(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3584298号
(P3584298)
(45)発行日　平成16年11月4日(2004.11.4)　(24)登録日　平成16年8月13日(2004.8.13)

(51)Int.Cl.[7]　F I
H01L 21/027　H01L 21/30　525R
G02B 6/00　G02B 6/00　331
G03F 9/00　G03F 9/00　H
H01L 21/30　525C

請求項の数 8　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平7-340003
(22)出願日　平成7年12月4日(1995.12.4)
(65)公開番号　特開平9-162114
(43)公開日　平成9年6月20日(1997.6.20)
審査請求日　平成14年12月2日(2002.12.2)

(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　長山　匡
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

(56)参考文献　特開平０４－１６５３６３（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－３０９２１１（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－１４２３２８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０９０１２７（ＪＰ，Ａ）
最終頁に続く

(54)【発明の名称】アライメント装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
マスクに形成されたパターンの像を感光性の基板上に投影するための投影光学系と、前記基板を保持し且つ前記投影光学系の光軸に垂直な平面において移動可能な基板ステージとを有する投影露光装置に設けられ、前記マスク上に形成されたアライメントマークと前記基板ステージ上に形成された基準マークとに基づいて前記マスクの前記基板ステージに対する相対位置を検出するアライメント装置において、
前記アライメントマークを介して、前記アライメントマークと前記投影光学系との間の所定仮想面を照明した後、前記投影光学系を介して前記基準マークに向かう照明光を供給するための照明系と、
前記投影光学系および前記基準マークを介した前記照明系からの照明光が前記基準マークを照明するように、前記基準マークを介した照明光を前記基準マークに向かって反射するための反射部材と、
前記基準マーク、前記投影光学系および前記アライメントマークを介した前記反射部材からの照明光に基づいて、前記基準マークと前記アライメントマークとの合成像を検出するための像検出系とを備え、
前記照明系は、前記アライメントマークを介して前記所定仮想面を照明する照明光に対して前記マスク上における前記像検出系の検出視野内の照度が実質的に０になるような所定断面形状を有する光束を供給する、
ことを特徴とするアライメント装置。

【請求項２】
前記照明系は、輪帯絞りを介して前記所定断面形状の光束を供給することを特徴とする請求項１に記載のアライメント装置。
【請求項３】
前記照明系は、輪帯状の射出端を有するライトガイドを介して前記所定断面形状の光束を供給することを特徴とする請求項１に記載のアライメント装置。
【請求項４】
前記反射部材は、前記基準マークとほぼ平行に所定距離だけ間隔を隔てて配置された平面ミラーであることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のアライメント装置。
【請求項５】
前記基準マークは、前記基板ステージに設けられたステージ基板の投影光学系に対向する面に形成され、
前記反射部材は、前記ステージ基板の投影光学系とは反対側の面に形成された反射面であることを特徴とする請求項１乃至３のいずれか１項に記載のアライメント装置。
【請求項６】
マスクに形成されたパターンの像を感光性の基板上に投影するための投影光学系と、
前記基板を保持し且つ前記投影光学系の光軸に垂直な平面において移動可能な基板ステージと、
請求項１乃至５のいずれか１項に記載のアライメント装置とを有することを特徴とする投影露光装置。
【請求項７】
マスクに形成されたパターンを感光性の基板上に露光する露光方法において、
請求項１乃至５のいずれか１項に記載のアライメント装置を用いて前記マスクと前記感光性の基板とをアライメントする工程と、
前記マスクに形成されたパターンの像を前記感光性の基板上に投影する工程とを有することを特徴とする露光方法。
【請求項８】
マスクに形成されたパターンの像を投影光学系を介して感光性の基板上に投影する際に、前記基板が載置されて前記投影光学系の光軸に垂直な平面で移動可能な基板ステージに対する前記マスクの相対位置を検出するアライメント方法において、
前記マスク上に形成されたアライメントマークを介して、前記アライメントマークと前記投影光学系との間の所定仮想面を照明した後に、前記投影光学系を介して前記基準マークへ照明光を向ける第１工程と、
前記基準マークを介した照明光を前記基準マークに向けて反射させて、前記投影光学系および前記基準マークを介した照明光で前記基準マークを照明する第２工程と、
前記基準マーク、前記投影光学系および前記アライメントマークを介して前記反射された照明光により、前記基準マークと前記アライメントマークとの合成像を検出視野内に形成し、該合成像を検出する第３工程と、
を備え、
前記第１工程では、前記アライメントマークを介して前記所定仮想面を照明する照明光に対して前記検出視野に対応する前記マスク上の視野内の照度が実質的に０になるような所定断面形状を有する光束を供給することを特徴とするアライメント方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明はアライメント装置に関し、特に半導体素子や液晶表示素子等をリソグラフィ工程で製造する際に使用される投影露光装置に設けられて、ウエハステージに対するマスクの相対位置を検出するアライメント装置に関する。
【０００２】

【従来の技術】
半導体素子や液晶表示素子等を製造する際に、投影露光装置が使用されている。投影露光装置では、レチクル（マスク）を露光光で照明し、そのパターンを投影光学系を介してフォトレジストが塗布されたウエハ（またはガラスプレート等）上に投影する。
露光光としては、水銀ランプの輝線（ｇ線、ｉ線）やエキシマレーザ等が使用されている。

【０００３】
投影露光装置においては、露光に際して、レチクルとウエハとを正確に位置合わせ（アライメント）する必要がある。このため、先ずレチクルアライメント系の計測結果に基づいて、レチクルを所定位置に位置決めする。次いで、レチクルの位置決め終了後に、ウエハが載置されているウエハステージに対するレチクルの相対位置を計測する。そして、この計測結果に基づいて、ウエハステージひいてはウエハに対するレチクルの位置合わせが行われる。従来、ウエハステージに対するレチクルの相対位置を計測するために、いわゆるステージ発光型のレチクルアライメント系が使用されている。

【０００４】
図６は、従来のステージ発光型のレチクルアライメント系を備えた投影露光装置の要部を概略的に示す図であって、（ａ）は上面図を（ｂ）は側面図をそれぞれ示している。
図６において、レチクル１はレチクルステージ２上に保持されている。そして、露光光に基づいて、レチクル１上のパターンが投影光学系３を介して、ウエハ４上の各ショット領域に投影露光される。また、レチクル１のパターン領域の両端部には、たとえば十字型のレチクルマークＲＭが形成されている。

【０００５】
また、ウエハ４は、ウエハホルダ５を介してウエハステージ６上に載置されている。ウエハステージ６上には、光透過性のステージ基板７が取り付けられている。ステージ基板７の上面には、２つのレチクルマークＲＭに対応して、それぞれ残しパターン（指標マーク部が反射）からなる２つの基準マークＳＭが形成されている。
レチクルアライメント時には、ステージ発光型アライメント系の照明系により、基準マークＳＭを底面側から照明する。各基準マークＳＭを透過した照明光は、それぞれ投影光学系３を介してレチクル１の下面に形成されたレチクルマークＲＭを照明する。

【０００６】
ステージ発光型アライメント系の照明系では、露光用光源（不図示）からライトガイド８を介して導かれた照明光が、その射出端からウエハステージ６の内部に射出される。ライトガイド８の射出端から射出された照明光は、ミラー９で図中鉛直上方に反射された後、コンデンサレンズ１０を介して基準マークＳＭをケーラー透過照明する。こうして、各基準マークＳＭおよび投影光学系３を介した照明光は、レチクル１の下面において各基準マークＳＭの像をそれぞれ形成する。こうして、各基準マークＳＭの像により、対応するレチクルマークＲＭの照明が行われる。

【０００７】
レチクルマークＲＭを透過した照明光は、ミラー１１で反射された後、第１対物レンズ１２、ミラー１３、および第２対物レンズ１４を介して、２次元ＣＣＤ等からなる２次元撮像素子１５の撮像面に基準マークＳＭとレチクルマークＲＭとの合成像を形成する。
２次元撮像素子１５からの２次元画像データに基づいて、基準マークＳＭに対するレチクルマークＲＭの位置ずれが、すなわちウエハステージ６に対するレチクル１の相対位置が検出される。

【０００８】
図７は、従来の落射照明型のレチクルアライメント系を備えた投影露光装置の要部を概略的に示す図であって、（ａ）は上面図を（ｂ）は側面図をそれぞれ示している。なお、図７において、図６の構成要素と同じ機能を有する要素には図６と同じ参照符号を付している。

【０００９】

図７の落射照明型のアライメント系では、露光用光源（不図示）からライトガイド１６を介して導かれた照明光が、その射出端から射出される。ライトガイド１６の射出端から射出された照明光は、コンデンサレンズ１７を介して集光された後に、リレーレンズ１８、ハーフミラー１９、第１対物レンズ１２およびミラー１１を介してレチクルマークＲＭを照明する。レチクルマークＲＭを介した光は、投影光学系３を介してステージ基板７に形成された基準マークＳＭを照明する。

【００１０】

照明光に対する各基準マークＳＭからの反射光は、投影光学系３、対応するレチクルマークＲＭ、ミラー１１、第１対物レンズ１２、ハーフミラー１９、および第２対物レンズ１４を介して、２次元撮像素子１５の撮像面に基準マークＳＭとレチクルマークＲＭとの合成像を形成する。

【００１１】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、投影露光装置において、ウエハステージは高速駆動され、その移動量に関して超高精度が要求される。このため、ウエハステージをできる限り小型化すること、およびウエハステージにかかる負荷をできるだけ小さくすることが必要である。

【００１２】

しかしながら、従来のステージ発光型のアライメント装置では、ライトガイド８を介してウエハステージ６の内部に照明光を導いている。そして、ウエハステージ６上のステージ基板７に形成された基準マークＳＭを照明するために、ミラー９やコンデンサレンズ１０等の部材をウエハステージ６の内部に設ける必要がある。その結果、ウエハステージ６が大型になってしまうという不都合があった。また、ライトガイド８がウエハステージ６の自由移動に対して負荷をかけてしまうという不都合があった。

【００１３】

また、従来の落射照明型のアライメント装置では、レチクルマークＲＭと基準マークＳＭとの合成像を検出する方法が２通りある。レチクルマークＲＭを必然的に残しパターン（指標マーク部が反射）にした上で、基準マークＲＭを残しパターンにする方法と、基準マークＲＭを抜きパターン（指標マーク部が透過）にする方法である。

【００１４】

基準マークＳＭを残しパターンにした場合、レチクルマークＲＭおよび基準マークＳＭの双方からの反射光が合成像を形成する。したがって、合成像として良像が得られるか否かは、レチクルマークＲＭの反射特性に依存することになる。一般に、レチクルマークＲＭの反射率に関しては制限が無い方が良いため、レチクルマークＲＭの反射率を低く設定する場合、レチクルマークＲＭの良像が得られなくなってしまう。

【００１５】

一方、基準マークを抜きパターンにした場合は、レチクルマークＲＭの像は、落射照明光に対するレチクルマークＲＭからの反射光による像と、基準マークＳＭの反射面から戻ってくる落射照明光に対するレチクルマークＲＭの透過光による像との合成像となる。この場合も、レチクルマークＲＭの像として良像が得られるか否かは、レチクルマークＲＭの反射特性に依存する。すなわち、レチクルマークＲＭの反射光と透過光とが等しくなるような反射特性の場合、レチクルマークＲＭの像が全く得られなくなってしまう。

【００１６】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、ウエハステージを大型化することなく、レチクルマークと基準マークとの合成像を良好に検出することのできるアライメント装置を提供することを目的とする。

【００１７】

【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、マスクに形成されたパターンの像を感光性の基板上に投影するための投影光学系と、前記基板を保持し且つ前記投影光学系の光軸に垂直な平面において移動可能な基板ステージとを有する投影露光装置に設けられ、前記

マスク上に形成されたアライメントマークと前記基板ステージ上に形成された基準マークとに基づいて前記マスクの前記基板ステージに対する相対位置を検出するアライメント装置において、
前記アライメントマークを介して、前記アライメントマークと前記投影光学系との間の所定仮想面を照明した後、前記投影光学系を介して前記基準マークに向かう照明光を供給するための照明系と、
前記投影光学系および前記基準マークを介した前記照明系からの照明光が前記基準マークを照明するように、前記基準マークを介した照明光を前記基準マークに向かって反射するための反射部材と、
前記基準マーク、前記投影光学系および前記アライメントマークを介した前記反射部材からの照明光に基づいて、前記基準マークと前記アライメントマークとの合成像を検出するための像検出系とを備え、
前記照明系は、前記アライメントマークを介して前記所定仮想面を照明する照明光に対して前記マスク上における前記像検出系の検出視野内の照度が実質的に０になるような所定断面形状を有する光束を供給する、
ことを特徴とするアライメント装置を提供する。

【００１８】

本発明の好ましい態様によれば、前記照明系は、輪帯絞りを介して前記所定断面形状の光束を供給するか、あるいは、輪帯状の射出端を有するライトガイドを介して前記所定断面形状の光束を供給する。

【００１９】

【発明の実施の形態】

本発明では、アライメントマーク（レチクルマーク）を介して、アライメントマークから所定距離だけ下方の仮想面を照明系によって落射照明する。この照明光は、投影光学系および基準マークを介して、基準マークの下方に配置された反射部材に入射する。反射部材は、反射した照明光が基準マークを照明するような位置に配置されている。こうして、基準マークを下方から透過照明し、投影光学系およびアライメントマークを介した光に基づいて、基準マークとアライメントマークとの合成像を像検出系によって検出する。

【００２０】

なお、本発明では、アライメントマークを介して仮想面を照明する照明光に対してマスク上における検出視野内の照度が実質的に０になるように、たとえば輪帯状の光束を供給する。こうして、落射照明光に対するアライメントマークおよび基準マークからの反射光は像検出系によって検出されることなく、照明光に対するアライメントマークおよび基準マークの透過光だけが合成像を形成する。

【００２１】

すなわち、本発明では、落射照明型の照明系を用いているが、輪帯照明と反射部材との協働作用により、実質的にはステージ発光型の照明を実現している。この場合、２組のライトガイドやミラーやコンデンサレンズをウエハステージ内に配置しなければならない従来の落射照明型の照明系とは異なり、本発明の照明系ではウエハステージ内に反射部材を配置するだけである。したがって、ウエハステージを大型化することなく、照明光に対するレチクルマークおよび基準マークの透過光に基づいてその合成像を良好に検出することができる。

【００２２】

本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。
図１は、本発明の実施例にかかるアライメント装置を備えた投影露光装置の要部を概略的に示す図であって、（ａ）は上面図を（ｂ）は側面図をそれぞれ示している。なお、図１において、投影光学系３の光軸に平行にｚ軸が、光軸に垂直な平面内において紙面に平行な方向にｘ軸が、光軸に垂直な平面内において紙面に垂直な方向にｙ軸がそれぞれ設定されている。

【００２３】

図１において、転写すべき回路パターンが形成されたレチクル１は、レチクルステージ２上においてｘｙ平面に平行に保持されている。そして、露光光（例えばｉ線、ｇ線）に基づいて、レチクル１上のパターンが投影光学系３を介して、ウエハ４上の各ショット領域に投影露光される。
また、図２において拡大して示すように、レチクル１のパターン領域ＰＡのｘ方向に沿った両端部には、十字型のレチクルマークＲＭ（残しパターン）がそれぞれ形成されている。

【００２４】
また、ウエハ４は、ウエハホルダ５を介してウエハステージ６上においてｘｙ平面に平行に載置されている。ウエハステージ６は、ｘｙ平面内でウエハ４の位置決めを行うｘｙステージ、ｚ方向にウエハ４の位置決めを行うｚステージ、およびウエハ４の傾斜角の補正を行うレベリングステージ等から構成されている。そして、レチクルステージ２およびウエハステージ６のｘ座標およびｙ座標は、それぞれレーザ干渉計（不図示）により常時計測されている。

【００２５】
さらに、ウエハステージ６上のウエハホルダ５の近傍には、光透過性のステージ基板７が取り付けられている。ステージ基板７の上面には、図３に示すように、ｘ軸に沿って例えば中心対称な２カ所の領域に、それぞれ基準マークＳＭが形成されている。基準マークＳＭは、たとえば矩形開口の周囲に形成された残しパターン（指標マーク部が反射）からなっている。
また、ステージ基板７の下方には、ｘｙ平面と平行な反射面を有する平面ミラー２２が設けられている。

【００２６】
図１の投影露光装置には、ウエハステージ６に対するレチクルマークＲＭの相対位置を検出するためのアライメント装置が設けられている。アライメント装置は、一対のレチクルマークＲＭのうちの一方のレチクルマークの相対位置を検出するための第１アライメント系と、他方のレチクルマークの相対位置を検出するための第２アライメント系とから構成されている。なお、図１に示すように、２つのアライメント系は、互いに同じ構成を有し、ｙ軸に関して対称に配置されている。以下、一方のアライメント系に着目して実施例の説明を行う。

【００２７】
各アライメント系は、露光用光源（不図示）からの光を導くためのライトガイド１６を備えている。ライトガイド１６を介して導かれた照明光は、その射出端の近傍に配置された輪帯絞り２０を介して、コンデンサレンズ１７に入射する。コンデンサレンズ１７を介した光は、視野絞り２１を介した後、照明リレーレンズ１８に入射する。照明リレーレンズ１８を介した照明光は、ハーフミラー１９、第１対物レンズ１２、光路偏向用ミラー１１およびレチクルマークＲＭを介して、その下方の仮想面Ａをケーラー照明する。

【００２８】
図４は、レチクル１の下面における輪帯照明の中抜け部分とレチクルマークＲＭとの関係を示す図である。なお、図４（ａ）および（ｂ）は仮想面Ａに形成される視野絞り２１の像２１ａの中央に集光する照明光束に対する図であり、図４（ｃ）および（ｄ）は視野絞り像２１ａの外周に集光する照明光束に対する図である。
図４に示すように、視野絞り像２１ａの中央および外周に集光する照明光束に対して、レチクル１の下面における２次元撮像素子１５の検出視野１５ａに対応する十字型のレチクルマークＲＭの中心部は、輪帯照明の中抜け部分（図中斜線部で示す）で覆われている。

【００２９】
このように、視野絞り２１は、レチクルマークＲＭの下方の仮想面Ａと光学的に共役に配置されている。そして、輪帯絞り２０を介した輪帯照明光束の中抜け部分がレチクル１の下面における検出視野を覆うように、すなわち検出視野内の照度が実質的に０になるように、輪帯絞り２０の輪帯比が設定されている。その結果、落射照明によるレチクルマーク

ＲＭからの反射光は、後述する２次元撮像素子１５の撮像面に入射することがない。

【００３０】

レチクルマークＲＭを介して仮想面Ａを照明した光は、投影光学系３およびステージ基板７の基準マークＳＭを介して、平面ミラー２２に入射する。平面ミラー２２で反射された照明光は、基準マークＳＭを下方からケーラー透過照明する。

【００３１】

図５は、鏡像空間における基準マークすなわち鏡像基準マークＳＭａを導入して、ステージ基板７の上面における輪帯照明の中抜け部分とレチクルマークＲＭの像ＲＭａと基準マークＳＭとの関係を示す図である。この鏡像基準マークＳＭａは、レチクル１の下方の仮想面Ａと光学的に共役である。なお、図５（ａ）および（ｂ）は鏡像基準マークＳＭａに形成される視野絞り像２１ｂの中央に集光する照明光束に対する図であり、図５（ｃ）および（ｄ）は視野絞り像２１ｂの外周に集光する照明光束に対する図である。

【００３２】

図５に示すように、ステージ基板７の上面には基準マークＳＭに重なってレチクルマーク像ＲＭａが形成される。そして、鏡像基準マークＳＭａに形成される視野絞り像２１ｂの中央および外周に集光する照明光束に対して、基準マークＳＭの全体およびレチクルマーク像ＲＭａの中心部（検出視野内の部分）が、輪帯照明の中抜け部分（図中斜線部で示す）で覆われている。

したがって、落射照明によるレチクルマークＲＭからの反射光と同様に、落射照明による基準マークＳＭからの反射光も、後述する２次元撮像素子１５の撮像面に入射することはない。

【００３３】

こうして、基準マークＳＭは、下方の平面ミラー２２側からケーラー透過照明される。残しパターンからなる基準マークＳＭを透過した光は、投影光学系３を介してレチクル１の下面に形成されたレチクルマークＲＭを照明する。

この際、照明光は露光光と同じ波長を有しており、ステージ基板７の中心と投影光学系３の光軸ＡＸとが一致している。したがって、レチクル１の下面には、各レチクルマークＲＭの上に対応する基準マークＳＭの像が形成される。すなわち、各基準マークＳＭの像により、対応するレチクルマークＲＭの照明が行われる。

【００３４】

レチクルマークＲＭを介した照明光は、光路偏向用のミラー１１で反射された後、第１対物レンズ１２、ハーフミラー１９および第２対物レンズ１４を介して、２次元ＣＣＤ等からなる２次元撮像素子１５の撮像面に基準マークＳＭとレチクルマークＲＭとの合成像を形成する。

【００３５】

そして、２次元撮像素子１５からの２次元画像データに基づいて、例えば目視観察により基準マークＳＭを指標としてレチクルマークＲＭの位置ずれが検出される。さらに、その２次元画像データに画像処理を施すことにより、レチクルマークＲＭの位置ずれがウエハステージ６上のｘ座標およびｙ座標に沿った位置ずれ量として検出される。

【００３６】

本実施例のアライメント装置は、前述したように、ｙ軸に関して対称に配置され且つ互いに同じ構成を有する２つのアライメント系を有する。したがって、一方のアライメント系により一方のレチクルマークＲＭの位置ずれが、他方のアライメント系により他方のレチクルマークＲＭの位置ずれ量がそれぞれ検出される。

こうして、レチクル１上に形成された２つのレチクルマークＲＭのウエハステージ６に対する位置ずれ量に基づいて、レチクル１のウエハステージ６に対する位置関係（２次元的な位置ずれ量、およびｚ軸回りの回転角）が求められる。

【００３７】

次いで、レチクル１のウエハステージ６に対する位置関係が所望の許容範囲内に収まるように、レチクルステージ２を駆動してレチクル１を適宜移動させる。そして、レチクル１

のウエハステージ６に対する位置関係を再計測し、計測した位置関係が所望の許容範囲内に収まっていることを確認して、レチクルアライメントが終了する。

【００３８】

このように、本実施例では、落射照明光に対するレチクルマークＲＭおよび基準マークＳＭからの反射光は２次元撮像素子１５によって検出されることなく、平面ミラー２２で反射された照明光に対するレチクルマークＲＭおよび基準マークＳＭの透過光だけが合成像を形成する。

【００３９】

すなわち、本実施例では、輪帯絞り２０と平面ミラー２２との作用により、いわゆるステージ発光型の照明を実現している。そして、実質的にはステージ発光型の照明でありながら、ウエハステージ６内には比較的小さな平面ミラー２２を基準マークＳＭと平行に配置するだけである。したがって、ウエハステージ６を大型化することなく、照明光に対するレチクルマークＲＭおよび基準マークＳＭの透過光に基づいてその合成像を良好に検出することができる。

【００４０】

以下、図５を参照して、輪帯絞り２０による光束のケラレ（遮光）の影響について考える。

まず、図５（ｂ）のステージ基板７の上面において輪帯照明光の明部に形成されたレチクルマーク像ＲＭａの面積をＳとする。また、レチクルマークＲＭａによる照明光束のケラレ（遮光）が無いとき、すなわちＳ＝０のときの鏡像基準マークＳＭａの位置における照度をＥ０　とする。

【００４１】

このとき、ケラレがある場合の実際の照度Ｅは、次の式（１）で表される。

$$E \quad E0 \quad 〔1-S/\{\pi 4L^2 \quad (\theta_1{}^2-\theta_2{}^2)\}〕 \qquad (1)$$

ここで、

Ｌ　：基準マークＳＭと平面ミラー２２との間隔（図５（ａ）参照）

θ_1　：輪帯照明光の明部外側の開口数ＮＡ（ただし　ｓｉｎθ_1　　θ_1　とする）

θ_2　：輪帯照明光の明部内側（暗部外側）の開口数ＮＡ（ただし　ｓｉｎθ_2　　θ_2　とする）

【００４２】

したがって、Ｅ　Ｅ０　と見なし得る程度に式（１）の各変数を設定することができれば、輪帯絞り２０による光束のケラレが照度に与える影響をほぼ無視することができる。換言すれば、たとえば（Ｅ－Ｅ０　）がＥ０　の数％程度以下に、すなわちＳ／｛π４Ｌ^2　（$\theta_1{}^2-\theta_2{}^2$）｝が数％程度以下となるように各変数を設定することができれば、従来技術において下方から基準マークをケーラー照明しているステージ発光型のアライメント系と同様の照明性能が得られることになる。たとえば、レチクルマークＲＭを十分細長い十字型マーク形状にすることによって、上述の条件を満足することができる。

【００４３】

なお、上述の実施例では、ステージ基板の下方に平面ミラーを設けた例を示している。しかしながら、ステージ基板の厚さを適宜調整した上で、その上面に基準マークを形成し、その下面に反射面を形成するようにしてもよい。

また、上述の実施例では、ライトガイドの射出端の近傍に輪帯絞りを配置しているが、ライトガイドの射出端の形状を輪帯状に形成してもよい。

さらに、上述の実施例では、円形を基調とする輪帯光束を形成しているが、矩形を基調とする輪帯光束を形成してもよい。

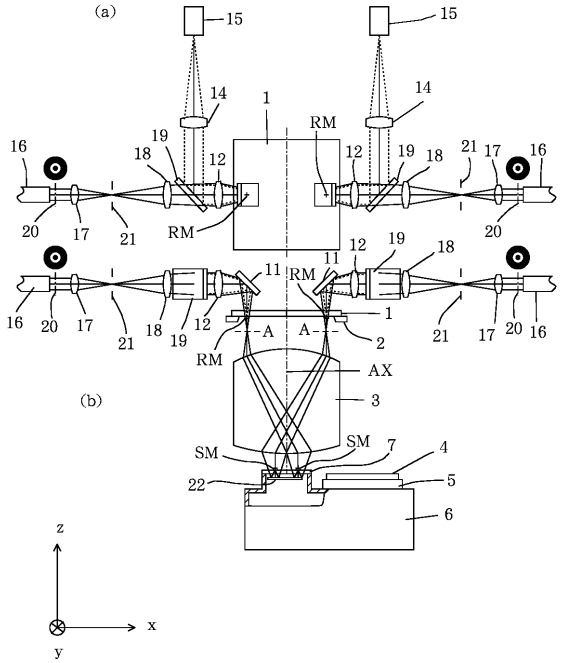
【００４４】

また、上述の実施例では、アライメント装置の照明光と露光光とを共用した例を示しているが、露光光とほぼ同じ波長の光を供給する光源を露光光源とは別に設けてもよい。

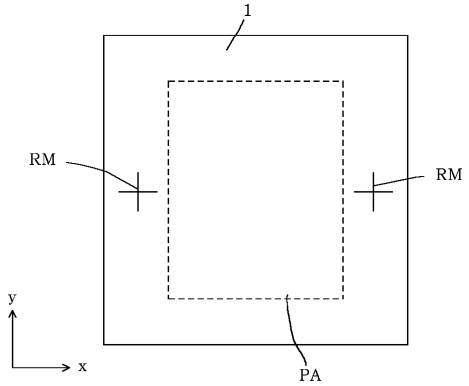
さらに、上述の実施例において、レチクルマークと共役な位置に配置した遮光板により輪帯光束の一部を遮ることによって、マスク上およびウエハ上における検出視野内の照度を

完全に０にすることもできる。
【００４５】
【効果】
以上説明したように、本発明では、落射照明型の照明系を用いているが、輪帯照明と反射部材との協働作用により、実質的にはステージ発光型の照明を実現している。したがって、ウエハステージを大型化することなく、照明光に対するレチクルマークおよび基準マークの透過光に基づいてその合成像を良好に検出することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の実施例にかかるアライメント装置を備えた投影露光装置の要部を概略的に示す図であって、（ａ）は上面図を（ｂ）は側面図をそれぞれ示している。
【図２】レチクル１の下面に形成された十字型のレチクルマークＲＭを示す拡大図である。
【図３】ステージ基板７の上面に形成された基準マークＳＭを示す拡大図である。
【図４】レチクル１の下面における輪帯照明の中抜け部分とレチクルマークＲＭとの関係を示す図である。
【図５】鏡像空間における基準マークすなわち鏡像基準マークＳＭａを導入して、ステージ基板７の上面における輪帯照明の中抜け部分とレチクルマークＲＭの像ＲＭａと基準マークＳＭとの関係を示す図である。
【図６】従来のステージ発光型のレチクルアライメント系を備えた投影露光装置の要部を概略的に示す図であって、（ａ）は上面図を（ｂ）は側面図をそれぞれ示している。
【図７】従来の落射照明型のレチクルアライメント系を備えた投影露光装置の要部を概略的に示す図であって、（ａ）は上面図を（ｂ）は側面図をそれぞれ示している。
【符号の説明】
１　レチクル
２　レチクルステージ
３　投影光学系
４　ウエハ
５　ウエハホルダ
６　ウエハステージ
７　ステージ基板
１２　第１対物レンズ
１４　第２対物レンズ
１５　２次元撮像素子
１６　ライトガイド
１７　コンデンサレンズ
１８　リレーレンズ
１９　ハーフミラー
２０　輪帯絞り
２１　視野絞り
２２　平面ミラー
ＲＭ　レチクルマーク
ＳＭ　基準マーク

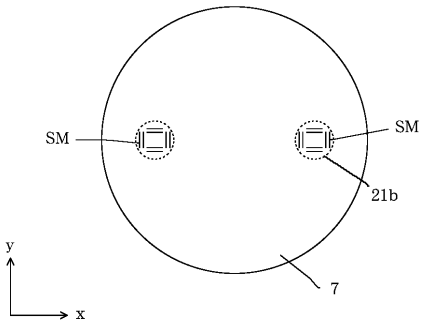
【図１】


(a)
(b)
15
14
1
RM
16
19
18
12
21
17
20
11
A
2
AX
3
SM
7
4
5
22
6
z
x
y

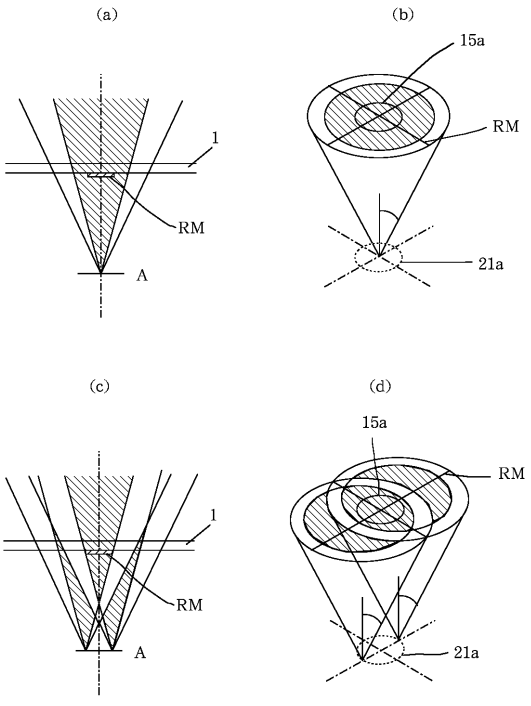
【図２】


1
RM
RM
y
x
PA

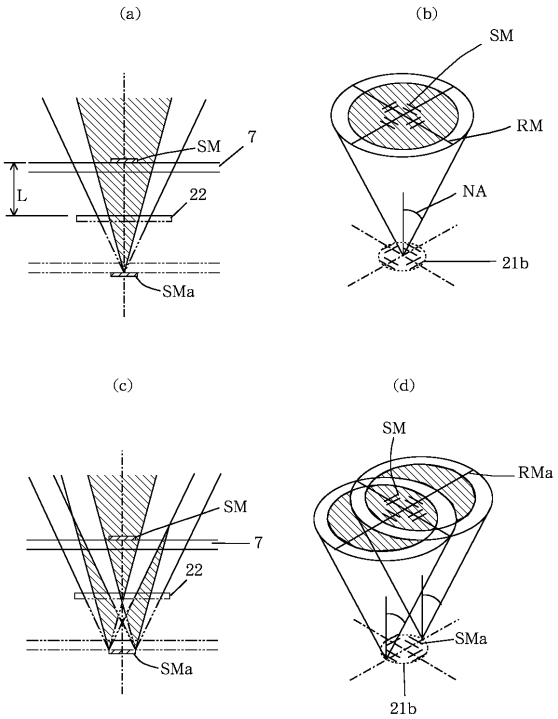
【図３】


SM
SM
21b
y
x
7

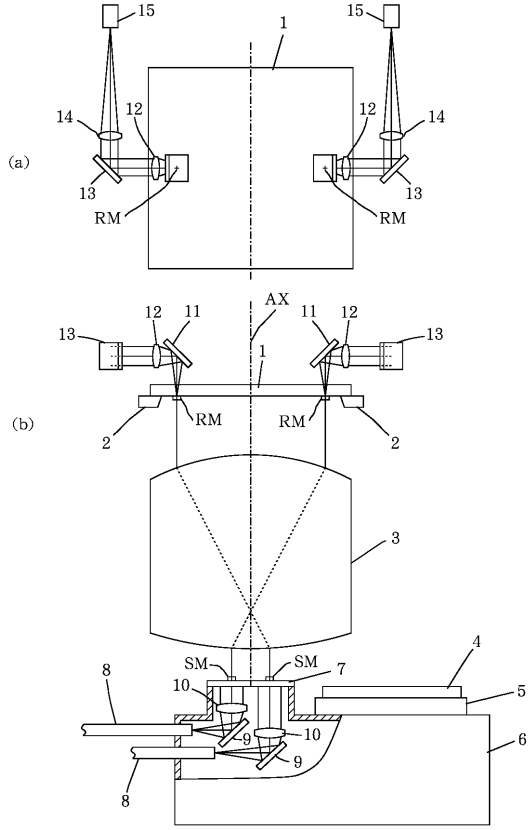
【図４】


(a)
(b)
(c)
(d)
1
RM
A
15a
21a

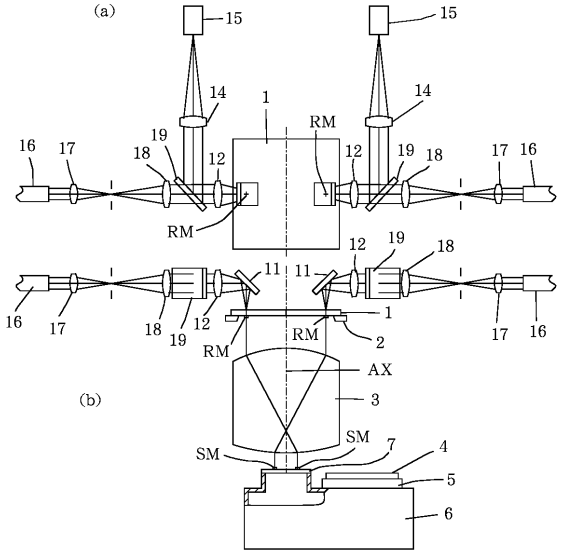
【図５】


(a)
(b)
(c)
(d)
SM
7
L
22
SMa
RM
NA
21b
RMa

【図６】


(a)
(b)
15
1
14
12
13
RM
AX
11
2
3
4
5
6
7
8
9
10
SM

【図７】


(a)
(b)
15
14
1
RM
16
17
18
19
12
11
2
3
4
5
6
7
AX
SM

フロントページの続き

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