

【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 20 年 3 月 13 日 (2008.3.13)

【公開番号】特開 2002-222753 (P2002-222753A)
 【公開日】平成 14 年 8 月 9 日 (2002.8.9)
 【出願番号】特願 2001-18097 (P2001-18097)
 【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 5 A

G 0 3 F 7/20 5 2 1

H 0 1 L 21/30 5 1 6 C

【手続補正書】
 【提出日】平成 20 年 1 月 28 日 (2008.1.28)
 【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】 光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測する計測手段と、前記光源を互いに垂直な 3 軸方向に可動とする光源位置調整手段とを備え、前記計測手段の計測結果に基づいて、前記光源位置調整手段により前記光源を前記 3 軸方向のうち少なくとも 2 軸方向に移動させることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測する第 1 の計測手段と、前記像面における照度を計測する第 2 の計測手段と、前記光源を互いに垂直な 3 軸方向に可動とする光源位置調整手段とを備え、前記光源位置調整手段が、前記第 1 の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸と直交する 2 軸方向に移動させ、前記第 2 の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸方向に移動させることを特徴とする露光装置。

【請求項 3】 光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測する第 1 の計測手段と、有効光源分布を計測する第 2 の計測手段と、前記光源を互いに垂直な 3 軸方向に可動とする光源位置調整手段とを備え、前記光源位置調整手段が、前記第 1 の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸と垂直な 2 軸方向に移動させ、前記第 2 の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸方向に移動させることを特徴とする露光装置。

【請求項 4】 光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置の光源の位置調整方法において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測するステップと、

該計測された前記角度に基づいて、前記光源を互いに垂直な3軸方向のうち少なくとも2軸方向に移動させて前記光源の位置を調整するステップとを備えることを特徴とする光源の位置調整方法。

【請求項5】 光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置の光源の位置調整方法において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測するステップと、

前記像面における照度を計測するステップと、

該計測された前記角度に基づいて、前記光源を前記光軸と垂直な2軸方向に移動させ、該計測された前記照度に基づいて前記光源を前記光軸方向に移動させて前記光源の位置を調整するステップとを備えることを特徴とする光源の位置調整方法。

【請求項6】 光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置の光源の位置調整方法において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測するステップと、

有効光源分布を計測するステップと、

該計測された前記角度に基づいて前記光源を前記光軸と垂直な2軸方向に移動させ、該計測された前記有効光源分布に基づいて前記光源を前記光軸方向に移動させて前記光源の位置を調整するステップとを備えることを特徴とする光源の位置調整方法。

【請求項7】 前記光量重心を通る光線が前記光軸と平行になるように前記光源の位置を調整することを特徴とする請求項4～6のいずれかに記載の光源の位置調整方法。

【請求項8】 前記像面における照度が最大になるように前記光源の位置を調整することを特徴とする請求項5に記載の光源の位置調整方法。

【請求項9】 前記有効光源分布が所望の分布になるように前記光源の位置を調整することを特徴とする請求項6に記載の光源の位置調整方法。

【請求項10】 請求項1～3のいずれか1項に記載の露光装置を用いて基板を露光するステップと、該露光された基板を現像するステップとを備える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】発明の名称

【補正方法】変更

【補正の内容】

【発明の名称】露光装置及び光源の位置調整方法

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、露光用光源から発せられた光を用いてパターンの描かれたマスク等の原版を照明し、パターンを感光剤の塗布された基板に転写露光する露光装置及びその光源位置調整方法に関し、特に半導体素子、液晶表示素子、撮像素子（CCD等）または薄膜磁気ヘッド等を製造する為のリソグラフィ工程中で使用される露光装置及びその光源の位置調整方法等に適している。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明は、光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版の图案の像を基板上に投影する露光装置において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測する計測手段と、前記光源を互いに垂直な3軸方向に可動とする光源位置調整手段とを備え、前記計測手段の計測結果に基づいて、前記光源位置調整手段により前記光源を前記3軸方向のうち少なくとも2軸方向に移動させることを特徴とする。

なお、投影レンズがカタディオ光学系や、オフナー光学系などのように、軸外領域を結像領域として持つような場合には、光軸上を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸がなす角度を計測する手段の代わりに、照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測する手段を用いる。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

また、本発明は、光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版の图案の像を基板上に投影する露光装置において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測する第1の計測手段と、前記像面における照度を計測する第2の計測手段と、前記光源を互いに垂直な3軸方向に可動とする光源位置調整手段とを備え、前記光源位置調整手段が、前記第1の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸と垂直な2軸方向に移動させ、前記第2の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸方向に移動させることを特徴とする。

なお、投影レンズがカタディオ光学系や、オフナー光学系などのように、軸外領域を結像領域として持つような場合には、第1の計測手段として、照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測する手段を用いる。

【手続補正6】

【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】

また、本発明は、光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版の图案の像を基板上に投影する露光装置において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測する第1の計測手段と、有効光源分布を計測する第2の計測手段と、前記光源を互いに垂直な3軸方向に可動とする光源位置調整手段とを備え、前記光源位置調整手段が、前記第1の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸と垂直な2軸方向に移動させ、前記第2の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸方向に移動させることを特徴とする。

なお、投影レンズがカタディオ光学系や、オフナー光学系などのように、軸外領域を結像領域として持つような場合には、第1の計測手段として、照明領域の中心を照明する照

明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測する手段を用いる。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

また、本発明の光源の位置調整方法は、光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置の光源の位置調整方法において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測するステップと、該計測された前記角度に基づいて、前記光源を互いに垂直な3軸方向のうち少なくとも2軸方向に移動させて前記光源の位置を調整するステップとを備えることを特徴とする。

この場合、上記光量重心を通る光線が上記光軸と平行になる位置に上記光源の位置を調整することが望ましい。なお、投影レンズがカタディオ光学系や、オフナー光学系などのように、軸外領域を結像領域として持つような場合には、光軸上を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測する手段の代わりに、照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測する手段を用いる。

【手続補正 8】

【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】

また、本発明の光源の位置調整方法は、光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置の光源の位置調整方法において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測するステップと、前記像面における照度を計測するステップと、該計測された前記角度に基づいて、前記光源を前記光軸と垂直な2軸方向に移動させ、該計測された前記照度に基づいて前記光源を前記光軸方向に移動させて前記光源の位置を調整するステップとを備えることを特徴とする。

この場合、上記像面の照度の計測値が最大になる位置に上記光源の位置を調整することが望ましい。なお、投影レンズがカタディオ光学系や、オフナー光学系などのように、軸外領域を結像領域として持つような場合には、光軸上を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測する手段の代わりに、照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測する手段を用いる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

また、本発明の光源の位置調整方法は、光源から発生した光を用いて原版を照明し、投影光学系により前記原版のパターンの像を基板上に投影する露光装置の光源の位置調整方法において、前記投影光学系の像面における前記投影光学系の光軸上もしくは照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と前記光軸とがなす角度を計測するステップと、有効光源分布を計測するステップと、該計測された前記角度に基づいて前記光源を前記光軸と垂直な2軸方向に移動させ、該計測された前記有効光源分布に基づいて前記光源

を前記光軸方向に移動させて前記光源の位置を調整するステップとを備えることを特徴とする。

この場合、上記有効光源分布が所望の分布になる位置に上記光源の位置を調整することが望ましい。なお、投影レンズがカタディオ光学系や、オフナー光学系などのように、軸外領域を結像領域として持つような場合には、光軸上を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸がなす角度を計測する手段の代わりに、照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測する手段を用いる。

本発明は、上記いずれかの露光装置の光源の位置調整方法を用いてデバイスを製造することを特徴とする半導体デバイスの製造方法にも適用できる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0016

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】削除

【補正の内容】

【手続補正 12】

【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 13】

【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 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

8はマスキングブレードであり、照明領域の大きさを制限する絞りである。9は結像レンズであり、マスキングブレード8の位置をレチクル面に投影することによりレチクル面が均一に照明される。10はパターンを描かれた原版としてのレチクルであり、投影光学系11によって該投影光学系の像面12に置かれた感光剤の塗布された基板上に投影される。13はステージであり、露光を行う際のステップと、照度むら、及び軸上テレセン度等の光学性能を測る際にセンサ14を所望の位置に移動させることができる。

【手続補正 15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

15は光路から露光量制御を行う為に光を分岐する為のハーフミラーであり、16は露光量制御を行う為に露光量を計測するセンサである。17はセンサ14、16の出力に従い制御や演算を行うコンピュータである。20は光源位置調整手段としてのランプステー

ジであり前記光源を互いに垂直な３軸方向に移動させることができる。コンピュータ１７からの命令に従ってランプ１を前記３軸方向のうち少なくとも２軸方向に移動させて位置調整する。

【手続補正１６】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００２３

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００２３】

図２は図１に示す実施形態に係る露光装置を用いて、軸上テレセン度（投影光学系の光軸上の光量重心を通る光線と光軸とのなす角度）の計測手段を示す構成図である。軸上テレセン度を計測するには、投影光学系１１の像面１２と共役な位置の軸上にピンホールをおき、像面１２からデフォーカスした位置で光強度分布を測ることにより、像面１２での角度分布を計測すればよい。

【手続補正１７】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００２４

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００２４】

図１に示す実施形態において軸上テレセン度を計測する方法は、マスキングブレード８を絞って、マスキングブレード８の面と共役な投影光学系１１の像面１２にピンホールを形成し、ステージ１３を光軸方向に動かして、センサ１４の位置を投影光学系１１の像面１２からデフォーカスして、投影光学系１１の像面１２からデフォーカスした場所での位置分布を計測する。位置分布の計測はセンサ１４を計測面で移動させて計測しても良いし、平面センサにより一括で計測しても良い。センサ１４で計測されたデータからコンピュータ１７により光量重心を計算し、軸上テレセン度を算出する。

【手続補正１８】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】００２５

【補正方法】変更

【補正の内容】

【００２５】

本発明の第１の実施形態に係るランプ位置調整方法について、そのフローチャートを図７に示し、以下において説明する。ランプ１が寿命に到達したり、もしくは何らかの理由でランプ１を交換した場合、ステップＳ１にて、図２に示した軸上テレセン度を計測する形態に露光装置を駆動し、軸上テレセン度を計測する。ステップＳ２では、計測された軸上テレセン度の値が規格値内にあるか否かコンピュータ１７により判断する。この判断に基づいてステップＳ３では、コンピュータ１７によりランプステージ２０を制御して、軸上テレセン度が良好になるようにランプ１の位置を調整する。計測された軸上テレセン度の値が規格値内にあることが確認されたら、ランプ位置調整終了となる。なお、光源となるランプ１の位置の調整は、軸上テレセン度を計測して、軸上テレセン度を追込むようにランプ１の位置を調整しても良いし、ランプ１の交換時の位置再現性の範囲でランプ１の位置を振って軸上テレセン度を計測し、最も軸上テレセン度が良好であった位置にランプ１を調整しても良い。このように光源位置を調整することにより、光源交換を行っても良好な軸上テレセン度で露光を行うことができ、良好なミックスアンドマッチが行える。なお、投影レンズがカタディオ光学系や、オフナー光学系などのように、軸外領域を結像領域として持つような場合には、軸上テレセン度の代わりに、照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測して光源位置を調整すればよい。その場合、照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計

測するには、照明領域の中心にピンホールを配置して、デフォーカスした位置で位置分布を計測すればよい。

【手続補正 19】

【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】

(第2の実施形態)

本発明の第2の実施形態は、軸上テレセン度の発生理由が主に光軸に垂直な方向の偏心によるものであることを利用して、光軸に垂直な2方向で軸上テレセン度を追込み、光軸方向には照度最大になるように調整するものである。本実施形態に係るランプ位置調整方法のフローチャートを図8に示し、以下において、本実施形態を説明する。ランプを交換した際には、ステップS1にて第1の実施形態と同様に、即ち、第1の計測手段である前記軸上テレセン度の計測手段によって軸上テレセン度を計測し、ステップS2では、計測された軸上テレセン度の値が規格値内にあるか否かコンピュータ17により判断する。軸上テレセン度の値が規格値内にない場合、ステップS4にて、良好な軸上テレセン度になる位置に、光軸に垂直な2方向にランプステージ20を駆動してランプ位置調整をする。即ち、前記第1の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸と垂直な2軸方向に移動させてランプ位置調整をする。次に、軸上テレセン度の値が規格値内にある場合、ステップS5にて、マスキングブレード8を開き、ステージ13を駆動して第2の計測手段であるセンサ14を投影光学系11の像面12に配置し、像面照度を計測する。ステップS6では、計測された像面照度の値が最大照度か否か判断し、その判断結果に基づいてコンピュータ17により最大像面照度になる位置に、光軸方向にランプステージ20を駆動してランプ位置制御(ステップS10)をする。即ち、前記第2の計測手段の計測結果に基づいて前記光源を前記光軸方向に移動させてランプ位置制御をする。ランプ位置制御によって、計測された像面照度の値が最大照度であることが確認されると、ランプ位置調整終了となる。このように光源位置を調整することにより、光源交換を行っても良好な軸上テレセン度で露光を行うことができ、良好なミックスアンドマッチを行うことができ、かつ最大像面照度でスループットの高い露光が行える。なお、投影レンズがカタディオ光学系や、オフナー光学系などのように、軸外領域を結像領域として持つような場合には、軸上テレセン度の代わりに、照明領域の中心を照明する照明光の光量重心を通る光線と光軸とがなす角度を計測して光源位置を調整すればよい。

【手続補正20】

【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】

(第3の実施形態)

本発明の第3の実施形態は、軸上テレセン度の発生理由が主に光軸に垂直な方向の偏心によるものであることを利用して、光軸に垂直な2方向で軸上テレセン度を追込み、光軸方向には所望の有効光源になるよう調整するものである。本実施形態に係るランプ位置調整方法のフローチャートを図9に示し、以下において本実施形態を説明する。ランプ1を交換した際には、まず第1の実施形態と同様に、ステップS1にて、軸上テレセン度を計測し、ステップS2では、計測された軸上テレセン度の値が規格値内にあるか否かコンピュータ17により判断する。軸上テレセン度の値が規格値内にない場合、ステップS4にて、良好な軸上テレセン度になる位置に、光軸に垂直な2方向にランプステージ20を駆動してランプ位置調整をする。軸上テレセン度の値が規格値内にある場合、ステップS8で有効光源分布の計測を行う。第2の計測手段である有効光源分布の計測は、軸上テレセ

ン度の計測と同様に、像面での角度分布を計ることにより計測できる。軸上テレセン度は光量分布の重心により求まるが、例えば、実効 が所望の値であれば、光量分布のモーメントを計算することにより求まる。本実施形態では、計測された像面での角度分布が所望の分布に合致しているか否か判断（ステップ S 9）し、コンピュータ 17 により所定の演算を行い、その演算結果が所望の値になるように、光軸方向にランプステージ 20 を駆動してランプ位置制御（ステップ S 10）をする。