

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6071325号
(P6071325)

(45) 発行日 平成29年2月1日(2017.2.1)

(24) 登録日 平成29年1月13日(2017.1.13)

(51) Int.Cl. F I
G03F 7/20 (2006.01) G O 3 F 7/20 5 2 1
 G O 3 F 7/20 5 0 3

請求項の数 15 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2012-182635 (P2012-182635)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年8月21日 (2012. 8. 21)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-41880 (P2014-41880A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年3月6日 (2014. 3. 6)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成27年7月31日 (2015. 7. 31)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法及び物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

1 nm以上450 nm未満の波長を有する第1パルス光でレチクルを介して基板上のショット領域を露光して感光させる露光装置であって、

光学素子を含み且つ前記レチクルのパターンを前記第1パルス光で前記ショット領域に投影する投影光学系と、

赤外波長を有する第2パルス光で前記光学素子を照射する照射部と、

前記第1パルス光で複数回照射して前記ショット領域を露光する期間における連続する2つの前記第1パルス光の照射の間の非照射期間のうち後半の期間のみにおいて前記光学素子が前記第2パルス光で照射されるように、前記照射部を制御する制御部と、

を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記制御部は、前記第1パルス光で前記ショット領域を照射する前に、前記光学素子が前記第2パルス光で照射されるように、前記照射部を制御する、ことを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記制御部は、複数の前記非照射期間のそれぞれに前記光学素子が前記第2パルス光で照射されるように、前記照射部を制御する、ことを特徴とする請求項1又は2に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記制御部は、前記非照射期間に前記光学素子が前記第 2 パルス光で 1 回だけ照射されるように、前記照射部を制御する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記制御部は、前記後半の期間において前記第 1 パルス光での前記ショット領域の照射の直前に前記光学素子が前記第 2 パルス光で照射されるように、前記照射部を制御する、ことを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記光学素子は、反射型の光学素子であり、

前記照射部は、前記光学素子で反射された前記第 2 パルス光が、前記光学素子に入射する前記第 1 パルス光の入射方向とは逆の方向に進むように、前記第 2 パルス光で前記光学素子を照射する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置。

10

【請求項 7】

前記光学素子は、反射型の光学素子であり、

前記照射部は、前記光学素子で反射された前記第 2 パルス光を、前記第 1 パルス光を射出する光源に導くための光学部材を含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記光学素子を収納するチャンバを有し、

前記光学素子は、反射型の光学素子であり、

前記照射部は、前記チャンバ内に配置されて前記光学素子で反射された前記第 2 パルス光を吸収する吸収部材を含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置。

20

【請求項 9】

前記照射部は、前記吸収部材を冷却する冷却部を含む、ことを特徴とする請求項 8 に記載の露光装置。

【請求項 10】

前記光学素子を収納するチャンバを有し、

前記光学素子は、反射型の光学素子であり、

前記チャンバは、前記光学素子で反射された前記第 2 パルス光を透過させる透過部を含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置。

30

【請求項 11】

レチクルを保持するレチクルステージと、前記基板を保持する基板ステージとを有する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 10 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 12】

前記第 1 パルス光は、X 線を含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 11 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 13】

1 nm 以上 450 nm 未満の波長を有する第 1 パルス光でレチクルを介して基板上のショット領域を露光して感光させる露光方法であって、

40

光学素子を含み且つ前記レチクルのパターンを前記第 1 パルス光で前記ショット領域に投影する投影光学系を介して前記第 1 パルス光で複数回照射して前記ショット領域を露光する工程を有し、

前記工程における連続する 2 つの前記第 1 パルス光の照射の間の非照射期間のうち後半の期間のみにおいて赤外波長を有する第 2 パルス光で前記光学素子を照射する、ことを特徴とする露光方法。

【請求項 14】

前記第 1 パルス光は、X 線を含む、ことを特徴とする請求項 13 に記載の露光方法。

【請求項 15】

50

請求項 1 乃至 1 2 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と

、
前記工程で露光された前記基板を現像する工程と、
を有することを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露光装置、露光方法及び物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイスなどを製造する際に、レチクル（マスク）のパターンを照明する照明光学系と、レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系とを備えた露光装置が使用されている。

10

【0003】

露光装置では、露光を繰り返していると、基板に塗布されたレジストから気化した物質や構成要素からのアウトガスが照明光学系や投影光学系の光学素子の表面に堆積し（吸着され）、露光光と反応して光学素子の表面を汚染する（コンタミネーション）。そこで、光学素子に赤外光又は放射線を照射して原因物質（コンタミナント）を除去（洗浄）する技術が提案されている（特許文献 1）。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2002 - 270501 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、従来技術では、基板を露光する工程の他に、光学素子の表面に付着した物質を除去するための工程が必要となるため、露光装置にダウンタイムが発生し、スループットの低下を招いてしまう。また、光学素子に赤外光を照射すると、光学素子が赤外光を吸収して温度が上昇し、光学素子の熱変形の原因となる。

30

【0006】

本発明は、このような従来技術の課題に鑑みてなされ、光学素子の汚染の低減に有利な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】

【0007】

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、1nm以上450nm未満の波長を有する第1パルス光でレチクルを介して基板上のショット領域を露光して感光させる露光装置であって、光学素子を含み且つ前記レチクルのパターンを前記第1パルス光で前記ショット領域に投影する投影光学系と、赤外波長を有する第2パルス光で前記光学素子を照射する照射部と、前記第1パルス光で複数回照射して前記ショット領域を露光する期間における連続する2つの前記第1パルス光の照射の間の非照射期間のうち後半の期間のみにおいて前記光学素子が前記第2パルス光で照射されるように、前記照射部を制御する制御部と、を有することを特徴とする。

40

【0008】

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

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、例えば、光学素子の汚染の低減に有利な露光装置を提供することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の一側面としての露光装置の構成の一部を示す概略図である。

【図2】図1に示す露光装置の光学素子に堆積（付着）するコンタミナントの堆積量の時間変化を示す図である。

【図3】本発明における赤外パルス光の照射タイミングを模式的に示す図である。

【図4】本発明の第1の実施形態における露光装置の構成を示す概略図である。

【図5】本発明の第2の実施形態における露光装置の構成を示す概略図である。

【図6】本発明の第3の実施形態における露光装置の構成を示す概略図である。

【図7】本発明の第4の実施形態における露光装置の構成を示す概略図である。

10

【図8】本発明の第5の実施形態における露光装置の構成を示す概略図である。

【図9】本発明の第6の実施形態における露光装置の構成を示す概略図である。

【図10】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。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。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。

【0012】

図1を参照して、本発明の概要について説明する。図1は、本発明の一側面としての露光装置の構成の一部を示す概略図である。

20

【0013】

図1において、ELは、基板に塗布されたレジスト（感光材）を感光させる波長を有する露光パルス光（第1パルス光）であり、ILは、赤外波長を有する赤外パルス光（第2パルス光）である。また、OEは、露光光ELを基板に導く光学素子（多層膜ミラーなど）であり、CNは、光学素子OE（の表面）の汚染（コンタミネーション）の原因となる原因物質（コンタミナント）である。

【0014】

露光パルス光ELは、エキシマ光源、ランプ光源、プラズマ光源、シンクロトロン光源などから生成される1nm以上450nm未満の波長を有するパルス光である。赤外パルス光ILは、ランプ光源やレーザー光源などを含む照射部100から照射され、0.7μm以上1mm以下の波長を有するパルス光である。また、赤外パルス光ILは、複数の波長を含むパルス光であってもよい。

30

【0015】

コンタミナントCNは、露光雰囲気に含まれる物質が一時的又は安定して光学素子OEの表面に滞在している物質である。かかる物質としては、例えば、シロキサン、ハイドロカーボン、NO_x、SO_x、H₂O、O₂、H₂、炭酸ガスなどが挙げられる。光学素子OEは、単結晶材料、多結晶材料、アモルファス材料及び多層膜材料のうちのいずれか又はそれらの組み合わせで構成されている。

【0016】

基板を露光する処理（露光処理）において、露光パルス光ELは、光学素子OEに間欠的に（即ち、パルス状に）照射される。露光処理においては、図2（a）に示すように、時間が経過するに従って、光学素子OEに堆積するコンタミナントCNの堆積量が増加し、ある堆積量に漸近していく。図2（a）は、光学素子OEに堆積（付着）するコンタミナントCNの堆積量の時間変化を模式的に示す図である。

40

【0017】

図2（a）を参照するに、1回目の露光パルス光EL1の照射が終了した時刻t1と2回目の露光パルス光EL2の照射を開始した時刻t2との間の期間T1において、コンタミナントCNの堆積量は、ある堆積量に漸近していく。ここで、期間T1とは、露光パルス光ELを照射していない期間である。そして、露光パルス光ELが照射されることによって、コンタミナントCNが光学素子OE（の表面）に付着する。従って、コンタミナ

50

ントCNの堆積量は、露光パルス光ELが照射されている間に減少し、露光パルス光ELの照射が終了すると再び増加する。

【0018】

図2(b)は、光学素子OEに赤外パルス光ILを照射した場合のコンタミナントCNの堆積量の時間変化を模式的に示す図である。赤外パルス光ILを照射すると、コンタミナントCNを光学素子OEから離脱させることができるため、コンタミナントCNの堆積量が減少する。但し、赤外パルス光ILの照射が終了すると、コンタミナントCNの堆積量は再び増加する。そして、例えば、コンタミナントCNの堆積量が堆積量よりも少ない吸着量であるときに、露光パルス光EL(EL1、EL2)を照射する。その結果、赤外パルス光ILを照射する場合(図2(b))には、赤外パルス光ILを照射しない場合(図2(a))よりも、光学素子OEに付着するコンタミナントCNの量(付着量)を少なくすることができる。

10

【0019】

一方、図2(c)に示すように、赤外パルス光ILを照射し続けると、光学素子OEにコンタミナントCNが堆積(付着)することを防止することができるが、光学素子OEの温度が上昇し、光学素子OEの熱変形の原因となる。

【0020】

そこで、本発明では、光学素子OEに対して、赤外パルス光ILを間欠的に照射し、赤外パルス光ILの照射を必要最小限にすることで、光学素子OEの温度の上昇、及び、光学素子OEへのコンタミナントCNの付着を抑制する。

20

【0021】

図3は、本発明における赤外パルス光ILの照射タイミングを模式的に示す図である。図3に示すように、赤外パルス光ILのパルス幅PWは、露光パルス光ELの照射周期PP1よりも小さい。また、PP2は、赤外パルス光ILの照射周期を示している。本発明では、光学素子OEに赤外パルス光ILが照射されるタイミングは、基板に露光パルス光ELを照射していない非照射期間T1である。このように、本発明では、基板に露光パルス光ELを複数回照射して基板を露光する処理(露光処理)において、基板に露光パルス光ELを照射していない非照射期間T1で光学素子OEに赤外パルス光ILを照射する。

【0022】

図3では、1つの非照射期間T1において、赤外パルス光ILを1回照射しているが、赤外パルス光ILを複数回照射してもよい。但し、赤外パルス光ILを複数回照射した場合にも、非照射期間T1において、赤外パルス光ILが連続的に照射し続けた状態(図2(c))とならないようにする必要がある。例えば、1つの非照射期間T1のうち、半分の期間では、赤外パルス光ILが照射されないようにするとよい。

30

【0023】

また、図3では、赤外パルス光ILの照射周期PP2を一定にしているが、赤外パルス光ILの照射周期PP2は、ランダムな周期であってもよい。更に、図3では、赤外パルス光ILや露光パルス光ELの強度(光強度)が時間的に一定となっているが、その強度は時間的に変化していてもよい。

【0024】

また、赤外パルス光ILは、1つの非照射期間T1の後半の期間、例えば、露光パルス光ELを照射する直前に照射するとよい。上述したように、赤外パルス光ILの照射が終了すると、コンタミナントCNの堆積量は増加し始める。従って、赤外パルス光ILの照射が終了してから、露光パルス光ELが照射されるまでの間の期間が短いほど、コンタミナントCNの堆積量を少なくすることができる。換言すれば、光学素子OEに付着するコンタミナントCNの量を低減することができる。そこで、1つの非照射期間T1の後半の期間(露光パルス光ELを照射する直前)に赤外パルス光ILを照射することで、光学素子OEに付着するコンタミナントCNの量を最小限に抑えることができる。

40

【0025】

また、図3では、非照射期間T1のそれぞれ(全ての非照射期間T1)で赤外パルス光

50

ILを照射して、光学素子OEに付着するコンタミナントCNの量を最小限に抑えている。但し、非照射期間T1のうち少なくとも1つの期間で赤外パルス光ILを照射した場合であっても、従来技術と比較して、光学素子OEに付着するコンタミナントCNの量を低減させることができる。

【0026】

<第1の実施形態>

図4は、本発明の第1の実施形態における露光装置300の構成を示す概略図である。露光装置300は、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(マスク)のパターンを基板に転写するリソグラフィ装置である。

【0027】

露光装置300は、レーザ源302と、集光ミラー304と、多層膜ミラー306と、レチクル310を保持するレチクルステージ308と、第1多層膜ミラー312乃至第6多層膜ミラー322とを有する。また、露光装置300は、基板326を保持する基板ステージ324と、排気系328と、真空チャンバ330と、制御部340と、照射部100とを有する。

【0028】

レーザ源302は、発光点IPに対してレーザ光を照射する。発光点IPから発せられる露光パルス光EL(例えば、X線)は、集光ミラー304で集光され、照明光学系を構成する多層膜ミラー306を介して、レチクルステージ308に保持されたレチクル310を照明する。

【0029】

レチクル310で反射された露光パルス光ELは、第1多層膜ミラー312に入射し、第1多層膜ミラー312で反射される。第1多層膜ミラー312からの露光パルス光ELは、第2多層膜ミラー314、第3多層膜ミラー316、第4多層膜ミラー318、第5多層膜ミラー320及び第6多層膜ミラー322の順で反射され、基板ステージ324に保持された基板326に入射する。第1多層膜ミラー312乃至第6多層膜ミラー322は、レチクル310のパターンを投影(縮小投影)する投影光学系を構成する。

【0030】

多層膜ミラー306(照明光学系)及び第1多層膜ミラー312乃至第6多層膜ミラー322(投影光学系)は、排気系328を介して排気されて内部の圧力を1Pa以下に維持することが可能な真空チャンバ330に収納されている。

【0031】

制御部340は、CPUやメモリなどを含み、露光装置300の全体(動作)を制御する。例えば、制御部340は、基板326への露光パルス光ELの照射タイミングと各多層膜ミラーへの赤外パルス光ELの照射タイミングとの関係が図3に示すようになるようにする。

【0032】

露光装置300では、露光を繰り返すと、真空チャンバ330に収納された多層膜ミラー306及び第1多層膜ミラー312乃至第6多層膜ミラー322には、その表面にカーボンを含む物質が堆積し、露光パルス光ELと反応して汚染物として付着する。このような汚染物は、コンタミナントと呼ばれ、レジストから気化した炭素化合物や露光装置300の構成要素からのアウトガスが要因となる。

【0033】

コンタミナントは、露光パルス光ELに対する光学素子(多層膜ミラー)の反射率を著しく低下させる。そこで、本実施形態では、制御部340は、上述したように、基板326に露光パルス光ELを照射していない非照射期間のうち少なくとも1つの期間で各多層膜ミラーに赤外パルス光ILが照射されるように照射部100を制御する。換言すれば、露光装置300では、露光処理において、赤外パルス光ILを間欠的に照射し、各多層膜ミラーの温度の上昇、及び、各多層膜ミラーへのコンタミナントCNの付着を抑制又は低減している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

本実施形態では、図 4 に示すように、赤外パルス光 I L を照射する照射部 1 0 0 をレチクル 3 1 0 の近傍の位置に配置しているが、露光パルス光 E L を遮断しなければ、照射部 1 0 0 を他の位置に配置してもよい。また、照射部 1 0 0 を設けるのではなく、レーザー 3 0 2 又は発光点 I P から発生する光から露光パルス光 E L の波長よりも長い波長を有する光を抽出し、かかる光を赤外パルス光 I L として用いてもよい。

【 0 0 3 5 】

< 第 2 の実施形態 >

図 5 は、本発明の第 2 の実施形態における露光装置 3 0 0 A の構成を示す概略図である。露光装置 3 0 0 A は、露光装置 3 0 0 と比較して、赤外パルス光 I L をそれぞれ照射する複数の照射部（第 1 照射部 1 0 0 a 及び第 2 照射部 1 0 0 b ）を有する点が異なる。赤外パルス光 I L を照射する照射部を 1 つだけ用いて、複数の光学素子（多層膜ミラー 3 0 6、第 1 多層膜ミラー 3 1 2 乃至第 6 多層膜ミラー 3 2 2 ）に赤外パルス光 I L を照射する場合には、基板 3 2 6 への赤外パルス光 I L の照射が避けられない。そこで、本実施形態では、複数の照射部を用いることで、複数の光学素子のそれぞれに入射する赤外パルス光 I L の入射方向を自由に設定することを可能にしている。従って、基板 3 2 6 に赤外パルス光 I L が照射されることを防止又は低減することができる。

【 0 0 3 6 】

図 5 に示すように、第 1 照射部 1 0 0 a は、第 6 多層膜ミラー 3 2 2 で反射された赤外パルス光 I L が、第 6 多層膜ミラー 3 2 2 に入射する露光パルス光 E L の入射方向とは逆の方向に進むように、赤外パルス光 I L を照射する。第 2 照射部 1 0 0 b は、第 5 多層膜ミラー 3 2 0 乃至第 1 多層膜ミラー 3 1 2 及び多層膜ミラー 3 0 6 のそれぞれで反射された赤外パルス光 I L が、各多層膜ミラーに入射する露光パルス光 E L の入射方向とは逆の方向に進むように、赤外パルス光 I L を照射する。このように、第 1 照射部 1 0 0 a 及び第 2 照射部 1 0 0 b は、各多層膜ミラーで反射された赤外光 I L が基板 3 2 6 に照射されないように配置されている。また、露光装置 3 0 0 A では、上述したのと同様に、露光処理において、赤外パルス光 I L を間欠的に照射し、各多層膜ミラーの温度の上昇、及び、各多層膜ミラーへのコンタミナント C N の付着を抑制又は低減している。

【 0 0 3 7 】

従って、露光装置 3 0 0 A は、赤外パルス光 I L の基板 3 2 6 への照射と、コンタミナント C N の付着による各多層膜ミラーの反射率の低下とを防止又は低減することができる。また、本実施形態では、赤外パルス光 I L を照射する照射部の数が 2 つである場合を例に説明したが、露光パルス光 E L を遮断しなければ、3 つ以上の照射部を配置してもよい。

【 0 0 3 8 】

< 第 3 の実施形態 >

図 6 は、本発明の第 3 の実施形態における露光装置 3 0 0 B の構成を示す概略図である。露光装置 3 0 0 B は、露光装置 3 0 0 A と比較して、光学素子（第 6 多層膜ミラー 3 2 2 及び第 5 多層膜ミラー 3 2 0 ）で反射された赤外パルス光 I L を、露光パルス光 E L を射出する露光光源（発光点 I P ）に導くための光学部材 3 6 2 を有する点が異なる。露光パルス光 E L を基板 3 2 6 に導く光学素子（多層膜ミラー 3 0 6、第 1 多層膜ミラー 3 1 2 乃至第 6 多層膜ミラー 3 2 2 ）で反射された赤外パルス光 I L が真空チャンバ 3 3 0 に収納された他の構成要素に照射されると、かかる構成要素の温度が上昇してしまう。そこで、本実施形態では、赤外パルス光 I L を、露光光源に導く光学部材 3 6 2 を配置することで、光学素子で反射された赤外光 I L を露光光源に入射させている。従って、光学素子で反射された赤外光 I L が照射されることによる構成要素（真空チャンバ 3 3 0 に収納された他の構成要素）の温度上昇を防止又は低減することができる。

【 0 0 3 9 】

光学部材 3 6 2 は、本実施形態では、赤外パルス光 I L を反射する反射型の光学部材であって、露光パルス光 E L を遮断しない位置に配置されている。図 6 に示すように、第 1

10

20

30

40

50

照射部 100a からの赤外光 I L は、第 6 多層膜ミラー 322、第 5 多層膜ミラー 320 の順で反射される。第 5 多層膜ミラー 320 で反射された赤外光 I L は、光学部材 362 で反射され、第 4 多層膜ミラー 318 乃至第 1 多層膜ミラー 312 及び多層膜ミラー 306 を介して、発光点 I P の近傍に導かれる。一方、第 2 照射部 100a から射出された赤外パルス光 I L は、第 4 多層膜ミラー 318 乃至第 1 多層膜ミラー 312 及び多層膜ミラー 306 を介して、発光点 I P の近傍に導かれる。このように、照明光学系や投影光学系を構成する光学素子のみで赤外パルス光 I L を発光点 I P の近傍に導くことができる場合には、光学部材 362 のような新たな部材を配置する必要はない。また、露光装置 300B では、上述したのと同様に、露光処理において、赤外パルス光 I L を間欠的に照射し、各多層膜ミラーの温度の上昇、及び、各多層膜ミラーへのコンタミナント C N の付着を抑制又は低減している。

10

【0040】

従って、露光装置 300B は、赤外パルス光 I L の基板 326 への照射と、コンタミナント C N の付着による各多層膜ミラーの反射率の低下とを防止又は低減することができる。また、本実施形態では、多層膜ミラーで反射された赤外パルス光 I L を露光光源に導く光学部材 362 が 1 つである場合を例に説明したが、露光パルス光 E L を遮断しなければ、複数の光学部材 362 を配置してもよい。

【0041】

< 第 4 の実施形態 >

図 7 は、本発明の第 4 の実施形態における露光装置 300C の構成を示す概略図である。露光装置 300C は、露光装置 300A と比較して、光学素子（第 6 多層膜ミラー 322 及び第 5 多層膜ミラー 320）で反射された赤外パルス光 I L を吸収する吸収部（吸収部材）372 を有する点が異なる。露光パルス光 E L を基板 326 に導く光学素子（多層膜ミラー 306、第 1 多層膜ミラー 312 乃至第 6 多層膜ミラー 322）で反射された赤外パルス光 I L が真空チャンバ 330 に収納された他の構成要素に照射される場合がある。このような場合、かかる構成要素で反射された赤外パルス光 I L が基板 326 に照射されてしまう可能性がある。そこで、本実施形態では、光学素子で反射された赤外パルス光 I L が照射される位置に、赤外パルス光 I L を吸収する吸収部 372 を真空チャンバ内に配置することで、光学素子で反射された赤外パルス光 I L を吸収する。従って、光学素子で反射された赤外光 I L が、真空チャンバ 330 に収納された他の構成要素で更に反射されて基板 326 に入射することを防止又は低減することができる。

20

30

【0042】

吸収部 372 は、本実施形態では、真空チャンバ 330 に配置されて赤外パルス光 I L を吸収する。吸収部 372 は、赤外パルス光 I L を吸収する材料、例えば、グラファイト、シリコン、窒化アルミニウムなどで構成されている。図 7 に示すように、第 1 照射部 100a からの赤外光 I L は、第 6 多層膜ミラー 322、第 5 多層膜ミラー 320 の順で反射され、吸収部 372 に吸収される。一方、第 2 照射部 100a から射出された赤外パルス光 I L は、第 4 多層膜ミラー 318 乃至第 1 多層膜ミラー 312 及び多層膜ミラー 306 を介して、発光点 I P の近傍に導かれる。このように、各多層膜ミラーで反射された赤外パルス光 I L が真空チャンバ 330 に収納された他の構成要素で反射されることがない場合には、赤外パルス光 I L を吸収する吸収部 372 を配置する必要はない。また、露光装置 300C では、上述したのと同様に、露光処理において、赤外パルス光 I L を間欠的に照射し、各多層膜ミラーの温度の上昇、及び、各多層膜ミラーへのコンタミナント C N の付着を抑制又は低減している。

40

【0043】

従って、露光装置 300C は、赤外パルス光 I L の基板 326 への照射と、コンタミナント C N の付着による各多層膜ミラーの反射率の低下とを防止又は低減することができる。また、本実施形態では、多層膜ミラーで反射された赤外パルス光 I L を吸収する吸収部 372 が 1 つである場合を例に説明したが、複数の吸収部 372 を配置してもよい。また、吸収部 372 は、吸収した赤外パルス光 I L を内部に閉じ込めるための反射機構を含ん

50

でいてもよい。

【 0 0 4 4 】

< 第 5 の実施形態 >

図 8 は、本発明の第 5 の実施形態における露光装置 3 0 0 D の構成を示す概略図である。露光装置 3 0 0 D は、露光装置 3 0 0 A と比較して、光学素子（第 6 多層膜ミラー 3 2 2 及び第 5 多層膜ミラー 3 2 0 ）で反射された赤外パルス光 I L を真空チャンバ 3 3 0 の外部に透過する透過部 3 8 2 を有する点が異なる。露光パルス光 E L を基板 3 2 6 に導く光学素子（多層膜ミラー 3 0 6 、第 1 多層膜ミラー 3 1 2 乃至第 6 多層膜ミラー 3 2 2 ）で反射された赤外パルス光 I L が真空チャンバ 3 3 0 に収納された他の構成要素に照射される場合がある。このような場合、かかる構成要素で反射された赤外パルス光 I L が基板 3 2 6 に照射されてしまう可能性がある。そこで、本実施形態では、光学素子で反射された赤外パルス光 I L が照射される位置に、赤外パルス光 I L を透過する透過部 3 8 2 を配置することで、光学素子で反射された赤外パルス光 I L を真空チャンバ 3 3 0 の外部に透過する。従って、光学素子で反射された赤外光 I L が、真空チャンバ 3 3 0 に収納された他の構成要素で更に反射されて基板 3 2 6 に入射することを防止又は低減することができる。

10

【 0 0 4 5 】

透過部 3 8 2 は、本実施形態では、真空チャンバ 3 3 0 に配置されて赤外パルス光 I L を透過する。透過部 3 8 2 は、赤外パルス光 I L を透過する材料、例えば、 CaF_2 、 LiF 、 MgF_2 、 BaF_2 、臭沃化タリウム、臭塩化タリウム、 NaCl 、 KBr 、ヨウ化セシウム、 ZnSe などで構成されている。図 8 に示すように、第 1 照射部 1 0 0 a からの赤外光 I L は、第 6 多層膜ミラー 3 2 2 、第 5 多層膜ミラー 3 2 0 の順で反射され、透過部 3 8 2 を透過して真空チャンバ 3 3 0 の外部に逃がされる。一方、第 2 照射部 1 0 0 a から射出された赤外パルス光 I L は、第 4 多層膜ミラー 3 1 8 乃至第 1 多層膜ミラー 3 1 2 及び多層膜ミラー 3 0 6 を介して、発光点 I P の近傍に導かれる。このように、各多層膜ミラーで反射された赤外パルス光 I L が真空チャンバ 3 3 0 に収納された他の構成要素で反射されることがない場合には、赤外パルス光 I L を透過する透過部 3 8 2 を配置する必要はない。また、露光装置 3 0 0 D では、上述したのと同様に、露光処理において、赤外パルス光 I L を間欠的に照射し、各多層膜ミラーの温度の上昇、及び、各多層膜ミラーへのコンタミナント C N の付着を抑制又は低減している。

20

30

【 0 0 4 6 】

従って、露光装置 3 0 0 D は、赤外パルス光 I L の基板 3 2 6 への照射と、コンタミナント C N の付着による各多層膜ミラーの反射率の低下とを防止又は低減することができる。また、本実施形態では、多層膜ミラーで反射された赤外パルス光 I L を真空チャンバ 3 3 0 の外部に透過する透過部 3 8 2 が 1 つである場合を例に説明したが、複数の透過部 3 8 2 を配置してもよい。

【 0 0 4 7 】

< 第 6 の実施形態 >

図 9 は、本発明の第 6 の実施形態における露光装置 3 0 0 E の構成を示す概略図である。露光装置 3 0 0 E は、露光装置 3 0 0 C と比較して、光学素子（第 6 多層膜ミラー 3 2 2 及び第 5 多層膜ミラー 3 2 0 ）で反射された赤外パルス光 I L を吸収する吸収部 3 7 2 を冷却する冷却部 3 9 2 を有する点が異なる。光学素子で反射された赤外パルス光 I L が吸収部 3 7 2 で吸収されると、吸収部 3 7 2 の温度が上昇するため、吸収部 3 7 2 からの熱伝導又は輻射によって真空チャンバ 3 3 0 に収納された構成要素の温度も上昇する可能性がある。そこで、本実施形態では、吸収部 3 7 2 を冷却する冷却部 3 9 2 を配置することで、吸収部 3 7 2 の温度制御を可能にし、吸収部 3 7 2 の温度上昇を低減させる。従って、吸収部 3 7 2 からの熱伝導又は輻射によって真空チャンバ 3 3 0 に収納された構成要素の温度が上昇することを防止又は低減することができる。

40

【 0 0 4 8 】

冷却部 3 9 2 は、本実施形態では、吸収部 3 7 2 を近傍、例えば、吸収部 3 7 2 を取り

50

囲むように配置される。冷却部 392 は、液体を用いる循環水冷方式、気体を用いる気体循環冷却方式、熱電素子を用いるペルチェ冷却方式、或いは、それらの組み合わせによって、吸収部 372 を冷却する。また、冷却部 392 は、吸収部 372 に対する冷却能力を調整する調整機構やそれらを制御する制御機構を含んでいてもよい。従って、冷却部 392 は、赤外パルス光 I L の吸収による吸収部 372 の温度上昇を低減させ、吸収部 372 の温度が所定の温度範囲に収まるようにすることができる。また、露光装置 300 E では、上述したのと同様に、露光処理において、赤外パルス光 I L を間欠的に照射し、各多層膜ミラーの温度の上昇、及び、各多層膜ミラーへのコンタミナント C N の付着を抑制又は低減している。

【0049】

従って、露光装置 300 E は、赤外パルス光 I L の基板 326 への照射と、コンタミナント C N の付着による各多層膜ミラーの反射率の低下とを防止又は低減することができる。また、本実施形態では、吸収部 372 を冷却する冷却部 392 が 1 つである場合を例に説明したが、冷却部 392 は、吸収部 372 の数に応じて配置すればよい。

【0050】

< 第 7 の実施形態 >

図 10 は、本発明の一側面としての露光方法（即ち、上述した各実施形態の露光装置の動作）を説明するためのフローチャートである。ここでは、基板を露光する処理（露光処理）として、基板上的複数のショット領域のそれぞれを露光する場合を例に説明する。

【0051】

S 1002 では、基板上的の対象ショット領域（露光対象のショット領域）への露光パルス光の照射を開始する前に、露光パルス光を基板に導くための光学素子への赤外パルス光の照射を開始する。光学素子に赤外パルス光を照射することで、上述したように、光学素子（の表面）に堆積していたコンタミナントを、光学素子から離脱させることができる。この際、赤外パルス光は、上述したように、基板に露光パルス光を照射していない非照射期間のうち少なくとも 1 つの期間で光学素子に照射されるようにする。なお、光学素子への赤外パルス光の照射を開始するタイミングは、基板上的の対象ショット領域への露光パルス光の照射を開始するタイミングと同じ、或いは、それ以降のタイミングであってもよい。

【0052】

S 1004 では、基板上的の対象ショット領域への露光パルス光の照射を開始する。対象ショット領域への露光パルス光の照射を開始すると、対象ショット領域に露光パルス光が予め定められた所定の期間、即ち、複数回照射されることになる。対象ショット領域への露光パルス光の照射が開始された後においても、S 1002 で開始された光学素子への赤外パルス光の照射は継続される。従って、基板に露光パルス光を照射していない非照射期間のうち少なくとも 1 つの期間において、光学素子に赤外パルス光が照射されることになる。

【0053】

S 1006 では、対象ショット領域への露光パルス光の照射を停止する。予め定められた所定の期間（予め定められた回数）露光パルス光を照射した時点で、露光パルス光の照射を停止する。

【0054】

S 1008 では、光学素子への赤外パルス光の照射を停止する。但し、光学素子への赤外パルス光の照射を停止するタイミングは、基板上的の対象ショット領域への露光パルス光の照射を停止するタイミングと同じ、或いは、それ以降のタイミングであってもよい。

【0055】

S 1010 では、基板上的の全てのショット領域を露光したかどうかを判定する。基板上的の全てのショット領域を露光した場合には、動作を終了する。一方、基板上的の全てのショット領域を露光していない場合には、次のショット領域（露光されていないショット領域）を対象ショット領域とし、S 1002 に移行する。

10

20

30

40

50

【0056】

本実施形態の露光方法によれば、光学素子の温度の上昇、及び、光学素子へのコンタミナントの付着を抑制又は低減することができる。また、本実施形態では、基板上の1つのショット領域の露光が終了するたびに、赤外パルス光の照射を停止している。但し、基板上の全てのショット領域の露光が終了するまで（例えば、ステップ移動中なども）、赤外パルス光の照射（間欠的な照射）を継続してもよい。

【0057】

< 第8の実施形態 >

本実施形態におけるデバイスなどの物品の製造方法は、物体（例えば、フォトリソが塗布された基板）に対して、上述した各実施形態の露光装置を用いてパターンの形成を行う工程（物体に対して露光を行う工程）を含みうる。また、かかる製造方法は、上記工程でパターンの形成を行われた物体を加工（例えば、現像又はエッチング）する工程を含みうる。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含みうる。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。

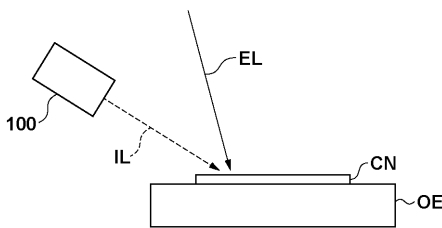
10

【0058】

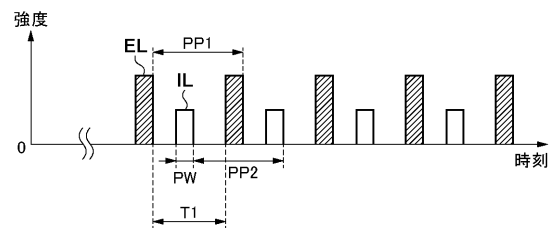
以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいふまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

20

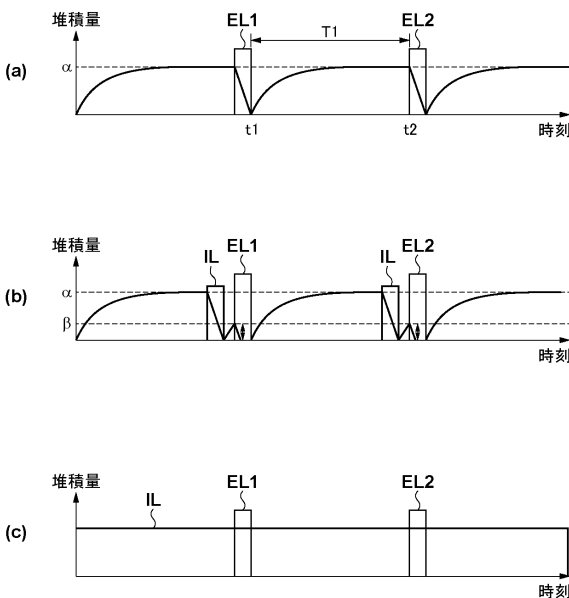
【図1】



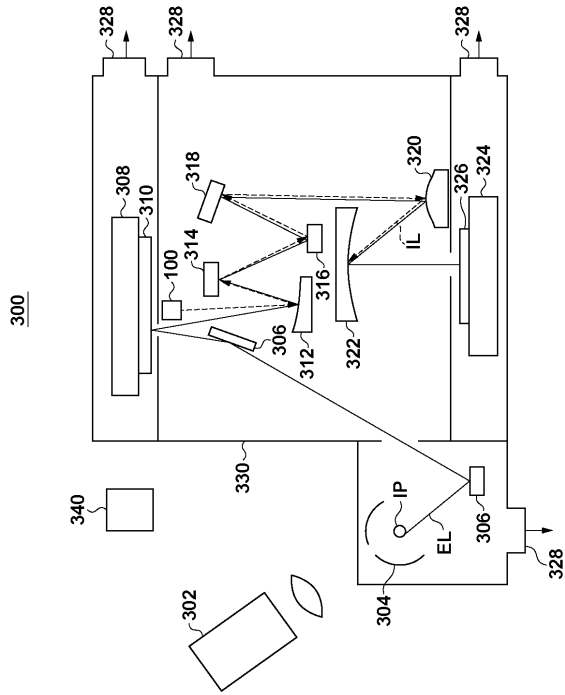
【図3】



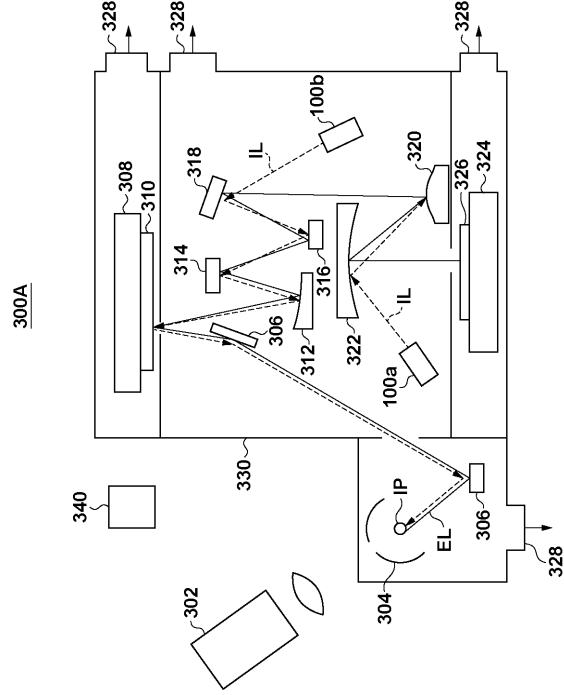
【図2】



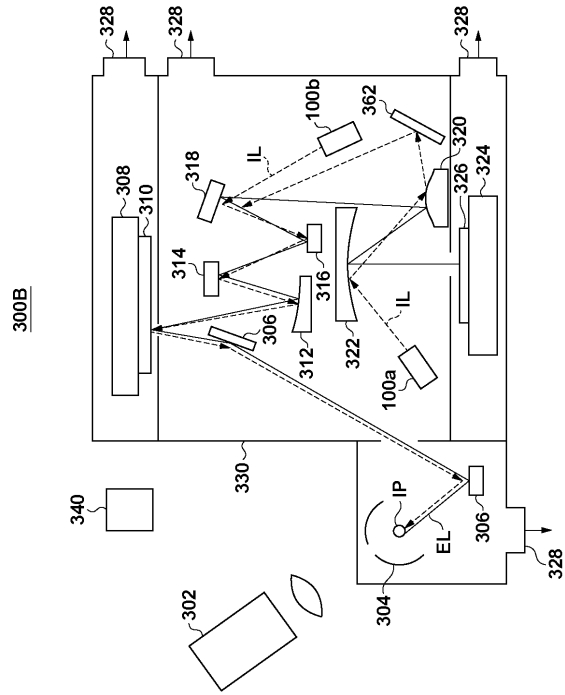
【 図 4 】



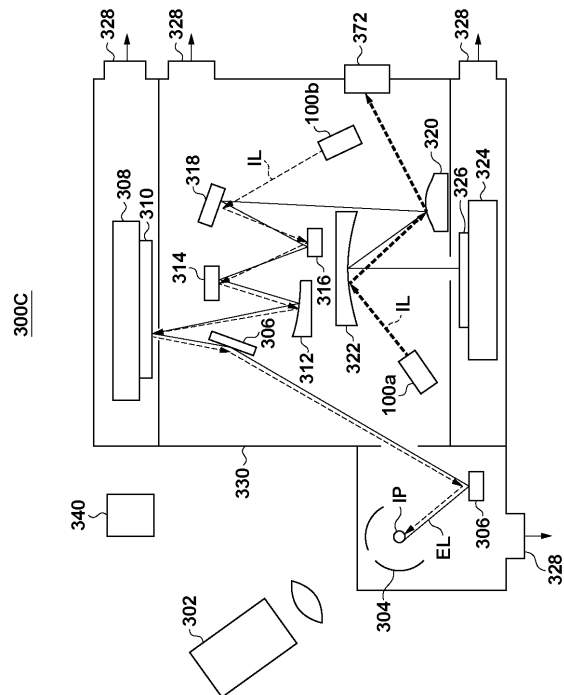
【 図 5 】



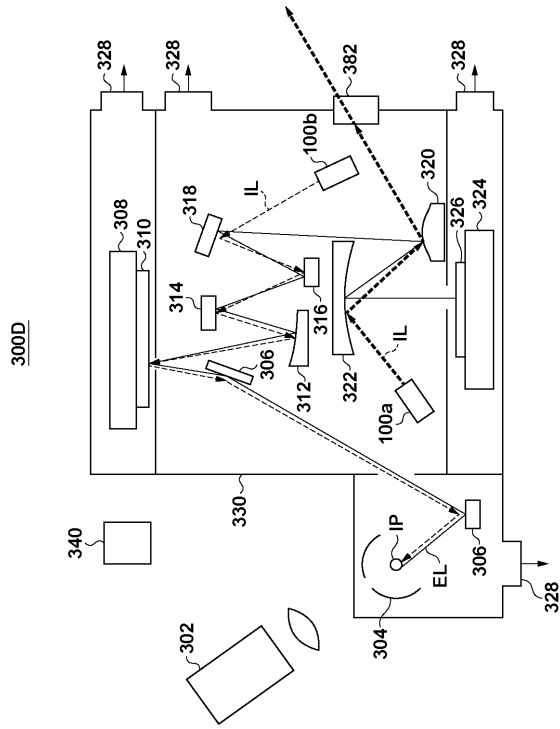
【 図 6 】



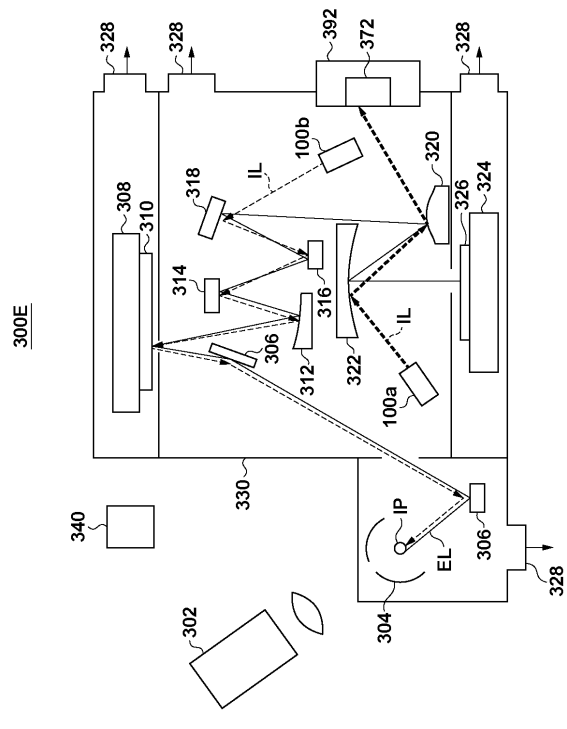
【 図 7 】



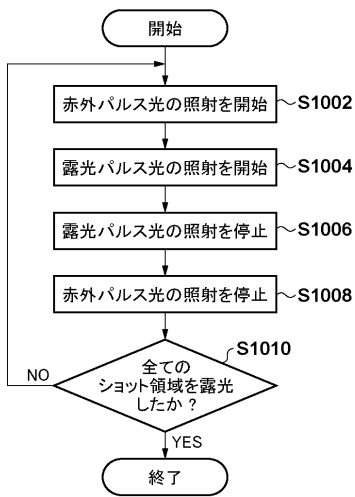
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



フロントページの続き

- (72)発明者 中山 貴博
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 三宅 明
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

審査官 赤尾 隼人

- (56)参考文献 特開2010-186995(JP,A)
国際公開第99/005708(WO,A1)
国際公開第2011/057906(WO,A1)
特開2004-207730(JP,A)
特開2005-166970(JP,A)
特開2009-105006(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|--------|
| G03F | 7/20 |
| H01L | 21/027 |