

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02013/161428

発行日 平成27年12月24日 (2015.12.24)

(43) 国際公開日 平成25年10月31日 (2013.10.31)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)		
GO1D	5/38	(2006.01)	GO1D	5/38	G	2F103		
GO1D	5/347	(2006.01)	GO1D	5/347	110C	5F146		
H01L	21/027	(2006.01)	H01L	21/30	503B			
GO3F	9/00	(2006.01)	H01L	21/30	515G			
			GO3F	9/00	H			

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

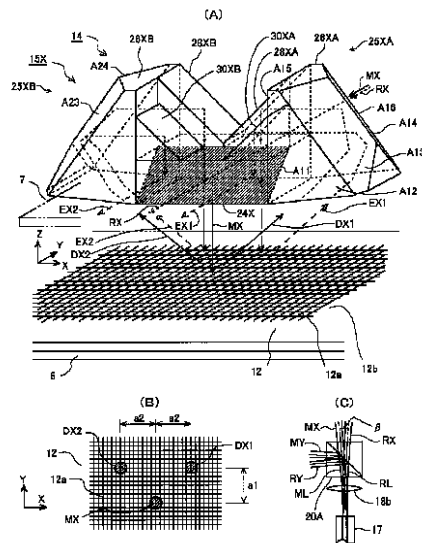
出願番号	特願2014-512413 (P2014-512413)	(71) 出願人	000004112 株式会社ニコン
(21) 国際出願番号	PCT/JP2013/057309		東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地
(22) 国際出願日	平成25年3月14日 (2013.3.14)	(74) 代理人	100098165 弁理士 大森 聡
(31) 優先権主張番号	61/638, 719	(72) 発明者	劉 志強
(32) 優先日	平成24年4月26日 (2012.4.26)		東京都千代田区有楽町一丁目12番1号 株式会社ニコン内
(33) 優先権主張国	米国 (US)	Fターム(参考)	2F103 BA08 BA10 CA03 CA04 DA12 EA01 EB02 EB11 EB27 EB32 EC01 EC08 EC13 5F146 CC01 CC16 CC20 DB05 DC12

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測方法及びエンコーダ装置、並びに露光方法及び装置

(57) 【要約】

第1部材と第2部材との相対移動量を計測するエンコーダであって、第1部材に設けられた回折格子と、第2部材に設けられ計測光を回折格子に概ね垂直に入射させるPBS部材と、第2部材に設けられ計測光によって回折格子から発生する回折光を回折格子に入射させ、回折格子から発生する回折光をPBS部材に入射させる反射部と、PBS部材に入射する回折光と参照光との干渉光を検出する光電センサとを備える。回折格子を用いて計測する際に、格子パターン面の高さ変化に対する干渉光の信号強度の低下を抑制できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 部材と該第 1 部材に対して少なくとも第 1 方向に相対移動可能に支持された第 2 部材との相対移動量を計測するエンコーダ装置であって、

前記第 1 部材に設けられ、少なくとも前記第 1 方向を周期方向とする格子パターンを有する反射型の回折格子と、

計測光を射出する光源部と、

前記第 2 部材に設けられ、前記計測光を前記回折格子の格子パターン面に概ね垂直に入射させる第 1 光学部材と、

前記第 2 部材に設けられるとともに、前記計測光によって前記回折格子から前記第 1 方向に関して発生する第 1 回折光を前記回折格子に入射させ、前記第 1 回折光によって前記回折格子から発生する第 2 回折光を前記第 1 光学部材に入射させる第 1 反射部と、

前記第 2 部材に設けられるとともに、前記計測光によって前記回折格子から前記第 1 方向に関して発生する前記第 1 回折光と異なる次数の第 3 回折光を前記回折格子に入射させ、前記第 3 回折光によって前記回折格子から発生する第 4 回折光を前記第 1 光学部材に入射させる第 2 反射部と、

前記第 1 光学部材を介した前記第 2 回折光及び前記第 4 回折光と他の光束との干渉光をそれぞれ検出する第 1 及び第 2 光電検出器と、

前記第 1 及び第 2 光電検出器の検出信号を用いて前記第 1 部材と前記第 2 部材との相対移動量を求める計測部と、

を備えることを特徴とするエンコーダ装置。

【請求項 2】

前記第 2 反射部は、前記第 1 光学部材に関して前記第 1 反射部に概ね対称に前記第 2 部材に設けられることを特徴とする請求項 1 に記載のエンコーダ装置。

【請求項 3】

前記回折格子の格子パターン面に対する前記計測光の入射位置に対して、前記格子パターン面に対する前記第 1 回折光及び前記第 3 回折光の入射位置が前記第 1 方向且つ前記第 1 方向に直交する方向にずれていることを特徴とする請求項 2 に記載のエンコーダ装置。

【請求項 4】

前記第 3 回折光は、前記回折格子から前記第 1 方向に関して前記第 1 回折光とほぼ対称に発生し、

前記第 1 反射部は、前記第 1 回折光を前記回折格子に概ね垂直に入射させ、前記回折格子から前記第 1 回折光に概ね平行に発生する前記第 2 回折光を前記第 1 光学部材に入射させ、

前記第 2 反射部は、前記第 3 回折光を前記回折格子に概ね垂直に入射させ、前記回折格子から前記第 3 回折光に概ね平行に発生する前記第 4 回折光を前記第 1 光学部材に入射させることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

【請求項 5】

前記回折格子と前記第 1 反射部との間に配置されて、前記第 1 回折光の前記第 1 反射部に対する入射角を小さくする第 1 方向変更部と、

前記回折格子と前記第 2 反射部との間に配置されて、前記第 3 回折光の前記第 2 反射部に対する入射角を小さくする第 2 方向変更部と、を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

【請求項 6】

前記第 1 反射部は、前記第 1 回折光及び前記第 2 回折光を反射する直交する 2 つの反射面を持つ第 1 光束反射部材を有し、

前記第 2 反射部は、前記第 3 回折光及び前記第 4 回折光を反射する直交する 2 つの反射面を持つ第 2 光束反射部材を有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

【請求項 7】

前記第 1 反射部は、前記第 1 回折光及び前記第 2 回折光を反射する直交する 2 つの反射面を持つ第 1 光束反射部材を有し、

前記第 2 反射部は、前記第 3 回折光及び前記第 4 回折光を反射する直交する 2 つの反射面を持つ第 2 光束反射部材を有することを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

10

20

30

40

50

前記光源部は、前記計測光及び該計測光と偏光状態の異なる参照光を射出し、

前記第1光学部材は、前記計測光及び前記参照光のうち前記計測光を前記回折格子に入射させる偏光ビームスプリッター面を含み、

前記第1及び第2光電検出器は、前記第2回折光及び前記第4回折光と前記参照光から分岐された第1参照光及び第2参照光との干渉光をそれぞれ検出することを特徴とする請求項1～6のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

【請求項8】

前記第1光学部材と前記回折格子との間に配置され、前記第1から第4回折光の偏光方向を調整する第1から第4の波長板を備えることを特徴とする請求項7に記載のエンコーダ装置。

10

【請求項9】

前記計測光及び前記参照光は前記光源部から所定の角度をもって射出され、

前記第2回折光と前記第1参照光との相対角度を補正する第1角度補正部材と、

前記第4回折光と前記第2参照光との相対角度を補正する第2角度補正部材とを備えることを特徴とする請求項7又は8に記載のエンコーダ装置。

【請求項10】

前記回折格子は、前記第1方向及び該第1方向に直交する第2方向を周期方向とする2次元の反射型の回折格子であり、

前記第2部材に設けられ、前記計測光を前記回折格子の格子パターン面に概ね垂直に入射させる第2光学部材と、

20

前記第2部材に設けられるとともに、前記計測光によって前記回折格子から前記第2方向に関して発生する第5回折光を前記回折格子に入射させ、前記第5回折光によって前記回折格子から発生する第6回折光を前記第2光学部材に入射させる第3反射部と、

前記第2部材に設けられるとともに、前記計測光によって前記回折格子から前記第2方向に関して発生する前記第5回折光と異なる次数の第7回折光を前記回折格子に入射させ、前記第7回折光によって前記回折格子から発生する第8回折光を前記第2光学部材に入射させる第4反射部と、

前記第2光学部材を介した前記第5回折光及び前記第8回折光と他の光束との干渉光をそれぞれ検出する第3及び第4光電検出器と、を備え、

前記計測部は、前記第1、第2、第3、及び第4光電検出器の検出信号を用いて前記第1部材と前記第2部材との相対移動量を求めることを特徴とする請求項1～9のいずれか一項に記載のエンコーダ装置。

30

【請求項11】

前記計測部は、前記第1部材と前記第2部材との前記第1方向、前記第2方向、及び前記回折格子の格子パターン面に垂直な第3方向の相対移動量を求めることを特徴とする請求項10に記載のエンコーダ装置。

【請求項12】

第1部材と該第1部材に対して少なくとも第1方向に相対移動可能に支持された第2部材との相対移動量を計測するエンコーダ装置であって、

前記第1部材に設けられ、少なくとも前記第1方向を周期方向とする格子パターンを有する反射型の回折格子と、

40

計測光を射出する光源部と、

前記第2部材に設けられ、前記計測光を前記回折格子の格子パターン面上の第1位置に入射させる第1光学部材と、

前記第2部材に設けられるとともに、前記計測光によって前記回折格子から前記第1方向に関して発生する第1回折光を前記回折格子上の第2位置に入射させる第1反射部と、

前記第2部材に設けられるとともに、前記計測光によって前記回折格子から前記第1方向に関して発生する前記第1回折光と異なる次数の第3回折光を前記回折格子上の第3位置に入射させる第2反射部と、

を備え、

50

前記第 2 位置及び前記第 3 位置の双方は、前記第 1 及び第 2 回折光が進行する経路と前記第 1 位置とを含む第 1 平面が前記反射型の回折格子と交差する第 1 線分よりも、前記第 1 方向と直交する第 2 方向側に位置することを特徴とするエンコーダ装置。

【請求項 1 3】

前記第 2 位置及び前記第 3 位置の間に、前記第 1 位置を通り前記第 2 方向に沿った前記反射型の回折格子上の第 2 線分が位置することを特徴とする請求項 1 2 に記載のエンコーダ装置。

【請求項 1 4】

前記第 2 位置及び前記第 3 位置を通過する第 3 線分は、前記第 1 線分と平行であることを特徴とする請求項 1 2 又は 1 3 に記載のエンコーダ装置。

10

【請求項 1 5】

前記第 1 反射部は、前記第 1 回折光を前記第 2 方向へ移送し、

前記第 2 反射部は、前記第 2 回折光を前記第 2 方向へ移送することを特徴とする請求項 1 2 乃至 1 4 の何れか一項に記載のエンコーダ装置。

【請求項 1 6】

前記第 1 反射部は、前記第 1 回折光によって前記回折格子から発生する第 2 回折光を前記第 1 光学部材に入射させ、

前記第 2 反射部は、前記第 3 回折光によって前記回折格子から発生する第 4 回折光を前記第 1 光学部材に入射させることを特徴とする請求項 1 2 乃至 1 5 の何れか一項に記載のエンコーダ装置。

20

【請求項 1 7】

前記第 1 光学部材を介した前記第 2 回折光及び前記第 4 回折光と他の光束との干渉光をそれぞれ検出する第 1 及び第 2 光電検出器と、

前記第 1 及び第 2 光電検出器の検出信号を用いて前記第 1 部材と前記第 2 部材との相対移動量を求める計測部と、
を備えることを特徴とする請求項 1 6 に記載のエンコーダ装置。

【請求項 1 8】

パターンを被露光体に露光する露光装置であって、

フレームと、

前記被露光体を支持するとともに前記フレームに対して少なくとも第 1 方向に相対移動可能なステージと、

30

少なくとも前記第 1 方向への前記フレームと前記ステージとの相対移動量を計測するための請求項 1 ~ 1 7 のいずれか一項に記載のエンコーダ装置と、を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 1 9】

第 1 部材と該第 1 部材に対して少なくとも第 1 方向に相対移動可能に支持された第 2 部材との相対移動量を計測する方法であって、

前記第 1 部材に設けられ、少なくとも前記第 1 方向を周期方向とする格子パターンを有する反射型の回折格子の前記格子パターン面に概ね垂直に、前記第 2 部材に設けられた第 1 光学部材を介して計測光を入射させることと、

40

前記第 2 部材に設けられた第 1 反射部により、前記計測光によって前記回折格子から前記第 1 方向に関して発生する第 1 回折光を前記回折格子に入射させ、前記第 1 回折光によって前記回折格子から発生する第 2 回折光を前記第 1 光学部材に入射させることと、

前記第 2 部材に設けられた第 2 反射部により、前記計測光によって前記回折格子から前記第 1 方向に関して発生する前記第 1 回折光と異なる次数の第 3 回折光を前記回折格子に入射させ、前記第 3 回折光によって前記回折格子から発生する第 4 回折光を前記第 1 光学部材に入射させることと、

前記第 1 光学部材を介した前記第 2 回折光及び前記第 4 回折光と他の光束との干渉光をそれぞれ検出し、該検出結果より前記第 1 部材と前記第 2 部材との相対移動量を求めることと、

50

を含むことを特徴とする計測方法。

【請求項 20】

前記第 3 回折光を、前記第 1 方向に関して前記第 1 回折光と概ね対称に前記回折格子に入射させることを特徴とする請求項 19 に記載の計測方法。

【請求項 21】

前記回折格子の格子パターン面に対する前記計測光の入射位置に対して、前記第 1 方向及び前記第 1 方向に直交する方向にずれるように、前記格子パターン面に対して前記第 1 回折光且つ前記第 3 回折光を入射させることを特徴とする請求項 20 に記載の計測方法。

【請求項 22】

第 1 方向変更部を介して前記第 1 回折光の前記第 1 反射部に対する入射角を小さくすることと、

第 2 方向変更部を介して前記第 3 回折光の前記第 2 反射部に対する入射角を小さくすること、を含むことを特徴とする請求項 20 ~ 22 のいずれか一項に記載の計測方法。

【請求項 23】

回折格子の前記格子パターン面に前記計測光を前記第 1 光学部材を介して入射させるときに、前記第 1 光学部材に入射する光束から前記計測光と偏光状態の異なる参照光を取り出し、

前記第 2 及び前記第 4 回折光と他の光束との干渉光をそれぞれ検出するときに、前記第 2 及び前記第 4 回折光と前記参照光から分岐した光束との干渉光を検出することを特徴とする請求項 19 ~ 22 のいずれか一項に記載の計測方法。

【請求項 24】

第 1 部材と該第 1 部材に対して少なくとも第 1 方向に相対移動可能に支持された第 2 部材との相対移動量を計測する方法であって、

前記第 1 部材に設けられた反射型の回折格子の少なくとも前記第 1 方向を周期方向とする格子パターン上の第 1 位置に計測光を入射させることと、

前記計測光によって前記回折格子から前記第 1 方向に関して発生する第 1 回折光を前記回折格子上の第 2 位置に入射させることと、

前記計測光によって前記回折格子から前記第 1 方向に関して発生する前記第 1 回折光と異なる次数の第 3 回折光を前記回折格子上の第 3 位置に入射させることと、
を含み、

前記第 2 位置及び前記第 3 位置の双方は、前記第 1 及び第 2 回折光が進行する経路と前記第 1 位置とを含む第 1 平面が前記反射型の回折格子と交差する第 1 線分よりも、前記第 1 方向と直交する第 2 方向側に位置することを特徴とする計測方法。

【請求項 25】

前記第 2 位置及び前記第 3 位置の間に、前記第 1 位置を通り前記第 2 方向に沿った前記反射型の回折格子上の第 2 線分が位置することを特徴とする請求項 24 に記載の計測方法。

【請求項 26】

前記第 2 位置及び前記第 3 位置を通過する第 3 線分は、前記第 1 線分と平行であることを特徴とする請求項 24 又は 25 に記載の計測方法。

【請求項 27】

前記第 2 位置に入射させることは、前記第 1 回折光を前記第 2 方向へ移送することを含み、

前記第 3 位置に入射させることは、前記第 2 回折光を前記第 2 方向へ移送することを含むことを特徴とする請求項 24 乃至 26 の何れか一項に記載の計測方法。

【請求項 28】

フレームに対して少なくとも第 1 方向に相対移動可能なステージに支持された被露光体にパターンを露光する露光方法であって、

少なくとも前記第 1 方向への前記フレームと前記ステージとの相対移動量を計測するために請求項 19 ~ 27 のいずれか一項に記載の計測方法を用いることを特徴とする露光方

10

20

30

40

50

法。

【請求項 29】

リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、
前記リソグラフィ工程で、請求項 18 に記載の露光装置を用いて物体を露光することを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 30】

リソグラフィ工程を含むデバイス製造方法であって、
前記リソグラフィ工程で、請求項 28 に記載の露光方法を用いて物体を露光することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、相対移動する部材間の相対移動量を計測する計測方法及びエンコーダ装置、この計測方法及びエンコーダ装置を用いる露光技術、並びにこの露光技術を用いたデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

半導体素子等の電子デバイス（マイクロデバイス）を生産するためのフォトリソグラフィ工程で用いられる、いわゆるステッパー又はスキャニングステッパーなどの露光装置においては、従来より、露光対象の基板を移動するステージの位置計測はレーザ干渉計によって行われていた。ところが、レーザ干渉計では、計測用ビームの光路が長く、かつ変化するため、その光路上の雰囲気温度揺らぎに起因する計測値の短期的な変動が無視できなくなりつつある。

20

【0003】

そこで、例えばステージに固定された回折格子にレーザ光よりなる計測光を照射し、回折格子から発生する回折光と他の回折光又は参照光との干渉光を光電変換して得られる検出信号から、その回折格子が設けられた部材（ステージ等）の相対移動量を計測する、いわゆるエンコーダ装置（干渉型エンコーダ）も使用されつつある（例えば特許文献 1 参照）。このエンコーダ装置は、レーザ干渉計に比べて計測値の短期的安定性に優れるとともに、レーザ干渉計に近い分解能が得られるようになってきている。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】米国特許第 8, 134, 688 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従来のエンコーダ装置は、回折格子から発生する回折光を平面ミラー等で反射しているため、回折格子の格子パターン面の高さが変化すると、その回折光が他の回折光又は参照光に対して相対的にシフトして、干渉光の信号強度が低下する恐れがあった。

40

本発明の態様は、このような課題に鑑み、回折格子を用いて相対移動量を計測する際に、格子パターン面の高さ変化が生じたときの干渉光の信号強度の低下を抑制することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

第 1 の態様によれば、第 1 部材とこの第 1 部材に対して少なくとも第 1 方向に相対移動可能に支持された第 2 部材との相対移動量を計測するエンコーダ装置が提供される。このエンコーダ装置は、その第 1 部材に設けられ、少なくともその第 1 方向を周期方向とする格子パターンを有する反射型の回折格子と、計測光を射出する光源部と、その第 2 部材に設けられ、その計測光をその回折格子の格子パターン面に概ね垂直に入射させる第 1 光学

50

部材と、その第2部材に設けられるとともに、その計測光によってその回折格子からその第1方向に関して発生する第1回折光をその回折格子に入射させ、その第1回折光によってその回折格子から発生する第2回折光をその第1光学部材に入射させる第1反射部と、その第2部材に設けられるとともに、その計測光によってその回折格子からその第1方向に関して発生するその第1回折光と異なる次数の第3回折光をその回折格子に入射させ、その第3回折光によってその回折格子から発生する第4回折光をその第1光学部材に入射させる第2反射部と、その第1光学部材を介したその第2回折光及びその第4回折光と他の光束との干渉光をそれぞれ検出する第1及び第2光電検出器と、その第1及び第2光電検出器の検出信号を用いてその第1部材とその第2部材との相対移動量を求める計測部と、を備えるものである。

10

【0007】

第2の態様によれば、第1部材と該第1部材に対して少なくとも第1方向に相対移動可能に支持された第2部材との相対移動量を計測するエンコーダ装置が提供される。このエンコーダ装置は、その第1部材に設けられ、少なくともその第1方向を周期方向とする格子パターンを有する反射型の回折格子と、計測光を射出する光源部と、その第2部材に設けられ、その計測光をその回折格子の格子パターン面上の第1位置に入射させる第1光学部材と、その第2部材に設けられるとともに、その計測光によってその回折格子からその第1方向に関して発生する第1回折光をその回折格子上の第2位置に入射させる第1反射部と、その第2部材に設けられるとともに、その計測光によってその回折格子からその第1方向に関して発生するその第1回折光と異なる次数の第3回折光をその回折格子上の第3位置に入射させる第2反射部とを備える。そして、その第2位置及びその第3位置の双方は、その第1及び第2回折光が進行する経路とその第1位置とを含む第1平面がその反射型の回折格子と交差する第1線分よりも、その第1方向と直交する第2方向側に位置するものである。

20

【0008】

また、第3の態様によれば、パターンを被露光体に露光する露光装置であって、フレームと、その被露光体を支持するとともにそのフレームに対して少なくとも第1方向に相対移動可能なステージと、少なくともその第1方向へのそのフレームとそのステージとの相対移動量を計測するための第1又は第2の態様のエンコーダ装置と、を備える露光装置が提供される。

30

【0009】

また、第4の態様によれば、第1部材と該第1部材に対して少なくとも第1方向に相対移動可能に支持された第2部材との相対移動量を計測する計測方法が提供される。この計測方法は、その第1部材に設けられ、少なくともその第1方向を周期方向とする格子パターンを有する反射型の回折格子のその格子パターン面に概ね垂直に、その第2部材に設けられた第1光学部材を介して計測光を入射させることと、その第2部材に設けられた第1反射部により、その計測光によってその回折格子からその第1方向に関して発生する第1回折光をその回折格子に入射させ、その第1回折光によってその回折格子から発生する第2回折光をその第1光学部材に入射させることと、その第2部材に設けられた第2反射部により、その計測光によってその回折格子からその第1方向に関して発生するその第1回折光と異なる次数の第3回折光をその回折格子に入射させ、その第3回折光によってその回折格子から発生する第4回折光をその第1光学部材に入射させることと、その第1光学部材を介したその第2回折光及びその第4回折光と他の光束との干渉光をそれぞれ検出し、該検出結果よりその第1部材とその第2部材との相対移動量を求めることと、を含むものである。

40

【0010】

また、第5の態様によれば、第1部材と該第1部材に対して少なくとも第1方向に相対移動可能に支持された第2部材との相対移動量を計測する計測方法が提供される。この計測方法は、その第1部材に設けられた反射型の回折格子の少なくともその第1方向を周期方向とする格子パターン上の第1位置に計測光を入射させることと、その計測光によって

50

その回折格子からその第 1 方向に関して発生する第 1 回折光をその回折格子上の第 2 位置に入射させることと、その計測光によって前記回折格子から前記第 1 方向に関して発生する前記第 1 回折光と異なる次数の第 3 回折光を前記回折格子上の第 3 位置に入射させることと、を含む。そして、その第 2 位置及びその第 3 位置の双方は、その第 1 及び第 2 回折光が進行する経路とその第 1 位置とを含む第 1 平面がその反射型の回折格子と交差する第 1 線分よりも、その第 1 方向と直交する第 2 方向側に位置するものである。

【 0 0 1 1 】

また、第 6 の態様によれば、フレームに対して少なくとも第 1 方向に相対移動可能なステージに支持された被露光体にパターンを露光する露光方法であって、少なくともその第 1 方向へのそのフレームとそのステージとの相対移動量を計測するために第 4 又は第 5 の態様の計測方法を用いる露光方法が提供される。

10

また、第 7 の態様によれば、リソグラフィ工程を含み、そのリソグラフィ工程で第 3 の態様の露光装置又は第 6 の態様の露光方法を用いて物体を露光するデバイス製造方法が提供される。

【 発明の効果 】

【 0 0 1 2 】

本発明の態様によれば、第 1 反射部により第 1 回折光を回折格子に入射させ、第 2 反射部により第 3 回折光を回折格子に入射させているため、その第 1 反射部材に対するその回折格子の格子パターン面の相対的な高さが変化しても、第 1 回折光及び第 3 回折光によって回折格子から発生する第 2 回折光及び第 4 回折光と他の光束との相対的なシフト量が低減される。従って、回折格子の格子パターン面の高さの変化に対して干渉光の信号強度の低下を抑制でき、計測精度を高く維持できる。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 3 】

【 図 1 】 第 1 の実施形態に係るエンコーダを示す平面図である。

【 図 2 】 (A) は図 1 中の X 軸の干渉計部の要部を示す斜視図、(B) は図 2 (A) 中の計測光及び回折光の照射位置を示す平面図、(C) は計測光及び参照光の開き角の説明図である。

【 図 3 】 (A) は図 2 (A) の X 軸の干渉計部における X 方向の ± 1 次回折光の光路を示す図、(B) は Y 軸の干渉計部における ± 1 次回折光の光路を示す図である。

30

【 図 4 】 (A) は図 2 (A) の X 軸の干渉計部において格子パターン面の相対的な高さが変化したときの回折光の光路の変化を示す図、(B) は格子パターン面が相対的に傾斜したときの回折光の光路の変化を示す図である。

【 図 5 】 (A) は第 1 変形例に係る X 軸の干渉計部の要部を示す図、(B) は図 5 (A) 中のルーフミラーを示す斜視図である。

【 図 6 】 第 2 変形例に係る X 軸の干渉計部の要部を示す図である。

【 図 7 】 第 1 変形例に係る検出ヘッドの一部を示す平面図である。

【 図 8 】 第 2 変形例に係る検出ヘッドの要部を示す平面図である。

【 図 9 】 第 2 の実施形態に係る露光装置の概略構成を示す図である。

【 図 10 】 図 9 のウエハステージに設けられた回折格子及び複数の検出ヘッドの配置の一例を示す平面図である。

40

【 図 11 】 図 9 の露光装置の制御系を示すブロック図である。

【 図 12 】 計測方法の一例を示すフローチャートである。

【 図 13 】 電子デバイスの製造方法の一例を示すフローチャートである。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 4 】

[第 1 の実施形態]

本発明の第 1 の実施形態につき図 1 ~ 図 4 (B) を参照して説明する。図 1 は本実施形態に係るエンコーダ 10 を示す平面図である。図 1 において、一例として、第 1 部材 6 に対して第 2 部材 7 は 3 次元的に相対移動可能に配置され、第 2 部材 7 の互いに直交する相

50

対移動可能な2つの方向に平行にX軸及びY軸を取り、X軸及びY軸によって規定される平面(XY面)に直交する相対移動方向に沿ってZ軸を取って説明する。また、X軸、Y軸、及びZ軸に平行な軸の回りの角度をそれぞれ x 、 y 、及び z 方向の角度とも呼ぶこととする。

【0015】

図1において、エンコーダ10は、第1部材6の上面に固定された、XY面にほぼ平行な平板状の2次元の回折格子12と、第2部材7に固定された検出ヘッド14と、検出ヘッド14に計測用のレーザ光を供給するレーザ光源16及び光ファイバ17と、検出ヘッド14で生成される複数の干渉光を伝送する光ファイバ39XA, 39XB, 39YA, 39YB, 39Cと、これら光ファイバ39XA~39Cを介して供給される複数の干渉光を受光して検出信号を出力するフォトダイオード等の光電センサ40XA, 40XB, 40YA, 40YB, 40Cと、それらの検出信号を処理して第1部材6に対する第2部材7のX方向、Y方向、及びZ方向の3次元の相対移動量を求める計測演算部42(42X, 42Y, 42Z)と、を有する。検出ヘッド14は、回折格子12に計測光を照射し、回折格子12からX方向に発生する複数の回折光と参照光との複数の干渉光を生成するX軸の干渉計部15Xと、回折格子12に計測光を照射し、回折格子12からY方向に発生する複数の回折光と参照光との複数の干渉光を生成するY軸の干渉計部15Yと、その他の光学部材と、複数の光学部材を支持するために第2部材7に固定されるとともに、内部に光束を通過させる複数の開口が形成された支持部材35X及び35Yと、を有する。

10

【0016】

回折格子12のXY面にほぼ平行な格子パターン面12bには、X方向及びY方向に所定の周期(ピッチ)pを持ち、位相型でかつ反射型の2次元の格子パターン12aが形成されている。格子パターン12aのX方向、Y方向の周期pは、一例として100nm~4 μ m程度(例えば1 μ m周期)である。なお、格子パターン12aのX方向、Y方向の周期が互いに異なってもよい。格子パターン12aは、例えばホログラム(例えば感光性樹脂に干渉縞を焼き付けたもの)として、又はガラス板等に機械的に溝等を形成して反射膜を被着することで作製可能である。さらに、格子パターン面12bは、保護用の平板ガラスで覆われていてもよい。

20

【0017】

レーザ光源16は、例えばHe-Neレーザ又は半導体レーザ等よりなり、一例として偏光方向が互いに直交するとともに互いに周波数が所定量だけ異なる第1及び第2の直線偏光のレーザ光ML, RLよりなる2周波ヘテロダイナミック光を射出する。それらのレーザ光は互いに可干渉を有し(偏光方向を平行にした場合)、それらの平均波長を λ とする。レーザ光源16は、それらのレーザ光から分岐した2つの光束の干渉光を光電変換して得られる基準周波数の信号(基準信号)を計測演算部42に供給する。なお、ホモダイナミック干渉方式も使用可能である。

30

【0018】

光ファイバ17は、レーザ光源16から射出されたレーザ光ML, RLをそれぞれ偏光方向を維持しながら伝送するダブルコア型で偏波面保持型の光ファイバである。本実施形態では、光ファイバ17から射出されるときに、第1のレーザ光MLはXY平面に平行なX方向に偏光した直線偏光であり、第2のレーザ光RLはZ方向に偏光した直線偏光である。他の光ファイバ39XA~39YB, 39Cはシングルコア型であるが、偏波面保持型又は通常のいずれのタイプでもよい。また、光ファイバ39XA~39YB, 39Cの入射口に集光レンズを設けてもよい。なお、光ファイバ17, 39XA~39YB等は、図1では中間部が図示省略されている。また、光ファイバ17の代わりに複数のミラーを組み合わせたビーム送光光学系を使用してもよく、光ファイバ39XA~39YB, 39Cを使用することなく、干渉光を直接光電センサ40XA~40YB, 40Cで受光してもよい。

40

【0019】

検出ヘッド14は、光ファイバ17から射出されるレーザ光ML, RLを平行光束にす

50

るレンズ18b(図2(C)参照)を含む連結部18と、連結部18から射出されるレーザー光ML, RLをX軸用の計測光MX及び参照光RXと、Y軸用の計測光MY及び参照光RYとに分割するハーフプリズム20Aと、計測光MX及び参照光RXをほぼ-Y方向に向けてX軸の干渉計部15Xに入射させる2つのミラー22A, 22Bと、計測光MY及び参照光RYの大部分をほぼ+X方向に向けてY軸の干渉計部15Yに入射させる光学部材36A及び36Bと、を有する。本実施形態において、ハーフプリズム20Aから射出されるX軸の計測光MX及び参照光RXはそれぞれX方向及びZ方向に直線偏光したヘテロダインビームであり、ハーフプリズム20Aから射出されるY軸の計測光MY及び参照光RYはそれぞれY方向及びZ方向に直線偏光したヘテロダインビームである。計測光MX, MY及び参照光RX, RYは例えば直径が0.5~数mm程度の円形(楕円又は矩形等でもよい)の断面を有する。

10

【0020】

図2(C)に示すように、レーザー光ML, RLは光ファイバ17の隣接するコア部から射出されてレンズ18bによって平行光束に変換されるため、平行光束に変換された後のレーザー光ML, RLは所定の小さい角度で交差している。このため、ハーフプリズム20Aから射出される計測光MX及び参照光RX、並びに計測光MY及び参照光RYはそれぞれ角度で相対的に傾斜している。このように計測光MX及び参照光RX(計測光MY及び参照光RY)を相対的に傾斜させることによって、最終的に検出される干渉光に混入するノイズ光を低減させることができる。

20

【0021】

図1において、+Y方向側の支持部材35Xの-X方向の端面に、YZ面をZ軸に平行な軸を中心として時計回りに45°回転した面に平行な反射面A3及び偏光ビームスプリッター面(以下、PBS面という)A4を有する合成光学部材33Xを介して、YZ面をZ軸に平行な軸を中心として反時計回りに45°回転した面に平行なPBS面A2及びハーフミラー面A1を有する合成光学部材32Xが固定されている。合成光学部材32Xの入射面に楔形プリズム34Xが固定されている。また、支持部材35Xの+X方向の端面のPBS面A2及びA4に対向する位置に偏光板41XA, 41XBが固定され、偏光板41XA, 41XBに光ファイバ39XA, 39XBの入射端が固定されている。

【0022】

また、図1において、-Y方向側の支持部材35Yの-X方向の端面の+Y方向の端部に、透過率が大きく反射率が小さいビームスプリッター面(以下、BS面という)B1及びPBS面B2を有する光学部材36Aが固定されている。さらに、支持部材35Yのその端面の-Y方向側の領域に、合成光学部材33X, 32Xと同じ構成の合成光学部材33Y, 32Yが固定され、合成光学部材32Yの入射面に楔形プリズム34Xと同じ形状の楔形プリズム34Yが固定されている。支持部材35Yの+X方向の端面において、合成光学部材32Y, 33YのPBS面及び光学部材36AのPBS面B2に対向する位置に偏光板41YB, 41YA, 41Cが固定され、偏光板41YB, 41YA, 41Cに光ファイバ39YB, 39YA, 39Cの入射端が固定されている。偏光板41XA~41YB, 41Cの結晶軸の方向は、後述のY方向に直線偏光した計測対象の回折光又は計測光とZ方向に直線偏光した参照光とを合成して干渉光を生成するように斜め方向に設定されている。さらに、楔形プリズム34X, 34Yは、入射する参照光RX, RYの進行方向を、計測光MX, MYと参照光RX, RYとの間の角度(図2(C)参照)を相殺するように変化させて、参照光と計測対象の回折光とを平行にするものである。

30

40

【0023】

また、光学部材36Bは、透過率が小さく反射率が大きいBS面B3、ほぼ直交する2つの反射面B4, B5、及びBS面B3に対して-Y方向に離れた位置に配置された反射面B6を有する。ハーフプリズム20Aで分岐されたY軸の計測光MY及び参照光RYは、光学部材36AのBS面B1を大部分が透過し、BS面B1で反射された計測光MYの一部及び参照光の一部(参照光RY3)がPBS面B2に入射し、PBS面B2でS偏光の参照光RY3が反射される。また、BS面B1を透過した計測光MY及び参照光RYは

50

光学部材 36B の BS 面 B3 で大部分が反射され、反射された計測光 MY 及び参照光 RY は反射面 B6 を介してほぼ - X 方向側から Y 軸の干渉計部 15Y に入射する。

【0024】

BS 面 B3 を透過した計測光の一部（計測光 MY3）及び参照光 RY の一部は、反射面 B4, B5 で反射されて光学部材 36A の PBS 面 B2 に入射し、P 偏光の計測光 MY3 が PBS 面 B2 を透過して PBS 面 B2 で反射された参照光 RY3 と合成されて参照用の干渉光を形成する。参照用の干渉光は偏光板 41C を介して光ファイバ 39C に入射し、光ファイバ 39C で伝送された干渉光は光電センサ 40C で受光される。一例として、光学部材 36B の反射面 B5 の位置及び角度は、PBS 面 B2 で合成された計測光 MY3 及び参照光 RY3 が同軸で平行になるように、計測光 MY3 の位置及び角度を調整するように設定されている。

10

【0025】

また、X 軸の干渉計部 15X は、ミラー 22B でほぼ - Y 方向に反射された計測光 MX 及び参照光 RX が入射する偏光ビームスプリッター面（以下、PBS 面という）A11（図 2（A）参照）を有する偏光ビームスプリッター部材（以下、PBS 部材という）24X と、PBS 部材 24X を X 方向に挟むように対称に固定された 1 対のルーフプリズム 26XA, 26XB と、PBS 部材 24X の上面の + Y 方向側に X 方向に対称に外側を向いて固定された 1 対の大型の直角プリズム型の反射部材 28XA, 28XB と、PBS 部材 24X の上面の - Y 方向側に X 方向に対称に外側を向いて固定された 1 対の小型の直角プリズム型の反射部材 30XA, 30XB と、を有する。さらに、反射部材 22C、楔形プリズム 34X、合成光学部材 32X, 33X も干渉計部 15X に含まれる。

20

【0026】

+ X 方向側のルーフプリズム 26XA 及び反射部材 28XA, 30XA より第 1 の反射部 25XA が構成され、- X 方向側のルーフプリズム 26XB 及び反射部材 28XB, 30XB より第 2 の反射部 25XB が構成されている。第 2 部材 7 には、計測光 MX 及び回折格子 12 から射出される回折光を通す開口（不図示）が形成されており、PBS 部材 24X はその開口を覆うように第 2 部材 7 に固定されている。

【0027】

図 2（A）は、図 1 中の干渉計部 15X の PBS 部材 24X 及び反射部 25XA, 25XB を示す。図 2（A）において、PBS 部材 24X は、+ Y 方向側の大型の反射部材 28XA, 28XB が固定された部分の内部は透過部で、- Y 方向側の小型の反射部材 30XA, 30XB が固定された部分の内部に斜めに（XY 面に対して X 軸の回りに 45° で傾斜して）PBS 面 A11 が形成された 2 層構造の部材である。PBS 部材 24X は、XY 面に平行な 2 面と、YZ 面に平行な 2 面と、ZX 面に平行な 2 面との 6 面で囲まれた直方体状であるが、別の形状にしてもよい。反射部 25XA のルーフプリズム 26XA は、PBS 部材 24X の底面に対して反時計回りに角度 1（図 3（A）参照）で傾斜した入射面 A12 と、XZ 面に平行な稜線 A16 に関して対称に、かつ直交するように形成された 1 対の反射面 A13, A14 と、PBS 部材 24X 及び反射部材 28XA, 30XB に密着した射出面 A15 とを有する。ルーフプリズム 26XA の稜線 A16 は、ZY 面に対して反時計回りに角度 2 で傾斜している（図 3（A）参照）。他方のルーフプリズム 26XB はルーフプリズム 26XA と対称な形状であり、ルーフプリズム 26XB も直交する 2 つの反射面 A23, A24 を有する。

30

40

【0028】

図 1 のミラー 22B で反射された計測光 MX は S 偏光として、参照光 RX は P 偏光としてほぼ - Y 方向側から図 2（A）の PBS 部材 24X の PBS 面 A11 に入射する。そして、参照光 RX は、PBS 面 A11 を透過して PBS 部材 24X からほぼ - Y 方向に射出される。一方、S 偏光の計測光 MX は PBS 面 A11 で反射されて、回折格子 12X の格子パターン面 12b（格子パターン 12a）に垂直に（概ね Z 軸に平行に）入射する。ここで、垂直に入射するとは、計測光 MX を格子パターン面 12b に垂直に入射させる場合の外に、0 次光（正反射光）の影響を軽減するために、計測光 MX を Z 軸に平行な軸に対

50

してX方向（ y方向）及び/又はY方向（ x方向）に例えば0.5～1.5°程度傾斜させて格子パターン面12bに概ね垂直に入射させる場合も含まれることを意味している。

【0029】

本実施形態において、概ね垂直に回折格子12の格子パターン面12bに入射する計測光MXによって、X方向に対称に±1次回折光DX1, DX2が発生する。発生した回折光DX1はルーフプリズム26XAの入射面に入射し、回折光DX2はルーフプリズム26XBの入射面に入射する。この際に、Y方向に対称に±1次回折光も発生するが、Y方向の回折光はX軸の干渉計部15Xでは使用されない。+1次回折光DX1は、ルーフプリズム26XAの入射面A12及び反射面A13, A14を介して+Y方向にシフトして、かつX軸に平行に-X方向に向けて射出面A15を介して反射部材28XAに入射する。そして、反射部材28XAで反射された回折光DX1は、PBS部材24Xを透過して回折格子12の格子パターン面12bに概ね垂直に入射する。これと対称に、-1次回折光DX2は、ルーフプリズム26XBの反射面A23, A24等を介して+Y方向にシフトして、かつX軸に平行に+X方向に向けて反射部材28XBに入射し、反射部材28XBで反射された回折光DX2は、回折格子12の格子パターン12aに概ね垂直に入射する。

10

【0030】

図2(B)に示すように、格子パターン12aにおいて計測光MXが入射する位置に対して、回折光DX1, DX2が入射する位置は、Y方向に間隔a1だけシフトしているとともに、X方向に対称に距離a2だけシフトしている。距離a1は、PBS部材24XのY方向の幅のほぼ1/2であり、距離a2は、PBS部材24XのX方向の幅のほぼ1/3である。このような配置で計測光MX及び回折光DX1, DX2を回折格子12に入射させることで、干渉計部15Xの構成を小型化できる。ただし、距離a1及びa2は任意である。また、計測光MX及び回折光DX1, DX2の入射位置の配置は任意である。

20

【0031】

反射部材28XA, 28XBで反射された回折光DX1, DX2によって回折格子12からX方向に対称に+1次回折光EX1及び-1次回折光EX2（再回折光）が発生する。回折光EX1は、ルーフプリズム26XAの入射面A12及び反射面A14, A13の順に反射することで-Y方向にシフトして、かつX軸に平行に-X方向に向けて反射部材30XAに入射する。そして、反射部材30XAで反射されたS偏光の回折光EX1は、PBS部材24XのPBS面A11で反射されてほぼ-Y方向にPBS部材24Xから射出される。これと対称に、回折光EX2は、ルーフプリズム26XBの入射面及び反射面A24, A23の順に反射することで-Y方向にシフトして、かつX軸に平行に+X方向に向けて反射部材30XBに入射する。そして、反射部材30XBで反射されたS偏光の回折光EX2は、PBS面A11で反射されてほぼ-Y方向にPBS部材24Xから射出される。

30

【0032】

図1において、PBS部材24Xから射出された回折光EX1, EX2は、反射部材22Cで反射されてそれぞれ合成光学部材32X, 33XのPBS面A2, A4を透過する。回折光EX1, EX2は、PBS部材24XのPBS面A11に対してはS偏光であるが、PBS面A2, A4に対してはP偏光であることによる。また、PBS部材24Xを透過した参照光RXは、反射部材22Cで反射され、楔形プリズム34Xを介して合成光学部材32Xのハーフミラー面A1に入射する。ハーフミラー面A1で反射された参照光RX1は、PBS面A2で反射されて回折光EX1と同軸に合成されて干渉光となる。この干渉光は、偏光板41XA及び光ファイバ39XAを介して光電センサ40XAに受光される。ハーフミラー面A1を透過した参照光RX2は、合成光学部材33Xの反射面A3で反射された後、PBS面A4で反射されて回折光EX2と同軸に合成されて干渉光となる。この干渉光は、偏光板41XB及び光ファイバ39XBを介して光電センサ40XBに受光される。参照光RX1, RX2はPBS部材24XのPBS面A11に対しては

40

50

P 偏光であるが、P B S 面 A 2 , A 4 に対しては S 偏光であることによる。

【 0 0 3 3 】

また、Y 軸の干渉計部 1 5 Y は、X 軸の干渉計部 1 5 X の P B S 部材 2 4 X 及び反射部 2 5 X A , 2 5 X B を一体的に 9 0 ° 回転した構成の P B S 部材 2 4 Y 及び反射部 2 5 Y A , 2 5 Y B を有する。すなわち、反射部 2 5 Y A , 2 5 Y B もそれぞれルーフプリズム 2 6 Y A , 2 6 Y B、大型の反射部材 2 8 Y A , 2 8 Y B、及び小型の反射部材 3 0 Y A , 3 0 Y B を有し、P B S 部材 2 4 Y は開口（不図示）を覆うように第 2 部材 7 に固定されている。さらに、干渉計部 1 5 Y は、楔形プリズム 3 4 Y 及び合成光学部材 3 2 Y , 3 3 Y を有する。

【 0 0 3 4 】

反射面 B 6 で反射された計測光 M Y 及び参照光 R Y は、干渉計部 1 5 Y の P B S 部材 2 4 Y に入射し、P 偏光の参照光 R Y は P B S 部材 2 4 Y の P B S 面を透過して + X 方向に射出される。そして、S 偏光の計測光 M Y は P B S 部材 2 4 Y の P B S 面で反射されて回折格子 1 2 の格子パターン 1 2 a に概ね垂直に入射し、格子パターン 1 2 a から Y 方向に对称に ± 1 次回折光 D Y 1 , D Y 2（図 3（B）参照）が発生する。X 方向に発生する ± 1 次回折光は干渉計部 1 5 Y では使用されない。これらの回折光 D Y 1（D Y 2）は反射部 2 5 Y A（反射部 2 5 Y B）を介して回折格子 1 2 の格子パターン 1 2 a に概ね垂直に入射する。そして、回折光 D Y 1 による Y 方向の + 1 次回折光 E Y 1 及び回折光 D Y 2 による Y 方向の - 1 次回折光 E Y 2 が、回折格子 1 2 から発生する。回折光 E Y 1 は、反射部 2 5 Y A を介して P B S 部材 2 4 Y の P B S 面で反射されて + X 方向に射出される。回折光 E Y 2 は、反射部 2 5 Y B を介して P B S 部材 2 4 Y の P B S 面で反射されて + X 方向に射出される。

【 0 0 3 5 】

そして、P B S 部材 2 4 Y から射出された回折光 E Y 1 , E Y 2 は、それぞれ合成光学部材 3 3 Y , 3 2 Y の P B S 面を P 偏光状態で透過する。また、P B S 部材 2 4 Y を透過した参照光 R Y は、楔形プリズム 3 4 Y を介して合成光学部材 3 2 Y のハーフミラー面に入射する。そのハーフミラー面で反射された参照光 R Y 2 は、P B S 面で反射されて回折光 E Y 2 と同軸に合成されて干渉光となる。この干渉光は、偏光板 4 1 Y B 及び光ファイバ 3 9 Y B を介して光電センサ 4 0 Y B に受光される。そのハーフミラー面を透過した参照光 R Y 1 は、合成光学部材 3 3 Y の反射面で反射された後、P B S 面で反射されて回折光 E Y 1 と同軸に合成されて干渉光となる。この干渉光は、偏光板 4 1 Y A 及び光ファイバ 3 9 Y A を介して光電センサ 4 0 Y A に受光される。

【 0 0 3 6 】

図 1 において、計測演算部 4 2 は、第 1 演算部 4 2 X、第 2 演算部 4 2 Y、及び第 3 演算部 4 2 T を有する。そして、X 軸の光電センサ 4 0 X A は、回折光 E X 1 及び参照光 R X 1 よりなる干渉光の検出信号（光電変換信号）を第 1 演算部 4 2 X に供給し、X 軸の光電センサ 4 0 X B は、回折光 E X 2 及び参照光 R X 2 よりなる干渉光の検出信号を第 1 演算部 4 2 X に供給する。また、Y 軸の光電センサ 4 0 Y A は、回折光 E Y 1 及び参照光 R Y 1 よりなる干渉光の検出信号を第 2 演算部 4 2 Y に供給し、Y 軸の光電センサ 4 0 Y B は、回折光 E Y 2 及び参照光 R Y 2 よりなる干渉光の検出信号を第 2 演算部 4 2 Y に供給する。第 1 演算部 4 2 X 及び第 2 演算部 4 2 Y には、レーザ光源 1 6 からの基準周波数の信号（基準信号）、及び光電センサ 4 0 C で検出された参照用の干渉光のほぼその基準周波数の信号（参照信号）も供給されている。

【 0 0 3 7 】

ここで、第 1 部材 6 と第 2 部材 7 との X 方向、Y 方向、Z 方向の相対移動量（相対変位）を X , Y , Z とし、第 1 演算部 4 2 X 及び第 2 演算部 4 2 Y で求められる Z 方向の相対移動量をそれぞれ Z X , Z Y とする。このとき、一例として、第 1 演算部 4 2 X は、光電センサ 4 0 X A の検出信号及び基準信号（又は参照信号）から、既知の係数 a , b を用いて X 方向及び Z 方向の第 1 の相対移動量（ $a \cdot X + b \cdot Z X$ ）を求め、光電センサ 4 0 X B の検出信号及び基準信号（又は参照信号）から、X 方向及び Z 方向の第 2 の相対移動

10

20

30

40

50

量 $(-a \cdot X + b \cdot Z X)$ を求め、その第 1 及び第 2 の相対移動量から X 方向の相対移動量 (X) 及び Z 方向の相対移動量 $(Z X)$ を求め、求めた結果を第 3 演算部 4 2 T に供給する。第 2 演算部 4 2 Y は、光電センサ 4 0 Y A の検出信号及び基準信号 (又は参照信号) から、Y 方向及び Z 方向の第 1 の相対移動量 $(a \cdot Y + b \cdot Z Y)$ を求め、光電センサ 4 0 Y B の検出信号及び基準信号 (又は参照信号) から、Y 方向及び Z 方向の第 2 の相対移動量 $(-a \cdot Y + b \cdot Z Y)$ を求め、その第 1 及び第 2 の相対移動量から Y 方向の相対移動量 (Y) 及び Z 方向の相対移動量 $(Z Y)$ を求め、求めた結果を第 3 演算部 4 2 T に供給する。

【0038】

第 3 演算部 4 2 T は、演算部 4 2 X, 4 2 Y から供給される相対移動量 (X) 及び (Y) を所定のオフセットで補正した値を第 1 部材 6 と第 2 部材 7 との X 方向、Y 方向の相対移動量として出力する。また、第 3 演算部 4 2 T は、一例として、演算部 4 2 X, 4 2 Y から供給される Z 方向の相対移動量 $(Z X)$ 及び $(Z Y)$ の平均値 $(= (Z X + Z Y) / 2)$ を所定のオフセットで補正した値を第 1 部材 6 と第 2 部材 7 との Z 方向の相対移動量として出力する。X 方向、Y 方向、Z 方向の相対移動量の検出分解能は例えば $0.5 \sim 0.1 \text{ nm}$ 程度である。エンコーダ 1 0 では、計測光 M X, M Y 等の光路が短いため、その光路上の気体の温度揺らぎに起因する計測値の短期的な変動を低減できる。さらに、最終的に 2 回目の + 1 次回折光 E X 1, E Y 1 及び - 1 次回折光 E X 2, E Y 2 と対応する参照光 R X 1 ~ R Y 2 との干渉光を検出しているため、相対移動量の検出分解能 (検出精度) を $1/2$ に向上 (微細化) できる。また、 ± 1 次回折光を用いることによって、第 1 部材 6 と第 2 部材 7 との z 方向の相対回転角による計測誤差を低減できる。

【0039】

次に、本実施形態の検出ヘッド 1 4 の回折光の光路につき詳細に説明する。

図 3 (A) は X 軸の干渉計部 1 5 X の要部及び回折格子 1 2 を示す。図 3 (A) において、計測光 M X が回折格子 1 2 の格子パターン 1 2 a に垂直に (Z 軸に平行に) 入射するとき、計測光 M X による X 方向の + 1 次回折光 D X 1 の回折角 α は、格子パターン 1 2 a の周期 p 及び計測光 M X の波長 λ を用いて次の関係を満たす。このとき、計測光 M X による X 方向の - 1 次回折光 D X 2 の回折角は $-\alpha$ となる。

【0040】

$$p \cdot \sin(\alpha) = \lambda \quad \dots (1)$$

一例として、周期 p を 1000 nm ($1 \mu\text{m}$)、計測光 M X の波長 λ を 633 nm とすると、回折角 α はほぼ 39° となる。

また、回折光 D X 1 は、ルーフプリズム 2 6 X A (入射面 A 1 2 及び反射面 A 1 3, A 1 4) 及び反射部材 2 8 X A によって、計測光 M X (ここでは Z 軸に平行) に平行になるように折り曲げられて回折格子 1 2 に再入射する。従って、ルーフプリズム 2 6 X A の入射面 A 1 2 の角度 θ_1 、稜線 A 1 6 の角度 θ_2 、屈折率 n_g 、及び回折光 D X 1 の入射面 A 1 2 に対する入射角 i (角度 θ_1 と回折角 α との関数) は、反射部材 2 8 X A で反射された回折光 D X 1 が Z 軸に概ね平行になるように定められることが好ましい。

【0041】

さらに、本実施形態では、ルーフプリズム 2 6 X A の入射面 A 1 2 に入射する回折光 D X 1 の振れ角 β の入射角 i に関する変化率 $(d\beta / di)$ は、次のように $\cos(\alpha)$ に設定されることが好ましい。

$$d\beta / di = \cos(\alpha) = \cos\{\arcsin(\lambda / p)\} \quad \dots (3)$$

この式 (3) の条件は、入射面 A 1 2 における振れ角 β の変化率 $(d\beta / di)$ は、回折格子 1 2 に対する計測光 M X の入射角が 0 から変化したときの回折光 D X 1 の回折角の変化率を、入射面 A 1 2 で相殺することを意味している (詳細後述)。

【0042】

計測光 M X が格子パターン 1 2 a に垂直に (Z 軸に平行に) 入射する場合、反射部 2 5 X A で反射される回折光 D X 1 は、計測光 M X が入射した位置から + X 方向及び + Y 方向にずれた位置で格子パターン 1 2 a に垂直に入射する (図 2 (B) 参照)。そして、回折

光 D X 1 によって回折格子 1 2 から発生する + 1 次回折光 E X 1 の回折角は式 (1) の x と同じであり、回折光 E X 1 は反射部 2 5 X A によって光路を Z 軸に平行に折り曲げられて P B S 部材 2 4 X の P B S 面 A 1 1 に向かう。このとき、計測光 M X による回折格子 1 2 からの - 1 次回折光 D X 2 は、回折光 D X 1 と対称に反射部 2 5 X B を介して計測光 M X が入射した位置から - X 方向及び + Y 方向にずれた位置で格子パターン 1 2 a に垂直に入射する (図 2 (B) 参照)。そして、回折光 D X 2 によって回折格子 1 2 から発生する - 1 次回折光 E X 2 は、反射部 2 5 X B によって光路を Z 軸に平行に折り曲げられて P B S 面 A 1 1 に向かう。

【 0 0 4 3 】

また、図 3 (B) は Y 軸の干渉計部 1 5 Y の要部及び回折格子 1 2 を示す。図 3 (B) において、計測光 M Y が回折格子 1 2 の格子パターン 1 2 a に垂直に入射するとき、計測光 M Y による Y 方向の + 1 次回折光 D Y 1 の回折角 y は、式 (1) の X 方向の回折角 x と同じである。反射部 2 5 Y A で反射される回折光 D Y 1 は、計測光 M Y が入射した位置から - X 方向及び + Y 方向にずれた位置で格子パターン 1 2 a に垂直に入射する。一方、反射部 2 5 Y B で反射される回折光 D Y 2 は、計測光 M Y が入射した位置から - X 方向及び - Y 方向にずれた位置で格子パターン 1 2 a に垂直に入射する。そして、回折光 D Y 1 によって反射部 2 5 Y A を介して回折格子 1 2 から発生する + 1 次回折光 E Y 1、及び計測光 M Y による Y 方向の - 1 次回折光 D Y 2 によって回折格子 1 2 から発生する - 1 次回折光 E Y 2 は、それぞれ反射部 2 5 Y A、2 5 Y B によって光路を Z 軸に平行に折り曲げられて P B S 部材 2 4 Y の P B S 面に向かう。

10

20

【 0 0 4 4 】

そして、図 3 (A) の配置において、図 4 (A) に示すように、干渉計部 1 5 X に対して回折格子 1 2 の格子パターン面 1 2 b の Z 方向の相対位置が位置 B 1 1 まで Z だけ変化した場合を想定する。このとき、計測光 M X による + 1 次回折光 D X 1 は、光路が位置 B 1 2 に平行にシフトして反射部 2 5 X A に入射する。反射部 2 5 X A は、入射光に対して、射出光の光路を中心 (稜線 A 1 6) に関して対称にシフトする。このため、反射部 2 5 X A で反射された回折光 D X 1 は、格子パターン面 1 2 b の Z 方向の相対位置が変化していないときの + 1 次回折光 E X 1 の光路と交差する位置で回折格子 1 2 に入射する。従って、格子パターン面 1 2 b が位置 B 1 1 まで変化していても、回折光 D X 1 によって回折格子 1 2 から発生する + 1 次回折光 E X 1 の光路 B 1 3 は、格子パターン面 1 2 b の Z 方向の相対位置が変化していないときの光路と同じである。このため、回折光 E X 1 と参照光 R X 1 とを P B S 面 A 2 (図 1 参照) で同軸に合成して干渉光を生成したとき、回折光 E X 1 と参照光 R X 1 との相対的な横ずれ量がないため、その干渉光を光電変換したときに得られる検出信号のうちの交流信号 (ビート信号又は信号成分) の割合が低下することがない。

30

【 0 0 4 5 】

これは、X 軸の - 1 次回折光 D X 2 及び Y 軸の \pm 1 次回折光 D Y 1、D Y 2 でも同様であり、格子パターン面 1 2 b の Z 方向の相対位置が変化しても、図 1 の光電センサ 4 0 X A ~ 4 0 Y B の検出信号のうちのビート信号の割合は低下しない。従って、それらの検出信号を用いて高い S N 比で高精度に第 1 部材 6 と第 2 部材 7 との相対移動量を計測できる。

40

【 0 0 4 6 】

次に、図 3 (A) の配置において、図 4 (B) に示すように、干渉計部 1 5 X に対して回折格子 1 2 の格子パターン面 1 2 b が Y 軸に平行な軸の回りに角度 θ だけ反時計回りに変化した場合を想定する。このとき、計測光 M X の格子パターン面 1 2 b に対する入射角は θ であり、+ 1 次回折光 D X 1 の回折角を $(x + \theta)$ とすると、以下の関係が成立する。

【 0 0 4 7 】

$$\sin(x + \theta) - \sin x = \theta / p \dots (4)$$

ここで、 θ 及び x が微量であるとする、 $\sin(x)$ の微分は $\cos(x)$ であるた

50

め、式(4)は次のようになる。

$$\sin(\theta) + \cos(\theta) \cdot \theta - \theta = \theta / p \dots (5)$$

式(5)において、式(1)より $\sin(\theta)$ が θ / p であることを考慮すると、次式が得られる。

【0048】

$$\theta = \theta / \cos(\theta) \dots (6)$$

また、格子パターン面12bが角度 θ だけ傾斜したときの回折格子12からの+1次回折光DX1の光路B22の角度の変化量 θ_1 は、次のようになる。

$$\theta_1 = \{1 + 1 / \cos(\theta)\} \theta \dots (7)$$

また、ルーフプリズム26XAの入射面A12における振れ角 θ の入射角 i に関する変化率 $(d\theta_1 / di)$ は、式(3)で示したように $\cos(\theta)$ であるため、ルーフプリズム26XAを通過した回折光DX1の光路B23の角度の変化量 θ_1 は、次のようになる。

【0049】

$$1 = \theta_1 \cdot \cos(\theta) = \{ \cos(\theta) + 1 \} \theta \dots (8)$$

そして、格子パターン面12bは角度 θ だけ傾斜しているため、反射部25XAから格子パターン面12bに入射する回折光DX1の入射角 i は次のようになる。

$$i = \theta \cdot \cos(\theta) \dots (9)$$

回折光DX1が再び回折格子12に入射角 i で入射すると、回折光DX1による回折格子12からの+1次回折光EX1(再回折光)の回折角の変化量 θ_1 は、式(6)から次のようになる。

【0050】

$$1 = \theta_1 \dots (10)$$

これは、回折光EX1の回折角の変化量 θ_1 は格子パターン面12bの傾斜角 θ に等しいこと、すなわち回折光EX1の光路B24は、格子パターン面12bが傾斜する前の光路に平行であることを意味する。また、回折光EX1の光路B24の横シフトも生じていない。このため、回折光EX1と参照光RX1とをPBS面A2で同軸に合成して干渉光を生成したとき、回折光EX1と参照光RX1との相対的な傾きのずれ及び相対的な横ずれ量がないため、その干渉光を光電変換したときに得られる検出信号のうちの交流信号(ビート信号又は信号成分)の割合が低下することがない。これは、X軸の-1次回折光EX2でも同様である。

【0051】

また、回折格子12の格子パターン12bがX軸に平行な軸の回りに傾斜した場合にも、同様にY軸の±1次回折光EY1, EY2の光路の傾斜角のずれ及び横シフトは生じないため、図1の光電センサ40XA~40YBの検出信号のうちのビート信号の割合は低下しない。従って、それらの検出信号を用いて高いSN比で高精度に第1部材6と第2部材7との相対移動量を計測できる。なお、回折格子12の格子パターン12bがX軸(又はY軸)に平行な軸の回りに傾斜した場合に、X軸の検出信号(又はY軸の検出信号)に対する影響は実質的でない。

【0052】

なお、以上の説明では回折格子12側が検出ヘッド14(干渉計部15X, 15Y)に対して傾斜するものとしたが、計測光MX, MYの回折格子12に対する入射角が0からX方向及びY方向に微量変化した場合にも、同様に回折光EX1~EY2の光路の傾斜及び横シフトが生じないため、高いSN比で高精度に第1部材6と第2部材7との相対移動量を計測できる。

【0053】

本実施形態の効果等は以下の通りである。

本実施形態のエンコーダ10は、第1部材6に対してX方向、Y方向、Z方向に3次元に相対移動可能な第2部材7の相対移動量を計測する3軸のエンコーダ装置である。そして、エンコーダ10は、第1部材6に設けられ、X方向及びY方向を周期方向とする2

10

20

30

40

50

次元の格子パターン12aを有する反射型の回折格子12と、計測光MX及び参照光RXを含むレーザ光を発生するレーザ光源16と、第2部材7に設けられ、計測光MXを透過させて回折格子12の格子パターン面12bに概ね垂直に入射させるPBS部材24X(第1光学部材)と、第2部材7に設けられるとともに、計測光MXによって回折格子12から発生するX方向の+1次回折光DX1(第1回折光)を回折格子12に入射させ、+1次回折光DX1によって回折格子12から発生するX方向の+1次回折光EX1(第2回折光)をPBS部材24Xに入射させる反射部25XAと、第2部材7に設けられるとともに、計測光MXによって回折格子12からX方向に回折光DX1に対称に発生する-1次回折光DX2(第3回折光)を回折格子12に入射させ、-1次回折光DX2によって回折格子12から発生するX方向の-1次回折光EX2(第4回折光)をPBS部材24Xに入射させる反射部25XBと、PBS部材24Xで反射された回折光EX1及びEX2と参照光RXから分岐された参照光との干渉光をそれぞれ検出する光電センサ40XA, 40XBと、光電センサ40XA, 40XBの検出信号を用いて第1部材6と第2部材7とのX方向及びZ方向の相対移動量を求める計測演算部42(計測部)と、を備えている。

10

20

30

40

50

【0054】

また、エンコーダ10を用いる計測方法は、図12のフローチャートに示すように、第1部材6と第2部材7との相対移動量を計測する方法であって、第1部材6に設けられ、X方向及びY方向を周期方向とする格子パターン12aを有する反射型の回折格子12の格子パターン面12bに概ね垂直に、第2部材7に設けられたPBS部材24Xを介して計測光MXを入射させるステップ302と、第2部材7に設けられた反射部25XAにより、計測光MXによって回折格子12からX方向に関して発生する+1次回折光DX1を回折格子12に入射させ、回折光DX1によって回折格子12から発生する+1次回折光EX1をPBS部材24Xに入射させるステップ304と、第2部材7に設けられた反射部25XBにより、計測光MXによって回折格子12からX方向に関して発生する-1次回折光DX2を回折格子12に入射させ、回折光DX2によって回折格子12から発生する-1次回折光EX2をPBS部材24Xに入射させるステップ306と、PBS部材24Xを介した回折光DX2及び回折光EX2と参照光RX1, RX2との干渉光をそれぞれ検出し、この検出結果より第1部材6と第2部材7との相対移動量を求めるステップ308と、を含んでいる。

【0055】

本実施形態によれば、反射部25XA, 25XBによって、回折光DX1, DX2が回折格子12に入射するときの入射角はほぼ0になるため、第1部材6と第2部材7との相対位置が変化して、PBS部材24X(検出ヘッド14)に対する回折格子12の格子パターン面12bの相対的な高さ(Z方向の位置)が変化しても、回折光DX1, DX2による回折格子12からの回折光EX1, EX2(再回折光)の光路の変動がほとんどなくなり、回折光EX1, EX2と参照光RX1, RX2との横方向の相対的なシフト量がほぼ0になる。従って、回折格子12の格子パターン面12bの高さの変化に対して干渉光のビート信号(位置情報を含む信号)の強度の低下がなくなり、第1部材6と第2部材7との相対移動量の計測精度を高く維持できる。また、仮に第1部材6と第2部材7とのX方向、Y方向の相対位置が固定されている場合には、光電センサ40XAの検出信号から第1部材6と第2部材7とのZ方向の相対移動量を計測できる。

【0056】

さらに、エンコーダ10は、PBS部材24Yにより回折格子12に概ね垂直に計測光MYを入射させ、回折格子12から計測光MYによってY方向に発生する±1次回折光DY1, DY2を入射角がほぼ0で回折格子12に入射させる反射部25YA, 25YBと、回折格子12から回折光DY1, DY2によって発生する±1次回折光EY1, EY2と参照光RY1, RY2との干渉光を検出する光電センサ40YA, 40YBと、を備えている。このため、回折格子12の格子パターン面12bの相対的な高さが変化しても、光電センサ40YA, 40YBの検出信号から、第1部材6と第2部材7とのY方向の相

対移動量を高精度に計測できる。

【 0 0 5 7 】

なお、上記の実施形態では以下のような変形が可能である。

上記の実施形態では2次元の回折格子12が使用されているが、回折格子12の代わりに例えばX方向にのみ周期性を持つ1次元の回折格子を使用してもよい。この場合、検出ヘッド14からは、Y軸の干渉計部15Y及び光電センサ40YA, 40YB等を省略し、光電センサ40XA, 40XBの検出信号を用いて第1部材6と第2部材7とのX方向及びZ方向の相対移動量を計測できる。

【 0 0 5 8 】

また、上記の実施形態では、回折光EX1~EY2と参照光RX1~RY2との干渉光を検出しているが、例えばX軸の第1の周波数の計測光の+1次回折光EX1と第2の周波数の計測光(上記の実施形態では参照光として使用されていた光)の-1次回折光EX2との干渉光、及びY軸の第1の周波数の計測光の+1次回折光EY1と第2の周波数の計測光の-1次回折光EY2との干渉光を検出してもよい。この場合には、第1部材6と第2部材7とのX方向、Y方向の相対移動量を計測できるとともに、回折格子12の格子パターン面12bの相対的な高さが変動しても、2つの回折光の横ずれがないため、常に高いSN比で高精度に計測を行うことができる。

10

【 0 0 5 9 】

次に、上記の実施形態では、回折格子12から発生する回折光DX1, EX1はそれぞれループリズム26XAを介して反射部材28XA, 30XAに入射している。しかしながら、図5(A)の第1変形例のX軸の干渉計部15XAの要部で示すように、ループリズム26XAの代わりに、直交する反射面A33, A34を有するルーミラー44XA(図5(B)参照)及び頂角3の楔形プリズム46XAを使用してもよい。この場合には、ループリズム26XBの代わりに、ルーミラー44XB及び楔形プリズム46XBを使用してもよい。ルーミラー44XA, 44XBを使用することによって、干渉計部15XAが軽量化できる場合がある。なお、楔形プリズム46XA, 46XBは省略してもよい。同様に、反射部材28XA, 30XA等として、平面ミラーを使用してもよい。

20

【 0 0 6 0 】

また、図6の第2変形例のX軸の干渉計部15XBで示すように、回折格子12から反射部25XAに向かう+1次回折光DX1及びEX1の光路に、これらの回折光の偏光方向を調整するための1/2波長板38XA, 38XBを設置し、回折格子12から反射部25XBに向かう-1次回折光DX2及びEX2の光路に、これらの回折光の偏光方向を調整するための1/2波長板38XC, 38XDを設置してもよい。1/2波長板38XA~38XDの回転角は調整可能である。そして、一例として、1/2波長板38XA, 38XCの回転角は反射部25XA, 25XB及びPBS部材24Xを通過して回折格子12に入射する回折光DX1, DX2の光量が最大になるように調整され、1/2波長板38XB, 38XDの回転角は反射部25XA, 25XBを介してPBS部材24XのPBS面A11で反射される回折光EX1, EX2の光量が最大になるように調整される。

30

【 0 0 6 1 】

これによって、回折格子12での回折によって回折光DX1, EX1等の偏光方向が変化していても、PBS部材24Xに入射するときの回折光DX1, EX1等の偏光方向を最適化して、光量損失を最小にすることができる。なお、回折光DX1, DX2はPBS部材24Xを透過して回折格子12に入射するため、回折光DX1, DX2の偏光方向が変化していても光量損失は少ない。このため、回折光DX1, DX2の光路上の1/2波長板38XA, 38XCは省略してもよい。

40

【 0 0 6 2 】

また、図7の第1変形例の検出ヘッド14Aの要部に示すように、図1の楔形プリズム34X, 34Yを用いる代わりに、X軸の回折光EX1, EX2(計測光)の光路上にそれぞれ1対の偏角プリズム46XA, 46XBを設置し、Y軸の回折光EY1, EY2(

50

計測光)の光路上にそれぞれ1対の偏角プリズム46YA, 46YBを設置し、参照用の計測光の光路上に1対の偏角プリズム46Cを設置してもよい。上記の実施形態では、検出ヘッド14Aに供給される計測光MX, MYと参照光RX, RYとは角度で交差している。このため、偏角プリズム46XA, 46XB, 46YA, 46YB, 46Cによって、回折光EX1から参照用の計測光の角度及び傾斜方向を調整して、回折光EX1から参照用の計測光を対応する参照光に平行にすることによって、干渉縞の検出信号のSN比を高めることができる。

【0063】

なお、検出ヘッド14に供給される計測光MX, MYと参照光RX, RYとをほぼ平行にしておいてもよい。この場合には、楔形プリズム34X, 34Y又は偏角プリズム46XA~46Cは設ける必要がない。

また、図8の第2変形例の検出ヘッド14Bの要部に示すように、X軸の干渉計部15Xにおいて、PBS部材24Xの射出面に合成光学部材32X, 33Xを設置し、合成光学部材32X, 33XのPBS面で合成された回折光EX1, EX2と参照光RX1, RX2との干渉光を偏光板41XA, 41XBを介して光ファイバ39XA, 39XBに入射させてもよい。この変形例では、PBS部材24XのPBS面A11を透過した参照光RXが不図示の楔形プリズムを介して合成光学部材32Xに入射して、そのBS面で参照光RX1, RX2に分割され、PBS部材24XのPBS面A11で反射された回折光EX1, EX2が合成光学部材32X, 33Xに入射している。

【0064】

同様に、Y軸の干渉計部15Yにおいて、PBS部材24Yの射出面に合成光学部材32Y, 33Yを設置し、合成光学部材32Y, 33YのPBS面で合成された回折光EY1, EY2と参照光RY1, RY2との干渉光を偏光板41YA, 41YBを介して光ファイバ39YA, 39YBに入射させてもよい。この場合にも、参照光RYはPBS部材24Yを透過した後、不図示の楔形プリズムを介して合成光学部材32Yに入射して、そのBS面で参照光RY1, RY2に分割される。この構成によって、検出ヘッド14Bをより小型化できる。

【0065】

[第2の実施形態]

本発明の第2の実施形態につき図9~図11を参照して説明する。図9は、この実施形態に係るエンコーダ装置を備えた露光装置EXの概略構成を示す。露光装置EXは、スキニングステッパよりなる走査露光型の投影露光装置である。露光装置EXは、投影光学系PL(投影ユニットPU)を備えており、以下、投影光学系PLの光軸AXと平行にZ軸を取り、これに直交する面(ほぼ水平面に平行な面)内でレチクルRとウエハWとが相対走査される方向にY軸を、Z軸及びY軸に直交する方向にX軸を取って説明する。

【0066】

露光装置EXは、例えば米国特許出願公開第2003/0025890号明細書などに開示される照明系110、及び照明系110からの露光用の照明光(露光光)IL(例えば波長193nmのArFエキシマレーザ光、固体レーザ(半導体レーザなど)の高調波など)により照明されるレチクルR(マスク)を保持するレチクルステージRSTを備えている。さらに、露光装置EXは、レチクルRから射出された照明光ILをウエハW(基板)に投射する投影光学系PLを含む投影ユニットPU、ウエハWを保持するウエハステージWSTを含むステージ装置195、及び制御系等(図11参照)を備えている。

【0067】

レチクルRはレチクルステージRSTの上面に真空吸着等により保持され、レチクルRのパターン面(下面)には、回路パターンなどが形成されている。レチクルステージRSTは、例えばリニアモータ等を含む図11のレチクルステージ駆動系111によって、XY平面内で微少駆動可能であると共に、走査方向(Y方向)に指定された走査速度で駆動可能である。

【0068】

10

20

30

40

50

レチクルステージ R S T の移動面内の位置情報 (X 方向、 Y 方向の位置、及び z 方向の回転角を含む) は、レーザ干渉計よりなるレチクル干渉計 1 1 6 によって、移動鏡 1 1 5 (又は鏡面加工されたステージ端面) を介して例えば 0 . 5 ~ 0 . 1 nm 程度の分解能で常時検出される。レチクル干渉計 1 1 6 の計測値は、図 1 1 のコンピュータよりなる主制御装置 1 2 0 に送られる。主制御装置 1 2 0 は、その計測値に基づいてレチクルステージ駆動系 1 1 1 を制御することで、レチクルステージ R S T の位置及び速度を制御する。

【 0 0 6 9 】

図 9 において、レチクルステージ R S T の下方に配置された投影ユニット P U は、鏡筒 1 4 0 と、鏡筒 1 4 0 内に所定の位置関係で保持された複数の光学素子を有する投影光学系 P L とを含む。投影光学系 P L は、例えば両側テレセントリックで所定の投影倍率 (10
例えば 1 / 4 倍、 1 / 5 倍などの縮小倍率) を有する。照明系 1 1 0 からの照明光 I L によってレチクル R の照明領域 I A R が照明されると、レチクル R を通過した照明光 I L により、投影光学系 P L を介して照明領域 I A R 内のレチクル R の回路パターンの像が、ウエハ (半導体ウエハ) W の一つのショット領域の露光領域 I A (照明領域 I A R と共役な領域) に形成される。

【 0 0 7 0 】

また、露光装置 E X は、液浸法を適用した露光を行うため、投影光学系 P L を構成する最も像面側 (ウエハ W 側) の光学素子である先端レンズ 1 9 1 を保持する鏡筒 1 4 0 の下端部の周囲を取り囲むように、局所液浸装置 1 0 8 の一部を構成するノズルユニット 1 3 2 が設けられている。ノズルユニット 1 3 2 は、露光用の液体 L q (10
例えば純水) を供給するための供給管 1 3 1 A 及び回収管 1 3 1 B を介して、液体供給装置 1 8 6 及び液体回収装置 1 8 9 (図 1 1 参照) に接続されている。なお、液浸タイプの露光装置としない場合には、上記の局所液浸装置 1 0 8 は設けなくともよい。

【 0 0 7 1 】

また、ウエハステージ W S T は、不図示の複数の例えば真空予圧型空気静圧軸受 (エアパッド) を介して、ベース盤 1 1 2 の X Y 面に平行な上面 1 1 2 a に非接触で支持されている。ウエハステージ W S T は、例えば平面モータ、又は直交する 2 組のリニアモータを含むステージ駆動系 1 2 4 (図 1 1 参照) によって X 方向及び Y 方向に駆動可能である。露光装置 E X は、レチクル R のアライメントを行う空間像計測系 (不図示) 、ウエハ W のアライメントを行うアライメント系 A L (図 1 1 参照) 、照射系 9 0 a 及び受光系 9 0 b
30 よりなりウエハ W の表面の複数箇所の Z 位置を計測する斜入射方式の多点のオートフォーカスセンサ 9 0 (図 8 参照) 、及びウエハステージ W S T の位置情報を計測するためのエンコーダ装置 8 B を備えている。

【 0 0 7 2 】

ウエハステージ W S T は、 X 方向、 Y 方向に駆動されるステージ本体 1 9 1 と、ステージ本体 1 9 1 上に搭載されたウエハテーブル W T B と、ステージ本体 1 9 1 内に設けられて、ステージ本体 1 9 1 に対するウエハテーブル W T B (ウエハ W) の Z 方向の位置、及び x 方向、 y 方向のチルト角を相対的に微小駆動する Z ・レベリング機構とを備えている。ウエハテーブル W T B の中央の上部には、ウエハ W を真空吸着等によってほぼ X Y 平面に平行な吸着面上に保持するウエハホルダ (不図示) が設けられている。 40

【 0 0 7 3 】

また、ウエハテーブル W T B の上面には、ウエハホルダ上に載置されるウエハの表面とほぼ同一面となる、液体 L q に対して撥液化処理された表面 (又は保護部材) を有し、かつ外形 (輪郭) が矩形でその中央部にウエハホルダ (ウエハの載置領域) よりも一回り大きな円形の開口が形成された高平面度の平板状のプレート体 1 2 8 が設けられている。

なお、上述の局所液浸装置 1 0 8 を設けたいわゆる液浸型の露光装置の構成にあっては、さらにプレート体 1 2 8 は、図 1 0 のウエハテーブル W T B (ウエハステージ W S T) の平面図に示されるように、その円形の開口を囲む、外形 (輪郭) が矩形の表面に撥液化処理が施されたプレート部 (撥液板) 1 2 8 a と、プレート部 1 2 8 a を囲む周辺部 1 2 8 e とを有する。周辺部 1 2 8 e の上面に、プレート部 1 2 8 a を Y 方向に挟むように X 50

方向に細長い1対の2次元の回折格子12A, 12Bが配置され、プレート部128aをX方向に挟むようにY方向に細長い1対の2次元の回折格子12C, 12Dが配置されている。回折格子12A~12Dは、図1の回折格子12と同様にX方向、Y方向を周期方向とする2次元の格子パターンが形成された反射型の回折格子である。

【0074】

また、図9において、投影ユニットPUを支持するフレーム(不図示)に連結部材(不図示)を介してXY面にほぼ平行な平板状の計測フレーム150が支持されている。計測フレーム150の底面に、投影光学系PLをX方向に挟むように、図1の3軸の検出ヘッド14と同じ構成の複数の検出ヘッド14が固定され、投影光学系PLをY方向に挟むように、図1の検出ヘッド14と同じ構成の複数の検出ヘッド14が固定されている(図10参照)。また、複数の検出ヘッド14にレーザ光(計測光及び参照光)を供給するための図1のレーザ光源16と同様の一つ又は複数のレーザ光源(不図示)も備えられている。

10

【0075】

図10において、投影光学系PLからの照明光でウエハWを露光している期間では、常にY方向の一行A1内の複数の検出ヘッド14のいずれか2つが回折格子12A, 12Bに対向し、X方向の一行A2の複数の検出ヘッド14のいずれか2つが回折格子12C, 12Dに対向するように構成されている。一行A1内の各検出ヘッド14は、回折格子12A又は12Bに計測光を照射し、回折格子12A, 12Bから発生する回折光と参照光との干渉光の検出信号を対応する計測演算部42(図11参照)に供給する。これらの計測演算部42では、図1の計測演算部42と同様に、ウエハステージWSTと計測フレーム150とのX方向、Y方向、Z方向の相対位置(相対移動量)を例えば0.5~0.1nmの分解能で求めてそれぞれ計測値を切り替え部80Aに供給する。計測値切り替え部80Aでは、回折格子12A, 12Bに対向している検出ヘッド14に対応する計測演算部42から供給される相対位置の情報を主制御装置120に供給する。

20

【0076】

また、一行A2に対応する各検出ヘッド14は、回折格子12C又は12Dに計測光を照射し、回折格子12C, 12Dから発生する回折光と参照光との干渉光の検出信号を対応する計測演算部42(図8参照)に供給する。これらの計測演算部42では、図1の計測演算部42と同様に、ウエハステージWSTと計測フレーム150とのX方向、Y方向、Z方向の相対位置(相対移動量)を例えば0.5~0.1nmの分解能で求めて計測値切り替え部80Bに供給する。計測値切り替え部80Bでは、回折格子12C, 12Dに対向している検出ヘッド14に対応する計測演算部42から供給される相対位置の情報を主制御装置120に供給する。

30

【0077】

一行A1内の複数の検出ヘッド14、レーザ光源(不図示)、計測演算部42、及び回折格子12A, 12Bから3軸のエンコーダ10Aが構成され、一行A2内の複数の検出ヘッド14、レーザ光源(不図示)、計測演算部42、及び回折格子12C, 12Dから3軸のエンコーダ10Bが構成されている。そして、3軸のエンコーダ10A, 10B、及び計測値切り替え部80A, 80Bからエンコーダ装置8Bが構成されている。主制御装置120は、エンコーダ装置8Bから供給される相対位置の情報に基づいて、計測フレーム150(投影光学系PL)に対するウエハステージWSTのX方向、Y方向、Z方向の位置、及びz方向の回転角等の情報を求め、この情報に基づいてステージ駆動系124を介してウエハステージWSTを駆動する。

40

【0078】

そして、露光装置EXの露光時には、先ずレチクルR及びウエハWのアライメントが行われる。その後、レチクルRへの照明光ILの照射を開始して、投影光学系PLを介してレチクルRのパターンの一部の像をウエハWの表面の一つのショット領域に投影しつつ、レチクルステージRSTとウエハステージWSTとを投影光学系PLの投影倍率を速度比としてY方向に同期して移動(同期走査)する走査露光動作によって、そのショット領

50

域にレチクルRのパターン像が転写される。その後、ウエハステージWSTを介してウエハWをX方向、Y方向にステップ移動する動作と、上記の走査露光動作とを繰り返すことによって、液浸法でかつステップ・アンド・スキャン方式でウエハWの全部のショット領域にレチクルRのパターン像が転写される。

【0079】

この際に、エンコーダ装置8Bの検出ヘッド14においては、計測光及び回折光の光路長はレーザ干渉計に比べて短いため、検出ヘッド14を用いた計測値に対する空気揺らぎの影響が非常に小さい。従って、本実施形態のエンコーダ装置8Bは、レーザ干渉計と比較して、空気が揺らぐ程度の短い期間における計測安定性（短期安定性）が格段に優れているため、レチクルRのパターン像をウエハWに高精度に転写できる。さらに、検出ヘッド14は回折格子12A～12DのZ位置が変化しても常に高いSN比で相対移動量の上方を含む信号を検出できるため、常に高精度にウエハステージWSTを駆動できる。

10

【0080】

なお、本実施形態では、計測フレーム150側に検出ヘッド14を配置し、ウエハステージWST側に回折格子12A～12Dを配置している。この他の構成として、計測フレーム150側に回折格子12A～12Dを配置し、ウエハステージWST側に検出ヘッド14を配置してもよい。また、ウエハステージWSTの裏面に回折格子12A～12Dを配置し、ウエハステージWSTよりも定盤側に検出ヘッド14を配置してもよい。

【0081】

また、レチクルステージRSTの位置情報を求める際に、レチクル干渉計116の代わりに、又はこれと併用して本実施形態で説明したエンコーダを用いるようにしてもよい。

20

また、上記の実施形態の露光装置EX又は露光方法を用いて半導体デバイス等の電子デバイス（又はマイクロデバイス）を製造する場合、電子デバイスは、図13に示すように、電子デバイスの機能・性能設計を行うステップ221、この設計ステップに基づいたレチクル（マスク）を製作するステップ222、デバイスの基材である基板（ウエハ）を製造してレジストを塗布するステップ223、前述した実施形態の露光装置（露光方法）によりレチクルのパターンを基板（感光基板）に露光する工程、露光した基板を現像する工程、現像した基板の加熱（キュア）及びエッチング工程などを含む基板処理ステップ224、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程などの加工プロセスを含む）225、並びに検査ステップ226等を経て製造される。

30

【0082】

言い換えると、このデバイスの製造方法は、上記の実施例の露光装置EX（露光方法）を用いてレチクルのパターンの像を基板（ウエハ）に転写し、その基板を現像するリソグラフィ工程と、そのパターンの像が転写されたその基板をそのパターンの像に基づいて加工する工程（ステップ224のエッチング等）とを含んでいる。この際に、上記の実施例によれば、露光装置のウエハステージWSTの位置を高精度に制御できるため、電子デバイスを高精度に製造できる。

【0083】

また、上記の実施形態のエンコーダ10は、露光装置以外の検査装置又は計測装置等の検査又は加工対象の物体用の光学系（レーザ光を集光する光学系等）と、その物体を移動する移動装置（ステージ等）とを備えた光学装置において、その移動装置（物体）の例えばその光学系に対する相対移動量を計測するために適用することができる。

40

なお、上記の実施形態においては、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置を例に挙げて説明しているが、ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置のエンコーダにも本発明を適用することができる。

【0084】

また、照明光ILは、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）に限らず、KrFエキシマレーザ光（波長248nm）などの紫外光や、F₂レーザ光（波長157nm）などの真空紫外光であっても良い。例えば米国特許第7,023,610号明細書に開示されているように、真空紫外光としてDFB半導体レーザ又はファイバーレーザから発振され

50

る赤外域、又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（又はエルビウムとイッテルビウムの両方）がドープされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いても良い。

【0085】

また電子線又はイオンビームなどの荷電粒子線を用いる露光装置にも、上記実施形態は適用できる。

また、上述の実施形態においては、光透過性の基板上に所定の遮光パターン（又は位相パターン・減光パターン）を形成した光透過型マスク（レチクル）を用いたが、このレチクルに代えて、例えば米国特許第6,778,257号明細書に開示されているように、露光すべきパターンの電子データに基づいて、透過パターン又は反射パターン、あるいは発光パターンを形成する電子マスク（可変成形マスク、アクティブマスク、あるいはイメージジェネレータとも呼ばれ、例えば非発光型画像表示素子（空間光変調器）の一種であるDMD（Digital Micro-mirror Device）などを含む）を用いても良い。かかる可変成形マスクを用いる場合には、ウエハ又はガラスプレート等のワークピースが搭載されるステージが、可変成形マスクに対して走査されるので、このステージの位置をエンコーダシステムを用いて計測することで、上記実施形態と同等の効果を得ることができる。

【0086】

また、例えば国際公開第2001/035168号に開示されているように、干渉縞をウエハW上に形成することによって、ウエハW上にライン・アンド・スペースパターンを形成する露光装置（リソグラフィシステム）にも上記実施形態を適用することができる。

さらに、例えば米国特許第6,611,316号明細書に開示されているように、2つのレチクルパターンを、投影光学系を介してウエハ上で合成し、1回のスキャン露光によってウエハ上の1つのショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置にも上記実施形態を適用することができる。

【0087】

なお、上記実施形態でパターンを形成すべき物体（エネルギービームが照射される露光対象の物体）はウエハに限られるものでなく、ガラスプレート、セラミック基板、フィルム部材、あるいはマスクブランクスなど他の物体でも良い。

露光装置の用途としては半導体製造用の露光装置に限定されることなく、例えば、角型のガラスプレートに液晶表示素子パターンを転写する液晶用の露光装置や、有機EL、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD等）、マイクロマシン及びDNAチップなどを製造するための露光装置にも広く適用できる。また、半導体素子などのマイクロデバイスだけでなく、光露光装置、EUV露光装置、X線露光装置、及び電子線露光装置などで使用されるレチクル又はマスクを製造するために、ガラス基板又はシリコンウエハなどに回路パターンを転写する露光装置にも上記実施形態を適用できる。

【0088】

また、上述の実施形態にかかる計測装置および露光装置は、本願請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【0089】

なお、これまでの説明で引用した露光装置などに関する全ての公報、国際公開、米国特

10

20

30

40

50

許出願公開明細書及び米国特許明細書の開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

また、明細書、特許請求の範囲、図面、及び要約を含む2012年4月26日付け提出の米国特許出願US61/638,719の全ての開示内容は、そっくりそのまま引用して本願に組み込まれている。

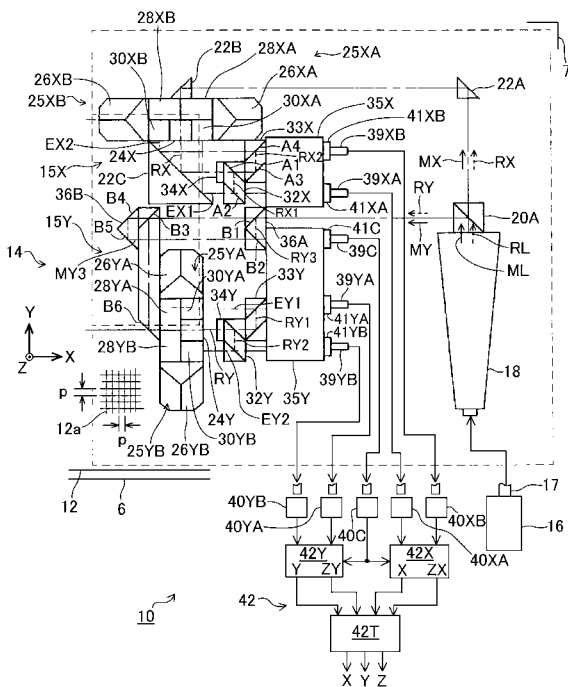
なお、本発明は上述の実施形態に限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得ることは勿論である。

【符号の説明】

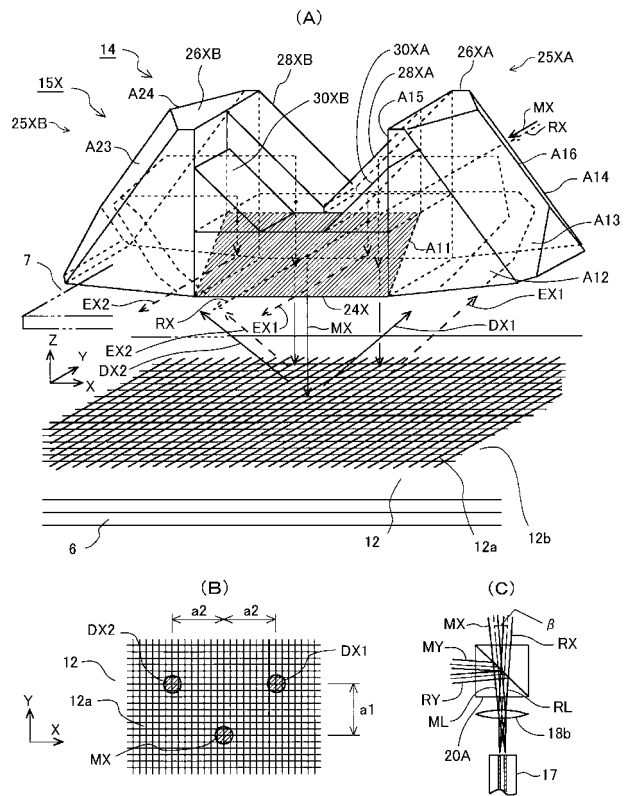
【0090】

EX...露光装置、R...レチクル、W...ウエハ、MX, MY...計測光、DX1, DY1, EX1, EY1...+1次回折光、DX2, DY2, EX2, EY2...-1次回折光、6...第1部材、7...第2部材、10...エンコーダ、12...2次元の回折格子、14...検出ヘッド、16...レーザ光源、24X, 24Y...PBS(偏光ビームスプリッター)部材、25XA, 25XB, 25YA, 25YB...反射部、26XA, 26XB, 26YA, 26YB...ルーフプリズム、40XA, 40XB, 40YA, 40YB, 40C...光電センサ、42...計測演算部

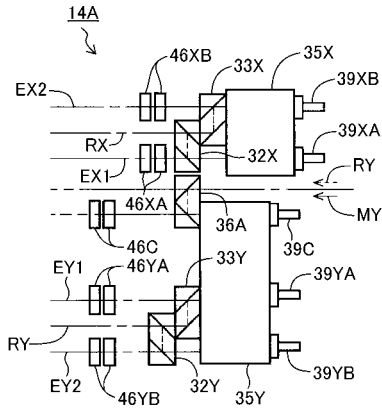
【図1】



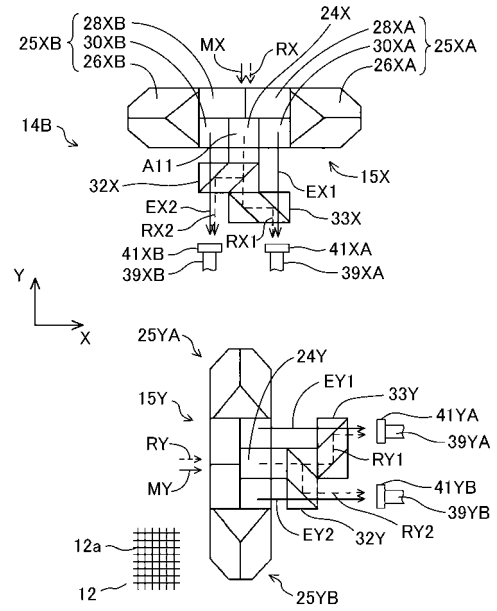
【図2】



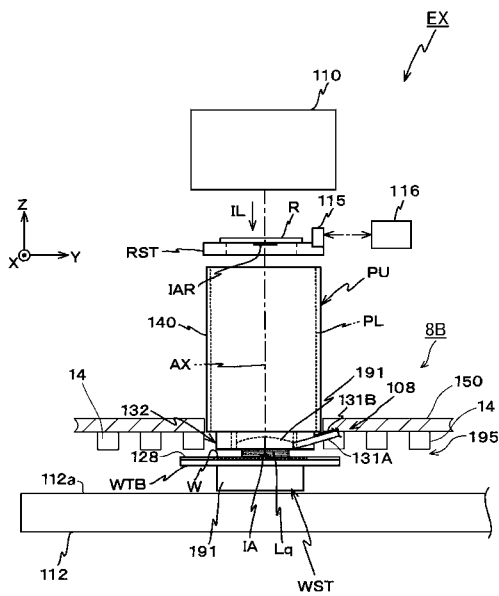
【 図 7 】



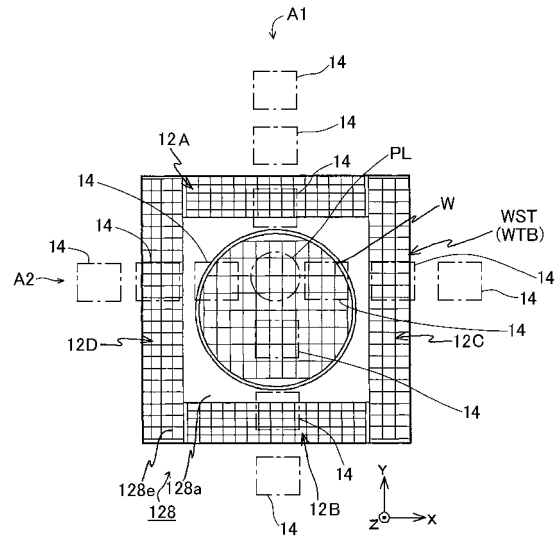
【 図 8 】



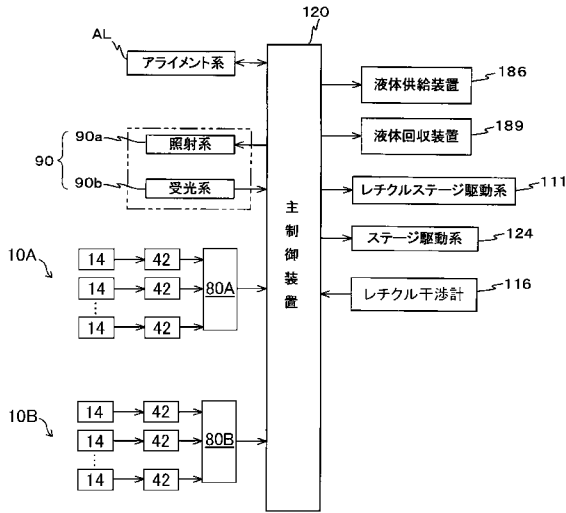
【 図 9 】



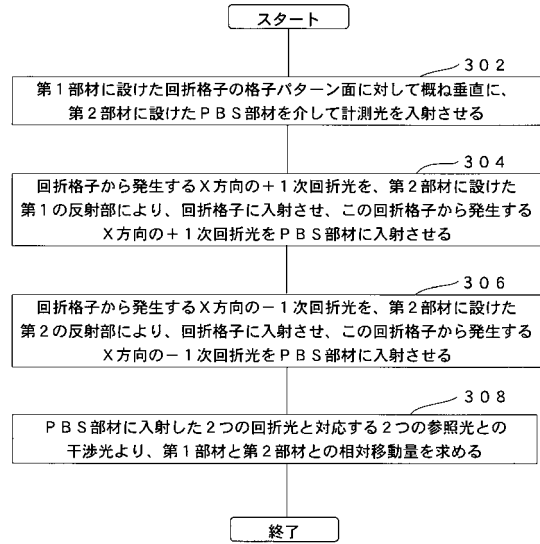
【 図 10 】



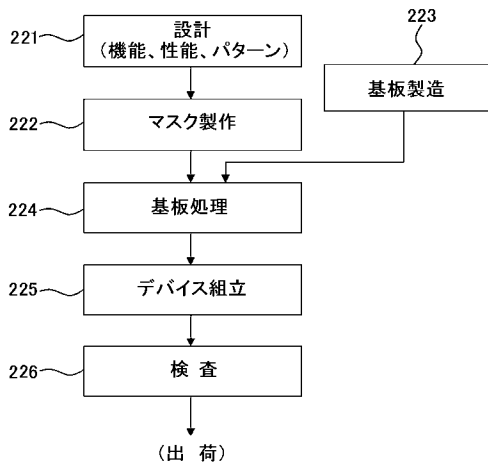
【 図 1 1 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/057309

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01D5/38(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01D5/26-38, G01B11/00-11/30, G03F7/20, G03F9/00, H01L21/027		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-70363 A (Dr. Johannes Heidenhain GmbH), 27 March 2008 (27.03.2008), paragraphs [0033] to [0046]; fig. 1a to 1d & CN 101144730 A & DE 102006042743 A & EP 1901041 A2 & US 2008/0062432 A1	12-16, 18, 24-30 1-11, 17, 19-23
A	JP 2012-49284 A (Nikon Corp.), 08 March 2012 (08.03.2012), paragraphs [0001], [0025] to [0038]; fig. 1 to 4 (Family: none)	1-30
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:		
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	
Date of the actual completion of the international search 10 June, 2013 (10.06.13)		Date of mailing of the international search report 18 June, 2013 (18.06.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/057309

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2008/029757 A1 (Nikon Corp.), 13 March 2008 (13.03.2008), entire text; all drawings & CN 101405838 A & CN 102360169 A & EP 2071613 A1 & JP 2012-169655 A & JP 5035247 B & KR 10-2009-0063179 A & SG 174102 A & SG 183736 A & TW 200830360 A & US 2008/0094593 A1 & US 2012/0127453 A1	1-30
A	JP 60-190812 A (Hitachi, Ltd.), 28 September 1985 (28.09.1985), page 3, upper right column, line 12 to page 4, upper left column, line 17; fig. 5 to 7 (Family: none)	1-30

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 5 7 3 0 9									
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01D5/38(2006.01)i											
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. G01D5/26-38, G01B11/00-11/30, G03F7/20, G03F9/00, H01L21/027											
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2013年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2013年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2013年	日本国実用新案登録公報	1996-2013年	日本国登録実用新案公報	1994-2013年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2013年										
日本国実用新案登録公報	1996-2013年										
日本国登録実用新案公報	1994-2013年										
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)											
C. 関連すると認められる文献											
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号									
X A A	JP 2008-70363 A (ドクトル・ヨハネス・ハイデンハイン・ゲゼルシヤフト・ミット・ベシユレンクテル・ハフツング) 2008.03.27, [0033]-[0046], 図 1a-1d & CN 101144730 A & DE 102006042743 A & EP 1901041 A2 & US 2008/0062432 A1 JP 2012-49284 A (株式会社ニコン) 2012.03.08, [0001], [0025]-[0038], 図 1-4 (ファミリーなし)	12-16, 18, 24-30 1-11, 17, 19-23	1-30								
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。									
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献									
国際調査を完了した日 10.06.2013		国際調査報告の発送日 18.06.2013									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官 (権限のある職員) 岡田 卓弥	2 F 9206								
		電話番号 03-3581-1101	内線 3216								

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 3 / 0 5 7 3 0 9
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2008/029757 A1 (株式会社ニコン) 2008.03.13, 全文, 全図 & CN 101405838 A & CN 102360169 A & EP 2071613 A1 & JP 2012-169655 A & JP 5035247 B & KR 10-2009-0063179 A & SG 174102 A & SG 183736 A & TW 200830360 A & US 2008/0094593 A1 & US 2012/0127453 A1	1-30
A	JP 60-190812 A (株式会社日立製作所) 1985.09.28, 3 頁右上欄 12 行-4 頁左上欄 17 行, 第 5-7 図 (ファミリーなし)	1-30

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。