の観測点を設定することができるので、状態検出の確実性を向上させることができる。また、撮像画像をもとに、廃原料の周辺環境の異常（例えば、冷却ステージの温度が上がり、廃原料が固体化しない状況等）も併せて検出することができる。

[0011] また、上記の極端紫外光光源装置において、前記状態検出部は、前記冷却ステージ表面から前記所定の高さの位置において前記廃原料の有無を検出する光センサ部を備え、前記光センサ部で検出した前記廃原料の有無に基づいて、前記廃原料の高さが前記所定の高さに到達しているか否かを判断してもよい。このように、光センサを用いることで、複雑な処理を必要とすることなく、比較的簡易に廃原料の堆積状態を検出することができる。

さらにまた、上記の極端紫外光光源装置において、前記極端紫外光はパルス光であって、前記状態検出部は、前記極端紫外光の発光パルス数をカウントするカウント部を備え、前記カウント部によってカウントした発光パルス数と前記排出口から排出される前記廃原料の排出量との関係に基づいて、前記廃原料の堆積状態を検出してもよい。このように、EUV発光パルス数をカウントして廃原料の堆積状態を検出するので、カメラやセンサ等の観測手段を設置する必要がなくなり、その分のコストを削減することができる。

[0012] また、上記の極端紫外光光源装置において、前記廃原料移動部は、予め設定した一定のタイミングで、前記廃原料を移動してもよい。これにより、簡易な処理で廃原料の移動が可能となる。

さらに、上記の極端紫外光光源装置において、前記冷却ステージは、前記廃原料に対して不活性で且つ非濡れ性を有する材料で構成されていてもよい。これにより、廃原料と冷却ステージとの間での化学反応を抑制し、冷却ステージ上の廃原料を容易に冷却ステージから剥離することができる。

また、上記の極端紫外光光源装置において、前記冷却ステージにおける前

記排出口と対向する表面は、前記廃原料に対して不活性で且つ非濡れ性を有する材料でコーティングされていてもよい。これにより、冷却ステージ本体の材料の選択自由度を高めることができる。

[0013] さらに、上記の極端紫外光光源装置において、前記廃原料に対して不活性で且つ非濡れ性を有する材料は、モリブデン、タングステン、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂、セラミックス、窒化チタン、チタンの炭窒化物混合物、及び窒化チタン化合物のいずれかであってもよい。これにより、適切に廃原料の剥離が容易な冷却ステージを構成することができる。

また、上記の極端紫外光光源装置において、前記廃原料移動部は、前記冷却ステージ上の前記廃原料と接触し、当該廃原料を摺動移動させるスリーパと、前記スリーパを駆動するスリーパ駆動部と、を備え、前記スリーパ駆動部は、前記チャンバの外部に配置されていてもよい。このように、スリーパ駆動部をチャンバ外部に設置するので、真空中に配置される構造物が単純となり、廃原料移動部の信頼性を向上させることができる。

[0014] さらにまた、上記の極端紫外光光源装置において、前記高温プラズマの近傍に配置された複数のホイルを有し、前記高温プラズマから放射される光を通過し当該高温プラズマから発生するデブリを捕捉する回転可能なホイルトラップをさらに備え、前記捕集部材は、前記ホイルトラップの外周部を包囲して、前記ホイルトラップから飛散する前記デブリを前記廃原料として捕集するホイルトラップカバーであってもよい。これにより、高温プラズマから発生する飛散デブリを適切に捕集し、廃原料として廃棄することができる。

また、上記の極端紫外光光源装置において、前記高温プラズマ発生部は、放電により前記高温プラズマ原料を加熱して励起し、前記高温プラズマを発生させる一対の放電電極からなる放電部材を有する放電部を備え、前記捕集部材は、前記放電部の外周部を包囲して、当該放電部から飛散する前記高温プラズマ原料を前記廃原料として捕集する放電部カバーであってもよい。これにより、放電部材等の放電部から飛散する高温プラズマ原料を適切に捕集し、廃原料として廃棄することができる。

[0015] さらに、本発明に係る廃原料処理方法の一態様は、高温プラズマ原料を加熱して励起し、高温プラズマを発生させる高温プラズマ発生部と、前記高温プラズマの発生に寄与しない前記高温プラズマ原料、及び前記高温プラズマから発生する、前記高温プラズマ原料に起因するデブリの少なくとも一方である廃原料を捕集する捕集部材と、前記捕集部材に連結され、前記捕集部材によって捕集した前記廃原料を液滴状で当該捕集部材の外部へ排出するための排出口と、を備える極端紫外光光源装置における前記廃原料を廃棄する廃原料処理方法であって、前記排出口から排出される前記廃原料を、前記排出口の下方に配置した冷却ステージによって受け止め、当該廃原料を前記冷却ステージ上で冷却して固体化し、所定のタイミングで、前記冷却ステージ上の固体化した前記廃原料を、当該冷却ステージ外に配置された廃原料貯蔵部内に移動し、ロードロック機構を用いて、前記廃原料貯蔵部と前記高温プラズマ発生部、前記捕集部材、前記排出口、及び前記冷却ステージを少なくとも収容する真空雰囲気チャンバとの雰囲気を遮断した状態で、前記廃原料貯蔵部内の前記廃原料を廃棄する。

[0016] これにより、EUV光源装置の稼働を停止せずに廃原料を廃棄することができ、EUV光源装置の連続稼働時間を延長することができる。

また、上記の廃原料処理方法において、前記廃原料貯蔵部内の前記廃原料を廃棄するに際し、前記廃原料貯蔵部と前記チャンバとの雰囲気を遮断した状態で、前記廃原料貯蔵部を大気雰囲気としてから、前記廃原料を廃棄してもよい。これにより、廃原料貯蔵部に溜められた廃原料を適切に廃棄することができる。

発明の効果

[0017] 本発明によれば、装置の大型化や投入電力の増大を伴うことなく、メンテナンスに起因する装置の稼働停止時間を低減することができる。

上記した本発明の目的、態様及び効果並びに上記されなかった本発明の目的、態様及び効果は、当業者であれば添付図面及び請求の範囲の記載を参照することにより下記の発明を実施するための形態（発明の詳細な説明）から

理解できるであろう。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]図 1 は、本実施形態の極端紫外光光源装置の一例を示す概略構成図である。

[図2]図 2 は、放電部カバーの構成例を示す図である。

[図3]図 3 は、デブリトラップの構成例を示す図である。

[図4]図 4 は、廃原料処理装置の構成例を示す図である。

[図5]図 5 は、制御部が実行する廃原料処理手順を示すフローチャートである。

[図6]図 6 は、廃原料処理の流れを説明する図である。

[図7]図 7 は、廃原料処理の流れを説明する図である。

[図8]図 8 は、廃原料処理の流れを説明する図である。

[図9]図 9 は、廃原料処理の流れを説明する図である。

[図10]図 10 は、制御部が実行する廃原料処理手順の別の例を示すフローチャートである。

[図11]図 11 は、従来の廃原料貯蔵部の構成例を示す図である。

[図12]図 12 は、ドレインの閉塞状態を示す図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

(第 1 の実施形態)

図 1 は、本実施形態の極端紫外光光源装置（EUV 光源装置）100を示す概略構成図である。

EUV 光源装置 100 は、半導体露光用光源として使用可能な、例えば波長 13.5 nm の極端紫外光（EUV 光）を放出する装置である。

本実施形態の EUV 光源装置 100 は、DPP 方式の EUV 光源装置である。より具体的には、EUV 光源装置 100 は、放電を発生させる電極表面に供給された高温プラズマ原料に対してレーザビーム等のエネルギービームを照射して当該高温プラズマ原料を気化し、その後、放電によって高温プラ

ズマを発生するLDP方式のEUV光源装置である。

EUV光源装置100は、図1に示すように、放電容器であるチャンバ11を有する。チャンバ11は、開口を有する隔壁11aによって、大きく2つの空間に分割されている。一方の空間は放電空間11bであり、他方の空間は集光空間11cである。

[0020] 放電空間11bには、各々独立して回転可能な一对の放電電極21a, 21bが互いに離間して対向配置されている。放電電極21a, 21bは、EUV放射種を含む高温プラズマ原料を加熱して励起するための放電部材である。

放電空間11bの圧力は、高温プラズマ原料を加熱励起するための放電が良好に発生するように、真空雰囲気維持されている。

集光空間11cには、EUV集光鏡（集光ミラー）12と、デブリトラップ13とが配置されている。

EUV集光鏡12は、高温プラズマ原料が加熱励起されることで放出されるEUV光を集光し、そのEUV光を、チャンバ11に設けられたEUV取出部11dから、例えば露光装置の照射光学系（不図示）へ導く。

[0021] EUV集光鏡12は、例えば、斜入射型の集光鏡であり、複数枚の薄い凹面ミラーを入れ子状に高精度に配置した構造を有する。各凹面ミラーの反射面の形状は、例えば、回転楕円面形状、回転放物面形状、ウォルター型形状であり、各凹面ミラーは回転体形状である。ここで、ウォルター型形状とは、光入射面が、光入射側から順に回転双曲面と回転楕円面、もしくは、回転双曲面と回転放物面からなる凹面形状である。

EUV集光鏡12は、反射面形状が回転楕円面形状、ウォルター型形状等いずれかの形状であって、径が互いに異なる回転体形状の凹面ミラーを複数枚備える。EUV集光鏡を構成するこれらの凹面ミラーは、同一軸上に、焦点位置が略一致するように回転中心軸を重ねて配置される。このように凹面ミラーを入れ子状に高精度に配置することにより、EUV集光鏡12は、25°程度以下の斜入射角度のEUV光を良好に反射し、且つ一点に集光する

ことが可能となる。

[0022] また、上記した各凹面ミラーの基体材料は、例えば、ニッケル（Ni）等である。波長が非常に短いEUV光を反射させるため、凹面ミラーの反射面は、非常に良好な平滑面として構成される。この平滑面に施される反射材は、例えば、ルテニウム（Ru）、モリブデン（Mo）、およびロジウム（Rh）などの金属膜である。各凹面ミラーの反射面には、このような金属膜が緻密にコーティングされている。

デブリトラップ13は、放電によるプラズマ生成の結果生じるデブリを捕捉し、当該デブリがEUV光の集光部へ移動するのを抑制する。デブリトラップ13の具体的構成については後で詳述する。

[0023] 放電空間11bに配置された一对の放電電極21a、21bは、金属製の円盤状部材である。放電電極21a、21bは、例えば、タングステン、モリブデン、タンタル等の高融点金属からなる。ここで、2つの放電電極21a、21bのうち、一方の放電電極21aがカソードであり、他方の放電電極21bがアノードである。

放電電極21aは、その一部が高温プラズマ原料22aを収容するコンテナ23aの中に浸されるように配置される。放電電極21aの略中心部には、モータ24aの回転軸25aが取り付けられている。すなわち、モータ24aが回転軸25aを回転させることにより、放電電極21aは回転する。モータ24aは、制御部40によって駆動制御される。

[0024] また、回転軸25aは、例えば、メカニカルシール26aを介してチャンバ11内に導入される。メカニカルシール26aは、チャンバ11内の減圧雰囲気を維持しつつ、回転軸25aの回転を許容する。

放電電極21bも、放電電極21aと同様に、その一部が高温プラズマ原料22bを収容するコンテナ23bの中に浸されるように配置される。放電電極21bの略中心部には、モータ24bの回転軸25bが取り付けられている。すなわち、モータ24bが回転軸25bを回転させることにより、放電電極21bは回転する。モータ24bは、制御部40によって駆動制御さ

れる。

[0025] また、回転軸 25 b は、例えば、メカニカルシール 26 b を介してチャンバ 11 内に導入される。メカニカルシール 26 b は、チャンバ 11 内の減圧雰囲気を維持しつつ、回転軸 25 b の回転を許容する。

放電電極 21 a, 21 b の表面上に乗った液体状の高温プラズマ原料 22 a, 22 b は、放電電極 21 a, 21 b が回転することで放電領域に輸送される。

ここで、放電領域とは、両電極 21 a, 21 b 間の放電が発生する空間であり、両電極 21 a, 21 b の周縁部のエッジ部分間距離が最も短い部分である。

高温プラズマ原料 22 a, 22 b としては、熔融金属、例えば液体状のスズ (Sn) を用いる。この高温プラズマ原料 22 a, 22 b は、放電電極 21 a, 21 b に電力を供給する給電用の導電体としても働く。

[0026] コンテナ 23 a, 23 b は、チャンバ 11 内の減圧雰囲気を維持可能な絶縁性の電力導入部 11 e, 11 f を介して、パルス電力供給部 27 に接続されている。コンテナ 23 a 及び 23 b、並びに高温プラズマ原料であるスズ 22 a 及び 22 b は導電性である。放電電極 21 a の一部及び放電電極 21 b の一部はそれぞれスズ 22 a, 22 b に浸漬している。そのため、コンテナ 23 a, 23 b 間にパルス電力供給部 27 からパルス電力を印加することで、放電電極 21 a, 21 b 間にパルス電力を印加することができる。

なお、特に図示しないが、コンテナ 23 a 及び 23 b には、スズ 22 a, 22 b を熔融状態に維持する温度調節機構が設けられている。

[0027] 上記したように、各放電電極 21 a, 21 b は回転している。そのため、放電電極 21 a, 21 b の表面上に乗った液体状のスズ 22 a, 22 b の一部は、それぞれ放電電極 21 a, 21 b の回転により生じる遠心力によって円盤の半径方向外側に移動し、放電電極 21 a, 21 b から離脱する。放電電極 21 a, 21 b から離脱したスズ 22 a, 22 b は、そのままではチャンバ 11 内の不所望な場所に付着してしまう。そのため、このような不具合

を回避するために、放電電極 2 1 a, 2 1 b 及びコンテナ 2 3 a, 2 3 b を含んで構成される放電部は、それぞれ放電部カバーにより包囲されている。

図 2 は、放電電極 2 1 a 及びコンテナ 2 3 a を包囲する放電部カバーの構成例を示す図である。なお、放電電極 2 1 b 及びコンテナ 2 3 b を包囲する放電部カバーは、放電電極 2 1 a 及びコンテナ 2 3 a を包囲する放電部カバーと同様の構成を有するため、ここでは説明を省略する。

[0028] 図 2 に示すように、放電電極 2 1 a 及びコンテナ 2 3 a は、捕集部材としての放電部カバー（カバー部材）2 9 によって包囲されている。放電電極 2 1 a から離脱したスズ 2 2 a は、カバー部材 2 9 によって捕集され、カバー部材 2 9 内面に付着する。また、放電部カバーは、カバー部材 2 9 を加熱する不図示のカバー加熱部をさらに備える。カバー加熱部は、カバー部材 2 9 を高温プラズマ原料であるスズの融点（2 3 5℃）以上に加熱する。また、当該カバー加熱部は、制御部 4 0 によってカバー部材 2 9 の温度が高温プラズマ原料であるスズの融点に相当する温度を保持するように制御される。このように、カバー加熱部は、放電部カバー 2 9 内面に付着したスズ 2 2 a が固化しないようにしている。

[0029] カバー部材 2 9 内面に付着したスズ 2 2 a は、重力によりカバー部材 2 9 下部に集まる。カバー部材 2 9 の底部には、スズ排出管（第一のドレイン）3 0 が接続されている。スズ排出管 3 0 は、例えば、カバー部材 2 9 と同一材料によって形成された筒状の部材であり、図 2 に示すように上下方向に沿って延在し、カバー部材 2 9 の底部に接続されている。スズ排出管 3 0 の上端部は、カバー部材 2 9 の底部を貫通して当該カバー部材 2 9 内部に連通しており、スズ排出管 3 0 の下端部はスズ 2 2 a が排出されるスズ排出口となっている。カバー部材 2 9 下部に集まった溶融したスズ 2 2 a は、スズ排出管 3 0 を介してスズ排出口から廃原料 1 2 2 となってカバー部材 2 9 の外に排出される。

なお、カバー部材 2 9 には、放電により生じる高温プラズマから放出される E U V 放射を取り出すために、図示を省略した開口が設けられている。当

該開口は、放電電極表面に乗った液体状の高温プラズマ原料に照射されるレーザービームに対しても開放されている。

[0030] 図1に戻って、パルス電力供給部27は、コンテナ23a及び23b間、すなわち放電電極21a及び21b間にパルス幅の短いパルス電力を印加する。パルス電力供給部27は、制御部40によって駆動制御される。

レーザー源28は、放電領域に輸送された放電電極21a上のスズ22aに対してレーザー光（エネルギービーム）を照射するエネルギービーム照射部である。レーザー源28は、例えばNd:YVO₄レーザー装置（Neodymium-doped Yttrium Orthovanadate レーザー装置）である。このレーザー源28が放出するレーザー光Lは、レーザー光集光部等を介してチャンバ11の窓部11gに入射し、放電電極21a上に導かれる。レーザー源28によるレーザー光の照射タイミングは、制御部40が制御する。

[0031] パルス電力供給部27が放電電極21a, 21bにパルス電力を印加した状態で、放電領域に輸送された高温プラズマ原料22aに対してレーザー光が照射されると、当該高温プラズマ原料が気化し、両電極21a, 21b間でパルス放電が開始される。その結果、高温プラズマ原料22a, 22bによるプラズマPが形成される。そして、放電時に流れる大電流によりプラズマPが加熱励起され高温化すると、この高温プラズマPからEUV光が放射される。

なお、上述したように、パルス電力供給部27は放電電極21a, 21b間にはパルス電力を印加するため、上記放電はパルス放電となり、放射されるEUV光はパルス状に放射されるパルス光となる。

[0032] 次に、デブリトラップ13の具体的構成について説明する。

EUV光源装置100では、例えば、高温プラズマPと接する金属（例えば、一対の放電電極21a, 21b）が上記プラズマPによってスパッタされて生成する金属粉等のデブリや、高温プラズマ原料であるスズ（Sn）22a, 22bに起因するデブリが発生する。

これらのデブリは、プラズマの収縮・膨張過程を経て、大きな運動エネルギー

ギーを得る。すなわち、高温プラズマPから発生するデブリは高速で移動するイオンや中性原子であり、このようなデブリはEUV集光鏡12にぶつかって反射面を削ったり、反射面上に堆積したりして、EUV光の反射率を低下させるおそれがある。

そこで、EUV光源装置100では、放電空間11bと集光空間11cに収容されたEUV集光鏡12との間に、上記デブリによるEUV集光鏡12のダメージを防ぐためのデブリトラップ13を配置する。デブリトラップ13は、デブリを捕捉してEUV光のみを通過させる働きをする。

[0033] 図3は、デブリトラップ13をEUV光の光軸に直交する方向から見た断面図である。デブリトラップ13は、回転機能を有するホイルトラップ（回転式ホイルトラップ）300を備える。当該ホイルトラップ300は、EUV光の光軸と一致する軸を中心として半径方向に放射状に配置された複数のホイル31を備える。なお、ホイル31は、薄膜（ホイル）または薄い平板（プレート）により構成されており、本明細書では薄膜と平板を併せて「ホイル」と呼ぶ。

ホイル31は、半径方向内側端部を同心円状に配置された中心支柱32によって支持され、半径方向外側端部をリング状支持体である第一の外側リング33及び第二の外側リング34によって支持されている。第一の外側リング33はホイル31の高温プラズマP側を支持し、第二の外側リング34はホイル31のEUV出射側を支持している。

ホイル31は、その平面がEUV光の光軸に対して平行になるように配置され支持されている。そのため、ホイルトラップ300を極端紫外光源（高温プラズマP）側から見ると、中心支柱32、第一の外側リング33及び第二の外側リング34によって構成される支持体を除けば、ホイル31の厚みしか見えない。したがって、高温プラズマPからのEUV光のほとんどは、ホイルトラップ300を通過することができる。

[0034] 一方、ホイルトラップ300の複数のホイル31は、配置された空間を細かく分割することにより、その部分のコンダクタンスを下げて圧力を上げる

働きをする。そのため、高温プラズマPからのデブリDは、ホイルトラップ300により圧力が上がった領域で衝突確率が上がるために速度が低下する。速度が低下したデブリDは、ホイル31やホイル31の支持体（中心支柱32、第一の外側リング33、第二の外側リング34）により捕捉される。

なお、DPP方式やLDP方式のEUV光源装置においては、光軸上の光（高温プラズマPから0°の角度（放射角が0°）で出射する光）や、EUV集光鏡12の最も内側に位置する凹面ミラーが反射可能な入射角（最小入射角）より小さい入射角でEUV集光鏡12に入射する光は、露光には使用されず、むしろ存在しないほうが好ましい。そのため、中心支柱32は存在しても問題はなく、むしろ中心支柱32により当該光を積極的に遮光してもよい。また、中心支柱32は、EUV集光鏡12の構成から定まる最小入射角以下の光を遮光する形状となるので、一般的にはコーン形状となる。よって、中心支柱32はコーン（cone）とも呼ばれる。

[0035] さらに、ホイルトラップ300は、高温プラズマPの近くに配置されるため、受ける熱負荷も大きい。よって、ホイルトラップ300を構成するホイル31や中心支柱32は、例えば、モリブデン（Mo）などの高耐熱材料から形成する。

また、デブリトラップ13は、図3に示すように、ホイルトラップ300の外周部分を包囲する捕集部材としてのホイルトラップカバー（カバー部材）35と、カバー部材35を加熱するカバー加熱部36と、カバー部材35に形成されたデブリ排出管（第二のドレイン）37と、をさらに備える。

カバー加熱部36は、シースヒータ等により構成されており、カバー部材35を高温プラズマ原料であるスズの融点（235℃）以上に加熱する。このカバー加熱部36は、制御部40によってカバー部材35の温度が高温プラズマ原料であるスズの融点に相当する温度を保持するように制御される。

[0036] デブリ排出管37は、例えば、カバー部材35と同一材料によって形成された筒状の部材であり、図3に示すように、上下方向に沿って延在し、カバー部材35の底部に接続されている。デブリ排出管37の上端部は、カバー

部材 35 の底部を貫通して当該カバー部材 35 内部に連通しており、デブリ排出管 37 の下端部はデブリが排出されるデブリ排出口となっている。

ホイルトラップ 300 は、上述したように、中心支柱 32 の軸を回転軸として回転し、高温プラズマ P から E U V 光と共に放出されるデブリのうち、比較的低速なものを捕捉する。すなわち、高温プラズマ原料であるスズに起因するデブリは、ホイルトラップ 300 の各ホイル 31 に捕捉されたり、進行方向が E U V ミラー側とは異なる方向となるように偏向されたりする。

このホイルトラップ 300 により捕捉されたデブリは、回転するホイル 31 により弾き飛ばされるものや、ホイル 31 上に付着・堆積するものがある。

[0037] ホイルトラップ 300 は、高温プラズマ P の近傍に配置され、高温プラズマ P からの放射を受ける。そのため、各ホイル 31 の温度はスズの融点である 235℃ を上回る温度となる。したがって、ホイル 31 上に付着・堆積したデブリは、やがて液化し、図 3 に示すように、ホイルトラップ 300 の回転により生じる遠心力（矢印 C F）によって、各ホイル 31 に沿って半径方向外側に移動し、各ホイル 31 の外縁部から離脱する。

このホイルトラップ 300 から離脱したデブリは、カバー部材 35 内面に付着・堆積する。カバー部材 35 は、カバー加熱部 36 によってスズの融点である 235℃ 以上に加熱されているため、カバー部材 35 内面に付着したスズに起因するデブリは直ちに溶融される。溶融したデブリが凝集して液滴程度の大きさとなると、重力によりカバー部材 35 下部に集まる。

[0038] カバー部材 35 下部には、デブリ排出管 37 の開口が設けられているため、カバー部材 35 下部に集まった溶融したデブリは、デブリ排出管 37 を介してデブリ排出口から廃原料 122 となってカバー部材 35 の外に排出される。

以上のように、E U V 光源装置 100 の廃原料は、第一のドレイン 30 から排出される飛散原料と、第二のドレイン 37 から排出される飛散デブリとを含む。ここで、飛散原料とは、放電電極 21 a, 21 b やコンテナ 23 a

、 23b から飛散し、各放電部カバー 29 によって捕集される、高温プラズマの発生に寄与しないスズ 22a, 22b である。また、飛散デブリとは、ホイルトラップ 300 から飛散し、ホイルトラップカバー 35 によって捕集される、高温プラズマ原料であるスズに起因するデブリである。

[0039] 上記廃原料は、所定のタイミングで E U V 光源装置 100 外部に排出され、廃棄される。以下、廃原料を廃棄する廃原料処理機構について説明する。

図 4 は、廃原料処理機構の構成例を示す図である。この図 4 に示すように、E U V 光源装置 100 は、廃原料処理機構を構成するステージ部 50、ロードロック部 60 及び廃原料貯蔵部 70 を備える。なお、E U V 光源装置 100 は、一对の放電電極に対応する 2 つの放電部カバー 29 と、各放電部カバー 29 に設けられた 2 つの第一のドレイン 30 を備えるが、説明を簡略化するために、図 4 では第一のドレイン 30 を 1 つのみ図示する。

ステージ部 50 は、トラップステージ 51 と、スリーパ 52 と、スリーパ駆動部 53 と、観測部 54 とを備える。

[0040] トラップステージ 51 は、第一のドレイン 30 及び第二のドレイン 37 の下方に配置され、各ドレイン 30, 37 から排出される廃原料（液体スズ）122 を受け止める。また、トラップステージ 51 は、受け止めた廃原料（液体スズ）122 を冷却し固体化するための冷却機構（不図示）を備える。冷却機構は、例えば、トラップステージ 51 内部に設けられた水等の冷媒が流れる冷却管と、冷却管に冷媒を流入させる冷媒供給機構と、液体スズが冷却される際に熱交換によって加熱された冷却管からの流出水を再度冷却するための熱交換器等から構成することができる。当該冷却機構は、制御部 40 によって制御することができる。なお、トラップステージ 51 の液体スズ 122 と接する部分（およびその周辺）の温度がスズの融点よりも低い温度に保持できる程度にトラップステージ 51 の熱容量が十分に大きい場合は、上記の冷却機構は無くてもよい。

[0041] トラップステージ 51 の少なくとも各ドレイン 30, 37 から落下した廃原料（液体スズ）122 を受け止める表面は、スズに対して不活性であり且

つ非濡れ性を有する材料から構成する。これにより、当該表面に付着して固体化したスズとの化学反応を抑制し、固体スズの剥離を容易にする。

例えば、トラップステージ51は、耐腐食性の高いタングステンやモリブデンで構成することができる。また、トラップステージ51本体をステンレス鋼で構成し、その表面をスズに対して不活性な材料でコーティングすることもできる。ここで、コーティング材料としては、例えば、ポリイミド樹脂（カプトン（登録商標）等）、フッ素樹脂（テフロン（登録商標）等）、セラミックス、TiN（窒化チタン）、チタンの炭窒化物混合物（TiCN）、チタンアルミナイトライド（TiAlN）などの窒化チタン化合物等を用いることができる。なお、これらの材料からなる薄板が、トラップステージ51本体の上記表面に設置されていてもよい。また、樹脂材料は、EUV光や紫外光などの高温プラズマから放射される光の照射により分解し劣化するおそれがあるため、トラップステージ51の表面を樹脂材料で構成する場合には、プラズマから放射される光に直接曝されないような配置とする。

[0042] スーパー52は、トラップステージ51の上方に、トラップステージ51表面と接触しない程度の僅かな隙間を設けて配置されている。また、スーパー52は、トラップステージ51表面と平行に（図4の左右方向に）移動可能である。

スーパー駆動部53は、スーパー52を、図4に示す待機位置からスズ廃棄位置まで移動可能である。スズ廃棄位置は、上記待機位置を挟んでスーパー駆動部53とは反対側におけるトラップステージ51の端部位置（図4では右端）である。スーパー駆動部53としては、例えば、真空用の直線導入機を用いることができる。

すなわち、スーパー52は、スーパー駆動部53により待機位置からスズ廃棄位置まで移動する過程において、トラップステージ51表面上の固体状の廃原料122と衝突し、当該廃原料122をトラップステージ51から剥離する。さらに、スーパー52は、トラップステージ51から剥離した廃原料122をスズ廃棄位置へ向けて移動し、各ドレイン30、37の真下位置

から除去する。スィーパ52及びスィーパ駆動部53によって、廃原料移動部を構成している。

[0043] 観測部54は、トラップステージ51上の廃原料122の状態をモニタリングする状態検出部である。トラップステージ51に各ドレイン30, 37から液滴となって落下した廃原料122は、トラップステージ51表面で固体となる。液体状の廃原料122は、各ドレイン30, 37からそれぞれ同じ箇所に次々と落ちる。そのため、廃原料122は石筍状に成長する。観測部54は、この石筍状に成長する廃原料122の堆積状態をモニタリングする。

観測部54は、例えば、トラップステージ51上の廃原料122を撮像した画像をモニタする撮像部（カメラ及び画像解析部）によって構成することができる。観測部54を撮像部で構成する場合、撮像画像からエッジを抽出するなどにより廃原料122のピーク位置を検出し、検出したピーク位置に基づいて石筍状の廃原料122の高さを判断することができる。この場合、観測部54は、廃原料122の成長過程をモニタリングすることができる。

[0044] また、観測部54は、例えば、例えば半導体レーザからなる発光器と、発光器からの光を受光する受光器とを備える光センサ部によって構成することもできる。観測部54を光センサ部で構成する場合、各ドレイン30, 37とトラップステージ51との間において、各ドレイン30, 37を挟んで発光器と受光器とを対向配置する。これにより、観測部54は、発光器から放出される光を受光器で検出するか否か（廃原料122によって遮光されるか否か）によって、発光器と受光器との間の光路位置まで石筍状の廃原料122が成長しているか否かを判断することができる。

観測部54は、上記のように廃原料122をモニタリングし、廃原料122の上端部が予め設定した上限位置に達したか否かを判断する。当該上限位置は、廃原料122の上端部が各ドレイン30, 37の排出口に到達する前に、廃原料122をスィーパ52によって除去可能な位置に設定する。観測部54は、廃原料122の上端部が上限位置に達したと判断すると、制御部

40に対してスズ回収信号を出力する。

[0045] 制御部40は、観測部54からスズ回収信号を受信すると、スリーパ駆動部53に対して、スリーパ52を待機位置からスズ廃棄位置へ移動するための駆動信号を出力する。

ステージ部50のうち、トラップステージ51、スリーパ52及び観測部54はチャンバ11内に設置され、スリーパ駆動部53はチャンバ11外に設置されている。

ロードロック部60は、ゲートバルブ61と、廃棄路62と、真空排気部63と、パージガス供給部64と、圧力計65とを備える。このロードロック部60は、チャンバ11内において、トラップステージ51のスズ廃棄位置側に隣接して設置されている。具体的には、筒状の廃棄路62が、その上端部がトラップステージ51表面よりも低い位置となるように、鉛直方向に配置されている。ゲートバルブ61は廃棄路62の上端部に配置され、当該廃棄路62の通路を開閉可能である。また、廃棄路62の下端部には廃原料貯蔵部70が接続されており、廃棄路62の下端部の開口部は、チャンバ11の底部を貫通して、チャンバ11外に設置された廃原料貯蔵部70内部に連通している。

[0046] すなわち、ゲートバルブ61が開状態である場合、チャンバ11内部と廃原料貯蔵部70内部とは、ゲートバルブ61及び廃棄路62を介して連通状態となっている。この状態からゲートバルブ61が閉状態となると、当該ゲートバルブ61は、チャンバ11と廃棄路62及び廃原料貯蔵部70とを区画し、チャンバ11と廃原料貯蔵部70との連通を遮断する。なお、ゲートバルブ61によってチャンバ11と区画される廃棄路62の一部は、廃原料貯蔵部70と同様にチャンバ11外に配置されていてもよい。

真空排気部63は、廃棄路62内部及び廃原料貯蔵部70内部を排気して、チャンバ11内部と同程度の圧力（例えば、真空雰囲気）まで減圧する。パージガス供給部64は、ゲートバルブ61を閉状態とした状態で、廃棄路62内部及び廃原料貯蔵部70内部にパージガス（例えば、空気）を供給し

、例えば大気圧まで加圧する。圧力計 6 5 は、廃棄路 6 2 内部及び廃原料貯蔵部 7 0 内部の圧力を検出し、検出結果を制御部 4 0 に出力する。

[0047] これら真空排気部 6 3、パージガス供給部 6 4 及び圧力計 6 5 は、制御部 4 0 によって制御される。

このように、EUV 光源装置 1 0 0 の稼働中においては、観測部 5 4 がトラップステージ 5 1 上の廃原料 1 2 2 をモニタリングしてスズ回収信号を出力すると、制御部 4 0 がこれを受信し、スリーパ駆動部 5 3 を駆動する。このとき、スリーパ駆動部 5 3 は、スリーパ 5 2 を待機位置からスズ廃棄位置まで移動する。すると、トラップステージ 5 1 表面上の固体状の廃原料 1 2 2 は、スリーパ 5 2 によってトラップステージ 5 1 表面を摺動し、トラップステージ 5 1 のスズ廃棄位置側から落下する。その際、ゲートバルブ 6 1 が開状態であれば、廃原料 1 2 2 は、廃棄路 6 2 を介して廃原料貯蔵部 7 0 内に収容される。

[0048] 以下、EUV 光源装置 1 0 0 における廃原料処理方法について、より具体的に説明する。

図 5 は、制御部 4 0 が実行する廃原料処理手順を示すフローチャートである。この処理は、例えば、EUV 光源装置 1 0 0 の駆動開始のタイミングで実行開始し、所定の終了信号（EUV 光源装置 1 0 0 の駆動停止信号等）を受信するまで繰り返し実行する。なお、上記処理の開始のタイミングは上記のタイミングに限らない。

初期状態では、ロードロック部 6 0 及び廃原料貯蔵部 7 0 の圧力は、チャンバ 1 1 内部と同様、真空状態にあるものとする。また、ゲートバルブ 6 1 は閉状態にあるものとする。さらに、スリーパ 5 2 は、待機位置にあるものとする。

先ずステップ S 1 で、制御部 4 0 は、EUV 放射の発生前に、上述した冷却機構を制御してトラップステージ 5 1 を冷却する。トラップステージ 5 1 の冷却状態がスタンバイ状態になったら、ステップ S 2 において、制御部 4 0 は EUV 放射を開始する。次にステップ S 3 で、制御部 4 0 は、観測部 5

4 による廃原料 1 2 2 のモニタリングを開始する。また、ステップ S 4 では、制御部 4 0 は、ゲートバルブ 6 1 を開状態とする。

なお、トラップステージ 5 1 の冷却状態がスタンバイ状態になるタイミングの判断は、例えば、予め求めておいた冷却機構の駆動開始からトラップステージ 5 1 の冷却状態がスタンバイ状態になるまでの時間をカウントすることにより行うことができる。

[0049] E U V 放射が繰り返し発生するにつれ、放電部カバー（カバー部材 2 9）の第一のドレイン 3 0 からは、放電電極 2 1 a, 2 1 b やコンテナ 2 3 a, 2 3 b から飛散した高温プラズマ原料 2 2 a, 2 2 b が、液滴となって廃原料 1 2 2 としてトラップステージ 5 1 に向けて落下する。また、ホイルトラップカバー（カバー部材 3 5）の第二のドレイン 3 7 からは、プラズマ P から飛散した高温プラズマ原料であるスズに起因するデブリ D が、液滴となって廃原料 1 2 2 としてトラップステージ 5 1 に向けて落下する。そして、図 6 に示すように、トラップステージ 5 1 に各ドレイン 3 0, 3 7 からそれぞれ液滴となって落下した廃原料 1 2 2 は、トラップステージ 5 1 表面で冷却され固体となる。このとき、液体スズからなる廃原料 1 2 2 が同じ箇所に次々と落ちることで、スズが石筍状に成長する。

[0050] 観測部 5 4 は、石筍状に成長する固体状の廃原料 1 2 2 をモニタリングし、廃原料 1 2 2 が所定の高さ（上限位置）にまで成長したタイミングで、スズ回収信号を制御部 4 0 に送信する。

制御部 4 0 は、図 5 のステップ S 5 において、観測部 5 4 から送信されたスズ回収信号を受信したか否かを判定する。そして、制御部 4 0 は、スズ回収信号を受信していない場合には、そのまま待機し、スズ回収信号を受信したと判断した場合にはステップ S 6 に移行する。

ステップ S 6 では、制御部 4 0 は、スリーパ駆動部 5 3 を駆動し、図 7 に示すように、スリーパ 5 2 を待機位置からスズ廃棄位置へ移動し、当該スズ廃棄位置で停止させる。

スリーパ 5 2 が、図 7 における右方向に移動すると、スリーパ 5 2 はトラ

ップステージ５１表面に成長した石筍状の廃原料１２２と衝突する。スリーパ５２と衝突した固体状の廃原料１２２は、トラップステージ５１表面から剥離し、スリーパ５２と共に右方向に移動する。スリーパ５２と共に移動した廃原料１２２は、最終的に、スリーパ５２がトラップステージ５１の右端部にまで移動した際に、ゲートバルブ６１及び廃棄路６２を経由して、廃原料貯蔵７０に收容される。

[0051] 次に、図５のステップＳ７で、制御部４０は、スリーパ駆動部５３を駆動し、スリーパ５２をスズ廃棄位置から待機位置へ戻す。

ステップＳ８では、制御部４０は、廃原料貯蔵部７０に收容されている廃原料１２２が、所定量に到達したか否かを判定する。ここで、所定量とは、廃原料貯蔵部７０の廃原料收容可能量を超えない量であり、例えば、廃原料貯蔵部７０の廃原料收容可能量の９０％程度に設定する。なお、廃原料１２２が所定量に到達したかどうかは、例えば、予め廃原料１２２が所定量に到達するまでのスリーパ５２による廃原料１２２の除去回数を求めておき、スリーパ５２の駆動回数をカウントすることで判断することができる。また、廃原料貯蔵部７０の重さを検出する手段を設け、当該廃原料貯蔵部７０の重さに基づいて收容量を検出するようにしてもよい。

[0052] そして、制御部４０は、このステップＳ８において、廃原料貯蔵部７０の收容量が所定量に到達していないと判断した場合にはステップＳ４に戻り、所定量に到達していると判断した場合にはステップＳ９に移行する。

ステップＳ９では、制御部４０は、ゲートバルブ６１を閉状態として、チャンバ１１と廃棄路６２及び廃原料貯蔵部７０とを区画する。次にステップＳ１０では、制御部４０は、パージガス供給部６４を制御し、ロードロック部６０にパージガス（例えば、空気）を供給し、ロードロック部６０内部の圧力を大気圧まで加圧する。これにより、図８に示すように、廃棄路６２内部及び廃原料貯蔵部７０内部は大気圧状態となり、廃原料貯蔵部７０の交換作業が可能な状態となる。

[0053] 廃原料貯蔵部７０の交換作業は、作業者によって行われる。作業者は、図

9に示すように、廃原料貯蔵部70を廃棄路62から取り外し、廃原料貯蔵部70に收容された廃原料122を廃棄する。そして、作業者は、空の廃原料貯蔵部70を廃棄路62に接続し、廃原料貯蔵部70の交換作業を終了する。このとき、ゲートバルブ61は閉状態であるので、チャンバ11内の真空状態は保持されたままである。すなわち、廃原料122の廃棄工程を実施する場合においても、EUV放射の発生を継続させることができる。

なお、上記交換作業においては、廃原料貯蔵部70を複数準備しておき、廃原料122を收容した廃原料貯蔵部70を取り外した後、速やかに空状態である別の廃原料貯蔵部70を取り付けるようにしてもよい。また、廃原料貯蔵部70に開閉可能な廃原料取出口を設け、廃原料貯蔵部70を取り外さずに当該廃原料取出口から廃原料を取出し、廃棄するようにしてもよい。

[0054] 図5のステップS11では、制御部40は、作業者による廃原料貯蔵部70の交換作業が完了したか否かを判断する。この判断は、例えば、作業者が廃原料貯蔵部70の交換作業を終え、所定のボタン等を押下したときに出力される交換完了信号を受信することをもって行うことができる。制御部40は、作業者による廃原料貯蔵部70の交換作業が完了していないと判断した場合にはそのまま待機し、交換作業が完了したと判断した場合にはステップS12に移行する。

ステップS12では、制御部40は、真空排気部63を制御し、ロードロック部60内部を排気し、ロードロック60内部の圧力をチャンバ11内部と同程度の圧力まで減圧する。なお、ロードロック部60内部の圧力のモニタリングは、圧力計65を用いて行う。これにより、廃棄路62内部及び廃原料貯蔵部70内部は例えば真空状態となり、ゲートバルブ61を開状態にすることができる状態となる。その後、EUV放射の発生を継続する場合には、制御部40はステップS4に移行し、ゲートバルブ61を開状態として廃原料貯蔵部70に廃原料122を收容可能な状態とする。

[0055] 以上のように、本実施形態のEUV光源装置100は、第一のドレイン30及び第二のドレイン37から液滴となって落下する廃原料122をトラッ

プステージ51で受け止め、当該トラップステージ51上で固体化するようにする。そして、EUV光源装置100は、トラップステージ51で固体化した廃原料122を、スリーパ52によってトラップステージ51から廃原料貯蔵部70へ移動し、廃原料貯蔵部70内に收容する。廃原料122によって満杯になった廃原料貯蔵部70は、ロードロック機構60によってチャンバ11内を真空状態に保ちながら空の廃原料貯蔵部70と交換可能である。

[0056] このように、加熱により廃原料122を液体状態に維持して收容する必要がなくなる。そのため、廃原料122を收容する收容部を加熱するための加熱手段が不要となり、装置の構造をコンパクトにすることができる。また、加熱のための投入電力も不要となる。また、チャンバ11を真空状態に維持しながら、廃原料貯蔵部70をチャンバ11から取り外して当該廃原料貯蔵部70に收容された廃原料122を廃棄することができる。そのため、廃原料貯蔵部70の交換に際し、EUV光源装置100の稼動（EUV放射の発生動作）を停止する必要がない。したがって、EUV光源装置100の連続稼動時間を延長することができる。

[0057] ところで、従来のEUV光源装置では、図11に示すように、第一のドレイン30及び第二のドレイン37の真下に、各ドレイン30及び37から排出される液滴状の廃原料122を受け止めて溜める廃原料收容部81が設置されている。廃原料收容部81には加熱部82が設けられており、加熱部82は、廃原料收容部81をスズの融点以上に加熱し、廃原料122を液体状態に維持する。廃原料收容部81が液体状態の廃原料122で満杯となると、加熱部82による加熱を停止し、廃原料收容部81内の廃原料122を固体化したうえで、空の廃原料收容部81と交換する。このとき、EUV光源装置の稼動は停止する必要がある。

[0058] EUV光源装置によるEUV発光は、通常、一定周波数のパルス発光となる。例えば、一定周波数7kHzで24時間、EUV光源装置を連続運転した場合、EUV発光パルス数は $7000 \times 3600 \times 24 = 0.6408 \times$

10⁹パルスとなる。EUV光源装置においては、例えば、1Bパルス（1×10⁹パルス）あたり約1kgの高温プラズマ原料（スズ）を消費する。1kgのスズは、液化すると約1／7リットル（約143cc）となり、その大半はデブリトラップ等で回収し廃原料122となる。

すなわち、7kHzで24時間EUV光源装置を連続運転した場合、廃原料122は、液化すると約92ccとなる。仮に、廃原料収容部81の廃原料収容可能量が1リットルである場合、廃原料収容部81は約11日で廃原料122によって満杯となる。すなわち、約11日ごとに廃原料収容部81のメンテナンス作業が発生し、メンテナンスのたびにEUV光源装置の稼働を停止しなければならない。

[0059] しかしながら、近年、24時間連続運転するEUV光源装置の場合、30日間メンテナンスフリーであることが求められている。30日間、上記条件（7kHz、24時間連続運転）でEUV光源装置が稼働すると、EUV発光パルス数は、 $0.6408 \times 10^9 \times 30 = 19.224 \times 10^9$ パルスとなり、廃原料122は、液化すると約2750ccにも及ぶ。すなわち、30日間、EUV光源装置を連続稼働するためには、廃原料収容部81の容量は、約3リットル程度必要となる。このように、EUV光源装置の連続稼働時間を延長しようとした場合、廃原料収容部81が大型化してしまう。

[0060] また、容量が約3リットル程度の廃原料収容部81を加熱部82で加熱する場合、スズである廃原料122を液体状態で維持するためには膨大な投入電力が必要となる。

さらに、廃原料収容部81の容量が大きくなると、液体状の廃原料122が固体化するまで時間がかかる。また、廃原料収容部81自体が大型になるため、当該廃原料収容部81の交換作業も大掛かりになる。結果として、メンテナンスにかかる時間も長くなり、その分、EUV光源装置の稼働停止時間も長くなる。

廃原料収容部81を加熱せず、廃原料収容部81の内部で廃原料122を固体化した状態で交換する構成とすれば、液体状の廃原料が固体化するまで

の時間を削減することができる。しかしながら、この場合、廃原料 122 が廃原料収容部 81 内で石筍状に成長することになり、図 12 に示すように、各ドレイン 30、37 が廃原料（固体スズ）122 で塞がるという不具合が生じ得る。

[0061] 第一のドレイン 30 が完全に閉塞すると、放電部カバー 29 によって捕集した高温プラズマ原料（スズ）を廃原料 122 として外部に排出することが不可能となり、高温プラズマ原料（スズ）が放電部カバー 29 内部に溜まる。放電部カバー 29 内部に溜まる高温プラズマ原料がコンテナ 23a、コンテナ 23b 内の高温プラズマ原料と接触すると、放電部カバー 29 と放電電極 21a、21b とが電氣的に接続される。コンテナ 23a、23b はパルス電力供給部 27 に接続されているので、高温プラズマ原料を介して放電部カバー 29 にもパルス電力が供給されることになり、チャンバ 11 内で不所望な放電が発生するおそれがある。

[0062] また、トラップステージ 51 がタングステン等の導電性部材から構成される場合、放電電極 21a、放電電極 21a を包囲する放電部カバー 29、この放電部カバー 29 のドレイン 30 を閉塞する石筍状の廃原料 122、トラップステージ 51、放電電極 21b を包囲する放電部カバー 29 のドレイン 30 を閉塞する石筍状の廃原料 122、放電電極 21b 側の放電部カバー 29、放電電極 21b が電氣的に接続されてしまう。すると、放電電極 21a、21b 間が短絡状態となり、両電極間で放電が不可能となるおそれがある。

また、第二のドレイン 37 が完全に閉塞すると、ホイルトラップカバー 35 によって捕集したデブリ（スズ）を廃原料 122 として外部に排出することが不可能となり、デブリ（スズ）がホイルトラップカバー 35 内部に溜まる。すると、この溜まったデブリ（スズ）にホイルトラップのホイルが接触し、ホイルトラップの回転機能が不能となったり、ホイルの一部が破損してデブリ阻止性能が低下したりする。

[0063] 本実施形態では、上述したように、EUV 光源装置 100 の稼動を停止さ

せることなく、廃原料貯蔵部 70 の交換が可能である。そのため、廃原料貯蔵部 70 を大型化することなく、EUV 光源装置 100 の連続稼動時間を延長させることができる。したがって、上記の 30 日間メンテナンスフリーも容易に実現可能である。また、廃原料貯蔵部 70 を加熱するための加熱手段が不要となるため、加熱手段の不具合といった、各ドレイン 30, 37 の閉塞を引き起こす要因を削減することができる。また、加熱手段の不具合を検知するための手段を別途設ける必要も無くなる。

[0064] さらに、観測部 54 が石筍状に成長する廃原料 122 をモニタリングし、スリーパ 52 を作動するタイミングを決定するので、廃原料 122 の上端部が各ドレイン 30, 37 に到達して各ドレイン 30, 37 の内部を閉塞するという不具合を回避することができる。このとき、観測部 54 は、トラップステージ 51 上の廃原料 122 を撮像した画像を画像解析することで、廃原料 122 の堆積状態を検出することができる。このように、観測部 54 は、画像解析を用いることで、複数の観測点を設定することができ、石筍状に成長する廃原料 122 を正確にモニタリングすることができる。したがって、制御部 40 は、適切なタイミングでスリーパ 52 を作動させることができる。

[0065] また、観測部 54 は、撮像された廃原料 122 の画像に基づいて、トラップステージ 51 の異常も検出することができる。例えば、トラップステージ 51 の冷却機構に不具合が生じている場合、トラップステージ 51 で受け止めた液滴状の廃原料 122 が固体化せず、石筍状に成長しない。したがって、観測部 54 は、撮像画像を解析することにより、トラップステージ 51 上の廃原料 122 の状態を正確に把握することができ、チャンバ 11 内における異常を適切に検知することができる。

さらに、観測部 54 を光センサ部（位置センサ）で構成すれば、観測部 54 は、上記のような画像解析を必要とすることなく、石筍状に成長する廃原料 122 の上端部の高さ位置を簡易に検出することができる。また、位置センサを鉛直方向に複数設置すれば、観測部 54 は、石筍状に成長する廃原料

１２２の成長過程をモニタリングすることもできる。

[0066] このように、観測部５４が石筍状に成長する廃原料１２２をモニタリングし、廃原料１２２の上端部の高さが所定の高さ（上限位置）に到達したときにスィーパ５２を作動して、廃原料１２２をトラップステージ５１から廃原料貯蔵部７０へ移動する。したがって、各ドレイン３０，３７から排出されトラップステージ５１上に堆積した廃原料１２２が、各ドレイン３０，３７の排出口に到達して当該排出口が廃原料１２２によって閉塞されるのを防止することができる。

[0067] また、トラップステージ５１の表面を、スズに対して非濡れ性を有する材質で構成するので、スィーパ５２により廃原料１２２をトラップステージ５１から容易に剥離することができる。さらに、トラップステージ５１の表面を、スズに対して不活性な材質で構成するので、スズとの化学反応を抑制することができる。スィーパ５２により廃原料１２２をトラップステージ５１から剥離しやすい状態を維持することができる。

さらに、スィーパ駆動部５３をチャンバ１１外に配置するので、スィーパ駆動部５３のメンテナンスを容易に行うことができ、信頼性を向上させることができる。

[0068] （変形例）

上記実施形態においては、観測部５４によってトラップステージ５１上に堆積した廃原料１２２の高さを検出する場合について説明したが、ＥＵＶ発光パルス数をカウントすることにより廃原料１２２の高さを推定することもできる。

ＥＵＶ発光パルス数と第一のドレイン３０から排出される廃原料１２２の量とは、ほぼ比例する。また、ＥＵＶ発光パルス数とホイルトラップカバー３５の第二のドレイン３７から排出される廃原料１２２の量とは、ほぼ比例する。よって、上記パルス数と石筍状に成長する廃原料１２２の高さもほぼ比例する。なお、第一のドレイン３０から排出される廃原料１２２の量は、第二のドレイン３７から排出される廃原料１２２の量よりも多い。したがっ

て、予め上記パルス数と廃原料 1 2 2 の高さ（各ドレイン 3 0， 3 7 から排出される廃原料 1 2 2 の排出量）との関係を調べておくことにより、パルス数のカウント結果に応じて、廃原料 1 2 2 の高さを推定することが可能となる。

[0069] この場合、制御部 4 0 は、上述した図 5 に示す廃原料処理に代えて、図 1 0 に示す廃原料処理を実行する。なお、図 1 0 に示す処理は、図 5 のステップ S 3 及び S 5 をステップ S 2 1 及び S 2 2 に置換したことを除いては、図 5 に示す処理と同様である。したがって、ここでは処理の異なる部分を中心に説明する。

ステップ S 2 1 では、制御部 4 0 は、E U V 発光パルスのカウントを開始し、ステップ S 4 に移行する。

ステップ S 2 2 では、制御部 4 0 は、E U V 発光パルス数のカウント値が所定値に到達したか否かを判定する。ここで、所定値とは、トラップステージ 5 1 上に堆積される廃原料 1 2 2 の高さが、上述した上限位置に到達するまでに要する E U V 発光パルス数相当に設定する。そして、制御部 4 0 は、カウント値が所定値に到達していないと判断した場合には、E U V 発光パルス数のカウントをそのまま継続してステップ S 4 に移行する。一方、制御部 4 0 は、カウント値が所定値に到達したと判断した場合には、カウント値を初期値（＝ 0）に設定してから E U V 発光パルス数のカウントを継続し、ステップ S 6 に移行する。

[0070] このように、観測部 5 4 を用いずとも、廃原料 1 2 2 が所定の高さにまで成長したタイミングを判定することが可能となる。なお、制御部 4 0 は、E U V 発光が一定周波数のパルス発光であることを利用し、タイマを用いて、廃原料 1 2 2 が所定の高さにまで成長したタイミングを判定してもよい。

但し、特に第一のドレイン 3 0 からは、予測不能なタイミングで廃原料 1 2 2 が一度に大量に排出される場合があるため、このような不測の事態に対応するためには、観測部 5 4 による廃原料 1 2 2 のモニタリングを併用することが好ましい。

また、上記実施形態においては、観測部 54 を複数備えてもよい。これにより、廃原料 122 のモニタリングを多重化することができ、より信頼性の高い廃原料処理が可能となる。

[0071] (応用例)

上記実施形態においては、高温プラズマ原料に照射するエネルギービームとしてレーザを用いる場合について説明したが、レーザに代えてイオンビームや電子ビーム等を用いることもできる。

また、上記実施形態においては、DPP方式のEUV光源装置に適用する場合について説明したが、LPP方式のEUV光源装置にも適用可能である。LPP方式とは、プラズマ生成用ドライバレーザをターゲット材料に照射し、当該ターゲット材料を励起させてプラズマを生成する方式である。

LPP方式のEUV光源装置においても、上述したDPP方式(DLP方式)のEUV光源装置100と同様に、高温プラズマから発生するデブリを捕捉し、EUV光のみを通過させる働きをするデブリトラップを設置する。したがって、このLPP方式のEUV光源装置に上述した廃原料処理機構を設ければ、デブリトラップを構成するホイルトラップによって捕捉しホイルトラップカバーによって捕集したデブリを、廃原料として適切に処理することができる。この場合にも、EUV光源装置の稼動を停止することなく、廃原料貯蔵部の交換が可能であると共に、廃原料貯蔵部を加熱せずとも、ホイルトラップカバーのドレインが石筍化した廃原料によって閉塞されるといった不具合を回避することができる。

[0072] さらに、上記実施形態においては、EUV光源装置を半導体露光用光源として用いる場合について説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、露光用マスクの検査装置等の光源として用いることもできる。

波長13.5nmのEUVに対して透明な光学材料は存在しないため、EUVを用いる露光光学系は反射投影光学系となる。この光学系に用いられるマスクは、例えば、低熱膨張ガラス基板上にモリブデン(Mo)膜とシリコン(Si)膜とを交互に積層してなるEUV反射用の多層膜が形成されたマ

スクランクス上に、EUVを吸収する材料からなる吸収体パターンが形成される反射型マスクとなる。このような反射型マスクにおいて、マスクブランクスを構成する基板（低熱膨張ガラス基板）上に微粒子やピットが存在したり多層膜（例えば、Mo/Si膜）中に微粒子が介在したりしてしまうと、位相欠陥となる。

[0073] そのため、高精度なEUV露光を実現するためには露光用原版である反射型マスクの無欠陥化が重要となり、その実現のために高精度のマスク検査技術が求められている。

マスクブランクスを検査するための検査光として深紫外光（Deep UV：DUV）を使用した場合、マスクブランクス表面状態検出は可能であるが、多層膜内部や多層膜底面の基板に存在する欠陥の検出は難しい。一方、検査光としてEUV光を使用した場合には、多層膜内部の欠陥や基板欠陥からのEUV散乱光を検出することが可能である。すなわち、EUV露光用の反射型マスクのマスクブランクス検査は、検査光として露光光（EUV）を使用するアクティニック（Actinic）検査となる。

[0074] このように、EUV光源装置は、マスクブランクス検査用光源として使用される。また、EUV光源装置は、マスクブランクス検査以外に、マスク上に施されているパターン欠陥の有無を検査するマスクパターンの検査等にも使用される。

このように、マスクブランクス検査、マスクパターンの検査等、EUV露光に使用される反射型マスクの検査に採用されるEUV光源装置であるマスク検査用EUV光源装置にも本発明を適用可能である。

なお、上記において特定の実施形態が説明されているが、当該実施形態は単なる例示であり、本発明の範囲を限定する意図はない。本明細書に記載された装置及び方法は上記した以外の形態において具現化することができる。また、本発明の範囲から離れることなく、上記した実施形態に対して適宜、省略、置換及び変更をなすこともできる。かかる省略、置換及び変更をなした形態は、請求の範囲に記載されたもの及びこれらの均等物の範疇に含まれ

、本発明の技術的範囲に属する。

符号の説明

[0075] 11…チャンバ、12…EUV集光鏡、13…デブリトラップ、21a、
21b…放電電極、22a、22b…高温プラズマ原料、23a、23b…
コンテナ、24a、24b…モータ、27…パルス電力発供給部、28…レ
ーザ源、29…カバー部材（放電部カバー）、30…第一のドレイン、31
…ホイール、32…中心支柱、35…カバー部材（ホイールトラップカバー）、
36…カバー加熱部、37…第二のドレイン、40…制御部、50…ステー
ジ部、51…トラップステージ、52…スイーパ、53…スイーパ駆動部、
54…観測部、60…ロードロック部、61…ゲートバルブ、62…廃棄路
、63…真空排気部、64…パージガス供給部、65…圧力計、70…廃原
料貯蔵部、100…極端紫外光光源装置（EUV光源装置）

請求の範囲

[請求項1]

極端紫外光を放射する極端紫外光光源装置であって、
高温プラズマ原料を加熱して励起し、高温プラズマを発生させる高温プラズマ発生部と、
前記高温プラズマの発生に寄与しない前記高温プラズマ原料、及び前記高温プラズマから発生する、前記高温プラズマ原料に起因するデブリの少なくとも一方である廃原料を捕集する捕集部材と、
前記捕集部材に連結され、前記捕集部材によって捕集した前記廃原料を液滴状で当該捕集部材の外部へ排出するための排出口と、
前記排出口の下方に配置され、前記排出口から排出された前記廃原料を受け止める冷却ステージと、
前記冷却ステージ上で冷却され固体化した前記廃原料を、当該冷却ステージ外に配置された廃原料貯蔵部内に移動する廃原料移動部と、
前記廃原料貯蔵部と前記高温プラズマ発生部、前記捕集部材、前記排出口、及び前記冷却ステージを少なくとも収容する真空雰囲気チャンバとの間に設置されたロードロック部と、を備えることを特徴とする極端紫外光光源装置。

[請求項2]

前記冷却ステージ上の前記廃原料の堆積状態を検出する状態検出部をさらに備え、
前記廃原料移動部は、
前記状態検出部で検出した前記廃原料の堆積状態に基づいて、当該廃原料の高さが所定の高さに到達したと判断したとき、前記廃原料を移動することを特徴とする請求項1に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項3]

前記状態検出部は、
前記冷却ステージ上の前記廃原料を撮像する撮像部を備え、
前記撮像部によって撮像した画像を解析し、前記廃原料の堆積状態を検出することを特徴とする請求項2に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項4]

前記状態検出部は、

前記冷却ステージ表面から前記所定の高さの位置において前記廃原料の有無を検出する光センサ部を備え、

前記光センサ部で検出した前記廃原料の有無に基づいて、前記廃原料の高さが前記所定の高さに到達しているか否かを判断することを特徴とする請求項 2 に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項5] 前記極端紫外光はパルス光であって、
前記状態検出部は、
前記極端紫外光の発光パルス数をカウントするカウント部を備え、
前記カウント部によってカウントした発光パルス数と前記排出口から排出される前記廃原料の排出量との関係に基づいて、前記廃原料の堆積状態を検出することを特徴とする請求項 2 に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項6] 前記廃原料移動部は、
予め設定した一定のタイミングで、前記廃原料を移動することを特徴とする請求項 1 に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項7] 前記冷却ステージは、前記廃原料に対して不活性で且つ非濡れ性を有する材料で構成されていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項8] 前記冷却ステージにおける前記排出口と対向する表面は、前記廃原料に対して不活性で且つ非濡れ性を有する材料でコーティングされていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項9] 前記廃原料に対して不活性で且つ非濡れ性を有する材料は、ポリイミド樹脂、フッ素樹脂、セラミックス、窒化チタン、チタンの炭窒化物混合物、及び窒化チタン化合物のいずれかであることを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項10] 前記廃原料移動部は、
前記冷却ステージ上の前記廃原料と接触し、当該廃原料を摺動移動

させるスリーパと、

前記スリーパを駆動するスリーパ駆動部と、を備え、

前記スリーパ駆動部は、前記チャンバの外部に配置されていることを特徴とする請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項11] 前記高温プラズマの近傍に配置された複数のホイルを有し、前記高温プラズマから放射される光を通過し当該高温プラズマから発生するデブリを捕捉する回転可能なホイルトラップをさらに備え、

前記捕集部材は、前記ホイルトラップの外周部を包囲して、前記ホイルトラップから飛散する前記デブリを前記廃原料として捕集するホイルトラップカバーであることを特徴とする請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項12] 前記高温プラズマ発生部は、放電により前記高温プラズマ原料を加熱して励起し、前記高温プラズマを発生させる一対の放電電極からなる放電部材を有する放電部を備え、

前記捕集部材は、前記放電部の外周部を包囲して、当該放電部から飛散する前記高温プラズマ原料を前記廃原料として捕集する放電部カバーであることを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項に記載の極端紫外光光源装置。

[請求項13] 高温プラズマ原料を加熱して励起し、高温プラズマを発生させる高温プラズマ発生部と、前記高温プラズマの発生に寄与しない前記高温プラズマ原料、及び前記高温プラズマから発生する、前記高温プラズマ原料に起因するデブリの少なくとも一方である廃原料を捕集する捕集部材と、前記捕集部材に連結され、前記捕集部材によって捕集した前記廃原料を液滴状で当該捕集部材の外部へ排出するための排出口と、を備える極端紫外光光源装置における前記廃原料を廃棄する廃原料処理方法であって、

前記排出口から排出される前記廃原料を、前記排出口の下方に配置

した冷却ステージによって受け止め、当該廃原料を前記冷却ステージ上で冷却して固体化し、

所定のタイミングで、前記冷却ステージ上の固体化した前記廃原料を、当該冷却ステージ外に配置された廃原料貯蔵部内に移動し、

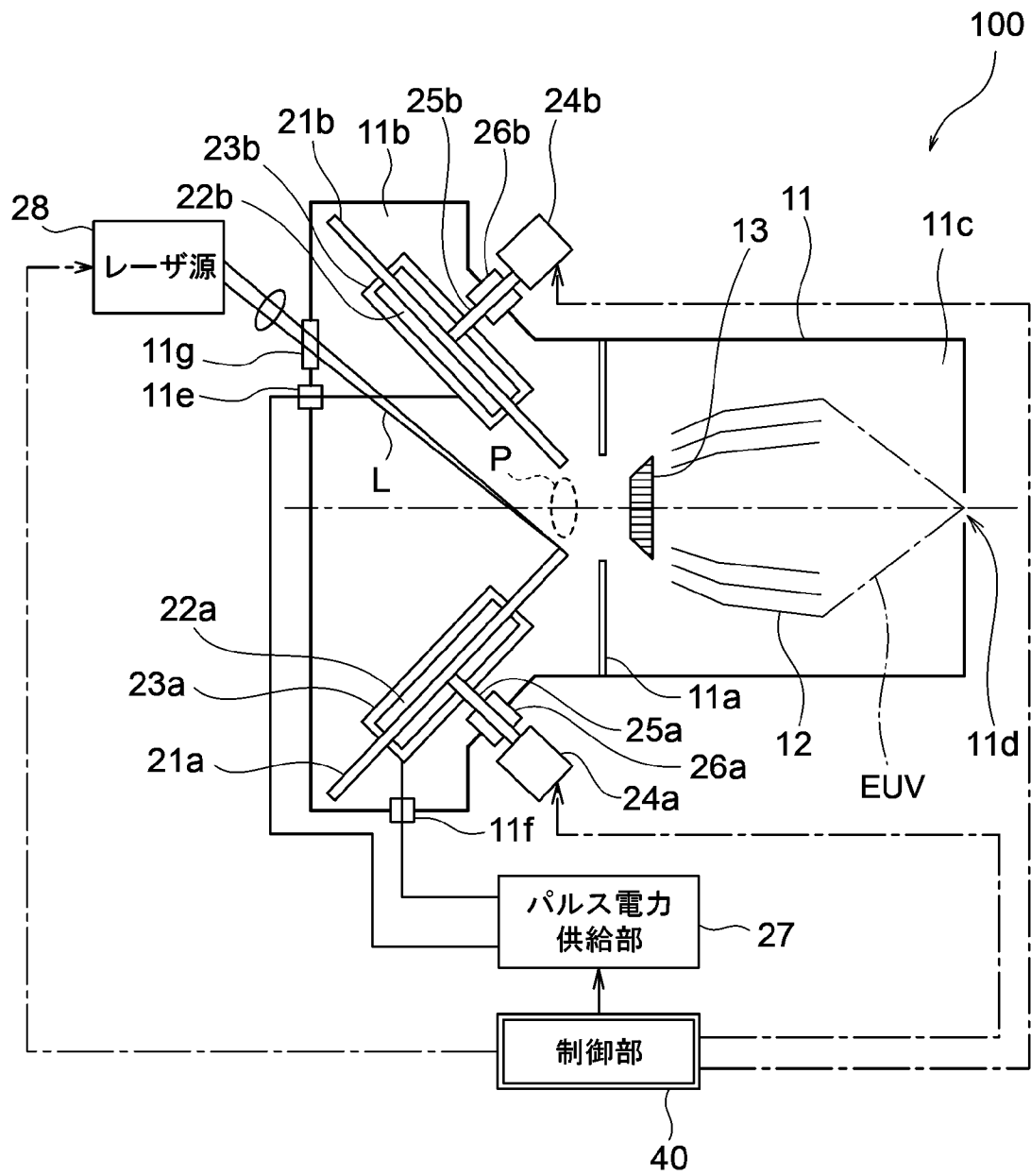
ロードロック機構を用いて、前記廃原料貯蔵部と前記高温プラズマ発生部、前記捕集部材、前記排出口、及び前記冷却ステージを少なくとも収容する真空雰囲気チャンバとの雰囲気を遮断した状態で、前記廃原料貯蔵部内の前記廃原料を廃棄することを特徴とする廃原料処理方法。

[請求項14]

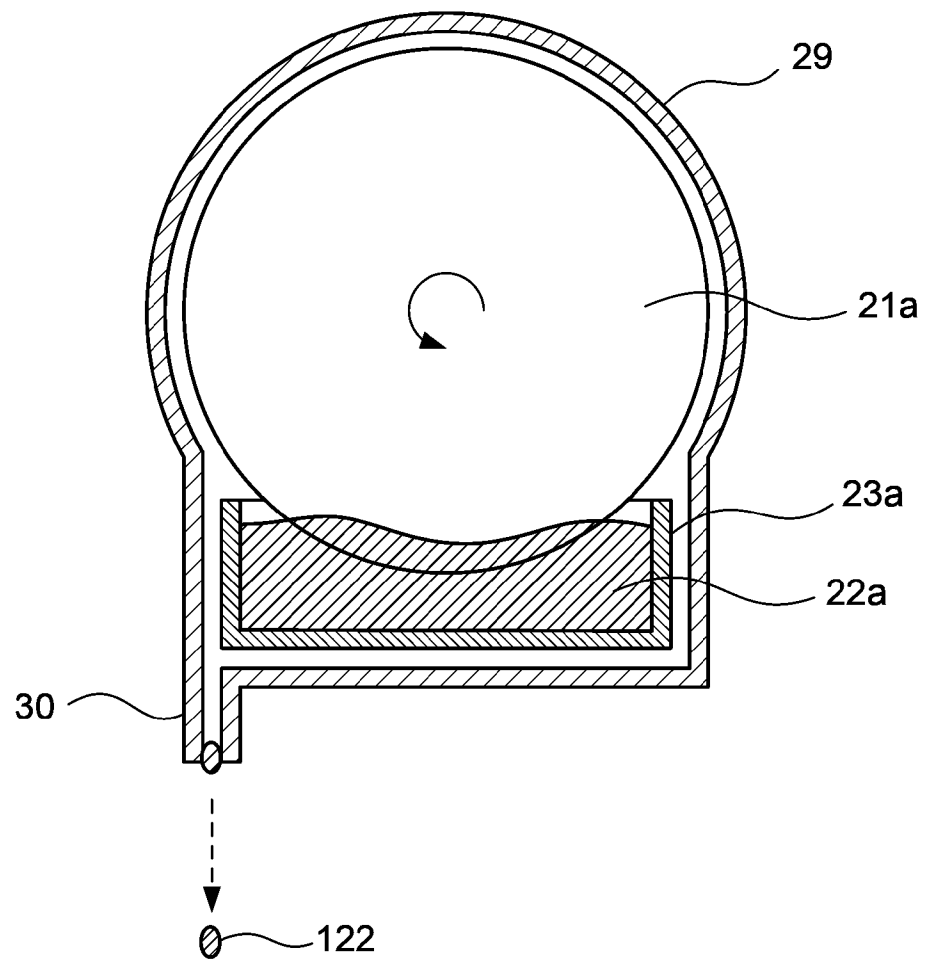
前記廃原料貯蔵部内の前記廃原料を廃棄するに際し、

前記廃原料貯蔵部と前記チャンバとの雰囲気を遮断した状態で、前記廃原料貯蔵部を大気雰囲気としてから、前記廃原料を廃棄することを特徴とする請求項13に記載の廃原料処理方法。

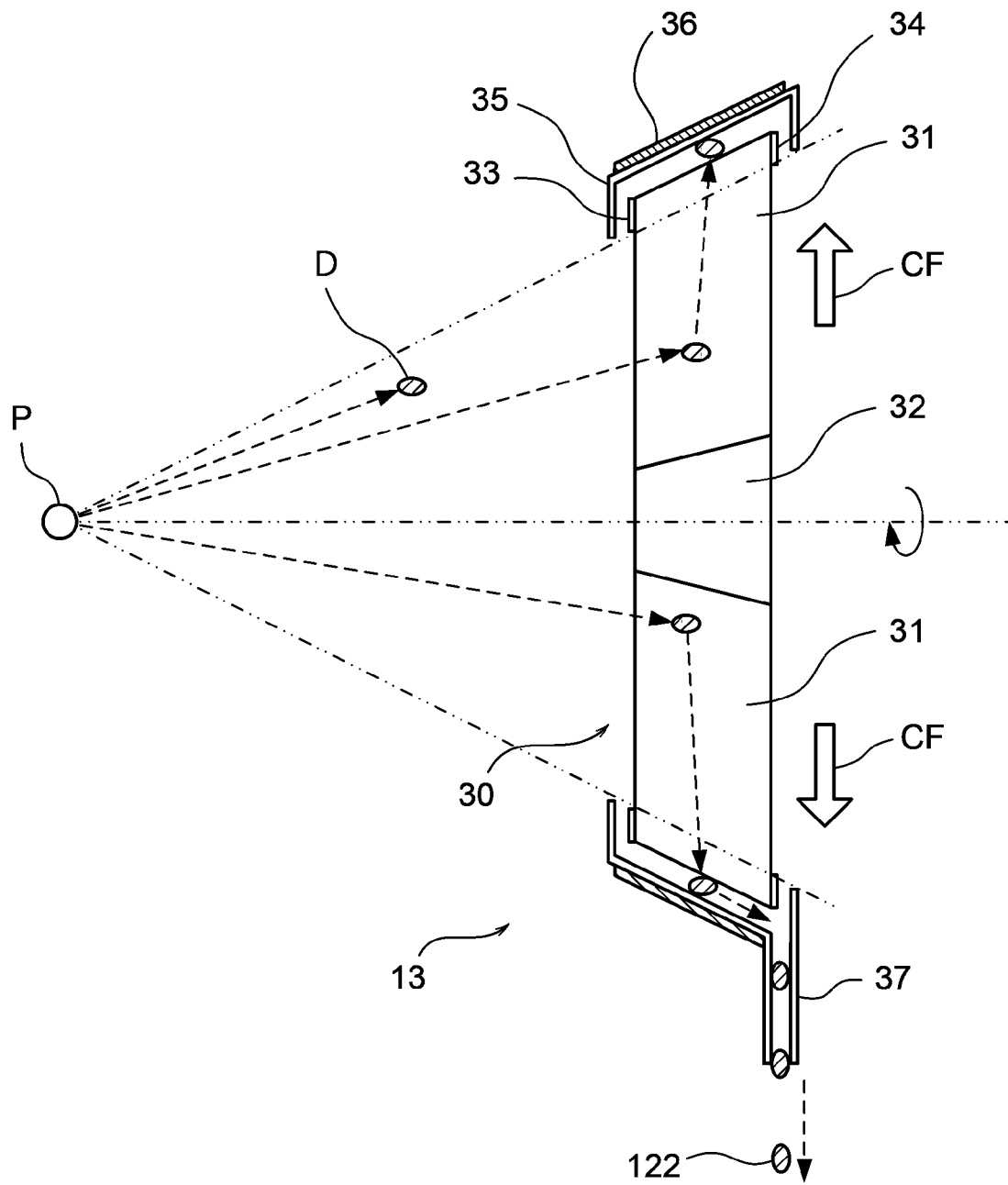
[図1]



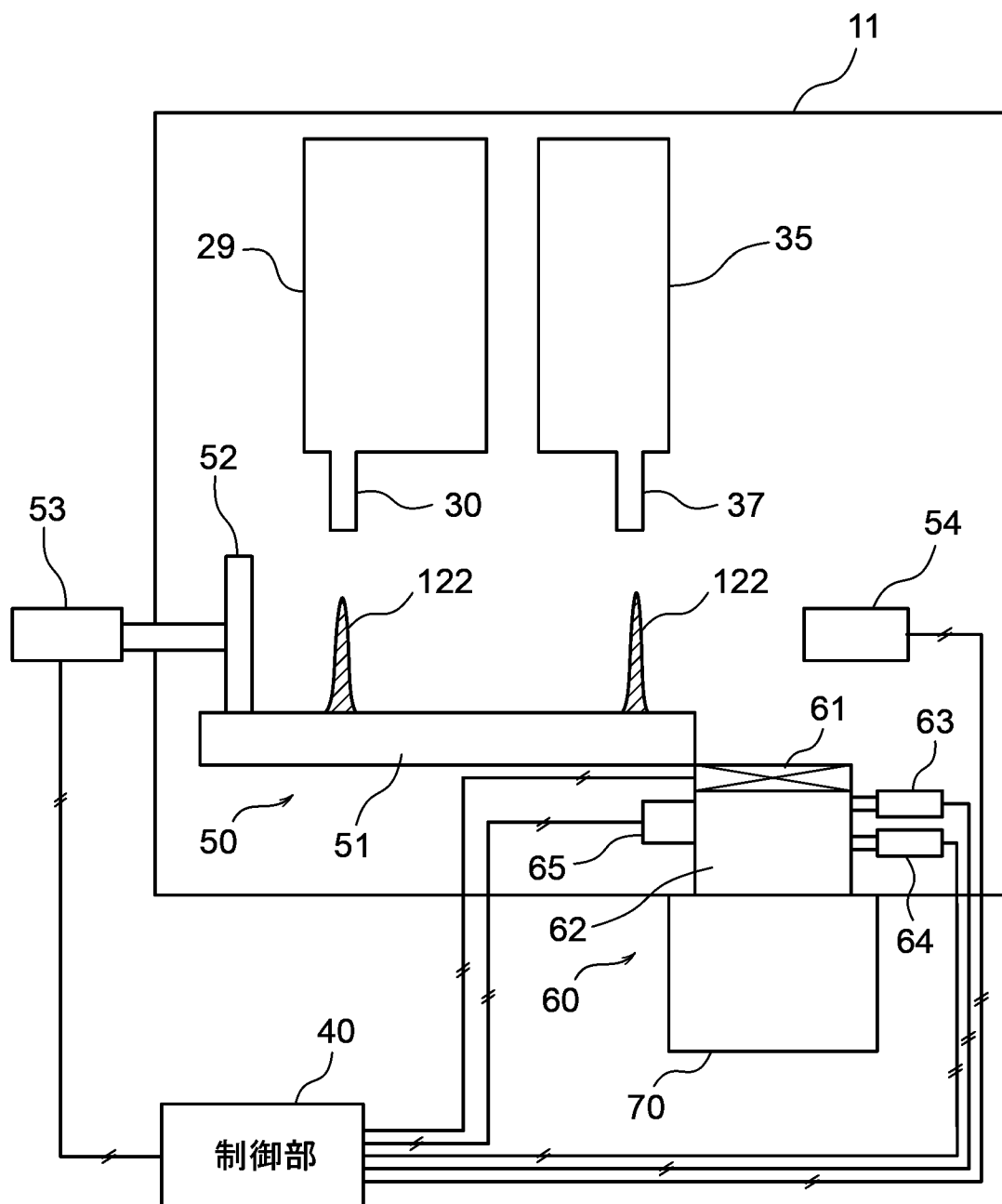
[図2]



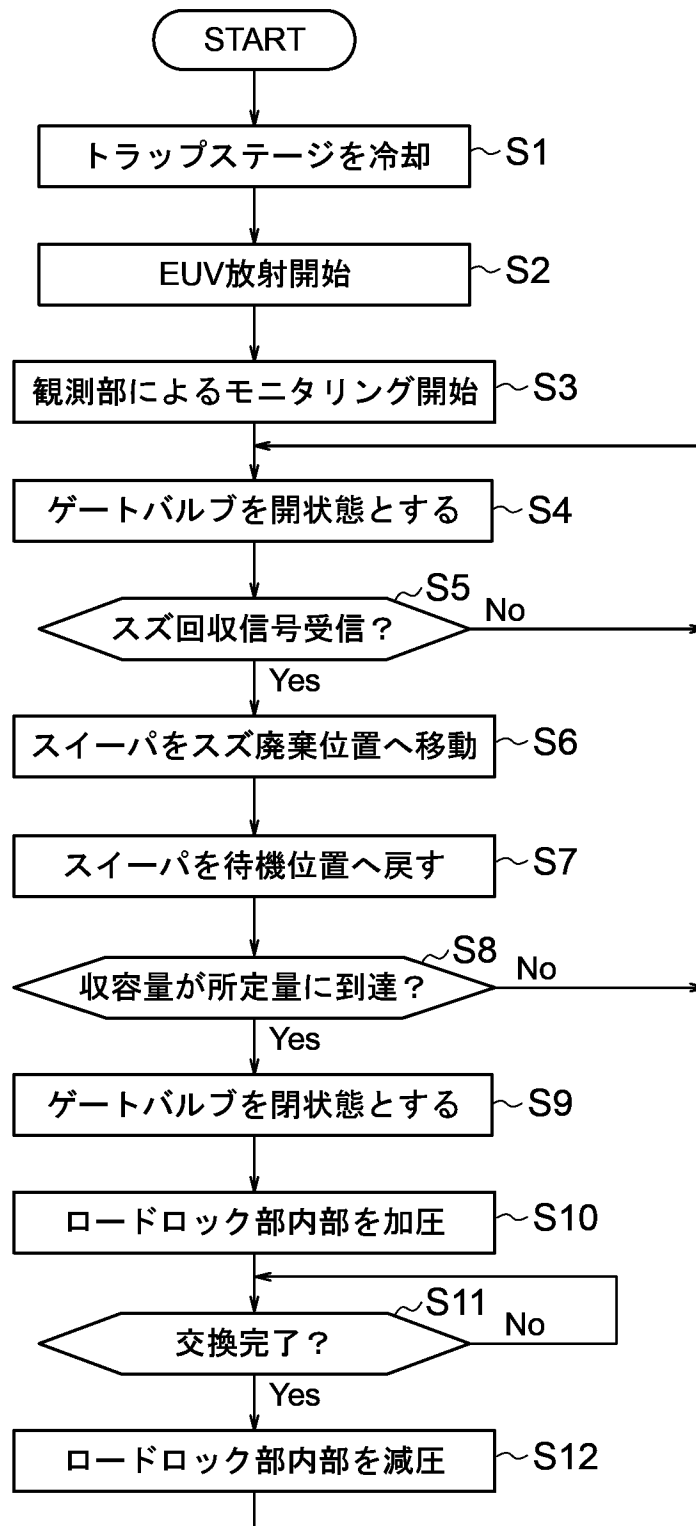
[図3]



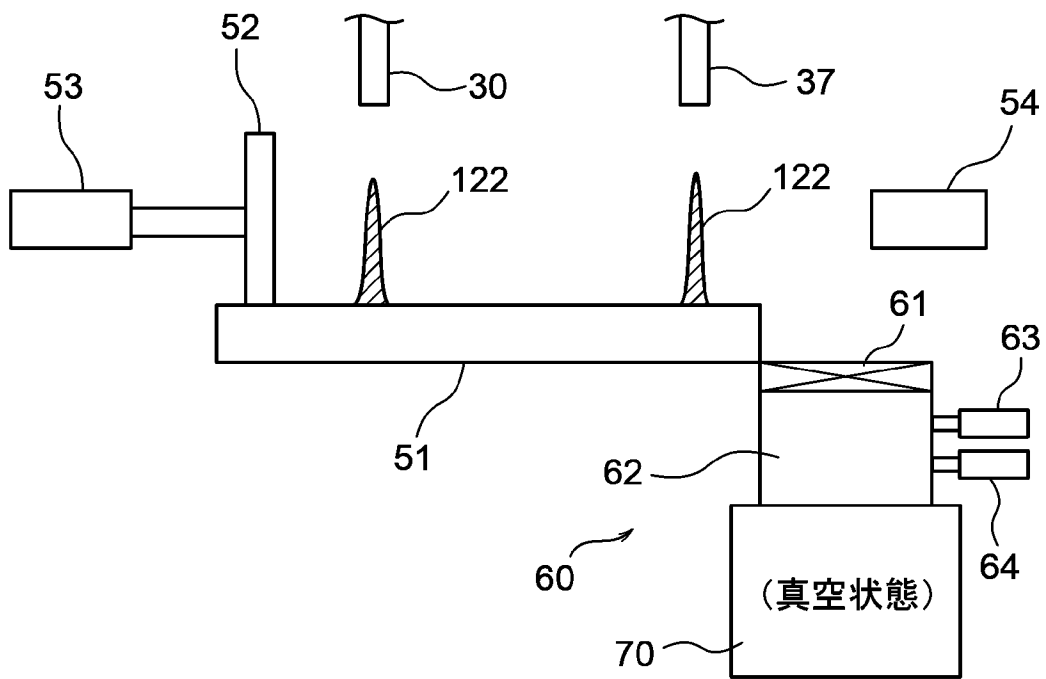
[図4]



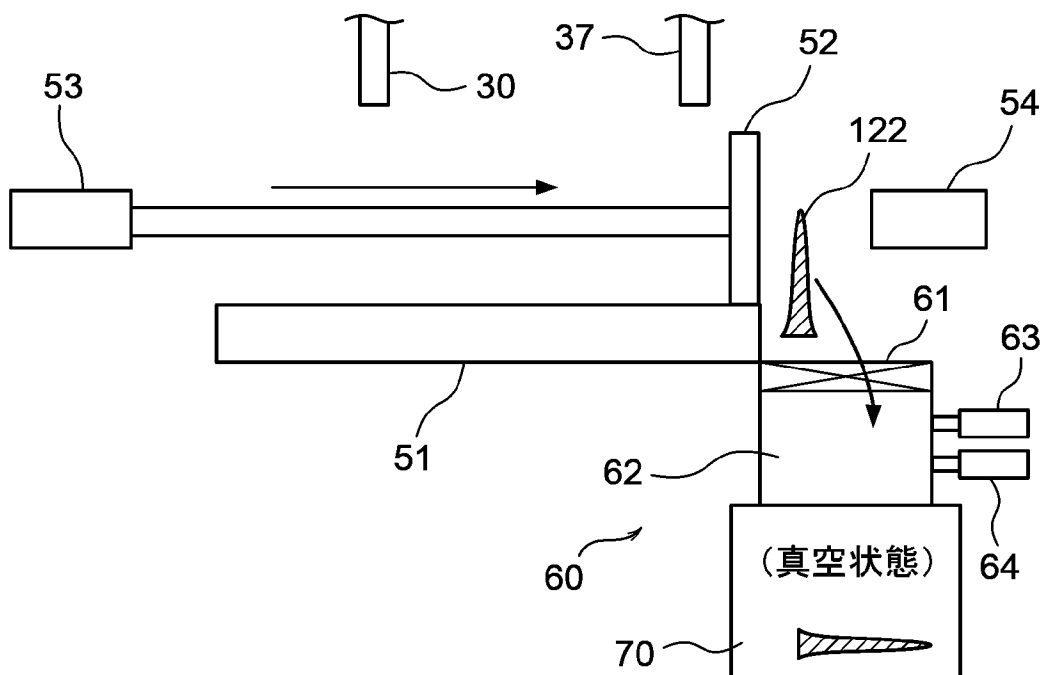
[図5]



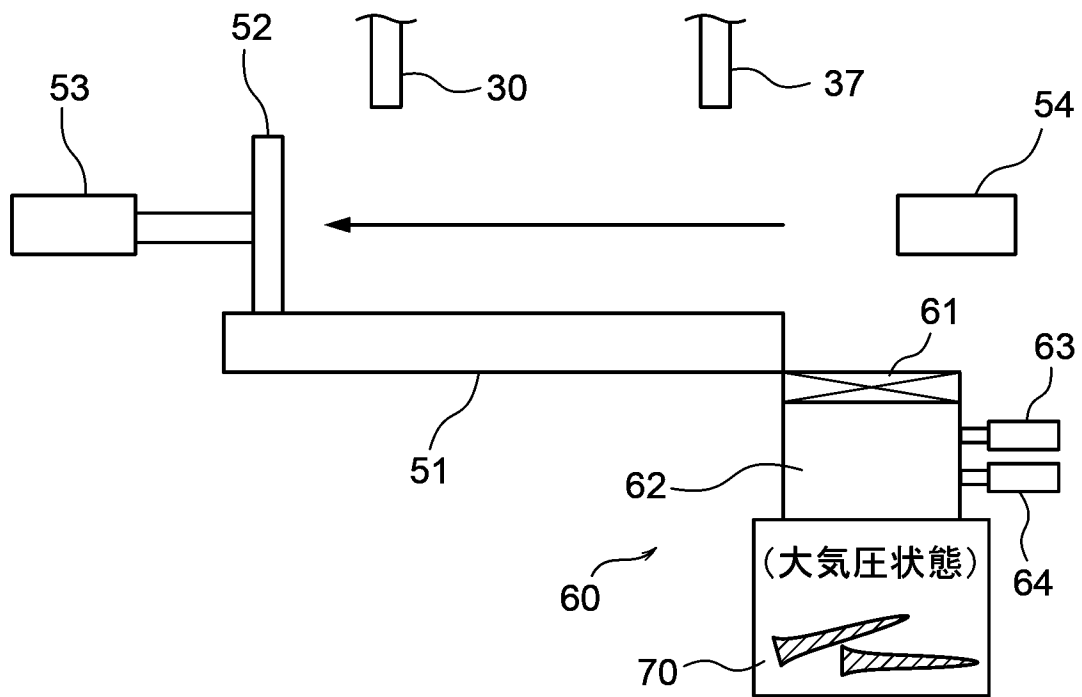
[図6]



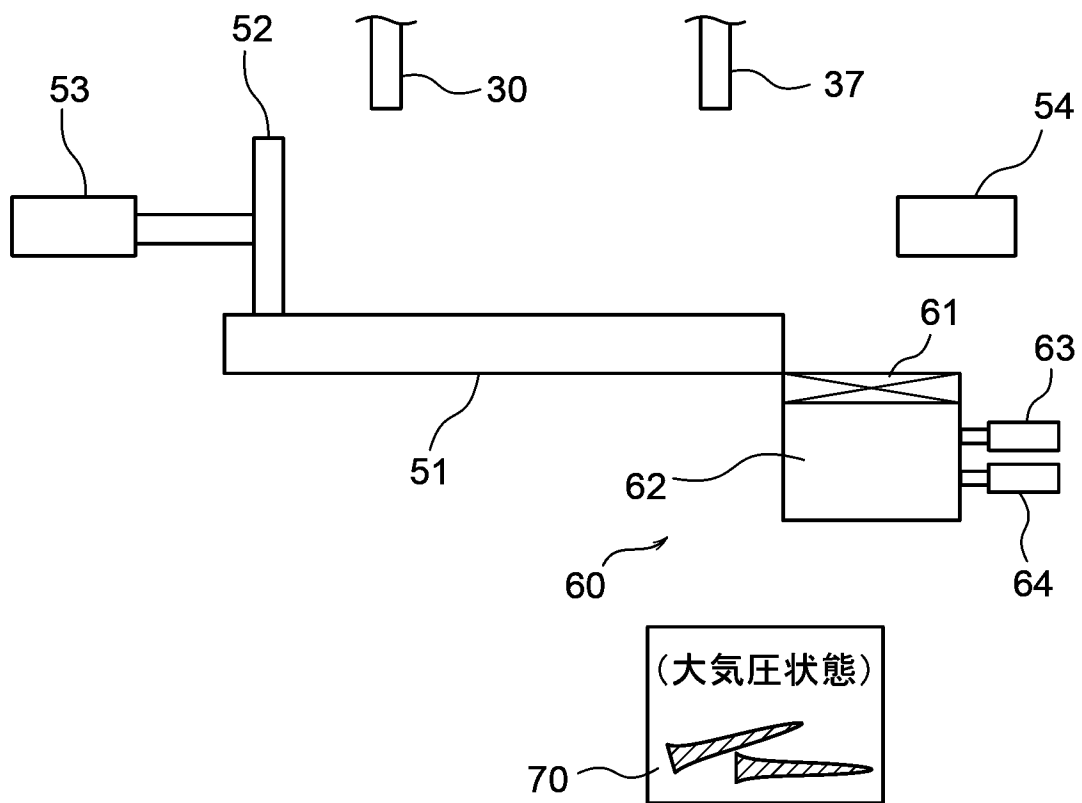
[図7]



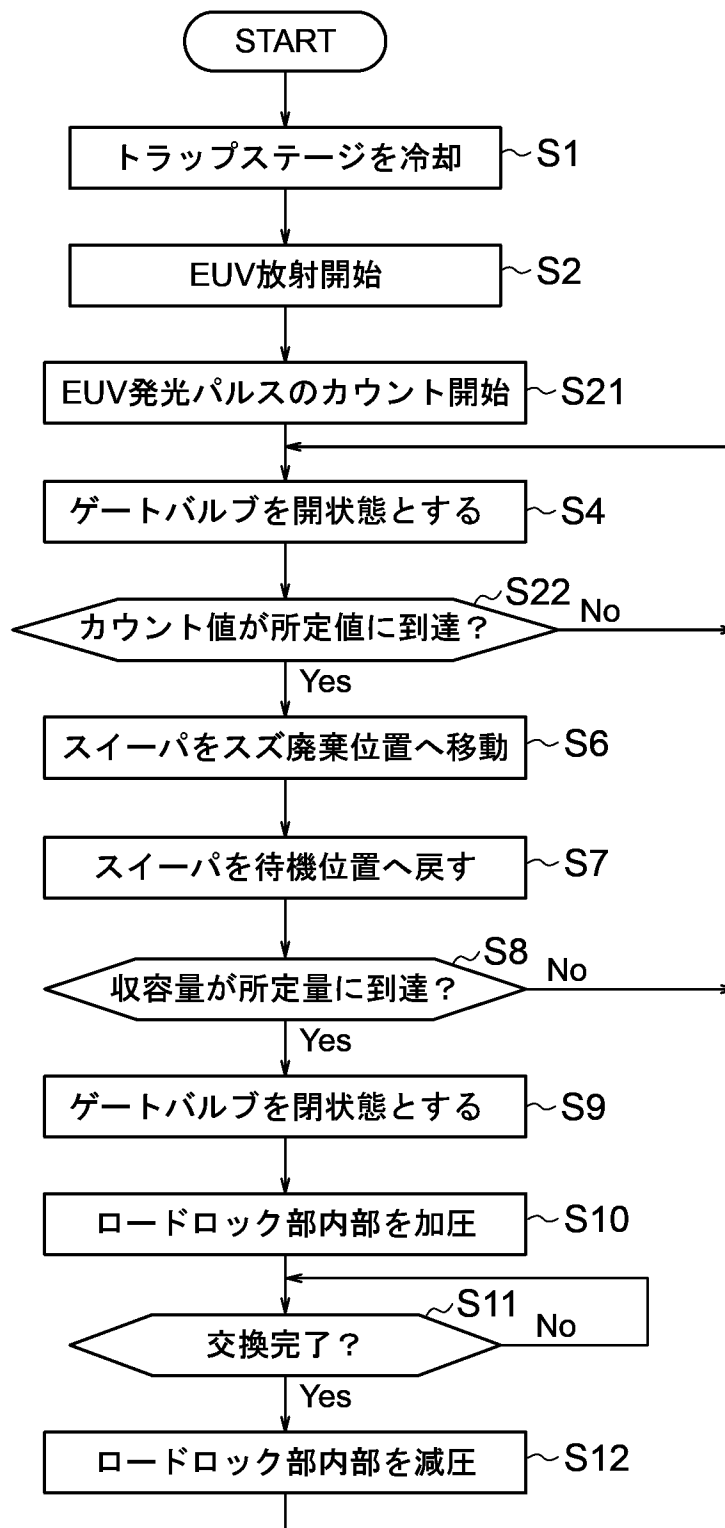
[図8]



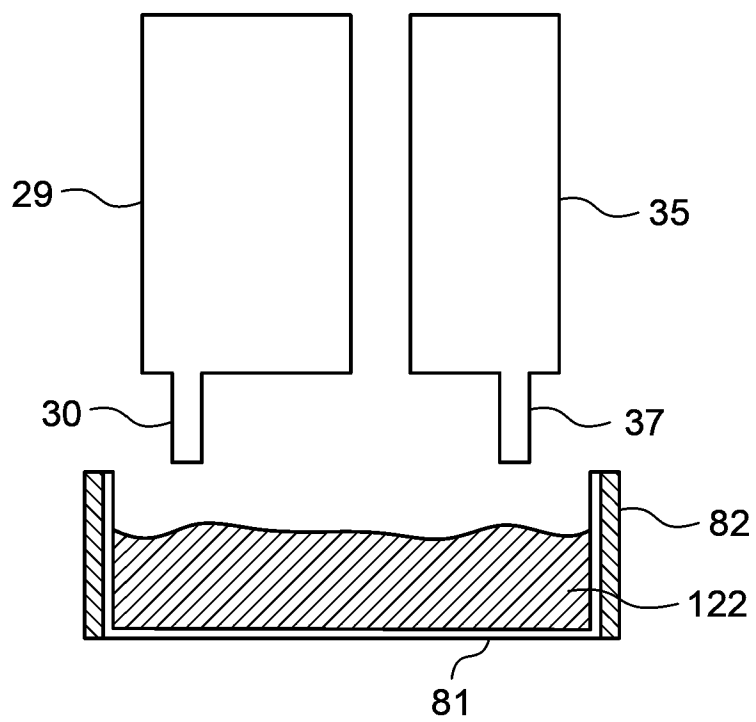
[図9]



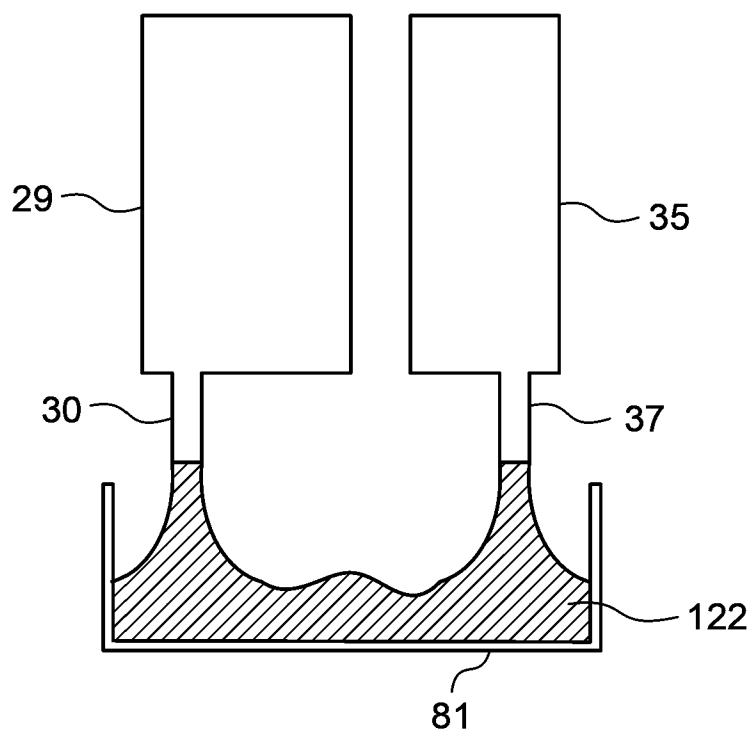
[図10]



[図11]



[図12]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/000907

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05G2/00(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)

H05G2/00

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-523666 A (Saima Inc.), 04 October 2012 (04.10.2012), paragraphs [0066] to [0067] & US 2010/0258748 A1 paragraphs [0083] to [0084]	1-14
A	JP 2012-146613 A (Komatsu Ltd.), 02 August 2012 (02.08.2012), paragraphs [0013] to [0016] & US 2011/0253913 A1 paragraphs [0038] to [0041]	1-14
A	JP 2010-171405 A (Komatsu Ltd.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0029] to [0032] & US 2010/0213395 A1 paragraphs [0041] to [0044]	1-14

☐ 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
10 May 2016 (10.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

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

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. H05G2/00(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. H05G2/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2012-523666 A（サイマー インコーポレイテッド）2012.10.04, 【0066】～【0067】 & US 2010/0258748 A1, [0083]-[0084]	1 - 14
A	JP 2012-146613 A（株式会社小松製作所）2012.08.02, 【0013】～【0016】 & US 2011/0253913 A1, [0038]-[0041]	1 - 14
A	JP 2010-171405 A（株式会社小松製作所）2010.08.05, 【0029】～【0032】 & US 2010/0213395 A1, [0041]-[0044]	1 - 14

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

10.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

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）

伊藤 昭治

2U

4077

電話番号 03-3581-1101 内線 3292