

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5267029号  
(P5267029)

(45) 発行日 平成25年8月21日(2013.8.21)

(24) 登録日 平成25年5月17日(2013.5.17)

(51) Int.Cl.	F I	
<b>HO 1 L 21/027 (2006.01)</b>	HO 1 L 21/30	5 1 5 D
<b>GO 3 F 7/20 (2006.01)</b>	HO 1 L 21/30	5 1 6 C
<b>GO 2 B 21/06 (2006.01)</b>	GO 3 F 7/20	5 2 1
<b>GO 2 B 19/00 (2006.01)</b>	GO 2 B 21/06	
<b>GO 2 B 13/00 (2006.01)</b>	GO 2 B 19/00	

請求項の数 12 (全 16 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-259522 (P2008-259522)	(73) 特許権者	000004112 株式会社ニコン
(22) 出願日	平成20年10月6日(2008.10.6)		東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
(65) 公開番号	特開2009-111369 (P2009-111369A)	(74) 代理人	100088155 弁理士 長谷川 芳樹
(43) 公開日	平成21年5月21日(2009.5.21)		
審査請求日	平成23年8月25日(2011.8.25)	(74) 代理人	100113435 弁理士 黒木 義樹
(31) 優先権主張番号	特願2007-266691 (P2007-266691)	(72) 発明者	廣田 弘之 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
(32) 優先日	平成19年10月12日(2007.10.12)		
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	審査官	関口 英樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明光学装置、露光装置及びデバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源から出力された光を被照射物体へ導く照明光学装置において、  
前記光源から出力された光を複数の光束に分岐する光束分岐部と、  
可動する反射面を有する複数の反射光学素子がアレイ状に配列されてなる複数の空間光  
変調部材と、  
を備え、  
前記複数の空間光変調部材は、前記光束分岐部で分岐された光束の光路内に配置されて  
いる照明光学装置。

【請求項 2】

前記各空間光変調部材を介した光を集光して、前記照明光学装置の照明瞳に所定の光強  
度分布を形成する分布形成光学系をさらに備えた請求項 1 に記載の照明光学装置。

【請求項 3】

前記複数の空間光変調部材は、前記複数の反射光学素子以外の面部分であって前記複数  
の反射光学素子の配列される配列面とほぼ平行な面部分を経た 0 次光が前記分布形成光学  
系の入射瞳を通過しないように構成されている請求項 2 に記載の照明光学装置。

【請求項 4】

前記分布形成光学系は、前記複数の空間光変調部材のうちの 1 つを介した光束の少なく  
とも一部と、前記複数の空間光変調部材のうちの別の 1 つを介した光束の少なくとも一部  
とを、前記照明瞳で重畳可能に構成されている請求項 3 に記載の照明光学装置。

## 【請求項 5】

前記各空間光変調部材と前記光束分岐部との間に配設され、前記各空間光変調部材からの戻り光の前記光束分岐部への入射を規制する規制部材をさらに備えた請求項 1 ~ 請求項 4 のうち何れか一項に記載の照明光学装置。

## 【請求項 6】

前記光束分岐部と前記各空間光変調部材との間の光路中には、パワーを有する光学部材が配置されていない請求項 1 ~ 請求項 4 のうち何れか一項に記載の照明光学装置。

## 【請求項 7】

前記複数の空間光変調部材は、第 1 位置に配置される第 1 空間光変調部材と、前記第 1 位置とは異なる第 2 位置に配置される第 2 空間光変調部材とを備え、

前記第 1 及び第 2 位置は、前記光源から出力される光の前記光路の軸を挟んでいる請求項 1 ~ 請求項 6 のうち何れか一項に記載の照明光学装置。

## 【請求項 8】

前記光束分岐部は、前記光源から出力される光の前記光路の軸を含む面内で前記複数の光束を分岐する請求項 7 に記載の照明光学装置。

## 【請求項 9】

前記各反射光学素子は、それぞれの反射面に入射する光の光軸に対する前記反射面の傾斜角を変更させるために可動する請求項 1 ~ 請求項 8 のうち何れか一項に記載の照明光学装置。

## 【請求項 10】

前記各空間光変調部材のうち少なくとも一つの空間光変調部材を構成する前記各反射光学素子は、第 1 の軸又は該第 1 の軸と平行な軸を中心に回動可能であり、

前記少なくとも一つの空間光変調部材とは異なる他の空間光変調部材を構成する前記各反射光学素子は、前記第 1 の軸とは交差する第 2 の軸又は該第 2 の軸と平行な軸を中心に回動可能である請求項 9 に記載の照明光学装置。

## 【請求項 11】

請求項 1 ~ 請求項 10 のうち何れか一項に記載の照明光学装置と、

所定のパターンが形成されてなる被照射物体を保持する保持機構と、

前記光源から出力された光が前記照明光学装置を介して前記被照射物体を照射することにより形成されたパターン像を感光性材料が塗布された基板上に投影するための投影光学装置と

を備えた露光装置。

## 【請求項 12】

請求項 11 に記載の露光装置を用いて、前記所定のパターンを前記基板に露光する露光ステップと、

該露光ステップ後において、前記基板を現像して前記所定のパターンに対応する形状のマスク層を前記基板の表面に形成する現像ステップと、

該現像ステップ後において、前記マスク層を介して前記基板の表面を加工する加工ステップと

を含むデバイスの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、被照射物体を照射するための照明光学装置、該照明光学装置を備える露光装置、及び該露光装置を用いたデバイスの製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

従来、半導体集積回路などのマイクロデバイスを製造する際に使用される露光装置として、例えば特許文献 1 に記載の露光装置が提案されている。この露光装置は、所定のパターンが形成されてなるレチクルなどのマスクを照射するための照明光学装置と、該照明光

10

20

30

40

50

学装置がマスクを照射することにより形成されたパターン像を感光性材料の塗布されたウエハ、ガラスプレートなどの基板に投影するための投影光学装置とを備えている。

【0003】

照明光学装置は、マスクの被照射面上での瞳輝度分布を調整するための空間光変調部材を備えている。この空間光変調部材は、アレイ状に配列された複数の反射光学素子を備えており、該各反射光学素子の反射面には、反射膜がそれぞれコーティングされている。そして、各反射光学素子は、それぞれの反射面にて光源からの露光光をマスクに向けてそれぞれ反射するようになっている。

【0004】

また、各反射光学素子は、それぞれの反射面への露光光の入射方向に対する反射面の傾斜角が変更可能にそれぞれ構成されている。そして、反射面の露光光の光軸に対する傾斜角が反射光学素子毎に変更されることにより、マスクの被照射面上での瞳輝度分布が適切に調整されるようになっていた。

【特許文献1】特開2002-353105号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、近時では、基板に対する上記パターン像の投影の効率化や精度向上を図るために露光光の高出力化が強く望まれている。ところが、空間光変調部材を構成する各反射光学素子の反射面には、耐久性の比較的高い反射膜をコーティングすることが非常に困難であるため、耐久性の比較的低い反射膜がそれぞれコーティングされる。そのため、空間光変調部材の寿命は、光源から出力される露光光の強度が強いほど、反射膜の劣化が早くなったり、各反射光学素子の駆動部分に回り込む光量が多くなることにより該駆動部分の破損を招いたりして短くなってしまふ。このように露光光の強度が比較的高い場合には、露光光の強度が比較的低い場合に比して早めに空間光変調部材を取り替える必要がある。

【0006】

しかしながら、上述したような構成の露光装置では、露光装置の駆動を一時停止させた状態で空間光変調部材を取り替える必要がある。したがって、光源から出力される露光光の強度が強いほど空間光変調部材を取り替えるタイミングが早くなるため、露光光の光路内に空間光変調部材が配置された露光装置では、光源の高出力化によってマイクロデバイスの製造効率が逆に低下してしまうおそれがあった。

【0007】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであり、その目的は、光源から出力される光の光路内に空間光変調部材が配置された場合であっても、光源の高出力化によるデバイスの製造効率の向上に貢献できる照明光学装置、露光装置及びデバイスの製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記の課題を解決するため、本発明は、実施形態に示す図1～図10に対応付けした以下の構成を採用している。

本発明の照明光学装置は、光源(12)から出力された光(EL)を被照射物体(R)へ導く照明光学装置(13)において、可動する反射面(34)を有する複数の反射光学素子(33)がアレイ状に配列されてなる複数の空間光変調部材(34)を備え、該各空間光変調部材(34)のうち少なくとも一つは、前記光源(12)から出力される光(EL)の光路内に配置されていることを要旨とする。

【0009】

上記構成によれば、光源から出力された光は、アレイ状に配列された複数の空間光変調部材によって被照射物体に導かれる。そのため、一つの空間光変調部材を用いて光源から出力された光を被照射物体に導く従来の場合に比して、空間光変調部材の使用数が増加した分だけ、露光装置の駆動を一時停止させて空間光変調部材を取り替えるタイミングを遅

10

20

30

40

50

くすることができる。したがって、光源から出力される光の光路内に空間光変調部材が配置された場合であっても、光源の高出力化によるデバイスの製造効率の向上に貢献できる。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、光源の高出力化によるデバイスの製造効率の向上に貢献できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

(第1の実施形態)

以下に、本発明を具体化した第1の実施形態について図1～図4に基づき説明する。

図1に示すように、本実施形態の露光装置11は、露光光源12からの露光光ELが供給される照明光学装置13と、所定のパターンが形成されてなるレチクルR(フォトリソグラフィでもよい)を保持するレチクルステージ14と、投影光学装置15と、表面にレジストなどの感光性材料が塗布されたウエハWを保持するウエハステージ16とから構成されている。露光光源12は、例えばArFエキシマレーザー光源からなっている。そして、露光光源12から射出される露光光ELは、照明光学装置13を通過することにより、レチクルR上のパターンを均一に照明するように調整される。

【0012】

レチクルステージ14は、後述する投影光学装置15の物体面側において、そのレチクルRの載置面が投影光学装置15の光軸方向とほぼ直交するように配置されている。この投影光学装置15は、内部が窒素などの不活性ガスで充填された鏡筒17を備え、この鏡筒17内には、図示しない複数のレンズが露光光ELの光路に沿って設けられている。そして、露光光ELにて照明されたレチクルR上のパターン像は、投影光学装置15を通して所定の縮小倍率に縮小された状態で、ウエハステージ16上のウエハWに投影転写されるようになっている。ここで、光路とは、使用状態において、露光光ELが通ることが意図されている経路のことを示している。

【0013】

次に、本実施形態の照明光学装置13について図1に基づき以下説明する。

照明光学装置13は、露光光源12から出力された露光光ELが入射するリレー光学系18を備えている。このリレー光学系18は、典型的には露光光源12側から順に光軸AX1に沿って配置された第1正レンズ19、負レンズ20及び第2正レンズ21を備えた構成とされている。そして、露光光源12からリレー光学系18に入射された露光光ELは、その断面形状が大きくされた状態で露光光源12の反対側に射出されるようになっている。

【0014】

照明光学装置13において、リレー光学系18における露光光源12の反対側には、図1及び図2に示すように、複数(図2では15個のみ図示)の可動マルチミラー22がアレイ状に配列されてなる反射光学系23が移動不能な状態で配設されている。この反射光学系23は、平板状をなす基台24を備え、該基台24上には、X方向に並置された3つの可動マルチミラー22からなるミラー列がY方向に5列形成されている。また、各可動マルチミラー22には、露光光ELを反射可能な略矩形形状の有効領域25がそれぞれ形成されており、全ての可動マルチミラー22の有効領域25には、露光光ELがそれぞれ入射されるようになっている。なお、上述した可動マルチミラー22の配列(即ち、X方向に3つでY方向に5つ)は一例であって、可動マルチミラー22の配列及び数は、上記配列とは異なる配列及び数であってもよい。

【0015】

各可動マルチミラー22にて反射された露光光ELは、各可動マルチミラー22の入射側の光軸AX1と所定の角度をなす光軸AX2に沿った位置に配置されたコンデンサ光学系(分布形成光学系)26を介してオプティカルインテグレータ(本実施形態ではフライアイレンズ)27に入射するようになっている。なお、コンデンサ光学系26の前側焦点

10

20

30

40

50

位置は、各可動マルチミラー 22 の各要素ミラー 33 (図 3 参照) が位置する配列面 P1 の近傍に位置し、コンデンサ光学系 26 の後側焦点位置は、オプティカルインテグレータ 27 の入射面近傍の面 P2 に位置している。

【0016】

オプティカルインテグレータ 27 は、複数 (図 1 では 5 つのみ図示) のレンズエレメント 28 が二次元的に配列された構成とされている。そして、オプティカルインテグレータ 27 に入射した露光光 E L は、各レンズエレメント 28 により複数の光束に分岐されるようになっている。その結果、オプティカルインテグレータ 27 の図 1 における右側の面 (即ち、像面) P3 には、多数の光源像 (二次光源) が形成されるようになっている。

【0017】

オプティカルインテグレータ 27 から射出された露光光 E L、即ち多数の光源像から射出された光束は、コンデンサ光学系 29 を通過することにより、それぞれ重畳的に集光された状態でマスクブラインド 30 を照射するようになっている。そして、マスクブラインド 30 の開口部 31 を通過した露光光 E L は、コンデンサ光学系 32 を介してレチクル R を照射するようになっている。なお、レチクル R のうち露光光 E L に照射される照射領域での瞳輝度分布は、適切に調整されている。

【0018】

本実施形態では、オプティカルインテグレータ 27 により形成される二次光源を光源として、照明光学装置 13 の被照射面に配置されるレチクル R をケラー照明するようになっている。このため、二次光源が形成される面 P3 は、投影光学装置 15 の開口絞り A S (図 1 参照) の配置位置である位置に対応する面 (X Z 平面と略平行な面) P4 と光学的に共役であり、二次光源が形成される面 P3 を照明光学装置 13 の照明瞳面と呼ぶことができる。典型的には、照明瞳面に対して被照射面 (レチクル R が配置される面、または投影光学装置 15 を含めて照明光学装置と考える場合にはウエハ W が配置される面) が光学的なフーリエ変換面となる。

【0019】

また、オプティカルインテグレータ 27 の射出側には、露光光 E L の一部を反射するための分岐ミラー B S と、該分岐ミラー B S によって分岐された分岐光を受光する露光量センサ S E 1 とが設けられている。そして、この露光量センサ S E 1 は、分岐ミラー B S によって分岐された分岐光の光量に応じた出力信号を図示しない制御部に出力するようになっている。そのため、露光量センサ S E 1 からの出力信号をモニタすることにより、レチクル R やウエハ W に対する露光量を計測できると共に、該計測結果に基づき露光量制御を行うことができる。

【0020】

また、ウエハステージ 16 には、ウエハ W に到達する露光光 E L の瞳輝度分布をモニタするための瞳輝度分布検出部 S E 2 が設けられている。なお、この瞳輝度分布検出部 S E 2 の構成は、例えば特開 2006 - 59834 号公報およびこれに対応する米国特許公開第 2008 / 0030707 号公報に開示されている。ここでは、米国特許公開第 2008 / 0030707 号公報を参照として援用する。

【0021】

次に、可動マルチミラー 22 の構成について図 1 ~ 図 4 に基づき以下説明する。

図 2 及び図 3 に示すように、可動マルチミラー 22 は、反射面 34 に反射膜がコーティングされた平面視正方形の要素ミラー 33 を複数備え、該各要素ミラー 33 は、アレイ状にそれぞれ配列されている。これら各要素ミラー 33 は、反射光学系 23 での光量ロスの低減を図るため、互いに隣り合う要素ミラー 33 同士の隙間を極力小さくして配置されている。また、各要素ミラー 33 は、露光光 E L の光路に対する傾斜角を変更させるべくそれぞれ可動するようになっている。また、可動マルチミラー 22 の各要素ミラー 33 は、図 1 に示すように、X Y 平面に位置する配列面 P1 に沿って配列されている。なお、以降の記載において、「要素ミラー 33 の露光光 E L の光路に対する傾斜角」のことを、単に「要素ミラー 33 の傾斜角」というものとする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 2 2 】

本実施形態の反射光学系 2 3 は、図 2 に示すように、複数種類（本実施形態では 2 種類）の可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B から構成されている。具体的には、Y 方向において図 2 における最も手前に位置するミラー列、各ミラー列の真ん中に位置するミラー列、及び最も奥手に位置するミラー列は、第 1 の可動マルチミラー 2 2 A からそれぞれ構成される一方、残りのミラー列は、第 2 の可動マルチミラー 2 2 B からそれぞれ構成されている。第 1 の可動マルチミラー 2 2 A は、図 4 に示すように、第 1 の軸 S 1 を中心に回動可能な要素ミラー 3 3 を複数備えた構成とされている。一方、第 2 の可動マルチミラー 2 2 B は、第 1 の軸 S 1 とは略直交する第 2 の軸 S 2 を中心に回動可能な要素ミラー 3 3 を複数備えた構成とされている。なお、第 1 の軸 S 1 は、要素ミラー 3 3 の両対角線のうち第 1 の対角線に相当する軸であると共に、第 2 の軸 S 2 は、第 1 の対角線と直交する第 2 の対角線に相当する軸である。

10

## 【 0 0 2 3 】

次に、第 1 の可動マルチミラー 2 2 A を構成する要素ミラー 3 3 の駆動部について図 4 に基づき以下説明する。なお、第 2 の可動マルチミラー 2 2 B を構成する要素ミラー 3 3 の駆動部は、第 2 の軸 S 2 を中心に要素ミラー 3 3 を回動させる点を除いて第 1 の可動マルチミラー 2 2 A を構成する要素ミラー 3 3 の駆動部と同一構成であるため、その説明を省略するものとする。

## 【 0 0 2 4 】

図 4 に示すように、第 1 の可動マルチミラー 2 2 A を構成する要素ミラー 3 3 の駆動部 3 5 は、要素ミラー 3 3 の形状に対応した正方形板状の基材 3 6 を備え、該基材 3 6 の四隅のうち第 1 の軸 S 1 上に位置する両隅には、支柱部材 3 7 がそれぞれ立設されている。また、駆動部 3 5 には、第 1 の軸 S 1 の延設方向に延びるヒンジ部材 3 8 が設けられており、該ヒンジ部材 3 8 は、第 1 の軸 S 1 を中心に回転可能な状態で支柱部材 3 7 に支持されている。また、ヒンジ部材 3 8 の長手方向における中心部には、Z 方向に突出する突出部 3 9 が設けられており、要素ミラー 3 3 は、突出部 3 9 を介してヒンジ部材 3 8 に固定されている。

20

## 【 0 0 2 5 】

ヒンジ部材 3 8 の長手方向における第 1 の端部側及び第 2 の端部側には、ヒンジ部材 3 8 から第 1 の軸 S 1 と直交する両方向に延びる第 1 電極部 4 0 がそれぞれ形成されている。また、基材 3 6 上において 4 つの第 1 電極部 4 0 に対応する位置には、第 2 電極部 4 1 がそれぞれ設けられている。そして、互いに対応関係にある第 1 電極部 4 0 と第 2 電極部 4 1 との間に電位差が発生した場合には、これらの各電位差に基づき作用する静電力によって、ヒンジ部材 3 8 が第 1 の軸 S 1 を中心に回転する結果、要素ミラー 3 3 が第 1 の軸 S 1 を中心に回動するようになっている。すなわち、要素ミラー 3 3 の傾斜角は、互いに対応関係にある各電極部 4 0 , 4 1 間の各電位差を調整することにより制御可能である。

30

## 【 0 0 2 6 】

そして、各可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B に入射する露光光 E L は、入射した各要素ミラー 3 3 の傾斜角に対応した方向にそれぞれ偏向されるようになっている。この際、分布形成光学系と見なすことができるコンデンサ光学系 2 6 が入射光の角度情報を位置情報に変換する機能を有しているため、各要素ミラー 3 3 の傾斜角を個別に調整することにより、オプティカルインテグレート 2 7 の入射面近傍の面 P 2 における露光光 E L の断面形状が所望の大きさ及び形状に変形する。また、コンデンサ光学系 2 6 は、可動マルチミラー 2 2 A を介した露光光 E L の一部と可動マルチミラー 2 2 B を介した露光光の一部とを面 P 2 において少なくとも一部分だけ重畳させている。そのため、複数の可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B からの露光光 E L が重畳される結果、重畳領域での光強度均一性を向上させることが可能である。言い換えると、各可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B によって空間的に角度変調された露光光 E L がコンデンサ光学系 2 6 によって空間的に変調された光となる結果、面 P 2 に所望の光強度分布である瞳強度分布が形成される。

40

## 【 0 0 2 7 】

50

なお、瞳強度分布とは、照明光学装置 1 3 の照明瞳面または当該照明瞳面と光学的に共役な面における光強度分布（輝度分布）である。オプティカルインテグレータ 2 7 による波面分割数が比較的大きい場合、オプティカルインテグレータ 2 7 の入射面近傍の面 P 2 に形成される大局的な光強度分布と、二次光源全体の大局的な光強度分布（瞳強度分布）とが高い相関を示す。このため、オプティカルインテグレータ 2 7 の入射面および当該入射面と光学的に共役な面 P 3 , P 4 における光強度分布についても瞳強度分布と称することができる。

【 0 0 2 8 】

こうしてオプティカルインテグレータ 2 7 の後側焦点面でもある面 P 3 には、断面形状が所望の大きさ及び形状に変形された露光光 E L とほぼ同じ光強度分布を有する二次光源が形成される。さらに、オプティカルインテグレータ 2 7 の後側焦点面と光学的に共役な別の照明瞳位置、即ちコンデンサ光学系 3 2 の瞳位置および投影光学装置 1 5 の瞳位置にも、面 P 3 に形成される瞳強度分布に対応する光強度分布が形成される。なお、瞳強度分布としては、一例として輪帯状、複数極状（2 極状、4 極状など）の光強度分布を用いることができる。ここで、輪帯状の瞳強度分布を形成した場合には輪帯照明を、複数極状の瞳強度分布を形成した場合には複数極照明を行うことができる。

【 0 0 2 9 】

したがって、本実施形態では、以下に示す効果を得ることができる。

( 1 ) 露光光源 1 2 から出力された露光光 E L は、反射光学系 2 3 を構成する全ての可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B によってコンデンサ光学系 2 6 側に反射されてレチクル R に導かれる。そのため、露光光源 1 2 からの露光光 E L が高出力化されても、各可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B に入射される露光光 E L の強度は、露光光源 1 2 から出力された全ての露光光 E L が一つの可動マルチミラー 2 2 に入射する従来の場合に比して弱くなる。その結果、露光光 E L が入射される各要素ミラー 3 3 の反射面にコーティングされている反射膜の劣化が従来の場合に比して遅くなり、可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B の寿命が延びる。すなわち、可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B を交換するタイミングを遅らせることができる。したがって、露光光源 1 2 から出力される露光光 E L の光路内に可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B が配置された場合であっても、露光光源 1 2 の高出力化による半導体素子の製造効率の向上に貢献できる。

【 0 0 3 0 】

( 2 ) 第 1 の可動マルチミラー 2 2 A を構成する要素ミラー 3 3 の回動方向と第 2 の可動マルチミラー 2 2 B を構成する要素ミラー 3 3 の回動方向とは、互いに異なっている。そのため、反射光学系 2 3 を一種類の可動マルチミラー 2 2 (例えば第 1 の可動マルチミラー 2 2 A ) のみで構成した場合に比して、レチクル R を照射する露光光 E L の大きさや形状を変形させる際の自由度を高くすることができる。

【 0 0 3 1 】

( 3 ) 配列面 P 1 に沿った面であって、可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B の複数の要素ミラー 3 3 以外の部分（典型的には各要素ミラー 3 3 の間の隙間）や可動マルチミラー 2 2 A , 2 2 B の有効領域 2 5 外の領域での 0 次反射光 N がコンデンサ光学系 2 6 の入射瞳外へ向かうように、配列面 P 1 と入射側光軸 A X 1 とのなす角度 および配列面 P 1 と射出側光軸 A X 2 とのなす角度 が設定されている。そのため、0 次反射光 N が瞳輝度分布へ与える悪影響、典型的には光軸 A X 2 近傍の位置に光スポットを形成することを防止することができる。

【 0 0 3 2 】

( 第 2 の実施形態 )

次に、本発明の第 2 の実施形態を図 5 に従って説明する。なお、第 2 の実施形態は、露光光源 1 2 と反射光学系 2 3 との間に配置される光学素子が第 1 の実施形態と異なっている。したがって、以下の説明においては、第 1 の実施形態と相違する部分について主に説明するものとし、第 1 の実施形態と同一又は相当する部材構成には同一符号を付して重複説明を省略するものとする。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 3 】

図5に示すように、露光光源12と反射光学系23との間には、光軸AX1に沿って配置された一对の角錐台アキシコン対50が設けられ、該角錐台アキシコン対50は、露光光源12側に配置される第1プリズム部材51と、反射光学系23側に配置される第2プリズム部材52とから構成されている。第1プリズム部材51において、露光光源12側には露光光ELの光軸と直交する平面が形成されると共に、反射光学系23側には凹状の屈折面51aが形成されている。この屈折面51aは、露光光ELの光軸と直交する平面状の中央部と、光軸を中心とする四角錐体の側面に対応する周辺角錐部とから構成されている。

## 【 0 0 3 4 】

また、第2プリズム部材52において、反射光学系23側には露光光ELの光軸と直交する平面が形成されると共に、第1プリズム部材51側には該第1プリズム部材51の屈折面51aの形状に対応する凸状の屈折面52aが形成されている。この屈折面52aは、露光光ELの光軸と直交する平面状の中央部と、光軸を中心とする四角錐体の側面に対応する周辺角錐部とから構成されている。

## 【 0 0 3 5 】

そして、露光光ELの光路内において各プリズム部材51, 52を所定間隔hだけ間隔を空けた状態でそれぞれ配置した場合、露光光源12から角錐台アキシコン対50に入射した露光光ELは、複数の光束に分岐される。なお、所定間隔hは、各光束の進行方向に可動マルチミラー22の有効領域25がそれぞれ位置するように調整されている。そのため、角錐台アキシコン対50によって複数に分岐された光束は、アレイ状に配列された可動マルチミラー22の有効領域25にてコンデンサ光学系26側にそれぞれ反射される。

## 【 0 0 3 6 】

なお、本実施形態では、複数の可動マルチミラー22のうちの可動マルチミラー22aが配置される第1位置と、別の可動マルチミラー22cが配置される第2位置とが、露光光源12から出力される光の光路の軸である入射側光軸AX1を挟んでいる構成と見なすことができる。また、角錐台アキシコン対(光束分岐部)50が光軸AX1を含む面(図中XY平面)で光束を分岐する構成とみなすことができる。

## 【 0 0 3 7 】

したがって、本実施形態では、上記第1の実施形態における(1)~(3)の効果に加えて以下に示す効果を得ることができる。

(4)角錐台アキシコン対50によって複数に分岐された各光束の進行方向には、可動マルチミラー22の有効領域25がそれぞれ位置している。そのため、反射光学系23における可動マルチミラー22の非配置位置及び可動マルチミラー22のうち有効領域25以外の部分には、露光光ELがほとんど入射しない。したがって、反射光学系23での光量ロスを低減できる。また、反射光学系23における可動マルチミラー22の非配置位置及び可動マルチミラー22のうち有効領域25以外の部分が露光光ELによって照射されることに基づく温度上昇に伴う可動マルチミラー22の劣化の促進を規制できる。

## 【 0 0 3 8 】

(5)光束分岐部と見なすことができる角錐台アキシコン対50と各可動マルチミラー22a, 22b, 22cとの間の光路中にパワー(焦点距離の逆数)を有する光学部材が配置されていないため、各可動マルチミラーの要素ミラーには平行光束と見なすことのできる光束が入射するため、面P2での瞳輝度分布の制御性を向上させることができる。

## 【 0 0 3 9 】

一方、もし仮に要素ミラー33に入射する光束が角度分布を持つ場合には、コンデンサ光学系26を介した要素ミラー33からの露光光ELにより面P2に形成される光スポットが広がる。そのため、本実施形態の場合に比して、瞳輝度分布の制御性が困難になる。

## 【 0 0 4 0 】

(第3の実施形態)

次に、本発明の第3の実施形態を図6に従って説明する。なお、第3の実施形態は、露

10

20

30

40

50



露光光 E L を複数の光路に分岐するための光学素子が第 2 の実施形態と異なっている。したがって、以下の説明においては、上記各実施形態と相違する部分について主に説明するものとし、上記各実施形態と同一又は相当する部材構成には同一符号を付して重複説明を省略するものとする。

【 0 0 4 1 】

図 6 に示すように、露光光源 1 2 と反射光学系 2 3 との間には、複数極照明用（例えば 4 極照明用）の回折光学素子 5 5 が設けられている。この回折光学素子 5 5 は、透過型の回折光学素子であって、透明な基板に露光光 E L の波長程度のピッチ毎に段差を形成することにより構成されている。例えば、本実施形態の回折光学素子 5 5 として、米国特許第 5, 8 5 0, 3 0 0 号公報に開示されるものを用いることができる。ここでは、米国特許第 5, 8 5 0, 3 0 0 号公報を参照として援用する。

10

【 0 0 4 2 】

そして、回折光学素子 5 5 は、平行な露光光 E L が入射された場合に、該露光光 E L を複数（例えば 4 つ）の光束に分岐するようになっている。その結果、反射光学系 2 3 には、複数極（例えば 4 極）の照射領域が形成される。なお、回折光学素子 5 5 は、入射した露光光 E L を分岐することにより形成された各光束内に可動マルチミラー 2 2 の有効領域 2 5 がそれぞれ位置するように、その配置態様が調整されている。

【 0 0 4 3 】

また、回折光学素子 5 5 は、所定距離だけ離れた複数の領域のそれぞれにほぼ均一な照射領域を形成するために、回折光学素子 5 5 の面内で複数の波面分割領域を持っている。ここで、複数の波面分割領域のうちの第 1 の組に属する波面分割領域は、複数極の照射領域のうちの第 1 の照射領域に向けて露光光 E L を射出する。それにより、第 1 の照射領域は、第 1 の組に属する複数の波面分割領域を介した複数の光束により重畳的に照射され、その内部の照度分布が均一な照度分布となる。

20

【 0 0 4 4 】

同様に、複数の波面分割領域のうちの第 1 の組とは異なる第 2 の組に属する波面分割領域は、複数の照射領域のうちの第 1 の照射領域とは異なる第 2 の照射領域に向けて露光光 E L を射出する。それにより、第 2 の照射領域は、第 2 の組に属する複数の波面分割領域を介した複数の光束により重畳的に照射され、その内部の照度分布が均一な照度分布となる。

30

【 0 0 4 5 】

したがって、本実施形態では、上記第 2 の実施形態における（ 1 ）～（ 5 ）の効果に加えて以下に示す効果を得ることができる。

（ 6 ）回折光学素子 5 5 が光強度分布を均一化しているため、露光光源 1 2 から出力された露光光 E L の断面内の強度分布が不均一でも、複数の可動マルチミラー 2 2 には均一な強度分布の露光光 E L がそれぞれ照射される。このため、面 P 2 に形成される瞳輝度分布の制御性を向上することができる。

【 0 0 4 6 】

一方、もし仮に複数の可動マルチミラー 2 2 が不均一な強度分布の光で照射される場合には、この強度分布の不均一性が瞳輝度分布に影響を与えるため、この不均一性を考慮して可動マルチミラー 2 2 の各要素ミラーを制御することになる。よって、本実施形態の場合に比して、その制御が複雑となる。

40

【 0 0 4 7 】

（ 第 4 の実施形態 ）

次に、本発明の第 4 の実施形態を図 7 に従って説明する。なお、第 4 の実施形態は、露光光 E L を複数の光路に分岐するための光学素子が第 2 及び第 3 の各実施形態と異なっている。したがって、以下の説明においては、上記各実施形態と相違する部分について主に説明するものとし、上記各実施形態と同一又は相当する部材構成には同一符号を付して重複説明を省略するものとする。

【 0 0 4 8 】

50

図7に示すように、露光光源12と反射光学系23との間には、フライアイレンズ60が設けられており、該フライアイレンズ60は、複数(図7では4つのみ図示)のレンズエレメント61を二次元的に配列して構成されている。また、フライアイレンズ60と反射光学系23との間には、リレー光学系18Aが配設されており、該リレー光学系18Aは、フライアイレンズ60にて分岐された複数の光束を各可動マルチミラー22の有効領域25にてそれぞれ再結像させるようになっている。

【0049】

なお、本実施形態の反射光学系23において、各可動マルチミラー22は、フライアイレンズ60の各レンズエレメント61と位置的に対応するようにそれぞれ配列されている。例えば、X方向に4つ配列されてなるフライアイレンズ60を用いた場合、反射光学系23は、4つの可動マルチミラー22がX方向に沿って配列された構成となる。このように構成することにより、上記第2及び第3の各実施形態と同様の作用効果を得ることができる。

10

【0050】

また、各可動マルチミラー22に入射した露光光ELは、その大部分がコンデンサ光学系26側に反射されるものの、残りの一部(以下、「戻り光」という。)がフライアイレンズ60側に反射してしまうことがある。このような戻り光は、反射光学系23とフライアイレンズ60との間に配置されたリレー光学系18Aによってフライアイレンズ60への入射が規制される。そのため、フライアイレンズ60の像面に形成される多数の光源像が戻り光により乱されてしまうことを抑制できる。このようにリレー光学系18Aは、各可動マルチミラー22からの戻り光の光束分岐部への入射を規制する規制部材と見なすことができる。

20

【0051】

(第5の実施形態)

次に、本発明の第5の実施形態を図8に従って説明する。なお、第5の実施形態は、反射光学系23を構成する各可動マルチミラー22のうち一部の可動マルチミラー22にのみ露光光ELを照射させる点が第1の実施形態と異なっている。したがって、以下の説明においては、第1の実施形態と相違する部分について主に説明するものとし、第1の実施形態と同一又は相当する部材構成には同一符号を付して重複説明を省略するものとする。

【0052】

図8に示すように、本実施形態の照明光学装置13には、反射光学系23をX方向に沿って移動させるための移動機構65が設けられている。また、反射光学系23は、複数(図8では5つのみ図示)の可動マルチミラー22がX方向に沿って配置されている。これら各可動マルチミラー22のうち一部の可動マルチミラー22(例えば2つの可動マルチミラー22)には、露光光源12から出力された露光光ELが入射される一方、残りの可動マルチミラー22には、露光光ELが入射されない。

30

【0053】

そして、露光光ELが入射される可動マルチミラー22の特性の経時変化(例えば反射膜の劣化や要素ミラー33の駆動部35の劣化)に基づき、ウエハWにパターン像を照射するための露光光ELの強度が低下し始めたり、ウエハW上での瞳輝度分布が乱れ始めたりした場合は、移動機構65を駆動させることにより、今まで露光光ELが入射されていない可動マルチミラー22に対して露光光ELを入射させるようにする。

40

【0054】

例えば、モニタしている露光量センサSE1の出力が低下したような場合や、瞳輝度分布検出部SE2により計測された瞳輝度分布の目標値からのずれが許容範囲から外れたような場合には、制御部66が移動機構65に対して可動マルチミラー22の交換を促す旨の制御信号を出力する。

【0055】

このように、本実施形態の露光装置11は、露光装置11の駆動を一時停止させることなく、露光光源12から出力された露光光ELが入射される可動マルチミラー22を変更

50

することができる。したがって、露光光源 1 2 から出力される露光光 E L の光路内に可動マルチミラー 2 2 が配置された場合であっても、露光光源 1 2 の高出力化による半導体素子の製造効率の向上に貢献できる。

【 0 0 5 6 】

なお、上記各実施形態は以下のような別の実施形態に変更してもよい。

・各実施形態において、反射光学系 2 3 は、3 種類以上の複数種類の可動マルチミラー 2 2 , 2 2 A , 2 2 B から構成されたものであってもよい。例えば、反射光学系 2 3 は、第 1 の可動マルチミラー 2 2 A 及び第 2 の可動マルチミラー 2 2 B に加え、第 1 の軸 S 1 及び第 2 の軸 S 2 と交差する第 3 の軸（例えば X 方向に延びる軸）を中心に回転する要素ミラー 3 3 からなる第 3 の可動マルチミラーを備えた構成であってもよい。

10

【 0 0 5 7 】

・各実施形態において、第 1 の可動マルチミラー 2 2 A は、第 1 の軸 S 1 と平行な軸を中心に回転可能な要素ミラー 3 3 を備えたものであってもよい。同様に、第 2 の可動マルチミラー 2 2 B は、第 2 の軸 S 2 と平行な軸を中心に回転可能な要素ミラー 3 3 を備えたものであってもよい。

【 0 0 5 8 】

・各実施形態において、第 1 の軸 S 1 は、要素ミラー 3 3 の対角線に沿って延びるものではなく、例えば X 方向に沿って延びる軸であってもよい。この場合、第 2 の軸 S 2 は、Y 方向に沿って延びる軸であることが望ましい。

【 0 0 5 9 】

・各実施形態において、反射光学系 2 3 は、一種類の可動マルチミラー 2 2（例えば第 1 の可動マルチミラー 2 2 A）からなるものであってもよい。

・第 5 の実施形態において、露光光 E L が入射する可動マルチミラー 2 2 を、予め設定された所定時間毎に変更するようにしてもよい。

20

【 0 0 6 0 】

・第 5 の実施形態において、露光光 E L が入射する可動マルチミラー 2 2 の数は、2 つ以外の任意数（例えば 1 つや 3 つ）であってもよい。

・第 5 の実施形態において、露光光 E L が入射する可動マルチミラー 2 2 を変更する場合、露光光 E L が入射する各可動マルチミラー 2 2 のうち少なくとも一つだけ変更するようにしてもよい。

30

【 0 0 6 1 】

・各実施形態において、可動マルチミラー 2 2 は、互いに直交した軸を中心として回転する（傾斜の自由度が 2 自由度である）要素ミラー 3 3 を備えるものであってもよい。このような空間光変調部材としては、例えば特表平 1 0 - 5 0 3 3 0 0 号公報及びこれに対応する欧州特許公開第 7 7 9 5 3 0 号公報、特開 2 0 0 4 - 7 8 1 3 6 号公報及びこれに対応する米国特許第 6, 9 0 0, 9 1 5 号公報、特表 2 0 0 6 - 5 2 4 3 4 9 号公報及びこれに対応する米国特許第 7, 0 9 5, 5 4 6 号公報、並びに特開 2 0 0 6 - 1 1 3 4 3 7 号公報に開示される空間光変調部材を用いることができる。ここでは、欧州特許公開第 7 7 9 5 3 0 号公報、米国特許第 6, 9 0 0, 9 1 5 号公報及び米国特許第 7, 0 9 5, 5 4 6 号公報を参照として援用する。

40

【 0 0 6 2 】

・各実施形態において、可動マルチミラー 2 2 は、二次元的に配列された複数の要素ミラーの向き（傾き）を個別に制御可能なものであったが、例えば二次元的に配列された複数の反射面の高さ（位置）を個別に制御可能な空間光変調部材を用いることもできる。このような空間光変調部材としては、例えば特開平 6 - 2 8 1 8 6 9 号公報及びこれに対応する米国特許第 5, 3 1 2, 5 1 3 号公報、並びに特表 2 0 0 4 - 5 2 0 6 1 8 号公報及びこれに対応する米国特許第 6, 8 8 5, 4 9 3 号公報の図 1 d に開示される空間光変調部材を用いることができる。これらの空間光変調部材では、二次元的な高さ分布を形成することで回折面と同様の作用を入射光に与えることができる。ここでは、米国特許第 5, 3 1 2, 5 1 3 号公報及び米国特許第 6, 8 8 5, 4 9 3 号公報を参照として援用する。

50

## 【 0 0 6 3 】

・各実施形態において、可動マルチミラー 2 2 を、例えば特表 2 0 0 6 - 5 1 3 4 4 2 号公報及びこれに対応する米国特許第 6 , 8 9 1 , 6 5 5 号公報や、特表 2 0 0 5 - 5 2 4 1 1 2 号公報及びこれに対応する米国特許公開第 2 0 0 5 / 0 0 9 5 7 4 9 号公報の開示に従って変形してもよい。ここでは、米国特許第 6 , 8 9 1 , 6 5 5 号公報及び米国特許公開第 2 0 0 5 / 0 0 9 5 7 4 9 号公報を参照として援用する。

## 【 0 0 6 4 】

・各実施形態において、露光装置 1 1 は、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またはマスクを製造するために、マザーレチクルからガラス基板やシリコンウエハなどへ回路パターンを転写する露光装置であってもよい。また、露光装置 1 1 は、液晶表示素子(LCD)などを含むディスプレイの製造に用いられてデバイスパターンをガラスプレート上へ転写する露光装置、薄膜磁気ヘッド等の製造に用いられて、デバイスパターンをセラミックウエハ等へ転写する露光装置、及びCCD等の撮像素子の製造に用いられる露光装置などであってもよい。

10

## 【 0 0 6 5 】

・また、上記各実施形態の照明光学装置 1 3 は、被照射物体と基板とが相対移動した状態で被照射物体のパターンを基板へ転写し、基板を順次ステップ移動させるスキヤニング・ステッパ、及び被照射物体と基板とが静止した状態で被照射物体のパターンを基板へ転写し、基板を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式のステッパに搭載

20

## 【 0 0 6 6 】

・各実施形態において、露光光源 1 2 は、例えば g 線 ( 4 3 6 nm )、i 線 ( 3 6 5 nm )、KrFエキシマレーザ ( 2 4 8 nm )、F<sub>2</sub>レーザ ( 1 5 7 nm )、Kr<sub>2</sub>レーザ ( 1 4 6 nm )、Ar<sub>2</sub>レーザ ( 1 2 6 nm ) 等を供給可能な露光光源であってもよい。また、露光光源 1 2 は、DFB半導体レーザまたはファイバレーザから発振される赤外域、または可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム ( またはエルビウムとイッテルビウムの双方 ) がドープされたファイバアンプで増幅し、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供給可能な露光光源であってもよい。

## 【 0 0 6 7 】

次に、本発明の実施形態の露光装置 1 1 によるデバイスの製造方法をリソグラフィ工程で使用したマイクロデバイスの製造方法の実施形態について説明する。図 9 は、マイクロデバイス ( IC や L S I 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を示す図である。

30

## 【 0 0 6 8 】

まず、ステップ S 1 0 1 ( 設計ステップ ) において、マイクロデバイスの機能・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 S 1 0 2 ( 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 ( レチクル R など ) を製作する。一方、ステップ S 1 0 3 ( 基板製造ステップ ) において、シリコン、ガラス、セラミックス等の材料を用いて基板 ( シリコン材料を用いた場合にはウエハ W となる。 ) を製造する。

40

## 【 0 0 6 9 】

次に、ステップ S 1 0 4 ( 基板処理ステップ ) において、ステップ S 1 0 1 ~ ステップ S 1 0 4 で用意したマスクと基板を使用して、後述するように、リソグラフィ技術等によって基板上に実際の回路等を形成する。次いで、ステップ S 1 0 5 ( デバイス組立ステップ ) において、ステップ S 1 0 4 で処理された基板を用いてデバイス組立を行う。このステップ S 1 0 5 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。最後に、ステップ S 1 0 6 ( 検査ステップ ) において、ステップ S 1 0 5 で作製されたマイクロデバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行う。こうした工程を経た後にマイクロデバイスが完成し、これが出荷

50

される。

【0070】

図10は、半導体デバイスの場合におけるステップS104の詳細工程の一例を示す図である。

ステップS111(酸化ステップ)においては、基板の表面を酸化させる。ステップS112(CVDステップ)においては、基板表面に絶縁膜を形成する。ステップS113(電極形成ステップ)においては、基板上に電極を蒸着によって形成する。ステップS114(イオン打込みステップ)においては、基板にイオンを打ち込む。以上のステップS111~ステップS114のそれぞれは、基板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。

10

【0071】

基板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S115(レジスト形成ステップ)において、基板に感光性材料を塗布する。引き続き、ステップS116(露光ステップ)において、上で説明したリソグラフィシステム(露光装置11)によってマスクの回路パターンを基板に転写する。次に、ステップS117(現像ステップ)において、ステップS116にて露光された基板を現像して、基板の表面に回路パターンからなるマスク層を形成する。さらに続いて、ステップS118(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S119(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感光性材料を取り除く。すなわち、ステップS118及びステップS119において、マスク層を介して基板の表面を加工する。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って、基板上に多重に回路パターンが形成される。

20

【0072】

以上説明した実施形態は、本発明の理解を容易にするために記載されたものであって、本発明を限定するために記載されたものではない。したがって、上記の実施形態に開示された各要素は、本発明の技術的範囲に属する全ての設計変更や均等物をも含む趣旨である。また、上記実施形態の各構成要素等は、いずれの組み合わせ等も可能とすることができる。

【図面の簡単な説明】

30

【0073】

【図1】第1の実施形態における露光装置を示す概略構成図。

【図2】第1の実施形態における可動マルチミラーを示す概略斜視図。

【図3】可動マルチミラーを構成する要素ミラーの配列態様を示す概略斜視図。

【図4】要素ミラーを駆動させる駆動部の構成を示す概略斜視図。

【図5】第2の実施形態における照明光学装置の一部を示す概略構成図。

【図6】第3の実施形態における照明光学装置の一部を示す概略構成図。

【図7】第4の実施形態における照明光学装置の一部を示す概略構成図。

【図8】第5の実施形態における照明光学装置の一部を示す概略構成図。

【図9】デバイスの製造例のフローチャート。

40

【図10】半導体デバイスの場合の基板処理に関する詳細なフローチャート。

【符号の説明】

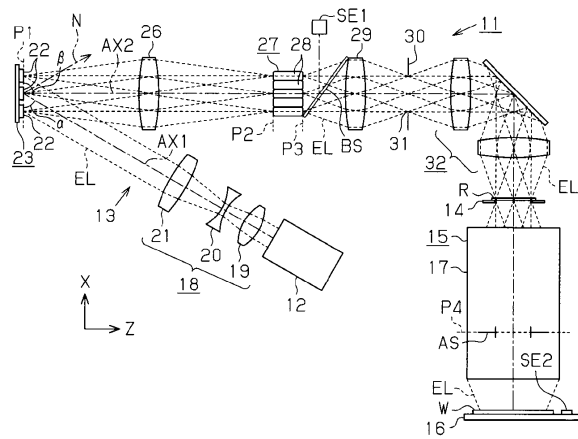
【0074】

11...露光装置、12...露光光源、13...照明光学装置、14...保持機構としてのレチクルステージ、15...投影光学装置、18A...規制部材としてのリレー光学系、22, 22A, 22B...空間光変調部材としての可動マルチミラー、22a...第1空間光変調部材としての可動マルチミラー、22c...第2空間光変調部材としての別の可動マルチミラー、26...分布形成光学系としてのコンデンサ光学系、33...反射光学素子としての要素ミラー、34...反射面、50...光束分岐部としての角錐台アキシコン対、55...光束分岐部としての回折光学素子、60...光束分岐部としてのフライアイレンズ、65...移動機構、

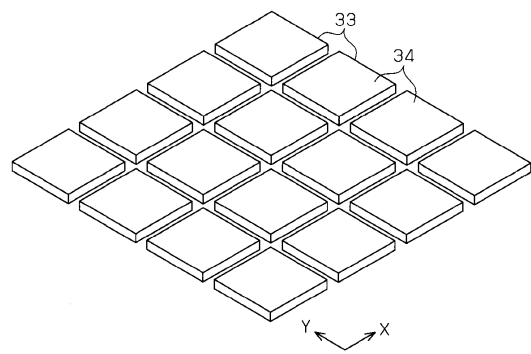
50

6 6 ...制御部、A X 1 , A X 2 ...光軸、E L ...露光光、N ... 0 次光としての 0 次反射光、P 1 ... 配列面、P 2 , P 3 , P 4 ... 面、R ... 被照射物体としてのレチクル、S 1 ... 第 1 の軸、S 2 ... 第 2 の軸、S E 1 ... 光強度検出部としての露光量センサ、S E 2 ... 光強度分布検出部としての瞳輝度分布検出部、W ... 基板としてのウエハ。

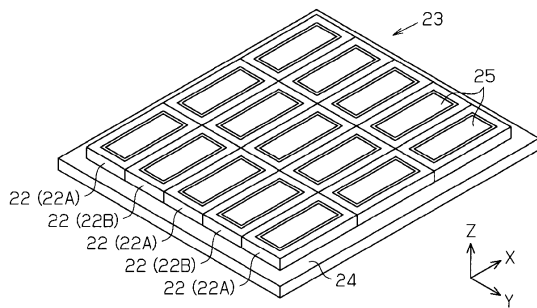
【 図 1 】



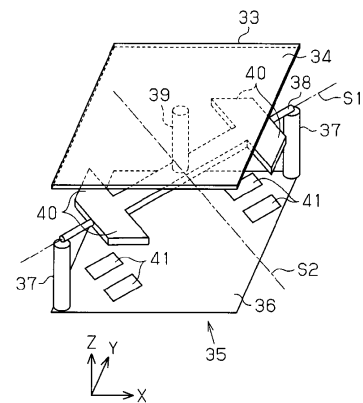
【 図 3 】



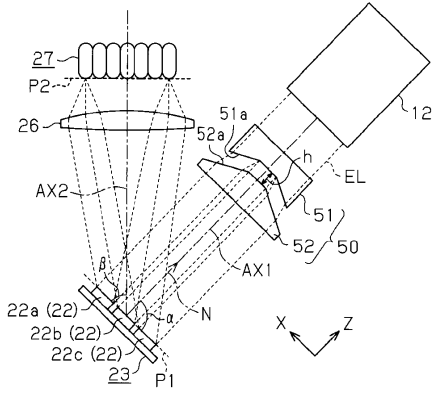
【 図 2 】



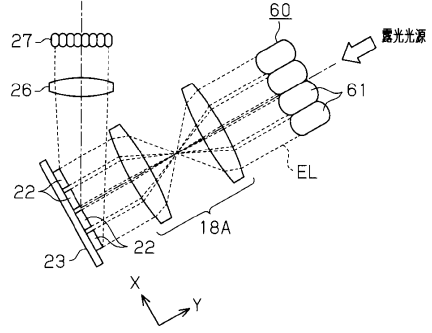
【 図 4 】



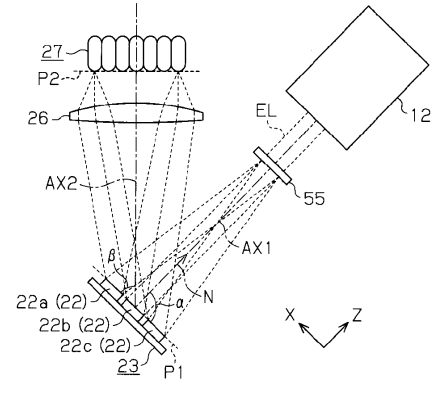
【図5】



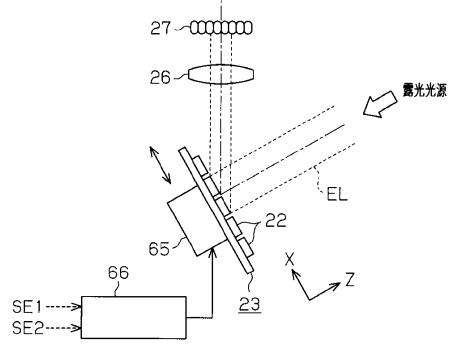
【図7】



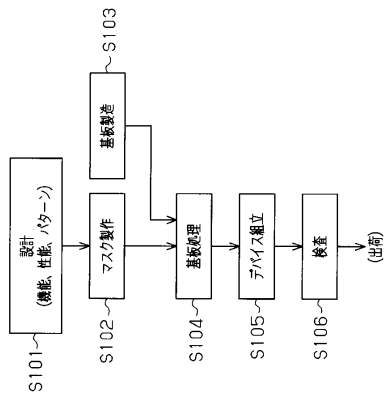
【図6】



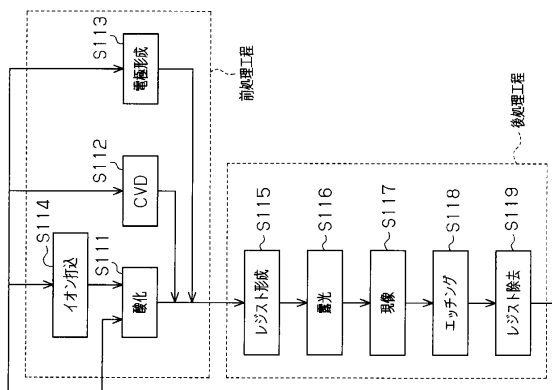
【図8】



【図9】



【図10】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<b>G 0 2 B</b>	<b>5/08</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	13/00	
<b>G 0 2 B</b>	<b>5/04</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	5/08	B
<b>G 0 2 B</b>	<b>3/00</b>	<b>(2006.01)</b>	G 0 2 B	5/04	B
			G 0 2 B	3/00	A

(56)参考文献 特開2007-150295(JP,A)  
 特開2006-284740(JP,A)  
 特開2005-243870(JP,A)  
 特開2002-353105(JP,A)  
 特開2007-227918(JP,A)  
 国際公開第2006/085626(WO,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 1 L 2 1 / 0 2 7  
 G 0 3 F 7 / 2 0 - 7 / 2 4  
 G 0 2 B 5 / 0 0 - 5 / 1 3 6  
 9 / 0 0 - 2 1 / 3 6  
 2 5 / 0 0 - 2 5 / 0 4