

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 2 月 7 日(07.02.2013)



(10) 国際公開番号
WO 2013/018799 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2012/069465
- (22) 国際出願日: 2012 年 7 月 31 日(31.07.2012)
- (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 2011-170626 2011 年 8 月 4 日(04.08.2011) 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 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 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): 小松田 秀基(KOMATSUDA Hideki) [JP/JP]; 〒1008331 東京都千代田区有楽町一丁目 1 2 番 1 号 株式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命

ビル) 9 階 創英国際特許法律事務所 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

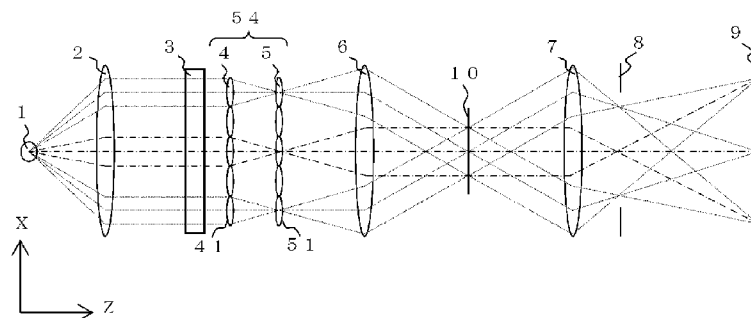
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロパ (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: ILLUMINATION DEVICE

(54) 発明の名称 : 照明装置

【図1】



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide an illumination device that reduces light volume loss and obtains illumination having uniform illuminance distribution. Provided is an illumination device that illuminates an object-of-illumination surface, wherein the illumination device has the following: a polarizing member that forms an illuminance distribution having a periodic pattern in a specific direction that intersects an optical path on a specific plane; and an optical integrator system provided with a plurality of wavefront split surfaces arranged on a specific surface, and that forms a secondary light source using the light flux from the polarizing member. The polarizing member forms an illumination distribution with a periodic pattern that is an integer multiple or a unit fraction multiple of an array period of a plurality of wavefront split surfaces.

(57) 要約: 光量ロスを低減させ、一様な照度分布を持つ照明を得る照明装置の提供を目的とする。被照明面を照明する照明装置において、光路を横切る所定の面上の所定方向に沿って周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向部材と、所定の面に配列された複数の波面分割面を備え、偏向部材からの光束を用いて二次光源を形成するオプティカルインテグレータ系とを有し、偏向部材は、複数の波面分割面の配列周期の整数倍または単位分数倍の周期パターンを持つ照度分布を形成する。

WO 2013/018799 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称 : 照明装置

技術分野

[0001] 本実施形態は、物体を照明する照明装置に関する。特に半導体素子や液晶表示素子などの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装置に適用されて、投影原版を照明する照明装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、投影露光装置に適用される照明装置において、オプティカルインテグレータとしてフライアイレンズを用いたものが知られている。フライアイレンズを配置した照明装置では、フライアイレンズの各波面分割面で形成された二次光源からの光が重畳した状態で投影原版に照明される。一様な照度分布の光を投影原版に照明するために、フライアイレンズに入射する光束の照度分布を補正するための補正光学系を設けた照明装置が知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

[0003] 特許文献 1 の照明装置では、投影原版に照明された光の照度分布が投影原版の中心部または周辺部でそれぞれ異なり、さらに集光する光束の角度方向の強度分布が投影原版上の位置に応じてそれぞれ異なる場合に、光源とフライアイレンズとの間に補正光学系を配置して、フライアイレンズの各波面分割面へ入射する光束の照度分布をそれぞれ変化させ、投影原版上に集光する各光束の開口内に生じた不均一な角度分布を補正して均一な照度分布を得ている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第 6, 0 4 9, 3 7 4 号

発明の概要

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 に記載の照明装置では、フィルタなどの補正光

学系を配置することで照明光が吸収され、光量を損失してしまう問題があった。

[0006] 本実施形態は上記問題に鑑みてなされたものであり、光量ロスを低減させ、一様な光強度分布を持つ照明または所望の光強度分布を持つ照明を得る照明装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本実施形態の第1の態様にかかる照明装置は、被照明面を照明する照明装置であって、前記照明装置の光路中に配置されて、前記光路を横切る所定の面上の所定方向に沿って周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向部材と、前記所定の面に配列された複数の波面分割面を備えるとともに前記偏向部材からの光束を用いて二次光源を形成するオプティカルインテグレータ系とを有し、前記偏向部材は、前記複数の波面分割面の配列周期の整数倍または単位分数倍の周期パターンを持つ照度分布を形成することを特徴とする。

[0008] また、本実施形態の第2の態様にかかる照明装置は、被照明面を照明する照明装置であって、前記照明装置の光路中に配置されて、前記光路を横切る所定の面上の所定方向に沿って周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向部材と、前記所定の面に配列された複数の波面分割面を備えるとともに前記偏向部材からの光束を用いて二次光源を形成するオプティカルインテグレータ系とを有し、前記偏向部材は、前記周期パターンを変更するために、位置調整可能に構成されていることを特徴とする。

[0009] また、本実施形態の第3の態様にかかる投影露光装置は、第1または第2の態様にかかる照明装置と、前記被照明面からの光を被投影面に投影する投影光学系とを備えることを特徴とする。

[0010] また、本実施形態の第4の態様にかかる照明方法は、入射する光束を偏向して周期パターンを持つ照度分布を所定の面上に形成することと、前記偏向された光束を前記所定の面上に配列された複数の波面分割面に導いて二次光源を形成することと、前記二次光源からの光束を用いて被照明面を照明する

こととを含み、前記周期パターンは、前記波面分割面に沿った方向に前記波面分割面の配列周期の整数倍または単位分数倍であることを特徴とする。

[0011] また、本実施形態の第5の態様にかかる照明方法は、入射する光束を偏向して周期パターンを持つ照度分布を所定の面上に形成することと、前記偏向された光束を前記所定の面上に配列された複数の波面分割面に導いて二次光源を形成することと、前記所定の面上に形成される照度分布の周期パターンを変更することと、前記二次光源からの光束を用いて被照明面を照明することと、を含むことを特徴とする。

[0012] また、本実施形態の第6の態様にかかる露光方法は、光源からの光により被照射面に位置する所定のパターンを照明することと、前記所定のパターンを介した光で感光性基板を露光することと、を含み、前記照明することでは、第4または第5の態様にかかる照明方法を用いて前記被照射面に位置する前記所定のパターンを照明することを特徴とする。

[0013] また、本実施形態の第7の態様にかかるデバイス製造方法は、第6の態様にかかる露光方法を用いて、露光パターンを前記感光性基板に露光することと、前記露光パターンが転写された前記感光性基板を現像し、前記露光パターンに対応する形状のマスク層を前記感光性基板の表面に形成することと、前記マスク層を介して前記感光性基板の表面を加工することと、を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

発明の効果

[0014] 本実施形態によれば、光量ロスを低減させ、一様な光強度分布を持つ照明、または所望の光強度分布を持つ照明を得る照明装置を実現し得る。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]は、第1実施形態に係る照明装置を備えた投影露光装置を示す図である。

[図2]は、第1実施形態に係る偏向部材の配置を示す図である。

[図3]は、第1実施形態に係る偏向部材の機能を示す図である。

[図4]は、第2実施形態に係る照明装置を示す図である。

[図5]は、第1及び第2偏向素子の機能を示す図である。

[図6]は、第1及び第2偏向素子の配置を示す図である。

[図7]は、第1及び第2偏向素子を配置しない場合に被照明面に照明される光束の照度分布を示す図である。

[図8]は、第1及び第2偏向素子によって被照明面に照明される光束の照度分布を示す図である。

[図9]は、第1及び第2偏向素子をずらした場合の機能を示す図である。

[図10]は、第1及び第2偏向素子が持つ周期が互いに異なる場合の機能を示す図である。

[図11]は、図10の場合に被照明面に照明される光束の照度分布を示す図である。

[図12]は、変形例に係る照明装置を備えた投影露光装置を示す図である。

[図13]は、半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

[図14]は、液晶表示素子等の液晶デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、図面に基づいて実施形態を説明する。

[0017] 図1に、第1実施形態に係る照明装置を備えた投影露光装置を示す。図1において、感光性基板であるウェハが配置される被投影面9の法線方向に沿ってZ軸を、被投影面9内において図1の紙面に平行な方向にX軸を、被投影面9内において図1の紙面に垂直な方向にY軸をそれぞれ設定している。図1を参照すると、本実施形態の投影露光装置では、光源1から露光光（照明光）が供給される。

[0018] 図1において、光源1から射出した光はコリメータレンズ2でほぼ平行な光束に変換され、偏向部材3に入射する。偏向部材3の構成及び機能の説明は後述する。偏向部材3からの光束は第1フライアイレンズ4及び第2フライアイレンズ5から構成されるフライアイレンズ系54に入射する。

[0019] フライアイレンズ系54の第1フライアイレンズ4は、入射光束の進行方

向を横切る面内（本実施形態ではXY平面）に二次元アレイ状に配列された複数のレンズ面を備える。第1フライアイレンズ4の入射面41に入射した光束はこの複数のレンズ面によって、微小単位に二次元的に波面分割される。微小単位に分割された光束は、第2フライアイレンズ5の射出面51近傍にそれぞれ集光されて複数の二次光源を形成する。本明細書では、この二次光源を1つ形成するために必要な面を波面分割面と呼ぶ。通常、フライアイレンズは多くの波面分割面を配列しているが、図1及び図2では簡単のため5つの波面分割面を持つフライアイレンズを示した。

[0020] 二次光源からの光束は、コンデンサーレンズ6で集光され、被照明面10をケーラー照明する。被照明面10には、被投影面9に投影するパターンを持った投影原版としてのレチクルなどが配置される。

[0021] 被照明面10からの光束は、投影光学系7で集光され被投影面9に投影される。なお、投影光学系7の開口絞り8は二次光源が形成される位置と共役な位置に配置される。

[0022] 次に、図2及び図3を参照して、図1に示した偏向部材3の詳細な説明を行う。図2(a)において、偏向部材3は、入射面が平面で射出面が一方方向にsin波状の形状を持つ、露光光に透明な材質で形成された板である。

[0023] 図2(b)は、偏向部材3とフライアイレンズ系54との配置関係を示す図であり、この図2(b)に示すように、偏向部材3は、光の進行方向側から見て(Z方向側から見て)、フライアイレンズ系54の第1フライアイレンズ4の有効領域を包含する大きさを持つ。

[0024] 図3(a)は、偏向部材3の機能を説明するための光路図である。図3(a)に示すように、例えば多数の光線で表すことのできる平行光束が図中左側から偏向部材3に入射した場合には、偏向部材3の射出面での屈折作用（光偏向作用）によって、偏向部材3から射出される光線の密度に濃淡が生じる。この光線の密度が光エネルギー密度に対応しているため、偏向部材3の射出側の仮想面Pには偏向部材3のsin波状の山に対応する位置の強度が高く、谷に対応する位置の強度が低くなるようなX方向に周期を持つ照度分

布（光強度分布）が形成される。

[0025] この仮想面 P における照度分布 35 i を図 3（b）に示す。偏向部材 3 の単位周期を $\sin$ 波の一周期とする場合、仮想面 P と偏向部材 3 との距離が近接している際には、照度分布 35 i は偏向部材 3 の単位周期とほぼ等しい周期で X 方向に強弱が変化する照度分布が仮想面 P 上に形成される。

[0026] 図 3（c）は、偏向部材 3 の XY 平面内の位置が初期状態である場合の、偏向部材 3 により形成される周期パターンを持つ照度分布と被照射面 10 上での照度分布との関係を示す図である。以下の説明では、上記仮想面 P の位置に第 1 フライアイレンズ 4 の入射面が位置しているものとして説明する。この図 3（c）に示すように、偏向部材 3 が形成する照度分布 35 i の周期が第 1 フライアイレンズ 4 の波面分割面の配列周期と等しい場合、コンデンサーレンズ 6 を介して被照射面 10 上に同じ性状の照度分布が重畳されるため、被照射面 10 上には光強度分布 35 i の 1 つの周期内の照度分布と同じ性状の照度分布 36 i が形成される。

[0027] ここで、偏向部材 3 を照明装置の光軸 AX に沿って移動させることで、偏向部材 3 が形成する照度分布の周期パターンを調節、典型的には照度分布の最大値と最小値との差を制御することができ、ひいては被照射面 10 上の照度分布の凹凸成分を制御できる。また、偏向部材 3 を光軸 AX と垂直な方向のうち偏向部材 3 のピッチ方向（X 方向）に沿って移動させて被照射面 10 上の照度分布を制御しても良い。

[0028] ここで、偏向部材 3 によって、被照射面 10 上での不均一な照度分布とは逆傾向の照度分布を発生させれば、被照射面 10 上での不均一な照度分布を均一な照度分布に近づけることができる。

[0029] なお、上述の説明では、第 1 フライアイレンズ 4 の波面分割面の配列周期と同じ周期、すなわち配列周期の 1 倍の周期を持つ照度分布を第 1 フライアイレンズ 4 の入射面 41 に形成したが、第 1 フライアイレンズ 4 の入射面上に、第 1 フライアイレンズ 4 の波面分割面の配列周期の整数倍または単位分数倍の周期パターンを持つ照度分布を形成しても良い。

[0030] このように第1実施形態では、偏向部材によって複数の波面分割面の配列周期の整数倍（1倍を含む）または単位分数倍の照度分布を波面分割面上に形成しているため、被照射面上の任意の位置に集光する光束の角度方向の光強度分布を所望の分布にすることができる。

[0031] 上述の第1実施形態では、補正光学系として1つの偏向部材3を設ける構成であったが、偏向部材の数は1つには限定されず、複数であっても良い。以下、図4～図11を参照して、複数の偏向部材を備える第2実施形態について説明する。

図4に、第2実施形態に係る照明装置の構成を示す。なお、以下の説明において、上述の図1～図3に示した部材と同様の機能を有する部材には同じ符号を付してある。

[0032] 図4において、図1に示した構成と異なる構成は、補正光学系と見なすことのできる偏向部材3に代えて、照明光の進行方向に沿って配列された第1偏向素子30及び第2偏向素子31を備える点である。図4（a）において、第1偏向素子30及び第2偏向素子31に入射した光束は、周期パターンを持つ照度分布に変換されて第1フライアイレンズ4の入射面41に入射する。ここで、図4（b）は、第1及び第2偏向素子30、31と第1フライアイレンズ4の入射面41との配置関係を示す。この図4（b）に示す通り、第1及び第2偏向素子30、31は、それらの射出面が同じ形状であって、それらの位相が互いに同位相となる初期状態となっている。

[0033] 以下、図5を参照して、第1及び第2偏向素子30、31の機能を説明する。図5（a）は上述した偏向部材3がその射出側に形成する照度分布を示す図であり、図5（b）は、第1及び第2偏向素子30、31がそれらの射出側に形成する照度分布を示す図である。図5（a）、（b）において、矢印は、偏向部材3または第1偏向素子30及び第2偏向素子31に入射する光の進行方向を示す。偏向部材3または第1及び第2偏向素子30、31の右側に示したグラフは、偏向部材3または第1偏向素子30及び第2偏向素子31で光が偏向された結果生じる周期パターンを持つ照度分布を表す。こ

これらのグラフにおいては、縦軸が偏向部材 3 または第 2 偏向素子 3 1 に対する相対位置、横軸が光の強度を示している。

[0034] なお、図 5 (b) に示した第 1 偏向素子 3 0 及び第 2 偏向素子 3 1 は、それらの射出面が一方方向 (X 方向) に $\sin$ 波状の互いに同じ形状を持つ。ここで、第 1 及び第 2 偏向素子 3 0, 3 1 の射出面の位相が互いに同位相となるように配置されているため、図 5 (a) に示した偏向部材 3 が 1 枚である場合よりも、より高い山と深い谷とを含む周期パターンを持った照度分布となっている。なお、第 1 及び第 2 偏向素子 3 0, 3 1 の射出面の位相が互いに同位相となるように配置された初期状態では、第 1 フライアイレンズ 4 の波面分割面の配列周期の整数倍または単位分数倍の周期パターンを持つ照度分布が、第 1 フライアイレンズ 4 の入射面 4 1 に形成される。

[0035] また、第 1 及び第 2 偏向素子 3 0, 3 1 のうちの少なくとも 1 つは、照明装置の光軸又は光軸と平行な軸線周りに回転可能であっても良い。以下、図 6 ~ 図 8 を参照して説明する。

[0036] 図 6 は、第 1 偏向素子 3 0 及び第 2 偏向素子 3 1 と第 1 フライアイレンズ 4 の入射面 4 1 の配置の状態を示した図である。図 6 において、第 1 及び第 2 偏向素子 3 0, 3 1 は、図 4 (b) に示した初期状態から、照明装置の光軸 AX を中心に第 1 偏向素子 3 0 を右回りに、第 2 偏向素子 3 1 を左回りに回転した状態で配置されている。ここで、上述の図 4 ~ 図 5 の例と同様に、第 1 偏向素子 3 0 及び第 2 偏向素子 3 1 が各射出面に沿った方向にそれぞれ持つ周期は同一である。また、第 1 偏向素子 3 0 及び第 2 偏向素子 3 1 が第 1 フライアイレンズ 4 の入射面 4 1 に形成する周期パターンを持つ照度分布の周期パターンは、第 1 フライアイレンズ 4 の波面分割面の配列周期と同一である。

[0037] 図 7 (a) は、第 1 偏向素子 3 0 及び第 2 偏向素子 3 1 を配置しない場合における被照明面 1 0 に照明される光束の状態を示している。図 7 (a) においては、被照明面 1 0 の中心部 1 0 c と、X 方向における周辺部 1 0 p とを Y 方向に沿った点線で区切ってある。被照明面 1 0 の周辺部 1 0 p に集光

する光束 11 の開口内の中心を原点 11c とし、この原点 11c を通り Y 方向に延びた軸 11a に沿った光強度分布を図 7 (b) に、中心部 10c に集光する光束 12 の開口内の中心 12c を原点とし、この原点 12c を通り Y 方向に延びた軸 12a に沿った光強度分布を図 7 (c) に示した。

[0038] 図 7 (b) 及び図 7 (c) に示した光強度分布において、縦軸は光強度、横軸は各軸 11a, 12a に沿った座標を示している。これら図 7 (b) 及び図 7 (c) に示した光強度分布は、被照明面 10 の周辺部 10p に集光する光束 11 の、原点 11c と集光点とを結ぶ基準軸に対する角度方向の光強度分布、及び被照明面 10 の中心部 10c に集光する光束 12 の、原点 12c と集光点とを結ぶ基準軸に対する角度方向の光強度分布にそれぞれ対応している。

[0039] さて、図 6 に示した第 1 及び第 2 偏向素子 30, 31 の状態は、Y 方向における第 1 偏向素子 30 及び第 2 偏向素子 31 の端で第 1 偏向素子 30 及び第 2 偏向素子 31 が持つ一周期異なる谷と谷が初めて重なる状態である。このように、第 1 偏向素子 30 及び第 2 偏向素子 31 を回転させると、Y 方向における第 1 偏向素子 30 及び第 2 偏向素子 31 の中心付近で、第 1 偏向素子 30 及び第 2 偏向素子 31 の同一周期の山と山が重なりと共に、谷と谷が重なる。そして、第 1 偏向素子 30 及び第 2 偏向素子 31 の端で一周期異なる山と山が重なりと共に、谷と谷が重なる。

[0040] この第 1 偏向素子 30 が形成する照度分布と第 2 偏向素子 31 が形成する照度分布によって新たに生じた照度分布の周期によって、図 8 (a) に示すように、第 1 フライアイレンズ 4 の入射面 41 に入射する照度分布の周期パターンが形成される。ここでは、第 1 偏向素子 30 及び第 2 偏向素子 31 の山と山が重なる位置が最も強度が高く、谷と谷が重なる位置が最も強度が低い照度分布が第 1 フライアイレンズ 4 の入射面 41 に形成される。なお、図 8 (a) ~ (d) では、第 1 及び第 2 偏向素子 30, 31 に均一な照度分布を持つ光束が入射した場合における照度分布を示し、特に、図 8 (b) は、被照明面 10 に照明される光束の状態を示す。

[0041] フライアイレンズ系は、第1フライアイレンズ4の入射面41における複数のレンズ面（波面分割面）での照度分布を被照射面10に重畳して形成する機能を有しているため、被照明面10の周辺部10pに集光する光束の角度方向の光強度分布は第1フライアイレンズ4の入射面41に配列された各波面分割面の周辺部に形成された照度分布が反映されたものとなり、被照明面10の中心部10cに集光する光束の角度方向の光強度分布は第1フライアイレンズ4の入射面41に配列された各波面分割面の中心部の照度分布が反映されたものとなる。

[0042] そして、入射面41のY方向における中心部に配列された波面分割面41cの周辺部41cpを通過した光は、開口11内の軸11aに沿った方向で開口角度、すなわち光軸AX又は光軸と平行な軸に対する角度が小さい光に対応する。また、入射面41のY方向における周辺部41pに配列された波面分割面の周辺部41ppを通過した光は、開口11内の軸11aに沿った方向で開口角度の大きい光に対応する。ここで、波面分割面41cの周辺部41cpを通過する光の強度は低く波面分割面41pの周辺部41ppを通過する光の強度は高い。従って図8（c）に示すように、被照明面10の周辺部の開口11内では、軸11aの原点11c付近で強度が低く原点11cから遠くなるほど強度が高い光強度分布となる。

[0043] 一方、入射面41のY方向における中心部41cに配列された波面分割面の中心部41ccを通過した光は、開口12内の軸12aに沿った方向で開口角度の小さい光に対応する。また、入射面41の周辺部に配列された波面分割面41pの中心部41pcを通過した光は、開口12内の軸12aに沿った方向で開口角度の大きい光束に対応する。ここで、波面分割面41cの中心部41ccを通過する光の強度は高く、波面分割面41pの中心部41pcを通過する光の強度は低い。従って、図8（d）に示すように、被照明面10の中心部10cの開口12内では、軸12aの原点12c付近で強度が高く原点12cから遠くなるほど強度が低い光強度分布となる。

[0044] 従って、照明装置が図8（b）～（d）に示した光強度分布の角度分布特

性の被照射面上での位置による差異を有している場合に、その特性を相殺できる特性を偏向素子30、31で発生させることができ、被照射面上の光強度分布の角度分布特性の位置による差異を低減することが可能である。

[0045] また、これらの第1偏向素子30及び第2偏向素子31は、照明装置の光軸AXに沿った方向（Z方向）にそれぞれ独立または連動させて移動させても良い。第1及び第2偏向素子30、31のうちの少なくとも1つの移動によって、第1及び第2偏向素子30、31が形成する照度分布の周期パターンを調節することができる。

[0046] 図9は、第1偏向素子30または第2偏向素子31をX方向に移動した場合における、各偏向素子30、31の位置関係と、これらの偏向素子30、31が射出側に形成する照度分布を示す図である。なお、図9において、矢印は、第1及び第2偏向素子30、31に入射する光の進行方向を示す。図9に示すように、第1偏向素子30または第2偏向素子31をX方向に移動したことで、第1偏向素子30の周期の山または谷と、第2偏向素子31の周期の谷または山が重なる範囲が多くなり、山と谷の強度の差が少ない周期パターンを持つ照度分布が形成される。

[0047] また、上述の説明では、第1及び第2偏向素子30、31が互いに同じ周期を持つsin波状の射出面を備えていたが、第1及び第2偏向素子30、31の射出面の周期は互いに異なっても良い。

[0048] 図10は、第1偏向素子30が持つ周期と第2偏向素子31が持つ周期が互いに異なる場合における、各偏向素子30、31の位置関係と、これらの偏向素子30、31が射出側に形成する照度分布を示す図である。なお、図10においても、矢印は、第1及び第2偏向素子30、31に入射する光の進行方向を示す。

[0049] 図10の例では、第1偏向素子30が第2偏向素子31に比べてやや大きい周期を持ち、X方向において第1偏向素子30及び第2偏向素子31の中心部で山と山が重なるように構成されている。この場合、X方向において第1偏向素子30及び第2偏向素子31の中心付近で山と山が重なる位置の強

度が最も高く、第1偏向素子30及び第2偏向素子31の中心部から周辺部に向かうほど山と山が重なる範囲が減少して強度が低くなる。

[0050] また、X方向において第1偏向素子30及び第2偏向素子31の中心付近で谷と谷が重なる位置の強度が最も低く、第1偏向素子30及び第2偏向素子31の中心部から周辺部いくほど谷と谷が重なる範囲が減少して強度が高くなる。そのため、図10に示した第1偏向素子30及び第2偏向素子31によって形成される照度分布の周期パターンは、X方向において一周期に複数の山と谷を含む。

[0051] 図11に、第1及び第2偏向素子30、31の位置関係が図10に示した状態である場合における、被照明面10上に照明される光束の状態を示した。ここで、図11(a)は、第1及び第2偏向素子30、31に均一な照度分布の光が入射した場合における、被照明面10に照明される光束の状態を示す。図11(a)においては、被照明面10の中心部10cと、X方向における周辺部10pとをY方向に沿った点線で区切ってある。被照明面10の周辺部10pに集光する光束11の開口内の中心を原点11cとし、この原点11cを通りX方向に延びた軸11bに沿った光強度分布を図11(b)に、中心部10cに集光する光束12の開口内の中心12cを原点とし、この原点12cを通りX方向に延びた軸12bに沿った光強度分布を図11(c)に示した。

[0052] 図11(b)及び図11(c)に示した照度分布において、縦軸は光強度、横軸は各軸11b、12bに沿った座標を示している。これら図11(b)及び図11(c)に示した光強度分布は、被照明面10の周辺部10pに集光する光束11の、原点11cと集光点とを結ぶ基準軸に対する角度方向の光強度分布、及び被照明面10の中心部10cに集光する光束12の、原点12cと集光点とを結ぶ基準軸に対する角度方向の光強度分布にそれぞれ対応している。

[0053] 第1及び第2偏向素子30、31は、図10に示した照度分布を射出側に形成するので、図11(b)に示すように、被照明面10の周辺部10pの

開口 1 1 内では、軸 1 1 b の原点 1 1 c 付近で強度が低く原点 1 1 c から遠くなるほど強度が高い光強度分布となる。

[0054] 一方、図 1 1 (c) に示すように、被照明面 1 0 の中心部 1 0 c の開口 1 2 内では、軸 1 2 b の原点 1 2 c 付近で強度が高く原点 1 2 c から遠くなるほど強度が低い光強度分布となる。

[0055] 従って、照明装置が被照射面上の光強度分布の角度分布特性の X 方向の位置による差異がある場合についても、その差異を低減することが可能である。

[0056] 以下に、他の偏向部材 3 の変形例について説明する。

[0057] 第 1 変形例として、偏向部材 3 を所定の角度を持つ軸を中心として回転させても良い。

[0058] ここで、所定の角度とは照明装置の光軸 A X と偏向部材 3 の回転軸とがなす角度である。ただし、所定の角度には 0° が含まれ、図 6 の様に照明装置の光軸 A X と偏向部材 3 の回転軸とが平行であっても良い。

[0059] 第 2 変形例として、偏向部材 3 を照明装置の光軸 A X と交わらない軸を中心として回転させても良い。ここで、その照明装置の光軸 A X と交わらない軸は、光軸 A X と平行であってもよく、所定の角度をなしていても良い。変形例 2 では、偏向部材 3 をフライアイレンズ系 4 5 に対して斜めに傾けることができる。

[0060] また、変形例 1 および変形例 2 を第 1 及び第 2 偏向素子 3 0, 3 1 に適応しても良い。

[0061] 第 3 変形例として、偏向部材 3 が、偏向素子の入射面または射出面に沿った方向に同一の周期を持つ偏向素子と、偏向素子の入射面または射出面に沿った方向に異なる周期を持つ偏向素子とを複数含んでも良い。例えば、偏向部材 3 が 4 つの偏向素子（第 1 ～第 4 偏向素子）を含む場合、第 1 及び第 2 偏向素子が同一の周期を持ち、第 3 偏向素子が第 1 及び第 2 偏向素子と異なる周期を持ち、第 4 偏向素子が第 1 ～第 3 偏向素子と異なる周期を持っても良い。

- [0062] 第4変形例として、偏向部材3が、同一の周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向素子と、異なる周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向素子とを同時に含んでも良い。例えば、偏向部材3が4つの偏向素子（第1～第4偏向素子）を含む場合、第1及び第2偏向素子が同一の周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向素子であり、第3偏向素子が第1及び第2偏向素子と異なる周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向素子であり、第4偏向素子が第1～第3偏向素子と異なる周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向素子であっても良い。
- [0063] 第5変形例として、被照射面上の二方向（X Y方向）における照度分布および被照射面に達する光束の角度方向の光強度分布の被照射面上の位置（X Y座標位置）による差異のうちの少なくとも一方を補正しても良い。例えば、偏向部材3が4つの偏向素子（第1～第4偏向素子）を含む場合、第1及び第2偏向素子がX方向に沿った周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向素子であり、第3及び第4偏向素子がY方向に沿った周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向素子であっても良い。これらの偏向素子が照明光学系の光軸周り、またはこの光軸に平行な軸回りに回転可能であっても良い。
- [0064] 上述の第1及び第2実施形態、並びに第1～第4変形例では、走査方向（Y方向）に沿ってレチクルとウェハとを同期させて移動しながら露光を行う走査型の投影露光装置に適用することを念頭において、非走査方向（X方向）における照度分布または被照射面に達する光束の角度方向の光強度分布の非走査方向の位置による差異を補正している。
- [0065] しかしながら、レチクルとウェハとを静止した状態で露光を行う一括露光型の投影露光装置に適用する場合には、走査方向における平均化効果を利用できないため、第5変形例が有用である。
- [0066] 以上の第1及び第2実施形態、第1～第5変形例の組合せは、任意の組合せとすることができる。
- [0067] また、各偏向素子は位置調整可能であり、それぞれを連動させても独立に動作させてもよい。

- [0068] 各偏向素子の位置を変更することによって、被照射面上の任意の位置に集光する光束の角度方向の光強度分布を任意の分布に変更することができる。
- [0069] また、以上の第1及び第2実施形態、第1～第5変形例では屈折を利用した光学系について記載したが、用いる光の波長が紫外領域で偏向部材によって光量を損失する可能性がある場合などは、反射や回折を利用した偏向部材を適用させてもよい。
- [0070] また、図12に示すように、被照明面10での照度分布または被照明面10上の光強度分布の角度分布特性を計測する計測装置102や、被投影面9での照度分布または被投影面9上の光強度分布の角度分布特性を計測する計測装置103を設け、これらの計測装置の計測結果に基づいて、偏向部材3が形成する照度分布の周期パターンを変更しても良い。なお、図12の例では、上述の図1～図3に示した部材と同様の機能を有する部材には同じ符号を付してある。
- [0071] ここで、計測装置102は、被照明面10の延長面110に沿って移動可能に設けられており、被照明面10での照度分布または被照明面10上の光強度分布の角度分布特性を計測する場合に、照明光路内に挿入される。
- [0072] また、計測装置103は、被投影面9の延長面109に沿って移動可能に設けられており、被投影面9での照度分布または被投影面9上の光強度分布の角度分布特性を計測する場合に、投影光学系7の像野内の位置に挿入される。
- [0073] これらの計測装置102、103の出力は、制御部101に出力される。制御部101は、被照明面10での照度分布または被照明面10上の光強度分布の角度分布特性を所望の分布にし、且つ被投影面9での照度分布または被投影面9上の光強度分布の角度分布特性を所望の分布にするための偏向部材3の位置を求め、その位置となるように駆動部104へ制御信号を出力する。
- [0074] 駆動部104は、制御部101からの制御信号に基づいて偏向部材3の位置を変更する。

[0075] これにより、被照射面 10 上での照度分布、被照射面 10 上の任意の位置に集光する光束の角度方向の光強度分布、被投影面 9 上での照度分布、または被投影面 9 上の任意の位置に集光する光束の角度方向の光強度分布を任意の分布に変更することができる。

[0076] なお、図 12 の例では、上述の第 1 実施形態並びに第 1 および第 2 変形例のように、1 つの偏向部材 3 を設ける構成を例にとって説明したが、上述の第 2 実施形態並びに第 3 乃至第 5 変形例のように、複数の偏向素子を設ける構成の場合には、制御部 101 は、被照明面 10 での照度分布または被照明面 10 上の光強度分布の角度分布特性を所望の分布にし、且つ被投影面 9 での照度分布または被投影面 9 上の光強度分布の角度分布特性を所望の分布にするための各偏向素子の位置を求めれば良い。このとき、駆動部 104 は出力された制御信号に基づいて、各偏向素子の位置を変更する。

[0077] 上述の各実施形態並びに各変形例では、偏向部材は $\sin$ 波状の屈折面を持っていたが、 $\sin$ 波状の屈折面に代えて、一方向に凹凸の曲面形状である屈折面を適用しても良い。例えば、凹円筒面と凸円筒面とを一方向に互い違いに配列した形態の屈折面や、これらの円筒面を上記一方向の断面が円錐状となる面に置き換えた形態の屈折面などを適用しても良い。

[0078] 上述の各実施形態並びに各変形例では、偏向部材は入射面が平面で射出面が凹凸曲面形状の形態であったが、入射面が凹凸曲面形状で射出面が平面状の形態や、入射面及び射出面の双方が凹凸曲面形状の形態であっても良い。また、入射面または射出面は平面である必要はなく、球面や円筒面などの非球面であっても良い。また、偏向部材の凹凸曲面形状は、その変曲点を結んだ面が平面である場合には限らず、凹凸曲面形状の変曲点を結んだ面が球面や円筒面などの非球面であっても良い。

[0079] また、上述の各実施形態並びに各変形例において、光源として、例えば 193 nm の波長の光を供給する ArF エキシマレーザ光源や 248 nm の波長の光を供給する KrF エキシマレーザ光源などのレーザ光源を用いることができる。このようなほぼ平行光束を供給するレーザ光源を用いる場合には

、コリメータレンズ2を省いても良い。また、コリメータレンズ2の代わりに、ビームエキスパンダ系やアフォーカル系を用いても良い。

[0080] また、光源としては、近紫外波長域や紫外波長域の光を供給するLEDやLEDなどの固体光源や、水銀ランプ等の超高圧放電ランプなどを用いても良い。

[0081] また、上述の各実施形態並びに各変形例において、オプティカルインテグレートとしてのフライアイレンズの代わりに、ロッドレンズ（内面反射型インテグレート）を用いても良い。この場合、偏向部材3が配置される位置に前側焦点を有し、且つロッドレンズの入射面またはその近傍に後側焦点を有する集光光学系を、ロッドレンズと偏向部材との間に配置すれば良い。

[0082] また、上述の各実施形態並びに各変形例では、大局的な輝度分布が円形状の二次光源を用いた通常照明を例にとりて説明したが、輝度分布が輪帯状や複数極状の二次光源を用いた変形照明の場合にも適用可能である。

[0083] このような変形照明を行う場合、偏向部材3の光源側の光路に、そのファースフィールドに輪帯状や複数極状の光強度分布を生成する回折光学素子や能動的ミラーアレイなどの空間光変調器を配置し、その空間光変調器の偏向部材側の光路に、空間光変調器がそのファースフィールドに生成する光強度分布を偏向部材の近傍に結像する光学系（フーリエ変換光学系）を配置しても良い。

[0084] また、上述の実施形態並びに変形例において、米国特許第7,423,731号公報、米国公開公報第2006/0170901号及び第2007/0146676号に開示されるいわゆる偏光照明方法を適用することもできる。

[0085] また、上述の実施形態並びに変形例において、投影光学系と感光性基板との間の光路中を1.1よりも大きな屈折率を有する媒体（典型的には液体）で満たす手法、所謂液浸法を適用しても良い。

[0086] 上述の実施形態の露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度

を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行っても良い。

[0087] 次に、上述の実施形態にかかる露光装置を用いたデバイス製造方法について説明する。図13は、半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。図13に示すように、半導体デバイスの製造工程では、半導体デバイスの基板となるウェハWに金属膜を蒸着し（ステップS40）、この蒸着した金属膜上に感光性材料であるフォトレジストを塗布する（ステップS42）。つづいて、上述の実施形態の投影露光装置を用い、マスク（レチクル）Mに形成されたパターンをウェハW上の各ショット領域に転写し（ステップS44：露光工程）、この転写が終了したウェハWの現像、つまりパターンが転写されたフォトレジストの現像を行う（ステップS46：現像工程）。

[0088] その後、ステップS46によってウェハWの表面に生成されたレジストパターンをマスクとし、ウェハWの表面に対してエッチング等の加工を行う（ステップS48：加工工程）。ここで、レジストパターンとは、上述の実施形態の投影露光装置によって転写されたパターンに対応する形状の凹凸が生成されたフォトレジスト層であって、その凹部がフォトレジスト層を貫通しているものである。ステップS48では、このレジストパターンを介してウェハWの表面の加工を行う。ステップS48で行われる加工には、例えばウェハWの表面のエッチングまたは金属膜等の成膜の少なくとも一方が含まれ

る。なお、ステップS 4 4では、上述の実施形態の投影露光装置は、フォトレジストが塗布されたウェハWを、感光性基板つまりプレートPとしてパターンの転写を行う。

[0089] 図1 4は、液晶表示素子等の液晶デバイスの製造工程を示すフローチャートである。図1 4に示すように、液晶デバイスの製造工程では、パターン形成工程（ステップS 5 0）、カラーフィルタ形成工程（ステップS 5 2）、セル組立工程（ステップS 5 4）およびモジュール組立工程（ステップS 5 6）を順次行う。ステップS 5 0のパターン形成工程では、プレートPとしてフォトレジストが塗布されたガラス基板上に、上述の実施形態の投影露光装置を用いて回路パターンおよび電極パターン等の所定のパターンを形成する。このパターン形成工程には、上述の実施形態の投影露光装置を用いてフォトレジスト層にパターンを転写する露光工程と、パターンが転写されたプレートPの現像、つまりガラス基板上のフォトレジスト層の現像を行い、パターンに対応する形状のフォトレジスト層を生成する現像工程と、この現像されたフォトレジスト層を介してガラス基板の表面を加工する加工工程とが含まれている。

[0090] ステップS 5 2のカラーフィルタ形成工程では、R（Red）、G（Green）、B（Blue）に対応する3つのドットの組をマトリックス状に多数配列するか、またはR、G、Bの3本のストライプのフィルタの組を水平走査方向に複数配列したカラーフィルタを形成する。ステップS 5 4のセル組立工程では、ステップS 5 0によって所定パターンが形成されたガラス基板と、ステップS 5 2によって形成されたカラーフィルタとを用いて液晶パネル（液晶セル）を組み立てる。具体的には、例えばガラス基板とカラーフィルタとの間に液晶を注入することで液晶パネルを形成する。ステップS 5 6のモジュール組立工程では、ステップS 5 4によって組み立てられた液晶パネルに対し、この液晶パネルの表示動作を行わせる電気回路およびバックライト等の各種部品を取り付ける。

[0091] また、本実施形態は、半導体デバイス製造用の露光装置への適用に限定さ

れることなく、例えば、角型のガラスプレートに形成される液晶表示素子、若しくはプラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子（ＣＣＤ等）、マイクロマシーン、薄膜磁気ヘッド、及びＤＮＡチップ等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本実施形態は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク（フォトマスク、レチクル等）をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際の、露光工程（露光装置）にも適用することができる。

[0092] また、上述の実施形態並びに変形例では、露光装置においてマスクを照明する照明光学系に対して本実施形態を適用しているが、これに限定されることなく、マスク以外の被照射面を照明する一般的な照明光学系に対して本実施形態を適用することもできる。

[0093] 上述した実施形態は、各特許請求の範囲を限定するものではない。従って、上記実施形態における構成の多くの変更及び修正を行うことができる。また、特許請求の範囲に記載された実施形態は、上記実施形態に開示した態様だけではなく、当業者にとって自明な均等物及び他の修正や変更を含むことを想定している。

符号の説明

- [0094]
- 1 光源
 - 2 コリメータレンズ
 - 3、30、31 偏向部材
 - 4、5 フライアイレンズ
 - 6 コンデンサーレンズ
 - 7 投影レンズ
 - 8 開口絞り
 - 9 被投影面
 - 10 被照明面
 - 41 入射面
 - 51 出射面

5 4 フライアイレンズ系

請求の範囲

- [請求項1] 被照明面を照明する照明装置において、
- 前記照明装置の光路中に配置されて、前記光路を横切る所定の面上の所定方向に沿って周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向部材と、
- 前記所定の面に配列された複数の波面分割面を備え、前記偏向部材からの光束を用いて二次光源を形成するオプティカルインテグレータ系とを有し、
- 前記偏向部材は、前記複数の波面分割面の配列周期の整数倍または単位分数倍の周期パターンを持つ照度分布を形成することを特徴とする照明装置。
- [請求項2] 前記偏向部材は、第1偏向素子と第2偏向素子とを有し、
- 前記第1および第2偏向素子は、前記偏向素子の入射面または射出面に沿った方向に周期を持つ構造をそれぞれ備え、
- 前記第1および第2偏向素子の前記周期は互いに同一であることを特徴とする請求項1に記載の照明装置。
- [請求項3] 前記偏向部材は、第1偏向素子と第2偏向素子とを有し、
- 前記第1および第2偏向素子は、前記偏向素子の入射面または射出面に沿った方向に周期を持つ構造をそれぞれ備え、
- 前記第1および第2偏向素子の前記周期は互いに異なることを特徴とする請求項1または2に記載の照明装置。
- [請求項4] 前記偏向部材は、第1偏向素子と第2偏向素子とを有し、
- 前記第1および第2偏向素子が前記波面分割面上に形成する前記照度分布の前記周期パターンは、互いに同一であることを特徴とする請求項1～3のいずれか一項に記載の照明装置。
- [請求項5] 前記偏向部材は、第1偏向素子と第2偏向素子とを有し、
- 前記第1および第2偏向素子が前記波面分割面上に形成する前記照度分布の前記周期パターンは、互いに異なることを特徴とする請求項

1～4のいずれか一項に記載の照明装置。

[請求項6] 前記偏向部材が前記波面分割面上に形成する前記照度分布の前記周期パターンは、前記波面分割面の配列方向に沿っていることを特徴とする請求項1～5のいずれか一項に記載の照明装置。

[請求項7] 被照明面を照明する照明装置において、
前記照明装置の光路中に配置されて、前記光路を横切る所定の面上の所定方向に沿って周期パターンを持つ照度分布を形成する偏向部材と、

前記所定の面に配列された複数の波面分割面を備え、前記偏向部材からの光束を用いて二次光源を形成するオプティカルインテグレータ系とを有し、

前記偏向部材は、前記周期パターンを変更するために、位置調整可能に構成されていることを特徴とする照明装置。

[請求項8] 前記偏向部材は、前記複数の波面分割面の配列周期の整数倍または単位分数倍の周期パターンを持つ照度分布を形成することを特徴とする請求項7に記載の照明装置。

[請求項9] 前記偏向部材は、独立に位置調整可能に構成された偏向素子を少なくとも1つ有することを特徴とする請求項1～8のいずれか一項に記載の照明装置。

[請求項10] 前記偏向部材は、互いに連動して位置調整可能に構成された第1偏向素子と第2偏向素子とを有していることを特徴とする請求項1～9のいずれか一項に記載の照明装置。

[請求項11] 前記偏向部材は、
前記照明装置が持つ光軸に対して所定の角度を持つ軸を中心として回転可能に構成された偏向素子を少なくとも1つ有することを特徴とする請求項1～10のいずれか一項に記載の照明装置。

[請求項12] 前記オプティカルインテグレータ系は、前記所定の面に配列された複数のレンズ面を備えるフライアイレンズを有することを特徴とする

請求項 1 ～ 1 1 のいずれか一項に記載の照明装置。

[請求項13] 請求項 1 ～ 1 2 のいずれか一項に記載の照明装置と、前記被照明面からの光を被投影面に投影する投影光学系とを備えた投影露光装置。

[請求項14] 入射する光束を偏向して周期パターンを持つ照度分布を所定の面上に形成することと、

前記偏向された光束を前記所定の面上に配列された複数の波面分割面に導いて二次光源を形成することと、

前記二次光源からの光束を用いて被照明面を照明することとを含み、

前記周期パターンは、前記波面分割面に沿った方向に前記波面分割面の配列周期の整数倍または単位分数倍であることを特徴とする照明方法。

[請求項15] 入射する光束を偏向して周期パターンを持つ照度分布を所定の面上に形成することと、

前記偏向された光束を前記所定の面上に配列された複数の波面分割面に導いて二次光源を形成することと、

前記所定の面上に形成される照度分布の周期パターンを変更することと、

前記二次光源からの光束を用いて被照明面を照明することと、を含むことを特徴とする照明方法。

[請求項16] 光源からの光により被照射面に位置する所定のパターンを照明することと、

前記所定のパターンを介した光で感光性基板を露光することと、を含み、

前記照明することでは、請求項 1 4 または 1 5 に記載の照明方法を用いて前記被照射面に位置する前記所定のパターンを照明することとを特徴とする露光方法。

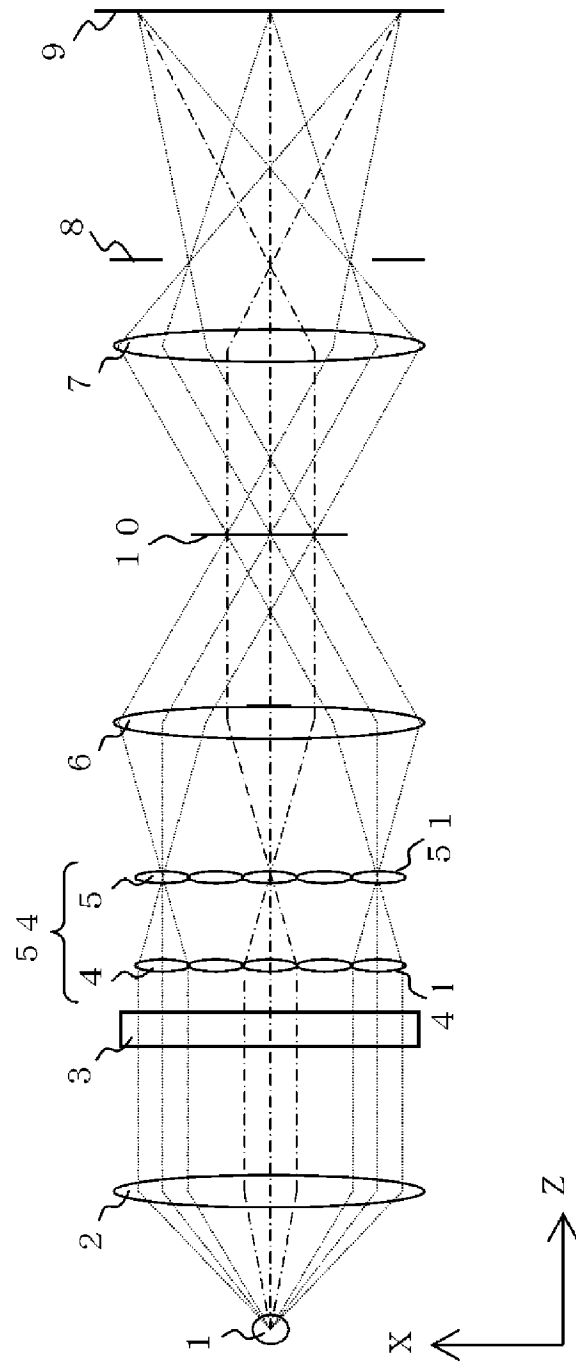
[請求項17] 請求項 1 6 に記載の露光方法を用いて、露光パターンを前記感光性

基板に露光することと、

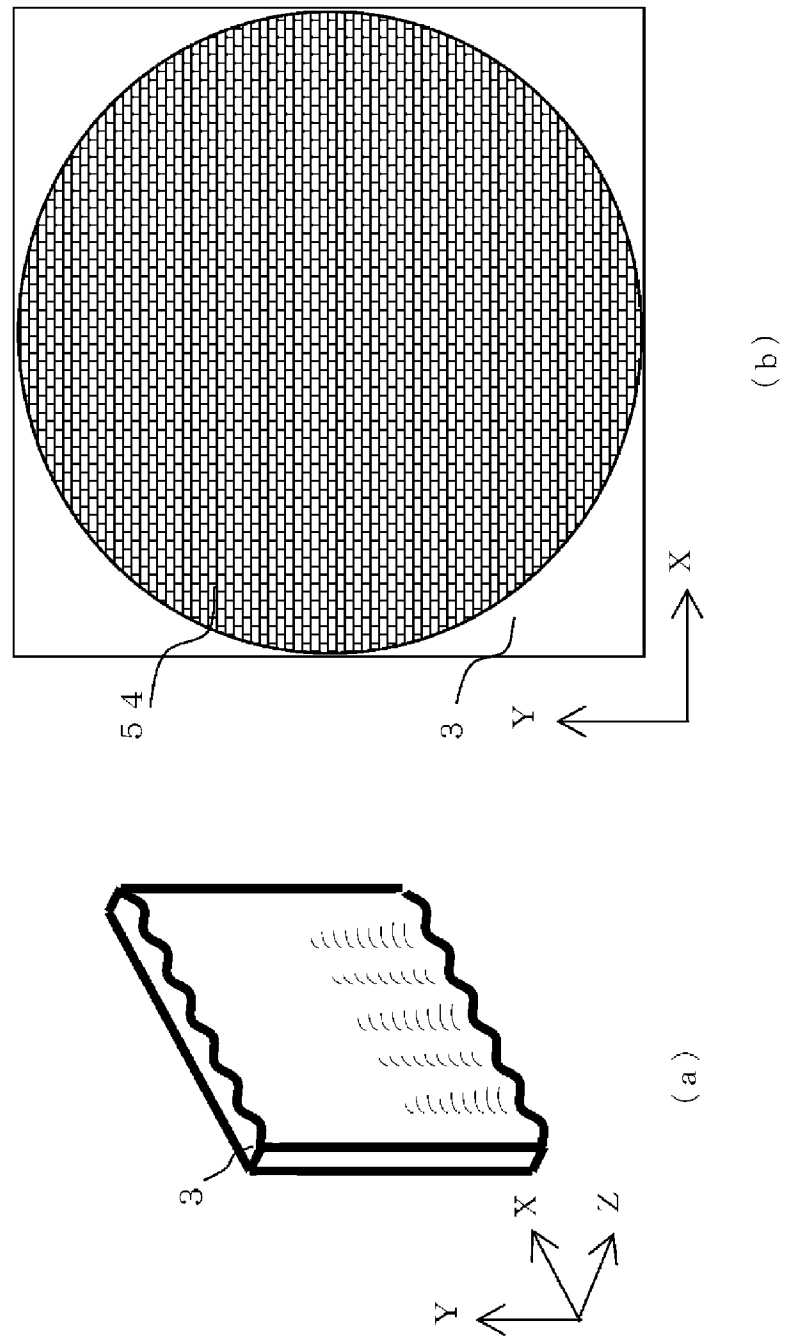
前記露光パターンが転写された前記感光性基板を現像し、前記露光パターンに対応する形状のマスク層を前記感光性基板の表面に形成することと、

前記マスク層を介して前記感光性基板の表面を加工することと、を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

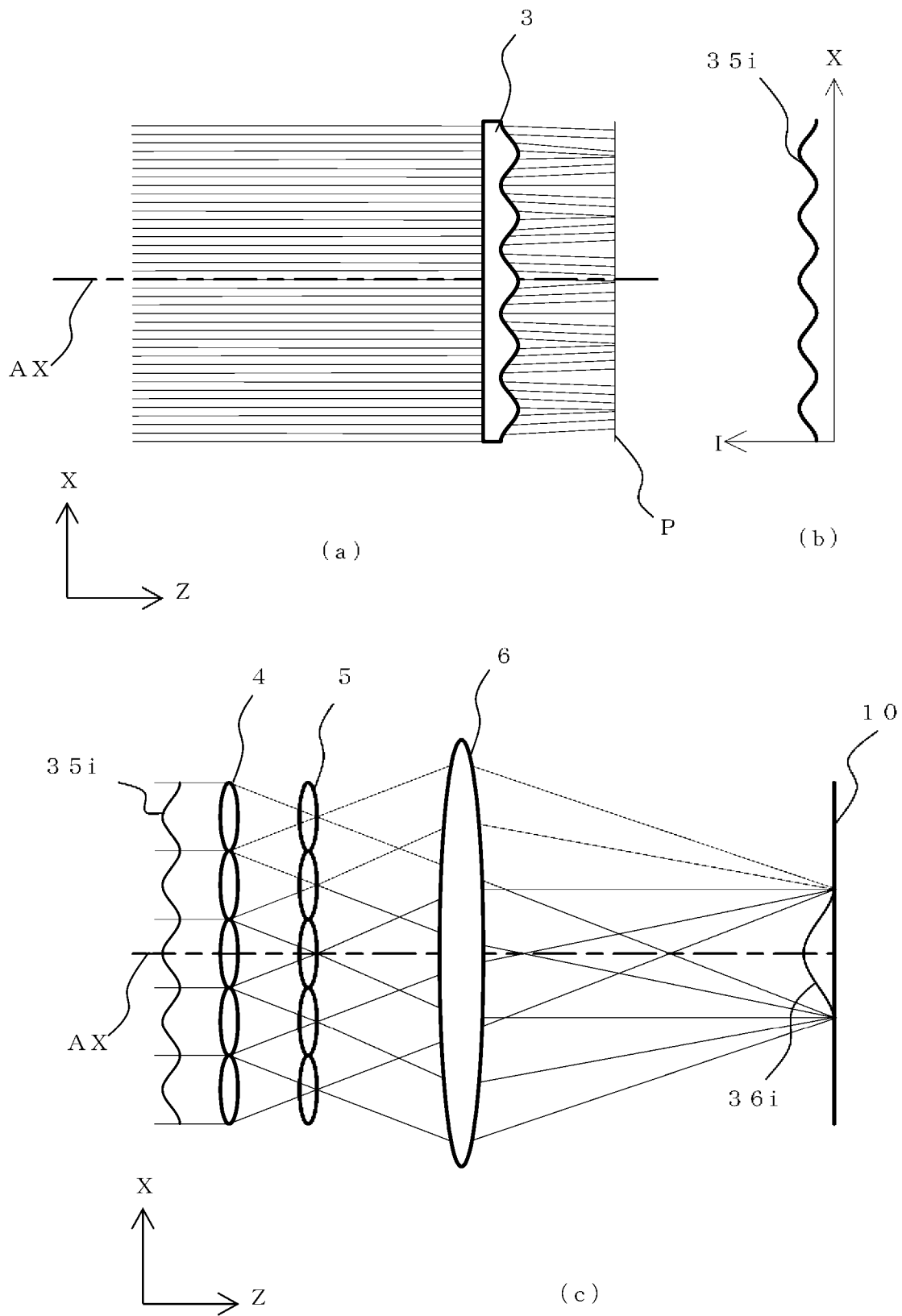
[図1]



[図2]

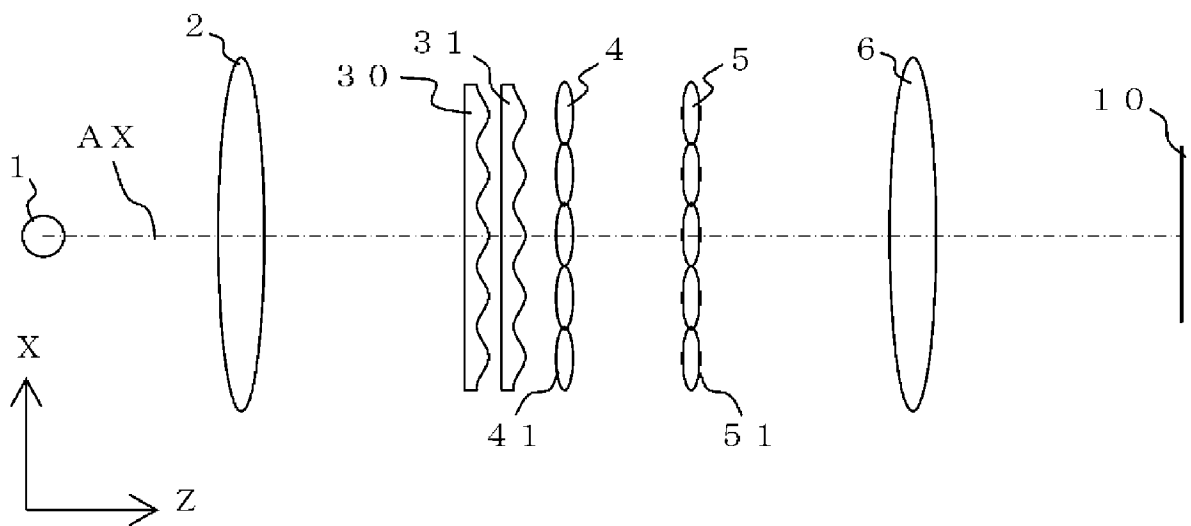


[図3]

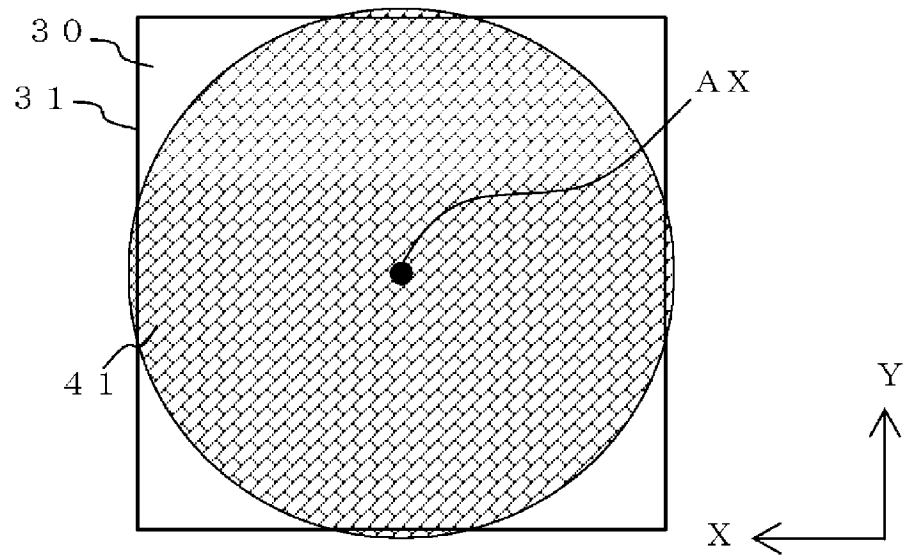


[図4]

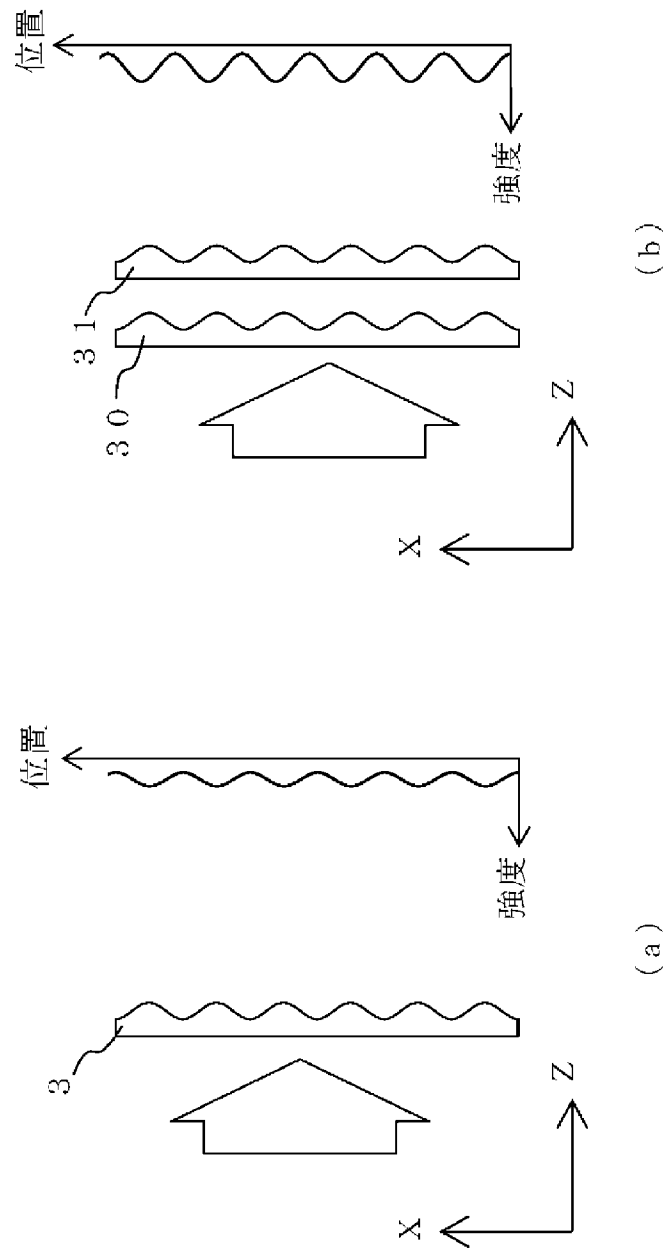
(a)



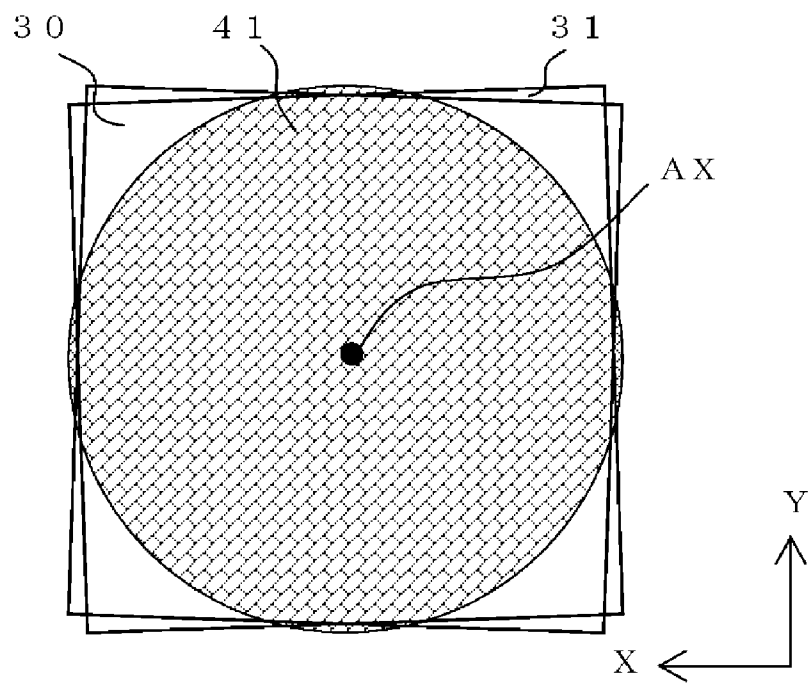
(b)



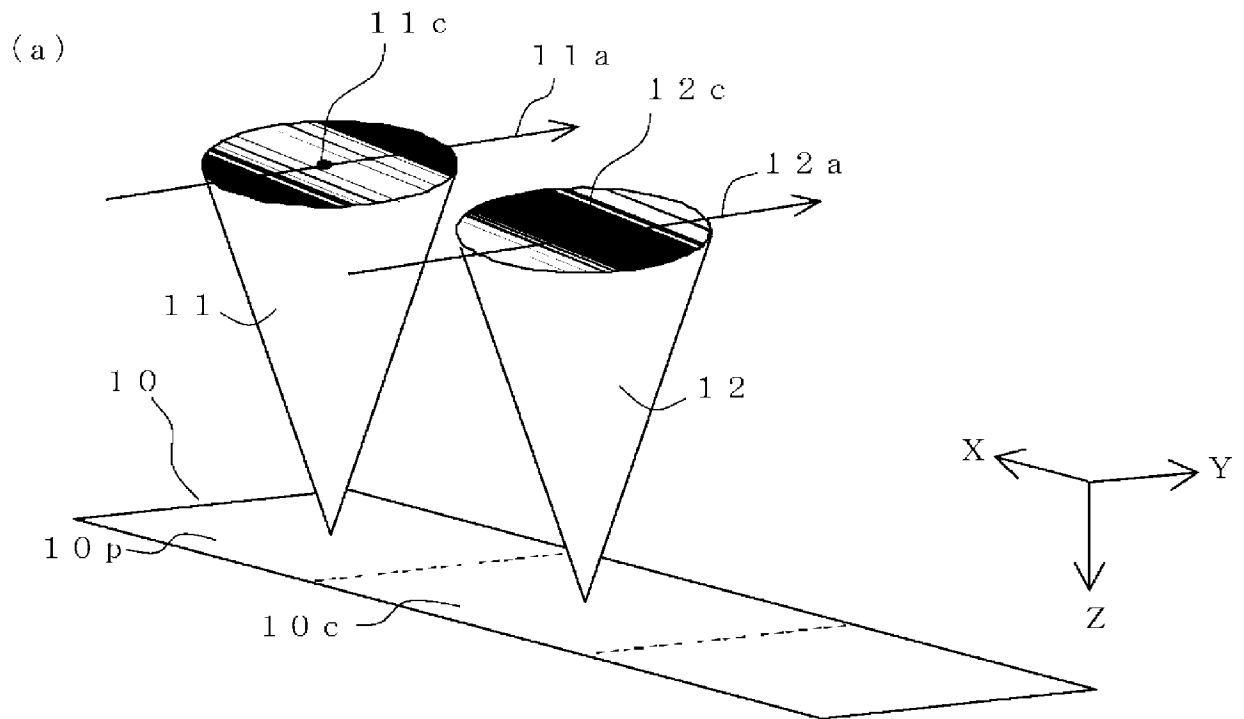
[図5]



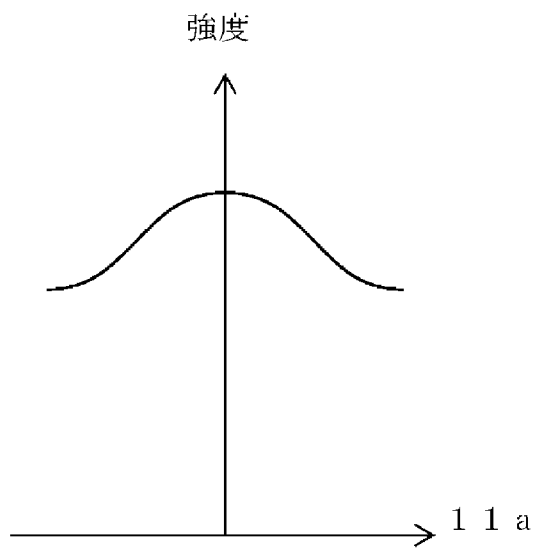
[図6]



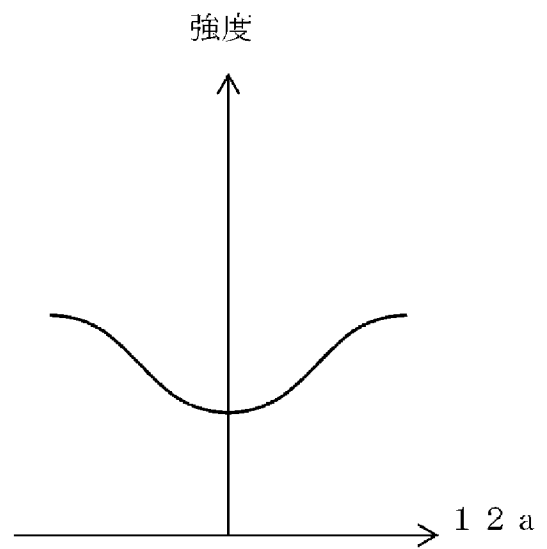
[図7]



(b)

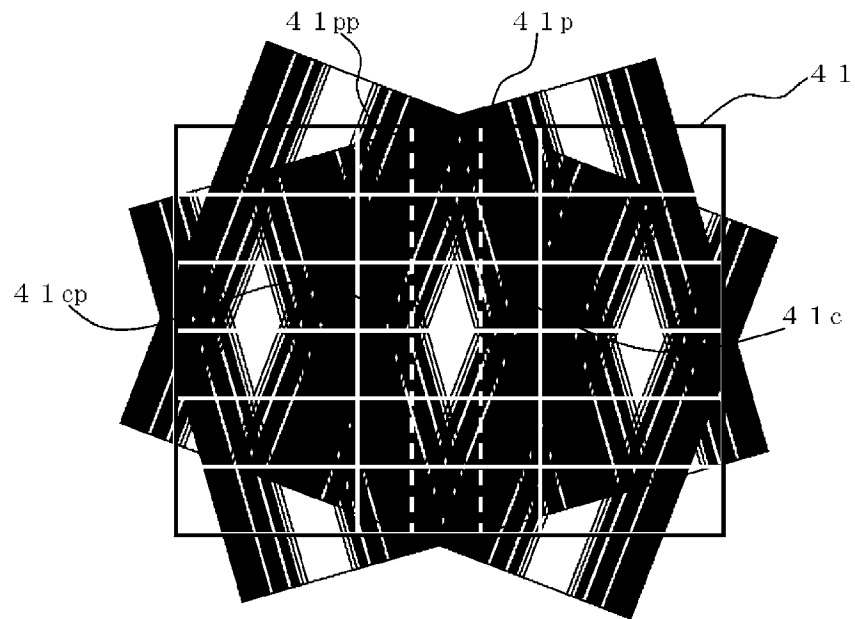


(c)

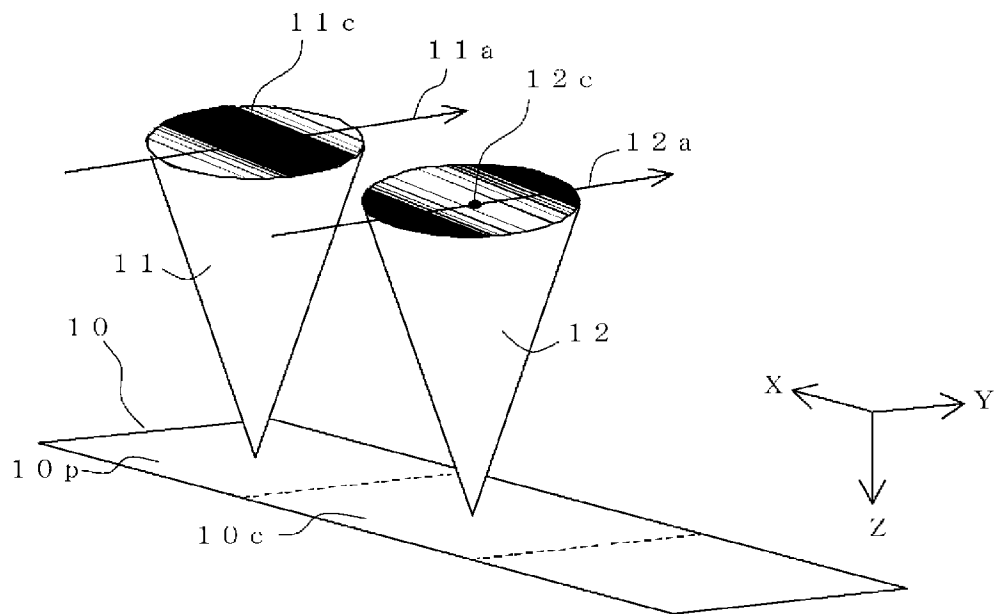


[図8]

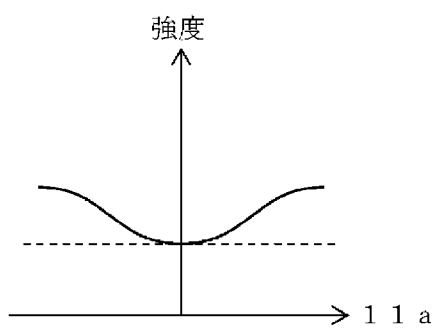
(a)



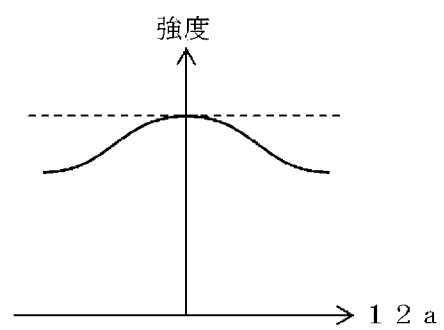
(b)



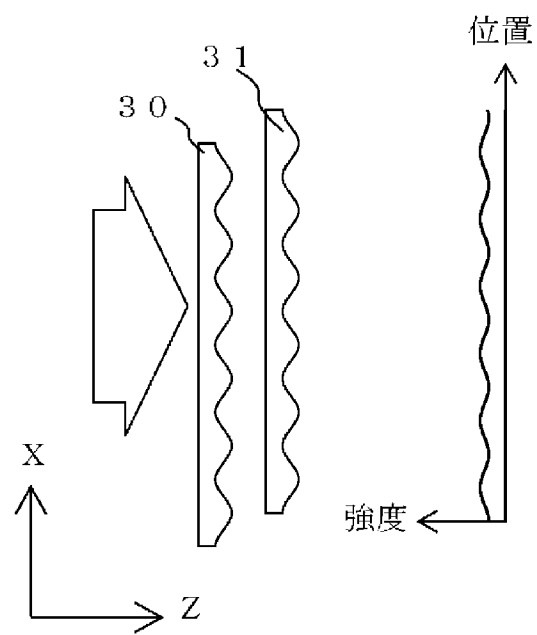
(c)



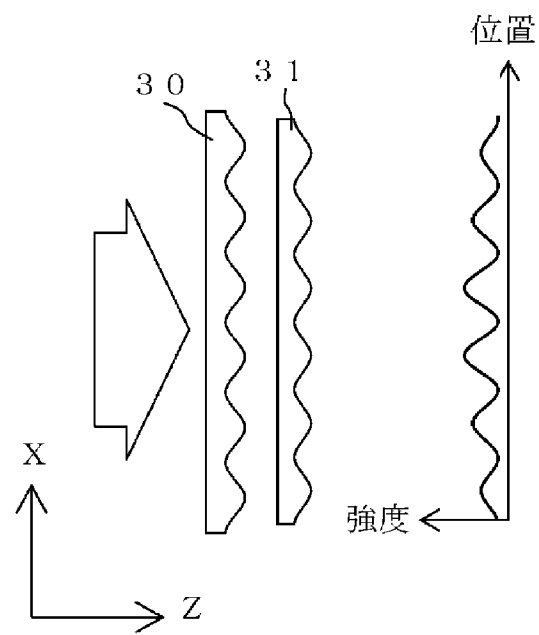
(d)



[図9]

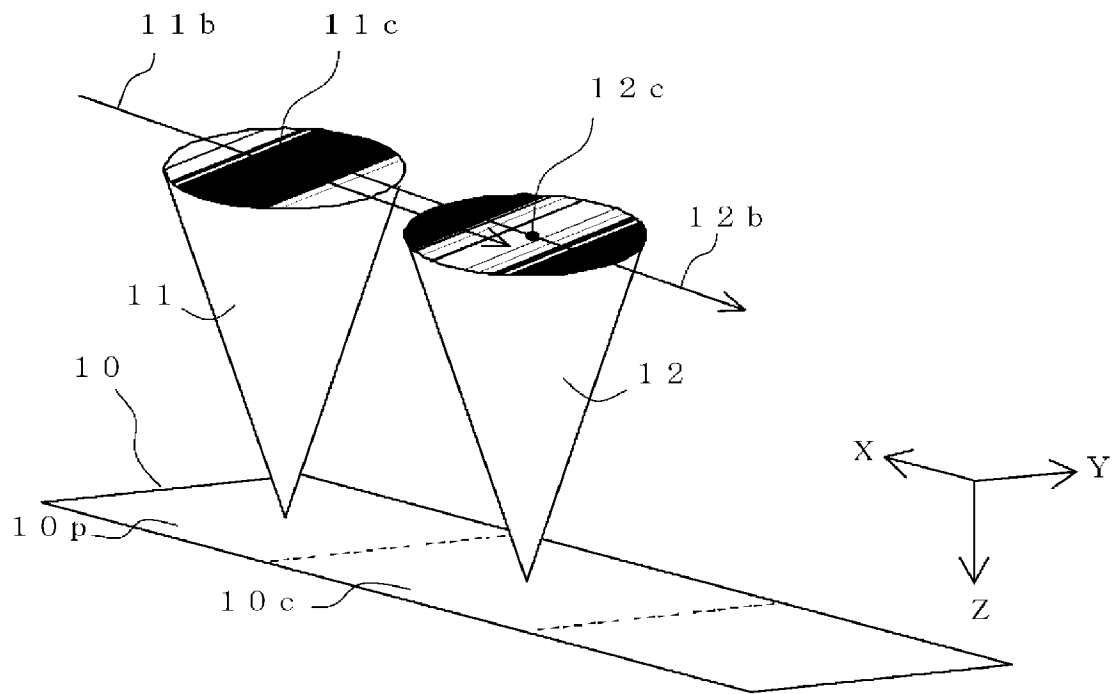


[図10]

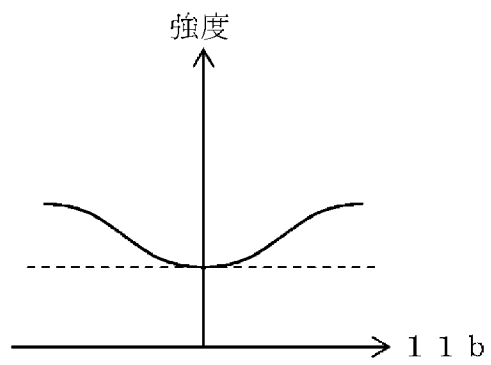


[図11]

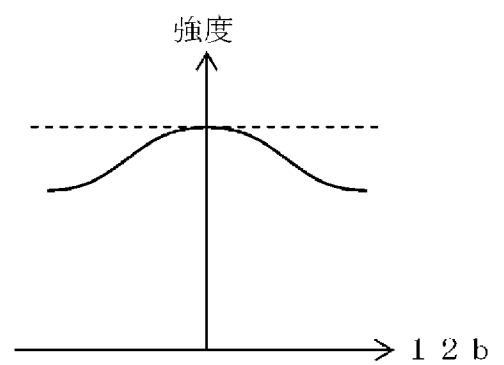
(a)



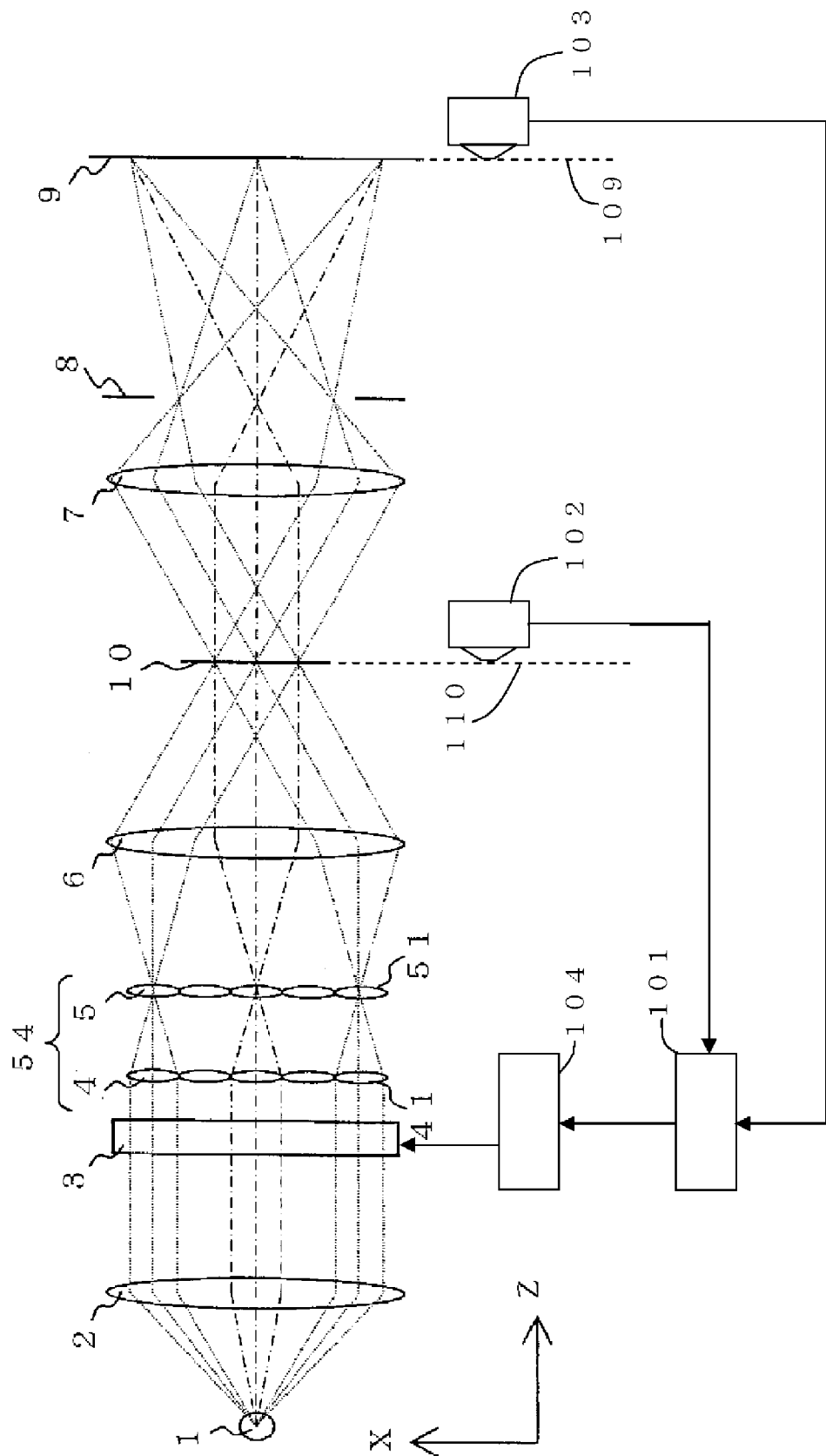
(b)



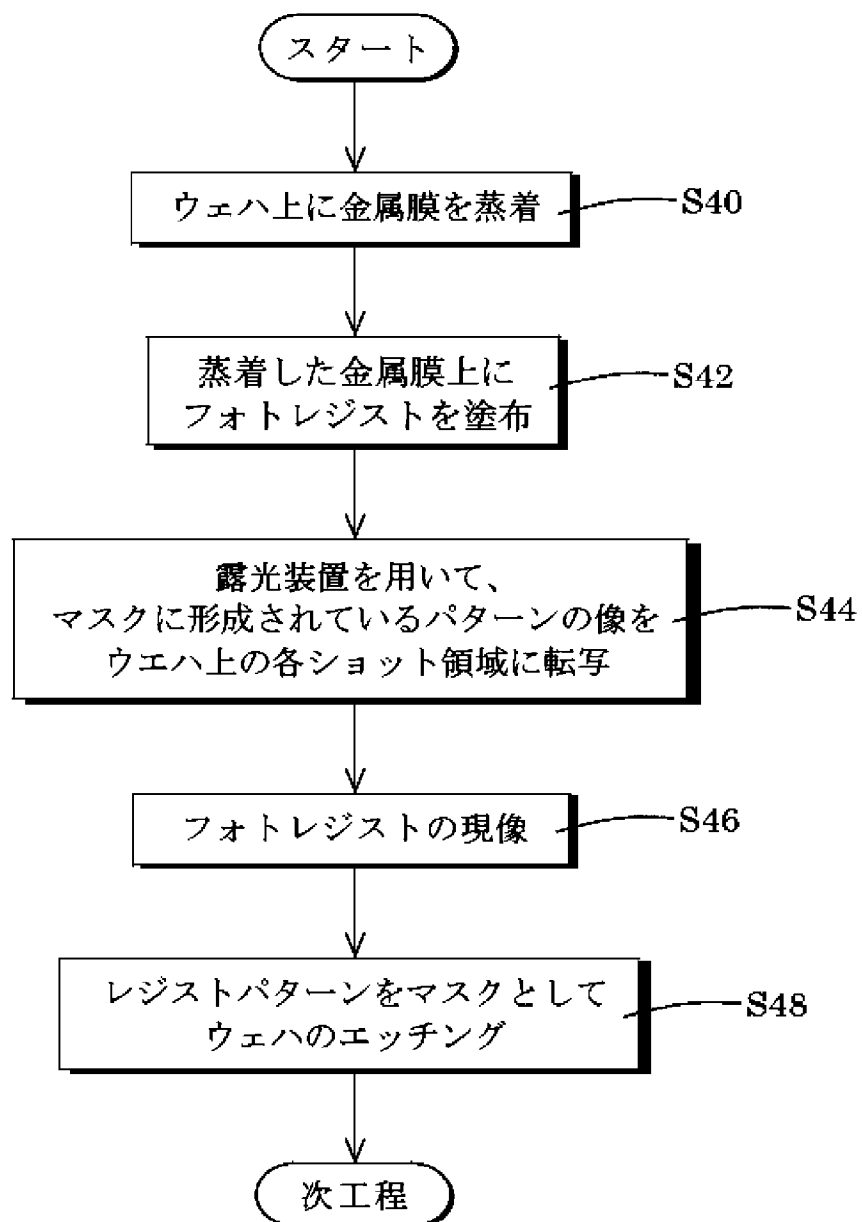
(c)



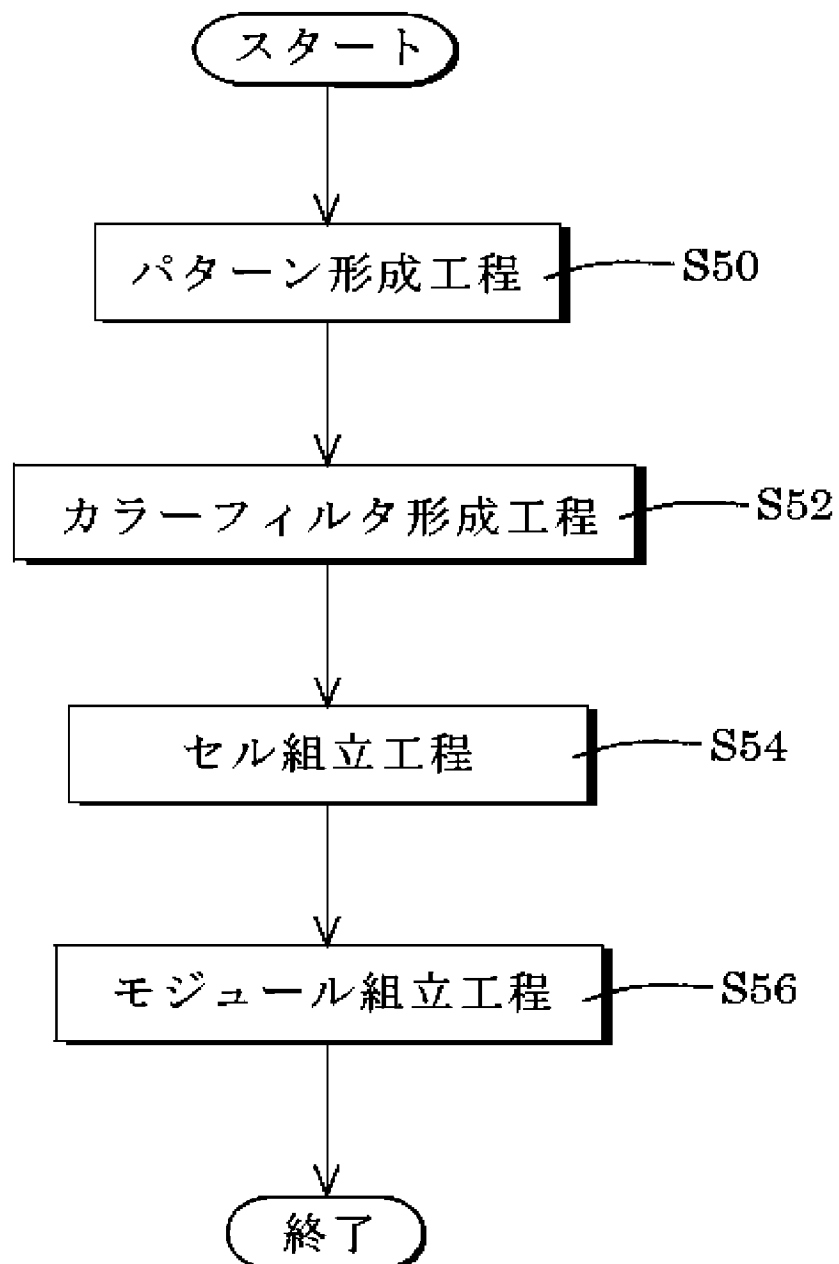
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069465

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(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

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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.
A	JP 2009-527113 A (Carl Zeiss SMT AG.), 23 July 2009 (23.07.2009), entire text; all drawings & WO 2007/093433 A1 & US 2009/021715 A1 & EP 1984789 A1 & DE 102006042452 A1 & CN 101421674 A & KR 2009/003216 A & TW 2007/32702 A	1-17
A	JP 2008-227497 A (Nikon Corp.), 25 September 2008 (25.09.2008), paragraphs [0027] to [0040]; fig. 4 to 8 & WO 2008/114836 A1 & US 2008/225256 A1 & EP 2122407 A1 & KR 2009/119825 A & TW 2008/049331 A	1-17



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
26 September, 2012 (26.09.12)Date of mailing of the international search report
09 October, 2012 (09.10.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/069465

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2008-72057 A (NEC LCD Technologies, Ltd.), 27 March 2008 (27.03.2008), paragraphs [0023] to [0044]; fig. 1 to 12 & US 2008/068578 A1 & CN 101144985 A	1-17
A	WO 2000/11706 A1 (Nikon Corp.), 02 March 2000 (02.03.2000), entire text; all drawings & AU 9949300 A	1-17
A	JP 9-223661 A (Nikon Corp.), 26 August 1997 (26.08.1997), paragraphs [0022] to [0032]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-17

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) 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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 請求項の番号
A	JP 2009-527113 A (カール・ツァイス・エスエムティー・アーゲー) 2009.07.23, 全文, 全図 & WO 2007/093433 A1 & US 2009/021715 A1 & EP 1984789 A1 & DE 102006042452 A1 & CN 101421674 A & KR 2009/003216 A & TW 2007/32702 A	1-17
A	JP 2008-227497 A (株式会社ニコン) 2008.09.25, [0 0 2 7] ~ [0 0 4 0], 図 4 ~ 図 8 & WO 2008/114836 A1 & US 2008/225256 A1 & EP 2122407 A1 & KR 2009/119825 A & TW 2008/049331 A	1-17

☒ 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

2 6 . 0 9 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

0 9 . 1 0 . 2 0 1 2

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

植木 隆和

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

2 M

3 7 0 6

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 請求項の番号
A	JP 2008-72057 A (NEC液晶テクノロジー株式会社) 2008.03.27, [0023] ~ [0044], 図1 ~ 図12 & US 2008/068578 A1 & CN 101144985 A	1-17
A	WO 2000/11706 A1 (株式会社ニコン) 2000.03.02, 全文, 全図 & AU 9949300 A	1-17
A	JP 9-223661 A (株式会社ニコン) 1997.08.26, [0022] ~ [0032], 図1 ~ 図3 (ファミリーなし)	1-17