



(43) 国際公開日
2006 年 7 月 6 日 (06.07.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/070580 A1

(51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
G02B 19/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/022612

(22) 国際出願日: 2005 年 12 月 9 日 (09.12.2005)

(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 2004-375854
2004 年 12 月 27 日 (27.12.2004) 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三丁目 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): 北 尚憲 (KITA,

Naonori) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区丸の内三
丁目 2 番 3 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 山口 孝雄 (YAMAGUCHI, Takao); 〒1010048
東京都千代田区神田司町二丁目 10 番地 第一ビル
Tokyo (JP).

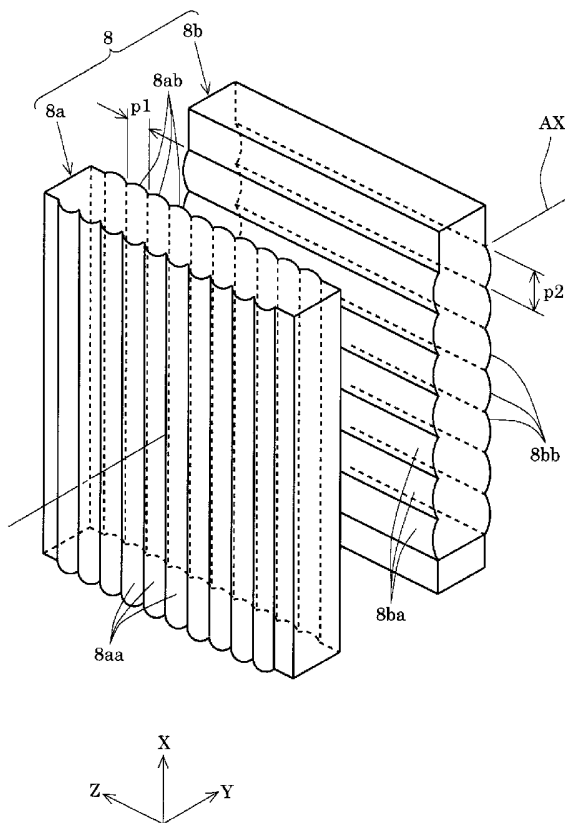
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,
BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW,
MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(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,

/ 続葉有 /

(54) Title: OPTICAL INTEGRATOR, ILLUMINATION OPTICAL DEVICE, PHOTOLITHOGRAPH, PHOTOLITHOGRAPHY,
AND METHOD FOR FABRICATING DEVICE

(54) 発明の名称: オプティカルインテグレータ、照明光学装置、露光装置、露光方法、およびデバイス製造方法



(57) Abstract: An optical integrator having characteristics suppressing the influence of the relative positioning error of a pair of optical members on the illuminance distribution and the profile of the illuminated field. The wavefront splitting optical integrator (8) comprises a first optical member (8a) and a second optical member (8b) arranged sequentially from the light incident side. The first optical member has a plurality of first entrance surfaces (8aa) exhibiting a diffraction power in the first direction (Z direction) but not exhibiting any diffraction power in the second direction (X direction), and a plurality of first exit surfaces (8ab) exhibiting a diffraction power in the first direction but not exhibiting any diffraction power in the second direction. The second optical member has a plurality of second entrance surfaces (8ba) exhibiting a diffraction power in the second direction but not exhibiting any diffraction power in the first direction, and a plurality of second exit surfaces (8bb) exhibiting a diffraction power in the second direction but not exhibiting any diffraction power in the first direction.

(57) 要約: 一对の光学部材の相対的な位置決め誤差が照度分布や照明フィールドの形状に与える影響を小さく抑える特性を有するオプティカルインテグレータ。光の入射側から順に第1光学部材(8a)と第2光学部材(8b)とを備えた波面分割型のオプティカルインテグレータ(8)。第1光学部材は、第1方向(Z方向)に屈折力を有し且つ第2方向(X方向)に無屈折力の複数の第1入射面(8aa)と、第1方向に屈折力を有し且つ第2方向に無屈折力の複数の第1射出面(8ab)とを備えている。第2光学部材は、第2方向に屈折力を有し且つ第1方向に無屈折力の複数の第2入射面(8ba)と、第2方向に屈折力を有し且つ第1方向に無屈折力の複数の第2射出面(8bb)とを備えている。

の第2入射面(8ba)と、第2方向に屈折力を有し且つ第1方向に無屈折力の複数の第2射出面(8bb)とを備えている。

WO 2006/070580 A1



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

オプティカルインテグレータ、照明光学装置、露光装置、露光方法、およびデバイス製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、オプティカルインテグレータ、照明光学装置、露光装置、および露光方法に関し、特に半導体素子、撮像素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスをリソグラフィ工程で製造するための露光装置の照明光学装置に好適なオプティカルインテグレータに関するものである。

背景技術

[0002] この種の典型的な露光装置においては、光源から射出された光束がフライアイレンズに入射し、その後側焦点面に多数の光源からなる二次光源を形成する。二次光源からの光束は、フライアイレンズの後側焦点面の近傍に配置された開口絞りを介して制限された後、コンデンサーレンズに入射する。開口絞りは、所望の照明条件(露光条件)に応じて、二次光源の形状または大きさを所望の形状または大きさに制限する。

[0003] コンデンサーレンズにより集光された光束は、所定のパターンが形成されたマスクを重疊的に照明する。マスクのパターンを透過した光は、投影光学系を介してウェハ上に結像する。こうして、ウェハ上には、マスクパターンが投影露光(転写)される。なお、マスクに形成されたパターンは高集積化されており、この微細パターンをウェハ上に正確に転写するにはウェハ上において均一な照度分布を得ることが不可欠である。このような構成を有する露光装置として、たとえば特許文献1に示されるものが知られている。

[0004] 特許文献1: 米国特許第6, 738, 129号明細書

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献1に示されるシリンдриカルフライアイレンズでは、後に詳述するように、複数の光学部材(フライアイ部材)の相対的な位置決めにより要求される精

度が非常に厳しく、相対的な位置決め誤差(光軸方向に沿った間隔の誤差、光軸直交方向に沿ったシフト誤差など)に起因して照明ムラが発生し易いだけでなく、場合によっては照明フィールド(照明領域)の形状も変化してしまう可能性がある。

[0006] 本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、複数の光学部材の相対的な位置決め誤差が照度分布や照明フィールドの形状に与える影響を小さく抑える特性を有するオプティカルインテグレータを提供することを目的とする。

[0007] また、本発明は、複数の光学部材の相対的な位置決め誤差が照度分布や照明フィールドの形状に与える影響の小さいオプティカルインテグレータを用いて、所望の照明条件で被照射面を照明することのできる高性能な照明光学装置を提供することを目的とする。

[0008] また、本発明は、所望の照明条件で被照射面を照明する高性能な照明光学装置を用いて、良好な照明条件の下で良好な投影露光を行うことのできる露光装置および露光方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0009] 前記課題を解決するために、本発明の第1形態では、光の入射側から順に第1光学部材と第2光学部材とを備えた波面分割型のオプティカルインテグレータにおいて、

前記第1光学部材は、光軸と直交する平面内の第1方向に所定の屈折力を有し且つ前記光軸と直交する平面内で前記第1方向と直交する第2方向にほぼ無屈折力の複数の第1入射面と、該複数の第1入射面に対応するように形成されて前記第1方向に所定の屈折力を有し且つ前記第2方向にほぼ無屈折力の複数の第1射出面とを備え、

前記第2光学部材は、前記複数の第1入射面に対応するように形成されて前記第2方向に所定の屈折力を有し且つ前記第1方向にほぼ無屈折力の複数の第2入射面と、前記複数の第1入射面に対応するように形成されて前記第2方向に所定の屈折力を有し且つ前記第1方向にほぼ無屈折力の複数の第2射出面とを備えていることを特徴とするオプティカルインテグレータを提供する。

[0010] 本発明の第2形態では、第1光学要素と、該第1光学要素の後側に配置された第2

光学要素とを備えた波面分割型のオプティカルインテグレータにおいて、

前記第1光学要素は、光軸と直交する平面内の第1方向に所定の屈折力を有し且つ前記光軸と直交する平面内で前記第1方向と直交する第2方向にほぼ無屈折力の入射面と、前記第1方向に所定の屈折力を有し且つ前記第2方向にほぼ無屈折力の射出面とを備え、

前記第2光学要素は、前記第2方向に所定の屈折力を有し且つ前記第1方向にほぼ無屈折力の入射面と、前記第2方向に所定の屈折力を有し且つ前記第1方向にほぼ無屈折力の射出面とを備え、

前記第1光学要素と前記第2光学要素との少なくとも一方は複数であることを特徴とするオプティカルインテグレータを提供する。

[0011] 本発明の第3形態では、光源からの光に基づいて被照射面を照明する照明光学装置において、

前記光源と前記被照射面との間の光路中に配置された第1形態または第2形態のオプティカルインテグレータを備えていることを特徴とする照明光学装置を提供する。

[0012] 本発明の第4形態では、第3形態の照明光学装置と、前記被照射面に配置された所定のパターンを感光性基板に投影露光するための投影光学系とを備えていることを特徴とする露光装置を提供する。

[0013] 本発明の第5形態では、第3形態の照明光学装置を介してマスクを照明し、照明された前記マスクのパターンを投影光学系を介して感光性基板に投影露光することを特徴とする露光方法を提供する。

[0014] 本発明の第6形態では、第4形態の露光装置を用いてデバイスを製造する方法において、

前記所定のパターン上の照明領域を前記照明光学装置を用いて照明する照明工程と、

前記照明領域内の前記所定のパターンの像を前記投影光学系を用いて前記感光性基板上に投影する投影工程と、

前記感光性基板を現像する現像工程とを含むことを特徴とするデバイス製造方法を提供する。

発明の効果

- [0015] 本発明のオプティカルインテグレータでは、第1方向に屈折力を有する2つの屈折面(第1入射面および第1射出面)が第1光学部材だけに設けられ、第2方向に屈折力を有する2つの屈折面(第2入射面および第2射出面)が第2光学部材だけに設けられている。したがって、第1光学部材と第2光学部材との間に光軸方向に沿った間隔の誤差や光軸直交方向に沿ったシフト誤差が発生しても、照明ムラが発生しにくく、照明フィールドの形状も変化しにくい。すなわち、本発明のオプティカルインテグレータは、複数の光学部材の相対的な位置決め誤差が照度分布や照明フィールドの形状に与える影響を小さく抑える特性を有する。
- [0016] また、本発明の照明光学装置では、複数の光学部材の相対的な位置決め誤差が照度分布や照明フィールドの形状に与える影響の小さいオプティカルインテグレータを用いているので、所望の照明条件で被照射面を照明することができる。また、本発明の露光装置および露光方法では、所望の照明条件でマスクを照明する高性能な照明光学装置を用いているので、良好な照明条件の下で良好な投影露光を行うことができ、ひいては良好なデバイスを製造することができる。

図面の簡単な説明

- [0017] [図1]本発明の実施形態にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。
- [図2]本実施形態のシリンドリカルマイクロフライアイレンズの構成を概略的に示す斜視図である。
- [図3]本実施形態のシリンドリカルマイクロフライアイレンズにおいて波面分割の各単位領域に対応する一対の光学要素の組を概略的に示す斜視図である。
- [図4]図3の一対の光学要素における屈折作用を概略的に示す図である。
- [図5]比較例にかかるシリンドリカルマイクロフライアイレンズにおいて波面分割の各単位領域に対応する一対の光学要素の組を図3に対応するように概略的に示す斜視図である。
- [図6]マイクロデバイスとしての半導体デバイスを得る際の手法のフローチャートである。
- [図7]マイクロデバイスとしての液晶表示素子を得る際の手法のフローチャートである。

。

発明を実施するための最良の形態

- [0018] 本発明の実施形態を、添付図面に基づいて説明する。図1は、本発明の実施形態にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。図1において、感光性基板であるウェハWの法線方向に沿ってZ軸を、ウェハWの面内において図1の紙面に平行な方向にY軸を、ウェハWの面内において図1の紙面に垂直な方向にX軸をそれぞれ設定している。
- [0019] 図1を参照すると、本実施形態の露光装置は、露光光(照明光)を供給するための光源1を備えている。光源1として、たとえば193nmの波長の光を供給するArFエキシマレーザ光源や248nmの波長の光を供給するKrFエキシマレーザ光源などを用いることができる。光源1から射出されたほぼ平行な光束は、ビームエキスパンダー2により拡大され、所定の矩形状の断面を有する光束に整形される。
- [0020] 整形光学系としてのビームエキスパンダー2を介したほぼ平行な光束は、たとえば輪帯照明用の回折光学素子3を介して、アフォーカルレンズ4に入射する。アフォーカルレンズ4は、その前側焦点位置と回折光学素子3の位置とがほぼ一致し且つその後側焦点位置と図中破線で示す所定面5の位置とがほぼ一致するように設定されたアフォーカル系(無焦点光学系)である。
- [0021] 一般に、回折光学素子は、基板に露光光(照明光)の波長程度のピッチを有する段差を形成することによって構成され、入射ビームを所望の角度に回折する作用を有する。具体的には、輪帯照明用の回折光学素子3は、矩形状の断面を有する平行光束が入射した場合に、そのファーフールド(またはフラウンホーファー回折領域)に輪帯状の光強度分布を形成する機能を有する。
- [0022] したがって、光束変換素子としての回折光学素子3に入射したほぼ平行光束は、アフォーカルレンズ4の瞳面に輪帯状の光強度分布を形成した後、輪帯状の角度分布でアフォーカルレンズ4から射出される。なお、アフォーカルレンズ4の前側レンズ群4aと後側レンズ群4bとの間の光路中においてその瞳面またはその近傍には、円錐アキシコン系6が配置されているが、その構成および作用については後述する。以下、説明を簡単にするために、円錐アキシコン系6の作用を無視して、基本的な構成およ

び作用を説明する。

- [0023] アフォーカルレンズ4を介した光束は、 σ 値 (σ 値＝照明光学装置のマスク側開口数／投影光学系のマスク側開口数) 可変用のズームレンズ7に入射する。ズームレンズ7の後側焦点面の近傍には、光源側から順に第1フライアイ部材8aと第2フライアイ部材8bとからなるマイクロフライアイレンズ8の入射面(すなわち第1フライアイ部材8aの入射面)が位置決めされている。マイクロフライアイレンズ8は入射光束に基づいて実質的な面光源を形成する波面分割型のオプティカルインテグレータとして機能するが、その詳細な構成および作用については後述する。
- [0024] なお、マイクロフライアイレンズとは、フライアイレンズを構成する微笑レンズ要素のサイズを非常に小さく設定したものである。ここで、フライアイレンズは多数のレンズエレメントを縦横に且つ稠密に配列することにより構成されるのに対し、マイクロフライアイレンズは多数の微小屈折面を一体的に形成することにより構成される。すなわち、フライアイレンズは、単品で研磨した多数のレンズエレメントを組み合わせで稠密配列することにより構成されるのに対し、マイクロフライアイレンズは、たとえば平行平面ガラス板にMEMS技術(リソグラフィー＋エッチング等)などを応用して多数の微小屈折面を形成することによって構成される。
- [0025] 所定面5の位置はズームレンズ7の前側焦点位置の近傍に配置され、マイクロフライアイレンズ8の入射面はズームレンズ7の後側焦点位置の近傍に配置されている。換言すると、ズームレンズ7は、所定面5とマイクロフライアイレンズ8の入射面とを実質的にフーリエ変換の関係に配置し、ひいてはアフォーカルレンズ4の瞳面とマイクロフライアイレンズ8の入射面とを光学的にほぼ共役に配置している。
- [0026] したがって、マイクロフライアイレンズ8の入射面上には、アフォーカルレンズ4の瞳面と同様に、たとえば光軸AXを中心とした輪帯状の照野が形成される。この輪帯状の照野の全体形状は、ズームレンズ7の焦点距離に依存して相似的に変化する。マイクロフライアイレンズ8に入射した光束は二次元的に分割され、その後側焦点面またはその近傍(ひいては照明瞳)には、入射光束によって形成される照野とほぼ同じ光強度分布を有する二次光源、すなわち光軸AXを中心とした輪帯状の実質的な面光源からなる二次光源が形成される。

- [0027] なお、円錐アキシコン系6は、光源側から順に、光源側に平面を向け且つマスク側に凹円錐状の屈折面を向けた第1プリズム部材6aと、マスク側に平面を向け且つ光源側に凸円錐状の屈折面を向けた第2プリズム部材6bとから構成されている。そして、第1プリズム部材6aの凹円錐状の屈折面と第2プリズム部材6bの凸円錐状の屈折面とは、互いに当接可能なように相補的に形成されている。また、第1プリズム部材6aおよび第2プリズム部材6bのうち少なくとも一方の部材が光軸AXに沿って移動可能に構成され、第1プリズム部材6aの凹円錐状の屈折面と第2プリズム部材6bの凸円錐状の屈折面との間隔が可変に構成されている。以下、輪帯状または4極状の二次光源に着目して、円錐アキシコン系6の作用およびズームレンズ7の作用を説明する。
- [0028] ここで、第1プリズム部材6aの凹円錐状屈折面と第2プリズム部材6bの凸円錐状屈折面とが互いに当接している状態では、円錐アキシコン系6は平行平板として機能し、形成される輪帯状または4極状の二次光源に及ぼす影響はない。しかしながら、第1プリズム部材6aの凹円錐状屈折面と第2プリズム部材6bの凸円錐状屈折面とを離間させると、輪帯状または4極状の二次光源の幅（輪帯状の二次光源の外径と内径との差の $1/2$ ；4極状の二次光源に外接する円の直径（外径）と内接する円の直径（内径）との差の $1/2$ ）を一定に保ちつつ、輪帯状または4極状の二次光源の外径（内径）が変化する。すなわち、輪帯状または4極状の二次光源の輪帯比（内径／外径）および大きさ（外径）が変化する。
- [0029] ズームレンズ7は、輪帯状または4極状の二次光源の全体形状を相似的に拡大または縮小する機能を有する。たとえば、ズームレンズ7の焦点距離を最小値から所定の値へ拡大させることにより、輪帯状または4極状の二次光源の全体形状が相似的に拡大される。換言すると、ズームレンズ7の作用により、輪帯状または4極状の二次光源の輪帯比が変化することなく、その幅および大きさ（外径）がともに変化する。このように、円錐アキシコン系7およびズームレンズ7の作用により、輪帯状または4極状の二次光源の輪帯比と大きさ（外径）とを制御することができる。
- [0030] マイクロフライアイレンズ8の後側焦点面またはその近傍に形成された二次光源からの光束は、コンデンサー光学系9を介して、マスクM（ひいてはウェハW）と光学的

にほぼ共役な位置に配置されたマスクブラインド10を重疊的に照明する。こうして、照明視野絞りとしてのマスクブラインド10には、矩形状の照野が形成される。マスクブラインド10の矩形状の開口部(光透過部)を介した光束は、結像光学系11の集光作用を受けた後、所定のパターンが形成されたマスクMを重疊的に照明する。

[0031] このように、結像光学系11は、マスクブラインド10の矩形状の開口部の像を、マスクステージMSにより支持されたマスクM上に形成することになる。マスクMには転写すべきパターンが形成されており、パターン領域全体のうちX方向に沿って長辺を有し且つY方向に沿って短辺を有する矩形状(スリット状)のパターン領域が照明される。マスクMのパターンを透過した光束は、投影光学系PLを介して、感光性基板であるウェハW上にマスクMのパターン像を形成する。

[0032] すなわち、マスクM上での矩形状の照明領域に光学的に対応するように、ウェハW上においてもX方向に沿って長辺を有し且つY方向に沿って短辺を有する矩形状の静止露光領域(実効露光領域)にパターン像が形成される。こうして、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式にしたがって、投影光学系PLの光軸AXと直交する平面(XY平面)内において、Y方向(走査方向)に沿ってマスクステージMSとウェハステージWSとを、ひいてはマスクMとウェハWとを同期的に移動(走査)させることにより、ウェハW上には静止露光領域のX方向寸法に等しい幅を有し且つウェハWの走査量(移動量)に応じた長さを有するショット領域(露光領域)に対してマスクパターンが走査露光される。

[0033] ところで、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置では、走査露光の平均化効果により、ウェハW上のX方向に沿って細長い矩形状の静止露光領域において走査方向(スキャン方向:Y方向)に照度ムラがある程度残っていても大きな問題にはならない。換言すれば、ウェハW上の静止露光領域において発生を抑えるべき照度ムラは、走査方向と直交する方向すなわち走査直交方向(非スキャン方向:X方向)の照度ムラである。

[0034] 図2は、本実施形態のマイクロフライアイレンズの構成を概略的に示す斜視図である。図2を参照すると、マイクロフライアイレンズ(シリンダリカルマイクロフライアイレンズ)8は、光源側に配置された第1フライアイ部材(第1光学部材)8aとマスク側(被照射

面側)に配置された第2フライアイ部材(第2光学部材)8bとにより構成されている。第1フライアイ部材8aの光源側の面およびマスク側の面には、Z方向に沿って所定のピッチで配列されたシンドリカルレンズ面群8aaおよび8abがそれぞれピッチp1で形成されている。

[0035] 一方、第2フライアイ部材8bの光源側の面およびマスク側の面には、X方向に沿って所定のピッチで配列されたシンドリカルレンズ面群8baおよび8bbがそれぞれピッチp2($p2 > p1$)で形成されている。シンドリカルマイクロフライアイレンズ8のZ方向に関する屈折作用(すなわちYZ平面に関する屈折作用)に着目すると、光軸AXに沿って入射した平行光束は、第1フライアイ部材8aの光源側に形成されたシンドリカルレンズ面群8aaによってZ方向に沿ってピッチp1で波面分割され、その各屈折面で集光作用を受けた後、第1フライアイ部材8aのマスク側に形成されたシンドリカルレンズ面群8abのうちの対応する屈折面で集光作用を受け、シンドリカルマイクロフライアイレンズ8よりも後側に集光する。

[0036] 一方、シンドリカルマイクロフライアイレンズ8のX方向に関する屈折作用(すなわちXY平面に関する屈折作用)に着目すると、光軸AXに沿って入射した平行光束は、第2フライアイ部材8bの光源側に形成されたシンドリカルレンズ面群8baによってX方向に沿ってピッチp2で波面分割され、その各屈折面で集光作用を受けた後、第2フライアイ部材8bのマスク側に形成されたシンドリカルレンズ面群8bbのうちの対応する屈折面で集光作用を受け、シンドリカルマイクロフライアイレンズ8よりも後側に集光する。

[0037] このように、本実施形態のシンドリカルマイクロフライアイレンズ8は、シンドリカルレンズ面群が両側(光入射側(光源側)および光射出側(マスク側))に配置された第1フライアイ部材8aと第2フライアイ部材8bとにより構成されている。一方、波面分割の各单位領域に着目すると、シンドリカルマイクロフライアイレンズ8は、図3に示すように、短辺がp1で長辺がp2の矩形状の断面を有する第1光学要素80aと第2光学要素80bとの組を縦横に且つ稠密に配置することにより構成されていることと光学的に等価である。

[0038] ここで、第1光学要素80aは、光軸AXと直交するXZ平面内のZ方向(第1方向)に

所定の屈折力を有し且つXZ平面内のX方向(第2方向)に無屈折力の第1入射面80aaと、この第1入射面80aaに対応するように形成されてZ方向に所定の屈折力を有し且つX方向に無屈折力の第1射出面80abとを備えている。また、第2光学要素80bは、第1光学要素80aの第1入射面80aaに対応するように形成されてX方向に所定の屈折力を有し且つZ方向に無屈折力の第2入射面80baと、第1光学要素80aの第1入射面80aaに対応するように形成されてX方向に所定の屈折力を有し且つZ方向に無屈折力の第2射出面80bbとを備えている。

[0039] すなわち、複数の第1入射面80aaのXZ平面に沿った稠密配置が第1フライアイ部材8aの光源側のシンドリカルレンズ面群8aaに対応し、複数の第1射出面80abのXZ平面に沿った稠密配置が第1フライアイ部材8aのマスク側のシンドリカルレンズ面群8abに対応する。また、複数の第2入射面80baのXZ平面に沿った稠密配置が第2フライアイ部材8bの光源側のシンドリカルレンズ面群8baに対応し、複数の第2射出面80bbのXZ平面に沿った稠密配置が第2フライアイ部材8bのマスク側のシンドリカルレンズ面群8bbに対応する。

[0040] この場合、図4(a)に示すようにYZ平面に関する屈折作用に着目すると、第1光学要素80aの光軸(第2光学要素80bの光軸と一致)に平行に入射した光線は、第1光学要素80aの第1入射面80aaおよび第1射出面80abにより集光され、第2光学要素80bよりも後側の所定面81において第1光学要素80aの光軸上に集光する。また、第1光学要素80aの光軸に対して所定の角度で斜入射した光線も、同じく第1光学要素80aの第1入射面80aaおよび第1射出面80abにより集光され、所定面81において第1光学要素80aの光軸からZ方向に離れた位置に集光する。このとき、斜入射光線群の中心光線は、第1光学要素80aの光軸に平行に第2光学要素80bから射出される。

[0041] 第1光学要素80aの第1入射面80aaおよび第1射出面80abの集光作用を受けて所定面81に一旦集光したこれらの光線は、ウェハW上において矩形状の静止露光領域の短辺方向に沿って分布する。すなわち、第1光学要素80aの第1入射面80aaの面形状誤差(ひいては第1フライアイ部材8aの光源側のシンドリカルレンズ面群8aaの面形状誤差)、および第1射出面80abの面形状誤差(ひいては第1フライアイ部

材8aのマスク側のシリンドリカルレンズ面群8abの面形状誤差)が、矩形状の静止露光領域における短辺方向すなわち走査方向の照度ムラに影響を及ぼす。ただし、ウェハWと光学的にはほぼ共役な第1入射面80aaの面形状誤差よりも第1射出面80abの面形状誤差の方が、走査方向の照度ムラに大きな影響を及ぼす。

[0042] 一方、図4(b)に示すようにXY平面に関する屈折作用に着目すると、第1光学要素80aの光軸に平行に入射した光線は、第2光学要素80bの第2入射面80baおよび第2射出面80bbにより集光され、第2光学要素80bよりも後側の所定面(不図示;たとえば所定面81またはその近傍の面)において第1光学要素80aの光軸上に集光する。また、第1光学要素80aの光軸に対して所定の角度で斜入射した光線も、同じく第2光学要素80bの第2入射面80baおよび第2射出面80bbにより集光され、上記所定面において第1光学要素80aの光軸からX方向に離れた位置に集光する。このとき、斜入射光線群の中心光線は、第1光学要素80aの光軸に平行に第2光学要素80bから射出される。

[0043] 第2光学要素80bの第2入射面80baおよび第2射出面80bbの集光作用を受けて上記所定面に一旦集光したこれらの光線は、ウェハW上において矩形状の静止露光領域の長辺方向に沿って分布する。すなわち、第2光学要素80bの第2入射面80baの面形状誤差(ひいては第2フライアイ部材8bの光源側のシリンドリカルレンズ面群8baの面形状誤差)、および第2射出面80bbの面形状誤差(ひいては第2フライアイ部材8bのマスク側のシリンドリカルレンズ面群8bbの面形状誤差)が、矩形状の静止露光領域における長辺方向すなわち走査直交方向の照度ムラに影響を及ぼす。ただし、ウェハWと光学的にはほぼ共役な第2入射面80baの面形状誤差よりも第2射出面80bbの面形状誤差の方が、走査直交方向の照度ムラに大きな影響を及ぼす。

[0044] このように、本実施形態のシリンドリカルマイクロフライアイレンズ8では、第1光学要素80aと第2光学要素80bとの合成系のZ方向に関する後側焦点位置およびX方向に関する後側焦点位置は、第2光学要素80bよりも後側に位置する。これは、光学要素の内部にレーザ光が集光するとエネルギー密度が局所的に増大し、その結果として光学要素の耐久性が低下する危険性が発生するからである。このため、第1光学要素80aと第2光学要素80bとの合成系のZ方向に関するバックフォーカスをかなり

長く確保する必要があるが、ピッチ比率や第1入射面80aaと第1射出面80abとのパワー(屈折力)比率などを適切な範囲に設定することにより設計解が得られる。

[0045] ここで、本実施形態のシリンドリカルマイクロフライアイレンズの利点を説明するために、比較例によるシリンドリカルマイクロフライアイレンズの不都合について考える。図5は、比較例にかかるシリンドリカルマイクロフライアイレンズにおいて波面分割の各単位領域に対応する一対の光学要素の組を図3に対応するように概略的に示す図である。図5を参照すると、比較例のシリンドリカルマイクロフライアイレンズでは、第1光学要素85aが、Z方向に所定の屈折力を有し且つX方向に無屈折力の第1入射面85aaと、X方向に所定の屈折力を有し且つZ方向に無屈折力の第1射出面85abとを備えている。

[0046] また、第2光学要素85bは、Z方向に所定の屈折力を有し且つX方向に無屈折力の第2入射面85baと、X方向に所定の屈折力を有し且つZ方向に無屈折力の第2射出面85bbとを備えている。したがって、比較例のシリンドリカルマイクロフライアイレンズでは、第1射出面85abの面形状誤差および第2射出面85bbの面形状誤差が走査直交方向の照度ムラに影響を及ぼし、しかもウェハWと光学的にほぼ共役な第1射出面85abの面形状誤差よりも第2射出面85bbの面形状誤差の方が大きな影響を及ぼす。

[0047] 比較例では、面形状誤差が走査直交方向の照度ムラに影響を及ぼし易い第2射出面85bbよりも、面形状誤差が走査直交方向の照度ムラに影響を及ぼし難い第1射出面85abの方に大きなパワー(屈折力)を負担させることにより、面形状誤差に起因する走査直交方向の照度ムラの発生をある程度抑えることができる。しかしながら、この比較例の構成におけるパワー配分では、面形状誤差に起因する走査直交方向の照度ムラの発生を十分に回避することは困難である。

[0048] また、比較例のシリンドリカルマイクロフライアイレンズでは、Z方向に屈折力を有する2つの屈折面(第1入射面85aaおよび第2入射面85ba)が第1光学要素85aと第2光学要素85bとに1面ずつ設けられ、X方向に屈折力を有する2つの屈折面(第1射出面85abおよび第2射出面85bb)が第1光学要素85aと第2光学要素85bとに1面ずつ設けられている。その結果、第1光学要素85aと第2光学要素85bとの間のY方

向に沿った相対的な位置ずれや、Z方向に沿った相対的な位置ずれや、X方向に沿った相対的な位置ずれなどが発生すると、すなわち一对の光学部材(フライアイ部材)の相対的な位置決め誤差が発生すると、これらの相対的な位置決め誤差(光軸方向に沿った間隔の誤差、光軸直交方向に沿ったシフト誤差など)に起因してウェハW上で照明ムラが発生し易いだけでなく、場合によってはマスクM上の照明フィールド(照明領域)の形状も変化してしまう可能性がある。

[0049] これに対し、本実施形態のシリンダリカルマイクロフライアイレンズ8では、Z方向に屈折力を有する2つの屈折面(第1入射面80aaおよび第1射出面80ab)が第1光学要素85aだけに設けられ、X方向に屈折力を有する2つの屈折面(第2入射面80baおよび第2射出面80bb)が第2光学要素85bだけに設けられている。したがって、第1光学要素85aと第2光学要素85bとの間のY方向に沿った相対的な位置ずれ、すなわち一对のフライアイ部材8aと8bとの間に光軸方向に沿った間隔の誤差が発生しても、この間隔誤差に起因して照明ムラが発生し難く、照明フィールドの形状も変化する難い。

[0050] このように、本実施形態のシリンダリカルマイクロフライアイレンズでは、たとえば研磨加工に比して良質な面形状を得ることが難しいエッチング加工によりすべての微小屈折面を同時に製造することが求められても、多数の微小屈折面の製造誤差が照度分布に与える影響を、小さく抑えることができる。

[0051] また、第1光学要素85aと第2光学要素85bとの間のZ方向に沿った相対的な位置ずれやX方向に沿った相対的な位置ずれ、すなわち一对のフライアイ部材8aと8bとの間に光軸直交方向に沿ったシフト誤差が発生しても、このシフト誤差に起因して照明ムラが発生することはほとんどなく、照明フィールドの形状もほとんど変化しない。換言すると、本実施形態のシリンダリカルマイクロフライアイレンズ8は、一对のフライアイ部材(光学部材)8aと8bの相対的な位置決め誤差がウェハW上の照度分布やマスクM上の照明フィールドの形状に与える影響を小さく抑える特性を有する。

[0052] また、本実施形態の照明光学装置(1~11)では、一对のフライアイ部材8aと8bの相対的な位置決め誤差が照度分布や照明フィールドの形状に与える影響の小さいシリンダリカルマイクロフライアイレンズ(オプティカルインテグレータ)8を用いて、所望

の照明条件で被照射面としてのマスクMを照明することができる。また、本実施形態の露光装置では、所望の照明条件でマスクMを照明する高性能な照明光学装置を用いて、良好な照明条件の下で良好な投影露光を行うことができる。

[0053] ところで、上述したように、ウェハWと光学的にほぼ共役な第2入射面80baの面形状誤差よりも第2射出面80bbの面形状誤差の方が、走査直交方向の照度ムラに大きな影響を及ぼす。したがって、面形状誤差が走査直交方向の照度ムラに影響を及ぼし易い第2射出面80bbよりも、面形状誤差が走査直交方向の照度ムラに影響を及ぼし難い第2入射面80baの方に大きなパワー（屈折力）を負担させることにより、面形状誤差に起因する走査直交方向の照度ムラの発生を良好に抑えることができる。

[0054] なお、上述の実施形態では、シンドリカルレンズ面群が両側に配置された第1フライアイ部材8aと第2フライアイ部材8bとによりシンドリカルマイクロフライアイレンズ8を構成している。しかしながら、これに限定されることなく、たとえば図3に示すような個別光学要素としての第1光学要素80aおよび第2光学要素80bをそれぞれ縦横に且つ稠密に配置することにより、本実施形態と同様の光学的機能を有するシンドリカルマイクロフライアイレンズを構成することもできる。

[0055] なお、上述の実施形態にかかる露光装置において、輪帯照明用の回折光学素子3に代えて、4極照明用の回折光学素子（不図示）を照明光路中に設定することによって、4極照明を行うことができる。4極照明用の回折光学素子は、矩形状の断面を有する平行光束が入射した場合に、そのファーストフィールドに4極状の光強度分布を形成する機能を有する。したがって、4極照明用の回折光学素子を介した光束は、マイクロフライアイレンズ8の入射面に、たとえば光軸AXを中心とした4つの円形状の照野からなる4極状の照野を形成する。その結果、マイクロフライアイレンズ8の後側焦点面またはその近傍にも、その入射面に形成された照野と同じ4極状の二次光源が形成される。

[0056] また、輪帯照明用の回折光学素子3に代えて、円形照明用の回折光学素子（不図示）を照明光路中に設定することによって、通常の円形照明を行うことができる。円形照明用の回折光学素子は、矩形状の断面を有する平行光束が入射した場合に、ファーストフィールドに円形状の光強度分布を形成する機能を有する。したがって、円形照

明用の回折光学素子を介した光束は、マイクロフライアイレンズ8の入射面に、たとえば光軸AXを中心とした円形状の照野を形成する。その結果、マイクロフライアイレンズ8の後側焦点面またはその近傍にも、その入射面に形成された照野と同じ円形状の二次光源が形成される。

[0057] さらに、輪帯照明用の回折光学素子3に代えて、他の複数極照明用の回折光学素子(不図示)を照明光路中に設定することによって、様々な複数極照明(2極照明、8極照明など)を行うことができる。同様に、輪帯照明用の回折光学素子3に代えて、適当な特性を有する回折光学素子(不図示)を照明光路中に設定することによって、様々な形態の変形照明を行うことができる。

[0058] 上述の実施形態にかかる露光装置では、照明光学装置によってマスク(レチクル)を照明し(照明工程)、投影光学系を用いてマスクに形成された転写用のパターンを感光性基板に露光する(露光工程)ことにより、マイクロデバイス(半導体素子、撮像素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等)を製造することができる。以下、上述の実施形態の露光装置を用いて感光性基板としてのウェハ等に所定の回路パターンを形成することによって、マイクロデバイスとしての半導体デバイスを得る際の手法の一例につき図6のフローチャートを参照して説明する。

[0059] 先ず、図6のステップ301において、1ロットのウェハ上に金属膜が蒸着される。次のステップ302において、その1ロットのウェハ上の金属膜上にフォトレジストが塗布される。その後、ステップ303において、上述の実施形態の露光装置を用いて、マスク上のパターンの像がその投影光学系を介して、その1ロットのウェハ上の各ショット領域に順次露光転写される。その後、ステップ304において、その1ロットのウェハ上のフォトレジストの現像が行われた後、ステップ305において、その1ロットのウェハ上でレジストパターンをマスクとしてエッチングを行うことによって、マスク上のパターンに対応する回路パターンが、各ウェハ上の各ショット領域に形成される。その後、更に上のレイヤの回路パターンの形成等を行うことによって、半導体素子等のデバイスが製造される。上述の半導体デバイス製造方法によれば、極めて微細な回路パターンを有する半導体デバイスをスループット良く得ることができる。

[0060] また、上述の実施形態の露光装置では、プレート(ガラス基板)上に所定のパターン

(回路パターン、電極パターン等)を形成することによって、マイクロデバイスとしての液晶表示素子を得ることもできる。以下、図7のフローチャートを参照して、このときの手法の一例につき説明する。図7において、パターン形成工程401では、上述の実施形態の露光装置を用いてマスクのパターンを感光性基板(レジストが塗布されたガラス基板等)に転写露光する、所謂光リソグラフィ工程が実行される。この光リソグラフィ工程によって、感光性基板上には多数の電極等を含む所定パターンが形成される。その後、露光された基板は、現像工程、エッチング工程、レジスト剥離工程等の各工程を経ることによって、基板上に所定のパターンが形成され、次のカラーフィルター形成工程402へ移行する。

[0061] 次に、カラーフィルター形成工程402では、R(Red)、G(Green)、B(Blue)に対応した3つのドットの組がマトリックス状に多数配列されたり、またはR、G、Bの3本のストライプのフィルターの組を複数水平走査線方向に配列したカラーフィルターを形成する。そして、カラーフィルター形成工程402の後に、セル組み立て工程403が実行される。セル組み立て工程403では、パターン形成工程401にて得られた所定パターンを有する基板、およびカラーフィルター形成工程402にて得られたカラーフィルター等を用いて液晶パネル(液晶セル)を組み立てる。

[0062] セル組み立て工程403では、例えば、パターン形成工程401にて得られた所定パターンを有する基板とカラーフィルター形成工程402にて得られたカラーフィルターとの間に液晶を注入して、液晶パネル(液晶セル)を製造する。その後、モジュール組み立て工程404にて、組み立てられた液晶パネル(液晶セル)の表示動作を行わせる電気回路、バックライト等の各部品を取り付けて液晶表示素子として完成させる。上述の液晶表示素子の製造方法によれば、極めて微細な回路パターンを有する液晶表示素子をスループット良く得ることができる。

[0063] なお、上述の実施形態では、露光光としてArFエキシマレーザ光(波長:193nm)やKrFエキシマレーザ光(波長:248nm)を用いているが、これに限定されることなく、他の適当なレーザ光源、たとえば波長157nmのレーザ光を供給するF₂レーザ光源などに対して本発明を適用することもできる。

[0064] また、上述の実施形態では、マスクおよびウェハを投影光学系に対して相対移動さ

せながら、いわゆるステップ・アンド・スキャン方式にしたがって、ウェハの各露光領域にパターンをスキャン露光している。しかしながら、これに限定されることなく、ウェハを二次元的に駆動制御しながら一括露光を行うことにより、いわゆるステップ・アンド・リピート方式にしたがって、ウェハのショット領域にパターンを逐次露光することもできる。

[0065] また、上述の実施形態では、投影光学系を用いてマスクに形成されたパターンの像をウェハ上に形成しているが、マスクに代えて、たとえば空間光変調器(SLM)などの所定のパターンを形成するプログラマブルなパターン生成素子を用いても良い。また、本発明にかかるオプティカルインテグレータは、たとえば国際特許公開第WO2004/051717A号パンフレットに記載される、偏光照明用の照明光学装置のオプティカルインテグレータとして適用することができる。

[0066] また、上述の実施形態では、照明光学装置を備えた露光装置を例にとって本発明を説明したが、マスク以外の被照射面を照明するための一般的な照明光学装置、たとえば被照射面としてのワークピースに加工用のレーザビームを照射するためのレーザ加工装置や被照射面としてのワークピースに線状集光領域を形成するレーザアニール装置などに本発明を適用することができることは明らかである。なお、被照射面上に線状集光領域を形成する場合には、第1光学部材の第1入射面および第1射出面、または第2光学部材の第2入射面および第2射出面的一方が単数であっても良い。

符号の説明

- [0067] 1 光源
3 回折光学素子(光束変換素子)
4 アフォーカルレンズ
6 円錐アキシコン系
7 ズームレンズ
8 マイクロフライアイレンズ(シリンダリカルマイクロフライアイレンズ)
8a 第1フライアイ部材(第1光学部材)
8b 第2フライアイ部材(第2光学部材)

9 コンデンサー光学系

10 マスクブラインド

11 結像光学系

M マスク

PL 投影光学系

W ウェハ

請求の範囲

- [1] 光の入射側から順に第1光学部材と第2光学部材とを備えた波面分割型のオプティカルインテグレータにおいて、
- 前記第1光学部材は、光軸と直交する平面内の第1方向に所定の屈折力を有し且つ前記光軸と直交する平面内で前記第1方向と直交する第2方向にほぼ無屈折力の複数の第1入射面と、該複数の第1入射面に対応するように形成されて前記第1方向に所定の屈折力を有し且つ前記第2方向にほぼ無屈折力の複数の第1射出面とを備え、
- 前記第2光学部材は、前記複数の第1入射面に対応するように形成されて前記第2方向に所定の屈折力を有し且つ前記第1方向にほぼ無屈折力の複数の第2入射面と、前記複数の第1入射面に対応するように形成されて前記第2方向に所定の屈折力を有し且つ前記第1方向にほぼ無屈折力の複数の第2射出面とを備えていることを特徴とするオプティカルインテグレータ。
- [2] 前記複数の第1入射面の各々は、前記第1方向に沿って短辺を有し且つ前記第2方向に沿って長辺を有する矩形状であることを特徴とする請求項1に記載のオプティカルインテグレータ。
- [3] 前記複数の第1入射面は、前記光軸と直交する平面に沿って稠密配置されていることを特徴とする請求項2に記載のオプティカルインテグレータ。
- [4] 前記複数の第1入射面は、前記第1方向に沿って並列的に配置されていることを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [5] 前記複数の第2入射面は、前記第2方向に沿って並列的に配置されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [6] 前記複数の第2入射面の各々は、前記第1方向に沿って長辺を有し且つ前記第2方向に沿って短辺を有する矩形状であることを特徴とする請求項1乃至5のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [7] 前記第1光学部材と前記第2光学部材との合成系の前記第1方向に関する後側焦点位置および前記第2方向に関する後側焦点位置は、前記第2光学部材よりも後側に位置することを特徴とする請求項1乃至6のいずれか1項に記載のオプティカルイン

テグレータ。

- [8] 前記オプティカルインテグレータ中において、前記第1方向に屈折力を有する光学面は前記第1入射面および前記第1射出面のみであり、

前記オプティカルインテグレータ中において、前記第2方向に屈折力を有する光学面は前記第2入射面および前記第2射出面のみであることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。

- [9] 前記第2入射面の前記所定の屈折力は、前記第2射出面の前記所定の屈折力よりも大きいことを特徴とする請求項1乃至8のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。

- [10] 第1光学要素と、該第1光学要素の後側に配置された第2光学要素とを備えた波面分割型のオプティカルインテグレータにおいて、

前記第1光学要素は、光軸と直交する平面内の第1方向に所定の屈折力を有し且つ前記光軸と直交する平面内で前記第1方向と直交する第2方向にほぼ無屈折力の入射面と、前記第1方向に所定の屈折力を有し且つ前記第2方向にほぼ無屈折力の射出面とを備え、

前記第2光学要素は、前記第2方向に所定の屈折力を有し且つ前記第1方向にほぼ無屈折力の入射面と、前記第2方向に所定の屈折力を有し且つ前記第1方向にほぼ無屈折力の射出面とを備え、

前記第1光学要素と前記第2光学要素との少なくとも一方は複数であることを特徴とするオプティカルインテグレータ。

- [11] 前記第1光学要素および前記第2光学要素はそれぞれ複数設けられ、

前記複数の第2光学要素は前記複数の第1光学要素に対応するように前記複数の第1光学要素の後側に配置されていることを特徴とする請求項10に記載のオプティカルインテグレータ。

- [12] 前記複数の第1光学要素の各々は、前記第1方向に沿って短辺を有し且つ前記第2方向に沿って長辺を有する矩形状の断面を有することを特徴とする請求項11に記載のオプティカルインテグレータ。

- [13] 前記複数の第1光学要素の入射面は、前記光軸と直交する平面に沿って稠密配置

されていることを特徴とする請求項12に記載のオプティカルインテグレータ。

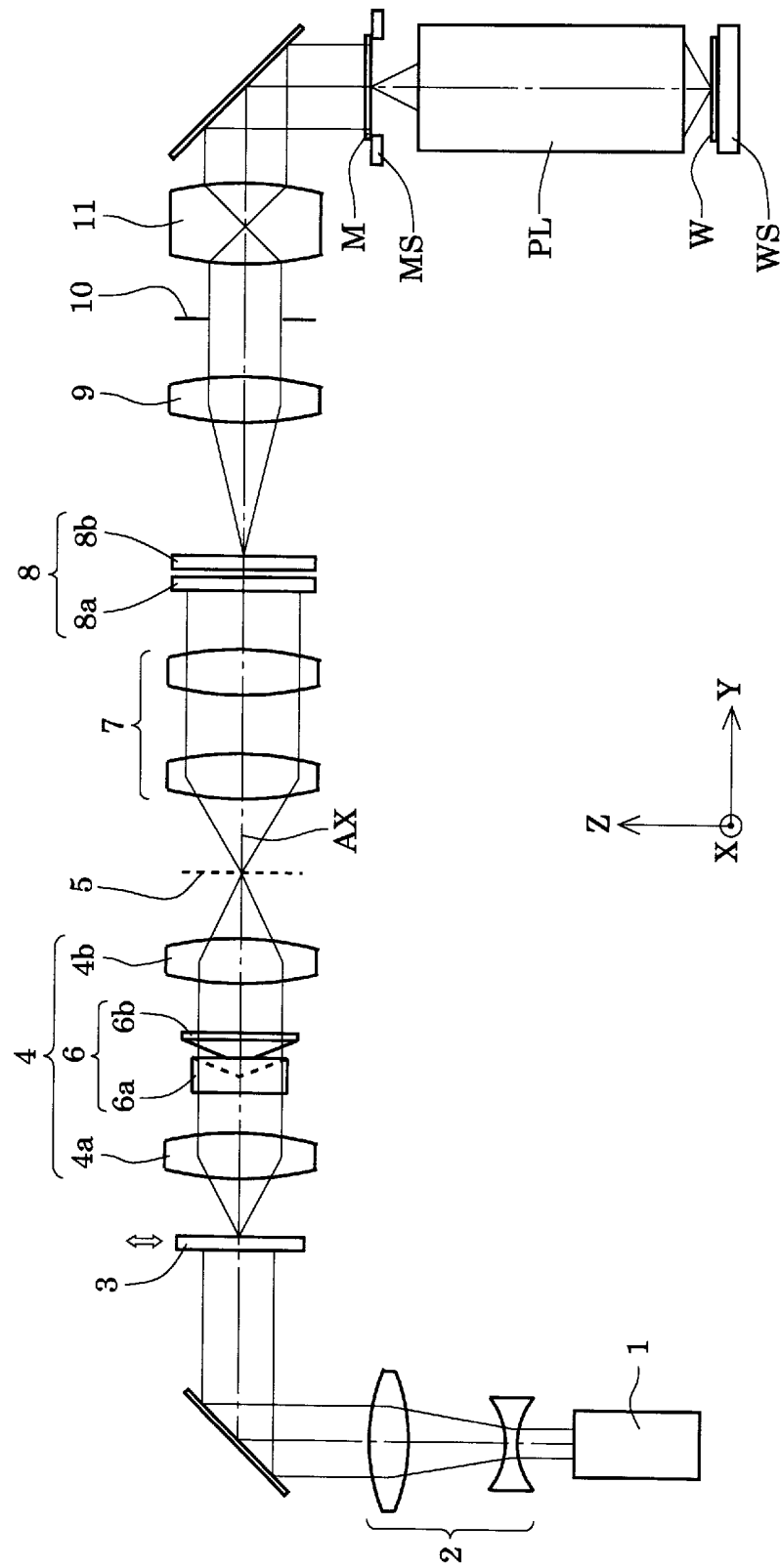
- [14] 前記複数の第1光学要素の各々は、前記第1方向に沿って並列的に配置されていることを特徴とする請求項11乃至13のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [15] 前記複数の第2光学要素の各々は、前記第2方向に沿って並列的に配置されていることを特徴とする請求項11乃至14のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [16] 前記複数の第2光学要素の各々は、前記第1方向に沿って長辺を有し且つ前記第2方向に沿って短辺を有する矩形状であることを特徴とする請求項11乃至15のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [17] 前記第2光学要素の前記入射面の前記所定の屈折力は、前記第2光学要素の前記射出面の前記所定の屈折力よりも大きいことを特徴とする請求項10乃至16のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [18] 前記第1光学要素と前記第2光学要素との合成系の前記第1方向に関する後側焦点位置および前記第2方向に関する後側焦点位置は、前記第2光学要素の前記射出面よりも後側にそれぞれ位置することを特徴とする請求項10乃至17のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [19] 前記オプティカルインテグレータ中において、前記第1方向に屈折力を有する光学要素は前記第1光学要素のみであり、
前記オプティカルインテグレータ中において、前記第2方向に屈折力を有する光学要素は前記第2光学要素のみであることを特徴とする請求項10乃至18のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [20] 前記第1光学要素中の前記入射面および前記射出面は一体的に前記第1光学要素上に形成され、
前記第2光学要素中の前記入射面および前記射出面は一体的に前記第2光学要素上に形成されていることを特徴とする請求項10乃至19のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータ。
- [21] 光源からの光に基づいて被照射面を照明する照明光学装置において、

前記光源と前記被照射面との間の光路中に配置された請求項1乃至20のいずれか1項に記載のオプティカルインテグレータを備えていることを特徴とする照明光学装置。

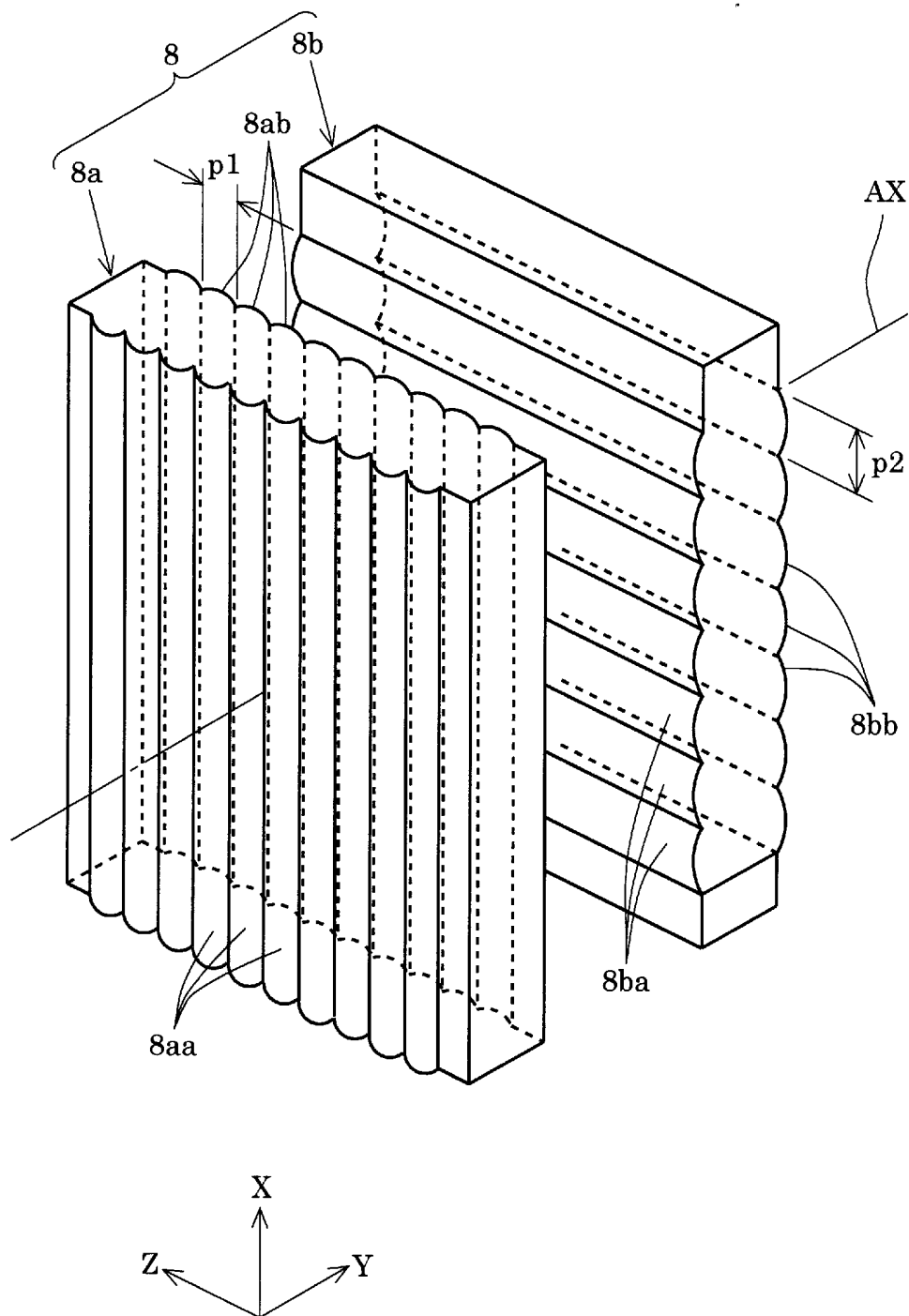
- [22] 前記オプティカルインテグレータと前記被照射面との間の光路中に配置されて、前記オプティカルインテグレータからの光を前記被照射面へ重畳的に導くための導光光学系を備えていることを特徴とする請求項21に記載の照明光学装置。
- [23] 前記照明光学装置は前記被照射面上に矩形状の照明領域を形成し、
前記矩形状の照明領域の短辺方向は前記第1方向に対応し、前記矩形状の照明領域の長辺方向は前記第2方向に対応することを特徴とする請求項21または22に記載の照明光学装置。
- [24] 請求項21乃至23のいずれか1項に記載の照明光学装置と、前記被照射面に配置された所定のパターンを感光性基板に投影露光するための投影光学系とを備えていることを特徴とする露光装置。
- [25] 前記照明光学装置は前記所定のパターン上に矩形状の照明領域を形成し、
前記矩形状の照明領域の短辺方向は前記第1方向に対応し、前記矩形状の照明領域の長辺方向は前記第2方向に対応することを特徴とする請求項24に記載の露光装置。
- [26] 前記投影光学系により前記矩形状の照明領域内に位置する前記所定のパターンの像を前記感光性基板上の矩形状の投影領域内に形成し、
前記矩形状の投影領域の短辺方向に沿って前記感光性基板を前記投影光学系に対して相対移動させることにより、前記所定のパターンを前記感光性基板に投影露光することを特徴とする請求項25に記載の露光装置。
- [27] 請求項21乃至23のいずれか1項に記載の照明光学装置を介してマスクを照明し、照明された前記マスクのパターンを投影光学系を介して感光性基板に投影露光することを特徴とする露光方法。
- [28] 前記第1方向に対応する方向に沿って短辺を有し且つ前記第2方向に対応する方向に沿って長辺を有する矩形状の照明領域を前記マスク上に形成することを特徴とする請求項27に記載の露光方法。

- [29] 前記矩形状の照明領域の短辺方向に沿って前記マスクおよび前記感光性基板を前記投影光学系に対して相対移動させることにより、前記マスクのパターンを前記感光性基板に投影露光することを特徴とする請求項28に記載の露光方法。
- [30] 請求項24乃至26のいずれか1項に記載の露光装置を用いてデバイスを製造する方法において、
- 前記所定のパターン上の照明領域を前記照明光学装置を用いて照明する照明工程と、
- 前記照明領域内の前記所定のパターンの像を前記投影光学系を用いて前記感光性基板上に投影する投影工程と、
- 前記感光性基板を現像する現像工程とを含むことを特徴とするデバイス製造方法。

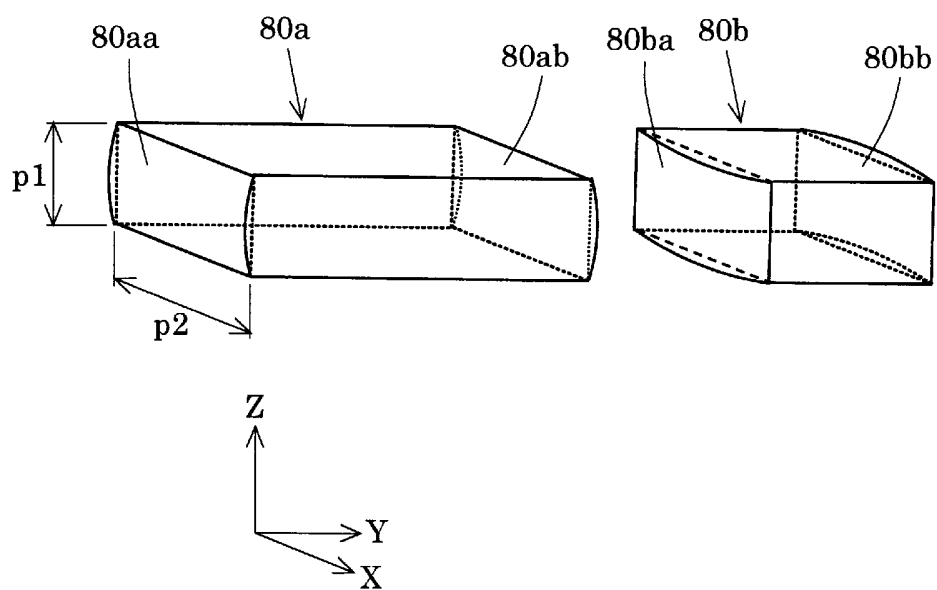
[図1]



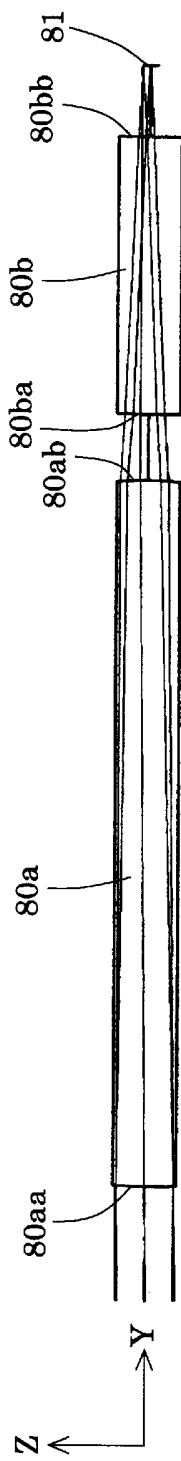
[図2]



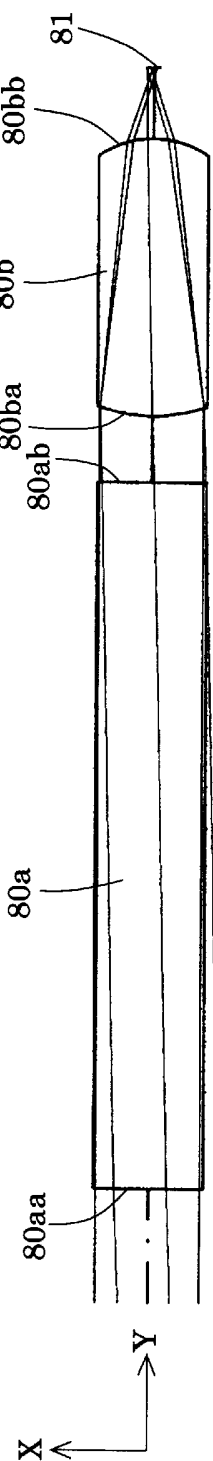
[図3]



[図4]

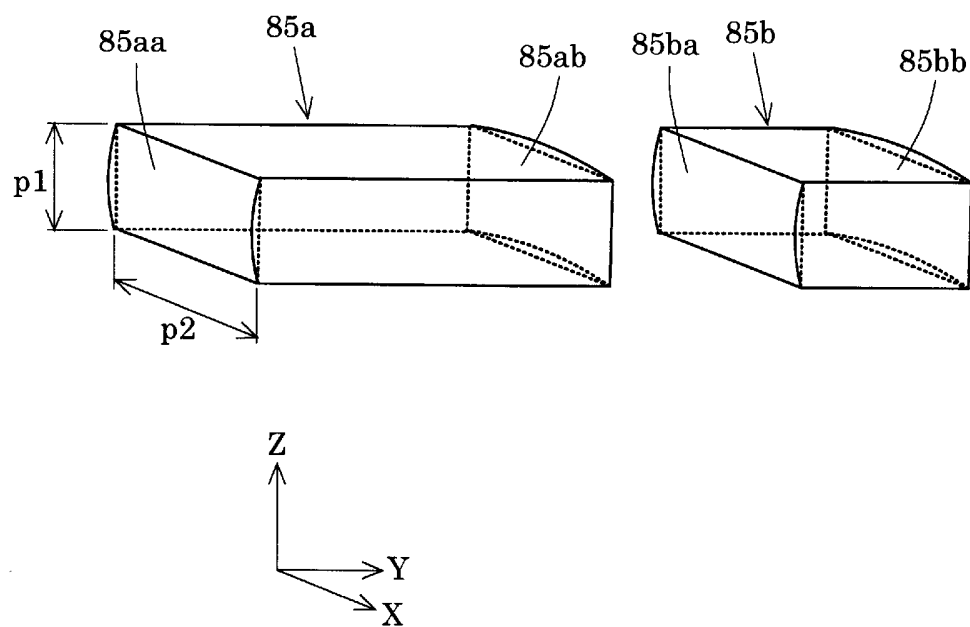


(a)

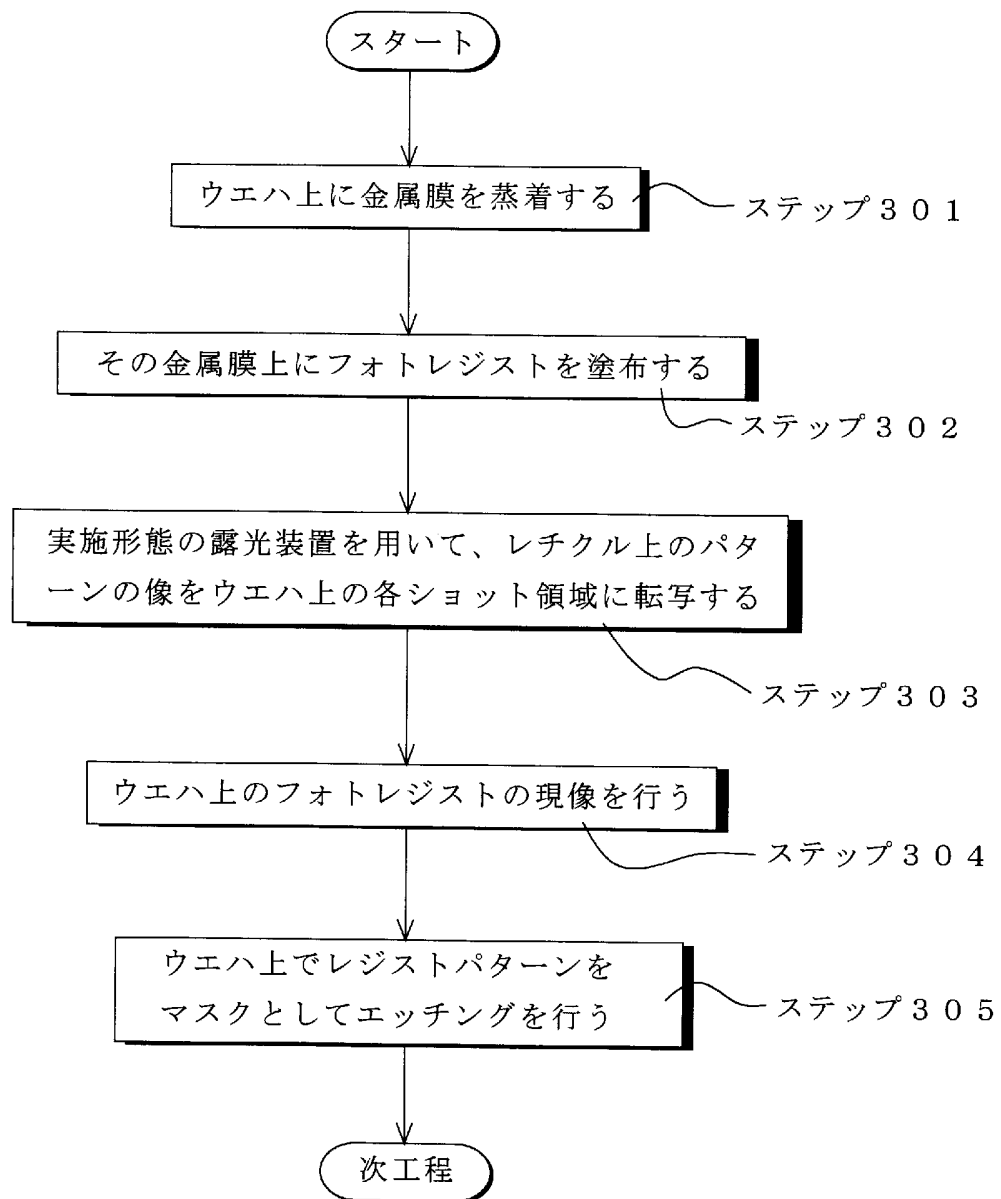


(b)

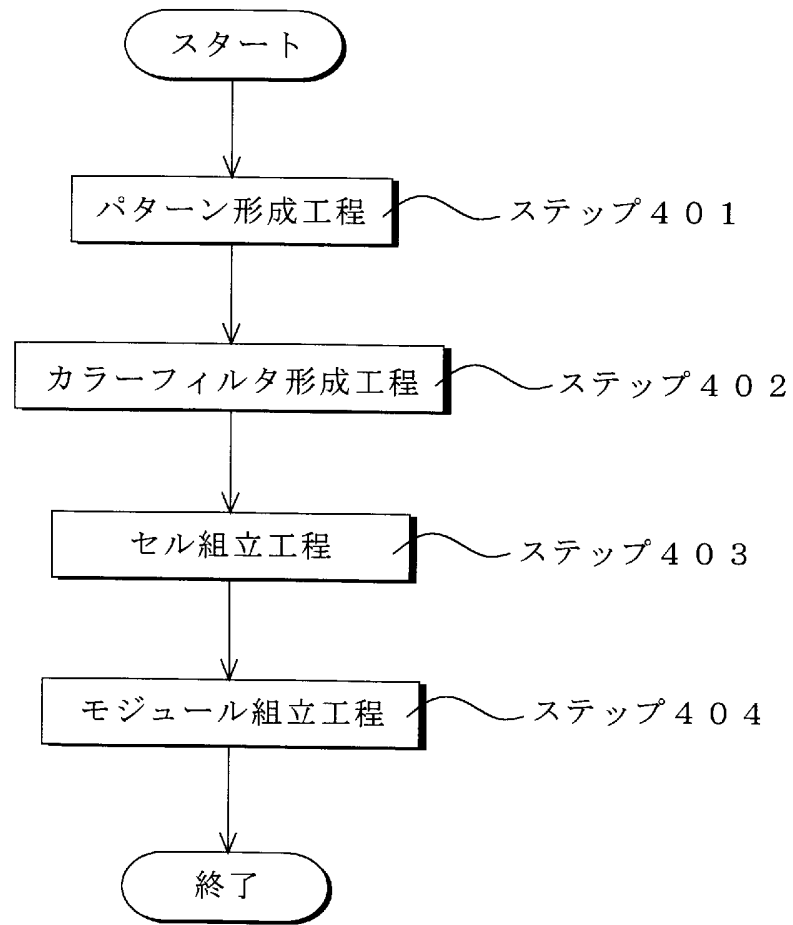
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/022612

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L21/027(2006.01) , G02B19/00(2006.01) , G03F7/20(2006.01)		
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, G02B19/00, G03F7/20, G03B21/00-21/30		
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.
X	JP 07-174974 A (Seiko Epson Corp.), 14 July, 1995 (14.07.95),	1-6, 8, 10-16, 19-23
Y	Full text; all drawings	7, 18, 24-30
A	(Family: none)	9, 17
X	JP 05-134230 A (Thomson-CSF), 28 May, 1993 (28.05.93),	1-6, 8, 10-16, 19-23
Y	Full text; all drawings	7, 18, 24-30
A	& EP 000512893 A1 & FR 002676288 A	9, 17
Y	JP 2004-198748 A (Nikon Corp.), 15 July, 2004 (15.07.04), Full text; all drawings (Family: none)	7, 18, 24-30
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 06 January, 2006 (06.01.06)		Date of mailing of the international search report 17 January, 2006 (17.01.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027(2006.01), G02B19/00(2006.01), G03F7/20(2006.01)

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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027, G02B19/00, G03F7/20, G03B21/00-21/30

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
X	J P 07-174974 A (セイコーエプソン株式会社)	1-6, 8, 10-16,
Y	1995. 07. 14、全文、全図 (ファミリーなし)	19-23
A		7, 18, 24-30
X	J P 05-134230 A (トムソン・シーエスエフ)	9, 17
Y	1993. 05. 28、全文、全図	1-6, 8, 10-16,
A	& EP 000512893 A1	19-23
	& FR 002676288 A	7, 18, 24-30
		9, 17

☒ 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

「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
「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
「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)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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
「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
「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
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06. 01. 2006

国際調査報告の発送日

17. 01. 2006

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / 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)

佐竹 政彦

2M

2911

電話番号 03-3581-1101 内線 3274

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	J P 2004-198748 A (株式会社ニコン) 2004. 07. 15、全文、全図 (ファミリーなし)	7, 18, 24-30