

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2006-523026

(P2006-523026A)

(43) 公表日 平成18年10月5日(2006.10.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 4 E	5 F 0 4 6
GO 3 F 7/20 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 5 D	
	GO 3 F 7/20 5 2 1	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2006-509534 (P2006-509534)
 (86) (22) 出願日 平成16年3月29日 (2004.3.29)
 (85) 翻訳文提出日 平成17年12月12日 (2005.12.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/009911
 (87) 国際公開番号 W02004/093159
 (87) 国際公開日 平成16年10月28日 (2004.10.28)
 (31) 優先権主張番号 60/462, 142
 (32) 優先日 平成15年4月9日 (2003.4.9)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

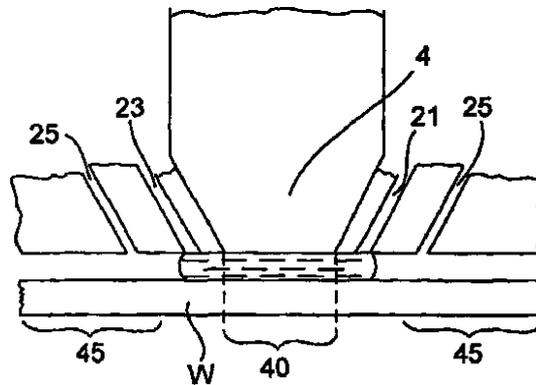
(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
 (74) 代理人 100099793
 弁理士 川北 喜十郎
 (72) 発明者 クーン, デレク
 アメリカ合衆国 94065 カリフォル
 ニア州, レッドウッド シティ, ニュ
 ーポート サークル 875
 (72) 発明者 ハゼルトン, アンドリュウ, ジェイ.
 アメリカ合衆国 94070 カリフォル
 ニア州, サン カルロス, フェルプス
 ロード 409
 Fターム(参考) 5F046 AA28 CB24 CB27

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液浸リソグラフィ流体制御システム

(57) 【要約】

液浸リソグラフィ用の流体制御システムは、レンズのような光学素子(4)と、半導体ウェハのようなワークピース(W)であって、光学部材に対向し、光学部材との間にギャップをもって配置されるワークピース(W)と、水のような液浸流体(7)をギャップ内の特定露光領域(40)に供給するための流体供給デバイス(21)と、少なくとも液浸リソグラフィ動作が実行されている間は力を流体に加えて、液浸流体を露光領域及びその近傍の領域に保持しておく流体制御デバイス(25)とで形成される。加圧ガスが流体力学的な力を流体に加えてその場に維持させうる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

液浸リソグラフィ用の流体制御システムであって、
光学部材であって前記光学部材と該光学部材に対向して配置された表面との間にギャップが画成されている前記光学部材と、
前記ギャップ内に特定される露光領域に流体を供給するための流体供給デバイスと、
前記流体に力を作用させ、それによって前記流体が前記露光領域外部の特定の周辺領域に入ることを妨げる流体制御デバイスとを備える流体制御システム。

【請求項 2】

上記流体制御システムは、加圧ガス源と、ノズルであって、前記ノズルを通じて前記露光領域に前記加圧ガスを送出するためのノズルとを含み、前記露光領域の前記流体は、前記加圧ガスによって前記周辺領域に入ることが妨げられる請求項 1 に記載の流体制御システム。

10

【請求項 3】

前記ノズルは前記表面に対して斜めに向けられている請求項 2 に記載の流体制御システム。

【請求項 4】

前記加圧ガスは、前記流体が前記露光領域に接触するときに、 $2 \sim 200$ m / 秒の速度を有する請求項 3 に記載の流体制御システム。

【請求項 5】

前記加圧ガスの圧力は、前記表面を有する物体の走査速度と、前記ワークピースの表面及び前記流体の間の接触角とを備える一群から選択される 1 以上の因子によって、少なくとも部分的に決定される請求項 2 に記載の流体制御システム。

20

【請求項 6】

前記加圧ガスは水を吸収し、それにより湿度を減少させる請求項 2 に記載の流体制御システム。

【請求項 7】

前記流体制御デバイスはさらに供給されたガスを取り除くための排気マニホールドを含む請求項 2 に記載の流体制御システム。

【請求項 8】

前記加圧ガスが空気である請求項 2 に記載の流体制御システム。

30

【請求項 9】

前記加圧ガスが窒素である請求項 2 に記載の流体制御システム。

【請求項 10】

前記ノズルは、前記加圧ガスが前記露光領域内の前記流体に接触しているときに、 $15 \sim 25$ m / 秒の速度範囲で加圧ガスを提供するように構成された請求項 2 に記載の流体制御システム。

【請求項 11】

前記加圧ガス源とノズルは、前記表面を有する物体の走査方向によって規定される一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 2 に記載の流体制御システム。

40

【請求項 12】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースのステップング軸によって規定される一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 2 に記載の流体制御システム。

【請求項 13】

レチクルを保持するために配置されたレチクルステージと、
表面を有するワークピースを保持するために配置されたワーキングステージと、
光学素子を含んだ光学システムであって前記光学素子は前記ワークピースの前記表面に対向し、前記光学素子と前記ワークピースの前記表面との間にギャップが画成された光学システムと、
液浸リソグラフィプロセスの間に、前記光学素子及び前記ワークピースの間、並びに前

50

記光学素子及び前記ワークピースと接触している特定の露光領域へ流体を提供するための流体供給デバイスと、

前記流体に力を作用させて、それによって前記流体が前記露光領域の外部の特定の周辺領域に入ることを妨げる流体制御デバイスとを備える液浸リソグラフィ装置。

【請求項 1 4】

前記力は流体力学的力であって、前記流体制御デバイスは加圧ガス源と、ノズルであって前記加圧ガスを前記ノズルを通じて前記露光領域に向かって送出するためのノズルとを含み、前記露光領域内の前記流体は前記加圧ガスの前記流体力学的力によって前記周辺領域に入ることが妨げられている請求項 1 3 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 1 5】

前記ノズルは前記ワークピースの前記表面に関して斜めに向けられた請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置。

10

【請求項 1 6】

前記加圧ガスの圧力は、前記ワークピースの走査速度と、前記ワークピースの表面及び前記流体の間の接触角とを備える一群から選択される 1 以上の因子によって、少なくとも部分的に決定される請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 1 7】

前記加圧ガスが空気である請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 1 8】

前記加圧ガスが窒素である請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置。

20

【請求項 1 9】

前記ノズルは、前記加圧ガスが前記露光領域内の前記流体に接触しているときに、1.5 ~ 2.5 m / 秒の速度範囲で加圧ガスを提供するように構成された請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 2 0】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースの走査方向によって規定される一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 2 1】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースのステッピング軸によって規定された一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置。

30

【請求項 2 2】

請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置で製造された物体。

【請求項 2 3】

前記加圧ガスが空気である請求項 2 2 に記載の物体。

【請求項 2 4】

前記加圧ガスが窒素である請求項 2 2 に記載の物体。

【請求項 2 5】

前記ノズルは、前記加圧ガスが前記露光領域内の前記流体に接触しているときに、1.5 ~ 2.5 m / 秒の速度範囲で加圧ガスを提供するように構成された請求項 2 2 に記載の物体。

40

【請求項 2 6】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースの走査方向によって規定される一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 2 2 に記載の物体。

【請求項 2 7】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースのステッピング軸によって規定された一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 2 2 に記載の物体。

【請求項 2 8】

請求項 1 4 に記載の液浸リソグラフィ装置によって像が形成されたウェハ。

【請求項 2 9】

前記加圧ガスが空気である請求項 2 8 に記載のウェハ。

50

【請求項 30】

前記加圧ガスが窒素である請求項 28 に記載のウェハ。

【請求項 31】

前記ノズルは、前記加圧ガスが前記露光領域内の前記流体に接触しているときに、1.5 ~ 2.5 m / 秒の速度範囲で加圧ガスを提供するように構成された請求項 28 に記載のウェハ。

【請求項 32】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースの走査方向によって規定される一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 28 に記載のウェハ。

【請求項 33】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースのステップング軸によって規定される一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 28 に記載のウェハ。

【請求項 34】

リソグラフィプロセスを用いて物体を作製する方法であって、前記リソグラフィプロセスは請求項 14 に記載の液浸リソグラフィ装置を利用する方法。

【請求項 35】

前記加圧ガスが空気である請求項 34 に記載の方法。

【請求項 36】

前記加圧ガスが窒素である請求項 34 に記載の方法。

【請求項 37】

前記ノズルは、前記加圧ガスが前記露光領域内の前記流体に接触しているときに、1.5 ~ 2.5 m / 秒の速度範囲で加圧ガスを提供するように構成された請求項 34 に記載の方法。

【請求項 38】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースの走査方向によって規定される一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 34 に記載の方法。

【請求項 39】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースのステップング軸によって規定された一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 34 に記載の方法。

【請求項 40】

リソグラフィプロセスを用いてウェハをパターンニングするための方法であって、前記リソグラフィプロセスは請求項 14 に記載の液浸リソグラフィシステムを用いる方法。

【請求項 41】

前記加圧ガスが空気である請求項 40 に記載の方法。

【請求項 42】

前記加圧ガスが窒素である請求項 40 に記載の方法。

【請求項 43】

前記ノズルは、前記加圧ガスが前記露光領域内の前記流体に接触しているときに、1.5 ~ 2.5 m / 秒の速度範囲で加圧ガスを提供するように構成された請求項 40 に記載の方法。

【請求項 44】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースの走査方向によって規定される一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 40 に記載の方法。

【請求項 45】

前記加圧ガス源とノズルは、前記ワークピースのステップング軸によって規定された一側に前記露光領域に隣接して置かれている請求項 40 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本願は2003年4月9日に出願された米国仮出願第60/462,142号に基づく優先権を主張し、その全体をここに援用し本文の記載の一部とする。

【背景技術】

【0002】

本発明は、W099/49504に記載されているような、ウェハ等のワークピースとワークピース上のレチクルの像を投影するための光学システムのレンズ等の終端光学部材との間の空隙に供給される流体物質を有する液浸リソグラフィシステムに関する。供給される流体物質は純水であってもよく、その存在は光学システムの性能及び露光の質を高める。

【0003】

従って、ワークピースと最終光学部材との間の空隙に供給される流体物質は、光学システムからの放射エネルギー（輻射エネルギー）によって温度が上昇する傾向があり、それによって流体物質の屈折率の変動を引き起こしている。流体物質が光学部材とワークピースに長時間に渡って接触したままでは、流体物質は汚染される傾向があり、このことも流体物質の屈折率に影響する。流体物質はワークピースと終端光学部材との間の空隙の外に漏れ出す傾向もある。なぜならば、ワークピースは終端光学部材に対して移動されるからである。これらの理由から液浸リソグラフィシステムには、リソグラフィ流体を頻繁に取り替えるための効率的な流体制御システムが設けられなければならない。

10

【0004】

液浸リソグラフィ装置用の、そのような流体制御システムに関する問題は、終端光学部材とワークピースとの間のギャップ（間隙）に満たされる流体物質をいかにして制御するか、あるいは、終端光学部材とワークピースとの間のギャップに満たされる流体物質をいかにして包含するかということである。

20

【発明の開示】

【0005】

本発明に基づく流体制御システムは、液浸リソグラフィ装置に使用されるためのものであり、光学部材と、この光学部材との間にギャップを有して光学部材と対向して置かれる表面を有するワークピースと、ギャップの特定の露光領域に流体を提供するための流体供給デバイスと、流体が露光領域の内部及び露光領域の近傍に保持されるように、ギャップに供給されている流体に力を作用させるのに適している、流体制御デバイスと広義に言及され得るものであって、意図した限定領域から流体が離れて移動することを防止すること、即ち、流体が露光領域の外側の特定の周辺領域に入ることを阻止するものとを備える。

30

【0006】

上記において、流体に加えられるべき力は、作用されることが出来る種類の力として記載されている。このことは、力自体が制御可能な類であり、閉鎖壁のような静止物体からの反力を除外するものとする。液浸流体に力を作用する多数の例が考察されている。一つの例は、加圧ガス源からのガス流を、そのガス流の流体力学的な力が配置されて、流体を露光領域内部及び露光領域近傍に包含するように、即ち、流体の漏出を望まない周辺領域に流体が入ることを妨げるように作用させることである。

【0007】

別の例は静磁力を作用させることであり、その場合には、液浸流体は磁気に反応する物質である。強磁性材料の粉を加えて、流体の磁気特性を高めうる。

40

【0008】

さらに別の例は、レオロジー流体を液浸流体として使用することである。電気レオロジー流体の場合には、好適に位置付けられた一对のコンデンサ電極を用いて適当な強度の静電場を作用させて、流体の粘度を増加させ、部分的に流体を固化させてもよい。磁気レオロジー流体の場合には、適当な強度の磁場が、好適に配置されたコイルによって、液浸流体を閉じ込め続けるように作用させてもよい。

【0009】

発明のさらなる対象及び利点とともに、添付図面と結びついた以下の説明を参照するこ

50

とによって、発明は最善に理解されうる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

本願を通じて、類似する要素又は同等な要素は、異なる図中において同一の記号又は番号によって示されてもよく、記述の簡便のため繰り返して説明されなくてもよい。

【0011】

図1は本発明の流体制御システムを具体化し得る液浸リソグラフィ装置100を示す。

【0012】

図1に示されるように、液浸露光装置100は、KrFエキシマレーザーユニットのような光源と、光学インテグレーター（もしくはホモジナイザー）と、レンズとを含み、波長248nmのパルス化した遠紫外光ILを放出してレチクルRのパターンに投射させるために機能する照明光学ユニットを備える。レチクルRのパターンは、フォトリソコートされているウェハW上に、(1/4又は1/5のような)所定の拡大率でテレセントリック光投影ユニットPLを通じて投影される。パルス化された光ILの代わりに、波長193nmのArFエキシマレーザー光、波長157nmのF₂レーザー光又は波長365nmの水銀ランプのi線であってもよい。以下、図1に示されるようなX-、Y-、Z-軸を持つ座標系は、露光装置100の構造及び機能の記載において、方向を説明するために参照される。開示及び記載の利便性のために、光投影ユニットPLは図1において、ウェハWに対向して配置される(レンズのような)終端光学素子4と、光投影ユニットPLの要素の残りを格納している円筒型ハウジング3のみによって図示されている。

【0013】

レチクルRは、レチクルRをX方向、Y方向、及びZ軸の周りの回転方向に駆動するための機構を組み込むレチクルステージRST上に支持されている。レチクルステージRST上におけるレチクルRの二次元の位置及び方位は、レーザー干渉計(不図示)によりリアルタイムで検出され、レチクルRの位置決めは主制御ユニット14によって、このようにしてなされた検出に基づいて実行される。

【0014】

ウェハWは、(Z軸に沿った)焦点位置及びウェハWの傾斜角を制御するためのZ-ステージ9上のウェハホルダ(不図示)によって保持される。Z-ステージ9は、光投影ユニットPLの結像面(像形成面)に実質的に平行なXY-平面内で移動するように適合されたXY-ステージ10に取り付けられている。XY-ステージ10は基盤11上に載置される。従って、Z-ステージ9は、(Z軸に沿った)焦点位置及びウェハWの傾斜角をオートフォーカス法及びオートレベリング法により調整することによって、ウェハ表面と光投影ユニットPLの像面を合わせるように機能し、XY-ステージ10はX方向及びY方向におけるウェハWの位置を調整するように機能する。

【0015】

Z-ステージ9の二次元の位置及び方位(ここではまたウェハWの二次元の位置及び方位)は、Zステージ9に備え付けられた移動ミラー12を基準として、別のレーザー干渉計13によってリアルタイムでモニターされる。このモニタリングの結果に基づく制御データは、メイン制御ユニット14からステージ駆動ユニット15へと伝達される。ステージ駆動ユニット15は、受け取った制御データに従ってZステージ9及びXYステージ10の動きを制御するために適合されている。露光の際に投影光は、レチクルのパターンに基づいて、ステップ・アンド・リピートのルーチン又はステップ・キャン・スキャンのルーチンで、ウェハW上のある露光位置から別の異なる露光位置へ連続的に動かされる。

【0016】

図1を参照して記載されているリソグラフィ装置100は液浸リソグラフィ装置であり、ここでは、水のような特定の種類の流体(あるいは「液浸液体」)7であって、ウェハWの表面と光投影ユニットPLの終端光学素子4の下面との間の空間(あるいは「ギャップ」)を満たしている流体を、少なくともレチクルRのパターン像がワークピースW上に投影されている間は有するよう適合されている。

10

20

30

40

50

【0017】

光投影ユニットPLの終端光学素子4は円筒ハウジング(鏡筒)3に着脱可能に取り付けられてもよく、終端光学素子4は、液体7が終端光学素子4にのみ接触し、円筒ハウジング3には接触しないように設計される。なぜならば、ハウジング3は一般に金属材料を備えており、腐食する可能性があるからである。

【0018】

液体7は、タンク、圧力ポンプ及びウェハWの上部の空間を温度管理された環境にする温度レギュレーター(個別には図示されていない)を備える液体供給ユニット5から供給され、液体回収ユニット6によって回収される。液体7の温度は調整されて、露光装置100自体が置かれるチャンパ内の温度とほぼ同じ温度になる。符号21は供給ノズルを示しており、供給ノズルを通じて液体7が供給ユニット5から供給される。符号23は回収ノズルを示しており、回収ノズルを通じて液体7が回収装置6へと回収される。しかしながら、図1を参照して上で記述した構造は、本発明の流体制御システムが適用可能である液浸リソグラフィ装置の範囲を限定するものではないということを思い起こされたい。換言すれば、言うまでもなく本発明の流体制御システムは多くの異なる種類の液浸リソグラフィ装置に組み込み可能である。特に、光投影ユニットPLの周囲にある供給ノズル21及び回収ノズル23の数及び配置は、液浸液体7のスムーズな流れ及び迅速な回復を確立するために様々な方法で設計されうる。

10

【0019】

図4及び図5は本発明の一実施形態に基づく流体制御システムであって、全体的に図1に示されているような構造をした液浸リソグラフィ装置に組み込まれた流体制御システムを表しており、流体制御システムは液体7を制御するために高圧ガスを用いることによって特徴付けられている。図4及び図5において、符号40は、照明光学ユニット1からの光ILを入射させる液浸領域を含むエリア(本願では以後、露光領域と呼ぶ)を示している。このエリアは、露光プロセスの間、液体7が存在し続けるべき領域である。この目的のため、加圧ガス源(不図示)に接続されたガスアウトレット25は、液体7が閉じ込められている露光領域40を含むエリアの対向するサイドに設けられている。図5において、符号45は「周辺領域」とも呼ばれる領域を示しており、周辺領域では液体7が入らないように制御されている。換言すれば、ワークピースはスキャンされる際に、液体7は終端光学素子4に関連して強制的に動かされうるが、ガスアウトレット25からの加圧ガスは液体7を十分に閉じ込め続けるように作用しているため、液体7は露光領域40から指定した周辺領域45に達するほどには遠ざかって移動しないであろう。従って、本発明の観点から、本願で周辺領域45として特定された領域は、液体7が露光領域40から離れて移動することを許容されている最大距離を規定するものとみなしうる。

20

30

【0020】

ガスアウトレット25の物理的な配置には厳しい要請はない。加圧ガスは、図4に示すように露光領域40の反対側で供給ノズル21及び回収ノズル23の外側に形成されうる個々のノズル又は溝から吹き出されてもよい。このとき、加圧ガスを一次元的に細長いインレット溝を通じて均一に噴射して、より均一な圧力波頭を形成して、均一な流体力学的な力を液体7に適用することができるよう個々のノズル又は溝から吹き出されてもよい。一実施形態において、ガスアウトレットはステッピング軸の方向(不図示)に設けられていてもよい。

40

【0021】

別の実施形態において、露光領域40がガスアウトレットに取り囲まれるように、ガスアウトレットはスキャンニング(走査)方向及びステッピング方向に設けられていてもよい。この場合にはガス圧は、スキャンニング方向に設けられたガスアウトレットとステッピング方向に設けられたガスアウトレットとの間で異なりうる。例えば、スキャンニング方向に設けられたアウトレットのガス圧がより高い間に、ワークピースW(XY-ステージ10)がスキャンニング方向に移動してもよく、ステッピング方向に設けられたアウトレットのガス圧がより高い間に、ワークピースW(XY-ステージ10)がステッピング

50

方向に移動してもよい。また、別の実施形態において、ガスアウトレットは露光領域40を円形に取り囲むように設けられてもよい。この場合には、ガス圧はガスアウトレットの位置に基づいて異なってもよく、且つ/又は、ガス圧はワークピースW(XY-ステージ10)の(移動速度及び移動方向のような)動きに従って変化させてもよい。

【0022】

アウトレット25からのガスの吹き出しによって生じる乱流を最小限にするために、これらのノズル又はアウトレット溝25を、図5に図式的に示すようにワークピースWの表面に関して対角又は斜めに配置することが望まれるが、ガス供給チューブ又はパイプ(又は「供給マニホールド」)が残りの液体供給ノズルシステムに取り付けられる必要はない。一般に、液体の供給及び回収はよいバランスが存在するように設計される。仮に多過ぎる量の液体が供給された場合には、システムにおいてリークとなるであろう。仮に多過ぎる回収がされた場合には、ギャップは乾燥した状態になってしまうかギャップ内に泡が引き込まれてしまうことになる。

10

【0023】

ガス圧はシステムの構成に基づいて供給される。しかしながら、液浸液体を閉じ込めるために、ガス/液体境界面において約15~20m/秒の速度を有しているべきである。一つの特典の実施形態では、20m/秒に限定した。許容可能な範囲は、ノズルの構成のような因子の観点から、2~200m/秒の広さにし得る。

【0024】

所望の流れ速度(ガス圧)は、ステージのスキヤニング速度にも依存すると同時に、液体7とワークピースWの表面との間の接触角にも依存する。ステージスキヤニング速度は、10mm/秒から1000mm/秒まで変化させることができる。あるいはそれより大きくすることも可能である。液体7とワークピースW上のレジスト材料との間の接触角はレジスト材料に依存し、且つレジスト材料がどのように処理されているかにも依存する。トップコーティングをしていない標準的なArFレジストは、典型的には75°の接触角を有する。トップコートが付加すると、接触角が110°又はそれより大きな角度に増加することになる。KrFでは、接触角はほぼ60°である。将来の技術によって、接触角は変化するであろう。一般的にいて、接触角が高いほど、より低い圧力が必要であり、逆も同じである。ノズルの設計及びスキヤニング速度のような他の因子も必要な圧力に影響するであろう。

20

30

【0025】

図6は本発明の実施形態を示しており、点線の矢印で図示されているガスフローをさらに制御するために、供給マニホールド25に加えて、供給されたガスを除去するための排気マニホールド26を有することを特徴とする。液体7に直接さらされているガスを取り除くことによって、スキャナーチャンバーの湿度を下げる特徴も有している。

【0026】

ガスは空気である必要はない。窒素のようないかなる類似のガスも使用することができる。さらに、空気よりも水分を吸収するガスは、水分の閉じ込めの立場から有利である。

【0027】

一般に、液浸流体の閉じ込めは、スキヤニング方向においてより困難である。というのは、ウェハステージの移動がこの方向により大きいからである。エアサプライ及び排気マニホールドをステップング方向にも追加することができる。あるいは、エアサプライ又は排気マニホールドの一方のみを加えることもできる。本発明は、米国特許第6,262,796号及び6,341,007号に開示されているツインステージ型リソグラフィシステムにも適用することができる。

40

【0028】

図7は本発明の第2の実施形態を示しており、静磁力を利用して、内部及び露光領域40の隣接部に液体7を収容すること及び液体7が上記周辺領域に到達することを妨げることによって、液体7を制御することを特徴としている。水は典型的には液浸リソグラフィにおいて液浸流体として用いられ、水は反磁性体であるので、磁氣的に反応しうる液体と

50

して知られている。従って、好適な磁場を液体 7 が閉じ込められている領域にわたって与えることによって、磁力をそのような流体材料に印加することができる。図 7 は、磁場発生器としても作用する複数の電磁コイル 47 が露光領域 40 の周りに配置され、磁場を発生させて液体 7 の流れを制御している例を示している。開示の利便性のために、これらのコイル 47 を流れる電流のための回路は省略されている。

【0029】

水のような磁力に反応する特徴を増大させるために、液体 7 の透過性及び他の光学特性に不利に影響しない範囲で、Ni、Fe 及び Co のような強磁性材料の粉体を液体 7 に加えてもよい。

【0030】

本発明の第 3 の実施形態に従う発明は、電気レオロジカル流体 (ERF) 又は磁気レオロジカル流体 (MRF) のようなレオロジカル流体を液浸流体として、終端光学素子 4 とワークピース W との間に用いることを特徴としている。ERF は、通常の状態では非常に低い粘性 (例えば、 $10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ より小さい) であるが、電場がかけられた場合には非常に高い粘性となる特性を有することを特徴とする。MRF は、通常の状態では、同様に非常に低い粘性であるが、磁場が印加された場合には非常に高い粘性となる特徴を有する。上記の「非常に高い粘性」という表現は、流体が、もはや計測できない粘性を持ついわゆるピンガム固体になることを意味する。

10

【0031】

図 8 は本発明の第 3 の実施形態に基づく液浸リソグラフィ用の流体制御システムを示しており、ERF 70 を用いることと、本願においてしばしばフィールドジェネレータとして広く呼ばれるものの一例としてのコンデンサ電極 50 を有することを特徴としている。この例では、フィールドジェネレータは静電場を生成している。コンデンサ電極 50 は図 8 に示されるように置かれており、電圧源 52 に接続され、 $3 \sim 4 \text{ kV/mm}$ の静電場を発生する。この静電場は、露光領域 40 を取り囲む領域において現在一般に使用可能な ERF の類を固化させるのに十分な強度であると考えられる。ERF 70 は露光領域 40 では液層のままであるが、周辺領域において符号 71 で示されている領域は固化するであろう。そうすると、液層である ERF 70 は露光領域 40 付近を中心とする領域内に閉じ込められ、周辺領域に入ることを妨げられる。

20

【0032】

図 9 は液浸リソグラフィに関する本発明の第 3 の実施形態に基づく別の流体制御システムを示しており、MRF 75 を使用することと、約 $0.1 \sim 0.8$ テスラの静磁場をワークピース W の表面にわたって発生させるためのコイル 60 のような磁場発生器及び図 9 に示すように配置された別のフィールドジェネレータ (本願では逆フィールドジェネレータと呼ばれる) 62 を有することを特徴としている。フィールドジェネレータ 62 はコイル 60 によって生じる磁場と同一の強度であるが逆向きの磁場を露光領域 40 内及びその近傍に発生させるので、両方のこれらのコイル 60、62 が通電されるとき、コイルによって発生される磁場は露光領域 40 内及びその近傍において実質的に互いに打ち消し合う。その結果、露光領域 40 内及びその近傍における MRF 75 の部分は液層のままであるが、周辺領域において符号 76 で示される領域では、コイル 60 によって発生した磁場のた

30

40

【0033】

ワークピース W が光投影ユニット PL の下でスキャンされる際に、逆向きの打ち消す場は、光投影ユニットに固定されており、ワークピースの表面に沿って移動する。逆フィールドジェネレータによって提供される逆向きの場はワークピース W の表面上の流体を脱固化し且つ再固化するように作用するので、流体 75 は露光領域 40 の内部及び近傍では液層であり続ける。

【0034】

本発明は限られた数の実施形態を参照して記述されているが、言うまでもなく、これら

50

の実施形態及び図示された例は発明の範囲を限定するものではない。多くの改良及び変形が本発明の範囲内で可能である。例えば、図7の電磁石47は図示されたように配置される必要はない。液浸流体の種類及びその流れの速度に応じて、それに基づいたより好適な配置が当業者によって選択されてもよい。

【0035】

図2を参照して、本発明を具体化している液体噴出機構と液体回収機構を組み込んだ液浸リソグラフィ装置を使用して半導体デバイスを製造するためのプロセスを説明する。工程301において、デバイスの機能及び性能特性が設計される。次に、工程302において、パターンを有するマスク（レチクル）が先のデザイン工程に従って設計され、並行する工程303において、ウェハがシリコン材料から製造される。工程302において設計されたマスクパターンは、上で説明したシステムのようなフォトリソグラフィシステムによって、工程304において、工程303からのウェハ上に露光される。工程305において、半導体デバイスは組み立てられ、（ダイシングプロセス、ボンディングプロセス及びパッケージングプロセスを含む）、最終的に工程306において検査される。

10

【0036】

図3は、半導体デバイス製造の場合における、上記工程304の詳細なフローチャートの例を示している。工程311（酸化工程）では、ウェハ表面は酸化される。工程312（CVD工程）では、絶縁薄膜がウェハ表面に形成される。工程313（電極形成工程）では、蒸着によってウェハ表面上に電極が形成される。工程314（イオン注入工程）では、イオンがウェハ内に注入される。上記の工程311-314は、ウェハ加工におけるウェハの前処理工程を形成し、加工要件に従って各々の工程が選択される。

20

【0037】

ウェハ加工の各々の段階において、前記予備処理工程が完了したとき、以下の後処理工程が実行される。後処理工程の間、まず、工程315（フォトレジスト形成工程）において、フォトレジストがウェハに塗布される。次に、工程316（露光工程）において、上記の露光デバイスは、マスク（レチクル）の回路パターンをウェハに転写するために用いられる。その後、工程317（現像工程）において、露光されたウェハが現像され、工程318（エッチング工程）において、残存したフォトレジスト以外の部分（露光された材料表面）がエッチングによって取り除かれる。工程319（フォトレジスト除去工程）において、エッチング後に残存する不必要なフォトレジストが除去される。多重回路パターンが、これらの前処理工程及び後処理工程を繰り返すことによって形成される。

30

【0038】

本発明のリソグラフィシステムをいくつかの好ましい実施例に関連して記載してきたが、本発明の範囲内に入る変更、置換及び様々な代替等価物が存在する。また、本発明の方法及び装置を実行する多くの別の手法が存在する事が分かる。それゆえ、以下に添付の請求の範囲は、本発明の真の精神及び範囲内に入るような全ての変更、置換及び様々な代替等価物を含むものとして解されるものとする。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図1】図1は本発明の方法及びシステムが適用された液浸リソグラフィ装置の概略断面図である。

40

【図2】図2は本発明に従う図1に示される装置を用いて、半導体デバイスを製造する例示的なプロセスを示す流れ図である。

【図3】図3は本発明に従って半導体デバイスを製造する場合における、図2に示されるウェハ処理工程のフローチャートである。

【図4】図4は本発明を具体化する流体制御システムを含む、概して図1に示される構造の液浸リソグラフィ装置の一部の縦断面の概略図である。

【図5】図5は図4に示される流体制御システムを含む液浸リソグラフィ装置の一部の側面の概略図である。

【図6】図6は排気マニホールドを含む液浸リソグラフィ装置の好ましい実施形態の一部

50

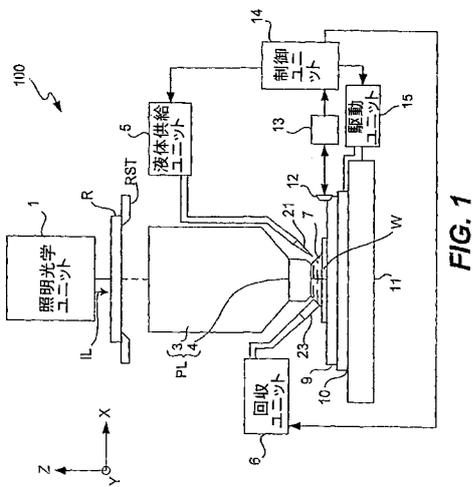
の側面の概略図である。

【図7】図7は本発明の第2の実施形態に従う別の流体制御システムを含む、概して図1に示された構造の液浸リソグラフィ装置の一部の立面概略図である。

【図8】図8は本発明の第3の実施形態に従う流体制御システムを含む液浸リソグラフィ装置の一部の側面概略図である。

【図9】図9は本発明の第3の実施形態に従う別の流体制御システムを含む液浸リソグラフィ装置の一部の側面概略図である。

【図1】



【図2】

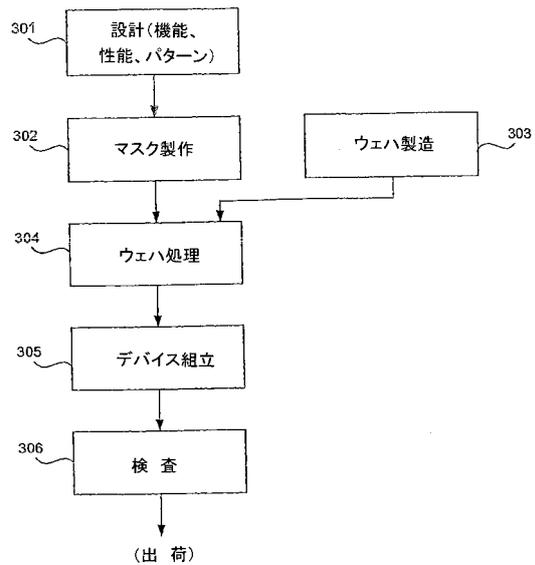


FIG. 2

【 図 3 】

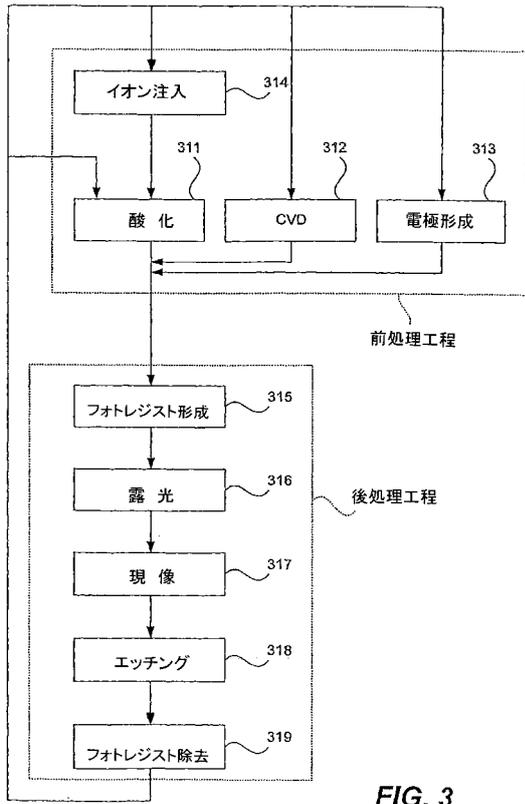


FIG. 3

【 図 4 】

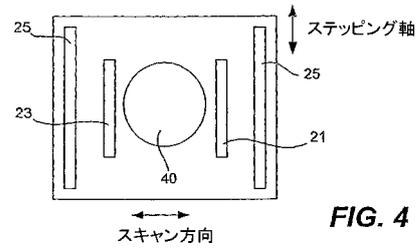


FIG. 4

【 図 5 】

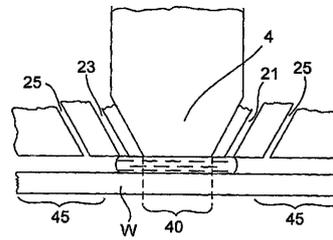


FIG. 5

【 図 6 】

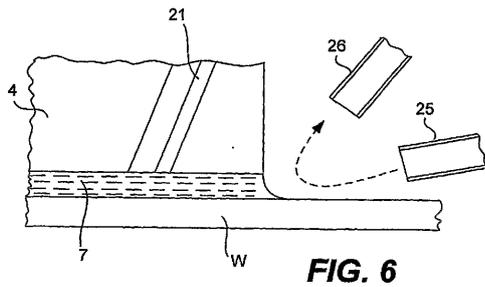


FIG. 6

【 図 8 】

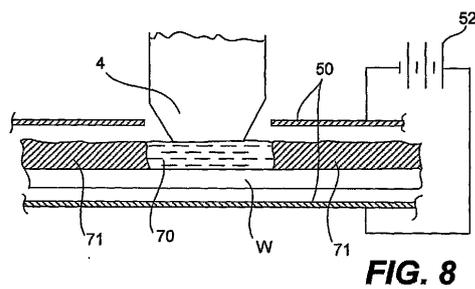


FIG. 8

【 図 7 】

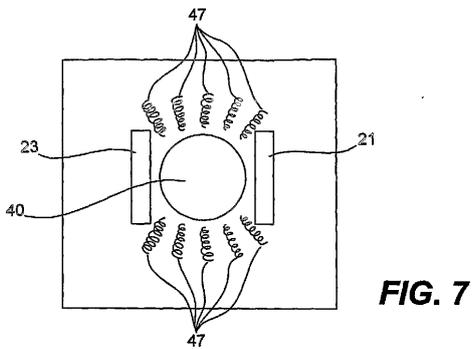


FIG. 7

【 図 9 】

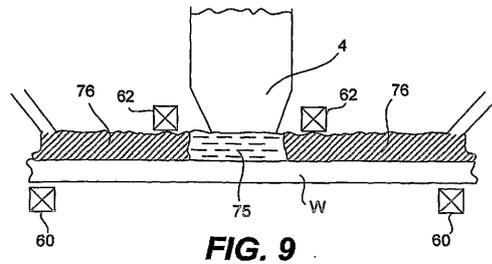


FIG. 9

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US04/09911		
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(7) : G03B 27/52, 27/42; G02B 1/06 US CL : 355/30, 53; 359/509, 665 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC				
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) U.S. : 355/30, 53; 359/509, 665; 378/34 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) Please See Continuation Sheet				
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT				
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.		
X -- A A A A A A A A	WO 99/49,504 A1 (FUKAMI ET AL) 30 September 1999 (30.09.1999) See Figures 1, 2, and 3, and page 2, lines 36-51, and page 3, lines 11-22, of translation. US 2002/0163629 A1 (SWITKES ET AL) 07 November 2002 (07.11.2002) See Figures 1A and 5. US 3,648,587 A (STEVENS) 14 March 1972 (14.03.1972) See Figure 1. US 4,480,910 A (TAKANASHI ET AL) 06 November 1984 (06.11.1984) See Figure 2. US 4,509,852 A (TABARELLI ET AL) 09 April 1985 (09.04.1985) See Figure 3. JP 10-303114 A (USHIDA ET AL) 13 November 1998 (13.11.1998) See Figures 1 and 3. JP 06-124873 A (TAKAHASHI ET AL) 06 May 1994 (06.05.1994) See Figure 1.	1, 13 ----- 2-12, 14-45 1, 13 1, 13 1, 13 1, 13 1, 13 1, 13 1, 13		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.				
* Special categories of cited documents: <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family </td> </tr> </table>			"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "B" earlier application or patent published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family			
Date of the actual completion of the international search 13 August 2004 (13.08.2004)		Date of mailing of the international search report 16 DEC 2004		
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US Commissioner for Patents P.O. Box 1450 Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. (703) 305-3230		Authorized officer <i>DeeDee Garkon</i> Jose Dees Telephone No. (571) 272-1569		

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US04/09911

Continuation of B. FIELDS SEARCHED Item 3:
EAST TEXT SEARCH
(immersion near9 (liquid or fluid)) and (wafer or substrate) and (optical or projection)

フロントページの続き

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW