

【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 6 部門第 2 区分
 【発行日】平成 19 年 10 月 25 日 (2007.10.25)

【公開番号】特開 2001-166497 (P2001-166497A)
 【公開日】平成 13 年 6 月 22 日 (2001.6.22)
 【出願番号】特願 2000-269288 (P2000-269288)
 【国際特許分類】

G 0 3 F 7/20 (2006.01)

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

【F I】

G 0 3 F 7/20 5 0 1

H 0 1 L 21/30 5 1 6 A

H 0 1 L 21/30 5 1 6 D

H 0 1 L 21/30 5 1 7

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 9 月 10 日 (2007.9.10)

【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】 複数の照明光学系からマスクに露光光を照明し、複数の前記照明光学系のそれぞれに対応して配された複数の投影光学系を介して前記マスクのパターンの像を形成する露光方法において、

前記投影光学系ごとに予め計測された前記パターンの像の寸法に基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整する調整処理を含むことを特徴とする露光方法。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の露光方法において、

前記調整処理は、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つの変化量に対して前記パターンの像の寸法変化量が予め対応付けられたデータテーブルと、前記パターンの像の寸法とに基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の露光方法において、

前記調整処理は、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つの変化量に対応する前記パターンの像の寸法変化量を示す関係式と、前記パターンの像の寸法とに基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 4】 請求項 1 ～ 3 のいずれかに記載の露光方法において、

前記パターンの像の寸法を計測する寸法計測処理を含み、

前記調整処理は、前記寸法計測処理によって計測された前記パターンの像の寸法に基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ご

とに調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 5】 請求項 4 に記載の露光方法において、
前記寸法計測処理は、前記投影光学系によって所定の基板上に転写された前記パターンの像の寸法を計測することを特徴とする露光方法。

【請求項 6】 請求項 1 ～ 5 のいずれかに記載の露光方法において、
前記照明光学系ごとに該照明光学系の前記露光光の照射量を計測する照射量計測処理を含み、

前記調整処理は、前記照射量計測処理の計測結果に基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 7】 請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の露光方法において、
前記調整処理は、前記パターンの像の寸法に基づいて、前記投影光学系の光学特性として該投影光学系の焦点位置を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 8】 請求項 1 ～ 7 のいずれかに記載の露光方法において、
前記調整処理は、前記パターンの像の寸法に基づいて、前記照明光学系の光路上に設けられた光学部材の開口の大きさを前記照明光学系の光学特性として調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 9】 請求項 1 ～ 8 のいずれかに記載の露光方法において、
前記調整処理は、前記パターンの像の寸法に基づいて、前記投影光学系の光学特性として該投影光学系の開口数を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 10】 請求項 1 ～ 9 のいずれかに記載の露光方法において、
前記調整処理は、前記パターンの像の寸法に基づいて、前記照明光学系の光学特性として該照明光学系の前記露光光の波長を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 11】 露光光をマスクに照明する複数の照明光学系と、複数の前記照明光学系のそれぞれに対応して配され、前記露光光によって照明される前記マスクのパターンの像を形成する複数の投影光学系とを備えた露光装置において、

前記投影光学系ごとに計測された前記パターンの像の寸法に基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整する制御系を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 12】 請求項 11 に記載の露光装置において、
前記制御系は、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つの変化量に対して前記パターンの像の寸法変化量に対応付けられたデータテーブルを有し、該データテーブルと前記パターンの像の寸法とに基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 13】 請求項 11 に記載の露光装置において、
前記制御系は、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つの変化量に対応する前記パターンの像の寸法変化量を示す関係式を有し、該関係式と前記パターンの像の寸法とに基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 14】 請求項 11 ～ 13 のいずれかに記載の露光装置において、
前記パターンの像の寸法を計測する寸法計測系を備え、
前記制御系は、前記寸法計測系によって計測された前記パターンの像の寸法に基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 15】 請求項 14 に記載の露光装置において、

前記寸法計測系は、前記投影光学系によって所定の基板上に転写された前記パターンの像の寸法を計測することを特徴とする露光装置。

【請求項 16】 請求項 11～13 のいずれかに記載の露光装置において、

前記パターンの像の寸法を入力する寸法入力手段を備え、

前記制御系は、前記寸法入力手段から入力された前記パターンの像の寸法に基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 17】 請求項 11～13 のいずれかに記載の露光装置において、

前記制御系と前記パターンの像の寸法を計測する寸法計測機とを接続するとともに該寸法計測機の計測結果を前記制御系に入力する接続手段を備え、

前記制御系は、前記接続手段から入力された前記計測結果に基づいて、前記照明光学系の前記露光光の照射量、前記照明光学系の光学特性または前記投影光学系の光学特性のうち少なくとも 1 つを前記照明光学系ごとにまたは前記投影光学系ごとに調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 18】 請求項 11～17 のいずれかに記載の露光装置において、

前記照明光学系ごとに該照明光学系の前記露光光の照射量を計測する照射量計測手段を備え、

前記制御系は、前記照射量計測手段の計測結果に基づいて前記照明光学系の前記露光光の照射量を調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 19】 請求項 11～18 のいずれかに記載の露光装置において、

前記投影光学系ごとに該投影光学系の焦点位置を変化させる焦点位置調整装置を備え、

前記制御系は、前記パターンの像の寸法に基づいて前記焦点位置調整装置を調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 20】 請求項 11～19 のいずれかに記載の露光装置において、

前記照明光学系ごとに該照明光学系の光路上に設けられ、前記露光光に対する大きさが変更可能な開口を有する光学部材を備え、

前記制御系は、前記パターンの像の寸法に基づいて前記光学部材の前記開口を調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 21】 請求項 11～20 のいずれかに記載の露光装置において、

前記投影光学系ごとに該投影光学系の開口数を変化させる開口数調整装置を備え、

前記制御系は、前記パターンの像の寸法に基づいて前記開口数調整装置を調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 22】 請求項 11～21 のいずれかに記載の露光装置において、

前記照明光学系ごとに該照明光学系の前記露光光の波長を変更する波長調整装置を備え

前記制御系は、前記パターンの像の寸法に基づいて前記波長調整装置を調整することを特徴とする露光装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記の課題を解決するため本発明は、実施の形態に示す図 1～図 9 に対応付けした以下の構成を採用している。すなわち、本発明に係る露光方法は、複数の照明光学系（4a～4g）からマスク（M）に露光光を照明し、照明光学系（4a～4g）のそれぞれに対応して配された複数の投影光学系（5a～5g）を介してマスク（M）のパターンの像を基板（W）上に転写する露光方法において、予め、基板（W）上における投影光学系（5a

～ 5 g) のそれぞれに対応する投影領域 (P a ～ P g) の露光光の照射量を所定量に設定して露光処理を行い、この露光処理によって基板 (W) 上に形成された各投影領域 (P a ～ P g) に対応するパターンの像のそれぞれの寸法を計測し、この計測結果に基づいて各寸法が目標値となるように、照明光学系 (4 a ～ 4 g) の露光光の照射量、照明光学系 (4 a ～ 4 g) の光学特性、投影光学系 (5 a ～ 5 g) の光学特性のうち少なくとも 1 つを、投影領域 (P a ～ P g) のそれぞれを決定する光学系 (4 a ～ 4 g、5 a ～ 5 g) ごとにそれぞれ個別に変更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 0 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 0 9】

このとき、照明光学系 (4 a ～ 4 g) のそれぞれの露光光の照射量を変更する際、露光光の照射量変化量とパターンの像の寸法変化量との関係を予め求め、この関係に基づいて照明光学系 (4 a ～ 4 g) の露光光の照射量を変更することによって、照明光学系 (4 a ～ 4 g) の最適な露光光の照射量が効率良く求められる。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 0】

本発明に係る露光装置は、光源 (1 1) からの露光光をマスク (M) に照明する複数の照明光学系 (4 a ～ 4 g) と、照明光学系 (4 a ～ 4 g) のそれぞれに対応して配され、露光光によって照明されるマスク (M) のパターンの像を基板 (W) 上に転写する複数の投影光学系 (5 a ～ 5 g) とを備えた露光装置において、基板 (W) 上に形成された投影光学系 (5 a ～ 5 g) のそれぞれの投影領域 (P a ～ P g) に対応するパターンの像の寸法を計測する寸法計測系 (3 0) と、寸法計測系 (3 0) の計測結果に基づいて、照明光学系 (4 a ～ 4 g) の露光光の照射量、照明光学系 (4 a ～ 4 g) の光学特性、投影光学系 (5 a ～ 5 g) の光学特性のうち少なくとも 1 つを、投影領域 (P a ～ P g) のそれぞれを決定する光学系 (4 a ～ 4 g、5 a ～ 5 g) ごとにそれぞれ個別に変更する制御系 (7) とを備えることを特徴とする。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 2】

このとき、基板 (W) 上における投影光学系 (5 a ～ 5 g) のそれぞれに対応する投影領域 (P a ～ P g) の露光光の照射量を計測する照射量計測系 (2 2) を設けるとともに、制御系 (7) は、照射量計測系 (2 2) の計測結果に基づいて照明光学系 (4 a ～ 4 g) のそれぞれの露光光の照射量を変更可能とすることにより、各照明光学系 (4 a ～ 4 g) の露光光の照射量の調整は、例えば基板 (W) 上の各投影領域 (P a ～ P g) における露光光の照射量を照射量計測系 (2 2) によって計測し、このときの各照射量が均一になるように各照明光学系 (4 a ～ 4 g) の照射量を調整した後、寸法計測系 (3 0) の計測結果に基づいて行われる。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

また、投影光学系（5a～5g）の光学特性としてそれぞれの焦点位置を焦点位置調整装置（58、58a、61、61a、LC）を用いて調整することにより、投影光学系の解像力が変化してパターンの像の見かけ上の寸法が変化するので、基板（W）上の複数の投影領域（Pa～Pg）に形成されるそれぞれのパターンの寸法を調整することができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

また、照明光学系（4a～4g）の光路上の所定の位置に、露光光を通過可能な可変の開口を有する光学部材（70）を設け、この光学部材（70）の開口を調整することによっても、解像力が変化するので、パターンの寸法を調整することができる。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0015】

また、投影光学系（5a～5g）の光学特性としてそれぞれの開口数を開口数調整装置（80）を用いて調整することによっても、パターンの像の見かけ上の寸法が変化するので、形成されるパターンの寸法を調整することができる。

【手続補正9】

【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】

また、照明光学系（4a～4g）の光学特性としてこの照明光学系（4a～4g）のそれぞれによる露光光の波長を波長調整装置（13）を用いて変更することによっても、パターンの寸法を調整することができる。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0104

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0104】

【発明の効果】

本発明の露光方法及び露光装置は以下のような効果を有するものである。

本発明によれば、投影光学系ごとに予め計測されたパターンの像の寸法に基づいて、各照明光学系のそれぞれの露光光の照射量や照明光学系、投影光学系の光学特性はそれぞれ調整される。このように、各照明光学系のそれぞれの露光光の照射量や各照明光学系、投影光学系の光学特性は、各投影領域に形成されたそれぞれのパターンの寸法の計測結果に基づいて調整されるので、例えば照明光学系、投影光学系のそれぞれの特性に違い等がある場合でもこれらを補正して、複数の投影領域に形成されるパターンの寸法を一致することができる。したがって、製造される基板の歩留まりは向上する。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 5】

また本発明によれば、照明光学系の露光光の照射量、照明光学系の光学特性または投影光学系の光学特性のうち少なくとも1つの変化量とパターンの像の寸法変化量との関係を予め求め、この関係に基づいて照明光学系の露光光の照射量、照明光学系の光学特性または投影光学系の光学特性のうち少なくとも1つを調整することによって、複数の投影領域に形成されるパターンの寸法は効率良く一致される。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 6】

また本発明によれば、各投影光学系に対応する位置の露光光の照射量を計測し、その計測結果に基づいて制御系は各照明光学系の露光光の照射量を調整可能とすることにより、各照明光学系の露光光の照射量の調整は、例えば各投影領域における露光光の照射量を計測し、このときの各照射量が均一になるように各照明光学系の照射量を調整した後、寸法計測系の計測結果に基づいて行うことができる。したがって、各投影領域のパターンの形状は効率良く均一化される。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 7】

また本発明によれば、投影光学系の光学特性としてそれぞれの焦点位置を調整することにより、投影光学系の解像力が変化してパターンの像の見かけ上の寸法が変化するので、複数の投影領域に形成されるパターンの寸法を均一にすることができる。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 8】

また本発明によれば、照明光学系の光路上の所定の位置に、露光光を通過可能な可変の開口を有する光学部材を設け、この光学部材の開口を調整することにより、投影光学系の解像力が変化してパターンの像の見かけ上の寸法が変化するので、複数の投影領域に形成されるパターンの寸法を均一にすることができる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 1 0 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 1 0 9】

また本発明によれば、投影光学系の光学特性としてそれぞれの開口数を調整することにより、投影光学系の解像力が変化してパターンの像の見かけ上の寸法が変化するので、形

成されるパターンの寸法を均一にすることができる。

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0110

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0110】

また本発明によれば、照明光学系の光学特性としてこの照明光学系のそれぞれによる露光光の波長を変更することにより、投影光学系の解像力が変化してパターンの像の見かけ上の寸法が変化するので、形成されるパターンの寸法を均一にすることができる。