

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5241862号  
(P5241862)

(45) 発行日 平成25年7月17日(2013.7.17)

(24) 登録日 平成25年4月12日(2013.4.12)

(51) Int.Cl. F1  
H01L 21/027 (2006.01) H01L 21/30 515D

請求項の数 8 (全 14 頁)

|           |                               |           |                   |
|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2011-3 (P2011-3)            | (73) 特許権者 | 000001007         |
| (22) 出願日  | 平成23年1月1日(2011.1.1)           |           | キヤノン株式会社          |
| (65) 公開番号 | 特開2012-142461 (P2012-142461A) |           | 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 |
| (43) 公開日  | 平成24年7月26日(2012.7.26)         | (74) 代理人  | 100076428         |
| 審査請求日     | 平成23年10月11日(2011.10.11)       |           | 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】 露光装置及びデバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

投影光学系を有し、前記投影光学系及び液体を介して基板を露光する露光装置であって、

前記投影光学系と前記基板との間に供給された前記液体を回収する複数の回収口と、  
前記複数の回収口に接続されたチャンバと、  
前記複数の回収口及び前記チャンバを介して前記液体を吸引するポンプと、  
を有し、  
前記複数の回収口は、多角形の各辺の頂点間及び各頂点に離散的に配列され、  
前記複数の回収口のうち前記各頂点に位置する回収口と前記ポンプとの間の圧力差は、  
前記複数の回収口のうち前記各辺の頂点間に位置する回収口と前記ポンプとの間の圧力差より小さい、ことを特徴とする露光装置。

10

【請求項2】

前記チャンバと前記ポンプとを接続する回収管を有し、  
前記チャンバは、前記多角形の各辺に沿って延びた形状を有し、  
前記回収管は、前記多角形の各頂点の位置に対応する前記チャンバの位置において前記チャンバと接続されている、ことを特徴とする請求項1に記載の露光装置。

【請求項3】

前記チャンバの断面の寸法は、前記多角形の辺に沿って頂点から離れるにつれて小さくなる、ことを特徴とする請求項2に記載の露光装置。

20

## 【請求項 4】

前記複数の回収口のそれぞれと前記チャンバとを接続する流路を有し、

前記複数の回収口のうち前記各頂点に位置する回収口と前記チャンバとを接続する流路の長さは、前記複数の回収口のうち前記各辺の頂点間に位置する回収口と前記チャンバとを接続する流路の長さより短い、ことを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

## 【請求項 5】

前記複数の回収口のそれぞれと前記チャンバとを接続する流路を有し、

前記複数の回収口のうち前記各頂点に位置する回収口と前記チャンバとを接続する流路の断面の寸法は、前記複数の回収口のうち前記各辺の頂点間に位置する回収口と前記チャンバとを接続する流路の断面の寸法より大きい、ことを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

10

## 【請求項 6】

前記チャンバは、それぞれが前記ポンプに接続された複数のチャンバ部を含み、

前記複数のチャンバ部のそれぞれは、前記多角形の各頂点の位置に対応して配置されている、ことを特徴とする請求項 2 に記載の露光装置。

## 【請求項 7】

前記露光装置は、走査露光装置であり、

前記多角形の対角線のうち少なくとも 1 つの対角線が走査方向又は前記走査方向に直交する方向に沿っている、ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のうちいずれか 1 項に記載の露光装置。

20

## 【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 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ステップと、

前記ステップで露光された基板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、露光装置及びデバイスの製造方法に関する。

## 【背景技術】

30

## 【0002】

半導体デバイスなどの製造工程において、投影光学系の最終レンズ（最終面）とウエハ（基板）との間を液体で満たした状態でウエハを露光する露光装置（液浸露光装置）が使用されている。液浸露光装置は、液体を局所的に保持するために、液体を供給及び回収するための液浸ノズルを投影光学系の周囲に有している。

## 【0003】

液浸ノズルは、ウエハを保持するステージを高速で移動させた場合でも、ウエハ上に液体が残留しないように設計される。例えば、液浸ノズルの下面（ウエハに対向する面）において、多角形の頂点に位置する回収口と、各頂点を結ぶ辺の上に位置する回収口とを含む複数の回収口を配置することで、ウエハ上の液体の残留を抑制する技術が提案されている（特許文献 1 参照）。ここで、基板の移動方向に対して 2 つの回収口を結ぶ線が形成する角度が直角である場合、2 つの回収口間にあるメニスカス（液体の縁部）は、基板の移動によって最大の力を受ける。これに対し、当該角度を直角より小さくすれば、2 つの回収口間のメニスカスにかかる力を緩和できる。このような原理を特許文献 1 は利用している。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0004】

【特許文献 1】特開 2008 - 147652 号公報

## 【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかしながら、特許文献1に開示された技術では、多角形の頂点の近傍ではメニスカスに作用する力を緩和できないため、かかる回収口で液体を完全に回収することができず、ウエハ上に液体が漏れ出てしまうことがある。

## 【0006】

本発明は、このような従来技術の課題に鑑みてなされたものであり、回収口での液体の回収に有利な技術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、投影光学系を有し、前記投影光学系及び液体を介して基板を露光する露光装置であって、前記投影光学系と前記基板との間に供給された前記液体を回収する複数の回収口と、前記複数の回収口に接続されたチャンバと、前記複数の回収口及び前記チャンバを介して前記液体を吸引するポンプと、を有し、前記複数の回収口は、多角形の各辺の頂点間及び各頂点に離散的に配列され、前記複数の回収口のうち前記各頂点に位置する回収口と前記ポンプとの間の圧力差は、前記複数の回収口のうち前記各辺の頂点間に位置する回収口と前記ポンプとの間の圧力差より小さい、ことを特徴とする。

10

## 【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。

20

## 【発明の効果】

## 【0009】

本発明によれば、例えば、回収口での液体の回収に有利な技術を提供することができる。

## 【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を示す概略図である。

【図2】図1に示す露光装置の液浸ノズルの構成の一例を示す概略図である。

【図3】図1に示す露光装置の液浸ノズルの構成の一例を示す概略図である。

30

【図4】図1に示す露光装置の液浸ノズルの構成の一例を示す概略図である。

【図5】図1に示す露光装置の液浸ノズルの構成の一例を示す概略図である。

【図6】図1に示す露光装置の液浸ノズルの構成の一例を示す概略図である。

## 【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は、本発明の一側面としての露光装置1の構成を示す概略図である。露光装置1は、投影光学系とウエハなどの基板との間に供給された液体を介して、ステップ・アンド・スキャン方式（走査露光）で基板を露光する液浸型の露光装置（液浸露光装置）である。但し、露光装置1は、ステップ・アンド・リピート方式やその他の露光方式も適用することができる。

40

## 【0013】

露光装置1は、照明装置10と、レチクル20を載置するレチクルステージ25と、投影光学系30と、ウエハ40を載置するウエハステージ45とを有する。また、露光装置1は、測距装置50と、ステージ制御部60と、液体供給部70と、液体回収部80と、液浸制御部90と、液浸ノズル100とを有する。

## 【0014】

照明装置10は、光源部12と、照明光学系14とを含み、転写用のパターンが形成さ

50

れたレチクル 20 を照明する。光源部 12 は、本実施形態では、光源として、波長約 193 nm の ArF エキシマレーザーを使用する。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 248 nm の KrF エキシマレーザー、波長約 157 nm の F<sub>2</sub> レーザー、水銀ランプやキセノンランプなどのランプを光源として使用してもよい。照明光学系 14 は、レチクル 20 を照明する光学系であって、例えば、レンズ、ミラー、オプティカルインテグレーター、絞りなどを含む。

【0015】

レチクル 20 は、レチクル搬送系（不図示）によって露光装置 1 の外部から搬送され、可動のレチクルステージ 25 に支持される。レチクル 20（転写用のパターン）から発せられた回折光は、投影光学系 30 を介して、ウエハ 40 に投影される。レチクル 20 とウエハ 40 とは、光学的に共役の関係に配置される。露光装置 1 は、本実施形態では、走査型の露光装置であるため、レチクル 20 とウエハ 40 と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 のパターンをウエハ 40 に転写する。なお、露光装置 1 がステップ・アンド・リピート方式の露光装置である場合には、レチクル 20 とウエハ 40 とを静止させた状態で露光が行われる。

10

【0016】

レチクルステージ 25 は、定盤 27 に支持される。レチクルステージ 25 は、レチクルチャック（不図示）を介してレチクル 20 を保持し、ステージ制御部 60 によって制御される。レチクルステージ 25 は、リニアモーターなどにより、走査方向（例えば、X 軸方向）に駆動（走査）される。

20

【0017】

投影光学系 30 は、レチクル 20 のパターンをウエハ 40 に投影する光学系である。投影光学系 30 は、屈折系、反射屈折系、或いは、反射系を使用することができる。

【0018】

ウエハ 40 は、ウエハ搬送系（不図示）によって露光装置 1 の外部から搬送され、可動のウエハステージ 45 に保持される。ウエハ 40 は、レチクル 20 のパターンが転写される基板であって、液晶基板やその他の基板を広く含む。ウエハ 40 には、フォトレジストが塗布されている。

【0019】

液体保持部 44 は、ウエハステージ 45 に支持されたウエハ 40 の表面とウエハ 40 の外側の領域（ウエハステージ 45）とをほぼ同一面にし、液体 LW を保持するための板部材である。液体保持部 44 は、ウエハ 40 の外周付近のショットを露光する際に、ウエハ 40 の外側の領域において液体 LW を保持する（液膜を形成する）ことを可能にする。

30

【0020】

液体保持部 44 の液体 LW と接触する面には、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）のコートを施すとよい。また、液体保持部 44 の液体 LW と接触する面には、ポリパーフルオロアルコキシエチレンのコートを施してもよい。また、PTFE とポリパーフルオロアルコキシエチレンとの共重合体（PFA）又はその誘導体であるフッ素系樹脂の改質層を施してもよい。PFA 材料は、一般的に、100 度程度の接触角を有するが、重合比の調整や誘導体又は官能基の導入などによって接触角を改質する（向上させる）ことができる。また、液体保持部 44 の液体 LW と接触する面には、パーフルオロアルキル基含有シラン（ヘプタデカフルオロデシルシラン）などのシランカップリング剤で表面処理を施してもよい。

40

【0021】

ウエハステージ 45 は、定盤 47 に支持される。ウエハステージ 45 は、ウエハチャック（不図示）を介してウエハ 40 を支持する。ウエハステージ 45 は、リニアモーターなどにより、ウエハ 40 を 6 つの自由度（x、y、z、 $\alpha_x$ 、 $\alpha_y$ 、 $\alpha_z$ ）において位置決めする機能を有する。ウエハステージ 45 は、露光時において、投影光学系 30 の焦点面にウエハ 40 の表面が常に高精度に合致するように、ステージ制御部 60 によって制御される。

50

## 【 0 0 2 2 】

測距装置 5 0 は、レチクルステージ 2 5 の位置及びウエハステージ 4 5 の 2 次元的な位置を、参照ミラー 5 2 及び 5 4 と、レーザー干渉計 5 6 及び 5 8 とを用いてリアルタイムに計測する。測距装置 5 0 による測距結果は、ステージ制御部 6 0 に伝達される。

## 【 0 0 2 3 】

ステージ制御部 6 0 は、レチクルステージ 2 5 及びウエハステージ 4 5 の駆動を制御する。例えば、ステージ制御部 6 0 は、測距装置 5 0 による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 2 5 及びウエハステージ 4 5 を駆動する。

## 【 0 0 2 4 】

液体供給部 7 0 は、投影光学系 3 0 とウエハ 4 0 との間の空間（又は間隙）に液体 L W を供給する機能を有する。なお、投影光学系 3 0 とウエハ 4 0 との間の空間は、液体 L W を安定して保持し、且つ、除去できる程度、例えば、1 mm に設定される。また、液体 L W は、露光の吸収が少なく、石英や蛍石などの屈折系の光学素子と同程度の屈折率を有する。具体的には、液体 L W として、純水、機能水、フッ化液（例えば、フルオロカーボン）、炭化水素化合物などが使用される。

10

## 【 0 0 2 5 】

液体供給部 7 0 は、本実施形態では、精製装置と、脱気装置と、温度制御装置と、供給管 7 2 とを含む。精製装置は、原料液供給源から供給される原料液に含まれる金属イオン、微粒子及び有機物などの不純物を低減し、液体 L W を精製する。精製装置で精製された液体 L W は、脱気装置に供給される。脱気装置は、例えば、膜モジュールと真空ポンプとで構成され、液体 L W に脱気処理を施して液体 L W の溶存ガス（酸素や窒素）を低減する。例えば、液体 L W に溶存可能なガス量の 8 0 % を除去することで、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することができる。温度制御装置は、脱気処理が施された液体 L W を所定の温度に制御する。

20

## 【 0 0 2 6 】

供給管 7 2 は、液浸ノズル 1 0 0、詳細には、液浸ノズル 1 0 0 に形成された供給口 1 0 1 に接続される。液体 L W は、供給管 7 2 及び供給口 1 0 1 を介して、投影光学系 3 0 とウエハ 4 0 との間の空間に供給される。供給管 7 2 は、液体 L W の汚染を防止するために、溶出物質が少ない材料、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）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。なお、液体 L W として純水以外の液体を使用する場合には、液体 L W に対して耐性を有し、且つ、溶出物質が少ない材料で供給管 7 2 を構成すればよい。

30

## 【 0 0 2 7 】

液体回収部 8 0 は、投影光学系 3 0 とウエハ 4 0 との間の空間に供給された液体 L W を回収する機能を有する。液体回収部 8 0 は、本実施形態では、回収管 8 2 と、ポンプ 8 4 と、回収した液体 L W を一時的に貯めるタンクとを含む。回収管 8 2 は、液浸ノズル 1 0 0、詳細には、液浸ノズル 1 0 0 に形成されたチャンバ 1 0 4 を介して、液浸ノズル 1 0 0 に形成された回収口 1 0 3 に接続される。ポンプ 8 4 は、チャンバ 1 0 4 の内部を減圧する減圧源である。ポンプ 8 4 を駆動することによって回収口 1 0 3 とポンプ 8 4 との間に圧力差が形成されるため、投影光学系 3 0 とウエハ 4 0 との間の空間に供給された液体 L W が回収口 1 0 3 及び回収管 8 2 を通して吸引（回収）される。なお、回収管 8 2 は、液体 L W の汚染を防止するために、供給管 7 2 を構成する材料と同様な材料で構成される。

40

## 【 0 0 2 8 】

液浸制御部 9 0 は、ウエハステージ 4 5 の現在位置、速度、加速度、目標位置及び駆動方向などの情報をステージ制御部 6 0 から取得し、かかる情報に基づいて、液浸露光に関する制御を行う。例えば、液浸制御部 9 0 は、供給及び回収する液体 L W の流量などを指示する制御指令を、液体供給部 7 0 や液体回収部 8 0 に与える。

## 【 0 0 2 9 】

液浸ノズル 1 0 0 は、投影光学系 3 0 の基板側の周囲に配置される。液浸ノズル 1 0 0

50

の下面、即ち、ウエハ40に対向する面には、図2に示すように、複数の供給口101及び複数の回収口103が形成されている。なお、図2(a)は、液浸ノズル100の上面図、図2(b)は、図2(a)に示す液浸ノズル100のA-A断面図、図2(c)は、図2(a)に示す液浸ノズル100のB-B断面図である。

#### 【0030】

供給口101は、上述したように、供給管72に接続され、液体LWを供給するための開口である。供給口101は、本実施形態では、投影光学系30(の光軸)を中心として円環状に配置されているが、四角形や八角形などの多角形状に配置してもよい。また、供給口101は、本実施形態では、ピンホール形状やスリット形状を有する開口で構成されるが、かかる開口に多孔質部材を嵌め込んでもよい。多孔質部材は、繊維状や粒状(粉状)の金属材料又は無機材料を焼結した部材である。多孔質部材を構成する材料(少なくとも表面を構成する材料)としては、ステンレス、チタン、SiO<sub>2</sub>、SiC、熱処理によって表面のみにSiO<sub>2</sub>を有するSiCなどがある。

10

#### 【0031】

回収口103は、上述したように、チャンバ104を介して回収管82に接続され、液体LWを回収するための開口である。なお、回収口103は、液体LWと共に液体LWの周囲の気体も回収することによって、漏れ出ようとする液体LWを気体で抑えることができる。回収口103は、投影光学系30の光軸を基準として供給口101よりも外側に、且つ、供給口101を囲むように形成される。回収口103を供給口101よりも外側に形成することで、液体LWが周辺部に漏れ出しにくくなる。また、回収口103は、本実施形態では、ピンホール形状を有する開口で構成される。

20

#### 【0032】

回収口103は、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の各頂点の上に位置する回収口103aと、多角形の各頂点を結ぶ各辺の上(頂点間)に位置する回収口103bとを含み、液浸ノズル100の下面において離散的に配列される。図2(a)に示すように、液浸ノズル100の下面に規定される多角形は、本実施形態では、四角形である(即ち、回収口103は四角形状に配置される)が、八角形など他の多角形であってもよい。

#### 【0033】

チャンバ104は、液浸ノズル100に形成され、液浸ノズル100の下面に規定される多角形(回収口103aの配置形状)に応じた形状、即ち、多角形の各辺に沿って延びた形状を有する。本実施形態では、液浸ノズル100の下面に規定される多角形が四角形であるため、チャンバ104は四角環状の形状を有する。

30

#### 【0034】

液浸ノズル100において、図2(a)に示すように、ウエハステージ45の駆動方向に対して回収口103を斜めに配置することで、気液界面に働く力が緩和され、液体LWが周辺部に漏れ出しにくくなる。ここで、ウエハステージ45の駆動方向に対して回収口103を斜めに配置することとは、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の対角線のうち少なくとも1つの対角線がウエハステージ45の駆動方向に沿っていることを意味する。また、ウエハステージ45の駆動方向は、走査方向や走査方向に直交する方向などのウエハステージ45が主に駆動する方向を含む。

40

#### 【0035】

ここで、ウエハステージ45の駆動方向に対して回収口103を斜めに配置し、例えば、図2(a)に示すように、X軸プラス方向にウエハステージ45を駆動する場合を考える。この場合、多角形の頂点に位置する回収口のうち回収口103aでは、液体LWを完全に回収することができず、液体LWが漏れ出てしまうことがある。同様に、X軸マイナス方向にウエハステージ45を駆動する場合には、多角形の頂点に位置する回収口のうち回収口103cでは、液体LWが漏れ出てしまうことがある。また、Y軸マイナス方向にウエハステージ45を駆動する場合には、多角形の頂点に位置する回収口のうち回収口103dでは、液体LWが漏れ出てしまうことがある。同様に、Y軸プラス方向にウエハステージ45を駆動する場合には、多角形の頂点に位置する回収口のうち回収口103eで

50

は、液体LWが漏れ出てしまうことがある。そこで、以下の各実施形態で説明するように、多角形の各頂点の上に位置する回収口による液体LWの回収能力が多角形の頂点を結ぶ辺の上に位置する回収口による液体LWの回収能力よりも高くなるように、液浸ノズル100を構成している。換言すれば、多角形の各頂点の上に位置する回収口とポンプ84との間の圧力差が多角形の各頂点を結ぶ辺の上に位置する回収口とポンプ84との間の圧力差より小さくなるように、液浸ノズル100を構成している。以下では、多角形の頂点に位置する回収口のうち回収口103aに関して説明するが、回収口103c乃至103eのそれぞれに関しても同様であることは言うまでもない。

#### 【0036】

回収口103は、空気のみを回収することを考えた場合に、少なくとも50L/分で空気を回収できるようにする必要がある。また、回収口103aによる空気の回収量が、回収口103bによる空気の回収量（詳細には、最も低い回収量）の1.5倍から2.5倍になるようにする。回収口103aによる空気の回収量が回収口103bによる空気の回収量の1.5倍よりも低い場合には、回収口103aによる液体LWの回収能力が不十分となるため、多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出しやすくなる。また、回収口103aによる空気の回収量が回収口103bによる空気の回収量の2.5倍よりも高い場合には、回収口103bによる液体LWの回収能力が低くなりすぎるため、多角形の頂点から離れた位置から液体LWが漏れ出しやすくなる。

#### 【0037】

以下、各実施形態において、液浸ノズル100の構成を具体的に説明する。

##### <第1の実施形態>

第1の実施形態では、回収口103は、図2(a)に示すように、液浸ノズル100の下面において四角形状に配置され、四角形の2つの対角線がウエハステージ45の主な駆動方向であるX軸方向及びY軸方向に沿っている。また、回収口103a及び103bのそれぞれの直径 $d_a$ 及び $d_b$ は、1mmである（図2(b)及び図2(c)参照）。回収口103aとチャンバ104との距離 $l_a$ 及び回収口103bとチャンバ104との距離 $l_b$ は、1.5mmである。チャンバ104は、四角形の各辺に沿って伸びた形状を有し、その断面の寸法は、幅 $w$ が4mm、高さ $h$ が3mmである。

#### 【0038】

第1の実施形態では、図2(b)に示すように、回収管82は、液浸ノズル100の下面に規定される四角形の各頂点の位置に対応するチャンバ104の位置においてチャンバ104と接続している。また、図2(c)に示すように、回収管82は、液浸ノズル100の下面に規定される四角形の各辺の位置（即ち、各頂点以外の位置）に対応するチャンバ104の位置においてはチャンバ104と接続していない。このように、チャンバ104は、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の各頂点の位置に対応する位置のみにおいて回収管82に接続する。これにより、回収口103aとポンプ84との間の圧力損失が回収口103bとポンプ84との間の圧力損失より少なくなるため、回収口103aとポンプ84との間の圧力差が回収口103bとポンプ84との間の圧力差より小さくなる。従って、回収口103aによる液体LWの回収能力が回収口103bによる液体LWの回収能力よりも高くなり、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことを抑制することができる。

#### 【0039】

第1の実施形態の液浸ノズル100によれば、回収口103が多角形状に配置されていても、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことなく、ウエハステージ45を高速で駆動することができる。例えば、ウエハステージ45を600mm/秒の速度で駆動しても、液体LWが漏れ出すことはなく、生産性の高い露光装置を実現することができる。

#### 【0040】

なお、特許文献1には、液浸ノズルの下面に規定される多角形の各辺の位置に対応するチャンバの位置（即ち、図2(c)に示すB-B断面に相当する位置）において回収管を

10

20

30

40

50

接続した液浸ノズルが開示されている。この場合には、多角形の各頂点の上に位置する回収口と回収管との距離が長くなり、かかる回収口による液体の回収能力が低下するため、上述したように、液体が漏れ出しやすくなってしまふ。

【0041】

また、特許文献1には、多角形の各頂点の上に位置する回収口による液体の回収能力を向上させるために、多角形の各頂点の近傍の位置に補助的な回収口を配置することも開示している。但し、多角形の各頂点の上に位置する回収口と回収管との距離が長い場合には、補助的な回収口を配置しても、多角形の各頂点の上に位置する回収口による液体の回収能力を十分に向上させることができない。

【0042】

更に、特許文献1には、複数の回収口のそれぞれに個別の低圧源（ポンプ）を接続することも開示している。この場合、多角形の各頂点の上に位置する回収口に接続された低圧源の圧力を、多角形の各辺の位置の上に位置する回収口に接続された低圧源の圧力よりも低くすることで、多角形の頂点の位置から液体が漏れ出すことを抑制することが可能である。但し、実際には、複数の回収口と複数の低圧源とをそれぞれ回収管で接続することは、露光装置への実装やコスト面の観点から実現することが難しい。また、回収管ごとに液体と気体との流量比が異なってしまうため、気化熱による液浸ノズルの温度低下が複雑化し、液浸ノズルや液浸ノズルの周辺の投影光学系の温度制御が難しくなる。一方、本実施形態の液浸ノズルは、上述したように、比較的な簡単な構造であり、実装、コスト、気化熱の問題を回避しながら、ウエハ上に液体が漏れ出してしまうことを低減（抑制）することができる。

<第2の実施形態>

図3は、第2の実施形態の液浸ノズル100の構成を示す概略図であって、図3(a)は、図2(a)に示す液浸ノズル100のA-A断面図、図3(b)は、図2(a)に示す液浸ノズル100のB-B断面図である。

【0043】

第2の実施形態では、回収口103は、第1の実施形態と同様に、液浸ノズル100の下面において四角形状に配置され、四角形の2つの対角線がウエハステージ45の主な駆動方向であるX軸方向及びY軸方向に沿っている。また、回収口103a及び103bのそれぞれの直径 $d_a$ 及び $d_b$ は、1mmである（図3(a)及び図3(b)参照）。回収口103aとチャンバ104との距離 $l_a$ 及び回収口103bとチャンバ104との距離 $l_b$ は、1.5mmである。

【0044】

チャンバ104は、四角形の各辺に沿って延びた形状を有し、その断面の寸法は、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の辺に沿って頂点から離れるにつれて小さくなる。具体的には、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の各頂点の位置に対応する位置では、チャンバ104の断面の寸法は、幅 $w_a$ が4mm、高さ $h_a$ が3mmである（図3(a)参照）。また、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の各辺の位置に対応する位置では、チャンバ104の断面の寸法は、幅 $w_b$ が2mm、高さ $h_b$ が1.5mmである（図3(b)参照）。これにより、回収口103aとポンプ84との間の圧力損失が回収口103bとポンプ84との間の圧力損失より少なくなるため、回収口103aとポンプ84との間の圧力差が回収口103bとポンプ84との間の圧力差より小さくなる。従って、回収口103aによる液体LWの回収能力が回収口103bによる液体LWの回収能力よりも高くなり、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことを抑制することができる。

【0045】

第2の実施形態では、図3(a)に示すように、回収管82は、液浸ノズル100の下面に規定される四角形の各頂点の位置に対応するチャンバ104の位置においてチャンバ104と接続している。また、図3(b)に示すように、回収管82は、液浸ノズル100の下面に規定される四角形の各辺の位置（即ち、各頂点以外の位置）に対応するチャン

10

20

30

40

50

バ 1 0 4 の位置においてはチャンバ 1 0 4 と接続していない。但し、チャンバ 1 0 4 の断面の寸法を変化させることで、回収口 1 0 3 a とポンプ 8 4 との間の圧力差を回収口 1 0 3 b とポンプ 8 4 との間の圧力差より十分に大きくすることができる場合には、回収管 8 2 の接続位置は限定されない。

【 0 0 4 6 】

第 2 の実施形態の液浸ノズル 1 0 0 によれば、回収口 1 0 3 が多角形状に配置されていても、液浸ノズル 1 0 0 の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体 L W が漏れ出すことなく、ウエハステージ 4 5 を高速で駆動することができる。例えば、ウエハステージ 4 5 を 6 0 0 mm / 秒の速度で駆動しても、液体 L W が漏れ出すことはなく、生産性の高い露光装置を実現することができる。

10

< 第 3 の実施形態 >

図 4 は、第 3 の実施形態の液浸ノズル 1 0 0 の構成を示す概略図であって、図 4 ( a ) は、図 2 ( a ) に示す液浸ノズル 1 0 0 の A - A 断面図、図 4 ( b ) は、図 2 ( a ) に示す液浸ノズル 1 0 0 の B - B 断面図である。

【 0 0 4 7 】

第 3 の実施形態では、回収口 1 0 3 は、第 1 の実施形態と同様に、液浸ノズル 1 0 0 の下面において四角形状に配置され、四角形の 2 つの対角線がウエハステージ 4 5 の主な駆動方向である X 軸方向及び Y 軸方向に沿っている。チャンバ 1 0 4 は、四角形の各辺に沿って延びた形状を有し、その断面の寸法は、幅  $w$  が 4 mm、高さ  $h$  が 3 mm である。

【 0 0 4 8 】

また、回収口 1 0 3 a 及び 1 0 3 b のそれぞれの直径  $d_a$  及び  $d_b$  は、1 mm である ( 図 4 ( a ) 及び図 4 ( b ) 参照 )。回収口 1 0 3 a とチャンバ 1 0 4 との距離  $l_a$  は、回収口 1 0 3 b とチャンバ 1 0 4 との距離  $l_b$  より短くなっている。換言すれば、回収口 1 0 3 a とチャンバ 1 0 4 とを接続する流路の長さが回収口 1 0 3 b とチャンバ 1 0 4 とを接続する流路の長さよりも短くなっている。具体的には、回収口 1 0 3 a とチャンバ 1 0 4 との距離  $l_a$  は 1 mm であり、回収口 1 0 3 b とチャンバ 1 0 4 との距離  $l_b$  は 4 mm である。

20

【 0 0 4 9 】

このように、本実施形態では、液浸ノズル 1 0 0 の下面に規定される多角形の辺に沿って頂点から離れるにつれて回収口 1 0 3 とチャンバ 1 0 4 とを接続する流路の長さを長くしている。図 4 ( a ) に示すように、回収口 1 0 3 a とチャンバ 1 0 4 との距離が短い場合には、回収口 1 0 3 a とチャンバ 1 0 4 との間の圧力損失が少なくなる。一方、図 4 ( b ) に示すように、回収口 1 0 3 b とチャンバ 1 0 4 との距離が長い場合には、回収口 1 0 3 b とチャンバ 1 0 4 との間の圧力損失が多くなる。これにより、回収口 1 0 3 a とポンプ 8 4 との間の圧力損失が回収口 1 0 3 b とポンプ 8 4 との間の圧力損失より少なくなるため、回収口 1 0 3 a とポンプ 8 4 との間の圧力差が回収口 1 0 3 b とポンプ 8 4 との間の圧力差より小さくなる。従って、回収口 1 0 3 a による液体 L W の回収能力が回収口 1 0 3 b による液体 L W の回収能力よりも高くなり、液浸ノズル 1 0 0 の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体 L W が漏れ出すことを抑制することができる。

30

【 0 0 5 0 】

第 3 の実施形態では、図 4 ( a ) に示すように、回収管 8 2 は、液浸ノズル 1 0 0 の下面に規定される四角形の各頂点の位置に対応するチャンバ 1 0 4 の位置においてチャンバ 1 0 4 と接続している。また、図 4 ( b ) に示すように、回収管 8 2 は、液浸ノズル 1 0 0 の下面に規定される四角形の各辺の位置 ( 即ち、各頂点以外の位置 ) に対応するチャンバ 1 0 4 の位置においてはチャンバ 1 0 4 と接続していない。但し、回収口 1 0 3 とチャンバ 1 0 4 との距離を変化させることで、回収口 1 0 3 a とポンプ 8 4 との間の圧力差を回収口 1 0 3 b とポンプ 8 4 との間の圧力差より十分に大きくすることができる場合には、回収管 8 2 の接続位置は限定されない。

40

【 0 0 5 1 】

第 3 の実施形態の液浸ノズル 1 0 0 によれば、回収口 1 0 3 が多角形状に配置されてい

50

ても、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことなく、ウエハステージ45を高速で駆動することができる。例えば、ウエハステージ45を600mm/秒の速度で駆動しても、液体LWが漏れ出すことはなく、生産性の高い露光装置を実現することができる。

<第4の実施形態>

図5は、第4の実施形態の液浸ノズル100の構成を示す概略図であって、図5(a)は、図2(a)に示す液浸ノズル100のA-A断面図、図5(b)は、図2(a)に示す液浸ノズル100のB-B断面図である。

【0052】

第4の実施形態では、回収口103は、第1の実施形態と同様に、液浸ノズル100の下面において四角形状に配置され、四角形の2つの対角線がウエハステージ45の主な駆動方向であるX軸方向及びY軸方向に沿っている。チャンバ104は、四角形の各辺に沿って延びた形状を有し、その断面の寸法は、幅wが4mm、高さhが3mmである。

【0053】

また、回収口103aとチャンバ104との距離 $l_a$ 及び回収口103bとチャンバ104との距離 $l_b$ は、1.5mmである。回収口103aの直径 $d_a$ は、回収口103bの直径 $d_b$ より大きくなっている。具体的には、回収口103aの直径 $d_a$ は2mm、回収口103bの直径 $d_b$ は1mmである(図5(a)及び図5(b)参照)。換言すれば、回収口103aとチャンバ104とを接続する流路の断面の寸法が回収口103bとチャンバ104とを接続する流路の断面の寸法より大きくなっている。

【0054】

このように、本実施形態では、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の辺に沿って頂点から離れるにつれて回収口103とチャンバ104とを接続する流路の断面の寸法を小さくしている。図5(a)に示すように、回収口103aとチャンバ104とを接続する流路の断面の寸法が大きい場合には、回収口103aとチャンバ104との間の圧力損失が少なくなる。一方、図5(b)に示すように、回収口103bとチャンバ104とを接続する流路の断面の寸法が小さい場合には、回収口103bとチャンバ104との間の圧力損失が多くなる。これにより、回収口103aとポンプ84との間の圧力損失が回収口103bとポンプ84との間の圧力損失より少なくなるため、回収口103aとポンプ84との間の圧力差が回収口103bとポンプ84との間の圧力差より小さくなる。従って、回収口103aによる液体LWの回収能力が回収口103bによる液体LWの回収能力よりも高くなり、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことを抑制することができる。

【0055】

第4の実施形態では、図5(a)に示すように、回収管82は、液浸ノズル100の下面に規定される四角形の各頂点の位置に対応するチャンバ104の位置においてチャンバ104と接続している。また、図5(b)に示すように、回収管82は、液浸ノズル100の下面に規定される四角形の各辺の位置(即ち、各頂点以外の位置)に対応するチャンバ104の位置においてはチャンバ104と接続していない。但し、回収口103とチャンバ104とを接続する流路の断面の寸法を変化させることで、回収口103aとポンプ84との間の圧力差を回収口103bとポンプ84との間の圧力差より十分に大きくすることができる場合、回収管82の接続位置は限定されない。

【0056】

第4の実施形態の液浸ノズル100によれば、回収口103が多角形状に配置されていても、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことなく、ウエハステージ45を高速で駆動することができる。例えば、ウエハステージ45を600mm/秒の速度で駆動しても、液体LWが漏れ出すことはなく、生産性の高い露光装置を実現することができる。

<第5の実施形態>

図6は、第5の実施形態の液浸ノズル100の構成を示す概略図である。図6(a)は

、液浸ノズル100の上面図、図6(b)は、図6(a)に示す液浸ノズル100のA-A断面図、図6(c)は、図6(a)に示す液浸ノズル100のB-B断面図、図6(d)は、図6(a)に示す液浸ノズル100のC-C断面図である。

【0057】

第5の実施形態において、回収口103の直径や配置、及び、チャンバ104の断面の寸法は、第4の実施形態と同じである。第4の実施形態の液浸ノズル100では、チャンバ104が連通して形成されているが、第5の実施形態の液浸ノズル100では、図6(c)に示すB-B断面に相当する位置でチャンバ104が分割されている。換言すれば、チャンバ104は、それぞれがポンプ84に接続された複数のチャンバ(チャンバ部)を含み、複数のチャンバのそれぞれは、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の各頂点の位置に対応して配置される。本実施形態では、チャンバ104は、図6(a)に示すように、第1のチャンバ104a、第2のチャンバ104b、第3のチャンバ104c及び第4のチャンバ104dを含む。

10

【0058】

液浸ノズル100が隙間や段差を横切る場合、チャンバ104の圧力が一時的に高くなり、液体LWの回収能力が低下する可能性がある。このような場合には、本実施形態のように、チャンバ104を分割することで、液体LWの回収能力の低下をチャンバ104の分割単位内に限定することが可能となる。

【0059】

なお、第5の実施形態では、図6(b)に示すように、回収管82は、液浸ノズル100の下面に規定される四角形の各頂点の位置に対応するチャンバ104a乃至104dの位置においてチャンバ104と接続している。また、図6(c)及び図6(d)に示すように、回収管82は、液浸ノズル100の下面に規定される四角形の各辺の位置(即ち、各頂点以外の位置)に対応するチャンバ104a乃至104dの位置においてはチャンバ104と接続していない。これにより、回収口103aとポンプ84との間の圧力損失が回収口103bとポンプ84との間の圧力損失より少なくなるため、回収口103aとポンプ84との間の圧力差が回収口103bとポンプ84との間の圧力差より小さくなる。従って、回収口103aによる液体LWの回収能力が回収口103bによる液体LWの回収能力よりも高くなり、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことを抑制することができる。

20

30

【0060】

第5の実施形態の液浸ノズル100によれば、回収口103が多角形状に配置されていても、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことなく、ウエハステージ45を高速で駆動することができる。例えば、ウエハステージ45を600mm/秒の速度で駆動しても、液体LWが漏れ出すことはなく、生産性の高い露光装置を実現することができる。

【0061】

露光において、光源部12から発せられた光は、照明光学系14によってレチクル20を照明する。レチクル20のパターンを反映する光は、投影光学系30によってウエハ40に結像する。この際、液浸ノズル100を介して、投影光学系30とウエハ40との間に液体LWが供給されると共に、投影光学系30とウエハ40との間に供給された液体LWが回収される。液浸ノズル100は、上述したように、ウエハステージ45を高速で駆動したとしても、液浸ノズル100の下面に規定される多角形の頂点の位置から液体LWが漏れ出すことを抑制することができる。従って、露光装置1は、高いスループットで経済性よく高品位なデバイス(半導体集積回路素子、液晶表示素子等)を提供することができる。なお、デバイスは、露光装置1を用いてフォトレジスト(感光剤)が塗布された基板(ウエハ、ガラスプレート等)を露光する工程と、露光された基板を現像する工程と、その他の周知の工程と、を経ることにより製造される。

40

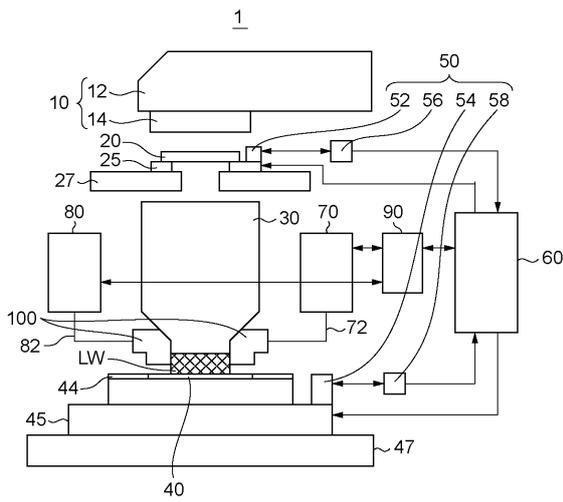
【0062】

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

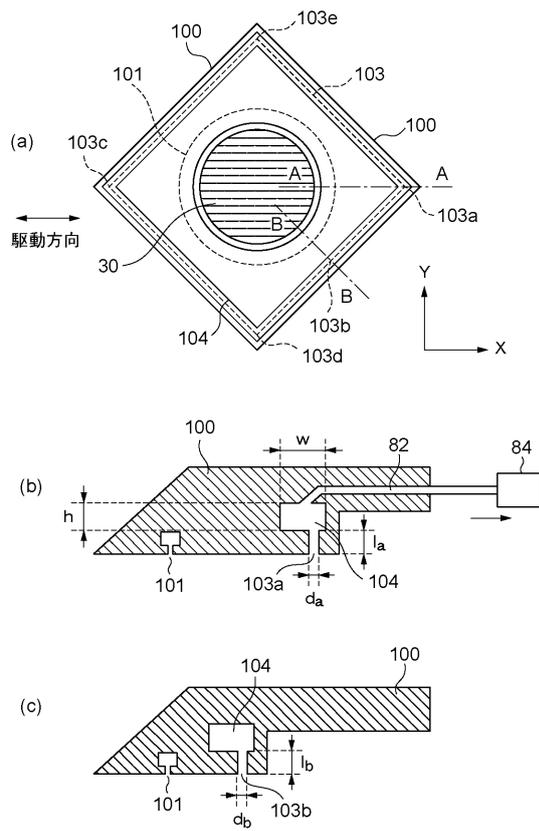
50

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。

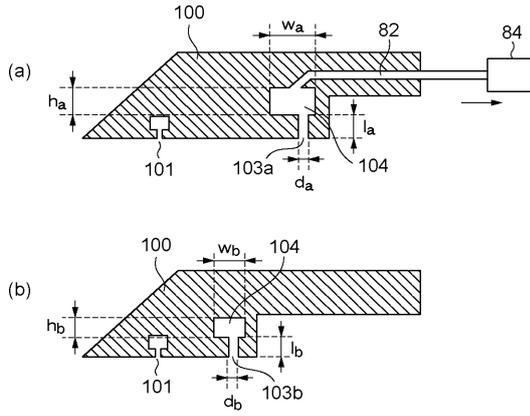
【図1】



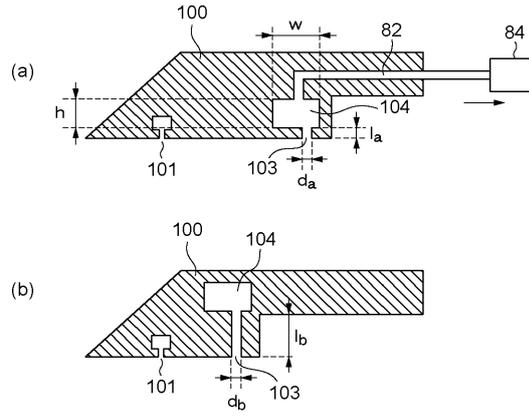
【図2】



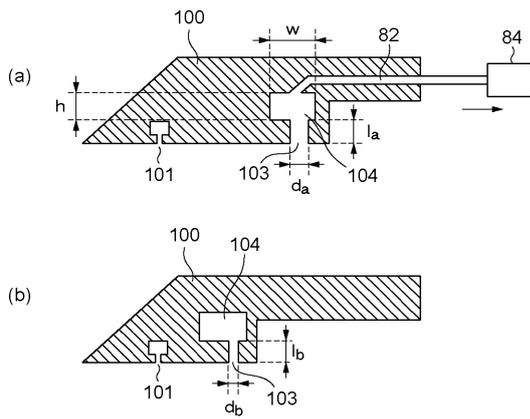
【図3】



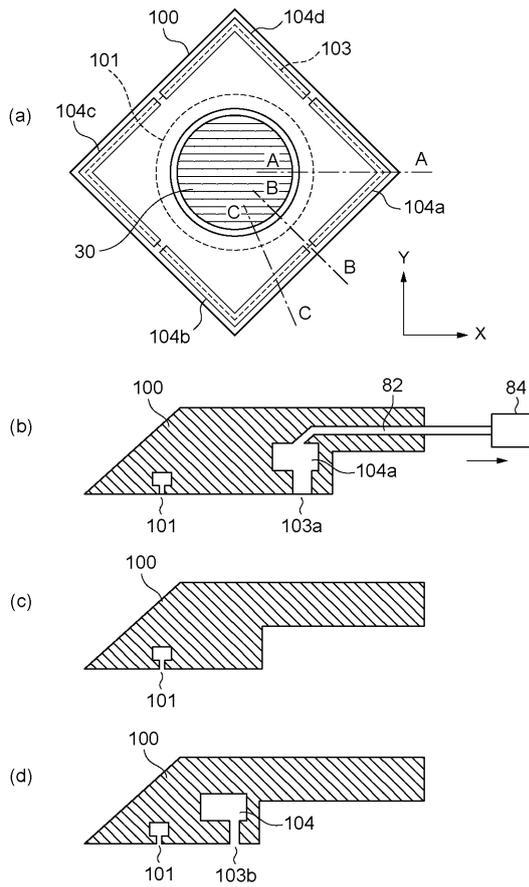
【図4】



【図5】



【図6】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 酒井 啓太  
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 林 達也  
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 長谷川 敬恭  
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 渡戸 正義

- (56)参考文献 特開2010-034555(JP,A)  
特開2008-140957(JP,A)  
特開2008-147652(JP,A)

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