

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-131483
(P2013-131483A)

(43) 公開日 平成25年7月4日(2013.7.4)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H05G 2/00 (2006.01)	H05G 1/00 K	4C092
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 531S	5F146

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 30 頁)

(21) 出願番号 特願2012-134801 (P2012-134801)
 (22) 出願日 平成24年6月14日 (2012.6.14)
 (31) 優先権主張番号 特願2011-256858 (P2011-256858)
 (32) 優先日 平成23年11月24日 (2011.11.24)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(71) 出願人 300073919
 ギガフォトン株式会社
 栃木県小山市大字横倉新田400番地
 (74) 代理人 110000637
 特許業務法人樹之下知的財産事務所
 (72) 発明者 藪 隆之
 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社小松製作所研究本部内
 (72) 発明者 佐々木 陽一
 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社小松製作所研究本部内
 (72) 発明者 白石 裕
 神奈川県平塚市四之宮3-25-1 株式会社小松製作所研究本部内

最終頁に続く

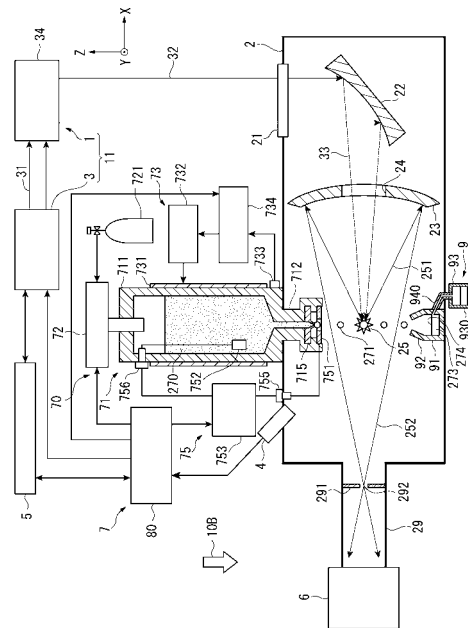
(54) 【発明の名称】 E U V光生成装置、ターゲット回収装置、および、ターゲット回収方法

(57) 【要約】

【課題】長期間使用できるターゲット回収装置を提供すること。

【解決手段】ターゲット回収装置9は、ターゲット物質271を内部に導くよう構成された開口部を有し、ターゲット物質271を回収する回収容器91と、回収容器91の温度を前記ターゲット物質の融点以上の温度に調節するよう構成された容器温度調節部と、を備えてもよい。

【選択図】図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

ターゲット供給装置からチャンバ内に出力されたターゲット物質をプラズマ化することで極端紫外光を生成する極端紫外光生成装置で用いられ、前記ターゲット物質を前記チャンバ内で回収するターゲット回収装置において、

前記ターゲット物質を内部に導くよう構成された開口部を有し、前記ターゲット物質を回収する回収容器と、

前記回収容器の温度を前記ターゲット物質の融点以上の温度に調節するよう構成された容器温度調節部と、を備えるターゲット回収装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のターゲット回収装置において、

前記回収容器内に前記ターゲット物質の液面を形成し、かつ、前記回収容器における前記ターゲット物質の収容量が一定量以下となるように、前記回収容器から前記ターゲット物質を排出するよう構成された収容量調節部を、さらに備えるターゲット回収装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のターゲット回収装置において、

前記回収容器は、略筒状の側面部と、前記側面部の軸方向の下端を塞ぐ底面部と、前記側面部を貫通する側面貫通孔と、を有し、軸方向の上端に前記開口部が設けられるように形成され、

前記収容量調節部は、

前記回収容器の前記側面部に接続され、前記側面貫通孔を介して前記回収容器内のターゲット物質を排出するよう構成された排出配管と、

前記排出配管の温度を前記ターゲット物質の融点以上の温度に調節するよう構成された配管温度調節部と、を備えるターゲット回収装置。

【請求項 4】

請求項 2 に記載のターゲット回収装置において、

前記回収容器は、略筒状の側面部と、前記側面部の軸方向の下端を塞ぐ底面部と、前記底面部を貫通する底面貫通孔と、を有し、軸方向の上端に前記開口部が設けられるように形成され、

前記収容量調節部は、

前記回収容器の前記底面部に接続され、前記底面貫通孔を介して前記回収容器内のターゲット物質を排出するよう構成された排出配管と、

前記排出配管の温度を前記ターゲット物質の融点以上の温度に調節するよう構成された配管温度調節部と、

前記排出配管内の前記ターゲット物質の流量を調節する流量調節部と、

前記ターゲット物質の収容量が前記一定量を超えたことを検出すると、上限信号を送信する上限検出部と、

前記収容量が予め設定された下限量となったことを検出すると、下限信号を送信する下限検出部と、

前記上限信号を受信すると前記流量調節部を制御して前記回収容器内の前記ターゲット物質を排出し、前記下限信号を受信すると前記ターゲット物質の排出を停止する排出制御部と、を備えるターゲット回収装置。

【請求項 5】

請求項 2 に記載のターゲット回収装置において、

前記ターゲット供給装置以外からターゲット物質を前記回収容器内に供給するよう構成された供給部、を備えるターゲット回収装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載のターゲット回収装置において、

前記供給部は、

前記収容量調節部で排出した前記ターゲット物質を貯留するよう構成された回収タンク

10

20

30

40

50

と、

前記回収タンクに貯留したターゲット物質を前記回収容器内に戻すよう構成された供給用配管と、

前記回収タンクの前記ターゲット物質を前記供給用配管内に流して前記回収容器に供給するよう構成された供給量調節部と、

前記回収タンクの温度と前記供給用配管の温度とを前記ターゲット物質の融点以上の温度に調節する供給物質温度調節部と、を備えるターゲット回収装置。

【請求項 7】

ターゲット供給装置からチャンバ内に出力されたターゲット物質をプラズマ化することで極端紫外光を生成する極端紫外光生成装置において、

10

極端紫外光の生成が行われるチャンバと、

前記チャンバ内にターゲット物質を出力するよう構成されたターゲット供給装置と、

前記チャンバ内で前記ターゲット供給装置が出力するターゲット物質を、前記チャンバ内で回収するよう構成された請求項 1 に記載のターゲット回収装置と、を備える極端紫外光生成装置。

【請求項 8】

ターゲット供給装置からチャンバ内に出力されたターゲット物質をプラズマ化することで極端紫外光を生成する極端紫外光生成装置で用いられ、前記ターゲット物質を前記チャンバ内で回収するターゲット回収方法において、

20

前記ターゲット物質を回収する回収容器内にターゲット物質の液面を形成することと、

前記ターゲット供給装置が出力する前記ターゲット物質を前記液面で受けることと、を含むターゲット回収方法。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のターゲット回収方法において、

前記回収容器における前記ターゲット物質の収容量が一定量以下となるように、前記回収容器から前記ターゲット物質を排出すること、をさらに含むターゲット回収方法。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のターゲット回収方法において、

前記回収容器から排出配管を用いてターゲット物質を排出し、

前記排出配管の温度を前記ターゲット物質の融点以上の温度に調節すること、を含むターゲット回収方法。

30

【請求項 11】

請求項 10 に記載のターゲット回収方法において、

前記排出管の排出口が前記回収容器の一定深さに設けられ、

前記回収容器から前記ターゲット物質を排出することは、前記ターゲット物質の液面が一定量を超えたときに、一定量を超えたターゲット物質を前記排出口から排出することであるターゲット回収方法。

【請求項 12】

請求項 10 に記載のターゲット回収方法において、

前記排出配管内の前記ターゲット物質の流量を調節することと、

40

前記ターゲット物質の収容量が前記一定量を超えたことを検出することと、

前記収容量が予め設定された下限量となったことを検出することと、

を含み、

前記一定量を超えたことの検出結果をもとに、前記ターゲット物質の流量を調節しながら排出し、

前記下限量となったことの検出結果をもとに、前記ターゲット物質の排出を停止するターゲット回収方法。

【請求項 13】

請求項 10 に記載のターゲット回収方法において、

前記ターゲット供給装置以外からターゲット物質を前記回収容器内に供給することによ

50

って前記液面を形成すること、を含むターゲット回収方法。

【請求項 14】

請求項 13 に記載のターゲット回収方法において、

前記回収容器から排出した前記ターゲット物質を回収タンクに貯留し、

前記回収タンクに貯留したターゲット物質を供給用配管を介して前記回収容器内に戻し

、
前記ターゲット供給装置以外の位置からターゲット物質を前記回収容器内に供給することは、

前記回収タンクの温度と前記供給用配管の温度とを前記ターゲット物質の融点以上の温度に調節することと、

前記回収タンクの前記ターゲット物質を前記供給用配管内に流して前記回収容器に供給することと、を含むターゲット回収方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、極端紫外（EUV）光生成装置、ターゲット回収装置、および、ターゲット回収方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、半導体プロセスの微細化に伴って、半導体プロセスの光リソグラフィにおける転写パターンの微細化が急速に進展している。次世代においては、70nm～45nmの微細加工、さらには32nm以下の微細加工が要求されるようになる。このため、例えば32nm以下の微細加工の要求に応えるべく、波長13nm程度のEUV光を生成するための装置と縮小投影反射光学系とを組み合わせた露光装置の開発が期待されている。

【0003】

EUV光生成装置としては、ターゲット物質にレーザー光を照射することによって生成されるプラズマを用いたLPP（Laser Produced Plasma）方式の装置と、放電によって生成されるプラズマを用いたDPP（Discharge Produced Plasma）方式の装置と、軌道放射光を用いたSR（Synchrotron Radiation）方式の装置との3種類の装置が知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】米国特許第7405416号明細書

【概要】

【0005】

本開示の一態様によるターゲット回収装置は、ターゲット供給装置からチャンバ内に出力されたターゲット物質をプラズマ化することで極端紫外光を生成する極端紫外光生成装置で用いられ、ターゲット物質をチャンバ内で回収するターゲット回収装置であって、ターゲット物質を内部に導くよう構成された開口部を有し、ターゲット物質を回収する回収容器と、回収容器の温度をターゲット物質の融点以上の温度に調節するよう構成された容器温度調節部と、を備えてもよい。

【0006】

本開示の他の態様によるEUV光生成装置は、ターゲット供給装置からチャンバ内に出力されたターゲット物質をプラズマ化することで極端紫外光を生成する極端紫外光生成装置において、極端紫外光の生成が行われるチャンバと、チャンバ内にターゲット物質を出力するよう構成されたターゲット供給装置と、チャンバ内でターゲット供給装置が出力するターゲット物質を、チャンバ内で回収するよう構成された上述のターゲット回収装置と、を備えてもよい。

【0007】

10

20

30

40

50

本開示のさらに他の態様によるターゲット回収方法は、ターゲット供給装置からチャンバ内に出力されたターゲット物質をプラズマ化することで極端紫外光を生成する極端紫外光生成装置で用いられ、前記ターゲット物質を前記チャンバ内で回収するターゲット回収方法において、ターゲット物質を回収する回収容器内にターゲット物質の液面を形成することと、ターゲット供給装置が出力するターゲット物質を前記液面で受けることと、を含んでもよい。

【図面の簡単な説明】

【0008】

本開示のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の図面を参照して以下に説明する。

10

【図1】図1は、例示的なLPP方式のEUV光生成装置の構成を概略的に示す。

【図2】図2は、第1実施形態に係るターゲット回収装置が適用されるEUV光生成装置の構成を概略的に示す。

【図3】図3は、ターゲット生成部の構成を概略的に示す。

【図4】図4は、ターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

【図5】図5は、回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作を示すフローチャートである。

【図6】図6は、第2実施形態に係るターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

【図7】図7は、第3実施形態に係るターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

【図8】図8は、第4実施形態に係るEUV光生成装置の構成を概略的に示し、オンデマンド方式でドロプレットが生成される状態を示す。

20

【図9】図9は、第4実施形態に係るEUV光生成装置の構成を概略的に示し、コンティニュアスジェット方式でジェットが生成される状態を示す。

【図10】図10は、第5実施形態に係るEUV光生成装置の構成を概略的に示す。

【図11】図11は、第6実施形態に係るターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

【図12】図12は、回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在しない場合であり、かつ、回収タンク内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作を示すフローチャートである。

【図13】図13は、第7実施形態に係るターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

【図14】図14は、回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在しない場合であり、かつ、供給タンク内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作を示すフローチャートである。

30

【実施形態】

【0009】

内容

1. 概要
2. EUV光生成装置の全体説明
 - 2.1 構成
 - 2.2 動作
3. EUV光生成装置の実施形態
 - 3.1 用語の説明
 - 3.2 第1実施形態
 - 3.2.1 概略
 - 3.2.2 構成
 - 3.2.3 動作
 - 3.2.3.1 回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作
 - 3.3 第2実施形態
 - 3.3.1 概略
 - 3.3.2 構成
 - 3.3.3 動作

40

50

3.3.3.1	回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作	
3.4	第3実施形態	
3.4.1	概略	
3.4.2	構成	
3.4.3	動作	
3.4.3.1	回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作	
3.5	第4実施形態	
3.5.1	概略	
3.5.2	構成	
3.5.3	動作	10
3.5.3.1	EUV光生成時	
3.6	第5実施形態	
3.6.1	概略	
3.6.2	構成	
3.7	第6実施形態	
3.7.1	概略	
3.7.2	構成	
3.7.3	動作	
3.7.3.1	回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在しない場合であり、かつ、回収タンク内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作	20
3.8	第7実施形態	
3.8.1	概略	
3.8.2	構成	
3.8.3	動作	
3.8.3.1	回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在しない場合であり、かつ、供給タンク内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作	
	【0010】	
	以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。以下に説明される実施形態は、本開示のいくつかの例を示すものであって、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成および動作の全てが本開示の構成および動作として必須であるとは限らない。なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。	30
	【0011】	
	1. 概要	
	本開示の実施形態においては、ターゲット供給装置からチャンバ内に出力されたターゲット物質を、当該チャンバ内で回収するターゲット回収装置が設けられる。このターゲット回収装置は、ターゲット物質を内部に導くよう構成された開口部を有し、ターゲット物質を回収する回収容器と、回収容器の温度をターゲット物質の融点以上の温度に調節するよう構成された容器温度調節部と、回収容器内にターゲット物質の液面を形成し、かつ、回収容器におけるターゲット物質の収容量が一定量以下となるように、回収容器からターゲット物質を排出するよう構成された収容量調節部と、を備えてもよい。	40
	【0012】	
	ここで、ターゲット物質が収容されていない回収容器が、ターゲット供給装置から出力されるターゲット物質を受けると、当該ターゲット物質を受けた部分において、樹枝状の金属が生成し得る。また、固体のターゲット物質が収容されている回収容器が、ターゲット供給装置から出力されるターゲット物質を受けた場合にも、樹枝状の金属が生成し得る。この樹枝状の金属が回収容器からはみ出ることによって、EUV光の生成の妨げとなり得る。	
	【0013】	
	上述のターゲット回収装置によれば、回収容器の温度をターゲット物質の融点以上の温	50

度に調節して、当該回収容器内のターゲット物質を溶融して液面を形成し得る。そして、ターゲット供給装置が出力するターゲット物質を液面が受け得る。

このことにより、ターゲット供給装置が出力するターゲット物質は、液面で樹枝状の金属とならず、液面に溶け込み得る。

また、ターゲット回収装置によれば、回収容器におけるターゲット物質の収容量が一定量以下となるように、回収容器から前記ターゲット物質を排出し得るため、EUV光生成装置を長期間使用した場合であっても、ターゲット物質が回収容器から溢れることが抑制され得る。

【0014】

2. EUV光生成装置の全体説明

10

2.1 構成

図1は、例示的なLPP方式のEUV光生成装置1の構成を概略的に示す。EUV光生成装置1は、少なくとも1つのレーザ装置3と共に用いられてもよい。EUV光生成装置1およびレーザ装置3を含むシステムを、以下、EUV光生成システム11と称する。図1を参照に、以下に詳細に説明されるように、EUV光生成装置1は、チャンバ2を含んでもよい。チャンバ2は、密閉可能であってもよい。EUV光生成装置1は、ターゲット供給装置7をさらに含んでもよい。ターゲット供給装置7は、例えばチャンバ2に取り付けられていてもよい。ターゲット供給装置7から供給されるターゲットの材料は、スズ、テルビウム、ガドリニウム、リチウム、キセノン、またはそれらのうちのいずれか2つ以上の組合せ等を含んでもよいが、これらに限定されない。

20

【0015】

チャンバ2の壁には、少なくとも1つの貫通孔が設けられていてもよい。その貫通孔をレーザ装置3から出力されたパルスレーザ光32が通過してもよい。あるいは、チャンバ2には、レーザ装置3から出力されたパルスレーザ光32が透過する少なくとも1つのウィンドウ21が設けられてもよい。チャンバ2の内部には例えば、回転楕円面形状の反射面を有するEUV集光ミラー23が配置されてもよい。EUV集光ミラー23は、第1および第2の焦点を有し得る。EUV集光ミラー23の表面には例えば、モリブデンとシリコンとが交互に積層された多層反射膜が形成されてもよい。EUV集光ミラー23は、例えば、その第1の焦点がプラズマ生成位置またはその近傍(プラズマ生成領域25)に位置し、その第2の焦点が露光装置の仕様によって規定される所望の集光位置に位置するように配置されるのが好ましい。所望の集光位置は、中間焦点292と呼称する場合がある。EUV集光ミラー23の中央部には、パルスレーザ光33が通過するための貫通孔24が設けられてもよい。

30

【0016】

EUV光生成装置1は、ターゲットセンサ4と、EUV光生成制御システム5とを含んでもよい。ターゲットセンサ4には、EUV光生成制御システム5が電氣的に接続されてもよい。ターゲットセンサ4は、ターゲットの存在、軌道、位置等を検出してもよい。ターゲットセンサ4は、撮像機能を有してもよい。EUV光生成制御システム5には、レーザ装置3と、ターゲット供給装置7とが電氣的に接続されてもよい。

40

【0017】

さらに、EUV光生成装置1は、チャンバ2内部と露光装置6内部とを連通させるための接続部29を含んでもよい。接続部29内部には、アパーチャが形成された壁291が設けられてもよい。壁291は、そのアパーチャがEUV集光ミラー23の第2の焦点位置に位置するように配置されてもよい。

【0018】

さらに、EUV光生成装置1は、レーザ光進行方向制御部34、レーザ光集光光学系22、ドロップレット27を回収するためのターゲット回収装置9(図2参照)等を含んでもよい。レーザ光進行方向制御部34には、EUV光生成制御システム5が電氣的に接続されてもよい。レーザ光進行方向制御部34は、レーザ光の進行方向を規定するための光学素子と、この光学素子の位置や姿勢等を調整するためのアクチュエータとを備えてもよ

50

い。

【 0 0 1 9 】

2 . 2 動作

図 1 を参照に、レーザ装置 3 から出力されたパルスレーザ光 3 1 は、レーザ光進行方向制御部 3 4 を経て、パルスレーザ光 3 2 としてウィンドウ 2 1 を透過して、チャンバ 2 に入射してもよい。パルスレーザ光 3 2 は、少なくとも 1 つのレーザ光経路に沿ってチャンバ 2 内に進み、レーザ光集光光学系 2 2 で反射されて、パルスレーザ光 3 3 として少なくとも 1 つのドロップレット 2 7 に照射されてもよい。

【 0 0 2 0 】

ターゲット供給装置 7 からは、ターゲット物質のドロップレット 2 7 がチャンバ 2 内部のプラズマ生成領域 2 5 に向けて出力されてもよい。ドロップレット 2 7 には、パルスレーザ光 3 3 に含まれる少なくとも 1 つのパルスレーザ光が照射され得る。パルスレーザ光 3 3 が照射されたドロップレット 2 7 はプラズマ化し、そのプラズマから E U V 光 2 5 1 が放射され得る。E U V 光 2 5 1 は、E U V 集光ミラー 2 3 によって集光されるとともに反射されてもよい。E U V 集光ミラー 2 3 で反射された E U V 光 2 5 2 は、中間焦点 2 9 2 を通って露光装置 6 に出力されてもよい。なお、1 つのドロップレット 2 7 に、パルスレーザ光 3 3 に含まれる複数のパルスレーザ光が照射されてもよい。

【 0 0 2 1 】

E U V 光生成制御システム 5 は、E U V 光生成システム 1 1 全体の制御を統括してもよい。E U V 光生成制御システム 5 は、ターゲットセンサ 4 によって撮像されたドロップレット 2 7 のイメージデータ等処理してもよい。E U V 光生成制御システム 5 は、例えば、ドロップレット 2 7 を出力するタイミングやドロップレット 2 7 の出力速度等を制御してもよい。また、E U V 光生成制御システム 5 は、例えば、レーザ装置 3 のレーザ発振タイミングやパルスレーザ光 3 2 の進行方向やパルスレーザ光 3 3 の集光位置等を制御してもよい。上述の様々な制御は単なる例示に過ぎず、必要に応じて他の制御を追加してもよい。

【 0 0 2 2 】

3 . E U V 光生成装置の実施形態

3 . 1 用語の説明

以下、図 2、図 3、図 4、図 7、図 8、図 9、図 1 0、図 1 1、図 1 3 における紙面上方向を + Z 方向と表現し、下方向を - Z 方向と表現し、上方向と下方向とを Z 軸方向と表現する場合がある。同様に、図 2、図 3、図 4、図 7、図 8、図 9、図 1 0、図 1 1、図 1 3 における紙面右方向を + X 方向と表現し、左方向を - X 方向と表現し、右方向と左方向とを X 軸方向と表現する場合がある。なお、これらの表現は、重力方向 1 0 B との関係を表すものではない。

【 0 0 2 3 】

3 . 2 第 1 実施形態

3 . 2 . 1 概略

本開示の第 1 実施形態によれば、静電引出方式でドロップレットが生成されるよう構成された E U V 光生成装置に、チャンバ内でターゲット供給装置が出力するターゲット物質を当該チャンバ内で回収するターゲット回収装置を設けてもよい。ターゲット回収装置の回収容器は、略筒状の側面部と、側面部の軸方向の下端を塞ぐ底面部と、側面部を貫通する側面貫通孔と、を有し、軸方向の上端に開口部が設けられるように形成されてもよい。収容量調節部は、側面貫通孔を介して回収容器内のターゲット物質を排出するよう構成された排出配管と、排出配管の温度をターゲット物質の融点以上の温度に調節するよう構成された配管温度調節部と、を備えてもよい。

【 0 0 2 4 】

このような構成を用いて、排出配管の温度をターゲット物質の融点以上の温度に調節してよい。ターゲット供給装置から出力されたターゲット物質が蓄積し、ターゲット物質の液面が側面貫通孔の下端を超えたときに、下端を超えたターゲット物質を回収容器から排

10

20

30

40

50

出してもよい。

【 0 0 2 5 】

以上のような構成により、ターゲット物質の液面が側面貫通孔の下端を超えたときに、特に物理的な制御を行うことなく、ターゲット物質を排出し得るため、ターゲット回収装置の構成が複雑になることを抑制し得る。

また、ターゲット供給装置が出力するターゲット物質は、液面に溶け込み得るため、樹枝状の金属の生成を抑制できてもよい。さらには、EUV光生成装置を長期間使用した場合であっても、ターゲット物質が回収容器から溢れることが抑制され得る。

【 0 0 2 6 】

3 . 2 . 2 構成

図 2 は、第 1 実施形態に係るターゲット回収装置が適用される EUV 光生成装置の構成を概略的に示す。図 3 は、ターゲット生成部の構成を概略的に示す。図 4 は、ターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

【 0 0 2 7 】

EUV 光生成装置 1 は、図 2 に示すように、チャンバ 2 と、ターゲット供給装置 7 と、ターゲット回収装置 9 とを備えてもよい。ターゲット供給装置 7 は、ターゲット生成部 70 と、ターゲット制御装置 80 とを備えてもよい。ターゲット制御装置 80 には、レーザー装置 3 と、EUV 光生成制御システム 5 とが電氣的に接続されてもよい。

【 0 0 2 8 】

ターゲット生成部 70 は、ターゲット生成器 71 と、圧力調整器 72 と、第 1 温度調節部 73 と、静電引出部 75 とを備えてもよい。

ターゲット生成器 71 は、内部にターゲット物質 270 を収容するためのタンク 711 を備えてもよい。タンク 711 は、筒状であってもよい。タンク 711 には、当該タンク 711 内のターゲット物質 270 を、ターゲット物質 271 としてチャンバ 2 内に出力するためのノズル 712 が設けられていてもよい。ターゲット生成器 71 は、タンク 711 がチャンバ 2 外部に位置し、ノズル 712 がチャンバ 2 内部に位置するように設けられてもよい。圧力調整器 72 は、タンク 711 に連結されてもよい。

【 0 0 2 9 】

チャンバ 2 の設置形態によっては、予め設定されるターゲット物質 271 の出力方向は、必ずしも重力方向 10B (図 4 参照) と一致するとは限らない。重力方向 10B に対して、斜め方向や水平方向に、ターゲット物質 271 が出力されるよう構成されてもよい。なお、第 1 実施形態では、ターゲット物質 271 の出力方向が重力方向 10B と一致するようにチャンバ 2 が設置されてもよい。

【 0 0 3 0 】

ノズル 712 は、図 2 および図 3 に示すように、ノズル本体 713 と、先端保持部 714 と、出力部 715 とを備えてもよい。ノズル本体 713 は、タンク 711 の下面からチャンバ 2 内に突出するように設けられてもよい。先端保持部 714 は、ノズル本体 713 の先端に設けられてもよい。先端保持部 714 は、ノズル本体 713 よりも直径が大きい円筒状に形成されてもよい。先端保持部 714 は、ノズル本体 713 とは別体として構成され、ノズル本体 713 に固定されてもよい。

【 0 0 3 1 】

出力部 715 は、略円板状に形成されてもよい。出力部 715 は、ノズル本体 713 の先端面に密着するように、先端保持部 714 によって保持されてもよい。出力部 715 の中央部分には、チャンバ 2 内に突出する円錐台状の突出部 716 が設けられてもよい。突出部 716 は、そこに電界が集中し易いようにするために設けられてもよい。突出部 716 には、突出部 716 における円錐台上面部を構成する先端部の略中央部に開口するノズル孔 718 が設けられてもよい。出力部 715 は、出力部 715 に対するターゲット物質 270 の濡れ性が低い材料で構成されるのが好ましい。あるいは、出力部 715 の少なくとも表面が、当該濡れ性が低い材料でコーティングされてもよい。

【 0 0 3 2 】

10

20

30

40

50

タンク 7 1 1 と、ノズル 7 1 2 と、出力部 7 1 5 とは、電気絶縁材料で構成されてもよい。これらが、電気絶縁材料ではない材料、例えばモリブデンなどの金属材料で構成される場合には、チャンバ 2 とターゲット生成器 7 1 との間や、出力部 7 1 5 と後述する引出電極 7 5 1 との間に電気絶縁材料が配置されてもよい。この場合、タンク 7 1 1 と後述するパルス電圧生成器 7 5 3 とが電氣的に接続されてもよい。

【 0 0 3 3 】

圧力調整器 7 2 には、不活性ガスポンベ 7 2 1 が接続されてもよい。圧力調整器 7 2 には、ターゲット制御装置 8 0 が電氣的に接続されてもよい。圧力調整器 7 2 は、不活性ガスポンベ 7 2 1 から供給される不活性ガスの圧力を制御して、タンク 7 1 1 内の圧力を調節するよう構成されてもよい。

10

【 0 0 3 4 】

第 1 温度調節部 7 3 は、タンク 7 1 1 内のターゲット物質 2 7 0 の温度を調節するよう構成されてもよい。第 1 温度調節部 7 3 は、第 1 ヒータ 7 3 1 と、第 1 ヒータ電源 7 3 2 と、第 1 温度センサ 7 3 3 と、第 1 温度コントローラ 7 3 4 とを備えてもよい。第 1 ヒータ 7 3 1 は、タンク 7 1 1 の外周面に設けられてもよい。第 1 ヒータ電源 7 3 2 には、第 1 ヒータ 7 3 1 と、第 1 温度コントローラ 7 3 4 とが電氣的に接続されてもよい。第 1 ヒータ電源 7 3 2 は、第 1 温度コントローラ 7 3 4 からの信号に基づいて、第 1 ヒータ 7 3 1 に電力を供給して第 1 ヒータ 7 3 1 を発熱させてもよい。それにより、タンク 7 1 1 内のターゲット物質 2 7 0 が加熱され得る。

20

【 0 0 3 5 】

第 1 温度センサ 7 3 3 は、タンク 7 1 1 の外周面におけるノズル 7 1 2 側に設けられてもよいし、タンク 7 1 1 内に設けられてもよい。第 1 温度センサ 7 3 3 には、第 1 温度コントローラ 7 3 4 が電氣的に接続されてもよい。第 1 温度センサ 7 3 3 は、タンク 7 1 1 内のターゲット物質 2 7 0 の温度を検出して、当該検出した温度に対応する信号を第 1 温度コントローラ 7 3 4 に送信するよう構成されてもよい。第 1 温度コントローラ 7 3 4 には、ターゲット制御装置 8 0 が電氣的に接続されてもよい。第 1 温度コントローラ 7 3 4 は、第 1 温度センサ 7 3 3 からの信号に基づいて、ターゲット物質 2 7 0 の温度を所定温度に調節するための信号を第 1 ヒータ電源 7 3 2 に出力するよう構成されてもよい。

【 0 0 3 6 】

静電引出部 7 5 は、引出電極 7 5 1 と、電極 7 5 2 と、パルス電圧生成器 7 5 3 とを備えてもよい。引出電極 7 5 1 は、略円板状に構成されてもよい。引出電極 7 5 1 の中央には、ドロップレットが通過するための円形状の貫通孔 7 5 4 が形成されてもよい。引出電極 7 5 1 は、出力部 7 1 5 との間に隙間が形成されるように、先端保持部 7 1 4 によって保持されてもよい。引出電極 7 5 1 は、貫通孔 7 5 4 の中心軸と、円錐台状の突出部 7 1 6 の回転対称軸とが一致するように保持されるのが好ましい。引出電極 7 5 1 には、第 4 導入端子 7 5 5 を介してパルス電圧生成器 7 5 3 が電氣的に接続されてもよい。

30

【 0 0 3 7 】

電極 7 5 2 は、タンク 7 1 1 内のターゲット物質 2 7 0 中に配置されてもよい。電極 7 5 2 には、フィードスルー 7 5 6 を介してパルス電圧生成器 7 5 3 が電氣的に接続されてもよい。パルス電圧生成器 7 5 3 には、ターゲット制御装置 8 0 が電氣的に接続されてもよい。パルス電圧生成器 7 5 3 は、タンク 7 1 1 内のターゲット物質 2 7 0 と引出電極 7 5 1 との間に電圧を印加するよう構成されてもよい。

40

【 0 0 3 8 】

ターゲット回収装置 9 は、図 2 および図 4 に示すように、回収容器 9 1 と、カバー部 9 2 と、収容量調節部 9 3 と、第 2 温度調節部 9 5 とを備えてもよい。

回収容器 9 1 は、円筒状の側面部 9 1 1 と、当該側面部 9 1 1 の中心軸方向の一端（下端）を塞ぐ底面部 9 1 2 とを有し、側面部 9 1 1 の中心軸方向の他端（上端）に上開口部 9 1 3 が設けられるように形成されてもよい。設定出力方向 1 0 A は、ターゲット物質 2 7 1 の出力方向であってよい。回収容器 9 1 は、側面部 9 1 1 の中心軸が設定出力方向 1 0 A および重力方向 1 0 B と平行となり、かつ、側面部 9 1 1 の中心軸がターゲット物質

50

271のターゲット物質軌道280と一致するように、チャンバ2の内部に設けられるのが好ましい。回収容器91は、内部空間914にターゲット物質271を液体のターゲット物質273として貯留できるように構成されてもよい。

側面部911は、図4における斜め下方に延びる側面貫通孔915を備えてもよい。側面貫通孔915は、側面部911の一部を貫通し、内部空間914が側面部911の外部と連通するように形成されてもよい。側面貫通孔915は、内部空間914側の側面開口部916の上端(+Z方向側端部)から底面部912の上面までの寸法が、寸法Dとなるような位置に設けられてもよい。これにより、回収容器91内に回収されたターゲット物質273の深さ寸法(底面部912の上面からターゲット物質273の液面274までの寸法)が、寸法D以下となり得る。

10

【0039】

カバー部92は、テーパ円筒状に形成されてもよい。カバー部92は、上開口部913の周縁から上方(+Z方向)に向けて直径が徐々に小さくなるように、側面部911に設けられてもよい。カバー部92は、当該カバー部92の中心軸が側面部911の中心軸と同一線上に位置するように設けられてもよい。カバー部92の上端の開口部921は、ターゲット物質271が球形のドロプレットの場合その直径に対して十分大きく形成されてもよい。

【0040】

収容量調節部93は、回収容器91内に液面274を形成し、かつ、回収容器91におけるターゲット物質273の収容量が一定量以下となるように、回収容器91からターゲット物質273を排出するように構成されてもよい。この収容量調節部93は、回収タンク930と、排出配管としての接続配管940とを備えてもよい。

20

【0041】

回収タンク930は、内部空間931を有する箱状に形成されてもよい。回収タンク930は、チャンバ2の外部に設けられていてもよい。

接続配管940は、内部空間943を有する管状に形成されて、回収容器91の内部空間914が側面貫通孔915を介して回収タンク930の内部空間931と連通するように構成されてもよい。接続配管940は、回収容器91の側面貫通孔915の外側の開口部から図4における斜め下方に延びる上側配管941と、この上側配管941の下端から-Z方向に延びて回収タンク930の上面部932に連結する下側配管942とを備えてもよい。

30

【0042】

第2温度調節部95は、回収容器91の側面部911および底面部912の温度と、回収タンク930の温度と、上側配管941および下側配管942との温度を調節するように構成されてもよい。第2温度調節部95は、容器温度調節部としての容器ヒータ951と、タンクヒータ952と、配管温度調節部としての配管ヒータ953と、第2ヒータ電源954と、第2温度センサ955と、第2温度コントローラ956とを備えてもよい。

容器ヒータ951は、側面部911および底面部912を覆うように設けられてもよい。タンクヒータ952は、回収タンク930の外周面全体を覆うように設けられてもよい。配管ヒータ953は、上側配管941および下側配管942の外周面全体を覆うように設けられてもよい。なお、図4において二点鎖線で示すように、カバー部92の外周面全体を覆うカバー部ヒータ957をさらに設けてもよい。

40

第2ヒータ電源954には、容器ヒータ951と、タンクヒータ952と、配管ヒータ953と、第2温度コントローラ956とが電氣的に接続されてもよい。第2ヒータ電源954は、第2温度コントローラ956からの信号に基づいて、容器ヒータ951と、タンクヒータ952と、配管ヒータ953とに電力を供給して、容器ヒータ951と、タンクヒータ952と、配管ヒータ953とを発熱させてもよい。これにより、回収容器91内のターゲット物質273、回収タンク930内のターゲット物質275、および、接続配管940の内部空間943の壁面が、ほぼ同じ温度に加熱され得る。

なお、カバー部ヒータ957が設けられる場合には、第2ヒータ電源954は、カバー

50

部ヒータ 9 5 7 に電力を供給して、カバー部ヒータ 9 5 7 を発熱させるとよい。

【 0 0 4 3 】

第 2 温度センサ 9 5 5 は、回収容器 9 1 内の底面部 9 1 2 に設けられてもよい。第 2 温度センサ 9 5 5 には、第 2 温度コントローラ 9 5 6 が電氣的に接続されてもよい。第 2 温度センサ 9 5 5 は、回収容器 9 1 内の温度を検出して、当該検出した温度に対応する信号を第 2 温度コントローラ 9 5 6 に送信するよう構成されてもよい。

第 2 温度コントローラ 9 5 6 には、ターゲット制御装置 8 0 が電氣的に接続されてもよい。第 2 温度コントローラ 9 5 6 は、第 2 温度センサ 9 5 5 からの信号に基づいて、回収容器 9 1 内の温度を判断し、回収容器 9 1 内の温度を所定温度に調節するための信号を第 2 ヒータ電源 9 5 4 に出力するよう構成されてもよい。

10

【 0 0 4 4 】

3 . 2 . 3 動作

3 . 2 . 3 . 1 回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作

図 5 は、回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作を示すフローチャートである。

【 0 0 4 5 】

チャンバ 2 の圧力が E U V 光を生成可能な圧力に調整された状態において、ターゲット制御装置 8 0 は、図 5 に示すように、E U V 光生成制御システム 5 からドロップレット生成準備信号を受信したか否かを判断し (ステップ S 1)、受信していないと判断した場合には、ステップ S 1 の処理を再度行ってもよい。

20

【 0 0 4 6 】

一方で、ステップ S 1 において、ターゲット制御装置 8 0 は、ドロップレット生成準備信号を受信したと判断すると、第 1 温度コントローラ 7 3 4 に信号を送信してもよい (ステップ S 2)。この信号に基づいて、ターゲット生成器 7 1 内のターゲット物質 2 7 0 の温度が、当該ターゲット物質 2 7 0 の融点以上の温度になるように、第 1 ヒータ電源 7 3 2 が制御されるよう構成されてもよい。

ターゲット物質 2 7 0 の融点以上の温度は、ターゲット物質 2 7 0 がスズの場合には 2 3 2 以上、ガドリニウムの場合には 1 3 1 2 以上、テルビウムの場合には 1 3 5 6 以上であってもよい。

第 1 温度コントローラ 7 3 4 は、第 1 温度センサ 7 3 3 からの信号に基づいて、ターゲット生成器 7 1 内のターゲット物質 2 7 0 の温度を判断し、ターゲット物質 2 7 0 の温度が融点以上となるように、第 1 ヒータ電源 7 3 2 に供給される電力を制御するよう構成されてもよい。また、第 1 温度コントローラ 7 3 4 は、第 1 温度センサ 7 3 3 の温度がターゲット物質 2 7 0 の融点以上で安定したと判断した場合、ターゲット制御装置 8 0 に信号を送信してもよい。

30

【 0 0 4 7 】

この後、ターゲット制御装置 8 0 は、ターゲット回収装置 9 の第 2 温度コントローラ 9 5 6 に信号を送信してもよい (ステップ S 3)。この信号に基づいて、回収容器 9 1 内の温度と、回収タンク 9 3 0 内の温度と、接続配管 9 4 0 の内部空間 9 4 3 の壁面温度が、ターゲット物質 2 7 3 の融点以上の所定の温度となるように、第 2 ヒータ電源 9 5 4 が制御されるよう構成されてもよい。

40

第 2 温度コントローラ 9 5 6 は、第 2 温度センサ 9 5 5 からの信号に基づいて、回収容器 9 1 内の温度を判断し、当該回収容器 9 1 内の温度がターゲット物質 2 7 3 の融点以上となるように、容器ヒータ 9 5 1 に供給される電力と、タンクヒータ 9 5 2 に供給される電力と、配管ヒータ 9 5 3 に供給される電力とを制御するよう構成されてもよい。また、第 2 温度コントローラ 9 5 6 は、第 2 温度センサ 9 5 5 の温度がターゲット物質 2 7 3 の融点以上の所定の温度で安定したと判断した場合、ターゲット制御装置 8 0 に信号を送信してもよい。

このように回収容器 9 1 が加熱されることによって、回収容器 9 1 内のターゲット物質 2 7 3 の温度が、当該ターゲット物質 2 7 3 の融点以上の温度に上昇し、ターゲット物質

50

273が固体から液体に変化し得る。また、このように回収タンク930が加熱されることによって、回収タンク930内のターゲット物質275が固体から液体に変化し得る。

これにより、回収容器91内に液面274を形成し、回収タンク930内に液面276を形成し得る。また、接続配管940が加熱されることによって、接続配管940の内部空間943の壁面温度がターゲット物質273の融点以上の温度に上昇し、回収容器91から排出される液体のターゲット物質273が、接続配管940を通過中に固体に変化することを抑制し得る。

なお、ステップS2とステップS3は同時に実行されてもよいし、ステップS3を実行後にステップS2が実行されてもよい。

【0048】

ターゲット制御装置80は、第2温度コントローラ956からの信号に基づいて、第2温度センサ955による検出温度がターゲット物質273の融点以上の所定の温度に安定したか否かを判断し(ステップS4)、安定していないと判断した場合には、ステップS4の処理を再度行ってもよい。所定の温度に安定したか否かの基準は、検出温度の変動が、例えば一定時間、所定の温度から一定温度範囲内であるか否かであってもよい。これは、以下の説明における所定の温度に安定したか否かの判断基準についても同様であってもよい。

一方で、ステップS4において、ターゲット制御装置80は、安定したと判断すると、第1温度コントローラ734からの信号に基づいて、第1温度センサ733の温度がターゲット物質270の融点以上の所定の温度に安定したか否かを判断してもよい(ステップS5)。

【0049】

そして、ターゲット制御装置80は、ステップS5において、安定していないと判断した場合には、ステップS5の処理を再度行ってもよい。また、ターゲット制御装置80は、ステップS5において、安定したと判断した場合には、EUV光生成制御システム5にドロップレット生成準備OK信号を送信してもよい(ステップS6)。

【0050】

EUV光生成制御システム5は、ドロップレット生成準備OK信号を受信したときに、ターゲット制御装置80にドロップレット生成信号を送信してもよい。ターゲット制御装置80は、EUV光生成制御システム5からのドロップレット生成信号を受信したときに、タンク711内の圧力を調節するための信号を圧力調整器72に送信するよう構成されてもよい。圧力調整器72は、この信号を受信したときに、タンク711内の圧力をターゲット物質271が出力され得る圧力に調節してもよい。

また、ターゲット制御装置80は、タンク711内のターゲット物質270と引出電極751との間に電圧を印加するための信号を、パルス電圧生成器753に送信してもよい。

【0051】

ターゲット生成器71は、ノズル712を介して、ターゲット物質271を出力してもよい。パルス電圧生成器753は、タンク711内のターゲット物質270と引出電極751との間に電圧を印加して、ノズル712が出力するターゲット物質271を静電気力によってドロップレットの形状で引き出してもよい。

出力されたターゲット物質271の位置、速度、大きさ、進行方向、所定位置における通過タイミングおよび通過周期、それらの安定性等を示す情報は、ターゲットセンサ4によって検出されてもよい。この検出された情報は、それぞれ信号として、ターゲット制御装置80を経由してEUV光生成制御システム5で受信されてもよい。例えば、EUV光生成制御システム5は、ターゲット物質271の所定位置における通過タイミングを示す信号を受信すると、ターゲット物質271がプラズマ生成領域25に到達したときにターゲット物質271にパルスレーザー光33が照射されるように、レーザー装置3にパルスレーザー光31の発振トリガを入力してもよい。

【0052】

10

20

30

40

50

レーザ装置 3 から出力されたパルスレーザ光 3 1 は、ターゲット物質 2 7 1 に照射され、ターゲット物質 2 7 1 はプラズマ化してもよい。そのプラズマから放射された E U V 光 2 5 1 は、E U V 集光ミラー 2 3 によって反射され、E U V 光 2 5 2 として露光装置 6 に出力されてもよい。

【 0 0 5 3 】

ここで、E U V 光生成システム 1 1 を試運転するときに、レーザ装置 3 からパルスレーザ光 3 1 を出力せずに、ターゲット生成部 7 0 からターゲット物質 2 7 1 のみを出力するように構成してもよい。このターゲット物質 2 7 1 は、図 4 に示すように、回収容器 9 1 内のターゲット物質 2 7 3 の液面 2 7 4 に到達するように出力されてもよい。

ターゲット物質 2 7 1 が固体の表面ではなく、液体のターゲット物質 2 7 3 の液面 2 7 4 に到達するため、当該ターゲット物質 2 7 1 は、ターゲット物質 2 7 3 に溶け込み得る。

10

【 0 0 5 4 】

ターゲット物質 2 7 1 が回収容器 9 1 内に到達し続けると、ターゲット物質 2 7 3 の液面 2 7 4 が次第に上昇し得る。図 4 に一点鎖線で示すように、液面 2 7 4 が側面開口部 9 1 6 の下端よりも上昇すると、当該側面開口部 9 1 6 の下端を超えたターゲット物質 2 7 3 が側面開口部 9 1 6 を介して接続配管 9 4 0 の内部空間 9 4 3 に流入し得る。内部空間 9 4 3 の壁面温度がターゲット物質 2 7 3 の融点以上のため、当該内部空間 9 4 3 に流入する液体のターゲット物質 2 7 3 は、固体に変化することなく液体の状態を維持したままで、回収タンク 9 3 0 内に流入し得る。回収タンク 9 3 0 内には液体のターゲット物質 2 7 5 が收容されているため、ターゲット物質 2 7 3 は、ターゲット物質 2 7 5 の液面 2 7 6 に到達し、ターゲット物質 2 7 5 に溶け込み得る。

20

このように、液面 2 7 4 が側面開口部 9 1 6 の下端よりも上昇すると、当該側面開口部 9 1 6 の下端を超えたターゲット物質 2 7 3 が接続配管 9 4 0 を介して回収タンク 9 3 0 内に流入し得るため、回収容器 9 1 内に貯留されたターゲット物質 2 7 3 の深さ寸法が寸法 D 以下となり得る。すなわち、収容量調節部 9 3 は、回収容器 9 1 内に液面 2 7 4 を形成し、かつ、回収容器 9 1 におけるターゲット物質 2 7 3 の収容量が一定量以下となるように、回収容器 9 1 内のターゲット物質 2 7 3 を排出し得る。

【 0 0 5 5 】

なお、E U V 光を生成しているときにパルスレーザ光 3 3 が照射されなかったターゲット物質 2 7 1 が、回収容器 9 1 内の液面 2 7 4 に到達し得る。このような場合であっても、ターゲット回収装置 9 は上述の試運転のときと同様の動作であってよい。

30

【 0 0 5 6 】

上述のように、ターゲット回収装置 9 は、液面 2 7 4 によってターゲット物質 2 7 1 を受け得るので樹枝状の金属を生成しなくてよい。

【 0 0 5 7 】

また、ターゲット回収装置 9 が回収容器 9 1 からターゲット物質 2 7 3 を排出し得るため、E U V 光生成装置 1 を長期間使用した場合であっても、ターゲット物質 2 7 3 が回収容器 9 1 から溢れることを抑制し得る。さらに、この過程で特に物理的な制御を行うことなく、ターゲット物質 2 7 3 を排出し得るため、ターゲット回収装置 9 の構成が複雑になることを抑制し得る。

40

【 0 0 5 8 】

カバー部 9 2 は、上開口部 9 1 3 の周縁から上方に向けて直径が徐々に小さくなるように形成されているため、ターゲット物質 2 7 1 が液面 2 7 4 に到達することで飛沫が発生した場合でも、飛沫が回収容器 9 1 の外に飛び出すことを抑制し得る。

【 0 0 5 9 】

配管ヒータ 9 5 3 は、接続配管 9 4 0 をターゲット物質 2 7 3 の融点以上の温度に加熱し得るので、回収容器 9 1 から排出したターゲット物質 2 7 3 は、液体のままで接続配管 9 4 0 内を流れて、回収タンク 9 3 0 に回収され得る。

【 0 0 6 0 】

50

なお、カバー部ヒータ 9 5 7 を設けた場合には、カバー部 9 2 をターゲット物質 2 7 1 との濡れ性が低い材料で形成してもよい。このような構成により、ターゲット物質 2 7 1 が液面 2 7 4 に到達することで発生する飛沫は、カバー部 9 2 に接触したときに、当該カバー部 9 2 に付着せずに、当該カバー部 9 2 を伝って回収容器 9 1 で回収され得る。

【 0 0 6 1 】

3 . 3 第 2 実施形態

3 . 3 . 1 概略

本開示の第 2 実施形態によれば、設定出力方向 1 0 A を重力方向 1 0 B に対して斜めに設定した E U V 光生成装置に、チャンパ内でターゲット供給装置が出力するターゲット物質を当該チャンパ内で回収するターゲット回収装置を設けてもよく、第 1 実施形態と同様の効果を奏し得る。

【 0 0 6 2 】

3 . 3 . 2 構成

図 6 は、第 2 実施形態に係るターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

なお、本開示の第 2 実施形態では、図 2 に示す E U V 光生成システム 1 1 において、設定出力方向 1 0 A を重力方向 1 0 B に対して斜めに設定した場合を図 6 を参照に例示する。

【 0 0 6 3 】

ターゲット回収装置 9 A は、図 6 に示すように、回収容器 9 1 と、カバー部 9 2 と、収容量調節部 9 3 A と、第 2 温度調節部 9 5 とを備えてもよい。

回収容器 9 1 は、側面部 9 1 1 の中心軸が重力方向 1 0 B に対して斜めとなっていてもよい。このとき、側面部 9 1 1 の中心軸がターゲット物質 2 7 1 のターゲット物質軌道 2 8 0 と一致するように、チャンパ 2 の内部に設けられているとよい。

【 0 0 6 4 】

収容量調節部 9 3 A は、回収タンク 9 3 0 と、排出配管としての接続配管 9 4 0 A とを備えてもよい。

接続配管 9 4 0 A は、内部空間 9 4 3 A を有する管状に形成されてもよい。接続配管 9 4 0 A は、回収容器 9 1 の側面貫通孔 9 1 5 の外側の開口部から図 6 における下方向（重力方向 1 0 B と平行な方向）に延びて回収タンク 9 3 0 の上面部 9 3 2 に連結するように設けられてもよい。

【 0 0 6 5 】

3 . 3 . 3 動作

3 . 3 . 3 . 1 回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作

第 2 実施形態は、第 1 実施形態と同様の動作であってよい。E U V 光生成装置 1 が図 5 のフローチャートに示すような処理を行うと、回収容器 9 1 内のターゲット物質 2 7 3 の温度と、回収タンク 9 3 0 内のターゲット物質 2 7 5 の温度と、接続配管 9 4 0 A の内部空間 9 4 3 A の壁面温度と、がターゲット物質 2 7 3、ターゲット物質 2 7 5 の融点以上の温度に上昇し、液面 2 7 4 と液面 2 7 6 とを形成し得る。図 6 に示すように、ドロップレットの形状のターゲット物質 2 7 1 は、液面 2 7 4 に到達したときに樹枝状の金属とならず、ターゲット物質 2 7 3 に溶け込み得る。

【 0 0 6 6 】

また、図 6 に一点鎖線で示すように、液面 2 7 4 が側面開口部 9 1 6 の下端よりも上昇したときには、当該側面開口部 9 1 6 の下端を超えたターゲット物質 2 7 3 が、側面開口部 9 1 6 と接続配管 9 4 0 A とを介して回収タンク 9 3 0 内に流入し得る。回収タンク 9 3 0 内には液体のターゲット物質 2 7 5 が収容されているため、ターゲット物質 2 7 3 は、ターゲット物質 2 7 5 の液面 2 7 6 において樹枝状の金属とならず、ターゲット物質 2 7 5 に溶け込み得る。

このように、側面開口部 9 1 6 の下端を超えたターゲット物質 2 7 3 が回収タンク 9 3 0 内に流入し得るため、回収容器 9 1 内に液面 2 7 4 を形成し、かつ、回収容器 9 1 におけるターゲット物質 2 7 3 の収容量が一定量以下となり得る。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

3 . 4 第 3 実施形態

3 . 4 . 1 概略

本開示の第 3 実施形態によれば、第 1 実施形態と同様のターゲット回収装置において、回収容器は、底面部を貫通する底面貫通孔を有しよい。収容量調節部は、底面貫通孔を介して回収容器内のターゲット物質を排出するよう構成された排出配管を備えてもよい。さらに、収容量調節部は、排出配管内のターゲット物質の流量を調節する流量調節部と、ターゲット物質の収容量が一定量を超えたことを検出すると、上限信号を送信する上限検出部と、収容量が予め設定された下限量となったことを検出すると、下限信号を送信する下限検出部と、を備えてもよい。

10

【 0 0 6 8 】

このような構成を用いて、上限信号を受信すると、流量調節部を制御して回収容器内のターゲット物質を排出し、下限信号を受信するとターゲット物質の排出を停止してもよい。

【 0 0 6 9 】

以上のような構成により、上限検出部や下限検出部の位置を調節することで、EUV 光生成装置の設置条件や EUV 光の生成条件に応じて、回収容器内でのターゲット物質の収容量を適切に調節し得る。

【 0 0 7 0 】

3 . 4 . 2 構成

図 7 は、第 3 実施形態に係るターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

ターゲット回収装置 9 B は、図 7 に示すように、回収容器 9 1 B と、カバー部 9 2 と、収容量調節部 9 3 B と、第 2 温度調節部 9 5 と、液面制御部 9 6 B とを備えてもよい。

20

【 0 0 7 1 】

回収容器 9 1 B は、第 1 実施形態と同様の構成において、筒状の側面部 9 1 1 と底面部 9 1 2 とを有し、底面部 9 1 2 は、図 7 における Z 軸方向に延びる底面貫通孔 9 1 7 B を備えてもよい。底面貫通孔 9 1 7 B は、底面部 9 1 2 の一部を貫通し、内部空間 9 1 4 が底面部 9 1 2 の外部と連通するように形成されてもよい。

【 0 0 7 2 】

収容量調節部 9 3 B は、回収タンク 9 3 0 と、排出配管としての接続配管 9 4 0 B とを備えてもよい。

30

接続配管 9 4 0 B は、内部空間 9 4 3 B を有する管状に形成され、底面貫通孔 9 1 7 B の外側の開口部から Z 軸方向に延びて回収タンク 9 3 0 の上面部 9 3 2 に連結するように設けられてもよい。

【 0 0 7 3 】

液面制御部 9 6 B は、流量調節部としてのバルブ 9 6 1 B と、下限検出部としての下側液面センサ 9 6 2 B と、上限検出部としての上側液面センサ 9 6 3 B と、排出制御部としての排出コントローラ 9 6 4 B とを備えてもよい。

バルブ 9 6 1 B には、排出コントローラ 9 6 4 B が電氣的に接続されてもよい。バルブ 9 6 1 B は、排出コントローラ 9 6 4 B の制御によって、内部空間 9 1 4 内のターゲット物質 2 7 3 が内部空間 9 3 1 内に流入可能な開状態と、流入不可能な閉状態とを切り替えできるように構成されてもよい。

40

下側液面センサ 9 6 2 B および上側液面センサ 9 6 3 B は、側面部 9 1 1 の内面に設けられてもよい。下側液面センサ 9 6 2 B および上側液面センサ 9 6 3 B には、排出コントローラ 9 6 4 B が電氣的に接続されてもよい。下側液面センサ 9 6 2 B は、上側液面センサ 9 6 3 B よりも底面部 9 1 2 側に設けられてもよい。下側液面センサ 9 6 2 B は、ターゲット物質 2 7 3 が回収タンク 9 3 0 内に流入して液面 2 7 4 が下降し、当該液面 2 7 4 が液面下限位置 2 7 7 B に到達したことを検出して、当該検出した旨の下限信号を排出コントローラ 9 6 4 B に送信するよう構成されてもよい。

上側液面センサ 9 6 3 B は、内部空間 9 1 4 内のターゲット物質 2 7 3 にターゲット物

50

質 2 7 1 が溶け込むことで液面 2 7 4 が上昇し、当該液面 2 7 4 が液面上限位置 2 7 8 B に到達したことを検出して、当該検出した旨の上限信号を排出コントローラ 9 6 4 B に送信するよう構成されてもよい。

排出コントローラ 9 6 4 B には、ターゲット制御装置 8 0 が電氣的に接続されてもよい。排出コントローラ 9 6 4 B は、上側液面センサ 9 6 3 B からの上限信号に基づいて、液面 2 7 4 が液面上限位置 2 7 8 B に到達したと判断したときに、バルブ 9 6 1 B を閉状態から開状態に切り替えて、回収容器 9 1 B 内のターゲット物質 2 7 3 が回収タンク 9 3 0 内に流入するよう構成されてもよい。排出コントローラ 9 6 4 B は、下側液面センサ 9 6 2 B からの下限信号に基づいて、液面 2 7 4 が液面下限位置 2 7 7 B に到達したと判断したときに、バルブ 9 6 1 B を開状態から閉状態に切り替えて、回収容器 9 1 B 内のターゲット物質 2 7 3 が回収容器 9 1 B から流出することを停止するよう構成されてもよい。

10

【 0 0 7 4 】

3 . 4 . 3 動作

3 . 4 . 3 . 1 回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作

E U V 光生成装置 1 が図 5 のフローチャートに示すような処理を行ってよい。回収容器 9 1 B 内のターゲット物質 2 7 3 と、回収タンク 9 3 0 内のターゲット物質 2 7 5 の温度と、接続配管 9 4 0 B の内部空間 9 4 3 B の壁面温度と、がターゲット物質 2 7 3、ターゲット物質 2 7 5 の融点以上の温度に上昇し、液面 2 7 4 と液面 2 7 6 とを形成し得る。図 7 に示すように、ドロップレットの形状のターゲット物質 2 7 1 は、液面 2 7 4 に到達したときに樹枝状の金属とならず、ターゲット物質 2 7 3 に溶け込み得る。

20

【 0 0 7 5 】

また、図 7 に示すように、回収容器 9 1 B 内の液面 2 7 4 が上昇して液面上限位置 2 7 8 B に到達すると、排出コントローラ 9 6 4 B がバルブ 9 6 1 B を閉状態から開状態に切り替えることで、ターゲット物質 2 7 3 が回収タンク 9 3 0 内に流入し得る。また、回収容器 9 1 B 内の液面 2 7 4 が下降して液面下限位置 2 7 7 B に到達すると、排出コントローラ 9 6 4 B がバルブ 9 6 1 B を開状態から閉状態に切り替えることで、ターゲット物質 2 7 3 が回収容器 9 1 B から流出することを停止し得る。

このように、液面 2 7 4 が液面上限位置 2 7 8 B に到達したときに、回収容器 9 1 B 内のターゲット物質 2 7 3 が回収タンク 9 3 0 内に流入し得るため、回収容器 9 1 B 内の液面 2 7 4 が下降して液面下限位置 2 7 7 B に到達し、かつ、回収容器 9 1 B におけるターゲット物質 2 7 3 の収容量が一定量以下となり得る。

30

【 0 0 7 6 】

上述のように、ターゲット回収装置 9 B は、液面 2 7 4 が上昇して液面上限位置 2 7 8 B に到達すると、ターゲット物質 2 7 3 を回収タンク 9 3 0 内に排出し、回収容器 9 1 B 内の液面 2 7 4 が下降して液面下限位置 2 7 7 B に到達すると、ターゲット物質 2 7 3 を回収容器 9 1 B から排出することを停止し得る。

このことにより、上側液面センサ 9 6 3 B や下側液面センサ 9 6 2 B の位置を調節することで、E U V 光生成装置 1 の設置条件や E U V 光の生成条件に応じて、回収容器 9 1 B 内でのターゲット物質 2 7 3 の収容量を適切に調節し得る。

40

【 0 0 7 7 】

なお、上側液面センサ 9 6 3 B を設けずに、排出コントローラ 9 6 4 B が E U V 光の生成開始から所定時間経過したことを検出した際に、液面 2 7 4 が液面上限位置 2 7 8 B に到達したと見なして、ターゲット物質 2 7 3 の排出を開始してもよい。また、下側液面センサ 9 6 2 B を設けずに、排出コントローラ 9 6 4 B がターゲット物質 2 7 3 の排出開始から所定時間経過したことを検出した際に、液面 2 7 4 が液面下限位置 2 7 7 B に到達したと見なして、ターゲット物質 2 7 3 の排出を停止してもよい。

【 0 0 7 8 】

また、バルブ 9 6 1 B を設けないで以下のような構成としてもよい。すなわち、接続配管 9 4 0 B を配管ヒータ 9 5 3 で加熱することで、回収容器 9 1 から排出されるターゲッ

50

ト物質 273 を液体のまま排出してもよい。また、配管ヒータ 953 での接続配管 940 B の加熱を停止して、接続配管 940 B の温度をターゲット物質 273 の融点未満の温度まで下げること、回収容器 91 から排出されるターゲット物質 273 を接続配管 940 B 内で固体にし、ターゲット物質 273 の排出を停止してもよい。

【0079】

3.5 第4実施形態

3.5.1 概略

本開示の第4実施形態によれば、オンデマンド方式でドロップレットが生成されるよう構成された E U V 光生成装置、あるいは、コンティニューアスジェット方式でジェットが生成されるよう構成された E U V 光生成装置に、第1実施形態と同様のターゲット回収装置が設けられてもよい。

10

上述のターゲット回収装置によって、第1実施形態のターゲット回収装置と同様の作用効果を奏し得る。

【0080】

なお、本開示の第4実施形態では、図2に示す第1実施形態のターゲット供給装置7において、ターゲット生成部70の代わりにターゲット生成部70Dが設けられるとともに、ターゲット制御装置80の代わりにターゲット制御装置80Dが設けられたターゲット供給装置7Dを例示する。また、設定出力方向10Aが重力方向10Bと一致するように設定された場合を例示する。ターゲット回収方法としては、上述の第1実施形態に係る方法が適用されてもよい。

20

【0081】

3.5.2 構成

図8は、第4実施形態に係る E U V 光生成装置の構成を概略的に示し、オンデマンド方式でドロップレットが生成される状態を示す。図9は、第4実施形態に係る E U V 光生成装置の構成を概略的に示し、コンティニューアスジェット方式でジェットが生成される状態を示す。

【0082】

E U V 光生成装置1Dは、チャンバ2と、ターゲット供給装置7Dと、ターゲット回収装置9(図示せず)とを備えてもよい。

ターゲット供給装置7Dのターゲット生成部70Dは、ターゲット生成器71と、圧力調整器72と、第1温度調節部73と、ピエゾ押出部74Dとを備えてもよい。

30

ピエゾ押出部74Dは、ピエゾ素子741Dと、ピエゾ素子電源742Dとを備えてもよい。ピエゾ素子741Dは、チャンバ2内において、ノズル712の外周面に設けられてもよい。ピエゾ素子741Dの代わりに、高速でノズル712に押圧力を加えることが可能な機構が設けられてもよい。ピエゾ素子電源742Dには、チャンバ2の壁部に設けられた第3導入端子743Dを介して、ピエゾ素子741Dが電氣的に接続されてもよい。ピエゾ素子電源742Dには、ターゲット制御装置80Dが電氣的に接続されてもよい。

ターゲット制御装置80Dには、E U V 光生成制御システム5と、圧力調整器72と、第1温度コントローラ734とが電氣的に接続されてもよい。

40

【0083】

3.5.3 動作

3.5.3.1 E U V 光生成時

E U V 光生成時には、ターゲット制御装置80Dは、圧力調整器72に信号を送信して、タンク711内の圧力を所定の圧力に調節するよう構成されてもよい。この所定の圧力とは、ノズル孔718にターゲット物質270によるメニスカス面が形成される程度の圧力でよく、この状態ではドロップレット272は出力されなくともよい。

【0084】

その後、ターゲット制御装置80Dは、図8に示すように、オンデマンド方式でドロップレット272を生成するためのドロップレット生成信号12Dをピエゾ素子電源742

50

Dに送信するよう構成されてもよい。

ドロップレット生成信号12Dを受信した piezo素子電源742Dは、piezo素子741Dに対して所定のパルス状の電力を供給するよう構成されてもよい。電力の供給を受けた piezo素子741Dは、電力の供給タイミングに合わせて変形し得る。これにより、ノズル712が高速で押圧され、ドロップレット272が出力され得る。タンク711内が所定の圧力に維持されていれば、電力供給のタイミングに合わせてドロップレット272が出力され得る。

【0085】

ターゲット制御装置80Dは、図9に示すように、コンティニユアスジェット方式でジェット279を生成するよう、タンク711内の圧力を調節するよう構成されてもよい。このときのタンク711内の圧力は上述の所定の圧力よりも高い圧力であってもよい。あるいは、ターゲット制御装置80Dは、ドロップレット272を生成するための振動信号13Dを piezo素子電源742Dに送信するよう構成されてもよい。

振動信号13Dを受信した piezo素子電源742Dは、piezo素子741Dに対して当該 piezo素子741Dを振動させるための電力を供給するよう構成されてもよい。piezo素子電源742Dには、チャンバ2の壁部に設けられた第3導入端子743Dを介して、piezo素子741Dが電氣的に接続されてもよい。piezo素子電源742Dには、ターゲット制御装置80Dが電氣的に接続されてもよい。ターゲット制御装置80Dには、EUV光生成制御システム5と、圧力調整器72と、第1温度コントローラ734とが電氣的に接続されてもよい。電力の供給を受けた piezo素子741Dは、ノズル712を高速で振動させ得る。piezo素子741Dがノズル712に与える変位量は、オンデマンド方式に比べて小さくてもよい。

これにより、ジェット279は、一定周期で分断され、ドロップレット272として出力され得る。そして、このように出力されたドロップレット272にパルスレーザー光が照射されることで、EUV光が生成されてもよい。

【0086】

なお、ターゲット回収方法として、第2～第3実施形態で示した方法を適用してもよい。

【0087】

3.6 第5実施形態

3.6.1 概略

本開示の第5実施形態によれば、静電引出方式でドロップレットが生成されるよう構成されたEUV光生成装置に第1実施形態と同様のターゲット回収装置が設けられてもよい。

上述のターゲット回収装置によって、第1実施形態のターゲット回収装置と同様の作用効果を奏し得る。

【0088】

なお、本開示の第5実施形態では、図2に示すターゲット供給装置7において、ターゲット生成部70の代わりにターゲット生成部70Eが設けられるとともに、ターゲット制御装置80の代わりにターゲット制御装置80Eが設けられたターゲット供給装置7Eを例示する。また、設定出力方向10Aが重力方向10Bと一致するように設定された場合を例示する。ターゲット回収方法としては、上述の第1実施形態に係る方法が適用されてもよい。

【0089】

3.6.2 構成

図10は、第5実施形態に係るEUV光生成装置の構成を概略的に示す。

EUV光生成装置1Eは、チャンバ2と、ターゲット供給装置7Eと、ターゲット回収装置9(図示せず)とを備えてもよい。

ターゲット供給装置7Eのターゲット生成部70Eは、第1実施形態のターゲット供給装置7と同様の構成に加えて、piezo押出部74Dと、静電引出部75Eとを備えてもよ

10

20

30

40

50

い。

【0090】

静電引出部75Eは、引出電極751と、電極752と、パルス電圧生成器753Eと、加速電極757Eとを備えてもよい。

電極752には、フィードスルー756を介して、パルス電圧生成器753Eが電氣的に接続されてもよい。

加速電極757Eは、引出電極751と略等しい略円板状に構成されてもよい。加速電極757Eの中央には、貫通孔754と略等しい円形状の貫通孔758Eが形成されてもよい。加速電極757Eは、引出電極751との間に隙間が形成されるように、引出電極751の下側(-Z方向側)において先端保持部714によって保持されてもよい。加速電極757Eは、貫通孔758Eの中心軸と、貫通孔754の中心軸および円錐台状の突出部716の回転対称軸とが一致するように保持されるのが好ましい。引出電極751および加速電極757Eには、第4導入端子755を介してパルス電圧生成器753Eが電氣的に接続されてもよい。

10

【0091】

パルス電圧生成器753Eには、ターゲット制御装置80Eが電氣的に接続されてもよい。パルス電圧生成器753Eは、タンク711内のターゲット物質270に正極の電圧を印加し、引出電極751および加速電極757Eに負極の電圧を印加するよう構成されてもよい。これにより、ターゲット物質270が静電気力によってドロップレットの形状で引き出され得る。

20

ターゲット制御装置80Eには、EUV光生成制御システム5と、圧力調整器72と、第1温度コントローラ734と、 piezo素子電源742Dとが電氣的に接続されてもよい。

【0092】

なお、ターゲット回収方法として、第2～第3実施形態で示した方法を適用してもよい。

【0093】

3.7 第6実施形態

3.7.1 概略

本開示の第6実施形態によれば、EUV光生成装置に、ターゲット供給装置以外の位置からターゲット物質を回収容器内に供給するよう構成された供給部を設けてもよい。

30

このような構成を用いて、回収容器内のターゲット物質を溶融して液面を形成することの前に、ターゲット供給装置以外の位置からターゲット物質を回収容器内に供給してもよい。

【0094】

以上のような構成により、EUV光を生成する前に、回収容器内にターゲット物質が存在しないときには、ターゲット供給装置以外の位置からターゲット物質を回収容器内に供給して、当該供給したターゲット物質を溶融して液面を形成し得る。

【0095】

また、供給部は、収容量調節部で排出したターゲット物質を貯留するよう構成された回収タンクと、回収タンクに貯留したターゲット物質を回収容器内に戻すよう構成された供給用配管と、回収タンクのターゲット物質を供給用配管内に流して回収容器に供給するよう構成された供給量調節部と、回収タンクの温度と供給用配管の温度とをターゲット物質の融点以上の温度に調節する供給物質温度調節部と、を備えてもよい。

40

このような構成を用いて、ターゲット供給装置以外の位置からターゲット物質を回収容器内に供給することは、回収タンクの温度と供給用配管の温度とをターゲット物質の融点以上の温度に調節することと、回収タンクのターゲット物質を供給用配管内に流して回収容器に供給することと、を含むようにしてもよい。

【0096】

以上のような構成により、回収容器が回収して回収タンクに排出したターゲット物質を

50

、再度回収容器に戻すことが可能となり得る。このため、回収容器内に液面を形成するためのみに用いるターゲット物質を、新たに準備する必要がなくなり、ターゲット物質の使用量を最小限に抑制し得る。

【 0 0 9 7 】

3 . 7 . 2 構成

図 1 1 は、第 6 実施形態に係るターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

ターゲット回収装置 9 F は、図 1 1 に示すように、第 1 実施形態と同様の構成において、収容量調節部 9 3 に替えて、供給部としても機能する収容量調節部 9 3 F を備え、さらに、第 2 温度調節部 9 5 F とを備えてもよい。

【 0 0 9 8 】

収容量調節部 9 3 F は、回収容器 9 1 内に液面 2 7 4 を形成し、かつ、回収容器 9 1 におけるターゲット物質 2 7 3 の収容量が一定量以下となるように、回収容器 9 1 からターゲット物質 2 7 3 を排出するように構成されてもよい。また、収容量調節部 9 3 F は、回収容器 9 1 から排出されたターゲット物質 2 7 3 を、回収容器 9 1 内に戻すように構成されてもよい。

この収容量調節部 9 3 F は、回収タンク 9 3 0 と、排出配管および供給用配管としての接続配管 9 4 0 F と、供給量調節部 9 7 0 F とを備えてもよい。

【 0 0 9 9 】

接続配管 9 4 0 F は、上側配管 9 4 1 と、この上側配管 9 4 1 の下端から - Z 方向に延びる下側配管 9 4 2 F とを備えてもよい。下側配管 9 4 2 F は、回収タンク 9 3 0 の上面部 9 3 2 を貫通して、回収タンク 9 3 0 の底面部 9 3 3 の近傍まで延びるように形成されてもよい。具体的に、下側配管 9 4 2 F は、当該下側配管 9 4 2 F の先端と回収タンク 9 3 0 の底面部 9 3 3 との間隔が、寸法 H となるように形成されてもよい。

【 0 1 0 0 】

供給量調節部 9 7 0 F は、排気管 9 7 1 F と、給気管 9 7 2 F と、排気ポンプ 9 7 3 F と、排気バルブ 9 7 4 F と、給気部 9 7 5 F と、給気バルブ 9 7 6 F とを備えてもよい。

排気管 9 7 1 F は、回収タンク 9 3 0 の側面部 9 3 4 の上部に連結され、+ X 方向に延びるように設けられてもよい。

給気管 9 7 2 F は、排気管 9 7 1 F の X 軸方向の略中央に連結され、当該連結部分から - Z 方向に延びるように設けられてもよい。

排気ポンプ 9 7 3 F と、排気バルブ 9 7 4 F と、給気部 9 7 5 F と、給気バルブ 9 7 6 F とには、ターゲット制御装置 8 0 F が電氣的に接続されてもよい。

排気ポンプ 9 7 3 F は、排気バルブ 9 7 4 F を介して排気管 9 7 1 F の先端部に設けられ、回収タンク 9 3 0 内を排気可能に構成されてもよい。

排気バルブ 9 7 4 F は、排気管 9 7 1 F における当該排気管 9 7 1 F と給気管 9 7 2 F との連結部分よりも 9 7 3 F 側に設けられてもよい。排気バルブ 9 7 4 F は、ターゲット制御装置 8 0 F の制御によって、開状態と閉状態とを切り替えできるように構成されてもよい。

給気部 9 7 5 F は、給気管 9 7 2 F の先端部に設けられ、当該給気管 9 7 2 F を介して回収タンク 9 3 0 内に気体を供給可能に構成されてもよい。給気部 9 7 5 F は、回収タンク 9 3 0 内に窒素ガス等の不活性ガスを供給してもよい。

給気バルブ 9 7 6 F は、給気管 9 7 2 F に設けられ、ターゲット制御装置 8 0 F の制御によって、開状態と閉状態とを切り替えできるように構成されてもよい。

【 0 1 0 1 】

第 2 温度調節部 9 5 F は、容器ヒータ 9 5 1 と、供給物質温度調節部としてのタンクヒータ 9 5 2 F と、配管温度調節部および供給物質温度調節部としての配管ヒータ 9 5 3 F と、第 2 ヒータ電源 9 5 4 と、第 2 温度センサ 9 5 5 と、第 3 温度センサ 9 5 8 F と、第 2 温度コントローラ 9 5 6 F とを備えてもよい。

容器ヒータ 9 5 1 と、タンクヒータ 9 5 2 F と、配管ヒータ 9 5 3 F とには、第 2 ヒータ電源 9 5 4 が電氣的に接続されてもよい。第 2 ヒータ電源 9 5 4 と、第 2 温度センサ 9

10

20

30

40

50

55と、第3温度センサ958Fと、ターゲット制御装置80Fとには、第2温度コントローラ956Fが電氣的に接続されてもよい。

タンクヒータ952Fは、回収タンク930の外周面全体を覆うように設けられてもよい。配管ヒータ953Fは、上側配管941全体、および、下側配管942Fのうち回収タンク930から突出している部分の外周面全体を覆うように設けられてもよい。第3温度センサ958Fは、回収タンク930内の底面部933に設けられてもよい。第3温度センサ958Fは、回収タンク930内の温度を検出して、当該検出された温度に対応する信号を第2温度コントローラ956Fに送信するよう構成されてもよい。

【0102】

3.7.3 動作

3.7.3.1 回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在しない場合であり、かつ、回収タンク内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作

図12は、回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在しない場合であり、かつ、回収タンク内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作を示すフローチャートである。

なお、回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作については、第1実施形態と同様なので、説明を省略する。

【0103】

チャンバ2の圧力がEUV光を生成可能な圧力に調整された状態において、ターゲット制御装置80Fは、図12に示すように、第1実施形態と同様のステップS1～ステップS2の処理を行ってもよい。

ステップS3においては、第2温度コントローラ956Fは、第2温度センサ955からの信号に基づいて、回収容器91内の温度がターゲット物質273の融点以上となるように、容器ヒータ951に供給される電力と、配管ヒータ953Fに供給される電力とを制御するよう構成されてもよい。また、第2温度コントローラ956Fは、第3温度センサ958Fからの信号に基づいて、回収タンク930内の温度がターゲット物質275の融点以上となるように、タンクヒータ952Fに供給される電力を制御するよう構成されてもよい。

固体のターゲット物質275が存在する回収タンク930が、このように加熱されることによって、回収タンク930内のターゲット物質275が固体から液体に変化し得る。また、ターゲット物質273が存在していない回収容器91および接続配管940Fが、このように加熱されることによって、回収タンク930の液体のターゲット物質275を回収容器91に供給するときに、当該ターゲット物質275が固体に変化することを抑制し得る。

【0104】

ターゲット制御装置80Fは、第2温度コントローラ956Fからの信号に基づいて、第2温度センサ955および第3温度センサ958Fの温度がターゲット物質275の融点以上の所定の温度に安定したか否かを判断し(ステップS11)、安定していないと判断した場合には、ステップS11の処理を再度行ってもよい。

一方で、ターゲット制御装置80Fは、ステップS11において安定したと判断した場合には、ステップS5の処理を行った後、ターゲット物質273が存在しない回収容器91に、回収タンク930内の液体のターゲット物質275を供給してもよい(ステップS12)。なお、ステップS5は第1実施形態と同様であってよい。

【0105】

ステップS12においては、ターゲット制御装置80Fは、排気バルブ974Fを閉じるとともに、給気バルブ976Fを開いてもよい。そして、ターゲット制御装置80Fは、給気部975Fを駆動して、回収タンク930内に気体を供給してもよい。

回収タンク930内に気体が供給されると、回収タンク930内のターゲット物質275の液面276に圧力が加わり得る。また、チャンバ2内が減圧されているため、回収容器91内も減圧され得る。この圧力差によって、回収タンク930内のターゲット物質2

10

20

30

40

50

75が接続配管940Fを介して回収容器91内に供給され、回収容器91内に液面274が形成され得る。

ターゲット制御装置80Fは、給気部975Fを駆動してから所定時間経過後、給気部975Fを停止して給気バルブ976Fを閉じてよい。次に、ターゲット制御装置80Fは、排気バルブ974Fを開き、所定時間だけ排気ポンプ973Fを駆動し、回収タンク930内を排気してもよい。回収タンク930内を排気すると、回収容器91内へのターゲット物質275の供給が停止され得る。

【0106】

ターゲット制御装置80Fは、ステップS12の処理を終了すると、EUV光生成制御システム5にドロップレット生成準備OK信号を送信してもよい(ステップS6)。

10

【0107】

上述のように、ターゲット回収装置9Fは、EUV光を生成する前に、回収容器91内にターゲット物質273が存在しないときには、回収タンク930からターゲット物質275を回収容器91内に供給して、液面274を形成し得る。このため、ノズル712が出力するターゲット物質271が液面274に溶け込み得ることとなり、樹枝状のターゲット物質が回収容器91から溢れることが抑制され得る。

【0108】

ターゲット回収装置9Fは、回収容器91が回収して回収タンク930に排出したターゲット物質275を、再度回収容器91に戻すため、ターゲット物質の使用量を最小限に抑制し得る。

20

【0109】

1本の接続配管940Fを、回収容器91から回収タンク930へのターゲット物質273の排出と、回収タンク930から回収容器91へのターゲット物質275の供給とに利用するため、チャンバ2を貫通する配管数を最小限に抑制し得る。

【0110】

なお、接続配管940Fとは別に、回収容器91から回収タンク930へのターゲット物質273の排出のみに用いる配管(例えば、図4に示す接続配管940と同様の構成)を設けてもよい。

【0111】

3.8 第7実施形態

30

3.8.1 概略

本開示の第7実施形態によれば、EUV光生成装置に、ノズル以外の位置からターゲット物質を回収容器内に供給するよう構成された供給部を設け、回収容器内のターゲット物質を溶融して液面を形成することの前に、ノズル以外の位置からターゲット物質を回収容器内に供給してもよい。

以上のような構成により、EUV光を生成する前に、回収容器内にターゲット物質が存在しないときには、第6実施形態と同様の作用により、樹枝状のターゲット物質が回収容器から溢れることが抑制され得る。

【0112】

3.8.2 構成

40

図13は、第7実施形態に係るターゲット回収装置の構成を概略的に示す。

ターゲット回収装置9Gは、図13に示すように、回収容器91Bと、収容量調節部93Bと、第2温度調節部95と、液面制御部96Gと、供給部98Gとを備えてもよい。なお、収容量調節部93Bの構成および動作については、第3実施形態と同様でよいため説明を省略する。

【0113】

供給部98Gは、台981Gと、供給タンク982Gと、供給管983Gと、タンクヒータ984Gと、供給バルブ985Gと、第4温度センサ986Gと、第4ヒータ電源987Gと、第4温度コントローラ988Gとを備えてもよい。

台981Gは、チャンバ2内において、回収容器91Bに隣に並ぶように設けられても

50

よい。

供給タンク 9 8 2 G は、内部空間を有する箱状に形成されて、台 9 8 1 G 上に設けられてもよい。

供給管 9 8 3 G は、供給タンク 9 8 2 G の側面部の下部と、回収容器 9 1 B の側面部の略中央とを連結するように設けられてもよい。供給管 9 8 3 G の回収容器 9 1 B との連結部分は、上側液面センサ 9 6 3 B の取り付け位置よりも上方であってもよい。

【 0 1 1 4 】

タンクヒータ 9 8 4 G は、供給タンク 9 8 2 G の外周面全体と、供給管 9 8 3 G の外周面全体とを覆うように設けられてもよい。

供給バルブ 9 8 5 G は、供給管 9 8 3 G に設けられてもよい。供給バルブ 9 8 5 G には、排出コントローラ 9 6 4 G が電氣的に接続されてもよい。供給バルブ 9 8 5 G は、排出コントローラ 9 6 4 G の制御によって、開状態と閉状態とを切り替えできるように構成されてもよい。

第 4 温度センサ 9 8 6 G は、供給タンク 9 8 2 G 内の底面部に設けられてもよい。第 4 温度センサ 9 8 6 G には、第 4 温度コントローラ 9 8 8 G が電氣的に接続されてもよい。第 4 温度センサ 9 8 6 G は、供給タンク 9 8 2 G 内のターゲット物質 2 8 1 の温度を検出して、当該検出した温度に対応する信号を第 4 温度コントローラ 9 8 8 G に送信するよう構成されてもよい。

第 4 ヒータ電源 9 8 7 G には、タンクヒータ 9 8 4 G と、第 4 温度コントローラ 9 8 8 G とが電氣的に接続されてもよい。第 4 ヒータ電源 9 8 7 G は、第 4 温度コントローラ 9 8 8 G からの信号に基づいて、タンクヒータ 9 8 4 G に電力を供給して、タンクヒータ 9 8 4 G を発熱させてもよい。それにより、供給タンク 9 8 2 G 内のターゲット物質 2 8 1 が加熱され得る。

第 4 温度コントローラ 9 8 8 G には、ターゲット制御装置 8 0 G が電氣的に接続されてもよい。第 4 温度コントローラ 9 8 8 G は、第 4 温度センサ 9 8 6 G からの信号に基づいて、ターゲット物質 2 8 1 の温度を判断し、ターゲット物質 2 8 1 の温度を所定温度に調節するための信号をタンクヒータ 9 8 4 G に出力するよう構成されてもよい。

ターゲット制御装置 8 0 G には、第 2 温度コントローラ 9 5 6 と、排出コントローラ 9 6 4 G とが電氣的に接続されてもよい。

【 0 1 1 5 】

3 . 8 . 3 動作

3 . 8 . 3 . 1 回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在しない場合であり、かつ、供給タンク内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作

図 1 4 は、回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在しない場合であり、かつ、供給タンク内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作を示すフローチャートである。

なお、回収容器内に予め固体のターゲット物質が存在する場合の動作については、第 3 実施形態と同様なので、説明を省略する。

【 0 1 1 6 】

チャンバ 2 の圧力が E U V 光を生成可能な圧力に調整された状態において、ターゲット制御装置 8 0 G は、図 1 4 に示すように、第 1 実施形態と同様のステップ S 1 ~ ステップ S 2 の処理を行ってもよい。また、ターゲット制御装置 8 0 G は、第 2 温度コントローラ 9 5 6 と第 4 温度コントローラ 9 8 8 G とに信号を送信してもよい (ステップ S 2 1)。この信号に基づいて、第 2 ヒータ電源 9 5 4 と第 4 ヒータ電源 9 8 7 G とが容器ヒータ 9 5 1 およびタンクヒータ 9 5 2 とタンクヒータ 9 8 4 G とを制御し、回収容器 9 1 B および回収タンク 9 3 0 内の温度と、供給タンク 9 8 2 G 内の温度とがターゲット物質 2 8 1 の融点以上の温度に上昇し得る。

固体のターゲット物質 2 8 1 が存在する供給タンク 9 8 2 G が、このように加熱されることによって、供給タンク 9 8 2 G 内のターゲット物質 2 8 1 が固体から液体に変化し得る。また、ターゲット物質 2 7 3 が存在していない回収容器 9 1 B および供給管 9 8 3 G

10

20

30

40

50

が、このように加熱されることによって、供給タンク 9 8 2 G の液体のターゲット物質 2 8 1 を回収容器 9 1 B に供給するときに、当該ターゲット物質 2 8 1 が固体に変化することを抑制し得る。

【0117】

ターゲット制御装置 8 0 G は、第 2 温度コントローラ 9 5 6 と第 4 温度コントローラ 8 8 G とからの信号に基づいて、第 2 温度センサ 9 5 5 および第 4 温度センサ 9 8 6 G の温度がターゲット物質 2 8 1 の融点以上の所定の温度に安定したか否かを判断し（ステップ S 2 2）、安定していないと判断した場合には、ステップ S 2 2 の処理を再度行ってもよい。

一方で、ターゲット制御装置 8 0 G は、ステップ S 2 2 において安定したと判断した場合には、ステップ S 5 の処理を行った後、ターゲット物質 2 7 3 が存在しない回収容器 9 1 B に、供給タンク 9 8 2 G 内の液体のターゲット物質 2 8 1 を供給してもよい（ステップ S 2 3）。

10

【0118】

ステップ S 2 3 においては、ターゲット制御装置 8 0 G は、排出コントローラ 9 6 4 G に信号を送信してもよい。排出コントローラ 9 6 4 G は、信号を受信したときに、バルブ 9 6 1 B を閉じるとともに、供給バルブ 9 8 5 G を開けてもよい。供給バルブ 9 8 5 G が開くと、供給タンク 9 8 2 G 内のターゲット物質 2 8 1 が重力によって供給管 9 8 3 G を介して回収容器 9 1 B 内に供給され、回収容器 9 1 B 内に液面 2 7 4 が形成され得る。

この後、上側液面センサ 9 6 3 B は、液面 2 7 4 が液面上限位置 2 7 8 B に到達したことを検出したときに、上限信号を排出コントローラ 9 6 4 G に送信してもよい。排出コントローラ 9 6 4 G は、上限信号を受信したときに、供給バルブ 9 8 5 G を閉じて、回収容器 9 1 B 内へのターゲット物質 2 8 1 の供給を停止してもよい。

20

【0119】

ターゲット制御装置 8 0 G は、ステップ S 2 3 の処理を終了すると、EUV 光生成制御システム 5 にドロップレット生成準備 OK 信号を送信してもよい（ステップ S 6）。

【0120】

上述のように、ターゲット回収装置 9 G は、EUV 光を生成する前に、回収容器 9 1 内にターゲット物質 2 7 3 が存在しないときには、供給タンク 9 8 2 G からターゲット物質 2 8 1 を回収容器 9 1 B 内に供給して、液面 2 7 4 を形成し得る。このため、ノズル 7 1 2 が出力するターゲット物質 2 7 1 が液面 2 7 4 に溶け込み得ることとなり、樹枝状のターゲット物質が回収容器 9 1 B から溢れることが抑制され得る。

30

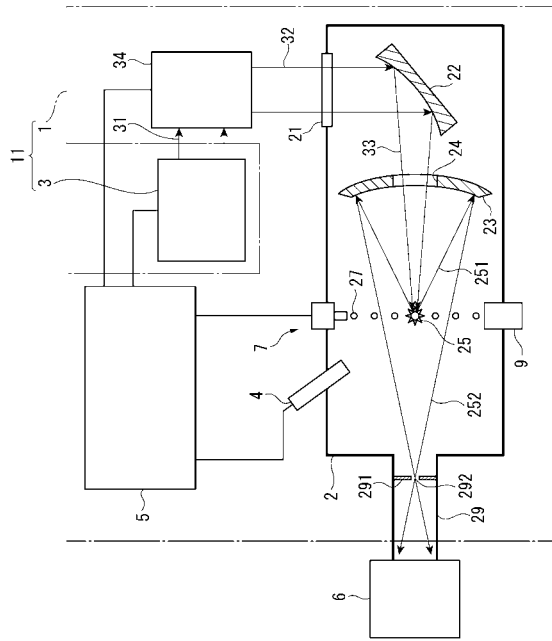
【符号の説明】

【0121】

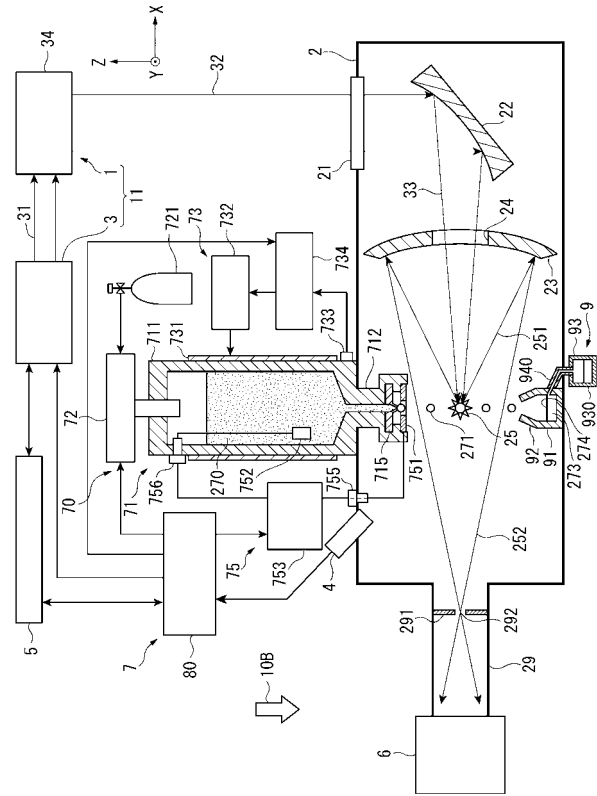
9, 9 A, 9 B, 9 F, 9 G ... ターゲット回収装置、9 1, 9 1 B ... 回収容器、9 3, 9 3 A, 9 3 B ... 収容量調節部、9 3 F ... 供給部としても機能する収容量調節部、9 8 G ... 供給部、9 1 1 ... 側面部、9 1 2 ... 底面部、9 1 5 ... 側面貫通孔、9 1 7 B ... 底面貫通孔、9 3 0 ... 回収タンク、9 4 0, 9 4 0 A, 9 4 0 B ... 排出配管としての接続配管、9 4 0 F ... 排出配管および供給用配管としての接続配管、9 5 1 ... 容器温度調節部としての容器ヒータ、9 5 2 F ... 供給物質温度調節部としてのタンクヒータ、9 5 3 ... 配管温度調節部としての配管ヒータ、9 5 3 F ... 配管温度調節部および供給物質温度調節部としての配管ヒータ、9 6 1 B ... 流量調節部としてのバルブ、9 6 2 B ... 下限検出部としての下側液面センサ、9 6 3 B ... 上限検出部としての上側液面センサ、9 6 4 B ... 排出制御部としての排出コントローラ、9 7 0 F ... 供給量調節部。

40

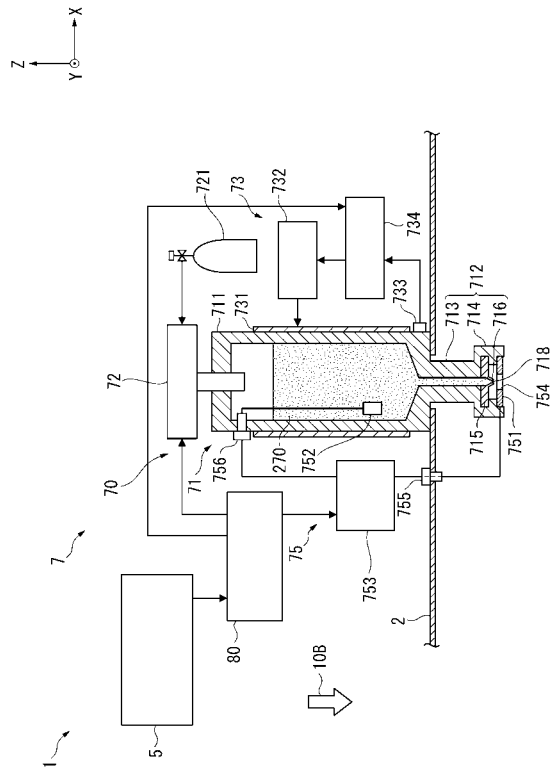
【図 1】



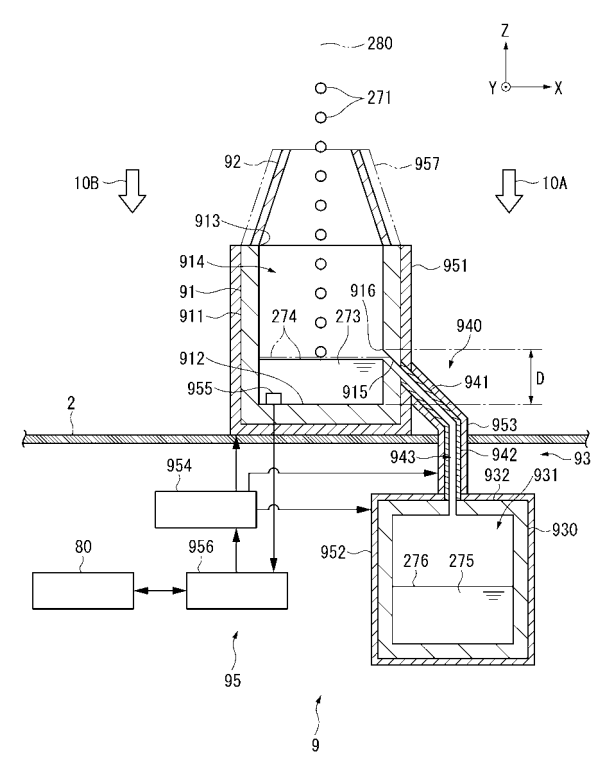
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(72)発明者 永井 伸治

神奈川県平塚市四之宮 3 - 2 5 - 1 株式会社小松製作所研究本部内

(72)発明者 若林 理

栃木県小山市横倉新田 4 0 0 ギガフォトン株式会社内

Fターム(参考) 4C092 AA06 AA15 AB19 AC09 BD05 BD18

5F146 GC12 GC14