

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2007年1月4日 (04.01.2007)

PCT

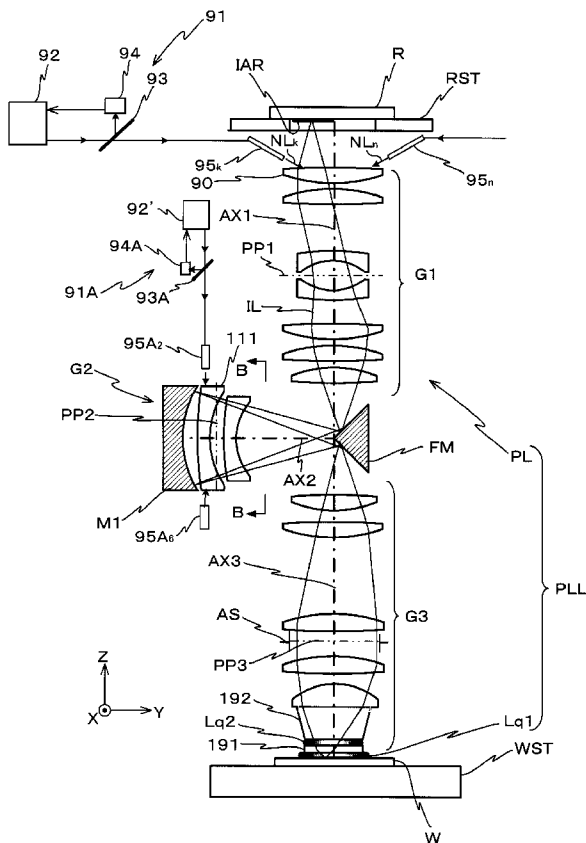
(10) 国際公開番号  
WO 2007/000984 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2006/312763
- (22) 国際出願日: 2006年6月27日 (27.06.2006)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2005-188837 2005年6月28日 (28.06.2005) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 上原 祐作 (UEHARA, Yusaku) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 内川 清 (UCHIKAWA, Kiyoshi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP). 石山 聡 (ISHIYAMA, Satoshi) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 立石 篤司 (TATEISHI, Atsuji); 〒2060035 東京都多摩市唐木田一丁目5番3号 唐木田センタービル 立石国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,

[続葉有]

(54) Title: EXPOSURE METHOD, EXPOSURE DEVICE, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 露光方法及び露光装置、並びにデバイス製造方法



(57) Abstract: By adjusting optical characteristics of an optical system (PLL) by irradiation of a movable optical element (90) with a non-exposure light by an irradiation device (91) and adjusting optical characteristics of the optical system (PLL) by moving the optical element (90) by the optical characteristic adjustment device, it is possible to correct, for example, fluctuation of the optical characteristics of the optical system attributed to the temperature distribution of the optical element around the position eccentric from the optical axis. Moreover, under the dipole illumination condition, in order to facilitate correction by the optical characteristic adjustment device, the optical characteristic of the optical system attributed to temperature distribution of non-rotational symmetry of the optical element in the vicinity of pupils (PP1, PP2, PP3), the irradiation device (91A) irradiates a non-exposure light to the optical element (111) so that the optical element (111) has a temperature distribution of rotational symmetry. Thus, it is possible to effectively correct the fluctuation of the optical characteristics of the optical system attributed to the illumination light absorption.

(57) 要約: 照射装置(91)による可動の光学素子(90)に対する非露光光の照射による光学系(PLL)の光学特性の調整と、光学特性調整装置による光学素子(90)を動かすことによる光学系(PLL)の光学特性を調整との組み合わせにより、例えば光軸から偏心した位置を中心とする光学素子の温度分布に起因する光学系の光学特性の変動を補正する。また、ダイポール照明条件下などでは、瞳(PP1, PP2, PP3)近傍の光学素子の非回転対称な温度分布に起因する光学系の光学特性を、

光学特性調整装置により補正が容易な光学特性にするため、照射装置(91A)により光学素子(111)に対して非露光光を照射することでその光学素子(111)を回転対称な温度分布にする。これにより、照明光吸収に起因する光学系の光学特性の

[続葉有]

WO 2007/000984 A1



DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

## 明 細 書

### 露光方法及び露光装置、並びにデバイス製造方法

#### 技術分野

[0001] 本発明は、露光方法及び露光装置、並びにデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、半導体素子(集積回路)、液晶表示素子などの電子デバイスを製造するリソグラフィ工程で用いられる露光方法及び露光装置、並びに該露光方法及び露光装置を利用するデバイス製造方法に関する。

#### 背景技術

[0002] 従来より、半導体素子(集積回路等)、液晶表示素子等の電子デバイス(マイクロデバイス)を製造するリソグラフィ工程では、マスク(又はレチクル)のパターンの像を投影光学系を介して、レジスト(感応材)が塗布されたウエハ又はガラスプレート等の感応性の物体(以下、「ウエハ」と総称する)上の複数のショット領域の各々に投影するステップ・アンド・リピート方式の縮小投影露光装置(いわゆるステッパ)や、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置(いわゆるスキャニング・ステッパ)などが、主として用いられている。

[0003] この種の投影露光装置では、集積回路の高集積化によるパターンの微細化に伴って、より高い解像力(解像度)が年々要求されるようになり、最近では、液浸法を利用した露光装置(以下、「液浸露光装置」と呼ぶ)が、注目されるようになってきた。

[0004] また、液浸露光装置では、開口数(NA)が実質的に増大することに伴い、投影光学系のレチクル側の開口が大きくなる。このため、レンズのみで構成する屈折光学系においては、ペッツヴァルの条件を満足することが困難となり、投影光学系が大型化する傾向にある。従って、かかる投影光学系の大型化を避けるために、液浸露光装置の投影光学系として反射屈折系を採用することが検討されている。

[0005] しかるに、投影光学系に反射屈折系を採用した露光装置では、その投影光学系の物体面近傍及び像面近傍のレンズでは、図16(A)に示されるように、光軸から偏心した箇所に照明光の光路(照明領域IA')が設定される。このため、レンズには照明光吸収に起因して、図16(B)の等高線図で示されるような温度分布が生じ、この温

度分布の発生により投影光学系に収差が発生する。

[0006] しかしながら、この図16(B)の等高線図で示されるような温度分布に起因する収差変動は、露光装置で一般的に採用されている結像特性補正機構、例えば投影光学系の一部を構成するレンズを上下させたり、チルトさせたりする機構では補正することが困難である。例えば、レンズを上下させる場合、光軸AXを中心として収差を変化させることができるが、上述のような光軸AXから偏心した点を中心とする収差変動を補正することは困難である。また、図16(B)中の光軸AXからの距離が異なる2点、例えば点Aと点Bとでは温度分布により発生する収差変化量が同一量であるのにもかかわらず、レンズをチルトさせることによって発生する収差変化量は像高(光軸からの距離)に応じて変化するので、レンズをチルトさせることによって発生する収差変化量が点Aと点Bとでは明らかに異なる。

[0007] 必ずしも反射屈折系でなくても、光軸から離れた点を中心として照明光が通る光学系では、同様の問題が生じ得るものと考えられる。

## 発明の開示

### 課題を解決するための手段

[0008] 本発明は、第1の観点からすると、光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、前記光学系の光学特性を調整するために、前記光学系の少なくとも一部を構成する少なくとも1つの可動の光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する照射工程と;前記第2エネルギービームが照射される可動の光学素子を含む少なくとも1つの可動の光学素子を動かして前記光学系の光学特性を調整する補正工程と;を含む第1の露光方法である。

[0009] ここで、照射工程と補正工程との順序は、特に問わず、照射工程と補正工程とを同時並行的に行っても良い。

[0010] これによれば、照射工程の処理と補正工程の処理との組み合わせにより、光学素子の温度分布に起因する光学系の光学特性の変動を高精度に補正することが可能になり、結果的にその光学特性の変動が補正された光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光することで、物体上に所定のパターンを精度良く形成することが可

能になる。

- [0011] 本発明は、第2の観点からすると、光学系を介して物体をエネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、前記光学系として、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所、光軸に対して偏心した領域をエネルギービームが通過する反射屈折系が用いられ、前記光学系の複数の光学素子のうち、前記エネルギービームが光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸回りに同心円状の温度分布を持つように、前記所定の光学素子の温度調整を少なくとも行って、前記光学系の光学特性を調整する工程を含む第2の露光方法である。
- [0012] これによれば、反射屈折系である光学系の複数の光学素子のうち、エネルギービームがその光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸回りに同心円状の温度分布を持つように、所定の光学素子の温度を調整して、光学系の光学特性を調整する。この場合、その光学特性の調整後の上記光学素子の光軸回りの同心円状の温度分布に対応する光学系の光学特性の変動は、容易に補正可能であり、結果的にその光学特性の変動が補正された光学系を介して物体をエネルギービームで露光することで、物体上に所定のパターンを精度良く形成することが可能になる。
- [0013] 本発明は、第3の観点からすると、光学系を介して物体をエネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、前記光学系として、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所、光軸に対して偏心した領域をエネルギービームが通過する反射屈折系が用いられ、前記光学系の複数の光学素子のうち、前記エネルギービームが光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸に直交する面内で一側から他側へ徐々に変化する温度分布を持つように、前記所定の光学素子の温度調整を少なくとも行って、前記光学系の光学特性を調整する工程を含む第3の露光方法である。
- [0014] これによれば、反射屈折系である光学系の複数の光学素子のうち、エネルギービーム

がその光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が光軸に直交する面内で一侧から他側へ徐々に変化する温度分布を持つように、所定の光学素子の温度を調整して、光学系の光学特性を調整する。この場合、その光学特性の調整後の上記光学素子の光軸に直交する面内における一侧から他側へ徐々に変化する温度分布に対応する光学系の光学特性の変動は、容易に補正可能であり、結果的にその光学特性の変動が補正された光学系を介して物体をエネルギービームで露光することで、物体上に所定のパターンを精度良く形成することが可能になる。

[0015] 本発明は、第4の観点からすると、光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、前記光学系として、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含む反射屈折系が用いられ、前記光学系の光学特性を調整するために、前記光学系の一部を構成する前記第1エネルギービームが往復する屈折光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する工程を含む第4の露光方法である。

[0016] これによれば、光学系の一部を構成する第1エネルギービームが往復する屈折光学素子、換言すれば照射された第1エネルギービームのエネルギー吸収が第1エネルギービームが1度しか通過しない光学素子に比べて大きな屈折光学素子に第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射するので、第1エネルギービームの照射による光学系の光学特性の変動を効果的に補正することが可能になる。また、その光学特性が補正された光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光することで、物体上に所定のパターンを精度良く形成することが可能になる。

[0017] 本発明は、第5の観点からすると、光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、前記光学系として、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、互いに光学的に共役な複数の瞳を有する反射屈折系が用いられ、前記光学系の光学特性を調整するために、前記複数の瞳のうち、前記物体に最も近い瞳以外の瞳近傍に位置する光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する工程を含む第5の露光方法である。

- [0018] 一般に光学系の開口数(NA)が大きくなると、光学系の複数の光学素子のうち、物体に近い光学素子ほど大型化する傾向があるが、本発明では、光学系の光学特性を調整するために、前記複数の瞳のうち、前記物体に最も近い瞳以外の瞳近傍に位置する光学素子に第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射するので、比較的小さな光学素子に対して第2エネルギービームを照射することが可能になり、効率的な第2エネルギービームの照射が可能となる。また、その光学特性が補正された光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光することで、物体上に所定のパターンを精度良く形成することが可能になる。
- [0019] 本発明は、第6の観点からすると、物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、少なくとも1つの可動の光学素子を含み、前記第1エネルギービームを前記物体に対して射出する光学系と；前記光学系の光学特性を調整するために、前記少なくとも1つの可動の光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する照射装置と；前記第2エネルギービームが照射される可動の光学素子を含む少なくとも1つの可動の光学素子を動かして前記光学系の光学特性を調整する光学特性調整装置と；を含む第1の露光装置である。
- [0020] これによれば、照射装置による少なくとも1つの可動の光学素子に対する第2エネルギービームの照射による光学系の光学特性の調整と、光学特性調整装置による少なくとも1つの可動の光学素子を動かすことによる光学系の光学特性を調整との組み合わせにより、光学素子の温度分布に起因する光学系の光学特性の変動を高精度に補正することが可能になる。
- [0021] この場合において、照射装置と光学特性補正装置とは、いずれが先に光学系の光学特性の調整を行っても良く、同時並行的に光学系の光学特性の調整をそれぞれ行っても良い。
- [0022] 本発明は、第7の観点からすると、物体をエネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所で、光軸に対して偏心した領域をエネルギービームが通過する反射屈折

系から成る光学系と;前記光学系の複数の光学素子のうち、前記エネルギービームが光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸回りに同心円状の温度分布を持つように、前記所定の光学素子の温度調整を少なくとも行って、前記光学系の光学特性を調整する光学特性調整装置と;を備える第2の露光装置である。

[0023] これによれば、光学特性調整装置により、反射屈折系から成る光学系の複数の光学素子のうち、エネルギービームがその光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸回りに同心円状の温度分布を持つように、所定の光学素子の温度が調整され、光学系の光学特性が調整される。この場合、その光学特性の調整後の上記光学素子の光軸回りの同心円状の温度分布に対応する光学系の光学特性の変動は、容易に補正することが可能である。

[0024] 本発明は、第8の観点からすると、物体をエネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所で、光軸に対して偏心した領域をエネルギービームが通過する反射屈折系から成る光学系と;前記光学系の複数の光学素子のうち、前記エネルギービームが光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸に直交する面内で一側から他側へ徐々に変化する温度分布を持つように、前記所定の光学素子の温度調整を少なくとも行って、前記光学系の光学特性を調整する光学特性調整装置と;を備える第3の露光装置である。

[0025] これによれば、光学特性調整装置により、反射屈折系から成る光学系の複数の光学素子のうち、エネルギービームがその光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が光軸に直交する面内で一側から他側へ徐々に変化する温度分布を持つように、所定の光学素子の温度が調整され、光学系の光学特性が調整される。この場合、その光学特性の調整後の上記光学素子の光軸に直交する面内における一側から他側へ徐々に変化する温度分布に対応する光学系の光学特性の変動は、容易に補正可能である。

[0026] 本発明は、第9の観点からすると、物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体

上に所定のパターンを形成する露光装置であって、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記第1エネルギービームを前記物体に対して射出する反射屈折系から成る光学系と;前記光学系の光学特性を調整するために、前記光学系の一部を構成する前記第1エネルギービームが往復する屈折光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する照射装置と;を備える第4の露光装置である。

[0027] これによれば、照射装置により、光学系の一部を構成する第1エネルギービームが往復する屈折光学素子、換言すれば照射された第1エネルギービームのエネルギー吸収が第1エネルギービームが1度しか通過しない光学素子に比べて大きな屈折光学素子に第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射することができるので、第1エネルギービームの照射による光学系の光学特性の変動を効果的に補正することが可能になる。

[0028] 本発明は、第10の観点からすると、物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、互いに光学的に共役な複数の瞳を有し、前記第1エネルギービームを前記物体に対して射出する光学系と;前記光学系の光学特性を調整するために、前記複数の瞳のうち、前記物体に最も近い瞳以外の瞳近傍に位置する光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する照射装置と;を備える第5の露光装置である。

[0029] 一般に光学系の開口数(NA)が大きくなると、光学系の複数の光学素子のうち、物体に近い光学素子ほど大型化する傾向があるが、本発明では、照射装置により、光学系の光学特性を調整するために、前記複数の瞳のうち、前記物体に最も近い瞳以外の瞳近傍に位置する光学素子に第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームが照射されるので、比較的小さな光学素子に対して第2エネルギービームを照射することが可能になり、効率的な第2エネルギービームの照射が可能となる。

[0030] また、リソグラフィ工程において、本発明の第1～第5の露光方法のいずれかを用いてデバイスのパターンを物体上に形成することで、物体上にデバイスパターンを精度良く形成することができる。従って、本発明は、別の観点からすると、本発明の第1～

第5の露光方法のいずれかを用いてデバイスのパターンを物体上に形成するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であるとも言える。同様に、リソグラフィ工程において、本発明の第1～第5の露光装置のいずれかを用いてデバイスのパターンを物体上に形成することで、物体上にデバイスパターンを精度良く形成することができる。従って、本発明は、更に別の観点からすると、本発明の第1～第5の露光装置のいずれかを用いてデバイスのパターンを物体上に形成するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であるとも言える。

### 図面の簡単な説明

- [0031] [図1]一実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図である。
- [図2]投影光学系を非露光光照射機構とともに示す図である。
- [図3]非露光光照射機構91の詳細な構成例を示す図である。
- [図4]瞳近傍のレンズ111に非露光光を照射する照射機構の一例を説明するための図であって、図2のB-B線に沿った光学ユニットPUの断面図である。
- [図5]投影光学系の像面側及びノズル部材近傍を示す断面図である。
- [図6]ノズル部材を下から見た図である。
- [図7]図1の装置の制御系の主要部を示すブロック図である。
- [図8]図8(A)は、投影光学系のレンズ90に回転対称な温度分布を発生させるための非露光光の照射の様子を示す図、図8(B)はその非露光光の照射の結果、投影光学系に回転対称な収差が発生した様子を示す図である。
- [図9]図9(A)は、投影光学系のレンズ90に光軸に直交する面内で一側から他側に徐々に変化する温度分布を発生させるための非露光光の照射の様子を示す図、図9(B)はその非露光光の照射の結果、投影光学系に一側から他側に徐々に変化する収差が発生した様子を示す図である。
- [図10]X軸ダイポール照明条件下における投影光学系の瞳面近傍のレンズ上での照明光の光量分布を示す図である。
- [図11]Y軸ダイポール照明条件下における投影光学系の瞳面近傍のレンズ上での照明光の光量分布を示す図である。
- [図12]X軸ダイポール照明条件下における投影光学系の瞳面近傍のレンズに生じる

温度分布を示す図である。

[図13] Y軸ダイポール照明条件下における投影光学系の瞳面近傍のレンズに生じる温度分布を示す図である。

[図14] デバイス製造方法の実施形態を説明するためのフローチャートである。

[図15] 図14のステップ204の具体例を示すフローチャートである。

[図16] 図16(A)及び図16(B)は、背景技術を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

[0032] 以下、本発明の一実施形態を図1～図13に基づいて説明する。

[0033] 図1には、一実施形態に係る露光装置100の構成が概略的に示されている。この露光装置100は、ステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置、すなわちいわゆるスキャナである。

[0034] 露光装置100は、光源16及び照明光学系12を含む照明系、該照明系から射出される露光用照明光ILにより照明されるレチクルRを保持して所定の走査方向(ここでは、図1における紙面内左右方向であるY軸方向とする)に移動するレチクルステージRST、レチクルRのパターンを物体としてのウエハW上に投影する投影光学系PLを含む投影ユニットPU、ウエハWを保持して水平面(XY平面内)を移動するウエハステージWST及び液浸機構、並びにこれらを制御する制御系等を備えている。

[0035] 光源16としては、一例として波長200nm～170nmの真空紫外域の光を発するパルス光源であるArFエキシマレーザ(出力波長193nm)が用いられている。

[0036] 前記照明光学系12は、所定の位置関係で配置された、ビーム整形光学系18、エネルギー粗調器20、オプティカル・インテグレータ(ユニフォマイザ、又はホモジナイザ)22、照明系開口絞り板24、ビームスプリッタ26、第1リレーレンズ28A、第2リレーレンズ28B、第1レチクルブラインド30A、第2レチクルブラインド30B、光路折り曲げ用のミラーM及びコンデンサレンズ32等を含む。なお、オプティカル・インテグレータ22として、図1ではフライアイレンズを用いているので、以下では「フライアイレンズ」とも呼ぶ。また、オプティカル・インテグレータ22として内面反射型インテグレータ(ロッド・インテグレータなど)あるいは回折光学素子などを用いても良い。

[0037] 前記エネルギー粗調器20は、光源16から入射したレーザビームLBの断面形状を整

形するビーム整形光学系18後方のレーザビームLBの光路上に配置されている。このエネルギー粗調器20は、透過率(=1-減光率)の異なる複数個(例えば6個)の減光フィルタ(以下ではNDフィルタとも呼び、図1ではそのうちの2個のNDフィルタが示されている)が円周方向に沿って所定間隔で配置された回転板(レボルバ)34を有し、その回転板34を駆動モータ38で回転することにより、入射するレーザビームLBに対する透過率を100%から複数段階で切り換えることができるようになっている。駆動モータ38は、主制御装置50によって制御される。なお、エネルギー粗調器20はレーザビームLBの透過率を連続的に可変とするものでも良い。

[0038] エネルギー粗調器20のレーザビームLBの光路後方では、円板状部材から成る照明系開口絞り板24がフライアイレンズ22を介して配置されている。この場合、照明系開口絞り板24は、フライアイレンズ22の射出側焦点面、本実施形態では照明光学系12の瞳面にほぼ一致に配置されている。照明系開口絞り板24には、等角度間隔で、複数種類の開口絞り(図1では2種類の開口絞りのみが図示されている)が配置されている。この複数種類の開口絞りは、例えば通常のコヒーレンスファクタである $\sigma$ 値を小さくするための開口絞り(小 $\sigma$ 絞り)、輪帯照明用の輪帯状の開口絞り、及び変形光源法(多極照明)用に複数の開口を偏心させて配置して成る複数種類の変形開口絞り(例えば、X軸ダイポール照明条件設定用の2極絞り、及びY軸ダイポール照明条件設定用の2極絞りなど)等を含む。この照明系開口絞り板24は、主制御装置50により制御されるモータ等の駆動装置40により回転されるようになっており、これによりいずれかの開口絞りが照明光ILの光路上に選択的に設定され、照明系開口絞り板24の配置面、すなわち照明光学系12の瞳面上に種々の形状、大きさの2次光源が形成される。本実施形態では、開口絞り板24によって照明光学系12の瞳面上での照明光ILの強度分布(すなわち、レチクルRの照明条件)を変更可能としているが、これに限らず、開口絞り板24の代わりに、例えば交換可能な回折光学素子、光軸方向の間隔が可変である複数のプリズム(アキシコンなど)、及びズーム光学系を含む成形光学系を用いても良い。

[0039] 前記照明系開口絞り板24後方の上記2次光源から射出されるレーザビームLB、す

なわち照明光ILの光路上に、反射率が小さく透過率の大きなビームスプリッタ26が配置され、更にこの後方の光路上に、第1レチクルブラインド(固定視野絞り)30A及び第2レチクルブラインド(可動視野絞り)30Bを介在させて第1リレーレンズ28A及び第2リレーレンズ28Bを含むリレー光学系が配置されている。

[0040] 第1レチクルブラインド30Aは、レチクルRのパターン面に対する共役面から僅かにデフォーカスした面に配置され、レチクルR上の照明領域IARを規定する。また、この第1レチクルブラインド30Aの配置面の近傍に第2レチクルブラインド30Bが配置され、走査露光の開始時及び終了時にその第2レチクルブラインド30Bを用いて照明領域IARを更に制限することによって、ウエハWの不要な露光が防止されるようになっている。

[0041] 第2リレーレンズ28B後方の照明光ILの光路上には、当該第2リレーレンズ28Bを通過した照明光ILをレチクルRに向けて反射する折り曲げミラーMが配置され、このミラーMの後方の照明光ILの光路上にコンデンサレンズ32が配置されている。

[0042] 一方、照明系開口絞り板24の1つの開口絞りを射出して、ビームスプリッタ26の一方の面(表面)で反射された照明光ILは、集光レンズ44を介して光電変換素子より成るインテグレータセンサ46で受光され、インテグレータセンサ46の光電変換信号が、不図示のホールド回路及びA/D変換器などを介して出力DS(digit/pulse)として主制御装置50に供給される。インテグレータセンサ46としては、例えば真空紫外域で感度があり、且つ光源16からのパルス光を検出するために高い応答周波数を有するPIN型のフォトダイオード等が使用できる。

[0043] また、ビームスプリッタ26の他方の面(裏面)で反射した光を受光するために、照明光学系12の瞳面と共役な位置に光電変換素子よりなる反射量モニタ47が配置されている。本実施形態では、ウエハWで反射された照明光IL(反射光)は、投影光学系PL、コンデンサレンズ32、ミラーM、リレー光学系を介してビームスプリッタ26に戻り、ビームスプリッタ26で反射された光が反射量モニタ47で受光され、反射量モニタ47の検出信号が主制御装置50に供給されるようになっている。反射量モニタ47は、光学系の照明光吸収による結像特性(諸収差)の変動、いわゆる照射変動を算出するための基礎となるウエハ反射率の測定に用いられる。

- [0044] 従って、インテグレートセンサ46の出力信号よりレチクルRを介して投影光学系PL及び該投影光学系PLとウエハWとの間に満たされた液体Lq1を通過する照明光ILの光量(第1光量とする)がモニタされ、反射量モニタ47の検出信号よりウエハWで反射されて液体Lq1及び投影光学系PLを再び通過する反射光の光量(第2光量とする)がモニタできるため、その第1光量と第2光量とに基づいて、投影光学系PL及び液体Lq1を通過する光の全光量がより正確にモニタできるようになっている。後述するように、本実施形態では、投影光学系PLを構成する最も像面に近い光学素子とこれに隣接する光学素子との間の空間にも液体Lq2(図5参照)が満たされるようになっているが、液体Lq2は、投影光学系PLを構成する光学素子の一部であるとみなし、ここでは、液体Lq1のみを投影光学系PLとは別に説明したものである。
- [0045] 前記レチクルステージRST上には、レチクルRが載置され、不図示のバキュームチャック等により吸着保持されている。レチクルステージRSTは、例えばニアモータ方式のレチクルステージ駆動系48(図1では不図示、図7参照)によって、水平面(XY平面)内で微小駆動可能であるとともに、走査方向(ここでは図1の紙面左右方向であるY軸方向とする)に所定ストローク範囲で走査される。レチクルステージRSTの位置は、レチクルステージRSTの鏡面加工された側面(反射面)を使って外部のレチクルレーザ干渉計53(図1では不図示、図7参照)によって計測され、このレチクルレーザ干渉計53の計測値が主制御装置50に供給される。
- [0046] 本実施形態では、前記投影ユニットPUは、図1に示されるように、レチクルステージRSTの下方に配置されている。投影ユニットPUは、鏡筒140と、該鏡筒140内に所定の位置関係で保持された複数の光学素子を有する投影光学系PLとを含む。また、本実施形態では、投影光学系PLとしては、反射屈折系(カタディ・オプトリック系)が用いられている。
- [0047] 本実施形態の露光装置100では、後述するように液浸法を適用した露光が行われるため、開口数NAが実質的に増大することに伴いレチクル側の開口が大きくなる。このため、レンズのみで構成する屈折光学系においては、ペッツヴァルの条件を満足することが困難となり、投影光学系が大型化する傾向にある。かかる投影光学系の大型化を避けるために、投影光学系PLとして反射屈折系を採用したものである。

- [0048] 図2には、投影光学系PLの構成例が、レチクルR(レチクルステージRST)及びウエハW(ウエハステージWST)とともに示されている。この投影光学系PLは、前述の鏡筒140の内部に、所定の位置関係で配置された3つの結像光学系G1、G2、G3等を含み、全体として縮小光学系(投影倍率は、例えば1/4倍、1/5倍又は1/8倍)である。ここで、本実施形態の投影光学系PLの各レンズの素材としては、光源がArFエキシマレーザであることに対応して石英及び/又は蛍石が用いられている。
- [0049] 投影光学系PLは、レチクルRに形成されたパターンの一次像を形成する屈折型の第1結像光学系G1と、当該一次像を再結像して二次像を形成する反射屈折型の第2結像光学系G2と、当該二次像をウエハ上に再結像して最終像を形成する第3結像光学系G3とを備える。図2に示されるように、この投影光学系PLは、第1結像光学系G1の内部に第1瞳PP1を有し、第2結像光学系G2の一部を構成するレンズ111の近傍に第2瞳PP2を有し、第3結像光学系G3の内部に第3瞳PP3を有している。第1瞳PP1と、第2瞳PP2と、第3瞳PP3とは、互いに光学的に共役であるとともに、これら3つの瞳PP1~PP3は照明光学系12の瞳とも光学的に共役である。従って、第1瞳PP1、PP2、PP3の位置には、照明光学系12の瞳面に形成される2次光源の像が結像される。第3瞳PP3の位置に、投影光学系PLの開口数(NA)を規定するための開口絞りASが設けられている。
- [0050] 第1結像光学系G1と第2結像光学系G2との間の光路中及び第2結像光学系G2と第3結像光学系G3との間の光路中には、光路折曲げ鏡FMが配置される。第1結像光学系G1の光軸AX1と第3結像光学系G3の光軸AX3とは共軸であり、これらの光軸AX1、AX3と第2結像光学系G2の光軸AX2とは一点で交差する。この交差点には、光路折曲げ鏡FMが有する2つの反射面の仮想的な頂点(稜線)が位置する。
- [0051] この投影光学系PLでは、第2結像光学系G2の一部を構成する凹面反射鏡M1が正の屈折力を持ちつつペッツヴァル和への寄与は負レンズと同様であるため、凹面反射鏡M1と正レンズとの組み合わせによりペッツヴァル和の補正が容易に可能であり、像面湾曲を良好に補正できる。これにより、大きな像側開口数NAであっても、有効結像領域(実効露光領域)の全体に亘って球面収差やコマ収差を良好に補正できる。そして、第2結像光学系G2中には1以上の負レンズが配置されており、これらの

負レンズと凹面反射鏡M1との協働によって、第1結像光学系G1及び第3結像光学系G3で生じる色収差を補償している。

[0052] この投影光学系PLのような反射屈折系を用いる場合には、凹面反射鏡M1に向かって進む光と凹面反射鏡M1で反射されて戻る光とを如何に分離するかが課題になる。本実施形態の投影光学系PLは、図6に示されるように光軸AX(すなわち光軸AX1, AX3)に対して-Y側に距離Aだけ偏心した実効露光領域(有効結像領域)IAを有しており、光路中に2つの中間像(前述の一次像及び二次像)を形成している。そして、2つの中間像の近傍に光路分離用の平面反射鏡、すなわち光路折曲げ鏡FMの2つの反射面を配置して、凹面反射鏡M1に向かって進む光と凹面反射鏡M1で反射されて戻る光とを容易に分離している。この構成により、露光領域(すなわち実効露光領域)IAの光軸AXからの距離A、すなわち軸外し量を小さく設定できる。これは、収差補正の点で有利となるだけでなく、投影光学系PLの小型化、光学調整、機械設計、製造コストなどの点でも有利となる。そして、2つの中間像を光路折曲げ鏡FMよりも凹面反射鏡M1側に形成することにより、さらに軸外し量を小さく設定できる。

[0053] また、レチクルR上では、上記の実効露光領域IAの偏心に対応して、光軸AXから-Y方向に軸外し量Aに対応する所定距離だけ離れた位置に、実効露光領域IAに対応した大きさ及び形状を有する矩形状の照明領域(すなわち実効照明領域)IARが形成される(図2参照)。

[0054] 投影光学系PLの複数の光学素子のうち、終端光学素子191を除く、最もウエハに近い位置に配置された光学素子である境界レンズ192(以下、適宜、「光学素子192」とも記述する)は、レチクル側に凸面を有する。換言すれば、境界レンズ192のレチクル側の面は、正の屈折力を有する。そして、境界レンズ192とウエハWとの間の光路中には、平行平板から成る終端光学素子191が配置されている。さらに、境界レンズ192と終端光学素子191との間の光路及び終端光学素子191とウエハWとの間の光路は、1.1よりも大きい屈折率を有する液体で満たされている。本実施形態では、いずれの光路もArFエキシマレーザー光すなわち波長193nmの照明光ILに対する屈折率が1.44の純水で満たされている。純水はArFエキシマレーザー光のみならず、

例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線(g線、h線、i線)及びKrFエキシマレーザー光(波長248nm)等の遠紫外光(DUV光)も透過可能である。

[0055] 本実施形態では、投影光学系PLの複数のレンズのうちの特定の複数のレンズ、例えば第1結像光学系G1に含まれる複数のレンズのうちの例えば最もレチクルRに近いレンズ90を含む複数枚(例えば5枚)のレンズ(以下、「可動レンズ」とも呼ぶ)は、主制御装置50からの指令に基づいて、図1に示される結像特性補正コントローラ52によって駆動され、投影光学系PLを含む光学系の光学特性(結像特性を含む)、例えば倍率、ディストーション、コマ収差、及び像面湾曲などの回転対称な結像特性、及び光軸に直交する面内で一側から他側に徐々に変化する光学特性、例えば像面傾斜などを調整できるようになっている。ここで、「回転対称」とは、通常の意味における「回転対称」、すなわち、「一つの図形等を一定軸(対称軸)まわりに一定の角度だけ回転しても変わらない性質」とは異なり、「一つの図形等を一定軸(対称軸)まわりに $0^{\circ}$  ~  $360^{\circ}$  のいかなる角度で回転させても変わらない性質」を意味し、これ以外の場合は全て非回転対称である。本明細書では、かかる意味で回転対称及び非回転対称なる用語を用いる。

[0056] 図2から明らかなように、本実施形態に係る投影光学系PLでは、最もレチクルRに近いレンズ90や終端光学素子191などでは、照明光ILが光軸AXから離れた領域を通過するので、前述の背景技術で説明したような非回転対称な温度分布が発生し、これにより投影光学系PL(液体Lq2を含む)及び液体Lq1を含む光学系(以下、光学系PLLと呼ぶ)に非回転対称な結像特性(収差)が発生するが、この非回転対称な収差は、結像特性補正コントローラ52によるレンズ90を含む可動レンズの駆動では実質的に補正できない。

[0057] 本実施形態においては、終端光学素子191として平行平板が用いられているとともに、その上下両面に液体Lq2、Lq1が接しているので、終端光学素子191の面内温度分布の不均一性に起因して発生する光学系PLLの非回転対称な収差は殆ど無視できるレベルであると考えられる。

[0058] そこで、本実施形態では、その光学系PLLの非回転対称な収差を補正するために、図1において、投影光学系PLの最もレチクルに近いレンズ90に、照明光ILとは異

なる波長域の収差補正用の光(以下、非露光光と言う)NL(図1では、非露光光NL<sub>k</sub>、NL<sub>n</sub>が代表的に示されている)を照射する。以下、その非露光光NLをレンズ90に照射するための非露光光照射機構91について説明する。

[0059] 本実施形態では、非露光光NLとして、ウエハWに塗布されたレジストを殆ど感光させない波長域の光を使用する。そのため、非露光光NLとして、一例として炭酸ガスレーザー(CO<sub>2</sub>レーザー)からパルス発光される、例えば波長10.6 $\mu$ mの赤外光を使用する。なお、炭酸ガス(CO<sub>2</sub>)レーザー光として連続光を用いても良い。この波長10.6 $\mu$ mの赤外光は、石英の吸収性が高く、投影光学系PL中の1枚のレンズによってほぼ全て(望ましくは90%以上)吸収されるため、他のレンズに対して影響を与えることなく、収差を制御するために使用し易いという利点がある。また、本実施形態のレンズ90に照射された非露光光NLは、90%以上が吸収されるように設定されており、レンズ90の所望部分を効率的に加熱することができる。なお、非露光光NLとしては、炭酸ガスレーザー光の他に、YAGレーザーなどの固体レーザー光から射出される波長1 $\mu$ m程度の近赤外光、又は半導体レーザーから射出される波長数 $\mu$ m程度の赤外光なども使用することができる。すなわち、非露光光NLを発生する光源は、非露光光NLが照射される光学部材(レンズなど)の材料などに応じて最適なものを採用することができる。また、図2などにおいて、レンズ90は凸レンズのように描かれているが、凹レンズであっても良い。

[0060] 図1及び図2に示されるように、非露光光照射機構91の光源系92から射出された非露光光NLは、ミラー光学系93によって、レンズ90に向かう複数(ここではn個(nは8以上の整数とする))の光路、及び光電センサ94(図1では不図示、図2参照)に向かう1つの光路にそれぞれ対応して分岐される。光電センサ94で検出される非露光光NLの光量に対応する検出信号は、光源系92にフィードバックされている。また、そのn個の光路の内の2つの光路の非露光光NLが、投影光学系PLをX軸方向に挟むように配置された2つの照射機構95<sub>k</sub>及び95<sub>n</sub>を介してそれぞれ非露光光NL<sub>k</sub>及びNL<sub>n</sub>としてレンズ90に照射される。

[0061] 図3には、非露光光照射機構91の詳細な構成例が示されている。この図3において、光源系92は、光源92A及び制御部92Bを含む。そして、光源92Aから射出され

た非露光光NLは、それぞれ非露光光NLの光路を90度折り曲げる状態(閉じた状態)と非露光光NLをそのまま通過させる状態(開いた状態)との何れかに高速に切り換えることができる可動ミラー、例えば、ガルバノミラー $96_1, 96_2, \dots, 96_k, \dots, 96_n$ 、 $96_{-1}, 96_n$ を経て光電センサ94に入射し、光電センサ94の検出信号が制御部92Bに供給されている。ガルバノミラー $96_1 \sim 96_n$ が図1のミラー光学系93に対応し、制御部92Bは、主制御装置50からの制御情報に応じて光源92Aの発光のタイミング、出力、及びガルバノミラー $96_1 \sim 96_n$ の開閉を個別に制御する。

[0062] また、 $n$ 個のガルバノミラー $96_1 \sim 96_n$ それぞれで光路が折り曲げられた非露光光NLは、それぞれ光ファイバ束 $103_1 \sim 103_n$ (又は金属管等も使用できる)を介して照射機構 $95_1 \sim 95_n$ に導かれている。

[0063] ここで、図3では、ガルバノミラー、光ファイバ束、及び照射機構は、いずれも8個図示されているが、実際には、これらは $n$ 個( $n \geq 8$ )存在する。この $n$ 個の照射機構 $95_1 \sim 95_n$ の内の照射機構 $95_k$ 及び $95_n$ は、集光レンズ97と、小さい所定の反射率を持つビームスプリッタ98と、光ファイバ束又はリレーレンズ系等からなる光ガイド99と、集光レンズ101と、集光レンズ97及び光ガイド99をビームスプリッタ98に固定する保持枠102とを備えている。

[0064] なお、集光レンズ97の代わりに、発散作用を有するレンズを用いて非露光光NLを広げるようにしても良い。非露光光NLは、照射機構 $95_k$ 及び $95_n$ からそれぞれ非露光光NL $_k$ 及びNL $_n$ として投影光学系PL内のレンズ90に照射される。その他の照射機構 $95_1, 95_2, \dots, 95_{k-1}, 95_{k+1}, \dots, 95_{n-1}$ は、照射機構 $95_k$ 及び $95_n$ と同様に構成され、非露光光NLは、照射機構 $95_1, 95_2, \dots, 95_{k-1}, 95_{k+1}, \dots, 95_{n-1}$ からそれぞれ非露光光NL $_1, NL_2, \dots, NL_{k-1}, NL_{k+1}, \dots, NL_{n-1}$ として投影光学系PL内のレンズ90に照射される。

[0065] なお、非露光光NL $_1 \sim NL_n$ が照射される光学部材、並びにその光学部材上での非露光光NL $_1 \sim NL_n$ の照射領域の形状及びサイズは、実験やシミュレーションによりできるだけ非回転対称な収差が低減されるように決定される。また、非露光光NL $_1 \sim NL_n$ が照射される光学部材、並びにその光学部材上での非露光光NL $_1 \sim NL_n$ の照射領域の形状及びサイズは、低減すべき収差に応じて決定される。例えば図3におい

て、照射機構 $95_1 \sim 95_n$ 内の光学部材の位置を可動とすることによって、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の照射領域の形状やサイズを変えることができる。なお、照射機構 $95_1 \sim 95_n$ のもの、あるいは照射機構 $95_1 \sim 95_n$ 内部の光学部材を可動にして、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の照射領域の位置を調整できるように構成することもできる。

[0066] また、照射機構 $95_1 \sim 95_n$ にはそれぞれビームスプリッタ98で反射された一部の非露光光をそれぞれ受光する光電センサ $104_1 \sim 104_n$ が設けられており、 $n$ 個の光電センサ $104_1 \sim 104_n$ の検出信号も制御部92Bに供給されている。制御部92Bは、光電センサ $104_1 \sim 104_n$ の検出信号によって、照射機構 $95_1 \sim 95_n$ から投影光学系PL内のレンズ90に照射される直前の非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の光量を正確にモニタすることができ、このモニタ結果に基づいて非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の照射量の各々が、例えば主制御装置50によって指示された値になるようにする。投影光学系PLの直前で、光電センサ $104_1 \sim 104_n$ によって非露光光 $NL$ の照射量を計測することによって、光ファイバ束 $103_1 \sim 103_n$ の長さ(光路長)が様々であっても、更に光学系等の経時変化の影響を受けることなく、レンズ90に照射される非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の照射量を正確にモニタできる。

[0067] なお、光電センサ $104_1 \sim 104_n$ のモニタ結果に基づいて非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の照射量を制御する場合、光電センサ $104_1 \sim 104_n$ の各々が較正されていることが望ましい。例えば、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ をレンズ90に照射したときのレンズ90の温度分布を計測して、その温度分布が所望状態となるように光電センサ $104_1 \sim 104_n$ の各々を較正することができる。あるいは、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ をレンズ90に照射したときの結像特性(収差)の状態を計測して、その結像特性(収差)が所望状態となるように、光電センサ $104_1 \sim 104_n$ の各々を較正することもできる。また、光電センサの較正を行う場合には、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ のすべてをレンズ90に照射しても良いし、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の使用条件に合わせて、その一部(例えば、非露光光 $NL_k$ と $NL_n$ )をレンズ90に照射しても良い。

[0068] 照射機構 $95_k$ 及び $95_n$ は、それぞれ鏡筒140の上端部近傍に設けられた開口内に、レンズ90に向かって僅かに斜め下方に傾斜するように配置されている。そして、照射機構 $95_k$ 及び $95_n$ から射出される非露光光 $NL_k$ 及び $NL_n$ は、照明光ILの光路に斜

めに交差する方向からレンズ90に入射する。図3の他の照射機構 $95_1, 95_2, \dots, 95_{k-1}, 95_{k+1}, \dots, 95_{n-1}$ も同様に、鏡筒140の開口に同じ傾斜角で配置されており、それらからの非露光光 $NL_1, NL_2, \dots, NL_{k-1}, NL_{k+1}, \dots, NL_{n-1}$ も照明光ILの光路に斜めに交差する方向からレンズ90に入射する。

- [0069] 非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ のそれぞれが照明光ILの光路と交差するように照明光ILの光軸に向かって照射可能であるため、投影光学系PLの一部の光学部材(レンズ90)を、投影光学系PLの他の光学部材を介さずに効率的に照射することができる。さらに、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ のレンズ90上での光路が長くなり、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ はレンズ90で殆どが吸収されるため、投影光学系PLの他の光学部材への非露光光NLの入射は殆どなく、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ は、投影光学系PLから殆ど射出されなくなる。
- [0070] また、投影光学系PLの一部の光学部材(レンズ90)の光学面、すなわち照明光ILが入射(あるいは射出)し得る領域に部分的に非露光光NLを照射しているので、レンズ90の温度分布を、さらには投影光学系PLの結像特性をより効果的、且つ短時間で調整することが可能である。
- [0071] なお、照射機構 $95_k$ 及び $95_n$ (他の照射機構 $95_1, 95_2, \dots, 95_{k-1}, 95_{k+1}, \dots, 95_{n-1}$ も同様)を、それぞれ鏡筒140に設けられた開口内に、レンズ90に向かって僅かに斜め上方に傾斜するように配置して、非露光光 $NL_k$ 及び $NL_n$ でレンズ90の底面(下面/射出面)側を照明しても良い。この場合には、非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の投影ユニットPUのウエハ側から漏れ出る量を更に低減することができる。
- [0072] 本実施形態では、光源92A、制御部92B、ガルバノミラー $96_1 \sim 96_n$ 、光ファイバ束 $103_1 \sim 103_n$ 、照射機構 $95_1 \sim 95_n$ 、及び光電センサ $104_1 \sim 104_n$ 等を含んで非露光光照射機構91が構成されている。そして、例えば2つの非露光光 $NL_k$ 及び $NL_n$ のみをレンズ90に照射する場合には、ガルバノミラー $96_1 \sim 96_n$ を全部開いた状態(非露光光NLを通過させる状態)から、ガルバノミラー $96_k$ を所定時間だけ閉じる動作(非露光光NLを反射する状態)と、ガルバノミラー $96_n$ を所定時間だけ閉じる動作とを交互に繰り返せば良い。収差への影響が無い十分短い時間(例えば1msec)でガルバノミラーを切り換えることにより、収差への影響を無くすることができる。また、本実施形態の非露光光NLはパルス光であるため、ガルバノミラー $96_1 \sim 96_n$ の開閉動作は所

定パルス数を単位として行っても良い。同様に、他の非露光光をレンズ90に照射する場合には、対応するガルバノミラーを所定時間だけ閉じる動作と開く動作とを交互に繰り返せば良い。このようにガルバノミラー $96_1 \sim 96_n$ を用いることによって、非露光光NLの光量損失が殆ど無い状態でレンズ90のレンズ面の複数箇所を所望の光量で効率的に照射することができる。

[0073] なお、非露光光NLの照射される領域の数や位置(照射機構の数や位置)は、投影光学系PL内での照明光ILの光量分布、非露光光NLで調整される収差の種類、その収差の許容値などに応じて定められる。

[0074] また、本実施形態において、ガルバノミラー $96_1 \sim 96_n$ を用いる代わりに、例えば固定のミラー及びビームスプリッタを組み合わせ非露光光NLを複数の光束に分岐し、これらの光束を、シャッタを用いて開閉しても良い。この構成では、複数箇所を同時に非露光光NLで照射することができる。更に、光源として例えば炭酸ガスレーザ又は半導体レーザを用いる場合には、レンズ90に対して必要な照射領域の個数(図3では8個)だけその光源を用意し、それらの光源の発光のオン・オフ若しくはシャッタによって、非露光光NLを照射するレンズ90上の照射領域の個数、各照射領域での照射量などを直接制御しても良い。

[0075] さらに、例えば、ダイポール照明(2極照明)その他の変形照明条件下では、投影光学系PLの瞳面において、光軸AXから偏心した領域を照明光ILが通り、これにより投影光学系PLの第1瞳PP1、第2瞳PP2、第3瞳PP3に非回転対称な温度分布が生じる。この非回転対称な温度分布は投影光学系PL(光学系PPL)の非回転対称な収差(変動)を招く。

[0076] かかる点に鑑み、本実施形態の露光装置100では、図2に示されるように、第2瞳PP2近傍に位置するレンズ111に照明光ILとは異なる波長域の収差補正用の光(以下、非露光光と言う)を照射する非露光光照射機構91Aが設けられている。この非露光光照射機構91Aによって照射される非露光光としては、ウエハWに塗布されたレジストを殆ど感光させない波長域の光、一例として前述の炭酸ガスレーザ( $\text{CO}_2$ レーザ)からパルス発光される、例えば波長 $10.6 \mu\text{m}$ の赤外光を使用している。以下では、この非露光光照射機構91Aから照射される非露光光を非露光光NEと記述する

- 。
- [0077] なお、非露光光NEとしては、炭酸ガスレーザー光の他に、YAGレーザーなどの固体レーザー光から射出される波長 $1\mu\text{m}$ 程度の近赤外光、又は半導体レーザーから射出される波長数 $\mu\text{m}$ 程度の赤外光なども使用することができる。すなわち、非露光光NEを発生する光源は、非露光光NLが照射される光学部材(レンズなど)の材料などに応じて最適なものを採用することができる。
- [0078] 非露光光照射機構91Aは、前述の非露光光照射機構91と同様に光源系92'、ミラー光学系93A、光電センサ94A及び複数(ここでは8個)の照射機構95A<sub>1</sub>~95A<sub>8</sub>(図4参照)等を備えている。光源系92'は、前述の光源系92と同様に、光源及び制御部を含む。また、ミラー光学系93Aは、前述のミラー光学系93と同様に、それぞれ非露光光NEの光路を90度折り曲げる状態(閉じた状態)と、非露光光NLをそのまま通過させる状態(開いた状態)とを高速に切り換えることができる複数、ここでは8個の可動ミラー、例えば、ガルバノミラーによって構成されている。
- [0079] 8個のガルバノミラーで順次光路が折り曲げられた非露光光NEは、それぞれ光ファイバ束(図示せず)を介して図2のB-B線に沿った投影ユニットPUの断面を示す図4に示される照射機構95A<sub>1</sub>~95A<sub>n</sub>(95A<sub>8</sub>)に導かれている。照射機構95A<sub>1</sub>~95A<sub>8</sub>は、前述の照射機構95と同様に構成されており、非露光光NE<sub>1</sub>~NE<sub>8</sub>の照射領域の位置、大きさ及び形状を、それぞれ調整できる。照射機構95A<sub>1</sub>~95A<sub>8</sub>の射出端は、図4に示されるように、レンズ111(第2瞳PP2近傍に位置するとともに、第2結像光学系G2の一部を構成するレンズ)の側面に対向する状態で、鏡筒140に取り付けられている。従って、照射機構95A<sub>1</sub>~95A<sub>8</sub>は、非露光光NE<sub>1</sub>~NE<sub>8</sub>をそれぞれレンズ111の側面に対して照射可能な構成となっている。なお、本実施形態においては、非露光光(NE<sub>1</sub>~NE<sub>8</sub>)がレンズ111の側面に照射されるので、非露光光(NE<sub>1</sub>~NE<sub>8</sub>)の照射領域は、レンズ111の周方向に長い楕円形である。
- [0080] 前記光源系92'の一部を構成する制御部によって、主制御装置50からの制御情報に応じて光源の発光のタイミング、出力、及びガルバノミラーの開閉が制御される。
- [0081] また、照射機構95A<sub>1</sub>~95A<sub>n</sub>の一部を構成する各ビームスプリッタで反射された一部の非露光光NEをそれぞれ受光する光電センサ104A<sub>1</sub>~104A<sub>8</sub>が設けられており

、8個の光電センサ $104A_1 \sim 104A_8$ の検出信号も光源系92'の一部を構成する制御部に供給されている。その制御部は、光電センサ $104A_1 \sim 104A_8$ の検出信号によって、照射機構 $95A_1 \sim 95A_8$ から投影光学系PL内のレンズ111に照射される直前の非露光光 $NE_1 \sim NE_8$ の光量を正確にモニタすることができ、このモニタ結果に基づいて非露光光 $NL_1 \sim NL_n$ の照射量の各々が、例えば主制御装置50によって指示された値になるようにする。

[0082] なお、光電センサ $104A_1 \sim 104A_8$ のモニタ結果に基づいて非露光光 $NE_1 \sim NE_8$ の照射量を制御する場合、前述と同様にして、光電センサ $104A_1 \sim 104A_8$ の各々が較正されていることが望ましい。また、本実施形態において、非露光光照射機構91Aの照射機構( $95A_1 \sim 95A_8$ )の数は8個に限らないが、照射機構の数が多いほど、レンズ111の温度(温度分布)をより高精度に制御することができる。

[0083] また、前述の非露光光照射機構91の場合と同様に、照射機構( $95A_1 \sim 95A_8$ )からレンズ111に照射される非露光光( $NE_1 \sim NE_8$ )の数、位置、形状、大きさ及び照射量は、レンズ111における照明光ILの光量分布、非露光光( $NE_1 \sim NE_8$ )の照射によって調整される収差の種類、その収差の許容値などに応じて決定される。

[0084] 図1に戻り、前記ウエハステージWSTは、投影光学系PLの下方で不図示のベースの上方に配置され、リニアモータ等を含むウエハステージ駆動系56によって、XY面内(Z軸回りの回転( $\theta_z$ 回転)を含む)で自在に移動される。また、ウエハステージWSTは、ウエハステージ駆動系56の一部であるアクチュエータによって、Z軸方向、及びXY面に対する傾斜方向(X軸回りの回転方向( $\theta_x$ 方向)及びY軸回りの回転方向( $\theta_y$ 方向))へ微小移動される。なお、ウエハステージ駆動系56はZ軸方向及びXY平面に対する傾斜方向に加えて、ウエハステージWSTをXY面内で微小移動させるアクチュエータを備えていても良い。

[0085] ウエハステージWSTのXY平面内での位置、及び回転(ヨーイング(Z軸回りの回転である $\theta_z$ 回転)、ピッチング(X軸回りの回転である $\theta_x$ 回転)、ローリング(Y軸回りの回転である $\theta_y$ 回転))は、ウエハステージWSTに設けられた反射面を使ってウエハレーザ干渉計54によって常時検出されている。

[0086] ウエハステージWSTの位置情報(又は速度情報)は主制御装置50に供給される。

主制御装置50は、ウエハステージWSTの上記位置情報(又は速度情報)に基づき、ウエハステージ駆動系56を介してウエハステージWSTを制御する。

[0087] ウエハステージWST上の所定位置には、複数の基準マークを有する基準部材(不図示)が設けられている。また、ウエハステージWST上のウエハWの近傍に例えば特開昭57-117238号公報及びこれに対応する米国特許第4,465,368号明細書などに開示されているような照度むらセンサ21Pが設けられている。照度むらセンサ21Pの受光面はウエハWの表面と同じ高さに設定されて、ピンホール状の受光部(不図示)が形成されている。更に、ウエハステージWST上には、露光領域IAよりも広い受光部(不図示)が形成された例えば特開平11-16816号公報及びこれに対応する米国特許出願公開第2002/0061469号明細書などに開示されているような照射量モニタ58がその受光面がウエハWの表面とほぼ同一面に位置する状態で設けられている。照射量モニタ58及び照度むらセンサ21Pにより、投影光学系PLを通過した照明光ILを投影光学系PLの像面又はその近傍の面上で受光できる。

[0088] 照射量モニタ58及び照度むらセンサ21Pとしては、照明光ILと同じ波長域(例えば波長300nm~100nm程度)に対して感度があり、且つ照明光ILを検出するために高い応答周波数を有するフォトダイオード、又はフォトマルチプライア等の光電変換素子を使用できる。照射量モニタ58及び照度むらセンサ21Pの検出信号(光電変換信号)が不図示のホールド回路及びアナログ/デジタル(A/D)変換器などを介して主制御装置50に供給されている。本国際出願で指定した指定国(又は選択した選択国)の国内法令が許す限りにおいて、上記各公報及び対応米国特許における開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

[0089] 前記液浸機構は、第1液体供給ユニット68、第2液体供給ユニット72、第1液体回収ユニット69、第2液体回収ユニット73及びノズル部材70、並びにこれら各部に接続された配管系等を備えている。

[0090] 前記ノズル部材70は、ウエハW(ウエハステージWST)の上方において鏡筒140の下端部の周りを囲むように設けられた環状部材である。このノズル部材70は、投影ユニットPUを防振装置(不図示)を介して保持する不図示のメインコラムに不図示の支持部材を介して支持されている。

- [0091] 前記第1液体供給ユニット68は、供給管66を介してノズル部材70に接続されている。この第1液体供給ユニット68は、供給管66を介して液体Lq1を投影光学系PLの最も像面に近い終端光学素子191(図5参照)とウエハW(ウエハステージWST)との間の第1空間K1(図5参照)に供給するためのものである。この第1液体供給ユニット68は、液体Lq1を収容するタンク、供給する液体Lq1の温度を調整する温度調整装置、液体Lq1中の異物を除去するフィルタ装置、及び加圧ポンプ、並びに供給する液体Lq1の流量を制御する流量制御弁等を含む。この第1液体供給ユニット68は、主制御装置50に制御されるようになっており、ウエハW上に液浸領域AR(図5参照)を形成する際、液体Lq1をウエハW上に供給する。なお、露光装置100の第1液体供給ユニット68に、タンク、温度調整装置、フィルタ装置、加圧ポンプのすべてを設けずに、それらの少なくとも一部を露光装置100が設置される工場などの設備で代用しても良い。
- [0092] 前記第1液体回収ユニット69は、回収管67を介してノズル部材70に接続されている。この第1液体回収ユニット69は、上記第1空間K1に供給された液体Lq1を回収するためのものである。この第1液体回収ユニット69は、例えば真空ポンプ等の真空系(吸引装置)、回収された液体Lq1と気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体Lq1を収容するタンク、回収される液体の流量を制御するための流量制御弁等を含む。なお、露光装置100に真空系、気液分離器、タンク、流量制御弁のすべてを設けずに、それらの少なくとも一部を露光装置100が配置される工場の設備で代用しても良い。第1液体回収ユニット69は、主制御装置50に制御されるようになっており、ウエハW上に液浸領域ARを形成するために、第1液体供給ユニット68より供給されたウエハW上の液体Lq1を所定量回収する。
- [0093] 前記第2液体供給ユニット72は、供給管74を介してノズル部材70より僅かに上方の位置で鏡筒140の+Y側の側面に接続されている。この第2液体供給ユニット72は、液体Lq2を投影光学系PLの終端光学素子191の上面側に形成された第2空間K2(図5参照)に供給するためのものである。この第2液体供給ユニット72は、液体Lq2を収容するタンク、供給する液体Lq2の温度を調整する温度調整装置、液体Lq2中の異物を除去するフィルタ装置、及び加圧ポンプ等を備えている。なお、露光装置

100の第2液体供給ユニット72に、タンク、温度調整装置、フィルタ装置、加圧ポンプのすべてを設けずに、それらの少なくとも一部を露光装置100が設置される工場などの設備で代用しても良い。

[0094] 前記第2液体回収ユニット73は、回収管75を介してノズル部材70より僅かに上方の位置で鏡筒140の-Y側の側面に接続されている。この第2液体回収ユニット73は、上記第2空間K2に供給された液体Lq2を回収するためのものである。この第2液体回収ユニットは、例えば真空ポンプ等の真空系(吸引装置)、回収された液体Lq2と気体とを分離する気液分離器、及び回収した液体Lq2を収容するタンク等を備えている。なお、露光装置100に真空系、気液分離器、タンクのすべてを設けずに、それらの少なくとも一部を露光装置100が配置される工場などの設備を代用しても良い。

[0095] 図5には、投影光学系PLの像面側端部及びノズル部材70近傍の断面図が示され、図6にはノズル部材70を下から見た図が示されている。ここで、これら図5及び図6に基づいて、ノズル部材70近傍の構成等について説明する。

[0096] 図5及び図6において、終端光学素子191及びその上方に配置された境界レンズ192は、鏡筒140に支持されている。終端光学素子191は平行平板であって、該終端光学素子191の下面191aは鏡筒140の下面140aとほぼ面一となっている。鏡筒140に支持された終端光学素子191の上面191b及び下面191aはXY平面とほぼ平行となっている。また、終端光学素子(平行平板)191はほぼ水平に支持されており、無屈折力である。また、鏡筒140と終端光学素子191とのギャップはシールされている。すなわち、終端光学素子191の下側の第1空間K1と終端光学素子191の上側の第2空間K2とは互いに独立した空間であり、第1空間K1と第2空間K2との間での液体の流通が阻止されている。上述したように、第1空間K1は、終端光学素子191とウエハW(又はウエハステージWST)との間の空間であって、その第1空間K1の液体Lq1で液浸領域ARが形成される。一方、第2空間K2は、鏡筒140の内部空間の一部であって、終端光学素子191の上面191bとその上方に配置された境界レンズ192の下面192aとの間の空間である。

[0097] なお、終端光学素子191は、鏡筒140に対して容易に取り付け・取り外しが可能と

なっている。すなわち、終端光学素子191が交換可能な構成が採用されている。

- [0098] ノズル部材70は、図5に示されるように、投影ユニットPUと対向して配置されるウエハW(ウエハステージWST)の上方で、鏡筒140の下端部を囲むように設けられている。このノズル部材70は、その中央部に投影ユニットPU(鏡筒140)の下端部を所定の隙間を介して配置可能な穴部70hを有している。本実施形態では、投影光学系PLの投影領域、すなわち実効露光領域IAは、図6に示されるように、X軸方向(非走査方向)を長手方向とする矩形状に設定されている。
- [0099] ウエハWに対向するノズル部材70の下面70aには、その中央部にX軸方向を長手方向とする凹部78が形成されている。この凹部78の内部底面78aの中央部に前述の穴部70hの開口端が形成されている。凹部78の内部底面78aは、XY平面と略平行であり、ウエハステージWSTに支持されたウエハWと対向するキャビティ面とされている。また、凹部78の側壁内面78bは、XY平面に対してほぼ直交するように設けられている。
- [0100] ノズル部材70の下面70aに形成された凹部78の側壁内面78bには、投影光学系PLの終端光学素子191(投影領域IA)を挟んでY軸方向の一侧と他側に第1供給口80a、80bがそれぞれ形成されている。第1供給口80a、80bは、ノズル部材70の内部に形成された第1供給流路82の一端部にそれぞれ接続されている。この第1供給流路82は、その他端部が、前述の供給管66の一端に接続され、その供給管66に接続された側と反対側の端部が途中から複数(2つ)に分岐し、それぞれの分岐端が複数(2つ)の第1供給口80a、80bのそれぞれに接続されている。
- [0101] 第1液体供給ユニット68の液体供給動作は主制御装置50により制御される。液浸領域ARを形成するために、主制御装置50は、第1液体供給ユニット68より液体Lq1を送出する。第1液体供給ユニット68より送出された液体Lq1は、供給管66を流れた後、ノズル部材70の内部に形成された第1供給流路82の一端部に流入する。そして、第1供給流路82の一端部に流入した液体Lq1は、ノズル部材70に形成された複数(2つ)の第1供給口80a、80bから、終端光学素子191とウエハWとの間の第1空間K1に供給される。なお、本実施形態においては、第1供給口80a、80bから供給される液体Lq1は、ウエハW表面とほぼ平行に吹き出されているが、下向きに液体Lq1

が供給されるように第1供給口を形成しても良い。

[0102] また、第1供給口を、終端光学素子191のX軸方向の両側に設けても良いし、第1供給口は1箇所であっても良い。

[0103] ノズル部材70の下面70aにおいて、投影光学系PLの投影領域IAを基準として凹部78の外側には第1回収口81が設けられている。この第1回収口81は、ウエハWに対向するノズル部材70の下面70aにおいて投影光学系PLの投影領域IAに対して第1供給口80a、80bの外側に設けられており、投影領域IA、及び第1供給口80a、80bを囲むように環状に形成されている。また、第1回収口81には多孔体81Pが設けられている。

[0104] 前述の回収管67の一端部は、図5に示されるように、ノズル部材70の内部に形成された第1回収流路83の一部を構成するマニホールド流路83Mの一端部に接続されている。一方、マニホールド流路83Mの他端部は、第1回収口81に接続する第1回収流路83の一部を構成する環状流路83Kの一部に接続されている。

[0105] 第1液体回収ユニット69の液体回収動作は主制御装置50に制御される。主制御装置50は、液体Lq1を回収するために、第1液体回収ユニット69を駆動する。第1液体回収ユニット69の駆動により、ウエハW上の液体Lq1は、ノズル部材70の下面70aに設けられている第1回収口81を介して流路83を流れる。その後、回収管67を介して第1液体回収ユニット69に吸引回収される。

[0106] 鏡筒140の側壁内面140cには、第2供給口86が設けられている。第2供給口86は、第2空間K2の近傍位置に形成されており、投影光学系PLの光軸AXに対して+Y側に設けられている。この第2供給口86は、鏡筒140の側壁内部に形成された第2供給流路84の一端に接続され、第2供給流路84の他端部に前述の供給管74の一端が接続されている。

[0107] また、鏡筒140の側壁内面140cの第2供給口86にほぼ対向する位置には、第2回収口87が設けられている。第2回収口87は、第2空間K2の近傍位置に形成されており、投影光学系PLの光軸AXに対して-Y側に設けられている。この第2回収口87は、鏡筒140の側壁に形成された第2回収流路85の一端に接続され、第2回収流路85の他端部に前述の回収管75の一端が接続されている。

- [0108] 第2液体供給ユニット72の液体供給動作は主制御装置50により制御される。主制御装置50が、第2液体供給ユニット72より液体Lq2を送出すると、その送出された液体Lq2は、供給管74を流れた後、鏡筒140の内部に形成された第2供給流路84の一端部に流入する。そして、第2供給流路84の一端部に流入した液体Lq2は、鏡筒140の側壁内面140cに形成された第2供給口86から、境界レンズ(光学素子)192と終端光学素子191との間の第2空間K2に供給される。この場合、第2供給口86からは、終端光学素子191の上面191bと略平行、すなわちXY平面と略平行に(横方向に)液体Lq2が吹きだされる。
- [0109] 第2液体回収ユニット73の液体回収動作は主制御装置50に制御される。主制御装置50は、液体Lq2を回収するために、第2液体回収ユニット73を駆動する。第2液体回収ユニット73の駆動により、第2空間K2の液体Lq2は、第2回収口87を介して第2回収流路85に流入し、その後、回収管75を介して第2液体回収ユニット73に吸引回収される。
- [0110] なお、本実施形態では、鏡筒140の側壁内部に流路84, 85がそれぞれ形成されているが、鏡筒140の一部に貫通孔を設けておき、そこに流路となる配管を通すようにしても良い。また、本実施形態においては、供給管74及び回収管75は、ノズル部材70とは別に設けられているが、供給管74及び回収管75の代わりにノズル部材70の内部に供給路及び回収路を設けて、鏡筒140内部に形成された流路84, 85のそれぞれと接続するようにしても良い。なお、液浸機構(ノズル部材70、液体供給ユニット68, 72、液体回収ユニット69, 73など)の構造および配置は、上述のものに限られず、照明光ILの光路を含む所定空間を液体で満たすことができれば、いろいろな形態の液浸機構を適用することができる。
- [0111] 境界レンズ192の下面192a及び終端光学素子191の上面191bには第2空間K2に満たされた液体Lq2が接触し、終端光学素子191の下面191aには第1空間K1の液体Lq1が接触する。本実施形態においては、少なくとも光学素子191, 192は石英によって形成されている。石英は、液体Lq1, Lq2すなわち純水との親和性が高いため、液体接触面である境界レンズ192の下面192a、終端光学素子191aの上面191b及び下面191aのほぼ全面に液体Lq1, Lq2を密着させることができる。したがっ

て、光学素子192、191の液体接触面192a、191b及び191aに液体Lq2、Lq1を密着させて、光学素子192と終端光学素子191との間の光路、及び終端光学素子191とウエハWとの間の光路を液体Lq2、Lq1で確実に満たすことができる。

[0112] なお、光学素子192、191の少なくとも一方は、水との親和性が高い蛍石であっても良い。また、例えば残りの光学素子を蛍石で形成し、光学素子192、191を石英で形成しても良いし、全ての光学素子を石英(あるいは蛍石)で形成しても良い。

[0113] また、光学素子192、191の液体接触面192a、191b、191aに、親水化(親液化)処理を施して、液体Lq2、Lq1との親和性をより高めるようにしても良い。

[0114] また、本実施形態においては、鏡筒140の側壁内面140c、及び境界レンズ192の側面192bのそれぞれは、撥液化処理されて撥液性を有している。鏡筒140の側壁内面140c、及び境界レンズ192の側面192bのそれぞれを撥液性にする事で、側壁内面140cと側面192bとの間に形成される間隙に第2空間K2の液体Lq2が浸入することが防止される。

[0115] 上記撥液化処理としては、例えば、ポリ四フッ化エチレン等のフッ素系樹脂材料、アクリル系樹脂材料、シリコン系樹脂材料等の撥液性材料を塗布、あるいは前記撥液性材料からなる薄膜を貼付する等の処理が挙げられる。

[0116] また、鏡筒140の側壁外面140bとノズル部材70の穴部70hの側壁内面70kとのそれぞれに撥液処理を施しても良い。側壁外面140bと側壁内面70kとを撥液性にする事により、側壁外面140bと側壁内面70kとの間に形成される間隙に第1空間K1の液体Lq1が浸入することが防止される。

[0117] 制御系は、図1中、主制御装置50を含み、主制御装置50は、CPU(中央演算処理装置)、ROM(リード・オンリ・メモリ)、RAM(ランダム・アクセス・メモリ)等から成るいわゆるマイクロコンピュータ(又はミニコンピュータ)を含んで構成され、装置全体を統括的に制御する。

[0118] 次に、本実施形態の露光装置100における露光の際の動作について説明する。

[0119] ウエハWに対する露光を行うに際し、主制御装置50は、第2液体供給ユニット72を制御して第2空間K2に液体Lq2を供給する。このとき、主制御装置50は、第2液体供給ユニット72による単位時間あたりの液体Lq2の供給量及び第2液体回収ユニット

73による単位時間あたりの液体Lq2の回収量を最適に制御しつつ、第2液体供給ユニット72及び第2液体回収ユニット73による液体Lq2の供給及び回収を行い、第2空間K2のうち、少なくとも照明光ILの光路上を液体Lq2で満たす。

[0120] また、ローディングポジション(ウエハ交換位置)でウエハステージWST上にウエハWがロードされた後、主制御装置50は、ウエハWを保持したウエハステージWSTを投影光学系PLの下、すなわち露光位置に移動する。そして、ウエハステージWSTと投影光学系PLの終端光学素子191とを対向させた状態で、主制御装置50は、第1液体供給ユニット68による単位時間あたりの液体Lq1の供給量及び第1液体回収ユニット69による単位時間あたりの液体Lq1の回収量を最適に制御しつつ、第1液体供給ユニット68及び第1液体回収ユニット69による液体Lq1の供給及び回収を行い、第1空間K1のうち、少なくとも照明光ILの光路上に液体Lq1の液浸領域ARを形成し、その照明光ILの光路を液体Lq1で満たす。

[0121] ここで、主制御装置50は、ウエハWの露光処理を行う前に、ウエハステージWST上に設けられた基準部材上のマーク計測や、前述の照度むらセンサ21Pあるいは照射量モニタ58等を使った各種計測動作(前述の照射量の測定のための事前準備及びウエハ反射率の測定のための事前準備を少なくとも含む)を行い、その計測結果に基づいて、ウエハWのアライメント処理や、投影光学系PLの結像特性調整などのキャリブレーション処理を行う。例えば照度むらセンサ21Pあるいは照射量モニタ58等を使った計測動作を行う場合には、主制御装置50は、ウエハステージWSTをXY方向に移動することで液体Lq1の液浸領域ARに対してウエハステージWSTを相対的に移動し、それらのセンサの受光面上に液体Lq1の液浸領域ARを形成し、その状態で液体Lq1を介した計測動作を行う。

[0122] 上記アライメント処理及びキャリブレーション処理を行った後、主制御装置50は、第1液体供給ユニット68によるウエハW上に対する液体Lq1の供給と並行して、第1液体回収ユニット69によるウエハW上の液体Lq1の回収を行いつつ、ウエハWを支持するウエハステージWSTをY軸方向(走査方向)に移動しながら、レチクルRのパターン像を、投影光学系PL(液体Lq2を含む)、及び第1空間K1の液体Lq1(すなわち液浸領域ARの液体)を介して表面にレジストが塗布されたウエハW上に投影する

。ここで、第2液体供給ユニット72による液体の供給動作及び第2液体回収ユニット73による液体の回収動作は遅くとも露光が開始される時点では主制御装置50によって停止されており、第2空間K2のうち、少なくとも照明光ILの光路上を液体Lq2で満たされた状態となっている。

[0123] 本実施形態の露光装置100は、レチクルRとウエハWとをY軸方向(走査方向)に移動しながらレチクルRのパターン像をウエハWに投影するものであって、走査露光中、投影光学系PL(液体Lq2を含む)、及び第1空間の液体Lq1を介してレチクルRの一部のパターン像が投影領域IA内に投影され、レチクルRが照明領域IARに対して-Y方向(又は+Y方向)に速度Vで移動するのに同期して、ウエハWが投影領域IAに対して+Y方向(又は-Y方向)に速度 $\beta \cdot V$ ( $\beta$ は投影倍率)で移動する。ウエハW上には複数のショット領域が設定されており、1つのショット領域への露光終了後に、ウエハWのステッピング移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式でウエハWを移動しながら各ショット領域に対する走査露光処理が順次行われる。

[0124] 本実施形態では、主制御装置50により、前述した投影光学系PL(液体Lq2を含む)の照明光吸収に起因する、光学系PLLの結像特性(諸収差(フォーカスを含む))の照射変動の推定演算が時間 $\Delta t$ 毎に実行され、その結像特性の推定演算の結果に基づき、露光動作が制御されている。

[0125] 例えば、主制御装置50では、例えば時間 $\Delta t$ 毎に上記の推定演算を行ってフォーカス、像面湾曲、倍率、ディストーション、コマ収差、球面収差の照射変動の推定演算を行い、この推定演算の結果に基づいて、例えば特開平11-258498号公報などに開示される手法と同様の手法により、その結像特性の変化を補正するための各可動レンズの駆動量を求め、この駆動量に応じて各可動レンズを駆動することで、光学系の像面湾曲、倍率、ディストーション、コマ収差、球面収差のうちの少なくとも1つの結像特性の照射変動を逐次補正している。

[0126] また、主制御装置50では、フォーカスを除く結像特性の照射変動が結像特性補正コントローラ52を介して補正される度に、例えば上記特開平11-258498号公報などに開示されるような演算を行って光学系自身のフォーカス変化を算出し、フォーカ

ス誤差がほぼ零となるようにウエハステージWSTをZ軸方向に駆動する、ウエハWのオートフォーカス制御を実行する。

[0127] ところで、本実施形態の露光装置100では、投影光学系PLとして図2に示されるような反射屈折系が用いられているので、露光の際の照明光ILの照射により、投影光学系PLの最もレチクルに近く位置するレンズ90には、図16(A)と同様の温度分布が生じる。そこで、本実施形態の露光装置100では、この温度分布により投影光学系PL(光学系PLL)に前述の非回転対称な結像特性が生じず、補正が容易な結像特性(収差)が生じるように(あるいは、前述と同様の非回転対称な結像特性が生じても直ぐに補正が容易な結像特性に変換されるように)、主制御装置50からの指示に応じ、非露光光照射機構91の光源系92内部の制御部92Bが、照射機構95<sub>1</sub>～95<sub>n</sub>からのレンズ90に対する非露光光NL<sub>1</sub>～NL<sub>n</sub>の照射位置及び照射光量を制御する。制御部92Bは、一例として、図8(A)に示されるように、レンズ90の外周部近傍に非露光光NL<sub>1</sub>、NL<sub>3</sub>、NL<sub>4</sub>、NL<sub>k-1</sub>、NL<sub>k</sub>、NL<sub>k+1</sub>、NL<sub>l</sub>、NL<sub>m</sub>、NL<sub>n-1</sub>及びNL<sub>n</sub>を第1の光強度で照射するとともに、レンズ90の外周部近傍の非露光光NL<sub>3</sub>、NL<sub>4</sub>の両側に非露光光NL<sub>2</sub>、NL<sub>5</sub>を第2の強度(<第1の強度)で照射し、さらにNL<sub>k-1</sub>、NL<sub>k</sub>、NL<sub>k+1</sub>、NL<sub>l</sub>、NL<sub>m</sub>、NL<sub>n-1</sub>及びNL<sub>n</sub>の内側に、非露光光NL<sub>6</sub>、NL<sub>7</sub>、NL<sub>8</sub>、NL<sub>9</sub>及びNL<sub>10</sub>を第2の強度で照射する。この結果、投影光学系PL(ひいては光学系PLL)に、例えば図8(B)に示されるような光軸を中心とする回転対称な収差(変動)が生じる。

[0128] 次いで、主制御装置50は、投影光学系PL、ひいては光学系PLLに生じた回転対称な収差(変動)を補正すべく、結像特性補正コントローラ52を介してレンズ90を含む5つの可動レンズの少なくとも1つを、光軸AX1方向に駆動する。これにより、光学系PLLに生じた回転対称な収差(変動)は、前述の照射変動成分の補正の場合と同様にして補正される。この補正は、露光中に行っても勿論良いが、非露光時に行っても良い。

[0129] あるいは、非露光光照射機構91の光源系92内部の制御部92Bは、主制御装置50からの指示に応じ、例えば図9(A)に示されるように、レンズ90の外周部近傍の照明光ILの照射領域IA'の-X側、-Y側及び+X側に非露光光NL<sub>1</sub>、NL<sub>2</sub>、NL<sub>3</sub>、NL<sub>4</sub>、NL<sub>5</sub>、NL<sub>k-1</sub>を第1の強度で照射し、照明光ILの照射領域IA'の+Y側に非露光

光NL<sub>6</sub>、NL<sub>11</sub>、NL<sub>10</sub>を第2の強度(<第1の強度)で照射し、非露光光NL<sub>k-1</sub>、NL<sub>6</sub>、NL<sub>11</sub>、NL<sub>10</sub>、NL<sub>1</sub>の+Y側の領域に非露光光NL<sub>k</sub>、NL<sub>7</sub>、NL<sub>8</sub>、NL<sub>9</sub>、NL<sub>n</sub>を第3の強度(<第2の強度)で照射し、さらに非露光光NL<sub>k</sub>、NL<sub>7</sub>、NL<sub>8</sub>、NL<sub>9</sub>、NL<sub>n</sub>の+Y側の領域に非露光光NL<sub>k+1</sub>、NL<sub>1</sub>、NL<sub>m</sub>、NL<sub>n-1</sub>を第4の強度(<第3の強度)で照射することとしても良い。この結果、投影光学系PL(ひいては光学系PLL)に、例えば図9(B)に示されるような光軸に直交する面内で一侧から他側に徐々に変化する収差(変動)が生じる。

[0130] この場合、主制御装置50は、投影光学系PL、ひいては光学系PLLに生じた収差(の変動)を補正すべく、結像特性補正コントローラ52を介してレンズ90を含む5つの可動レンズの少なくとも1つを、光軸AX1に直交する面に対する傾斜方向(この場合、 $\theta_x$ 方向)に駆動する。これにより、光学系PLLに生じた収差(変動)が補正される。この補正は、露光中に行っても勿論良いが、ウエハW上のあるショット領域に対する露光と次のショット領域に対する露光との間のウエハステージWST(ウエハW)のショット間ステップ移動時や、ウエハ交換時などの非露光時に行っても良い。

[0131] ここで、本実施形態では、上述したように、投影光学系PL(光学系PLL)に回転対称な収差(変動)、あるいは光軸に直交する面内で一侧から他側に徐々に変化する収差(変動)を発生させる(換言すれば、前述の非回転対称な収差の発生を抑制する)ために、各照射機構95<sub>1</sub>~95<sub>n</sub>のそれぞれが照射すべき非露光光の強度(及び積算エネルギー量)の目標値と、光学系PLに照射される照明光ILの強度(及び積算エネルギー量)との関係は、実験又はシミュレーションの結果に基づいて求められている。そこで、主制御装置50は、インテグレータセンサ46及び反射量モニタ47の検出値に基づいて光学系PLに照射される照明光ILの強度(及び積算エネルギー量)をモニタし、これに応じて前述の制御部92Bに与える各照射機構95<sub>1</sub>~95<sub>n</sub>の非露光光照射強度(及び積算エネルギー量)の目標値を制御するようになっている。

[0132] なお、例えば非接触方式の温度センサをそのレンズ90の近傍に複数配置し、各温度センサの計測値に基づいてレンズ90の温度分布を計測するようにしても良い。かかる場合には、その温度分布の計測結果に基づいて、各照射機構95<sub>1</sub>~95<sub>n</sub>のそれぞれが照射すべき非露光光の強度(及び積算エネルギー量)の目標値を決定すること

としても良い。また、照明領域IA'の位置、形状、大きさ、あるいは照明領域IA'内の光量分布が変化する場合には、その変化に応じて、各照射機構 $95_1 \sim 95_n$ のそれぞれが照射する非露光光の照射領域の位置、形状、大きさ及び強度の少なくとも1つを変更しても良い。例えば、第1レチクルブラインド30Aを動かして照明領域IA'の位置、形状、大きさを変化させる場合には、第1レチクルブラインド30Aの設定情報に基づいて各照射機構 $95_1 \sim 95_n$ のそれぞれが照射する非露光光の照射領域の位置、形状、大きさ及び強度の少なくとも1つを変更することができる。また、レチクルRの変更によって、照明領域IA'の光量分布が変化する場合には、レチクルRのパターン情報などに応じて、各照射機構 $95_1 \sim 95_n$ のそれぞれが照射する非露光光の照射領域の位置、形状、大きさ及び強度の少なくとも1つを調整することができる。

[0133] 次に、本実施形態の露光装置100において、例えばレチクルRのパターン面のフーリエ変換相当面(照明光学系12の瞳面)において、非走査方向であるX軸方向に対応する方向に関して照明光学系の光軸(投影光学系の光軸AXに一致)からほぼ同一距離だけ偏心した2つの位置で極大値を有する光量分布が形成されるX軸ダイポール照明条件の下で、レチクルR上のパターンをウエハ上に投影する場合を考える。このX軸ダイポール照明条件は、例えば非走査方向に所定周期を有するラインアンドスペース(L/S)パターン(以下、Vパターンと呼ぶ)を転写対象のパターンとする場合に設定される。

[0134] 図10には、このX軸ダイポール照明条件下における投影光学系の瞳面(PP1, PP2, PP3)近傍のレンズ、例えば前述のレンズ111上での光量分布の一例が示されている。この図において斜線部が、照明光ILの照射領域を示す。

[0135] このX軸ダイポール照明条件下では、投影光学系PL(の瞳面の近傍)には、照明光の吸収によって、例えば図12に示されるような非回転対称の温度分布を生じる。このX軸ダイポール照明条件下では、投影光学系PLの光軸近傍で、周期方向が直交する2種類のL/Sパターンについての結像面(ベストフォーカス面)のずれであるフォーカスの異方性、すなわちセンターアスが発生する。なお、X軸ダイポール照明条件下では、フォーカスの異方性は、投影光学系PLの光軸近傍以外の場所でも同様に生じる。

- [0136] また、例えば照明光学系12の瞳面において、走査方向であるY軸方向に対応する方向に関して照明光学系12の光軸(投影光学系の光軸AXに一致)からほぼ同一距離だけ偏心した2つの位置で極大値を有する光量分布が形成されるY軸ダイポール照明条件の下で、レチクルR上のパターンをウェハ上に投影する場合を考える。このY軸ダイポール照明条件は、例えば走査方向に所定周期を有するラインアンドスペース(L/S)パターン(以下、Hパターンと呼ぶ)を投影対象のパターンとする場合に設定される。
- [0137] このY軸ダイポール照明条件の下では、投影光学系の瞳面(PP1, PP2, PP3)近傍のレンズ、例えば前述のレンズ111上には図11に示されるような光量分布が生じる。この図11において斜線部が、照明光ILの照射領域を示す。
- [0138] このY軸ダイポール照明条件の下では、投影光学系PL(の瞳面近傍)には、照明光ILの吸収によって、例えば図13に示されるような非回転対称の温度分布を生じる。このY軸ダイポール照明条件下では、Vパターンベストフォーカス面とHパターンベストフォーカス面とが、X軸ダイポール照明条件下とは逆の関係になるフォーカスの異方性(センターアス)が生じる。
- [0139] 本実施形態では、前述した走査露光に際して、投影対象のパターンに応じて、主制御装置50により、照明系開口絞り板24を用いて照明条件の設定が行われる。このとき、主制御装置50は、投影光学系PLのレンズ111に対する照明光ILの光量分布を算出し、その算出された照明光ILの光量分布によってレンズ111に生じる熱の偏在状態を予測し、その予測結果に対応した主制御装置50からの指示に基づき、光源系92'の制御部が8つの照射機構95A<sub>1</sub>~95A<sub>8</sub>のうちから適宜照射機構を選択し、その選択した照射機構から非露光光NE(赤外線)をレンズ111の側面に照射する。
- [0140] 一例として、照明条件としてX軸ダイポール照明条件が設定され、レンズ111が、図10に示されるような発熱状態(温度分布)となることが予測される場合には、主制御装置50からの指示に基づき、制御部が照射機構95A<sub>4</sub>、95A<sub>8</sub>以外の照射機構95A<sub>1</sub>、95A<sub>2</sub>、95A<sub>3</sub>、95A<sub>5</sub>、95A<sub>6</sub>、95A<sub>7</sub>からレンズ111の側面に非露光光NEを照射することで、投影光学系PLの発熱状態を回転対称な形状に近づける。このとき、照射機

構95A<sub>2</sub>、95A<sub>6</sub>から照射される赤外線強度を、残りの照射機構95A<sub>1</sub>、95A<sub>3</sub>、95A<sub>5</sub>、95A<sub>7</sub>に比べて強くする。この結果、投影光学系PL(光学系PLL)に生じるセンターアスなどの異方性の結像性能が補正され、回転対称な結像特性(の変動)が発生する。

[0141] このように本実施形態においては、投影光学系PLの瞳面での非回転対称な温度分布を補正するための非露光光照射機構91Aからの非露光光NEの照射と、投影光学系PLの最もレチクルに近く位置するレンズ90に生じる非回転対称な温度分布を補正するための非露光光照射機構91からの非露光光NLの照射とが、併用され、投影光学系PL(光学系PLL)の非回転対称な収差(結像特性)の変動の発生を抑えて、回転対称な収差変動を投影光学系PL(光学系PLL)に発生させるとともに、前述した結像特性補正コントローラ52を介して投影光学系PL(光学系PLL)の回転対称な収差変動を補正しているので、良好な結像状態で、レチクルRのパターンの転写が行われる。

[0142] なお、例えば非接触方式又は接触方式の温度センサをレンズ111の近傍に複数配置し、各温度センサの計測値に基づいてレンズ111の温度分布を計測するようにしても良い。かかる場合には、その温度分布の計測結果に基づいて、各照射機構95A<sub>1</sub>～95A<sub>n</sub>のそれぞれが照射すべき非露光光の位置、形状、大きさ、強度(及び積算エネルギー量)の少なくとも1つを調整することとしても良い。

[0143] また、本実施形態の露光装置100のような液浸露光装置では、液体の使用を続けていると液体(純水)の純度が低下し、バクテリアが発生する可能性がある。そこで、本実施形態では、このような事態が極力生じないように、第2空間K2内の液体Lq2を定期的に交換するようにしている。但し、液体Lq2の交換は、スループット低下の要因となるので、あまり頻繁に行うこともできない。そこで、本実施形態では、主制御装置50が、各ロットの先頭のウエハの露光の開始直前(あるいは、所定枚数のウエハの露光終了毎)に第2の液体供給ユニット72及び第2の液体回収ユニット73を用いて、第2空間K2内の液体Lq2を交換し、一定時間の経過等により液体Lq2の温度が境界レンズ192等とほぼ同一温度になった段階で露光を開始するようにしている。これは、液体Lq2による照明光吸収に起因する光学系PLLの結像性能の変動量が、液

体Lq2の交換により、急激に変化して光学系PLLの結像特性の照射変動の推定演算に大きな誤差が生じないようにするためである。

- [0144] 以上説明したように、本実施形態の露光装置100によると、非露光光照射機構91による可動のレンズ90に対する非露光光NLの照射による投影光学系PL(光学系PLL)の光学特性の調整と、結像特性補正コントローラ52による少なくとも1つの可動のレンズを動かすことによる投影光学系PL(光学系PLL)の光学特性の調整との組み合わせにより、レンズ90の非回転対称な温度分布に起因する光学特性の変動を高精度に補正することが可能になる。
- [0145] また、本実施形態の露光装置100によると、例えば、照明光学系12の瞳面又は投影光学系の瞳面などにおける照明光ILの光量分布が光軸に関して非回転対称となり、投影光学系PLのレンズが照明光ILの照射により局所的に(不均一に)加熱される照明条件の下では、上述の如く、照明光ILが照射されないレンズの残りの部分に非露光光照射機構91Aにより非露光光(赤外線)を照射して加熱することで、結果的にレンズの温度分布をほぼ回転対称にすることが可能となる。これにより、レンズの不均一な温度分布によって生じる投影光学系PL(光学系PLL)の補正が困難な非回転対称な収差、例えばセンターアスの発生を抑制することができる。換言すれば、センターアスの発生後に上記のレンズの加熱を実行すればそのセンターアスが補正される。このため、投影光学系PLの瞳面における光量分布が光軸に関して非回転対称となる照明条件、例えばダイポール照明条件の下で投影光学系PL(光学系PLL)に発生するセンターアスが補正され、その補正された投影光学系PL(光学系PLL)を介してパターンがウエハ上に転写される。従って、照明条件に起因して生じる投影光学系のセンターアスの影響を低減し、高精度な露光を実現することが可能となる。
- [0146] また、本実施形態では、非露光光照射機構91Aにより、投影光学系PLの一部を構成する照明光ILが往復するレンズ(屈折光学素子)、換言すれば照射された照明光ILのエネルギー吸収が照明光ILが1度しか通過しない光学素子に比べて大きなレンズ111に非露光光NEを照射することができるので、投影光学系PLの瞳面(PP1, PP2, PP3)における照明光ILの光量分布が光軸に関して非回転対称となる照明条件下において照明光ILの照射による投影光学系PL(光学系PLL)のセンターアスなどの

非回転対称な結像特性(の変動)を効果的に補正することができる。

- [0147] また、本実施形態の露光装置100では、非露光光照射機構91Aにより、投影光学系PL(光学系PLL)の光学特性を調整するために、投影光学系PLの3つの瞳のうち、第2瞳PP2近傍に位置するレンズ111に非露光光NEが照射される。従って、開口数NAが1より大きな投影光学系PLの場合、第3瞳PP3近傍のレンズに対して非露光光を照射する場合に比べて、効率的な非露光光の照射が可能となる。その理由は、このような大NAの投影光学系の場合、像面(ウエハ面)に近い光学素子ほど大型化する傾向があるからである。
- [0148] また、本実施形態では非露光光照射機構91、91Aとして赤外線照射機構が用いられているので、該非露光光照射機構91、91Aによるレンズの加熱は、露光中にも行うことができる。従って、投影光学系PL(光学系PLL)の補正が困難な光学特性(例えば非回転対称な収差)の発生をより確実に抑制することが可能となる。
- [0149] また、赤外線によるレンズの加熱は、接触式の加熱機構(熱源)による加熱や接触式の冷却機構による冷却と異なり、レンズへの接触がないため、加熱又は冷却機構の接触が原因で、レンズを歪ませるおそれがなく、また、送風による冷却を行なう場合のように、レンズに振動を生じてしまうおそれもない。
- [0150] 本実施形態の露光装置100によると、ウエハWに対する良好な露光が行われ、ウエハW上の各ショット領域にレチクルRのパターンが精度良く転写される。また、本実施形態の露光装置100では、液浸露光により、高解像度かつ大焦点深度の露光を行うことで、レチクルRのパターンを精度良くウエハ上に転写することができ、例えばArFエキシマレーザ光で、デバイスルールとして45~100nm程度の微細パターンの転写を実現することができる。
- [0151] また、本実施形態では、レンズ作用を有する境界レンズ192の下に、平行平板からなる終端光学素子191が配置されているが、終端光学素子191の下面191a側及び上面191b側の第1、第2空間K1、K2のそれぞれに液体Lq1、Lq2を満たすことで、境界レンズ192の下面192aや終端光学素子191の上面191bでの反射損失が低減され、大きな像側開口数を確保した状態で、ウエハWを良好に露光することができる。また終端光学素子191は、無屈折力の平行平板なので、例えば、液体Lq1

中の汚染物質が終端光学素子191の下面191aに付着した場合にも、容易に交換することが可能である。

[0152] なお、終端光学素子191の交換などを考慮しない場合には、終端光学素子191は屈折力を有するレンズでも良い。

[0153] なお、上記実施形態では、上述したレンズの歪みの抑制、振動の抑制などの観点から、非露光光照射機構91、91Aから照射される赤外線によりレンズの加熱を行うものとしたが、これに限らず、上記非露光光照射機構と同様にレンズの温度調整(部分的な加熱又は冷却など)が可能なものであれば、他の温度調整機構(加熱機構又は冷却機構など)を用いても良い。例えば、ヒートシンクと熱源との組み合わせなどの接触式の加熱機構による加熱、ペルチェ素子などを用いた接触式の加熱・冷却機構を用いた加熱、及び/又は冷却、あるいは温度調整された気体の送風による加熱又は冷却、又はこれらの任意の組み合わせなどを採用することとしても良い。

[0154] なお、上記実施形態では、照明光ILが光軸AXから偏心した領域を通過するレンズ90に対して非露光光NLを照射する非露光光照射機構91と、瞳近傍に位置するレンズ111に対して非露光光NEを照射する非露光光照射機構91Aとの両者を備えている場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。例えば、非露光光照射機構91、あるいは該非露光光照射機構91と同様に、投影光学系PLの物体面側又は像面側に配置される光学素子、すなわちレンズ90若しくはその近傍のレンズ、又は境界レンズ192若しくはその近傍のレンズの部分的な温度調整が可能な機構のみを備えていても良い。かかる場合であっても、光軸から偏心した領域を照明光ILが通過することで生じるレンズ90又は境界レンズ192等に生じる非回転対称な温度変動に起因する投影光学系PL(光学系PLL)の非回転対称な光学特性(の変動)を、レンズ90又は境界レンズ192若しくはその近傍のレンズの部分的な温度調整により、補正が容易な光学特性(の変動)に変換することができる。

[0155] また、非露光光照射機構91A、あるいは該非露光光照射機構91Aと同様に、投影光学系PLの瞳近傍に配置される光学素子、すなわちレンズ111若しくはその近傍のレンズの部分的な温度調整が可能な機構のみを備えていても良い。かかる場合であっても、ダイポール照明などの照明条件の設定により瞳面近傍のレンズに生じる非回

転対称な温度変動に起因する投影光学系PL(光学系PLL)の非回転対称な光学特性(の変動)を、レンズ111若しくはその近傍のレンズの部分的な温度調整により、回転対称な光学特性(の変動)に変換することができる。

[0156] なお、上記実施形態では、非露光光照射機構91Aは、レンズ111の側面に非露光光を照射するものとしたが、これに限らず、非露光光照射機構91Aに代えて、非露光光照射機構91と同様に、レンズ111の光学面(入射面と射出面との少なくとも一方)に非露光光を照射する機構を用いても良い。

[0157] なお、上記実施形態では、投影光学系PL(光学系PLL)の光学特性を補正が容易な光学特性(の変動)に変換した後に、可動レンズを光軸方向又は傾斜方向に移動させることでその光学特性(の変動)を補正する場合について説明したが、これに限らず、非露光光照射機構91によるレンズに対する非露光光の照射と、可動レンズの移動とを並行して行うようにしても良い。

[0158] また、ダイポール照明などの照明条件の設定によって瞳面近傍のレンズに生じる、非回転対称な温度分布を回転対称な温度分布に変換するための非露光光照射機構91A又はこれと同等の瞳面近傍のレンズの温度を部分的に調整できる機構を設ける場合、必ずしも第2結像光学系G2内部の第2瞳PP2の近傍に設ける必要はなく、第1結像光学系G1内部の第1瞳PP1の近傍に設けても良い。また、第1瞳PP1の近傍と第2瞳PP2の近傍の両方に設けても良い。要は、特に開口数NAが1より大きく、かつ複数の瞳を有する投影光学系PLでは、その複数の瞳のうちのウエハWに最も近い瞳以外の瞳の近傍に設けることが望ましい。

[0159] なお、上記実施形態では、液体Lq1、Lq2として同じ純水を供給しているが、第1空間に供給される純水(液体Lq1)と、第2空間に供給される純水(液体Lq2)との品質を異ならせても良い。純水の品質としては、例えば温度均一性、温度安定性、比抵抗値、あるいはTOC(total organic carbon)値などが挙げられる。

[0160] 例えば、第2空間K2に供給される純水よりも、投影光学系PLの像面に近い第1空間K1へ供給される純水の品質を高くしても良い。また、第1空間と第2空間に互いに異なる種類の液体を供給し、第1空間K1に満たす液体Lq1と第2空間K2に満たす液体Lq2とを互いに異なる種類にしても良い。例えば、第2空間K2に純水以外の所

定の液体(フッ素系オイルなど)を満たすことができる。オイルは、バクテリアなどの細菌の繁殖する確率が低い液体であるため、第2空間K2や液体Lq2(フッ素系オイル)の流れる流路の清浄度を維持することができる。

[0161] また、液体Lq1、Lq2の双方を水以外の液体にしても良い。例えば、照明光ILの光源がF<sub>2</sub>レーザーである場合、F<sub>2</sub>レーザー光は水を透過しないので、液体Lq1、Lq2としてはF<sub>2</sub>レーザー光を透過可能な、例えば、過フッ化ポリエーテル(PFPE)やフッ素系オイル等のフッ素系流体であっても良い。この場合、液体Lq1、Lq2と接触する部分には、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、液体Lq1、Lq2としては、その他にも、照明光ILに対する透過性があり、できるだけ屈折率が高く、投影光学系PL、ウエハW表面に塗布されているフォトリソグランドに対して安定なもの(例えばセダー油)を用いることも可能である。この場合も表面処理は用いる液体Lq1、Lq2の極性に依って行われる。

[0162] なお、上述の実施形態では、投影光学系PLの最も像面側に配置される光学素子(終端光学素子191)の入射側及び射出側の両方の空間K1、K2をそれぞれ液体Lq1、Lq2で満たすものとしたが、その終端光学素子の射出側の空間K1のみ液体で満たすこととしても良い。この場合、その終端光学素子は平行平板ではなく、屈折力を有する光学素子(レンズなど)でも良い。

[0163] また、上述の実施形態では、結像特性補正コントローラ52によって投影光学系PLの少なくとも1つの光学素子を移動して、特に回転対称な結像特性(収差)を補正するものとしたが、光学素子の移動機構の代わりに、あるいはそれと組み合わせて、例えば投影光学系PLの複数の光学素子間の屈折力(気体の圧力など)を調整する機構、あるいは照明光ILの波長特性(中心波長など)を調整する機構などを用いても良い。さらに、結像特性補正コントローラ52によって移動すべき光学素子はレンズなどの屈折光学素子に限られるものではなく、それ以外、例えばミラー、凹面鏡などの反射光学素子などで構わない。また、結像特性補正コントローラ52による結像特性の調整は、投影光学系PLの光学素子への非露光光(NL、NE)の照射の有無に関係なく、その結像特性の変動量が所定の許容範囲を超えるときに行われる。

[0164] なお、上述したような液浸露光装置では、投影光学系の開口数NAが0.9~1.3

になることもある。このように投影光学系の開口数NAが大きくなる場合には、従来から露光光(照明光IL)として用いられているランダム偏光光では偏光効果によって結像性能が悪化することもあるので、偏光照明を用いるのが望ましい。その場合、マスク(レチクル)のライン・アンド・スペースパターン、ラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明を行い、マスク(レチクル)のパターンからは、S偏光成分(TE偏光成分)、すなわちラインパターンの長手方向に沿った偏光方向成分の回折光が多く射出されるようにすると良い。投影光学系PLとウエハW表面に塗布されたレジストとの間が液体で満たされている場合、投影光学系PLとウエハW表面に塗布されたレジストとの間が空気(気体)で満たされている場合に比べて、コントラストの向上に寄与するS偏光成分(TE偏光成分)の回折光のレジスト表面での透過率が高くなるため、投影光学系の開口数NAが1.0を越えるような場合でも高い結像性能を得ることができる。また、位相シフトマスク、及び/又は特開平6-188169号公報や特開平4-180612号公報及びこれに対応する米国特許第6,665,050号明細書などに開示されているようなラインパターンの長手方向に合わせた斜入射照明法(特にダイボール照明法)等を適宜組み合わせると更に効果的である。

[0165] 更に、マスク(レチクル)のラインパターンの長手方向に合わせた直線偏光照明(S偏光照明)だけでなく、特開平6-53120号公報、米国特許出願公開第2006/0072095号明細書などに開示されているように、光軸を中心とした円の接線(周)方向に直線偏光する偏光照明法と斜入射照明法との組み合わせも効果的である。

[0166] なお、投影光学系PLとしては、例えば国際公開第2004/019128号パンフレット、国際公開第2004/107011号パンフレット、米国特許第6,636,350号明細書、米国特許第6,873,476号明細書あるいは米国特許出願公開2004/0160666号明細書に開示されている反射屈折系を適用することができる。

[0167] なお、投影光学系が反射素子を含まない屈折系である場合に、光軸から偏心した領域を露光光が通過するレンズが一部にあるのであれば、そのレンズに生じる非回転対称な温度分布を補正するために、前述の非露光光照射機構91又はこれと同等の機能を有する機構を採用することも可能である。

[0168] また、上述の実施形態では、光学系PLLの光学特性として、フォーカスだけでなく

、倍率やディストーションなどについてもその照射変動を予測し、それら光学特性を調整するようにしているが、必要に応じて、それら光学特性の少なくとも一つを選択してその変動の予測及び調整を実行しても良い。

[0169] なお、上記実施形態では、干渉計システム(53、56)を用いてレチクルステージRS T及びウエハステージWSTの各位置情報を計測するものとしたが、これに限らず、例えば各ステージに設けられるスケール(回折格子)を検出するエンコーダシステムを用いても良い。この場合、干渉計システムとエンコーダシステムの両方を備えるハイブリッドシステムとし、干渉計システムの計測結果を用いてエンコーダシステムの計測結果の校正(キャリブレーション)を行うことが好ましい。また、干渉計システムとエンコーダシステムとを切り替えて用いる、あるいはその両方を用いて、ステージの位置制御を行うようにしても良い。

[0170] なお、上記実施形態では、本発明がスキャナ(走査型露光装置)に適用された場合について説明したが、これに限らず、ステップ・アンド・リピート方式の露光装置(ステップ)などの静止露光型の露光装置、さらに、ステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置などであっても本発明は適用が可能である。また、本発明は、液浸露光装置に限らず、液浸法によらない通常の露光装置にも適用できる。

[0171] また、本発明は、特開平10-163099号公報、特開平10-214783号公報及びこれらに対応する米国特許第6,341,007号明細書、特表2000-505958号公報及びこれに対応する米国特許第5,969,441号明細書などに開示されているようなウエハを保持するウエハステージを複数備えたマルチステージ型の露光装置にも適用できる。また、本発明は、例えば国際公開第2005/074014号パンフレットなどに開示されているように、ウエハステージWSTとは別に計測ステージを備えた露光装置にも適用できる。

[0172] また、上述の実施形態においては、投影光学系PLとウエハWとの間に局所的に液体を満たす露光装置を採用しているが、本発明は、特開平6-124873号公報、特開平10-303114号公報、米国特許第5,825,043号などに開示されているような露光対象のウエハなどの表面全体が液体中に浸かっている状態で露光を行う液浸露光装置にも適用可能である。

- [0173] なお、上述の実施形態においては、光透過性の基板の上に所定の遮光パターン(又は位相パターン・減光パターン)を形成した光透過型マスクを用いたが、このマスクに代えて、例えば米国特許第6, 778, 257号公報に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて、透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する電子マスク(可変成形マスクとも呼ばれ、例えば非発光型画像表示素子(空間光変調器)の一種であるDMD(Digital Micro-mirror Device)などを含む)を用いても良い。
- [0174] また、国際公開第2001/035168号パンフレットに開示されているように、干渉縞をウエハW上に形成することによって、ウエハW上にライン・アンド・スペースパターンを形成する露光装置(リソグラフィシステム)にも本発明を適用することができる。さらに、例えば特表2004-519850号公報(対応米国特許第6, 611, 316号明細書)に開示されているように、2つのマスクのパターンを、投影光学系を介して基板上で合成し、1回のスキャン露光によって基板上の1つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置にも本発明を適用することができる。
- [0175] なお、本国際出願で指定された指定国(又は選択された選択国)の国内法令が許す限りにおいて、上記実施形態で引用した露光装置などに関する全ての国際公開パンフレット、米国特許明細書、及び米国特許出願公開明細書の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。
- [0176] 露光装置の用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを転写する液晶用の露光装置や、有機EL、薄膜磁気ヘッド、撮像素子(CCD等)、マイクロマシン、MEMS(Micro Electro Mechanical Systems)、及びDNAチップなどを製造するための露光装置にも広く適用できる。また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも本発明を適用できる。
- [0177] なお、上記実施形態の露光装置の光源は、ArFエキシマレーザに限らず、KrFエキシマレーザ(出力波長248nm)、F<sub>2</sub>レーザ(出力波長157nm)、Ar<sub>2</sub>レーザ(出力

波長126nm)、Kr<sub>2</sub>レーザ(出力波長146nm)などのパルスレーザ光源や、g線(波長436nm)、i線(波長365nm)などの輝線を発する超高圧水銀ランプなどを用いることも可能である。また、YAGレーザの高調波発生装置などを用いることもできる。この他、例えば国際公開第1999/46835号パンフレットに開示されているように、DFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム(又はエルビウムとイッテルビウムの両方)がドーブされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。また、投影光学系は縮小系のみならず等倍および拡大系のいずれでも良い。

[0178] なお、複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み、光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージやウエハステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、更に総合調整(電気調整、動作確認等)をすることにより、上記各実施形態の露光装置を製造することができる。なお、露光装置の製造は温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

[0179] 《デバイス製造方法》

次に上述した露光装置をリソグラフィ工程で使用したデバイスの製造方法の実施形態について説明する。

[0180] 図14には、デバイス(ICやLSI等の半導体チップ、液晶パネル、CCD、薄膜磁気ヘッド、マイクロマシン等)の製造例のフローチャートが示されている。図14に示されるように、まず、ステップ201(設計ステップ)において、デバイスの機能・性能設計(例えば、半導体デバイスの回路設計等)を行い、その機能を実現するためのパターン設計を行う。引き続き、ステップ202(マスク製作ステップ)において、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。一方、ステップ203(ウエハ製造ステップ)において、シリコン等の材料を用いてウエハを製造する。

[0181] 次に、ステップ204(ウエハ処理ステップ)において、ステップ201～ステップ203で用意したマスクとウエハを使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によってウエハ上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ205(デバイス組立てステップ)に

において、ステップ204で処理されたウエハを用いてデバイス組立てを行う。このステップ205には、ダイシング工程、ボンディング工程、及びパッケージング工程(チップ封入)等の工程が必要に応じて含まれる。

[0182] 最後に、ステップ206(検査ステップ)において、ステップ205で作成されたデバイスの動作確認テスト、耐久テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にデバイスが完成し、これが出荷される。

[0183] 図15には、半導体デバイスにおける、上記ステップ204の詳細なフロー例が示されている。図15において、ステップ211(酸化ステップ)においてはウエハの表面を酸化させる。ステップ212(CVDステップ)においてはウエハ表面に絶縁膜を形成する。ステップ213(電極形成ステップ)においてはウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ214(イオン打ち込みステップ)においてはウエハにイオンを打ち込む。以上のステップ211～ステップ214それぞれは、ウエハ処理の各段階の前処理工程を構成しており、各段階において必要な処理に応じて選択されて実行される。

[0184] ウエハプロセスの各段階において、上述の前処理工程が終了すると、以下のようにして後処理工程が実行される。この後処理工程では、まず、ステップ215(レジスト形成ステップ)において、ウエハに感光剤を塗布する。引き続き、ステップ216(露光ステップ)において、上で説明した露光装置及び露光方法によってレチクル(マスク)の回路パターンをウエハに転写する。次に、ステップ217(現像ステップ)においては露光されたウエハを現像し、ステップ218(エッチングステップ)において、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去る。そして、ステップ219(レジスト除去ステップ)において、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。

[0185] これらの前処理工程と後処理工程とを繰り返すことにより、ウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

[0186] 以上説明した本実施形態のデバイス製造方法によると、露光工程(ステップ216)において上記実施形態の露光装置及び露光方法によってレチクルの回路パターンがウエハに精度良く転写される。この結果、高集積度のデバイスの生産性(歩留まりを含む)を向上させることが可能になる。

### 産業上の利用可能性

[0187] 以上説明したように、本発明の露光方法及び露光装置は、物体を露光するのに適している。本発明のデバイス製造方法は、マイクロデバイスの製造に適している。

## 請求の範囲

- [1] 光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、  
前記光学系の光学特性を調整するために、前記光学系の少なくとも一部を構成する少なくとも1つの可動の光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する照射工程と;  
前記第2エネルギービームが照射される可動の光学素子を含む少なくとも1つの可動の光学素子を動かして前記光学系の光学特性を調整する補正工程と;を含む露光方法。
- [2] 請求項1に記載の露光方法において、  
前記光学系として、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所、光軸から偏心した領域を前記第1エネルギービームが通過する光学系が用いられることを特徴とする露光方法。
- [3] 請求項2に記載の露光方法において、  
前記光学系は、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含む反射屈折系であることを特徴とする露光方法。
- [4] 請求項2に記載の露光方法において、  
前記照射工程では、前記光学系の前記物体側の端部近傍に位置する少なくとも1つの光学素子と反対側の端部近傍に位置する少なくとも1つの光学素子のうちの少なくとも1つの可動の光学素子に前記第2エネルギービームを照射することを特徴とする露光方法。
- [5] 請求項1に記載の露光方法において、  
前記照射工程では、前記光学系に回転対称な光学特性が生じるように前記光学素子に前記第2エネルギービームを照射し、  
前記補正工程では、前記少なくとも1つの可動の光学素子を動かして、前記光学系の回転対称な光学特性を調整することを特徴とする露光方法。
- [6] 請求項5に記載の露光方法において、  
前記補正工程では、前記少なくとも1つの可動の光学素子を前記光学系の光軸方

向に動かすことを特徴とする露光方法。

- [7] 請求項1に記載の露光方法において、  
前記照射工程では、前記光学系に光軸に直交する面内で一侧から他側に徐々に変化する光学特性が生じるように前記光学素子に前記第2エネルギービームを照射し、  
前記補正工程では、前記少なくとも1つの可動の光学素子を動かして、前記一侧から他側に変化する前記光学系の光学特性を調整することを特徴とする露光方法。
- [8] 請求項7に記載の露光方法において、  
前記補正工程では、前記少なくとも1つの可動の光学素子を前記光学系の光軸に直交する面に対する傾斜方向に動かすことを特徴とする露光方法。
- [9] 請求項1に記載の露光方法において、  
前記光学系の瞳面上における光軸から偏心した位置における前記第1エネルギービームのエネルギー強度が、他の領域部分より大きくなる場合、  
前記瞳面におけるエネルギー強度の分布が回転対称になるように、第3のエネルギービームを照射する工程を、さらに含む露光方法。
- [10] 請求項1に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光方法。
- [11] 請求項10に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光方法。
- [12] 請求項1に記載の露光方法において、  
前記光学系は、前記第2エネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、  
前記第2エネルギービームは、前記第2エネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光方法。
- [13] 光学系を介して物体をエネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、  
前記光学系として、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子

とを含み、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所、光軸に対して偏心した領域をエネルギービームが通過する反射屈折系が用いられ、

前記光学系の複数の光学素子のうち、前記エネルギービームが光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸回りに同心円状の温度分布を持つように、前記所定の光学素子の温度調整を少なくとも行って、前記光学系の光学特性を調整する工程を含む露光方法。

- [14] 請求項13に記載の露光方法において、  
前記所定の光学素子は、前記光学系の光学特性を調整するために可動であることを特徴とする露光方法。
- [15] 請求項13に記載の露光方法において、  
前記所定の光学素子の温度調整が、前記エネルギービームとは波長の異なる別のエネルギービームを前記所定の光学素子に照射することによって行われることを特徴とする露光方法。
- [16] 請求項15に記載の露光方法において、  
前記別のエネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光方法。
- [17] 請求項16に記載の露光方法において、  
前記別のエネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光方法。
- [18] 請求項15に記載の露光方法において、  
前記光学系は、前記別のエネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、  
前記別のエネルギービームは、前記別のエネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光方法。
- [19] 光学系を介して物体をエネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、  
前記光学系として、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所、光軸に対して偏心した領域をエネルギービームが通過する反射屈折系が用いられ、

前記光学系の複数の光学素子のうち、前記エネルギービームが光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸に直交する面内で一側から他側へ徐々に変化する温度分布を持つように、前記所定の光学素子の温度調整を少なくとも行って、前記光学系の光学特性を調整する工程を含む露光方法。

[20] 請求項19に記載の露光方法において、

前記所定の光学素子は、前記光学系の光学特性を調整するために可動であることを特徴とする露光方法。

[21] 請求項19に記載の露光方法において、

前記所定の光学素子の温度調整が、前記エネルギービームとは波長の異なる別のエネルギービームを前記所定の光学素子に照射することによって行われることを特徴とする露光方法。

[22] 請求項21に記載の露光方法において、

前記別のエネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光方法。

[23] 請求項22に記載の露光方法において、

前記別のエネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光方法。

[24] 請求項21に記載の露光方法において、

前記光学系は、前記別のエネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、

前記別のエネルギービームは、前記別のエネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光方法。

[25] 光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、

前記光学系として、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含む反射屈折系が用いられ、

前記光学系の光学特性を調整するために、前記光学系の一部を構成する前記第1エネルギービームが往復する屈折光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する工程を含む露光方法。

- [26] 請求項25に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームが照射される屈折光学素子は、前記光学系内でその瞳近傍に配置されることを特徴とする露光方法。
- [27] 請求項25に記載の露光方法において、  
前記第1エネルギービームは、前記光学系内で前記第2エネルギービームが照射される屈折光学素子を介して前記反射光学素子で反射されて、再度前記屈折光学素子に入射することを特徴とする露光方法。
- [28] 請求項25に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームを照射する工程では、前記光学素子の側面に前記第2エネルギービームを照射することを特徴とする露光方法。
- [29] 請求項25に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光方法。
- [30] 請求項29に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光方法。
- [31] 請求項25に記載の露光方法において、  
前記光学系は、前記第2エネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、  
前記第2エネルギービームは、前記第2エネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光方法。
- [32] 光学系を介して物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光方法であって、  
前記光学系として、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、互いに光学的に共役な複数の瞳を有する反射屈折系が用いられ、  
前記光学系の光学特性を調整するために、前記複数の瞳のうち、前記物体に最も近い瞳以外の瞳近傍に位置する光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する工程を含む露光方法。
- [33] 請求項32に記載の露光方法において、

前記複数の瞳のうちの少なくとも1つの瞳の位置に、前記光学系の開口数を規定するための開口絞りが配置されることを特徴とする露光方法。

- [34] 請求項32に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームを照射する工程では、前記光学素子の側面に前記第2エネルギービームを照射することを特徴とする露光方法。
- [35] 請求項32に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光方法。
- [36] 請求項35に記載の露光方法において、  
前記第2エネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光方法。
- [37] 請求項32に記載の露光方法において、  
前記光学系は、前記第2エネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、  
前記第2エネルギービームは、前記第2エネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光方法。
- [38] 請求項1～37のいずれか一項に記載の露光方法を用いてデバイスのパターンを物体上に形成するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法。
- [39] 物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、  
少なくとも1つの可動の光学素子を含み、前記第1エネルギービームを前記物体に対して射出する光学系と；  
前記光学系の光学特性を調整するために、前記少なくとも1つの可動の光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する照射装置と；  
前記第2エネルギービームが照射される可動の光学素子を含む少なくとも1つの可動の光学素子を動かして前記光学系の光学特性を調整する光学特性調整装置と；を含む露光装置。
- [40] 請求項39に記載の露光装置において、

前記光学系は、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所、光軸から偏心した領域を前記第1エネルギービームが通過する光学系であることを特徴とする露光装置。

- [41] 請求項40に記載の露光装置において、  
前記光学系は、少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含む反射屈折系であることを特徴とする露光装置。
- [42] 請求項39に記載の露光装置において、  
前記照射装置は、前記光学系に回転対称な光学特性が生じるように前記光学素子に前記第2エネルギービームを照射し、  
前記光学特性調整装置は、前記少なくとも1つの可動の光学素子を動かして、前記光学系の回転対称な光学特性を調整することを特徴とする露光装置。
- [43] 請求項42に記載の露光装置において、  
前記光学特性調整装置は、前記少なくとも1つの可動の光学素子を前記光学系の光軸方向に動かすことを特徴とする露光装置。
- [44] 請求項39に記載の露光装置において、  
前記照射装置は、前記光学系に光軸に直交する面内で一侧から他側に徐々に変化する光学特性が生じるように前記光学素子に前記第2エネルギービームを照射し、  
前記光学特性調整装置は、前記少なくとも1つの可動の光学素子を動かして、前記一侧から他側に変化する前記光学系の光学特性を調整することを特徴とする露光装置。
- [45] 請求項44に記載の露光装置において、  
前記光学特性調整装置は、前記少なくとも1つの可動の光学素子を前記光学系の光軸に直交する面に対する傾斜方向に動かすことを特徴とする露光装置。
- [46] 請求項39に記載の露光装置において、  
前記照射装置は、前記光学系の前記物体側の端部近傍に位置する少なくとも1つの光学素子と反対側の端部近傍に位置する少なくとも1つの光学素子のうちの少なくとも1つの可動の光学素子に前記第2エネルギービームを照射することを特徴とする露光装置。

- [47] 請求項39に記載の露光装置において、  
前記光学系の瞳面上における光軸から偏心した位置における前記第1エネルギービームのエネルギー強度が、他の領域部分より大きくなる場合に、前記光学系の瞳面上におけるエネルギー強度の分布が回転対称になるように、前記瞳面近傍の光学素子に第3のエネルギービームを照射する前記照射装置とは異なる照射装置を更に備える露光装置。
- [48] 請求項39に記載の露光装置において、  
前記第2エネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光装置。
- [49] 請求項48に記載の露光装置において、  
前記第2エネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光装置。
- [50] 請求項39に記載の露光装置において、  
前記光学系は、前記第2エネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、  
前記第2エネルギービームは、前記第2エネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光装置。
- [51] 物体をエネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、  
少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所で、光軸に対して偏心した領域をエネルギービームが通過する反射屈折系から成る光学系と；  
前記光学系の複数の光学素子のうち、前記エネルギービームが光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸回りに同心円状の温度分布を持つように、前記所定の光学素子の温度調整を少なくとも行って、前記光学系の光学特性を調整する光学特性調整装置と；を備える露光装置。
- [52] 請求項51に記載の露光装置において、  
前記所定の光学素子は、前記光学系の光学特性を調整するために可動であることを特徴とする露光装置。

- [53] 請求項51に記載の露光装置において、  
前記光学特性調整装置は、前記所定の光学素子の温度調整を、前記エネルギービームとは波長の異なる別のエネルギービームを前記所定の光学素子に照射することによって行うことを特徴とする露光装置。
- [54] 請求項53に記載の露光装置において、  
前記別のエネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光装置。
- [55] 請求項54に記載の露光装置において、  
前記別のエネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光装置。
- [56] 請求項53に記載の露光装置において、  
前記光学系は、前記別のエネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、  
前記別のエネルギービームは、前記別のエネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光装置。
- [57] 物体をエネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、  
少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記物体側の端部とその反対側の端部とを含む複数箇所、光軸に対して偏心した領域をエネルギービームが通過する反射屈折系から成る光学系と；  
前記光学系の複数の光学素子のうち、前記エネルギービームが光軸に対して偏心した位置を通過する所定の光学素子が前記光軸に直交する面内で一側から他側へ徐々に変化する温度分布を持つように、前記所定の光学素子の温度調整を少なくとも行って、前記光学系の光学特性を調整する光学特性調整装置と；を備える露光装置。
- [58] 請求項57に記載の露光装置において、  
前記所定の光学素子は、前記光学系の光学特性を調整するために可動であることを特徴とする露光装置。
- [59] 請求項57に記載の露光装置において、

前記光学特性調整装置は、前記所定の光学素子の温度調整を、前記エネルギービームとは波長の異なる別のエネルギービームを前記所定の光学素子に照射することによって行うことを特徴とする露光装置。

[60] 請求項59に記載の露光装置において、

前記別のエネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光装置。

[61] 請求項60に記載の露光装置において、

前記別のエネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光装置。

[62] 請求項59に記載の露光装置において、

前記光学系は、前記別のエネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、

前記別のエネルギービームは、前記別のエネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光装置。

[63] 物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、

少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、前記第1エネルギービームを前記物体に対して射出する反射屈折系から成る光学系と;

前記光学系の光学特性を調整するために、前記光学系の一部を構成する前記第1エネルギービームが往復する屈折光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する照射装置と;を備える露光装置。

[64] 請求項63に記載の露光装置において、

前記第2エネルギービームが照射される屈折光学素子は、前記光学系内でその瞳近傍に配置されることを特徴とする露光装置。

[65] 請求項63に記載の露光装置において、

前記第1エネルギービームは、前記光学系内で前記第2エネルギービームが照射される屈折光学素子を介して前記反射光学素子で反射されて、再度前記屈折光学素子に入射することを特徴とする露光装置。

[66] 請求項63に記載の露光装置において、

前記照射装置は、前記光学素子の側面に前記第2エネルギービームを照射することを特徴とする露光装置。

[67] 請求項63に記載の露光装置において、

前記第2エネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光装置。

[68] 請求項67に記載の露光装置において、

前記第2エネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光装置。

[69] 請求項63に記載の露光装置において、

前記光学系は、前記第2エネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、少なくとも1つの光学素子を含み、

前記第2エネルギービームは、前記第2エネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光装置。

[70] 物体を第1エネルギービームで露光して、前記物体上に所定のパターンを形成する露光装置であって、

少なくとも1つの屈折光学素子と少なくとも1つの反射光学素子とを含み、互いに光学的に共役な複数の瞳を有し、前記第1エネルギービームを前記物体に対して射出する光学系と;

前記光学系の光学特性を調整するために、前記複数の瞳のうち、前記物体に最も近い瞳以外の瞳近傍に位置する光学素子に前記第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを照射する照射装置と;を備える露光装置。

[71] 請求項70に記載の露光装置において、

前記複数の瞳のうちの少なくとも1つの瞳の位置に配置され、前記光学系の開口数を規定するための開口絞りを更に備える露光装置。

[72] 請求項70に記載の露光装置において、

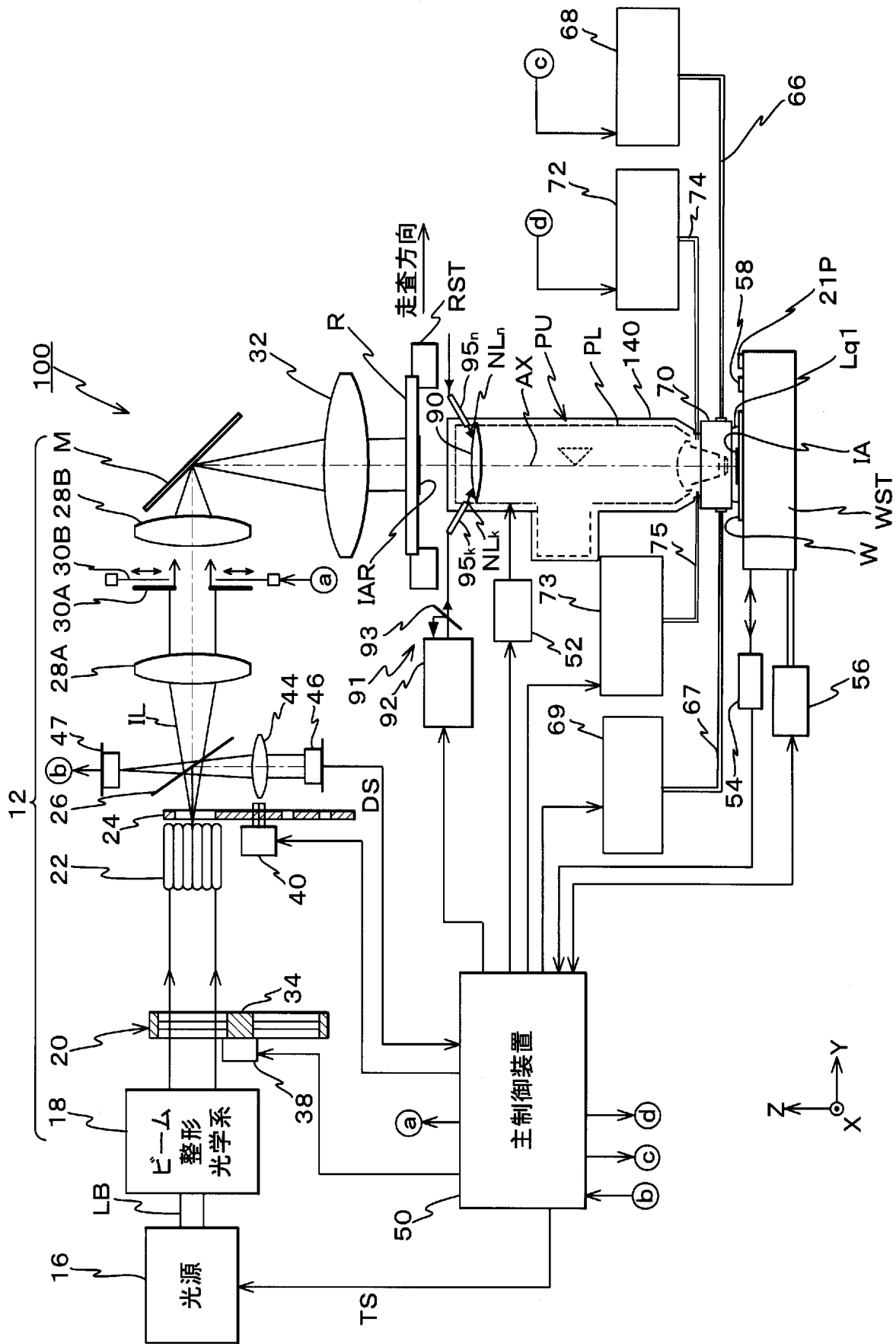
前記照射装置は、前記光学素子の側面に前記第2エネルギービームを照射することを特徴とする露光装置。

[73] 請求項70に記載の露光装置において、

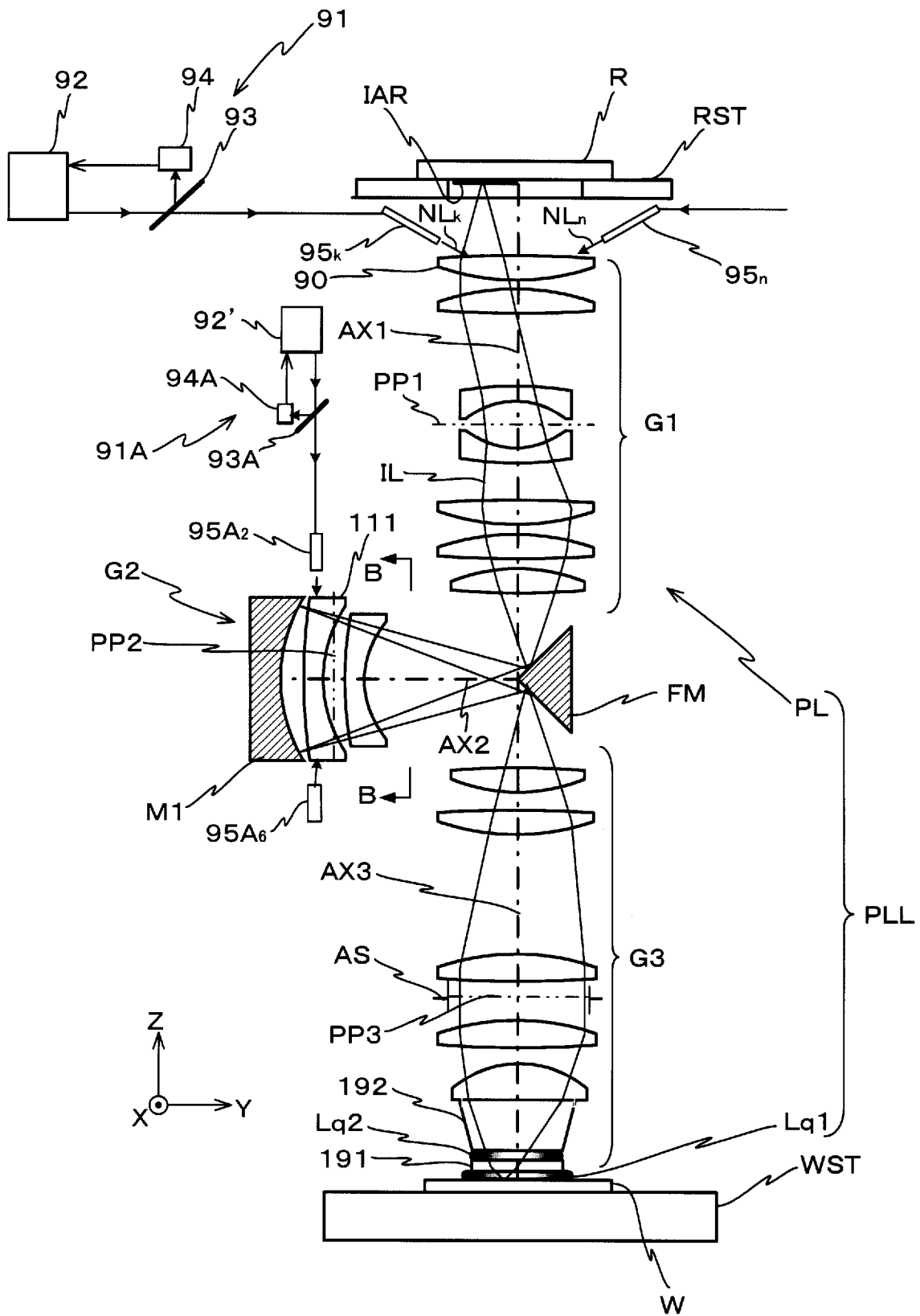
前記第2エネルギービームは、赤外光であることを特徴とする露光装置。

- [74] 請求項73に記載の露光装置において、  
前記第2エネルギービームは、炭酸ガスレーザ光であることを特徴とする露光装置。
- [75] 請求項70に記載の露光装置において、  
前記光学系は、前記第2エネルギービームが照射される所定の光学素子とは別に、  
少なくとも1つの光学素子を含み、  
前記第2エネルギービームは、前記第2エネルギービームが照射される光学素子とは別の光学素子を介さずに、前記所定の光学素子に照射されることを特徴とする露光装置。
- [76] 請求項39～75のいずれか一項に記載の露光装置を用いてデバイスのパターンを物体上に形成するリソグラフィ工程を含むデバイス製造方法。

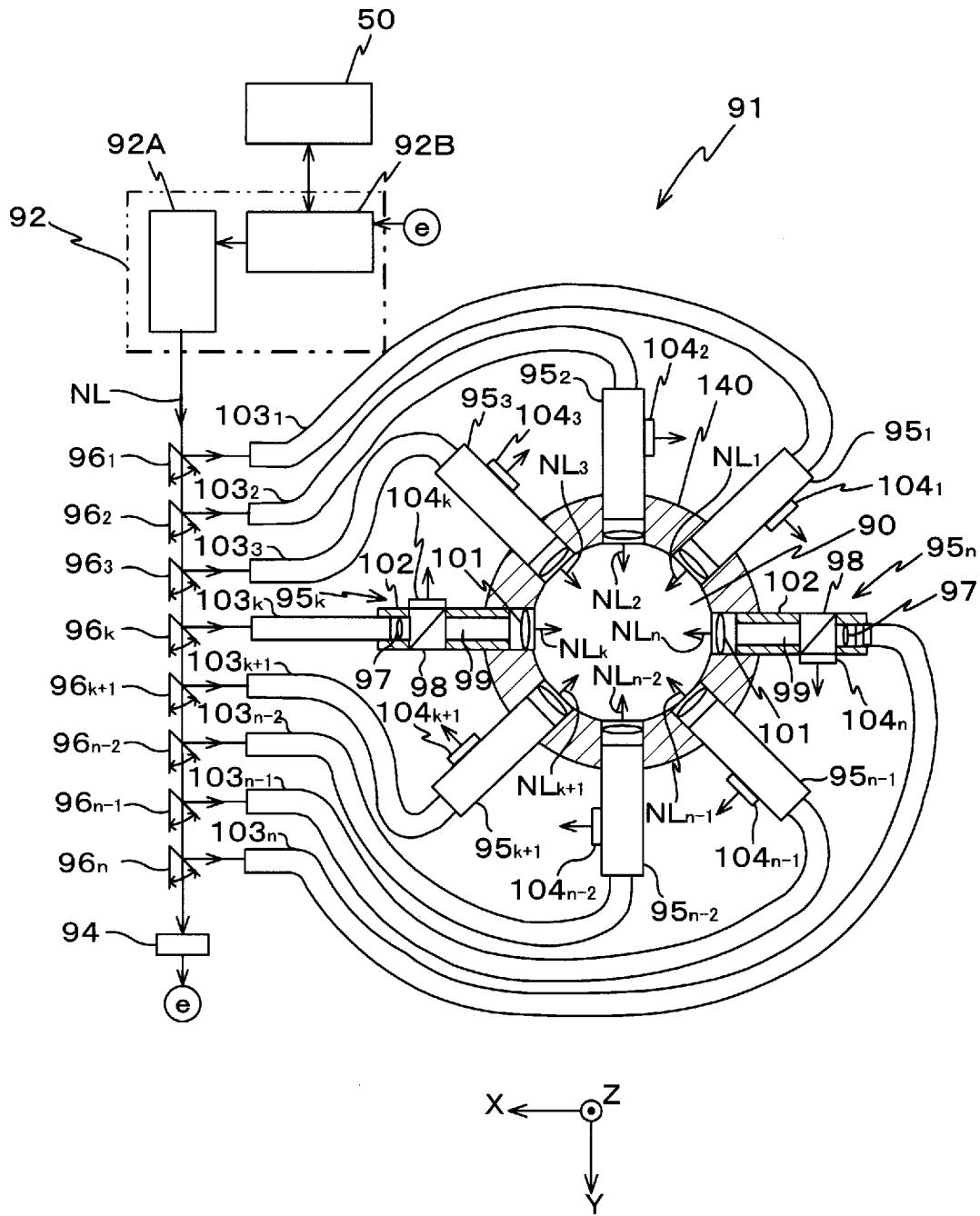
[図1]



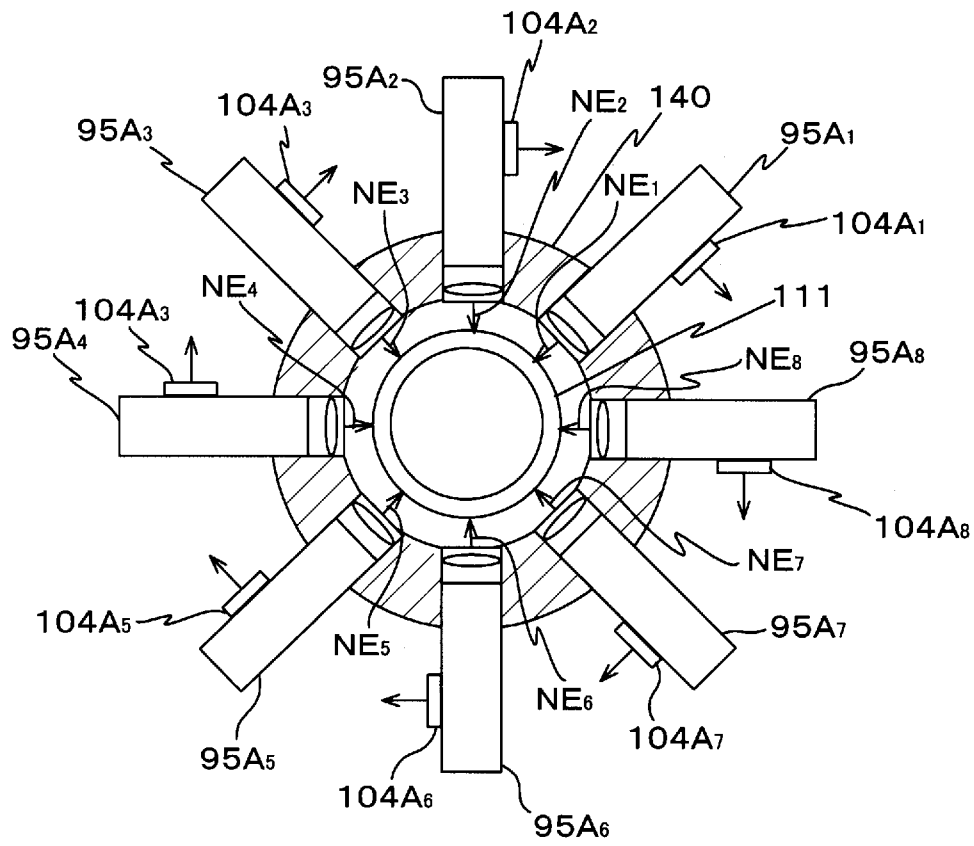
[図2]



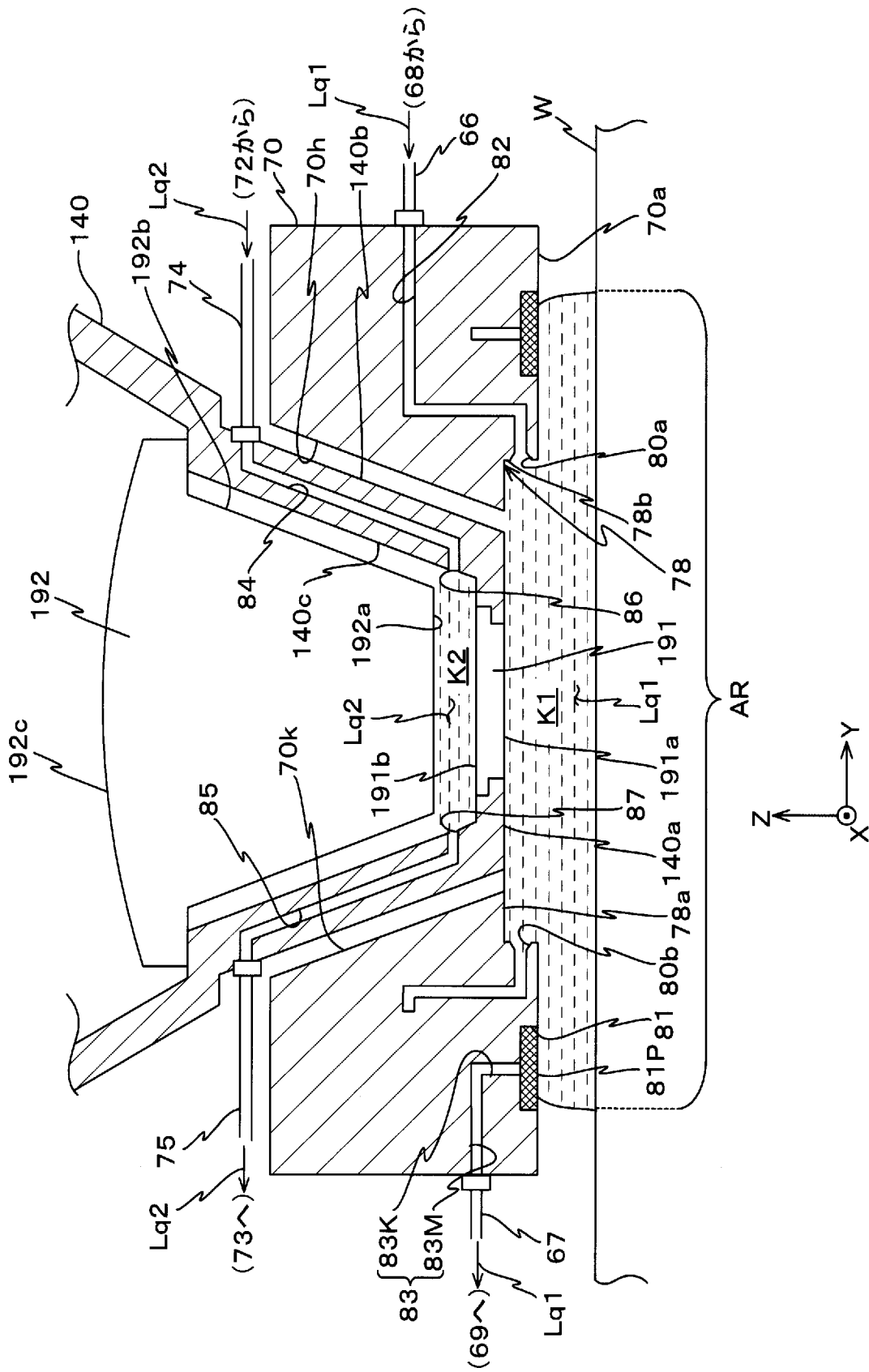
[図3]



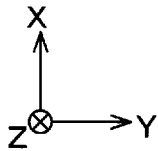
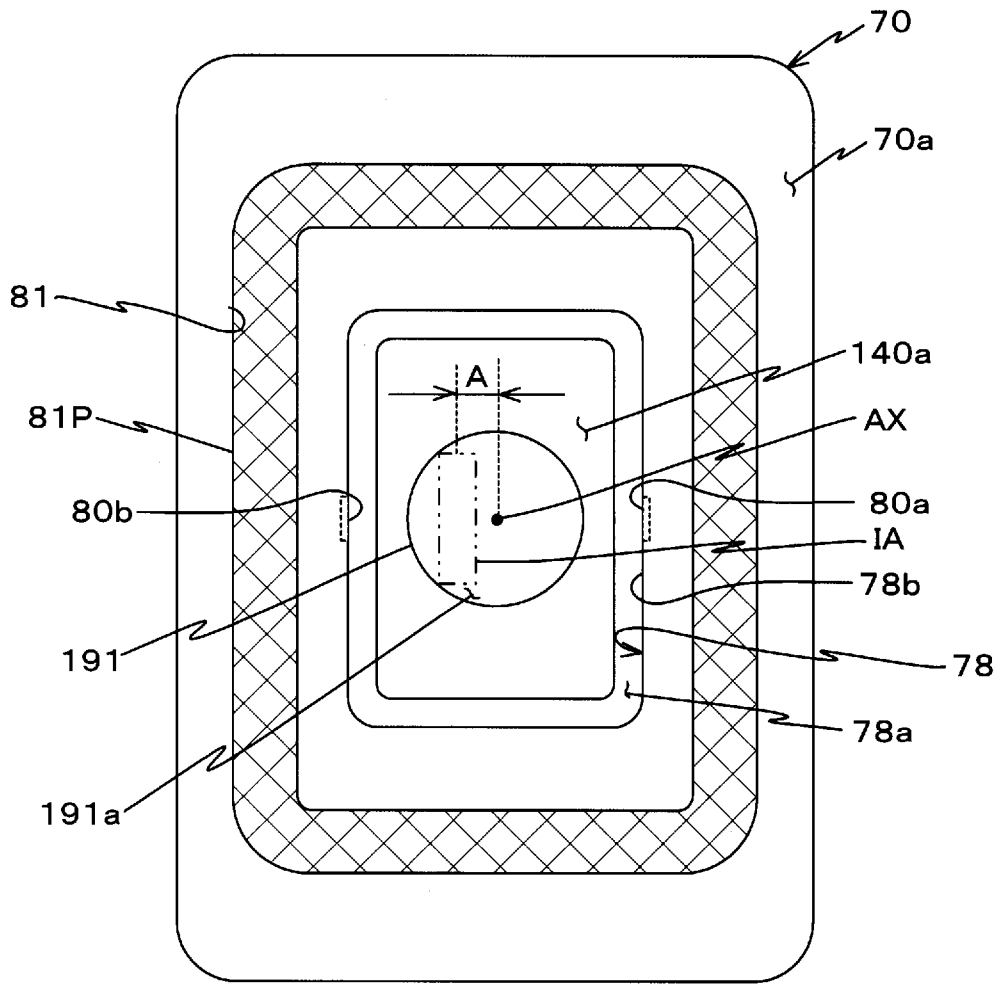
[図4]



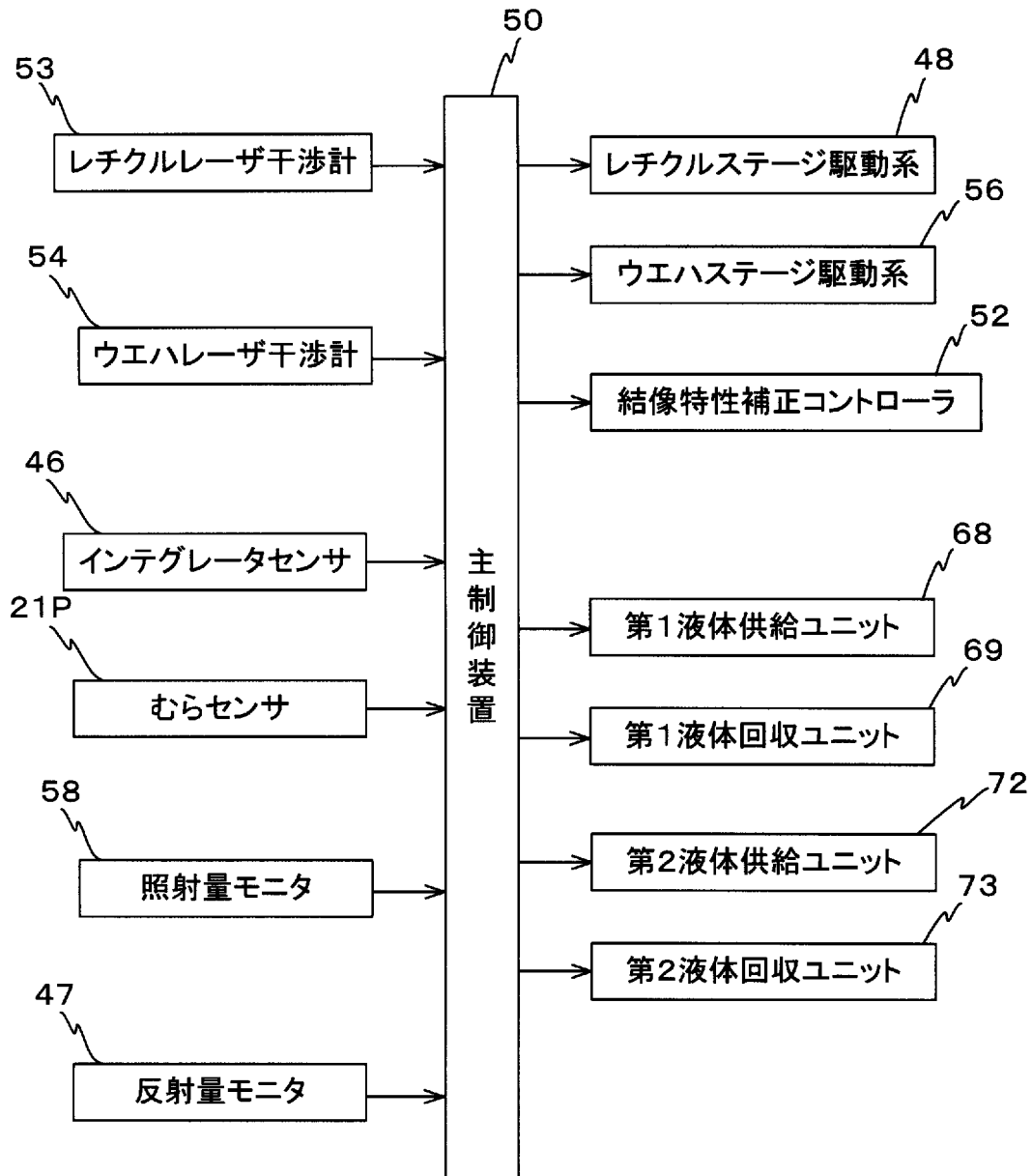
[図5]



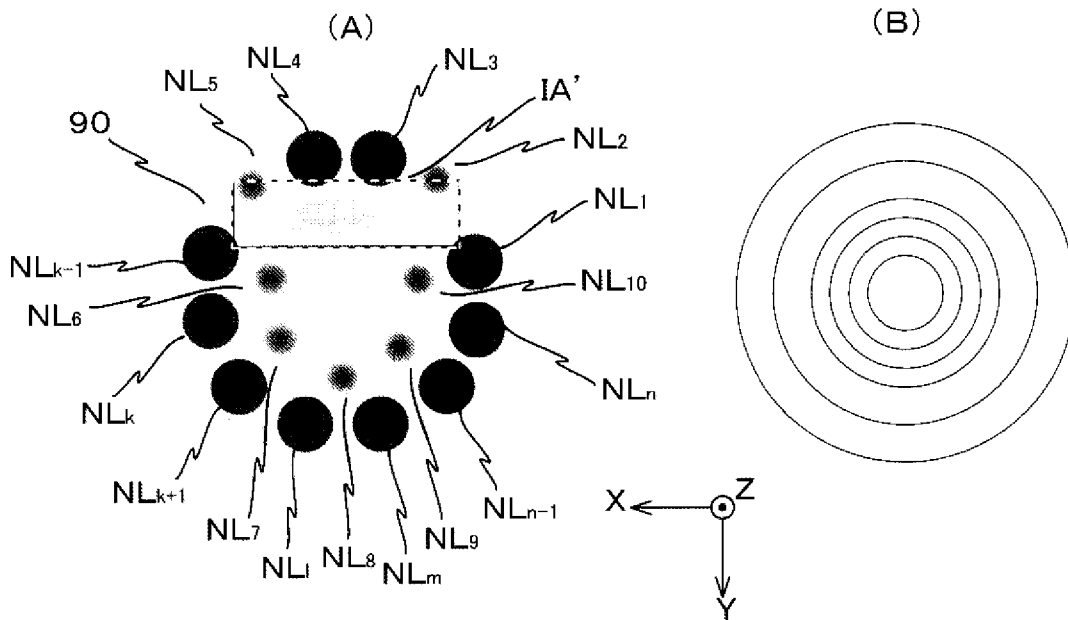
[図6]



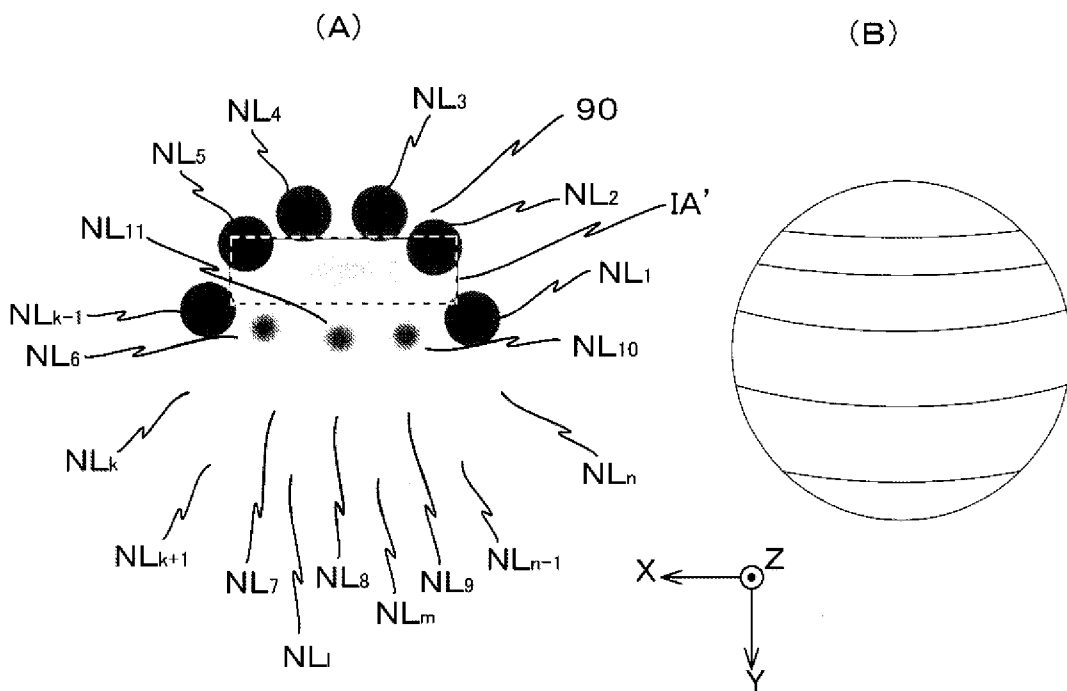
[図7]



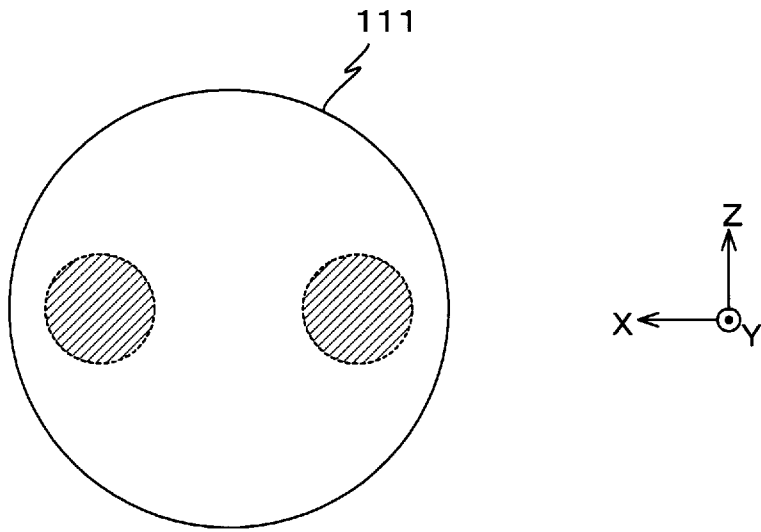
[図8]



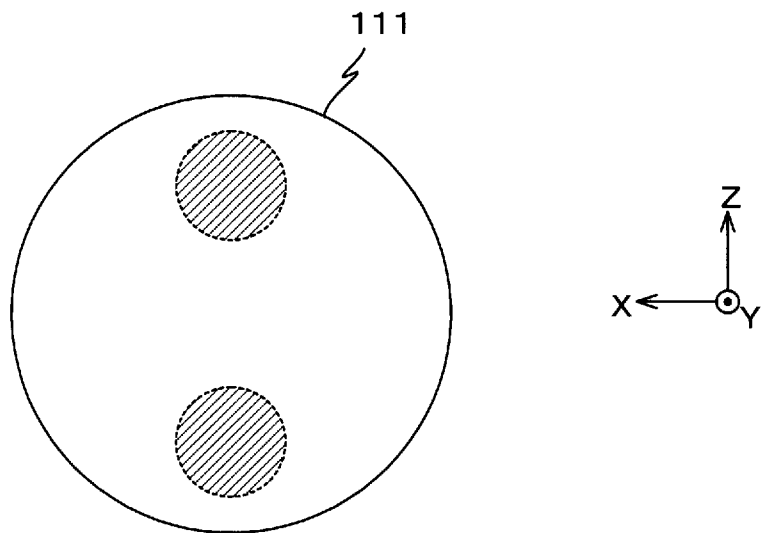
[図9]



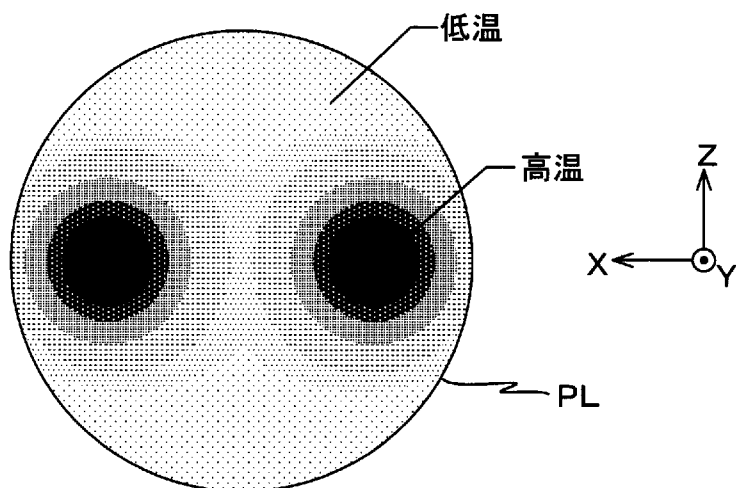
[図10]



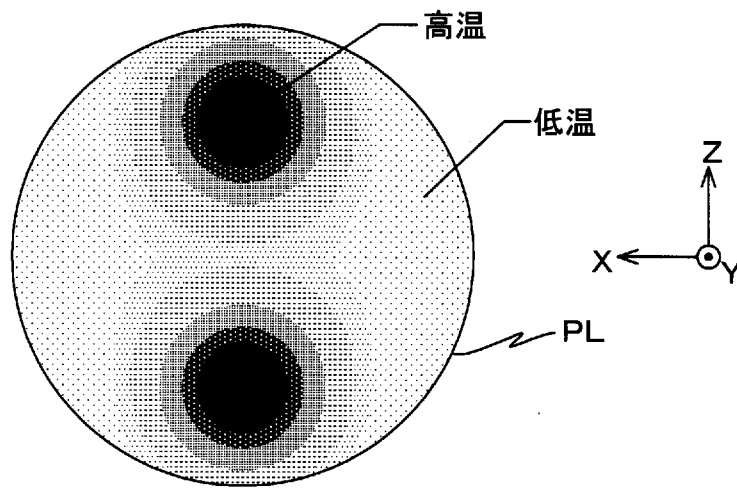
[図11]



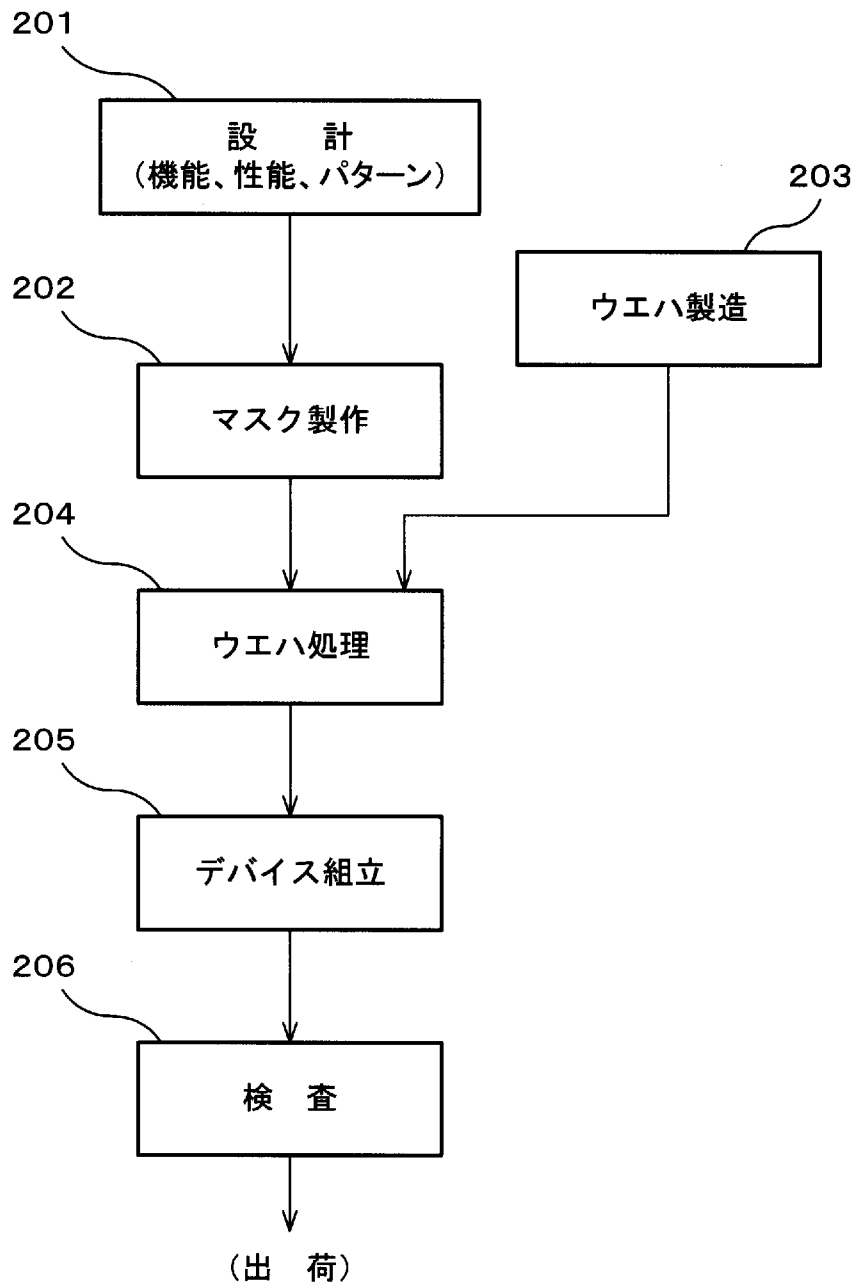
[図12]



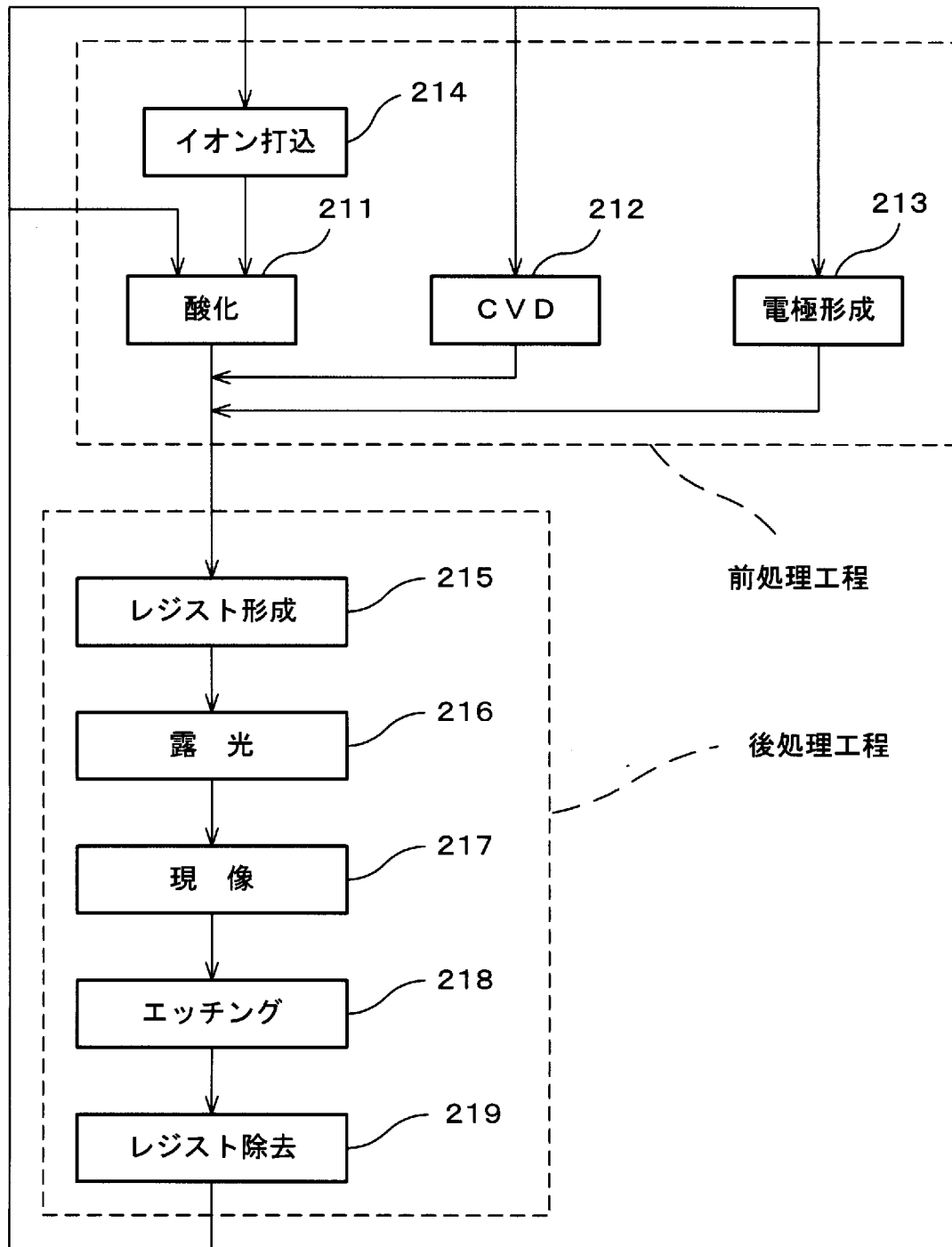
[図13]



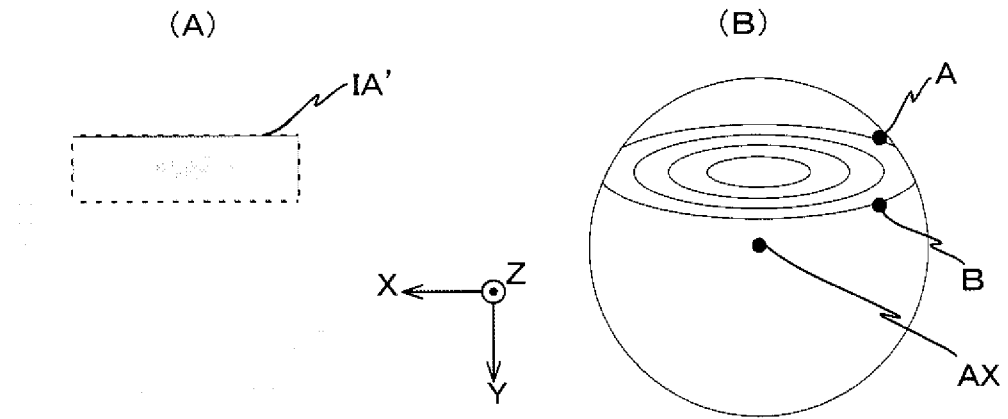
[図14]



[図15]



[図16]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2006/312763

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
H01L21/027(2006.01) i, G03F7/20(2006.01) i

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)  
H01L21/027, G03F7/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-196305 A (CARL ZEISS), 19 July, 2001 (19.07.01), Full text; all drawings & US 2001/0019403 A1 & DE 10000191 A1 & TW 486610 B	1-12, 39-50, 76
Y	JP 10-050585 A (Nikon Corp.), 20 February, 1998 (20.02.98), Full text; all drawings & EP 823662 A2	1-12, 39-50, 76
Y	JP 2005-019628 A (Nikon Corp.), 20 January, 2005 (20.01.05), Par. Nos. [0077] to [0081]; Fig. 22 (Family: none)	2-4, 40, 41

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 08 September, 2006 (08.09.06)	Date of mailing of the international search report 19 September, 2006 (19.09.06)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2006/312763

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-140999 A (Nikon Corp.), 02 June, 2005 (02.06.05), Page 1; Claims; Fig. 2 (Family: none)	9, 47
P, Y	JP 2006-073584 A (Nikon Corp.), 16 March, 2006 (16.03.06), Claims; Par. Nos. [0051] to [0065]; Figs. 1, 7, 8 & WO 2006/025408 A1	1, 39
P, Y	JP 2005-311020 A (Nikon Corp.), 04 November, 2005 (04.11.05), Par. Nos. [0055] to [0061]; Fig. 2 (Family: none)	1, 39
A	JP 11-162832 A (Nikon Corp.), 18 June, 1999 (18.06.99), Par. No. [0052]; Fig. 1 & US 6117595 A1	1, 39
A	JP 6-267824 A (Nikon Corp.), 22 September, 1994 (22.09.94), Par. No. [0027]; Fig. 1 & US 5521036 A1	1, 39

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/312763

**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1.  Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2.  Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3.  Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

**Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)**

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The inventions of the claims have a common technical object to adjust temperature distribution of optical elements constituting an optical system. However, adjustment of optical characteristics of an optical system by adjusting the temperature distribution of the optical elements has been a known technique before priority date of this international application. Accordingly, this common object cannot be "a special technical feature".

(Continued to extra sheet)

1.  As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2.  As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3.  As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4.  No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.: 1-12, 39-50, 76

**Remark on Protest**  
the

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, payment of a protest fee..
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2006/312763

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

Moreover, the inventions of the independent claims 1, 25, 32, 39, 63, 70 have a common feature that a second energy beam of a wavelength region different from a first energy beam is applied to the optical elements. However, irradiation of optical elements with the energy beam of the wavelength region different from an energy beam for exposure so as to adjust the optical characteristics of the optical system has also been a known technical feature before the priority date of this international application. Accordingly, this feature cannot be a common "special technical feature", either.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野  
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. H01L21/027, G03F7/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの  
 日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2006年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2006年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2006年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2001-196305 A (CARL ZEISS) 2001.07.19 全文、全図 & US 2001/0019403 A1 & DE 10000191 A1 & TW 486610 B	1-12, 39-50, 76
Y	JP 10-050585 A (株式会社ニコン) 1998.02.20 全文、全図 & EP 823662 A2	1-12, 39-50, 76
Y	JP 2005-019628 A (株式会社ニコン) 2005.01.20 [0077]-[0081]、図 22 (ファミリーなし)	2-4, 40, 41

C欄の続きにも文献が列挙されている。  パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー	の日の後に公表された文献
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの	「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの	「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)	「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 08.09.2006	国際調査報告の発送日 19.09.2006
--------------------------	--------------------------

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 岩本 勉 電話番号 03-3581-1101 内線 3274	2M	9355
--	---	----	------

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2005-140999 A (株式会社ニコン) 2005.06.02 第1頁、特許請求の範囲、図2 (ファミリーなし)	9, 47
P, Y	JP 2006-073584 A (株式会社ニコン) 2006.03.16 特許請求の範囲、[0051]-[0065]、図1, 7, 8 & WO 2006/025408 A1	1, 39
P, Y	JP 2005-311020 A (株式会社ニコン) 2005.11.04 [0055]-[0061]、図2 (ファミリーなし)	1, 39
A	JP 11-162832 A (株式会社ニコン) 1999.06.18 [0052]、図1 & US 6117595 A1	1, 39
A	JP 6-267824 A (株式会社ニコン) 1994.09.22 [0027]、図1 & US 5521036 A1	1, 39

## 第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT17条(2)(a))の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、
2.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3.  請求の範囲 \_\_\_\_\_ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

## 第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

各請求の範囲に記載される発明は、光学系を構成する光学素子の温度分布を調整することを共通の技術課題とするが、光学素子の温度分布を調整して光学系の光学特性を調整することは、この国際出願の優先日前に周知の技術事項であるから、課題の共通性をもってして共通の「特別な技術的特徴」とすることはできない。

また、独立請求の範囲1, 25, 32, 39, 63及び70に記載される発明は、第1エネルギービームとは異なる波長域の第2エネルギービームを光学素子に照射することで共通するが、光学系の光学特性を調整するために露光用のエネルギービームとは異なる波長域のエネルギービームを光学素子に照射することも、この国際出願の優先日前に周知の技術事項であるから、当該事項をもってして共通の「特別な技術的特徴」とすることもできない。

1.  出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求の範囲について作成した。
2.  追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求の範囲について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3.  出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求の範囲のみについて作成した。
4.  出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求の範囲について作成した。

1-12, 39-50, 76

## 追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付を伴う異議申立てがなかった。