

【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 25 年 7 月 18 日 (2013.7.18)

【公開番号】特開 2011-14745 (P2011-14745A)  
 【公開日】平成 23 年 1 月 20 日 (2011.1.20)  
 【年通号数】公開・登録公報 2011-003  
 【出願番号】特願 2009-158196 (P2009-158196)  
 【国際特許分類】

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

G 0 3 F 7/20 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 1 6 A

H 0 1 L 21/30 5 1 6 F

G 0 3 F 7/20 5 2 1

【手続補正書】

【提出日】平成 25 年 6 月 4 日 (2013.6.4)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パターンが形成されたマスクを照明光学系で照明し、前記照明されたマスクのパターンの像を投影光学系を介して基板に投影する露光方法であって、

前記照明光学系、前記投影光学系及び前記マスクのパターンのうちの少なくとも一つに関するパラメータと、前記投影光学系における環境条件の変化量、前記環境条件の変化量と前記投影光学系の結像特性の変化量との関係を規定する第 1 補正係数、及び、前記結像特性の変化量と前記結像特性の変化を補正する補正部による補正量との関係を規定する第 2 補正係数とに基づいて、前記補正部による補正量を算出する算出工程と、

前記算出工程で算出された補正量に従って前記補正部を動作させる補正工程と、を含み、

前記第 1 補正係数と前記第 2 補正係数の値は前記パラメータの値に応じて変化し、

前記算出工程は、

前記環境条件の変化量と前記第 1 補正係数を用いて前記結像特性の変化量を算出する第 1 算出工程と、

算出された前記結像特性の変化量と前記第 2 補正係数を用いて前記補正部による補正量を算出する第 2 算出工程と、を有する、ことを特徴とする露光方法。

【請求項 2】

前記パラメータのデータと、前記環境条件の変化量のデータとを取得する取得工程をさらに含む、ことを特徴とする請求項 1 に記載の露光方法。

【請求項 3】

前記第 1 算出工程において、前記第 1 補正係数と前記パラメータとの対応テーブルを参照して、前記パラメータの値に対応する前記第 1 補正係数の値を取得し、当該取得された第 1 補正係数の値と前記環境条件の変化量とに基づいて前記結像特性の変化量を算出し、

前記第 2 算出工程において、前記第 2 補正係数と前記パラメータとの対応テーブルを参照して、前記パラメータの値に対応する前記第 2 補正係数の値を取得し、当該取得された第 2 補正係数の値と前記第 1 算出工程で算出された結像特性の変化量とに基づいて前記補

正部による補正量を算出する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の露光方法。

【請求項 4】

前記第 1 補正係数及び前記第 2 補正係数は、前記パラメータによる関数式としてそれぞれ表現され、

前記第 1 算出工程において、前記第 1 補正係数を前記パラメータを用いて表現した関数式に、前記パラメータの値を代入して前記第 1 補正係数の値を算出し、当該算出された第 1 補正係数の値と前記環境条件の変化量とに基づいて前記結像特性の変化量を算出し、

前記第 2 算出工程において、前記第 2 補正係数を前記パラメータを用いて表現した関数式に、前記パラメータの値を代入して前記第 2 補正係数の値を算出し、当該算出された第 2 補正係数の値と前記第 1 算出工程で算出された結像特性の変化量とに基づいて前記補正部による補正量を算出する、ことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の露光方法。

【請求項 5】

前記パラメータは、前記照明光学系の開口数及び有効光源、前記投影光学系の開口数、並びに、前記マスクのパターンの寸法及びピッチのうち少なくとも一つのパラメータである、ことを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 6】

前記環境条件は、圧力、温度及び湿度の少なくともいずれかである、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 7】

前記結像特性は、投影倍率、歪曲収差、像面湾曲及び焦点位置の少なくともいずれかである、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 8】

前記補正部による補正量は、前記基板を保持する基板ステージの移動量と、前記投影光学系に含まれる光学素子の移動量との少なくともいずれかである、ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 9】

前記結像特性は、投影倍率及び焦点位置であり、

前記算出工程において、前記補正部による補正量として、前記基板を保持する基板ステージの移動量と、前記投影光学系に含まれる光学素子の移動量とを算出し、

前記補正工程において、前記投影倍率及び焦点位置の変化を補正する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 10】

前記第 1 算出工程で算出された結像特性の変化量が許容範囲内か否かによって前記第 2 算出工程及び前記補正工程を実行するか否かを決定する決定工程をさらに含む、ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 11】

パターンが形成されたマスクを照明光学系で照明し、前記照明されたマスクのパターンの像を投影光学系を介して基板に投影する露光装置であって、

前記投影光学系における環境条件の変化量を計測する計測器と、

前記投影光学系の結像特性の変化を補正する補正部と、

前記補正部を制御する制御部と、

を備え、

前記制御部は、

前記照明光学系、前記投影光学系及び前記マスクのパターンのうちの少なくとも一つに関するパラメータと、前記投影光学系における環境条件の変化量、前記環境条件の変化量と前記投影光学系の結像特性の変化量との関係を規定する第 1 補正係数、及び、前記結像特性の変化量と前記結像特性の変化を補正する補正部による補正量との関係を規定する第 2 補正係数とに基づいて、前記補正部による補正量を算出し、

前記算出された補正量に従って前記補正部を動作させ、

前記環境条件の変化量と前記第 1 補正係数を用いて前記結像特性の変化量を算出し、算

出された前記結像特性の変化量と前記第 2 補正係数を用いて前記補正部による補正量を算出し、

前記第 1 補正係数と前記第 2 補正係数の値は前記パラメータの値に応じて変化する、ことを特徴とする露光装置。

【請求項 1 2】

デバイスを製造する方法であって、  
請求項 1 1 に記載の露光装置を用いて基板を露光する工程と、  
前記露光された基板を現像する工程と、  
を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 7】

本発明は、パターンが形成されたマスクを照明光学系で照明し、前記照明されたマスクのパターンの像を投影光学系を介して基板に投影する露光方法であって、前記照明光学系、前記投影光学系及び前記マスクのパターンのうちの少なくとも一つに関するパラメータと、前記投影光学系における環境条件の変化量、前記環境条件の変化量と前記投影光学系の結像特性の変化量との関係を規定する第 1 補正係数、及び、前記結像特性の変化量と前記結像特性の変化を補正する補正部による補正量との関係を規定する第 2 補正係数とに基づいて、前記補正部による補正量を算出する算出工程と、前記算出工程で算出された補正量に従って前記補正部を動作させる補正工程と、を含み、前記第 1 補正係数と前記第 2 補正係数の値は前記パラメータの値に応じて変化する、前記算出工程は、前記環境条件の変化量と前記第 1 補正係数を用いて前記結像特性の変化量を算出する第 1 算出工程と、算出された前記結像特性の変化量と前記第 2 補正係数を用いて前記補正部による補正量を算出する第 2 算出工程とを有することを特徴とする。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 4】

ステップ 1 0 5 で、主制御部 1 2 は、気圧の変化に起因する結像特性の変化量を算出する。ステップ 1 0 5 は、結像特性の変化量を算出する第 1 算出工程を構成している。本実施例では補正対象の結像特性として、最良焦点位置、投影倍率を例に挙げたが、他の結像特性（歪曲収差、像面湾曲）であってもよい。気圧計 5 b の気圧計測値  $P_M$  と基準大気圧（例えば 1 0 1 3 hPa） $P_R$  との差である大気圧変化  $P$  は次式 2 で表せる。

$$P = P_M - P_R \quad \cdots (2)$$

また、気圧の変化と結像特性の変化量の関係は次式 3，4 で表せる。

$$F_P = K_F \times P \quad \cdots (3)$$

$$M_P = K_M \times P \quad \cdots (4)$$

ここで、 $F_P$ 、 $M_P$  はそれぞれ投影光学系 5 の最良焦点位置、投影倍率の変化量で、 $K_F$ 、 $K_M$  はそれぞれ単位気圧当たりの最良焦点位置、投影倍率の変化量（以後、気圧敏感度と表記する）である。気圧敏感度  $K_F$ 、 $K_M$  は、環境条件（圧力）の変化量と、前記環境条件の変化に起因する結像特性（最良焦点位置、投影倍率）の変化量との関係を規定する第 1 補正係数である。また、気圧敏感度  $K_F$ 、 $K_M$  は、照明光学系の有効光源、投影光学系 5 の開口数、レチクル 3 のパターン等前記少なくとも一つのパラメータによって定められる（変化する）係数である。そのため、気圧敏感度  $K_F$ 、 $K_M$  と少なくとも一つのパラメータとの対応テーブルが、光学的な計算又は実験により予め求めておかれ、ステップ 1 0 2 で入力されて

記憶部 10 に保存されている。そして、気圧敏感度 $K_F$ 、 $K_M$ の対応テーブルを参照して必要な気圧敏感度 $K_F$ 、 $K_M$ が取得される。

【手続補正 4】

【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】

ステップ 106 で、主制御部 12 は、気圧の変化に起因する結像特性の変化を補正するか否かを判断する。ステップ 106 は、第 1 算出工程で算出された結像特性の変化量が許容範囲内か否かによって第 2 算出工程及び後述する補正工程を実行するか否かを決定する決定工程である。気圧の変化に起因する投影光学系の最良焦点位置、投影倍率の変化量が許容範囲内であればステップ 109 に進み露光を行う。変化量  $F_p$ 、 $M_p$  が許容範囲外であれば、主制御部 12 は、ステップ 107 に進み結像特性の変化を補正する補正部による補正量を算出する。ステップ 107 で、主制御部 12 は、ウエハステージ 7 及び投影光学系 5 内の光学素子 5a の駆動量（補正量）を算出する。ステップ 107 は、補正部による補正量を算出する第 2 算出工程を構成している。また、ステップ 105 とステップ 107 とは、少なくとも一つのパラメータと、投影光学系における環境条件の変化量とに基づいて補正部による補正量を算出する算出工程を構成している。本実施例ではウエハステージ 7、光学素子 5a を駆動して補正する例を挙げたが、対象となる結像特性が補正できれば、補正手法は限定されない。ウエハステージ 7 の光軸方向の駆動量を  $T_x$ 、光学素子 5a の光軸方向の駆動量を  $T_y$  とすると、結像特性の変化量  $F_p$ 、 $M_p$  との関係は次式 5 で表すことができ、駆動量  $T_x$ 、 $T_y$  を算出することができる。

$$\begin{bmatrix} \Delta F_p \\ \Delta M_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_F & Y_F \\ X_M & Y_M \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta T_x \\ \Delta T_y \end{bmatrix} \cdots (5)$$

ここで、 $X_F$ 、 $X_M$  はそれぞれウエハステージ 7 の光軸方向の単位駆動量当たりの最良焦点位置、投影倍率の変化量（以後、ウエハステージ駆動敏感度と表記する）である。 $Y_F$ 、 $Y_M$  はそれぞれ光学素子 5a の光軸方向の単位駆動量当たりの最良焦点位置、投影倍率の変化量（以後、光学素子駆動敏感度と表記する）である。ウエハステージ駆動敏感度 $X_F$ 、 $X_M$ 、光学素子駆動敏感度 $Y_F$ 、 $Y_M$  は、投影光学系 5 の結像特性の変化量と補正部の補正量との関係を規定する第 2 補正係数である。また、駆動敏感度 $X_F$ 、 $X_M$ 、 $Y_F$ 、 $Y_M$  は、照明光学系の有効光源、投影光学系 5 の開口数、レチクル 3 のパターン等前記少なくとも一つのパラメータによって定められる（変化する）係数である。そのため、駆動敏感度 $X_F$ 、 $X_M$ 、 $Y_F$ 、 $Y_M$  と少なくとも一つのパラメータとの対応テーブルが、光学的な計算又は実験により予め求めておかれ、ステップ 102 で入力されて記憶部 10 に保存されている。