(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6338386号
(P6338386)
(45)発行日　平成30年6月6日(2018.6.6)　(24)登録日　平成30年5月18日(2018.5.18)

(51)Int.Cl.			F I		
H01L	21/027	(2006.01)	H01L	21/30	541U
G03F	7/20	(2006.01)	H01L	21/30	541W
G01B	11/00	(2006.01)	G03F	7/20	501
G01B	11/26	(2006.01)	G03F	7/20	504
G01B	9/02	(2006.01)	G01B	11/00	G

請求項の数 8　(全 8 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2014-17744(P2014-17744)
(22)出願日　平成26年1月31日(2014.1.31)
(65)公開番号　特開2015-146342(P2015-146342A)
(43)公開日　平成27年8月13日(2015.8.13)
審査請求日　平成29年1月25日(2017.1.25)

(73)特許権者　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
(74)代理人　100130409
弁理士　下山　治
(74)代理人　100134175
弁理士　永川　行光
最終頁に続く

(54)【発明の名称】リソグラフィ装置、及び物品の製造方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
　パターンを基板に形成するリソグラフィ装置であって、
　前記パターンを形成するためのビームを前記基板に照射する複数の光学系を含み、前記複数の光学系のうちの光学系の光軸に直交する第１方向及び第２方向のうち少なくとも一方に沿って前記複数の光学系が配列されてなる光学ユニットと、
　前記光軸に平行な軸のまわりの前記光学ユニットの回転角を計測するための一対の計測部と、を有し、
　前記一対の計測部のうちのそれぞれは、その計測軸上における前記光学ユニットの位置を計測し、
　前記一対の計測部の計測軸の間の距離は、前記複数の光学系のうち前記第１方向において最も離れた２つの光学系の光軸の間の距離及び前記複数の光学系のうち前記第２方向において最も離れた２つの光学系の光軸の間の距離のうち長い方の距離以上であることを特徴とするリソグラフィ装置。
【請求項２】
　前記基板を保持して前記第１方向及び前記第２方向に移動するステージを有し、
　前記一対の計測部の計測軸は、前記第１方向及び前記第２方向のうち前記ステージの可動量の大きい方の方向に沿っていることを特徴とする請求項１に記載のリソグラフィ装置。
【請求項３】

前記光軸に平行な軸のまわりの前記ステージの回転角を計測するための第２の一対の計測部を有し、

前記第２の一対の計測部のうちのそれぞれは、その計測軸上における前記ステージの位置を計測し、

前記第２の一対の計測部の計測軸の間の距離は、前記長い方の距離以上であることを特徴とする請求項２に記載のリソグラフィ装置。

【請求項４】

前記第２の一対の計測部の計測軸は、前記大きい方の方向に沿っていることを特徴とする請求項３に記載のリソグラフィ装置。

【請求項５】

前記ビームは、荷電粒子線を含むことを特徴とする請求項１乃至４のうちいずれか１項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項６】

前記一対の計測部のうちのそれぞれは、干渉計を含むことを特徴とする請求項１乃至５のうちいずれか１項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項７】

前記ビームは、潜像パターンを形成するためのビームであることを特徴とする請求項１乃至６のうちいずれか１項に記載のリソグラフィ装置。

【請求項８】

請求項１乃至７のうちいずれか１項に記載のリソグラフィ装置を用いてパターンを基板に形成し、

前記パターンを形成された前記基板の処理を行い、

前記処理を行われた前記基板から物品を製造する、

ことを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、リソグラフィ装置、及び物品の製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

リソグラフィ装置の１つとして、荷電粒子線で基板に描画を行う描画装置がある。描画装置は、荷電粒子光学系から射出された荷電粒子線を基板に照射し、かかる荷電粒子線を制御（偏向）することで基板上（のレジスト）に任意のパターンを描画（形成）する。荷電粒子光学系は、鏡筒に収納され、真空チャンバに支持されている。

【０００３】

描画装置によって基板に描画されるパターンには、高い描画位置精度が要求されるが、例えば、荷電粒子光学系の鏡筒の振動などによる位置変動が発生すると、パターンの描画位置精度が低下してしまう。従来の露光装置では、投影光学系を収納する鏡筒の位置を計測する計測系を有し、かかる計測系の計測結果に基づいてリアルタイムに露光位置（パターンの形成位置）を補正する、所謂、鏡筒参照計測が行われている（特許文献１参照）。このような鏡筒参照計測では、複数の干渉計を用いて、鏡筒の並進方向の位置変動の計測だけではなく、鏡筒の各並進方向まわりの姿勢変動の計測も行われている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】特開２００４－１５３０９２号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

描画装置には、スループットを向上させるために、複数の荷電粒子光学系を第１方向及

び第２方向の少なくとも一方に配列させたマルチカラム方式の描画装置がある。この場合、複数の荷電粒子光学系の下に配置された基板ステージは第１方向や第２方向に移動し、複数の荷電粒子光学系のそれぞれから射出された複数の荷電粒子線を、基板ステージに保持された基板に同時に照射することが可能である。このようなマルチカラム方式の描画装置においても、描画位置精度を向上させるために、鏡筒参照計測が必要となる。

【０００６】

従来の露光装置では、一度に露光される基板上の領域の一辺の長さは、最大３０ｍｍ程度である。一方、マルチカラム方式の描画装置では、複数の荷電粒子線が同時に照射される基板上の領域の一辺の長さは、例えば、２５０ｍｍ程度となる場合がある。鏡筒参照計測における荷電粒子光学系の光軸まわりの回転計測誤差は、基板に照射される荷電粒子線の目標位置誤差となり、かかる目標位置誤差は、複数の荷電粒子線が同時に照射される基板上の領域（の一辺の長さ）と回転計測誤差とに依存する。従って、描画装置では、複数の荷電粒子線が同時に照射される基板上の領域の一辺の長さが長いため、描画位置精度（基板上でのビームの位置決め精度）が低下することになる。

【０００７】

本発明は、基板上でのビームの位置決め精度の点で有利なリソグラフィ装置を提供することを例示的目的とする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としてのリソグラフィ装置は、パターンを基板に形成するリソグラフィ装置であって、前記パターンを形成するためのビームを前記基板に照射する複数の光学系を含み、前記複数の光学系のうちの光学系の光軸に直交する第１方向及び第２方向のうち少なくとも一方に沿って前記複数の光学系が配列されてなる光学ユニットと、前記光軸に平行な軸のまわりの前記光学ユニットの回転角を計測するための一対の計測部と、を有し、前記一対の計測部のうちのそれぞれは、その計測軸上における前記光学ユニットの位置を計測し、前記一対の計測部の計測軸の間の距離は、前記複数の光学系のうち前記第１方向において最も離れた２つの光学系の光軸の間の距離及び前記複数の光学系のうち前記第２方向において最も離れた２つの光学系の光軸の間の距離のうち長い方の距離以上であることを特徴とする。

【０００９】

本発明の更なる目的又はその他の側面は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施形態によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

【００１０】

本発明によれば、例えば、基板上でのビームの位置決め精度の点で有利なリソグラフィ装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

【図１】本発明の一側面としての描画装置の構成を示す概略図である。

【図２】光学ユニットと、第１干渉計と、反射鏡との配置関係の一例を示す図である。

【図３】基板ステージと、第２干渉計と、反射鏡との配置関係の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１２】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【００１３】

図１は、本発明の一側面としての描画装置１００の構成を示す概略図である。描画装置１００は、パターンを基板に形成するリソグラフィ装置であって、荷電粒子線で基板に描画を行う。描画装置１００は、真空チャンバ２と、基板ステージ４と、第１干渉計５と、反射鏡６と、第２干渉計７と、反射鏡８と、光学ユニット１０とを有する。

【００１４】
光学ユニット１０は、パターンを形成するためのエネルギー線を基板３に照射する複数の光学系で構成されている。光学ユニット１０は、荷電粒子線を基板３に照射する複数の荷電粒子光学系１を光軸に平行な方向（Ｚ軸方向）に直交する第１方向（Ｘ軸方向）及び第２方向（Ｙ軸方向）の少なくとも一方に沿って配列して構成される。
【００１５】
真空チャンバ２は、光学ユニット１０の一部分を収納するとともに光学ユニット１０を支持する。真空チャンバ２に収納された光学ユニット１０の一部分には、反射鏡６が設けられており、第１干渉計５によって光学ユニット１０の位置及び回転が計測できるようになっている。
【００１６】
基板ステージ４は、光学ユニット１０の下に配置され、基板３を保持してＸ軸方向及びＹ軸方向に移動する。また、基板ステージ４には、反射鏡８が設けられており、第２干渉計７によって基板ステージ４の位置及び回転が計測できるようになっている。
【００１７】
描画装置１００は、ＣＰＵやメモリなどを含む制御部（不図示）も有する。かかる制御部において、光学ユニット１０（荷電粒子光学系１）からの荷電粒子線を制御（荷電粒子線の照射及び非照射の選択、荷電粒子線の偏向など）しながら基板ステージ４をＸＹ平面内で移動させることで、基板３に任意のパターンを描画することができる。
【００１８】
図２は、光学ユニット１０（荷電粒子光学系１）と、第１干渉計５と、反射鏡６との配置関係の一例を示す図である。図２において、光学ユニット１０は、６つの荷電粒子光学系１で構成されている。６つの荷電粒子光学系１は、例えば、Ｙ軸方向に１００ｍｍのピッチで、Ｘ軸方向に５０ｍｍのピッチで互いに離間して配列されている。６つの荷電粒子光学系１のうち、Ｘ軸方向において最も離れた荷電粒子光学系１の間の距離（中心間距離）はＬＸで表され、Ｙ軸方向において最も離れた荷電粒子光学系１の間の距離（中心間距離）はＬＹで表されている。本実施形態では、距離ＬＸは２５０ｍｍであり、距離ＬＹは１００ｍｍである。
【００１９】
基板３の全面を描画（露光）するために必要となる基板ステージ４の移動ストローク量（可動量）は、光学ユニット１０における荷電粒子光学系１の配置によって決定される。本実施形態では、基板３をＸ軸方向に５０ｍｍごとに短冊状に分割した領域を、それぞれの荷電粒子光学系１（からの荷電粒子線）で描画することで基板３の全面を描画することができる。換言すれば、例えば、直径３００ｍｍの基板の場合、Ｘ軸方向に少なくとも５０ｍｍ、Ｙ軸方向に少なくとも４００ｍｍの移動ストロークを基板ステージ４が有することで、基板３の全面を描画することができる。
【００２０】
レチクルのパターンを基板に投影する投影光学系を有する、一般的な露光装置では、その露光領域のサイズは、２６ｍｍ×３３ｍｍである。一方、本実施形態の描画装置１００では、光学ユニット１０（荷電粒子光学系１）からの荷電粒子線が同時に照射される基板上の描画領域のサイズは、Ｘ軸方向に最大で２５０ｍｍ、Ｙ軸方向に最大で１００ｍｍとなる。従って、描画装置１００における基板上の描画領域のサイズは、一般的な露光装置における露光領域のサイズの１０倍程度となる。
【００２１】
ここで、描画装置１００において、光学ユニット１０の光軸まわり（Ｚ軸まわり）の回転を計測するための第１干渉計５として、一般的な露光装置の露光軸まわりの回転を計測するための干渉計（計測精度が等しい干渉計）を用いた場合を考える。この場合、描画領域と露光領域との最大の長さの比によって干渉計による回転計測誤差が増幅されるため、例えば、図２に示す構成では、一般的な露光装置の露光位置誤差よりも１０倍の描画位置誤差が生じてしまう。

【００２２】

　そこで、本実施形態では、図２に示すように、５つの第１干渉計５ａ、５ｂ、５ｃ、５ｄ及び５ｅを配置している。６つの荷電粒子光学系１で構成される光学ユニット１０の位置及び回転を計測するために、第１干渉計５ａ乃至５ｅからの計測光を反射する反射鏡６が光学ユニット１０に設けられている。反射鏡６は、Ｘ軸方向及びＹ軸方向に沿って設けられ、本実施形態では、ＸＹ平面おいてＬ字形状を有する。反射鏡６に対して、第１干渉計５ａの計測軸１５、第１干渉計５ｂの計測軸１４、第１干渉計５ｃの計測軸１３、第１干渉計５ｄの計測軸１２及び第１干渉計５ｅの計測軸１１の５軸が構成されている。計測軸１５と計測軸１３とは、Ｚ軸方向の位置座標が同一で、Ｘ軸方向の位置座標が異なっている。計測軸１４と計測軸１３とは、Ｘ軸方向の位置座標が同一で、Ｚ軸方向の位置座標が異なっている。計測軸１２と計測軸１１とは、Ｙ軸方向の位置座標が同一で、Ｚ軸方向の位置座標が異なっている。従って、第１干渉計５ａ乃至５ｅによって、光学ユニット１０のＸ軸方向及びＹ軸方向の位置、Ｘ軸まわりの回転、Ｙ軸まわりの回転及びＺ軸まわりの回転の５軸の位置姿勢（５自由度の運動状態）を計測可能である。

【００２３】

　光学ユニット１０のＺ軸まわりの回転（光軸に平行な軸のまわりの光学ユニット１０の回転角）は、一対の第１干渉計５ａ及び５ｃ（計測軸１５及び１３）によって計測される。一対の第１干渉計５ａ及び５ｃは、計測軸１５と計測軸１３との間の距離がＸ軸方向において最も離れた荷電粒子光学系１の間の距離ＬＸ及びＹ軸において最も離れた荷電粒子光学系１の間の距離ＬＹのうち長い方の距離以上となるように、配置されている。換言すれば、計測軸１５と計測軸１３との間の距離は、Ｘ軸において最も離れた２つの荷電粒子光学系の光軸の間の距離及びＹ軸方向において最も離れた２つの荷電粒子光学系の光軸の間の距離のうち長い方の距離以上である。図２では、距離ＬＸ（＝２５０ｍｍ）が距離ＬＹ（＝５０ｍｍ）よりも長いため、計測軸１５と計測軸１３との間の距離が２５０ｍｍ以上となるように（図２では、２５０ｍｍ）、第１干渉計５ａ及び５ｃが配置されている。これにより、第１干渉計５ａ及び５ｃは、複数の荷電粒子光学系１を含む光学ユニット１０のＺ軸まわり、即ち、光軸まわりの回転を、計測誤差（計測回転誤差）を低減しながら計測することができる。従って、第１干渉計５ａ及び５ｃの計測結果を、例えば、荷電粒子光学系１からの荷電粒子線の制御や基板ステージ４の位置制御にフィードバックすることで、荷電粒子線による描画位置精度を向上させることができる。

【００２４】

　また、第１干渉計５ａ及び５ｃは、Ｘ軸方向及びＹ軸方向のうち基板ステージ４の移動ストローク量が小さい方向（本実施形態ではＸ軸方向）に間隔を有して配置されている。換言すれば、一対の第１干渉計５ａ及び５ｃの計測軸は、Ｘ軸方向及びＹ軸方向のうち基板ステージ４の移動ストローク量（可動量）が大きい方向（Ｙ軸方向）に沿っている。

【００２５】

　図３は、基板ステージ４と、第２干渉計７と、反射鏡８との配置関係の一例を示す図である。本実施形態では、図３に示すように、５つの第２干渉計７ａ、７ｂ、７ｃ、７ｄ及び７ｅを配置している。基板ステージ４の側面には、第２干渉計７ａ乃至７ｅからの計測光を反射する反射鏡８が設けられている。反射鏡８は、基板ステージ４のＸ軸方向に沿った側面及びＹ軸方向に沿った側面にバーミラーとして設けられている。反射鏡８に対して、第２干渉計７ａの計測軸２５、第２干渉計７ｂの計測軸２４、第２干渉計７ｃの計測軸２３、第２干渉計７ｄの計測軸２２及び第２干渉計７ｅの計測軸２１の５軸が構成されている。計測軸２５と計測軸２３とは、Ｚ軸方向の位置座標が同一で、Ｘ軸方向の位置座標が異なっている。計測軸２４と計測軸２３とは、Ｘ軸方向の位置座標が同一で、Ｚ軸方向の位置座標が異なっている。計測軸２２と計測軸２１とは、Ｙ軸方向の位置座標が同一で、Ｚ軸方向の位置座標が異なっている。従って、第２干渉計７ａ乃至７ｅによって、基板ステージ４のＸ軸方向及びＹ軸方向の位置、Ｘ軸まわりの回転、Ｙ軸まわりの回転及びＺ軸まわりの回転の５軸の位置姿勢を計測可能である。なお、描画装置１００は、基板ステージ４のＺ軸方向の位置を計測するための干渉計（不図示）も有している。

【００２６】

描画装置１００における描画領域のサイズに起因する干渉計による回転計測誤差の増幅の課題は、基板ステージ４においても同様に生じてしまう。基板ステージ４のＺ軸まわりの回転（光軸に平行な軸のまわりの基板ステージ４の回転角）は、一対の第２干渉計７ａ及び７ｃ（計測軸２５及び２３）によって計測される。そこで、一対の第２干渉計７ａ及び７ｃを、計測軸２５と計測軸２３との間の距離がＸ軸方向において最も離れた荷電粒子光学系１の間の距離ＬＸ、及びＹ軸において最も離れた荷電粒子光学系１の間の距離ＬＹのうち長い方の距離以上となるように配置する。換言すれば、計測軸２５と計測軸２３との間の距離は、Ｘ軸において最も離れた２つの荷電粒子光学系の光軸の間の距離及びＹ軸方向において最も離れた２つの荷電粒子光学系の光軸の間の距離のうち長い方の距離以上である。本実施形態では、距離ＬＸ（＝２５０ｍｍ）が距離ＬＹ（＝５０ｍｍ）よりも長いため、計測軸２５と計測軸２３との間の距離が２５０ｍｍ以上となるように（図３では、２５０ｍｍ）、第２干渉計７ａ及び７ｃが配置されている。これにより、第２干渉計７ａ及び７ｃは、基板ステージ４のＺ軸まわり、即ち光軸まわりの回転計測誤差を低減して計測することができる。従って、第２干渉計７ａ及び７ｃの計測結果を、例えば、荷電粒子光学系１からの荷電粒子線の制御や基板ステージ４の位置制御にフィードバックすることで、荷電粒子線による描画位置精度を向上させることができる。

【００２７】

また、第２干渉計７ａ及び７ｃは、Ｘ軸方向及びＹ軸方向のうち基板ステージ４の移動ストローク量が小さい方向、本実施形態では、Ｘ軸方向に間隔を有して配置されている。換言すれば、一対の第２干渉計７ａ及び７ｃの計測軸は、Ｘ軸方向及びＹ軸方向のうち基板ステージ４の移動ストローク量（可動量）の大きい方向（Ｙ軸方向）に沿っている。

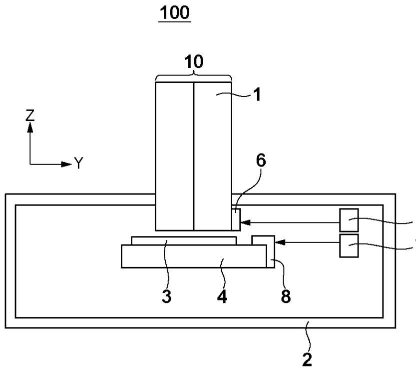
【００２８】

このように、描画装置１００は、光学ユニット１０や基板ステージ４の光軸まわりの回転を計測する精度の点で有利であり、荷電粒子線による描画位置精度を向上させることができる。従って、描画装置１００は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。物品の製造方法は、基板に塗布された感光剤に描画装置１００を用いて潜像パターンを形成する工程と、かかる工程で潜像パターンを形成された基板を処理（例えば、現像）する工程（描画を行われた基板を現像する工程）とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程（酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等）を含みうる。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも１つにおいて有利である。

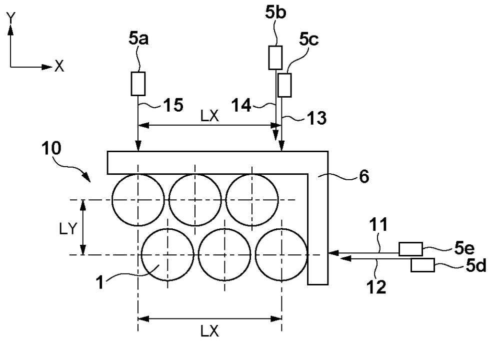
【００２９】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。例えば、本発明は、リソグラフィ装置を描画装置に限定するものではなく、露光装置やインプリント装置などのリソグラフィ装置にも適用することができる。ここで、露光装置は、光や荷電粒子等のビームを用い、レチクル又はマスク及び投影光学系を介して基板を露光するリソグラフィ装置である。また、インプリント装置は、基板上のインプリント材（樹脂など）をモールド（型）により成形してパターンを基板に形成するリソグラフィ装置である。

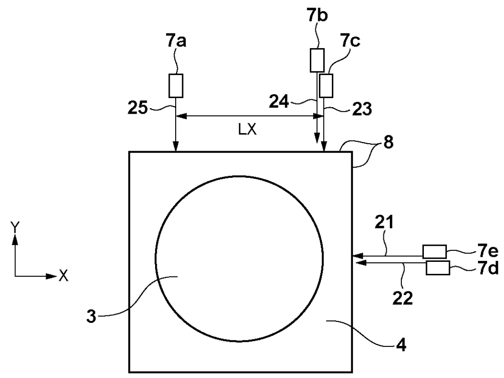
【図１】


100
10
1
Z
Y
6
5
7
3
4
8
2

【図２】


Y
X
5a
5b
5c
15
LX
14
13
10
6
LY
11
5e
5d
1
12
LX

【図３】


7a
7b
7c
25
24
23
LX
8
Y
X
21
7e
7d
22
3
4

フロントページの続き

(51)Int.Cl.　　　　　　　　　　　ＦＩ
ＧＯ１Ｂ　11/00　　　　　Ｃ
ＧＯ１Ｂ　11/26　　　　　Ｇ
ＧＯ１Ｂ　 9/02

(72)発明者　伊藤　敦史
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
(72)発明者　是永　伸茂
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

審査官　今井　彰

(56)参考文献　国際公開第２００７／０１３６１２（ＷＯ，Ａ１）
特開２００７－００５６６９（ＪＰ，Ａ）
特開２００５－０１２０２１（ＪＰ，Ａ）
特開２００３－２０３８４２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
ＨＯ１Ｌ　２１／０２７、２１／３０
ＧＯ３Ｆ　　７／２０－７／２４、９／００－９／０２
ＨＯ１Ｊ　３７／３０－３７／３６