

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-14765

(P2010-14765A)

(43) 公開日 平成22年1月21日(2010.1.21)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
G02B 17/08 (2006.01)	G02B 17/08	2H087
H01L 21/027 (2006.01)	H01L 21/30 515D	2H097
G03F 7/20 (2006.01)	G03F 7/20 501	5F046

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号	特願2008-172004 (P2008-172004)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成20年7月1日(2008.7.1)		株式会社ニコン
			東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
		(74) 代理人	100095256
			弁理士 山口 孝雄
		(72) 発明者	竹中 修二
			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
		Fターム(参考)	2H087 KA21 LA01 NA04 RA05 RA12
			RA13 RA32 TA01
			2H097 AB07 GB03
			5F046 BA05 CB03 CB12 CB25

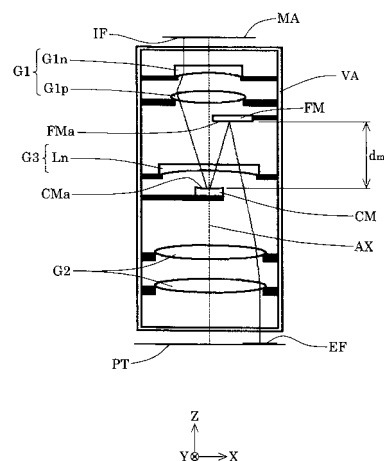
(54) 【発明の名称】 投影光学系、露光装置、およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 レンズ枚数等を抑えたコンパクトな構成を有し、組立て調整を容易に行うことのできる反射屈折型の投影光学系。

【解決手段】 第1面(MA)の第1領域(IF)の像を第2面(PT)の第2領域(EF)に形成する反射屈折型の投影光学系は、正の屈折力を有する第1レンズ群(G1)と、第1レンズ群を介した第1領域からの光を第1面側に反射する曲面状の反射面(CMa)と、曲面状の反射面が反射した光を第2面側に反射する平面状の反射面(FMa)と、正の屈折力を有し、平面状の反射面が反射した光を第2領域に集光する第2レンズ群(G2)とを備えている。第1レンズ群、第2レンズ群及び曲面状の反射面は直線状の1本の光軸(AX)に沿って共軸に配置され、平面状の反射面は光軸に対して偏心配置されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 面の第 1 領域の像を第 2 面の第 2 領域に形成する反射屈折型の投影光学系において、
正の屈折力を有する第 1 レンズ群と、

前記第 1 レンズ群を介した前記第 1 領域からの光を前記第 1 面側に反射する曲面状の反射面と、

前記曲面状の反射面が反射した光を前記第 2 面側に反射する平面状の反射面と、

正の屈折力を有し、前記平面状の反射面が反射した光を前記第 2 領域に集光する第 2 レンズ群とを備え、

前記第 1 レンズ群、前記第 2 レンズ群及び前記曲面状の反射面は、直線状の 1 本の光軸に沿って共軸に配置され、

前記平面状の反射面は、前記 1 本の光軸に対して偏心配置されていることを特徴とする投影光学系。

【請求項 2】

前記曲面状の反射面は、前記第 1 面側に凹面状の反射面であることを特徴とする請求項 1 に記載の投影光学系。

【請求項 3】

前記第 1 領域の拡大像を前記第 2 領域に形成することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の投影光学系。

【請求項 4】

前記平面状の反射面は、前記 1 本の光軸に対して垂直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 項に記載の投影光学系。

【請求項 5】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f とし、前記曲面状の反射面と前記平面状の反射面との間の前記 1 本の光軸に沿った距離を d_m とするとき、

$$0.7 < d_m / f < 1$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 6】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f とし、前記曲面状の反射面と前記平面状の反射面との間の前記 1 本の光軸に沿った距離を d_m とするとき、

$$0.9 < d_m / f < 1$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 7】

前記第 1 レンズ群は、前記第 1 領域からの光の入射順に、負レンズ群と正レンズ群とを備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 8】

前記第 1 レンズ群の焦点距離を f とし、前記負レンズ群の焦点距離を f_1 とし、前記正レンズ群の焦点距離を f_2 とするとき、

$$0.5 < (|f_1| / f_2) / (f / (f - f_2)) < 1$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 7 に記載の投影光学系。

【請求項 9】

前記曲面状の反射面と前記平面状の反射面との間で前記 1 本の光軸に沿って前記曲面状の反射面と共軸に配置され、前記曲面状の反射面側の端部に負レンズを有する第 3 レンズ群を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 10】

前記負レンズは、前記曲面状の反射面の近傍に配置されることを特徴とする請求項 9 に記載の投影光学系。

【請求項 11】

前記第 1 領域からの光は前記負レンズを介して前記曲面状の反射面に入射し、該曲面状の反射面によって反射された光は前記負レンズを介して前記平面状の反射面に入射し、該平

10

20

30

40

50

面状の反射面によって反射された光は前記負レンズを介して前記第 2 レンズ群に入射することを特徴とする請求項 9 または 10 に記載の投影光学系。

【請求項 12】

前記平面状の反射面は、平面反射鏡の反射面であることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 13】

前記平面状の反射面は、前記第 1 レンズ群の 1 つの光学面に形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 11 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 14】

前記平面状の反射面は、前記第 1 レンズ群における前記第 2 面側の端部の光学面に形成されていることを特徴とする請求項 13 に記載の投影光学系。

10

【請求項 15】

前記第 1 領域および前記第 2 領域は、前記 1 本の光軸から間隔を隔てていることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 16】

マスクステージに載置されたマスクのパターンの像を基板ステージに載置された感光性基板に転写する露光装置において、

請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の投影光学系を備え、

前記マスクステージは、前記パターンを前記第 1 面に配置し、

前記基板ステージは、前記感光性基板を前記第 2 面に配置することを特徴とする露光装置。

20

【請求項 17】

前記投影光学系は、前記マスクステージにより前記第 1 面に沿って所定方向に移動される前記マスクのパターンの像を、前記基板ステージにより前記第 2 面に沿って移動される前記感光性基板に形成することを特徴とする請求項 16 に記載の露光装置。

【請求項 18】

前記投影光学系は、前記所定方向と交差する方向に沿って複数配置されたことを特徴とする請求項 16 または 17 に記載の露光装置。

【請求項 19】

請求項 16 乃至 18 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて、前記パターンを前記感光性基板に転写する露光工程と、

30

前記パターンが転写された前記感光性基板を現像し、前記パターンに対応する形状の転写パターン層を前記感光性基板に形成する現像工程と、

前記転写パターン層を介して前記感光性基板を加工する加工工程とを含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば感光性基板にパターンを転写する走査型の露光装置に好適な投影光学系に関する。

40

【背景技術】

【0002】

テレビ等の表示装置として、液晶表示パネルが多用されている。液晶表示パネルは、プレート上に透明薄膜電極をフォトリソグラフィの手法でパターンニングすることにより製造される。このフォトリソグラフィ工程においてマスクのパターンをプレートに投影露光する装置として、例えばマルチレンズ方式の走査型の露光装置（以下、「マルチ走査型の露光装置」と呼ぶ。）が使用される。マルチ走査型の露光装置では、複数の投影光学系に対してマスクおよびプレート（感光性基板）を相対移動させつつ、マスクのパターンをプレートに投影露光する。

【0003】

50

近年、液晶表示パネルの大型化に伴い、プレートおよびマスクがともに大型化する傾向がある。マスクは高価であり、大型化によりコストが増大する。そこで、マスクの大型化を回避するために、拡大倍率を有する複数の投影光学系を用いてマスクのパターン像をプレート上に拡大投影するマルチ走査型の露光装置が提案されている（例えば、特許文献１を参照）。

【０００４】

【特許文献１】特開２００７－２８６５８０号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

この場合、投影光学系として屈折光学系を用いると、収差補正のためにレンズ枚数、光学系の全長、光学系の径の増大を抑えることが困難である。一方、投影光学系として反射屈折光学系を用いると、レンズ枚数等を抑えたコンパクトな構成で収差を補正することができるものの、例えば特開２００４－２７１５５２号公報の図２に示すように、少なくとも１つの曲面反射鏡が光軸に対して偏心配置される。その結果、反射屈折型の投影光学系では、光軸に対して偏心配置される光学部材の位置決めが困難であり、ひいては光学系の組立て調整が困難である。

【０００６】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、レンズ枚数等を抑えたコンパクトな構成を有し、組立て調整を容易に行うことのできる反射屈折型の投影光学系、露光装置、デバイス製造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】

【０００７】

前記課題を解決するために、本発明の投影光学系では、第１面の第１領域の像を第２面の第２領域に形成する反射屈折型の投影光学系において、

正の屈折力を有する第１レンズ群と、

前記第１レンズ群を介した前記第１領域からの光を前記第１面側に反射する曲面状の反射面と、

前記曲面状の反射面が反射した光を前記第２面側に反射する平面状の反射面と、

正の屈折力を有し、前記平面状の反射面が反射した光を前記第２領域に集光する第２レンズ群とを備え、

前記第１レンズ群、前記第２レンズ群及び前記曲面状の反射面は、直線状の１本の光軸に沿って共軸に配置され、

前記平面状の反射面は、前記１本の光軸に対して偏心配置されていることを特徴とする。

【０００８】

本発明の露光装置では、マスクステージに載置されたマスクのパターンの像を基板ステージに載置された感光性基板に転写する露光装置において、

本発明にかかる投影光学系を備え、

前記マスクステージは、前記パターンを前記第１面に配置し、

前記基板ステージは、前記感光性基板を前記第２面に配置することを特徴とする。

【０００９】

本発明のデバイス製造方法では、本発明にかかる露光装置を用いて、前記パターンを前記感光性基板に転写する露光工程と、

前記パターンが転写された前記感光性基板を現像し、前記パターンに対応する形状の転写パターン層を前記感光性基板に形成する現像工程と、

前記転写パターン層を介して前記感光性基板を加工する加工工程とを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【００１０】

10

20

30

40

50

本発明の投影光学系では、屈折力（またはパワー）を有する光学部材が直線状の1本の光軸に沿って共軸に配置されるので、光学系の組立て調整が容易であり、偏心収差の発生を良好に抑えることができる。また、本発明の投影光学系は反射屈折光学系の形態を有するので、レンズ枚数等を抑えたコンパクトな構成で収差を良好に補正することができる。すなわち、本発明では、レンズ枚数等を抑えたコンパクトな構成を有し、組立て調整を容易に行うことのできる反射屈折型の投影光学系を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

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。本実施形態では、図1に示すように、複数（例示的に4つ）の投影光学系PL1, PL2, PL3, PL4に対してマスクMAおよびプレート（感光性基板）PTを相対移動させつつマスクMAのパターンをプレートPTに投影露光するマルチ走査型の露光装置100に対して本発明を適用している。

10

【0012】

本実施形態の露光装置100は、光源からの照明光でマスクMAのパターンを照明する照明装置IUと、マスクMAを保持して移動するマスクステージMST（図1では参照符号だけを示す）と、マスクMAのパターンの拡大像をプレートPT上に投影する投影光学装置PLSと、プレートPTを保持して移動する基板ステージPSTと、マスクステージMST及び基板ステージPSTを駆動するリニアモータ等を含むステージ駆動機構DRと、ステージ駆動機構DR等の動作を統括的に制御する主制御系CRとを備えている。

20

【0013】

プレートPTは、一例として、液晶表示素子製造用のフォトリソ（感光材料）が塗布された1.9×2.2m角、2.2×2.4m角、2.4×2.8m角、又は2.8×3.2m角程度の矩形状で平板状のガラスプレートである。また、プレートPTの表面（感光面）は、一例として、マスクMAのパターンがそれぞれ転写される2つのパターン転写領域EP1, EP2に区分して主制御系CRに認識される。

【0014】

以下、説明を容易するために、図1において、基板ステージPSTのガイド面（不図示）に垂直な方向にZ軸を、そのガイド面に平行な面内で走査露光時のプレートPTの走査方向に沿ってX軸を、ガイド面に平行な面内でX軸と直交する非走査方向に沿ってY軸を設定する。また、説明を容易するために、4つの投影光学系PL1~PL4は互いに同じ構成を有し、区別しない場合には参照符号PLで表すものとする。本実施形態では、基板ステージPSTのガイド面は、マスクステージMSTのガイド面（不図示）に平行であり、走査露光時のマスクMAの走査方向はX軸に平行である。また、Z軸に平行な軸回りの回転方向をθz方向とも呼ぶ。

30

【0015】

照明装置IUでは、例えば光源部の4つ（投影光学系と同数）の送光部から、露光用の照明光（露光光）が射出される。露光光として、超高圧水銀ランプの射出光から選択されたi線（波長365nm）の光が使用されている。なお、露光光として、例えばYAGレーザの3倍高調波（波長355nm）よりなるパルス光、超高圧水銀ランプから射出されるg線（波長436nm）、h線（波長405nm）及びi線（波長365nm）の光を含む波長域から選択された波長の光、又はKrF（波長248nm）若しくはArF（波長193nm）等のエキシマレーザ光等も使用可能である。

40

【0016】

4つの送光部から射出された照明光は、対応する4つの部分照明光学系（不図示）を介して、マスクMA上においてY方向に沿って間隔を隔てて一列に配置された4つの台形状の照明領域（照野領域）IF1, IF2, IF3, IF4をほぼ均一に照明する。各部分照明光学系は、例えば、コリメータレンズ、フライアイレンズ、集光レンズ、可変視野絞り、リレー光学系などを備えている。

【0017】

50

マスク M A の照明領域 I F 1 ~ I F 4 からの光は、対応する 4 つの投影光学系 P L 1 ~ P L 4 を介して、プレート P T 上の台形状の露光領域（像野領域又はイメージフィールド）E F 1 , E F 2 , E F 3 , E F 4 を露光する。投影光学系 P L 1 ~ P L 4 は、それぞれマスク M A 側及びプレート P T 側にテレセントリックであり、マスク M A 側からプレート P T 側へ拡大倍率を有する。露光領域 E F 1 ~ E F 4 の形状は、照明領域 I F 1 ~ I F 4 の形状を投影光学系 P L 1 ~ P L 4 の投影倍率で拡大した形状である。投影光学系 P L 1 ~ P L 4 及びこれらに対応する露光領域 E F 1 ~ E F 4 は Y 方向に間隔を隔てて一列に配置されている。

【 0 0 1 8 】

本実施形態では、4 つの投影光学系 P L 1 ~ P L 4 を含んで投影光学装置 P L S が構成され、各投影光学系 P L 1 ~ P L 4 は、それぞれマスク M A 上の照明領域 I F 1 ~ I F 4 内のパターンを共通の拡大倍率 β で拡大した投影像を、プレート P T の表面上の露光領域 E F 1 ~ E F 4 に形成する。投影光学系 P L 1 ~ P L 4 は、マスク M A のパターンの X 方向（走査方向）および Y 方向（非走査方向）に倒立像を、プレート P T 上に形成する。

【 0 0 1 9 】

マスク M A は、マスクホルダ（不図示）を介して、マスクステージ M S T 上に吸着保持されている。マスクステージ M S T 上には X 軸の移動鏡および Y 軸の移動鏡が固定され、これらの移動鏡に対向するように X 軸のレーザ干渉計及び Y 軸のレーザ干渉計よりなるマスク側レーザ干渉計が配置されている。マスク側レーザ干渉計は、マスクステージ M S T の X 方向、Y 方向の位置、及びマスクステージ M S T の θz 方向の回転角を計測し、計測結果を主制御系 C R に供給する。主制御系 C R は、その計測値に基づいてリニアモータ等のステージ駆動機構 D R を介して、マスクステージ M S T の X 方向、Y 方向の位置及び速度、並びに θz 方向の回転角を制御する。

【 0 0 2 0 】

プレート P T は、基板ホルダ（不図示）を介して、基板ステージ P S T 上に吸着保持されている。基板ステージ P S T には X 軸の移動鏡 5 1 X 及び Y 軸の移動鏡 5 1 Y が固定され、X 軸の移動鏡 5 1 X に対向するように計測用レーザビームを X 軸に平行に照射するレーザ干渉計 2 1 X A , 2 1 X B , 2 1 X C 及び補助レーザ干渉計 2 1 X D が配置されている。また、Y 軸の移動鏡 5 1 Y に対向するように、計測用レーザビームを Y 軸に平行に照射するレーザ干渉計 2 1 Y A 及び補助レーザ干渉計 2 1 Y B が配置されている。

【 0 0 2 1 】

X 軸のレーザ干渉計 2 1 X C 及び Y 軸のレーザ干渉計 2 1 Y A によって基板ステージ P S T の X 方向及び Y 方向の位置が計測され、X 軸の両側のレーザ干渉計 2 1 X A , 2 1 X B によって走査露光時の基板ステージ P S T の θz 方向の回転角が計測される。また、Y 軸のレーザ干渉計 2 1 Y A 及び補助レーザ干渉計 2 1 Y B によって、基板ステージ P S T が Y 方向にステップ移動する際の、基板ステージ P S T の θz 方向の回転角が計測される。なお、例えば移動鏡 5 1 X , 5 1 Y の真直度が良好である場合等には、X 軸のレーザ干渉計 2 1 X A ~ 2 1 X D のうちの 2 つのレーザ干渉計（例えば 2 1 X A , 2 1 X B ）を設けるのみでもよく、Y 軸の補助レーザ干渉計 2 1 Y B は省略可能である。

【 0 0 2 2 】

これらのレーザ干渉計 2 1 X A ~ 2 1 X D , 2 1 Y A , 2 1 Y B よりなるプレート側レーザ干渉計の計測値は、主制御系 C R に供給される。主制御系 C R は、その計測値に基づいてリニアモータ等のステージ駆動機構 D R を介して、基板ステージ P S T の X 方向、Y 方向の位置及び速度を制御する。走査露光時には、マスクステージ M S T が X 方向に速度 V / β で駆動されるのに同期して、基板ステージ P S T は X 方向に速度 V で駆動される。投影光学系 P L 1 ~ P L 4 の像は X 方向に倒立像であるため、マスクステージ M S T の走査方向と基板ステージ P S T の走査方向とは X 軸に沿って逆向きになる。また、Y 方向にも倒立像であるため、マスク M A 上のパターンとプレート P T 上に形成されるパターンとは、X 方向および Y 方向に逆向きとなる。

【 0 0 2 3 】

投影光学系 P L 1 ~ P L 4 の近傍には、プレート P T の位置合わせを行うための例えば画像処理方式のオフアクシス型のアライメント系 A L G、並びにマスク M A 及びプレート P T の Z 方向の位置（フォーカス位置）を計測するオートフォーカス系（不図示）が配置されている。そのため、プレート P T 上のパターン転写領域 E P 1 及び E P 2 の近傍には、それぞれ複数のアライメントマーク A M 1 及び A M 2 が形成されている。また、そのオートフォーカス系の計測結果に基づいて、ステージ駆動機構 D R 内の Z 駆動機構を用いて例えばマスクステージ M S T の Z 方向の位置の制御、及び / 又は投影光学系 P L 1 ~ P L 4 の個別のフォーカス機構（不図示）を駆動することによって、投影光学系 P L 1 ~ P L 4 の像面とプレート P T の表面との合焦が行われる。

【 0 0 2 4 】

また、基板ステージ P S T には、投影光学系 P L 1 ~ P L 4 を介して投影されるマスク M A 上の位置計測用マークの像の位置を計測するためのアライメント系として、空間像計測系 5 3 が設置されている。アライメント系 A L G 及び空間像計測系 5 3 の検出信号はアライメント信号処理系（不図示）で処理され、この処理によって得られた被検マークの位置情報が主制御系 C R に供給される。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、本実施形態にかかる投影光学系の基本構成を模式的に示す図である。図 2 を参照すると、本実施形態の投影光学系 P L は、マスク M A のパターン面（第 1 面）の照明領域（第 1 領域）I F のパターンの像をプレート P T の表面（第 2 面）の露光領域（第 2 領域）E F に形成する反射屈折光学系である。投影光学系 P L は、正の屈折力を有する第 1 レンズ群 G 1 と、第 1 レンズ群 G 1 を介した照明領域 I F からの光をマスク M A 側に反射する曲面状の反射面 C M a と、曲面状の反射面 C M a が反射した光をプレート P T 側に反射する平面状の反射面 F M a と、正の屈折力を有し、平面状の反射面 F M a が反射した光を露光領域 E F に集光する第 2 レンズ群 G 2 とを備えている。

【 0 0 2 6 】

第 1 レンズ群 G 1、第 2 レンズ群 G 2 及び曲面状の反射面 C M a（ひいては曲面状の反射面 C M a を有する曲面反射鏡 C M）は直線状の 1 本の光軸 A X に沿って共軸に配置され、平面状の反射面 F M a（ひいては平面状の反射面 F M a を有する平面反射鏡 F M）は光軸 A X に対して偏心配置されている。ここで、偏心配置されているとは、光軸 A X と交差し位置に配置されていることを意味する。なお、曲面状の反射面 C M a は、投影光学系 P L の射出瞳（もしくは入射瞳）と共役な面の近傍に配置されており、この曲面状の反射面 C M a（ひいては曲面状の反射面 C M a が設けられた反射部材）は、開口絞りとして作用する。

【 0 0 2 7 】

本実施形態の投影光学系 P L では、屈折力（またはパワー）を有するすべての光学部材が 1 つの鏡筒 V A 内で直線状の 1 本の光軸 A X に沿って共軸に配置されるので、1 本鏡筒タイプの屈折光学系と同様に光学系の組立て調整が容易であり、偏心収差の発生を良好に抑えることができる。また、本実施形態の投影光学系 P L は反射屈折光学系の形態を有するので、レンズ枚数等を抑えたコンパクトな構成で収差を良好に補正することができる。すなわち、本実施形態では、レンズ枚数等を抑えたコンパクトな構成を有し、組立て調整を容易に行うことのできる反射屈折型の投影光学系を実現することができる。

【 0 0 2 8 】

なお、本実施形態の投影光学系 P L では、平面状の反射面 F M a が光軸 A X に対して偏心配置されるが、反射面 F M a はパワーを有しないため、例えば X 方向に反射面 F M a の位置決め誤差が発生しても、この位置決め誤差に起因して偏心収差が発生することはない。これに対して、例えば第 2 の曲面反射鏡が光軸に対して偏心配置される従来の反射屈折光学系では、パターン面からの光の光路を確保する必要性（光路分離の必要性）から半欠け形状になる第 2 の曲面反射鏡の光軸に対する位置決め（ひいては光学系の組立て調整）が困難であり、第 2 の曲面反射鏡の位置決め誤差に起因して偏心収差が発生し易い。

【 0 0 2 9 】

10

20

30

40

50

後述する各実施例では、曲面状の反射面 C M a は、マスク M A 側に凹面状の反射面である。すなわち、各実施例において、曲面反射鏡 C M は、凹面反射鏡である。また、各実施例において、平面状の反射面 F M a は、光軸 A X に対して垂直に配置されている。また、各実施例において、投影光学系 P L は、マスク M A の台形状の照明領域 I F のパターンの拡大像をプレート P T の台形状の露光領域 E F に形成する。

【0030】

本発明の投影光学系は、1.5～3倍の拡大投影に好適である。すなわち、拡大倍率 β について、次の条件式(1)を満足することが好ましい。

$$1.5 < \beta < 3 \quad (1)$$

【0031】

条件式(1)の上限値を上回ると、第1レンズ群 G 1 の焦点距離が短くなり屈折力が強くなるために、曲面反射鏡 C M への光の入射角が大きくなり、瞳収差や像面湾曲が大きくなる等のデメリットが生じる。逆に、条件式(1)の下限値を下回ると、投影倍率が等倍(1倍)に近くなるので収差補正上は有利になるが、投影像を拡大する効果が抑制される。このため、露光装置 100 においてマスク M A の大型化を抑制する効果が低減される。

【0032】

本実施形態の投影光学系 P L では、第1レンズ群 G 1 の焦点距離を f とし、曲面状の反射面 C M a と平面状の反射面 F M a との間の光軸 A X に沿った距離を d_m とするとき、次の条件式(2)を満足することが好ましい。

$$0.7 < d_m / f < 1 \quad (2)$$

【0033】

条件式(2)の上限値を上回ると、平面状の反射面 F M a から第2レンズ群 G 2 へ向かう光束と曲面反射鏡 C M との干渉を回避することは容易になるが、曲面反射鏡 C M への光の入射角度が大きくなり、瞳収差が大きくなる等のデメリットが生じる。逆に、条件式(2)の下限値を下回ると、曲面反射鏡 C M への光の入射角度が小さくなるので収差補正上は有利になるが、平面状の反射面 F M a から第2レンズ群 G 2 へ向かう光束と曲面反射鏡 C M との干渉を回避することが困難になる。なお、曲面反射鏡 C M の光路干渉を回避しつつ良好な収差補正を行うには、条件式(2)の下限値を 0.9 に設定することがさらに好ましい。

【0034】

また、本実施形態では、第1レンズ群 G 1 は、マスク M A の照明領域 I F からの光の入射順に、負レンズ群 G 1 n と、正レンズ群 G 1 p とを備えていることが好ましい。この構成により、主に像面湾曲の補正が有利になるとともに、平面状の反射面 F M a を含む平面に入射する光線の光軸 A X からの高さを大きくすることができる。その結果、第1レンズ群 G 1 から曲面状の反射面 C M a への入射光束と平面状の反射面 F M a との干渉を回避することが容易となり、ひいては視野(露光領域)を広げ易くなる。また、第1レンズ群 G 1 が光の入射順に負レンズ群 G 1 n と正レンズ群 G 1 p とを備え、いわゆるレトロタイプの配置を採る場合、条件式(2)を満足することにより、第1レンズ群 G 1 のプレート P T 側の面と平面状の反射面 F M a との干渉を回避することが容易になる。

【0035】

第1レンズ群 G 1 が、光の入射順に、負レンズ群 G 1 n と正レンズ群 G 1 p とを備える場合、第1レンズ群 G 1 の焦点距離を f とし、負レンズ群 G 1 n の焦点距離を f_1 とし、正レンズ群 G 1 p の焦点距離を f_2 とするとき、次の条件式(3)を満足することが好ましい。

$$0.5 < (|f_1| / f_2) / (f / (f - f_2)) < 1 \quad (3)$$

【0036】

条件式(3)の上限値を上回ると、負レンズ群 G 1 n の屈折力が弱くなり過ぎて、像面湾曲を良好に補正することが困難になる。また、第1レンズ群 G 1 からの光の光路と平面状の反射面 F M a との分離が困難になって、視野を狭くする必要が生じる。一方、条件式(3)の下限値を下回ると、負レンズ群 G 1 n の屈折力が強くなり過ぎて、像面湾曲、デ

10

20

30

40

50

イストーション（歪曲収差）等の像高に応じた収差が悪化する。その結果、これらの収差を抑えるために負レンズ群 G_{1n} と正レンズ群 G_{1p} との間隔を大きくせざるを得なくなり、投影光学系の全長が大きくなってしまう。

【0037】

また、本実施形態の投影光学系 PL は、曲面状の反射面 C_{Ma} と平面状の反射面 F_{Ma} との間で光軸 AX に沿って曲面状の反射面 C_{Ma} と共軸に配置され、曲面状の反射面 C_{Ma} 側の端部に負レンズ L_n を有する第3レンズ群 G_3 を備えることが好ましい。この構成により、光学系の全体的な屈折力配分を容易に行うことができる。なお、負レンズ L_n を曲面状の反射面 C_{Ma} の近傍に配置することにより、主に色収差の補正および球面収差の補正を有効に行うことができる。

10

【0038】

また、マスク MA の照明領域 IF からの光は負レンズ L_n を介して曲面状の反射面 C_{Ma} に入射し、曲面状の反射面 C_{Ma} によって反射された光は負レンズ L_n を介して平面状の反射面 F_{Ma} に入射し、平面状の反射面 F_{Ma} によって反射された光は負レンズ L_n を介して第2レンズ群 G_2 に入射する。このように、マスク MA の照明領域 IF からの光がプレート PT の露光領域 EF に達するまでに、負レンズ L_n を含む第3レンズ群 G_3 を3回通過するので、第3レンズ群 G_3 を構成する各レンズの屈折力を有効に利用して、光学系全体のレンズ枚数を少なく抑えることが可能になる。

【0039】

以下に示す各実施例において、プレート PT の表面には、図3に示すように、光軸 AX を中心とする半径 R_a の円 3_1 と光軸 AX から $+X$ 方向に距離 R_b だけ間隔を隔てて Y 方向に延びる直線 3_2 とにより規定される有効結像領域 3_3 が確保される。ここで、「有効結像領域」とは、投影光学系 PL の像面において収差が所望の状態に補正された領域を意味している。したがって、照明装置 IU 内の可変視野絞りの作用により、底辺の長さが L_a で、上辺の長さが L_b で、高さが L_c の台形状の露光領域 EF が、有効結像領域 3_3 内に設定される。各実施例では、半径 R_a （すなわち最大像高）が 142 mm であり、距離 R_b が 85 mm であり、底辺の長さ L_a が 226 mm であり、上辺の長さ L_b が 190 mm であり、高さ L_c が 20 mm である。そして、マスク MA のパターン面には、光軸 AX から間隔を隔てた台形状の露光領域 EF に対応するように、光軸 AX から間隔を隔てた台形状の照明領域 IF （不図示）が形成される。

20

30

【0040】

すなわち、図4に示すように、第2投影光学系 PL_2 に対応して、プレート PT の感光面には台形状の露光領域 EF_2 が形成され、マスク MA のパターン面には台形状の照明領域 IF_2 が形成される。同様に、第2投影光学系 PL_2 から Y 方向に間隔を隔てて配置された第3投影光学系 PL_3 に対応して、プレート PT の感光面には台形状の露光領域 EF_3 が形成され、マスク MA のパターン面には台形状の照明領域 IF_3 が形成される。図4では、第2投影光学系 PL_2 および第3投影光学系 PL_3 に対応する露光領域および照明領域だけを示しているが、他の投影光学系 PL_1 、 PL_4 についても同様である。また、図4では、説明の理解を容易にするために、マスク MA と投影光学系 PL とプレート PT とが重なり合わないよう X 方向に沿って互いに位置ずれさせている。

40

【0041】

以下、説明を簡単にするために、各露光領域の形状および大きさは互いに同じであり、各露光領域の一对の斜辺の中点を結ぶ線分と隣り合う2つの露光領域の対向する斜辺の中点を結ぶ線分とは互いに同じ長さ L_d （図3も参照：各実施例では $L_d = 208\text{ mm}$ ）に設定されているものとする。この場合、マスク MA を矢印 MD で示すように $+X$ 方向に移動させ且つプレート PT を矢印 PD で示すように $-X$ 方向に移動させる1回目の走査露光により、例えば第1転写領域 EP_1 の約半分の領域の投影露光が行われる。次いで、プレート PT を Y 方向に距離 L_d だけステップ移動させた後、マスク MA を矢印 MD で示す方向とは逆方向の $-X$ 方向に移動させ且つプレート PT を矢印 PD で示す方向とは逆方向の $+X$ 方向に移動させる2回目の走査露光により、第1転写領域 EP_1 の残りの領域の投影

50

露光が行われる。なお、各露光領域の形状、大きさ、配置などについては、様々な変形例が可能である。以下、各実施例の詳細について説明する。

【 0 0 4 2 】

各実施例において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さを y とし、非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸に沿った距離（サグ量）を z とし、頂点曲率半径を r とし、円錐係数を k とし、 n 次の非球面係数を C_n としたとき、以下の数式（ a ）で表される。後述の表（１）および（２）において、非球面形状に形成されたレンズ面には面番号の右側に＊印を付している。

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + k) \cdot y^2 / r^2\}^{1/2}] + C_4 \cdot y^4 + C_6 \cdot y^6 + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10} + C_{12} \cdot y^{12} + C_{14} \cdot y^{14} \quad (a)$$

10

【 0 0 4 3 】

[第 1 実施例]

図 5 は、本実施形態の第 1 実施例にかかる投影光学系のレンズ構成を示す図である。第 1 実施例の投影光学系 P L において、第 1 レンズ群 G 1 は、マスク M A の台形状の照明領域 I F からの光の入射順に、負レンズ L 1 1 と、3 つの正レンズ L 1 2、L 1 3 および L 1 4 とにより構成されている。第 3 レンズ群 G 3 は、第 1 レンズ群 G 1 からの光の入射順に、正レンズ L 3 1 と、負レンズ L 3 2 とにより構成されている。第 2 レンズ群 G 2 は、第 3 レンズ群 G 3 からの光の入射順に、正レンズ L 2 1 と、負レンズ L 2 2 と、2 つの正レンズ L 2 3 および L 2 4 と、平行平板 L 2 5 とにより構成されている。

20

【 0 0 4 4 】

第 1 実施例では、平面状の反射面 F M a が平面反射鏡 F M の反射面として構成され、曲面状の反射面 C M a が凹面反射鏡 C M の反射面として構成されている。第 1 レンズ群 G 1 において、負レンズ L 1 1 が負レンズ群 G 1 n を構成し、3 つの正レンズ L 1 2、L 1 3 および L 1 4 が正レンズ群 G 1 p を構成している。第 3 レンズ群 G 3 において、負レンズ L 3 2 が、第 3 レンズ群 G 3 の端部において曲面状の反射面 C M a の近傍に配置される負レンズを構成している。また、凹面反射鏡 C M の曲面状の反射面 C M a が、開口絞りとして作用している。

【 0 0 4 5 】

第 1 実施例では、マスク M A の台形状の照明領域 I F からの光が、第 1 レンズ群 G 1 および第 3 レンズ群 G 3 を順次経て凹面反射鏡 C M の曲面状の反射面 C M a によって反射され、第 3 レンズ群 G 3 を経て、平面反射鏡 F M の反射面 F M a によって反射される。平面反射鏡 F M によって反射された光は、第 3 レンズ群 G 3 および第 2 レンズ群 G 2 を順次経た後に、プレート P T の台形状の露光領域 E F に、照明領域 I F 内のパターンの拡大像を形成する。

30

【 0 0 4 6 】

次の表（１）に、第 1 実施例にかかる投影光学系 P L の諸元の値を掲げる。表（１）の主要諸元において、 λ は露光光の中心波長を、 β は投影光学系 P L のマスク M A からプレート P T への投影倍率の大きさ（絶対値）を、N A は像側（プレート P T 側）開口数をそれぞれ表している。また、表（１）の光学部材諸元において、面番号は光の入射側からの面の順序を、 r は各面の曲率半径（非球面の場合には頂点曲率半径：mm）を、 d は各面の軸上間隔すなわち当該面から次の面までの光軸に沿った間隔（mm）を、 n は中心波長に対する媒質の屈折率をそれぞれ示している。なお、面間隔 d および屈折率 n は、反射される度にその符号を変えるものとする。表（１）における表記は、以降の表（２）においても同様である。

40

【 0 0 4 7 】

表（１）

（主要諸元）

$\lambda = 365 \text{ nm}$

$N A = 0.054$

$\beta = 2.5$

50

面番号	r	d	n	光学部材	
物体面	∞	22.35362	1		
1	-874.40638	28.44099	1.4745570	L11	
2*	1260.99850	11.33526	1		
3	481.42856	20.00000	1.4876040	L12	
4	-597.56435	2.20000	1		
5	1602.66850	24.02300	1.4876040	L13	
6	-222.34652	2.00000	1		
7	-612.86436	20.00000	1.4876040	L14	10
8	-252.71098	34.10374	1		
9*	-848.67204	45.00000	1.4745570	L31	
10	-701.51462	96.25879	1		
11	546.14698	31.79490	1.4745570	L32	
12	454.90025	17.46809	1		
13	∞	0.00000	1	(開口絞り)	
14	-466.46853	-17.46809	-1	CM	
15	454.90025	-31.79490	-1.4745570	L32	
16	546.14698	-96.25879	-1		
17	-701.51462	-45.00000	-1.4745570	L31	20
18*	-848.67204	-14.10374	-1		
19	∞	14.10374	1	FM	
20*	-848.67204	45.00000	1.4745570	L31	
21	-701.51462	96.25879	1		
22	546.14698	31.79490	1.4745570	L32	
23	454.90025	105.98173	1		
24	1212.43910	30.00000	1.4745570	L21	
25	17588.05800	3.10848	1		
26	559.22273	38.43000	1.4745570	L22	
27	446.57657	29.81434	1		30
28	-9622.13250	30.00000	1.4745570	L23	
29	-688.51627	2.20000	1		
30	993.96441	41.95512	1.4745570	L24	
31	-641.46139	5.00000	1		
32	∞	50.00000	1.4745570	L25	
33	∞	72.78173	1		

(非球面データ)

2面: $\kappa = 0$

$$\begin{aligned}
 C_4 &= 5.43755 \times 10^{-8} & C_6 &= -6.95046 \times 10^{-13} \\
 C_8 &= 1.02416 \times 10^{-16} & C_{10} &= -4.50830 \times 10^{-20} \\
 C_{12} &= 8.19138 \times 10^{-24} & C_{14} &= -5.58585 \times 10^{-28}
 \end{aligned}$$

40

9面(18面および20面と同一面): $\kappa = 0$

$$\begin{aligned}
 C_4 &= -1.78231 \times 10^{-9} & C_6 &= 6.32794 \times 10^{-14} \\
 C_8 &= 2.69771 \times 10^{-18} & C_{10} &= -4.84042 \times 10^{-22} \\
 C_{12} &= 5.70771 \times 10^{-26} & C_{14} &= -2.67029 \times 10^{-30}
 \end{aligned}$$

(条件式対応値)

$$d_m = 204.6 \text{ mm}$$

50

$$f = 222.6 \text{ mm}$$

$$f_1 = -1083.4 \text{ mm}$$

$$f_2 = 193.3 \text{ mm}$$

$$(2) d_m / f = 0.92$$

$$(3) (|f_1| / f_2) / (f / (f - f_2)) = 0.74$$

【0048】

図6は、第1実施例の投影光学系における球面収差、像面湾曲、歪曲収差、およびコマ収差を示す図である。収差図において、NAは投影光学系の像側開口数を、Yは像高(mm)を示している。図6の各収差図を参照すると、第1実施例では、台形状の露光領域EFにおいて諸収差が良好に補正されていることがわかる。

10

【0049】

[第2実施例]

図7は、本実施形態の第2実施例にかかる投影光学系のレンズ構成を示す図である。第2実施例の投影光学系PLにおいて、第1レンズ群G1は、マスクMAの台形状の照明領域IFからの光の入射順に、負レンズL11と、3つの正レンズL12、L13およびL14とにより構成されている。第3レンズ群G3は、負レンズL3により構成されている。第2レンズ群G2は、第3レンズ群G3からの光の入射順に、4つの正レンズL21、L22、L23およびL24と、平行平板L25とにより構成されている。

【0050】

第2実施例では、第1実施例と同様に、曲面状の反射面CMAが凹面反射鏡CMの反射面として構成されている。しかしながら、第1実施例とは異なり、平面状の反射面FMAが、第1レンズ群G1中の平凸レンズL14のプレートPT側の光学面のうち、照明領域IFから第3レンズ群G3への光が通過しない領域に形成されている。すなわち、平面状の反射面FMAは、第1レンズ群G1におけるプレートPT側の端部の光学面の所要領域に形成されている。また、第1レンズ群G1において、負レンズL11が負レンズ群G1nを構成し、3つの正レンズL12、L13およびL14が正レンズ群G1pを構成している。さらに、第3レンズ群G3において負レンズL3が曲面状の反射面CMAの近傍に配置される負レンズを構成し、凹面反射鏡CMの曲面状の反射面CMAが開口絞りとして作用している。

20

【0051】

第2実施例では、マスクMAの台形状の照明領域IFからの光が、第1レンズ群G1および第3レンズ群G3を順次経て、凹面反射鏡CMの曲面状の反射面CMAによって反射され、第3レンズ群G3を経て、平凸レンズL14に形成された平面状の反射面FMAによって反射される。平面状の反射面FMAによって反射された光は、第3レンズ群G3および第2レンズ群G2を順次経た後に、プレートPTの台形状の露光領域EFに、照明領域IF内のパターンの拡大像を形成する。次の表(2)に、第2実施例にかかる投影光学系PLの諸元の値を掲げる。

30

【0052】

表(2)

(主要諸元)

$$\lambda = 365 \text{ nm}$$

$$NA = 0.054$$

$$\beta = 2.5$$

40

面番号	r	d	n	光学部材
物体面	∞	28.55310	1	
1	2952.94660	35.00000	1.4745570	L11
2*	234.99689	2.40801	1	
3	219.25957	35.00000	1.4876040	L12
4	-240.21150	2.00000	1	

50

5	-444.98475	33.81802	1.4876040	L13	
6	-207.80207	2.00000	1		
7	291.56632	34.29093	1.4745570	L14	
8	∞	70.35205	1		
9	498.57177	45.00000	1.4745570	L3	
10*	397.41608	41.64697	1		
11	∞	0.00000	1	(開口絞り)	
12	-425.46669	-41.64697	-1	CM	
13*	397.41608	-45.00000	-1.4745570	L3	
14	498.57177	-70.35205	-1		10
15	∞	70.35205	1	FMa	
16	498.57177	45.00000	1.4745570	L3	
17*	397.41608	79.40151	1		
18	-915.85255	45.00000	1.4745570	L21	
19	-472.12562	2.00000	1		
20	-1256.52110	45.00000	1.4745570	L22	
21	-567.94821	11.79928	1		
22	-1925.68268	45.00000	1.4745570	L23	
23	-607.60706	51.85740	1		
24	-2364.28354	40.51970	1.4745570	L24	20
25	-406.90669	5.00000	1		
26	∞	60.00000	1.4745570	L25	
27	∞	65.99999	1		

(非球面データ)

2面: $\kappa = 0$

$$C_4 = 2.53103 \times 10^{-8} \quad C_6 = -9.29832 \times 10^{-13}$$

$$C_8 = 3.93568 \times 10^{-17} \quad C_{10} = -2.23727 \times 10^{-21}$$

$$C_{12} = 7.80917 \times 10^{-25} \quad C_{14} = -8.68391 \times 10^{-29}$$

30

10面(13面および17面と同一面): $\kappa = 0$

$$C_4 = 6.23109 \times 10^{-9} \quad C_6 = -1.56696 \times 10^{-13}$$

$$C_8 = 1.07571 \times 10^{-18} \quad C_{10} = 2.32955 \times 10^{-22}$$

$$C_{12} = -2.64711 \times 10^{-26} \quad C_{14} = 9.34409 \times 10^{-31}$$

(条件式対応値)

$$d_m = 157.0 \text{ mm}$$

$$f = 196.1 \text{ mm}$$

$$f_1 = -540.2 \text{ mm}$$

$$f_2 = 152.6 \text{ mm}$$

40

$$(2) d_m / f = 0.80$$

$$(3) (|f_1| / f_2) / (f / (f - f_2)) = 0.79$$

【0053】

図8は、第2実施例の投影光学系における球面収差、像面湾曲、歪曲収差、およびコマ収差を示す図である。収差図において、NAは投影光学系の像側開口数を、Yは像高(mm)を示している。図8の各収差図を参照すると、第2実施例においても第1実施例と同様に、台形状の露光領域EFにおいて諸収差が良好に補正されていることがわかる。

【0054】

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

50

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うことが望ましい。

【 0 0 5 5 】

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 9 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 9 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に金属膜を蒸着し（ステップ S 4 0）、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 S 4 2）。つづいて、上述の実施形態の露光装置を用い、レチクル（マスク）に形成されたパターンをウェハ上の各ショット領域（露光領域）に転写し（ステップ S 4 4：露光工程）、この転写が終了したウェハの現像、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 S 4 6：現像工程）。その後、ステップ S 4 6 によってウェハの表面に生成されたレジストパターンをウェハ加工用のマスクとし、ウェハの表面に対してエッチング等の加工を行う（ステップ S 4 8：加工工程）。

【 0 0 5 6 】

ここで、レジストパターンとは、上述の実施形態の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（転写パターン層）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 S 4 8 では、このレジストパターンを介してウェハの表面の加工を行う。ステップ S 4 8 で行われる加工には、例えばウェハ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、上述の実施形態の露光装置は、フォトレジストが塗布されたウェハを感光性基板としてパターンの転写を行う。

【 0 0 5 7 】

図 10 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 10 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、感光性基板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感光性基板の現像、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（転写パターン層）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。

【 0 0 5 8 】

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。

【 0 0 5 9 】

なお、本発明は、半導体デバイスまたは液晶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、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、本発明は、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。

【 0 0 6 0 】

また、上述の実施形態では、マルチ走査型の露光装置に搭載されてマスクのパターンの拡大像を形成する投影光学系に対して本発明を適用した例を示している。しかしながら、これに限定されることなく、一般に第1面の第1領域の像（拡大像、縮小像または等倍像）を第2面の第2領域に形成する反射屈折型の投影光学系に対しても同様に、本発明を適用することができる。また、1つの投影光学系を介して第1面に配置されるパターンを第2面に配置される基板へ走査露光または一括露光する露光装置などに対しても同様に、本発明を適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 6 1 】

【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】本実施形態にかかる投影光学系の基本構成を模式的に示す図である。

【図3】プレートの表面における台形状の露光領域を示す図である。

【図4】各投影光学系と露光領域と照明領域との位置関係を示す図である。

【図5】第1実施例にかかる投影光学系のレンズ構成を示す図である。

【図6】第1実施例の投影光学系における球面収差、像面湾曲、歪曲収差、およびコマ収差を示す図である。

【図7】第2実施例にかかる投影光学系のレンズ構成を示す図である。

【図8】第2実施例の投影光学系における球面収差、像面湾曲、歪曲収差、およびコマ収差を示す図である。

【図9】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10】液晶デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

【符号の説明】

【 0 0 6 2 】

M A マスク

I F 照明領域

P T プレート

E F 露光領域

P L 投影光学系

G 1 第1レンズ群

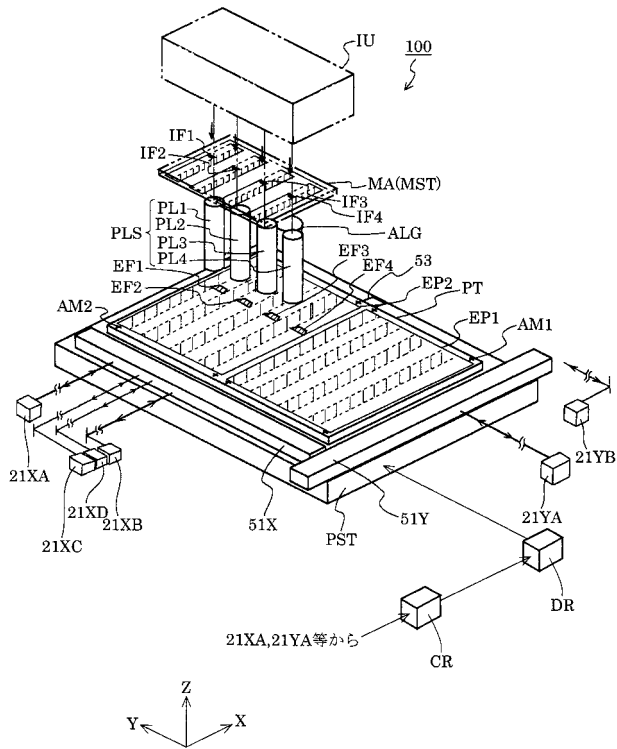
G 2 第2レンズ群

G 3 第3レンズ群

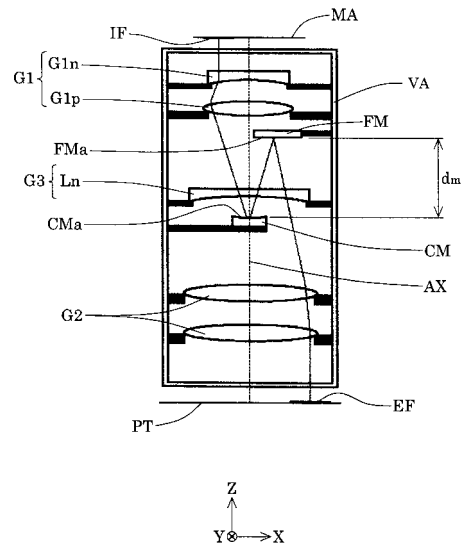
C M a 曲面状の反射面

F M a 平面状の反射面

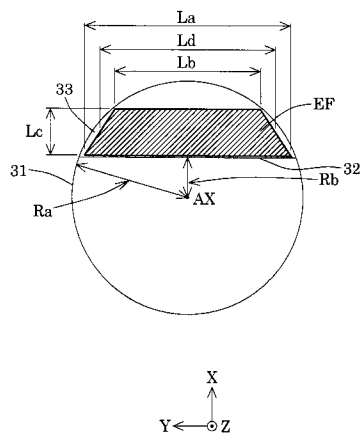
【図 1】



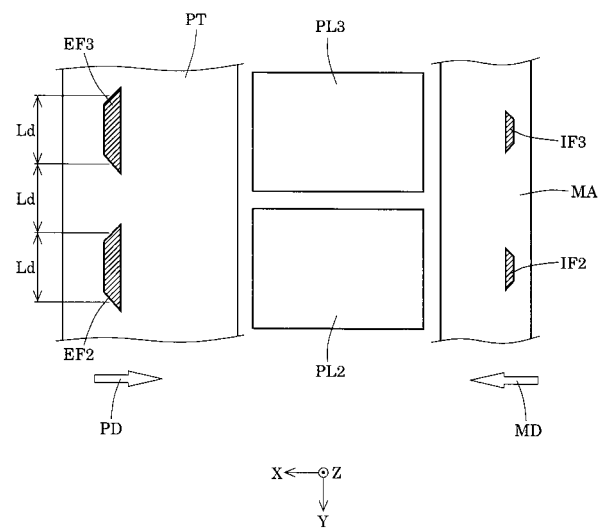
【図 2】



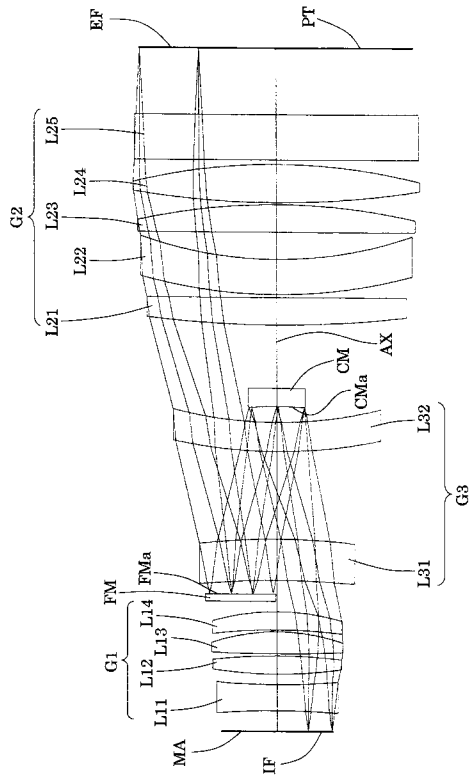
【図 3】



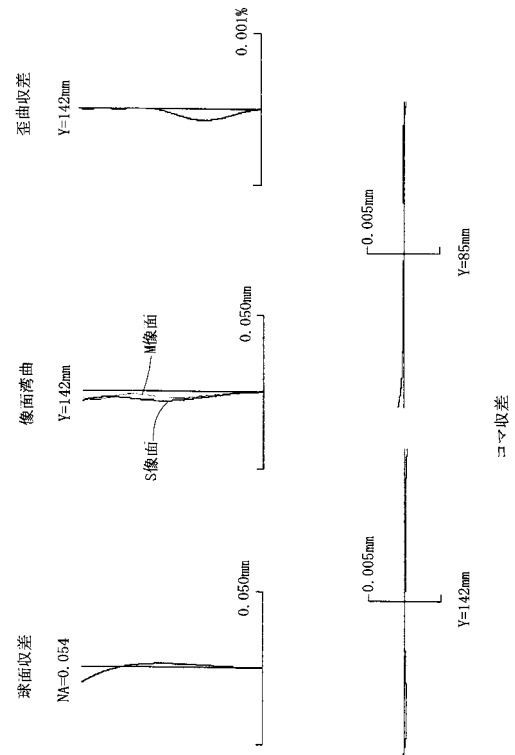
【図 4】



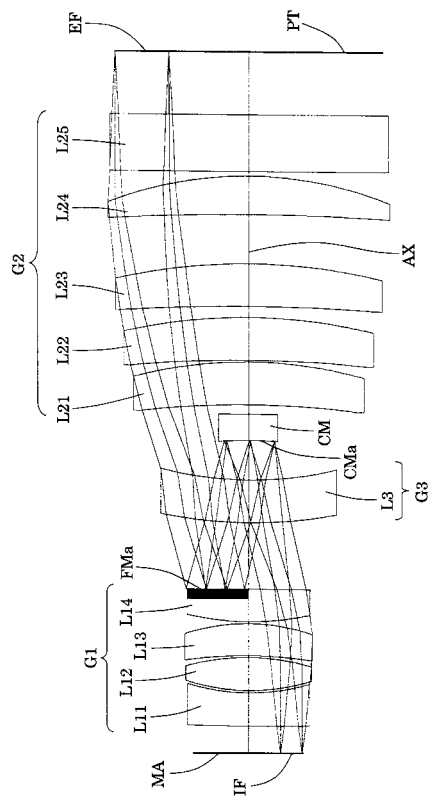
【図 5】



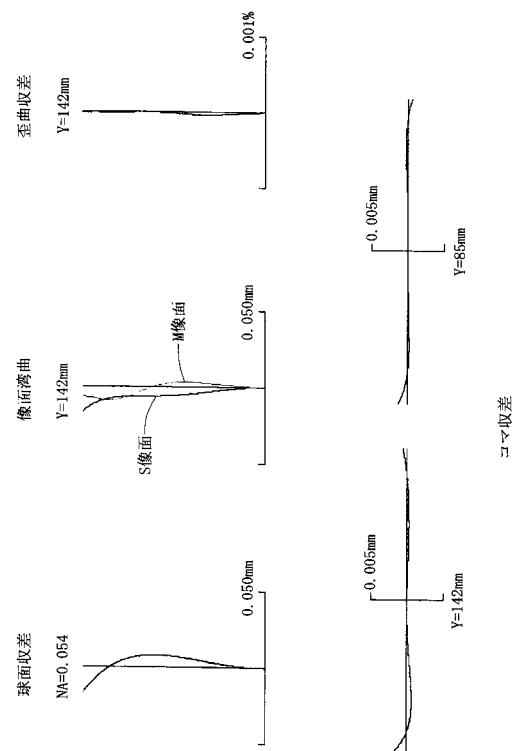
【図 6】



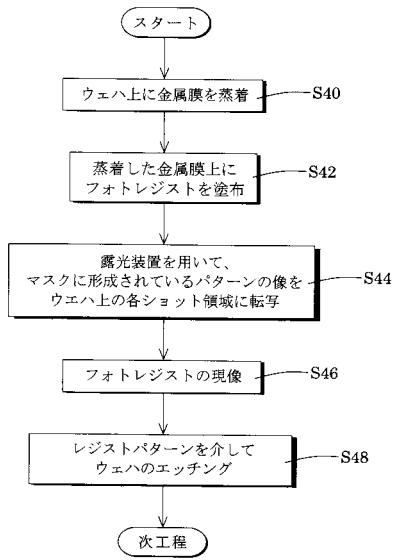
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

