(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3624984号
(P3624984)
(45)発行日　平成17年3月2日(2005.3.2)　(24)登録日　平成16年12月10日(2004.12.10)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
H01L 21/027	H01L	21/30　518
G03F 7/20	G03F	7/20　521
G03F 9/00	G03F	9/00　H
	H01L	21/30　525D

請求項の数 7　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平7-333985
(22)出願日　平成7年11月29日(1995.11.29)
(65)公開番号　特開平9-153452
(43)公開日　平成9年6月10日(1997.6.10)
審査請求日　平成14年11月18日(2002.11.18)

(73)特許権者　000004112
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　水谷　英夫
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

審査官　岩本　勉

最終頁に続く

(54)【発明の名称】投影露光装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

所定のパターンが形成されたマスクを露光光で照明するための照明光学系と、前記マスクに形成された前記所定のパターンの像を感光性の基板上に形成するための投影光学系と、前記マスクを保持したマスクステージの位置を検出するためのマスクステージ位置検出系と、前記基板を保持した基板ステージの位置を検出するための基板ステージ位置検出系とを備えた投影露光装置において、

前記マスクステージ位置検出系は、第１基準マークと、前記マスクステージに形成されたマスクステージマークとに基づいて前記マスクステージの位置を検出し、

前記基板ステージ位置検出系は、前記第１基準マークと一体的に保持された第２基準マークと、前記基板ステージに形成された基板ステージマークとに基づいて、前記基板ステージの位置を検出し、

前記マスクステージマークは、所定の計測方向に沿って所定ピッチで形成された第１回折格子を備え、

前記第１基準マークは、前記投影光学系に固定された光学部材に設けられて前記計測方向に対応する方向に沿って所定ピッチで形成された第２回折格子を備えることを特徴とする投影露光装置。

【請求項２】

前記第１基準マークおよび前記第２基準マークは、前記投影光学系と一体的に保持されていることを特徴とする請求項１に記載の投影露光装置。

【請求項３】
前記基板ステージマークは、前記基板ステージに固定された第１移動反射鏡の反射面であり、前記第２基準マークは前記投影光学系に固定された第１固定反射鏡の反射面であり、前記基板ステージ位置検出系は、前記第１移動反射鏡の反射面に対する測長ビームと前記第１固定反射鏡の反射面に対する参照ビームとの干渉に基づいて、前記投影光学系に対する前記基板ステージの位置を検出する干渉計であることを特徴とする請求項１または２に記載の投影露光装置。
【請求項４】
前記マスクステージ位置検出系は、
コヒーレントな一対の検出光および一対の基準光を生成するための２光束生成手段と、
前記一対の検出光および一対の基準光に対する前記第１回折格子および前記第２回折格子からの回折光を受光するための受光系とを備え、
前記受光系の出力に基づいて前記投影光学系に対する前記マスクステージの位置を検出することを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載の投影露光装置。
【請求項５】
前記第２回折格子は、前記露光光に対する回折効率が実質的に零になるように形成されていることを特徴とする請求項４に記載の投影露光装置。
【請求項６】
前記投影光学系に対して前記マスクおよび前記感光性の基板を走査方向に沿ってそれぞれ相対的に移動させながら露光を行うことを特徴とする請求項１乃至５のいずれか１項に記載の投影露光装置。
【請求項７】
マスク上の所定のパターンを感光性の基板上に投影する投影露光方法において、
請求項１乃至６のいずれか１項に記載の投影露光装置を用いて前記所定のパターンの像を前記感光性の基板上に形成することを特徴とする露光方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、例えば半導体素子または液晶表示素子等を製造するためのフォトリソグラフィ工程で使用される投影露光装置に関し、特に走査型投影露光装置におけるマスクステージおよびウエハステージの位置検出に関する。
【０００２】
【従来の技術】
半導体素子等を製造するための投影露光装置では、投影光学系の光軸に垂直な面内において感光性基板であるウエハを二次元的に逐次駆動しながらウエハの各露光領域にマクパターンを転写する。
【０００３】
また、走査型投影露光装置では、投影光学系に対してウエハおよびマスクを移動させながら走査露光を行うことにより、マスクパターンをウエハの１つの露光領域に転写する。そして、投影光学系の光軸に垂直な面内においてウエハを二次元的に逐次駆動しながら上述の走査露光を繰り返すことにより、マスクパターンをウエハの各露光領域に逐次転写する。
【０００４】
なお、投影露光装置では、露光中におけるマスクおよびウエハの位置制御に先立ち、露光開始前にマスクとウエハとの光学的な位置合わせすなわちアライメントが必要である。
そこで、投影露光装置では、マスクを保持するマスクステージの位置を検出するためのマスクステージ位置検出系やウエハを保持するウエハステージの位置を検出するためのウエハステージ位置検出系を備えている。一般に、マスクステマスクステージ位置検出系およびウエハステージ位置検出系として、マスクステージ側およびウエハステージ側に設けられたレーザ干渉計が使用されている。

【０００５】
なお、マスクステージ用のレーザ干渉計では、移動反射鏡がマスクステージに固定され、固定反射鏡が投影光学系を保持するための架台に固定されている。
一方、ウエハステージ用のレーザ干渉計では、移動反射鏡がウエハステージに固定され、固定反射鏡が投影光学系の鏡筒に固定されている。
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
上述のように従来の投影露光装置では、マスクステージ用のレーザ干渉計の基準体である固定反射鏡が投影光学系を保持する架台に固定され、ウエハステージ用のレーザ干渉計の基準体である固定反射鏡が投影光学系の鏡筒に固定されている。
【０００７】
したがって、特に走査露光中におけるマスクステージおよびウエハステージの移動によって投影光学系が架台に対して振動すると、マスクステージ用のレーザ干渉計の基準体である固定反射鏡とウエハステージ用のレーザ干渉計の基準体である固定反射鏡との相対位置が変化する。また、温度などの環境の変化に起因して、２つの固定反射鏡の相対位置が変化する。その結果、マスクステージ用レーザ干渉計の精度が低下する。また、マスクステージ用レーザ干渉計とハステージ用レーザ干渉計との間にいわゆるオフセットドリフトが発生し、マスクとウエハとの位置合わせ精度が低下する。
【０００８】
本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、マスクステージ位置検出系と基板ステージ位置検出系との間のオフセットドリフトの発生を抑えて、マスクと基板との高精度な位置合わせが可能な投影露光装置を提供することを目的とする。
【０００９】
【課題を解決するための手段】
前記課題を解決するために、本発明においては、所定のパターンが形成されたマスクを露光光で照明するための照明光学系と、前記マスクに形成された前記所定のパターンの像を感光性の基板上に形成するための投影光学系と、前記マスクを保持したマスクステージの位置を検出するためのマスクステージ位置検出系と、前記基板を保持した基板ステージの位置を検出するための基板ステージ位置検出系とを備えた投影露光装置において、
前記マスクステージ位置検出系は、第１基準マークと、前記マスクステージに形成されたマスクステージマークとに基づいて前記マスクステージの位置を検出し、
前記基板ステージ位置検出系は、前記第１基準マークと一体的に保持された第２基準マークと、前記基板ステージに形成された基板ステージマークとに基づいて、前記基板ステージの位置を検出することを特徴とする投影露光装置を提供する。
【００１０】
本発明の好ましい態様によれば、前記第１基準マークおよび前記第２基準マークは、前記投影光学系と一体的に保持されている。
また、前記基板ステージマークは、前記基板ステージに固定された第１移動反射鏡の反射面であり、前記第２基準マークは前記投影光学系に固定された第１固定反射鏡の反射面であり、前記基板ステージ位置検出系は、前記第１移動反射鏡の反射面に対する測長ビームと前記第１固定反射鏡の反射面に対する参照ビームとの干渉に基づいて、前記投影光学系に対する前記基板ステージの位置を検出する干渉計であることが好ましい。
さらに、前記マスクステージマークは、前記マスクステージに固定された第２移動反射鏡の反射面であり、前記第１基準マークは前記投影光学系に固定された第２固定反射鏡の反射面であり、前記マスクステージ位置検出系は、前記第２移動反射鏡の反射面に対する測長ビームと前記第２固定反射鏡の反射面に対する参照ビームとの干渉に基づいて、前記投影光学系に対する前記マスクステージの位置を検出する干渉計であることが好ましい。
【００１１】
また、前記マスクステージマークは、所定の計測方向に沿って所定ピッチで形成された第１回折格子であり、

前記第１基準マークは、前記投影光学系の内部に固定された光学部材上において前記計測方向に対応する方向に沿って所定ピッチで形成された第２回折格子であり、
前記マスクステージ位置検出系は、
コヒーレントな一対の検出光および一対の基準光を生成するための２光束生成手段と、
前記一対の検出光および一対の基準光に対する前記第１回折格子および前記第２回折格子からの回折光を受光するための受光系とを備え、
前記受光系の出力に基づいて前記投影光学系に対する前記マスクステージの位置を検出することが好ましい。

【００１２】

【発明の実施の形態】

本発明の投影露光装置では、マスクステージ位置検出系の基準体である第１基準マークと基板ステージ位置検出系の基準体である第２基準マークとが、たとえば投影光学系に一体的に保持されている。したがって、マスクステージ位置検出系と基板ステージ位置検出系との間に、２つの基準体の相対変位に起因するオフセットドリフトが発生しにくい。その結果、本発明の投影露光装置では、マスクステージ位置検出系の精度が低下することなく、ひいては基板とマスクとの位置合わせを高精度に行うことが可能となる。

【００１３】

具体的な実施の形態によれば、基板ステージ位置検出系およびマスクステージ位置検出系は、たとえばレーザ干渉計である。この場合、基板ステージマークおよびマスクステージマークは、それぞれ基板ステージおよびマスクステージに固定された移動反射鏡の反射面である。また、基板ステージ位置検出系およびマスクステージ位置検出系の基準マークは、投影光学系にそれぞれ固定された固定反射鏡の反射面である。そして、各レーザ干渉計において、移動反射鏡の反射面に対する測長ビームと固定反射鏡の反射面に対する参照ビームとの干渉に基づいて、基板ステージまたはマスクステージの位置を検出する。

【００１４】

また、別の実施の形態によれば、マスクステージ位置検出系において、マスクステージに形成された第１回折格子でマスクステージマークを構成し、投影光学系の内部に固定された平行平面板のような光学部材上に形成された第２回折格子で第１基準マークを構成する。
そして、コヒーレントな一対の検出光および一対の基準光に対する第１回折格子および第２回折格子からの回折光に基づいて投影光学系に対するマスクステージの位置を検出する。

【００１５】

この場合、マスクステージ位置検出系の基準体を投影光学系の内部に設けているので、投影光学系の鏡筒に固定反射鏡を設けえう構成よりもオフセットドリフトが発生しにくい。また、投影光学系を構成するレンズ群のうち鏡筒上部のレンズを移動（チルトまたはシフト）させて倍率補正を行うような場合にも、投影光学系の内部に基準体を設ける方が、基準体がレンズの移動の影響を受けにくいので好ましい。なお、露光光に対する投影光学系の結像性能に悪影響を及ぼすことがないように、露光光に対して回折効率が実質的に零になるように第２回折格子を構成するのが好ましい。

【００１６】

本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。
図１は、本発明の第１実施例にかかる投影露光装置の構成を概略的に示す図である。なお、第１実施例は、投影光学系に対してマスクおよびウエハをそれぞれ相対的に移動させながら露光を行う、いわゆるレンズスキャン方式の走査型投影露光装置に本発明を適用した例である。
図１では、投影光学系の光軸に対して平行にｚ軸が、光軸に垂直な平面内において図１の紙面に平行な方向にｘ軸が、ｚ軸およびｘ軸に垂直な方向にｙ軸がそれぞれ設定されている。

【００１７】

図示の投影露光装置は、たとえばＫｒＦまたはＡｒＦを媒体としたエキシマレーザ光（波長２４９ｎｍまたは１９３ｎｍ）のような露光光でマスク１を均一に照明するための照明光学系１７を備えている。マスク１はマスクステージ１１上に保持されており、マスクステージ１１は投影光学系４の光軸に対して垂直なｘｙ平面内においてｘ方向およびｙ方向に移動可能である。なお、マスクステージ１１のｘ方向移動量およびｙ方向移動量は、マスクステージ用レーザ干渉計１４によって常時計測されている。レーザ干渉計１４の出力は、制御系１３に供給される。

【００１８】

たとえば回路パターンが形成されたマスク１を透過した光は、投影光学系４を介して感光基板であるウエハ７に達し、ウエハ７上にはマスク１のパターン像が形成される。

なお、ウエハ７は、図示を省略したウエハホルダを介してウエハステージ８上に保持されている。ウエハステージ８は、投影光学系４の光軸に対して垂直なｘｙ平面内において二次元的に駆動されるようになっている。そして、ウエハステージ８のｘ方向移動量およびｙ方向移動量は、ウエハステージ用レーザ干渉計１５により常時計測されている。レーザ干渉計１５の出力は、制御系１３に供給される。

【００１９】

こうして、投影光学系４に対してマスク１およびウエハ７をｘ方向（走査方向）に沿ってそれぞれ相対的に移動させながらスキャン露光（走査露光）を行うことにより、マスク１のパターンをウエハ７上の１つの露光領域に転写することができる。そして、ウエハ７をｘｙ平面内において二次元的に逐次駆動しながら上述のスキャン露光を繰り返すことにより、マスク１のパターンをウエハ７の各露光領域に逐次転写することができる。

【００２０】

上述したように、図１の投影露光装置は、ウエハステージ８の位置を検出するためのウエハステージ位置検出系の本体として、レーザ干渉計１５を備えている。レーザ干渉計１５から射出されたビームは、ビームスプリッター１８で２つに分割される。すなわち、ビームスプリッター１８を透過した光は測長ビームとなって、ウエハステージ８に固定された移動反射鏡６に入射する。一方、ビームスプリッター１８で反射された光は参照ビームとなって、投影光学系４の鏡筒の下端部に固定された固定反射鏡５に入射する。

【００２１】

移動反射鏡６からの戻り光と固定反射鏡５からの戻り光とは、ビームスプリッター１８において合成され、レーザ干渉計１５に入射する。レーザ干渉計１５では合成光の干渉に基づいて、ウエハステージ８の移動量を、ひいてはウエハステージ８の位置を検出する。

【００２２】

一方、図１の投影露光装置は、マスクステージ１１の位置を検出するためのマスクステージ位置検出系の本体として、レーザ干渉計１４を備えている。レーザ干渉計１４から射出されたビームは、ビームスプリッター１９で２つに分割される。すなわち、ビームスプリッター１９で反射された光は測長ビームとなって、マスクステージ１１に固定された移動反射鏡２に入射する。一方、ビームスプリッター１８を透過した光は参照ビームとなって、投影光学系４の鏡筒の上端部に固定された固定反射鏡３に入射する。

【００２３】

移動反射鏡２からの戻り光と固定反射鏡３からの戻り光とは、ビームスプリッター１９において合成され、レーザ干渉計１４に入射する。レーザ干渉計１４では合成光の干渉に基づいて、マスクステージ１１の移動量を、ひいてはマスクステージ１１の位置を検出する。

【００２４】

さらに、図１の投影露光装置は、ウエハ７上に形成されたウエハマークの位置を検出するためのウエハ観察系１２およびマスク１上に形成されたマスクマークの位置を検出するためのマスク観察系１６を備えている。ウエハ観察系１２およびマスク観察系１６は、基本的に同じ構成を有する光学系である。したがって、ウエハ観察系１２についてその構成および動作を説明する。

【００２５】
図２は、図１のウエハ観察系１２の内部構成を概略的に示す図である。
図２において、ウエハ観察系１２は、広帯域波長（たとえば５００ｎｍ～８５０ｎｍ）を有する照明光を供給する光源３０を備えている。光源３０からの照明光は、コリメートレンズ３１により平行光束となった後、ハーフミラー２５に入射する。ハーフミラー２５で反射された照明光は、ハーフミラー２６、集光レンズ２７、リレーレンズ系２８を介してプリズム２０に入射する。プリズム２０で反射された照明光は、ウエハ７上に形成されたウエハマークＷＭを照明する。
【００２６】
照明光に対するウエハマークＷＭからの反射光は、プリズム２０、リレーレンズ系２８および集光レンズ２７を介して、ハーフミラー２６に入射する。ハーフミラー２６を透過した光は、結像レンズ３２を介して、たとえばＣＣＤのような撮像素子３３の撮像面上に結像する。
【００２７】
こうして、撮像素子３３の撮像面上には、ウエハマークＷＭの像が形成される。撮像素子３３の出力すなわちウエハ観察系１２の出力は、制御系１３に供給される。制御系１３では、撮像素子３３の出力に基づいて、ウエハマークＷＭの像とウエハ観察系１２の内部に設けられた基準指標とからなる像情報を画像処理することにより、ウエハマークＷＭの位置を検出する。ウエハ観察系１２では、比較的広い波長幅の光を用いてウエハマークの検出を行うので、レジストによる干渉の影響を低減することができる。
【００２８】
同様に、制御系１３では、マスク観察系１６の出力に基づいて、マスクマークＭＭの像とマスク観察系１６の内部に設けられた基準指標とからなる像情報を画像処理することにより、マスクマークＭＭの位置を検出する。
ただし、マスクマークの検出ではレジストによる干渉の影響を考慮しなくてもよいので、マスク観察系１６では必ずしも広い波長幅の光を使用する必要はない。
【００２９】
このように、第１実施例では、ウエハステージ用のレーザ干渉計１５においてもマスクステージ用のレーザ干渉計１４においても、基準体である固定反射鏡５および固定反射鏡３がともに投影光学系４の鏡筒に一体的に保持されている。
したがって、環境の変化や振動等に起因して、２つの固定反射鏡３と５との間に実質的な相対変位が発生することがない。その結果、固定反射鏡が架台に取り付けられていた従来のマスクステージ用レーザ干渉計とは異なり、レーザ干渉計１４において振動等に起因する精度の低下を回避することができる。また、２つのレーザ干渉計の間にオフセットドリフトが発生しにくいので、ウエハとマスクとの高精度な位置合わせが可能になる。
【００３０】
図３は、本発明の第２実施例にかかる投影露光装置の構成の一部を概略的に示す図である。第２実施例も走査型投影露光装置に本発明を適用した例であり、第１実施例と類似の構成を有する。しかしながら、第１実施例ではマスクステージ位置検出系としてレーザ干渉計を用いているが、第２実施例ではＬＩＡ方式のヘテロダイン検出系を用いている点だけが相違する。したがって、図３では、主としてヘテロダイン検出系の構成を示しているが、図示を省略した部分は第１実施例と基本的に同じ構成である。
【００３１】
上述のように、第２実施例では、マスクステージ１１の位置検出に際して、２光束干渉方式すなわちＬＩＡ（Ｌａｓｅｒ　Ｉｎｔｅｒｆｅｒｏｍｅｔｒｉｃ　Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ）方式を用いている。ＬＩＡ方式のヘテロダイン検出系では、ビーム送光系４０からのコヒーレント（可干渉）な２光束（レーザビーム等）を回折格子状のマスクステージマークに対して所定の２方向から照射して１次元の干渉縞を形成し、この干渉縞を観測してマスクマークの位置を特定する。
【００３２】

図４は、図３のビーム送光系４０の内部構成を概略的に示す図である。
図４において、ビーム送光系４０は、アライメント光を供給する光源としてレーザ光源５０を備えている。レーザ光源５０として、たとえば波長６３３ｎｍの光を発するＨｅ－Ｎｅレーザを使用することができる。レーザ光源５０から射出されたビームは、ハーフミラー５１により２つのビームに分割される。
【００３３】
すなわち、ハーフミラー５１を透過したビームＬ１は、第１音響光学素子５２に入射する。一方、ハーフミラー５１で反射されたビームＬ２は、ハーフミラー５３を介して第２音響光学素子５４に入射する。
ここで、第１音響光学素子５２は周波数ｆ１の高周波信号でドライブされ、第２音響光学素子５４は周波数ｆ２（ｆ２＝ｆ１－Δｆ）の高周波信号でドライブされる。
【００３４】
このように、レーザ光源５０、ハーフミラー５１、ハーフミラー５３、第１音響光学素子５２および第２音響光学素子５４は、コヒーレントな一対の光束を生成する２光束生成手段を構成している。
なお、ビーム送光系４０は、上述の一対の検出ビームＬ１およびＬ２に加えて、一対の基準ビームＬ３およびＬ４も生成して射出する。
【００３５】
図３を参照すると、ビーム送光系４０から射出された一対の検出ビームＬ１およびＬ２は、ハーフミラー４５に入射する。ハーフミラー４５を透過した２つのビームＬ１およびＬ２は、コンデンサーレンズ４６を介して集光され、マスクステージ１１に形成されたマスクステージマーク４７上で交差（結像）する。
【００３６】
図５は、図３のマスクステージ１１の構成およびマスクステージ１１に形成されたマスクステージマークを示す図である。
図５に示すように、マスクステージ１１の中央部にはマスク１のパターン領域ＰＡからの光が透過するガラス窓４９が形成されている。また、ガラス窓４９のｙ方向両側には、走査方向（ｘ方向）に沿ってビーム送光系４０からの一対の基準ビームＬ３およびＬ４が透過するガラス窓４８が形成されている。
【００３７】
さらに、ガラス窓４８のｙ方向両側には、走査方向（ｘ方向）に沿ってマスクステージマーク４７が形成されている。マスクステージマーク４７は、図５に示すように、計測方向であるｘ方向およびｙ方向に沿ってそれぞれ所定のピッチを有する回折格子状のマーク４７ａおよび４７ｂである。回折格子状マーク４７ａおよび４７ｂは、たとえばガラス板の所定位置に蒸着によって形成されている。
【００３８】
再び図３を参照すると、マスクステージマーク４７上において交差した一対の検出ビームＬ１およびＬ２は回折格子でそれぞれ回折され、マスクステージ１１の法線方向（ｚ方向）に２つの±１次回折光が発生する。発生した２つの回折光は互いに干渉し、検出ビート干渉光ＬＭが生成される。
マスクステージマーク４７からの検出ビート干渉光ＬＭは、コンデンサーレンズ４６およびハーフミラー４５を介した後、マーク信号受光系４２に入射する。マーク信号受光系４２では、検出ビート干渉光ＬＭが光電変換され、マーク信号が生成される。このマーク信号は、位相検出系４４を内蔵した制御系１３に供給される。
【００３９】
一方、一対の検出ビームＬ１およびＬ２と平行にビーム送光系４０から射出された１対の基準ビームＬ３およびＬ４は、ハーフミラー４５およびコンデンサーレンズ４６を介して、マスクステージ１１に形成されたガラス窓４８上で一旦交差する。そして、ガラス窓４８を透過した１対の基準ビームＬ３およびＬ４は、投影光学系４の内部に設けられた基準体である平行平面板４１に入射する。

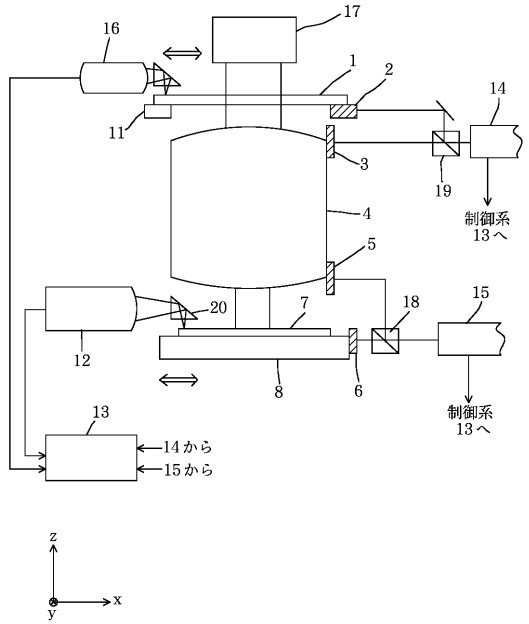
【００４０】
図６は、図３の平行平面板４１の構成および平行平面板４１に形成された基準マークを示す図である。
図６に示すように、平行平面板４１上には、各計測方向に対応する方向に沿って所定のピッチを有する回折格子からなる複数の基準マーク６０が形成されている。そして、一対の基準ビームＬ３およびＬ４が、対応する一対の基準マーク６０ａおよび６０ｂにそれぞれ入射する。
【００４１】
一対の基準ビームＬ３およびＬ４に対して一対の基準マーク６０ａおよび６０ｂの回折格子でそれぞれ回折された光のうち回折角が９０°を超える高次回折光は、図６に示すように、エバネッセント波となって平行平面板４１上を同一方向に沿って伝搬する。こうして、基準ビームＬ３に対する高次回折光と基準ビームＬ４に対する高次回折光とが合成され、基準ビート干渉光ＬＳとして基準信号受光系４３に入射する。基準信号受光系４３では、基準ビート干渉光ＬＳが光電変換され、基準信号が生成される。この基準信号は、位相検出系４４を内蔵した制御系１３に供給される。
【００４２】
こうして、制御系１３では、基準信号の位相を基準として、マーク信号との位相差を検出する。そして、検出した位相差に基づいてマスクステージマーク４７の位置を、ひいてはマスクステージ１１の位置を検出することができる。
なお、上述の説明では、一対の検出ビームＬ１、Ｌ２および一対の基準ビームＬ３、Ｌ４を参照して１つの計測方向に沿った位置検出を説明した。しかしながら、２つの計測方向に沿った位置検出を同時に行う場合には、図７に示すように、一対の検出ビームＬｘ１、Ｌｘ２および一対の基準ビームＬｘ３、Ｌｘ４を参照してｘ方向の位置検出を行う。また、一対の検出ビームＬｙ１、Ｌｙ２および一対の基準ビームＬｙ３、Ｌｙ４を参照して、ｙ方向の位置検出を行う。
【００４３】
このように、第２実施例では、ウエハステージ用のレーザ干渉計１５の基準体である固定反射鏡５が投影光学系４の鏡筒の下端部に固定されている。一方、マスクステージ用のヘテロダイン検出系の基準体である平行平面板４１が投影光学系４の内部に固定されている。
したがって、２つの基準体の間に実質的な相対変位が発生することがない。その結果、第１実施例と同様に、マスクステージの高精度な位置検出およびウエハとマスクとの高精度な位置合わせが可能になる。
【００４４】
特に、第２実施例では、投影光学系４の内部に基準体である平行平面板４１を設けているので、投影光学系４の鏡筒に固定反射鏡３を設けている第１実施例よりもオフセットドリフトが発生しにくい。
また、投影光学系４を構成するレンズ群のうち鏡筒上部のレンズを移動（チルトまたはシフト）させて倍率補正を行うような場合にも、投影光学系４の内部に基準体である平行平面板４１を設けている第２実施例の方が、基準体がレンズの移動の影響を受けにくいので好ましい。
【００４５】
なお、露光光に対する投影光学系４の結像性能に悪影響を及ぼすことがないように、露光光に対して回折効率がほぼ０になるように基準マーク６０の形状（溝の深さ）が規定されているのが好ましい。
また、上述の第２実施例では、基準マーク６０を投影光学系４の内部に設けられた平行平面板４１上に形成しているが、投影光学系４を構成するレンズ面に形成してもよいことは明らかである。
【００４６】
さらに、上述の各実施例では、レンズスキャン型の走査型投影露光装置に本発明を適用し

た例を示したが、他の一般的な投影露光装置に本発明を適用することができることは明らかである。
また、上述の各実施例では、エキシマレーザ光を露光光とする投影露光装置に本発明を適用した例を示したが、他の露光光を用いた一般的な投影露光装置に本発明を適用することができる。
【００４７】
【効果】
以上説明したように、本発明では、マスクステージ位置検出系の基準体である第１基準マークと基板ステージ位置検出系の基準体である第２基準マークとが一体的に保持されている。したがって、温度変化や振動に起因して、マスクステージ位置検出系の精度が低下したり、マスクステージ位置検出系と基板ステージ位置検出系との間にオフセットドリフトが発生することもない。その結果、基板とマスクとの位置合わせを高精度に行うことが可能となる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の第１実施例にかかる投影露光装置の構成を概略的に示す図である。
【図２】図１のウエハ観察系１２の内部構成を概略的に示す図である。
【図３】本発明の第２実施例にかかる投影露光装置の構成の一部を概略的に示す図である。
【図４】図３のビーム送光系４０の内部構成を概略的に示す図である。
【図５】図３のマスクステージ１１の構成およびマスクステージ１１に形成されたマスクステージマークを示す図である。
【図６】図３の平行平面板４１の構成および平行平面板４１に形成された基準マークを示す図である。
【図７】第２実施例において２つの計測方向に沿った位置検出を同時に行う様子を示す図である。
【符号の説明】

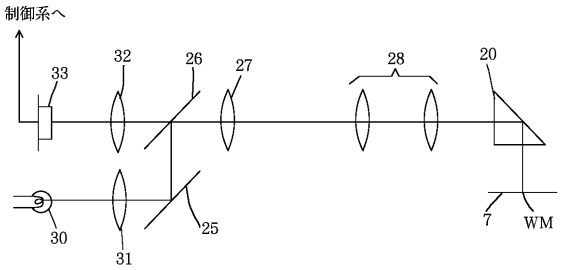
１	マスク
２	マスク側移動反射鏡
３	マスク側固定反射鏡
４	投影光学系
５	ウエハ側固定反射鏡
６	ウエハ側移動反射鏡
７	ウエハ
８	ウエハステージ
１１	マスクステージ
１２	ウエハ観察系
１３	制御系
１４	マスクステージ用レーザ干渉計
１５	ウエハステージ用レーザ干渉計
１６	マスク観察系
１７	照明光学系
１８，１９	ビームスプリッター
２０	プリズム
３０	光源
３１	コリメートレンズ
３２	結像レンズ
３３	撮像素子
４０	ビーム送光系
４１	平行平面板
４２	マーク信号受光系

４３　　基準信号受光系
４４　　位相検出系

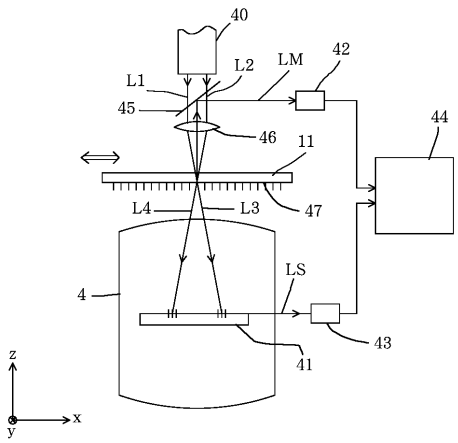
【図１】



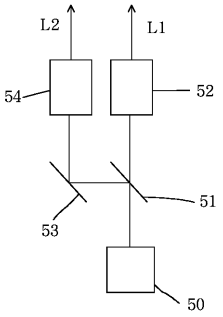
【図２】



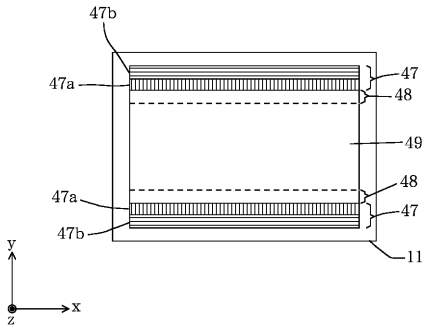
【図３】



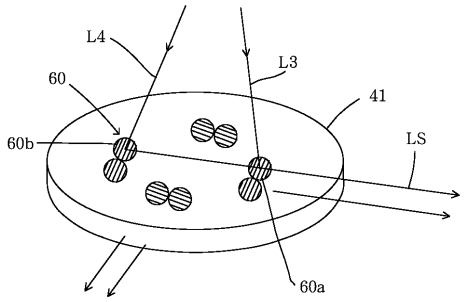
【図４】


L2
L1
54
52
51
53
50

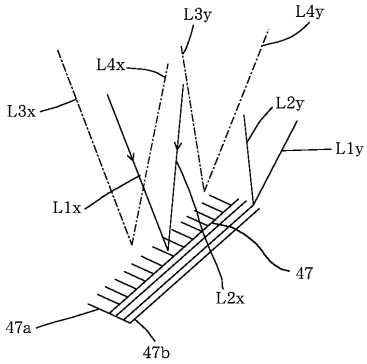
【図５】


47b
47a
47
48
49
48
47a
47
47b
11
y
x
z

【図６】


L4
L3
60
41
60b
LS
60a

【図７】


L3y
L4y
L4x
L3x
L2y
L1y
L1x
47
L2x
47a
47b

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－１５２１８８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１６０００１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－０６２８７１（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１６３３５４（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２２６３５７（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－１５０１０６（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 9/00