

(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2005-57154
(P2005-57154A)

(43) 公開日 平成17年3月3日(2005.3.3)

(51) Int.Cl. ⁷		F I		テーマコード (参考)	
H O 1 L	21/027	H O 1 L	21/30	5 1 6 F	2 H O 9 7
G O 3 F	7/20	G O 3 F	7/20	5 O 3	5 F O 4 6
		H O 1 L	21/30	5 3 1 A	5 F O 5 6
		H O 1 L	21/30	5 4 1 L	
審査請求 未請求 請求項の数 18 O L (全 15 頁)					
(21) 出願番号	特願2003-288438 (P2003-288438)	(71) 出願人	000001007		
(22) 出願日	平成15年8月7日 (2003.8.7)		キヤノン株式会社		
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号		
		(74) 代理人	100110412		
			弁理士 藤元 亮輔		
		(72) 発明者	寺島 茂		
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ		
			ヤノン株式会社内		
		(72) 発明者	長谷川 敬恭		
			東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ		
			ヤノン株式会社内		
		Fターム(参考)	2H097 AA03 BA02 CA15 LA10 LA12		
			5F046 DA27 DB03 GA07 GA11 GA12		
			GA14		
			5F056 EA12 EA16		

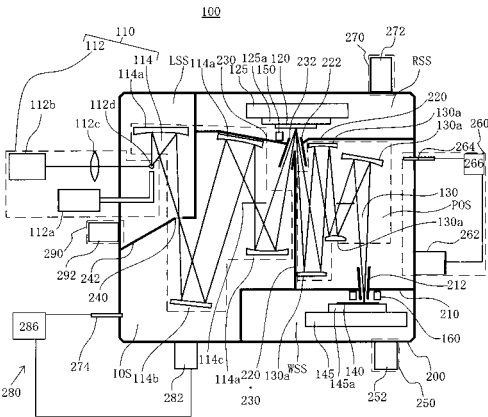
(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 ミラーやレチクルが配置された空間にアウトガスが拡散することを防止し、高真空状態を維持して安定した露光を行うことができる露光装置を提供する。

【解決手段】 光源から発せられた光束を、露光光学系を介して第1のステージに載置された被処理体に照射して当該被処理体を露光する露光装置であって、前記第1のステージが配置された第1の空間と、前記露光光学系が配置された第2の空間とに隔離する隔壁と、前記第1の空間の真空度を管理する第1の管理手段と、前記第2の空間の真空度を管理する第2の管理手段とを有することを特徴とする露光装置を提供する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から発せられた光束を、露光光学系を介して第 1 のステージに載置された被処理体に照射して当該被処理体を露光する露光装置であって、

前記第 1 のステージが配置された第 1 の空間と、前記露光光学系が配置された第 2 の空間とに隔離する隔壁と、

前記第 1 の空間の真空度を管理する第 1 の管理手段と、

前記第 2 の空間の真空度を管理する第 2 の管理手段とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

10

前記露光光学系は、前記光束を用いて第 2 のステージに載置されたレチクル上の所望のパターンを照明する照明光学系と、前記所望のパターンを前記被処理体に投影する投影光学系とを有し、

前記隔壁は、前記光源が配置された第 3 の空間と、前記第 2 のステージが配置された第 4 の空間と、前記照明光学系が配置された第 5 の空間と、前記投影光学系が配置された第 6 の空間とに更に隔離し、

前記第 3 の空間の真空度を管理する第 3 の管理手段と、

前記第 4 の空間の真空度を管理する第 4 の管理手段と、

前記第 5 の空間の真空度を管理する第 5 の管理手段と、

前記第 6 の空間の真空度を管理する第 6 の管理手段とを更に有することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。 20

【請求項 3】

前記第 1 の空間の圧力は、前記第 2 の空間の圧力よりも低いことを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 4】

前記第 1 の空間の圧力は、 0.00001 Pa 以上 10 Pa 以下であり、

前記第 2 の空間の圧力は、 0.0001 Pa 以上 100 Pa 以下であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 5】

前記第 1 乃至第 6 の管理手段は、前記第 1 乃至第 6 の空間を排気する排気部を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光装置。 30

【請求項 6】

前記第 1 乃至第 6 の管理手段は、前記第 1 乃至第 6 の空間に所定のガスを供給する供給部と、

前記供給部が供給する前記所定のガスの供給量を制御する供給制御部とを有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光装置。

【請求項 7】

前記所定のガスは、不活性ガスであることを特徴とする請求項 6 記載の露光装置。

【請求項 8】

前記不活性ガスはヘリウムであることを特徴とする請求項 7 記載の露光装置。 40

【請求項 9】

前記隔壁は、前記光束が通過する開口部を有することを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 10】

前記隔壁は、前記開口部の開口を可変とすることを特徴とする請求項 9 記載の露光装置。

【請求項 11】

前記光束は、EUV 光であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 12】

前記光束は、電子ビームであることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

【請求項 13】

50

レチクルステージに載置されたレチクル上の所望のパターンを露光光学系を介して被処理体に露光する露光装置であって、

前記レチクルステージが配置された第１の空間と、前記露光光学系が配置された第２の空間とに隔離する隔壁と、

前記第１の空間の真空度を管理する第１の管理手段と、

前記第２の空間の真空度を管理する第２の管理手段とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項１４】

光源から発せられた光束を用いてレチクルに形成された所望のパターンを照明し、当該所望のパターンを被処理体に露光する露光方法であって、

前記光源から前記被処理体までの前記光束の光路を、前記光束が通過可能に実質的に複数の空間に隔離するステップと、

前記隔離ステップで隔離された前記複数の空間の圧力を、前記光源側の空間の圧力が最も高く、前記被処理体が配置された空間の圧力が最も低くなるように制御するステップとを有することを特徴とする露光方法。

【請求項１５】

前記制御ステップは、

前記隔離ステップで隔離された前記複数の空間の圧力を検出するステップと、

前記検出ステップで検出された前記複数の空間の圧力に基づいて、当該複数の空間を排気するステップとを有することを特徴とする請求項１４記載の露光方法。

【請求項１６】

前記制御ステップは、

前記隔離ステップで隔離された前記複数の空間の圧力を検出するステップと、

前記検出ステップで検出された前記複数の空間の圧力に基づいて、当該複数の空間に所定のガスを供給するステップとを有することを特徴とする請求項１４記載の露光方法。

【請求項１７】

前記隔離ステップは、前記光源から前記被処理体までの前記光束の光路を３つ以上の空間に隔離することを特徴とする請求項１４記載の露光方法。

【請求項１８】

請求項１乃至１３のうちいずれか一項記載の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、

露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般には、露光装置に係り、特に、半導体ウェハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ（ＬＣＤ）用のガラス基板などのデバイスを製造する際に使用される露光装置に関する。本発明は、特に、露光光として紫外線光や極端紫外線（ＥＵＶ：ｅｘｔｒｅｍｅ ｕｌｔｒａｖｉｏｌｅｔ）光を利用する露光装置に好適である。

【背景技術】

【０００２】

フォトリソグラフィ（焼き付け）技術を用いて半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子を製造する際に、レチクル（又はマスク）に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する縮小投影露光装置が従来から使用されている。

【０００３】

縮小投影露光装置で転写できる最小の寸法（解像度）は、露光に用いる光の波長に比例し、投影光学系の開口数（ＮＡ）に反比例する。従って、波長を短くすればするほど、解像度はよくなる。このため、近年の半導体素子への微細化の要求に伴い露光光の短波長化

10

20

30

40

50

が進められ、超高圧水銀ランプ（i 線（波長約 365 nm））、KrF エキシマレーザー（波長約 248 nm）、ArF エキシマレーザー（波長約 193 nm）と用いられる紫外線光の波長は短くなってきた。

【0004】

しかし、半導体素子は急速に微細化しており、紫外線光を用いたリソグラフィでは限界がある。そこで、0.1 μm 以下の非常に微細な回路パターンを効率よく転写するために、紫外線光よりも更に波長が短い、波長 10 nm 乃至 15 nm 程度の極端紫外線光を用いた縮小投影露光装置（以下、「EUV 露光装置」と称する。）が開発されている。

【0005】

EUV 光の波長領域では、物質による光の吸収が非常に大きくなるので、可視光や紫外線光で用いられるような光の屈折を利用した屈折型光学系（レンズを用いた光学系）は、10 10
レンズ等の光学素子に対する EUV 光の透過率が悪く、実用的ではない。そこで、光の反射を利用した反射型光学系が用いられる。また、レチクルもミラーの上に吸収体によって転写すべきパターンを形成した反射型レチクルが用いられる。

【0006】

また、EUV 光は、気体によっても強く吸収される。例えば、10 Pa の空気で満たされた空間を波長 13 nm の EUV 光が 1 m 伝播した場合、約 50 % の EUV 光が吸収されてしまう。気体による EUV 光の吸収を回避するためには、EUV 光が伝播する空間を少なくとも 10^{-1} Pa 以下、好ましくは、 10^{-3} Pa 以下の圧力に維持する必要がある。20

【0007】

更に、EUV 光が照射される光学部材（例えば、ミラーやレチクル）が配置された空間に炭化水素などの炭素を含む分子が残留していた場合、光照射によって光学部材の表面に炭素が次第に付着し、かかる炭素が EUV 光を吸収するために反射率が低下してしまう。光学部材の表面への炭素付着を防止するためには、EUV 光が照射される光学部材が配置された空間を少なくとも 10^{-4} Pa 以下、好ましくは、 10^{-6} Pa 以下の圧力に維持する必要がある。

【0008】

これらのことを考慮した露光装置は、多数提案されている（例えば、特許文献 1 及び 2 参照）。30

【特許文献 1】特開平 7 - 263322 号公報

【特許文献 2】特表 2002 - 529927 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、露光装置においては、感光剤であるレジストが塗布されたウェハを露光装置外部から搬入し、レチクルの回路パターンを転写して搬出するという動作を繰り返す。ウェハステージは、走査露光を行うための移動機構やウェハを搬送する搬送機構などの駆動機構を有し、表面積が非常に大きくなることと、これらの部品から発生するアウトガスにより高真空化が極めて困難である。40

【0010】

更に、ウェハに塗布されたレジストは、露光前に加熱ベーキングされてはいるものの有機物であるために、真空中に搬入するとレジストから構成している有機物やその分解された物質である炭素化合物などが気化し、真空中に維持されている装置内に拡散することになる。また、ウェハは大気中から露光装置内に搬入されるため、ウェハの搬入に伴いウェハに付着している水分を含む空気成分を短時間でなくすることは難しく、真空中において徐々に脱離する。これらウェハやレジストからのアウトガスによって、高真空状態に維持することが非常に困難となる。

【0011】

なお、大容量の排気ポンプなどを用いて真空状態を高めることは可能であるが、炭素を 50

含む分子や水分が露光装置内、特に、ミラーやレチクルが配置された空間に拡散することを防止しなければならない。

【 0 0 1 2 】

そこで、本発明は、ミラーやレチクルが配置された空間にアウトガスが拡散することを防止し、高真空状態を維持して安定した露光を行うことができる露光装置を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 3 】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての露光装置は、光源から発せられた光束を、露光光学系を介して第 1 のステージに載置された被処理体に照射して当該被処理体を露光する露光装置であって、前記第 1 のステージが配置された第 1 の空間と、前記露光光学系が配置された第 2 の空間とに隔離する隔壁と、前記第 1 の空間の真空度を管理する第 1 の管理手段と、前記第 2 の空間の真空度を管理する第 2 の管理手段とを有することを特徴とする。 10

【 0 0 1 4 】

本発明の別の側面としての露光装置は、レチクルステージに載置されたレチクル上の所望のパターンを露光光学系を介して被処理体に露光する露光装置であって、前記レチクルステージが配置された第 1 の空間と、前記露光光学系が配置された第 2 の空間とに隔離する隔壁と、前記第 1 の空間の真空度を管理する第 1 の管理手段と、前記第 2 の空間の真空度を管理する第 2 の管理手段とを有することを特徴とする。 20

【 0 0 1 5 】

本発明の更に別の側面としての露光方法は、光源から発せられた光束を用いてレチクルに形成された所望のパターンを照明し、当該所望のパターンを被処理体に露光する露光方法であって、前記光源から前記被処理体までの前記光束の光路を、前記光束が通過可能に実質的に複数の空間に隔離するステップと、前記隔離ステップで隔離された前記複数の空間の圧力を、前記光源側の空間の圧力が最も高く、前記被処理体が配置された空間の圧力が最も低くなるように制御するステップとを有することを特徴とする。

【 0 0 1 6 】

本発明の更に別の側面としてのデバイス製造方法は、上述の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とする。 30

【 0 0 1 7 】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【 0 0 1 8 】

本発明によれば、ミラーやレチクルが配置された空間にアウトガスが拡散することを防止し、高真空状態を維持して安定した露光を行うことができる露光装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】 40

【 0 0 1 9 】

以下、添付図面を参照して、本発明の一側面としての露光装置について説明する。なお、各図において、同一の部材については、同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。ここで、図 1 は、本発明の一側面としての露光装置 100 の例示的一形態を示す概略構成図である。

【 0 0 2 0 】

本発明の露光装置 100 は、露光用の照明光として E U V 光（例えば、波長 13 . 4 n m）を用いて、例えば、ステップ・アンド・スキャン方式やステップ・アンド・リピート方式でレチクル 120 に形成された回路パターンを被処理体 140 に露光する E U V 露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクォーターミクロン（例えば、0 . 1 μ 50

m) 以下のリソグラフィー工程に好適であり、以下、本実施形態ではステップ・アンド・スキャン方式の露光装置(「スキャナー」とも呼ばれる。)を例に説明する。ここで、「ステップ・アンド・スキャン方式」とは、レチクルに対してウェハを連続的にスキャン(走査)してレチクルパターンをウェハに露光すると共に、1ショットの露光終了後ウェハをステップ移動して、次の露光領域に移動する露光方法である。「ステップ・アンド・リピート方式」は、ウェハの一括露光ごとにウェハをステップ移動して次の露光領域に移動する露光方法である。

【0021】

図1を参照するに、露光装置100は、回路パターンが形成されたレチクル120を照明する照明装置110と、レチクル120を載置するレチクルステージ125と、照明されたレチクルパターンから生じる回折光を被処理体140に投影する投影光学系130と、被処理体140を載置するウェハステージ145と、アライメント検出機構150と、フォーカス位置検出機構160とを有する。

10

【0022】

また、EUV光は、大気に対する透過率が低く、残留ガス(高分子有機ガス)及びアウトガスなどの成分との反応によりコンタミを生成してしまうため、露光装置100は、後述するチャンバー200に収納され、少なくとも、EUV光が通る光路中(即ち、光学系全体)は真空雰囲気となっている。

【0023】

照明装置110は、投影光学系130の円弧状の視野に対する円弧状のEUV光(例えば、波長13.4nm)によりレチクル120を照明する照明装置であって、EUV光源部112と、照明光学系114とを有する。

20

【0024】

EUV光源部112は、例えば、レーザープラズマ光源を使用する。レーザープラズマ光源は、ターゲット供給装置112aから供給され真空中に置かれたターゲット材に、励起用パルスレーザー112bから集光レンズ112cを介して高強度のパルスレーザー光を照射し、高温のプラズマ112dを発生させる。そして、プラズマ112dから放射される波長13.4nm程度のEUV光を利用するものである。ターゲット供給装置112aが供給するターゲット材としては、金属膜、不活性ガス、液滴などが用いられる。放射されるEUV光の平均強度を高くするためには、パルスレーザー112bの繰り返し周波数は高い方がよく、通常数kHzの繰り返し周波数で運転される。あるいは、EUV光源部112は、放電プラズマ光源を用いることもできる。但し、EUV光源部112は、これらに限定するものではなく、当業界で周知のいかなる技術も適用可能である。

30

【0025】

照明光学系114は、集光ミラー114a、オプティカルインテグレーター114bから構成される。集光ミラー114aは、レーザープラズマ光源からほぼ等方的に放射されるEUV光を集める役割を果たす。オプティカルインテグレーター114bは、レチクル120を均一に所定の開口数で照明する役割を有する。また、照明光学系114は、レチクル120と光学的に共役な位置に、レチクル120の照明領域を円弧状に限定するためのアパーチャ114cが設けられている。

40

【0026】

レチクル120は、反射型レチクルで、ミラーの上に転写されるべき回路パターン(又は像)が形成され、レチクルステージ125に支持及び駆動される。レチクル120から発せられた回折光は、投影光学系130で反射されて被処理体140上に投影される。レチクル120と被処理体140とは、光学的に共役の関係に配置される。露光装置100は、スキャナーであるため、レチクル120と被処理体140を縮小倍率比の速度比でスキャンすることによりレチクル120のパターンを被処理体140上に転写する。なお、ステップ・アンド・リピート方式の露光装置(「ステッパー」と呼ばれる)の場合は、レチクル120と被処理体140を静止させた状態で露光が行われる。

【0027】

50

レチクルステージ 125 は、レチクルチャック 125 a を介してレチクル 120 を支持し、図示しない移動機構に接続されている。レチクルステージ 125 は、当業界周知のいかなる構造をも適用することができる。レチクルチャック 125 a は、静電吸着力によってレチクル 120 を吸着する。図示しない移動機構は、リニアモーターなどで構成され、少なくとも X 方向にマスクステージ 125 を駆動することでレチクル 120 を移動することができる。露光装置 100 は、レチクル 120 と被処理体 140 を同期した状態でスキャンする。ここで、レチクル 120 又は被処理体 140 面内でスキャン方向を X、それに垂直な方向を Y、レチクル 120 又は被処理体 140 面内に垂直な方向を Z とする。

【0028】

投影光学系 130 は、複数の反射ミラー 130 a を用いて、レチクル 120 面上のパターンを像面である被処理体 140 上に縮小投影する。EUV 露光装置を構成するミラーとしては、斜入射全反射ミラーと多層膜ミラーとがある。EUV 光の波長領域では、屈折率の実部は 1 より僅かに小さいので、入射角を大きくし、反射面すれすれに EUV 光を入射させれば全反射となる。かかる性質を利用したものが斜入射全反射ミラーである。通常、反射面からの角度が数度乃至 10 数度以内（入射角度 70 数度乃至 90 度未満）の斜入射で 80 % 以上の高い反射率を得ることができる。しかし、斜入射全反射ミラーは、入射角の制限により光学設計上の自由度が小さく、投影光学系 130 に用いることは難しい。多層膜ミラーは、光学定数（屈折率）の異なる 2 種類の薄膜を交互に積層して形成され、垂直入射に近い入射角度で 사용할 ことができる。多層膜ミラーは、薄膜の材料や積層数を適切に設定することにより、70 % 程度の反射率を得ることができる。例えば、精密な面形状に研磨されたガラス基板の表面に厚さ 2 nm のモリブデン（Mo）層と厚さ 5 nm のシリコン（Si）層を交互に 20 層対積層した Mo/Si 多層膜（膜周期 7 nm）ミラーは、波長 13.4 nm 付近の波長域に対して 67.5 % の反射率を示す。このような多層膜ミラーに EUV 光が入射すると、特定の波長の EUV 光が反射される。多層膜ミラーの膜周期を d 、EUV 光の波長を λ 、入射角を θ とすると、近似的には以下の数式 1 で示されるブラッグの式の関係を満たすような波長 λ を中心とした狭いバンド幅の EUV 光だけが効率よく反射される。このときのバンド幅は、0.6 nm 乃至 1 nm 程度である。

【0029】

【数 1】

$$2 \times d \times \sin \theta = \lambda$$

投影光学系 130 は、本実施形態では、複数の反射ミラー 130 a として多層膜ミラーを用いている。反射ミラー 130 a を多層膜ミラーとしても可視光のミラーに比べて光りの損失が大きいので、反射ミラー 130 a の枚数は最小限に抑えることが必要であり、4 枚乃至 6 枚程度で構成することが好ましい。少ない枚数のミラーで広い露光領域を実現するには、光軸から一定の距離だけ離れた細い円弧状の領域（リングフィールド）だけを用いて、レチクル 120 と被処理体 140 を同時に走査して広い面積を転写する。反射ミラー 130 a の反射面の形状は、凸面又は凹面の球面又は非球面であり、投影光学系 130 は、0.1 乃至 0.2 程度の開口数（NA）を有する。

【0030】

被処理体 140 は、本実施形態ではウェハであるが、液晶基板その他の被処理体を広く含む。被処理体 140 には、フォトリソグが塗布されている。

【0031】

ウェハステージ 145 は、ウェハチャック 145 a によって被処理体 140 を支持する。ウェハステージ 145 は、例えば、リニアモーターを利用して X Y Z 方向に被処理体 140 を移動する。また、ウェハステージ 145 の位置とレチクルステージ 125 の位置は、例えば、レーザー干渉計などにより監視され、両者は一定の速度比率で駆動される。ウ

エハチャック 1 4 5 a は、粗動ステージ、微動ステージなどから構成され、2 つの電極を有する双曲型の静電チャックである。

【 0 0 3 2 】

アライメント検出機構 1 5 0 は、レチクル 1 2 0 の位置と投影光学系 1 3 0 の光軸との位置関係、及び、被処理体 1 4 0 の位置と投影光学系 1 3 0 の光軸との位置関係を計測し、レチクル 1 2 0 の投影像が被処理体 1 4 0 の所定の位置に一致するようにレチクルステージ 1 2 5 及びウェハステージ 1 4 5 の位置と角度を設定する。

【 0 0 3 3 】

フォーカス位置検出機構 1 6 0 は、被処理体 1 4 0 面で Z 方向のフォーカス位置を計測し、ウェハステージ 1 4 5 の位置及び角度を制御することによって、露光中、常時、被処理体 1 4 0 面を投影光学系 1 3 0 による結像位置に保つ。 10

【 0 0 3 4 】

以下、露光装置 1 0 0 の最も特徴的なチャンバー 2 0 0 について説明する。チャンバー 2 0 0 は、連続する複数の分室を有し、かかる分室に露光装置 1 0 0 の構成要素（例えば、照明光学系 1 1 0、レチクルステージ 1 2 5、投影光学系 1 3 0、ウェハステージ 1 4 5 など）を分割して収納する。

【 0 0 3 5 】

図 1 において、2 1 0 はウェハステージ 1 4 5 と投影光学系 1 3 0 が配置された空間を隔離する隔壁、2 1 2 は投影光学系 1 3 0 を経た E U V 光が通過するための開口部、2 2 0 は投影光学系 1 3 0 とレチクルステージ 1 4 5 が配置された空間を隔離する隔壁、2 2 2 はレチクル 1 2 0 で反射された E U V 光が通過するための開口部、2 3 0 はレチクルステージ 1 4 5 と照明光学系 1 1 4 が配置された空間を隔離する隔壁、2 3 2 はレチクル 1 2 0 を照明する E U V 光が通過するための開口部、2 4 0 は E U V 光源部 1 1 2 と照明光学系 1 1 4 が配置された空間を隔離する隔壁、2 4 2 は E U V 光を E U V 光源部 1 1 2 側から照明光学系 1 1 4 側に通過させる開口部、W S S はウェハステージ空間、P O S は投影光学系空間、R S S はレチクルステージ空間、I O S は照明光学系空間、L S S は光源空間、2 5 0 乃至 2 9 0 は管理手段、2 5 2 乃至 2 9 2 は排気部、2 6 4 及び 2 8 4 は供給部、2 6 6 及び 2 8 6 は供給制御部を示している。 20

【 0 0 3 6 】

図 2 は、ウェハステージ空間 W S S と投影光学系空間 P O S とを隔離する隔壁 2 1 0 及び E U V 光が通過する開口部 2 1 2 の形状の例示的一形態を示す部分模式図である。図 2 において、I A は露光光の照射範囲、2 1 4 は開口部 2 1 2 の厚みを十分に得るためのオリフィス壁、I F は投影光学系 1 3 0 を経た E U V 光の光束を示す。 30

【 0 0 3 7 】

ウェハステージ空間 W S S と投影光学系空間 P O S は、図 2 に示すように、ウェハ 1 4 0 に近い位置に隔壁 2 1 0 が設けられ、露光のための E U V 光が通過する光路のみに開口部 2 1 2 を有する。ウェハステージ空間 W S S と投影光学系空間 P O S は、開口部 2 1 2 で繋がっており一つの空間ともいえるが、ウェハステージ空間 W S S と投影光学系空間 P O S は管理手段 2 5 0 及び 2 6 0 により真空度（圧力）を別々に管理するため、実質的に 2 つの空間として別々に表現する。 40

【 0 0 3 8 】

ウェハステージ空間 W S S と投影光学系空間 P O S を繋ぐ開口部 2 1 2 は、可能な限り小さくする必要があるため、E U V 光が集光する被処理体 1 4 0 近傍に開口部 2 1 2 を設けること好ましい。また、隔壁 2 1 0 に開口部 2 1 2 を設けるだけでは開口部 2 1 2 のコンダクタンスを所望の値にできないことがあるため、図 2 に示すように、開口部 2 1 2 に十分な厚みをもたせるためのオリフィス壁 2 1 4 を E U V 光の光路を遮らないように設置する。オリフィス壁 2 1 4 は、コンダクタンスを調整するために開口部 2 1 2 の厚みを可変とする構成にしてもよい。これにより、隣り合う空間、即ち、ウェハステージ空間 W S S と投影光学系空間 P O S において所望の圧力差を設定することが可能となり、不純物が隣の空間に拡散することを防止することができる。 50

【 0 0 3 9 】

投影光学系空間 P O S とレチクルステージ空間 R S S も同様に、レチクル 1 2 0 で反射された E U V 光が通過する光路のみに開口部 2 2 2 を有する隔壁 2 2 0 で隔離される。更に、レチクルステージ空間 R S S と照明光学系空間 I O S もレチクル 1 2 0 を照明する E U V 光が通過する光路のみに開口部 2 3 2 を有する隔壁 2 3 0 で隔離される。なお、投影光学系空間 P O S と照明光学系空間 I O S とは、隔壁 2 2 0 及び 2 3 0 の一部で隔離され、この間に開口部は存在しない。

【 0 0 4 0 】

照明光学系空間 I O S と光源空間 L S S は、射出された E U V 光が通過する光路のみに開口部 2 4 2 を有する隔壁 2 4 0 で隔離される。また、E U V 光源 1 1 2 にガスプラズマ光源を用いる際には、そのガス成分の影響が照明光学系 1 1 4 に届かないように、開口部 2 4 2 には、例えば、厚みが 1 0 0 n m 程度の非常に薄いシリコンの窓を設けることが好ましい。

10

【 0 0 4 1 】

ウェハステージ空間 W S S、投影光学系空間 P O S、レチクルステージ空間 R S S、照明光学系空間 I O S、光源空間 L S S の集合によってチャンバー 2 0 0 が形成され、大気とは完全に隔絶されている。それぞれの空間は、開口部 2 1 2 乃至 2 4 2 による小さい開口で繋がれた実質的な真空チャンバーである。

【 0 0 4 2 】

ウェハステージ空間 W S S、投影光学系空間 P O S、レチクルステージ空間 R S S、照明光学系空間 I O S、光源空間 L S S には、それぞれの空間の真空度を管理する管理手段 2 5 0 乃至 2 9 0 が設置されている。管理手段 2 5 0 乃至 2 9 0 は、それぞれの空間を排気する排気部 2 5 2 乃至 2 9 2 を有し、排気部 2 5 2 乃至 2 9 2 は、例えば、高真空まで排気可能なターボ分子ポンプで実現される。

20

【 0 0 4 3 】

上述したように、ウェハステージ空間 W S S、投影光学系空間 P O S、レチクルステージ空間 R S S、照明光学系空間 I O S、光源空間 L S S は、開口部 2 1 2 乃至 2 4 2 によって繋がっているため、それぞれの空間に排気部 2 5 2 乃至 2 9 2 がなくても真空引きできるが、開口部 2 1 2 乃至 2 4 2 のコンダクタンスによって必ずしも全ての空間を高真空まで排気することができない。

30

【 0 0 4 4 】

ウェハステージ空間 W S S、投影光学系空間 P O S、レチクルステージ空間 R S S、照明光学系空間 I O S、光源空間 L S S の不純物成分を除去するためには、可能な限り高真空まで真空引きを行う必要がある。そこで、それぞれの空間を繋ぐ開口部 2 1 2 乃至 2 4 2 の開口を閉じる開閉機構を設けることにより、真空引きの際には、それぞれの空間を完全に隔離して真空引きを行うことができる。これにより、特に、光学系が配置されている空間（投影光学系空間 P O S 及び照明光学系空間 I O S）は、超高真空域まで真空引きをすることが可能となり、光学系空間の水分や炭素成分を非常に少ない状態にすることができ。

【 0 0 4 5 】

また、管理手段 2 6 0 及び 2 8 0 は、投影光学系空間 P O S 及び照明光学系空間 I O S に不活性ガスを供給する供給部 2 6 4 及び 2 8 4 と、供給部 2 6 4 及び 2 8 6 が供給する不活性ガスの供給量を制御する供給制御部 2 6 6 及び 2 8 6 とを有する。これにより、それぞれの空間の圧力をより精密に制御することが可能となり、圧力変動を極力抑えることができる。かかる供給部及び供給制御部は、基本的には、圧力を高めに設定する空間の管理手段に設ければよい。

40

【 0 0 4 6 】

図 1 に示すように、チャンバー 2 0 0 が複数の空間に分割されている場合、最も光源に近い空間に不活性ガスを供給する。本実施形態では、照明光学系空間 I O S にヘリウムを供給してそれぞれの空間の真空度（圧力）を所定の値にコントロールする。最も E U V 光

50

源部 1 1 2 に近い照明光学系空間 I O S に高純度のヘリウムを供給することにより、照明光学系空間 I O S の圧力を 0 . 1 P a、レチクルステージ空間 R S S の圧力を 0 . 0 1 P a、投影光学系空間 P O S の圧力を 0 . 0 0 1 P a、ウェハステージ空間 W S S の圧力を 0 . 0 0 0 5 P a とした。

【 0 0 4 7 】

このような構成にすることによって、ウェハステージ空間 W S S に搬入される被処理体 1 4 0 であるウェハ及びウェハに塗布されたレジストから発生したアウトガスは投影光学系 1 3 0 に到達する確率が低減し、更に、前段の照明光学系 1 1 4 に到達する確率は極めて低減する。

【 0 0 4 8 】

また、ヘリウムを供給しているため、E U V 光源部 1 1 2 から被処理体 1 4 0 までの光路空間の気体による E U V 光の減衰は少なく、光路空間全体を高真空に保った場合と比較しても数 % も変わらない。なお、供給するガスはヘリウムではなく、高純度窒素ガスを用いてもよいが、E U V 光の光路空間での減衰はヘリウムを用いる場合と比較して大きくなる。この際には、それぞれの空間の圧力を下げることで E U V 光の減衰を小さくすることができる。各空間の圧力を下げることによってウェハステージ空間 W S S の圧力をより下げる必要があるが、ウェハステージ空間 W S S には、スキャン露光を行うための移動機構やウェハを搬送する搬送機構が配置されているため高真空化は難しい。更に、上述したように、レジストからのアウトガスもあり、ウェハステージ空間 W S S の圧力（真空度）は、 1×10^{-5} P a 程度である。従って、ヘリウムを用いない場合は、各空間の間の圧力差を小さく設定するなどの工夫が必要となる。

【 0 0 4 9 】

なお、本実施形態では、ウェハステージ空間 W S S、投影光学系空間 P O S、レチクルステージ空間 R S S、照明光学系空間 I O S、光源空間 L S S に排気部 2 5 2 乃至 2 9 2 であるターボ分子ポンプを設置したが、各空間の隔壁 2 1 0 乃至 2 4 0 に開閉可能な開口面積の大きなバルブを設置し、真空引きの際には、それらを全開することによって複数の空間に 1 つのターボ分子ポンプを設けることでまかなうことも可能である。

【 0 0 5 0 】

また、本実施形態では、チャンバー 2 0 0 を実質的に 5 つの空間に分離したが、レジストからのアウトガスの影響が最前段の空間により届きにくくするために、5 つよりも多くの空間に隔離してそれぞれの圧力を段階的に管理することも考えられる。ウェハステージ空間 W S S と投影光学系空間 P O S の間で十分な圧力差が得られるならば、投影光学系空間 P O S、照明光学系空間 I O S 及びレチクルステージ空間 R S S は同一空間とすることも可能である。

【 0 0 5 1 】

更に、本実施形態では、ウェハステージ空間 W S S を最低の圧力とし、E U V 光源部 1 1 2 の方向に向かって圧力勾配をつけたが、少なくともウェハステージ空間 W S S の圧力が投影光学系空間 P O S の圧力よりも低ければ、必ずしも E U V 光源部 1 1 2 の方向にのみ圧力が高くなる圧力勾配をつけなくてもよい。

【 0 0 5 2 】

また、空間の実質的な隔離位置は、本実施形態に限るものではなく、露光に用いる E U V 光が集光する位置又は隔壁及び所望のコンダクタンスを得ることができる開口部を設置できる位置であればよい。

【 0 0 5 3 】

次に、図 3 を参照して、露光装置 1 0 0 の変形例である露光装置 1 0 0 A について説明する。図 3 は、図 1 に示す露光装置 1 0 0 の変形例である露光装置 1 0 0 A の例示的一形態を示す概略構成図である。

【 0 0 5 4 】

露光装置 1 0 0 A は、図 1 の露光装置 1 0 0 と同様であるが、投影光学系空間 P O S と照明光学系空間 I O S を隔離せずに、投影光学系 1 3 0 及び照明光学系 1 1 2 を露光光学

10

20

30

40

50

系として、同一空間内に配置した露光光学系空間EOSとしている点、即ち、チャンバー200における空間の隔離位置が異なる。

【0055】

露光光学系空間EOSとレチクルステージ空間RSSは、レチクル120を照明するEUV光が通過する光路及びレチクル120で反射されたEUV光が通過する光路のみに開口部312を有する隔壁310で隔離される。また、露光光学系空間EOSには、真空度を管理する管理手段320が設置されている。管理手段320は、露光装置100と同様に、露光光学系空間EOSを排気する排気部322と、露光光学系空間EOSに不活性ガスを供給する供給部324と、供給部324が供給する不活性ガスの供給量を制御する供給制御部326とから構成される。

10

【0056】

本実施形態では、レチクルステージ空間RSSの真空度を露光光学系空間EOSよりも高く設定する。レチクルステージ空間RSSは、スキャン露光を行うための移動機構やレチクル120を交換する交換機構などの駆動機構が配置されているため、これらの部品からアウトガス等が生じ、ウェハステージ空間WSSと同様に高真空化が難しい。これに対して、照明光学系114や投影光学系130は、駆動機構をほとんど有していないため比較的アウトガスが少ない。

【0057】

従来例のように、レチクルステージ145と照明光学系112や投影光学系130が同一空間に存在すると、レチクルステージ145の駆動機構からのアウトガスが照明光学系112及び投影光学系130に達し、ミラーに付着するなどの影響がでてしまう可能性がある。

20

【0058】

そこで、本実施形態では、EUV光源部112を除いて、露光光学系空間EOS、レチクルステージ空間RSS、ウェハステージ空間WSSの3つの空間に隔壁210、240及び310で隔離し、露光に用いるEUV光が通過する開口部212、242及び312を設けて実質的に3つの空間にする。そして、露光光学系空間EOSには供給部324及び供給制御部326を介して所定量のヘリウムガスを供給し続ける。レチクルステージ空間RSS及びウェハステージ空間WSSは、排気部262及び272であるターボ分子ポンプを用いて排気する。

30

【0059】

EUV光が通過するための開口部212及び312は、上述したように、それぞれの空間に必要な圧力差をつけるためにオリフィス壁などで厚みを設ける。特に、レチクルステージ空間RSSと露光光学系空間EOSを繋ぐ開口部312は、レチクル120を照明するEUV光が通過する光路とレチクル120で反射されたEUV光が通過する光路が必要であるため開口面積が大きくなってしまっているので、開口の厚さを十分厚くとる必要がある。

【0060】

本実施形態では、露光光学系空間EOSの圧力を0.1Pa、レチクルステージ空間RSSの圧力を0.05Pa、ウェハステージ空間WSSの圧力を0.02Paとした。このような構成とすることによって、ウェハステージ空間WSSやレチクルステージ空間RSSで発生する水分や炭素を含む分子が露光光学系空間EOSに拡散することを防止することができる。

40

【0061】

露光において、EUV光源部112から射出されたEUV光は、照明光学系114を介し、レチクル120を照明する。レチクル120面上のパターンを反映するEUV光は、投影光学系130で反射を繰り返し、被処理体140面上に結像する。本実施形態において、像面は円弧状（リング状）の像面となり、レチクル120と被処理体140を縮小倍率比の速度比でスキャンすることにより、レチクル120の全面を露光する。この際、ウェハステージと投影光学系及び照明光学系とが配置されている空間を露光のためのEUV光が通過する部分にのみ開口部を設けた隔壁で実質的に隔離し、少なくともウェハステー

50

ジが配置されている空間を排気すると共に、管理手段によって空間の真空度が管理されているため、ウェハステージが配置された空間で発生したアウトガスが投影光学系及び照明光学系とが配置されている空間に影響を及ぼしにくく、常に安定した露光を行うことができる。

【0062】

また、駆動機構を有するウェハステージ及びレチクルステージが配置された空間の圧力が投影光学系及び照明光学系とが配置されている空間の圧力よりも低く管理されているので、駆動機構などから発生したアウトガスが投影光学系及び照明光学系が配置された空間に拡散することを防止し、不純物のミラーへの付着を低減することができる。

【0063】

本発明は、図4を参照して説明される露光方法1000としての一側面も有する。図4は、本発明の一側面としての露光方法1000を説明するためのフローチャートである。

【0064】

まず、EUV光源部112から被処理体140までのEUV光の光路を、かかるEUV光が通過可能に実質的に複数の空間に隔離する(ステップ1002)。そして、隔離した複数の空間に露光装置100の構成要素を配置する(ステップ1004)。例えば、露光装置100においては、隔離された空間にウェハステージ145、投影光学系130、レチクルステージ125、照明光学系114、EUV光源部112を配置することで、ウェハステージ空間WSS、投影光学系空間POS、レチクルステージ空間RSS、照明光学系空間IOS、光源空間LSSとした。

【0065】

次に、露光装置100の構成要素が配置された複数の空間の圧力を検出する(ステップ1006)。検出された圧力に基づいて、複数の空間の圧力をEUV光源部112側の圧力が最も高く、被処理体140の配置された空間の圧力が最も低くなるように制御する(ステップ1008)。かかる制御は、隔離された複数の空間を排気したり、不活性ガスなどの所定のガスを供給したりすることで行う。

【0066】

これにより、ウェハステージや被処理体から発生したアウトガスが光学系及び光源に近い空間に拡散することを防止することができるため、アウトガスの影響を最小限に抑えることが可能となり、常に安定した露光を行うことができる。

【0067】

次に、図5及び図6を参照して、露光装置100又は100Aを利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図5は、デバイス(ICやLSIなどの半導体チップ、LCD、CCD等)の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ1(回路設計)では、デバイスの回路設計を行う。ステップ2(マスク製作)では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3(ウェハ製造)では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ4(ウェハプロセス)は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いて本発明のリソグラフィー技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ5(組み立て)は、後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程(ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程(チップ封入)等の工程を含む。ステップ6(検査)では、ステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、それが出荷(ステップ7)される。

【0068】

図6は、ステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11(酸化)では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12(CVD)では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13(電極形成)では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ14(イオン打ち込み)では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15(レジスト処理)では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16(露光)では、露

10

20

30

40

50

光装置 100 又は 100A によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ 17 (現像) では、露光したウェハを現像する。ステップ 18 (エッチング) では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ 19 (レジスト剥離) では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。かかるデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置 100 又は 100A を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

【0069】

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、本発明は、ArFエキシマレーザー、F₂レーザー、電子ビームなどを光源とする露光装置にも適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0070】

【図 1】本発明の一側面としての露光装置の例示的一形態を示す概略構成図である。

【図 2】ウェハステージ空間と投影光学系空間とを隔離する隔壁及び EUV 光が通過する開口部の形状の例示的一形態を示す部分模式図である。

【図 3】図 1 に示す露光装置の変形例である露光装置の例示的一形態を示す概略構成図である。

【図 4】本発明の一側面としての露光方法を説明するためのフローチャートである。

【図 5】デバイス (IC や LSI などの半導体チップ、LCD、CCD 等) の製造を説明するためのフローチャートである。

【図 6】図 5 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

【符号の説明】

【0071】

100	露光装置
110	照明装置
120	レチクル
125	レチクルステージ
130	投影光学系
140	被処理体
145	ウェハステージ
150	アライメント検出機構
160	フォーカス位置検出機構
200	チャンバー
210 乃至 240	隔壁
212 乃至 242	開口部
214	オリフィス壁
250 乃至 290	管理手段
252 乃至 292	排気部
264 及び 284	供給部
266 及び 288	供給制御部
WS	ウェハステージ空間
POS	投影光学系空間
RSS	レチクルステージ空間
IOS	照明光学系空間
LS	光源空間
EOS	露光光学系空間

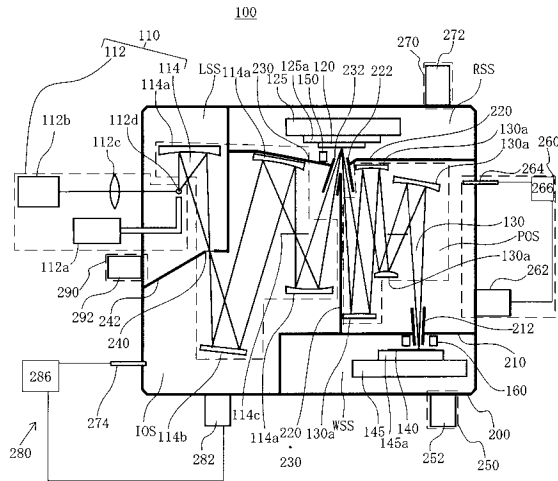
10

20

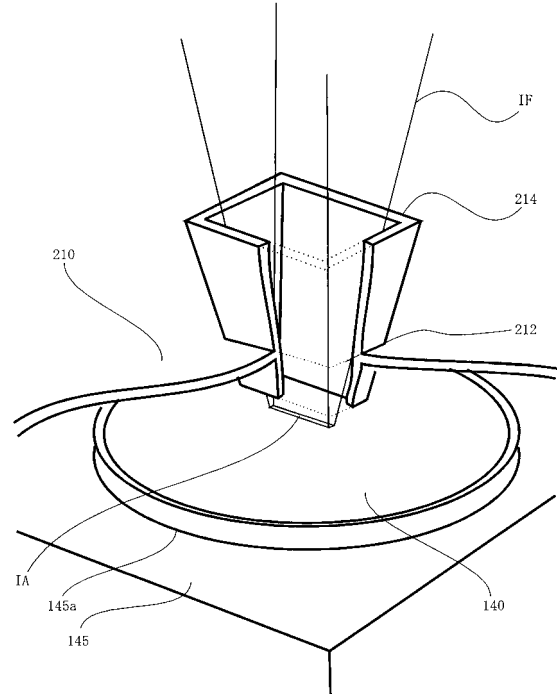
30

40

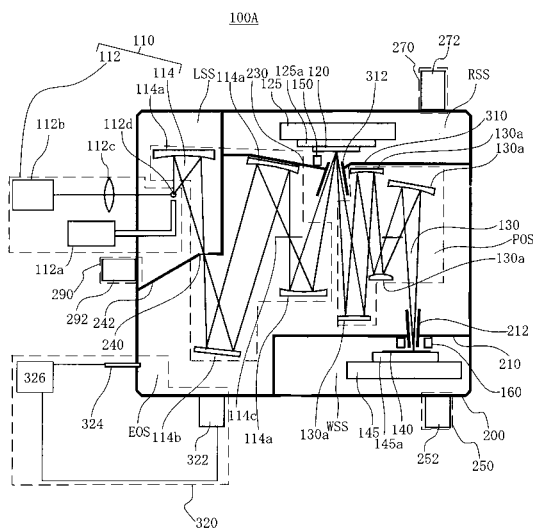
【図 1】



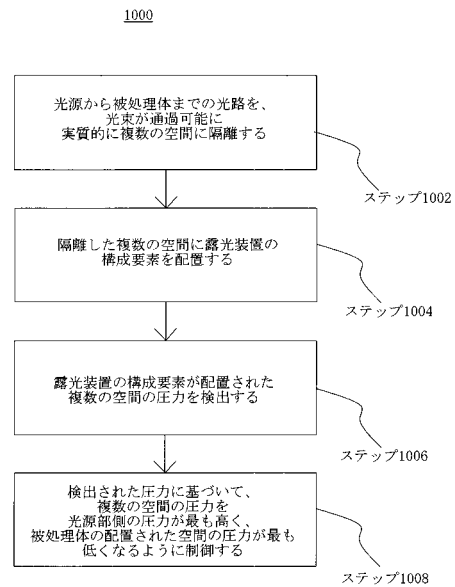
【図 2】



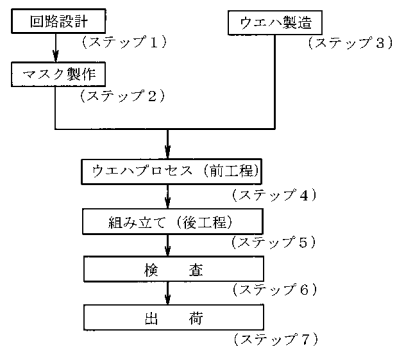
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【図 6】

