

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-14170

(P2012-14170A)

(43) 公開日 平成24年1月19日 (2012.1.19)

(51) Int.Cl.		F I			テーマコード (参考)
G03F 1/84	(2012.01)	G03F 1/08		S	2H095
G03F 1/22	(2012.01)	G03F 1/16		A	5F146
H01L 21/027	(2006.01)	H01L 21/30	531M		

審査請求 未請求 請求項の数 15 O L 外国語出願 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2011-137981 (P2011-137981)	(71) 出願人	503195263 エーエスエムエル ホールディング エヌ ・ ブイ. オランダ国 ヴェルトホーフェン 550 4 ディー アル, デ ラン 6501
(22) 出願日	平成23年6月22日 (2011. 6. 22)	(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(31) 優先権主張番号	61/359, 565	(74) 代理人	100109346 弁理士 大貫 敏史
(32) 優先日	平成22年6月29日 (2010. 6. 29)	(72) 発明者	リジコフ, レヴ アメリカ合衆国, コネチカット州 068 51, ノーウォーク, ニュータウン アベ ニュー ナンバー7 136
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

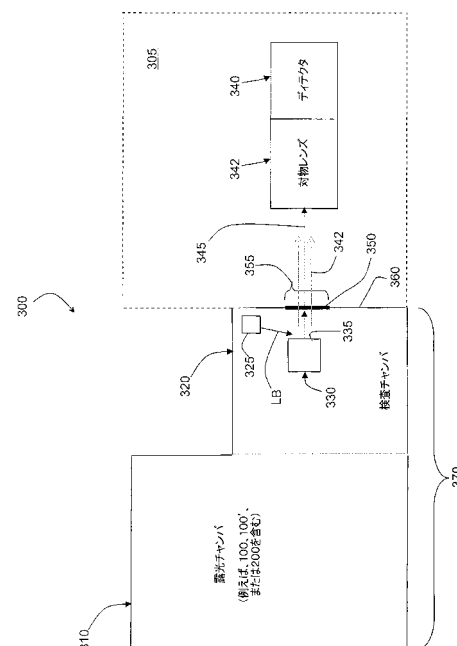
(54) 【発明の名称】 光ウィンドウとともに広角対物レンズを用いる検査装置

(57) 【要約】

【課題】光ウィンドウを使用して別の環境に置かれた物体の結像の最高性能の実現を容易にする。

【解決手段】光ウィンドウは、パーティクル検出システム内に位置することができ、パーティクル検出システムは、第1環境と第2環境との間にあるセパレータを含む。セパレータは、開口と、開口内に配置された光エレメントとを含む。物体が第2環境に配置される。対物レンズが第1環境に配置される。ディテクタが第2環境に配置され、物体の表面上のパーティクルを検出するように構成される。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

パーティクル検出システムであって、
第 1 環境および第 2 環境との間のセパレータであって、開口を含むセパレータと、
前記セパレータの前記開口内に配置される光エレメントと、
前記第 2 環境に配置される物体と、
前記第 1 環境に配置される対物レンズと、
前記第 1 環境に配置され、前記対物レンズおよび前記光エレメントを通る光路に沿って、
前記物体の表面上のパーティクルを検出するディテクタと、を含む、パーティクル検出システム。

10

【請求項 2】

前記セパレータは、レチクル検査チャンバの壁を画定する、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 3】

前記光エレメントは、高屈折率および低分散度を有する材料を含む、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 4】

前記光エレメントは収差を補正するように構成される、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 5】

前記光エレメントは屈折力を与えるように構成される、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

20

【請求項 6】

前記光エレメントは、各々が高屈折率および低分散度を示す 2 つ以上の材料構成を含む、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 7】

前記 2 つ以上の材料構成は、別々の高屈折率の値および低分散度の値を有する、請求項 6 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 8】

前記 2 つ以上の材料構成の各々は屈折力を含む、請求項 6 に記載のパーティクル検出システム。

30

【請求項 9】

前記光エレメントは無視できる屈折力を有する、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 10】

前記第 1 環境は約 1 気圧である、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 11】

前記第 2 環境は真空である、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 12】

前記ディテクタは、前記物体の前記表面からの散乱光のコントラストレベルに基づいて前記物体の前記表面上のパーティクルを検出する、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

40

【請求項 13】

前記表面は、レチクルのパターン形成されていない面である、請求項 1 に記載のパーティクル検出システム。

【請求項 14】

リソグラフィシステムであって、
レチクルがパターン形成されたビームを生成するように放射ビームの経路に前記レチクルを位置決めするレチクルサポートと、
前記パターン形成されたビームを基板のターゲット部分上に投影する投影システムと、

50

リソグラフィプロセス中に前記基板を支持する基板サポートと、
前記レチクルサポート、前記投影システム、および前記基板サポートの場所と連通しながら当該場所から離れているレチクル検査チャンバであって、
第 1 環境と第 2 環境との間の壁であって、開口を含む壁と、
前記開口内に配置される光エlementと、
前記第 2 環境に配置される物体と、
前記第 1 環境に配置される対物レンズと、
前記第 1 環境に配置され、前記対物レンズおよび前記光エlementを通る光路に沿って、前記物体の表面上のパーティクルを検出するディテクタと、を含む、レチクル検査チャンバと、を含む、リソグラフィシステム。

10

【請求項 15】

前記光エlementは、高屈折率および低分散度を有する材料を含む、請求項 14 に記載のリソグラフィシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本発明は、一般にリソグラフィに関し、特に、1つの環境に配置されたディテクタによる別の環境に配置された物体の結像の性能改善を容易にするように構成された光ウィンドウ分離環境に関する。

【背景技術】

20

【0002】

[0002] リソグラフィは、集積回路（IC）や他のデバイスおよび/または構造の製造における重要なプロセスとして広く認識されている。リソグラフィ装置は、リソグラフィ中に使用される、所望のパターンを基板上、例えば、基板のターゲット部分上に付与する機械である。リソグラフィ装置を用いたICの製造中、パターニングデバイス（マスクまたはレチクルとも呼ばれる）がICの個々の層上に形成される回路パターンを生成する。このパターンは、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、ダイの一部、または1つ以上のダイを含む）に転写することができる。通常、パターンの転写は、基板上に設けられた放射感応性材料（例えば、レジスト）層上への結像によって行われる。一般には、単一の基板が、連続的にパターニング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。ICの別々の層の生成は、別々のレチクルを用いて別々の層上に別々のパターンを結像することを必要とすることが多い。従って、リソグラフィプロセス中、レチクルを交換する必要がある。

30

【0003】

[0003] 一部のリソグラフィ形態において、レチクルは、リソグラフィプロセスを行うために必要な他のコンポーネントや装置とともに真空環境に保持される。しかし、可能な時には必ず、検査装置は、真空環境の外、例えば、周囲環境に配置される。

【0004】

[0004] 良好な結像品質を確実にするために、欠陥および/またはパーティクルについて各レチクルを検査する。例えば、レチクルをレチクルサポート上に位置決めする前に、レチクルのパターン形成されていない面の検査を行う。これは、レチクルのパターン形成されていない面上に存在するパーティクルが、露光中に形成されたパターンのエラーを引き起こすおそれ、例えば、レチクルがレチクルサポートに適切に位置合わせまたは位置決めされないおそれがあるからである。レチクルのミスアライメントはターゲット基板に転写されたパターンのエラーを引き起こし、これによってパターン形成された基板の品質および/または有用性が低下することがある。

40

【0005】

[0005] 通常環境（すなわち、周辺空気）にある対物レンズを、結像（すなわち、検査）対象のサンプルを含む浸食性または真空環境から分離するために、レチクルのパーティクル検査を行う際にウィンドウを検査光路内で使用することができる。例えば、レチクル

50

は浸食性または真空環境に配置され、一方で対物レンズおよびディテクタは第 2 環境内の浸食性または真空環境の外（例えば、周囲空気）に配置される。このウィンドウは、主なリソグラフィ露光チャンバとは異なるレチクル検査チャンバの一部とすることができる。ウィンドウは、通常、BK7、クォーツ、サファイアなどのクラウンガラスの平行平板から構成される。

【0006】

[0006] ウィンドウ材料は、ウィンドウが分離している環境の 1 つまたは両方に対する透過率および抵抗についてのウィンドウ関数に基づかせることができる。従って、ウィンドウは、受動光エレメントとして扱われる。上述のように、ウィンドウは安価な市販材料（例えば、BK7、クォーツ、サファイア）から構成されることが多い。市販のウィンドウが球面収差、コマ収差、および / または非点収差を生じさせることは珍しいことではない。このタイプのウィンドウは、許容結像品質をもたらすためにより長い作動距離を必要とすることが多い。エラーおよびより長い作動距離の発生は結像システムの最適化全体を妨げる。

10

【発明の概要】

【0007】

[0007] 上述より、求められるものは検査光路内の補正光エレメントである。この要求を満たすために、本発明の実施形態は、光ウィンドウを有する広角対物レンズを用いる広視野面欠陥検査装置を目的とするものであり、それにより別の環境に配置された物体の結像の最高性能の実現を容易にする。

20

【0008】

[0008] 例えば、本発明の一実施形態は、セパレータと、光エレメントと、物体と、対物レンズと、ディテクタとを含むパーティクル検出システムを提供する。セパレータは、第 1 環境と第 2 環境との間に配置される。また、セパレータは開口を含む。光エレメントはセパレータの開口内に配置される。物体は第 2 環境に配置される。対物レンズは第 1 環境に配置される。また、ディテクタは第 1 環境に配置されて、対物レンズおよび光エレメントを通る光路に沿って、物体の表面上のパーティクルを検出する。

【0009】

[0009] 一例において、セパレータはレチクル検査チャンバの壁を画定する。

【0010】

[0010] 一例において、光エレメントは、高屈折率および低分散度を有するように構成された材料を含む。光エレメントは、少なくとも球面収差、コマ収差、非点収差を補正するように構成される。いくつかの例において、光エレメントは、屈折力を光路に与えるように構成される。他の例において、光エレメントは、無視できる屈折力を光路に与えるように構成される。少なくとも一例において、光エレメントは、各々が高い屈折率および低分散度を示すように構成された 2 つ以上の材料構成を含む。別の例において、2 つ以上の材料構成のうちの少なくとも 1 つは、他の材料構成とは別の高屈折率の値および別の低分散度の値を有する。一例において、2 つ以上の材料構成の各々は屈折力を含む。

30

【0011】

[0011] 一例において、第 1 環境は約 1 気圧である。一例において、第 2 環境は真空である。

40

【0012】

[0012] 一例において、パーティクル検出システムは、物体の表面からの散乱光のコントラストレベルに基づいて物体の表面上のパーティクルを検出するディテクタを含む。少なくとも一例において、物体はレチクルであり、表面はレチクルのパターン形成されていない面である。

【0013】

[0013] 本発明の別の実施形態に従って、レチクルサポートと、投影システムと、基板サポートと、レチクル検査チャンバとを含むリソグラフィシステムが提供される。レチクルサポートは、レチクルがパターン形成されたビームを生成するように放射ビームの経路

50

にレチクルを位置決めするように構成される。投影システムは、パターン形成されたビームを基板のターゲット部分上に投影するように構成される。基板サポートは、リソグラフィプロセス中に基板を支持するように構成される。レチクル検査チャンバは、レチクルサポート、投影システム、および基板サポートの場所と連通しながら当該場所から離れている。レチクル検査チャンバは、壁と、光エレメントと、物体と、対物レンズと、ディテクタとを含む。壁は、第1環境と第2環境との間に配置される。また、壁は開口を含む。光エレメントは、壁の開口内に配置される。物体は第2環境に配置される。対物レンズは第1環境に配置される。また、ディテクタは第1環境に配置されて、対物レンズおよび光エレメントを通る光路に沿って、物体の表面上のパーティクルを検出する。

【0014】

[0014] 本発明の別の特徴および利点、ならびに本発明のさまざまな実施形態の構造および動作を、添付の図面を参照して以下に詳細に説明する。なお本発明は、本明細書に記載の特定の実施形態に限定されない。このような実施形態は、例示のためにのみ本明細書で示される。本明細書の教示に基づいて、追加の実施形態が当業者には明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0015】

[0015] 本明細書に組み込まれ、かつ明細書の一部を形成する添付の図面は、本発明を示し、さらに説明とともに本発明の原理を説明し、かつ当業者が本発明を行い使用することを可能とするのに役立つ。

【0016】

【図1A】 [0016] 図1Aは、本発明の実施形態を実施するために使用可能である、反射型リソグラフィ装置を示す。

【図1B】 [0016] 図1Bは、本発明の実施形態を実施するために使用可能である、透過型リソグラフィ装置を示す。

【図2】 [0017] 図2は、例示的なEUVリソグラフィ装置を示す。

【図3】 [0018] 図3は、パーティクル検出システムを示す。

【図4】 [0019] 図4は、光ウィンドウとして機能し得る光エレメントの一実施形態を示す。

【図5】 [0019] 図5は、光ウィンドウとして機能し得る光エレメントの一実施形態を示す。

【図6】 [0019] 図6は、光ウィンドウとして機能し得る光エレメントの一実施形態を示す。

【図7】 [0019] 図7は、光ウィンドウとして機能し得る光エレメントの一実施形態を示す。

【図8】 [0020] 図8は、パーティクル検出システムの第1構成を示す。

【図9】 [0020] 図9は、パーティクル検出システムの第2構成を示す。

【0017】

[0021] 本発明の特徴および利点は、図面を参照した以下の詳細な説明から、より明らかであろう。これらの図面において、同一の参照符号は、全体を通じて対応する要素を示す。図面において、同一の参照番号は、概して、同一、機能的に同様、および/または構造的に同様の要素を示す。要素が最初に現れる図面は、対応する参照番号の最も左の数字により示される。

【発明を実施するための形態】

【0018】

I. 概要

[0022] 本発明は、光ウィンドウとともに広角対物レンズを用いる欠陥検査装置を目的とするものである。本明細書は、本発明の特徴を組み入れた1つ以上の実施形態を開示する。開示される実施形態は、本発明を例示するに過ぎない。本発明の範囲は、開示される実施形態に限定されない。本発明は、添付の請求項により定義される。

【0019】

[0023] 説明されている実施形態および本明細書での「一実施形態」、「実施形態」、「例示的实施形態」などに関する言及は、説明されている実施形態が特定の特徴、構造、または特性を含み得るが、各実施形態がその特定の特徴、構造、または特性を必ずしも含むとは限らないことを示す。また、そのような表現は同一の実施形態を必ずしも示すものではない。さらに、実施形態と関連して特定の特徴、構造、または特性が説明される場合、明示的に説明されているか否かによらず、他の実施形態と関連してそのような特徴、構造、または特性を達成することは当業者の知識の範囲内であると理解されたい。

【0020】

[0024] 本発明の実施形態は、ハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、またはこれらの組合せの形式で実現されてよい。本発明の実施形態は、1つ以上のプロセッサにより読取かつ実行可能である機械読取可能媒体に記憶された命令として実現されてもよい。機械読取可能媒体は、機械（例えば、演算デバイス）により読取可能な形式で情報を記憶または伝送する任意の機構を含んでよい。例えば、機械読取可能媒体は、読出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、磁気ディスク記録媒体、光記録媒体、フラッシュメモリデバイス、電氣的、光学的、または音響的もしくはその他の伝送信号形式（例えば、搬送波、赤外信号、デジタル信号）、またはその他を含んでよい。また本明細書では、ファームウェア、ソフトウェア、ルーチン、命令は、ある動作を実行するためのものとして記述されていてもよい。しかし、当然のことながら、これらの記述は単に便宜上のものであり、これらの動作は、そのファームウェア、ソフトウェア、ルーチン、命令などを実行する演算デバイス、プロセッサ、コントローラ、または他のデバイスにより実際に得られるものである。

【0021】

[0025] 広角検査結像システムで使用される光エレメントウィンドウの実施形態が以下に詳細に説明される。一実施形態において、光エレメントは、高屈折率および低分散度の材料を含む。別の実施形態において、光エレメントは、屈折力を有するまたは有さない2つ以上のコンポーネントを含み、各々のコンポーネントは高屈折率および低分散度の材料から形成される。光エレメントウィンドウは、2つの異なる環境を分離するために使用される。同様に、光エレメントウィンドウは、検査結像システム内の能動コンポーネント（すなわち、収差向上および/または屈折力のためのコンポーネント）として利用される。

【0022】

[0026] しかし、そのような実施形態をより詳細に説明する前に、本発明の実施形態が実行され得る例示的環境を提示することは有益である。

【0023】

II. 例示的なリソグラフィ環境

A. 例示的な反射型および透過型リソグラフィシステム

[0027] 図1Aおよび図1Bは、それぞれリソグラフィ装置100および100'を概略的に示している。リソグラフィ装置100および100'の各々は、放射ビームB（例えば、DUVまたはEUV放射）を調整するように構成された照明システム（イルミネータ）ILと、パターニングデバイス（例えば、マスク、レチクル、または動的パターニングデバイス）MAを支持するように構成され、かつ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ポジションPMに連結されたサポート構造（例えば、マスクテーブル）MTと、基板（例えば、レジストコートウェーハ）Wを保持するように構成され、かつ基板Wを正確に位置決めするように構成された第2ポジションPWに連結された基板テーブル（例えば、ウェーハテーブル）WTと、を含む。また、リソグラフィ装置100および100'は、パターニングデバイスMAによって放射ビームBに付けられたパターンを基板Wのターゲット部分（例えば、1つ以上のダイを含む）C上に投影するように構成された投影システムPSを有する。リソグラフィ装置100において、パターニングデバイスMAおよび投影システムPSは反射性を有し、リソグラフィ装置100'において、パターニングデバイスMAおよび投影システムPSは透過性を有する。

【0024】

【0028】 照明システム I L としては、放射 B を誘導し、整形し、または制御するための屈折型、反射型、磁気型、電磁型、静電型、またはその他のタイプの光コンポーネント、あるいはそれらのあらゆる組合せなどのさまざまなタイプの光コンポーネントを含むことができる。

【 0 0 2 5 】

【0029】 サポート構造 M T は、パターニングデバイス M A の向き、リソグラフィ装置 1 0 0 および 1 0 0 ' の設計、および、パターニングデバイス M A が真空環境内で保持されているか否かなどの他の条件に応じた態様で、パターニングデバイス M A を保持する。サポート構造 M T は、機械式、真空式、静電式またはその他のクランプ技術を使って、パターニングデバイス M A を保持することができる。サポート構造 M T は、例えば、必要に応じて固定または可動式にすることができるフレームまたはテーブルであってもよい。サポート構造 M T は、パターニングデバイスを、例えば、投影システム P S に対して所望の位置に確実に置くことができる。

10

【 0 0 2 6 】

【0030】 「パターニングデバイス」 M A という用語は、基板 W のターゲット部分 C 内にパターンを作り出すように、放射ビーム B の断面にパターンを与えるために使用できるあらゆるデバイスを指していると、広く解釈されるべきである。放射ビーム B に付与されたパターンは、集積回路などのターゲット部分 C 内に作り出されるデバイス内の特定機能層に対応し得る。

20

【 0 0 2 7 】

【0031】 パターニングデバイス M A は、(図 1 B のリソグラフィ装置 1 0 0 ' のように)透過型であっても、(図 1 A のリソグラフィ装置 1 0 0 のように)反射型であってもよい。パターニングデバイス M A の例としては、レチクル、マスク、プログラマブルミラーアレイ、およびプログラマブル L C D パネルが含まれる。マスクは、リソグラフィでは公知であり、バイナリ、レベンソン型(alternating)位相シフト、およびハーフトーン型(attenuated)位相シフトなどのマスク型、ならびに種々のハイブリッドマスク型を含む。プログラマブルミラーアレイの一例では、小型ミラーのマトリックス配列が用いられており、各小型ミラーは、入射する放射ビームを様々な方向に反射させるように、個別に傾斜させることができる。傾斜されたミラーは、ミラーマトリックスによって反射される放射ビーム B にパターンを付ける。

30

【 0 0 2 8 】

【0032】 「投影システム」 P S という用語は、使われている露光放射にとって、あるいは液浸液の使用または真空の使用といった他の要因にとって適切な、屈折型、反射型、反射屈折型、磁気型、電磁型、および静電型光学系、またはそれらのあらゆる組合せを含むあらゆる型の投影システムを包含し得る。E U V または電子ビーム放射に対して真空環境を用いることができる。というのは、他のガスは放射または電子を吸収し過ぎる場合があるからである。従って、真空壁および真空ポンプを用いて、真空環境をビーム経路全体に提供することができる。

【 0 0 2 9 】

【0033】 リソグラフィ装置 1 0 0 および / またはリソグラフィ装置 1 0 0 ' は、2 つ (デュアルステージ) 以上の基板テーブル (および / または 2 つ以上のマスクテーブル) W T を有する型のものであってもよい。そのような「マルチステージ」機械においては、追加の基板テーブル W T は並行して使うことができ、または予備工程を 1 つ以上のテーブル上で実行しつつ、別の 1 つ以上の基板テーブル W T を露光用に使うこともできる。

40

【 0 0 3 0 】

【0034】 図 1 A および図 1 B を参照すると、イルミネータ I L は、放射源 S O から放射ビームを受ける。例えば、放射源 S O がエキシマレーザである場合、放射源 S O とリソグラフィ装置 1 0 0 、 1 0 0 ' は、別個の構成要素であってもよい。そのような場合には、放射源 S O は、リソグラフィ装置 1 0 0 または 1 0 0 ' の一部を形成しているとはみなされず、また放射ビーム B は、放射源 S O からイルミネータ I L へ、例えば、適切な誘導ミ

50

ラーおよび／またはビームエキスパンダを含むビームデリバリシステムＢＤ（図１Ｂ）を利用して進む。その他の場合においては、例えば、放射源ＳＯが水銀ランプである場合、放射源ＳＯは、リソグラフィ装置１００、１００'の一体部分とすることもできる。放射源ＳＯおよびイルミネータＩＬは、必要ならばビームデリバリシステムＢＤとともに、放射システムと呼んでもよい。

【００３１】

[0035] イルミネータＩＬは、放射ビームの角強度分布を調節するアジャスタＡＤ（図１Ｂ）を含むことができる。一般に、イルミネータの瞳面内の強度分布の少なくとも外側および／または内側半径範囲（通常、それぞれ -outerおよび -innerと呼ばれる）を調節することができる。さらに、イルミネータＩＬは、インテグレータＩＮおよびコンデンサＣＯといったさまざまな他のコンポーネント（図１Ｂ）を含むことができる。イルミネータＩＬを使って放射ビームＢを調整すれば、放射ビームの断面に所望の均一性および強度分布をもたせることができる。

10

【００３２】

[0036] 図１Ａを参照すると、放射ビームＢは、サポート構造（例えば、マスクテーブル）ＭＴ上に保持されているパターンングデバイス（例えば、マスク）ＭＡ上に入射して、パターンングデバイスＭＡによってパターン形成される。リソグラフィ装置１００において、放射ビームＢはパターンングデバイス（例えば、マスク）ＭＡから反射される。パターンングデバイス（例えば、マスク）ＭＡから反射された後、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、基板Ｗのターゲット部分Ｃ上に放射ビームＢの焦点をあわせる。第２ポジショナＰＷおよび位置センサＩＦ２（例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダ、または静電容量センサ）を使って、例えば、さまざまなターゲット部分Ｃを放射ビームＢの経路内に位置付けるように、基板テーブルＷＴを正確に動かすことができる。同様に、第１ポジショナＰＭおよび別の位置センサＩＦ１を使い、パターンングデバイス（例えば、マスク）ＭＡを放射ビームＢの経路に対して正確に位置付けることもできる。パターンングデバイス（例えば、マスク）ＭＡおよび基板Ｗは、マスクアライメントマークＭ１およびＭ２と、基板アライメントマークＰ１およびＰ２とを使って、位置合わせされてもよい。

20

【００３３】

[0037] 図１Ｂを参照すると、放射ビームＢは、サポート構造（例えば、マスクテーブル）ＭＴ上に保持されているパターンングデバイス（例えば、マスク）ＭＡ上に入射して、パターンングデバイスによってパターン形成される。マスクＭＡを通り抜けた後、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、基板Ｗのターゲット部分Ｃ上にビームの焦点をあわせる。第２ポジショナＰＷおよび位置センサＩＦ（例えば、干渉計デバイス、リニアエンコーダ、または静電容量センサ）を使って、例えば、さまざまなターゲット部分Ｃを放射ビームＢの経路内に位置付けるように、基板テーブルＷＴを正確に動かすことができる。同様に、第１ポジショナＰＭおよび別の位置センサ（図１Ｂには明示されていない）を使い、例えば、マスクライブラリから機械的に取り出した後またはスキャン中に、マスクＭＡを放射ビームＢの経路に対して正確に位置付けることもできる。

30

40

【００３４】

[0038] 通常、マスクテーブルＭＴの移動は、第１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（粗動位置決め）およびショートストロークモジュール（微動位置決め）を使って達成することができる。同様に、基板テーブルＷＴの移動も、第２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およびショートストロークモジュールを使って達成することができる。ステップの場合には（スキャナとは対照的に）、マスクテーブルＭＴは、ショートストロークアクチュエータのみに連結されてもよく、または固定されてもよい。マスクＭＡおよび基板Ｗは、マスクアライメントマークＭ１およびＭ２と、基板アライメントマークＰ１およびＰ２とを使って、位置合わせされてもよい。例示では基板アライメントマークが専用ターゲット部分を占めているが、基板アライメ

50

ントマークをターゲット部分とターゲット部分との間の空間内に置くこともできる（スクライプラインアライメントマークとして公知である）。同様に、複数のダイがマスク M A 上に設けられている場合、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。

【 0 0 3 5 】

[0039] リソグラフィ装置 1 0 0 および 1 0 0 ' は、以下に説明するモードのうち少なくとも 1 つのモードで使用できる。

1 . ステップモードにおいては、サポート構造（例えば、マスクテーブル）M T および基板テーブル W T を基本的に静止状態に保ちつつ、放射ビーム B に付けられたパターン全体を一度にターゲット部分 C 上に投影する（すなわち、単一静的露光）。その後、基板テーブル W T は、X および / または Y 方向に移動され、それによって別のターゲット部分 C を露光することができる。

10

2 . スキャンモードにおいては、サポート構造（例えば、マスクテーブル）M T および基板テーブル W T を同期的にスキャンする一方で、放射ビーム B に付けられたパターンをターゲット部分 C 上に投影する（すなわち、単一動的露光）。サポート構造（例えば、マスクテーブル）M T に対する基板テーブル W T の速度および方向は、投影システム P S の（縮小）拡大率および像反転特性によって決めることができる。

3 . 別のモードにおいては、プログラマブルパターンングデバイスを保持した状態で、サポート構造（例えば、マスクテーブル）M T を実質的に静止状態に保ち、また基板テーブル W T を動かす、またはスキャンする一方で、放射ビーム B に付けられているパターンをターゲット部分 C 上に投影する。パルス放射源 S O を採用することができ、さらにプログラマブルパターンングデバイスは、基板テーブル W T の移動後ごとに、またはスキャン中の連続する放射パルスと放射パルスとの間に、必要に応じて更新される。この動作モードは、本明細書に記載のタイプのプログラマブルミラーアレイといったプログラマブルパターンングデバイスを利用するマスクレスリソグラフィに容易に適用することができる。

20

【 0 0 3 6 】

[0040] 上述の使用モードの組合せおよび / またはバリエーション、あるいは完全に異なる使用モードもまた採用可能である。

【 0 0 3 7 】

[0041] 本明細書において、I C 製造におけるリソグラフィ装置の使用について具体的な言及がなされているが、本明細書記載のリソグラフィ装置が、集積光学システム、磁気ドメインメモリ用のガイダンスパターンおよび検出パターン、フラットパネルディスプレイ、液晶ディスプレイ（L C D）、薄膜磁気ヘッド等の製造といった他の用途を有し得ることが理解されるべきである。当業者にとっては当然のことであるが、そのような別の用途においては、本明細書で使用される「ウェーハ」または「ダイ」という用語はすべて、それぞれより一般的な「基板」または「ターゲット部分」という用語と同義であるとみなしてよい。本明細書に記載した基板は、露光の前後を問わず、例えば、トラック（通常、基板にレジスト層を塗布し、かつ露光されたレジストを現像するツール）、メトロロジーツール、および / またはインスペクションツールで処理されてもよい。適用可能な場合には、本明細書中の開示内容を上記のような基板プロセッシングツールおよびその他の基板プロセッシングツールに適用してもよい。さらに基板は、例えば、多層 I C を作るために複数回処理されてもよいので、本明細書で使用される基板という用語は、すでに多重処理層を包含している基板を表すものとしてもよい。

30

40

【 0 0 3 8 】

[0042] さらに実施形態において、リソグラフィ装置 1 0 0 は極端紫外線（E U V）源を含み、この E U V 源は E U V リソグラフィ用の E U V 放射ビームを生成するように構成される。一般に、E U V 源は放射システム内に構成され（以下参照）、対応する照明システムは E U V 源の E U V 放射ビームを調整するように構成される。

【 0 0 3 9 】

B . 例示的な E U V リソグラフィ装置

50

【0043】 図2は、本発明の一実施形態に係る例示的なEUVリソグラフィ装置200を概略的に示している。図2において、EUVリソグラフィ装置200は、放射システム42、照明光学ユニット44、および投影システムPSを含む。放射システム42は、放射ビームを放電プラズマによって形成することができる放射源SOを含む。一実施形態において、EUV放射は、非常に高温のプラズマが生成されて電磁スペクトルのEUV範囲の放射を放出するガスまたは蒸気、例えば、Xeガス、Li蒸気またはSn蒸気によって生成され得る。非常に高温のプラズマは、例えば電気放電によって、少なくとも部分的にイオン化されたプラズマを生成することによって生成することができる。この放射源は、放電生成プラズマ(LPP)源とも呼ばれる。放射を効率よく生成するために、Xe、Li、Sn蒸気または他の適切なガスまたは蒸気の分圧、例えば10Paが必要となり得る。放射源SOから放出された放射は、放射源チャンバ47から、放射源チャンバ47の開口内または開口の後方に位置決めされたガスバリアまたは汚染物質トラップ49を介してコレクタチャンバ48内へ送られる。一実施形態において、ガスバリア49は、チャンネル構造を含むことができる。

10

【0040】

【0044】 コレクタチャンバ48は、かすめ入射コレクタから形成され得る放射コレクタ50(コレクタミラーまたはコレクタとも呼ばれる)を含む。放射コレクタ50は、上流放射コレクタ側50aと下流放射コレクタ側50bとを有し、コレクタ50によって送られる放射を格子スペクトルフィルタ51で反射させて、コレクタチャンバ48のアーチャにある仮想放射源点52に集束させることができる。放射コレクタ50は、当業者に知られている。

20

【0041】

【0045】 コレクタチャンバ48から、放射ビーム56が、照明光学系ユニット44内で法線入射リフレクタ53および54を介し、レチクルまたはマスクテーブルMT上に位置決めされたレチクルまたはマスク(図示せず)上で反射される。パターン形成されたビーム57が形成され、投影システムPS内で反射エレメント58および59を介してウェハステージまたは基板テーブルWT上に支持された基板(図示せず)上で結像される。さまざまな実施形態において、照明光学ユニット44および投影システムPSは、図2に示すエレメントより数の多い(または少ない)エレメントを含み得る。例えば、格子スペクトルフィルタ51は、リソグラフィ装置のタイプによって任意に存在してよい。さらに、一実施形態において、照明光学ユニット44および投影システムPSは、図2に示すミラーより数の多いミラーを含み得る。例えば、投影システムPSは反射エレメント58および59に加えて1つから4つの反射エレメントを含んでよい。図2において、参照番号180は、2つのリフレクタの間の空間、例えば、リフレクタ142とリフレクタ143との間の空間を示す。

30

【0042】

【0046】 一実施形態において、コレクタミラー50は、かすめ入射コレクタの代わりに、またはかすめ入射コレクタに加えて、法線入射コレクタも含み得る。また、リフレクタ142、143および146を有する入れ子式コレクタに関連して説明するが、コレクタミラー50は、本明細書においてコレクタの一例としてさらに用いられる。

40

【0043】

【0047】 さらに、図2に概略的に示すような格子51の代わりに、透過型光フィルタを使用してよい。EUVを透過させる光フィルタ、ならびにUV放射をより透過させない、または実質的にUV放射を吸収する光フィルタは、当業者に公知である。従って、「格子スペクトル純度フィルタ」の使用は、本明細書においてさらに「スペクトル純度フィルタ」と区別なく示され、これには格子または透過型フィルタが含まれる。図2に示されていないが、EUV透過型光フィルタを、追加の光エレメントとして含むことができ、例えば、コレクタミラー50の上流、ならびに照明ユニット44および/または投影システムPS内の光EUV透過型フィルタの上流で構成することができる。

【0044】

50

【0048】 光エレメントに関する「上流のノで」および「下流のノで」という用語は、それぞれ、1つ以上の追加の光エレメントの「光学的に上流の」および「光学的に下流の」1つ以上の光エレメントの位置を示す。放射ビームがリソグラフィ装置200を通過する光路に従って、第2光エレメントより放射源S0に近い第1光エレメントが第2光エレメントの上流で構成され、第2光エレメントは第1光エレメントの下流で構成される。例えば、コレクタミラー50はスペクトルフィルタ51の上流で構成され、一方、光エレメント53はスペクトルフィルタ51の下流で構成される。

【0045】

【0049】 図2に示されるすべての光エレメント（および本実施形態の概略図に示されていない追加の光エレメント）は、放射源S0によって生成された汚染物質、例えば、S_nの堆積の影響を受けることがある。このようなことは、放射コレクタ50、およびスペクトル純度フィルタ51（存在する場合）に対して当てはまり得る。従って、洗浄デバイスを用いてこれらの光エレメントのうちの1つ以上の光エレメントを洗浄することができ、また、洗浄方法をそれらの光エレメントだけでなく、法線入射リフレクタ53および54ならびに反射エレメント58および59または他の光エレメント、例えば、追加のミラー、格子などに適用することができる。

【0046】

【0050】 放射コレクタ50は、かすめ入射コレクタとすることができ、そのような実施形態において、コレクタ50は光軸Oに沿って位置合わせされる。放射源S0またはその像もまた、光軸Oに沿って位置し得る。放射コレクタ50は、リフレクタ142、143、および146（「シェル」またはいくつかのWolter型リフレクタを含むWolter型リフレクタとしても知られている）を含み得る。リフレクタ142、143、および146は、入れ子にされ、光軸Oについて対称であり得る。図2において、内側リフレクタは参照番号142で示され、中間リフレクタは参照番号143で示され、外側リフレクタは参照番号146で示される。放射コレクタ50は、特定の体積、すなわち、外側リフレクタ146の体積を囲む。通常、小さい開口が存在し得るものの、外側リフレクタ146の体積の周囲は閉じられている。

【0047】

【0051】 リフレクタ142、143、および146の各々は、少なくとも一部が反射層または多数の反射層である面を有し得る。従って、リフレクタ142、143、および146（または4つ以上のリフレクタまたはシェルを有する放射コレクタの実施形態における追加のリフレクタ）は、少なくとも部分的に放射源S0からのEUV放射を反射し、かつ集光するために設計され、リフレクタ142、143、および146の少なくとも一部は、EUV放射を反射し、かつ集光するように設計されなくてよい。例えば、リフレクタの裏側の少なくとも一部は、EUV放射を反射し、かつ集光するように設計されなくてよい。これらの反射層の表面上に、さらに、保護を目的として、またはこれらの反射層の表面の少なくとも一部の上に設けられた光フィルタとして、キャップ層が存在してよい。

【0048】

【0052】 放射コレクタ50は、放射源S0または放射源S0の像の近傍に配置され得る。各リフレクタ142、143、および146は、少なくとも2つの隣接した反射面を含み得る。これらの反射面のうち、放射源S0からより遠い反射面は、放射源S0により近い反射面よりも光軸Oに対してより小さい角度で配置される。このように、かすめ入射コレクタ50は、光軸Oに沿って伝搬する（E）UV放射ビームを生成するように構成される。少なくとも2つのリフレクタは、光軸Oについて、実質的に同軸に配置され、かつ実質的に回転対称に延在し得る。当然のことながら、放射コレクタ50は、外側リフレクタ146の外面上のさらなるフィーチャ、または外側リフレクタ146の周りのさらなるフィーチャ、例えば、保護ホルダ、ヒータを有し得る。

【0049】

【0053】 本明細書に記載した実施形態において、「レンズ」および「レンズエレメント」という用語は、文脈によっては、屈折、反射、磁気、電磁気、および静電型光コンポー

ネットを含む様々な種類の光コンポーネントのいずれか１つまたはこれらの組合せを指すことができる。

【００５０】

[0054] さらに、本明細書で使用される「放射」および「ビーム」という用語は、紫外線（ＵＶ）（例えば、３６５ｎｍ、２４８ｎｍ、１９３ｎｍ、１５７ｎｍ、または１２６ｎｍの波長を有する）、極端紫外線（ＥＵＶまたは軟Ｘ線）（例えば、１３．５ｎｍなどの５～２０ｎｍの範囲の波長を有する）、５ｎｍ未満で作用する硬Ｘ線、ならびにイオンビームや電子ビームなどの微粒子ビームを含むあらゆる種類の電磁放射を包含している。一般に、約７８０～３０００ｎｍの間の（またはそれより大きい）波長を有する放射は、赤外放射とみなされる。ＵＶは、約１００～４００ｎｍの波長を有する放射を意味する。リソグラフィでは、ＵＶは、通常、水銀放電ランプによって生成され得る波長、すなわち、Ｇ線４３６ｎｍ、Ｈ線４０５ｎｍ、および／またはＩ線３６５ｎｍにも適用される。真空ＵＶ、つまりＶＵＶ（すなわち、空気によって吸収されるＵＶ）は、約１００～２００ｎｍの波長を有する放射を意味する。深紫外線（ＤＵＶ）は通常、１２６ｎｍ～４２８ｎｍの範囲の波長を有する放射を意味し、一実施形態において、エキシマレーザはリソグラフィ装置で使用されるＤＵＶ放射を生成し得る。当然のことながら、例えば５～２０ｎｍの範囲の波長を有する放射は、少なくとも一部が５～２０ｎｍの範囲である特定の波長域の放射に関連する。

10

【００５１】

ＩＩＩ．２つの環境を分離する広角レンズ用光ウィンドウ

20

[0055] 図３は、本発明の一実施形態に係るパーティクル検出システム３００を概略的に示している。例えば、パーティクル検出システム３００は、図１Ａ、図１Ｂ、または図２に示すような、第１環境３０５を有するリソグラフィ装置に含まれるレチクル検査システムとすることができる。一例において、パーティクル検出システム３００は、第１環境３０５と第２環境３７０との間のセパレータ３６０を含む。セパレータ３６０は、開口３５５を含む。光エレメント３５０は、セパレータ３６０の開口３５５内に配置される。物体３３０は第２環境３７０に配置される。対物レンズ３４２が第１環境３０５に配置される。ディテクタ３４０が第１環境３０５に配置され、対物レンズ３４２および光エレメント３５０を通る光路３４５に沿って、物体３３０の表面３３５上のパーティクルを検出するように構成される。

30

【００５２】

[0056] 図示の例において、システム３００は、第１チャンバ３１０、例えば、露光チャンバ、および第２チャンバ、例えば、検査チャンバを含む（第１チャンバ３１０および第２チャンバ３２０は第２環境３７０内である）。物体３３０は、検査チャンバ３２０内で位置決めされる。セパレータ３６０は、第２チャンバ３２０と第１環境３０５との間にある。

【００５３】

[0057] 一例において、光エレメントウィンドウ３５０は、画像光に対してエラーまたは収差を生じさせずに物体３３０の表面の像を含む光をディテクタ３４０に送るように構成される。本発明の少なくとも１つの実施形態において、検査対象の物体３３０はレチクルである。少なくとも１つの実施形態において、検査チャンバ３２０は、レチクルを扱うように構成される。

40

【００５４】

[0058] 一例において、物体３３０が露光チャンバ３１０での動作状態に入る前に、物体３３０は検査チャンバ３２０内に位置決めされる。検査チャンバ３２０において、物体３３０の表面３３５は、光源３２５からの（例えば、表面の法線ベクトルに対する鈍角での）光ビームＬＢによって照明される。

【００５５】

[0059] 一例において、光エレメントウィンドウ３５０は、物体３３０の表面の平面からの法線ベクトルが、ウィンドウの光軸３４５に対する法線ベクトルとして光エレメント

50

ウィンドウ 3 5 0 を通るように構成することができる。すなわち、一例において、光エレメントウィンドウ 3 5 0 の光平面は、物体 3 3 0 の表面平面に平行に構成される。

【 0 0 5 6 】

[0060] 一例において、物体 3 3 0 の表面は、実質的に滑らかで光沢がある。少なくとも一例において、物体 3 3 0 はレチクルであり、その表面はレチクルの裏側である。レチクルの裏側はパターン形成されず、光沢があり滑らかである。従って、物体 3 3 0 の表面が光ビーム L B で照明されるとき、光の大部分は入射角と等しい角度で表面 3 3 5 から反射される（すなわち、放射源光線）。

【 0 0 5 7 】

[0061] 入射角および反射角は、表面の法線ベクトルに対して数学的に定義される。しかし、入射光 L B が表面 3 3 5 上のパーティクルや他の不要な構造を照明するとき、光の少なくとも一部が、法線ベクトルの角度または法線ベクトルに近い角度で（すなわち、光エレメントウィンドウ 3 5 0 の光軸 3 4 5 に沿って）散乱する。ディテクタ 3 4 0 は、光軸 3 4 5 に沿って入射光線 3 4 2 を検出するように構成される。従って、パーティクルは、パーティクルと物体 3 3 0 の滑らかで光沢のある表面 3 3 5 との間の有意な光のコントラストシフトに基づいて検出される。というのは、光が表面 3 3 5 上のパーティクルや他の不要な構造から反射されない限り、光軸 3 4 5 に沿って物体 3 3 0 の表面 3 3 5 から反射される光が存在しないからである。

【 0 0 5 8 】

[0062] 光エレメントウィンドウ 3 5 0 の構成は、物体 3 3 0 の表面 3 3 5 からの像のコントラストの品質に影響を与える。従って、選択された構成によっては、パーティクルや他の不要な構造が物体 3 3 0 の表面 3 3 5 上にあるかどうかディテクタ 3 4 0 が判断できないことがある。

【 0 0 5 9 】

[0063] ディテクタ 3 4 0 は、（図 8 および図 9 に見られるような）追加の対物レンズエレメントも含み得る。追加のレンズエレメントは、物体 3 3 0 の表面 3 3 5 の広角視野を可能とするように構成される。

【 0 0 6 0 】

[0064] 一例において、光エレメントウィンドウ 3 5 0 が最適な光学特性未満のものを示す安価な市販の光学系である場合、物体 3 3 0 の表面 3 3 5 の光学像にエラーが生じることがある。こうしたエラーは、例えば、球面収差、コマ収差、非点収差である。エラーを補償するために、一例において、光路 3 4 5 のサイズを大きくする必要がある。同様に、光エレメントウィンドウ 3 5 0 がエラーを生じさせる場合、光路 3 4 5 の最適化が悪影響を受ける。従って、光エレメントウィンドウ 3 5 0 の構成および設計は重要である。

【 0 0 6 1 】

[0065] 物体 3 3 0 の表面 3 3 5 の検査は、リソグラフィ露光全体が最適に作用することを確実にするために行われる。例えば、物体 3 3 0 の表面 3 3 5 上のパーティクルや他の不要な構造は、物体 3 3 0 のリソグラフィ装置（例えば、図 1 A、図 1 B、図 2 のそれぞれ 1 0 0、1 0 0'、2 0 0）内の関連するサポート（図示せず）への位置決めおよび設定に悪影響を及ぼす場合がある。一例において、レチクルの裏側のパーティクルは、レチクルのレチクルサポートへの位置決めおよびアライメントに悪影響を及ぼす場合がある。レチクルの裏側のパーティクルによって引き起こされたミスアライメントは、ターゲット基板上の投影パターンの実質的なエラーの原因となるおそれがある。

【 0 0 6 2 】

[0066] 一例において、ウィンドウ 3 5 0 は、ディテクタ 3 4 0 に対して高屈折率および低分散度を有する材料から構成されて、光エレメントウィンドウ 3 5 0 を介して最良の像を得る。さらに、またはあるいは、ウィンドウ 3 5 0 の他の特性も、最良の像を得るために選択することができる。

【 0 0 6 3 】

[0067] 屈折率は、物質を通過する光の速度に対する真空中の光の速度の比を指す。一

10

20

30

40

50

例において、高屈折率は、約 1.75 または 1.75 を超える値とすることができる。さまざまな材料の屈折率は、可視光に対して 1.75 未満の屈折率を示す材料が紫外光に対して 1.75 または 1.75 を超える屈折率を示し得るように周波数に依存していることが理解されよう。

【0064】

[0068] 分散は、材料を通過する波の速度が波の周波数に依存する現象を指す。一例において、アッペ数は分散度を示すことができ、このアッペ数は屈折率に対する物質の分散度の基準である。一例において、低分散度は 30 未満のアッペ数であり得る。

【0065】

[0069] 例えば、光エレメントウィンドウ 350 が高屈折率 ($n > 1.75$) および低分散度 (< 34) を有するガラス、例えば、ショット (Schott) のカタログが提示する光学ガラス (N-SF4、N-SF6、N-SF66 など) を用いる構成を有することを指定することによって、光エレメントウィンドウ 350 は光路 345 の能動エレメントとなり、像への収差を引き起こさずに物体 330 の表面 335 から反射される光線 342 をディテクタ 340 に効果的に送ることが可能である。この例において、こうした特性を示す光エレメントウィンドウ 350 は、より広い視野角を支持する高品質の結像を可能にし、ディテクタ 340 において高い像コントラストを生じさせる。

【0066】

[0070] 図 4、図 5、図 6、および図 7 は、図 3 のウィンドウ 350 を実現するために使用可能な光エレメント 450、550、650、および 750 という 4 つの例示の実施形態を示している。これらの例は例示的であるが網羅的でないことを理解されたい。

【0067】

[0071] 図 4 は、実質的に屈折力を有さない平行平板 450 を示している。上述の通り、一例において、光エレメント 450 の構成は、高屈折率および低分散度に関して制御される。

【0068】

[0072] 図 5 は、屈折力を有する板 550 を示している。従って、屈折率および分散特性に加えて、板 550 は、パーティクル検出システム 300 の光路 345 に沿った屈折力を生じさせるために使用することができる。この例示的な構成において、屈折力の量は低い場合がある。

【0069】

[0073] 図 6 は、第 1 および第 2 の結合された平行平板 652 および 654 を有する光エレメント 650 を示している。一例において、平行平板 652 と平行平板 654 との間に空気ギャップまたは他の光接触が存在し得る。また、3 つ以上の板を使用してもよいことを理解されたい。一例において、平行平板 652 および 654 は、高屈折率および低分散度の両方を示す材料から構成される。一例において、平行平板 652 および 654 は、別々の屈折率および別々の分散度、例えば、ショット光学ガラス N-LAF2 ($n = 1.743$ 、 $= 44.85$) および N-SF4 ($n = 1.755$ 、 $= 27.38$) を有する材料から構成され、それによってコマ収差、非点収差、および軸上色収差などのより良好な色/単色収差補正を提供する。同様な屈折率を有するものの異なる分散度を有する N-LAF36 ($n = 1.799$ 、 $= 42.37$) および N-SF6 ($n = 1.805$ 、 $= 25.4$) などの材料の対に関しては、軸上色収差のみを補正することができる。

【0070】

[0074] 図 7 は、第 1 および第 2 の結合された光コンポーネント 752 および 754 を有する光エレメント 750 を示している。この光コンポーネントの各々はある程度の屈折力を有するが組み合わせられたものは非常に弱い屈折力を示す (または全く示さない)。また、3 つ以上のコンポーネントを使用してもよいことを理解されたい。光コンポーネント 752 および 754 は、高屈折率および低分散度の両方を示す材料から構成される。例えば、第 1 ウィンドウコンポーネントはショットガラス N-LAF7 ($n = 1.749$ 、

10

20

30

40

50

= 3 4 . 8) から形成することができ、第 2 コンポーネントはショットガラス N - S F 4 (n = 1 . 7 5 5 、 = 2 7 . 3 8) から形成することができる。一例において、コンポーネント 7 5 2 および 7 5 4 は結合して、屈折力を有さない光エレメントウィンドウを形成することができる。時として望ましい場合には、コンポーネント 7 5 2 および 7 5 4 は結合して屈折力を有する光エレメントウィンドウを形成する。

【 0 0 7 1 】

[0075] さらに、またはあるいは、コンポーネント 6 5 2 および 6 5 4 、ならびにコンポーネント 7 5 2 および 7 5 4 は、空気ギャップ、光接触、および / または媒体、例えば、水、カナダバルサム、合成コーティングおよび材料などによって近接または接触することができ、それによって適切な光学的性質がもたらされる。

10

【 0 0 7 2 】

[0076] 図 8 および図 9 は、パーティクル検出システム 3 0 0 の光路 3 4 5 の第 1 構成 8 0 0 および第 2 構成 9 0 0 を示している。

【 0 0 7 3 】

[0077] 図 8 において、構成 8 0 0 は、物体 (例えば、図 3 の 3 3 0) の表面 8 3 0 、広角光線 8 1 0 、平行平板光エレメントウィンドウ 8 5 0 、対物レンズセット 8 2 0 、および検出デバイス 8 4 0 を含む。少なくとも 1 つの実施形態において、表面 8 3 0 はレチクルのパターン形成されていない面である。

【 0 0 7 4 】

[0078] 図 9 において、構成 9 0 0 は、物体 (例えば、図 3 の 3 3 0) の表面 9 3 0 、広角光線 9 1 0 、マルチコンポーネント (ここでは 2 つ) 光エレメントウィンドウ 9 5 0 、対物レンズセット 5 2 0 、および検出デバイス 5 4 0 を含む。少なくとも 1 つの実施形態において、表面 5 3 0 はレチクルのパターン形成されていない面である。

20

【 0 0 7 5 】

[0079] 図 8 および図 9 の両方において、光エレメントウィンドウ 8 5 0 / 9 5 0 はセパレータ (例えば、図 3 の 3 6 0) (すなわち、壁など) 内で位置決めされる。セパレータ (例えば、図 3 の 3 6 0) は、第 1 環境 8 8 0 / 9 8 0 と第 2 環境 8 9 0 / 9 9 0 とを分離する点線として示されている。物体 (例えば、図 3 の 3 3 0) の表面 8 3 0 / 9 3 0 上のパーティクルから反射された光線 8 1 0 / 9 1 0 は、像に収差形態のエラーを生じさせずに、光エレメント 8 5 0 / 9 5 0 を通過する。図 8 において像は変化しないが、図 9 において像は、光エレメントウィンドウ 9 5 0 の 2 つ以上のコンポーネントの各々の屈折力に導かれる。図 8 および図 9 のそれぞれの光エレメントウィンドウ 8 5 0 / 9 5 0 を通過する光は、光を検出デバイス 8 4 0 / 9 4 0 上に屈折させる / 成形する対物レンズセット 8 2 0 / 9 2 0 に入射する。対物レンズセット 8 2 0 / 9 2 0 は、光エレメントウィンドウ 8 5 0 / 9 5 0 とともに、不要な収差を生じさせず、かつ光路 3 4 5 の距離を適度な範囲に維持して、物体 (例えば、図 3 の 3 3 0) の表面 8 3 0 / 9 3 0 の広角視野を確保するように構成される。これによって、光エレメントウィンドウ 8 5 0 / 9 5 0 の設計に妨げられることなく結像最適化が行われることが可能になる。ディテクタ 8 4 0 / 9 4 0 は、像のコントラストシフトを判断し、それによって物体 (例えば、図 3 の 3 3 0) の表面 8 3 0 / 9 3 0 上の不要なパーティクルの位置を検出するように構成される。

30

40

【 0 0 7 6 】

[0080] 要約すると、高屈折率および低分散度を有するだけでなく光エレメントウィンドウ 3 5 0 の屈折力の実現性を生じさせる (図 3 に示すような) 光エレメントウィンドウ 3 5 0 を設計することによって、設計者は広視野結像システムを効果的に製作することができる。そのようなウィンドウ 3 5 0 は、欠陥、パーティクル、およびヘーズの観点から、真空内 E U V レチクルおよびウェーハの汚染検査に特に適切であろう。具体的に上述していないが、そのようなシステムはレチクルおよびウェーハチャックの汚染検査に適用可能であろう。同様に、このシステムは D U V および / または E U V レチクルの表側および裏側の検査に等しく適用可能であろう。このシステムによって提供される広視野により、レチクル走査なしで全面結像を行うことができる。

50

【 0 0 7 7 】

【0081】 発明の概要および要約の項目は、発明者が想定するような本発明の1つ以上の例示的实施形態について述べることができるが、すべての例示的实施形態を述べることはできず、従って本発明および請求の範囲をいかなる意味でも制限しないものとする。

【 0 0 7 8 】

【0082】 本発明を、複数の特定の機能の実施およびそれらの関係を示す機能構成ブロックを用いて説明してきた。これらの機能構成ブロックの境界は、説明の都合上、本明細書において任意に定義されている。これら特定の機能やそれらの関係が適切に実現される限り、別の境界を定義することができる。

【 0 0 7 9 】

【0083】 特定の实施形態に関する前述の説明は、本発明の全般的な特徴をすべて示すものであり、従って当業者の知識を適用すれば、過度の実験を行わなくとも、本発明の一般的な概念から逸脱することなく、そのような特定の实施形態などのさまざまな用途に対して容易に変更および/または改変を行うことができる。従って、そのような改変や変更は、本明細書で提示した教示ならびに説明に基づき、開示した实施形態の等価物の趣旨および範囲内に収まるものとする。なお、当然ながら、ここで用いた語法や用語は説明のためであって限定を意図するものではなく、本明細書の用語あるいは語法は、上記教示や説明を考慮しながら当業者が解釈すべきものである。

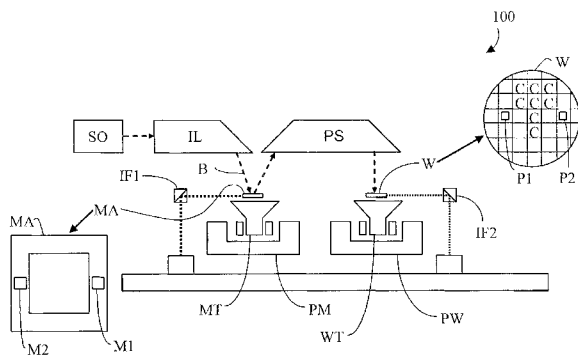
【 0 0 8 0 】

【0084】 本発明の範囲は上述の例示的实施形態のいずれによっても限定されるべきでなく、添付の特許請求の範囲および等価物によってのみ規定されるべきである。

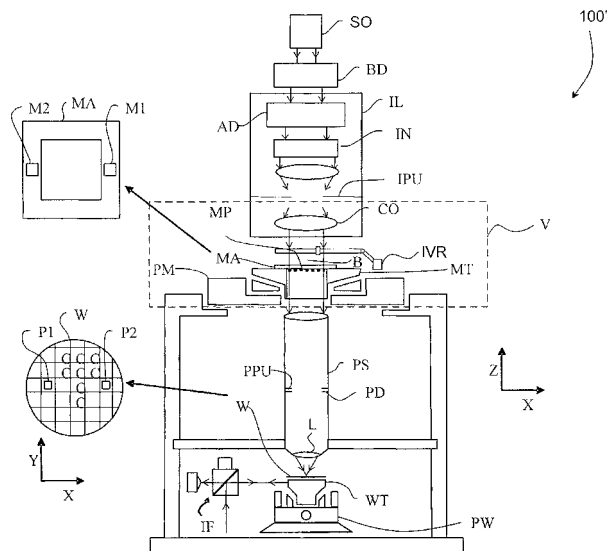
10

20

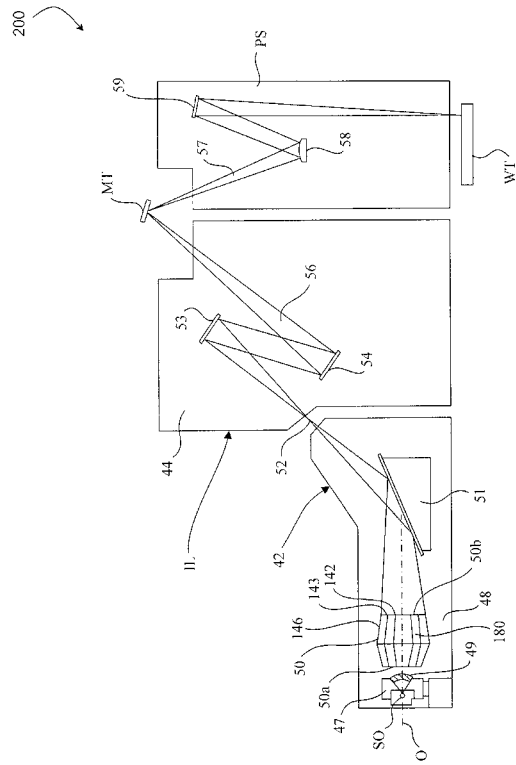
【 図 1 A 】



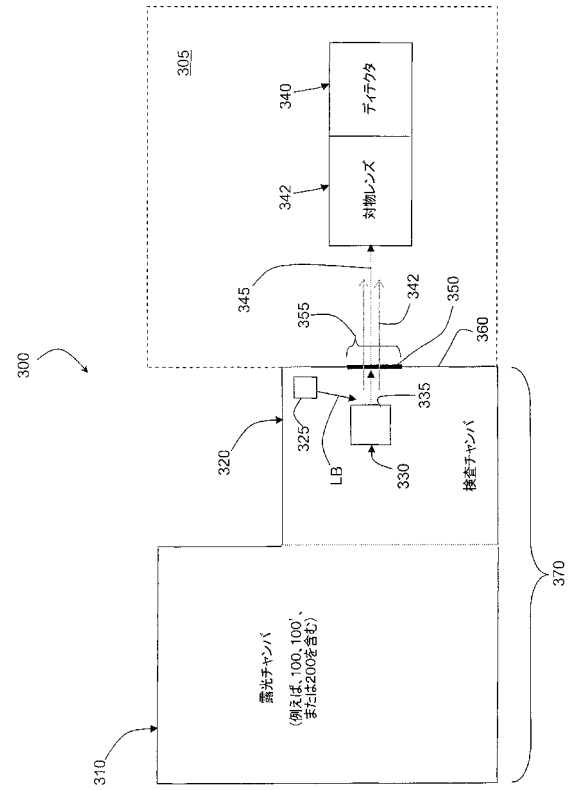
【 図 1 B 】



【 図 2 】



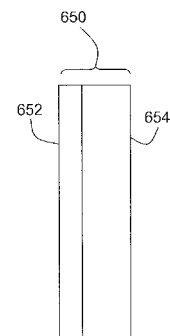
【 図 3 】



【 図 4 】



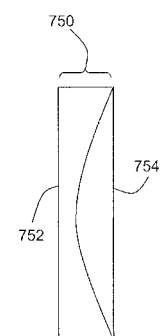
【 図 6 】



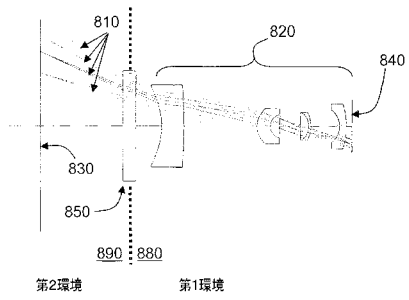
【 図 5 】



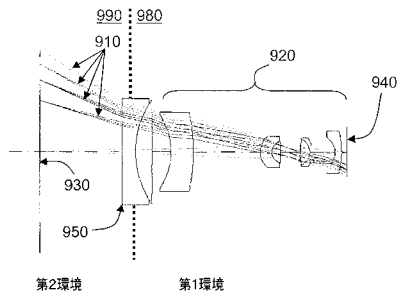
【 図 7 】



【 図 8 】



【 図 9 】



フロントページの続き

(72)発明者 ヴラディミルスキー，ユリ

アメリカ合衆国，コネチカット州 0 6 8 8 3，ウエストン，オールド ジョージタウン ロード
4 4

(72)発明者 ウォルシュ，ジェームス エイチ．

アメリカ合衆国，コネチカット州 0 6 4 7 0，ニュータウン，シーランド ドライブ 7

Fターム(参考) 2H095 BA10 BD05

5F146 GA21 GD22

【外国語明細書】
2012014170000001.pdf