

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4650413号  
(P4650413)

(45) 発行日 平成23年3月16日 (2011.3.16)

(24) 登録日 平成22年12月24日 (2010.12.24)

(51) Int.Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006.01)

H O 1 L 21/30 5 1 5 D

G O 3 F 7/20 (2006.01)

G O 3 F 7/20 5 2 1

H O 1 L 21/30 5 1 5 G

請求項の数 51 (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2006-509568 (P2006-509568)  
 (86) (22) 出願日 平成16年4月1日 (2004.4.1)  
 (65) 公表番号 特表2006-523028 (P2006-523028A)  
 (43) 公表日 平成18年10月5日 (2006.10.5)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2004/009994  
 (87) 国際公開番号 W02004/092833  
 (87) 国際公開日 平成16年10月28日 (2004.10.28)  
 審査請求日 平成19年3月23日 (2007.3.23)  
 (31) 優先権主張番号 60/462,112  
 (32) 優先日 平成15年4月10日 (2003.4.10)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 60/485,033  
 (32) 優先日 平成15年7月2日 (2003.7.2)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 000004112  
 株式会社ニコン  
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号  
 (74) 代理人 100064908  
 弁理士 志賀 正武  
 (74) 代理人 100108578  
 弁理士 高橋 詔男  
 (74) 代理人 100107836  
 弁理士 西 和哉  
 (72) 発明者 ノヴァク, トーマス, ダブリュ.  
 アメリカ合衆国 94010 カリフォル  
 ニア州, ヒルズボロ, レイクビュー  
 ドライブ 1205

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液浸リソグラフィ装置用の移送領域を含む環境システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ワークピースを保持するように構成されたステージと、  
 像を規定するレチクルを保持するように構成されたレチクルステージと、  
 照明源及び光学素子を含み、レチクルによって規定された像を前記ワークピース上の露  
 光領域に投影するように構成された投影システムと、  
 前記光学素子と前記ワークピースの間の液浸流体で充たされるように構成されたギャッ  
 プに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を捕集する複数の通路を有す  
 る多孔性材料とを備えた装置。

【請求項 2】

前記多孔性材料が前記ギャップを実質的に囲んでいる請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記多孔性材料がウィック又はメッシュ材料の一方を含む請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

前記多孔性材料の前記複数の通路が前記ギャップから出る液浸流体を捕集するために毛  
 管作用によって補助される請求項 1 に記載の装置。

【請求項 5】

さらに、前記多孔性材料の近くから液浸流体を取り除く流体除去システムを備えた請求  
 項 1 に記載の装置。

【請求項 6】

10

20

像をワークピースに転写する方法であって、  
レチクルステージでレチクルを保持する工程と、  
前記ワークピース上に光学アセンブリで前記像を投影する工程と、  
前記光学アセンブリからギャップを隔てて前記ワークピースをステージで保持する工程と、

前記ギャップに液浸流体を向かわせる工程と、

前記ギャップから出る液浸流体を捕集するための複数の通路を有する多孔性材料を前記ギャップに隣接させて位置付ける工程とを含む方法。

【請求項 7】

前記ギャップから出る液浸流体を捕集するために、前記多孔性材料の前記複数の通路が毛管作用によって補助される請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

ワークピースを保持するように構成されたステージと、

照明源及び光学素子を含み、リソグラフィプロセスにおいて前記ワークピース上の露光領域に像を投影するように構成された投影システムと、

前記リソグラフィプロセスにおいて前記光学素子と前記ワークピースの間に規定された液浸流体で充たされるように構成されたギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップ内の液浸流体を捕集するウィック構造を有する移送領域とを備えた液浸リソグラフィ装置。

【請求項 9】

前記移送領域が多孔性材料を含む請求項 8 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 10】

前記液浸流体が毛管力によって前記移送領域内に引き込まれる請求項 8 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 11】

前記移送領域は、毛管力が前記液浸流体を前記移送領域内に引き込むのに十分小さい通路を有する請求項 10 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 12】

前記移送領域は、毛管力が前記液浸流体を前記移送領域内に引き込むのに十分小さい通路を有する請求項 8 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 13】

前記移送領域が前記ギャップを実質的に囲んでいる請求項 8 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 14】

前記移送領域が前記液浸流体の漏れを阻止する請求項 13 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 15】

さらに、前記移送領域を通して前記液浸流体を引くための流体除去システムを備えた請求項 8 に記載の液浸リソグラフィ装置。

【請求項 16】

請求項 8 の液浸リソグラフィ装置を利用するリソグラフィプロセスを使用してマイクロデバイスを製造するためのデバイス製造方法。

【請求項 17】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境システムにおいて、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を捕集する、複数の通路を有する多孔性材料を備えた環境システム。

【請求項 18】

前記多孔性材料がウィック又はメッシュ材料の一方を含む請求項 17 に記載の環境シス

10

20

30

40

50

テム。

【請求項 19】

前記多孔性材料は、ガラス繊維織物、焼結された金属粉末、スクリーン、又はワイヤーメッシュを含む請求項 17 記載の環境システム。

【請求項 20】

前記複数の通路は、毛管力を有する請求項 17 記載の環境システム。

【請求項 21】

前記複数の通路は、互いに連結された通路網を含む請求項 17 記載の環境システム。

【請求項 22】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境システムにおいて、

10

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を捕集する、複数の通路を有するウィック材料を備えた環境システム。

【請求項 23】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境システムにおいて、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を捕集する、複数の通路を有するメッシュ材料を備えた環境システム。

20

【請求項 24】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境システムにおいて、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を捕集する、複数の通路を有するガラス繊維織物を含む材料を備えた環境システム。

【請求項 25】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境システムにおいて、

30

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を捕集する、複数の通路を有する焼結された金属粉末を含む材料を備えた環境システム。

【請求項 26】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境システムにおいて、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を捕集する、複数の通路を有するスクリーンを含む材料を備えた環境システム。

【請求項 27】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境システムにおいて、

40

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を捕集する、複数の通路を有するワイヤーメッシュを含む材料を備えた環境システム。

【請求項 28】

前記複数の通路は、液浸流体を引き込む毛管力を有する請求項 22 ~ 27 のいずれか一項に記載の環境システム。

【請求項 29】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギ

50

ギャップの環境を制御する環境システムにおいて、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を引き込む毛管力を有する複数の通路を有する材料を備えた環境システム。

【請求項 3 0】

前記複数の通路は、互いに連結された通路網を含む請求項 2 2 ~ 2 9 のいずれか一項記載の環境システム。

【請求項 3 1】

前記材料は、前記ギャップの周りに配置される請求項 1 7 ~ 3 0 のいずれか一項記載の環境システム。

【請求項 3 2】

前記材料と前記ウエハとのギャップは、0 . 1 ~ 2 mm である請求項 1 7 ~ 3 1 のいずれか一項記載の環境システム。

【請求項 3 3】

前記材料の近くから液浸流体を除去する流体除去システムをさらに含む請求項 1 7 ~ 3 2 のいずれか一項記載の環境システム。

【請求項 3 4】

投影システムと、

液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子とウエハとの間のギャップの環境を制御する、請求項 1 7 ~ 3 3 のいずれか一項に記載の環境システムとを備え、

前記ウエハ上の露光領域に前記投影システムで像を投影するリソグラフィ装置。

【請求項 3 5】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境制御方法において、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を複数の通路を有する多孔性材料で捕集する環境制御方法。

【請求項 3 6】

前記多孔性材料がウィック又はメッシュ材料の一方を含む請求項 3 5 に記載の環境制御方法。

【請求項 3 7】

前記多孔性材料は、ガラス繊維織物、焼結された金属粉末、スクリーン、又はワイヤーメッシュを含む請求項 3 5 記載の環境制御方法。

【請求項 3 8】

前記複数の通路は、毛管力を有する請求項 3 5 記載の環境制御方法。

【請求項 3 9】

前記複数の通路は、互いに連結された通路網を含む請求項 3 5 記載の環境制御方法。

【請求項 4 0】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境制御方法において、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を複数の通路を有するウィック材料で捕集する環境制御方法。

【請求項 4 1】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境制御方法において、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を複数の通路を有するメッシュ材料で捕集する環境制御方法。

【請求項 4 2】

10

20

30

40

50

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境制御方法において、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を複数の通路を有するガラス繊維織物を含む材料で捕集する環境制御方法。

【請求項 4 3】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境制御方法において、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を複数の通路を有する焼結された金属粉末を含む材料で捕集する環境制御方法。

10

【請求項 4 4】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境制御方法において、

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を複数の通路を有するスクリーンを含む材料で捕集する環境制御方法。

【請求項 4 5】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境制御方法において、

20

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を複数の通路を有するワイヤーメッシュを含む材料で捕集する環境制御方法。

【請求項 4 6】

前記複数の通路は、液浸流体を引き込む毛管力を有する請求項 4 0 ~ 4 5 のいずれか一項に記載の環境制御方法。

【請求項 4 7】

ウエハ上の露光領域に投影システムで像を投影するリソグラフィ装置で用いられ、液浸流体で満たされるように構成された前記投影システムの光学素子と前記ウエハとの間のギャップの環境を制御する環境制御方法において、

30

前記ギャップに隣接して位置付けられ、前記ギャップから出る液浸流体を、毛管力を有する複数の通路を有する材料で捕集する環境制御方法。

【請求項 4 8】

前記複数の通路は、互いに連結された通路網を含む請求項 4 0 ~ 4 7 のいずれか一項記載の環境制御方法。

【請求項 4 9】

前記材料は、前記ギャップの周りに配置される請求項 3 5 ~ 4 8 のいずれか一項記載の環境制御方法。

【請求項 5 0】

前記材料と前記ウエハとのギャップは、0 . 1 ~ 2 mmである請求項 3 5 ~ 4 8 のいずれか一項記載の環境制御方法。

40

【請求項 5 1】

流体除去システムにより前記材料の近くから液浸流体が除去される請求項 3 5 ~ 5 0 のいずれか一項記載の環境制御方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本願は、2003年4月10日に出願した「液浸リソグラフィ用の減圧リングシステム及びウィックリングシステム」と題する仮出願第60/462,112号、及び2003年7月2日に出願した「液浸リソグラフィ用の液浸流体を取り除き且つ検査するための、レ

50

ンズ周囲のポンプ及びウィックの多重同心配置」と題する仮出願第60/485,033号の優先権を主張する。許容される範囲において、仮出願第60/462,112号及び第60/485,033号の内容をここに援用して本文の記載の一部とする。

【背景技術】

【0002】

露光装置は、一般的に、半導体処理中にレチクルから半導体ウェハに像を転写するために使用される。典型的な露光装置は、照明源、レチクルを位置付けるレチクルステージアセンブリ、光学アセンブリ、半導体ウェハを位置付けるウェハステージアセンブリ、及びレチクルとウェハの位置を正確にモニター（監視）する測定システムを含む。

【0003】

液浸リソグラフィシステムは、光学アセンブリとウェハの間のギャップ（間隙）を充たす液浸流体層を利用する。ウェハは典型的なリソグラフィシステム内で急速に移動させられ、ギャップから液浸流体が運び去られることが予期される。ギャップから漏出した液浸流体は、リソグラフィシステムの他の構成要素の動作に干渉し得る。例えば、液浸流体は、ウェハの位置をモニターする測定システムに干渉し得る。

【発明の開示】

【0004】

本発明は、デバイスステージに保持されるデバイスと光学アセンブリのギャップの環境を制御する環境システムを対象とする。環境システムは、液浸流体源、及びデバイスの近くに位置付けられた移送領域を含む。液浸流体源は、ギャップに入る液浸流体を供給する。移送領域は、ギャップから出る液浸流体を捕える。この設計により、ある実施形態では、本発明が、デバイス及び/又は光学アセンブリを変形させる可能性のある直接的な減圧吸引をデバイスに使用することを回避する。

【0005】

一実施形態では、環境システムは、デバイスの近くに位置付けられ且つギャップを囲む流体バリアを含む。また、流体バリアは、デバイスの近くに移送領域を保持できる。

【0006】

一実施形態では、環境システムは、移送領域の近くから液浸流体を除去する流体除去システムを含む。別の実施形態では、流体除去システムは、移送領域から液浸流体を除去する除去流体を供給できる。この実施形態では、除去流体を、液浸流体の液浸流体温度より高い除去流体温度にすることができる。

【0007】

一実施形態では、移送領域は、移送領域近くの液浸流体を捕集する複数の通路を有する基板である。一例として、移送領域は、毛管作用によって液浸流体を運ぶ材料で製作できる。この実施形態では、通路は複数の細孔であり得る。代替実施形態では、通路は、移送領域を通して延在する、間隔を隔てられた複数の移送孔とすることができる。

【0008】

本発明はまた、露光装置、ウェハ、デバイス、ギャップ内の環境を制御する方法、露光装置を製作する方法、デバイスを製作する方法、及びウェハを製造する方法も対象にしている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

図1は、精密アセンブリ、すなわち、本発明の特徴を備えた露光装置10の概略図である。露光装置10は、装置フレーム12、照明システム14（照射装置）、光学アセンブリ16、レチクルステージアセンブリ18、デバイスステージアセンブリ20、測定システム22、制御システム24、及び流体環境システム26を含む。露光装置10の構成要素の設計は、露光装置10の設計要件に合うように変更することができる。

【0010】

複数の図は、X軸、X軸に直交するY軸、及びX軸とY軸に直交するZ軸を示す方位系を含む。なお、これらの軸は、第一軸、第二軸及び第三軸とも呼ばれることができる点に

10

20

30

40

50

注目されたい。

【 0 0 1 1 】

露光装置 1 0 は、レチクル 2 8 から半導体ウェハ 3 0 ( 破線で図示 ) に集積回路のパターン ( 図示されない ) を転写するリソグラフィックデバイスとして特に有用である。ウェハ 3 0 は、一般的に、デバイス又はワークピースとも呼ばれる。露光装置 1 0 は、設置基盤 ( 取付ベース ) 3 2、例えば、地面、基礎、又は床などの支持構造に取り付けられる。

【 0 0 1 2 】

リソグラフィックデバイスには多くの異なったタイプがある。例えば、露光装置 1 0 は、レチクル 2 8 及びウェハ 3 0 が同期移動している状態でレチクル 2 8 からウェハ 3 0 にパターンを露光する走査型フォトリソグラフィシステムとして使用できる。走査型リソグラフィック装置では、レチクル 2 8 はレチクルステージアセンブリ 1 8 によって光学アセンブリ 1 6 の光軸に対して垂直に移動させられ、ウェハ 3 0 はウェハステージアセンブリ 2 0 によって光学アセンブリ 1 6 の光軸の垂直方向に移動される。レチクル 2 8 及びウェハ 3 0 の走査は、レチクル 2 8 及びウェハ 3 0 が同期移動している間に行われる。

【 0 0 1 3 】

あるいは、露光装置 1 0 は、レチクル 2 8 及びウェハ 3 0 が静止している間にレチクル 2 8 を露光するステップアンドリピート型フォトリソグラフィシステムとすることもできる。ステップアンドリピート処理では、ウェハ 3 0 は、個々のフィールド ( 領域 ) の露光中、レチクル 2 8 及び光学アセンブリ 1 6 に対して一定の位置にある。その後、連続する複数の露光工程の間に、ウェハ 3 0 の次のフィールドが光学アセンブリ 1 6 及びレチクル 2 8 に対する所定の露光位置に運ばれるように、ウェハ 3 0 をウェハステージアセンブリ 2 0 と共に光学アセンブリ 1 6 の光軸に対して垂直に連続して移動する。この処理に続いて、レチクル 2 8 上の像が、順次、ウェハ 3 0 のフィールド上に露光され、その後、ウェハ 3 0 の次のフィールドが光学アセンブリ 1 6 及びレチクル 2 8 に対する位置に運ばれる。

【 0 0 1 4 】

しかし、ここで提供される露光装置 1 0 の用途は、半導体製造用フォトリソグラフィシステムに限定されない。例えば、露光装置 1 0 は、液晶ディスプレイデバイスのパターンを矩形のガラス板に露光する LCD フォトリソグラフィシステム、又は薄膜磁気ヘッド製造用フォトリソグラフィシステムとして使用できる。

【 0 0 1 5 】

装置フレーム 1 2 は、露光装置 1 0 の構成要素を支持する。図 1 に示される装置フレーム 1 2 は、レチクルステージアセンブリ 1 8、ウェハステージアセンブリ 2 0、光学アセンブリ 1 6、及び取付台 3 2 の上方にある照明システム 1 4 を支持する。

【 0 0 1 6 】

照明システム 1 4 は、照明源 3 4 及び照明光学アセンブリ 3 6 を含む。照明源 3 4 は、光エネルギーのビーム ( 照射 ) を放つ。照明光学アセンブリ 3 6 は、光エネルギーのビームを照明源 3 4 から光学アセンブリ 1 6 に導く。ビームは、レチクル 2 8 の異なる部分を選択的に照らし、ウェハ 3 0 を露光する。図 1 において、照明源 3 4 は、レチクルステージアセンブリ 1 8 の上方に支持されているように図示されている。しかし典型的には、照明源 3 4 は装置フレーム 1 2 の一側面に固定され、照明源 3 4 からのエネルギービームは照明光学アセンブリ 3 6 でレチクルステージアセンブリ 1 8 の上方に向けられている。

【 0 0 1 7 】

照明源 3 4 は、g 線源 ( 4 3 6 n m )、i 線源 ( 3 6 5 n m )、K r F エキシマレーザー ( 2 4 8 n m )、A r F エキシマレーザー ( 1 9 3 n m ) 又は F<sub>2</sub> レーザー ( 1 5 7 n m ) とすることができる。あるいは、照明源 3 4 は、X 線又は電子ビームのような荷電粒子ビームを生成できる。例えば、電子ビームを使用する場合、熱電子放出型の六ホウ化ランタン ( L a B<sub>6</sub> ) 又はタンタル ( T a ) を電子銃用の陰極として使用できる。さらに、電子ビームを使用する場合、構造は、マスクを使用する構造又はマスクを使用せずに基板上に直接パターンを形成できる構造とすることができる。

## 【 0 0 1 8 】

光学アセンブリ 1 6 は、レチクル 2 8 を透過する光をウェハ 3 0 に投影及び / 又は合焦する。露光装置 1 0 の設計により、光学アセンブリ 1 6 は、レチクル 2 8 上で照射された像を拡大又は縮小できる。光学アセンブリ 1 6 は、縮小システムに限定される必要はなく、等倍システム又は拡大システムにすることもできる。

## 【 0 0 1 9 】

エキシマレーザーのような遠紫外線を使用する場合、遠紫外線を透過する石英及び蛍石のようなガラス材料を光学アセンブリ 1 6 で使用できる。F<sub>2</sub> 型レーザー又は X 線を使用する場合、光学アセンブリ 1 6 はカタディオプトリック又は屈折性（レチクルも反射性が望ましい）のいずれとすることもでき、電子ビームを使用する場合、電子光学系を電子レンズ及びデフレクター（偏向器）で構成できる。電子ビーム用の光路は減圧状態にあるべきである。

## 【 0 0 2 0 】

また、波長が 2 0 0 nm 以下の真空紫外線（VUV）を使用する露光デバイスでは、カタディオプトリック型光学システムの使用を考慮することができる。カタディオプトリック型光学システムの例として、特許公開公報に公開された特開平 1 0 - 2 0 1 9 5 及びこれに対応する米国特許第 5, 8 3 5, 2 7 5 号、並びに特開平 8 - 1 7 1 0 5 4 及びこれに対応する米国特許第 5, 6 6 8, 6 7 2 号の開示に含まれている。これらの場合、反射光学装置は、ビームスプリッター及び凹面鏡を組み込んだカタディオプトリック光学システムとすることができる。特開平 1 0 - 3 0 3 9 及びその対応米国特許出願第 8 7 3, 6 0 5 号（出願日：1 9 9 7 年 6 月 1 2 日）、並びに特開平 8 - 3 3 4 6 9 5 及びその対応米国特許第 5, 6 8 9, 3 7 7 号もまた、凹面鏡などを組み込んだ反射屈折型光学システムを使用するが、この光学システムはビームスプリッターを組み込んでいない。これらも本発明に採用できる。許容される範囲において、前記特許公開公報に記載の日本国特許出願及び、前記米国特許における開示をここに援用して本文の記載の一部とする。

## 【 0 0 2 1 】

一実施形態では、光学アセンブリ 1 6 は、一つ以上の光学マウントアイソレータ 3 7 で装置フレーム 1 2 に固定されている。光学マウントアイソレータ 3 7 は、装置フレーム 1 2 の振動が光学アセンブリ 1 6 に振動を生じるのを抑える。各光学マウントアイソレータ 3 7 は、振動を遮断する空気圧シリンダ（図示されない）、及び振動を遮断して少なくとも 2 つの運動の自由度で位置を制御するアクチュエータ（図示されない）を含むことができる。好適な光学マウントアイソレータ 3 7 が、マサチューセッツ州のウォバーンにある Integrated Dynamics Engineering によって販売されている。図示を容易にするために、離れた位置に置かれた 2 つの光学マウントアイソレータ 3 7 が、光学アセンブリ 1 6 を装置フレーム 1 2 に固定するのに使用されるように示されている。しかし、例えば、離れた位置に置かれた 3 個の光学マウントアイソレータ 3 7 が、光学アセンブリ 1 6 を装置フレーム 1 2 にキネマティックに固定するように使用できる。

## 【 0 0 2 2 】

レチクルステージアセンブリ 1 8 は、光学アセンブリ 1 6 とウェハ 3 0 に対してレチクル 2 8 を保持し、光学アセンブリ 1 6 とウェハ 3 0 に対してレチクル 2 8 を位置付ける。一実施形態では、レチクルステージアセンブリ 1 8 は、レチクル 2 8 を保持するレチクルステージ 3 8、及びレチクルステージ 3 8 とレチクル 2 8 を移動して位置付けるレチクルステージ移動アセンブリ 4 0 を含む。

## 【 0 0 2 3 】

幾分同様に、デバイスステージアセンブリ 2 0 は、レチクル 2 8 の照射部分の投影像に対してウェハ 3 0 を保持し、レチクル 2 8 の照射部分の投影像に対してウェハ 3 0 を位置付ける。一実施形態では、デバイスステージアセンブリ 2 0 は、ウェハ 3 0 を保持するデバイスステージ 4 2、デバイスステージ 4 2 を支持して案内するデバイスステージベース 4 3、及びデバイスステージ 4 2 とウェハ 2 8 を光学アセンブリ 1 6 とデバイスステージベース 4 3 に対して移動して位置付けるデバイスステージ駆動アセンブリ 4 4 を含む。デ



バイスステージ 4 2 について以下により詳細に説明する。

【 0 0 2 4 】

各ステージ駆動アセンブリ 4 0、4 4 は、それぞれのステージ 3 8、4 2 を 3 の自由度、3 未満の自由度又は 3 を超える自由度で動かすことができる。例えば、代替実施形態では、各ステージ移動アセンブリ 4 0、4 4 は、それぞれのステージ 3 8、4 2 を 1、2、3、4、5 又は 6 自由度で移動させることができる。レチクルステージ駆動アセンブリ 4 0 及びデバイスステージ駆動アセンブリ 4 4 は、それぞれ、ロータリーモーター、ボイスコイルモーター、ローレンツ力を利用して駆動力を生じるリニアモーター、電磁駆動機、平面モーター又はその他の力による駆動機のような、一つ以上の駆動機を含むことができる。

10

【 0 0 2 5 】

フォトリソグラフィシステムでは、ウェハステージアセンブリ又はレチクルステージアセンブリにリニアモーター（米国特許番号 5, 6 2 3, 8 5 3 号 又は 5, 5 2 8, 1 1 8 号 参照）が使用される時、リニアモーターは、エアベアリングを使用した空気浮上型、又はローレンツ力又はリアクタンス力を利用した磁気浮上型のどちらにすることもできる。また、ステージは、ガイドに沿って移動可能であってもよく、あるいはガイドを使用しないガイドレスタイプのステージであってもよい。許容される範囲において、米国特許番号 5, 6 2 3, 8 5 3 及び 5, 5 2 8, 1 1 8 における開示をここに援用し、本文の記載の一部とする。

【 0 0 2 6 】

20

あるいは、これらのステージの一つは平面モーターで駆動しうる。平面モーターは、2 次元配置された複数の磁石を有するマグネットユニット及び対向位置に 2 次元配置された複数のコイルを有する電機子コイルユニットによって生じる電磁力によってステージを駆動する。この型式の駆動システムでは、マグネットユニット及び電機子コイルユニットの一方がステージベース（ステージ基盤）に接続され、他方がステージの移動平面側に取り付けられる。

【 0 0 2 7 】

上記のようなステージの移動は、フォトリソグラフィシステムの性能に影響を与えうる反力を生じる。ウェハ（基板）ステージの動作によって生じる反力は、米国特許第 5, 5 2 8, 1 0 0 号及び特開平 8 - 1 3 6 4 7 5 に記載されているようなフレーム部材の使用によって機械的に床（地面）に伝達できる。また、レチクル（マスク）ステージの動作によって生じる反力は、米国特許第 5, 8 7 4, 8 2 0 号及び特開平 8 - 3 3 0 2 2 4 に記載されているようなフレーム部材によって機械的に床（地面）に伝達できる。許容される範囲において、米国特許番号 5, 5 2 8, 1 0 0 及び 5, 8 7 4, 8 2 0 及び特開平 8 - 3 3 0 2 2 4 における開示をここに援用し、本文の記載の一部とする。

30

【 0 0 2 8 】

測定システム 2 2 は、光学アセンブリ 1 6 又は別の基準に対するレチクル 2 8 及びウェハ 3 0 の移動をモニターする。この情報により、制御システム 2 4 はレチクルステージアセンブリ 1 8 を制御してレチクル 2 8 を正確に位置付けることができ、デバイスステージアセンブリ 2 0 を制御してウェハ 3 0 を正確に位置付けることができる。測定システム 2 2 の設計は変更可能である。例えば、測定システム 2 2 は、多軸レーザー干渉計、エンコーダ、ミラー、及び / 又はその他の測定デバイスを利用できる。

40

【 0 0 2 9 】

制御システム 2 4 は、測定システム 2 2 から情報を受信し、ステージ移動アセンブリ 1 8、2 0 を制御してレチクル 2 8 及びウェハ 3 0 を正確に位置付ける。また、制御システム 2 4 は、環境システム 2 6 の構成要素の動作を制御できる。制御システム 2 4 は、一つ以上のプロセッサ及び回路を含むことができる。

【 0 0 3 0 】

環境システム 2 6 は、光学アセンブリ 1 6 とウェハ 3 0 のギャップ 2 4 6（図 2 B に図示）における環境を制御する。ギャップ 2 4 6 は、結像領域を含む。結像領域は、ウェハ

50

30の露光されている領域に隣接するエリア及び光エネルギーのビームが光学アセンブリ16とウェハ30の間を進行するエリアを含む。この設計により、環境システム26は結像領域内の環境を制御できる。

【0031】

環境システム26によってギャップ246内で生成及び/又は制御される所望の環境は、ウェハ30及び照明システム14を含む露光装置10の残りの構成要素の設計に従って変更可能である。例えば、制御される所望の環境は、水のような流体にすることができる。あるいは、制御される所望の環境は、別種の流体にすることができる。

【0032】

図2Aは、ウェハ30、及び光学アセンブリ16、デバイスステージ42及び環境システム26を含む、図1の露光装置10の一部の斜視図である。

10

【0033】

図2Bは、光学アセンブリ16、デバイスステージ42及び環境システム26を含む、図2Aの露光装置10の前記一部の断面図である。図2Bは、光学アセンブリ16が光学ハウジング250A、終端光学素子250B、及び終端光学素子250Bを光学ハウジング250Aに固定するエレメントリテーナ250Cを含むことを示す。また、図2Bは、終端光学素子250Bとウェハ30のギャップ246を示す。一実施形態では、ギャップ246は約1mmである。

【0034】

一実施形態では、環境システム26は、結像領域及びギャップ246の残部を液浸流体248(円で図示)で充たす。環境システム26及び環境システム26の構成要素の設計は変更可能である。図2Bに示された実施形態では、環境システム26は、液浸流体システム252、流体バリア254、及び移送領域256を含む。この実施形態では、(i)液浸流体システム252は、液浸流体248をギャップ246に送出し、且つ/又は注入し、移送領域256又はその近くから液浸流体248を取り除き、且つ/又は液浸流体248が移送領域256を通過するのを促進し、(ii)流体バリア254は、ギャップ246付近から液浸流体248が流れ去るのを阻止し、(iii)移送領域256は、ギャップ246から流出する液浸流体248を移送し、且つ/又は搬送する。また、流体バリア254はギャップ246の近くにチャンバー(室)257を形成する。

20

【0035】

液浸流体システム252の設計は変更可能である。例えば、液浸流体システム252は、ギャップ246及びチャンバー257、光学アセンブリ16の縁、又はその近くの1箇所又は数箇所に、及び/又は光学アセンブリ16とウェハ30の間に直接に、液浸流体248を注入できる。さらに、液浸流体システム252は、デバイス30、ギャップ246及び/又は光学アセンブリ16の縁又はその近くの1箇所若しくは数箇所で、液浸流体248の除去及び/又は排出を支援できる。

30

【0036】

図2Bに示される実施形態では、液浸流体システム252は、光学アセンブリ16の周囲近くに位置する一つ以上のインジェクタノズル258(一つのみ図示)及び液浸流体源260を含む。図2Cは、一つのインジェクタノズル258を更に詳細に示す。この実施形態では、各インジェクタノズル258は、液浸流体源260と流通(連通)しているノズルアウトレット262を含む。適当な時に、液浸流体源260は、チャンバー257中に放出される液浸流体248を一つ以上のノズルアウトレット262に供給する。

40

【0037】

図2B及び図2Cは、チャンバー257内の液浸流体248がウェハ30の上側に在ることも示している。液浸流体248はギャップ246に流れ込む。さらに、ウェハ30が光学アセンブリ16の下方を移動する時、ウェハ30上面付近の液浸流体248はウェハ30によりギャップ246中に引き込まれる。

【0038】

一実施形態では、流体バリア254は、ギャップ246の周りにチャンバー257を形

50

成し、ギャップ 2 4 6 からの液浸流体 2 4 8 の流量を制限し、ギャップ 2 4 6 を液浸流体 2 4 8 で満たした状態に維持することを支援し、ギャップ 2 4 6 から漏出する液浸流体 2 4 8 の回収を容易にする。一実施形態では、流体バリア 2 5 4 は、ギャップ 2 4 6 及び光学アセンブリ 1 6 底部の周りを囲み、その周り全体に渡って配置されている。さらに、一実施形態では、流体バリア 2 5 4 は、光学アセンブリ 1 6 の中央に位置付けられたウェハ 3 0 及びデバイスステージ 4 2 の上の領域に液浸流体 2 4 8 を閉じ込める。あるいは、例えば、流体バリア 2 5 4 を、ギャップ 2 4 6 の一部のみの周りに配置することができ、又は流体バリア 2 5 4 を光学アセンブリ 1 6 に対して偏心させることができる。

【 0 0 3 9 】

図 2 B 及び図 2 C に示された実施形態では、流体バリア 2 5 4 はコンテインメントフレーム 2 6 4 及びフレーム支持体 2 6 8 を含む。この実施形態では、コンテインメントフレーム 2 6 4 は概して環状のリング形状であり、ギャップ 2 4 6 を囲んでいる。また、この実施形態では、コンテインメントフレーム 2 6 4 は、頂面 2 7 0 A、ウェハ 3 0 に面する反対側の底面 2 7 0 B、ギャップ 2 4 6 に面する内面 2 7 0 C、及び外面 2 7 0 D を有する。さらに、この実施形態では、流体バリア 2 5 4 は、移送領域 2 5 6 を受け入れる流路 2 7 2 を有する。例として、流路 2 7 2 は環状にすることができる。

【 0 0 4 0 】

なお、「頂」及び「底」という用語は単に便宜上使用されているだけであり、コンテインメントフレーム 2 6 4 の向きは回転できる。また、コンテインメントフレーム 2 6 4 は他の形状をとることができる。例えば、コンテインメントフレーム 2 6 4 は、矩形フレーム形状、八角フレーム形状、楕円フレーム形状又は別の好適な形状をとることができる。

【 0 0 4 1 】

フレーム支持体 2 6 8 は、ウェハ 3 0 及びデバイスステージ 4 2 の上方で、装置フレーム 1 2、別の構造体及び / 又は光学アセンブリ 1 6 にコンテインメントフレーム 2 6 4 を接続して支持する。一実施形態では、フレーム支持体 2 6 8 は、コンテインメントフレーム 2 6 4 の全重量を支持する。あるいは、例えば、フレーム支持体 2 6 8 は、コンテインメントフレーム 2 6 4 の重量の一部のみを支持できる。一実施形態では、フレーム支持体 2 6 8 は、一つ以上の支持アセンブリ 2 7 4 を含むことができる。例えば、フレーム支持体 2 6 8 は、3 個の離れた支持アセンブリ 2 7 4 ( 図 2 B に 2 個のみ示す ) を含むことができる。この実施形態では、各支持アセンブリ 2 7 4 は、光学アセンブリ 1 6 とコンテインメントフレーム 2 6 4 の内面 2 7 0 C の間に延在する。

【 0 0 4 2 】

一実施形態では、各支持アセンブリ 2 7 4 は、コンテインメントフレーム 2 6 4 を光学アセンブリ 1 6 に堅く固定するマウントである。あるいは、例えば、各支持アセンブリは、コンテインメントフレーム 2 6 4 をフレキシブルに支持するフレクシャであり得る。ここでは、用語「フレクシャ」は、ある方向に比較的高い剛性を有し、他の方向に比較的低い剛性を有する部品を意味する。一実施形態では、複数のフレクシャは、( i ) X 軸及び Y 軸の方向に比較的死く、( i i ) Z 軸の方向に比較的自由であるように、協働する。この実施形態では、複数のフレクシャは、Z 軸に沿ったコンテインメントフレーム 2 6 4 の動作を許容し、X 軸及び Y 軸に沿ったコンテインメントフレーム 2 6 4 の動作を抑制することができる。

【 0 0 4 3 】

あるいは、例えば、各支持アセンブリ 2 7 4 は、ウェハ 3 0 及びデバイスステージ 4 2 に対してコンテインメントフレーム 2 6 4 の位置を調整するためのアクチュエータとすることができる。この実施形態では、フレーム支持体 2 6 8 は、コンテインメントフレーム 2 6 4 の位置をモニターするフレーム測定システム ( 図示されない ) を含むこともできる。例えば、フレーム測定システムは、Z 軸に沿った、X 軸周りの、且つ / 又は Y 軸周りのコンテインメントフレーム 2 6 4 の位置をモニターすることができる。この情報により、支持アセンブリ 2 7 4 を、コンテインメントフレーム 2 6 4 の位置調整に使用できる。この実施形態では、支持アセンブリ 2 7 4 は、コンテインメントフレーム 2 6 4 の位置を能

10

20

30

40

50

動的に調整できる。

【 0 0 4 4 】

また、図 2 B 及び図 2 C は移送領域 2 5 6 をより詳細に示す。この実施形態では、移送領域 2 5 6 は、実質的に環状円板の形状で、ギャップ 2 4 6 を囲み、実質的に光学アセンブリ 1 6 と同心である基板 2 7 5 である。あるいは、例えば、基板 2 7 5 は、楕円フレーム形状、矩形フレーム形状又は八角形フレーム形状を含む別の形状にすることができる。あるいは、例えば、移送領域 2 5 6 は、ギャップ 2 4 6 の一部を囲むように協働する複数の基板片、及び / 又は実質的に同心の複数の基板を含むことができる。

【 0 0 4 5 】

移送領域 2 5 6 の寸法は、所望の液浸流体回収率を達成するように選択できる。

10

【 0 0 4 6 】

さらに、この実施形態では、移送領域 2 5 6 は、コンテインメントフレーム 2 6 4 の底面 2 7 0 B 又はその近くに固定されており、移送領域 2 5 6 の上に隣接した除去チャンバー 2 7 6 をコンテインメントフレーム 2 6 4 と共に形成している。また、図 2 C に示されているように、移送領域 2 5 6 は除去チャンバー 2 7 6 に隣接した第一表面 2 7 8 A と、デバイス 3 0 及びギャップ 2 4 6 に隣接した反対側の第二表面とを有する。

【 0 0 4 7 】

この実施形態では、移送領域 2 5 6 は、コンテインメントフレーム 2 6 4 とウェハ 3 0 やデバイスステージ 4 2 の間を流れる液浸流体 2 4 8 の少なくとも一部を捕え、保持し、且つ / 又は吸収する。移送領域 2 5 6 で使用される材料の種類は変更することができる。一実施形態では、基板 2 7 5 は複数の通路 2 8 0 を含む。例えば、通路 2 8 0 は比較的小さく、ぎっしり詰まっている。

20

【 0 0 4 8 】

一例として、移送領域 2 5 6 は、毛管作用によって液浸流体 2 4 8 を運ぶ多数の細孔、及び / 又は隙間を有する多孔性材料とすることができる。この実施形態では、通路 2 8 0 は、毛管力が液浸流体 2 4 8 を細孔に引き込むのに十分なほど小さくすることができる。好適な材料の例は、金属、ガラス又はセラミックから形成されたウィック型構造を含む。好適なウィック型構造は、互いにつながった小さい通路の網を有するあらゆる材料を含み、ガラス繊維織物、焼結された金属粉末、スクリーン（網）、ワイヤーメッシュ、又はあらゆる材料の溝を含むが、これらに限定されない。移送領域 2 5 6 は親水性にすることができる。

30

【 0 0 4 9 】

一実施形態では、移送領域 2 5 6 は約 2 0 ~ 2 0 0 ミクロンの孔径を有する。他の非排他的な実施形態では、移送領域 2 5 6 は、少なくとも約 4 0、8 0、1 0 0、1 4 0、1 6 0 又は 1 8 0 の多孔度を有することができる。

【 0 0 5 0 】

ある実施形態では、比較的大きい流量の許容量が要求される。より大きい流量に対応するには、より高い多孔度の材料が移送領域 2 5 6 に必要となる場合もある。移送領域 2 5 6 の多孔度の選択は、移送領域 2 5 6 の全体のフローレートの要件に依存する。より大きな全体のフローレートは、より高い多孔度を有する移送領域 2 5 6 を使用すること、移送領域 2 5 6 の厚さを減らすこと、又は移送領域 2 5 6 の表面積を増やすことによって達成できる。一実施形態では、液浸リソグラフィにおける 0.3 ~ 1.0 リットル / 分のフローレートで、液浸流体 2 4 8 の回収用の 3 0 ~ 1 5 0 c m<sup>2</sup> の面積をカバーするのに、4 0 ~ 1 5 0 μ m の孔径を使用できる。多孔性材料の種類及び仕様も液浸流体 2 4 8 の使用条件と特性に依存する。

40

【 0 0 5 1 】

図 2 B に戻ると、ある実施形態では、移送領域 2 5 6 の液浸流体 2 4 8 を吸収する能力（許容量）に限界がある。一実施形態では、液浸流体システム 2 5 2 は、移送領域 2 5 6 又はその近くから液浸流体 2 4 8 を取り除く流体除去システム 2 8 2 を含む。流体除去システム 2 8 2 は、移送領域 2 5 6 及び除去チャンバー 2 7 6 と流通している。この設計に

50

より、液浸流体 248 は、移送領域 256 で捕えることができ、流体除去システム 282 によって取り除くことができる。

【0052】

一実施形態では、流体除去システム 282 は、移送領域 256 の頂部の第一表面 278 A から液浸流体 248 を除去し、移送領域 256 の底部の第二表面 278 B に追加の液浸流体 248 を流入させる。例えば、流体除去システム 252 は、移送領域 256 に差圧を生成できる。一実施形態では、流体除去システム 282 は、第一表面 278 A における圧力を第二表面 278 B における圧力より低くさせる。

【0053】

液浸流体 248 を取り除くことは幾つかの異なる方法で達成でき、流体除去システム 282 の複数の実施形態を以下に述べる。

【0054】

図 2C は、フレームギャップ 284 が (i) コンテインメントフレーム 264 の底面 270 B 及び移送領域 256 の第二表面 278 B と、(ii) ウェハ 30 及び / 又はデバイスステージ 42 との間に存在して、コンテインメントフレーム 264 に対するデバイスステージ 42 及びウェハ 30 の移動を容易としていることを示している。フレームギャップ 284 のサイズは変更することができる。一実施形態では、フレームギャップ 284 は、約 0.1 ~ 2 mm である。別の例では、フレームギャップ 284 は、約 0.05、0.1、0.2、0.5、1、1.5、2、3 又は 5 mm の値をとることができる。

【0055】

この実施形態では、液浸流体 248 の大部分は流体バリア 254 内に閉じ込められ、周辺の漏出物の大部分は移送領域 256 によって狭いフレームギャップ 284 内で排出される。この場合、液浸流体 248 は、移送領域 256 に触れると移送領域 256 中に引き込まれ、吸収される。このように、移送領域 256 は、液浸流体 248 が環から流出するのを抑制する。

【0056】

図 2D は、図 2C に示された実施形態に幾分類似した露光装置 10D の別の実施形態の部分断面図を示す。しかし、図 2D では、デバイス 30D 及び / 又はステージ 42D は、移送領域 256D の第二表面 278 BD より、コンテインメントフレーム 264D の内面 270 CD の方に近い、且つ / 又は外面 270 DD の下側 270 BD の方に近い。換言すれば、下側 278 BD とデバイス 30D 及び / 又はステージ 42D との間の距離は、第二表面 278 BD とデバイス 30D 及び / 又はステージ 42D との間の距離より短い。

【0057】

図 3A は液浸流体源 260 の一実施形態を示す。この実施形態では、液浸流体源 260 は、(i) 液浸流体 248 を保持する流体リザーバ (流体容器) 386 A、(ii) 流体リザーバ 386 A と流通し、液浸流体 248 を濾過するフィルタ 386 B、(iii) フィルタ 386 B と流通し、液浸流体 248 からあらゆる空気、汚染物質、又はガスを除去するエアレータ (通気装置) 386 C、(iv) エアレータ 386 C と流通し、液浸流体 248 の温度を制御する温度制御器 386 D、例えば熱交換器又は冷却装置、(v) 温度制御器 386 D と流通している圧力源 386 E、例えばポンプ、及び (vi) 圧力源 386 E と流通しているインレット及びノズルアウトレット 262 (図 2C に示す) と流通しているアウトレットを有する流量制御器 386 F を含む。流量制御器 386 F は、ノズルアウトレット 262 への圧力及び流量を制御する。

【0058】

また、液浸流体源 260 は、(i) ノズルアウトレットに送出される液浸流体 248 の圧力を測定する圧力センサー 386 G、(ii) ノズルアウトレット 262 への液浸流体 248 の流量を測定する流量センサー 386 H、及び (iii) ノズルアウトレット 262 に流れる液浸流体 248 の温度を測定する温度センサー 386 I を含むことができる。これらの構成要素の動作を制御システム 24 (図 1 に示す) で制御することにより、ノズルアウトレット 262 に流れる液浸流体 248 の流量、温度及び / 又は圧力を制御できる

10

20

30

40

50

。これらのセンサー 386G ~ 386I からの情報が制御システム 24 に転送されることにより、制御システム 24 は液浸源 360A の他の構成要素を適切に調節して、液浸流体 248 の所望の温度、流量及び / 又は圧力を達成することができる。

【0059】

なお、液浸流体源 260 の構成要素の配向は変更できる。さらに、一つ以上の構成要素が不要な場合もあり、幾つかの構成要素は二重にできる。例えば、液浸流体源 260 は、複数のポンプ、複数の容器、(複数の)温度制御器又はその他の構成要素を含むことができる。さらに、環境システム 26 は、複数の液浸流体源 260 を含むことができる。

【0060】

液浸流体 248 をギャップ 246 (図 2B に示す) 中に注入する割合は変更可能である。一実施形態では、液浸流体 248 は、約 0.5 リットル/分から 2 リットル/分の間の割合でノズルアウトレット 262 を経由してギャップ 246 に供給される。しかし、この割合は、これらの値より大きくすることもでき、又は小さくすることもできる。

【0061】

液浸流体 248 の種類は装置 10 の設計要件に合うように変更できる。一実施形態では、液浸流体 248 は、脱気及び脱イオン化した水のような流体である。あるいは、例えば、液浸流体 248 は、フォンブリン (Fomblin) オイルのような過フッ化ポリエーテル (PFPE) のような別種の流体とすることができる。

【0062】

図 3B は、流体除去システム 382B の第一実施形態と、流体バリア 254 の一部、移送領域 256、ウェハ 30、及び液浸流体 248 の図を図示している。本願では、流体除去システム 382B を圧力システムとも呼ぶ。一実施形態では流体除去システム 382B は移送圧力を生成し、且つ / あるいは移送圧力を移送領域 256 の第一表面 278A に加える。この実施形態では、第一表面 278A と第二表面 278B との間に差圧が存在するように、流体除去システム 382B は移送領域 256 の第一表面 278A における移送圧力を維持する。他の非排他的な実施形態では、第一表面 278A の移送圧力が約 -10、-100、-500、-1000、-2000、-5000、-7000 又は -10,000 パスカルのゲージ圧となるように、流体除去システム 382B は除去チャンバー 276 内の圧力を制御する。

【0063】

図 3B では、流体除去システム 382B は、(i) 除去チャンバー 276 内に低い室圧を生成する低压源 390BA、及び (ii) 除去チャンバー 276 からの液浸流体 248 を捕える回収容器 390BC を含む。この実施形態では、低压源 390BA はポンプすなわち真空源 390BD、及びチャンバー 276 のチャンバー内の圧力を正確に制御する室圧調整器 390BE を含むことができる。他の非排他的な実施形態では、例えば、チャンバー内の圧力は約 -10、-100、-500、-1000、-2000、-5000、-7000 又は -10,000 パスカルのゲージ圧となるように制御される。室圧調整器 390BE を制御システム 24 で制御することによりチャンバー内の圧力を制御できる。

【0064】

図 3C は、流体除去システム 382C の別の実施形態と、流体バリア 254 の一部、移送領域 256、ウェハ 30 及び液浸流体 248 の図を図示している。この実施形態では、流体除去システム 382C は、乾燥した除去流体 396 (三角形で図示)、例えば空気を、除去チャンバー 276 を通過させ、移送領域 256 の頂部の第一表面 278A を横断させる。除去流体 396 は移送領域 256 の頂部表面 278A を乾燥させ、移送領域 256 から液浸流体 248 を排出する。場合により、除去流体 396 を加熱するができ、乾燥流体 396 への液浸流体 248 の流入 (流量) を改善できる。換言すれば、一実施形態では、除去流体 396 は、液浸流体 248 の液浸流体温度より高い除去流体温度にある。

【0065】

図 3C では、流体除去システム 382C は、(i) 加圧された乾燥除去流体 396 の流体源 396A、(ii) 乾燥除去流体 396 の温度を制御する温度制御器 396B、(i

10

20

30

40

50

i i) 乾燥除去流体 396 の流量を測定する流量センサー 396 C、及び (iv) 乾燥除去流体 396 の温度を測定する温度センサー 396 D を含む。流体源 396 A は、制御システム 24 によって制御されるポンプを含むことができる。温度制御器 396 B は、制御システム 24 によって制御されるヒーターとすることができる。

【0066】

図 3 D は、流体除去システム 382 D のさらに別の実施形態と、流体バリア 254 の一部、移送領域 256、ウェハ 30 及び液浸流体 248 の図を図示している。この実施形態では、移送領域 256 は流体バリア 254 の外側に延在している。さらに、流体除去システム 382 C は熱源 397 を含む。熱源 397 が移送領域 256 の第一表面 278 A に加熱された流体 396 F (三角形で図示) を供給することにより、液浸流体 248 は沸騰して移送領域 256 から排出され、捕えられる。

10

【0067】

なお、図 3 B ~ 3 D に示される流体除去システム 382 B 及び 382 C の構成要素の配向は変更できる。さらに、一つ以上の構成要素が不要な場合もあり、幾つかの構成要素は二重にできる。例えば、各流体除去システム 382 B、382 C、382 D は、複数のポンプ、複数のリザーバ、(複数の) 弁又は他の構成要素を含むことができる。また、環境システム 26 は、複数の流体除去システム 382 B、382 C、382 D を含むことができる。

【0068】

図 4 は、環境システム 426 の別の実施形態の一部、ウェハ 30 の一部及びデバイスステージ 42 の一部の拡大図である。この実施形態では、環境システム 426 は、上で記述され、且つ図 2 A ~ 2 C に示された対応する構成要素にいくらか類似している。しかし、この実施形態では、移送領域 456 が僅かに異なる。特に、この実施形態では、移送領域 456 の基板 475 に形成された通路 480 (二つのみ図示) は、第一表面 478 A と第二表面の間で実質的に基板 475 を貫通している、間隔をあけた複数の移送孔である。

20

【0069】

この実施形態では、例えば、基板 475 は、ガラス又は他の親水性材料のような材料で製作できる。一実施形態では、移送孔 480 は約 0.1 ~ 0.2 mm の直径を有することができる。しかし、ある実施形態では、移送孔はこれらの寸法より大きくすることができ、又は小さくすることができる。

30

【0070】

この設計により、例えば、流体除去システム 382 B、382 C (図 3 B 及び図 3 C に図示) の一つ以上を使用して、移送孔 480 に減圧又は部分減圧を適用できる。部分減圧は、移送領域 456 を通して液浸流体 248 を引き寄せる。

【0071】

図 5 A は、光学アセンブリ 516、デバイスステージ 542、及び環境システム 526 を含む露光装置 510 の別の実施形態の一部の断面図である。図 5 A はウェハ 30、ギャップ 546 及び液浸流体 548 がギャップ 546 を充たしていることも示す。図 5 B は、図 5 A の 5 B - 5 B 線で囲まれた拡大部分を示す。

【0072】

40

この実施形態では、環境システム 526 は、上記対応構成要素に幾分類似した液浸流体システム 552、流体バリア 554 及び移送領域 556 を含む。この実施形態では、流体バリア 554 は、ギャップ 546 の周りにチャンバー 557 を形成するコンテインメントフレーム 564、及びコンテインメントフレーム 564 を装置フレーム 12 に接続して支持するフレーム支持体 568 を含む。しかし、この実施形態では、コンテインメントフレーム 564 は、(i) 液浸流体システム 552 の液浸流体源 560 と流通しているノズルアウトレット 562 を形成している環状第一流路 581、(ii) 環状第二流路 583、(iii) 環状第三流路 585、及び (iv) 移送領域 556 を受ける環状第四流路 587 を有する。この実施形態では、流路 581、583、585、587 は、ほぼ同心であり、光学アセンブリ 516 を中心にしている。さらに、この実施形態では、第二流路 58

50

3は第一流路581を囲み、第三流路585は第二流路583を囲み、第四流路587は第三流路585を囲んでいる。しかし、流路581、583、585、587の形状、配向及び/又は位置は変更できる。

#### 【0073】

一実施形態では、液浸流体システム552は、チャンバー557に放出される液浸流体548を第一流路581及びノズルアウトレット562に供給する。移送領域556はコンテインメントフレーム564と共に、移送領域556の上側に隣接した除去チャンバー576を形成する。さらに、移送領域556は、除去チャンバー576に隣接する第一表面578Bと、デバイス30及びギャップ546に隣接する反対側の第二表面578Bとを有する。

10

#### 【0074】

この実施形態では、第三流路585は第一除去システム582Aと流通している。一実施形態では、第一除去システム582Aは、液浸流体548を第三流路585に引く及び/又は引き込む減圧又は部分減圧を第三流路585に生成する。例えば、他の非排他的な実施形態では、第一除去システム582Aは、第三流路585内の圧力を約-10、-100、-500、-1000、-2000、-5000、-7000又は-10,000パスカルのゲージ圧に維持できる。

#### 【0075】

さらに、この実施形態では、第四流路587は第二除去システム582Bと流通している。この実施形態では、第二除去システム582は、移送領域556の頂部の第一表面578Aから液浸流体548を取り除き、移送領域556の底部の第二表面578Bに追加の液浸流体548を流入させる。

20

#### 【0076】

一実施形態では、第一除去システム582Aの設計は、図3B～3Dに示された除去システム382B、382Cの一つの設計と類似することができ、且つ/又は、第二除去システム582Bの設計は、図3B～3Dに示された設計の一つに幾分類似することができる。

#### 【0077】

一実施形態では、ギャップ546から流出する液浸流体548の大部分は、第三流路585を通して回収される。例えば、第三流路585は、ギャップ546から回収される液浸流体548の約80～90%を回収できる。別の実施形態では、第三流路は、ギャップ546から回収される液浸流体548の少なくとも約50、60、70、80又は90%を回収できる。この設計により、第四流路587を使用して、第三流路585で捕えられない液浸流体548を捕えることができる。

30

#### 【0078】

また、一実施形態では、環境システム526は、ギャップ546内の圧力の制御に使用できる圧力制御器591を含む。一実施形態では、圧力制御器591は、ギャップ546内の圧力をギャップ546外の圧力とほぼ等しくさせることができる。例えば、一実施形態では、第二流路が圧力制御器591を形成している。この実施形態では、第二流路583は大気圧に開放され、第三流路585の内側に位置する。この設計により、第三流路585内の負圧(減圧又は部分減圧)は光学アセンブリ516とウェハ30の間の圧力に強く影響しない。

40

#### 【0079】

あるいは、例えば、制御圧力源593がギャップ546中に放出される制御流体595(三角形で図示)を第二流路583に供給できる。一実施形態では、制御流体595は、液浸流体548に容易に吸収されないガスとすることができる。例えば、液浸流体548が水の場合、制御流体595は水に容易に吸収されないガスとすることができる。液浸流体548が制御流体595を吸収しない場合、又はそれに別の形で反応しない場合には、ウェハ30の表面に泡が形成される可能性を減らすことができる。

#### 【0080】

50



さらに別の実施形態では、環境システム 5 2 6 は、コンテインメントフレーム 5 6 4 とウェハ 3 0 及びノ又はデバイスステージ 5 4 2 の間に流体ベアリング（図示なし）を生成するデバイスを含むことができる。例えば、コンテインメントフレーム 5 6 4 は、ベアリング流体（図示なし）のベアリング流体源（図示なし）と流通している一つ以上のベアリングアウトレット（図示なし）を含むことができる。この実施形態では、ベアリング流体源は、加圧された流体をベアリングアウトレットに供給して静的空気ベアリングを生成する。流体ベアリングはコンテインメントフレーム 5 6 4 の重量の全部又は一部を支持できる。

【0081】

なお、各実施形態において、必要に応じて別の移送領域を追加できる。

10

【0082】

概略的に図 6 A に示されるプロセスによって、上記システムを使用して半導体デバイスを製造できる。工程 6 0 1 で、デバイスの機能特性及び性能特性を設計する。次に、工程 6 0 2 で、その前の設計工程に従って、パターンを有するマスク（レチクル）を設計し、並行する工程 6 0 3 で、シリコン材料からウェハを製作する。工程 6 0 4 では、工程 6 0 2 で設計したマスクパターンを、工程 6 0 3 で製作したウェハに、本発明に従ってこれまでに記述したフォトリソグラフィシステムにより露光する。工程 6 0 5 で、半導体デバイスを組み立てる（ダイシングプロセス、ボンディングプロセス、及びパッケージングプロセスを含む）。最後に、工程 6 0 6 で、このデバイスを検査する。

【0083】

20

図 6 B は、半導体デバイスを製造する場合の上記工程 6 0 4 の詳細なフローチャートの例を示す。図 6 B において、工程 6 1 1（酸化工程）で、ウェハ表面を酸化する。工程 6 1 2（CVD 工程）で、ウェハ表面に絶縁フィルムを形成する。工程 6 1 3（電極形成工程）で、蒸着によりウェハ上に電極を形成する。工程 6 1 4（イオン注入工程）で、ウェハ中にイオンを注入する。上記工程 6 1 1～6 1 4 はウェハ処理におけるウェハに対する前処理工程を形成し、処理要件に応じて各工程が選択される。

【0084】

ウェハ処理の各段階において、上記前処理工程が完了すると、下記の後処理工程が実施される。後処理では、まず、工程 6 1 5（フォトレジスト形成工程）で、ウェハにフォトレジストを塗布する。次に、工程 6 1 6（露光工程）で、上記露光デバイスを使用してウェハにマスク（レチクル）の回路パターンを転写する。それから、工程 6 1 7（現像工程）で、露光されたウェハを現像し、工程 6 1 8（エッチング工程）で、残存フォトレジスト以外（露光された材料表面）の部分をエッチングにより除去する。工程 6 1 9（フォトレジスト除去工程）で、エッチング後に残る不要フォトレジストを除去する。

30

【0085】

これらの前処理工程及び後処理工程を繰り返すことにより多重の回路パターンを形成する。

【0086】

本願に図示され且つ開示された特定の露光装置 1 0 は、十分に目標を達成することができ、且つ本願で以前に記述した利点を十分に提供できるが、本発明の現在望ましい実施形態を単に例示するものであり、添付の請求項に記載されているもの以外で、本願に示された構造又は設計の詳細に限定するものではないと解されるものとする。

40

【図面の簡単な説明】

【0087】

【図 1】図 1 は、本発明の特徴を備えた露光装置の側面図である。

【図 2】図 2 A は、図 1 の露光装置の一部の斜視図であり、図 2 B は、図 2 A の 2 B - 2 B 線に沿った断面図であり、図 2 C は、図 2 B の 2 C - 2 C 線で囲まれた部分の拡大詳細図であり、図 2 D は、露光装置の一部の別の実施形態の拡大詳細図である。

【図 3】図 3 A は、本発明の特徴を有する液浸流体源の側面図であり、図 3 B は、本発明の特徴を有する流体除去システムの側面図であり、図 3 C は、本発明の特徴を有する流体

50

除去システムの別の実施形態の側面図であり、図 3 D は、本発明の特徴を有する流体除去システムの更に別の実施形態の側面図である。

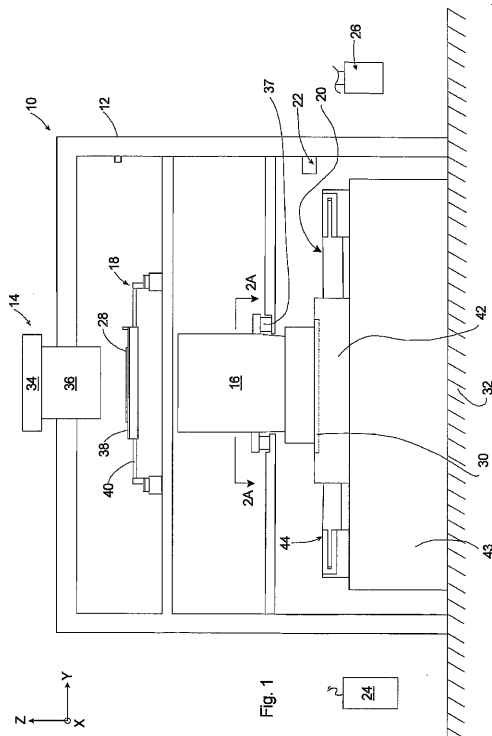
【図 4】図 4 は、露光装置の別の実施形態の拡大断面図である。

【図 5】図 5 A は、露光装置の更に別の実施形態の一部の拡大断面図であり、図 5 B は、図 5 A の 5 B - 5 B 線で囲まれた部分の拡大詳細図である。

【図 6 - 1】図 6 A は、本発明に従ってデバイスを製造するプロセスを概説するフローチャートである。

【図 6 - 2】図 6 B は、デバイス処理をより詳細に概説するフローチャートである。

【図 1】



【図 2 A】

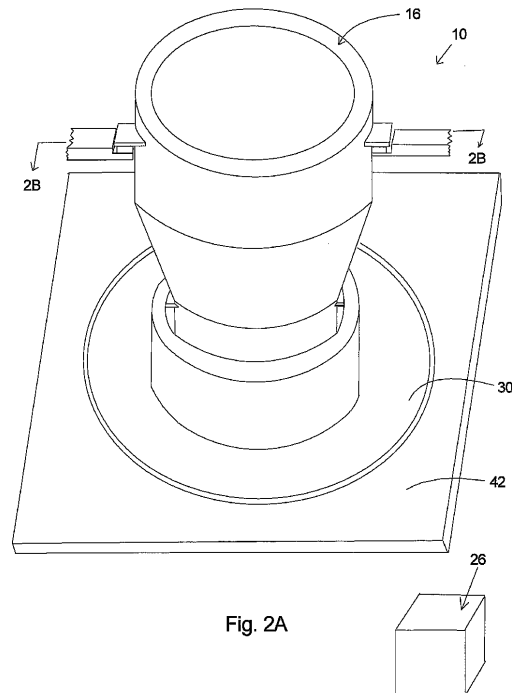


Fig. 2A



【図 3 C】

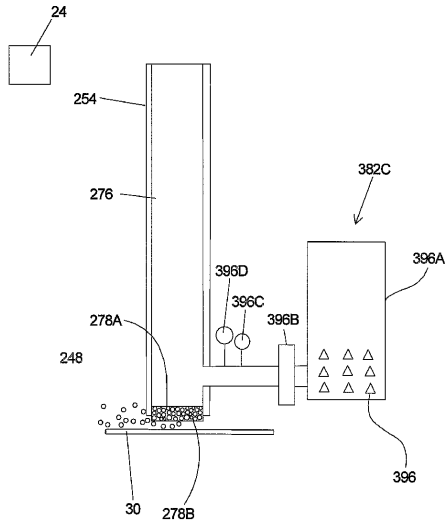


Fig. 3C

【図 3 D】

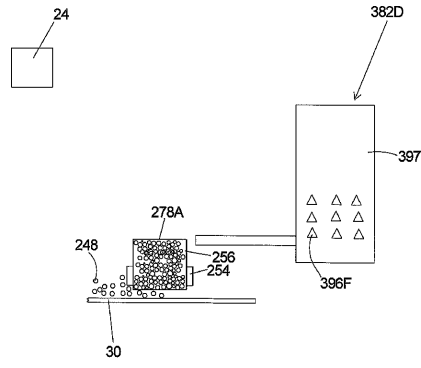


Fig. 3D

【図 4】

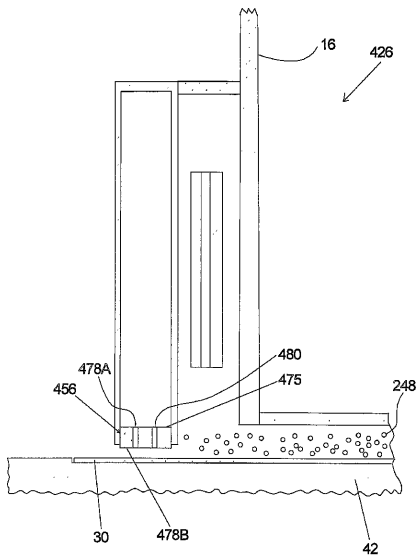


Fig. 4

【図 5 A】

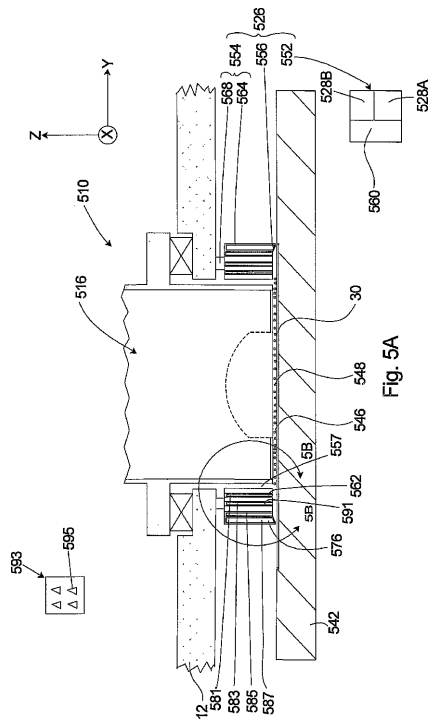


Fig. 5A

【図 5 B】

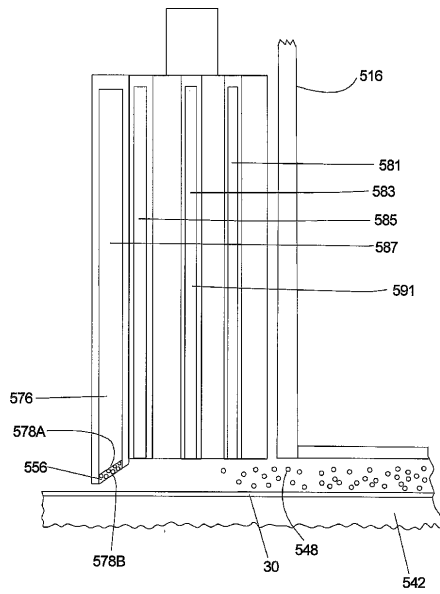


Fig. 5B

【図 6 - 1】

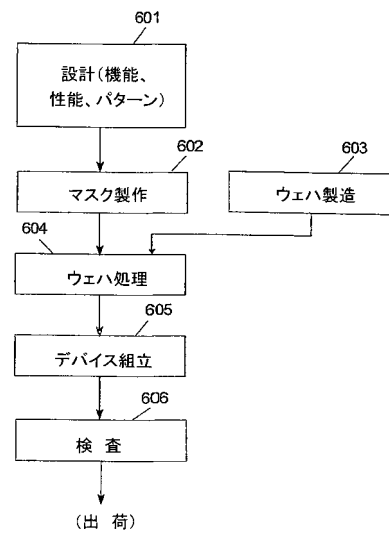


Fig. 6A

【図 6 - 2】

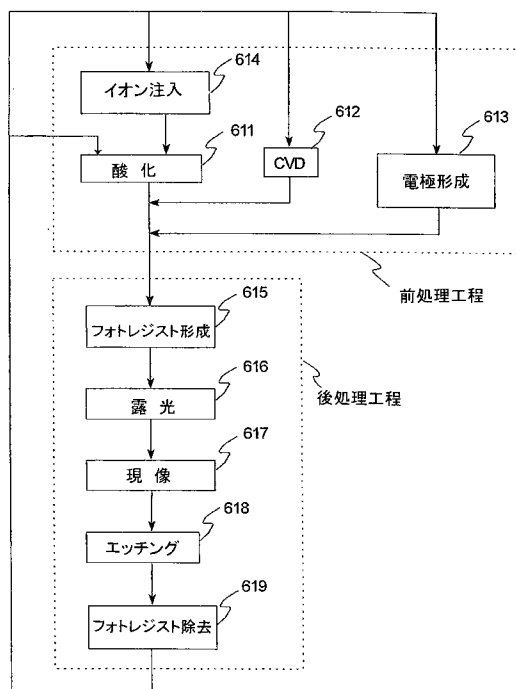


Fig. 6B

---

フロントページの続き

- (72)発明者 ハゼルトン, アンドリュー, ジェイ.  
アメリカ合衆国 94070 カリフォルニア州, サン カルロス, フェルプス ロード 4  
09
- (72)発明者 ワトソン, ダグラス, シイ.  
アメリカ合衆国 95008 カリフォルニア州, キャンプベル, カメオ ドライブ 135  
3

審査官 新井 重雄

- (56)参考文献 国際公開第99/049504(WO, A1)  
特開2004-289126(JP, A)  
特開2004-289127(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027  
G03F 7/20