(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2004-228456
(P2004-228456A)
(43)公開日　平成16年8月12日(2004.8.12)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01L 21/027	H01L 21/30	531A	2H097
G03F 7/20	G03F 7/20	503	5F046
	G03F 7/20	521	

審査請求 未請求　請求項の数 1　OL　（全 14 頁）

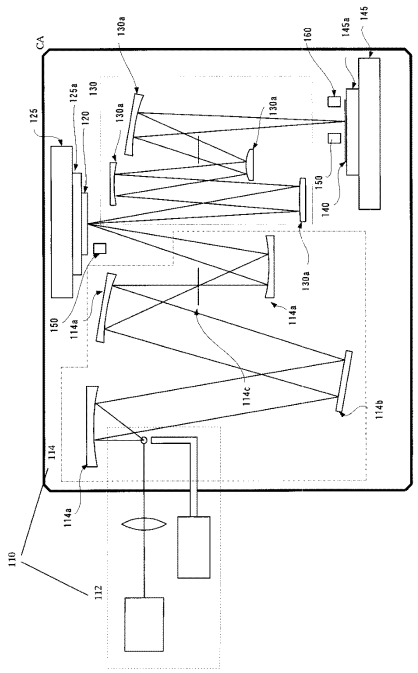
(21)出願番号　特願2003-16961(P2003-16961)
(22)出願日　平成15年1月27日(2003.1.27)

(71)出願人　000001007
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　原　真一
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 AA02 BA02 CA15 LA10 LA12
5F046 CB02 CB03 CB05 CB13 CC01
CC02 CC08 CC09 DA26 GA11
GA12 GA14 GB01

(54)【発明の名称】露光装置

(57)【要約】
【課題】露光時と非露光時において、露光装置を構成する部材の温度分布をほぼ同様とすることで、解像度を維持しつつスループットを向上させることができる露光装置を提供する。
【解決手段】ＥＵＶ光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体に露光する露光装置であって、前記被処理体の露光時以外も前記ＥＵＶ光を射出する光源部と、前記被処理体の露光時は前記ＥＵＶ光を前記被処理体まで入射させ、前記被処理体の露光時以外は前記ＥＵＶ光が前記ウェハチャックに入射することを防止する入射制御機構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】
ＥＵＶ光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体に露光する露光装置であって、
前記被処理体の露光時以外も前記ＥＵＶ光を射出する光源部と、
前記被処理体の露光時は前記ＥＵＶ光を前記被処理体まで入射させ、前記被処理体の露光時以外は前記ＥＵＶ光が前記ウェハチャックに入射することを防止する入射制御機構とを有することを特徴とする露光装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、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のに使用される露光装置に関する。本発明は、特に、露光光源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。
【０００２】
【従来の技術】
フォトリソグラフィー（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（本出願ではこれらの用語を交換可能に使用する。）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、近年の半導体素子の微細化への要求に伴い露光光の短波長化が進められ、超高圧水銀ランプ（ｉ線（波長約３６５ｎｍ））、ＫｒＦエキシマレーザー（波長約２４８ｎｍ）、ＡｒＦエキシマレーザー（波長約１９３ｎｍ）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ーでは限界がある。そこで、０．１μｍ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１０ｎｍ乃至１５ｎｍ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】
露光光の短波長化が進むと物質による光の吸収が非常に大きくなるので、可視光や紫外光で用いられるような光の屈折を利用した屈折素子、即ち、レンズを用いることは難しく、更に、ＥＵＶ光の波長領域では使用できる硝材が存在しなくなり、光の反射を利用した反射素子、即ち、ミラー（例えば、多層膜ミラー）のみで光学系を構成する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】
ミラーは、露光光を全て反射できるわけではなく、３０％以上の露光光を吸収する。吸収された露光光は、そのエネルギーの大部分が分熱となるため、ミラーやレチクルの温度を上昇させてしまう。ミラーを支持するミラーホルダーやレチクルを吸着するレチクルチャックも、ミラーやレチクルを介して伝熱し、温度が上昇する。
【０００７】
露光時は、照明光学系、レチクル、投影光学系、ウェハという順番で露光光が導かれ、それぞれにおいて、露光光を吸収することによる熱が発生する。つまり、照明光学系のミラー、投影光学系のミラー及びレチクルの温度上昇、更に、ミラーやレチクルからの伝熱によるミラーホルダーやレチクルチャックの温度上昇が生じる。しかし、露光を繰り返すと

温度上昇は徐々に収まり、定常状態の温度でほぼ一定となる。
【０００８】
また、ＥＵＶ露光装置は、０．１μｍ以下の回路パターンの露光に使用されるため、ミラー（特に、投影光学系のミラーの反射面）及びレチクルの面形状は非常に高い精度であることが要求される。例えば、ＥＵＶ光の波長をλ、投影光学系を構成するミラーの枚数をｎとすると、ミラーの許容される形状誤差σ（ｒｍｓ値）は、以下の数式１で示すマレシャルの式で与えられる。
【０００９】
【数１】

$$\sigma = \frac{\lambda}{28 \times \sqrt{n}}$$

【００１０】
例えば、ＥＵＶ光の波長が１３ｎｍ、投影光学系を構成するミラーが４枚の場合、許容される形状誤差σは、０．２３ｎｍとなる。露光光の吸収によって投影光学系を構成するミラーの温度が上昇した場合、許容される形状誤差を超えるような面形状の乱れが生じ、結像性能を十分に発揮することができない。即ち、解像度の低下やコントラストの低下などが生じ、微細なパターンの転写ができなくなる。
【００１１】
そこで、ミラーやレチクルには、温度変化による形状の熱変形を小さくするために線膨張係数の小さな、例えば、線膨張係数が１０ｐｐｂといった低熱膨張ガラスが用いられる。一方、低熱膨張ガラスは剛性が低く、外力による撓み等を低減させるために、厚さを厚くして用いるのが一般的である。従って、ミラーやレチクルは熱容量が大きくなり、温度分布が定常状態に変化するまで極めて長い時間を要する。
【００１２】
温度分布が大きく変化している時間（即ち、定常状態になるまで）は、熱歪量が変化するために、ミラーやレチクルの面形状、位置等も変化し、転写精度が悪化するために露光を行うことができず、スループットが低下する。また、露光に備えて待機している時間（非露光時間）が長いと定常状態にあったミラー及びレチクルの温度が低下し、露光再開時において、熱的安定状態を得るために数時間以上の時間が必要になる場合がある。
【００１３】
そこで、露光光とは別にミラーを加熱する加熱手段を設け、露光光が遮断されている場合でも、ミラーでの吸収熱が一定となるようにすることで熱的安定状態を保つ露光装置が提案されている（例えば、特許文献１参照）。
【００１４】
【特許文献１】
特開平５－２９１１１７号公報
【００１５】
【発明が解決しようとする課題】
しかし、ミラーやレチクルが吸収する露光光のエネルギーは、波長によって吸収係数が異なるために、露光光と異なる波長の加熱手段によってミラーやレチクルを露光時の状態と同じように加熱することは困難である。そのため、厳密に温度上昇を露光時の状態と一致させるためには、ミラーを１枚１枚個別に加熱する必要があり、構成上複雑になると共に

、コストも高くなる。
【００１６】
一方、露光時と露光に備えて待機している状態との区別をせずに、露光時と同じ動作を行うことが考えられる。しかし、待機時にも、露光時のように、ウェハを搬入してウェハチャックに吸着させ、ウェハに露光光を入射させた後、搬出する過程を繰り返すのは、ウェハの搬入及び搬出の手間やウェハ搬送系の接触部での磨耗等の問題がある。
【００１７】
また、露光待機中の間、ウェハをウェハチャックに吸着させたまま、露光時と同様の状態とすると、ウェハの温度が上昇し、ウェハを介してウェハチャックの温度も同様に上昇する。しかし、通常、露光時には、次々にウェハを搬入すると共に、露光光が入射されたウェハを搬出しているので、ウェハの温度がそれほど上昇することはない。
【００１８】
つまり、露光待機中の間、ウェハをウェハチャックに吸着させたまま露光時と同様の状態にすると、ウェハチャックの温度は、実際の露光時よりも高くなってしまう。換言すれば、ウェハチャックに関しては、露光時と非露光時とで温度分布が異なっている。従って、待機時から露光を開始すると、ウェハを吸着しているウェハチャックの温度が変化し、ウェハに歪みを与えてしまうために転写精度が悪化してしまう。
【００１９】
そこで、本発明は、露光時と非露光時において、露光装置を構成する部材の温度分布をほぼ同様とすることで、解像度を維持しつつスループットを向上させる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。
【００２０】
【課題を解決するための手段】
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、ＥＵＶ光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体に露光する露光装置であって、前記被処理体の露光時以外も前記ＥＵＶ光を射出する光源部と、前記被処理体の露光時は前記ＥＵＶ光を前記被処理体まで入射させ、前記被処理体の露光時以外は前記ＥＵＶ光が前記ウェハチャックに入射することを防止する入射制御機構とを有することを特徴とする。前記入射制御機構は、前記ＥＵＶ光を吸収する吸収部材と、
前記投影光学系と前記被処理体との間であって前記ＥＵＶ光の光路上の位置と、前記ＥＵＶ光の光路から外れた位置とに前記吸収部材を駆動可能な駆動手段と、前記被処理体の露光時以外に前記吸収部材が前記ＥＵＶ光を吸収するように、前記駆動手段の駆動を制御する制御部とを有することを特徴とする。前記入射制御機構は、前記投影光学系から導かれる前記ＥＵＶ光の光路から外れた位置に前記ウェハチャックを移動可能なステージと、前記被処理体の露光時以外に前記ＥＵＶ光が前記ウェハチャックに入射することを防止するように、前記ステージを制御する制御部とを有することを特徴とする。前記入射制御機構は、前記ＥＵＶ光を吸収する吸収部材と、前記制御部に制御され、前記被処理体の露光時以外に前記吸収部材が前記ＥＵＶ光を吸収するように、前記投影光学系と前記被処理体との間であって前記ＥＵＶ光の光路上の位置に前記吸収部材を駆動する駆動手段とを更に有することを特徴とする。
【００２１】
本発明の別の側面としてのウェハチャックは、レチクルに形成されたパターンが露光される被処理体の固定に使用されるウェハチャックであって、前記被処理体と接触すると共に、当該被処理体を吸着する突起部と前記被処理体と非接触な凹部とを有することを特徴とする。前記突起部と前記被処理体との接触率は、２０％以下であることを特徴とする。
【００２２】
本発明の更に別の側面としての露光装置は、ＥＵＶ光を露光光として利用し、当該露光光を投影光学系を介して上述のウェハチャックに固定された被処理体に照射して当該被処理体を露光することを特徴とする。

【００２３】
本発明の更に別の側面としての待機方法は、光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体を露光する前の待機方法であって、前記レチクル、前記投影光学系を構成する光学部材の少なくとも一部に前記光を入射するステップと、前記ウェハチャックに前記光が入射することを遮断するステップとを有することを特徴とする。前記光の経路の雰囲気は、真空下又は減圧下であることを特徴とする。
【００２４】
本発明の更に別の側面としての露光方法は、ＥＵＶ光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを光学部材で含む光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体を露光する露光方法であって、前記レチクル及び前記光学系が含む前記光学部材の温度分布が定常状態であるかどうか判断するステップと、前記判断ステップで前記レチクル及び前記光学部材の温度分布が定常状態でないと判断した場合に、前記ＥＵＶ光によって前記被処理体を介して前記ウェハチャックの温度が上昇することを防止するステップと、前記レチクル及び前記光学系が含む前記光学部材の温度分布が定常状態となった時点で前記ＥＵＶ光を前記被処理体に入射させるステップとを有することを特徴とする。
【００２５】
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。
【００２６】
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。
【００２７】
【発明の実施の形態】
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。
【００２８】
本発明の露光装置１００は、露光用の照明光としてＥＵＶ光（例えば、波長１３．４ｎｍ）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・リピート方式でマスク１２０に形成された回路パターンを被処理体１４０に露光する投影露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクオーターミクロン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、マスクに対してウェハを連続的にスキャン（走査）してマスク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。
【００２９】
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マスク１２０を照明する照明装置１１０と、マスク１２０を載置するマスクステージ１２５と、照明されたマスク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、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。
【００３０】
また、図１に示すように、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）成分との反応によりコンタミを生成してしまうため、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ＣＡとなっている。
【００３１】

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光によりマスク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。

【００３２】

ＥＵＶ光源部１１２は、例えば、レーザープラズマ光源が用いられる。レーザープラズマ光源は、真空中に置かれたターゲット材に高強度のパルスレーザー光を照射し、高温のプラズマを発生させ、これから放射される、例えば、波長１３．４ｎｍ程度のＥＵＶ光を利用するものである。ターゲット材としては、金属薄膜、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。

【００３３】

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、マスク１２０を均一に所定の開口数で照明する役割を持っている。また、照明光学系１１４は、マスク１２０と共役な位置に、マスク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。

【００３４】

マスク１２０は、反射型マスクで、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、マスクステージ１２５に支持及び駆動されている。マスク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。マスク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、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置であるため、マスク１２０と被処理体１４０を走査することによりマスク１２０のパターンを被処理体１４０上に縮小投影する。

【００３５】

マスクステージ１２５は、レチクルチャック１２５ａを介してマスク１２０を支持して図示しない移動機構に接続されている。マスクステージ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。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を駆動することでマスク１２０を移動することができる。露光装置１００は、マスク１２０と被処理体１４０を同期した状態で走査する。レチクルチャック１２５ａは、静電チャックであり、静電吸着力によってマスク１２０を吸着する。なお、レチクルチャック１２５ａは、後述するミラーホルダー１３２と同様に、流路が形成されており、かかる流路に供給される冷却媒体（例えば、水や窒素ガスなど）によって冷却される。このように、マスク１２０及びレチクルチャック１２５ａを冷却する構成とすることで、定常温度になるまでの時間をより短くすることができる。ここで、マスク１２０又は被処理体１４０面内で走査方向をＸ、それに垂直な方向をＹ、マスク１２０又は被処理体１４０面内に垂直な方向をＺとする。

【００３６】

投影光学系１３０は、複数の反射ミラー（即ち、多層膜ミラー）１３０ａを用いて、マスク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。複数のミラー１３０ａの枚数は、４枚乃至６枚程度である。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、マスク１２０と被処理体１４０を同時に走査して広い面積を転写する。投影光学系１３０は、本実施形態では、４枚のミラー１３０ａによって構成され、マスク１２０のパターンを１／４に縮小して被処理体１４０上に結像する。

【００３７】

ミラー１３０ａは、低熱膨張ガラスやＳｉＣ等の剛性及び硬度が高く、熱膨張率が小さい材料からなる基板を研削及び研磨して所定の反射面形状を作成した後、反射面にモリブデ

ンとシリコンなどの多層膜を成膜する。ミラー１３０ａ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、開口数（ＮＡ）を０．１乃至０．２程度である。

【００３８】

ミラー１３０ａは、図２に示すように、ピエゾ等のアクチュエーター１３１を介してミラーホルダー１３２に支持される。アクチュエーター１３１を駆動することによってミラー１３０ａの姿勢を変化させることができる。ミラーホルダー１３２は、内部に流路１３３が形成され、かかる流路１３３に接続された配管１３４によって供給される冷却媒体（例えば、水や窒素ガスなど）によって冷却される。冷却媒体は、図示しない冷媒循環装置によって供給される。このように、ミラー１３０ａ及びミラーホルダー１３２を冷却する構成とすることで、定常温度になるまでの時間をより短くすることができる。但し、ミラー１３０ａ及びミラーホルダー１３２の冷却は、冷却された板材を３０ｃｍ程度以下の距離でミラー１３０ａに対向して配置し、輻射によって行ってもよい。ここで、図２は、ミラーホルダー１３２に支持されたミラー１３０ａの一例を示す概略断面図である。

【００３９】

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、フォトレジストが塗布されている。フォトレジスト塗布工程は、前処理と、密着性向上剤塗布処理と、フォトレジスト塗布処理と、プリベーク処理とを含む。前処理は、洗浄、乾燥などを含む。密着性向上剤塗布処理は、フォトレジストと下地との密着性を高めるための表面改質（即ち、界面活性剤塗布による疎水性化）処理であり、ＨＭＤＳ（Ｈｅｘａｍｅｔｈｙｌ－ｄｉｓｉｌａｚａｎｅ）などの有機膜をコート又は蒸気処理する。プリベークは、ベーキング（焼成）工程であるが現像後のそれよりもソフトであり、溶剤を除去する。

【００４０】

ウェハステージ１４５は、ウェハチャック１４５ａ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ＸＹＺ方向に被処理体１４０を移動する。マスク１２０と被処理体１４０は、同期して走査される。また、マスクステージ１２５の位置とウェハステージ１４５との位置は、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。ウェハチャック１４５ａは、粗動ステージ、微動ステージの上に構成され、２つの電極を有する双曲型の静電チャックである。

【００４１】

アライメント検出機構１５０は、マスク１２０の位置と投影光学系１３０の光軸との位置関係、及び、被処理体１４０の位置と投影光学系１３０の光軸との位置関係を計測し、マスク１２０の投影像が被処理体１４０の所定の位置に一致するようにマスクステージ１２５及びウェハステージ１４５の位置と角度を設定する。

【００４２】

フォーカス位置検出機構１６０は、被処理体１４０面でＺ方向のフォーカス位置を計測し、ウェハステージ１４５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１４０面を投影光学系１３０による結像位置に保つ。

【００４３】

ここで、図３を参照して、露光装置１００の特徴的な構成である入射制御機構２００について説明する。図３は、露光装置１００が有する入射制御機構２００の一例を示す概略構成図である。入射制御機構２００は、被処理体１４０の露光時はＥＵＶ光源部１１２からのＥＵＶ光を被処理体１４０まで入射させ、被処理体１４０の露光時以外はＥＵＶ光がウェハチャック１４５ａ（及び被処理体１４０）に入射することを防止する。入射制御機構２００は、図３に示すように、吸収部材２１０と、駆動手段２２０と、制御部２３０とを有する。

【００４４】

吸収部材２１０は、ＥＵＶ光を吸収する。吸収部材２１０は、比較的熱電導性がよく、輻射率の低い金属、例えば、アルミ、銅、ガラスなどから構成される。これにより、吸収部

材２１０の輻射によって、近傍のミラー１３０ａやウェハチャック１４５ａの温度の上昇を抑えることができる。更に、吸収部材２１０に流路などを形成し、冷却媒体を流して冷却するなどしてもよい。これにより、吸収部材２１０が露光光を吸収して温度が上昇し、輻射によって近傍のミラー１３０ａやウェハチャック１４５ａの温度が上昇することを防ぐことができる。

【００４５】

駆動手段２２０は、投影光学系１３０と被処理体１４０との間（詳細には、投影光学系１３０の被処理体１４０側の最終のミラー１３０ａとウェハチャック１４５ａとの間）であって露光光の光路上の位置と、露光光の光路から外れた位置とに吸収部材２１０を駆動する。駆動手段２２０は、当業界で周知のいかなる構成をも適用することができるので、ここでは詳しい構造及び動作の説明は省略する。

【００４６】

制御部２３０は、被処理体１４０の露光時以外に吸収部材２１０がＥＵＶ光を吸収するように、駆動手段２２０の駆動を制御する。換言すれば、制御部２３０は、駆動手段２２０を介して、被処理体１４０の露光時は吸収部材２１０を露光光の光路から外れた位置に、被処理体１４０の露光時以外は吸収部材２１０を露光光の光路上の位置に駆動する。

【００４７】

このような入射制御機構２００の構成により、照明光学系１１４内の集光ミラー１１４ａ及びオプティカルインテグレーター１１４ｂ、マスク１２０、レチクルチャック１２５ａ、投影光学系１３０内のミラー１３０ａには、露光時と同じ場所に同じ熱量が入射するので、露光時と同様の熱が発生する。また、ウェハチャック１４５ａには、露光時と同様にほとんど熱が入射しないようになるために、露光時と非露光時における温度分布をほぼ同様にすることができる。この際に、露光中と同様に、マスク１２０を走査させると、非露光時と露光時のマスク１２０及びレチクルチャック１２５ａの温度分布を更に同一にすることができる。

【００４８】

投影光学系１３０においては、入射パワーが少なく、定常状態になるまでの時間が問題にならない場合には、ＥＵＶ光が照射されるとミラー１３０ａに炭素が付着して反射率が低下するため、入射パワーが大きく許容値以内の定常状態になるまでの時間が長い照明光学系１１４のみに露光光を入射させてもよい。かかる場合には、マスク１２０及び投影光学系１３０に入射する露光光を吸収するように吸収部材２１０を配置する。

【００４９】

従って、露光開始と共に、マスク１２０及び投影光学系１３０のミラー１３０ａの温度が大きく上昇し、露光開始当初の熱歪による位置ずれ及び収差を低減することができる。

【００５０】

次に、図４を参照して、入射制御機構２００の変形例である入射制御機構２００Ａについて説明する。図４は、図３に示す入射制御機構２００の変形例である入射制御機構２００Ａの一例を示す概略構成図である。入射制御機構２００Ａは、図４に示すように、吸収部材２１０と、駆動手段２２０Ａと、制御部２３０Ａとを有する。なお、ウェハステージ１４５は、投影光学系１３０から導かれるＥＵＶ光の光路から外れた位置にウェハチャック１４５ａを移動することができるように構成されている。即ち、投影光学系１３０の結像位置からウェハチャック１４５ａ及びウェハチャック１４５ａに吸着された被処理体１４０を移動することが可能である。

【００５１】

駆動手段２２０Ａは、後述する制御部２３０Ａに制御され、被処理体１４０の露光時以外に吸収部材２１０がＥＵＶ光を吸収するように、投影光学系１３０と被処理体１４０との間（詳細には、投影光学系１３０の被処理体１４０側の最終のミラー１３０ａとウェハチャック１４５ａとの間）であって露光光の光路上の位置に吸収部材２１０を駆動する。駆動手段２２０Ａは、本実施形態では、ウェハチャック１４５ａの位置に吸収部材２１０を駆動する。

【００５２】
制御部２３０Ａは、被処理体１４０の露光時以外に露光光がウェハチャック１４５ａに入射することを防止するようにウェハステージ１４５を制御する。また、制御部２３０Ａは、被処理体１４０の露光時以外に吸収部材２１０がＥＵＶ光を吸収するように、駆動手段２２０Ａの駆動を制御する。換言すれば、制御部２３０Ａは、図示しないウェハステージ１４５の移動機構を介してウェハステージ１４５を投影光学系１３０から導かれる露光光の光路から外れた位置に退避させると共に、駆動手段２２０を介して吸収部材２１０を投影光学系１３０から導かれる露光光の光路上の位置に駆動する。
【００５３】
このような入射制御機構２００Ａの構成により、入射制御機構２００と同様、照明光学系１１４内の集光ミラー１１４ａ及びオプティカルインテグレーター１１４ｂ、マスク１２０、レチクルチャック１２５ａ、投影光学系１３０内のミラー１３０ａには、露光時と同じ場所に同じ熱量が入射するので、露光時と同様の熱が発生する。また、ウェハチャック１４５ａには、熱が入射しないようになるために、露光時と非露光時における温度分布をほぼ同様にすることができる。
【００５４】
従って、待機時から露光を開始しても、照明光学系１１４、マスク１２０、投影光学系１３０及びウェハチャック１４５ａの温度が変化しないので、熱歪がほとんど変化せず、転写精度の悪化を防止することができる。
【００５５】
また、投影光学系１３０の被処理体１４０側の最終のミラー１３０ａと被処理体１４０との間隔が狭いなど、吸収部材２１０の配置の制約がなくなり、保守メンテナンスが容易となる。入射制御機構２００Ａの構成を複雑にしなくてもよいのでコストが低くできるという効果もある。
【００５６】
露光において、まず、照明光学系１１４、マスク１２０、投影光学系１３０を構成する光学部材の少なくとも一部にＥＵＶ光源部１１２から射出されたＥＵＶ光を入射させる。この際、入射制御機構２００の吸収部材２１０によって（入射制御機構２００Ａの場合は、ウェハステージ１４５によりウェハチャック１４５ａを退避させることによって）、ウェハチャック１４５ａにＥＵＶ光が入射することを遮断する（かかる状態を「待機状態」と称する）。
【００５７】
次に、照明光学系１１４、マスク１２０、投影光学系１３０を構成する光学部材の温度分布が定常状態にあるかどうか判断する。照明光学系１１４、マスク１２０、投影光学系１３０を構成する光学部材の温度分布が定常状態でないと判断した場合は、待機状態を維持してＥＵＶ光によりウェハチャック１４５ａの温度が上昇することを防止する。そして、照明光学系１１４、マスク１２０、投影光学系１３０を構成する光学部材の温度分布が定常状態となった時点で、待機状態を解除し、即ち、入射制御機構２００の吸収部材２１０をＥＵＶ光の光路上から取り除き（入射制御機構２００Ａの場合は、ウェハチャック１４５ａをＥＵＶ光の光路上に戻し）、ＥＵＶ光を被処理体１４０に入射させる。これにより、マスク１２０面上のパターンを被処理体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、マスク１２０と被処理体１４０を縮小倍率比の速度比で走査することにより、マスク１２０の全面を露光する。
【００５８】
また、図５に示すようなウェハチャック３００によれば、露光時と非露光時において、露光装置１００を構成する部材の温度分布をほぼ同様とすることができ、入射制御機構２００又は２００Ａの効果を更に向上させることができる。図５は、本発明の一側面としてのウェハチャック３００の例示的一形態を示す概略断面図である。ウェハチャック３００は、図示しない２つの電極を有し、静電吸着力によって被処理体１４０を吸着する静電チャックである。

【００５９】
ウェハチャック３００は、図５に示すように、被処理体１４０と接触すると共に、被処理体１４０を吸着する突起部３１０と、被処理体１４０と非接触な凹部３２０とを有する。なお、突起部３１０と被処理体１４０との接触率（即ち、ウェハチャック３００の突起部３１０と凹部３２０を合わせた表面全体に対する突起部３１０の割合）を２０％以下としている。これにより、ウェハチャック３００と被処理体１４０との間の熱抵抗を大きくし、被処理体１４０の温度をウェハチャック３００に伝えにくい構造としている。特に、真空雰囲気下や減圧雰囲気下では、顕著に、被処理体１４０の温度がウェハチャック３００に伝わりにくくなる。
【００６０】
従って、被処理体１４０の露光時において、ウェハチャック３００の温度上昇を抑えることができる。一方、被処理体１４０の非露光時においては、ウェハチャック３００には、露光光が入射しないので温度上昇はしない。待機時から露光を開始しても、照明光学系１１４、マスク１２０、投影光学系１３０及びウェハチャック３００の温度が変化しないので、熱歪がほとんど変化せず、転写精度の悪化を防止することができる。
【００６１】
次に、図６及び図７を参照して、上述の露光装置１００を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図６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。
【００６２】
図７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、露光装置１００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。本発明の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、本発明のリソグラフィー技術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。
【００６３】
以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれらに限定されずその要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。例えば、本発明は、ＥＢ露光装置やＳＲを光源とする等倍露光装置などのＥＵＶ光以外を光源とする露光装置にも適用することができる。
【００６４】
本出願は、更に以下の事項を開示する。
【００６５】
〔実施態様１〕　ＥＵＶ光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パター

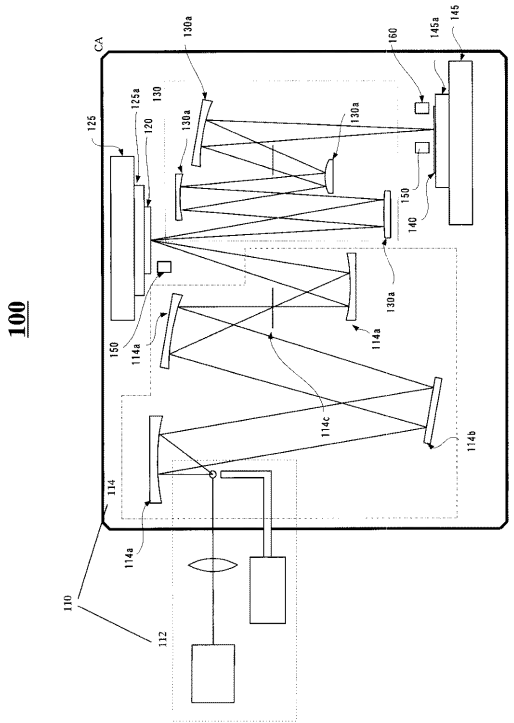
ンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体に露光する露光装置であって、
前記被処理体の露光時以外も前記ＥＵＶ光を射出する光源部と、
前記被処理体の露光時は前記ＥＵＶ光を前記被処理体まで入射させ、前記被処理体の露光時以外は前記ＥＵＶ光が前記ウェハチャックに入射することを防止する入射制御機構とを有することを特徴とする露光装置。
【００６６】
〔実施態様２〕　前記入射制御機構は、
前記ＥＵＶ光を吸収する吸収部材と、
前記投影光学系と前記被処理体との間であって前記ＥＵＶ光の光路上の位置と、前記ＥＵＶ光の光路から外れた位置とに前記吸収部材を駆動可能な駆動手段と、
前記被処理体の露光時以外に前記吸収部材が前記ＥＵＶ光を吸収するように、前記駆動手段の駆動を制御する制御部とを有することを特徴とする実施態様１記載の露光装置。
【００６７】
〔実施態様３〕　前記入射制御機構は、
前記投影光学系から導かれる前記ＥＵＶ光の光路から外れた位置に前記ウェハチャックを移動可能なステージと、
前記被処理体の露光時以外に前記ＥＵＶ光が前記ウェハチャックに入射することを防止するように、前記ステージを制御する制御部とを有することを特徴とする実施態様１記載の露光装置。
【００６８】
〔実施態様４〕　前記入射制御機構は、
前記ＥＵＶ光を吸収する吸収部材と、
前記制御部に制御され、前記被処理体の露光時以外に前記吸収部材が前記ＥＵＶ光を吸収するように、前記投影光学系と前記被処理体との間であって前記ＥＵＶ光の光路上の位置に前記吸収部材を駆動する駆動手段とを更に有することを特徴とする実施態様３記載の露光装置。
【００６９】
〔実施態様５〕　レチクルに形成されたパターンが露光される被処理体の固定に使用されるウェハチャックであって、
前記被処理体と接触すると共に、当該被処理体を吸着する突起部と
前記被処理体と非接触な凹部とを有することを特徴とするウェハチャック。
【００７０】
〔実施態様６〕　前記突起部と前記被処理体との接触率は、２０％以下であることを特徴とする実施態様５記載のウェハチャック。
【００７１】
〔実施態様７〕　ＥＵＶ光を露光光として利用し、当該露光光を投影光学系を介して実施態様５又は６記載のウェハチャックに固定された被処理体に照射して当該被処理体を露光することを特徴とする露光装置。
【００７２】
〔実施態様８〕　光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを投影光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体を露光する前の待機方法であって、
前記レチクル、前記投影光学系を構成する光学部材の少なくとも一部に前記光を入射するステップと、
前記ウェハチャックに前記光が入射することを遮断するステップとを有することを特徴とする待機方法。
【００７３】
〔実施態様９〕　前記光の経路の雰囲気は、真空下又は減圧下であることを特徴とする実施態様８記載の待機方法。

【００７４】
〔実施態様１０〕　ＥＵＶ光を用いてレチクルに形成されたパターンを照明し、当該パターンを光学部材で含む光学系を介してウェハチャックに吸着された被処理体を露光する露光方法であって、
前記レチクル及び前記光学系が含む前記光学部材の温度分布が定常状態であるかどうか判断するステップと、
前記判断ステップで前記レチクル及び前記光学部材の温度分布が定常状態でないと判断した場合に、前記ＥＵＶ光によって前記被処理体を介して前記ウェハチャックの温度が上昇することを防止するステップと、
前記レチクル及び前記光学系が含む前記光学部材の温度分布が定常状態となった時点で前記ＥＵＶ光を前記被処理体に入射させるステップとを有することを特徴とする露光方法。
【００７５】
〔実施態様１１〕　実施態様１乃至４、７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。
【００７６】
【発明の効果】
本発明によれば、露光時と非露光時において、露光装置を構成する部材の温度分布をほぼ同様とすることで、解像度を維持しつつスループットを向上させることができる露光装置を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【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】ミラーホルダーに支持されたミラーの一例を示す概略断面図である。
【図３】図１に示す露光装置が有する入射制御機構の一例を示す概略構成図である。
【図４】図３に示す入射制御機構の変形例である入射制御機構の一例を示す概略構成図である。
【図５】本発明の一側面としてのウェハチャックの例示的一形態を示す概略断面図である。
【図６】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７】図６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】

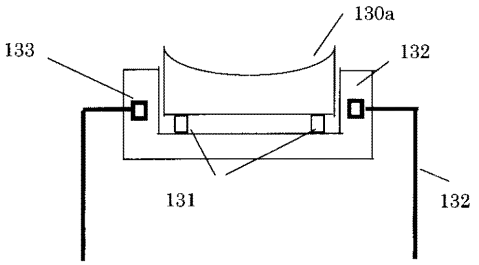
１００	露光装置
１１０	照明装置
１１２	ＥＵＶ光源部
１１４	照明光学系
１１４ａ	集光ミラー
１１４ｂ	オプティカルインテグレーター
１２０	マスク
１２５	マスクステージ
１２５ａ	レチクルチャック
１３０	投影光学系
１３０ａ	ミラー
１３１	アクチュエーター
１３２	ミラーホルダー
１３３	流路
１３４	配管
１４０	被処理体
１４５	ウェハステージ

１４５ａ	ウェハチャック
２００及び２００Ａ	入射制御機構
２１０	吸収部材
２２０及び２２０Ａ	駆動手段
２３０及び２３０Ａ	制御部
３００	ウェハチャック
３１０	突起部
３２０	凹部

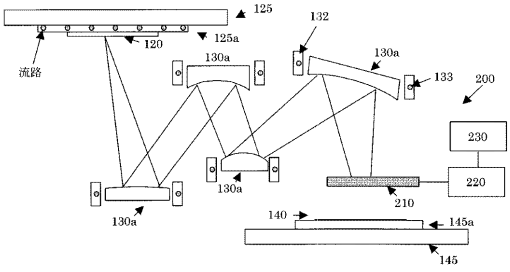
【図１】



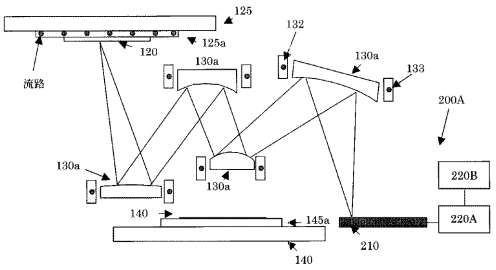
【図２】



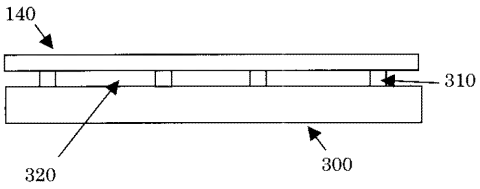
【図３】



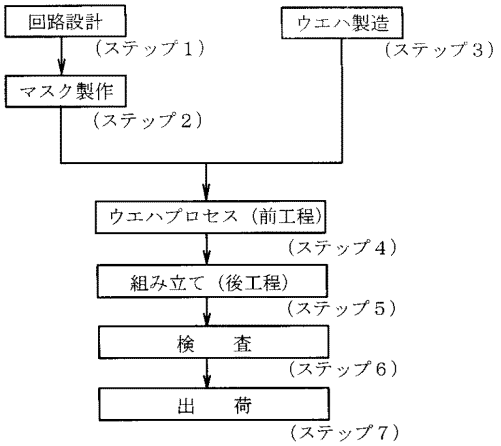
【図４】


125
125a
120
132
130a
130a
133
流路
200A
220B
220A
130a
130a
140
145a
210
140

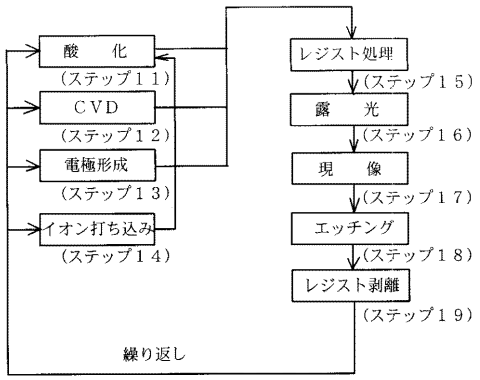
【図５】


140
310
320
300

【図６】


回路設計
（ステップ１）
ウエハ製造
（ステップ３）
マスク製作
（ステップ２）
ウエハプロセス（前工程）
（ステップ４）
組み立て（後工程）
（ステップ５）
検　査
（ステップ６）
出　荷
（ステップ７）

【図７】


酸　化
（ステップ１１）
ＣＶＤ
（ステップ１２）
電極形成
（ステップ１３）
イオン打ち込み
（ステップ１４）
レジスト処理
（ステップ１５）
露　光
（ステップ１６）
現　像
（ステップ１７）
エッチング
（ステップ１８）
レジスト剥離
（ステップ１９）
繰り返し