(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3629790号
(P3629790)
(45)発行日　平成17年3月16日(2005.3.16)　(24)登録日　平成16年12月24日(2004.12.24)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01L 21/027　H01L 21/30　515D
G03F 7/20　G03F 7/20　521
H01L 21/30　516F

請求項の数 7　(全 13 頁)

(21)出願番号　特願平7-344590
(22)出願日　平成7年12月5日(1995.12.5)
(65)公開番号　特開平9-162117
(43)公開日　平成9年6月20日(1997.6.20)
審査請求日　平成14年12月3日(2002.12.3)

(73)特許権者　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　100102901
弁理士　立石　篤司
(74)代理人　100099793
弁理士　川北　喜十郎
(72)発明者　小沢　治夫
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

審査官　岩本　勉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】露光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

露光光源からの露光光により照明光学系を介してマスクを照明し、前記マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に投影露光する露光装置であって、

前記露光光源から前記マスクに至る露光光の光路上に配置される光学系を複数のブロックに分割して収納する複数の筐体と；

前記複数の筐体のうち、少なくとも１つの筐体内に収納され、分割された前記ブロックを構成する光学要素を保持する少なくとも１つの鏡筒と；

前記少なくとも１つの筐体の外部と前記少なくとも１つの鏡筒とを接続するガス供給用の配管と；

前記複数の筐体及び前記鏡筒内に不活性ガスを供給するガス供給手段と；を備える露光装置。

【請求項２】

前記少なくとも１つの筐体は２以上の鏡筒を収納し、

前記２以上の鏡筒を収納する筐体に、当該筐体の一端から当該筐体内の各鏡筒を順次連通すると共に前記鏡筒内の光学要素相互間の空間を順次くまなく経由して前記筐体の他端に至るガスの流通経路が形成されていることを特徴とする請求項１に記載の露光装置。

【請求項３】

前記流通経路の一部は、前記ガス供給用の配管で形成されることを特徴とする請求項２に記載の露光装置。

【請求項４】
前記流通経路を介して、前記鏡筒内の空間に不活性ガスが充填され、この状態が維持されていることを特徴とする請求項２に記載の露光装置。
【請求項５】
前記筐体の各々の露光光の光路上前方及び後方に、着脱自在の窓ガラスが設けられていることを特徴とする請求項１から３のいずれか一項に記載の露光装置。
【請求項６】
前記複数の筐体内のそれぞれの酸素の濃度を測定する濃度センサを備えることを特徴とする請求項１から５のいずれか一項に記載の露光装置。
【請求項７】
前記濃度センサの測定結果に基づいて、前記ガス供給手段を制御する制御装置を有することを特徴とする請求項６に記載の露光装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、露光装置に係り、更に詳しくはマスク（又はレチクル、以下適宜「レチクル」と総称する）に形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に投影露光する露光装置に関する。本発明は、露光光として紫外線を用いる露光装置に適用して好適なものである。
【０００２】
【従来の技術】
従来、この種の露光装置では、各種の波長帯域の光を露光光として基板上に照射している。露光光にはｅ線（波長λ＝５４６ｎｍ）、ｇ線（λ＝４３６ｎｍ）、ｈ線（λ＝４０５ｎｍ）、ｉ線（λ＝３６５ｎｍ）、ＫｒＦエキシマレーザー（λ＝２４８ｎｍ）等が用いられている。これら単波長の露光光は、例えば光源としての水銀ランプから出る広範囲の波長帯域の中から所望の波長だけを透過するフィルタ又は波長選択性薄膜（レンズやミラーの表面に蒸着して所望の波長だけを透過又は反射する光学薄膜）を用いて取り出している。光源から放射された露光光は、レチクルを照明する照明光学系及びレチクルに形成された微細パターンを感光基板上に結像させる投影光学系（投影レンズ）により前記微細パターンを感光基板上に転写・露光している。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
上記のような従来の露光装置において、パターン線幅の微細化に伴い、スループット及び解像度の向上が要求されるようになり、これに伴って露光光としてはますますハイパワーなものが要求されると同時に、露光光の波長帯域の短波長化が進んでいる。
【０００４】
しかし、ｉ線（波長λ＝３６５ｎｍ）を露光光とする露光装置及びｉ線より短波長の露光光を用いる露光装置においては、短波長化により、露光光が空気中の不純物を酸素と光化学反応させることが知られており、かかる反応による生成物（曇り物質）がガラス部材に付着し、ガラス部材に不透明な「曇り」が生じるという不都合があった。ここで、曇り物質としては、例えば亜硫酸SO_2 が光のエネルギーを吸収し励起状態となると、空気中の酸素と反応（酸化）することによって生じる硫酸アンモニウム（NH_4）$_2$ SO_4 が代表的に挙げられる。この硫酸アンモニウムは白色を帯びており、レンズやミラー等の光学部材の表面に付着すると前記「曇り」状態となる。そして、露光光は硫酸アンモニウムで散乱、吸収される結果前記光学系の透過率が減少することになる。
【０００５】
特に、ＫｒＦエキシマレーザのように露光光がｉ線より波長が短い２４８ｎｍ以下になる短波長領域では、露光光がより強い光化学反応を起こさせ、前記「曇り」を生じるばかりでなく、同時に露光光がさらに空気中の酸素を反応させてオゾンを発生、残存酸素と生成オゾンがともに露光光を吸収してしまう現象がある。そのため露光光の感光基板に到達す

るまでの光量（透過率）が少なくなりスループットが小さくなるという不都合も生じていた。このような場合、前記曇り物質（付着物）は水溶性であり拭き取ることも可能ではあるが、照明光学系や投影光学系は、鏡筒に複数のレンズ、ミラー等の光学要素を保持させた状態で固定されているため、清掃のためにはこれを分解しなければならず、極めて作業性が悪かった。

【０００６】

本発明は、かかる従来例の有する不都合に鑑みてなされたもので、その目的は露光光が短波長となっても、光化学反応による曇り物質及びオゾンの発生を効果的に防止することができる露光装置を提供することにある。

【０００７】

【課題を解決するための手段】

本発明は、第１の観点からすると、露光光源からの露光光により照明光学系を介してマスクを照明し、前記マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して感光基板上に投影露光する露光装置であって、前記露光光源から前記マスクに至る露光光の光路上に配置される光学系を複数のブロックに分割して収納する複数の筐体と；前記複数の筐体のうち、少なくとも１つの筐体内に収納され、分割された前記ブロックを構成する光学要素を保持する少なくとも１つの鏡筒と；前記少なくとも１つの筐体の外部と前記少なくとも１つの鏡筒とを接続するガス供給用の配管と；前記複数の筐体及び前記鏡筒内に不活性ガスを供給するガス供給手段と；を備える露光装置である。

【０００８】

これによれば、露光光源から前記マスクに至る露光光の光路上に配置される光学系を複数のブロックに分割して収納する複数の筐体それぞれの内部に、ガス供給手段から不活性ガスを供給することができるとともに、前記複数の筐体のうち、少なくとも１つの筐体内に収納され、分割された前記ブロックを構成する光学要素を保持する少なくとも１つの鏡筒の内部に上記ガス供給用の配管を介してガス供給手段から不活性ガスを供給することができる。このため、各筐体の内部、鏡筒の内部のレンズ、ミラー等の光学要素間の細部にまで不活性ガスがいきわたり、内部の不純物を含む空気が不活性な窒素ガスに置換された化学的に清浄な環境下に各光学要素を置くことができる。従って、露光光源からマスクに至る露光光の光路上に配置される光学系の全ブロックにおいて、曇り物質の発生、オゾンの発生をほぼ完全に防止することができ、露光光の散乱、吸収を効果的に防止することができる。

【０００９】

この場合において、前記少なくとも１つの筐体は２以上の鏡筒を収納し、前記２以上の鏡筒を収納する筐体に、当該筐体の一端から当該筐体内の各鏡筒を順次連通すると共に前記鏡筒内の光学要素相互間の空間を順次くまなく経由して前記筐体の他端に至るガスの流通経路が形成されていることとすることができる。

【００１０】

かかる場合には、２以上の鏡筒を収納する筐体に形成されたガスの流通経路を介して当該筐体内の各鏡筒内の光学要素相互間の空間の空気を不活性ガスに置換したり、ガスの流通経路を介して各鏡筒内の光学要素相互間の空間の空気を排気することにより真空状態にしたりすることができる。

【００１１】

この場合において、前記流通経路の一部は、前記ガス供給用の配管で形成されることとすることができる。

【００１３】

本発明の露光装置では、前記流通経路を介して前記鏡筒内の空間に不活性ガスが充填され、この状態が維持されていることとすることができる。かかる場合には、各鏡筒内の空間の空気が不活性ガスに置換された状態が維持されるので、各鏡筒内の空間の酸素濃度を長期間に渡って極めて低く抑さえることができる。この場合において、ガスの流通経路内に不活性ガスを連続的に循環させてもよく、あるいは間欠的に流通経路内に不活性ガスを供

給してもよい。
【００１６】
この場合において、鏡筒を収納する筐体内空間に不活性ガスが充填された状態が維持され、各鏡筒内の空間が真空に維持されている場合には、不活性ガスが各鏡筒内空間に流入しても空気や空気中の不純物がないので、光化学反応の過程における酸化反応を防止することができ、各鏡筒の密閉度がそれほど高くなくてもよいので、シール構造を簡易化できる。
【００１７】
本発明の露光装置では、前記筐体の各々の露光光の光路上前方及び後方に、着脱自在の窓ガラスが設けられていることとすることができる。
【００１８】
かかる場合には、各筐体の露光光の光路上前方及び後方の筐体外の空気と触れる部分には、曇り物質の附着の可能性があるが、この部分に着脱自在の窓ガラスが設けられているので、これらの窓ガラスを取り外して清掃したり、取り替えたりすることを簡単に行なうことができる。
【００１９】
本発明の露光装置では、前記複数の筐体内のそれぞれの酸素の濃度を測定する濃度センサを備えることとすることができる。この場合において、前記濃度センサの測定結果に基づいて、前記ガス供給手段を制御する制御装置を有することとすることができる。
上記のいずれの場合であっても、露光光が特に短波長である場合や、パワーが大きい場合には、投影光学系のレンズ鏡筒の内部空間を真空又は不活性ガス環境にすることが、光化学反応の過程における酸化反応を抑制するという意味では望ましく、同様の意味合いから露光装置本体を収納する密閉構造のチャンバ内部を真空環境又は不活性ガス環境下に置き、これを維持するようにしても良い。
【００２０】
【実施例】
《第１実施例》
以下、本発明の第１実施例を図１ないし図３に基づいて説明する。
【００２１】
図１には、第１実施例に係る露光装置１０の構成が示されている。この露光装置１０は、露光光源１２と、照明光学系と、投影光学系ＰＬと、マスクとしてのレチクルＲと、感光基板としてのウエハＷが搭載された基板ステージ１４と、基板ステージ１４が搭載された除振台１６とを備えている。これらの構成各部の内、露光光源１２を除く、露光本体部は一定温度に制御されたチャンバ１８内に収納されている。
【００２２】
露光光源１２としては、ＫｒＦ（波長２４８ｎｍ）又はＡｒＦ（波長１９３ｎｍ）等の紫外域のパルス光を発するエキシマレーザが用いられている。なお、エキシマレーザに代えて水銀ランプを露光光源として用い、ｉ線（波長３６５ｎｍ）を露光光として使用してもよい。
【００２３】
前記照明光学系は、多数のレンズ、ミラー等の光学要素を含んで構成され、露光光源１２からの露光光によりレチクルＲ上の照明領域を均一な照度で照明する。この照明光学系は、複数（ここでは４つ）のブロック、即ち第１ブロック１３Ａから第４ブロック１３Ｄに分割されている。
【００２４】
これを更に詳述すると、第１ブロック１３Ａは、照明系リレーレンズ２０と折曲げミラー２２とビーム整形光学系２４とこれらの光学要素２０、２２、２４が収納された筐体２６とを備えている。また、第２ブロック１３Ｂは、ズーム光学系（拡大系）２８と折曲げミラー３０とオプチカルインテグレータとしてのフライアイレンズ３２とこのフライアイレンズ３２の出口に設けられた照明系開口絞り３３とこれらの光学要素２８、３０、３２及

び開口絞り３３が収納された筐体３４とを備えている。第３ブロック１３Ｃは、第１リレーレンズ系３６とこれを収納する筐体３８とを備えている。第４ブロック１３Ｄは、第２リレーレンズ系４０と折曲げミラー４２とコンデンサレンズ４４とこれらの光学要素４０、４２、４４が収納された筐体４６とを備えている。なお、前記第３ブロック１３Ｃと第４ブロック１３Ｄとの間には、レチクルＲ上の照明領域の形状を規定するブラインド４８が介装されている。第１ないし第４ブロックを構成する筐体２６、３４、３８、４６の露光光（照明光）の光路上の部分には、透明のガラス窓が設けられている。

【００２５】

次に、照明光学系の上記構成各部についてその作用とともに説明する。露光光源１２から発せられた露光光は、照明系リレーレンズ２０を介して折曲げミラー２２に至り、当該折曲げミラー２２で反射されて９０度方向変換された後ビーム整形光学系２４を透過することによりその形状が長方形から正方形に整形され、ズーム光学系（拡大系）２８に入射する。このズーム光学系２８によって必要な大きさに拡大された露光光は折曲げミラー３０で反射されて９０度方向変換され、フライアイレンズ３２に入射する。

【００２６】

フライアイレンズ３２の射出側面は、光源１２と共役な位置関係となっており、二次光源面を構成している。各二次光源（各エレメント）を発した光は開口絞り３３の開口を介して第１リレーレンズ系３６及び第２リレーレンズ系４０を通り、この際にブラインド４８によってレチクルＲ上の照明領域が制限される。第２リレーレンズ系４０を通過した照明光は、折曲げミラー４２で反射されて９０度方向変換された後コンデンサレンズ４４で集光され、前記２次光源面とフーリエ変換の位置関係におかれたレチクルＲを照明する。ここで、フライアイレンズ３２の個々のエレメントが第１リレーレンズ系３６、第２リレーレンズ系４０及びコンデンサレンズ４４を介してレチクルＲを照明することにより、オプチカルインテグレータの役割を果たし、これによりレチクルＲ上のパターン領域内が均一に照明されるようになっている。

【００２７】

投影光学系ＰＬは、レンズ鏡筒５０とこれに保持された複数のレンズエレメントとを有し（この投影光学系ＰＬの具体的構成については、後に詳述する）、この投影光学系ＰＬの瞳面は、前記二次光源面と互いに共役な位置関係で且つレチクル面とフーリエ変換の位置関係になっている。レチクルＲ上のパターンにより回折された照明光が投影光学系ＰＬに入射し、この投影光学系ＰＬの瞳面に配置された不図示の開口絞りを通過した回折光がレチクルＲと共役な位置に置かれたウエハW上にレチクルＲのパターンを投影する。

【００２８】

ウエハWを保持する前記基板ステージ１４は、除振台１６上で不図示の駆動系によって２次元方向に移動可能に構成されている。従って、この基板ステージ１４をステッピングさせつつ、露光を行なうことにより、ウエハW上の各ショット領域にレチクルＲのパターンが順次転写されるようになっている。

【００２９】

更に、本実施例では、照明光学系の各ブロック（１３Ａ～１３Ｄ）を構成する筐体２６、３４、３８、４６及び投影投影光学系ＰＬを構成するレンズ鏡筒５０のそれぞれに、不活性ガスの一種である窒素ガス（N_2　）を供給する窒素供給源５２が配管を介してそれぞれ接続されると共に内部の空気又はガスを排気する排気手段５４が配管を介してそれぞれ接続されている。

【００３０】

従って、窒素供給源５２と排気手段５４とによって、筐体２６、３４、３８、４６内部及びレンズ鏡筒５０内部の空気を窒素ガスに置換し、各筐体及びレンズ鏡筒５０内を酸素が殆ど存在しない環境に設定できるようになっている。

【００３１】

図２には、一例として第３ブロック１３Ｃを構成する筐体３８の内部構造が拡大して示されている。この図２において、筐体３８は、基台５６とカバー５８とから構成され、この

筐体３８の内部には、第１リレーレンズ系３６を構成する第１レンズ群（５８、６０、６２）と第２レンズ群（６４、６６）とが収納されている。第１レンズ群を構成するレンズ５８、６０は第１鏡筒（支持筒）６８に保持され、この第１鏡筒６８がレンズ６２と共に基台５６上に固定された第２鏡筒（支持筒）７０に保持されている。また、第２レンズ群を構成するレンズ６４、６６は基台５６上に固定された第３鏡筒７２に保持されている。基台５６の外部と第１鏡筒６８とは配管７４によって接続され、第２鏡筒７０と第３の鏡筒７２とは配管７６によって接続され、更にカバー５８の外部と第３のレンズ鏡筒７２とは配管７８によって接続されている。

【００３２】

これを更に詳述すると、第１鏡筒６８には、レンズ６０、分離環８０、レンズ５８が順次組み込まれ、これらが第１鏡筒６８の内周面に螺合された押え環８２によって固定されている。第１鏡筒６８には、入口側のガス流通孔８４、出口側のガス流通孔９０が半径方向に穿設され、同様に分離環８０には、入口側のガス流通孔８６、出口側のガス流通孔８８が半径方向に穿設されている。そして、入口側のガス流通孔８４、８６同士、出口側のガス流通孔９０、８８同士がそれぞれ一致する状態で分離環８０が第１鏡筒６８内に組み込まれている。これにより、ガス流通孔８４、８６とガス流通孔９０、８８によって第１鏡筒６８の外周面と分離環８０の内周面とがそれぞれ連通されている。第１鏡筒６８の入口側のガス流通孔８４には、配管用継ぎ手を兼ねた開閉装置９２Ａを介して前述した配管７４の一端が接続されている。この配管７４の他端は基台５６の外面に設けられた開閉装置９２Ｂを介して窒素ガスの供給用の配管（図２では図示せず）に接続されている。第１鏡筒６８には、出口側のガス流通孔９０と第２鏡筒７０内部とを連通する軸方向のガス流通孔９４が穿設されている。第１鏡筒６８は第２鏡筒７０の内周部にその一部が挿入され、固定ねじ９６によって第２鏡筒７０に固定されている。

【００３３】

レンズ６２は、第２鏡筒７０内に組み込まれ、第２鏡筒７０の内周面に螺合された押え環９８によって固定されている。第２鏡筒７０には内部と外部とを連通するガス流通孔１００が半径方向に穿設されており、このガス流通孔１００に配管用継ぎ手を兼ねた開閉装置９２Ｃを介して前述した配管７６の一端が接続されている。

【００３４】

第２レンズ群を構成するレンズ６４、６６もレンズ５８、６０と同様に、押さえ環１０２、１０４及び分離環１０６で第３の鏡筒７２に固定されている。第３の鏡筒７２と分離環１０６には第３の鏡筒７２の外部と分離環１０６の内周面の内側とを連通する入口側のガス流通孔１０８、１１０及び出口側のガス流通孔１１２、１１４とが穿設されている。第３の鏡筒７２の入口側のガス流通孔１０８には、配管継ぎ手を兼ねた開閉装置９２Ｄを介して配管７６の他端が接続されている。また、出口側のガス流通孔１１２は配管継ぎ手を兼ねた開閉装置９２Ｅを介して配管７８の一端に接続され、この配管７８の他端はカバー５８の露光光の光路前方側の壁５８Ａに固定された配管継ぎ手を兼ねた開閉装置９２Ｆに接続され、この開閉装置９２Ｆは壁５８Ａの外側に設けられた別の開閉装置９２Ｇを介して排気用の配管（図２では図示せず）に接続されている。また、開閉装置９２Ｆには筐体３８内への窒素ガスの吹き出し口も設けられている。

【００３５】

このようにして、本実施例では、筐体３８に、当該筐体３８の一端から第１鏡筒６８、第２鏡筒７０、第３鏡筒７２を順次連通すると共に各鏡筒内の光学要素（レンズ５８、６０、６２、６４、６６）相互間の空間を順次くまなく経由して筐体３８の他端に至る窒素ガスの流通経路（点線矢印参照）が形成されている。なお、この流通経路を構成する流通孔は、ガス流通の効果を考慮し、その位置、大きさ、数等を定めることが望ましい。

【００３６】

また、基台５６には、感知部（センサヘッド）が筐体３８の内部に臨み、本体部が筐体３８の外部に露出した状態で、筐体３８内の酸素濃度を測定する濃度センサ１５０が設けられており、この濃度センサ１５０の出力が不図示の制御装置に入力されるようになってい

る。この制御装置は、この濃度センサ１５０の測定値に基づいて窒素ガスによる空気の置換の程度を検知し、この結果に基づいて供給手段５２から供給される窒素ガスの強給時間、流量、圧力等を制御すると共に開閉装置９２Ａ～９２Ｇの開閉を制御するようになっている。

【００３７】

更に、本実施例では、カバー５８の露光光の光路前方側の壁５８Ａ、光路後方側の壁５８Ｂに、着脱自在の窓ガラス１２２、１２０がそれぞれ設けられている。一方の窓ガラス１２０は、光路後方側の壁５８Ｂの中央部に形成された円形の窓用開口１２４と、この開口１２４の周縁部の外側に外方に向かって突設された窓枠１２６と、この窓枠１２６の内部に挿入されたガラス板１２８と、窓枠１２６の外周面に螺合されると共にガラス板１２８を固定する押え環１３０とから構成されている。押え環１３０は窓枠１２６に対して着脱自在の構造になっているので、ガラス板１２８も容易に着脱することができる。他方の窓ガラス１２２もこれと同様にして構成されている。

【００３８】

次に上述のように構成された図２の第３ブロック１３Ｃの作用について説明する。

【００３９】

まず、窒素ガスの供給源５２の供給弁（図示省略）と全ての開閉装置９２Ｄを開き、排気手段５４を作動させると、窒素供給源５２からの窒素ガスが、開閉装置９２Ｂを介して配管７４内に供給される。配管７４を経た窒素ガスは開閉装置９２Ａ、ガス流通孔８４、８６を順次経由して分離環８０内部のレンズ５８とレンズ６０との間の空間に流入する。そして、この空間内には流入した窒素ガスが次第に充満し、この窒素ガスにより内部の空気が流通孔８８、９０、９４を介して第２鏡筒７０の内部に向けて追い出されるようになる。分離環８０内部のレンズ５８とレンズ６０との間の空間に窒素ガスが充満し、更に窒素ガスが供給されると、窒素ガスが流通孔８８、９０、９４を順次経由して第２鏡筒７０の内部空間に流入する。そして、この空間内には流入した窒素ガスが次第に充満し、この窒素ガスにより内部の空気がガス流通孔１００を介して配管７６内に追い出されるようになる。この追い出された空気は、開閉装置９２Ｄを介して第３鏡筒７２内部のレンズ６４とレンズ６６との間の空間に流入し、当該空間内の空気を流通孔１１４、１１２、開閉装置９２Ｆ、９２Ｇを介して排気用配管内に追い出す。

【００４０】

第２鏡筒７０の内部空間に窒素ガスが充満し、更に窒素ガスが供給されると、窒素ガスがガス流通孔１００、配管７６、開閉装置９２Ｄを介して第３の鏡筒内部のレンズ６４とレンズ６６との間の空間に流入し、当該空間内の空気を流通孔１１４、１１２、開閉装置９２Ｆ、９２Ｇを介して排気用配管内に追い出す。このようにしてレンズ５８、６０、６２、６４、６６の表面に窒素ガスが隈なく接する。

【００４１】

この状態で、更に窒素ガスが供給され続けると、遂には第３の鏡筒７２内の空間に充満した窒素ガスが開閉装置９２Ｆ、９２Ｇを介して排気用配管内に追い出されると共に開閉装置９２Ｆの吹き出し口から筐体３８の内部空間に吹き出されるようになる。更に、所定時間経過すると、筐体３８内に窒素ガスが次第に充満し、内圧の増加により内部の空気がカバー５８の隙間（通常、カバーには、開閉装置の取り付け孔、濃度センサの取り付け孔等の他、多数の隙間が存在する）から筐体３８の外部に漏れ始め、このようにして筐体３８内の空気が窒素ガスに置換される。このとき、前述の如く、筐体３８内部の酸素の濃度を測定する濃度センサ１５０の測定値が不図示の制御装置によりモニタされている。そして、制御装置では、濃度センサ１５０の測定値に基づいて内部の空気がほぼ完全に窒素ガスに置換されたことを検知すると、排気用配管からのガスの流出を防止すべく、開閉装置９２Ｇを「閉」にする。その後は、制御装置では濃度センサ１５０の測定値に応じて供給手段５２から供給される窒素ガスの強給時間、流量、圧力等を制御すると共に開閉装置９２Ａ～９２Ｆの開閉を制御する。

【００４２】

これによれば、筐体３８の内部空間、鏡筒６８、７０、７２の内部空間に殆ど酸素の存在しない環境が維持される。従って、この筐体３８内では、ＫｒＦエキシマレーザのように紫外域の露光光を使用しても露光光が光化学反応を起こすことがなく、いわゆる「曇り」現象の発生を防止することができ、露光光が空気中の酸素を反応させてオゾンを発生するのを防止することができ、オゾン及び残存酸素の露光光の吸収をも防止することができる。なお、カバー５８に殆ど、隙間が存在しない場合には、筐体３８内部の空気を一旦窒素ガスへ置換した後は、各開閉装置を「閉」にして筐体３８及び各鏡筒（支持筒）内に窒素ガスを封止するようにしてもよく、あるいは完結的に供給するようにしても良い。要は、筐体３８及び各鏡筒（支持筒）内の酸素濃度を極く低レベルに安定に保持できれば良い。

【００４３】

ところが、筐体３８（カバー５８）の最外側のガラス窓１２０、１２２を構成するガラス板１２８の外側はチャンバ１８内の空気に触れているので、露光時間の経過により曇り物質の附着が生じてしまう。かかる場合に、本実施例のように窓ガラス１２０、１２２を着脱自在の構造にしておけば、ガラス板１２８を簡単に取り外して清掃することができる。

【００４４】

本実施例では、その他のブロック１３Ａ、１３Ｂ、１３Ｄも、上述した第３ブロック１３Ａと同様の構成の窒素ガスの流通経路がそれぞれの筐体内に設けられ、同様にしてその内部を酸素の殆ど存在しない環境に維持できるようになっている。

【００４５】

なお、チャンバ１８の内部の空気を窒素ガスにより置換することも可能であり、かかる場合には、大量の窒素ガスを必要とするが、　ガラス窓１２０、１２２を構成するガラス板１２８への曇り物質の附着そのものを防止することが可能になる。

【００４６】

図３には、投影光学系ＰＬの構成の一例が示されている。この図において、投影光学系ＰＬは、レンズ鏡筒（支持筒）５０と、このレンズ鏡筒５０内に光軸ＡＸ方向に順次積層された複数（ここでは５つ）のレンズ枠152_1、152_2、152_3、152_4、152_5と、各レンズ枠１５２に各１つ保持された５つのレンズエレメント１５４と、レンズ枠152_1、152_2、152_3、152_4、152_5を上方からレンズ鏡筒５０に押圧する押え環１５６とを備えている。レンズ鏡筒５０には、下端部近傍にフランジ部５０Ａが設けられている。また、レンズ鏡筒５０の中央やや上方部には、入口側のガス流通孔１５８が半径方向に穿設され、フランジ部５０Ａの下方部には、出口側のガス流通孔１６０が半径方向に穿設されている。第２段目のレンズ枠152_2のガス流通孔１５８に対向する部位には、入口側のガス流通孔１６２が半径方向に穿設されている。第５段目のレンズ枠152_5のガス流通孔１６０に対向する部位には、出口側のガス流通孔１６４が半径方向に穿設されている。さらに、第２段目～第４段目のレンズ枠152_2、152_3、152_4には、各１つの軸方向のガス流通孔１６８、１７０、１７２が穿設されている。レンズ鏡筒５０の入口側のガス流通孔１５８は配管継ぎ手を兼ねた開閉装置９２Ｈを介して窒素ガスの供給用配管１７４（これは供給源５２に接続されている）に接続されている。また、レンズ鏡筒５０の出口側のガス流通孔１６０は配管継ぎ手を兼ねた開閉装置９２Ｉを介して排気用配管（図３では図示せず）に接続されている。このようにして、図３中点線矢印で示されるガスの流通経路が構成され、この流通経路を介して隣接するレンズエレメント１５４相互間の空間の空気が、前述と同様にして、順次窒素ガスに置換され、レンズエレメント１５４の表面に曇り物質が附着するのが防止されるようになっている。

【００４７】

レンズ鏡筒５０の内部は、密閉度が高いので、一旦内部の空気を窒素ガスに置換した後は、開閉装置９２Ｈ、９２Ｉを「閉」にして窒素ガスを封止することにより内部に酸素が殆ど存在しない環境を保持できるので、窒素ガスの強制的循環を行う必要はない。

【００４８】

ところで、この場合も最上段のレンズエレメント１５４の上面と最下段のレンズエレメン

ト１５４の下面には、チャンバ１８内の空気が接しているので、曇り物質の附着の可能性があるが、前記の如く、チャンバ１８内の空気を窒素ガスにより置換する場合には、このような不都合をも防止することができる。

【００４９】

以上説明したように、本第１実施例によると、照明光学系を構成する第１ブロック１３Ａ～第４ブロック１３Ｄをそれぞれ構成する各筐体の内部、投影光学系ＰＬのレンズ鏡筒５０の内部及び各筐体内の各鏡筒の内部にガスの流通経路が設けられているので、当該流通経路を介して窒素ガスをレンズ群から他レンズ群へ、筐体から他筐体へ強制的に循環させることができ、レンズ、ミラー等の光学要素間の細部にまで窒素ガスがいきわたり、内部の不純物を含む空気が不活性な窒素ガスに置換された化学的に清浄な環境下に照明光学系及び投影光学系を構成する各光学要素を置くことができる。また、各筐体内部の酸素濃度に応じて窒素ガスの供給時間、流量、圧力等を制御すると共に開閉装置９２Ａ～９２Ｇの開閉を制御するので長期間にわたり化学的に清浄な環境を効率よく維持することができる。従って、露光光である紫外線が空気中の不純物と酸素とを光化学反応させたり、酸素を光化学反応させたりすることを防止することができ、これにより前記硫酸アンモニウム及びオゾンの発生を防止することができ、レンズ、ミラー等に生じる前記「曇り」の発生や露光光の散乱、吸収を防止することができ、ウエハW上に達する露光量が増えることにより、より短い時間で露光・転写が可能となり、スループット向上が期待できる。

【００５０】

また、露光装置本体を収納するチャンバ１８内部にまで窒素ガスを充満させる場合には、照明光学系、投影光学系を構成する全ての光学要素を完全に化学的に清浄な環境下におくことができるので、より一層確実に露光光の散乱、吸収を防止することができる。

【００５１】

《第２実施例》

次に、本発明の第２実施例を図４に基づいて説明する。ここで、前述した第１実施例と同一又は同等の構成部分については、同一の符号を付すと共にその説明を省略するものとする。

【００５２】

この第２実施例は、前述した第１実施例が、照明光学系の第１ないし第４ブロックを構成する筐体内に、それぞれ直接に窒素ガスの供給手段、及び排気手段を接続するいわば並列接続構造とされていたのと異なり、窒素供給源５２に第１ブロック１３Ａを構成する筐体２６のみを接続し、この筐体２６に第２ブロック１３Ｂを構成する筐体３４を配管を介して接続し、更に第３ブロック１３Ｃを構成する筐体３８、第４ブロック１３Ｄを構成する筐体４６、投影光学系ＰＬのレンズ鏡筒５０を順次配管により接続して、このレンズ鏡筒５０に排気用配管を介して排気手段５４を接続するいわば直列接続構造とされている点に特徴を有する。その他の構成は第１実施例と同一である。

【００５３】

これによれば、窒素ガスの供給を開始すると、筐体２６、筐体３４、筐体３８、筐体４６、レンズ鏡筒５０の順に内部の空気が窒素ガスに置換されるようになるが、各筐体からは窒素ガスが漏れる（リークする）ので、筐体２６内の窒素濃度が最も高く、筐体３４、筐体３８、筐体４６、レンズ鏡筒５０の順に窒素濃度が低く、換言すれば、露光光源１２に最も近い筐体２６内が最も酸素濃度が低く、筐体３４、筐体３８、筐体４６、レンズ鏡筒５０の順に露光光源１２からの距離が遠くなるにつれ酸素濃度が徐々に高くなる。

【００５４】

しかるに、一般に、露光光である紫外線のエネルギ密度が大きい程、光化学反応は活発になると考えられるので、露光光源１２に最も近い筐体２６内が最も酸素濃度が低く、露光光源１２からの距離が遠くなるにつれ筐体内の酸素濃度が徐々に高くなるような構成の本第２実施例によると、紫外線が空気中の不純物と酸素とを光化学反応させたり、酸素を光化学反応させたりすることを効率よく防止することができ、前記硫酸アンモニウム及びオゾンの発生を防止でき、これにより照明光学系、投影光学系を構成する各光学要素の曇り

の発生及び露光光の吸収を効果的に抑制することができる。

【００５５】

実際問題として、フライアイレンズ３２までは露光光のエネルギ密度が大きいので、筐体３４、筐体２６内の酸素濃度は低くする必要があるが、フライアイレンズ３２以降はエネルギ密度が低下するので、露光光による光化学反応の発生度合いは低く、必ずしも空気を窒素ガスに置換しなくとも大きな問題は生じない。

【００５６】

なお、上記第１、第２実施例では、不活性ガスとして窒素ガスを使用する場合を例示したが、本発明がこれに限定されるものではなく、他の不活性ガス、例えばヘリウム、ネオン、アルゴン、クリプトン、キセノン、ラドン等を使用しても良い。但し、上記実施例のように窒素ガスを使用すれば、入手し易く爆発の恐れのない扱い易さがある。

【００５７】

また、上記第１、第２実施例においては、照明光学系の各ブロックを構成する筐体内、各筐体内の各鏡筒内、投影光学系ＰＬのレンズ鏡筒５０の内部の空気を窒素ガスに置換することにより照明光学系、投影光学系ＰＬの各光学要素を酸素濃度の低い環境下に置く場合を例示したが、本発明がこれに限定されるものではなく、前記各光学要素を真空環境下に置くことによっても、紫外線が空気中の不純物と酸素を光化学反応させたり、酸素を光化学反応させたりすることを防ぎ、前記硫酸アンモニウム及びオゾンの発生を防止できる。かかる真空環境下に、例えば、第３ブロック１３Ｃを構成するレンズ５８、６０、６２、６４、６６を置く場合には、前記窒素ガスの流通経路を排気経路に置き換え、その排気経路を真空排気装置に接続し鏡筒６８、７０、７２と筐体３８の内部の空気を排気する。また、酸素濃度を測定するためのセンサ１５０の代わりに真空計を設け、真空度を検知することにより真空ポンプの排気速度を制御できるように、真空計の計測値を真空排気装置の制御系へフィードバックするようにすればよい。

【００５８】

あるいは、前記各鏡筒（支持筒）の内部を真空とし筐体の内部に不活性ガスを循環させるようにしてもよい。例えば、第３ブロック１３Ｃの構造をこのようにする場合には、前記窒素ガスの流通経路を排気経路に置き換え、その排気経路を真空排気装置に接続し、前記各鏡筒（６８、７０、７２）内部の空気を排気する。その際、この排気経路と筐体３８内の不活性ガスの流通経路とを独立した経路とするため、開閉装置９２Ｆの筐体内吹き出し口（分岐口）を封止するとともに、筐体３８には図示しない不活性ガス循環用の流通孔、開閉装置及び配管材を接続し、筐体３８の内部に窒素ガス等の不活性ガスを循環させる。かかる各鏡筒内を真空にし筐体内を不活性ガスで満たす構成では、たとえ真空の各鏡筒内に不活性ガスが漏れ入っても空気や空気中の不純物がないので、上記第１実施例と同等の効果を得ることができるとともに、シール構造にＯリングや高価で複雑な密閉構造を作る必要もないので、真空構造を容易に作れるという利点もある。

【００５９】

なお、上記実施例中の説明では、チャンバ１８内の空気を窒素ガスで置換する場合に言及したが、チャンバ１８に真空排気装置を接続し、チャンバ１８内の空気を排気して露光装置本体を真空環境下におくようにしても良い。

【００６０】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、露光光が短波長となっても、光化学反応による曇り物質及びオゾンの発生を効果的に防止することができ、これにより曇り物質による露光光の散乱、オゾンによる露光光の吸収等を抑制し、スループットの向上を図ることができるという従来にない優れた効果がある。

【図面の簡単な説明】

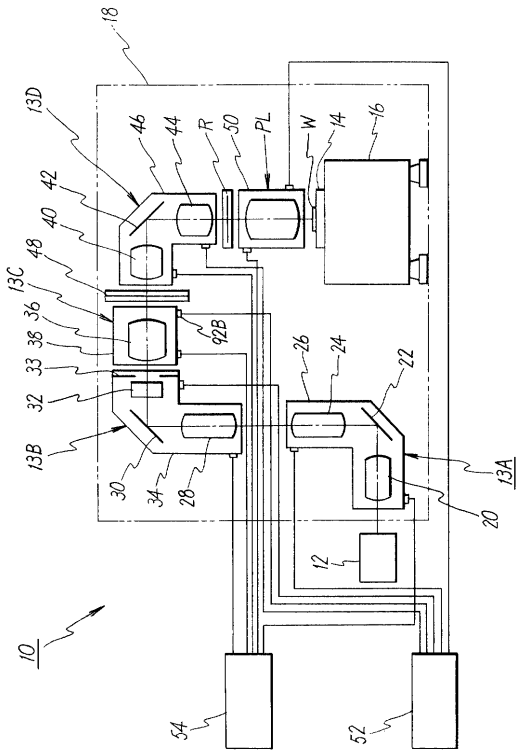
【図１】第１実施例の露光装置の全体構成を概略的に示す図である。

【図２】図１の第３ブロックの具体的構成の一例を示す断面図である。

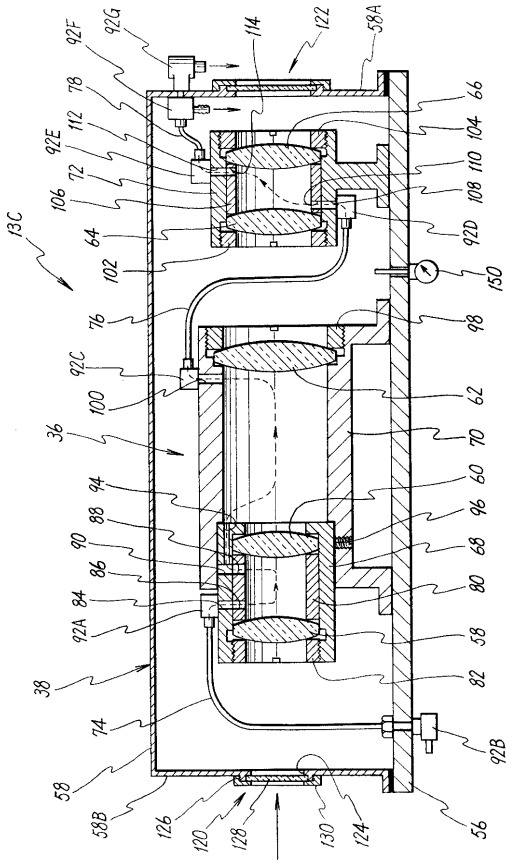
【図３】図１の投影光学系の具体的構成の一例を示す断面図である。

【図４】第２実施例の露光装置の全体構成を概略的に示す図である。
【符号の説明】
１０　露光装置
１２　露光光源
１３Ａ　第１ブロック
１３Ｂ　第２ブロック
１３Ｃ　第３ブロック
１３Ｄ　第４ブロック
３８　筐体
５８、６０、６２、６４、６６　　レンズ（光学要素）
６８　第１鏡筒
７０　第２鏡筒
７２　第３鏡筒
７４、７６、７８　　配管（流通経路の一部）
８４、８６、８８　　ガス流通孔（流通経路の一部）
９０、９４、１００　　ガス流通孔（流通経路の一部）
１０８、１１０、１１２、１１４　　ガス流通孔（流通経路の一部）
１２０、１２２　窓ガラス
Ｒ　レチクル（マスク）
ＰＬ　投影光学系
Ｗ　ウエハ（感光基板）

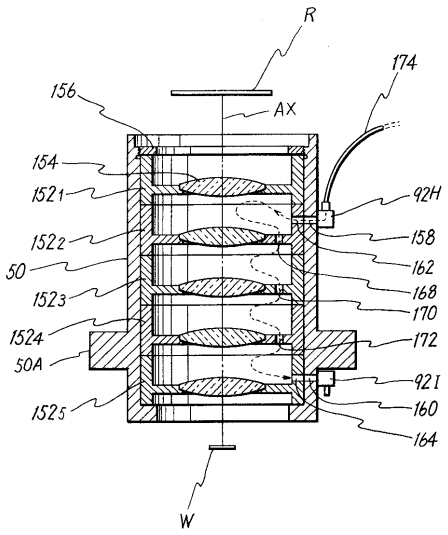
【図１】



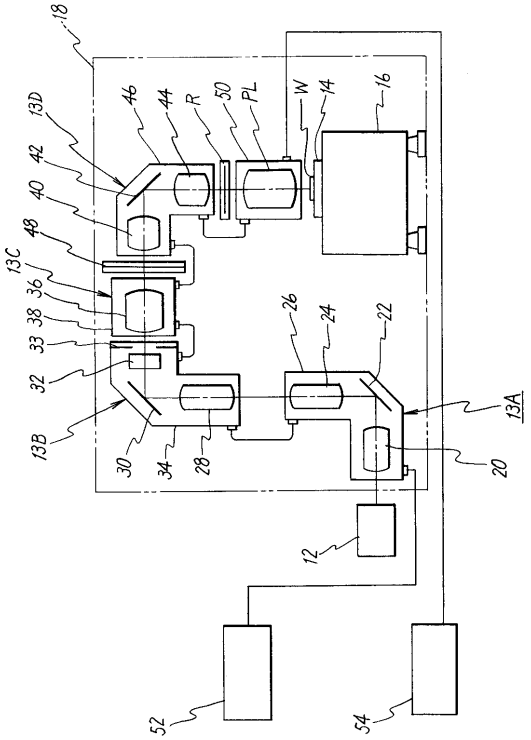
【図２】



【図３】


R
174
156
AX
154
1521
92H
1522
158
50
162
1523
168
170
1524
172
50A
921
1525
160
164
W

【図４】


18
13D
46
44
R
50
PL
W
14
16
42
40
48
13C
36
38
33
32
26
24
22
13A
13B
30
34
28
20
12
52
54

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－２４３１２０（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２１０８１３（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２１６０００（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２０１７０２（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－０５７９８９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－２６０３８５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－２９６１３５（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２７９４５９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01L 21/027