

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4280509号  
(P4280509)

(45) 発行日 平成21年6月17日(2009.6.17)

(24) 登録日 平成21年3月19日(2009.3.19)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G O 3 F 1/08 (2006.01)</b>	G O 3 F 1/08 A
<b>G O 3 F 7/213 (2006.01)</b>	G O 3 F 1/08 D
<b>H O 1 L 21/027 (2006.01)</b>	G O 3 F 1/08 Z
	G O 3 F 7/213 Z
	H O 1 L 21/30 5 O 2 P
請求項の数 12 (全 25 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2003-25174 (P2003-25174)	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成15年1月31日(2003.1.31)	(74) 代理人	100110412 弁理士 藤元 亮輔
(65) 公開番号	特開2004-233897 (P2004-233897A)	(74) 代理人	100104628 弁理士 水本 敦也
(43) 公開日	平成16年8月19日(2004.8.19)	(72) 発明者	田中 信義 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
審査請求日	平成18年1月18日(2006.1.18)	(72) 発明者	磯端 純二 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
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 投影露光用マスク、投影露光用マスクの製造方法、投影露光装置および投影露光方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

被露光部材のみを走査駆動して、前記被露光部材の表面に、連続パターン及び不連続パターンを含む露光パターンを露光する投影露光装置に用いられる投影露光用マスクであって、

前記被露光部材に対して、該被露光部材の走査方向で前記連続パターンを露光するための第1のマスクパターンと、前記被露光部材に対して、前記走査方向で前記不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを有し、

前記第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンであることを特徴とする投影露光用マスク。

【請求項2】

走査駆動される被露光部材に対して、該被露光部材の走査方向で連続パターンを露光するための第1のマスクパターンと、前記被露光部材に対して、前記走査方向で不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを有し、前記第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンである投影露光用マスクの製造方法であって、

表面に反射膜が形成された透明基板を用意する第1の工程と、

前記反射膜上にレジストを塗布し、該レジストに対する前記反射型マスクパターンを形成するためのベース部および前記透過型マスクパターンの形状の露光および現像を行う第

2の工程と、

前記第2の工程により現像された、前記ベース部および前記透過型マスクパターンの形状を有する反射膜上にレジストを塗布して、前記ベース部上のレジストに前記反射型マスクパターンの形状を露光し、現像を行う第3の工程と、

前記第3の工程によりレジストが除去された部分の反射膜上に反射防止膜を形成する第4の工程と、

前記第3の工程により現像され残存した前記反射型マスクパターンの形状のレジストを除去する第5の工程とを有することを特徴とする投影露光用マスクの製造方法。

【請求項3】

被露光部材のみを走査駆動して、前記被露光部材の表面に、連続パターン及び不連続パターンを含む露光パターンを露光する投影露光装置であって、

前記被露光部材に対して、該被露光部材の走査方向で前記連続パターンを露光するための第1のマスクパターンと、前記被露光部材に対して、前記走査方向で前記不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを有し、前記第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンである投影露光用マスクと、

前記反射型マスクパターンおよび前記透過型マスクパターンからの光を前記被露光部材に投射する投影系と、

前記反射型マスクパターンに、前記投影系の側から光を照射する第1の照明系と、

前記透過型マスクパターンに、前記マスクを挟んで前記投影系とは反対側から光を照射する第2の照明系と、

前記被露光部材を前記投影系の投射光軸に対し略垂直な方向に走査移動させる基板ステージとを有し、

前記第1および第2の照明系のうち、一方の照明系が連続照明型の照明系であり、他方の照明系が間欠照明型の照明系であることを特徴とする投影露光装置。

【請求項4】

前記投影系は、前記反射型マスクパターンからの光と前記透過型マスクパターンからの光とを合成して前記被露光部材に投射することを特徴とする請求項3に記載の投影露光装置。

【請求項5】

前記第1および第2の照明系のうち少なくとも一方の照明系から前記投影露光用マスクに対して、直線状又は円弧状のスリット形状に光を照射することを特徴とする請求項3に記載の投影露光装置。

【請求項6】

前記第1の照明系からの光は、前記投影系を介して前記反射型マスクパターンに照射されることを特徴とする請求項3から5のいずれかに記載の投影露光装置。

【請求項7】

前記投影系は、光分離素子を有し、

該光分離素子は、前記第1の照明系から前記反射型マスクパターンに照射される光の光路と、該反射型マスクパターンで反射して前記被露光部材に投射される光の光路とを分離し、かつ前記反射型マスクパターンからの光と前記透過型マスクパターンからの光とを合成することを特徴とする請求項3から6のいずれかに記載の投影露光装置。

【請求項8】

前記光分離素子は偏光ビームスプリッタであり、

該偏光ビームスプリッタと前記投影露光用マスクとの間に、 $\lambda/4$ 板が配置されていることを特徴とする請求項7に記載の投影露光装置。

【請求項9】

前記第1の照明系は、前記投影系の外から前記投影露光用マスクに光を照射し、前記反射型マスクパターンで反射した前記光が前記投影系により前記被露光部材に照射されることを特徴とする請求項3から8のいずれかに記載の投影露光装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 10】

前記投影系に設けられて、前記被露光部材に投影される光を透過するとともに、往復揺動する平行平面板を有し、

前記平行平面板の揺動の往路又は復路において、前記第2のマスクパターンに光が照射されることを特徴とする請求項3から9のいずれかに記載の投影露光装置。

## 【請求項 11】

前記平行平面板の揺動中に前記第1のマスクパターンに光を照射することを特徴とする請求項10に記載の投影露光装置。

## 【請求項 12】

被露光部材に連続パターンを露光するための第1のマスクパターンと、前記被露光部材に不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを有し、前記第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンが反射型マスクパターンであり、他方のマスクパターンが透過型マスクパターンである投影露光用マスクと、前記反射型マスクパターンおよび前記透過型マスクパターンからの光を前記被露光部材に投射する投影系とを使用し、

前記反射型マスクパターンに前記投影系の側から光を照射し、かつ前記透過型マスクパターンに前記マスクを挟んで前記投影系とは反対側から光を照射して、さらに前記被露光部材を前記投影系の投射光軸に対し略垂直な方向に移動させ、

前記第1のマスクパターンを連続的に照明するとともに、前記第2のマスクパターンを間欠的に照明することを特徴とする投影露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、被露光部材に対してパターンを露光転写するフォトマスク、レチクル等の投射露光用マスク（原版）、このマスクの製造方法、このマスクを用いる投影露光装置および投影露光方法に関するものである。

## 【0002】

## 【従来の技術】

図18には、液晶ディスプレイパネル等の大型の被露光基板への回路パターンの露光転写に用いられる投影露光装置を示している。

## 【0003】

図中、51はマスク、52は台形ミラー、53は凸面鏡、54は凹面鏡、55は被露光基板である。

## 【0004】

この露光装置において、被露光基板55上に回路パターンを転写する場合、写真でいうネガフィルムに相当するマスク51に露光光Lを照射する。マスク51に形成されたパターン（マスクパターン）を透過した露光光Lは投影系としての台形ミラー52、凸面鏡53および凹面鏡54を介して該マスクパターンの像を形成する。マスクパターン像の結像位置には被露光基板55が配置されており、これにより被露光基板55に回路パターンが露光される。

## 【0005】

ここで、大型の被露光基板に所望の回路パターンを一括露光可能な大口径の投影系を装備することは、装置の面積、重量、安定性およびコスト的に不都合が多い。このため、マスクパターンの一部の像をスリット状に結像させる投影系を用い、マスクと被露光基板とを投影系に対して同期させて移動させる（スキャン駆動させる）ことで、マスクにおける露光光の照射領域および被露光基板上の露光領域がスキャンされるようにし、小規模の投影系により大型被露光基板へのパターン露光を行うことが多い。

## 【0006】

この場合、被露光基板55上に形成するマスクパターン像の大きさおよび投影系の投影倍率を加味した大きさのマスク51と被露光基板55とを、露光光量を制御しつつ一定ス

10

20

30

40

50

ピードで図中の白抜き矢印方向に移動させてスキャン露光を行う。図 1 8 に示した露光装置の場合、マスク 5 1 および被露光基板 5 5 はそれぞれ、マスクステージ 5 7 および基板ステージ 5 6 上に搭載されており、これらステージ 5 7, 5 6 が白抜き矢印方向に駆動されることによってマスク 5 1 における露光光 L の照射領域および被露光基板 5 5 上の露光領域がスキャンされる。

【 0 0 0 7 】

なお、図 1 8 に示したような、透過型のマスクを用いる投影露光装置は多く製品化されており、また、マスクパターンで反射した露光光を被露光基板に導き、これを露光するための反射型マスクを用いた投影露光装置としては、特許文献 1 にて提案されているものがある。

10

【 0 0 0 8 】

【特許文献 1】

特開平 1 1 - 2 1 9 9 0 0 号公報 ( 図 1 等 )

【 0 0 0 9 】

【発明が解決しようとする課題】

このように、大型の被露光基板に対する回路パターンの露光時にマスクステージと基板ステージとを移動させるスキャン型の露光装置では、以下の問題がある。

【 0 0 1 0 】

1 被露光基板の大型化に伴ってマスクも大型化し、マスクの製作コストが増大する。

20

【 0 0 1 1 】

2 マスクが大型化することにより、露光装置内でのマスクの自重によるたわみが発生し、所要の露光解像力を得ることが難しくなる。

【 0 0 1 2 】

3 露光装置全体が大型化および大重量化する。

【 0 0 1 3 】

上記 1 について詳しく説明する。液晶ディスプレイパネル等の基板を露光する場合、露光する回路パターンは、信号線やゲート線などの連続形状を有するパターンと、例えば、ゲート、ソース、ドレイン、透明ドット電極および蓄積コンデンサ電極などの互いに独立したパターンが繰り返される不連続周期パターンで構成されている。このため、いわゆるステッチング露光方法の採用は連続パターンの作成上で難しい。したがって、露光装置としては一對一の投影倍率で露光処理するのが一般的となり、液晶ディスプレイパネル用の基板の大型化に伴ってマスクも大型化する。これは、マスク製作にかかわる時間、コストにおいても大きな問題となる。

30

【 0 0 1 4 】

また、連続パターンと不連続周期パターンとを分離した工程で処理すると、露光工程が増え、工程管理上およびアライメント上の不都合が発生し、これもマスク作成に要する時間やコストを増加させる要因となる。

【 0 0 1 5 】

また、2 について詳しく説明する。スキャン型の露光装置において、マスクはその周辺部でのみ支持可能である。このため、マスクが大型化すると、マスクに自重によるたわみが発生し、投影系の焦点深度のマージンをマスク側で使ってしまふ。したがって、被露光基板側の平面度等の製作マージンを確保することが難しくなり、結果として、所要の露光解像力を得ることが難しくなる。

40

【 0 0 1 6 】

以上のことから、本発明は、被露光部材に連続形状パターンと不連続形状パターンを露光するための小型かつ低コストの投影露光用マスク、その製造方法、該マスクを用いた投影露光装置、および該マスクを用いた被露光部材の製造方法を提供することを目的としている。

【 0 0 1 7 】

50

**【課題を解決するための手段】**

上記の目的を達成するために、本発明では、特にスキャン型の投影露光装置に好適な投影露光用マスクにおいて、連続パターンを露光するためのマスクパターンと不連続パターンを露光するためのマスクパターンとを透過型マスクパターンと反射型マスクパターンとに分けている。

**【0018】**

すなわち、投影露光用マスクに、被露光部材に連続パターンを露光するための第1のマスクパターンと、上記被露光部材に不連続パターンを露光するための第2のマスクパターンとを設け、第1および第2のマスクパターンのうち一方のマスクパターンを反射型マスクパターンとし、他方のマスクパターンを透過型マスクパターンとする。

10

**【0019】**

ここで、上記投影露光用マスクにおいて、反射型マスクパターンをマスクの一方の表面側から入射した光を反射するものとし、透過型マスクパターンを他方の表面側から入射した光を透過させるものとすることができる。

**【0020】**

また、両マスクパターンに照射される光の照射領域が直線状又は円弧状のスリット形状を有する場合において、第1のマスクパターンと第2のマスクパターンとを、上記照射領域の長手方向に交互に設けるようにしてもよい。

**【0021】**

また、上記マスクのうち第1のマスクパターンが設けられている領域の一部に、第1のマスクパターンの最小パターン幅よりも小さい最小パターン幅を有する第3のマスクパターンを設け、この第3のマスクパターンを反射型および透過型のうち第1のマスクパターンと同じ型のマスクパターンとしてもよい。

20

**【0022】**

このような投影露光用マスクは、例えば、表面に反射膜が形成された透明基板を用意する第1の工程と、上記反射膜上にレジストを塗布し、該レジストに対する反射型マスクパターンを形成するためのベース部および透過型マスクパターンの形状の露光および現像を行う第2の工程と、第2の工程により現像された、上記ベース部および透過型マスクパターンの形状を有する反射膜上にレジストを塗布して、ベース部上のレジストに反射型マスクパターンの形状を露光し、現像を行う第3の工程と、第3の工程によりレジストが除去された部分の反射膜上に反射防止膜を形成する第4の工程と、第3の工程により現像され残存した反射型マスクパターンの形状のレジストを除去する第5の工程とを含む製造方法によって製作することができる。

30

**【0023】**

また、上記投影露光用マスクを用いる投影露光装置（投影露光方法）には、反射型マスクパターンおよび透過型マスクパターンからの光を被露光部材に投射する投影系と、反射型マスクパターンに投影系の側から光を照射する第1の照明系と、透過型マスクパターンにマスクを挟んで投影系とは反対側から光を照射する第2の照明系と、被露光部材を投影系の投射光軸に対し略垂直な方向に移動させる基板ステージとを設ける。

**【0024】**

ここで、投影系内において、反射型マスクパターンからの光と透過型マスクパターンからの光とを合成して被露光部材に投射するようにしてもよい。

40

**【0025】**

また、第1および第2の照明系のうち第1のマスクパターンに光を照射する照明系は連続照明型の照明系とし、第2のマスクパターンに光を照射する照明系は間欠照明（例えば、パルス照明）型の照明系としてもよい。

**【0026】**

また、第1および第2の照明系のうち少なくとも一方の照明系から投影露光用マスクに対して、直線状又は円弧状のスリット形状に光を照射してもよい。

**【0027】**

50

さらに、第1の照明系からの光が、前記投影系を介して反射型マスクパターンに照射される構成としてもよい。この場合において、投影系に、第1の照明系から反射型マスクパターンに照射される光の光路と、該反射型マスクパターンで反射して被露光部材に投射される光の光路とを分離する（さらには、反射型マスクパターンからの光と透過型マスクパターンからの光とを合成する）光分離素子（例えば、偏光ビームスプリッタ）を含ませてもよい。さらに、光分離素子として偏光ビームスプリッタを使用する場合には、この偏光ビームスプリッタとマスクとの間に 1/4板を配置してもよい。

【0028】

一方、第1の照明系を投影系外からマスクを照明するものとし、反射型マスクパターンで反射した光が投影系により被露光部材に照射される構成としてもよい。

10

【0029】

また、上記投影露光用マスクを用いる被露光部材の製造方法は、例えば、上記投影露光用マスクを、被露光部材への両マスクパターンの像の投影が可能な位置に設置する工程と、両マスクパターンからの光を被露光部材に投射するとともに、被露光部材を該被露光部材に投射される光の光軸に対し略垂直な方向に移動させる工程とを含むものとすることができる。

【0030】

この被露光部材の製造方法においては、第1のマスクパターンを連続照明し、第2のマスクパターンを間欠的に照明する。

【0031】

さらに、上記投影露光装置および被露光部材の製造方法において、移動する被露光部材に対する不連続パターンの露光時の露光時間を確保するため、投影系に光を透過する平行平板を往復揺動可能に設け、この平行平板の揺動往路又は復路で第2のマスクパターンに光を照射する（つまりは不連続パターンの露光を行う）ようにしてもよい。この場合、平行平板の揺動中にも第1のマスクパターンに光を照射する（つまりは連続パターンの露光を行う）ようにしてもよい。

20

【0032】

以上の投影露光用マスク、投影露光装置（投影露光方法）および被露光部材の製造方法を用いることにより、マスクの駆動を行わなくても連続パターンの露光と不連続パターンの露光とを一連の露光工程で完結することが可能となる。

30

【0033】

また、マスクの駆動を行わずに被露光部材の駆動のみ行うことにより、マスクにおける被露光部材の駆動方向での長さを短くすることが可能となり、マスクをその周辺領域で支持した場合でもマスクの自重による変形を抑えられる。さらに、被露光部材のみ駆動制御すればよいので、マスクと被露光部材の双方を同期させて駆動制御する場合に比べて制御が簡素になり、露光性能の信頼性を高めることが可能となる。しかも、マスクの小型化に伴ってマスクを低コスト化することも可能である。

【0034】

【発明の実施の形態】

（第1実施形態）

図1には、本発明の第1実施形態である投影露光用マスクの構成（該マスクの表面側から見たときの構成）を示している。また、図2には、図1におけるA部を拡大して示している。

40

【0035】

これらの図において、1はマスクである。2は図1および図2には示さない被露光基板に連続パターンを露光するための第1のマスクパターンであり、本実施形態では、マスク1の裏面側から照射された照明光を高反射率で反射する反射型マスクパターンとして形成されている。なお、被露光基板が液晶ディスプレイパネルの基板である場合、連続パターンは、ゲートラインや信号ライン等となる。

【0036】

50

3は被露光基板に、不連続周期パターン（独立繰り返しパターン）を露光するための第2のマスクパターンであり、本実施形態では、マスク1の表面側から照射された照明光を透過させる透過型マスクパターンとして形成されている。なお、不連続周期パターン（独立繰り返しパターン）は、個々のパターンが相互に連結しない独立性を持ち、かつ所定間隔で繰り返し現れるものであり、被露光基板が液晶ディスプレイパネルの基板である場合、画素パターンやゲート電極等となる。

【0037】

4はマスク1に対する照明光の照射領域（照明領域）を示しており、図1では、ミラースキャン型の投影露光装置において円弧スリット状の照明領域が形成される場合を示している。なお、レンズスキャン型の投影露光装置においては、上記照明領域は矩形スリット状になる。

10

【0038】

図2に示すように、第1のマスクパターン2と第2のマスクパターン3とは、照明領域の長手方向にて交互に配置されている。言い換えれば、第1のマスクパターン2の各ラインの間に第2のマスクパターン3が配置されている。

【0039】

また、図2には明確に表れていないが、実際には、第2のマスクパターン3は円弧スリット状の照明領域に合わせて円弧状に配列されている。なお、照明領域が直線スリット状の場合は、第2のマスクパターン3は該照明領域に合わせて直線上に配列される。

【0040】

20

また、図1に示すように、本実施形態では、第1のマスクパターン2の長さL1が第2のマスクパターン3が設けられている領域の幅L2よりも図中左方向に長くなっている。これは、後述する投影露光装置において光の利用効率を向上させるための一実施形態であり、該投影露光装置によってこの第1のマスクパターン2の図中左側の部分にも円弧状に照明光が照射され、そこでの反射光も被露光基板の露光に用いられる。

【0041】

図3には、図1に示したマスク1をフォトリソグラフィ工程で製造する手順を示している。

【0042】

図3(a)に示すように、まず、後述する投影露光装置での露光光に対して実質的に透明なマスク基板（例えば、ガラス基板）1aの表面に、該露光光の波長に対して高い反射率を有する材料（例えば、Al, Cu, Au, Ag等）が蒸着されて反射膜5が形成されたものを用意する（第1の工程）。

30

【0043】

次に、反射膜5の表面にフォトレジスト6をコーティングする。そして、マスク製造用の第1のマスクMを用いて、フォトレジスト6上に、反射型である第1のマスクパターン2の土台となるベース部の形状（像）と第2のマスクパターン（透過型マスクパターン）3の形状（像）とを露光し、現像およびエッチングを行う（第2の工程）。これにより、図3(b)に示すように、反射膜5のうち第1のマスクパターン2のベース部5aと第2のマスクパターン3の形状を有する部分5b（最終的にこの部分が第2のマスクパターン3となる）とが残存する。

40

【0044】

次に、図3(c)に示すように、残存した反射膜5（5a, 5b）上に再度フォトレジスト7をコーティングし、図示しないマスク製造用の第2のマスクを用いて、フォトレジスト7上に第1のマスクパターン2の形状を露光し、現像する（第3の工程）。これにより、図3(d)に示すように、第1のマスクパターン2の形状を有したフォトレジスト7aが残存する。

【0045】

次に、反射膜5（5a, 5b）上のうちフォトレジスト7aが残存している部分を除いた部分およびマスク基板1aのうち図3(b)の状態にて露出した部分に、反射防止膜8を

50

蒸着する（第４の工程）。

【 0 0 4 6 】

その後、残存していたフォトレジスト 7 a を除去する（第５の工程）。以上により、図 3 ( e ) に示すように、反射膜で構成される第 1 のマスクパターン 2 のみが露出し、第 2 のマスクパターン 3 を含む他の部分が反射防止膜 8 でコーティングされたマスク 1 を、マスク基板 1 a の片側の面上での工程のみで容易に製造することができる。

【 0 0 4 7 】

上記製造工程で製造されたマスク 1 では、図 3 ( e ) での上方（裏面側）から照射された光のうち、反射防止膜 8 が形成されていない（露出した）第 1 のマスクパターン 2 に入射した光のみが高い反射率で上方に反射する。また、図 3 ( e ) での下方（表面側）からマスク基板 1 a に照射されてマスク基板 1 a を透過した光のうち、マスク基板 1 a に接している反射防止膜 8 の部分（反射膜 5 a と 5 b の間の部分）を透過した光のみが上方に進む。

【 0 0 4 8 】

図 4 には、上述したマスク 1 を用いたミラースキャン型投影露光装置を示している。図 4 において、2 3 , 2 4 および 2 5 はそれぞれ、凸面鏡、凹面鏡および被露光基板（大画面液晶ディスプレイパネル用基板）である。

【 0 0 4 9 】

9 は直角プリズムであり、反射面 9 a と 2 つの透過面 9 b , 透過面 9 c とを有する。反射面 9 a には露光光の波長に対して高い反射率を有する反射膜が成膜されている。

【 0 0 5 0 】

1 0 は偏光ビームスプリッタであり、直角プリズム 9 の透過面 9 c に接合された下側の透過面には偏光分離膜が形成されている。

【 0 0 5 1 】

1 1 は収差補正のための補正プリズムであり、偏光ビームスプリッタ 1 0 の上側の透過面に接合された透過面 1 1 a と、2 つの透過面 1 1 b , 1 1 c とを有する。

【 0 0 5 2 】

1 3 は導光素子（プリズム）であり、直角プリズム 9 の透過面 9 b の上部に接合された透過面 1 3 a と、反射面 1 3 b および透過面 1 3 c とを有する。反射面 1 3 b には、露光光の波長に対して高い反射率を有する反射膜が成膜されている。

【 0 0 5 3 】

1 2 a , 1 2 b は / 4 板であり、それぞれ補正プリズム 1 1 の上面の透過面 1 1 b と導光プリズム 1 3 の上面の透過面 1 3 c とに接合されている。

【 0 0 5 4 】

1 4 は反射ミラーであり、反射面 1 4 a には、露光光の波長に対して高い反射率を有する反射膜が成膜されている。

【 0 0 5 5 】

以上の直角プリズム 9 から反射ミラー 1 4 までの光学素子は相互に接合されて一体的に構成されている。また、これらの光学素子と凸面鏡 2 3 および凹面鏡 2 4 により投影系が構成されている。

【 0 0 5 6 】

また、1 5 は第 1 の照明系であり、超高压水銀ランプを光源として有し、マスク 1 の連続照明を行う。この第 1 の照明系 1 5 は、光源 1 6 と、楕円ミラー 1 7 と、球面ミラー 1 8 a ~ 1 8 c と、反射ミラー 1 9 とにより構成されている。

【 0 0 5 7 】

一方、2 0 はフラッシュ照明またはパルス照明が可能な第 2 の照明系である。

【 0 0 5 8 】

また、2 8 は、液晶ディスプレイパネル用の基板や半導体基板等の被露光基板 2 5 を搭載する基板ステージであり、投影系からの投射光軸に略直交する方向に駆動される。この基板ステージ 2 8 の位置は、位置計測器 2 7 により計測される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 5 9 】

26は第1および第2の照明系における照明光の照射動作や、基板ステージ28のスキャン駆動等を制御する制御回路である。

## 【 0 0 6 0 】

図4において、マスク1が投影露光装置内のマスク設置位置に固定された後、制御回路26の制御による第1の照明系15からの照明光の照射が開始される。

## 【 0 0 6 1 】

第1の照明系15の光源16から発した光の性質は、時間的にも空間的にもインコヒーレントな光である。光源16から発した光束の一部は、楕円ミラー17にて反射し、空中に2次光源を形成する。この2次光源からの光束は、球面ミラー18a~18cにて反射することにより、断面が円弧状であるスリット照明光束となる。なお、複数の平面ミラー19は照明光束を投影系における直角プリズム9の側面透過面9bの下部に導光する。

10

## 【 0 0 6 2 】

直角プリズム9の側面透過面9bの下部に入射したスリット照明光束は、この直角プリズム9の反射面(反射膜)9aによってマスク1に向かう方向(上方)に反射される。そして、この反射後の照明光束は、直角プリズム9の透過面9cから射出するとともに偏光ビームスプリッタ10の偏光分離膜によってS偏光光とP偏光光とに分離される。S偏光光とP偏光光のうち偏光分離膜を透過した偏光光は偏光ビームスプリッタ10を透過し、さらに補正プリズム11および/4板12aを透過して、マスク1の裏面に円弧状の第1の照明領域(図1に示した照明領域4に重なる領域)を形成するように照射される。

20

## 【 0 0 6 3 】

また、S偏光光とP偏光光のうち偏光分離膜で反射した偏光光は、偏光ビームスプリッタ10にて反射されて導光プリズム13に入射し、この導光プリズム13の反射面13(反射膜)bにて反射し、/4板12bを透過して、マスク1の裏面のうち図1の左側の部分に円弧状の第2の照明領域を形成するように照射される。

## 【 0 0 6 4 】

ここで、マスク1の第1のマスクパターン2は高反射特性を有するため、マスク1の裏面に2つの照明領域を形成した偏光光の一部はそれぞれ、第1のマスクパターン2での反射により再び/4板12a, 12bを介して補正プリズム11および導光プリズム13に入射し、前述した光路を偏光ビームスプリッタ10まで戻る。

30

## 【 0 0 6 5 】

但し、マスク1での反射前後(往路および復路)において、各偏光光は/4板12a, 12bを2回通過するため、それらの偏光方向は先の偏光分離膜での反射および透過時での状態から90°変化する。このため、往路において偏光ビームスプリッタ10の偏光分離膜を透過した偏光光は、復路では偏光分離膜によって略100%反射される。また、往路において偏光分離膜で反射された偏光光は、復路では偏光分離膜を透過する。

## 【 0 0 6 6 】

こうして第1のマスクパターン2で反射した2つの偏光光が合成されて1つの露光光束となる。この露光光束は、補正プリズム11の透過面11cから射出して、凹面鏡24の上部に入射する。凹面鏡24の上部で反射した露光光束は、凸面鏡23で反射し、再度凹面鏡24の下部で反射された後、反射ミラー14の反射面14aによって反射されて、該光束の焦点位置に配置された被露光基板25の表面上に投射される。これにより、被露光基板25の表面に第1のマスクパターン2の像が投影され、被露光基板25が露光される。

40

## 【 0 0 6 7 】

ここで、被露光基板25は、基板ステージ28上に設置されており、この基板ステージ28によって、反射ミラー14からの露光光束の光軸(投射光軸)に対して略直交する方向(但し、第1のマスクパターン2の像の長さ方向)にスキャン駆動される。そして、このスキャン駆動中にも被露光基板25の表面に第1のマスクパターン2の像が投影されるので、被露光基板25上にそのスキャン駆動方向に良好な連続性を有する連続パターンが露光される。

50

## 【 0 0 6 8 】

一方、制御回路 2 6 によって制御される第 2 の照明系 2 0 からは、被露光基板 2 5 の所定のスキャン駆動量ごとに、円弧状のフラッシュ照明光束又はパルス照明光束がマスク 1 の表面に照射される。これにより、図 1 に符号 4 で示した照明領域が形成される。

## 【 0 0 6 9 】

ここで、第 2 の照明系 2 0 には、エキシマレーザなど、直線偏光光を発生でき、かつパルス照射可能な光源を使用するとよい。また、超高圧水銀ランプを光源とし、E O 素子や偏向ミラーと高速シャッタとを組み合わせて照明光を高速で間欠照射可能とした上で、第 2 の照明系 2 0 の内部に偏光板を設け、照明光を直線偏光光にするようにしてもよい。

## 【 0 0 7 0 】

マスク 1 の表面に照射された照明光束（直線偏光光）のうち第 2 のマスクパターン 3 を透過した露光光束は、 / 4 板 1 2 a および補正プリズム 1 1 を透過して偏光ビームスプリッタ 1 0 に入射し、偏光分離膜で反射される。

## 【 0 0 7 1 】

偏光分離膜で反射された第 2 のマスクパターン 3 からの露光光束は、補正プリズム 1 1 の透過面 1 1 c、凹面鏡 2 4 の上部、凸面鏡 2 3、凹面鏡 2 4 の下部および反射ミラー 1 4 の反射面 1 4 a を介して、該光束の焦点位置に配置された被露光基板 2 5 の表面上に投射される。これにより、被露光基板 2 5 の表面に第 2 のマスクパターン 3 の像が間欠的に投影され、被露光基板 2 5 上に、第 2 のマスクパターン 3 と等倍（又は相似形状）の不連続周期パターンが露光される。

## 【 0 0 7 2 】

図 5 は、本実施形態の投影露光装置（制御回路 2 6）の露光制御方法を示すフローチャートである。

## 【 0 0 7 3 】

まず、制御回路 2 6 は、基板ステージ 2 8 のスキャン駆動を開始する。被駆動基板 2 5（基板ステージ 2 8）の駆動位置は位置計測器 2 7 によって常時計測され、制御回路 2 6 はこの計測結果に基づいて基板ステージ 2 8 を制御する。

## 【 0 0 7 4 】

なお、円弧状スリット照明をスキャンする場合においては、図示しないが、第 1 の照明系 1 5 内にマスク 1 と共役な面を作り、その共役面上にマスキングブレードを設けることで、第 1 のマスクパターン 2 の照射タイミングをとり、被露光基板上 2 5 の連続パターンをそろえることができる。第 2 の照明系 2 0 についても同様である。

## 【 0 0 7 5 】

ステップ（図では S と略す）1 において、被露光基板 2 5 上の露光開始目標位置が第 1 のマスクパターン像の投影位置に一致すると、制御回路 2 6 は、ステップ 2 で、第 1 の照明系 1 5 を照射（on）動作させ、照明光を第 1 のマスクパターン 2 に照射する。これにより、被露光基板 2 5 への連続パターンの露光が開始される。また、制御回路 2 6 は基板ステージ 2 8 の一定速度でのスキャン駆動を続行する。

## 【 0 0 7 6 】

次に、ステップ 3 において、制御回路 2 6 は、上記位置計測器 2 7 の計測結果に基づいて、被露光基板 2 5 が第 2 のマスクパターン像の投影位置に到達したか否かを判別する。第 2 のマスクパターン像の投影位置に到達すると、制御回路 2 6 は、ステップ 4 で、第 2 の照明系 2 0 を照射（on）動作させ、照明光を第 2 のマスクパターン 3 に照射する。これにより、被露光基板 2 5 に、不連続周期パターン 2 5 b の露光が行われる。

## 【 0 0 7 7 】

次に、制御回路 2 6 は、ステップ 5 にて、不連続周期パターンの露光回数が目標回数に到達していないか否か（次の不連続周期パターンの露光があるか否か）を判別する。これは、予め投影露光装置の入力操作部等を通じて入力された不連続パターンの目標露光回数に対し、不連続周期パターンの露光が行われるごとに加算されたカウンタ値が到達したか否かによって判別される。

10

20

30

40

50

## 【0078】

ステップ5において、次の不連続周期パターンの露光がある場合は、制御回路26は、ステップ3に戻り、被露光基板25上の次の不連続周期パターンの露光位置が第2のマスクパターン3の投影位置に到達した時点から、第2の照明系20の光源を再び照射(オン)動作させ、照明光を第2のマスクパターン3に照射するこれにより、被露光基板25に次の不連続周期パターンの露光が行われる。なお、この間も、第1の照明系15からは照明光が第1のマスクパターン2に照射されており、被露光基板25には連続パターンが露光されている。

## 【0079】

そして、不連続周期パターンの露光が繰り返され、ステップ5にて、次の不連続周期パターンの露光がなくなったときには、ステップ6に進み、制御回路26は第1の照明系15の光源をオフにして、一連(1つ)の露光工程としての連続パターンと不連続周期パターンの被露光部材25への露光を終了する。

10

## 【0080】

以上により、被露光基板25上への連続パターンの露光と不連続周期パターンの露光を一連(1つ)の露光工程で完結することができる。

## 【0081】

本実施形態では、上述したようにマスク1は投影露光装置内のマスク設置位置に固定支持されており、被露光基板25のようにスキャン駆動されない。このため、マスク1における被露光基板25のスキャン駆動方向の長さを短くすることができる。したがって、マスク1の周辺領域(マスクパターン2,3の形成領域外)を支持しても、マスク1は自重変形をほとんど生じない。したがって、投影系の焦点深度マージンを像面側(被露光基板25の平面度等の製造マージン)に反映させることができ、信頼性の高い基板露光を実現することができる。

20

## 【0082】

図6には、上記マスクの変形例を示す。図6に示したマスク1'では、図1に示したマスク1における第1のマスクパターン2のみが形成されている領域(図の左側の部分)で、導光プリズム13によって第1の照明系15からの照明光が照射される領域に、投影系の解像力限界に近い高周波数の(言い換えれば、第1のマスクパターン2の最小パターン幅よりも小さい最小パターン幅を有する微細パターン露光用の)反射型の第3のマスクパターン2aを構成している。

30

## 【0083】

これは、本出願人も既に提案しているいわゆる多重露光(例えば、特開2000-91221号公報参照)を、図4に示した投影露光装置によって実現するためのものである。

## 【0084】

これにより、従来の多重露光工程が2段階の露光工程を必要としていたものを、一連(1つ)の露光工程で完結させることができる。しかも、このようにマスク1'上で微細パターンを露光するためのマスクパターンと不連続周期パターンを露光するためのマスクパターンとを反射型と透過型とに分けることで、不連続周期パターンの露光プロファイルを改善でき、液晶ディスプレイパネル用基板の高画素化対応や歩留まり向上等に有効である。

40

## 【0085】

(第2実施形態)

図7には、本発明の第2実施形態である投影露光装置の構成を示している。第1実施形態では、第1の照明系からの照明光を投影系の一部を利用してマスクの第1のマスクパターン(反射型マスクパターン)に導くようにした場合について説明したが、本実施形態では、第1の照明系からの照明光を、投影系外からマスクの第1のマスクパターンに導くようにしている。

## 【0086】

なお、本実施形態において、第1実施形態と共通する構成要素には第1実施形態と同符号

50

を付す。

【0087】

図7において、1"は第1実施形態にて説明したマスク1と同様に、反射型の第1のマスクパターンと透過型の第2のマスクパターンとを有するマスクである。但し、本実施形態のマスク1"は、図1に示したマスク1のように第1のマスクパターンが第2のマスクパターンの領域よりも長くなった領域を有さず、図1のマスク1の右側(照明領域4が形成される側)の部分のみを有する。

【0088】

また、図7において、15aは第1の照明系であり、超高圧水銀ランプを光源として有し、マスク1"の第1のマスクパターンを投影系側から照明する。この第1の照明系15aは、第1実施形態の第1の照明系と同様の構成要素により構成されている。また、15bは第2の照明系であり、超高圧水銀ランプを光源として有し、マスク1"の第2のマスクパターンを、マスク1"を挟んで投影系とは反対側から照明する。この第2の照明系15bも、第1の照明系15aと同様の構成要素により構成されている。これら第1および第2の照明系15a, 15bは制御回路26'により照射制御される。

【0089】

22はマスク1"からの露光光を凹面鏡24の上部に向けて反射する反射面22aと、凹面鏡24の上部から凸面鏡23および凹面鏡24の下部を介して入射した露光光を反射して被露光基板25に投射する反射面22bとを有する反射部材である。

【0090】

本実施形態では、従来用いられているミラー反射型のスリットスキャン露光装置とほぼ同様の投影系を有するが、マスク1"は、投影系の入射・投射光軸に一致した第2の照明系15bの照射光軸に直交する面に対して角度をなすように設置されている。これにより、第1の照明系15aからの照明光を無理なく投影系外からマスク1"に照射することが可能となり、投影系の構成を簡単化することができる。

【0091】

ここで、第1の照明系15aの照明光軸は、物点位置で投影系の光軸と所定の角度2で交差している。そして、マスク1"の傾斜角は、第1の照明系15aの照明光軸と投影系の入射光軸とのなす角度2の1/2に設定されている。

【0092】

なお、マスク1の傾斜角は、投影系の焦点深度マージンを阻害しない程度の小さな角度である。

【0093】

また、本実施形態では、制御回路26'は、被露光基板25が載置された基板ステージ28を、ステップアンドリピート駆動し、この基板ステージ28が停止するごとに第1および第2の照明系15a, 15bからマスク1"に照明光を照射させる。本実施形態によれば、特に不連続周期パターンの露光時間を容易に確保することができる。また、本実施形態でも、各分割露光領域において、被露光基板25上に連続パターンと不連続周期パターンとを一連(1つ)の露光工程で露光することができる。

【0094】

(第3実施形態)

図8には、本発明の第3実施形態である投影露光装置の構成を示している。本実施形態は、上記第2実施形態の投影露光装置の第2の照明系15bに代えて、ArF等のエキシマレーザ21を光源とした第2の照明系を採用した場合を示している。なお、本実施形態において、第2実施形態と共通する構成要素には第2実施形態と同符号を付す。

【0095】

本実施形態でも、不図示の制御回路は、被露光基板25が載置された基板ステージ28を、ステップアンドリピート駆動し、この基板ステージ28が停止するごとに第1および第2の照明系15a, 20からマスク1"に照明光を照射させる。

【0096】

なお、本実施形態では、第2りの照明系20の光源としてエキシマレーザを使用することにより、超高圧水銀ランプを光源とする第2実施形態に比べて、その照明光の波長が短いことにより、投影系の開口数(NA)が同じでも、不連続周期パターンの露光解像力を向上させることができる。

【0097】

(第4実施形態)

図9および図10には、本発明の第4実施形態である投影露光装置のうち投影系の構成を示している。上記第2および第3実施形態では、被露光基板25をステップアンドリピート駆動して被露光基板25に連続パターンおよび不連続周期パターンを逐次露光していく場合について説明したが、これら実施形態の投影系を用いて、第1実施形態にて説明したように被露光基板25をスキャン駆動しながら被露光基板25に連続パターンおよび不連続周期パターンを露光することも可能である。

10

【0098】

そもそも、スキャン型の投影露光装置は、スキャン駆動速度できるだけ上げて、歩留まりのスループットを向上させることが大きな目的の1つである。但し、被露光基板のスキャン駆動速度を上げると、不連続周期パターンの露光時間を確保するのが難しくなってくる。そこで、本実施形態は、被露光基板のスキャン駆動速度を上げて、不連続周期パターンの露光時間を確保することができるようにした投影露光装置を示している。

【0099】

本実施形態では、上記第2および第3実施形態にて説明したのと同様の投影系に、本実施形態にて特有の、揺動可能な平行平板32を追加した投影系を示している。なお、第2および第3実施形態と同様に、本実施形態でも、第1および第2の照明系は設けられるが、図9および図10では省略している。また、平行平板32は、第1実施形態にて説明した投影系にも用いることができる。

20

【0100】

平行平板32は、露光光に対して実質的に透明な(透過率が高い)材料により形成されており、駆動回路を含む駆動機構34によって、被露光基板25のスキャン駆動速度に合った速度で該スキャン駆動方向に揺動駆動される。また、駆動機構34は、不図示の第1および第2の照明系の光源等および基板ステージ28のスキャン駆動も制御する制御回路36によって制御される。

30

【0101】

ここで、被露光基板25に不連続周期パターンを確実に間欠露光するためには、各間欠露光時に最適な露光時間を確保することが必要である。このため、本実施形態では、被露光基板25のスキャン駆動速度を上げてスループットを向上させるとともに、このスキャン駆動中にも不連続周期パターンの露光に必要な露光時間が得られるように、マスク1"の第2のマスクパターンの像を、所要の露光時間の間、被露光基板25上の同一位置に保持できるようにする。

【0102】

具体的には、平行平板32を、第2のマスクパターンの像が被露光基板25のスキャン駆動速度と等速度でスキャン駆動方向に移動するように揺動させる。これにより、平行平板32が上記方向に揺動している間は第2のマスクパターンの像を被露光基板25上の同一位置に保持することができ、不連続周期パターンの露光に必要な露光時間を確保することができる。

40

【0103】

但し、不連続周期パターンが露光されている間、平行平板32の揺動により連続パターンを露光するための第1のマスクパターンの像も被露光基板25上の同一位置に保持されるため、連続パターンの連続性が損なわれてしまう。そこで、本実施形態では、以下の露光方法によって上記不都合を解消する。

【0104】

図11のフローチャートは、本実施形態の投影露光装置(制御回路36)の露光制御方法

50

を示したものである。また、図 12 および図 13 には、この露光制御方法によってパターンが露光されていく被露光基板 25 を示している。

【0105】

まず、制御回路 36 は、基板ステージ 28 のスキャン駆動を開始する。被駆動基板 25 (基板ステージ 28) の駆動位置は位置計測器 27 によって常時計測され、制御回路 36 はこの計測結果に基づいて基板ステージ 28 を制御する。

【0106】

なお、円弧状スリット照明をスキャンする場合においては、図示しないが、第 1 の照明系内にマスク 1' と共役な面を作り、その共役面上にマスキングブレードを設けることで、第 1 のマスクパターン 2 の照射タイミングをとり、被露光基板上 25 の連続パターンをそ

10

【0107】

ステップ (図では S と略す) 11 において、被露光基板 25 上の露光開始目標位置が第 1 のマスクパターン像の投影位置に一致すると、制御回路 36 は、ステップ 12 で、第 1 の照明系を照射 (on) 動作させ、照明光を第 1 のマスクパターンに照射する。これにより、図 12 に示すように、被露光基板 25 への連続パターン 25a の露光が開始される。また、制御回路 36 は基板ステージ 28 の一定速度でのスキャン駆動を続行する。

【0108】

次に、ステップ 13 において、制御回路 36 は、上記位置計測器 27 の計測結果に基づいて、被露光基板 25 が第 2 のマスクパターン像の投影位置に到達したか否かを判別する。

20

【0109】

そして、この不連続周期パターンの露光開始タイミングに合わせて、制御回路 36 は、ステップ 15 にて、平行平板 32 の初期位置からの往路 (被露光基板 25 のスキャン駆動方向と同じ方向への) 揺動を開始させる。平行平板 32 を往路揺動させると、平行平板 32 の厚み  $t$ 、屈折率  $n$ 、露光光波長 および揺動角 の変化によって、被露光基板 25 に対する投影光束の入射角度を維持したまま、両マスクパターン像を該往路揺動方向に移動させることができる。そして、この平行平板 32 の往路揺動速度を、スキャン駆動中の被露光基板 25 上での両マスクパターン像の投影位置が一定に保たれるように制御し、かつ不連続周期パターンの所要露光時間の間、平行平板 32 の往路揺動を行うことにより、スキャン駆動されている被露光基板 25 上で不連続周期パターンの適正な露光時間を確保することができる。

30

【0110】

制御回路 36 は、ステップ 16 で、平行平板 32 の往路揺動時間 (不連続周期パターンの露光時間) が所要露光時間に達したか否かを判別し、所要露光時間に達したときには、ステップ 17 にて、第 2 の照明系からの照明光の照射をオフにし、さらにステップ 18 にて、平行平板 32 を元の揺動位置 (初期位置) に向かって復路揺動させる。この復路揺動中でも、第 1 の照明系による第 1 のマスクパターンへの照明光の照射 (すなわち、被露光基板 25 への連続パターンの露光) は続けられる。これにより、第 1 のマスクパターン像は被露光基板 25 上をそのスキャン駆動方向とは逆方向に移動することになり、被露光基板 25 上に露光される連続パターンが、次に不連続周期パターンとともに露光開始される位置まで延びることになる。したがって、連続パターンの連続性が確保される。

40

【0111】

また、平行平板 32 の復路揺動は、被露光基板 25 上の次の不連続周期パターンの露光位置が、平行平板 32 が初期位置にあるときの第 2 のマスクパターンの投影位置に到達する前までに完了する。こうして、ステップ 19 にて、平行平板 32 が初期位置に戻ったことが確認されると、制御回路 36 はステップ 20 にて平行平板 32 の復路揺動を停止させる。

50

## 【 0 1 1 2 】

そして、ステップ 2 1 にて、制御回路 3 6 が不連続周期パターンの露光回数が目標回数に到達していないか否か（次の不連続周期パターンの露光があるか否か）を判別する。これは、予め投影露光装置の入力操作部等を通じて入力された不連続パターンの目標露光回数に対し、不連続周期パターンの露光が行われるごとに加算されたカウンタ値が到達したか否かによって判別される。

## 【 0 1 1 3 】

ステップ 2 1 において、次の不連続周期パターンの露光がある場合は、制御回路 3 6 は、ステップ 1 3 に戻り、被露光基板 2 5 上の次の不連続周期パターンの露光位置が平行平板 3 2 が初期位置にある状態での第 2 のマスクパターンの投影位置に到達した時点から、第 2 の照明系の光源を再び照射（on）動作させ、照明光を第 2 のマスクパターンに照射するとともに、平行平板 3 2 の往路揺動を開始させる（ステップ 1 4 , 1 5 ）。これにより、被露光基板 2 5 に次の不連続周期パターンと連続パターンの露光が開始される。さらに、平行平板 3 2 の往路揺動時間が所要露光時間に達したときに（ステップ 1 6 ）、第 2 の照明系の光源の発光をオフにし（ステップ 1 7 ）、平行平板 3 2 を初期位置に復路揺動（ステップ 1 8 ）させる。このときも、第 1 の照明系から第 1 のマスクパターンに対する照明光の照射、すなわち連続パターンの露光は継続される。

## 【 0 1 1 4 】

そして、ステップ 2 1 にて、次の不連続周期パターンの露光がなくなったときには、ステップ 2 2 に進み、制御回路 3 6 は第 1 の照明系の光源をオフにして、一連（1 つ）の露光工程としての連続パターンと不連続周期パターンの被露光部材 2 5 への露光を終了する。

## 【 0 1 1 5 】

以上説明した露光工程の途中の状態であって、ステップ 2 0 まで完了した状態を、図 1 2 および図 1 3（図 1 2 における B 部の拡大図）に示している。

## 【 0 1 1 6 】

これらの図において、被露光基板 2 5 上の露光済みの複数の不連続周期パターンを 2 5 b で示しており、この複数の露光済みの不連続周期パターン 2 5 b から図 1 3 中の右側（被露光基板 2 5 のスキャン駆動方向とは反対方向）に延出した、露光済みの連続パターン 2 5 a は、ステップ 1 8 ~ ステップ 2 0 における平行平板 3 2 の復路揺動中に露光されたものである。そして、この延出した連続パターン 2 5 a につながるように、平行平板 3 2 の往路揺動中での露光が行われることにより、連続パターン 2 5 a の連続性が確保される。

## 【 0 1 1 7 】

（第 5 実施形態）

図 1 4 には、本発明の第 5 実施形態である投影露光装置の構成を示している。上記各実施形態では、反射投影系を用いているが、本実施形態では、レンズ投影系を用いている。すなわち、本発明の、反射型マスクパターンと透過型パターンとを備えたマスクは、反射投影系を備えた投影露光装置だけでなく、レンズ投影系を備えた投影露光装置にも使用することができる。

## 【 0 1 1 8 】

なお、本実施形態において、前述した各実施形態の投影露光装置と共通する構成要素には同一の符号を付して説明に代える。

## 【 0 1 1 9 】

図 1 4 において、1 0 1 は本発明の一実施形態としての投影露光用マスクである。このマスク 1 0 1 の構成を図 1 5 および図 1 6（図 1 4 の C 部の拡大図）に示す。

## 【 0 1 2 0 】

このマスク 1 0 1 には、上記第 2 ~ 第 4 実施形態にて説明したマスク 1 ” と同様に、裏面側に被露光基板に連続パターンを露光するための反射型の第 1 のマスクパターン 1 0 2 が、表面側に被露光基板に不連続周期パターンを露光するための透過型の第 2 のマスクパターン 1 0 3 が形成されている。また、第 1 のマスクパターン 1 0 2 と第 2 のマスクパター

10

20

30

40

50

ン 1 0 3 は、照明光の照射領域 1 0 4 の長手方向に交互に配置されている。

【 0 1 2 1 】

投影系をミラーにより構成した上記各実施形態のマスクでは、照明領域が円弧スリット形状となることから、これに合わせて第 2 のマスクパターンが円弧状に配列されていたが、本実施形態のマスク 1 0 1 は、投影系をレンズにより構成し、これに伴って照明領域が直線（矩形）スリット形状となることから、これに合わせて、第 2 のマスクパターン 1 0 3 が矩形状に配列されている。

【 0 1 2 2 】

また、図 1 4 において、4 7 は投影レンズであり、本実施形態の場合、マスク側がテレセントリックである方が都合がよい。なお、被露光基板側はテレセントリックでなくてもよい。本実施形態では、投影レンズ 4 7 として、n 倍の片テレセントリックレンズを採用した場合について説明する。

【 0 1 2 3 】

4 5 は偏光ビームスプリッタである。4 6 a , 4 6 b は / 4 板であり、偏光ビームスプリッタ 4 5 におけるマスク 1 0 1 および後述する高精細反射型マスク 4 8 と対向する面に設けられている。

【 0 1 2 4 】

4 1 は第 1 の照明系であり、超高圧水銀ランプからなる光源 1 6 と、楕円ミラー 1 7 と、インテグレートレンズ 4 3 と、コンデンサレンズ 4 4 とを有して構成されている。第 1 の照明系 4 1 は、偏光ビームスプリッタ 4 5 を介して、投射系側からマスク 1 0 1 に設けられた反射型の第 1 のマスクパターン 1 0 2 に照明光を照射する。

【 0 1 2 5 】

また、第 2 の照明系 2 0 ' は、マスク 1 0 1 を挟んで投射系とは反対側からマスク 1 0 1 に設けられた透過型の第 2 のマスクパターンに照明光を照射する。これら第 1 および第 2 の照明系 4 1 , 2 0 ' は、被露光基板 2 5 ' を搭載した基板ステージ 2 8 のスキャン駆動を制御する制御回路（図示せず）により、スキャン駆動と同期して照射制御される。

【 0 1 2 6 】

図 1 7 には、本実施形態の投影露光装置により、パターンが露光されている途中の被露光基板 2 5 ' の様子を示している。

【 0 1 2 7 】

図 1 7 において、被露光基板 2 5 ' 上の露光済みの連続パターン 2 5 a ' と複数回露光された不連続周期パターン 2 5 b ' とを示しており、この露光済みの不連続周期パターン 2 5 b ' から図 1 7 中の基板 2 5 の右側（被露光基板 2 5 ' のスキャン駆動方向とは反対方向）に延出した、露光済みの連続パターン 2 5 a ' の間に次の不連続周期パターンが露光される。

【 0 1 2 8 】

ここで、本実施形態の第 1 および第 2 の照明系 4 1 , 2 0 ' からマスク 1 0 1 に照射される照明光は、前述したように、直線（矩形）状のスリット照明光となっており、このスリット照明光の長手方向は、投影露光装置を示す図 1 4 の紙面に対して垂直な方向である。

【 0 1 2 9 】

したがって、第 1 の照明系 4 1 に設けられたコンデンサレンズ 4 4 は、不必要な部分を二方取りしたいわゆる小判型形状を有する。この第 1 の照明系 4 1 の光源 1 6 から発せられる照明光は、楕円ミラー 1 7 により反射して 2 次光源を形成するよう一旦結像した後、インテグレートレンズ 4 3 によってその照明強度の分布が均一化される。コンデンサレンズ 4 4 には、直線スリット状に光束が入射し、集光されて偏光ビームスプリッタ 4 5 に入射する。

【 0 1 3 0 】

偏光ビームスプリッタ 4 5 に入射した照明光束のうち、特定の偏光成分（P 偏光光又は S 偏光光）がこの偏光ビームスプリッタ 4 5 の偏光分離膜によってマスク 1 0 1 側に反射され、 / 4 板 4 6 a を通過してマスク 1 0 1 の裏面側（投影レンズ側）の第 1 のマスクパ

10

20

30

40

50

ターン102を照明する。第1のマスクパターン102で反射した露光光は、再度 / 4板46aを通過して偏光ビームスプリッタ45に再入射する。このように、露光光（照明光）は、 / 4板46aを往復（2回）通過することで、その偏光方向が偏光分離膜での反射時に対して90°変化する。

【0131】

これにより、偏光ビームスプリッタ45に入射した露光光は、偏光分離膜を透過し、投影レンズ47を透過して、所定の投影倍率の第1のマスクパターン像が像面側の焦点位置に結像する。

【0132】

上記像面側の焦点位置には被露光基板25'の表面が配置されており、投影レンズ47により投影された第1のマスクパターン像が露光される。そして、被露光基板25'を、投影レンズ47の投影光軸に対して略直交する方向にスキャン駆動することにより、被露光基板25'上に、該スキャン駆動方向に延びる連続パターンが途切れることなく露光される。

10

【0133】

また、第2の照明系20'が被露光基板55の所定駆動量ごとにマスク101の第2のマスクパターン103をフラッシュ又はパルス照明することにより、第2のマスクパターン103を透過した露光光は、 / 4板46a、偏光ビームスプリッタ45および投影レンズ47を通過して、被露光基板25'上に不連続周期パターンを露光する。

【0134】

これにより、被露光基板25'には、連続した連続パターン25a'と所定間隔を有する不連続周期パターンとが所定の間隔で一連の（1つの）露光工程で露光される。

20

【0135】

また、図14中に括弧書きで示したように、本実施形態においても、第4実施形態と同様に、投影系の最も像面側に平行平板32を揺動可能に配置することができる。

【0136】

この場合、不図示の制御回路により、上記第4実施形態にて図11のフローチャートを用いて説明したのと同様に、基板ステージ28、第1、第2の照明系41、20'および平行平板32が制御される。

【0137】

また、本実施形態では、第1の照明系41は、光源16からのインコヒーレントな光束のうち、偏光ビームスプリッタ45の偏光分離面で反射された特定の偏光方向の偏光光のみを用いて露光光として利用しているが、偏光分離面を透過する偏光光を利用して、第1実施形態の変形例として説明した多重露光を行うことができる。

30

【0138】

この場合、図14に示すように、偏光ビームスプリッタ45の偏光分離面を透過した偏光光を / 4板46bを介して高精細反射型マスク48に照射する。この高精細反射型マスク48には、図6に符号2aで示した第3のマスクパターンと同様に、第1のマスクパターン102の最小パターン幅よりも小さい最小パターン幅を有する微細パターン露光用の反射型マスクパターンが形成されている。

40

【0139】

この高精細反射型マスク48で反射した露光光は、 / 4板46bを介して偏光ビームスプリッタ47に戻るが、 / 4板46bを往復（2回）通過することで、偏光方向が先に偏光分離面を透過したときとは90°変わる。これにより、高精細反射型マスク48からの露光光は、偏光ビームスプリッタ45の偏光分離膜で反射され、投影レンズ47に導かれる。

【0140】

この高精細反射型マスク48のパターン像は、マスク101の第1のマスクパターン102の像および第2のマスクパターン103の像に重畳され、投影レンズ47の焦点位置に設けられた被露光基板25'の表面上に結像する。これにより、第1のマスクパターン1

50

02による連続パターンおよび第2のマスクパターン103による不連続周期パターンとともに、高精細反射型マスク48の微細パターンが被露光基板25'に一連(1つ)の露光工程で露光される。

【0141】

連続パターンと不連続周期パターンの露光プロファイルの向上に、微細パターンが寄与する点は、本出願人が多くの多重露光に関する提案において述べたのと同様である。

【0142】

なお、以上説明した第1から第5実施形態においては、マスクにおける連続パターン露光用の第1のマスクパターンを反射型マスクパターンとして構成し、不連続周期パターン露光用の第2のマスクパターンを透過型マスクパターンとして構成した場合について説明したが、第1のマスクパターンを透過型マスクパターンとし、第2のマスクパターンを反射型マスクパターンとしてもよい。

10

【0143】

また、上記各実施形態では、被露光基板に連続パターンと、一定の周期で繰り返される不連続周期パターン(独立繰り返しパターン)とを露光するためのマスクについて説明したが、本発明にいう不連続パターンについては、必ずしも一定周期で繰り返される必要はなく、個々が独立した(不連続の)パターンであればよい。

【0144】

さらに、上記各実施形態では、スキャン型およびステップアンドリピート型投影露光装置について説明したが、本発明は、ステップアンドスキャン型等、他の型の投影露光装置にも適用することができる。

20

【0145】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、マスクの駆動を行わなくても連続パターンの露光と不連続周期パターンの露光とを一連の露光工程で完結することができる。

【0146】

また、マスクの駆動を行わずに被露光部材の駆動のみ行うことにより、マスクにおける被露光部材の駆動方向での長さを短くすることが可能となり、マスクをその周辺領域で支持した場合でもマスクの自重による変形を抑えることができる。

【0147】

さらに、被露光部材のみ駆動制御すればよいので、マスクと被露光部材の双方を同期させて駆動制御する場合に比べて制御が簡素になり、露光性能の信頼性を高めることができる。しかも、マスクの小型化に伴ってマスクを低コスト化することもできる。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態である投影露光用マスクを表面側から見たときの図である。

【図2】図1のA部の拡大図である。

【図3】図1に示したマスクの製造工程の説明図である。

【図4】図1に示したマスクを使用した投影露光装置の構成を示す図である。

【図5】図1に示した投影露光装置における露光制御を示すフローチャートである。

40

【図6】図1に示したマスクに微細マスクパターンを付加したマスクを表面側から見たときの図である。

【図7】本発明の第2実施形態である投影露光装置の構成を示す図である。

【図8】本発明の第3実施形態である投影露光装置の構成を示す図である。

【図9】本発明の第4実施形態である投影露光装置の構成を示す図である。

【図10】図9に示した投影露光装置の構成を示す図である。

【図11】図9に示した投影露光装置における露光制御を示すフローチャートである。

【図12】図9に示した投影露光装置によりパターン露光されている途中の被露光基板を示す図である。

【図13】図12におけるB部の拡大図である。

50

【図14】本発明の第5実施形態である投影露光装置の構成を示す図である。

【図15】図14に示した投影露光装置に使用されるマスクを表面側から見たときの図である。

【図16】図15におけるC部の拡大図である。

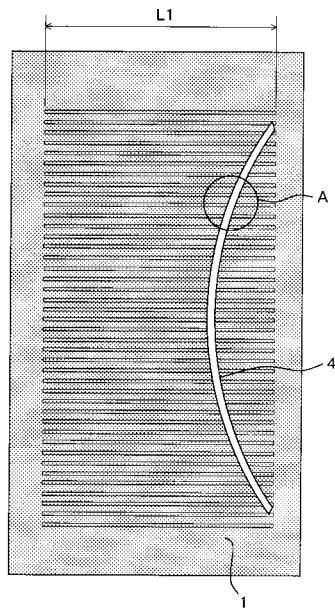
【図17】図14に示した投影露光装置によりパターン露光されている途中の被露光基板を示す図である。

【図18】従来の反射型投影露光装置の構成を示す図である。

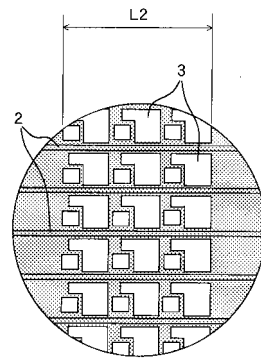
【符号の説明】

1, 1', 1'', 101	マスク	
2, 102	第1のマスクパターン(反射型マスクパターン)	10
3, 103	第2のマスクパターン(透過型マスクパターン)	
4, 104	照明領域	
1a	マスク基板	
5	反射膜	
6, 7	フォトレジスト	
8	反射防止膜	
9	直角プリズム	
10, 45	偏光ビームスプリッタ	
11	補正プリズム	
12a, 12b, 46a, 46b	/ 4板	20
13	導光プリズム	
14	反射ミラー	
15, 15a, 41	第1の照明系	
15b, 20, 20'	: 第2の照明系	
21	エキシマレーザ	
25, 25'	被露光基板	
26, 26', 36	制御回路	
27	位置計測器	
32	平行平板	
47	投影レンズ	30
48	高精細反射型マスク	

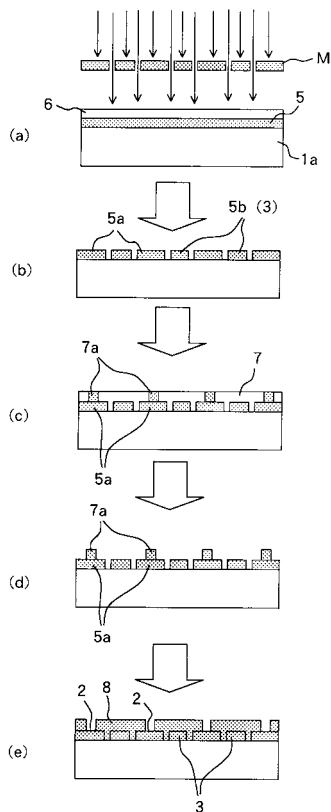
【図1】



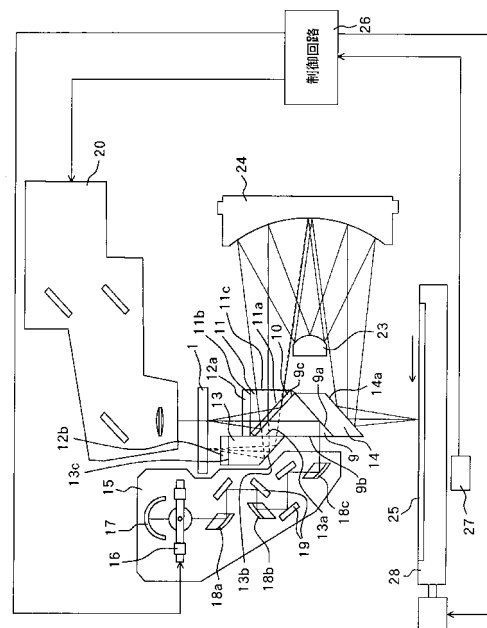
【図2】



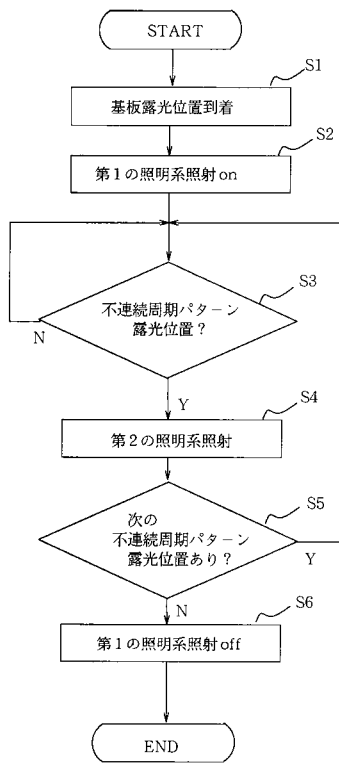
【図3】



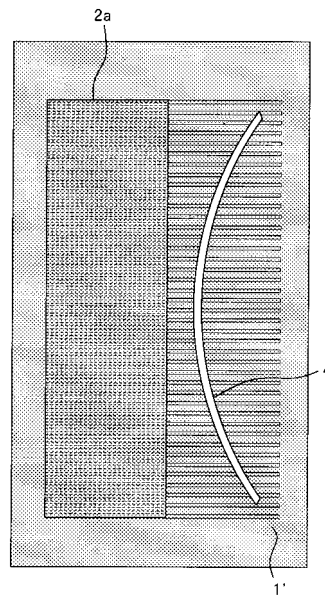
【図4】



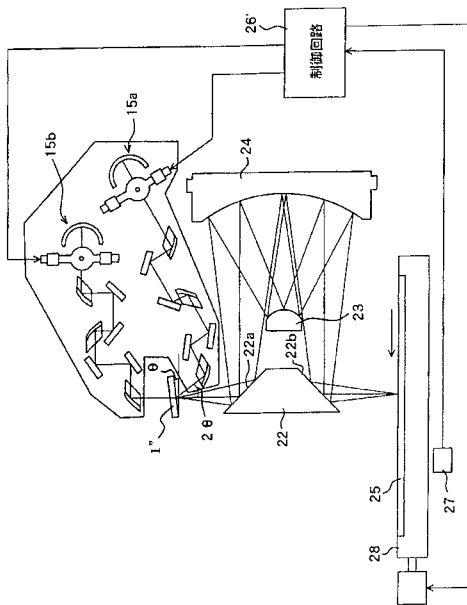
【図5】



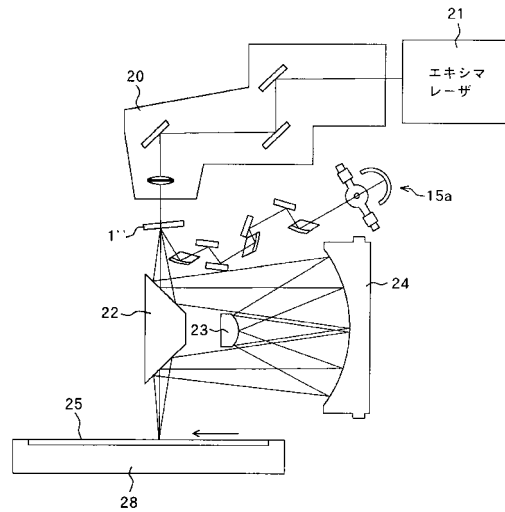
【図6】



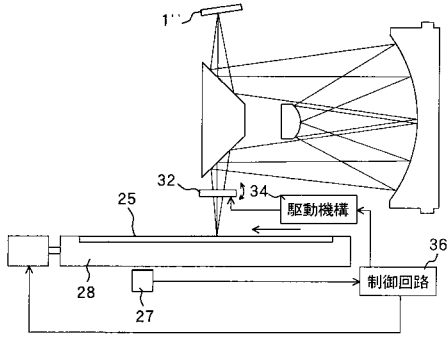
【図7】



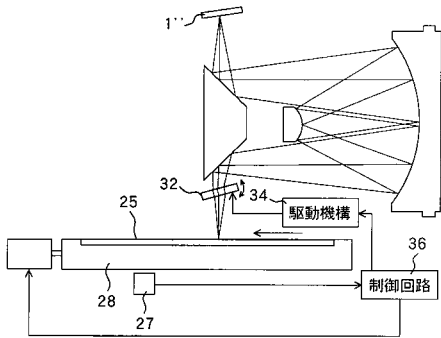
【図8】



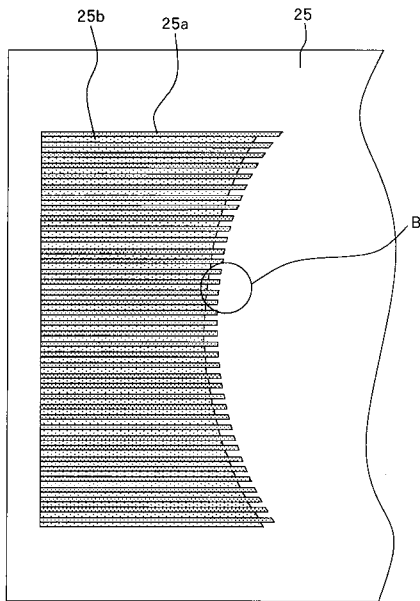
【図9】



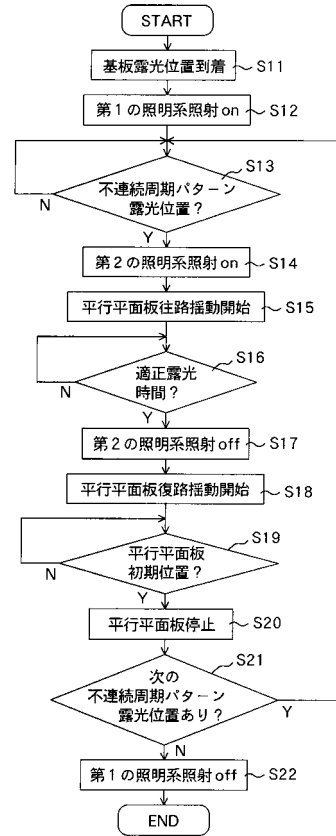
【図10】



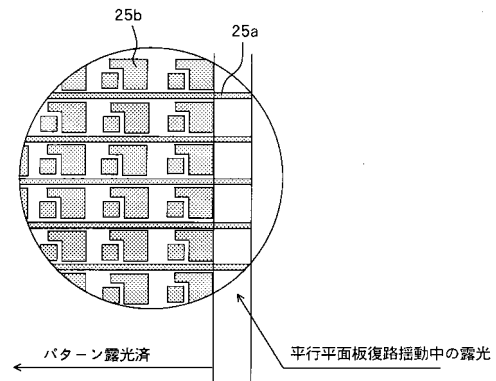
【図12】



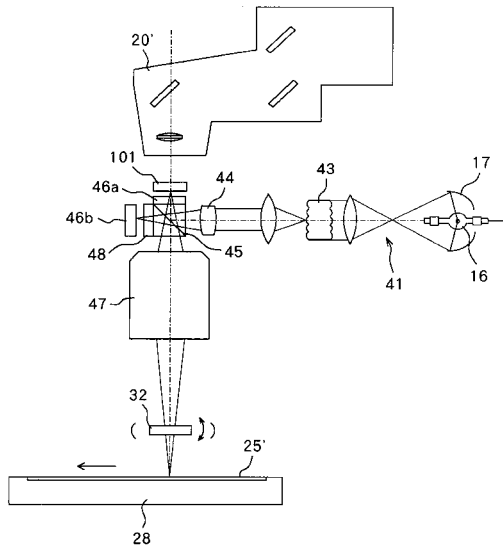
【図11】



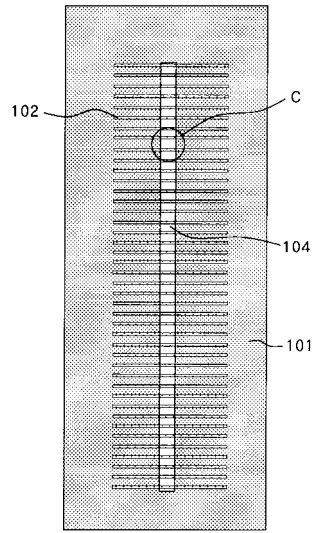
【図13】



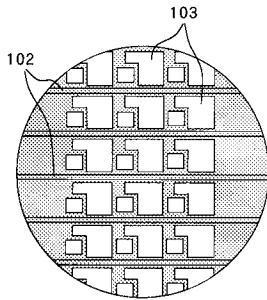
【図14】



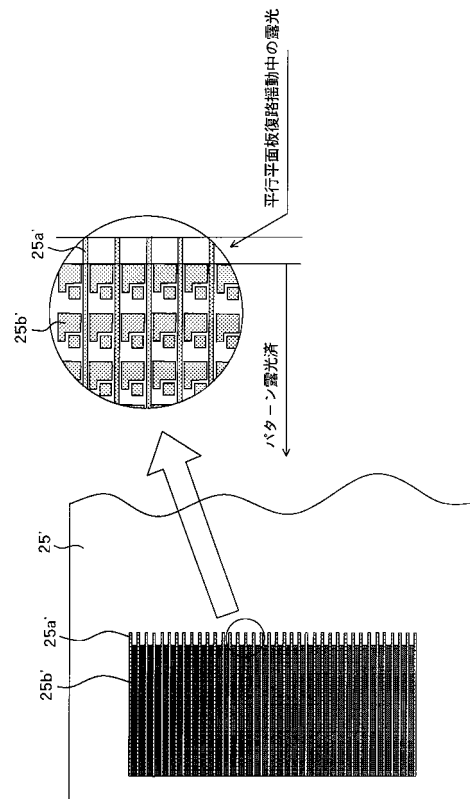
【図15】



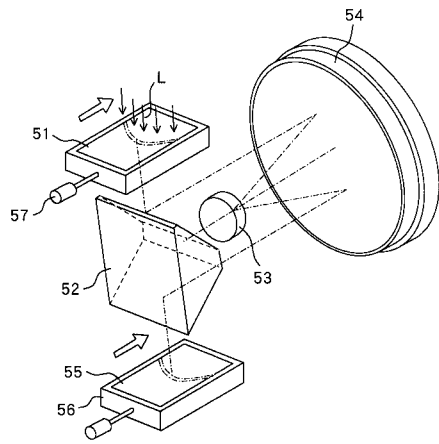
【図16】



【図17】



【 図 18 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
H 0 1 L 21/30 5 1 5 D

(72)発明者 飯塚 和央  
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 秋田 将行

(56)参考文献 特開2000-021761(JP,A)  
特開平06-084750(JP,A)  
特開平10-032156(JP,A)  
特開2000-021742(JP,A)  
特開2000-021748(JP,A)  
特開2000-091221(JP,A)  
特開平10-032159(JP,A)  
特開昭62-219631(JP,A)  
特開2000-298353(JP,A)  
特開2000-250197(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G03F 1/00- 1/16、 7/20- 7/24、  
9/00- 9/02、  
H01L 21/027、 21/30