

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5390691号
(P5390691)

(45) 発行日 平成26年1月15日(2014.1.15)

(24) 登録日 平成25年10月18日(2013.10.18)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 L 21/027 (2006.01)		HO 1 L 21/30	5 1 5 D
GO 2 B 19/00 (2006.01)		GO 2 B 19/00	
GO 2 B 5/18 (2006.01)		GO 2 B 5/18	

請求項の数 10 (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2012-500071 (P2012-500071)	(73) 特許権者	503263355
(86) (22) 出願日	平成21年3月19日 (2009.3.19)		カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー エムペーハー
(65) 公表番号	特表2012-521077 (P2012-521077A)		ドイツ連邦共和国、73447 オーバー コッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ ーセ 2
(43) 公表日	平成24年9月10日 (2012.9.10)	(74) 代理人	100092093
(86) 国際出願番号	PCT/EP2009/002016		弁理士 辻居 幸一
(87) 国際公開番号	W02010/105640	(74) 代理人	100082005
(87) 国際公開日	平成22年9月23日 (2010.9.23)		弁理士 熊倉 禎男
審査請求日	平成24年3月16日 (2012.3.16)	(74) 代理人	100067013
			弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明系

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

マイクロリソグラフィ投影露光装置(10)の照明系であって、
 a) 光路に沿って伝播する投影光を生成するように構成された光源(30)と、
 b) 系瞳面(70)と、
 c) 各ビーム偏向要素(M_{ij})が、制御信号に応じて可変である偏向角で入射光ビームを偏向するように構成された反射又は透過ビーム偏向要素(M_{ij})のビーム偏向アレイ(46)であって、該ビーム偏向アレイが、第1の動作モードにおいて前記系瞳面(70)内の放射照度分布を決めるために使用される該ビーム偏向アレイと、
 d) 第2の動作モードにおいて前記系瞳面(70)内の前記放射照度分布を決めるために使用される光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)、特に、回折光学要素と、
 e) 前記第2の動作モードにおいて前記光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)をそれが前記光路内に挿入されるように保持するように構成された交換ユニット(94)と、
 を含み、
 前記光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)は、反射光学ラスタ要素であり、
 前記交換ユニットは、前記反射光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)が、それが前記第2の動作モードにおいて前記光路内に挿入された時に前記ビーム偏向アレイ

10

20

(46)を覆うように配置される、
ことを特徴とする照明系。

【請求項2】

ミラー(101)が前記ビーム偏向アレ(46)を覆うように前記第2の動作モードにおいて該ミラー(101)を保持するように構成された作動ユニット(102)を含むことを特徴とする請求項1に記載の照明系。

【請求項3】

前記交換ユニット(94)は、動作が前記第1のモードから前記第2のモードに切り換えられる時に前記光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)を前記光路内に挿入するように構成されたアクチュエータを含むことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の照明系。

10

【請求項4】

前記交換ユニットは、複数の異なる光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)を含むホルダ(94)を有し、

前記ホルダは、前記第2の動作モードにおいて前記光学ラスタ要素の1つを前記光路内に挿入するように構成される、

ことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の照明系。

【請求項5】

前記ホルダは、前記異なる光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)を受け取るように構成された回転可能支持ディスク(92)を含むターレットホルダ(94)であることを特徴とする請求項4に記載の照明系。

20

【請求項6】

前記支持ディスク(92)は、前記第1の動作モードにおいて前記ビーム偏向アレ(46)の前に位置決めされた開口(90)又は凹部を有することを特徴とする請求項1及び請求項5に記載の照明系。

【請求項7】

前記ビーム偏向アレ(46)と前記系瞳面(70)の間に配置され、かつ前記第2の動作モードにおいて該系瞳面(70)内の前記放射照度分布を変えるように構成された腫成形ユニット(58, 62)を含むことを特徴とする請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の照明系。

30

【請求項8】

前記ビーム偏向アレが照明系から取り外された場合に、照明系を前記第2の動作モードで作動することができるように構成されることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の照明系。

【請求項9】

マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明系を作動させる方法であって、

a) 光路に沿って伝播する投影光を生成する段階と、

b) 各ビーム偏向要素(M_{ij})が、制御信号に応じて可変である偏向角で入射光ビームを偏向するように構成された反射又は透過ビーム偏向要素(M_{ij})のビーム偏向アレ(46)であって、該ビーム偏向アレが、第1の動作モードにおいて照明系(12)の系瞳面(70)内の放射照度分布を決めるために使用される該ビーム偏向アレ上に前記投影光を向ける段階と、

40

c) 光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)を該光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)が前記系瞳面(70)内の前記放射照度分布を決めるように前記光路内に挿入することによって第2の動作モードに切り換える段階と、

を含み、

前記ビーム偏向アレ(46)は、前記第1の動作モードから前記第2の動作モードに切り換わる時に前記光路から取り除かれ、

前記光学ラスタ要素(100a, 100b, 100c)は、反射光学ラスタ要素であり、

50

前記ビーム偏向アレイ(46)は、それを反射回折光学要素で覆うことによって前記光路から取り除かれる、

ことを特徴とする方法。

【請求項10】

段階a)の間に前記系瞳面(70)内の最適化された放射照度分布を判断する段階と、段階a)で判断された前記放射照度分布を生成する光学ラスト要素を製造する段階と、前記光学ラスト要素を前記第2の動作モードで使用する段階と、

任意的に、前記照明系(12)から前記ビーム偏向アレイ(46)を取り除く段階と、を含むことを特徴とする請求項9に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般的に、マスクを感光面上に結像するマイクロリソグラフィ露光装置の照明系に関する。より具体的には、本発明は、照明系の系瞳面に望ましい放射照度分布を生成するためのミラー又は他のビーム偏向要素のアレイを収容する照明系に関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロリソグラフィ(フォトリソグラフィ又は単にリソグラフィとも呼ぶ)は、集積回路、液晶ディスプレイ、及び他の微細構造デバイスの製作のための技術である。マイクロリソグラフィの工程は、エッチング処理と共に基板、例えば、シリコンウェーハ上に形成された薄膜積層体内に特徴部をパターン形成するのに使用される。製作の各層において、最初にウェーハは、深紫外(DUV)光、真空紫外(VUV)光、又は極紫外(EUV)光のような放射線に敏感な材料であるフォトレジストで被覆される。次に、上部にフォトレジストを有するウェーハは、投影露光装置内で投影光に露光される。この装置は、パターンを含むマスクをフォトレジストがこのマスクパターンによって決まるある一定の位置においてのみ露光されるようにフォトレジスト上に投影する。露光の後に、フォトレジストは現像され、マスクパターンに対応する像が生成される。その後、エッチング処理が、パターンをウェーハ上の薄膜積層体内に転写する。最後に、フォトレジストが除去される。異なるマスクを用いたこの工程の繰返しにより、多層微細構造化構成要素がもたら

20

30

【0003】

一般的に、投影露光装置は、マスクを照明するための照明系と、マスクを整列させるためのマスク台と、マスクをフォトレジスト上に結像するための投影対物系と、フォトレジストで被覆されたウェーハを整列させるためのウェーハアラインメント台とを含む。

【0004】

微細構造デバイスを製造するための技術が進歩する時に、照明系に対して絶えず高まる要求が存在する。理想的には、照明系は、マスク上の照明視野の各点を明確に定められた放射照度分布及び角度分布を有する投影光で照明する。角度分布という用語は、マスク平面内の特定の点に向けて収束する光束の全光エネルギーが、光束を構成する光線が伝播する様々な方向の間で如何に配分されるかを表す。

40

【0005】

マスク上に入射する投影光の角度分布は、通常は、フォトレジスト上に投影されるパターンの種類に適応される。例えば、比較的大きいサイズの特徴部は、小さいサイズの特徴部とは異なる角度分布を必要とする場合がある。最も一般的に使用される投影光の角度分布を従来照明設定、輪帯照明設定、二重極照明設定、及び四重極照明設定と呼ぶ。これらの用語は、照明系の系瞳面内の放射照度分布を意味する。例えば、輪帯照明設定では、瞳面内で環状領域のみが照明される。従って、投影光の角度分布において小さい角度範囲しか存在せず、それによって全ての光線は、マスク上に類似の角度で傾斜して入射する。

【0006】

望ましい照明設定を得るためにマスク平面内の投影光の角度分布を修正するための異な

50

る手段は公知である。最も簡単な場合には、1つ又はそれよりも多くの開口を含む絞り（遮光器）が、照明系の瞳面に位置決めされる。系瞳面内の位置は、マスク平面のようなフリー関係視野平面内の角度に変換されるので、瞳面内の開口のサイズ、形状、及び位置は、マスク平面内の角度分布を決める。しかし、光源によって生成される光のかなりの部分が絞りによって吸収される。この部分は、レジストの露光に寄与することができず、それによって装置の低い収量がもたらされる。更に、照明設定のいずれの変更も、絞りの交換を必要とする。この交換は、若干異なるサイズ、形状、又は位置を有する非常に多数の絞りを必要とすることになるので、最終的に照明設定を調節することが困難になる。

【0007】

従って、多くの一般的な照明系は、瞳面の照明を連続的に変化させることを少なくともある一定の程度まで可能にする調節可能な要素を含む。従来、この目的で、ズーム対物系と1対のアキシコン要素とを含むズームアキシコン系が使用されている。アキシコン要素は、片側に円錐面を有し、通常は反対側が平面である屈折レンズである。一方が凸円錐面を有し、他方が補完的な凹円錐面を有する1対のそのような要素を設けることにより、光エネルギーを半径方向にシフトさせることができる。このシフトは、アキシコン要素の間の距離の関数である。ズーム対物系は、瞳面内の照明区域のサイズを変更することを可能にする。

【0008】

そのようなズームアキシコン系は、従来的かつ輪帯の照明設定しか生成することができない。他の照明設定、例えば、二重極照明設定又は四重極照明設定では、付加的な絞り又は光学ラスト要素が必要である。光学ラスト要素は、その面上の各点において、ある一定の照明区域に遠視野において対応する角度分布を生成する。多くの場合に、そのような光学ラスト要素は、回折光学要素として、特にコンピュータ生成ホログラム（CGH）として達成される。そのような要素を瞳面の前に位置決めし、これらの間にコンデンサーレンズを配置することにより、系瞳面内にほぼあらゆる任意の強度分布を生成することができる。コンデンサーは、可変焦点距離を有するようにズーム光学系によって形成することができる。更に、光学ラスト要素によって生成された照明分布を少なくとも限られた程度まで変更するために、付加的なアキシコン系を使用することができる。

【0009】

しかし、ズームアキシコン系は、照明設定の限られた調節可能性しか提供しない。例えば、四重極照明設定の1対の反対極の間の距離を他方の極対にも影響を与えることなく変更することはできない。この目的のためには、瞳面内のこの特定の強度分布に向けて特別に設計された別の光学ラスト要素を用いなければならない。そのような光学ラスト要素の設計、生産、及び輸送は時間を消費する高価の工程であり、従って、瞳面内の光強度分布を投影露光装置のオペレータの要件に適応させる柔軟性が殆どない。

【0010】

マスク平面内で異なる角度分布を生成する柔軟性を高めるために、瞳面を照明するミラーレイを使用することが最近になって提案されている。

【0011】

EP 1 262 836 A1では、ミラーレイが、1000個を超える微細ミラーを含むマイクロ電気機械システム（MEMS）として達成される。ミラーの各々は、互いに対して垂直な2つの異なる平面内で傾斜させることができる。従って、そのようなミラーデバイス上に入射する放射線をあらゆる望ましい（実質的に）半球方向に反射させることができる。ミラーレイと瞳面の上に配置されたコンデンサーレンズは、ミラーによって生成された反射角を瞳面内の位置に変換する。この公知の照明系は、各々が1つの特定の微細ミラーに関連付けられ、このミラーを傾斜させることによって系瞳面にわたって自由に移動させることができる複数の円形スポットで瞳面を照明することを可能にする。

【0012】

類似の照明系が、US 2006/0087634 A1、US 7,061,582 B2、及びWO 2005/026843 A2から公知である。EUV照明系にお

10

20

30

40

50

る同じ目的で、傾斜可能ミラーのアレイが同様に提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】EP 1 262 836 A1

【特許文献2】US 2006/0087634 A1

【特許文献3】US 7,061,582 B2

【特許文献4】WO 2005/026843 A2

【特許文献5】WO 2008/095695 A2

【特許文献6】WO 2005/078522 A

【特許文献7】US 2004/0036977 A1

【特許文献8】US 2005/0018294 A1

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明の目的は、系瞳面内の放射照度分布の生成に関して更に改善された柔軟性を有する照明系を提供することである。

【0015】

本発明の更に別の目的は、系瞳面内の放射照度分布の生成に関して改善された柔軟性を与える照明系を作動させる方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0016】

本発明により、照明系に関する上述の目的は、光路に沿って伝播する投影光を生成するように構成された光源を含む照明系によって達成される。照明系は、反射ビーム偏向要素又は透過ビーム偏向要素のビーム偏向アレイを更に含み、各ビーム偏向要素は、制御信号に応じて可変である偏向角で入射光ビームを偏向するように構成される。ビーム偏向アレイは、第1の動作モードにおいて照明系の系瞳面内の放射照度分布を決めるために使用される。照明系は、第2の動作モードにおいて系瞳面内の放射照度分布を決めるために使用される反射光学ラスタ要素又は透過光学ラスタ要素、特に回折光学要素を更に含む。光学ラスタ要素が光路内に挿入されるように第2の動作モードにおいて光学ラスタ要素を保持するように構成された交換ユニットが設けられる。

【0017】

すなわち、本発明の照明系は、両方の従来技術手法の利点、すなわち、系瞳面内に望ましい放射照度分布を生成するための一方で光学ラスタ要素の使用、及び他方でビーム偏向アレイの使用の利点を組み合わせる。照明系は、第1の動作モードにおいてビーム偏向アレイが系瞳面内の放射照度分布を決めるように作動させることができる。オペレータが光学ラスタ要素をこの目的に使用することを望む場合には、オペレータは、ビーム偏向アレイではなく、光学ラスタ要素が、系瞳面内の放射照度分布を決めるように、光学ラスタ要素を光路内に挿入することによって第2の動作モードに切り換えることができる。

【0018】

単一の照明系における両方の手法の組合せは、冗長性を与えるという利点を更に有する。ビーム偏向アレイの製造及び制御は複雑な作業であることが見出されているので、この冗長性は、そのようなアレイの使用に関して特に重要である。例えば、ミラーアレイの場合には、各個々のミラーの傾斜角を実時間条件の下で非常に正確に制御しなければならず、この制御は、ハードウェアレベル及び同じくソフトウェアレベルの両方において実質的な労力を必要とする。ミラーアレイの単一のミラー又はミラーアレイ全体が故障した場合には、オペレータは、レジストを露光するために装置を依然として使用することができるように、第2の動作モードに切り換えることができる。

【0019】

その一方、投影露光装置の多くのオペレータは、系瞳面内の放射照度分布の修正をある

10

20

30

40

50

程度まで可能にする交換可能な回折光学要素及びズームアキシコン系を含む従来の照明系を用いて蓄積された相当量の経験を有する。少なくとも従来の照明設定では、この従来手法は非常に良好に機能し、信頼性が高い。従って、本発明による照明系は、これまでオペレータによって使用されてきたものと同じか又は類似の回折光学要素を使用するという要件を満たす。従って、少なくともある一定の照明設定においては、照明系が、第2の動作モードにおいて作動される場合に、回折光学要素を用いてそれまでに得られた経験を有利に使用することができる。

【0020】

系瞳面は、この面内の放射照度分布が、照明されるマスクを配置することができるそれに続くマスク平面内の角度分布に変換されるという性質を有する面（通常は平面）として定められる。通常、この特性は、一方で系瞳面及び他方でマスク平面の間のフーリエ関係を含む。

10

【0021】

本出願の関連では、光学ラスタ要素は、複数の微細構造を含む光学要素と考えられる。光学ラスタ要素の主な特性は、入射する（特に平行な）光ビームから、微細構造の配列によって決まる特定の角度分布を有する光ビームを生成することである。従って、光学ラスタ要素は発散を導入する。

【0022】

反射光学ラスタ要素は、例えば、軸対称又は回転対称の形状を有することができる複数のマイクロミラーを含むことができる。反射光学ラスタ要素が反射回折光学ラスタ要素、特に反射コンピュータ生成ホログラム（CGH）である場合には、望ましい角度光分布の生成に関してより高い柔軟性を得ることができる。そのような要素は、反射光がほぼあらゆる望ましい角度光分布（すなわち、光強度と光方向の間の関係）を有するように設計することができる。

20

【0023】

透過光学ラスタ要素は、例えば、複数の軸対称又は回転対称のマイクロレンズを含むことができる屈折光学要素として構成することができる。反射光学ラスタ要素の場合と同様に、透過光学ラスタ要素が、例えば、コンピュータ生成ホログラム（CGH）として構成された回折型のものである場合には、望ましい角度光分布の生成に関してより高い柔軟性を得ることができる。

30

【0024】

光学ラスタ要素は、第2の動作モードにおいてアレイの前方に挿入される付加的なミラーを用いて遮蔽することにより、第2の動作モードにおいて光路から排除することができる。

【0025】

代替的实施形態では、いかなる付加的なミラーも必要とされない。その代わりに反射光学ラスタ要素が使用され、交換ユニットは、反射光学ラスタ要素が第2の動作モードにおいて光路内に挿入された場合に、反射光学ラスタ要素がビーム偏向アレイを覆うように配置される。この場合ビーム偏向アレイは、光学ラスタ要素によって遮蔽される。ビーム偏向アレイがミラーアレイである場合には、第2の動作モードにおいて反射光学ラスタ要素がミラーアレイに実質的に置き換わる。

40

【0026】

光学ラスタ要素が透過型のものである場合には、光学ラスタ要素は、ビーム偏向アレイを遮蔽することができない。ビーム偏向アレイの遮蔽を提供する上で最も有効な手法は、第2の動作モードにおいてあるミラーを保持し、それによってこのミラーがビーム偏向アレイを覆うように構成された作動ユニットを使用することである。

【0027】

代替的实施形態により、ビーム偏向アレイは、第2の動作モードにおいて光路から遮蔽によって排除されない。代わりに、ビーム偏向要素が透過型のものである場合に、ビーム偏向要素は、アレイが、単純な屈折要素（平行平板等）の効果を実質的に有するように

50

制御される。ビーム偏向要素がミラーである場合には、アレイが、単純な（好ましくは、平面の）ミラーの効果を実質的に有するように、これらのミラーを傾斜させることができる。この実施形態では、投影光は、光学ラスタ要素上に入射する前にビーム偏向アレイを通過するか又はそこから反射される。好ましくは、ビーム偏向要素は、光学ラスタ要素が均一に照明されるように制御される。この別の実施形態の欠点は、ビーム偏向アレイが故障した場合に、照明系が、第1の動作モードにおいても、また第2の動作モードにおいても作動させることができない点である。

【0028】

最も単純な場合には、第1の動作モードから第2の動作モードに切り換えることが望ましい時に、オペレータは、光学ラスタ要素を光路内に手で挿入する。この場合、交換ユニットは、光学ラスタ要素が手で挿入される一種のフレームによって単純に形成することができる。照明系の密封ケーシングを開放するのを回避するために、光路内への光学ラスタ要素の手動挿入において適切な装備を使用することができる。

10

【0029】

好ましい実施形態では、交換ユニットは、動作が第1のモードから第2のモードに切り換えられる時に光学ラスタ要素を光路内に挿入するように構成されたアクチュエータを含む。この場合、いかなる手動介入も不要である。その代わりにオペレータは、動作モード間で変更を行う上で単純にソフトウェア制御を使用することができる。

【0030】

別の実施形態では、交換ユニットは、複数の異なる光学ラスタ要素を含むホルダを含む。ホルダは、第2の動作モードにおいて光学ラスタ要素のうちの1つを光路内に挿入するように構成される。

20

【0031】

適切なホルダは、異なる光学ラスタ要素を受け取るように構成された回転可能支持ディスクを含むターレットホルダとして構成することができる。この場合、オペレータは、ホルダ内に受け取られる1組の光学ラスタ要素から望ましい光学ラスタ要素を選択することができる。ホルダが、モータ又は別の種類のアクチュエータを用いて作動される場合には、手動で介入する必要なく照明設定を迅速に変更することができる。

【0032】

支持ディスクは、第1の動作モードにおいてビーム偏向アレイの前に位置決めされる開口又は凹部を含むことができる。光学ラスタ要素が反射型のものである場合には、第2の動作モードに切り換える時に、ホルダは、反射光学ラスタ要素のうちの1つがビーム偏向アレイを覆い、従って、系瞳面内に望ましい放射照度分布を生成するというその機能を引き継ぐように移動されることになる。

30

【0033】

光学ラスタ要素によって系瞳面内に生成される放射照度分布を変更することを可能にするために、照明系は、ビーム偏向アレイと系瞳面の間に配置され、かつ第2の動作モードにおいて系瞳面内の放射照度分布を変更するように構成された瞳成形ユニットを含むことができる。そのような瞳成形ユニットは、ズーム対物系、及び/又は1対のアキシコン要素、及びこのアキシコン要素の間の距離を光軸に沿って変更するためのマニピュレータを含むことができる。通常、アキシコン要素は、接触状態にある場合は平行平板の効果しか持たない。

40

【0034】

一実施形態では、照明系は、ビーム偏向アレイが照明系から完全に取り外された場合に、（依然として）第2の動作モードで作動させることができるように構成される。この実施形態では、系瞳面内の最適化された放射照度分布（すなわち、照明設定）を決めるためにのみビーム偏向アレイを使用することができる。しかし、第2の動作モードでは通常の投影作動が行われる。この第2のモードでは、系瞳面内に、ビーム偏向アレイを用いて予め最適化された放射照度分布を生成するように製造された回折光学要素又は別の種類の光学ラスタ要素が使用される。その結果、ビーム偏向アレイを照明系から取り除き、同じ種

50

類の別の投影露光装置の照明系内に設置することができる。

【0035】

反射偏向要素は、少なくとも1つの傾斜軸の回りに傾斜させることができるミラーによって形成することができる。好ましくは、ミラーは、系瞳面上のほぼあらゆる任意の位置の方向に入射光ビームを向けることができるように、2つの直交傾斜軸の回りに傾斜させることができる。

【0036】

透過ビーム偏向要素は、電気光学要素又は音響光学要素によって形成することができる。そのような要素では、適切な材料をそれぞれ電界又は超音波に露出することによって屈折率を変更することができる。これらの効果は、入射光を様々な方向に向ける屈折率格子を製造するのに利用することができる。

10

【0037】

方法システムに関しては、上述の目的は、本発明により、a) 光路に沿って伝播する投影光を生成する段階と、b) 各ビーム偏向要素が制御信号に応じて可変である偏向角で入射光ビームを偏向するように構成された反射ビーム偏向要素又は透過ビーム偏向要素のビーム偏向アレイであって、ビーム偏向アレイが、第1の動作モードにおいて照明系の系瞳面内の放射照度分布を決めるために使用されるビーム偏向アレイ上に投影光を向ける段階と、c) ビーム偏向アレイではなく、光学ラスタ要素が系瞳面内の放射照度分布を決めるように、光学ラスタ要素を光路内に挿入することによって第2の動作モードに切り換える段階とを含む方法によって達成される。

20

【0038】

本発明による照明系に関する上述の注釈が相応に適用される。

【0039】

第1の動作モードから第2の動作モードに切り換える時に、ビーム偏向アレイが光路から取り除かれる場合には、ビーム偏向アレイが故障したとしても、第2の動作モードにおいて照明系を作動させることができる。

【0040】

しかし、光路からのビーム偏向アレイの排除は、ビーム偏向アレイがそのように移動されるか、又は光路を経路変更すべきであることを必ずしも意味しない。ミラーを用いてビーム偏向アレイを覆うことで十分である場合がある。光学ラスタ要素が反射型のものである場合には、光学ラスタ要素をそのような覆いミラーの代わりに使用することができる。

30

【0041】

一実施形態では、本方法は、系瞳面内の最適化された放射照度分布を段階a)の間に判断する段階と、段階a)で判断された放射照度分布を生成する光学ラスタ要素を生成する段階と、第2の動作モードにおいて光学ラスタ要素を使用する段階と、任意的に、照明系からビーム偏向アレイを取り除く段階とを含む。

【0042】

本発明の様々な特徴及び利点は、添付図面と関連して以下に続く詳細説明を参照することによってより容易に理解することができる。

【図面の簡単な説明】

40

【0043】

【図1】本発明による投影露光装置の大幅に簡略化した斜視図である。

【図2】図1に示す投影露光装置に収容される照明系を通る子午断面図である。

【図3】図2の照明系内に含まれるミラーアレイの斜視図である。

【図4】複数の反射回折光学要素を受け取るターレットホルダの支持ディスク上の上面図である。

【図5】第1の動作モードにおいて得られる系瞳面内の第1の例示的な放射照度分布の図である。

【図6】第2の動作モードにおいて得られる系瞳面内の第2の例示的な放射照度分布の図である。

50

【図 7】第 2 の動作モードにある図 2 に示す照明系を通る子午断面図である。

【図 8】図 1 に示す装置に対して使用するのに同様に適する本発明による照明系の代替的实施形態を通る子午断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0044】

I . 投影露光装置の一般的な構造

図 1 は、投影光ビームを生成するための照明系 12 を含む投影露光装置 10 の非常に簡略化した斜視図である。投影光は、微細構造 18 を含むマスク 16 上で視野 14 を照明する。この実施形態では、照明視野 14 は、近似的にリングセグメントの形状を有する。しかし、他の例えば矩形の照明視野 14 の形状も考えられている。

10

【0045】

投影対物系 20 は、照明視野 14 内の構造 18 を基板 24 上に堆積させた感光層 22、例えば、フォトレジスト上に結像する。シリコンウェーハによって形成することができる基板 24 は、感光層 22 の上面が、投影対物系 20 の像平面に精密に位置するようにウェーハ台（図示せず）上に配置される。マスク 16 は、マスク台（図示せず）を用いて投影対物系 20 の物体平面に位置決めされる。投影対物系 20 は、 \times 1 である倍率を有するので、照明視野 14 内の構造 18 の縮小像 14' が感光層 22 上に投影される。

【0046】

投影中に、マスク 16 及び基板 24 は、Y 方向と一致する走査方向に沿って移動される。従って、照明視野 14 は、照明視野 14 よりも大きい構造化された区域を連続して投影することができるようにマスク 16 上で走査を行う。多くの場合にそのような種類の投影露光装置を「ステップアンドスキャン装置」又は単に「スキャナ」と呼ぶ。基板 24 の速度とマスク 16 の速度の間の比は、投影対物系 20 の倍率に等しい。投影対物系 20 が像を反転させる場合には、マスク 16 と基板 26 とは反対方向に移動し、図 1 には、これを矢印 A1 と A2 で示している。しかし、本発明は、マスク 16 及び基板 24 がマスクの投影中に移動しないステッパツールに対して使用することもできる。

20

【0047】

図示の実施形態では、照明視野 14 は、投影対物系 20 の光軸 26 を中心として位置しない。そのような変形照明視野 14 は、ある一定の種類の投影対物系 20 において必要である場合がある。他の実施形態では、照明視野 14 は、光軸 26 を中心として位置する。

30

【0048】

本発明を同様に適用することができる EUV 投影露光装置は、同じ基本構造を有する。しかし、EUV 放射線に対して透過性を有するいかなる光学材料も存在しないので、ミラーのみが光学要素として使用され、同様にマスクも反射型のものである。

【0049】

II . 照明系の一般的な構造

図 2 は、図 1 に示している照明系 12 を通るより詳細な子午断面図である。明瞭化のために、図 2 の図は大幅に簡略化したものであり、正確な縮尺のものではない。特に、これは、様々な光学ユニットをごく少数の光学要素のみで表すことを意味する。現実には、これらのユニットは、かなり多くのレンズ及び他の光学要素を含む場合がある。

40

【0050】

照明系 12 は、ハウジング 28、及び図示の実施形態ではエキシマレーザ 30 として達成される光源を含む。エキシマレーザ 30 は、約 193 nm の波長を有する投影光を放出する。他の種類の光源及び他の波長、例えば、248 nm 又は 157 nm も考えられている。

【0051】

図示の実施形態では、エキシマレーザ 30 によって放出された投影光は、ビーム拡大ユニット 32 に入射し、そこで光ビームは、幾何学的光学流束を変化させることなく拡大される。ビーム拡大ユニット 32 は、図 2 に示しているようにいくつかのレンズを含むことができ、又は例えばミラー配列を含むことができる。投影光は、ビーム拡大ユニット 32

50

から実質的に平行なビーム 34 として射出される。他の実施形態では、このビームは、有意な発散を有する場合がある。平行ビーム 34 は、照明系 12 の全体寸法を短縮するために設けられた平面折り返しミラー 36 上に入射する。

【0052】

折り返しミラー 36 からの反射の後に、ビーム 34 は、マイクロレンズ 40 のアレイ 38 上に入射し、次に、第 1 の動作モードでは、下記の第 III 節により詳細に説明するターレットホルダ 94 の支持ディスク 92 内に設けられた開放開口 90 を今度は部分ビーム束として通過する。マイクロレンズ 40 の後焦点面内又はその近くに、ミラーアレイ 46 が配置される。以下により詳細に説明するように、ミラーアレイ 46 は、好ましくは、互いに垂直に整列した 2 つの傾斜軸によって互いに独立して傾斜させることができる複数の小さい個々のミラー M_{ij} を含む。ミラー M_{ij} の合計数は、100 を超えるか、又は更には数 1000 を超えることができる。ミラー M_{ij} の反射面は平面とすることができるが、付加的な反射力が望ましい場合は曲面とすることができる。それとは別に、ミラー面は、回折構造を支持することができる。この実施形態では、ミラー M_{ij} の数は、マイクロレンズアレイ 38 内に含まれるマイクロレンズ 40 の数に等しい。従って、各マイクロレンズ 40 は、収束する光束をミラーアレイ 46 の 1 つのミラー M_{ij} 上に誘導する。

10

【0053】

個々のミラー M_{ij} の傾斜移動は、照明系 12 の全体系制御器 52 に接続したミラー制御ユニット 50 によって制御される。ミラー M_{ij} の望ましい傾斜角を設定するのに使用されるアクチュエータが、ミラー制御ユニット 50 から制御信号を受け取り、各個々のミラー M_{ij} が、この制御信号に応じて可変である反射角で入射光線を反射することを可能にする。図示の実施形態では、個々のミラー M_{ij} を配向することができる連続する傾斜角度範囲が存在する。他の実施形態では、アクチュエータは、限られた数の個別の傾斜角しか設定することができないように構成される。

20

【0054】

この実施形態では、ミラーアレイ 46 とミラー制御ユニット 50 は、共同でミラーアレイモジュール 51 を形成する。ミラーアレイ 46 に密接に関連する付加的な構成要素、例えば、WO 2008/095695 A2 に開示されているミラー M_{ij} の傾斜角を測定するのに使用される測定システムをミラーモジュール 51 の一部とすることができる。モジュール 51 は、照明系 12 から単一のユニットとして簡単に取り除くことができ、後のある時点で照明系 12 内に再度簡単に設置することができるように照明系 12 のハウジング 28 内に受け取られる。これは、適切な機械的装着技術を使用する段階、及びモジュール 51 を簡単に分離及び接続することができる全体系制御器 52 に接続するために例えば電気的コネクタを設ける段階を伴う場合がある。

30

【0055】

図 3 は、簡略化の目的で僅かに $8 \times 8 = 64$ 個のミラー M_{ij} を含むミラーアレイ 46 の斜視図である。マイクロレンズ 40 によって生成され、ミラーアレイ 46 上に入射する部分ビーム 54 a は、ミラー M_{ij} の傾斜角によって決まる異なる方向に反射される。この概略的な図では、特定のミラー M_{35} が、別のミラー M_{77} に対して 2 つの傾斜軸 56_x 、 56_y の回りに傾斜され、ミラー M_{35} 及び M_{77} によってそれぞれ反射される部分ビーム 54 b、54 b' が異なる方向に反射されると仮定している。

40

【0056】

再度図 2 を参照すると、この実施形態による照明系 12 は、可変焦点距離を有するズーム対物系 58 を更に含む。図 2 には、簡略化の目的でズーム対物系 58 を単一のレンズだけによって表しており、ズーム対物系 58 は、双方向矢印 60 で示しているように、照明系 12 の光軸 26 に沿って変位させることができる。

【0057】

ズーム対物系 58 の背後に、対向する円錐面を有するアキシコン要素 64、66 の対 62 が配置される。両方のアキシコン要素 64、66 が直接に接触している場合には、アキシコン対 62 は平行平板の効果しか持たない。図 2 に双方向矢印 69 で示しているよう

50

に、両方のアキシコン要素 64、66 が分離される場合には、アキシコン要素 64、66 の間の間隔は、光エネルギーの半径方向に外向きのシフトを引き起こす。アキシコン要素は、それ自体が当業技術で公知であるから、ここではこれらの要素に対してより詳細には説明しないことにする。

【0058】

参照番号 70 は、照明系 12 の系瞳面を表す。系瞳面 70 内の放射照度分布は、マスク 14 上に入射する光の角度分布を実質的に定める。系瞳面 70 は、通常は、平面又はいくらかの曲面であり、図示の実施形態では、複数の 2 次光源を生成する光学インテグレーター 72 内又はその直近に配置される。光学インテグレーター 72 は、一般的に光学ラスタ要素によって形成され、この実施形態では、この光学ラスタ要素は、各々が平行円柱マイ
10
クロレンズの 2 つの直交アレイを含む 2 つの基板 74、76 を含むフライアイレンズとして構成される。他の構成の光学インテグレーター、例えば、回転対称面を有するが、矩形の境界を有するマイクロレンズのアレイを含むインテグレーターも考えられている。光学インテグレーター 72 として適する様々な種類の光学ラスタ要素が説明されている WO
2005/078522 A、US 2004/0036977 A1、及び US 2005/0018294 A1 を参照されたい。

【0059】

光学インテグレーター 72 は、光線と照明系 12 の光軸 26 との間に形成される角度の範囲を拡大する。系瞳面 70 内の角度分布は、それに続く視野平面内の強度分布に直接に変換されるので、光学インテグレーター 72 は、マスク 16 上の照明視野 14 のアスペクト
20
ト比を決める。光学インテグレーター 72 は、角度範囲を Y 方向よりも X 方向において大幅に拡大するので、照明視野 14 は、Y 方向（すなわち、走査方向）よりも X 方向に沿って大きい寸法を有する。

【0060】

光学インテグレーター 72 によって生成される 2 次光源から射出する投影光は、図 2 では簡略化の目的のために単一のレンズだけで表すコンデンサー 78 に入射する。コンデンサー 62 は、系瞳面 70 と、視野絞り 82 が配置されたそれに続く中間視野平面 80 との間のフーリエ関係を保証する。コンデンサー 78 は、2 次光源によって生成された光ビームを中間視野平面 80 内で重ね合わせ、それによって中間視野平面 80 の非常に均一な照明が得られる。視野絞り 82 は、複数の可動ブレードを含むことができ、マスク 16 上の
30
照明視野 14 の鮮明な縁部（少なくとも Y 方向に沿って延びるもの）を保証する。

【0061】

視野絞り対物系 84 は、中間視野平面 80 と、マスク 16 が配置されたマスク平面 86 との間の光学共役性を提供する。従って、視野絞り 82 は、視野絞り対物系 84 によってマスク 16 上に結像される。

【0062】

本発明の範囲に依然として入る様々な代替的实施形態が現時点で考えられることを十分に理解すべきである。

【0063】

例えば、ミラーアレイ 46 は、偏向構造上に入射する光線を様々な方向に向けることを可能にするあらゆる他の偏向構造によって置換することができ、これらの方向は、適切な制御信号の印加時に構造の異なる部分において個別に変更することができる。そのような別の構造は、例えば、電気光学要素又は音響光学要素を含むことができる。そのような要素では、適切な材料をそれぞれ超音波又は電界に露出することによって屈折率を変更することができる。これらの効果は、入射光を様々な方向に誘導する屈折率格子を製造するのに利用することができる。

【0064】

当然ながら、ズーム対物系 60 及び/又はアキシコン要素 64、66 の対 62 を完全に省くことができる。フライアイレンズ 72 は、幾何学的光学流束を拡大するあらゆる他の光学ラスタ要素、例えば、回折光学要素によって置換することができる。フライアイレン
50

ズの代わりに光混合ロッドの使用も考えられている。更に、少なくとも1つの方向に鮮明な縁部を有する照明視野14を有する必要がない場合には、マスク16を視野平面80内に直接に位置決めすることができる。また、最初に視野が、次に、瞳が成形される照明系が現在考えられている。

【0065】

III. ターレットホルダ - 動作モード

以下では、図2から図7を参照して、ターレットホルダ94の構成及び機能をより詳細に説明する。

【0066】

ターレットホルダ94は、図示の実施形態では、支持ディスク92が固定された軸98を駆動する電気モータ96を含む。従って、支持ディスク92は、モータ96を用いて軸98の回りに回転させることができる。この実施形態では、図4の上面図にも示している支持ディスク92は、異なる反射回折光学要素100a、100b、及び100cを受け取るように構成された複数の開口を含む。反射回折光学要素100a、100b、100cの各々は、投影光によって照明されると異なる角度光分布を生成する。開口は、回折光学要素100a、100b、100cをガイド構造に沿って挿入し、回転する支持ディスク92にロックするか又はその他の方法で固定することができるように構成することができる。90で表す開口のうちの1つは、投影光が、遮蔽されることなく開放開口90を通過することができるように開放のままに保たれる。

【0067】

図2に示している第1の動作モードでは、支持ディスク92は、上述のように、開放開口90がミラーアレイ46の直ぐ上に配置されるように回転される。従って、マイクロレンズアレイ38のマイクロレンズ40によって生成される部分ビームは、支持ディスク92によって阻害されずにミラーアレイ46のミラー M_{ij} 上に入射することができる。従って、系瞳面70内の放射照度分布は、主にミラー M_{ij} の向きによって決まる。この第1の動作モードでは、反射回折光学要素100a、100b、100cのいずれも光路内に挿入されない。

【0068】

図5は、ミラーアレイ46を用いて系瞳面70内に生成することができる例示的な放射照度分布を略示している。明らかなように、放射照度分布は、一方で反対極P1、P2の対及び他方でP3、P4が異なる幾何学形状及びサイズを有する点で、標準の四重極設定とは異なる特別仕様の四重極照明設定に対応する。装置10のオペレータがこの照明設定を若干修正することを望む場合には、この修正は、ミラー M_{ij} の少なくとも一部の向きを変更することによって簡単に達成することができる。

【0069】

図6は、標準の四重極照明設定に対応する系瞳面70内の別の放射照度分布を示している。全ての極P1、P2、P3、及びP4は、等しい幾何学形状及びサイズを有し、系瞳面70内に4回対称で配置される。この照明設定又は少なくとも非常に類似する照明設定は、ミラーアレイ46を用いて生成することができるが、それにも関わらず、装置10のオペレータは、系瞳面70内にこの放射照度分布をミラーアレイ46を用いてではなく、反射回折光学要素100a、100b、又は100cのうちの適切な1つを使用することによって生成することを望む場合がある。そうすることの理由は、オペレータが、この特定の回折光学要素100a、100b、又は100cを過去に非常に首尾良く用いており、この放射照度分布をミラーアレイ46を用いて生成される類似の放射照度分布によって近似する準備が整っていないことであるとするすることができる。

【0070】

図6に示している放射照度分布を回折光学要素を用いて生成することへの別の動機付けは、例えば、保守作業の理由からミラーアレイ46を利用することができないことであるとするすることができる。この場合、ミラーアレイ46を一時的に使用することができなくても、装置10の作動を継続させることができる。

【 0 0 7 1 】

オペレータが、系瞳面 7 0 内に放射照度分布を生成するのにミラーアレイ 4 6 の代わりに回折光学要素 1 0 0 a、1 0 0 b、1 0 0 c のうちの 1 つを使用することを望む場合には、オペレータは、望ましい回折光学要素 1 0 0 a、1 0 0 b、1 0 0 c が、ミラーアレイ 4 6 の直前に位置決めされるまで、例えば、ソフトウエア制御手段を用いてターゲットホルダ 9 4 のモータ 9 6 に支持ディスク 9 2 を回転させることにより、第 2 の動作モードに切り換えることができる。

【 0 0 7 2 】

図 7 は、第 2 の動作モードにある照明系 1 2 を示している。今度は選択された回折光学要素、この場合 1 0 0 b は、ミラー M_{ij} を完全に覆うように位置決めされる。回折光学要素 1 0 0 a、1 0 0 b、及び 1 0 0 c は反射型のものであるから、いかなる投影光もミラー M_{ij} 上にもはや入射することができず、その結果、ミラーアレイ 4 6 は光路から実質的に取り除かれる。その代わりに、回折光学要素 1 0 0 b が光路内に挿入され、機能に関してミラーアレイ 4 6 を実質的に置換する。この場合、系瞳面内の放射照度分布は、主に、光路内に挿入された回折光学要素 1 0 0 b によって生成される角度分布によって決まる。回折光学要素 1 0 0 b が、マイクロレンズアレイ 3 8 によって生成される複数の部分ビームによってではなく、単一の均一な光ビームによって照明されることになることが望ましい場合には、アクチュエータ（図示せず）を用いてマイクロレンズアレイ 3 8 を光路から取り除くことができる。

【 0 0 7 3 】

系瞳面 7 0 内の放射照度分布を修正するためには、ズーム対物系 5 8 及びノ又はアキシコン要素 6 4、6 6 の対 6 2 を使用することができる。これらの構成要素を使用すると、例えば、図 6 に示している極 P 1 から P 4 の位置及びノ又はサイズを修正することができる。

【 0 0 7 4 】

オペレータが、別の標準照明設定、例えば、二重極照明設定を生成することを望む場合には、他の回折光学要素 1 0 0 a 又は 1 0 0 c のうちの 1 つを光路内に挿入するようにターゲットホルダ 9 4 を再度作動させることができる。

【 0 0 7 5 】

第 2 の動作モードでは、ミラーアレイモジュール 5 1 は、もはや必要とされない。従って、ミラーアレイモジュール 5 1 を照明系 1 2 から取り除くことができ、モジュール 5 1 を受け取るように準備された別の照明系 1 2 内に使用することができる。

【 0 0 7 6 】

それによって投影露光装置 1 0 を作動させるための新しい手法が開かれる。すなわち、特定のマスク 1 6 に対して最適化された照明設定を判断するという目的のみからミラーアレイ 4 6 を第 1 の動作モードに使用することができる。この最適化された照明設定が判断されると、ミラーアレイ 4 6 を用いて所定のこの照明設定と同じ照明設定を生成する回折光学要素が製造される。その結果、回折光学要素も、特定のマスク 1 6 に対して最適化される。

【 0 0 7 7 】

この場合、照明系 1 2 は、回折光学要素を用いた第 2 の動作モードでのみ作動される。ミラーアレイモジュール 5 1 は、もはや必要とされず、別の投影露光装置 1 0 の照明系内に設置することができ、この照明系において異なるマスクに最適化された照明設定を求めするために使用される。投影露光装置において別のマスクを投影される場合には、新しいマスクに完全に適応した新しい照明設定をミラーアレイ 4 6 を用いて判断することができるように、ミラーアレイモジュール 5 1 を再度設置することができる。その後、この新しい照明設定を生成する別の回折光学要素が製造され、以降同様に続く。

【 0 0 7 8 】

IV . 代替的实施形態

a) 透過光学ラスタ要素

図 8 は、図 1 に示している投影露光装置 10 に対して使用することができる別の実施形態の DUV 照明系を通る子午断面図である。光伝播方向に系瞳面 70 の背後に配置された構成要素は、図 2 に図示の実施形態の構成要素と等しく、従って、これらの構成要素を簡略化の目的で省略している。

【 0 0 7 9 】

図 8 に示している照明系 12' は、主に、第 2 の動作モードにおいて系瞳面 70 内に望ましい放射照度分布を生成するのに使用される回折光学要素が、反射型のものではなく透過型のものである点で、図 2 及び図 7 に示している照明系 12 とは異なる。しかし、そのような透過回折光学要素は、ミラーアレイ 46 の直ぐ上方に配置されるように光路内に挿入された場合には、ミラーアレイ 46 を遮蔽することができない。

10

【 0 0 8 0 】

この理由から、図 8 に示している第 2 の動作モードにおいて付加的なミラー 101 が光路内に挿入される。ミラー 101 は、一般的に平面になるが、特に、ミラー M_{ij} が曲面支持体上に配置される場合は曲面とすることができる。ミラー 101 を光路内に挿入するために、図 8 には概略的にしか例示していない作動ユニット 102 が設けられる。作動ユニット 102 は、適切な装備を用いてミラー 101 を光路内に挿入することができ、そこから回収することができるように構成される。当然ながら、ミラー 101 は、第 1 の動作モードにおいてミラーアレイ 46 の前方に配置された無遮蔽の開口部を有する支持ディスクを有するターゲットホルダに配置することができる。当業者には、ミラー 101 を光路内に挿入し、そこから回収するための更に他の手段が明らかであろう。

20

【 0 0 8 1 】

この実施形態では、第 2 の動作モードにおいて回折光学要素を光路内に挿入するためのターゲットホルダ 94 が、ミラー 101 とズーム対物系 58 の間の光路に配置される。

【 0 0 8 2 】

装置 10 のオペレータが、図 8 に示している第 2 の動作モードから、系瞳面 70 内の放射照度分布が主にミラーアレイ 46 によって決まる第 1 の動作モードに変更することを望む場合には、ミラー 101 が光路内から回収されるように作動ユニット 102 が作動される。更に、ターゲットホルダ 94 のモータ 96 は、回折光学要素 100b が光路から回収されるように制御される。支持ディスク 92 が、ミラーアレイ 46 から系瞳面 70 までの間の途中で投影光を遮蔽しないように、支持ディスク 92 内に設けられた開放開口 90 又は凹部を光路に位置決めすることができる。通常は、アキシコン要素 92 が他方のアキシコン要素 94 と接触するように、アキシコン要素 92 も移動されることになる。この場合、アキシコン要素 62、64 の対 60 は、平行平板の効果しか持たず、系瞳面 70 内の放射照度分布は、主にミラーアレイ 46 によって決まる。

30

【 0 0 8 3 】

b) 第 3 の動作モード

オペレータが、従来の又は輪帯の照明設定を生成することを望む場合には、これは、ズーム対物系 58 及びアキシコン要素 62、64 の対 60 だけを用いて達成することができる。この動作モードでは、ミラー 101 は光路内に挿入され、投影光が無遮蔽の開口 90 を通過するように、ターゲットホルダ 94 の支持ディスク 92 内に受け取られた回折光学要素が光路から回収される。更に、適切なアクチュエータ(図示せず)を用いて、マイクロレンズアレイ 38 を光路から回収することができる。

40

【 0 0 8 4 】

支持ディスク 92 がミラーを含有する場合には、図 2 から図 7 に示している第 1 の実施形態において類似の効果を得ることができる。このミラーが、ミラーアレイ 46 の直前に配置された場合には、ビームアレイ 46 も、また回折光学要素 100a、100b、又は 100c のうちのいずれも、系瞳面 70 内の放射照度分布を修正する角度光分布を生成することができない。その代わりに、ズーム対物系 58 及びアキシコン要素 64、66 の対 62 のみが、系瞳面 70 内の放射照度分布を決めることになる。

【 0 0 8 5 】

50

好ましい実施形態の以上の説明は、一例として提供したものである。提供した開示内容から、当業者は、本発明及びそれに伴う利点を理解するのみならず、開示した構造及び方法に対する明らかな様々な変形及び修正を見出すであろう。従って、本出願人は、全てのそのような変化及び修正が、特許請求の範囲及びその均等物によって定められる本発明の精神及び範囲内に収まるように含まれることを求めるものである。

【符号の説明】

【 0 0 8 6 】

- 3 0 光源
- 4 6 ビーム偏向アレイ
- 7 0 系瞳面
- 1 0 0 b 光学ラスタ要素
- M_{ij} ビーム偏向要素

【 図 1 】

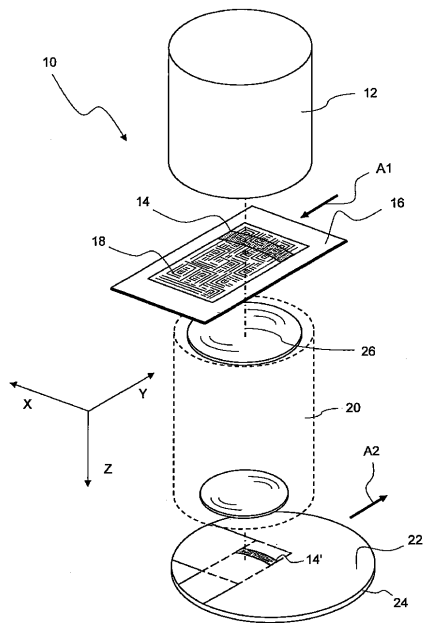


Fig. 1

【 図 2 】

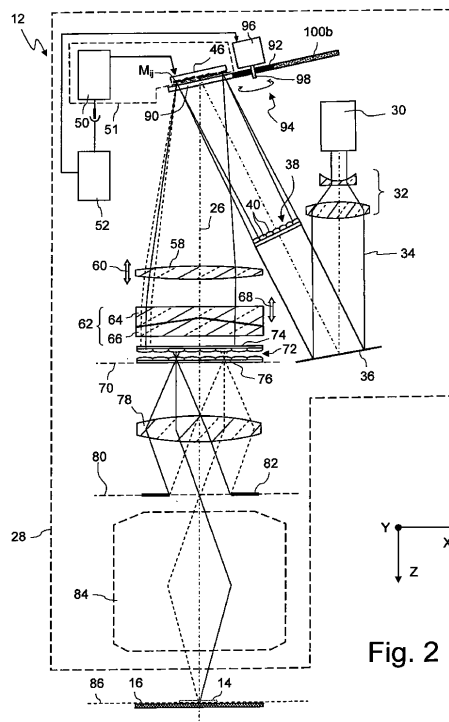


Fig. 2

【 図 3 】

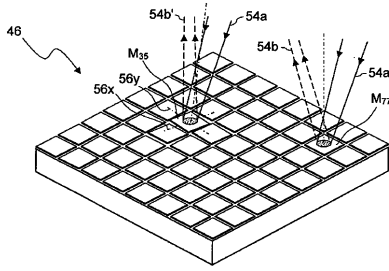


Fig. 3

【 図 5 】

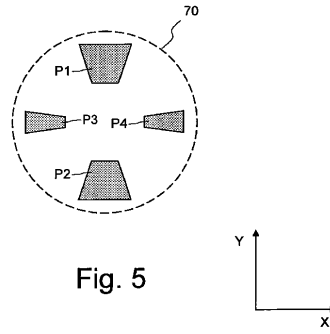


Fig. 5

【 図 4 】

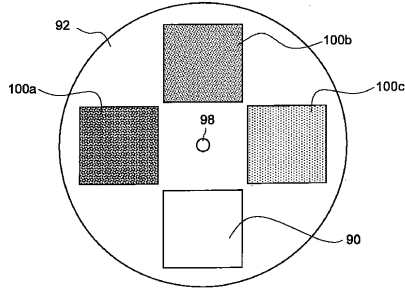


Fig. 4

【 図 6 】

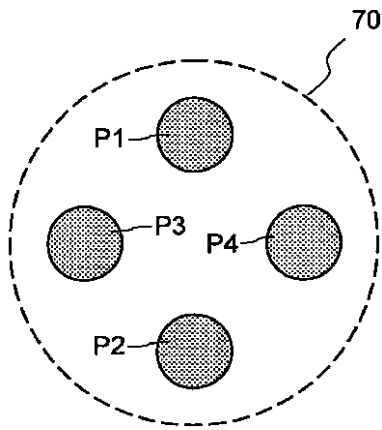


Fig. 6

【 図 7 】

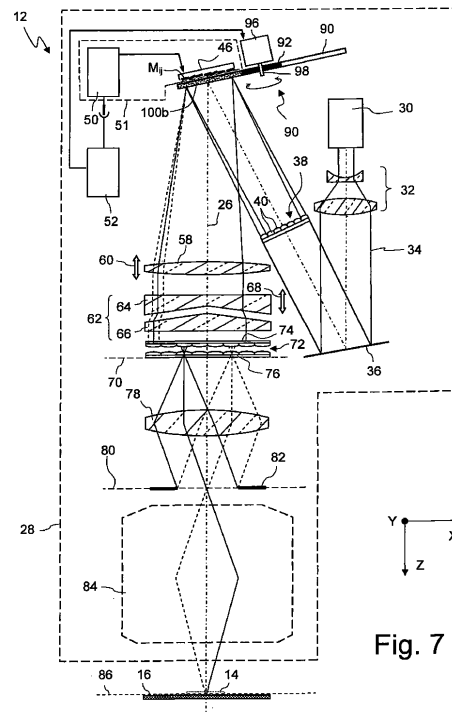


Fig. 7

【 8 】

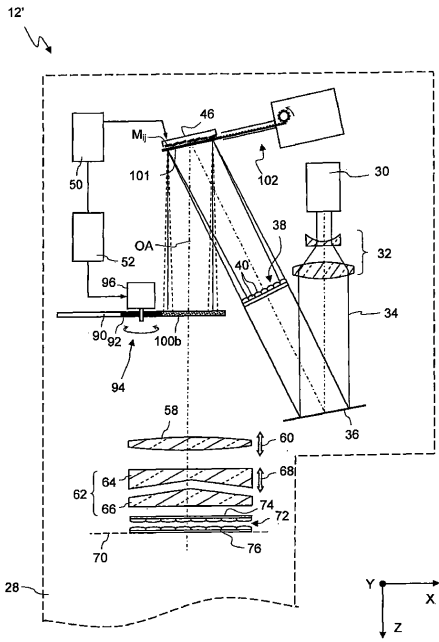


Fig. 8

フロントページの続き

(74)代理人 100109070

弁理士 須田 洋之

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(72)発明者 バーダー ディーター

ドイツ連邦共和国 7 3 5 6 9 オベルグリュニンゲン シュミーダッハー シュトラーセ 2
4

審査官 佐野 浩樹

(56)参考文献 特開2009-117801(JP,A)

特開2001-176766(JP,A)

国際公開第2009/035129(WO,A2)

米国特許出願公開第2006/0050261(US,A1)

特開2004-335949(JP,A)

特開2003-022967(JP,A)

国際公開第2004/051717(WO,A1)

特開2008-182266(JP,A)

特表2007-505488(JP,A)

米国特許出願公開第2006/0087634(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L21/027、21/30