

(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2005-32889

(P2005-32889A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int. Cl.⁷ F I テーマコード (参考)
 H O 1 L 21/027 H O 1 L 21/30 5 3 1 J 5 F O 4 6
 G O 3 F 7/20 G O 3 F 7/20 5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-194714 (P2003-194714) (22) 出願日 平成15年7月10日 (2003.7.10)</p>	<p>(71) 出願人 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 (72) 発明者 太田 和哉 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) 5F046 BA05 EA02 EA03 EA09 EA10 EB02 EB03 ED03 FA02 FA03 FA10 FA14 FC07 FC08 GA18</p>
--	--

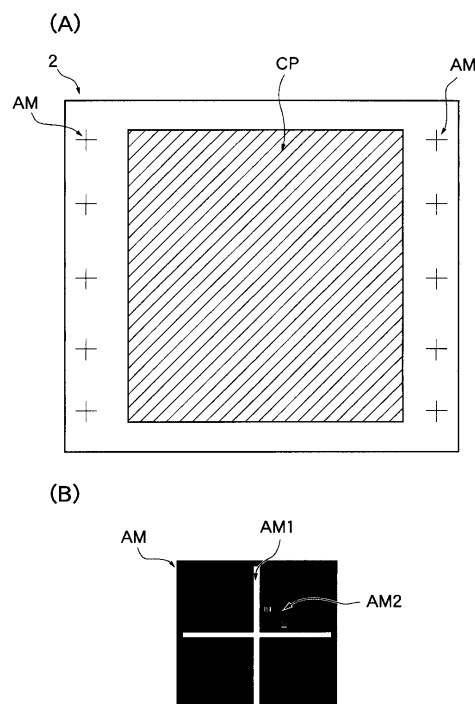
(54) 【発明の名称】 E U V 露光方法及び E U V 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 レチクルを短時間で精度よくアライメントできる E U V 露光方法及び E U V 露光装置を提供する。

【解決手段】 レチクル 2 にはアライメントマーク AM が形成されている。アライメントマーク AM は、プリアライメントマーク AM 1 と、ファインアライメントマーク AM 2 を有する。プリアライメントマーク AM 1 は、プリアライメントセンサ P A から発せられる、波長が 2 4 8 nm の紫外線で検出され、ファインアライメントマーク AM 2 は、ウェハステージ上の空間像センサで検出される。ファインアライメントの前に露光光の波長と異なる波長の光を用いてプリアライメントを行って、ファインアライメントマーク AM 2 がファインアライメント時に検出しやすい位置となるように、レチクルステージを X Y の 3 自由度に対して位置決めする。これにより、レチクルファインアライメントを高精度で行うことができる。

【選択図】 図 2



【特許請求の範囲】

【請求項1】

波長5～20nmのEUV光を光源とする露光方法であって、感応基板に転写すべきパターンの形成されたマスク（レチクル含む）をマスクステージに搭載した後、露光光の波長と異なる波長のプリアライメント光を用いてプリアライメントマークを検出してマスクをプリアライメントする工程と、その後、露光光を用いてマスク上のファインアライメントマークを検出してマスクをファインアライメントする工程と、を含むことを特徴とするEUV露光方法。

【請求項2】

前記プリアライメント光の波長が、マスクパターン欠陥検出機で使用される波長とほぼ同一であることを特徴とする請求項1記載のEUV露光方法。

【請求項3】

波長5～20nmのEUV光を用いてマスク（レチクル含む）に形成されたパターンを感応基板に転写する露光装置であって、前記マスクには、プリアライメントマークとファインアライメントマークとが形成されており、前記EUV光の波長と異なる波長のプリアライメント光を用いて前記プリアライメントマークを検出する手段と、前記EUV光を用いて前記ファインアライメントマークを検出する手段と、を備えることを特徴とするEUV露光装置。

【請求項4】

前記ファインアライメントマーク検出手段が、前記感応基板が搭載される感応基板ステージに載置される、EUV光を透過させる開口（スリット）が設けられたパターン板と、前記開口を透過したEUV光を受光する受光素子と、を有し、前記開口が、前記ファインアライメントマークが前記感応基板に転写された像と同じ周期構造を持つことを特徴とする請求項3記載のEUV露光装置。

【請求項5】

前記露光装置は、前記感応基板（ウェハ）の位置を検出するためのウェハアライメント手段をさらに有し、前記パターン板に、該ウェハアライメント手段で検出されるアライメントマークが設けられていることを特徴とする請求項4記載のEUV露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、EUV光（Extreme Ultra Violet 光、極端紫外光）を用いる露光方法及び露光装置に関する。特に、マスク（レチクル）を短時間で精度よくアライメントできるEUV露光方法及びEUV露光装置に関する。

【0002】

【従来技術】

EUV光や、紫外光レーザ、荷電粒子線等のエネルギー線を用いた露光装置においては、高精度でアライメントを行うために、レチクルに形成されたパターンが感応基板（ウェハ）上に投影される位置と、ウェハアライメントセンサの位置との関係を正確に把握しておくことが必要である。このため、紫外光を用いた露光装置では、マーク検出光がレチクル上のレチクルアライメントマークで反射した像と、投影光学系を介して入射したマーク検出光がウェハステージ上の基準マーク（フィデューシャルマーク、FM）で反射し、投影光学系を経てレチクルの位置に戻った像とを、光学的に拡大してCCD撮像素子等で撮像し、画像処理することにより両者の相対位置関係を求めている。

【0003】

しかし、EUV光を用いる露光装置では、EUV光の波長領域の光を透過させる物質が存在しないため、光学素子には多層膜反射鏡が使用される。そのような多層膜反射鏡の反射率は最大でも70%程度である。このため、上記のように、ウェハステージのFMで反射した光が投影光学系を経てレチクルに戻るまでに、光量が著しく低下する。さらに、その像を画像処理するための撮像素子に導くには、最低でも2枚の反射ミラーを追加する必要があり、光量はさらに低下する。したがって、このようにして位置合わせを行うことはスループットが大幅に減少するため、現実的ではない。

【0004】

そこで、EUV露光装置では、ウェハステージに空間像センサを用意し、同センサでレチクルアライメントマークを検出する方法が使用される（例えば、特許文献1、特許文献2参照）。空間像センサは、例えば、ウェハステージの基準マークFMに形成されたスリット（光透過部）と、同スリットの下方に配置されたフォトディテクタとから構成される。

10

【0005】

ところで、レチクルに形成されたレチクルアライメントマークは、レチクルの外形に対して、例えば ± 0.5 mm程度の描画位置誤差をもつ。また、レチクルを露光装置にセットする際には、レチクルをレチクル搬送ケースから取り出し、レチクル搬送系によってレチクルステージのチャック上まで搬送して、チャック上に静電吸着させる。このような搬送系の位置誤差や、チャック上のレチクル位置を検出する検出系の精度も考慮すると、レチクルステージ上におけるレチクルアライメントマークは ± 0.5 mm以上の位置誤差をもつと予想される。この位置誤差には、XY方向（光軸に垂直な面上）の位置誤差と、Z軸（光軸）周りの回転誤差も含まれる。

20

【0006】

【特許文献1】

特開平8-78313号公報

【特許文献2】

特開平11-219900号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

このような位置誤差をもつレチクルアライメントマークが投影された像をウェハステージの空間像センサで検出するためには、レチクルステージとウェハステージとを低速度で相対走査して、空間像センサの検出感度を上げる必要があり、長時間を要する。

30

【0008】

また、検出時には、レチクルアライメントマークがウェハステージ上に投影される位置と、ウェハアライメントセンサの位置との相対距離を数nm以下の精度で計測する必要がある。このためには、レチクルアライメントマークと、空間像センサのスリットを、十分に細かいピッチの周期線とすることが好ましい。しかし、像の回転誤差が大きい場合は、周期構造を検出できないという不具合が発生する。

【0009】

本発明は上記の問題点を鑑みてなされたものであって、レチクルを短時間で精度よくアライメントできるEUV露光方法及びEUV露光装置を提供することを目的とする。

40

【0010】

【課題を解決するための手段】

上記の問題点を解決するため、本発明のEUV露光方法は、波長5~20nmのEUV光を光源とする露光方法であって、感応基板に転写すべきパターンの形成されたマスク（レチクル含む）をマスクステージに搭載した後、露光光の波長と異なる波長のプリアライメント光を用いてプリアライメントマークを検出してマスクをプリアライメントする工程と、その後、露光光を用いてマスク上のファインアライメントマークを検出してマスクをファインアライメントする工程と、を含むことを特徴とする。

【0011】

ファインアライメントの前に露光光の波長と異なる波長の光を用いてプリアライメントを

50

行って、ファインアライメントマークを、空間像センサを用いたファインアライメント時に検出しやすい位置となるように、レチクルステージをX Y の3自由度に対して位置決めする。これにより、レチクルファインアライメントを高精度で行うことができる。

【0012】

本発明においては、前記プリアライメント光の波長を、マスクパターン欠陥検出機で使用される波長とほぼ同一とすると、プリアライメントマークを高いコントラストで検出できる。

【0013】

本発明のEUV露光装置は、波長5~20nmのEUV光を用いてマスク(レチクル含む)に形成されたパターンを感応基板に転写する露光装置であって、
前記マスクにプリアライメントマークとファインアライメントマークとが形成されており、前記EUV光の波長と異なる波長のプリアライメント光を用いて前記プリアライメントマークを検出する手段と、前記EUV光を用いて前記ファインアライメントマークを検出する手段と、を備えることを特徴とする。

【0014】

本発明においては、前記ファインアライメントマーク検出手段が、前記感応基板が搭載される感応基板ステージに載置される、EUV光を透過させる開口(スリット)が設けられたパターン板と、前記開口を透過したEUV光を受光する受光素子と、を有し、前記開口が、前記ファインアライメントマークが前記感応基板に転写された像と同じ周期構造を持つこととできる。

前述のように光量が大きく低下するような手段を用いないため、感応基板ステージ上で高い解像度のパターンを検出することができる。

【0015】

本発明においては、前記露光装置は、前記感応基板(ウェハ)の位置を検出するためのウェハアライメント手段をさらに有し、前記パターン板に、該ウェハアライメント手段で検出されるアライメントマークを設ければ、レチクル座標とウェハ座標との関連付けを行うことができる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しつつ説明する

まず、EUV露光装置の一例について説明する。

図1は、本発明の実施の形態に係るEUV露光装置(4枚投影系)の構成を概略的に示す図である。

EUV露光装置は、光源を含む照明系ILを備えている。照明系ILから放射されたEUV光(一般に5~20nmの波長の光が用いられ、具体的には、13.5nmの波長の光が使用される)は、折り返しミラー1で反射してレチクル2に照射される。

【0017】

反射型レチクル2は、パターン面を重力方向下側に向けた状態で、レチクルステージ3に吸着保持されている。このレチクルステージ3は、走査方向(Y方向)に100mm以上のストロークをもち、この走査方向と直交する方向(X方向)に微小ストロークをもち、光軸方向(Z方向)にも微小ストロークをもっている。XY方向の位置は、図示せぬレーザ干渉計によって高精度にモニタされ、Z方向位置はレチクルフォーカス送光系4とレチクルフォーカス受光系5からなるレチクルフォーカスセンサでモニタされている。

【0018】

レチクルステージ3の下方には、レチクルプリアライメントセンサPAが配置されている。同センサは露光装置に固定されており、露光装置に対する位置は数十nm程度の精度で保証されている。図1では、レチクルプリアライメントセンサPAは1個しか描かれていないが、実際は、手前側と奥側に1個ずつ配置されている。同センサPAの光源からは、波長が248nmの紫外線が発せられる。

なお、一般的なレチクルパターンの欠陥検査に使用される光線の波長も248nmである

10

20

30

40

50

。この波長は、レチクルの多層膜を形成する物質と吸収層を形成する物質が紫外線に対して十分な光学的コントラストを持つように選ばれた波長であるといえる。

【0019】

レチクル2で反射したEUV光は、図中下側の投影光学鏡筒14内に入射する。このEUV光は、レチクル2に描かれた回路パターンを含んでいる。レチクル2には、EUV光を反射する多層膜（例えば、Mo/SiやMo/Be）が成膜されており、この多層膜上に吸着層（例えばNiやAl）の有無でパターンニングされている。

【0020】

光学鏡筒14内に入射したEUV光は、第1ミラー6で反射した後、第2ミラー7、第3ミラー8、第4ミラー9で順次反射し、最終的にはウェハ10に対して垂直に入射する。これらのミラー等からなる投影光学系の縮小倍率は、例えば1/4や1/5である。この図では、ミラーは4枚であるが、N.A.をより大きくするためには、ミラーを6枚あるいは8枚にすると効果的である。鏡筒14の近傍には、アライメント用のオフアクシス顕微鏡15が配置されている。

10

【0021】

ウェハ10は、ウェハステージ11上に載置されている。ウェハステージ11は、光軸と直交する面内（XY平面）を移動することができ、移動ストロークは例えば400~500mmである。ウェハステージ11は、光軸方向にも微小のストロークで上下移動でき、光軸方向位置（Z方向位置）はウェハオートフォーカス送光系12とウェハオートフォーカス受光系13からなるウェハオートフォーカスセンサでモニタされている。ウェハステージ11のXY方向位置は、図示せぬレーザ干渉計によって高精度でモニタされている。露光動作において、レチクルステージ3とウェハステージ11は、投影光学系の縮小倍率と同じ速度比、すなわち、4:1あるいは5:1で同期走査する。

20

【0022】

ウェハステージ11上には、基準マーク（パターン板）FMが形成されている。同基準マークFMには空間像センサが配置されている。空間像センサについては後述する。

【0023】

次に、レチクルの構成について説明する。

図2は、レチクルの構成を説明する図であり、図2(A)は全体の平面図、図2(B)は一部を拡大して示す平面図である。

30

この例のレチクル2は方形で、中央には方形のパターン領域（斜めハッチングの部分）CPが形成されている。パターン領域CPの左右側には、レチクルアライメントマークAMが形成されている。レチクルアライメントマークAMは、パターン領域CPを挟んだ左右で一对をなし、この例では5対形成されている。

【0024】

レチクルアライメントマークAMは、図2(B)に示すように、大き目の十文字マークAM1と、小さ目の周期線マークAM2から構成される。周期線マークAM2は、ラインが縦方向にならんだ周期線マークと、横方向に並んだ周期線マークからなる。両マークAM1、AM2のマーク部分（白地の部分）は、吸収層が除去されて反射多層膜が露出した部分であり、その周囲の部分（黒地の部分）は吸収層で覆われた部分である。

40

【0025】

十文字マークAM1は、プリアライメントセンサPAで検出されるマーク（レチクルプリアライメントマーク）である。同マークは、線幅が数百nm~数十μmであり、プリアライメントセンサPAから発せられる、波長が248nmの紫外線で検出可能である。一方、周期線マークAM2は、後述する空間像センサで検出されるマーク（レチクルファインアライメントマーク）である。同マークの周期は、投影光学系の解像度に近く、線幅は、例えば数十~数百nmである。このマークはウェハステージ上に投影されたときに、空間像センサのスリットの周期線パターンと同じ周期構造をもつ。

【0026】

次に、基準マークFMに形成された空間像センサについて説明する。

50

図3は、基準マークFMの構成を説明する図であり、図3(A)は平面図、図3(B)は空間像センサのフォトディテクタの出力波形を示す。図3(B)において、縦軸は光強度、横軸は走査位置を示す。

空間像センサは、基準マークFMに形成された開口(スリット、光透過部)S1と、同スリットの下方に配置されたフォトディテクタ(図示されず)とから構成される。スリットS1は、縦方向に延びる5本の周期線パターンと横方向に延びる5本の周期線パターンとからなる。これらのパターンの周期と、上述のレチクルアライメントマークAMのファインアライメントマークAM1の周期は、ウェハ上では同一であり、線幅が数十nm~数百nmである。

【0027】

空間像センサのスリットS1を通過した光は、同スリットの下流に配置されたフォトディテクタで検出される。レチクルステージ3とウェハステージ11を相対走査し、走査に同期してフォトディテクタからの信号を検出することによりレチクルステージ3とウェハステージ11との相対位置関係を知ることができる。図3(B)に示す信号波形においてピークとなる位置を最適位置とする。

【0028】

なお、基準マークFMには、図3(A)に示すように、太目のラインが交差したクロスマークS2も設けられている。このクロスマークS2は、ウェハアライメントセンサキャリアレーション用マークである。

【0029】

次に、レチクルのアライメント方法について説明する。

まず、レチクル2をレチクル搬送系でレチクルケースから取り出し、レチクルステージ3まで搬送し、レチクルホルダに静電吸着で固定する。次に、レチクルプリアライメントセンサPAで、レチクル2に形成されたレチクルプリアライメントマークAM1(図2参照)を検出する。そして、検出結果を基にして、レチクルステージ3をXY方向へ移動、及び、Z軸周りに回転させてマークAM1を位置決めする。つまり、レチクルファインアライメントの前に、レチクルファインアライメントマークAM2が空間像センサで検出可能な位置となるように、かつ、空間像センサとレチクルファインアライメントマークAM2の像との回転誤差が小さくなるように、レチクル2のプリアライメントを行う。この際、プリアライメントセンサPAの位置は、上述のように、露光装置に対して高い精度で保証されており、同センサで検出されるレチクルプリアライメントマークAM1を露光装置に対して高精度で位置決めできる。

【0030】

プリアライメント終了後、レチクルステージ3を移動して、EUV光をレチクル2に形成されたレチクルファインアライメントマークAM2(図2参照)に照射する。そして、同マークAM2で反射した光がウェハステージ11上に投影された像を、基準マークFMの空間像センサで検出する。この際、レチクルのプリアライメントが終了しているため、マークAM2の像の位置は、空間像センサで検出可能な位置であり、空間像センサのスリットS1(図3参照)を通過したマークAM2の像の周期構造を識別することができる。そして、レチクルステージ3とウェハステージ11とを同期走査させて、フォトディテクタからの信号を検出し、信号強度がピークとなった位置に位置決めする。

【0031】

ファインアライメント終了後、基準マークFMに設けられたウェハアライメントセンサキャリアレーションマークS2(図3参照)を、ウェハアライメントセンサ15で計測する。そして、レチクル座標系とウェハ座標系の関連付けを行う。これによりレチクルのアライメントを終了し、露光工程に移る。

【0032】

この方法によれば、レチクルプリアライメントセンサPAの光として、波長が248nmの紫外線を用いている。紫外線は可視光よりも波長が短い分だけ分解能が高いため、高精度のアライメントを行うことができる。また、上述のように一般的なレチクルパターン欠

10

20

30

40

50

陥検査に使用される光も、波長が248nmの紫外線(DUV光)であることから、アライメント用のマークを光学的に十分なコントラストをもって検出できる。なお、精度やコントラストは劣るが、プリアライメントセンサPAの光源に可視光を用いることもできる。

【0033】

また、ウェハアライメントセンサキャリブレーションマークとして、交差するラインパターンを用いたが、より高精度で行うためには周期線パターンとすることもできる。例えば、空間像センサS1と兼用してもよい。ただし、レチクルファインアライメントマークの周期が、可視光で検出できる分解能を持つことが必要となる。

【0034】

【発明の効果】

以上の説明から明らかなように、本発明によれば、露光光の波長と異なる波長のプリアライメント光を用いてプリアライメントを行った後、露光光を用いてファインアライメントを行うため、短時間で精度よくアライメントを行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係るEUV露光装置(4枚投影系)の構成を概略的に示す図である。

【図2】レチクルの構成を説明する図であり、図2(A)は全体の平面図、図2(B)は一部を拡大して示す平面図である。

【図3】基準マークFMの構成を説明する図であり、図3(A)は平面図、図3(B)は空間像センサのフォトディテクタの出力波形を示す。

【符号の説明】

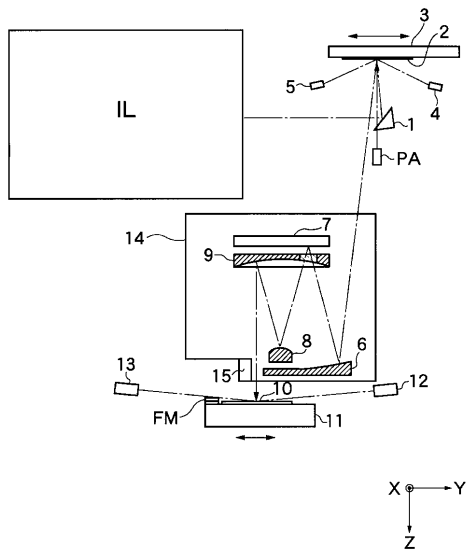
- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1 折り返しミラー | 2 レチクル |
| 3 レチクルステージ | 4 レチクルフォーカス送光系 |
| 5 レチクルフォーカス受光系 | 6 第1ミラー |
| 7 第2ミラー | 8 第3ミラー |
| 9 第4ミラー | 10 ウェハ |
| 11 ウェハステージ | 12 ウェハオートフォーカス送光系 |
| 13 ウェハオートフォーカス受光系 | |
| 14 投影光学鏡筒 | 15 オフアクシス顕微鏡 |

10

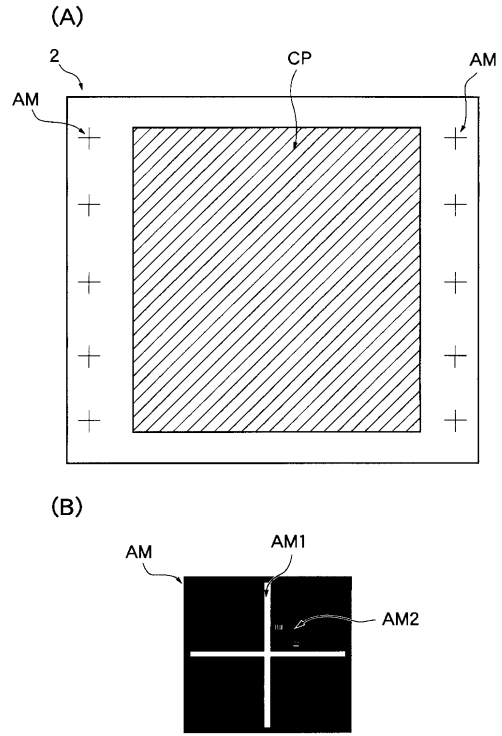
20

30

【 図 1 】

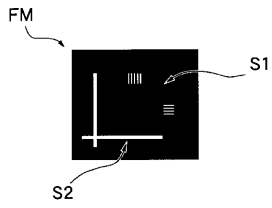


【 図 2 】



【 図 3 】

(A)



(B)

