

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4976670号
(P4976670)

(45) 発行日 平成24年7月18日 (2012. 7. 18)

(24) 登録日 平成24年4月20日 (2012. 4. 20)

(51) Int. Cl.	F I
H O 1 L 21/027 (2006. 01)	H O 1 L 21/30 5 1 6 A
G O 3 F 7/20 (2006. 01)	H O 1 L 21/30 5 1 6 C
	G O 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 6 (全 40 頁)

(21) 出願番号 特願2005-242033 (P2005-242033)
(22) 出願日 平成17年8月24日 (2005. 8. 24)
(65) 公開番号 特開2007-59566 (P2007-59566A)
(43) 公開日 平成19年3月8日 (2007. 3. 8)
審査請求日 平成20年8月22日 (2008. 8. 22)

(73) 特許権者 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
(74) 代理人 100110412
弁理士 藤元 亮輔
(72) 発明者 上遠野 綾子
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 川島 春名
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

審査官 岩本 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レチクルのパターンの像をステージに載置された被処理体に投影する投影光学系を備える露光装置であって、

位相子、偏光素子および光検出器を有し、偏光状態を測定する偏光状態測定手段と、
前記ステージに配置され、前記投影光学系から射出された光を反射し、前記投影光学系に該光を再び入射させるミラーと、

レチクルステージと、

前記レチクルステージに載置されたレチクルを照明する照明光学系と、
前記レチクルと交換可能に前記レチクルステージに載置され、入射光を前記偏光状態測定手段に導く光学ユニットと、を有し、

前記光学ユニットを前記レチクルステージに載置した状態において、前記偏光状態測定手段は、光源から射出し、前記投影光学系、前記ミラー、前記投影光学系、前記光学ユニット、前記位相子および前記偏光素子を順に介した光を前記光検出器を用いて検出することにより、前記投影光学系の瞳透過率分布の偏光特性を測定することを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記位相子および前記偏光素子のうちの少なくとも一方は光軸を中心として回転可能に構成され、

前記偏光状態測定手段は、前記位相子と前記偏光素子との相対的な回転角度の異なる少

なくとも3つの状態を設定するための設定手段をさらに有することを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項3】

前記ミラーは、球面ミラー又は平面ミラーであることを特徴とする請求項1又は2のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項4】

前記光学ユニットは、両側がテレセントリックな光学系であることを特徴とする請求項1記載の露光装置。

【請求項5】

前記偏光状態測定手段は、前記レチクルの位置またはその近傍、前記レチクルの共役位置またはその近傍、前記被処理体の位置またはその近傍、あるいは前記被処理体の共役位置またはその近傍に位置決め可能なピンホール部材を有し、

前記ピンホール部材のピンホールを通過した光を用いて前記偏光状態を測定することを特徴とする請求項1乃至4のいずれか一項記載の露光装置。

【請求項6】

請求項1乃至5のいずれか一項記載の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、
露光された前記被処理体を現像するステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般には、露光装置に係り、特に、半導体ウェハ用の単結晶基板、液晶ディスプレイ(LCD)用のガラス基板などの被処理体を露光する露光装置における露光光及び投影光学系の偏光状態の計測に関する。

【背景技術】

【0002】

フォトリソグラフィ(焼き付け)技術を用いて半導体素子を製造する際に、レチクル(マスク)に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する投影露光装置が従来から使用されている。

【0003】

投影露光装置の露光性能を決定する要素には、解像度、重ね合わせ精度(オーバーレイ精度)及びスループットの3つの重要な要素がある。近年、かかる3つの要素のうち、特に、解像力に関して、投影光学系の液浸化による高NA化が注目されている。投影光学系のNAを大きくすることは、像面からの垂線と入射光の進行方向との成す角が大きくなることを意味しており、高NA結像と呼ばれる。

【0004】

高NA結像では、露光光の偏光状態が重要となる。例えば、ラインとスペースが繰り返されているような、所謂、ライン・アンド・スペース(L&S)パターンを露光する場合を考える。L&Sパターンは、平面波の2光束干渉によって形成される。2光束の入射方向ベクトルを含む面を入射平面とし、入射平面に垂直な偏光をS偏光、入射平面に平行な偏光をP偏光とする。2光束の入射方向ベクトルの互いに成す角が90度の場合、S偏光は干渉するのでL&Sパターンに応じた光強度分布が像面上に形成される。一方、P偏光は干渉しない(干渉の効果が打ち消される)ので光強度分布は一定となり、L&Sパターンに応じた光強度分布が像面上に形成されることはない。S偏光とP偏光が混在していると、S偏光だけのときよりもコントラストが悪い光強度分布が像面上に形成され、P偏光の割合が大きくなると像面上の光強度分布のコントラストが低下し、最終的には、パターンが形成されなくなる。

【0005】

このため、露光光の偏光を制御してコントラストを向上させる必要がある。偏光制御さ

10

20

30

40

50

れた露光光は、十分なコントラストの光強度分布を像面上に形成することができ、より微細なパターンを露光することが可能となる。

【 0 0 0 6 】

露光光の偏光制御は、照明光学系、詳細には、照明光学系の瞳で行われる。偏光照明は、あるパターンに対して有効な形状であり、且つ、最適な偏光方向を有する有効光源で照明することが求められている。例えば、Y方向パターンの場合に対しては、偏光方向をY方向に有するXダイポール照明が有効である。また、様々な方向のパターンが混在する場合に対しては、輪帯の円周方向に偏向方向を有するタンジェンシャル照明が有効である。

【 0 0 0 7 】

しかしながら、照明光学系の瞳で露光光の偏光を制御したとしても、照明光学系の瞳以降の光学系、若しくは、投影光学系の影響によって、照明光学系の瞳で制御した偏光状態が常に維持されて像面上に到達するとは限らない。例えば、透過率又は反射率を向上させるために、レンズに反射防止膜又は反射ミラーに高反射膜を形成しているが、偏光方向によって反射率が異なり、位相差が加わることで偏光状態を変化させる要素を有している。また、露光光の短波長化に伴って、石英や蛍石の結晶部材が硝材に使用されており、これらの硝材は複屈折を有しているため、偏光状態を変化させてしまう。更に、硝材を保持する鏡筒などのメカ部材の応力によって、硝材の有する複屈折は変化するため、硝材の複屈折を常に一定に維持させることは極めて困難である。

【 0 0 0 8 】

従って、露光装置としての偏光状態、即ち、投影光学系の偏光状態を計測することが必要であり、例えば、ウェハステージ上に計測手段を構成し、投影光学系のウェハ側において偏光状態を計測することが提案されている（例えば、特許文献1参照。）。 10

【 0 0 0 9 】

一方、解像力の向上、及び、CD（クリティカルディメンション）制御では、照明光学系の有効光源分布の計測及び制御に対する重要性も再認識されている。照明光学系の有効光源分布とは、例えば、ケーラー照明が用いられる投影露光装置において、投影光学系の入射瞳面の大きさに対する入射瞳面上での光源像の大きさ、形状及び強度分布を意味する。かかる有効光源形状の計測でも、ウェハステージ上に計測手段を構成し、投影光学系を介して有効光源形状を計測することが知られている。

【特許文献1】特開2004-61515号公報 30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 0 】

このように、近年の投影露光装置では、露光装置上での偏光状態を高精度に計測することが必須事項となってきた。しかしながら、ウェハステージ上に計測手段を構成する従来技術は、近年の投影露光装置に適用する上で様々な問題を含んでいる。

【 0 0 1 1 】

最も大きな問題は、照明光学系と投影光学系の各々の要因による露光装置上での偏光状態への影響を分離して計測することができないことである。従来技術におけるウェハ面上での照明光学系及び投影光学系（以下、「露光光学系」と称する。）の偏光状態の計測は、通常、レチクルを配置しない状態（0次光のみの状態）で行われる。このような計測では、照明光学系の偏光状態と投影光学系の偏光状態とが打ち消しあって、見かけ上は良好な偏光状態として計測される場合がある。しかしながら、実際のパターン転写では、照明光学系と投影光学系との間にレチクルが配置される。従って、レチクル上の回路パターンを照明すると、そのまま透過する0次光の他に、回路パターンによって高次回折光が発生する。これらの0次光及び高次回折光の各々が、投影光学系内を異なる光路で通過して、ウェハ上に集光し、パターン像を形成する。そのため、ウェハ面上での偏光状態の計測では、良好な偏光状態と計測されても、高次回折光それぞれの光路の偏光状態が異なり、その結果、結像性能が非対称となり、解像不良を引き起こす可能性がある。 40

【 0 0 1 2 】

また、ウェハステージ上のスペースの制約から、高精度な偏光計測を可能にするために必要な光学部品を配置することができない。例えば、レンズの外形周辺では保持による内部応力が発生し、硝材の複屈折を変化させてしまうため、計測手段で発生する偏光状態の変化による測定誤差が含まれてしまう問題がある。

【0013】

また、ウェハステージ上のスペースの制約から、計測手段内に偏光子や位相子を配置することができない。従って、投影光学系の偏光状態の計測は、照明光学系で偏光制御した照明光を、偏光計測の機能を有さないウェハステージ上の計測手段で計測することになるため、位相変化を含めた高精度な偏光計測を行うことができないという問題がある。

【0014】

更に、液浸化による高NA化に対応して、計測手段も高NA化が必要となるが、高NA化された計測手段をウェハステージ上に構成することが困難であるという問題もある。

【0015】

そこで、本発明は、露光装置上において、照明光学系や投影光学系の光学特性（特に、偏光状態）を高精度に計測することができる露光装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0016】

上記目的を達成するために本発明の一側面としての露光装置は、レチクルのパターンの像をステージに載置された被処理体に投影する投影光学系を備える露光装置であって、位相子、偏光素子および光検出器を有し、偏光状態を測定する偏光状態測定手段と、前記ステージに配置され、前記投影光学系から射出された光を反射し、前記投影光学系に該光を再び入射させるミラーと、レチクルステージと、前記レチクルステージに載置されたレチクルを照明する照明光学系と、前記レチクルと交換可能に前記レチクルステージに載置され、入射光を前記偏光状態測定手段に導く光学ユニットと、を有し、前記光学ユニットを前記レチクルステージに載置した状態において、前記偏光状態測定手段は、光源から射出し、前記投影光学系、前記ミラー、前記投影光学系、前記光学ユニット、前記位相子および前記偏光素子を順に介した光を前記光検出器を用いて検出することにより、前記投影光学系の瞳透過率分布の偏光特性を測定することを特徴とする。

【0020】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、露光装置上において、照明光学系や投影光学系の光学特性（特に、偏光状態）を高精度に計測することができる露光装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0022】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【実施例1】

【0023】

図1は、本発明の一側面としての露光装置1の構成を示す概略断面図である。

【0024】

図1において、10は、照明装置である。照明装置10は、レーザー等の光源部12と、照明系引き回し部14と、マスキングブレード16と、照明光学系18とから構成される。

【0025】

光源部12からの光は、照明光学系18を介して、所望の照明モード、所望の偏光状態及び所望の照度分布となり、レチクルステージ25に載置されたレチクル20を照明する。また、照明光学系18は、開口を可変とするマスキングブレード16によって、レチク

10

20

30

40

50

ル 20 上の照明領域を所望の領域に限定することができる。

【0026】

レチクル 20 の下面には、パターンが形成されている。かかるパターンからの回折光が、投影光学系 30 を介して、ウェハステージ 45 に載置されたウェハ 40 上に結像される。これにより、レチクル 20 のパターンが転写される。なお、ウェハ 40 にはフォトリソが塗布されている。

【0027】

露光装置 1 は、レチクルストッカー 50 を有している。レチクルストッカー 50 は、レチクル 20 のパターンと異なるパターンを有する複数のレチクル 20 A や、後述する光学ユニット 100、100 A 及び 100 B を収納する。露光装置 1 は、露光工程に応じて、図示しないレチクル交換手段を介して、レチクルストッカー 50 に収納されたレチクル 20 A や光学ユニット 100、100 A 及び 100 B と、レチクルステージ 25 に載置されたレチクル 20 とを交換することができる。

【0028】

60 は、コマンドを入力するコンソールを含めた制御部である。制御部 60 は、照明装置 10、レチクルステージ 25 及びウェハステージ 45 を始め、図示しないレチクル交換手段など露光装置 1 の全体を制御する。

【0029】

光学ユニット 100 は、後述するように、内部に複数の光学素子などが構成されている。光学ユニット 100 は、照明光学系 18 や投影光学系 30 の各々の光学特性、照明光学系 18 及び投影光学系 30 の全体の光学特性を計測する際に用いられる。光学ユニット 100 は、レチクル 20 と略同等の形状を有し、レチクル 20 と同様に、露光装置 1 のレチクルステージ 25 に載置することができる。なお、図 1 では、光学ユニット 100 は、レチクルストッカー 50 に収納されている。

【0030】

ここで、図 2 を参照して、光学ユニット 100 の具体的な構成及び光学ユニット 100 及び観察光学系 200 を用いた照明光学系 18 の光学特性の計測について説明する。図 2 は、光学ユニット 100 が、レチクルステージ 25 に載置された状態を示す部分断面図である。

【0031】

図 2 では、レチクル 20 の上面の位置を A 面（2 点鎖線）として示し、レチクル 20 の下面の位置を B 面（2 点鎖線）で示している。A 面で示したレチクル 20 の上面は、通常のレチクル 20 ではブランク面の位置に相当する。B 面で示したレチクル 20 の下面は、通常のレチクル 20 では、レチクル 20 に取り付けられたペリクル面の位置に相当する。

【0032】

光学ユニット 100 は、内部に光学素子を有する。具体的には、光学ユニット 100 は、ピンホールを有するマスク 101 と、フーリエ変換レンズ 102 と、折り曲げミラー 103 a 及び 103 b と、リレー光学系 104 とを有する。

【0033】

光学ユニット 100 は、露光装置 1 に自動的に搬入及び搬出ができるように（即ち、レチクルステージ 25 に載置させることができるように）、上面を略 A 面の位置とし、下面を略 B 面の位置とする。但し、光学ユニット 100 は、露光装置 1 に自動的に搬入及び搬出することができれば、A 面から若干上下した位置を上面とし、B 面から若干上下した位置を下面としても構わない。

【0034】

光学ユニット 100 をレチクルステージ 25 に載置した状態での照明光学系 18 の偏光光学特性（偏光状態）の計測について説明する。照明光学系 18 は、図 2 に示すように、C 面を照明する。C 面は、レチクル 20 の（硝材の）厚さを考慮した光学的にレチクル 20 のパターン面に相当する位置である。

【0035】

光学ユニット１００は、上述したように、ピンホール１０１を有し、かかるピンホール１０１は、Ｃ面に位置することが好ましい。ピンホール１０１をＣ面からデフォーカスさせると、照明光学系１８の照明領域の周辺部で照度分布がばけてくる。従って、ピンホール１０１をＣ面からデフォーカスさせた構成の場合には、光学ユニット１００を用いた光学特性の計測を、照明光学系の照明領域の照度分布が均一な領域に対して行う必要がある。なお、ピンホール１０１をＣ面からデフォーカスさせることで、光学ユニット１００をコンパクトにすることができる。

【００３６】

ピンホール１０１を通過した光束は、フーリエ変換レンズ１０２によって、略平行光束となる。フーリエ変換レンズ１０２を通過した光束（平行光束）は、折り曲げミラー１０３

10

【００３７】

ａで反射（偏向）され、Ｄ面に照明光学系１８の有効光源分布の像を形成する。なお、Ｄ面は、像面であるＣ面に対して瞳面となっている。

【００３８】

Ｄ面に形成された有効光源分布の像は、リレー光学系１０４及び折り曲げミラー１０３

20

【００３９】

ｂを介して、Ｅ面に有効光源分布の像を再び形成する。なお、Ｅ面は、後述する観察光学系２００の観察面であり、Ｃ面と同様に、レチクル２０の厚さを考慮した光学的にレチクル２０のパターン面に相当する位置である。

30

【００４０】

偏光状態測定手段である観察光学系２００は、レチクル面を観察する光学系である。観察光学系２００は、レチクル２０上の位置合わせ用マーク及びレチクルステージ２５に載置された図示しない基準プレートの位置合わせマークを検出し、レチクル２０とレチクルステージ２５との相対的な位置合わせに用いられる。また、観察光学系２００は、レチクル２０上の位置合わせ用マーク及びウェハステージ４５に載置された図示しない基準プレートの位置合わせマークを検出し、レチクル２０とウェハステージ４５との相対的な位置

40

【００４１】

合わせにも用いられる。

【００４２】

光検出器としての２次元画像検出素子（ＣＣＤ等）２０４は、Ｇ面に配置され、対物レンズ２０１、折り曲げミラー２０２及びレンズ２０３を介して形成された有効光源分布の像を検出（観察）する。また、レンズ２０３と２次元画像検出素子２０４との間には、透過光に複屈折を付与する位相子２４０と偏光子２６０とを配置する。なお、図２に示すように、入射側から、位相子２４０、偏光子２６０の順に配置する。これにより、偏光計測が可能となる。

50

数である。この関数の未知数は3つ（振幅 E_x 及び E_y 、及び、位相差）である。従って、独立な3つ以上の偏光状態で光強度分布を計測することが、入射光の偏光状態を計測するために必要となる。

【0043】

独立な3つ以上の偏光状態は、例えば、図3に示すように、位相子240を、透過光に異なる位相差を付与する3つの位相子242a乃至242cをプレート244上に配置させた構成にすることで実現することができる。プレート244をスライドさせ、光路中に配置する位相子242a乃至242cを変えることによって、独立な3つ以上の偏光状態を実現する。ここで、図3は、位相子240の構成の一例を示す概略平面図である。

【0044】

図4に示すように、位相子240を回転可能に構成し、位相子240の回転角度を3つ以上に変化させることで、独立な3つ以上の偏光状態を実現することもできる。図4は、位相子240の構成の一例を示す概略平面図である。

【0045】

また、位相子240を $\lambda/2$ 波長板と $\lambda/4$ 波長板の2つの波長板から構成し、各々を回転可能にすることも独立な3つ以上の偏光状態を実現することができる。

【0046】

更に、位相子240をPEM（光弾性変調器）で構成し、かかるPEMに3つ以上の応力を加えることで、透過光の偏光状態に3つ以上の位相差を付与し、独立な3つ以上の偏光状態を実現してもよい。なお、PEMを構成する応力複屈折を示す部材に均一に応力を加えるために、応力部材を共振させて位相変調させることが知られている。また、PEMは、光路内で所定角度回転（図4に示す矢印と同じ回転方向）させた状態で配置する必要がある。従って、部材に加える応力を一定とし、PEMの回転角度を3つ以上に変化させることで、独立な3つ以上の偏光状態を実現することもできる。

【0047】

偏光素子260は、特許第3288976号に提案されているような平行平板状の偏光子、入射角度をブリュースター角近傍に傾けた平行平板状の偏光ビームスプリッター、或いは、プリズム型の偏光ビームスプリッター等を使用する。偏光素子260は、本実施形態では、固定された状態で構成されている。但し、偏光素子260は、回転可能な構成であっても構わない。

【0048】

位相子240及び偏光素子260は、入射光が平行光束となる光路中に配置することが好ましい。この場合の観察光学系200の構成を図5に示す。観察光学系200は、上述したように、レチクル20上の位置合わせ用マークなどを検出するために用いられる。この時の検出（観察）光の光路を点線として図5に示す。以下、レチクル20の位置合わせ用マークを検出する場合において、観察光学系200の内部を光束がどのように通過するかについて説明する。

【0049】

図5を参照するに、まず、観察光学系200が有する図示しない光源からの照明光で、E面上の位置合わせ用マークAMを照明する。位置合わせ用マークAMから反射したNAを有する光束（検出光）が対物レンズ201に入射する。

【0050】

対物レンズ201を通過した光束は、略平行光束となり、折り曲げミラー202で反射され、レンズ203に入射する。レンズ203を通過した光束は、NAを有する集光光束となり、位相子240及び偏光子260を介して、2次元画像検出素子204上に位置合わせ用マークAMの像を形成する。

【0051】

位置合わせ用マークAMを検出する際に、光束が略平行光束となるのは、折り曲げミラー202を挟んで、対物レンズ201とレンズ203との間である。これに対して、上述したように、光学ユニット100を用いた計測の場合では、E面と対物レンズ201との

10

20

30

40

50

間、及び、レンズ203から2次元画像検出素子204との間において、光束が略平行光束となる。

【0052】

従って、位置合わせ用マークAMを検出する場合と、光学ユニット100を用いた計測の場合では、光束が略平行光束となる位置が異なることになる。そのため、光学ユニット100を用いた計測の場合には、2次元画像検出素子204の直前の略平行光束となる空間に、位相子240及び偏光素子260を配置することが好ましい。

【0053】

但し、位相子240及び偏光素子260は、一般的に、極めて狭いNAの範囲（数度程度）でしか、良好な偏光透過特性を得ることができない。従って、位相子240及び偏光素子260を観察光学系200の内部に固定すると、位置合わせ用マークAMを検出する際に、偏光透過光束が非対称な強度分布を有し、2次元画像検出素子204で計測誤差を生じさせる場合がある。そこで、位置合わせ用マークAMを検出する際には、対物レンズ201とレンズ203との間に偏光解消素子205を配置することが可能な構成にする。これにより、位相子240及び偏光素子260を通過する光束は無偏光となり、位相子240及び偏光素子260を良好な透過特性で通過することが可能である。また、光学ユニット100を用いた計測の場合には、光路中に位相子240及び偏光素子260に配置し、位置合わせ用マークAMを検出する場合には、光路中から位相子240及び偏光素子260を退避させる構成であってもよい。

【0054】

なお、偏光素子260と2次元画像検出素子204との間に、多数の光学系が配置される場合には、かかる光学系による複屈折の影響を排除するために、偏光素子260の直後に偏光解消素子206を配置することが好ましい。2次元画像検出素子204で検出される光強度分布は、無偏光となっても問題はない。また、偏光素子260と2次元画像検出素子204との間に光学系がない場合でも、2次元画像検出素子204での検出が、光束の偏光状態で変わるようであれば、偏光素子260の直後に偏光解消素子206を配置するとよい。

【0055】

光学ユニット100及び観察光学系200を用いて、照明光学系18の光学特性を計測するためには、光学ユニット100と観察光学系200の有する計測オフセットを予め測定しておく必要がある。計測オフセットとは、光学ユニット100及び観察光学系200（計測系）に起因する偏光状態の変化である。かかる偏光状態の変化は、光学ユニット100及び観察光学系200を構成する光学素子、即ち、ミラーの反射率特性、レンズの反射防止膜の特性、レンズ硝材の有する複屈折分布、レンズの保持により生じる応力複屈折などによって生じる。

【0056】

図6及び図7を参照して、計測オフセットの測定について説明する。図6は、計測オフセットの1つである透過率差を測定する際の露光装置1の構成を示す概略断面図である。図7は、計測オフセットの測定について説明するためのフローチャートである。なお、以下では、光学ユニット100と観察光学系200とを含めて計測系と称する。

【0057】

まず、光学ユニット100をレチクルステージ25に載置し（ステップ1002）、レチクルステージ25及び観察光学系200を測定位置に移動させる（ステップ1004）。

【0058】

次に、照明光学系18において、 $\cos^2\theta \geq 1$ 以上、且つ、無偏光（ランダム偏光）の照明光を設定する（ステップ1006及び1008）。次いで、ステップ1006及びステップ1008で設定した照明光で光学ユニット100のピンホール101を照明し、計測系の計測オフセットを測定する（ステップ1010）。このとき、照明光は、ピンホール101を均一な強度分布で照明すると共に、照明光の有効光源が少なくとも $\cos^2\theta \geq 1$ 以下におい

10

20

30

40

50

て均一の強度分布であるものとする。更に、図 6 に示すように、偏光解消素子 7 2 及び照度分布均一化素子 7 4 を照明光学系 1 8 と光学ユニット 1 0 0 との間に配置し、照明光の無偏光（ランダム偏光）状態及び有効光源分布の均一化を向上させることが好ましい。

【 0 0 5 9 】

図 6 に示す状態において、2 次元画像検出素子 2 0 4 で検出される光強度分布は、位相子 2 4 0 の状態（回転や選択等）に関わらず、一定状態として認識されるべきものである。位相子 2 4 0 の状態によって、2 次元画像検出素子 2 0 4 で検出される光強度分布がそれぞれ異なる場合は、上述した計測オフセットが生じているためである。最後に、位相子 2 4 0 の状態毎に、2 次元画像検出素子 2 0 4 で検出される光強度分布を、計測オフセット（計測値の補正用データ）として制御部 6 0 の図示しないメモリーに記憶させる（ステップ 1 0 1 2 ）。

10

【 0 0 6 0 】

また、図 6 に示す偏光解消素子 7 2 を偏光子に置き換える事により、計測系単独の偏光特性も計測可能であり、計測オフセットとして制御部 6 0 の図示しないメモリーに記憶させる事が可能となる。

【 0 0 6 1 】

照明光学系 1 8 の光学特性は、レチクルステージ 2 5 に載置させた光学ユニット 1 0 0 及び観察光学系 2 0 0 を用いて、2 次元画像検出素子 2 0 4 で検出される光強度分布より算出される。この際、2 次元画像検出素子 2 0 4 で検出される光強度分布から、予め測定した位相子 2 4 0 の状態に応じた計測オフセットを演算で除去し、照明光学系 1 8 の光学特性を算出する。なお、照明光学系 1 8 の偏光光学特性を計測する場合は、上述したように、位相子 2 4 0 を少なくとも 3 つ以上の状態に変化させて得られる光強度分布を用いて算出する。

20

【 0 0 6 2 】

実施例 1 で計測することができる光学特性は、照明光学系 1 8 の有効光源分布の情報、及び、かかる有効光源分布の偏光特性（位相情報、振幅情報）である。

【 実施例 2 】

【 0 0 6 3 】

実施例 2 では、照明光学系 1 8 及び投影光学系 3 0 の全体（露光光学系）の光学特性の計測について説明する。

30

【 0 0 6 4 】

露光光学系の光学特性の計測には、図 8 に示すように、光学ユニット 1 0 0 A を用いる。光学ユニット 1 0 0 A は、図 2 に示す光学ユニット 1 0 0 と比較して、ハーフミラー 1 0 5 を有し、ハーフミラー 1 0 5 の後段にピンホール 1 0 1 を配置した点が異なる。ここで、図 8 は、露光光学系の光学特性の計測に用いられる光学ユニット 1 0 0 A をレチクルステージ 2 5 に載置した状態の露光装置 1 を示す概略断面図である。

【 0 0 6 5 】

図 8 を参照するに、照明光学系 1 8 からの光束は、ハーフミラー 1 0 5 を透過し、投影光学系 3 0 に入射する。なお、投影光学系 3 0 には、開口絞り 3 2 が配置されている。開口絞り 3 2 は、投影光学系 3 0 の性能を保证するために、最大開口数を制限する。

40

【 0 0 6 6 】

照明光学系 1 8 からの光束は、開口絞り 3 2 を通過し、ウェハステージ 4 5 側の像面 J に集光する。このとき、投影光学系 3 0 の最大開口での光学特性を測定するために、照明光学系 1 8 からの照明光は、投影光学系 3 0 の開口数以上の大きさ（ $\text{NA} = 1$ 以上）で照明することが好ましい。

【 0 0 6 7 】

ウェハステージ 4 5 には、球面ミラー 8 2 が構成されており、投影光学系 3 0 の光学特性を測定する場合には、球面ミラー 8 2 の曲率中心が、像面 J の光束の集光点に一致するように、ウェハステージ 4 5 を駆動させる。換言すれば、図 8 に示すように、球面ミラー 8 2 の曲率中心と像面 J の光束の集光点とが一致するように、球面ミラー 8 2 を配置する

50

。

【 0 0 6 8 】

球面ミラー 8 2 で反射された光束は、投影光学系 3 0 内を、往路と同じ位置を通過して、ハーフミラー 1 0 5 に戻る。ハーフミラー 1 0 5 で反射された光束は、C 面（レチクル 2 0 の厚みを考慮した光学的にレチクル 2 0 のパターン面に相当する位置）と光学的に共役な K 面に集光する。なお、K 面は、J 面とも光学的に共役である。

【 0 0 6 9 】

K 面には、ピンホール 1 0 1 が配置されており、ピンホール 1 0 1 を通過した光束は、フーリエ変換レンズ 1 0 2 により、D 面上に照明系 1 8 の有効光源分布の像、及び、投影光学系 3 0 の瞳面 H に位置する開口絞り 3 2 の像を形成する。D 面は、像面である C 面に対して瞳面となっている。

10

【 0 0 7 0 】

なお、D 面以降の説明については、実施例 1 と同様であるため省略する。

【 0 0 7 1 】

実施例 1 では、D 面上で得られる光学特性は、照明光学系 1 8 のみのものであり、照明光学系 1 8 のみの光学特性を計測した。一方、実施例 2 では、D 面上で得られる光学特性は、照明光学系 1 8 と投影光学系 3 0 とを複合したものであり、詳細には、照明光学系 1 8 の光学特性に投影光学系 3 0 の往路と復路の 2 つ光学特性が複合されている。従って、実施例 2 では、D 面上で得られる光学特性 = 照明光学系 1 8 の光学特性 + 投影光学系 3 0 の光学特性 + 投影光学系 3 0 の光学特性となる。

20

【 0 0 7 2 】

投影光学系 3 0 の光学特性と照明光学系 1 8 の光学特性とを分離するには、照明光学系 1 8 の光学特性を予め計測して（実施例 1）、制御部 6 0 のメモリーに記憶させておく。これにより、模式的に表現すると（投影光学系 3 0 の光学特性）+（投影光学系 3 0 の光学特性）=（D 面上で得られる光学特性）-（照明光学系 1 8 の光学特性）とされ、投影光学系 3 0 の光学特性が計測可能となる。ただし、偏光特性に関しては行列式で表されるため、計算方法に注意が必要である。

【 0 0 7 3 】

実施例 2 において、投影光学系 3 0 の光学特性とは、投影光学系 3 0 の瞳透過率分布の情報、及び、瞳透過率分布の偏光特性（位相情報及び振幅情報）である。

30

【 0 0 7 4 】

図 9 及び図 1 0 を参照して、実施例 2 での計測オフセットの測定について説明する。図 9 は、実施例 2 での計測オフセットを測定する際の露光装置 1 の構成を示す概略断面図である。図 1 0 は、実施例 2 での計測オフセットの測定について説明するためのフローチャートである。

【 0 0 7 5 】

まず、光学ユニット 1 0 0 A をレチクルステージ 2 5 に載置する（ステップ 1 0 0 2 A）。ステップ 1 0 0 4 乃至ステップ 1 0 0 6 の説明については、実施例 1 と同様であるため省略する。

【 0 0 7 6 】

40

次いで、図 9 に示すように、光学ユニット 1 0 0 A の後段に球面ミラー 7 6 を配置する（ステップ 1 0 0 9）。このとき、球面ミラー 7 6 の曲率中心が、C 面（レチクル 2 0 の厚さを考慮した光学的にレチクル 2 0 のパターン面に相当する位置）上の光束の集光点に一致するように配置する。なお、計測オフセットを測定する際に使用する球面ミラー 7 6 は、着脱式の構成としてユーザーが配置してもよいし、自動的に配置される構成としてもよい。更に、実施例 1 と同様に、偏光解消素子 7 2 及び照度分布均一化素子 7 4 を照明光学系 1 8 と光学ユニット 1 0 0 との間に配置し、照明光の無偏光（ランダム偏光）状態及び有効光源分布の均一化を向上させることが好ましい。

【 0 0 7 7 】

次いで、ステップ 1 0 0 6 及びステップ 1 0 0 8 で設定した照明光で光学ユニット 1 0

50

0 Aを照明し、計測系の計測オフセットを測定する（ステップ1010）。そして、位相子240の状態毎に、2次元画像検出素子204で検出される光強度分布を、計測オフセット（計測値の補正用データ）として制御部60の図示しないメモリーに記憶させる（ステップ1012）。最後に、球面ミラー76を光路外に移動させる（ステップ1014）。

【0078】

計測オフセットの測定は、定期メンテナンスとして、例えば、年に1又は2回程度行われる。しかしながら、偏光計測を行う場合、折り返しミラー103b、ハーフミラー105、レンズ203及び偏光素子260の特性が吸湿やデポ（無機物、有機物）などによって変化し、計測オフセットが敏感に経時変化を起こす懸念がある。

10

【0079】

そこで、光学ユニット100Aの後段に球面ミラー76を配置せず、図11に示すように、ウェハステージ45に構成された平面ミラー84を用いて、計測オフセットの経時変化を校正してもよい。平面ミラー84は、像面Jに一致するように配置される。ここで、図11は、平面ミラー84によって計測オフセットの経時変化を分離する際の露光装置1の構成を示す概略断面図である。

【0080】

ハーフミラー105を透過して投影光学系30に達する光束の往路と復路について見ると、図11に実線と点線で示すように、平面ミラー84で反射された後、往路と復路が入れ替わり、中心光束のみ往路と復路が一致する。従って、平面ミラー84を用いた測定では、投影光学系30の光学特性が中心対称なものとして計測されることになる。

20

【0081】

平面ミラー84を用いた測定の際に、予め測定していた計測オフセットを除いても、2次元画像検出素子204で検出される光強度分布に非対称成分が残っていれば、かかる非対称成分は経時変化によって生じた成分と考えられる。この非対称成分を、予め測定しておいた計測オフセットに加え、改めて計測系の計測オフセットとする。

【0082】

平面ミラー84をウェハステージ45に構成しておくことにより、光学ユニット100Aをレチクルステージ25に載置したままの状態、平面ミラー84を用いた非対称成分の計測を行うことができる。

30

【0083】

図12は、計測オフセットの経時変化の校正を説明するためのフローチャートである。なお、計測オフセットは、球面ミラー76を用いて予め計測オフセットOfsとして記憶しているものとする。

【0084】

まず、光学ユニット100Aをレチクルステージ25に載置し（ステップ2002）、レチクルステージ25及び観察光学系200を測定位置に移動させる（ステップ2004）。

【0085】

次いで、照明光学系18において、照明光を測定条件（例えば、 $\theta = 1$ 以上、且つ、無偏光（ランダム偏光））に設定する（ステップ2006）。そして、ウェハステージ45を駆動し、平面ミラー84を像面Jの位置に配置する（ステップ2008）。

40

【0086】

平面ミラー84を像面Jの位置に配置した状態において、ステップ2006で設定した照明光を用いて、光強度分布を2次元画像検出素子204で検出し、検出値を制御部60のメモリーに記憶させる（ステップ2010）。更に、ステップ2010での検出値から非対称成分のみを抽出し、抽出結果をOfs（Odd）として制御部60のメモリーに記憶する（ステップ2012）。

【0087】

次に、ステップ2012で記憶した抽出結果を用いて、予め計測した計測オフセットを

50

校正する（ステップ2014）。具体的には、計測オフセットを、計測オフセットOfsから計測オフセットOfs - Ofs（Odd）に校正する。そして、球面ミラー82の曲率中心が、像面Jの光束の集光点に一致するように球面ミラー82を配置し（ステップ2016）、計測オフセットOfs - Ofs（Odd）を用いながら露光光学系の光学特性を計測する。

【0088】

なお、実施例2では、2次元画像検出素子204において、照明光学系18の有効光源の像と、投影光学系30の開口絞り32の像とを検出することができる。従って、露光光学系のテレセン度を測定し、かかる測定結果に基づいて、テレセン度を調整することも可能である。

10

【0089】

詳細には、まず、光学ユニット100Aをレチクルステージ25に載置し、球面ミラー82を所定の位置に配置する。次いで、照明光学系18において、 $M = 1$ 以上に設定し、2次元画像検出素子204で検出される投影光学系30の開口絞り32の像から内径中心を求める。更に、照明光学系18において、 M を所定の条件に設定し、2次元画像検出素子204で検出される照明光学系18の有効光源の像から光量分布の強度重心を求める。次に、開口絞り32の像の内径中心と、有効光源の像の光量分布の強度重心との差を求める。かかる差分の値を、投影光学系30の軸上及び軸外の複数の位置において求める。そして、かかる差分の値が最小となるように、照明光学系18の図示しないテレセン度調整機構を介して、テレセン度を調整する。なお、投影光学系30の軸上及び軸外の開口絞り32の内径を求めることで、NAの大きさ、NAの歪み、軸上と軸外とのNA差などを求めることもできる。

20

【実施例3】

【0090】

図13は、照明光学系18及び投影光学系30の全体（露光光学系）の光学特性の計測に専用化した偏光状態測定手段である観察光学系200Aの構成を示す概略断面図である。観察光学系200Aを用いる場合には、光学ユニット100Aを用いることなく、投影光学系30の光学特性を計測することができる。

【0091】

観察光学系200Aは、観察光学系200と比較して、検出（観察）用の光源205と、折り曲げミラー206と、ハーフミラー207とを更に有する。光源205から射出された光束は、折り曲げミラー206で反射される。折り曲げミラー206で反射された光束は、ハーフミラー207及び折り曲げミラー206で更に反射され、対物レンズ201に入射する。

30

【0092】

光源205から射出した光束は、略平行光束として対物レンズ201に入射し、C面（レチクル20の厚さを考慮した光学的にレチクル20のパターン面に相当する位置）に集光する。図示されていないがC面にはピンホールが構成されている。このピンホールはレチクル面上にパターンニングされたもの、または開口を持った金属板でもよい。C面を通過した光束は、投影光学系30を介して、ウェハステージ45上の球面ミラー82に達し、球面ミラー82で反射される。なお、球面ミラー82で反射された光束がC面に戻ってくるまでの説明は、実施例2（図8）と同様であるため省略する。

40

【0093】

C面に戻ってきた光束は、フーリエ変換レンズである対物レンズ201を通過し、G面に配置されている2次元画像検出素子204に、投影光学系30の瞳面Hに位置する開口絞り32の像を形成する。G面は、像面であるC面に対して瞳面となっている。なお、光束がハーフミラー207を透過する以外は、実施例1と同様であるため、詳細な説明は省略する。

【0094】

実施例3において、投影光学系30の光学特性とは、投影光学系30の瞳透過率分布の

50

情報、及び、瞳透過率分布の偏光特性（位相情報及び振幅情報）である。更に、実施例 2 と同様に、投影光学系 30 の軸上及び軸外の開口絞り 32 の内径を求めることで、NA の大きさ、NA の歪み、軸上と軸外との NA 差などを求めることもできる。

【0095】

図 14 は、実施例 3 での計測オフセットを測定する際の露光装置 1 の構成を示す概略断面図である。計測オフセットを測定する際には、実施例 2（図 9）と同様に、球面ミラー 76 を C 面に配置する。実施例 3 では、偏光解消素子 72 及び照度分布均一化素子 74 を、観察光学系 200A に配置している。偏光解消素子 72 及び照度分布均一化素子 74 は、観察光学系 200A の計測光路（C 面から戻ってきた光束が通過する航路）以外に配置する。なお、計測オフセットの測定の説明は、実施例 2（図 9）と同様であるため省略する。

10

【0096】

実施例 3 でも、図 11 を参照して実施例 2 で説明したように、平面ミラー 84 を用いて、計測オフセットの経時変化を校正することができる。

【実施例 4】

【0097】

図 15 は、照明光学系 18 及び投影光学系 30 の全体（露光光学系）の光学特性の計測に専用化した光学ユニット 100B の構成を示す概略断面図である。光学ユニット 100B は、図 2 に示す光学ユニット 100 と比較して、光学素子の構成が異なる。光学ユニット 100B は、観察光学系 200A に専用化した構成を有する。具体的には、光学ユニット 100B は、リレー光学系 104 を有さず、フーリエ変換レンズ 106 を更に有する。

20

【0098】

図 15 を参照するに、照明光学系 18 からの照明光は、ピンホール 101 を照明する。ピンホール 101 を通過した光束は、フーリエ変換レンズ 102 を介して、略平行光束となる。フーリエ変換レンズ 102 を通過した光束は、折り曲げミラー 103a で反射（偏向）され、D 面に照明光学系 18 の有効光源分布の像を形成する。D 面は、像面である C 面に対して瞳面となっている。

【0099】

D 面に形成された有効光源分布の像は、折り曲げミラー 103b で反射（偏向）され、フーリエ変換レンズ 106 によって、E 面に集光する。なお、E 面以降の説明については、実施例 3（図 13）と同様であるため省略する。また、計測オフセットの測定の説明は、実施例 1（図 6）と同様であるため省略する。

30

【実施例 5】

【0100】

照明光学系 18 では、2 次光源である最終ハエの目レンズより後段の光学系の光学特性が、パターン転写の像性能に大きく影響する。

【0101】

図 16 を参照して、照明光学系 18 及び投影光学系 30 の全体（露光光学系）の光学特性に専用化した観察光学系 200A を用いた照明光学系 18 の光学特性の計測について説明する。実施例 5 は、実施例 4 と比較して、観察光学系 200A の検出（観察）用の光源 205 を用いる点異なる。ここで、図 16 は、照明光学系 18 及び投影光学系 30 の全体（露光光学系）の光学特性に専用化した光学ユニット 100B 及び観察光学系 200A を有する露光装置 1 の構成を示す概略断面図である。

40

【0102】

図 16 を参照するに、観察光学系 200A の光源 205 を射出した光束は、観察光学系 200A から光学ユニット 100B に入射し、ピンホール 101 を（図 16 では下方から）照明する。ピンホール 101 を通過した光束は、照明光学系 18 のマスキング光学系（後群）18a に入光する。

【0103】

マスキング光学系（後群）18a から射出した光束は、折り曲げミラー 18b で反射（

50

偏向)され、マスキング光学系(前群)18cに入射する。マスキング光学系(前群)18を通過した光束は、マスキングブレード16の開口部を抜けて、コリメータ光学系18dに入射する。

【0104】

ここで、照明光学系18における光学的な共役面について説明する。

【0105】

L面は、C面(レチクル20の厚さを考慮した光学的にレチクル20のパターン面に相当する位置)の瞳面となっている。また、L面とN面とは光学的に共役な面となっている。N面は、ハエの目レンズ18fの射出面に一致している。M面は、C面(レチクル20の厚さを考慮した光学的にレチクル20のパターン面に相当する位置)と光学的に共役な面である。マスキングブレード16は、M面に配置されている。

10

【0106】

コリメータ光学系18dから射出した光は、ハエの目レンズ18fの射出面(N面)近傍に配置された平面ミラー18eで反射され、往路と同じ復路を通過して、ピンホール101に戻り集光する。

【0107】

ピンホール101に戻った光束は、光学ユニット100Bを介して、観察光学系200Aに戻り、2次元画像検出素子204に照明光学系18の瞳面L(N面も共役)の像を形成する。G面は、E面に対して瞳面となっている。

【0108】

20

図16に示す構成を用いれば、実施例2(図8)及び実施例3(図13)の投影光学系30と同様に、照明光学系18の瞳透過率分布の情報、及び、瞳透過率分布の偏光特性(位相情報、振幅情報)を計測することができる。

【0109】

更に、照明光学系18が図示しない開口絞りを有する場合は、照明光学系18の軸上及び軸外の開口絞りの像の内径を求めることで、開口絞りのNA(大きさ)、NAの歪み、軸上と軸外とのNA差などを求めることができる。

【0110】

なお、平面ミラー18eの配置されている位置には、通常、照明装置10の有効光源分布の形状を変化させる開口絞りなどがターレットに配置されている。

30

従って、ターレットの1つに平面ミラー18eを配置しておけば、実施例5の計測を自動的に行うことが可能となる。

【0111】

図17は、実施例5での計測オフセットを測定する際の露光装置1の構成を示す概略断面図である。

【0112】

実施例2(図9)と同様に、球面ミラー76をC面に配置する。但し、実施例5では、図17に示すように、球面ミラー76を上下逆向きに配置する。また、偏光解消素子72及び照度分布均一化素子74は、実施例3(図14)と同様に、観察光学系200Aに配置する。計測オフセットの測定の説明は、実施例2(図9)、及び、実施例3(図14)と同様であるため省略する。

40

【実施例6】

【0113】

実施例6では、照明装置10に光学素子の劣化が生じた場合に、劣化した光学素子だけを部分的に交換することについて説明する。なお、投影光学系30は、部分的に光学素子を交換すると結像性能が変化してしまうため、一般的に、投影光学系30の全体を交換する。

【0114】

図18及び図19は、照明光学系18の光学特性を、部分的に分けて計測することを説明するための図である。図18は、マスキング光学系(前群)18c、折り曲げミラー1

50

8 b 及びマスキング光学系（後群）1 8 a の瞳透過率分布の情報、及び、瞳透過率分布の偏光特性（位相情報、振幅情報）を計測する場合を示している。図 1 8 は、図 1 6 と比較して、球面ミラー 1 9 を、C 面（レチクル 2 0 の厚さを考慮した光学的にレチクル 2 0 のパターン面に相当する位置）と光学的に共役な M 面に配置している点が異なる。

【0 1 1 5】

図 1 8 では、光学特性の非対称成分の劣化は、折り曲げミラー 1 8 b によるものと判断する。また、光学特性の対称成分の劣化はマスキング光学系（前群）1 8 c 及びマスキング光学系（後群）1 8 a によるものと判断する。このような判断に基づいて、交換する（即ち、劣化した）光学素子（部位）を決定する。

【0 1 1 6】

図 1 9 は、折り曲げミラー 1 8 b 及びマスキング光学系（後群）1 8 a の瞳透過率分布の情報、及び、瞳透過率分布の偏光特性（位相情報、振幅情報）を計測する場合を示している。図 1 9 は、図 1 6 と比較して、平面ミラー 1 8 e を、C 面（レチクル 2 0 の厚さを考慮した光学的にレチクル 2 0 のパターン面に相当する位置）の瞳面である L 面に配置している点が異なる。

【0 1 1 7】

図 1 9 では、光学特性の非対称成分の劣化は、折り曲げミラー 1 8 b によるものと判断する。また、光学特性の対称成分の劣化は、マスキング光学系（後群）1 8 a によるものと判断する。このような判断に基づいて、交換する（即ち、劣化した）光学素子（部位）を決定する。

【0 1 1 8】

実施例 6（即ち、図 1 8 及び図 1 9 に示した計測）を実施例 5（図 1 6 に示した計測）と合せて実施すれば、ハエの目レンズ 1 8 f より後段の光学系のどの部分を交換すればよいか判断することが可能となる。ここで、ハエの目レンズ 1 8 f より後段の光学系とは、コリメータ光学系 1 8 d、マスキング光学系（前群）1 8 c、折り曲げミラー 1 8 b、マスキング光学系（後群）1 8 a である。

【実施例 7】

【0 1 1 9】

実施例 7 では、光学素子を保持する際の応力歪みに起因する複屈折の変化を抑えることができる光学ユニット 1 0 0 C について説明する。図 2 0 は、光学ユニット 1 0 0 C の構成を示す概略断面図である。

【0 1 2 0】

実施例 7（図 2 0）の光学ユニット 1 0 0 C は、実施例 1（図 2）の光学ユニット 1 0 0 に改良を加えたものである。光学ユニット 1 0 0 C は、フーリエ変換レンズ 1 0 2 及びリレー光学系 1 0 4 の光軸が位置する P 面を、レチクル上面（A 面）とレチクル下面（B 面）の略中間としていることを特徴とする。更に、光学ユニット 1 0 0 C は、フーリエ変換レンズ 1 0 2 及びリレー光学系 1 0 4 のレンズ径が最大となるように配置していることを特徴とする。

【0 1 2 1】

本発明者は、図示しない保持機構による応力複屈折の影響は、レンズの接触位置からレンズ外形の約 1 0 % の領域に及ぶことを発見した。

【0 1 2 2】

図 2 0 において、フーリエ変換レンズ 1 0 2 及びリレー光学系 1 0 4 は、少なくとも 1 0 mm のレンズ径を確保することができるため、応力複屈折の影響が発生する領域は、外径から片側 2 mm 程度と考えれば十分である。従って、図 2 0 において、レンズ中の光線の通る径を、レンズ外形の半分以下（6 mm 以下）にまで小さくすれば、光束（透過光束）が応力複屈折の影響を受けることはない。

【0 1 2 3】

そこで、図 2 1 に示すような、表面にピンホール 1 0 1 が形成された内面反射型ミラー 1 0 9 を使用する。内面反射型ミラー 1 0 9 は、4 5 度に傾いた面の内面で光束を全反射

10

20

30

40

50

する。内面反射型ミラー 109 は、射出面にクロムが蒸着され、エッチングによってピンホール 101 が形成されている。従って、内面反射型ミラー 109 は、ミラーとピンホールの 2 つの機能を有する。ここで、図 21 は、内面反射型ミラー 109 の構成を示す概略斜視図である。

【0124】

実施例 7 (図 20) では、内面反射型ミラー 109 の入射面を C 面 (レチクル 20 の厚さを考慮した光学的にレチクル 20 のパターン面に相当する位置) 近傍に配置している。更に、内面反射型ミラー 109 に形成されたピンホール 101 の位置を C 面からデフォーカスした位置である K 面としている。これにより、ピンホール 101 の位置である K 面を、フーリエ変換レンズ 102 に極力近づけることが可能となり、レンズ径の拡大を防止することができる。勿論、ピンホール 101 と内面反射型ミラー 109 とを別体として構成しても何ら問題はない。

10

【実施例 8】

【0125】

実施例 8 では、例えば、ミューラー行列から偏光状態を求めるなど、偏光光学特性を高精度に計測する場合について説明する。図 22 は、偏光光学特性を高精度に計測する場合の露光装置 1 の構成を示す概略断面図である。

【0126】

偏光光学特性を高精度に計測する場合には、図 22 に示すように、観察光学系 200A の光路中に偏光制御素子 280 を配置し、検出 (観察) する光束の偏光状態を切り替えて計測することが好ましい。

20

【0127】

偏光制御素子 280 は、 $\lambda/2$ 波長板と $\lambda/4$ 波長板の 2 つの波長板から構成される。偏光制御素子 280 は、2 つの波長板の各々を回転することができるように構成する。偏光制御素子 280 は、回転角度を変えることにより、光束の偏光状態を直線偏光 (X 方向)、直線偏光 (Y 方向)、直線偏光 (45 度方向)、円偏光の 4 つの偏光状態にする。

【0128】

このような 4 つの偏光状態の光束の各々に対して、更に、位相子 240 の回転などによって独立な 3 つ以上の偏光状態を付与し、2 次元画像検出素子 204 で光強度分布を検出する。これにより、投影光学系 30 の偏光光学特性を表すミューラー行列を求めることが可能となる。

30

【0129】

更に、偏光制御素子 280 に偏光解消素子を構成し、光束の偏光状態を無偏光 (ランダム偏光) を含めた 5 つの状態として計測を行ってもよい。但し、偏光解消素子は、光路中に挿脱可能に構成することが必要となる。

【実施例 9】

【0130】

実施例 9 では、光学ユニット 100 と露光装置 1 の露光領域における像高との関係について説明する。図 23 及び図 24 は、光学ユニット 100 を示す概略上面図である。なお、光学ユニット 100A 乃至 100C の場合も同様であるため、光学ユニット 100 を例に説明する。

40

【0131】

光学ユニット 100 は、図 23 及び図 24 に示すように、複数のユニット光学系 100a 乃至 100e を構成している。ユニット光学系 100a 乃至 100e は、例えば、ピンホール 101、フーリエ変換レンズ 102、リレー光学系 104 などの光学ユニット 100 の内部に構成される光学系を示すものである。

【0132】

図 23 及び図 24 において、「IN 側」と示した黒丸は、図 2 における照明光学系 18 からの光束が入射する入射側を示し、「OUT 側」と示した 2 重丸は、図 2 における観察光学系 200 で検出 (観察) を行う検出側を示している。

50

【 0 1 3 3 】

図 2 3 は、露光装置 1 がスキャナーである場合を示しており、露光領域を E X A で示した。露光領域 E X A 内の軸上の位置にユニット光学系 1 0 0 c を配置し、等間隔にユニット光学系 1 0 0 a、1 0 0 b、1 0 0 d 及び 1 0 0 e を 5 つの像高（像高 I P 1 乃至 I P 5）に配置する。例えば、ユニット光学系 1 0 0 a の像高 I P 1 での光学特性を計測する場合は、観察光学系 2 0 0 を X 方向に移動して、ユニット光学系 1 0 0 a の「O U T 側」と示した 2 重丸の位置を検出する。

【 0 1 3 4 】

図 2 4 は、露光装置 1 がステッパーである場合を示しており、露光領域を E X A ' で示した。露光領域 E X A ' 内で、Y 方向に計測位置を変えたい場合は、光学ユニット 1 0 0 が載置されたレチクルステージ 2 5 を Y 方向に駆動し、観察光学系 2 0 0 を X 方向に移動する。そして、ユニット光学系 1 0 0 a の「O U T 側」と示した 2 重丸の位置を検出する。

【 0 1 3 5 】

また、像高 I P 1 乃至像高 I P 5 に配置されたユニット光学系 1 0 0 a 乃至 1 0 0 e をカートリッジ式とし、光学ユニット 1 0 0 内の各像高位置で詰め換え可能な構成としてもよい。このようなカートリッジ構成とすることで、ユニット光学系 1 0 0 a 乃至 1 0 0 e の計測の相対誤差をなくすることができる。例えば、軸上である像高 I P 3 に配置されたユニット光学系 1 0 0 c を像高 I P 1 乃至像高 I P 5 に付け替えて、全像高を同一のユニット光学系 1 0 0 c で計測すればよい。

また、像高 I P 1 をユニット光学系 1 0 0 a で計測した結果と、像高 I P 1 をユニット光学系 1 0 0 c で計測した結果を比較する。このような比較を像高 I P 2、像高 I P 4 及び像高 I P 5 に対しても同様に行い、各像高に対して、ユニット光学系 1 0 0 c を基準とした計測差を制御部 6 0 のメモリーに記憶する。そして、例えば、像高 I P 1 をユニット光学系 1 0 0 a で計測した結果から、ユニット光学系 1 0 0 c を基準とした計測差をオフセットとして差し引く。これにより、全像高を同一のユニット光学系 1 0 0 c で計測した場合と同等の効果をを得ることが可能となる。

【実施例 1 0】

【 0 1 3 6 】

実施例 1 0 では、照明光学系 1 8 及び投影光学系 3 0 の全体（露光光学系）の結像性能の最適化について説明する。図 2 5 は、露光光学系の結像性能の最適化を説明するためのフローチャートである。なお、照明光学系 1 8 の光学特性を計測するための光学ユニット 1 0 0（又は 1 0 0 B、1 0 0 C）、及び、投影光学系 3 0 の光学特性を測定するための光学ユニット 1 0 0 A は、レチクルストッカー 5 0 に予め収納されているものとする。

【 0 1 3 7 】

図 2 5 を参照するに、まず、照明光学系 1 8 の光学特性を計測するための光学ユニット 1 0 0 をレチクルステージ 2 5 に載置し（ステップ 3 0 0 2）、レチクルステージ 2 5 及び観察光学系 2 0 0 を測定位置に移動させる（ステップ 3 0 0 4）。

【 0 1 3 8 】

次いで、パターン転写（露光時）を行う際の J O B に設定される照明条件を設定し（ステップ 3 0 0 6）、照明光学系 1 8 の光学特性を計測する（ステップ 3 0 0 8）。ステップ 3 0 0 8 で計測した光学特性が良好であるかどうか判断し（ステップ 3 0 1 0）、良好でなければ、照明光学系 1 8 の光学特性を調整し（ステップ 3 0 1 2）、ステップ 3 0 0 8 に戻る。ステップ 3 0 0 8 で計測した光学特性が良好であれば、照明光学系 1 8 の有効光源特性 A を制御部 6 0 のメモリーに記憶する（ステップ 3 0 1 4）。

【 0 1 3 9 】

次に、投影光学系 3 0 の光学特性を測定するための照明条件（ $\gamma = 1$ 以上）を設定する（ステップ 3 0 1 6）。この状態において、照明光学系 1 8 の光学特性を計測し、計測値を J として制御部 6 0 のメモリーに記憶する（ステップ 3 0 1 8）。

【 0 1 4 0 】

次いで、光学ユニット 100 を搬出し、投影光学系 30 の光学特性を計測するための光学ユニット 100 A をレチクルステージ 25 に載置する（ステップ 3020）。また、レチクルステージ 25 及び観察光学系 200 を測定位置に移動させる（ステップ 3022）。この状態において、光学特性を計測し、計測値を K として制御部 60 のメモリーに記憶する（ステップ 3024）。

【0141】

次いで、計測値 J 及び計測値 K から投影光学系 30 の光学特性を算出する（ステップ 3026）。実施例 2 で説明したように、投影光学系 30 の光学特性は、露光光学系の計測値 K と、照明光学系 18 の光学特性である計測値 J を用いて、演算を行うことで求めることができる。

10

【0142】

ステップ 3026 で算出した投影光学系 30 の光学特性が良好であるかどうか判断し（ステップ 3028）、良好でなければ、投影光学系 30 の光学特性を調整し（ステップ 3030）、ステップ 3024 に戻る。ステップ 3026 で算出した投影光学系 30 の光学特性が良好であれば、投影光学系 30 の光学特性 B を制御部 60 のメモリーに記憶する（ステップ 3032）。

【0143】

次に、レチクル 20 のパターン情報、照明光学系 18 の有効光源特性 A、及び、投影光学系 30 の光学特性 B に基づいて、パターンの結像性能のシミュレーションを行う（ステップ 3034）。ステップ 3034 のシミュレーションによる結像性能が良好であるかどうか判断する（ステップ 3036）。かかる判断は、目標とする結像性能との比較によって行う。また、目標とする結像性能の比較は、CD 均一性や HV 差、OPE 計算などを含む。

20

【0144】

シミュレーションによる結像性能が良好でなければ、シミュレーションによって、照明光学系 18 の調整量及び投影光学系 30 の調整量を算出する（ステップ 3038）。更に、ステップ 3038 で算出した調整量に基づいて、照明光学系 18 及び投影光学系 30 を調整する（ステップ 3040）。なお、照明光学系 18 及び投影光学系 30 の調整は、投影光学系 30 の収差、開口数の調整、テレセン度の調整、有効光源分布の形状、強度の調整、及び、有効光源の偏光度の調整などを含む。これらを露光領域内の複数箇所に対して最適化する。

30

【0145】

シミュレーションによる結像性能が良好であれば、レチクルステージ 25 から投影光学系 30 の光学特性を計測するための光学ユニット 100 A を搬出する（ステップ 3042）。また、ステップ 3040 の照明光学系 18 及び投影光学系 30 の調整が終了した場合もステップ 3042 に進む。

【0146】

また、図 25 に示した露光光学系の結像性能の最適化は、照明光学系 18 の瞳位置と投影光学系 30 の瞳位置との相対位置をあわせることも可能である。図 26 は、照明光学系 18 の瞳位置と投影光学系 30 の瞳位置との相対位置をあわせるためのステップを含む露光光学系の結像性能の最適化を説明するためのフローチャートである。

40

【0147】

図 26 に示す最適化は、図 25 に示した最適化と比較して、ステップ 3032 とステップ 3036 との間に、ステップ 3102 乃至ステップ 3112 を加えている。以下、ステップ 3102 乃至ステップ 3112 について説明する。

【0148】

投影光学系 30 の光学特性 B を制御部 60 のメモリーに記憶したら（ステップ 3032）、照明光学系 18 において、パターン転写（露光時）を行う際の JOB に設定される照明条件を設定する（ステップ 3102）。

【0149】

50

次に、投影光学系 30 の開口絞り 32 の像から求められる投影光学系 30 の瞳中心位置と、照明光学系 18 の有効光源強度分布から求められる照明光学系 18 の有効光源中心（瞳中心位置）との相対位置を測定する（ステップ 3104）。

【0150】

照明光学系 18 の瞳中心位置と投影光学系 30 の瞳中心位置との相対位置が良好でなければ、照明光学系 18 の有効光源位置を調整し（ステップ 3108）、ステップ 3104 に戻る。このとき、照明光学系 18 の有効光源位置の調整は、軸上及び軸外の複数点に対して合致誤差を振り分ける最適化が行われるものとする。

【0151】

照明光学系 18 の瞳中心位置と投影光学系 30 の瞳中心位置との相対位置が良好であれば、投影光学系 30 の開口中心と、照明光学系 18 の有効光源中心の相対位置情報を C として、制御部 60 のメモリーに記憶する（ステップ 3110）。

10

【0152】

次に、レチクル 20 のパターン情報、照明光学系 18 の有効光源特性 A、投影光学系 30 の光学特性 B、及び、相対位置情報 C に基づいて、パターンの結像性能のシミュレーションを行う（ステップ 3112）。ステップ 3112 のシミュレーションによる結像性能が良好であるかどうか判断するステップ（ステップ 3036）以降は同じである。

【実施例 11】

【0153】

実施例 11 では、照明光学系 18 の光学特性は光学ユニットを用いて計測し、投影光学系 30 の光学特性は光学ユニットを用いないで計測する場合について説明する。実施例 11 では、光学ユニットを 1 つだけしか用いないため、計測時間の短縮を図ることができる。図 27 は、実施例 11 での露光光学系の結像性能の最適化を説明するためのフローチャートである。図 28 及び図 29 は、実施例 11 で用いられる、即ち、図 27 に示す露光光学系の結像性能の最適化に用いられる光学ユニット 100D を示す概略上面図である。

20

【0154】

図 27 に示す最適化は、図 25 に示した最適化と比較して、ステップ 3014 とステップ 3206（投影光学系 30 の光学特性の計測）との間で、投影光学系 30 の光学特性を計測するための光学ユニット 100A を用いていない点が異なる。

【0155】

30

また、ステップ 3002 において、レチクルステージ 25 に載置される光学ユニットは、図 28 及び図 29 に示す光学ユニット 100D である。

【0156】

光学ユニット 100D は、図 23 及び図 24 に示した光学ユニット 100 と比較して、素通しの開口部 130 を更に有する。光学ユニット 100D を用いて照明光学系 18 の光学特性を計測する場合は、図 23 に示すように、露光装置 1 の露光領域 EXA を「IN 側」を示す黒丸に合致させ、観察光学系 200A を「OUT 側」を示す 2 重丸に合致させる。かかる状態で、照明光学系 18 の光学特性を計測する（ステップ 3008）。

【0157】

実施例 11 では、投影光学系 30 の光学特性の計測を実施例 3（図 13）に示した構成で行う。そこで、観察光学系 200A の検出（観察）光の照明条件を、投影光学系 30 の光学特性を計測するための照明条件（ ≥ 1 以上）に設定する（ステップ 3202）。

40

【0158】

次に、光学ユニット 100D をレチクルステージ 25 に載置したままの状態で、投影光学系 30 の光学特性を計測するために、レチクルステージ 25 を移動させる（ステップ 3204）。具体的には、図 29 に示すように、露光装置 1 の露光領域 EXA を開口部 130 に合致させる。この状態で、観察光学系 200A を「OUT 側」を示す 2 重丸に合致させ、投影光学系 30 の光学特性を計測する（ステップ 3206）。投影光学系 30 の光学特性が良好であるかどうか判断するステップ（ステップ 3028）以降は同じである。

【0159】

50

なお、実施例 1 乃至 11 では、観察光学系 200 は、露光装置 1 に備え付けられていたが、光学ユニット 100 に構成することができれば、光学ユニット 100 に備え付けられていてもよい。この場合、光学ユニット 100 に計測用の電源を内蔵し、計測結果を光学ユニット 100 に構成されたメモリーに記憶したり、ワイヤレスで制御部 60 に送信したりする構成としてもよい。

【0160】

また、実施例 1 乃至 11 では、無偏光（ランダム偏光）の光を用いて計測オフセットを計測したが、特定（既知）の偏光状態の光をあわせて用いてもよい。例えば、図 6 又は図 17 に示した偏光解消素子 72 に加え、位相子も同じ場所に入れ替え可能な構成とする。かかる構成によって、挿入する位相子の種類、回転角度を変えることにより、光の偏光状態を直線偏光（X 方向）、直線偏光（Y 方向）、直線偏光（45 度方向）、円偏光の 4 つの偏光状態にすることができる。そして、無偏光（ランダム偏光）の状態とあせた 5 つの状態、計測オフセットの計測を行うものである。これにより、計測オフセットをより高精度に求めることが可能となる。なお、挿入する位相子は、 $\lambda/2$ 波長板と $\lambda/4$ 波長板の 2 つの波長板から構成し、各々が回転可能な構成であるとよい。

10

【0161】

また、観察光学系 200A に、干渉計の機能を付加することで、投影光学系 30 の波面収差、及び、偏光波面収差の情報も計測することが可能となる。

【0162】

以上、説明したように、レチクル 20 と同形状の光学ユニット 100 乃至 100D を使用すれば、露光装置 1 に新たなスペースを必要とせず、観察光学系 20 を介して、照明光学系及び/又は投影光学系の光学特性を計測することができる。なお、高 NA の露光装置の光学特性、投影光学系のウェハ側がウェット（液浸）又はドライに関わらず、高精度に偏光状態を計測することができる。

20

【0163】

また、露光光学系を構成する照明光学系と投影光学系の各々の光学特性を調整することが可能であるだけでなく、照明光学系と投影光学系をあわせた状態での光学特性の計測及び調整が可能となる。

【0164】

また、照明光学系の劣化した（即ち、交換が必要な）光学素子を正確に特定することができる。

30

【0165】

また、露光装置 1 において、計測した照明光学系 18 の光学特性と投影光学系 30 の光学特性を用いた結像性能のシミュレーションを行うことが可能であり、照明光学系と投影光学系の調整状態を最適な状態に設定することができる。

【0166】

露光において、光源部 12 から発せられた光束は、照明光学系 18 によりレチクル 20 を、例えば、ケーラー照明する。レチクル 20 を通過してレチクルパターンを反映する光は投影光学系 30 によりウェハ 40 に結像される。露光装置 1 は、上述したように、照明光学系 18 及び投影光学系 30 の光学特性を最適な状態に設定することができる。また、露光装置 1 は、偏光状態を高精度に計測することが可能である。従って、かかる計測結果を照明光学系にフィードバックして偏光状態を補正するなどして所望の偏光状態を再現性よく形成することができる。これにより、露光装置 1 は、高いスループットで経済性よく従来よりも高品位なデバイス（半導体素子、LCD 素子、撮像素子（CCD など）、薄膜磁気ヘッドなど）を提供することができる。

40

【実施例 12】

【0167】

次に、図 30 及び図 31 を参照して、上述の露光装置 1 を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図 30 は、デバイス（IC や LSI などの半導体チップ、LCD、CCD 等）の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造

50

を例に説明する。ステップ 1 (回路設計) では、デバイスの回路設計を行う。ステップ 2 (レチクル製作) では、設計した回路パターンを形成したレチクルを製作する。ステップ 3 (ウェハ製造) では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ 4 (ウェハプロセス) は、前工程と呼ばれ、レチクルとウェハを用いてリソグラフィ技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ 5 (組み立て) は、後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する行程であり、アッセンブリ工程 (ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程 (チップ封入) 等の工程を含む。ステップ 6 (検査) では、ステップ 5 で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷 (ステップ 7) される。

10

【0168】

図 31 は、ステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ 11 (酸化) では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ 12 (CVD) では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ 13 (電極形成) では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ 14 (イオン打ち込み) では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ 15 (レジスト処理) では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ 16 (露光) では、露光装置 1 によってレチクルの回路パターンをウェハに露光する。ステップ 17 (現像) では、露光したウェハを現像する。ステップ 18 (エッチング) では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ 19 (レジスト剥離) では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置 1 を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

20

【0169】

最後に、上記説明の計測 NA は 0.85 以上である事が望ましい。偏光計測が必要な偏光照明は NA 0.85 以上の露光方法で効果的に用いられるためである。

【0170】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

30

【0171】

【図 1】本発明の一側面としての露光装置の構成を示す概略断面図である。

【図 2】図 1 に示す光学ユニットが、レチクルステージに載置された状態を示す部分断面図である。

【図 3】図 2 に示す位相子の構成の一例を示す概略平面図である。

【図 4】図 2 に示す位相子の構成の一例を示す概略平面図である。

【図 5】図 1 に示す観察光学系の構成の一例を示す概略断面図である。

【図 6】実施例 1 での計測オフセットを測定する際の露光装置の構成を示す概略断面図である。

【図 7】実施例 1 での計測オフセットの測定について説明するためのフローチャートである。

40

【図 8】露光光学系の光学特性の計測に用いられる光学ユニットをレチクルステージに載置した状態の露光装置を示す概略断面図である。

【図 9】実施例 2 での計測オフセットを測定する際の露光装置の構成を示す概略断面図である。

【図 10】実施例 2 での計測オフセットの測定について説明するためのフローチャートである。

【図 11】平面ミラーによって計測オフセットの経時変化を分離する際の露光装置の構成を示す概略断面図である。

【図 12】計測オフセットの経時変化の校正を説明するためのフローチャートである。

50

【図 1 3】露光光学系の光学特性の計測に専用化した観察光学系の構成を示す概略断面図である。

【図 1 4】実施例 3 での計測オフセットを測定する際の露光装置の構成を示す概略断面図である。

【図 1 5】露光光学系の光学特性の計測に専用化した光学ユニットの構成を示す概略断面図である。

【図 1 6】露光光学系の光学特性に専用化した光学ユニット及び観察光学系を有する露光装置の構成を示す概略断面図である。

【図 1 7】実施例 5 での計測オフセットを測定する際の露光装置の構成を示す概略断面図である。

10

【図 1 8】照明光学系の光学特性を、部分的に分けて計測することを説明するための図である。

【図 1 9】照明光学系の光学特性を、部分的に分けて計測することを説明するための図である。

【図 2 0】光学素子を保持する際の応力歪みに起因する複屈折の変化を抑えることができる光学ユニットの構成を示す概略断面図である。

【図 2 1】図 2 0 に示す内面反射型ミラーの構成を示す概略斜視図である。

【図 2 2】偏光光学特性を高精度に計測する場合の露光装置の構成を示す概略断面図である。

【図 2 3】露光装置がスキャナーである場合の光学ユニットを示す概略上面図である。

20

【図 2 4】露光装置がステッパーである場合の光学ユニットを示す概略上面図である。

【図 2 5】露光光学系の結像性能の最適化を説明するためのフローチャートである。

【図 2 6】露光光学系の結像性能の最適化を説明するためのフローチャートである。

【図 2 7】実施例 1 1 での露光光学系の結像性能の最適化を説明するためのフローチャートである。

【図 2 8】実施例 1 1 で用いられる光学ユニットを示す概略上面図である。

【図 2 9】実施例 1 1 で用いられる光学ユニットを示す概略上面図である。

【図 3 0】デバイスの製造を説明するためのフローチャートである。

【図 3 1】図 3 0 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

30

【符号の説明】

【 0 1 7 2 】

1	露光装置
1 8	照明光学系
2 0	レチクル
2 5	レチクルステージ
4 0	ウェハ
4 5	ウェハステージ
6 0	制御部
7 2	偏光解消素子
7 4	照度分布均一化素子
7 6	球面ミラー
8 2	球面ミラー
8 4	平面ミラー
1 0 0	光学ユニット
1 0 1	ピンホール
1 0 2	フーリエ変換レンズ
1 0 3 a 及び 1 0 3 b	折り曲げミラー
1 0 4	リレー光学系
1 0 0 A	光学ユニット
1 0 5	ハーフミラー

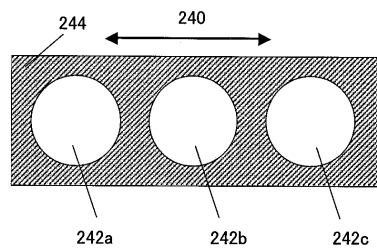
40

50

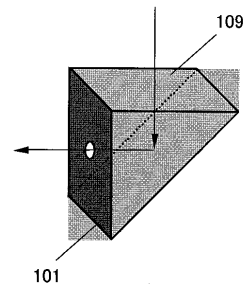
1 0 0 B	光学ユニット
1 0 6	フーリエ変換レンズ
1 0 0 C	光学ユニット
1 0 9	内面反射型ミラー
1 0 0 D	光学ユニット
1 3 0	開口部
2 0 0	観察光学系
2 0 1	対物レンズ
2 0 2	折り曲げミラー
2 0 3	レンズ
2 0 4	2次元画像検出素子（光検出器）
2 0 5	偏光解消素子
2 4 0	位相子
2 6 0	偏光素子
2 0 0 A	観察光学系
2 0 5	光源
2 0 6	折り曲げミラー
2 0 7	ハーフミラー

10

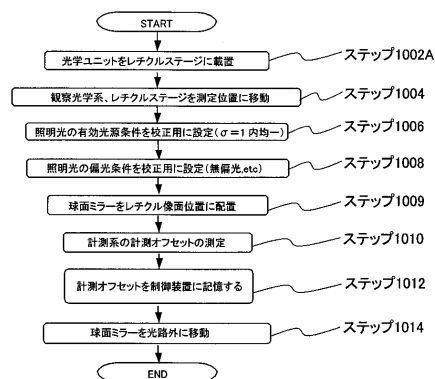
【図 3】



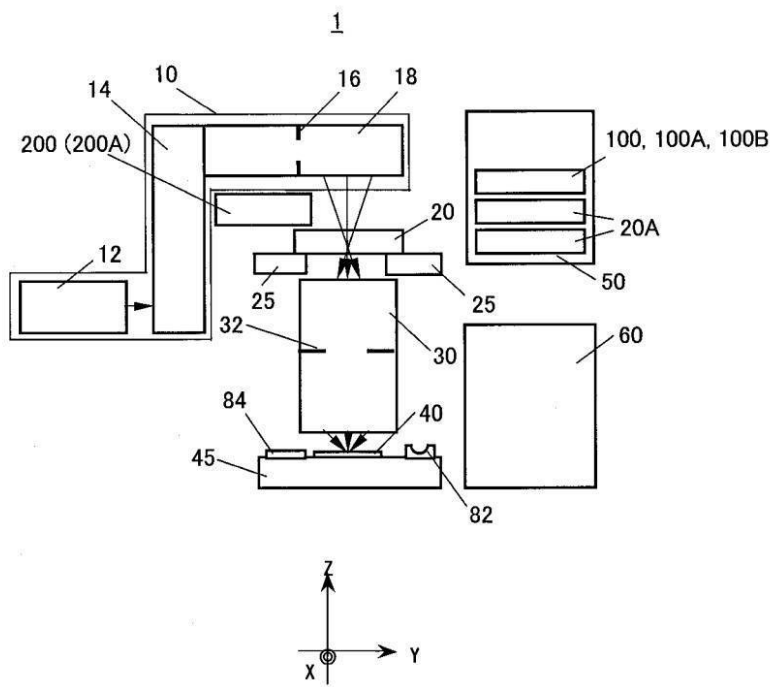
【図 2 1】



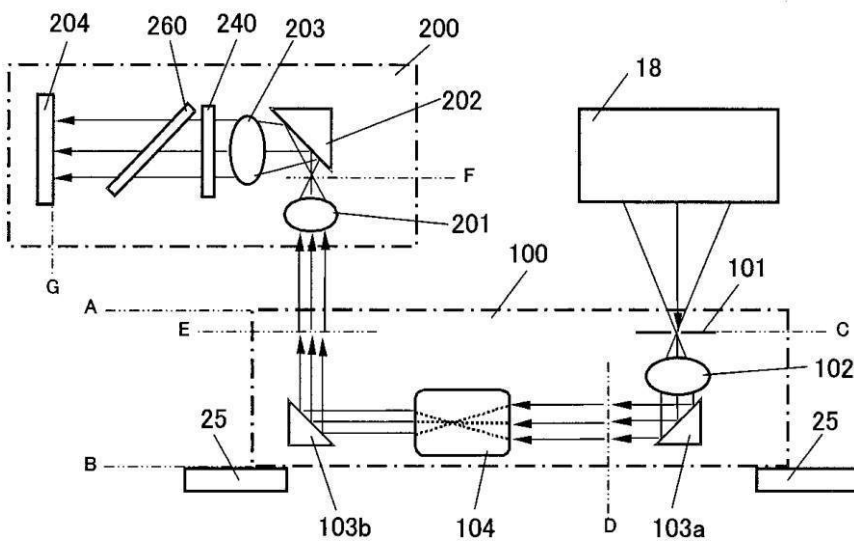
【図 1 0】



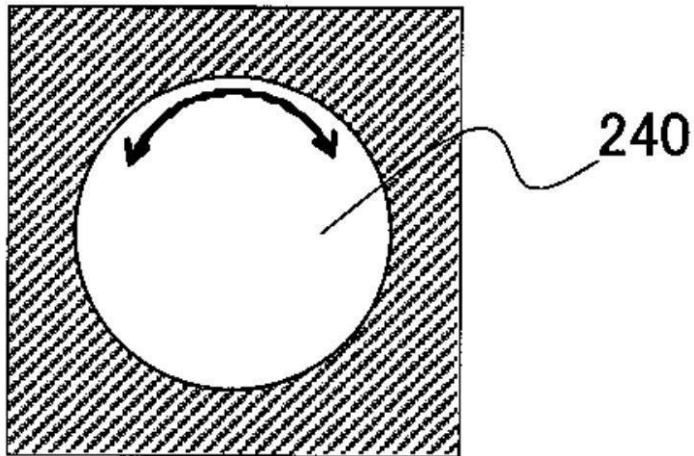
【図 1】



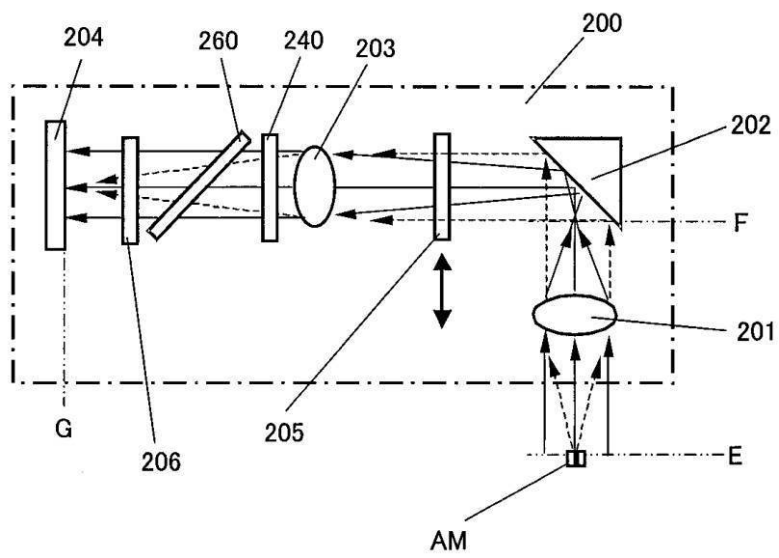
【図 2】



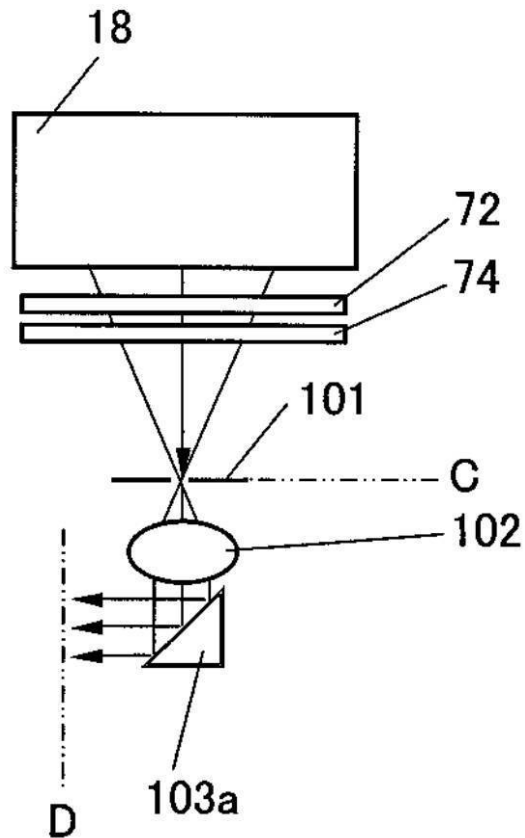
【図4】



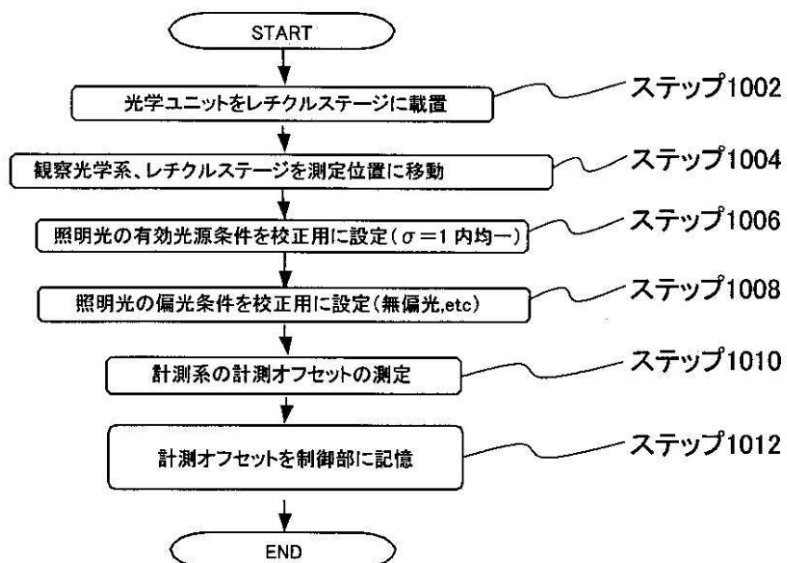
【図5】



【図6】

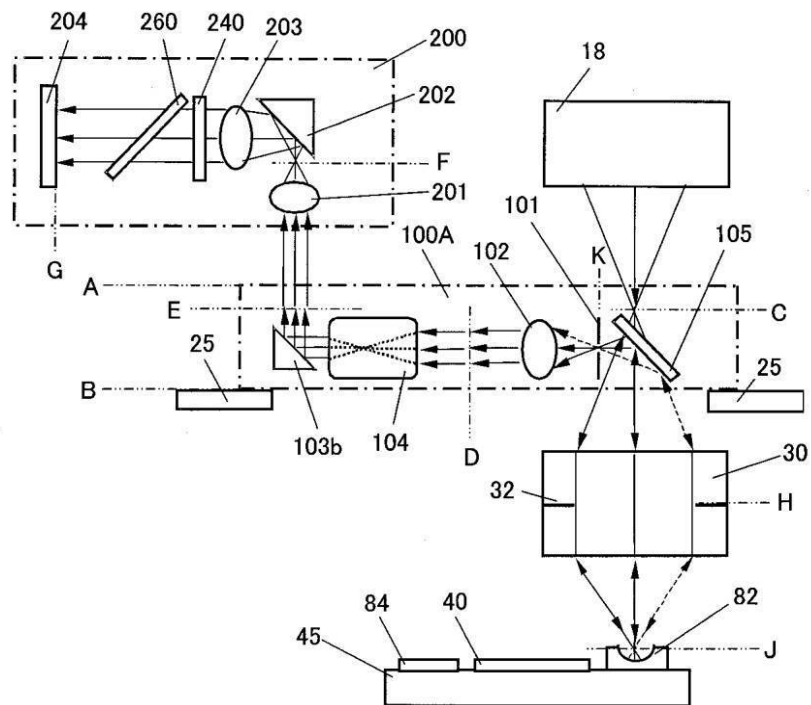


【図7】

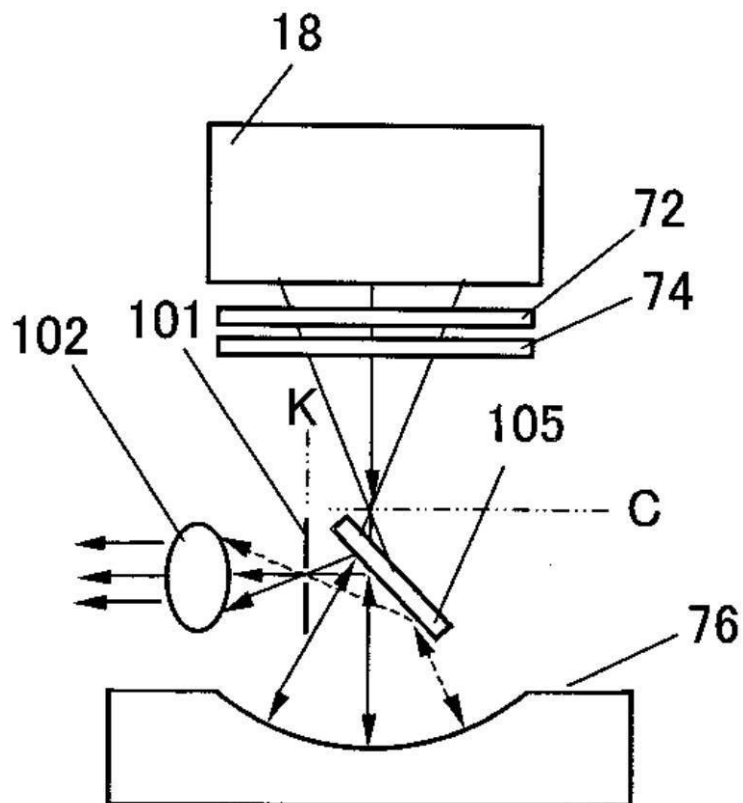


【図 8】

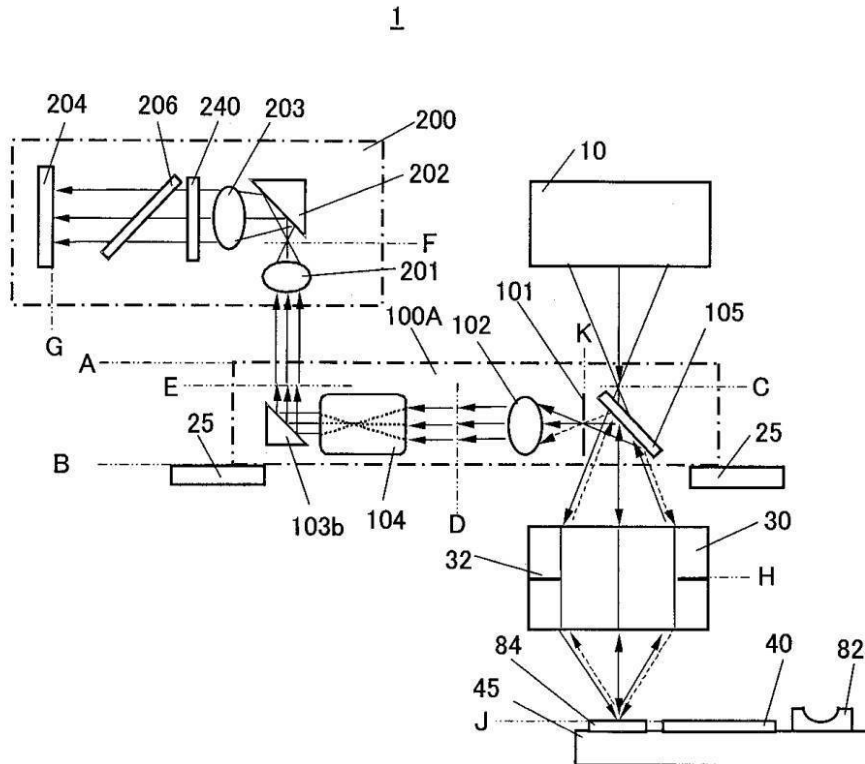
1



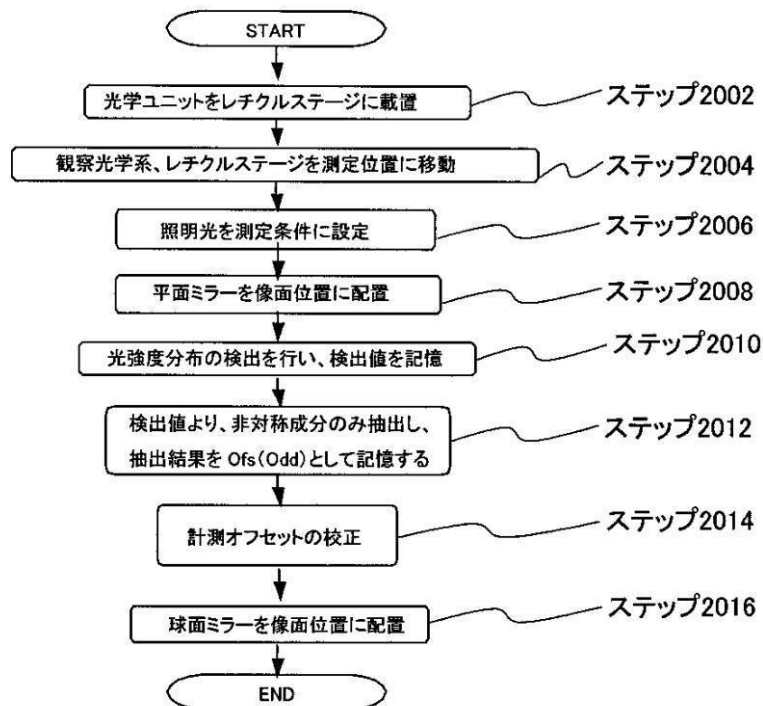
【図 9】



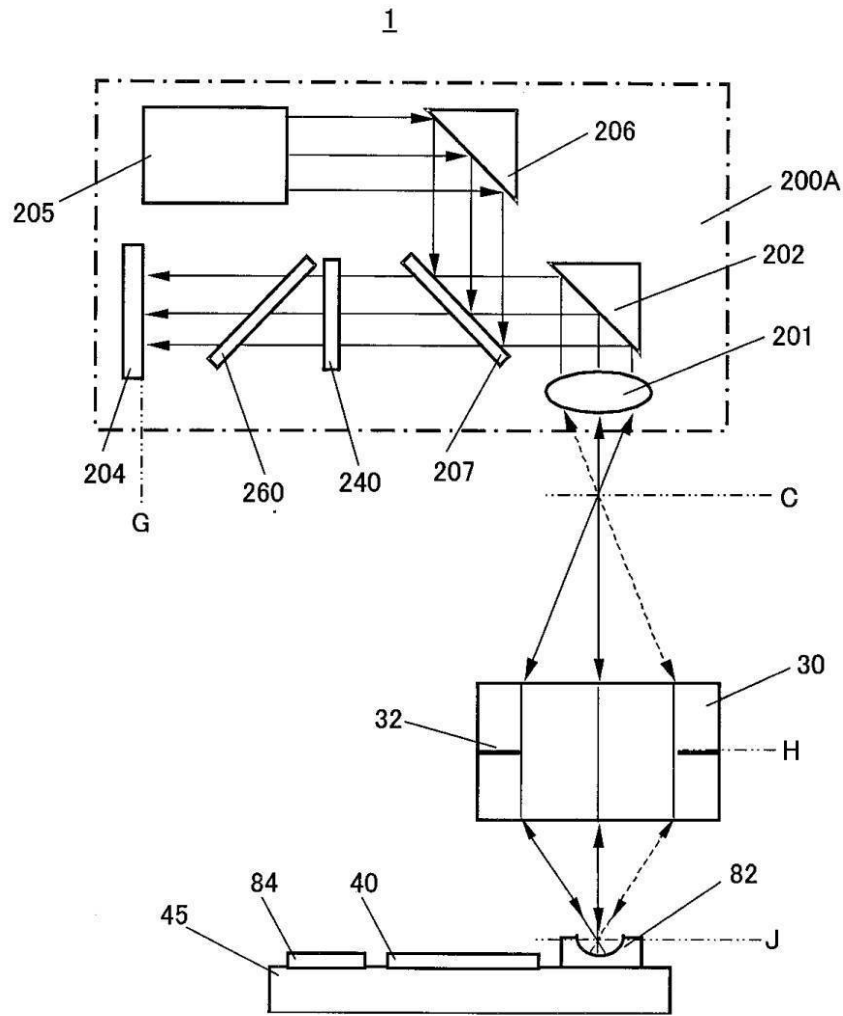
【図 1 1】



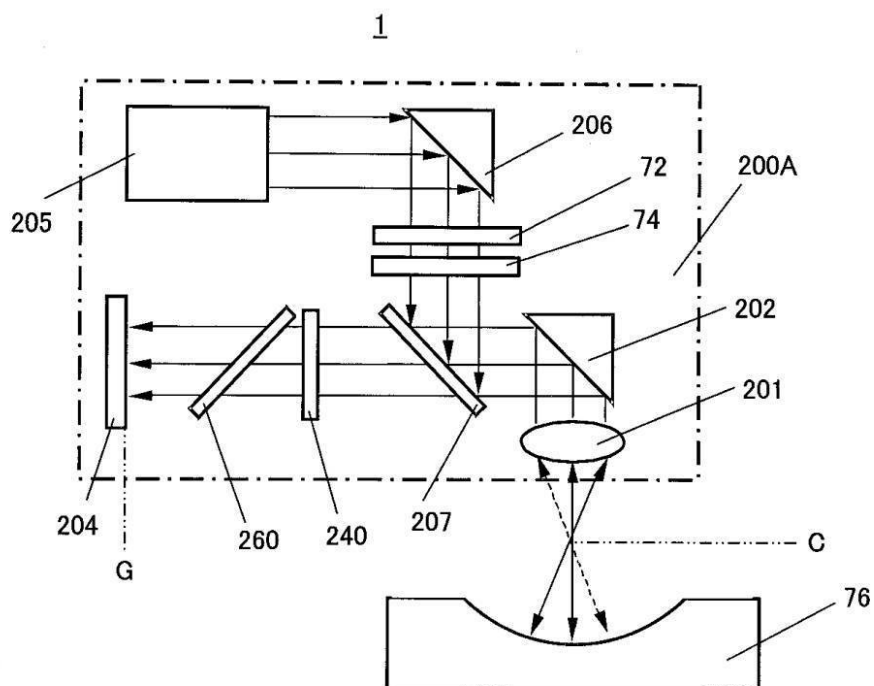
【図 1 2】



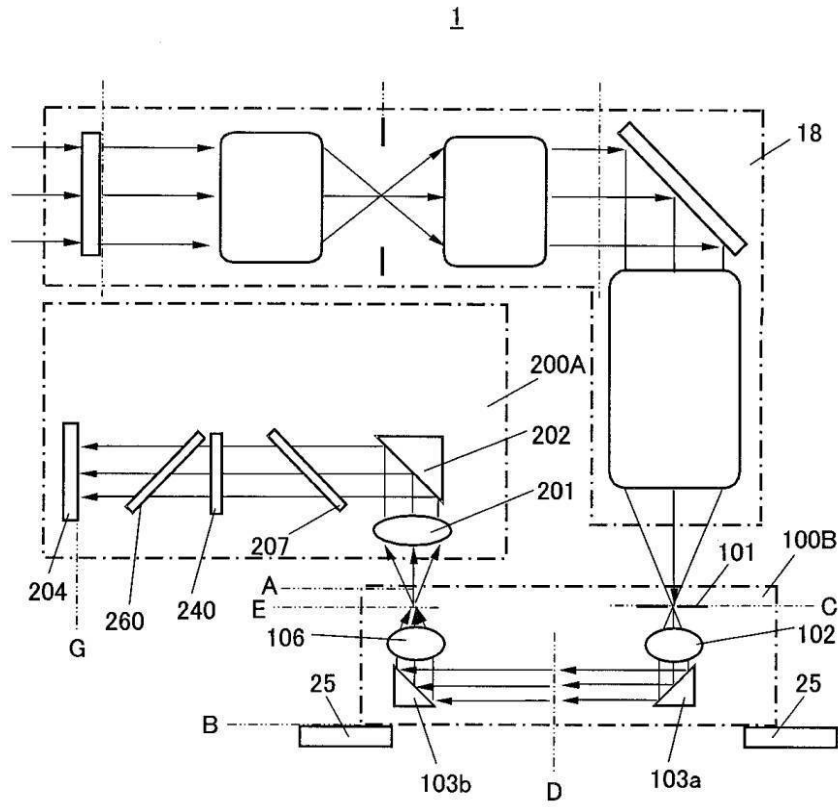
【図 13】



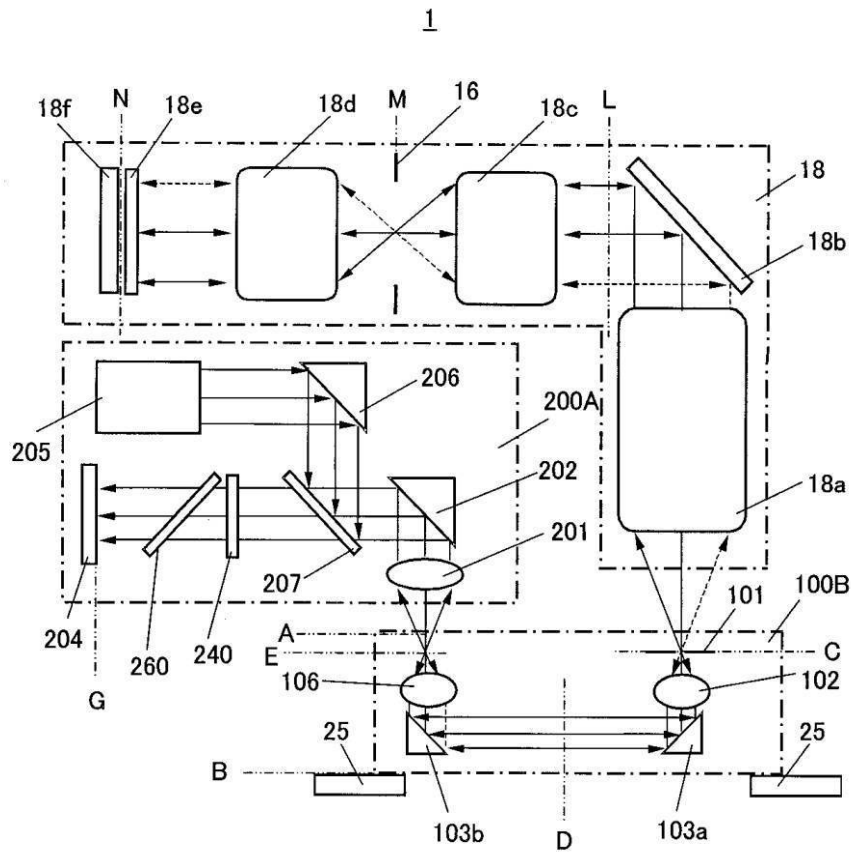
【図 14】



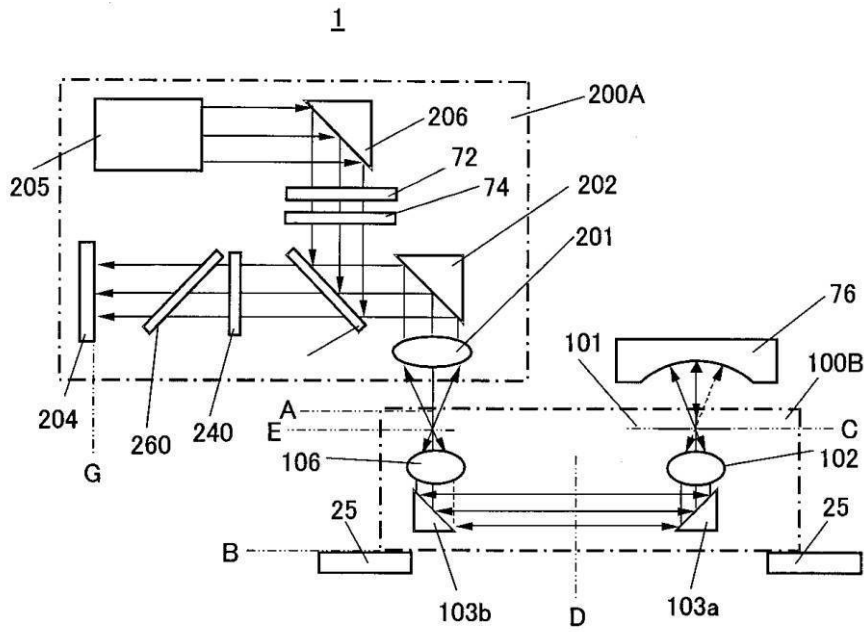
【図15】



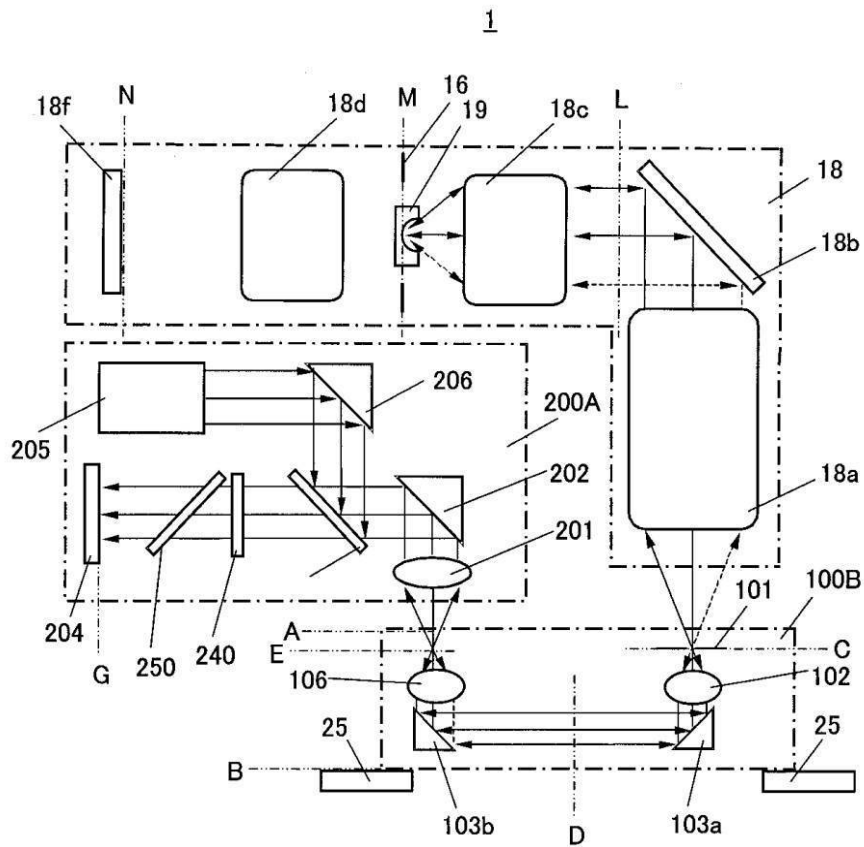
【図16】



【図17】

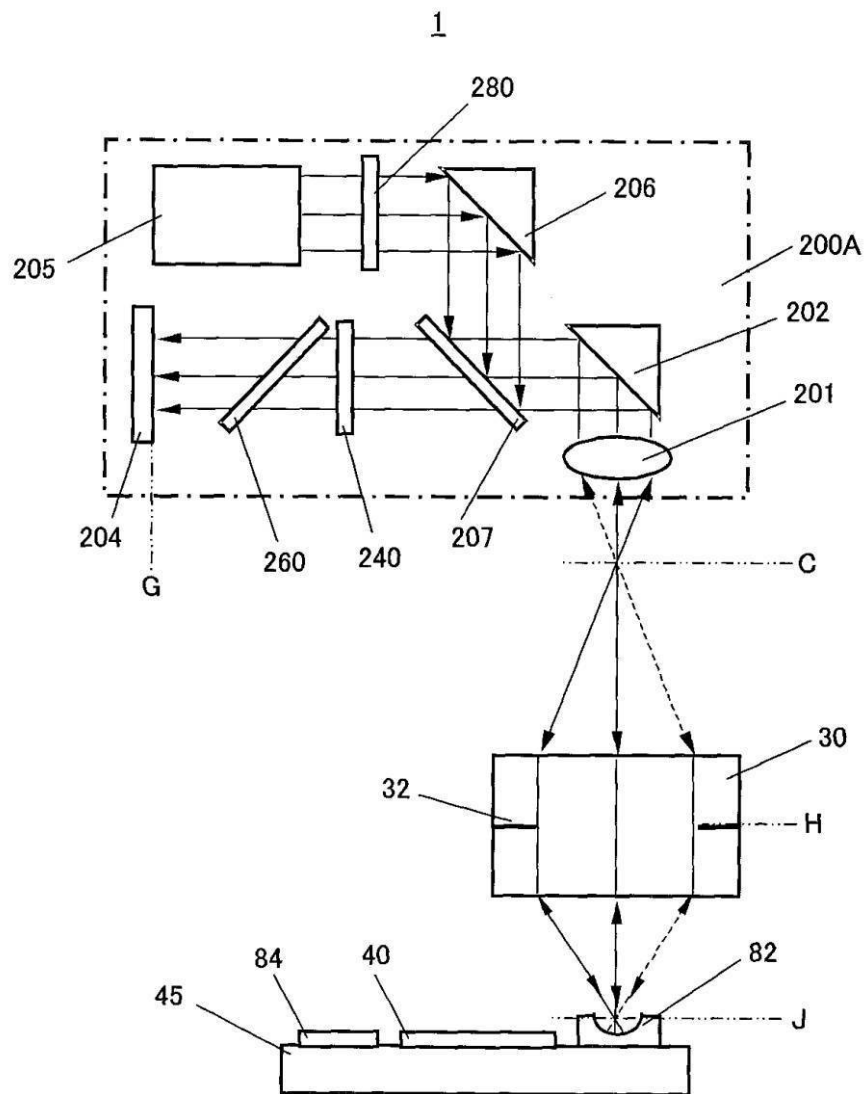


【図18】

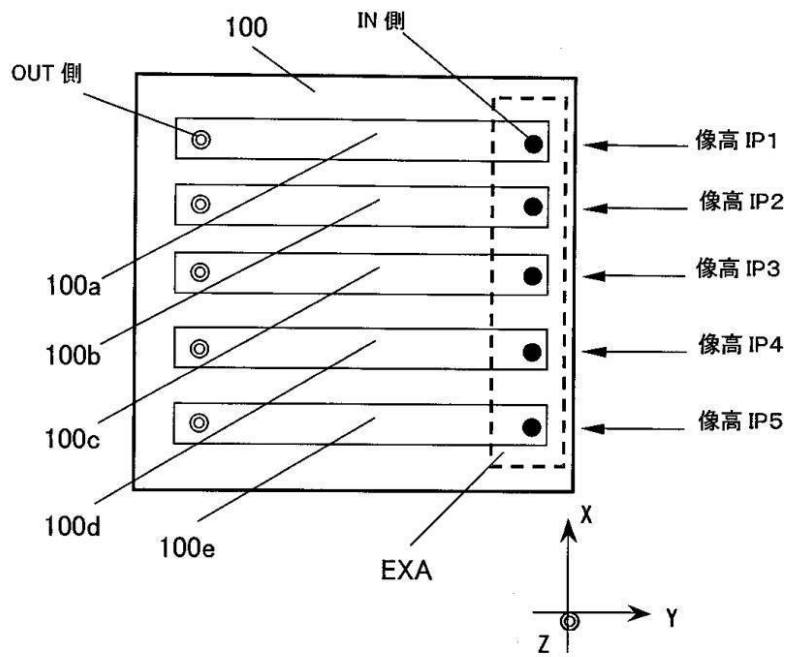


[illegible][illegible]

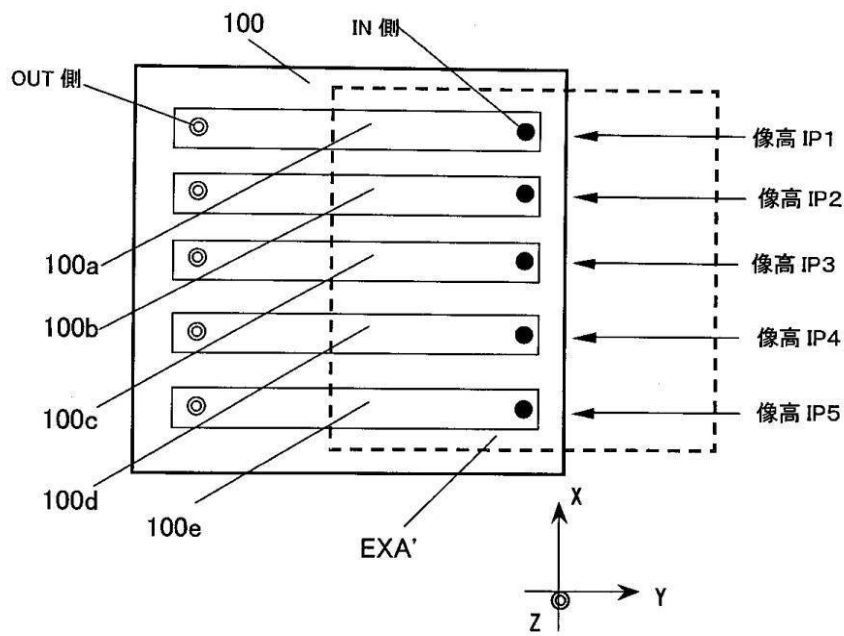
【図 22】



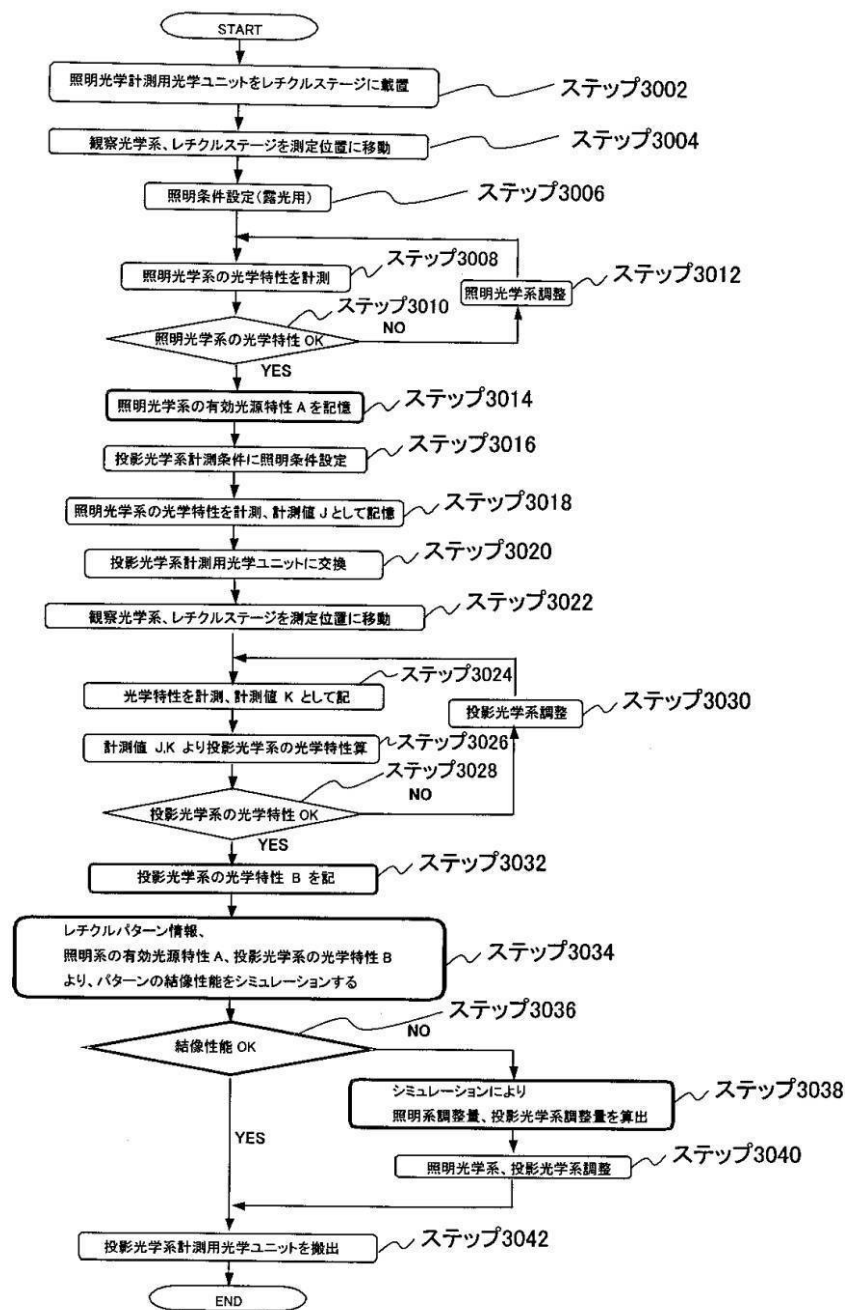
【図 2 3】



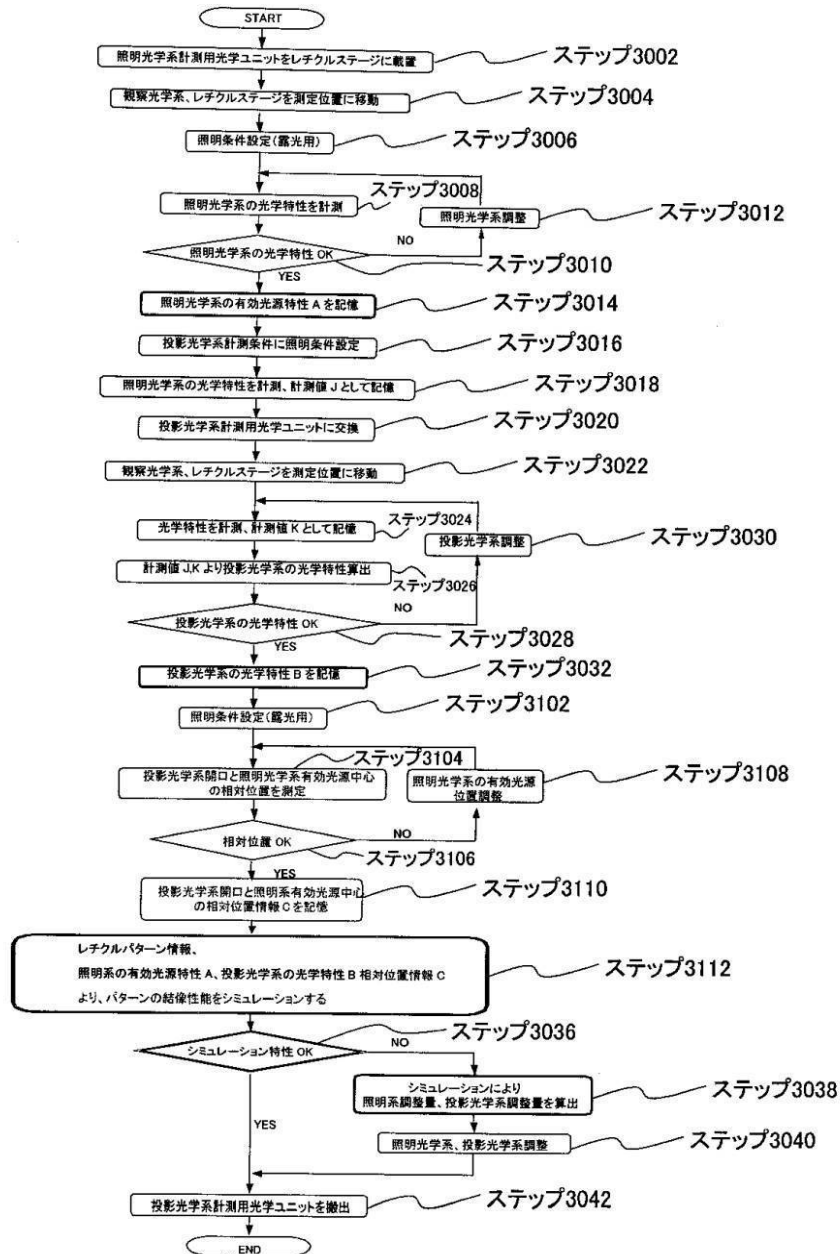
【図 2 4】



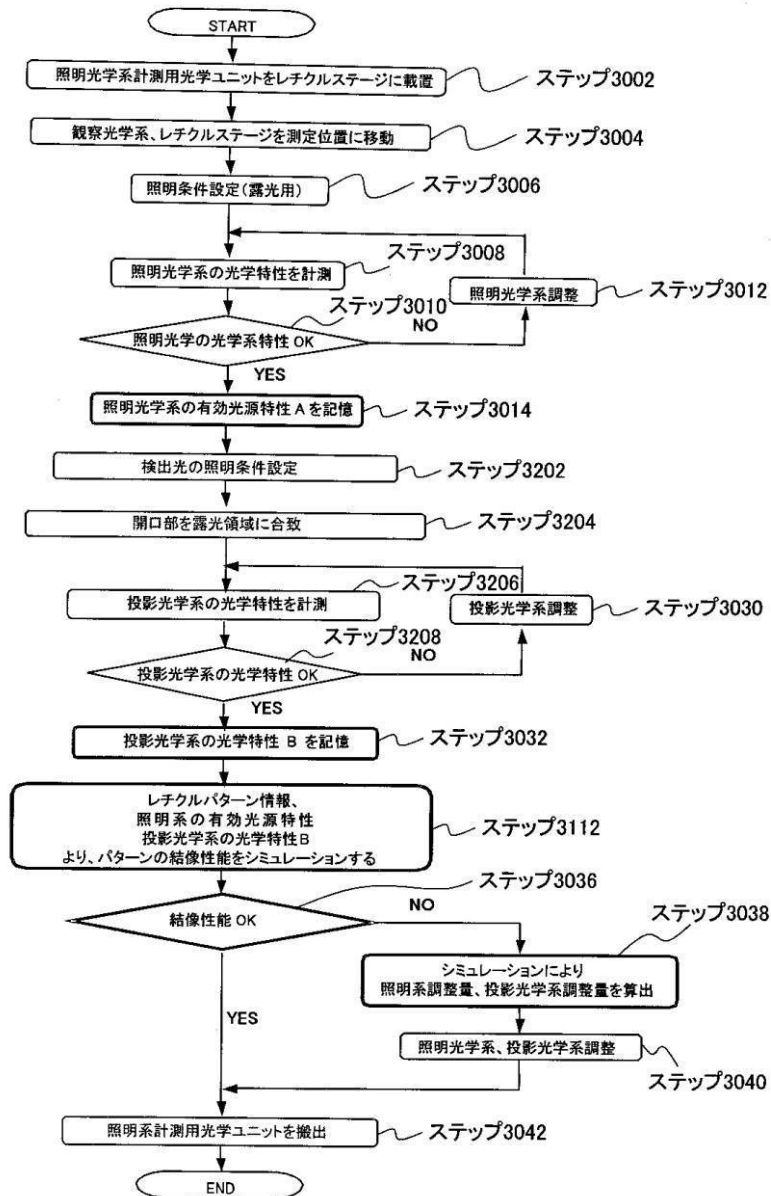
【図 25】



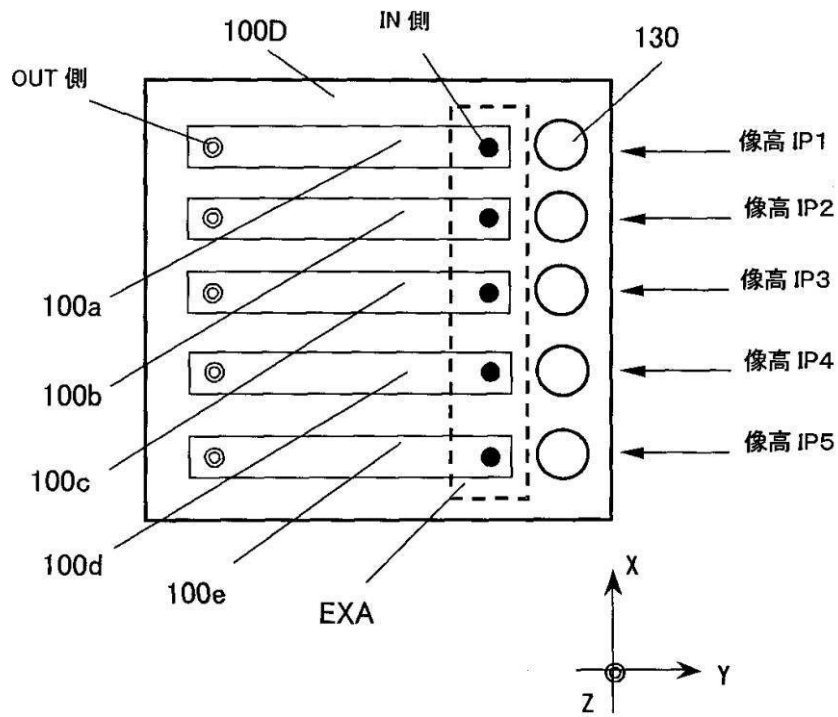
【図 26】



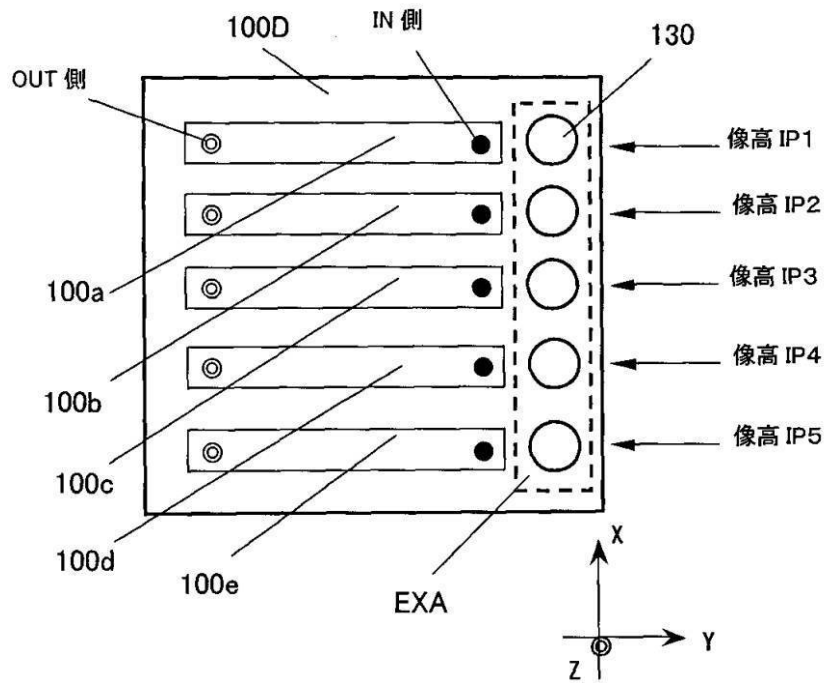
【図 27】



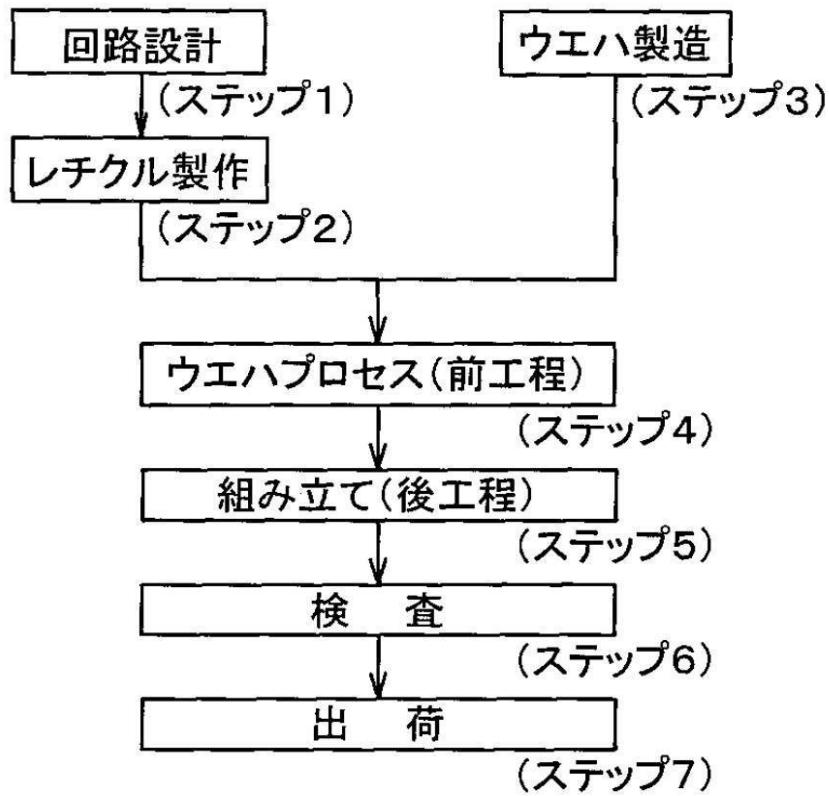
【図 28】



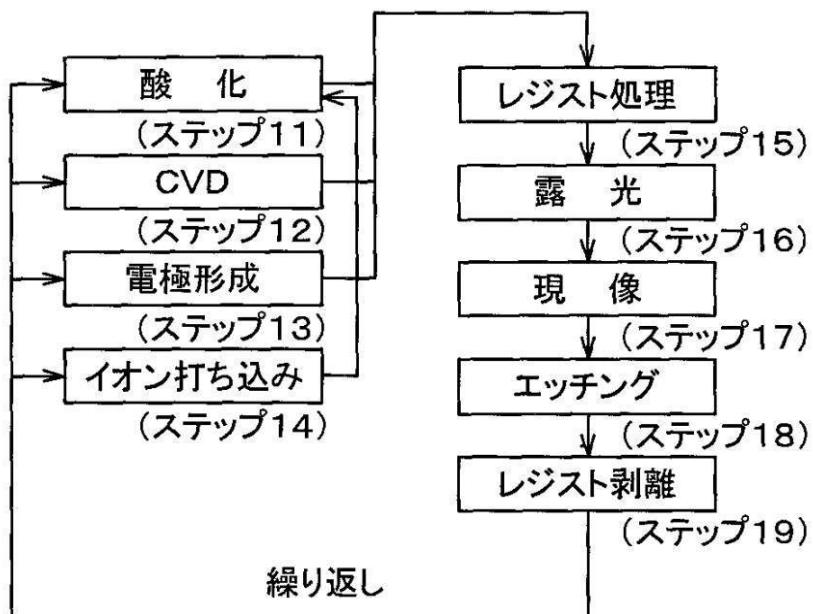
【図 29】



【図 30】



【図 31】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2004-061515(JP,A)
特開平03-231420(JP,A)
特開2003-043223(JP,A)
特開昭57-196131(JP,A)
国際公開第2005/076045(WO,A1)
実開平01-115236(JP,U)
米国特許第05396329(US,A)
特表2008-546218(JP,A)
国際公開第2006/133906(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027
G03F 7/20