

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4986185号
(P4986185)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

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

請求項の数 64 (全 35 頁)

(21) 出願番号	特願2009-539947 (P2009-539947)	(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
(86) (22) 出願日	平成20年11月4日(2008.11.4)	(74) 代理人	100102901 弁理士 立石 篤司
(86) 国際出願番号	PCT/JP2008/003160	(72) 発明者	柴崎 祐一 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
(87) 国際公開番号	W02009/060585	審査官	佐野 浩樹
(87) 国際公開日	平成21年5月14日(2009.5.14)		
審査請求日	平成23年8月2日(2011.8.2)		
(31) 優先権主張番号	特願2007-289203 (P2007-289203)		
(32) 優先日	平成19年11月7日(2007.11.7)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光学系と液体とを介してエネルギービームにより物体を露光する露光装置であって、
前記物体を載置可能で、前記液体が供給される前記光学系直下の液浸領域を含む第1領域と該第1領域の第1方向の一側に位置する前記物体の位置情報を取得する第2領域とを含む所定範囲の領域内で所定平面に実質的に沿って移動可能な第1移動体と；

前記物体を載置可能で、前記第1領域と前記第2領域とを含む領域内で前記所定平面に実質的に沿って前記第1移動体とは独立して移動可能な第2移動体と；

前記第1、第2移動体を前記所定平面に実質的に沿って駆動するとともに、一方の移動体が前記第1領域に位置する第1の状態から他方の移動体が前記第1領域に位置する第2の状態に遷移させる際に、前記第1移動体と前記第2移動体とが前記所定平面内で前記第1方向と垂直な第2方向に関してずれ、かつ前記第1方向に関して互いに近接又は接触した状態で前記第1、第2移動体を前記第1方向に駆動する移動体駆動系と；を備え、

前記第1移動体と前記第2移動体とが前記第1方向に関して互いに近接又は接触した状態における前記第1移動体と前記第2移動体との前記第2方向のずれの向きが前記第1、第2移動体の前記第1方向の位置関係に応じて異なる露光装置。

【請求項2】

請求項1に記載の露光装置において、

前記一方の移動体が前記第1移動体である場合には、前記第2移動体は、前記第1移動体に対して前記第2方向の一側にずらして配置され、

前記一方の移動体が前記第2移動体である場合には、前記第1移動体は、前記第2移動体に対して前記第2方向の他側にずらして配置される露光装置。

【請求項3】

請求項1又は2に記載の露光装置において、

前記第1移動体には、前記第2方向の少なくとも一側に前記所定平面に対して傾斜した反射面が設けられ、

前記第2移動体には、前記第2方向の少なくとも一側に前記所定平面に対して傾斜した反射面が設けられている露光装置。

【請求項4】

請求項1～3のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記移動体駆動系は、前記第1移動体と前記第2移動体との端部同士が前記第2方向に関して少なくとも前記光学系直下の液浸領域よりも広い幅だけ互いに対向する前記近接又は接触した状態で前記第1、第2移動体を前記第1方向に駆動する露光装置。

10

【請求項5】

請求項1～4のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第1移動体は、前記第2方向に関して、前記液浸領域から一側に所定距離離れた第1位置と前記液浸領域の近傍の第2位置との間の所定範囲の領域内で移動し、

前記第2移動体は、第2方向に関して、前記液浸領域から他側に所定距離離れた第3位置と前記液浸領域の近傍の第4位置との間の所定範囲の領域内で移動する露光装置。

【請求項6】

請求項5に記載の露光装置において、

前記近接又は接触した状態では、前記第1移動体は、前記第1方向のいずれかの端部かつ前記第2方向の他側の端部を、前記第2移動体に近接又は接触させる露光装置。

20

【請求項7】

請求項5又は6に記載の露光装置において、

前記近接又は接触した状態では、前記第2移動体は、前記第1方向のいずれかの端部かつ前記第2方向の一側の端部を、前記第1移動体に近接又は接触させる露光装置。

【請求項8】

請求項5～7のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第1、第2の移動体の少なくとも一方の、少なくとも前記第1方向の一側には、その上面が前記第1、第2移動体の上面と略同一面となる状態で、前記第2方向の幅が前記液浸領域より広い受け渡し部が突設され、

前記第1の状態と第2の状態との間の遷移時に、前記移動体駆動系により、前記第1移動体と前記第2移動体とは、前記受け渡し部を介して前記近接又は接触した状態が維持される露光装置。

30

【請求項9】

請求項8に記載の露光装置において、

前記第1移動体の前記第1方向の一側の前記第2方向の他側の一部に前記受け渡し部が突設され、

前記第2移動体の前記第1方向の一側の前記第2方向の一側の一部に前記受け渡し部が突設されている露光装置。

40

【請求項10】

請求項8又は9に記載の露光装置において、

前記受け渡し部は、前記第1、第2移動体それぞれの前記第1方向の両側に、前記近接又は接触した状態で相互に対向し得る状態でそれぞれ突設されている露光装置。

【請求項11】

請求項10に記載の露光装置において、

前記相互に対向し得る2つの前記受け渡し部のそれぞれの先端には、互いに係合するとともに、係合状態では見かけ上フルフラットな面を形成可能な係合部が形成されている露光装置。

50

【請求項 1 2】

請求項 8 ~ 1 1 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 1、第 2 の移動体が前記近接又は接触した状態にあるとき、前記第 1 移動体と前記第 2 移動体とが前記受け渡し部を介して前記第 1 方向に関して近接しており、

前記第 1 移動体と前記第 2 移動体との少なくとも一方には、前記近接又は接触した状態で、両移動体間の間隙に位置することで該間隙からの前記液体の漏れを抑制する抑制部材が設けられている露光装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 1 移動体には、前記第 2 方向の一侧からケーブルが接続され、

前記第 2 移動体には、前記第 2 方向の他側からケーブルが接続されている露光装置。

10

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 3 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 2 領域に配置され、前記第 1 及び第 2 移動体のうち、その直下に位置した特定移動体上に存在するマークを検出するマーク検出系を更に備える露光装置。

【請求項 1 5】

請求項 1 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記遷移の際には、前記光学系と前記第 1 領域に位置する移動体との間に、前記液体が保持され続ける露光装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 ~ 1 5 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記移動体駆動系は、前記第 1、第 2 の移動体を前記所定平面に沿って駆動する平面モータを含む露光装置。

20

【請求項 1 7】

投影光学系と液体とを介してエネルギービームで物体を露光する露光装置であって、

前記投影光学系が配置される第 1 領域と異なる第 2 領域に配置され、前記物体の位置情報を検出する検出系と、

前記物体を載置可能かつ前記第 1、第 2 領域を含む所定領域内で可動な第 1 移動体と、前記物体を載置可能かつ前記所定領域内で前記第 1 移動体とは独立して可動な第 2 移動体と、

30

前記第 1、第 2 移動体が配置されるベース部材と、

前記第 1、第 2 移動体にそれぞれ可動子が設けられ、前記ベース部材に固定子が設けられる平面モータを有し、前記平面モータによって前記第 1、第 2 移動体をそれぞれ、前記第 1 領域から前記第 2 領域に移動し、かつ前記第 2 領域から前記第 1 領域に移動する駆動系と、

前記物体が下面側に対向して配置され、かつ前記投影光学系の下端部の周囲に設けられる液浸部材を有し、前記投影光学系の直下に液体を供給する局所液浸システムと、を備え、

前記第 1 移動体は、前記ベース部材の一端側からケーブルが接続され、

前記第 2 移動体は、前記ベース部材の、前記一端と対向する他端側からケーブルが接続され、

40

前記供給される液体によって、前記投影光学系の直下に液浸領域が形成され、

前記駆動系は、一方が前記投影光学系と対向して配置される前記第 1、第 2 移動体を、第 1 方向に関して接近し、かつ前記第 1 方向と直交する第 2 方向に関して位置が異なるように移動するとともに、前記投影光学系の下方で前記接近させた第 1、第 2 移動体を移動して、前記一方の移動体を前記第 1、第 2 移動体の他方に置き換え、

前記液浸領域は、前記置換によって前記一方の移動体から前記他方の移動体に移動され、かつ前記置換において前記投影光学系の直下に維持される露光装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載の露光装置において、

50

前記第 2 方向に関する前記第 1、第 2 移動体の位置関係は、前記第 1 移動体の前記第 2 移動体への置換と、前記第 2 移動体の前記第 1 移動体への置換とで異なる露光装置。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の露光装置において、

前記第 1、第 2 移動体は、前記第 1 移動体の前記第 2 移動体への置換と、前記第 2 移動体の前記第 1 移動体への置換とで、前記第 2 方向に関して逆向きにずれるように移動される露光装置。

【請求項 20】

請求項 18 又は 19 に記載の露光装置において、

前記第 1 移動体の前記第 2 移動体への置換では、前記ベース部材上で、前記第 2 移動体は、前記第 1 移動体に対して前記他端側にずれて配置され、

前記第 2 移動体の前記第 1 移動体への置換では、前記ベース部材上で、前記第 1 移動体は、前記第 2 移動体に対して前記一端側にずれて配置される露光装置。

10

【請求項 21】

請求項 18 ~ 20 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 1 移動体は、前記ベース部材の前記第 2 方向に関して一端側からケーブルが接続され、

前記第 2 移動体は、前記ベース部材の前記第 2 方向に関して他端側からケーブルが接続される露光装置。

【請求項 22】

請求項 17 ~ 21 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記投影光学系の下方で前記第 1、第 2 移動体が移動される所定方向は、前記第 2 方向と交差する露光装置。

20

【請求項 23】

請求項 17 ~ 22 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記物体は走査露光が行われ、

前記第 1、第 2 移動体は、前記投影光学系の下方で、前記走査露光で前記物体が移動される所定方向に関して移動される露光装置。

【請求項 24】

請求項 17 ~ 23 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 1、第 2 領域は所定方向に関して位置が異なり、

前記第 1、第 2 移動体は、前記投影光学系の下方で前記所定方向に関して移動される露光装置。

30

【請求項 25】

請求項 17 ~ 24 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 1 移動体と前記第 2 移動体は異なる経路を通過して前記第 1、第 2 領域の一方から他方に移動される露光装置。

【請求項 26】

請求項 25 に記載の露光装置において、

前記第 1、第 2 領域の一方から他方への移動において、前記第 1 移動体は、前記ベース部材上で前記一端側の経路を通り、前記第 2 移動体は、前記ベース部材上で前記他端側の経路を通る露光装置。

40

【請求項 27】

請求項 17 ~ 26 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 1、第 2 移動体はそれぞれ、前記第 1 領域から前記第 2 領域への移動と前記第 2 領域から前記第 1 領域への移動とで異なる経路を通る露光装置。

【請求項 28】

請求項 17 ~ 27 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 1、第 2 移動体の少なくとも一方は、前記置換において前記投影光学系と対向して配置される上面を有する受け渡し部を含み、

50

前記液浸領域は、前記置換において前記受け渡し部を介して前記一方の移動体から前記他方の移動体に移動される露光装置。

【請求項 29】

請求項 28 に記載の露光装置において、

前記受け渡し部は、前記置換において前記少なくとも一方の移動体から外側に突出して配置される露光装置。

【請求項 30】

請求項 28 又は 29 に記載の露光装置において、

前記受け渡し部は、前記置換において前記上面が前記第 1、第 2 移動体の上面とほぼ同一面となるように配置される露光装置。

10

【請求項 31】

請求項 17 ~ 30 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第 1、第 2 移動体にそれぞれ設けられるヘッドと、前記第 1、第 2 移動体の外部に配置される格子部とを有するエンコーダシステムによって、前記第 1、第 2 移動体の位置情報を計測する計測システムを、さらに備える露光装置。

【請求項 32】

デバイス製造方法であって、

請求項 1 ~ 31 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて感光物体を露光するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法。

【請求項 33】

20

光学系と液体とを介してエネルギービームにより物体を露光する露光方法であって、

前記物体を載置可能で、前記液体が供給される前記光学系直下の液浸領域を含む第 1 領域と該第 1 領域の第 1 方向の一側に位置する前記物体の位置情報を取得する第 2 領域とを含む所定範囲の領域内で所定平面に実質的に沿ってそれぞれ独立に移動可能な第 1 移動体と第 2 移動体とを、前記所定平面内で前記第 1 方向と垂直な第 2 方向にずらした状態で、かつ前記第 1 方向に関して互いに近接又は接触させた状態で前記第 1 方向に駆動することで、前記液浸領域を、一方の移動体から他方の移動体に受け渡し、一方の移動体が前記第 1 領域に位置する第 1 の状態から他方の移動体が前記第 1 領域に位置する第 2 の状態に移させ、

前記第 1 移動体と前記第 2 移動体とが前記第 1 方向に関して互いに近接又は接触した状態における前記第 1 移動体と前記第 2 移動体との前記第 2 方向のずれの向きが前記第 1、第 2 移動体の前記第 1 方向の位置関係に応じて異なる露光方法。

30

【請求項 34】

請求項 33 に記載の露光方法において、

前記一方の移動体が前記第 1 移動体である場合には、前記第 2 移動体は、前記第 1 移動体に対して前記第 2 方向の一側にずらして配置され、

前記一方の移動体が前記第 2 移動体である場合には、前記第 1 移動体は、前記第 2 移動体に対して前記第 2 方向の他側にずらして配置される露光方法。

【請求項 35】

請求項 33 又は 34 に記載の露光方法において、

前記第 1 移動体には、前記第 2 方向の少なくとも一側に前記所定平面に対して傾斜した反射面が設けられ、

前記第 2 移動体には、前記第 2 方向の少なくとも一側に前記所定平面に対して傾斜した反射面が設けられ、

前記近接又は接触した状態では、前記第 1 移動体と前記第 2 移動体とは、前記反射面が設けられていない辺同士が前記第 1 方向に関して少なくとも一部近接又は接触する露光方法。

40

【請求項 36】

請求項 33 ~ 35 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第 1 移動体と前記第 2 移動体とは、前記近接又は接触した端部同士が前記第 2 方向

50

に関して少なくとも前記光学系直下の液浸領域よりも広い幅だけ互いに対向した前記近接又は接触した状態で前記第 1 方向に駆動される露光方法。

【請求項 37】

請求項 33 ~ 36 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第 1 移動体は、前記所定平面内で前記第 1 方向に垂直な第 2 方向に関して、前記液浸領域から一側に所定距離離れた第 1 位置と前記液浸領域の近傍の第 2 位置との間の所定範囲の領域内で移動し、

前記第 2 移動体は、前記第 2 方向に関して、前記液浸領域の他側に所定距離離れた第 3 位置と前記液浸領域の近傍の第 4 位置との間の所定範囲の領域内で移動する露光方法。

【請求項 38】

請求項 37 に記載の露光方法において、

前記近接又は接触した状態では、前記第 1 移動体は、前記第 1 方向のいずれかの端部かつ前記第 2 方向の他側の端部を、前記第 2 移動体に近接又は接触させる露光方法。

【請求項 39】

請求項 37 又は 38 に記載の露光方法において、

前記近接又は接触した状態では、前記第 2 移動体は、前記第 1 方向のいずれかの端部かつ前記第 2 方向の一側の端部を、前記第 1 移動体に近接又は接触させる露光方法。

【請求項 40】

請求項 37 ~ 39 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第 1、第 2 の移動体の少なくとも一方の、少なくとも前記第 1 方向の一側には、その上面が前記第 1、第 2 移動体の上面と略同一面となる状態で、前記第 2 方向の幅が前記液浸領域より広い受け渡し部が突設され、

前記第 1 の状態と第 2 の状態との間の遷移時に、前記第 1 移動体と前記第 2 移動体とは、前記受け渡し部を介して前記近接又は接触した状態が維持される露光方法。

【請求項 41】

請求項 40 に記載の露光方法において、

前記第 1 移動体の前記第 1 方向の一側の前記第 2 方向の他側の一部に前記受け渡し部が突設され、

前記第 2 移動体の前記第 1 方向の一側の前記第 2 方向の一側の一部に前記受け渡し部が突設されている露光方法。

【請求項 42】

請求項 40 又は 41 に記載の露光方法において、

前記受け渡し部は、前記第 1、第 2 移動体それぞれの前記第 1 方向の両側に、前記近接又は接触した状態で相互に対向し得る状態でそれぞれ突設されている露光方法。

【請求項 43】

請求項 42 に記載の露光方法において、

前記相互に対向し得る 2 つの前記受け渡し部のそれぞれの先端には、互いに係合するとともに、係合状態では見かけ上フルフラットな面を形成可能な係合部が形成されている露光方法。

【請求項 44】

請求項 38 ~ 43 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第 1、第 2 の移動体が前記近接又は接触した状態にあるとき、前記第 1 移動体と前記第 2 移動体とが前記受け渡し部を介して前記第 1 方向に関して近接しており、

前記第 1 移動体と前記第 2 移動体との少なくとも一方には、前記近接又は接触した状態で、両移動体間の間隙に位置することで該間隙からの前記液体の漏れを抑制する抑制部材が設けられている露光方法。

【請求項 45】

請求項 33 ~ 44 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第 1 移動体には、前記第 2 方向の一側からケーブルが接続され、

前記第 2 移動体には、前記第 2 方向の他側からケーブルが接続されている露光方法。

10

20

30

40

50

【請求項 4 6】

請求項 3 3 ~ 4 5 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記第 2 領域では、前記第 1 及び第 2 移動体のうち、所定位置の直下に位置した特定移動体上に存在するマークがマーク検出系で検出される露光方法。

【請求項 4 7】

請求項 3 3 ~ 4 6 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記遷移の際には、前記光学系と前記第 1 領域に位置する移動体との間に、前記液体が保持され続ける露光方法。

【請求項 4 8】

請求項 3 3 ~ 4 7 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記第 1、第 2 の移動体は、平面モータにより前記所定平面に沿って駆動される露光方法。

10

【請求項 4 9】

投影光学系と液体とを介してエネルギービームで物体を露光する露光方法であって、
前記投影光学系が配置される第 1 領域と、前記物体の位置情報を検出する検出系が配置される、前記第 1 領域と異なる第 2 領域とを含む所定領域内で、それぞれ前記物体を載置してベース部材上に配置される第 1、第 2 移動体を独立して移動することと、

前記第 1、第 2 移動体をそれぞれ、前記第 1 領域から前記第 2 領域に移動するとともに、前記第 2 領域から前記第 1 領域に移動することと、

前記物体が下面側に対向して配置され、かつ前記投影光学系の下端部の周囲に設けられる液浸部材を有する局所液浸システムによって、前記投影光学系の直下に液体を供給することと、

20

前記投影光学系と前記液体とを介して前記エネルギービームで前記物体を露光することと、

一方が前記投影光学系と対向して配置される前記第 1、第 2 移動体を、第 1 方向に関して接近し、かつ前記第 1 方向と直交する第 2 方向に関して位置が異なるように移動することと、

前記投影光学系の下方で前記接近させた第 1、第 2 移動体を移動して、前記一方の移動体を前記第 1、第 2 移動体の他方に置き換えることと、を含み、

前記供給される液体によって、前記投影光学系の直下に液浸領域が形成され、
前記液浸領域は、前記置換によって前記一方の移動体から前記他方の移動体に移動され、
かつ前記置換において前記投影光学系の直下に維持され、

30

前記第 1 移動体は、前記ベース部材の一端側からケーブルが接続され、
前記第 2 移動体は、前記ベース部材の、前記一端と対向する他端側からケーブルが接続され、

前記第 1、第 2 移動体は、前記第 1、第 2 移動体にそれぞれ可動子が設けられ、前記ベース部材に固定子が設けられる平面モータを有する駆動系によって移動される露光方法。

【請求項 5 0】

請求項 4 9 に記載の露光方法において、
前記第 2 方向に関する前記第 1、第 2 移動体の位置関係は、前記第 1 移動体の前記第 2 移動体への置換と、前記第 2 移動体の前記第 1 移動体への置換とで異なる露光方法。

40

【請求項 5 1】

請求項 5 0 に記載の露光方法において、
前記第 1、第 2 移動体は、前記第 1 移動体の前記第 2 移動体への置換と、前記第 2 移動体の前記第 1 移動体への置換とで、前記第 2 方向に関して逆向きにずれるように移動される露光方法。

【請求項 5 2】

請求項 5 0 又は 5 1 に記載の露光方法において、
前記第 1 移動体の前記第 2 移動体への置換では、前記ベース部材上で、前記第 2 移動体は、前記第 1 移動体に対して前記他端側にずれて配置され、

50

前記第2移動体の前記第1移動体への置換では、前記ベース部材上で、前記第1移動体は、前記第2移動体に対して前記一端側にずれて配置される露光方法。

【請求項53】

請求項50～52のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第1移動体は、前記ベース部材の前記第2方向に関して一端側からケーブルが接続され、

前記第2移動体は、前記ベース部材の前記第2方向に関して他端側からケーブルが接続される露光方法。

【請求項54】

請求項49～53のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記投影光学系の下方で前記第1、第2移動体が移動される所定方向は、前記第2方向と交差する露光方法。

【請求項55】

請求項49～54のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記物体は走査露光が行われ、

前記第1、第2移動体は、前記投影光学系の下方で、前記走査露光で前記物体が移動される所定方向に関して移動される露光方法。

【請求項56】

請求項49～55のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記第1、第2領域は所定方向に関して位置が異なり、

前記第1、第2移動体は、前記投影光学系の下方で前記所定方向に関して移動される露光方法。

【請求項57】

請求項49～56のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第1移動体と前記第2移動体は異なる経路を通過して前記第1、第2領域の一方から他方に移動される露光方法。

【請求項58】

請求項57に記載の露光方法において、

前記第1、第2領域の一方から他方への移動において、前記第1移動体は、前記ベース部材上で前記一端側の経路を通り、前記第2移動体は、前記ベース部材上で前記他端側の経路を通る露光方法。

【請求項59】

請求項49～58のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第1、第2移動体はそれぞれ、前記第1領域から前記第2領域への移動と前記第2領域から前記第1領域への移動とで異なる経路を通る露光方法。

【請求項60】

請求項49～59のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第1、第2移動体の少なくとも一方に設けられる受け渡し部はその上面が、前記置換において前記投影光学系と対向して配置され、

前記液浸領域は、前記置換において前記受け渡し部を介して前記一方の移動体から前記他方の移動体に移動される露光方法。

【請求項61】

請求項60に記載の露光方法において、

前記受け渡し部は、前記置換において前記少なくとも一方の移動体から外側に突出して配置される露光方法。

【請求項62】

請求項60又は61に記載の露光方法において、

前記受け渡し部は、前記置換において前記上面が前記第1、第2移動体の上面とほぼ同一面となるように配置される露光方法。

【請求項63】

10

20

30

40

50

請求項 4 9 ~ 6 2 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記第 1、第 2 移動体にそれぞれ設けられるヘッドと、前記第 1、第 2 移動体の外部に配置される格子部とを有するエンコーダシステムによって、前記第 1、第 2 移動体の位置情報が計測される露光方法。

【請求項 6 4】

請求項 3 3 ~ 6 3 のいずれか一項に記載の露光方法により前記物体を露光するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法に係り、特に、半導体素子などのマイクロデバイスを製造するリソグラフィ工程で用いられる露光装置及び露光方法、並びに該露光方法を用いるデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体素子（集積回路等）、液晶表示素子等の電子デバイス（マイクロデバイス）を製造するリソグラフィ工程では、ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（いわゆるステッパ）、あるいはステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（いわゆるスキャニング・ステッパ（スキャナとも呼ばれる））などが、主として用いられている。

【0003】

この種の露光装置では、投影光学系の解像度を向上させるため、露光光の短波長化と、投影光学系の開口数の増大化（高NA化）が図られてきた。しかし、露光光の短波長化及び投影光学系の高NA化によって、焦点深度が狭くなってきた。そこで、実質的に露光波長を短くして、かつ空気中に比べて焦点深度を大きく（広く）する方法として、液浸法を利用した露光装置が、近年注目されるようになってきた。

【0004】

一方、露光装置には、高解像度とともに、高スループットであることも要請される。スループットを向上させる手法として、ウエハを保持するウエハステージを複数、例えば2つ設けて、その2つのウエハステージで異なる動作を同時並行的に処理する手法を採用するツインウエハステージタイプの露光装置も種々提案されている。

【0005】

さらに、最近では、液浸露光法を採用したツインウエハステージタイプの露光装置も提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0006】

ところで、ウエハステージのXY平面に直交するZ軸方向の位置（高さ）を計測する場合、ウエハステージの側面にXY平面に対して所定角度、例えば45°傾斜した反射面（Z計測用反射面）を配置し、この反射面に対しXY平面に平行な測長ビームを照射し、そのビームの戻り光を受光することで、ウエハステージの高さを計測するZ干渉計が知られている（例えば、特許文献2参照）。

【0007】

しかるに、例えば特許文献1と同様のタイプの露光装置で上記Z干渉計を採用する場合、いずれのウエハステージも、両側からZ干渉計で高さ計測を行えるように構成することが望ましい。しかし、そのようにすると、特許文献2に開示されるように2つのウエハステージを接触又は近接させて、液浸領域（液体）を、両ウエハステージ間で受け渡す際に、Z計測用反射面同士が接触して損傷するおそれがあった。また、かかる事態の発生を避けるため、2つのウエハステージが離れた状態で液浸領域の受け渡しを行なおうとすると、液体が両ウエハステージ間に漏れ出し、液浸領域の受け渡しができなくなるおそれがあった。また、漏れ出した液体により、Z干渉計用反射面を濡らすおそれがあった。また、Z計測用反射面を用いない場合であっても、少なくとも一方のウエハステージが他の部分

10

20

30

40

50

より突出した機構部などを有している場合などでも、2つのウエハステージを接触又は近接させて、液浸領域（液体）を、両ウエハステージ間で受け渡す際に、上記と同様の問題が生じ得る。

【0008】

【特許文献1】米国特許第7,161,659号明細書

【特許文献2】米国特許第6,208,407号明細書

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、第1の観点からすると、光学系と液体とを介してエネルギービームにより物体を露光する露光装置であって、前記物体を載置可能で、前記液体が供給される前記光学系直下の液浸領域を含む第1領域と該第1領域の第1方向の一側に位置する前記物体の位置情報を取得する第2領域とを含む所定範囲の領域内で所定平面に実質的に沿って移動可能な第1移動体と；前記物体を載置可能で、前記第1領域と前記第2領域とを含む領域内で前記所定平面に実質的に沿って前記第1移動体とは独立して移動可能な第2移動体と；前記第1、第2移動体を前記所定平面に実質的に沿って駆動するとともに、一方の移動体が前記第1領域に位置する第1の状態から他方の移動体が前記第1領域に位置する第2の状態に遷移させる際に、前記第1移動体と前記第2移動体とが前記所定平面内で前記第1方向と垂直な第2方向に関してずれ、かつ前記第1方向に関して互いに近接又は接触した状態で前記第1、第2移動体を前記第1方向に駆動する移動体駆動系と；を備え、前記第1移動体と前記第2移動体とが前記第1方向に関して互いに近接又は接触した状態における前記第1移動体と前記第2移動体との前記第2方向のずれの向きが前記第1、第2移動体の前記第1方向の位置関係に応じて異なる第1の露光装置である。

【0010】

これによれば、第1移動体と第2移動体とが近接又は接触した状態で、第1及び第2移動体を第1方向に移動させて、液体を両移動体の間から漏らすことなく、液浸領域を両移動体の間で受け渡すことが可能になる。これにより、液浸領域の液体の全回収及び再度の供給などの作業が不要となる。また、第1及び第2移動体を、第2方向から近接又は接触させる場合に比べて、両移動体の移動距離（移動ストローク）を短くすることができる。また、両移動体が第2方向に関してずれた状態でかつ前記第1方向に関して互いに近接又は接触させるようにすることで、両移動体の移動ストロークをより一層短くすることができる。従って、スループットを向上させることが可能となる。

本発明は、第2の観点からすると、投影光学系と液体とを介してエネルギービームで物体を露光する露光装置であって、前記投影光学系が配置される第1領域と異なる第2領域に配置され、前記物体の位置情報を検出する検出系と、前記物体を載置可能かつ前記第1、第2領域を含む所定領域内で可動な第1移動体と、前記物体を載置可能かつ前記所定領域内で前記第1移動体とは独立して可動な第2移動体と、前記第1、第2移動体が配置されるベース部材と、前記第1、第2移動体にそれぞれ可動子が設けられ、前記ベース部材に固定子が設けられる平面モータを有し、前記平面モータによって前記第1、第2移動体をそれぞれ、前記第1領域から前記第2領域に移動し、かつ前記第2領域から前記第1領域に移動する駆動系と、前記物体が下面側に対向して配置され、かつ前記投影光学系の下端部の周囲に設けられる液浸部材を有し、前記投影光学系の直下に液体を供給する局所液浸システムと、を備え、前記第1移動体は、前記ベース部材の一端側からケーブルが接続され、前記第2移動体は、前記ベース部材の、前記一端と対向する他端側からケーブルが接続され、前記供給される液体によって、前記投影光学系の直下に液浸領域が形成され、前記駆動系は、一方が前記投影光学系と対向して配置される前記第1、第2移動体を、第1方向に関して接近し、かつ前記第1方向と直交する第2方向に関して位置が異なるように移動するとともに、前記投影光学系の下方で前記接近させた第1、第2移動体を移動して、前記一方の移動体を前記第1、第2移動体の他方に置き換え、前記液浸領域は、前記置換によって前記一方の移動体から前記他方の移動体に移動され、かつ前記置換において前

10

20

30

40

50

記投影光学系の直下に維持される第2の露光装置である。

【0011】

本発明は、第3の観点からすると、光学系と液体とを介してエネルギービームにより物体を露光する露光方法であって、前記物体を載置可能で、前記液体が供給される前記光学系直下の液浸領域を含む第1領域と該第1領域の第1方向の一側に位置する前記物体の位置情報を取得する第2領域とを含む所定範囲の領域内で所定平面に実質的に沿ってそれぞれ独立に移動可能な第1移動体と第2移動体とを、前記第2方向にずらした状態で、かつ前記第1方向に関して互いに近接又は接触させた状態で前記第1方向に駆動することで、前記液浸領域を、一方の移動体から他方の移動体に受け渡し、一方の移動体が前記第1領域に位置する第1の状態から他方の移動体が前記第1領域に位置する第2の状態に遷移させ、前記第1移動体と前記第2移動体とが前記第1方向に関して互いに近接又は接触した状態における前記第1移動体と前記第2移動体との前記第2方向のずれの向きが前記第1、第2移動体の前記第1方向の位置関係に応じて異なる第1の露光方法である。

10

【0012】

これによれば、一方の移動体が前記第1領域に位置する第1の状態から他方の移動体が第1領域に位置する第2の状態に遷移させる際に、第1移動体と第2移動体とが、第2方向に関してずれ、かつ第1方向に関して近接又は接触した状態で第1方向に駆動され、液浸領域が、一方の移動体から他方の移動体に受け渡される。これにより、液体を両移動体の間から漏らすことなく、液浸領域を両移動体の間で受け渡すことが可能になる。従って、液浸領域の液体の全回収及び再度の供給などの作業が不要となる。また、第1及び第2移動体を、第2方向から近接又は接触させる場合に比べて、スクラム状態に移行させる際の両移動体の移動距離（移動ストローク）を短くすることができる。また、両移動体が第2方向に関してずれた状態で第1方向に関して近接又は接触させるようにすることで、両移動体の移動ストロークをより一層短くすることができる。従って、スループットを向上させることが可能となる。

20

本発明は、第4の観点からすると、投影光学系と液体とを介してエネルギービームで物体を露光する露光方法であって、前記投影光学系が配置される第1領域と、前記物体の位置情報を検出する検出系が配置される、前記第1領域と異なる第2領域とを含む所定領域内で、それぞれ前記物体を載置してベース部材上に配置される第1、第2移動体を独立して移動することと、前記第1、第2移動体をそれぞれ、前記第1領域から前記第2領域に移動するとともに、前記第2領域から前記第1領域に移動することと、前記物体が下面側に対向して配置され、かつ前記投影光学系の下端部の周囲に設けられる液浸部材を有する局所液浸システムによって、前記投影光学系の直下に液体を供給することと、前記投影光学系と前記液体とを介して前記エネルギービームで前記物体を露光することと、一方が前記投影光学系と対向して配置される前記第1、第2移動体を、第1方向に関して接近し、かつ前記第1方向と直交する第2方向に関して位置が異なるように移動することと、前記投影光学系の下方で前記接近させた第1、第2移動体を移動して、前記一方の移動体を前記第1、第2移動体の他方に置き換えることと、を含み、前記供給される液体によって、前記投影光学系の直下に液浸領域が形成され、前記液浸領域は、前記置換によって前記一方の移動体から前記他方の移動体に移動され、かつ前記置換において前記投影光学系の直下に維持され、前記第1移動体は、前記ベース部材の一端側からケーブルが接続され、前記第2移動体は、前記ベース部材の、前記一端と対向する他端側からケーブルが接続され、前記第1、第2移動体は、前記第1、第2移動体にそれぞれ可動子が設けられ、前記ベース部材に固定子が設けられる平面モータを有する駆動系によって移動される第2の露光方法である。

30

40

【0013】

本発明は、その他の観点からすると、上記第1及び第2の露光装置のいずれかを用いて感光物体を露光するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法、又は上記第1及び第2の露光方法により前記物体を露光するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であるとも言える。

50

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】一実施形態の露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】図2(A)は図1のウエハステージWST1を示す正面図、図2(B)はウエハステージWST1を示す平面図である。

【図3】図3(A)～図3(C)は、受け渡し部について説明するための図である。

【図4】図1の露光装置が備える干渉計システムの配置を示す平面図である。

【図5】3つの多軸干渉計を用いたウエハステージの位置計測を説明するための図である。

【図6】一実施形態の露光装置の制御系の主要な構成を示すブロック図である。

10

【図7】ウエハステージWST上に載置されたウエハに対して露光が行われ、ウエハステージWST2上ではウエハ交換が行われている状態を示す図である。

【図8】ウエハステージWST1上に載置されたウエハに対して露光が行われ、ウエハステージWST2上に載置されたウエハに対してウエハアライメントが行われている状態を示す図である。

【図9】XZ干渉計116のみを用いてウエハテーブルWTB1のX, Z, y位置を、XZ干渉計126のみを用いてウエハテーブルWTB2のX, Z, y位置を、計測している状態を示す図である。

【図10】ウエハステージWST1とウエハステージWST2とがスクラム状態を維持して移動することにより、液浸領域が、ウエハステージWST1上からウエハステージWST2上に移動する様子を説明するための図である。

20

【図11】ウエハステージWST1上に載置されたウエハに対して露光が行われ、ウエハステージWST2上ではウエハ交換が行われている状態を示す図である。

【図12】ウエハステージWST1とウエハステージWST2がスクラム状態を維持して移動することにより、液浸領域が、ウエハステージWST2上からウエハステージWST1上に移動する様子を説明するための図である。

【図13】変形例に係る露光装置を説明するための図(その1)である。

【図14】変形例に係る露光装置を説明するための図(その2)である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

30

以下、本発明の一実施形態について、図1～図12に基づいて説明する。

【0016】

図1には、一実施形態のツインステージ型の露光装置100の構成が概略的に示されている。露光装置100は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置、いわゆるスキャナである。後述するように、本実施形態では投影光学系PLとアライメント系ALGが設けられており、以下においては、投影光学系PLの光軸AXと平行な方向をZ軸方向、これに直交する面内で投影光学系PLの中心(光軸AX)とアライメント系ALGの検出中心(光軸AXp)を結ぶ直線と平行な方向をY軸方向、Z軸及びY軸に直交する方向をX軸方向、X軸、Y軸、及びZ軸回りの回転(傾斜)方向をそれぞれx方向、y方向、及びz方向として説明を行なう。

40

【0017】

露光装置100は、照明系10、レチクルステージRST、投影ユニットPU、局所液浸装置8、アライメント系ALG、ステージ装置50、及びこれらの制御系、等を備えている。なお、図1において、ステージ装置50を構成する2つのウエハステージWST1、WST2が、それぞれ投影ユニットPUの下方、アライメント系ALGの下方に位置している。また、ウエハステージWST1、WST2上には、それぞれウエハW1、W2が載置されている。

【0018】

照明系10は、例えば米国特許出願公開第2003/0025890号明細書などに開示されるように、光源と、オプティカルインテグレータ等を含む照度均一化光学系及びレ

50

チクルブラインド等を含む照明光学系（いずれも不図示）と、を有している。照明系 10 は、レチクルブラインド（マスキングシステムとも呼ばれる）で規定されたレチクル R 上のスリット状の照明領域 I A R を照明光（露光光）I L によりほぼ均一な照度で照明する。ここで、照明光 I L として、例えば、A r F エキシマレーザ光（波長 193 nm）が用いられている。

【0019】

レチクルステージ R S T 上には、回路パターンなどがそのパターン面（図 1 における下面）に形成されたレチクル R が、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージ R S T は、例えばリニアモータ等を含むレチクルステージ駆動系 11（図 1 では不図示、図 6 参照）によって、X Y 平面内で微小駆動可能であるとともに、走査方向（ここでは、図 1 における紙面内左右方向である Y 軸方向とする）に所定の走査速度で駆動可能となっている。

10

【0020】

レチクルステージ R S T の X Y 平面（移動面）内の位置情報（z 方向の回転情報を含む）は、レチクルレーザ干渉計（以下、レチクル干渉計と呼ぶ）116 によって、移動鏡 15（実際には、Y 軸方向に直交する反射面を有する Y 移動鏡（あるいはレトロリフレクタ）と X 軸方向に直交する反射面を有する X 移動鏡とが設けられている）を介して、例えば 0.25 nm 程度の分解能で常時検出される。レチクル干渉計 116 からの位置情報は、主制御装置 20（図 1 では不図示、図 6 参照）に送られる。主制御装置 20 は、送られた位置情報に基づいて、レチクルステージ駆動系 11 を介してレチクルステージ R S T の位置（及び速度）を制御する。

20

【0021】

投影ユニット P U は、レチクルステージ R S T の図 1 における下方（- Z 方向）に配置されている。投影ユニット P U は、鏡筒 40 と、鏡筒 40 内に保持された投影光学系 P L と、を含む。投影光学系 P L としては、例えば、Z 軸方向と平行な光軸 A X に沿って配列される複数の光学素子（レンズエレメント）から成る屈折光学系が用いられている。投影光学系 P L は、例えば両側テレセントリックで、所定の投影倍率（例えば 1/4 倍、1/5 倍又は 1/8 倍など）を有する。このため、照明系 10 からの照明光 I L によってレチクル R 上の照明領域 I A R が照明されると、投影光学系 P L の第 1 面（物体面）とパターン面がほぼ一致して配置されるレチクル R を通過した照明光 I L により、投影光学系 P L（投影ユニット P U）を介してその照明領域 I A R 内のレチクル R の回路パターンの縮小像（回路パターンの一部の縮小像）が、投影光学系の第 2 面（像面）側に配置される、表面にレジスト（感応剤）が塗布されたウエハ W 1（又は W 2）上の照明領域 I A R に共役な領域（以下、露光領域とも呼ぶ）I A に形成される。そして、レチクルステージ R S T とウエハステージ W S T 1（又は W S T 2）との同期駆動によって、照明領域 I A R（照明光 I L）に対してレチクル R を走査方向（Y 軸方向）に相対移動させるとともに、露光領域（照明光 I L）に対してウエハ W 1（又は W 2）を走査方向（Y 軸方向）に相対移動させることで、ウエハ W 1（又は W 2）上の 1 つのショット領域（区画領域）の走査露光が行われ、そのショット領域にレチクル R のパターンが転写される。すなわち、本実施形態では照明系 10、レチクル R 及び投影光学系 P L によってウエハ W 1（又は W 2）上にパターンが生成され、照明光 I L によるウエハ W 1（又は W 2）上の感応層（レジスト層）の露光によってウエハ W 1（又は W 2）上にそのパターンが形成される。

30

40

【0022】

本実施形態の露光装置 100 には、液浸方式の露光を行うために、局所液浸装置 8 が設けられている。局所液浸装置 8 は、液体供給装置 5、液体回収装置 6（いずれも図 1 では不図示、図 6 参照）、液体供給管 31 A、液体回収管 31 B、及びノズルユニット 32 等を含む。ノズルユニット 32 は、図 1 に示されるように、投影光学系 P L を構成する最も像面側（ウエハ側）の光学素子、ここではレンズ（以下、先端レンズとも呼ぶ）191 を保持する鏡筒 40 の下端部周囲を取り囲むように、投影ユニット P U を保持する不図示のメインフレームに吊り下げ支持されている。本実施形態では、ノズルユニット 32 は、図

50

1 に示されるように、その下端面が先端レンズ 191 の下端面とほぼ同一面に設定されている。

【0023】

液体供給管 31A は液体供給装置 5 (図 1 では不図示、図 6 参照) に、液体回収管 31B は液体回収装置 6 (図 1 では不図示、図 6 参照) に接続されている。ここで、液体供給装置 5 には、液体を貯蔵するタンク、加圧ポンプ、温度制御装置、液体の流量を制御するためのバルブ等が備えられている。液体回収装置 6 には、回収した液体を貯蔵するタンク、吸引ポンプ、液体の流量を制御するためのバルブ等が備えられている。

【0024】

主制御装置 20 は、液体供給装置 5 (図 6 参照) を制御して、液体供給管 31A を介して先端レンズ 191 とウエハ W1 (又は W2) との間に液体 Lq を供給するとともに、液体回収装置 6 (図 6 参照) を制御して、液体回収管 31B を介して先端レンズ 191 とウエハ W1 (又は W2) との間から液体 Lq を回収する。このとき、主制御装置 20 は、供給される液体の量と回収される液体の量とが常に等しくなるように、液体供給装置 5 と液体回収装置 6 を制御する。従って、先端レンズ 191 とウエハ W1 (又は W2) との間には、一定量の液体 Lq が常に入れ替わって保持され、それにより液浸領域 14 (図 4 等参照) が形成される。本実施形態の露光装置 100 では、照明光 IL を、液浸領域 14 を形成する液体 Lq を介してウエハ W1 (又は W2) に照射することによって、ウエハ W1 (又は W2) に対する露光が行われる。ここで、液浸領域 14 は、液浸空間とも呼ぶべき液体 Lq で満たされた三次元空間であるが、空間は空隙をも意味するので、かかる誤解を避けるべく、本明細書では、液浸領域なる用語を用いている。

【0025】

上記の液体として、例えば、ArF エキシマレーザ光 (波長 193 nm の光) が透過する純水が用いられる。なお、ArF エキシマレーザ光に対する純水の屈折率 n は、ほぼ 1.44 であり、純水の中では、照明光 IL の波長は、 $193 \text{ nm} \times 1 / n = \text{約 } 134 \text{ nm}$ に短波長化される。

【0026】

アライメント系 ALG は、投影ユニット PU の中心 (投影光学系 PL の光軸 AX (本実施形態では、前述の露光領域 IA の中心に一致)) から -Y 側に所定距離隔てた位置に配置され、不図示のメインフレームに固定されている。ここで、アライメント系 ALG として、例えば画像処理方式の FIA (Field Image Alignment) 系が用いられる。アライメント系 ALG は、ウエハアライメントなどに際し、主制御装置 20 の指示に応じ、ウエハステージ WST1 又は WST2 上の基準マーク又はウエハ上のアライメントマーク (ウエハマーク) を撮像し、その撮像信号を不図示の信号処理系を介して主制御装置 20 に供給する (図 6 参照)。

【0027】

その他、本実施形態における露光装置 100 には、投影ユニット PU の近傍に、例えば米国特許第 5,448,332 号明細書等が開示されるものと同様の構成の斜入射方式の多点焦点位置検出系 (以下、多点 AF 系と略述する) AF (図 1 では不図示、図 6 参照) が設けられている。ここで、多点 AF 系 AF としては、照射系からの検出ビームを、前述のノズルユニット 32 に形成された不図示の光透過部及び液浸領域の液体 Lq を介してウエハ W1 (又は W2) 表面の複数の検出点にそれぞれ照射し、複数の検出点それぞれにおける検出ビームの反射光をノズルユニット 32 に形成された別の光透過部を介して受光系で受光する構成のものが用いられている。多点 AF 系 AF の検出信号は、不図示の AF 信号処理系を介して主制御装置 20 に供給される (図 6 参照)。主制御装置 20 は、多点 AF 系の検出信号に基づいて、各検出点におけるウエハ W 表面の Z 軸方向の位置情報を検出し、その検出結果に基づいて走査露光中のウエハ W のいわゆるフォーカス・レベリング制御を実行する。なお、アライメント検出系 ALG の近傍に多点 AF 系を設けて、ウエハアライメント時にウエハ表面の面位置情報 (凹凸情報) を事前に取得し、露光時には、その面位置情報とウエハステージ上面の Z 軸方向の位置を検出する別のセンサの計測値とを用

10

20

30

40

50

いて、ウエハWのいわゆるフォーカス・レベリング制御を実行することとしても良い。

【0028】

さらに、露光装置100では、レチクルステージRSTの上方に、露光波長の光を用いた一对のTTR(Through The Reticle)アライメント系から成るレチクルアライメント検出系13(図1では不図示、図6参照)が設けられている。レチクルアライメント検出系13の検出信号は、不図示のアライメント信号処理系を介して主制御装置20に供給される(図6参照)。

【0029】

ステージ装置50は、図1に示されるように、ベース盤12の上方に配置されたウエハステージWST1, WST2、ウエハステージWST1, WST2の位置情報を計測する干渉計システム118を含む計測システム200(図6参照)、及びウエハステージWST1, WST2を駆動するステージ駆動系124(図6参照)等を備えている。ウエハステージWST1, WST2は、それぞれが備える後述するエアスライダにより、数 μm 程度のクリアランスを介して、ベース盤12の上方に浮上支持されている。そして、ウエハステージWST1, WST2は、ステージ駆動系124を構成する後述する平面モータにより、それぞれベース盤12の上面(移動ガイド面)に沿ってXY平面内で駆動可能である。

【0030】

ウエハステージWST1は、図1及び図2(A)に示されるように、ステージ本体91と、ステージ本体91上に搭載されたウエハテーブルWTB1とを含む。ステージ本体91は、図2(A)に示されるように、ベース盤12の内部に埋め込まれた固定子52とともに、平面モータ51を構成する可動子56と、該可動子56の下半部の周囲に一体的に設けられ、複数のエアペアリングを有するエアスライダ54とを有している。

【0031】

可動子56は、例えば隣り合う磁極面の極性が互いに異なるようにマトリクス状に配列された複数の平板磁石から構成された平板上巻磁体を含む磁石ユニットによって構成されている。

【0032】

一方、固定子52は、ベース盤12の内部にマトリクス状に配列された複数の電機子コイル(駆動コイル)57を有する電機子ユニットによって構成されている。電機子コイル57として、本実施形態では、X駆動コイル及びY駆動コイルが設けられている。そして、複数のX駆動コイル及びY駆動コイルを含む電機子ユニットからなる固定子52と、前述の磁石ユニットからなる可動子56とによって、電磁力駆動方式(ローレンツ力駆動方式)のムービングマグネット型の平面モータ51が構成されている。

【0033】

複数の電機子コイル57は、ベース盤12の上面を構成する平板状部材58によってカバーされる。平板状部材58の上面は、ウエハステージWST1(及びWST2)の移動ガイド面かつエアスライダ54が備えるエアペアリングからの加圧空気の受圧面を構成する。

【0034】

ウエハテーブルWTB1は、ステージ本体91の上に、ステージ駆動系124の一部を構成するZ・レベリング機構(例えば、ボイスコイルモータ等を含む)を介して、設置されている。ウエハテーブルWTB1は、Z・レベリング機構により、ステージ本体91に対してZ軸方向、x方向及びy方向に微小駆動される。従って、ウエハテーブルWTB1は、平面モータ51とZ・レベリング機構とを含むステージ駆動系124によって、ベース盤12に対し、6自由度方向(X、Y、Z、x、y、z)に駆動可能に構成されている。

【0035】

ウエハテーブルWTB1の上面の中央には、ウエハを真空吸着等によって保持するウエハホルダ(不図示)が設けられている。ウエハホルダ(ウエハの載置領域)の外側には、

10

20

30

40

50

図2(B)に示されるように、ウエハホルダよりも一回り大きな円形の開口が中央に形成され、かつ矩形状の外形(輪郭)を有するプレート28が設けられている。プレート28の表面は、液体Lqに対して撥液化処理され、撥液面を形成している。なお、プレート28は、その表面の全部(、あるいは一部)がウエハWの表面とほぼ同一面となるように設定されている。

【0036】

また、プレート28の+Y側のほぼ中央には、円形開口が形成され、該円形開口内には基準マーク板FMが嵌め込まれている。基準マーク板FMは、その表面が、プレート28とほぼ同一面とされている。基準マーク板FMの表面には、レチクルアライメント検出系13により検出される一対の第1基準マークと、アライメント系ALGにより検出される第2基準マークとが少なくとも形成されている。

10

【0037】

ウエハテーブルWTB1の-Y側の+X端部には、図2(B)に示されるように、他の部分より突出した板状の底部23aが設けられている。また、ウエハテーブルWTB1の+Y側の+X端部には、図2(B)に示されるように、底部23aとX軸方向の幅がほぼ同一の段部(平面視矩形の切除部)23bが形成されている。ウエハテーブルWTB1の上面は、ウエハW1及び底部23aを含めて、ほぼ全面(段部23bを除く)がほぼ同一面となっている。

【0038】

ウエハステージWST2は、図1(及び図4)などに示されるように、ステージ本体91と、ウエハテーブルWTB2とを含んで、上述のウエハステージWST1と、左右対称ではあるが全く同様に構成されている。

20

【0039】

従って、ウエハテーブルWTB2には、-Y側の-X端部に、底部23aと同じ(若しくは左右対称の)底部が設けられ、+Y側の-X端部に、段部23bと左右対称な段部(平面視矩形の切除部)が形成されている。以下では、識別のため、ウエハテーブルWTB2が備える底部を底部23a'と、段部を23b'と記述するものとする。

【0040】

ここで、底部23a、23a'及び段部23b、23b'について、詳述する。図3(A)には、ウエハテーブルWTB1に設けられた段部23bと、ウエハテーブルWTB2に設けられた底部23a'とが、拡大して示されている。この図3(A)に示されるように、ウエハテーブルWTB2に設けられた底部23a'の先端とウエハテーブルWTB2に設けられた段部23bとが係合することで、ウエハステージWST1の+Y側の面とウエハステージWST2の-Y側の面とが一部対向した状態で、ウエハステージWST1とウエハステージWST2とが、底部23a'及び段部23bを介して、Y軸方向に関して近接又は接触することができる、すなわち両ウエハステージWST1、WST2がスクラム状態となるようになっている(図4参照)。

30

【0041】

ウエハテーブルWTB2の底部23a'のY軸方向の長さは、段部23bのY軸方向の長さより格段長く設定され、図3(A)に示されるように、底部23a'と段部23bとが係合した状態において、ウエハステージWST1とウエハステージWST2とが接触する(より正確には、ウエハステージWST1のエアスライダ54の+Y側端と、ウエハステージWST2のエアスライダ54の-Y側端とが接触する)のを阻止できる程度の長さに設定されている。

40

【0042】

ウエハテーブルWTB1の底部23aと、ウエハテーブルWTB2の段部23b'とは、上記の底部23a'、段部23bと同様の寸法を有し、同様に互いに係合可能である。そして、それらの係合状態では、ウエハステージWST1とウエハステージWST2とが接触する(より正確には、ウエハステージWST1のエアスライダ54の-Y側端と、ウエハステージWST2のエアスライダ54の+Y側端とが接触する)のを阻止できるよう

50

になっている。

【0043】

本実施形態では、ウエハステージWST1, WST2が、より正確には、底部23a'と段部23bとが(又は底部23aと段部23b'とが)近接又は接触する状態(両ウエハステージのスクラム状態)では、ウエハテーブルWTB1とウエハテーブルWTB2との上面は、底部23a(又は23a')の上面を含み、全体としてほぼ同一面(フルフラットな面)となる(図3(A)参照)。ここで、底部23a'(又は23a)と段部23b(又は23b')とが近接するとは、一例として、300 μ m程度のクリアランスを介して底部23a'(又は23a)と段部23b(又は23b')とが接近する状態を意味する。

10

【0044】

底部23a'(及び23a)のX軸方向の幅は、図4に示されるように、前述の液浸領域14の幅より十分大きく、例えば100mm程度、正確には100mm以下(一例として80mm~100mm)に設定されている。従って、例えば、ウエハテーブルWTB1に載置されたウエハW1に対する露光が終了し、ウエハテーブルWTB2に載置されたウエハW2に対する露光を開始するためには、液浸領域14が形成される投影光学系PL下方の領域を含む露光時移動領域AE(図7及び図8参照)に位置するウエハステージWST1を露光時移動領域AEから退避させ、所定の待機位置で待機しているウエハステージWST2を露光時移動領域AEに移動させなければならない。その際、主制御装置20は、例えば図10に示されるように、ウエハステージWST1, WST2を、それぞれが有する段部23bと底部23a'とを係合させて、Y軸方向に近接又は接触させる。そして、この状態(スクラム状態)を維持したまま、主制御装置20が、両ウエハステージWST1, WST2を-Y方向に駆動することにより、液浸領域14は、ウエハテーブルWTB1、底部23a'、及びウエハテーブルWTB2の上面を順次移動する。

20

【0045】

液浸領域14が、底部23a'を介して、ウエハテーブルWTB1上からウエハテーブルWTB2上へ移動する際(又は、底部23aを介して、ウエハテーブルWTB2上からウエハテーブルWTB1上へ移動する際)、液浸領域14を形成する液体Lqが底部23a'と段部23bとの間隙(又は底部23aと段部23b'との間隙)に浸入し、ウエハステージWST1及び/又はWST2の側面を介してウエハステージWST1及び/又はWST2の下方に漏れることが起こり得る。そこで、例えば、図3(C)に示されるように、段部23bの底部23a'と係合する面の一部に、逆に底部23a'の段部23bと係合する面の一部に、あるいは底部23a'と段部23bの両方の係合する面の一部に、シール部材24を貼付すると良い。かかる場合には、シール部材24により、液体Lqの底部23a'と段部23bとの間隙への浸入、ひいてはウエハステージWST1及び/又はWST2の下方への漏れを防ぐことができる。なお、シール部材24としては、例えばフッ素ゴム等から成る弾性シール部材が用いられる。また、シール部材24を貼付する代わりに、底部23a'の段部23bとの係合面、及び/又は段部23bの底部23a'との係合面に、テフロン(登録商標)等により撥水コートを施しても良い。なお、段部23b'、底部23aについても上記と同様である。

30

40

【0046】

本実施形態では、上述のように、液浸領域14を、底部23a又は23a'を介して、ウエハテーブルWTB1, WTB2間で移動させることができる。このとき、底部23aと段部23b'とが(又は底部23a'と段部23bとが)接触又は近接した状態が維持されるので、底部と段部との間隙から液浸領域14の液体Lqが漏れるのも防止することができる。従って、投影光学系PLの下方からの液体Lqの回収作業が不要となり、液体Lqの回収、供給を行う場合に比べて、スループットの向上が可能となる。

【0047】

なお、上述の説明では、ウエハテーブルWTB1、WTB2の-Y側の端部に底部を、+Y側の端部に段部をそれぞれ設けることとしたが、逆に、後述する変形例のように、ウ

50

エハテーブルW T B 1、W T B 2の+ Y側の端部に底部を、- Y側の端部に段部をそれぞれ設けることとしても良い。この他、図3(B)に示されるように、ウエハテーブルW T B 1の上端部の+ Y側、ウエハテーブルW T B 2の上端部の- Y側に、互いに係合する一对の平板上の突出部2 3 c、2 3 dを設けることとしても良い。この場合、一方の突出部2 3 cの先端部に上半部が下半部に比べて突出した凸部を形成し、他方の突出部2 3 dの先端部には、突出部2 3 cの凸部に係合し、その係合状態では、図3(B)に示されるように、全体で1つの板状部を形成する、下半部が上半部に比べて突出した凸部を形成することとしても良い。この場合も、突出部2 3 c、2 3 dが嵌合した両ウエハステージW S T 1、W S T 2のスクラム状態において、ウエハステージW S T 1とウエハステージW S T 2との接触を回避できる長さに突出部2 3 c、2 3 dの長さが設定されていれば良い。勿論、ウエハテーブルW T B 2の上端部の+ Y側、ウエハテーブルW T B 1の上端部の- Y側に、互いに係合する一对の平板上の突出部を設けることとしても良い。

10

【0048】

また、本実施形態では、互いに係合する底部2 3 a(又は2 3 a')と段部2 3 b'(又は2 3 b)(あるいは一对の突出部2 3 c、2 3 d)を、ウエハステージW S T 1、W S T 2それぞれの近接又は接触時(スクラム時)に対向する± Y側の± X側端部に設け、両ウエハステージW S T 1、W S T 2がX軸方向に関してずれた状態でスクラム状態となることとした。これは、主に、次のa.~c.の理由を考慮したものである。

【0049】

a. ウエハの露光が行われる露光位置(液浸領域1 4)とウエハのアライメントを行う位置とを結ぶ方向であるY軸方向に関して、両ウエハステージW S T 1、W S T 2をスクラムさせる(近接又は接触させる)ことによって、両ウエハステージW S T 1、W S T 2をX軸方向に関してスクラムさせる場合に比べて、両ウエハステージW S T 1、W S T 2の移動距離(移動ストローク)を短くすることができる。これにより、スループットの向上を図ることが可能になる。

20

b. 両ウエハステージW S T 1、W S T 2がX軸方向に関してずれた状態でスクラム状態となるようにすることで、両ウエハステージW S T 1、W S T 2の移動ストロークをより一層短くすることができ、これによってスループットを一層向上させることができる。

c. ウエハステージW S T 1、W S T 2それぞれに接続されている後述するケーブルの長さを、短くすることができる。

30

【0050】

なお、ウエハステージW S T 1、W S T 2に、例えば国際公開第2 0 0 7 / 0 9 7 3 7 9号パンフレットに開示されているような空間像計測装置、コンフィデンシャルバー(C Dバー)、照度むらセンサ、空間像計測器、波面収差計測器及び照度モニタなどの各種計測装置及び計測部材を設けても良い。

【0051】

本実施形態では、ウエハステージW S T 1の- X側端部から、ベース盤1 2(ウエハステージW S T 1、W S T 2の移動ガイド面)の- X側に設置されたY軸方向に移動可能な第1ケーブルシャトル(不図示)に、不図示の配線・配管用のケーブルが接続されている。同様に、ウエハステージW S T 2の+ X側端部から、ベース盤1 2の+ X側に設置されたY軸方向に移動可能な第2ケーブルシャトル(不図示)に、不図示の配線・配管用のケーブルが接続されている。これらのケーブルにより、両ウエハステージW S T 1、W S T 2に設けられたZ・レベリング機構、及び計測装置とへの電力供給、及びエアスライダに対する加圧空気の供給などが行われる。

40

【0052】

次に、計測システム2 0 0の一部を構成する干渉計システム1 1 8について説明する。

【0053】

図2(B)に、ウエハテーブルW T B 1を用いて、代表的に示されるように、ウエハテーブルW T B 1、W T B 2の- X側端面、+ Y側端面、+ X側端面、- Y側端面には、それぞれ反射面2 7 a、2 7 b、2 7 c、2 7 dが形成されている。さらに、ウエハステー

50

ジWST1, WST2の-X側及び+X側の面には、反射面27a, 27cのそれぞれに対して45度傾斜した反射面を有する反射ミラー27e, 27fが設けられている(図5参照)。また、図1及び図4に示されるように、長方形板状の固定鏡25A, 25C, 25B, 25Dが、投影ユニットPUの+X側、-X側、及びアライメント系ALGの+X側、-X側に、それぞれの長手方向をX軸方向に向けて、かつそれぞれの反射面を-Z方向に向けて配置されている。固定鏡25A, 25C, 25B, 25Dの反射面は、ウエハステージWST1又はWST2(ウエハテーブルWTB1又はWST2)に対向し得る。固定鏡25A~25Dは、投影ユニットPU等を保持するメインフレームの下面に設置されている。

【0054】

干渉計システム118は、図4に示されるように、4つのY干渉計16, 17, 18, 19と、4つのXZ干渉計116, 117, 126, 127と、を含む。Y干渉計16, 17, 18は、ベース盤12の+Y側に、X軸方向に関して異なる位置に配置されている。Y干渉計19は、ベース盤12の-Y側に、Y干渉計17に対向して、配置されている。XZ干渉計116, 117は、ベース盤12の-X側に、Y軸方向に所定間隔で配置されている。また、XZ干渉計126, 127はベース盤12の+X側に、XZ干渉計116, 127にそれぞれ対向して配置されている。

【0055】

詳述すると、Y干渉計17は、図5に示されるように、投影光学系PLの光軸AXとアライメント系ALGの検出中心とを結ぶY軸に平行な直線(基準軸)LV₀から±X方向に等しい離間距離を隔てて、Y軸に平行な2つの測長ビームB17₁, B17₂を、ウエハステージWST1(又はWST2)の反射面27bに照射し、測長ビームB17₁, B17₂の反射光を受光して、測長ビームB17₁, B17₂の照射点における反射面27bのY軸方向の変位(第1、第2位置情報とする)を計測する。第1、第2位置情報は、主制御装置20に送られる。主制御装置20は、第1、第2位置情報の平均値に基づいて、ウエハステージWST1(又はWST2)のY軸方向に関する位置(Y位置)を算出する。すなわち、Y干渉計17のY軸方向に関する実質的な測長軸は、基準軸LV₀に一致している。また、主制御装置20は、第1、第2位置情報の差に基づいて、ウエハステージWST1(又はWST2)のz方向の回転情報(ヨーイング量)を算出する。

【0056】

また、Y干渉計17は、測長ビームB17₁, B17₂から-Z方向に所定距離隔てて、もう1つの測長ビームB17₃を、反射面27bに照射し、測長ビームB17₃の反射光を受光して、測長ビームB17₃の照射点における反射面27bのY軸方向の変位(第3位置情報とする)を計測し、主制御装置20に送る。主制御装置20は、第3位置情報と、第1、第2位置情報とに基づいて、ウエハテーブルWTB1(又はWTB2)のx方向の回転情報(ピッチング量)を算出する。

【0057】

Y干渉計16, 18, 19は、Y干渉計17と同様に、ウエハテーブルWTB1, WTB2の一方又は両方のY位置、ピッチング量、及びヨーイング量を計測するために用いられる。Y干渉計16, 18は、それぞれ基準軸LV₀に平行な測長軸LV₁, LV₂を有する。また、Y干渉計19は、実質的な測長軸を、基準軸LV₀をとし、3つの測長ビームをウエハテーブルWTB1(又はWTB2)の反射面27dに照射する。

【0058】

XZ干渉計116, 126は、投影光学系PLの光軸AXと基準軸LV₀に直交する基準軸LHをX軸方向に関する測長軸とする。すなわち、XZ干渉計116は、図5に示されるように、測長軸LHに沿って、測長ビームB116₁を、ウエハテーブルWTB1(又はWTB2)の反射面27aに照射し、反射面27aにおける測長ビームB116₁の反射光を受光して、測長ビームB116₁の照射点における反射面27aのX軸方向の変位(第4位置情報とする)を計測する。同様に、XZ干渉計126は、測長軸LHに沿って、測長ビームB126₁を、ウエハテーブルWTB1(又はWTB2)の反射面27c

10

20

30

40

50

に照射し、反射面 27c における測長ビーム B126₁ の反射光を受光して、測長ビーム B126₁ の照射点における反射面 27c の X 軸方向の変位（第 5 位置情報とする）を計測する。第 4、第 5 位置情報は、主制御装置 20 に送られる。主制御装置 20 は、第 4、第 5 位置情報に基づいて、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）の X 位置を算出する。

【0059】

また、XZ 干渉計 116 は、測長軸 LH と平行に、測長ビーム（Z 測長ビーム）B116₂ を、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）に設けられた反射ミラー 27e の反射面に照射する。測長ビーム B116₂ は反射ミラー 27e で +Z 方向に反射され、前述の固定鏡 25C の反射面上に照射される。固定鏡 25C の反射面からの測長ビーム B116₂ の反射光は、元の光路を逆に辿って、XZ 干渉計 116 に受光される。XZ 干渉計 116 は、測長ビーム B116₂ の光路長（の変化）を計測し、その計測結果を主制御装置 20 に送る。同様に、XZ 干渉計 126 は、測長軸 LH と平行に、測長ビーム（Z 測長ビーム）B126₂ を、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）に設けられた反射ミラー 27f の反射面に照射する。測長ビーム B126₂ は反射ミラー 27f で +Z 方向に反射され、前述の固定鏡 25A の反射面上に照射される。固定鏡 25A の反射面からの測長ビーム B126₂ の反射光は、元の光路を逆に辿って、XZ 干渉計 126 に受光される。XZ 干渉計 126 は、測長ビーム B126₂ の光路長（の変化）を計測し、その計測結果を主制御装置 20 に送る。

【0060】

主制御装置 20 は、前述の第 4 位置情報から得られる測長ビーム B116₁ の光路長と、測長ビーム B116₂ の光路長との差より、測長ビーム B116₂ の反射ミラー 27e の反射面上の照射点の Z 位置（Ze と表記する）を算出する。

【0061】

また、主制御装置 20 は、前述の第 5 位置情報から得られる測長ビーム B126₁ の光路長と、測長ビーム B126₂ の光路長との差より、測長ビーム B126₂ の反射ミラー 27f の反射面上の照射点の Z 位置（Zf と表記する）を算出する。さらに、主制御装置 20 は、2 つの Z 位置 Ze, Zf の平均値と差より、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）の Z 位置と y 方向の回転情報（ローリング量）を算出する。

【0062】

さらに、XZ 干渉計 116, 126 は、図 5 に示されるように、測長軸 LH に平行に、ただし測長ビーム B116₁, B126₁ から -Z 方向に所定距離隔てて、それぞれ測長ビーム B116₃, B126₃ を反射面 27a, 27c に照射する。そして、XZ 干渉計 116, 126 は、測長ビーム B116₃, B126₃ の反射光を受光して、測長ビーム B116₃, B126₃ の照射点における反射面 27a, 27c の X 軸方向の変位（第 6、第 7 位置情報とする）を計測する。第 6、第 7 位置情報は、主制御装置 20 に送られる。主制御装置 20 は、第 4 位置情報と第 6 位置情報とに基づいて、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）のローリング量（y1 とする）を算出する。また、主制御装置 20 は、第 5 位置情報と第 7 位置情報とに基づいて、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）のローリング量（y2 とする）を算出する。また、主制御装置 20 は、Z 位置（Ze）と上記のローリング量 y1 とに基づいて、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）の Z 位置を算出する。また、主制御装置 20 は、Z 位置（Zf）と上記のローリング量 y2 とに基づいて、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）の Z 位置を算出する。

【0063】

ただし、測長ビーム B116₁, B116₃ の離間距離及び測長ビーム B126₁, B126₃ の離間距離は、測長ビーム（Z 測長ビーム）B116₂, B126₂ の反射ミラー 27e, 27f の反射面上の照射点の X 軸方向の距離と比べて、はるかに短い。従って、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）のローリング量の計測精度は、前述の Z 測長ビーム B116₂, B126₂ を用いる計測に比べ、劣る。そこで、主制御装置 20 は、ウエハテーブル WTB1（又は WTB2）の y 方向の位置情報（ローリング量）及び Z 位置の

計測を、原則として、Z測長ビーム B_{116_2} 、 B_{126_2} を用いる、すなわち両XZ干渉計116、126を用いて行い、例外的に代替法として、XZ干渉計116、126のいずれか一方のみを用いて行うものとする。なお、代替法の使用例については、後述する。

【0064】

XZ干渉計117、127は、XZ干渉計116、126と同様に、ウエハアライメント時などにウエハテーブルWT1(WT2)のX位置、Z位置、及びy方向の位置(ローリング量)を計測するために用いられる。なお、計測方法は、アライメント系ALGの検出中心において基準軸 L_{V_0} と直交するX軸に平行な基準軸LA(図4参照)を測長軸とする点、及びZ測長ビームが照射される固定鏡として固定鏡25D、25Bがそれぞれ用いられる点が異なる点を除けば、XZ干渉計116、126を用いる計測と同様である。

10

【0065】

このように、Y干渉計16、17、18、19及びXZ干渉計116、117、126、127を含む干渉計システム118を用いることにより、ウエハテーブルWTB1(又はWTB2)の6自由度(X、Y、Z、 x 、 y 、 z)方向の位置情報を計測することができる。なお、本実施形態では、個々の干渉計の配置に基づき、主制御装置20は、露光時移動領域AEではY干渉計17とXZ干渉計116、126とを用い、ウエハステージWST1、WST2がウエハアライメント時に移動するアライメント系ALG近傍のアライメント領域AA(図8参照)ではY干渉計19とXZ干渉計117、127とを用いる。また、主制御装置20は、ウエハステージWST1が露光時移動領域AEとアライメント領域AAの間を往来するための待機領域(ベース盤12上の-X側の領域)ではY干渉計16とXZ干渉計116、126又は117、127とを用い、ウエハステージWST2が露光時移動領域AEとアライメント領域AAの間を往来するための待機領域(ベース盤12の+X側の領域)ではY干渉計18とXZ干渉計116、126又は117、127とを用いる。

20

【0066】

本実施形態では、ウエハテーブルWTB1(又はWTB2)のXY平面内の位置情報を計測するために、上述の干渉計システム118とは別に、エンコーダシステム150(図6参照)が、設けられている。そこで、主制御装置20は、主として干渉計システム118を用いてウエハテーブルWTB1(又はWTB2)の位置計測を行い、エンコーダシステム150は、ウエハステージWSTが干渉計システム118の計測領域外に位置する際に用いる。勿論、主制御装置20は、干渉計システム118とエンコーダシステム150とを併用して、ウエハテーブルWTB1(又はWTB2)のXY平面内の位置計測を行うこととしても良い。

30

【0067】

図6には、露光装置100の制御系の主要な構成が示されている。この制御系は、装置全体を統括的に制御するマイクロコンピュータ(又はワークステーション)から成る主制御装置20を中心として構成されている。

【0068】

次に、ウエハステージWST1、WST2を用いた並行処理動作について、図7~図12、及び図4に基づいて、説明する。なお、以下の動作中、主制御装置20によって、液体供給装置5と液体回収装置6が制御され、投影光学系PLの先端レンズ191の直下に液体Lqが供給・回収され、一定量の液体Lqが保持されることにより、常時、液浸領域14が形成されている。

40

【0069】

図7には、露光時移動領域AEにおいて、ウエハステージWST1上に載置されたウエハW1に対して、ステップ・アンド・スキャン方式の露光が行われ、これと並行して、ローディングポジションにおいて、ウエハ搬送機構(不図示)とウエハステージWST2との間でウエハ交換が行なわれている状態が、示されている。ここで、本実施形態では、ローディングポジションは、アライメント系ALGの直下に基準マーク板FMが位置決めさ

50

れるウエハステージW S T 1 , W S T 2 の位置、と定められているものとする。

【 0 0 7 0 】

上記のウエハ交換中、及びそのウエハ交換後、ウエハステージW S T 2 がローディングポジションに停止している間に、主制御装置 2 0 は、新しいウエハW 2 に対するウエハアライメント（及びその他の前処理計測）の開始に先立って、Y 干渉計 1 9 と X Z 干渉計 1 1 7 , 1 2 7 のリセット（原点の再設定）を実行している。

【 0 0 7 1 】

ウエハ交換（新しいウエハW 2 のローディング）と干渉計 1 9 , 1 1 7 , 1 2 7 のリセットが終了すると、主制御装置 2 0 は、アライメント系 A L G を用いてウエハステージW S T 2 の基準マーク板 F M 上の第 2 基準マークを検出する。そして、主制御装置 2 0 は、アライメント系 A L G の指標中心を基準とする第 2 基準マークの位置を検出し、その検出結果と、検出時の干渉計 1 9 , 1 1 7 , 1 2 7 によるウエハステージW S T 2 の位置計測の結果とに基づいて、基準軸 L A 及び基準軸 L V₀ を座標軸とする直交座標系（アライメント座標系）における上記第 2 基準マークの位置座標を算出する。

【 0 0 7 2 】

次に、主制御装置 2 0 は、図 8 に示されるように、ウエハステージW S T 2 をアライメント領域 A A に移動させる。そして、主制御装置 2 0 は、干渉計 1 9 , 1 1 7 , 1 2 7 を用いて、ウエハステージW S T 2 のアライメント座標系における位置座標を計測しつつ、エンハンスト・グローバル・アライメント（E G A）を行う。詳述すると、主制御装置 2 0 は、干渉計 1 9 , 1 1 7 , 1 2 7 を用いてウエハステージW S T 2 の位置座標を管理しつつ、アライメント系 A L G を用いて、ウエハW 2 上の特定の複数のショット領域（サンプルショット領域）に付設された複数のアライメントマークを検出して、それらの位置座標を求める。求められた位置座標と設計上の位置座標とに基づいて、例えば米国特許第 4 , 7 8 0 , 6 1 7 号明細書などに開示されている統計演算を実行し、複数のショット領域のアライメント座標系における位置座標を算出する。さらに、算出された位置座標から、先に検出された第 2 基準マークの位置座標を減算して、第 2 基準マークの位置を原点とするウエハW 2 上の複数のショット領域の位置座標を求める。

【 0 0 7 3 】

通常、上述のウエハ交換・ウエハアライメントシーケンスは、露光シーケンスより早く終了する。そのため、主制御装置 2 0 は、ウエハアライメントが終了すると、ウエハステージW S T 2 を所定の待機位置に移動させるが、その移動の途中で、Y 干渉計 1 9 から Y 干渉計 1 8 に、ウエハテーブルW T B 2 の Y 軸方向、 x 方向、及び z 方向の位置の計測に用いる干渉計を切り換える。そして、主制御装置 2 0 は、ウエハステージW S T 1 上のウエハW 1 に対する露光が終了するまで、ウエハステージW S T 2 を、所定の待機位置に待機させる。

【 0 0 7 4 】

ウエハテーブルW T B 1 上のウエハW 1 に対する露光が終了すると、主制御装置 2 0 は、図 1 0 に示される第 1 スクラムポジションへのウエハステージW S T 1 , W S T 2 それぞれの駆動を開始する。ウエハステージW S T 1 の第 1 スクラムポジションへの移動開始後、主制御装置 2 0 は、ウエハステージW S T 1 の位置計測に用いる Y 干渉計を、Y 干渉計 1 7 から Y 干渉計 1 6 に切り換える。また、このとき、第 1 スクラムポジションに向かって移動するウエハステージW S T 2 によって、図 9 に示されるように、ウエハステージW S T 1 に照射されていた X Z 干渉計 1 2 6 の 3 つの測長ビームが遮られ、X Z 干渉計 1 2 6 を用いたウエハステージW S T 1 の位置の計測ができなくなる。そこで、主制御装置 2 0 は、X Z 干渉計 1 1 6 のみを用いてウエハテーブルW T B 1 の X , Z , y 位置を計測する。ここで、主制御装置 2 0 は、 y 位置及び Z 位置を計測するために、前述の代替法を使用する。一方、図 9 から明らかなように、上記の第 1 スクラムポジションに向けてのウエハステージW S T 2 の移動の途中で、X Z 干渉計 1 1 7 , 1 2 7 からの測長ビームがウエハステージW S T 2 に当たらなくなり、いずれの X Z 干渉計からの測長ビームもウエハステージW S T 2 に当たらない状態が発生する。そこで、この状態が発生するの

10

20

30

40

50

先立って、主制御装置 20 は、前述のエンコーダシステム 150 を用いたウエハステージ W S T 2 の X 位置の計測を開始する。そして、X Z 干渉計 126 からの 3 本測長ビームがウエハステージ W S T 2 の各反射面に当たるようになった時点で、エンコーダシステム 150 の計測値に基づいて、X Z 干渉計 126 をプリセットする。また、図 9 に示される状態では、ウエハステージ W S T 1 によって X Z 干渉計 116 の 3 つの測長ビームが遮られるため、主制御装置 20 は、X Z 干渉計 126 のみを用いてウエハテーブル W T B 2 の X , Z , y 位置を計測する。ここでも、主制御装置 20 は、y 位置及び Z 位置を計測するために、前述の代替法を使用する。

【 0 0 7 5 】

なお、本実施形態では、ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 が、ともに移動している途中で、図 9 と同様に、ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 が、X 軸方向に関して並ぶ（少なくとも一部重なる）ときには、主制御装置 20 は、上記と同様に、X Z 干渉計 116 のみを用いてウエハテーブル W T B 1 の X , Z , y 位置を計測するとともに、X Z 干渉計 126 のみを用いてウエハテーブル W T B 2 の X , Z , y 位置を計測する。

【 0 0 7 6 】

そして、両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 が第 1 スクラムポジションに移動した状態では、前述のように、ウエハステージ W S T 2 の底部 23 a ' とウエハステージ W S T 1 の段部 23 b とが係合して、両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 が底部 23 a '、段部 23 b を介して近接又は接触するスクラム状態となる。主制御装置 20 は、このスクラム状態を保ったまま、両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 を - Y 方向に駆動する。

【 0 0 7 7 】

ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 が、スクラム状態を保ったまま - Y 方向に移動するに従い、先端レンズ 191 とウエハテーブル W T B 1 との間に形成されていた液浸領域 14 は、ウエハテーブル W T B 1、底部 23 a '、ウエハテーブル W T B 2 上へと、順次移動する。図 4 には、この移動の途中で、液浸領域 14 が底部 23 a 上を渡り、ウエハテーブル W T B 1 上からウエハテーブル W T B 2 上へ移動しているときの両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の状態が示されている。

【 0 0 7 8 】

液浸領域 14 のウエハテーブル W T B 2 上への移動が完了すると、主制御装置 20 は、図 11 に示されるように、ウエハステージ W S T 1 をローディングポジションに移動させる。

【 0 0 7 9 】

図 11 から明らかなように、上記のローディングポジションに向けてのウエハステージ W S T 1 の移動の途中で、X Z 干渉計 116 からの測長ビームがウエハステージ W S T 1 に当たらなくなり、いずれの X Z 干渉計からの測長ビームもウエハステージ W S T 1 に当たらない状態が発生する。そこで、この状態が発生するのに先立って、主制御装置 20 は、前述のエンコーダシステム 150 を用いたウエハステージ W S T 1 の X 位置の計測を開始する。そして、X Z 干渉計 117 , 127 からの各 3 本の測長ビームがウエハステージ W S T 2 の各反射面に当たるようになった時点で、エンコーダシステム 150 の計測値に基づいて、X Z 干渉計 117 , 127 をプリセットする。その後、主制御装置 20 は、干渉計 116 , 117 , 127 を用いて、位置を計測しつつ、ウエハステージ W S T 1 をローディングポジションに向けてさらに駆動する。

【 0 0 8 0 】

上記のウエハステージ W S T 1 の移動と並行して、主制御装置 20 は、ウエハステージ W S T 2 を駆動し、投影光学系 P L の直下にウエハステージ W S T 2 の基準マーク板 F M を位置決めする。そして、レチクルアライメント検出系 13（図 6 参照）を用いて基準マーク板 F M 上の一対の第 1 基準マークを検出し、第 1 基準マークと対応するレチクル R 上のレチクルアライメントマークのウエハ面上投影像の相対位置を検出する。なお、この検出は、投影光学系 P L 及び液浸領域 14 を形成する液体 L q を介して行われる。

【 0 0 8 1 】

10

20

30

40

50

主制御装置 20 は、ここで検出された相対位置情報と、先に求めた第 2 基準マークを基準とするウエハ W 2 上の各ショット領域の位置情報と、に基づいて、レチクル R のパターンの投影位置（投影光学系 P L の投影中心）とウエハ W 2 上の各ショット領域の相対位置関係を算出する。その算出結果に基づいて、主制御装置 20 は、前述したウエハ W 1 の場合と同様に、ウエハステージ W S T 2 の位置を管理しつつ、ステップ・アンド・スキャン方式でウエハ W 2 上の各ショット領域にレチクル R のパターンを転写する。

【 0 0 8 2 】

上記のウエハステージ W S T 2 の露光動作と並行して、主制御装置 20 は、ローディングポジションにおいて、ウエハ搬送機構（不図示）とウエハステージ W S T 1 との間でウエハ交換を行い、ウエハテーブル W T B 1 の上に新しいウエハ W 1 を載置する。そして、
10
アライメント系 A L G を用いてウエハステージ W S T 1 の基準マーク板 F M 上の第 2 基準マークを検出する。なお、第 2 基準マークの検出に先立って、ウエハステージ W S T 1 がローディングポジションにある状態で、主制御装置 20 は、Y 干渉計 19 と X Z 干渉計 117, 127 のリセット（原点の再設定）を実行している。その後、主制御装置 20 は、ウエハステージ W S T 1 の位置を管理しつつ、ウエハ W 1 に対して、前述と同様のアライメント系 A L G を用いたウエハアライメント（E G A）を行う。

【 0 0 8 3 】

ウエハテーブル W T B 1 上のウエハ W 1 に対するウエハアライメント（E G A）が終了し、かつウエハテーブル W T B 2 上のウエハ W 2 に対する露光も終了すると、主制御装置 20 は、図 12 に示される第 2 スクラムポジションに向けてウエハステージ W S T 1, W
20
S T 2 の駆動を開始する。第 2 スクラムポジションでは、ウエハステージ W S T 2 の + Y 側に設けられた段部 23 b' とウエハステージ W S T 1 の - Y 側に設けられた底部 23 a とが係合して、両ウエハステージ W S T 1, W S T 2 が底部 23 a、段部 23 b' を介して近接又は接触するスクラム状態となる。主制御装置 20 は、このスクラム状態を保ったまま、両ウエハステージ W S T 1, W S T 2 を - Y 方向に駆動する。それに伴い、先端レンズ 191 とウエハテーブル W T B 2 との間に形成されていた液浸領域 14 は、ウエハテーブル W T B 2、底部 23 a、ウエハテーブル W T B 1 上へと、順次移動する。液浸領域 14 の移動が完了すると、主制御装置 20 は、前述と同様の手順でウエハステージ W S T 1 上のウエハ W 1 に対する露光を開始する。

【 0 0 8 4 】

以降、主制御装置 20 は、上述したウエハステージ W S T 1, W S T 2 との並行動作を、
30
繰り返し実行する。

【 0 0 8 5 】

以上詳細に説明したように、本実施形態の露光装置 100 によると、主制御装置 20 は、ウエハステージ W S T 1 とウエハステージ W S T 2 とを、底部 23 a と段部 23 b' とを介して（又は底部 23 a' と段部 23 b とを介して）Y 軸方向に関して近接又は接触するスクラム状態を維持して、同時に Y 軸方向に駆動することで、投影ユニット P U（投影光学系 P L）直下に形成される液浸領域 14 を、底部 23 a 又は 23 a' を介してウエハステージ W S T 1 及びウエハステージ W S T 2 の一方から他方に受け渡し、一方のウエハステージが露光時移動領域 A E に位置する第 1 の状態から他方のウエハステージが露光時
40
移動領域 A E に位置する第 2 の状態に遷移させる。

【 0 0 8 6 】

このため、投影光学系 P L（投影ユニット P U）とその直下にあるウエハテーブル（あるいはウエハテーブル上に載置されたウエハ）との間に液浸領域 14 を形成したままの状態
50
で、両ウエハステージ W S T 1, W S T 2 の間隙から液体を漏らすことなく、前述の第 1 の状態から第 2 の状態へ、逆に第 2 の状態から第 1 の状態へ、移行させることが可能になる。これにより、両ウエハテーブル W T B 1, W T B 2 の間隙からの液体の漏れを効果的に抑制することができ、これによりウエハステージ W S T 1, W S T 2 の ± Y 側面に設けられた反射面 27 b, 27 d に対する液体の付着を効果的に抑制することができる。従って、Y 干渉計 16, 17, 18, 19 を用いたウエハテーブルの位置計測の高い安

定性が保証される。

【 0 0 8 7 】

また、一方のウエハステージで投影光学系 P L と液浸領域 1 4 とを介したウエハの露光が行われた後、他方のウエハステージで投影光学系 P L と液浸領域 1 4 とを介したウエハの露光を開始するまでの間に、液浸領域 1 4 を形成する液体 L q の全回収及び再供給をする工程が不要になる。従って、一方のウエハステージでの露光の終了から他方のウエハステージでの露光の開始までの時間を、非液浸方式の露光装置と同程度にまで短縮して、スループットの向上を図ることが可能となる。また、投影光学系 P L の像面側には、液体が常に存在するので、投影光学系 P L の像面側の光学部材（例えば先端レンズ 1 9 1）に、水染み（ウォーターマーク）が発生するのを効果的に防止することができ、長期に渡って、投影光学系 P L の結像性能を良好に維持することができる。

10

【 0 0 8 8 】

また、本実施形態によると、スクラム状態では、ウエハステージ W S T 1 とウエハステージ W S T 2 とを、反射面 2 7 e , 2 7 f が設けられていない側の面同士を対向させた状態で、底部 2 3 a と段部 2 3 b ' とを介して（又は底部 2 3 a ' と段部 2 3 b とを介して）Y 軸方向に関して近接又は接触させる。このため、ウエハステージ W S T 1 とウエハステージ W S T 2 とを、X 軸方向から近接又は接触させる場合に比べて、スクラム状態に移行させる際の両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の移動距離（移動ストローク）を短くすることができる。また、両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 が X 軸方向に関してずれた状態で、Y 軸方向に関して近接又は接触させるようにすることで、両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の移動ストロークをより一層短くすることができる。従って、この点においてもスループットの向上を図ることが可能である。また、ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の X 軸方向の両側に設けられた反射ミラー 2 7 e , 2 7 f 同士の接触などのおそれがない。また、反射ミラー 2 7 e , 2 7 f の反射面を、液浸領域 1 4 の液体 L q で濡らすおそれもない。従って、主制御装置 2 0 は、反射ミラー 2 7 e , 2 7 f を介して、ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の Z 位置、及び y 方向の回転を、長期に渡り精度良く計測することが可能になる。

20

【 0 0 8 9 】

また、前述した 2 つのウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の並行動作により、1 つのウエハステージのみを用いて、ウエハ交換、ウエハアライメント、及び露光動作を、シーケンシャルに行う従来のシングルウエハステージを備えた露光装置に比べてスループットの向上を図ることが可能である。

30

【 0 0 9 0 】

また、液浸露光により、高解像度かつ空気中と比べて大焦点深度の露光を行うことで、レチクル R のパターンを精度良くウエハ上に転写することができ、例えばデバイスルールとして 7 0 ~ 1 0 0 n m 程度の微細パターンの転写を実現することができる。

【 0 0 9 1 】

なお、上記の底部 2 3 a（又は 2 3 a'）と段部 2 3 b'（又は 2 3 b）（あるいは一対の突出部 2 3 c , 2 3 d）の各ウエハステージ上の取り付け位置に対応して、図 4 及び図 1 0 などに示されるスクラム時の両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の移動経路が定められている。従って、スクラム時の両ウエハステージ W S T 1 , W S T 2 の移動経路が異なる場合には、その移動経路に応じて、底部と段部（あるいは一対の突出部）の設置場所を、適宜設定しても良い。

40

【 0 0 9 2 】

図 1 3 及び図 1 4 には、ウエハステージ W S T 1 を構成するウエハテーブル W T B 1 の + Y 側の面の + X 側端部に底部 2 3 a が突設され、ウエハステージ W S T 2 を構成するウエハテーブル W T B 2 の + Y 側の面の - X 側端部に底部 2 3 a' が突設された、変形例に係る露光装置が示されている。この変形例に係る露光装置では、図 1 3 及び図 1 4 に示されるように、ウエハステージ W S T 1（ウエハテーブル W T B 1）の - Y 側には、+ X 側端部に、段部 2 3 b が形成され、底部 2 3 a の近傍に基準マーク板 F M 1 が、配置されて

50

いる。また、ウエハステージWST2（ウエハテーブルWTB2）の-Y側には、-X側端部に、段部23b'が形成され、また、底部23a'の近傍に基準マーク板FM2が、配置されている。その他の部分の構成などは、前述の実施形態と同様になっている。ここで、基準マーク板FM1、FM2は、前述の基準マーク板FMと同様のマーク板であるが、ここでは識別のため、基準マーク板FM1、FM2としている。

【0093】

この変形例に係る露光装置では、いわゆる完全交互スキャンが採用され、ウエハステージWST1上のウエハW1に対しては、基準マーク板FM1の近傍に位置する右上（+X側かつ+Y側の端部）のショット領域から露光を開始し、右下（+X側かつ-Y側の端部）に位置するショット領域を最後に露光し、かつウエハステージWST2上のウエハW2 10
に対しては、基準マーク板FM2の近傍に位置する左上（+X側かつ+Y側の端部）のショット領域から露光を開始し、左下（+X側かつ-Y側の端部）に位置するショット領域を最後に露光する。図13には、ウエハW1に対する露光が終了し、段部23bに底部23a'が接触又は近接状態で係合した両ウエハステージWST1、WST2のスクラム状態が示されている。また、図14には、ウエハW2に対する露光が終了し、段部23b'に底部23aが接触又は近接状態で係合した両ウエハステージWST1、WST2のスクラム状態が示されている。

【0094】

この変形例の露光装置では、主制御装置20は、ウエハW1の露光が終了すると、図13に示される状態から、底部23a'、段部23bを近接又は接触させたスクラム状態を 20
維持して、両ウエハステージWST1、WST2を+Y方向に駆動して、液浸領域14をウエハステージWST1上からウエハステージWST2上へ渡す。液浸領域14を渡した直後、主制御装置20は、ウエハステージWST1をローディングポジションに向かって移動を開始させると同時に、ウエハステージWST2を駆動し、投影光学系PLの直下に基準マーク板FM2を位置決めし、レチクルアライメントを行った後、基準マーク板FM2の近傍に位置するショット領域からウエハW2に対する露光を開始する。

【0095】

一方、主制御装置20は、ウエハW2の露光が終了すると、図14に示される状態から、前述と同様に、底部23aを段部23b'に近接又は接触させたスクラム状態を維持して、両ウエハステージWST1、WST2を+Y方向に駆動して、液浸領域14をウエハ 30
ステージWST2上からウエハステージWST1上へ渡す。液浸領域14を渡した直後、主制御装置20は、ウエハステージWST2を第2ローディングポジションに向かって移動を開始させると同時に、ウエハステージWST1を駆動し、投影光学系PLの直下に基準マーク板FM1を位置決めし、レチクルアライメントを行った後、基準マーク板FM1の近傍に位置するショット領域からウエハW1に対する露光を開始する。

【0096】

以上の説明からもわかるように、この変形例では、一方のウエハステージ上のウエハの露光終了後、他方のウエハステージ上に搭載されている次の露光対象であるウエハの露光の開始を、基準マーク板上の基準マークの検出をも含めて、最も効率良く行うことができるように、すなわち、その他方のウエハステージの移動経路を最も短く、かつ所要時間が 40
最短になるように、底部23a、23a'、段部23b、23b'の配置、換言すればウエハステージWST1、WST2のスクラム時のオフセット量が定められている。また、この変形例では、ウエハアライメントが終了した一方のウエハステージのアライメント終了位置と、両ウエハステージのスクラム開始位置とを、比較的近く設定できるので、アライメント終了位置の近傍でその一方のウエハステージを待機させておくことができ、露光終了後に直ちにスクラムを開始することができる。

【0097】

ただし、変形例では、ウエハW1、W2上のショット領域が偶数行存在するため、完全交互スキャンにより、ウエハW1、W2上の複数のショット領域の露光が行われる結果、X軸方向の位置に着目すると、ウエハステージWST1、WST2は、露光開始時と露光 50

終了時とでほぼ同一のX位置にある。すなわち、+X側のショット領域から露光が開始された場合は、+X側のショット領域で露光が終了し、-X側のショット領域から露光が開始された場合には、-X側のショット領域で露光が終了する。

【0098】

一方、ウエハW1, W2上のショット領域が奇数行存在する場合には、完全交互スキャンを採用すると、+X側のショット領域から露光が開始される場合は、-X側のショット領域で露光が終了し、-X側のショット領域から露光が開始される場合は、+X側のショット領域で露光が終了する。このように、ウエハW1, W2上のショット領域が奇数行存在する場合を含め、ウエハW1, W2のショット領域の露光順序が上記変形例と異なる場合には、その露光順序に応じて、次の露光対象であるウエハの露光の開始を、基準マーク板上の基準マークの検出をも含めて、最も効率良く行うことができるように、底部などの受け渡し部の配置、さらに必要な場合には、基準マーク板のウエハステージ上の配置を定めることとしても良い。なお、本明細書では、上述したような次の露光対象であるウエハの露光の開始を最も効率良く行うことを可能にするスクラムを、最も効率の良いスクラムとも呼んでいる。

10

【0099】

なお、上記実施形態及び変形例では、反ミラー27e, 27fが設けられていることを前提として、ウエハステージWST1の反射ミラー27fとウエハステージWST2の反射ミラー27eとが、互いに接触しないように、両ウエハステージWST1, WST2を、Y軸方向に関して一部接触又は近接させるY方向スクラムを採用したものである。ただし、Y方向スクラムを採用した場合であっても、ウエハステージWST1, WST2のY軸方向の側面から機構部の一部が他の部分より外側に突出するような場合も考えられる。このような場合には、それらの突出部がもう一方のウエハステージの一部と接触しない程度の長さ、底部等の受け渡し部の寸法を設定することが望ましい。

20

【0100】

なお、上記実施形態及び変形例では、ウエハステージWST1, WST2に固定の底部などの突出部が設けられる場合について説明したが、これに限らず、突出部は、可動であっても良い。この場合、例えば、突出部は、両ウエハステージWST1, WST2のスクラム時のみほぼ水平状態とし、スクラム時以外、すなわち非使用時には、折り畳んでおくこととしても良い。

30

【0101】

また、上記実施形態及び変形例では、底部のX軸方向の幅は液浸領域よりも僅かに大きく設定するものとしたが、これに限らず、底部のX軸方向の幅は、さらに大きく設定しても良い。

【0102】

また、上記実施形態及び変形例では、液浸領域の受け渡し等の際に、2つのウエハステージWST1, WST2がスクラム状態を維持したまま、Y軸方向に駆動される場合について説明したが、これに限らず、Y軸方向のみでなくX軸方向にも駆動されることとしても良い。このようにすると、スクラム後に液浸領域が受け渡されたウエハステージに保持された次の露光対象のウエハに対する露光開始までの時間を、2つのウエハステージWST1, WST2がスクラム状態を維持したまま、X軸方向にのみ駆動される場合に比べて少しでも短縮できる。

40

【0103】

なお、これまでの説明では、ウエハステージWST1, WSTの少なくとも一方の、Y軸方向の少なくとも一側に底部などの突出部が形成される場合について説明した。しかし、例えば前述したような、両ステージのX軸方向の位置ずれ(オフセット)を伴うスクラム状態を、底部などの突出部が存在しない2つのウエハステージ同士で採用しても良い。この場合、そのスクラム時のオフセット量は、上記変形例と同様に、最も効率の良いスクラムとなるように、設定しても良い。あるいは、例えば、一方のウエハステージWST1の+Y側の側面の+X側端部近傍に他の部分より突出した構成部品(以下、突起物と呼ぶ

50

)があり、他方のウエハステージWST2の-Y側の側面の-X側端部近傍に上記構成部品をその内部に収容可能な凹部が形成されているような場合には、突起物と凹部とが対向するようにスクラム時のオフセット量を定めても良い。かかる場合には、突起物がウエハステージWST2に接触して損傷するのを防止しつつ、液浸領域をウエハステージWST1、WST上で往来させることができる。この場合、両ウエハステージWST1、WST2のスクラム状態では、その接触又は近接する部分(対向部分)のX軸方向の幅は、例えば液浸領域14のX軸方向の幅より広く、少なくとも100mm程度(一例として80mm~100mm)に設定される。

【0104】

また、上記実施形態及び変形例では、前述したウエハステージWST1、WST2の移動経路を前提に、ウエハステージWST1、WST2が、平面モータによりXY平面に沿って独立して駆動されるものとした。しかし、必ずしも平面モータを用いる必要はなく、移動経路によっては、リニアモータなどを用いても良い。

【0105】

また、上記実施形態では、ウエハステージWST1、WST2の露光時及びアライメント時の位置を、干渉計システム118で計測する場合について説明したが、干渉計システム118に代えて、若しくは加えて、例えば米国特許出願公開第2008/0008843号明細書などに記載されるように、ウエハテーブル(ウエハステージ)上に格子部(Yスケール、Xスケール)を設け、これに対向してYヘッド、Xヘッドをウエハステージの外部に配置する構成のエンコーダシステム、又は例えば米国特許出願公開第2006/0227309号明細書などに開示されているように、ウエハステージにエンコーダヘッドを設け、これに対向してウエハステージの外部に格子部(例えば2次元格子又は2次元に配置された1次元の格子部)を配置する構成のエンコーダシステムを採用しても良い。

【0106】

なお、上記実施形態ではノズルユニット32の下面と投影光学系PLの先端光学素子の下端面とがほぼ同一面であるものとしたが、これに限らず、例えばノズルユニット32の下面を、先端光学素子の射出面よりも投影光学系PLの像面(すなわちウエハ)の近くに配置しても良い。すなわち、局所液浸装置8は上述の構造に限られず、例えば、欧州特許出願公開第1420298号明細書、米国特許出願公開第2006/0231206号明細書、米国特許出願公開第2005/0280791号明細書、米国特許第6,952,253号明細書などに記載されているものを用いることができる。また、例えば米国特許出願公開第2005/0248856号明細書に開示されているように、先端光学素子の像面側の光路に加えて、先端光学素子の物体面側の光路も液体で満たすようにしても良い。さらに、先端光学素子の表面の一部(少なくとも液体との接触面を含む)又は全部に、親液性及び/又は溶解防止機能を有する薄膜を形成しても良い。なお、石英は液体との親和性が高く、かつ溶解防止膜も不要であるが、蛍石は少なくとも溶解防止膜を形成することが好ましい。

【0107】

なお、上記実施形態では、液体として純水(水)を用いるものとしたが、本発明がこれに限定されないことは勿論である。液体としては、化学的に安定で、照明光ILの透過率が高く安全な液体、例えばフッ素系不活性液体を使用しても良い。このフッ素系不活性液体としては、例えばフロリナート(米国スリーエム社の商品名)が使用できる。このフッ素系不活性液体は冷却効果の点でも優れている。また、液体として、照明光ILに対する屈折率が、純水(屈折率は1.44程度)よりも高い、例えば1.5以上の液体を用いても良い。この液体としては、例えば、屈折率が約1.50のイソプロパノール、屈折率が約1.61のグリセロール(グリセリン)といったC-H結合あるいはO-H結合を持つ所定液体、ヘキサン、ヘプタン、デカン等の所定液体(有機溶剤)、あるいは屈折率が約1.60のデカリン(Decalin: Decahydronaphthalene)などが挙げられる。あるいは、これら液体のうち任意の2種類以上の液体が混合されたものであっても良いし、純水にこれら液体の少なくとも1つが添加(混合)されたものであっても良い。あるいは、液体と

10

20

30

40

50

しては、純水に、 H^+ 、 Cs^+ 、 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 PO_4^{2-} 等の塩基又は酸を添加（混合）したものであっても良い。更には、純水に Al 酸化物等の微粒子を添加（混合）したものであっても良い。これら液体は、 ArF エキシマレーザ光を透過可能である。また、液体としては、光の吸収係数が小さく、温度依存性が少なく、投影光学系（先端の光学部材）、及び/又はウエハの表面に塗布されている感光材（又は保護膜（トップコート膜）あるいは反射防止膜など）に対して安定なものであることが好ましい。また、 F_2 レーザを光源とする場合は、フロンブリンオイルを選択すれば良い。さらに、液体としては、純水よりも照明光 IL に対する屈折率が高い液体、例えば屈折率が $1.6 \sim 1.8$ 程度のもを使用しても良い。液体として、超臨界流体を用いることも可能である。また、投影光学系 PL の先端光学素子を、例えば石英（シリカ）、あるいは、フッ化カルシウム（蛍石）
10、フッ化バリウム、フッ化ストロンチウム、フッ化リチウム、及びフッ化ナトリウム等のフッ化化合物の単結晶材料で形成しても良いし、石英や蛍石よりも屈折率が高い（例えば 1.6 以上）材料で形成しても良い。屈折率が 1.6 以上の材料としては、例えば、国際公開第 $2005/059617$ 号パンフレットに開示される、サファイア、二酸化ゲルマニウム等、あるいは、国際公開第 $2005/059618$ 号パンフレットに開示される、塩化カリウム（屈折率は約 1.75 ）等を用いることができる。

【0108】

また、上記実施形態で、回収された液体を再利用するようにしても良く、この場合は回収された液体から不純物を除去するフィルタを液体回収装置、又は回収管等に設けておくことが望ましい。
20

【0109】

また、上記実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式等の走査型露光装置に本発明が適用された場合について説明したが、これに限らず、ステップなどの静止型露光装置に本発明を適用しても良い。また、ショット領域とショット領域とを合成するステップ・アンド・ステッチ方式の縮小投影露光装置、プロキシミティー方式の露光装置、又はミラープロジェクション・アライナーなどにも本発明は適用することができる。

【0110】

また、上記実施形態の露光装置における投影光学系は縮小系のみならず等倍および拡大系のいずれでも良いし、投影光学系 PL は屈折系のみならず、反射系及び反射屈折系のいずれでも良いし、その投影像は倒立像及び正立像のいずれでも良い。また、前述の照明領域及び露光領域はその形状が矩形であるものとしたが、これに限らず、例えば円弧、台形、あるいは平行四辺形などでも良い。
30

【0111】

なお、上記実施形態の露光装置の光源は、 ArF エキシマレーザに限らず、 KrF エキシマレーザ（出力波長 248nm ）、 F_2 レーザ（出力波長 157nm ）、 Ar_2 レーザ（出力波長 126nm ）、 Kr_2 レーザ（出力波長 146nm ）などのパルスレーザ光源、 g 線（波長 436nm ）、 i 線（波長 365nm ）などの輝線を発する超高圧水銀ランプなどを用いることも可能である。また、 YAG レーザの高調波発生装置などを用いることもできる。この他、例えば米国特許 $7,023,610$ 号明細書に開示されているように、真空紫外光として DFB 半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（又はエルビウムとイッテルビウムの両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。
40

【0112】

また、上述の実施形態においては、光透過性の基板上に所定の遮光パターン（又は位相パターン・減光パターン）を形成した光透過型マスク（レチクル）を用いたが、このレチクルに代えて、例えば米国特許第 $6,778,257$ 号明細書に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて、透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する電子マスク（可変成形マスク、アクティブマスク、あるいはイメージジェネレータとも呼ばれ、例えば非発光型画像表示素子（空間光変調器）の一種であ
50

る D M D (Digital Micro-mirror Device) などを含む) を用いても良い。

【 0 1 1 3 】

また、例えば干渉縞をウエハ上に形成することによって、ウエハ上にライン・アンド・スペースパターンを形成する露光装置 (リソグラフィシステム) にも本発明を適用することができる。

【 0 1 1 4 】

さらに、例えば米国特許第 6 , 6 1 1 , 3 1 6 号明細書に開示されているように、2つのレチクルパターンを投影光学系を介してウエハ上で合成し、1回のスキャン露光によってウエハ上の1つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置にも本発明を適用することができる。

10

【 0 1 1 5 】

なお、上記実施形態でパターンを形成すべき物体 (エネルギービームが照射される露光対象の物体) はウエハに限られるものではなく、ガラスプレート、セラミック基板、フィルム部材、あるいはマスクブランクスなど、他の物体でも良い。

【 0 1 1 6 】

露光装置の用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを転写する液晶用の露光装置、有機 E L、薄膜磁気ヘッド、撮像素子 (C C D 等)、マイクロマシン及び D N A チップなどを製造するための露光装置にも広く適用できる。また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、E U V 露光装置、X 線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。

20

【 0 1 1 7 】

なお、上記実施形態で引用した露光装置などに関する全ての公報、国際公開パンフレット、米国特許出願公開明細書及び米国特許明細書の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

【 0 1 1 8 】

半導体素子などの電子デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、前述した実施形態の露光装置 (パターン形成装置) 及びその露光方法によりマスク (レチクル) のパターンをウエハに転写するリソグラフィステップ、露光されたウエハを現像する現像ステップ、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去るエッチングステップ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト除去ステップ、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)、検査ステップ等を経て製造される。この場合、リソグラフィステップで、上記実施形態の露光装置を用いて前述の露光方法が実行され、ウエハ上にデバイスパターンが形成されるので、高集積度のデバイスを生産性良く製造することができる。

30

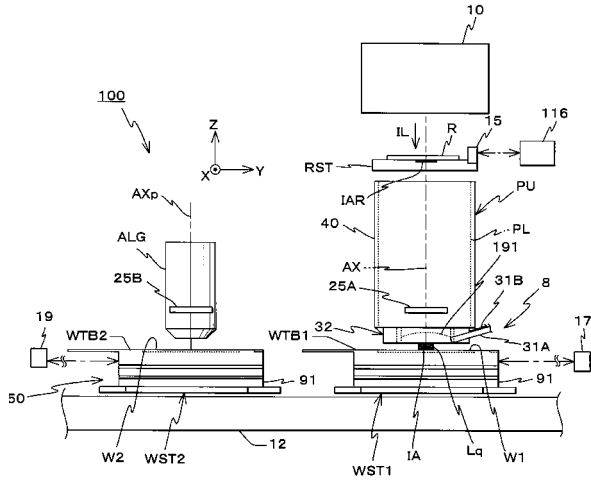
【 産業上の利用可能性 】

【 0 1 1 9 】

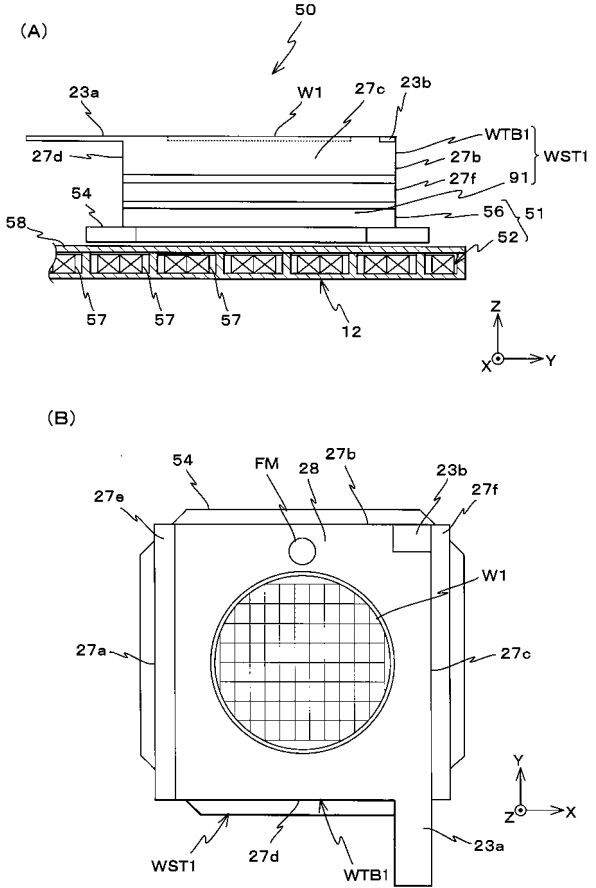
以上説明したように、本発明の露光装置及び露光方法は、液浸法により物体を露光するのに適している。また、本発明のデバイス製造方法は、マイクロデバイスの生産に適している。

40

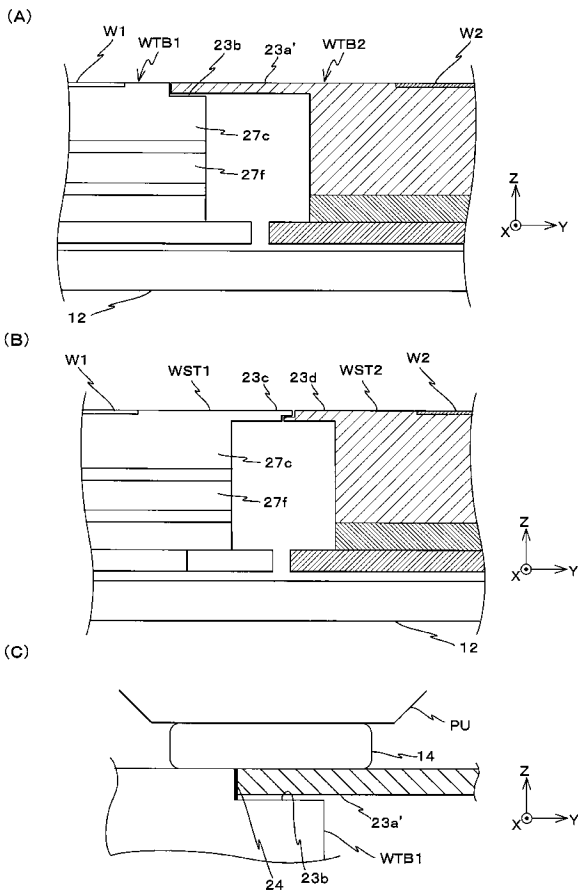
【図1】



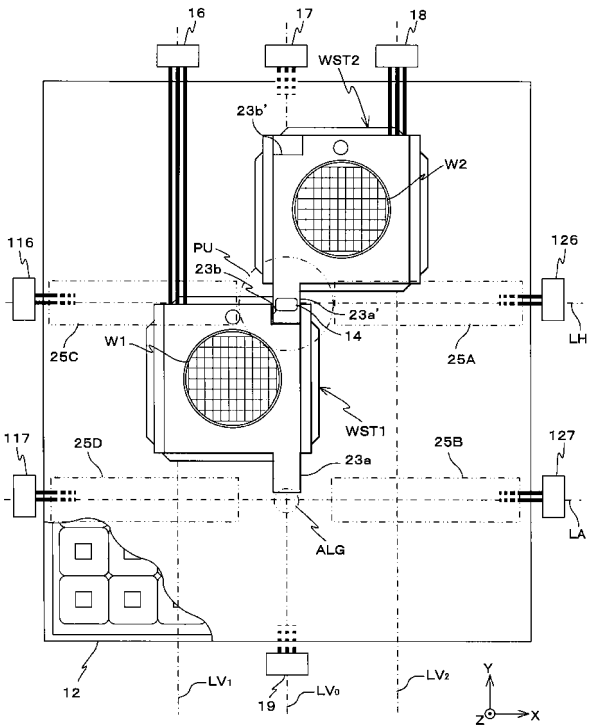
【図2】



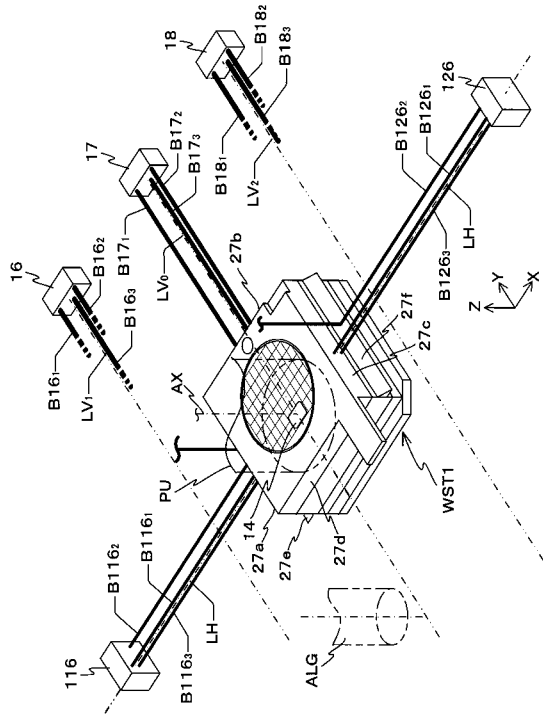
【図3】



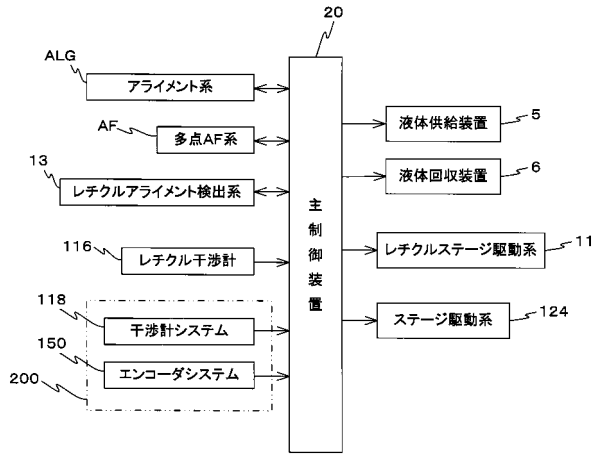
【図4】



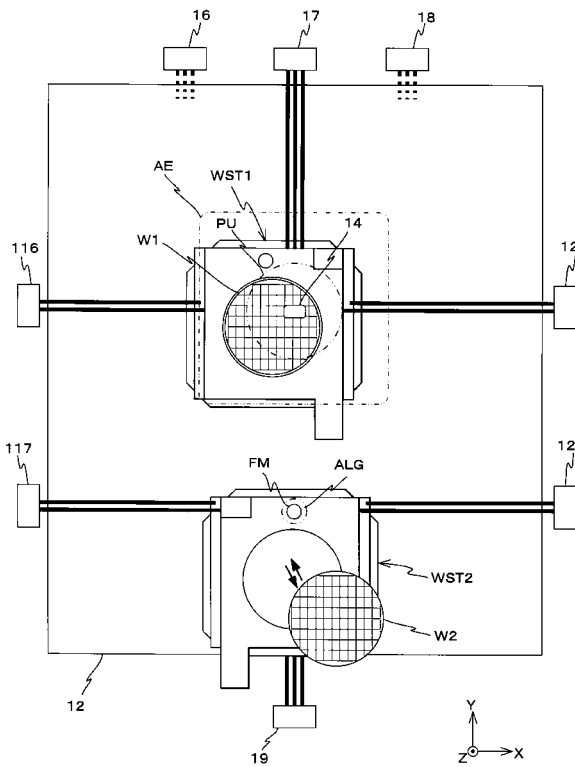
【図5】



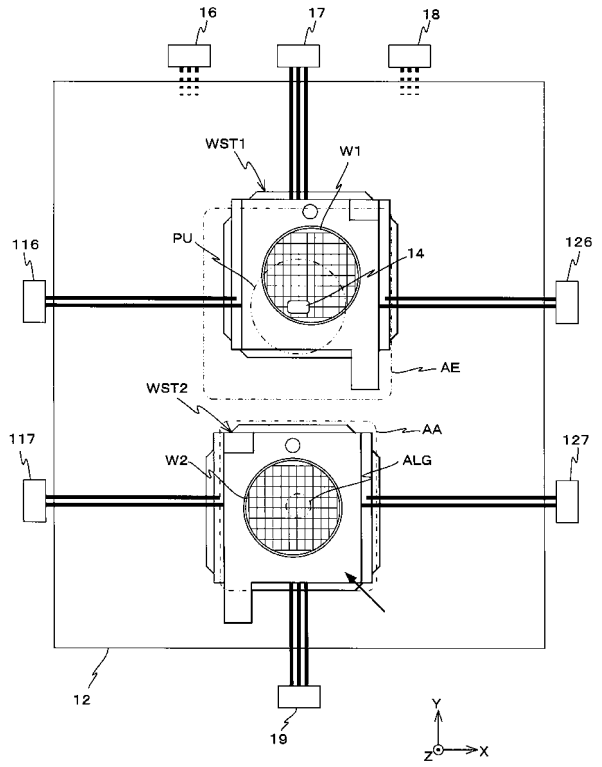
【図6】



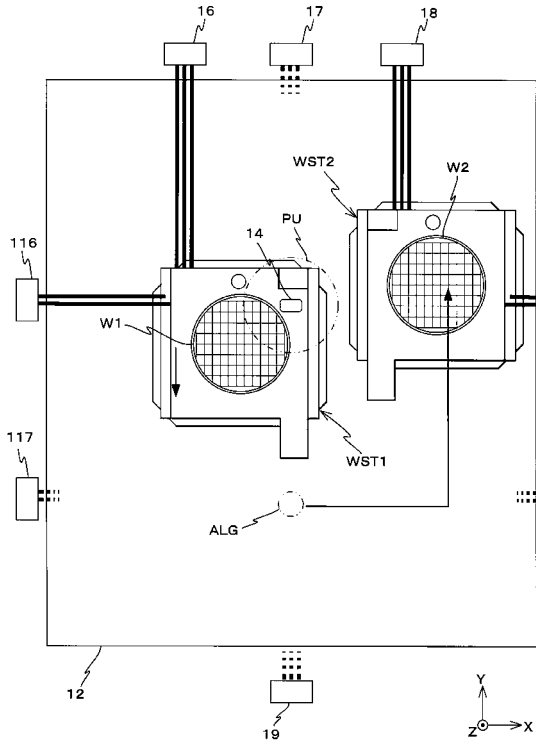
【図7】



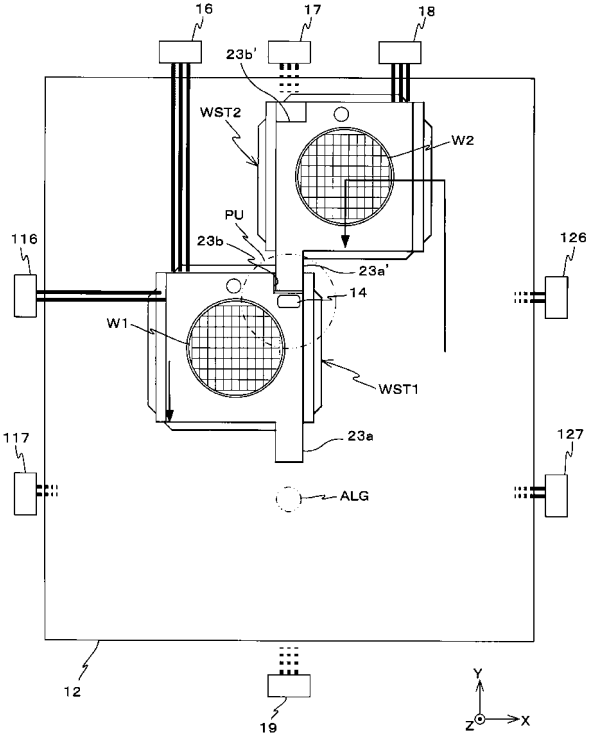
【図8】



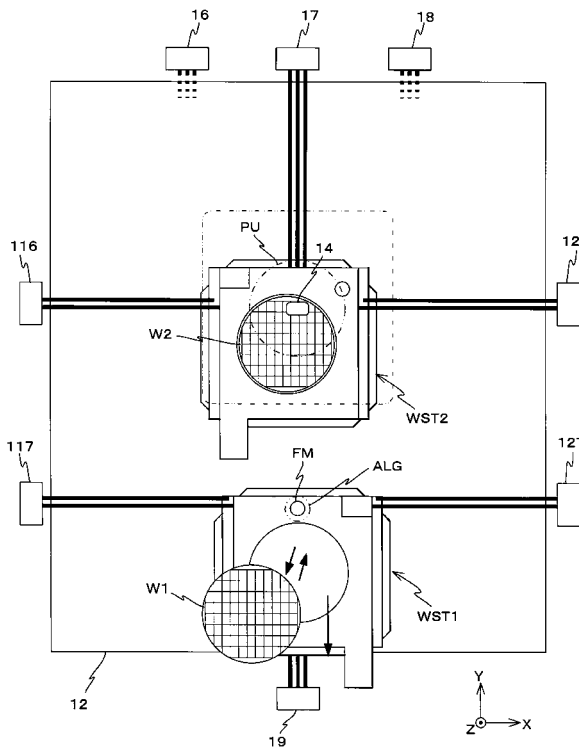
【図 9】



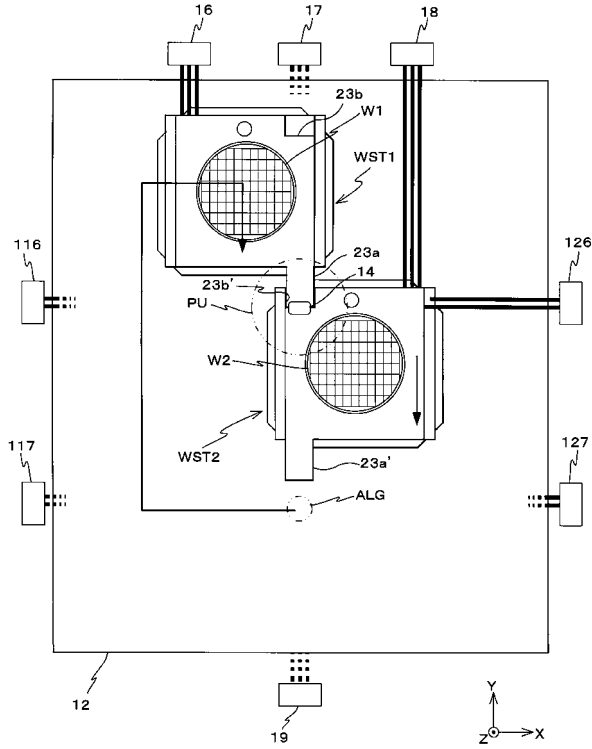
【図 10】



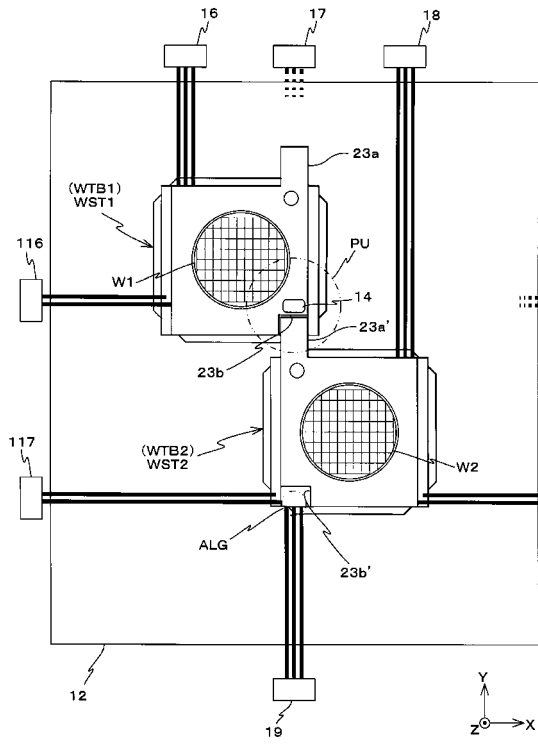
【図 11】



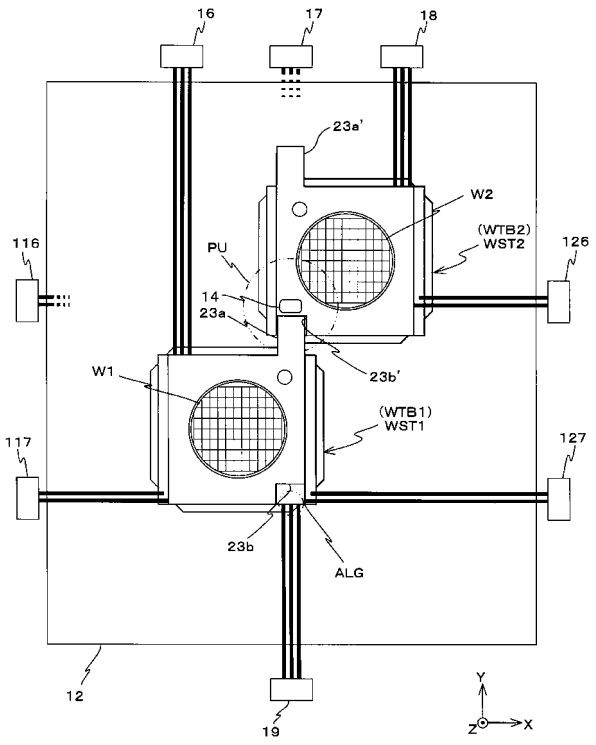
【図 12】



【 図 13 】



【 図 14 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2008-130745(JP,A)
特開2006-332656(JP,A)
国際公開第2007/055237(WO,A1)
国際公開第2007/018127(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 7/20 - 7/24、 9/00 - 9/02、
H01L21/027、 21/30、 21/46、
21/67 -21/683