

(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2005-243710

(P2005-243710A)

(43) 公開日 平成17年9月8日(2005.9.8)

(51) Int. Cl.⁷H01L 21/027
G03F 7/20

F I

H01L 21/30 516A
G03F 7/20 521

テーマコード (参考)

5F046

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2004-48174 (P2004-48174)
(22) 出願日 平成16年2月24日 (2004.2.24)(71) 出願人 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
(74) 代理人 100076428
弁理士 大塚 康徳
(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
(72) 発明者 小林 威宣
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
Fターム(参考) 5F046 BA04 BA05 CB17 CC02 DA05
DA06 DA13 DB05 DC04

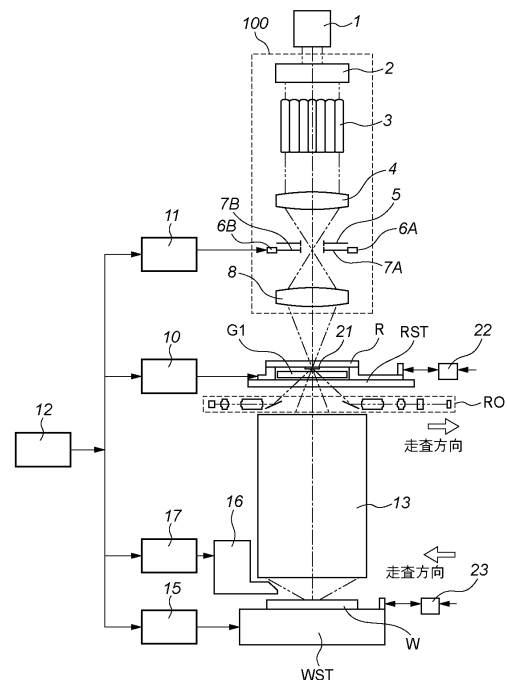
(54) 【発明の名称】 露光装置及びその制御方法、デバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 同一のレチクルを複数の露光装置間で使用する
場合のレチクル面形状計測誤差の算出を効率的に実行
することができる露光装置及びその制御方法、デバイス
製造方法を提供する。

【解決手段】 レチクル面形状測定装置ROによってレ
チクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、投影
光学系の光軸に垂直な面内におけるレチクル面形状計測
位置を算出する。露光装置間におけるレチクル面形状計
測位置の誤差を算出する。そして、算出した誤差に基づ
いて、レチクル面形状測定装置ROの測定位置を補正す
る。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置であって、

前記レチクル面形状を測定する測定手段と、

前記測定手段の測定結果に基づいて、前記投影光学系の光軸に垂直な面内におけるレチクル面形状計測位置を算出する第 1 算出手段と、

露光装置間における前記レチクル面形状計測位置の誤差を算出する第 2 算出手段と、

前記第 2 算出手段で算出した誤差に基づいて、前記測定手段の測定位置を補正する補正手段と

10

を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

前記第 1 算出手段は、前記レチクルのスキャン方向の前記レチクル面形状計測位置と、該レチクルの非スキャン方向の前記レチクル面形状計測位置を算出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記第 2 算出手段は、前記レチクルのスキャン方向の前記レチクル面形状計測位置の誤差と、該レチクルの非スキャン方向の前記レチクル面形状計測位置の誤差を算出する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 4】

20

前記補正手段は、前記レチクルのスキャン方向における前記測定手段の測定位置の補正と、該レチクルの非スキャン方向における該測定手段の測定位置の補正を含み、

前記補正手段による補正によって、前記測定手段は、前記レチクルの同一位置を測定する

ことを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 5】

前記レチクルのスキャン方向における前記測定手段の測定位置の補正は、前記測定手段の測定タイミングを制御することにより補正する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 6】

30

前記レチクルの非スキャン方向における前記測定手段の測定位置の補正は、前記測定手段の複数の計測点を取捨選択することにより補正する

ことを特徴とする請求項 4 に記載の露光装置。

【請求項 7】

前記測定手段による前記レチクルのレチクル面形状計測誤差を検出する検出手段と、

前記検出手段で検出したレチクル面形状計測誤差を示す情報と、前記レチクルと対応付けて管理する管理手段と

を更に備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 8】

レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置の制御方法であって、

40

前記レチクル面形状を測定する測定工程と、

前記測定工程の測定結果に基づいて、前記投影光学系の光軸に垂直な面内におけるレチクル面形状計測位置を算出する第 1 算出工程と、

露光装置間における前記レチクル面形状計測位置の誤差を算出する第 2 算出工程と、

前記第 2 算出工程で算出した誤差に基づいて、前記測定工程の測定位置を補正する補正工程と

を備えることを特徴とする露光装置の制御方法。

【請求項 9】

請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて、デバイスを製造することを

50

特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 10】

レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置であって、

前記レチクル面形状を測定する測定手段と、

他の露光装置における前記レチクルのレチクル面形状計測位置の誤差を示す情報を入力する入力手段と、

前記入力手段で入力した情報に基づいて、前記測定手段の測定位置を補正する補正手段と

を備えることを特徴とする露光装置。

10

【請求項 11】

レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置の制御方法であって、

前記レチクル面形状を測定する測定工程と、

他の露光装置における前記レチクルのレチクル面形状計測位置の誤差を示す情報を入力する入力工程と、

前記入力工程で入力した情報に基づいて、前記測定工程の測定位置を補正する補正工程と

を備えることを特徴とする露光装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置及びその制御方法、デバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

半導体素子等を製造する際に、ステッパのような一括露光型の投影露光装置の他に、ステップ・アンド・スキャン方式のような走査型の投影露光装置（走査型露光装置）も使用されている。この種の露光装置の投影光学系においては、限界に近い解像力が求められているため、解像力に影響する要因（例えば、大気圧、環境温度等）を測定して、測定結果に応じて結像特性を補正する機構が備えられている。

30

【0003】

また、解像力を高めるために、投影光学系の開口数は大きく設定される。その結果として、焦点深度が浅くなるため、斜入射方式の面位置測定系により、基板としてのウエハの表面の凹凸の投影光学系の光軸方向の位置を測定（ウエハパターン面測定）し、この測定結果に基づいて露光中にウエハの表面を投影光学系の像面に合わせ込むオートフォーカス機構が備えられている。

【0004】

走査型露光装置における斜入射光学系を用いるウエハパターン面測定について補足すると、露光中にウエハステージをスキャンしながら測定を行う。そのため、ウエハ測定位置の反射率が変動して、受光信号が大き過ぎて受光系が飽和したり、逆に小さ過ぎて S/N 比が悪化したりすると、面位置測定精度が悪化する。

40

【0005】

そこで、特許文献 1 で提案されているように、露光前にウエハ測定位置の反射率を事前にウエハステージをスキャンして測定しておいて、スキャン露光中にはウエハ測定位置の反射率に応じた投光手段の出射光量に制御するといった露光前処理が行われる。

【0006】

尚、露光前処理は、この限りでなく、特許文献 2 で提案されているような、ステージ上のウエハチャックに置かれたウエハの位置を正しく測定し、レチクルとの位置合わせ誤差

50

が許容範囲内になるように位置合わせするアライメントと呼ばれる処理や、特許文献3で提案されているような、ウエハパターン構造に起因する段差データをオフセット量として管理するために、露光前にウエハパターン面を予め測定する処理などがあげられる。

【0007】

ところで、従来は、レチクルパターン面における投影光学系の光軸方向の凹凸測定（レチクルパターン面測定）は、ウエハの表面の凹凸測定ほど重要視されていなかった。なぜなら、レチクルパターン面の投影光学系における光軸方向のずれは、像面において1/（投影光学系の倍率の2乗）のずれ量と、少量であるためである。例えば、投影光学系の倍率が4倍の場合、レチクルパターン面における投影光学系の光軸方向の50nmのずれは、像面のずれに換算すると約3nmになる。

10

【0008】

しかしながら、近年になってより解像力を高めるために、投影光学系の開口数がより大きく設定されると、更に焦点深度が浅くなり、レチクルパターン面の凹凸による結像誤差も無視できなくなってきた。そのため、露光装置においてより高い結像性能を得るためには、ウエハのみならず、レチクル側でもパターン面測定し、この計測結果も含めて露光中にウエハ表面位置と投影光学系の像面を合わせこむ必要がある。そこで、ウエハパターン面測定をするための斜入射方式の焦点位置検出系が、レチクルステージ側にも配置されている。

【0009】

レチクルパターン面は下面に存在するため、斜入射方式の焦点位置検出系は、レチクルと投影光学系との間に配置されている。しかし、この空間には、レチクルステージに保持された光学素子が構成され、更にレチクルにはパターン面に異物が付着しないように、防塵膜が付随される場合がある。この防塵膜は、金属の枠で囲まれており、その枠に斜入射光が遮られないようにするため、斜入射方式の焦点位置検出系は、ウエハ側の斜入射方式の焦点位置検出系よりも垂線方向に対する斜入射角度が小さくなる位置に配置する必要がある。

20

【0010】

ここで、垂線方向に対する斜入射角度が小さければ小さい程、斜入射光の計測対象物に透過する割合が大きくなることは既知の事実であり、その影響による計測誤差も無視できない。また、本発明で使用する計測対象物は、大きな反射率差や段差を有しており、その影響による計測誤差も無視できない。ゆえに、このレチクルパターンによる誤差を露光装置毎に露光結果から算出して、この算出結果をレチクル面形状計測誤差として管理している。

30

【0011】

例えば、レチクル面形状計測誤差の算出方法を、図11を用いて説明すると、Aはレチクル下面を表し、紙面右側にレチクルたわみ形状を、左側にはパターン段差を示す。そのレチクル下面を斜入射方式の焦点位置検出系で計測したレチクル下面高さ位置情報をBに示す。この結果からでは、2個所のたわみ形状が見られるが、レチクルパターン段差を判断することはできない。よって、Bの計測値（レチクル下面高さ位置情報）をレチクル下面高さであると判断して、露光を行い、デフォーカスが検出された個所Cが、露光結果から逆算した計測値の誤差量となり、Dがレチクル面形状計測誤差となる。

40

【特許文献1】特願平8-238626号公報

【特許文献2】特願平11-62004号公報

【特許文献3】特開平9-45608号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

レチクルパターンによる計測誤差量は、予め露光結果から算出して、レチクル面形状計測誤差として管理することにより、高い結像性能を実現する。

【0013】

50

このようにして算出したレチクル面形状計測誤差は、レチクルに依るものなので、そのレチクルと同一のレチクルを使用する他の装置でも使用することができる。しかし、実際には、露光装置間でレチクル面形状測定手段（レチクルパターン面測定装置）の各計測センサ位置に個体差が生じるため、各露光装置間で同一のレチクルを計測しても、常にレチクル上の同一ポイントを計測できるわけではないので、任意の露光装置で算出した面形状計測誤差を他の露光装置で使用できない。よって、装置毎にレチクル面形状計測誤差を算出しておさなければならない。

【0014】

この具体例を図11及び図12を用いて説明する。

【0015】

図12に図11と同様のレチクルを示すが、装置1でAのレチクル下面を0から6までスキャン計測を行い、それらの場所毎に0から6までのレチクル面形状計測誤差をDのように保持するとすると、Aのレチクルを紙面右方向に5移動した場所では、レチクル下面5の読み値に対して、面形状計測誤差5で補正を行う。

【0016】

ここで、装置1と装置2の間にレチクルパターン面測定装置による計測位置ずれがあるにも関わらず、装置2に装置1で算出したレチクル面形状計測誤差を用いようとした場合、Aのレチクルを紙面右方向に5移動した場所では、レチクル下面4の読み値に対して、レチクル面形状計測誤差5で補正を行ってしまう。

【0017】

本発明は上記の課題を解決するためになされたものであり、同一のレチクルを複数の露光装置間で使用する場合のレチクル面形状計測誤差の算出を効率的に実行することができる露光装置及びその制御方法、デバイス製造方法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】

【0018】

上記の目的を達成するための本発明による露光装置は以下の構成を備える。即ち、

レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置であって、

前記レチクル面形状を測定する測定手段と、

前記測定手段の測定結果に基づいて、前記投影光学系の光軸に垂直な面内におけるレチクル面形状計測位置を算出する第1算出手段と、

露光装置間における前記レチクル面形状計測位置の誤差を算出する第2算出手段と、

前記第2算出手段で算出した誤差に基づいて、前記測定手段の測定位置を補正する補正手段と

を備える。

【0019】

また、好ましくは、前記第1算出手段は、前記レチクルのスキャン方向の前記レチクル面形状計測位置と、該レチクルの非スキャン方向の前記レチクル面形状計測位置を算出する。

【0020】

また、好ましくは、前記第2算出手段は、前記レチクルのスキャン方向の前記レチクル面形状計測位置の誤差と、該レチクルの非スキャン方向の前記レチクル面形状計測位置の誤差を算出する。

【0021】

また、好ましくは、前記補正手段は、前記レチクルのスキャン方向における前記測定手段の測定位置の補正と、該レチクルの非スキャン方向における該測定手段の測定位置の補正を含み、

前記補正手段による補正によって、前記測定手段は、前記レチクルの同一位置を測定する。

【0022】

10

20

30

40

50

また、好ましくは、前記レチクルのスキャン方向における前記測定手段の測定位置の補正は、前記測定手段の測定タイミングを制御することにより補正する。

【0023】

また、好ましくは、前記レチクルの非スキャン方向における前記測定手段の測定位置の補正は、前記測定手段の複数の計測点を取捨選択することにより補正する。

【0024】

また、好ましくは、前記測定手段による前記レチクルのレチクル面形状計測誤差を検出する検出手段と、

前記検出手段で検出したレチクル面形状計測誤差を示す情報と、前記レチクルと対応付けて管理する管理手段と

を更に備える。

【0025】

上記の目的を達成するための本発明による露光装置の制御方法は以下の構成を備える。即ち、

レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置の制御方法であって、

前記レチクル面形状を測定する測定工程と、

前記測定工程の測定結果に基づいて、前記投影光学系の光軸に垂直な面内におけるレチクル面形状計測位置を算出する第1算出工程と、

露光装置間における前記レチクル面形状計測位置の誤差を算出する第2算出工程と、

前記第2算出工程で算出した誤差に基づいて、前記測定工程の測定位置を補正する補正工程と

を備える。

【0026】

また、好ましくは、上記の露光装置を用いて、デバイスを製造することを特徴とするデバイス製造方法。

【0027】

上記の目的を達成するための本発明による露光装置は以下の構成を備える。即ち、

レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置であって、

前記レチクル面形状を測定する測定手段と、

他の露光装置における前記レチクルのレチクル面形状計測位置の誤差を示す情報を入力する入力手段と、

前記入力手段で入力した情報に基づいて、前記測定手段の測定位置を補正する補正手段と

を備える。

【0028】

上記の目的を達成するための本発明による露光装置の制御方法は以下の構成を備える。

即ち、

レチクルのレチクル面形状を測定し、その測定結果に基づいて、前記レチクルに形成されたパターンの像を投影光学系を介して基板上に露光する露光装置の制御方法であって、

前記レチクル面形状を測定する測定工程と、

他の露光装置における前記レチクルのレチクル面形状計測位置の誤差を示す情報を入力する入力工程と、

前記入力工程で入力した情報に基づいて、前記測定工程の測定位置を補正する補正工程と

を備える。

【発明の効果】

【0029】

本発明によれば、同一のレチクルを複数の露光装置間で使用する場合のレチクル面形状

10

20

30

40

50

計測誤差の算出を効率的に実行することができる露光装置及びその制御方法、デバイス製造方法を提供できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0030】

以下、本発明の実施の形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0031】

図1は本発明の実施形態の露光装置の構成を示す図である。

【0032】

特に、図1は、走査露光方法を用いるスリット・スキャン方式の投影露光装置の部分概略図を示している。また、この露光装置は、例えば、半導体素子、又は液晶表示素子等を製造するためのリソグラフィ工程でレチクルパターンをウエハ等の基板上に露光する際に使用される走査型露光装置である。

【0033】

図1において、レチクルRは光源1と、照明光学系100（照明光整形光学系2～リレーレンズ8よりなる）により、長方形のスリット状の照明領域21により均一な照度で照明され、スリット状の照明領域21内のレチクルRの回路パターン像が投影光学系13を介してウエハW上に転写される。

【0034】

光源1としては、F₂エキシマレーザー、ArFエキシマレーザーあるいはKrFエキシマレーザー等のエキシマレーザー光源、金属蒸気レーザー光源、又はYAGレーザーの高調波発生装置等のパルス光源、又は水銀ランプと楕円反射鏡とを組み合わせた構成等の連続光源を使用できる。

【0035】

連続光源の場合、露光のオン又はオフは照明光整形光学系2～8内のシャッタにより切り換えられる。但し、本実施形態では、後述のように可動ブラインド（可変視野絞り）7が設けられているため、可動ブラインド7の開閉によって露光のオン又はオフを切り換えてもよい。

【0036】

図1において、光源1からの照明光は、照明光整形光学系2により光束径が所定の大きさに設定されて、フライアイレンズ3に達する。フライアイレンズ3の射出面には多数の2次光源が形成され、これら2次光源からの照明光は、コンデンサーレンズ4によって集光され、固定の視野絞り5を経て可動ブラインド（可変視野絞り）7に達する。図1では視野絞り5は、可動ブラインド7よりもコンデンサーレンズ5側に配置されているが、その逆のリレーレンズ系8側へ配置してもかまわない。

【0037】

視野絞り5には、長方形のスリット状の開口部が形成され、この視野絞り5を通過した光束は、リレーレンズ8に入射する。スリットの長手方向は、紙面に対して垂直な方向である。

【0038】

可動ブラインド7は、後述の走査方向（Y方向）の幅を規定する2枚の羽根（遮光板）7A及び7B、及び走査方向に垂直な非走査方向の幅を規定する2枚の羽根（不図示）により構成されている。走査方向の幅を規定する羽根7A及び7Bは、それぞれ駆動部6A及び6Bにより独立に走査方向に移動できるように支持され、不図示の非走査方向の幅を規定する2枚の羽もそれぞれ独立に駆動できるように支持されている。

【0039】

本実施形態では、固定の視野絞り5により設定されるレチクルR上のスリット状の照明領域21内において、更に可動ブラインド7により設定される所望の露光領域内にのみ照明光が照射される。リレーレンズ8は両側テレセントリックな光学系であり、レチクルR上のスリット状の照明領域21では、テレセントリック性が維持されている。

【0040】

10

20

30

40

50

レチクル R は、レチクルステージ R S T に保持されている。レチクルステージ R S T は、干渉計 2 2 で位置を検出し、レチクルステージ駆動部 1 0 により駆動される。レチクル R の下部には、光学素子 G 1 が保持され、レチクルステージ R S T 走査駆動時にはレチクル R と共に走査される。スリット状の照明領域 2 1 内で且つ可動ブラインド 7 により規定されたレチクル R 上の回路パターンの像が、投影光学系 1 3 を介してウエハ W 上に投影露光される。

【 0 0 4 1 】

ここで、投影光学系 1 3 の光軸に垂直な 2 次元平面内で、スリット状の照明領域 2 1 に対するレチクル R の走査方向を + Y 方向（又は - Y 方向）として、投影光学系 1 3 の光軸に水平な方向を Z 方向とする。

10

【 0 0 4 2 】

この場合、レチクルステージ R S T はレチクルステージ駆動部 1 0 に駆動されてレチクル R を走査方向（+ Y 方向又は - Y 方向）に走査し、可動ブラインド 7 の駆動部 6 A 及び 6 B、及び非走査方向用の駆動部の動作は、可動ブラインド制御部 1 1 により制御される。レチクルステージ駆動部 1 0 及び可動ブラインド制御部 1 1 の動作を制御するのが、装置全体の動作を制御する主制御系 1 2 である。

【 0 0 4 3 】

レチクルステージ R S T に保持された光学素子 G 1 と投影光学系 1 3 の間には、レチクルパターン面測定装置 R O が構成されている。

【 0 0 4 4 】

20

一方、ウエハ W は、不図示のウエハ搬送装置により、ウエハステージ W S T に搬入された後、保持される。ウエハステージ W S T は、投影光学系 1 3 の光軸に垂直な面内でウエハ W の位置決めを行うと共にウエハ W を ± Y 方向に走査する X Y ステージ、及び Z 方向にウエハ W の位置決めを行う Z ステージ等より構成されている。

【 0 0 4 5 】

ウエハステージ W S T の位置は、干渉計 2 3 により検出される。ウエハ W 上方には、オフ・アクシス方式のアライメントセンサ 1 6 が構成されている。アライメントセンサ 1 6 により、ウエハ上のアライメントマークが検出され、制御部 1 7 により処理され、主制御系 1 2 に送られる。主制御系 1 2 は、ウエハステージ駆動部 1 5 を介してウエハステージ W S T の位置決め動作及び走査動作を制御する。

30

【 0 0 4 6 】

そして、レチクル R 上のパターン像をスキャン露光方式で投影光学系 1 3 を介してウエハ W 上の各ショット領域に露光する際には、視野絞り 5 により設定されるスリット状の照明領域 2 1 に対して - Y 方向（又は + Y 方向）に、レチクル R を速度 V R で走査する。

【 0 0 4 7 】

また、投影光学系 1 3 の投影倍率を β として、レチクル R の走査と同期して、+ Y 方向（又は - Y 方向）に、ウエハ W を速度 V W (= $\beta \cdot V R$) で走査する。

【 0 0 4 8 】

これにより、ウエハ W 上のショット領域にレチクル R の回路パターン像が逐次転写される。

40

【 0 0 4 9 】

次に、図 2 を用いて、レチクルパターン面測定装置 R O について説明する。

【 0 0 5 0 】

図 2 は本発明の実施形態のレチクルパターン面測定装置の構成を示す図である。

【 0 0 5 1 】

まず、レチクルパターン面測定装置の基本的な検出原理を説明すると、被検面であるレチクルパターン面に光束を斜め方向から照射し、被検面で反射した光束の所定面上への入射位置を位置検出素子で検出し、その位置情報から被検面の Z 方向（投影光学系 1 3 の光軸方向（光軸方向に垂直な面内））の位置情報を検出する。

【 0 0 5 2 】

50

本図では、１系統についてのみ説明するが、走査方向とほぼ直交する方向に設定された複数の光束を被検面上の複数の計測点に投影し、各々の計測点で求めたＺ方向の位置情報を用いて被検面の傾き情報を算出している。

【００５３】

更に、レチクルＲが走査されることにより、走査方向にも複数の計測点でのＺ方向の位置情報を計測することができる。これらの位置情報より、レチクルＲのパターン面の面形状が算出可能となる。

【００５４】

次に、レチクルパターン面測定装置の各要素について説明する。

【００５５】

図２において、３０はレチクルパターン面測定装置の光源部である。３１はレチクル面位置検出用の発光光源である。光源３１には、レチクル材質に対して斜入射で十分な反射光量を得るために、可視から赤外光を発するＬＥＤを使用する。３２は駆動回路であり、発光光源３１から発せられる光の強度を任意に制御することが可能である。

【００５６】

発光光源３１から発せられた光は、コリメーターレンズ３３、集光レンズ３４によって光ファイバー等の光伝達部３５に導かれている。

【００５７】

光伝達部３５から発せられた光束は、照明レンズ３６により、スリット３７を照明する。スリット３７上にはレチクルＲのパターン面の面位置計測用マーク３７Ａが施されており、該マーク３７Ａは結像レンズ３８によりミラー３９を介して被検面であるレチクルＲのパターン面上に投影されている。結像レンズ３８によりスリット３７とレチクルＲのパターン面の表面は光学的な共役関係になっている。同図では、説明し易くするために主光線のみを示している。

【００５８】

レチクルＲのパターン面に結像したマーク像に基づく光束は、レチクルＲのパターン面で反射し、ミラー４０を介して結像レンズ４１により再結像位置４２上にマーク像を再結像する。再結像位置４２に再結像したマーク像に基づく光束は、拡大光学系４３により集光されて位置検出用の受光素子４４上に略結像している。受光素子４４からの信号は、レチクル面位置信号処理系（不図示）で計測処理され、被検面であるレチクルＲのパターン面のＺ、及び傾きの情報として処理される。

【００５９】

尚、図２は、断面図を示しているため、１系統しか図示していないが、実際には複数配置することも可能である。また、図２では、レチクルパターン面測定装置の検出光のレチクルＲパターン面への入射方向を、走査方向と平行な方向から示しているがこれに限定するものではなく、走査方向と直交する方向あるいは任意の角度の方向から入射する構成でもかまわない。

【００６０】

次に、本発明のレチクルパターン面測定装置の測定位置を計測する方法について説明する。

【００６１】

本例では、レチクルパターン面測定装置の測定位置を３チャンネル（Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３）有しているが、これ以上有していても良い。

【００６２】

レチクルパターン面測定装置の測定位置Ｃ１、Ｃ２、Ｃ３は、図３（ａ）のように、スキャン方向に関して投影レンズ１３の中心ＡＸにあることが望ましく、非スキャン方向に関しては複数測定位置を有しており、任意の装置で設定された測定位置（ＡＹ１、ＡＹ２、ＡＹ３）にあるのが望ましい。本例では、投影レンズ１３の中心ＡＹ２と対称にＡＹ１、ＡＹ３を有している。尚、スキャン方向に関して複数測定位置を有しても良い。

【００６３】

10

20

30

40

50

まず、図4(a)及び(b)に示す反射率または凸凹の異なるパターン(穴、ライン等)を有する2枚の基準レチクルSR1、SR2を用意する。この2枚のレチクルを複数装置にて、同一スピードVで連続的にスキャン計測を行う。

【0064】

スキャン方向におけるレチクルパターン面測定装置の測定位置の計測は、図4(a)に示すスキャン方向に直交するパターンRP1を有する基準レチクルSR1をアライメント後、任意の速度Vでスキャン計測を行い、レチクルステージの速度Vが一定になった任意の座標位置からパターン計測時までの経過時間、もしくはパターン計測時までのレチクルステージ位置座標から算出する。

【0065】

上記のパターン計測方法は、例えば、反射率差が5倍のパターンを有している場合、図5のように、CCDラインセンサで受光する光量のpeak値を観測し、あるピークPから5倍の変化が見られたポイント(ピーク5P)が、パターンに到達したことを示す。また、上記で示したレチクルパターン面測定装置の測定位置の計測は、レチクルパターン面測定装置の測定位置がパターンにかかる付近で、レチクルステージを微小ピッチで移動後計測という動作を繰り返して計測しても良い。

【0066】

例えば、図3(a)で示す投影レンズ13と、レチクルパターン面測定装置ROの測定位置関係、及び図4(a)の基準レチクルSR1との関係を図6(a)に示す。レチクルSR1の原点とレチクルステージの原点と投影レンズ中心AXが一致しているものとし、図示したスキャン方向に、レチクルステージを速度Vでスキャンさせる。

【0067】

レチクルパターン面測定装置ROの測定位置にずれがない場合、図6(b)で示すように、レチクルステージ+Y座標位置を計測開始点とし、その座標から $t_1 (= y_1 / V)$ 後にパターンRP1を検出する。

【0068】

例えば、レチクルパターン面測定装置ROの測定位置C2が、図3(b)で示すように、スキャン方向にずれがある場合、図6(c)で示すように、レチクルステージ+Y座標位置を計測開始点とし、パターンRP1開始点を検出するまでに $t_1 + t$ 経過したとすると、 $t \times V$ だけ投影レンズ中心AXからずれていることがわかる。また、このずれ量計測は、 y_1 間、 y_2 間、 y_3 間で求めても良いし、図示反対スキャン方向で求めても良く、いくつかの領域を組合せてそれぞれで求めたずれ量を平均化処理しても良い。

【0069】

非スキャン方向におけるレチクルパターン面測定装置ROの測定位置の計測は、図4(b)に示すスキャン方向に対し斜めのパターンを有する基準レチクルSR2をアライメント後、任意の速度Vでスキャン計測を行い、レチクルステージの速度Vが一定になった任意の座標位置からパターン変化時までの経過時間、もしくはパターン計測時までのレチクルステージ位置座標から算出する。

【0070】

例えば、図3(a)で示す投影レンズ13と、レチクルパターン面測定装置ROの測定位置関係、及び図4(b)の基準レチクルSR2との関係を図7(a)に示す。以下の説明は、非スキャン方向におけるレチクル、レチクルステージ、及び投影レンズの中心AY2にレチクルパターン面測定装置ROの測定位置がある場合に着目する。図示したスキャン方向に、レチクルステージを速度Vでスキャンさせる。

【0071】

レチクルパターン面測定装置ROの測定位置にずれがない場合、図7(b)で示すように、レチクルステージ+Y座標位置を計測開始点とし、その座標から y_1 だけ離れたパターンRP2開始点までに経過する時間 t_1 は、 $t' + t''$ であり、それぞれ $t' = y_1' / V$ 、 $t'' = y_1'' / V$ 、また $y_1'' = X / \tan$ である。

【0072】

10

20

30

40

50

例えば、レチクルパターン面測定装置の測定位置 C 2 が、図 3 (c) で示すように、非スキャン方向にずれがある場合、図 7 (c) 及び拡大図 (d) で示すように、レチクルステージ + Y 座標位置を計測開始点とし、パターン R P 2 計測開始点を検出するまでに $t_1 + t$ 経過したとすると、 $V \times t \times \tan$ だけ投影レンズ 1 3 の中心 A Y 2 からずれていることがわかる。また、このずれ量計測は y 1 間、y 2 間、y 3 間で求めても良いし、図示反対スキャン方向で求めても良く、いくつかの領域を組合せてそれぞれで求めたずれ量を平均化処理しても良い。

【 0 0 7 3 】

また、スキャン方向と同様に、レチクルパターン面測定装置 R O の測定位置がパターンにかかる付近で、レチクルステージを微小ピッチで移動後計測という動作を繰り返して求めても良い。

10

【 0 0 7 4 】

次に、本発明の露光装置間におけるレチクルパターン面測定装置 R O の測定位置のずれ量を補正する方法について説明する。

【 0 0 7 5 】

スキャン方向に関しては、同一のポイントを計測できるように、計測開始タイミングを変更 (制御) する。

【 0 0 7 6 】

非スキャン方向に関しては、レチクルパターン面測定装置の各チャンネルはマルチマーク (複数の計測点) を有している。通常フォーカス計算処理方法は、各マーク (計測点) のフォーカス計算結果を全マークで平均化処理することにより算出している。

20

【 0 0 7 7 】

例えば、図 8 のように、装置 1 と装置 2 との間にマーク 1 本分ずれが生じていた場合は、装置 1 の 5 本マークの内、右 4 本と、装置 2 の 5 本マークの内、左 4 本を選択して、選択したマークによるフォーカス計算処理を行う。

【 0 0 7 8 】

次に、本発明のレチクル面形状計測誤差を管理する方法について説明する。

【 0 0 7 9 】

任意の露光装置で、レチクル起因により発生するレチクル面形状計測誤差を露光結果と比較算出し、例えば、レチクルに添付するレチクルバーコードもしくは、レチクルを運ぶレチクルカセットに添付するレチクルカセットバーコードに、面形状計測誤差と、面形状計測誤差を算出した装置のレチクルパターン面測定装置の測定位置 (投影レンズ 1 3 の中心 A X 、及び A Y 2 からのずれ量) の情報を付加 (記録) する。

30

【 0 0 8 0 】

以降、他の露光装置で同一レチクルを用いる場合は、レチクルバーコード (あるいはレチクルカセットバーコード) に添付された面形状計測誤差を算出した装置のレチクルパターン面測定装置の測定位置と、その露光装置のレチクルパターン面測定装置の測定位置とのずれ量を算出し、計測ポジション補正を行い、レチクル上の同一位置を計測することで、一つのレチクル面形状計測誤差を他の露光装置でも使用することが可能となる。

【 0 0 8 1 】

以上説明したように、本実施形態によれば、任意の露光装置で計測したレチクル起因により発生する面形状計測誤差を他の露光装置でも使用できるので、露光装置毎にレチクル面形状計測誤差を算出し直す必要が無くなる。そのため、同一のレチクルを複数の露光装置間で使用する工程において、トータルスループットを落とすことがなくなるという利点がある。

40

【 0 0 8 2 】

尚、レチクルパターン面測定装置 R O の測定位置の管理は、露光装置内部あるいは外部で構成される、当該露光装置を制御するホストコンピュータ (情報処理装置) 上で電子的に管理して、これを使用して、各露光装置のレチクル面形状測定装置の測定位置を補正する構成でも良い。

50

【 0 0 8 3 】

[露光装置の応用例]

次に上記の露光装置を利用した半導体デバイスの製造プロセスを説明する。

【 0 0 8 4 】

図 9 は半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す。

【 0 0 8 5 】

ステップ 1 (回路設計) では半導体デバイスの回路設計を行なう。ステップ 2 (マスク作製) では設計した回路パターンに基づいてマスクを作製する。一方、ステップ 3 (ウエハ製造) ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ 4 (ウエハプロセス) は前工程と呼ばれ、上記のマスクとウエハを用いて、リソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

10

【 0 0 8 6 】

次のステップ 5 (組み立て) は後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程 (ダイシング、ボンディング) 、パッケージング工程 (チップ封入) 等の組立て工程を含む。ステップ 6 (検査) ではステップ 5 で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これを出荷 (ステップ 7) する。

【 0 0 8 7 】

図 10 は上記ウエハプロセスの詳細なフローを示す。

【 0 0 8 8 】

ステップ 1 1 (酸化) では、ウエハの表面を酸化させる。ステップ 1 2 (C V D) では、ウエハ表面に絶縁膜を成膜する。ステップ 1 3 (電極形成) では、ウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ 1 4 (イオン打込み) では、ウエハにイオンを打ち込む。ステップ 1 5 (レジスト処理) では、ウエハに感光剤を塗布する。

20

【 0 0 8 9 】

ステップ 1 6 (露光) では上記の露光装置によって回路パターンをウエハに転写する。ステップ 1 7 (現像) では、露光したウエハを現像する。ステップ 1 8 (エッチング) では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ 1 9 (レジスト剥離) では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによって、ウエハ上に多重に回路パターンを形成する。

30

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 0 】

【 図 1 】 本発明の実施形態の露光装置の構成を示す図である。

【 図 2 】 本発明の実施形態のレチクルパターン面測定装置の構成を示す図である。

【 図 3 】 本発明の実施形態の投影レンズ中心からのレチクルパターン面測定装置のずれに関する説明図である。

【 図 4 】 本発明の実施形態で使用する基準レチクルの説明図である。

【 図 5 】 本発明の実施形態で使用する基準レチクルのパターンを認識したときの説明図である。

【 図 6 】 本発明の実施形態のスキャン方向のレチクルパターン面測定装置のずれ量算出に使用する基準レチクルの説明図である。

40

【 図 7 】 本発明の実施形態の非スキャン方向のレチクルパターン面測定装置のずれ量算出に使用する基準レチクルの説明図である。

【 図 8 】 本発明の実施形態のレチクルパターン面測定装置の各チャンネルにおけるマルチマーク選択に関する説明図である。

【 図 9 】 本発明の実施形態の半導体デバイスの全体的な製造プロセスのフローを示す図である。

【 図 10 】 図 9 におけるウエハプロセスの詳細なフローを示す図である。

【 図 11 】 レチクルと面形状計測誤差の説明図である。

【 図 12 】 レチクルパターン面測定装置の機差と面形状計測誤差の説明図である。

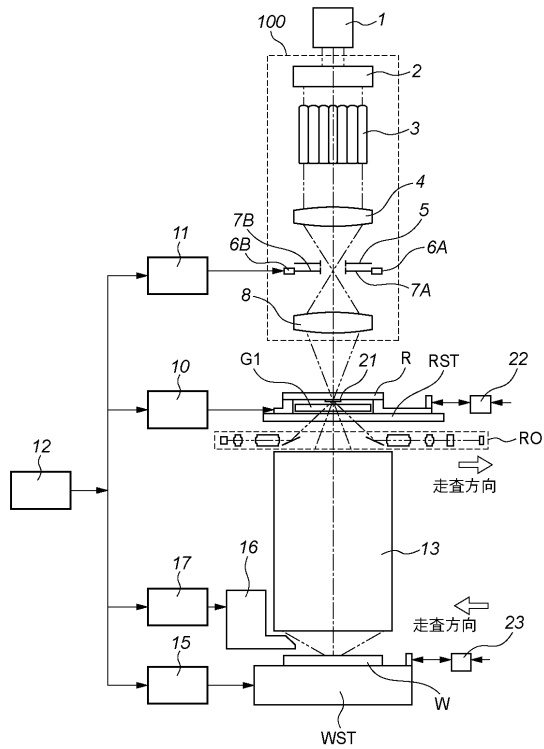
50

【符号の説明】

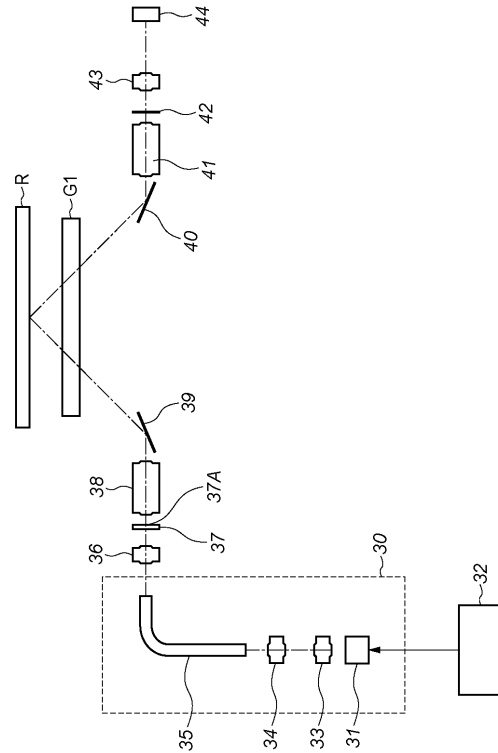
【0091】

1	光源	
2	照明系整形光学系	
3	フライアイレンズ	
4	コンデンサーレンズ	
5	視野絞り	
6 A、6 B	可動ブラインド駆動部	
7 A、7 B	可動ブラインド	
8	リレーレンズ	10
10	レチクルステージ制御部	
11	可動ブラインド制御部	
12	主制御部	
13	投影光学系	
15	ウエハステージ制御部	
16	アライメントセンサ	
17	制御部	
21	照明領域	
22、23	干渉計	
30	光源部	20
31	発光光源	
32	駆動回路	
33	コリメーターレンズ	
34	集光レンズ	
35	光伝達部	
36	照明レンズ	
37	スリット	
37 A	マーク	
38、41	結像レンズ	
39、40	ミラー	30
42	再結像位置	
43	拡大光学系	
44	受光素子	
R S T	レチクルステージ	
W S T	ウエハステージ	
G 1	補正光学素子	
R	レチクル	
W	ウエハ	
R O	レチクルパターン面測定装置	

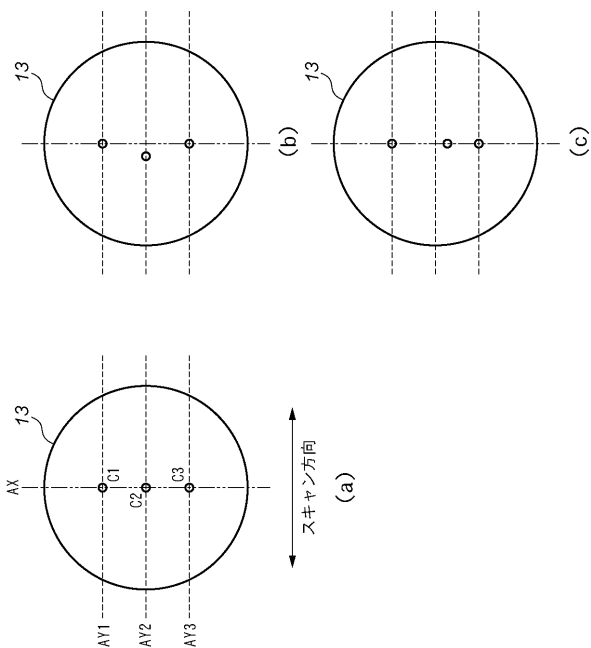
【図 1】



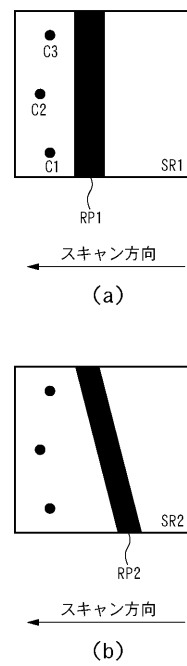
【図 2】



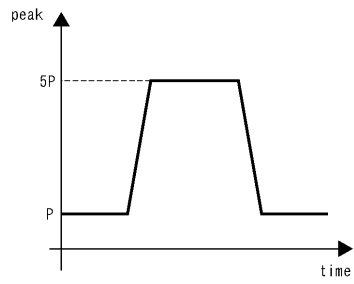
【図 3】



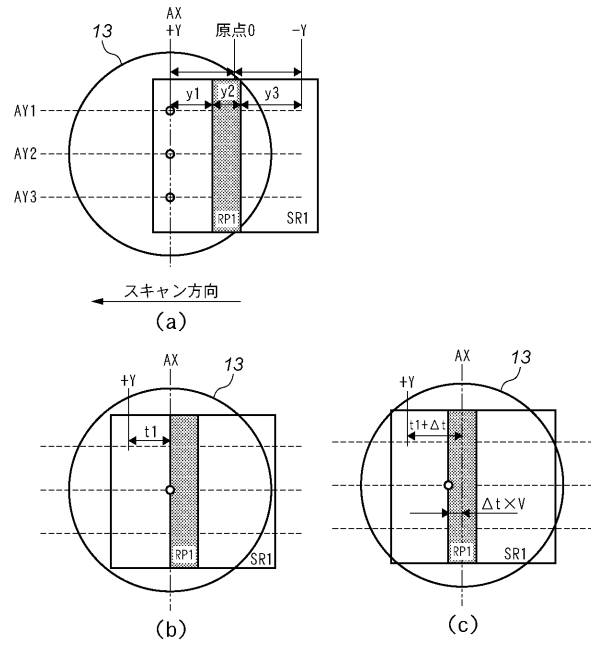
【図 4】



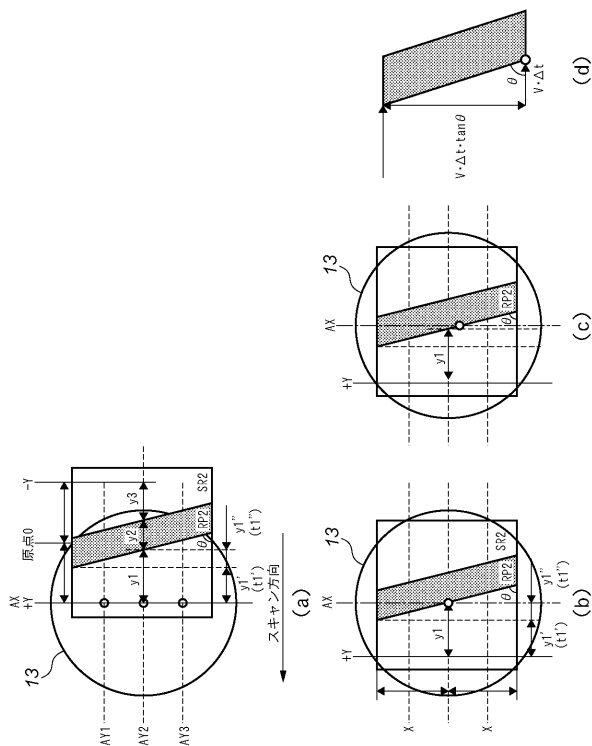
【図 5】



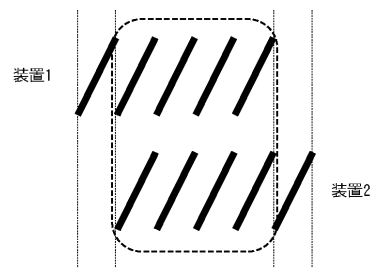
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

