

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4708876号  
(P4708876)

(45) 発行日 平成23年6月22日(2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月25日(2011.3.25)

(51) Int.Cl.		F I		
HO 1 L	21/027	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 1 5 G
GO 3 F	7/20	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 1 5 D
HO 1 L	21/683	(2006.01)	HO 1 L	21/30 5 1 6 E
			GO 3 F	7/20 5 2 1
			HO 1 L	21/68 N

請求項の数 16 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-180543 (P2005-180543)  
 (22) 出願日 平成17年6月21日(2005.6.21)  
 (65) 公開番号 特開2007-5362 (P2007-5362A)  
 (43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)  
 審査請求日 平成20年6月16日(2008.6.16)

(73) 特許権者 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 100126240  
 弁理士 阿部 琢磨  
 (74) 代理人 100124442  
 弁理士 黒岩 創吾  
 (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  
 (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 岩本 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液浸露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レチクルのパターンの像を基板に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介して前記基板を露光する露光装置において、

前記基板を保持する天板と、

前記天板上の前記基板の周囲に設けられ、前記基板の表面と実質的に同じ高さの表面を持つ補助部材と、

前記天板に設けられ、前記天板の位置又は姿勢の計測に用いられるミラーと、を有し、前記補助部材は、線膨張係数が100ppb以下の低熱膨張材であることを特徴とする露光装置。

【請求項2】

前記低熱膨張材は、SiO<sub>2</sub>又はSiO<sub>2</sub>を含むセラミクスであ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】

レチクルのパターンの像を基板に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介して前記基板を露光する露光装置において、

前記基板を保持する天板と、

前記天板上の前記基板の周囲に設けられ、前記基板の表面と実質的に同じ高さの表面を持つ補助部材と、

前記天板に設けられ、前記天板の位置又は姿勢の計測に用いられるミラーと、を有し、

前記補助部材の表面は、接触角が30°以下である親水性の材料からなることを特徴とする露光装置。

【請求項4】

前記親水性の材料は、SiO<sub>2</sub>又はSiO<sub>2</sub>を含むセラミクスであることを特徴とする請求項3に記載の露光装置。

【請求項5】

前記補助部材に、前記液体を吸引する孔が設けられていることを特徴とする請求項1～4のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項6】

前記基板上へ前記液体を供給する供給部と、前記基板上から前記液体を回収する回収部と、を更に有し、

前記供給部から供給される前記液体の量のほうが、前記回収部に回収される前記液体の量よりも多いことを特徴とする請求項5に記載の露光装置。

【請求項7】

レチクルのパターンの像を基板に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介して前記基板を露光する露光装置において、

前記基板を保持する天板と、

前記天板上の前記基板の周囲に設けられ、前記基板の表面と実質的に同じ高さの表面を持つ補助部材と、

前記天板に設けられ、前記天板の位置又は姿勢の計測に用いられるミラーと、

前記天板上に配置された加熱手段と、を有し、前記補助部材は、複数の突起部を介して前記天板に保持されることを特徴とする露光装置。

【請求項8】

前記天板上に配置された温度センサーを更に有することを特徴とする請求項7に記載の露光装置。

【請求項9】

レチクルのパターンの像を基板に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介して前記基板を露光する露光装置において、

前記基板を保持する天板と、

前記天板上の前記基板の周囲に設けられ、前記基板の表面と実質的に同じ高さの表面を持つ補助部材と、

前記天板に設けられ、前記天板の位置又は姿勢の計測に用いられるミラーと、

前記補助部材の前記天板側の面に配置された加熱手段と、を更に有し、前記補助部材は、複数の突起部を介して前記天板に保持されることを特徴とする露光装置。

【請求項10】

前記補助部材の前記天板側の面に配置された温度センサーを更に有することを特徴とする請求項9に記載の露光装置。

【請求項11】

前記補助部材は、前記天板に真空吸着されることを特徴とする請求項7に記載の露光装置。

【請求項12】

レチクルのパターンの像を基板に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介して前記基板を露光する露光装置において、

前記基板を保持する天板と、

前記天板上の前記基板の周囲に設けられ、前記基板の表面と実質的に同じ高さの表面を持つ補助部材と、

前記天板に設けられ、前記天板の位置又は姿勢の計測に用いられるミラーと、

前記基板及び/又は前記補助部材を、それらに接触しないで加熱する加熱手段と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項13】

10

20

30

40

50

前記基板及び／又は前記補助部材の温度をそれらに接触しないで検知する温度センサーを更に有することを特徴とする請求項 1 2 に記載の露光装置。

【請求項 1 4】

レチクルのパターンの像を基板に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介して前記基板を露光する露光装置において、

前記基板を保持する天板と、

前記天板上の前記基板の周囲に設けられ、前記基板の表面と実質的に同じ高さの表面を持つ補助部材と、

前記天板に設けられ、前記天板の位置又は姿勢の計測に用いられるミラーと、

前記補助部材と前記天板の間及び／又は前記基板と前記天板との間に配置された加熱手段と、を有することを特徴とする露光装置。

10

【請求項 1 5】

前記補助部材と前記天板の間及び／又は前記基板と前記天板との間に配置された温度センサーを更に有することを特徴とする請求項 1 4 に記載の露光装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、該露光した基板を現像する工程と、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】

20

本発明は、一般的にデバイス（半導体デバイスや液晶表示デバイス等）を製造するためのリソグラフィ工程において使用される露光装置に係り、特に、レチクル（フォトマスク）のパターンの像を感光基板に投影する投影光学系を備え投影光学系と感光基板との間の液体及び投影光学系を介して感光基板を露光する、いわゆる液浸露光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

原版としてのレチクルに描画された回路パターンの像を、投影光学系によって感光基板としてのウエハやガラスプレート等に投影し、その感光基板を露光する投影露光装置は、従来から使用されている。

【0003】

30

この投影露光装置では、レチクルステージとウエハステージは縮小倍率に比例した速度比で同期して走査される。ここで、走査方向を X、それに垂直な方向を Y、レチクル面又はウエハ面に垂直な方向を Z とする。

【0004】

レチクルは、レチクルステージ上のレチクルチャックに保持される。レチクルステージは X 方向に高速移動する機構をもつ。また、レチクルステージは、X 方向、Y 方向、Z 方向、および各軸の回りの回転方向に微動機構をもち、レチクルの位置決めができるようになっている。レチクルステージの位置と姿勢はレーザー干渉計によって計測され、その結果に基づいて、その位置と姿勢が制御される。

【0005】

40

ウエハはウエハチャックを介してステージ天板に保持される。ステージ天板は X 方向、Y 方向に高速移動する機構をもつ。また、X 方向、Y 方向、Z 方向、および各軸の回りの回転方向に微動機構をもち、ウエハの位置決めができるようになっている。ステージ天板の位置は、ステージ天板に設けられた参照ミラーの位置をレーザー干渉計で計測することによって求められる。そして、その結果に基づいて、ウエハの位置と姿勢が制御される。

【0006】

近年では、高解像度であるとともに経済的な露光装置の提供がますます要求されている。高解像度の要請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、投影光学系とウエハの間を液体で満たす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。

50

## 【0007】

投影光学系のNAは媒質の屈折率を $n$ とすると、 $NA = n \cdot \sin$  であるので、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でNAを $n$ まで大きくすることができる。

## 【0008】

この結果、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 $R$  ( $R = k_1 ( / NA )$ ) を小さくしようとするものである。

## 【0009】

液浸露光においては、投影光学系の最終面とウエハの表面との間に局所的に液体を充填する所謂ローカルフィル方式の露光装置が提案されている(例えば、特許文献1参照。) 10

## 【0010】

そのローカルフィル方式の露光装置においては、ウエハ外周部を露光する際に投影光学系の最終面とウエハの表面との間に局所的に液体を保持するために、特別な機構が必要となる。そこで、ウエハ外周部に隣接し、重力方向にほぼ同じ高さに配された同面板をステージ天板上に有する露光装置が提案されている。(例えば、特許文献2~5参照。)

【特許文献1】再公表特許WO99/49504号公報

【特許文献2】特開2004-289127号公報

【特許文献3】特開2002-158154号公報

【特許文献4】特開2005-101488号公報 20

【特許文献5】特開2005-72132号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0011】

しかしながら、図11に示すように、ウエハをスキャンする際に投影光学系30の最終面とウエハ40の表面との間に局所的に保持された液膜LMの一部が、露光後のウエハ上に薄く残る。この薄く残った液体が気化することで、ウエハの温度が低下し、ウエハが熱変形(収縮)してウエハへのパターンの転写位置の精度が悪化するという課題が生じる。また、ウエハ外周部を露光する際には、液膜LMの一部が同面板上にも薄く残り、この薄く残った液体が気化することで、同面板の温度が低下し、同面板が熱変形(収縮)して同 30  
面を支持する天板が変形してしまう。そして、天板が変形することで天板に設けられたレーザー干渉計の参照ミラーの位置が変化してしまい、ウエハの位置や姿勢の制御精度が悪化するという課題が生じる。

【課題を解決するための手段】

## 【0012】

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の像を基板に投影する投影光学系を備え、前記投影光学系と前記基板との間の液体及び前記投影光学系を介して前記基板を露光する露光装置において、前記基板を保持する天板と、前記天板上の前記基板の周囲に設けられ、前記基板の表面と実質的に同じ高さの表面を持つ補助部材と、前記天板に設けられ、前記天板の位置又は姿勢の計測に用いられるミラーと、を有し、前記補助部材は、線膨張係数が100ppb以下の低熱膨張材であることを特徴とする。 40

## 【0013】

本発明の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基板を露光する工程と、該露光された基板を現像する工程と、を有することを特徴とする。

## 【0014】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付の図面を参照して説明される好ましい実施例等によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

## 【0015】

本発明によれば、液体の気化に伴う気化熱による転写性能の悪化を低減することのでき 50

る液浸露光装置を提供することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に、本発明の実施の形態を添付の図面に基づいて詳細に説明する。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。

【実施例1】

【0017】

以下、図1を参照して、本発明の露光装置の実施例について説明する。ここで、図1は、実施例1の露光装置1の構成を示す図である。

【0018】

露光装置1は、投影光学系30のウエハ40側にある最終面（最終光学素子）とウエハ40との間に供給される液体（液浸液）LWを介して、レチクル20に形成された回路パターンをステップ・アンド・スキャン方式でウエハ40に露光する液浸型の投影露光装置である。ここで、「ステップ・アンド・スキャン方式」とは、レチクルに対してウエハを連続的にスキャン（走査）してレチクルパターンをウエハに露光すると共に、1ショットの露光終了後ウエ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。なお、本発明をステップ・アンド・リピート方式の液浸型の投影露光装置に適用することも可能である。「ステップ・アンド・リピート方式」とは、ウエハの一括露光ごとにウエ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。

【0019】

露光装置1は、図1に示すように、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、測距装置（52, 56, 54, 58）と、ステージ制御部60と、液体供給部70と、液浸制御部80と、液体回収部90とを有する。

【0020】

照明装置10は、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。

【0021】

光源部12は、本実施例では、光源として、波長193nm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248nmのKrFエキシマレーザー、波長約157nmのF2レーザーを使用してもよい。

【0022】

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。例えば、コンデンサーレンズ、ハエの目レンズ、開口絞り、コンデンサーレンズ、スリット、結像光学系の順で整列する等である。オプティカルインテグレーターは、ハエの目レンズや2組のシリンジカルレンズアレイ（又はレンチキュラーレンズ）板を重ねることによって構成されるインテグレーターを含むが、光学ロッドや回折素子に置換される場合もある。

【0023】

レチクル20は、図示しないレチクル搬送系により露光装置1の外部から搬送され、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及び液膜LMを通り、ウエハ40上に投影される。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、レチクル20とウエハ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のパターンをウエハ40上に転写する。

【0024】

レチクルステージ25は、レチクルステージ25を固定するための定盤27に取り付けられている。レチクルステージ25は、不図示のレチクルチャックを介してレチクル20

10

20

30

40

50

を支持し、図示しない移動機構及びステージ制御部 60 によって移動制御される。移動機構は、リニアモーターなどで構成され、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 を移動することができる。

【0025】

投影光学系 30 は、レチクル 20 に形成されたパターンを経た回折光をウエハ 40 上に結像する機能を有する。投影光学系 30 は、複数のレンズ素子のみからなる光学系、複数のレンズ素子と少なくとも一枚の凹面鏡とを有する光学系（カタディオプトリック光学系）等を使用することができる。

【0026】

ウエハ 40 は、図示しないウエハ搬送系により露光装置 1 の外部から搬送され、ウエハステージ 45 に支持及び駆動される。ウエハ 40 は、本実施例ではウエハであるが、液晶基板、その他の感光基板を広く含む。ウエハ 40 にはフォトリソが塗布されている。

10

【0027】

同面板 44 は、ウエハ 40 の表面とその周辺の面とを同一面にするための補助部材であり、同面板 44 の表面は、ウエハ 40 と略同一な高さに設定されている。また、同面板 44 は、液浸露光を行う場合によく用いられ、ウエハ 40 の外側の領域においても液膜 LM を形成することを可能にしている。このようにウエハ 40 の外側の領域においても液膜 LM を形成することで、ウエハのエッジのショットを液浸露光することが可能となる。

【0028】

ウエハステージ 45 は、ウエハステージ 45 を固定するためのウエハステージ定盤 47 に取り付けられており、ウエハステージ天板 41 及びウエハチャックを介してウエハ 40 を支持する。

20

【0029】

ウエハステージ 45 は、ウエハ 40 の上下方向（鉛直方向）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。露光時は、ステージ制御部 60 により投影光学系 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ウエハステージ 45 が制御される。

【0030】

測距装置は、レチクルステージ 25 の位置及びウエハステージ 45 の二次元的な位置を、参照ミラー 52 及び 54、レーザー干渉計 56 及び 58 を介してリアルタイムに計測する。

30

【0031】

測距装置による測距結果は、ステージ制御部 60 に伝達され、レチクルステージ 25 及びウエハステージ 45 は、位置決めや同期制御のために、ステージ制御部 60 の制御の下で一定の速度比率で駆動される。

【0032】

ステージ制御部 60 は、レチクルステージ 25 及びウエハステージ 45 の駆動制御を行う。

【0033】

液体供給部 70 は、投影光学系 30 とウエハ 40 との間に液体 LW を供給する機能を有し、本実施例では、図示しない生成装置と、脱気装置と、温度制御装置と、液体供給配管 72 を有する。換言すれば、液体供給部 70 は、投影光学系 30 の最終面の周囲に配置された液体供給配管 72 を介して液体 LW を供給し、投影光学系 30 とウエハ 40 との間に液膜 LM を形成する。なお、投影光学系 30 とウエハ 40 との間の距離は、液膜 LM を安定に形成、且つ、除去できる程度であることが好ましく、例えば、1.0 mm とすればよい。

40

【0034】

尚、液体供給部 70 は、例えば、液体 LW を貯めるタンク、液体 LW を送り出す圧送装置、液体 LW の供給流量の制御を行う流量制御装置を含みうる。

【0035】

50

液体LWは、露光の吸収が少ないものの中から選択され、更に、石英や蛍石などの屈折系光学素子とほぼ同程度の屈折率を有することが好ましい。具体的には、液体LWとしては、純水、機能水、フッ化液（例えば、フルオロカーボン）などが使用される。また、液体LWは、予め、図示しない脱気装置を用いて溶存ガスが十分に取り除かれたものであることが好ましい。なぜなら、気泡の発生を抑制し、また、気泡が発生しても即座に液体LW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、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。もちろん、不図示の脱気装置を露光装置に備えて、常に液体中の溶存ガスを取り除きながら液体供給部70に液体LWを供給してもよい。

【0036】

生成装置は、図示しない原料水供給源から供給される原料水中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LWを生成する。生成装置により生成された液体LWは、脱気装置に供給される。

【0037】

脱気装置は、液体LWに脱気処理を施し、液体LW中の溶存酸素及び溶存窒素を低減する。脱気装置は、例えば、膜モジュールと真空ポンプによって構成される。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LW中の溶存ガスをその膜を介して真空中に追い出す装置が好適である。

【0038】

温度制御装置は、液体LWを所定の温度に制御する機能を有する。

【0039】

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（登録商標）樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂などの樹脂で構成することが好ましい。液体LWに純水以外の液体を用いる場合には、液体LWに耐性を有し、且つ、溶出物質が少ない材料で液体供給配管72を構成すればよい。

【0040】

液浸制御部80は、ウエハステージ45の現在位置、速度、加速度、目標位置、移動方向といった情報をステージ制御部60から取得して、これらの情報に基づいて、液浸露光に係る制御を行う。液浸制御部80は、液体LWの供給及び回収の切り換え、停止、供給及び回収する液体LWの量の制御等の制御指令を、液体供給部70や液体回収部90に与える。

【0041】

液体回収部90は、液体供給部70によって供給された液体LWを回収する機能を有し、本実施例では、液体回収配管92を有する。液体回収部90は、例えば、回収した液体LWを一時的に貯めるタンク、液体LWを吸い取る吸引部、液体LWの回収流量を制御するための流量制御装置などから構成される。

【0042】

液体回収配管92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（登録商標）樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂などの樹脂で構成することが好ましい。液体LWに純水以外の液体を用いる場合には、液体LWに耐性を有し、且つ、溶出物質が少ない材料で液体回収配管92を構成すればよい。

【0043】

次に、図2に基づいて、本実施例の露光装置のウエハの周辺の部材について詳細に説明する。なお、図2は実施例1の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【0044】

図2に示すように、同面板44を低熱膨張材とすることで、液膜LMのうち同面板の表面に薄く残った部分が気化し、この気化熱によって同面板の温度が低下しても、同面板44の線膨張係数が100ppb以下と小さいために、熱変形量が1nm以下に抑えられることができる。従って、同面板44が熱変形（収縮）して天板41が変形することに伴う参照ミラー54の位置の変化を低減することができ、ウエハの位置や姿勢の制御を安定し

10

20

30

40

50

て行うことが可能となる。低熱膨張材としては、線膨張係数が100ppb以下であるSiO<sub>2</sub>又はZERODUR（商品名）、ULE（商品名）といったSiO<sub>2</sub>を含むセラミクス（ガラスセラミクス）が望ましい。これは、SiO<sub>2</sub>を含むセラミクスに、ArFレーザーのような波長の短い高エネルギーの光があたっても、その表面状態が変化しにくく、表面からパーティクルが発生し、欠陥の原因となる可能性も少ないという効果があるためである。しかしながら、ZERODUR（商品名）、ULE（商品名）といったSiO<sub>2</sub>を含むセラミクスは、表面が親水性で接触角が30°以下であるために、液体回収部だけではウエハ上や同面板上の液体LWを容易に回収することができず、ステージ駆動の際に液膜LMから液体LWが飛散し、電気部品の動作不良、錆の発生原因となる。

#### 【0045】

そのために、本実施例の露光装置において、図3に示すように、同面板44側に液体回収系を構成しても良い。つまり、同面板表面に孔（又は溝）310を設け、これと真空源300とを配管320で接続することで、同面板44上に残った液体LWを回収する構成をとってもよい。これにより、低熱膨張材を主構成部材とする同面板44の表面が親水性で接触角が低い場合であっても、液体LWを容易に回収することができる。なお、図3は実施例1の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

#### 【0046】

また、図4に示すように、本実施例の露光装置において、ウエハ40の表面側から非接触でウエハ温度を温度センサー330で検知し、この結果を元に加熱手段340を用いて非接触でウエハ40を加熱する構成としても良い。温度センサー330としては、サーモパイル、加熱手段340としてはランプを用いている。これにより、ウエハ40の温度を露光装置の露光雰囲気温度となるように調整することが可能で、液膜LMのうちウエハ表面に薄く残った部分が気化し、この気化熱によってウエハの温度が低下するのを抑制することができる。なお、本実施例では同面板44として低熱膨張材を用いたが、加熱手段340が所定の場所を局部的に加熱することが可能な場合には、同面板44を低熱膨張材で構成せずに、ウエハ上と同面板44上の液膜LMの気化している部分を局部的にその加熱手段340で加熱することとしても良い。なお、図4は実施例1の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

#### 【実施例2】

#### 【0047】

以下、図5を参照して、本発明の露光装置の別の実施形態を説明する。図5は実施例2の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

#### 【0048】

本実施例では、同面板44を天板41が複数の突起部210の表面で支持（いわゆるピンチャック）する構成としている。

#### 【0049】

その他の部材は、実施例1と同一であるため、その説明は省略する。

#### 【0050】

本実施例の露光装置では、このような構成を採用することにより、同面板44と天板41の熱抵抗が増加し、同面板44から天板41への伝熱を抑制される。つまり、液膜LMのうち同面板の表面に薄く残った部分が気化し、この気化熱によって同面板44の温度が低下しても、天板41への伝熱が抑制されるために、天板41の熱変形も抑制される。従って、天板41に設けられたレーザー干渉計の参照ミラー54の位置が変化することで、ウエハの位置や姿勢の制御精度が悪化してしまうのを低減することができる。

#### 【0051】

さらに、本実施例では、同面板44を確実に保持するために、同面板44の裏面と真空源300とを配管320でつなぐことにより同面板44を天板41に真空吸着している。これにより、ステージの高速移動の加減速の際にも、同面板を固定することができるとともに、突起210の表面と同面板44の接触熱抵抗が高くなり、同面板44から天板41への伝熱を抑制する効果が増す。

10

20

30

40

50



## 【実施例 3】

## 【0052】

以下、図 6 を参照して、本発明の露光装置の別の実施例を説明する。図 6 は実施例 3 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

## 【0053】

本実施例では、天板 41 の表面に、温度センサー 510 及び加熱手段としてのヒーター 520 を配置する構成としている。その他の部材は、実施例 2 と同一であるため、その説明は省略する。

## 【0054】

天板 41 の表面の温度センサー 510 で、天板 41 の温度をモニターし、常に天板 41 が所定の温度となるようにヒーター 520 を調節する。つまり、液膜 LM のうちウエハ 40 の表面に薄く残った部分が気化し、この気化熱によってウエハ 40 の温度が低下し、それに伴って天板 41 の温度が低下しても、ヒーター 520 によって天板 41 に熱が加えられ、天板 41 が所定の温度に保たれることとなる。この構成を採用することにより、天板 41 が変形することを低減することができ、参照ミラー 54 位置が変化することを低減することができる。また、同面板 44 上に残った液体 LW が気化することで同面板 44 の温度が低下し、天板 41 の温度が低下しても、ヒーター 520 によって天板 41 に熱が加えられる。従って、これにより、天板 41 が変形することを低減することができ、参照ミラー 54 の位置が変化することを低減することができる。

## 【0055】

また、本構成は、ヒーター 520 が、ウエハ 40 の裏面や同面板 44 に接していないが、ヒーター 520 からの輻射伝熱によりウエハ 40 や同面板 44 の温度低下を防いでいる。そのため、ウエハ 40 や同面板 44 の温度低下による変形に伴う天板 41 の変形をも低減している。なお、同面板 44 に関しては、センサー 510 とヒーター 520 を同面板 44 の裏面に直接配置することで同面板 44 の温度低下を防ぐようにしても良い。この構成によれば、同面板 44 の温度低下による変形に伴う天板 41 の変形をさらに低減することができる。なお、気化熱による温度低下が部分的に生じる場合に、より効果的に温度低下を補償するために、センサーの数やヒーターの数は複数であるほうが好ましい

また、図 7 に示すように、ガス供給部 610 (加熱手段) を用いて高温のガスを同面板 44 の裏面及びウエハ 40 の裏面へ流す構成としても良い。このガスの温度は、温度センサー 510 の値が常に所定の温度となるように調整される。この構成を採用することにより、液膜 LM のうちウエハ 40 の表面に薄く残った部分が気化し、この気化熱によってウエハ 40 の温度が低下するのを抑制することができる。また、同様に、気化熱によって同面板の温度が低下するのを抑制することもできる。更に、この構成を採用した場合には、ヒーター 520 を配置する場所の制約を受けることがないという利点もある。なお、図 7 は実施例 3 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

## 【実施例 4】

## 【0056】

以下、図 8 を参照して、本発明の露光装置の別の実施例を説明する。なお、図 8 は実施例 4 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

## 【0057】

本実施例では、時間当たりの液体回収部 70 から回収される液体 LW の量が液体供給部 90 から供給される液体 LW の量より少なく設定されている。また、本実施例では、実施例 1 (図 3) と同様に同面板側に液体回収系を設けており、同面板 44 の材料として、表面の接触角が  $30^\circ$  以下である  $SiO_2$  又は ZERODUR (商品名)、ULE (商品名) といった  $SiO_2$  を含むセラミクス (ガラスセラミクス) を使用している。

## 【0058】

その他の部材は、実施例 1 と同一であるため、その説明は省略する。

## 【0059】

本実施例の露光装置では、時間当たりの液体回収部 70 から回収される液体 LW の量が

10

20

30

40

50

液体供給部 90 から供給される液体 L W の量より少なく設定されているために、ウエハ表面上やウエハ周辺露光時の同面板表面上には、液膜 L M が厚く残る。従って、液膜 L M の表面で気化が起こったとしても、液膜 L M の下面では、温度低下がすぐには生じないため、ウエハ 40 や同面板 44 の表面の温度が低下するまでには時間がかかり、ウエハ 40 や同面板 44 の所定時間内での変形を許容値以内におさめることができる。

【実施例 5】

【0060】

次に、図 9 及び図 10 を参照して、上述の露光装置を利用したデバイスの製造方法の実施例を説明する。図 9 は、デバイス（半導体デバイスや液晶表示デバイス）の製造方法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（ウエハ製造）では、シリコンなどの材料を用いてウエハを製造する。ステップ 4（ウエハプロセス）は、前工程と呼ばれ、レチクルとウエハを用いて本発明のリソグラフィ技術によってウエ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エ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。

【0061】

図 10 は、ステップ 4 のウエ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、ウエハの表面を酸化させる。ステップ 12（CVD）では、ウエハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ 13（電極形成）では、ウエ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、ウエハにイオンを打ち込む。ステップ 15（レジスト処理）では、ウエハに感光剤を塗布する。ステップ 16（露光）では、上述の露光装置によってレチクルの回路パターンをウエハに露光する。ステップ 17（現像）では、露光したウエハを現像する。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エハ上に多重に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。

【0062】

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】

【0063】

【図 1】実施例 1 の露光装置の構成を示す図である。

【図 2】実施例 1 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【図 3】実施例 1 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【図 4】実施例 1 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【図 5】実施例 2 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【図 6】実施例 3 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【図 7】実施例 3 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【図 8】実施例 4 の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【図 9】デバイスの製造方法を説明するためのフローチャートである。

【図 10】図 9 に示すフローチャートのステップ 4 のウエハプロセスの詳細なフローチャートである。

【図 11】従来の露光装置のウエハの周辺を示す図である。

【符号の説明】

【0064】

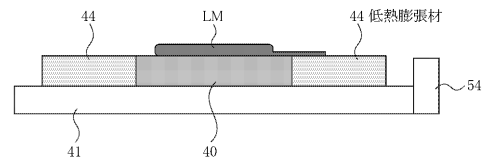
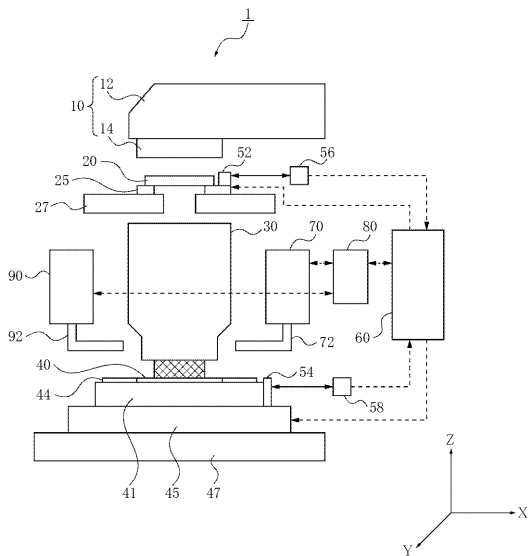
- 1 露光装置
- 10 照明装置
- 20 レチクル（原版）
- 30 投影光学系
- 40 ウエハ（基板）
- 44 同面板（補助部材）
- 41 天板
- 45 ウエハステージ
- 54 参照ミラー（ミラー）
- 70 液体供給部
- 90 液体回収部
- 300 真空源
- 310 孔（溝）
- 320 配管
- 330 温度センサー
- 340 ランプ（加熱手段）
- 210 突起（ピン）
- 510 温度センサー
- 520 ヒーター（加熱手段）
- 610 ガス供給部（加熱手段）
- LM 液膜

10

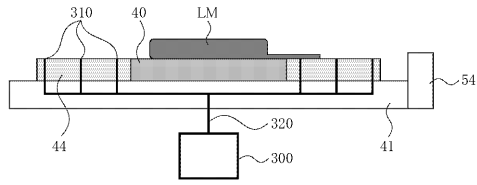
20

【図1】

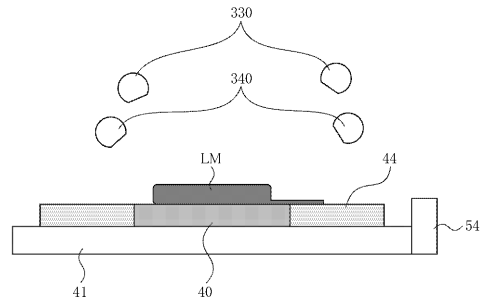
【図2】



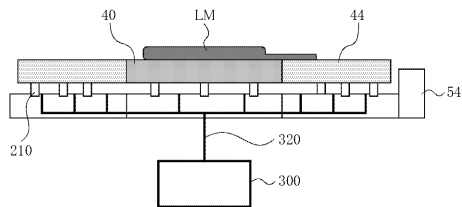
【 図 3 】



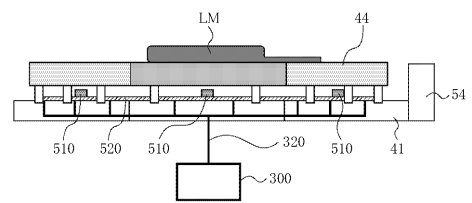
【 図 4 】



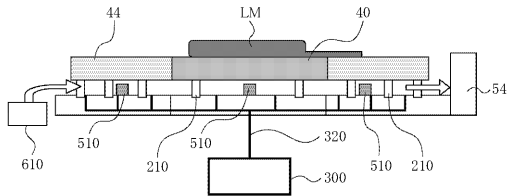
【 図 5 】



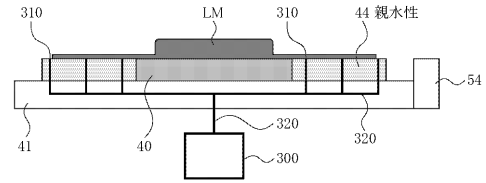
【 図 6 】



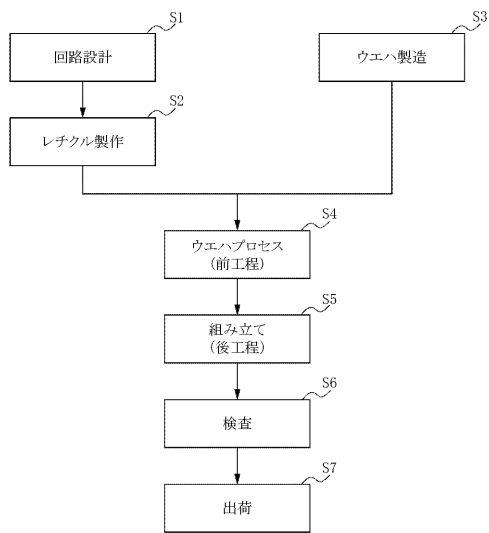
【図7】



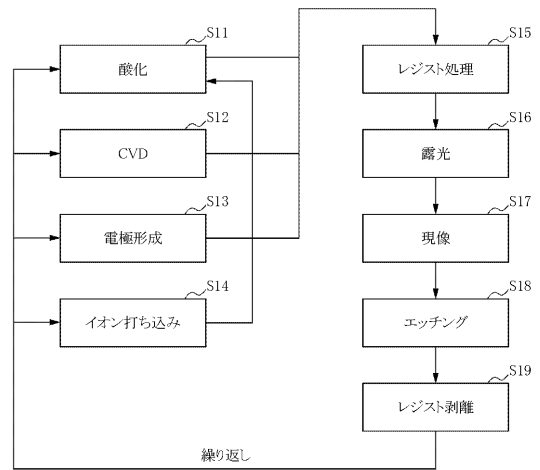
【図8】



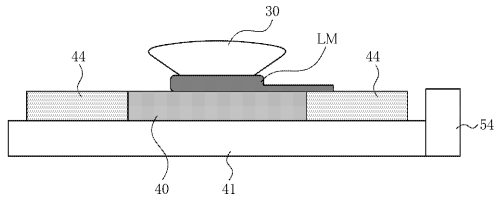
【図9】



【図10】



【図 11】



---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-054427(JP,A)  
特開2005-022616(JP,A)  
特開2005-005707(JP,A)  
特開2006-202825(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027  
G03F 7/20  
H01L 21/68