

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6447653号
(P6447653)

(45) 発行日 平成31年1月9日 (2019.1.9)

(24) 登録日 平成30年12月14日 (2018.12.14)

(51) Int.Cl.

G O 3 F 7 / 2 0 (2 0 0 6 . 0 1)

F I

G O 3 F 7 / 2 0 5 0 1

G O 3 F 7 / 2 0 5 2 1

請求項の数 20 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-69846 (P2017-69846)	(73) 特許権者	000004112
(22) 出願日	平成29年3月31日 (2017.3.31)		株式会社ニコン
(62) 分割の表示	特願2016-200712 (P2016-200712) の分割		東京都港区港南二丁目15番3号
原出願日	平成16年7月16日 (2004.7.16)	(74) 代理人	100161207
(65) 公開番号	特開2017-116968 (P2017-116968A)		弁理士 西澤 和純
(43) 公開日	平成29年6月29日 (2017.6.29)	(74) 代理人	100140774
審査請求日	平成29年3月31日 (2017.3.31)		弁理士 大浪 一徳
(31) 優先権主張番号	60/500,312	(74) 代理人	100175824
(32) 優先日	平成15年9月3日 (2003.9.3)		弁理士 小林 淳一
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	アレックス カー ティム プーン
(31) 優先権主張番号	60/541,329		アメリカ合衆国 94583 カリフォル
(32) 優先日	平成16年2月2日 (2004.2.2)		ニア州, サン レイモン, エリシャ
(33) 優先権主張国	米国 (US)		レーン 158

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液浸リソグラフィ装置及び液浸リソグラフィ方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と終端光学素子との間の液浸液体を介して前記基板上に像を投影する液浸リソグラフィ装置であって、

前記終端光学素子を有し、前記基板上に像を投影する投影光学系と、

前記終端光学素子の周囲に配置されたノズルと、を備え、

前記ノズルは、液浸液体を供給する第1開口と、前記第1開口から供給された液浸液体を回収可能な第2開口と、前記終端光学素子の下側の光路の周囲に配置された下面とを有する第1部材、および前記第1開口から供給された液浸液体を回収可能な回収部を有する第2部材と、を有し、

前記回収部は、前記光路に対して前記下面の外側であって、前記下面の周囲に配置され、

前記第1部材と前記第2部材とは離間して配置され、

前記第2部材の前記回収部は、前記光路に対して、前記第1部材の前記下面よりも外側で前記第2部材と前記基板との間の液浸液体を回収可能である液浸リソグラフィ装置。

【請求項2】

前記像が前記基板上に投影されている時に、前記終端光学素子の端面と前記基板との距離が、前記第1部材の下面と前記基板との距離よりも大きくなるように前記第1部材が配置されている請求項1記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項3】

前記第 1 開口と前記第 2 開口は、同じ高さに設けられている請求項 1 又は 2 記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 4】

前記第 1 部材は、前記終端光学素子から離間して配置される請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 5】

前記第 1 開口と前記第 2 開口は、前記下面よりも高い位置に配置される請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 6】

前記下面は、前記基板に対して実質的に平行である請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の液浸リソグラフィ装置。

10

【請求項 7】

前記基板が第 1 方向に移動しながら走査露光される請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 8】

前記第 1 開口と前記第 2 開口は、前記第 1 方向と交差する第 2 方向に関して、前記終端光学素子の一侧及び他側に配置される請求項 7 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 9】

前記第 1 開口からの液体供給と前記第 2 開口からの液体回収によって、前記液浸液体が前記終端光学素子を横切るように流れる請求項 1 ~ 8 のいずれか一項記載の液浸リソグラフィ装置。

20

【請求項 10】

前記第 2 部材の前記回収部は、前記第 1 開口を介して供給され、前記光路に対して、前記第 1 部材の前記下面よりも外側に引き出された液浸液体を回収可能である請求項 1 ~ 9 のいずれか一項記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 11】

前記第 1 開口から供給された液浸液体を介して前記基板に前記像が投影される請求項 1 ~ 10 のいずれか一項記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 12】

前記回収部を介して液浸液体を回収するための圧力を制御する圧力制御システムをさらに備え、

30

前記圧力制御システムは、回収流路を介して前記回収部に接続された第 1 タンクと、前記第 1 タンクに接続され、前記第 1 タンク内の圧力を制御する真空レギュレータとを有する請求項 1 ~ 11 のいずれか一項記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 13】

前記圧力制御システムは、前記回収流路に配置され、前記回収部から前記第 1 タンクへの液体流れを調整するバルブを有する請求項 12 記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 14】

前記圧力制御システムは、前記回収流路に配置され、前記回収部からの液浸液体の回収が不要の場合にオフとされるバルブを有する請求項 12 又は 13 記載の液浸リソグラフィ装置。

40

【請求項 15】

前記回収流路は、前記第 1 タンクの上部に接続される請求項 12 ~ 14 のいずれか一項記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 16】

前記真空レギュレータは、前記第 1 タンクの上部に接続される請求項 12 ~ 15 のいずれか一項記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 17】

前記圧力制御システムは、前記液浸液体を回収するための圧力を測定する圧力センサを有し、前記圧力センサからのセンサ信号に基づいて前記真空レギュレータが制御される請

50

求項 12 ~ 16 のいずれか一項記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 18】

前記第 2 部材が取り付けられる取付部材と、

前記第 2 部材と前記取付部材との間に配置された振動減衰材とを備える請求項 12 ~ 17 のいずれか一項に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 19】

前記像が前記基板上に投影されている時に、前記終端光学素子の端面と前記基板との距離は、1.0 ~ 5.0 mm である請求項 1 ~ 18 のいずれか一項記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 20】

ノズルを使って、投影光学系の終端光学素子と基板との間の光路を液浸液体で満たすと前記終端光学素子と前記基板との間の液浸液体を介して前記基板上に像を投影する液浸リソグラフィ方法であって、

前記ノズルの第 1 部材に設けられた第 1 開口を介して液浸液体を供給することと、

前記第 1 部材に設けられた第 2 開口を介して、前記第 1 開口を介して供給された液浸液体を回収することと、

前記第 1 開口から供給された液浸液体を、前記ノズルの第 2 部材の回収部を介して回収することと、を含み、

前記第 1 部材は、前記光路の周囲に配置された下面を有し、

前記回収部は、前記光路に対して前記下面の外側であって、前記下面の周囲に配置され

、前記第 1 部材と前記第 2 部材とは離間して配置され、

前記回収部は、前記光路に対して、前記第 1 部材の前記下面よりも外側で前記第 2 部材と前記基板との間の液浸液体を回収可能である液浸リソグラフィ方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

< 関連する出願の参照情報 >

この出願は、2003 年 9 月 3 日に提出された米国仮特許出願第 60 / 500,312、及び 2004 年 2 月 2 日に提出された米国仮特許出願第 60 / 541,329 の全ての開示に基づくとともに、それらの優先権の利益を主張し、これらの仮出願の全ての開示を援用して本文の記載の一部とする。

【背景技術】

【0002】

本発明は、概して液浸リソグラフィ用の流体を供給するためのシステム及び方法に関し、より詳しくは流体のフロー（流量）及び圧力を制御して液浸リソグラフィに安定条件を与えるシステム及び方法に関する。

【0003】

露光装置は、半導体プロセス中に、半導体ウエハ上にレチクルからの像を転写するのに一般に用いられる精密構造体の一種である。典型的な露光装置は、光源、レチクルを保持するレチクルステージアセンブリ、光学アセンブリ、半導体ウエハを保持するウエハステージアセンブリ、計測システム（系）、及び制御システム（系）を含んでいる。レジストが塗布されたウエハは、パターンが形成されたマスクから射出される放射線の通路内に配置され、該放射線によって露光される。レジストが現像されると、マスクパターンはウエハ上に転写される。顕微鏡試験では、極紫外線（EUV）放射はレジストが塗布されたプレートに薄い標本を介して放射される。レジストが現像されると、標本の構造に対応した局所的形状が残される。

【0004】

液浸リソグラフィは、従来の「ドライ」システムのための理論的な最大値よりも大きい開口数（NA）で露光を可能とすることによって、投影リソグラフィの解像度を向上でき

10

20

30

40

50

る技術である。最終（終端）光学素子とレジストが塗布されたターゲット（例えば、ウエハ）との間の空間を満たすことによって、液浸露光は、そうしなければ光学的空気界面で内部的に全反射されることになる光で露光することを可能にする。液浸液体（又はレジスト若しくはレンズ材料の何れか小さい方の）の屈折率と同じくらい高い開口数を実現し得る。液浸液体は同じ開口数のドライシステムと比較して、液浸液体の屈折率により、ウエハ焦点深度すなわちウエハの鉛直方向の位置における許容誤差をも増大させる。液浸リソグラフィは、従って、248から193 nmへのシフトに相当する高解像度化をもたらす可能性を持っている。露光波長のシフトとは異なり、液浸の採用は新たな光源、光学材料、又はコーティングの開発を不要とするだろうし、同じ波長で従来のリソグラフィと同じか又は類似のレジストの使用を許容するであろう。最終光学素子とそのハウジングとウエハ（おそらくステージも）のみが液浸流体に接触する液浸システムにおいては、汚染管理のような分野における従来のツールのために開発された技術やデザインの多くを液浸リソグラフィに直接的にそのまま流用することができる。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

液浸リソグラフィの課題の一つは、液浸リソグラフィのために安定条件を与えるように、最終光学素子とウエハとの間に水のような流体の供給及び回収のためのシステムを設計することである。

【課題を解決するための手段】

20

【0006】

本発明の実施形態は、液浸リソグラフィのために安定条件を提供するための流体の流れ（流量）及び圧力を制御するシステム及び方法に関するものである。流体は、液浸リソグラフィプロセス中に、レンズと基板との間の空間に供給される。流体は、前記空間に流体的に接続された多孔質部材を介して該空間に供給されかつ該空間から回収される。前記多孔質部材のバブルポイントより低く該多孔質部材の圧力を維持することで、流体回収中に該流体に空気が混入することにより発生するノイズの除去が可能となる。前記バブルポイントは、前記多孔質部材中の孔（最大孔）の大きさ及び流体が前記多孔質部材に対してなす接触角（前記多孔質材の性質及び前記流体の性質に基づくパラメータとしての）に依存して決まる多孔質部材の特性である。前記バブルポイントは一般に非常に低圧力なので、この低圧力の制御は重要な課題である。

30

【0007】

本発明の一の態様は、液浸リソグラフィシステムにおいてレンズと基板との間の空間から流体を回収する方法に関する。この方法は、回収流路を介し、多孔質部材を通じて前記空間から前記流体を引き出す（引き込む）ことと；前記空間からの前記流体を引き出し中に前記多孔質部材内の前記流体の圧力を前記多孔質部材のバブルポイントより低く維持することとを備えている。

【0008】

いくつかの実施形態においては、前記圧力を維持することは、予め設定された圧力に保たれたオーバーフローコンテナを提供することと；前記オーバーフローコンテナへ前記回収流路を介し、前記多孔質部材を通じて前記空間から引き出された（吸引された）前記流体を導くこととを備えている。前記圧力を維持することは、前記オーバーフローコンテナから回収タンクへ前記流体を吸い出すことを更に備えている。前記流体は、前記オーバーフローコンテナの下方に配置された前記回収タンクへ重力により吸い落とされる。他の実施形態では、前記圧力を維持することは、流体レベルバッファを提供することと；バッファ流路を介し、前記多孔質部材を通じて前記空間から前記流体レベルバッファへ前記流体を引き出すことと；前記流体レベルバッファでの圧力又は流体レベルを検出することと；前記流体レベルバッファでの前記検出された圧力又は流体レベルに基づいて、前記回収流路を介し、前記多孔質部材を通じて前記空間から引き出される前記流体のフロー（流量）を制御することとを備えている。前記流体のフロー（流量）を制御することは、前記多孔

40

50

質部材の下流の前記回収流路に配置された可変バルブを制御することを備えている。更に他の実施形態では、前記圧力を維持することは、流体レベルバッファを提供することと；バッファ流路を介し、前記多孔質部材を通じて前記空間から前記流体レベルバッファへ前記流体を引き出すことと；前記流体レベルバッファでの圧力又は流体レベルを検出することと；前記流体レベルバッファでの前記検出された圧力又は流体レベルに基づいて、前記多孔質部材を通じた前記回収流路の出口でのバキューム圧を制御することとを備えている。前記バキューム圧を制御することは、前記回収流路の出口の回収タンクのパキュームレギュレータを制御することを備えている。

【 0 0 0 9 】

本発明の他の態様によると、液浸露光システムにおいてレンズと基板との間の空間から流体を回収するための装置は、前記レンズの一部を収容するとともに、前記レンズを前記空間によって分離される前記基板から離間して前記レンズを位置付けて、前記レンズと前記基板との間の前記空間中の流体を受け入れるレンズ開口を含む内側部を備えている。外側部が前記内側部の周囲に配置されており、前記外側部は、前記空間及び流体回収出口に流体的に接続された多孔質部材を含み、前記多孔質部材を介して前記空間から前記流体回収出口に流体を引き出す。前記多孔質部材を介して前記空間から前記流体を引き出している間に前記多孔質部材の表面での圧力を前記多孔質部材のバブルポイントより低く維持するように、圧力制御システムが前記多孔質部材に流体的に接続されている。

【 0 0 1 0 】

いくつかの実施形態においては、前記圧力制御システムは、前記多孔質部材に流体的に接続されたオーバーフローコンテナと；前記オーバーフローコンテナ内の圧力を調整するように構成されたバキュームレギュレータとを備えている。回収タンクがオーバーフローコンテナに流体的に接続されるとともに、その下方に配置されている。他の実施形態では、前記圧力制御システムは、前記多孔質部材に流体的に接続された流体レベルバッファと；前記流体レベルバッファでの圧力又は流体レベルを検出するように構成されたセンサと；前記多孔質部材を介して前記空間から前記流体を引き出している間に、前記センサからの検出信号に基づいて、前記流体回収出口を通じて前記空間から引き出される前記流体の流速（流量）を調節して前記多孔質部材の前記表面での圧力を前記多孔質部材のバブルポイントより低く維持するように構成されたコントローラとを備えている。前記圧力制御システムは、前記流体回収出口の下流に配置されたバルブを備え、前記コントローラは前記バルブを制御して前記流体回収出口を通じて前記空間から引き出される前記流体の前記流速（流量）を調整するように構成されている。更に他の実施形態では、前記圧力制御システムは、前記流体回収出口に流体的に接続された回収タンクと；前記回収タンク内の圧力を調整するように構成された可制御バキュームレギュレータとを備えている。前記コントローラは前記可制御バキュームレギュレータを制御して、前記回収タンク内の前記圧力を制御することによって前記回収タンクに前記流体回収出口を通じて前記空間から引き出される前記流体の前記流速（流量）を調節するように構成されている。

【 0 0 1 1 】

具体的な実施形態においては、前記内側部は介在空間によって前記外側部から離間されている。前記内側部は前記レンズと前記基板との間の空間の一部を形成する内側キャビティを含み、前記内側部は、前記内側キャビティに流体を導入すること及び前記内側キャビティから流体を引き出すことの少なくとも一方を行うように、前記内側キャビティの上方に配置された開口を含んでいる。前記内側部は前記内側キャビティ内に流体を導入するために、前記レンズ開口に関して向かい合う両側に配置された開口を含んでいる。前記内側部は、前記レンズ開口の前記液浸リソグラフィシステムの走査方向における両側に配置された一対のバッファスロットを含んでいる。前記内側部はパージ孔を含み、前記一対のバッファスロットは各々が前記パージ孔の少なくとも一つに流体的に接続されている。前記多孔質部材は、メッシュ、多孔質材、及びその内部にエッチング孔を有する部材からなる群から選択される。

【 0 0 1 2 】

本発明の他の態様によると、装置は、終端光学素子を有しワークピース上に像を投影するように構成された投影光学系と；前記像が前記ワークピース上に投影されている時に、前記投影光学系に近接して前記ワークピースを支持するように構成されたステージとを備えている。隙間が前記最終光学素子と前記ワークピースとの間に設けられており、液浸流体で満たされるように構成されている。多孔質材が前記隙間に近接して位置付けられ、前記隙間に存在している流体を回収するように構成されている。コントロールシステムは前記多孔質材上の圧力を維持するように構成されている。前記圧力は前記多孔質材のバブルポイントが又はそれより低い。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

10

【図 1】本発明の実施形態に従う液浸リソグラフィシステムの概要を示す概略正面図である。

【図 2】本発明の一実施形態に従う液浸リソグラフィ用の流体供給及び回収のためのノズルの斜視図である。

【図 3】図 2 のノズルの概略断面図である。

【図 4】図 2 のノズルの内側部の断面図である。

【図 5】他の実施形態に従うノズルの概略断面図である。

【図 6】本発明の一実施形態に従う液浸リソグラフィシステムにおける流体回収のための圧力制御システムの概要を示す概略図である。

【図 7】本発明の他の実施形態に従う液浸リソグラフィシステムにおける流体回収のための圧力制御システムの概要を示す概略図である。

20

【図 8】本発明の他の実施形態に従う液浸リソグラフィシステムにおける流体回収のための圧力制御システムの概要を示す概略図である。

【図 9】本発明の他の実施形態に従う、水停滞防止を伴う液浸リソグラフィシステムにおける流体回収のための圧力制御システムの概要を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

図 1 は、レチクルをその上に支持するレチクルステージ 1 2 と、投影レンズ 1 4 と、ウエハステージ 1 8 上に支持されたウエハ 1 8 を含む液浸リソグラフィシステム 1 0 を示している。本文中ではシャワーヘッド又はノズルとしても称されることがある液浸装置 2 0 は、最終光学素子 2 2 とウエハ 1 6 との間に、水のような液体又はガスにし得る流体を供給及び回収するように、投影レンズ 1 4 の最終光学素子 2 2 の周囲に配置されている。本実施形態は、レチクル及びウエハ 1 6 が走査露光中にそれぞれの走査方向に同期移動される液浸リソグラフィシステム 1 0 に関する。

30

【 0 0 1 5 】

図 2 及び図 3 は、液浸リソグラフィ用の、最終光学素子 2 2 とウエハ 1 6 との間の流体の供給及び回収のための装置又はノズル 2 0 を示している。図 2 は外側部 3 0 及び内側部 3 2 を含むノズル 2 0 の底面斜視図を示している。内側部 3 2 は最終光学素子 2 2 とウエハ 1 6 との間の流体を受け入れるための内側キャビティ 3 4 を画成している。内側部 3 2 は内側キャビティ 3 4 の内外へ流体を流すための複数の開口 3 8 を含んでいる。図 2 に見られるように、最終光学素子 2 2 の両側に配置された複数の開口 3 8 が存在している。内側部 3 2 は内側キャビティ 3 4 を取り囲む平坦部 3 3 を有している。平坦部 3 3 はウエハ 1 6 に対して実質的に平行である。最終光学素子 2 2 の端面とウエハ 1 6 との間の距離 D 1 は、平坦部 3 3 とウエハ 1 6 との間の距離 D 2 よりも大きい。距離 D 1 は 1 . 0 ~ 5 . 0 mm とすることができ、距離 D 2 は 0 . 5 ~ 2 . 0 mm とすることができる。他の実施形態では、距離 D 1 は実質的に距離 D 2 と等しい。内側部 3 2 はさらに、パージ孔 4 2 を備えた一对のパッファ又はパッファスロット 4 0 を含んでいる。パッファ 4 0 は平坦部 3 3 に又はその近傍に配置されている。パッファ 4 0 は最終光学素子 2 2 側の対向する両側に配置されている。走査方向 4 4 における内側部 3 2 の断面図が図 4 に示されている。

40

【 0 0 1 6 】

50

外側部 30 は大気溝として称され得る介在空間又は溝 48 によって内側部 32 から離間されている。外側部 30 は最終光学素子 22 側の対向する両側に配置された一つ又はそれより多くの流体回収口 50 を含んでいる。多孔質部材 51 は内側部 32 の周囲に延在し、一对の流体回収口 50 に流体的に接続されたスロット又は外側キャビティ 53 内に配置されている。多孔質部材 51 はメッシュであってもよく、あるいは典型的には約 50 ~ 200 ミクロンの範囲の大きさの孔を有する多孔質材料から形成されてもよい。例えば、多孔質部材 51 は、金属、プラスチックなどからなる編込み片又は層を含むワイヤーメッシュ、多孔質金属、多孔質ガラス、多孔質プラスチック、多孔質セラミック、又は化学的にエッチングされた孔（例えば、光学エッチングによる）を有するシート材料であってもよい。外側部 30 は更に流体バッファ出口 56 及び流体回収出口 58 を含んでいる。図 5 に見られるようなノズル 20 の他の実施形態においては、内側部 32 は最終光学素子 22 に接触又は最終光学素子 22 とのシールを形成しておらず、最終光学素子 22 から離間されている。その隙間はノズルの振動が最終光学素子 22 へ伝達されることを防止する。しかしながら、該隙間により流体が空気に曝され得る。

【0017】

ノズル 20 の特徴の一つは、2つの部分品、即ち、外側部 30 と内側部 32 とで作られていることである。内側部 32 はレンズとウエハ表面との間で流体を保持し、外側部 30 は主として流体回収のために設けられている。振動は、多孔質部材 51 を通じて外側部 30 から流体を回収する間に、内側部 32 を含む、リソグラフィシステムの他の構成部品へ伝達される可能性がある。内側部 32 は、ウエハ 16 に対するオートフォーカスビームを向けるのに用いられ得る。減衰材を、外側部 30 からの振動の伝達を最小とするために外側部 30 と外側部 30 が取り付けられる取付部品との間に取り付けることができる。加えて、多孔質部材を含む外側部 30 は汚染されやすいため、それ故メンテナンスのために交換される必要がある。独立した部品として外側部 30 を形成することは、メンテナンスの容易化を促進する。それは、ノズル 20 全体を交換するのに対して、外側部の交換後の再調整や再キャリブレーションの時間を最小にすることもできる。ノズル 20 の製造性は、ノズル 20 が2つの独立した部品で形成される場合に、改善することもできる。代替の実施形態では、ノズル 20 は単一の部品から製造され得ることが理解される。

【0018】

ノズル 20 の他の特徴は、内側部 32 と外側部 30 との間の大気溝 48 である。この大気溝 48 は、流体の回収速度が流体の供給速度よりも早い場合に、外側部 30 上の多孔質部材 51 によって、内側部 30 内の流体が引き出されることを防止するためのブレーキングエッジとして機能する。ブレーキングエッジが無い場合には、流体の回収速度と流体の供給速度のバランスは、捜査中、流体が常に内側部 32 内に保持され得るように維持されなければならない。大気溝 48 を有することは、走査中に、外側部 30 の外への流体の漏れ出しを最小限にするように回収速度が最大値に設定されることを可能にする。大気溝 48 は、水の供給及び回収の必要条件を最小限にしつつ、走査中に、流体が出入りするためのバッファとしても機能する。

【0019】

液浸リソグラフィのプロセスにおいて、流体はドライ状態から投影レンズ 14 とウエハ 16 との間に満たされることになり、またある時は、流体は回収されることになる。例えば、新たなウエハの露光当初においては、流体は、露光開始前に内側部 32 の内側キャビティ 34 を完全に満たすことになる。このプロセス中に、理想的には、気泡は、投影レンズ 14 とウエハ 16 との間又はオートフォーカスビームのような他の光路に存在すべきでない。内側部 32 の内側キャビティにおける流体の供給が、（開口 38 を介して）キャビティ内の最も高い部分となるように設計されており、それにより、流体が上から下に満たされ、充填プロセス中に気泡が内側キャビティから押し出され得る。この実施形態では、流体が一方の側から他方へ満たされて、この場合にも気泡を押し出してキャビティ内部に空気が封じ込められることを防止するように、流体は一方の側（一方の側の一組の開口 38）から最初に供給されることが望ましい。流体が内側から外側へと満たされる限り、他

10

20

30

40

50

の構成も可能である。

【 0 0 2 0 】

時折、流体は内側部 3 2 の内側キャビティから完全に回収されなければならない。図 4 において、内側部内の各バッファ 4 0 内には複数の小孔 4 2 が存在している。これらの孔 4 2 は、流体が完全に回収されなければならない場合に、流体を高速に回収又はパージ（一掃）するために設けられている。ウエハステージ 1 8 の、いくつかの動作の組み合わせとともに、高真空を用いて（より低圧にして）これらの孔 4 2 から流体を吸い出すことは、全ての流体を適宜な時間内で回収することを可能にする。

【 0 0 2 1 】

内側部 3 2 は、流体を供給又は回収するための孔 3 8 の 2 つのグループ又は列を有している。各列は流体の供給又は回収の何れについても個々に制御することができる。両方の列が流体供給のために選択された場合には、全ての流体は外側部 3 0 内の多孔質部材 5 1 を介して回収される。両方の列が流体を供給するので、内側キャビティ内で圧力が増大して投影レンズ 1 4 の最終光学素子 2 2 又はウエハ 1 6 又はその両者の変形を引き起こすことがあり得る。最終光学素子 2 2 を横切る流体の流れが制限される可能性もあり、従って最終光学素子 2 2 とウエハ 1 6 との間の流体の温度は、最終的には上昇して悪影響を引き起こす可能性がある。これに対して、一方の列が供給のために、他方の列が回収のために選択されるならば、温度上昇を最小にしつつ、流体が最終光学素子 2 2 を横切って流れることになる。両方の列から流体を供給することで生成されたであろう圧力を減少することもできる。この場合、より少ない流体が多孔質部材 5 1 を介して回収されるだけでよいので、多孔質部材中の流体回収条件は低くなる。他のノズルの構成においては、複数の流体供給器及び回収器を設けて、その性能を最適化してもよい。

【 0 0 2 2 】

ウエハステージ 1 8 の（図 2 の走査方向 4 4 における）走査動作中に、流体は内側部 3 2 の内側キャビティ内に引きずり込まれ、及び該内側キャビティ外に引きずり出されることがある。流体が引きずり出される場合には、それは外側部 3 0 の多孔質部材 5 1 を通じて回収される。ウエハステージ 1 8 が反対方向に移動される場合には、空気が内側部 3 2 の内側キャビティ内に引きずり込まれる可能性がある。この間に、バッファ 4 0 内の流体も内側キャビティ内から供給された流体も、空気が内側キャビティ内に入り込むことを防止しつつ、走査方向に沿って引きずり出された流体を補充するのに役立つ。バッファ 4 0 と多孔質部材 5 1 は、ウエハステージ 1 8 の走査動作中に、外側部 3 0 から流体が漏れ出すこと、及び内側部 3 2 の内側キャビティに空気を引き込むことを最小にするために共働する。

【 0 0 2 3 】

多孔質部材 5 1 中の圧力をバブルポイントより低く維持することによって多孔質部材 5 1 を通じて流体を回収することは、流体回収中に流体に空気が混入することによって生成されるノイズを解消することを可能にする。バブルポイントは、多孔質部材 5 1 中の孔（最大孔）の大きさ及び流体が多孔質部材 5 1 に対してなす接触角（多孔質材の性質及び流体の性質に基づくパラメータとしての）に依存して決まる多孔質部材 5 1 の特性である。バブルポイントは一般にとっても低圧（例えば、約 1 0 0 0 P a）であるという事実によって、この低圧を制御することは重要な課題である。図 6 ~ 図 8 は、流体回収中に圧力をバブルポイントより低く維持する 3 つの具体的方法を図示している。

【 0 0 2 4 】

図 6 の圧力制御システム 1 0 0 において、バブルポイントより下の圧力は、回収流路 1 0 6（流体バッファ出口 5 6 に接続されている）によって多孔質部材 5 1 に流体的に接続されたオーバーフローコンテナ又はタンク 1 0 4 との協力の下で、バキュームレギュレータ 1 0 2 を用いて、多孔質部材 5 1 の表面で維持される。多孔質部材 5 1 の表面での圧力は、多孔質部材 5 1 の上方の流体の高さによって生成される圧力を差し引いて、バキュームレギュレータ 1 0 2 によって維持される圧力に等しい。オーバーフロータンク 1 0 4 を用いて多孔質部材 5 1 の上方の流体の高さを一定に維持することは、多孔質部材 5 1 の表

面での圧力の制御を容易にする。多孔質部材 5 1 を通じて回収される流体は、溢れ出し、オーバーフロータンク 1 0 4 の下方に配置された回収タンク 1 1 0 に吸引路 1 0 8 に沿って吸い落とされることになる。任意的な流路 1 1 2 は、オーバーフロータンク 1 0 4 と回収タンク 1 1 0 との間の圧力を等しくすることを支援し且つ吸引路 1 0 8 に沿う流れを促進するように、オーバーフロータンク 1 0 4 と回収タンク 1 1 0 との間に接続されている。この圧力制御システム 1 0 0 の特徴の一つは、制御の必要のない受動系であることである。

【 0 0 2 5 】

図 7 の圧力制御システム 1 2 0 においては、多孔質部材 5 1 の表面での圧力は、バッファ流路 1 2 6 (流体バッファ出口 5 6 に接続されている) によって多孔質部材 5 1 に流体的に接続された流体レベルバッファ 1 2 4 でバキュームレギュレータ 1 2 2 を用いてバルブポイントより低く維持される。圧力トランスデューサ又は水位センサ 1 2 8 は、流体レベルバッファ 1 2 4 での圧力又は流体レベルを計測するのに用いられる。検出信号はその後、多孔質部材 5 1 と回収タンク 1 3 6 との間に接続された回収流路 1 3 4 (流体回収出口 5 8 に接続されている) に配置されたバルブ 1 3 2 に対するフィードバック制御 1 3 0 のために用いられる。バルブ 1 3 2 は、比例又は可変バルブのような適切なバルブでもよい。可変バルブ 1 3 2 は、回収タンク 1 3 6 への流体回収路 1 3 4 を通じる流体のフロー (流量) を制御するように調整されて、流体レベルバッファ 1 2 4 の圧力又は流体レベルを予め設定された値に維持する。回収タンク 1 3 6 は流体回収のために高バキュームレギュレータ 1 3 8 によって比較的到高真空の下で制御される。この流体制御システム 1 2 0 においては、オーバーフロータンクは必要とされず、回収タンク 1 3 6 はシステム中のどこに設置されてもよく、オーバーフロータンクの下方に配置される必要もない。オン / オフバルブ 1 4 0 は、望ましくは流体回収路 1 3 4 に設けられ、流体回収が必要でない場合にはオフされる。

【 0 0 2 6 】

図 8 において、圧力制御システム 1 6 0 は、図 7 のシステム 1 2 0 と類似であり、同様の参照符号が同様の部品に用いられている。流体回収のフィードバック制御のためにバルブ 1 3 2 を用いる代わりに、このシステム 1 6 0 は流体回収のフィードバック制御のために可制御バキュームレギュレータ 1 6 2 を採用している。バキュームレギュレータ 1 6 2 は一般に電氣的に制御可能であり、圧力トランスデューサ又は水位センサ 1 2 8 からの検出信号に基づいて回収タンク 1 3 6 内の真空圧を調節する。バキュームレギュレータ 1 6 2 は、回収タンク 1 3 6 への流体回収路 1 3 4 を通じての流体のフロー (流量) を制御するように調節されて、予め設定された値に流体レベルバッファ 1 2 4 の圧力又は流体レベルを維持する。流体回収路 1 3 4 のオン / オフバルブ 1 4 0 は流体回収が不必要な場合はオフされる。

【 0 0 2 7 】

図 9 は、本発明の他の実施形態に従う水停滞防止を伴う液浸リソグラフィシステムにおける流体回収のための圧力制御システムを示している。圧力制御システム 1 8 0 は、同じ参照符号を付した同じ構成部材を有する図 7 のシステム 1 2 0 と類似である。加えて、水位バッファ 1 2 4 は停滞防止のため、水位バッファ 1 2 4 へ水を供給し又は水位バッファ 1 2 4 から水を回収するための水供給器又は水回収器 1 8 2 に流体的に接続されている。任意のポンプ又は類似の動作部は、水位バッファ 1 2 4 と水供給器又は水回収器 1 8 2 との間の流れを誘導するように用いられてもよい。時間の経過とともに停滞水又は流体中でバクテリア / 菌の成長の可能性がある。通常の動作の下では、メッシュ 5 1 から回収される水は回収タンク 1 3 6 へメッシュ水位で小さい管を介して流れることになるので、水位バッファ 1 2 4 で水は停滞する。通常の動作中に水位バッファ 1 2 4 へ又は水位バッファ 1 2 4 からの流れを誘導することによって、バクテリア / 菌の成長の問題を抑制することができる。

【 0 0 2 8 】

上記の記述は説明を意図するもので、限定を意図するものではないことが理解されるべ

10

20

30

40

50

きである。多くの実施形態が、上記の記述を検討することでこの分野の当業者にとって明らかになるであろう。本発明の範囲は、それ故、上記の記述を参照して決定されるべきでなく、むしろ添付の請求の範囲とそれらの均等の全範囲を参照して決定されるべきである。

【 0 0 2 9 】

また、本発明はツインステージ型のリソグラフィシステムに応用することが可能である。ツインステージ型のリソグラフィシステムは、例えば、米国特許第 6, 2 6 2, 7 9 6 及び米国特許第 6, 3 4 1, 0 0 7 に開示されており、これらの米国特許はその開示の全てを本願に引用して援用される。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 0 】

1 0 . . . 液浸リソグラフィシステム、 2 0 . . . 液浸装置、 2 2 . . . 最終光学素子、
3 4 . . . 内側キャビティ、 4 0 . . . バッファスロット、 4 2 . . . パージ孔

10

【 図 1 】

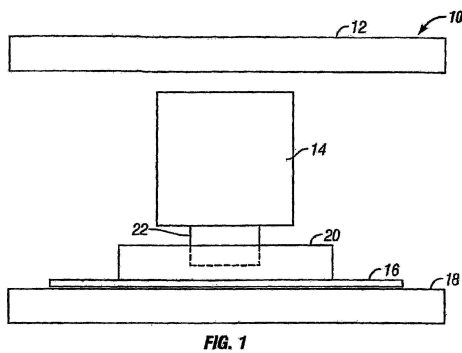


FIG. 1

【 図 3 】

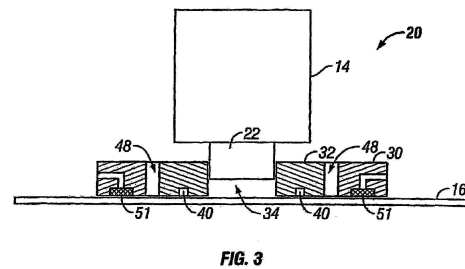


FIG. 3

【 図 2 】

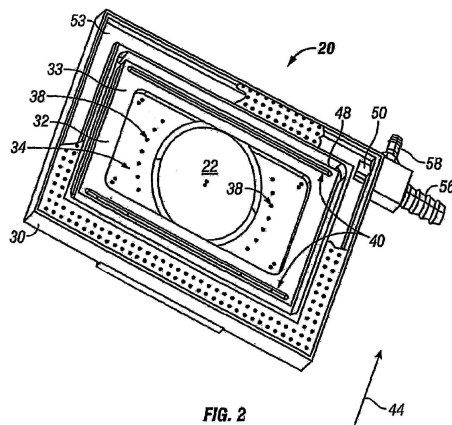


FIG. 2

【 図 4 】

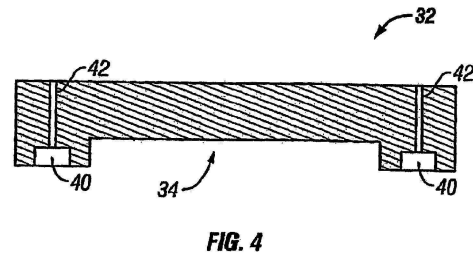
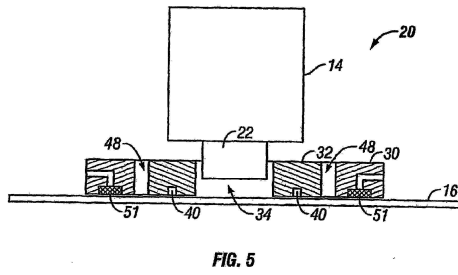
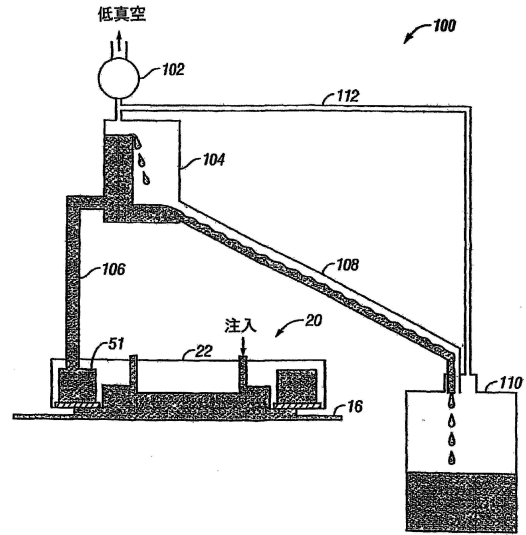


FIG. 4

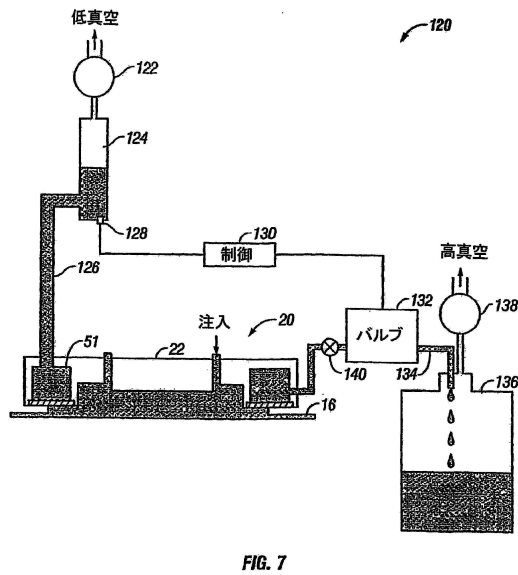
【図 5】



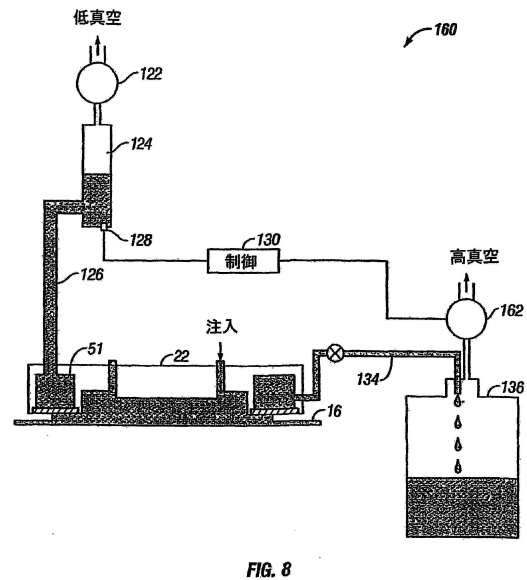
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

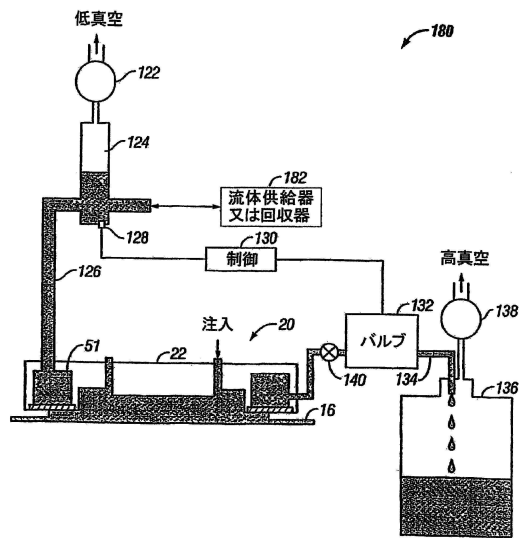


FIG. 9

フロントページの続き

(72)発明者 レオナルド ワイ ファング コー
アメリカ合衆国 94115 カリフォルニア州, サン フランシスコ, アパートメント 3
13, フィルモア ストリート 1425

審査官 今井 彰

(56)参考文献 国際公開第99/049504(WO, A1)
旧東ドイツ国経済特許第221563(DD, A1)
特表2007-528115(JP, A)
特開2004-289126(JP, A)
特開2005-045223(JP, A)
特許第5338791(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/027、21/30
G03F 7/20-7/24、9/00-9/02