

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-17501
(P2014-17501A)

(43) 公開日 平成26年1月30日(2014.1.30)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 5 G	2 F 0 6 5
HO 1 L 21/68 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 5 F	5 F 1 3 1
GO 1 B 11/00 (2006.01)	HO 1 L 21/68 F	5 F 1 4 6
	GO 1 B 11/00 G	
	HO 1 L 21/30 5 1 6 B	

審査請求 有 請求項の数 40 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2013-176208 (P2013-176208)
 (22) 出願日 平成25年8月28日 (2013. 8. 28)
 (62) 分割の表示 特願2009-116048 (P2009-116048)
 の分割
 原出願日 平成21年5月13日 (2009. 5. 13)
 (31) 優先権主張番号 61/071, 695
 (32) 優先日 平成20年5月13日 (2008. 5. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 12/463, 562
 (32) 優先日 平成21年5月11日 (2009. 5. 11)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100102901
 弁理士 立石 篤司
 (72) 発明者 金谷 有歩
 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
 Fターム(参考) 2F065 AA03 AA09 AA20 AA31 BB27
 CC00 CC20 EE00 FF16 FF48
 FF51 GG06 HH04 LL02 LL36
 LL37 LL42 NN20

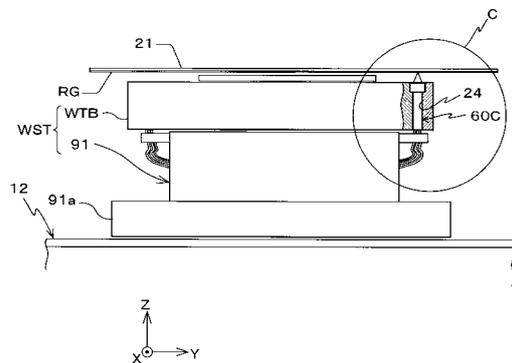
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 基板ステージを精度良く駆動制御する。
 【解決手段】 露光装置100は、基板Wを載置するテーブルWTBと、テーブルWTBを非接触で支持する本体部91と、を有し、ベース12上に配置される基板ステージWSTと、テーブルWTBに設けられ、フレームに支持されるグレーティング部RGにそれぞれ計測ビームを照射する複数のヘッド(60Cなど)を有し、複数のヘッドのうちグレーティング部と対向するヘッドによってテーブルの位置情報を計測するエンコーダシステムと、その位置情報の計測に用いられるヘッドの変位情報(または前記ヘッドの変位に起因して生じる前記エンコーダシステムの計測誤差を補償する補正情報)と、前記エンコーダシステムで計測される位置情報と、に基づいて、基板ステージWSTの駆動を制御する制御装置と、を備えている。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

投影系を介して露光ビームで基板を露光する露光装置であって、
前記投影系を支持するフレームと、
前記フレームに支持される前記投影系の下方に配置されるベースと、
前記基板を載置するテーブルと、前記テーブルを非接触で支持する本体部と、を有し、
前記ベース上に配置される基板ステージと、
前記テーブルに設けられ、前記フレームに支持されるグレーティング部にそれぞれ計測
ビームを照射する複数のヘッドを有し、前記複数のヘッドのうち前記グレーティング部と
対向するヘッドによって前記テーブルの位置情報を計測する計測装置と、
前記基板を移動するために前記基板ステージを駆動する駆動装置と、
前記位置情報の計測に用いられるヘッドの変位情報、または前記ヘッドの変位に起因し
て生じる前記計測装置の計測誤差を補償する補正情報と、前記計測装置で計測される位置
情報と、に基づいて、前記基板ステージの駆動を制御する制御装置と、を備える露光装置
。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の露光装置において、
前記変位情報は、前記計測装置による前記テーブルの位置情報の計測方向に関する、前
記テーブルでの前記ヘッドの変位情報を含む露光装置。

20

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の露光装置において、
前記グレーティング部はその下面が前記投影系の光軸と直交する所定平面と実質的に平
行となるように前記フレームに支持され、
前記変位情報は、前記所定平面と平行な方向に関する、前記テーブルでの前記ヘッドの
変位情報を含む露光装置。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記ヘッドの変位情報を計測する計測系を、さらに備え、
前記制御装置は、前記基板ステージの駆動制御のために、前記計測された変位情報を用
いる露光装置。

30

【請求項 5】

請求項 4 に記載の露光装置において、
前記計測系は、その少なくとも一部が前記ヘッドに設けられるセンサを含む露光装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 に記載の露光装置において、
前記計測系は、前記変位情報を非接触で計測する非接触センサを含む露光装置。

【請求項 7】

請求項 4 に記載の露光装置において、
前記計測系は、前記基板ステージの加速度に関する情報を計測するセンサを含む露光装
置。

40

【請求項 8】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記変位情報は、前記基板ステージの駆動情報を含む露光装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記テーブルの位置情報を計測する、前記計測装置と異なる計測装置を、さらに備え、
前記変位情報は、前記異なる計測装置の計測情報から決定される露光装置。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記変位情報又は前記補正情報は事前に取得されており、

50

前記制御装置は、前記事前に取得された変位情報又は補正情報を前記基板ステージの駆動制御に用いる露光装置。

【請求項 1 1】

請求項 1 ~ 1 0 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記グレーティング部は反射型の 2 次元格子を有し、前記投影系を囲み、かつ前記投影系の光軸と直交する所定平面と実質的に平行に配置される露光装置。

【請求項 1 2】

請求項 1 1 に記載の露光装置において、

前記複数のヘッドは、前記テーブルの 4 つのコーナー部にそれぞれ配置されるヘッドを含む露光装置。

10

【請求項 1 3】

請求項 1 1 に記載の露光装置において、

前記複数のヘッドは、前記テーブルに載置される基板を挟んで、2 つの対角線上にそれぞれ一対ずつ配置される 4 つのヘッドを含む露光装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 ~ 1 3 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記基板ステージの駆動中、前記複数のヘッドのうち前記グレーティング部と対向する少なくとも 3 つのヘッドによって前記テーブルの位置情報が計測され、

前記制御装置は、前記変位情報又は前記補正情報に基づいて前記計測された位置情報を補正しつつ、前記基板ステージの駆動を制御する露光装置。

20

【請求項 1 5】

請求項 1 ~ 1 4 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記駆動装置は、前記本体部に対して前記テーブルを移動する駆動機構と、前記本体部と前記ベースとの一方に磁石ユニットが設けられ、かつ前記本体部と前記ベースとの他方にコイルユニットが設けられる平面モータと、を有し、前記平面モータによって前記基板ステージを前記ベース上で移動する露光装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 5 に記載の露光装置において、

前記平面モータは、前記磁石ユニットが前記本体部に設けられるムービングマグネット方式である露光装置。

30

【請求項 1 7】

請求項 1 5 又は 1 6 に記載の露光装置において、

前記基板ステージは、前記平面モータによって前記ベース上で磁気浮上される露光装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 ~ 1 7 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記投影系から離れて配置され、前記基板のマークを検出するマーク検出系と、

前記マーク検出系を囲んで配置される、前記グレーティング部と異なるグレーティング部と、を備え、

前記計測装置は、前記マーク検出系による前記マークの検出において、前記複数のヘッドのうち前記異なるグレーティング部に対向するヘッドによって前記テーブルの位置情報を計測する露光装置。

40

【請求項 1 9】

請求項 1 ~ 1 8 のいずれか一項に記載の露光装置において、

前記露光ビームで照明されるパターンを有するマスクを保持するマスクステージを、さらに備え、

前記計測装置は、前記マスクステージの位置情報を計測するエンコーダシステムを有する露光装置。

【請求項 2 0】

デバイス製造方法であって、

請求項 1 ~ 1 9 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて基板を露光することと、

50

前記露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

【請求項 2 1】

投影系を介して露光ビームで基板を露光する露光方法であって、

前記投影系の下方に配置されるベース上で、前記基板を載置するテーブルと、前記テーブルを非接触で支持する本体部と、を有する基板ステージを駆動することと、

前記テーブルに設けられ、前記投影系を保持するフレームに支持されるグレーティング部にそれぞれ計測ビームを照射する複数のヘッドを有する計測装置の、前記複数のヘッドのうち前記グレーティング部と対向するヘッドによって、前記テーブルの位置情報を計測することと、

前記位置情報の計測に用いられるヘッドの変位情報、または前記ヘッドの変位に起因して生じる前記計測装置の計測誤差を補償する補正情報と、前記計測装置で計測される位置情報と、に基づいて、前記基板ステージの駆動を制御することと、を含む露光方法。

10

【請求項 2 2】

請求項 2 1 に記載の露光方法において、

前記変位情報は、前記計測装置による前記テーブルの位置情報の計測方向に関する、前記テーブルでの前記ヘッドの変位情報を含む露光方法。

【請求項 2 3】

請求項 2 1 又は 2 2 に記載の露光方法において、

前記グレーティング部はその下面が前記投影系の光軸と直交する所定平面と実質的に平行となるように前記フレームに支持され、

20

前記変位情報は、前記所定平面と平行な方向に関する、前記テーブルでの前記ヘッドの変位情報を含む露光方法。

【請求項 2 4】

請求項 2 1 ~ 2 3 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記ヘッドの変位情報は計測系によって計測され、

前記基板ステージの駆動制御のために、前記計測された変位情報が用いられる露光方法

【請求項 2 5】

請求項 2 4 に記載の露光方法において、

前記変位情報は、少なくとも一部が前記ヘッドに設けられるセンサによって計測される露光方法。

30

【請求項 2 6】

請求項 2 4 又は 2 5 に記載の露光方法において、

前記変位情報は、非接触センサによって計測される露光方法。

【請求項 2 7】

請求項 2 4 に記載の露光方法において、

前記変位情報は、前記基板ステージの加速度に関する情報を含む露光方法。

【請求項 2 8】

請求項 2 1 ~ 2 3 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記変位情報は、前記基板ステージの駆動情報を含む露光方法。

40

【請求項 2 9】

請求項 2 1 ~ 2 3 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記変位情報は、前記計測装置と異なる計測装置によって計測される前記テーブルの位置情報から決定される露光方法。

【請求項 3 0】

請求項 2 1 ~ 2 3 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記変位情報又は前記補正情報は事前に取得されており、

前記事前に取得された変位情報又は補正情報が前記基板ステージの駆動制御に用いられる露光方法。

【請求項 3 1】

50

請求項 2 1 ~ 3 0 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記グレーティング部は反射型の 2 次元格子を有し、前記投影系を囲み、かつ前記投影系の光軸と直交する所定平面と実質的に平行に配置される露光方法。

【請求項 3 2】

請求項 3 1 に記載の露光方法において、
前記複数のヘッドは、前記テーブルの 4 つのコーナー部にそれぞれ配置されるヘッドを含む露光方法。

【請求項 3 3】

請求項 3 1 に記載の露光方法において、
前記複数のヘッドは、前記テーブルに載置される基板を挟んで、2 つの対角線上にそれぞれ一対ずつ配置される 4 つのヘッドを含む露光方法。

10

【請求項 3 4】

請求項 3 1 ~ 3 3 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記基板ステージの駆動中、前記複数のヘッドのうち前記グレーティング部と対向する少なくとも 3 つのヘッドによって前記テーブルの位置情報が計測され、
前記変位情報又は前記補正情報に基づいて前記計測された位置情報を補正しつつ、前記基板ステージの駆動を制御する露光方法。

【請求項 3 5】

請求項 2 1 ~ 3 4 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記テーブルは、前記本体部に対して移動され、
前記基板ステージは、前記本体部と前記ベースとの一方に磁石ユニットが設けられ、かつ前記本体部と前記ベースとの他方にコイルユニットが設けられる平面モータによって移動される露光方法。

20

【請求項 3 6】

請求項 3 5 に記載の露光方法において、
前記平面モータは、前記磁石ユニットが前記本体部に設けられるムービングマグネット方式である露光方法。

【請求項 3 7】

請求項 3 5 又は 3 6 に記載の露光方法において、
前記基板ステージは、前記平面モータによって前記ベース上で磁気浮上される露光方法

30

【請求項 3 8】

請求項 2 1 ~ 3 7 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記投影系から離れて配置されるマーク検出系によって前記基板のマークが検出され、
前記マーク検出系による前記マークの検出において、前記複数のヘッドのうち、前記マーク検出系を囲んで配置される、前記グレーティング部と異なるグレーティング部に対向するヘッドによって、前記テーブルの位置情報が計測される露光方法。

【請求項 3 9】

請求項 2 1 ~ 3 8 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記複数のヘッドと異なるエンコーダシステムによって、前記露光ビームで照明されるパターンを有するマスクを保持するマスクステージの位置情報が計測される露光方法。

40

【請求項 4 0】

デバイス製造方法であって、
請求項 2 1 ~ 3 9 のいずれか一項に記載の露光方法を用いて基板を露光することと、
前記露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法に係り、更に詳しくは、投影系を介して露光ビームで基板を露光する露光装置及び露光方法、並びに前記露光装置又

50

は前記露光方法を用いるデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、半導体素子（集積回路等）、液晶表示素子等の電子デバイス（マイクロデバイス）を製造するリソグラフィ工程では、ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（いわゆるステッパ）、あるいはステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置（いわゆるスキャンング・ステッパ（スキャナとも呼ばれる））などが、主として用いられている。

【0003】

将来的に、半導体素子は更に高集積化し、これに伴ってウエハ上に形成すべき回路パターンが微細化することは確実であり、半導体素子の大量生産装置である露光装置には、ウエハ等の位置検出精度の更なる向上が要請される。

【0004】

例えば、特許文献1には、基板テーブル上にエンコーダタイプのセンサ（エンコーダヘッド）が搭載された露光装置が開示されている。しかるに、基板テーブル上にエンコーダヘッドを搭載する場合、基板テーブルが動く（基板テーブルに加速度が加えられる）ことにより、基板テーブルに対するエンコーダヘッドの設置位置及び/又は設置姿勢が変化し、そのエンコーダヘッドを用いた基板テーブルの位置計測の精度が損なわれるおそれがあった。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】米国特許出願公開第2006/0227309号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明は、上述した事情の下になされたもので、その第1の態様によれば、投影系を介して露光ビームで基板を露光する露光装置であって、前記投影系を支持するフレームと、前記フレームに支持される前記投影系の下方に配置されるベースと、前記基板を載置するテーブルと、前記テーブルを非接触で支持する本体部と、を有し、前記ベース上に配置される基板ステージと、前記テーブルに設けられ、前記フレームに支持されるグレーティング部にそれぞれ計測ビームを照射する複数のヘッドを有し、前記複数のヘッドのうち前記グレーティング部と対向するヘッドによって前記テーブルの位置情報を計測する計測装置と、前記基板を移動するために前記基板ステージを駆動する駆動装置と、前記位置情報の計測に用いられるヘッドの変位情報、または前記ヘッドの変位に起因して生じる前記計測装置の計測誤差を補償する補正情報と、前記計測装置で計測される位置情報と、に基づいて、前記基板ステージの駆動を制御する制御装置と、を備える露光装置が、提供される。

【0007】

これによれば、制御装置により、計測装置で計測されるテーブルの位置情報と、その位置情報の計測に用いられるヘッドの変位情報、または前記ヘッドの変位に起因して生じる前記計測装置の計測誤差を補償する補正情報と、に基づいて、基板ステージの駆動が制御される。これにより、基板ステージの駆動に伴い、ヘッドがテーブルに対して移動した場合であっても、高精度な基板テーブルの位置情報の計測、ひいては高精度な基板ステージの駆動制御が可能となる。

【0008】

本発明の第2の態様によれば、デバイス製造方法であって、本発明の露光装置を用いて基板を露光することと、前記露光された基板を現像することと；を含むデバイス製造方法が提供される。

【0009】

10

20

30

40

50

本発明の第3の態様によれば、投影系を介して露光ビームで基板を露光する露光方法であって、前記投影系の下方に配置されるベース上で、前記基板を載置するテーブルと、前記テーブルを非接触で支持する本体部と、を有する基板ステージを駆動することと、前記テーブルに設けられ、前記投影系を保持するフレームに支持されるグレーティング部にそれぞれ計測ビームを照射する複数のヘッドを有する計測装置の、前記複数のヘッドのうち前記グレーティング部と対向するヘッドによって、前記テーブルの位置情報を計測することと、前記位置情報の計測に用いられるヘッドの変位情報、または前記ヘッドの変位に起因して生じる前記計測装置の計測誤差を補償する補正情報と、前記計測装置で計測される位置情報と、に基づいて、前記基板ステージの駆動を制御することと、を含む露光方法が提供される。

10

【0010】

これによれば、基板ステージの駆動を制御することでは、計測することで計測されるテーブルの位置情報と、その位置情報の計測に用いられるヘッドの変位情報、または前記ヘッドの変位に起因して生じる前記計測装置の計測誤差を補償する補正情報と、に基づいて、基板ステージの駆動が制御される。これにより、基板ステージの駆動に伴い、ヘッドがテーブルに対して移動した場合であっても、高精度なテーブルの位置情報の計測、ひいては高精度な基板ステージの駆動制御が可能となる。

【0011】

本発明の第4の態様によれば、本発明の露光方法を用いて基板を露光することと、前記露光された基板を現像することと、を含むデバイス製造方法が提供される。

20

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】一実施形態の露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】エンコーダヘッド及び干渉計の配置を説明するための図である。

【図3】図1のウエハステージを一部破碎して示す拡大図である。

【図4】図3の円C内の一部を拡大して示す図である。

【図5】ヘッドの内部構成を説明するための図である。

【図6】図1の露光装置におけるステージ制御に関連する制御系の主要な構成を示すブロック図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0013】

以下、本発明の一実施形態について、図1～図6に基づいて説明する。

【0014】

図1には、一実施形態の露光装置100の概略構成が示されている。露光装置100は、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置、すなわち、いわゆるスキャナである。後述するように、本実施形態では投影光学系PLが設けられており、以下においては、この投影光学系PLの光軸AXと平行な方向をZ軸方向、これに直交する面内でレチクルとウエハとが相対走査される方向をY軸方向、Z軸及びY軸に直交する方向をX軸方向とし、X軸、Y軸、及びZ軸回りの回転（傾斜）方向をそれぞれx、y、及びz方向として説明を行なう。

40

【0015】

露光装置100は、照明系10、レチクルRを保持するレチクルステージRST、投影ユニットPU、ウエハWが載置されるウエハステージWSTを含むウエハステージ装置50、及びこれらの制御系等を備えている。

【0016】

照明系10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ように、光源と、オプティカルインテグレート等を含む照度均一化光学系、及びレチクルブラインド等（いずれも不図示）を有する照明光学系とを含む。照明系10は、レチクルブラインド（マスキングシステム）で規定されたレチクルR上のスリット状の照明領域IARを照明光（露光光）ILによりほぼ均一な照度で照明する。ここで、照明光

50

ILとしては、一例としてArFエキシマレーザ光（波長193nm）が用いられている。

【0017】

レチクルステージRST上には、回路パターンなどがそのパターン面（図1における下面）に形成されたレチクルRが、例えば真空吸着により固定されている。レチクルステージRSTは、例えばリニアモータ等を含むレチクルステージ駆動系11（図1では不図示、図6参照）によって、XY平面内で微小駆動可能であるとともに、走査方向（図1における紙面内左右方向であるY軸方向）に所定の走査速度で駆動可能となっている。

【0018】

レチクルステージRSTのXY平面（移動面）内の位置情報（z方向の位置（以下ではz回転量とも呼ぶ）の情報を含む）は、図1に示される、移動鏡15（実際には、Y軸方向に直交する反射面を有するY移動鏡（あるいは、レトロリフレクタ）とX軸方向に直交する反射面を有するX移動鏡とが設けられている）に測長ビームを照射するレチクルレーザ干渉計（以下、「レチクル干渉計」という）16によって例えば0.25nm程度の分解能で常時検出される。なお、例えば米国特許出願公開第2007/0288121号明細書などに開示されているエンコーダシステムを、レチクル干渉計16の代わりに、あるいはそれと組み合わせて用いて、レチクルRの少なくとも3自由度方向の位置情報を計測しても良い。

【0019】

投影ユニットPUは、レチクルステージRSTの図1における下方（-Z側）に配置され、不図示のボディの一部を構成するメインフレーム（メトロロジーフレーム）に保持されている。投影ユニットPUは、鏡筒40と、該鏡筒40に保持された複数の光学素子から成る投影光学系PLとを有している。投影光学系PLとしては、例えば、Z軸方向と平行な光軸AXに沿って配列された複数の光学素子（レンズエレメント）からなる屈折光学系が用いられている。投影光学系PLは、例えば両側テレセントリックで、所定の投影倍率（例えば1/4倍、1/5倍又は1/8倍など）を有する。このため、照明系10からの照明光ILによって照明領域IARが照明されると、投影光学系PLの第1面（物体面）とパターン面がほぼ一致して配置されるレチクルRを通過した照明光ILにより、投影光学系PLを介してその照明領域IAR内のレチクルRの回路パターンの縮小像（回路パターンの一部の縮小像）が、投影光学系PLの第2面（像面）側に配置される、表面にレジスト（感応剤）が塗布されたウエハW上の前記照明領域IARに共役な領域（露光領域）IAに形成される。そして、レチクルステージRSTとウエハステージWSTとの同期駆動によって、照明領域IAR（照明光IL）に対してレチクルRを走査方向（Y軸方向）に相対移動するとともに、露光領域（照明光IL）に対してウエハWを走査方向（Y軸方向）に相対移動することで、ウエハW上の1つのショット領域（区画領域）の走査露光が行われ、このショット領域にレチクルRのパターンが転写される。すなわち、本実施形態では照明系10、及び投影光学系PLによってウエハW上にレチクルRのパターンが生成され、照明光ILによるウエハW上の感応層（レジスト層）の露光によってウエハW上にそのパターンが形成される。

【0020】

なお、メインフレームは、従来用いられている門型、及び例えば米国特許出願公開第2008/0068568号明細書などに開示される吊り下げ支持型のいずれであっても良い。

【0021】

鏡筒40の-Z側端部の周囲には、例えば鏡筒40の下端面とほぼ同一面となる高さで、スケール板21がXY平面に平行に配置されている。スケール板21は、本実施形態では、この一部に鏡筒40の-Z側端部が挿入される円形の開口、及び後述するアライメント系の-Z側端部が挿入される円形の開口を有する矩形のプレートから成り、不図示のボディの一部に吊り下げ支持されている。本実施形態では、投影ユニットPUを支持する不図示のメインフレーム（メトロロジーフレーム）にスケール板21が吊り下げ支持されて

10

20

30

40

50

いる。スケール板 21 の下面（-Z 側の面）には、2次元グレーティングとして、Y 軸方向を周期方向とする所定ピッチ、例えば $1\ \mu\text{m}$ の格子と、X 軸方向を周期方向とする所定ピッチ、例えば $1\ \mu\text{m}$ の格子とから成る反射型の 2次元回折格子 RG（図 4 及び図 5 参照）が形成されている。この回折格子 RG は、ウエハステージ WST の移動範囲をカバーしている。

【0022】

ウエハステージ装置 50 は、床面上に複数（例えば 3 つ又は 4 つ）の防振機構（図示省略）によってほぼ水平に支持されたステージベース 12、該ステージベース 12 上に配置されたウエハステージ WST、該ウエハステージ WST を駆動するウエハステージ駆動系 27（図 1 では一部のみ図示、図 6 参照）、及びウエハステージ WST（ウエハテーブル WTB）の位置情報を計測する計測系を備えている。計測系は、図 6 に示される、エンコーダシステム 70 及びウエハレーザ干渉計システム 18 等を備えている。なお、エンコーダシステム 70 及びウエハレーザ干渉計システム 18 については、さらに後述する。

10

【0023】

ステージベース 12 は、平板状の外形を有する部材からなり、その上面は平坦度が非常に高く仕上げられ、ウエハステージ WST の移動の際のガイド面とされている。ステージベース 12 の内部には、XY 二次元方向を行方向、列方向としてマトリックス状に配置された複数のコイル 14a を含む、コイルユニットが収容されている。

【0024】

ウエハステージ WST は、図 1 に示されるように、ステージ本体 91 と、該ステージ本体 91 の上方に配置され、不図示の Z・チルト駆動機構によって、ステージ本体 91 に対して非接触で支持されたウエハテーブル WTB とを有している。この場合、ウエハテーブル WTB は、Z・チルト駆動機構によって、電磁力等の上向き（斥力）と、自重を含む下向き（引力）との釣り合いを 3 点で調整することで、非接触で支持されるとともに、Z 軸方向、x 方向、及び y 方向の 3 自由度方向に微小駆動される。ステージ本体 91 の底部には、スライダ部 91a が設けられている。スライダ部 91a は、XY 平面内で XY 二次元配列された複数の磁石から成る磁石ユニットと、該磁石ユニットを収容する筐体と、該筐体の底面の周囲に設けられた複数のエアベアリングとを有している。磁石ユニットは、前述のコイルユニットとともに、例えば米国特許第 5,196,745 号明細書などに開示されるローレンツ電磁力駆動による平面モータ 30 を構成している。なお、平面モータ 30 としては、ローレンツ電磁力駆動方式に限らず、可変磁気抵抗駆動方式の平面モータを用いることもできる。

20

30

【0025】

ウエハステージ WST は、上記複数のエアベアリングによってステージベース 12 上に所定のクリアランス、例えば数 μm 程度のクリアランスを介して浮上支持され、平面モータ 30 によって、X 軸方向、Y 軸方向及び z 方向に駆動される。従って、ウエハテーブル WTB（ウエハ W）は、ステージベース 12 に対して、6 自由度方向に移動可能である。なお、平面モータ 30 によってウエハステージ WST を 6 自由度方向に駆動しても良い。

【0026】

本実施形態では、コイルユニットを構成する各コイル 14a に供給される電流の大きさ及び方向が、主制御装置 20 によって制御される。平面モータ 30 と、前述の Z・チルト駆動機構とを含んで、図 6 のウエハステージ駆動系 27 が構成されている。なお、平面モータ 30 はムービングマグネット方式に限らず、ムービングコイル方式でも良い。また、平面モータ 30 として、磁気浮上方式の平面モータを用いても良い。この場合、前述のエアベアリングを設けなくても良い。また、ウエハテーブル WTB を、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向の少なくとも 1 つの方向に微動可能としても良い。すなわち、ウエハステージ WST を粗微動ステージにより構成しても良い。

40

【0027】

ウエハテーブル WTB 上には、不図示のウエハホルダを介してウエハ W が載置され、不

50

図示のチャック機構によって例えば真空吸着（又は静電吸着）され、固定されている。また、ウエハテーブルW T Bの+ Y側の面（+ Y端面）及び- X側の面（- X端面）には、それぞれ鏡面加工が施され、図2に示されるように、後述するウエハレーザ干渉計システムで用いられる、反射面17 a, 17 bが形成されている。

【0028】

エンコーダシステム70は、ウエハステージW S TのX Y平面内の位置情報（z回転量の情報を含む）を計測する。ここで、エンコーダシステム70の構成等について詳述する。

【0029】

ウエハテーブルW T Bには、図2の平面図に示されるように、その4隅にそれぞれエンコーダヘッド（以下、適宜、ヘッドと略述する）60 A, 60 B, 60 C, 60 Dが取り付けられている。これらのヘッド60 A ~ 60 Dは、図3にヘッド60 Cを代表的に採り上げて示されるように、ウエハテーブルW T Bにそれぞれ形成されたZ軸方向の貫通孔24の内部に収容されている。

10

【0030】

ウエハテーブルW T B上面の一方の対角線上に位置する一対のヘッド60 A, 60 Cは、Y軸方向を計測方向とするヘッドである。また、ウエハテーブルW T B上面のもう一方の対角線上に位置する一対のヘッド60 B, 60 Dは、X軸方向を計測方向とするヘッドである。ヘッド60 A ~ 60 Dのそれぞれとしては、例えば米国特許第7, 238, 931号明細書、及び国際公開第2007/083758号などに開示されるヘッド（エンコーダ）と同様の構成のものが用いられている。ただし、本実施形態では、後述するように光源及び光検出器は各ヘッドの外部に設けられ、光学系のみが各ヘッドの内部に設けられている。そして、光源及び光検出器と、光学系とは、後述する光ファイバを介して光学的に接続されている。

20

【0031】

ヘッド60 A, 60 Cは、スケール板21に計測ビーム（計測光）を照射し、スケール板21表面（下面）に形成されたY軸方向を周期方向とする格子からの回折ビームを受光して、ウエハステージW S TのY軸方向の位置を計測するYリニアエンコーダ（以下、適宜、Yエンコーダ又はエンコーダと略述する）70 A, 70 C（図6参照）をそれぞれ構成する。また、ヘッド60 B, 60 Dは、スケール板21に計測ビームを照射し、スケール板21表面に形成されたX軸方向を周期方向とする格子からの回折ビームを受光して、ウエハステージW S TのX軸方向の位置を計測するXリニアエンコーダ（以下、適宜、エンコーダと略述する）70 B, 70 D（図6参照）をそれぞれ構成する。

30

【0032】

本実施形態では、図3の円C内の一部を拡大した図4に示されるように、ヘッド60 Cは、幅及び奥行きに比べて高さが低い四角柱状（すなわち直方体状）の光学系収容部22 aと、該光学系収容部22 aの下方にY軸方向に延設された所定長さの四角柱状のファイバ収容部22 bとの2部分を有するハウジング22を有している。光学系収容部22 aは、ファイバ収容部22 bより外側に周囲全体に渡り一部が張り出している。前述の貫通孔24は、図4に示されるように、ハウジング22の形状に応じた形状に形成されている。そして、ハウジング22は、上記張り出し部の下面が、貫通孔24の段部に当接する状態で、ウエハテーブルW T Bに取り付けられている。この場合、ハウジング22の貫通孔24内部への挿入を容易にするため、貫通孔24の内壁面とハウジング22の外周面との間には、所定のクリアランスが形成される程度に、両者の寸法が設定されている。

40

【0033】

ハウジング22には、光ファイバ62 a, 62 b及び62 cの一端が、それぞれ接続されている。光ファイバ62 a, 62 b, 62 cは、ファイバ収容部22 bの下端、すなわちウエハテーブルW T Bの下面の近傍で、ステージ本体91の上端部に突設されたファイバ保持部28によって、ウエハテーブルW T Bがステージ本体91に対して微小駆動されても、それらに応力が加わらないように、保持されている。

50

【0034】

光ファイバ62aは送光用ファイバであり、その他端はステージ本体91に設けられた光源（不図示）、例えば半導体レーザなどに光学的に接続されている。また、光ファイバ62b, 62cは受光用ファイバであり、それぞれ他端はステージ本体91に設けられた第1、第2受光系（不図示）に光学的に接続されている。第1、第2受光系は、それぞれ、偏光子（検光子）及び光検出器、例えばフォトマルチプライヤ・チューブなどを含む。なお、光ファイバ62a, 62b, 62cのハウジング22内部の構成については後述する。

【0035】

ここで、ヘッド60Cのハウジング22内部に収容された光学系の構成などについて、図5に基づいて説明する。

10

【0036】

光学系収容部22aの内部には、図5に示されるように、例えば、その分離面がXZ平面と平行である偏光ビームスプリッタPBS、一对の反射ミラーR1a, R1b、レンズL2a, L2b、四分の一波長板（以下、 $\lambda/4$ 板と表記する）WP1a, WP1b、及び反射ミラーR2a, R2b等が、所定の位置関係で、不図示の支持部材などを介して、ハウジング22に固定されて成る主光学系64と、副光学系64₀（詳細については後述する）とが、収容されている。

【0037】

光ファイバ62aは、図5に示されるように、ハウジング22の内部で、第1部分62a₁と第2部分62a₂とに分離されており、第1部分62a₁と第2部分62a₂とは、ビームスプリッタBSを介して光学的に接続されている。ビームスプリッタBSは、入射面を光ファイバ62aの第2部分62a₂の一端側の端面に対向させ、射出面を光ファイバ62aの第1部分62a₁の他端側の端面に対向させた状態で、不図示の支持部材を介してハウジング22に固定されている。

20

【0038】

光学系64の偏光ビームスプリッタPBSの入射面に対向して光ファイバ62aの第1部分62a₁の一端側の端面が配置され、偏光ビームスプリッタPBSの射出面に対向して光ファイバ62bの一端側の端面が配置されている。

【0039】

ヘッド60C（Yエンコーダ70C）において、ステージ本体91に設けられた光源（不図示）からレーザビームLBが射出され、光ファイバ62a（より正しくは、第2部分62a₂、ビームスプリッタBS、及び第1部分62a₁）を介して偏光ビームスプリッタPBSに入射し、偏光分離により2つの計測ビームLB₁, LB₂となる。偏光ビームスプリッタPBSを透過した計測ビームLB₁は反射ミラーR1aを介してスケール板21に到達し、偏光ビームスプリッタPBSで反射された計測ビームLB₂は反射ミラーR1bを介してスケール板21に到達する。なお、ここで「偏光分離」とは、入射ビームをP偏光成分とS偏光成分に分離することを意味する。

30

【0040】

計測ビームLB₁, LB₂の照射によって回折格子RGから発生する所定次数の回折ビーム、例えば1次回折ビームは、それぞれレンズL2a, L2bを介して、 $\lambda/4$ 板WP1a, WP1bにより円偏光に変換された後、反射ミラーR2a, R2bにより反射されて再度 $\lambda/4$ 板WP1a, WP1bを通り、往路と同じ光路を逆方向に辿って偏光ビームスプリッタPBSに達する。

40

【0041】

偏光ビームスプリッタPBSに達した2つの1次回折ビームは、各々この偏光方向が元の方向に対して90度回転している。このため、先に偏光ビームスプリッタPBSを透過した計測ビームLB₁の1次回折ビームは、偏光ビームスプリッタPBSで反射される。先に偏光ビームスプリッタPBSで反射された計測ビームLB₂の1次回折ビームは、偏光ビームスプリッタPBSを透過する。そして、計測ビームLB₁, LB₂それぞれの1次

50

回折ビームは同軸上に合成され、合成ビーム LB_{12} として、光ファイバ 62b に入射する。合成ビーム LB_{12} は、光ファイバ 62b を介して、ステージ本体 91 に設けられた第 1 受光系（不図示）に送光される。

【0042】

第 1 受光系（不図示）の内部では、合成ビーム LB_{12} として合成されたビーム LB_1 、 LB_2 の 1 次回折ビームが例えば検光子によって偏光方向が揃えられ、相互に干渉して干渉光となり、この干渉光が光検出器によって検出され、干渉光の強度に応じた電気信号に変換される。ここで、計測方向（この場合、Y 軸方向）に関する、ウエハステージ WST の移動によるヘッド 60C とスケール板 21 との相対移動によって 2 つのビーム間の位相差が変化して干渉光の強度が変化する。この干渉光の強度の変化が、受光系（不図示）によって検出され、この強度変化に応じた位置情報が Y エンコーダ 70C の主計測値として主制御装置 20（図 6 参照）に出力される。

10

【0043】

上の説明からわかるように、Y エンコーダ 70C（エンコーダヘッド 60C）では、ビーム LB_1 、 LB_2 の空気中での光路長が極短いため、空気揺らぎの影響がほとんど無視できる。

【0044】

その他のヘッド 60A、60B、60D（エンコーダ 70A、70B、70D）等も、ヘッド 60C（エンコーダ 70C）と同様にして構成されている。

【0045】

前述のようにウエハテーブル WTB 上にヘッドを搭載する場合、ウエハテーブル WTB が動くこと（ウエハテーブル WTB に加速度が加えられること）等により、ヘッドの位置が設計位置からずれたり、この姿勢が基準姿勢から変化したりする蓋然性が高く、かかるヘッドの位置（姿勢を含む）の変化は、エンコーダシステム 70 によるウエハテーブル WTB（ウエハステージ WST）の位置計測の誤差要因となる。そこで、本実施形態では、ヘッド 60A～60D のそれぞれに、ウエハテーブル WTB に対するヘッドの位置及び姿勢の変化を計測するための、前述の副光学系 64₀ が設けられている。

20

【0046】

ここで、図 5 に示される、ヘッド 60C のハウジング 22 内部の副光学系 64₀ を代表的に取り上げて、副光学系の構成などについて説明する。

30

【0047】

ハウジング 22 のファイバ収容部 22b の内部には、XY 平面及び XZ 平面と 45 度をなす分離面を有する偏光ビームスプリッタ PBS_0 、 $\lambda/4$ 板 WP、 WP_0 、及び参照ミラー RM_0 等が、所定の位置関係で、不図示の支持部材などを介して、ハウジング 22 に固定されて成る副光学系 64₀ が、収容されている。

【0048】

前述したビームスプリッタ BS により、光ファイバ 62a の第 2 部分 62a₂ を介して導光されるレーザビーム LB は、主光学系 64 に対する入射ビームと、計測ビーム LB_0 とに分岐される。計測ビーム LB_0 は、副光学系 64₀ の偏光ビームスプリッタ PBS_0 に入射し、偏光分離されて測長ビームと参照ビームとなる。測長ビームは偏光ビームスプリッタ PBS_0 で反射され、Y 軸に平行な光路に沿って、 $\lambda/4$ 板 WP を通り、ファイバ収容部 22b（ハウジング 22）に設けられた開口部（又は光透過部）を介して、ウエハテーブル WTB の貫通孔 24 の +Y 側の内壁面に入射する。

40

【0049】

ウエハテーブル WTB の貫通孔 24 の +Y 側の内壁面には、鏡面加工が施されて、Y 軸に垂直な反射面 RM が形成されている。従って、測長ビームは反射面 RM で反射され、元の光路を逆に辿って偏光ビームスプリッタ PBS_0 に戻る。この際、測長ビームは、 $\lambda/4$ 板 WP を 2 度通ることで、その偏光方向は元の方向から 90 度回転している。このため、測長ビームは偏光ビームスプリッタ PBS_0 を透過する。

【0050】

50

一方、参照ビームは偏光ビームスプリッタ PBS_0 を透過し、Z軸に平行な光路に沿って、 $\lambda/4$ 板 WP_0 を通り、参照ミラー RM_0 に入射し、反射される。反射された参照ビームは、元の光路を逆に辿って、再度 $\lambda/4$ 板 WP_0 を通り、偏光ビームスプリッタ PBS_0 に戻る。ここで、参照ビームが $\lambda/4$ 板 WP を2度通ることにより、その偏光方向は元の方向から90度回転している。このため、参照ビームは偏光ビームスプリッタ PBS_0 で反射される。

【0051】

偏光ビームスプリッタ PBS_0 を透過した測長ビームは、偏光ビームスプリッタ PBS_0 で反射された参照ビームと、同軸上に合成され、合成ビーム LB_0 として光ファイバ62cに入射する。合成ビーム LB_0 は、光ファイバ62cを介して、ステージ本体91に設けられた第2受光系（不図示）に送光される。

10

【0052】

第2受光系（不図示）の内部では、合成ビーム LB_0 として合成された測長ビームと参照ビームが例えば検光子によって偏光方向が揃えられ、相互に干渉して干渉光となり、この干渉光が光検出器によって検出され、干渉光の強度に応じた電気信号に変換される。ここで、例えばウエハテーブル WTB の動きに伴いヘッド60Cの設置位置がY軸方向にずれると、ヘッド60C内の副光学系64₀と反射面 RM との相対距離が変化する。これにより、測長ビームの光路長が変化し、該測長ビームと参照ビームとの光路長との差（光路差）が変化するため、干渉光の強度が変化する。この干渉光の強度の変化が受光系によって検出され、Y軸方向に関するヘッド60Cと反射面 RM との相対位置、すなわちウエハテーブル WTB との相対位置 d_Y に関する情報が、Yエンコーダ70C（ヘッド60C）の副計測値として主制御装置20に出力される。

20

【0053】

なお、副光学系64₀に加えて副光学系64₀と同様の別の副光学系を設け、その別の副光学系を、副光学系64₀の+Z側に所定距離離間して配置しても良い。例えば、光ファイバ62aの第1部分を2つに切断して、その切断した2部分の端面間にビームスプリッタ BS と同様に別のビームスプリッタを配置し、主光学系64に向かうレーザビーム LB の一部をそのビームスプリッタで分岐して取り出し、別の副光学系に対する入射ビームとしても良い。勿論、別の副光学系の計測ビームと参照ビームの合成ビームは、上記と同様に光ファイバを介して別の受光系（第3受光系）に送られる。この場合、主制御装置20は、副光学系64₀と別の副光学系との副計測値の平均値として、ヘッド60Cとウエハテーブル WTB とのY軸方向に関する相対位置 d_Y を求めることができるとともに、2つの副計測値の差に基づいて、ヘッド60Cとウエハテーブル WTB との x 方向に関する相対姿勢（傾斜） d_x を求めることができる。以下では、上述の2つの副光学系が設けられているものとして、説明を行う。

30

【0054】

上述のように、Yエンコーダ70C（ヘッド60C）の出力として、スケール板21に対するヘッド60CのY軸方向に関する位置情報 Y （主計測値）と、異なるZ位置におけるウエハテーブル WTB に対するヘッド60CのY軸方向に関する相対位置 d_Y （2つの副計測値）が得られる。そこで、主制御装置20は、その2つの副計測値を用いて前述の如く、ウエハテーブル WTB に対するヘッド60CのY軸方向に関する相対位置 d_Y と x 方向に関する相対姿勢 d_x とを算出し、その相対位置 d_Y と相対姿勢 d_x の算出結果を用いて、位置情報 Y に対する補正量 $Y(d_Y, x)$ を求め、該補正量 $Y(d_Y, x)$ を位置情報 Y の計測値に加えて、 $Y + Y(d_Y, x)$ と補正する。なお、2つの副計測から、ウエハテーブル WTB に対するヘッド60CのY軸方向に関する相対位置 d_Y と x 方向に関する相対姿勢 d_x とを算出する演算回路を、Yエンコーダ70Cの一部として設けても良い。

40

【0055】

なお、補正量 $Y(d_Y, x)$ は、スケール板21上面を基準とするヘッド60Cの位置及び姿勢より、幾何学的に求めることができる。あるいは、オペレータの指示に基づ

50

き、主制御装置 20 は、次のようにして、補正量 $Y(dY, x)$ を実験的に求めても良い。すなわち、主制御装置 20 は、ウエハテーブル WTB を例えば Y 軸方向に駆動しつつ、エンコーダシステム 70 と後述するウエハ干渉計システム 18 (図 6 参照) とを用いてウエハテーブル WTB の Y 軸方向及び x 方向に関する位置の同時計測を、所定の複数のサンプリング点について、行う。次に、主制御装置 20 は、Y エンコーダ 70C (ヘッド 60C) の計測値と、ウエハ干渉計システム 18 の計測結果から予測される Y エンコーダ 70C (ヘッド 60C) の計測値の予測値との差を、複数のサンプリング点のそれぞれについて求める。そして、主制御装置 20 は、この差を表す、ヘッド 60C の相対位置 dY と相対姿勢 d_x に関する関数を求め、この関数を補正量 $Y(dY, x)$ とする。

【0056】

その他のヘッド 60A, 60B, 60D (エンコーダ 70A, 70B, 70D) にも、ヘッド 60C (エンコーダ 70C) と同様の 2 つの副光学系が、それぞれ設けられている。ただし、主制御装置 20 は、ヘッド 60B, 60D (エンコーダ 70B, 70D) の計測値に基づいて、ウエハテーブル WTB に対するヘッド 60B, 60D の X 軸方向に関する相対位置 dX と y 方向に関する相対姿勢 d_y を算出する。そして、主制御装置 20 は、これらのヘッドについては、相対位置 dX と相対姿勢 d_y の算出結果を用いて、X 軸方向に関する位置情報 X に対する補正量 $X(dX, y)$ を求め、その求めた補正量を位置情報 X の計測値に加えて、 $X + X(dX, y)$ と補正する。なお、この場合も、2 つの副計測から、ウエハテーブル WTB に対する各ヘッドの計測方向に関する相対位置と計測方向についての傾斜方向に関する相対姿勢とを算出する演算回路を、各エンコーダの一部として設けても良い。

【0057】

エンコーダシステム 70 の各ヘッド (60A ~ 60D) の計測値及び副計測値は、主制御装置 20 に供給される。主制御装置 20 は、上述のように、各ヘッドの副計測値に基づいて所定の演算を行い、位置情報 (例えば、ヘッド 60C については位置情報 Y) に対する補正量を求め、補正量を位置情報の計測値に加えて補正する。そして、主制御装置 20 は、回折格子 RG が形成されたスケール板 21 の下面に対向する少なくとも 3 つのヘッド (すなわち、有効な計測値を出力している少なくとも 3 つのヘッド) の補正後の計測値を用いて、ウエハテーブル WTB (ウエハステージ WST) の XY 平面内の位置情報 (z 回転量の情報を含む) を計測する。

【0058】

また、本実施形態の露光装置 100 では、ウエハステージ WST の位置は、ウエハレーザ干渉計システム (以下、「ウエハ干渉計システム」という) 18 (図 6 参照) によって、エンコーダシステム 70 とは独立して、計測可能である。

【0059】

ウエハ干渉計システム 18 は、図 2 に示されるように、ウエハテーブル WTB の反射面 17a に Y 軸方向と平行な複数の測長ビームを照射する Y 干渉計 18Y と、反射面 17b に X 軸方向と平行な 1 又は 2 以上の測長ビームを照射する X 干渉計とを備え、この X 干渉計は複数、本実施形態では 2 つの X 干渉計 $18X_1, 18X_2$ を含む。

【0060】

Y 干渉計 18Y の Y 軸方向に関する実質的な測長軸は、投影光学系 PL の光軸 AX と、後述するアライメント系 ALG の検出中心とを通る Y 軸方向の直線である。Y 干渉計 18Y は、ウエハテーブル WTB の Y 軸方向、 z 方向 (及び x 方向) の位置情報を計測する。

【0061】

また、X 干渉計 $18X_1$ の X 軸方向に関する実質的な測長軸は、投影光学系 PL の光軸 AX を通る X 軸方向の直線である。X 干渉計 $18X_1$ は、ウエハテーブル WTB の X 軸方向、 z 方向 (及び y 方向) の位置情報を計測する。

【0062】

また、X 干渉計 $18X_2$ の測長軸は、アライメント系 ALG の検出中心を通る X 軸方向

10

20

30

40

50

の直線である。X干渉計18 X₁は、ウエハテーブルW T BのX軸方向（及び y 方向）の位置情報を計測する。

【0063】

なお、反射面17 a, 17 bに代えて、例えばウエハテーブルW T Bの端部に、平面ミラーからなる移動鏡を取り付けても良い。また、ウエハテーブルW T BにX Y平面に対し45度傾斜した反射面を設け、該反射面を介してウエハテーブルW T BのZ軸方向の位置を計測するようにしても良い。

【0064】

ウエハ干渉計システム18の各干渉計の計測値は、主制御装置20に供給される。但し、本実施形態では、ウエハステージW S T（ウエハテーブルW T B）のX Y平面内の位置情報（ z 回転量の情報を含む）は、主として、上述したエンコーダシステム70によって計測され、干渉計18 Y、18 X₁、18 X₂の計測値は、エンコーダシステム70の計測値の長期的変動（例えばスケールの経時的な変形などによる）を補正（較正）する場合、あるいはエンコーダシステム70の出力異常時のバックアップ用などとして補助的に用いられる。

10

【0065】

アライメント系A L Gは、図1及び図2に示されるように、投影光学系P Lの-Y側に所定間隔を隔てて配置されたオフアクシス方式のアライメント系である。本実施形態では、アライメント系A L Gとして、一例としてハロゲンランプ等のブロードバンド（広帯域）光でマークを照明し、このマーク画像を画像処理することによってマーク位置を計測する画像処理方式のアライメントセンサの一種であるF I A（Field Image Alignment）系が用いられている。アライメント系A L Gからの撮像信号は、不図示のアライメント信号処理系を介して主制御装置20（図6参照）に供給される。

20

【0066】

なお、アライメント系A L Gとしては、F I A系に限らず、例えばコヒーレントな検出光をマークに照射し、そのマークから発生する散乱光又は回折光を検出する、あるいはマークから発生する2つの回折光（例えば同次数の回折光、あるいは同方向に回折する回折光）を干渉させて検出するアライメントセンサを単独であるいは適宜組み合わせることは勿論可能である。アライメント系A L Gとして、例えば米国特許出願公開第2008/0088843号明細書などに開示される、複数の検出領域を有するアライメント系

30

【0067】

この他、本実施形態の露光装置100には、投影ユニットP Uの近傍に、例えば米国特許第5,448,332号明細書等を開示されるものと同様の構成の斜入射方式の多点焦点位置検出系（以下、多点A F系と略述する）A F（図1では不図示、図6参照）が設けられている。多点A F系A Fの検出信号は、A F信号処理系（不図示）を介して主制御装置20に供給される（図6参照）。主制御装置20は、多点A F系A Fの検出信号に基づいて、各検出点におけるウエハW表面のZ軸方向の位置情報を検出し、この検出結果に基づいて走査露光中のウエハWのいわゆるフォーカス・レベリング制御を実行する。なお、アライメント系A L Gの近傍に多点A F系を設けて、ウエハアライメント時にウエハ表面の面位置情報（凹凸情報）を事前に取得し、露光時には、その面位置情報とウエハテーブル上面のZ軸方向の位置を検出する別のセンサ（例えば、エンコーダあるいは干渉計など）の計測値とを用いて、ウエハWのいわゆるフォーカス・レベリング制御を実行することとしても良い。

40

【0068】

露光装置100では、さらに、レチクルRの上方に、露光波長の光を用いたT T R（Th rough The Reticle）方式の一对のレチクルアライメント検出系13 A, 13 B（図1では不図示、図6参照）が設けられている。レチクルアライメント検出系13 A, 13 Bの検出信号は、不図示のアライメント信号処理系を介して主制御装置20に供給される。

【0069】

50

図6には、露光装置100のステージ制御に関連する制御系が一部省略してブロック図にて示されている。この制御系は、主制御装置20を中心として構成されている。主制御装置20は、CPU（中央演算処理装置）、ROM（リード・オンリ・メモリ）、RAM（ランダム・アクセス・メモリ）等からなるいわゆるマイクロコンピュータ（又はワークステーション）を含み、装置全体を統括して制御する。

【0070】

上述のようにして構成された露光装置100では、デバイスの製造に際し、前述のレチクルアライメント検出系13A、13B、ウエハテーブルWTB上の基準板（不図示）などを用いて、通常のスキャニング・ステップと同様の手順（例えば、米国特許第5,646,413号明細書などに開示される手順）で、レチクルアライメント及びアライメント系ALGのベースライン計測が行われ、これと前後してウエハアライメント（例えば米国特許第4,780,617号明細書などに開示されるエンハンスト・グローバル・アライメント（EGA）など）などが行われる。

10

【0071】

そして、主制御装置20により、ベースラインの計測結果、及びウエハアライメントの結果に基づいて、ステップ・アンド・スキャン方式の露光動作が行われ、ウエハW上の複数のショット領域にレチクルRのパターンがそれぞれ転写される。この露光動作は、前述したレチクルステージRSTとウエハステージWSTとの同期移動を行う走査露光動作と、ウエハステージWSTをショット領域の露光のための加速開始位置に移動するショット間移動（ステッピング）動作とを交互に繰り返すことで行われる。

20

【0072】

本実施形態の露光装置100では、上述の一連の動作中、主制御装置20により、エンコーダシステム70を構成する複数のエンコーダヘッド60A～60Dのうち、回折格子RGが形成されたスケール板21の下面に対向する少なくとも3つのエンコーダヘッド（すなわち、有効な計測値を出力している少なくとも3つのエンコーダヘッド）の計測値を前述した手順で補正しつつ、その補正後の計測値に基づいて、ウエハテーブルWTBがXY平面内で駆動される。

【0073】

以上説明したように、本実施形態の露光装置100によると、主制御装置20により、エンコーダシステム70を介して計測されたXY平面内におけるウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の位置情報（z回転量の情報を含む）と、その位置情報の計測に用いられた、スケール板21（回折格子RG）に対向する少なくとも3つのエンコーダヘッド（すなわち、有効な計測値を出力している少なくとも3つのエンコーダヘッド（エンコーダヘッド60A～60Dのうちの少なくとも3つ）それぞれとウエハテーブルWTBとの相対位置に関する情報とに基づいて、ウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）が駆動される。従って、ウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の駆動に伴い、エンコーダヘッドがウエハテーブルWTBに対して移動した場合であっても、高精度なウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の位置情報の計測、ひいては高精度なウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の駆動制御が可能となる。

30

【0074】

また、本実施形態の露光装置100によると、走査露光時においても、主制御装置20は、上述のようにしてスケール板21（回折格子RG）に対向する少なくとも3つのエンコーダヘッドの計測値を、それぞれのエンコーダヘッドとウエハテーブルWTBとの相対位置に関する情報に基づいて補正しつつ、レチクルR（レチクルステージRST）に同期して、ウエハステージWST（ウエハテーブルWTB）を精度良く走査方向に駆動するので、走査露光の前後のウエハステージWSTの加減速の影響を受けることなく、ウエハW上にレチクルRのパターンを精度良く転写することができる。

40

【0075】

なお、上記実施形態では、ヘッド60A、60C（エンコーダ70A、70C）は、その計測方向であるY軸方向に関するウエハテーブルWTBとの相対位置dYと計測方向に

50

ついで傾斜方向（ x 方向）に関するウエハテーブルW T Bとの相対姿勢（傾斜） d_x に対してのみ感度をもつことを前提として説明を行った。しかし、ヘッド6 0 A , 6 0 C（エンコーダ7 0 A , 7 0 C）が、 X 軸方向に関するウエハテーブルW T Bとの相対位置 d_X と y 方向に関するウエハテーブルW T Bとの相対姿勢 d_y に対しても感度をもつ場合には、相対位置 d_X と相対姿勢 d_y を計測する副光学系をさらに設けることが望ましい。この場合、主制御装置2 0は、相対位置 d_X , d_Y 及び相対姿勢 d_x , d_y の計測値を用いて、 Y 軸方向に関する位置情報 Y に対する補正量 $Y(d_X, d_Y, d_x, d_y)$ を求め、それを加えて位置情報 Y の計測値を補正する。

【0 0 7 6】

同様に、ヘッド6 0 B , 6 0 D（エンコーダ7 0 B , 7 0 D）が、 Y 軸方向に関するウエハテーブルW T Bとの相対位置 d_Y と x 方向に関するウエハテーブルW T Bとの相対姿勢 d_x に対しても感度をもつ場合、相対位置 d_Y と相対姿勢 d_x を計測する副光学系をさらに設けることが望ましい。この場合、主制御装置2 0は、相対位置 d_X , d_Y 及び相対姿勢 d_x , d_y の計測値を用いて、 X 軸方向に関する位置情報 X に対する補正量 $X(d_X, d_Y, d_x, d_y)$ を求め、それを加えて位置情報 X の計測値を補正する。なお、補正量は、先と同様に求めることができる。

【0 0 7 7】

なお、上記実施形態では、各ヘッド6 0 A ~ 6 0 D（エンコーダ7 0 A ~ 7 0 D）として、1つの方向（ X 軸方向又は Y 軸方向）のみを計測方向とする1次元エンコーダを用いる場合を例示したが、これらのヘッドに代えて、 X 軸方向と Y 軸方向とを計測方向とする2次元ヘッド（エンコーダ）を採用することもできる。この場合、上述した補正量 $Y(d_X, d_Y, d_x, d_y)$ 、 $X(d_X, d_Y, d_x, d_y)$ を求める取り扱いが必須となる。すなわち、副光学系6 4₀と同様の構成の副光学系を少なくとも4つ、各ヘッドのファイバ収容部2 2 bに設ける。具体的には、 Y 軸に平行な測長軸を有する2つの副光学系を Z 軸方向に離間して設け、 X 軸に平行な測長軸を有する2つの副光学系を Z 軸方向に離間して設ける。そして、これらの副光学系のそれぞれから出力される副計測値に基づいて、主制御装置2 0は、各ヘッドのウエハテーブルW T Bに対する X 軸方向及び Y 軸方向に関する相対位置 d_X , d_Y と x 方向及び y 方向に関する相対姿勢 d_x , d_y とを算出し、この算出結果に基づき、位置情報 X , Y に対する補正量 $X(d_X, d_Y, d_x, d_y)$, $Y(d_X, d_Y, d_x, d_y)$ を求め、これらの補正量を加えて位置情報 X , Y の計測値を補正する。なお、補正量は、先と同様に求めることができる。

【0 0 7 8】

さらに、ヘッド6 0 A ~ 6 0 D（エンコーダ7 0 A ~ 7 0 D）が、ウエハテーブルW T Bに対する相対位置 d_Z 及び θ 又は相対姿勢（回転） d_z に対しても感度をもつ場合、相対位置 d_Z 及び θ 又は相対姿勢 d_z を計測するための副光学系をさらに設けることとする。そして、主制御装置2 0は、相対位置 d_X , d_Y と、相対姿勢 d_x , d_y と、相対位置 d_Z 及び θ 又は相対姿勢 d_z との計測結果（算出結果）を用いて補正量を求め、それを加えて各ヘッドの計測方向に関する位置情報の計測値を補正する。なお、補正量は、先と同様に求めることができる。

【0 0 7 9】

なお、上記実施形態では、各ヘッド6 0 A ~ 6 0 Dに、それらのウエハテーブルW T Bに対する相対位置（相対姿勢を含む）を計測するための光学式（非接触式）の変位センサ（副光学系6 4₀）を用いる場合について例示した。しかし、この変位センサに代えて加速度センサを用いても良い。この場合、各ヘッドから計測方向に関するウエハテーブルW T Bの位置情報の計測値とともに、このヘッドに加わる加速度情報の計測値が出力される。これらの計測値は主制御装置2 0に送られる。主制御装置2 0は、加速度情報の計測値に対して数値処理を施して、ヘッドとウエハテーブルW T Bとの相対位置に変換する。主制御装置2 0は、変換により求められた相対位置を用いて、先と同様に、ウエハテーブルW T Bの位置情報を補正することができる。

10

20

30

40

50

【0080】

また、変位センサは、ヘッドにスケールを設けるエンコーダなどでも良いし、非接触式に限らず、接触式でも良い。

【0081】

また、上記実施形態では、走査露光時などに変位センサを用いてリアルタイムに各ヘッド60A～60DのウエハテーブルWTBに対する相対位置（相対姿勢を含む）を計測し、その計測結果に基づいてウエハテーブルWTBの位置情報を補正するための補正情報を取得する場合について説明したが、これに限らず、事前に試し焼き（テスト露光）を行って、その結果に基づいて、補正情報を取得しておいても良い。

【0082】

また、加速度情報を用いる場合、その計測系は加速度センサに限らず、例えば干渉計の計測情報から加速度情報を得ても良いし、加速度情報の計測系は設けず、ウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）を移動させるための推力の情報からヘッドの変位情報を求めても良い。ウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）の移動だけでなく、例えばウエハテーブルWTB又はヘッドの熱変形などによっても計測誤差が生じるが、上記実施形態では、結果的にその計測誤差をも補正している。

【0083】

ウエハテーブル（微動ステージ）にエンコーダヘッドを設ける場合、ウエハテーブル（微動ステージ）及びエンコーダヘッドのチルト（ x 方向及び y 方向の回転）による計測誤差はエンコーダシステムで元々補正計算しており、それ故、変位センサを用いて、各ヘッドのウエハテーブルWTBに対する X 軸方向及び Y 軸方向に関する相対位置 d_x 、 d_y のみならず、 x 方向及び y 方向に関する相対姿勢 $d_{\theta x}$ 、 $d_{\theta y}$ をも算出し、この算出結果に基づき算出された補正量を用いて位置情報 X 、 Y の計測値を補正する場合、チルトに起因する計測誤差が二重に補正されないようにする。

【0084】

なお、上記実施形態では、単一のウエハステージを備える露光装置に本発明が適用された場合について例示したが、これに限らず、例えば、米国特許第6,590,634号明細書、米国特許第5,969,441号明細書、米国特許第6,208,407号明細書などに開示されるように複数のウエハステージを備えたマルチステージ型の露光装置に本発明を適用しても良い。また、例えば、国際公開第2005/074014号などに開示されるようにウエハステージとは別に、計測部材（例えば、基準マーク、及び/又はセンサなど）を含む計測ステージを備える露光装置（参照）に本発明を適用しても良い。すなわち、計測ステージを備える露光装置であって、計測ステージの位置情報をエンコーダで計測する場合に、エンコーダの計測誤差を前述と同様にして、補正することとしても良い。

【0085】

さらに、複数のウエハステージを備えたマルチステージ型の露光装置、例えば2つのウエハステージを備えた露光装置では、計測ステーションでウエハの位置情報（マーク情報、面位置情報などを含む）を計測する場合にも、本発明を同様に適用して、その計測ステーションにあるウエハステージの位置を計測するエンコーダの計測誤差を補正することとしても良い。この場合、エンコーダの変位情報からエンコーダの計測情報を補正しても良いし、あるいはマーク位置の計測情報を補正しても良い。また、面位置情報の計測時には XY 座標と対応付けてその結果を記憶するが、その対応付ける XY 座標を補正することとしても良い。

【0086】

また、上記実施形態では、エンコーダシステム70が、一对の X ヘッドと、一对の Y ヘッドとを備えた場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。すなわち、エンコーダヘッドの数は特に問わないが、ウエハステージWSTの XY 平面内の位置情報（ z 回転量の情報を含む）を計測するためには、 X ヘッドと Y ヘッドとを少なくとも各1つ含み、合計で3つ有していれば良い。また、1次元ヘッドに代えて2次元ヘッ

10

20

30

40

50

ドを採用する場合、少なくとも2つの2次元ヘッドがあれば、ウエハステージW S TのX Y平面内の位置情報（ Z回転量の情報を含む）を計測することができる。

【0087】

なお、上記実施形態におけるウエハステージでのエンコーダ（ヘッド）の配置は一例であって、本発明がこれに限定されるものではない。例えば、ウエハステージの4隅に、それぞれ、エンコーダ及びそのバックアップ用エンコーダを、ステージ中心から放射方向に沿って配置しても良い。

【0088】

また、ウエハテーブルW T B（ウエハステージW S T）などの移動体の一面上にエンコーダヘッドを配置する場合に、ヘッド本体は移動体の内部に配置し、一面には受光部のみを配置しても良い。

10

【0089】

また、上記実施形態において、Z軸方向の位置情報の計測が可能なセンサ（又はヘッド）を併用しても良いし、X軸方向及びY軸方向の位置情報の計測が可能なセンサ（又はヘッド）あるいはX軸方向を計測方向とするセンサ（Xセンサ）とY軸方向を計測方向とするセンサ（Yセンサ）とを組み合わせても良い。また、メインセンサに加えて、該メインセンサの出力異常時等にそのバックアップに用いられるバックアップセンサをも設けても良いし、メインセンサとバックアップセンサとを複数グループ設ける場合、グループ毎に微動ステージのグレーティングを兼用させても良い。

【0090】

20

また、上記実施形態では、エンコーダは、X軸方向及びY軸方向の少なくとも一方の位置情報を計測可能としたが、これに限らず、例えばZ軸方向のみ計測可能としても良い。

【0091】

また、上記実施形態では、スケール板21の下面に2次元回折格子が形成されているものとしたが、これに限らず、ウエハステージの移動経路（各ヘッドの移動経路）に応じた配置になっていれば、スケール板21の下面に、X軸方向を周期方向とするXグレーティングと、Y軸方向を周期方向とするYグレーティングとを組み合わせ形成しても良い。また、スケール板21を複数のスケール板を組み合わせ構成しても良い。あるいは、少なくとも露光動作とアライメント動作でエンコーダによる計測が可能となるようにスケールを配置するだけでも良い。

30

【0092】

また、例えば投影光学系とアライメント系とが離れている露光装置などでは、投影光学系の近傍（周囲）と、アライメント系の近傍（周囲）とで別々のスケール板を配置しても良い。この場合、ウエハWの露光動作を行う際には、投影光学系の近傍に配置されたスケール板を用いて、エンコーダシステムにより、ウエハステージの位置が計測され、ウエハアライメントの際などには、アライメント系の近傍に配置されたスケール板を用いて、エンコーダシステムにより、ウエハステージの位置が計測されることとなる。

【0093】

また、上記実施形態では、エンコーダシステムに加えて、ウエハ干渉計システムが設けられている場合を例示したが、ウエハ干渉計システムは、必ずしも設けなくても良い。

40

【0094】

また、上記実施形態では、ヘッド60A～60Dの外部（ステージ本体91）に光源及び受光系（光検出器を含む）を配置し、これら光源及び受光系とヘッド60A～60Dそれぞれとの間で、光ファイバ62a～62cを用いて、光源からエンコーダヘッドに入射する光（計測光）及びエンコーダヘッドから受光系に戻る光の両者を導光する場合について説明したが、本発明がこれに限定されるものではない。例えば、エンコーダヘッド内に半導体レーザなどの光源を有している場合には、各エンコーダヘッドと受光系（光検出器を含む）との間を光ファイバで光学的に接続するのみで良い。あるいは、エンコーダヘッド内に受光系（光検出器を含む）を有していても良い。この場合において、ヘッドの外部に光源がある場合には、光源とヘッドとの間で、光源からの計測光の光ファイバを介した

50

送光を上記実施形態と同様に行う。

【0095】

また、上記実施形態では、前述の各光ファイバに代えて、リレー光学系その他の送光光学系を用いることも可能である。また、上記実施形態では、ヘッド60A～60Dそれぞれと光ファイバを介して光学的に接続される光源及び受光系（光検出器を含む）が、ステージ本体91に配置されている場合を例示したが、必ずしも光源及び受光系（光検出器を含む）等の全てがステージ本体91に配置されている必要はない。

【0096】

また、ウエハテーブルWTB（微動ステージ）の位置決め精度を向上させるため、ステージ本体91（粗動ステージ）とウエハテーブルWTB（微動ステージ）との間（以下、粗微動ステージ間と略述する）で、レーザ光等を空中伝送しても良いし、あるいはヘッドをステージ本体91（粗動ステージ）に設けて、該ヘッドによりステージ本体91（粗動ステージ）の位置を計測し、かつ別のセンサで粗微動ステージ間の相対変位を計測する構成としても良い。

10

【0097】

なお、上記実施形態では、スキヤニング・ステッパに本発明が適用された場合について説明したが、これに限らず、ステッパなどの静止型露光装置に本発明を適用しても良い。ステッパなどであっても、露光対象の物体が搭載されたステージの位置をエンコーダで計測することにより、干渉計を用いてこのステージの位置を計測する場合と異なり、空気揺らぎに起因する位置計測誤差の発生を殆ど零にすることができ、エンコーダの計測値に基づいて、ステージを高精度に位置決めすることが可能になり、結果的に高精度なレチクルパターンの物体上への転写が可能になる。また、ショット領域とショット領域とを合成するステップ・アンド・スティッチ方式の縮小投影露光装置にも本発明は適用することができる。

20

【0098】

また、上記実施形態の露光装置における投影光学系は縮小系のみならず等倍系及び拡大系のいずれでも良いし、投影光学系PLは屈折系のみならず、反射系及び反射屈折系のいずれでも良いし、その投影像は倒立像及び正立像のいずれでも良い。

【0099】

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。

30

【0100】

また、上記実施形態では、露光装置の照明光ILとしては波長100nm以上の光に限らず、波長100nm未満の光を用いても良いことはいうまでもない。例えば、軟X線領域（例えば5～15nmの波長域）のEUV（Extreme Ultraviolet）光を用いるEUV露光装置に本発明を適用することができる。その他、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、本発明は適用できる。さらに、例えば米国特許出願公開第2005/0259234号明細書などに開示される、投影光学系とウエハとの間に液体が満たされる液浸型露光装置などに本発明を適用しても良い。液浸型露光装置の場合、露光動作時だけでなく他の動作、例えば基準マークの検出、あるいはウエハステージ上のセンサ（照明むらセンサ、空間像計測センサ、照射量センサ、偏光センサ、波面計測センサなど）による計測などの動作時に、液体が接触するヘッドから他のヘッドに、ウエハステージの位置計測に用いるヘッドを切り換えることとしても良い。ただし、ウエハステージが少なくとも1つの計測部材（センサなど）を有し、ウエハステージ上に液浸領域が形成されていることが前提となる。ヘッドの切り換えは、液体検出センサの出力、エンコーダ

40

50

の出力などから液体が接触するヘッドを検出した結果に基づいて行うこととしても良いし、あるいは、液体検出を一切行わず、露光シーケンスにおいて液体が接触することが分かっているヘッドを事前に他のヘッドに切り換えるのみでも良い。

【0101】

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。

10

【0102】

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）にも本発明を適用することができる。

【0103】

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本発明を適用することができる。

20

【0104】

また、物体上にパターンを形成する装置は前述の露光装置（リソグラフィシステム）に限られず、例えばインクジェット方式にて物体上にパターンを形成する装置にも本発明を適用することができる。

【0105】

なお、上記実施形態及び変形例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。

30

【0106】

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本発明を適用できる。

【0107】

なお、本発明の移動体システムは、露光装置に限らず、その他の基板の処理装置（例えば、レーザーピア装置、基板検査装置その他）、あるいはその他の精密機械における試料の位置決め装置、ワイヤーボンディング装置等の移動ステージを備えた装置にも広く適用できる。

40

【0108】

なお、半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいたレチクルを製作するステップ、シリコン材料からウエハを製作するステップ、上記実施形態の露光装置で、マスクに形成されたパターンをウエハ等の物体上に転写するリソグラフィステップ、露光されたウエハ（物体）を現像する現像ステップ、レジストが残存している部分以外の部分の露出部材をエッチングにより取り去るエッチングステッ

50

ブ、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除くレジスト除去ステップ、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、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。この場合、リソグラフィステップで、上記実施形態の露光装置が用いられるので、高集積度のデバイスを歩留り良く製造することができる。

【産業上の利用可能性】

【0109】

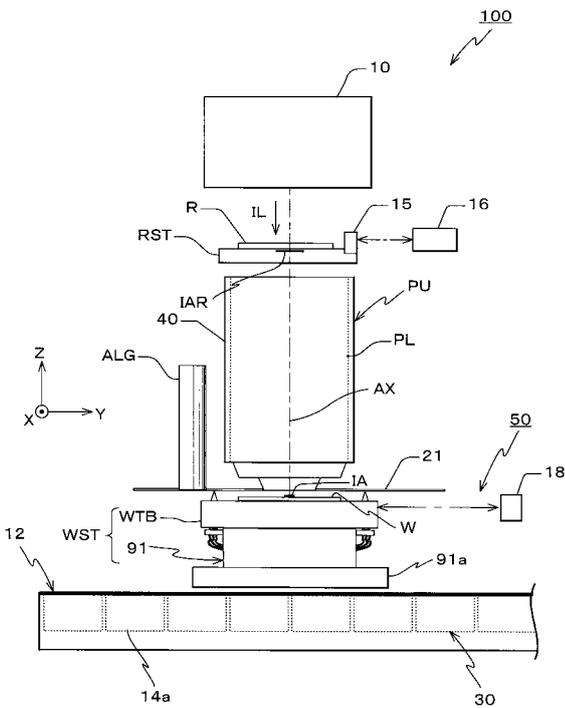
以上説明したように、本発明の露光装置及び露光方法は、ウエハ又はガラスプレート等の基板を露光するのに適している。また、本発明のデバイス製造方法は、半導体素子又は液晶表示素子などの電子デバイスを製造するのに適している。

【符号の説明】

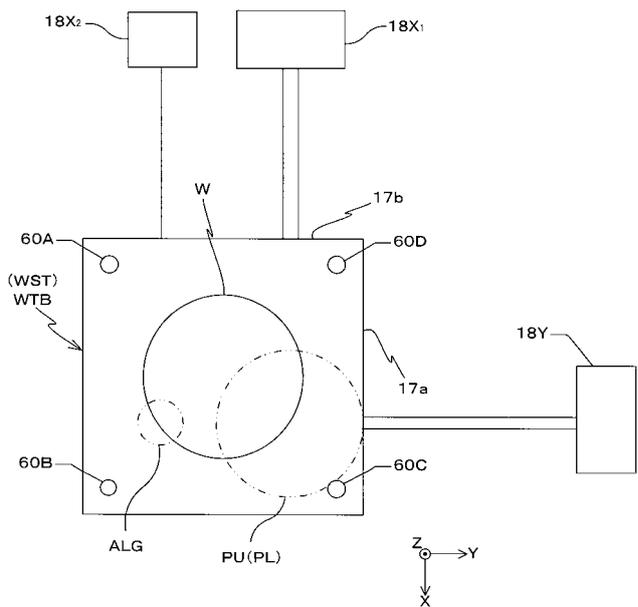
【0110】

10 ... 照明系、20 ... 主制御装置、21 ... スケール板、27 ... ウエハステージ駆動系、50 ... ウエハステージ装置、60A ... ヘッド、60B ... ヘッド、60C ... ヘッド、60D ... ヘッド、64₀ ... 副光学系、70 ... エンコーダシステム、70A ... Yリニアエンコーダ、70B ... Xリニアエンコーダ、70C ... Yリニアエンコーダ、70D ... Xリニアエンコーダ、91 ... ステージ本体、100 ... 露光装置、PL ... 投影光学系、R ... レチクル、W ... ウエハ、WST ... ウエハステージ、WTB ... ウエハテーブル。

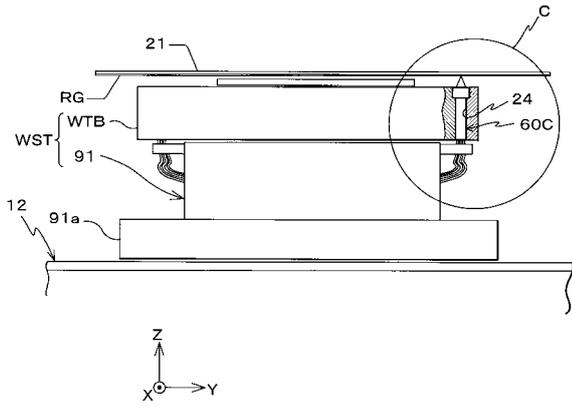
【図1】



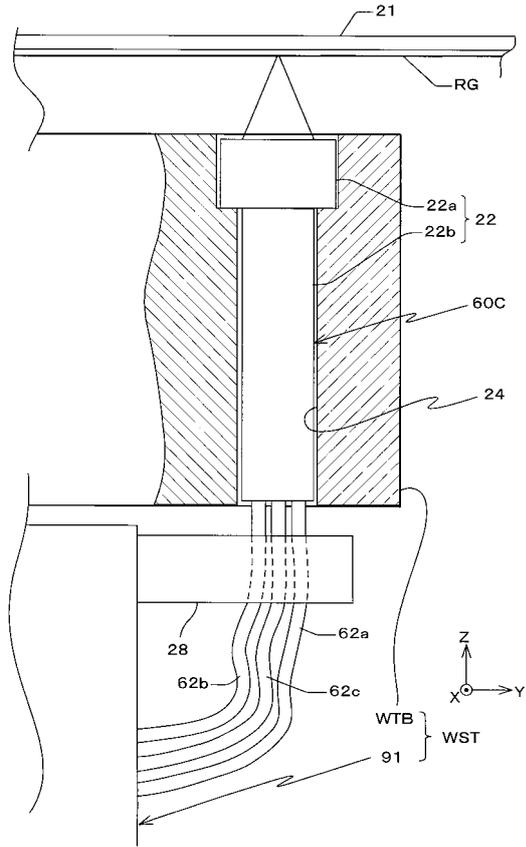
【図2】



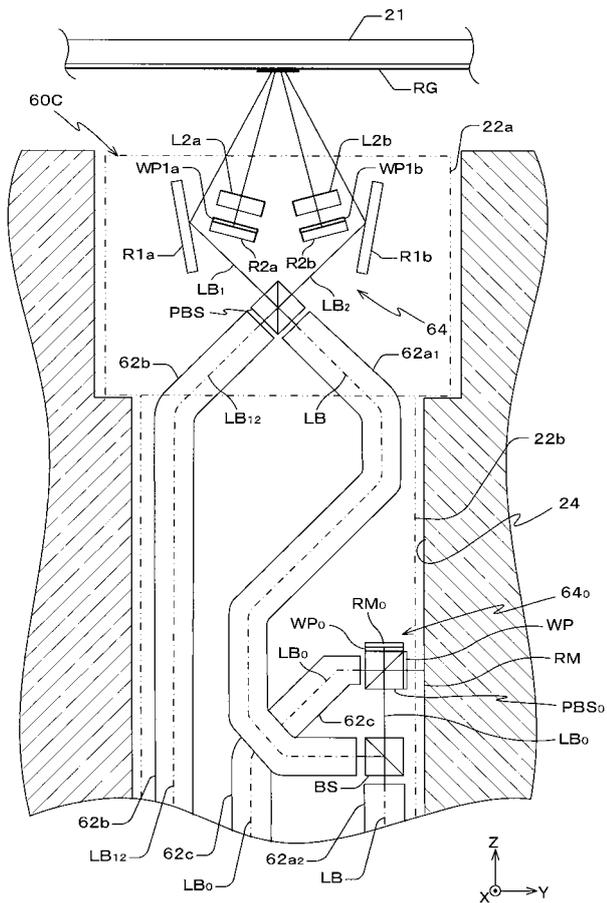
【図3】



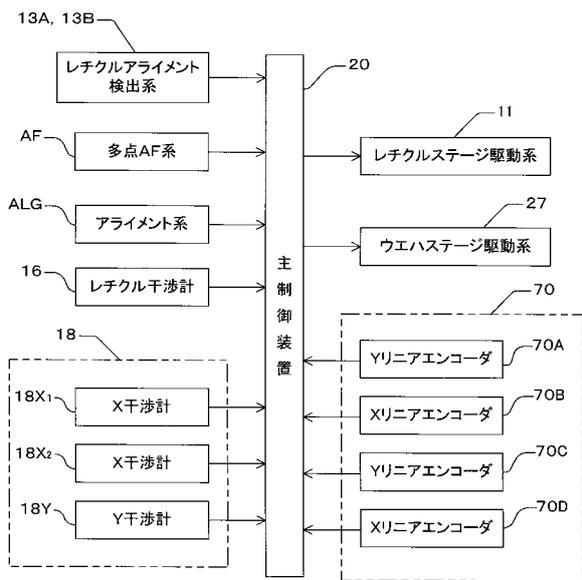
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5F131 AA02 BA13 CA70 DB87 DD10 DD43 DD76 EA02 EA16 EA22
EA23 EA24 EA25 EA27 EB01 EB11 KA03 KA14 KA16 KA40
KA44 KA47 KB07 KB12 KB32 KB58
5F146 BA04 BA05 CC01 CC02 CC04 CC16 DB05 DB08