

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4772306号  
(P4772306)

(45) 発行日 平成23年9月14日 (2011.9.14)

(24) 登録日 平成23年7月1日 (2011.7.1)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 1 5 D

B O 8 B 3/02 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 O 3 G

B O 8 B 3/12 (2006.01)

B O 8 B 3/02 F

G O 2 B 21/24 (2006.01)

B O 8 B 3/12 Z

G O 3 F 7/20 (2006.01)

G O 2 B 21/24

請求項の数 11 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-258676 (P2004-258676)  
 (22) 出願日 平成16年9月6日 (2004.9.6)  
 (65) 公開番号 特開2006-73951 (P2006-73951A)  
 (43) 公開日 平成18年3月16日 (2006.3.16)  
 審査請求日 平成19年3月13日 (2007.3.13)

(73) 特許権者 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100091351  
 弁理士 河野 哲  
 (74) 代理人 100088683  
 弁理士 中村 誠  
 (74) 代理人 100108855  
 弁理士 蔵田 昌俊  
 (74) 代理人 100075672  
 弁理士 峰 隆司  
 (74) 代理人 100109830  
 弁理士 福原 淑弘  
 (74) 代理人 100084618  
 弁理士 村松 貞男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液浸光学装置及び洗浄方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、光学レンズ系と、試料を搭載する試料台を移動させるためのステージと、前記光学レンズ系と前記試料との間に液体の層を形成するための液体注入器及び液体回収器を備えたヘッド部とを具備してなる液浸露光装置であって、前記光学レンズ系と前記試料との間に前記液体を浸し、前記ステージを所定通りに移動させながら前記ステージ上に搭載された前記試料を液浸露光するための前記液浸露光装置と、

前記液体が接触する前記光学レンズ系、前記ヘッド部、前記液体注入器及び前記液体回収器を含む部位の洗浄を洗浄液によって行う洗浄機であって、前記洗浄液中にキャビティを発生させ、前記液体注入器に接続され、かつ、前記試料が搭載された前記ステージを前記液浸露光装置により前記所定通りに移動させながら前記部位の洗浄を行う前記洗浄機とを具備してなることを特徴とする液浸光学装置。

【請求項 2】

前記キャビティの径の平均が 1  $\mu$  m 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の液浸光学装置。

【請求項 3】

前記洗浄液中にキャビティを発生させる方式は、キャビテーションジェット、ベンチュリー管、ピトー管、超音波発生器のいずれかを用いることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液浸光学装置。

【請求項 4】

前記洗浄液は、オゾン水、イオン水、炭酸水、及び水素水のグループから一つ以上選ばれた溶液からなる機能水であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 の何れかに記載の液浸光学装置。

【請求項 5】

光学レンズ系を透過する光の強度を計測する計測機構を更に具備することを特徴とする請求項 1 ～ 4 の何れかに記載の液浸光学装置。

【請求項 6】

前記計測機構によって測定された光強度情報から光強度低下量を演算処理する演算機構と、光強度低下量から洗浄時期を算出する算出機構とを更に具備することを特徴とする請求項 5 に記載の液浸光学装置。

10

【請求項 7】

前記光学レンズ系を用いて前記試料に所定のパターンを転写することを特徴とする請求項 1 ～ 6 の何れかに記載の液浸光学装置。

【請求項 8】

前記所定のパターンは、半導体素子のパターンであることを特徴とする請求項 7 に記載の液浸光学装置。

【請求項 9】

前記光学レンズ系を用いて、前記試料の表面を観察する、若しくは該表面の測定を行なうことを特徴とする請求項 1 ～ 6 の何れかに記載の液浸光学装置。

【請求項 10】

20

請求項 1 ～ 9 の何れかに記載された液浸光学装置における洗浄方法であって、任意に与えられた時間で、前記洗浄機によって前記液体が接触する部位の洗浄を実施することを特徴とする洗浄方法。

【請求項 11】

前記洗浄液による洗浄を行なった後に、キャピティが存在しないリンス液によりリンスを行うことを特徴とする請求項 10 に記載の洗浄方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光学レンズ系と試料との間に液体の層を形成して、光学性能の向上を図った液浸光学装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

試料と光学レンズ系間に液体を浸し、解像度や焦点深度を向上させる液浸光学装置としては、液浸顕微鏡や液浸露光装置などが有る。液浸顕微鏡は、顕微鏡の対物レンズと試料面の間に油や水などの液体を注入し、被検物の解像度および焦点深度を向上させるものであり、その発明は 18 世紀と古い。液浸露光装置は、半導体リソグラフィ工程に使用される露光装置において、レンズとウエハ間に液体を浸すことで、NA（開口数：Numerical Aperture）の拡大、焦点深度の拡大が可能になり、65nm ハーフピッチ以降の半導体製造において主流の露光装置になると期待されている（非特許文献 1）。

40

【0003】

液浸光学装置の液体に接したレンズは、長時間液体に接触しているため、装置、試料面、液体、液体を導く構造物から発生する物質が反応してレンズに付着し、レンズ表面を曇らせる問題が有る。レンズ表面の曇りは、解像度の低下、照度低下を招き問題である。

【0004】

また、レンズや装置部材に付着した物質・コンタミが、試料面を汚染する問題が有った。

【0005】

さらに、液浸装置で液体が装置に接触する部分はレンズのみならず、液浸ヘッドや試料台、液注入機構が存在する。それらの部分も長時間使用しているとコンタミが付着し、付

50

着したコンタミが試料に到達して試料面を汚染する問題があった。

【非特許文献 1】国際公開第 99 / 49504 号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

本発明の目的は、レンズ表面の曇り、液浸時に付着したコンタミを除去し得る液浸光学装置及び洗浄方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一例に係わる液浸光学装置は、光源と、光学レンズ系と、試料を搭載する試料台を移動させるためのステージと、前記光学レンズ系と前記試料との間に液体の層を形成するための液体注入器及び液体回収器を備えたヘッド部とを具備してなる液浸露光装置であって、前記光学レンズ系と前記試料との間に前記液体を浸し、前記ステージを所定通りに移動させながら前記ステージ上に搭載された前記試料を液浸露光するための前記液浸露光装置と、前記液体が接触する前記光学レンズ系、前記ヘッド部、前記液体注入器及び前記液体回収器を含む部位の洗浄を洗浄液によって行う洗浄機であって、前記洗浄液中にキャビティを発生させ、前記液体注入器に接続され、かつ、前記試料が搭載された前記ステージを前記液浸露光装置により前記所定通りに移動させながら前記部位の洗浄を行う前記洗浄機とを具備してなることを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、液浸光学装置を構成する、光学レンズ系、液体回収器などの洗浄が可能になり、光学レンズ系の曇りを防止できる。また、試料面へ到達するコンタミを低減させることで、試料面上の汚染を防止することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明の実施の形態を以下に図面を参照して説明する。

【0010】

(第1の実施形態)

図1は、本発明の第1の実施形態に係わる露光装置の概略構成を示す図である。照明光学系(光源)20の下方にレチクルステージ31が配置されている。レチクルステージ31上にフォトマスクであるレチクル32が設置されている。レチクルステージ31は平行移動可能である。レチクルステージ31の下方に投影レンズ系(光学レンズ系)33が配置されている。投影レンズ系33の下方に試料台37が配置されている。試料台37上に前述した処理が行われた半導体基板10が設置されている。半導体基板10の周囲の試料台37の表面の位置と、半導体基板10の表面との位置がほぼ同じである。試料台37は、ステージ34並びに半導体基板10と共に平行・垂直移動する。また、ステージ34は、水平面に対して傾く機能を有する。

【0011】

投影レンズ系33の下方には、フェンス35が取り付けられている。投影レンズ系33の横にフェンス35内への水の注入及びフェンス35内からの水の回収を行う一対の水注入・回収器(液体注入器、液体回収器)36が設けられている。本発明では、注入装置・排出装置の構造は任意であり限定しない。露光時、フェンス35と投影レンズ系33で囲まれた領域の基板10と投影レンズ系33との空間は水の層で満たされる。投影レンズ系33から射出する露光光は水の層を通過して照射領域に到達する。照射領域にあたる基板表面のフォトレジストにレチクル32上のマスクパターン(半導体素子パターン)の像が投影され、潜像が形成される。フェンス35及び水注入・回収器36をヘッド部と呼ぶ。

【0012】

また、水注入・回収器36に、投影レンズ系33の曇り、または液浸露光時に付着したコンタミ等を除去するための洗浄機38が接続されている。洗浄機38からは、水注入・

10

20

30

40

50

回収器 3 6 を介して洗浄液がフェンス 3 5 内に注入される。露光後にフェンス 3 5 内に洗浄液を注入することによって、水注入・回収器 3 6 から注入された水が接触した部位が洗浄される。

【 0 0 1 3 】

スキャンアンドリピート型の露光装置においては、フォトマスク上のパターン全てが一括でレジスト膜に転写されるのではなく、フォトマスク上および共役な基板平面上における露光フィールドと呼称される所定範囲のパターンのみが一度に転写される。前記露光フィールドを基準として投影レンズ系の倍率に応じた速度比率でフォトマスクと基板が連動して共役な方向に移動することで、前記露光フィールド中に位置するフォトマスク上のパターン領域が移動し、フォトマスク上の所定範囲の全パターンがレジスト膜に投影される。

10

【 0 0 1 4 】

フォトマスクの方が基板よりも移動距離が大きいことから、通常はフォトマスクの移動回数を減らすことによる露光工程処理時間短縮を目的として、単位露光領域の露光順序によってフォトマスクおよび基板の相対移動方向はそれぞれ逆方向とすることが一般的である。

【 0 0 1 5 】

単位露光領域に応じてフォトマスクおよび基板の相対移動方向（スキャン方向）が変わる。よって、スキャン方向に応じて一对の水注入・回収器 3 6 の注入／回収の役割を換えて、水流の向きを変える。また、同様に、スキャン方向に応じて一方の洗浄機 3 8 を動作させ、動作しない洗浄機 3 8 に接続している水注入・回収器 3 6 に回収動作をさせることがある。

20

【 0 0 1 6 】

なお、マスクブラインドと呼称される絞りによっても、フォトマスク上のパターン領域の制限を行うことも可能である。フォトマスク上のマスクパターンに対応したレジスト膜に形成された潜像の領域を単位露光領域は、通常は露光ショットなどと呼称される。

【 0 0 1 7 】

次に、液浸露光後の洗浄について説明する。オゾン水、イオン水、炭酸水、水素水等の機能水、または酸等が洗浄液として用いられる。酸等を洗浄液に用いると、レンズ表面が腐食してレンズの性能が変化することがあるので、洗浄液として機能水を用いることが好ましい。また、水蒸気を用いて洗浄を行っても良い。

30

【 0 0 1 8 】

さらに、洗浄液は、キャビティを有する状態でフェンス 3 5 内に注入される。キャビティは、その径の平均が  $1\ \mu\text{m}$  以下であるマイクロキャビティであることが好ましい。マイクロキャビティは寿命が長く、基板上に到達する前に消えにくい。

【 0 0 1 9 】

洗浄液中にキャビティを発生させるには、超音波、ウォータージェット、キャビテーションジェットを用いる。例えば、図 2 に示すキャビテーションジェットノズル、図 3 に示すベンチュリー管、超音波装置によって洗浄液中にキャビティを発生させる。図 2 において、符号 4 1 が高圧流の洗浄液が流れる高圧水ノズル、符号 4 2 が低圧流の洗浄液が流れる低圧ノズル、符号 4 3 が混合部である。図 3 において、符号 4 4 が低速部、符号 4 5 が高速部である。

40

【 0 0 2 0 】

図 2 のキャビテーションジェットノズルは、日本機械学会論文集（B 編）6 7 巻 6 5 3 号（2 0 0 1 - 1）p p . 8 8、論文番号 N 0 . 0 0 - 0 6 2 0 に詳しい。キャビテーションジェット洗浄は、本来流体力学上回避される場合が多いキャビテーション現象の発生させる物理力を有効活用した洗浄方法である。流体中に飽和蒸気圧以下の状態ができるとキャビティ（空洞）が発生する。このキャビティは飽和蒸気圧以上の状態に再び戻されると破壊し、その際に瞬間的に高い圧力を発生する。

【 0 0 2 1 】

50

図 2 に示すキャビテーションジェットは、高圧ノズル 4 1 に低圧ノズル 4 2 を配置して擬似的な静水を作ったものである。高圧ノズル 4 1 から出る高速水と低圧ノズル 4 2 から出る静水（または低速水）との境界で速度差が出るように設計されている。

【 0 0 2 2 】

キャビティの発生装置は、図 3 のベンチュリー管 3 8 など也可以使用できる。口径の大きいノズル 4 4 から、口径の小さいノズル 4 5 に流体が通過する場合、ノズル 4 4 で低速だった流体が、ノズル 4 5 で高速になるためキャビティが発生する。

【 0 0 2 3 】

また、キャビティの発生装置には、図 4 のピトー管など也可以使用できる。図 4 において、符号 4 6 は高圧ノズル、符号 4 7 は低圧ノズルである。

10

【 0 0 2 4 】

洗浄時には、液浸露光時と同様に、ステージ 3 4 により基板 1 0 を移動させながら、洗浄機 3 8 からフェンス 3 5 内にキャビティを含有する洗浄液を注入する。実際の液浸露光時と同様に基板 1 0 を移動させながら洗浄を行うことによって、水（液浸露光時に使用した溶液）が接触した部位を洗浄することができる。水が接触した部位とは、投影レンズ系 3 3、フェンス 3 5、試料台 3 7、ステージ 3 4、水注入・回収器 3 6 である。

【 0 0 2 5 】

洗浄の時期について説明する。例えば、一定時間液浸露光が行われたら、洗浄処理を実施する。また、液浸露光装置に投影レンズ系 3 3 を透過する光（露光波長が好ましい）の強度を計測する計測機構を設け、液浸露光後に計測機構によって計測された光強度が設定値以下になったら洗浄処理を実施するようにしても良い。また、さらに、計測機構の他に、計測機構によって測定された光強度情報から光強度低下量を演算処理する演算機構と、光強度低下量から洗浄時期を算出する算出機構とを更に設け、演算された洗浄時期に応じて洗浄を実施しても良い。

20

【 0 0 2 6 】

また、洗浄処理を行なった後に、キャビティが存在しないリンス液によりリンスを行っても良い。リンス液を供給することによって、液浸露光装置内に残る洗浄液を除去することができる。リンス液は、水が用いられる。例えば水注入・回収器 3 6 から水を供給することとでリンス処理をする。

【 0 0 2 7 】

30

上述した洗浄機で洗浄処理を行うことで、レンズの曇りがとれ、解像度及び照度を復活させることが可能になる。また、液浸露光時にレンズや装置部材に付着した物質・コンタミを除去することができ、試料面が汚染されることを抑制することができる。

【 0 0 2 8 】

また、液浸露光装置が洗浄機を具備することで、洗浄処理が容易となり、メンテナンス時間の短縮化を図ることができる。メンテナンス時間の短縮化により、装置の稼働時間が長くなり、製造される半導体素子の製造コストを低減することが可能になる。

【 0 0 2 9 】

（第 2 の実施形態）

本実施形態では、図 1 に示した液浸露光装置と異なる例を示す。図 5、6 は、本発明の第 2 の実施形態に係わる液浸露光装置を示す図である。

40

【 0 0 3 0 】

図 5 に示すように、液浸露光装置は洗浄機 5 8 が投影レンズ系 3 3 の基板面に対向して配置されている。この洗浄機 5 8 は例えば液浸露光装置からの脱着が可能である。また、図 6 に示すように、洗浄機 6 8 がステージ 3 4 の下に設けられ、洗浄機 6 8 がステージ 3 4 と共に移動する。

【 0 0 3 1 】

上述した各実施形態では、液浸露光装置の例について説明したが、上述した洗浄機を試料の表面を観察する液浸型の顕微鏡に設けて、洗浄処理を行っても良い。上述した各実施形態では、液浸露光装置の例について説明したが、上述した洗浄機を試料の表面を測定す

50

る液浸型の測定装置に設けて、洗浄処理を行っても良い。

【 0 0 3 2 】

また、上記実施形態では液浸時に用いる液体に水を用いたが、水以外の溶液を用いることが可能である。

【 0 0 3 3 】

なお、本発明は、上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で、種々変形して実施することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】第 1 の実施形態に係わる液浸露光装置の構成を示す図。

10

【図 2】第 1 の実施形態に係わる洗浄機の例を示す図。

【図 3】第 1 の実施形態に係わる洗浄機の例を示す図。

【図 4】第 1 の実施形態に係わる洗浄機の例を示す図。

【図 5】第 2 の実施形態に係わる液浸露光装置の構成を示す図。

【図 6】第 2 の実施形態に係わる液浸露光装置の構成を示す図。

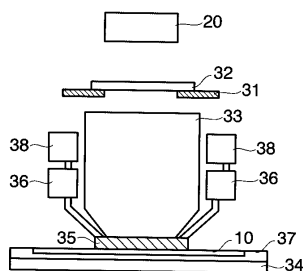
【符号の説明】

【 0 0 3 5 】

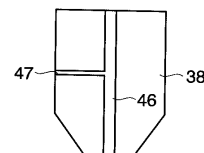
1 0 ... 半導体基板 , 2 0 ... 照明光学系 , 3 1 ... レチクルステージ , 3 2 ... レチクル , 3 3 ... 投影レンズ系 , 3 4 ... 試料台 , 3 4 ... ステージ , 3 5 ... フェンス , 3 6 ... 水注入・回収器 , 3 7 ... 試料台 , 3 8 ... 洗浄機

20

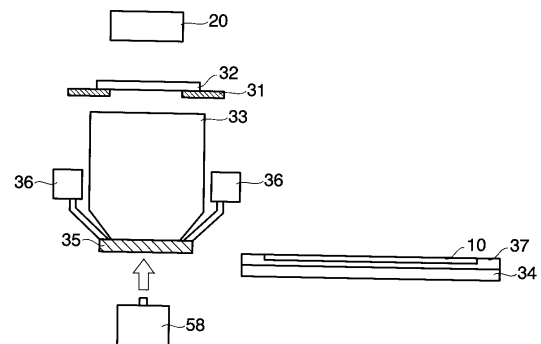
【図 1】



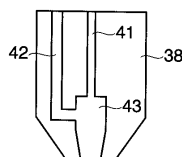
【図 4】



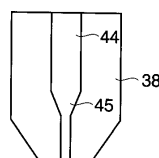
【図 5】



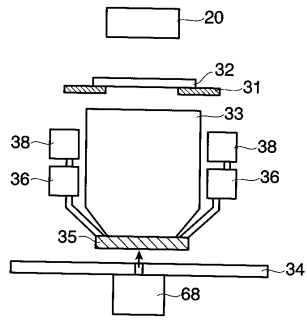
【図 2】



【図 3】



【図 6】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 3 F 7/20 5 2 1

(74)代理人 100092196  
弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 東木 達彦  
神奈川県横浜市磯子区新杉田町 8 番地 株式会社東芝横浜事業所内

審査官 渡戸 正義

(56)参考文献 特表 2 0 0 6 - 5 2 3 0 3 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 0 3 2 7 5 0 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 2 7 7 3 6 3 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 4 / 0 5 0 2 6 6 ( W O , A 1 )  
特開平 1 1 - 1 6 2 8 3 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 2 - 1 1 8 0 8 5 ( J P , A )  
国際公開第 2 0 0 4 / 0 9 3 1 3 0 ( W O , A 1 )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
H 0 1 L 2 1 / 0 2 7  
G 0 3 F 7 / 2 0 - 7 / 2 4