

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-45640
(P2019-45640A)

(43) 公開日 平成31年3月22日(2019.3.22)

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
G03F 7/20 (2006.01) G03F 7/20 501 2H197
 G03F 7/20 521

審査請求 有 請求項の数 14 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2017-167658 (P2017-167658)	(71) 出願人	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成29年8月31日(2017.8.31)	(74) 代理人	100076428 弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100115071 弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100112508 弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100116894 弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409 弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175 弁理士 永川 行光

最終頁に続く

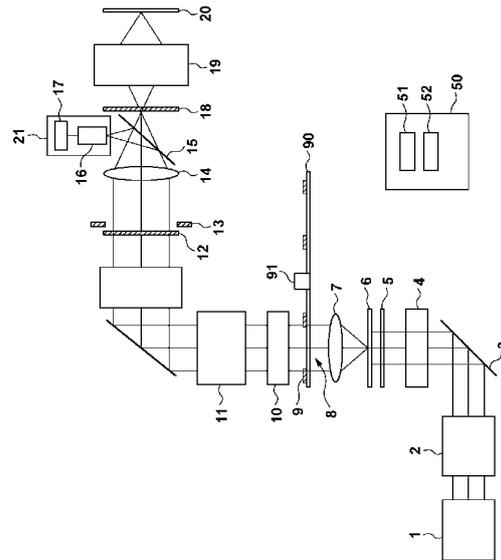
(54) 【発明の名称】 露光装置、調整方法、および、物品製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】装置サイズの大型化を抑制しながら照明光学系の調整を行うことが可能な露光装置を提供する。

【解決手段】露光装置における照明光学系は、光源1と原版18との間の光路に設けられた回折光学素子6と、回折光学素子から射出した光束を集光する集光光学系と、集光光学系から射出した光束を検出する検出部21と、光路における集光光学系によって光束が集光する所定面の近傍の位置に対して挿抜可能な第1絞りとを有する。第1絞りは、回折光学素子に対する光源からの光の入射角度が目標角度からずれた場合に検出部の出力が低下するような開口径を持つ。制御部50は、第1絞りを前記位置に挿入した場合の検出部の出力である第1出力と、第1絞りを前記位置から退避させた場合の検出部の出力である第2出力とに基づいて、入射角度を調整する処理を行う

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源からの光で原版を照明する照明光学系と、
前記原版のパターンを基板に投影する投影光学系と、
制御部と、
を有し、

前記照明光学系は、

前記光源と前記原版との間の光路に設けられた回折光学素子と、
前記回折光学素子から射出した光束を集光する集光光学系と、
前記集光光学系から射出した光束を検出する検出部と、

10

前記光路における前記集光光学系によって前記光束が集光する所定面の近傍の位置
に対して挿抜可能な第 1 絞りと、

を有し、

前記第 1 絞りは、前記回折光学素子に対する前記光源からの光の入射角度が目標角度か
らずれた場合に前記検出部の出力が低下するような開口径を持ち、

前記制御部は、前記第 1 絞りを前記位置に挿入した場合の前記検出部の出力である第 1
出力と、前記第 1 絞りを前記位置から退避させた場合の前記検出部の出力である第 2 出力
とに基づいて、前記入射角度を調整する処理を行う

ことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

20

前記第 1 絞りは、前記第 1 出力が前記第 2 出力に対して 80% 以上 100% 以下となる
開口径を持つことを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記入射角度を調整する調整機構を更に有し、

前記制御部は、前記調整機構により前記入射角度を順次変更させ、変更された前記入射
角度のそれぞれで前記第 1 出力の前記第 2 出力に対する比として求まる光量比を算出する
ことを繰り返し、前記入射角度を前記光量比が最大となる角度にするよう前記調整機構を
制御する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

30

前記照明光学系は、前記光源からの光を折り曲げて前記回折光学素子に導くミラーを更
に有し、

前記調整機構は、前記ミラーの角度を調整する第 1 調整機構を含み、

前記制御部は、前記入射角度を前記光量比が最大となる角度にするよう前記第 1 調整
機構を制御する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記調整機構は、前記ミラーの位置を調整する第 2 調整機構を更に含み、

前記制御部は、更に、前記ミラーの位置を、前記第 1 出力または前記第 2 出力が最大と
なる位置にするよう前記第 2 調整機構を制御する

40

ことを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記照明光学系は、前記ミラーと前記回折光学素子との間の光路に設けられた平行平面
板を更に有し、

前記調整機構は、前記平行平面板の傾斜角度を調整する第 3 調整機構を更に含み、

前記制御部は、更に、前記傾斜角度を、前記第 1 出力または前記第 2 出力が最大となる
角度にするよう前記第 3 調整機構を制御する

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の露光装置。

【請求項 7】

前記第 1 絞りと、該第 1 絞りより大きい開口径を持つ第 2 絞りとが形成されたターレッ

50

トを有し、

前記ターレットを駆動して前記第 1 絞りを前記位置に配置することで、前記第 1 絞りの前記位置への挿入が行われ、前記ターレットを駆動して前記第 2 絞りを前記位置に配置することで、前記位置からの退避が行われる

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記ターレットは、露光時の変形照明用の絞りを更に有することを特徴とする請求項 7 に記載の露光装置。

【請求項 9】

前記照明光学系は、前記回折光学素子を照明するオプティカルインテグレータを更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の露光装置。 10

【請求項 10】

光源と原版との間の光路に設けられた回折光学素子と、前記回折光学素子から射出した光束を集光する集光光学系と、前記集光光学系から射出した光束を検出する検出部とを有する照明光学系を調整する調整方法であって、

前記回折光学素子に対する前記光源からの光の入射角度が目標角度からずれた場合に前記検出部の出力が低下するような開口径を持つ絞りを、前記光路における前記集光光学系によって前記光束が集光する所定面の近傍の位置に配置して、前記検出部の出力である第 1 出力を測定する第 1 工程と、

前記絞りを前記位置から退避させて、前記検出部の出力である第 2 出力を測定する第 2 工程と、 20

を有し、

前記入射角度を順次変更し、変更された前記入射角度のそれぞれで前記第 1 工程と前記第 2 工程を繰り返し、前記入射角度を、前記第 1 出力の前記第 2 出力に対する比として求まる光量比が最大となる角度にするよう調整する

ことを特徴とする請求項 10 に記載の調整方法。

【請求項 11】

物品を製造する物品製造方法であって、

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、

前記工程で前記露光された基板を現像する工程と、 30

を含み、

前記現像された基板から物品を製造することを特徴とする物品製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露光装置、調整方法、および、物品製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

原版（レチクル又はマスク）を照明光学装置で照明し、原版のパターンを投影光学系を介して基板に露光する投影露光装置において、解像度とスループットの向上が益々要求されている。高解像度を達成するためには、露光光の短波長化と投影光学系の開口数（NA）の増加（「高 NA 化」とも呼ばれる。）が有効である。 40

【0003】

一方、変形照明（輪帯照明、二重極照明、四重極照明など）で原版を照明することは露光装置の解像度を高めるのに効果的である。そして、従来、変形照明を形成するために照明光学系に回折光学素子を使用することが知られている。

【0004】

このような照明系で回折光学素子に入射する光線の角度がずれると、有効光源の重心及び対称性が悪化し、露光時のテレセントリシティ、オーバーレイ性能が損なわれうる。露光光の短波長化のために光源ユニットを比較的小型な超高圧水銀ランプから大型のエキシ 50

マレーザーに変更すると、例えば、露光装置本体を2階に、光源ユニットを1階に配置するなど、光源ユニットを露光装置本体に搭載することはできなくなる。この場合、振動により露光装置本体と光源ユニットとの間の相対位置が変化し、照明光の光軸（中心光線）と照明光学装置の光軸とに位置ずれや角度ずれが生じうる。従って、その位置ずれと角度ずれを補正する必要がある。従来の露光装置では、位置ずれ及び角度ずれを補正する方法として、露光光を分岐してモニター光学系に導光し専用のモニターで光軸を検出することが行われている（特許文献1、2）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

10

【特許文献1】特開平11-145033号公報

【特許文献2】特開2007-194600号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかし、従来の方法では、光軸ずれを検出するために、光路を分岐して露光光とは異なるモニター用光学系に導光し専用のモニターで光軸を検出する必要があった。このような専用のモニターおよびモニター用光学系は、装置の大型化を招く。

【0007】

本発明は、例えば、装置サイズの大型化を抑制しながら照明光学系の調整を行うことが可能な露光装置を提供することを目的とする。

20

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の一側面によれば、光源からの光で原版を照明する照明光学系と、前記原版のパターンを基板に投影する投影光学系と、制御部とを有し、前記照明光学系は、前記光源と前記原版との間の光路に設けられた回折光学素子と、前記回折光学素子から射出した光束を集光する集光光学系と、前記集光光学系から射出した光束を検出する検出部と、前記光路における前記集光光学系によって前記光束が集光する所定面の近傍の位置に対して挿抜可能な第1絞りとを有し、前記第1絞りは、前記回折光学素子に対する前記光源からの光の入射角度が目標角度からずれた場合に前記検出部の出力が低下するような開口径を持ち、前記制御部は、前記第1絞りを前記位置に挿入した場合の前記検出部の出力である第1出力と、前記第1絞りを前記位置から退避させた場合の前記検出部の出力である第2出力とに基づいて、前記入射角度を調整する処理を行うことを特徴とする露光装置が提供される。

30

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、装置サイズの大型化を抑制しながら照明光学系の調整を行うことが可能な露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

40

【図1】実施形態における露光装置の構成を示す図。

【図2】絞りの詳細を示した図である。

【図3】回折光学素子に入射する光の角度及び位置を調整する機構を説明する図。

【図4】フーリエ変換面に形成される光量分布の例を示す図。

【図5】回折光学素子に入射する角度及び位置を調整する方法を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照して本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、以下の実施形態は本発明の実施の具体例を示すにすぎないものであり、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。また、以下の実施形態の中で説明されている特徴の組み合わせの全

50

てが本発明の課題解決のために必須のものであるとは限らない。

【0012】

図1は、実施形態における露光装置の構成を示す図である。露光装置は、光源1からの光束で原版18（マスク、レチクル）を照明する照明光学系と、原版18のパターンを基板20（ウエハ、液晶基板）に投影する投影光学系19とを有する。本実施形態の露光装置は、ステップアンドスキャン方式の露光装置であってもよいし、ステップアンドリピート方式の露光装置であってもよい。

【0013】

光源1は、光（光束）を発生させるエキシマレーザーや水銀ランプを含みうる。照明光学系は、引き回し光学系2、ミラー3、平行平板4、オプティカルインテグレータ5、
回折光学素子6、コンデンサレンズ7、絞り9、プリズムユニット10を有する。また、
照明光学系は、ズームレンズユニット11、多光束形成部12、絞り13、及びコンデンサレンズ14を有する。

10

【0014】

引き回し光学系2は、光源1とオプティカルインテグレータ5との間に設けられ、光源1からの光束をオプティカルインテグレータ5に導く。回折光学素子6を照明するオプティカルインテグレータ5は、回折光学素子6の光源側に設けられ、光源1からの光束をその発散角度を一定に保ちながら回折光学素子6へ導く。オプティカルインテグレータ5は、フライアイレンズやマイクロレンズアレイ等で構成されうる。

【0015】

回折光学素子6は、被照明面である原版18と共役な面又は照明光学系の瞳面とフーリエ変換の関係にある面に配置される。回折光学素子6は、投影光学系19の瞳面と共役な面である照明光学系の瞳面や照明光学系の瞳面と共役な面に、光源1からの光束の光強度分布を回折効果により変換して所望の光強度分布を形成する。回折光学素子6は、回折パターン面に所望の回折パターンが得られるように計算機で設計された計算機ホログラム（Computer Generated Hologram）を使用してもよい。投影光学系19の瞳面に形成される光源形状は有効光源形状と呼ばれる。回折光学素子6は、オプティカルインテグレータ5とコンデンサレンズ7との間に設けられている。オプティカルインテグレータ5からの光束は、回折光学素子6を照射し、回折光学素子6で回折して、
コンデンサレンズ7へ導かれる。

20

【0016】

回折光学素子6は、それぞれ異なる有効光源形状を形成する複数の回折光学素子のうちから選択された回折光学素子とすることができる。例えば、複数の回折光学素子のそれぞれが、不図示のターゲットの複数のスロットのうちの対応するスロットに搭載される。複数の有効光源形状は、小円形状（比較的小さな円形状）、大円形状（比較的大きな円形状）、輪帯形状、二重極、四重極その他の形状を含みうる。輪帯形状、二重極、四重極の有効光源形状により照明する方法は変形照明と呼ばれる。

30

【0017】

回折光学素子6とプリズムユニット10との間に設けられているコンデンサレンズ7は、回折光学素子6から射出した光束を集光する集光光学系である。コンデンサレンズ7は、回折光学素子6で回折した光束を集光し、フーリエ変換面8に回折パターンを形成する。フーリエ変換面8は、多光束形成部12（オプティカルインテグレータ）と回折光学素子6との間にあり、回折光学素子6と光学的にフーリエ変換の関係にある面である。光路に位置する回折光学素子6を交換すれば、フーリエ変換面8に形成される回折パターンの形状を変えることができる。

40

【0018】

絞り9は、光路における、コンデンサレンズ7（集光光学系）によって光束が集光する所定面（フーリエ変換面8）又はその近傍の位置に配置される。絞り9は、例えば、ブレードやフィルター等により構成されうる。絞り9は、光路における、コンデンサレンズ7（集光光学系）によって光束が集光する所定面（フーリエ変換面8）の近傍の位置に対し

50

て挿抜可能に構成される。本実施形態では、この挿抜可能な構成は、互いに異なる複数の絞りが形成されたターレット 90 によって実現される。小さい開口径を持つ第 1 絞り（詳細は後述）と大きな開口径を持つ第 2 絞りがターレット 90 の複数のスロットのうちの対応するスロットに搭載される。ターレット 90 はこの他に変形照明用の絞りを搭載していてもよい。選択部としてのターレット 90 は、制御部 50 の制御により駆動されて、複数の絞りのうち、回折光学素子 6 に対応する絞りを選択して光路に配置する。ターレット 90 は、アクチュエータ 91 によって回転駆動され、これにより複数の絞りのうちから選択された絞りが光路に配置される。

【0019】

図 2 に、ターレット 90 の例を示す。ターレット 90 は、小円形照明に対応した第 1 絞り 9a、大円形照明に対応した、第 1 絞り 9a より開口径の大きい第 2 絞り 9b を含む。また、ターレット 90 は、四重極照明用の四重極絞り 9c、および、輪帯照明用のリング形状絞り 9d を含む。照明光の入射光源の形状を変える際に必要な絞りが選択され、光路に挿入される。特に、第 1 絞り 9a および第 2 絞り 9b は、後述するオプティカルインテグレータ 5 に入射する光束（すなわち回折光学素子 6 に入射する光束）の位置及び角度を調整する処理で使用される。

10

【0020】

図 1 に戻り、プリズムユニット 10 およびズームレンズユニット 11 は、絞り 9 と多光束形成部 12（オプティカルインテグレータ）との間に設けられ、フーリエ変換面 8 に形成された光強度分布を拡大するズーム光学系として機能する。プリズムユニット 10 は、フーリエ変換面 8 に形成された回折パターン（光強度分布）を、輪帯率等を調整してズームレンズユニット 11 へ導くことができる。

20

【0021】

また、ズームレンズユニット 11 は、プリズムユニット 10 と多光束形成部 12 との間に設けられる。ズームレンズユニット 11 は、フーリエ変換面 8 に形成された回折パターンを、照明光学系の NA と投影光学系の NA との比を基準とした値を調整して多光束形成部 12 へ導くことができる。

【0022】

多光束形成部 12 は、ズームレンズユニット 11 とコンデンサレンズ 14 との間に設けられ、輪帯率、開口角及び値が調整された回折パターンに応じて、多数の 2 次光源を形成してコンデンサレンズ 14 へ導く。多光束形成部 12 は、ハエの目レンズ、オプティカルパイプ、回折光学素子、あるいはマイクロレンズアレイ等で構成されるオプティカルインテグレータでありうる。多光束形成部 12 とコンデンサレンズ 14 との間には、絞り 13 が設けられている。

30

【0023】

コンデンサレンズ 14 は、多光束形成部 12 と原版 18 との間に設けられている。これにより、多光束形成部 12 から導かれた多数の光束を集光して原版 18 を重畳的に照明することにより原版 18 を均一に照明することができる。

【0024】

照明光学系は更に、コンデンサレンズ 7 から射出した光束を検出する検出部 21 を有する。例えば、コンデンサレンズ 14 と原版 18 との間にハーフミラー 15 が配置され、ハーフミラー 15 で反射された光が検出部 21 へと導かれるようになっている。検出部 21 は、計測光学系 16 とセンサ 17 とを含む。ハーフミラー 15 からの光が計測光学系 16 に入射され、計測光学系 16 から射出した光はセンサ 17 へと入射する。制御部 50 は、検出部 21 の出力に基づき光量を測定することができる。

40

【0025】

制御部 50 は、露光装置の各部を統括的に制御する。制御部 50 は例えば、検出部 21 を用いて計測された光量に基づいて、露光時の露光量を適切に制御することができる。制御部 50 は、例えば CPU 51 およびメモリ 52 を含むコンピュータによって構成される。

50

【0026】

原版18は、コンデンサレンズ14と投影光学系19との間の位置に配置され、基板20に転写されるパターン(例えば回路パターン)を有している。原版18は、図示しない原版ステージによって支持及び駆動される。投影光学系19は、原版18のパターンの像を基板20に投影する。投影光学系19は、原版18と基板20との間に設けられ、両者を光学的に共役な関係に維持する。基板20は、図示しない基板ステージによって支持及び駆動される。

【0027】

露光時に、照明光学系が原版18を照明し、投影光学系19が原版18のパターンを基板20に投影する。有効光源の形状は、基板20上に投影される原版18のパターンの解像性に影響する。したがって、適切な有効光源分布を形成することにより、パターンの解像性を向上させることができる。

10

【0028】

本実施形態において、照明光学系は更に、引き回し光学系2とオプティカルインテグレート5(回折光学素子6)との間に、光源1からの光を折り曲げてオプティカルインテグレート5に導くミラー3を有する。照明光学系は更に、ミラー3とオプティカルインテグレート5との間の光路に設けられた平行平板4を有する。

【0029】

光源1から供給された矩形の平行光束は、ミラー3および平行平板4を介してオプティカルインテグレート5に入射する。ミラー3及び平行平板4により、オプティカルインテグレート5に入射する光束(すなわち回折光学素子6に入射する光束)の位置及び角度を調整することができる。

20

【0030】

次に、図3を参照して、ミラー3及び平行平板4の調整機構について説明する。本実施形態において、照明光学系は、ミラー3及び平行平板4を調整してオプティカルインテグレート5(すなわち、回折光学素子6)に入射する光の角度及び位置を調整する調整部30を有する。調整部30は、以下に説明するアクチュエータ31、アクチュエータ32、アクチュエータ41を含みうる。アクチュエータ31(第1調整機構)は、ミラー3の、図3の紙面に沿う方向に延びる軸回り(図3に示すA方向)の回転駆動と、紙面と直交する方向に延びる軸回り(B方向)の回転駆動を行う。アクチュエータ32(第2調整機構)は、ミラー3の図3の紙面に沿う方向(C方向)の位置を調整する。アクチュエータ41(第3調整機構)、平行平板4の、図3の紙面に沿う軸回り(D方向)の回転駆動を行う。これにより平行平板4の光軸に対する傾斜角度を調整しうる。平行平板4を回転駆動すると、平行平板4に入射した光束は入射光の光軸に対して平行移動した状態で射出する。

30

【0031】

次に、ミラー3及び平行平板4の調整方法を説明する。オプティカルインテグレート5は、回折光学素子6に入射する光線の角度を回折光学素子6の全領域において均一にする機能を持つ。しかしオプティカルインテグレート5に入射する角度がある許容値を超えると、回折光学素子6に入射する角度にずれが生じる。回折光学素子6に入射する光線の角度がずれると、フーリエ変換面8に形成される分布が所望の分布から崩れる。

40

【0032】

図4に、フーリエ変換面8に形成される光量分布の例を示す。図4において、グラフ41は、オプティカルインテグレート5に入射する角度のずれがない場合のフーリエ変換面8に形成される光量分布を表す。グラフ42は、オプティカルインテグレート5に入射する角度のずれがある場合のフーリエ変換面8に形成される分布を表す。グラフ42のように、フーリエ変換面8に形成される分布がグラフ41からずれた場合、有効光源分布が所望の分布からずれることになり像性能を悪化させることにつながる。また、オプティカルインテグレート5に入射する光の角度または位置がずれると、オプティカルインテグレート5以降の光学系でのケラレが生じるため、照度が低下することになる。従って、オプテ

50

ィカルインテグレートタ 5 に入射する光の角度及び位置のずれを調整する必要がある。

【 0 0 3 3 】

本実施形態では、制御部 5 0 は、調整部 3 0 を制御して、小開口径の第 1 絞り 9 a および大開口径の第 2 絞り 9 b を用いてオプティカルインテグレートタ 5 に入射する光の角度及び位置のずれの調整を行う。この調整には、例えば、第 1 絞り 9 a を挿入したときの検出部 2 1 の出力である第 1 出力の、第 1 絞り 9 a を退避させたときの検出部 2 1 の出力である第 2 出力に対する比として求まる光量比が使用される。この調整を行うためには、第 1 絞り 9 a の開口径の決め方が重要である。第 1 絞り 9 a は、オプティカルインテグレートタ 5 (回折光学素子 6) に対する光源 1 からの光の入射角度が目標角度からずれた場合に検出部 2 1 の出力が低下するような開口径を持つ。目標角度にずれがない場合においては、第 1 絞り 9 a 使用時の第 1 絞り 9 a 不使用時 (すなわち第 2 絞り 9 b 使用時) に対する検出部 2 の出力 (光量) は、例えば 9 7 % 程度またはそれ以上であることが想定されている。ここで、目標角度とは、入射角度にずれがない理想角度をいう。例えば、第 1 絞り 9 a の開口径は、所定面 (フーリエ変換面 8) に形成される光量分布の幅と同程度かそれよりわずかに小さい開口径とする。回折光学素子 6 によりフーリエ変換面 8 に形成される光量分布の大きさに対して第 1 絞り 9 a の開口が大きすぎるまたは小さすぎる場合には、オプティカルインテグレートタ 5 (回折光学素子 6) の入射角度がずれた場合の光量比の低下が小さく、検出が難しくなる。実施形態において、第 1 絞り 9 a の開口径は、例えば、第 1 絞り 9 a を挿入したときの検出部 2 1 の出力である第 1 出力が第 1 絞り 9 a を退避させたときの検出部 2 1 の出力である第 2 出力に対して 8 0 % 以上 1 0 0 % 以下となる径とすることができる。なお、第 2 絞り 9 b の開口径は、第 1 絞り 9 a より大きく、例えば、フーリエ変換面 8 に形成される有効光源分布の幅より大きければよい。ターレット 9 0 により第 2 絞り 9 b を選択して光路に挿入することは、第 1 絞り 9 a を光路から退避させることに

10

20

【 0 0 3 4 】

図 4 において、幅 4 3 は第 1 絞り 9 a の開口径を表し、幅 4 4 は第 2 絞り 9 b の開口径を表している。上記のように決定された第 1 絞り 9 a によれば、入射角度にずれが生じていなければ、第 1 絞り 9 a 使用時の光量 (幅 4 3 の内側の光量) は、第 2 絞り 9 b 使用時 (すなわち第 1 絞り 9 a 退避時) の光量 (幅 4 4 の内側の光量) に対して低下しない。一方、入射角度にずれが生じた場合、第 1 絞り 9 a 使用時の光量 (幅 4 3 の内側の光量) は、第 2 絞り 9 b 使用時 (すなわち第 1 絞り 9 a 退避時) の光量 (幅 4 4 の内側の光量) に対して低下する。そこで本実施形態では、このような光量の低下 (光量比の低下) がなくなるように入射角度を調整する処理を行う。

30

【 0 0 3 5 】

なお、ターレット 9 0 を用いて開口径の異なる複数の絞りのうちから選択する構成に代えて、開口径可変の虹彩絞りを使用してもよい。虹彩絞りの開口径を変えることにより、第 1 絞り 9 a 及び第 2 絞り 9 b の挿抜と等価な動作を実現することができる。また、第 1 絞り 9 a および第 2 絞り 9 b を、調整専用持つのではなく、上記した開口幅の条件に適合するかぎり、露光時に使用される変形照明用の絞りを第 1 絞り 9 a および第 2 絞り 9 b として用いてもよい。

40

【 0 0 3 6 】

図 5 は、オプティカルインテグレートタ 5 (すなわち、回折光学素子 6) に入射する角度及び位置を調整する調整方法を示すフローチャートである。制御部 5 0 は、S 1 0 1 で、ミラー 3 及び平行平板 4 の位置を初期値に設定するとともに、複数の回折光学素子のうち、小円形状用の回折光学素子を光路に設定する。制御部 5 0 は、S 1 0 2 (第 1 工程) で、ターレット 9 0 を制御して、複数の絞りのうち、第 1 絞り 9 a を選択して光路に配置する。制御部 5 0 は、第 1 絞り 9 a が光路に配置された状態で、検出部 2 1 の出力から光量を測定し、この光量を光量 1 としてメモリ 5 2 に記憶する。

【 0 0 3 7 】

次に、制御部 5 0 は、S 1 0 3 (第 2 工程) で、ターレット 9 0 を制御して複数の絞り

50

9のうち第1絞り9aの開口径より大きい開口径を持つ第2絞り9bを選択し、光路に配置する。これは、第1絞り9aを光路から退避する動作に対応する。制御部50は、第1絞り9aに替えて第2絞り9bが光路に配置された状態で、検出部21の出力から光量を測定し、この光量を光量2としてメモリ52に記憶する。

【0038】

次に、制御部50は、S104で、ミラー3のA方向の角度を変更し、S102及びS103に戻って光量1及び光量2を測定する。こうして、制御部50は、ミラー3のA方向の角度を所定範囲内で順次変更し、変更された入射角度のそれぞれで光量1及び光量2の測定を繰り返す。所定範囲内の全ての角度についての測定が完了すると、制御部50は、S105で、測定した光量1及び光量2を用いて、ミラー3のA方向の最適角度を決定する。例えば、制御部50は、各角度について、光量1の光量2に対する比である光量比を算出する。そして、制御部50は、これら算出された光量比に基づいて、ミラー3のA方向における調整すべき角度（最適角度）を決定する。例えば、制御部50は、光量比が最大となる角度を、ミラー3のA方向における最適角度として決定する。あるいは、制御部50は、光量比が最大となる角度における光量1に対して例えば0.98倍の光量となる2つの角度の中点の角度を、ミラー3のA方向における最適角度として決定することができる。この処理により、制御部50は、入射角度を調整するための処理として、例えば、決定された角度をユーザに通知することができる。通知は例えば不図示のディスプレイに、決定された角度を表示することにより行われうる。制御部50は、入射角度の自動調整機能として、ミラー3のA方向の角度を、決定された角度に制御してもよい。

10

20

【0039】

なお、光量1だけを用いてオプティカルインテグレータ5に入射する光線の角度を最適化することはできない。なぜなら、ミラー3をA方向に回転駆動すると、オプティカルインテグレータ5に入射する光線の位置もずれるため、オプティカルインテグレータ5でけられて光量が低下するからである。オプティカルインテグレータ5による光量低下と区別して第1絞り9aによる光量低下を把握するためには、光量1を光量2で正規化した値でみる必要がある。したがって、光量1の値ではなく、光量1と光量2の光量比を使用している。

【0040】

次に、制御部50は、S202で、ターゲット90を制御して第1絞り9aを光路に配置し、その状態で光量を測定し、これを光量1としてメモリ52に記憶する。次に、制御部50は、S203で、ターゲット90を制御して第2絞り9bを光路に配置し、その状態で光量を測定し、これを光量2としてメモリ52に記憶する。制御部50は、S204で、ミラー3のB方向の角度を変更し、S202及びS203に戻って光量1及び光量2を測定する。こうして、制御部50は、ミラー3のB方向の角度を所定範囲内で順次変更しながら、光量1及び光量2の測定を繰り返す。所定範囲内の全ての角度についての測定が完了すると、制御部50は、S205で、測定した光量1及び光量2を用いて、ミラー3のB方向の最適角度を決定する。例えば、制御部50は、各角度について、光量2に対する光量1の比である光量比を算出する。そして、制御部50は、これら算出された光量比に基づいて、ミラー3のB方向における最適角度を決定する。例えば、制御部50は、光量比が最大となる角度を、ミラー3のB方向における最適角度として決定する。あるいは、制御部50は、光量比が最大となる角度における光量1に対して例えば0.98倍の光量となる2つの角度の中点の角度を、ミラー3のB方向における最適角度として決定することができる。これより、制御部50は、入射角度を調整するための処理として、例えば、決定された角度をユーザに通知することができる。通知は例えば不図示のディスプレイに、決定された角度を表示することにより行われうる。制御部50は、入射角度の自動調整機能として、ミラー3のB方向の角度を、決定された角度に制御してもよい。

30

40

【0041】

以上のS101～S205の工程において、ミラー3のC方向の位置と平行平板4のD方向の角度は、固定とする。ただし、オプティカルインテグレータ5に入射する位置が

50

大きくずれて光量 1 及び光量 2 の測定精度が下がることを防ぐため、オプティカルインテグレータ 5 に入射する位置のずれが最小となるように C, D を調整した上で S 1 0 1 ~ S 2 0 5 を実行してもよい。

【 0 0 4 2 】

次に、上記と同様にして、ミラー 3 の C 方向における位置および平行平面板 4 の D 方向における角度の調整を行う。ただし、ミラー 3 の C 方向における位置または平行平面板 4 の D 方向における角度を変更しても、オプティカルインテグレータ 5 に入射する光線の角度がずれないので、光量比をみる必要はなく、第 2 絞り 9 b の使用による光量 2 だけを見れば済む。あるいは、第 1 絞り 9 a の使用による光量 1 だけを見れば済む。以下では、第 2 絞り 9 b の使用による光量 2 だけを見ることにする。以下、ミラー 3 の C 方向における位置および平行平面板 4 の D 方向における角度の調整の工程を説明する。

10

【 0 0 4 3 】

制御部 5 0 は、S 3 0 3 で、ターゲット 9 0 を制御して第 2 絞り 9 b を光路に配置し、その状態で光量を測定し、これを光量 2 としてメモリ 5 2 に記憶する。制御部 5 0 は、S 3 0 4 で、ミラー 3 の C 方向の位置を移動し、S 3 0 3 に戻って光量 2 を測定する。こうして、制御部 5 0 は、ミラー 3 の C 方向の位置を所定範囲内で順次変更しながら、光量 2 の測定を繰り返す。所定範囲内で全ての位置についての測定が完了すると、制御部 5 0 は、S 3 0 5 で、光量 2 を用いてミラー 3 の C 方向の最適位置を決定する。例えば、制御部 5 0 は、光量 2 が最大となる位置を、ミラー 3 の C 方向における最適位置として決定する。あるいは、制御部 5 0 は、光量 2 が最大となる位置におけるその光量に対して例えば 0 . 9 8 倍の光量となる 2 つの位置の midpoint の位置を、ミラー 3 の C 方向における最適位置として決定することができる。制御部 5 0 は、例えば、ミラー 3 の C 方向の位置を、このようにして決定された位置に制御する。

20

【 0 0 4 4 】

次に、制御部 5 0 は、S 4 0 3 で、ターゲット 9 0 を制御して第 2 絞り 9 b を光路に配置し、その状態で光量を測定し、これを光量 2 としてメモリ 5 2 に記憶する。制御部 5 0 は、S 4 0 4 で、平行平面板 4 の D 方向の角度を変更し、S 4 0 3 に戻って光量 2 を測定する。こうして、制御部 5 0 は、平行平面板 4 の D 方向の角度を所定範囲内で順次変更しながら、光量 2 の測定を繰り返す。所定範囲内で全ての角度についての測定が完了すると、制御部 5 0 は、S 4 0 5 で、光量 2 を用いて平行平面板 4 の D 方向の最適角度を決定する。例えば、制御部 5 0 は、光量 2 が最大となる角度を、平行平面板 4 の D 方向における最適角度として決定する。あるいは、制御部 5 0 は、光量 2 が最大となる角度におけるその光量に対して例えば 0 . 9 8 倍の光量となる 2 つの角度の midpoint の角度を、平行平面板 4 の D 方向における最適角度として決定する。制御部 5 0 は、例えば、平行平面板 4 の D 方向の角度を、このようにして決定された角度に制御する。

30

【 0 0 4 5 】

本実施形態では、以上のようにして、ミラー 3 の A, B 方向の角度および C 方向における位置、および、平行平面板 4 の D 方向の角度を決定することができる。さらには、ミラー 3 および平行平面板 4 をそれぞれ決定された角度、位置に調整することができる。これにより、オプティカルインテグレータ 5 に入射する光の位置及び角度を調整することができる。このような実施形態によれば、従来必要であった調整専用のモニターおよびモニター光学系を設置する必要がなく、装置サイズの大型化を抑制しながら照明光学系の調整を行うことができる。

40

【 0 0 4 6 】

ミラー 3 の C 方向における位置および平行平面板 4 の D 方向における角度の調整は、オプションとしてもよい。例えば、ミラー 3 の A, B 方向の角度調整のみで、所定の閾値を超える光量比が得られている場合には、ミラー 3 の C 方向における位置および平行平面板 4 の D 方向における角度の調整を行わないようにしてもよい。

【 0 0 4 7 】

< 物品製造方法の実施形態 >

50

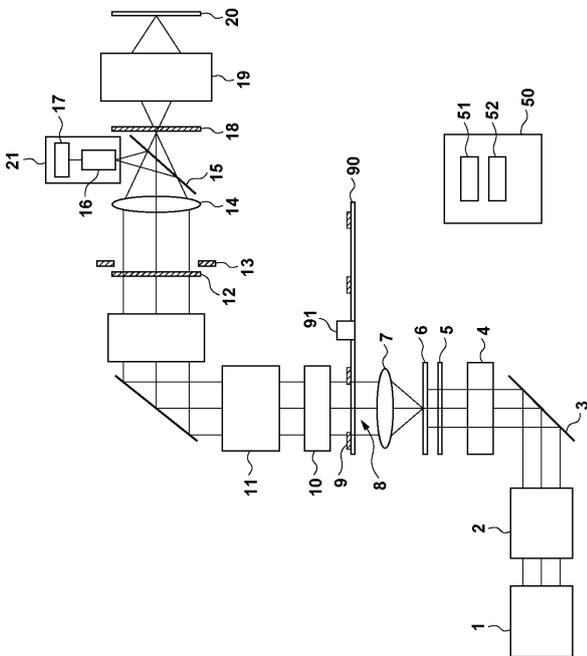
本発明の実施形態に係る物品製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品製造方法は、基板に塗布された感光剤に上記の露光装置を用いて潜像パターンを形成する工程（基板を露光する工程）と、かかる工程で潜像パターンが形成された基板を現像する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含む。本実施形態の物品製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。

【符号の説明】

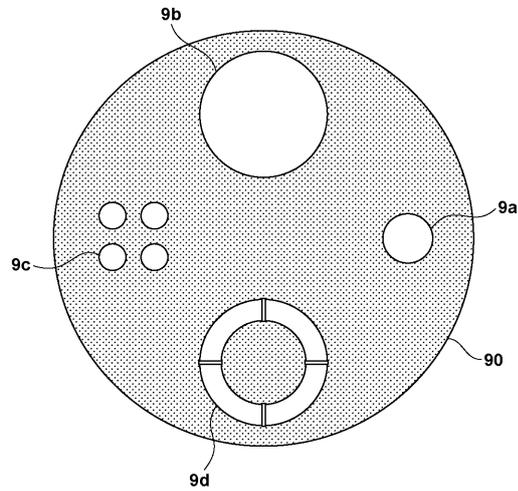
【0048】

1：光源、3：ミラー、4：平行平板、5：オプティカルインテグレータ、6：回折光学素子、7：コンデンサレンズ、9：絞り、18：原版、19：投影光学系、20：基板、21：計測部、50：制御部

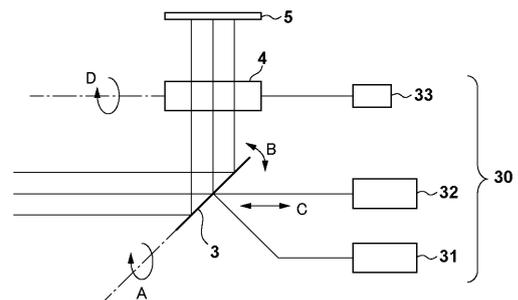
【図1】



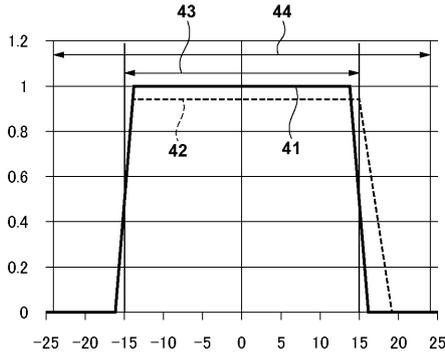
【図2】



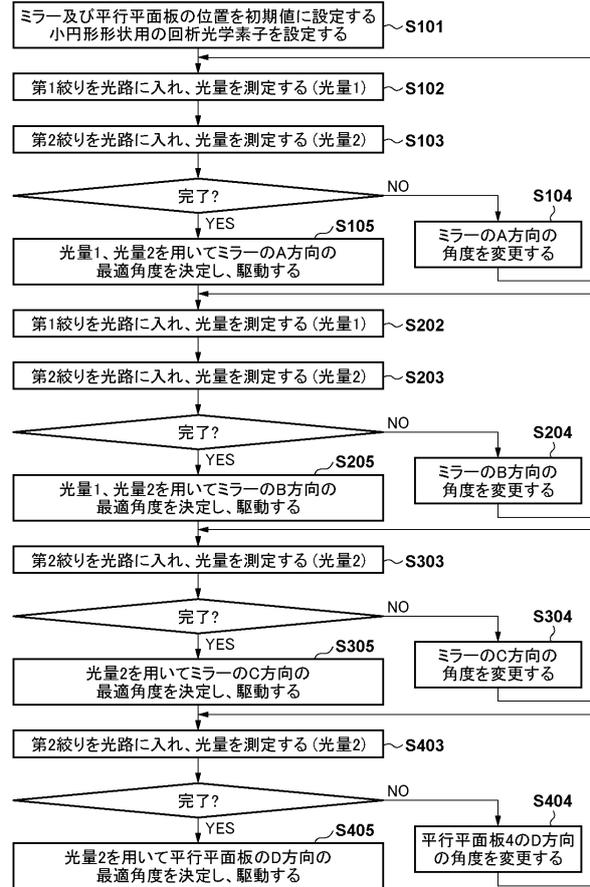
【図3】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 手続 補正書 】

【 提出日 】 平成30年5月15日 (2018.5.15)

【 手続 補正 1 】

【 補正対象書類名 】 特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】 全文

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

【 請求項 1 】

光源からの光で原版を照明する照明光学系と、
前記原版のパターンを基板に投影する投影光学系と、
制御部と、

を有し、

前記照明光学系は、

前記光源と前記原版との間の光路に設けられた回折光学素子と、

前記回折光学素子から射出した光束を集光する集光光学系と、

前記集光光学系から射出した光束を検出する検出部と、

前記集光光学系によって前記光束が集光される所定面近傍の前記光路に対して挿抜可能な第1絞りと、

を有し、

前記第1絞りの開口径は、前記回折光学素子に対する前記光源からの光の入射角度が目標角度からずれた場合に前記検出部の出力が低下するように設定され、

前記制御部は、前記第1絞りを前記所定面近傍の前記光路に挿入した場合の前記検出部の出力である第1出力と、前記第1絞りを前記所定面近傍の前記光路から退避させた場合の前記検出部の出力である第2出力とに基づいて、前記入射角度を調整する処理を行う

ことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記第 1 絞りの開口径は、前記第 1 出力が前記第 2 出力に対して 80% 以上 100% 以下となるように設定されていることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記入射角度を調整する調整機構を更に有し、

前記制御部は、前記調整機構により前記入射角度を順次変更させ、変更された前記入射角度のそれぞれで前記第 1 出力の前記第 2 出力に対する比として求められる光量比を算出することを繰り返し、前記入射角度を前記光量比が最大となる角度にするよう前記調整機構を制御する

ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記照明光学系は、前記光源からの光を折り曲げて前記回折光学素子に導くミラーを更に有し、

前記調整機構は、前記ミラーの角度を調整する第 1 調整機構を含み、

前記第 1 調整機構は、前記入射角度を前記光量比が最大となる角度にするように前記ミラーの角度を調整する

ことを特徴とする請求項 3 に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記調整機構は、前記ミラーの位置を調整する第 2 調整機構を更に含み、

前記第 2 調整機構は、前記第 1 出力または前記第 2 出力が最大となるように前記ミラーの位置を調整する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記照明光学系は、前記ミラーと前記回折光学素子との間の光路に設けられた平面板を更に有し、

前記調整機構は、前記平面板の傾斜角度を調整する第 3 調整機構を更に含み、

前記第 3 調整機構は、前記第 1 出力または前記第 2 出力が最大となるように前記傾斜角度を調整する

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の露光装置。

【請求項 7】

前記第 1 絞りと、該第 1 絞りより大きい開口径を持つ第 2 絞りとが形成されたターレットを有し、

前記ターレットを駆動することにより、前記第 2 絞りが前記所定面近傍の前記光路に挿入されるとともに、前記第 1 絞りが前記所定面近傍の前記光路から退避される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記ターレットは、露光時の変形照明用の絞りを更に有することを特徴とする請求項 7 に記載の露光装置。

【請求項 9】

前記照明光学系は、前記回折光学素子を照明するオプティカルインテグレータを更に有することを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 10】

光源からの光で原版を照明する照明光学系と、

前記原版のパターンを基板に投影する投影光学系と、

制御部と、

を有し、

前記照明光学系は、

前記光源と前記原版との間の光路に設けられた回折光学素子と、

前記回折光学素子から射出した光束を集光する集光光学系と、

前記集光光学系から射出した光束を検出する検出部と、
前記集光光学系によって前記光束が集光される所定面近傍の前記光路に配置され、開口
径を調整可能な絞りと、
を有し、
前記制御部は、前記絞りの開口径を第 1 開口径に設定したときの前記検出部の出力であ
る第 1 出力と、前記絞りの開口径を前記第 1 開口径より大きい第 2 開口径に設定したとき
の前記検出部の出力である第 2 出力とに基づいて、前記回折光学素子に対する前記光源か
らの光の入射角度を調整する処理を行うように構成され、
前記第 1 開口径は、前記入射角度が目標角度からずれた場合に前記検出部の出力が低下
するように設定された開口径であり、
前記第 2 開口径は、前記入射角度が前記目標角度からずれた場合でも前記検出部の出力
が低下しないように設定された開口径である
ことを特徴とする露光装置。

【請求項 1 1】

前記絞りは、虹彩絞りであることを特徴とする請求項 1 0 に記載の露光装置。

【請求項 1 2】

光源と原版との間の光路に設けられた回折光学素子と、前記回折光学素子から射出した
光束を集光する集光光学系と、前記集光光学系から射出した光束を検出する検出部とを有
する照明光学系を調整する調整方法であって、

前記回折光学素子に対する前記光源からの光の入射角度が目標角度からずれた場合に前
記検出部の出力が低下する開口径に設定された絞りを、前記集光光学系によって前記光束
が集光される所定面近傍の前記光路に配置して、前記検出部の出力である第 1 出力を測定
する第 1 工程と、

前記絞りを前記所定面近傍の前記光路から退避させて、前記検出部の出力である第 2 出
力を測定する第 2 工程と、

を有し、

前記入射角度を順次変更し、変更された前記入射角度のそれぞれで前記第 1 工程と前記
第 2 工程を繰り返し、前記入射角度を、前記第 1 出力の前記第 2 出力に対する比として求
まる光量比が最大となる角度にするよう調整する

ことを特徴とすることを特徴とする調整方法。

【請求項 1 3】

光源と原版との間の光路に設けられた回折光学素子と、前記回折光学素子から射出した
光束を集光する集光光学系と、前記集光光学系から射出した光束を検出する検出部とを有
する照明光学系を調整する調整方法であって、

前記集光光学系によって前記光束が集光される所定面近傍の前記光路に配置された絞り
の開口径を、前記回折光学素子に対する前記光源からの光の入射角度が目標角度からずれ
た場合に前記検出部の出力が低下する第 1 開口径に設定して、前記検出部の出力である第
1 出力を測定する第 1 工程と、

前記絞りの開口径を、前記入射角度が前記目標角度からずれた場合でも前記検出部の出
力が低下しない第 2 開口径に設定して、前記検出部の出力である第 2 出力を測定する第 2
工程と、

を有し、

前記入射角度を順次変更し、変更された前記入射角度のそれぞれで前記第 1 工程と前記
第 2 工程を繰り返し、前記入射角度を、前記第 1 出力の前記第 2 出力に対する比として求
まる光量比が最大となる角度にするよう調整する

ことを特徴とすることを特徴とする調整方法。

【請求項 1 4】

物品を製造する物品製造方法であって、

請求項 1 乃至 1 1 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、

前記工程で前記露光された基板を現像する工程と、

を含み、

前記現像された基板から物品を製造することを特徴とする物品製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

本発明の一側面によれば、光源からの光で原版を照明する照明光学系と、前記原版のパターンを基板に投影する投影光学系と、制御部とを有し、前記照明光学系は、前記光源と前記原版との間の光路に設けられた回折光学素子と、前記回折光学素子から射出した光束を集光する集光光学系と、前記集光光学系から射出した光束を検出する検出部と、前記集光光学系によって前記光束が集光される所定面近傍の前記光路に対して挿抜可能な第1絞りとを有し、前記第1絞りの開口径は、前記回折光学素子に対する前記光源からの光の入射角度が目標角度からずれた場合に前記検出部の出力が低下するように設定され、前記制御部は、前記第1絞りを前記所定面近傍の前記光路に挿入した場合の前記検出部の出力である第1出力と、前記第1絞りを前記所定面近傍の前記光路から退避させた場合の前記検出部の出力である第2出力とに基づいて、前記入射角度を調整する処理を行うことを特徴とする露光装置が提供される。

フロントページの続き

(72)発明者 小林 大輔

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(72)発明者 中村 有志

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

Fターム(参考) 2H197 AA05 AA06 AA09 BA02 BA04 BA06 BA09 BA10 CA05 CA08
CB02 DB08 DB23 DC02 DC12 HA03 HA05 JA03