

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6041541号  
(P6041541)

(45) 発行日 平成28年12月7日 (2016. 12. 7)

(24) 登録日 平成28年11月18日 (2016. 11. 18)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>G O 3 F</b>	<b>7/20</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>G O 3 F</b>	<b>7/20</b>	<b>5 O 1</b>
<b>G O 2 B</b>	<b>13/26</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>G O 2 B</b>	<b>13/26</b>	
<b>G O 2 B</b>	<b>17/08</b>	<b>(2006. 01)</b>	<b>G O 2 B</b>	<b>17/08</b>	<b>Z</b>

請求項の数 9 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願2012-127531 (P2012-127531)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年6月4日 (2012. 6. 4)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2013-250541 (P2013-250541A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成25年12月12日 (2013. 12. 12)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成27年6月4日 (2015. 6. 4)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及びデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光路に沿って反射ミラー、凹面反射ミラー、メニスカスレンズ及び凸面反射ミラーがその順で配置された光学系であって、

前記光学系は部材を備え、

前記メニスカスレンズ、前記凸面反射ミラー及び前記部材によって、前記メニスカスレンズと前記凸面反射ミラーとの間に形成された空間を取り囲むことによって前記反射ミラーと前記凹面反射ミラーとの間の光路を含む空間と前記メニスカスレンズと前記凸面反射ミラーとの間に形成された空間とを分離することを特徴とする光学系。

【請求項 2】

前記取り囲まれた空間に温度制御された気体を供給する気体供給部と前記取り囲まれた空間から前記気体を排出する気体排出部とを備える請求項 1 に記載の光学系。

【請求項 3】

前記凸面反射ミラーの反射面は、誘電体の膜で構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光学系。

【請求項 4】

光路に沿って反射ミラー、凹面反射ミラー、メニスカスレンズ及び凸面反射ミラーがその順で配置された光学系であって、

前記光学系は、前記反射ミラーと前記凹面反射ミラーとの間の光路を含む空間と前記メニスカスレンズと前記凸面反射ミラーとの間に形成された空間とを分離する部材を備え、

10

20

前記凸面反射ミラーの反射面は、誘電体の膜で構成されていることを特徴とする光学系

。

【請求項 5】

前記メニスカスレンズは前記凸面反射ミラーよりも前記光路の上流側に配置され、

前記光学系は、前記光路の前記凸面反射ミラーの下流側に前記凸面反射ミラーを透過した光を吸収する光吸収部材を備えることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 6】

前記光吸収部材の内部に温度制御された液体を供給する液体供給部と前記光吸収部材の内部から前記液体を排出する液体排出部とを備えることを特徴とする請求項 5 に記載の光学系。

10

【請求項 7】

前記メニスカスレンズと前記凸面反射ミラーとは前記光学系の瞳の近傍に配置されており、前記メニスカスレンズを通過した光は、前記凸面反射ミラーにより反射され、再び前記メニスカスレンズを通過して前記凹面反射ミラーに入射することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の光学系。

【請求項 8】

マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板に投影して前記基板を露光する露光装置であって、

前記投影光学系は、請求項 1 乃至請求項 7 のいずれか 1 項に記載の光学系を含むことを特徴とする露光装置。

20

【請求項 9】

請求項 8 に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、

前記露光された基板を現像する工程と、

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、液晶表示素子や半導体素子を製造する際に用いられるフォトリソグラフィ工程において使用される露光装置及びその露光装置を使用するデバイス製造方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

近年、パソコンやテレビ等の表示装置において、液晶表示基板が多用されるようになってきている。液晶表示基板は、フォトリソグラフィ工程を用いてガラス基板上に透明薄膜電極を所望の形状にパターンニングすることによって製作される。フォトリソグラフィ工程を行うために、予め所望のパターンが描画されているマスク上に露光光を照射し、投影光学系を介してマスク上のパターンをフォトレジストが塗布されたガラス基板などの基板の上に投影して基板を露光する投影露光装置が用いられている。液晶表示基板の製造には、ミラー・プロジェクション方式による投影露光装置が用いられている。

【0003】

40

図 4 を用いて、特許文献 1、2 に示されている従来のミラー・プロジェクション方式の投影露光装置を説明する。照明光学系 101 は、照明光学系 101 内部に載置されている高圧水銀ランプから発せられた光を所望の形状に整形し、パターンが描画されているマスク 2 を照明する。照明光学系 101 からの光はマスク 102 を照明した後、投影光学系が格納されている鏡筒 103 内に入射する。鏡筒 103 内に入射した光は、平面反射ミラー 131 および凹面反射ミラー 132 により反射されて投影光学系の瞳の近傍に導かれる。投影光学系瞳の近傍には、メニスカスレンズ 133 および凸面反射ミラー 134 が設置されている。平面反射ミラー 131 および凹面反射ミラー 132 により反射された光は、メニスカスレンズ 133 を透過した後、凸面反射ミラー 134 により反射されてメニスカスレンズ 133 を再び透過する。メニスカスレンズ 133 を再び透過した光は、凹面反射ミ

50

ラー 1 3 2 および平面反射ミラー 1 3 1 により再び反射されて、感光剤が塗布されている基板 1 0 4 に到達する。基板 1 0 4 の位置で、マスク 1 0 2 からの透過光および回折光が干渉し、マスク 1 0 2 のパターンを結像し、基板 1 0 4 を露光する。マスク 1 0 2 およびプレート 1 0 4 はそれぞれ不図示のマスクステージおよび基板ステージに設置され、マスクステージおよび基板ステージは同期させて走査しながら露光を行うことで、大画面の基板 1 0 4 に対する露光が可能となっている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 0 4】

【特許文献 1】特開 2 0 0 6 - 7 8 6 3 1 号公報

10

【特許文献 2】特開 2 0 0 8 - 8 9 8 3 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 5】

近年、液晶表示基板は大画面化の一途をたどっており、その要求に応えるために露光装置の露光領域も拡大してきている。露光領域が大きくなると単位面積当たりの光量が小さくなり、露光に要する時間が長くなり、露光装置としての生産性が落ちてしまう。このため、露光用光源である出力 1 0 K W 程度の大型水銀ランプを複数本用いることで高い照度を保ち露光時間の増加の抑制を図っている。大型水銀ランプの数が増大することによって、露光工程中における露光装置の投影光学系内部では、非常に高い熱負荷がかかっている。具体的には、投影光学系を構成する光学部品に露光光の一部が吸収されて光学部品が蓄熱し、その熱が再び鏡筒内に放出されることにより、光学部品および光学部品周辺の気体の温度が上昇する。光学部品および光学部品周辺の気体の温度が上昇すると、気体の対流により、光学部品の表面近傍に気体の揺らぎが発生し、揺らいだ気体を通過する光線の進路のずれ（像の揺らぎ）が発生する。さらに、温度が上昇した気体は、投影光学系が搭載される鏡筒内上部に溜まり、鏡筒内部の気体は鉛直方向に温度勾配を持つ状態となる。

20

【0 0 0 6】

図 4 に示したミラー・プロジェクション方式の露光装置においては、投影光学系の瞳となる凸面反射ミラー 1 3 4 の近傍で最も集光度が高く高温になる。したがって、メニスカスレンズ 1 3 3 と凸面反射ミラー 1 3 4 との間の空間が高温になり、空間が密閉構造でないために凸面反射ミラー 1 3 4 の近傍から上方に対流する気体の流れが発生し、像の揺らぎなどを誘発することがある。このように露光工程で生じる投影光学系内の気体の温度勾配や、光学部品の表面近傍の気体の揺らぎにより、結像性能が低下することが問題視されてきている。

30

【0 0 0 7】

そこで、本発明は、光路の一部の雰囲気気体が光路の他の部分に与える影響を低減した光学系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】

【0 0 0 8】

本発明は、光路に沿って反射ミラー、凹面反射ミラー、メニスカスレンズ及び凸面反射ミラーがその順で配置された光学系であって、前記光学系は部材を備え、前記メニスカスレンズ、前記凸面反射ミラー及び前記部材によって、前記メニスカスレンズと前記凸面反射ミラーとの間に形成された空間を取り囲むことによって前記反射ミラーと前記凹面反射ミラーとの間の光路を含む空間と前記メニスカスレンズと前記凸面反射ミラーとの間に形成された空間とを分離することを特徴とする。

40

【発明の効果】

【0 0 0 9】

本発明によれば、光路の一部の雰囲気気体が光路の他の部分に与える影響を低減した光学系を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 1 0 】

【図 1】本発明の露光装置を示す概略図

【図 2】図 1 において、凸面反射ミラーの近傍を示す詳細図

【図 3】図 1 のうち、凸面反射ミラーの近傍を凹面反射ミラー 3 2 側から見た図

【図 4】従来の露光装置を示す概略図

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

[ 露光装置 ]

以下に本発明の露光装置の実施形態について、図 1 を用いて説明する。マスク 2 を照明する照明光学系 1 は、光源である高圧水銀ランプ、楕円ミラー、整形光学系、ND フィルター、オプティカル・インテグレータ、コンデンサレンズなどの光学部品を内部に含んでいる。楕円ミラーは、高圧水銀ランプから発生した光を特定の方向に集光する。整形光学系は、楕円ミラーからの光分布を所望の形状に整形する。ND フィルターは、光強度を調節する。オプティカル・インテグレータは、マスク 2 面での光強度分布を均一化させる。コンデンサレンズは、オプティカル・インテグレータを通過した光を集光する。

10

【 0 0 1 2 】

照明光学系 1 から射出された露光光は、転写させるべきパターンが描画されたマスク（原板ともいう）2 に照射される。マスク 2 を透過した光は、投影光学系 3 を介して基板（プレート）4 上に到達し、マスク 2 上のパターンをプレート 4 上に転写してプレート 4 を露光する。プレート 4 上には予め感光剤が塗布しており、露光前後に適切な処理を施すことによって、プレート 4 上に所望のパターンを作製することができる。

20

【 0 0 1 3 】

投影光学系 3 内には、マスク 2 からプレート 4 に至る光路に沿って、平面反射ミラー（第 1 光学素子）3 1、凹面反射ミラー（第 2 光学素子）3 2、メニスカスレンズ（第 3 光学素子）3 3、凸面反射ミラー（第 4 光学素子）3 4 がその順に配置される。本実施形態では、マスク 2 を経て投影光学系 3 に入射してきた光は、平面反射ミラー 3 1 で折り曲げられ、凹面反射ミラー 3 2 で反射された後、メニスカスレンズ 3 3 を透過し、凸面反射ミラー 3 4 に入射する。凸面反射ミラー 3 4 で反射された光は、メニスカスレンズ 3 3 を再度透過した後、凹面反射ミラー 3 2、平面反射ミラー 3 1 で再度反射されてプレート 4 に入射する。平面反射ミラー 3 1、凹面反射ミラー 3 2、メニスカスレンズ 3 3 及び凸面反射ミラー 3 4 は、光路に沿って第 1 光学素子、第 2 光学素子、第 3 光学素子及び第 4 光学素子がその順に配置された光学系を構成している。

30

【 0 0 1 4 】

本実施形態で紹介されているミラー・プロジェクション方式の露光装置の投影光学系 3 では、光路の上流側にメニスカスレンズ 3 3 が配置され、光路の下流側に凸面反射ミラー 3 4 が配置されている。ミラー・プロジェクション方式の露光装置の投影光学系 3 では、設計上、メニスカスレンズ 3 3 と凸面反射ミラー 3 4 とは投影光学系 3 の瞳の近傍に配置される。凸面反射ミラー 3 4 の近傍は最も集光度が高いため、発熱量も多い。凸面反射ミラー 3 4 の表面の反射膜に照射することによって反射膜で発生した熱がメニスカスレンズ 3 3 に伝搬しにくいように、メニスカスレンズ 3 3 と凸面反射ミラー 3 4 との間には空間 3 9 が形成されている。メニスカスレンズ 3 3 と凸面反射ミラー 3 4 とは鏡筒 3 5 で固定されており、空間 3 9 はメニスカスレンズ 3 3、凸面反射ミラー 3 4 及び鏡筒 3 5 で取り囲まれている。したがって、反射膜部で発生した熱によって暖められた、空間 3 9 中の気体は、空間 3 9 から抜け出すことはなく、平面反射ミラー 3 1 と凹面反射ミラー 3 2 との間の光路で気体の揺らぎを発生させない。鏡筒 3 5 は、平面反射ミラー（第 1 光学素子）3 1 と凹面反射ミラー（第 2 光学素子）との間の光路と空間 3 9 とを分離する部材を構成している。

40

【 0 0 1 5 】

鏡筒 3 5 の材質は、外部に熱が伝わりにくいように、断熱性の優れたものが選択される。凸面反射ミラー 3 4 を挟んでメニスカスレンズ 3 3 と反対側（光路の下流側）には、空

50

間を介して光吸収部材 3 6 が配置されている。光吸収部材 3 6 は、凸面反射ミラー 3 4 の表面で反射せず、凸面反射ミラー 3 4 を透過してきた光を吸収する。凸面反射ミラー 3 4 と光吸収部材 3 6 との間に空間を介在させるのは、凸面反射ミラー 3 4 と光吸収部材 3 6 との熱膨張率の差を吸収し、また、光吸収部材 3 6 で発生した熱を凸面反射ミラー 3 4 に伝搬しにくくするためである。

#### 【 0 0 1 6 】

凸面反射ミラー 3 4 の反射面には、光を反射させるために反射膜が製膜されている。この反射膜の材質はアルミニウムなどの金属よりも誘電体が望ましい。誘電体を選択する理由は金属膜よりも誘電体の膜の方が光を照射した時の光吸収度が小さいためである。反射膜の材質として誘電体を選択した場合、金属膜と比較して凸面反射ミラー 3 4 の光反射面を反射せずに透過する光量が増加するため、凸面反射ミラー 3 4 を固定している鏡筒 3 5 が発熱する可能性がある。その結果、凸面反射ミラー 3 4 近傍の温度が上昇し、投影光学系 3 内部の光路中に気体の揺らぎが発生し、投影光学系 3 の結像性能を低下させてしまう。

10

#### 【 0 0 1 7 】

図 2 に、凸面反射ミラー 3 4 の近傍の拡大図を示す。光吸収部材 3 6 にはその内部に温度制御された液体（冷媒）を供給する液体供給部と内部から液体を排出する液体排出部を含む冷媒用配管 3 7 が接続されており、光吸収部材 3 6 の過熱を防ぐために図 2 中の矢印の向きに冷媒を流すことができる。冷媒用配管 3 7 は投影光学系 3 の外部まで引き回されており、不図示のチラーなどを用いて冷媒の温度を一定に制御しながら循環させる。冷媒は常時循環させておいてもよいし、光吸収部材 3 6 の温度が或るしきい値より高くなった場合のみ循環させてもよい。冷媒用配管 3 7 を設けることにより、光吸収部材 3 6 の温度上昇を最小限に抑えることができ、投影光学系 3 の内部の光路中における気体の揺らぎを抑えることができる。光吸収部材 3 6 は、高い熱伝導率を有する物質、例えば、アルミニウムが用いられる。冷媒用配管 3 7 を流す冷媒は、例えばフッ素系の不活性液体である。

20

#### 【 0 0 1 8 】

次に図 3 を用いて、メニスカスレンズ 3 3 と凸面反射ミラー 3 4 との間の空間 3 9 の冷却方法について記載する。図 3 は空間 3 9 及び鏡筒 3 5 を凹面反射ミラー 3 2 側から見た断面図である。露光を続けていると、メニスカスレンズ 3 3 と凸面反射ミラー 3 4 の間の空間 3 9 の温度が次第に上昇してくる。その結果、空間 3 9 内に温度分布が生じ、像ずれや非点収差などが発生する。像ずれや非点収差などの発生を防止するために、鏡筒 3 5 には配管 3 8 が接続されており、配管 3 8 を介してメニスカスレンズ 3 3 と凸面反射ミラー 3 4 の間の空間 3 9 に、温度制御された空気や窒素などの気体を送ることができる。配管 3 8 は投影光学系 3 の外部から引き回されている。気体の流量を調節したり、鏡筒 3 5 内部への気体の噴出口の形状を調節したりすることで、メニスカスレンズ 3 3 と凸面反射ミラー 3 4 の間の空間 3 9 の温度管理を効果的に行うことが可能である。図 3 中の矢印は、メニスカスレンズ 3 3 と凸面反射ミラー 3 4 の間の空間 3 9 を効果的に気体の流れる様子を模式的に示している。配管 3 8 を流す気体は、例えば空気、不活性ガスである。

30

#### 【 0 0 1 9 】

なお、図 3 の配管 3 8 の構造では、空間 3 9 へ気体を供給する気体供給部、空間 3 9 から気体を排出する気体排出部の数を 1 つとしているが、これに限定されることなく、気体供給部、気体排出部の数を複数としてもよい。また、気体の流れが水平方向となっているが、これについても水平方向以外の方向に配置した場合においても一定の効果を得ることは言うまでもない。

40

#### 【 0 0 2 0 】

##### [ デバイス製造方法 ]

つぎに、本発明の一実施形態のデバイス（半導体デバイス、液晶表示デバイス等）の製造方法について説明する。ここでは、半導体デバイスの製造方法を例に説明する。

#### 【 0 0 2 1 】

50

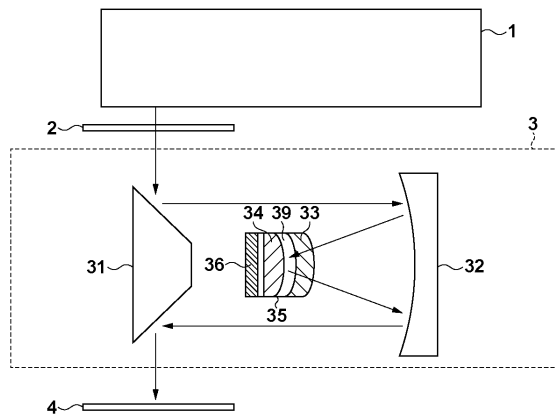
半導体デバイスは、基板に集積回路を作る前工程と、前工程で作られた基板上的集積回路チップを製品として完成させる後工程を経ることにより製造される。前工程は、前述の露光装置を使用して感光剤が塗布された基板を走査露光する工程と、基板を現像する工程を含む。後工程は、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）と、パッケージング工程（封入）を含む。なお、液晶表示デバイスは、透明電極を形成する工程を経ることにより製造される。透明電極を形成する工程は、透明導電膜が蒸着されたガラス基板に感光剤を塗布する工程と、前述の露光装置を使用して感光剤が塗布されたガラス基板を走査露光する工程と、ガラス基板を現像する工程を含む。本実施形態のデバイス製造方法によれば、デバイスの生産性および品質の少なくとも一方において従来よりも有利である。

【 0 0 2 2 】

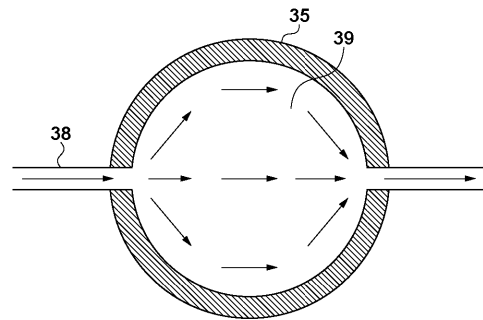
10

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

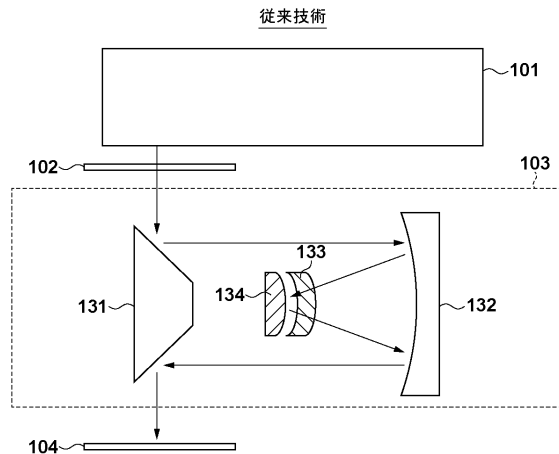
【 図 1 】



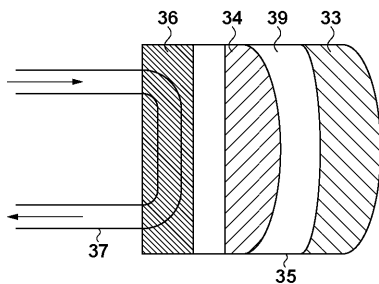
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 2 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 永井 善之  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 宮 崎 恭一  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 安延 蔵  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
- (72)発明者 川島 春名  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 松岡 智也

- (56)参考文献 特開昭61-144020(JP,A)  
特開平08-045824(JP,A)  
特開平09-180985(JP,A)  
特開2001-290279(JP,A)  
特開2008-292761(JP,A)  
特開2009-162951(JP,A)  
特開2011-039172(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027  
G03F 7/20-7/24、9/00-9/02  
G02B 9/00-17/08、21/02-21/04、  
25/00-25/04