

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載
 【部門区分】第 7 部門第 2 区分
 【発行日】平成 17 年 9 月 8 日 (2005.9.8)

【公開番号】特開 2003-218024 (P2003-218024A)
 【公開日】平成 15 年 7 月 31 日 (2003.7.31)
 【出願番号】特願 2002-58118 (P2002-58118)
 【国際特許分類第 7 版】

H 0 1 L 21/027

G 0 1 M 11/02

G 0 3 F 7/20

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 1 6 A

G 0 1 M 11/02 B

G 0 3 F 7/20 5 2 1

【手続補正書】

【提出日】平成 17 年 3 月 15 日 (2005.3.15)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投影光学系の結像特性変化を補正するために用いられる結像特性調整情報を計測する計測方法であって、

第 1 面上に配置された少なくとも 1 つの計測マークを照明光により照明して前記計測マークの空間像を前記投影光学系を介して第 2 面上に形成し、前記空間像に対して所定の計測用パターンを走査し、該走査中に前記計測用パターンを介した前記照明光を光電検出し、その検出結果として前記空間像に対応する光強度信号を得る空間像計測を、前記投影光学系の状態を変化させて、繰り返し行う空間像計測工程と；

前記空間像計測工程での計測結果に基づいて、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を算出する算出工程と；を含む計測方法。

【請求項 2】

前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の少なくとも 1 つの計測点に配置された計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、計測用パターンの前記光軸方向の位置を変化させつつ繰り返し行い、

前記算出工程では、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた最良フォーカス位置の変化量との関係を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の計測方法。

【請求項 3】

前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の少なくとも 1 つの計測点に配置されたデューティ比の異なるラインアンドスペースパターンから成る複数の計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、前記計測用パターンの前記光軸方向の位置を変化させつつ繰り返し行い、

前記算出工程では、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた球面収差の変化量との関係を算出することを特徴とする請求項 1 に記載の計測方法。

【請求項 4】

前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の複数の計測点に配置された複数の

計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、繰り返し行い、

前記算出工程では、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた倍率、ディストーション及びコマ収差の少なくとも1つの変化量との関係を算出することを特徴とする請求項1に記載の計測方法。

【請求項5】

前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の少なくとも1つの計測点に配置された計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、計測用パターンの前記光軸方向の複数位置でそれぞれ行い、

前記算出工程では、前記計測用パターンの複数の位置でそれぞれ得られる前記計測マークの空間像に対応する各光強度信号と、焼き付け法の際に設定されるレジスト感光閾値に相当する閾値とを用いて前記空間像のエッジ位置をそれぞれ求め、該エッジ位置の算出結果に基づいて計測マークの結像位置を、各計測用パターンの位置毎に、かつ前記投影光学系の状態毎に求め、該算出結果に基づいて、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた前記照明光のテレセントリシティの変化量との関係を算出することを特徴とする請求項1に記載の計測方法。

【請求項6】

前記エッジ位置を求めるのに先立って、前記空間像の像回復を行うことを特徴とする請求項5に記載の計測方法。

【請求項7】

前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の複数の計測点に配置された複数の計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、前記計測用パターンの前記光軸方向の位置を変化させつつ繰り返し行い、

前記算出工程では、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた像面湾曲の変化量との関係を算出することを特徴とする請求項1に記載の計測方法。

【請求項8】

前記投影光学系の状態の変化は、前記投影光学系を構成する要素の状態及び環境条件の少なくとも1つの変化に起因して生じるものであることを特徴とする請求項1～7のいずれか一項に記載の計測方法。

【請求項9】

投影光学系の結像特性を調整する結像特性調整方法であって、

請求項1～8のいずれか一項に記載の計測方法によって、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報として求める工程と；

該求めた結像特性調整情報と目標補正量とに基づいて、前記投影光学系の前記特定の結像特性を調整する工程と；を含む結像特性調整方法。

【請求項10】

マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光方法であって、

請求項1～8のいずれか一項に記載の計測方法によって、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報として、前記マスクを照明する複数の照明条件の各々について予め求める工程と；

設定された照明条件に応じて、その照明条件に対応する前記結像特性調整情報と目標補正量とに基づいて、前記投影光学系の前記特定の結像特性を調整する工程と；

該調整後の前記投影光学系を介して前記パターンを基板上に転写する工程と；を含む露光方法。

【請求項11】

マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置の製造方法であって、

請求項1～8のいずれか一項に記載の計測方法によって、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報とし

て、前記マスクを照明する複数の照明条件の各々について予め求める工程を含むことを特徴とする露光装置の製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項 1 に記載の発明は、投影光学系の結像特性変化を補正するために用いられる結像特性調整情報を計測する計測方法であって、第 1 面上に配置された少なくとも 1 つの計測マークを照明光により照明して前記計測マークの空間像を前記投影光学系を介して第 2 面上に形成し、前記空間像に対して所定の計測用パターンを走査し、該走査中に前記計測用パターンを介した前記照明光を光電検出し、その検出結果として前記空間像に対応する光強度信号を得る空間像計測を、前記投影光学系の状態を変化させて、繰り返し行う空間像計測工程と；前記空間像計測工程での計測結果に基づいて、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を算出する算出工程と；を含む計測方法である。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0012

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0012】

これによれば、第 1 面上に配置された少なくとも 1 つの計測マークを照明光により照明して計測マークの空間像を投影光学系を介して第 2 面上に形成し、空間像に対して所定の計測用パターンを走査し、該走査中に計測用パターンを介した照明光を光電検出し、その検出結果として空間像に対応する光強度信号を得る空間像計測を、投影光学系の状態を変化させて、繰り返し行う（空間像計測工程）。ここで、計測用パターンの空間像に対する走査は、投影光学系の光軸方向に関して行っても良いし、光軸に直交する面内の所定方向に関して行っても良い。いずれにしても、走査中に計測用パターンを介した照明光を光電検出することにより、その検出結果として空間像に対応する光強度信号を得ることができる。また、空間像計測の度に、投影光学系のそのときの状態で形成される空間像に対応する光強度信号を得ることができる。すなわち、投影光学系の状態毎に、計測用パターンの走査及びその走査中の計測用パターンを介した照明光の光電検出を行うのみで、投影光学系の状態毎の空間像の光強度信号が得られる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

従って、本発明によれば、空間像計測を投影光学系の状態を変化させて繰り返し行い、その結果に基づいて所定の演算を行うだけで、投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係、すなわち結像特性調整情報を、計測マークの転写のための露光、計測マークが転写された基板の現像、及び現像後に得られたレジスト像の計測等の工程を経ることなく、短時間で得ることが可能になる。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

この場合において、請求項2に記載の計測方法の如く、前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の少なくとも1つの計測点に配置された計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、計測用パターンの前記光軸方向の位置を変化させつつ繰り返し行い、前記算出工程では、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた最良フォーカス位置の変化量との関係を算出することとすることができる。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0016】

あるいは、請求項1に記載の計測方法において、請求項3に記載の計測方法の如く、前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の少なくとも1つの計測点に配置されたデューティ比の異なるラインアンドスペースパターンから成る複数の計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、前記計測用パターンの前記光軸方向の位置を変化させつつ繰り返し行い、前記算出工程では、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた球面収差の変化量との関係を算出することとすることができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0017】

あるいは、請求項1に記載の計測方法において、請求項4に記載の計測方法の如く、前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の複数の計測点に配置された複数の計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、繰り返し行い、前記算出工程では、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた倍率、ディストーション及びコマ収差の少なくとも1つの変化量との関係を算出することとすることができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0018

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0020

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 1】

上記請求項 1 に記載の計測方法において、請求項 5 に記載の計測方法の如く、前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の少なくとも 1 つの計測点に配置された計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、計測用パターンの前記光軸方向の複数位置でそれぞれ行い、前記算出工程では、前記計測用パターンの複数の位置でそれぞれ得られる前記計測マークの空間像に対応する各光強度信号と、焼き付け法の際に設定されるレジスト感光閾値に相当する閾値とを用いて前記空間像のエッジ位置をそれぞれ求め、該エッジ位置の算出結果に基づいて計測マークの結像位置を、各計測用パターンの位置毎に、かつ前記投影光学系の状態毎に求め、該算出結果に基づいて、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた前記照明光のテレセントリシティの変化量との関係を算出することとすることができる。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 2】

この場合において、請求項 6 に記載の計測方法の如く、前記エッジ位置を求めるのに先立って、前記空間像の像回復を行うこととすることができる。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 3】

請求項 1 に記載の計測方法において、請求項 7 に記載の計測方法の如く、前記空間像計測工程では、前記投影光学系の視野内の複数の計測点に配置された複数の計測マークの空間像の計測を、前記投影光学系の状態を変化させた複数の状態について、前記計測用パターンの前記光軸方向の位置を変化させつつ繰り返し行い、前記算出工程では、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた像面湾曲の変化量との関係を算出することとすることができる。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 4】

上記請求項 1 ～ 7 に記載の各計測方法において、請求項 8 に記載の計測方法の如く、前記投影光学系の状態の変化は、前記投影光学系を構成する要素の状態及び環境条件の少なくとも 1 つの変化に起因して生じるものであることとすることができる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0025】

請求項9に記載の発明は、投影光学系の結像特性を調整する結像特性調整方法であって、請求項1～8のいずれか一項に記載の計測方法によって、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報として求める工程と；該求めた結像特性調整情報と目標補正量とに基づいて、前記投影光学系の前記特定の結像特性を調整する工程と；を含む結像特性調整方法である。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0026】

これによれば、請求項1～8のいずれか一項に記載の計測方法によって、投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報として求める。このため、短時間で、特定の結像特性の補正（調整）に用いられる結像特性調整情報を得ることができる。そして、求めた結像特性調整情報と目標補正量とに基づいて、投影光学系の特定の結像特性を調整する。このため、例えば照明光の吸収や大気圧の変化などにより投影光学系の特定の結像特性が変化した場合に、その変化量を目標補正量として、投影光学系の特定の結像特性を調整することにより、投影光学系の特定の結像特性を常に所望の状態に調整することが可能となる。

【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

請求項10に記載の発明は、マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光方法であって、請求項1～8のいずれか一項に記載の計測方法によって、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報として、前記マスクを照明する複数の照明条件の各々について予め求める工程と；設定された照明条件に応じて、その照明条件に対応する前記結像特性調整情報と目標補正量とに基づいて、前記投影光学系の前記特定の結像特性を調整する工程と；該調整後の前記投影光学系を介して前記パターンを基板上に転写する工程と；を含む露光方法である。

【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

これによれば、請求項1～8のいずれか一項に記載の計測方法によって、投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報として、マスクを照明する複数の照明条件の各々について予め求める。このため、短時間で、かつ複数の照明条件の各々について、特定の結像特性の補正（調整）に用いられる結像特性調整情報を予め得ることができる。

【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

請求項 1 に記載の発明は、マスクのパターンを投影光学系を介して基板上に転写する露光装置の製造方法であって、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の計測方法によって、前記投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報として、前記マスクを照明する複数の照明条件の各々について予め求める工程を含むことを特徴とする露光装置の製造方法である。

【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0031

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0031】

これによれば、例えば露光装置の製造段階における初期調整工程で、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の計測方法によって、投影光学系の状態の変化量と前記状態の変化に応じた特定の結像特性の変化量との関係を、結像特性調整情報として、マスクを照明する複数の照明条件の各々について予め求める。このため、短時間で、かつ複数の照明条件の各々について、特定の結像特性の補正（調整）に用いられる結像特性調整情報を予め得ることができ、露光装置の製造時間の短縮が可能となる。