

(19) 日本国特許庁(JP)

**再公表特許(A1)**

(11) 国際公開番号

**W02005/124835**

発行日 平成20年4月17日(2008.4.17)

(43) 国際公開日 **平成17年12月29日(2005.12.29)**

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>HO 1 L 21/027 (2006.01)</b>	HO 1 L 21/30 5 1 5 G	5 F 0 4 6
<b>GO 3 F 7/20 (2006.01)</b>	GO 3 F 7/20 5 2 1	
	HO 1 L 21/30 5 1 5 D	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 36 頁)

出願番号 特願2006-514839 (P2006-514839)	(71) 出願人 000004112 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2005/011375	
(22) 国際出願日 平成17年6月21日(2005.6.21)	
(31) 優先権主張番号 特願2004-182678 (P2004-182678)	(74) 代理人 100064908 弁理士 志賀 正武
(32) 優先日 平成16年6月21日(2004.6.21)	(72) 発明者 渋田 慎 日本国東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内
(33) 優先権主張国 日本国(JP)	Fターム(参考) 5F046 AA28 CC08

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及びデバイス製造方法

## (57) 【要約】

流出した液体に起因する不都合の発生を防止できる露光装置を提供する。露光装置は、周壁部(33)と周壁部(33)の内側に配置された支持部(34)とを有し、周壁部(33)に囲まれた空間(31)を負圧にすることによって基板(P)を支持部(34)で支持する基板ホルダ(PH)と、周壁部(33)の内側に設けられた回収口(61)と回収口(61)に接続する真空系(63)とを有する回収機構と備え、周壁部(33)の上面(33A)と基板(P)の裏面(Pb)とが第1距離だけ離れた状態で、基板(P)の外周から浸入した液体(LQ)を吸引回収する。

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

投影光学系と液体とを介して基板の表面に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置において、

前記基板の裏面を保持する基板ホルダと、

前記基板の裏面と前記基板ホルダとのそれぞれに付着した液体を略同時に回収する回収機構とを備えたことを特徴とする露光装置。

## 【請求項 2】

前記回収機構は、前記基板の側面に付着した液体も略同時に回収可能であることを特徴とする請求項 1 記載の露光装置。

## 【請求項 3】

前記基板ホルダは、前記基板の裏面と対向する上面を有する周壁部と、前記周壁部の内側に配置された支持部とを備え、前記周壁部に囲まれた空間を負圧にすることによって前記基板を前記支持部で支持し、

前記回収機構は、前記周壁部の内側に設けられた回収口と、前記回収口に接続する真空系とを有し、前記周壁部の上面と前記基板の裏面とが第 1 距離だけ離れた状態で、前記液体を前記回収口より吸引回収することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の露光装置。

## 【請求項 4】

投影光学系と液体とを介して基板の表面に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置において、

周壁部と該周壁部の内側に配置された支持部とを有し、前記周壁部に囲まれた空間を負圧にすることによって前記基板を前記支持部で支持する基板ホルダと、

前記周壁部の内側に設けられた回収口と該回収口に接続する真空系とを有する回収機構とを備え、

前記周壁部の上面と前記基板の裏面とが第 1 距離だけ離れた状態で、前記基板の外周から浸入した液体を吸引回収することを特徴とする露光装置。

## 【請求項 5】

前記周壁部に囲まれた空間を負圧にすることによって前記基板を前記支持部で支持しているときの前記周壁部の上面と前記基板の裏面との距離を第 2 距離とし、

前記第 2 距離は前記第 1 距離よりも短いことを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の露光装置。

## 【請求項 6】

前記第 1 距離は、前記液体の物性、前記周壁部の上面及び前記基板の裏面それぞれの前記液体との親和性、及び前記真空系の吸引力に応じて設定されることを特徴とする請求項 3 ~ 5 のいずれか一項記載の露光装置。

## 【請求項 7】

前記周壁部の上面は撥液性であることを特徴とする請求項 3 ~ 6 のいずれか一項記載の露光装置。

## 【請求項 8】

前記周壁部の上面と前記基板の裏面との距離を調整するギャップ調整機構を有することを特徴とする請求項 3 ~ 7 のいずれか一項記載の露光装置。

## 【請求項 9】

前記ギャップ調整機構は、前記基板の裏面を保持し、前記基板ホルダに対して前記基板を昇降する昇降部材を含むことを特徴とする請求項 8 記載の露光装置。

## 【請求項 10】

前記周壁部の上面と前記基板の裏面との距離を計測する計測装置を備え、

前記ギャップ調整機構は、前記計測装置の計測結果に基づいて、前記距離を調整することを特徴とする請求項 8 又は 9 記載の露光装置。

## 【請求項 11】

前記回収口は、前記周壁部の内側近傍に設けられていることを特徴とする請求項 3 ~ 1

10

20

30

40

50

0 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 2】

前記基板は切欠部を有し、前記周壁部の前記切欠部の近傍には該切欠部に応じた凹部が設けられ、前記回収口は、前記凹部近傍に設けられていることを特徴とする請求項 3 ~ 1 1 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 3】

前記基板ホルダは、前記周壁部の内側に、前記支持部で支持された前記基板の裏面と所定距離だけ離れて対向する底部を有し、

前記回収口は前記底部の所定位置に設けられており、

前記底部は前記回収口に向かって下がるように傾斜した傾斜領域を有することを特徴とする請求項 3 ~ 1 2 のいずれか一項記載の露光装置。

10

【請求項 1 4】

前記基板ホルダは、前記周壁部の内側に、前記支持部で支持された前記基板の裏面と所定距離だけ離れて対向する底部を有し、

前記周壁部と前記底部との接続部は断面視において円弧状に形成されていることを特徴とする請求項 3 ~ 1 3 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 5】

前記回収機構の前記回収口と、前記基板を前記支持部で支持するときに前記空間を負圧にするための吸引口とが兼用されていることを特徴とする請求項 3 ~ 1 4 のいずれか一項記載の露光装置。

20

【請求項 1 6】

前記基板ホルダは、前記周壁部の内側に設けられ、真空系に接続された吸引口を有し、

前記吸引口に接続された真空系と前記回収口に接続された真空系とは互いに独立していることを特徴とする請求項 3 ~ 1 5 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 7】

前記基板の露光終了後に、前記回収機構が液体を回収することを特徴とする請求項 1 ~ 1 6 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 8】

前記基板の裏面及び前記基板ホルダのうち少なくともいずれか一方に液体が付着したか否かを検出する検出装置と、

30

前記検出装置の検出結果に基づいて、前記回収機構の動作を制御する制御装置とを備えたことを特徴とする請求項 1 ~ 1 6 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 1 9】

前記回収機構は、前記基板又は前記基板ホルダに付着した異物も回収可能であることを特徴とする請求項 1 ~ 1 8 のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項 2 0】

前記回収機構は、回収口と、真空系と、該回収口と該真空系とを接続する流路とを有し、

前記流路の内壁面に、撥液性材料及び断熱性材料のうちの少なくとも一方を設けたことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の露光装置。

40

【請求項 2 1】

前記回収機構は、前記回収口と前記真空系とを接続する流路を有し、

前記流路の内壁面に、撥液性材料及び断熱性材料のうちの少なくとも一方を設けたことを特徴とする請求項 3 又は 4 に記載の露光装置。

【請求項 2 2】

前記吸引口と、該吸引口に接続された真空系とを接続する流路の内壁面に、撥液性材料及び断熱性材料のうちの少なくとも一方を設けたことを特徴とする請求項 1 5 に記載の露光装置。

【請求項 2 3】

投影光学系と液体とを介して、基板ホルダ上に保持された基板の表面に露光光を照射し

50

て前記基板を露光する露光装置において、

回収口と、真空系と、該回収口と該真空系とを接続する流路とを有し、且つ前記液体を、該回収口を介して回収する回収機構を有し、

前記流路の内壁面に断熱性材料を設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 24】

前記流路の少なくとも一部は、前記基板ホルダ内部に配置されていることを特徴とする請求項 23 に記載の露光装置。

【請求項 25】

前記流路の内壁には前記断熱性材料による断熱層が設けられ、且つ該断熱層上に前記撥液性材料が設けられていることを特徴とする請求項 24 に記載の露光装置。

10

【請求項 26】

前記断熱性材料は、前記基板ホルダを形成する材料よりも熱伝導率が低い材料を含むことを特徴とする請求項 20 ~ 25 のうちのいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 27】

投影光学系と液体とを介して、基板ホルダ上に保持された基板の表面に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置において、

回収口と、真空系と、該回収口と該真空系とを接続する流路とを有し、且つ前記液体を、該回収口を介して回収する回収機構を有し、

前記流路の少なくとも一部は、前記基板ホルダ内部に配置されており、且つ該流路の内壁面に撥液性材料を設けたことを特徴とする露光装置。

20

【請求項 28】

投影光学系と液体とを介して、基板ホルダ上に保持された基板の表面に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置において、

回収口と、真空系と、該回収口と該真空系とを接続する流路とを有し、且つ前記液体を、該回収口を介して回収する回収機構を有し、

前記流路の内壁面に、撥液性材料及び断熱性材料を設けたことを特徴とする露光装置。

【請求項 29】

前記流路の少なくとも一部は、前記基板ホルダ内部に配置されていることを特徴とする請求項 28 に記載の露光装置。

【請求項 30】

30

前記基板ホルダは、前記基板を該基板ホルダ上に吸着保持するための真空系と接続された吸引口を有し、

前記吸引口と前記吸着保持用のための真空系とを接続する流路の内壁面に、撥液性材料及び断熱性材料のうちの少なくとも一方を設けたことを特徴とする請求項 23 ~ 29 のうちのいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 31】

前記撥液性材料は、フッ素系樹脂材料、又はアクリル系樹脂材料を含むことを特徴とする請求項 20 ~ 22、25、27 ~ 30 のうちのいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 32】

投影光学系と液体とを介して、基板ホルダ上に保持された基板の表面に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置において、

40

回収口と、真空系と、該回収口と該真空系とを接続する流路とを有し、且つ前記液体を該回収口を介して回収する回収機構を有し、

前記流路の少なくとも一部は、前記基板ホルダ内部に配置されており、且つ該流路の内壁面にはフッ素系樹脂材料が設けられていることを特徴とする露光装置。

【請求項 33】

前記回収機構は、前記回収口を介して、前記基板の裏面及び側面のうちの少なくとも一方に付着した液体を回収することを特徴とする請求項 23 ~ 32 のうちのいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 34】

50

前記基板ホルダは、前記基板の裏面と対向する上面を有する周壁部と、前記周壁部の内側に配置された支持部とを備え、前記周壁部に囲まれた空間を負圧にすることによって前記基板を前記支持部で支持するものであることを特徴とする請求項 23 ~ 33 のうちのいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 35】

請求項 1 ~ 請求項 34 のいずれか一項記載の露光装置を用い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、投影光学系と液体とを介して基板を露光する露光装置及びデバイス製造方法に関するものである。

本願は、2004年6月21日に出願された特願2004-182678号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を基板ホルダを介して支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短いほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長はKrFエキシマレーザの248nmであるが、更に短波長のArFエキシマレーザの193nmも実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度(DOF)も重要となる。解像度R、及び焦点深度はそれぞれ以下の式で表される。

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$= \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、 $\lambda$  は露光波長、NAは投影光学系の開口数、 $k_1$ 、 $k_2$  はプロセス係数である。(1)式、(2)式より、解像度Rを高めるために、露光波長 $\lambda$ を短くして、開口数NAを大きくすると、焦点深度DOFが狭くなることが分かる。

【0003】

焦点深度DOFが狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足するおそれがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献1に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たして液浸領域を形成し、液体中での露光光の波長が空気中の $\lambda/n$  ( $n$ は液体の屈折率で通常1.2~1.6程度)になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 $n$ 倍に拡大するというものである。

【特許文献1】国際公開第99/49504号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、液浸法を適用した液浸露光装置において、基板上より流出した液浸領域の液体が基板の裏面側に回り込み、基板とその基板を保持する基板ホルダとの間に浸入すると、基板ホルダが基板を良好に保持できない状況が生じ、その結果、露光精度が劣化する等の不都合が生じる可能性がある。例えば、基板の裏面と基板ホルダとの間に浸入した液体が、基板の裏面あるいは基板ホルダの上面に付着して気化すると、それら基板の裏面ある

10

20

30

40

50

いは基板ホルダの上面に液体の付着跡（所謂ウォーターマーク）が形成される可能性がある。ウォーターマークは異物として作用するため、基板ホルダで基板を保持したときの基板の平坦度（フラットネス）が劣化する不都合が生じ、良好な露光精度を維持できなくなる。

【0005】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、流出した液体に起因する不都合の発生を防止できる露光装置、及びその露光装置を用いるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図1～図13に対応付け（カッコ付け）した以下の構成を採用している。なお、以下の対応付けはあくまで一例であって、本発明の構成が、下記の対応付けに限定されるものではない。

【0007】

本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して基板（P）の表面（Pa）に露光光（EL）を照射して基板（P）を露光する露光装置において、基板（P）の裏面（Pb）を保持する基板ホルダ（PH）と、基板（P）の裏面（Pb）と基板ホルダ（PH）とのそれぞれに付着した液体（LQ）を略同時に回収する回収機構（60）とを備えたことを特徴とする。

【0008】

本発明によれば、回収機構が基板の裏面と基板ホルダとのそれぞれに付着した液体を略同時に回収するので、液体を短時間のうちに素早く回収することができる。したがって、基板の裏面あるいは基板ホルダに付着した液体に起因する不都合の発生を防止し、良好な露光精度を維持することができる。また、回収機構は液体を短時間のうちに素早く回収するので、液体が気化する前にその付着した液体を回収できる。したがって、基板の裏面や基板ホルダに付着跡（ウォーターマーク）が形成されることを未然に防止することができる。また、短時間のうちに液体を回収できるため、液体回収処理に要する時間を短くでき、露光装置の稼働率を向上することもできる。

【0009】

また本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して基板（P）の表面（Pa）に露光光（EL）を照射して基板（P）を露光する露光装置において、周壁部（33）と該周壁部（33）の内側に配置された支持部（34）とを有し、周壁部（33）に囲まれた空間（31）を負圧にすることによって基板（P）を支持部（34）で支持する基板ホルダ（PH）と、周壁部（33）の内側に設けられた回収口（61）と該回収口（61）に接続する真空系（63）とを有する回収機構（60）とを備え、周壁部（33）の上面（33A）と基板（P）の裏面（Pb）とが第1距離だけ離れた状態で、基板（P）の外周から浸入した液体（LQ）を吸引回収することを特徴とする。

【0010】

本発明によれば、基板ホルダの周壁部の上面と基板の裏面とが第1距離だけ離れた状態で回収機構を駆動し、周壁部に囲まれた空間をその内側に設けられた回収口を介して負圧にすることにより、空間の内側と外側との間で気体の流れを生成し、その気体の流れを使って、基板の裏面と基板ホルダとのそれぞれに付着した液体を略同時に回収することができる。したがって、液体を短時間のうちに素早く回収でき、基板の裏面あるいは基板ホルダに付着した液体に起因する不都合の発生を防止して、良好な露光精度を維持することができる。また、回収機構は液体を短時間のうちに素早く回収できるので、液体が気化する前にその付着した液体を回収できる。したがって、基板の裏面や基板ホルダに付着跡（ウォーターマーク）が形成されることを未然に防止することができる。また、短時間のうちに液体を回収できるため、液体回収処理に要する時間を短くでき、露光装置の稼働率を向上することもできる。

また本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して、基

10

20

30

40

50

板ホルダ（PH）上に保持された基板（P）の表面に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置において、回収口（61）と、真空系（63）と、該回収口と該真空系とを接続する流路（62）とを有し、且つ液体（LQ）を、該回収口を介して回収する回収機構（60）を有し、流路の内壁面に断熱性材料（120）を設けたことを特徴とする。本発明によれば、流路内壁に断熱性材料による断熱層を設けておけば、仮に流路内に残留した液体が気化したとしても、その気化熱が周囲（例えば基板ホルダなど）に与える影響（熱変形など）を抑えることができる。

また本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して、基板ホルダ（PH）上に保持された基板（P）の表面に露光光を照射して基板を露光する露光装置において、回収口（61）と、真空系（63）と、該回収口と該真空系とを接続する流路（62）とを有し、且つ液体（LQ）を、該回収口を介して回収する回収機構（60）を有し、流路の少なくとも一部は基板ホルダ（PH）内部に配置されており、且つ該流路の内壁面に撥液性材料（121）を設けたことを特徴とする。本発明によれば、流路内壁を撥液性にする事で、流路に液体が残留することを防止できる。

また本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して、基板ホルダ（PH）上に保持された基板（P）の表面に露光光を照射して前記基板を露光する露光装置において、回収口（61）と、真空系（63）と、該回収口と該真空系とを接続する流路（62）とを有し、且つ液体（LQ）を、該回収口を介して回収する回収機構（60）を有し、流路の内壁面に撥液性材料（121）及び断熱性材料（120）を設けたことを特徴とする。本発明によれば、流路内壁を撥液性にする事で流路に液体が残留することを防止できるとともに、流路内壁に断熱性材料による断熱層を設けておけば、仮に流路内に残留した液体が気化したとしても、その気化熱が周囲（例えば基板ホルダなど）に与える影響（熱変形など）を抑えることができる。

また本発明の露光装置（EX）は、投影光学系（PL）と液体（LQ）とを介して、基板ホルダ（PH）上に保持された基板（P）の表面に露光光を照射して基板を露光する露光装置において、回収口（61）と、真空系（63）と、該回収口と該真空系とを接続する流路（62）とを有し、且つ液体を該回収口を介して回収する回収機構（60）を有し、流路の少なくとも一部は基板ホルダ（PH）内部に配置されており、且つ該流路の内壁面にはフッ素系樹脂材料（121）が設けられていることを特徴とする。本発明によれば、流路内壁にフッ素系樹脂材料を設けておくことで、撥液性と断熱性の双方の機能を得ることができる。

#### 【0011】

本発明のデバイス製造方法は、上記記載の露光装置（EX）を用いることを特徴とする。本発明によれば、基板を精度良く露光して、所望の性能を有するデバイスを提供することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0012】

本発明によれば、流出した液体に起因する不都合の発生を防止して、良好な露光精度を維持することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0013】

【図1】本発明の一実施形態を示す露光装置の概略構成図である。

【図2】基板ホルダ近傍の側断面図である。

【図3】基板ホルダ近傍の平面図である。

【図4】基板を保持した状態の基板ホルダ近傍の平面図である。

【図5A】露光動作の一例を説明するための模式図である。

【図5B】露光動作の一例を説明するための模式図である。

【図5C】露光動作の一例を説明するための模式図である。

【図5D】露光動作の一例を説明するための模式図である。

【図6】周壁部の上面と基板の裏面との間に形成されたギャップ近傍の流体の流れを説明

するための模式図である。

【図 7】露光装置の別の実施形態を示す概略図である。

【図 8】計測装置の一例を示す模式図である。

【図 9】検出装置の一例を示す模式図である。

【図 10】基板ホルダの別の実施形態を示す図である。

【図 11】基板ホルダの別の実施形態を示す図である。

【図 12】基板ホルダの内部に形成された流路の一実施形態を示す断面図である。

【図 13】半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

【0014】

10

10 ... 液体供給機構、20 ... 第1液体回収機構、31 ... 空間、33 ... 周壁部、33A ... 上面、35B ... 底部、35C ... 接続部、33N ... 凹部、34 ... 支持部、41 ... 吸引口、43 ... 第1真空系、56 ... 昇降部材（ギャップ調整機構）、60 ... 第2液体回収機構、61（61A～61C）... 回収口、63 ... 第2真空系、80 ... 計測装置、90 ... 検出装置、EL ... 露光光、EX ... 露光装置、KR ... 傾斜領域、LQ ... 液体、NT ... ノッチ部（切欠部）、P ... 基板、Pa ... 基板の表面、Pb ... 基板の裏面、Pc ... 基板の側面、PH ... 基板ホルダ、PL ... 投影光学系

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

20

以下、本発明の露光装置について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【0016】

図1において、露光装置EXは、マスクMを支持して移動可能なマスクステージMSTと、基板Pの裏面Pbを保持する基板ホルダPHを有し、基板ホルダPHに基板Pを保持して移動可能な基板ステージPSTと、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターン像を基板ステージPSTに支持されている基板Pの表面Paに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTとを備えている。なお、ここでいう「基板」は半導体ウエハ上に感光性材料であるフォトレジストを塗布したものを含む。本実施形態においては、基板Pの表面Paにフォトレジストが設けられており、その表面Paが露光光ELを照射される被露光面となっている。また、「マスク」は基板上に縮小投影されるデバイスパターンを形成されたレチクルを含む。

30

【0017】

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板P上に液体LQを供給する液体供給機構10と、基板P上の液体LQを回収する第1液体回収機構20とを備えている。露光装置EXは、少なくともマスクMのパターン像を基板Pの表面Pa上に転写している間、液体供給機構10から供給した液体LQにより投影光学系PLの投影領域AR1を含む基板P上の少なくとも一部に、投影領域AR1よりも大きく且つ基板Pよりも小さい液浸領域AR2を局所的に形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの像面側先端部の光学素子2と基板Pの表面Paとの間に液体LQを満たし、この投影光学系PLと基板Pとの間の液体LQ及び投影光学系PLを介してマスクMのパターン像を基板ホルダPHに保持された基板P上に投影することによって、基板Pを露光する。

40

【0018】

また、露光装置EXは、基板Pの外周から基板Pの裏面Pb側に浸入した液体LQを吸引回収可能な第2液体回収機構60を備えている。第2液体回収機構60は、基板Pの裏面Pbと基板ホルダPHとのそれぞれに付着した液体LQを略同時に回収可能である。更に第2液体回収機構60は、基板Pの側面Pcに付着した液体LQも略同時に回収可能である。

50



## 【 0 0 1 9 】

ここで、本実施形態では、露光装置 E X としてマスク M と基板 P とを走査方向における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスク M に形成されたパターンを基板 P に露光する走査型露光装置（所謂スキャニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、投影光学系 P L の光軸 A X と一致する方向を Z 軸方向、Z 軸方向に垂直な平面内でマスク M と基板 P との同期移動方向（走査方向）を X 軸方向、Z 軸方向及び Y 軸方向に垂直な方向（非走査方向）を Y 軸方向とする。また、X 軸、Y 軸、及び Z 軸まわりの回転（傾斜）方向をそれぞれ、X、Y、及び Z 方向とする。

## 【 0 0 2 0 】

照明光学系 I L はマスクステージ M S T に支持されているマスク M を露光光 E L で照明するものであり、露光光 E L を射出する露光用光源、露光用光源から射出された露光光 E L の照度を均一化するオプティカルインテグレータ、オプティカルインテグレータからの露光光 E L を集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光 E L によるマスク M 上の照明領域をスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスク M 上の所定の照明領域は照明光学系 I L により均一な照度分布の露光光 E L で照明される。照明光学系 I L から射出される露光光 E L としては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び Kr F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）や、Ar F エキシマレーザ光（波長 1 9 3 n m）及び F<sub>2</sub> レーザ光（波長 1 5 7 n m）等の真空紫外光（V U V 光）などが用いられる。本実施形態においては Ar F エキシマレーザ光が用いられる。上述したように、本実施形態における液体 L Q は純水であって、露光光 E L が Ar F エキシマレーザ光であっても透過可能である。また、純水は紫外域の輝線（g 線、h 線、i 線）及び Kr F エキシマレーザ光（波長 2 4 8 n m）等の遠紫外光（D U V 光）も透過可能である。

## 【 0 0 2 1 】

マスクステージ M S T は、マスク M を保持して移動可能であって、例えばマスク M を真空吸着（又は静電吸着）により固定している。マスクステージ M S T は、投影光学系 P L の光軸 A X に垂直な平面内、すなわち X Y 平面内で 2 次元移動可能及び Z 方向に微小回転可能である。マスクステージ M S T はリニアモータ等のマスクステージ駆動装置 M S T D により駆動される。マスクステージ駆動装置 M S T D は制御装置 C O N T により制御される。

## 【 0 0 2 2 】

マスクステージ M S T 上には移動鏡 9 1 が設けられている。また、移動鏡 9 1 に対向する位置にはレーザ干渉計 9 2 が設けられている。移動鏡 9 1 は、マスクステージ M S T の位置を計測するためのレーザ干渉計 9 2 用のミラーである。マスクステージ M S T 上のマスク M の 2 次元方向（X Y 方向）の位置、及び Z 方向の回転角（場合によっては X、Y 方向の回転角も含む）はレーザ干渉計 9 2 によりリアルタイムで計測される。レーザ干渉計 9 2 の計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 9 2 の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置 M S T D を駆動することでマスクステージ M S T に支持されているマスク M の位置を制御する。

## 【 0 0 2 3 】

投影光学系 P L はマスク M のパターンを所定の投影倍率 で基板 P に投影露光するものである。投影光学系 P L は、基板 P 側の先端部に設けられた光学素子 2 を含む複数の光学素子で構成されており、これら光学素子は鏡筒 P K で支持されている。本実施形態において、投影光学系 P L は、投影倍率が例えば 1 / 4、1 / 5、あるいは 1 / 8 の縮小系である。なお、投影光学系 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、本実施形態の投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 は鏡筒 P K に対して着脱（交換）可能に設けられており、光学素子 2 には液浸領域 A R 2 の液体 L Q が接触する。

## 【 0 0 2 4 】

基板ステージ P S T は、基板 P を保持する基板ホルダ P H を支持して移動可能であって、X Y 平面内で 2 次元移動可能及び Z 方向に微小回転可能である。更に基板ステージ P

10

20

30

40

50

S Tは、Z軸方向、X方向、及びY方向にも移動可能である。基板ホルダPHは基板Pを保持するものであって、基板ステージPST（Zチルトステージ52）上に設けられている。基板ホルダPHは、真空吸着により基板Pを保持する。基板ステージPSTは、基板ホルダPHを支持するZチルトステージ52と、Zチルトステージ52を支持するXYステージ53とを備えており、XYステージ53はベースBP上に支持されている。Zチルトステージ52は基板ホルダPHに保持されている基板PをZ軸方向、及びX、Y方向（傾斜方向）に移動可能である。XYステージ53は基板ホルダPHに保持されている基板PをZチルトステージ52を介して2次元方向（XY方向）、及びZ方向に移動可能である。なお、ZチルトステージとXYステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。

10

**【0025】**

Zチルトステージ52（基板ステージPST）上には凹部50が設けられており、基板ホルダPHは凹部50に配置されている。そして、Zチルトステージ52のうち凹部50以外の上面51は、基板ホルダPHに保持された基板Pの表面Paとほぼ同じ高さ（面一）になるような平坦面となっている。基板Pの周囲に基板P表面とほぼ面一の上面51を設けたので、基板Pのエッジ領域Eを液浸露光するときにおいても、投影光学系PLの像面側に液体LQを保持して液浸領域AR2を良好に形成することができる。

**【0026】**

Zチルトステージ52及びXYステージ53を含む基板ステージPSTは、リニアモータ等を含む基板ステージ駆動装置PSTDにより駆動される。基板ステージ駆動装置PSTDは制御装置CONTにより制御される。Zチルトステージ52が駆動されることにより、基板ホルダPHが移動し、基板ホルダPHに保持されている基板PのZ軸方向における位置（フォーカス位置）、及び傾斜方向における位置が制御される。また、XYステージ53が駆動されることにより、基板ホルダPHが移動し、基板PのXY方向における位置、及びZ方向における位置が制御される。

20

**【0027】**

Zチルトステージ52（基板ステージPST）には移動鏡93が設けられている。また、移動鏡93に対向する位置にはレーザ干渉計94が設けられている。移動鏡93は、Zチルトステージ52（基板ホルダPH）の位置を計測するためのレーザ干渉計94用のミラーである。本実施形態においては、移動鏡93の上面も、基板ホルダPHに保持された基板Pの表面Paと面一になるように形成されている。基板ホルダPHを介して基板Pを保持したとき、保持した基板Pの表面Pa及び移動鏡93の上面を含めて、基板ステージPSTの上面のほぼ全域が平坦面（フルフラット面）となるように形成されている。基板ホルダPHの2次元方向の位置、及びZ方向の回転角はレーザ干渉計94によりリアルタイムで計測される。レーザ干渉計94によってZチルトステージ52の位置が計測されることで、そのZチルトステージ52に基板ホルダPHを介して保持されている基板Pの2次元方向の位置、及びZ方向の回転角が計測される。また、不図示ではあるが、露光装置EXは、例えば特開平8-37149号公報に開示されているような、基板ホルダPHに保持されている基板Pの表面Paの位置情報を検出するフォーカス・レベリング検出系を備えている。フォーカス・レベリング検出系は、基板P表面のZ軸方向の位置情報、及び基板PのX及びY方向の傾斜情報を検出する。

30

40

**【0028】**

レーザ干渉計94の計測結果は制御装置CONTに出力される。フォーカス・レベリング検出系の受光結果も制御装置CONTに出力される。制御装置CONTは、フォーカス・レベリング検出系の検出結果に基づいて、基板ステージ駆動装置PSTDを駆動し、基板Pのフォーカス位置及び傾斜角を制御して基板Pの表面Paをオートフォーカス方式、及びオートレベリング方式で投影光学系PLの像面に合わせ込む。また、制御装置CONTは、レーザ干渉計94の計測結果に基づいて、レーザ干渉計94で規定される2次元座標系内で基板ステージ駆動装置PSTDを介してXYステージ53を駆動することで、基板ホルダPHに保持されている基板PのX軸方向及びY軸方向における位置を制御する。

50

## 【 0 0 2 9 】

液体供給機構 1 0 は、所定の液体 L Q を投影光学系 P L の像面側に供給するためのものであって、液体 L Q を送出可能な液体供給部 1 1 と、液体供給部 1 1 にその一端部を接続する供給管 1 3 とを備えている。液体供給部 1 1 は、液体 L Q を収容するタンク、加圧ポンプ、及び液体 L Q 中に含まれる異物や気泡を取り除くフィルタユニット等を備えている。液体供給部 1 1 の液体供給動作は制御装置 C O N T により制御される。基板 P 上に液浸領域 A R 2 を形成する際、液体供給機構 1 0 は液体 L Q を基板 P 上に供給する。

## 【 0 0 3 0 】

第 1 液体回収機構 2 0 は、投影光学系 P L の像面側の液体 L Q を回収するためのものであって、液体 L Q を回収可能な液体回収部 2 1 と、液体回収部 2 1 にその一端部を接続する回収管 2 3 とを備えている。液体回収部 2 1 は例えば真空ポンプ等の真空系（吸引装置）、回収された液体 L Q と気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体 L Q を収容するタンク等を備えている。なお真空系として、露光装置 E X に真空ポンプを設けずに、露光装置 E X が配置される工場の真空系を用いるようにしてもよい。液体回収部 2 1 の液体回収動作は制御装置 C O N T により制御される。基板 P 上に液浸領域 A R 2 を形成するために、第 1 液体回収機構 2 0 は液体供給機構 1 0 より供給された基板 P 上の液体 L Q を所定量回収する。

## 【 0 0 3 1 】

投影光学系 P L を構成する複数の光学素子のうち、液体 L Q に接する光学素子 2 の近傍にはノズル部材 7 0 が配置されている。ノズル部材 7 0 は、基板 P（基板ホルダ P H）の上方において、光学素子 2 の側面を囲むように設けられた環状部材である。ノズル部材 7 0 と光学素子 2 との間には隙間が設けられており、ノズル部材 7 0 は光学素子 2 に対して振動的に分離されるように所定の支持機構で支持されている。また、その隙間に液体 L Q が浸入しないように、且つその隙間から液体 L Q 中に気泡が混入しないように構成されている。ノズル部材 7 0 は、例えばステンレス鋼によって形成されている。

## 【 0 0 3 2 】

ノズル部材 7 0 は、基板 P（基板ホルダ P H）の上方に設けられ、その基板 P 表面に対向するように配置された供給口 1 2 を備えている。本実施形態において、ノズル部材 7 0 は 2 つの供給口 1 2 A、1 2 B を有している。供給口 1 2 A、1 2 B はノズル部材 7 0 の下面 7 0 A に設けられている。

## 【 0 0 3 3 】

ノズル部材 7 0 の内部には、基板 P 上に供給される液体 L Q が流れる供給流路が形成されている。ノズル部材 7 0 の供給流路の一端部は供給管 1 3 の他端部に接続され、供給流路の他端部は供給口 1 2 A、1 2 B のそれぞれに接続されている。ここで、ノズル部材 7 0 の内部に形成された供給流路の他端部は、複数（2 つ）の供給口 1 2 A、1 2 B のそれぞれに接続可能なように途中から分岐している。

## 【 0 0 3 4 】

また、ノズル部材 7 0 は、基板 P（基板ステージ P S T）の上方に設けられ、その基板 P 表面に対向するように配置された回収口 2 2 を備えている。本実施形態において、回収口 2 2 は、ノズル部材 7 0 の下面 7 0 A において、投影光学系 P L の光学素子 2（投影領域 A R 1）及び供給口 1 2 を囲むように環状に形成されている。

## 【 0 0 3 5 】

また、ノズル部材 7 0 の内部には、回収口 2 2 を介して回収された液体 L Q が流れる回収流路が形成されている。ノズル部材 7 0 の回収流路の一端部は回収管 2 3 の他端部に接続され、回収流路の他端部は回収口 2 2 に接続されている。ここで、ノズル部材 7 0 の内部に形成された回収流路は、回収口 2 2 に応じた環状流路と、その環状流路を流れた液体 L Q を集合するマニホールド流路とを備えている。

## 【 0 0 3 6 】

本実施形態において、ノズル部材 7 0 は、液体供給機構 1 0 及び第 1 液体回収機構 2 0 それぞれの一部を構成している。液体供給機構 1 0 を構成する供給口 1 2 A、1 2 B は、

10

20

30

40

50

投影光学系 P L の投影領域 A R 1 を挟んだ X 軸方向両側のそれぞれの位置に設けられており、第 1 液体回収機構 2 0 を構成する回収口 2 2 は、投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対して液体供給機構 1 0 の液体供給口 1 2 A、1 2 B の外側に設けられている。なお本実施形態における投影光学系 P L の投影領域 A R 1 は、Y 軸方向を長手方向とし、X 軸方向を短手方向とした平面視矩形状に設定されている。

#### 【 0 0 3 7 】

液体供給部 1 1 の動作は制御装置 C O N T により制御される。制御装置 C O N T は液体供給部 1 1 による単位時間あたりの液体供給量を制御可能である。基板 P 上に液体 L Q を供給する際、制御装置 C O N T は、液体供給部 1 1 より液体 L Q を送出し、供給管 1 3 及びノズル部材 7 0 内部に形成された供給流路を介して、基板 P の上方に設けられている供給口 1 2 A、1 2 B より基板 P 上に液体 L Q を供給する。液体 L Q は、供給口 1 2 A、1 2 B を介して、投影領域 A R 1 の両側から供給される。

10

#### 【 0 0 3 8 】

液体回収部 2 1 の液体回収動作は制御装置 C O N T により制御される。制御装置 C O N T は液体回収部 2 1 による単位時間あたりの液体回収量を制御可能である。基板 P の上方に設けられた回収口 2 2 から回収された基板 P 上の液体 L Q は、ノズル部材 7 0 内部に形成された回収流路、及び回収管 2 3 を介して液体回収部 2 1 に回収される。

#### 【 0 0 3 9 】

次に、図 2、図 3、及び図 4 を参照しながら、基板 P を保持する基板ホルダ P H の一実施形態について説明する。図 2 は基板 P を保持した基板ホルダ P H の側断面図、図 3 は基板ホルダ P H を上方から見た平面図、図 4 は基板 P を保持した基板ホルダ P H を上方から見た平面図である。

20

#### 【 0 0 4 0 】

図 2 及び図 3 において、基板ホルダ P H は、基板 P の裏面 P b と所定距離だけ離れて対向する底面 3 5 B を有する基材 3 5 と、基材 3 5 上に形成され、基板 P の裏面 P b と対向する上面 3 3 A を有する周壁部 3 3 と、周壁部 3 3 の内側の底面 3 5 B 上に形成された複数の支持部 3 4 とを備えている。周壁部 3 3 は、基板 P の形状に応じて略円環状に形成されている。周壁部 3 3 の上面 3 3 A は、基板 P の裏面 P b のエッジ領域に対向するように形成されている。また、周壁部 3 3 の上面 3 3 A は平坦面となっている。なお、図においては、周壁部 3 3 の上面 3 3 A は比較的広い幅を有しているが、実際には 1 ~ 2 m m 程度の幅である。

30

#### 【 0 0 4 1 】

基板ホルダ P H の支持部 3 4 は、周壁部 3 3 の内側において複数一様に設けられている。本実施形態においては、基板ホルダ P H の支持部 3 4 は複数の支持ピンを含んで構成されており、基板ホルダ P H は、所謂ピンチャック機構を構成している。基板ホルダ P H のピンチャック機構は、基板ホルダ P H の基材 3 5 と周壁部 3 3 と基板 P とで囲まれた空間 3 1 を負圧にする吸引機構 4 0 を備えており、空間 3 1 を負圧にすることによって基板 P を支持部 3 4 で支持する。支持部 3 4 で支持された基板 P の裏面 P b と底面 3 5 B とは所定距離だけ離れて対向する。

#### 【 0 0 4 2 】

基板ホルダ P H の吸引機構 4 0 は、周壁部 3 3 の内側に複数設けられた吸引口 4 1 と、吸引口 4 1 のそれぞれに流路 4 2 を介して接続されている第 1 真空系 4 3 とを備えている。吸引口 4 1 は、周壁部 3 3 の内側の底面 3 5 B 上のうち支持部 3 4 以外の複数の所定位置にそれぞれ設けられており、周壁部 3 3 の内側において複数一様に配置されている。

40

#### 【 0 0 4 3 】

第 1 真空系 4 3 は、基材 3 5 と周壁部 3 3 と基板 P とで囲まれた空間 3 1 を負圧にするためのものであって、真空ポンプを含んで構成される。制御装置 C O N T は、第 1 真空系 4 3 を駆動し、基材 3 5 と周壁部 3 3 と基板 P とで囲まれた空間 3 1 内部のガス（空気）を吸引してこの空間 3 1 を負圧にすることによって、基板ホルダ P H の支持部 3 4 に基板 P を吸着保持する。

50

## 【 0 0 4 4 】

Zチルトステージ52（基板ステージPST）の凹部50によって形成された内側面50Tと周壁部33の外側面33Sとの間には所定の距離を有するギャップ（隙間）Cが設けられている。また、基板ホルダPHに保持された基板Pの外側のエッジ部と、その基板Pの周囲に設けられたZチルトステージ52（基板ステージPST）の上面51（内側面50T）との間には、0.1～1.0mm程度の距離を有するギャップAが形成されている。本実施形態においては、ギャップAは0.3mm程度である。周壁部33の外径は基板Pの外径より小さく形成されており、ギャップCはギャップAより大きく、例えば1.5mm程度である。

## 【 0 0 4 5 】

また、図4に示すように、本実施形態における基板Pには、位置合わせのための切欠部であるノッチ部NTが形成されている。ノッチ部NTにおける基板PとZチルトステージ52の上面51との間のギャップの距離も0.1～1.0mm程度に設定されるように、基板Pの外形（ノッチ部NTの形状）に応じて、上面51の形状が設定されている。すなわち、ノッチ部NTを含む基板Pのエッジ部の全域と上面51との間に、0.1～1.0mm程度の距離を有するギャップAが確保されている。具体的には、Zチルトステージ52の上面51には、基板Pのノッチ部NTの形状に対応するように、凹部50の内側に向かって突出する突起部150が設けられている。Zチルトステージ52の内側面50Tには、突起部150の形状に応じた凸部50Nが形成されている。突起部150は、基板ホルダPHに保持された基板Pのノッチ部NTにおける表面Paと上面51とのギャップを小さくするためのギャップ調整部としての機能を有している。なお、ここでは突起部150はZチルトステージ52の上面51の一部であって一体的に形成されているが、Zチルトステージ52の上面51と突起部150とを別々に設け、Zチルトステージ52の上面51に対して突起部150を交換可能としてもよい。

## 【 0 0 4 6 】

周壁部33の外側面33S及びその上面33Aには、上面51の突起部150及び基板Pのノッチ部NTの形状に応じた凹部33Nが形成されており、周壁部33の内側面33Tには、凹部33N（ノッチ部NT）に応じて内側に向かって突出する凸部33N'が形成されている。周壁部33の凹部33Nは内側面50Tの凸部50Nと対向する位置に設けられており、凹部33Nと凸部50Nの間には所定の距離を有するギャップCが形成されている。

## 【 0 0 4 7 】

なおここでは、基板Pの切欠部としてノッチ部NTを例にして説明したが、切欠部として基板Pにオリエンテーションフラット部が形成されている場合には、上面51、内側面50T、及び周壁部33のそれぞれを、基板Pの外形（オリエンテーションフラット部の形状）に応じた形状にし、基板Pのオリフラ部とその周囲の上面51との間において所定の距離を有するギャップAを確保するようにすればよい。

## 【 0 0 4 8 】

第2液体回収機構60は、周壁部33の内側に設けられた回収口61（61A～61C）と、回収口61に流路62を介して接続された第2真空系63とを備えている。第2液体回収機構60は、回収口61を介して液体LQを回収可能であり、回収された液体LQと気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体LQを収容するタンク等も備えている。

## 【 0 0 4 9 】

回収口61は、周壁部33の内側において底面35Bのうち支持部34以外の複数の所定位置にそれぞれ設けられており、複数の回収口61のそれぞれは流路62を介して第2真空系63に接続されている。周壁部33は、支持部34、吸引口41、及び回収口61のそれぞれを囲むように形成されている。

## 【 0 0 5 0 】

図3に示すように、回収口61は、周壁部33の内側面33Tに沿うように周壁部33

10

20

30

40

50

の内側近傍に設けられた第1の回収口61A及び第2の回収口61Bと、底面35Bの略中央部に設けられた第3の回収口61Cとを備えている。複数の回収口61のうち、第1の回収口61Aは、基板ホルダPHの底面35Bにおいて、周壁部33の内側面33Tに沿うように内側面33Tの近傍に複数配置されている。第1の回収口61Aのそれぞれは、平面視において略円弧状のスリット状に形成されており、空間31を囲むように配置されている。また、第2の回収口62Bは、基板ホルダPHの底面35Bにおいて、周壁部33の凹部33N(凸部33N')の内側近傍に複数設けられている。第2の回収口61Bのそれぞれは、平面視において、凸部33N'の形状に応じてスリット状に形成されている。また、第3の回収口61Cは、底面35Bの略中央部に複数設けられている。第3の回収口61Cのそれぞれは平面視において略円形状に形成されている。なお図3に示した回収口61A~61Cの形状及び配置は一例であって、その形状及び配置は任意に設定可能である。例えば、第1の回収口61Aを周壁部33の内側面33Tに沿って連続的に設けてもよいし、第1の回収口61Aのそれぞれを平面視において略円形状とし、その円形状の第1の回収口61Aを周壁部33の内側面33Tに沿って複数配置するようにしてもよい。

10

20

30

40

50

#### 【0051】

第2真空系63は、空間31の内側に設けられた回収口61を介して液体LQを吸引回収するためのものであって、真空ポンプを含んで構成されている。また、第2真空系63の上流側(回収口61側)には、回収した液体LQを気体とを分離する気液分離器が設けられている。そして、空間31を負圧にするための吸引口41に接続された第1真空系43と、液体LQを回収するための回収口61に接続された第2真空系63とは、互いに独立した構成となっている。制御装置CONTは、第1真空系43及び第2真空系63それぞれの動作を個別に制御可能であり、第1真空系43による吸引動作と、第2真空系63による吸引動作とをそれぞれ独立して行うことができる。

#### 【0052】

また、本実施形態においては、基板ホルダPHの支持部34は、周壁部33と同じ高さか、周壁部33よりも僅かに高く形成されている。すなわち、支持部34の上面34AのZ軸方向に関する位置は、周壁部33の上面33AのZ軸方向に関する位置と同じか、あるいは周壁部33の上面33AのZ軸方向に関する位置よりも僅かに高く形成されている。これにより、周壁部33に囲まれた空間31を負圧にすることによって、基板Pを支持部34の上面34Aで支持しているとき、周壁部33の上面33Aと基板Pの裏面Pbとの間には所定の距離D2を有するギャップBが形成される。距離D2(ギャップB)は僅かであるので、空間31の負圧は維持される。なお、周壁部33の上面33Aと基板Pの裏面Pbとが接触する場合、距離D2(ギャップB)はゼロとなる。

#### 【0053】

なお、支持部34の上面34AのZ軸方向に関する位置が、周壁部33の上面33AのZ軸方向に関する位置よりも僅かに低く形成されていてもよい。これにより、周壁部33に囲まれた空間31を負圧にすることによって、周壁部33の上面33Aと基板Pの裏面Pbとが密着し、距離D2(ギャップB)はゼロになる。基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとが密着することにより、仮にギャップAから液体LQが基板Pの裏面Pb側に浸入しても、基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとの間を介して、空間31に液体LQが浸入することを防止することができる。

#### 【0054】

また、本実施形態においては、周壁部33の上面33Aは平坦面となっており、その上面33Aは撥液性を有している。本実施形態においては、上面33Aに撥液化処理を施すことで、その上面33Aに撥液性を付与している。上面33Aを撥液性にするための撥液化処理としては、ポリ四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂材料あるいはアクリル系樹脂材料等の撥液性材料を塗布、あるいは前記撥液性材料からなる薄膜を貼付する処理が挙げられる。なお、上面33Aを含む基板ホルダPH全体を撥液性を有する材料(フッ素系樹脂など)で形成してもよい。

## 【 0 0 5 5 】

更に、本実施形態においては、基板ホルダ P H のうち、周壁部 3 3 の外側面 3 3 S、及び Z チルトステージ 5 2 の内側面 5 0 T も、上記撥液化処理を施されて撥液性を有している。また、基板ステージ P S T ( Z チルトステージ 5 2 ) の上面 5 1 も、上記撥液化処理を施されて撥液性を有している。更に、支持部 3 4 の表面や底面 3 5 B を含む基材 3 5 の表面も撥液化処理を施されて撥液性を有している。

## 【 0 0 5 6 】

また、基板 P の露光面である表面 P a にはフォトレジスト ( 感光材 ) が塗布されている。本実施形態において、感光材は A r F エキシマレーザ用の感光材であって撥液性 ( 撥水性 ) を有している。また、本実施形態において、基板 P の側面 P c は撥液化処理 ( 撥水化処理 ) されている。具体的には、基板 P の側面 P c にも、撥液性を有する上記感光材が塗布されている。これにより、Z チルトステージ 5 2 の内側面 5 0 T と基板 P の側面 P c との間のギャップ A からの液体 L Q の浸入を更に確実に防止することができる。更に、基板 P の裏面 P b にも上記感光材が塗布されて撥液化処理されている。なお、基板 P の裏面 P b や側面 P c を撥液性にするための材料としては、上記感光材に限らず、所定の撥液性材料であってもよい。例えば、基板 P の露光面である表面 P a に塗布された感光材の上層にトップコート層と呼ばれる保護層 ( 液体から感光材を保護する膜 ) を塗布する場合があるが、このトップコート層の形成材料 ( 例えばフッ素系樹脂材料 ) が撥液性 ( 撥水性 ) を有している場合には、基板 P の側面 P c や裏面 P b にこのトップコート層形成材料を塗布するようにしてもよい。もちろん、感光材やトップコート層形成用材料以外の撥液性を有する材料を塗布するようにしてもよい。

10

20

## 【 0 0 5 7 】

なお、投影光学系 P L の光学素子 2 の下面 ( 液体接触面 ) 2 A、及びノズル部材 7 0 の下面 ( 液体接触面 ) 7 0 A は親液性 ( 親水性 ) を有している。本実施形態においては、光学素子 2 は、純水との親和性が高い蛍石で形成されている。光学素子 2 の液体接触面 2 A は親液性であるので、光学素子 2 の液体接触面 2 A のほぼ全面に液体 L Q を密着させることができる。また、本実施形態においては、液体供給機構 1 0 は、光学素子 2 の液体接触面 2 A との親和性が高い液体 ( 水 ) L Q を供給するようにしているので、光学素子 2 の液体接触面 2 A と液体 L Q との密着性を高めることができ、光学素子 2 と基板 P との間の光路を液体 L Q で確実に満たすことができる。なお光学素子 2 は、水との親和性が高い石英であってもよい。また光学素子 2 の液体接触面 2 A 及びノズル部材 7 0 の液体接触面 7 0 A に親液化 ( 親水化 ) 処理を施して、液体 L Q との親和性をより高めるようにしてもよい。親液化処理としては、M g F<sub>2</sub>、A l<sub>2</sub> O<sub>3</sub>、S i O<sub>2</sub> などの親液性材料を前記液体接触面に設ける処理が挙げられる。あるいは、本実施形態における液体 L Q は極性の大きい水であるため、親液化処理 ( 親水化処理 ) として、例えばアルコールなど極性の大きい分子構造の物質で薄膜を設けるようにしてもよい。

30

## 【 0 0 5 8 】

図 3 及び図 4 に示すように、Z チルトステージ 5 2 ( 基板ステージ P S T ) は、平面視において略矩形状に形成されており、その Z チルトステージ 5 2 の互いに垂直な 2 つの縁部には、Z チルトステージ 5 2 ( 基板ホルダ P H ) の位置を計測するためのレーザ干渉計 9 4 用の移動鏡 9 3 が形成されている。そして、Z チルトステージ 5 2 の上面 5 1 には、投影光学系 P L を介したマスク M のパターンの像に対する基板 P の位置を規定するための基準部材 3 0 0 が設けられている。基準部材 3 0 0 には、基準マーク P F M と基準マーク M F M とが所定の位置関係で形成されている。基準マーク P F M は、例えば特開平 4 - 6 5 6 0 3 号公報に開示されているような、基板ステージ P S T ( 基板ホルダ P H ) を静止させてマーク上にハロゲンランプからの白色光等の照明光を照射して、得られたマークの画像を撮像素子により所定の撮像視野内で撮像し、画像処理によってマークの位置を計測する F I A ( フィールド・イメージ・アライメント ) 方式の基板アライメント系により検出される。また基準マーク M F M は、例えば特開平 7 - 1 7 6 4 6 8 号公報に開示されているような、マークに対して光を照射し、C C D カメラ等で撮像したマークの画像データ

40

50

を画像処理してマーク位置を検出するVRA（ビジュアル・レチクル・アライメント）方式のマスクアライメント系により、マスクMと投影光学系PLとを介して検出される。

【0059】

また、上面51には、光学センサとして、例えば特開昭57-117238号公報に開示されているような照度ムラセンサ400、特開2002-14005号公報に開示されているような空間像計測センサ500、及び特開平11-16816号公報に開示されているような照射量センサ（照度センサ）600等が挙げられる。これら基準部材300や光学センサ400、500、600を設ける場合には、基準部材300の上面、及び光学センサ400、500、600の上面も、基板ステージPSTの上面51及び基板Pの表面Paとほぼ面一にする。また、これら基準部材300、光学センサ400、500、600の上面も、撥液化処理を施して撥液性にする。

10

【0060】

図2に示すように、基板ホルダPHは、基板Pの裏面Pbを保持し、基板ホルダPHに対して基板Pを昇降するピン部材からなる昇降部材56を備えている。基材35には昇降部材56を配置するための穴部56Hが設けられており、基板Pを昇降する昇降部材56は周壁部33の内側（すなわち空間31の内側）に設けられた構成となっている。本実施形態において、昇降部材56は3箇所のそれぞれに設けられている（図3参照）。昇降部材56は不図示の駆動装置により、基板Pの裏面Pbを保持して昇降するようになっており、制御装置CONTは、駆動装置を介して昇降部材56の昇降動作を制御する。そして、昇降部材56が基板Pの裏面Pbを保持して昇降することにより、基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとの距離を調整することができる。

20

【0061】

次に、上述した露光装置EXを用いて基板Pを露光する方法について図5A～Dの模式図を参照しながら説明する。

【0062】

露光処理されるべき基板Pを搬送アームを使って基板ホルダPH上に搬入（ロード）するために、制御装置CONTは、昇降部材56を上昇する。搬送アームは基板Pを上昇している昇降部材56に渡す。昇降部材56は搬送アームより渡された基板Pを保持して下降する。昇降部材56を下降し、基板Pが基板ホルダPH上に設置された後、制御装置CONTは、第1真空系43を駆動し、空間31を負圧にする。これにより、基板Pは基板ホルダPHに吸着保持される。なおこのとき、第2真空系63の駆動は停止している。上述したように、空間31を負圧にすることによって基板Pを支持部34で支持しているときの周壁部33の上面33Aと基板Pの裏面Pbとの間には、距離D2を有するギャップBが形成される。

30

【0063】

そして、基板ホルダPで基板Pを吸着保持した後、基板Pの露光処理を開始する前に、制御装置CONTは、上記基準部材300、基板アライメント系、及びマスクアライメント系等を使って、レーザ干渉計94で規定される座標系内での投影光学系PLを介したマスクMのパターン像の投影位置と基板アライメント系の検出基準位置との位置関係（ベースライン量）を決定する。また、制御装置CONTは、基板Pの露光処理を開始する前に、光学センサ400、500、600上に液体LQの液浸領域AR2を形成し、液体LQを介して投影光学系PLの結像特性を計測する。そして、制御装置CONTは、光学センサ400、500、600の計測結果に基づいて、投影光学系PLの結像特性調整（キャリブレーション）処理等を行う。

40

【0064】

計測処理が終了すると、制御装置CONTは、基板ステージPST（XYステージ53）を移動し、投影光学系PLの像面側に形成されている液浸領域AR2を基板P上に移動する。これにより、図5Aに示すように、投影光学系PLと基板Pとの間に液体LQの液浸領域AR2が形成される。

【0065】

50



本実施形態の露光装置EXは、マスクMと基板PとをX軸方向（走査方向）に移動しながらマスクMのパターン像を基板Pに投影露光するものであって、走査露光時には、液浸領域AR2の液体LQ及び投影光学系PLを介してマスクMの一部のパターン像が投影領域AR1内に投影され、マスクMが-X方向（又は+X方向）に速度Vで移動するのに同期して、基板Pが投影領域AR1に対して+X方向（又は-X方向）に速度 $\cdot V$ （ $\cdot$ は投影倍率）で移動する。基板P上には複数のショット領域がマトリクス状に設定されており、1つのショット領域への露光終了後に、基板Pのステップ移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板Pを移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。

**【0066】**

基板P上のショット領域のそれぞれを露光するときは、制御装置CONTは、基板P上の複数のショット領域のそれぞれに付随して設けられているアライメントマークを基板アライメント系を使って検出する。基板アライメント系が基板P上のアライメントマークを検出しているときの基板ステージPSTの位置はレーザ干渉計94によって計測されている。制御装置CONTは、アライメントマークの検出結果に基づいて、基板アライメント系の検出基準位置に対するショット領域の位置情報を求め、その位置情報と先に計測していたベースライン量とに基づいて基板ステージPSTを移動することで、マスクMのパターン像の投影位置とそのショット領域とを位置合わせする。

**【0067】**

本実施形態においては、基板Pのエッジ領域Eに設けられたショット領域に対しても液浸露光が行われる。基板Pのエッジ領域Eにも露光処理を施してパターンを形成することで、後工程であるCMP（化学的機械的研磨）処理時においてCMP装置の研磨面に対する基板Pの片当たりを防止したり、あるいはエッジ領域Eにも小さいデバイスパターンを形成することで基板Pを有効活用することができる。

**【0068】**

基板Pのエッジ領域Eに設けられたショット領域を露光するときは、液体LQの液浸領域AR2はギャップA上に形成されるが、ギャップAの距離は0.1~1.0mm程度に設定されている。また、基板Pの表面Pa及びZチルトステージ52の上面51は撥液性であり、ギャップAを形成する基板Pの側面PcやZチルトステージ52の内側面50Tは撥液性である。そのため、液体LQの表面張力により、ギャップAを介して液浸領域AR2の液体LQが基板Pの裏面Pb側に浸入することが抑えられる。更に本実施形態においては、基板Pのノッチ部（切欠部）NTにおいても、基板Pと上面51との間のギャップAが確保されているので、ノッチ部NT近傍からの液体LQの浸入も防止されている。

**【0069】**

また、Zチルトステージ52の上面51も撥液性であるため、基板Pのエッジ領域Eを露光する場合にも、上面51により投影光学系PLの下に液体LQを良好に保持することができ、露光後においては、上面51での液体LQの残留を防止できる。また、上面51に液体LQが残留していても、上面51Aは撥液性であるので、その上面51に残留した液体LQを円滑に回収することができる。

**【0070】**

また、仮にギャップAを介して基板Pの裏面Pb側に液体LQが浸入した場合でも、基板Pの裏面Pbは撥液性であり、その裏面Pbに対向する周壁部33の上面33Aも撥液性であるため、所定の距離D2を有するギャップBが形成されている場合においても、そのギャップBを介して液体LQが空間31に浸入することが防止される。したがって、空間31の内側にある吸引口41を介して第1真空系43に液体LQが浸入することを防止することができる。また、基板Pの裏面Pbと、その裏面Pbに対向する周壁部33の上面33Aとのそれぞれは撥液性であって、所定の距離D2を有するギャップBが確保されているため、空間31に液体LQが浸入することを防止されている。したがって、空間31の内側にある吸引口41を介して第1真空系43に液体LQが浸入することも防止される。なお、基板Pの裏面Pbを撥液性にする場合、裏面Pbの全域を撥液性にしてもよい

10

20

30

40

50

し、裏面 P b のうち周壁部 3 3 の上面 3 3 A と対向する一部の領域のみを撥液性にしてもよい。

#### 【0071】

基板 P 上の各ショット領域の走査露光が終了すると、制御装置 CONT は、液体供給機構 1 0 による液体供給を停止する。一方、制御装置 CONT は、液体供給機構 1 0 による液体供給を停止した後、第 1 液体回収機構 2 0 の駆動を所定時間継続する。これにより、図 5 B に示すように、基板 P の表面 P a 上や Z チルトステージ 5 2 の上面 5 1 上の液体 L Q が回収される。なお第 1 液体回収機構 2 0 を使って基板 P 上や上面 5 1 上の液体 L Q を回収するときは、第 1 液体回収機構 2 0 の回収口 2 2 に対して基板ステージ P S T を X Y 方向（場合によっては Z 軸方向）に移動することで、液体 L Q をより円滑に回収できる。基板 P 上の液体 L Q を回収した後、制御装置 CONT は、基板ステージ P S T を基板 P の搬入及び搬出を行うロード・アンロード位置へ移動し、第 1 真空系 4 3 の駆動を停止し、基板ホルダ P H の基板 P に対する吸着保持を解除する。

10

#### 【0072】

基板ホルダ P H による基板 P の吸着保持を解除した後、図 5 C に示すように、制御装置 CONT は、昇降部材 5 6 によって基板 P の裏面 P b を保持した状態で、その昇降部材 5 6 を所定距離だけ上昇し、ギャップ B ' を形成する。制御装置 CONT は、基板 P を保持した昇降部材 5 6 を所定量駆動することで、周壁部 3 3 の上面 3 3 A と基板 P の裏面 P b との間のギャップ B ' の距離を調整する。そして制御装置 CONT は、周壁部 3 3 の上面 3 3 A と基板 P の裏面 P b との間を所定距離 D 1 だけ離れた状態で、昇降部材 5 6 の駆動を停止する。ここで、ギャップ B ' の距離 D 1 は、空間 3 1 を負圧にすることによって基板 P を支持部 3 4 で支持しているときの周壁部 3 3 の上面 3 3 A と基板 P の裏面 P b との間のギャップ B の距離 D 2 よりも長い。換言すれば、基板 P を基板ホルダ P H で吸着保持しているときのギャップ B の距離 D 2 は、ギャップ B ' の距離 D 1 よりも短い。

20

#### 【0073】

そして制御装置 CONT は、周壁部 3 3 の上面 3 3 A と基板 P の裏面 P b との間の距離 D 1 を維持した状態で、第 2 液体回収機構 6 0 の第 2 真空系 6 3 を駆動する。制御装置 CONT は、昇降部材 5 6 を使って周壁部 3 3 の上面 3 3 A と基板 P の裏面 P b との間を距離 D 1 だけ離れた状態で、第 2 真空系 6 3 を駆動することにより、基板 P の外周から基板 P の裏面 P b 側に浸入した液体 L Q を回収口 6 1 ( 6 1 A ~ 6 1 C ) を介して吸引回収することができる。

30

#### 【0074】

図 6 は周壁部 3 3 の上面 3 3 A と基板 P の裏面 P b とが所定距離 D 1 だけ離れた状態で、第 2 真空系 6 3 を駆動したときの、基板 P の外周近傍の気体の流れを示す模式図である。周壁部 3 3 の上面 3 3 A と基板 P の裏面 P b とが所定距離 D 1 だけ離れた状態で、第 2 真空系 6 3 が駆動されることにより、基材 3 5 と周壁部 3 3 と基板 P とで囲まれた空間 3 1 内部のガス（空気）が回収口 6 1 を介して吸引され、これにより空間 3 1 が負圧化される。空間 3 1 が負圧化されることにより、空間 3 1 の内側と外側との間に圧力差が発生し、ギャップ B ' には、空間 3 1 の外側から内側に向かう気体の流れが生成される。

40

#### 【0075】

基板 P の露光前や露光中に基板ホルダ P H で基板 P を吸着保持しているとき、Z チルトステージ 5 2 ( 基板ステージ P S T ) の上面 5 1 と基板 P との間には所定のギャップ A が形成されており、ギャップ A を介した基板 P の側面 P c への液体 L Q の付着や、基板 P の裏面 P b 側への液体 L Q の浸入（回り込み）が防止されているものの、液体 L Q が基板 P の側面 P c や裏面 P b に付着する可能性がある。また、浸入した液体 L Q が、基板ホルダの周壁部 3 3 の上面 3 3 A や周壁部 3 3 の内側面 3 3 T、あるいは底面 3 5 B に付着する可能性もある。本実施形態においては、ギャップ B ' の距離 D 1 を最適値に維持した状態で、空間 3 1 の内側に設けられている回収口 6 1 を介して空間 3 1 を負圧化し、空間 3 1 の外側から内側への流体の流れを作ることにより、基板 P の外周から浸入し、基板 P の裏面 P b、側面 P c に付着した液体 L Q や、周壁部 3 3 の上面 3 3 A、内側面 3 3 T、及び底面

50

35Bを含む基板ホルダPHに付着した液体LQを、回収口61を介して吸引回収することができる。この場合、空間31の外側に配置されている裏面Pbや側面Pcに付着している液体LQも、前記気体の流れによって良好に回収することができる。そして、ギャップB'の距離D1を最適値に維持した状態で空間31を負圧化することで、第2液体回収機構60は、基板Pの裏面Pb及び側面Pcに付着した液体LQと基板ホルダPHに付着した液体LQとを回収口61を介して略同時に回収することができる。また、空間31に浮遊している湿った空気も、基板Pの裏面Pb等に付着している液体LQと一緒に、回収口61を介して略同時に回収することができる。更に、基板Pのノッチ部NT近傍においても、基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとの間に所定距離D1を有するギャップB'が形成されているので、基板Pのノッチ部NT近傍の裏面Pbや側面Pc、あるいはノッチ部NTに対応して形成された周壁部33の凸部33N'などに付着した液体LQも略同時に回収口61(61B)を介して回収することができる。

10

20

30

40

50

**【0076】**

回収口61は、基板ホルダPHのうち、基板Pの外周から浸入した液体LQが付着しやすい位置近傍に設けることが好ましく、また、気体の流れの状態(流速、流れの方向など)を所望状態にできるような形状及び配置であることが好ましい。本実施形態においては、基板Pの外周から浸入した液体LQは、周壁部33の上面33Aや内側面33T等に付着しやすいため、周壁部33の内側近傍において内側面33Tに沿って形成されたスリット状の第1の回収口61Aを介して、周壁部33に付着した液体LQを円滑に回収することができる。また、基板Pのノッチ部NT近傍においても基板Pの外周から液体LQが浸入しやすいため、基板Pのノッチ部NTに応じた凹部33N(凸部33N')近傍に設けた第2の回収口61Bを介して、その液体LQを円滑に回収することができる。更に、底面35Bの中央部にも第3の回収口61Cを設けたので、ギャップB'における気体の流れを所望状態にすることができるとともに、基板Pの外周から空間31に浸入した液体LQをより確実に回収することができる。

**【0077】**

また、第2液体回収機構60は、空間31を負圧化して気体の流れを生成することで、その気体の流れの流路上にある周壁部33の上面33Aや基板Pの裏面Pb、側面Pcに付着した液体LQを吸引回収しているが、液体LQのみならず、基板Pの裏面Pb、側面Pcや基板ホルダPHに付着した異物(不純物、パーティクル)を回収することも可能である。例えば、基板Pに塗布されているフォトレジストの一部が剥離し、それが異物となって基板Pや基板ホルダPHに付着することが考えられるが、制御装置CONTは、第2液体回収機構60を駆動することによって、液体LQとともに異物も吸引回収することができる。

**【0078】**

ところで、ギャップB'に配置されている液体LQを移動して回収口61より回収するためには、第2液体回収機構60は、ギャップB'に配置された液体LQの粘性抵抗力以上の力で吸引回収する必要がある。ギャップB'の距離D1が小さい場合、ギャップB'に配置される液体LQの粘性抵抗力が大きくなるため、ギャップB'に配置されている液体LQを移動(回収)するために、第2液体回収機構60は、第2真空系63の吸引力を強くして空間31の圧力を十分に低下する必要がある。ところが、第2真空系63の吸引力を強くして空間31の圧力を低下しすぎると、昇降部材56に保持されている基板Pのエッジ部に撓み変形が生じる可能性がある。一方、ギャップB'の距離D1が大きい場合、ギャップB'において生成される気体の流れの流速を高速化できず、ギャップB'に配置されている液体LQを移動(回収)することが困難となる。また、液体LQの粘性抵抗力は、周壁部33の上面33A及び基板Pの裏面Pbのそれぞれと液体LQとの親和性(接触角)に応じて変化し、また、本実施形態における液体LQは純水であるが、純水以外の液体を使用した場合には、液体の物性(粘度など)によっても粘性抵抗力が変化する。そこで、ギャップB'の距離D1は、液体LQの物性、周壁部33の上面33A及び基板Pの裏面Pbそれぞれの液体LQとの親和性、及び第2真空系63の吸引力に応じて

設定することが好ましい。本実施形態においては、空間 3 1 は - 8 0 K P a 程度に設定され、ギャップ B ' は 1  $\mu$  m 以上 1 0 m m 以下程度に設定されている。

【 0 0 7 9 】

そして、上述したように、周壁部 3 3 の上面 3 3 A を含む基板ホルダ P H の表面が撥液性であるため、第 2 液体回収機構 6 0 は、第 2 真空系 6 3 の吸引力を過剰に強くすることなく、すなわち空間 3 1 の圧力を過剰に低下することなく、基板ホルダ P H の表面に付着した液体 L Q を円滑に回収可能である。また、昇降部材 5 6 の表面を撥液性にすることで、仮に昇降部材 5 6 の表面に液体 L Q が付着した場合でも、その液体 L Q を円滑に回収することができる。

【 0 0 8 0 】

なお、図 7 に示すように、周壁部 3 3 の外側（空間 3 1 の外側）にも第 2 昇降部材 5 7 を設け、基板 P の裏面 P b の中央部を昇降部材 5 6 で保持し、基板 P の裏面 P b のエッジ領域を第 2 昇降部材 5 7 で保持することで、第 2 真空系 6 3 の吸引力を上昇して空間 3 1 の圧力を低下した場合においても、基板 P のエッジ部の撓み変形を抑えることができる。

【 0 0 8 1 】

そして、第 2 液体回収機構 6 0 による液体回収動作が完了した後、制御装置 C O N T は、基板 P の裏面 P b を保持した昇降部材 5 6 を更に上昇する。そして、図 5 D に示すように、昇降部材 5 6 によって上昇した基板 P と基板ホルダ P H との間に搬送アーム H が進入し、基板 P の裏面 P b を保持する。そして、搬送アーム H は基板 P を基板ホルダ P H から搬出（アンロード）する。

【 0 0 8 2 】

以上説明したように、第 2 液体回収機構 6 0 は、基板 P の裏面 P b 及び側面 P c と基板ホルダ P H とのそれぞれに付着した液体 L Q を略同時に回収するので、液体 L Q を短時間のうちに素早く回収することができる。したがって、基板 P の裏面 P b あるいは基板ホルダ P H に付着した液体 L Q に起因する不都合、例えば、基板 P の裏面 P b あるいは基板ホルダ P H の支持部 3 4 の上面 3 4 A にウォーターマークが形成されて、基板ホルダ P H で基板 P を保持したときの基板 P の平坦度（フラットネス）が劣化する等の不都合の発生を防止し、良好な露光精度を維持することができる。

【 0 0 8 3 】

また、基板 P の裏面 P b に液体 L Q が付着したり、ウォーターマークが形成されると、基板 P を基板ホルダ P H から搬送アーム H を使って搬出（アンロード）するとき、搬送アーム H が基板 P の裏面 P b を良好に保持できなかつたり、基板ホルダ P H に保持されたときの基板 P の平坦度が劣化する可能性がある。また、搬送アーム H が、基板 P の裏面 P b に付着した液体 L Q 、あるいは基板 P の裏面 P b に形成されたウォーターマークと接触することにより、汚染する可能性もある。また、基板 P の裏面 P b に液体 L Q が付着した状態でその基板 P を搬送すると、搬送経路上に基板 P から液体 L Q が飛散する不都合も生じる。また、基板 P の裏面 P b に液体 L Q が付着した状態で、あるいはウォーターマークが形成された状態で、露光処理後の所定のプロセス処理（例えば現像処理等）を行うと、その処理に影響を及ぼす可能性もある。更に、露光処理後の基板 P に現像処理を施し、次のレイヤーを露光するためにその基板 P を再び基板ホルダ P H に搬入（ロード）したとき、その基板 P の裏面 P b にウォーターマークが形成されていると、基板ホルダ P H は基板 P を良好に保持できない可能性がある。本実施形態においては、基板 P を基板ホルダ P H からアンロードする前に、第 2 液体回収機構 6 0 が、基板 P の裏面や基板ホルダ P H に付着した液体 L Q を素早く回収・除去するので、上記不都合の発生を防止することができる。

【 0 0 8 4 】

そして、第 2 液体回収機構 6 0 は液体 L Q を短時間のうちに素早く回収するので、基板 P の外周から基板 P の裏面 P b 側や空間 3 1 に浸入した液体 L Q が気化する前にその液体 L Q を回収できる。したがって、基板 P の裏面 P b や基板ホルダ P H にウォーターマークが形成されることを未然に防止することができる。また、第 2 液体回収機構 6 0 は、短時間のうちに液体 L Q を回収できるため、液体回収処理に要する時間を短くでき、露光装置

10

20

30

40

50

EXの稼働率を向上することもできる。

【0085】

なお、上述した実施形態においては、基板Pの露光終了後、吸引機構40の吸引動作を停止して基板Pに対する吸着保持を解除した後、昇降部材56を使って基板Pを基板ホルダPHに対して上昇し、その後、第2液体回収機構60を駆動して液体LQを吸引回収しているが、基板Pの露光終了後、吸引機構40による吸引動作を停止しなくてもよい。例えば吸引機構40による吸引口41を介した吸引力を、基板Pを吸着保持するときの吸着よりも弱めた状態で、具体的には昇降部材56を使って基板Pを上昇できる程度に吸引機構40による吸引力を弱めた状態で、昇降部材56を使って基板Pを基板ホルダPHに対して上昇し、基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとの間に距離D1を有するギャップB'を設けるようにしてもよい。

10

【0086】

なお、上述した実施形態においては、第2液体回収機構60を使った液体回収動作を行うとき、昇降部材56を使って基板Pを基板ホルダPHに対して上昇し、基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとの間に所定距離D1を有するギャップB'を形成しているが、周壁部33の上面33Aと基板Pの裏面Pbとの距離を調整するギャップ調整機構としては、昇降部材56に限られず、基板Pの裏面Pbと基板ホルダPHの周壁部33の上面33Aとの距離を調整可能なものであれば任意の機構を採用することができる。例えばギャップ調整機構としては、基板Pの表面Paあるいは側面Pcを保持し、基板ホルダPHに対して基板Pを移動可能なアーム装置であってもよい。また、停止状態の基板ホルダPHに対して基板Pを上昇させる代わりに、所定の保持装置で基板Pを保持してその基板PのZ軸方向に関する位置を維持した状態で、基板ホルダPHを下方に移動することによって、基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとの距離D1を調整するようにしてもよい。あるいは、基板Pと基板ホルダPHとの双方を移動するようにしてもよい。

20

【0087】

なお、上述した実施形態においては、基板Pの露光中におけるギャップBは距離D2を有し、基板Pの露光終了後、第2液体回収機構60による液体回収動作をするときのギャップB'は、距離D2よりも大きい距離D1を有しているが、ギャップBの距離D2を維持した状態で基板Pを露光し、その基板Pの露光終了後においても、基板Pと基板ホルダPHとのZ軸方向に関する相対位置を変化させずに（昇降部材56で基板Pを上昇せずに）、ギャップBの距離D2を維持した状態で、回収口61を介して吸引動作を行って空間31を負圧にしてもよい。そして、空間31を負圧にして気体の流れを生成して、基板Pの裏面Pbや側面Pc、あるいは基板ホルダPHに付着している液体LQを回収口61を介して吸引回収するようにしてもよい。その場合、第2液体回収機構60による吸引力を、基板Pの露光中において基板Pを基板ホルダPHで吸着保持するときの吸引機構40による吸引力よりも大きくすることで、ギャップBに気体の流れを生成して、基板Pの裏面Pbや基板ホルダPHに付着した液体LQを回収することができる。一方、液体回収するとき、露光時において基板Pを吸着保持するときよりも強い吸引力で空間31の気体を吸引すると、基板Pの撓み変形が発生する確率が高くなる。そのため、上述した実施形態のように、基板Pを基板ホルダPHで吸着保持するときの基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとの距離D2と、第2液体回収機構60を使って液体LQを回収するときの基板Pの裏面Pbと周壁部33の上面33Aとの距離D1との距離を異ならせて、第2液体回収機構60による液体回収動作時には、最適な距離D1及び最適な吸引力で液体回収動作を実行することが好ましい。

30

40

【0088】

なお、上述した実施形態においては、第2液体回収機構60による液体回収動作を行うとき、ギャップB'の距離D1を確保するために、制御装置CONTは、昇降部材56を駆動する駆動装置の駆動量をモニタし、そのモニタ結果（駆動装置の駆動量）に基づいて、昇降部材56の上昇量（昇降部材56の位置）を求め、その求めた結果に基づいて、周壁部33の上面33Aと基板Pの裏面Pbとの距離D1を導出している構成である。一方

50

、周壁部 33 の上面 33 A と基板 P の裏面 P b との距離を計測する計測装置を設け、制御装置 CONT は、その計測装置の計測結果に基づいて、昇降部材 56 の駆動を制御して、周壁部 33 の上面 33 A と基板 P の裏面 P b との距離を調整するようにしてもよい。

【0089】

図 8 は周壁部 33 の上面 33 A と基板 P の裏面 P b との距離を計測する計測装置 80 の一例を示す模式図である。図 8 に示す計測装置 80 はレーザ干渉計によって構成されており、Z チルトステージ 52 の上面 51 に参照ビームを照射するとともに、基板 P の表面 P a に測長ビームを照射する。なお、Z チルトステージ 52 の上面 51 における参照ビーム照射領域、及び基板 P の表面 P a における測長ビーム照射領域のそれぞれは、これらビームを反射可能な面となっている。ここで、計測装置 80 (あるいはこの計測装置 80 に接続された記憶装置) には、Z チルトステージ 52 の上面 51 と周壁部 33 の上面 33 A との Z 軸方向に関する距離に関する情報が記憶されているとともに、基板 P の表面 P a と裏面 P b との Z 軸方向に関する距離 (すなわち基板 P の厚み) に関する情報が記憶されている。計測装置 80 は、上面 51 に照射した参照ビームの光路長と基板 P の表面 P a に照射した測定ビームの光路長との差、及び上記記憶情報に基づいて、周壁部 33 の上面 33 A と基板 P の裏面 P b との間のギャップ B' の距離 D1 を求めることができる。

10

【0090】

なお、上述した実施形態においては、基板 P の露光終了後、その露光処理済みの基板 P を基板ステージ P S T より搬出する前に、第 2 液体回収機構 60 による液体回収動作が実行されるが、露光されるべき未露光の基板 P が基板ステージ P S T に搬送 (ロード) された後、基板ホルダ P H に吸着保持される前に、第 2 液体回収機構 60 による液体回収動作を実行するようにしてもよい。基板ステージ P S T にロードされる前の基板 P の裏面 P b には異物が付着している可能性があり、また、基板 P をロードされる前の基板ホルダ P H にも異物や液体 L Q が付着している可能性がある。そこで、基板 P をロードする前に、第 2 液体回収機構 60 による液体回収動作 (異物回収動作) を実行することで、液体 L Q や異物を除去した状態で、基板ホルダ P H で平坦度良く基板 P を保持することができる。

20

【0091】

なお、上述した実施形態においては、第 2 液体回収機構 60 による液体回収動作は、基板 P の露光終了後、基板 P を基板ステージ P S T (基板ホルダ P H) よりアンロードする前に行っているが、その場合、基板 P をアンロードする毎に (基板 P 毎に) 行うことが好ましい。こうすることにより、例えば、基板 P の裏面 P b に液体 L Q が付着したままで、基板 P が基板ステージ P S T よりアンロードされ、搬送経路上に液体 L Q が飛散する不都合の発生を回避することができる。

30

【0092】

一方、図 9 に示すように、液体 L Q を検出可能な検出装置 90 を基板ホルダ P H の所定位置に設け、制御装置 CONT は、その検出装置 90 の検出結果に基づいて、第 2 液体回収機構 60 の動作を制御するようにしてもよい。図 9 において、検出装置 90 は液体 L Q に接触することにより液体 L Q の有無を検出可能な液体有無センサによって構成されており、基板 P の外周から空間 31 に浸入した液体 L Q が付着しやすい位置、具体的には、周壁部 33 の内側面 33 T に設けられている。そして、検出装置 90 は、基板 P の外周から浸入した液体 L Q が基板ホルダ P H に付着したか否かを検出可能となっている。なお、基板 P の裏面 P b や側面 P c に液体 L Q が付着したか否かを検出可能な位置に検出装置を設けることにより、その検出装置で基板 P の裏面 P b に液体 L Q が付着したか否かを検出することもできる。あるいは、液体 L Q の有無を例えば光学的に非接触方式で検出する検出装置を採用し、制御装置 CONT は、前記検出装置の検出結果に基づいて、基板 P の裏面 P b (側面 P c) 及び基板ホルダ P H のうち少なくともいずれか一方に液体 L Q が付着したか否かを判断するようにしてもよい。

40

【0093】

基板 P の露光中や基板 P のアンロード動作時において、検出装置 90 が基板 P の外周から浸入した液体 L Q を検出したとき、制御装置 CONT は、基板 P を基板ステージ P S T

50

よりアンロードする前に、第2液体回収機構60を使って、基板Pの裏面Pb、側面Pc、あるいは基板ホルダPHに付着した液体LQを吸引回収する。一方、基板Pの露光中や基板Pのアンロード動作時において、検出装置90が液体LQを検出しなかった場合、制御装置CONTは、第2液体回収機構60による液体回収動作を行わずに、基板Pの露光終了後、その基板Pを搬送アームに渡してアンロードする。このように、基板Pの裏面Pb（側面Pc）及び基板ホルダPHのうち少なくともいずれか一方に液体LQが付着したか否かを検出する検出装置90を設けたことにより、検出装置90の検出結果に基づいて、液体LQが基板Pの裏面Pbや側面Pc、基板ホルダPHに液体LQが付着していないと判断したとき、制御装置CONTは、第2液体回収機構60による液体回収動作を行わないようにすることで、無駄な液体回収動作を行わないので、露光装置EXの稼働率を向上することができる。そして、検出装置90によって液体LQを検出したときは、第2液体回収機構60による液体回収動作を実行することで、付着した液体LQに起因してウォーターマークが形成されたり、搬送アームに液体LQが付着する等の不都合の発生を防止することができる。また、第2液体回収機構60による液体回収動作を実行した後、検出装置90を使って液体LQが回収（除去）されたか否かを確認（検出）し、その検出結果に基づいて、液体LQが回収されていないと判断した場合には、制御装置CONTは、第2液体回収機構60による液体回収動作を再び実行するようにしてもよい。

10

#### 【0094】

また、基板Pの露光中に、基板Pの裏面Pb及び基板ホルダPHのうち少なくともいずれか一方に液体LQが付着したか否かを検出装置90で検出し、検出装置90が液体LQを検出した場合には、制御装置CONTは、基板Pに対する露光光ELの照射動作及び基板Pの基板ホルダPHによる吸着保持動作（第1真空系43による吸引動作）を含む露光動作を停止（中断）するようにしてもよい。そして、露光動作を停止した後、制御装置CONTは、第2液体回収機構60を使って、液体LQを回収するようにしてもよい。一方、基板Pの露光中において検出装置90が液体LQを検出していない場合には、制御装置CONTは基板Pに対する露光動作を継続し、基板Pの露光終了後、第2液体回収機構60による液体回収動作を行うこと無く、その基板Pを基板ステージPSTより搬出（アンロード）する。検出装置90が液体LQを検出したとき、第1真空系43による吸引動作を含む露光動作を停止することにより、空間31に浸入した液体LQが、吸引口41を介して第1真空系43に流入して第1真空系43が破損する等の不都合の発生を防止することができる。

20

30

#### 【0095】

一方、基板Pの露光中において、検出装置90が液体LQを検出した場合においても、第2液体回収機構60による液体回収動作を行わずに、基板Pの全てのショット領域（あるいは所定のショット領域）の露光が完了するまで露光動作を継続するようにしてもよい。この場合、第1真空系43の上流側に気液分離器を設けるなどして吸引機構40が吸引口41を介して液体LQを吸引回収可能な構成としておくことで、吸引口41に液体LQが流入しても、第1真空系43の破損等を防止することができる。

#### 【0096】

そして、第1真空系43の上流側に気液分離器を設けるなどして吸引機構40が吸引口41を介して液体LQを吸引回収可能な構成としておくことで、第2液体回収機構60の回収口61を介した液体回収動作と並行して、吸引口41を介した液体回収動作を行うようにしてもよい。すなわち、第2液体回収機構60による液体回収動作時においても、吸引機構40の駆動は必ずしも停止される必要はない。

40

#### 【0097】

あるいは、第2液体回収機構60の回収口61と、基板Pを支持部34で支持するとき空間31を負圧にするための吸引口41とを兼用してもよい。すなわち、基板Pを基板ホルダPHに吸着保持するために空間31を負圧にするときは、第1真空系43を駆動して、吸引口41より空間31の気体を吸引し、基板Pの露光終了後、基板Pを昇降部材56を使って上昇するとき、吸引口41を介した吸引動作を停止あるいは吸引力を低下す

50

る。そして、昇降部材 5 6 を使って基板 P の裏面 P b と周壁部 3 3 の上面 3 3 A との距離 D 1 を最適値に調整した後は、吸引口 4 1 を介した吸引力を所定値にして、吸引口 4 1 を介して液体 L Q を回収する。基板 P を吸着保持するための吸引口 4 1 と、液体 L Q を回収するための回収口 ( 6 1 ) とを兼用することで、第 2 真空系 6 3 や流路 6 2 を設けなくすむため、装置構成を簡略化することができる。一方、上述した実施形態のように、基板 P を吸着保持するための吸引口 4 1 と、液体 L Q を回収するための回収口 6 1 とを独立して設けることで、回収口 6 1 を任意の位置に設けることができるため、基板 P の外周から浸入した液体 L Q が付着しやすい位置に回収口 6 1 を設けることができ、液体 L Q をより確実に回収できる。また、回収口 6 1 の形状や配置位置を最適に設定できるので、ギャップ B ' を介した気体の流れを所望状態にすることができる。

10

## 【 0 0 9 8 】

なお、上述した実施形態においては、基板ホルダ P H の底面 3 5 B は X Y 平面と略平行に形成され、第 2 液体回収機構 6 0 の回収口 6 1 は、その底面 3 5 B の所定位置に設けられた構成であるが、図 1 0 に示すように、底面 3 5 B に、回収口 6 1 に向かって下がるように傾斜した傾斜領域 K R を設けるようにしてもよい。こうすることにより、第 2 液体回収機構 6 0 は、基板 P の外周から空間 3 1 に浸入し、底面 3 5 B に付着した液体 L Q を、液体 L Q の自重 ( 重力作用 ) と回収口 6 1 を介した吸引力とによって、より円滑に回収口 6 1 を介して回収することができる。

## 【 0 0 9 9 】

また、上述した実施形態においては、底面 3 5 B と、周壁部 3 3 の内側面 3 3 T とはほぼ直交しているが、図 1 1 に示すように、周壁部 3 3 の内側面 3 3 T と底面 3 5 B の接続部 3 5 C とを断面視において略円弧状に形成してもよい。こうすることにより、周壁部 3 3 の内側面 3 3 T に付着している液体 L Q は、円弧状の接続部 3 5 C を流れ落ちるようにして、内側面 3 3 T の近傍に設けられた回収口 6 1 より円滑に回収される。

20

## 【 0 1 0 0 】

なお、上述した各実施形態において、ギャップ B ' に沿って移動可能な回収口を有するノズルを設け、そのノズルをギャップ B ' に沿って移動しつつ吸引回収動作を行い、気体の流れを生成するようにしてもよい。

## 【 0 1 0 1 】

また、例えば Z チルトステージ 5 2 の内側面 5 0 T、あるいは周壁部 3 3 の外側面 3 3 S 等、ギャップ C に接続する位置に回収口を更に設け、その回収口を介して、ギャップ A より浸入した液体 L Q を回収するようにしてもよい。ギャップ C に接続する回収口を介した吸引動作を行うことによっても、空間 3 1 への液体 L Q や異物の浸入を防止することができる。更には、周壁部 3 3 の上面 3 3 A に回収口を設けてもよい。周壁部 3 3 の上面 3 3 A に設けられた回収口を介して吸引動作を行うことによっても、空間 3 1 への液体 L Q や異物の浸入を防止することができる。

30

また基板裏面などに付着した液体を回収する液体回収機構としては、上述したような、基板ホルダ P H の内部に設けられた回収口を介して回収する構成のものに限られない。例えば回収口を、基板ホルダ P H よりも外側 ( 外周側 ) に配置させても良い。例えば国際公開番号「 W O 2 0 0 4 / 1 1 2 1 0 8 A 1 」の公報に開示されているように、基板ホルダの外側で且つ基板ステージの一部 ( 内部 ) に回収口を設けると共に、その基板ステージ内部にその一部が設置された流路を介して液体を回収する構成を採用しても良い。基板に付着した液体が回収できる構成となつてさえいれば、回収口やその流路の設置位置は任意で良い。

40

## 【 0 1 0 2 】

なお、上述した各実施形態において、基板ホルダ P H 内部に設けられ、吸引口 4 1 と第 1 真空系 4 3 とを接続する流路 4 2 の内壁面、及び回収口 6 1 と第 2 真空系 6 3 とを接続する流路 6 2 の内壁面のそれぞれに ( あるいはいずれか一方に )、撥液性材料及び断熱性材料のうち少なくともいずれか一方を設けるようにしてもよい。図 1 2 は流路 6 2 ( 又は流路 4 2 ) を模式的に示す断面図であつて、この図に示す例では、流路 6 2 の内壁面に断

50



熱性材料がコーティングされて断熱層120が設けられ、その断熱層120上に、撥液性材料がコーティングされて撥液層121が設けられている。回収口61（又は吸引口41）から回収された液体LQは流路62（42）を流れるが、撥液層121を設け、流路62（42）のうち液体LQに接触する面を撥液性にする事で、流路62（42）に液体LQが残留することを防止できる。すなわち、流路の内側面近傍においては、真空系によって生成される気体の流れの流速はほぼ0となるので、内壁面に付着した液体LQは回収されずに流路の内側に残留する可能性が高くなる。また、流路に角部が形成されている場合には、その角部において液体LQが残留する可能性が高くなる。流路内に液体LQが残留すると、その液体LQが気化したときの気化熱によって基板ホルダPH（基材35）が熱変形するおそれがある。ところが、撥液層121を設けて流路62の内壁面を撥液性にする事で、内壁面と液体LQとの摩擦抵抗を低下させ、真空系によって生成される気体の流れによって流路内の液体LQを真空系で良好に回収することができる。したがって、基板ホルダPH（基材35）の熱変形を防止することができる。ここで、撥液層121を形成する撥液性材料としては、上述したようなフッ素系樹脂材料あるいはアクリル系樹脂材料等を用いることができる。

10

#### 【0103】

また、断熱層120を設けておくことで、仮に流路内に残留した液体LQが気化したとしても、その気化熱が基板ホルダPH（基材35）に与える影響を抑えることができる。ここで、断熱層120を形成する断熱性材料としては、基板ホルダPH（基材35）を形成する材料よりも熱伝導率が低い材料であればよい。例えば、基板ホルダPH（基材35）がセラミックス（ $\kappa$ : 6.3 W/mK程度）で形成されている場合、断熱層120としては、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）やテトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）等のフッ素系樹脂（ $\kappa$ : 0.25 W/mK程度）、ゴアテックス（登録商標）等を用いることができる。あるいは、熱伝導率の低い空気の層を断熱層120としてもよい。ここで、上記フッ素系樹脂は撥液性も有しているため、流路62（42）の内壁面にフッ素系樹脂をコーティングすることにより、撥液性と断熱性との双方の機能を得ることができる。

20

#### 【0104】

上述したように、本実施形態における液体LQは純水により構成されている。純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板P上のフォトレジストや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板Pの表面、及び投影光学系PLの先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。なお工場等から供給される純水の純度が低い場合には、露光装置が超純水製造器を持つようにしてもよい。

30

#### 【0105】

そして、波長が193 nm程度の露光光ELに対する純水（水）の屈折率nはほぼ1.44と言われており、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザ光（波長193 nm）を用いた場合、基板P上では1/n、すなわち約134 nmに短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約n倍、すなわち約1.44倍に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

40

#### 【0106】

なお、上述したように液浸法を用いた場合には、投影光学系の開口数NAが0.9~1.3になることもある。このように投影光学系の開口数NAが大きくなる場合には、従来から露光光として用いられているランダム偏光光では偏光効果によって結像性能が悪化することもあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク（レチクル）のライン・アンド・スペースパターンのラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク（レチクル）のパターンからは、S偏光成分（TE偏光成分）、すなわちラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分の回折光が多く射出されるようにするとよい。投影光学系PLと基板P表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場

50

合、投影光学系 P L と基板 P 表面に塗布されたレジストとの間が空気（気体）で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与する S 偏光成分（T E 偏光成分）の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数 N A が 1 . 0 を越えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。また、位相シフトマスクや特開平 6 - 1 8 8 1 6 9 号公報に開示されているようなラインパターンの長手方向に合わせた斜入射照明法（特にダイポール照明法）等を適宜組み合わせると更に効果的である。特に、直線偏光照明法とダイポール照明法との組み合わせは、ライン・アンド・スペースパターンの周期方向が所定の一方に限定されている場合や、所定の一方に沿ってホールパターンが密集している場合に有効である。例えば、透過率 6 % のハーフトーン型の位相シフトマスク（ハーフピッチ 4 5 n m 程度のパターン）を、直線偏光照明法とダイポール照明法とを併用して照明する場合、照明系の瞳面においてダイポールを形成する二光束の外接円で規定される照明 を 0 . 9 5、その瞳面における各光束の半径を 0 . 1 2 5、投影光学系 P L の開口数を N A = 1 . 2 とすると、ランダム偏光光を用いるよりも、焦点深度（D O F）を 1 5 0 n m 程度増加させることができる。

10

20

30

40

50

**【 0 1 0 7 】**

また、例えば A r F エキシマレーザを露光光とし、1 / 4 程度の縮小倍率の投影光学系 P L を使って、微細なライン・アンド・スペースパターン（例えば 2 5 ~ 5 0 n m 程度のライン・アンド・スペース）を基板 P 上に露光するような場合、マスク M の構造（例えばパターンの微細度やクロムの厚み）によっては、Wave guide 効果によりマスク M が偏光板として作用し、コントラストを低下させる P 偏光成分（T M 偏光成分）の回折光より S 偏光成分（T E 偏光成分）の回折光が多くマスク M から射出されるようになる。この場合、上述の直線偏光照明を用いることが望ましいが、ランダム偏光光でマスク M を照明しても、投影光学系 P L の開口数 N A が 0 . 9 ~ 1 . 3 のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

**【 0 1 0 8 】**

また、マスク M 上の極微細なライン・アンド・スペースパターンを基板 P 上に露光するような場合、Wire Grid 効果により P 偏光成分（T M 偏光成分）が S 偏光成分（T E 偏光成分）よりも大きくなる可能性もあるが、例えば A r F エキシマレーザを露光光とし、1 / 4 程度の縮小倍率の投影光学系 P L を使って、2 5 n m より大きいライン・アンド・スペースパターンを基板 P 上に露光するような場合には、S 偏光成分（T E 偏光成分）の回折光が P 偏光成分（T M 偏光成分）の回折光よりも多くマスク M から射出されるので、投影光学系 P L の開口数 N A が 0 . 9 ~ 1 . 3 のように大きい場合でも高い解像性能を得ることができる。

**【 0 1 0 9 】**

更に、マスク（レチクル）のラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明（S 偏光照明）だけでなく、特開平 6 - 5 3 1 2 0 号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線（周）方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。特に、マスク（レチクル）のパターンが所定の一方に延びるラインパターンだけでなく、複数の異なる方向に延びるラインパターンが混在（周期方向が異なるライン・アンド・スペースパターンが混在）する場合には、同じく特開平 6 - 5 3 1 2 0 号公報に開示されているように、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法とを併用することによって、投影光学系の開口数 N A が大きい場合でも高い結像性能を得ることができる。例えば、透過率 6 % のハーフトーン型の位相シフトマスク（ハーフピッチ 6 3 n m 程度のパターン）を、光軸を中心とした円の接線方向に直線偏光する偏光照明法と輪帯照明法（輪帯比 3 / 4）とを併用して照明する場合、照明 を 0 . 9 5、投影光学系 P L の開口数を N A = 1 . 0 0 とすると、ランダム偏光光を用いるよりも、焦点深度（D O F）を 2 5 0 n m 程度増加させることができ、ハーフピッチ 5 5 n m 程度のパターンで投影光学系の開口数 N A = 1 . 2 では、焦点深度を 1 0 0 n m 程度増加させることができる。

**【 0 1 1 0 】**

本実施形態では、投影光学系 P L の先端に光学素子 2 が取り付けられており、このレンズにより投影光学系 P L の光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整を行うことができる。なお、投影光学系 P L の先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系 P L の光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光 E L を透過可能な平行平板であってもよい。

【 0 1 1 1 】

なお、液体 L Q の流れによって生じる投影光学系 P L の先端の光学素子と基板 P との間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

【 0 1 1 2 】

なお、本実施形態では、投影光学系 P L と基板 P 表面との間は液体 L Q で満たされている構成であるが、例えば基板 P の表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体 L Q を満たす構成であってもよい。

【 0 1 1 3 】

なお、本実施形態の液体 L Q は水であるが、水以外の液体であってもよい、例えば、露光光 E L の光源が F<sub>2</sub> レーザである場合、この F<sub>2</sub> レーザ光は水を透過しないので、液体 L Q としては F<sub>2</sub> レーザ光を透過可能な例えば、過フッ化ポリエーテル（PFPE）やフッ素系オイル等のフッ素系流体であってもよい。この場合、液体 L Q と接触する部分には、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、液体 L Q としては、その他にも、露光光 E L に対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系 P L や基板 P 表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。この場合も表面処理は用いる液体 L Q の極性に依拠して行われる。

【 0 1 1 4 】

なお、上記各実施形態の基板 P としては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【 0 1 1 5 】

露光装置 E X としては、マスク M と基板 P とを同期移動してマスク M のパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキャニングステッパ）の他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。

【 0 1 1 6 】

また、露光装置 E X としては、第 1 パターンと基板 P とをほぼ静止した状態で第 1 パターンの縮小像を投影光学系（例えば 1 / 8 縮小倍率で反射素子を含まない屈折型投影光学系）を用いて基板 P 上に一括露光する方式の露光装置にも適用できる。この場合、更にその後、第 2 パターンと基板 P とをほぼ静止した状態で第 2 パターンの縮小像をその投影光学系を用いて、第 1 パターンと部分的に重ねて基板 P 上に一括露光するステッチ方式の一括露光装置にも適用できる。また、ステッチ方式の露光装置としては、基板 P 上で少なくとも 2 つのパターンを部分的に重ねて転写し、基板 P を順次移動させるステップ・アンド・ステッチ方式の露光装置にも適用できる。

【 0 1 1 7 】

また、本発明は、特開平 10 - 163099 号公報、特開平 10 - 214783 号公報、特表 2000 - 505958 号公報などに開示されているツインステージ型の露光装置にも適用できる。

【 0 1 1 8 】

また、上述の実施形態においては、投影光学系 P L と基板 P との間に局所的に液体を満たす露光装置を採用しているが、本発明は、特開平 6 - 124873 号公報に開示されて

10

20

30

40

50

いるような露光対象の基板を保持したステージを液槽の中で移動させる液浸露光装置にも適用可能である。

【0119】

露光装置EXの種類としては、基板Pに半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD)あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【0120】

基板ステージPSTやマスクステージMSTにリニアモータ(USP5,623,853またはUSP5,528,118参照)を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージPST、MSTは、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

10

【0121】

各ステージPST、MSTの駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージPST、MSTを駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージPST、MSTに接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージPST、MSTの移動面側に設ければよい。

20

【0122】

基板ステージPSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-166475号公報(USP5,528,118)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。

【0123】

マスクステージMSTの移動により発生する反力は、投影光学系PLに伝わらないように、特開平8-330224号公報(US S/N 08/416,558)に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床(大地)に逃がしてもよい。

【0124】

以上のように、本願実施形態の露光装置EXは、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電氣的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電氣的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

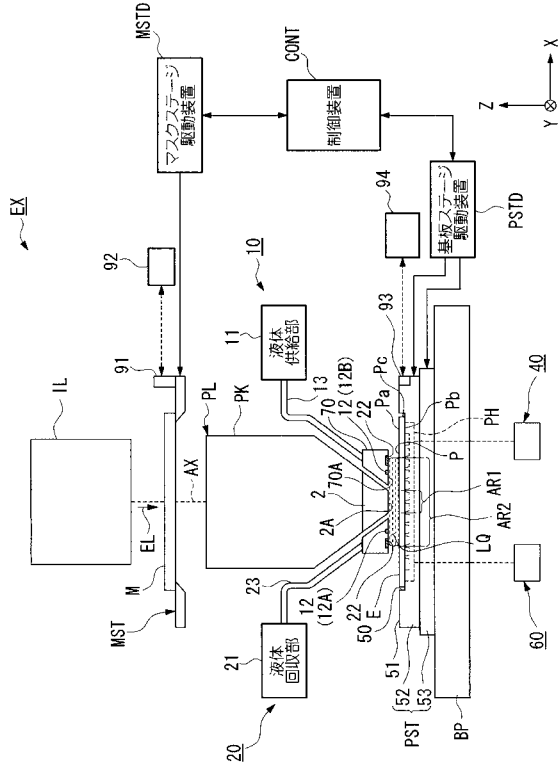
30

【0125】

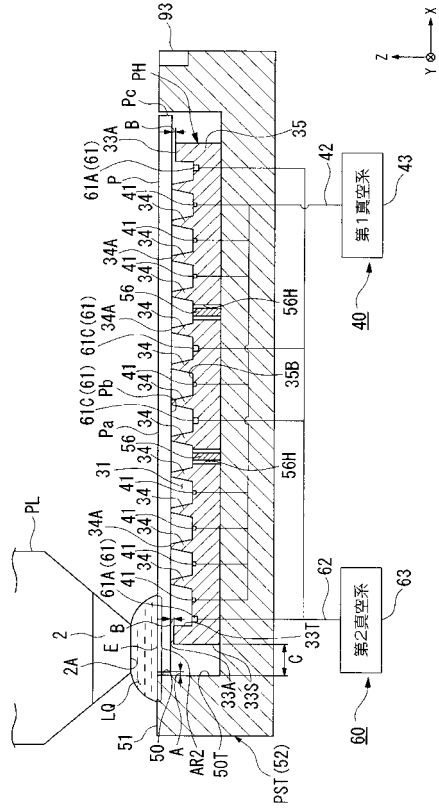
半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図13に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ201、この設計ステップに基づいたマスク(レチクル)を製作するステップ202、デバイスの基材である基板を製造するステップ203、前述した実施形態の露光装置EXによりマスクのパターンを基板に露光する基板処理ステップ204、デバイス組み立てステップ(ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む)205、検査ステップ206等を経て製造される。

40

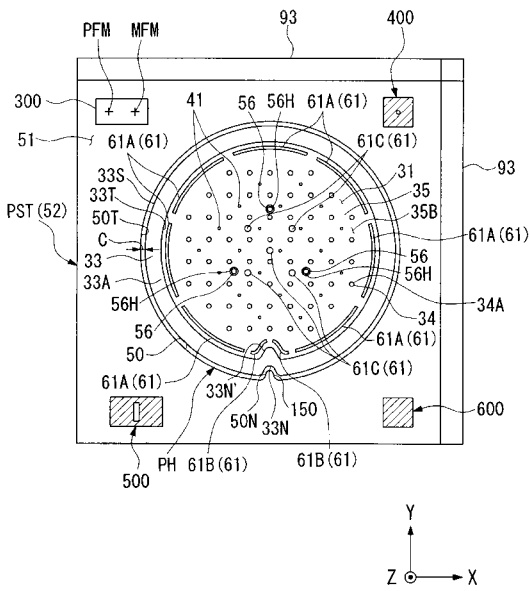
【図1】



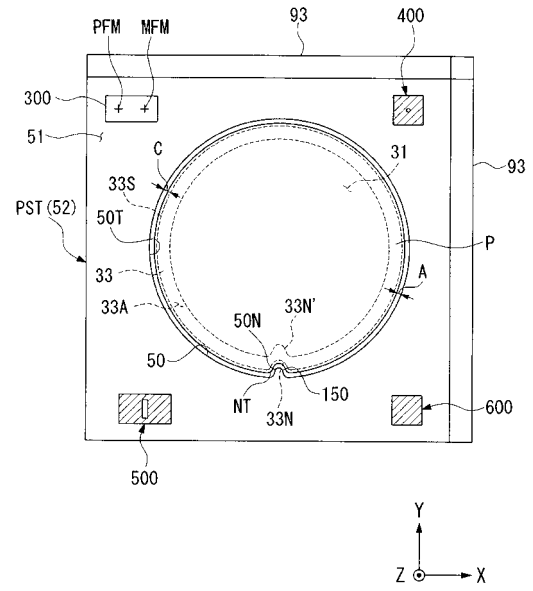
【図2】



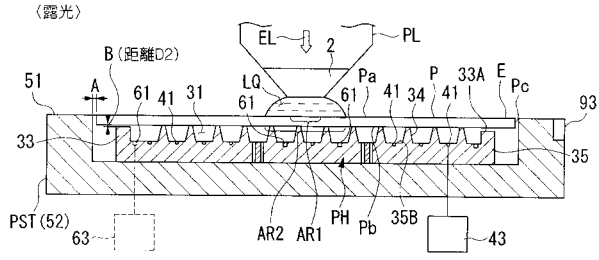
【図3】



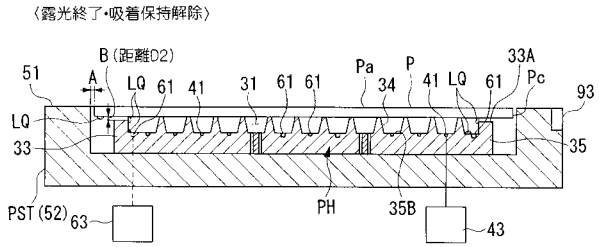
【図4】



【図5A】

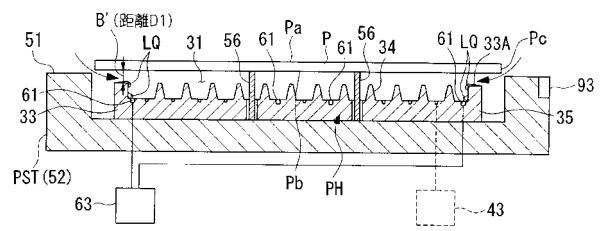


【図5B】



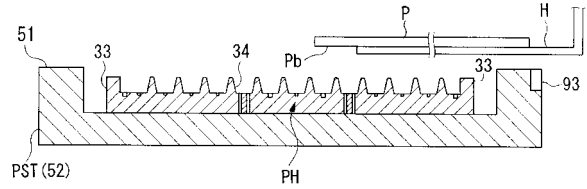
【図5C】

〈基板裏面及びホルダ上の液滴を同時に吸引・回収・除去〉

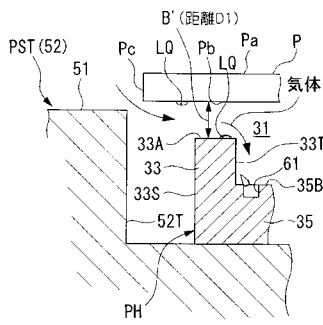


【図5D】

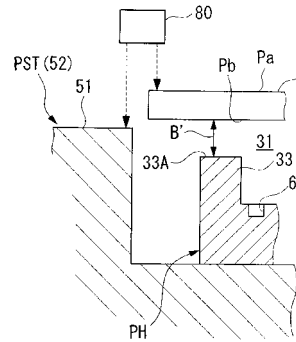
〈搬出〉



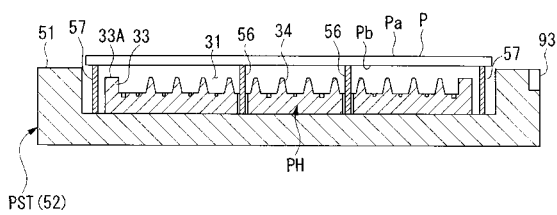
【図6】



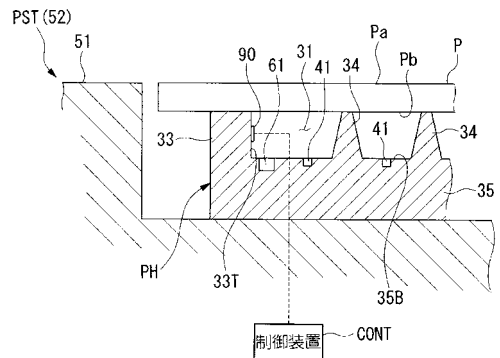
【図8】



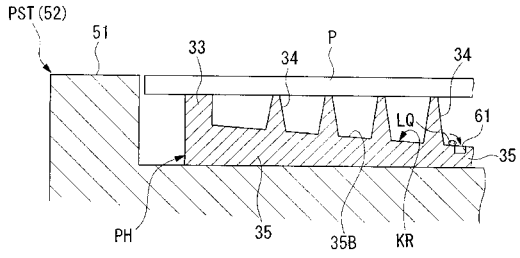
【図7】



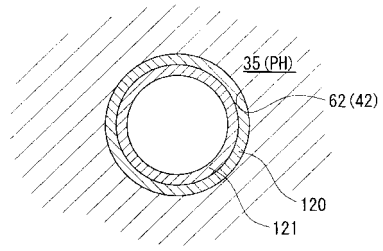
【図9】



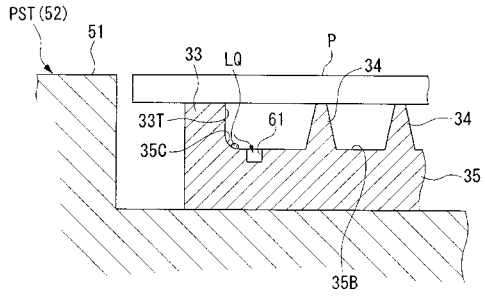
【図10】



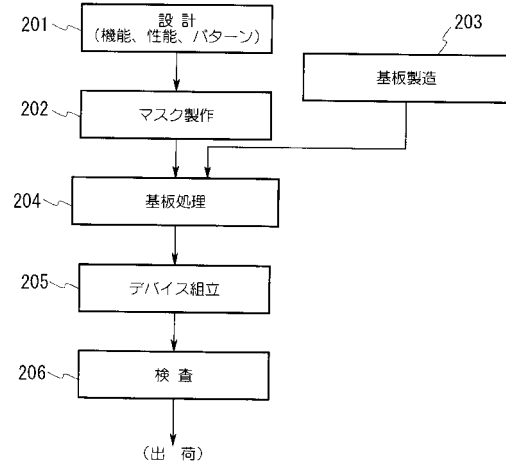
【図12】



【図11】



【図13】



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2005/011375
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 10-303114 A (Nikon Corp.), 13 November, 1998 (13.11.98), Full text (particularly, Par. Nos. [0037] to [0044]) (Family: none)	1, 2, 17, 19, 35 20-34 3-16, 18
Y	JP 06-168866 A (Canon Inc.), 14 June, 1994 (14.06.94), Full text (particularly, Par. Nos. [0023], [0024]) & EP 605103 A1 & US 5610683 A	20-26, 28-30
Y	JP 2000-243684 A (Canon Inc.), 08 September, 2000 (08.09.00), Full text (particularly, Par. Nos. [0036], [0037]) (Family: none)	20-26, 28-30
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 14 September, 2005 (14.09.05)		Date of mailing of the international search report 04 October, 2005 (04.10.05)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/011375

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-176781 A (Tokyo Electron Ltd.), 29 June, 2001 (29.06.01), Full text (particularly, Par. Nos. [0015], [0047]) & US 2002/0124798 A1 & US 2004/0094089 A1	20-22, 27-34
E, X E, A	JP 2004-289127 A (ASML NETHERLANDS BV), 14 October, 2004 (14.10.04), Full text (particularly, Par. Nos. [0017], [0059], [0060]) & EP 1429188 A2	1, 2, 19, 35 20-22, 27-34

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2005/011375									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. <sup>7</sup> H01L21/027, G03F7/20											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2005年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2005年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2005年	日本国実用新案登録公報	1996-2005年	日本国登録実用新案公報	1994-2005年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2005年										
日本国実用新案登録公報	1996-2005年										
日本国登録実用新案公報	1994-2005年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号									
X	JP 10-303114 A (株式会社ニコン) 1998. 11. 13, 全文 (特に、[0037]-[0044]) (ファミリーなし)	1, 2, 17, 19, 35									
Y		20-34									
A		3-16, 18									
Y	JP 06-168866 A (キヤノン株式会社) 1994. 06. 14, 全文 (特に、[0023], [0024]) & EP 605103 A1 & US 5610683 A	20-26, 28-30									
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 14. 09. 2005		国際調査報告の発送日 04.10.2005									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 佐藤 秀樹 電話番号 03-3581-1101 内線 3274									

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2005/011375
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2000-243684 A (キヤノン株式会社) 2000.09.08, 全文 (特に、[0036], [0037]) (ファミリーなし)	20-26, 28-30
Y	JP 2001-176781 A (東京エレクトロン株式会社) 2001.06.29, 全文 (特に、[0015], [0047]) & US 2002/0124798 A1 & US 2004/0094089 A1	20-22, 27-34
E, X	JP 2004-289127 A (ASML NETHERLANDS BV) 2004.10.14, 全文 (特に、[0017], [0059], [0060]) & EP 1429188 A2	1, 2, 19, 35
E, A		20-22, 27-34

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(注)この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。