

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5657535号
(P5657535)

(45) 発行日 平成27年1月21日(2015.1.21)

(24) 登録日 平成26年12月5日(2014.12.5)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 531S
G03F 7/20 503

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2011-518047 (P2011-518047)
 (86) (22) 出願日 平成21年7月10日 (2009.7.10)
 (65) 公表番号 特表2011-528498 (P2011-528498A)
 (43) 公表日 平成23年11月17日 (2011.11.17)
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2009/053009
 (87) 國際公開番号 WO2010/007569
 (87) 國際公開日 平成22年1月21日 (2010.1.21)
 審査請求日 平成24年7月5日 (2012.7.5)
 (31) 優先権主張番号 08104787.0
 (32) 優先日 平成20年7月18日 (2008.7.18)
 (33) 優先権主張国 歐州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 590000248
 コーニングレッカ フィリップス エヌ
 ヴェ
 オランダ国 5656 アーエー アイン
 ドーフェン ハイテック キャンパス 5
 (73) 特許権者 311007877
 エクストリーム テクノロジーズ ゲーエ
 ムペーハー
 ドイツ国 52074 アーヘン シュタ
 インバッハ ストラッセ 15
 (74) 代理人 100087789
 弁理士 津軽 進
 (74) 代理人 100122769
 弁理士 笛田 秀仙

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】汚染物捕獲体を含む極紫外線放射生成装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

プラズマ生成装置、及び、前記プラズマ生成装置に液体スズを供給するように適合される前記プラズマ生成装置と液体連通をしている供給貯蔵部を有する少なくとも1つのスズ供給システム、を有する極紫外線放射生成装置であって、前記スズ供給システムは、スズの供給のための少なくとも1つの供給手段を有し、当該装置は、更に、前記供給手段において供給される前記スズと少なくとも部分的に接触する少なくとも1つの汚染物捕獲体を有し、前記汚染物捕獲体は、

- 少なくとも部分的に当該汚染物捕獲体の外部表面において、スズと鉄との系の液相へ及び/又は液体スズと腐食反応生成物 $FeSn_2$ との組合せへ 90° 以下の接触角度を有する材料を本質的に備え、

- $0.1mm/s$ 以上及び $50mm/s$ 以下の速度で動かされることが可能である、

極紫外線放射生成装置。

【請求項 2】

請求項1に記載の極紫外線放射生成装置であって、前記汚染物捕獲体は、 80° 以下の接触角度を有する材料を備える、極紫外線放射生成装置。

【請求項 3】

請求項1又は2に記載の極紫外線放射生成装置であって、前記汚染物捕獲体は、 $10mm/s$ 以上及び $30mm/s$ 以下の速度で動かされることが可能である、極紫外線放射生成装置。

【請求項 4】

10

20

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の極紫外線放射生成装置であって、前記少なくとも 1 つの汚染物捕獲体は、前記スズ供給システムの壁から 10mm 以上及び 2cm 以下の距離で設けられる、極紫外線放射生成装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の極紫外線放射生成装置であって、低接触角度を有する前記汚染物捕獲体材料は、少なくとも 1 つの共有結合無機固体材料を含む、又は少なくとも 1 つの共有結合無機固体材料から本質的に作製される、極紫外線放射生成装置。

【請求項 6】

プラズマ生成装置、及び、前記プラズマ生成装置に液体スズを供給するように適合される前記プラズマ生成装置と液体連通をしている供給貯蔵部を有する少なくとも 1 つのスズ供給システム、を有する極紫外線放射生成装置においてスズを清浄及び／又は精製する方法であって、前記スズ供給システムは、スズの供給のための少なくとも 1 つの供給手段と、少なくとも部分的に当該汚染物捕獲体の外部表面において、スズと鉄との系の液相へ及び／又は液体スズと腐食反応生成物 $FeSn_2$ との組合せへ 90° 以下の接触角度を有する材料を本質的に備え、

前記少なくとも 1 つの汚染物捕獲体を少なくとも部分的に前記液体スズ内において 0.1m m/s 以上及び 50mm/s 以下の速度で動かすステップを有する、方法。

【請求項 7】

請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の極紫外線放射生成装置を有するシステムであつて、

- 半導体リソグラフィ、
- 計測、
- 顕微鏡

のうちの 1 つ又は複数において使用される、システム。

【請求項 8】

請求項 6 に記載の方法であつて、

- 半導体リソグラフィ、
- 計測、
- 顕微鏡

のうちの 1 つ又は複数において使用される、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、極紫外線放射生成装置、特にスズに基づくプラズマ (tin-based plasma) の励起を使用する極紫外線放射生成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明は、極紫外線放射生成装置に関する。これらの装置は、半導体業界の来るる「次世代」リソグラフィ手段に関して大いなる役割を果たすと信じられている。

【0003】

当業分野において、例えば、極紫外線ソース材料のプラズマの励起により、極紫外線光を生成することは知られており、このプラズマは、プラズマ開始位置におけるターゲット材料に照射するレーザを用いて生成され得る（すなわち、「LPP (Laser Produced Plasma)」）、又は、例えば、プラズマ焦点又はプラズマピンチ位置におけるプラズマを、放電の時にこのような位置へ供給されるターゲット材料を用いて形成する電極間の放電によって生成され得る（すなわち、「DPP (Discharge Produced Plasma)」）。

【0004】

しかし、両方の技術において、潜在的なターゲット材料のうちの 1 つとされている液体スズの流入が必要とされ、すなわち、極紫外線放射生成装置の特定の部分は、例えば 200

10

20

30

40

50

より高い上昇された温度で比較的厳しい化学的及び物理的条件に常に晒される。

【0005】

状況を更に複雑することとして、高品質の純スズプラズマを保証するために、スズは汚染及び／又はデブリが無いようにする必要があるという前提条件も存在する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、少ない量のスズの汚染物流入を、装置のプラズマ生成部分へ又はそこから供給することが可能である極紫外線放射生成装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この目的は、本発明の請求項1に従う極紫外線放射生成装置によって解決される。プラズマ生成装置、及び、前記プラズマ生成装置に液体スズを供給するように適合される前記プラズマ生成装置と液体連通をしている供給貯蔵部を有する少なくとも1つのスズ供給システム、を有する極紫外線放射生成装置であって、前記スズ供給システムは、スズの供給のための少なくとも1つの供給手段を有し、当該装置は、更に、前記供給手段において供給される前記スズと少なくとも部分的に接觸する少なくとも1つの汚染物捕獲体を有し、前記汚染物捕獲体は、

- 少なくとも部分的に当該汚染物捕獲体の外部表面において、好ましくはスズと鉄との系の液相へ及び／又は液体スズと腐食反応生成物 $FeSn_2$ との組合せへ90°以下の接觸角度を有する材料を本質的に備え、

- 0.1mm/s以上及び50mm/s以下の速度で動かされることが可能である、
極紫外線放射生成装置。

【0008】

「プラズマ生成装置」という用語は、本発明の意味において、極紫外線光を生成するために、スズに基づくプラズマを生成及び／又は励起させることが可能であるいずれかの装置を特に意味する及び／又は含む。

【0009】

「スズ供給システム」という用語は、本発明の意味において、例えば、加熱導管、供給システム、及び管類などの液体スズを生成、包含、及び／又は輸送することが可能であるいずれかのシステムを特に意味する及び／又は含む。

【0010】

「供給手段」という用語は、本発明の意味において、液体スズを生成、包含、及び／又は輸送することが可能である少なくとも1つの導管、及び／又は、少なくとも1つの貯蔵部、及び／又は少なくとも1つの管類を特に意味する及び／又は含む。

【0011】

「汚染物捕獲体」という用語は、本発明の意味において、腐食及び／又は望ましくない反応物によるスズ溶解槽及び／又はスズ供給手段に存在する汚染物及び／又はデブリの少なくとも一部、好ましくは本質的に全てをまとめることができるとなる手段を特に意味する及び／又は含む。

【0012】

「備えられる」という用語は、本発明の意味において、汚染物捕獲体が低接觸角度を有する汚染物捕獲体材料で被膜されることを特に意味する及び／又は含む。しかし、このことは、本発明の一つの実施例であり、「備えられる」という用語は、汚染物捕獲体が低接觸角度を有する汚染物捕獲体材料から少なくとも部分的に作製される実施例も含むように意図される。

【0013】

「少なくとも部分的に」という用語は、本発明の意味において、特に、外部表面の50% (m_2/m_1)以上、好ましくは65% (m_2/m_1)以上を意味し、「本質的」という用語は、特に、外部表面の80% (m_2/m_1)以上、好ましくは90% (m_2/m_1)、より好ましくは95% (m_2/m_1)、最も

10

20

30

40

50

好ましくは98% (m²/m²)を意味する。

【0014】

「動かされる」という用語は、本発明の意味において、円状動作及び／又は振動動作などの周期的な動作を特に含む。本発明の意味において「可動・動く(moving)」は、汚染物捕獲体が、常に又は本質的に常に液体スズに存在することを含み、他方で、このことは、本発明の単なる実施例であり、汚染物捕獲体は、例えば、スズ溶解槽を周期的に離れるなどのパターンでも動き得る。

【0015】

このような極紫外線放射生成装置の使用は、本発明に含まれる広範囲の応用例に関して、以下の有利な点：

- 汚染物捕獲体により、スズの汚染が大いに低減され得、これにより、極紫外線装置の寿命及び品質の両方を増加させる。
- 汚染物捕獲体により、スズの汚染が大いに低減され得、これにより、極紫外線放射自体の純度(「放射」の「清浄度」)を増加させる。
- 汚染物捕獲体により、スズの汚染が大いに低減され得、これにより、より長い時間にわたり液体スズ自体の高品質及び純度を維持させ、そして、スズ自体の定期的な交換を避けることが可能で有り得る。
- 汚染物捕獲体により、ベースとなる材料が極紫外線装置において使用される前に適用され及び被膜されて、形成が準備され得るので、汚染物捕獲体の加工自体がより安価になり、且つ、取り扱いも容易になる(例えば、機械工に対して)。
- 汚染物捕獲体により、汚染された液体から汚染物を除去するために使用されるのに必要とされる専用接着促進剤が存在しない。
- 汚染物捕獲体により、全ての種類のゲッタの幾何構成を適用することが可能である、すなわち、複雑な構成でさえも非常に簡単な構成も実現され得る。

ことを示している。

【0016】

本発明のある実施例に従うと、前記汚染物捕獲体は、80°以下、好ましくは70°以下、最も好ましくは60°以下の接触角度を有する材料を備えられる。

【0017】

本発明のある実施例に従うと、前記汚染物捕獲体は、10mm/s以上及び30mm/s以下の、好ましくは1mm/s以上及び10mm/s以下の、最も好ましくは0.1mm/s以上及び1mm/s以下の速度で動かされることが可能である。

【0018】

本発明のある実施例に従うと、前記少なくとも1つの汚染物捕獲体は、前記スズ供給システムの壁から10mm以上及び2cm以下の距離で、好ましくは20mm以上及び1cm以下の距離で、より好ましくは30mm以上及び100mm以下の距離で、最も好ましくは50mm以上及び80mm以下の距離で設けられる。このことは、本発明に含まれる多くの応用例に関してより効果的であると証明されている。

【0019】

本発明のある実施例に従うと、低接触角度を有する前記汚染物捕獲体材料は、少なくとも1つの共有結合無機固体材料を含む、又はから好ましくは本質的に作製される。

【0020】

「共有結合性無機固体材料」という用語は、特に、好ましくは要素成分間の結合の極性又はイオン特性が小さいように、要素成分が2の電気陰性度の差の値(Allred & Rochow)を有する固体材料を特に意味する及び／又は含む。

【0021】

本発明の好ましい実施例に従うと、前記少なくとも1つの共有結合性無機固体材料は、酸化物、窒化物、ホウ化物、リン化物、炭化物、硫化物、ケイ酸化物、及び／又は、これらの混合物、の群から選択される固体材料を含む。これらの材料は、良好な耐腐食特性により特に実用的であると実証されている。

10

20

30

40

50

【0022】

本発明の好ましい実施例に従うと、前記共有結合性無機固体材料は、1000 以上 の融点を有する少なくとも 1 つの材料を含む。

【0023】

こうすることにより、特に、極紫外線放射生成装置の長寿命性能が改善され得る。

【0024】

好ましくは、共有結合性無機固体材料は、1000 以上、より好ましくは1500 以上、及び最も好ましくは2000 以上の融点を有する。

【0025】

本発明の好ましい実施例に従うと、前記共有結合性無機固体材料は、 $2\text{g}/\text{cm}^3$ 以上 及び $8\text{g}/\text{cm}^3$ 以下の密度を有する少なくとも 1 つの材料を含む。 10

【0026】

こうすることにより、特に、極紫外線放射生成装置の長寿命性能が改善され得る。

【0027】

好ましくは、前記共有結合性無機固体材料は、 $2.3\text{g}/\text{cm}^3$ 以上、より好ましくは $4.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以上、最も好ましくは $7.5\text{g}/\text{cm}^3$ 以上、の密度を有する少なくとも 1 つの材料を含む。

【0028】

本発明の好ましい実施例に従うと、共有結合性無機固体材料は、原子構造が60%以上の原子構成要素のうちの 1 つの最密充填に基づく少なくとも 1 つの材料を含む。充填密度は、単位セル毎の原子構成要素の数に单一原子構成要素の容積を掛けて、単位セルの幾何容積で除算したものと規定される。 20

【0029】

こうすることにより、特に、極紫外線放射生成装置の長寿命性能が改善され得る。

【0030】

好ましくは、共有結合性無機固体材料は、65%以上、より好ましくは68%以上、最も好ましくは70%以上の充填密度を有する少なくとも 1 つの材料を含む。

【0031】

本発明の好ましい実施例に従うと、共有結合性無機固体材料は、原子構成要素のうちの 1 つとスズとの間の化学反応から生じる、ターゲット温度範囲における原子構成要素及びスズの熱力学的位相場を示さない材料からなる、すなわち共有結合性無機固体材料は、液体スズに対して高い化学的不活性を有する。 30

【0032】

こうすることにより、特に、極紫外線放射生成装置の長寿命性能が改善され得る。

【0033】

好ましくは、前記共有結合性無機固体材料は、Mg、Al、Si、K、Ca、Sc、Ti、V、Cr、Mn、Fe、Co、Ni、Cu、Zn、Ga、Ge、Y、Zr、Nb、Mo、Tc、Ru、Rh、Pd、Ag、Cd、In、Sn、La、Ce、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Lu、Hf、Ta、W、Re、Os、Ir、Pt、Au又はこれらの混合物の、酸化物、窒化物、ホウ化物、リン化物、炭化物、硫化物、ケイ酸化物、を含む群から選択される少なくとも 1 つの固体材料を含む。

【0034】

共有結合性無機固体材料は、例えばマグнетロン及び/若しくはプラズマ支援を用いた及び用いないでスパッタする蒸発などの物理蒸着 (PVD) 、例えばプラズマ強化若しくは低圧 CVD などの化学蒸着 (CVD) 、分子ビームエピタキシ (MBE) 、パルスレーザ蒸着 (PLD) 、プラズマスプレ若しくはエッチング (化学パシベーション) 、熱アニール (熱的パシベーション) 、溶融を介して (例えば、emailleなど) 、ガルバニック法、又は、例えば熱化学処理などのこれらの組合せ、などのむしろ従来型の製造技術によって合成され得る。 40

【0035】

本発明のある実施例に従うと、低接触角度を有する汚染物捕獲体は、IVb、Vb、VIb及び/又はVIIb族金属、グラファイト又はこれらの混合物を含む群から選択される少なくと

も 1 つの金属を含み、好ましくは前記少なくとも 1 つの金属から本質的に作製される。

【 0 0 3 6 】

「金属」という用語は、本発明の意味において、前記汚染物捕獲体がある金属をそれだけを用いて被膜される実施例に本発明を制限するようには意図されるように意味しない。実際には、本発明に従う金属の一部に関して、供給手段は、部分的に酸化された又はそうでなければ反応された構成要素が存在する被膜を形成し得ると少なくとも信じられる。

【 0 0 3 7 】

本発明は、プラズマ生成装置、及び、前記プラズマ生成装置に液体スズを供給するよう 10 に適合される前記プラズマ生成装置と液体連通をしている供給貯蔵部を有する少なくとも 1 つのスズ供給システム、を 有する 極紫外線放射生成装置においてスズを清浄及び／又は 精製する方法であって、前記スズ供給システムは、スズの供給のための少なくとも 1 つの供給手段と、少なくとも部分的に当該汚染物捕獲体の外部表面において、スズ及び鉄の系の液相へ並びに／又は液体スズと腐食反応生成物 $FeSn_2$ との組合せへ 90° 以下の接触角度を有する材料を好ましくは本質的に備え、当該方法は、前記少なくとも 1 つの汚染物捕獲体を少なくとも部分的に前記液体スズ内において 0.1mm/s 以上及び 50mm/s 以下の速度で動かすステップを 有する、方法に更に關する。

【 0 0 3 8 】

本発明に従う極紫外線放射生成装置は、広範囲の種類のシステム及び／又は応用例、とりわけ、以下の応用例：

- 半導体リソグラフィ、
- 計測、
- 顕微鏡
- 核分裂、
- 融合、
- 半田付け、

のうちの 1 つ又は複数において使用され得る。

【 0 0 3 9 】

上述のコンポーネント、並びに請求項のコンポーネント及び説明される実施例における 30 本発明に従い使用されるべきコンポーネントは、サイズ、形状、合成物選択及び技術的概念に関するいかなる特別な例外をも条件とされず、これにより、関連分野において知られる選択規準が制限無しに適用され得るようにされる。

【 0 0 4 0 】

本発明の目的の追加的な詳細、構成、特徴及び有利な点は、本発明の合成物のいくつかの実施例及び例を例示的に示す、従属項、図面及び対応する例の以下の図面及び説明において開示される。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 1 】

【 図 1 】 図 1 は、本発明における本発明の実例（及び比較例）を評価するために使用された材料試験スタンドの概略図を示す。

【 図 2 】 図 2 は、浸漬の前の試験材料の写真を示す。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 4 2 】

異なる材料を評価するために、材料試験スタンドが組み立てられた。この装置は、真空で動作し、そして、テストサンプルが、溶融スズに浸され、そしてゆっくりとある特定時間にわたって溶融スズにおいて動かされることを可能にする。

【 0 0 4 3 】

材料試験スタンド 1 は、図 1 において（非常に概略的に）示され、スズ溶解槽 10 を含み、このスズ溶解槽 10 に、（回転可能）保持器 30 に装着されるいくつかの試験スライド 20 は、制御可能な温度で浸され得る。試験スライドの寸法は、約 30mm × 10mm であり得る。図 2 は、浸漬の前の試験スライドの写真を示す。

10

20

30

40

50

【0044】

試験スタンドの温度及び環境は、連続的にログを取られ且つ制御される。

【0045】

スズ溶解槽10は、この場合、ステンレス鋼を導入することによって汚染されることを制御可能にされていた。このことは、ステンレス鋼から作製された試験スライド20を用いることによって実行された。

【0046】

その後、スズ溶解槽内における汚染物を「捕獲」する能力は、新しいスライドの列が、汚染されたスズ溶解槽へ浸され、15mm/sの速度で動かされることにおいて使用された。

【0047】

表1は、2つの本発明の例と1つの比較用例の特性を示す。

【表1】

材料	本発明/比較用	接触角度	反応
グラファイト	本発明	約50°	良好
Mo	本発明	約60°	良好
TiAlN	比較用	約130°	無し

【0048】

以下のこと：

本発明の材料（「良好」と記される）：これらの材料は、おそらく湿潤による表面の反応生成物の接触により、汚染物及び腐食生成物を除去することが可能である。これにより、腐食生成物は、スズ溶解槽から除去され得る。

比較用材料（「無し」と記される）：スズ溶解槽において何の変化も確認され得なかつた、すなわち汚染物は除去されなかつた。

ことが確認され得た。

【0049】

上述の実施例における要素及び構成の特定の組合せは、単に例示的であつて、本文書及び参照として組み込まれる特許／出願書類における他の教示とこれらの教示との交換及び置換も、明示的に検討される。当業者が認識し得るように、本文書に記載の変形態様、修正態様及び他の実施態様は、請求項に記載される本発明の精神及び範囲から逸脱することなく当業者にとって想到し得る。したがつて、以下の説明は、例示のみであり、制限するようには意図されない。本発明の範囲は、以下の請求項及びその等価物に規定される。更に、詳細な説明及び請求項に使用される参照符号は、請求項に記載の本発明の範囲を制限しない。

【0050】

材料及び方法

接触角度は、本文書に参照として組み込まれる「S.-Y. Lin et al., Measurement of dynamic/advancing/receding contact angle by video-enhanced sessile drop tensiometry, Rev. Sci. Instrum., 67(8), pp. 2852, 1996」に従い測定され得る。

【図1】

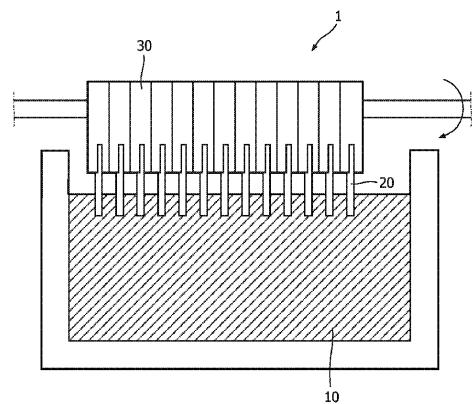


FIG. 1

【図2】

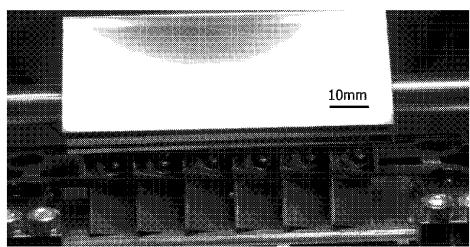


FIG. 2

フロントページの続き

(72)発明者 メツマケル クリストフ

オランダ国 5656 アーエー アイントーフェン ハイ テック キャンパス 44

(72)発明者 ウェーベル アキム

オランダ国 5656 アーエー アイントーフェン ハイ テック キャンパス 44

審査官 赤尾 隼人

(56)参考文献 特表2008-544474(JP, A)

特開2005-129936(JP, A)

特開2006-013033(JP, A)

特開2007-201438(JP, A)

特開2008-004932(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

H05G 1/00 - 2/00