

(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2007-142366

(P2007-142366A)

(43) 公開日 平成19年6月7日(2007.6.7)

(51) Int. Cl.

HO 1 L 21/027 (2006,01)

F |

H01L 21/30 5C

502 D

テーマコード (参考)

5 F 046

(21) 出願番号	特願2006-219032 (P2006-219032)
(22) 出願日	平成18年8月10日 (2006. 8. 10)
(31) 優先権主張番号	特願2005-302577 (P2005-302577)
(32) 優先日	平成17年10月18日 (2005. 10. 18)
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)

(特許庁注:以下のものは登録商標)

1. テフロン

審査請求 未請求 請求項の数 10 O.L. (全 19 頁)

(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 長谷川 敬恭
東京都大田区下丸子3丁目30番2号

Fターミナル(参考) 5F046 CB01 DA12 DA27 DA30

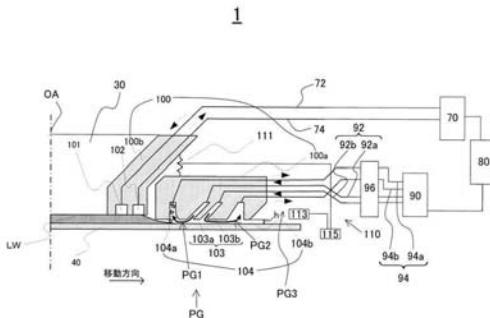
(54) 【発明の名称】露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】スループット、露光精度及び経済性に優れた露光装置を提供する。

【解決手段】レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、前記液体の広がりを抑制するために前記液体の周囲に気体を供給する2つの気体供給口を有するエアカーテン形成手段を有し、前記2つの気体供給口は、それぞれ異なる気体を供給することを特徴とする露光装置を提供する。

【選択図】図 2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、

前記液体の広がりを抑制するために前記液体の周囲に気体を供給する2つの気体供給口を有するエアカーテン形成手段を有し、

前記2つの気体供給口は、それぞれ異なる気体を供給することを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記エアカーテン形成手段は、

前記液体の周囲に第1の気体を供給する第1の気体供給口と、

前記投影光学系の光軸に関し、前記第1の気体供給口よりも内側に配置され、前記第1の気体を回収する第1の気体回収口と、

前記投影光学系の光軸に関し、前記第1の気体供給口よりも外側に配置され、前記第1の気体と異なる第2の気体を供給する第2の気体供給口と、

前記第1の気体供給口と前記第2の気体供給口との間に配置され、前記第2の気体を回収する第2の気体回収口とを有することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項 3】

レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、

前記液体の周囲に第1の気体を供給する第1の気体供給口と、

前記投影光学系の光軸に関し、前記第1の気体供給口よりも内側に配置され、前記第1の気体を回収する第1の気体回収口と、

前記投影光学系の光軸に関し、前記第1の気体供給口よりも外側に配置され、第2の気体を供給する第2の気体供給口と、

前記投影光学系の光軸に関し、前記第2の気体供給口よりも外側に配置され、前記第2の気体を回収する第2の気体回収口とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 4】

前記第1の気体は、前記第2の気体と異なることを特徴とする請求項3記載の露光装置。

。

【請求項 5】

前記第1の気体は、前記液体と同じ物質の蒸気又は前記液体が気化した蒸気の組成を有する蒸気を含み、

前記第1の気体に含まれる前記蒸気の濃度は、前記第2の気体に含まれる蒸気の濃度よりも高いことを特徴とする請求項2又は4記載の露光装置。

【請求項 6】

前記第1の気体に含まれる酸素の分圧は、前記第2の気体に含まれる酸素の分圧よりも低いことを特徴とする請求項2又は4記載の露光装置。

【請求項 7】

前記被処理体を載置するステージを更に有し、

前記第2の気体は、前記ステージが配置される空間の雰囲気と同じ組成であることを特徴とする請求項2乃至6のうちいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 8】

レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、

前記被処理体を載置するステージと、

前記液体の広がりを抑制するエアカーテン形成手段とを有し、

前記エアカーテン形成手段は、

複数の方向に配置され、前記液体の周囲に気体を供給する複数の気体供給口と、

前記ステージの移動方向に応じて、前記複数の気体供給口のうち使用すべき気体供給口を選択する制御部とを有することを特徴とする露光装置。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、前記被処理体を載置するステージと、

前記液体の広がりを抑制するエアカーテン形成手段とを有し、

前記エアカーテン形成手段は、

複数の方向に配置され、前記液体の周囲に供給された気体を回収する複数の気体回収口と、

前記ステージの移動方向に応じて、前記複数の気体回収口のうち使用すべき気体回収口を選択する制御部とを有することを特徴とする露光装置。

10

【請求項 10】

請求項 1 乃至 9 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を現像する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。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、一般には、露光装置に係り、特に、半導体デバイス用のウェハ、液晶表示素子用のガラスプレートなどの被処理体を露光する露光装置に関する。本発明は、例えば、投影光学系の最終面（最終レンズ）と被処理体との間を液体で満たし、かかる液体を介して被処理体を露光する、所謂、液浸露光装置に好適である。

20

【背景技術】**【0002】**

レチクル（又はマスク）に形成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投影露光装置は従来から使用されており、近年では、高解像度、且つ、高スループットを実現する露光装置が益々要求されている。高解像度の要求に応えるための一手段として液浸露光が注目されている。液浸露光は、投影光学系のウェハ側の媒質を液体にすることによって、投影光学系の開口数（NA）の増加を更に進めるものである。投影光学系のNAは、媒質の屈折率をnとすると、 $NA = n \cdot \sin \theta$ であるため、空気の屈折率よりも高い屈折率（ $n > 1$ ）の媒質を満たすことによって、NAをnまで大きくすることができる。その結果、プロセス定数 k_1 と光源の波長によって表される露光装置の解像度R（ $R = k_1 (\lambda / NA)$ ）を小さくすることができる。

30

【0003】

液浸露光では、投影光学系とウェハとの間に局所的に液体を充填するローカルフィル方式が提案されている（例えば、特許文献1及び2参照）。また、投影光学系とウェハとの間に供給した液体の周囲にガスを吹き付けることによってエアカーテンを形成し、液体を投影光学系とウェハとの間に封じ込めるエアカーテン方式も提案されている（例えば、特許文献3参照）。

40

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット**【特許文献2】国際公開第2004/086470号パンフレット****【特許文献3】特開2004-289126号公報****【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0004】**

しかしながら、特許文献3では、投影光学系とウェハとの間に液体を留めるエアカーテンのガス圧が弱いため、露光中にウェハが高速で移動した場合、充填された液体が周囲に飛散してしまう。液体の充填が不十分であると、液体に気泡が混入する。液体に混入した気泡は、露光光を乱反射し、露光量を減少させ、スループットを低下させる。また、液体の周囲に形成されるエアカーテンの湿度が低い場合には、液体が蒸発し、気化熱が発生す

50

る。かかる気化熱は、液体だけではなく、液体が接触する投影光学系やウェハを冷却してしまうため、それらの変形を招き、露光精度を悪化させてしまう。更に、エアカーテンを常に液体の全周に形成することは必ずしも経済的ではない。

【0005】

そこで、本発明は、スループット、露光精度及び経済性に優れた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】

【0006】

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、レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、前記液体の広がりを抑制するために前記液体の周囲に気体を供給する2つの気体供給口を有するエアカーテン形成手段を有し、前記2つの気体供給口は、それぞれ異なる気体を供給することを特徴とする。10

【0007】

本発明の別の側面としての露光装置は、レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、前記液体の周囲に第1の気体を供給する第1の気体供給口と、前記投影光学系の光軸に関し、前記第1の気体供給口よりも内側に配置され、前記第1の気体を回収する第1の気体回収口と、前記投影光学系の光軸に関し、前記第1の気体供給口よりも外側に配置され、第2の気体を供給する第2の気体供給口と、前記投影光学系の光軸に関し、前記第2の気体供給口よりも外側に配置され、前記第2の気体を回収する第2の気体回収口とを有することを特徴とする。20

【0008】

本発明の更に別の側面としての露光装置は、レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、前記被処理体を載置するステージと、前記液体の広がりを抑制するエアカーテン形成手段とを有し、前記エアカーテン形成手段は、複数の方向に配置され、前記液体の周囲に気体を供給する複数の気体供給口と、前記ステージの移動方向に応じて、前記複数の気体供給口のうち使用すべき気体供給口を選択する制御部とを有することを特徴とする。30

【0009】

本発明の更に別の側面としての露光装置は、レチクルのパターンを被処理体に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記被処理体との間に供給される液体を介して、前記被処理体を露光する露光装置であって、前記被処理体を載置するステージと、前記液体の広がりを抑制するエアカーテン形成手段とを有し、前記エアカーテン形成手段は、複数の方向に配置され、前記液体の周囲に供給された気体を回収する複数の気体回収口と、前記ステージの移動方向に応じて、前記複数の気体回収口のうち使用すべき気体回収口を選択する制御部とを有することを特徴とする。

【0010】

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を現像するステップとを有することを特徴とする。40

【0011】

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。

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、スループット、露光精度及び経済性に優れた露光装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

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1について説明する。ここで、図1は、本発明の露光装置1の構成を示す概略プロック図である。露光装置1は、投影光学系30のウェハ40側にある最終面(最終レンズ)とウェハ40との間に供給される液体LWを介して、レチクル20のパターンをウェハ40に露光する液浸露光装置である。露光装置1は、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であるが、ステップ・アンド・リピート方式やその他の露光方式を適用することもできる。

【0014】

露光装置1は、照明装置10と、レチクルステージ25と、投影光学系30と、ウェハステージ45と、測距装置50と、ステージ制御部60と、液体供給回収機構70と、液浸制御部80と、気体供給回収機構90と、ノズルユニット100とを有する。

【0015】

照明装置10は、転写用のパターン(回路パターン)が形成されたレチクル20を照明し、光源部12と、照明光学系14とを有する。

【0016】

光源部12は、本実施形態では、波長約193nmのArFエキシマレーザーを光源として使用する。但し、光源部12は、ArFエキシマレーザーに限定されず、例えば、波長約248nmのKrFエキシマレーザー、波長約157nmのF₂レーザーを光源として使用してもよい。

【0017】

照明光学系14は、レチクル20を照明する光学系であり、レンズ、ミラー、オプティカルインテグレーター、絞り等を含む。

【0018】

レチクル20は、レチクルステージ25に支持及び駆動される。レチクル20は、例えば、石英製で、その上には転写されるべき回路パターンが形成されている。レチクル20から発せられた回折光は、投影光学系30により、ウェハ40上に投影される。レチクル20とウェハ40とは、光学的に共役の関係に配置される。露光装置1は、ステップ・アンド・スキャン方式であるため、レチクル20とウェハ40を縮小倍率比の速度比で走査することにより、レチクル20のパターンをウェハ40上に転写する。

【0019】

レチクルステージ25は、定盤27に固定される。レチクルステージ25は、レチクル20を載置(支持)し、図示しない移動機構及びステージ制御部60によって移動を制御される。図示しない移動機構は、リニアモーターなどで構成され、走査方向(本実施形態では、X軸方向)にレチクルステージ25を駆動することで、レチクル20を移動させることができる。

【0020】

投影光学系30は、レチクル20のパターンをウェハ40に投影する。投影光学系30は、複数のレンズ素子のみからなる屈折光学系、複数のレンズ素子と少なくとも1枚の凹面鏡とを有する反射屈折光学系等を使用することができる。

【0021】

ウェハ40は、ウェハステージ45に支持及び駆動される。ウェハ40は、被処理体の一例であり、かかる被処理体は、ガラスプレート、その他の被処理体を広く含む。ウェハ40には、フォトレジストが塗布されている。

【0022】

ウェハステージ45は、定盤47に固定され、ウェハ40を載置(支持)する。ウェハステージ45は、ウェハ40の上下方向(鉛直方向、即ち、Z軸方向)の位置や回転方向、傾きを調整する機能を有し、ステージ制御部60によって制御される。

【0023】

ウェハステージ45には、同面板46が設けられている。同面板46は、ウェハステー

10

20

30

40

50

ジ45に載置されたウェハ40の表面とウェハ40の外側の領域とを同一面にするための板であり、ウェハ40と略同一な高さを有する。また、同面板46は、エッジショットを液浸露光する際に、ウェハ40の外側の領域に液膜を形成する（即ち、液体LWを保持する）ことを可能にする。

【0024】

測距装置50は、参照ミラー52及び54、及び、レーザー干渉計56及び58を用いて、レチクルステージ25及びウェハステージ45の2次元的な位置をリアルタイムに測定する。測距装置50は、測距結果をステージ制御部60に伝達する。

【0025】

ステージ制御部60は、レチクルステージ25及びウェハステージ45の駆動を制御する。ステージ制御部60は、測距装置50の測距結果に基づいて、位置決めや同期制御のために、レチクルステージ25及びウェハステージ45を一定の速度比率で駆動する。また、ステージ制御部60は、例えば、露光時において、ウェハ40の表面が投影光学系30の焦点面（結像面）に高精度に合致するように、ウェハステージ45を制御する。

【0026】

液体供給回収機構70は、液体供給配管72を介して投影光学系30とウェハ40との間に液体LWを供給し、液体回収配管74を介して投影光学系30とウェハ40との間に供給した液体LWを回収する。液体LWは、露光光の吸収が少ない液体から選択され、更に、石英や萤石などから製造される屈折系光学素子と同程度の屈折率を有することが好ましい。液体LWは、例えば、純水、機能水、フッ化液（例えば、フルオロカーボン）などを使用する。

【0027】

液体LWは、予め、図示しない脱気装置を用いて、十分に溶存ガスを取り除いておくことが好ましい。これにより、気泡の発生を抑制し、また、気泡が発生しても即座に液体中に吸収できるからである。例えば、空気中に多く含まれる窒素及び酸素を対象とし、液体LWに溶存可能なガス量の80%以上を除去すれば、十分に気泡の発生を抑制することができる。図示しない脱気装置を液体供給回収機構70（露光装置1）に備えて、常に溶存ガスを取り除きながら液体LWを供給してもよい。脱気装置としては、例えば、ガス透過性の膜を隔てて、一方に液体LWを流し、他方を真空にして液体中の溶存ガスをその膜を介して真空中に追い出す真空脱気装置が好適である。また、液体供給回収機構70は、一般的に、液体LWを貯蔵するタンク、液体LWを精製する精製装置、液体LWを送り出す圧送装置、液体LWの流量や温度などを制御する制御装置、液体LWを吸い取る吸引装置などを備えている。

【0028】

液体供給配管72は、図2に示すように、投影光学系30の最終面（最終レンズ）の周囲に配置され、ノズルユニット100に形成された液体供給口101に接続する。これにより、液体供給配管72は、投影光学系30とウェハ40との間に液体LWを供給し、液体LWの液膜を形成する。なお、投影光学系30とウェハ40との間の間隔は、液体LWの液膜を安定して形成できる程度であることが好ましく、例えば、1.0mmとするといい。

【0029】

液体供給配管72は、液体LWを汚染しないように、溶出物質が少ないテフロン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂などで構成されることが好ましい。なお、液体LWとして純水以外の液体を用いる場合、液体供給配管72は、液体LWに対して耐性を有し、且つ、溶出物質が少ない材料で構成される。

【0030】

液体回収配管74は、液体供給配管72の周囲に配置され、ノズルユニット100に形成された液体回収口102に接続する。液体回収配管74は、液体供給配管72と同様に、液体LWを汚染しないように、液体LWに耐性を有し、且つ、溶出物質が少ない材料で構成されることが好ましい。

10

20

30

40

50

【0031】

液浸制御部80は、ウェハステージ45の現在位置、速度、加速度、目標位置及び移動方向などの情報をステージ制御部60から取得し、かかる情報に基づいて、液体供給回収機構70を制御する。具体的には、液浸制御部80は、液体LWの供給及び回収の切り替え、停止、液体LWの供給量及び回収量（流量）を制御する。

【0032】

气体供給回収機構（エアカーテン形成手段）90は、气体供給配管92を介して投影光学系30とウェハ40との間に供給された液体LWの周囲に气体PGを供給し（吹き付け）、气体回収配管94を介して供給した气体PGを回収する。換言すれば、气体供給回収機構90は、液体LWの周囲に气体PGを供給する（吹き付ける）ことによって、液体LWの広がりを抑制する（即ち、液体LWを閉じ込める）エアカーテンを形成する。また、エアカーテンは、液体LWと外部の環境との接触を抑制する。なお、气体供給回収機構90は、本実施形態では、後述する气体調整装置96と共同し、エアカーテンを形成するための气体PGとして、2種類の異なる气体（即ち、第1の气体PG1及び第2の气体PG2）を供給する。但し、本発明は、气体供給回収機構90が气体調整装置96を介さずに、2種類の異なる气体を供給することを排除するものではない。

10

【0033】

气体供給配管92は、各種樹脂やステンレスなどの金属で構成され、図2に示すように、ノズルユニット100に形成された气体供給口103に接続する。气体供給配管92は、本実施形態では、2つの气体供給配管92a及び92bで構成され、气体供給配管92aは第1の气体供給口103aに接続し、气体供給配管92bは第2の气体供給口103bに接続する。气体供給配管92aは、第1の气体供給口103aを介して、第1の气体PG1を供給し、气体供給配管92bは、第2の气体供給口103bを介して、第2の气体PG2を供給する。

20

【0034】

气体回収配管94は、气体供給配管92と同様に、各種樹脂やステンレスなどの金属で構成され、ノズルユニット100に形成された气体回収口104に接続する。气体回収配管94は、本実施形態では、2つの气体回収配管94a及び94bで構成され、气体回収配管94aは第1の气体回収口104aに接続し、气体回収配管94bは第2の气体回収口104bに接続する。气体回収配管94aは、第1の气体回収口104aを介して、第1の气体PG2を回収し、气体回収配管94bは、第2の气体回収口104bを介して、第2の气体PG2を回収する。

30

【0035】

气体調整装置96は、气体PGの温度及び湿度（气体PGに含まれる液体LWの濃度）を調整する機能を有し、2種類の異なる气体（第1の气体PG1及び第2の气体PG2）を生成する。气体調整装置96は、第1の气体PG1を气体供給配管92a（第1の气体供給口103a）に提供し、第1の气体PG1とは異なる第2の气体PG2を气体供給配管92b（第2の气体供給口103b）に提供する。ここで、2種類の異なる气体とは、例えば、互いに湿度が異なる空気である。この場合、气体調整装置96は、例えば、第1の气体PG1の湿度が第2の气体PGの湿度よりも高くなるように調整する。また、2種類の異なる气体は、空気と不活性ガスなどの組み合わせであってもよい。例えば、第1の气体PG1には、窒素、ヘリウム、ネオン、アルゴンなどの不活性ガス又は水素に液体LWの蒸気を混入させたガスを使用し、第2の气体PG2には空気を使用する。第1の气体PG1は、後述するように、液体LWと接触するため、酸素分圧の少ない不活性ガスを使用することで、露光光の透過率を減少させる酸素を液体LWから遮断することができる。また、不活性ガスは、液体LWに溶解しても液体LWの屈折率の変化が少ないため、転写性能の劣化が少ない。なお、气体調整装置96は、図示しない湿度（濃度）計測部と、図示しない温度計測部とを有する。湿度計測部は、气体PGの湿度（气体PGに含まれる液体LWと同じ物質の蒸気又は液体LWが気化した蒸気と同じ組成を有する蒸気の濃度）を計測する。温度計測部は、气体PGの温度を計測する。

40

50

【0036】

本実施形態では、図2に示すように、第1の気体供給口103aから供給される第1の気体PG1と第2の気体供給口103bから供給される第2の気体PG2によって、2重(2つ)のエアカーテンが形成される。第2の気体PG2によって形成されるエアカーテンは、投影光学系30の光軸OAに関し、第1の気体PG1によって形成されるエアカーテンよりも外側に形成される。なお、本出願では、「外側」とは、投影光学系30の光軸OAに近づく側(即ち、光軸OA側)、「内側」とは、投影光学系30の光軸OAから遠ざかる側と定義する。

【0037】

第1の気体PG1は、液体LWの周囲にエアカーテンを形成し、液体LWと接触する。従って、第1の気体PG1の湿度が低い場合、液体LWが蒸発し、気化熱が発生する。気化熱は、液体LWの温度を低下させるだけではなく、投影光学系30(の最終レンズ)やウェハ40(の表面)の温度も低下させてしまう。これにより、投影光学系30の最終レンズやウェハ40の表面が変形し、収差の発生や焦点(結像)位置の変化などによって露光精度が悪化してしまう。そこで、気体調整装置96は、本実施形態では、第1の気体PG1の湿度が第2の気体PGの湿度よりも高くなるように調整する。具体的には、気体調整装置96は、液体LWと同じ物質の蒸気又は液体LWが気化した蒸気と同じ組成を有する蒸気を第1の気体PG1に混入させる。このように、第1の気体PG1の湿度を第2の気体PG2の湿度よりも高くすることによって、液体LWの蒸発を抑制することができる。

10

20

【0038】

なお、第2の気体PG2によるエアカーテンを形成せずに、第1の気体PG1によるエアカーテンのみを形成することも考えられる。但し、第2の気体PG2によるエアカーテンを形成することによって、3つの効果を得ることができる。

【0039】

第1の効果として、第2の気体PG2によるエアカーテンを形成することによって、第1の気体PG1によるエアカーテンの形成が補助される(整流効果)。第1の気体PG1によるエアカーテンのみを形成した(即ち、第1の気体PG1のみを供給した)場合、第1の気体PG1の一部が第1の気体供給口102aから外側に抜けてしまうため、液体LWを留めるエアカーテンのガス圧が弱くなってしまう。その結果、露光中にウェハ40が高速で移動すると、投影光学系30とウェハ40との間に供給(充填)された液体LWが周囲に飛散してしまう。また、特許文献3のように、2つの気体供給口を配置しても、気体を回収する回収口が1つであると、2つの気体供給口から供給される気体の流路が定まらず、効率的ではない。そこで、本実施形態では、第2の気体PG2によるエアカーテンを形成することによって、第1の気体PG1が第1の気体供給口102aから外側に抜けることを抑制し、第1の気体PG1によるエアカーテンを強固にしている。具体的には、図2に示すように、光軸OAから投影光学系30の最終レンズの径方向(内側から外側)に向かって、第1の気体回収口104a、第1の気体供給口103a、第2の気体供給口103b、第2の気体回収口104bの順に配置している。これにより、投影光学系30の光軸OAに関し、第1の気体PG1が外側から内側に流動するのに対して、第2の気体PG2は内側から外側に流動するため、整流効果を得ることができる。なお、第1の気体回収口104a、第1の気体供給口103a、第2の気体供給口103b及び第2の気体回収口104bの配置については、後で詳細に説明する。

30

40

【0040】

第2の効果として、第2の気体PG2によるエアカーテンを形成することによって、露光装置1のチャンバ内の湿度を低く維持することができる(湿度維持効果)。湿度の高い第1の気体PG1が後述する凸部100aの外側に流出すると、ウェハステージ45と同じ空間に配置されている機械部品や電気部品を腐食させてしまうおそれがある。また、ウェハステージ45が配置される空間の雰囲気の濃度分布が不均一となり、レーザー干渉計56及び58などを用いる測距装置50の測定誤差を大きくしてしまうおそれがある。そ

50

ここで、本実施形態の露光装置1は、第2の気体PG2によるエアカーテンによって第1の気体PG1を覆い、湿度の高い第1の気体PG1が凸部100aの外側に流出しないようにしている。この場合、第2の気体PG2は、ウェハステージ45が配置される空間の雰囲気(気体)PG3と同程度の湿度又は組成に調整されることが好ましい。

【0041】

第3の効果として、第2の気体PG2によるエアカーテンを形成することによって、露光装置1(ウェハステージ45が配置される空間)を囲うチャンバとして、簡易的なチャンバを使用することが可能となる。第2の気体PG2の成分比率及びウェハステージ45が配置される空間の雰囲気(気体)PG3が露光装置1の配置されるクリーンルームの雰囲気PG4の成分比率と異なる場合、露光装置1を囲うチャンバを強固なチャンバにする必要がある。ここで、強固なチャンバとは、チャンバの内外で気体の行き来が非常に少ないチャンバである。また、強固なチャンバを使用した場合、チャンバ内に配置された空調用ファンや駆動機構から発生する音の反射も大きくなるため、レーザー干渉計56及び58などを用いる測距装置50の測定誤差を大きくしてしまうおそれがある。

【0042】

但し、第2の気体PG2の成分比率が、ウェハステージ45が配置される空間の雰囲気PG3の成分比率及び露光装置1が配置されるクリーンルームの雰囲気PG4の成分比率とほぼ同じであれば、簡易的なチャンバを使用することが可能となる。これにより、強固なチャンバを使用した場合と比較して、コストダウンを図ることができる。そこで、本実施形態では、ウェハステージ45が配置される空間の雰囲気PG3の成分比率及び露光装置1が配置されるクリーンルームの雰囲気PG4の成分比率とほぼ同じ成分比率を有する第2の気体PG2を用いてエアカーテンを形成する。なお、液体LWに純水を使用する場合、露光装置1が配置されるクリーンルームの雰囲気の湿度は40%程度に制御されるため、第2の気体PG2の湿度は40%程度であることが好ましい。

【0043】

第1の効果(整流効果)を得るためにには、第1の気体PG1の流動方向と第2の気体PG2の流動方向とが異なる必要がある。一方、第2の効果(湿度維持効果)を得るためにには、2重のエアカーテンが形成されていればよく、第1の気体PG1及び第2の気体PG2の流動方向は問わない。

【0044】

また、気体供給口103の内部における蒸気の混入量を飽和蒸気圧とすると、気体供給口103の外部に気体PGが噴出する際の圧力低下と温度低下によって、ウェハ40の表面に結露が発生する。ウェハ40の表面に発生した結露は蒸発する際に気化熱を生じるため、ウェハ40の温度低下によってウェハ40が歪み、露光精度が悪化してしまう。従って、結露の発生を抑制するために、気体供給口103の内部における気体PGの湿度を気体供給口103の外部の気体の湿度以下にすることが好ましい。

【0045】

また、気体供給口103から気体PGを供給する場合、気体供給口103の内側と外側では、その流路の圧力損失によって、気体供給口103の外側の圧力に対して気体供給口103の内側の圧力が高くなる。更に、気体供給口103から気体PGが噴出した際の断熱膨張によって温度も低下する。従って、ウェハ40の温度を所定の温度に制御する場合には、かかる所定の温度よりも若干高い温度の気体PGを供給することが好ましい。

【0046】

気体PGの湿度を高く調整した場合や、ノズルユニット100(凸部100a)の外側に気体PGが漏れ出す量が多い場合には、ウェハステージ45が配置される空間の雰囲気の濃度が不均一になってしまふ。その結果、測距装置50の測定誤差が大きくなり、露光精度が悪化してしまう。従って、気体供給口103から供給する気体PGの供給量を気体回収口104から回収する気体PGの回収量以下にして、湿度を高くした気体PGが凸部100aの外側に漏れ出すことを抑えることが好ましい。これにより、ウェハステージ45が配置される空間の雰囲気の濃度を均一に維持することができ、測距装置50の測定誤

10

20

30

40

50

差を低減することができる。

【0047】

ノズルユニット100は、本実施形態では、気体供給口103及び気体回収口104が形成された凸部100aと、液体供給口101及び液体回収口102が形成された主部100bとで構成される。液体供給口101、液体回収口102、気体供給口103及び気体回収口104は、図3に示すように、それぞれ2つの同心円で挟まれた形状を有する開口であり、スポンジなどの多孔質部材を嵌め込んで形成されてもよいし、空洞でもよい。なお、液体供給口101、液体回収口102、気体供給口103及び気体回収口104は、2つの同心円で挟まれた形状だけではなく、2つの相似の多角形で挟まれた形状、その他の形状であってもよい。ここで、図3は、ノズルユニット100の概略底面図である。

10

【0048】

液体供給口101、液体回収口102、気体供給口103（第1の気体供給口103a及び第2の気体供給口103b）、気体回収口104（第1の気体回収口104a及び第2の気体回収口104b）の配置（位置関係）について詳しく説明する。

【0049】

液体供給口101は、液体供給配管72に接続して液体LWを供給するための開口であるため、液体供給口101、液体回収口102、気体供給口103及び気体回収口104の中で投影光学系30に最も近接して配置される。液体回収口102は、液体回収配管74に接続し、供給した液体LWを回収するための開口であるため、液体供給口101の近傍外側に配置される。液体供給口101及び液体回収口102は、本実施形態では、同心円状に形成されているが、断続的に形成されてもよい。

20

【0050】

液体回収口102は、液体LWと一緒に液体回収口102の周辺の気体を吸い込む。液体回収口102から吸い込まれる流体の量は、液体供給口101から供給される液体の供給量に対して非常に多い。ノズルユニット100の凸部100aと主部100bとが不図示の気密性の高い蛇腹部材で接続されている場合、液体回収口102の周辺の気圧が凸部100aの外側の空間の気圧に対して負圧となる。従って、凸部100aとウェハ40との間の空間を介して、液体LWに吹き付けられる気体PGの流速が数十m/sを超えるために、液体LWの界面が不安定になり、気泡が発生しやすくなる。

30

【0051】

そこで、不図示の蛇腹部材に不図示の気体供給回収配管を接続し、気体供給回収配管内部の圧力が所定の圧力になるように気体を供給及び回収することで、液体回収口102と凸部100aとの間の空間が負圧になるのを抑制することができる。また、主部100bと別体で構成される凸部100aとの間の隙間とノズルユニット100の外部の空間とを接続することでも、液体回収口102の近傍の気圧が負圧にならないようにすることができる。

【0052】

一方、気体供給口103は、気体供給配管92に接続して第1の気体PG1及び第2の気体PG2を供給するための開口である。気体供給口103は、エアカーテンを形成する第1の気体PG1及び第2の気体PG2を供給するため、本実施形態では、凸部100aに形成される。気体回収口104は、供給した第1の気体PG1及び第2の気体PG2を回収するための開口であり、気体回収配管94に接続する。従って、気体回収口104は、気体供給口103の近傍に配置される。

40

【0053】

また、ウェハステージ45が高速で移動する場合や液体LWの接する面の接触角が低い場合には、液体LWが引きずられ、液体LWの伸びだす量が増える。第1の気体供給口103aから供給される第1の気体PG1は、伸びだした液体LWを抑え、伸びだした液体LWは、供給された第1の気体PG1と一緒に第1の気体回収口104aで回収される。この際、第1の気体回収口104aは空気と液体を同時に吸い込むため、振動を発生させてしまう。そこで、本実施形態では、第1の気体回収口104a（第2の気体回収口10

50

4 b を含む) が形成された凸部 100 a を、ノズルユニット 100 の主部 100 b と別体で構成している。

【0054】

第 1 の気体供給口 103 a は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、液体供給口 101 よりも外側に形成(配置)され、液体 LW の周囲に第 1 の気体 PG 1 を供給する。第 2 の気体供給口 103 b は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、第 1 の気体供給口 103 a よりも外側に形成(配置)され、第 1 の気体 PG 1 と隣接するように第 2 の気体 PG 2 を供給する。第 1 の気体回収口 104 a は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、第 1 の気体供給口 103 a よりも内側、且つ、液体供給口 101 と第 1 の気体供給口 102 a との間に形成(配置)される。第 1 の気体回収口 104 a は、少なくとも第 1 の気体供給口 103 a から供給される第 1 の気体 PG 1 を回収する。第 2 の気体回収口 104 b は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、第 2 の気体供給口 103 b よりも外側に形成され、少なくとも気体 PG 2 を回収する。

10

【0055】

液体 LW の周囲に 2 重のエアカーテンを形成するために、第 1 の気体供給口 102 a 及び第 2 の気体供給口 102 b から第 1 の気体 PG 1 及び第 2 の気体 PG 2 を供給すると、第 1 の気体 PG 1 及び第 2 の気体 PG 2 の供給量や電力消費量が多くなる。一方、本発明者は、ウェハ 40 が移動する方向に応じて液体 LW も移動し、液体 LW が常に全ての方位に広がるわけではないことを発見した。そこで、本実施形態では、図 3 に示すように、気体供給口 103 及び気体回収口 104 をそれぞれ 4 分割し、液体 LW が広がる方向に応じて使用(駆動)する気体供給口 102 及び気体回収口 104 を選択してエアカーテンを形成している。これにより、露光装置 1 の経済性を向上させることができる。

20

【0056】

ここで、図 3 及び図 4 を参照して、気体供給口 103 (第 1 の気体供給口 103 a 及び第 2 の気体供給口 103 b) 及び気体回収口 104 (第 1 の気体回収口 104 a 及び第 2 の気体回収口 104 b) の選択について説明する。

20

【0057】

図 3 及び図 4 を参照するに、第 1 の気体供給口 103 a は、バルブ V1、V2 及び V3 によって使用する気体回収口を切り替えることができる第 1 の気体供給口 103 a₁ 乃至 103 a₄ から構成される。第 2 の気体供給口 103 b は、バルブ V4、V5 及び V6 によって使用する気体回収口を切り替えることができる第 2 の気体供給口 103 b₁ 乃至 103 b₄ から構成される。第 1 の気体回収口 104 a は、バルブ V7、V8 及び V9 によって使用する気体回収口を切り替えることができる第 1 の気体回収口 104 a₁ 乃至 104 a₄ から構成される。第 2 の気体回収口 104 b は、バルブ V10、V11 及び V12 によって使用する気体回収口を切り替えることができる第 2 の気体回収口 104 b₁ 乃至 104 b₄ から構成される。このように、第 1 の気体供給口 103 a、第 2 の気体供給口 103 b、第 1 の気体回収口 104 a 及び第 2 の気体回収口 104 b は、本実施形態では、4 つに分割されているが、更に細かく分割してもよい。なお、バルブ V1 乃至 V12 は、切替制御部 120 によって制御される。ここで、図 4 は、液体 LW の広がりに応じた気体供給口 103 及び気体回収口 104 の選択を説明するための図であって、気体供給口 103、気体回収口 104、バルブ V1 乃至 V12 及び切替制御部 120 の構成を示す概略プロック図である。

30

【0058】

切替制御部 120 は、第 1 の気体 PG 1 及び第 2 の気体 PG 2 の消費量を抑えるために、各バルブ V1 乃至 V12 の動作をウェハステージ 45 (即ち、ウェハ 40) の移動方向に応じて制御する(切り替える)。換言すれば、切替制御部 120 は、ウェハステージ 45 の移動方向に基づいて、複数の気体回収口及び気体回収口のうち使用すべき気体供給口及び気体回収口を選択する。図 3 を参照するに、+x 方向にウェハ 40 が移動する場合、液体 LW はウェハ 40 の移動に引きずられて +x 方向に伸びだす。この場合、第 1 の気体供給口 103 a₂ 及び第 2 の気体供給口 103 b₂ から第 1 の気体 PG 1 及び第 2 の気体

40

50

PG2を供給し、第1の気体回収口104a₂及び第2の気体回収口104b₂から第1の気体PG1及び第2の気体PG2を回収する。これにより、気体PGの消費量を抑えながら液体LWの伸びだしを抑制することができる。

【0059】

+x方向にウェハ40が移動する場合、ウェハ40の移動方向の液体LWを規制する必要がある。そこで、第1の気体供給口103a₄、第2の気体供給口103b₄、第1の気体回収口104a₄及び第2の気体回収口104b₄の供給及び回収を停止させる。そして、それ以外の気体供給口及び気体回収口からの気体PGを供給及び回収することで、第1の気体PG1及び第2の気体PG2の消費量を抑えながら液体LWの伸びだしを抑制してもよい。なお、第1の気体PG1及び第2の気体PG2の消費量を抑えるだけであれば、気体供給口だけを切り替え、気体回収口を切り替えなくてもよい。

10

20

30

40

【0060】

液体LWは、上述したように、様々なものを使用することができ、例えば、純水よりも更に高い屈折率を有する材料、例えば、有機系又は無機系の物質を使用してもよい。但し、蒸発した物質によって露光装置1の内外の雰囲気が汚染され、露光装置1の内部で使用される光学部品の曇りや装置を構成する部品に腐食が生じることが懸念される。本実施形態では、第1の気体供給口103a及び第2の気体供給口103bと第1の気体回収口104a及び第2の気体回収口104bによって、液体LWの界面の変形や蒸発した液体LWの凸部100aへの拡散を抑制している。この場合、第1の気体供給管92aから供給する第1の気体PG1には酸素分圧の低い窒素、ヘリウムなどの不活性ガスを使用する。更に、第1の気体PG1は、液体LWと同じ物質の蒸気又は液体LWが気化した蒸気の組成を有する蒸気を含ませて供給することが好ましい。第2の気体供給口92bから供給する第2の気体PG2は、ウェハステージ45が配置される空間の雰囲気(気体)PG3とほぼ同じ成分比率の雰囲気、例えば、湿度40%の空気であることが好ましい。

20

【0061】

このように、第1の気体PG1に酸素分圧の低い不活性ガスを使用する、即ち、第1の気体PG1に含まれる酸素の分圧を第2の気体PG2に含まれる酸素の分圧よりも低くすることで、露光光の透過率を減少させる酸素を液体LWから遮断することができる。また、第1の気体PG1及び第2のPG2の湿度を調整することで、液体LWの蒸発を抑制することができる。また、ウェハステージ45が配置される空間の雰囲気の濃度が不均一になるのを抑え、測距装置50の測定誤差を抑えることができる。

30

40

【0062】

なお、凸部100aは、投影光学系30の最終面よりもウェハ方向に突出し、上述したように、ノズルユニット100の主部100bと別体として構成される。凸部100aは、投影光学系30とウェハ40との間隔よりも小さい間隔を形成する。これにより、凸部100aは、液体LWの移動を制限し、エアカーテンによる液体LWの閉じ込め効果を向上させることができる。投影光学系30の最終面とウェハ40との隙間は1mm程度であるが、凸部100aとそれに対応するウェハ40又は同面板46との距離hは0.4mm程度である。エアカーテン(気体PG)を吹き付ける力が大き過ぎると、投影光学系30とウェハ40との間に供給された液体LWが飛散する可能性があるため、気体PGを吹き付ける力の上限は制限される。但し、かかる上限では1mmの隙間に液体LWを留めておくには不十分である。そこで、本実施形態では、凸部100aとウェハ40又は同面板46との距離hによって、投影光学系30とウェハ40との間の間隔を実質的に1mmよりも小さくし、気体PGの吹き付け力の低下を抑制している。これにより、エアカーテンによる液体LWの閉じ込め機能が確保されるため、高屈折率を有する有機系又は無機系の材料を液体LWとして使用したとしても、液体LWが蒸発して露光装置1の内外の雰囲気を汚染することを抑制することができる。

40

【0063】

しかしながら、距離hが小さすぎると、停電、地震、振動などが生じた場合に、凸部100aとウェハ40とが接触するおそれがある。そこで、露光装置1は、凸部100aと

50

ウェハ40との距離hを調整する調整機構110を有している。調整機構110は、凸部100aとウェハ40との接触を抑制することを目的として、凸部100aを移動させる。調整機構110は、図2に示すように、駆動部111と、計測部113と、制御部115とを有する。

【0064】

駆動部111は、凸部100aを移動する機能を有し、本実施形態では、不図示の伸縮可能な蛇腹部材で構成される。駆動部111は、凸部100aをノズルユニット100に移動可能に接続する。駆動部111は、図示しない駆動装置と共同して、凸部100aを上下方向に移動させる。この場合、凸部100aが移動する位置は、凸部100aに形成される図示しないストップによって規制してもよい。また、液体LWは、ウェハWを一度に長い距離移動させる、例えば、アライメントの際に、投影光学系30とウェハ40との間から漏れやすくなる。従って、アライメントの際には、凸部100aとウェハ40との距離hを短くする必要がある。勿論、アライメント以外でも、凸部100aとウェハ40との距離hを短くしてもよい。

10

【0065】

計測部113は、投影光学系30（の最終レンズ）とウェハ40との間隔（距離）を計測する測距センサであり、例えば、ノズルユニット100又はウェハステージ45に配置される。計測部113は、計測結果を制御部115に伝達する。

20

【0066】

制御部115は、計測部113の計測結果に基づいて、駆動部111（図示しない駆動装置）を制御する。これにより、凸部100aとウェハ40との距離hを最適な距離に制御することができる。

20

【0067】

以上説明したように、露光装置1は、第2の気体PG2によるエアカーテンによって第1の気体PG1によるエアカーテンを補助し（2重のエアカーテンによる整流効果を実現し）、第1の気体PG1によるエアカーテンを強固に形成することができる。これにより、投影光学系30とウェハ40との間に安定して液体LWを留めることができ、優れた露光精度を実現することができる。また、露光装置1は、2重のエアカーテンによって気化熱の発生を抑制し、高品位な露光を確保している。更に、露光装置1は、エアカーテンの形成が必要な場所にのみ気体を供給及び回収することによって経済性を向上させることができる。

30

【0068】

以下、図5を参照して、露光装置1の変形例である露光装置1Aについて説明する。露光装置1Aは、露光装置1と同様であるが、ノズルユニット100Aの構成が異なる。ここで、図5は、露光装置1Aを説明するための図であって、露光装置1Aの投影光学系30とウェハ40近傍を示す拡大断面図である。

30

【0069】

ノズルユニット100Aには、ノズルユニット100と同様に、液体供給口101、液体回収口102、気体供給口103A及び気体回収口104Aが形成されている。気体供給口103A及び気体回収口104Aは、実質的に、気体供給口102及び気体回収口104と同様の機能を有する。ノズルユニット100Aは、第2の気体供給口103Abと第2の気体回収口104Abとの位置を交換した点でノズルユニット100と異なる。但し、露光装置1Aは、ノズルユニット100Aを使用しながらも、露光装置1と同様な効果を得ることができる。

40

【0070】

気体供給口102Aは、気体供給配管92に接続し、第1の気体PG1及び第2の気体PG2を供給するための開口である。換言すれば、気体供給口102Aはエアカーテンを形成するための開口であり、本実施形態では、ノズルユニット100Aの凸部100Aaに形成される。

【0071】

50

気体回収口 104A は、供給した気体 PG を回収するための開口であり、気体回収配管 94 に接続する。従って、気体回収口 104A は、気体供給口 102A の近傍に配置される。気体回収口 104A は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、気体供給口 102A よりも内側に形成される。これにより、気体 PG の流動方向は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、外側から内側に向かうことになる。

【0072】

上述したように、ウェハステージ 45 を高速で移動させる場合や液体 LW の接する面の接触角が低い場合には、液体 LW が引きずられ伸びだす量が増える。第 1 の気体供給口 103Aa から供給される第 1 の気体 PG 1 は、伸びだした液体 LW を抑え、伸びだした液体 LW は、供給された第 1 の気体 PG 1 と一緒に第 1 の気体回収口 104Aa で回収される。この際、第 1 の気体回収口 104Aa は空気と液体を同時に吸い込むため、振動を発生させてしまう。そこで、本実施形態では、第 1 の気体回収口 104Aa (第 2 の気体回収口 104Ab を含む) が形成された凸部 100Aa を、ノズルユニット 100A の主部 100Ab と別体で構成している。なお、気体供給口 103A は、第 1 の気体供給口 103Aa と、第 2 の気体供給口 103Ab とで構成され、気体回収口 104A は、第 1 の気体回収口 104Aa と、第 2 の気体回収口 104Ab とで構成される。

【0073】

第 1 の気体供給口 103Aa は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、液体供給口 101 よりも外側に形成 (配置) され、液体 LW の周囲に第 1 の気体 PG 1 を供給する。第 2 の気体供給口 103Ab は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、第 1 の気体供給口 103Aa よりも外側に形成 (配置) され、第 1 の気体 PG 1 と隣接するように第 2 の気体 PG 2 を供給する。第 1 の気体回収口 104Aa は、投影光学系 30 の光軸 OA に関し、第 1 の気体供給口 103Aa よりも内側、且つ、液体供給口 101 と第 1 の気体供給口 103Aa との間に形成 (配置) される。第 1 の気体回収口 104Aa は、少なくとも第 1 の気体供給口 103Aa から供給される第 1 の気体 PG 1 を回収する。第 2 の気体回収口 104Ab は、第 1 の気体供給口 103Aa と第 2 の気体供給口 103Ab との間に形成 (配置) され、少なくとも第 2 の気体供給口 103Ab から供給される第 2 の気体 PG 2 を回収する。かかる気体供給口 103A 及び気体回収口 104A の配置は、上述した整流効果が減少するが、湿度維持効果を得ることができる。

【0074】

第 1 の気体供給口 103Aa 、第 2 の気体供給口 103Ab 、第 1 気体回収口 104Aa 及び第 2 気体回収口 104Ab は、スポンジなどの多孔質部材を嵌め込んで形成してもよいし、スリット状の開口であってもよい。また、上述したように、経済性を向上させるため、エアカーテンの形成が必要な場所にのみ気体を供給及び回収してもよい。

【0075】

以上説明したように、露光装置 1A は、2 重のエアカーテンによって気化熱の発生を抑制し、高品位な露光を実現することができる。更に、露光装置 1A は、エアカーテンの形成が必要な場所にのみ気体を供給及び回収することによって経済性を向上させることができる。

【0076】

露光において、光源部 12 から発せられた光束は、照明光学系 14 を介してレチクル 20 を一照明する。レチクル 20 を通過してレチクルパターンを反映する光は、投影光学系 30 及び液体 LW を介してウェハ 40 に結像される。露光装置 1 又は 1A は、2 重のエアカーテンによって気化熱等を発生させることなく、投影光学系 30 とウェハ 40 との間に液体 LW を安定して留めることができるために、高品位な露光 (高解像度) を実現することができる。また、露光装置 1 又は 1A は、エアカーテンの形成が必要な場所にのみ気体を供給することで、経済性の向上も図ることができる。

【0077】

次に、図 6 及び図 7 を参照して、露光装置 1 又は 1A 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)

10

20

30

40

50

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(レチクル製作)では、設計した回路パターンを形成したレチクルを製作する。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、レチクルとウェハを用いて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、これが出荷(ステップ7)される。

【0078】

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1又は1Aによってレチクル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の回路パターンが形成される。かかる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、露光装置1又は1A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。

【0079】

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

【図面の簡単な説明】

【0080】

【図1】本発明の一側面としての露光装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図2】図1に示す露光装置の投影光学系とウェハ近傍を示す拡大断面図である。

【図3】図1に示す露光装置のノズルユニットの構成を示す概略底面図である。

【図4】図1に示す露光装置の気体供給口、気体回収口、バルブ及び切替制御部の構成を示す概略ブロック図である。

【図5】図1に示す露光装置の変形例である露光装置の投影光学系とウェハ近傍を示す拡大断面図である。

【図6】デバイス(IGC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】

【0081】

1	露光装置
3 0	投影光学系
4 0	ウェハ
9 0	気体供給回収機構
9 2	気体供給配管
9 4	気体回収配管
9 6	気体調整装置
1 0 0	ノズルユニット
1 0 0 a	凸部

10

20

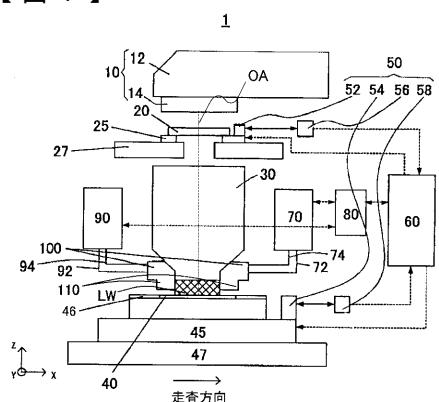
30

40

50

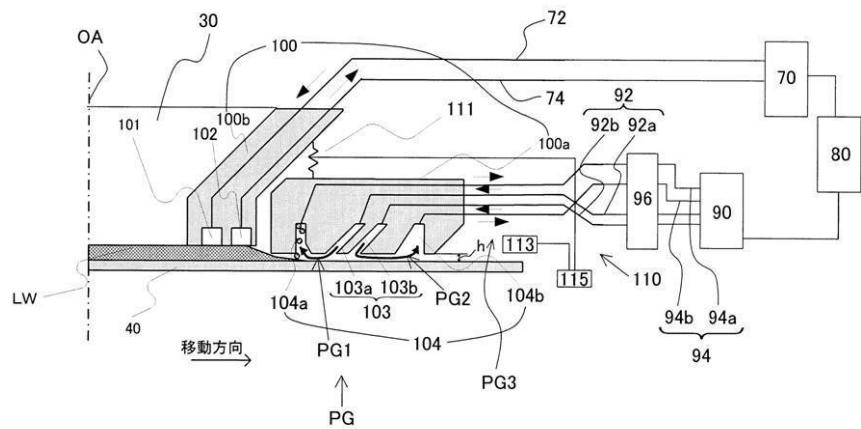
1 0 3	ガス供給口	
1 0 3 a	第1のガス供給口	
1 0 3 b	第2のガス供給口	
1 0 4	ガス回収口	
1 0 4 a	第1のガス回収口	
1 0 4 b	第2のガス回収口	
1 A	露光装置	
1 0 0 A	ノズルユニット	
1 0 0 A a	凸部	
1 0 3 A	ガス供給口	10
1 0 3 A a	第1のガス供給口	
1 0 3 A b	第2のガス供給口	
1 0 4 A	ガス回収口	
1 0 4 A a	第1のガス回収口	
1 0 4 A b	第2のガス回収口	
L W	液体	
P G	ガス	
P G 1	第1のガス	
P G 2	第2のガス	

【図1】

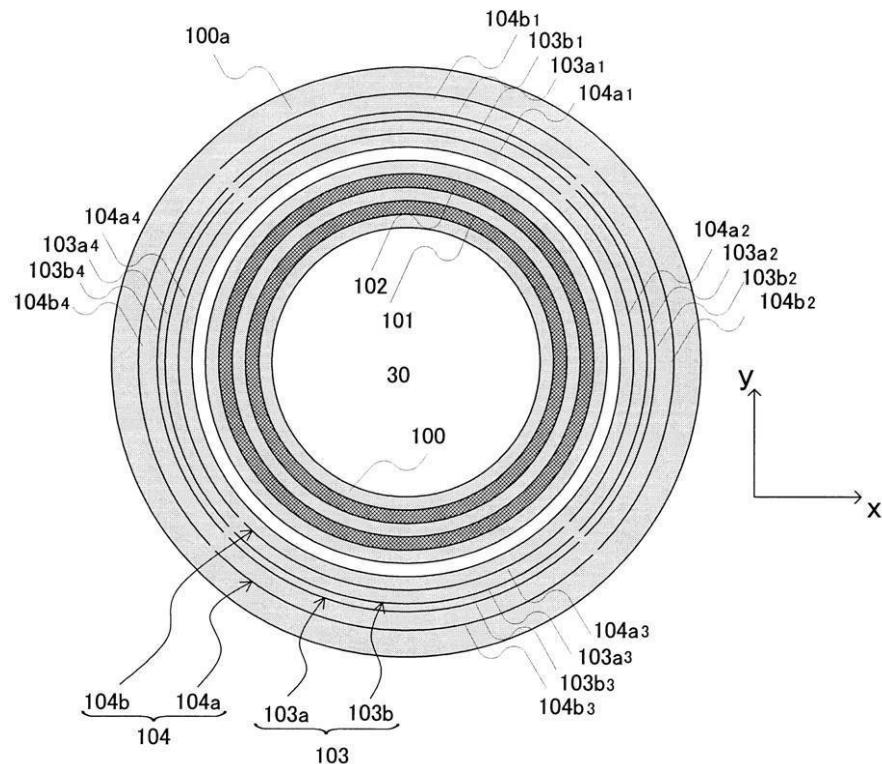


【図2】

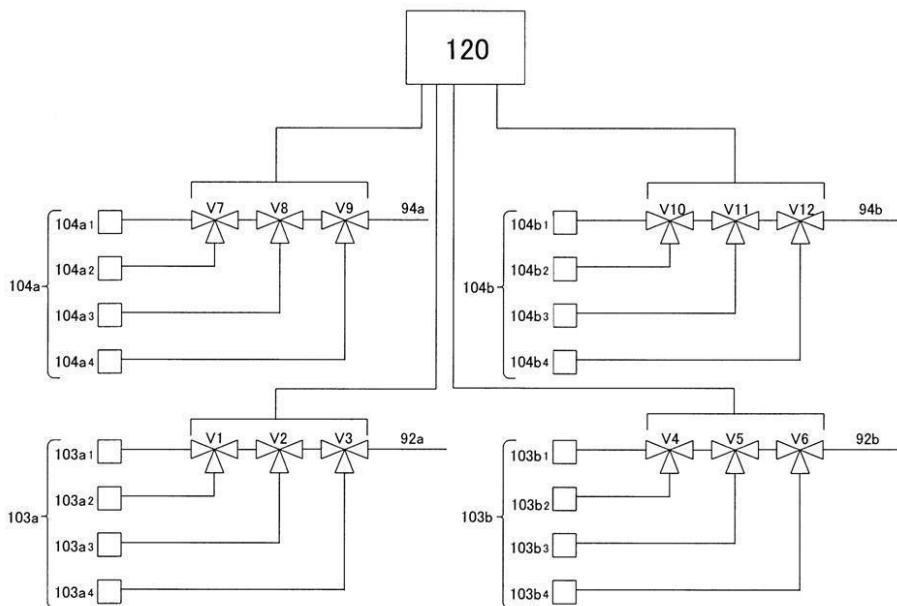
1



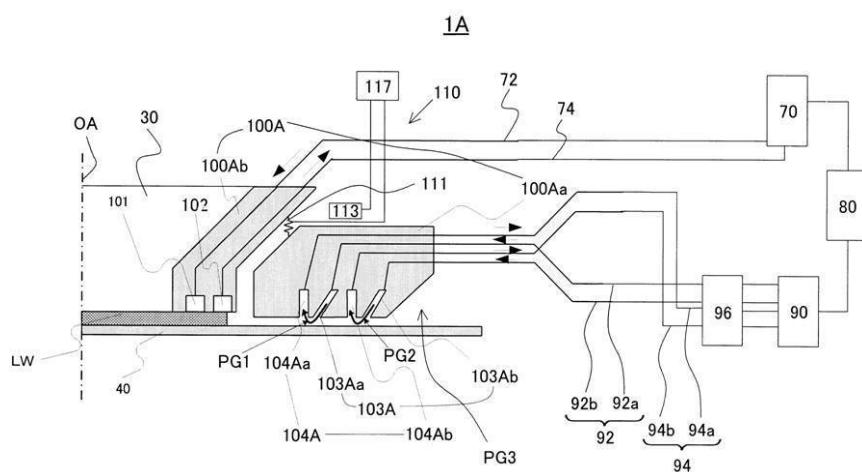
【図3】



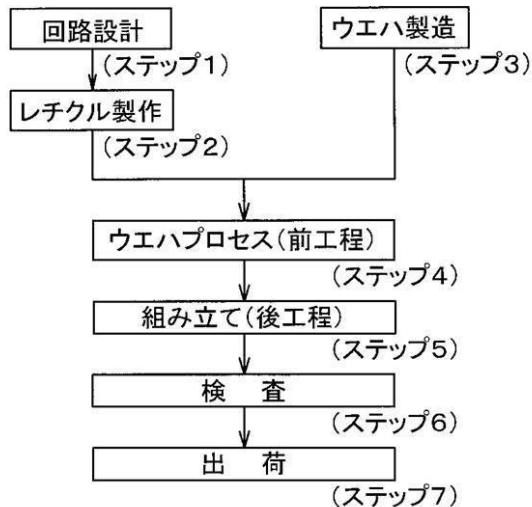
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

