

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5535194号
(P5535194)

(45) 発行日 平成26年7月2日(2014.7.2)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/027 (2006.01)
G03F 1/24 (2012.01)
G03F 1/82 (2012.01)

H01L 21/30 503G
H01L 21/30 531M
GO3F 1/24
GO3F 1/82

請求項の数 12 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2011-505407 (P2011-505407)
(86) (22) 出願日 平成21年4月16日 (2009.4.16)
(65) 公表番号 特表2011-519156 (P2011-519156A)
(43) 公表日 平成23年6月30日 (2011.6.30)
(86) 國際出願番号 PCT/EP2009/002782
(87) 國際公開番号 WO2009/129960
(87) 國際公開日 平成21年10月29日 (2009.10.29)
審査請求日 平成24年4月13日 (2012.4.13)
(31) 優先権主張番号 61/071,345
(32) 優先日 平成20年4月23日 (2008.4.23)
(33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 504151804
エーエスエムエル ネザーランズ ピー.
ブイ.
オランダ国 ヴェルトホーフェン 550
4 ディー アール, デ ラン 6501
(74) 代理人 100079108
弁理士 稲葉 良幸
(74) 代理人 100109346
弁理士 大貫 敏史
(72) 発明者 スキヤカバロツツイ, ルイージ
オランダ国, ヴァルケンスワルド エヌエ
ル-5554 ケーディー, デ メーレ
39

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】リソグラフィ装置、デバイス製造方法、クリーニングシステム、およびパターニングデバイスをクリーニングする方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

リソグラフィ装置であって、
放射ビーム(15)としてのEUV放射ビームを調整する照明システムと、
前記放射ビーム(15)にパターンを付与するパターニングデバイス(12)を支持するサポート構造(MT)と、
前記パターニングデバイス(12)によってパターン付けされた前記放射ビーム(15)を基板(W)に投影する投影システム(PS)とを備え、
当該リソグラフィ装置は、前記パターニングデバイス(12)に隣接したガス中に前記放射ビーム(15)を通過させてプラズマを生成し、前記プラズマの生成中に遊離した電子により汚染物質粒子を帯電させ、

当該リソグラフィ装置は、さらに、前記パターニングデバイス(12)上にあり、かつ前記放射ビーム(15)により生成された前記プラズマによって帯電された汚染物質粒子に対し、前記汚染物質粒子を前記パターニングデバイス(12)から除去するために、静電気力を提供するパターニングデバイスクリーニングシステムを備え、

前記パターニングデバイスクリーニングシステムは、クリーニング電極(10、25、26)と、前記クリーニング電極と接続された電圧源(13)とを備え、前記クリーニング電極(10、25、26)の表面は、前記パターニングデバイス(12)の表面に対抗している、リソグラフィ装置。

【請求項2】

10

20

前記パターニングデバイスクリーニングシステムは、前記電圧源（13）は、前記放射ビームにより帯電された汚染物質粒子が前記クリーニング電極（10；25、26）へと静電的に引き付けられるように前記クリーニング電極（10；25、26）に電荷を与える、請求項1に記載のリソグラフィ装置。

【請求項3】

前記クリーニング電極（10；25、26）は、前記リソグラフィ装置の動作中、前記放射ビーム（15）が前記パターニングデバイス（12）上に入射する領域に直接隣接した位置において、前記パターニングデバイス（12）に隣接し、

前記リソグラフィ装置は、前記リソグラフィ装置の動作中、前記放射ビームが前記パターニングデバイス（12）の異なる複数の領域に入射するように前記パターニングデバイス（12）が前記放射ビーム（15）に対して移動され、前記クリーニング電極（10；25、26）は、前記放射ビーム（15）に対する前記パターニングデバイス（12）の移動中、前記放射ビーム（15）が入射する領域に直接隣接したまま維持されるべく前記放射ビーム（15）に対して実質的に静止状態である、請求項2に記載のリソグラフィ装置。
10

【請求項4】

前記クリーニング電極（10；25、26）は、少なくとも部分的に接着剤（43）で覆われ、前記接着剤（43）は、前記クリーニング電極（10；25、26）に引き付けられた汚染物質粒子を付着する、請求項2または3に記載のリソグラフィ装置。
20

【請求項5】

前記電圧源（13）は、前記リソグラフィ装置の動作中、前記クリーニング電極（10；25、26）と前記パターニングデバイス（12）および／またはグランドとの間にパルス状の電圧差を提供し、前記電圧差のパルスは、前記パターニングデバイス（12）上に入射する前記放射ビーム（15）のパルスと同期される、請求項2～4のいずれか1項に記載のリソグラフィ装置。
20

【請求項6】

前記電圧源（13）は、前記リソグラフィ装置の動作中、前記クリーニング電極（10；25、26）と前記パターニングデバイス（12）および／またはグランドとの間に一定の電圧差を提供し、

前記電圧源（13）は、前記クリーニング電極（10；25、26）と前記パターニングデバイス（12）および／またはグランドとの間に、正の電圧差を提供する、請求項2に記載のリソグラフィ装置。
30

【請求項7】

さらなるクリーニング電極（25、26）をさらに備え、前記さらなるクリーニング電極（25、26）は、前記リソグラフィ装置の動作中、前記放射ビーム（15）が前記パターニングデバイス（12）上に入射する領域に直接隣接した位置において前記パターニングデバイス（12）に隣接し、前記電圧源（13）は、前記パターニングデバイス（12）と前記さらなるクリーニング電極（25、26）との間に電圧差を提供する、請求項2～6のいずれか1項に記載のリソグラフィ装置。
40

【請求項8】

前記パターニングデバイス（12）および前記クリーニング電極（10；25、26）を含むチャンバ（30）と、前記チャンバ（30）内のガスの圧力を、前記リソグラフィ装置の周囲環境の圧力未満に減圧するガス制御システム（31）と、をさらに備える、請求項2～7のいずれか1項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項9】

前記ガス制御システム（31）は、前記チャンバ（30）内のガスの圧力をおよそ3N/m²まで減圧する、請求項8に記載のリソグラフィ装置。

【請求項10】

前記ガス制御システム（31）は、前記チャンバ（30）へと不活性ガスを提供する、請求項9に記載のリソグラフィ装置。
50

【請求項 11】

ガス源(17)に接続され、かつ前記パターニングデバイスクリーニングシステムにより前記パターニングデバイス(12)から除去された汚染物質粒子を、前記パターニングデバイス(12)から離れる方向へ搬送するために、前記パターニングデバイス(12)へとガス流(18)を提供するガス出口(16)をさらに備える、請求項1～10のいずれか1項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 12】

パターニングデバイス(12)を使用して放射ビーム(15)としてのEUV放射ビームにパターンを形成すること、

パターニングデバイス(12)によってパターン付けされた前記放射ビーム(15)を基板(W)に投影することと、10

前記パターニングデバイス(12)に隣接したガス中に前記放射ビーム(15)を通過させてプラズマを生成し、前記プラズマの生成中に遊離した電子により汚染物質粒子を帯電させることと、

前記放射ビーム(15)により生成された前記プラズマによって帯電された汚染物質粒子に対し、静電気力を印加することにより前記パターニングデバイス(12)から前記汚染物質粒子を除去することと、

を含み、

前記汚染物質粒子を除去することは、クリーニング電極(10、25、26)と前記クリーニング電極と接続された電圧源(13)とを備えたパターニングデバイスクリーニングシステムによって実行され、前記クリーニング電極(10、25、26)の表面は、前記パターニングデバイス(12)の表面に對抗している、デバイス製造方法。20

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】****[関連出願の相互参照]**

本出願は、2008年4月23日出願の米国特許仮出願第61/071,345号の利益を主張し、その全体が参考することにより本明細書に組み込まれる。

【0002】

[0001] 本発明は、リソグラフィ装置、デバイスを製造する方法、クリーニングシステム、およびパターニングデバイスをクリーニングする方法に関連する。30

【背景技術】**【0003】**

[0002] リソグラフィ装置は、所望のパターンを基板上、通常、基板のターゲット部分上に付与する機械である。リソグラフィ装置は、例えば、集積回路(IC)の製造に用いることができる。その場合、ICの個々の層上に形成される回路パターンを生成するために、マスクまたはレチクルとも呼ばれるパターニングデバイスを用いることができる。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、1つ以上のダイの一部を含む)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(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。公知のリソグラフィ装置としては、ターゲット部分上にパターン全体を一度に露光することにより各ターゲット部分を照射するステッパ、および放射ビームによってある特定の方向(「スキャン」方向)にパターンをスキャンすると同時に、この方向に平行または逆平行に基板をスキャンすることにより各ターゲット部分を照射する、スキャナが含まれる。パターンを基板上にインプリントすることにより、パターニ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。40

【0004】

[0003] リソグラフィ装置内、およびその周辺において、形成されるパターンの品質を低下させるおそれのあるあらゆる汚染を除去することが望ましい。特に、例えば、基板上50

に投影される放射ビームにパターンを形成するために使用されるパターニングデバイスには、基板上に投影される像に影響を与える汚染物質粒子が可能な限り無いことを確実にすることが望ましい。パターニングデバイスをペリクルで覆うことが従来から知られており、このペリクルはパターンが設けられた表面上に配置される透明なカバーである。ペリクルより、パターン付き表面を損傷するリスクなく、パターニングデバイスをクリーニングすることが容易になる。さらに、ペリクル表面上に残るあらゆる汚染物質粒子は、パターニング表面の平面内には存在しない。従って、そのような粒子は、焦点の合った基板上に結像されず、これら粒子の影響は小さくなる。

【0005】

[0004] 常にパターニングデバイスにペリクルを設けることができるとは限らない。例えば、EUV放射を使用するリソグラフィでは、リソグラフィ装置の光コンポーネントによるEUV放射の吸収を最小限に抑えることが望ましい。従って、EUV放射を吸収するペリクルのような透過性の光エレメントの使用を避けることが望ましい。その結果、ペリクルを設けることができず、EUV放射にパターン形成するべきパターニングデバイスのパターン付き表面をクリーニングするシステムを設けることが望まれ得る。これは、除去されるべき粒子が非常に小さく、例えば30nmといった非常に小さい粒子を除去することが必要な場合があり、また、この粒子を表面に付着させる力は比較的大きい場合があるため、かなりの難題になり得る。従って、粒子を除去するために相当な努力が必要となり得る。しかし、粒子を除去するプロセスにおいてパターン付き表面自体が確実に損傷されないようするために、最新の注意を払うべきである。当然のことながら、最終的には、リソグラフィ装置は商業的環境で動作する。従って、パターニングデバイスをクリーニングするシステムは、システムの資本費用あるいはシステムの運転費用のいずれの観点においても、リソグラフィシステムの費用を大幅には増加しないことが望ましい。パターニングデバイスをクリーニングするのにかなりの時間が使われると、後者の費用が大幅に増加し得る。

【0006】

[0005] リソグラフィ装置内のパターニングデバイスのクリーニングにおいて使用に適した改良されたクリーニングシステムを提供することが望ましい。

【発明の概要】

【0007】

[0006] 本発明の一実施形態の一態様では、請求項に明記されたリソグラフィ装置が提供される。

【0008】

[0007] 本発明の一実施形態の一態様では、請求項に明記されたデバイス製造方法が提供される。

【0009】

[0008]

【図面の簡単な説明】

【0010】

[0009] 本発明のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の概略図を参照して以下に説明する。これらの図面において同じ参照符号は対応する部分を示す。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】[0011] 図1は、本発明の一実施形態に係るリソグラフィ装置を示す。

【図2】[0012] 図2は、本発明の一実施形態に係るクリーニングシステムを示す。

【0012】

【図3】[0013] 図3は、本発明の一実施形態に係るクリーニングシステムを示す。

【図4】[0014] 図4は、本発明の一実施形態に係るクリーニングシステムを示す。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【発明を実施するための形態】

【0013】

[0015] 図1は、本発明の一実施形態に係るリソグラフィ装置を概略的に示している。このリソグラフィ装置は、放射ビーム₁₅（例えば紫外線または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）₁₂を支持するように構成され、かつ特定のパラメータに従ってパターニングデバイスを正確に位置決めするように構成された第1ポジショナ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、かつ特定のパラメータに従って基板を正確に位置決めするように構成された第2ポジショナ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、パターニングデバイス₁₂によって放射ビーム₁₅に付け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）上に投影するように構成された投影システム（例えば、屈折投影レンズシステム）PSと、を備える。
10

【0014】

[0016] 照

明システムとしては、放射を誘導し、整形し、または制御するために、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。

【0015】

[0017] サポート構造は、パターニングデバイスの重量を支えるなどしてパターニングデバイスを支持する。サポート構造は、パターニングデバイスの向き、リソグラフィ装置の設計、および、パターニングデバイス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を保持する。サポート構造は、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を保持することができる。サポート構造は、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。サポート構造は、パターニングデバイスを、例えば、投影システムに対して所望の位置に確実に置くことができる。本明細書において使用される「レチクル」または「マスク」という用語はすべて、より一般的な「パターニングデバイス」という用語と同義であると考えるとよい。
20

【0016】

[0018] 本明細書において使用される「パターニングデバイス」という用語は、基板のターゲット部分内にパターンを作り出すように、放射ビームの断面にパターンを与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。なお、留意すべき点として、放射ビームに付与されたパターンは、例えば、そのパターンが位相シフトフィーチャまたはいわゆるアシストフィーチャを含む場合、基板のターゲット部分内の所望のパターンに正確に一致しない場合もある。通常、放射ビームに付けたパターンは、集積回路などのターゲット部分内に作り出されるデバイス内の特定の機能層に対応することになる。
30

【0017】

[0019] パターニングデバイスは、透過型であっても、反射型であってもよい。パターニングデバイスの例としては、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LCD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にパターンを付ける。
40

【0018】

[0020] 本明細書において使用される「投影システム」という用語は、使われている露

50

20

30

40

50

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ていると広く解釈されるべきである。本明細書において使用される「投影レンズ」という用語はすべて、より一般的な「投影システム」という用語と同義であると考えるとよい。

【0019】

[0021] 本明細書に示されているとおり、リソグラフィ装置は、反射型のもの（例えば、反射型マスクを採用しているもの）である。また、リソグラフィ装置は、透過型のもの（例えば、透過型マスクを採用しているもの）であってもよい。

【0020】

[0022] リソグラフィ装置は、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）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、追加のテーブル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つ以上のテーブルを露光用に使うこともできる。

10

【0021】

[0023] また、リソグラフィ装置は、投影システムと基板との間の空間を満たすように、比較的高屈折率を有する液体（例えば水）によって基板の少なくとも一部を覆うことができるタイプのものであってもよい。また、リソグラフィ装置内の別の空間（例えば、マスクと投影システムとの間）に液浸液を加えてもよい。液浸技術は、投影システムの開口数を増加させることで当技術分野において周知である。本明細書において使用される「液浸」という用語は、基板のような構造物を液体内に沈めなければならないという意味ではなく、単に、露光中、投影システムと基板との間に液体があるということを意味するものである。

20

【0022】

[0024] 図1を参照すると、イルミネータILは、放射源SOから放射を受ける。例えば、放射源がエキシマレーザである場合、放射源とリソグラフィ装置は、別個の構成要素であってもよい。そのような場合には、放射源は、リソグラフィ装置の一部を形成しているとはみなされず、また放射ビームは、放射源SOからイルミネータILへ、例えば、適切な誘導ミラーおよび／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を使って送られる。他の場合においては、例えば、放射源が水銀ランプである場合、放射源は、リソグラフィ装置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とともに、放射システムと呼んでもよい。

30

【0023】

[0025] 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、インテグレータおよびコンデンサといったさまざまな他のコンポーネントを含むことができる。イルミネータを使って放射ビームを調整すれば、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らすことができる。

40

【0024】

[0026] 放射ビーム₁₅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ニングデバイス（例えば、マスク₁₂）上に入射して、パターニングデバイスによってパターン形成される。マスク₁₂を通り抜けた後、放射ビーム₁₅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₁₅の経路内に位置決めするように、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、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₁₂を放射ビーム₁₅に適用する。

50

μ_1 の経路に対して正確に位置決めすることもできる。通常、マスクテーブル M T の移動は、第 1 ポジショナ P M 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 W T の移動も、第 2 ポジショナ P W 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。ステッパーの場合は（スキャナとは対照的に）、マスクテーブル M T 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 $\underline{1}$ および基板 W は、マスクアライメントマーク M 1 および M 2 と、基板アライメントマーク P 1 および P 2 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（これらは、スクリーブ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 $\underline{1}$ 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 2 5 】

[0027] 例示の装置は、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。

【 0 0 2 6 】

[0028] 1. ステップモードにおいては、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、单一静的露光）。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。ステップモードにおいては、露光フィールドの最大サイズによって、单一静的露光時に結像されるターゲット部分 C のサイズが限定される。

【 0 0 2 7 】

[0029] 2. スキャンモードにおいては、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、单一動的露光）。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。スキャンモードにおいては、露光フィールドの最大サイズによって、单一動的露光時のターゲット部分の幅（非スキャン方向）が限定される一方、スキャン動作の長さによって、ターゲット部分の高さ（スキャン方向）が決まる。

【 0 0 2 8 】

[0031] 3. 別のモードにおいては、プログラマブルパターニングデバイスを保持した状態で、マスクテーブル M T を基本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。このモードにおいては、通常、パルス放射源が採用されており、さらにプログラマブルパターニングデバイスは、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、前述の型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ニ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。

【 0 0 2 9 】

[0031] 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 0 】

[0032] リソグラフィ装置内のパターニングデバイスをクリーニングするための様々な新規のクリーニングシステムが検討されてきた。例えば、パターニングデバイスから粒子を洗い流すためにクリーニング流体を使用することが検討された。しかし、そのようなクリーニングシステムは、より小さい粒子を除去するのに十分に効果的ではない場合がある。加えて、そのようなクリーニングシステムは、クリーニングプロセスの完了後の乾燥効果に問題があることがわかっており、結局このクリーニングシステムは相対的に時間がか

10

20

30

40

50

かってしまうことがある。

【0031】

[0033] 検討された新規のクリーニングシステムは、パターニングデバイスから粒子を除去するために超音波振動を使用する。超音波振動は、パターニングデバイス全体を振動させることにより、または弾性表面波を生成することにより、提供され得る。後者の選択肢は、より速い速度を生み出し、より容易に表面から粒子を除去する。

【0032】

[0034] 新規のクリーニングシステムは、本発明のいくつかの実施形態により提案され、パターニングデバイスの表面から粒子を除去するために静電気力を使用する。図4に示す特定の構成では、クリーニング電極40はパターニングデバイス12のパターン付き表面11に近付けられ、クリーニング電極40とパターニングデバイス12との間に高い負電圧パルスが構築される。

10

【0033】

[0035] クリーニング電極40とパターニングデバイス12との間に電圧差を構築するためには、図4に示すように、これら両方の構成要素に電圧源41を接続させ得る。あるいは、例えば、パターニングデバイス12を接地し、電圧源41が、クリーニング電極40とグランドとの間に電圧差を提供するようにしてもよい。

【0034】

[0036] 電圧源41は、クリーニング電極40とパターニングデバイス12との間に一定の電圧差を構築し得る。しかし、特定の構成では、パターニングデバイス上の汚染物質粒子に電荷を与えるに電圧差のパルスを使用し、パターニングデバイス12のパターン付き表面11から汚染物質粒子をはね返す、および／または、クリーニング電極40に汚染物質粒子を引き付ける静電気力を生成し得る。

20

【0035】

[0037] 例えば、およそ0.5kV～およそ15kVの間、またはおよそ5kV～およそ15kVの間、例えばおよそ10kVのパルスを、およそ1μ秒～およそ100秒の間、または、特におよそ1μ秒～およそ10μ秒の間の継続時間を有するパルスに対して適用することができる。このような構成では、電極は、パターニングデバイスのパターン付き表面11に隣接して配置、例えば、当該表面からおよそ0.01μm～1mmの間の距離に配置され得る。特定の構成では、表面からおよそ1μm～200μmの間、例えば約100μmの距離であってよい。このような構成では、高電圧パルスが、基板上の粒子を帯電させるとともに、およそ 10^4 V/cm～およそ 2×10^6 V/cmの間、またはおよそ 10^6 V/cmの強電場を表面に生成し、これが汚染物質粒子をパターニングデバイス12の表面から電極へ向けて引き寄せる。より大きい電場を使用することもできる。一般的に、電極とクリーニングされるべき表面との間の離隔のサイズは、除去されるべき粒子のサイズにより限定され得る。可能な一構成において、クリーニングは、初めに相対的に大きい粒子を除去するために相対的に大きい離隔で実行され、その後より小さい粒子を除去するために相対的に小さい離隔で実行され得る。このタイプのクリーニングシステムは、表面から小さい粒子を抽出し得ることがわかっている。例えば、このタイプのクリーニングシステムは、約100nmのサイズの粒子を抽出することができる。

30

【0036】

[0038] 図4に示すように、クリーニング電極40は、接着剤の層43またはリソグラフィ装置内での使用に適した別のコーティングにより、少なくとも部分的に覆われ得る。接着剤層43は、クリーニング電極40に当たる汚染物質粒子がこの電極に接着するように構成され得る。従って、このような汚染物質粒子は、クリーニング電極に印加される電圧の変化にかかわらず、引き続きクリーニング電極40上に保持される。加えて、コーティング層は、パターニングデバイス12の損傷を引き起こし得る、クリーニング電極40とパターニングデバイス12との間のアーケ放電を防止することができる。例えば、誘電性のコーティング層は、電極の金属よりも大きな仕事関数を有し得る。さらに、コーティング層はより滑らかな表面を有し、電極上の局所的な電場を減少させ得る。コーティング

40

50

層は、薄く密度の高い層として形成され得る。コーティング層は、電気絶縁強度が高いことから選択される材料から形成され得る。例えば、コーティング層は、ホルムアルデヒド樹脂ベースのものであってよい。

【0037】

[0039] 図4に示すように、クリーニング電極40は、パターニングデバイス12のパターン付き表面11に隣接かつ平行に配置され得る平坦な表面42を含み得る。しかし、他の幾何学的配置が使用されてもよい。例えば、クリーニング電極40は、パターニングデバイス12のパターン付き表面11の近くに配置される先端またはブレードエッジを有するように形成されてもよい。これにより、パターニングデバイス付近には最大電場がもたらされ得る。ブレードのエッジの曲率半径は、例えば、電極とパターン付き表面との間の距離のおよそ1、2倍になるように選択され得る。さらなる代替的な構成では、クリーニング電極は、パターニングデバイス12のパターン付き表面11に隣接したメッシュまたはグリッドとして形成され得る。

【0038】

[0040] 図4に示すクリーニングシステムは、別体のクリーニングチャンバ内に設けられ得る。この場合、クリーニング電極40が、パターニングデバイス12のパターン付き表面11を全体にわたってスキャンし、この表面全体から汚染物質粒子を除去するべく、パターニングデバイス12に対して移動することができるよう、アクチュエータシステムを設けてもよい。

【0039】

[0041] 一実施形態では、クリーニングシステムはリソグラフィ装置の一部として組み込まれ得る。その場合、パターニングデバイスは、リソグラフィプロセス中にパターニングデバイスを支持するために使用されるサポート構造MT上に支持されつつ、その一方でクリーニングされ得る。さらに、電極40は、リソグラフィプロセス中、パターニングデバイス12が放射ビームにパターンを形成するのに使用されるのと同時に、このパターニングデバイスのクリーニングが行われ得るように構成されてもよい。クリーニングシステムがリソグラフィ装置内に設けられる一構成では、パターニングデバイス12に対して電極40を移動させるために別個のアクチュエータシステムを設けるのは望ましくない場合がある。代わりに、リソグラフィプロセス中にパターン形成される放射ビームに対してパターニングデバイス12を移動させるために設けられたアクチュエータシステムを使用して、必要な相対運動を提供することが可能であろう。

【0040】

[0042] クリーニングシステムは、本発明の一実施形態により提供され、かつ上述した静電クリーニングシステムに対する改良となり得る。このようなクリーニングシステムの一構成を図2に示す。

【0041】

[0043] 本発明の一実施形態のクリーニングシステムでは、静電気力を用いてクリーニングデバイスの表面上の粒子を抽出するために、除去されるべき粒子に電荷を加えることが望ましいことが認められる。上述したような一構成では、粒子およびパターニングデバイス自体が十分に導電性を有する場合、電荷は、除去されるべき粒子内にのみ誘導され得る。従って、一部のパターニングデバイスおよび一部の汚染物質粒子、またはそれらの組み合わせにとって、上述した静電クリーニングシステムが十分に効果的ではない場合もある。さらに、電極に高電圧が印加されるということは、リソグラフィ装置の他の部分に対する放電を避けるために、リソグラフィ装置の残りの部分からは隔離してクリーニングプロセスを実行する必要があることを意味し得る。従って、クリーニングシステムは、完全に別個の装置内、例えばパターニングデバイスのハンドリング装置の一部内、あるいはリソグラフィ装置内の別個のチャンバ内に設けられ得る。これにより、リソグラフィシステムの投資費用は大幅に増加し、かつパターニングデバイスをクリーニングシステムの位置に搬送してクリーニングプロセスを実行するのに時間がかかるため、稼動費用が増加するおそれがある。

10

20

30

40

50

【0042】

[0044] 本発明の実施形態では、パターニングデバイス上の汚染物質粒子を帯電させるための代替的なプロセスが利用可能であることが認められる。特に、リソグラフィ装置によりパターン形成され、かつ基板上に投影されるべき放射ビームを使用して、汚染物質粒子を帯電させる。これは、EUV放射ビームを使用するリソグラフィ装置において使用するのに特に適しているといえる。EUV放射ビームなどの放射ビームは、少なくとも3つのメカニズムにより、パターニングデバイス上の汚染物質粒子を帯電させ得る。第1のメカニズムは、光電効果であって、この効果により、放射ビームの高エネルギー光子が汚染物質粒子の物質から電子を放出させる。結果として、汚染物質粒子は正に帯電される。第2のメカニズムは、プラズマの形成からもたらされる。特に、EUV放射を使用する装置などのリソグラフィ装置では、内部でパターニングデバイスが放射ビームにより照明されるチャンバは、この放射ビームの吸収を減少させるために大抵の場合真空引きされ(evacuated)ている。しかし、このチャンバを通過する放射ビームがプラズマを形成するように、相対的に低い圧力のガスが保持されていてもよい。これにより、汚染物質粒子により吸収され得る電子が放出されることになり、結果としてこれらの粒子が負に帯電されることになる。第3のメカニズムも、光電効果からもたらされる。具体的には、光電効果は、パターニングデバイスから電子を放出させ、これらの電子はパターニングデバイス上の汚染物質粒子により吸収され、やはりこれらの粒子を負に帯電させる。

10

【0043】

[0045] 従って、当然のことながら、1つのメカニズムにより粒子が正に帯電され、別のメカニズムにより粒子が負に帯電されることになる。これら汚染物質粒子の帯電メカニズムのバランスにより、粒子は全体的に正または負に帯電されることになるが、このバランスはリソグラフィ装置の精密な動作条件に左右され得る。例えば、チャンバ内のガスの圧力および組成、使用される放射ビームの波長および強度、汚染物質粒子自体の組成、パターニングデバイス上の汚染物質粒子の位置(つまり、パターニングデバイスのうち汚染物質が接触する部分が導電性を有するか否か)、パターニングデバイスの組成、パターニングデバイスに加えられるあらゆるバイアス、および放射ビームのデューティサイクルなどにより、上記バランスが影響され得る。特に、放射ビームはパルス化され、これによりチャンバ内に非定常プラズマがもたらされ得る。

20

【0044】

[0046] 当然のことながら、上述した汚染物質粒子帯電メカニズムは、特に電磁放射ビームの使用に関連する。しかし、本発明の一実施形態は、帯電粒子放射ビームを使用するリソグラフィ装置にも適用可能であってよい。このような構成では、パターニングデバイスによりパターン形成されるべき帯電粒子放射ビームは、直接汚染物質粒子に電荷を与えることになり、その後パターニングデバイスから汚染物質粒子を除去するのに使用され得ることが明らかであろう。

30

【0045】

[0047] 図2に示すように、本発明の一実施形態に係るクリーニングシステムは、パターニングデバイス12のパターン付き表面11に隣接して設けられ、かつ電圧源13に接続されたクリーニング電極10を含み得る。クリーニング電極10は、パターン形成されるべき放射ビーム15が入射するパターニングデバイス12のパターン付き表面11の領域11aに直接隣接するように構成される。従って、クリーニング電極10は領域11aに近く、この領域11a内で、放射ビームが汚染物質粒子上に電荷を生成する。よって、電圧源13がクリーニング電極10で適切な電荷を構築すると、汚染物質粒子は静電気力によりクリーニング電極10へと引き付けられる。電圧源13は、パターニングデバイス12とクリーニング電極10との間に電圧差を構築し、これがクリーニング電極10へと向かう正味の静電気力を汚染物質粒子にもたらす。当然のことながら、パターニングデバイス12は接地されてもよく、その場合、電圧源13はクリーニング電極10とグランドとの間に電圧差を構築する。

40

【0046】

50

[0048] あるいは、電圧源は、パターニングデバイス12とグランドとの間に電圧差を構築し、パターニングデバイス12に電荷を構築してもよい。パターニングデバイス12とグランドとの間の電圧差を適切に選択することにより、パターニングデバイス12によりパターン形成されている放射ビームにより帯電された汚染物質粒子は、静電気力によってパターニングデバイス12からはね返され得る。従って、本発明の一実施形態の変形では、クリーニング電極10は省略されてもよく、パターニングデバイスは、純粹にパターニングデバイス12のパターン付き表面11からの汚染物質粒子の静電反発力によってクリーニングされてもよい。当然のことながら、クリーニングシステムは、汚染物質粒子がパターニングデバイス12からはね返されると共にクリーニング電極10へと引き付けられるように構成されてもよい。

10

【0047】

[0049] 装置は、電圧源13を制御する電圧源コントローラ20を含み得る。特に、電圧源コントローラは、クリーニング電極10とパターニングデバイス12との間、ならびに／またはクリーニング電極10とグランドとの間、およびパターニングデバイス12とグランドとの間に電圧源13によって構築される電圧差を制御し得る。電圧源コントローラ20は、上述した汚染物質粒子を帯電させるための2つのメカニズム間のバランスを考慮するために、リソグラフィ装置の動作条件に適切な電圧を提供するように構成され得る。

【0048】

[0050] 例えば、リソグラフィ装置は、所与の動作モードに従い、および／またはいくらかの変形を伴い動作し、上述した汚染物質粒子帯電メカニズムのいずれかが優勢になることが決定されるように構成され得る。そのような場合、電圧源コントローラ20は、クリーニング電極10とパターニングデバイス12との間、ならびに／またはクリーニング電極10とグランドとの間、およびパターニングデバイス12とグランドとの間に、正または負のいずれかの圧力差が必要に応じて提供されるように構成され得る。

20

【0049】

[0051] あるいは、リソグラフィ装置は、全ての意図される動作条件下でいずれのメカニズムも優勢にならないよう十分に変動する動作条件下で動作するように構成され得る。その場合、電圧源コントローラ20は、クリーニング電極10とパターニングデバイス12との間、ならびに／またはクリーニング電極10とグランドとの間、およびパターニングデバイス12とグランドとの間で、正または負どちらの電圧がリソグラフィ装置の動作条件に対して適切かを決定し、かつ、それら動作条件下でクリーニングシステムが効果的なものとなるために望ましい電圧差を提供するべく電圧源13を制御するように、構成され得る。例えば、電圧源コントローラには、この電圧源コントローラ20が所与の動作条件組に対して適切な電圧設定を決定することができるようとするルックアップテーブルが設けられてもよい。

30

【0050】

[0052] 上述し、かつ図4に示す構成のように、クリーニング電極10は、少なくとも部分的に接着剤で覆われ、パターニングデバイス12から除去されて電極10に当たる汚染物質粒子を電極10上に保持することにより、パターニングデバイスへと戻るのを防止するようにしてよい。

40

【0051】

[0053] 以下で明らかになるように、本態様で構成されるクリーニングシステムの潜在的に重要な利点として、このクリーニングシステムが、クリーニング専用の放射システムを設けることを必要とせずに、リソグラフィ装置の動作作用に既に設けられている放射システムを利用できることが挙げられる。さらに、リソグラフィ装置の動作と同時、つまり、デバイスを形成するために、放射ビームがパターニングデバイス12によりパターン形成され、かつ基板上へ投影されるのと同時に、クリーニングプロセスを実行することができる。従って、パターニングデバイス12の継続的なクリーニングが提供され、パターニングデバイスのクリーニングのためのみに別個の放射システムを設けることを回避すること

50

が可能となり得る。

【0052】

[0054] さらなる潜在的な利点として、露光プロセス中に生成された汚染物質粒子を直接クリーニング電極10に引き寄せることができる、つまり、パターニングデバイス12に一度でも到達するのを防止することができることが挙げられる。従って、パターニングデバイス12をクリーニングする要望を少なくすることができる。さらに、クリーニングシステムを設けるために必要な追加的な投資費用を最小限に抑えることができる。

【0053】

[0055] さらなる利点として、一度の露光中にパターニングデバイス12の一部上へ堆積した汚染物質粒子が、このパターニングデバイス12の一部を使用する次の露光中にパターニングデバイス12から除去され得ることが挙げられる。従って、パターニングデバイス12上に汚染物質粒子が存在した結果発生し得る、基板上に形成されるパターン中の欠陥は、パターニングデバイスのパターンの当該部分が露光された基板の全部分では発生せず、パターンが露光された基板上の一部のみで発生し得る。従って、単一の基板上に形成され得る多くのデバイスのうちの1つのみが、パターニングデバイス12上の汚染物質粒子の一時的な存在により影響を受け得る。従って、リソグラフィシステム全体の歩留まりを改善することができる。

【0054】

[0056] リソグラフィ装置では、パターニングデバイス12は、このパターニングデバイスに入射する放射ビーム15に対して移動するように構成され得る。従って、パターニングデバイス上のパターンの照明は、走査が可能であり、これにより、単一の照明フィールドが照明することができるパターンの領域よりも大きい領域が基板上に転写可能となる。当然のことながら、このようなリソグラフィ装置では、放射ビームがパターニングデバイス12の表面を横断して走査すると、放射ビームが汚染物質粒子を帯電させる領域も移動する。従って、本発明の一実施形態に係るクリーニングシステムは、クリーニング電極10が放射ビーム15により照明されるパターニングデバイス12の表面上の領域11aに直接隣接したまま維持されるべく、クリーニング電極10を放射ビーム15に対して実質的に静止したまま維持するように構成されてもよい。従って、クリーニング電極10は、帯電された汚染物質粒子を引き付けることができる一方、パターニングデバイス12によりパターン形成されている放射ビームと干渉しないように、実質的に近く維持される。

【0055】

[0057] 図2に示すように、単一のクリーニング電極10が設けられ得る。しかし、当然のことながら、多様な構成のクリーニング電極10を設けることができる。例えば、クリーニング電極は、パターニングデバイス12によりパターン形成されている放射ビーム15と干渉することなく、放射ビームが入射するパターニングデバイス12の表面上の領域11aを囲むように、環状形状またはその他の態様に構成されてもよい。

【0056】

[0058] あるいは、図3に示すように、2つ以上のクリーニング電極25、26を設けてもよい。このような構成では、電圧源13は、両方のクリーニング電極25、26に同一の電圧を提供し得る。あるいは、例えば、電圧源13は、クリーニング電極25、26の各々に異なる電圧を提供するように構成されてもよい。例えば、電圧源13は、汚染物質粒子に加えられる正味の電荷にかかわらず汚染物質粒子がクリーニング電極25、26のどちらかに引き付けられるように、これら電極の一方に正電圧を提供し、これら電極の他方に負電圧を提供し得る。

【0057】

[0059] 図3に示すように、2つ以上の電極25、26は、放射ビーム15が入射する領域11aの両側に設けられ得るが、当然のことながら、このようである必要はない。しかし、一方の電極に正電圧が印加されると同時に別の電極に負電圧が印加される場合、これらの電極は、間に放電が発生しないように十分に離隔されなければならない。さらに、リソグラフィ装置の動作中、放射ビームに対するパターニングデバイス12の相対移動が

10

20

30

40

50

方向を変えるため、放射ビームが入射するパターニングデバイス 1 2 の表面上の領域 1 1 a を完全に囲む 1 つの電極を有すること、または領域 1 1 a の両側に複数の別個の電極を設けることが望ましい場合がある。例えば、パターニングデバイスの走査は、いわゆる蛇行経路(meander path)たどり得て、その結果、放射ビームに対して前後に移動する。従って、放射ビーム 1 5 の異なる側に電極を配置することにより、クリーニング電極が必要に応じて常に進行側または後退側に位置されるように構成され得る。

【 0 0 5 8 】

[0060] 1 つ以上の電極 1 0、2 5、2 6 に印加される電圧は、クリーニングプロセス中一定であり得る。例えば、印加される電圧は、リソグラフィ装置の動作を通して一定であってよい。しかし、電圧は時間と共に変動してもよい。このような構成は、例えば、リソグラフィ装置内でパターン形成されている放射ビームがパルス状である場合に、特に適切であろう。この場合、少なくとも 1 つのクリーニング電極 1 0、2 5、2 6 に印加される電圧は、パルス状の放射ビームに同期してパルス状であってよい。10

【 0 0 5 9 】

[0061] 例えば、電圧は、放射ビームのパルスと同時に印加されてもよく、あるいは放射ビームのパルス間に印加されてもよい。特に、帯電された汚染物質粒子が放射ビーム 1 5 により照明されたパターニングデバイス 1 2 の表面上の領域 1 1 a からクリーニング電極 1 0 に隣接する区域まで移動するように、電圧は放射ビームのパルスの直後に印加され得る。代替的な構成では、放射ビームのパルスの間、光電効果の結果として汚染物質粒から電子が放出されるのを促進するために、クリーニング電極 1 0 は、放射ビームのパルスの間正にバイアスされ得る。しかし、その後、光電効果により帯電された粒子を電極へと引き付け、かつ上述した別のメカニズムより汚染物質粒子の帯電を促進するために、クリーニング電極は負にバイアスされることが望ましいことがある。その後、負に帯電された汚染物質粒子を電極 1 0 へと引き付けるために、クリーニング電極 1 0 へのバイアスを再び切り替えることが望ましいことがある。当然のことながら、パターニングデバイス 1 2 に加えられるバイアスにも対応する検討がなされ得る。20

【 0 0 6 0 】

[0062] 従って、単一のクリーニング電極を有する構成では、電圧源 1 3 は、放射ビームのデューティサイクル中の一点で正電圧を提供し、デューティサイクル中の別の部分で負電圧を提供し得る。例えば、デューティサイクル中、異なる時点で汚染物質粒子内に電荷を生成するメカニズムのいずれかが優勢になる場合、放射ビームのパルス中または放射ビームのパルス間の期間のいずれかに正電圧が提供され、デューティサイクルの残りの間に負電圧が提供され得る。同様の構成を複数の電極 2 5、2 6 を有するクリーニングシステムで使用することができる。30

【 0 0 6 1 】

[0063] 当然のことながら、クリーニング電極および / またはパターニングデバイスに印加される電圧が放射ビームのデューティサイクル中に切り替わる場合には、汚染物質粒子がパターニングデバイスから除去されるのではなくパターニングデバイスへ向けて駆動され得るといったリスクが付き物である。従って、上述したように、クリーニング電極 1 0 は、汚染物質粒子を保持するために接着剤で覆われ得る。40

【 0 0 6 2 】

[0064] 本明細書に記載するクリーニングシステムは、例えば図 2 に示すように、パターニングデバイス 1 2 にガス流 1 8 を提供するために、ガス源 1 7 に接続され得るガス出口 1 6 を含む。ガス流 1 8 は、クリーニングシステムによりパターニングデバイス 1 2 から除去された汚染物質粒子を、このパターニングデバイス 1 2 から離れる方向へと搬送するために使用され得る。あるいは、吸引パイプ(図示なし)によりクリーニング区域から離れる方向に向けられたガス流を生成してもよい。従って、パターニングデバイスへと戻る汚染物質粒子のリスクを減少させることができる。

【 0 0 6 3 】

[0065] 図 2 および 3 に示すように、パターニングデバイス 1 2 を使用した放射ビーム

50

15のパターン形成、および、それに応じた少なくとも1つの電極10、25、26を使用したクリーニングプロセスの実行は、放射ビーム15の吸収を減少するために、真空引きされた、または少なくともリソグラフィ装置の周囲環境よりもかなり低い圧力まで減圧された少なくとも1つのチャンバ30内で起こり得る。従って、リソグラフィ装置は、チャンバ30内の圧力を制御するように構成されたガス制御システム31を備え得る。

【0064】

[0066] ガス制御システム31は、チャンバ30内に残るガスの組成も制御し得る。例えば、ガス制御システムは、チャンバ30内のガスの圧力をおよそ3N/m²まで低下させ得る。さらに、ガス制御システム31は、チャンバ30内に残るガスが不活性ガスを実質的に含むように構成され得る。

10

【0065】

[0067] 電圧源コントローラ20が電圧源13を制御し、上述したようなクリーニングプロセスに適切な電圧差を提供し得るように、ガス制御システム31は、チャンバ30内のガス圧およびチャンバ30内のガスの組成といった、リソグラフィ装置の動作条件に関連した情報を電圧源コントローラ20へと提供するように構成され得る。

【0066】

[0068] 本明細書において、IC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(LCD)、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シングツールおよびその他の基板プロセ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IC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。

20

【0067】

[0069] 光リソグラフィの関連での本発明の実施形態の使用について上述のとおり具体的な言及がなされたが、当然のことながら、本発明の実施形態は、他の用途、例えば、インプリントリソグラフィに使われてもよく、さらに状況が許すのであれば、光リソグラフィに限定されることはない。インプリントリソグラフィにおいては、パターニングデバイス内のトポグラフィによって、基板上に創出されるパターンが定義される。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の中にプレス加工され、基板上では、電磁放射、熱、圧力、またはそれらの組合せによってレジストは硬化される。パターニングデバイスは、レジストが硬化した後、レジスト内にパターンを残してレジストの外へ移動される。

30

【0068】

[0070] 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、355nm、248nm、193nm、157nm、または126nmの波長、またはおよそこれらの値の波長を有する)、および極端紫外線(EUV)(例えば、5~20nmの範囲の波長を有する)、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。

40

【0069】

[0071] 「レンズ」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ン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。

50

【 0 0 7 0 】

[0072] 以上、本発明の具体的な実施形態を説明してきたが、本発明の実施形態は、上述以外の態様で実施できることが明らかである。例えば、本発明の実施形態は、上記に開示した方法を表す1つ以上の機械読み取可能命令のシーケンスを含むコンピュータプログラムの形態、またはこのようなコンピュータプログラムが記憶されたデータ記憶媒体（例えば、半導体メモリ、磁気ディスクまたは光ディスク）の形態であってもよい。

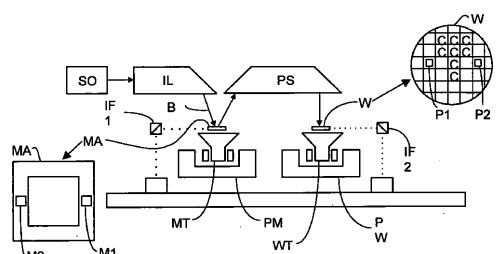
【 0 0 7 1 】

[0073] 上記の説明は、制限ではなく例示を意図したものである。したがって、当業者には明らかなように、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本記載の発明の実施形態に変更を加えてよい。

10

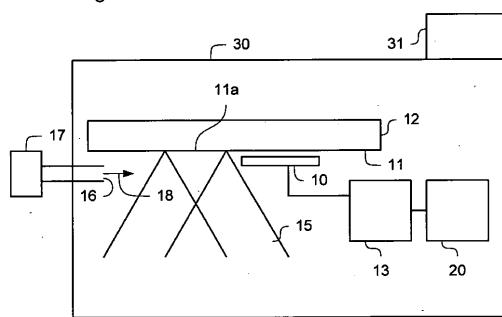
【 図 1 】

Fig. 1



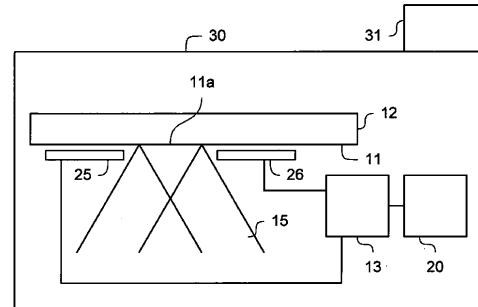
【 図 2 】

Fig. 2



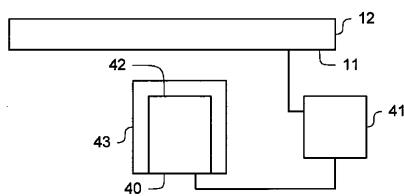
【 図 3 】

Fig. 3



【 図 4 】

Fig. 4



フロントページの続き

- (72)発明者 イワノフ , ウラジミール , ビターレビッチ
ロシア連邦 , 119421 , モスクワ , 36 - 3 - 336 , ノヴァトロヴ ストリート
- (72)発明者 コシェレブ , コンスタンチン , ニコラエビッチ
ロシア連邦 , 142190 , トロイツク モスクワ リジョン , シュコルナーヤ ストリート 4
- (72)発明者 モールス , ヨハネス , フベルトゥス , ヨセフィナ
オランダ国 , ヘル蒙ト エヌエル - 5709 エムティー , デイルドンクラーン 56
- (72)発明者 スティーブンズ , ルーカス , ヘンリカス , ヨハネス
オランダ国 , アイントホーフェン エヌエル - 5658 イーイー , グラッシズジェ 15
- (72)発明者 アンツィフェロブ , パベル , スタニスラボビッチ
ロシア連邦 , 142190 , トロイツク モスクワ リジョン , エーピーピー 6 , ユビレナヤ 4
- (72)発明者 クリブツン , ブラディミア , ミハイロビッチ
ロシア連邦 , 142190 , トロイツク モスクワ リジョン , オクヤブスカイ ピーアール . 2 3 - 85
- (72)発明者 ドロヒン , レオニード , アレキサンドロビッチ
ロシア連邦 , 142190 , トロイツク モスクワ リジョン , エーピーピー . 140 , セントラル ストリート . , 22
- (72)発明者 ヴァン カンペン , マールテン
オランダ国 , アイントホーフェン エヌエル - 5612 ディーゼット , ヴェンベルグセモレン 179

審査官 松岡 智也

- (56)参考文献 特開平09 - 260245 (JP , A)
特開平11 - 297595 (JP , A)
特開2002 - 124463 (JP , A)
特開2003 - 224067 (JP , A)
特開2003 - 234287 (JP , A)
特表2003 - 531402 (JP , A)
特開2004 - 207740 (JP , A)
特開2007 - 329288 (JP , A)
国際公開第2008 / 044924 (WO , A2)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H01L 21/027、21/304
G03F 1/00 - 1/86