

(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2010-56456

(P2010-56456A)

(43) 公開日 平成22年3月11日(2010.3.11)

(51) Int.Cl.		F 1		テーマコード (参考)		
H 0 1 L	21/027	(2006.01)	H 0 1 L	21/30	5 3 1 A	2 H 0 4 2
G 0 2 B	5/00	(2006.01)	G 0 2 B	5/00	A	5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 13 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-222499 (P2008-222499)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成20年8月29日 (2008. 8. 29)		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	100098165
			弁理士 大森 聡
		(72) 発明者	新井 洋一
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
			式会社ニコン内
		Fターム(参考)	2H042 AA01 AA10 AA15 AA25
			5F046 GA04 GA14 GB03

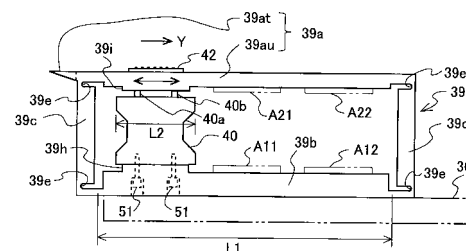
(54) 【発明の名称】 遮光ユニット、可変スリット装置、及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 照明光の照明領域又は光量等を調整するための機構を小型化し、かつ信頼性を高める。

【解決手段】 照明光を調整するブラインドユニットであって、固定部39bと、照明光の一部を遮光するブレード部39aと、固定部39bの両端部をブレード部39aから支持する平行移動部材39c、39dと、固定部39bとブレード部39aとの間に配置されて、その照明光の遮光量を調整するために、固定部39bに対してブレード部39aを移動する超音波モータ40とを備える。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

遮光ユニットであって、
ベース部と、
照明光の一部を遮光する遮光部と、
前記ベース部と前記遮光部との間に配置され、前記ベース部に対して前記遮光部を移動する駆動機構と、
を備えることを特徴とする遮光ユニット。

【請求項 2】

前記ベース部に対して前記遮光部を平行移動させる平行移動部材を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の遮光ユニット。

10

【請求項 3】

前記ベース部及び前記遮光部は互いに平行に配置されることを特徴とする請求項 2 に記載の遮光ユニット。

【請求項 4】

前記ベース部は、前記平行移動する方向に延びる棒状部材で形成され、
前記遮光部は、前記照明光の一部を遮光するブレードと、前記ブレードを支持し、前記平行移動する方向に延びる支持部材とを有し、
前記平行移動部材は、前記ベース部の両端部の少なくとも一方と前記支持部材の両端部の少なくとも一方とを連結することを特徴とする請求項 3 に記載の遮光ユニット。

20

【請求項 5】

前記連結部材と、前記ベース部の両端部の少なくとも一方及び前記支持部材の両端部の少なくとも一方とを接続するヒンジ部を有することを特徴とする請求項 4 に記載の遮光ユニット。

【請求項 6】

前記ベース部、前記支持部材、前記連結部材、前記ヒンジ部は、一つの部材で一体的に形成されることを特徴とする請求項 5 に記載の遮光ユニット。

【請求項 7】

前記駆動機構は、前記ベース部に固定された超音波モータを含むことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の遮光ユニット。

30

【請求項 8】

前記遮光部の一部に設けられたスケール部と、該スケール部の変位を検出する検出器とを含み、前記ベース部に対する前記遮光部の変位を検出する検出装置を備えることを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の遮光ユニット。

【請求項 9】

照明光の形状を所定形状に形成する可変スリット装置であって、
請求項 1 から 8 のいずれか一項に記載の遮光ユニットを複数個備え、
前記複数の遮光ユニットの前記遮光部を並列に配置したことを特徴とする可変スリット装置。

【請求項 10】

前記遮光ユニットの前記ベース部及び前記遮光部の相対移動する方向の長さは、前記駆動機構の長さの少なくとも 2 倍であり、
隣接する 2 つの前記遮光ユニットの前記駆動機構は、前記ベース部に沿って重ならない位置に配置されることを特徴とする請求項 9 に記載の可変スリット装置。

40

【請求項 11】

露光光でパターンを照明し、前記露光光で前記パターン及び投影光学系を介して基板を露光する露光装置において、
請求項 10 又は 11 に記載の可変スリット装置を備え、
前記可変スリット装置の前記遮光部で前記露光光の一部を遮光することを特徴とする露光装置。

50

【請求項 1 2】

前記露光光の光量情報を計測する計測装置と、

前記計測装置の計測結果に応じて前記可変スリット装置の前記遮光部による前記露光光の遮光量を調整する調整装置とを備えることを特徴とする請求項 1 1 に記載の露光装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 1 又は 1 2 に記載の露光装置を用いて感光性基板を露光することと、

前記露光された感光性基板を処理することと、を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、例えば照明光の光量を調整するための遮光ユニット、照明光の形状をスリット状等に形成するための可変スリット装置、この可変スリット装置を用いる露光技術、及びこの露光技術を用いるデバイス製造技術に関する。

【背景技術】

【0002】

20

例えば半導体デバイス等を製造する際に、レチクル（又はフォトリソマスク等）に形成されたパターンをレジストが塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上に転写露光するために、従来より露光光として水銀ランプの輝線又はエキシマレーザ光等の遠紫外域から真空紫外域にかけての光を用いる露光装置が使用されている。最近では、露光波長を短波長化して解像度を高めるために、露光光として波長が例えば 100 nm 程度以下の極端紫外光（Extreme Ultraviolet Light: 以下、EUV 光という）を用いる露光装置（以下、EUV 露光装置という。）も開発されている。

【0003】

30

これらの露光装置のうちで、レチクルとウエハとを投影光学系に対して同期して移動してウエハを露光する走査型の露光装置（スキャニングステッパ等）においては、レチクル上の照明領域は走査方向に直交する非走査方向に細長い長方形又は円弧状等のスリット状に設定される。従来より、そのスリット状の照明領域を設定するために、例えば照明領域の一方の長辺の形状を規定する複数の可動ブレードを有する第 1 のブラインドと、照明領域の他方の形状を規定するほぼ直線又は円弧状等のエッジ部を有する第 2 のブラインドとを有する可変ブラインドが使用されている（例えば、特許文献 1 参照）。その可動ブレードの駆動機構は、例えばその可動ブレードを移動可能に支持する軸受けを含む箱状の支持部と、その支持部に対してその可動ブレードを出し入れするモータとから構成されていた。

【特許文献 1】国際公開第 2005/048326 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】

【0004】

40

可変ブラインドにおいて照明領域の形状を高精度に制御するためには、複数の狭い幅の可動ブレードを非走査方向に近接して配置する必要がある。そのためには、可動ブレードの駆動機構を小型化する必要がある。

また、可動ブラインドは複数の可動ブレードを備えているため、個々の可動ブレード及びその駆動機構の信頼性が低いと、可動ブラインドのメンテナンス間隔が短くなる。特に、EUV 露光装置においては、露光光の光路を真空中に保つために、可変ブラインドを含む光学系等は真空チャンバ内に配置される。従って、真空チャンバ内に配置される装置のメンテナンスの頻度を低くして、露光装置の稼働率を向上させるためにも、可動ブラインドの機構部の信頼性を高める必要がある。

【0005】

50

本発明は、かかる事情に鑑み、照明光の照明領域又は光量等を調整（制御）するために使用されるとともに、小型化が容易で、かつ信頼性の高い光学装置、並びにこの光学装置を用いる露光技術及びデバイス製造技術を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明による遮光ユニットは、遮光ユニットであって、ベース部と、照明光の一部を遮光する遮光部と、そのベース部とその遮光部との間に配置されて、そのベース部に対してその遮光部を移動する駆動機構と、を備えるものである。

また、本発明による可変スリット装置は、照明光の形状を所定形状に形成する可変スリット装置であって、本発明の遮光ユニットを複数個備え、その複数の遮光ユニットのその遮光部を並列に配置したものである。

【0007】

また、本発明による露光装置は、露光光でパターンを照明し、その露光光でそのパターン及び投影光学系を介して基板を露光する露光装置において、本発明の可変スリット装置を備え、その可変スリット装置の遮光部でその露光光の一部を遮光するものである。

また、本発明によるデバイス製造方法は、本発明の露光装置を用いて感光性基板を露光することと、その露光された感光性基板を処理することと、を含むものである。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、ベース部に対して駆動機構で遮光部を移動するという小型化が容易でかつ信頼性の高い機構によって、照明光の照明領域又は光量等を調整（制御）できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明の実施形態の一例につき図1～図5を参照して説明する。

図1は、本実施形態の露光光EL（照明光）として波長が3～50nm程度の範囲内で例えば11nm又は13nm等のEUV光を用いる露光装置（EUV露光装置）100の全体構成を概略的に示す断面図である。図1において、露光装置100は、露光光ELを発生するレーザプラズマ光源10と、露光光ELでレチクルR（マスク）を照明する照明光学系ILSと、レチクルRを保持して移動するレチクルステージRSTと、レチクルRのパターン面（レチクル面）に形成されたパターンの像を、レジスト（感光材料）が塗布されたウエハW（感光性基板）上に投影する投影光学系POとを備えている。さらに、露光装置100は、ウエハWを保持して移動するウエハステージWSTと、装置全体の動作を統括的に制御するコンピュータを含む主制御系31等とを備えている。

【0010】

本実施形態では、露光光ELとしてEUV光が使用されているため、照明光学系ILS及び投影光学系POは、特定のフィルタ等（不図示）を除いて複数の反射光学部材より構成され、レチクルRも反射型である。これらの反射光学部材の反射面及びレチクル面には、EUV光を反射する多層の反射膜が形成されている。レチクル面上の反射膜上には、吸収層によって回路パターンが形成されている。また、露光光ELの気体による吸収を防止するため、露光装置100はほぼ全体として箱状の真空チャンバ1内に収容され、真空チャンバ1内の空間を排気管32Aa、32Ba等を介して真空排気するための大型の真空ポンプ32A、32B等が備えられている。さらに、真空チャンバ1内で露光光ELの光路上の真空度をより高めるために複数のサブチャンバ（不図示）も設けられている。一例として、真空チャンバ1内の気圧は 10^{-5} Pa程度、真空チャンバ1内で投影光学系POを収納するサブチャンバ（不図示）内の気圧は $10^{-5} \sim 10^{-6}$ Pa程度である。

【0011】

以下、図1において、ウエハステージWSTが載置される面（真空チャンバ1の底面）の法線方向にZ軸を取り、Z軸に垂直な平面内で図1の紙面に垂直にX軸を、図1の紙面に平行にY軸を取って説明する。本実施形態では、レチクル面上での露光光ELの照明領域27Rは、X方向に細長い円弧状であり、露光時にレチクルR及びウエハWは投影光学系POに対してY方向（走査方向）に同期して走査される。

【0012】

先ず、レーザプラズマ光源10は、高出力のレーザ光源（不図示）と、このレーザ光源

から真空チャンバ1の窓部材15を介して供給されるレーザ光を集光する集光レンズ12と、キセノン又はクリプトン等のターゲットガスを噴出するノズル14と、回転楕円面状の反射面を持つ集光ミラー13とを備えた、ガスジェットクラスタ方式の光源である。レーザプラズマ光源10から放射された露光光ELは、集光ミラー13の第2焦点に集光する。その第2焦点に集光した露光光ELは、凹面ミラー21を介してほぼ平行光束となり、露光光ELの照度分布を均一化するための一對のフライアイ光学系22及び23からなるオプティカル・インテグレータに導かれる。フライアイ光学系22及び23のより具体的な構成及び作用については、例えば米国特許第6,452,661号明細書に開示されている。

【0013】

図1において、フライアイ光学系23の反射面の近傍の面は、照明光学系ILSの瞳面であり、この瞳面又はこの近傍の位置に開口絞りASが配置されている。開口絞りASは、種々の形状の開口を有する複数の開口絞りを代表的に表している。主制御系31の制御のもとで、開口絞りASを交換することによって、照明条件を通常照明、輪帯照明、2極照明、又は4極照明等に切り換えることができる。

【0014】

開口絞りASを通過した露光光ELは、一度集光した後に曲面ミラー24に入射し、曲面ミラー24で反射された露光光ELは、凹面ミラー25で反射された後、X方向に細長く+Y方向のエッジ部がほぼ円弧状のブラインド板26のエッジ部を通過した後、レチクルRのパターン面の円弧状の照明領域27Rを下方から斜めに均一な照度分布で照明する。曲面ミラー24と凹面ミラー25とからコンデンサ光学系が構成されている。コンデンサ光学系によって、第2フライアイ光学系23の多数の反射ミラー要素からの光がレチクル面の照明領域27Rを重畳的に照明する。なお、図1の例では、曲面ミラー24は凸面ミラーであるが、曲面ミラー24を凹面ミラーより構成し、その分だけ凹面ミラー25の曲率を小さくするようにしてもよい。凹面ミラー21、フライアイ光学系22、23、開口絞りAS、曲面ミラー24、及び凹面ミラー25を含んで照明光学系ILSが構成されている。なお、照明光学系ILSの構成は任意であり、例えば露光光ELのレチクル面に対する入射角をさらに小さくするために、例えば凹面ミラー25とレチクルRとの間にミラーを配置してもよい。

【0015】

また、レチクルRの照明領域27Rで反射した露光光ELは、X方向に配列された複数のブラインドユニット38のブレード部39aの先端部で一部が遮光されて投影光学系POに入射する。投影光学系POを通過した露光光ELは、ウエハW上の露光領域（照明領域27Rと共役な領域）27Wに投影される。この場合、ブラインド板26及び多数のブラインドユニット38を含んで、照明領域27Rの形状、ひいては露光領域27Wの形状を規定する可変ブラインド（可変視野絞り）35が構成されている（詳細後述）。なお、レチクル面とフライアイ光学系22の配置面とは共役であり、照明領域27Rのおおまかな形状は、フライアイ光学系22を構成する個々のミラー要素の形状によっても規定される。

【0016】

また、ウエハW上の各ショット領域（ダイ）の走査露光の開始時及び終了時に露光領域27WをY方向（走査方向）に閉じるとともに、露光領域27W（照明領域27R）のX方向の幅を規定するための開閉用のブラインドを、例えばブラインド板26の近傍、又はレチクル面との共役面に配置してもよい。

次に、レチクルRは、レチクルステージRSTの底面に静電チャックRHを介して吸着保持されている。レチクルステージRSTは、レーザ干渉計（不図示）の計測値及び主制御系31の制御情報に基づいて、真空チャンバ1の外面のXY平面に平行なガイド面に沿って駆動系（不図示）によってY方向に所定ストロークで駆動されるとともに、X方向及びθz方向（Z軸回りの回転方向）等にも微小量駆動される。レチクルステージRSTを真空チャンバ1側に覆うようにパーティション8が設けられ、パーティション8内は不図

10

20

30

40

50

示の真空ポンプによって大気圧と真空チャンバ 1 内の気圧との間の気圧に維持されている。

【0017】

レチクル R のパターン面側には、レチクル面に対して例えば斜めに計測光を照射して、レチクル面の Z 方向の位置（Z 位置）を計測する光学式のレチクルオートフォーカス系（不図示）が配置されている。主制御系 31 は、走査露光中にレチクルオートフォーカス系の計測値に基づいて、例えばレチクルステージ RST 内の Z 駆動機構（不図示）を用いてレチクル R の Z 方向の Z 位置を許容範囲内に設定する。

【0018】

投影光学系 PO は、一例として、6 枚のミラー M1～M6 を不図示の鏡筒で保持することによって構成され、物体（レチクル R）側に非テレセントリックで、像（ウエハ W）側にテレセントリックの反射系であり、投影倍率は 1 / 4 倍等の縮小倍率である。レチクル R の照明領域 27R で反射された露光光 EL が、投影光学系 PO を介してウエハ W 上の露光領域 27W に、レチクル R のパターンの一部の縮小像を形成する。

【0019】

投影光学系 PO において、レチクル R からの露光光 EL は、ミラー M1 で上方（+Z 方向）に反射され、続いてミラー M2 で下方に反射された後、ミラー M3 で上方に反射され、ミラー M4 で下方に反射される。次にミラー M5 で上方に反射された露光光 EL は、ミラー M6 で下方に反射されて、ウエハ W 上にレチクル R のパターンの一部の像を形成する。一例として、ミラー M1, M2, M4, M6 は凹面鏡であり、他のミラー M3, M5 は凸面鏡である。なお、投影光学系 PO は、図 1 の構成には限定されず、反射光学部材の枚数も 6 枚以外の何枚であってもよい。

【0020】

一方、ウエハ W は、静電チャック（不図示）を介してウエハステージ WST 上に吸着保持されている。ウエハステージ WST は、XY 平面に沿って配置されたガイド面上に配置されている。ウエハステージ WST は、レーザ干渉計（不図示）の計測値及び主制御系 31 の制御情報に基づいて、駆動機構（不図示）によって X 方向及び Y 方向に所定ストロークで駆動され、必要に応じて θz 方向等にも駆動される。

【0021】

ウエハステージ WST 上のウエハ W の近傍には、例えば X 方向に配列された複数の光電センサを含む照射量モニタ 29 が設置され、照射量モニタ 29 の検出信号が主制御系 31 に供給されている。ウエハステージ WST を駆動して露光領域 27W に照射量モニタ 29 の受光面を移動することによって、露光領域 27W（照明領域 27R）の X 方向の各計測位置毎の露光光 EL の照度（又はパルスエネルギー）を計測できる。この計測結果に基づいて、主制御系 31 はブラインド制御系 33 を介して、露光領域 27W に対して走査されるウエハ W 上の各点の積算露光量が均一になるように、可変ブラインド 35 によって照明領域 27R の X 方向の各位置の Y 方向の幅（スリット幅）を制御する（詳細後述）。

【0022】

露光の際には、ウエハ W 上のレジストから生じるガスが投影光学系 PL のミラー M1～M6 に悪影響を与えないように、ウエハ W はパーティション 7 の内部に配置される。パーティション 7 には露光光 EL を通過させる開口が形成され、パーティション 7 内の空間は、真空ポンプ（不図示）により真空排気されている。

ウエハ W 上の 1 つのショット領域（ダイ）を露光するときには、露光光 EL が照明光学系 ILS によりレチクル R の照明領域 27R に照射され、レチクル R とウエハ W とは投影光学系 PO に対して投影光学系 PO の縮小倍率に従った所定の速度比で Y 方向に同期して移動する（同期走査）。このようにして、レチクルパターンはウエハ W 上の一つのショット領域に露光される。その後、ウエハステージ WST を駆動してウエハ W をステップ移動した後、ウエハ W 上の次のショット領域に対してレチクル R のパターンが走査露光される。このようにステップ・アンド・スキャン方式でウエハ W 上の複数のショット領域に対して順次レチクル R のパターンの像が露光される。

【0023】

次に、本実施形態の露光装置100の可変ブラインド35につき説明する。

図2(A)は、図1の可変ブラインド35の要部を示す斜視図、図2(B)は図2(A)の一部を-Y方向から見た拡大図、図3は、図2(A)の可変ブラインド35の一部を省略した平面図である。図3において、レチクルR上の円弧状の照明領域27Rの-Y方向のエッジ部27Rbの形状は、図1のブラインド板26によって規定される。また、レチクルR上の円弧状の照明領域27Rの+Y方向のエッジ部27Raの形状は、フレーム36上のX方向に所定周期で設定された複数の位置 P_i ($i=1, 2, \dots$)に、X方向に近接して配列されたブラインドユニット38によって規定される。ブラインドユニット38は、例えばフレーム36に対して底面側からボルト50(図2(B)参照)によって固定されている。なお、図3の-X方向側の複数のブラインドユニット38は図示省略されており、説明の便宜上、図2(A)のブラインドユニット38の個数と図3のブラインドユニット38の個数とは異なっている。ブラインドユニット38(ブレード39a)の個数が多いほど、高精度に(X方向に微細な幅で)照明領域27Rの形状を制御できる。ブラインドユニット38の個数は例えば10個程度から数10個である。

10

【0024】

図2の複数のブラインドユニット38は、後述するブレード部39aの先端部の形状、並びに超音波モータ40及びエンコーダ43のY方向の位置以外の構成は実質的に共通である。そこで、代表的に一つのブラインドユニット38の構成につき説明する。

図4は、図2に示す複数のブラインドのうち、一つのブラインドユニット38を示す拡大図である。図4において、ブラインドユニット38は、ユニット本体39と、ユニット本体39を駆動する超音波モータ40とを備える。ユニット本体39は、フレーム36に固定され、かつY方向に細長い固定部39bと、ブレード部39aと、固定部39bに対してブレード部39aをY方向に変位させる一対の平行移動部材39c, 39dとを備える。ブレード部39aは、先端が次第に薄くなり露光光が直接照射される先端部39atと、先端部39atを支持し、Y方向に細長く、かつ固定部39bとほぼ同じ長さの支持部材39auとを含んでいる。平行移動部材39c, 39bは、それぞれ断面がほぼ矩形に形成されている。平行移動部材39cは、支持部材39auの両端部のうち一端部(先端部39at側の端部)と、固定部39bの両端部のうち一端部(-Y方向側の端部)とを連結し、平行移動部材39dは、支持部材39auの両端部のうち他端部(先端部39atとは反対側の端部)と、固定部39bの両端部のうち他端部(+Y方向側の端部)とを連結する。

20

30

【0025】

なお、平行移動部材39c, 39dと、固定部39b及び支持部材39auとの4箇所の連結部に可撓性を持たせるために、すり割り部よりなるヒンジ部39eが設けられている。ユニット本体39は、1枚の平板からワイヤカット又は打ち抜き等によって一体的に形成することができる。このように構成されたユニット本体39において、先端部39atは平行移動部材39cの前方に突き出ており、固定部39bがフレーム36にボルト50(図2(B))で固定されている。

【0026】

図2(A)に示すように、照明領域27Rが円弧状であるため、複数のブラインドユニット38のブレード部39aの先端部39at(図4参照)は、Y方向に関して、両端(例えば位置 P_1)のブレード部39aの長さが最も短く、中央のブレード部39aほど長く設定されている。位置 P_i のブラインドユニット38のブレード部39aのY方向の位置を制御することによって、その位置 P_i における照明領域27RのY方向の幅(スリット幅) h_i を個別に制御できる。例えば初期状態では、全部のブラインドユニット38のブレード部39aによる露光光のY方向の遮光幅はほぼ同じで、照明領域27Rのスリット幅 h_i もほぼ同じになるように設定されている。

40

【0027】

図3において、各ブラインドユニット38を構成するユニット本体39のブレード部3

50

9 a の上面には、Y 方向の位置を次第に周期的に変えて Y 方向に所定周期の格子パターンが形成されたスケール部 4 2 が固定されている。また、各スケール部 4 2 の上方にそれぞれスケール部 4 2 の Y 方向の変位を検出する点線で示す検出器 4 1 が配置されている。スケール部 4 2 と検出器 4 1 とで検出装置、例えば、エンコーダが構成される。検出器 4 1 は、図 2 (A) に示すように、フレーム 3 6 に固定されたカバー部材 3 7 の底面に固定されている。エンコーダは、一例として反射型の光学式リニアエンコーダであり、検出器 4 1 は、スケール部 4 2、ひいてはブレード部 3 9 a の Y 方向の変位を例えば 1 ～数 mm 程度のストローク内で 0.05 μ m 程度の分解能で計測し、計測結果を図 2 (B) のブラインド制御系 3 3 に供給する。この場合、検出器 4 1 の X 方向の幅はユニット本体 3 9 の幅の 3 倍程度であり、その Y 方向の長さはユニット本体 3 9 の長さの 1/3 程度以下である。従って、ブレード部 3 9 a 上のスケール部 4 2 (エンコーダ) の Y 方向の位置を 3 段階に異なる位置に設定することによって、複数のユニット本体 3 9 を X 方向に近接して配置した状態で、ユニット本体 3 9 上の各スケール部 4 2 を検出可能に、かつ機械的に干渉しないように各エンコーダを配置できる。

10

【0028】

また、図 2 (A) において、ブラインドユニット 3 8 のユニット本体 3 9 の内部にはそれぞれブレード部 3 9 a を Y 方向に移動するための、真空中でも動作可能な超音波モータ 4 0 が固定されている。すなわち、超音波モータ 4 0 の一部は、支持部材 3 9 a u と、一對の平行移動部材 3 9 c, 3 9 d と、固定部 3 9 b とで形成される空間内に配置される。超音波モータ 4 0 の X 方向の幅もユニット本体 3 9 の X 方向の幅の 3 倍程度である。そして、ユニット本体 3 9 を X 方向に近接して配置した状態で超音波モータ 4 0 が機械的に干渉しないように、隣接するユニット本体 3 9 内での超音波モータ 4 0 の Y 方向の位置は 3 段階に変えてある。そのため、超音波モータ 4 0 の残りの一部は、隣接するユニット本体 3 9 内に収容される。

20

【0029】

さらに、図 2 (B) に示すように、ブラインド制御系 3 3 が、エンコーダの検出結果に基づいて、ブレード部 3 9 a の Y 方向の位置が主制御系 3 1 に設定された位置になるように、超音波モータ 4 0 を介してブレード部 3 9 a を Y 方向に駆動する。また、隣接する 2 つのブラインドユニット 3 8 のブレード部 3 9 a の先端部の間から露光光が漏れないように、一例としてブレード部 3 9 a の先端部には -X 方向に延びる拡張部 3 9 f と、その拡張部 3 9 f が設置される凹部 3 9 g とが形成されている。

30

【0030】

ユニット本体 3 9 は、例えばベリリウム (Be) 若しくはクロム-モリブデン鋼等の高耐熱性の金属から形成できる。なお、実際に露光光が照射される先端部 3 9 a t のみをジルコニア等の高耐熱性のセラミックス、又はベリリウム若しくはクロム-モリブデン鋼等の高耐熱性の金属から形成し、支持部材 3 9 a u、平行移動部材 3 9 c, 3 9 d、固定部 3 9 b をステンレス等の安価で加工が容易な金属等から形成してもよい。

【0031】

また、平行移動部材 3 9 c, 3 9 d の内側の固定部 3 9 b 及びブレード部 3 9 a の Y 方向の長さ L 1 は、超音波モータ 4 0 の Y 方向の長さ L 2 の 3 倍を或る程度超える程度に設定されている。さらに、図 4 の実施形態では、固定部 3 9 b 及びブレード部 3 9 a の -Y 方向の端部の内側にそれぞれ長さが L 1 の 1/3 程度の凸部 3 9 h 及び 3 9 i が形成され、凸部 3 9 h と凸部 3 9 i との間に超音波モータ 4 0 が設置されている。超音波モータ 4 0 は、例えば固定部 3 9 b 側からボルト 5 1 によって固定され、凸部 3 9 i に Y 方向に所定間隔で配置された超音波モータ 4 0 の駆動チップ 4 0 a, 4 0 b が接触している。一例として、超音波モータ 4 0 は共振型であり、駆動チップ 4 0 a, 4 0 b の先端部が楕円運動することによって、固定部 3 9 b に対して +Y 方向又は -Y 方向に例えば 1 mm 程度のストロークでブレード部 3 9 a を平行移動することができる。

40

【0032】

なお、図 4 のユニット本体 3 9 は図 2 (A) の位置 P 1 及び P 4 等に配置されるもので

50

あり、図 2 (A) の位置 P 2 等に配置されるユニット本体 3 9 では、図 4 の位置 A 1 1 及び A 2 1 にそれぞれ凸部 3 9 h 及び 3 9 i が形成され、この間に超音波モータ 4 0 が設置される。同様に、図 2 (A) の位置 P 3 等に配置されるユニット本体 3 9 では、図 4 の位置 A 1 2 及び A 2 2 にそれぞれ凸部 3 9 h 及び 3 9 i が形成され、この間に超音波モータ 4 0 が設置される。また、図 4 では、ブレード部 3 9 a の上面の -Y 方向の端部側にスケール部 4 2 が固定されているが、図 2 (A) の位置 P 2 及び P 3 に配置されるユニット本体 3 9 ではそれぞれスケール部 4 2 がブレード部 3 9 a の中央部及び +Y 方向の端部に固定される。ただし、超音波モータ 4 0 の Y 方向の位置と、スケール部 4 2 (エンコーダ 4 1) の Y 方向の位置とは異なってもよく、超音波モータ 4 0 の Y 方向の配列数 (図 2 (A) では 3 列) と、検出器 4 1 の Y 方向の配列数とは異なってもよい。また、凸部 3 9 h 及び 3 9 i は必ずしも設けなくともよい。

10

【0033】

このように隣接するユニット本体 3 9 で超音波モータ 4 0 及びエンコーダ (検出器 4 1) の位置を Y 方向に重ならないようにずらすことによって、X 方向の幅がユニット本体 3 9 の幅よりも広い超音波モータ 4 0 及び検出器 4 1 を用いる場合でも、ユニット本体 3 9 (ブラインドユニット 3 8) を X 方向 (非走査方向) に近接して (又は殆ど密着させて) 配置することができ、可変ブラインド 3 5 を小型化できる。

【0034】

図 4 のユニット本体 3 9 のブレード部 3 9 a (先端部 3 9 a t) を -Y 方向に変位させる場合には、図 5 (A) に示すように、超音波モータ 4 0 によって固定部 3 9 b に対してブレード部 3 9 a を -Y 方向に移動すればよい。一方、ブレード部 3 9 a を +Y 方向に変位させる場合には、図 5 (B) に示すように、超音波モータ 4 0 によって固定部 3 9 b に対してブレード部 3 9 a を +Y 方向に移動すればよい。これらの場合に、ヒンジ部 3 9 e の弾性変形によって、ブレード部 3 9 a (支持部材 3 9 a u) は固定部 3 9 b に対して容易に Y 方向に平行移動可能であるため、超音波モータ 4 0 によってブレード部 3 9 a の Y 方向の位置を高精度に円滑に制御することができる。この場合、ユニット本体 3 9 は弾性変形するのみであり、信頼性は極めて高い。従って、ブラインドユニット 3 8 中でメンテナンスの対象になる部材は実質的に超音波モータ 4 0 及び検出器 4 1 のみであり、ブラインドユニット 3 8 の信頼性を極めて高くできる。

20

【0035】

本実施形態の作用効果等は以下の通りである。

30

(1) 本実施形態のブラインドユニット 3 8 は、露光光の照明領域 2 7 R (又は露光領域 2 7 W) の形状を調整するためのユニットであって、固定部 3 9 b と、露光光の一部を遮光するブレード部 3 9 a と、固定部 3 9 b とブレード部 3 9 a との間に配置されて、固定部 3 9 b に対してブレード部 3 9 a を Y 方向に移動する超音波モータ 4 0 とを備えている。

【0036】

従って、小型でかつ信頼性の高い機構によって、ブレード部 3 9 a を Y 方向に移動して、露光光の照明領域の形状 (スリット幅) を調整できる。

(2) また、固定部 3 9 b 及びブレード部 3 9 a は Y 方向に平行に配置され、固定部 3 9 b に対してブレード部 3 9 a を平行移動させる平行移動部材 3 9 c, 3 9 d を備えている。従って、軸受けのような複雑な機構を用いることなく、ブレード部 3 9 a を Y 方向に高精度に駆動できる。

40

【0037】

(3) また、平行移動部材 3 9 c, 3 9 d はブレード部 3 9 a の支持部材 3 9 a u の両端部と固定部 3 9 b の両端部とをヒンジ部 3 9 e を介して連結し、露光光を遮光する先端部 3 9 a t はリンク部 3 9 c の前方に突出している。従って、先端部 3 9 a t のみを容易に露光光の光路内に配置できる。

(4) また、固定部 3 9 b に対してブレード部 3 9 a を超音波モータ 4 0 で駆動しているため、例えば真空中でもブレード部 3 9 a を高精度に駆動できる。さらに、超音波モータ

50

タ４０は電源オフの状態では保持力を有するため、露光工程中で照明領域の形状が一度設定された後は、超音波モータ４０の電源をオフにできるため、制御が容易である。

【００３８】

（５）また、ブレード部３９ａに設けたスケール部４２の変位を検出器４１で検出しているため、ブレード部３９ａの変位を直接、高精度に検出できる。従って、ブレード部３９ａの位置を高精度に制御できる。

（６）また、図２（Ａ）の可変ブラインド３５は、複数のブラインドユニット３８のブレード部３９ａをＸ方向に近接して、かつ同一面に沿って配置している。従って、それらのブレード部３９ａを露光装置のレチクルＲの近傍等の視野絞り面に配置することができ、ブレード部３９ａのＹ方向の位置制御によって、レチクルＲ上のスリット状の照明領域２７Ｒ（ひいてはウエハＷ上の露光領域２７Ｗ）の幅、ひいては対応するウエハＷ上での露光光の光量を高精度に制御できる。

【００３９】

（７）この場合、可変ブラインド３５のユニット本体３９の固定部３９ｂ及びブレード部３９ａのＹ方向の長さは、超音波モータ４０のＹ方向の長さの少なくとも２倍であることが好ましい。このとき、隣接する２つの可変ブラインド３５の超音波モータ４０を、固定部３９ｂに沿って重ならない位置に配置することによって、隣接するブレード部３９ａのＸ方向（非走査方向）の間隔を超音波モータ４０のＸ方向の幅よりも狭くできるため、可変ブラインド３５を小型化できる。

【００４０】

（８）また、図１の露光装置１００は、露光光ＥＬでレチクルＲのパターンを照明し、露光光ＥＬでそのパターン及び投影光学系ＰＯを介してウエハＷを露光する露光装置において、可変ブラインド３５の複数のブラインドユニット３８のブレード部３９ａで露光光ＥＬの一部を遮光している。従って、そのブレード部３９ａの位置を制御してその遮光量を制御することで、レチクルＲ上の照明領域の形状、ひいてはウエハＷ上の露光領域の形状を所望の形状に容易に設定でき、走査露光後のウエハＷ上の各点での積算露光量を高精度に制御できる。この際に、各ブラインドユニット３８の信頼性が向上しているため、可変ブラインド３５のメンテナンスの頻度が少なくなり、露光装置の稼働率を向上できる。

【００４１】

（９）この場合、例えば予めウエハステージＷＳＴ上の照射量モニタ２９によって、露光領域２７ＷのＸ方向の照度分布を計測しておき、この計測結果からブラインド制御系３３によって、例えばその照度分布が一樣になるように各ブラインドユニット３８のブレード部３９ａの位置を制御することで、ウエハＷ上での積算露光量の均一性が向上する。

【００４２】

なお、上記の実施形態は以下のような変形が可能である。

先ず、図４のブラインドユニット３８のユニット本体３９の代わりに、図６のユニット本体３９Ａを使用できる。図６において、ユニット本体３９Ａは、固定部３９ｂとブレード部３９ａとの－Ｙ方向の端部を平行移動部材３９ｃ及びヒンジ部３９ｅを介して連結し、固定部３９ｂとブレード部３９ａとの＋Ｙ方向の端部を引っ張りコイルばね４３によって連結したものである。この他の構成は図４と同様であり、固定部３９ｂの凸部３９ｈとブレード部３９ａの凸部３９ｉとの間に、ブレード部３９ｉをＹ方向に駆動するための超音波モータ４０が設置されている。

【００４３】

図６の変形例によれば、引っ張りコイルばね４３の固定部３９ｂ側への付勢力によって、ブレード部３９ａから超音波モータ４０にかかる押圧力を制御できるため、超音波モータ４０を安定に駆動できる。

また、ユニット本体３９として、ヒンジ部３９ｅに相当する部分に回転軸を設けたリンク機構等を使用することも可能である。

【００４４】

また、上記の実施形態ではレチクル面に円弧状の照明領域２７Ｒを設定しているが、図

10

20

30

40

50

7に示すようにレチクル面に長方形の照明領域27ARを設定することも可能である。図7の場合には、フレーム36上の各位置 Q_i ($i = 1, 2, \dots$)のブラインドユニット38のブレード部39aのY軸方向における長さは全部同じでよい。この場合、照明領域27ARに対応する露光領域でのX方向の露光量分布が同一になるように、位置 Q_i のブレード部39aのY方向の位置を制御することによって、照明領域27ARのY方向のスリット幅 h_i が個別に制御される。

【0045】

なお、上記の実施形態ではブレード部39aの変位を検出するために光学式のエンコーダを使用しているが、その変位検出用には静電容量型のセンサ又は磁気式のエンコーダ等の他のセンサも使用できる。

10

また、上記の実施形態では、固定部39bに対してブレード部39aを駆動するために超音波モータ40が使用されているが、その他にボイスコイルモータ又はEIコア方式のアクチュエータ等の他の駆動機構も使用可能である。

【0046】

なお、上記の実施形態では、図1の可変ブラインド35は、レチクル面の近傍に配置されているが、ブラインド板26及び／又は多数のブラインドユニット38を照明光学系ILS内のレチクル面との共役面の近傍に配置してもよい。

また、図1の可変ブラインド35は、投影光学系POと、ウエハWとの間に配置してもよい。この場合、パーティション7を省略してもよい。

また、上述の実施形態では、露光光源としてレーザプラズマ光源を用いるものとしたが、これに限らず、SOR (Synchrotron Orbital Radiation) リング、ベータトロン光源、ディスチャージド光源、X線レーザなどのいずれを用いても良い。

20

【0047】

また、上記の実施形態では、露光光としてEUV光を用いているが、本発明は、露光光としてKrF (波長248nm)、ArF (波長193nm)などのエキシマレーザ光、又は固体レーザの高調波等を用いる露光装置にも適用可能である。また、気体中でも透過する露光光を使用する場合には、照明光学系及び投影光学系は屈折系、又は反射屈折系でもよい。この場合には、レチクルも透過型として例えば図7のような照明領域をレチクル上に設定してもよい。

【0048】

また、上記の実施形態の露光装置を用いて半導体デバイス等の電子デバイス (又はマイクロデバイス) を製造する場合、電子デバイスは、図8に示すように、電子デバイスの機能・性能設計を行うステップ221、この設計ステップに基づいたマスク (レチクル) を製作するステップ222、デバイスの基材である基板 (ウエハ) を製造してレジストを塗布するステップ223、前述した実施形態の露光装置 (EUV露光装置) によりマスクのパターンを基板 (感応基板) に露光する工程、露光した基板を現像する工程、現像した基板の加熱 (キュア) 及びエッチング工程などを含む基板処理ステップ224、デバイス組み立てステップ (ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む) 225、並びに検査ステップ226等を経て製造される。

30

【0049】

言い換えると、このデバイスの製造方法は、上記の実施形態の露光装置を用いてその投影面上に設置される基板 (ウエハ) を露光することと、露光された基板を処理すること (ステップ224) とを含んでいる。この際に、上記の実施形態の露光装置によれば、露光装置の稼働率を高く維持できるため、高精度にかつ高スループットでデバイスを製造できる。

40

なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【図面の簡単な説明】

【0050】

【図1】本発明の実施形態の一例の露光装置の概略構成を示す断面図である。

50

【図 2】 (A) は図 1 中の可変ブラインド 35 の要部を示す斜視図、(B) は図 2 (A) の可変ブラインド 35 を -Y 方向から見た一部の拡大図である。

【図 3】 図 2 (A) の可変ブラインド 35 を示す一部を省略した平面図である。

【図 4】 図 2 のブラインドユニット 38 の平行移動部材 39 及びその駆動機構を示す拡大図である。

【図 5】 (A) は図 4 のブレード部 39 a を -Y 方向に移動した状態を示す図、(B) は図 4 のブレード部 39 a を +Y 方向に移動した状態を示す図である。

【図 6】 平行移動部材の変形例を示す図である。

【図 7】 長方形の照明領域を設定するための可変ブラインドの構成例を示す斜視図である。

。

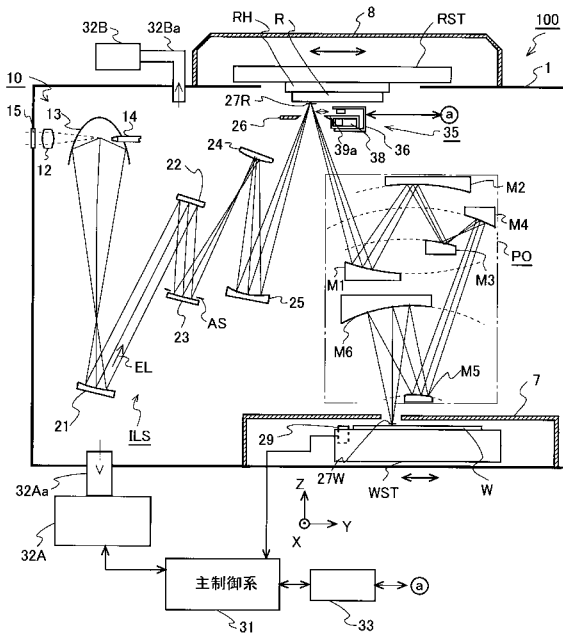
【図 8】 デバイスの製造工程の一例を示すフローチャートである。

【符号の説明】

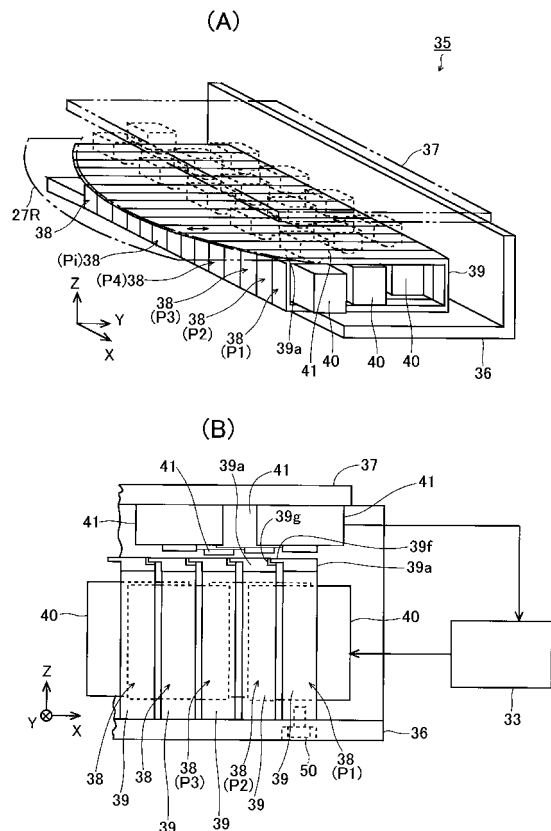
【0051】

1…真空チャンバ、ILS…照明光学系、R…レチクル、PO…投影光学系、W…ウェハ、10…レーザプラズマ光源、26…ブラインド板、27R…照明領域、29…照射量モニタ、33…ブラインド制御系、35…可変ブラインド、38…ブラインドユニット、39…ユニット本体、39a…ブレード部、39b…固定部、39c、39d…平行移動部材、39e…ヒンジ部、40…超音波モータ、41…検出器、42…スケール部

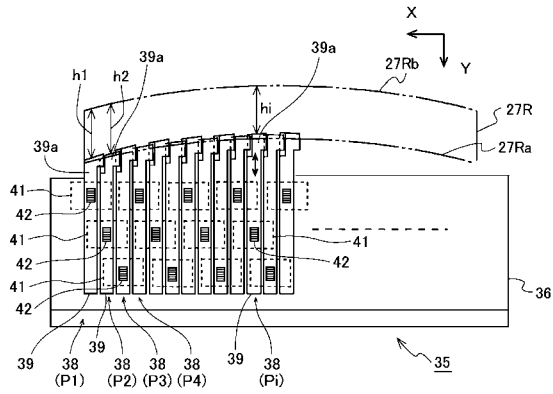
【図 1】



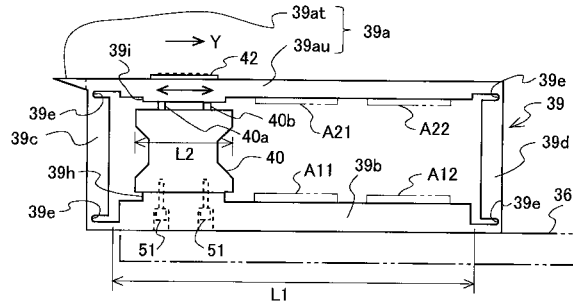
【図 2】



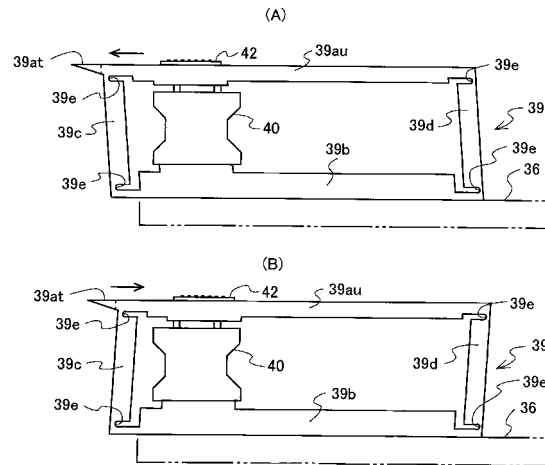
【図 3】



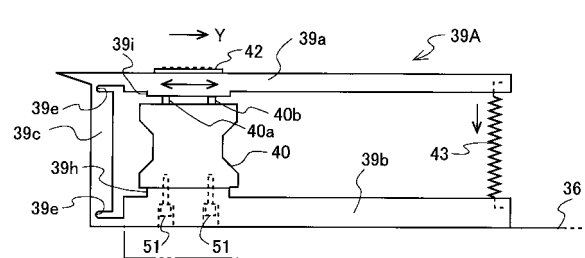
【図 4】



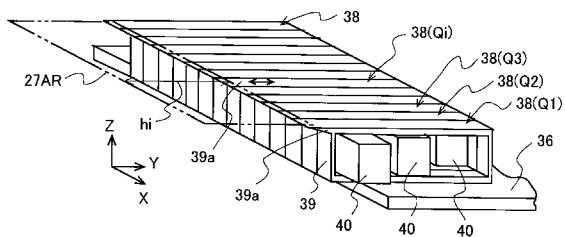
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【図 8】

