

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2007-524247

(P2007-524247A)

(43) 公表日 平成19年8月23日(2007.8.23)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 515D	2H087
G03F 7/20 (2006.01)	G03F 7/20 521	5F046
G02B 13/16 (2006.01)	G02B 13/16	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2007-500157 (P2007-500157)	(71) 出願人	503263355
(86) (22) 出願日	平成17年2月24日 (2005.2.24)		カール・ツァイス・エスエムティー・アー ゲー
(85) 翻訳文提出日	平成18年9月15日 (2006.9.15)		ドイツ連邦共和国、73447 オベルコ ッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ ーセ 2
(86) 国際出願番号	PCT/EP2005/001948	(74) 代理人	100074538
(87) 国際公開番号	W02005/083517		弁理士 田辺 徹
(87) 国際公開日	平成17年9月9日 (2005.9.9)	(72) 発明者	ダミアン フィオルカ
(31) 優先権主張番号	102004010569.3		ドイツ連邦共和国、73447 オベルコ ッヘン、ヘッケンローゼンヴェーク 36
(32) 優先日	平成16年2月26日 (2004.2.26)	(72) 発明者	マルクス ツェンツィンガー
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		ドイツ連邦共和国、89073 ウルム、 グーテンベルクシュトラーセ 7
		Fターム(参考)	2H087 KA21 LA23 LA30
			最終頁に続く

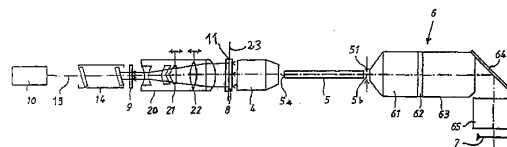
(54) 【発明の名称】 マイクロリソグラフィ投影露光設備用の照明系

(57) 【要約】

【課題】 照明系の複数の角度依存偏光変化光学素子により引き起こされる複数の偏光変化に関して最適化された照明系を提供する。その助けにより適切な偏光補償器が製造され得る方法を提供する。

【解決手段】 割り当てられる光源(10)の光で照明視野(7)を照明するためのマイクロリソグラフィ投影露光設備のための照明系が、照明系の瞳孔面(23)に少なくとも1つの偏光補償器(11)を有する。後者は、偏光を角度の関数として変化させる複数の素子(5)により導入された偏光変化の少なくとも部分的な補償のために使用され得る。位置依存偏光変化の目的のため、偏光補償器(11)は、複数の複屈折素子又は複屈折光像を有する複数の素子として構成され得る偏光変化手段を有する。マイクロリソグラフィ投影露光設備の伝播特性は、とくに物理ビームスプリッタを備えた次の投影対物レンズの使用がなされるとき、このような偏光補償により高められることが可能である。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

割り当てられる光源 (1 0) の光で照明視野 (7) を照明するためのマイクロリソグラフィ投影露光設備用の照明系であって、照明系の少なくとも 1 つの瞳孔面 (2 3 、 6 2) に配置されている少なくとも 1 つの偏光補償器 (1 1) が、瞳孔面 (2 3 、 6 2) の光分布の偏光状態に位置の関数として影響を与えるための少なくとも 1 つの偏光変換器 (1 1 a ; 1 1 b) を有し、かつ、照明系の複数の角度依存偏光変換光学素子 (5) により引き起こされる複数の偏光変化を部分的に又は十分に補償するように構成されている照明系。

【請求項 2】

偏光補償器 (1 1) が、位置の関数として変化する偏光変化関数を有し、かつ、偏光補償器 (1 1) の光学軸心 (1 9) に関して偶数の放射対称性、とくに二重又は四重の放射対称性を有する、請求項 1 に記載の照明系。 10

【請求項 3】

照明系が、光入射表面 (5 a) と光出射表面 (5 b) を備えた積算ロッド装置 (5) を有し、積算ロッド装置 (5) が、複数のロッド側面 (1 7) と複数のロッドコーナー (1 6) を有する多角形、とくに矩形の横断面を有する、請求項 1 又は 2 に記載の照明系。

【請求項 4】

偏光補償器 (1 1) が、第 1 偏光変換作用を有する複数の第 1 扇形部 (1 2) を有し、第 1 扇形部 (1 2) の数がロッドコーナー (1 6) の数に対応し、偏光補償器 (1 1) の周方向で複数の第 1 扇形部 (1 2) の間に第 2 偏光変換作用を有する複数の第 2 扇形部 (1 3) が存在していて、第 2 扇形部 (1 3) の数がロッド側面 (1 7) の数に対応し、複数の第 1 扇形部 (1 2) が複数のロッドコーナー (1 6) に割り当てられた複数の角度部分に存在し、複数の第 2 扇形部 (1 3) が複数のロッド側面 (1 7) に割り当てられた複数の角度部分に存在し、第 1 及び第 2 偏光変換作用が異なっている、請求項 3 に記載の照明系。 20

【請求項 5】

照明系が、四極形状光分布を瞳孔面 (2 3) に生成する機器 (9 、 2 0) を有し、複数のロッドコーナー (1 6) が局在化される複数の角度部分に、四極形状光分布の高い光強度の複数の領域が局在化されるように設定され得る、請求項 3 及び 4 のいずれか 1 項に記載の照明系。 30

【請求項 6】

二次元ラスタ構造を有する回折光学ラスタ素子又は屈折光学ラスタ素子 (8) が、照明系の瞳孔面 (2 3) 又はその近傍に、とくに積算ロッド装置の光入射表面 (5 a) の上流の光路に位置していて、偏光補償器 (1 1) が瞳孔面 (2 3) 又はその近傍に位置付けられている、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の照明系。

【請求項 7】

照明系が、積算ロッド装置 (5) の視野面、とくに光出射面 (5 b) を、照明視野 (7) 上に結像するための結像対物レンズ (6) を有し、偏光補償器 (1 1) が、結像対物レンズ (6) の瞳孔面 (6 2) 又はその近傍に位置している、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の照明系。 40

【請求項 8】

偏光変換器として、偏光補償器 (1 1) が、異なる厚さ及び / 又は異なる結晶配向の複屈折材料から形成された複数の素子 (1 8) 、及び / 又は、複数の異なる複屈折構造をもつ複数の素子を二次元配置したラスタ素子 (1 1 a) を有する、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の照明系。

【請求項 9】

偏光変換器として、偏光補償器 (1 1) が、種々の厚さの複屈折材料から形成された高さプロファイル (3 0) を有する板 (1 1 b) を含んでいる、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の照明系。

【請求項 10】

照明系へ導入するための偏光補償器(11)を製造する方法であって、
少なくとも1つの角度依存偏光変化光学素子(5)により引き起こされる照明系での偏光の角度依存変化を決定する工程と、
角度依存偏光変化を補償する目的で、瞳孔面(23、62)で位置の関数として変化する偏光変化を計算する工程と、
位置依存偏光変化が角度依存偏光変化の少なくとも部分的な補償に適するように、偏光補償器(11)を製造する工程と、所望の補償作用が生じるように照明系の瞳孔面(23、62)又はその近傍に偏光補償器(11)を配置する工程
を有する方法。

【請求項11】

10

偏光補償器(11)が、複屈折材料から形成された複数の素子(18)、又は複数の異なる複屈折構造の複数の素子を二次元配置したラスタ素子(11a)として製造され、その厚さ及び/又は結晶軸心配向が、位置依存偏光変化が角度依存偏光変化を補償するのに適するような位置の関数として、予め定められている、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

照明系が、光入射表面(5a)と光出射表面(5b)を備えた積算ロッド装置(5)を有し、積算ロッド装置(5)が複数のロッド側面(17)と複数のロッドコーナー(16)を有する多角形の横断面を有し、偏光補償器(11)が、第1偏光変化作用を有する複数の第1扇形部(12)を有し、第1扇形部(12)の数がロッドコーナー(16)の数に対応し、偏光補償器の周方向で複数の第1扇形部(12)の間に第2偏光変化作用を有する複数の第2扇形部(13)が存在していて、第2扇形部(13)の数がロッド側面(17)の数に対応し、複数の第1扇形部(12)が複数のロッドコーナー(16)に割り当てられた複数の角度部分に存在し、複数の第2扇形部(13)が複数のロッド側面(17)に割り当てられた複数の角度部分に存在し、第1及び第2偏光変化作用が異なっている、請求項10及び11のいずれか1項に記載の方法。

20

【請求項13】

位置依存偏光変化を計算する目的で、視野面(5a)の全地点に対して平均化が行われ、偏光補償器(11)配置用の瞳孔面(23、62)にフーリエ変換で関連付けられている、請求項10～12のいずれか1項に記載の方法。

【請求項14】

30

照明系と投影対物レンズを有するマイクロリソグラフィ投影露光設備であって、照明系が、請求項1～9のいずれか1項に記載された構成になっている、マイクロリソグラフィ投影露光設備。

【請求項15】

投影対物レンズが、偏光選択的ビームスプリッタ表面を備えた物理ビームスプリッタを有する、請求項14に記載のマイクロリソグラフィ投影露光設備。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、割り当てられる光源の光で照明視野を照明するためのマイクロリソグラフィ投影露光設備用の照明系と、照明系内へ導入するための偏光補償器を製造する方法と、照明系と投影対物レンズを有するマイクロリソグラフィ投影露光設備に関する。

40

【背景技術】

【0002】

半導体部品と他の微細に構造化された部品のマイクロリソグラフィ製造のための投影露光設備の性能は、投影対物レンズの結像特性により実質的に決められる。更に、設備の助けにより達成可能なウェーハ処理量と結像性能は、投影対物レンズの上流に配置された照明系の特性により実質的に影響される。この系は、主光源、例えばレーザの光を可能な限り高いレベルの効率で準備することが出来なければならない、そうするとき照明系の照明視野で可能な限り均一な強度分布を生成出来なければならない。加えて、照明系に種々の

50

照明モード（設定）、例えば異なるコヒーレンス度を有する従来の照明、又はリング状視野照明又は軸外れ斜照明を生成するための極性照明が設定可能であるべきである。

【0003】

割り当てられる光源により照射された照明光に偏光変化作用を及ぼす複数の光学素子が、複数の投影露光設備のための複数の照明系に設けられ得る。このような偏光変化は、例えば照明系の下流の投影対物レンズが特定の偏光方向の光で操作されることになっているが、それが望まれ得ないときに、望まれ得る。後者の場合、望ましくない偏光変化の少なくとも部分的な補償につながる複数の素子を照明系内に導入することが可能である。

【0004】

先行文献ではない出願人の特許出願 DE 1 0 2 1 1 7 6 2 は、第 1 及び第 2 光学副系を有する光学系を記載しており、いずれも少なくとも 1 つの複屈折素子を有する。光遅延系は、2 つの相互に直交する偏光状態の間に波長の半分の遅延を導入する光遅延素子を有し、第 1 及び第 2 光学副系の間に配置されている。光遅延素子は、光学系の複数の複屈折素子により導入される偏光変化作用を補償するのに役立つ。第 1 副系の複数の複屈折素子により導入された偏光変化は、第 2 副系の複数の複屈折素子により補償されるように意図されていて、そこで光学系を通過する光の偏光状態が遅延素子の助けにより 90° だけ回転されている。これは、同様な偏光変化作用を有する 2 つの副系の場合にとくに有利となり得る。遅延素子を配置するための最も有利な位置を決定する目的で、複数の複屈折素子及び / 又は複数の素子の複数のグループを決定するために、ジョーンズ行列が計算される方法が明記されている。

【0005】

1 つの態様の場合、光学系は、第 1 複屈折素子としての第 1 ロッド積算器を有する第 1 副系と、第 2 複屈折素子としての第 2 ロッド積算器を有する第 2 副系を、實際上同一の寸法で有する。2 つのロッド積算器の偏光変化作用は、2 つのロッド積算器の間に配置された遅延素子により実質的に補償され得る。

【0006】

EP 0 9 6 4 2 8 2 A 1 は、多くの屈折光学素子とともに 1 以上の球状及び平面状の鏡を有するカタディオプトリック投影対物レンズを有するマイクロリソグラフィ投影露光設備を記載している。対物レンズの複数の平面鏡は、入射面に垂直及び平行に偏光された光に対して異なる反射率を示し、それゆえ非偏光が投影対物レンズに入射されたとき、部分偏光が、この投影対物レンズを通る光の通路の後のウェーハ面に存在している。複数の平面鏡の偏光変化作用は、投影対物レンズの上流に配置された照明系における適切に合わせられた部分偏光照明照射の生成により実質的に補償されることが可能であり、それゆえ実質的に非偏光がウェーハ面に存在し、これは結像の品質に対して有利な作用を有することが可能である。

【特許文献 1】DE 1 0 2 1 1 7 6 2

【特許文献 2】EP 0 9 6 4 2 8 2 A 1

【特許文献 3】DE 1 0 1 2 4 8 0 3 A 1

【特許文献 4】EP 7 4 7 7 7 2 A

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、照明系の複数の角度依存偏光変化光学素子により引き起こされる複数の偏光変化に関して最適化された、最初に述べられたタイプの照明系を提供することである。更に、その助けにより適切な偏光補償器が製造され得る方法を提供することを目的としている。

【課題を解決するための手段】

【0008】

これらの目的は、請求項 1 に記載の特徴を有する照明系、請求項 10 に記載の特徴を有する方法、請求項 14 に記載の特徴を有するマイクロリソグラフィ投影露光設備によって

達成される。有利な発展は従属する請求項に記載されている。全請求項の表現は、明細書に含められる。

【発明を実施するための形態】

【0009】

最初に述べられたタイプの本発明の照明系は、照明系の少なくとも1つの瞳孔面に配置されている少なくとも1つの偏光補償器が、瞳孔面の光分布の偏光状態に位置の関数として影響を与えるための少なくとも1つの偏光変換器を有し、かつ、照明系における複数の角度依存偏光変換光学素子により引き起こされる複数の偏光変化を部分的に又は十分に又は完全に補償するために構成される。発明者らは、偏光状態に位置の関数として影響を与えることにより、この変化が瞳孔面又はその近傍で生じるとき、視野面における角度依存偏光変化が少なくとも部分的に非常に効果的に補償され得ることを認識した。結局、もし位置依存偏光変化関数が瞳孔面又はその近傍で予め定められるなら、そこに続く視野面での結果は、本質的に視野面への入射角度の関数である偏光変化作用となる。

10

【0010】

本発明の発展において、偏光補償器が、位置の関数として変化する偏光変化関数又は機能を有し、偏光補償器の光学軸心に関して偶数の放射対称性、とくに二重又は四重の放射対称性を有する。複数の角度依存偏光変化は、照明系の光学軸心に関して偶数の放射対称性の偏光変化作用を有する複数の光学素子により引き起こされ得る。これらは、例えば直線偏光で照射される複数の円錐アキシコン表面を含む。偏光補償器は、その光学軸心の周方向で適切に合わされた変化する偏光変化作用を有し、このような複数の素子の望ましくない作用を特別な有効性で補償し得る。

20

【0011】

1つの態様において、照明系は光入射表面と光出射表面を有する積算ロッド装置を有する。積算ロッド装置は、複数のロッド側面と複数のロッドコーナーを有する多角形の、とくに矩形の横断面を有し、複数のロッド壁での多重内部反射により照明光を均質化するのに役立つ。光波長が小さいとき、それらの操作のモード及び複屈折材料からロッド装置を製作する必要性の理由で、それらはロッド装置を通過する光への偏光変化作用を有し得る。発明者による研究によれば、この偏光変化作用は、実質的に角度に依存するが、想像上でのみ、照明光が装置の光入射表面に入射する位置に依存する。積算ロッド装置の偏光変化作用は、それゆえ適切に合わされた偏光補償器の助けにより本発明の照明系で少なくとも部分的に補償され得る。

30

【0012】

本発明の1つの発展において、偏光補償器は、複数のロッドコーナーの数に対応する数の、第1偏光変化作用を有する複数の第1扇形部と、偏光補償器の周方向で複数の第1扇形部の間に存在していて複数のロッド側面の数に対応する数の、第2偏光変化作用を有する第2扇形部を有し、第1及び第2偏光変化作用が異なっている。ここで、複数の第1扇形部が複数のロッドコーナーに割り当てられた複数の角度部分に存在し、複数の第2扇形部が複数のロッド側面に割り当てられた複数の角度部分に存在する。光学軸心に垂直な面内にあってそれぞれ特定の方位角度間隔の内側に存在する複数の領域が、ここでの複数の角度部分を意味する。ロッドの偏光変化作用は、これらの入射光ビームの場合に複数のロッドコーナー又は複数のロッド側面で異なる。偏光補償器の偏光変化作用の対称性は、ロッドの偏光変化作用の対称性に対応しており、それゆえ積算ロッド装置の偏光変化作用が、更にこのようにして開発された偏光補償器を有する本発明の照明系により、少なくとも部分的に補償され得る。

40

【0013】

1つの態様において、照明系は瞳孔面に四極形状光分布を生成する機器を有する。このような装置は、例えば、EP 747 772 Aに説明されているように構成され得る。四極形状光分布の高い光強度の複数の領域は、複数の角度部分に局在化されることが可能であり、そこで複数のロッドコーナーが更に局在化されている。角度依存偏光補償は、ここではとくに有利である。なぜなら、複数のロッドコーナー内に向けられた複数の光ビ

50

ームは、主としてこのような光分布で生じるからである。ここで四極形状光分布が存在する瞳孔面に偏光補償器を配置することにより、積算ロッド装置の偏光変化作用を補償することが有利に可能である。

【0014】

本発明の1つの発展において、偏光補償器が、照明系の瞳孔面又はその近傍に、とくに積算ロッド装置の光入射表面の上流の光路に位置付けられていて、そこに回折光学ラスタ素子又は屈折光学ラスタ素子が更に配置されている。回折光学ラスタ素子又は屈折光学ラスタ素子は、光分布が積算ロッド装置の入射表面の形状及び寸法に合わされ得るようなビーム形状化に役立ち得る。もし偏光補償が積算ロッドの上流の瞳孔面で生じるなら、ロッドによる光の混合が生じず、とくに有効な補償がそこで可能である。

10

【0015】

1つの態様において、照明系は、視野面、とくに積算ロッド装置の光出射面を照明視野に結像するための結像対物レンズを有し、偏光補償器は結像対物レンズの瞳孔面又はその近傍に配置される。偏光補償器を結像対物レンズの瞳孔面又はその近傍に配置することは、例えば、他の光学素子がそこに位置付けられていないとき、有利となり得る。

【0016】

本発明の1つの発展において、偏光変換器として、偏光補償器は、異なる厚さ及び/又は異なる結晶配向の複屈折材料から形成された複数の素子、及び/又は、複数の異なる複屈折構造の複数の素子を二次元配列したラスタ素子を有する。位置依存偏光変化が偏光補償器で設定され得る瞳孔面は、ラスタ素子を使用することにより、同一又は類似の偏光変換作用を有する複数の領域に分割されることが可能であり、これらはそれぞれラスタ装置の素子に割り当てられている。ラスタ素子は、瞳孔面の全表面を満たすように有利に構成される。複屈折素子の結晶配向及び厚さを固定することにより、後者を使用して偏光補償のために要求される偏光変化作用を生成することが可能となる。複屈折材料を使用することの代わりとして、偏光変化のための複数の異なる複屈折構造、例えば照明系を貫通照射する光の波長を下回る構造幅を有する複数の回折格子を使用することも可能である。このような格子は、複数の回折構造が予め定められた方向に向いている場合に、複屈折体積材料のような構造誘起された複屈折(形状複屈折)により作動する。

20

【0017】

1つの態様において、偏光変換器として、偏光補償器は、種々の厚さの複屈折材料から形成された高さプロファイルを有する板を含む。高さプロファイル又は厚さプロファイルは、板が位置付けられる瞳孔面の領域に渡って連続的に又は段階的に変化する位置依存偏光変化を生成するのに使用され得る。もし適当なら、偏光補償器は、厚さプロファイルを有する板と共同して偏光変化ラスタ素子を有することが可能であり、これによりとくに有利な偏光変化作用を生成することが可能である。

30

【0018】

複数の偏光補償器が、偏光変化関数のために複数の比空間分布で大量製造され得る。特定の照明系に現れる複数の状況への個別の適合が、同様に可能である。最初に述べられたこの目的に適したタイプの方法は、少なくとも1つの角度依存偏光変化光学素子により引き起こされた照明系内での偏光における角度依存変化を決定する工程と;角度依存偏光変化を補償する目的で瞳孔面において位置の関数として変化する偏光変化を計算する工程と;所望の補償作用が生じるような照明系の瞳孔面又はその近傍に偏光補償器を位置付ける工程を含む。本発明による方法は、偏光補償器が費用効果的に及び個別に合わされる方式で製造されることを可能にしている。

40

【0019】

補償されるべき偏光変化の決定は、特定の系の構成のためのシミュレーション計算に基づいて純粋にコンピュータにより行われ得る。代わりに又は追加的に、決定は照明系の複数の偏光状況の測定を含むことができる。

【0020】

方法の1つの態様において、位置依存偏光変化を計算する目的で、平均化が、偏光補償

50

器を配置するために設けられた瞳孔面へのフーリエ変換により関連付けられた視野面の全地点にわたって実行される。視野面の全地点にわたって平均化することにより、視野面において位置の関数として生じ得る偏光変化が平均して補償され得る。

【0021】

本発明は更に、本発明による照明系を備えたマイクロリソグラフィ投影露光設備に関する。マイクロリソグラフィ投影露光設備の1つの発展において、後者は、本発明の照明系と、偏光選択的ビームスプリッタ表面を備えた物理ビームスプリッタを有する投影対物レンズを有する。照明光の偏光がビームスプリッタに最適に合わされていないとき、このようなビームスプリッタのところで著しい光損失が生じ得る。結局、この場合、偏光補償は、照明系の照明視野に予め定められた偏光状態を設定するためのとくに有利な作用を有し得る。

10

【0022】

請求項から理解されることのほかに、先の及び更なる複数の特徴は、明細書及び図面から更に明らかとなり、個々の特徴が、それぞれ自身単独で又は幾つかの特徴が本発明の複数の態様の組み合わせの形で又は他の分野で、実行されることが可能であり、有利な態様ではそれ自体で保護可能な構成を有することが可能である。

【実施例】

【0023】

図1は、偏光補償の機能原理を示した概略図であり、位置依存偏光変化光学系1とその上流に配置された偏光補償器2を示す。偏光補償の機能原理は、位置依存補償の助けをかりてより容易な絵の表現に基づいて示されており、角度依存偏光補償の機能原理は、それに等価である。

20

【0024】

直線偏光の第1及び第2光ビーム3a、3bが、2つの異なる位置で偏光補償器2に当たっており、第1光ビーム3が偏光補償器により円偏光の光ビームに変換され、第2光ビーム3bが楕円偏光の光ビームに変換されている。2つのビーム3a、3bは、異なる位置で光学系1に入射し、そこで異なる偏光変化を経験する。光学系1から出射するとき、2つのビーム3a、3bは、偏光補償器内への入射の前の直線偏光となる。光学系1による偏光変化は、それゆえ、偏光補償器2による偏光変化により正確にキャンセルされ、それゆえ全系が偏光維持作用を有する。

30

【0025】

図2は、投影対物レンズとともに、マイクロリソグラフィ投影露光設備の本質的部分を形成する本発明による照明系の態様の概略側面図である。この場合、後者は、複数の半導体部品及び他の微細に構造化された複数の部品を製造するためのウェーハスキャナとして使用されることが可能であり、複数のマイクロメータの複数の部分に関する限り深紫外領域からの光で分解能を達成するように作動する。

【0026】

照明系に割り当てられる光源10として役立つのは、248nmの作動波長を有する市販のKrFエキシマレーザであり、この助けにより非常に小さい複数の構造が解像され得る。もちろん、例えば193nm又は157nmの作動波長を有する他の光源を使用することも可能である。

40

【0027】

レーザ光は、操作の間、光学軸心19に沿って鏡装置14内に照射され、これは、コヒーレンスを減少させるとともにビーム断面積を増大させる目的で役立ち、矩形の横断面と光学軸心に実質的に平行に通る複数のビームの光分布を生成する。鏡装置14に続いて、下流対物レンズ20の物平面に位置付けられた第1光学ラスト素子9がある。物平面が照明系の視野面を構成している。対物レンズ20は、1対の円錐アキシコン素子21を有するズームアキシコン対物レンズであり、相互に向かい合った複数の円錐アキシコン表面と、調節可能なズームレンズ22を有する。ズームアキシコン対物レンズ20は、ズームレンズ22を移動させることによるそこを通過する光分布の直径の連続調節のためのズーム

50

機能を、2つのアキシコン素子21の互いに対する軸方向移動による光強度を放射方向に再分布するためのアキシコン機能と一体化している。

【0028】

第1光学ラスタ素子9により導入された光分布は、対物レンズ20により第2光学ラスタ素子8上の光分布に変換されていて、これは対物レンズ20の最後の光学素子の下流に、詳細にはその射出瞳の領域に距離を置いて位置付けられており、これは更に照明系の瞳孔面23を構成している。

【0029】

第2光学ラスタ素子8は、光学コンダクタンスを多重に増加させており、そこに入射する放射の分布を矩形の光分布に変換していて、そのアスペクト比は、カップリング光学系4を用いて積算ロッド5の入射表面5a上に伝播された後にこの光分布がこの入射表面を正確にカバーするように、選択される。

【0030】

光学ラスタ素子8が位置付けられた瞳孔面23の光路に、このラスタ素子のすぐ上流となるように配置されるのは、偏光補償器11であり、これは瞳孔面23を十分に又は完全に満たす。この補償器の構成及び操作のモードは、更に以下により詳細に説明される。

【0031】

積算ロッド5の出射表面5bは、照明系の視野面を構成し、複数のレンズ群61、63及び65、瞳孔面62及び偏向鏡64を有する下流の結像対物レンズ6により、照明系の照明視野7上に結像される。可変マスキング系(REMA)51が積算ロッド5の出射表面5bのすぐ近傍に配置されている。

【0032】

照明系の下流に投影対物レンズ(絵では表現されていない)があり、その物平面に照明視野7が位置付けられている。投影対物レンズは、偏光選択的ビームスプリッタ表面を備えた物理ビームスプリッタを有するカタディオプトリック対物レンズとすることができる。ビームスプリッタ表面での光損失をできるだけ低く保つ目的で、偏光状態の正確な設定が照明視野7に表示され得る。

【0033】

図3は、図2の照明系の一部の概略側面図である。これは、照明系の視野面に位置付けられた第1光学ラスタ素子9と、レンズにより単純化された形で示された対物レンズ20と、瞳孔面23における第2光学ラスタ素子8とともに配置された偏光補償器11と、レンズにより単純化された形で示された結合光学系4と、積算ロッド装置の光入射表面5aを示す。四極形状の光分布が、第1光学ラスタ素子9と対物レンズ20の助けにより、瞳孔面23に生成され得る。

【0034】

フーリエ変換は、偏光補償器11が位置付けられる瞳孔面23と、積算ロッド5の入射表面5aを関係付けている。結局、入射表面5aへの照明光の入射角度の関数である複数の角度依存偏光変化が、偏光補償器11の助けにより、瞳孔表面23の領域における複数の位置依存偏光変化により補償されることが可能である。

【0035】

積算ロッド5の入射表面5aにおける照明光の入射位置に依存する複数の偏光変化を平均して補償する目的で、各入射角度のために、すなわち瞳孔面23の各地点のために平均の偏光変化が計算され、これは入射表面5aの全位置にわたって平均することにより行われる。第2光学ラスタ素子8は、決定論的なビーム伝播を破壊し、これによりロッド入射表面5aにおける角度分布を小さな角度レンジだけでも汚すため、平均化は、位置依存偏光変化を決定する目的で、第2ラスタ素子8によって導入されたこの汚された角度分布に対しても行われる。

【0036】

図4は、積算ロッド5によりもたらされる偏光変化を補償するために要求される偏光補償器11の偏光変化関数のための概略図を示し、積算ロッド5も示す。偏光補償器11は

10

20

30

40

50

、複数のロッドコーナー 16 の数に対応する数の、第 1 偏光変化作用を有する 4 つの第 1 扇形部 12 を有する。偏光補償器の周方向で複数の第 1 扇形部 12 の間に存在するのは、複数のロッド側面 17 の数に対応する数の、第 2 偏光変化作用を有する 4 つの第 2 扇形部 13 である。複数の第 1 扇形部 12 は、これにより複数のロッドコーナー 16 に割り当てられた複数の角度部分に存在し、複数の第 2 扇形部 13 は、複数のロッド側面 17 に割り当てられた複数の角度部分に存在する。説明の目的で、複数の第 1 扇形部 12 と複数の第 2 扇形部 13 に対応する複数の角度部分が、積算ロッド 5 の入射表面上の第 1 及び第 2 領域 14、15 として更に示されている。現実の系において、漸進的な移り変わりがこれらの領域の間で生じる。積算ロッドは、y 方向の高さよりも大きな x 方向の幅を有する矩形の横断面を有し、これはウェーハスキャナのスキャン方向に対応している。二重の放射対称性が、こうして光学軸心に関して得られる。

【0037】

積算ロッド 5 は、そこを通過する光を混合して均質化し、複数の横方向表面での多重内部反射によりそれを行う。それは、ロッドを通過する光への偏光変化作用を有する複屈折 CaF_2 から製造される。加えて、ロッド 5 の横方向表面での全反射の各場合において、理論上滑らかでない複数の現実の横方向表面が与えられるとすると、ロッドを通過する光の入射面に垂直に入射する第 1 偏光コンポーネントは、入射面に平行に入射する第 2 コンポーネントよりも強く反射され、複数の位相ジャンプが起こる。結局、光の偏光状態は、全反射の各々の出現により変化する。光ビームによりロッド内で経験された複数の全反射の数は、入射角度、ロッドの幾何学的形状及びロッドの長さの関数である。ロッドの幾何学的形状及びロッドの対称性は、2 つの連続した反射の間でカバーされた光路の長さに影響を与え、それゆえ偏光を変化させるロッドの作用に直接影響を与える。

【0038】

偏光補償器 11 の偏光変化関数の対称性は、積算ロッド 5 の偏光変化作用に合わされている。通常、この場合の複数の第 1 扇形部 12 は、複数の第 2 扇形部 13 よりも強い偏光変化作用を有する。これは、積算ロッド 5 の複数のロッドコーナー 16 の複数の角度部分に割り当てられた複数のビームが、複数のロッド側面 17 の複数の角度部分に割り当てられた複数のビームよりも強い偏光変化作用をこれらから経験するためである。より強い偏光変化作用のため、複数の第 1 扇形部 12 はそれゆえ図中のプラス記号を有する。もし四極形状の光分布が瞳孔面 23 又はその近傍に設定されていて、この分布の高い光強度 31 の複数の領域が複数の第 1 扇形部 12 に部分的に存在するようになっているなら、これは、偏光にとくに強く影響を与える方式で表示ロッド 5 により影響が与えられ、それゆえとくに強い偏光補償がこの場合に要求される。

【0039】

偏光を角度の関数として補償するのに使用される偏光補償器 11 は、位置依存偏光補償装置と共同して使用され得る。DE 102 11 762 で説明されているように、これはとくに遅延を $\lambda/2$ だけ導入する遅延素子で可能であり、この文献の開示内容は本願に参照により含められる。この遅延素子は、とくに、積算ロッド装置の第 1 及び第 2 部分の間に配置された $\lambda/2$ 板として構成され得る。

【0040】

図 5 は、偏光補償器の態様の概略平面図である。この場合の偏光補償器 11 a は、ハニカム形状をした、例えば CaF_2 複屈折材料から形成された複数の六角形素子 18 の配置を有し、これらは空間を満たす方式で互いに隣に配置されている。図中の複数の矢印で示される複数の素子 18 の複数の主結晶軸心の配向は、この場合、複数の素子 18 の厚さに適切なバリエーションを設定することが可能であり、複数の素子の寸法に対応する空間分解能で所望の偏光変化を更に設定可能であるように、選択され得る。複数のラスタ形状装置の製造に関する詳細については、DE 101 24 803 A1 が参照され、その開示内容は本願に参照により含められる。

【0041】

図 6 は、偏光補償器のもう 1 つの態様の概略側面図である。ここで、偏光補償器は、ワ

10

20

30

40

50

ンピースの高さプロファイル 30 を有する板 11b として構成されている。このようなプロファイル 30 は、複数の表面を構造化する従来の方法の助けにより製造されることが可能であり、高い空間周波数で変更される偏光変化を可能にする。例えばフッ化マグネシウムや石英などの複屈折材料から形成されたこのような材料は、偏光変化器としての板 11b とラスタ装置 11a の両方を有することが可能な偏光補償器 11 の一部として使用されることも可能である。この目的で、板はラスタ装置に接続可能であり、これは例えば前者をラスタ装置にねじることにより行われる。偏光変化の追加的な微調整は、この場合板 11b を使用することにより達成され得る。

【0042】

もちろん、他の複数の態様もまた、図 5 及び図 6 に示された偏光補償器の複数の態様の代わりとして考えられ、これは例えば構造化された複屈折材料から形成された板を使用することにより行われ、その複屈折の特性は、偏光補償器を製造する目的で、位置の関数として変化する。また、図 2 に示された第 2 光学ラスタ素子 8 が配置される瞳孔面 23 の偏光補償器の位置の代わりとして、この補償器を結像対物レンズの瞳孔面 62 に配置することも可能である。

10

【0043】

偏光補償器を製造するための本発明の方法の第 1 ステップは、偏光を角度の関数として変化させる光学素子により引き起こされる角度依存偏光変化を決定することである。これは、シミュレーション計算により又は適切な測定方法を用いて行われ得る。角度依存偏光変化は、角度依存偏光変化を少なくとも部分的に補償する目的で、照明系の瞳孔面に設定されるべき位置依存偏光変化関数を計算するのに使用される。偏光補償器は、計算された偏光変化関数を可能な限り正確にシミュレートするのにそれが使用され得るような方式で製造される。方法を完結させるために、偏光補償器は、所望の補償作用が生じるような照明系の瞳孔面に配置される。

20

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】偏光補償器の機能原理を示した概念図である。

【図 2】マイクロリソグラフィ投影露光設備のための本発明による照明系の態様の概略側面図である。

【図 3】図 2 の照明系の一部の概略側面図である。

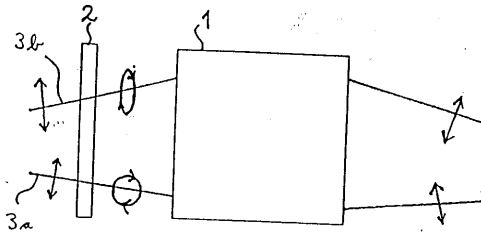
30

【図 4】積算ロッドにより引き起こされる偏光変化を補償するのに要求される、偏光補償器の偏光変化関数の概念図を示し、積算ロッドも示す。

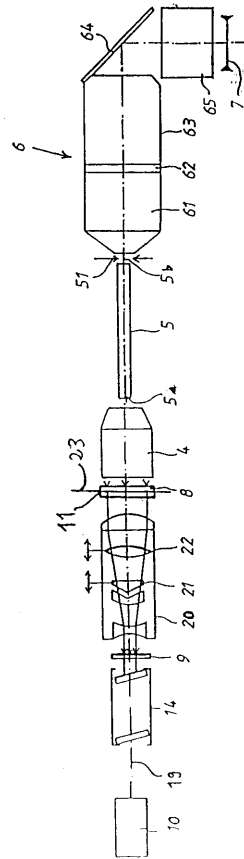
【図 5】本発明による偏光補償器の態様の概略平面図を示す。

【図 6】本発明による偏光補償器のもう 1 つの態様の概略側面図を示す。

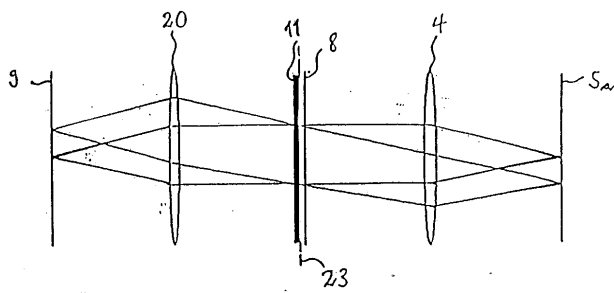
【図 1】



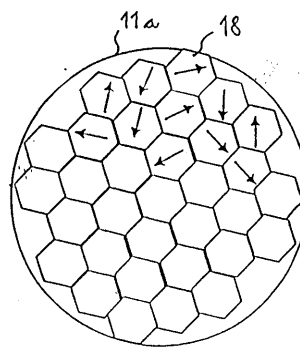
【図 2】



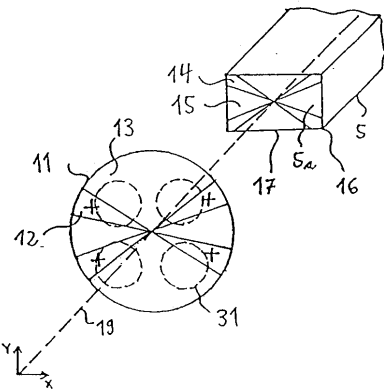
【図 3】



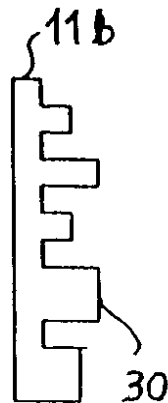
【図 5】



【図 4】



【図 6】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP2005/001948

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G03F7/20		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G03F H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 764 858 A (CARL ZEISS; CARL ZEISS-STIFTUNG HANDELND ALS CARL ZEISS; CARL ZEISS SM) 26 March 1997 (1997-03-26) abstract	1,6-8, 10,14
Y	figures 1a,1b,2,3a,5 column 3, lines 8-11 column 4, lines 34-49 column 7, lines 16-23 column 8, lines 18-23	9,15
Y	EP 0 937 999 A (CARL ZEISS; CARL-ZEISS-STIFTUNG, TRADING AS CARL ZEISS; CARL ZEISS SMT) 25 August 1999 (1999-08-25)	9,15
A	figure 1 paragraph '0016!	1,10,14
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance *E* earlier document but published on or after the international filing date *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art. *Z* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 16 January 2006		Date of mailing of the international search report 03/02/2006
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Menck, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP2005/001948

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0764858	A	26-03-1997	DE 19535392 A1	27-03-1997
			JP 9184918 A	15-07-1997
EP 0937999	A	25-08-1999	DE 19807120 A1	26-08-1999
			JP 11271680 A	08-10-1999
			TW 403842 B	01-09-2000
			US 6252712 B1	26-06-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001948

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES G03F7/20		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G03F H01L		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 764 858 A (CARL ZEISS; CARL ZEISS-STIFTUNG HANDELND ALS CARL ZEISS; CARL ZEISS SM) 26. März 1997 (1997-03-26) Zusammenfassung	1,6-8, 10,14
Y	Abbildungen 1a,1b,2,3a,5 Spalte 3, Zeilen 8-11 Spalte 4, Zeilen 34-49 Spalte 7, Zeilen 16-23 Spalte 8, Zeilen 18-23	9,15
Y	EP 0 937 999 A (CARL ZEISS; CARL-ZEISS-STIFTUNG, TRADING AS CARL ZEISS; CARL ZEISS SMT) 25. August 1999 (1999-08-25)	9,15
A	Abbildung 1 Absatz '0016!	1,10,14
<input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 16. Januar 2006		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 03/02/2006
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Menck, A

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/001948

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0764858 A	26-03-1997	DE 19535392 A1	27-03-1997
		JP 9184918 A	15-07-1997
EP 0937999 A	25-08-1999	DE 19807120 A1	26-08-1999
		JP 11271680 A	08-10-1999
		TW 403842 B	01-09-2000
		US 6252712 B1	26-06-2001

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

Fターム(参考) 5F046 BA03 CB01 CB04 CB05 CB13 CB15 CB23 DA01