

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5421378号
(P5421378)

(45) 発行日 平成26年2月19日(2014.2.19)

(24) 登録日 平成25年11月29日(2013.11.29)

(51) Int.Cl.

H01L 21/027 (2006.01)
B29C 59/02 (2006.01)

F 1

H01L 21/30 502D
H01L 21/30 503G
B29C 59/02 Z NMZ

請求項の数 17 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2011-530041 (P2011-530041)
 (86) (22) 出願日 平成21年9月23日 (2009.9.23)
 (65) 公表番号 特表2012-504865 (P2012-504865A)
 (43) 公表日 平成24年2月23日 (2012.2.23)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2009/005307
 (87) 國際公開番号 WO2010/039196
 (87) 國際公開日 平成22年4月8日 (2010.4.8)
 審査請求日 平成24年9月24日 (2012.9.24)
 (31) 優先権主張番号 61/102,082
 (32) 優先日 平成20年10月2日 (2008.10.2)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 61/182,912
 (32) 優先日 平成21年6月1日 (2009.6.1)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 503193362
 モレキュラー・インプリント・インコーポ
 レーテッド
 アメリカ合衆国・78758-3605・
 テキサス州・オースティン・ウエスト・ブ
 レイカー・レーン・1807・ビルティン
 グ・シイー100
 (74) 代理人 100064621
 弁理士 山川 政樹
 (74) 代理人 100098394
 弁理士 山川 茂樹
 (72) 発明者 シュミッド, ゲラルド
 アメリカ合衆国・78731・テキサス州
 ・オースティン・ミスティング・フォール
 ズ・トライル・10703

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】インプリント・リソグラフィ・ツールのその場クリーニング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

インプリント・リソグラフィ・テンプレートをクリーニングする方法であつて、
 前記テンプレートが前記インプリント・リソグラフィ・システム内に配置されている間に、
 真空紫外線放射源からの真空紫外線放射を前記テンプレートの表面に照射するステップを有し、

前記真空紫外線放射源は、チャンバ内に配置され、前記チャンバは非UV吸収性ガスによりパージされることを特徴とする方法。

【請求項2】

前記真空紫外線放射源は誘電バリア放電源を含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

10

【請求項3】

前記テンプレートの前記表面に照射するステップは、該テンプレートの活性面に照射するステップを含むことを特徴とする請求項1または2に記載の方法。

【請求項4】

前記テンプレートに照射する前に、前記テンプレートを前記真空紫外線放射源に近接して配置するステップをさらに含むことを特徴とする請求項1乃至3のいずれかに記載の方法。

【請求項5】

前記テンプレートに照射する前に、前記真空紫外線放射源を前記テンプレートに近接し

20

て配置するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

前記テンプレートの前記表面と前記真空紫外線放射源との間の距離は、約 10 mm 又はそれより短いことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

前記非 UV 吸收性ガスは、窒素又はアルゴンを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 8】

前記真空紫外線放射源から前記テンプレートに向けて、実質的に層流の非 UV 吸收性ガスを確立するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の方法。 10

【請求項 9】

前記チャンバ内の圧力は、大気圧より大きいか又は実質的に等しいことを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記チャンバは、真空紫外線放射に対して実質的に透明なウィンドウを含み、前記テンプレートの表面は、前記ウィンドウの外面から約 5 mm 又はそれより短い距離をおいて配置されることを特徴とする請求項 7 乃至 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記テンプレートに照射している間に、基板を前記インプリント・リソグラフィ・システム内に装填するか、又は取り外すステップを含むことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のいずれかに記載の方法。 20

【請求項 12】

前記テンプレートは、テンプレート・チャックに結合されることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれかに記載の方法。

【請求項 13】

テンプレート表面の上にガスを流し、前記インプリント・リソグラフィ・システムから前記ガスを排気して、該インプリント・リソグラフィ・システムから汚染物質を除去するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 乃至 12 のいずれかに記載の方法。 30

【請求項 14】

第 2 の紫外線放射源を前記テンプレートの前記表面に曝し、前記インプリント・リソグラフィ・システムからの汚染物質の除去を改善するステップをさらに含むことを特徴とする、請求項 1 乃至 13 のいずれかに記載の方法。

【請求項 15】

前記第 2 の紫外線放射源は、170 nm から 370 nm までの波長範囲の放射を生成することを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 2 の紫外線放射源は、225 nm から 275 nm までの波長範囲の放射を生成することを特徴とする請求項 15 に記載の方法。 40

【請求項 17】

前記第 2 の紫外線放射源は、インプリント・リソグラフィ処理中、変形可能な材料を実質的に固化するためにも用いられる源によって与えられることを特徴とする請求項 14 乃至 16 のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、アメリカ合衆国特許法第 119 条 (e) (1) の規定に従って、2008 年 10 月 2 日に出願された米国特許仮出願第 61/102,082 号、2009 年 6 月 1 日

に出願された米国特許仮出願第 61/182,912 号、及び 2009 年 9 月 21 日に出願された米国特許出願第 12/563,356 号に基づく優先権を主張するものであり、これら出願全ての全体が、引用により本明細書に組み入れられる。

【背景技術】

【0002】

ナノファブリケーションは、100 ナノメートル又はそれより小さいオーダーの形状構造部を有する非常に小さい構造体の製造を含む。ナノファブリケーションがかなり大きな影響を及ぼした 1 つの用途は、集積回路の処理である。半導体処理産業は、基板上に形成される単位面積当たりの回路を増加させながら、より高い生産歩留まりを求めて努力し続けているので、ナノファブリケーションはますます重要になっている。ナノファブリケーションは、形成される構造体の最小形状構造部の寸法の継続的な低減を可能にしながら、より優れたプロセス制御機能を提供するものである。ナノファブリケーションが採用される他の開発分野には、バイオテクノロジー、光学技術、機械システムなどが含まれる。

10

【0003】

今日使用されている例示的なナノファブリケーション技術は、一般に、インプリント・リソグラフィと呼ばれる。例示的なインプリント・リソグラフィ・プロセスは、米国特許出願公開第 2004/0065976 号、米国特許出願公開第 2004/0065252 号、米国特許第 6,936,194 号等の多数の刊行物に詳細に記載されており、これらの特許文献の全ては、引用により本明細書に組み入れられる。

20

【0004】

前述の米国特許出願公開及び米国特許の各々に開示されるインプリント・リソグラフィ技術は、ポリマー層内にレリーフ・パターンを形成すること、及び、そのレリーフ・パターンに対応するパターンを下にある基板内に転写することを含む。基板は、所望の位置決めを行なってパターン形成プロセスを実行するために、可動ステージに結合される。パターン形成プロセスは、基板から離間して配置されたテンプレートと、該テンプレートと基板との間に導入される成形可能な液体を用いる。成形可能な液体が実質的に固化して、該成形可能な液体と接触するテンプレート表面の形状に適合するパターンを有する剛性層を形成する。固化した後、テンプレートを剛性層から分離し、テンプレートと基板とを離間して配置する。次に基板及び固化層に付加的なプロセスを施して、固化層内のパターンに対応するレリーフ像を基板に転写する。

30

【0005】

基板内にレリーフ像を形成する際に、成形可能な液体の液滴が拡がってテンプレートの形状構造部を充填するに従って、該液体がテンプレートと基板との間の領域から流出することがある。インプリント液体の一部の残留物が、テンプレートの活性領域上に残ることがある。この物質は、インプリント毎に蓄積することになる。こうしたテンプレート上への物質の蓄積は、後のインプリントに対して、これらに限定されるものではないが、プリントされる形状構造部の重要な寸法の変化、プリントされる形状構造部の高さの変化、テンプレート面の表面エネルギー及び / 又は湿潤特性の変化、固化層と汚染されたテンプレート面との間の粘着力の増大、及びインプリント・プロセスにおけるパターン形成欠陥数の増加といった悪影響を及ぼすことになる。

40

【0006】

テンプレート表面をクリーニングする技術は、テンプレートをインプリント・リソグラフィ・システムから取り外し、テンプレートをクリーニングし、テンプレートを再び取り付け、再び取り付けたテンプレートを検査することを含む。テンプレートのクリーニングとしては、テンプレートを液体クリーニング溶液中に浸漬すること、又は、反応性プラズマチャンバ内でテンプレートをクリーニングすることがある。これらのクリーニング・プロセスは、低速であり、結果として休止時間が高価なものとなる。液体クリーニング・プロセスは、高温、及び特殊な実験装置を必要とすることになる。同様に、プラズマクリーニングは、真空チャンバ及び高温を必要とするものであり、テンプレート表面を損傷する可能性がある。

50

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】リソグラフィ・システムの簡略化された側面図である。

【図2】パターン形成層を上に有する、図1に示す基板の簡略化された側面図を示す。

【図3】図1に示すテンプレートから汚染物質を除去するためのシステムの簡略化された側面図を示す。

【図4】図1に示すテンプレートから汚染物質を除去するためのシステムの簡略化された側面図を示す。

【図5】図1に示すテンプレートから汚染物質を除去するためのシステムの簡略化された側面図を示す。

【図6】テンプレートから汚染物質を除去するための例示的な方法のフロー・チャートを示す。

【図7】例示的な紫外線クリーニング源に近接したテンプレートの表面を示す。

【図8】非UV吸収性ガスでページされたチャンバ内に収容された例示的な紫外線クリーニング源を示す。

【図9】紫外エネルギー源からテンプレートに向けての非UV吸収性ガスの流れを有する、チャンバ内の例示的な紫外線クリーニング源を示す。

【図10】ページされたチャンバ内にあり、テンプレートの非インプリント側に近接した例示的な紫外線クリーニング源を示す。

【図11A】硬化及びクリーニングのために異なる紫外線源を有するインプリント・リソグラフィ・システムの動作を示す。

【図11B】硬化及びクリーニングのために異なる紫外線源を有するインプリント・リソグラフィ・システムの動作を示す。

【図12A】インプリント・リソグラフィ・テンプレートの下のステージ上に取り付けられた紫外線クリーニング源の例示的な動きを示す。

【図12B】インプリント・リソグラフィ・テンプレートの下のステージ上に取り付けられた紫外線クリーニング源の例示的な動きを示す。

【図13】基板の装填及び取り出し中にテンプレートをクリーニングするため、固定された取付具上に取り付けられた例示的な紫外線クリーニング源を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

特徴及び利点を詳細に理解できるようにするために、図面に示される実施形態を参照して、実施形態をより詳細に説明する。しかしながら、図面は、典型的な実施形態を示すにすぎず、従って、本発明の範囲を限定するものとみなすべきではないことに留意すべきである。

【0009】

図面、特に図1を参照すると、図には、基板12上にレリーフ・パターンを形成するのに用いられるリソグラフィ・システム10が示される。基板12は、基板チャック14に結合することができる。図示されるように、基板チャック14は、真空チャックである。しかしながら、基板チャック14は、どのような形式のチャックでもよく、これらチャックとしては、以下に限定されるものではないが、真空、ピン型、溝型、電磁式及び/又はその種の他のものがある。例示的なチャックが、引用により本明細書に組み入れられる米国特許第6,873,087号に記載されている。

【0010】

基板12及び基板チャック14は、ステージ16により、さらに支持することができる。該ステージ16は、x軸、y軸、及びz軸に沿って動くことができる。ステージ16、基板12、及び基板チャック14は、基部(図示せず)上に配置することもできる。

【0011】

テンプレート18が、基板12から離間して配置される。該テンプレート18は、一般に、該テンプレートから基板12に向かって延びるメサ20を含み、メサ20は、その上

10

20

30

40

50

にパターン形成面 22 を有する。さらに、メサ 20 は、金型 20 と呼ぶこともできる。テンプレート 18 及び / 又は金型 20 は、これらに限定されるものではないが、溶融シリカ、水晶、シリコン、有機ポリマー、シロキサンポリマー、ホウケイ酸ガラス、フッ化炭素ポリマー、金属、硬化サファイア、及び / 又はその種の他のものを含む材料から形成することができる。図示されるように、パターン形成面 22 は、離間配置された複数の凹部 24 及び / 又は突出部 26 により定められた構造部を含む。パターン形成面 22 は、基板 12 上に形成されるパターンの基礎を形成する任意のオリジナル・パターンを定めることができる。

【0012】

テンプレート 18 は、チャック 28 に結合することができる。チャック 28 は、これらに限定されるものではないが、真空、ピン型、溝型、電磁式及び / 又は他の類似のチャック型式として構成することができる。こうしたチャックは、引用により本明細書に組み入れられる米国特許第 6,873,087 号にさらに記載される。さらに、チャック 28 をインプリント・ヘッド 30 に結合することができ、テンプレート 18 の移動を容易にするようにチャック 28 及び / 又はインプリント・ヘッド 30 を構成することができる。

10

【0013】

システム 10 は、流体分配システム 32 をさらに含むことができる。流体分配システム 32 を用いて、材料を基板 12 上に堆積させることができる。例えば、流体分配システム 32 を用いて、基板上に成形可能な液体材料 34 を堆積させることができる。この材料 34 は、液滴分配、スピンドルコーティング、浸漬コーティング、化学気相堆積 (CVD)、物理気相堆積 (PVD)、薄膜堆積、厚膜堆積及び / 又はその種の他のもののような技術を用いて、基板 12 上に配置することができる。設計の考慮事項に応じて、金型 22 と基板 12 との間に所望の容積が定められる前、及び / 又は定められた後に、材料 34 を基板 12 上に配置することができる。材料 34 は、どちらも引用により本明細書に組み入れられる米国特許第 7,157,036 号及び米国特許出願公開第 2005/0187339 号に記載されるように、モノマー混合物を含むことができる。さらに、材料は、生物医学産業、太陽電池産業等における機能材料を含み得ることに留意すべきである。

20

【0014】

図 1 及び図 2 を参照すると、システム 10 は、経路 42 に沿ってエネルギー 40 を導くように結合されたエネルギー源 38 をさらに含むことができる。テンプレート 18 と基板 12 を経路 42 と重ね合わせた状態で配置するように、インプリント・ヘッド 30 及びステージ 16 を構成することができる。システム 10 は、ステージ 16、インプリント・ヘッド 30、流体分配システム 32、及び / 又はエネルギー源 38 と通信状態にあるプロセッサ 54 により調整することができ、メモリ 56 内に格納されたコンピュータ可読プログラム上で動作することができる。

30

【0015】

インプリント・ヘッド 30 及びステージ 16 のいずれか又は両方が、これらの間に材料 34 により充填される所望の容積を定めるように、金型 20 と基板 12 との間の距離を変化させる。例えば、インプリント・ヘッド 30 がテンプレート 18 に力を加え、金型 20 を材料 34 に接触させることができ。材料 34 で所望の容積を充填した後、エネルギー源 38 は、例えば、広帯域紫外線放射のようなエネルギー 40 を生成し、材料 34 を固化及び / 又は架橋させて、基板 12 の表面 44 及びパターン形成面 22 の形状に適合させ、パターン形成された層 46 を、基板 12 上に定める。このパターン形成層 46 は、残留層 48 と、突出部 50 及び凹部 52 などで示される複数の形状構造部とを含むものであり、突出部 50 は厚さ t_1 を有し、残留層は厚さ t_2 を有する。

40

【0016】

上述のシステム及びプロセスは、米国特許第 6,932,934 号、米国特許第 7,077,992 号、米国特許第 7,179,396 号、米国特許第 7,396,475 号に記載されたインプリント・リソグラフィ・プロセス及びシステムにおいても用いることができ、これらの特許文献の全ては、その全体が引用により本明細書に組み入れられる。

50

【0017】

場合によっては、図1及び図2に関して説明されるインプリント・プロセスの際、金型20と基板12との間の所望の容積を超えて材料34が押し出されることがある。所望の容積を超えた押し出しは、材料34が金型20と基板12との間で圧縮されたときに、材料34内で生じる流体圧力に起因するものである。さらに、金型20が基板12から分離された後でさえも、パターン形成層46の部分がテンプレート18上に残ることがある。パターン形成面22上の材料34の残留物は、欠陥を引き起こすこともあり、本明細書では一般に汚染物質と呼ばれる。

【0018】

本明細書に記載されるその場(in-situ)クリーニング・プロセスを用いて、インプリント・リソグラフィ・システム10からテンプレート18を取り外すことなく、テンプレート18をクリーニングすることができる。従って、テンプレートが依然としてインプリント・リソグラフィ・システム10内に取り付けられている間に、テンプレート18をクリーニングすることができる。テンプレート18のクリーニングは、インプリント・リソグラフィ・システム10と両立性のあるクリーニング方法を実施することにより、室温及び大気圧で迅速に達成することができる。液体を使用することなく、及び/又は、テンプレート18の表面を損傷することなく、クリーニングを達成することができる。

10

【0019】

図3を参照すると、テンプレート18は、対向する面を含むものとすることができます。例えば、テンプレート18は、後面60と活性面62とを含むものとすることができます。後面60は、マスク20を含む。マスク20は、形状構造部24及び26を有するものとするか、及び/又は、マスク20は、設計考慮事項に応じて、平坦にしてもよい。1つの実施形態においては、図3に示されるように、エネルギー64を後面60からテンプレート18に照射することができる。別の実施形態においては、図4に示されるように、エネルギー64を活性面62から、テンプレート17に照射することができる。エネルギー64は、一次エネルギー源38(図1に示される)から与えることができ、及び/又は、エネルギー64は、二次エネルギー源から与えることができる。エネルギー64は、紫外線エネルギー、熱エネルギー、電磁エネルギー、可視光エネルギー、及び/又は他のタイプのエネルギーとすることができます。さらに別の実施形態においては、一次エネルギー源38(面60に向けられる)及びエネルギー64(活性面62に向けられる)を生成する二次エネルギー源の両方から、エネルギーを与えることができる。例えば、一次エネルギー源(UV源)及び二次エネルギー源(VUV)からエネルギーを与えることができる。エネルギーは、実質的に同時に及び/又は非同期式に与えることができる。

20

【0020】

図3及び図4に示されるように、テンプレート18のマスク20に隣接させて1つ又はそれ以上のノズル68を配置することができる。ノズル68は、流体66を、テンプレート18の表面及び/又はテンプレート18を囲む領域に導入することができる。流体66は、テンプレート18の表面及び/又はテンプレート18を囲む領域から、押し出し材料及び/又は粒子を実質的に除去することができるものであれば、どのような液体又は気体であってもよい。例えば、流体66は、オゾンガスとすることができます。一例では、ノズル68は、1つ又はそれ以上のノズル68から複数の流体を提供することができる。例えば、ノズル68は、オゾンガス、ヘリウム、二酸化炭素、及び/又は、図1及び図2に関連して説明されたようなインプリント・プロセスの際に必要とされる他の物質を導入することができる。

30

【0021】

別の実施形態においては、図5に示されるように、余分な流体及び/又は汚染物質を放出するための少なくとも1つのポート72を有する排気プレート70を、テンプレート18から離間して配置することができる。排気プレート70は、金属、プラスチック、ガラス、及び/又は同様の材料でできた平板又は湾曲した板とすることができる。一例においては、プレート70の中間点にポート72を配置することができる。しかしながら、プレ

40

50

ート70に沿ったいずれの位置にポート72を配置してもよい。さらに、図5内には1つのポートだけが示されるが、余分な流体66及び/又は汚染物質を放出するために、複数のポート72をプレート70内に含ませることができることに留意すべきである。

【0022】

ポート72は、テンプレート18及びテンプレート18を囲む領域から流体66を除去するための排気システムを構成することができる。ポート72は、テンプレート18及び該テンプレート18を囲む領域から流体66を除去するために、真空装置及び/又は吸引又は強制力の手段によって動作する他の類似の装置を用いて、能動的放出を行なうことができる。例えば、真空及び/又は他の類似の装置は、流体66から汚染物質をさらに除去して廃棄及び/又は再利用するものとすることができます。

10

【0023】

代替的に、ポート72は、受動的放出技術を提供するものとすることができます。例えば、テンプレート18を横切って流体66（例えば、オゾン）を引き込み、テンプレート18からの汚染物質を付着させるようにすることができます。汚染物質は、流体66と共に放出するか、及び/又は、ポート72を通って放出することができます。

【0024】

図6は、テンプレート18から汚染物質を除去するための例示的な方法のフローチャート74を示す。ステップ76において、エネルギー64によりテンプレート18に照射することができる。テンプレート18の後面60及び/又は活性面62上に照射することができる。ステップ78において、テンプレート18の表面及び/又はテンプレート18を囲む領域に流体66を導入することができる。例えば、ノズル68により流体66を導入することができる。流体66は、テンプレート18の表面及び/又はテンプレート18を囲む領域から汚染物質を実質的に除去することができる。ステップ80において、テンプレート18の表面及び/又はテンプレート18を囲む領域から、流体66及び/又は汚染物質を除去することができる。流体66及び/又は汚染物質の除去は、ポート72及び/又は他の類似の機構を通した積極的な放出、及び/又は、消極的な放出によるものとすることができます。ステップ82において、図1及び図2に関連して説明されたようなインプリント・プロセスを再開することができる。1つの実施形態においては、インプリント・リソグラフィ・システム10において、第1の基板12を取り外し、第2の基板を装填する間に、テンプレート18をクリーニングすることができる。

20

【0025】

幾つかの実施形態においては、真空紫外線放射（例えば、約120nmから約200nmまでの波長範囲の放射）を用いて、インプリント・リソグラフィ・システム10内のインプリント・リソグラフィ・テンプレート18の形状構造部24及び26及び/又はマスク20をクリーニングすることができる。約200nmより短い波長では、酸素（例えば、大気中の酸素）により真空紫外線放射又はVUV放射を吸収することができる。非UV吸収性ガス種には、窒素及びアルゴンが含まれる。酸素によるVUV放射の吸収により、オゾン及び/又は励起原子酸素のような反応種の生成がもたらされることがある。これらの種は、有機化合物に対して反応性であり、従って、インプリント・リソグラフィ・テンプレート18の表面から、材料34及び/又は固化した材料34をクリーニングすることができる。VUV源及び約170nmから370nmまでの波長範囲の放射をもたらすUV源を用いて実質的に同時に照射することにより、反応性酸素種の生成をさらに増大させることができる。

30

【0026】

VUV放射源は、例えば、低圧水銀灯、誘電体バリア放電源などとすることができます。低圧水銀灯は、オゾンを生成することができる約185nmの帯域と、何らかの有機分子により吸収され、それらを直接（オゾンなしで）劣化させることができます約254nmの別の帯域とを含む、1又はそれ以上のスペクトル領域で放射を生成することができる。希ガス（又は希ガス及びハロゲン化物の混合物）で充填された誘電体バリア放電（DBD）源は、エキシマの減衰から真空紫外線放射を生成することができる。この放射源は、例え

40

50

ば、D B D 源がキセノンガスを含む場合、電気エネルギーの約 40 % を約 172 nm の波長の放射に変換することができ、非常に効果的である。D B D 源は、ごくわずかな起動時間により室温で動作し、及び / 又は最小の熱を生成することができる。

【 0 0 2 7 】

ページされたチャンバ又は非 U V 吸收性ガスの雰囲気がない場合には、V U V 放射は、放射源に近接した位置にある（例えば、エネルギー源の表面から約 10 mm の範囲内の）酸素により吸収することができる。従って、ページされたチャンバ又は非 U V 吸收性ガスの雰囲気がない場合においては、インプリント・リソグラフィ・システム 10 内に組み込まれることになる V U V 放射源は、クリーニング中にテンプレート 18 に近接するように配置すればよい。

10

【 0 0 2 8 】

図 7 を参照すると、幾つかの実施形態においては、酸素含有環境中（例えば、空气中）の大気圧のもとで、インプリント・リソグラフィ・システム 10 内において（その場で）、テンプレート 18 をクリーニングすることができる。例えば、酸素含有環境内で、テンプレート 18 の活性面 62 を V U V 放射源 86 の表面 87 に近接させることができる。幾つかの実施形態においては、V U V 放射源 86 は、D B D 源とすることができます。1 つの実施形態においては、テンプレート 18 の活性面 62 を、V U V 放射源 86 の表面 87 の約 10 mm 内にすることができる。従って、放射線は、空气中で大幅に減衰され、効果的なクリーニングをもたらすことができる。分離距離がより小さいほど、テンプレート 18 の活性面 62 の放射線が強くなり、有機化合物をテンプレート 18 の活性面 62 から除去する速度をさらに向上させることができる。場合によっては、クリーニングの速度は、テンプレート 18 の活性面 62 にわたって異なり得る（例えば、放射源 86 は、テンプレート 18 の活性面 62 にわたって異なるエネルギーをもたらす曲面をもった電球とすることができます）。

20

【 0 0 2 9 】

図 8 は、V U V 放射源 86 をチャンバ 88 内に収容することができる別の実施形態を示す。この図では、チャンバ 88 は、テンプレート 60 の上に配置された状態で示される。図 3 及び図 4 に示すように、放射 64 をもたらすために、チャンバ 88 をテンプレート 60 の上又は下に配置できることに留意すべきである。チャンバ 88 とテンプレート 60 の他の相対的位置もまた可能である。入口 92 を通した非吸收性ガス 90（例えば、窒素又はアルゴン）でチャンバ 88 をページすることができる。チャンバ 88 内の圧力は、およそ大気圧とすることができます。テンプレート 18 は、ページされたチャンバ 88 のウィンドウ 94 にごく近接して（例えば、約 5 mm 以内に）配置することができる。ウィンドウ 94 は、これに限定されるものではないが、非 U V 吸收性材料（例えば、溶融シリカ）を含む材料で構成することができる。V U V 放射源 86 は、比較的高い均一性を有した状態でウィンドウ 94 の第 1 の側 95（すなわち、ページされた側）に照射することができ、活性面 62 にわたって相対的に均一なクリーニングをもたらす。図 8 に示されるように、チャンバ 88 をページするのに用いられるガス 90 を用いて、V U V 放射源 86 により発生する熱を除去することもできる。例えば、ガス 90 を用いて、出口 96 を通して熱を除去することができる。

30

【 0 0 3 0 】

図 9 に示されるように、V U V 放射源 86（例えば、D B D 源）を開放チャンバ 98 内に配置することができる。非 U V 吸收性ガス 90 は、入口 92 を通してチャンバ 98 に流入することができる。ガス 90 は、V U V 放射源 86 に流れる前に、ディフューザ・プレート 100 を通って流れることができる。テンプレート 18 に向かう実質的に層状の流れをチャンバ 98 内に形成することができる。テンプレート 18 の活性面 62 を、チャンバ 98 の開口部 102 から約 5 mm 以内に配置して、テンプレート 18 の活性面 62 と V U V 放射源 86 との間の距離が 5 mm を超えるようにすることができます。非 U V 吸收性ガス 90 の流れが、他の場合には V U V 放射源 86 とテンプレート 18 の活性面 62 との間の空气中で発生する、V U V 放射源 86 からの放射線の減衰を減少させることになる。この

40

50

ことにより、空气中で達成されるよりも（例えば、図7に示されるように）、VUV放射源86とテンプレート18の活性面18との間の距離が大きくなる。

【0031】

図10は、VUV放射源86（例えば、DBD源）をバージされたチャンバ104内に配置することができる別の実施形態を示す。テンプレート18は、チャンバ104の一方の側部を形成しており、テンプレート18の活性面62がチャンバ104とは反対側に向いた状態で配置されるようにすることができる。例えば、活性面62は、大気環境中にある状態にすることができます。VUV放射は、バージされたチャンバ104を通ってテンプレート18の後面60へ、さらにテンプレート18の活性面62へと透過することができる。

10

【0032】

活性面62における放射線強度は比較的高く、向上した表面クリーニング速度をもたらすことができる。例えば、VUV放射源86をテンプレート18の後面60に近接して配置した場合（テンプレート18と基板12との間とは対照的に）、VUV源86を実質的に再配置することなく、及び／又は、図1のインプリント・リソグラフィ・システム10内でテンプレート18を再配置することなく、テンプレート18をクリーニングすることができます。この構成により、VUV放射源86をテンプレート18と基板12及び／又は図1のステージ16との間に配置することなく、テンプレート18の活性面62をクリーニングすることが可能になる。従って、図1及び図2に関連して説明されたように、インプリントが終わるたびに、テンプレート18をクリーニングすることができます。

20

【0033】

図11A及び図11Bは、エネルギー源38及びVUV放射源86（例えば、DBD源）の両方を有する別の実施形態を示す。エネルギー源38は、テンプレート18と基板12との間の材料34を固化することができ、VUV放射源86は、テンプレート18の活性面62及び／又は後面60をクリーニングすることができる。

30

【0034】

図11Aは、開位置にあるシャッター108を示す。この開位置において、シャッター108により、エネルギー源38からのエネルギー40が、ウィンドウ112を通ってチャンバ110に入り、テンプレート18の活性面62と基板12との間の材料34を照射するのが容易になる。チャンバ100は、非UV吸収性ガス90でバージすることができます。

【0035】

図11Bは、閉位置のシャッター108を示す。この閉位置において、VUV放射源86からのVUV放射は、テンプレート18の後面60に接触することができる。シャッター108は、チャンバ110内のVUV放射をテンプレート18の方向に導く反射面114を有することができる。テンプレート18のクリーニング後、シャッター108を再び開いて、エネルギー源38からのエネルギー40をテンプレート18に到達させることができる。

30

【0036】

幾つかの実施形態において、シャッター108は、エネルギー源38からのエネルギー40に対して透明であり、VUV放射を反射することができる。例えば、シャッター108は、VUV放射を反射するコーティングを有することができる。こうした実施形態においては、シャッター108は、図1及び図2に関連して説明された固化ステップ（例えば、重合ステップ）のために（例えば、図11Bに示されるように）静止したままである。

40

【0037】

図12A及び図12Bは、VUV放射源86（例えば、DBD源）を、テンプレート18の活性面62より下方に配置されたステージ116（例えば、x-yステージ）に結合することができる別の実施形態を示している。ステージ116の設計は、米国特許出願第10/438,224号及び米国特許出願第11/211,766号にさらに詳細に説明されている、転写体と類似しており、これらの出願は、いずれも、その全体が引用により

50

本明細書に組み入れられる。

【0038】

図12Aを参照すると、クリーニング・プロセス中に、ステージ116を並進及び/又は回転させて、1つ又はそれ以上のVUV放射源86をテンプレート18の活性面62の下に位置させることができる。VUV放射源86からの放射線を、テンプレート18の活性面62の方向に導くことができる。さらに、VUV放射源86を活性面62の一部の下に配置し、ステージ116をx方向及びy方向に沿って並進させて、活性面62を横切って放射線を当てることができる。

【0039】

図12Bを参照すると、クリーニング後には、ステージ116を並進及び/又は回転させて、VUV放射源86を移動させ、VUV放射源86をテンプレート18の下に位置させることができないようにすることができます。図1及び図2に関連して説明されるように、インプリントのために、テンプレート18及び基板12を再び位置合わせすることができる。

10

【0040】

図13は、基板12をシステム10に装填するとき又は該システム10から取り出すとき、テンプレート18をクリーニングすることができる別の実施形態を示す。例えば、図13に示すように、VUV放射源86（例えば、DBD源）は、固定された取付具118上に取り付けることができる。自動テンプレート操作ツール120を用いて、クリーニングのためにテンプレート18をVUV放射源86に近接して配置し、次いで、図1及び図2に関して説明されたように、インプリントのためにテンプレート18を基板12に近接して再配置することができる。

20

【符号の説明】

【0041】

18 テンプレート； 60 後面； 62 活性面； 86 VUV放射源；
87 表面。

【図1】

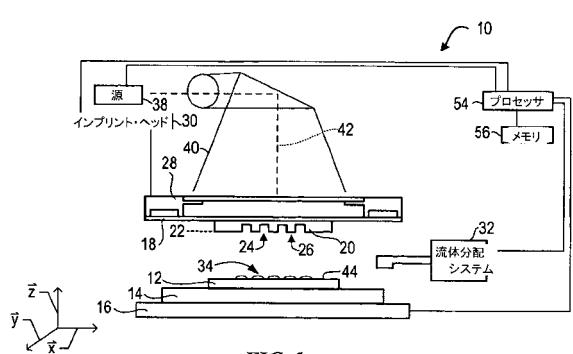


FIG. 1

【図3】

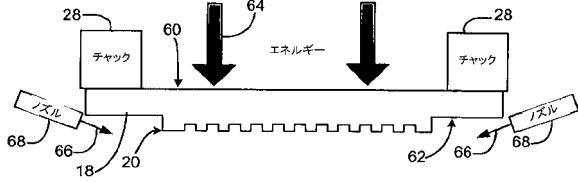


FIG. 3

【図4】

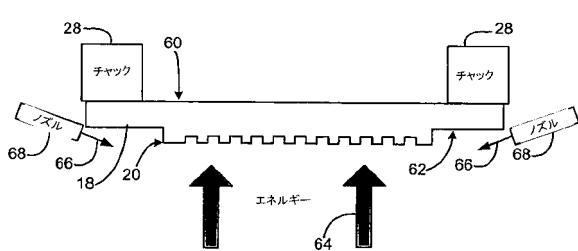


FIG. 4

【図2】

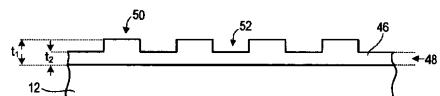


FIG. 2

【図5】

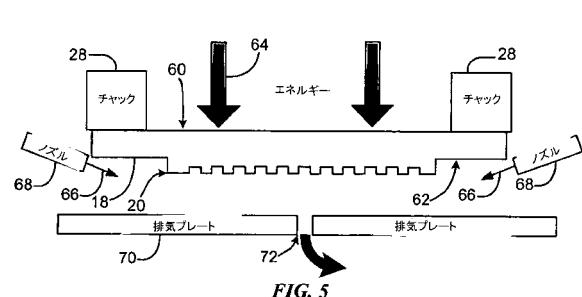


FIG. 5

【図7】

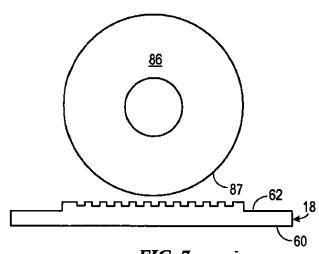


FIG. 7

【図6】

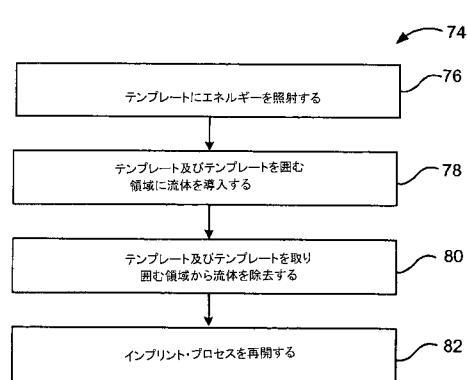


FIG. 6

【図8】

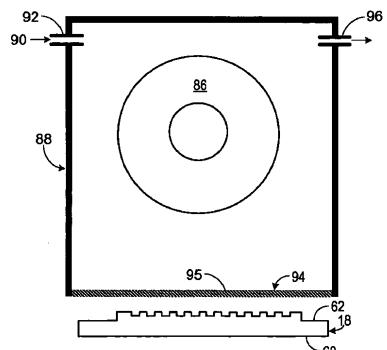


FIG. 8

【図 9】

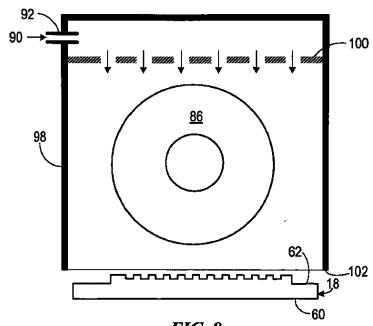


FIG. 9

【図 11 A】

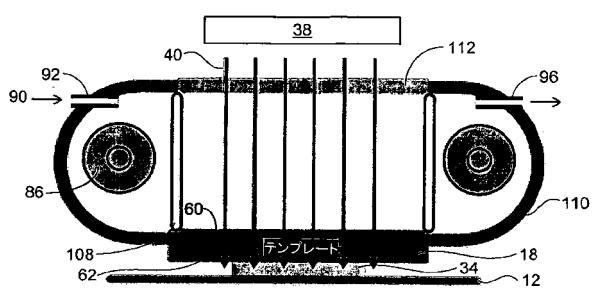


FIG. 11A

【図 10】

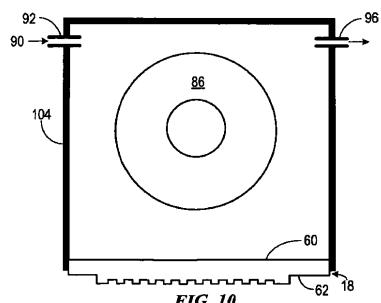


FIG. 10

【図 11 B】

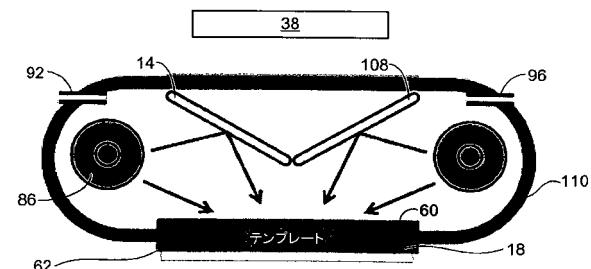


FIG. 11B

【図 12 A】

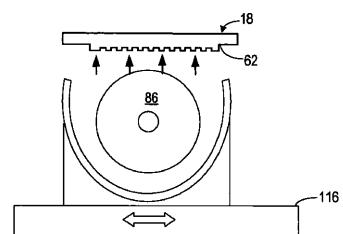


FIG. 12A

【図 13】

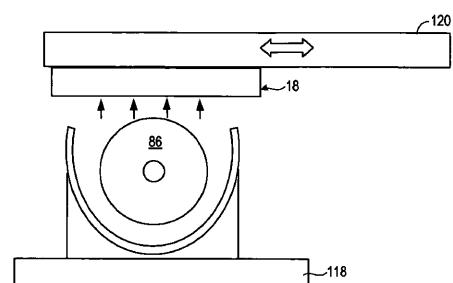


FIG. 13

【図 12 B】

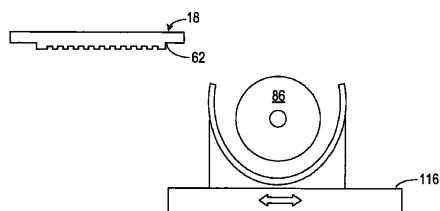


FIG. 12B

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 12/563,356

(32)優先日 平成21年9月21日(2009.9.21)

(33)優先権主張国 米国(US)

(72)発明者 マックマッキン, イアン・エム

アメリカ合衆国・78731・テキサス州・オースティン・ノース キャピタル オブ テキサス
ハイウェイ・7700・ナンバー 1318

(72)発明者 チョイ, ピュン-ジン

アメリカ合衆国・78750・テキサス州・オースティン・メダリオン レーン・11512

(72)発明者 レズニック, ダグラス・ジェイ

アメリカ合衆国・78726・テキサス州・オースティン・デナイル パークウェイ・8317

審査官 関口 英樹

(56)参考文献 特開昭59-161824(JP, A)

特開2008-193035(JP, A)

特開2006-108696(JP, A)

特開2005-327788(JP, A)

特開2001-129391(JP, A)

特開2002-075839(JP, A)

特開2007-088116(JP, A)

特開2004-101868(JP, A)

特開2005-064289(JP, A)

特表2005-519738(JP, A)

米国特許出願公開第2008/0131623(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

B29C 33/00 - 33/76, 39/00 - 39/44,
41/38 - 41/44, 43/00 - 43/58,
45/00 - 45/84, 49/48 - 49/56, 49/70,
51/30 - 51/40, 51/44, 53/00 - 53/84,
57/00 - 59/18