

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第6883655号
(P6883655)

(45) 発行日 令和3年6月9日 (2021. 6. 9)

(24) 登録日 令和3年5月12日 (2021. 5. 12)

(51) Int. Cl.	F I
GO3F 7/20 (2006.01)	GO3F 7/20 501
HO1L 21/027 (2006.01)	GO3F 7/20 521
HO1L 21/68 (2006.01)	HO1L 21/30 541L
HO1L 21/683 (2006.01)	HO1L 21/68 K
	HO1L 21/68 N

請求項の数 14 (全 42 頁)

(21) 出願番号 特願2019-538369 (P2019-538369)	(73) 特許権者 504151804 エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ. オランダ国 ヴェルトホーフェン 550 O エーエイチ, ビー. オー. ボックス 324
(86) (22) 出願日 平成30年1月30日 (2018. 1. 30)	(74) 代理人 100079108 弁理士 稲葉 良幸
(65) 公表番号 特表2020-506418 (P2020-506418A)	(74) 代理人 100109346 弁理士 大貫 敏史
(43) 公表日 令和2年2月27日 (2020. 2. 27)	(74) 代理人 100117189 弁理士 江口 昭彦
(86) 国際出願番号 PCT/EP2018/052211	(74) 代理人 100134120 弁理士 内藤 和彦
(87) 国際公開番号 WO2018/141713	
(87) 国際公開日 平成30年8月9日 (2018. 8. 9)	
審査請求日 令和1年9月19日 (2019. 9. 19)	
(31) 優先権主張番号 17154551.0	
(32) 優先日 平成29年2月3日 (2017. 2. 3)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 欧州特許庁 (EP)	
(31) 優先権主張番号 17169025.8	
(32) 優先日 平成29年5月2日 (2017. 5. 2)	
(33) 優先権主張国・地域又は機関 欧州特許庁 (EP)	

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板（W）のターゲット部分に放射ビームを投影するように構成された露光装置であって、

前記基板（W）を保持するように構成された第1の基板ホルダ（702）と、
前記基板（W）を保持するように構成された第2の基板ホルダ（202）と、
センサ及び／又は検出器を保持するように構成されたセンサホルダ（206）と、
前記基板（W）上の基板アライメントマーク（P1，P2）の位置を測定するためのアライメントセンサを備える第1のアライメントシステムを有する測定デバイス（220）と、

10

前記基板（W）上の前記基板アライメントマーク（P1，P2）の位置を測定するための追加的なアライメントセンサを備える第2のアライメントシステムを有する追加的な測定デバイス（950）と、

前記第1の基板ホルダ（702）の下面に配置された第1のスケール（915）と、
前記第1のアライメントシステムの下方に配置されるとともに静止支持体（210）によって保持される第1のエンコーダヘッド（910）と、

前記第1のエンコーダヘッド（910）と、前記第1のエンコーダヘッド（910）に対向する前記第1のスケール（915）と、を有し、前記第1の基板ホルダ（702）の位置情報を表す第1の信号を提供するように構成される第1の位置測定システムと、を備え、

20

前記第 1 のアライメントシステムの前記アライメントセンサは、前記第 1 の基板ホルダ (7 0 2) によって保持された前記基板 (W) 上の前記基板アライメントマーク (P 1 , P 2) の位置を測定する一方、前記第 2 のアライメントシステムの前記アライメントセンサは、前記第 2 の基板ホルダ (2 0 2) によって保持された前記基板 (W) 上の前記基板アライメントマーク (P 1 , P 2) の位置を測定する、露光装置。

【請求項 2】

前記第 1 の位置測定システムは、前記第 1 の基板ホルダ (7 0 2) が前記測定デバイス (2 2 0) 付近にあるときに前記第 1 の基板ホルダ (7 0 2) の位置情報を表す第 1 の信号を提供するように構成されている、請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記第 2 のアライメントシステムによって測定される前記基板アライメントマーク (P 1 , P 2) の数は、3 個から 1 6 個である、請求項 1 又は 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記第 1 のアライメントシステムによって測定される前記基板アライメントマーク (P 1 , P 2) の数は、前記基板 (W) 上の露光フィールドの数以上である、請求項 1 から 3 の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記基板 (W) を前記第 1 の基板ホルダ (7 0 2) から前記第 2 の基板ホルダ (2 0 2) へと運ぶように構成された移動デバイス (2 3 0) をさらに備える、請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記センサホルダ (2 0 6) は、波面収差測定デバイス、照度モニタ、照度むらセンサ、均一性センサ、及び / 又は、偏光性を測定するためのセンサを保持する、請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項 7】

前記放射ビームを調整するように構成された単一の照明システム (I L) と、
パターンングデバイス (M A) によって前記放射ビームに与えられたパターンを前記基板 (W) の前記ターゲット部分に投影するように構成された単一の投影システム (P S) と、
を備える、請求項 1 から 6 の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記測定デバイス (2 2 0) は、前記追加的な測定デバイス (9 5 0) よりも前記単一の投影システム (P S) から遠い位置に配置されている、請求項 7 に記載の露光装置。

【請求項 9】

第 2 のエンコーダヘッド (9 2 0) を有する第 2 の位置測定システムを備え、
前記第 2 の位置測定システムは、前記第 2 の基板ホルダ (2 0 2) 及び / 又は前記センサホルダ (2 0 6) が前記単一の投影システム (P S) 付近にあるときに前記第 2 の基板ホルダ (2 0 2) 及び / 又は前記センサホルダ (2 0 6) の位置情報を表す第 2 の信号を提供するように構成されており、

前記第 2 のエンコーダヘッド (9 2 0) は、複数のエンコーダヘッド、容量センサ、及び / 又は、干渉計センサを含むエンコーダヘッドシステムである、請求項 7 又は 8 に記載の露光装置。

【請求項 1 0】

前記露光の動作に関連した所望の計算を実施すること、複数の信号を処理すること、アルゴリズムを実行すること、前記第 2 の基板ホルダ (2 0 2) の位置を制御すること、空間像の光学特性を制御すること、及び / 又は、前記単一の投影システム (P S) の光学特性を制御すること、を行うように構成される制御ユニットを備え、

前記単一の投影システム (P S) は、鏡筒と、光学要素と、前記光学要素を保持するように構成されたレンズホルダと、を備え、

前記制御ユニットは、詳細な歪みマップ及び / 又は統合歪みマップに基づいて、前記第

10

20

30

40

50

2の基板ホルダ(202)の位置、前記空間像の光学特性、前記単一の投影システム(PS)の光学特性、及び/又は、前記鏡筒に対する前記光学要素の位置及び/又は向き、を制御することにより、フィールド内オーバーレイエラー及び/又はフィールド間オーバーレイエラーを補償する、請求項7から9の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項11】

前記単一の投影システム(PS)と、前記第2の基板ホルダ(202)、前記基板(W)及び前記センサホルダ(206)の少なくとも一つと、の間に画定される空間に、液浸液を供給して閉じ込めるように構成された液体ハンドリングシステムを備える、請求項7から10の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項12】

前記第2の基板ホルダ(202)及び前記センサホルダ(206)は、前記基板(W)の露光前及び/又は露光後に一体となって動くように構成されている、請求項1から11の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項13】

前記露光装置は、前記基板(W)が前記第2の基板ホルダ(202)によって保持されているときに、前記第1の基板ホルダ(702)上に第2の基板(W2L1)を保持するように構成されている、請求項1から12の何れか一項に記載の露光装置。

【請求項14】

前記第1のアライメントシステムは、前記第2の基板ホルダ(202)によって保持された前記基板(W)の露光中に、前記第2の基板(W2L1)の基板アライメントマーク(P1, P2)の位置を測定するように構成されている、請求項13に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0001】

[001] この出願は、2017年2月3日付けでなされた第1の欧州出願第17154551.0号、2017年5月2日付けでなされた第2の欧州出願第17169025.8号、2017年9月29日付けでなされた第3の欧州出願第17193990.3号及び2017年11月10日付けでなされた第4の欧州出願第17201092.8号に基づく優先権を主張する。これらの欧州出願の全体は、参照によりこの出願に組み込まれる。

【技術分野】

【0002】

[002] 本発明は露光装置に関する。

【背景技術】

【0003】

[003] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板に、通常は基板のターゲット部分に適用する機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路(IC)の製造に使用可能である。このような場合、代替的にマスク又はレチクルとも呼ばれるパターンングデバイスを使用して、ICの個々の層上に形成すべき回路パターンを生成することができる。このパターンを、基板(例えばシリコンウェーハ)上のターゲット部分(例えば1つ又は幾つかのダイの一部を含む)に転写することができる。パターンの転写は通常、基板に設けた放射感応性材料(レジスト)の層への結像により行われる。一般的に、1枚の基板は、順次パターンが付与される隣接したターゲット部分のネットワークを含んでいる。従来のリソグラフィ装置は、パターン全体をターゲット部分に1回で露光することによって各ターゲット部分が照射される、いわゆるステッパと、基板を所与の方向(「スキャン」方向)と平行あるいは逆平行に同期的にスキャンしながら、パターンを所与の方向(「スキャン」方向)に放射ビームでスキャンすることにより、各ターゲット部分が照射される、いわゆるスキャナとを含む。放射ビームを照射することによって基板上に所望のパターンを適用するリソグラフィ装置は、露光装置とも呼ばれる。露光装置は、ステッパ又はスキャナであってもよい。露光装置は、パターンを基板上にインプリントすることによって、パターンングデバイスから基板にパターンを転写することも可能である。パターンを基板上

にインプリントすることによって基板に所望のパターンを適用するリソグラフィ装置を、インプリントタイプのリソグラフィ装置と称することができる。基板のターゲット部分にパターン全体を1回でインプリントするインプリントタイプのリソグラフィ装置を、インプリントタイプのステッパと称してもよい。

【0004】

[004] IC1個当たりの生産コストを削減する傾向がある。IC1個当たりの生産コストを削減するため、既知のリソグラフィ装置は、露光プロセスすなわち基板上的のパターンの露光を、できる限り高速にかつできる限り多回数実行するように設計されている。露光プロセスをできる限り多回数とするため、米国特許第5,677,758号に記載されているように、リソグラフィ装置は複数の基板ステージを有することがある。1つの基板ステージ上で基板を露光している間に、第2の基板ステージ上に第2の基板をロードし、アンロードし、又は位置合わせする。前者の基板の(全ターゲット部分の)露光終了後、この基板ステージを投影システム外へ移動させると共に、他方の基板ステージを投影システムの下に移動させる。この間、リソグラフィ装置は露光プロセスを実行していない(つまり、露光プロセスを中断する)中断期間があるが、これは短時間である。

【発明の概要】

【0005】

[005] 露光プロセスが中断されるのは短時間であるものの、更にIC1個当たりの生産コストを削減するように(IC生成の為に)基板を露光することが要望されている。一般に、スループット及び/又は稼働時間が改善された場合、リソグラフィ装置の総生産性は向上される。ICの製造では、基板に転写されるパターンの良好な結像品質が要求されることが多い。基板の測定精度が向上すると、結像品質が高くなる。しかしながら、基板の測定精度の向上が測定時間を延長することによって達成される場合、この測定時間の延長は総生産性を低下させる。換言すると、既知のリソグラフィ装置において、総生産性と結像品質との間にはトレードオフが存在し得る。

【0006】

[006] そのようなトレードオフは、例えばPCT出願公報WO2007/097466A1号に記載された露光装置によって行われるウェーハアライメント動作の間に認識(観測)される。このPCT公報に記載されている露光装置は、単数のウェーハステージと、第1の方向に沿って(例えばx軸又はステップ方向に沿って)直線上に並んだ5個のアライメントセンサを備える単数のウェーハアライメントシステムと、を備えている。このPCT公報に記載されているようにウェーハアライメント動作が実行される場合、第1の方向に垂直な方向である第2の方向のみに沿って(例えばy軸又はスキャン方向に沿って)ウェーハステージを移動させながら、単数の(マルチセンサ)ウェーハアライメントシステムによって16個のアライメントマークを測定できる。しかしながら、この構成においてウェーハアライメント動作が異なる方法で実行される場合、例えば以下のケースでは、より長い測定時間が必要となり得る。すなわち、(1)結像品質の向上を可能とするため、基板上のより多くのアライメントマークを測定する必要がある場合、及び/又は(2)測定対象の基板上のアライメントマークの少なくとも1つ(例えば16個のアライメントマークのうち1つ)が、5個のアライメントセンサのうち何れの検出エリアにも入らないために(すなわち、検出エリアの外に位置しているために)、ウェーハステージを第2の方向に沿ってだけでなく第1の方向にも沿って(すなわち、y軸に沿ってだけでなくx軸にも沿って)移動させる必要がある場合、である。

【0007】

[007] 一般に、単数のウェーハステージを備える露光装置では、ウェーハアライメント動作に要する(露光前の)時間は純粋なオーバーヘッド時間であり、露光装置のスループット性能を直接低下させる。2つのウェーハステージ及び単数のウェーハアライメントシステムを備える露光装置においても、ウェーハアライメント動作に要する時間が露光に要する時間よりも長い場合、スループット性能は低下する。一般に、露光装置の総生産性は、ある特定の稼働時間性能に対するスループット性能に比例する。従って、単数のウェー

10

20

30

40

50

ハステージ及び単数のウェーハアライメントシステムを備える露光装置では、総生産性と結像品質との間にトレードオフが認められる。また、2つのウェーハステージ及び単数のウェーハアライメントシステムを備える露光装置では、ある特定の高い結像品質要求を満たすために、基板上のより多くのアライメントマークを測定する必要がある場合、総生産性と結像品質との間にトレードオフが存在し得る。

【0008】

[008] 従って、例えば、総生産性を低下させることなく結像品質の向上を達成できるリソグラフィ装置を提供することが望ましい。換言すると、例えば、総生産性の向上を達成しながら、同時に、ICの製造に必要な結像品質を充足できるリソグラフィ装置を提供することが望ましい。

10

【0009】

[009] これに加えて又はこの代わりに、例えば、所望の又は利用可能な基板サイズは製造されるICのタイプに応じて異なる可能性があるので、異なる基板サイズに柔軟かつ効率的に対応できるリソグラフィ装置を提供することが望ましい。これに加えて又はこの代わりに、例えば、所望の又は利用可能な基板のタイプは製造されるICのタイプに応じて異なる可能性があるので、異なる材料から作製される異なるタイプの基板に柔軟かつ効率的に対応できるリソグラフィ装置を提供することが望ましい。

【0010】

[0010] これに加えて又はこの代わりに、例えば、より低費用（すなわち、より低い製品価格）でありながら、ある特定タイプのICの製造において必要な総生産性及び結像品質を同時に充足できるリソグラフィ装置を提供することが望ましい。換言すると、露光装置の総生産性と露光装置の製品価格の間にはトレードオフが存在し得る。従って、例えば、所有コスト（CoO: Cost of Ownership）を改善しながら、ある特定タイプのICの製造に必要な総生産性及び結像品質を同時に充足できるリソグラフィ装置を提供することが望ましい。所有コスト（CoO）に対するリソグラフィ装置の寄与分は、例えば、Proc. of SPIE Vol. 5751, pp. 964-975 (2005)、又はProc. of SPIE Vol. 7271 72710Y (2009)に記載されているように推定できる。これらの文献は、異なる結像品質要求（例えば、それぞれ90nmノードや22nmノード）に対する所有コスト（CoO）計算の例として認識されてもよい。

20

30

【0011】

[011] これに加えて又はこの代わりに、実際、ICの製造には通常、多数の露光装置及び幾つかの他のタイプの装置が必要である。従って、多数の露光装置の総所有コスト（TCO: Total Cost of Ownership）及び／又はICの製造に必要な全てのタイプの装置及びプロセスの総所有コスト（TCO）を改善することが望ましい。

【0012】

[012] 換言すると、露光装置の総生産性、結像品質、及び（例えば設置面積、製品価格、所有コスト（CoO）、及び／又は総所有コスト（TCO）の観点から認識され得る）経済性の間にはトリレンマが存在し得る。この文脈において、上述の様々なトレードオフの他に、露光装置の総生産性と設置面積（及び／又は製品価格）の間にもトレードオフが存在し得る。例えば、PCT出願公報WO2007/055237A1号に記載されている露光装置は、2つの照明システム、2つのマスクステージ、2つの投影システム、及び2つの基板ステージを備えている。このような露光装置の製品価格及び設置面積は、単数の照明システム、単数のマスクステージ、単数の投影システム、及び単数の基板ステージを備えた従来の露光装置2台分と同様である。更に、光学コンポーネント（照明システム及び投影システム等）の数が2倍であるので、結像品質を低下させ得るこれらの光学コンポーネントの様々な問題も倍増する。換言すると、従来の露光装置を複数台連結したものと同等又は同様の、そのような露光装置においても、総生産性と結像品質との間のトレードオフが認められる。従って、そのような露光装置は経済的でなく、露光装置の総生産

40

50

性、結像品質、及び経済性のトリレンマに対する解決策とはならない。

【 0 0 1 3 】

[013] 本発明の一態様によれば、基板ホルダと、センサホルダと、移動器と、を備える露光装置が提供される。基板ホルダは基板を保持するためのものである。センサホルダはセンサを保持するためのものである。移動器は基板ホルダを移動させるためのものである。移動器は、第1の状態においてセンサホルダと結合してセンサホルダを移動させるように構成されている。移動器は、第2の状態においてセンサホルダから分離して、センサホルダを移動させることなく移動するように構成されている。

【 0 0 1 4 】

[014] 本発明の別の態様によれば、基板を保持するための基板ホルダと、センサを保持するためのセンサホルダと、基板ホルダを移動させるために構成された移動器と、基板上に放射ビームを与えるように構成された投影システムと、を備える露光装置が提供される。露光中、センサホルダが移動器から分離されている場合、投影システムは放射ビームを基板に与える。センサが投影システム又は放射ビームの特性を測定する場合、移動器はセンサホルダと結合する。

【 0 0 1 5 】

[015] 本発明の別の態様によれば、第1の基板を保持するための第1の基板ホルダと、第2の基板を保持するための第2の基板ホルダと、第1の基板を露光ビームで露光するための投影システムと、第2の基板の測定情報を与えるように構成された測定デバイスと、第1の基板の測定情報を与えるように構成された追加的な測定デバイスと、を備える露光装置が提供される。追加的な測定デバイスは、測定デバイスよりも投影システムに近い。

【 0 0 1 6 】

[016] 本発明の別の態様によれば、基板を保持するように構成された第1の基板ホルダと、基板を保持するように構成された第2の基板ホルダと、センサを保持するように構成されたセンサホルダと、基板を露光ビームで露光するように構成された投影システムと、基板の測定情報を与えるように構成された測定デバイスと、基板の追加的な測定情報を与えるように構成された追加的な測定デバイスと、を備える露光装置が提供される。センサは、露光ビーム及び/又は投影システムの特性を測定するように構成されている。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

[0017] 対応する参照符号が対応する部分を示す添付の概略図を参照しながら以下に本発明の実施形態について説明するが、これは単に例示としてのものに過ぎない。

【図1】本発明に従った一実施形態を示す。

【図2】本発明に従った別の実施形態を上面図で示す。

【図3】本発明に従った別の実施形態を側面図で示す。

【図4】本発明に従った露光装置を第1の状態を示す。

【図5】本発明に従った露光装置を第2の状態を示す。

【図6】本発明に従った露光装置を第3の状態を示す。

【図7】本発明に従った更に別の実施形態を示す。

【図8】本発明に従った別の実施形態を示す。

【図9】本発明に従った更に別の実施形態を側面図で示す。

【図10A】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【図10B】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【図10C】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【図10D】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【図10E】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【図10F】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【図10G】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【図10H】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【図10I】図9の実施形態を動作させる方法を上面図で示す。

【発明を実施するための形態】

【0018】

【018】 図1は、本発明の一実施形態によるリソグラフィ装置を概略的に示す。リソグラフィ装置は、照明システムIL、支持構造MT、基板テーブルWT及び投影システムPSを備える。照明システムILは、放射ビームBを調整するように構成される。支持構造MTは、パターニングデバイスMAを支持するように構成され、特定のパラメータに従ってパターニングデバイスMAを正確に位置決めするように構成された第1の位置決めデバイスPMに接続される。基板テーブルWTは、基板W、例えばレジストコートウェーハを保持するように構成され、所定のパラメータに従って基板Wを正確に位置決めするように構成された第2のポジショナPWに接続される。投影システムPSは、パターニングデバイスMAによって放射ビームBに与えられたパターンを、基板Wのターゲット部分C（例えば、1つ以上のダイを含む）に投影するように構成される。

10

【0019】

【019】 照明システムILは、放射を誘導し、整形し、又は制御するための、屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型、又はその他のタイプの光学コンポーネント、あるいはそれらの任意の組み合わせなどの様々なタイプの光学コンポーネントを含むことができる。

【0020】

【020】 イルミネータILは放射源SOから放射ビームBを受ける。放射源SOとリソグラフィ装置とは、例えば放射源SOがエキシマレーザである場合に、別々の構成要素であってもよい。このような場合、放射源SOはリソグラフィ装置の一部を形成すると見なされず、放射ビームBは、例えば適切な誘導ミラー及び/又はビームエクspandaなどを備えるビームデリバリシステムBDの助けにより、放射源SOからイルミネータILへと渡される。他の事例では、例えば放射源SOが水銀ランプの場合は、放射源SOがリソグラフィ装置の一体部分であってもよい。放射源SO及びイルミネータILは、必要に応じてビームデリバリシステムBDとともに放射システムと呼ぶことができる。

20

【0021】

【021】 照明システムILは、放射ビームの角度強度分布を調整するように設定されたアジャスタADを備えていてもよい。通常、照明システムILの瞳面における強度分布の外側及び/又は内側半径範囲（一般にそれぞれ、outer及びinnerと呼ばれる）を調節することができる。また、照明システムILは、インテグレートIN及びコンデンサCOなどの他の種々のコンポーネントを備えていてもよい。照明システムILを用いて放射ビームBを調節し、その断面にわたって所望の均一性と強度分布とが得られるようにしてもよい。

30

【0022】

【022】 本明細書において使用する「放射ビーム」という用語は、紫外線（UV）放射（例えば365nm、355nm、248nm、193nm、157nm、もしくは126nmの波長又はこれら付近の波長を有する）、及び極端紫外線（EUV）放射（例えば5~20nmの範囲内の波長を有する、又は13.5nmもしくは6.7nmの波長もしくはこれら付近の波長を有する）を含む、あらゆるタイプの電磁放射を包含すると共に、イオンビーム又は電子ビーム等の粒子ビームも包含する。放射ビームは、例えば水銀ランプによって与えられるスペクトル線、すなわちg線（436nm又はこの付近の波長を有する）、及び/又はh線（405nm又はこの付近の波長を有する）等、可視光を含み得る。可視光は、単数のLED（発光ダイオード）、又は複数のLEDの組み合わせによって与えられ得る。単数のLED又は複数のLEDの組み合わせは、UV放射、可視光、及び/又は赤外線放射を与えることができる。

40

【0023】

【023】 支持構造MTは、パターニングデバイスMAを支持、すなわちその重量を支えている。支持構造MTは、パターニングデバイスMAの方向、リソグラフィ装置の設計等の条件、例えばパターニングデバイスMAが真空環境で保持されているか否かに応じた方法で、パターニングデバイスMAを保持する。支持構造MTは、パターニングデバイスMA

50

を保持するために、機械的、真空、静電気等のクランプ技術を使用することができる。支持構造MTは、例えばフレーム又はテーブルでよく、必要に応じて固定式又は可動式でよい。支持構造MTは、パターンングデバイスMAが例えば投影システムPSなどに対して確実に所望の位置にくるようにできる。更に、支持構造MTは、パターンングデバイスMAを能動的に曲げることを可能にするパターンングデバイスホルダ、機構及び/又はステージ本体を備えることができる。パターンングデバイスMAを能動的に曲げることによって、パターンングデバイスMAの曲率を制御することができる。そのような支持構造MTは、米国特許出願公報US 2013/0250271 A1号及びUS 2016/0011525 A1号に開示されている。これらは引用により本願にも含まれるものとする。

【0024】

10

[024] 本明細書において使用する「パターンングデバイス」という用語は、基板Wのターゲット部分Cにパターンを生成するように、放射ビームの断面にパターンを付与するために使用し得る任意のデバイスを指すものとして広義に解釈されるべきである。ここで、放射ビームBに付与されるパターンは、例えばパターンが位相シフトフィーチャ又はいわゆるアシストフィーチャを含む場合、基板Wのターゲット部分Cにおける所望のパターンに正確には対応しないことがある点に留意されたい。一般的に、放射ビームBに付与されるパターンは、集積回路などのターゲット部分Cに生成されるデバイスの特定の機能層に相当する。

【0025】

20

[025] パターンングデバイスMAは、透過性又は反射性であってもよい。パターンングデバイスの例には、マスク、プログラマブルミラーアレイ、及びプログラマブルLCDパネルが含まれる。パターンングデバイスMAは、マスク又はレチクルと呼ぶことができる。空間像（すなわち、基板W上に投影されたパターンの空間像）の光学特性は、透過マスク、透過レチクル、又は反射マスクを能動的に曲げることによって制御することができる。パターンングデバイスの例には、マスク、プログラマブルミラーアレイ、及びプログラマブルLCDパネルがある。マスクはリソグラフィにおいて周知のものであり、これには、バイナリマスク、レベンソン型(alternating)位相シフトマスク、ハーフトーン型(attenuated)位相シフトマスクのようなマスクタイプ、更には様々なハイブリッドマスクタイプも含まれる。プログラマブルミラーアレイの一例として、小型ミラーのマトリクス配列を使用し、ミラーは各々、入射する放射ビームを異なる方向に反射するよう個々に傾斜することができる。傾斜したミラーは、ミラーマトリクスによって反射する放射ビームにパターンを与える。

30

【0026】

[026] 本明細書において使用する「投影システム」という用語は、例えば使用する露光放射、又は液浸液の使用や真空の使用などの他の要因に合わせて適宜、例えば屈折光学システム、反射光学システム、反射屈折光学システム、磁気光学システム、電磁気光学システム及び静電気光学システム、又はその任意の組み合わせを含む任意のタイプの投影システムを網羅するものとして広義に解釈されるべきである。

【0027】

40

[027] 本明細書で示すように、リソグラフィ装置は透過タイプである（例えば透過マスクを使用する）。あるいは、リソグラフィ装置は反射タイプでもよい（例えば上記で言及したようなタイプのプログラマブルミラーアレイを使用する、又は反射マスクを使用する）。

【0028】

[028] リソグラフィ装置は、2つ（デュアルステージ）又はそれ以上の基板テーブル（及び/又は2つ以上のマスクテーブル）を有するタイプでよい。このような「マルチステージ」機械においては、追加のテーブルを並行して使用するか、1つ以上の他のテーブルを露光に使用している間に1つ以上のテーブルで予備工程を実行することができる。基板Wを保持する代わりに、少なくとも1つのセンサを保持するように追加のテーブルを配置してもよい。少なくとも1つのセンサは、投影システムPSの特性を測定するセンサ、又

50

は露光放射の特性を測定するセンサ、センサに対するパターニングデバイスMA上のマーカの位置を検出するセンサ、又は他のタイプのセンサであってもよい。追加のテーブルは、例えば投影システムPSの一部又はリソグラフィ装置の他の部分を洗浄するための洗浄デバイスを含むことができる。

【0029】

[029] リソグラフィ装置は、投影システムPSと基板Wとの間の空間を充填するように、基板Wの少なくとも一部が相対的に高い屈折率を有する液体、例えば水によって覆えるタイプでもよい。リソグラフィ装置内の他の空間、例えばパターニングデバイスMAと投影システムPSとの間に液浸液を印加することもできる。液浸技術は、投影システムの開口数を増やすための分野では周知である。本明細書で使用する「液浸」という用語は、基板などの構造を液体に沈めなければならないという意味ではなく、露光中に投影システムPSと基板Wとの間に液体が存在するというほどの意味である。

10

【0030】

[030] 放射ビームBは、支持構造MT上に保持されたパターニングデバイスMAに入射し、パターニングデバイスMAによってパターン形成される。支持構造MTを横断した放射ビームBは、投影システムPSを通過し、投影システムPSは、ビームを基板Wのターゲット部分C上に合焦させる。基板Wを露光するため用いられる放射ビームBを、露光ビームと呼ぶこともある。第2のポジショナPW及び位置センサIF（例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダ又は容量センサ）の助けにより、基板テーブルWTを、例えば様々なターゲット部分Cを放射ビームBの経路に位置決めするように正確に移動できる。同様に、第1のポジショナPMと別の位置センサ（図1には明示されていない）を用いて、マスキングライブラリからの機械的な取り出し後又はスキャン中などに放射ビームBの経路に対してパターニングデバイスMAを正確に位置決めできる。一般に、支持構造MTの移動は、第1のポジショナPMの一部を形成するロングストロークモジュール及びショートストロークモジュールを用いて実現することができる。ロングストロークモジュールは、限られた精度（粗動位置決め）で広い範囲にわたって支持構造MTを移動させ、一方で、ショートストロークモジュールは、ロングストロークモジュールに対して小さな範囲にわたって高精度（微動位置決め）で支持構造MTを移動させる。同様に、基板テーブルWTの移動も、第2のポジショナPWの一部を形成するロングストロークモジュールとショートストロークモジュールとを使って実現することができる。ステッパの場合（スキャナとは対照的に）、支持構造MTは、ショートストロークアクチュエータのみに結合されていてもよく、又は固定されていてもよい。

20

30

【0031】

[031] パターニングデバイスMA及び基板Wは、マスクアライメントマークM1、M2と、基板アライメントマークP1、P2と、を用いて位置合わせすることができる。図示の基板アライメントマークP1、P2は専用のターゲット部分を占めるが、ターゲット部分Cの間の空間に配置してもよい。基板アライメントマークP1、P2は、それらがターゲット部分Cの間の空間に配置される時、スクライブラインアライメントマークとして知られている。同様に、複数のダイがパターニングデバイスMA上に提供されている場合、マスクアライメントマークは、ダイとダイの間に置かれてもよい。

40

【0032】

[032] 図示の装置は、以下のモードのうち少なくとも1つにて使用可能である。

【0033】

[033] 第1のモード、ステップモードでは、支持構造MT及び基板テーブルWTは、基本的に静止状態に維持される一方、放射ビームBに与えたパターン全体が1回でターゲット部分Cに投影される（すなわち単一静的露光）。次に、別のターゲット部分Cを露光できるように、基板テーブルWTがX方向及び/又はY方向に移動される。ステップモードでは、露光フィールドの最大サイズによって、単一静的露光で像が形成されるターゲット部分Cのサイズが制限される。

【0034】

50

[034] 第2のモード、スキャンモードでは、支持構造MT及び基板テーブルWTは同期的にスキャンされる一方、放射ビームBに与えられるパターンがターゲット部分Cに投影される（すなわち単一動的露光）。支持構造MTに対する基板テーブルWTの速度及び方向は、投影システムPSの倍率（拡大率・縮小率）及び像反転特性によって求めることができる。スキャンモードでは、露光フィールドの最大サイズによって、単一動的露光におけるターゲット部分の（非スキャン方向における）幅が制限され、スキャン動作の長さによってターゲット部分の（スキャン方向における）高さが決まる。

【0035】

[035] 第3のモードでは、支持構造MTはプログラマブル・パターニング・デバイスMAを保持して基本的に静止状態に維持され、基板テーブルWTを移動又はスキャンさせながら、放射ビームBに与えられたパターンをターゲット部分Cに投影する。このモードでは、一般にパルス状放射源を使用して、基板テーブルWTを移動させるごとに、又はスキャン中に連続する放射パルスの中で、プログラマブル・パターニング・デバイスを必要に応じて更新する。この動作モードは、以上で言及したようなタイプのプログラマブルミラーアレイなどのプログラマブル・パターニング・デバイスを使用するマスクレス・リソグラフィに容易に利用できる。この動作モードは、eビーム（電子ビーム）リソグラフィにも容易に適用することができる。

【0036】

[036] リソグラフィ装置は更に、記載されるアクチュエータ及びセンサを制御する制御ユニットを含む。制御ユニットは、リソグラフィ装置の動作に関連した所望の計算を実施するための信号処理及びデータ処理の能力も含む。実際には、制御ユニットは多くのサブユニットから成るシステムとして実現される。各サブユニットは、リソグラフィ装置内のコンポーネントのリアルタイムのデータ取得、処理、及び制御を扱うことができる。例えば、或るサブユニットを第2のポジションPWのサーボ制御に専用とすることができる。別のサブユニットが、ショートストロークモジュール及びロングストロークモジュール、又は異なる軸を扱ってもよい。別のサブユニットを位置センサIFの読み出しに専用とすることも可能である。リソグラフィ装置の全体的な制御は、中央処理ユニットによって制御することができる。中央処理ユニットは、これらのサブユニットと、更にはリソグラフィ製造プロセスに関与するオペレータ及び他の装置と、通信を行うことができる。

【0037】

[037] 上述した使用モードの組み合わせ及び/又は変形、又は全く異なる使用モードも利用できる。

【0038】

[038] 基板Wは、シリコン（Si）ウェーハ、炭化ケイ素（SiC）ウェーハ、サファイアウェーハ、窒化ガリウム（GaN）ウェーハ、GaN層を有するシリコンウェーハであるGaN-on-Siウェーハ、ガリウムリン（GaP）ウェーハ、アンチモン化ガリウム（GaSb）ウェーハ、ゲルマニウム（Ge）ウェーハ、タンタル酸リチウム（LiTa）ウェーハ、ニオブ酸リチウム（LiNb）ウェーハ、ヒ化インジウム（InAs）ウェーハ、リン化インジウム（InP）ウェーハ、又はガラス基板のいずれか1つとすればよい。基板Wは、酸化ガリウムやガリウムヒ素のような他の任意の材料で作製してもよい。或る特定タイプのICを生成するためには、或る特定種類の材料が他の材料よりも基板材料として適切であり得る。基板Wの大きさは、例えば直径が12.5mm、又は50mm、又は100mm、又は150mm、又は200mm、又は300mm、又は450mmなど、ICの生成に適した任意の大きさでよい。基板Wは任意の適切な形状を有し得る。例えば基板Wは、円形、方形、又は矩形とすればよい。基板Wは、例えば6平方インチ（6インチ×6インチ）のマスク、テンプレート、レチクル、テストレチクル、又はダミレチクルの生成に適した任意のサイズを有することができる。基板Wは、例えばG4、G6（例えば約1.5m×1.8mのサイズ）、G8（例えば約2.2m×2.5mのサイズ）、又はG10等のフラットパネルディスプレイ（FPD）の生成に適した任意のサイズを有し得る。複数の基板をFOUP（Front Opening Unified

10

20

30

40

50

P o d) に収容することができる。例えば、25枚のシリコンウェーハをF O U P に収容できる。これらのウェーハをウェーハのロットと呼ぶことがある。第1のF O U P に含まれる基板を第1のロット内の基板と呼ぶことができる。

【0039】

[039] 図1のリソグラフィ装置は露光装置の一例である。露光装置は、露光ビーム（すなわち放射ビームB）で基板Wを露光するための露光デバイスを提供する装置である。基板Wを露光することによって、基板Wにパターンが生成される。露光装置が光学リソグラフィ装置である場合、通常、露光デバイスは投影システムP Sと呼ばれる。一実施形態において、投影システムP Sは、鏡筒及び複数の光学要素（レンズ、プリズム、及び/又はミラー等）を備えている。一実施形態において、投影システムP Sは更に、各光学要素を保持するためのレンズホルダと、位置（例えば垂直方向のすなわちz軸に沿った位置）及び向き（例えばRx方向及びRy方向の傾き）を制御するためのアクチュエータ（圧電要素等）を備えている。本発明の文脈で使用できる投影システムP Sの例は、P C T出願公報（国際公開公報）W O 2 0 0 5 / 0 0 1 5 4 3 A 1号、W O 2 0 0 5 / 0 6 4 3 8 2 A 1号、及びW O 2 0 0 7 / 0 9 1 4 6 3 A 1号に開示されている。これらは引用により本願にも含まれるものとする。

【0040】

[040] 露光装置の別の例は、eビーム装置である。光学リソグラフィ装置とは異なり、eビーム装置は、基板Wにeビーム（電子ビーム）を与えて基板W上にパターンを生成する露光デバイスを有する。そのような露光デバイスを変調装置と称することができる。単数のeビームは複数の電子を含み得る。eビーム装置が複数の露光デバイスを有することによって、又は、複数のeビームを同時に与えるように配置された単数の露光デバイスを有することによって、eビーム装置は、同時に複数のeビームを与えるように構成することができる。この実施形態の文脈で使用できる変調装置の一例が、日本特許出願公報J P 2 0 1 1 - 2 5 8 8 4 2 A号に開示されている。これは引用により本願にも含まれるものとする。

【0041】

[041] 図2は、本発明の第1の実施形態を第1のビュー（例えば、上面図）で示す。図3は、本発明の第1の実施形態を第2のビュー（例えば、側面図）で示す。図2及び図3は、基板ホルダ202、センサホルダ206、及び移動器204を備えた露光装置200の一部を示す。基板ホルダ202は基板Wを保持するように構成されている。センサホルダ206はセンサを保持するように構成されている。移動器204は基板ホルダ202を移動させるように構成されている。基板ホルダ202は、代替的に「基板チャック」又は「ウェーハチャック」とも称することができる。

【0042】

[042] 移動器204は、投影システムP Sに対して基板ホルダ202を移動させるように構成されているので、投影システムP Sから投影された露光ビームは全てのターゲット部分Cを露光することができる。移動器204は、x方向、y方向、及びz方向に移動できる。移動器204及び/又は基板ホルダ202には、移動器204が基板ホルダ202を支持している間に移動器204に対して基板ホルダ202を移動させるためのアクチュエータシステムが設けられている。移動器204は、大きい範囲にわたる不正確な移動用のロングストロークモジュールと見なすことができる。基板ホルダ202は、小さい範囲にわたる正確な移動用のショートストロークモジュールと見なすことができる。基板ホルダ202は、基板テーブルW Tを支持するか、又は基板テーブルW Tと一体化することができる。移動器204には、例えば投影システムP Sのような露光デバイスに対して移動するため平面モータを設けることができる。移動器204は、例えば図2に示すy方向のようなスキャン方向で投影システムP Sに対して移動するように構成され得る。移動器204は、例えば図2に示すx方向のようなスキャン方向に対して垂直な方向で投影システムP Sに対して移動するように構成され得る。スキャン方向に垂直な方向をステップ方向と呼ぶことができる。移動器204は、基板Wが投影システムP Sによって露光されてい

る間にスキャン方向に移動できる。移動器 204 は、基板 W が投影システム P S によって露光されていない時にステップ方向に移動できる。移動器 204 は、スキャン方向及びステップ方向のうち一方において、他方よりも速い加速度及び / 又は速度で移動するように構成できる。平面モータは、移動器 204 上の磁石と、移動器 204 を支持しているベース上のコイルと、を有することができる。そのような平面モータを「移動磁石型平面モータ」と称することができる。あるいは平面モータは、移動器 204 のコイルと、移動器 204 を支持しているベース上の磁石と、を有する。そのような平面モータを「移動コイル型平面モータ」と称することができる。あるいは移動器 204 は、1 つのリニアモータ又は複数のリニアモータを備え得る。これに加えて又はこの代わりに、移動器 204 は、H ドライブ機構に構成することも可能である。換言すると、移動器 204 は、少なくとも 1 つの X リニアモータ（すなわち、主に x 方向に移動するよう構成されたりニアモータ）と、少なくとも 1 つの Y リニアモータ（すなわち、主に y 方向に移動するよう構成されたりニアモータ）と、を備え得る。例えば、H ドライブ機構に構成された移動器 204 は、1 対の Y リニアモータと、固定子が 1 対の Y リニアモータの移動部分に取り付けられた 1 つの X リニアモータと、を備えることができる。

10

【0043】

[043] センサホルダ 206 は、少なくとも 1 つのセンサを保持する。例えばセンサホルダ 206 は 1 つのセンサを有する。若しくは、センサホルダ 206 は複数のセンサを有する。センサは、ドーズ量、収差、均一性などの露光ビームの特性を測定するためのセンサであり得る。センサホルダ 206 は、センサを保持するための追加テーブルを備えるか、又は、この追加テーブルと一体化することも可能である。センサホルダ 206 は、例えば投影システム P S の一部又はリソグラフィ装置の他の任意の部分を洗浄するための洗浄デバイスを備え得る。センサは、投影システム P S によって投影されたパターンの空間像を測定するように構成された空間像測定デバイスを備え得る。

20

【0044】

[044] 一実施形態では、センサホルダ 206 に、センサ及び洗浄デバイスのうち少なくとも一方が設けられている。センサを測定部材と呼んでもよい。一実施形態では、センサホルダ 206 に、照度むらセンサが設けられている。照度むらセンサは、この照度むらセンサのピンホール状受光部で受光された放射ビーム B の照度のむらを検出するように構成されている。一実施形態では、センサホルダ 206 に、空間像測定デバイス等のセンサが設けられている。空間像測定デバイスは、投影システム P S によって投影されたパターンの空間像を測定するように構成されている。一実施形態では、センサホルダ 206 に、波面収差測定デバイス等のセンサが設けられている。波面収差測定デバイスは、引用により本願に含まれる日本特許出願公報 J P 2003 - 100613 A 1 号に記載されている。波面収差測定デバイスは、例えばシャックハルトマン法を用いて波面の収差を測定するように構成されている。そのような波面収差測定デバイスは収差センサとも称することができる。一実施形態では、センサホルダ 206 に、照度モニタ等のセンサが設けられている。照度モニタは、投影システム P S の像面上の放射ビーム B を受光し、投影システム P S により与えられた放射ビーム B の少なくとも 1 つの特性を測定するように構成されている。一実施形態では、波面収差測定デバイス及び / 又は照度モニタはセンサホルダ 206 の上面に配置されている。

30

40

【0045】

[045] 一実施形態では、センサホルダ 206 によって保持されているセンサのうち 1 つは、投影システム P S の収差、投影システム P S の瞳、及び / 又は照明システム I L の偏光性を測定するように構成されている。センサホルダ 206 によって保持されているセンサのうち 1 つが取得した測定データは、露光装置の結像品質を向上させるため、投影システム P S、パターンニングデバイス M A、照明システム I L、及び / 又は放射源 S O の特性の調節又は制御に使用することができる。センサが投影システム P S の収差を測定するように構成されている場合、シミュレーションモデルを用いて、基板 W 上の像（すなわち、基板 W に投影されたパターンの空間像）の歪み（ゆがみ、すなわちディストーション）を

50

予測することができる。これに加えて又はこの代わりに、シミュレーションモデルを用いて、投影システムPSの収差の変化を予測することができる、及び／又は照明システムILの照明瞳の分布を予測することができる。これに加えて又はこの代わりに、シミュレーションモデルを用いて、基板W上に生成されるパターンを予測することができる。これに加えて又はこの代わりに、波面収差測定デバイス及び／又は空間像測定デバイスを用いて、シミュレーションモデルの較正、更新、及び／又は改善を行うことも可能である。シミュレーションモデルの使用は、センサが投影システムPSの収差を測定するよう構成されている場合に限定されない。代替的な実施形態では、（収差センサでなく）均一性センサを用いて、シミュレーションモデルの較正、更新、及び改善を行う。均一性センサは、センサホルダ206によって支持することができる。本発明の文脈で使用できるシミュレーションモデル（又はシミュレーションモデルで用いられるアルゴリズム）の例は、日本特許出願公報JP2013-165134A号、及びJP2014-165291A号、及びPCT出願公報WO2011/102109A1号、WO2014/042044A1号、及びWO2015/182788A1号に開示されている。これらは引用により本願にも含まれるものとする。上述のセンサの例は、センサホルダ206上の方形、円形、及び三角形として概略的に図示されている。一実施形態では、センサの形状は図示するものと異なる場合がある。

【0046】

[046] 一実施形態では、投影システムPSによって投影されたパターンの空間像を測定するように構成された空間像測定デバイスは、検出器、基準プレート、及び／又は光学要素を備えている。基準プレートは、1つの基準マーク及び／又は1対の空間像測定スリットパターンを備えている。空間像測定デバイスは複数の基準プレートを含み得る。一実施形態では、空間像測定デバイスの全ての部分がセンサホルダ206上に設けられている。あるいは、空間像測定デバイスの一部のみ、例えば検出器のみをセンサホルダ206上に設けてもよい。この代わりに又はこれに加えて、空間像測定デバイスの一部、例えば基準プレートを基板ホルダ202上に設けてもよい。あるいは、空間像測定デバイスは、引用により本願に含まれる日本特許出願公報JP2007-189180A号に開示されているようなダミーウェーハ上に設けてもよい。このようなダミーウェーハは、基板Wの代わりに基板ホルダ202上にロードすることができる。

【0047】

[047] 露光装置200は、センサホルダ206を移動器204に提供するため、センサホルダ206を移動器204から取り外すため、センサホルダ206を支持するため、及び／又はセンサホルダ206を移動するため、の交換機構208を備えることができる。

【0048】

[048] 図4は第1の状態の露光装置200を示す。移動器204は、第1の状態においてセンサホルダ206と結合してセンサホルダ206を移動させるように構成されている。移動器204及びセンサホルダ206が相互に結合している場合、移動器204の移動によってセンサホルダ206を移動させることができる。移動器204は、センサホルダ206を投影システムPSに対して移動させるので、センサホルダ206の様々な部分が投影システムPSの下にあり得る。例えば移動器204は、センサホルダ206を投影システムPSに対して移動させて、センサホルダ206上の複数のセンサを投影システムPSからの露光ビームで露光すること（換言すると、露光ビームの特性をセンサホルダ206上の各センサを使って測定すること）を可能とする。

【0049】

[049] 図4に示すように、基板ホルダ202及びセンサホルダ206は双方とも移動器204によって支持されている。第1の状態では、基板ホルダ202及びセンサホルダ206は、一体となって移動器204に対して移動するように構成することができる。露光装置200に液浸技術が適用される場合、基板ホルダ202とセンサホルダ206が一体となって移動する際に、液浸液を、基板ホルダ202及びセンサホルダ206の一方から他方へと移動させることができる。そのような移動中、基板ホルダ202及びセンサホル

ダ 206 は、相互に接触しているか、又はギャップによって相互に分離している場合がある。このギャップは十分に小さいので、基板ホルダ 202 及びセンサホルダ 206 が一体となって移動する間、これらの間での液浸液の漏れを制限又は防止することができる。液浸技術を実施する場合、リソグラフィ装置は、投影システム P S と、基板ホルダ 202、基板 W、及びセンサホルダ 206 のうち少なくとも 1 つとの間に画定される空間に、液浸液を供給して閉じ込めるように構成された液体ハンドリングシステムを備えていてもよい。

【0050】

[050] 図 5 は第 2 の状態の露光装置 200 を示す。移動器 204 は、第 2 の状態においてセンサホルダ 206 から分離し、センサホルダ 206 なしで移動するように構成されている。第 2 の状態では、移動器 204 はセンサホルダ 206 なしで移動できる。第 2 の状態では、移動器 204 は基板ホルダ 202 を支持し、センサホルダ 206 を支持しない。センサホルダ 206 は、交換機構 208 によって支持及び / 又は移動される。センサホルダ 206 が交換機構 208 によって投影システム P S の付近に又は投影システム P S に位置付けられている場合、センサホルダ 206 上のセンサは測定を実行できる。交換機構 208 は、センサホルダ 206 を投影システム P S に対して移動させることができるので、センサホルダ 206 の様々な部分を投影システム P S の下に位置付けることができる。移動器 204 が第 2 の状態で移動する場合、移動器 204 はセンサホルダ 206 の質量を移動させない。第 2 の状態では、移動器 204 は、ターゲット部分 C を露光するように、投影システム P S に対して基板ホルダ 202 を移動させることができる。第 2 の状態は露光中であり得る。移動器 204 は、第 2 の状態ではセンサホルダ 206 の質量を移動させる必要がないので、より高速で移動できる。あるいは移動器 204 は、より小型のアクチュエータを利用して所望の加速度を達成できる。移動器 204 がより高速で移動する場合、単位時間当たりに露光できるターゲット部分 C の数が増えるので、1 個のターゲット部分 C 当たりのコストを削減できる。移動器 204 がより小型のアクチュエータを利用する場合、アクチュエータ、冷却システム、増幅器等にかかる費用を抑えられる為、リソグラフィ装置の価格（つまり、露光装置の製品価格）を抑えることができる。

【0051】

[051] 図 6 は第 3 の状態の露光装置 200 を示す。移動器 204 はセンサホルダ 206 を支持している。交換機構 208 は基板ホルダ 202 を支持している。交換機構 208 は、基板ホルダ 202 を基板アンロード位置へ移動させることができる。基板ホルダ 202 が基板アンロード位置にある場合、基板ハンドラが基板ホルダ 202 から基板 W を取り外すことができる。更に、基板アンロード位置で基板ホルダ 202 上に新しい基板 W を配置する（もしくはロードする）ことができる。新しい基板 W は、別の場所、例えば基板ロード位置で基板ホルダ 202 上にロードされてもよい。第 3 の状態では、センサホルダ 206 は、例えば投影システム P S のような露光デバイスの付近に又は露光デバイスに位置付けられ得る。センサホルダ 206 が露光デバイスの付近に又は露光デバイスに位置付けられている場合、センサホルダ 206 上のセンサは測定を実行できる。移動器 204 は、センサホルダ 206 を投影システム P S に対して移動させることができるので、センサホルダ 206 の様々な部分を投影システム P S の下に位置付けることができる。

【0052】

[052] 移動器 204 に対して移動するためのアクチュエータを、センサホルダ 206 に設けることができる。例えばアクチュエータは、移動器 204 に対してセンサホルダ 206 を x 方向又は y 方向に移動させるように構成できる。アクチュエータシステムは、コイルのアレイ及び磁石のアレイを備え得る。コイルのアレイ及び磁石のアレイのうち一方をセンサホルダ 206 上に設けることができる。コイルのアレイ及び磁石のアレイの他方を移動器 204 上に設けることができる。コイルのアレイ及び磁石のアレイは相互に作用して、移動器 204 に対してセンサホルダ 206 を移動させるための駆動力を与え得る。あるいは、アクチュエータには単数の磁石又は単数のコイルが設けられていてもよい。これに加えて、移動器 204 に対するセンサホルダ 206 の位置を決定するため、センサシス

10

20

30

40

50

テムを設けることができる。センサシステムからの信号に基づいてアクチュエータシステムを制御するコントローラを設けることができる。

【 0 0 5 3 】

[053] 図7は本発明の別の実施形態を示す。図7の左部分は、基板ホルダ202を支持している移動器204の側面を示す。基板ホルダ202は、ある特定の直径の基板Wを支持している。この直径は、例えば、12.5mm、又は50mm、又は100mm、又は150mm、又は200mm、又は300mm、又は450mmであり得る。図7の右部分に示すように、露光装置200は、基板Wとは異なる直径を有する追加的な基板W2を保持するように構成されていると有益であり得る。図7の右部分は、追加的な基板ホルダ702を支持している移動器204を示す。追加的な基板ホルダ702は、追加的な基板W2を保持するように構成されている。追加的な基板W2の直径は基板Wの直径よりも大きい。追加的な基板W2の直径は、例えば、12.5mm、又は50mm、又は100mm、又は150mm、又は200mm、又は300mm、又は450mmであり得る。追加的な基板ホルダ702は基板ホルダ202よりも大きい。あるいは、追加的な基板ホルダ702は基板ホルダ202よりも小さくてもよい。追加的な基板ホルダ702に対応するため、移動器204は2つの部分、すなわち左部分706及び右部分704を有することができる。左部分706及び右部分704は、基板ホルダ202及び追加的な基板ホルダ702を共に支持するように構成されている。基板ホルダ202を支持している場合、左部分706及び右部分704は相互に距離710だけ離れている。追加的な基板ホルダ702を支持している場合、左部分706及び右部分704は相互に距離720だけ離れている。追加的な基板ホルダ702が基板ホルダ202よりも大きい場合、距離720は距離710よりも大きいので、追加的な基板ホルダ702を支持するため左部分706と右部分704との間にはより大きい空間がある（つまり、この場合、左部分706と右部分704が、より離れている）。距離710及び720を設定（もしくは調整）する際には、左部分706及び右部分704を手動で調整してもよい。又は、距離710及び720を設定（調整）するためのアクチュエータを移動器204に設けてもよい。アクチュエータは、左部分706及び右部分704を相互に対して移動させるための親ねじ又は圧電アクチュエータ又は他の任意の適切なアクチュエータを含み得る。移動器204は、距離710及び720を表す信号を与えるためのセンサを含み得る。この信号は、距離710及び720を設定（もしくは調整）するためのアクチュエータ用の制御信号として使用できる。

【 0 0 5 4 】

[054] 図7の実施形態は、単一のリソグラフィ装置が異なるサイズの基板を処理できるという利点を提供することができる。IC製造業者は、基板のサイズごとに専用のリソグラフィ装置を購入する必要がなくなり、その代わりに、単一のリソグラフィ装置が異なるサイズの基板を処理するので、リソグラフィ装置が効率的に使用される。リソグラフィ装置に基板ホルダハンドラを設けることができる。リソグラフィ装置に複数の基板ホルダハンドラを設けることも可能である。基板ホルダハンドラは、基板ホルダ202と結合すると共に、基板ホルダ202をリソグラフィ装置から取り外すように構成されている。基板ホルダハンドラは、例えば基板ホルダ202を移動器204上に置くことによって、リソグラフィ装置に基板ホルダ202を加えるよう構成されている。同様に、基板ホルダハンドラは、リソグラフィ装置に別の基板ホルダ212及び/又は追加的な基板ホルダ702を加えるように、及びリソグラフィ装置からこれらを取り外すように構成できる。例えば、交換機構208が基板ホルダハンドラを形成することができる。交換機構208が複数の基板ホルダハンドラを備え、これらの基板ホルダハンドラの各々が独立して制御されることも可能である。IC製造業者が異なるサイズ又はタイプの基板Wを露光したい場合、基板ホルダハンドラは、リソグラフィ装置から使用していた基板ホルダを取り外し、異なるサイズ又はタイプの基板Wに適した別のタイプの基板ホルダに交換することができる。この実施形態では、別の基板ホルダ212は基板ホルダ202と同じサイズを有し得るが、追加的な基板ホルダ702は基板ホルダ202とは異なるサイズを有し得る。この実施

形態では、追加的な基板ホルダ 702 と同じサイズである、もう 1 つの基板ホルダが存在し得る。この実施形態では、IC 製造業者が異なるサイズの基板 W を露光したい場合、基板ホルダ 202 及び別の基板ホルダ 212 を、追加的な基板ホルダ 702、及び、この（追加的な基板ホルダ 702 と同じサイズの）もう 1 つの基板ホルダに交換することができる。基板ホルダハンドラは、ウェーハハンドラに極めて類似し、例えば基板ホルダと係合するためのロボットアーム及び／又はグリッパを含み得る。

【0055】

[055] 左部分 706 及び右部分 704 の各々に、コイルアレイ 740 を設けることができる。コイルアレイ 740 は y 方向に延出し得る。基板ホルダ 202 及び追加的な基板ホルダ 702 に、磁石アレイ 730 を配置することができる。磁石アレイ 730 は y 方向に延出し得る。あるいは、左部分 706 及び右部分 704 の各々に磁石アレイ 730 が設けられ、基板ホルダ 202 及び追加的な基板ホルダ 702 にコイルアレイ 740 が設けられる。磁石アレイ 730 及びコイルアレイ 740 は共に、基板ホルダ 202 及び追加的な基板ホルダ 702 を移動器 204 に対して y 方向に移動させるためのアクチュエータシステムを形成する。アクチュエータシステムは、基板ホルダ 202 及び追加的な基板ホルダ 702 を移動器 204 に対して、1 つ又はいくつかのターゲット部分 C の距離にわたって移動させるように構成できる。この距離は、100 mm 未満、又は 50 mm 未満、又は 20 mm 未満、又は 10 mm 未満、又は 5 mm 未満、又は 2 mm 未満であり得る。この代わりに又はこれに加えて、アクチュエータシステムは、移動器 204 に対して基板ホルダ 202 を x 方向に移動させるように構成できる。x 方向の移動範囲は、y 方向の移動範囲よりも著しく小さい可能性がある。例えばアクチュエータシステムは、移動器 204 に対して基板ホルダ 202 を x 方向に 5 mm 未満の範囲にわたって、例えば 2 mm 未満、例えば 1 mm 未満の範囲で、移動させることができる。左部分 706 及び右部分 704 の各々は U 字形を形成し得る。U 字形は、位置測定システムが延出できる空間を形成し得る。例えば、エンコーダシステムが U 字形の内部に延出する。移動器 204 は、基板ホルダ 202 が磁石アレイ 730 の方向に沿って、すなわち図 7 の y 方向に移動することによって、移動器 204 に対して結合及び分離できるように構成することができる。磁石アレイ 730 及びコイルアレイ 740 の一方は、移動器 204 に対してセンサホルダ 206 を移動させるためのアクチュエータの一部を形成し得る。

【0056】

[056] 移動器 204 はガイドシステムを支持することができる。ガイドシステムは、左部分 706 及び右部分 704 の相対的な x 方向の移動を誘導するように構成できる。例えばガイドシステムは、右部分 704 に対する左部分 706 の x 方向の移動を可能とするガイドレールを備えている。

【0057】

[057] 左部分 706 を誘導するガイドレールに、2 つの端部止め具を設けることができる。一方の端部止め具はガイドレールの一方側に配置できる。左部分 706 が一方の端部止め具に位置付けられている場合、左部分 706 は基板ホルダ 202 を支持するよう設定（調整）できる。他方の端部止め具はガイドレールの他方の側に配置できる。左部分 706 が他方の端部止め具に位置付けられている場合、左部分 706 は追加的な基板ホルダ 702 を支持するよう設定できる。同様に、右部分 704 を誘導するガイドレールに、2 つの端部止め具を設けることも可能である。右部分 704 が一方の端部止め具に位置付けられている場合、右部分 704 は基板ホルダ 202 を支持するよう設定できる。他方の端部止め具はガイドレールの他方の側に配置することができる。右部分 704 が他方の端部止め具に位置付けられている場合、右部分 704 は追加的な基板ホルダ 702 を支持するよう設定できる。

【0058】

[058] 一実施形態では、基板ホルダ 202 は、基板 W 及び追加的な基板 W2 を支持するように構成されている。例えば基板ホルダ 202 に、基板 W 及び追加的な基板 W2 を固定するクランプデバイスを設けることができる。クランプデバイスは、基板 W を固定してい

10

20

30

40

50

る場合、第１のエリア上に、例えば真空力又は静電力のようなクランプ力を与えることができる。クランプデバイスは、追加的な基板W 2を固定している場合、第２のエリア上にクランプ力を与えることができる。第２のエリアは第１のエリアよりも大きくすることができる。第２のエリアは第１のエリアよりも直径を大きくすることができる。

【 0 0 5 9 】

[059] 図 8 は、本発明に従った一実施形態を示す。図 8 の左部分において、移動器 2 0 4 は基板ホルダ 2 0 2 及びセンサホルダ 2 0 6 を支持している。センサホルダ 2 0 6 は、幅 8 0 0、及び、長さ 8 0 2 を有する。長さ 8 0 2 は、基板ホルダ 2 0 2 のサイズと実質的に等しい。例えば、基板ホルダ 2 0 2 のサイズは、ほぼ基板 W の直径である。長さ 8 0 2 は、ほぼ基板 W の直径である。長さ 8 0 2 は、基板ホルダ 2 0 2 のサイズと実質的に等しく、マーカアレイ 8 1 0 を収容するのに十分な長さである。マーカアレイ 8 1 0 は、基板 W の直径とほぼ等しい距離に沿って複数のアライメントマーカを有する（つまり、複数のアライメントマーカがマーカアレイ 8 1 0 に配置されている）。更に、センサホルダ 2 0 6 は、センサ 8 5 0、8 5 2、及び 8 5 4 を保持している。センサ 8 5 0、8 5 2、及び 8 5 4 のうち少なくとも 1 つは、上述した照度むらセンサ、波面収差測定デバイス、又は均一性センサを含み得る。例えば、センサ 8 5 0 は照度むらセンサを含み、センサ 8 5 2 は波面収差測定デバイスを含み、センサ 8 5 4 は均一性センサを含み得る。センサ 8 5 0、8 5 2、及び 8 5 4 の少なくとも 1 つは、センサでなく洗浄デバイスであってもよい。センサ 8 5 0、8 5 2、及び 8 5 4 の少なくとも 1 つは、別のタイプのセンサであってもよい。

【 0 0 6 0 】

[060] 図 8 の右部分に示すように、移動器 2 0 4 は、追加的な基板 W 2 を支持するため基板ホルダ 2 0 2 よりも大きい追加的な基板ホルダ 7 0 2 を支持している。追加的な基板 W 2 は基板 W よりも大きいので、マーカアレイ 8 1 0 は、十分な数のアライメントマーカを適切に配置するのに十分な大きさではない可能性がある。この問題を解決するため、センサホルダ 2 0 6 に追加的なマーカアレイ 8 2 0 が設けられている。追加的なマーカアレイ 8 2 0 はマーカアレイ 8 1 0 よりも大きい（長い）。追加的なマーカアレイ 8 2 0 を支持するため、幅 8 0 0 は、追加的な基板ホルダ 7 0 2 のサイズと実質的に等しい。つまり、追加的な基板ホルダ 7 0 2 が基板ホルダ 2 0 2 よりも大きい場合、幅 8 0 0 は長さ 8 0 2 よりも長い。

【 0 0 6 1 】

[061] 図 8 に示すように、センサホルダ 2 0 6 は、図 8 の左部分では第１の向きを有し、図 8 の右部分では第２の向きを有する。第１の向きでは、センサホルダ 2 0 6 は、水平面に垂直な軸に沿って第１の角度を有する。第１の向きでは、幅 8 0 0 は y 軸に沿うように位置合わせされ、長さ 8 0 2 は x 軸に沿うように位置合わせされている。第１の向きは、z 軸に沿って 0 度の角度として定義できる。第２の向きでは、センサホルダ 2 0 6 は、水平面に垂直な軸に沿って第２の角度を有し、第１の角度は第２の角度とは異なる。第２の向きでは、長さ 8 0 2 は y 軸に沿うように位置合わせされ、幅 8 0 0 は x 軸に沿うように位置合わせされている。第２の向きは、z 軸に沿って 9 0 度の角度として定義できる。一実施形態では、第１の向きでの角度と第２の向きでの角度との差は、9 0 度以外の値、例えば 3 0 度、又は 4 5 度、又は 1 2 0 度、又は 1 8 0 度としてもよい。センサホルダ 2 0 6 の形状は、例えば三角形又は T 字形のように、矩形とは異なってもよい。

【 0 0 6 2 】

[062] 一実施形態では、センサホルダ 2 0 6 は、長さ 8 0 2 及び幅 8 0 0 を有し、第１の向きでのみ基板ホルダ 2 0 2 及び追加的な基板ホルダ 7 0 2 の双方にとって適切な大きさである。あるいは、２つのセンサホルダ 2 0 6 が設けられ、一方のセンサホルダは他方のセンサホルダよりも大きい。

【 0 0 6 3 】

[063] 一実施形態において、センサホルダ 2 0 6 は、基板ホルダ 2 0 2 から放射ビーム（露光ビーム）を受光するように構成されている。例えば、投影システム P S は露光ビー

ムを基板ホルダ 202 に伝搬させる。基板ホルダ 202 を介して、露光ビームの少なくとも一部はセンサホルダ 206 に誘導される。一実施形態では、基板ホルダ 202 はマーカ 830 を備えている。投影システム PS は、マーカ 830 を露光ビームで露光して、マーカ 830 上に像を投影する。露光ビームは、マーカ 830 に投影された像に関する情報を含む。露光ビームがマーカ 830 を介してセンサホルダ 206 に伝搬すると、像に関する情報がセンサホルダ 206 に伝搬する。センサホルダ 206 には、露光ビームを受光すると共にマーカ 830 に投影された像に関する情報を表す信号を与える（生成する）検出器 840 を設けることができる。例えばこの情報は、マーカ 830 上の像の位置、像とマーカ 830 との干渉パターン、マーカ 830 上に投影された像の歪み、又は露光ビームの強度であり得る。検出器 840 に加えて、センサホルダ 206 に少なくとも 1 つの追加の検出器を設けることも可能である。少なくとも 1 つの追加の検出器の 1 つは、検出器 840 が配置されているセンサホルダ 206 の側とは異なるセンサホルダ 206 の側に配置することができる。例えば、検出器 840 を長さ 802 の側に配置し、追加の検出器を幅 800 の側に配置する。センサホルダ 206 が第 2 の向きである場合、追加の検出器は、基板ホルダ 202 又は追加的な基板ホルダ 702 に対向し得る。

10

【0064】

[064] 一実施形態において、マーカ 830 及び検出器 840 は、（投影システム PS によって投影されたパターンの空間像を測定するように構成された）空間像測定デバイスの構成部材であり得る。この文脈において、マーカ 830 は単数もしくは複数の基準プレートを備える。検出器 840 が空間像に関する情報を表す信号を生成する（つまり、空間像測定デバイスが空間像を測定する）のは、基板ホルダ 202 及びセンサホルダ 206 が双方とも移動器 204 によって支持されている時であり得る。検出器 840 が空間像に関する情報を表す信号を生成するのは、基板ホルダ 202 及びセンサホルダ 206 が一体となって移動する時でもよい。

20

【0065】

[065] 一実施形態では、検出器はセンサホルダ 206 上に配置されず、どこか他の場所に配置されて、検出器に対してセンサホルダ 206 が移動できるようになっている。例えば、検出器 840 を移動器 204 上に配置するか、又は検出器 840 を静止フレーム上に配置することができる。この実施形態では、露光ビームを検出器 840 に誘導するための光学コンポーネントをセンサホルダ 206 に設けることができる。

30

【0066】

[066] 図 2 及び図 9 に更に示す通り、露光装置 200 は、例えば投影システム PS である露光デバイス、及び測定デバイス 220 を備えることができる。露光デバイスは、基板 W を露光ビームで露光するように構成されている。測定デバイス 220 は、基板 W の測定情報を与えるように（すなわち、基板 W を測定するように）構成されている。露光デバイス及び測定デバイス 220 は相互に離れている。移動器 204 は、露光デバイス付近にある時に基板ホルダ 202 を支持するよう構成されている。

【0067】

[067] 測定デバイス 220 は、基板 W の測定情報を与えるように（すなわち、基板 W を測定するように）構成された任意の適切なデバイスとすればよい。例えば、測定デバイス 220 は、基板 W の平坦さのような基板 W の高さプロファイルに関する情報を与え得る。高さプロファイルに関する情報を用いて、特定のターゲット部分 C の露光中に基板 W を特定の z 位置に位置決めして、ターゲット部分 C の焦点像を生成することができる。これに加えて又はこの代わりに、測定デバイス 220 は、基板 W の面内変形に関する情報を与えるように構成できる。例えば、測定デバイス 220 は、基板 W 上の基板アライメントマーク P1、P2 の位置に関する情報を与え得る。基板アライメントマーク P1、P2 の位置に関する情報を用いて、基板アライメントマーク P1、P2 の相対的な位置を決定するか、又はこの情報を基準情報と比較することができる。面内変形に関する情報を用いて、特定のターゲット部分 C の露光中に基板 W を特定の x 位置及び y 位置に位置決めして、基板 W の正しい x 位置及び y 位置に像を生成する（すなわち、結像する）ことができる。

40

50

【 0 0 6 8 】

[068] 測定デバイス 2 2 0 は、引用により本願にも含まれるものとする米国特許出願 U S 2 0 0 9 - 0 2 3 3 2 3 4 A 1 号に開示されているような複数のアライメントセンサを備え得る。換言すると、測定デバイス 2 2 0 は、そのような複数のアライメントセンサを有するアライメントシステムを備え得る。あるいは、測定デバイス 2 2 0 が有するアライメントシステムは、単数のアライメントセンサを備えていてもよい。アライメント動作中に単数のアライメントセンサに対して基板 W を移動させて、単数のアライメントセンサに基板アライメントマーカ P 1、P 2 を順次対向させることができる。アライメント動作中、アライメントセンサは、基板アライメントマーカ P 1、P 2 の位置に基づいて、測定情報

10

の一種である位置情報を生成できる。換言すると、アライメントセンサは、基板アライメントマーク P 1、P 2 の位置を測定することができる。これに加えて又はこの代わりに、アライメント動作中、アライメントセンサは、ターゲット部分 C に配置されていることがあるオーバーレイマークの位置に基づく位置情報を生成してもよい。これに加えて又はこの代わりに、アライメント動作中、アライメントセンサは、基板アライメントマーク P 1、P 2 及びオーバーレイマークの双方の位置に基づく位置情報を生成してもよい。換言すると、アライメントセンサは、基板アライメントマーク P 1、P 2 とオーバーレイマークの双方の位置を測定してもよい。

【 0 0 6 9 】

[069] 露光デバイス及び測定デバイス 2 2 0 は相互に離れているので、基板 W が露光デバイスにある場合には基板 W は測定デバイス 2 2 0 に存在せず、その逆もまた同様である。測定デバイス 2 2 0 が測定を実行して測定情報を与える位置から、露光デバイスが基板 W を露光する別の位置まで、基板 W を移動させることができる。一実施形態では、露光デバイス及び測定デバイス 2 2 0 を相互に隣接させることも可能である。例えば、基板 W の 1 つのエッジが測定デバイス 2 2 0 にある場合、基板 W の別のエッジは露光デバイスにある。

20

【 0 0 7 0 】

[070] 一実施形態では、図 2 に見られるように、移動器 2 0 4 は、基板ホルダ 2 0 2 が露光デバイスの付近にある時に基板ホルダ 2 0 2 を支持するように構成されている。静止支持体 2 1 0 は、別の基板ホルダ 2 1 2 が測定デバイス 2 2 0 の付近にある時に、別の基板ホルダ 2 1 2 を支持するために設けられている。別の基板ホルダ 2 1 2 は、基板ホルダ 2 0 2 若しくは追加的な基板ホルダ 7 0 2 と、同一又は同様であり得る。静止支持体 2 1 0 に対して別の基板ホルダ 2 1 2 を移動させるためのアクチュエータシステムを静止支持体 2 1 0 に設けることができる。アクチュエータシステムは、静止支持体 2 1 0 によって支持されている時に別の基板ホルダ 2 1 2 を移動させるように構成された移動デバイス 2 3 0 の一部とすることができる。例えば移動デバイス 2 3 0 は、別の基板ホルダ 2 1 2 を x 方向及び y 方向に移動させるように構成されたロボットアームを含む。移動デバイス 2 3 0 は複数のロボットアームを含み得る。ロボットアームは、別の基板ホルダ 2 1 2 を z 軸に沿って回転させるように構成できる。換言すると、測定デバイス 2 2 0 の動作中に（例えば、アライメント動作中に）、移動デバイス 2 3 0 が別の基板ホルダ 2 1 2 を静止支持体 2 1 0 に対して水平方向に移動させることができる。一実施形態では、別の基板ホルダ 2 1 2 に、磁石アレイ 7 3 0 及びコイルアレイ 7 4 0 の一方が設けられている。この磁石アレイ 7 3 0 及びコイルアレイ 7 4 0 の一方によって、アクチュエータシステムの一部を形成できる。アクチュエータシステムの別の部分は、静止支持体 2 1 0 の上面に配置することができる。例えば、この上面に、磁石のアレイ又はコイルのアレイが設けられている。磁石のアレイ又はコイルのアレイは、x 方向及び y 方向の双方に延出する 2 D アレイに配列することができる。つまり、測定デバイス 2 2 0 の動作中に、別の基板ホルダ 2 1 2 自体に備えられているアクチュエータシステム（若しくはアクチュエータシステムの一部）を用いて、別の基板ホルダ 2 1 2 を静止支持体 2 1 0 に対して（例えば、水平方向に）移動させてもよい。

30

40

【 0 0 7 1 】

10

20

30

40

50

[071] 一実施形態では、交換機構 208 は、別の基板ホルダ 212 を静止支持体 210 から移動器 204 に移すように構成されてもよい。これに加えて又はこの代わりに、交換機構 208 は、基板ホルダ 202 を移動器 204 から静止支持体 210 に移すように構成されてもよい。交換機構 208 は、測定デバイス 220 の動作中、別の基板ホルダ 212 が静止支持体 210 によって支持されている時に、別の基板ホルダ 212 を移動させてもよい。移動デバイス 230 と交換機構 208 は、同様に構成され同様に動作してもよい。移動デバイス 230 と交換機構 208 は、露光装置 200 内の別々の場所において、同時に動作してもよい。例えば、図 2 及び図 3 に見られるように、移動デバイス 230 が別の基板ホルダ 212 を保持（及び／又は、移動）し、交換機構 208 がセンサホルダ 206 を保持（及び／又は、移動）してもよい。

10

【0072】

[072] 静止支持体 210 の上面に、この上面と別の基板ホルダ 212 との間にガス膜を与えるガス出口を設けることができる。ガス膜は、ガスベアリングとして機能して、別の基板ホルダ 212 と上面との物理的接触なしに別の基板ホルダ 212 を支持できる。ガス出口の各々に弁を設けることができる。弁は、別の基板ホルダ 212 がガス出口の付近又は上方にある場合に開放し、別の基板ホルダ 212 がガス出口から離れている場合に閉鎖するよう構成することができる。ガス出口によって与えられるガスは、空気、窒素、又は他の任意の適切なガスを含み得る。

【0073】

[073] 一実施形態では、図 9 に示すように、露光装置 200 に第 1 のエンコーダヘッド 910 及び第 1 のスケール 915 を設けることができる。静止支持体 210 は、第 1 のエンコーダヘッド 910 を保持するためのくぼみを備えている。第 1 のスケール 915 は、別の基板ホルダ 702 の下面に配置されている。第 1 のエンコーダヘッド 910 は、別の基板ホルダ 702 が測定デバイス 220 の付近に又は測定デバイス 220 にある時に第 1 のスケール 915 に対向し、別の基板ホルダ 702 の位置情報を表す第 1 の信号を与える（生成する）ように構成されている。例えば第 1 のエンコーダヘッド 910 は、別の基板ホルダ 702 の、x 軸に沿った位置、及び／又は y 軸に沿った位置、及び／又は z 軸に沿った位置、及び／又は x 軸を中心とする回転、及び／又は y 軸を中心とする回転、及び／又は z 軸を中心とする回転を表す信号を与え（生成し）得る。第 1 のエンコーダヘッド 910 は、複数のエンコーダヘッドを含む、及び／又は、例えば容量センサもしくは干渉計

20

30

【0074】

[074] 第 1 のエンコーダヘッド 910 は、動的アイソレータを介して静止支持体 210 に結合することができる。動的アイソレータは、機械ばね又はダンパを含み得る。機械ばねは、らせんばね又は板ばねとすることができる。ダンパは、粘性ダンパ又は粘弾性ダンパを含み得る。動的アイソレータは、アクチュエータ、センサ、及びコントローラを含み得る。センサは、静止支持体 210 の振動を検出するように構成できる。センサからの入力に基づいて、コントローラは、第 1 のエンコーダヘッド 910 を振動させる静止支持体 210 の振動を防止するようにアクチュエータを制御して作動させることができる。例えばアクチュエータは、圧電アクチュエータ、又はリラクタンسアクチュエータ、又はローレンツアクチュエータである。あるいは、センサ、コントローラ、及びアクチュエータは、静止支持体 210 の振動とは無関係に、第 1 のエンコーダヘッド 910 が基準に対して所望の位置を維持するよう構成することができる。この基準は、測定デバイス 220 又は露光デバイスであり得る。

40

【0075】

[075] 図 9 に示すように、例えば投影システム PS である露光デバイスは、フレーム 940 によって支持されている。一実施形態では、露光デバイスはフレーム 940 に対して

50

移動できる。露光デバイスがフレーム 940 に対して移動できる場合、露光デバイスは露光ビームの経路を変更することができる。例えば、露光デバイスが x 方向に移動できる場合、露光デバイスは露光ビームの経路を x 方向にシフトすることができる。露光ビームの経路をシフトすることによって、基板ホルダ 202 を移動させることなく、基板 W のより大きな部分を露光ビームで露光できる。この代わりに又はこれに加えて、露光ビームの経路を基板ホルダ 202 の移動方向にシフトさせることによって、基板 W の特定の部分をより長い時間期間にわたって露光することができる。露光デバイスは、x 軸、y 軸、又はこれら双方に沿って、フレーム 940 に対して移動可能であり得る。露光デバイスは、圧電アクチュエータ又はローレンツアクチュエータ等のアクチュエータによって移動できる。露光デバイスは、ガイドデバイスによって誘導することができる。ガイドデバイスは、板ばね等の可撓性要素を含み得る。ガイドデバイスは、ガスベアリングを含み得る。この代わりに又はこれに加えて、投影システム PS は、能動的振動分離システム (AVIS: Active Vibration Isolation System) を介してフレーム 940 によって支持することができる。このような AVIS は、ダンパ、ばね、位置センサ、及び / 又はアクチュエータ (ボイスコイルモータ等) を含み得る。一実施形態において、露光デバイスは、垂直方向に (すなわち z 方向に) 沿って、フレーム 940 に対して移動できる。AVIS によって、フレーム 940 と投影システム PS との間に伝搬し得る振動を減衰させることができる。本発明の文脈で使用できる AVIS の一例は、引用により本願にも含まれるものとする日本特許出願公報 JP 2016-194599A 号に開示されている。振動は、リソグラフィ装置の結像品質を低下させる、典型的な望ましくない外乱の 1 つであるので、AVIS によって、総生産性を低下させることなくリソグラフィ装置の結像品質を改善することができる。

【0076】

[076] 一実施形態では、露光装置 200 に、基板 W の追加的な測定情報を与えるように (すなわち、基板 W の追加的な測定を実行するように) 構成された追加的な測定デバイス 950 が設けられている。追加的な測定デバイス 950 は、測定デバイス 220 よりも露光デバイス (例えば投影システム PS) に近い。測定デバイス 220 は、追加的な測定デバイス 950 よりも露光デバイス (例えば投影システム PS) から遠い。追加的な測定デバイス 950 は、測定デバイス 220 と同様のものであり、基板 W に関する同様の情報を与えることができる。例えば、追加的な測定デバイス 950 は測定デバイス 220 と同じタイプのセンサシステムであるが、測定デバイス 220 は、より長い測定時間をかけることによって、追加的な測定デバイス 950 よりも高い精度で基板 W に関する情報を与えることができる。換言すると、追加的な測定デバイス 950 は、より短い測定時間で基板 W の測定を完了する。追加的な測定デバイス 950 は、基板ホルダ 202 が移動器 204 によって支持されている間に基板 W の測定を実行してもよい。

【0077】

[077] 追加的な測定デバイス 950 によって与えられた情報を用いて、露光デバイスの像面に対する基板 W の表面の z 位置を決定できる。追加的な測定デバイス 950 は、例えば基板 W の平坦さのような基板 W の高さプロファイルに関する情報を提供するレベリングセンサシステムを含み得る。レベリングセンサシステムは、自動合焦システムとも称することができる。制御ユニットは、基板 W の高さプロファイルに関する情報と空間像測定システムによって与えられた情報の双方を利用して、基板 W とパターンングデバイス MA との位置関係を決定できる。制御ユニットは、レベリングセンサシステム及び空間像測定システムによって得られた複数の信号を処理して、基板 W とパターンングデバイス MA との位置関係を決定できる。制御ユニットは、引用により本願にも含まれるものとする PCT 出願公報 (国際公開公報) WO 2005/096354A1 号に開示されているように、複数の信号の処理及び / 又はアルゴリズムの実行を行うことができる。

【0078】

[078] レベリングセンサシステムは、放射ビームを与えるための光源を含み得る。放射ビーム (例えば、光) は、基板 W の上面に向かって放射され、基板 W の上面によって反射

10

20

30

40

50

される。この反射光に基づいて、レベリングセンサシステムは、高さプロファイルを表す信号を生成できる。放射ビームに用いられる光源は、複数の波長及び／又は連続スペクトルを持つ光であってもよい。放射ビームは、赤外光、可視光、及び／又はUV光を含み得る。光源は、1つのLED（発光ダイオード）を含むか、又は複数のLEDを含み得る。光源は、オレンジ、赤、緑、シアン、青、及び紫のような様々な色のLEDを有し得る（例えば、630nm、605nm、560nm、505nm、470nm、又は405nmのピーク波長又はこれら付近のピーク波長を有する）。レベリングセンサシステムは、基板Wに傾斜角度で放射ビームを与えることができる。レベリングセンサシステムは、放射ビームが、例えば基板Wを横切るラインに沿って基板Wの大部分に入射するように、放射ビームを与えることができる。

10

【0079】

[079] 追加的な測定デバイス950の情報を用いて、例えばマスクアライメントマークM1、M2のようなパターンングデバイスMAの基準マークの像に対する基板Wのx位置及びy位置を決定できる。これに加えて又はこの代わりに、追加的な測定デバイス950は、基板W上の基板アライメントマークP1、P2の位置に関する情報を与えることができる。換言すると、追加的な測定デバイス950は、基板W上の基板アライメントマークP1、P2の位置を測定できる。基板アライメントマークP1、P2の位置に関する情報を用いて、基板アライメントマークP1、P2の相対的な位置を決定するか、又はこの情報を基準情報と比較することができる。追加的な測定デバイス950は、基板Wの面内変形に関する情報を与えるウェーハアライメントセンサシステムを含み得る。追加的な測定デバイス950は、引用により本願にも含まれるものとする米国特許出願US2009-0233234A1号に開示されているような複数のアライメントセンサを含み得る。換言すると、ウェーハアライメントセンサシステムは、そのような複数のアライメントセンサを備え得る。あるいは、ウェーハアライメントセンサシステムは単数のアライメントセンサを備えていてもよい。面内変形に関する情報を用いて、特定のターゲット部分Cの露光中に基板Wを特定のx位置及びy位置に位置決めして、基板Wの正しいx位置及びy位置に像を生成できる（すなわち、結像できる）。制御ユニットは、基板Wの面内変形に関する情報と空間像測定システムによって与えられた情報の双方を利用して、基板WとパターンングデバイスMAとの位置関係を決定できる。制御ユニットは、ウェーハアライメントセンサシステム及び空間像測定システムによって得られた複数の信号を処理して、基板WとパターンングデバイスMAとの位置関係を決定できる。制御ユニットは、引用により本願にも含まれるものとするPCT出願公報WO2007/097379A1号に開示されているように、複数の信号の処理及び／又はアルゴリズムの実行を行うことができる。

20

30

【0080】

[080] 一実施形態において、露光装置200は、第2のエンコーダヘッド920及び第2のスケール925を備えている。第2のスケール925は、基板ホルダ202の下面に配置されている。第2のエンコーダヘッド920は、第2のスケール925に対向して、基板ホルダ202の位置情報を表す第2の信号を与える（生成する）ように構成されている。第2のエンコーダヘッド920は、基板ホルダ202が（例えば投影システムPSである）露光デバイスの付近に、又は、露光デバイスにある時に、第2のスケール925に対向し基板ホルダ202の位置情報を表す第2の信号を与える（生成する）ように構成されている。例えば第2のエンコーダヘッド920は、基板ホルダ202の、x軸に沿った位置、及び／又はy軸に沿った位置、及び／又はz軸に沿った位置、及び／又はx軸を中心とする回転、及び／又はy軸を中心とする回転、及び／又はz軸を中心とする回転を表す第2の信号を与え（生成し）得る。第2のエンコーダヘッド920は、複数のエンコーダヘッドを含む、及び／又は、例えば容量センサもしくは干渉計センサのようなエンコーダヘッド以外の位置センサを含むエンコーダヘッドシステムとすることができる。そのようなエンコーダヘッドシステムを位置測定装置や位置測定システムと呼ぶこともある。第2のエンコーダヘッド920は、測定アームに搭載することができる。測定アームは、フ

40

50

フレーム 940 に取り付けられ、基板ホルダ 202 の下方に延出し得る。第 2 のエンコーダヘッド 920 は、露光デバイスの光軸に沿って配置することができる。

【0081】

[081] 基板ホルダ 202 及び別の基板ホルダ 702 が位置を交換することにより、第 1 のエンコーダヘッド 910 を第 2 のスケール 925 に対向させると共に第 2 のエンコーダヘッド 920 を第 1 のスケール 915 に対向させることができる。この状態において、第 1 のエンコーダヘッド 910 は、基板ホルダ 202 の位置情報を表す第 1 の信号を与え得る（生成し得る）。この状態において、第 2 のエンコーダヘッド 920 は、別の基板ホルダ 702 の位置情報を表す第 2 の信号を与え得る（生成し得る）。

【0082】

[082] 一実施形態において、露光装置 200 は、第 3 のエンコーダヘッド 930 及び第 3 のスケール 935 を備えている。第 3 のスケール 935 は、センサホルダ 206 の下面に配置されている。第 3 のエンコーダヘッド 930 は、第 3 のスケール 935 に対向して、センサホルダ 206 の位置情報を表す第 3 の信号を与える（生成する）ように構成されている。第 3 のエンコーダヘッド 930 は、センサホルダ 206 が交換機構 208 によって支持されている時に第 3 のスケール 935 に対向し、センサホルダ 206 の位置情報を表す第 3 の信号を与えるように構成されている。例えば第 3 のエンコーダヘッド 930 は、センサホルダ 206 の、x 軸に沿った位置、及び / 又は y 軸に沿った位置、及び / 又は z 軸に沿った位置、及び / 又は x 軸を中心とする回転、及び / 又は y 軸を中心とする回転、及び / 又は z 軸を中心とする回転を表す第 3 の信号を与え得る。第 3 のエンコーダヘッド 930 は、複数のエンコーダヘッドを含む、及び / 又は、例えば容量センサもしくは干渉計センサのようなエンコーダヘッド以外の位置センサを含むエンコーダヘッドシステムとすることができる。そのようなエンコーダヘッドシステムを位置測定装置や位置測定システムと呼ぶこともある。第 3 のエンコーダヘッド 930 は、追加的な測定アームに搭載することができる。追加的な測定アームは、フレーム 940 に取り付けられ、センサホルダ 206 の下方に延出し得る。

【0083】

[083] 一実施形態において、追加的な基板ホルダ 702 は、基板ホルダ 202 と同じサイズを有するか、又は異なるサイズを有することができる。例えば図 3 及び図 9 の実施形態において、単一サイズの基板にのみ対応できるリソグラフィ装置では、別の基板ホルダ 212 及び / 又は追加的な基板ホルダ 702 は基板ホルダ 202 と同一であり得る。この代わりに又はこれに加えて、異なる材料で作製された単一サイズの基板にのみ対応できるリソグラフィ装置では、追加的な基板ホルダ 702 は基板ホルダ 202 と同じサイズを有し得るが、追加的な基板ホルダ 702 は基板ホルダ 202 とは異なる材料で作製され得る。あるいは、図 7 及び図 8 の実施形態において、複数サイズの基板に対応できるリソグラフィ装置では、追加的な基板ホルダ 702 は基板ホルダ 202 とは異なるサイズを有することができる。追加的な基板ホルダ 702 は、基板ホルダ 202 と同じサイズを有する別の基板ホルダ 212 と交換可能である。これに加えて又はこの代わりに、追加的な基板ホルダ 702 は、基板ホルダ 202 上の基板とは異なるタイプの基板 W を保持することができる。例えば、リソグラフィ装置の動作中の特定の時点で追加的な基板ホルダ 702 に基板 W がロードされた場合、基板ホルダ 202 上にはダミーウェーハがロードされ得る。一実施形態において、露光装置 200 は、2 つの基板ホルダ 202 及び 2 つの追加的な基板ホルダ 702 を備えている。2 つの基板ホルダ 202 は同じサイズを有し得る。2 つの追加的な基板ホルダ 702 は、2 つの基板ホルダ 202 と同じサイズを有する場合と、2 つの基板ホルダ 202 よりも大きい場合がある。第 1 の動作モードでは、例えば露光装置 200 の格納位置に 2 つの追加的な基板ホルダ 702 が格納されている間に、露光装置は 2 つの基板ホルダ 202 を用いて基板 W を保持する。第 1 の動作モード中、2 つの追加的な基板ホルダ 702 はアイドル状態（すなわち、不使用状態）を維持し得る。第 2 の動作モードでは、例えば露光装置 200 の格納位置に 2 つの基板ホルダ 202 が格納されている間に、露光装置は 2 つの追加的な基板ホルダ 702 を用いて基板 W を保持する。第 2 の動作

10

20

30

40

50

モード中、２つの基板ホルダ２０２はアイドル状態（すなわち、不使用状態）を維持し得る。

【００８４】

[084] センサホルダ２０６が基板ホルダ２０２の位置をとって、第２のエンコーダヘッド９２０を第３のスケール９３５に対向させることができる。この状態において、第２のエンコーダヘッド９２０は、センサホルダ２０６の位置情報を表す第２の信号を与え得る（生成し得る）。

【００８５】

[085] 一実施形態では、基板ホルダ２０２、センサホルダ２０６、移動器２０４、及び投影システムＰＳを備えた露光装置が提供される。基板ホルダ２０２は、基板Ｗを保持するためのものである。センサホルダ２０６は、センサを保持するためのものである。移動器２０４は、基板ホルダ２０２を移動させるため構成されている。投影システムＰＳは、放射ビームを基板Ｗに与えるように構成されている。露光中、センサホルダ２０６が移動器２０４から分離されている場合、投影システムＰＳは基板Ｗに放射ビームを与える。センサが投影システムＰＳ又は放射ビームの特性を測定する場合、移動器２０４はセンサホルダ２０６と結合することができる。

10

【００８６】

[086] 露光装置は、センサホルダ２０６を移動器２０４に提供するため、及びセンサホルダ２０６を移動器２０４から取り外すための交換機構２０８を備えることができる。

【００８７】

20

[087] 移動器２０４は、追加的な基板Ｗ２を保持するための追加的な基板ホルダ７０２を移動させるように構成できる。追加的な基板Ｗ２のサイズは、基板Ｗのサイズとは異なることがある。露光装置をこのように構成することによって、露光装置は、異なるサイズの基板に柔軟かつ効率的に対応できる。異なるサイズの基板を露光することができる単一の露光装置は、複数の露光装置の各々が特定サイズの基板の露光に専用される場合に比べ、所有コスト（ＣｏＯ）及び／又は総所有コスト（ＴＣＯ）を改善することができる。

【００８８】

[088] センサホルダ２０６は、長さ及び幅を有する。長さは、基板ホルダ２０２のサイズと実質的に等しくすることができる。幅は、追加的な基板ホルダ７０２のサイズと実質的に等しくすることができる。長さ及び幅は相互に異なる場合がある。

30

【００８９】

[089] 移動器２０４は、センサホルダ２０６を第１の向き及び第２の向きで支持するように構成することができる。第１の向きでは、センサホルダ２０６は、水平面に垂直な軸に沿って第１の角度を有する。第２の向きでは、センサホルダ２０６は、水平面に垂直な軸に沿って第２の角度を有する。第１の角度は第２の角度とは異なる。

【００９０】

[090] 移動器は、基板ホルダから分離して、基板ホルダを移動させることなく移動するように構成することができる。

【００９１】

[091] センサホルダ２０６は、基板ホルダ２０２から放射ビームを受光するように構成することができる。基板ホルダ２０２はマーカ（例えば、マーカ８３０）を備え得る。放射ビームは、マーカに投影される像に関する情報を含むことができる。センサホルダ２０６は、放射ビームを検出器（例えば、検出器８４０）に伝搬させるように構成できる。センサホルダ２０６は検出器に対して移動可能とすることができる。

40

【００９２】

[092] 露光装置は、露光デバイス及び測定デバイスを備え得る。露光デバイスは、基板を露光ビームで露光するように構成されている。測定デバイスは、基板Ｗの測定情報を与えるように構成されている。露光デバイス及び測定デバイスは相互に離れている。移動器２０４は、露光デバイスの付近にある時に基板ホルダ２０２を支持するように構成されている。

50

【 0 0 9 3 】

[093] 露光装置は、測定デバイスの付近にある時に基板ホルダ 7 0 2 を支持するように構成された静止支持体 2 1 0 を備え得る。

【 0 0 9 4 】

[094] 露光装置は、第 1 のエンコーダヘッド 9 1 0 及び第 1 のスケール 9 1 5 を備え得る。静止支持体 2 1 0 は、第 1 のエンコーダヘッド 9 1 0 を保持するためのくぼみを含むことができる。第 1 のスケールは、基板ホルダ 7 0 2 の下面に配置されている。第 1 のエンコーダヘッド 9 1 0 は、基板ホルダ 7 0 2 が測定デバイス 2 2 0 の付近にある時に第 1 のスケール 9 1 5 に対向し、基板ホルダ 7 0 2 の位置情報を表す信号を与えるように構成されている。第 1 のエンコーダヘッド 9 1 5 は、動的アイソレータを介して静止支持体 2 1 0 に結合することができる。露光装置は、静止支持体によって支持されている間に基板ホルダを移動させるように構成された移動デバイスを備え得る。露光装置は、露光デバイスを支持するためのフレーム 9 4 0 を備え得る。露光デバイスはフレームに対して移動可能とすることができる。露光装置は、基板 W の追加的な測定情報を与えるように構成された追加的な測定デバイス 9 5 0 を備え得る。追加的な測定デバイス 9 5 0 は、測定デバイスよりも露光デバイスの近くにあり得る。

10

【 0 0 9 5 】

[095] 露光装置は、第 2 のエンコーダヘッド 9 2 0 を含み得る。第 2 のエンコーダヘッド 9 2 0 は、第 2 のスケール 9 2 5 に対向して、基板ホルダ 2 0 2 の位置情報を表す第 2 の信号を与えるように構成されている。

20

【 0 0 9 6 】

[096] 露光装置は、第 3 のエンコーダヘッド 9 3 0 及び第 3 のスケール 9 3 5 を備え得る。第 3 のスケール 9 3 5 は、センサホルダ 2 0 6 の下面に配置されている。第 3 のエンコーダヘッド 9 3 0 は、第 3 のスケール 9 3 5 に対向して、センサホルダ 2 0 6 の位置情報を表す第 3 の信号を与えるように構成されている。

【 0 0 9 7 】

[097] 図 9 のリソグラフィ装置の実施形態は、以下の方法で動作させることができる。以下の方法は、図 1 0 A ~ 図 1 0 I に概略的な上面図で示されている。

30

【 0 0 9 8 】

[098] 図 1 0 A に見られるように、追加的な基板ホルダ 7 0 2 上に、第 1 のロットの第 1 の基板 W 1 L 1 をロードする。第 1 のロットの第 1 の基板 W 1 L 1 を、この実施形態では第 1 の基板 W 1 L 1 とも称する。追加的な基板ホルダ 7 0 2 は、第 1 の基板 W 1 L 1 を測定デバイス 2 2 0 へ移動させる。測定デバイス 2 2 0 は第 1 の基板 W 1 L 1 の測定情報を与える。この測定情報は、第 1 の基板 W 1 L 1 の形状及び位置に関する情報であるウェーハアライメント情報である。測定デバイス 2 2 0 は、詳細なウェーハアライメント情報を与える。この情報は大量の測定に基づき、例えば、多数の基板アライメントマークの相対的な位置の測定、又はこの情報の基準情報との比較に基づく。この実施形態では、ウェーハ上の全ての基板アライメントマーク、例えばウェーハ上の 9 6 個の基板アライメントマークを、測定デバイス 2 2 0 によって測定できる。ウェーハ上の基板アライメントマークは、ウェーハアライメントマークとも称することがある。更に、測定デバイス 2 2 0 が、第 1 の基板 W 1 L 1 上のオーバーレイマークも測定してもよい。詳細なウェーハアライメント情報は、第 1 の基板 W 1 L 1 の表面の大部分（若しくは全体）に関する正確な情報を与える。この時点で、センサホルダ 2 0 6 は投影システム P S の下に位置付けることができ、センサホルダ 2 0 6 上のセンサは、投影システム P S の特性、空間像の特性、及び/又は露光ビームの特性を測定できる。

40

【 0 0 9 9 】

[099] 図 1 0 B に示すように、測定デバイス 2 2 0 が測定情報を収集した後、移動デバ

50

イス 230 は、第 1 の基板 W1L1 を追加的な基板ホルダ 702 から基板ホルダ 202 へ運ぶ。移動デバイス 230 は、第 1 の基板 W1L1 を追加的な基板ホルダ 702 から持ち上げ、第 1 の基板 W1L1 を基板ホルダ 202 上に置くように構成されている。換言すると、移動デバイス 230 は、第 1 の基板 W1L1 を追加的な基板ホルダ 702 からアンロードし、次いで第 1 の基板 W1L1 を基板ホルダ 202 上にロードするように構成されている。この時点で、移動デバイス 230 は、第 1 のロットの第 2 の基板 W2L1 を追加的な基板ホルダ 702 上にロードすることができる。第 1 のロットの第 2 の基板 W2L1 を、第 2 の基板 W2L1 とも称する。一実施形態において、移動デバイス 230 は、第 1 の基板 W1L1 及び第 2 の基板 W2L1 を同時に扱うことを可能とする複数のロボットアーム及び / 又は複数のベルヌーイチャックを含み得る。換言すると、この実施形態では、移動デバイス 230 は、基板を（追加的な基板ホルダ 702 からアンロードするだけでなく）追加的な基板ホルダ 702 にロードするように構成されている。

【0100】

[0100] 図 10C に示すように、基板ホルダ 202 は、第 1 の基板 W1L1 を追加的な測定デバイス 950 の下に位置付ける。追加的な測定デバイス 950 は、第 1 の基板 W1L1 の追加的な測定情報を与える。この追加的な測定情報は、第 1 の基板 W1L1 の形状及び位置に関する情報である追加的なウェーハアライメント情報である。追加的な測定デバイス 950 は、粗いウェーハアライメント情報を与える。この情報は少量の測定に基づき、例えば、少数の基板アライメントマークの相対的な位置の測定、又はこの情報と基準情報との比較に基づく。この実施形態では、少数の基板アライメントマークは、例えば 3 個から 16 個の基板アライメントマークであり得る。一般に、測定する基板アライメントマークの数が少なくなると、必要な測定時間は短くなる。換言すると、測定デバイス 220 によって詳細なウェーハアライメント情報を得るために必要な時間に比べて、粗いウェーハアライメント情報を得るために必要な、追加的な測定デバイス 950 の動作時間は短い。測定デバイス 950 が追加的な測定情報を収集している時、センサホルダ 206 は投影システム PS の下に位置している。この時、例えば、図 5 に示すように、交換機構 208 が、センサホルダ 206 を支持及び / 又は移動することができる。追加的な測定デバイス 950 が追加的な測定情報を収集している時、センサホルダ 206 上のセンサは、投影システム PS の特性、空間像の特性、及び / 又は露光ビームの特性を測定している。追加的な測定デバイス 950 が追加的な測定情報を収集している時、測定デバイス 220 は、（追加的な基板ホルダ 702 にロードされた後に）追加的な基板ホルダ 702 により保持されている第 2 の基板 W2L1 から測定情報を収集している。

【0101】

[0101] 図 10D に見られるように、追加的な測定デバイス 950 が追加的な測定情報を収集した後（すなわち、追加的な測定デバイス 950 によって粗いウェーハアライメント情報が取得されたらすぐに）、移動器 204 は、第 1 の基板 W1L1 を保持している基板ホルダ 202 を投影システム PS の下に移動させる。センサホルダ 206 を投影システム PS の下から遠ざける。図 9 に示すように、センサホルダ 206 は、交換機構 208 によって支持及び / 又は移動される。第 1 の基板 W1L1 が投影システム PS の下にきたら、第 1 の基板 W1L1 を露光ビームで露光して、第 1 の基板 W1L1 にパターンを投影する。測定デバイス 220 よりも投影システムの近くに位置している、追加的な測定デバイス 950 の動作に必要な時間は比較的短いので、この構成は、リソグラフィ装置のスループット性能の向上において有益である。もしも追加的な測定デバイス 950 が投影システム PS から遠くに位置している場合、及び / 又は別の物体が基板ホルダ 202 及びセンサホルダ 206 の円滑な移動を妨げる場合には、リソグラフィ装置のスループット性能は低下する。

【0102】

[0102] 図 10E 及び図 9 に示すように、基板ホルダ 202 上での第 1 の基板 W1L1 の露光中（すなわち、投影システム PS の下での基板ホルダ 202 のステップ移動及び / 又はスキャン移動中）、測定デバイス 220 は、追加的な基板ホルダ 702 上の第 2 の基板

W 2 L 1 の測定（第 2 の基板 W 2 L 1 からの測定情報の収集）を続けている。基板ホルダ 2 0 2 上の第 1 の基板 W 1 L 1 の露光中、センサホルダ 2 0 6 は、基板ホルダ 2 0 2 のステップ移動及び／又はスキャン移動も、追加的な基板ホルダ 7 0 2 上の第 2 の基板 W 2 L 1 の測定も妨げない（露光装置 2 0 0 内部の）場所で待機している。

【 0 1 0 3 】

[0103] 第 1 の基板 W 1 L 1 上の全てのターゲット部分 C が露光されたら、基板ホルダ 2 0 2 を移動器 2 0 4 から分離し、移動器 2 0 4 にセンサホルダ 2 0 6 を結合する。換言すると、図 1 0 F 及び図 4 に示すように、基板ホルダ 2 0 2 及びセンサホルダ 2 0 6 は一体となって移動器 2 0 4 に対して移動する。図 1 0 G に見られるように、交換機構 2 0 8 は、第 1 の基板 W 1 L 1 を保持している基板ホルダ 2 0 2 を基板アンロード位置へ移動させる。図 6 に示すように、交換機構 2 0 8 が基板ホルダ 2 0 2 を投影システム P S の下から遠ざけると、移動器 2 0 4 はセンサホルダ 2 0 6 を投影システム P S の下へ移動させる。これによって、図 1 0 H に示すように、センサホルダ 2 0 6 上のセンサは、投影システム P S の特性又は露光ビームの特性の測定を開始することができる。この間、測定デバイス 2 2 0 は、追加的な基板ホルダ 7 0 2 上の第 2 の基板 W 2 L 1 からの測定情報の収集を続けている。

10

【 0 1 0 4 】

[0104] 図 1 0 H にも示すような基板アンロード位置において、第 1 の基板 W 1 L 1 は、例えば移動デバイス 2 3 0 によって基板ホルダ 2 0 2 からアンロードされる。移動デバイス 2 3 0 は、図 1 0 B に示すように第 1 の基板 W 1 L 1 を追加的な基板ホルダ 7 0 2 からアンロードしたのと同様に動作することができる。第 1 の基板 W 1 L 1 が基板ホルダ 2 0 2 からアンロードされた後、第 1 の基板 W 1 L 1 はリソグラフィ装置外へ運ばれる（例えば、F O U P に収容される）。

20

【 0 1 0 5 】

[0105] 図 1 0 I に示すように、第 1 の基板 W 1 L 1 が基板ホルダ 2 0 2 からアンロードされた後、基板ホルダ 2 0 2 を移動器 2 0 4 に結合する。換言すると、図 4 に示すように、基板ホルダ 2 0 2 及びセンサホルダ 2 0 6 は一体となって移動器 2 0 4 に対して移動する。基板ホルダ 2 0 2 が移動器 2 0 4 に結合されている場合、図 5 に示すように、センサホルダ 2 0 6 は、交換機構 2 0 8 によって支持及び／又は移動される。あるいは、図 4 に示すように、センサホルダ 2 0 6 は移動器 2 0 4 によって支持されたままであり得る。センサホルダ 2 0 6 が、例えば交換機構 2 0 8、移動器 2 0 4、及び／又はセンサホルダ 2 0 6 自体に備えられているアクチュエータによって、投影システム P S の下に位置付けられた場合、センサホルダ 2 0 6 上のセンサは、投影システム P S の特性、空間像の特性、及び／又は露光ビームの特性を測定することができる。移動デバイス 2 3 0 は、第 2 の基板 W 2 L 1 を追加的な基板ホルダ 7 0 2 から基板ホルダ 2 0 2 へ運ぶ。これは、図 1 0 B に示すように移動デバイス 2 3 0 が第 1 の基板 W 1 L 1 を追加的な基板ホルダ 7 0 2 から基板ホルダ 2 0 2 へ運んだのと同様である。次いで、第 1 の基板 W 1 L 1 に関して上述したステップを第 2 の基板 W 2 L 1 に対して繰り返す。第 1 のロット内の全ての基板について上述のステップが完了したら、第 2 のロットの基板に対して同一又は同様の動作を繰り返せばよい。

30

40

【 0 1 0 6 】

[0106] 図 1 0 A は、測定デバイス 2 2 0 が第 1 の基板 W 1 L 1 から測定情報を取得している間、露光装置は、追加的な基板ホルダ 7 0 2 上に第 1 の基板 W 1 L 1 を保持するように構成されていることを示す。この時点で、センサホルダ 2 0 6 は投影システム P S の下に位置付けることができ、センサホルダ 2 0 6 上のセンサは測定を実行できる。図 1 0 C は、追加的な測定デバイス 9 5 0 が第 1 の基板 W 1 L 1 から追加的な測定情報を取得している間、露光装置は、基板ホルダ 2 0 2 上に第 1 の基板 W 1 L 1 を保持するように構成されていることを示す。この時点で、測定デバイス 2 2 0 は、追加的な基板ホルダ 7 0 2 上の第 2 の基板 W 2 L 1 の測定（すなわち、第 2 の基板 W 2 L 1 からの測定情報の取得）を開始することができる。図 9 及び図 1 0 E は、基板ホルダ 2 0 2 上の第 1 の基板 W 1 L 1

50

が露光されている間、測定デバイス 220 は追加的な基板ホルダ 702 上の第 2 の基板 W 2 L 1 の測定を継続していることを示す。図 10 G は、基板ホルダ 202 が投影システム P S から基板アンロード位置へ移動している間、測定デバイス 220 が追加的な基板ホルダ 702 上の第 2 の基板 W 2 L 1 の測定を継続していることを示す。図 10 H は、第 1 の基板 W 1 L 1 が基板ホルダ 202 からアンロードされる間、測定デバイス 220 は追加的な基板ホルダ 702 上の第 2 の基板 W 2 L 1 の測定を継続していることを示す。この時点で、センサホルダ 206 を投影システム P S の下に位置付けることができ、センサホルダ 206 上のセンサは測定を実行できる。

【0107】

[0107] リソグラフィ装置をこのように構成し動作させることにより、測定デバイス 220 は、リソグラフィ装置のスループット性能を制限することなく、測定情報を収集するための最大時間量を有する。これは、測定デバイス 220 が必要とする測定時間によってスループット性能が制限されないからである。従って、総生産性を低下させることなく、より高い結像品質を達成できる。換言すると、総生産性の向上を達成しながら、同時に十分な結像品質を与えることができる。これに対して、もしも追加的な測定デバイス 950 がより長い測定時間を要するならば（例えば、追加的な測定デバイス 950 によって詳細なウェーハライメント情報が取得されるならば）、スループット性能と結像品質との間のトレードオフが生じる。そのようなトレードオフは一般に、単数のウェーハステージ及び単数のウェーハライメントシステムを備えるリソグラフィ装置でも認識（観測）される。更に、センサホルダ 206 上のセンサは、基板の露光を妨げることなく、投影システム P S の特性、空間像の特性、及び／又は露光ビームの特性を測定することができる。従って、スループット性能を低下させることなく、結像品質の向上（及び／又は、例えばセンサホルダ 206 が洗浄デバイスを含む場合、稼働時間性能の向上）を達成できる。更に、測定デバイス 220 及び追加的な測定デバイス 950 は、（露光装置とも呼ばれる）リソグラフィ装置の設置面積を大きくすることはない。その理由は、測定デバイス 220 及び追加的な測定デバイス 950 が、基板ホルダ 202、追加的な基板ホルダ 702、又は基板 W よりも（特に水平方向において、すなわち x y 面上で）小さいからである。従って、露光装置 200 の構成は、露光装置の総生産性、結像品質、及び経済性のトリレンマに対する解決策の 1 つである。

【0108】

[0108] 制御ユニットは、測定情報及び／又は追加的な測定情報に基づいて基板ホルダ 202 を駆動する（又は基板ホルダ 202 の位置を制御する）ことができる。例えば測定情報及び／又は追加的な測定情報に基づいて、制御ユニットは、ターゲット部分 C が基板 W 上の名目上の位置（すなわち、基板 W が変形していない場合の位置）にないことを判定し得る。これに加えて又はこの代わりに、測定情報及び／又は追加的な測定情報に基づいて、制御ユニットは、パターンの空間像が投影されるべき、（変形した）基板 W 上の位置を導き出し得る。制御ユニットは、露光中にターゲット部分 C が投影システム P S の下の正しい位置にくるように、基板ホルダ 202 を駆動し、基板ホルダ 202 の位置を補正することができる。本発明の文脈で利用できるそのような制御ユニットの一例は、引用により本願にも含まれるものとする日本特許出願公報 J P 2002 - 353121 A 号に開示されている。

【0109】

[0109] これに加えて又はこの代わりに、測定情報及び／又は追加的な測定情報に基づいて、制御ユニットは、空間像の光学特性、投影システム P S の光学特性、又はこれら双方を制御することができる。例えば制御ユニットは、基板 W 上に投影される像の歪み、投影システム P S の収差、及び／又は基板 W の面内変形を、これらの光学特性の一方又は双方を制御することによって補償できる。制御ユニットが制御するこれらの光学特性は、倍率 X（すなわち x 軸に沿った又はステップ方向の倍率）、倍率 Y（すなわち y 軸に沿った又はスキャン方向の倍率）、歪曲収差、コマ収差、像面湾曲、球面収差、及び／又は非点収差であり得る。これらの光学特性のうち 1 つ又はいくつかを、露光中、スキャン中、及び

／又はステップ移動中に、（投影システム P S の）光学要素の位置及び／又は向きを作動させることによって制御できる。本発明の文脈で使用できるそのような制御ユニットの一例は、引用により本願にも含まれるものとする日本特許出願 J P 2 0 0 7 - 0 1 2 6 7 3 A 号に開示されている。

【 0 1 1 0 】

[0110] 制御ユニットは、測定デバイス 2 2 0 によって与えられた詳細なウェーハアライメント情報を用いて、正確なアライメント補正（又は、ゆがみマップ）を決定できる。正確なアライメント補正（又は、ゆがみマップ）は、名目上の形状と比較した基板 W の実際の形状を画定するための線形成分（又は低次成分）及び高次成分を有することができる。ゆがみマップのこれらの成分は、多項式係数を用いて数学的に表すことができる。例えば、詳細なウェーハアライメント情報は、各ターゲット部分 C における 1 個のアライメントマークに基づくか、又は各ターゲット部分 C における複数のアライメントマークに基づく（例えば基板アライメントマーク P 1、P 2）。ターゲット部分 C 内（すなわち露光フィールド内又はダイ内）の基板 W の変形又は歪みを、フィールド内歪みと称することができる。少なくとも部分的にフィールド内歪みにより誘発されるオーバーレイエラーを、フィールド内オーバーレイエラーと称することができる。複数のダイ又は露光フィールド間の基板 W の変形又は歪みを、フィールド間歪みと称することができる。少なくとも部分的にフィールド間歪みにより誘発されるオーバーレイエラーを、フィールド間オーバーレイエラーと称することができる。一実施形態では、これらのアライメントマークの数は、露光フィールドの数（又はダイの数）よりも少ない。あるいは、これらのアライメントマークの数は、露光フィールドの数（又はダイの数）と等しい。曲げ、又は反り、又は伸びのような基板 W の変形によって、アライメントマークは相互に変位する。詳細なアライメント情報に基づいて、制御ユニットは、基板 W の実際の形状を正確に決定することができる。測定デバイス 2 2 0 は、ターゲット部分 C 内に位置し得るオーバーレイマークに基づいて、及び／又は複数のターゲット部分 C の間に位置し得る基板アライメントマーク P 1、P 2 に基づいて、詳細なウェーハアライメント情報を与え得る。一実施形態では、基板 W の変形の情報を含む詳細なウェーハアライメント情報は、オーバーレイマーク及び基板アライメントマークの双方の測定に基づいている。一実施形態では、測定デバイス 2 2 0 によって測定されたオーバーレイマーク及び／又は基板 W 上の基板アライメントマークの数の和は、露光フィールドの数（又はダイの数）以上である。例えば、基板 W 上に 9 6 個の露光フィールド（又はダイ）がある場合、測定デバイス 2 2 0 によって測定されたオーバーレイマーク及び／又は基板 W 上の基板アライメントマークの数の和は、9 6 個以上であり得る。一般に、より多くのマーク（例えば基板 W 上の基板アライメントマーク及び／又はオーバーレイマーク）の測定に基づくウェーハアライメント情報は、基板 W の実際の形状をより正確に決定することを可能とする。従って、測定デバイス 2 2 0 が基板 W 上のより多くのマークを測定する場合、リソグラフィ装置の結像品質は高くなり得る（又は改善され得る）。

【 0 1 1 1 】

[0111] 移動デバイス 2 3 0 が第 1 の基板 W 1 L 1 を追加的な基板ホルダ 7 0 2 から基板ホルダ 2 0 2 へ運ぶと、基板 W の実際の形状は新たな実際の形状に変わり得る。しかしながら、実際の形状と新たな実際の形状との差は通常、低い空間周波数のみを含む。追加的な測定デバイス 9 5 0 は、少数の基板アライメントマークの測定に基づいて粗いアライメント情報を与えることができる。少数とは 3 個～20 個の範囲内であり、例えば 1 6 個であり得る。制御ユニットは、粗いアライメント情報及び詳細なアライメント情報に基づいて、基板 W の新たな形状を決定できる。制御ユニットはこのように基板 W の新たな形状を決定できるので、リソグラフィ装置の結像品質を高める（又は改善する）ことができ、及び／又は、総生産性の向上を達成しながら、同時に I C の製造に必要な結像品質を充足できる。

【 0 1 1 2 】

[0112] 測定デバイス 2 2 0 によって与えられる詳細なアライメント情報は、詳細な歪み

マップとして（すなわち、歪みの量を高度の詳細さで示す基板Wの表面のマップとして）実施できる。追加的な測定デバイス950によって与えられる粗いアライメント情報は、粗い歪みマップとして（すなわち、歪みの量を低度の詳細さで示す基板Wの表面のマップとして）実施できる。制御ユニットは、詳細な歪みマップと粗い歪みマップを組み合わせ（合成して）、統合歪みマップを生成することができる。制御ユニットは、統合歪みマップに基づいて、基板ホルダ202の位置を制御できる。これに加えて又はこの代わりに、制御ユニットは、ロット内の各基板（又はロット内のいくつかの基板）のための統合歪みマップを生成することができる。例えば制御ユニットは、第1の基板W1L1の表面のマップである第1の詳細な歪みマップ及び第1の粗い歪みマップを組み合わせ（合成する）ことによって、第1の基板W1L1のための第1の統合歪みマップを生成し得る。同様に、制御ユニットは、第2の基板W2L1の表面のマップである第2の詳細な歪みマップ及び第2の粗い歪みマップを組み合わせ（合成する）ことによって、第2の基板W2L1のための第2の統合歪みマップを生成し得る。あるいは、制御ユニットは、ロット内の他のいずれか1つの基板の詳細な歪みマップ及び粗い歪みマップに基づいて、この基板のための第2の統合歪みマップを生成し得る。これに加えて又はこの代わりに、制御ユニットは、第2のロット内の他の基板のうち1つの詳細な歪みマップ及び粗い歪みマップに基づいて、この基板のための第3の統合歪みマップを生成し得る。

10

【0113】

[0113] これに加えて又はこの代わりに、制御ユニットは、詳細な歪みマップ及び／又は統合歪みマップに基づいて、空間像の光学特性、投影システムPSの光学特性、又はこれら双方を制御することができる。制御ユニットは、詳細な歪みマップに基づいて、及び／又は統合歪みマップに基づいて、及び／又はセンサホルダ206が保持するセンサのうち1つの測定データに基づいて、及び／又はシミュレーションモデルに基づいて、基板Wに投影される像の歪み、投影システムPSの収差、及び／又は基板Wの面内変形を補償できる。センサホルダ206が保持するセンサのうち1つによって取得された測定データは、投影システムPSの特性、空間像の特性、及び／又は露光ビームの特性を含み得る。制御ユニットは、空間像及び／又は投影システムPSの光学特性、すなわち倍率X、倍率Y、歪曲収差、コマ収差、像面湾曲、球面収差、非点収差、又は他のいずれかのタイプの収差のうち1つ又はいくつかを制御することができる。

20

【0114】

[0114] 空間像及び／又は投影システムPSのこれらの光学特性の1つ又はいくつかは、露光中、スキャン中、及び／又はステップ移動中に、光学要素の位置及び／又は向きを（鏡筒に対して、放射ビームBの経路に対して、又は投影システムPSの光軸に対して）作動させることによって制御できる。投影システムPS内のこれらの光学要素の1つ以上は、レンズホルダによって支持することができ、及び／又は、露光中及び／又はスキャン中に圧電アクチュエータによってアクティブに作動（又は制御）することができる。

30

【0115】

[0115] 空間像及び／又は投影システムPSのこれらの光学特性の1つ又はいくつかは、投影システムPS内の変形可能ミラーによって能動的に制御され得る。本発明の文脈で使用できるそのような変形可能ミラーの一例は、引用により本願に含まれる日本特許出願公報JP2013-161992A号に開示されている。

40

【0116】

[0116] 空間像の光学特性の少なくとも1つは、パターンニングデバイスMAを曲げることによって、及び／又は、基板ホルダ202の位置を制御することによって制御され得る。一実施形態では、パターンニングデバイスMAを曲げることによって、像面湾曲が少なくとも部分的に補償される。これに加えて又はこの代わりに、露光中に基板ホルダ202の位置を制御することによって、フィールド間オーバーレイエラー及び／又はフィールド内オーバーレイエラーの低次成分が少なくとも部分的に補償される。こういった補償により、結像品質の向上が達成される。換言すると、総生産性の向上を達成しながら、同時にICの製造に必要な結像品質を充足できる。

50

【 0 1 1 7 】

[0117] 一実施形態において、制御ユニットは、双方とも基板Wの面内変形に関する情報を含む、詳細な歪みマップ及び粗い歪みマップを組み合わせる（合成する）ことによって統合歪みマップを生成する。これに加えて又はこの代わりに、制御ユニットは、詳細な歪みマップ及び／又は統合歪みマップに基づいて、基板ホルダ202の位置、空間像の光学特性、及び／又は投影システムPSの光学特性を制御することにより、基板Wの面内変形を補償する。このようにリソグラフィ装置を動作させることで、特定の（例えば、或るノードに対する）結像品質要求（例えばオーバーレイ要求）を満たすことができる。これに対して、粗い歪みマップのみに基づいて基板Wの面内変形を補償した場合、同じ特定の結像品質要求を満たせないことがある。

10

【 0 1 1 8 】

[0118] 一実施形態では、詳細な歪みマップ及び／又は統合歪みマップを用いて、空間像及び／又は基板上に生成されるパターンを予測するシミュレーションモデルを較正、更新、及び／又は改善することができる。これに加えて又はこの代わりに、複数の詳細な歪みマップ及び／又は複数の統合歪みマップを用いて、シミュレーションモデルを較正、更新、及び／又は改善することができる。例えば、第1の基板W1L1の面内変形に関する情報を与える第1の詳細な歪みマップ（及び／又は第1の統合歪みマップ）と、第2の基板W2L1の面内変形に関する情報を与える第2の詳細な歪みマップ（及び／又は第2の統合歪みマップ）とを、ウェーハのロットを露光するための露光装置の動作中の異なる時点で取得した測定データのセットとして用いることができる。この測定データセットを用いて、時間の関数として空間像及び／又は基板上に生成されるパターンを予測するシミュレーションモデルを較正、更新、及び／又は改善することができる。例えば、そのようなシミュレーションモデルは、パターンングデバイスMA、投影システムPS内の光学要素、及び／又は基板ホルダ202の（経時的な）温度変化によって、どのように空間像（及び／又は基板上に生成されるパターン）が影響を受け得るかを予測できる。シミュレーションセットと、異なる時点で取得した測定データセットとを比較することで、シミュレーションモデルの精度を高めることができる。こういった複数の詳細な歪みマップ（及び／又は複数の統合歪みマップ）に加えて、他のタイプの測定データ（パージガス、パターンングデバイスMA、投影システムPS内の光学要素、及び／又は基板ホルダ202の温度等）を用いて、シミュレーションモデルを較正、更新、及び／又は改善できる。ICの生成中（すなわち露光装置の稼働時間中）に取得した測定データに基づいてシミュレーションモデルを較正、更新、及び／又は改善できると、テストレチクルを用いたオフラインテスト露光に基づいて（すなわち露光装置の稼働停止時間中に）シミュレーションモデルを較正、更新、及び／又は改善する方法に比べて、総生産性の向上を達成することができる。

20

30

【 0 1 1 9 】

[0119] 収差は、ゼルニケ多項式を用いて記述できる。収差は、三角関数を用いて記述できる。収差のタイプは、例えばゼルニケ多項式及び／又は三角関数に基づいて、奇数次成分と偶数次成分とに分類できる。例えば、正弦関数によって記述されるゼルニケ項を奇数次成分と呼ぶことができる。余弦関数によって記述されるゼルニケ項を偶数次成分と呼ぶことができる。投影システムPS内の光学要素の温度変化（例えば加熱又は冷却）によって生じる収差を熱収差と呼ぶことができる。

40

【 0 1 2 0 】

[0120] 一実施形態において、収差の偶数次成分の少なくとも1つは、投影システムPS内の変形可能ミラーによって制御される。これに加えて又はこの代わりに、収差の奇数次成分の少なくとも1つは、投影システムPS内の変形可能ミラーによって制御される。これに加えて又はこの代わりに、熱収差は、投影システムPS内の変形可能ミラーによって少なくとも部分的に補償される。これに加えて又はこの代わりに、収差の奇数次成分の少なくとも1つは、露光中、スキャン中、及び／又はステップ移動中に、光学要素の位置及び／又は向きを（鏡筒に対して、放射ビームBの経路に対して、又は投影システムPSの光軸に対して）作動させることによって制御される。このようにリソグラフィ装置を動作

50

させることで、結像品質の向上を達成できる。

【 0 1 2 1 】

[0121] 移動デバイス 230 は、基板 W を追加的な基板ホルダ 702 から基板ホルダ 202 へ運ぶように構成することができる。移動デバイス 230 は、ロボットアーム及び / 又はウェーハハンドラを含み得る。移動デバイス 230 は、基板 W の下側に接触するグリッパを含み得る。移動デバイス 230 は、基板 W の上面で基板 W を保持するベルヌーイチャックを含み得る。基板 W の上面とベルヌーイチャックとの間のガス膜が、基板 W とベルヌーイチャックとの物理的接触を防止する。ベルヌーイチャックは、引用により本願に含まれる PCT 出願公報 WO 2013 / 100203 A 2 号に記載されている。移動デバイス 230 の一部は、基板 W を基板ホルダ 202 から持ち上げるためのリフトピンとして実施され得る。リフトピンは、基板 W と基板ホルダ 202 との間に空間を与えるほど基板 W を基板ホルダ 202 から充分に持ち上げて、移動デバイス 230 が基板 W の下にグリッパを置いてリフトピンから基板 W を持ち上げられるようになっている。

10

【 0 1 2 2 】

[0122] 一実施形態において、リソグラフィ装置は、投影システム P S と、基板ホルダ 202、基板 W、及びセンサホルダ 206 のうち少なくとも 1 つとの間に画定される空間に、液浸液を供給して閉じ込めるように構成された液体ハンドリングシステムを備えることができる。液体ハンドリングシステムを備えるリソグラフィ装置を、液浸リソグラフィ装置、液浸露光装置、又は液浸スキャナと称することができる。図 10 C に示すように、投影システム P S の下にセンサホルダ 206 が位置付けられている場合、液体ハンドリングシステムは、投影システム P S とセンサホルダ 206 との間に画定された空間に液浸液を供給して閉じ込めることができる。液浸露光装置の動作中、例えば露光中の異なる時点で、図 9 及び図 10 D に示すように投影システム P S の下に基板ホルダ 202 が位置付けられている場合、液体ハンドリングシステムは、投影システム P S と基板 W との間に画定された空間に（及び / 又は投影システム P S と基板ホルダ 202 との間に画定された空間に）液浸液を供給して閉じ込めることができる。

20

【 0 1 2 3 】

[0123] 一実施形態において、液体ハンドリングシステムは、投影システム P S と基板 W との間に画定された（及び / 又は投影システム P S と基板ホルダ 202 との間に画定された、又は投影システム P S とセンサホルダ 206 との間に画定された）空間に液浸液を供給することができる供給ポートを備えている。液体ハンドリングシステムは更に、この空間から液体を回収することができる回収ポートを備えている。回収ポートには、複数の孔（すなわち開口又は細孔）を有する多孔性部材を配置できる。多孔性部材は、例えば、多数の小さい孔がメッシュに形成されたメッシュプレートでもよい。そのような液体ハンドリングシステムの一例は、引用により本願に含まれる PCT 出願公報（国際公開公報）WO 2010 / 018825 A 1 号に開示されている。

30

【 0 1 2 4 】

[0124] これに加えて又はこの代わりに、液体ハンドリングシステムは、投影システム P S に対して及び / 又は基板ホルダ 202 に対して独立に位置制御されるように構成された作動可能フロープレートを備えている。一般に、（基板ホルダ 202 のステップ移動及び / 又はスキャン移動の）速度 / 加速度の増大と、閉じ込められた液浸液のメニスカスの安定性との間には、トレードオフが存在し得る。換言すると、基板ホルダ 202 のステップ移動及び / 又はスキャン移動の速度 / 加速度が増大すると、液浸露光装置のスループット性能は向上するが、これは、液体ハンドリングシステムと基板 W（及び / 又は基板ホルダ 202）との間の相対速度 / 相対加速度が増大することを意味する。相対速度 / 相対加速度が増大すると、メニスカスはいっそう不安定になり得る。更に、不安定なメニスカスによって、液浸液の漏れや、基板ホルダ 202、基板 W、及び / 又はセンサホルダ 206 の表面上での小滴の発生のような欠陥問題が生じ得る。これらの欠陥問題は、液浸露光装置の稼働時間性能を低下させる恐れがある。これらの欠陥問題を、基板ホルダ 202 のステップ移動及び / 又はスキャン移動の速度 / 加速度を低下させることによって（すなわち、

40

50

より低いスキャン速度、スキャン加速度、及び／又はステップ加速度で基板Wを露光することによって）防止する場合、液浸露光装置のスループット性能が低下する。従って、このトレードオフは、スループット性能と稼働時間性能との間のトレードオフとしても認識することができる。スループット性能と稼働時間性能との間のトレードオフは液浸露光装置の総生産性を低下させる。これらの潜在的な欠陥問題を防止するため、制御ユニットは、基板ホルダ202及び／又は作動可能フロープレートを駆動（又はそれらの位置を制御）して、作動可能フロープレートと基板W（及び／又は基板ホルダ202）との間の相対速度及び相対加速度を低下させることができる。このように基板ホルダ202及び／又は作動可能フロープレートを制御することによって（すなわち、スキャン速度、スキャン加速度、及び／又はステップ加速度を低下させることなく作動可能フロープレートと基板Wとの相対速度／相対加速度を低下させることによって）、露光中（基板ホルダ202のステップ移動及び／又はスキャン移動中）の液浸液の漏れを防止でき、及び／又は、投影システムPSと基板Wとの間に画定された空間に（及び／又は投影システムPSと基板ホルダ202との間に画定された空間に）液浸液を閉じ込めたままの状態とすることを保証できる。従って、総生産性の向上を達成することができる。この実施形態の文脈で使用できる液体ハンドリングシステムの一例は、引用により本願に含まれる日本特許出願公報JP2014-120693A号に開示されている。

【0125】

[0125] 一実施形態では、基板ホルダ202（及び／又は基板W）からセンサホルダ206に（及び、その逆方向に）液浸液を移すため、基板ホルダ202及びセンサホルダ206は一体となって移動するように構成され得る。一体となつての移動中、基板ホルダ202及びセンサホルダ206は、相互に接触しているか、又は、液浸液の漏れを防止するほど十分に小さいギャップによって相互に分離している場合がある。

【0126】

[0126] 一実施形態において、基板ホルダ202及びセンサホルダ206の各々は、各自の移動器204を有する。基板ホルダ202は、投影システムPSに対して基板ホルダ202を移動させるための移動器を有する。センサホルダ206は、投影システムPSに対してセンサホルダ206を移動させるための追加的な移動器を有する。移動器及び／又は追加的な移動器は、x方向及びy方向の双方に移動するための平面モータを含み得る。平面モータは、磁石及び電気コイルを有する移動磁石型平面モータであり得る。磁石は基板ホルダ202上に及び／又はセンサホルダ206上に配置でき、電気コイルは固定されている。これに加えて又はこの代わりに、追加的な移動器は、2つの積層リニアモータを含み、Hドライブ機構に構成することができる。一実施形態では、基板ホルダ202及び別の基板ホルダ212の各々は平面モータによって移動され、センサホルダ206はHドライブ機構に構成された2つの積層リニアモータによって移動されてもよい。一実施形態では、基板ホルダ202、別の基板ホルダ212及びセンサホルダ206の各々は、Hドライブ機構に構成された複数のリニアモータによって移動されてもよい。

【0127】

[0127] 本文ではICの製造におけるリソグラフィ装置の使用に特に言及しているが、本明細書で説明するリソグラフィ装置には他の用途もあることを理解されたい。例えば、これは、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用誘導及び検出パターン、フラットパネルディスプレイ、液晶ディスプレイ（LCD）、薄膜磁気ヘッドなどの製造である。こうした代替的な用途に照らして、本明細書で「ウェーハ」又は「ダイ」という用語を使用している場合、それぞれ、「基板」又は「ターゲット部分」という、より一般的な用語と同義と見なしてよいことが、当業者には認識される。本明細書に述べている基板は、露光前又は露光後に、例えばトラック（通常はレジストの層を基板に塗布し、露光したレジストを現像するツール）、メトロロジーツール及び／又はインスペクションツールで処理することができる。適宜、本明細書の開示は、以上及びその他の基板処理ツールに適用することができる。更に基板は、例えば多層ICを生成するために、複数回処理することができ、したがって本明細書で使用する基板という用語は、既に複数の処理済み層を含む基板も指

すことができる。

【 0 1 2 8 】

[0128] 光リソグラフィの分野での本発明の実施形態の使用に特に言及してきたが、本発明は文脈によってはその他の分野、例えばインプリントリソグラフィ及びeビーム（電子ビーム）リソグラフィでも使用することができ、光リソグラフィに限定されないことを理解されたい。インプリントリソグラフィでは、パターニングデバイスMA内のトポグラフィが基板上に作成されたパターンを画定する。パターニングデバイスのトポグラフィは基板に供給されたレジスト層内に刻印され、電磁放射、熱、圧力又はそれらの組み合わせを印加することでレジストは硬化する。パターニングデバイスMAはレジストから取り除かれ、レジストが硬化すると、内部にパターンが残される。

10

【 0 1 2 9 】

[0129] 以上、本発明の特定の実施形態を説明したが、説明とは異なる方法でも本発明を実践できることが理解される。例えば、本発明は、上記で開示したような方法を述べる機械読み取り式命令の1つ以上のシーケンスを含むコンピュータプログラム、又はこのようなコンピュータプログラムを内部に記憶したデータ記憶媒体（例えば半導体メモリ、磁気又は光ディスク）の形態をとることができる。

【 0 1 3 0 】

[0130] 上記の説明は例示的であり、限定的ではない。従って、請求の範囲から逸脱することなく、記載されたような本発明を変更できることが当業者には明白である。本発明の他の側面は、以下に番号付けられた条項によって定められる。

20

1．基板を保持するための基板ホルダと、
センサを保持するためのセンサホルダと、
前記基板ホルダを移動させるために構成された移動器と、を備え、
前記移動器は、第1の状態において前記センサホルダと結合して前記センサホルダを移動させるように構成され、
前記移動器は、第2の状態において前記センサホルダから分離して、前記センサホルダを移動させることなく移動するように構成されている、
露光装置。

2．前記センサホルダを前記移動器に提供するため及び前記センサホルダを前記移動器から取り外すための交換機構を備える、条項1に記載の露光装置。

30

3．前記移動器は、追加的な基板を保持するための追加的な基板ホルダを移動させるように構成され、

前記追加的な基板のサイズは、前記基板のサイズとは異なる、条項1又は2に記載の露光装置。

4．前記センサホルダは、長さ及び幅を有し、
前記長さは、前記基板ホルダのサイズと実質的に等しく、
前記幅は、前記追加的な基板ホルダのサイズと実質的に等しく、
前記長さ及び前記幅は、相互に異なる、条項3に記載の露光装置。

5．前記移動器は、第1の向き及び第2の向きで前記センサホルダを支持するように構成され、

40

前記第1の向きでは、前記センサホルダは、水平面に垂直な軸に沿って第1の角度を有し、

前記第2の向きでは、前記センサホルダは、前記水平面に垂直な前記軸に沿って第2の角度を有し、

前記第1の角度は、前記第2の角度とは異なる、条項3又は4に記載の露光装置。

6．前記基板ホルダ及び前記センサホルダは、前記第1の状態では前記移動器に対して一体となって移動するように構成されている、条項1から5の一項に記載の露光装置。

7．前記基板ホルダの上面及び前記センサホルダの上面の一方に液体を提供するためのノズルを備え、

前記露光装置は、前記基板ホルダ及び前記センサホルダが前記移動器に対して一体とな

50

って移動する間に、前記基板ホルダの前記上面及び前記センサホルダの前記上面のうち前記一方から前記基板ホルダの前記上面及び前記センサホルダの前記上面の他方へ前記液体を移すように構成されている、条項 6 に記載の露光装置。

8．前記移動器は、前記第 1 の状態において前記基板ホルダと分離して、前記基板ホルダを移動させることなく移動するように構成されている、条項 1 から 5 の一項に記載の露光装置。

9．前記センサホルダは、前記基板ホルダから放射ビームを受光するように構成されている、条項 1 から 8 の一項に記載の露光装置。

10．前記基板ホルダは、マーカを含み、

前記放射ビームは、前記マーカに投影された像に関する情報を含む、条項 9 に記載の露光装置。

11．前記センサホルダは、前記放射ビームを検出器へ伝搬させるように構成され、

前記センサホルダは、前記検出器に対して移動可能である、条項 9 又は 10 に記載の露光装置。

12．露光デバイス及び測定デバイスを備え、

前記露光デバイスは、前記基板を露光ビームで露光するように構成され、

前記測定デバイスは、前記基板の測定情報を与えるように構成され、

前記露光デバイス及び前記測定デバイスは、相互に離れており、

前記移動器は、前記露光デバイス付近にある時に前記基板ホルダを支持するよう構成されている、条項 1 から 11 の一項に記載の露光装置。

13．前記測定デバイスの付近にある時に前記基板ホルダを支持するように構成された静止支持体を備える、条項 12 に記載の露光装置。

14．第 1 のエンコーダヘッド及び第 1 のスケールを備え、

前記静止支持体は、前記第 1 のエンコーダヘッドを保持するためのくぼみを備え、

前記第 1 のスケールは、前記基板ホルダの下面に配置され、

前記第 1 のエンコーダヘッドは、前記基板ホルダが前記測定デバイスの付近にある時に前記第 1 のスケールに対向し、前記基板ホルダの位置情報を表す信号を与えるように構成されている、条項 13 に記載の露光装置。

15．前記第 1 のエンコーダヘッドは、動的アイソレータを介して前記静止支持体に結合されている、条項 14 に記載の露光装置。

16．前記静止支持体によって支持されている時に前記基板ホルダを移動させるように構成された移動デバイスを備える、条項 12 から 15 の一項に記載の露光装置。

17．前記露光デバイスを支持するためのフレームを備え、

前記露光デバイスは、前記フレームに対して移動可能である、条項 12 から 16 の一項に記載の露光装置。

18．前記基板の追加的な測定情報を与えるように構成された追加的な測定デバイスを備え、

前記追加的な測定デバイスは、前記測定デバイスよりも前記露光デバイスに近い、条項 12 から 17 の一項に記載の露光装置。

19．第 2 のエンコーダヘッドを備え、

前記第 2 のエンコーダヘッドは、前記第 1 のスケールに対向して、前記基板ホルダの位置情報を表す第 2 の信号を与えるように構成されている、条項 1 から 18 の一項に記載の露光装置。

20．第 3 のエンコーダヘッド及び第 3 のスケールを備え、

前記第 3 のスケールは、前記センサホルダの下面に配置され、

前記第 3 のエンコーダヘッドは、前記第 3 のスケールに対向して、前記センサホルダの位置情報を表す第 3 の信号を与えるように構成されている、条項 1 から 19 の一項に記載の露光装置。

21．基板を保持するための基板ホルダと、

センサを保持するためのセンサホルダと、

前記基板ホルダを移動させるために構成された移動器と、
前記基板上に放射ビームを与えるように構成された投影システムと、を備え、
露光中、前記センサホルダが前記移動器から分離されている場合、前記投影システムは
前記放射ビームを前記基板に与え、

前記センサが前記投影システム又は前記放射ビームの特性を測定する場合、前記移動器
は前記センサホルダと結合する、
露光装置。

22．前記センサホルダを前記移動器に提供するため及び前記センサホルダを前記移動器
から取り外すための交換機構を備える、条項21に記載の露光装置。

23．前記移動器は、追加的な基板を保持するための追加的な基板ホルダを移動させるよ
うに構成され、

10

前記追加的な基板のサイズは、前記基板のサイズとは異なる、条項21又は22に記載
の露光装置。

24．前記センサホルダは、長さ及び幅を有し、

前記長さは、前記基板ホルダのサイズと実質的に等しく、

前記幅は、前記追加的な基板ホルダのサイズと実質的に等しく、

前記長さ及び前記幅は、相互に異なる、条項23に記載の露光装置。

25．前記移動器は、第1の向き及び第2の向きで前記センサホルダを支持するように構
成され、

前記第1の向きでは、前記センサホルダは、水平面に垂直な軸に沿って第1の角度を有
し、

20

前記第2の向きでは、前記センサホルダは、前記水平面に垂直な前記軸に沿って第2の
角度を有し、

前記第1の角度は、前記第2の角度とは異なる、条項23又は24に記載の露光装置。

26．前記移動器は、前記基板ホルダから分離して、前記基板ホルダを移動させることな
く移動するように構成されている、条項21から25の一項に記載の露光装置。

27．前記センサホルダは、前記基板ホルダから放射ビームを受光するように構成されて
いる、条項21から26の一項に記載の露光装置。

28．前記基板ホルダは、マーカを含み、

前記放射ビームは、前記マーカに投影された像に関する情報を含む、条項27に記載の
露光装置。

30

29．前記センサホルダは、前記放射ビームを検出器へ伝搬させるように構成され、

前記センサホルダは、前記検出器に対して移動可能である、条項27又は28に記載の
露光装置。

30．露光デバイス及び測定デバイスを備え、

前記露光デバイスは、前記基板を露光ビームで露光するように構成され、

前記測定デバイスは、前記基板の測定情報を与えるように構成され、

前記露光デバイス及び前記測定デバイスは、相互に離れており、

前記移動器は、前記露光デバイス付近にある時に前記基板ホルダを支持するよう構成さ
れている、条項21から29の一項に記載の露光装置。

40

31．前記測定デバイスの付近にある時に前記基板ホルダを支持するように構成された静
止支持体を備える、条項30に記載の露光装置。

32．第1のエンコーダヘッド及び第1のスケールを備え、

前記静止支持体は、前記第1のエンコーダヘッドを保持するためのくぼみを備え、

前記第1のスケールは、前記基板ホルダの下面に配置され、

前記第1のエンコーダヘッドは、前記基板ホルダが前記測定デバイスの付近にある時に
前記第1のスケールに対向し、前記基板ホルダの位置情報を表す信号を与えるように構成
されている、条項31に記載の露光装置。

33．前記第1のエンコーダヘッドは、動的アイソレータを介して前記静止支持体に結合
されている、条項32に記載の露光装置。

50

34．前記静止支持体によって支持されている時に前記基板ホルダを移動させるように構成された移動デバイスを備える、条項31から33の一項に記載の露光装置。

35．前記露光デバイスを支持するためのフレームを備え、

前記露光デバイスは、前記フレームに対して移動可能である、条項31から34の一項に記載の露光装置。

36．前記基板の追加的な測定情報を与えるように構成された追加的な測定デバイスを備え、

前記追加的な測定デバイスは、前記測定デバイスよりも前記露光デバイスに近い、条項31から35の一項に記載の露光装置。

37．第2のエンコーダヘッドを備え、

前記第2のエンコーダヘッドは、前記第1のスケールに対向して、前記基板ホルダの位置情報を表す第2の信号を与えるように構成されている、条項31から36の一項に記載の露光装置。

38．第3のエンコーダヘッド及び第3のスケールを備え、

前記第3のスケールは、前記センサホルダの下面に配置され、

前記第3のエンコーダヘッドは、前記第3のスケールに対向して、前記センサホルダの位置情報を表す第3の信号を与えるように構成されている、条項31から37の一項に記載の露光装置。

39．第1の基板を保持するための第1の基板ホルダと、

第2の基板を保持するための第2の基板ホルダと、

前記第1の基板を露光ビームで露光するための投影システムと、

前記第2の基板の測定情報を与えるように構成された測定デバイスと、

前記第1の基板の測定情報を与えるように構成された追加的な測定デバイスと、を備え、

前記追加的な測定デバイスは、前記測定デバイスよりも前記投影システムに近い、露光装置。

40．前記第1の基板の前記追加的な測定情報は、前記第1の基板の高さプロファイル及び/又は面内変形を含む、条項39に記載の露光装置。

41．前記測定デバイスは、前記第2の基板上の基板アライメントマークの位置に関する情報を与えるように構成されている、条項39から40に記載の露光装置。

42．センサを保持するためのセンサホルダと、

前記投影システムに対して前記基板ホルダを移動させるための移動器と、を備え、

前記センサは、前記露光ビーム又は前記投影システムの特性を測定するように構成されている、条項39から41の一項に記載の露光装置。

43．前記追加的な測定デバイスは、前記センサが前記露光ビームの前記特性を測定している間に前記第1の基板の前記測定情報を取得するように構成されている、条項42に記載の露光装置。

44．前記リソグラフィ装置は、前記第1の基板を前記第1の基板ホルダから前記第2の基板ホルダへ運ぶように構成され、

前記測定デバイスは、前記第1の基板の測定情報を与えるように構成されている、条項39から43の一項に記載の露光装置。

45．前記測定デバイスは、前記第2の基板ホルダが前記第1の位置にある場合に前記第2の基板の前記測定情報を取得するように構成され、

前記追加的な測定デバイスは、前記第2の基板ホルダが前記第2の位置にある場合に前記第2の基板の前記測定情報を取得するように構成されている、条項39から44の一項に記載の露光装置。

46．前記追加的な測定デバイスは、前記第1の基板上に複数の測定ビームを同時に伝搬させるように構成されている、条項39から45の一項に記載の露光装置。

47．前記第1の基板の前記測定情報及び前記第2の基板の前記測定情報に基づいて前記第1の基板ホルダ及び前記第2の基板ホルダを駆動するように構成された制御ユニットを

10

20

30

40

50

備える、条項 3 9 から 4 6 の一項に記載の露光装置。

4 8 . 前記第 1 の基板に第 1 のアライメントマークが設けられ、

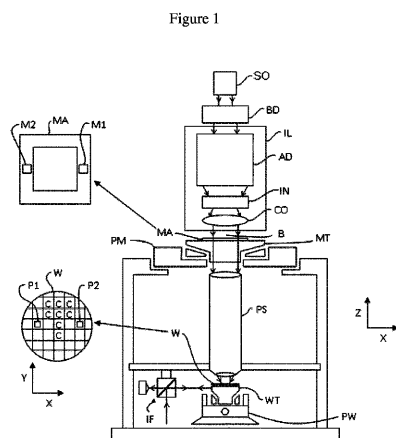
前記追加的な測定デバイスは、前記第 2 のアライメントマークの位置に基づいて前記第 1 の基板の前記測定情報を与えるように構成されている、条項 3 9 から 4 7 の一項に記載の露光装置。

4 9 . 前記第 2 の基板に第 2 のアライメントマークが設けられ、

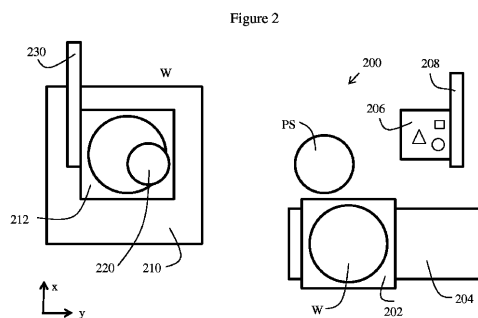
前記測定デバイスは、前記第 2 のアライメントマークの位置に基づいて前記第 2 の基板の前記測定情報を与えるように構成されている、条項 3 9 から 4 8 の一項に記載の露光装置。

10

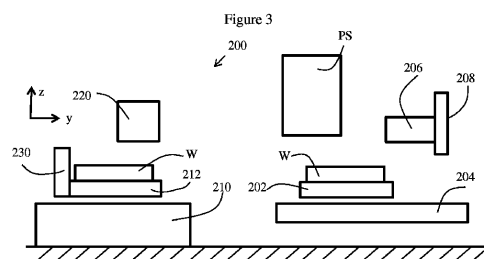
【図 1】



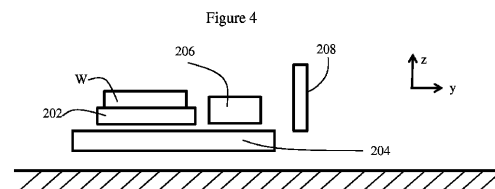
【図 2】



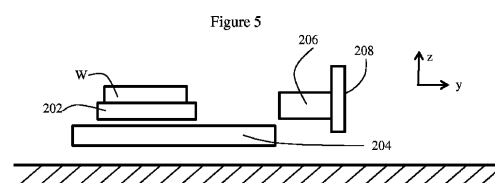
【図 3】



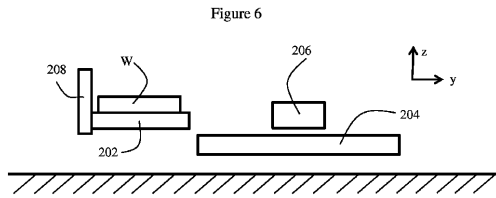
【図 4】



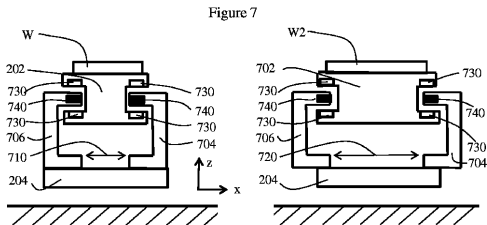
【図 5】



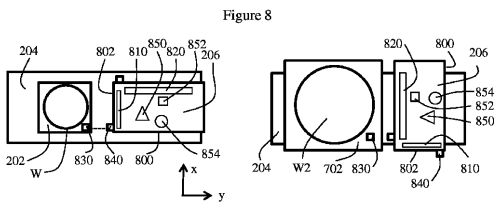
【図 6】



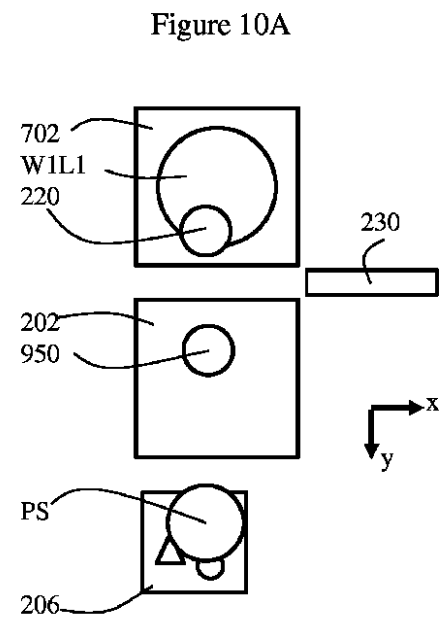
【図 7】



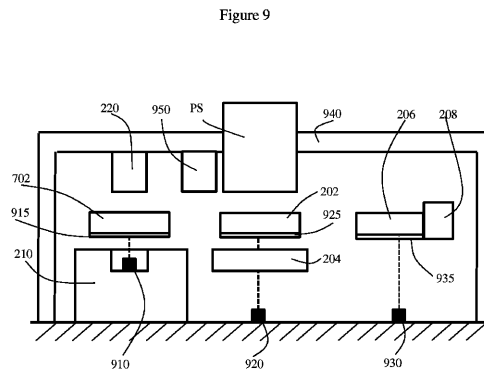
【図 8】



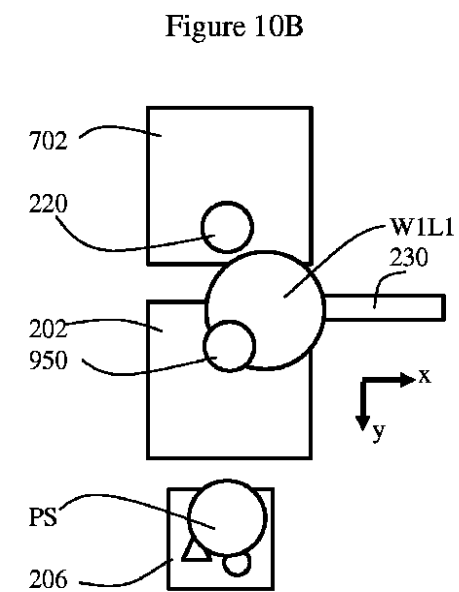
【図 10 A】



【図 9】

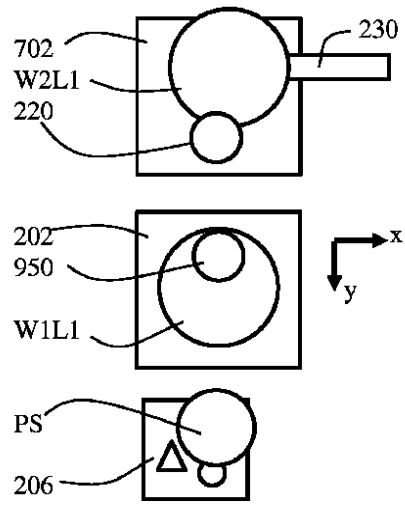


【図 10 B】



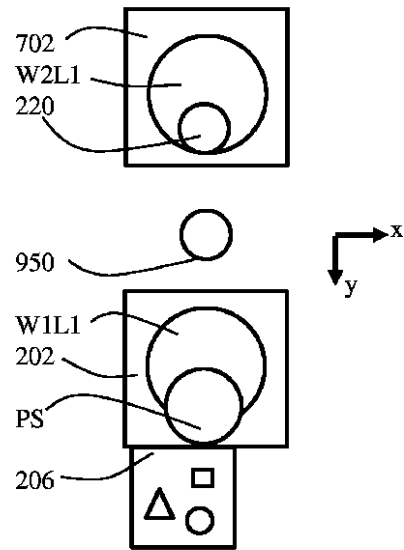
【図10C】

Figure 10C



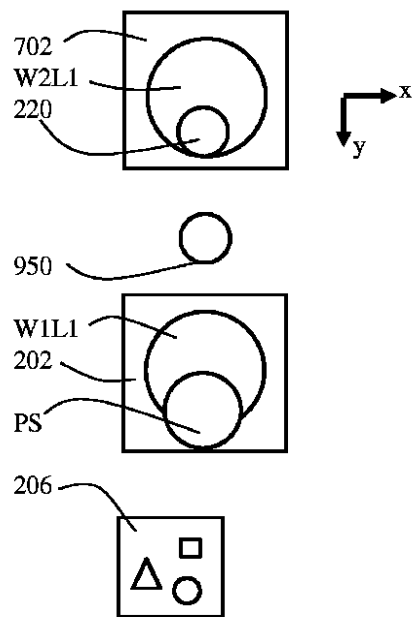
【図10D】

Figure 10D



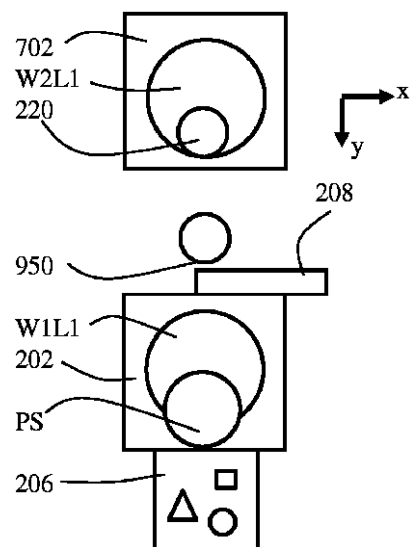
【図10E】

Figure 10E



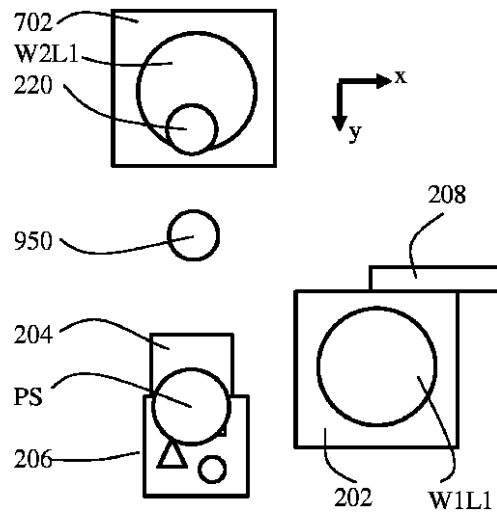
【図10F】

Figure 10F



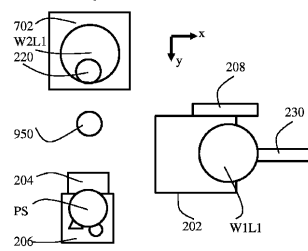
【図 10 G】

Figure 10G



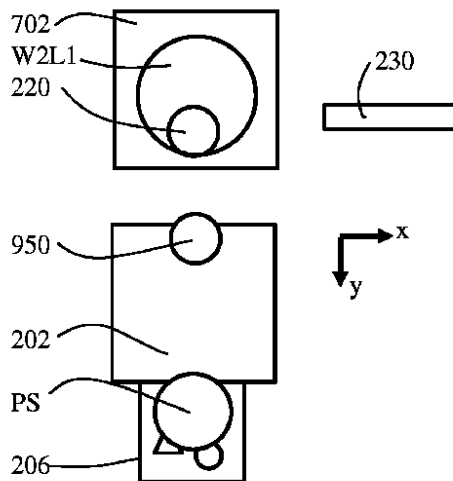
【図 10 H】

Figure 10H



【図 10 I】

Figure 10I



フロントページの続き

(31)優先権主張番号 17193990.3

(32)優先日 平成29年9月29日(2017.9.29)

(33)優先権主張国・地域又は機関

欧州特許庁(EP)

(31)優先権主張番号 17201092.8

(32)優先日 平成29年11月10日(2017.11.10)

(33)優先権主張国・地域又は機関

欧州特許庁(EP)

(72)発明者 金原 淳一

オランダ国,ヴェルトホーフェン,5500 エーエイチ,ピー.オー.ボックス 324

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 特開2011-061128(JP,A)

特表2015-535615(JP,A)

特開2008-147654(JP,A)

特開2016-128923(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)

H01L 21/027

G03F 9/00

G01B 11/00