

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2009年7月9日 (09.07.2009)

PCT

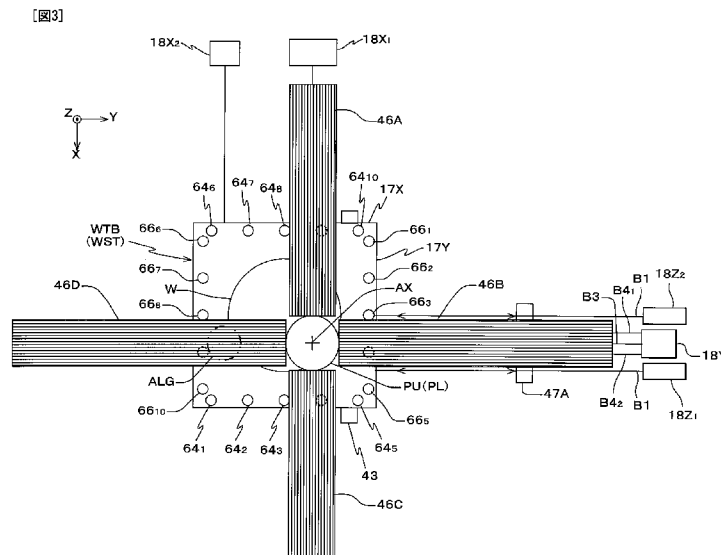
(10) 国際公開番号
WO 2009/084196 A1

- (51) 国際特許分類:
G01B 11/00 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/68 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/003950
- (22) 国際出願日: 2008年12月25日 (25.12.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2007-340706
2007年12月28日 (28.12.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社
ニコン (NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1008331
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柴崎祐一
- (74) 代理人: 立石篤司 (TATEISHI, Atsuji); 〒2060035 東
京都多摩市唐木田一丁目5番地9 唐木田センタ
ビル 立石国際特許事務所 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が
可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,

[続葉有]

(54) Title: MOVING BODY DRIVING SYSTEM, PATTERN FORMING APPARATUS, EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 移動体駆動システム、パターン形成装置、露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法



(57) Abstract: A stage is provided with a first scale (46B, 46D) that is arranged on a surface opposite to a stage (WST) in the Y-axis direction as a longitudinal direction and in which a first lattice is formed with the X-axis direction defined as a periodical direction, a second scale (46A, 46C) that is arranged in the X-axis direction as a longitudinal direction and in which a second lattice is formed to cross at right angles with the first lattice. Further, a plurality of X-heads (661-665) arranged differently from each other at positions of the X-axis direction and a plurality of Y-heads (641-645) arranged differently from each other at positions of the Y-axis direction are provided on the upper surface of the stage. An encoder system provided with these heads measures position information in the X-Y plane of the stage in accordance with an output of the X-head set opposite to the first scale and an output of the Y-head set opposite to the second scale.

[続葉有]

WO 2009/084196 A1



KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約: ステージ装置は、ステージ (WST) が対向する面上に、Y 軸方向を長手方向として配置され、X 軸方向を周期方向とする第 1 格子が形成された第 1 スケール (46B、46D) と、X 軸方向を長手方向として配置され、第 1 格子と周期方向が直交する第 2 格子が形成された第 2 スケール (46A、46C) とを備えている。また、ステージの上面には、X 軸方向の位置を異ならせて配置された複数の X ヘッド (66₁~66₅) と、Y 軸方向の位置を異ならせて配置された複数の Y ヘッド (64₁~64₅) と、が設けられている。これらのヘッドを有するエンコーダシステムは、第 1 スケールに対向する X ヘッドの出力と、第 2 スケールに対向する Y ヘッドの出力とに基づいて、ステージの XY 平面内の位置情報を計測する。

明 細 書

移動体駆動システム、パターン形成装置、露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、移動体駆動システム、パターン形成装置、露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法に係り、さらに詳しくは、エンコーダシステムを用いて移動体の位置を計測し、実質的に所定平面に沿って移動体を駆動する移動体駆動システム、該移動体駆動システムを備えるパターン形成装置、前記移動体駆動システムを備えた露光装置及び前記移動体駆動システムを用いる及び露光方法、並びに該露光装置又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、液晶表示素子等のマイクロデバイス（電子デバイス）を製造するための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（いわゆるスキャニング・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] この種の露光装置では、被露光基板、例えばウエハを保持するステージの位置計測は、レーザ干渉計を用いて行われるのが、一般的であった。しかるに、半導体素子の高集積化に伴う、パターンの微細化により、要求される性能が厳しくなってきた。例えば、トータルオーバーレイ誤差の許容値が数 nm のオーダーとなり、これに伴ってステージの位置制御誤差の許容値もサブナノオーダー以下となってきた。従って、レーザ干渉計のビーム路上の雰囲気温度変化及び／又は温度勾配の影響で発生する空気揺らぎに起因する計測値の短期的な変動も無視できなくなってきた。

[0004] そこで、最近では、干渉計に比べて空気揺らぎの影響を受け難い高分解能のエンコーダが注目されるようになっており、該エンコーダをウエハステー

ジ等の位置計測に用いる露光装置が提案されている（例えば、特許文献 1 等参照）。該特許文献 1 に記載の露光装置では、基板テーブルの上方に、基板テーブルの移動範囲の全域を含む広範囲な領域に渡る、グリッド・プレートを用いている。

[0005] しかしながら、特許文献 1 に開示されるような、大面積で高精度なグリッド・プレートは製造が困難であることから、複数のグリッド・プレートを並べて配置する必要があった。また、特許文献 1 に開示されるような、大面積のグリッド・プレートを用いることは、レイアウト面、及び精度面に難点がある上、特にコスト面で見ると殆ど非現実的であった。

[0006] 特許文献 1：米国特許出願公開第 2006/0227309 号明細書

発明の開示

課題を解決するための手段

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、第 1 の観点からすると、実質的に所定平面に沿って移動体を駆動する移動体駆動システムであって、前記移動体に対向する前記所定平面と平行な第 1 面上に、第 1 方向を長手方向として配置され、前記第 1 方向又は該第 1 方向に垂直な第 2 方向を周期方向とする第 1 格子が形成された第 1 スケールと；前記第 1 面に、前記第 2 方向を長手方向として配置され、前記第 1 格子と周期方向が直交する第 2 格子が形成された第 2 スケールと；前記移動体の前記所定平面に実質的に平行な第 2 面に前記第 2 方向の位置を異ならせて配置された前記第 1 格子の周期方向を計測方向とする複数の第 1 ヘッドを含む第 1 ヘッド群と、前記移動体の前記第 2 面に前記第 1 方向の位置を異ならせて配置された前記第 2 格子の周期方向を計測方向とする複数の第 2 ヘッドを含む第 2 ヘッド群と、を有し、前記第 1 スケールに対向する前記第 1 ヘッドの出力と、前記第 2 スケールに対向する前記第 2 ヘッドの出力とに基づいて、前記移動体の前記第 1 及び第 2 方向を含む前記所定平面内の少なくとも 2 自由度方向の位置情報を算出する計測システムと；前記計測システムにより算出された位置情報に基づいて、前記移動体を前記所定平面に沿って駆動する駆動系と；を備える第 1 の移動

体駆動システムである。

[0008] これによれば、計測システムにより、第1スケールに対向する第1ヘッドの出力と、第2スケールに対向する第2ヘッドの出力とに基づいて、移動体の第1及び第2方向を含む所定平面内の少なくとも2自由度方向の位置情報が算出され、駆動系により、該計測システムにより算出された位置情報に基づいて、移動体が所定平面に沿って駆動される。従って、移動体の移動範囲の全域に対応してスケール（格子）を配置することなく、移動体の移動範囲の全域で、計測システムの計測値に基づいて、移動体を所定平面に沿って精度良く駆動することが可能になる。

[0009] 本発明は、第2の観点からすると、実質的に所定平面に沿って移動体を駆動する移動体駆動システムであって、前記移動体に対向する前記所定平面と平行な第1面上に、第1方向を長手方向として配置され、前記第1方向及び該第1方向に垂直な第2方向を周期方向とする2次元格子が形成されたスケールと；前記移動体の前記所定平面に実質的に平行な第2面に前記第2方向の位置を異ならせて配置された前記第1、第2方向を計測方向とする複数の2次元ヘッドを有し、前記スケールに対向する2次元ヘッドの出力に基づいて、前記移動体の前記第1及び第2方向を含む前記所定平面内の少なくとも2自由度方向の位置情報を算出する計測システムと；前記計測システムにより算出された位置情報に基づいて、前記移動体を前記所定平面に沿って駆動する駆動系と；を備える第2の移動体駆動システムである。

[0010] これによれば、計測システムにより、スケールに対向する2次元ヘッドの出力に基づいて、移動体の第1及び第2方向を含む所定平面内の少なくとも2自由度方向の位置情報が算出され、駆動系により、その計測システムにより算出された位置情報に基づいて、移動体が所定平面に沿って駆動される。従って、移動体の移動範囲の全域に対応してスケール（格子）を配置することなく、移動体の移動範囲の全域で、計測システムの計測値に基づいて、移動体を所定平面に沿って精度良く駆動することが可能になる。

[0011] 本発明は、第3の観点からすると、物体にパターンを形成するパターン形

成装置であって、前記物体上にパターンを生成するパターンニング装置と；本発明の第 1、第 2 の移動体駆動システムのいずれかと；を備え、前記物体に対するパターン形成のために前記移動体駆動システムによる前記物体が載置される移動体の駆動を行うパターン形成装置である。

[0012] これによれば、本発明の第 1、第 2 の移動体駆動システムのいずれかにより精度良く駆動される移動体上の物体にパターンニング装置によりパターンを生成することで、物体上に精度良くパターンを形成することが可能になる。

[0013] 本発明は、第 4 の観点からすると、エネルギービームの照射によって物体にパターンを形成する露光装置であって、前記物体に前記エネルギービームを照射するパターンニング装置と；本発明の第 1、第 2 の移動体駆動システムのいずれかと；を備え、前記エネルギービームと前記物体との相対移動のために、前記移動体駆動システムによる前記物体が載置される移動体の駆動を行う第 1 の露光装置である。

[0014] これによれば、パターンニング装置から物体に照射されるエネルギービームと前記物体との相対移動のために、本発明の第 1、第 2 の移動体駆動システムのいずれかにより前記物体を載置する移動体が精度良く駆動される。従って、走査露光により、物体上に精度良くパターンを形成することが可能になる。

[0015] 本発明は、第 5 の観点からすると、エネルギービームで物体を露光する露光装置であって、前記物体を保持して所定平面に沿って移動可能な移動体と；前記所定平面と実質的に平行かつ第 1 方向を長手方向として配置されるスケールと；前記移動体に設けられ、前記所定平面内で前記第 1 方向と直交する第 2 方向に関して位置が異なる複数のヘッドを有し、少なくとも前記物体の露光時に前記移動体の位置情報を、前記スケールと対向する、前記複数のヘッドの少なくとも 1 つによって計測するエンコーダシステムと；を備える第 2 の露光装置である。

[0016] これによれば、エンコーダシステムの複数のヘッドが移動体に設けられており、少なくとも物体の露光時に、所定平面と実質的に平行かつ第 1 方向を

長手方向として配置されるスケールに対向する、前記複数のヘッドの少なくとも1つによって、移動体の位置情報が、計測される。

[0017] 本発明は、第6の観点からすると、本発明の第1、第2の露光装置のいずれかを用いて物体を露光することと；前記露光された物体を現像することと；を含む第1のデバイス製造方法である。

[0018] 本発明は、第7の観点からすると、エネルギービームで物体を露光する露光方法であって、前記物体を移動体で保持することと；本発明の第1、第2の移動体駆動システムのいずれかによって前記移動体を駆動して、前記物体を前記エネルギービームで露光することと；を含む第1の露光方法である。

[0019] これによれば、物体を保持する移動体が、本発明の第1、第2の移動体駆動システムのいずれかにより精度良く駆動されるので、その物体に対する良好な露光が可能になる。

[0020] 本発明は、第8の観点からすると、実質的に所定平面に沿って移動する移動体に保持された物体をエネルギービームで露光する露光方法であって、前記移動体に対向する前記所定平面と平行な第1面上に、第1方向を長手方向とし、かつ前記第1方向又は該第1方向に垂直な第2方向を周期方向とする第1格子が形成された第1スケールと、前記第2方向を長手方向とし、かつ前記第1格子と周期方向が直交する第2格子が形成された第2スケールと、が配置され、前記移動体の前記所定平面に実質的に平行な第2面に前記第2方向の位置を異ならせて配置された前記第1格子の周期方向を計測方向とする複数の第1ヘッドを含む第1ヘッド群と、前記移動体の前記第2面に前記第1方向の位置を異ならせて配置された前記第2格子の周期方向を計測方向とする複数の第2ヘッドを含む第2ヘッド群とのうち、前記第1スケールに対向する前記第1ヘッドの出力と、前記第2スケールに対向する前記第2ヘッドの出力とに基づいて、前記移動体の前記第1及び第2方向を含む前記所定平面内の少なくとも2自由度方向の位置情報を算出する計測工程と；前記計測工程で算出された位置情報に基づいて、前記移動体を前記所定平面に沿って駆動する駆動工程と；を含む第2の露光方法である。

[0021] これによれば、第1スケールに対向する第1ヘッドの出力と、第2スケールに対向する第2ヘッドの出力とに基づいて、移動体の第1及び第2方向を含む所定平面内の少なくとも2自由度方向の位置情報が算出され、該計測システムにより算出された位置情報に基づいて、移動体が所定平面に沿って駆動される。従って、移動体の移動範囲の全域に対応してスケール（格子）を配置することなく、移動体の移動範囲の全域で、計測システムの計測値に基づいて、移動体を所定平面に沿って精度良く駆動することが可能になり、ひいては、移動体に保持された物体に対する高精度な露光が可能になる。

[0022] 本発明は、第9の観点からすると、実質的に所定平面に沿って移動する移動体に保持された物体をエネルギービームで露光する露光方法であって、前記移動体に対向する前記所定平面と平行な第1面上に、第1方向を長手方向とし、かつ前記第1方向及び該第1方向に垂直な第2方向を周期方向とする2次元格子が形成されたスケールが配置され、前記移動体の前記所定平面に実質的に平行な第2面に前記第2方向の位置を異ならせて配置された前記第1、第2方向を計測方向とする複数の2次元ヘッドのうち、前記スケールに対向する2次元ヘッドの出力に基づいて、前記移動体の前記第1及び第2方向を含む前記所定平面内の少なくとも2自由度方向の位置情報を算出する計測工程と；前記計測工程で算出された位置情報に基づいて、前記移動体を前記所定平面に沿って駆動する駆動工程と；を含む第3の露光方法である。

[0023] これによれば、スケールに対向する2次元ヘッドの出力に基づいて、移動体の第1及び第2方向を含む所定平面内の少なくとも2自由度方向の位置情報が算出され、その計測システムにより算出された位置情報に基づいて、移動体が所定平面に沿って駆動される。従って、移動体の移動範囲の全域に対応してスケール（格子）を配置することなく、移動体の移動範囲の全域で、計測システムの計測値に基づいて、移動体を所定平面に沿って精度良く駆動することが可能になり、ひいては、移動体に保持された物体に対する高精度な露光が可能になる。

[0024] 本発明は、第10の観点からすると、所定平面に沿って移動可能な移動体

に保持された物体をエネルギービームで露光する露光方法であって、前記移動体に設けられ、前記所定平面内で前記第 1 方向と直交する第 2 方向に関して位置が異なる複数のヘッドを有するエンコーダシステムを用い、前記所定平面と実質的に平行かつ第 1 方向を長手方向として配置されるスケールと対向する前記複数のヘッドのうちの少なくとも 1 つのヘッドによって、少なくとも前記物体の露光時に前記移動体の位置情報を、計測する第 4 の露光方法である。

[0025] これによれば、第 2 方向に関して位置が異なる複数のヘッドが移動体に設けられたエンコーダシステムが用いられ、少なくとも物体の露光時に、所定平面と実質的に平行かつ第 1 方向を長手方向として配置されるスケールに対向する、前記複数のヘッドの少なくとも 1 つによって、移動体の位置情報が、計測される。

[0026] 本発明は、第 1 の観点からすると、本発明の第 2、第 3 及び第 4 の露光方法のいずれかを用いて物体を露光することと；前記露光された物体を現像することと；を含む第 2 のデバイス製造方法である。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]一実施形態に係る露光装置の構成を概略的に示す図である。

[図2]図 1 のステージ装置近傍の構成部分を拡大して示す図である。

[図3]ウエハステージを、該ウエハステージの位置情報を計測するエンコーダ及び干渉計と共に示す平面図である。

[図4]一実施形態に係る露光装置のステージ制御に関連する制御系を一部省略して示すブロック図である。

[図5]図 5 (A) は、ウエハの中央付近が投影ユニットの直下となる位置にウエハステージがある状態を示す図、図 5 (B) は、ウエハの中心と外周との中間付近が投影ユニットの直下となる位置にウエハステージがある状態を示す図である。

[図6]図 6 (A) は、ウエハの+Y側のエッジ近傍が投影ユニットPUの直下となる位置にウエハステージがある状態を示す図、図 6 (B) は、ウエハの

中心から見てX軸及びY軸に対し 45° を成す方向のエッジ近傍が投影ユニットPUの直下となる位置にウエハステージがある状態を示す図である。

[図7]ウエハの+X側のエッジ近傍が投影ユニットPUの直下となる位置にウエハステージがある状態を示す図である。

[図8]他の実施形態に係るウエハステージ用のエンコーダシステムを示す図である。

[図9]その他の実施形態に係るウエハステージ用のエンコーダシステムを示す図である。

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、本発明の一実施形態を図1～図7に基づいて説明する。

[0029] 図1には、一実施形態に係る露光装置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・スキャン方式の縮小投影露光装置、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 θ_x 、 θ_y 、及び θ_z 方向として説明を行なう。

[0030] 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12、及びこれらの制御系等を備えている。

[0031] 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タ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。

[0032] 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によって、XY平面内で微少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。

[0033] レチクルステージRSTのXY平面（移動面）内の位置情報（ θ_z 方向の回転情報を含む）は、図1に示される、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、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）を介して、投影ユニットPUを構成する鏡筒40の側面に固定された固定鏡14（実際には、X固定鏡、Y固定鏡のそれぞれ）を基準として、例えば0.25nm程度の分解能で常時検出される。

[0034] 投影ユニットPUは、レチクルステージRSTの図1における下方で、フランジFLGを介して不図示のボディの一部（鏡筒定盤）に保持されている。投影ユニットPUは、円筒状でその外周部の下端部近傍にフランジFLGが設けられた鏡筒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とを含む。投影光学系PLとしては、例えばZ軸方向と平行な光軸AXに沿って配列される複数の光学素子（レンズエレメント）から成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倍又は1/5倍）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 I A R に共役な領域（露光領域）に形成される。そして、レチクルステージ R S T とウエハステージ W S T との同期駆動によって、照明領域 I A R （照明光 I L ）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 I L ）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、そ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 1 0、レチクル R 及び投影光学系 P L によってウエハ W 上にパターンが生成され、照明光 I L 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。

[0035] ウエハステージ装置 1 2 は、床面 F 上に設置されたベースプレート B S 上に配置された複数（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 7 1、該ステージベース 7 1 の上方に配置されたウエハステージ W S T、該ウエハステージ W S T を駆動するウエハステージ駆動系 2 7（図 1 では不図示、図 4 参照）等を備えている。

[0036] ステージベース 7 1 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 W S T の移動の際のガイド面とされている。ステージベース 7 1 の内部には、X Y 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を含む、コイルユニットが収容されている。

[0037] ウエハステージ W S T は、図 2 に示されるように、ステージ本体 3 0 とその上部のウエハテーブル W T B とを有し、ステージ本体 3 0 の底部には、上記のコイルユニットとともに、磁気浮上型の平面モータを構成する、複数の磁石を有する磁石ユニット 3 1 が設けられている。本実施形態では、コイルユニットは、X 軸方向駆動コイル及び Y 軸方向駆動コイルのみならず、Z 軸方向駆動コイルをも有しており、これらのコイルユニットと上述の磁石ユニットとによって、ウエハステージ W S T を、X 軸方向、Y 軸方向、Z 軸方向、 θ_x 、 θ_y 方向、及び θ_z 方向の 6 自由度方向に駆動する、電磁力駆動方

式（ローレンツ力駆動方式）のムービングマグネット型の平面モータ（二次元リニアアクチュエータ）が構成されている。上記の平面モータを含んで、ウエハステージ駆動系 27 が構成されている。本実施形態では、コイルユニットを構成する各コイル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。

[0038] なお、ウエハステージ WST は、例えばリニアモータ又は平面モータ等により XY 平面内で駆動されるステージ本体と、該ステージ本体上でボイスコイルモータなどにより少なくとも Z 軸方向、 θ_x 方向、及び θ_y 方向の 3 自由度方向に微小駆動されるウエハテーブルとを備えた構造を採用しても良い。かかる場合には、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などを用いることができる。なお、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。

[0039] 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、例えば真空吸着（又は静電吸着）などによって固定されている。

[0040] また、ウエハステージ WST の XY 平面内の位置情報は、図 1 に示される、スケール部材 46B、46C、46D 等を含むエンコーダシステム 50（図 4 参照）と、ウエハレーザ干渉計システム（以下、「干渉計システム」と略述する）18 とによってそれぞれ計測可能に構成されている。以下、ウエハステージ WST 用のエンコーダシステム 50、及び干渉計システム 18 の構成等について詳述する。なお、スケール部材はグリッド・プレート、格子部材、あるいは基準部材などとも呼ぶことができる。

[0041] ウエハテーブル WTB（ウエハステージ WST）の上面には、図 3 の平面図に示されるように、ウエハ W を取り囲んで、複数（ここでは各 10 個）の X ヘッド（以下、適宜、ヘッドと略述する）66₁～66₁₀ 及び Y ヘッド（以下、適宜、ヘッドと略述する）64₁～64₁₀ が設けられている。詳述すると、ウエハテーブル WTB 上面の +Y 側の端部、及び -Y 側の端部には、X ヘッド 66₁、66₂、…、66₅ 及び 66₆、66₇、…、66₁₀ が X 軸方向に沿って所

定間隔で配置されている。また、ウエハテーブルWTB上面の+X側の端部、及び-X側の端部には、Yヘッド64₁、64₂、…、64₅及び64₆、64₇、…、64₁₀がY軸方向に沿って所定間隔で配置されている。Yヘッド64₁～64₁₀、及びXヘッド66₁～66₁₀のそれぞれとしては、例えば米国特許第7,238,931号明細書、あるいは国際公開第2007/083758号パンフレット（対応米国特許出願公開第2007/0288121号明細書）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。なお、以下では、Yヘッド64₁～64₁₀及びXヘッド66₁～66₁₀を、それぞれ、Yヘッド64及びXヘッド66とも記述する。

[0042] 一方、図1及び図3を総合するとわかるように、投影ユニットPUの最下端部の周囲を四方から囲む状態で、4つのスケール部材46A～46Dが配置されている。これらのスケール部材46A～46Dは、図1では図面の錯綜を避ける観点から図示が省略されているが、実際には、例えば支持部材を介して鏡筒定盤に吊り下げ状態で固定されている。

[0043] スケール部材46A、46Cは、投影ユニットPUの-X側、+X側にそれぞれ、X軸方向を長手方向として、かつ投影光学系PLの光軸AXに関して対称に配置されている。また、スケール部材46B、46Dは、投影ユニットPUの+Y側、-Y側にそれぞれ、Y軸方向を長手方向として、かつ投影光学系PLの光軸AXに関して対称に配置されている。

[0044] スケール部材46A～46Dは同一素材（例えばセラミックス、又は低熱膨張のガラスなど）から成り、その表面（図1における下面、すなわち-Z側の面）に長手方向に垂直な方向を周期方向とする同一の反射型の回折格子が形成されている。この回折格子は、例えば138nm～4μmの間のピッチ、例えば1μmピッチで刻んで作成されている。なお、図3では、図示の便宜上から、格子のピッチは、実際のピッチに比べて格段に広く図示されている。また、スケール部材46A～46Dの表面（格子面）に、上記ヘッドからの計測ビームに対して実質的に透明なカバー部材（例えばガラスプレートなど）を設けても良い。

- [0045] スケール部材46A、46Cは、回折格子がY軸方向を周期方向とするので、ウエハステージWSTのY軸方向の位置計測に用いられる。また、スケール部材46B及び46Dは、回折格子がX軸方向を周期方向とするので、ウエハステージWSTのX軸方向の位置計測に用いられる。
- [0046] 本実施形態では、隣接する2つのXヘッド66が対応するスケール部材（回折格子）に同時に対向し得る間隔で、すなわち、スケール部材46B、46Dの長手方向と直交する方向（回折格子の配列方向）に関する回折格子の長さと同程度以下の間隔で、Xヘッド66₁、66₂、…、66₅、及び66₆、66₇、…、66₁₀がウエハテーブルWTB上に配置されている。
- [0047] 同様に、隣接する2つのYヘッド64が対応するスケール部材（回折格子）に同時に対向し得る間隔で、すなわち、スケール部材46A、46Cの長手方向と直交する方向（回折格子の配列方向）に関する回折格子の長さと同程度以下の間隔で、Yヘッド64₁～64₅、及びYヘッド64₆～64₁₀がウエハテーブルWTB上に配置されている。
- [0048] Yヘッド64₁～64₅、及びYヘッド64₆～64₁₀のそれぞれは、スケール部材46C、46Aのいずれかと対向して、ウエハステージWSTのY位置を計測する、多眼、より正確には5眼のYリニアエンコーダを構成する。また、Xヘッド66₁、66₂、…、66₅及び66₆、66₇、…、66₁₀のそれぞれは、スケール部材46B、46Dのいずれかと対向して、ウエハステージWSTのX位置を計測する、多眼、より正確には5眼のXリニアエンコーダを構成する。
- [0049] ウエハWが、投影光学系PL（投影ユニットPU）の下方に位置する、露光の際のウエハステージWSTの移動範囲内では、Yヘッド64_i（ $i = 1 \sim 5$ のいずれか）、64_j（ $j = i + 5$ ）が、スケール部材46C、46Aにそれぞれ対向するとともに、Xヘッド66_p（ $p = 1 \sim 5$ のいずれか）、66_q（ $q = p + 5$ ）が、スケール部材46B、46Dにそれぞれ対向する。すなわち、スケール部材46C、46Aにそれぞれ対向するYヘッド64_i、64_jによって構成される一対のYリニアエンコーダ50C、50A（図4参照）と

、スケール部材46B、46Dにそれぞれ対向するXヘッド66_p、66_qによって構成される一对のXリニアエンコーダ50B、50D（図4参照）との合計4つのエンコーダの計測値が、主制御装置20に供給されるようになっている。一对のYリニアエンコーダ50C、50Aと一对のXリニアエンコーダ50B、50Dとを含んで、図4のエンコーダシステム50が構成されている。

[0050] また、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W T Bの端面に形成された反射面及びステージ本体30に固定された移動鏡43に測長ビームを照射することによって、ウエハステージW S Tの位置情報を、例えば0.25nm程度の分解能で常時検出する。干渉計システム18はその少なくとも一部（例えば、光源を除く光学ユニット）が、鏡筒定盤に吊り下げ状態で固定されている。

[0051] ウエハステージW S Tには、実際には、図3に示されるように、走査方向であるY軸方向に直交する反射面17Yと、非走査方向であるX軸方向に直交する反射面17Xとが形成されているが、図1では、これらが代表的に反射面17として示されている。

[0052] 干渉計システム18は、図3に示されるように、ウエハY干渉計18Yと、2つのウエハX干渉計18X₁及び18X₂と、一对のZ干渉計18Z₁、18Z₂の5つの干渉計を含む。これら5つの干渉計18Y、18X₁、18X₂、18Z₁、18Z₂としては、ゼーマン効果を利用した2周波レーザを用いたマイケルソン型のヘテロダイン・レーザ干渉計が用いられている。このうち、ウエハY干渉計18Yとしては、図3に示されるように、投影光学系P Lの光軸A X（前述の照明領域I A Rと共役な露光領域の中心）及び後述するアライメント系A L Gの検出中心を通るY軸に平行な軸（基準軸）に関して対称な2つの測長軸を含む複数の測長軸を有する多軸干渉計が用いられている。なお、ウエハY干渉計18Yについては、さらに後述する。

[0053] ウエハX干渉計18X₁は、投影光学系P Lの光軸A X（前述の露光領域の中心）を通るX軸に平行な軸（基準軸）を通る測長軸に沿って測長ビームを

反射面 17 X に対して照射する。このウエハ X 干渉計 18 X₁は、投影ユニット P U の鏡筒 40 の側面に固定された X 固定鏡の反射面を基準とする反射面 17 X の変位をウエハステージ W S T の X 軸方向に関する位置情報として計測する。

[0054] ウエハ X 干渉計 18 X₂は、アライメント系 A L G の検出中心を通る X 軸方向の測長軸に沿って測長ビームを反射面 17 X に対して照射し、アライメント系 A L G の側面に固定された固定鏡の反射面を基準とする移動鏡 17 X の反射面の変位をウエハステージ W S T の X 軸方向に関する位置情報として計測する。

[0055] また、ステージ本体 30 の + Y 側の側面には、図 1 及び図 2 に示されるように、X 軸方向を長手方向とする移動鏡 43 が、不図示のキネマティック支持機構を介して取り付けられている。

[0056] 移動鏡 43 に対向して、該移動鏡 43 に測長ビームを照射する一対の Z 干渉計 18 Z₁、18 Z₂が配置されている（図 3 参照）。詳述すると、移動鏡 43 は、図 2 及び図 3 を総合するとわかるように、X 軸方向の長さが反射面 17 Y（ウエハテーブル W T B）よりも長い、長方形と等脚台形とを一体化したような六角形の断面形状を有する部材から成る。この移動鏡 43 の + Y 側の面に鏡面加工が施され、図 2 に示される 3 つの反射面が形成されている。

[0057] Z 干渉計 18 Z₁、18 Z₂は、図 3 からわかるように、Y 干渉計 18 Y の X 軸方向の一侧と他側にほぼ同一距離離れて配置されている。また、Z 干渉計 18 Z₁、18 Z₂は、実際には、Y 干渉計 18 Y より幾分低い位置にそれぞれ配置されている。

[0058] Z 干渉計 18 Z₁、18 Z₂それぞれから、図 2 及び図 3 に示されるように、Y 軸方向の測長ビーム B 1 が移動鏡 43 の上側反射面（傾斜面）に向けて照射されるとともに、Y 軸方向の測長ビーム B 2 が移動鏡 43 の下側反射面（傾斜面）に向けて照射されるようになっている。本実施形態では、上側反射面で反射された測長ビーム B 1 と直交する反射面を有する固定鏡 47 A、及び下側反射面で反射された測長ビーム B 2 と直交する反射面を有する固定鏡

47Bが、投影ユニットPUから+Y方向に所定距離離れた位置に測長ビームB1、B2に干渉しない状態で、それぞれX軸方向に延設されている。固定鏡47A、47Bは、例えば投影ユニットPUを支持する鏡筒定盤に設けられた同一の支持体（不図示）に支持される。

[0059] Z干渉計18Z₁、18Z₂それぞれからY軸方向の測長ビームB1、B2が、移動鏡43に向けて照射され、これらの測長ビームB1、B2は、移動鏡43の上下の反射面のそれぞれに所定の入射角で入射し、各反射面でそれぞれ反射されて固定鏡47A、47Bの反射面に垂直に入射する。そして、固定鏡47A、47Bの反射面で反射された測長ビームB1、B2は、入射時と同一の光路を逆向きに通ってZ干渉計18Z₁、18Z₂に戻る。

[0060] Y干渉計18Yは、図3に示されるように、投影光学系PLの投影中心（光軸AX、図1参照）を通るY軸に平行な直線（基準軸）から同一距離-X側、+X側に離れたY軸方向の測長軸に沿って測長ビームB4₁、B4₂を反射面17Yに照射し、それぞれの反射光を受光することで、測長ビームB4₁、B4₂の照射点におけるウエハステージWSTのY軸方向の位置情報を、投影ユニットPUの鏡筒40の側面に固定されたY固定鏡の反射面を基準として検出している。なお、図2では、測長ビームB4₁、B4₂が代表的にビームB4として示されている。

[0061] また、Y干渉計18Yは、測長ビームB4₁、B4₂との間にZ軸方向に所定間隔をあけてY軸方向の測長軸に沿って測長ビームB3を移動鏡43のXZ平面に平行な中央反射面に向けて照射し、その中央反射面で反射した測長ビームB3を受光することにより、移動鏡43の中央反射面（すなわちウエハステージWST）のY軸方向の位置を検出している。

[0062] 主制御装置20は、Y干渉計18Yの測長ビームB4₁、B4₂に対応する測長軸の計測値の平均値に基づいて反射面17Y、すなわちウエハテーブルWTB（ウエハステージWST）のY位置、すなわちY軸方向の変位ΔY₀を算出する。また、主制御装置20は、反射面17Y及び移動鏡43の中央反射面におけるY位置に基づいて、ウエハステージWSTのX軸回りの回転方

向 (θ_x 方向) の変位 (ピッチング量) ΔX_o を算出する。

[0063] また、主制御装置 20 は、Z 干渉計 43A、43B の計測結果に基づいて、例えば国際公開第 2007/083758 号パンフレット (対応米国特許出願公開第 2007/0288121 号明細書) などに開示される手法により、ウエハステージ WST の Z 軸方向、Y 軸方向、 θ_z 方向、及び θ_y 方向の変位 ΔZ_o 、 ΔY_o 、 $\Delta \theta_z$ 、 $\Delta \theta_y$ を算出することができる。

[0064] なお、図 1 では、X 干渉計 18X₁、18X₂ 及び Y 干渉計 18Y、並びに Z 干渉計 18Z₁、18Z₂ が代表的に干渉計システム 18 として示され、X 軸方向位置計測用の X 固定鏡と Y 軸方向位置計測用の Y 固定鏡とが代表的に固定鏡 57 として図示されている。また、アライメント系 ALG 及びこれに固定された固定鏡は図 1 では図示が省略されている。

[0065] 本実施形態では、ウエハ X 干渉計 18X₁ とウエハ Y 干渉計 18Y とは、ウエハの露光動作時に用いられるエンコーダシステムのキャリブレーションに用いられるとともに、ウエハ X 干渉計 18X₂ とウエハ Y 干渉計 18Y とは、アライメント系 ALG によるマーク検出時に用いられる。なお、本実施形態において、ウエハテーブル WTB の端面に反射面 17X、17Y を形成する代わりにウエハステージ WST の端部に移動鏡 (平面ミラー) を固定しても良い。

[0066] また、ウエハステージ WST 上には、不図示の基準マーク板が、その表面がウエハ W と同一高さとなる状態で固定されている。この基準マーク板の表面には、少なくとも一対のレチクルアライメント用の第 1 基準マークと、これらの第 1 基準マークに対して既知の位置関係にあるアライメント系 ALG のベースライン計測用の第 2 基準マークなどが形成されている。

[0067] 本実施形態の露光装置 100 は、さらに、レチクルステージ RST の上方に X 軸方向に所定距離隔てて配置された一対のレチクルアライメント系 13A、13B (図 1 では不図示、図 4 参照) 備えている。レチクルアライメント系 13A、13B としては、投影光学系 PL を介してウエハステージ WST 上の一対の基準マークとこれに対応するレチクル上の一対のレチクルマー

クとを同時に観察するための露光波長の光を用いた T T R (Through The Reticle) アライメント系が用いられている。レチクルアライメント系の詳細な構成は、例えば米国特許第 5, 646, 413 号明細書などに開示されている。なお、レチクルアライメント系として、例えばスリット開口を有する受光面がウエハステージ W S T に配置される空間像計測系を代用又は兼用しても良い。この場合、前述の第 1 基準マークは設けなくても良い。

[0068] 同様に、図 1 では図示が省略されているが、露光装置 100 は、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照射系 42a と受光系 42b (図 4 参照) とから成る斜入射方式の多点焦点位置検出系を、さらに備えている。

[0069] また、露光装置 100 では、投影ユニット P U の近傍に、前述のアライメント系 A L G (図 1 では不図示、図 3 参照) が設けられている。このアライメント系 A L G としては、例えば、画像処理方式の 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 は、指標中心を基準とするマークの位置情報を主制御装置 20 に供給する。主制御装置 20 は、この供給された情報と、干渉計システム 18 のウエハ Y 干渉計 18 Y の測長ビーム B 4₁, B 4₂ に対応する測長軸及びウエハ X 干渉計 18 X₂ の計測値とに基づいて、検出対象のマーク、具体的には基準マーク板上の第 2 基準マーク又はウエハ上のアライメントマークのウエハ Y 干渉計 18 Y 及びウエハ X 干渉計 18 X₂ の測長軸で規定される座標系 (アライメント座標系) 上における位置情報を計測する。

[0070] 図 4 には、本実施形態の露光装置 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。この図 6 の制御系は、C P U (中央演算処理装置)、R O M (リード・オンリ・メモリ)、R A M (ランダム・アクセス・メモリ) 等から成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主制御装置 20 を中心として構成されている。

[0071] 上述のようにして構成された露光装置 100 では、例えば米国特許第 4, 7

80, 617号明細書などに開示されている周知のEGA（エンハンスド・グローバル・アライメント）方式などで行われるウエハアライメント動作時には、上述の如く、干渉計システム18のウエハY干渉計18Y及びウエハX干渉計18X₂の計測値に基づいて、ウエハステージWSTのXY平面内の位置が主制御装置20によって管理され、ウエハアライメント動作時以外の例えば露光動作時などには、エンコーダ50A～50Dの計測値に基づいて、ウエハステージWSTの位置が主制御装置20によって管理されるようになっている。

- [0072] 従って、ウエハアライメント動作終了後、露光開始前までの間で、ウエハステージのXY平面内の位置計測に用いる位置計測系を、ウエハY干渉計18Y及びウエハX干渉計18X₂からエンコーダ50A～50Dへ切り替える、位置計測系の切り換え動作を行う必要がある。この位置計測系の切り換え動作は、大略、次の手順で行なわれる。
- [0073] ウエハアライメントの終了後、主制御装置20は、干渉計18Y, 18X₂, 18Z₁, 18Z₂の計測値に基づいて、ウエハステージWSTを所定方向、例えば+Y方向に駆動する。
- [0074] そして、干渉計18X₂からの測長ビームと、干渉計18X₁からの測長ビームとが同時に反射面17Xに照射される位置に、ウエハステージWSTが到達すると、主制御装置20は、干渉計システム18（干渉計18Y, 18X₂, 18Z₁, 18Z₂）の計測値に基づいて、ウエハステージWSTの θ_z 回転（ヨーイング）誤差（及び θ_x 回転（ピッチング）誤差、並びに θ_y 回転（ローリング）誤差）が零となるようにウエハステージWSTの姿勢を調整した後、干渉計18X₁の計測値を、そのときの干渉計18X₂の計測値と同じ値にプリセットする。
- [0075] そのプリセット後、干渉計18X₁, 18Yの各軸の計測値の空気揺らぎ（空気の温度揺らぎ）による短期的変動の影響が平均化効果により無視できるレベルになるまでの所定時間その位置でウエハステージWSTを停止させ、その停止時間中に取得した干渉計18X₁の計測値の加算平均値（停止時間中

の平均値)を、Xリニアエンコーダ50B, 50Dの計測値として引き継ぐとともに、その停止時間中に取得した干渉計18Yの複数軸それぞれにおける計測値の加算平均値(停止時間中の平均値)の平均値を、Yリニアエンコーダ50A, 50Cの計測値として引き継ぐ。これにより、Xリニアエンコーダ50B, 50D、及びYリニアエンコーダ50A, 50Cのプリセット、すなわち位置計測系の切り換え動作が完了する。以後、主制御装置20により、エンコーダ50A~50Dの計測値に基づいて、ウエハステージWSTの位置が管理されることとなる。

[0076] 本実施形態の露光装置100では、通常のスキャニング・ステッパと同様に、レチクルアライメント系13A, 13B、ウエハステージWST上の基準マーク板及びアライメント系ALGなどを用いて、レチクルアライメント(レチクル座標系とウエハ座標系との対応付けを含む)及びアライメント系ALGのベースライン計測などの一連の作業が行われる。これらの一連の作業中のレチクルステージRST、及びウエハステージWSTの位置制御は、レチクル干渉計16、及び干渉計システム18の計測値に基づいて行われる。

[0077] 次いで、主制御装置20により、不図示のウエハローダを用いてウエハステージWST上のウエハ交換(ウエハステージWST上にウエハがない場合は、ウエハのロード)が行われ、そのウエハに対するアライメント系ALGを用いたウエハアライメント(例えばEGAなど)が行われる。このウエハアライメントにより、前述したアライメント座標系上におけるウエハ上の複数のショット領域の配列座標が求められる。

[0078] その後、前述した位置計測系の切り替えが行われ、主制御装置20により、先に計測したベースライン及びエンコーダ50A~50Dの計測値に基づいてウエハステージWSTの位置が管理され、かつ前述したレチクル干渉計16の計測値に基づいてレチクルステージRSTの位置を管理しつつ、通常のスキャニング・ステッパと同様の手順で、ステップ・アンド・スキャン方式の露光が行われ、レチクルRのパターンがウエハ上の複数のショット領域

にそれぞれ転写される。

[0079] 図5 (A) には、ウエハWの中央付近が投影ユニットPUの直下となる位置にウエハステージWSTがある状態が示され、図5 (B) には、ウエハWの中心と外周との中間付近が投影ユニットPUの直下となる位置にウエハステージWSTがある状態が示されている。また、図6 (A) には、ウエハWの+Y側のエッジ近傍が投影ユニットPUの直下となる位置にウエハステージWSTがある状態が示され、図6 (B) には、ウエハWの中心から見てX軸及びY軸に対し 45° を成す方向のエッジ近傍が投影ユニットPUの直下となる位置にウエハステージWSTがある状態が示されている。また、図7 には、ウエハWの+X側のエッジ近傍が投影ユニットPUの直下となる位置にウエハステージWSTがある状態が示されている。これらの図5 (A) ~ 図7を見ると、いずれの図においても、ウエハテーブルWTB上のYヘッド $64_1 \sim 64_5$ 、及びYヘッド $64_6 \sim 64_{10}$ 、並びにXヘッド $66_1 \sim 66_5$ 及び $66_6 \sim 66_{10}$ の4つのグループについて、各グループに属する少なくとも1つ（本実施形態では1つ又は2つ）のヘッドが、対応するスケール部材に対向していることがわかる。この事実、並びにスケール部材 $46A \sim 46D$ の投影光学系PLの光軸AXを中心とする上下、左右方向に関する対称配置及びYヘッド $64_1 \sim 64_{10}$ 、及びXヘッド $66_1 \sim 66_{10}$ のウエハステージWSTの中心に対するX軸方向及びY軸方向に関する対称配置を総合して考えればわかるように、露光装置100では、露光中のウエハステージWSTの移動範囲内のいずれの位置にウエハステージWSTがあっても、Yヘッド $64_1 \sim 64_5$ 、及びYヘッド $64_6 \sim 64_{10}$ 、並びにXヘッド $66_1 \sim 66_5$ 及び $66_6 \sim 66_{10}$ のうちの少なくとも各1つが、対応する移動スケールに対向し、4つのエンコーダ $50A \sim 50D$ によるウエハステージWSTのX位置及びY位置の計測を常時、ほぼ同時に行うことができる。

[0080] 換言すれば、前述した4つのヘッド群 $64_1 \sim 64_5$ 、 $64_6 \sim 64_{10}$ 、 $66_1 \sim 66_5$ 及び $66_6 \sim 66_{10}$ の配置領域は、その長さ（例えばヘッド群 $64_1 \sim 64_5$ の場合、ヘッド 64_1 とヘッド 64_5 との距離）が、少なくともウエハWの全

面を走査露光するときのウエハステージWSTの移動ストローク（移動範囲）の全域をカバーする（本実施形態では全てのショット領域で、少なくとも走査露光中と、走査露光前後のウエハステージWSTの加減速及び同期整定の期間中とに、4つのヘッド群64₁～64₅、64₆～64₁₀、66₁～66₅及び66₆～66₁₀（計測ビーム）の少なくとも1つが、対応するスケール部材（回折格子）から外れない、すなわち計測不能とならない）ように、ウエハWの大きさ（直径）よりも長く設定されている。

[0081] また、4つのスケール部材46A～46Dも同様に、それぞれ長手方向に関して、その長さ（回折格子の幅に相当）が、少なくともウエハWの全面を走査露光するときのウエハステージWSTの移動ストロークの全域をカバーする（すなわち、少なくともウエハWの露光動作中に4つのヘッド群64₁～64₅、64₆～64₁₀、66₁～66₅及び66₆～66₁₀（計測ビーム）が対応するスケール部材（回折格子）から外れない、すなわち計測不能とならない）ように、その移動ストロークと同程度以上に設定されている。

[0082] 以上詳細に説明したように、本実施形態の露光装置100によると、エンコーダシステム50により、スケール部材46A、46Cにそれぞれ対向する一对のYヘッド64の出力と、スケール部材46B、46Dにそれぞれ対向する一对のXヘッド66の出力とに基づいて、ウエハステージWSTのXY平面内の3自由度方向の位置情報が算出され、ウエハステージ駆動系27により、主制御装置20の指示に応じ、エンコーダシステム50により算出された位置情報に基づいて、ウエハステージWSTがXY平面に沿って駆動される。従って、ウエハステージWSTの移動範囲の全域に対応してスケール（格子）を配置することなく、ウエハステージWSTの移動範囲の全域で、エンコーダシステム50の計測値に基づいて、ウエハステージWSTをXY平面に沿って精度良く駆動することが可能になる。

[0083] また、本実施形態の露光装置100によると、ウエハW上の各ショット領域に対する走査露光の際に、主制御装置20は、レチクル干渉計16と、エンコーダ50A、50C（及び50B及び50D）の計測値に基づいて、レ

チクルR（レチクルステージRST）、ウエハW（ウエハステージWST）を走査方向（Y軸方向）に沿って精度良く駆動することが可能であるとともに、非走査方向（X軸方向）にもウエハW（ウエハステージWST）を精度良く駆動することができ、非走査方向に関するレチクルR（レチクルステージRST）とウエハW（ウエハステージWST）との高精度な位置決め（アライメント）も可能となる。これにより、ウエハW上の複数のショット領域にレチクルRのパターンを精度良く形成することが可能になる。

[0084] なお、本実施形態で用いられる各エンコーダとしては、上述した回折干渉方式、又はいわゆるピックアップ方式など、種々の方式を用いることができ、例えば米国特許第6,639,686号明細書などに開示されるいわゆるスキャンエンコーダなどを用いることができる。

[0085] 次に、図8に基づいて、本発明の他の実施形態について説明する。この実施形態の露光装置では、ウエハステージ用のエンコーダシステムのみが、前述の実施形態と異なるので、以下では、このエンコーダシステムについて説明する。なお、図3との差異がエンコーダシステムの構成のみであるので、以下では図3と同一若しくは同等の作用、機能の構成部分には同一の符号を付すとともにその説明を省略する。また、この図8では、干渉計システム18も図示が省略されている。

[0086] 図8に示されるように、投影ユニットPUの最下端部の−X側、+Y側には、細長い長方形板状のスケール部材46A'及び46B'が配置されている。これらのスケール部材A'及び46B'は、実際には、支持部材を介して鏡筒定盤に吊り下げ状態で固定されている。

[0087] スケール部材46A'は、投影ユニットPUの−X側にX軸方向を長手方向としてかつ、その長手方向に垂直な方向の中心線（長手方向に延びる中心線）の延長線が投影光学系PLの光軸と直交する状態で配置されている。スケール部材46A'の表面（−Z側の面）には、X軸方向を周期方向とする所定ピッチ、例えば1μmの反射型回折格子が、前述と同様にして形成されている。

- [0088] また、スケール部材46B'は、投影ユニットPUの+Y側にY軸方向を長手方向としてかつ、その長手方向に垂直な方向の中心線（長手方向に延びる中心線）の延長線が投影光学系PLの光軸で前述のスケール部材46A'の長手方向の中心軸の延長線と直交する状態で配置されている。スケール部材46B'の表面（-Z側の面）には、Y軸方向を周期方向とする所定ピッチ、例えば1 μ mの反射型回折格子が、前述と同様に形成されている。この場合、スケール部材46A'の長手方向に垂直な方向の幅（回折格子の幅）は、前述のスケール部材46Aとほぼ同一であり、スケール部材46B'の幅（回折格子の幅）は、スケール部材46A'の幅（回折格子の幅）の約2倍である。
- [0089] 一方、ウエハテーブルWTBの上面には、前述の実施形態でYヘッド64₆、64₇、…、64₁₀が配置されていた位置に、Xヘッド66₁、66₂、…、66₅がそれぞれ配置されている。また、ウエハテーブルWTBの上面には、前述の実施形態でXヘッド66₁、66₂、…、66₅が配置されていた位置に、Yヘッド64₁、64₂、…、64₅がそれぞれ配置されている。
- [0090] この実施形態では、ウエハWが、投影光学系PLの下方に位置する、露光の際のウエハステージWSTの移動範囲内では、少なくとも2つの隣接するYヘッド64_i、64_{i+1}（i=1~4のいずれか）が、スケール部材46B'に同時に対向するとともに、少なくとも1つのXヘッド66_p（p=1~5のいずれか）が、スケール部材46A'に対向する。すなわち、スケール部材46B'に対向するYヘッド64_i、64_{i+1}によって構成される2つのYリニアエンコーダと、スケール部材46A'に対向するXヘッド66_pによって構成されるXリニアエンコーダとの合計3つのエンコーダの計測値が、主制御装置20に供給されるようになっている。主制御装置20は、これら3つのエンコーダの計測値に基づいて算出される、ウエハステージWSTのX軸及びY軸方向の位置情報と θ_z 方向の回転情報とに基づき、ウエハステージ駆動系27を介してウエハステージWSTの位置制御を行う。これにより、上記実施形態と全く同様に、高精度なウエハステージWSTの2次元駆動が可

能となる。

[0091] なお、図8において、前述した2つのヘッド群 $64_1 \sim 64_5$ 、及び $66_1 \sim 66_5$ の配置領域は、その長さ（例えばヘッド群 $64_1 \sim 64_5$ の場合、ヘッド 64_1 とヘッド 64_5 との距離）が、少なくともウエハWの露光動作時におけるウエハステージWSTの移動ストローク（移動範囲）の全域をカバーする（換言すれば、全てのショット領域の走査露光時に各ヘッド群（計測ビーム）が対応する移動スケール（回折格子）から外れない、すなわち計測不能とならない）ように、ウエハWの大きさ（直径）より長く設定される。また、図8に示されるエンコーダシステムにおいて、スケール部材 $46A'$ 又はスケール部材 $46B'$ はそれぞれ長手方向に関して、その長さ（回折格子の形成範囲に相当）が、少なくともウエハWの露光動作時におけるウエハステージWSTの移動ストローク（移動範囲）の全域をカバーする（換言すれば、全てのショット領域の走査露光時に各ヘッド群（計測ビーム）が対応するスケール（回折格子）から外れない、すなわち計測不能とならない）ように、その移動ストロークと同程度以上に設定される。

[0092] 次に、本発明のその他の実施形態について、図9に基づいて説明する。この実施形態の露光装置では、ウエハステージ用のエンコーダシステムのみが、前述の実施形態と異なるので、以下では、このエンコーダシステムについて説明する。なお、図3との差異がエンコーダシステムの構成のみであるので、以下では図3と同一若しくは同等の作用、機能の構成部分には同一の符号を付すとともにその説明を省略する。

[0093] 図9では、投影ユニットPUの最下端部の+Y側に、細長い長方形板状のスケール部材 $46B''$ が配置されている。このスケール部材 $46B''$ は、前述のスケール部材 $46B'$ と同一の大きさ（長さ及び幅）を有している。ただし、このスケール部材 $46B''$ の表面（-Z側の面）には、Y軸方向を周期方向とする所定ピッチ、例えば $1\mu m$ の格子と、X軸方向を周期方向とする所定ピッチ、例えば $1\mu m$ の格子とから成る反射型の2次元回折格子が形成されている。

[0094] また、ウエハテーブルW T Bの上面には、前述の図8におけるヘッド群 $64_1 \sim 64_5$ と同一の配置で、5つの2次元ヘッド（2Dヘッド） $68_1 \sim 68_5$ が、Y軸方向に所定間隔で配置されている。各2次元ヘッドとしては、例えば、計測ビームを+Z方向に射出し、この計測ビームの2次元回折格子からの所定次数の回折光を集光させる一対のX回折格子及び一対のY回折格子（固定スケール）と、これらの一対のX回折格子、及び一対のY回折格子でそれぞれ集光された回折光を干渉させる、透過型の2次元の回折格子から成るインデックススケールと、インデックススケールにて干渉した光を検出する検出器と、を含んで構成することができる。すなわち、いわゆる3格子回折干渉方式の2次元のエンコーダヘッドを、2Dヘッド $68_1 \sim 68_5$ として用いることができる。なお、2Dヘッドの代わりに、X軸方向を計測方向とする一次元ヘッド（Xヘッド）と、Y軸方向を計測方向とする一次元ヘッド（Yヘッド）とを組み合わせる用いても良い。この場合、計測ビームの照射位置は、XヘッドとYヘッドとで同一でなくても良い。なお、本明細書中では、上記XヘッドとYヘッドとの組み合わせのような2つの1次元ヘッドの組み合わせをも含む概念として、「2次元ヘッド」なる用語を用いている。

[0095] この図9に示される構成のエンコーダシステムを備えたステージ装置では、ウエハWが、投影光学系P Lの下方に位置する、露光の際のウエハステージW S Tの移動範囲内では、少なくとも2つの隣接する2Dヘッド 68_i 、 68_{i+1} （ $i = 1 \sim 4$ のいずれか）が、スケール部材46 B”に同時に対向する。すなわち、スケール部材46 B”に対向する2Dヘッド 68_i 、 68_{i+1} によって構成される2つの2次元エンコーダの計測値が、主制御装置20に供給される。主制御装置20は、これら2つのエンコーダの計測値に基づいて算出される、ウエハステージW S TのX軸及びY軸方向の位置情報と θ_z 方向の回転情報とに基づき、ウエハステージ駆動系27を介してウエハステージW S Tの位置制御を行う。これにより、上記実施形態と全く同様に、高精度なウエハステージW S Tの2次元駆動が可能となる。

[0096] なお、ウエハステージW S Tの θ_z 方向の回転情報を計測する必要がない

場合、あるいは干渉計システム 18 によって計測した θ_z 方向の回転情報を用いる場合などには、2Dヘッド 68₁~68₅のうちの少なくとも1つが、スケール部材 46B” に対向するような構成を採用することもできる。この場合において、スケール部材 46B” に代えて、2次元回折格子が形成されたスケール部材を2つ設けても良い。このようにすると、1つのスケール部材の大きさを抑えつつ、少なくとも露光動作時のウエハステージWSTの移動範囲の全域をカバーすることができる。この場合、2つのスケール部材は、それぞれの長手方向が互いに直交するように配置しても良いし、長手方向を同一方向として配置しても良い。

[0097] なお、上記各実施形態では、ウエハの露光動作中に前述のエンコーダシステムを用いてウエハステージWSTの位置制御を行うものとしたが、例えばアライメント動作（少なくともアライメント系ALGによるマーク検出動作を含む）、及び／又はウエハの交換動作などにおいても、図3、図8及び図9などに示したエンコーダシステムを用いてウエハステージWSTの位置制御を行っても良い。この場合、当然ながら前述した位置計測系の切り換え動作が不要となる。

[0098] ここで、アライメント系ALGによるウエハW上のアライメントマーク又はウエハステージWSTの基準マークの検出時などでも、前述のエンコーダシステム（図3、図8及び図9）を用いる場合、この検出動作時におけるウエハステージWSTの移動範囲をも考慮して、ヘッドの配置（例えば、位置、個数の少なくとも1つを含む）及び／又はスケール部材の配置（例えば、位置、個数、大きさの少なくとも1つを含む）などを設定することが好ましい。すなわち、アライメント系ALGの計測位置にウエハステージを移動して行われるマークの検出動作中にも、例えばX軸、Y軸及び θ_z 方向の3自由度の位置計測を可能とするため、常に少なくとも3つのヘッドが対応する同一及び／又は異なるスケール部材（回折格子）に対向し続ける、すなわちエンコーダシステムによる位置計測が不能となってウエハステージの位置制御が切れることがないように、ヘッド及び／又はスケール部材の配置を設定

することが好ましい。この場合、一例として、露光動作とアライメント動作とで上記各実施形態のスケール部材が兼用可能となるようにその大きさを設定しても良いし、あるいは、前述のスケール部材とは別に、アライメント動作で使用するスケール部材を設けても良い。特に後者では、例えば、アライメント系A L Gに対しても、図3、図8、図9などに示される配置と同様の配置でスケール部材を設ければ良い。または、露光動作で使用する複数のスケール部材の少なくとも1つと、別設される少なくとも1つのスケール部材とを用いて、アライメント動作などでも、エンコーダシステムによってウエハステージW S Tの位置計測を行っても良い。

[0099] なお、前述のレチクルアライメント系によるウエハステージW S Tの基準マークの検出時、及び／又は前述の空間像計測系によるレチクルRのマーク又はレチクルステージR S Tの基準マークの投影像の検出時に、前述の干渉計システムによってウエハステージW S Tの位置計測を行っても良いが、上記各実施形態のスケール部材を含むエンコーダシステムによってウエハステージW S Tの位置計測を行うことが好ましい。

[0100] また、ウエハの交換位置（ロード位置とアンロード位置との少なくとも一方を含む）にウエハステージW S Tがあるときに、前述のエンコーダシステム（図3、図8及び図9）を用いる場合、ウエハ交換動作におけるウエハステージの移動範囲をも考慮し、前述と同様にヘッド及び／又はスケール部材の配置などを設定することが好ましい。すなわち、ウエハ交換位置においてもエンコーダシステムによる位置計測が不能となってウエハステージの位置制御が切れることがないように、ヘッド及び／又はスケール部材の配置を設定することが好ましい。また、ウエハの交換位置と、投影光学系P Lを介してレチクルパターンの転写が行われる露光位置、あるいはアライメント系A L Gによるマーク検出が行われる計測位置との間、及び／又はアライメント系A L Gの計測位置と露光位置との間におけるウエハステージW S Tの移動中に、前述のエンコーダシステム（図3、図8及び図9）を用いる場合も同様である。

[0101] さらに、例えば米国特許第 6, 2 6 2, 7 9 6 号明細書などに開示されているように、2つのウエハステージを用いて露光動作と計測動作（例えば、アライメント系によるマーク検出など）とをほぼ並行して実行可能なツインウエハステージ方式の露光装置でも、上記各実施形態と同様にヘッドが各ウエハステージに設けられる前述のエンコーダシステム（図 3、図 8 及び図 9）を用いて、各ウエハステージの位置制御を行うことが可能である。ここで、露光動作時だけでなく他の動作、例えば計測動作時でも、前述と同様にヘッド及び／又はスケール部材の配置を適切に設定することで、前述のエンコーダシステムによって各ウエハステージの位置計測を行うことが可能である。例えば、ヘッドの配置を適切に設定することで、上記各実施形態のスケール部材をそのまま用いて各ウエハステージの位置制御を行うことが可能であるが、前述したスケール部材とは別に、その計測動作中に使用可能なスケール部材を設けても良い。この場合、一例として、上記各実施形態のスケール部材と同様の配置、例えば、アライメント系 A L G を中心として十字状に配置される 4 つのスケール部材を設け、上記計測動作時にはこれらスケール部材と対応するヘッドとによって各ウエハステージ W S T の位置情報を計測するようにしても良い。ツインウエハステージ方式の露光装置では、例えば、それぞれ前述と同様の配置でヘッド（図 3、図 8 及び図 9）が設けられるとともに、一方のウエハステージに載置されたウエハの露光動作が終了すると、その一方のウエハステージとの交換で、計測位置にてマーク検出などが行われた次のウエハを載置する他方のウエハステージが露光位置に配置される。また、露光動作と並行して行われる計測動作は、アライメント系によるウエハなどのマーク検出に限られるものでなく、その代わりに、あるいはそれと組み合わせて、ウエハの面情報（段差情報など）の検出を行っても良い。

[0102] なお、上記の説明において、計測位置又は交換位置において、あるいは露光位置、計測位置、及び交換位置の 1 つから他の位置へのウエハステージの移動中に、前述のエンコーダシステムを用いるウエハステージの位置制御が切れるときは、そのエンコーダシステムとは別の計測装置（例えば、干渉計

、エンコーダなど）を用いて、上記各位置あるいは移動中にウエハステージの位置制御を行うことが好ましい。

[0103] また、上記各実施形態では、例えば国際公開第2005/074014号パンフレット（対応米国特許出願公開第2007/0127006号明細書）などに開示されているように、ウエハステージとは別に計測ステージを設け、ウエハの交換動作時などにウエハステージとの交換で計測ステージを投影光学系PLの直下に配置し、露光装置の特性（例えば、投影光学系の結像特性（波面収差）、照明光ILの偏光特性など）を計測するものとしても良い。この場合、計測ステージにもヘッドを配置し、前述のスケール部材を用いて計測ステージの位置制御を行うようにしても良い。また、ウエハステージに載置したウエハの露光動作中、計測ステージはウエハステージと干渉しない所定位置に退避しており、この退避位置と露光位置との間で移動されることになる。このため、その退避位置においても、あるいはその退避位置と露光位置との一方から他方への移動中にも、ウエハステージと同様に、計測ステージの移動範囲をも考慮し、エンコーダシステムによる位置計測が不能となって計測ステージの位置制御が切れることがないように、前述と同様にヘッド及び／又はスケール部材の配置などを設定することが好ましい。または、その退避位置で、又はその移動中に前述のエンコーダシステムによる計測ステージの位置制御が切れるときは、そのエンコーダシステムとは別の計測装置（例えば干渉計、エンコーダなど）を用いて計測ステージの位置制御を行うことが好ましい。あるいは、計測ステージの位置制御は、前述の干渉計システムのみで行っても良い。

[0104] また、上記各実施形態では、例えば投影ユニットPUの大きさなどによっては、同一方向に延設される一対のスケール部材の間隔を広げなければならず、ウエハW上の特定のショット領域、例えば最外周に位置するショット領域の走査露光時に、その一対のスケール部材の一方に、これに対応するヘッドが対向しなくなることがある。一例として、図3中で投影ユニットPUが少し大きくなると、一対のスケール部材46B、46Dのうちヘッドユニッ

ト46Bに、対応するXヘッド66がいずれも対向しなくなる。さらに、例えば国際公開WO99/49504号パンフレットなどに開示される、投影光学系PLとウエハとの間に液体（例えば純水など）が満たされる液浸型露光装置では、液体を供給するノズル部材などが投影ユニットPUを囲むように設けられるので、投影光学系PLの前述の露光領域に対してヘッドを近づけて配置することが一層困難となる。従って、液浸型露光装置で図3のエンコーダシステムを採用する場合には、常にX軸及びY軸方向に関してそれぞれ2つずつ位置情報が計測可能である必要はなく、X軸及びY軸方向の一方では2つの位置情報、及び他方では1つの位置情報が計測可能となるように、エンコーダシステムを構成すれば良い。すなわち、エンコーダシステムによるウエハステージ（又は計測ステージ）の位置制御では、必ずしもX軸及びY軸方向に関してそれぞれ2つずつ、計4つの位置情報を用いなくても良い。

- [0105] また、上記各実施形態において、干渉計システム18はその構成が図3に限られるものでなく、例えばアライメント系ALG（計測位置）にもスケール部材を配置するときなどは、ウエハX干渉計18X₂を備えていなくても良いし、ウエハX干渉計18X₂を、例えばウエハY干渉計18Yと同様に多軸干渉計によって構成し、ウエハステージWSTのX位置の他、回転情報（例えばヨーイング及びローリング）を計測できるようにしても良い。さらに、上記各実施形態では、干渉計システム18をエンコーダシステムのキャリブレーションのため、あるいは露光動作以外の他の動作におけるウエハステージの位置計測のために用いるものとしたが、これに限らず、露光動作、計測動作（アライメント動作を含む）などの少なくとも1つの動作において、エンコーダシステム50と干渉計システム18とを併用しても良い。例えば、エンコーダシステム50が計測不能あるいはその計測値が異常である場合、干渉計システム18に切り替えてウエハステージWSTの位置制御を継続させるようにしても良い。なお、上記各実施形態では干渉計システム18を設けなくても良く、前述のエンコーダシステムを設けるだけでも良い。

- [0106] また、上記各実施形態では、エンコーダシステム50によってウエハステージWSTのX軸及びY軸方向の少なくとも一方の位置を計測するものとしたが、これに限らず、Z軸方向の位置計測を行っても良い。例えば、前述のヘッドとは別に、Z軸方向の位置を計測可能なエンコーダ方式のヘッドをウエハステージに設けても良いし、前述のヘッドを、X軸及びY軸方向の少なくとも一方の位置とZ軸方向の位置とを計測可能なヘッドとしても良い。
- [0107] また、図3、図8に示されるエンコーダシステムにおいて、Xヘッド、Yヘッドの少なくとも一方を2Dヘッドに代え、この2Dヘッドと対向するスケール部材を、2次元回折格子が形成されたスケール部材としても良い。この場合、図3に示されるエンコーダシステムでは、スケール部材の数を4つから最小で2つに減らすことができ、図8のエンコーダシステムでは、特にスケール部材46B'を、2次元回折格子が形成されたスケール部材とすることで、その幅を狭くできる。
- [0108] また、上記各実施形態において、1つのスケール部材に対して常に複数の計測ビームを照射可能な構成を採用し、1つの計測ビームが異常となった場合に、別の計測ビームに切り替えて計測を続行することとしても良い。この場合、複数の計測ビームは、1つのヘッドからスケール部材に照射されることとしても良いし、あるいは異なる複数のヘッドから照射されることとしても良い。1つのスケール部材に対して複数の計測ビームを照射する場合、その複数の計測ビームはスケール部材上で異なる位置に照射されることが好ましい。
- [0109] また、前述した各スケール部材を、複数の小スケール部材をプレート部材等に一体的に保持させることで構成しても良い。この場合、小スケール部材同士のつなぎ部に対向するヘッドが計測不能あるいは計測異常となるときは、つなぎ部以外の部分に対向する他のヘッドによる位置計測で代替しても良い。
- [0110] また、上記各実施形態で説明したヘッドの配置は、一例であり、ヘッドの配置は、これに限定されるものではない。

- [0111] また、上記各実施形態では、スケール部材が、支持部材を介して鏡筒定盤に吊り下げ状態で固定されるものとしたが、鏡筒定盤以外の別の保持部材で、スケール部材を保持しても良い。また、上記各実施形態では、必要に応じ、スケール部材の温調を行っても良い。
- [0112] また、上記各実施形態では、ウエハステージW S Tの移動範囲の全域に対応してスケール（格子）を配置する必要がないので、空調などが容易になるという効果もある。
- [0113] なお、上記各実施形態では、スキャニング・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、干渉計を用いてそ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。
- [0114] また、上記各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および拡大系のいずれでも良いし、投影光学系P L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。
- [0115] また、照明光I Lは、A r Fエキシマレーザ光（波長193nm）に限らず、K r F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D F B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。

[0116] また、上記各実施形態では、露光装置の照明光 I L としては波長 100 nm 以上の光に限らず、波長 100 nm 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 ～ 15 nm 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。この他、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。

[0117] また、上述の各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、そ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、上記各実施形態と同等の効果を得ることができる。

[0118] また、例えば国際公開第 2001/035168 号パンフレット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。

[0119] 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。

[0120] 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。

[0121] なお、上記各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。

[0122] 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。

[0123] なお、本発明の移動体駆動システムは、露光装置に限らず、その他の基板の処理装置（例えば、レーザーリペア装置、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。

[0124] 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、国際公開パンフレット、米国特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。

[0125] 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、前述した調整方法によりパターンの転写特性が調整される上記各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プ、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、上記各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

[0126] 以上説明したように、本発明の移動体駆動システムは、所定平面に沿って移動体を駆動するのに適している。また、本発明のパターン形成装置は、ウエハ等の物体上にパターンを形成するのに適している。また、本発明の露光装置、露光方法、及びデバイス製造方法は、半導体素子などの電子デバイスを製造するのに適している。

請求の範囲

- [1] 実質的に所定平面に沿って移動体を駆動する移動体駆動システムであって、
- 、
- 前記移動体が対向する前記所定平面と平行な第 1 面上に、第 1 方向を長手方向として配置され、前記第 1 方向又は該第 1 方向に垂直な第 2 方向を周期方向とする第 1 格子が形成された第 1 スケールと；
- 前記第 1 面に、前記第 2 方向を長手方向として配置され、前記第 1 格子と周期方向が直交する第 2 格子が形成された第 2 スケールと；
- 前記移動体の前記所定平面に実質的に平行な第 2 面に前記第 2 方向の位置を異ならせて配置された前記第 1 格子の周期方向を計測方向とする複数の第 1 ヘッドを含む第 1 ヘッド群と、前記移動体の前記第 2 面に前記第 1 方向の位置を異ならせて配置された前記第 2 格子の周期方向を計測方向とする複数の第 2 ヘッドを含む第 2 ヘッド群と、を有し、前記第 1 スケールに対向する前記第 1 ヘッドの出力と、前記第 2 スケールに対向する前記第 2 ヘッドの出力とに基づいて、前記移動体の前記第 1 及び第 2 方向を含む前記所定平面内の少なくとも 2 自由度方向の位置情報を算出する計測システムと；
- 前記計測システムにより算出された位置情報に基づいて、前記移動体を前記所定平面に沿って駆動する駆動系と；を備える移動体駆動システム。
- [2] 請求項 1 に記載の移動体駆動システムにおいて、
- 前記第 1 スケールは、前記第 1 ヘッドが 3 つ同時に対向可能な前記第 2 方向の幅を有し、
- 前記計測システムは、前記第 1 スケールに同時に対向する少なくとも 2 つの第 1 ヘッドの出力と、前記第 2 スケールに対向する前記第 2 ヘッドの出力とに基づいて、前記移動体の前記所定平面内の 3 自由度方向の位置情報を算出する移動体駆動システム。
- [3] 請求項 1 に記載の移動体駆動システムにおいて、
- 前記第 1 スケールは、前記第 1 面上に、長手方向を前記第 1 方向に向けて所定間隔で一対配置され、

前記第 1 ヘッド群は、前記移動体が所定の有効領域内にあるとき、前記一対の第 1 スケールの各々に、少なくとも各 1 つ同時に対向可能となる配置で、前記移動体の前記第 2 面に配置され、

前記計測システムは、前記一対の第 1 スケールの各々に同時に対向する 2 つの第 1 ヘッドの出力と、前記第 2 スケールに対向する前記第 2 ヘッドの出力とに基づいて、前記移動体の前記所定平面内の 3 自由度方向の位置情報を算出する移動体駆動システム。

[4] 請求項 1 に記載の移動体駆動システムにおいて、

前記第 2 スケールは、前記第 1 面上に、長手方向を前記第 2 方向に向けて所定間隔で一対配置され、

前記第 2 ヘッド群は、前記移動体が前記有効領域内にあるとき、前記一対の第 2 スケールの各々に、少なくとも各 1 つ同時に対向可能となる配置で、前記移動体の前記第 2 面に配置され、

前記計測システムは、前記一対の第 1 スケールの各々に同時に対向する 2 つの第 1 ヘッドの出力と、前記一対の第 2 スケールの各々に同時に対向する 2 つの第 2 ヘッドの出力に基づいて、前記移動体の前記所定平面内の 3 自由度方向の位置情報を算出する移動体駆動システム。

[5] 実質的に所定平面に沿って移動体を駆動する移動体駆動システムであって、

前記移動体に対向する前記所定平面と平行な第 1 面上に、第 1 方向を長手方向として配置され、前記第 1 方向及び該第 1 方向に垂直な第 2 方向を周期方向とする 2 次元格子が形成されたスケールと；

前記移動体の前記所定平面に実質的に平行な第 2 面に前記第 2 方向の位置を異ならせて配置された前記第 1、第 2 方向を計測方向とする複数の 2 次元ヘッドを有し、前記スケールに対向する 2 次元ヘッドの出力に基づいて、前記移動体の前記第 1 及び第 2 方向を含む前記所定平面内の少なくとも 2 自由度方向の位置情報を算出する計測システムと；

前記計測システムにより算出された位置情報に基づいて、前記移動体を前

記所定平面に沿って駆動する駆動系と；を備える移動体駆動システム。

- [6] 請求項 5 に記載の移動体駆動システムにおいて、
前記スケールは、前記 2 次元ヘッドが 3 つ同時に対向可能な前記第 2 方向の幅を有し、
前記計測システムは、前記スケールに同時に対向する少なくとも 2 つの 2 次元ヘッドの出力に基づいて、前記移動体の前記所定平面内の 3 自由度方向の位置情報を算出する移動体駆動システム。
- [7] 請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の移動体駆動システムにおいて、
前記駆動系は、前記移動体を前記所定平面に沿って駆動する平面モータを含む移動体駆動システム。
- [8] 物体にパターンを形成するパターン形成装置であって、
前記物体上にパターンを生成するパターンニング装置と；
請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の移動体駆動システムと；を備え、
前記物体に対するパターン形成のために前記移動体駆動システムによる前記物体が載置される移動体の駆動を行うパターン形成装置。
- [9] 請求項 8 に記載のパターン形成装置において、
前記物体は感応層を有し、前記パターンニング装置は、エネルギービームの照射による前記感応層の露光によって前記物体上にパターンを生成するパターン形成装置。
- [10] エネルギービームの照射によって物体にパターンを形成する露光装置であって、
前記物体に前記エネルギービームを照射するパターンニング装置と；
請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の移動体駆動システムと；を備え、
前記エネルギービームと前記物体との相対移動のために、前記移動体駆動システムによる前記物体が載置される移動体の駆動を行う露光装置。
- [11] エネルギービームで物体を露光する露光装置であって、
前記物体を保持して所定平面に沿って移動可能な移動体と；
前記所定平面と実質的に平行かつ第 1 方向を長手方向として配置されるス

ケールと；

前記移動体に設けられ、前記所定平面内で前記第 1 方向と直交する第 2 方向に関して位置が異なる複数のヘッドを有し、少なくとも前記物体の露光時に前記移動体の位置情報を、前記スケールと対向する、前記複数のヘッドの少なくとも 1 つによって計測するエンコーダシステムと；を備える露光装置。

- [12] 請求項 1 1 に記載の露光装置において、
前記エネルギービームを前記物体に投射する投影系と；
前記投影系を保持する保持部材と；をさらに備え、
前記スケールは、前記保持部材に吊り下げ支持される露光装置。
- [13] 請求項 1 1 又は 1 2 に記載の露光装置において、
前記複数のヘッドはそれぞれ、異なる 2 方向に関して前記移動体の位置情報を計測可能である露光装置。
- [14] 請求項 1 1 ～ 1 3 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記スケールは複数設けられ、
前記エンコーダシステムは、前記複数のヘッドが前記複数のスケールにそれぞれ対応して前記移動体に設けられる露光装置。
- [15] 請求項 1 1、1 3、1 4 のいずれか一項に記載の露光装置において、
前記エネルギービームを前記物体に投射する投影系と；
前記物体のマークを検出可能なマーク検出系と；をさらに備え、
前記エンコーダシステムは、前記マークの検出時に前記移動体の位置情報を計測可能である露光装置。
- [16] 請求項 1 5 に記載の露光装置において、
前記スケールは、前記投影系に近接して配置され、前記スケールとは別のスケールが前記マーク検出系に近接して配置される露光装置。
- [17] 請求項 1 0 ～ 1 6 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて物体を露光することと；
前記露光された物体を現像することと；

を含むデバイス製造方法。

[18] エネルギービームで物体を露光する露光方法であって、

前記物体を移動体で保持することと；

請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載の移動体駆動システムによって前記移動体を駆動して、前記物体を前記エネルギービームで露光することと；

を含む露光方法。

[19] 実質的に所定平面に沿って移動する移動体に保持された物体をエネルギービームで露光する露光方法であって、

前記移動体が対向する前記所定平面と平行な第 1 面上に、第 1 方向を長手方向とし、かつ前記第 1 方向又は該第 1 方向に垂直な第 2 方向を周期方向とする第 1 格子が形成された第 1 スケールと、前記第 2 方向を長手方向とし、かつ前記第 1 格子と周期方向が直交する第 2 格子が形成された第 2 スケールと、が配置され、

前記移動体の前記所定平面に実質的に平行な第 2 面に前記第 2 方向の位置を異ならせて配置された前記第 1 格子の周期方向を計測方向とする複数の第 1 ヘッドを含む第 1 ヘッド群と、前記移動体の前記第 2 面に前記第 1 方向の位置を異ならせて配置された前記第 2 格子の周期方向を計測方向とする複数の第 2 ヘッドを含む第 2 ヘッド群とのうち、前記第 1 スケールに対向する前記第 1 ヘッドの出力と、前記第 2 スケールに対向する前記第 2 ヘッドの出力とに基づいて、前記移動体の前記第 1 及び第 2 方向を含む前記所定平面内の少なくとも 2 自由度方向の位置情報を算出する計測工程と；

前記計測工程で算出された位置情報に基づいて、前記移動体を前記所定平面に沿って駆動する駆動工程と；を含む露光方法。

[20] 請求項 19 に記載の露光方法において、

前記第 1 スケールは、前記第 1 ヘッドが 3 つ同時に対向可能な前記第 2 方向の幅を有し、

前記計測工程では、前記第 1 スケールに同時に対向する少なくとも 2 つの第 1 ヘッドの出力と、前記第 2 スケールに対向する前記第 2 ヘッドの出力と

に基づいて、前記移動体の前記所定平面内の3自由度方向の位置情報を算出する露光方法。

- [21] 請求項19に記載の露光方法において、
- 前記第1スケールは、前記第1面上に、長手方向を前記第1方向に向けて所定間隔で一对配置され、
- 前記第1ヘッド群は、前記移動体が所定の有効領域内にあるとき、前記一对の第1スケールの各々に、少なくとも各1つ同時に対向可能となる配置で、前記移動体の前記第2面に配置され、
- 前記計測工程では、前記一对の第1スケールの各々に同時に対向する2つの第1ヘッドの出力と、前記第2スケールに対向する前記第2ヘッドの出力とに基づいて、前記移動体の前記所定平面内の3自由度方向の位置情報を算出する露光方法。

- [22] 請求項19に記載の露光方法において、
- 前記第2スケールは、前記第1面上に、長手方向を前記第2方向に向けて所定間隔で一对配置され、
- 前記第2ヘッド群は、前記移動体が前記有効領域内にあるとき、前記一对の第2スケールの各々に、少なくとも各1つ同時に対向可能となる配置で、前記移動体の前記第2面に配置され、
- 前記計測工程では、前記一对の第1スケールの各々に同時に対向する2つの第1ヘッドの出力と、前記一对の第2スケールの各々に同時に対向する2つの第2ヘッドの出力に基づいて、前記移動体の前記所定平面内の3自由度方向の位置情報を算出する露光方法。

- [23] 実質的に所定平面に沿って移動する移動体に保持された物体をエネルギービームで露光する露光方法であって、
- 前記移動体に対向する前記所定平面と平行な第1面上に、第1方向を長手方向とし、かつ前記第1方向及び該第1方向に垂直な第2方向を周期方向とする2次元格子が形成されたスケールが配置され、
- 前記移動体の前記所定平面に実質的に平行な第2面に前記第2方向の位置

を異ならせて配置された前記第 1、第 2 方向を計測方向とする複数の 2 次元ヘッドのうち、前記スケールに対向する 2 次元ヘッドの出力に基づいて、前記移動体の前記第 1 及び第 2 方向を含む前記所定平面内の少なくとも 2 自由度方向の位置情報を算出する計測工程と；

前記計測工程で算出された位置情報に基づいて、前記移動体を前記所定平面に沿って駆動する駆動工程と；を含む露光方法。

[24] 請求項 23 に記載の露光方法において、

前記スケールは、前記 2 次元ヘッドが 3 つ同時に対向可能な前記第 2 方向の幅を有し、

前記計測工程では、前記スケールに同時に対向する少なくとも 2 つの 2 次元ヘッドの出力に基づいて、前記移動体の前記所定平面内の 3 自由度方向の位置情報を算出する露光方法。

[25] 所定平面に沿って移動可能な移動体に保持された物体をエネルギービームで露光する露光方法であって、

前記移動体に設けられ、前記所定平面内で前記第 1 方向と直交する第 2 方向に関して位置が異なる複数のヘッドを有するエンコーダシステムを用い、前記所定平面と実質的に平行かつ第 1 方向を長手方向として配置されるスケールと対向する前記複数のヘッドのうちの少なくとも 1 つのヘッドによって、少なくとも前記物体の露光時に前記移動体の位置情報を、計測する露光方法。

[26] 請求項 25 に記載の露光方法において、

前記スケールは、前記エネルギービームを前記物体に投射する投影系を保持する保持部材に吊り下げ支持される露光方法。

[27] 請求項 25 又は 26 に記載の露光方法において、

前記複数のヘッドそれぞれとして、異なる 2 方向に関して前記移動体の位置情報を計測可能なヘッドが用いられる露光方法。

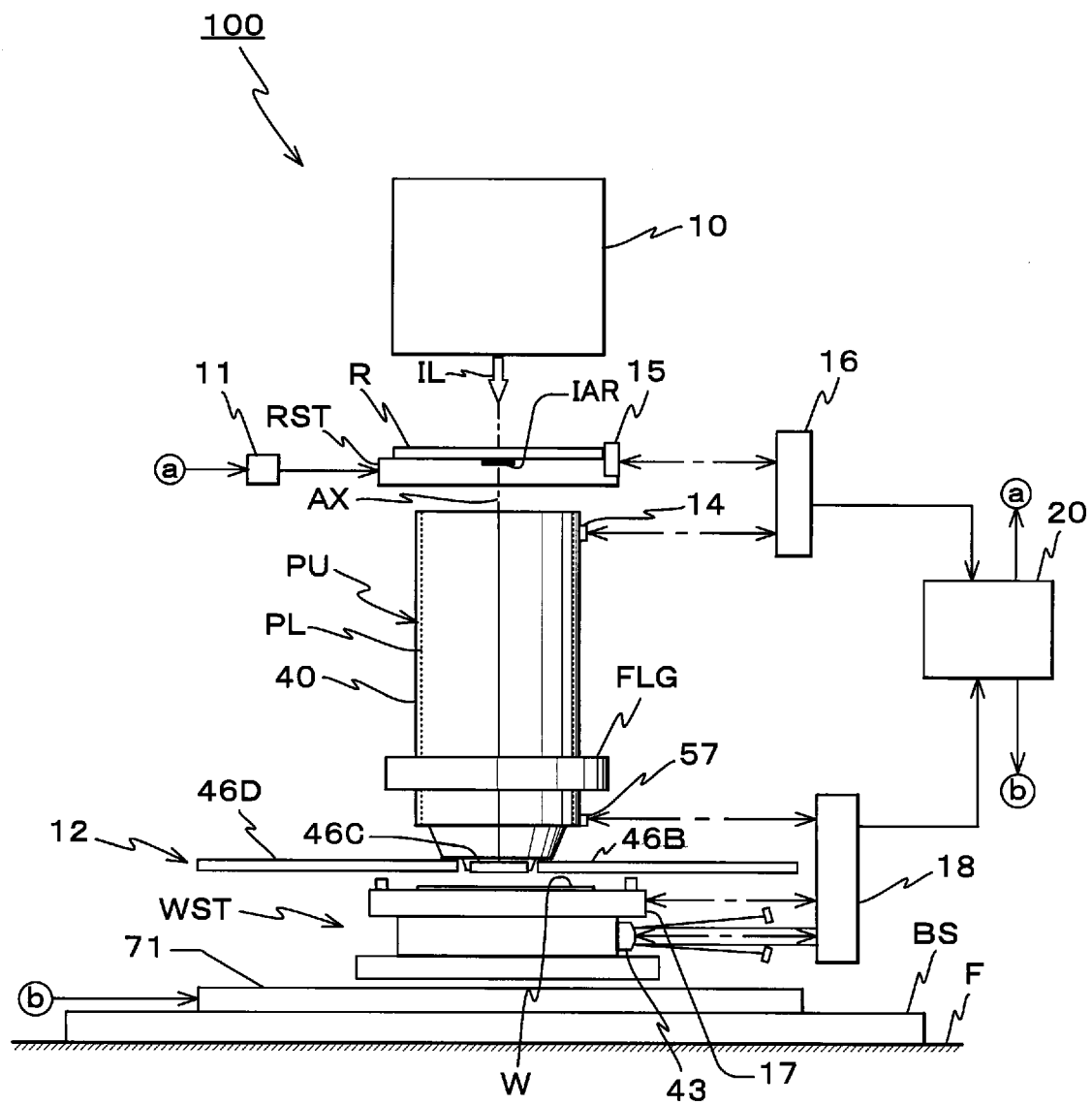
[28] 請求項 25 ～ 27 のいずれか一項に記載の露光方法において、

前記スケールは複数設けられ、

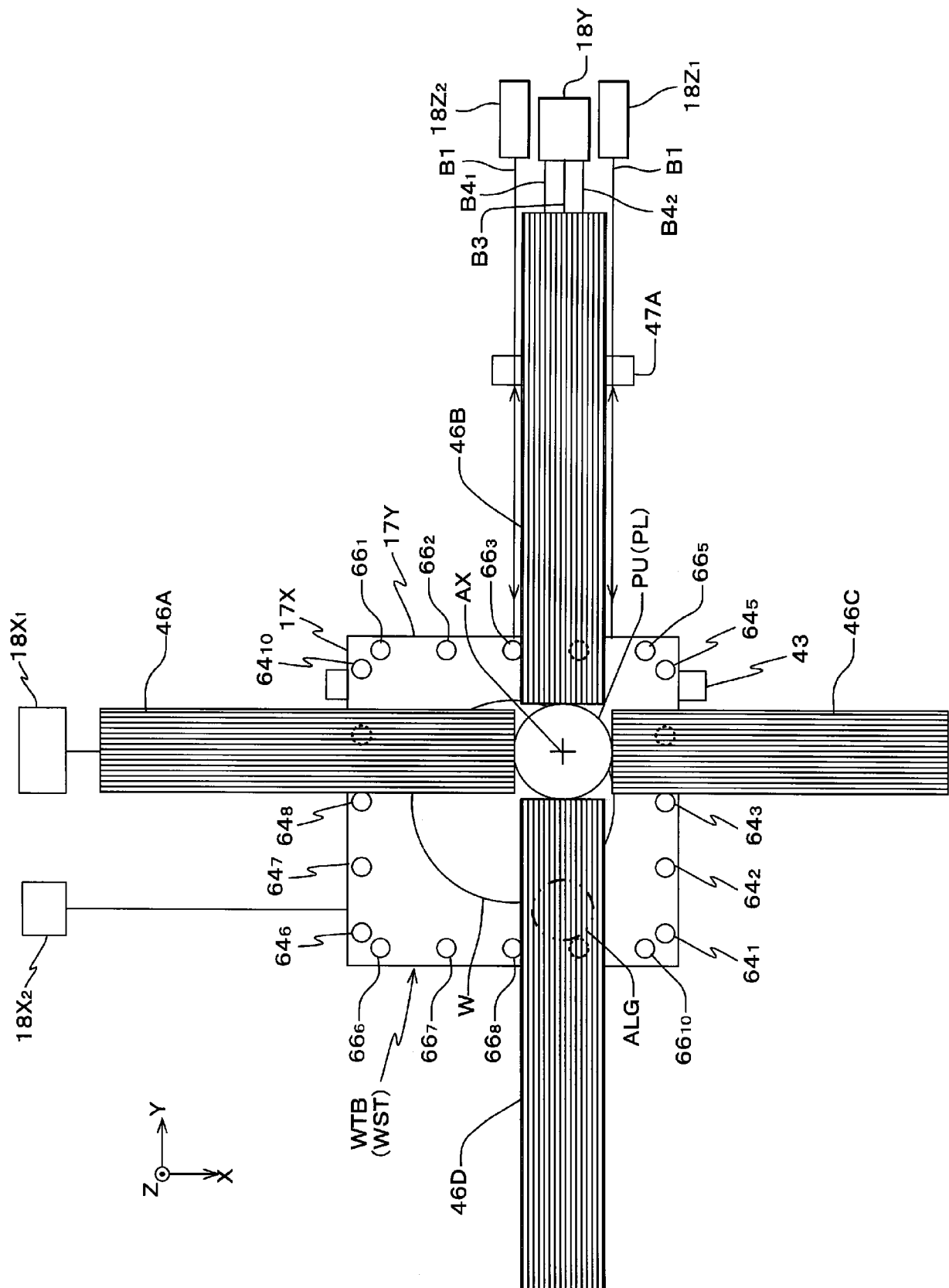
前記複数のヘッドが前記複数のスケールにそれぞれ対応して前記移動体に設けられる露光方法。

- [29] 請求項 25～28 のいずれか一項に記載の露光方法において、
前記エンコーダシステムは、マーク検出系による前記物体のマークの検出時に前記移動体の位置情報を計測可能である露光方法。
- [30] 請求項 29 に記載の露光方法において、
前記スケールは、前記エネルギービームを前記物体に投射する投影系に近接して配置され、前記スケールとは別のスケールが前記マーク検出系に近接して配置される露光方法。
- [31] 請求項 19～30 のいずれか一項に記載の露光方法を用いて物体を露光することと；
前記露光された物体を現像することと；
を含むデバイス製造方法。

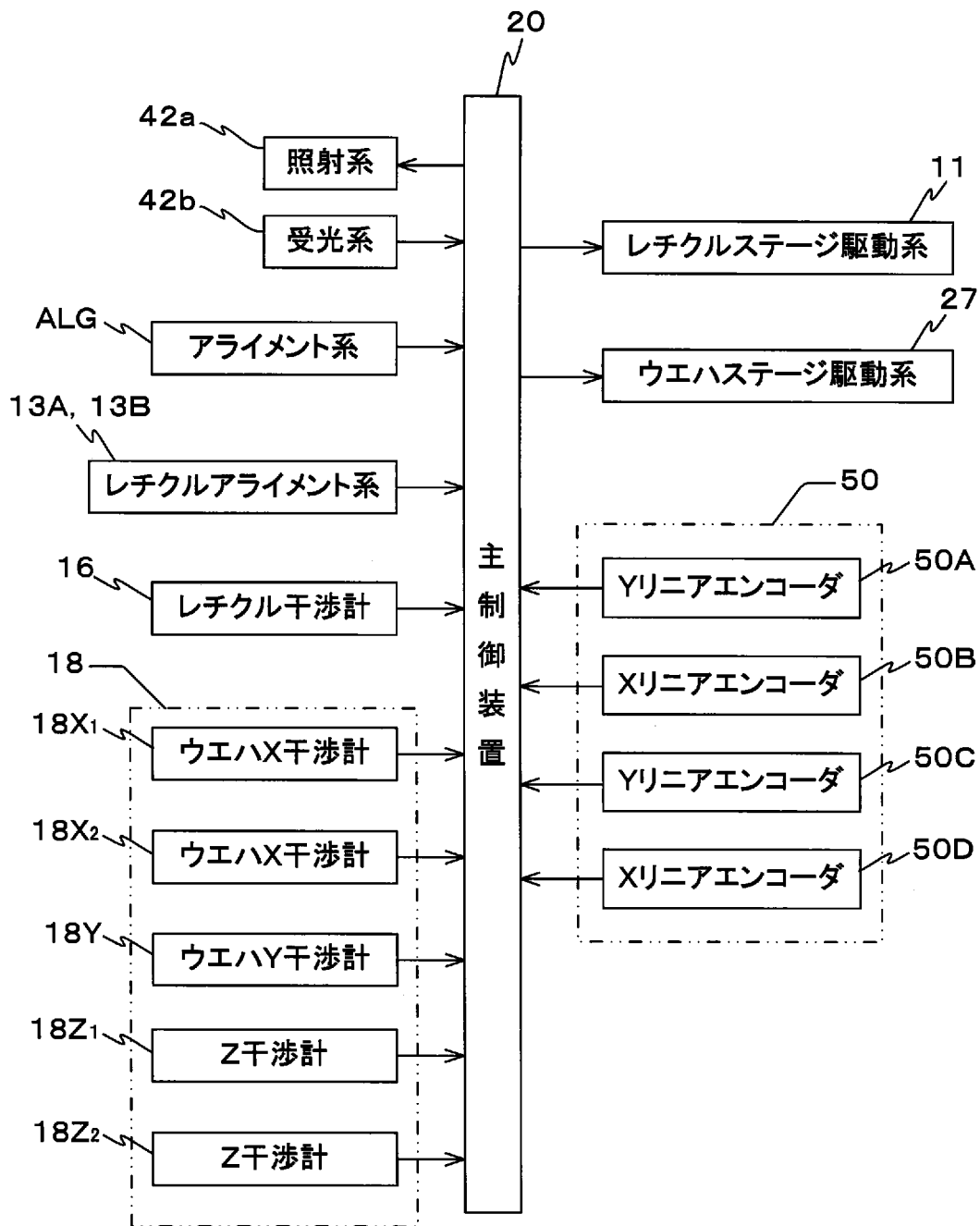
[図1]



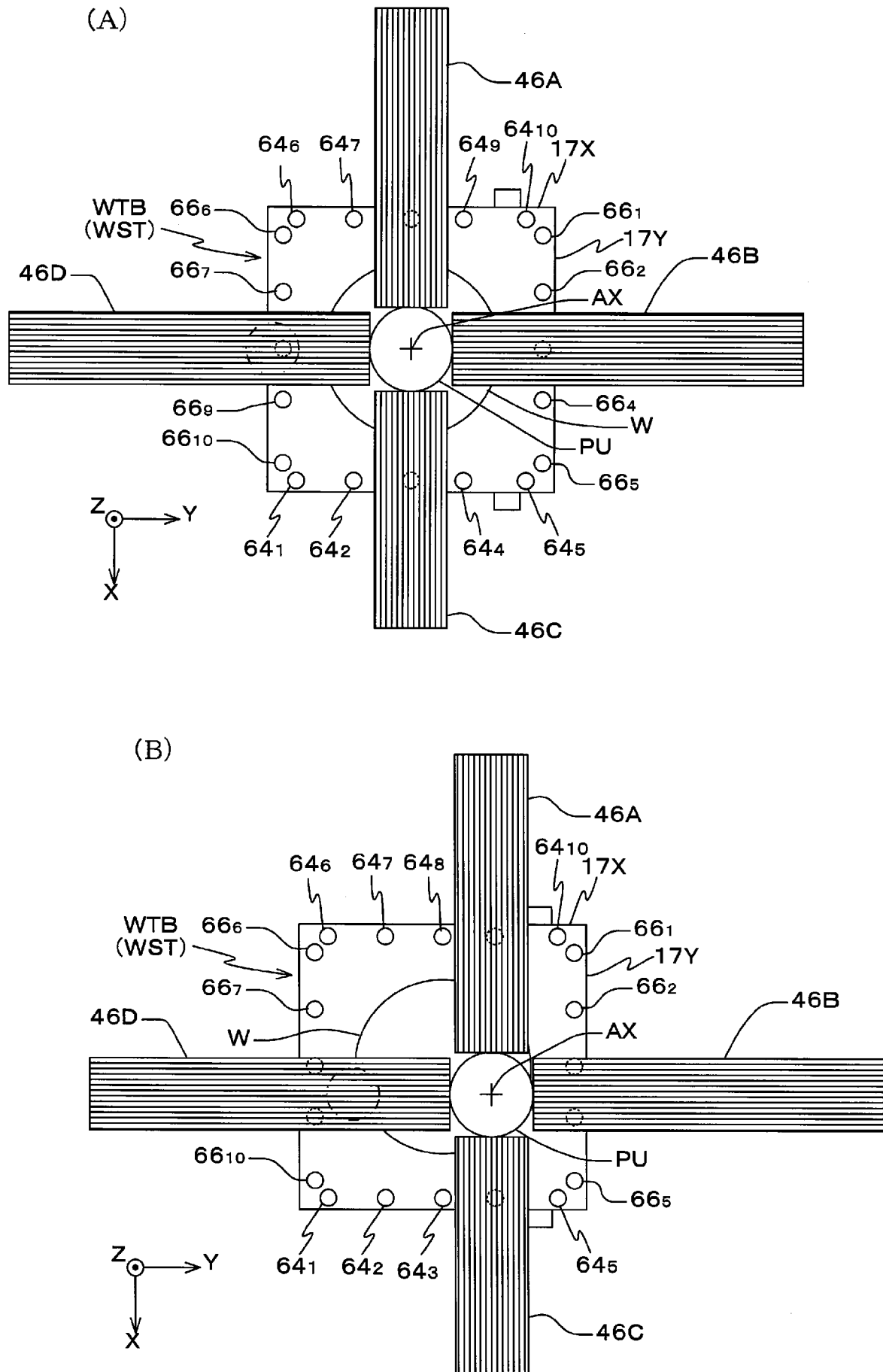
[図3]



[図4]

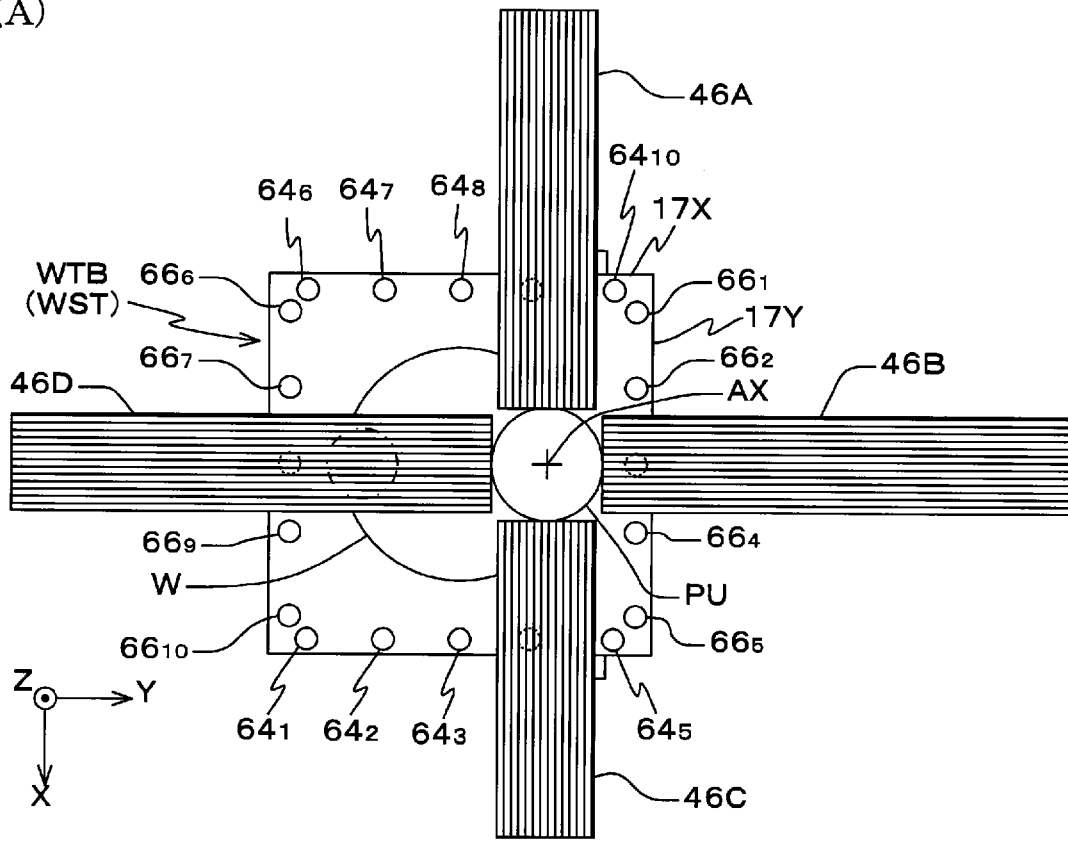


[図5]

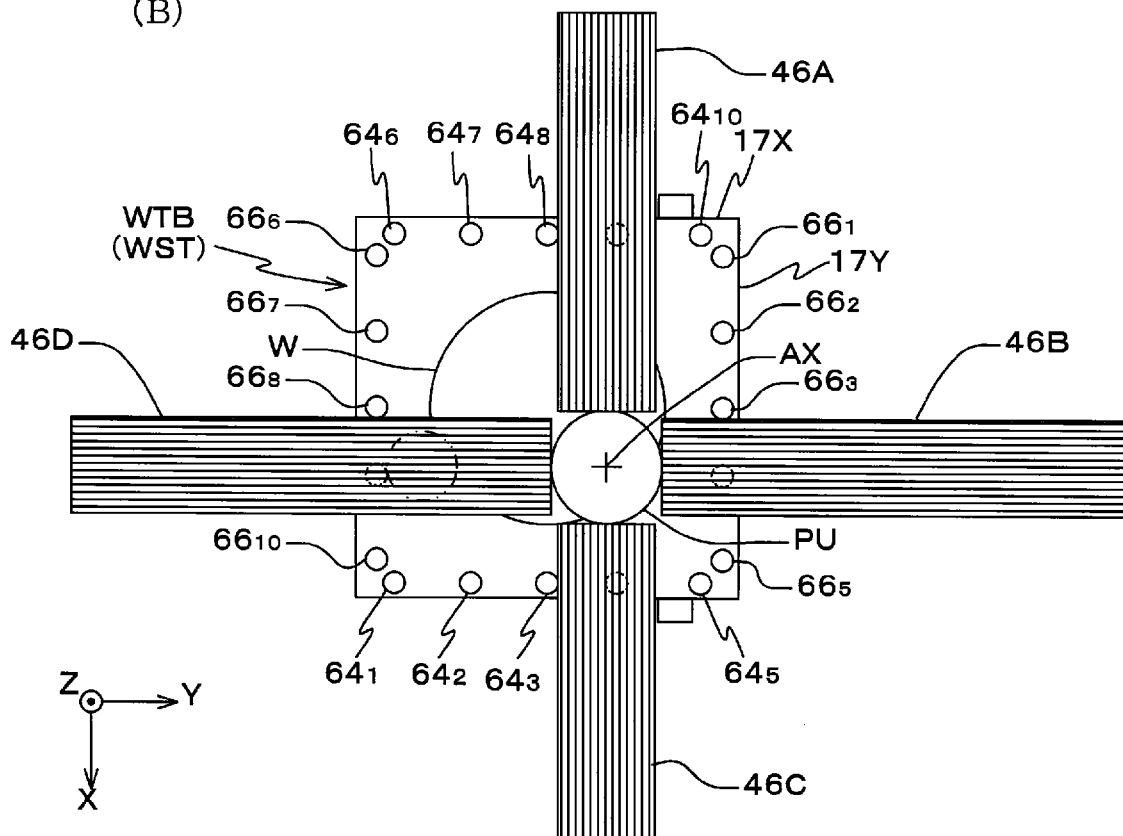


[図6]

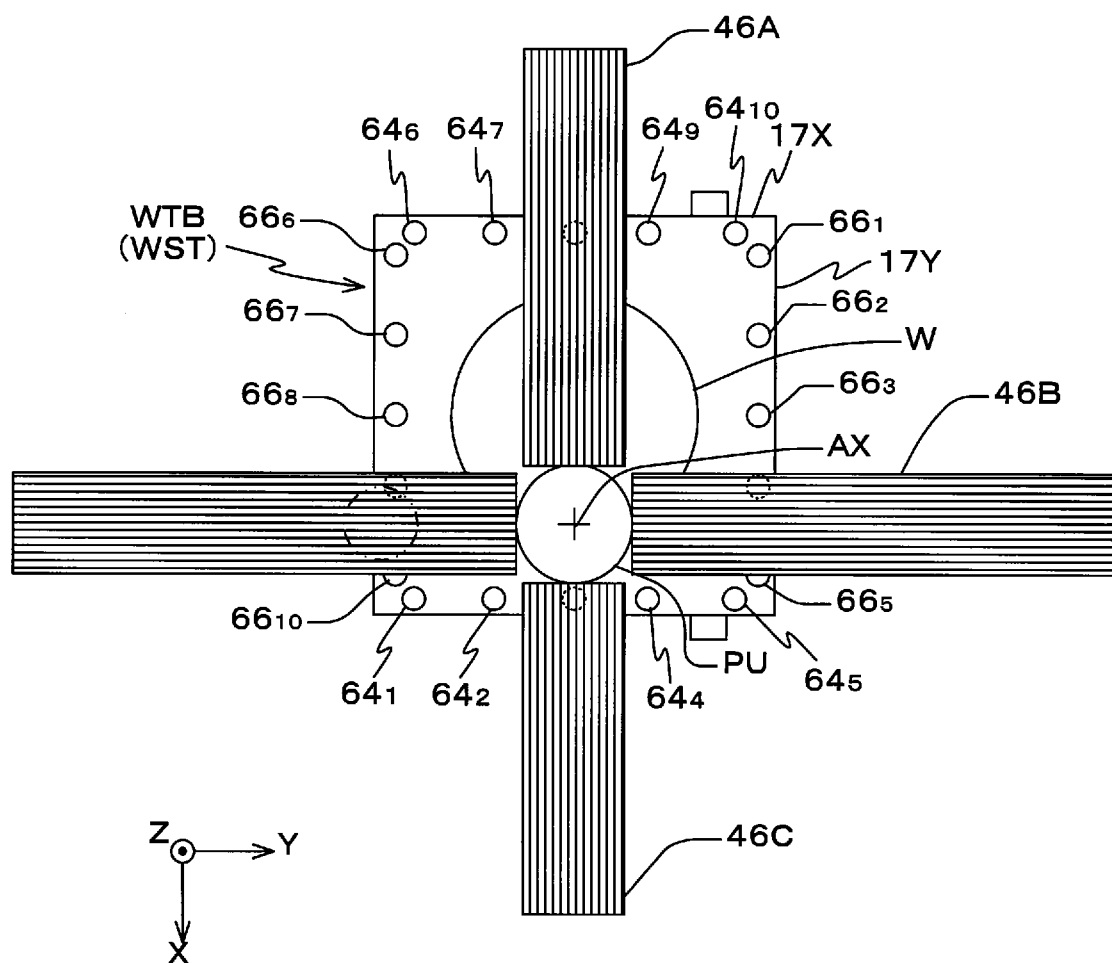
(A)



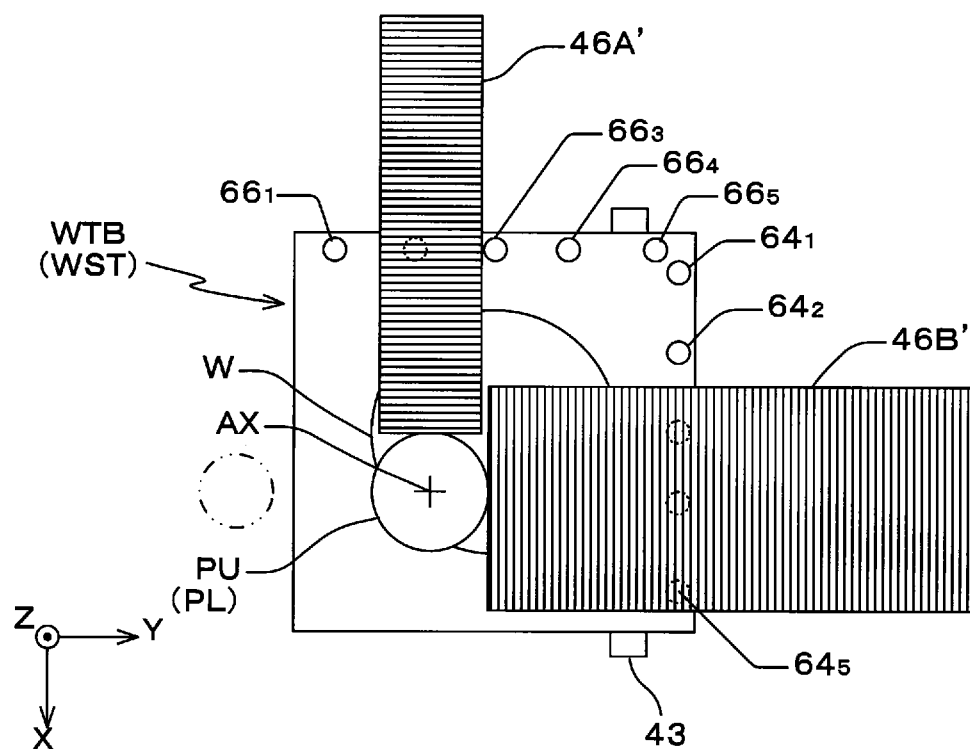
(B)



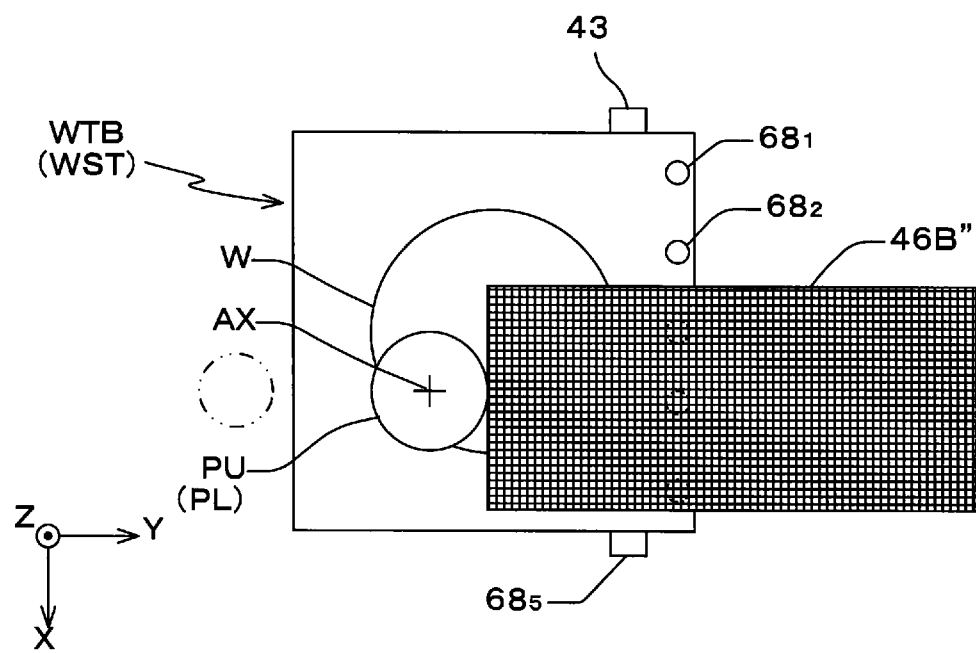
[図7]



[図8]



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/003950

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B11/00(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i, H01L21/68(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)

G01B11/00, G03F7/20, H01L21/027, H01L21/68

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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 2007-129194 A (ASML Netherlands B.V.), 24 May, 2007 (24.05.07), Full text; all drawings & JP 2006-332656 A & US 2006/0227309 A1 & US 2006/0227308 A1 & EP 1762897 A1 & EP 1710629 A2 & CN 1932650 A & SG 131056 A & KR 10-2006-0107418 A & SG 126866 A & CN 1873542 A	1-31
X	JP 7-270122 A (Canon Inc.), 20 October, 1995 (20.10.95), Par. Nos. [0047] to [0049]; Figs. 9, 10 & US 5610715 A	1-4, 7-22, 25-31

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ 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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
23 March, 2009 (23.03.09)

Date of mailing of the international search report
07 April, 2009 (07.04.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/003950

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 2007/097350 A1 (Nikon Corp.), 30 August, 2007 (30.08.07), Full text; all drawings (Family: none)	1-31
A	WO 2007/83758 A1 (Nikon Corp.), 26 July, 2007 (26.07.07), Full text; all drawings & US 2007/0288121 A1 & EP 1983555 A	1-31
A	JP 2006-332656 A (ASML Netherlands B.V.), 07 December, 2006 (07.12.06), Par. Nos. [0036] to [0038] & JP 2007-129194 A & US 2006/0227308 A1 & US 2006/0227309 A1 & EP 1710629 A2 & EP 1762897 A1 & KR 10-2006-0107418 A & CN 1873542 A & SG 126866 A & CN 1932650 A & SG 131056 A	1-31
A	JP 2002-151405 A (ASM Lithography B.V.), 24 May, 2002 (24.05.02), Full text; all drawings & JP 2007-180553 A & US 2002/0041380 A1 & US 2004/0263846 A1 & US 2006/0139660 A1 & EP 1182509 A2 & TW 527526 B & KR 10-2002-0016531 A	1-31
A	JP 4-265805 A (Karl Suss KG. Prazisionsgerate fuer Wissenschaft und Industrie - GmbH & Co.), 22 September, 1992 (22.09.92), Full text; all drawings & EP 482553 A2 & DE 4033556 A	1-31

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. G01B11/00(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i, H01L21/68(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 (I P C))

Int.Cl. G01B11/00, G03F7/20, H01L21/027, H01L21/68

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

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 請求の範囲の番号
X	JP 2007-129194 A (エーエスエムエル ネザーランズ ビー ブイ) 2007.05.24, 全文全図 & JP 2006-332656 A & US 2006/0227309 A1 & US 2006/0227308 A1 & EP 1762897 A1 & EP 1710629 A2 & CN 1932650 A & SG 131056 A & KR 10-2006-0107418 A & SG 126866 A & CN 1873542 A	1-31
X	JP 7-270122 A (キヤノン株式会社) 1995.10.20, 【0047】 - 【0049】, 図9及び図10 & US 5610715 A	1-4, 7-22, 25-31

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ 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

2 3 . 0 3 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

0 7 . 0 4 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

秋田 将行

2 M

9 3 0 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

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 請求の範囲の番号
A	WO 2007/097350 A1 (株式会社ニコン) 2007.08.30, 全文全図 (ファミリーなし)	1-31
A	WO 2007/83758 A1 (株式会社ニコン) 2007.07.26, 全文全図 & US 2007/0288121 A1 & EP 1983555 A	1-31
A	JP 2006-332656 A (エーエスエムエル ネザーランズ ビー ブイ) 2006.12.07, 【0036】 - 【0038】 & JP 2007-129194 A & US 2006/0227308 A1 & US 2006/0227309 A1 & EP 1710629 A2 & EP 1762897 A1 & KR 10-2006-0107418 A & CN 1873542 A & SG 126866 A & CN 1932650 A & SG 131056 A	1-31
A	JP 2002-151405 A (エイエスエム リトグラフィー ベスローテン フエンノートシャップ) 2002.05.24, 全文全図 & JP 2007-180553 A & US 2002/0041380 A1 & US 2004/0263846 A1 & US 2006/0139660 A1 & EP 1182509 A2 & TW 527526 B & KR 10-2002-0016531 A	1-31
A	JP 4-265805 A (カール・ジユス・コマンデイツトゲゼルシャフト・ プレーチジオンズゲレーテ・フューア・ヴァイツセンシャフト・ウン ト・インダストリー・ゲゼルシャフト・ミット・ベシユレンクテル・ ハフツング・ウント・コンパニー) 1992.09.22, 全文全図 & EP 482553 A2 & DE 4033556 A	1-31

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200880019418.X

[51] Int. Cl.

G01B 11/00 (2006.01)

G03F 7/20 (2006.01)

H01L 21/027 (2006.01)

H01L 21/68 (2006.01)

[43] 公开日 2010 年 3 月 24 日

[11] 公开号 CN 101680747A

[22] 申请日 2008.12.25

[21] 申请号 200880019418.X

[30] 优先权

[32] 2007.12.28 [33] JP [31] 340706/2007

[86] 国际申请 PCT/JP2008/003950 2008.12.25

[87] 国际公布 WO2009/084196 日 2009.7.9

[85] 进入国家阶段日期 2009.12.9

[71] 申请人 株式会社尼康

地址 日本东京

[72] 发明人 柴崎祐一

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 李今子

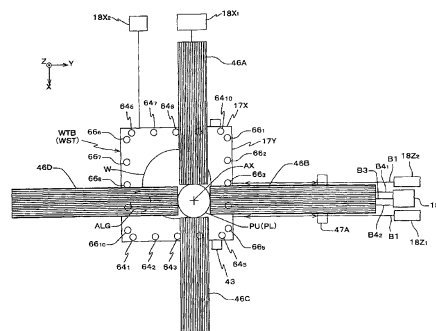
权利要求书 7 页 说明书 29 页 附图 8 页

[54] 发明名称

移动体驱动系统、图案形成装置、曝光装置
及曝光方法、以及器件制造方法

[57] 摘要

载台装置，具备：第 1 标尺(46B, 46D)，以 Y 轴方向为长边方向配置在载台(WST)所对向的面上，且形成有以 X 轴方向为周期方向的第 1 光栅；以及第 2 标尺(46A, 46C)，以 X 轴方向为长边方向所配置，形成有周期方向与第 1 光栅正交的第 2 光栅。又，在载台上面，设有使在 X 轴方向的位置不同地配置的多个 X 读头(66₁ ~ 66₅)与使在 Y 轴方向的位置不同地配置的多个 Y 读头(64₁ ~ 64₅)。具有这些读头的编码器系统，根据对向于第 1 标尺的 X 读头的输出与对向于第 2 标尺的 Y 读头的输出，算出载台在 XY 平面内的位置信息。



1.一种移动体驱动系统，实质地沿既定平面驱动移动体，其特征在于，具备：

第1标尺，以第1方向为长边方向配置在上述移动体所对向的与上述既定平面平行的第1面上，形成有以上述第1方向或与该第1方向垂直的第2方向为周期方向的第1光栅；

第2标尺，以上述第2方向为长边方向配置在上述第1面，形成有周期方向与上述第1光栅正交的第2光栅；

测量系统，具有：第1读头群，包含以上述第2方向的位置不同地配置在上述移动体的与上述既定平面实质平行的第2面，且以上述第1光栅的周期方向为测量方向的多个第1读头；以及第2读头群，包含以上述第1方向的位置不同地配置在上述移动体的上述第2面，且以上述第2光栅的周期方向为测量方向的多个第2读头，该测量系统根据对向于上述第1标尺的上述第1读头的输出与对向于上述第2标尺的上述第2读头的输出，算出上述移动体在包含上述第1及第2方向的上述既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息；以及

驱动系统，根据上述测量系统所算出的位置信息，将上述移动体沿上述既定平面驱动。

2.如权利要求1所述的移动体驱动系统，其中，上述第1标尺具有三个上述第1读头能同时对向的上述第2方向宽度；

上述测量系统，根据同时对向于上述第1标尺的至少两个第1读头的输出与对向于上述第2标尺的上述第2读头的输出，算出上述移动体在上述既定平面内的三个自由度方向的位置信息。

3.如权利要求1所述的移动体驱动系统，其中，上述第1标尺，在上述第1面上，将长边方向朝向上述第1方向相隔既定间隔配置有一对；

上述第1读头群，当上述移动体位于既定有效区域内时，以至少各一个第1读头能同时对向于上述一对第1标尺的各标尺的配置，配

置于上述移动体的上述第2面；

上述测量系统，根据同时对向于上述一对第1标尺的各标尺的两个第1读头的输出与对向于上述第2标尺的上述第2读头的输出，算出上述移动体在上述既定平面内的三个自由度方向的位置信息。

4.如权利要求1所述的移动体驱动系统，其中，上述第2标尺，在上述第1面上，将长边方向朝向上述第2方向相隔既定间隔配置有一对；

上述第2读头群，当上述移动体位于上述有效区域内时，以至少各一个第2读头能同时对向于上述一对第2标尺的各标尺的配置，配置于上述移动体的上述第2面；

上述测量系统，根据同时对向于上述一对第1标尺的各标尺的两个第1读头的输出与同时对向于上述一对第2标尺的各标尺的两个第2读头的输出，算出上述移动体在上述既定平面内的三个自由度方向的位置信息。

5.一种移动体驱动系统，实质地沿既定平面驱动移动体，其特征

在于，具备：

标尺，以第1方向为长边方向配置在上述移动体所对向的与上述既定平面平行的第1面上，形成有以上述第1方向及与上述第1方向垂直的第2方向为周期方向的二维光栅；

测量系统，具有以上述第2方向的位置不同地配置在上述移动体的与上述既定平面实质平行的第2面，且以上述第1、第2方向为测量方向的多个二维读头，根据对向于上述标尺的二维读头的输出，算出上述移动体在包含上述第1及第2方向的上述既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息；以及

驱动系统，根据上述测量系统所算出的位置信息，将上述移动体沿上述既定平面驱动。

6.如权利要求5所述的移动体驱动系统，其中，上述标尺具有三个上述二维读头能同时对向的上述第2方向宽度；

上述测量系统，根据同时对向于上述标尺的至少两个二维读头的

输出，算出上述移动体在上述既定平面内的三个自由度方向的位置信息。

7.如权利要求1至6中任一项所述的移动体驱动系统，其中，上述驱动系统，包含将上述移动体沿上述既定平面驱动的平面马达。

8.一种在物体上形成图案的图案形成装置，其特征在于，具备：
在上述物体上生成图案的图案化装置；以及
权利要求1至7中任一项所述的移动体驱动系统，

为了对上述物体形成图案而利用上述移动体驱动系统对装载上述物体的移动体进行驱动。

9.如权利要求8所述的图案形成装置，其中，上述物体具有感应层，上述图案化装置，通过由能量束的照射使上述感应层曝光，在上述物体上形成图案。

10.一种曝光装置，由能量束的照射将图案形成于物体上，其特征在于，具备：

对上述物体照射上述能量束的图案化装置；以及

权利要求1至7中任一项所述的移动体驱动系统，

为了使上述能量束与上述物体相对移动，利用上述移动体驱动系统对装载上述物体的移动体进行驱动。

11.一种曝光装置，用能量束使物体曝光，其特征在于，具备：

移动体，能保持上述物体沿既定平面移动；

标尺，与上述既定平面实质平行且以第1方向为长边方向所配置；
以及

编码器系统，具有设于上述移动体、在上述既定平面内关于与上述第1方向正交的第2方向位置不同的多个读头，至少在上述物体的曝光时，利用与上述标尺对向的上述多个读头的至少一个读头测量上述移动体的位置信息。

12.如权利要求11所述的曝光装置，其进一步具备：

投影系统，将上述能量束投射于上述物体；以及

保持构件，保持上述投影系统，

上述标尺被上述保持构件悬吊支撑。

13. 如权利要求 11 或 12 所述的曝光装置，其中，上述多个读头分别能在不同的两个方向上测量上述移动体的位置信息。

14. 如权利要求 11 至 13 中任一项所述的曝光装置，其中，
上述标尺设有多个；

上述编码器系统中，上述多个读头分别对应上述多个标尺而设于上述移动体。

15. 如权利要求 11、13、14 中任一项所述的曝光装置，其进一步具备：

投影系统，将上述能量束投射于上述物体；以及

标记检测系统，能检测上述物体的标记，

上述编码器系统，能在上述标记的检测时测量上述移动体的位置信息。

16. 如权利要求 15 所述的曝光装置，其中，

上述标尺是接近上述投影系统而配置，与上述标尺不同的标尺是接近上述标记检测系统而配置。

17. 一种器件制造方法，其包含：

使用权利要求 10 至 16 中任一项所述的曝光装置使物体曝光的动作；以及

使上述已曝光的物体显影的动作。

18. 一种曝光方法，用能量束使物体曝光，其特征在于，包含：

用移动体保持上述物体的动作；以及

通过权利要求 1 至 7 中任一项所述的移动体驱动系统驱动上述移动体，用上述能量束使上述物体曝光的动作。

19. 一种曝光方法，用能量束使实质地沿既定平面移动的移动体所保持的物体曝光，其特征在于：

在上述移动体所对向的与上述既定平面平行的第 1 面上，配置以第 1 方向为长边方向、且形成有以上述第 1 方向或与上述第 1 方向垂直的第 2 方向为周期方向的第 1 光栅的第 1 标尺，以及以上述第 2 方

向为长边方向、且形成有周期方向与上述第1光栅正交的第2光栅的第2标尺；且包含：

测量步骤，根据包含多个第1读头的第1读头群与包含多个第2读头的第2读头群中、对向于上述第1标尺的上述第1读头的输出与对向于上述第2标尺的上述第2读头的输出，算出上述移动体在包含上述第1及第2方向的上述既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息，上述多个第1读头以上述第2方向的位置不同地配置在上述移动体的与上述既定平面实质平行的第2面且以上述第1光栅的周期方向为测量方向，上述多个第2读头以上述第1方向的位置不同地配置在上述移动体的上述第2面且以上述第2光栅的周期方向为测量方向；以及

驱动步骤，根据上述测量步骤所算出的位置信息，将上述移动体沿上述既定平面驱动。

20.如权利要求19所述的曝光方法，其中，

上述第1标尺具有三个上述第1读头所能同时对向的上述第2方向宽度；

上述测量步骤中，根据同时对向于上述第1标尺的至少两个第1读头的输出与对向于上述第2标尺的上述第2读头的输出，算出上述移动体在上述既定平面内的三个自由度方向的位置信息。

21.如权利要求19所述的曝光方法，其中，

上述第1标尺，在上述第1面上，将长边方向朝向上述第1方向相隔既定间隔配置有一对；

上述第1读头群，当上述移动体位于既定有效区域内时，以至少各一个第1读头能同时对向于上述一对第1标尺的各标尺的配置，配置于上述移动体的上述第2面；

上述测量步骤中，根据同时对向于上述一对第1标尺的各标尺的两个第1读头的输出与对向于上述第2标尺的上述第2读头的输出，算出上述移动体在上述既定平面内的三个自由度方向的位置信息。

22.如权利要求19所述的曝光方法，其中，

上述第2标尺，在上述第1面上，将长边方向朝向上述第2方向相隔既定间隔配置有一对；

上述第2读头群，当上述移动体位于上述有效区域内时，以至少各一个第2读头能同时对向于上述一对第2标尺的各标尺的配置，配置于上述移动体的上述第2面；

上述测量步骤中，根据同时对向于上述一对第1标尺的各标尺的两个第1读头的输出与同时对向于上述一对第2标尺的各标尺的两个第2读头的输出，算出上述移动体在上述既定平面内的三个自由度方向的位置信息。

23.一种曝光方法，用能量束使实质地沿既定平面移动的移动体所保持的物体曝光，其特征在于：

在上述移动体所对向的与上述既定平面平行的第1面上，配置以第1方向为长边方向、且形成有以上述第1方向及与上述第1方向垂直的第2方向为周期方向的二维光栅的标尺，

该方法包括：

测量步骤，根据以上述第2方向的位置不同地配置在上述移动体的与上述既定平面实质平行的第2面且以上述第1、第2方向为测量方向的多个二维读头中、对向于上述标尺的二维读头的输出，算出上述移动体在包含上述第1及第2方向的上述既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息；以及

驱动步骤，根据上述测量步骤所算出的位置信息，将上述移动体沿上述既定平面驱动。

24.如权利要求23所述的曝光方法，其中，

上述标尺具有三个上述二维读头能同时对向的上述第2方向宽度；

上述测量步骤中，根据同时对向于上述标尺的至少两个二维读头的输出，算出上述移动体在上述既定平面内的三个自由度方向的位置信息。

25.一种曝光方法，用能量束使能沿既定平面移动的移动体所保

持的物体曝光，其特征在于：

使用具有设于上述移动体、在上述既定平面内关于与上述第1方向正交的第2方向位置不同的多个读头的编码器系统，利用与上述既定平面实质平行且与以第1方向为长边方向配置的标尺对向的上述多个读头中的至少一个读头，至少在上述物体的曝光时测量上述移动体的位置信息。

26.如权利要求25所述的曝光方法，其中，

上述标尺被保持构件悬吊支撑，上述保持构件保持将上述能量束投射于上述物体的投影系统。

27.如权利要求25或26所述的曝光方法，其中，

作为上述多个读头的各个读头，使用能在不同的两个方向测量上述移动体的位置信息的读头。

28.如权利要求25至27中任一项所述的曝光方法，其中，

上述标尺设有多个；

上述多个读头分别对应上述多个标尺而设于上述移动体。

29.如权利要求25至28中任一项所述的曝光方法，其中，

上述编码器系统，能在利用标记检测系统检测上述物体的标记时测量上述移动体的位置信息。

30.如权利要求29所述的曝光方法，其中，

上述标尺是接近将上述能量束投射于上述物体的投影系统而配置，与上述标尺不同的标尺是接近上述标记检测系统而配置。

31.一种器件制造方法，其包含：

使用权利要求19至30中任一项所述的曝光方法使物体曝光的动作；以及

使上述已曝光的物体显影的动作。

移动体驱动系统、图案形成装置、曝光装置 及曝光方法、以及器件制造方法

【技术领域】

本发明是关于移动体驱动系统、图案形成装置、曝光装置及曝光方法、以及器件制造方法，更详言之，是关于使用编码器系统测量移动体的位置并实质沿既定平面驱动移动体的移动体驱动系统、具备该移动体驱动系统的图案形成装置、具备该移动体驱动系统的曝光装置及使用该移动体驱动系统的曝光方法、以及使用该曝光装置或该曝光方法的器件制造方法。

【背景技术】

以往，在制造半导体元件、液晶显示元件等的微型器件(电子器件)的光刻工序中，主要使用步进重复方式的投影曝光装置(所谓步进器)、或步进扫描方式的投影曝光装置(所谓扫描步进器(也称扫描仪))等。

此种曝光装置中，保持被曝光基板、例如晶片的载台的位置测量，一般是使用激光干涉仪进行的。然而，伴随着半导体元件的高集成化而使图案微细化，由此所要求的性能变得逐渐严格。例如，总重迭误差的容许值成为数 nm 级，伴随此，载台的位置控制误差的容许值也成为次毫微级以下。因此，也无法忽视因激光干涉仪的光束路上的环境气氛的温度变化及 / 或温度梯度的影响而产生的空气摇晃所导致的测量值短期变动。

因此，最近，与干涉仪相比较而言不易受到空气摇晃影响的高分辨率的编码器备受关注，并提出有一种将该编码器使用于晶片载台等位置测量的曝光装置(参照例如专利文献 1 等)。该专利文献 1 所记载的曝光装置，在基板台上方，使用横跨包含基板台移动范围全区的宽

广范围区域的栅板(GRID PLATE)。

然而，由于制造如专利文献1所揭示的大面积且高精度的栅板困难，因此需排列配置多个栅板。又，使用如专利文献1所揭示的大面积的栅板，不论在布局方面及精度方面均有其困难点，特别是从成本方面来看并非是实际可运用的方式。

[专利文献1]美国专利申请公开第 2006 / 0227309 号说明书

【发明内容】

本发明有鉴于上述情况，从第1观点来看，提供一种第1移动体驱动系统，实质地沿既定平面驱动移动体，其特征在于，具备：第1标尺，以第1方向为长边方向配置在该移动体所对向的与该既定平面平行的第1面上，且形成有以该第1方向或与该第1方向垂直的第2方向为周期方向的第1光栅；第2标尺，以该第2方向为长边方向配置在该第1面，形成有周期方向与该第1光栅正交的第2光栅；测量系统，具有：第1读头群，包含以该第2方向的位置不同地配置在该移动体的与该既定平面实质平行的第2面且以该第1光栅的周期方向为测量方向的多个第1读头；以及第2读头群，包含以该第1方向的位置不同地配置在该移动体的该第2面且以该第2光栅的周期方向为测量方向的多个第2读头，该测量系统根据对向于该第1标尺的第1读头的输出与对向于该第2标尺的第2读头的输出，算出该移动体在包含该第1及第2方向的该既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息；以及驱动系统，根据该测量系统所算出的位置信息，将该移动体沿该既定平面驱动。

根据上述，由测量系统根据对向于第1标尺的第1读头的输出与对向于第2标尺的第2读头的输出，算出移动体在包含第1及第2方向的既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息，并由驱动系统，根据该测量系统所算出的位置信息将移动体沿既定平面驱动。因此，不需要与移动体的移动范围全区对应地配置标尺(光栅)，即可在移动体的移动范围全区中，根据测量系统的测量值，将移动体沿既定平面

以良好精度驱动。

本发明从第2观点来看,提供一种第2移动体驱动系统,实质地沿既定平面驱动移动体,其特征在于,具备:标尺,以第1方向为长边方向配置在该移动体所对向的与该既定平面平行的第1面上,且形成有以该第1方向及与该第1方向垂直的第2方向为周期方向的二维光栅;测量系统,具有以该第2方向的位置不同地配置在该移动体的与该既定平面实质平行的第2面且以该第1、第2方向为测量方向的多个二维读头,根据对向于该标尺的二维读头的输出,算出该移动体在包含该第1及第2方向的该既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息;以及驱动系统,根据该测量系统所算出的位置信息将该移动体沿该既定平面驱动。

根据上述,由测量系统,根据对向于标尺的二维读头的输出,算出移动体在包含第1及第2方向的既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息,并由驱动系统,根据该测量系统所算出的位置信息将移动体沿既定平面驱动。因此,不需要与移动体的移动范围全区对应地配置标尺(光栅),即可在移动体的移动范围全区中,根据测量系统的测量值,将移动体沿既定平面以良好精度驱动。

本发明从第3观点来看,是一种在物体上形成图案的图案形成装置,其特征在于,具备:在该物体上生成图案的图案化装置;以及本发明的第1、第2移动体驱动系统的任一系统,为了对该物体形成图案而利用该移动体驱动系统对装载该物体的移动体进行驱动。

根据上述,由图案化装置将图案生成于利用本发明的第1、第2移动体驱动系统的任一者以良好精度驱动的移动体上的物体,从而能以良好精度将图案形成于物体上。

本发明从第4观点来看,是一种第1曝光装置,由能量束的照射将图案形成于物体,其特征在于,具备:对该物体照射该能量束的图案化装置;以及本发明的第1、第2移动体驱动系统的任一者;为了使该能量束与该物体相对移动,利用该移动体驱动系统对装载该物体的移动体进行驱动。

根据上述,为了使从图案化装置照射于物体的能量束与该物体相对移动,利用本发明的第1、第2移动体驱动系统的任一者以良好精度驱动装载该物体的移动体。因此,能通过扫描曝光以良好精度将图案形成于物体上。

本发明从第5观点来看,是一种第2曝光装置,用能量束使物体曝光,其特征在于,具备:移动体,能保持该物体沿既定平面移动;标尺,与该既定平面实质平行且以第1方向为长边方向所配置;以及编码器系统,具有设于该移动体、在该既定平面内关于与该第1方向正交的第2方向位置不同的多个读头,至少在该物体的曝光时,由与该标尺对向的该多个读头的至少一个读头测量该移动体的位置信息。

根据上述,编码器系统的多个读头被设于移动体,至少在物体的曝光时,由与标尺(与既定平面实质平行且以第1方向为长边方向所配置)对向的该多个读头的至少一个读头测量该移动体的位置信息。

本发明从第6观点来看,是一种第1器件制造方法,其包含:使用本发明的第1、第2曝光装置的任一者使物体曝光的动作;以及使该已曝光的物体显影的动作。

本发明从第7观点来看,是一种第1曝光方法,用能量束使物体曝光,其特征在于,包含:用移动体保持该物体的动作;以及由本发明的第1、第2移动体驱动系统的任一者驱动该移动体,用该能量束使该物体曝光的动作。

根据上述,由于保持物体的移动体,通过本发明的第1、第2移动体驱动系统的任一者以良好精度驱动,因此能对该物体良好地曝光。

本发明从第8观点来看,是一种第2曝光方法,用能量束使实质地沿既定平面移动的移动体所保持的物体曝光,其特征在于:在该移动体所对向的与该既定平面平行的第1面上,配置以第1方向为长边方向、且形成有以该第1方向或与该第1方向垂直的第2方向为周期方向的第1光栅的第1标尺,以及以该第2方向为长边方向、且形成有周期方向与该第1光栅正交的第2光栅的第2标尺;且包含:测量步骤,根据包含多个第1读头的第1读头群与包含多个第2读头的第

2 读头群中、对向于该第 1 标尺的该第 1 读头的输出与对向于该第 2 标尺的该第 2 读头的输出，算出该移动体在包含该第 1 及第 2 方向的该既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息，该多个第 1 读头在该移动体的与该既定平面实质平行的第 2 面配置成该第 2 方向的位置不同且以该第 1 光栅的周期方向为测量方向，多个第 2 读头在该移动体的该第 2 面配置成该第 1 方向的位置不同且以该第 2 光栅的周期方向为测量方向；以及驱动步骤，根据该测量步骤所算出的位置信息，将该移动体沿该既定平面驱动。

根据上述，根据对向于第 1 标尺的第 1 读头的输出与对向于第 2 标尺的第 2 读头的输出，算出移动体在包含第 1 及第 2 方向的既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息，并根据该测量系统所算出的位置信息将移动体沿既定平面驱动。因此，不需要与移动体的移动范围全区对应地配置标尺(光栅)，即可在移动体的移动范围全区中，根据测量系统的测量值，将移动体沿既定平面以良好精度驱动，进而能对移动体所保持的物体进行高精度的曝光。

本发明从第 9 观点来看，是一种第 3 曝光方法，用能量束使实质地沿既定平面移动的移动体所保持的物体曝光，其特征在于：在该移动体所对向的与该既定平面平行的第 1 面上，配置以第 1 方向为长边方向、且形成有以该第 1 方向及与该第 1 方向垂直的第 2 方向为周期方向的二维光栅的标尺，该方法包括：测量步骤，根据以该第 2 方向的位置不同地配置在该移动体的与该既定平面实质平行的第 2 面且以该第 1、第 2 方向为测量方向的多个二维读头中、对向于该标尺的二维读头的输出，算出该移动体在包含该第 1 及第 2 方向的该既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息；以及驱动步骤，根据该测量步骤所算出的位置信息，将该移动体沿该既定平面驱动。

根据上述，根据对向于标尺的二维读头的输出，算出移动体在包含第 1 及第 2 方向的既定平面内的至少两个自由度方向的位置信息，并根据该测量系统所算出的位置信息将移动体沿既定平面驱动。因此，不需要与移动体的移动范围全区对应地配置标尺(光栅)，即可在移动

体的移动范围全区中，根据测量系统的测量值，将移动体沿既定平面以良好精度驱动，进而能对移动体所保持的物体进行高精度的曝光。

本发明从第 10 观点来看，是一种第 4 曝光方法，用能量束使能沿既定平面移动的移动体所保持的物体曝光，其特征在于：使用具有设于该移动体、在该既定平面内关于与该第 1 方向正交的第 2 方向位置不同的多个读头的编码器系统，由与该既定平面实质平行且以第 1 方向为长边方向配置的标尺对向的该多个读头中的至少一个读头，至少在该物体的曝光时测量该移动体的位置信息。

根据上述，使用编码器(其在第 2 方向位置不同的多个读头被设于移动体)，至少在物体的曝光时，由与标尺(与既定平面实质平行且以第 1 方向为长边方向所配置)对向的该多个读头的至少一个读头测量该移动体的位置信息。

本发明从第 11 观点来看，是一种第 2 器件制造方法，其包含：使用本发明的第 2、第 3、以及第 4 曝光方法中的任一者使物体曝光的动作；以及使该已曝光的物体显影的动作。

【附图说明】

图 1 是显示一实施形态的曝光装置的概略构成图。

图 2 是放大显示图 1 的载台装置附近的构成部分的图。

图 3 是将晶片载台与用以测量该晶片载台的位置信息的编码器及干涉仪一起显示的俯视图。

图 4 是将一实施形态的曝光装置的载台控制的相关联控制系统省略一部分后显示的方块图。

图 5(A)是显示晶片的中央附近成为投影单元的正下方的位置处有一晶片载台的状态的图，图 5(B)是显示晶片中心与外周的中间附近成为投影单元的正下方的位置处有一晶片载台的状态的图。

图 6(A)是显示晶片载台位于晶片的 +Y 侧边缘附近成为投影单元 PU 的正下方的位置的状态的图，图 6(B)是显示晶片载台位于从晶片中心观看时相对 X 轴及 Y 轴成 45°的方向的边缘附近成为投影单元

PU 的正下方的位置的状态的图。

图 7 是显示晶片载台位于晶片的 +X 侧边缘附近成为投影单元 PU 的正下方的位置的状态的图。

图 8 是显示其它实施形态的晶片载台用的编码器系统的图。

图 9 是显示其它实施形态的晶片载台用的编码器系统的图。

【实施方式】

以下, 根据图 1~图 7 说明本发明的一实施形态。

图 1 显示一实施形态的曝光装置 100 的概略构成。曝光装置 100 是步进扫描方式的缩小投影曝光装置、也即所谓扫描机。如后述般, 在本实施形态中, 设有投影光学系统 PL, 以下的说明中, 将与此投影光学系统 PL 的光轴 AX 平行的方向设为 Z 轴方向、将在与该 Z 轴方向正交的面内标线片与晶片相对扫描的方向设为 Y 轴方向、将与 Z 轴及 Y 轴正交的方向设为 X 轴方向, 且将绕 X 轴、Y 轴、及 Z 轴的旋转(倾斜)方向分别设为 θ_x 、 θ_y 、及 θ_z 方向。

曝光装置 100 包含: 照明系统 10、保持标线片 R 的标线片载台 RST、投影单元 PU、包含载置晶片 W 的晶片载台 WST 的晶片载台装置 12、以及它们的控制系统等。

照明系统 10, 例如美国专利申请公开第 2003/0025890 号说明书等所揭示, 包含照明光学系统, 该照明光学系统具备: 光源、具有包含光学积分器等的照度均一化光学系统、以及标线片遮帘等(均未图标)。照明系统 10 由照明光(曝光用光)IL, 以大致均一的照度来照明被标线片遮帘(屏蔽系统)规定的标线片 R 上的狭缝状照明区域 IAR。此处, 作为一例, 使用 ArF 准分子激光光束(波长 193nm)来作为照明光 IL。

在标线片载台 RST 上例如通过真空吸附固定有标线片 R, 该标线片 R 在其图案面(图 1 的下面)上形成有电路图案等。标线片载台 RST 能由包含例如线性马达等的标线片载台驱动系统 11 在 XY 平面内微幅驱动, 且能以既定的扫描速度驱动于扫描方向(图 1 的图面内左右方向

即 Y 轴方向)。

标线片载台 RST 在 XY 平面(移动面)内的位置信息(包含 θ_z 方向的旋转信息), 是由图 1 所示的标线片激光干涉仪(以下称为「标线片干涉仪」)16, 通过移动镜 15(实际上是设有: 具有与 Y 轴方向正交的反射面的 Y 移动镜(或后向反射器)、以及具有与 X 轴方向正交的反射面的 X 移动镜), 以固定于镜筒 40(构成投影单元 PU)的侧面的固定镜 14(实际上为 X 固定镜、Y 固定镜的各固定镜)为基准, 例如以 0.25nm 左右的分辨率, 总是被检测出。

投影单元 PU, 是在标线片载台 RST 的图 1 下方, 通过突缘 FLG 保持于未图示主体的一部分(镜筒固定座)。投影单元 PU 包含: 镜筒 40, 为圆筒状且在其外周部的下端部附近设有突缘 FLG; 以及投影光学系统 PL, 由保持于该镜筒 40 内的多个光学元件构成。作为投影光学系统 PL, 例如使用沿与 Z 轴方向平行的光轴 AX 排列的多个光学元件(透镜元件)所构成的折射光学系统。投影光学系统 PL, 例如是两侧远心且具有既定(规定)投影倍率(例如 1/4 倍或 1/5 倍)。因此, 当用来自照明系统 10 的照明光 IL 来照明照明区域 IAR 时, 利用通过图案面大致配置成与投影光学系统 PL 的第 1 面(物体面)一致的标线片 R 的照明光 IL, 使其照明区域 IAR 内的标线片 R 的电路图案缩小像(电路图案的一部分缩小像)经由投影光学系统 PL 形成于一区域(曝光区域), 该区域是配置于投影光学系统 PL 的第 2 面(像面)侧的、表面涂布有抗蚀剂(感应剂)的晶片 W 上的与前述照明区域 IAR 共轭的区域。接着, 通过标线片载台 RST 与晶片载台 WST 的同步驱动, 使标线片 R 相对于照明区域 IAR(照明光 IL)在扫描方向(Y 轴方向)上进行相对移动, 且使晶片 W 相对于曝光区域(照明光 IL)在扫描方向(Y 轴方向)上进行相对移动, 由此对晶片 W 上的一个照射(shot)区域(区划区域)进行扫描曝光, 将标线片 R 的图案转印于该照射区域。即, 本实施形态中, 利用照明系统 10、标线片 R 及投影光学系统 PL 将图案生成于晶片 W 上, 利用照明光 IL 对晶片 W 上的感应层(抗蚀剂层)的曝光将其图案形成于晶片 W 上。

晶片载台装置 12 具备：利用设置于地面 F 上的底板 BS 上所配置的多个(例如三个或四个)防振机构(省略图示)大致支撑成水平的载台底座 71；配置于该载台底座 71 上方的晶片载台 WST；驱动该晶片载台 WST 的晶片载台驱动系统 27(图 1 中未图示、参照图 4)等。

载台底座 71 由具有平板状外形的构件构成，其上表面的平坦度作成非常高，成为晶片载台 WST 的移动时的导引面。在载台底座 71 内部收容有线圈单元，该线圈单元包含以 XY 二维方向为行方向、列方向配置成矩阵状的多个线圈。

晶片载台 WST 如图 2 所示，具有载台本体 30 与其上部的晶片台 WTB，在载台本体 30 的底部，设有与上述线圈单元一起构成磁浮型平面马达的具有多个磁石的磁石单元 31。本实施形态中，线圈单元不仅具有 X 轴方向驱动线圈及 Y 轴方向驱动线圈，还具有 Z 轴方向驱动线圈，由这些线圈单元与上述磁石单元，构成将晶片载台 WST 驱动于 X 轴方向、Y 轴方向、Z 轴方向、 θ_x 方向、 θ_y 方向、以及 θ_z 方向的六个自由度方向的电磁力驱动方式(劳伦兹力驱动方式)的动磁型平面马达(二维线性致动器)。包含上述平面马达在内而构成晶片载台驱动系统 27。本实施形态中，供应至构成线圈单元的各线圈的电流的大小及方向是由主控制装置 20 控制的。

此外，晶片载台 WST 也可采用具备载台本体(利用例如线性马达或平面马达等在 XY 平面内被驱动)与晶片台(在该载台本体上利用音圈马达等微幅驱动于至少 Z 轴方向、 θ_x 方向、以及 θ_y 方向的三个自由度方向)的构造。此种情形下，可使用例如美国专利第 5,196,745 号说明书等揭示的由劳伦兹电磁力驱动的平面马达等。此外，不限于劳伦兹电磁力驱动方式，也可使用可变磁气电阻驱动方式的平面马达。

在晶片台 WTB 上，通过未图示晶片保持具来载置晶片 W，利用例如真空吸附(或静电吸附)等进行固定。

又，晶片载台 WST 在 XY 平面内的位置信息，可利用图 1 所示的包含标尺构件 46B、46C、46D 等的编码器系统 50(参照图 4)与晶片激光干涉仪系统(以下简称为「干涉仪系统」)18 分别测量。以下，详

述晶片载台 WST 用编码器系统 50 及干涉仪系统 18 的构成等。此外，标尺构件也可称为栅板、光栅构件、或基准构件等。

在晶片台 WTB(晶片载台 WST)的上面，如图 3 的俯视图所示，包围晶片 W 设有多个(此处为各 10 个)X 读头(以下适当简称为读头(head)) $66_1 \sim 66_{10}$ 及 Y 读头(以下适当简称为读头) $64_1 \sim 64_{10}$ 。详言之，在晶片台 WTB 上面的 +Y 侧端部、以及 -Y 侧端部，沿 X 轴方向以既定间隔配置有 X 读头 66_1 、 66_2 、... 66_5 、以及 66_6 、 66_7 、... 66_{10} 。又，在晶片台 WTB 上面的 +X 侧端部、以及 -X 侧端部，沿 Y 轴方向以既定间隔配置有 Y 读头 64_1 、 64_2 、... 64_5 、以及 64_6 、 64_7 、... 64_{10} 。作为 Y 读头 $64_1 \sim 64_{10}$ 、以及 X 读头 $66_1 \sim 66_{10}$ 的各读头，使用与例如美国专利第 7, 238, 931 号说明书或国际公开第 2007/083758 号小册子(对应美国专利申请公开第 2007/0288121 号说明书)等所揭示的读头(编码器)相同的构成的读头。此外，以下将 Y 读头 $64_1 \sim 64_{10}$ 及 X 读头 $66_1 \sim 66_{10}$ 还分别记述为 Y 读头 64 及 X 读头 66。

另一方面，综合图 1 及图 3 可知，以从四方包围投影单元 PU 最下端部周围的状态，配置有四个标尺构件 46A ~ 46D。这些标尺构件 46A ~ 46D，虽在图 1 因为为了避免附图过于复杂而予以省略图示，但实际上例如通过支撑构件以悬吊状态固定于镜筒固定座。

标尺构件 46A, 46C 分别在投影单元 PU 的 -X 侧、+X 侧，以 X 轴方向为长边方向且相对投影光学系统 PL 的光轴 AX 对称地进行配置。标尺构件 46B, 46D 分别在投影单元 PU 的 +Y 侧、-Y 侧，以 Y 轴方向为长边方向且相对投影光学系统 PL 的光轴 AX 对称地进行配置。

标尺构件 46A ~ 46 由同一材料(例如陶瓷或低热膨胀的玻璃等)构成，在其表面(图 1 的下面，即 -Z 侧的面)形成有以垂直于长边方向的方向为周期方向的同一反射型绕射光栅。此绕射光栅，例如以 $138\text{nm} \sim 4\mu\text{m}$ 间的间距、例如 $1\mu\text{m}$ 间距刻划作成。此外，图 3 中为了图示方便，光栅的间距比实际间距显示成非常宽。又，在标尺构件 46A ~ 46D 表面(光栅面)，也可设置对来自上述读头的测量光束实质上

透明的覆盖 (cover) 构件(例如玻璃板等)。

标尺构件 46A, 46C, 由于绕射光栅是以 Y 轴方向为周期方向, 因此用于测量晶片载台 WST 在 Y 轴方向的位置。又, 标尺构件 46B 及 46D, 由于绕射光栅是以 X 轴方向为周期方向, 因此用于测量晶片载台 WST 在 X 轴方向的位置。

本实施形态中, 以相邻的两个 X 读头 66 能同时对向于所对应的标尺构件(绕射光栅)的间隔, 即以与在标尺构件 46B, 46D 的长边方向所正交的方向(绕射光栅的排列方向)上的绕射光栅的长度相同程度以下的间隔, 将 X 读头 66₁、66₂、...66₅、以及 66₆、66₇、...66₁₀ 配置于晶片台 WTB 上。

同样地, 以相邻的两个 Y 读头 64 能同时对向于所对应的标尺构件(绕射光栅)的间隔, 即以与在标尺构件 46A, 46C 的长边方向所正交的方向(绕射光栅的排列方向)上的绕射光栅的长度相同程度以下的间隔, 将 Y 读头 64₁、64₂、...64₅、以及 64₆、64₇、...64₁₀ 配置于晶片台 WTB 上。

Y 读头 64₁、64₂、...64₅、以及 64₆、64₇、...64₁₀ 的各读头, 与标尺构件 46C、46A 的任一者对向, 构成用以测量晶片载台 WST 的 Y 位置的多眼、更正确而言为 5 眼的 Y 线性编码器。又, X 读头 66₁、66₂、...66₅、以及 66₆、66₇、...66₁₀ 的各读头, 与标尺构件 46B、46D 的任一者对向, 构成用以测量晶片载台 WST 的 X 位置的多眼、更正确而言为 5 眼的 X 线性编码器。

在晶片 W 位于投影光学系统 PL(投影单元 PU)下方的、曝光时的晶片载台 WST 的移动范围内, Y 读头 64_i($i = 1 \sim 5$ 的任一者), 64_j($j = i + 5$)分别对向于标尺构件 46C, 46A, 且 X 读头 66_p($p = 1 \sim 5$ 的任一者), 66_q($q = p + 5$)分别对向于标尺构件 46B, 46D。即, 分别对向于标尺构件 46C, 46A 的 Y 读头 64_i, 64_j 所构成的一对 Y 线性编码器 50C, 50A(参照图 4)与分别对向于标尺构件 46B, 46D 的 X 读头 66_p, 66_q 所构成的一对 X 线性编码器 50B, 50D(参照图 4)的合计四个编码器的测量值被供应至主控制装置 20。包含一对 Y 线性编码器 50C, 50A 与一对 X 线性

编码器 50B, 50D 而构成图 4 的编码器系统 50。

又, 干涉仪系统 18 如图 2 所示, 通过将测距光束照射于形成在晶片台 WTB 端面的反射面及固定在载台本体 30 的移动镜 43, 以例如 0.25nm 左右的分辨率总是检测晶片载台 WST 的位置信息。干涉仪系统 18 的至少一部分(例如除了光源以外的光学单元)以悬吊状态固定于镜筒固定座。

在晶片载台 WST, 虽实际如图 3 所示形成有与作为扫描方向的 Y 轴方向正交的反射面 17Y、以及与作为非扫描方向的 X 轴方向正交的反射面 17X, 但图 1 仅将这些代表性地显示为反射面 17。

干涉仪系统 18 如图 3 所示, 包含晶片 Y 干涉仪 18Y、两个晶片 X 干涉仪 18X₁ 及 18X₂、以及一对 Z 干涉仪 18Z₁, 18Z₂ 的五个干涉仪。作为这些五个干涉仪 18Y、18X₁、18X₂、18Z₁、18Z₂ 用如下干涉仪, 即, 使用利用了塞曼效应的双频激光的迈克尔逊型外差激光干涉仪。其中, 作为晶片 Y 干涉仪 18Y, 如图 3 所示, 使用具有多个测距轴(包含两个测距轴, 该两个测距轴相对于通过投影光学系统 PL 的光轴 AX(与前述照明区域 IAR 共轭的曝光区域的中心)及后述的对准系统 ALG 的检测中心且与 Y 轴平行的轴(基准轴)为对称)的多轴干涉仪。此外, 关于晶片 Y 干涉仪 18Y, 留待后述。

晶片 X 干涉仪 18X₁, 沿测距轴(通过与通过投影光学系统 PL 的光轴 AX(前述曝光区域的中心)且与 X 轴平行的轴(基准轴))将测距光束照射于反射面 17X。此晶片 X 干涉仪 18X₁, 测量以固定在投影单元 PU 的镜筒 40 侧面的 X 固定镜的反射面为基准的反射面 17X 的位移, 以作为晶片载台 WST 在 X 轴方向的位置信息。

晶片 X 干涉仪 18X₂, 沿通过对准系统 ALG 的检测中心的 X 轴方向的测距轴将测距光束照射于反射面 17X, 并测量以固定在对准系统 ALG 侧面的固定镜的反射面为基准的移动镜 17X 的反射面的位移, 以作为晶片载台 WST 在 X 轴方向的位置信息。

又, 在载台本体 30 的 +Y 侧的侧面, 如图 1 及图 2 所示, 以 X 轴方向为长边方向的移动镜 43, 通过未图示的动态支撑机构所安装。

对向于移动镜 43 配置有将测距光束照射于该移动镜 43 的一对 Z 干涉仪 $18Z_1, 18Z_2$ (参照图 3)。详言之, 移动镜 43, 综合图 2 及图 3 可知, 由 X 轴方向的长度比反射面 17Y (晶片台 WTB) 长、具有使长方形与等腰梯形一体化的六角形截面形状的构件构成。对此移动镜 43 的 +Y 侧的面施以镜面加工, 而形成图 2 所示的三个反射面。

Z 干涉仪 $18Z_1, 18Z_2$ 由图 3 可知, 在 Y 干涉仪 18Y 的 X 轴方向一侧与另一侧大致分离同一距离而配置。又, Z 干涉仪 $18Z_1, 18Z_2$, 实际上分别配置于比 Y 干涉仪 18Y 略低的位置。

如图 2 及图 3 所示, 从 Z 干涉仪 $18Z_1, 18Z_2$ 的各干涉仪将 Y 轴方向的测距光束 B1 朝向移动镜 43 的上侧反射面 (倾斜面) 照射, 且将 Y 轴方向的测距光束 B2 朝向移动镜 43 的下侧反射面 (倾斜面) 照射。本实施形态中, 具有与在上侧反射面反射的测距光束 B1 正交的反射面的固定镜 47A、以及具有与在下侧反射面反射的测距光束 B2 正交的反射面的固定镜 47B, 在自投影单元 PU 往 +Y 方向分离既定距离的位置以不干涉测距光束 B1, B2 的状态, 分别延设于 X 轴方向。固定镜 47A, 47B, 例如被用以支撑投影单元 PU 的镜筒固定座所设的同一支撑体 (未图示) 所支撑。

从 Z 干涉仪 $18Z_1, 18Z_2$ 的各干涉仪将 Y 轴方向的测距光束 B1, B2 朝向移动镜 43 照射, 这些测距光束 B1, B2 分别以既定射入角射入移动镜 43 的上下反射面, 分别在各反射面反射而垂直射入固定镜 47A, 47B 的反射面。接着, 在固定镜 47A, 47B 的反射面反射的测距光束 B1, B2, 逆向通过与射入时相同的光路而返回 Z 干涉仪 $18Z_1, 18Z_2$ 。

Y 干涉仪 18Y, 如图 3 所示, 沿自通过投影光学系统 PL 的投影中心 (光轴 AX, 参照图 1) 且平行于 Y 轴的直线 (基准轴) 往 -X 侧, +X 侧分离同一距离的 Y 轴方向的测距轴, 将测距光束 $B4_1, B4_2$ 照射于反射面 17Y, 并接收各自的反射光, 由此以投影单元 PU 的镜筒 40 侧面所固定的 Y 固定镜的反射面为基准, 检测晶片载台 WST 在测距光束 $B4_1, B4_2$ 照射点的 Y 轴方向的位置信息。此外, 图 2 中将测距光束 $B4_1, B4_2$ 代表性地显示为光束 B4。

又, Y干涉仪 18Y, 在测距光束 B_{41} , B_{42} 之间在 Z 轴方向上相隔既定间隔沿 Y 轴方向的测距轴将测距光束 B3 朝向移动镜 43 的与 XZ 平面平行的中央反射面照射, 并接收在该中央反射面反射的测距光束 B3, 由此检测移动镜 43 的中央反射面(即晶片载台 WST)在 Y 轴方向的位置。

主控制装置 20 根据 Y 干涉仪 18Y 测量的与测距光束 B_{41} , B_{42} 对应的测距轴的测量值的平均值算出反射面 17Y、即晶片台 WTB(晶片载台 WST)的 Y 位置即 Y 轴方向的位移 ΔY_0 。又, 主控制装置 20 根据反射面 17Y 及移动镜 43 的中央反射面的 Y 位置, 算出晶片载台 WST 在绕 X 轴的旋转方向(θ_x 方向)上的位移(纵摇量) ΔX_0 。

又, 主控制装置 20 根据 Z 干涉仪 43A, 43B 的测量结果, 例如通过国际公开第 2007/083758 号小册子(对应美国专利申请公开第 2007/0288121 号说明书)等所揭示的手法, 可算出晶片载台 WST 在 Z 轴方向、Y 轴方向、 θ_z 方向、以及 θ_y 方向的位移 ΔZ_0 、 ΔY_0 、 $\Delta \theta_z$ 、 $\Delta \theta_y$ 。

此外, 图 1 中, 将 X 干涉仪 $18X_1$, $18X_2$ 及 Y 干涉仪 18Y、以及 Z 干涉仪 $18Z_1$, $18Z_2$ 代表性地显示为干涉仪系统 18, 将 X 轴方向位置测量用的 X 固定镜与 Y 轴方向位置测量用的 Y 固定镜代表性地图示为固定镜 57。又, 图 1 中省略对准系统 ALG 及固定于其的固定镜。

本实施形态中, 晶片 X 干涉仪 $18X_1$ 与晶片 Y 干涉仪 18Y 被用于在晶片的曝光动作时所使用的编码器系统的校正, 且晶片 X 干涉仪 $18X_2$ 与晶片 Y 干涉仪 18Y 被用于对准系统 ALG 的标记检测时。此外, 本实施形态中, 代替在晶片台 WTB 的端面形成反射面 17X, 17Y 的方式, 也可以将移动镜(平面反射镜)固定于晶片载台 WST 的端部。

又, 在晶片载台 WST 上将未图标的基准标记板固定成其表面与晶片 W 同一高度的状态。在此基准标记板表面, 形成有至少一对标线片对准用的第 1 基准标记、与相对于这些第 1 基准标记为已知位置关系的对准系统 ALG 的基线测量用第 2 基准标记等。

本实施形态中的曝光装置 100, 进一步具备在标线片载台 RST 上

方在 X 轴方向上相隔既定距离配置的一对标线片对准系统 13A, 13B(图 1 中未图示, 参照图 4)。作为标线片对准系统 13A, 13B 使用 TTR(Through The Reticle)对准系统, 其使用用于经由投影光学系统 PL 同时观察晶片载台 WST 上的一对基准标记与对应于此的标线片上的一对标线片标记的曝光波长的光。标线片对准系统的详细构成, 揭示于例如美国专利第 5, 646, 413 号说明书等。此外, 作为标线片对准系统, 例如可以代用或兼用具有狭缝开口的受光面配置于晶片载台 WST 的空间像测量系统。此时, 也可不设置前述第 1 基准标记。

同样地, 在图 1 中虽省略图标, 但曝光装置 100 进一步具备例如与美国专利第 5, 448, 332 号说明书等所揭示者相同的由照射系统 42a 与受光系统 42b(参照图 4)构成的斜入射方式多焦点位置检测系统。

又, 曝光装置 100 中, 在投影单元 PU 附近设有前述对准系统 ALG(图 1 中未图示, 参照图 3)。作为此对准系统 ALG 使用例如图像处理方式的 FIA(Field Image Alignment, 场像对准)系统。对准系统 ALG 将以指标中心为基准的标记的位置信息供应至主控制装置 20。主控制装置 20 根据此供应的信息与干涉仪系统 18 的晶片 Y 干涉仪 18Y 的与测距光束 B_{41} , B_{42} 对应的测距轴及晶片 X 干涉仪 18X₂ 的测量值, 测量检测对象的标记, 具体而言, 测量基准标记板上的第 2 基准标记或晶片上的对准标记在用晶片 Y 干涉仪 18Y 及晶片 X 干涉仪 18X₂ 的测距轴所规定的坐标系(对准坐标系)上的位置信息。

图 4 是将本实施形态的曝光装置 100 的载台控制相关的控制系统省略一部分显示的方块图。此图 6 的控制系统, 包含由 CPU(中央运算处理装置)、ROM(Read Only Memory, 只读存储器)、RAM(Random access memory, 随机存取存储器)等构成的所谓微电脑(或工作站), 以统筹控制装置整体的主控制装置 20 为中心。

在如上述构成的曝光装置 100 中, 在以例如美国专利第 4, 780, 617 号说明书等所揭示的周知 EGA(加强型全晶片对准)方式等进行的晶片对准动作时, 如上所述, 根据干涉仪系统 18 的晶片 Y 干涉仪 18Y 及晶片 X 干涉仪 18X₂ 的测量值, 由主控制装置 20 管理晶片载台 WST

在 XY 平面内的位置，在晶片对准动作时以外的例如曝光动作时等，根据编码器 50A ~ 50D 的测量值，由主控制装置 20 管理晶片载台 WST 的位置。

因此，在晶片对准动作结束后，至曝光开始前为止的期间，需进行位置测量系统的切换动作，以将用于测量晶片载台在 XY 平面内的位置的位置测量系统，从晶片 Y 干涉仪 18Y 及晶片 X 干涉仪 18X₂ 切换至编码器 50A ~ 50D。此位置测量系统的切换动作大略以以下步骤进行。

在晶片对准结束后，主控制装置 20 根据干涉仪 18Y, 18X₂, 18Z₁, 18Z₂ 的测量值将晶片载台 WST 驱动于既定方向，例如 +Y 方向。

接着，当晶片载台 WST 到达来自干涉仪 18X₂ 的测距光束与来自干涉仪 18X₁ 的测距光束同时照射于反射面 17X 的位置时，主控制装置 20 根据干涉仪系统 18(干涉仪 18Y, 18X₂, 18Z₁, 18Z₂) 的测量值，将晶片载台 WST 的姿势调整成晶片载台 WST 的 θ_z 旋转(偏摇)误差(以及 θ_x 旋转(纵摇)误差、 θ_y 旋转(横摇)误差)成为零后，将干涉仪 18X₁ 的测量值预设为与此时的干涉仪 18X₂ 的测量值相同的值。

在该预设后，使晶片载台 WST 在该位置停止干涉仪 18X₁, 18Y 各轴的测量值的因空气摇晃(空气的温度摇晃)所导致的短期变动影响由平均化效果而成为可忽视的水准为止的既定时间，将在该停止时间中取得的干涉仪 18X₁ 的测量值的加算平均值(停止时间中的平均值)继续作为 X 线性编码器 50B, 50D 的测量值，并且将在该停止时间中取得的干涉仪 18Y 的多个轴各自的测量值的加算平均值(停止时间中的平均值)的平均值继续作为 Y 线性编码器 50A, 50C 的测量值。由此，结束 X 线性编码器 50B, 50D 及 Y 线性编码器 50A, 50C 的预设、即结束位置测量系统的切换动作。其后，由主控制装置 20 根据编码器 50A ~ 50D 的测量值管理晶片载台 WST 的位置。

本实施形态的曝光装置 100，与通常的扫描步进器同样地，使用标线片对准系统 13A, 13B、晶片载台 WST 上的基准标记板、以及对准系统 ALG 等，进行标线片对准(包含标线片坐标系统与晶片坐标系

统的彼此对应作业)及对准系统 ALG 的基线测量等的一连串作业。这些一连串作业中的标线片载台 RST、以及晶片载台 WST 的位置控制,是根据标线片干涉仪 16 及干涉仪系统 18 的测量值进行的。

其次,由主控制装置 20,使用未图标晶片装载器进行晶片载台 WST 上的晶片更换(当在晶片载台 WST 上无晶片时,进行晶片的装载),并使用对准系统 ALG 对该晶片进行晶片对准(例如 EGA 等)。通过此晶片对准,求出前述对准坐标系统上的晶片上多个照射区域的排列坐标。

其后,进行前述位置测量系统的切换,由主控制装置 20,根据先前测量的基线及编码器 50A~50D 的测量值管理晶片载台 WST 的位置,且根据前述标线片干涉仪 16 的测量值管理标线片载台 RST 的位置,同时以与通常的扫描步进器相同的步骤,进行步进扫描方式的曝光,使标线片 R 的图案分别转印至晶片上的多个照射区域。

图 5(A)是显示晶片载台 WST 位于晶片 W 中央附近成为投影单元 PU 正下方的位置的状态的图,图 5(B)是显示晶片载台 WST 位于晶片 W 中心与外周的中间附近成为投影单元 PU 正下方的位置的状态的图。又,图 6(A)是显示晶片载台 WST 位于晶片 W 的 +Y 侧边缘附近成为投影单元 PU 的正下方的位置的状态的图,图 6(B)是显示晶片载台 WST 位于从晶片 W 的中心观看时相对 X 轴及 Y 轴成 45°的方向的边缘附近成为投影单元 PU 正下方的位置的状态的图。又,图 7 是显示晶片载台 WST 位于晶片 W 的 +X 侧边缘附近成为投影单元 PU 正下方的位置的状态的图。观看这些图 5(A)~图 7 可知,不论在任一图中,对于晶片台 WTB 上的 Y 读头 64₁~64₅、以及 Y 读头 64₆~64₁₀、X 读头 66₁~66₅、以及 X 读头 66₆~66₁₀ 这四个群组,属于各群组的至少一个(在本实施形态中为一个或两个)读头对向于所对应的标尺构件。综合考量此一事实、以及标尺构件 46A~46D 在以投影光学系统 PL 的光轴 AX 为中心的上下、左右方向的对称配置、以及 Y 读头 64₁~64₁₀、X 读头 66₁~66₁₀ 相对晶片载台 WST 中心的 X 轴方向及 Y 轴方向的对称配置可知,曝光装置 100 中,即使晶片载台 WST 位于曝光

中的晶片载台 WST 的移动范围内的任一位置, Y 读头 64₁~64₅、以及 Y 读头 64₆~64₁₀、X 读头 66₁~66₅、以及 X 读头 66₆~66₁₀ 中的至少各一个对向于所对应的移动标尺, 可以由四个编码器 50A~50D 总是且大致同时测量晶片载台 WST 的 X 位置及 Y 位置。

换言之, 前述四个读头群 64₁~64₅、64₆~64₁₀、66₁~66₅、及 66₆~66₁₀ 的配置区域被设定成, 其长度(例如读头群 64₁~64₅ 的情况下是读头 64₁ 与读头 64₅ 的距离) 比晶片 W 大小(直径)长, 以至少覆盖对晶片 W 的整个面进行扫描曝光时的晶片载台 WST 的移动行程(移动范围)全区(在本实施形态中, 在所有照射区域, 至少在扫描曝光中、扫描曝光前后的晶片载台 WST 的加减速及同步调整的期间中, 四个读头群 64₁~64₅、64₆~64₁₀、66₁~66₅、及 66₆~66₁₀(测量光束)的至少一个不会从对应的标尺构件(绕射光栅)脱离, 即不会成为不能测量的状态)。

又, 四个标尺构件 46A~46D 也同样地, 分别在其长边方向, 其长度(相当于绕射光栅的宽度)设定成与其移动行程相同程度以上, 以至少覆盖对晶片 W 的整个面进行扫描曝光时的晶片载台 WST 的移动行程全区(即, 至少在晶片 W 的曝光动作中, 四个读头群 64₁~64₅、64₆~64₁₀、66₁~66₅、及 66₆~66₁₀(测量光束)不会从对应的标尺构件(绕射光栅)脱离, 即不会成为不能测量的状态)。

如以上所详细说明, 根据本实施形态的曝光装置 100, 由编码器系统 50, 根据分别对向于标尺构件 46A, 46C 的一对 Y 读头 64 的输出、分别对向于标尺构件 46B, 46D 的一对 X 读头 66 的输出, 算出晶片载台 WST 在 XY 平面内的三个自由度方向的位置信息, 由晶片载台驱动系统 27, 依据主控制装置 20 的指示, 根据由编码器系统 50 算出的位置信息使晶片载台 WST 沿 XY 平面驱动。因此, 不需对应晶片载台 WST 的移动范围全区配置标尺(光栅), 就能在晶片载台 WST 的移动范围全区, 根据编码器系统 50 的测量值, 将晶片载台 WST 沿 XY 平面以良好精度进行驱动。

又, 根据本实施形态的曝光装置 100, 在对晶片 W 上的各照射区域进行扫描曝光时, 主控制装置 20 能根据标线片干涉仪 16 与编码器

50A, 50C(以及 50B 及 50D)的测量值, 将标线片 R(标线片载台 RST)、晶片 W(晶片载台 WST)沿扫描方向(Y 轴方向)以良好精度进行驱动, 且也能将晶片 W(晶片载台 WST)以良好精度驱动于非扫描方向(X 轴方向), 还能进行与非扫描方向相关的标线片 R(标线片载台 RST)与晶片 W(晶片载台 WST)的高精度定位(对准)。由此, 能够将标线片 R 的图案以良好精度形成于晶片 W 上的多个照射区域。

此外, 作为本实施形态所使用的各编码器, 能使用上述绕射干涉方式或所谓拾取 (pick up) 方式等各种方式, 例如可使用美国专利第 6, 639, 686 号说明书等揭示的所谓扫描编码器等。

其次, 根据图 8 说明本发明的其它实施形态。此实施形态的曝光装置, 只有晶片载台用的编码器系统与前述实施形态不同, 以下说明此编码器系统。此外, 由于与图 3 的差异仅在编码器系统的构成, 因此以下对与图 3 相同或同等的作用、功能的构成部分赋予同一符号, 省略其说明。又, 此图 8 中还省略干涉仪系统 18 的图标。

如图 8 所示, 在投影单元 PU 最下端部的 -X 侧、+Y 侧, 配置有细长长方形板状的标尺构件 46A' 及 46B'。这些标尺构件 46A' 及 46B' 实际上是通过支撑构件以悬吊状态固定于镜筒固定座。

标尺构件 46A' 在投影单元 PU 的 -X 侧以 X 轴方向为长边方向、且以该长边方向的垂直方向的中心线(延伸于长边方向的中心线)的延长线与投影光学系统 PL 的光轴正交的状态所配置。在标尺构件 46A' 表面(-Z 侧的面), 以与前述相同的方式形成有以 X 轴方向为周期方向的既定间距例如 $1\mu\text{m}$ 的反射型绕射光栅。

又, 标尺构件 46B' 在投影单元 PU 的 +Y 侧以 Y 轴方向为长边方向、且以该长边方向的垂直方向的中心线(延伸于长边方向的中心线)的延长线在投影光学系统 PL 的光轴与前述标尺构件 46A' 长边方向的中心轴的延长线正交的状态所配置。在标尺构件 46B' 的表面(-Z 侧的面), 以与前述相同的方式形成有以 Y 轴方向为周期方向的既定间距例如 $1\mu\text{m}$ 的反射型绕射光栅。此时, 标尺构件 46A' 的长边方向的垂直方向的宽度(绕射光栅的宽度)与前述标尺构件 46A 大致相同, 标尺构

件 46B' 的宽度(绕射光栅的宽度)是标尺构件 46A' 的宽度(绕射光栅的宽度)的约两倍。

另一方面,在晶片台 WTB 上面,在前述实施形态中配置 Y 读头 $64_6, 64_7, \dots, 64_{10}$ 的位置,分别配置有 X 读头 $66_1, 66_2, \dots, 66_5$ 。又,在晶片台 WTB 上面,在前述实施形态中配置 X 读头 $66_1, 66_2, \dots, 66_5$ 的位置,分别配置有 Y 读头 $64_1, 64_2, \dots, 64_5$ 。

在本实施形态中,在晶片 W 位于投影光学系统 PL 的下方、曝光时的晶片载台 WST 的移动范围内,至少两个相邻的 Y 读头 $64_i, 64_{i+1}$ ($i = 1 \sim 4$ 的任一者)同时对向于标尺构件 46B', 且至少一个 X 读头 66_p ($p = 1 \sim 5$ 的任一者)对向于标尺构件 46A'。即,对向于标尺构件 46B' 的 Y 读头 $64_i, 64_{i+1}$ 所构成的 2 个 Y 线性编码器、对向于标尺构件 46A' 的 X 读头 66_p 所构成的 X 线性编码器的合计三个编码器的测量值,被供应至主控制装置 20。主控制装置 20 根据基于这些三个编码器的测量值算出的晶片载台 WST 在 X 轴及 Y 轴方向的位置信息与 θ_z 方向的旋转信息,通过晶片载台驱动系统 27 进行晶片载台 WST 的位置控制。由此,与上述实施形态完全同样地,能进行高精度的晶片载台 WST 的二维驱动。

此外,图 8 中,前述两个读头群 $64_1 \sim 64_5$ 及 $66_1 \sim 66_5$ 的配置区域被设定成,其长度(例如读头群 $64_1 \sim 64_5$ 的情况下是读头 64_1 与读头 64_5 的距离)比晶片 W 大小(直径)长,以至少覆盖晶片 W 的曝光动作时的晶片载台 WST 的移动行程(移动范围)全区(换言之,在所有照射区域的扫描曝光时各读头群(测量光束)不会从对应的移动标尺(绕射光栅)脱离,即不会成为不能测量的状态)。又,图 8 所示的编码器系统中,标尺构件 46A' 或标尺构件 46B' 分别在其长边方向,设定成其长度(相当于绕射光栅的形成范围)与其移动行程相同程度以上,以至少覆盖晶片 W 曝光动作时的晶片载台 WST 的移动行程(移动范围)全区(换言之,在所有照射区域的扫描曝光时各读头群(测量光束)不会从对应的标尺(绕射光栅)脱离,即不会成为不能测量的状态)。

其次,根据图 9 说明本发明其它实施形态。此实施形态的曝光装

置，由于只有晶片载台用的编码器系统与前述实施形态不同，因此以下说明此编码器系统。此外，由于与图3的差异仅在编码器系统的构成，因此以下对与图3相同或同等的作用、功能的构成部分赋予同一符号，省略其说明。

图9中，在投影单元PU最下端部的+Y侧配置有细长长方形板状的标尺构件46B”。此标尺构件46B”具有与前述标尺构件46B’相同的大小(长度及宽度)。其中，在此标尺构件46B”的表面(-Z侧的面)，形成有由以Y轴方向为周期方向的既定间距例如 $1\mu\text{m}$ 的光栅与以X轴方向为周期方向的既定间距例如 $1\mu\text{m}$ 的光栅所构成的反射型二维绕射光栅。

又，在晶片台WTB上面，以与前述图8的读头群 $64_1 \sim 64_5$ 相同的配置，在Y轴方向上相隔既定间隔配置有五个二维读头(2D读头) $68_1 \sim 68_5$ 。作为各二维读头，例如构成为包含：使测量光束往+Z方向射出、并使此测量光来自二维绕射光栅的既定次数的绕射光聚光的一对X绕射光栅及一对Y绕射光栅(固定标尺)；对在这些一对X绕射光栅及一对Y绕射光栅分别聚光的绕射光进行干涉的由透射型二维绕射光栅所构成的指示标尺(index scale)；以及检测由指示标尺干涉的光的检测器。即，能使用所谓三绕射干涉方式的二维编码器读头作为2D读头 $68_1 \sim 68_5$ 。此外，代替2D读头，也可组合使用以X轴方向为测量方向的一维读头(X读头)与以Y轴方向为测量方向的一维读头(Y读头)。此时，测量光束的照射位置，在X读头与Y读头中可以不相同。此外，本说明书中使用「二维读头」用语，作为包含如上述X读头与Y读头的组合这样的两个一维读头的组合的概念。

在具备此图9所示构成的编码器系统的载台装置中，在晶片W位于投影光学系统PL下方、曝光时的晶片载台WST的移动范围内，至少两个相邻的2D读头 68_i 、 68_{i+1} ($i=1 \sim 4$ 的任一者)同时对向于标尺构件46B”。即，对向于标尺构件46B”的2D读头 68_i 、 68_{i+1} 所构成的两个二维编码器的测量值被供应至主控制装置20。主控制装置20根据基于这些两个编码器的测量值算出的晶片载台WST在X轴及Y轴

方向的位置信息与 θz 方向的旋转信息，通过晶片载台驱动系统 27 进行晶片载台 WST 的位置控制。由此，与上述实施形态完全同样地，能进行高精度的晶片载台 WST 的二维驱动。

此外，在不需测量晶片载台 WST 在 θz 方向的旋转信息时，或使用由干涉仪系统 18 所测量的 θz 方向的旋转信息时等，也可采用 2D 读头 68₁ ~ 68₅ 中的至少一个对向于标尺构件 46B”的构成。此情形下，取代标尺构件 46B”也可以设置两个形成有二维绕射光栅的标尺构件。如上所述，能抑制一个标尺构件的大小且至少覆盖曝光动作时的晶片载台 WST 的移动范围全区。此时，两个标尺构件，可配置成各自的长边方向彼此正交，或配置成长边方向为同一方向。

又，上述各实施形态中，虽在晶片的曝光动作中使用前述编码器系统进行晶片载台 WST 的位置控制，但例如在对准动作(至少包含利用对准系统 ALG 进行的标记检测动作)及/或晶片的更换动作等中，也可使用图 3、图 8、及图 9 等所示的编码器系统进行晶片载台 WST 的位置控制。此时，当然不需要前述位置测量系统的切换动作。

此处，利用对准系统 ALG 检测晶片 W 上的对准标记或晶片载台 WST 的基准标记时等也同样地，在使用前述编码器系统(图 3、图 8 及图 9)时，最好是还考虑在此检测动作时晶片载台 WST 的移动范围，来设定读头的配置(包含例如位置、数目的至少一个)及/或标尺构件的配置(包含例如位置、数目、大小的至少一个)等。即，即使在将晶片载台 WST 移动至对准系统 ALG 的测量位置而进行的标记的检测动作中，为了能进行例如在 X 轴、Y 轴、以及 θz 方向的三个自由度的位置测量，最好将读头及/或标尺构件的配置设定成总是有至少三个读头与对应的同一及/或相异的标尺构件(绕射光栅)持续对向、即避免无法利用编码器系统测量位置从而使晶片载台的位置控制中断的情形。此时，例如可以将上述各实施形态的标尺构件的大小设定成可在曝光动作与对准动作中兼用，或也可以与前述标尺构件另外独立地设置在对准动作中使用的标尺构件。特别是后者，例如对对准系统 ALG，也以与图 3、图 8、图 9 等所示的配置相同的配置设置标尺构件即可。

或者,也可使用在曝光动作中使用的多个标尺构件的至少一个与另外设置的至少一个标尺构件,在对准动作等中也利用编码器系统进行晶片载台 WST 的位置测量。

此外,在利用前述标线片对准系统检测晶片载台 WST 的基准标记时、及/或利用前述空间像测量系统检测标线片 R 的标记或标线片载台 RST 的基准标记的投影像时,虽然也可利用前述干涉仪系统进行晶片载台 WST 的位置测量,但最好是利用包含上述各实施形态的标尺构件的编码器系统进行晶片载台 WST 的位置测量。

又,当在晶片的更换位置(包含装载位置与卸载位置的至少一方)上有晶片载台 WST 时,在使用前述编码器系统(图 3、图 8、以及图 9)的情况下,最好还考虑在晶片更换动作中的晶片载台 WST 的移动范围,与前述同样地设定读头及/或标尺构件的配置等。即,最好是将读头及/或标尺构件的配置设定成,即使在晶片更换位置也避免无法利用编码器系统测量位置从而使晶片载台的位置控制中断的情形。又,在晶片的更换位置与经由投影光学系统 PL 进行标线片图案的转印的曝光位置或利用对准系统 ALG 进行标记检测的测量位置之间、及/或对准系统 ALG 的测量位置与曝光位置之间的晶片载台 WST 的移动中,使用前述编码器系统(图 3、图 8 及图 9)的情形也同样。

再者,即使在例如美国专利第 6,262,796 号说明书等所揭示,可使用两个晶片载台大致并行执行曝光动作与测量动作(例如基于对准系统的标记检测等)的双晶片载台方式的曝光装置中,也与上述各实施形态同样地,可使用读头设于各晶片载台的前述编码器系统(图 3、图 8 及图 9)进行各晶片载台的位置控制。此处,不仅在曝光动作时,在其它动作例如在测量动作时,也可通过与前述同样地适当设定读头及/或标尺构件的配置,由此利用前述编码器系统进行各晶片载台的位置测量。例如,通过适当设定读头的配置,可将上述各实施形态的标尺构件直接使用来进行各晶片载台的位置控制,但也可与前述标尺构件分开设置能在该测量动作中使用的标尺构件。此时,例如可以设置具有与上述各实施形态的标尺构件相同的配置,例如以对准系统 ALG

为中心配置成十字状的四个标尺构件，在上述测量动作时，利用这些标尺构件与所对应的读头测量各晶片载台 WST 的位置信息。双晶片载台方式的曝光装置中，例如分别以与前述同样的配置设置读头(图 3、图 8 及图 9)，且在装载于一晶片载台的晶片的曝光动作结束时，通过与该一晶片载台更换，将装载有已在测量位置进行了标记检测等的下一晶片的另一晶片载台配置于曝光位置。又，与曝光动作并行进行的测量动作，并不限于基于对准系统对晶片等的标记检测，也可代替其方式或以与该方式组合的方式，进行晶片的面信息(段差信息等)的检测。

此外，上述说明中，在测量位置或更换位置中，或晶片载台从曝光位置、测量位置、及更换位置的一位置往另一位置的移动过程中，当使用前述编码器系统的晶片载台的位置控制中断时，最好使用与该编码器系统不同的测量装置(例如干涉仪、编码器等)，在上述各位置或移动过程中进行晶片载台的位置控制。

又，上述各实施形态中，也可如例如国际公开第 2005 / 074014 号小册子(对应美国专利申请公开第 2007 / 0127006 号说明书)等所揭示，与晶片载台分开独立设置测量载台，在晶片更换动作时等通过与晶片载台的更换将测量载台配置于投影光学系统 PL 的正下方，以测量曝光装置的特性(例如投影光学系统的成像特性(波面像差)、照明光 IL 的偏光特性等)。此时，在测量载台上也可以配置读头，并使用前述标尺构件进行测量载台的位置控制。又，在装载于晶片载台的晶片的曝光动作中，测量载台退离至不与晶片载台干涉的既定位置，由此在该退离位置与曝光位置之间进行移动。因此，即使在该退离位置、或从该退离位置与曝光位置的一方移动至另一方的期间中，也与晶片载台同样地，最好还考虑测量载台的移动范围，与前述同样地将读头及 / 或标尺构件的配置等设定成避免发生无法利用编码器系统测量位置从而使测量载台的位置控制中断的情形。或者，在该退离位置或在该移动中利用前述编码器系统对测量载台进行的位置控制中断时，最好使用与该编码器系统不同的测量装置(例如干涉仪、编码器等)进行

测量载台的位置控制。或者，测量载台的位置控制也可仅用前述干涉仪系统进行。

又，上述各实施形态中，随着例如投影单元 PU 的大小等的不同，而必须对延伸设置于同一方向的一对标尺构件的间隔进行扩大，这样，在对晶片 W 上的特定照射区域例如位于最外周的照射区域进行扫描曝光时，对于该一对标尺构件的其中一方，对应于此的读头有时变得无法对向。例如，当图 3 中投影单元 PU 稍微增大时，对于一对标尺构件 46B, 46D 中的标尺构件 46B，对应的 X 读头 66 的任一者均无法对向。再者，例如国际公开 WO99 / 49504 号小册子等所揭示，在投影光学系统 PL 与晶片间充满液体(例如纯水等)的液浸型曝光装置中，由于供应液体的嘴构件等设置成包围投影单元 PU，因此更难以将读头接近投影光学系统 PL 的前述曝光区域来配置。因此，当在液浸型曝光装置中采用图 3 的编码器系统时，编码器系统不需构成为能总是在 X 轴及 Y 轴方向分别测量各两个位置信息，而只要构成为能在 X 轴及 Y 轴方向中的一方测量两个位置信息、及在另一方测量一个位置信息即可。即，在利用编码器系统对晶片载台(或测量载台)进行位置控制时，不一定要在 X 轴及 Y 轴方向分别使用各两个、合计四个的位置信息。

又，上述各实施形态中，干涉仪系统 18 的构成不限于图 3，例如在对准系统 ALG(测量位置)中也配置标尺构件时等，也可不具备晶片 X 干涉仪 18X₂，可将晶片 X 干涉仪 18X₂ 例如与晶片 Y 干涉仪 18Y 同样地由多轴干涉仪构成，且使其不但能测量晶片载台 WST 的 X 位置，还能测量旋转信息(例如偏摇及横摇)。再者，上述各实施形态中，虽然为了进行编码器系统的校正或在曝光动作以外的其它动作中进行晶片载台的位置测量而使用干涉仪系统 18，但并不限于此，也可在曝光动作、测量动作(包含对准动作)等的至少一个动作中，并用编码器系统 50 与干涉仪系统 18。例如当编码器系统 50 无法测量或其测量值有异常时，可切换至干涉仪系统 18 而持续晶片载台 WST 的位置控制。此外，上述各实施形态中也可不设置干涉仪系统 18，而仅设置前述编

码器系统。

又,上述各实施形态中,虽然由编码器系统 50 测量晶片载台 WST 在 X 轴及 Y 轴的至少一方的位置,但并不限于此,也可进行在 Z 轴方向的位置测量。例如也可与前述读头分别独立地将能测量 Z 轴方向的位置的编码器方式的读头设于晶片载台,也可将前述读头作成能测量 X 轴及 Y 轴方向的至少一方的位置与 Z 轴方向的位置的读头。

又,图 3、图 8 所示的编码器系统中,也可将 X 读头、Y 读头的至少一方替代成 2D 读头,将与此 2D 读头对向的标尺构件作形成有二维绕射光栅的标尺构件。此时,在图 3 所示的编码器系统中,可将标尺构件的数目从四个最小减至两个,在图 8 的编码器系统中,通过特别是将标尺构件 46B'作形成有二维绕射光栅的标尺构件,可使其宽度变窄。

又,上述各实施形态中,采用能对一个标尺构件总是照射多个测量光束的构成,当一个测量光束为异常时,也可切换至另一测量光束来继续进行测量。此时,多个测量光束,可从一个读头照射于标尺构件,或可从不同的多个读头照射。当对一个标尺构件照射多个测量光束时,该多个测量光束最好照射于标尺构件上不同的位置。

又,前述各标尺构件,也可通过将多个小标尺构件一体保持于板构件等来构成。此时,当对向于小标尺构件彼此的连接部的读头无法测量或测量异常时,也可以用利用对向于连接部以外的部分的其它读头进行的位置测量来代替。

又,上述各实施形态所说明的读头的配置仅为一例子,读头的配置并不限定于此。

又,上述各实施形态中,标尺构件虽然通过支撑构件以悬吊状态固定于镜筒固定座,但也能由镜筒固定座以外的其它保持构件来保持标尺构件。又,上述各实施形态中,也可以视需要进行标尺构件的调温。

又,上述各实施形态中,由于不需对应晶片载台 WST 的移动范围全区来配置标尺(光栅),因此也有能容易地进行空调等的效果。

此外,上述各实施形态中,虽然说明了将本发明适用于扫描步进器的情形,但并不限于此,也可将本发明适用于步进器等的静止型曝光装置。即使是步进器等,也可通过利用编码器测量装载有曝光对象的物体的载台的位置,从而与使用干涉仪测量该载台位置的情形不同地,能够使起因于空气摇晃所导致的位置测量误差的发生成为几乎零,并能根据编码器的测量值高精度地定位载台,其结果能高精度地将标线片的图案转印至物体上。又,也可将本发明适用于合成照射区域与照射区域的步进接合方式的缩小投影曝光装置。

又,上述各实施形态的曝光装置中的投影光学系统并不仅可为缩小系统,也可为等倍系统及放大系统的任一者,投影光学系统 PL 不仅可为折射系统,也可为反射系统及反折射系统的任一者,其投影像也可以是倒立像与正立像的任一者。

又,照明光 IL,不限于 ArF 准分子激光光束(波长 193nm),也能使用 KrF 准分子激光光束(波长 248nm)等紫外光、F₂ 激光光束(波长 157nm)等真空紫外光。作为真空紫外光,也可使用美国专利第 7,023,610 号说明书所揭示的谐波,其是将从 DFB 半导体激光器或纤维激光器振荡出的红外线区或可视区的单一波长激光光束,用涂布有铒(或铒及镱两者)的光纤放大器进行放大,并用非线性光学结晶转换波长成紫外光而得到的。

又,上述各实施形态中,作为曝光装置的照明光 IL,并不限于波长大于 100nm 的光,当然也可使用波长小于 100nm 的光。例如可将本发明适用于使用软 X 线区域(例如 5~15nm 的波长域)的 EUV(Extreme UltraViolet, 超紫外线)光的 EUV 曝光装置。此外,本发明也适用于使用电子射线或离子束等的带电粒子射线的曝光装置。

又,上述各实施形态中,虽然使用了在光透射性的基板上形成有既定遮光图案(或相位图案,减光图案)的光透射性掩模(标线片),但也可使用例如美国专利第 6,778,257 号说明书所揭示的电子掩模来代替此标线片,该电子掩模(也称为可变成形掩模、主动掩模、或图像产生器,例如包含非发光型图像显示元件(空间光调制器)的一种的

DMD(Digital Micro-mirror Device, 数字微镜器件)等)根据要曝光图案的电子数据来形成透射图案或反射图案、或发光图案。使用上述可变成形掩模时, 搭载有晶片或玻璃板等的载台由于对可变成形掩模进行扫描, 因此通过使用编码器测量该载台的位置, 即能得到与上述各实施形态同等的效果。

又, 本发明也能适用于, 例如国际公开第 2001 / 035168 号小册子所揭示, 通过将干涉纹形成于晶片 W 上、而在晶片 W 上形成等间隔线图案 (line and space pattern) 的曝光装置(光刻系统)。

进而, 例如也能将本发明适用于例如美国专利第 6,611,316 号说明书所揭示的曝光装置, 该曝光装置将两个标线片图案通过投影光学系统在晶片上合成, 由一次的扫描曝光来对晶片上的一个照射区域大致同时进行双重曝光。

又, 在物体上形成图案的装置并不限于前述曝光装置(光刻系统), 例如也能将本发明适用于以喷墨式来将图案形成于物体上的装置。

此外, 上述实施形态中, 待形成图案的物体(能量束所照射的曝光对象的物体)并不限于晶片, 也可以是玻璃板、陶瓷基板、膜构件、或者掩模底版 (mask blank) 等其它物体。

曝光装置的用途并不限定于半导体制造用的曝光装置, 也可广泛适用于例如将液晶显示元件图案转印于方型玻璃板的液晶用曝光装置, 或用于制造有机 EL、薄膜磁头、摄影元件(CCD 等)、微型机器及 DNA 芯片等的曝光装置。又, 除了制造半导体元件等微型器件以外, 为了制造在光曝光装置、EUV(超紫外线)曝光装置、X 射线曝光装置及电子射线曝光装置等中使用的标线片或掩模, 也能将本发明适用于用以将电路图案转印至玻璃基板或硅晶片等的曝光装置。

此外, 本发明的移动体驱动装置并不限定于曝光装置, 也可广泛适用于其它的基板处理装置(例如激光修理装置、基板检查装置等其它), 或其它精密机械中的试料定位装置、打线 (wire bonding) 装置等具备移动载台的装置。

此外, 援用与截至目前为止的说明中所引用的曝光装置等相关的

所有公报、国际公开小册子、美国专利申请公开说明书及美国专利说明书的揭示，来作为本说明书的记载的一部分。

又，半导体器件经由下述步骤制造，即：进行器件的功能、性能设计的步骤、根据此设计步骤制作标线片的步骤、由硅材料制作晶片的步骤、由通过前述调整方法而已调整图案的转印特性的上述各实施形态的曝光装置将形成于掩模的图案转印于晶片等物体上的光刻步骤、使已曝光的晶片显影的显影步骤、通过蚀刻除去抗蚀剂残存部分以外的部分的露出构件的蚀刻步骤、除去结束蚀刻后不需要的抗蚀剂的抗蚀剂除去步骤、器件组装步骤(包含切割工序、接合工序、封装工序)、检查步骤等。此时，由于在光刻步骤中使用上述各实施形态的曝光装置，因此能以高成品率制造高集成度的器件。

产业上的可利用性

如以上的说明，本发明的移动体驱动系统适于沿既定平面驱动移动体。又，本发明的图案形成装置适于在晶片等物体上形成图案。又，本发明的曝光装置、曝光方法、以及器件制造方法，适于制造半导体元件等电子器件。

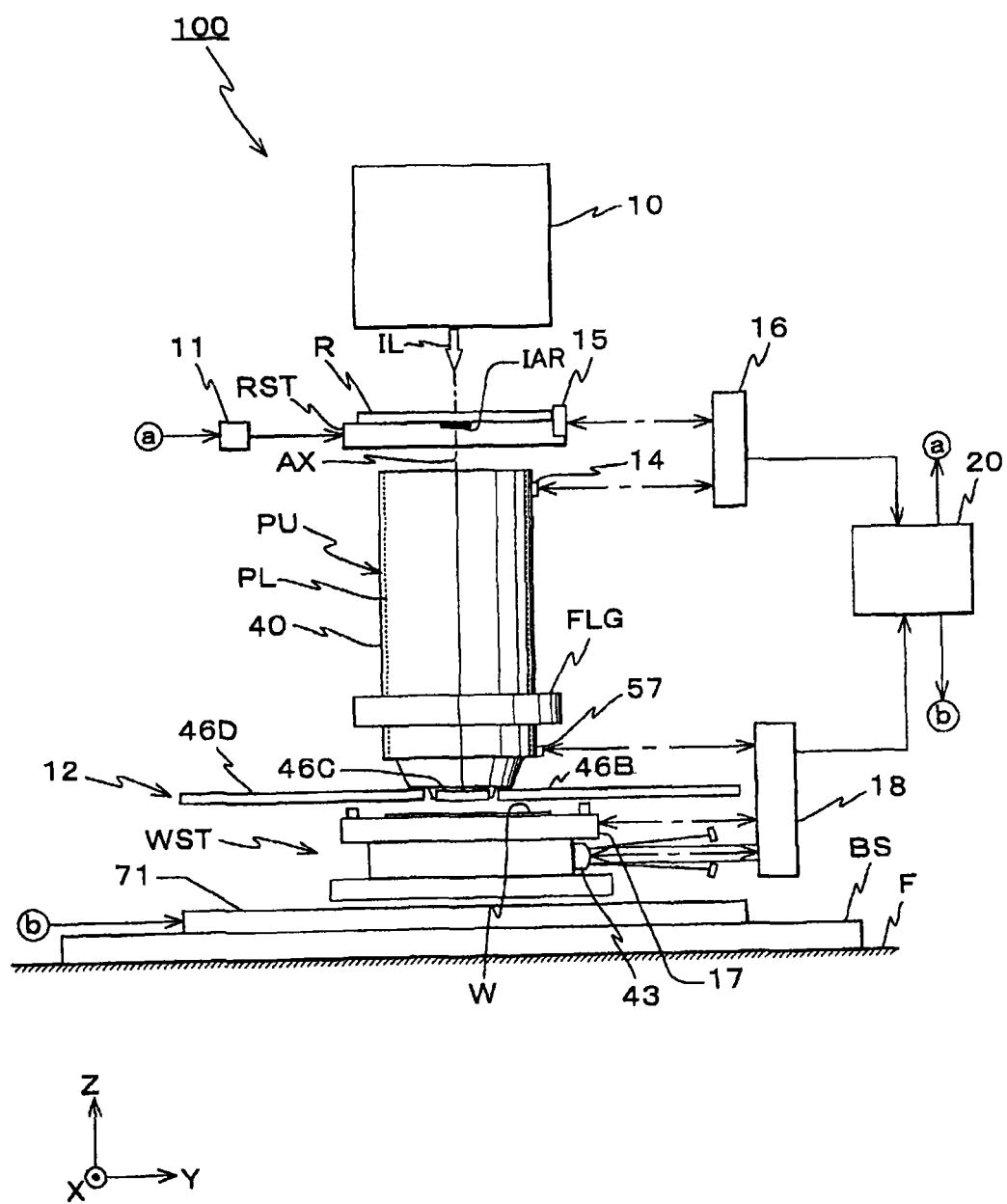


图 1

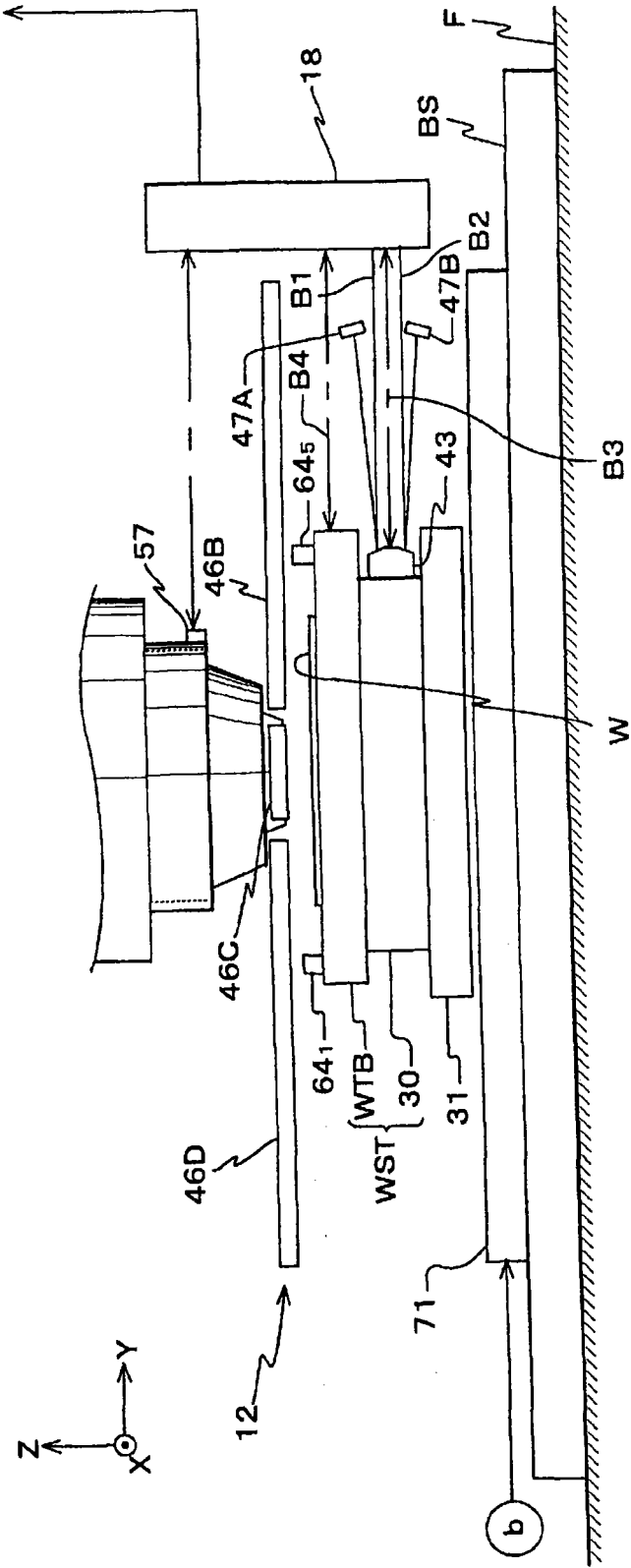


图2

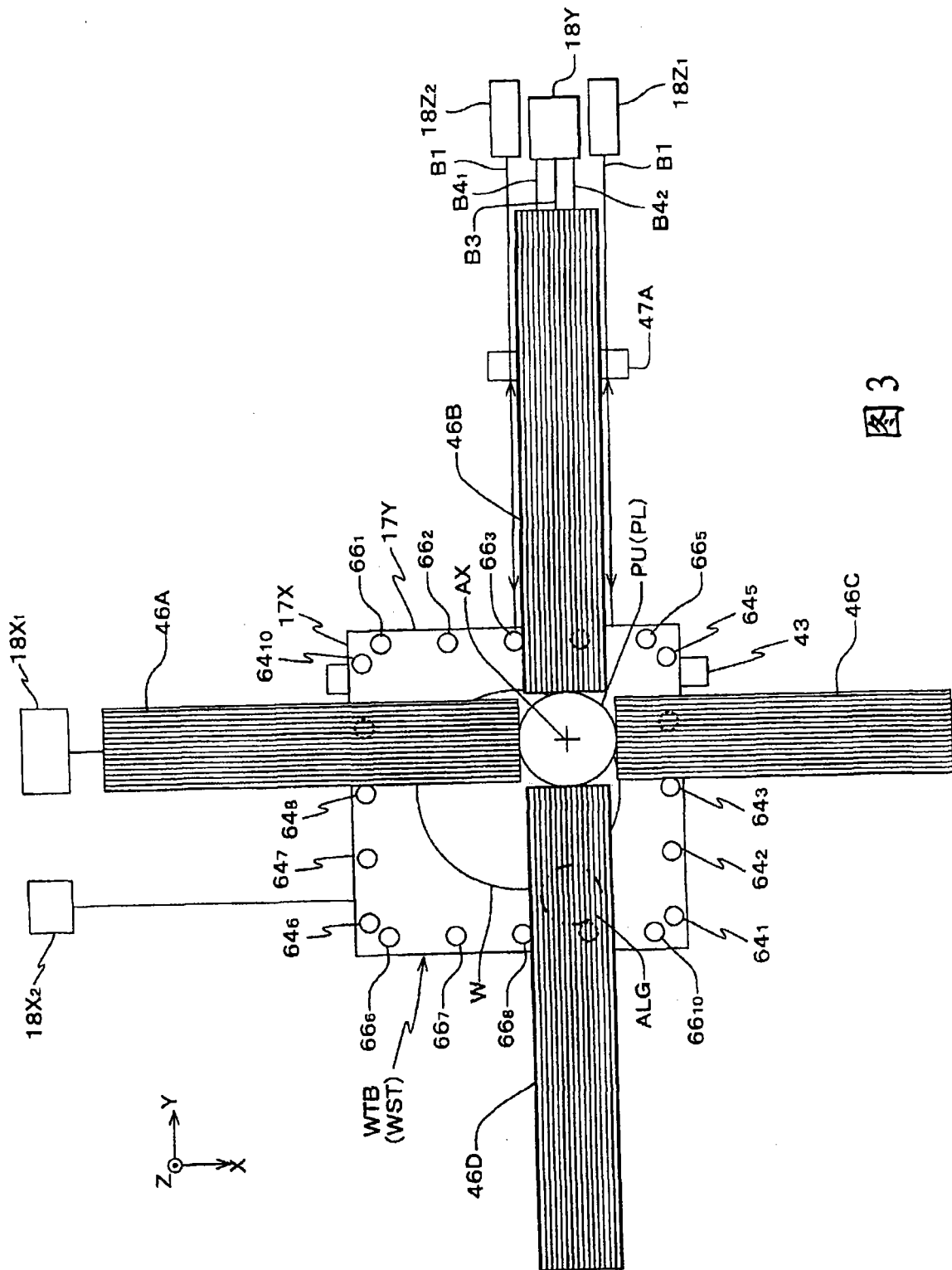


图 3

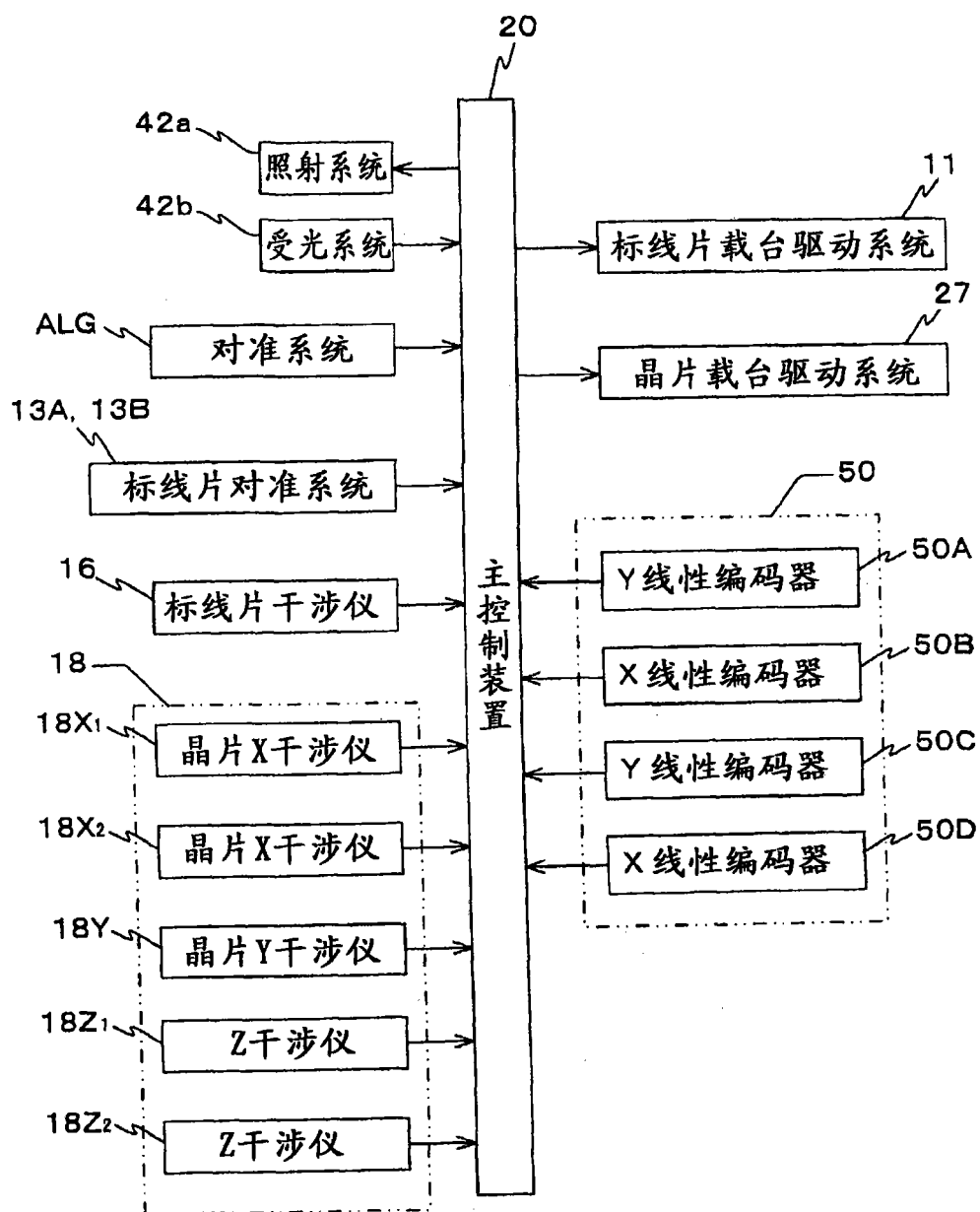


图4

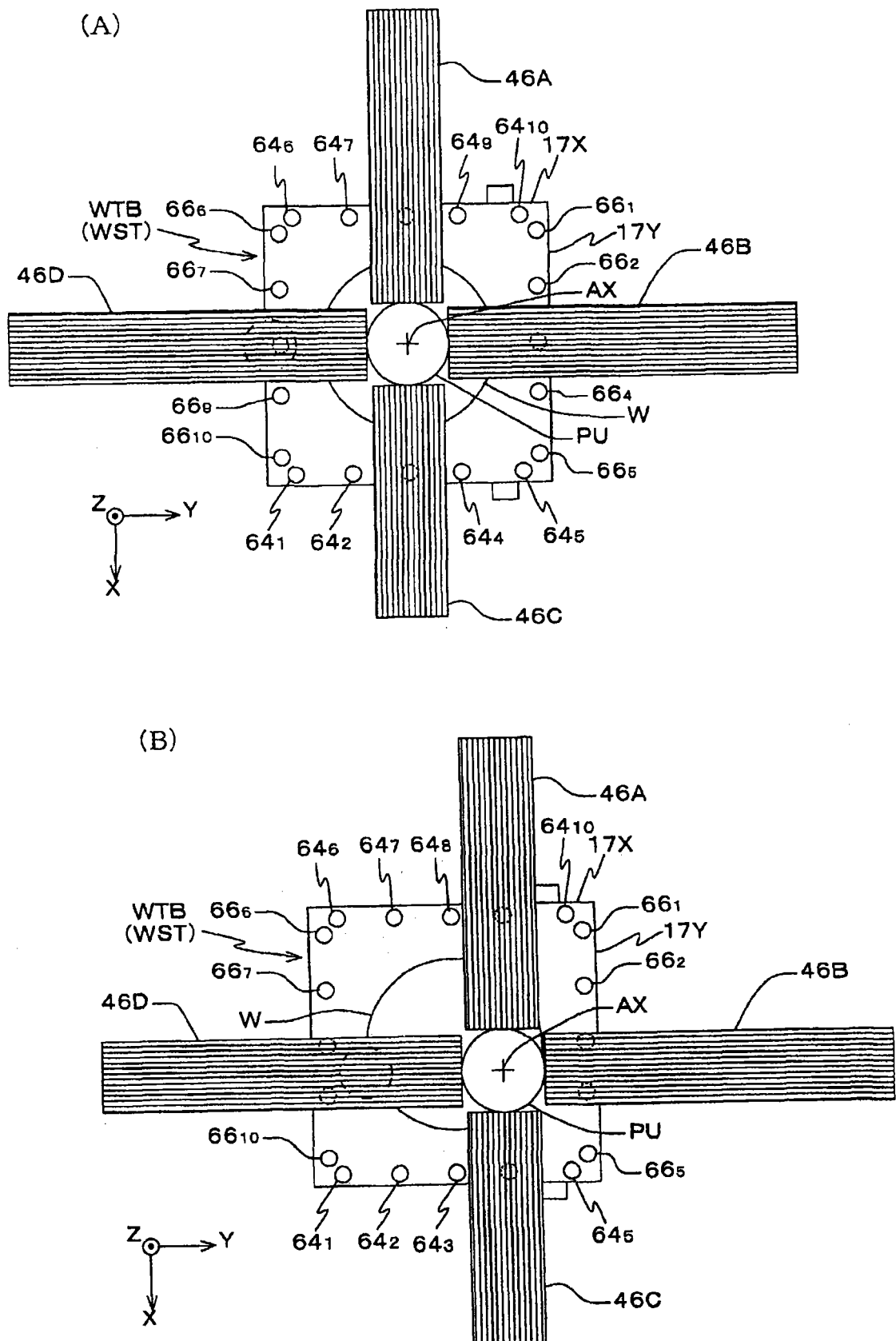


图5

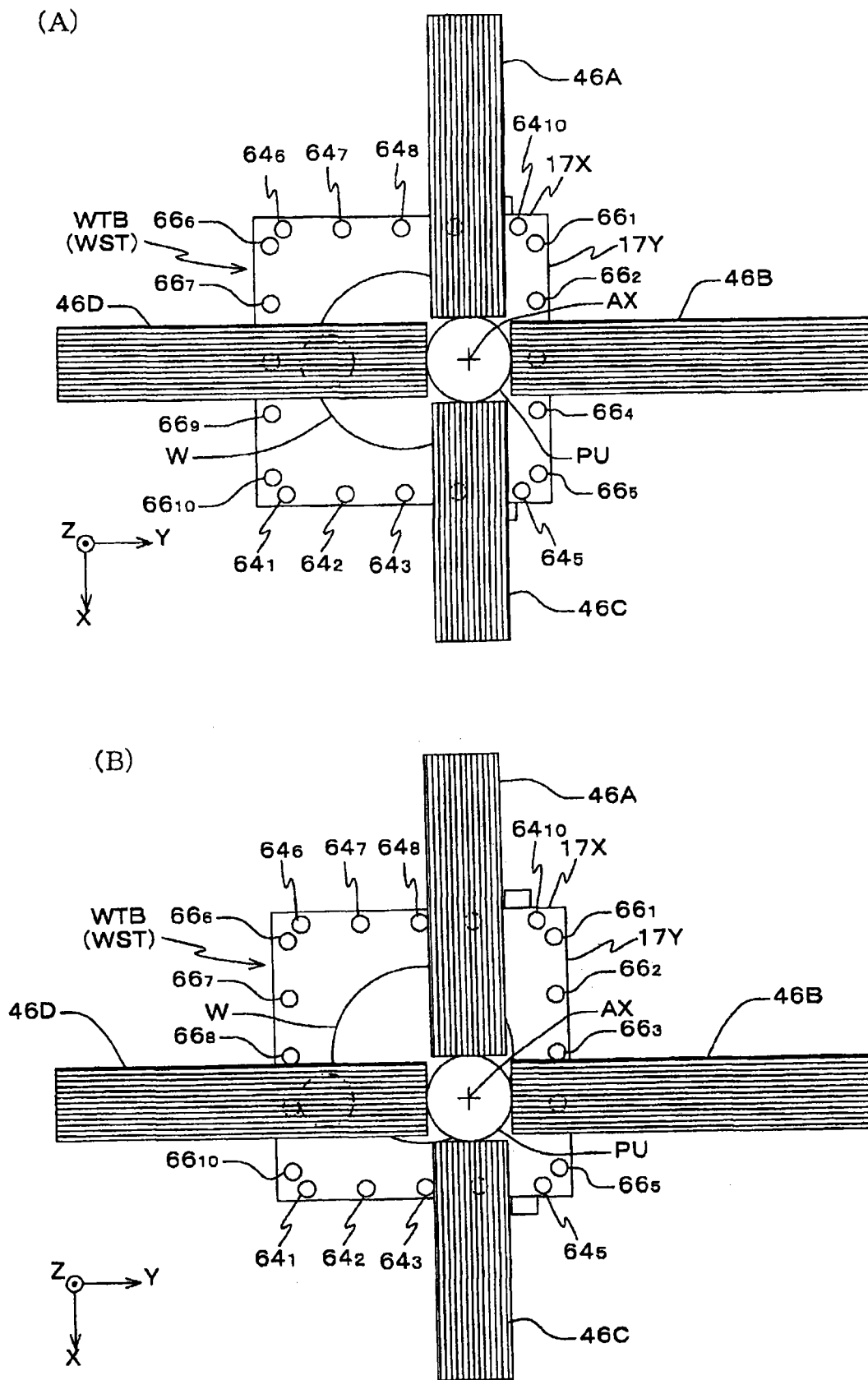


图6

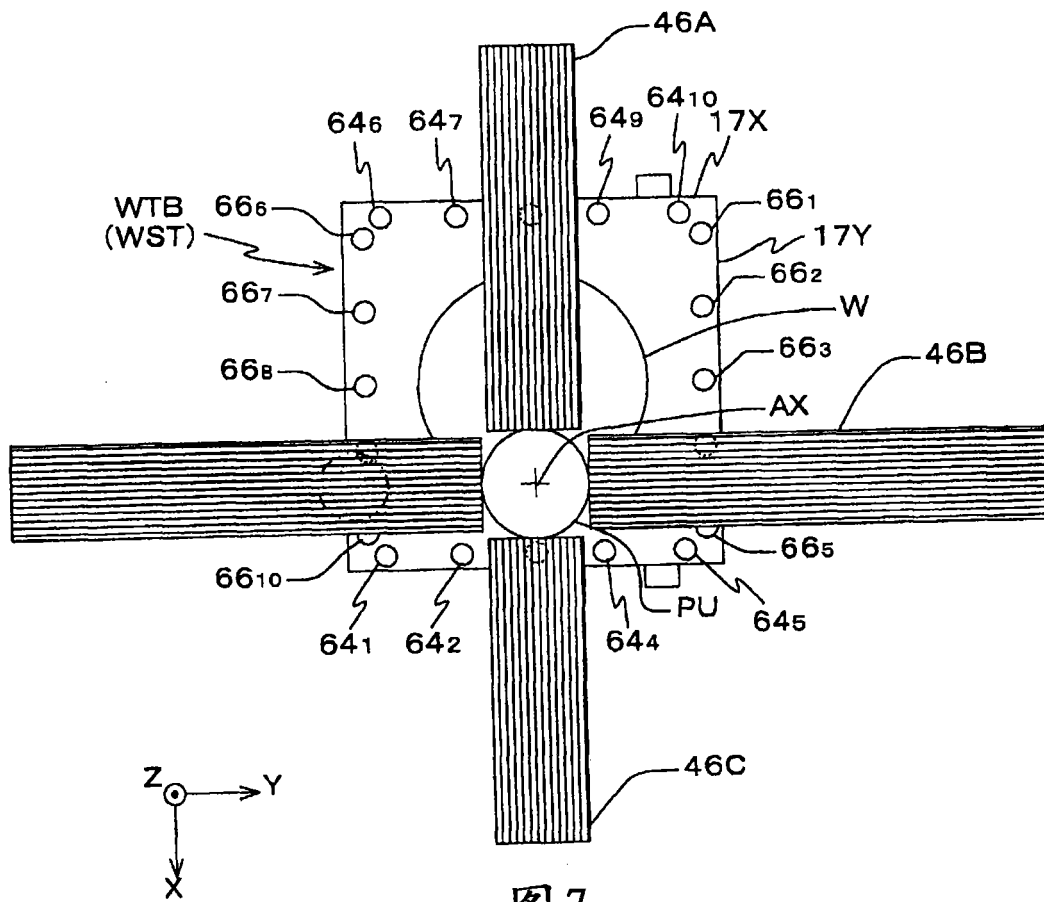


图7

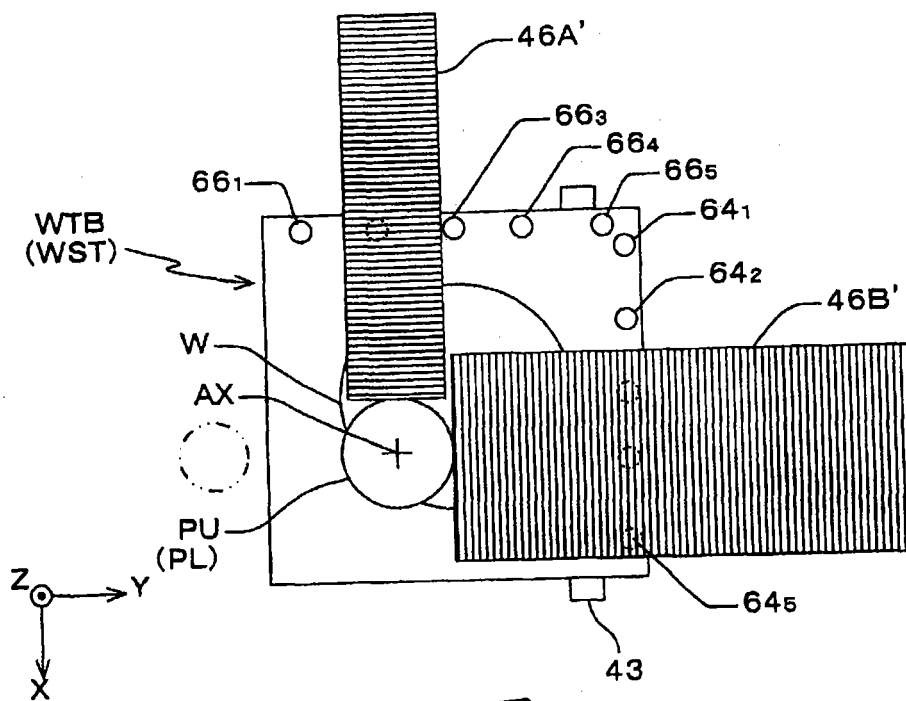


图8

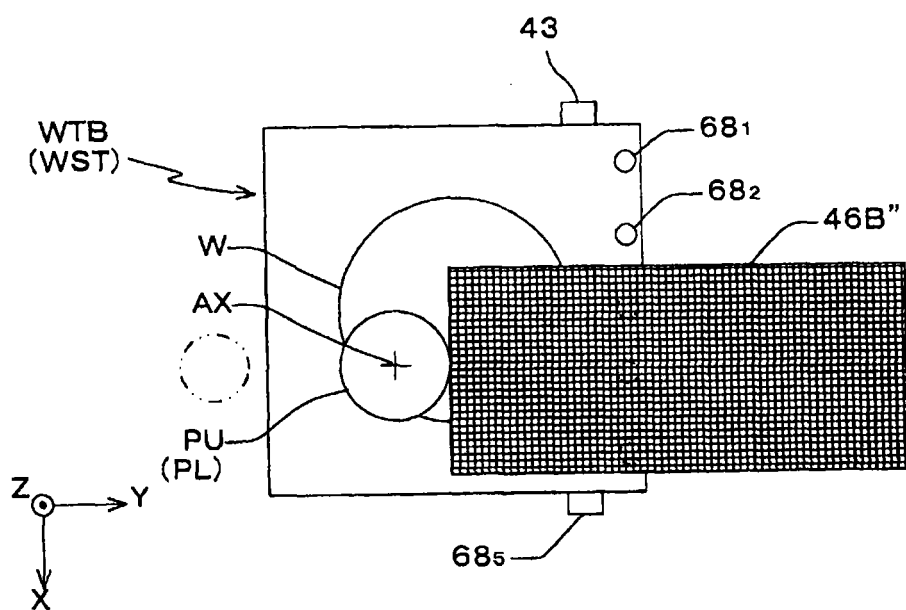


图9