

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5561508号
(P5561508)

(45) 発行日 平成26年7月30日 (2014. 7. 30)

(24) 登録日 平成26年6月20日 (2014. 6. 20)

(51) Int. Cl.

F I

H O 1 L 21/027 (2006. 01)

H O 1 L 21/30 5 1 5 D

G O 3 F 7/20 (2006. 01)

G O 3 F 7/20 5 2 1

G O 2 B 19/00 (2006. 01)

G O 2 B 19/00

請求項の数 12 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2008-109919 (P2008-109919)
 (22) 出願日 平成20年4月21日 (2008. 4. 21)
 (65) 公開番号 特開2008-277815 (P2008-277815A)
 (43) 公開日 平成20年11月13日 (2008. 11. 13)
 審査請求日 平成23年2月16日 (2011. 2. 16)
 (31) 優先権主張番号 102007019831. 2
 (32) 優先日 平成19年4月25日 (2007. 4. 25)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(73) 特許権者 503263355
 カール・ツァイス・エスエムティー・ゲー
 エムペーハー
 ドイツ連邦共和国、7 3 4 4 7 オーバー
 コッヘン、ルドルフ・エーバー・シュトラ
 ーセ 2
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 禎男
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100109070
 弁理士 須田 洋之

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システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光軸（O A）及び偏光影響装置（1 0）を備えるマイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システムであって、前記装置（1 0、4 0、5 0）は、

第1のくさび板（1 1、4 1、5 1）の厚さの最大変化の方向で光軸（O A）に垂直に延びる第1のくさび方向を備える第1のくさび板（1 1、4 1、5 1）と、

第2のくさび板（1 2、4 2、5 2）の厚さの最大変化の方向で光軸（O A）に垂直に延びる第2のくさび方向を備える第2のくさび板（1 2、4 2、5 2）とを含み、

第1のくさび板（1 1、4 1、5 1）と第2のくさび板（1 2、4 2、5 2）は光軸（O A）に関して互いに独立に回転可能に配置されており、

第1のくさび板（1 1、4 1、5 1）と第2のくさび板（1 2、4 2、5 2）はそれぞれ、それぞれの光学結晶軸（o a - 1、o a - 2）を有する複屈折結晶材料から作られており、

第1のくさび方向と第2のくさび方向が相互に平行な関係で延びる装置（1 0、4 0、5 0）の開始位置において、第1のくさび板（1 1、4 1、5 1）の光学結晶軸（o a - 1）と第2のくさび板（1 2、4 2、5 2）の光学結晶軸（o a - 2）は互いに対して45°±3°の角度で向けられており、前記2本の結晶軸（o a - 1、o a - 2）の一方は装置（1 0）に入射する光の選択偏光方向に垂直又は平行に向けられている、照明システム。

【請求項 2】

10

20

装置（１０、４０、５０）の開始位置において、第１のくさび板（１１、４１、５１）の光学結晶軸（ $oa-1$ ）と第２のくさび板（１２、４２、５２）の光学結晶軸（ $oa-2$ ）は、互いに対して、 $45^\circ \pm 2^\circ$ の角度で向けられていることを特徴とする請求項１に記載の照明システム。

【請求項３】

装置（１０、４０、５０）の開始位置において、第１のくさび板（１１、４１、５１）の光学結晶軸（ $oa-1$ ）と第２のくさび板（１２、４２、５２）の光学結晶軸（ $oa-2$ ）は、互いに対して、 $45^\circ \pm 1^\circ$ の角度で向けられていることを特徴とする請求項１に記載の照明システム。

【請求項４】

装置（１０、４０、５０）の開始位置において、第１のくさび板（１１、４１、５１）の光学結晶軸（ $oa-1$ ）と第２のくさび板（１２、４２、５２）の光学結晶軸（ $oa-2$ ）は、互いに対して、 $45^\circ \pm 0.5^\circ$ の角度で向けられていることを特徴とする請求項１に記載の照明システム。

【請求項５】

回析光学素子（１３７）を有しており、装置（１０）は光伝搬方向でその回析光学素子（１３７）の下流に直接連続して配置されていることを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載の照明システム。

【請求項６】

制御装置とアクチュエータが設けられており、アクチュエータは、開始位置からの第１のくさび板（１１、４１、５１）の第１の回転角度を設定し、かつ開始位置からの第２のくさび板（１２、４２、５２）の第２の回転角度を設定するために制御手段によって作動可能であることを特徴とする請求項１～５のいずれか１項に記載の照明システム。

【請求項７】

制御装置は、アクチュエータの作動が照明システムにおいて現在使用されている照明設定に依存して行われるように設計されていることを特徴とする請求項６に記載の照明システム。

【請求項８】

アクチュエータの作動のための制御装置は、照明システムのどこかほかで生じた偏光分布の乱れが偏光影響装置（１０、４０、５０）によって少なくとも部分的に補償されるように設計されていることを特徴とする請求項６又は請求項７に記載の照明システム。

【請求項９】

第１のくさび板（１１）は光軸（ OA ）に垂直な平坦な光入射面（１１ a ）と光軸（ OA ）に対して傾けられた平坦な光射出面（１１ b ）とを有しており、第２のくさび板（１２）は光軸（ OA ）に対して傾けられた平坦な光入射面（１２ a ）と光軸（ OA ）に垂直な平坦な光射出面（１２ b ）を有しており、開始位置において、第１のくさび板（１１）の光射出面（１１ b ）は第２のくさび板（１２）の光入射面（１２ a ）と平行関係で向けられていることを特徴とする請求項１～８のいずれか１項に記載の照明システム。

【請求項１０】

第１のくさび板（１１）及び／又は第２のくさび板（１２）の複屈折材料は結晶石英又はフッ化マグネシウム（ MgF_2 ）であることを特徴とする請求項１～９のいずれか１項に記載の照明システム。

【請求項１１】

請求項１～１０のいずれか１項に記載の照明システム（１３９）を有するマイクロリソグラフィ投影露光装置。

【請求項１２】

微細構造化部品のマイクロリソグラフィ製造のためのプロセスであって、感光性材料の層が少なくとも部分的に施されている基板（１５９）を用意するステップと、像が生成される構造を有するマスク（１５３）を用意するステップと、

10

20

30

40

50

請求項 1 1 に記載のマイクロリソグラフィ投影露光装置 (1 3 3) を用意するステップと、

投影露光装置 (1 3 3) によって層の領域上にマスク (1 5 3) の少なくとも一部を投影するステップとを含む、プロセス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【 0 0 0 1 】

本発明は、マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システムに関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

多くの用途のそうした照明システムでは、可能な限り非偏光である光の生成が望ましく、その目的でレーザー源から発する直線偏光は減偏光される必要がある。その状況において持ち上がる問題は、偏光依存性透過又はミラーの反射特性の結果として、及びレンズに存在し、強度及びそれぞれ得られる選択偏光方向 (preferred polarization direction) に関して、それぞれ使用される照明設定に依存している A R 層のために残留偏光効果が起こることである。

【 0 0 0 3 】

特許文献 1 から、照明システムにおいて、偏光度を修正するための装置を使用することが知られており、それは、光学結晶軸の方位の変化によって照明光の偏光度の変更を直線偏光状態と非偏光状態との間で実施するために自由に回転可能である、四分の一波長板、二分の一波長板、くさび形の偏向プリズムを、光伝搬方向内で連続して有する。

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 5 - 3 3 3 0 0 1 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本発明の目的は、照明設定の変動に際しても不要な選択偏光方向の実質的又は完全な排除を柔軟な様式で可能にする、マイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システムを提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

その目的は独立請求項 1 の特徴に従って達成される。

【 0 0 0 7 】

本発明に従ったマイクロリソグラフィ投影露光装置の照明システムは、光軸と偏光影響装置を備えており、前記装置は、

第 1 のくさび板の厚さの最大変化の方向で光軸に垂直に延びる第 1 のくさび方向を備える第 1 のくさび板と、

第 2 のくさび板の厚さの最大変化の方向で光軸に垂直に延びる第 2 のくさび方向を備える第 2 のくさび板とを含み、

第 1 のくさび板と第 2 のくさび板は光軸に関して回転可能に配置されており、

第 1 のくさび板と第 2 のくさび板はそれぞれ、それぞれの光学結晶軸を有する複屈折結晶材料から作られており、

第 1 のくさび方向と第 2 のくさび方向が相互に平行な関係で延びる装置の開始位置において、第 1 のくさび板の光学結晶軸と第 2 のくさび板の光学結晶軸は互いに対して $45^{\circ} \pm 3^{\circ}$ の角度で向けられており、前記 2 本の結晶軸の一方は装置に入射する光の選択偏光方向に垂直又は平行に向けられている。

【 0 0 0 8 】

本発明は、所望の指向の程度の残留偏光の極めて柔軟な調整が、前記残留偏光の強さに関してとともに方向に関しても、本発明に従った開始位置からのくさび板の独立した回転可能性によって、より詳細にはほんの数度のくさび板の比較的小さい回転角度により、も

10

20

30

40

50

たらされるという認識に基づいている。

【 0 0 0 9 】

それに関して、本発明に従って選定されたくさび板の開始位置において、不要なビーム偏向は、各自のビーム偏向に関する 2 枚のくさび板の相互補正に関して、完全に回避することができ、また、要求される小さい回転角度のために、本発明に従って選定された開始位置からのくさび板の相対回転の場合に低く保つことができる。おそらく依然として残るかもしれないわずかなビーム偏向現象は、レーザービームの以降の調整又はそのポインティングベクトルの再定位によって調整することができる。

【 0 0 1 0 】

強さと選択偏光方向に関して本発明に従った装置によって付与される指向性残留偏光の量的予測又は決定は、その場合、光伝搬方向で下流の位置に配置されたさらなる偏光子を前提としたシミュレーション計算に基づいて容易に得ることができ、その偏光子は本発明に従ったくさび板装置から発する光を解析する。照明システムの光軸に関しての偏光子の回転はその後、本発明に従ったくさび板のそれぞれの回転に依存して異なるレベルの強度変調を付与する。本発明に従った装置から発する光の非偏光状態において、偏光子から発した後得られる強度信号がその偏光子の回転角度にわたって一定であるのに対し、強度に関する異なる変調構成は、本発明に従った装置から発する光の少なくとも部分的直線偏光状態又は直線残留偏光の場合、前記指向性残留偏光のそれぞれの強さと選択偏光方向に依存して、偏光子の回転角度にわたって生じ、その場合、指向性残留偏光の強さは強度変調の最大と最小の対比関係 ($= [I_{\text{Max}} - I_{\text{Min}}] / [I_{\text{Max}} + I_{\text{Min}}]$) から生じ、そして選択偏光方向はそれぞれの強度変調に関する最大の位置から生じる。

【 0 0 1 1 】

その結果、照明システムのどこかほかで生じた不要な選択偏光方向の完全又は実質的な排除は、本発明に従った装置によって制御された状態で付与される指向性残留偏光が（ミラー、AR 層などによって）照明システムのどこかほかで生じた補償されるべき偏光効果のそれぞれの強さと方向に依存して設定される限りにおいて、柔軟な状態で、そしてそれぞれ使用される照明設定（例えば 2 極設定、4 極設定など）に依存して達成される。それに関して、本発明によれば、くさび板の方位に関して選択偏光方向を調整するための付加的な回転可能な二分の一波長板及び / 又は四分の一波長板を省くことが特に可能である。

【 0 0 1 2 】

好ましい実施態様によれば、装置の開始位置において、第 1 のくさび板の光学結晶軸と第 2 のくさび板の光学結晶軸は、互いに対して、 $45^\circ \pm 2^\circ$ の角度、好ましくは $45^\circ \pm 1^\circ$ の角度、よりいっそう好ましくは $45^\circ \pm 0.5^\circ$ の角度で向けられている。

【 0 0 1 3 】

好ましい実施態様によれば、本発明に従ったくさび板装置は、照明システムの入口領域に、好ましくは一般にそこに存在する回折光学素子（DOE）の間近に配設される。それは、比較的わずかなビーム角度と相対的に小さいビームペンシル断面がその後さらにくさび板装置の領域において生じるという利点があり、またそれは、結晶性材料（例えば結晶石英）の限りある入手可能性に鑑みてくさび板のさらに小さい最小寸法に関して有利である。

【 0 0 1 4 】

本発明はさらに、マイクロリソグラフィ投影露光装置、微細構造化部品のマイクロリソグラフィ製造のためのプロセス、微細構造化部品に関する。

【 0 0 1 5 】

本発明のさらなる構成は説明及び添付の請求の範囲に記載されている。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 6 】

本発明は、添付図面に関して説明としての好ましい実施形態によって以下でさらに詳細に説明する。

【 0 0 1 7 】

図 1 a ~ c は、本発明に従った偏光影響装置 10 の概略図を示している。図 1 a に示された断面図において、装置 10 は、光軸 O A に沿って連続して配置され、そのそれぞれの光入射面がそれぞれ 11 a と 12 a によって識別され、またそのそれぞれの光射出面がそれぞれ 11 b と 12 b によって識別されている、2 枚のくさび板 11、12 を有する。両方向矢印 P 1、P 2 によって示された通り、2 枚のくさび板 11、12 は、光軸 O A に対して互いに独立に回転可能に配置されている。2 枚のくさび板 11、12 の間隔は、光軸 O A に関するその相対回転に際して、本発明に従って設定される少なくとも一般に小さい回転角度（例えば -2° ないし $+2^\circ$ の範囲）に対してそれらが互いに衝突しないように選定される。

【0018】

図 1 に示された開始位置において、2 枚のくさび板 11、12 は、第 1 のくさび板 11 の光射出面 11 b と第 2 のくさび板 12 の光入射面 12 a が相互に平行な関係で向けられている、すなわちそれらが一定の厚さの隙間によって互いに分離されている平面平行ジオメトリをもたらすために互いに補い合っている。対して、第 1 のくさび板 11 の光入射面 11 a と第 2 のくさび板 12 の光射出面 12 b はそれぞれ、（z 方向に配置された）光軸 O A に対し垂直に拡がっている。

【0019】

一般に、2 枚のくさび板は開始位置において、そのくさび方向が相互に平行な関係で向けられるように配置される。それに関して、用語「くさび方向」は各々の場合に、光伝搬方向（すなわち図 1 a では z 方向）に対して垂直であり、当該のくさび板の厚さの変化（すなわち厚さ勾配又は傾斜）が最大である方向を指示するために使用される。図 1 a において、両方のくさび板のくさび方向はそれぞれ y 方向に延びる。

【0020】

2 枚のくさび板 11、12 は各々、例えば結晶石英又はフッ化マグネシウム（ MgF_2 ）などの複屈折材料から作られる。

【0021】

図 1 b は、図 1 a に示された装置 10 の開始位置に対する第 2 のくさび板 12 の平面図を示しており、図 1 c は、図 1 a の開始位置に対する第 1 のくさび板 11 の平面図を示す。その場合、対応する複屈折くさび板 11、12 における光学結晶軸の方位が指定されており、図 1 b では $oa-2$ によって、図 1 c では $oa-1$ によって識別されている。直線偏光がレーザー源（図 1 には図示せず）（例えば 193 nm の動作波長用の ArF レーザー）から図 1 a に示された第 1 のくさび板 11 の光入射面 11 a に入射する。この場合、（ E_0 によって識別された）電界強度ベクトルの振動方向は例示実施形態によれば y 方向に向いている。図 1 b ~ c に示す通り、開始位置において、第 1 のくさび板 11 の光学結晶軸 $oa-1$ がその選択偏光方向と平行な関係で延びるのに対し、第 2 のくさび板 12 の光学結晶軸 $oa-2$ はその選択偏光方向（すなわちここで小さい y 軸に対して）に 45° の角度で向けられている。

【0022】

図 3 に関して以下で述べるように、装置 10 から出る時に、非偏光が図 1 に関して上に示した開始位置（すなわち、装置 10 に入射する光の y 方向に延びる選択偏光方向に関して互いに対して又は単位として共同でくさび板 11、12 の回転を伴わない）に対して生成される。出願人の以前の特許出願 WO 2006/131517 A2 に記載の通り、それは、装置 10 に入ろうとする際の（y 方向に延びる）ターゲット方位からの直線偏光の方位のわずかなずれに関しても良好な近似で当てはまる。ここで図 3 の概略図に示された光ビームのうち、ビーム 1（その偏光状態は装置 10 から出た後も不変のままである）及びビーム 3（その偏光方向は装置 10 から出た後にビーム 1 の偏光方向に対し垂直である）は、インコヒーレントに重なり合い、それゆえ互いに打ち消し合って非偏光を与える。2 と 4 によって識別されたビームは、装置 10 から出た後にそれぞれ、反対符号の左右像による円偏光を与え、それに関して x 又は y 方向の選択方向は、y 方向に沿った理想方位からの入射偏光の方位のずれを伴う状況においてのみ残る。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

この時、本発明によれば、光軸 O A に関するくさび板 1 1、1 2 の独立した回転可能性の結果として、入射光の選択偏光方向に関して、互い（それゆえ、入射光の選択偏光方向に関するそれぞれの光学結晶軸 o a - 1 と o a - 2 の方位）に対してとともに、全体の装置 1 0 の方位に対するその相対位置は両方とも、連続的かつ狙い通りに変更することができるということが本質的である。

【 0 0 2 4 】

図 2 a ~ o に関して以下で述べる通り、装置 1 0 によって生成された指向性残留偏光の著しい変動が、（例えば - 2 ° ないし + 2 ° の範囲の）くさび板 1 1、1 2 のわずかな回転角度によりすでに生じている。その指向性残留偏光は転じて、照明システムのどこかほかに存在する（例えばミラー又は A R 層によって生じた）残留偏光の指向性アローアンスを与える働きをし、それに関して、くさび板 1 1、1 2 の自在な回転可能性によって、照明設定の変更に際して、補償すべき上述の偏光の変動を特に考慮に入れることが可能である。

【 0 0 2 5 】

図 2 a ~ o に示された図は各々、本発明に従った装置 1 0 の下流に配置された偏光子が装置 1 0 から出る光の偏光状態の分析の根拠を形成するシミュレーション計算のそれぞれの結果を示している。単位 r a d での光軸 O A に関するその偏光子の回転角度は、各々の場合で、それらの図の横軸に指定されている。偏光子から出る光の強度は縦軸にプロットされている。それらの図の各々で正に一番上に指定された値の組はそれぞれ、図 1 に関して述べた開始位置からのくさび板 1 1、1 2 の回転角度を指示しており、それに関して、値のそれぞれの組の第 1 の角度はそれぞれ第 2 のくさび板 1 2 の回転角度を指定し、値のそれぞれの組の第 2 の角度はそれぞれ第 1 のくさび板 1 1 の回転角度を指示している。こうして図 2 h の図は、前に定義された 2 つの回転角度が各々、値 0 ° のものであるので、図 1 に関する開始位置に対応する。

【 0 0 2 6 】

その開始位置について、シミュレーション計算の根拠を形成する偏光子に入る光は選択方向を持たないので、この場合、偏光子の回転角度の範囲全体にわたって一定の強度パターンが存在する。さらに、他の図 2 a ~ g 及び 2 i ~ o からわかるように、くさび板 1 1、1 2 の一方又はくさび板 1 1、1 2 の両方の最大 ± 2 ° の範囲の回転は、シミュレーション計算において採用されると仮定される偏光子に入ろうとする光の著しい指向性残留偏光にすでにつながり、その場合、その指向性残留偏光の強さと方向の両方とも、くさび板の指定された比較的小さい回転角度により広範囲にすでに変化している。それに関して、指向性残留偏光の強さはそれぞれ、図 2 a ~ o の図における強度の最大と最小の対比関係（最大 - 最小 / 最大 + 最小）から生じるのに対し、選択偏光方向は同じものについての最大の位置から続いており、概念的偏光子又はシミュレーション計算の根拠を形成する偏光子を通る光の通過は最大である。例えば、- 2 ° の第 2 のくさび板 1 2 の回転角度及び + 1 ° の第 1 のくさび板 1 1 の回転角度について、図 2 a の図は、強度変調に関する第 1 の最大の位置をおよそ = 2 r a d と示しており、それは y 軸（ここでは一般性に関する制限を伴わず、原点を通過して延びると仮定される）に関して約 1 1 4 . 6 ° の選択偏光方向の角度に対応する。

【 0 0 2 7 】

図 4、5 は、本発明の別の実施形態に従ったそれぞれの偏光影響装置を説明する概略図を示している。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、図 1 と同様、光軸 O A に関して互いに独立に回転可能に配置され各々複屈折材料（例えば結晶石英又はフッ化マグネシウム）よりなる 2 枚のくさび板 4 1、4 2 で構成される偏光影響装置 4 0 を単に図式的に示している。

【 0 0 2 9 】

しかし図 1 a の装置 1 0 とは異なり、図 4 の装置 4 0 において、その表面が光軸 O A に

10

20

30

40

50

対してそれぞれ傾けられているくさび板 4 1、4 2 のくさび表面 4 1 a、4 2 b は「外側に」、すなわちそれぞれ他方のくさび板から離れる側に配置されているのに対し、光軸 O A に対し垂直であるくさび表面 4 1 b、4 2 a は、各々の場合に「内側に」、すなわちそれぞれ他方のくさび板に向いた側に配置されている。光軸 O A に関して傾けられた「外側の」くさび表面 4 1 a、4 2 b、すなわち第 1 のくさび板 4 1 の光入射面と第 2 のくさび板 4 2 の光射出面は転じて、相互に平行な関係で配置されている。従って、装置 4 0 は容易に補正されるビーム変位を導入するにすぎない。

【0030】

図 1 の装置 1 0 に関する説明は、くさび板 4 1、4 2 における光学結晶軸の方位に関しても同様に当てはまる。それは、くさび板 4 1、4 2 の光学結晶軸がやはり互いに対して 45° の角度で向けられており、それらの 2 本の光学結晶軸の一方は、（例示実施形態では y 方向に延びる）（ E_0 によって識別された）電界強度ベクトルの振動方向に垂直又は平行のどちらかに向けられていることを意味する。

10

【0031】

くさび板 5 1、5 2 による装置 5 0 の図 5 に図式的に例示されたさらなる実施形態において、この場合、光軸 O A に関して傾けられたくさび表面 5 1 a、5 2 b も「外側に」、すなわちそれぞれ他方のくさび板から遠い側に配置されており、それらの傾斜したくさび表面 5 1 a、5 2 b もまた非平行関係で、しかしもっと正確に言えば相互に収束する関係で拡がるようにして設計されている。しかし図 4 に示された上記装置 4 0 の場合と同様、図 5 の装置 5 0 は、くさび板 5 1、5 2 のくさび方向も相互に平行な関係で延びるように定めている。それに関して、くさび方向は、光軸 O A 又は光伝搬方向に対して垂直であり、そして当該くさび板の厚さの変化が最大である、その方向として定義される。図 4、5 の実施形態において、くさび板 4 1、4 2、5 1、5 2 の全部のくさび方向はそれぞれ、例示された座標系に従って y 方向に延びる。

20

【0032】

別の点では、図 1 と図 4 に関する説明はそれぞれ、図 5 に示された装置 5 0 のくさび板 5 1、5 2 の光学結晶軸の方位に関して同様に当てはまり、言い換えれば、くさび板 5 1、5 2 の光学結晶軸はやはり例示された開始位置において互いに対して 45° の角度で向けられており、それらの 2 本の光学結晶軸の一方は装置 5 0 に入射する光の選択偏光方向に平行又は垂直のどちらかである。

30

【0033】

図 5 の装置 5 0 によって導入されるビーム角度は、レーザーポインティングによって容易に補償することができる。

【0034】

本発明に従った装置の使用法を説明するために、図 6 は、光源ユニット 1 3 5、照明システム 1 3 9、構造保持マスク 1 5 3、投影対物レンズ 1 5 5、露光される基板 1 5 9 を有するマイクロリソグラフィ投影露光装置 1 3 3 を示す概略図である。光源としての光源ユニット 1 3 5 は例えば、193 nm の動作波長用の ArF レーザーとともに、平行光束を生成するビーム形成光学システムを含む。

【0035】

40

例示実施形態において、平行光ビームは最初に回析光学素子 1 3 7 に入射する。回析光学素子 1 3 7 は、それぞれの回析表面構造によって規定された角度反射特性によって瞳平面 1 4 5 において、例えば 2 極又は 4 極分布といった所望の強度分布を生じる。図 6 に示す通り、光伝搬方向で回析光学素子 1 3 7 の後に、本発明に従った偏光影響装置 1 0 が配設されており、くさび板は互いに独立に回転可能である。それらのくさび板の回転角度は、（好ましくは制御装置（図示せず）と適格なアクチュエータによって）それぞれ現在使用されている照明設定に依存して柔軟に設定することができる。

【0036】

本発明に従った装置 1 0 のさらなる使用法によれば、最初に、（例えばミラー、AR 層などによって生じた）照明システム 1 3 9 のどこかほかに存在し補償されるべき残留偏光

50

をやはり確定することができ、その後、くさび板 11、12 の適切な相対位置が相応に選定され、最後に装置 10 は適格な定位置で照明システム 139 に装着される。

【0037】

光軸 OA に沿ってビーム経路で後続する対物レンズ 140 は、可変直径の平行光ビームを生成するズーム対物レンズの形態をしている。平行光ビームは、アキシコン 143 を有する光学ユニット 142 上に偏向ミラー 141 によって誘導される。種々の照明構成が、それぞれのズーム設定とアキシコン素子の位置に応じて瞳平面 145 において、上流に配置された DOE 137 及びアキシコン 143 と連係してズーム対物レンズ 140 によって生成される。アキシコン 143 の後に、光学ユニット 142 は、瞳平面 145 の領域に配置され光混合効果を生じるための適格な装置をここではそれ自体既知の様態で有する、(図 6 では要素 146、147 によって表現された) マイクロ光学素子から構成される光ミクサシステム 148 を含む。光ミクサシステムは代替として、例えば石英ガラス又はやはり結晶性フッ化カルシウムといった動作波長で光透過性の材料によるハニカムコンデンサ又はインテグレートロッドを含むこともできる。光学ユニット 142 の後にレチクルマスキングシステム (REMA) 149 が続き、その像は REMA 対物レンズ 151 によって構造保持マスク (レチクル) 153 に形成され、それによってレチクル 153 で照明領域を画成する。構造保持マスク 153 は投影対物レンズ 155 により露光される基板 159 上に投影される。例示実施形態において、投影対物レンズの最終光学素子 157 と感光性基板 159 との間に、空気とは異なる屈折率を備える液浸流体 161 が配置される。

【0038】

たとえ本発明が特定の実施形態によって説明されたとしても、例えば個別の実施形態の特徴の組合せ及び / 又は交換による多数の変種及び代替的な実施形態が当業者には明らかであろう。従って、そのような変種と代替的な実施形態もまた本発明によって包括され、そして本発明の範囲は添付の請求の範囲とその等価物の意味においてのみ限定されることは当業者によって認識されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0039】

【図 1】本発明に従った偏光影響装置の概略図を断面図 (図 1a) 及び、好ましい実施形態に従ったその 2 枚のくさび板上の平面図 (図 1b 及び図 1c) で示す。

【図 2】光伝搬方向で本発明に従った装置の下流に配置され光軸に関して回転する偏光子を前提として確認された、より詳細には本発明に従ったくさび板のそれぞれ異なる回転角度についての、種々の強度変調構成を示す。

【図 3】図 1 の開始位置における本発明に従った装置の動作モードを説明する概略図を示す。

【図 4】本発明の別の実施形態に従ったそれぞれの偏光影響装置を説明する概略図を示す。

【図 5】本発明の別の実施形態に従ったそれぞれの偏光影響装置を説明する概略図を示す。

【図 6】本発明に従った照明システムを有するマイクロリソグラフィ投影露光装置の構造を例示している概略図を示す。

【符号の説明】

【0040】

- 10、40、50 偏光影響装置
- 11、12、41、42、51、52 くさび板
- 11a、12a 光入射面
- 11b、12b 光射出面
- 41a、42b、51a、52b くさび表面
- OA 光軸
- 133 マイクロリソグラフィ投影露光装置
- 135 光源ユニット

10

20

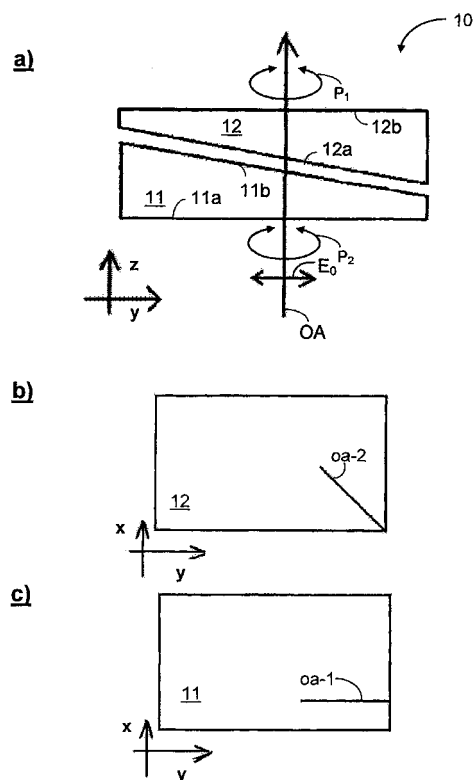
30

40

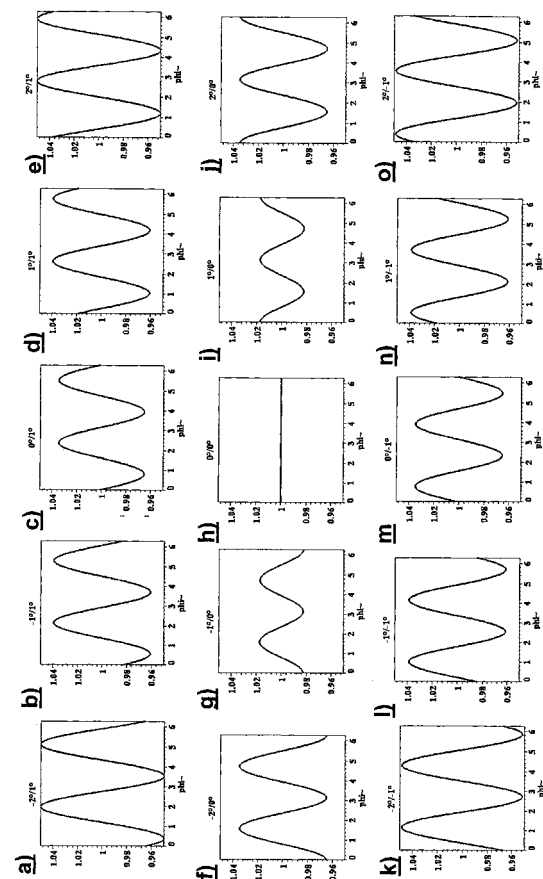
50

- 1 3 7 回折光学素子
- 1 3 9 照明システム
- 1 4 0 対物レンズ
- 1 4 1 偏向ミラー
- 1 4 2 光学ユニット
- 1 4 3 アキシコン
- 1 4 5 瞳平面
- 1 4 8 光ミクスシステム
- 1 4 9 レチクルマスキングシステム (R E M A)
- 1 5 1 R E M A 対物レンズ
- 1 5 3 構造保持マスク (レチクル)
- 1 5 5 投影対物レンズ
- 1 5 7 最終光学素子
- 1 5 9 基板
- 1 6 1 液浸流体

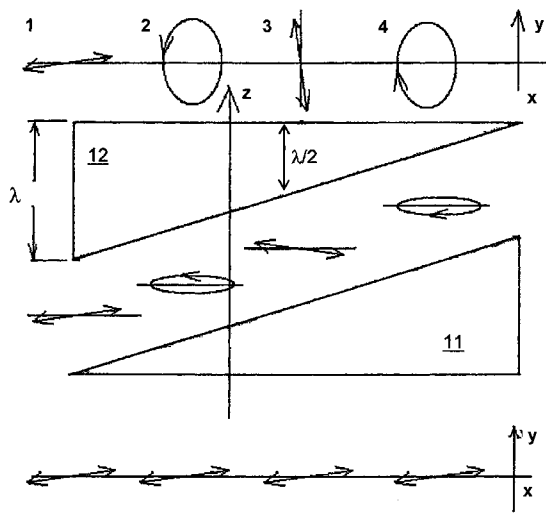
【 図 1 】



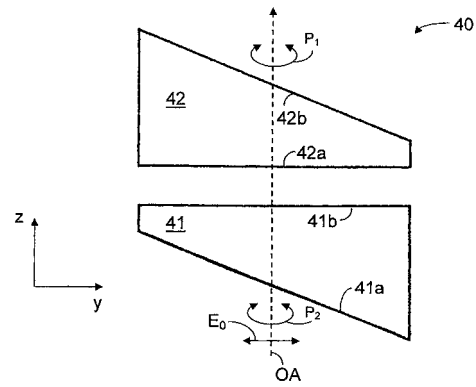
【 図 2 】



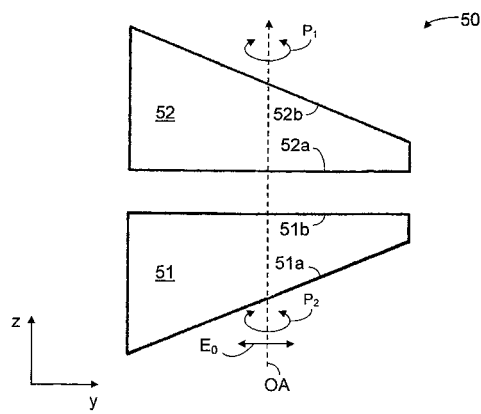
【図 3】



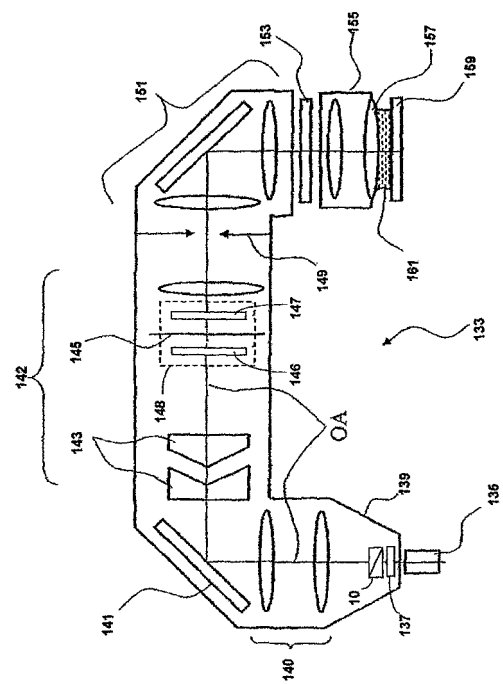
【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

(72)発明者 ダミアン・フィオルカ

ドイツ連邦共和国・7 3 4 4 7・オーバーコッヘン・ヘッケンローゼンヴェク・3 6

審査官 新井 重雄

(56)参考文献 特開2005-333001(JP,A)

特開2003-090978(JP,A)

特開2005-156592(JP,A)

特表2002-520810(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G02B 19/00

G03F 7/20