

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7099507号
(P7099507)

(45)発行日 令和4年7月12日(2022.7.12)

(24)登録日 令和4年7月4日(2022.7.4)

(51)国際特許分類	F I
G 0 3 F 7/22 (2006.01)	G 0 3 F 7/22 Z
G 0 3 F 7/20 (2006.01)	G 0 3 F 7/22 H
H 0 1 L 21/68 (2006.01)	G 0 3 F 7/20 5 2 1
	H 0 1 L 21/68 F

請求項の数 6 (全76頁)

(21)出願番号	特願2020-180988(P2020-180988)	(73)特許権者	000004112 株式会社ニコン 東京都港区港南二丁目15番3号
(22)出願日	令和2年10月29日(2020.10.29)	(74)代理人	100161207 弁理士 西澤 和純
(62)分割の表示	特願2018-542928(P2018-542928))の分割	(74)代理人	100140774 弁理士 大浪 一徳
原出願日	平成29年9月29日(2017.9.29)	(74)代理人	100175824 弁理士 小林 淳一
(65)公開番号	特開2021-15290(P2021-15290A)	(72)発明者	青木 保夫 東京都港区港南二丁目15番3号 株式 会社ニコン内
(43)公開日	令和3年2月12日(2021.2.12)	審査官	植木 隆和
審査請求日	令和2年10月29日(2020.10.29)		
(31)優先権主張番号	特願2016-195247(P2016-195247)		
(32)優先日	平成28年9月30日(2016.9.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 露光装置、フラットパネルディスプレイ製造方法、及びデバイス製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

投影光学系を介して照明光を物体に照射し、前記物体を露光する露光装置において、前記投影光学系を支持するフレーム部材と、前記物体を保持する物体保持装置と、前記物体保持装置を、互いに交差する第1方向と第2方向へ移動させる駆動部と、前記第1および第2方向の計測成分を含み、前記第1方向に関して複数の第1格子領域が互いに離れて配置されるとともに、前記第2方向に関して前記複数の第1格子領域から離れて配置される複数の第2格子領域が前記第1方向に関して互いに離れて配置される第1格子部材と、前記第1格子部材に対して前記第1方向へ移動しながらそれぞれ計測ビームを照射する複数の第1ヘッドとの一方が前記物体保持装置に設けられ、前記第1格子部材と前記複数の第1ヘッドとの他方が前記物体保持装置と対向するように前記駆動部に設けられ、前記複数の第1ヘッドのうち、前記計測ビームが前記複数の第1及び第2格子領域の少なくとも2つに照射される少なくとも3つのヘッドによる前記第1方向に関する前記駆動部に対する前記物体保持装置の位置情報を計測する第1計測系と、前記第1および第2方向の計測成分を含む第2格子部材と、前記第2格子部材に対して前記第2方向へ移動しながら計測ビームを照射する第2ヘッドとの一方が前記駆動部に設けられ、前記第2格子部材と前記第2ヘッドとの他方が前記駆動部に対向するように前記フレーム部材に設けられ、前記第2方向に関する前記フレーム部材に対する前記駆動部の位置情報を計測する第2計測系と、

前記第 1 および第 2 計測系で計測される前記位置情報に基づいて、前記第 1 および第 2 方向を含む所定平面内の 3 自由度方向に関する前記フレーム部材に対する前記物体保持装置の移動制御を行う制御系と、を備え、

前記制御系は、前記複数の第 1 ヘッドのうち、前記計測ビームが前記複数の第 1 及び第 2 格子領域の少なくとも 2 つに照射される少なくとも 4 つのヘッドを用いて計測される前記物体保持装置の位置情報に基づいて、前記複数の第 1 及び第 2 格子領域の少なくとも 2 つに関する格子補正情報を取得し、

前記格子補正情報は、前記計測ビームが前記複数の第 1 及び第 2 格子領域の少なくとも 2 つに照射される前記少なくとも 3 つのヘッドを用いる前記物体保持装置の移動制御で用いられる露光装置。

10

【請求項 2】

前記駆動部は、前記物体に対する露光において、前記物体を保持する前記物体保持装置を、前記第 1 方向へ移動させる請求項 1 に記載の露光装置。

【請求項 3】

前記物体は、少なくとも一辺の長さ、または対角長が 500 mm 以上であり、フラットパネルディスプレイ用である請求項 1 又は 2 に記載の露光装置。

【請求項 4】

前記駆動部は、粗動ステージ、又は、計測テーブルである、
請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の露光装置。

20

【請求項 5】

フラットパネルディスプレイ製造方法であって、
請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の露光装置を用いてレジストが塗布された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、を含むフラットパネルディスプレイ製造方法。

【請求項 6】

デバイス製造方法であって、
請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の露光装置を用いてレジストが塗布された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。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露光装置、フラットパネルディスプレイ製造方法、及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、液晶表示素子、半導体素子（集積回路等）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、投影光学系（レンズ）を介して照明光（エネルギービーム）で感光性のガラスプレート又はウエハ（以下、「基板」と総称する）を露光することによって、該基板にマスク（フォトマスク）又はレチクル（以下、「マスク」と総称する）が有する所定のパターンを転写する露光装置が用いられている。

40

【0003】

この種の露光装置としては、投影光学系に対する基板の位置制御を高精度で行う必要があることから、基板の位置計測系として、エンコーダシステムを用いるものが知られている（例えば、特許文献 1 参照）。

【0004】

ここで、光干渉計システムを用いて基板の位置情報を求める場合、パーミラーへのレーザーの光路長が長くなりいわゆる空気揺らぎの影響を無視することができない。

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 5 】

【文献】米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 2 6 6 9 6 1 号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の第 1 の態様によれば、投影光学系を介して照明光を物体に照射し、前記物体を露光する露光装置において、前記投影光学系を支持するフレーム部材と、前記物体を保持する物体保持装置と、前記物体保持装置を、互いに交差する第 1 方向と第 2 方向へ移動させる駆動部と、前記第 1 および第 2 方向の計測成分を含み、前記第 1 方向に関して複数の第 1 格子領域が互いに離れて配置されるとともに、前記第 2 方向に関して前記複数の第 1 格子領域から離れて配置される複数の第 2 格子領域が前記第 1 方向に関して互いに離れて配置される第 1 格子部材と、前記第 1 格子部材に対して前記第 1 方向へ移動しながらそれぞれ計測ビームを照射する複数の第 1 ヘッドとの一方が前記物体保持装置に設けられ、前記第 1 格子部材と前記複数の第 1 ヘッドとの他方が前記物体保持装置と対向するように前記駆動部に設けられ、前記複数の第 1 ヘッドのうち、前記計測ビームが前記複数の第 1 及び第 2 格子領域の少なくとも 2 つに照射される少なくとも 3 つのヘッドによる前記第 1 方向に関する前記駆動部に対する前記物体保持装置の位置情報を計測する第 1 計測系と、前記第 1 および第 2 方向の計測成分を含む第 2 格子部材と、前記第 2 格子部材に対して前記第 2 方向へ移動しながら計測ビームを照射する第 2 ヘッドとの一方が前記駆動部に設けられ、前記第 2 格子部材と前記第 2 ヘッドとの他方が前記駆動部に対向するように前記フレーム部材に設けられ、前記第 2 方向に関する前記フレーム部材に対する前記駆動部の位置情報を計測する第 2 計測系と、前記第 1 および第 2 計測系で計測される前記位置情報に基づいて、前記第 1 および第 2 方向を含む所定平面内の 3 自由度方向に関する前記フレーム部材に対する前記物体保持装置の移動制御を行う制御系と、を備え、前記制御系は、前記複数の第 1 ヘッドのうち、前記計測ビームが前記複数の第 1 及び第 2 格子領域の少なくとも 2 つに照射される少なくとも 4 つのヘッドを用いて計測される前記物体保持装置の位置情報に基づいて、前記複数の第 1 及び第 2 格子領域の少なくとも 2 つに関する格子補正情報を取得し、前記格子補正情報は、前記計測ビームが前記複数の第 1 及び第 2 格子領域の少なくとも 2 つに照射される前記少なくとも 3 つのヘッドを用いる前記物体保持装置の移動制御で用いられる露光装置が、提供される。

【 0 0 0 7 】

本発明の第 2 の態様によれば、フラットパネルディスプレイ製造方法であって、第 1 の態様に係る露光装置を用いてレジストが塗布された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、を含むフラットパネルディスプレイ製造方法が、提供される。

【 0 0 0 8 】

本発明の第 3 の態様によれば、デバイス製造方法であって、第 1 の態様に係る露光装置を用いてレジストが塗布された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。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 の実施形態に係る液晶露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図 2】図 1 の液晶露光装置が有する基板ステージ装置を示す図である。

【図 3】図 1 の液晶露光装置が有する基板計測系の概念図である。

【図 4】基板ステージ装置の動作を説明するための図（その 1）である。

【図 5】基板ステージ装置の動作を説明するための図（その 2）である。

【図 6】液晶露光装置の制御系を中心的に構成する主制御装置の入出力関係を示すブロック図である。

【図 7】第 2 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す平面図である。

【図 8】図 7 の基板ステージ装置の断面図である。

【図 9】図 7 の基板ステージ装置の第 2 の系を示す図である。

10

20

30

40

50

- 【図 1 0】図 7 の基板ステージ装置の第 1 の系を示す図である。
- 【図 1 1】第 3 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す平面図である。
- 【図 1 2】図 1 1 の基板ステージ装置の断面図である。
- 【図 1 3】図 1 1 の基板ステージ装置の第 2 の系を示す図である。
- 【図 1 4】図 1 1 の基板ステージ装置の第 1 の系を示す図である。
- 【図 1 5】第 4 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す平面図である。
- 【図 1 6】図 1 5 の基板ステージ装置の断面図である。
- 【図 1 7】図 1 5 の基板ステージ装置の第 2 の系を示す図である。
- 【図 1 8】図 1 5 の基板ステージ装置の第 1 の系を示す図である。
- 【図 1 9】第 5 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す平面図である。 10
- 【図 2 0】図 1 9 の基板ステージ装置の断面図である。
- 【図 2 1】図 1 9 の基板ステージ装置の第 2 の系を示す図である。
- 【図 2 2】図 1 9 の基板ステージ装置の第 1 の系を示す図である。
- 【図 2 3】第 6 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 2 4】図 2 3 の基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。
- 【図 2 5】図 2 3 の基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。
- 【図 2 6】第 6 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。
- 【図 2 7】図 2 6 の基板計測系の動作を説明するための図である。
- 【図 2 8】第 7 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 2 9】図 2 8 の基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。 20
- 【図 3 0】図 2 8 の基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。
- 【図 3 1】第 7 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。
- 【図 3 2】第 8 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 3 3】図 3 2 の基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。
- 【図 3 4】図 3 2 の基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。
- 【図 3 5】第 8 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。
- 【図 3 6】第 9 の実施形態に係る基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。
- 【図 3 7】第 9 の実施形態に係る基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。
- 【図 3 8】第 9 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。 30
- 【図 3 9】第 1 0 の実施形態に係る基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。
- 【図 4 0】第 1 0 の実施形態に係る基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。
- 【図 4 1】第 1 0 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。
- 【図 4 2】第 1 0 の実施形態に係る基板ステージ装置の断面図（その 1）である。
- 【図 4 3】第 1 0 の実施形態に係る基板ステージ装置の断面図（その 2）である。
- 【図 4 4】第 1 1 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 4 5】図 4 4 の基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。
- 【図 4 6】図 4 4 の基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。 40
- 【図 4 7】第 1 1 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。
- 【図 4 8】第 1 2 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 4 9】図 4 8 の基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。
- 【図 5 0】図 4 8 の基板ステージ装置の一部である重量キャンセル装置を含む系を示す図である。
- 【図 5 1】図 4 8 の基板ステージ装置の一部である Y 粗動ステージを含む系を示す図である。
- 【図 5 2】図 4 8 の基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。
- 【図 5 3】第 1 2 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。
- 【図 5 4】図 5 3 の基板計測系の動作を説明するための図である。 50

- 【図 5 5】第 1 3 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 5 6】図 5 5 の基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。
- 【図 5 7】図 5 5 の基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。
- 【図 5 8】第 1 3 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。
- 【図 5 9】第 1 4 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 6 0】第 1 5 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 6 1】図 6 0 の基板ステージ装置の動作を説明するための図である。
- 【図 6 2】図 6 0 の基板ステージ装置の一部である基板ホルダを示す図である。
- 【図 6 3】図 6 0 の基板ステージ装置の一部である基板テーブルを含む系を示す図である。
- 【図 6 4】第 1 6 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 6 5】第 1 7 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 6 6】第 1 8 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 6 7】第 1 8 の実施形態に係る基板計測系の構成を説明するための図である。
- 【図 6 8】第 1 8 の実施形態に係る基板計測系の概念図である。
- 【図 6 9】第 1 9 の実施形態に係る基板ステージ装置を示す図である。
- 【図 7 0】第 1 9 の実施形態に係る基板計測系の概念図である。

10

【図 7 1】第 2 0 の実施形態に係る液晶露光装置が有する基板ホルダ及び基板計測系の一对のヘッドベースを、投影光学系とともに示す平面図である。

【図 7 2】図 7 2 (A) 及び図 7 2 (B) は、基板ホルダの位置計測が行われる際の基板ホルダの X 軸方向の移動範囲を説明するための図である。

20

【図 7 3】図 7 3 (A) ~ 図 7 3 (D) は、第 2 0 の実施形態において、基板ホルダが X 軸方向に移動する過程における一对のヘッドベースとスケールとの位置関係の状態遷移のうちの第 1 の状態 ~ 第 4 の状態を説明するための図である。

【図 7 4】図 7 4 (A) ~ 図 7 4 (C) は、第 2 0 の実施形態に係る液晶露光装置で行われる、基板ホルダの位置情報を計測する、基板エンコーダシステムのヘッドの切り換え時におけるつなぎ処理について説明するための図である。

【図 7 5】第 2 1 の実施形態に係る液晶露光装置が有する基板ホルダ及び基板エンコーダシステム的一对のヘッドベースを、投影光学系とともに示す平面図である。

【図 7 6】第 2 2 の実施形態に係る液晶露光装置の特徴的構成について説明するための図である。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

《第 1 の実施形態》

以下、第 1 の実施形態について、図 1 ~ 図 6 を用いて説明する。

【 0 0 1 1 】

図 1 には、第 1 の実施形態に係る露光装置（ここでは液晶露光装置 1 0 ）の構成が概略的に示されている。液晶露光装置 1 0 は、物体（ここではガラス基板 P ）を露光対象物とするステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置、いわゆるスキャナである。ガラス基板 P （以下、単に「基板 P 」と称する）は、平面視矩形（角型）に形成され、液晶表示装置（フラットパネルディスプレイ）などに用いられる。

40

【 0 0 1 2 】

液晶露光装置 1 0 は、照明系 1 2 、回路パターンなどが形成されたマスク M を保持するマスクステージ装置 1 4 、投影光学系 1 6 、装置本体 1 8 、表面（図 1 で + Z 側を向いた面）にレジスト（感応剤）が塗布された基板 P を保持する基板ステージ装置 2 0 、及びこれらの制御系等を有している。以下、露光時にマスク M と基板 P とが投影光学系 1 6 に対してそれぞれ相対走査される方向を X 軸方向とし、水平面内で X 軸に直交する方向を Y 軸方向、X 軸及び Y 軸に直交する方向を Z 軸方向（投影光学系 1 6 の光軸方向と平行な方向）とし、X 軸、Y 軸、及び Z 軸回りの回転方向をそれぞれ x 、 y 、及び z 方向として説明を行う。また、X 軸、Y 軸、及び Z 軸方向に関する位置をそれぞれ X 位置、Y 位置、及び Z 位置として説明を行う。

50

【 0 0 1 3 】

照明系 1 2 は、米国特許第 5 , 7 2 9 , 3 3 1 号明細書などに開示される照明系と同様に構成されており、図示しない光源（水銀ランプ、あるいはレーザダイオードなど）から射出された光を、それぞれ図示しない反射鏡、ダイクロイックミラー、シャッター、波長選択フィルタ、各種レンズなどを介して、露光用照明光（照明光）I L としてマスク M に照射する。照明光 I L としては、i 線（波長 3 6 5 n m）、g 線（波長 4 3 6 n m）、h 線（波長 4 0 5 n m）などの光（あるいは、上記 i 線、g 線、h 線の合成光）が用いられる。

【 0 0 1 4 】

マスクステージ装置 1 4 が保持するマスク M としては、透過型のフォトマスクが用いられている。マスク M の下面（図 1 では - Z 側を向いた面）には、所定の回路パターンが形成されている。マスク M は、リニアモータ、ボールねじ装置などのアクチュエータを含むマスク駆動系 1 0 2 を介して主制御装置 1 0 0（それぞれ図 1 では不図示。図 6 参照）によって走査方向（X 軸方向）に所定の長ストロークで駆動されるとともに、Y 軸方向、及び z 方向に適宜微小駆動される。マスク M の X Y 平面内の位置情報（z 方向の回転量情報も含む。以下同じ）は、エンコーダシステム、あるいは干渉計システムなどの計測システムを含むマスク計測系 1 0 4 を介して主制御装置 1 0 0（それぞれ図 1 では不図示。図 6 参照）によって求められる。

10

【 0 0 1 5 】

投影光学系 1 6 は、マスクステージ装置 1 4 の下方に配置されている。投影光学系 1 6 は、米国特許第 6 , 5 5 2 , 7 7 5 号明細書などに開示される投影光学系と同様な構成の、いわゆるマルチレンズ投影光学系であり、両側テレセントリックな等倍系で正立正像を形成する複数のレンズモジュールを備えている。

20

【 0 0 1 6 】

液晶露光装置 1 0 では、照明系 1 2 からの照明光 I L によってマスク M 上の照明領域が照明されると、マスク M を通過（透過）した照明光 I L により、投影光学系 1 6 を介してその照明領域内のマスク M の回路パターンの投影像（部分正立像）が、基板 P 上の照明領域に共役な照明光の照射領域（露光領域）に形成される。そして、照明領域（照明光 I L）に対してマスク M が走査方向に相対移動するとともに、露光領域（照明光 I L）に対して基板 P が走査方向に相対移動することで、基板 P 上の 1 つのショット領域の走査露光が行われ、そのショット領域にマスク M に形成されたパターンが転写される。

30

【 0 0 1 7 】

装置本体 1 8 は、マスクステージ装置 1 4、及び投影光学系 1 6 を支持しており、防振装置 1 9 を介してクリーンルームの床 F 上に設置されている。装置本体 1 8 は、米国特許出願公開第 2 0 0 8 / 0 0 3 0 7 0 2 号明細書に開示される装置本体と同様に構成されており、上架台部 1 8 a、一対の中架台部 1 8 b、及び下架台部 1 8 c を有している。上架台部 1 8 a は、投影光学系 1 6 を支持する部材であることから、以下、本明細書では、上架台部 1 8 a を「光学定盤 1 8 a」と称して説明する。ここで、本実施形態の液晶露光装置 1 0 を用いた走査露光動作において、基板 P は、投影光学系 1 6 を介して照射される照明光 I L に対して位置制御されることから、投影光学系 1 6 を支持する光学定盤 1 8 a は、基板 P の位置制御を行う際の基準部材として機能する。

40

【 0 0 1 8 】

基板ステージ装置 2 0 は、基板 P を投影光学系 1 6（照明光 I L）に対して高精度で位置制御するための装置であり、基板 P を水平面（X 軸方向、及び Y 軸方向）に沿って所定の長ストロークで駆動するとともに、6 自由度方向に微小駆動する。液晶露光装置 1 0 で用いられる基板ステージ装置の構成は、特に限定されないが、本第 1 の実施形態では、一例として米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 0 5 7 1 4 0 号明細書などに開示されるような、ガントリタイプの 2 次元粗動ステージと、該 2 次元粗動ステージに対して微小駆動される微動ステージとを含む、いわゆる粗微動構成の基板ステージ装置 2 0 が用いられている。

【 0 0 1 9 】

基板ステージ装置 2 0 は、微動ステージ 2 2、Y 粗動ステージ 2 4、X 粗動ステージ 2 6

50

、支持部（ここでは自重支持装置 28）、一对のベースフレーム 30（図 1 では一方は不図示。図 4 参照）、及び基板ステージ装置 20 を構成する各要素を駆動するための基板駆動系 60（図 1 では不図示、図 6 参照）、上記各要素の位置情報を計測するための基板計測系 70（図 1 では不図示、図 6 参照）などを備えている。

【0020】

図 2 に示されるように、微動ステージ 22 は、基板ホルダ 32 とステージ本体 34 とを備えている。基板ホルダ 32 は、平面視矩形（図 4 参照）の板状（あるいは箱形）に形成され、その上面（基板載置面）に基板 P が載置される。基板ホルダ 32 の上面の X 軸及び Y 軸方向の寸法は、基板 P と同程度に（実際には幾分短く）設定されている。基板 P は、基板ホルダ 32 の上面に載置された状態で基板ホルダ 32 に真空吸着保持されることによって、ほぼ全体（全面）が基板ホルダ 32 の上面に沿って平面矯正される。ステージ本体 34 は、基板ホルダ 32 よりも X 軸及び Y 軸方向の寸法が短い平面視矩形の板状（あるいは箱形）の部材から成り、基板ホルダ 32 の下面に一体的に接続されている。

10

【0021】

図 1 に戻り、Y 粗動ステージ 24 は、微動ステージ 22 の下方（-Z 側）であって、一对のベースフレーム 30 上に配置されている。Y 粗動ステージ 24 は、図 4 に示されるように、一对の X ビーム 36 を有している。X ビーム 36 は、X 軸方向に延びる YZ 断面矩形（図 2 参照）の部材から成る。一对の X ビーム 36 は、Y 軸方向に所定間隔で平行に配置されている。一对の X ビーム 36 は、機械的なりニアガイド装置を介して一对のベースフレーム 30 上に載置されており、該一对のベースフレーム 30 上で Y 軸方向に移動自在となっている。

20

【0022】

図 1 に戻り、X 粗動ステージ 26 は、Y 粗動ステージ 24 の上方（+Z 側）であって、微動ステージ 22 の下方に（微動ステージ 22 と Y 粗動ステージ 24 との間に）配置されている。X 粗動ステージ 26 は、平面視矩形の板状の部材であって、Y 粗動ステージ 24 が有する一对の X ビーム 36（図 4 参照）上に複数の機械的なりニアガイド装置 38（図 2 参照）を介して載置されており、Y 粗動ステージ 24 に対して X 軸方向に関して移動自在であるのに対し、Y 軸方向に関しては、Y 粗動ステージ 24 と一体的に移動する。

【0023】

図 6 に示されるように、基板駆動系 60 は、微動ステージ 22 を光学定盤 18a（それぞれ図 1 参照）に対して 6 自由度方向（X 軸、Y 軸、Z 軸、 x 、 y 、及び z の各方向）に微少駆動するための第 1 駆動系 62、Y 粗動ステージ 24 をベースフレーム 30（それぞれ図 1 参照）上で Y 軸方向に長ストロークで駆動するための第 2 駆動系 64、及び X 粗動ステージ 26 を Y 粗動ステージ 24（それぞれ図 1 参照）上で X 軸方向に長ストロークで駆動するための第 3 駆動系 66 を備えている。第 2 駆動系 64、及び第 3 駆動系 66 を構成するアクチュエータの種類は、特に限定されないが、一例として、リニアモータ、あるいはボールねじ駆動装置などを使用することが可能である（図 1 などではリニアモータが図示されている）。

30

【0024】

第 1 駆動系 62 を構成するアクチュエータの種類も特に限定されないが、図 2 などでは、一例として X 軸、Y 軸、Z 軸の各方向へ推力を発生する複数のリニアモータ（ボイスコイルモータ）40 が図示されている（図 1 及び図 2 では X リニアモータは不図示）。各リニアモータ 40 は、固定子が X 粗動ステージ 26 に取り付けられるとともに、可動子が微動ステージ 22 のステージ本体 34 に取り付けられており、微動ステージ 22 は、X 粗動ステージ 26 に対して、各リニアモータ 40 を介して 6 自由度方向に推力が付与される。上記第 1～第 3 駆動系 62、64、66 の詳細な構成に関しては、一例として米国特許出願公開第 2010/0018950 号明細書などに開示されているので、説明を省略する。

40

【0025】

主制御装置 100 は、第 1 駆動系 62 を用いて微動ステージ 22 と X 粗動ステージ 26（それぞれ図 1 参照）との相対位置が X 軸及び Y 軸方向に関して所定範囲内に収まるように

50

微動ステージ 2 2 に推力を付与する。ここで、「位置が所定範囲内に収まる」とは、微動ステージ 2 2 を X 軸又は Y 軸方向に長ストロークで移動させる際に、X 粗動ステージ 2 6（微動ステージ 2 2 を Y 軸方向に移動させる場合には X 粗動ステージ 2 6 及び Y 粗動ステージ 2 4）と微動ステージ 2 2 とをほぼ同速度で且つ同方向に移動させるという程度の意味であり、微動ステージ 2 2 と X 粗動ステージ 2 6 とが厳密に同期して移動する必要はなく、所定の相対移動（相対位置ずれ）が許容される。

【 0 0 2 6 】

図 2 に戻り、自重支持装置 2 8 は、微動ステージ 2 2 の自重を下方から支持する重量キャンセル装置 4 2 と、該重量キャンセル装置 4 2 を下方から支持する Y ステップガイド 4 4 とを備えている。

10

【 0 0 2 7 】

重量キャンセル装置 4 2（心柱などとも称される）は、X 粗動ステージ 2 6 に形成された開口部に挿入されており、その重心高さ位置において、X 粗動ステージ 2 6 に対して複数の連結部材 4 6（フレクシャ装置とも称される）を介して機械的に接続されている。X 粗動ステージ 2 6 と重量キャンセル装置 4 2 とは、複数の連結部材 4 6 により、Z 軸方向、x 方向、y 方向に関して振動的（物理的）に分離した状態で連結されている。重量キャンセル装置 4 2 は、X 粗動ステージ 2 6 に牽引されることによって、該 X 粗動ステージ 2 6 と一体的に X 軸、及び / 又は Y 軸方向に移動する。

【 0 0 2 8 】

重量キャンセル装置 4 2 は、レベリング装置 4 8 と称される疑似球面軸受装置を介して微動ステージ 2 2 の自重を下方から非接触で支持してしている。これにより、微動ステージ 2 2 の重量キャンセル装置 4 2 に対する X 軸、Y 軸、及び z 方向への相対移動、及び水平面に対する揺動（x、y 方向への相対移動）が許容される。重量キャンセル装置 4 2、レベリング装置 4 8 の構成及び機能に関しては、一例として米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 0 1 8 9 5 0 号明細書などに開示されているので、説明を省略する。

20

【 0 0 2 9 】

Y ステップガイド 4 4 は、X 軸に平行に延びる部材から成り、Y 粗動ステージ 2 4 が有する一对の X ビーム 3 6 間に配置されている（図 4 参照）。Y ステップガイド 4 4 の上面は、XY 平面（水平面）と平行に設定されており、重量キャンセル装置 4 2 は、Y ステップガイド 4 4 上にエアベアリング 5 0 を介して非接触で載置されている。Y ステップガイド 4 4 は、重量キャンセル装置 4 2（すなわち微動ステージ 2 2 及び基板 P）が X 軸方向（走査方向）へ移動する際の定盤として機能する。Y ステップガイド 4 4 は、下架台部 1 8 c 上に機械的なりニアガイド装置 5 2 を介して載置されており、下架台部 1 8 c に対して Y 軸方向に移動自在であるのに対し、X 軸方向に関する相対移動が制限されている。

30

【 0 0 3 0 】

Y ステップガイド 4 4 は、その重心高さ位置において、Y 粗動ステージ 2 4（一对の X ビーム 3 6）に対して複数の連結部材 5 4 を介して機械的に接続されている（図 4 参照）。連結部材 5 4 は、上述した連結部材 4 6 と同様の、いわゆるフレクシャ装置であり、Y 粗動ステージ 2 4 と Y ステップガイド 4 4 とを、6 自由度方向のうち Y 軸方向を除く 5 自由度方向に関して振動的（物理的）に分離した状態で連結している。Y ステップガイド 4 4 は、Y 粗動ステージ 2 4 に牽引されることによって、Y 粗動ステージ 2 4 と一体的に Y 軸方向に移動する。

40

【 0 0 3 1 】

一对のベースフレーム 3 0 は、図 4 に示されるように、それぞれ Y 軸に平行に延びる部材から成り、互いに平行に床 F（図 1 参照）上に設置されている。ベースフレーム 3 0 は、装置本体 1 8 とは、物理的（あるいは振動的）に分離されている。

【 0 0 3 2 】

次に、基板 P（実際には、基板 P を保持した微動ステージ 2 2）の 6 自由度方向の位置情報を求めるための基板計測系 7 0 について説明する。

【 0 0 3 3 】

50

図3には、基板計測系70の概念図が示されている。基板計測系70は、Y粗動ステージ24が有する(Y粗動ステージ24に関連付けられた)第1スケール(ここでは上向きスケール72)と、微動ステージ22が有する第1ヘッド(ここでは下向きXヘッド74x、下向きYヘッド74y)とを含む第1計測系(ここでは微動ステージ計測系76(図6参照))、及び、光学定盤18a(図2参照)が有する第2スケール(ここでは下向きスケール78)と、Y粗動ステージ24が有する第2ヘッド(ここでは上向きXヘッド80x、上向きYヘッド80y)とを含む第2計測系(ここでは粗動ステージ計測系82(図6参照))を備えている。なお、図3では、微動ステージ22は、基板Pを保持する部材として、模式化して図示されている。また、各スケール72、78が有する回折格子の格子間隔(ピッチ)も、実際よりも格段に広く図示されている。その他の図も同様である。また、各ヘッドと各スケールとの距離が従来の光干渉計システムのレーザ光源とパーミラーとの距離よりも格段に短いため、光干渉計システムよりも空気ゆらぎの影響が少なく、高精度で基板Pの位置制御が可能であり、これによって、露光精度を向上することができる。

10

【0034】

上向きスケール72は、スケールベース84の上面に固定されている。スケールベース84は、図4に示されるように、微動ステージ22の+Y側、及び-Y側にそれぞれ1つ配置されている。スケールベース84は、図2に示されるように、X軸方向から見てL字状に形成されたアーム部材86を介してY粗動ステージ24のXビーム36に固定されている。従って、スケールベース84(及び上向きスケール72)は、Y粗動ステージ24と一体的にY軸方向に所定の長ストロークで移動可能となっている。アーム部材86は、図4に示されるように、1つのXビーム36につき、X軸方向に離間して2つ配置されているが、アーム部材86の数は、これに限定されず、適宜増減が可能である。

20

【0035】

スケールベース84は、X軸に平行に延びる部材であって、そのX軸方向の長さは、基板ホルダ32(すなわち基板P(図4では不図示))のX軸方向の長さの2倍程度(Yステップガイド44と同程度)に設定されている。スケールベース84は、セラミックなどの熱変形が生じにくい素材で形成することが好ましい。後述する他のスケールベース92、ヘッドベース88、96も同様である。

【0036】

上向きスケール72は、X軸方向に延びる板状(帯状)の部材であって、その上面(+Z側(上側)を向いた面)には、互いに直交する2軸方向(本実施形態ではX軸及びY軸方向)を周期方向とする反射型の2次元回折格子(いわゆるグレーティング)が形成されている。

30

【0037】

基板ホルダ32の+Y側、及び-Y側の側面中央部には、上述したスケールベース84に対応して、それぞれヘッドベース88がアーム部材90を介して固定されている(図2参照)。各下向きヘッド74x、74y(図3参照)は、ヘッドベース88の下面に固定されている。

【0038】

本実施形態の微動ステージ計測系76(図6参照)では、図3に示されるように、1つのヘッドベース88に対して、下向きXヘッド74x、及び下向きYヘッド74yが、それぞれX軸方向に離間して2つ配置されている。各ヘッド74x、74yは、対応する上向きスケール72に対して計測ビームを照射するとともに、該上向きスケール72からの光(ここでは回折光)を受光する。上向きスケール72からの光は、不図示のディテクタへ供給され、ディテクタの出力は、主制御装置100(図6参照)に供給される。主制御装置100は、ディテクタの出力の基づいて、各ヘッド74x、74yのスケール72に対する相対移動量を求める。なお、本明細書において、「ヘッド」とは、回折格子へ計測ビームを出射するとともに、回折格子からの光が入射する部分という程度の意味であり、各図に図示されたヘッド自体は、光源、及びディテクタを有していなくても良い。

40

50

【 0 0 3 9 】

このように、本実施形態の微動ステージ計測系 7 6 (図 6 参照) では、合計で 4 つ (基板 P の + Y 側及び - Y 側それぞれに 2 つ) の下向き X ヘッド 7 4 x と、対応する上向きスケール 7 2 とによって、4 つの X リニアエンコーダシステムが構成されるとともに、合計で 4 つ (基板 P の + Y 側及び - Y 側それぞれに 2 つ) の下向き Y ヘッド 7 4 y と、対応する上向きスケール 7 2 とによって、4 つの Y リニアエンコーダシステムが構成されている。主制御装置 1 0 0 (図 6 参照) は、上記 4 つの X リニアエンコーダシステム、及び 4 つの Y リニアエンコーダシステムの出力を適宜用いて、微動ステージ 2 2 (基板 P) の X 軸方向、Y 軸方向、及び z 方向の位置情報 (以下、「第 1 情報」と称する) を求める。

【 0 0 4 0 】

ここで、上向きスケール 7 2 は、X 軸方向に関する計測可能距離が、Y 軸方向に関する計測可能距離よりも長く設定されている。具体的には、図 4 に示されるように、上向きスケール 7 2 の X 軸方向の長さは、スケールベース 8 4 と同程度の長さであって、微動ステージ 2 2 の X 軸方向の移動可能範囲をカバーできる程度の長さに設定されている。これに対し、上向きスケール 7 2 の幅方向 (Y 軸方向) 寸法 (及び Y 軸方向に隣接する一対のヘッド 7 4 x、7 4 y 間の間隔) は、微動ステージ 2 2 を上向きスケール 7 2 に対して Y 軸方向へ微少駆動しても、各ヘッド 7 4 x、7 4 y からの計測ビームが対応する上向きスケール 7 2 の格子面 (被計測面) から外れない程度の長さに設定されている。

【 0 0 4 1 】

次に、微動ステージ計測系 7 6 (図 6 参照) の動作を図 4 及び図 5 を用いて説明する。図 4 及び図 5 は、微動ステージ 2 2 が X 軸及び Y 軸方向に長ストロークで移動する前後の基板ステージ装置 2 0 を示している。図 4 には、微動ステージ 2 2 が、X 軸及び Y 軸方向に関する移動可能範囲のほぼ中央に位置した状態が示され、図 5 には、微動ステージ 2 2 が、X 軸方向に関する移動可能範囲の + X 側のストロークエンド、且つ Y 軸方向に関する - Y 側のストロークエンドに位置した状態が示されている。

【 0 0 4 2 】

図 4 及び図 5 から分かるように、微動ステージ 2 2 の Y 軸方向の位置に関わらず、微動ステージ 2 2 に取り付けられた各下向きヘッド 7 4 x、7 4 y からの計測ビームは、微動ステージ 2 2 が Y 軸方向に微少駆動される場合も含み、上向きスケール 7 2 の格子面から外れることがない。また、微動ステージ 2 2 が X 軸方向に長ストロークで移動する際にも同様に、各下向きヘッド 7 4 x、7 4 y からの計測ビームが上向きスケール 7 2 の格子面から外れることがない。

【 0 0 4 3 】

次に、粗動ステージ計測系 8 2 (図 6 参照) について説明する。本実施形態の粗動ステージ計測系 8 2 は、図 1 及び図 4 から分かるように、投影光学系 1 6 (図 1 参照) の + Y 側、及び - Y 側それぞれに、X 軸方向に離間した 2 つの下向きスケール 7 8 を (すなわち合計で 4 つの下向きスケール 7 8 を) 有している。下向きスケール 7 8 は、光学定盤 1 8 a の下面にスケールベース 9 2 (図 2 参照) を介して固定されている。スケールベース 9 2 は、Y 軸方向に延びる板状の部材であって、その Y 軸方向の長さは、微動ステージ 2 2 (すなわち基板 P (図 4 では不図示)) の Y 軸方向に関する移動可能距離と同程度に (実際には幾分長く) 設定されている。

【 0 0 4 4 】

下向きスケール 7 8 は、Y 軸方向に延びる板状 (帯状) の部材であって、その下面 (- Z 側 (下側) を向いた面) には、上記上向きスケール 7 2 の上面と同様に、互いに直交する 2 軸方向 (本実施形態では X 軸及び Y 軸方向) を周期方向とする反射型の 2 次元回折格子 (いわゆるグレーティング) が形成されている。なお、下向きスケール 7 8 が有する回折格子の格子ピッチは、上向きスケール 7 2 が有する回折格子の格子ピッチと同じであっても良いし、異なっても良い。

【 0 0 4 5 】

Y 粗動ステージ 2 4 が有する一対のスケールベース 8 4 それぞれには、図 2 に示されるよ

10

20

30

40

50

うに、X軸方向から見てL字状に形成されたアーム部材94を介してヘッドベース96が固定されている。ヘッドベース96は、図4に示されるように、スケールベース84の+X側の端部近傍、及び-X側の端部近傍に配置されている。各上向きヘッド80x、80yは、図3に示されるように、ヘッドベース96の上面に固定されている。従って、合計で4つのヘッドベース96（及び上向きヘッド80x、80y）は、Y粗動ステージ24と一体的にY軸方向に移動可能となっている。

【0046】

本実施形態の粗動ステージ計測系82（図6参照）では、図3に示されるように、1つのヘッドベース96に対して、上向きXヘッド80x、及び上向きYヘッド80yが、それぞれY軸方向に離間して2つ配置されている。各ヘッド80x、80yは、対応する下向きスケール78に対して計測ビームを照射するとともに、該下向きスケール78からの光（ここでは回折光）を受光する。下向きスケール78からの光は、不図示のディテクタへ供給され、ディテクタの出力は、主制御装置100（図6参照）に供給される。主制御装置100は、ディテクタの出力の基づいて、各ヘッド80x、80yのスケール78に対する相対移動量を求める。このように、本実施形態の粗動ステージ計測系82では、合計で8つの上向きXヘッド80xと、対応する下向きスケール78とによって、8つのXリニアエンコーダシステムが構成されるとともに、合計で8つの上向きYヘッド80yと、対応する下向きスケール78とによって、8つのYリニアエンコーダシステムが構成されている。主制御装置100（図6参照）は、上記8つのXリニアエンコーダシステム、及び8つのYリニアエンコーダシステムの出力を適宜用いて、Y粗動ステージ24のX軸方向、Y軸方向、及びz方向の位置情報（以下、「第2情報」と称する）を求める。

【0047】

また、スケールベース84に固定された上向きスケール72と、スケールベース84にヘッドベース96を介して一体的に固定された各上向きヘッド80x、80yとは、互いの位置関係が不変となるように配置され、且つ互いの位置関係は、既知であるものとする。以下、上向きスケール72と、これに一体的に固定された各上向きヘッド80x、80yとの相対位置関係に関する情報を「第3情報」と称する。なお、上向きスケール72と上向きヘッド80x、80yとの位置関係は不変となるように配置されていると説明したが、両者の位置関係を計測する計測系を液晶露光装置10が備えているようにしても良い。後述する各実施例においても同様である。

【0048】

主制御装置100（図6参照）は、上記第1～第3情報に基づいて、光学定盤18a（投影光学系16）を基準とする微動ステージ22（基板P）のXY平面内の位置情報を求め、上記基板駆動系60（図6参照）を用いて、投影光学系16（照明光IL）に対する基板Pの位置制御を行う。

【0049】

このように、本実施形態の基板計測系70では、X軸方向よりもY軸方向の計測可能距離が長い（Y軸方向を主計測方向とする）下向きスケール78を含む粗動ステージ計測系82によって、Y軸方向に長ストロークで移動するY粗動ステージ24の位置情報が求められるとともに、Y軸方向よりもX軸方向の計測可能距離が長い（X軸方向を主計測方向とする）上向きスケール72を含む微動ステージ計測系76によって、X軸方向に長ストロークで移動する微動ステージ22の位置情報が求められる。すなわち、粗動ステージ計測系82、及び微動ステージ計測系76では、各エンコーダヘッド（74x、74y、80x、80y）の移動方向と、対応するスケール（72、78）の主計測方向とが、それぞれ一致している。

【0050】

また、微動ステージ22（基板P）のZ軸、x、及びyの各方向（以下、「Zチルト方向」と称する）の位置情報は、Zチルト位置計測系98を用いて主制御装置100（それぞれ図6参照）により求められる。Zチルト位置計測系98の構成は、特に限定されないが、一例として米国特許出願公開第2010/0018950号明細書などに開示され

10

20

30

40

50

るような、微動ステージ 2 2 に取り付けられた変位センサを用いた計測系を用いることが可能である。

【 0 0 5 1 】

なお、不図示であるが、基板計測系 7 0 は、X 粗動ステージ 2 6 の位置情報を求めるための計測系も有している。本実施形態では、微動ステージ 2 2 (基板 P) の X 軸方向の位置情報が Y 粗動ステージ 2 4 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求められることから、X 粗動ステージ 2 6 自体の計測精度を、微動ステージ 2 2 と同等の精度とする必要がない。X 粗動ステージ 2 6 の位置計測は、上記微動ステージ計測系 7 6 の出力と、X 粗動ステージ 2 6 と微動ステージ 2 2 との相対位置を計測する計測系 (不図示) の出力とに基づいて行っても良いし、独立した計測系を用いて行っても良い。

10

【 0 0 5 2 】

上述のようにして構成された液晶露光装置 1 0 (図 1 参照) では、主制御装置 1 0 0 (図 6 参照) の管理の下、不図示のマスクローダによって、マスクステージ装置 1 4 上へのマスク M のロードが行われるとともに、不図示の基板ローダによって、基板ホルダ 3 2 上への基板 P のロードが行なわれる。その後、主制御装置 1 0 0 により、不図示のアライメント検出系を用いてアライメント計測が実行され、そのアライメント計測の終了後、基板 P 上に設定された複数のショット領域に逐次ステップ・アンド・スキャン方式の露光動作が行なわれる。この露光動作は従来から行われているステップ・アンド・スキャン方式の露光動作と同様であるので、その詳細な説明は省略するものとする。上記アライメント計測動作、及びステップ・アンド・スキャン方式の露光動作において、基板計測系 7 0 によって微動ステージ 2 2 の位置情報が計測される。

20

【 0 0 5 3 】

以上説明した本実施形態の液晶露光装置 1 0 によれば、微動ステージ 2 2 (基板 P) の位置を、エンコーダシステムを含む基板計測系 7 0 を用いて計測するので、従来の光干渉計システムを用いた計測に比べ、空気ゆらぎの影響が少なく、高精度で基板 P の位置制御が可能であり、これによって、露光精度を向上することができる。

【 0 0 5 4 】

また、基板計測系 7 0 は、光学定盤 1 8 a (装置本体 1 8) に固定された下向きスケール 7 8 を基準に (上向きスケール 7 2 を介して) 基板 P の位置計測を行うので、実質的に投影光学系 1 6 を基準とした基板 P の位置計測を行うことができる。これによって、基板 P の位置制御を、照明光 I L を基準に行うことができるので、露光精度を向上することができる。

30

【 0 0 5 5 】

なお、以上説明した基板計測系 7 0 の構成は、微動ステージ 2 2 (基板 P) の移動可能範囲において、微動ステージ 2 2 の位置情報を所望の精度で求めることができれば、適宜変更が可能である。

【 0 0 5 6 】

すなわち、上記実施形態では、上向きスケール 7 2 として、スケールベース 8 4 と同程度の長さの長尺スケールが用いられたが、これに限られず、米国特許国際公開第 2 0 1 5 / 1 4 7 3 1 9 号に開示されるエンコーダシステムと同様に、より X 軸方向の長さが短いスケールを X 軸方向に所定間隔で配置しても良い。この場合には、X 軸方向に隣り合う一対のスケール間に隙間が形成されるため、X 軸方向に隣り合う一対のヘッド 7 4 x、7 4 y それぞれの X 軸方向の間隔を、上記隙間よりも広くすることによって、常に一方のヘッド 7 4 x、7 4 y がスケールに対向するように配置すると良い。下向きスケール 7 8 と上向きヘッド 8 0 x、8 0 y との関係においても同様である。

40

【 0 0 5 7 】

また、上向きスケール 7 2 が微動ステージ 2 2 の + Y 側、及び - Y 側にそれぞれ配置されたが、これに限られず、一方のみ (+ Y 側、又は - Y 側のみ) に配置されても良い。上向きスケール 7 2 が 1 つのみで、且つ上述したように複数のスケールを X 軸方向に所定間隔で配置する (スケール間に隙間がある) 場合には、微動ステージ 2 2 の z 方向の位置計

50

測を常時行うことができるように、常に少なくとも2つの下向きXヘッド74x（あるいは下向きYヘッド74y）がスケールに対向するように、各ヘッド74x、74yの数、及び配置を設定すると良い。下向きスケール78に関するも同様に、Y粗動ステージ24のX軸、Y軸、及びz方向の位置計測を常時行うことでできれば、下向きスケール78、及び上向きヘッド80x、80yの数、及び配置は、適宜変更が可能である。

【0058】

また、上向きスケール72、及び下向きスケール78には、X軸、及びY軸方向を周期方向とする2次元回折格子が形成されたが、X軸方向を周期方向とするX回折格子とY軸方向を周期方向とするY回折格子とがそれぞれ個別にスケール72、78上に形成されても良い。また、本実施形態の2次元回折格子は、X軸、及びY軸方向を周期方向としたが、基板PのXY平面内の位置計測を所望の精度で行うことが可能であれば、回折格子の周期方向は、これに限定されず、適宜変更が可能である。

10

【0059】

また、基板PのZチルト位置情報は、ヘッドベース88に下向きの変位センサを取り付けるとともに、該変位センサを用いてスケールベース84（あるいは上向きスケール72の反射面）を基準にして計測しても良い。また、複数の下向きヘッド74x、74yのうちの少なくとも3つのヘッドを、水平面に平行な方向の位置計測と併せて、鉛直方向の計測が可能で2次元ヘッド（いわゆるXZヘッド、あるいはYZヘッド）とし、該2次元ヘッドにより、上向きスケール72の格子面を用いることにより、基板PのZチルト位置情報を求めても良い。同様に、Y粗動ステージ24のZチルト情報をスケールベース92（あるいは下向きスケール78）を基準にして計測しても良い。XZヘッド、あるいはYZヘッドとしては、例えば米国特許第7,561,280号明細書に開示される変位計測センサヘッドと同様の構成のエンコーダヘッドを用いることができる。

20

【0060】

《第2の実施形態》

次に第2の実施形態に係る液晶露光装置について、図7～図10を用いて説明する。第2の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置220（計測系を含む）の構成が異なる点を除き、上記第1の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第1の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第1の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

30

【0061】

本第2の実施形態に係る基板ステージ装置220は、第1移動体（ここでは基板ホルダ32）を含む第1の系と、第2移動体（ここではX粗動ステージ222）を含む第2の系とを有している。図9、図10は、それぞれ第2の系、第1の系のみを示す平面図である。

【0062】

図9に示されるように、X粗動ステージ222は、上記第1の実施形態のY粗動ステージ24（図1参照）と同様に、床F（図8参照）上に設置された一対のベースフレーム224上に機械式のリニアガイド装置（図8参照）を介して、X軸方向に移動自在な状態で載置されている。X粗動ステージ222のX軸方向に関する両端部近傍それぞれには、Y固定子226が取り付けられている。Y固定子226は、Y軸方向に延びる部材から成り、その長手方向両端部近傍には、X可動子228が取り付けられている。各X可動子228は、X固定子230（図8では不図示）と協働してXリニアモータを構成し、X粗動ステージ222は、合計で4つのXリニアモータによってX軸方向に所定の長ストロークで駆動される。X固定子230は、装置本体18（図1参照）とは物理的に分離した状態で床F上に設置されている。

40

【0063】

図8に示されるように、基板ホルダ32は、Yビームガイド232上にYテーブル234を介して載置されている。Yビームガイド232は、図10に示されるように、Y軸方向に延びる部材から成り、その下面における長手方向両端部近傍には、Xスライド部材236が取り付けられている。各Xスライド部材236は、下架台部18c（図8参照）に固

50

定されたXガイド部材238に対してX軸方向に移動自在な状態で係合している。また、Yビームガイド232の長手方向両端部近傍には、X可動子240が取り付けられている。各X可動子240は、X固定子230（図9参照）と協働してXリニアモータを構成し、Yビームガイド232は、合計で2つのXリニアモータによってX軸方向に所定の長ストロークで駆動される。

【0064】

図8に示されるように、Yテーブル234は、断面逆U字状の部材から成り、一对の対向面間に揺動自在に取り付けられたエアベアリング242を介してYビームガイド232が挿入されている。また、Yテーブル234は、Yビームガイド232の上面に不図示のエアベアリングから加圧気体を噴出することにより、Yビームガイド232上に微小な隙間を介して載置されている。これにより、Yテーブル234は、Yビームガイド232に対し、Y軸方向に関しては長ストロークで移動自在、且つz方向には微小角度で回転自在となっている。また、Yテーブル234は、X軸方向に関しては、上記エアベアリング242によって形成される気体膜の剛性によってYビームガイド232と一体的に移動する。Yテーブル234のX軸方向の両端部近傍それぞれには、Y可動子244が取り付けられている。Y可動子244は、Y固定子226と協働してYリニアモータを構成し、Yテーブル234は、合計で2つのYリニアモータによってY軸方向にYビームガイド232に沿って所定の長ストロークで駆動されるとともに、z方向に微小駆動される。

10

【0065】

基板ステージ装置220では、X粗動ステージ222が4つのXリニアモータ（X可動子228、X固定子230）によってX軸方向に駆動されると、X粗動ステージ222に取り付けられた2つのY固定子226もX軸方向に移動する。不図示の主制御装置は、X粗動ステージ222と所定の位置関係が維持されるように、2つのXリニアモータ（X可動子240、X固定子230）によってYビームガイド232をX軸方向に駆動する。これによって、Yビームガイド232と一体的にYテーブル234（すなわち基板ホルダ32）がX軸方向へ移動する。すなわち、X粗動ステージ222は、基板ホルダ32とX軸方向に関する位置が所定範囲内に収まるように移動可能な部材である。また、主制御装置は、上記基板ホルダ32のX軸方向への移動と並行して、あるいは独立に、2つのYリニアモータ（Y可動子244、Y固定子226）を用いて基板ホルダ32をY軸方向、及びz方向に適宜駆動する。

20

30

【0066】

次に第2の実施形態に係る基板計測系250について説明する。基板計測系250は、上向きスケール252、及び下向きスケール254それぞれの延びる方向（計測範囲の広い方向）が上記第1の実施形態とはZ軸回りに90°異なっているが、計測系の概念としては、第1移動体（ここでは基板ホルダ32）の位置情報を第2移動体（ここではX粗動ステージ222）を介して、光学定盤18a（図1参照）を基準に求める点において、上記第1の実施形態と概ね同じである。

【0067】

すなわち、図7に示されるように、一对のY固定子226それぞれの上面には、Y軸方向に延びる上向きスケール252が固定されている。また、基板ホルダ32のX軸方向に関する両側面それぞれには、Y軸方向に離間した一对のヘッドベース256が固定されている。ヘッドベース256には、上記第1の実施形態と同様に、2つの下向きXヘッド74xと、2つの下向きYヘッド74yと（図10参照）が、対応する上向きスケール252に対向するように取り付けられている。基板ホルダ32のX粗動ステージ222に対するXY平面内の位置情報は、合計で8つのXリニアエンコーダと、合計で8つのYリニアエンコーダとを用いて主制御装置（不図示）により求められる。

40

【0068】

また、Y固定子226のY軸方向の両端部近傍それぞれには、ヘッドベース258が固定されている。ヘッドベース258には、上記第1の実施形態と同様に、2つの上向きXヘッド80xと、2つの上向きYヘッド80yと（図9参照）が、光学定盤18a（図1参

50

照)の下面に固定された対応する下向きスケール254に対向するように取り付けられている。上向きスケール252と各ヘッド80x、80yとの相対位置関係は、既知である。X粗動ステージ222の光学定盤18aに対するXY平面内の位置情報は、合計で8つのXリニアエンコーダと、合計で8つのYリニアエンコーダを用いて主制御装置(不図示)により求められる。

【0069】

なお、本第2の実施形態の基板計測系250では、上向きスケール252がX粗動ステージ222に2つ、下向きスケール254が光学定盤18a(図1参照)に4つ、それぞれ取り付けられているが、各スケール252、254の数及び配置は、これに限られず、適宜増減が可能である。同様に、各スケール252、254に対向する各ヘッド74x、74y、80x、80yの数及び配置も、これに限られず、適宜増減が可能である。後述する第3~第17の実施形態に関しても同様である。

10

【0070】

《第3の実施形態》

次に第3の実施形態に係る液晶露光装置について、図11~図14を用いて説明する。第3の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置320(計測系を含む)の構成が異なる点を除き、上記第2の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第2の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第2の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【0071】

第3の実施形態に係る基板ステージ装置320は、上記第2の実施形態と同様に、基板ホルダ32を含む第1の系(図14参照)と、X粗動ステージ222を含む第2の系(図13参照)とを有している。基板ホルダ32、X粗動ステージ222の構成(駆動系を含む)は、上記第2の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

20

【0072】

第3の実施形態の基板計測系350も、概念的には、上記第1及び第2の実施形態と同様であり、第1移動体(ここでは基板ホルダ32)の位置情報を、第2移動体(ここではYビームガイド232)を介して光学定盤18a(図1参照)を基準に求める。Yビームガイド232は、基板ホルダ32とX軸方向に関する位置が所定範囲内に収まるように移動可能な部材である。以下、基板計測系350について具体的に説明する。

30

【0073】

図14に示されるように、Yビームガイド232の上面には、上向きスケール352が固定されている。また、Yテーブル234(図14では不図示。図12参照)のY軸方向に関する両側面には、それぞれヘッドベース354が固定されている。各ヘッドベース354には、上記第1及び第2の実施形態と同様に、2つの下向きXヘッド74xと、2つの下向きYヘッド74yとが、上向きスケール352に対向するように取り付けられている。基板ホルダ32のYビームガイド232に対するXY平面内の位置情報は、合計で4つのXリニアエンコーダと、合計で4つのYリニアエンコーダを用いて主制御装置(不図示)により求められる。

【0074】

また、Yビームガイド232のY軸方向に関する両端部近傍には、それぞれヘッドベース356が固定されている。ヘッドベース356には、上記第1の実施形態と同様に、2つの上向きXヘッド80xと、2つの上向きYヘッド80yとが、光学定盤18a(図1参照)の下面に固定された対応する下向きスケール358に対向するように取り付けられている。上向きスケール352とヘッドベース356に取り付けられた各ヘッド80x、80yとの相対位置関係は、既知である。Yビームガイド232の光学定盤18aに対するXY平面内の位置情報は、合計で4つのXリニアエンコーダと、合計で4つのYリニアエンコーダを用いて主制御装置(不図示)により求められる。本第3の実施形態は、上記第2の実施形態に比べて上向きスケール352、下向きスケール358それぞれの数が少なく、構成が簡単である。

40

50

【 0 0 7 5 】

《 第 4 の 実 施 形 態 》

次に第 4 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 1 5 ~ 図 1 8 を用いて説明する。第 4 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 4 2 0 (計測系を含む)の構成が異なる点を除き、上記第 2 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 2 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 2 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【 0 0 7 6 】

第 4 の実施形態に係る基板ステージ装置 4 2 0 は、上記第 2 の実施形態と同様に、基板ホルダ 3 2 を含む第 1 の系 (図 1 8 参照) と、X 粗動ステージ 2 2 2 を含む第 2 の系 (図 1 7 参照) とを有している。

10

【 0 0 7 7 】

図 1 6 に示されるように、X 粗動ステージ 2 2 2 の下面には、X 可動子 4 2 2 が固定されている。X 可動子 4 2 2 は、一对のベースフレーム 2 2 4 に一体的に取り付けられた X 固定子 4 2 4 と協働して、X 粗動ステージ 2 2 2 を X 軸方向へ所定の長ストロークで駆動するための X リニアモータを構成している。X 粗動ステージ 2 2 2 の X 軸方向に関する両端部近傍それぞれには、X Y 固定子 4 2 6 が取り付けられている。

【 0 0 7 8 】

Y ビームガイド 2 3 2 は、4 つの連結部材 4 2 8 (図 1 5 参照) によって X 粗動ステージ 2 2 2 に対して機械的に連結されている。連結部材 4 2 8 の構成は、上述した連結部材 4 6、5 4 (図 2 参照) と同様である。これにより、X 粗動ステージ 2 2 2 が X リニアモータによって X 軸方向に駆動されると、Y ビームガイド 2 3 2 が X 粗動ステージ 2 2 2 に牽引されることにより、該 X 粗動ステージ 2 2 2 と一体的に X 軸方向へ移動する。

20

【 0 0 7 9 】

Y ビームガイド 2 3 2 上には、Y テーブル 4 3 0 が非接触状態で載置されている。Y テーブル 4 3 0 上には、基板ホルダ 3 2 が固定されている。Y テーブル 4 3 0 の X 軸方向の両端部近傍それぞれには、X Y 可動子 4 3 2 が取り付けられている。X Y 可動子 4 3 2 は、X Y 固定子 4 2 6 と協働して X Y 2 D O F モータを構成し、Y テーブル 4 3 0 は、合計で 2 つの X Y 2 D O F モータによって Y 軸方向に所定の長ストロークで駆動されるとともに、X 方向および z 方向に微少駆動される。また、X 粗動ステージ 2 2 2 (及び Y ビームガイド 2 3 2) が X 軸方向に長ストロークで移動する際、不図示の主制御装置は、合計で 2 つの X Y 2 D O F モータを用いて、Y テーブル 4 3 0 (すなわち基板ホルダ 3 2) が Y ビームガイド 2 3 2 と X 軸方向に関して所定の位置関係が維持されるように、X 軸方向に推力を作用させる。すなわち、X 粗動ステージ 2 2 2 は、基板ホルダ 3 2 と X 軸方向に関する位置が所定範囲内に収まるように移動可能な部材である。なお、上記第 2 の実施形態と異なり、Y テーブル 4 3 0 は、揺動可能なエアベアリング 2 4 2 (図 8 参照) を有しておらず、本実施形態の Y ビームガイド 2 3 2 は、実際には Y テーブル 4 3 0 の Y 軸方向への移動をガイドしない。

30

【 0 0 8 0 】

第 4 の実施形態の基板計測系 4 5 0 も、概念的には、上記第 1 ~ 第 3 の実施形態と同様であり、第 1 移動体 (ここでは基板ホルダ 3 2) の位置情報を、第 2 移動体 (ここでは X 粗動ステージ 2 2 2) を介して光学定盤 1 8 a (図 1 参照) を基準に求める。以下、基板計測系 4 5 0 について具体的に説明する。

40

【 0 0 8 1 】

図 1 7 に示されるように、一对の X Y 固定子 4 2 6 のうち、一方 (ここでは - X 側) の X Y 固定子 4 2 6 の上面には、上向きスケール 4 5 2 が固定されている。また、図 1 8 に示されるように、基板ホルダ 3 2 の - X 側の側面には、一对のヘッドベース 4 5 4 が Y 軸方向に離間した状態で固定されている。各ヘッドベース 4 5 4 には、上記第 1 ~ 第 3 の実施形態と同様に、2 つの下向き X ヘッド 7 4 x と、2 つの下向き Y ヘッド 7 4 y とが、上向きスケール 4 5 2 に対向するように取り付けられている (図 1 6 参照)。基板ホルダ 3 2

50

のX粗動ステージ222に対するXY平面内の位置情報は、合計で4つのXリニアエンコーダと、合計で4つのYリニアエンコーダを用いて主制御装置（不図示）により求められる。

【0082】

また、図17に示されるように、-X側のXY固定子426には、Y軸方向に離間して一对のヘッドベース456が固定されている。ヘッドベース456には、上記第1の実施形態と同様に、2つの上向きXヘッド80xと、2つの上向きYヘッド80yとが、光学定盤18a（図1参照）の下面に固定された対応する下向きスケール458に対向するように取り付けられている（図15参照）。上向きスケール452とヘッドベース456に取り付けられた各ヘッド80x、80yとの相対位置関係は、既知である。X粗動ステージ222の光学定盤18aに対するXY平面内の位置情報は、合計で4つのXリニアエンコーダと、合計で4つのYリニアエンコーダを用いて主制御装置（不図示）により求められる。なお、一对のXY固定子426の他方のみに、あるいは両方に上向きスケール452を取り付けても良い。+X側のXY固定子426に上向きスケール452を取り付ける場合には、該上向きスケール452に対応して、ヘッドベース454、456、下向きスケール458を追加的に配置すると良い。

【0083】

《第5の実施形態》

次に第5の実施形態に係る液晶露光装置について、図19～図22を用いて説明する。第5の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板計測系550の構成が異なる点を除き、上記第4の実施形態と概ね同じである。また、基板計測系550の構成は、上記第3の実施形態の基板計測系350（図11など参照）と概ね同じである。以下、相違点についてのみ説明し、上記第3又は第4の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第3又は第4の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【0084】

第5の実施形態に係る基板ステージ装置520の構成（計測系を除く）は、上記第4の実施形態に係る基板ステージ装置420（図15参照）と実質的に同じである。すなわち、基板ステージ装置520は、基板ホルダ32を含む第1の系（図22参照）と、X粗動ステージ222を含む第2の系（図21参照）とを有し、X粗動ステージ222とYビームガイド232とがX軸方向に一体的に移動する。基板ホルダ32が固定されたYテーブル430は、2つの2DOFモータによってX粗動ステージ222に対してY軸方向に長ストロークで駆動されるとともに、X軸方向及びz方向に微少駆動される。従来の粗動ステージは計測精度が低いエンコーダの計測結果に基づいて駆動していたが、本実施形態では高精度な2次元エンコーダの計測結果に基づいてX粗動ステージ222を駆動制御することが可能である。よって、従来の微動ステージよりも高精度な位置決めが可能となるが、X粗動ステージ222は位置制御に関して微動ステージ（本実施形態では基板ホルダ32）ほどの応答性があるわけではない。よって、基板ホルダ32のX位置は、スキャン動作中はX粗動ステージ222の位置に関係なく、一定速度で精密な位置決めをしながら移動するように制御したい。よって、応答性の低いラフな位置決め制御しながら移動するX粗動ステージ222に対してX軸方向に相対的に微少駆動されることになる。このとき、X粗動ステージ222が加速してしまうと、上向きスケール452に対するエンコーダ読み取り誤差が生じかねない。よって、X粗動ステージ222は、むしろ緩い位置決め（低い応答性）で動くように制御した方がよい。後述する各実施形態うち、スキャン動作に粗動ステージが駆動する実施形態では、同様に粗動ステージを制御すると良い。

【0085】

また、第5の実施形態に係る基板計測系550の構成は、上記第3の実施形態に係る基板計測系350（図11参照）と実質的に同じであり、第1移動体（ここでは基板ホルダ32）の位置情報は、第2移動体（ここではYビームガイド232）を介して光学定盤18a（図1参照）を基準に求められる。具体的には、Yテーブル430（図20参照）に固定された一对のヘッドベース354には、2つの下向きXヘッド74xと、2つの下向き

10

20

30

40

50

Yヘッド74yとが、Yビームガイド232の上面に固定された上向きスケール352に
対向するように取り付けられ（それぞれ図22参照）、基板ホルダ32のYビームガイド
232に対するXY平面内の位置情報は、合計で4つのXリニアエンコーダと、合計で4
つのYリニアエンコーダを用いて主制御装置（不図示）により求められる。また、Yビ
ームガイド232に固定された一对のヘッドベース356には、2つの上向きXヘッド80
xと、2つの上向きYヘッド80yとが、光学定盤18a（図1参照）の下面に固定され
た対応する下向きスケール358に対向するように取り付けられている（図19参照）。
Yビームガイド232の光学定盤18aに対するXY平面内の位置情報は、合計で4つの
Xリニアエンコーダと、合計で4つのYリニアエンコーダを用いて主制御装置（不図示）
により求められる。

10

【0086】

《第6の実施形態》

次に第6の実施形態に係る液晶露光装置について、図23～図27を用いて説明する。第
6の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置620、及びその計測系の
構成が異なる点を除き、上記第1の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点につ
いてのみ説明し、上記第1の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第
1の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【0087】

図23に示されるように、基板ステージ装置620は、第1移動体（ここでは基板ホルダ
622）、第2移動体（ここでは計測テーブル624）を含む基板計測系680、基板テ
ーブル626、及びX粗動ステージ628などを備えている。

20

【0088】

図24に示されるように、基板ホルダ622は、Y軸方向に延びる一对の部材とX軸方向
に延びる一对の部材とを組み合わせた平面視矩形の枠状（額縁状）の部材であって、基板
Pは、基板ホルダ622の開口内に配置される。基板ホルダ622の内壁面からは、4つ
の吸着パッド630が突き出しており、基板Pは、これらの吸着パッド630上に載置さ
れる。各吸着パッド630は、基板Pの下面における外周縁部に設定された非露光領域（
本実施形態では、4隅部近傍）を吸着保持する。

【0089】

基板Pのうち、中央部を含む露光領域（外周縁部以外の領域）は、図26に示されるよう
に、基板テーブル626によって下方から非接触支持される。上記第1～第5の実施形態
における基板ホルダ32（図2など参照）は、基板Pを吸着保持することによって平面矯
正を行ったのに対し、本第6の実施形態に係る基板テーブル626は、基板Pの下面に対
する加圧気体の噴出と、基板Pと基板テーブル626上面との間の気体の吸引を並行して
行うことによって、基板Pの平面矯正を非接触状態で行う。また、基板ホルダ622と基
板テーブル626とは、物理的に分離して配置されている。従って、基板ホルダ622に
保持された基板Pは、該基板ホルダ622と一体的に基板テーブル626に対してXY平
面内で相対移動可能な状態となっている。基板テーブル626の下面には、図23に示さ
れるように、上記第1の実施形態と同様にステージ本体632が固定されている。

30

【0090】

X粗動ステージ628は、基板テーブル626をX軸方向に長ストロークで移動させるた
めの部材であり、床F上に下架台部18cと物理的に分離された状態で設置された一对の
ベースフレーム634上に、機械的なりニアガイド装置636を介してX軸方向に移動自
在な状態で載置されている。X粗動ステージ628は、不図示のアクチュエータ（リニア
モータ、あるいはボールねじ装置など）によって、一对のベースフレーム634上でX軸
方向に長ストロークで駆動される。

40

【0091】

X粗動ステージ628のX軸方向に関する両端部近傍には、Y固定子638が固定されて
いる（図23では一方は不図示）。Y固定子638は、Y可動子640と協働してYリニ
アモータを構成している。Y可動子640は、Y固定子638がX軸方向に移動すると、

50

一体的にX軸方向に移動するように機械的に拘束されている。Y可動子640には、基板ホルダ622に取り付けられた可動子642（図24参照）と協働してXY2DOFモータを構成する固定子644が取り付けられている。

【0092】

図25に示されるように、基板テーブル626は、ステージ本体632（図25では不図示。図23参照）を介して、X粗動ステージ628（図25では不図示）に対して（図25ではY固定子638に対して）、複数の連結部材646を介して機械的に連結されている。連結部材646の構成は、上述した連結部材46、54（図2参照）と同様である。これにより、X粗動ステージ628がX軸方向に長ストロークで移動すると、基板テーブル626がX粗動ステージ628に牽引されることにより、該X粗動ステージ628と一体的にX軸方向へ移動する。上記第1～第5の実施形態では、基板ホルダ32が、投影光学系16に対してX軸、及びY軸方向に長ストロークで移動する（図5など参照）のに対し、本第6の実施形態の基板テーブル626は、X軸方向にのみ長ストロークで移動可能に構成され、Y軸方向には移動不可となっている。なお、図25は、理解を容易にするため、図23と異なり、Y固定子638、Y可動子640、固定子644が平面的（同一高さ位置）に配置されているが、Y固定子638の高さ位置を基板ホルダ622と同等にすることによって、実際に図25に示されるような配置とすることが可能である。

10

【0093】

図23に戻り、ステージ本体632は、上記第1実施形態と同様の疑似球面軸受装置（図23ではY可動子640などの紙面奥側に隠れて不図示）を介して、X粗動ステージ628の中央部に形成された開口部（不図示）内に配置された重量キャンセル装置42によって下方から支持されている。重量キャンセル装置42の構成は、上記第1の実施形態と同様であり、X粗動ステージ628に不図示の連結部材を介して連結されており、X粗動ステージ628と一体的にX軸方向にのみ長ストロークで移動する。重量キャンセル装置42は、Xガイド648上に載置されている。本実施形態の重量キャンセル装置42は、X軸方向にのみ移動する構成であるため、上記第1の実施形態におけるYステップガイド44（図2参照）と異なり、Xガイド648は、下架台部18cに固定されている。ステージ本体632が複数のリニアコイルモータ（図23ではY固定子638の紙面奥側に隠れている）により、X粗動ステージ628に対してZ軸、 x 、 y の各方向に微少駆動される点は、上記第1の実施形態と同様である。

20

30

【0094】

また、ステージ本体632のY軸方向の両側面には、支持部材650を介して複数のエアガイド652が取り付けられている。エアガイド652は、図25に示されるように、平面視矩形の部材であって、本実施形態では、基板テーブル626の+Y側、及び-Y側のそれぞれに4つ配置されている。4つのエアガイド652によって形成されるガイド面のY軸方向の長さは、基板テーブル626と同等に設定され、該ガイド面の高さ位置は、基板テーブル626の上面と同等に（あるいは幾分低く）設定されている。

【0095】

基板ステージ装置620（図23参照）では、スキャン露光時などにX粗動ステージ628がX軸方向に長ストロークで移動すると、該X粗動ステージ628に牽引されて基板テーブル626（及び複数のエアガイド652）が一体的にX軸方向に長ストロークで移動する。また、X粗動ステージ628に固定されたY固定子638がX軸方向に移動することにより、Y可動子640に取り付けられた2DOFモータの固定子644（図25参照）もX軸方向に移動する。不図示の主制御装置は、基板テーブル626と基板ホルダ622とのX軸方向に関する位置が所定範囲内となるように、2DOFモータを制御して、基板ホルダ622にX軸方向の推力を付与する。また、主制御装置は、2DOFモータを制御して、基板ホルダ622を基板テーブル626に対してX軸、Y軸、及び z 方向に適宜微少駆動する。このように、本実施形態において、基板ホルダ622は、いわゆる微動ステージとしての機能を有する。

40

【0096】

50

これに対し、ショット領域（露光領域）間移動時などに基板 P を Y 軸方向に移動させる必要がある場合には、図 27 に示されるように、主制御装置は、Y リニアモータによって Y 可動子 640 を Y 軸方向に移動させるとともに、2DOF モータを用いて基板ホルダ 622 に Y 軸方向の推力を作用させることによって、基板ホルダ 622 を基板テーブル 626 に対して Y 軸方向に移動させる。基板 P のうち、投影光学系 16（図 23 参照）を介してマスクパターンが投影される領域（露光領域）は、常に基板テーブル 626 によって平面矯正が行われるように、基板テーブル 626 の Y 軸方向の寸法が設定されている。各エアガイド 652 は、基板ホルダ 622 と基板テーブル 626 との Y 軸方向への相対移動を阻害しない（基板ホルダ 622 と接触しない）ように配置されている。各エアガイド 652 は、基板 P の下面に加圧気体を噴出することによって、基板テーブル 626 と協働して基板 P のうち、基板テーブル 626 からはみ出した部分を下方から支持する。なお、各エアガイド 652 は、基板テーブル 626 と異なり基板 P の平面矯正は行わない。基板ステージ装置 620 では、図 27 に示されるように、基板 P が基板テーブル 626 とエアガイド 652 とによって支持された状態で、基板テーブル 626、及び基板ホルダ 622 がそれぞれ投影光学系 16（図 23 参照）に対して X 軸方向に駆動されることによって、スキャン露光が行われる。なお、エアガイド 652 は、ステージ本体 632 と一体的に X 軸方向へ駆動しても良いし、駆動しなくても良い。エアガイド 652 が X 軸方向に駆動しない場合は、X 軸方向の寸法を基板 P の X 軸方向の駆動範囲と同程度とすると良い。それにより、基板テーブル 626 に支持されていない基板の一部領域が支持されないことを防ぐことができる。

10

20

【0097】

次に第 6 の実施形態に係る基板計測系 680 の構成及び動作について説明する。上記第 1 の実施形態（図 2 など参照）では、第 1 移動体（第 1 実施形態では微動ステージ 22）の位置情報を、微動ステージ 22 を駆動するための部材である Y 粗動ステージ 24 を介して光学定盤 18a を基準に求めたのに対し、本第 6 の実施形態（図 23 参照）では、第 1 移動体（ここでは基板ホルダ 622）の位置情報を、基板ホルダ 622 とは独立に配置された第 2 移動体（ここでは計測テーブル 624）を介して光学定盤 18a を基準に求める。本第 6 の実施形態において、計測テーブル 624 は、投影光学系 16 の +Y 側、及び -Y 側にそれぞれ X 軸方向に離間して 2 つ（合計で 4 つ）配置されている（図 23、図 26 など参照）が、計測テーブル 624 の数、及び配置は、適宜変更が可能であり、これに限定されない。

30

【0098】

計測テーブル 624 は、図 23 に示されるように、光学定盤 18a の下面に吊り下げ状態で固定された Y リニアアクチュエータ 682 によって Y 軸方向に所定の（基板ホルダ 622 の Y 軸方向への移動可能距離と同等の）ストロークで駆動される。Y リニアアクチュエータ 682 の種類は特に限定されず、リニアモータ、あるいはボールねじ装置などを用いることができる。

【0099】

上記第 1 の実施形態のヘッドベース 96（図 2、図 3 など参照）と同様に、各計測テーブル 624 の上面には、図 26 に示されるように、2 つの上向き X ヘッド 80x と、2 つの上向き Y ヘッド 80y とが取り付けられている。

40

【0100】

また、図 23 に示されるように、光学定盤 18a の下面には、各計測テーブル 624 に対応して（すなわち 4 つの）、Y 軸方向に延びる下向きスケール 684 が、上記第 1 の実施形態の下向きスケール 78（図 2、図 3 など参照）と同様に固定されている（図 26 参照）。下向きスケール 684 は、計測テーブル 624 の Y 軸方向に関する計測範囲が X 軸方向に関する計測範囲よりも広く（長く）なるように、その下面に 2 次元回折格子を有している。本実施形態では、各計測テーブル 624 が有する 2 つの上向き X ヘッド 80x と、対応する下向きスケール 684（固定スケール）とによって、2 つの X リニアエンコーダシステムが構成されるとともに、各計測テーブル 624 が有する 2 つの上向き Y ヘッド 8

50

0 y と、対応する下向きスケール 6 8 4 (固定スケール) とによって、2 つの Y リニアエンコーダシステムが構成される。

【0101】

主制御装置 (不図示) は、図 2 7 に示されるように、基板ホルダ 6 2 2 を Y 軸方向に長ストロークで駆動する際、該基板ホルダ 6 2 2 に対する Y 軸方向の位置が所定範囲内に収まるように、各計測テーブル 6 2 4 の Y 軸方向の位置を制御する。従って、合計で 4 つの計測テーブル 6 2 4 は、実質的に同じ動作を行う。なお、4 つの計測テーブル 6 2 4 は、それぞれが厳密に同期して移動する必要はなく、基板ホルダ 6 2 2 と厳密に同期して移動する必要もない。主制御装置は、上述した 2 つの X リニアエンコーダシステム、及び 2 つの Y リニアエンコーダシステムの出力を適宜用いて、各計測テーブル 6 2 4 の X 軸方向、Y 軸方向、及び z 方向の位置情報を独立して求める。

10

【0102】

図 2 6 に戻り、+ Y 側の 2 つの計測テーブル 6 2 4 の下面には、X 軸方向に延びる下向きスケール 6 8 6 が取り付けられている (図 2 3 参照)。すなわち、2 つの計測テーブル 6 2 4 が、協働して下向きスケール 6 8 6 を吊り下げ支持している。- Y 側の 2 つの計測テーブル 6 2 4 の下面にも、同様に X 軸方向に延びる下向きスケール 6 8 6 が取り付けられている。下向きスケール 6 8 6 は、基板ホルダ 6 2 2 の X 軸方向に関する計測範囲が Y 軸方向に関する計測範囲よりも広く (長く) なるように、その下面に 2 次元回折格子を有している。計測テーブル 6 2 4 に固定された各上向きヘッド 8 0 x、8 0 y と、下向きスケール 6 8 6 との相対位置関係は、既知である。

20

【0103】

図 2 4 に示されるように、基板ホルダ 6 2 2 の上面には、合計で 2 つの下向きスケール 6 8 4 (図 2 6 参照) に対応して、2 つのヘッドベース 6 8 8 が固定されている。ヘッドベース 6 8 8 は、基板ホルダ 6 2 2 に基板 P が保持された状態で、基板 P の + Y 側、- Y 側それぞれに基板 P の中央部を挟んで配置されている。ヘッドベース 6 8 8 の上面には、2 つの上向き X ヘッド 8 0 x と、2 つの上向き Y ヘッド 8 0 y とが取り付けられている。

【0104】

上述したように、基板ホルダ 6 2 2 と各計測テーブル 6 2 4 (すなわち 2 つの下向きスケール 6 8 6) とは、Y 軸方向の位置が所定範囲内に収まるように位置制御される。具体的には、各計測テーブル 6 2 4 は、基板ホルダ 6 2 2 に取り付けられた各ヘッド 8 0 x、8 0 y からの計測ビームが、下向きスケール 6 8 6 の格子面から外れないように Y 軸方向の位置が制御される。すなわち、基板ホルダ 6 2 2 と各計測テーブル 6 2 4 とは、ヘッドベース 6 8 8 と下向きスケール 6 8 6 との対向状態が常に保たれるように、同方向に概ね同速度で移動する。

30

【0105】

このように、本第 6 の実施形態では、基板ホルダ 6 2 2 が有する 4 つの上向き X ヘッド 8 0 x と、対応する下向きスケール 6 8 6 (可動スケール) とによって、4 つの X リニアエンコーダシステムが構成されるとともに、基板ホルダ 6 2 2 が有する 4 つの上向き Y ヘッド 8 0 y と、対応する下向きスケール 6 8 6 (可動スケール) とによって、4 つの Y リニアエンコーダシステムが構成される。主制御装置 (不図示) は、上記 4 つの X リニアエンコーダシステム、及び 4 つの Y リニアエンコーダの出力に基づいて、合計で 4 つの計測テーブル 6 2 4 に対する、基板ホルダ 6 2 2 の X Y 平面内の位置情報を求める。主制御装置は、基板ホルダ 6 2 2 の各計測テーブル 6 2 4 に対する位置情報 (第 1 情報)、各計測テーブル 6 2 4 の光学定盤 1 8 a に対する位置情報 (第 2 情報)、及び各計測テーブル 6 2 4 における上向きヘッド 8 0 x、8 0 y と下向きスケール 6 8 6 との位置情報 (第 3 情報) に基づいて、基板ホルダ 6 2 2 (基板 P) の位置情報を光学定盤 1 8 a を基準に求める。

40

【0106】

《第 7 の実施形態》

次に第 7 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 2 8 ~ 図 3 1 を用いて説明する。第 7 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 7 2 0、及びその計測系の

50

構成が異なる点を除き、上記第 6 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 6 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 6 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【 0 1 0 7 】

本第 7 の実施形態においても、基板ステージ装置 7 2 0 は、第 1 移動体（ここでは一对の基板ホルダ 7 2 2 ）、及び第 2 移動体（ここでは計測テーブル 6 2 4 ）を含む基板計測系 7 8 0 などを備えている。

【 0 1 0 8 】

上記第 6 の実施形態（図 2 6 など参照）において、基板ホルダ 6 2 2 は、基板 P の外周全体を囲む矩形の枠状に形成されたのに対し、本第 7 の実施形態に係る一对の基板ホルダ 7 2 2 は、互いに物理的に分離されており、一方の基板ホルダ 7 2 2 が基板 P の + X 側の端部近傍を吸着保持するとともに、他方の基板ホルダ 7 2 2 が基板 P の - X 側の端部近傍を吸着保持する点異なる。基板テーブル 6 2 6 の構成、及び機能、並びに基板テーブル 6 2 6 を駆動するための駆動系（X 粗動ステージ 6 2 8 などを含む）に関しては、上記第 6 の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【 0 1 0 9 】

図 2 9 に示されるように、各基板ホルダ 7 2 2 は、基板 P の Y 軸方向に関する中央部を下面から吸着保持する吸着パッド 7 2 6 を有している。なお、- X 側の基板ホルダ 7 2 2 は、上面に計測プレート 7 2 8 が取り付けられていることから、+ X 側の基板ホルダ 7 2 2 に比べて Y 軸方向に関する長さが長く設定されているが、基板 P を保持する機能、及び基板 P の位置制御動作等に関しては、一对の基板ホルダ 7 2 2 で共通しているため、本実施形態では、便宜上一対の基板ホルダ 7 2 2 に共通の符号を付して説明する。計測プレート 7 2 8 には、投影光学系 1 6（図 1 参照）の光学特性（スケーリング、シフト、ローテーション等）に関するキャリブレーションなどに用いられる指標が形成されている。

【 0 1 1 0 】

各基板ホルダ 7 2 2 は、Y 可動子 6 4 0 が有する固定子 7 3 0（それぞれ図 3 0 参照）と、各基板ホルダ 7 2 2 が有する可動子 7 3 2（それぞれ図 2 9 参照）とにより構成される 3 D O F モータによって、対応する Y 可動子 6 4 0 に対して X、Y、及び z 方向に微小駆動される。本実施形態では、3 D O F モータとして、2 つの X リニアモータと 1 つの Y リニアモータとが組み合わされたものが用いられているが、3 D O F モータの構成は、特に限定されず、適宜変更が可能である。本第 7 の実施形態において、各基板ホルダ 7 2 2 は、互いに 3 D O F モータによって独立に駆動されるが、基板 P の動作自体は、上記第 6 の実施形態と同様である。

【 0 1 1 1 】

図 2 8 に戻り、各基板ホルダ 7 2 2 は、Y 軸方向に延びるエアガイド 7 3 4 によって下方から非接触支持されている（- X 側の基板ホルダ 7 2 2 に関しては図 3 1 参照）。エアガイド 7 3 4 の上面の高さ位置は、基板テーブル 6 2 6、及びエアガイド 6 5 2 の上面の高さ位置よりも低く設定されている。エアガイド 7 3 4 の長さは、基板ホルダ 7 2 2 の Y 軸方向の移動可能距離と同等に（あるいは幾分長く）設定されている。エアガイド 7 3 4 も、エアガイド 6 5 2 と同様にステージ本体 6 3 2 に固定されており、該ステージ本体 6 3 2 と一体的に X 軸方向に長ストロークで移動する。なお、エアガイド 7 3 4 は、上記第 6 の実施形態の基板ステージ装置 6 2 0 に適用しても良い。

【 0 1 1 2 】

次に第 7 の実施形態に係る基板計測系 7 8 0 について説明する。本第 7 の実施形態に係る基板計測系 7 8 0 は、基板 P 側のヘッドの配置、計測テーブル 6 2 4 の数及び配置などが異なる点を除き、概念的には、上記第 6 の実施形態に係る基板計測系 6 8 0（図 2 6 参照）と概ね同じである。すなわち、基板計測系 7 8 0 では、第 1 移動体（ここでは各基板ホルダ 7 2 2）の位置情報を、計測テーブル 6 2 4 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求める。以下、具体的に説明する。

【 0 1 1 3 】

10

20

30

40

50

基板計測系 780 が有する計測テーブル 624 の構成は、配置を除き上記第 6 の実施形態と同じである。上記第 6 の実施形態では、図 23 に示されるように、計測テーブル 624 は、投影光学系 16 の + Y 側、及び - Y 側に配置されたのに対し、本第 7 の実施形態に係る計測テーブル 624 は、図 28 に示されるように、Y 軸方向に関する位置が投影光学系 16 と重複しており、一方の計測テーブル 624 (図 28 参照) が投影光学系 16 の + X 側、他方の計測テーブル 624 (図 28 では不図示) が投影光学系 16 の - X 側に配置されている (図 31 参照)。本第 7 の実施形態においても、上記第 6 の実施形態と同様に、計測テーブル 624 は、Y リニアアクチュエータ 682 によって Y 軸方向に所定のストロークで駆動される。また、各計測テーブル 624 の X Y 平面内の位置情報は、計測テーブル 624 に取り付けられた上向きヘッド 80x、80y (図 31 参照) と、光学定盤 18a の下面に固定された対応する下向きスケール 684 とによって構成されるエンコーダシステムを用いて不図示の主制御装置によりそれぞれ独立に求められる。

10

【0114】

2つの計測テーブル 624 の下面には、それぞれ下向きスケール 782 が固定されている (図 31 参照)。すなわち、上記第 6 の実施形態 (図 27 参照) では、2つの計測テーブル 624 によって1つの下向きスケール 686 が吊り下げ支持されていたのに対し、本第 7 の実施形態では、1つの計測テーブル 624 に1つの下向きスケール 782 が吊り下げ支持されている。下向きスケール 782 は、各基板ホルダ 722 の X 軸方向に関する計測範囲が Y 軸方向に関する計測範囲よりも広く (長く) なるように、その下面に 2次元回折格子を有している。計測テーブル 624 に固定された各上向きヘッド 80x、80y と、下向きスケール 782 との相対位置関係は、既知である。

20

【0115】

また、各基板ホルダ 722 には、ヘッドベース 784 が固定されている。各ヘッドベース 784 の上面には、2つの上向き X ヘッド 80x と、2つの上向き Y ヘッド 80y (それぞれ図 29 参照) とが、対応する下向きスケール 782 に対向するように取り付けられている (図 31 参照)。本第 7 の実施形態における基板 P の位置制御時における基板 P の位置計測動作に関しては、上記第 6 の実施形態と概ね同じであるので、説明を省略する。

【0116】

《第 8 の実施形態》

次に第 8 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 32 ~ 図 35 を用いて説明する。第 8 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 820、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 6 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 6 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 6 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

30

【0117】

本第 8 の実施形態の基板ステージ装置 820 は、第 1 移動体 (ここでは基板ホルダ 822)、第 2 移動体 (ここでは X 粗動ステージ 628)、及び基板計測系 880などを備えている。

【0118】

本第 8 の実施形態において、基板 P を保持する基板ホルダ 822 は、上記第 6 の実施形態 (図 26 など参照) と同様に、基板 P の外周全体を囲む矩形の枠状に形成されている。基板ホルダ 822、基板テーブル 626 を駆動するための駆動系に関しては、上記第 6 の実施形態と同じであるので、説明を省略する。なお、本第 8 の実施形態の基板ステージ装置 820 は、上記第 7 の実施形態 (図 30 参照) と同様に、基板ホルダ 822 を下方から非接触支持するエアガイド 734 を有している。

40

【0119】

次に基板計測系 880 について説明する。上記第 6 の実施形態 (図 23、図 26 など参照) において、基板ホルダ 622 の位置情報は、計測テーブル 624 を介して光学定盤 18a を基準に求められたのに対し、本第 8 の実施形態において、基板ホルダ 822 の位置情報は、基板テーブル 626 を X 軸方向へ駆動するための X 粗動ステージ 628 を介して光

50

学定盤 18a を基準に求められる。この点に関しては、基板計測系 880 は、上記第 2 の実施形態に係る基板計測系 250 (図 8 など参照) と、概念的には共通している。なお、本第 8 の実施形態における X 粗動ステージ 628 は、一对のベースフレーム 634 に対応して配置された X 軸方向に延びる一对の平板状 (帯状) の部材から成る (図 34 参照) が、機能的に同じであることから、便宜上第 6 の実施形態の X 粗動ステージ 628 と同じ符号を付して説明する。

【0120】

図 34 に示されるように、X 粗動ステージ 628 に固定された一对の Y 固定子 638 それぞれの上面には、上記第 2 の実施形態 (図 9 参照) と同様に、上向きスケール 882 が固定されている。上向きスケール 882 の構成及び機能は、上記第 2 の実施形態の上向きスケール 252 (図 9 参照) と同じであるので、ここでは説明を省略する。

10

【0121】

図 33 に示されるように、基板ホルダ 822 の + X 側、及び - X 側の端部近傍には、それぞれ Y 軸方向に離間した一对のヘッドベース 884 が固定されている。合計で 4 つのヘッドベース 884 のそれぞれには、上向きスケール 882 (図 34 参照) に対向するように、下向き X ヘッド 74x、下向き Y ヘッド 74y、及び下向き Z ヘッド 74z が、それぞれ 1 つ取り付けられている (図 33 参照)。X ヘッド 74x、Y ヘッド 74y の構成、及び機能は、上記第 1 の実施形態の X ヘッド 74x、Y ヘッド 74y (それぞれ図 3 など参照) と同じであるので、ここでは説明を省略する。本第 8 の実施形態では、合計で 4 つの下向き X ヘッド 74x と、対応する上向きスケール 882 とによって、4 つの X リニアエンコーダシステム (図 35 参照) が構成されるとともに、合計で 4 つの下向き Y ヘッド 74y と、対応する上向きスケール 882 とによって、4 つの Y リニアエンコーダシステム (図 35 参照) が構成されている。主制御装置 (不図示) は、上記 4 つの X リニアエンコーダシステム、及び 4 つの Y リニアエンコーダシステムの出力を適宜用いて、基板ホルダ 822 の X 軸方向、Y 軸方向、及び z 方向の位置情報 (第 1 情報) を X 粗動ステージ 628 を基準に求める。

20

【0122】

下向き Z ヘッド 74z の構成は、特に限定されないが、公知のレーザ変位センサなどを用いることが可能である。Z ヘッド 74z は、対応する上向きスケール 882 の格子面 (反射面) を用いて (図 35 参照)、ヘッドベース 884 の Z 軸方向の変位量を計測する。主制御装置 (不図示) は、合計で 4 つの Z ヘッド 74z の出力に基づいて、基板ホルダ 822 (すなわち基板 P) の X 粗動ステージ 628 に対する Z チルト方向の変位量情報を求める。

30

【0123】

図 34 に戻り、Y 固定子 638 の + Y 側、及び - Y 側の端部近傍には、それぞれ X 軸方向に離間した一对のヘッドベース 886 が固定されている。合計で 8 つのヘッドベース 886 のそれぞれには、上向き X ヘッド 80x、上向き Y ヘッド 80y、及び上向き Z ヘッド 80z が、それぞれ 1 つ取り付けられている。X ヘッド 80x、Y ヘッド 80y の構成、及び機能は、上記第 1 の実施形態の X ヘッド 80x、Y ヘッド 80y (それぞれ図 3 など参照) と同じであるので、ここでは説明を省略する。各ヘッド 80x、80y、80z と上述した上向きスケール 882 との相対位置関係に関する情報 (第 3 情報) は、既知である。

40

【0124】

光学定盤 18a (図 32 参照) の下面には、上述した一对のヘッドベース 884 に対応して、1 つの下向きスケール 888 が固定されている。すなわち、図 35 に示されるように、光学定盤 18a の下面には、合計で 4 つの下向きスケール 888 が固定されている。下向きスケール 888 の構成及び機能は、上記第 2 の実施形態の下向きスケール 254 (図 8 参照) と同じであるので、ここでは説明を省略する。本第 8 の実施形態では、合計で 8 つの上向き X ヘッド 80x と、対応する下向きスケール 888 とによって、8 つの X リニアエンコーダシステム (図 35 参照) が構成されるとともに、合計で 8 つの上向き Y ヘッ

50

ド 8 0 y と、対応する下向きスケール 8 8 8 とによって、8 つの Y リニアエンコーダシステム（図 3 5 参照）が構成されている。主制御装置（不図示）は、上記 8 つの X リニアエンコーダシステム、及び 8 つの Y リニアエンコーダシステムの出力を適宜用いて、X 粗動ステージ 6 2 8 の X 軸方向、Y 軸方向、及び z 方向の位置情報（第 2 情報）を光学定盤 1 8 a を基準に求める。

【 0 1 2 5 】

上向き Z ヘッド 8 0 z としては、上述した下向き Z ヘッド 7 4 z と同様の変位センサが用いられる。主制御装置（不図示）は、合計で 8 つの Z ヘッド 7 4 z の出力に基づいて、X 粗動ステージ 6 2 8 の光学定盤 1 8 a に対する Z チルト方向の変位量情報を求める。

【 0 1 2 6 】

本第 8 の実施形態では、基板 P（基板ホルダ 8 2 2）の位置情報が、X 粗動ステージ 6 2 8 を介して光学定盤 1 8 a を基準に（上記第 1 ～ 第 3 情報に基づいて）求められるのに加え、基板 P（基板ホルダ 8 2 2）の Z チルト方向の位置情報も、X 粗動ステージ 6 2 8 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求められる。

【 0 1 2 7 】

《第 9 の実施形態》

次に第 9 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 3 6 ～ 図 3 8 を用いて説明する。第 9 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 9 2 0（図 3 8 参照）、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 8 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 8 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 8 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【 0 1 2 8 】

図 3 8 に示されるように、本第 9 の実施形態に係る基板ステージ装置 9 2 0 は、上記第 7 の実施形態（図 2 9 参照）と同様に、物理的に分離して配置された一対の基板ホルダ 9 2 2 を備えている。一方の基板ホルダ 9 2 2 が基板 P の + X 側の端部近傍を保持するとともに、他方の基板ホルダ 9 2 2 が基板 P の - X 側の端部近傍を保持する点、及び一対の基板ホルダ 9 2 2 が 3 D O F モータによって X 粗動ステージ 6 2 8 に対して独立に駆動される点も上記第 7 の実施形態と同様である。

【 0 1 2 9 】

本第 9 の実施形態に係る基板計測系 9 8 0（図 3 8 参照）の構成、及び動作は、一対の基板ホルダ 9 2 2 それぞれの位置情報が独立に求められる点を除き、上記第 8 の実施形態と同じである。すなわち、図 3 6 に示されるように、各基板ホルダ 9 2 2 には、Y 軸方向に離間した一対のヘッドベース 8 8 4 が固定されている。ヘッドベース 8 8 4 には、Y 固定子 6 3 8 の上面に固定された上向きスケール 8 8 2（それぞれ図 3 7 参照）に対向するように（図 3 8 参照）、下向きヘッド 7 4 x、7 4 y、7 4 z が取り付けられている。X 粗動ステージ 6 2 8 の光学定盤 1 8 a（図 2 8 など参照）を基準とする位置計測系の構成、及び動作は、上記第 7 の実施形態と同じであるので説明を省略する。

【 0 1 3 0 】

《第 1 0 の実施形態》

次に第 1 0 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 3 9 ～ 図 4 3 を用いて説明する。第 1 0 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 1 0 2 0（図 4 1 など参照）、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 9 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 9 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 9 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【 0 1 3 1 】

上記第 9 の実施形態（図 3 8 参照）において、基板 P は、X 軸方向に関する両端部近傍が、それぞれ基板ホルダ 9 2 2 に保持されたのに対し、図 3 9 に示されるように、本第 1 0 の実施形態において、基板 P は、X 軸方向に関する一方側（本実施形態では - X 側）の端部近傍のみが基板ホルダ 9 2 2 に吸着保持される点異なる。基板ホルダ 9 2 2 に関しては、上記第 9 の実施形態と同じであるので、ここでは説明を省略する。また、本第 1 0 の

10

20

30

40

50

実施形態に係る基板計測系 1080 (図 41 参照) の構成、及び動作に関しても、上記第 9 の実施形態と同じであるので、ここでは説明を省略する。

【0132】

本第 10 の実施形態では、基板 P の + X 側の端部近傍を保持する部材 (上記第 9 の実施形態における + X 側の基板ホルダ 922 に相当する部材) がいないため、図 40 に示されるように、Y 固定子 638 は、基板テーブル 626 の - X 側にのみ配置されている。このため基板ステージ装置 1020 では、上記第 9 の実施形態に係る基板ステージ装置 920 (図 38 参照) の比べてベースフレーム 1024 が短く、全体的にコンパクトである。なお、Y 固定子 638 とエアガイド 734 とを連結する連結部材 1022 は、本実施形態では、X 軸方向にも剛性を有しており、Y 固定子 638 は、基板テーブル 626 の押圧、又は牽引 (押し引き) が可能となっている。また、基板 P の + X 側の端部近傍を保持する部材がないため、基板 P の交換動作を容易に行うことが可能である。なお、図 42 及び図 43 に示されるように、重量キャンセル装置 42 を支持する X ガイド 648 は、下架台部 18c 上に固定されているが、これに限られず、装置本体 18 と物理的に分離した状態で床 F 上に設置しても良い。

10

【0133】

《第 11 の実施形態》

次に第 11 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 44 ~ 図 47 を用いて説明する。第 11 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 1120、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 10 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 10 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 10 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

20

【0134】

本第 11 の実施形態に係る基板ステージ装置 1120 において、基板 P は、上記第 10 の実施形態 (図 41 など参照) と同様に、X 軸方向に関する一方側 (本実施形態では - X 側) の端部近傍のみが基板ホルダ 1122 に保持される (図 47 参照)。

【0135】

基板ホルダ 1122 は、図 45 に示されるように、幅方向 (X 軸方向) の寸法が、上記第 10 の実施形態に係る基板ホルダ 922 (図 39 参照) に比べて幾分長く設定されている。基板ホルダ 1122 は、図 44 に示されるように、エアガイド 1124 に下方から非接触支持されている。エアガイド 1124 の構成、及び機能は、上記第 7 ~ 第 10 の各実施形態に係るエアガイド 734 (図 30 など参照) と概ね同じであるが、基板ホルダ 1122 に対応して、X 軸方向の寸法が幾分長く設定されている点異なる。

30

【0136】

次に基板計測系 1180 について説明する。基板計測系 1180 は、図 44 に示されるように、基板ホルダ 1122 の位置情報を X 粗動ステージ 628 を介して光学定盤 18a を基準に求めるという点では、上記第 10 の実施形態 (図 41 参照) と同様であるが、上向きスケール 882、及び下向きヘッド 74x、74y (図 45 参照) の配置が異なる。

【0137】

上向きスケール 882 は、図 44 に示されるように、基板ホルダ 1122 を浮上支持するエアガイド 1124 に固定されている。エアガイド 1124 の上面 (ガイド面) の高さ位置と上向きスケール 882 の格子面 (被計測面) の高さ位置とは、ほぼ同じに設定されている。エアガイド 1124 は、ステージ本体 632 に固定されていることから、上向きスケール 882 は、基板 P に対して X Y 平面内の位置が所定範囲内に収まるように移動する。基板ホルダ 1122 には、下方に開口した凹部が形成されており、該凹部内に各下向きヘッド 74x、74y、74z (それぞれ図 45 参照) がそれぞれ一対、上向きスケール 882 に対向するように取り付けられている。基板ホルダ 1122 の位置計測動作に関しては、上記第 10 の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

40

【0138】

また、上記第 10 の実施形態では、Y 固定子 638 にヘッドベース 886 (それぞれ図 4

50

1 など参照) が固定されていたのに対し、本第 1 1 の実施形態では、図 4 6 に示されるように、エアガイド 1 1 2 4 にヘッドベース 8 8 6 が固定されている。ヘッドベース 8 8 6 は、エアガイド 1 1 2 4 の長手方向の両端部近傍にそれぞれ一対配置されている。光学定盤 1 8 a (図 4 4 参照) に固定された下向きスケール 8 8 8 を用いた X 粗動ステージ 6 2 8 の位置計測動作に関しては、上記第 1 0 の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【 0 1 3 9 】

本第 1 1 の実施形態では、基板ホルダ 1 1 2 2 の位置情報は、エアガイド 1 1 2 4 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求められる。エアガイド 1 1 2 4 は、ステージ本体 6 3 2 に固定されているので、外乱の影響を受け難く、露光精度を向上することができる。また、上記第 1 0 の実施形態などと比較し、上向きスケール 8 8 2、及び下向きスケール 8 8 8 の位置が投影光学系 1 6 の中心位置に接近するので、誤差が小さくなり、露光精度を向上することができる。

【 0 1 4 0 】

《第 1 2 の実施形態》

次に第 1 2 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 4 8 ~ 図 5 4 を用いて説明する。第 1 2 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 1 2 2 0、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 7 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 7 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 7 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【 0 1 4 1 】

図 3 1 などに示されるように、上記第 7 の実施形態において、基板 P は、Y 軸方向に長ストロークで移動する一対の基板ホルダ 7 2 2 によって X 軸方向に関する両端部近傍が保持されたのに対し、本第 1 2 の実施形態において、基板 P は、図 5 3 に示されるように、X 軸方向に長ストロークで移動する一対の基板ホルダ 1 2 2 2 によって、Y 軸方向に関する両端部近傍が保持される点異なる。基板ステージ装置 1 2 2 0 では、スキャン露光動作時において、一対の基板ホルダ 1 2 2 2 のみが投影光学系 1 6 (図 4 8 参照) に対して X 軸方向に駆動されることによって、基板 P に対する走査露光動作が行われる。また、露光領域間移動時には、一対の基板ホルダ 1 2 2 2 と基板テーブル 6 2 6 を含む系とが一体的に Y 軸方向に移動する。すなわち、基板ステージ装置 1 2 2 0 は、上記第 7 の実施形態に係る基板ステージ装置 7 2 0 (図 3 1 など参照) を投影光学系 1 6 に対して Z 軸回りに 9 0 ° 回転させたような構造になっている。以下、基板ステージ装置 1 2 2 0 の構成について説明する。

【 0 1 4 2 】

図 5 0 に示されるように、下架台部 1 8 c 上には、Y 軸方向に伸びる定盤 1 2 2 4 が X 軸方向に所定間隔で 3 つ固定されている。中央の定盤 1 2 2 4 上には、リニアガイド装置 1 2 2 6 を介して重量キャンセル装置 4 2 が載置されている。また、+ X 側、及び - X 側の定盤 1 2 2 4 上には、リニアガイド装置 1 2 2 6 を介して Z アクチュエータ 1 2 2 8 が載置されている。重量キャンセル装置 4 2 がステージ本体 6 3 2 を介して基板テーブル 6 2 6 (それぞれ図 4 8 参照) を下方から支持する点は、上記第 6 の実施形態 (図 2 3 など参照) などと同様である。

【 0 1 4 3 】

図 5 1 に示されるように、Y 粗動ステージ 1 2 3 0 は、Y 軸方向に伸びる一対のベースフレーム 1 2 3 2 上に載置されており、不図示の Y リニアアクチュエータによって Y 軸方向に長ストロークで駆動される。上述した重量キャンセル装置 4 2、及び 2 つの Z アクチュエータ 1 2 2 8 (それぞれ図 5 0 参照) は、それぞれ Y 粗動ステージ 1 2 3 0 に対して連結部材 4 6 により連結されており (図 4 8 参照)、Y 粗動ステージ 1 2 3 0 と一体的に Y 軸方向に移動する。ステージ本体 6 3 2 も、Y 粗動ステージ 1 2 3 0 に対して連結部材 4 6 により連結されており (図 4 8 参照)、Y 粗動ステージ 1 2 3 0 と一体的に Y 軸方向に移動する。Y 粗動ステージ 1 2 3 0 の Y 軸方向の両端部近傍には、X 軸方向に伸びる固定子 1 2 3 4 が取り付けられている。

10

20

30

40

50

【 0 1 4 4 】

図 5 2 に示されるように、基板テーブル 6 2 6 の + Y 側、及び - Y 側には、それぞれ一对の基板ホルダ 1 2 2 2 (図 5 3 参照) に対応してエアガイド 1 2 3 6 が配置されている。エアガイド 1 2 3 6 は、支持部材 1 2 3 8 (図 4 8 参照) を介してステージ本体 6 3 2 に固定されている。エアガイド 1 2 3 6 の上面の Z 位置は、基板テーブル 6 2 6 の上面の Z 位置よりも低い位置に設定されている。

【 0 1 4 5 】

基板テーブル 6 2 6 の + X 側、及び - X 側には、基板 P を下方から支持するための複数 (本実施形態では、それぞれ 4 つ) のエアガイド 1 2 4 0 が配置されている。エアガイド 1 2 4 0 の上面の Z 位置は、基板テーブル 6 2 6 の上面の Z 位置と概ね同じに設定されている。エアガイド 1 2 4 0 は、スキャン露光動作時など、基板 P が基板テーブル 6 2 6 に対して X 軸方向に相対移動する際、基板テーブル 6 2 6 と協働して基板 P を下方から支持する (図 5 4 参照) 。

10

【 0 1 4 6 】

4 つのエアガイド 1 2 4 0 の + Y 側、及び - Y 側には、それぞれ一对の基板ホルダ 1 2 2 2 に対応してエアガイド 1 2 4 2 が配置されている。エアガイド 1 2 4 2 は、上述したエアガイド 1 2 3 6 と同様の部材であり、その上面の Z 位置は、エアガイド 1 2 3 6 と概ね同じに設定されている。エアガイド 1 2 4 2 は、エアガイド 1 2 3 6 と協働して基板ホルダ 1 2 2 2 が基板テーブル 6 2 6 に対して X 軸方向に相対移動する際、基板ホルダ 1 2 2 2 を下方から支持する (図 5 4 参照) 。

エアガイド 1 2 4 0、1 2 4 2 は、共通のベース部材を介して上述した Z アクチュエータ 1 2 2 8 (図 5 0 参照) 上に載置されている。Z アクチュエータ 1 2 2 8 と重量キャンセル装置 4 2 (図 5 0 参照) とが一体的に Y 軸方向に移動することから、エアガイド 1 2 4 0、1 2 4 2、1 2 3 6、及び基板テーブル 6 2 6 は、一体的に Y 軸方向へ移動する。

20

【 0 1 4 7 】

図 4 9 に示されるように、一对の基板ホルダ 1 2 2 2 は、基板 P の中央部 (重心位置) を挟んで配置されており、吸着パッド 1 2 4 4 を用いて基板 P の下面を吸着保持している。また、各基板ホルダ 1 2 2 2 には、上述した固定子 1 2 3 4 (図 5 1 参照) と協働して 2 D O F モータを構成する可動子 1 2 4 6 が取り付けられている。不図示の主制御装置は、各基板ホルダ 1 2 2 2 を、対応する 2 D O F モータを介して、基板テーブル 6 2 6 (図 5 2 参照) に対して X 軸方向に長ストロークで駆動するとともに、基板テーブル 6 2 6、Y 粗動ステージ 1 2 3 0 (図 5 1 参照) などと Y 軸方向の位置関係が所定範囲内に収まるように基板ホルダ 1 2 2 2 に Y 軸方向の推力を付与する。

30

【 0 1 4 8 】

上述したように、基板ステージ装置 1 2 2 0 では、図 5 4 に示されるように、スキャン露光動作時には、一对の基板ホルダ 1 2 2 2 がエアガイド 1 2 3 6、1 2 4 2 上で 2 D O F モータによって X 軸方向に駆動されることによって、基板 P に対する走査露光動作が行われる。また、露光領域間移動時には、一对の基板ホルダ 1 2 2 2 と基板テーブル 6 2 6 を含む系 (基板テーブル 6 2 6、Y 粗動ステージ 1 2 3 0、固定子 1 2 3 4、エアガイド 1 2 3 6、1 2 4 0、1 2 4 2 など) とが一体的に Y 軸方向に移動する。

40

【 0 1 4 9 】

次に本第 1 2 の実施形態に係る基板計測系 1 2 8 0 (図 5 3 参照) について説明する。基板計測系 1 2 8 0 は、概念的には第 1 の実施形態に係る基板計測系 7 0 (図 4 参照) に類似している。すなわち、基板 P を保持する部材 (本実施形態では一对の基板ホルダ 1 2 2 2 それぞれ) にヘッドベース 1 2 8 2 を介して下向きヘッド 7 4 x、7 4 y (それぞれ図 4 9 参照) が一对取り付けられ、該下向きヘッド 7 4 x、7 4 y は、固定子 1 2 3 4 の上面に取り付けられた対応する上向きスケール 1 2 8 4 に対向している。不図示の主制御装置は、2 つの X リニアエンコーダシステム、及び 2 つの Y リニアエンコーダシステムの出力を適宜用いて、各基板ホルダ 1 2 2 2 の Y 粗動ステージ 1 2 3 0 に対する X 軸方向、Y 軸方向、及び z 方向の位置情報 (第 1 情報) を独立に求める。

50

【 0 1 5 0 】

また、図 5 1 に示されるように、固定子 1 2 3 4 の長手方向中央部には、ヘッドベース 1 2 8 6 が固定されている。ヘッドベース 1 2 8 6 には、上向きヘッド 8 0 x、8 0 y が一対取り付けられ、該上向きヘッド 8 0 x、8 0 y は、光学定盤 1 8 a (図 4 8 参照) の下面に固定された対応する下向きスケール 1 2 8 8 と X リニアエンコーダシステム、Y リニアエンコーダシステムを構成している。上向きスケール 1 2 8 4 と各上向きヘッド 8 0 x、8 0 y の位置関係 (第 3 情報) は既知である。不図示の主制御装置は、4 つの X リニアエンコーダシステム、及び 4 つの Y リニアエンコーダシステムの出力を適宜用いて、Y 粗動ステージ 1 2 3 0 の水平面内の位置情報 (第 2 情報) を求める。

【 0 1 5 1 】

《 第 1 3 の実施形態 》

次に第 1 3 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 5 5 ~ 図 5 8 を用いて説明する。第 1 3 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 1 3 2 0、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 1 2 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 1 2 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 1 2 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【 0 1 5 2 】

上記第 1 2 の実施形態に係る基板ステージ装置 1 2 2 0 (図 5 3 など参照) と同様に、基板ステージ装置 1 3 2 0 において、基板 P は、図 5 8 に示されるように、Y 軸方向の両端部近傍が一対の基板ホルダ 1 3 2 2 に保持される。一対の基板ホルダ 1 3 2 2 が 2 D O F モータによって X 軸方向に長ストロークで駆動されるとともに、Y 軸及び z 方向に微小駆動される点は上記第 1 2 の実施形態と同様である。ここで、上記第 1 2 の実施形態において、基板ホルダ 1 2 2 2 (図 5 3 など参照) は、X 軸方向の位置に応じて、互いに分離して配置されたエアガイド 1 2 3 6、及び一対のエアガイド 1 2 4 2 (それぞれ図 5 3 など参照) の何れかによって下方から支持されたのに対し、本第 1 3 の実施形態における基板ホルダ 1 3 2 2 は、X 軸方向に関する移動可能領域の全範囲をカバー可能な長さに設定された単一のエアガイド 1 3 2 4 によって下方から支持されている。エアガイド 1 3 2 4 は、図 5 5 に示されるように、ステージ本体 6 3 2 に接続されており、基板テーブル 6 2 6 と一体的に Y 軸方向に移動可能となっている。

【 0 1 5 3 】

次に第 1 3 の実施形態に係る基板計測系 1 3 8 0 の構成、及び動作について説明する。基板計測系 1 3 8 0 は、概念的には、上記第 1 1 の実施形態に係る基板計測系 1 1 8 0 (図 4 4 など参照) を Z 軸回りに 9 0 ° 回転させたような構造になっている。すなわち、本第 1 3 の実施形態において、エアガイド 1 3 2 4 の上面には、図 5 7 に示されるように、上向きスケール 1 3 8 2 が固定されている。上記第 1 1 の実施形態では、上向きスケール 8 8 2 (図 4 6 など参照) は、X 軸方向よりも Y 軸方向に関する位置情報の計測範囲が広がるように (Y 軸方向が長手方向となるように) 配置されたのに対し、本実施形態の上向きスケール 1 3 8 2 は、Y 軸方向よりも X 軸方向に関する位置情報の計測範囲が広がるように (X 軸方向が長手方向となるように) 配置されている。

【 0 1 5 4 】

基板ホルダ 1 3 2 2 は、図 5 5 に示されるように、上記第 1 1 の実施形態に係る基板ホルダ 1 1 2 2 (図 4 4 など参照) と同様に、下方に開口した凹部が形成されており、該凹部内に下向きヘッド 7 4 x、7 4 y、7 4 z (それぞれ図 5 6 参照) がそれぞれ一対、上向きスケール 1 3 8 2 に対向するように取り付けられている (図 5 8 参照)。

【 0 1 5 5 】

図 5 7 に示されるように、エアガイド 1 3 2 4 の長手方向両端部近傍には、それぞれヘッドベース 1 3 8 4 が固定されており、各ヘッドベース 1 3 8 4 には、上向きヘッド 8 0 x、8 0 y、8 0 z がそれぞれ 2 つ、光学定盤 1 8 a (図 5 5 参照) の下面に固定された対応する下向きスケール 1 3 8 6 に対向するように取り付けられている。本第 1 3 の実施形態に係る基板計測系 1 3 8 0 も、上記第 1 2 の実施形態の基板計測系 1 2 8 0 (図 5 3 な

10

20

30

40

50

ど参照)と同様に、基板P(一对の基板ホルダ1322)の位置情報が、Y粗動ステージ1230を介して光学定盤18aを基準に求められる。

【0156】

《第14の実施形態》

次に第14の実施形態に係る液晶露光装置について、図59を用いて説明する。第14の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置1420、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第13の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第13の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第13の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【0157】

上記第13の実施形態(図58参照)において、基板Pは、Y軸方向に関する両端部近傍が、それぞれ基板ホルダ1322に保持されたのに対し、図59に示されるように、本第14の実施形態において、基板Pは、Y軸方向に関する一方側(本実施形態では+Y側)の端部近傍のみが基板ホルダ1422に吸着保持される点異なる。基板ホルダ1422に関しては、固定子1424に対して3DOFモータにより駆動される点を除き、上記第12の実施形態と同じであるので、ここでは説明を省略する。固定子1424とエアガイド1324とを連結する連結部材1426は、Y軸方向にも剛性を有しており、固定子1424は、基板テーブル626の押圧、又は牽引(押し引き)が可能となっている。本第14の実施形態に係る基板計測系1480の構成、及び動作に関しては、上記第13の実施形態と同じであるので、ここでは説明を省略する。

【0158】

《第15の実施形態》

次に第15の実施形態に係る液晶露光装置について、図60~図63を用いて説明する。第15の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置1520の構成が異なる点を除き、上記第1又は第6の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第1又は第6の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第1又は第6の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

【0159】

図60に示されるように、基板ステージ装置1520は、第1移動体(ここでは基板ホルダ1522)と第2移動体(ここではY粗動ステージ24)とを備えている。

【0160】

図62に示されるように、基板ホルダ1522は、上記第6の実施形態(図26など参照)の基板ホルダ622と同様に、平面視矩形の枠状(額縁状)に形成され、基板Pは、基板ホルダ1522の開口内に配置される。基板ホルダ1522は、4つの吸着パッド1524を有しており、基板Pの4辺それぞれの中央部近傍を下方から吸着保持する。

【0161】

基板Pのうち、中央部を含む露光領域は、図60に示されるように、基板テーブル626によって下方から非接触支持される。基板テーブル626は、上記第6の実施形態(図26など参照)と同様に、基板Pの平面矯正を非接触状態で行う。また、図60などでは不図示であるが、基板テーブル626の下面には、上記第6の実施形態と同様に、ステージ本体632(図23参照)が固定されている。不図示のステージ本体632は、図63に示されるように、複数の連結部材1526を介して、Zチルト方向の相対移動が許容された状態でX粗動ステージ26に連結されている、従って、基板テーブル626は、X粗動ステージ26と一体的にX軸、及びY軸方向に長ストロークで移動する。X粗動ステージ26、Y粗動ステージ24などの構成及び動作は、上記第1の実施形態(図4など参照)と概ね同じであるので、説明を省略する。

【0162】

また、図63に示されるように、ステージ本体632(図63では不図示。図23参照)からは、±Y方向、及び±X方向の合計4方向にテーブル部材1528が突き出している。図60に示されるように、基板ホルダ1522は、4つのテーブル部材1528上に不

10

20

30

40

50

図示のエアベアリングを介して非接触状態で載置されている。また、基板ホルダ 1 5 2 2 は、基板ホルダ 1 5 2 2 に取り付けられた複数の可動子 1 5 3 0 (図 6 2 参照) とステージ本体 6 3 2 に取り付けられた複数の固定子 1 5 3 2 (図 6 3 参照) とによって構成される複数のリニアモータによって基板テーブル 6 2 6 に対して X 軸、Y 軸、及び z 方向に微小ストロークで駆動される。

【 0 1 6 3 】

上記第 6 の実施形態の基板ホルダ 6 2 2 は、基板テーブル 6 2 6 から分離して Y 軸方向に長ストロークで相対移動可能であった (図 2 7 参照) のに対し、本第 1 5 の実施形態において、不図示の主制御装置は、図 6 1 に示されるように、X 軸、及び Y 軸方向に関して、基板ホルダ 1 5 2 2 と基板テーブル 6 2 6 との位置が所定範囲内に収まるように、上記複数のリニアモータを用いて基板ホルダ 1 5 2 2 に推力を付与する。従って、基板 P は、露光領域の全体が常に基板テーブル 6 2 6 により下方から支持される。

10

【 0 1 6 4 】

次に第 1 5 の実施形態に係る基板計測系 1 5 8 0 について説明する。基板計測系 1 5 8 0 は、概念的には、上記第 1 の実施形態に係る基板計測系 7 0 と概ね同じであり、基板ホルダ 1 5 2 2 の水平面内の位置情報を、Y 粗動ステージ 2 4 を介して光学定盤 1 8 a (図 1 など参照) を基準に求める。

【 0 1 6 5 】

すなわち、基板ホルダ 1 5 2 2 には、図 6 2 に示されるように、一对のヘッドベース 8 8 が固定されており、各ヘッドベース 8 8 には、下向き X ヘッド 7 4 x と下向き Y ヘッド 7 4 y とが各 2 つ取り付けられている (図 6 2 参照) 。また、図 6 3 に示されるように、Y 粗動ステージ 2 4 には、アーム部材 8 6 を介して一对のスケールベース 8 4 が取り付けられており、各スケールベース 8 4 の上面には、X 軸方向に延びる (X 軸方向の計測可能範囲が Y 軸方向の計測可能範囲よりも長い) 上向きスケール 7 2 が固定されている。基板ホルダ 1 5 2 2 の Y 粗動ステージ 2 4 に対する位置情報は、上記各ヘッド 7 4 x 、 7 4 y と、これに対応するスケール 7 2 とによって構成されるエンコーダシステムによって求められる。

20

【 0 1 6 6 】

また、Y 粗動ステージ 2 4 に取り付けられた一对のスケールベース 8 4 それぞれには、ヘッドベース 9 6 が固定されており、各ヘッドベース 9 6 には、上向き X ヘッド 8 0 x と上向き Y ヘッド 8 0 y とが各 2 つ取り付けられている (図 6 3 参照) 。光学定盤 1 8 a (図 1 など参照) の下面には、各ヘッドベース 9 6 に対応して、Y 軸方向に延びる (Y 軸方向の計測可能範囲が X 軸方向の計測可能範囲よりも長い) 下向きスケール 7 8 (図 6 0 参照) が固定されている。光学定盤 1 8 a に対する Y 粗動ステージ 2 4 の位置情報は、上記各ヘッド 8 0 x 、 8 0 y と、これに対応するスケール 7 8 とによって構成されるエンコーダシステムによって求められる。

30

【 0 1 6 7 】

《 第 1 6 の実施形態 》

次に第 1 6 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 6 4 を用いて説明する。第 1 6 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 1 6 2 0 、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 6 又は第 1 5 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 6 又は第 1 5 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 6 又は第 1 5 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

40

【 0 1 6 8 】

第 1 6 の実施形態に係る基板ステージ装置 1 6 2 0 が有する基板ホルダ 1 5 2 2 、基板テーブル 6 2 6 などの構成 (駆動系を含む) は、上記第 1 5 の実施形態 (図 6 0 など参照) と概ね同じである。上記第 1 5 の実施形態の基板計測系 1 5 8 0 (図 6 0 など参照) は、基板ホルダ 1 5 2 2 の位置情報を Y 粗動ステージ 2 4 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求めた (すなわち第 1 の実施形態に係る基板計測系 7 0 と同様の構成であった) のに対し、本第 1 6 の実施形態に係る基板計測系 1 6 8 0 は、基板ホルダ 1 5 2 2 の位置情報を、上

50

記第 6 の実施形態と同様に、計測テーブル 6 2 4 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求める点が異なる。

【 0 1 6 9 】

すなわち、第 1 6 の実施形態に係る基板ホルダ 1 5 2 2 には、上記第 6 の実施形態（図 2 4 参照）と同様に、一对のヘッドベース 6 8 8 が固定されるとともに、各ヘッドベース 6 8 8 には、上向き X ヘッド 8 0 x と上向き Y ヘッド 8 0 y とが各 2 つ取り付けられている。また、光学定盤 1 8 a の下面には、基板ホルダ 1 5 2 2 に対する Y 軸方向の位置が所定範囲に収まるように移動可能な計測テーブル 6 2 4 が、一对のヘッドベース 6 8 8 に対応して取り付けられている。基板ホルダ 1 5 2 2 の位置情報は、上記各ヘッド 8 0 x、8 0 y と、対応する計測テーブル 6 2 4 の下面に固定された、X 軸方向に伸びる下向きスケール 6 8 6 とにより構成されるリニアエンコーダシステムによって求められる。また、計測テーブル 6 2 4 の位置情報は、計測テーブル 6 2 4 に取り付けられた上向き X ヘッド 8 0 x、上向き Y ヘッド 8 0 y と、光学定盤 1 8 a の下面に固定された、Y 軸方向に伸びる下向きスケール 6 8 4 とにより構成されるリニアエンコーダシステムによって求められる。

10

【 0 1 7 0 】

《第 1 7 の実施形態》

次に第 1 7 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 6 5 を用いて説明する。第 1 7 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 1 7 2 0、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 1 5 又は第 1 6 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 1 5 又は第 1 6 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 1 5 又は第 1 6 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

20

【 0 1 7 1 】

第 1 7 の実施形態に係る基板ステージ装置 1 7 2 0 が有する基板ホルダ 1 5 2 2、基板テーブル 6 2 6 などの構成（駆動系を含む）は、上記第 1 5 の実施形態（図 6 0 など参照）と概ね同じである。上記第 1 5 の実施形態の基板計測系 1 5 8 0（図 6 0 など参照）は、基板ホルダ 1 5 2 2 の位置情報を Y 粗動ステージ 2 4 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求めた（すなわち第 1 の実施形態に係る基板計測系 7 0 と同様の構成であった）のに対し、本第 1 7 の実施形態に係る基板計測系 1 7 8 0 は、基板ホルダ 1 5 2 2 の位置情報を、Y 粗動ステージ 2 4、及び計測テーブル 1 7 8 2 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求める点が異なる。

30

【 0 1 7 2 】

第 1 7 の実施形態に係る基板ステージ装置 1 7 2 0 において、Y 粗動ステージ 2 4 には、上記第 1 5 の実施形態（図 6 3 など参照）と同様に、アーム部材 8 6 を介してスケールベース 1 7 8 4 が固定されている。なお、図 6 5 では不図示であるが、スケールベース 1 7 8 4 は、上記第 1 5 の実施形態と同様に、基板ホルダ 1 5 2 2 の + Y 側、及び - Y 側にそれぞれ 1 つ配置されている。計測テーブル 1 7 8 2 も不図示であるが同様に、スケールベース 1 7 8 4 に対応して、投影光学系 1 6 の + Y 側、及び - Y 側にそれぞれ 1 つ配置されている。

【 0 1 7 3 】

スケールベース 1 7 8 4 の上面には、基板ホルダ 1 5 2 2 の位置計測用に用いられる上向きスケール 1 7 8 6 と、計測テーブル 1 7 8 2 の位置計測用に用いられる上向きスケール 1 7 8 8 とが Y 軸方向に所定間隔で取り付けられている。上向きスケール 1 7 8 6、1 7 8 8 は、Y 軸方向よりも X 軸方向に関する位置情報の計測範囲が広がるように（X 軸方向が長手方向となるように）、その上面に 2 次元回折格子を有している。上向きスケール 1 7 8 6 と、上向きスケール 1 7 8 8 との位置関係は、既知であるものとする。なお、上向きスケール 1 7 8 6、1 7 8 8 に形成される 2 次元回折格子のピッチは同じであっても良いし、異なっても良い。また、スケールベース 1 7 8 4 は、2 つの上向きスケール 1 7 8 6、1 7 8 8 に換えて、基板ホルダ 1 5 2 2 の位置計測用と計測テーブル 1 7 8 2 の位置計測用とを兼用する広幅の 1 つの上向きスケールを有していても良い。

40

50

【 0 1 7 4 】

基板ホルダ 1 5 2 2 には、上記第 1 5 の実施形態（図 6 3 など参照）と同様に、ヘッドベース 8 8 を介して下向きヘッド 7 4 x、7 4 y がそれぞれ 2 つ取り付けられている。基板ホルダ 1 5 2 2 の Y 粗動ステージ 2 4 に対する X Y 平面内の位置情報が、下向きヘッド 7 4 x、7 4 y と、対応する上向きスケール 1 7 8 6 とによって構成されるエンコーダシステムによって求められる点は、上記第 1 5 の実施形態（すなわち第 1 の実施形態）と同様であるので、説明を省略する。

【 0 1 7 5 】

計測テーブル 1 7 8 2 は、上記第 1 6 の実施形態（図 6 4 参照）の計測テーブル 6 2 4 と同様に、Y リニアアクチュエータ 6 8 2 によって Y 軸方向に所定のストロークで駆動される。計測テーブル 1 7 8 2 には、上記第 1 6 の実施形態と同様に、上向きヘッド 8 0 x、8 0 y がそれぞれ 2 つ取り付けられている。計測テーブル 1 7 8 2 の光学定盤 1 8 a に対する X Y 平面内の位置情報が、上向きヘッド 8 0 x、8 0 y と、対応する下向きスケール 9 8 4 とによって構成されるエンコーダシステムによって求められる点は、上記第 1 6 の実施形態（すなわち第 6 の実施形態）と同様であるので、説明を省略する。

10

【 0 1 7 6 】

Y 粗動ステージ 2 4 の X Y 平面内の位置情報は、計測テーブル 1 7 8 2 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求められる。Y 粗動ステージ 2 4 の位置情報を求めるための計測系は、概念的には、基板ホルダ 1 5 2 2 の Y 粗動ステージ 2 4 に対する位置情報を求めるための計測系（エンコーダシステム）と同じである。すなわち、計測テーブル 1 7 8 2 には、下向き X ヘッド 7 4 x と、下向き Y ヘッド 7 4 y とがそれぞれ 2 つ取り付けられており、これら下向きヘッド 7 4 x、7 4 y と、上向きスケール 1 7 8 8 とによって構成されるエンコーダシステムによって、計測テーブル 1 7 8 2 に対する Y 粗動ステージ 2 4 の X Y 平面内の位置情報が求められる。不図示の主制御装置は、上述した光学定盤 1 8 a に対する計測テーブル 1 7 8 2 の位置情報、計測テーブル 1 7 8 2 に対する Y 粗動ステージ 2 4 の位置情報、及び Y 粗動ステージ 2 4 に対する基板ホルダ 1 5 2 2 の位置情報に基づいて、基板ホルダ 1 5 2 2 の位置情報を光学定盤 1 8 a を基準に求める。

20

【 0 1 7 7 】

《 第 1 8 の実施形態 》

次に第 1 8 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 6 6 ~ 図 6 8 用いて説明する。第 1 8 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板ステージ装置 1 8 2 0、及びその計測系の構成が異なる点を除き、上記第 1 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 1 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 1 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

30

【 0 1 7 8 】

上記第 1 の実施形態（図 2 など参照）では、微動ステージ 2 2 の位置情報を求めるための上向きスケール 7 2、及び上向きスケール 7 2 の位置情報を求めるための上向きヘッド 8 0 x、8 0 y が、それぞれ Y 粗動ステージ 2 4 に固定されていたのに対し、本第 1 8 の実施形態では、図 6 7 に示されるように、上向きスケール 7 2、及び上向きヘッド 8 0 x、8 0 y が、自重支持装置 2 8 が備える Y ステップガイド 4 4 に固定されている点が異なる。

40

【 0 1 7 9 】

上向きスケール 7 2 は、スケールベース 8 4 の上面に固定されている。スケールベース 8 4 は、図 6 6 に示されるように、微動ステージ 2 2 の + Y 側、及び - Y 側にそれぞれ 1 つ配置されている。スケールベース 8 4 は、図 6 7 に示されるように、X 軸方向から見て L 字状に形成されたアーム部材 1 8 8 6 を介して Y ステップガイド 4 4 に固定されている。従って、スケールベース 8 4（及び上向きスケール 7 2）は、Y ステップガイド 4 4、及び Y 粗動ステージ 2 4 と一体的に Y 軸方向に所定の長ストロークで移動可能となっている。上述したように、Y ステップガイド 4 4 は、Y 粗動ステージ 2 4 が有する一対の X ビーム 3 6 の間に配置されている（X ビーム 3 6 の Z 位置と Y ステップガイド 4 4 の Z 位置とが一部重複している）ことから、X ビーム 3 6 には、アーム部材 1 8 8 6 を通過させるた

50

め（アーム部材 8 6 と X ビーム 3 6 との接触を防止するため）の貫通穴 4 5 が形成されている。

【 0 1 8 0 】

下向きヘッド 7 4 x、7 4 y、及び上向きスケール 7 2 を含む微動ステージ計測系 7 6（図 6 参照）の構成、及び動作は、上記第 1 の実施形態と同じであるので説明を省略する。また、下向きスケール 7 8、及び上向きヘッド 8 0 x、8 0 y を含む粗動ステージ計測系 8 2（図 6 参照）の構成、及び動作も、上記第 1 の実施形態と同じであるので説明を省略する。ただし、本実施形態において、粗動ステージ計測系 8 2 が計測するのは、実際には、Y ステップガイド 4 4 の位置情報である点が上記第 1 の実施形態と異なる。このように、本実施形態の基板計測系 1 8 7 0 は、微動ステージ 2 2（基板 P）の位置情報を、Y ステップガイド 4 4 を介して光学定盤 1 8 a を基準に求める。

10

【 0 1 8 1 】

本第 1 8 の実施形態によれば、微動ステージ 2 2 を支持する（微動ステージ 2 2 と同じ系に含まれる）Y ステップガイド 4 4 に上向きスケール 7 2 が固定されているので、上記第 1 の実施形態に比べ、粗動ステージ 2 4、2 6 の動作の影響を抑制することができ、微動ステージ 2 2 の位置計測精度をより向上することができる。

【 0 1 8 2 】

《 第 1 9 の実施形態 》

次に第 1 9 の実施形態に係る液晶露光装置について、図 6 9、図 7 0 用いて説明する。第 1 9 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、装置本体 1 9 1 8、及び基板計測系 1 9 7 0（図 7 0 参照）の構成が異なる点を除き、上記第 1 8 の実施形態と概ね同じであるので、以下、相違点についてのみ説明し、上記第 1 8 の実施形態と同じ構成又は機能を有する要素については、上記第 1 8 の実施形態と同じ符号を付して適宜その説明を省略する。

20

【 0 1 8 3 】

上記第 1 8 の実施形態（図 6 6 参照）において、装置本体 1 8 は、光学定盤 1 8 a、中架台部 1 8 b、及び下架台部 1 8 c が一体的に組み立てられた状態で防振装置 1 9 を介して床 F 上に設置されたのに対し、本第 1 9 の実施形態において、装置本体 1 9 1 8 は、図 6 9 に示されるように、投影光学系 1 6 を支持する部分（以下、「第 1 の部分」と称する）と、Y ステップガイド 4 4 を支持する部分（以下、「第 2 の部分」と称する）とが、互いに物理的に分離した状態で床 F 上に設置されている点が異なる。

30

【 0 1 8 4 】

装置本体 1 9 1 8 のうち、投影光学系 1 6 を支持する第 1 の部分は、光学定盤 1 8 a、一対の中架台部 1 8 b、及び一対の第 1 下架台部 1 8 d を備え、正面視で（X 軸方向から見て）門型（逆 U 字型）に形成されている。第 1 の部分は、複数の防振装置 1 9 を介して床 F 上に設置されている。これに対し装置本体 1 9 1 8 のうち、Y ステップガイド 4 4 を支持する第 2 の部分は、第 2 下架台部 1 8 e を備えている。第 2 下架台部 1 8 e は、平板状の部材から成り、一対の第 1 下架台部 1 8 d の間に挿入されている。第 2 下架台部 1 8 e は、上記第 1 の部分を支持する複数の防振装置 1 9 とは別の複数の防振装置 1 9 を介して床 F 上に設置されている。一対の第 1 下架台部 1 8 d と第 2 下架台部 1 8 e との間には、隙間が形成されており、第 1 の部分と第 2 の部分とは、振動的に分離（絶縁）されている。第 2 下架台部 1 8 e 上に機械的なりニアガイド装置 5 2 を介して Y ステップガイド 4 4 が載置されている点は、上記第 1 8 の実施形態と同様である。

40

【 0 1 8 5 】

図 6 9 では、図示が一部省略されているが、一対のベースフレーム 3 0 の構成は、上記第 1 8（第 1）の実施形態と同様である。一対のベースフレーム 3 0 は、第 2 下架台部 1 8 e を含み、装置本体 2 1 8 とは振動的に分離された状態で床 F 上に設置されている。一対のベースフレーム 3 0 上に Y 粗動ステージ 2 4、及び X 粗動ステージ 2 6 が載置されている点、並びに Y ステップガイド 4 4 上に自重支持装置 2 8 を介して微動ステージ 2 2 が載置されている点は、上記第 1 8 の実施形態と同じである。

【 0 1 8 6 】

50

次に第 19 の実施形態に係る基板計測系 1970 の構成、及び動作について説明する。なお、計測系を除く基板ステージ装置 1920 の構成、及び動作は、上記第 18 の実施形態と同じであるので、説明を省略する。

【0187】

図 70 には、第 19 の実施形態に係る基板計測系 1970 の概念図が示されている。基板計測系 1970 のうち、微動ステージ 22（実際には基板ホルダ 32）の XY 平面内の位置情報を求めるための微動ステージ計測系 76（図 6 参照）の構成は、上記第 18（第 1）の実施形態と同じであるので、説明を省略する。本第 19 の実施形態に係る基板計測系 1970 は、基板ホルダ 32 の水平面に対して交差する方向の位置情報を求めるための Z チルト位置計測系 1998 の構成が上記第 18（第 1）の実施形態と異なる。

10

【0188】

Z チルト位置計測系 1998 は、図 70 に示されるように、基板ホルダ 32 の Z チルト方向の位置情報を、微動ステージ計測系 76 と同様に、Y 粗動ステージ 24 を介して光学定盤 18a（図 69 参照）を基準に求める。

【0189】

図 69 に示されるように、基板ホルダ 32 の +Y 側及び -Y 側の側面に固定されたヘッドベース 1988 のそれぞれには、2 つの下向き X ヘッド 74x、及び 2 つの下向き Y ヘッド 74y と併せて、2 つの下向き Z ヘッド 74z が X 軸方向に離間して取り付けられている（図 70 参照）。下向き Z ヘッド 74z としては、上向きスケール 72 に対して計測ビームを照射する公知のレーザ変位計が用いられている。不図示の主制御装置は、合計で 4 つの下向き Z ヘッド 74z（図 9 参照）の出力に基づいて、微動ステージ 22 の Y 粗動ステージ 24 に対する Z チルト方向の変位量情報を求める。

20

【0190】

また、Y ステップガイド 44 の +Y 側及び -Y 側の側面に固定された一対のスケールベース 84 のそれぞれには、上記第 1 の実施形態のヘッドベース 96 と同様に（図 4 参照）、ヘッドベース 1996 が 2 つ固定されている。また、図 70 に示されるように、ヘッドベース 1996 には、2 つの上向き X ヘッド 84x、及び 2 つの上向き Y ヘッド 80y と併せて、1 つの上向き Z ヘッド 80z が取り付けられている。上向き Z ヘッド 80z も下向き Z ヘッド 74z と同様のレーザ変位計が用いられているが、各 Z ヘッド 74z、80z の種類は、異なっても良い。不図示の主制御装置は、合計で 4 つの上向き Z ヘッド 80z（図 70 参照）の出力に基づいて、Y 粗動ステージ 24 の光学定盤 18a（図 69 参照）に対する Z チルト方向の変位量情報を求める。

30

【0191】

以上説明した第 19 の実施形態では、基板 P の Z チルト方向の位置情報を、光学定盤 18a（すなわち投影光学系 16）を基準に求めることが可能であるので、基板 P の XY 平面内の位置情報と併せて、基板 P の Z チルト方向の位置情報を高精度で取得することができる。すなわち、一例として国際公開第 2015/147319 号に開示されるように、重量キャンセル装置 42 を基準に基板 P の Z チルト方向の位置情報を求める場合には、重量キャンセル装置 42 が Y ステップガイド 44 上に載置されていることから、Y ステップガイド 44 の移動時における振動などに起因して、基板 P の位置計測に誤差が発生する可能性がある。これに対し、本実施形態では、仮に Y ステップガイド 44 の移動時に振動などが発生したとしても、Y ステップガイド 44 の位置情報が光学定盤 18a を基準に常時計測されているため、Y ステップガイド 44 を介して基板 P の位置情報を計測しても、該 Y ステップガイド 44 の位置ズレが、基板 P の計測結果に反映されない。従って、基板 P の位置情報を高精度で計測することができる。

40

【0192】

また、装置本体 1980 のうち、Y ステップガイド 44 を支持する第 2 の部分（第 2 下架台部 18e）が、投影光学系 16 を支持する第 1 の部分と振動的に分離しているので、Y ステップガイド 44 が基板 P の Y 軸方向への移動に伴って Y 軸方向へ移動する際、該移動に起因する振動、変形などの投影光学系 16 に対する影響を抑制することができ、これに

50

より露光精度を向上することができる。

【 0 1 9 3 】

なお、上記第 1 の実施形態では、一对のヘッドベース 8 8 が、それぞれ微動ステージ 2 2 (基板ホルダ 3 2) の位置を計測するための 4 つのヘッド (各一对の下向き X ヘッド 7 4 x 及び下向き Y ヘッド 7 4 y) を有し、合計で 8 つの基板ホルダ位置計測用のヘッドが設けられた場合について説明したが、基板ホルダ位置計測用のヘッドの数は、8 つより少なくても良い。以下では、このような実施形態について説明する。

【 0 1 9 4 】

《第 2 0 の実施形態》

次に、第 2 0 の実施形態について図 7 1 ~ 図 7 4 (C) に基づいて説明する。本第 2 0 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板計測系 2 0 7 0 の一部の構成を除き、前述の第 1 の実施形態と同じなので、以下、相違点についてのみ説明し、第 1 の実施形態と同じ構成及び機能を有する要素については、第 1 の実施形態と同じ符号を付してその説明を省略する。

10

【 0 1 9 5 】

図 7 1 には、本第 2 0 の実施形態に係る基板ホルダ 3 2 及び基板計測系 2 0 7 0 の一对のヘッドベース 8 8 が、投影光学系 1 6 とともに平面図にて示されている。図 7 1 では、説明をわかり易くするため、Y 粗動ステージ 2 4 等の図示が省略されている。また、図 7 1 では、ヘッドベース 8 8 が点線で図示されている。

【 0 1 9 6 】

本第 2 0 の実施形態に係る液晶露光装置では、図 7 1 に示されるように、基板ホルダ 3 2 の基板載置領域を挟む + Y 側、及び - Y 側の領域に、それぞれスケールベース 8 4 が配置されている。各スケールベース 8 4 の上面には、エンコーダスケール 2 0 7 2 (以下、単にスケール 2 0 7 2 と称する) が X 軸方向に関して格子領域が互いに離れて配置されるように X 軸方向に所定間隔で、例えば 5 つ配置されている。

20

【 0 1 9 7 】

複数のスケール 2 0 7 2 はそれぞれ、反射型の 2 次元格子が形成される格子領域 (格子部) を有している。なお、スケール 2 0 7 2 の全域に渡って格子を形成しても良いが、スケール 2 0 7 2 の端部で精度良く格子を形成するのが困難であるため、本実施形態ではスケール 2 0 7 2 において格子領域の周囲が余白部となるように格子を形成する。このため、X 軸方向に関して隣接する一对のスケール 2 0 7 2 の間隔よりも格子領域の間隔の方が広くなっており、計測ビームが格子領域外に照射されている間は位置計測が不能な非計測期間 (非計測区間とも呼ぶが、以下では非計測期間と総称する) となる。

30

【 0 1 9 8 】

基板ホルダ 3 2 の + Y 側に配置された 5 つのスケール 2 0 7 2 と、- Y 側に配置された 5 つのスケール 2 0 7 2 では、隣接するスケール 2 0 7 2 (格子領域) 間の間隔は、同じであるが、その配置位置が、+ Y 側の 5 つのスケール 2 0 7 2 に対して、- Y 側の 5 つのスケール 2 0 7 2 が全体的に、所定距離 D (隣接するスケール 2 0 7 2 (格子領域) の間隔より幾分大きな距離) + X 側にずれて配置されている。これは、基板ホルダ 3 2 の位置情報を計測する後述する 2 つの X ヘッド 7 4 x 及び 2 つの Y ヘッド 7 4 y の合計 4 つのヘッドのうち 2 つ以上がいずれのスケールにも対向しない状態が発生しない (すなわち、4 つのヘッドで計測ビームがスケールから外れる非計測期間が重ならない) ようにするためである。

40

【 0 1 9 9 】

各スケール 2 0 7 2 は、例えば石英ガラスにより形成された X 軸方向に延びる平面視矩形の板状 (帯状) の部材から成る。各スケール 2 0 7 2 の上面には、X 軸方向及び Y 軸方向を周期方向とする所定ピッチ (例えば 1 μm) の反射型の 2 次元回折格子 (2 次元グレーティング) R G が形成されている。以下では、前述の格子領域を単に 2 次元グレーティング R G と呼ぶ。なお、図 7 1 では、図示の便宜上、2 次元グレーティング R G の格子線間の間隔 (ピッチ) は、実際よりも格段に広く図示されている。以下で説明するその他の

50

図においても同様である。以下では、基板ホルダ 3 2 の + Y 側の領域に配置された 5 つのスケール 2 0 7 2 を、第 1 格子群と称し、基板ホルダ 3 2 の - Y 側の領域に配置された 5 つのスケール 2 0 7 2 を、第 2 格子群と称するものとする。

【 0 2 0 0 】

+ Y 側に位置する一方のヘッドベース 8 8 の下面 (- Z 側の面) には、スケール 2 0 7 2 にそれぞれ対向する状態で、Xヘッド 7 4 x と Yヘッド 7 4 y が X 軸方向に所定間隔 (隣接するスケール 2 0 7 2 の間隔より大きな距離) 離れて固定されている。同様に、- Y 側に位置する他方のヘッドベース 8 8 の下面 (- Z 側の面) には、スケール 2 0 7 2 にそれぞれ対向する状態で、Yヘッド 7 4 y と Xヘッド 7 4 x が X 軸方向に所定間隔離れて固定されている。すなわち、第 1 格子群と対向する Xヘッド 7 4 x および Yヘッド 7 4 y と、第 2 格子群と対向する Xヘッド 7 4 x および Yヘッド 7 4 y はそれぞれ、隣接するスケール 2 0 7 2 の格子領域の間隔よりも広い間隔で計測ビームをスケール 2 0 7 2 に照射する。以下では、説明の便宜上、一方のヘッドベース 8 8 が有する Xヘッド 7 4 x、Yヘッド 7 4 y を、それぞれヘッド 7 4 a、ヘッド 7 4 b と呼び、他方のヘッドベース 8 8 が有する Yヘッド 7 4 y、Xヘッド 7 4 x を、それぞれヘッド 7 4 c、ヘッド 7 4 d と呼ぶものとする。

10

【 0 2 0 1 】

この場合、ヘッド 7 4 a とヘッド 7 4 c が、同一の X 位置 (Y 軸方向と平行な同一直線上) に配置され、ヘッド 7 4 b とヘッド 7 4 d が、ヘッド 7 4 a とヘッド 7 4 c の X 位置と異なる、同一の X 位置 (Y 軸方向と平行な同一直線上) に配置されている。ヘッド 7 4 a、7 4 d とそれぞれ対向する 2 次元グレーティング R G とによって、一对の X リニアエンコーダが構成され、ヘッド 7 4 b、7 4 c とそれぞれ対向する 2 次元グレーティング R G とによって、一对の Y リニアエンコーダが構成されている。

20

【 0 2 0 2 】

本第 2 0 の実施形態に係る液晶露光装置では、ヘッドベース 8 8 の残りの部分を含み、その他の部分の構成は、主制御装置 1 0 0 の基板計測系 2 0 7 0 を用いた基板ホルダ 3 2 の駆動制御 (位置制御) を除き、前述した第 1 の実施形態に係る液晶露光装置 1 0 と同様になっている。

【 0 2 0 3 】

本第 2 0 の実施形態に係る液晶露光装置では、図 7 2 (A) に示される、スケールベース 8 4 の + X 端部近傍に一对のヘッドベース 8 8 が対向する第 1 位置と、図 7 2 (B) に示される、スケールベース 8 4 の - X 端部近傍に一对のヘッドベース 8 8 が対向する第 2 位置との間で、基板ホルダ 3 2 が X 軸方向に移動する範囲内で、一对のヘッドベース 8 8 のヘッド 7 4 a ~ 7 4 d、すなわち一对の X リニアエンコーダ及び一对の Y リニアエンコーダによる基板ホルダ 3 2 の位置計測が可能である。図 7 2 (A) は、ヘッド 7 4 b のみがいずれのスケール 2 0 7 2 にも対向していない状態を示し、図 7 2 (B) は、ヘッド 7 4 c のみがいずれのスケール 2 0 7 2 にも対向していない状態を示している。

30

【 0 2 0 4 】

図 7 2 (A) に示される第 1 位置と図 7 2 (B) に示される第 2 位置との間で基板ホルダ 3 2 が X 軸方向に移動する過程で、一对のヘッドベース 8 8 とスケール 2 0 7 2 との位置関係は、図 7 3 (A) ~ 図 7 3 (D) にそれぞれ示される第 1 の状態 ~ 第 4 の状態と、4 つのヘッド 7 4 a ~ 7 4 d の全てが、いずれかのスケール 2 0 7 2 の 2 次元グレーティング R G に対向する (すなわち、4 つのヘッド 7 4 a ~ 7 4 d の全てで計測ビームが 2 次元グレーティング R G に照射される) 第 5 の状態との 5 つの状態の間で遷移する。以下では、ヘッドがスケール 2 0 7 2 の 2 次元グレーティング R G に対向する、あるいは計測ビームがスケール 2 0 7 2 の 2 次元グレーティング R G に照射されると言う代わりに、単にヘッドがスケールに対向すると表現する。

40

【 0 2 0 5 】

ここでは、説明の便宜上、6 つのスケール 2 0 7 2 を取り上げ、各スケールにそれぞれ識別のための記号 a ~ f を付して、スケール 2 0 7 2 a ~ 2 0 7 2 f と表記する (図 7 3 (

50

A) 参照)。

【0206】

図73(A)の第1の状態は、ヘッド74aがスケール2072bに対向し、且つヘッド74c、74dがスケール2072eに対向し、ヘッド74bのみが、いずれのスケールにも対向しない状態を示し、図73(B)の第2の状態は、図73(A)の状態から基板ホルダ32が-X方向に所定距離移動してヘッド74a、74bがスケール2072bに対向し、且つヘッド74dがスケール2072eに対向し、ヘッド74cのみがいずれのスケールにも対向しなくなった状態を示す。図73(A)の状態から図73(B)の状態に遷移する過程で、ヘッド74a、74bがスケール2072bに対向し、且つヘッド74c、74dが、スケール2072eに対向する第5の状態を経由する。

10

【0207】

図73(C)の第3の状態は、図73(B)の状態から基板ホルダ32が-X方向に所定距離移動してヘッド74aのみがいずれのスケールにも対向しなくなった状態を示す。図73(B)の状態から図73(C)の状態に遷移する過程で、ヘッド74a、74bがスケール2072bに対向し、且つヘッド74cがスケール2072dに対向し、且つヘッド74dがスケール2072eに対向する第5の状態を経由する。

【0208】

図73(D)の第4の状態は、図73(C)の状態から基板ホルダ32が-X方向に所定距離移動してヘッド74dのみがいずれのスケールにも対向しなくなった状態を示す。図73(C)の状態から図73(D)の状態に遷移する過程で、ヘッド74aがスケール2072aに対向し、且つヘッド74bがスケール2072bに対向し、且つヘッド74cがスケール2072dに対向し、且つヘッド74dがスケール2072eに対向する第5の状態を経由する。

20

【0209】

図73(D)の状態から、基板ホルダ32が所定距離-X方向に移動すると、ヘッド74aがスケール2072aに対向し、且つヘッド74bがスケール2072bに対向し、且つヘッド74c、74dがスケール2072dに対向する第5の状態を経由した後、ヘッド74aがスケール2072aに対向し、且つヘッド74c、74dがスケール2072dに対向し、ヘッド74bのみが、いずれのスケールにも対向しない第1の状態となる。

【0210】

以上は、基板ホルダ32の±Y側にそれぞれ5つ配置されたスケール2072のうちの各3つのスケール2072と、一对のヘッドベース88との間の状態(位置関係)の遷移についての説明であるが、10のスケール2072と一对のヘッドベース88との間でも、基板ホルダ32の±Y側にそれぞれ配置された5つのスケールのうちの隣接する各3つのスケール2072について見れば、一对のヘッドベース88との位置関係は、上述と同様の順序で遷移する。

30

【0211】

このように、本第20の実施形態では、基板ホルダ32がX軸方向に移動されても、2つのXヘッド74x、すなわちヘッド74a、74dと2つのYヘッド74y、すなわちヘッド74b、74cとの合計4つのうちの少なくとも3つが、常にいずれかのスケール2072(2次元グレーティングRG)に対向する。さらに、基板ホルダ32がY軸方向に移動されても、4つのヘッドともY軸方向に関して計測ビームがスケール2072(2次元グレーティングRG)から外れないようにスケール2072の格子領域の幅が設定されているため、4つのヘッドの少なくとも3つが常にいずれかのスケール2072に対向する。したがって、主制御装置100は、常時、ヘッド74a~74dのうちの3つを用いて、基板ホルダ32のX軸方向、Y軸方向及びz方向の位置情報を管理することが可能である。以下、この点についてさらに説明する。

40

【0212】

Xヘッド74x、Yヘッド74yの計測値を、それぞれCX、CYとすると、計測値CX、CYは、それぞれ、次式(1a)、(1b)で表すことができる。

50

【0213】

$$C_X = (p_i - X) \cos z + (q_i - Y) \sin z \quad \dots\dots (1a)$$

$$C_Y = -(p_i - X) \sin z + (q_i - Y) \cos z \quad \dots\dots (1b)$$

ここで、 X 、 Y 、 z は、それぞれ基板ホルダ32の X 軸方向、 Y 軸方向及び z 方向の位置を示す。また、 p_i 、 q_i は、ヘッド74a~74dそれぞれの X 位置(X 座標値)、 Y 位置(Y 座標値)である。本実施形態では、ヘッド74a、74b、74c、74dそれぞれの X 座標値 p_i 及び Y 座標値 q_i ($i = 1, 2, 3, 4$)は、各一对の X ヘッド80x及び Y ヘッド80yとそれに対向するスケール78から出力される計測結果、及び、ヘッドベース1996とスケール72との相対位置関係により算出される。

【0214】

したがって、基板ホルダ32と一对のヘッドベース88とが図72(A)に示されるような位置関係にあり、このとき基板ホルダ32の XY 平面内の3自由度方向の位置が(X 、 Y 、 z)であるものとする、3つのヘッド74a、74c、74dの計測値は、理論上、次の式(2a)~(2c)(アフィン変換の関係とも呼ぶ)で表すことができる。

【0215】

$$C_1 = (p_1 - X) \cos z + (q_1 - Y) \sin z \quad \dots\dots (2a)$$

$$C_3 = -(p_3 - X) \sin z + (q_3 - Y) \cos z \quad \dots\dots (2b)$$

$$C_4 = (p_4 - X) \cos z + (q_4 - Y) \sin z \quad \dots\dots (2c)$$

基板ホルダ32が座標原点(X, Y, z) = (0, 0, 0)にある基準状態では、連立方程式(2a)~(2c)より、 $C_1 = p_1$ 、 $C_3 = q_3$ 、 $C_4 = p_4$ となる。基準状態は、例えば投影光学系16による投影領域の中心に、基板ホルダ32中心(基板Pの中心にほぼ一致)が一致し、 z 回転がゼロの状態である。したがって、基準状態では、ヘッド74bによる基板ホルダ32の Y 位置の計測も可能となっており、ヘッド74bによる計測値 C_2 は、式(1b)に従い、 $C_2 = q_2$ となる。

【0216】

従って、基準状態において、3つのヘッド74a、74c、74dの計測値を、それぞれ p_1 、 q_3 、 p_4 と初期設定すれば、以降基板ホルダ32の変位(X, Y, z)に対して、3つのヘッド74a、74c、74dは、式(2a)~(2c)で与えられる理論値を提示することになる。

【0217】

なお、基準状態において、ヘッド74a、74c、74dのいずれか1つ、例えばヘッド74cに代えて、ヘッド74bの計測値 C_2 を、 q_2 に初期設定しても良い。

【0218】

この場合には、以降基板ホルダ32の変位(X, Y, z)に対して、3つのヘッド74a、74b、74dは、式(2a)、(2c)、(2d)で与えられる理論値を提示することになる。

【0219】

$$C_1 = (p_1 - X) \cos z + (q_1 - Y) \sin z \quad \dots\dots (2a)$$

$$C_4 = (p_4 - X) \cos z + (q_4 - Y) \sin z \quad \dots\dots (2c)$$

$$C_2 = -(p_2 - X) \sin z + (q_2 - Y) \cos z \quad \dots\dots (2d)$$

連立方程式(2a)~(2c)及び連立方程式(2a)、(2c)、(2d)では、変数が3つ(X, Y, z)に対して3つの式が与えられている。従って、逆に、連立方程式(2a)~(2c)における従属変数 C_1, C_3, C_4 、あるいは連立方程式(2a)、(2c)、(2d)における従属変数 C_1, C_4, C_2 が与えられれば、変数 X, Y, z を求めることができる。ここで、近似 $\sin z \approx z$ を適用すると、あるいはより高次の近似を適用しても、容易に方程式を解くことができる。従って、ヘッド74a、74c、74d(又はヘッド74a、74b、74d)の計測値 C_1, C_3, C_4 (又は C_1, C_2, C_4)より基板ホルダ32の位置(X, Y, z)を算出することができる。

【0220】

次に、本第20の実施形態に係る液晶露光装置で行われる、基板ホルダ32の位置情報を

10

20

30

40

50

計測する、基板計測系 2070 のヘッドの切り換え時におけるつなぎ処理、すなわち計測値の初期設定について、主制御装置 100 の動作を中心として説明する。

【0221】

本第 20 の実施形態では、前述の如く、基板ホルダ 32 の有効ストローク範囲では常に 3 つのエンコーダ (X ヘッド及び Y ヘッド) が基板ホルダ 32 の位置情報を計測しており、エンコーダ (X ヘッド又は Y ヘッド) の切り換え処理を行う際には、例えば図 74 (B) に示されるように、4 つのヘッド 74 a ~ 74 d のそれぞれが、いずれかのスケール 2072 に対向し、基板ホルダ 32 の位置を計測可能な状態 (前述の第 5 の状態) となる。図 74 (B) は、図 74 (A) に示されるように、ヘッド 74 a、74 b 及び 74 d で基板ホルダ 32 の位置を計測していた状態から、基板ホルダ 32 が - X 方向に移動して、図 74 (C) に示されるように、ヘッド 74 b、74 c、74 d で基板ホルダ 32 の位置を計測する状態に遷移する途中で出現する第 5 の状態の一例を示す。すなわち、図 74 (B) は、基板ホルダ 32 の位置情報の計測に用いられる 3 つのヘッドが、ヘッド 74 a、74 b、74 d からヘッド 74 b、74 c、74 d に切り換えられている最中の状態を示す。

10

【0222】

基板ホルダ 32 の XY 平面内の位置制御 (位置情報の計測) に用いられるヘッド (エンコーダ) の切り換え処理 (つなぎ) を行おうとする瞬間において、図 74 (B) に示されるように、ヘッド 74 a、74 b、74 c 及び 74 d が、それぞれスケール 2072 b、2072 b、2072 d、2072 e に対向している。図 74 (A) から図 74 (C) を一見すると、図 74 (B) においてヘッド 74 a からヘッド 74 c に切り換えようとしているように見えるが、ヘッド 74 a とヘッド 74 c とでは、計測方向が異なることから明らかのように、つなぎを行おうとするタイミングにおいてヘッド 74 a の計測値 (カウント値) をそのままヘッド 74 c の計測値の初期値として与えても何の意味もない。

20

【0223】

そこで、本実施形態では、主制御装置 100 が、3 つのヘッド 74 a、74 b 及び 74 d を用いる基板ホルダ 32 の位置情報の計測 (及び位置制御) から、3 つのヘッド 74 b、74 c、74 d を用いる基板ホルダ 32 の位置情報の計測 (及び位置制御) に切り換えるようになっている。すなわち、この方式は通常のエンコーダつなぎの概念とは異なり、あるヘッドから別のヘッドにつなぐというのではなく、3 つのヘッド (エンコーダ) の組み合わせから別の 3 つのヘッド (エンコーダ) の組み合わせにつなぐものである。

30

【0224】

主制御装置 100 は、まず、ヘッド 74 a、74 d 及び 74 b の計測値 C_1 、 C_4 、 C_2 に基づいて、連立方程式 (2 a)、(2 c)、(2 d) を解き、基板ホルダの XY 平面内の位置情報 (X, Y, z) を算出する。

【0225】

次に、主制御装置 100 は、次式 (3) のアフィン変換の式に、上で算出した X, z を代入して、ヘッド 74 c の計測値の初期値 (ヘッド 74 c が計測すべき値) を求める。

【0226】

$$C_3 = - (p_3 - X) \sin z + (q_3 - Y) \cos z \quad \dots\dots (3)$$

上式 (3) において、 p_3 、 q_3 は、ヘッド 74 c の計測点の X 座標値、Y 座標値である。

40

【0227】

上記初期値 C_3 をヘッド 74 c の初期値として与えることで、基板ホルダ 32 の 3 自由度方向の位置 (X, Y, z) を維持したまま、矛盾なくつなぎが完了することになる。それ以降は、切り換え後に使用するヘッド 74 b、74 c、74 d の計測値 C_2 、 C_3 、 C_4 を用いて、次の連立方程式 (2 b) ~ (2 d) を解いて、基板ホルダ 32 の位置座標 (X, Y, z) を算出する。

【0228】

$$C_3 = - (p_3 - X) \sin z + (q_3 - Y) \cos z \quad \dots\dots (2 b)$$

$$C_4 = (p_4 - X) \cos z + (q_4 - Y) \sin z \quad \dots\dots (2 c)$$

$$C_2 = - (p_2 - X) \sin z + (q_2 - Y) \cos z \quad \dots\dots (2 d)$$

50

なお、上では、3つのヘッドから、この3つのヘッドと異なる別のヘッドを1つ含む異なる3つのヘッドへの切り換えについて説明したが、これは切り換え前の3つのヘッドの計測値から求まる基板ホルダ32の位置(X、Y、z)を用いて、切り換え後に用いられる別のヘッドで計測すべき値を、アフィン変換の原理に基づいて、算出し、その算出した値を、切り換え後に用いられる別のヘッドの初期値として設定しているため、このように説明した。しかしながら、切り換え後に用いられる別のヘッドで計測すべき値の算出等の手順には触れず、切り換え及びつなぎ処理の直接の対象である2つのヘッドにのみ注目すれば、切り換え前に使用している3つのヘッドのうちの1つのヘッドを別の1つのヘッドに切り換えているとも言える。いずれにしても、ヘッドの切り換えは、切り換え前に基板ホルダの位置情報の計測及び位置制御に用いられているヘッドと、切り換え後に用いられるヘッドとが、ともに、いずれかのスケール2072に同時に対向している状態で行われる。

10

【0229】

なお、上の説明は、ヘッド74a~74dの切り換えの一例であるが、いずれの3つのヘッドから別の3つのヘッドへの切り換え、あるいはいずれのヘッドから別のヘッドへの切り換えにおいても、上記の説明と同様の手順でヘッドの切り換えが行われる。

【0230】

ところで、本第20の実施形態のように、格子部を複数のスケール(2次元グレーティングRG)で構成する場合、それぞれ計測ビームが照射されるスケール同士が、より厳密には各スケールに形成された格子(2次元グレーティングRG)が相互にずれると、エンコーダシステムの計測誤差が発生する。

20

【0231】

また、本第20の実施形態では、基板ホルダ32のX位置に応じて、基板ホルダ32の位置情報計測及び位置制御に用いられる少なくとも3つのヘッドの計測ビームが照射される少なくとも2つのスケール2072の組み合わせが異なり、いわば、これら少なくとも2つのスケールの組み合わせ毎に座標系が存在すると考えることができ、例えば少なくとも2つのスケールの相対位置変動などによって、これらの座標系間にずれ(グリッド誤差)が生じると、エンコーダシステムの計測誤差が発生する。なお、少なくとも2つのスケールの相対位置関係は長期的に変化するため、グリッド誤差、すなわち計測誤差も変動する。

【0232】

しかるに、本第20の実施形態では、ヘッドの切り換えに際し、切り換え後のヘッドの初期値を設定する時点では、4つのヘッド74a~74dの全てが同時に少なくとも2つのスケール2072のいずれかに対向する第5の状態が発生する。この第5の状態では、4つのヘッド全てで基板ホルダ32の位置情報の計測が可能であるが、基板ホルダの位置座標(X、Y、z)の計測のためには、ヘッドは3つしか必要がないので、1つは冗長となる。そこで、主制御装置100は、この冗長ヘッドの計測値を利用することで、座標系間のずれ(グリッド誤差)に起因するエンコーダシステムの計測誤差の補正情報(グリッド補正情報又は格子補正情報)の取得、及びグリッド誤差に起因するエンコーダシステムの計測誤差が補償されるような基板ホルダ32の駆動(位置制御)を行うこととしている。

30

【0233】

例えば4つのヘッド74a~74dのそれぞれが、同時に少なくとも2つのスケールに対向しているときに、2組の3つ1組のヘッドによる基板ホルダの位置座標(X、Y、z)の計測を行い、その計測により得られた、具体的には、前述のアフィン変換の式を利用した連立方程式を解くことで得られた位置(X、Y、z)の差、すなわちオフセットx、y、zを求め、このオフセットを、そのとき4つのヘッド74a~74dが対向している少なくとも2つのスケールの組み合わせから成る座標系のオフセットとする。このオフセットは、その少なくとも2つのスケールに対向する4つのヘッドのうちの3つのヘッドによる基板ホルダ32の位置情報の計測及び基板ホルダ32の位置の制御で用いられる。なお、前述したヘッドの切り換え及びつなぎ処理が行われる前後では、切り換え前に基板ホルダ32の位置情報の計測及び位置の制御に用いられていた3つのヘッドが対

40

50

向する少なくとも2つのスケールの組み合わせと、切り換え後に基板ホルダ32の位置情報の計測及び位置の制御に用いられていた3つのヘッドが対向する少なくとも2つのスケールの組み合わせとは、当然異なるので、ヘッドの切り換えが行われる前と後では、異なるオフセットが、基板ホルダ32の位置情報の計測及び位置の制御でグリッド又は格子補正情報として用いられる。

【0234】

ここで、一例として、基板ホルダ32が-X方向に移動している過程で、図74(A)の状態の直前に現れる、次のような第5の状態(ケース1の状態と呼ぶ)を考える。すなわち、ヘッド74a、74bがスケール2072bに対向し、ヘッド74c、74dがスケール2072eに対向する状態である。この状態では、ヘッド74a~74dのうち、いずれの3つヘッドの組み合わせから成る2組のヘッドを用いても、オフセットを求めることはできる。しかるに、図74(A)の状態では、ヘッド74cが計測不能となり、このヘッド74cの計測を復帰させるために、図74(B)に示され第5の状態において、3つのヘッド74a、74b、74dの計測値から算出される基板ホルダの位置座標(X、Y、z)が用いられる。また、基板ホルダ32が-X方向に移動している過程で、ケース1の状態に先立ち、計測不能状態となっていたヘッド74bの復帰が行われる。このヘッド74bの復帰には、3つのヘッド74a、74c、74dの計測値から算出される基板ホルダの位置座標(X、Y、z)が用いられる。そこで、ケース1の状態では、3つのヘッド74a、74b、74dの組及び3つのヘッド74a、74c、74dの組を除く、3つのヘッドの組、すなわち、3つのヘッド74a、74b、74cの組と、3つのヘッド74b、74c、74dを用いてスケール2072b、2072eの組み合わせから成る座標系の格子補正情報を取得するものとする。

【0235】

具体的には、主制御装置100は、ケース1の状態で、ヘッド74a、74b、74cの計測値を用いて基板ホルダ32の位置座標(便宜上、(X₁、Y₁、z₁)とする)を算出するとともに、ヘッド74b、74c、74dの計測値を用いて基板ホルダ32の位置座標(便宜上、(X₂、Y₂、z₂)とする)を算出する。そして、2つの位置の差 $X = X_2 - X_1$ 、 $Y = Y_2 - Y_1$ 、 $z = z_1 - z_2$ を求め、このオフセットを格子補正情報として、例えば内部メモリ(記憶装置)に記憶する。

【0236】

また、例えば、図74(B)に示される第5の状態では、基板ホルダ32の位置制御に用いられるヘッドが、ヘッド74aからヘッド74cへ切り換えられ、その際に、3つのヘッド74a、74b、74dの計測値を用いて前述のアフィン変換の式により基板ホルダ32の位置座標の算出が行われる。このとき、主制御装置100は、この位置座標の算出とともに、このヘッドの切り換えのための基板ホルダ32の位置座標の算出に用いられる3つのヘッド74a、74b、74dの組と、次のヘッドの切替時に切り換え後のヘッドの計測値の設定のために用いられる3つのヘッド74b、74c、74dの組とを除く、例えば3つのヘッド74a、74b、74cの組と、3つのヘッド74a、74b、74dの組とを用いて、スケール2072b、2072eの組み合わせと同様に、上記のヘッドの切り換え後において基板ホルダ32の位置計測および位置制御に用いられるヘッド74b、74c、74dが対向する3つのスケール2072b、2072d及び2072eの組み合わせから成る座標系の格子補正情報(オフセット)を取得する。

【0237】

本実施形態では、主制御装置100は、図72(A)に示される第1位置から図72(B)に示される第2位置へ基板ホルダ32が-X方向又は+X方向に移動する過程で、順次切り換えられる、基板ホルダ32の位置制御に用いられる3つのヘッドが対向する少なくとも2つのスケール2072の全ての組み合わせに対応する複数の座標系について、上述した手順で、オフセット X、Y、z を求め、格子補正情報として記憶装置に記憶している。

【0238】

また、例えば、主制御装置 100 は、図 73 (A) に示される第 1 の状態から図 73 (B) に示される第 2 の状態に遷移する過程で、ヘッド 74 a、74 b がスケール 2072 b に対向し、且つヘッド 74 c、74 d が、スケール 2072 e に対向する第 5 の状態で、前述のヘッドの切り換え及びつなぎ処理を行った後、復帰したヘッド 74 b を含む 3 つのヘッド 74 a、74 b、74 d の計測値を位置制御に用いながら、ヘッド 74 c の計測が不能となるまでの基板ホルダ 32 の移動中に、複数の位置でそれぞれ、前述した手順で、スケール 2072 b とスケール 2072 e とから成る座標系の格子補正情報 (オフセット) を取得しても良い。すなわち、基板ホルダ 32 の位置計測及び位置制御に用いる 3 つのヘッドが対向する少なくとも 2 つのスケール 2072 の組み合わせ毎に 1 つの格子補正情報ではなく、複数の格子補正情報を取得しても良い。また、基板ホルダ 32 の位置計測及び位置制御に用いる 3 つのヘッドと、冗長な 1 つのヘッドと、を含む 4 つのヘッドが同じ組み合わせの少なくとも 2 つのスケール 2072 と対向している間、上記手法を用いて実質的に連続して格子補正情報を取得しても良い。この場合、組み合わせが同じ少なくとも 2 つのスケール 2072 において 4 つのヘッドが対向する期間 (区間) の全域に渡って格子補正情報を取得することが可能となる。なお、基板ホルダ 32 の位置計測及び位置制御に用いる 3 つのヘッドが対向する少なくとも 2 つのスケール 2072 の組み合わせ毎に取得する格子補正情報は同数でなくても良く、例えばスケールの組み合わせによって取得する格子補正情報の数を異ならせても良い。例えば、露光動作において 3 つのヘッドが対向する少なくとも 2 つのスケール 2072 の組み合わせと、露光動作以外 (アライメント動作、基板交換動作など) において 3 つのヘッドが対向する少なくとも 2 つのスケール 2072 の組み合わせで、格子補正情報の数を異ならせても良い。また、本実施形態では、一例として、基板ホルダ 32 への基板のロード前、あるいはロード後かつ基板処理動作 (露光動作やアライメント動作などを含む) 前に、基板ホルダ 32 の位置計測及び位置制御に用いる 3 つのヘッドが対向する少なくとも 2 つのスケール 2072 の全ての組み合わせについて格子補正情報を取得して記憶装置に記憶しておき、定期的または随時、格子補正情報の更新を行っていく。格子補正情報の更新は、例えば基板処理動作を行える状態であれば、基板処理動作中も含めて任意のタイミングで行って良い。

【0239】

なお、実際には、一度必要な全ての格子補正情報 (オフセット X 、 Y 、 Z) を取得した後は、ヘッドの切り換えが行われる度にオフセット X 、 Y 、 Z の更新を行っても良いが、必ずしもこのようにする必要はなく、所定回数のヘッドの切り換えが行われる毎、あるいは所定枚数の基板の露光終了毎など、予め定めたインターバルでオフセット X 、 Y 、 Z の更新を行うこととしても良い。ヘッドの切り換えが行われない期間中に、オフセットの取得、更新を行っても良い。また、上述のオフセット更新は露光動作前に行っても良いし、必要であれば、露光動作中に行っても良い。

【0240】

なお、上記の各オフセットを用いて、基板計測系 2070 の計測情報 (位置座標) ではなく、例えば基板ホルダ 32 の駆動の際の位置決め又は位置制御の目標値を補正することとしても良く、この場合には、基板ホルダ 32 の位置誤差 (目標値の補正が行われなかった場合に発生するグリッド誤差に起因する位置誤差) を補償することが可能になる。

【0241】

以上説明した本第 20 の実施形態に係る液晶露光装置は、前述した第 1 の実施形態と同等の作用効果を奏する。これに加え、本第 20 の実施形態に係る液晶露光装置によると、基板ホルダ 32 の駆動中に、基板計測系 2070 の X ヘッド 74 x (X リニアエンコーダ) と Y ヘッド 74 y (Y リニアエンコーダ) とを少なくとも各 1 つ含む 3 つのヘッド (エンコーダ) により XY 平面内における基板ホルダ 32 の位置情報 (Z 回転を含む) が計測される。そして、主制御装置 100 により、 XY 平面内における基板ホルダ 32 の位置が切り換えの前後で維持されるように、 XY 平面内における基板ホルダ 32 の位置情報の計測に用いるヘッド (エンコーダ) が、切り換え前に基板ホルダ 32 の位置計測及び位置制御に用いられていた 3 つのヘッド (エンコーダ) のうちのいずれかのヘッド (エンコーダ)

10

20

30

40

50

)から別のヘッド(エンコーダ)に切り換えられる。このため、基板ホルダ32の位置の制御に用いるエンコーダの切り換えが行われているにもかかわらず、切り換えの前後で基板ホルダ32のXY平面内の位置が維持され、正確なつながりが可能になる。したがって、複数のヘッド(エンコーダ)間でヘッドの切り換え及びつながり(計測値のつながり処理)を行いながら、所定の経路に沿って正確に基板ホルダ32(基板P)をXY平面に沿って移動させることが可能になる。

【0242】

また、本第20の実施形態に係る液晶露光装置によると、例えば基板の露光中、主制御装置100により、基板ホルダ32の位置情報の計測結果と該位置情報の計測に用いられた3つのヘッドのXY平面内における位置情報((X, Y)座標値)とに基づいて、XY平面内で基板ホルダ32が駆動される。この場合、主制御装置100は、アフィン変換の関係を利用してXY平面内における基板ホルダ32の位置情報を算出しながらXY平面内で基板ホルダ32を駆動する。これにより、複数のYヘッド74y又は複数のXヘッド74xをそれぞれ有するエンコーダシステムを用いて基板ホルダ32の移動中に制御に用いるヘッド(エンコーダ)を切り換えながら、基板ホルダ32(基板P)の移動を精度良く制御することが可能になる。

10

【0243】

また、本第20の実施形態に係る液晶露光装置によると、基板ホルダ32のX位置に応じて異なる、基板ホルダ32の位置情報計測及び位置制御に用いられるヘッドが対向するスケールの組み合わせ毎に、前述したオフセット X、 Y、 z(格子補正情報)が取得され、必要に応じて更新される。したがって、基板ホルダ32のX位置に応じて異なる基板ホルダ32の位置情報計測及び位置制御に用いられるヘッドが対向するスケールの組み合わせ毎の座標系間のグリッド誤差(X, Y位置誤差及び回転誤差)に起因するエンコーダの計測誤差、又は基板ホルダ32の位置誤差が補償されるように、基板ホルダ32を駆動(位置制御)することが可能となる。したがって、この点においても、基板ホルダ(基板P)を精度良く位置制御することが可能になる。

20

【0244】

なお、上記第20実施形態において、隣接する一对のスケールの1つから外れて計測ビームが他方のスケールに乗り換えるヘッド(上記別のヘッドに相当)を用いて基板ホルダの移動を制御するための補正情報(前述した別のヘッドの初期値)を、少なくとも1つのスケール2072と対向する3つのヘッドで計測される位置情報に基づいて取得するものとしたが、この補正情報は、別のヘッドの計測ビームが他方のスケールに乗り換えた後で、少なくとも1つのスケール2072と対向する3つのヘッドの1つが2次元グレーティングRGから外れる前までに取得すれば良い。また、少なくとも1つのスケール2072と対向する3つのヘッドを、上記別のヘッドを含む異なる3つのヘッドに切り換えて基板ホルダの位置計測あるいは位置制御を行う場合、その切換は、上記補正情報が取得された後で、少なくとも1つのスケール2072と対向する3つのヘッドの1つが2次元グレーティングRGから外れる前までに行えば良い。なお、補正情報の取得と切換とを実質的に同時に行っても良い。

30

【0245】

なお、上記第20の実施形態では、X軸方向(第1方向)に関して、第1格子群の2次元グレーティングRGがない領域(非格子領域)が第2格子群の2次元グレーティングRGがない領域(非格子領域)と重ならないように、言い換えれば、計測ビームが2次元グレーティングRGから外れる非計測期間が4つのヘッドで重ならないように、第1格子群、第2格子群の各5つのスケール2072が基板ホルダ32上に配置されている。この場合、+Y側のヘッドベース88が有するヘッド74a、74bは、X軸方向に関して第1格子群の2次元グレーティングRGのない領域の幅よりも広い間隔で配置され、-Y側のヘッドベース88が有するヘッド74c、74dは、X軸方向に関して第2格子群の2次元グレーティングRGのない領域の幅よりも広い間隔で配置されている。しかしながら、複数の2次元格子を含む格子部とこれに対向可能な複数のヘッドとの組み合わせがこれに限

40

50

定されるものではない。要は、X軸方向への移動体の移動中、2次元グレーティングRGから計測ビームが外れる(計測不能な)非計測期間が4つのヘッド74a、74b、74c、74dで重ならないように、ヘッド74a、74bの間隔及びヘッド74c、74dの間隔、位置、第1、第2格子群の格子部の位置や長さ又は格子群の間隔やその位置を設定すれば良い。例えば、第1格子群と第2格子群とで、X軸方向に関して非格子領域の位置および幅が同一であっても、第1格子群の少なくとも1つのスケール2072(2次元グレーティングRG)と対向する2つのヘッドと、第2格子群の少なくとも1つのスケール2072(2次元グレーティングRG)と対向する2つのヘッドを、X軸方向に関して非格子領域の幅よりも広い距離だけずらして配置しても良い。この場合、第1格子群と対向する2つのヘッドのうち+X側に配置されるヘッドと、第2格子群と対向する2つのヘッドのうち-X側に配置されるヘッドとの間隔を、非格子領域の幅よりも広い間隔としても良いし、第1格子群と対向する2つのヘッドと、第2格子群と対向する2つのヘッドを、X軸方向に関して交互に配置し、かつ隣接する一対のヘッドの間隔を非格子領域の幅よりも広く設定しても良い。

10

【0246】

また、上記第20の実施形態では、基板ホルダ32の+Y側の領域に第1格子群が配置され、かつ基板ホルダ32の-Y側の領域に第2格子群が配置される場合について説明したが、第1格子群及び第2格子群の一方、例えば第1格子群に代えて、X軸方向に延びる2次元格子が形成された単一のスケール部材を用いても良い。この場合において、その単一のスケール部材には、1つのヘッドが常時対向することとしても良い。この場合には、第2格子群に対向して3つのヘッドを設け、該3つのヘッドのX軸方向の間隔(計測ビームの照射位置間隔)を、隣接するスケール2072上の2次元グレーティングRG間隔より広くすることで、基板ホルダ32のX軸方向の位置によらず、第2格子群に対向する3つのヘッドのうち少なくとも2つが第2格子群の少なくとも1つの2次元グレーティングRGに対向可能な構成としても良い。あるいは、基板ホルダ32のX軸方向の位置によらず、上記の単一のスケール部材に常時少なくとも2つのヘッドが対向可能な構成を採用し、併せて第2格子群の少なくとも1つの2次元グレーティングRGに少なくとも2つのヘッドが対向可能な構成としても良い。この場合には、その少なくとも2つのヘッドはそれぞれ、X軸方向への基板ホルダ32の移動中、計測ビームが複数のスケール2072(2次元グレーティングRG)の1つから外れるとともに、1つのスケール2072(2次元グレーティングRG)に隣接する別のスケール2072(2次元グレーティングRG)に乗り換えることになる。しかしながら、少なくとも2つのヘッドのX軸方向の間隔を、隣接するスケール2072の2次元グレーティングRGの間隔より広くすることで、少なくとも2つのヘッドで非計測期間が重ならない、すなわち常に少なくとも1つのヘッドで計測ビームがスケール2072に照射される。これらの構成では常に少なくとも3つのヘッドが少なくとも1つのスケール2072と対向して3自由度方向の位置情報を計測可能である。

20

30

【0247】

なお、第1格子群と第2格子群とで、スケールの数、隣接するスケールの間隔などが異なっても良い。この場合、第1格子群と対向する少なくとも2つのヘッドと第2格子群と対向する少なくとも2つのヘッドで、ヘッド(計測ビーム)の間隔、位置などが異なっても良い。

40

【0248】

なお、上記第20の実施形態では、単一の2次元グレーティングRG(格子領域)がそれぞれ形成された複数のスケール2072を用いることとしたが、これに限らず、2つ以上の格子領域が、X軸方向に離れて形成されたスケール2072を、第1格子群又は第2格子群の少なくとも一方に含んでいても良い。

【0249】

なお、上記第20の実施形態では、常に3つのヘッドにより基板ホルダ32の位置(X、Y、z)を計測、制御するため、同一構成の各5つのスケール2072を含む第1格子

50

群と第2格子群とで、X軸方向に関して所定距離ずらして配置する場合について説明したが、これに限らず、第1格子群と第2格子群とで、X軸方向に関してずらすことなく（互いにほぼ完全に対向してスケール2072の列を配置し）、一方のヘッドベース88と他方のヘッドベース88とで、基板ホルダ32の位置計測用のヘッド（ヘッド74x、74y）の配置をX軸方向に関して異ならせても良い。この場合にも、常に3つのヘッドにより基板ホルダ32の位置（X、Y、z）を計測、制御することが可能になる。

【0250】

なお、上記第20の実施形態では、ヘッド74a、74bとヘッド74c、74dとの合計4つのヘッドを用いる場合について説明したが、これに限らず、5つ以上のヘッドを用いることとしても良い。すなわち、第1格子群、第2格子群にそれぞれ対向する各2つのヘッドの少なくとも一方に、少なくとも1つの冗長ヘッドを加えても良い。この構成について以下の第21の実施形態で説明する。

10

【0251】

《第21の実施形態》

次に、第21の実施形態について図75に基づいて説明する。本第21の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、基板計測系2170の一部の構成を除き、前述の第1及び第20の実施形態と同じなので、以下、相違点についてのみ説明し、第1及び第20の実施形態と同じ構成及び機能を有する要素については、第1及び第20の実施形態と同じ符号を付してその説明を省略する。

【0252】

図75には、本第21の実施形態に係る基板ホルダ32及び基板計測系2170の一对のヘッドベース88が、投影光学系16とともに平面図にて示されている。図75では、説明をわかり易くするため、Y粗動ステージ24等の図示が省略されている。また、図75では、ヘッドベース88が点線で図示されるとともに、ヘッドベース88の上面に設けられたXヘッド80x、Yヘッド80yの図示も省略されている。

20

【0253】

本第21の実施形態に係る液晶露光装置では、図75に示されるように、基板ホルダ32の基板載置領域を挟んで+Y側、及び-Y側の領域に、それぞれスケール2072がX軸方向に所定間隔で、例えば5つ配置されている。基板載置領域の+Y側に配置された5つのスケール2072と、-Y側の領域に配置された5つのスケール2072では、隣接するスケール2072間の間隔は、同じであり、かつ基板載置領域の+Y側、及び-Y側の各5つのスケール2072同士は、互に対向して同一のX位置に配置されている。したがって、隣接するスケール2072間の隙間の位置が、ほぼ同一のY軸方向の所定線幅の直線上に位置している。

30

【0254】

+Y側に位置する一方のヘッドベース88の下面（-Z側の面）には、スケール2072にそれぞれ対向する状態で、Yヘッド74y、Xヘッド74x及びYヘッド74yの合計3つのヘッドが-X側から順にX軸方向に所定間隔（隣接するスケール2072相互の間隔より大きな距離）離れて固定されている。-Y側に位置する他方のヘッドベース88の下面（-Z側の面）には、スケール2072にそれぞれ対向する状態で、Yヘッド74yとXヘッド74xがX軸方向に所定間隔離れて固定されている。以下では、説明の便宜上、一方のヘッドベース88が有する3つのヘッドを、-X側から順にそれぞれヘッド74e、ヘッド74a、ヘッド74bと呼び、他方のヘッドベース88が有するYヘッド74y、Xヘッド74xを、それぞれヘッド74c、ヘッド74dとも呼ぶものとする。

40

【0255】

この場合、ヘッド74aとヘッド74cが、同一のX位置（同一のY軸方向の直線上）に配置され、ヘッド74bとヘッド74dが、同一のX位置（同一のY軸方向の直線上）に配置されている。ヘッド74a、74dとそれぞれ対向する2次元グレーティングRGとによって、一对のXリニアエンコーダが構成され、ヘッド74b、74c、74eとそれぞれ対向する2次元グレーティングRGとによって、3つのYリニアエンコーダが構成さ

50

れている。

【 0 2 5 6 】

本第 2 1 の実施形態に係る液晶露光装置では、その他の部分の構成は、前述の第 2 0 の実施形態に係る液晶露光装置と同様になっている。

【 0 2 5 7 】

本第 2 1 の実施形態では、+ Y 側と - Y 側のスケール 2 0 7 2 の列の配置を、X 軸方向に関してずらしていないにも拘らず、一对のヘッドベース 8 8 が基板ホルダ 3 2 に同期して Y 軸方向に移動している（又は一对のヘッドベース 8 8 とスケール 2 0 7 2 の列とが対向する位置で基板ホルダ 3 2 の Y 位置が維持されている）限り、ヘッド 7 4 a ~ 7 4 e のうちの 3 つが、基板ホルダ 3 2 の X 位置によらず、常にスケール 2 0 7 2（2 次元グレーティング R G）に対向する。

10

【 0 2 5 8 】

以上説明した本第 2 1 の実施形態に係る液晶露光装置は、前述した第 2 0 の実施形態に係る液晶露光装置と同様の作用効果を奏する。

【 0 2 5 9 】

なお、上記第 2 1 の実施形態は、基板ホルダ 3 2 の位置情報計測用の複数のヘッドは、ヘッドの切り換えに必要な 4 つのヘッド、例えばヘッド 7 4 e、7 4 b、7 4 c、7 4 d に加え、その 4 つのヘッドのうちの 1 つのヘッド 7 4 c と非計測期間が一部重なる 1 つのヘッド 7 4 a を含んでいるとも捉えることができる。そして、本第 2 1 の実施形態では、基板ホルダ 3 2 の位置情報（X、Y、z）の計測において、4 つのヘッド 7 4 e、7 4 b、7 4 c、7 4 d と、1 つのヘッド 7 4 c と、を含む 5 つのヘッドのうち、計測ビームが複数の格子領域（2 次元グレーティング R G）の少なくとも 1 つに照射される少なくとも 3 つのヘッドの計測情報が用いられる。

20

【 0 2 6 0 】

なお、上記第 2 1 の実施形態は、複数のヘッドのうち、少なくとも 2 つのヘッドで非計測期間が重なる場合、例えば 2 つのヘッドが同時にスケール 2 0 7 2（格子領域、例えば 2 次元グレーティング R G）から外れ、同時に隣接するスケール 2 0 7 2（格子領域、例えば 2 次元グレーティング R G）に乗り換える場合の一例である。この場合、少なくとも 2 つのヘッドの計測が切れても、計測を継続するために少なくとも 3 つのヘッドが格子部の格子領域（2 次元グレーティング）と対向している必要がある。しかも、その少なくとも 3 つのヘッドは、計測が切れた少なくとも 2 つのヘッドの 1 つ以上が隣接する格子領域に乗り換えるまでは計測が切れないことが前提である。すなわち、非計測期間が重なる少なくとも 2 つのヘッドがあっても、それに加えて少なくとも 3 つのヘッドがあれば、格子領域が間隔を空けて配置されていても計測を継続できる。

30

【 0 2 6 1 】

《第 2 2 の実施形態》

次に、第 2 2 の実施形態について図 7 6 に基づいて説明する。本第 2 2 の実施形態に係る液晶露光装置の構成は、図 7 6 に示されるように、基板ホルダ 3 2 の基板載置領域の + Y 側と - Y 側にそれぞれ配置されたスケール 2 0 7 2 の列が、第 2 1 の実施形態と同様に対向配置され、且つ - Y 側に位置する一方のヘッドベース 8 8 が、前述の第 2 0 の実施形態と同様に各 2 つの X ヘッド 7 4 x、Y ヘッド 7 4 y を有している点が、前述の第 2 1 の実施形態に係る液晶露光装置の構成と相違するが、その他の部分の構成は第 2 1 の実施形態に係る液晶露光装置と同様になっている。

40

【 0 2 6 2 】

一方のヘッドベース 8 8 の下面（- Z 側の面）には、Y ヘッド 7 4 y（ヘッド 7 4 c）の - Y 側に隣接して X ヘッド 7 4 x（以下、適宜、ヘッド 7 4 e と呼ぶ）が設けられるとともに、X ヘッド 7 4 x（ヘッド 7 4 d）の - Y 側に隣接して Y ヘッド 7 4 y（以下、適宜、ヘッド 7 4 f と呼ぶ）が設けられている。

【 0 2 6 3 】

本実施形態に係る液晶露光装置では、一对のヘッドベース 8 8 が Y 軸方向に移動している

50

状態（又は一对のヘッドベース 8 8 とスケール 2 0 7 2 の列とが対向する位置で基板ホルダ 3 2 の Y 位置が維持されている状態）において、基板ホルダ 3 2 の X 軸方向の移動に伴い、3 つのヘッド 7 4 a、7 4 c、7 4 e（第 1 グループのヘッドと称する）及び 3 つのヘッド 7 4 b、7 4 d、7 4 f（第 2 グループのヘッドと称する）の一方が、いずれのスケールにも対向しなくなる場合があるが、そのときには、必ず第 1 グループのヘッドと第 2 グループのヘッドとの他方が、スケール 2 0 7 2（2 次元グレーティング R G）に対向する。すなわち、本第 2 2 の実施形態に係る液晶露光装置では、+ Y 側と - Y 側のスケール 2 0 7 2 の列の配置を、X 軸方向に関してずらしてないにも拘らず、基板ホルダ 3 2 の X 軸方向への移動において、一对のヘッドベース 8 8 が Y 軸方向に移動している（又は一对のヘッドベース 8 8 とスケール 2 0 7 2 の列とが対向する位置で基板ホルダ 3 2 の Y 位置が維持されている）限り、第 1 グループのヘッドと第 2 グループのヘッドの少なくとも一方に含まれる 3 つのヘッドによって、基板ホルダ 3 2 の X 位置によらず、基板ホルダ 3 2 の位置（X、Y、z）の計測が可能になっている。

10

【0264】

ここで、例えば第 1 グループのヘッド（ヘッド 7 4 a、7 4 c、7 4 e）がいずれのスケールにも対向しなくなって計測不能となった後に、再度、スケール 2 0 7 2 に対向した場合に、それらのヘッド 7 4 a、7 4 c、7 4 e を復帰させる（計測を再開させる）場合について考える。この場合、第 1 グループのヘッド（ヘッド 7 4 a、7 4 c、7 4 e）による計測が再開される前の時点では、第 2 グループのヘッド（ヘッド 7 4 b、7 4 d、7 4 f）によって、基板ホルダ 3 2 の位置（X、Y、z）の計測、制御が実行されている。そこで、主制御装置 1 0 0 は、図 7 6 に示されるように、一对のヘッドベース 8 8 が、+ Y 側、- Y 側にそれぞれ配置された隣接する 2 つのスケール 2 0 7 2 を跨ぎ、第 1 グループのヘッドと第 2 グループのヘッドとが、隣接する 2 つのスケール 2 0 7 2 の一方と他方に対向した時点で、前述した第 2 1 の実施形態で詳述した手法により、第 2 グループのヘッド（ヘッド 7 4 b、7 4 d、7 4 f）の計測値に基づき、基板ホルダの位置（X、Y、z）を算出し、この算出した基板ホルダの位置（X、Y、z）を、前述したアフィン変換の式に代入することで、第 1 のグループのヘッド（ヘッド 7 4 a、7 4 c、7 4 e）の初期値を同時に算出して設定する。これにより、簡単に、第 1 グループのヘッドを復帰させて、これらのヘッドによる基板ホルダ 3 2 の位置の計測、制御を再開させることができる。

20

30

【0265】

以上説明した本第 2 2 の実施形態に係る液晶露光装置によると、前述した第 2 1 の実施形態に係る液晶露光装置と同様の作用効果を奏する。

【0266】

《第 2 2 の実施形態の変形例》

この変形例は、第 2 2 の実施形態に係る液晶露光装置において、+ Y 側に位置する他方のヘッドベース 8 8 として、一方のヘッドベース 8 8 と同じ構成（又は紙面上下方向に関して対称な構成）のヘッドユニットが用いられる場合である。

【0267】

この場合、上述と同様に、同一の Y 軸方向の直線状に配置された各 4 つのヘッドが属する第 1 グループのヘッドと、第 2 グループのヘッドとに 8 つのヘッドをグループ分けする。

40

【0268】

第 1 グループのヘッドがいずれのスケールにも対向しなくなって計測不能となった後に、再度、スケール 2 0 7 2 に対向した場合に、第 1 グループのヘッドを復帰させ、それらのヘッドによる計測を再開させる場合について考える。

【0269】

この場合、第 1 グループのヘッドによる計測が再開される前の時点では、第 2 グループのヘッドのうち 3 つのヘッドによって、基板ホルダ 3 2 の位置（X、Y、z）の計測、制御が実行されている。そこで、主制御装置 1 0 0 は、前述と同様に、一对のヘッドベース 8 8 が、+ Y 側、- Y 側にそれぞれ配置された隣接する 2 つのスケール 2 0 7 2 を跨ぎ、

50

第1グループのヘッドと第2グループのヘッドとが、隣接する2つのスケール2072の一方と他方に対向した時点で、第1グループのヘッドそれぞれの計測値の初期値を算出するが、この場合は、第1グループの4つのヘッドの全ての初期値を同時に算出することはできない。その理由は、計測に復帰させるヘッドが3つ(XヘッドとYヘッドとを合わせた数)であれば、前述と同様の手順でそれら3つのヘッドの計測値の初期値を設定した場合に、それらの初期値を前述の計測値C₁、C₂、C₃等として、前述の連立方程式を解くことで、基板ホルダの位置(X、Y、)が一意に定まるので、特に問題はない。しかし、基板ホルダの位置(X、Y、)を一意に定めることのできる、4つのヘッドの計測値を用いる、アフィン変換の関係を利用した連立方程式を観念できないからである。

【0270】

そこで、本変形例では、復帰させる第1グループを、別のヘッドをそれぞれ含む3つヘッドが属する、2つのグループにグループ分けし、グループ毎に前述と同様の手法で、3つのヘッドについて、初期値を同時に算出して設定する。初期値の設定後は、いずれかのグループの3つのヘッドの計測値を、基板ホルダ32の位置制御に用いれば良い。位置制御に用いない方のグループのヘッドによる基板ホルダ32の位置計測を、基板ホルダ32の位置制御と並行して実行しても良い。なお、復帰させる第1のグループの各ヘッドの初期値を、前述の手法により、順次個別に算出することも可能である。

【0271】

上述した第20～第22の実施形態に係るエンコーダの切り換え(エンコーダ出力のつなぎ)処理は、第2～第19の実施形態において、基板ホルダの位置計測を粗動ステージ、あるいは計測テーブルを基準に行うエンコーダシステムにも適用可能である。また、上述した第20～第22の実施形態に係るエンコーダの切り換え(エンコーダ出力のつなぎ)は、第1～第5、第8～第15、第18、第19の各実施形態において、粗動ステージの位置計測を光学定盤18aを基準に行うエンコーダシステム、あるいは第6、第7、第16、第17の各実施形態において、計測テーブルの位置計測を光学定盤18aを基準に行うエンコーダシステムにも適用可能である。

【0272】

なお、以上説明した第1～第22の各実施形態の構成は、適宜変更が可能である。一例として、上記各実施形態における基板計測系(基板計測系70、270など)は、基板ステージ装置の構成を問わず、物体(上記各実施形態では基板P)を保持する移動体の位置計測に用いることができる。すなわち、上記第1～第5の実施形態に係る基板ホルダ32のような、基板Pのほぼ全面を吸着保持するタイプの基板ホルダを備える基板ステージ装置に対し、上記第6の実施形態に係る基板計測系670のような、計測テーブル624を介して光学定盤18aを基準に基板ホルダの位置情報を求めるタイプの計測系を適用することも可能である。

【0273】

また、上記各実施形態に係る計測系と同様の構成の計測系を、基板P以外の計測対象物に適用しても良く、一例として、マスクステージ装置14におけるマスクMの位置計測に、上記基板計測系70などと同様の構成の計測系を用いても良い。特に、国際公開第2010/131485号に開示されるような、マスクをスキャン方向と直交する方向に長ストロークでステップ移動させるマスクステージ装置の計測系には、上記各実施形態に係る計測系を好適に用いることができる。

【0274】

また、上記第1～第22の実施形態の基板計測系において、エンコーダヘッド、及びスケールの配置は逆であっても良い。すなわち、基板ホルダの位置情報を求めるためのXリニアエンコーダ、Yリニアエンコーダは、基板ホルダにスケールが取り付けられ、粗動ステージ、あるいは計測テーブルにエンコーダヘッドが取り付けられても良い。その場合、粗動ステージ、あるいは計測テーブルに取り付けられるスケールは、例えばX軸方向に沿って複数配置され、相互に切り換え動作可能に構成されると良い。同様に、粗動ステージ、あるいは計測テーブルの位置情報を求めるためのXリニアエンコーダ、Yリニアエンコー

10

20

30

40

50

ダは、計測テーブルにスケールが取り付けられ、光学定盤 18 a にエンコーダヘッドが取り付けられても良い。その場合、光学定盤 18 a に取り付けられるエンコーダヘッドは、例えば Y 軸方向に沿って複数配置され、相互に切り換え動作可能に構成されると良い。基板ホルダ、及び光学定盤 18 a にエンコーダヘッドが固定される場合、粗動ステージ、あるいは計測テーブルに固定されるスケールを共通化しても良い。

【0275】

また、基板計測系において、基板ステージ装置側に X 軸方向に延びる 1 つ又は複数のスケールが固定され、装置本体 18 側に Y 軸方向に延びる 1 つ又は複数のスケールが固定される場合について説明したが、これに限られず、基板ステージ装置側に Y 軸方向に延びる 1 つ又は複数のスケール、装置本体 18 側に X 軸方向に延びる 1 つ又は複数のスケールがそれぞれ固定されても良い。この場合、粗動ステージ、あるいは計測テーブルは、基板 P の露光動作などにおける基板ホルダの移動中に X 軸方向に駆動される。

10

【0276】

また、複数のスケールが離間して配置される場合、スケールの数は、とくに限定されず、例えば基板 P の大きさ、あるいは基板 P の移動ストロークに応じて適宜変更が可能である。また、長さの異なる複数のスケールを用いても良いし、X 軸方向又は Y 軸方向に並んで配置された複数の格子領域をそれぞれの格子部に含むのであれば、格子部を構成するスケールの数は、特に問わない。

【0277】

また、計測テーブル、及びその駆動系は、装置本体 18 の上架台部 18 a の下面に設けるよう構成しているが、下架台部 18 c や中架台部 18 b に設けるようにしても良い。

20

【0278】

また、上記各実施形態では、2次元グレーティングが形成されたスケールを用いる場合について説明したが、これに限られず、各スケールの表面に X スケールと Y スケールとが独立に形成されても良い。この場合、スケール内において、X スケールと Y スケールとの長さを互いに異ならせるようにしても良い。また両者を X 軸方向に相対的にずらして配置するようにしても良い。また、回折干渉方式のエンコーダシステムを用いる場合について説明したが、これに限られず、いわゆるピックアップ方式、磁気方式などの他のエンコーダも用いることができ、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も用いることができる。

30

【0279】

なお、上記第 20 ~ 第 22 の実施形態及びその変形例（以下、第 22 の実施形態と略記する）では、ヘッドを少なくとも 4 つ設ける場合について説明したが、かかる場合、第 1 方向に関して並んで配置された複数の格子領域を格子部に含むのであれば、格子部を構成するスケール 2072 の数は、特に問わない。その複数の格子領域は、基板ホルダ 32 の基板 P を挟む Y 軸方向の一側及び他側の両方に配置する必要はなく、一方にのみ配置されていても良い。ただし、少なくとも基板 P の露光動作中、基板ホルダ 32 の位置（X、Y、z）を継続して制御するためには、以下の条件を満足する必要がある。

【0280】

すなわち、少なくとも 4 つのヘッドのうち 1 つのヘッドで計測ビームが複数の格子領域（例えば、前述の 2次元グレーティング RG）から外れている間、残りの少なくとも 3 つのヘッドは計測ビームが複数の格子領域の少なくとも 1 つに照射されるとともに、X 軸方向（第 1 方向）への基板ホルダ 32 の移動によって、上述の少なくとも 4 つのヘッドの中で計測ビームが複数の格子領域から外れる上記 1 つのヘッドが切り換わる。この場合において、少なくとも 4 つのヘッドは、X 軸方向（第 1 方向）に関して互いに計測ビームの位置（照射位置）が異なる 2 つのヘッドと、Y 軸方向（第 2 方向）に関して前記 2 つのヘッドの少なくとも一方と計測ビームの位置が異なるとともに、X 軸方向に関して互いに計測ビームの位置（照射位置）が異なる 2 つのヘッドと、を含み、前記 2 つのヘッドは、X 軸方向に関して、複数の格子領域のうち隣接する一対の格子領域の間隔よりも広い間隔で計測ビームを照射する。

40

50

【 0 2 8 1 】

なお、X軸方向に並んだ格子領域（例えば2次元グレーティングRG）の列を、Y軸方向に関して3列以上配置しても良い。例えば、上記第22の実施形態では、-Y側の5つのスケール2072に代えて、その5つのスケール2072のそれぞれをY軸方向に2等分したような面積をそれぞれ有する10個の格子領域（例えば2次元グレーティングRG）から成る、Y軸方向に隣接した2つの格子領域（例えば2次元グレーティングRG）の列を設け、一方の列の2次元グレーティングRGにヘッド74e、74fが対向可能、且つ他方の列の2次元グレーティングRGにヘッド74c、74dが対向可能となるような構成を採用しても良い。また、上記第22の実施形態の変形例では、+Y側の5つのスケール2072についても、上述と同様の10個の格子領域から成る、Y軸方向に隣接した2つの格子領域（例えば2次元グレーティングRG）の列を設け、一方の列の2次元グレーティングRGに一对のヘッドが対向可能、且つ他方の列の2次元グレーティングRGに残りの一对のヘッドが対向可能となるような構成を採用しても良い。

10

【 0 2 8 2 】

なお、上記第20～第22の実施形態では、X軸方向（第1方向）への基板ホルダ32の移動において、少なくとも4つのヘッド相互間で、いずれの2つのヘッドについても、計測ビームがいずれの2次元グレーティングRGにも照射されない（格子領域から外れる）、すなわちヘッドでの計測が不能となる（非計測区間）が重ならないように、スケール及びヘッドの少なくとも一方の位置あるいは間隔、あるいは位置及び間隔などを設定することが重要である。

20

【 0 2 8 3 】

なお、上記第20ないし第22の実施形態において、計測ビームが1つのスケールから外れて別のスケールに乗り換える別のヘッドの初期値を設定するものとしたが、これに限らず、別のヘッドの計測値の補正情報など、別のヘッドを用いて基板ホルダの移動を制御するための補正情報を取得しても良い。別のヘッドを用いて基板ホルダの移動を制御するための補正情報には、初期値は勿論含まれるが、これに限らず、その別のヘッドが計測を再開できるための情報であれば良く、計測再開後に計測すべき値からのオフセット値などでも良い。

【 0 2 8 4 】

なお、上記第20ないし第22の実施形態において、基板ホルダ32の位置情報を計測する各Xヘッド74xに代えて、X軸方向及びZ軸方向を計測方向とするエンコーダヘッド（XZヘッド）を用いるとともに、各Yヘッド74yに代えて、Y軸方向及びZ軸方向を計測方向とするエンコーダヘッド（YZヘッド）を用いても良い。これらのヘッドとしては、例えば米国特許第7,561,280号明細書に開示される変位計測センサヘッドと同様の構成のセンサヘッドを用いることができる。かかる場合には、主制御装置100は、前述のヘッドの切り換え及びつなぎ処理に際して、切り換え前に基板ホルダ32の位置制御に用いられる3つのヘッドの計測値を用いて、所定の演算を行うことで、XY平面内の3自由度方向（X、Y、z）に関する基板ホルダ32の位置の計測結果の連続性を保証するためのつなぎ処理に加えて、前述と同様の手法により、残りの3自由度方向（Z、x、y）に関する基板ホルダ32の位置の計測結果の連続性を保証するためのつなぎ処理をも行っても良い。代表的に第20の実施形態を例にとりて具体的に説明すると、主制御装置100は、4つのヘッド74a、74b、74c、74dのうち、計測ビームが1つの2次元グレーティングRG（格子領域）から外れて別の2次元グレーティングRG（格子領域）に乗り換える1つのヘッドを用いて残りの3自由度方向（Z、x、y）に関する基板ホルダ32の移動を制御するための補正情報を、残りの3つのヘッドによるZ軸方向（第3方向）の計測情報、あるいはその残りの3つのヘッドを用いて計測される残りの3自由度方向（Z、x、y）に関する基板ホルダ32の位置情報に基づいて取得することとすれば良い。

30

40

【 0 2 8 5 】

また、複数のスケール板2072の高さと傾斜が相互にずれていると、前述の座標系間に

50

ずれが生じ、これによりエンコーダシステムの計測誤差が発生する。そこで、複数のスケール板 2072 間の高さと傾斜のずれに起因するエンコーダシステムの計測誤差も補正することとしても良い。例えば、前述したように第 20 の実施形態では、ヘッドの切り換えに際し、切り換え後のヘッドの初期値を設定する時点では、4 つのヘッド 74a ~ 74d の全てが同時にいずれかのスケール 2072 に対向する第 5 の状態が発生する。そこで、主制御装置 100 は、この第 5 の状態における冗長ヘッドの計測値を利用することで、複数のスケール板 2072 間の高さと傾斜のずれに起因する座標系間のずれをキャリブレーション（較正）することとしても良い。

【0286】

例えば、前述のオフセット（ X 、 Y 、 Z ）の取得の際と同様に、第 5 の状態において、2 組の 3 つ 1 組のヘッドによる基板ホルダ 32 の位置（ Z 、 x 、 y ）の計測を行い、その計測により得られた計測値同士の差、すなわちオフセット Z 、 x 、 y を求め、このオフセットをヘッドの切り換え前後の基板ホルダ 32 の位置情報の計測及び位置の制御に用いられる 3 つのヘッドと対向する少なくとも 2 つのスケールの組み合わせによってそれぞれ定まる座標系間の Z 軸方向、 x 、 y 方向のずれのキャリブレーションに用いることができる。

【0287】

なお、上記第 1 ~ 第 22 実施形態において、 Z ・チルト位置計測系及びエンコーダシステムによって基板計測系を構成するものとしたが、例えば X 、 Y ヘッドの代わりに XZ 、 YZ ヘッドを用いることで、エンコーダシステムのみで基板計測系を構成しても良い。

【0288】

また、上記第 17 の実施形態において、一对の計測テーブル 1782 とは別に、 X 軸方向に関して計測テーブル 1782 から離れて配置される少なくとも 1 つのヘッドを設けても良い。例えば、 X 軸方向に関して投影光学系 16 から離れて配置され、基板 P のアライメントマークを検出するマーク検出系（アライメント系）に対して $\pm Y$ 側にそれぞれ計測テーブル 1782 と同じ可動のヘッドユニットを設け、基板マークの検出動作においてマーク検出系の $\pm Y$ 側に配置される一对のヘッドユニットを用いて Y 粗動ステージ 24 の位置情報を計測しても良い。この場合、マーク検出動作において、一对の計測テーブル 1782 で全ての計測ビームがスケール 1788（又は 684）から外れても、基板計測系（別的一对のヘッドユニット）による Y 粗動ステージ 24 の位置情報の計測が継続可能となり、マーク検出系の位置など、露光装置の設計の自由度を高められる。なお、 Z 軸方向に関する基板 P の位置情報を計測する基板計測系をマーク検出系の近傍に配置することで、基板の Z 位置の検出動作においても基板計測系による Y 粗動ステージ 24 の位置情報の計測が可能となる。または、基板計測系を投影光学系 16 の近傍に配置し、基板の Z 位置の検出動作において一对の計測テーブル 1782 で Y 粗動ステージ 24 の位置情報を計測しても良い。また、本実施形態では、投影光学系 16 から離れて設定される基板交換位置に Y 粗動ステージ 24 が配置されると、一对の計測テーブル 1782 の全てのヘッドで計測ビームがスケール 1788（又は 684）から外れる。そこで、基板交換位置に配置される Y 粗動ステージ 24 の複数のスケール 1788（又は 684）の少なくとも 1 つと対向する少なくとも 1 つのヘッド（可動のヘッド又は固定のヘッドのいずれでも良い）を設け、基板交換動作においても基板計測系による Y 粗動ステージ 24 の位置情報の計測を可能としても良い。ここで、 Y 粗動ステージ 24 が基板交換位置に到達する前、言い換えれば、基板交換位置に配置される少なくとも 1 つのヘッドがスケール 1788（又は 684）に対向する前に、一对の計測テーブル 1782 の全てのヘッドで計測ビームがスケール 1788（又は 684）から外れる場合は、 Y 粗動ステージ 24 の移動経路の途中に少なくとも 1 つのヘッドを追加で配置し、基板計測系による基板ホルダ 32 の位置情報の計測を継続可能としても良い。なお、一对の計測テーブル 1782 とは別に設けられる少なくとも 1 つのヘッドを用いる場合、一对の計測テーブル 1782 の計測情報を用いて前述のつなぎ処理を行っても良い。

【0289】

10

20

30

40

50

同様に、上記第 1 ~ 第 2 2 実施形態において、各 X ヘッド 7 4 x に代えて、前述の X Z ヘッドを用いるとともに、各 Y ヘッド 7 4 y に代えて、前述の Y Z ヘッドを用いても良い。かかる場合において、一对の X Z ヘッドと一对の Y Z ヘッドと、これらが対向可能なスケールとを含むエンコーダシステムでは、複数のヘッド 7 4 x、7 4 y の回転 (z) と傾斜 (x 及び y の少なくとも一方) との少なくとも一方に関する位置情報を計測することとしても良い。

【 0 2 9 0 】

なお、スケール 7 2 , 7 8 , 2 0 7 2 などでは表面に格子が形成される (表面が格子面である) ものとしたが、例えば格子を覆うカバー部材 (ガラス又は薄膜など) を設け、格子面をスケールの内部としても良い。

【 0 2 9 1 】

なお、上記第 1 7 の実施形態では、各一对の X ヘッド 8 0 x 及び Y ヘッド 8 0 y が、Y 粗動ステージ 2 4 の位置を計測するためのヘッドとともに、計測テーブル 1 7 8 2 に設けられる場合について説明したが、各一对の X ヘッド 8 0 x 及び Y ヘッド 8 0 y は、計測テーブル 1 7 8 2 を介することなく、Y 粗動ステージ 2 4 の位置を計測するためのヘッドに設けられていても良い。

【 0 2 9 2 】

なお、これまでの説明では、基板エンコーダシステムが備える各ヘッドの X Y 平面内における計測方向が、X 軸方向又は Y 軸方向である場合について説明したが、これに限らず、2 次元グレーティングに代えて、X Y 平面内で、X 軸方向及び Y 軸方向に交差し、かつ互いに直交する 2 方向 (便宜上、 方向、 方向と呼ぶ) を周期方向とする 2 次元格子を用いても良く、これに対応して前述の各ヘッドとして、 方向 (及び Z 軸方向) 又は 方向 (及び Z 軸方向) をそれぞれの計測方向とするヘッドを用いることとしても良い。また、前述の第 1 の実施形態では、各 X スケール、Y スケールに代えて、例えば 方向、 方向を周期方向とする 1 次元格子を用いるとともに、これに対応して前述の各ヘッドとして、 方向 (及び Z 軸方向) 又は 方向 (及び Z 軸方向) をそれぞれの計測方向とするヘッドを用いることとしても良い。

【 0 2 9 3 】

なお、上記第 2 0 ~ 第 2 2 の実施形態において、第 1 格子群を前述の X スケールの列で構成し、第 2 格子群を前述の Y スケールの列で構成し、これに対応して、X スケールの列に対向可能に複数の X ヘッド (又は X Z ヘッド) を所定の間隔 (隣接する X スケール間の間隔より大きな間隔) で配置するとともに、Y スケールの列に対向可能に複数の Y ヘッド (又は Y Z ヘッド) を所定の間隔 (隣接する Y スケール間の間隔より大きな間隔) で配置することとしても良い。

【 0 2 9 4 】

なお、上記第 2 0 ~ 第 2 2 の実施形態において、X 軸方向又は Y 軸方向に並んで配置される各スケールとして、長さの異なる複数のスケールを用いても勿論良い。この場合において、周期方向が同じ、あるいは直交するスケールの列を 2 列以上、並んで設ける場合には、スケール間のスペースが、お互いに重ならないように設定可能な長さのスケールを選択することとしても良い。すなわち、一列のスケール列を構成するスケール間のスペースの配置間隔は、等間隔でなくても良い。また、例えば、粗動ステージ上のスケール列において、X 軸方向における両端部寄りにそれぞれ配置されるスケール (スケール列において、各端部に配置されるスケール) の X 軸方向の長さよりも、中央部に配置されるスケールの方を物理的に長くしても良い。

【 0 2 9 5 】

なお、上記第 6、第 7、第 1 6、第 1 7 の各実施形態において、計測テーブル用エンコーダは、少なくとも計測テーブルの移動方向 (上記実施形態では Y 軸方向) の位置情報を計測すれば良いが、移動方向と異なる少なくとも 1 つの方向 (X、Z、 x、 y、 z の少なくとも 1 つ) の位置情報も計測して良い。例えば、計測方向が X 軸方向のヘッド (X ヘッド) の X 軸方向の位置情報も計測し、この X 情報と X ヘッドの計測情報とで X 軸方向

10

20

30

40

50

の位置情報を求めても良い。ただし、計測方向がY軸方向のヘッド(Yヘッド)では、計測方向と直交するX軸方向の位置情報を用いなくても良い。同様に、Xヘッドでは、計測方向と直交するY軸方向の位置情報を用いなくても良い。要は、ヘッドの計測方向と異なる少なくとも1つの方向の位置情報を計測し、この計測情報とヘッドの計測情報とで計測方向に関する基板ホルダ622などの位置情報を求めても良い。また、例えばX軸方向に関して位置が異なる2本の計測ビームを使って可動ヘッドのZ方向の位置情報(回転情報)を計測し、この回転情報と、Xヘッド、及びYヘッドの計測情報とを用いて基板ホルダ622などのX軸、Y軸方向の位置情報を求めても良い。この場合、XヘッドとYヘッドとの一方を2つ、他方を1つ、計測方向が同じ2つのヘッドが計測方向と直交する方向に関して同一位置とならないように配置することで、X、Y、Z方向の位置情報を計測可能となる。もう1つのヘッドは、2つのヘッドと異なる位置に計測ビームを照射すると良い。さらに、可動ヘッド用エンコーダのヘッドがXZヘッド又はYZヘッドであれば、例えばXZヘッドとYZヘッドの一方を2つ、他方を1つ、同一直線上とならないように配置することで、Z情報だけでなくx及びy方向の位置情報(傾斜情報)も計測できる。x及びy方向の位置情報の少なくとも一方と、Xヘッド、及びYヘッドの計測情報とでX軸、Y軸方向の位置情報を求めても良い。同様に、XZヘッド又はYZヘッドでも、Z軸方向と異なる方向に関する可動ヘッドの位置情報を計測し、この計測情報とヘッド計測情報とでZ軸方向の位置情報を求めても良い。なお、可動ヘッドの位置情報を計測するエンコーダのスケールが単一のスケール(格子領域)であれば、XY-ZもZ-X-Yも3つのヘッドで計測できるが、複数のスケール(格子領域)が離れて配置される場合は、Xヘッド、及びYヘッドを2つずつ、あるいはXZヘッド、及びYZヘッドを2つずつ配置し、4つのヘッドで非計測期間が重ならないようにX軸方向の間隔を設定すれば良い。この説明は、格子領域がXY平面と平行に配置されるスケールを前提としたが、格子領域がYZ平面と平行に配置されるスケールでも同様に適用できる。

【0296】

また、上記第6、第7、第16、第17の各実施形態において、計測テーブルの位置情報を計測する計測装置としてエンコーダを用いるものとしたが、エンコーダ以外、例えば干渉計などを用いても良い。この場合、例えば可動ヘッド(又はその保持部)に反射面を設け、Y軸方向と平行に計測ビームを反射面に照射すれば良い。特に可動ヘッドがY軸方向のみに移動される場合は反射面を大きくする必要がなく、空気揺らぎを低減するための干渉計ビームの光路の局所的な空調も容易となる。

【0297】

また、上記第17の実施形態において、Y粗動ステージ24のスケールに計測ビームを照射する可動ヘッドを、Y軸方向に関して投影系の両側に1つずつ設けるものとしたが、複数ずつ可動ヘッドを設けても良い。例えば、Y軸方向に関して複数の可動ヘッドで計測期間が一部重なるように隣接する可動ヘッド(計測ビーム)を配置すれば、Y粗動ステージ24がY軸方向に移動しても、複数の可動ヘッドによって位置計測を継続できる。この場合、複数の可動ヘッドでつなぎ処理が必要となる。そこで、投影系の±Y側の一方のみに配置され、少なくとも1つのスケールに計測ビームが照射される複数のヘッドの計測情報を用いて、計測ビームがスケールに入る別のヘッドに関する補正情報を取得しても良いし、±Y側の一方だけでなく他側に配置される少なくとも1つのヘッドの計測情報を用いても良い。要は、±Y側にそれぞれ配置される複数のヘッドのうち、スケールに計測ビームが照射されている少なくとも3つのヘッドの計測情報を用いれば良い。

【0298】

また、上記第20～第22実施形態の基板計測系において、走査露光において基板Pが移動される走査方向(X軸方向)に関して複数のスケール(格子領域)を互いに離して配置するとともに、複数のヘッドを基板Pのステップ方向(Y軸方向)に移動可能としたが、これとは逆に、ステップ方向(Y軸方向)に関して複数のスケールを互いに離して配置するとともに、複数のヘッドを走査方向(X軸方向)に移動可能としても良い。

【0299】

10

20

30

40

50

また、上記第 1 ~ 第 2 2 実施形態において、エンコーダシステムのヘッドは、光源からのビームをスケールに照射する光学系の全てを有している必要はなく、光学系の一部、例えば射出部のみを有するものとしても良い。

【 0 3 0 0 】

また、上記第 2 0 ~ 第 2 2 実施形態において、一对のヘッドベース 8 8 のヘッドは図 7 1 の配置 (X ヘッド及び Y ヘッドが $\pm Y$ 側にそれぞれ配置されかつ $\pm Y$ 側の一方と他方とで X 軸方向に関して X、Y ヘッドの配置が逆) に限られるものではなく、例えば X ヘッド及び Y ヘッドが $\pm Y$ 側にそれぞれ配置され、かつ $\pm Y$ 側の一方と他方とで X 軸方向に関して X、Y ヘッドの配置が同一でも良い。ただし、2 つの Y ヘッドの X 位置が同一であると、2 つの X ヘッドの一方で計測が切れると、z 情報が計測できなくなるため、2 つの Y ヘッドの X 位置を異ならせることが好ましい。

10

【 0 3 0 1 】

また、上記第 1 ~ 第 2 2 の実施形態において、エンコーダシステムのヘッドから計測ビームが照射されるスケール (スケール部材、格子部) を、投影光学系 1 6 側に設ける場合、投影光学系 1 6 を支持する装置本体 1 8 (フレーム部材) の一部に限らず、投影光学系 1 6 の鏡筒部分に設けても良い。

【 0 3 0 2 】

また、上記第 1 ~ 第 2 2 の実施形態では、走査露光時のマスク M 及び基板 P の移動方向 (走査方向) が X 軸方向である場合について説明したが、走査方向を Y 軸方向としても良い。この場合、マスクステージの長ストローク方向を Z 軸回りに 9 0 度回転させた向きに設定するとともに、投影光学系 1 6 の向きも Z 軸回りに 9 0 度回転させるなどする必要がある。

20

【 0 3 0 3 】

なお、上記第 2 0 ~ 第 2 2 の実施形態において、Y 粗動ステージ 2 4 上において、X 軸方向に複数のスケールが、所定間隔の隙間を介しながら連なって配置されたスケール群 (スケール列) を、複数列、互いに Y 軸方向に離れた異なる位置 (例えば投影光学系 1 6 に対して一方の側 (+ Y 側) の位置と、他方 (- Y 側) の位置) に配置する場合に、この複数のスケール群 (複数のスケール列) を、基板上におけるショットの配置 (ショットマップ) に基づいて使い分け出来るように構成しても良い。たとえば、複数のスケール列の全体としての長さを、スケール列間で互いに異ならせておけば、異なるショットマップに対応でき、4 面取りの場合と 6 面取りの場合など、基板上に形成するショット領域の数の変化にも対応できる。またこのように配置すると共に、各スケール列の隙間の位置を X 軸方向において互いに異なる位置にすれば、複数のスケール列にそれぞれ対応するヘッドが同時に計測範囲外になることがないので、繋ぎ処理において不定値とされるセンサの数を減らすことができ、繋ぎ処理を高精度に行うことができる。

30

【 0 3 0 4 】

また、Y 粗動ステージ 2 4 上で、X 軸方向に複数のスケールが、所定間隔の隙間を介しながら連なって配置されたスケール群 (スケール列) において、1 つのスケール (X 軸計測用のパターン) の X 軸方向の長さを、1 ショット領域の長さ (基板ホルダ上の基板を X 軸方向に移動させながらスキャン露光を行う際に、デバイスパターンが照射されて基板上に形成される長さ) 分だけ連続して測定できるような長さにしても良い。このようにすれば、1 ショット領域のスキャン露光中に、複数スケールに対するヘッドの乗継制御を行わずに済むため、スキャン露光中の基板 P (基板ホルダ) の位置計測 (位置制御) を容易にできる。

40

【 0 3 0 5 】

また、上記第 1 ~ 第 2 2 の実施形態において、基板計測系は、基板ステージ装置が基板ローダとの基板交換位置まで移動する間の位置情報を取得するために、基板ステージ装置又は別のステージ装置に基板交換用のスケールを設け、下向きのヘッドを使って基板ステージ装置の位置情報を取得しても良い。あるいは、基板ステージ装置又は別のステージ装置に基板交換用のヘッドを設け、スケールや基板交換用のスケールを計測することによって

50

基板ステージ装置の位置情報を取得しても良い。

【0306】

またエンコーダシステムとは別の位置計測系（たとえばステージ上のマークとそれを観察する観察系）を設けてステージの交換位置制御（管理）を行っても良い。

【0307】

なお、基板ステージ装置は、少なくとも基板Pを水平面に沿って長ストロークで駆動できれば良く、場合によっては6自由度方向の微少位置決めができなくても良い。このような2次元ステージ装置に対しても上記第1～第22の実施形態に係る基板エンコーダシステムを好適に適用できる。

【0308】

また、照明光は、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）、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。また、照明光としては、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、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。また、固体レーザ（波長：355nm、266nm）などを使用しても良い。

【0309】

また、投影光学系16が複数本の光学系を備えたマルチレンズ方式の投影光学系である場合について説明したが、投影光学系の本数はこれに限らず、1本以上あれば良い。また、マルチレンズ方式の投影光学系に限らず、オフナー型の大型ミラーを用いた投影光学系などであっても良い。また、投影光学系16としては、拡大系、又は縮小系であっても良い。

【0310】

また、露光装置の用途としては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に限定されることなく、有機EL（Electro-Luminescence）パネル製造用の露光装置、半導体製造用の露光装置、薄膜磁気ヘッド、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マスク又はレチクルを製造するために、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適用できる。

【0311】

また、露光対象となる物体はガラスプレートに限られず、ウエハ、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。また、露光対象物がフラットパネルディスプレイ用の基板である場合、その基板の厚さは特に限定されず、フィルム状（可撓性を有するシート状の部材）のものも含まれる。なお、本実施形態の露光装置は、一辺の長さ、又は対角長が500mm以上の基板が露光対象物である場合に特に有効である。

【0312】

液晶表示素子（あるいは半導体素子）などの電子デバイスは、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マスク（あるいはレチクル）を製作するステップ、ガラス基板（あるいはウエハ）を製作するステップ、上述した各実施形態の露光装置、及びその露光方法によりマスク（レチクル）のパターンをガラス基板に転写するリソグラフィステップ、露光されたガラス基板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、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を用いて前述の露光方法が実行され、ガラス基板上にデバイスパターンが形成されるので、高集積度のデバイスを生産性良く製造することができる。

【0313】

なお、上記各実施形態の複数の構成要件は適宜組み合わせることができる。したがって、

10

20

30

40

50

上述の複数の構成要件のうちの一部が用いられなくても良い。

【0314】

なお、上記実施形態で引用した露光装置などに関する全ての公報、国際公開、米国特許出願公開明細書及び米国特許明細書などの開示を援用して本明細書の記載の一部とする。

【産業上の利用可能性】

【0315】

以上説明したように、本発明の露光装置は、物体を露光するのに適している。また、本発明のフラットパネルディスプレイ製造方法は、フラットパネルディスプレイの製造に適している。また、本発明のデバイス製造方法は、マイクロデバイスの製造に適している。

【符号の説明】

10

【0316】

10 ... 液晶露光装置、20 ... 基板ステージ装置、24 ... Y粗動ステージ、32 ... 基板ホルダ、70 ... 基板計測系、72 ... 上向きスケール、74x ... 下向きXヘッド、74y ... 下向きYヘッド、78 ... 下向きスケール、80x ... 上向きXヘッド、80y ... 上向きYヘッド、100 ... 主制御装置、P ... 基板。

20

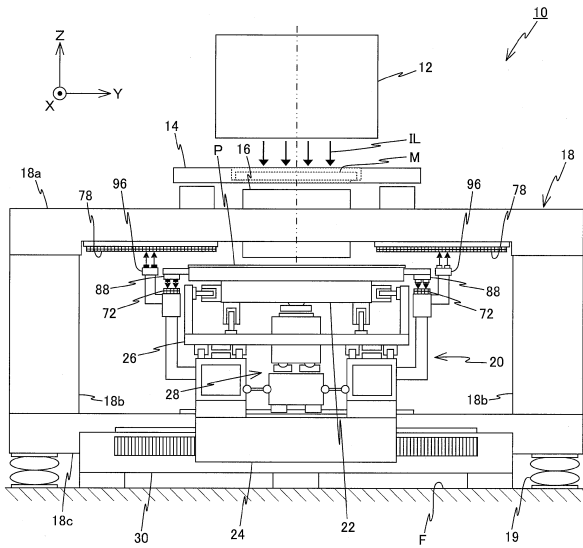
30

40

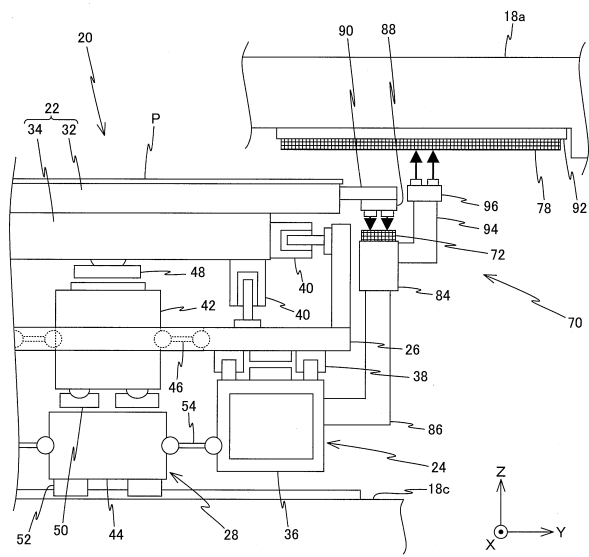
50

【図面】

【図 1】



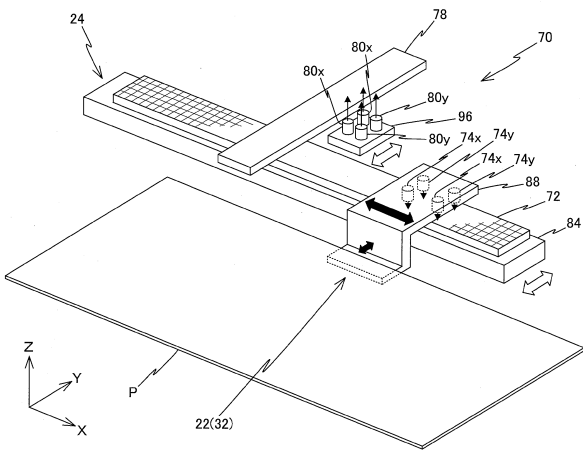
【図 2】



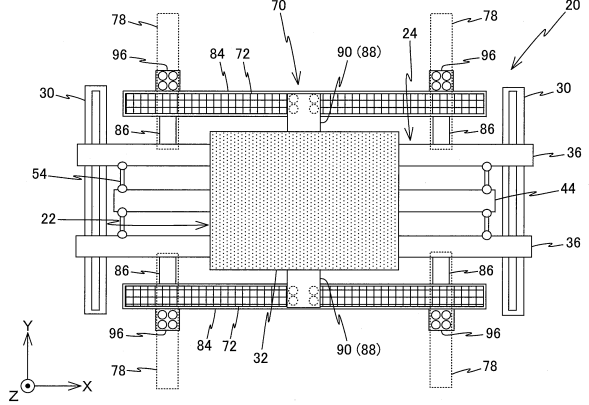
10

20

【図 3】



【図 4】

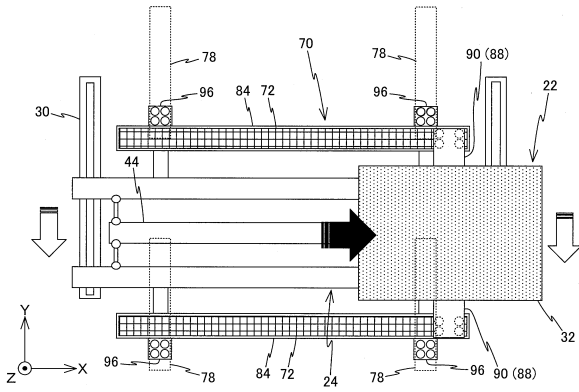


30

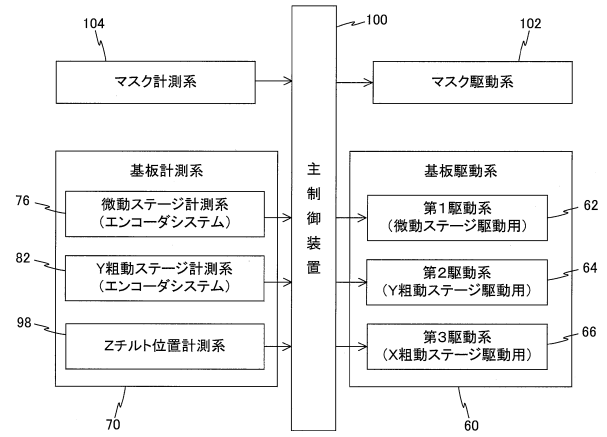
40

50

【図5】

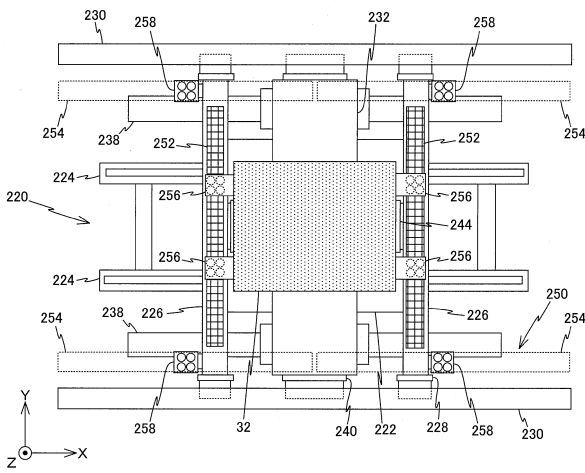


【図6】

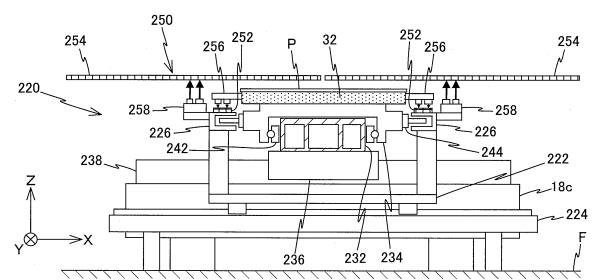


10

【図7】



【図8】



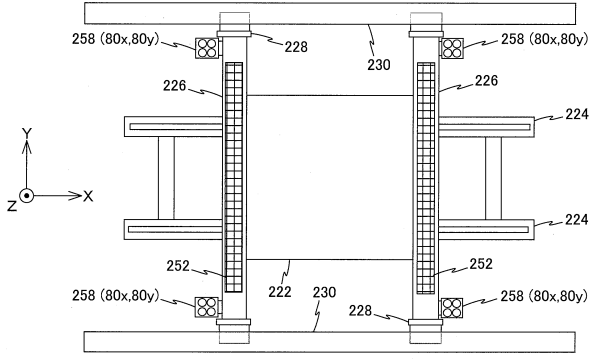
20

30

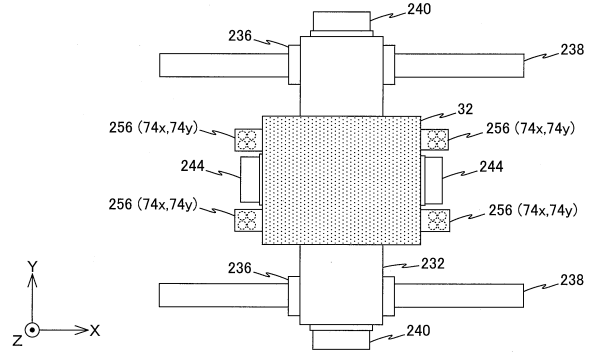
40

50

【 図 9 】

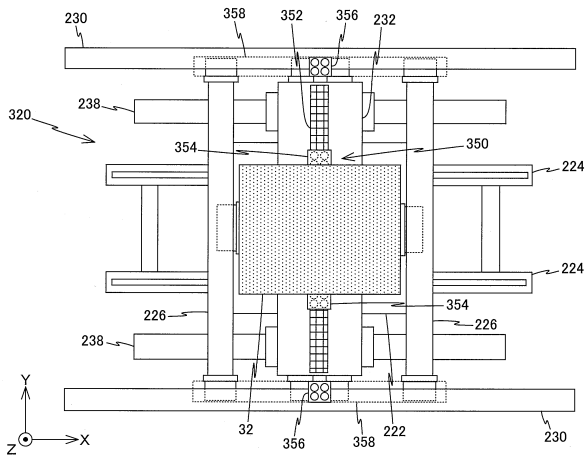


【 図 10 】

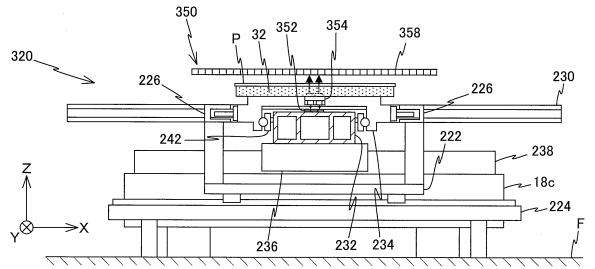


10

【 図 11 】



【 図 12 】



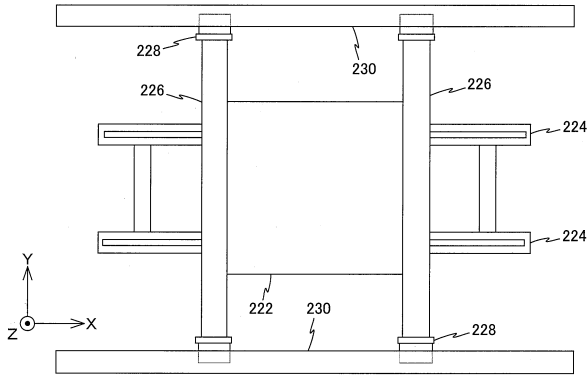
20

30

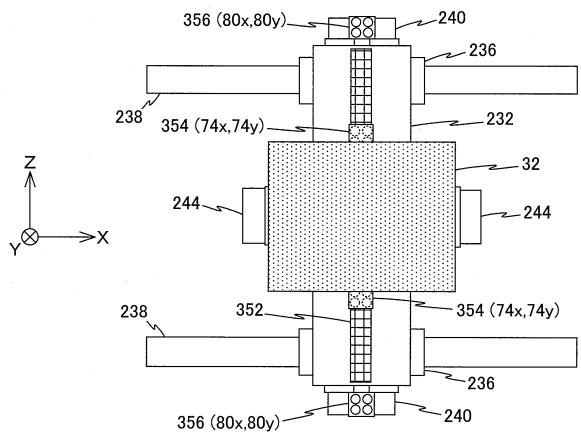
40

50

【図 13】

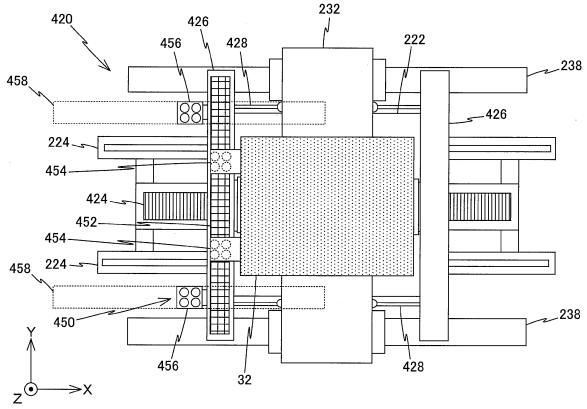


【図 14】

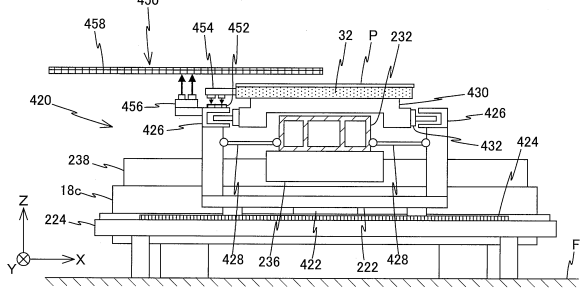


10

【図 15】



【図 16】



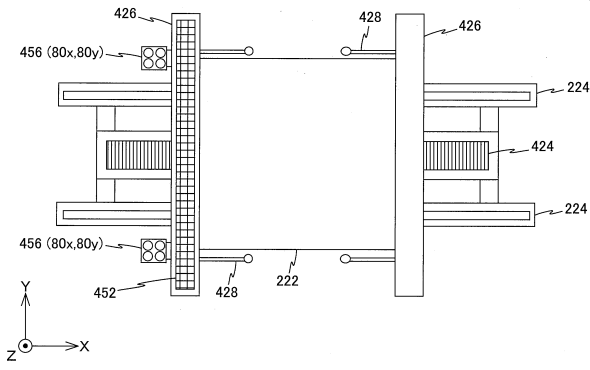
20

30

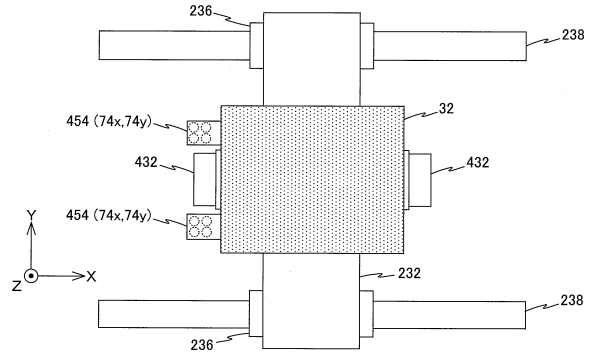
40

50

【図 17】

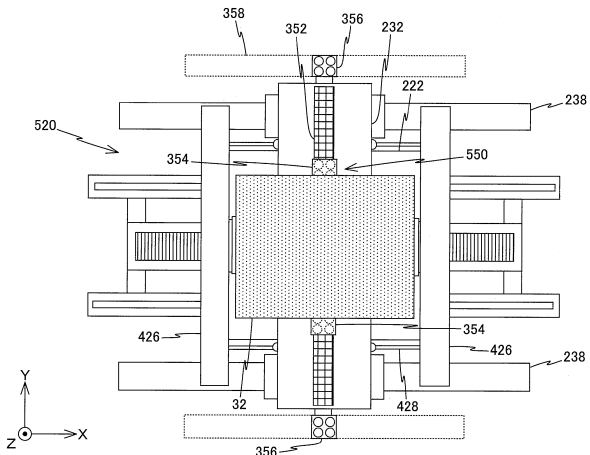


【図 18】

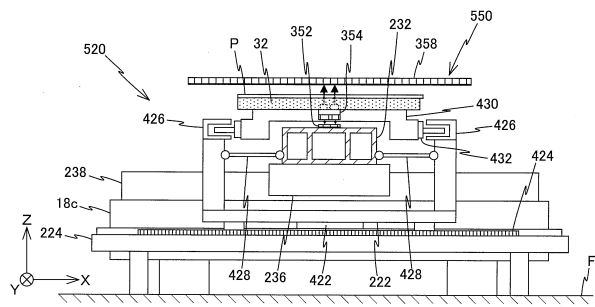


10

【図 19】



【図 20】



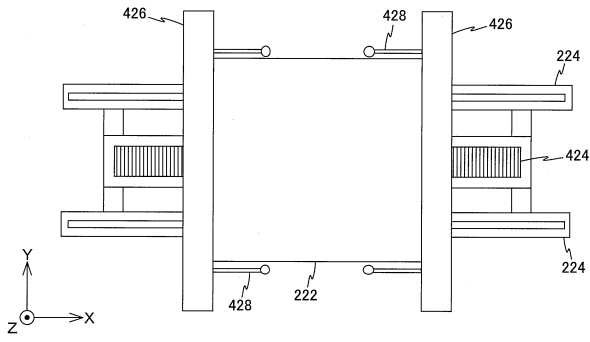
20

30

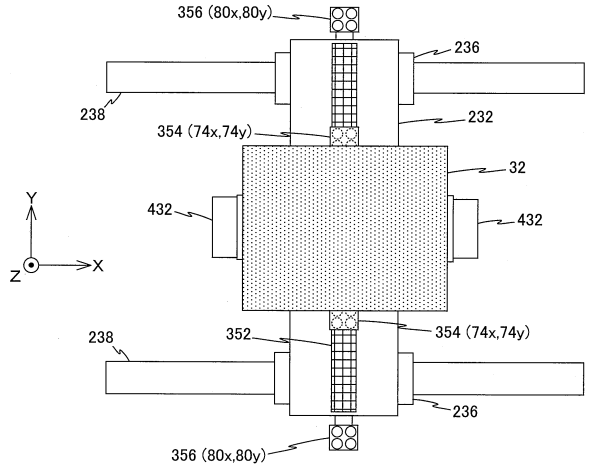
40

50

【 2 1 】

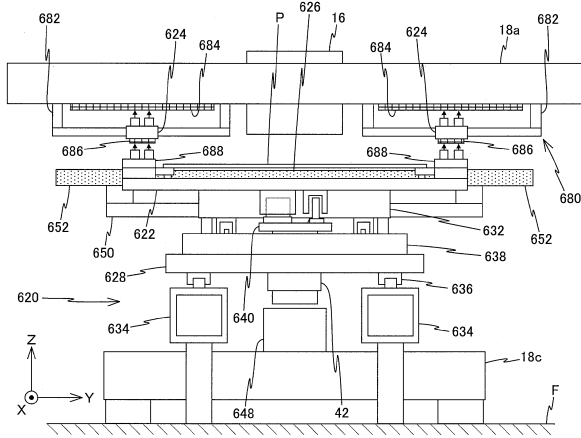


【 2 2 】

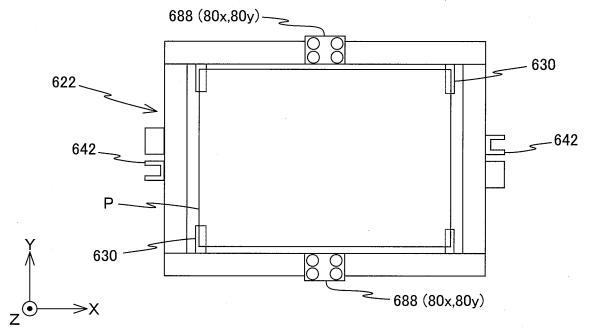


10

【 2 3 】



【 2 4 】



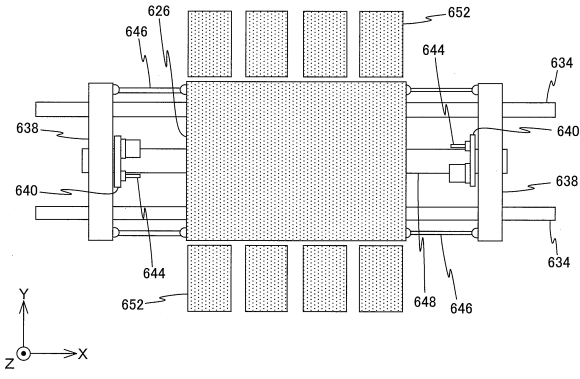
20

30

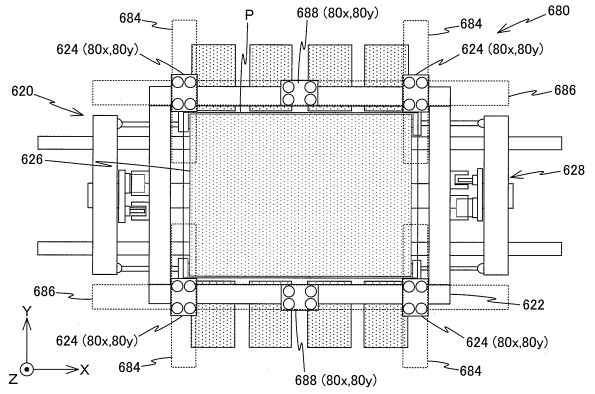
40

50

【図 25】

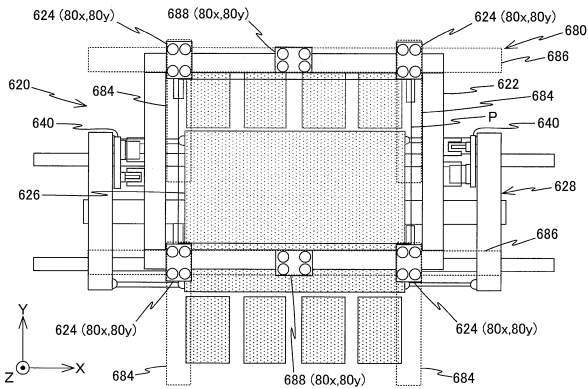


【図 26】

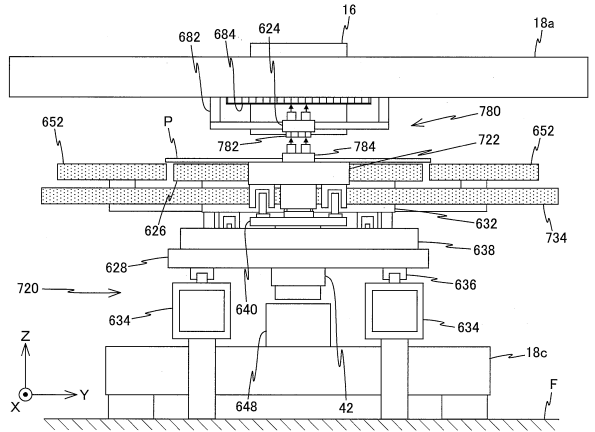


10

【図 27】



【図 28】



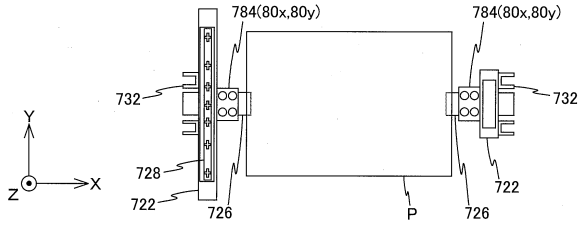
20

30

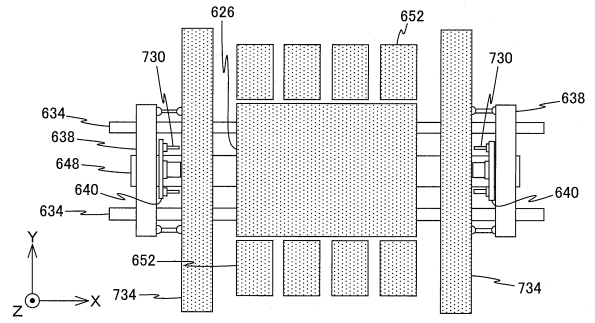
40

50

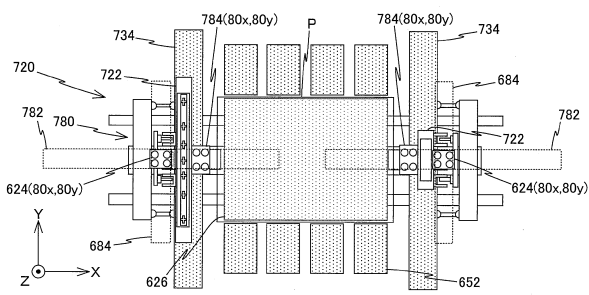
【図 29】



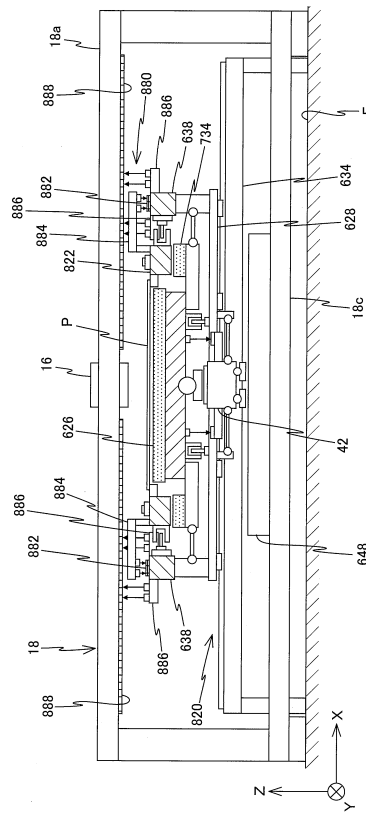
【図 30】



【図 31】



【図 32】



10

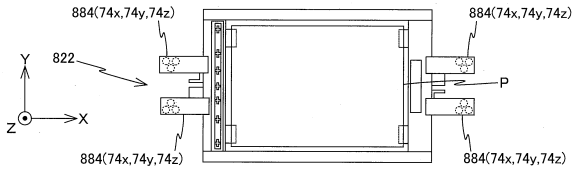
20

30

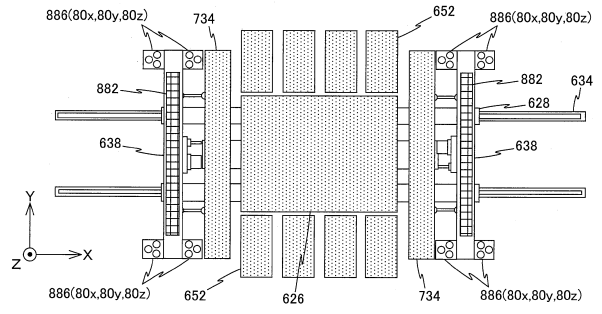
40

50

【 3 3 】

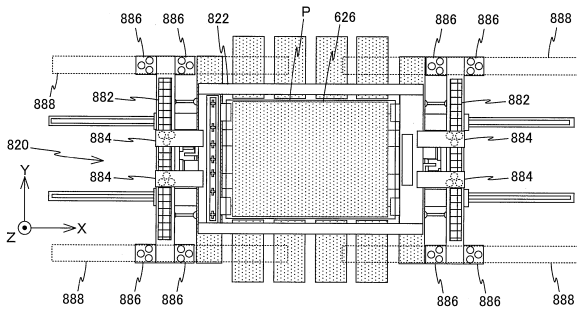


【 3 4 】

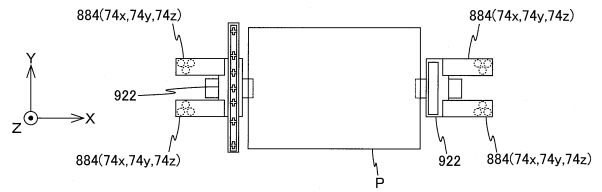


10

【 3 5 】

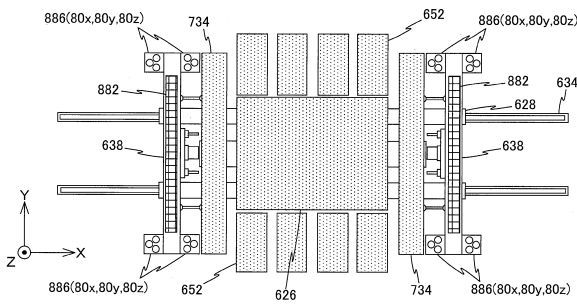


【 3 6 】

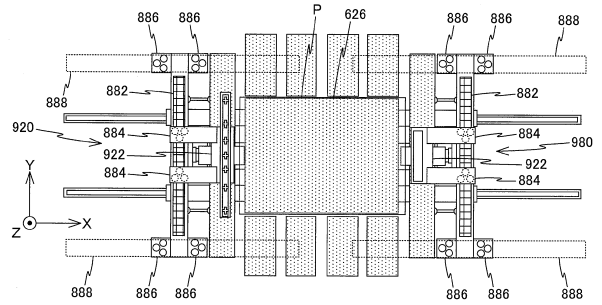


20

【 3 7 】



【 3 8 】

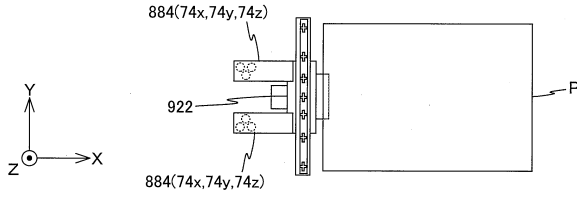


30

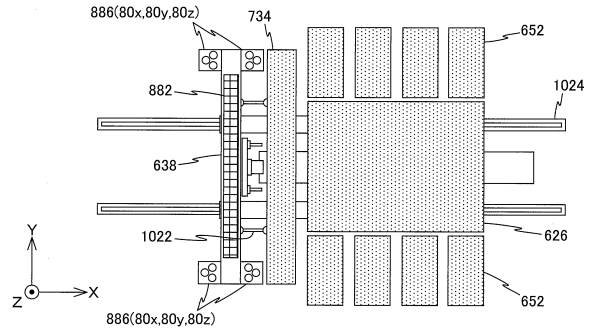
40

50

【 図 3 9 】

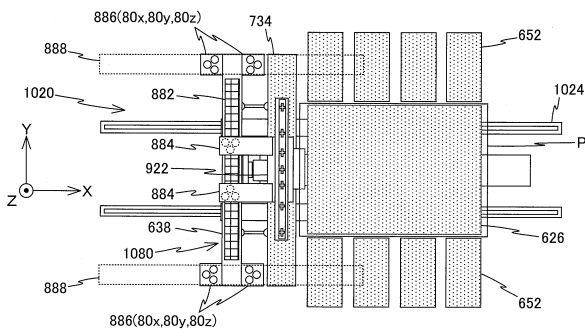


【 図 4 0 】

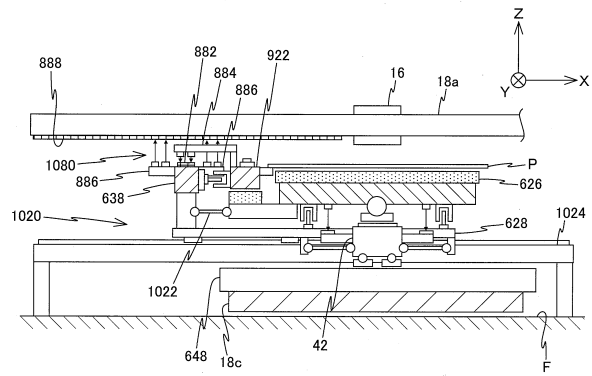


10

【 図 4 1 】

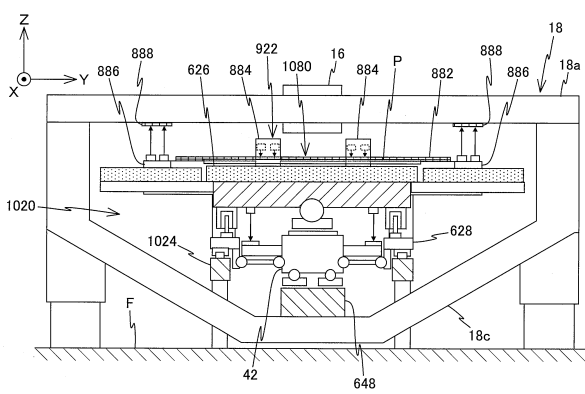


【 図 4 2 】

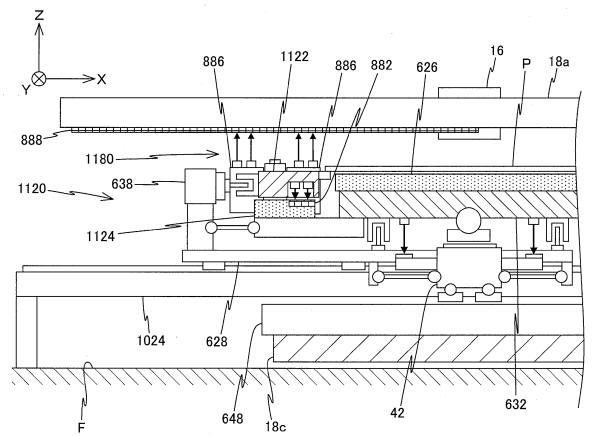


20

【 図 4 3 】



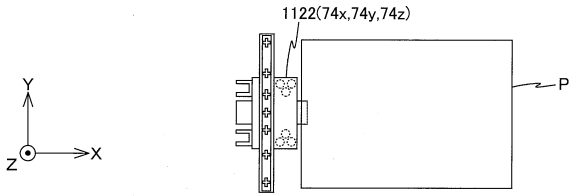
【 図 4 4 】



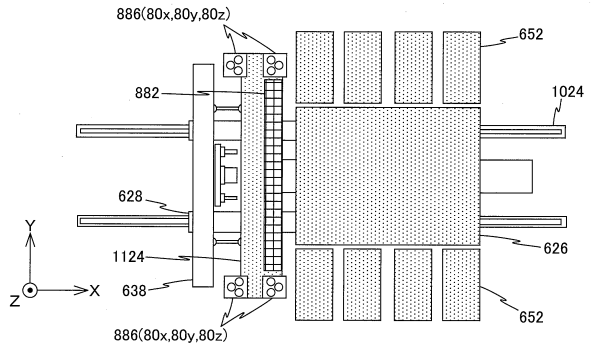
30

40

【 図 4 5 】

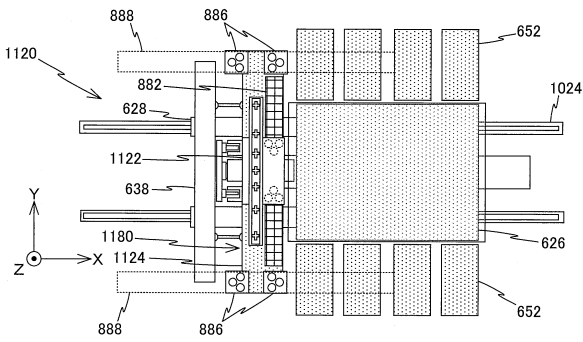


【 図 4 6 】

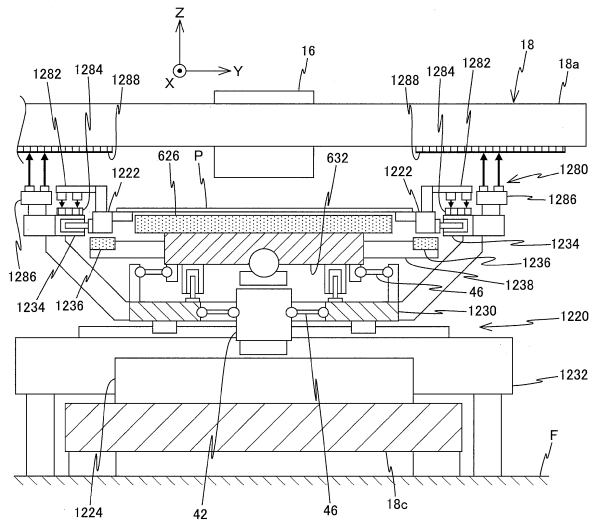


10

【 図 4 7 】



【 図 4 8 】



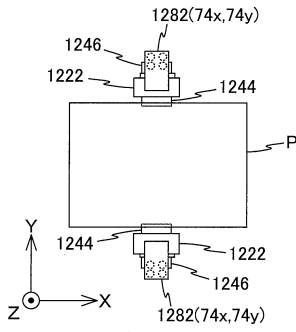
20

30

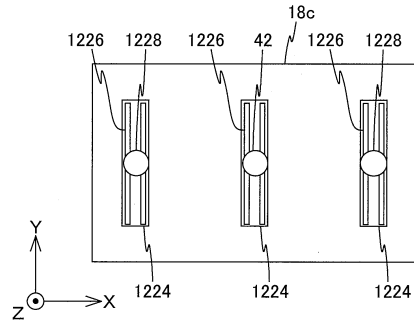
40

50

【 図 4 9 】

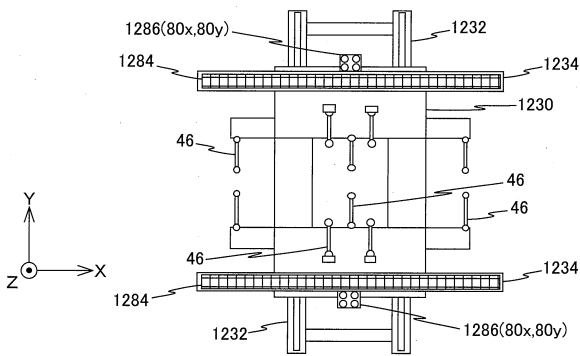


【 図 5 0 】

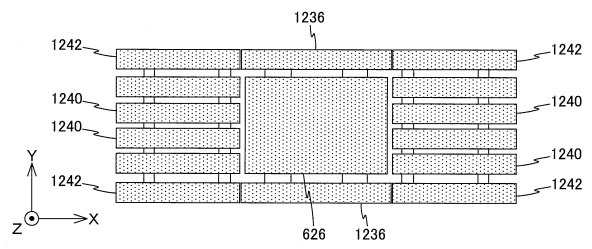


10

【 図 5 1 】

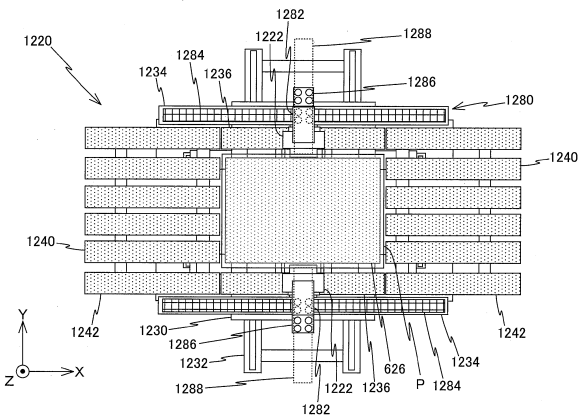


【 図 5 2 】

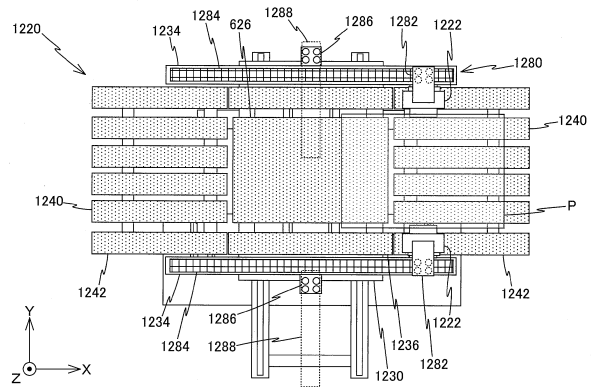


20

【 図 5 3 】



【 図 5 4 】

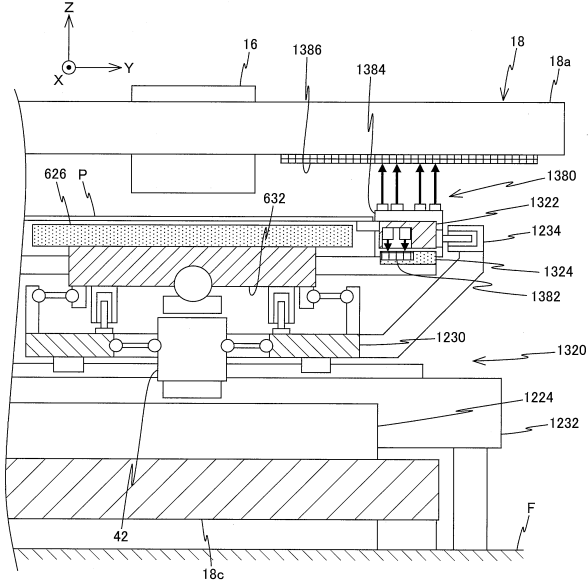


30

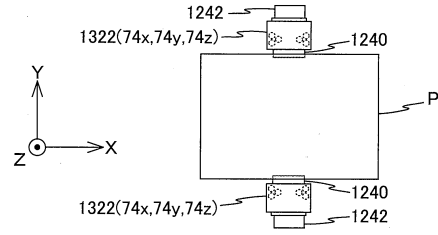
40

50

【 図 5 5 】

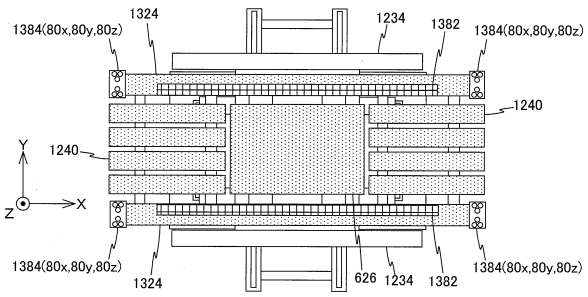


【 図 5 6 】

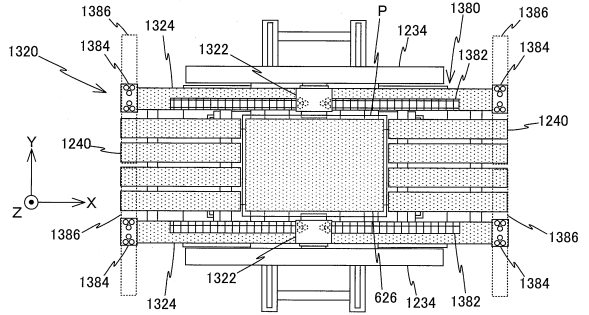


10

【 図 5 7 】



【 図 5 8 】



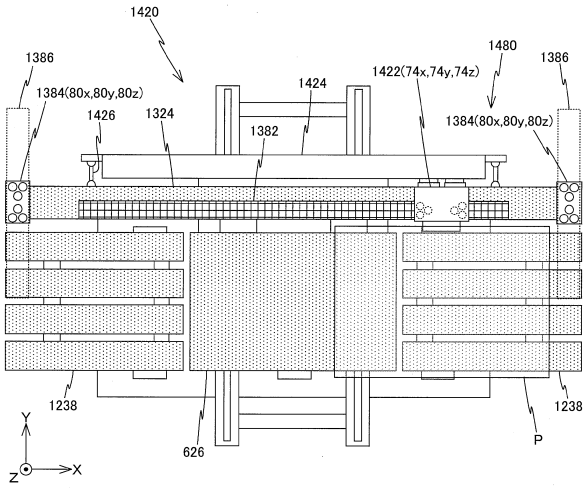
20

30

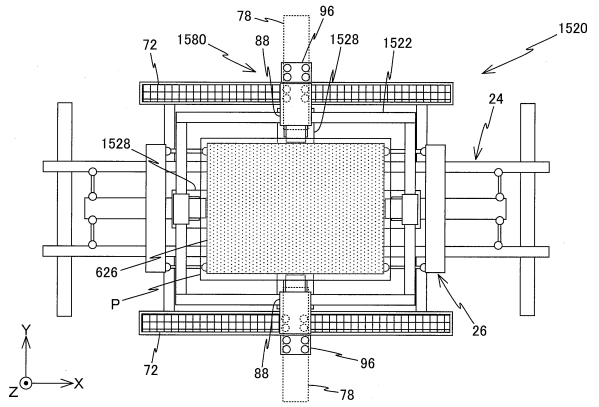
40

50

【 図 5 9 】

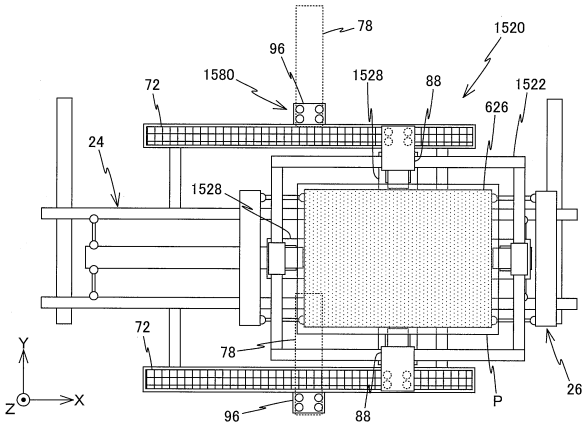


【 図 6 0 】

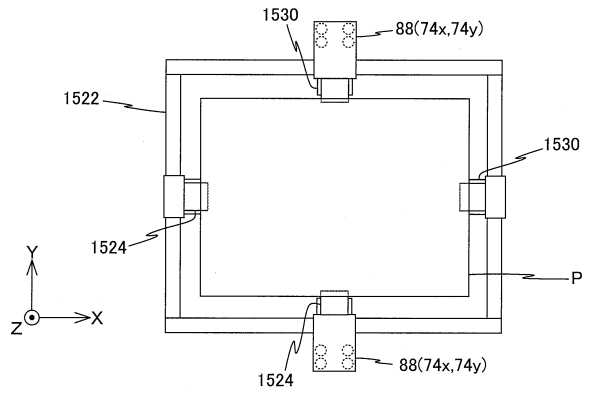


10

【 図 6 1 】



【 図 6 2 】



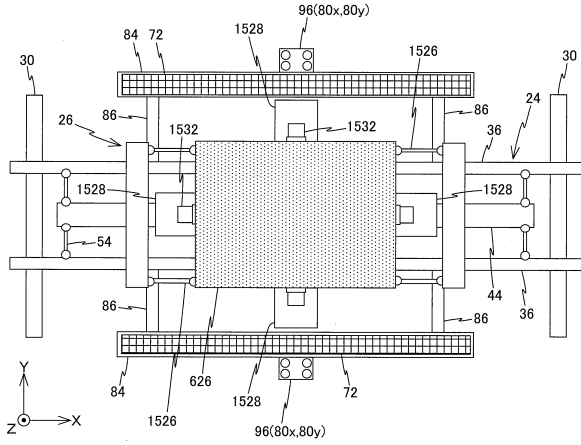
20

30

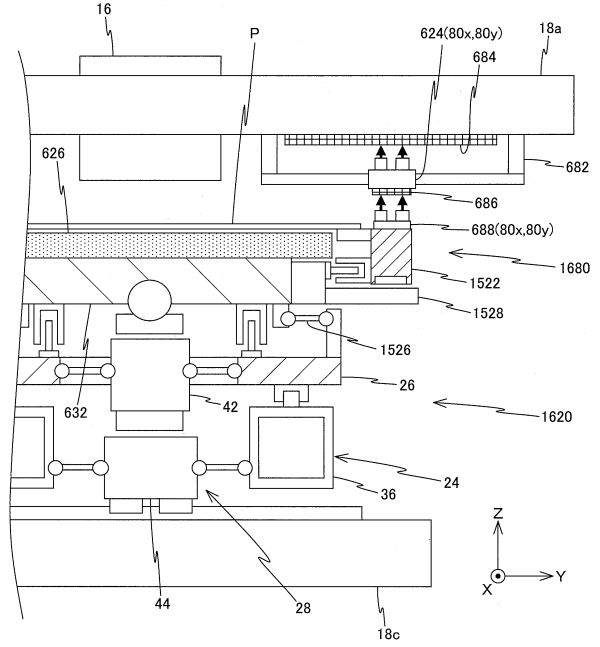
40

50

【 図 6 3 】



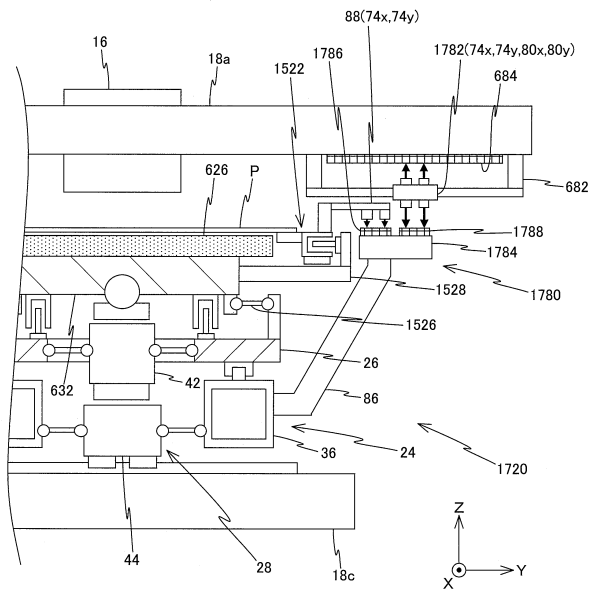
【 図 6 4 】



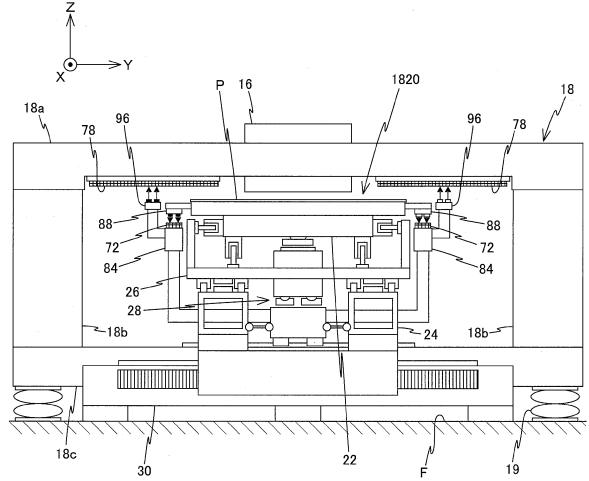
10

20

【 図 6 5 】



【 図 6 6 】

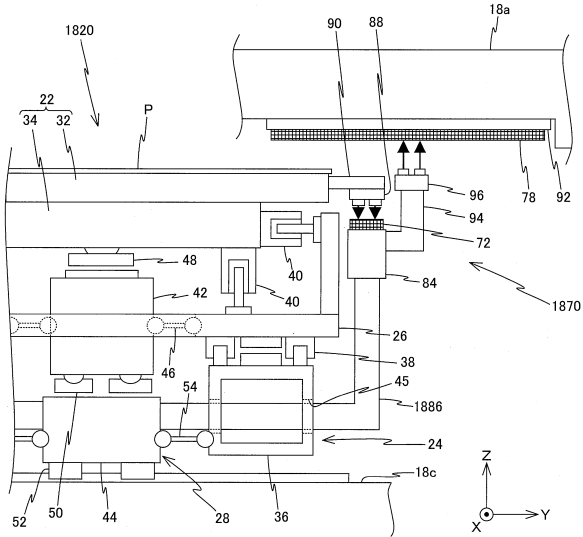


30

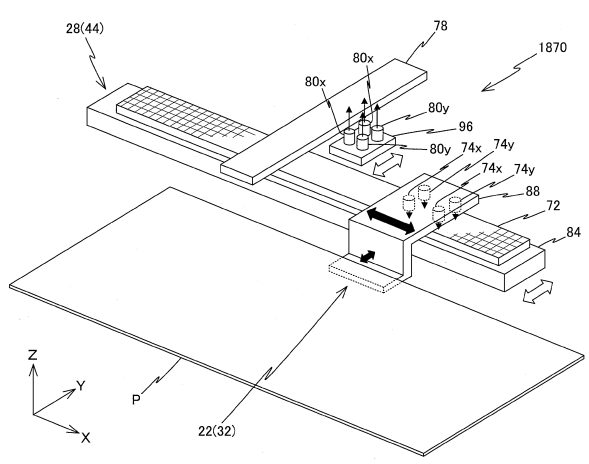
40

50

【図 67】

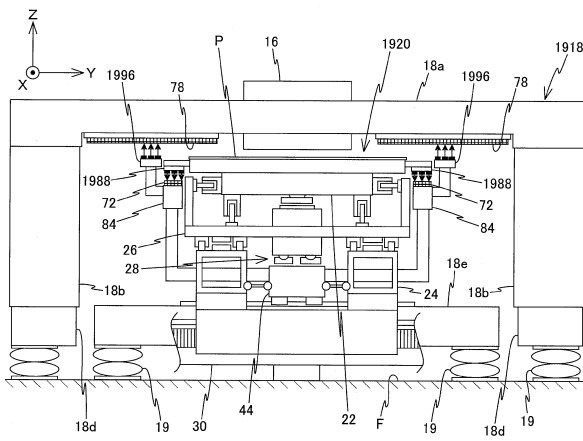


【図 68】

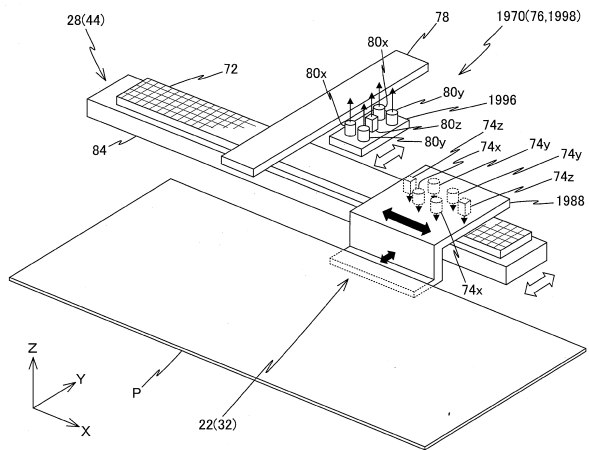


10

【図 69】



【図 70】



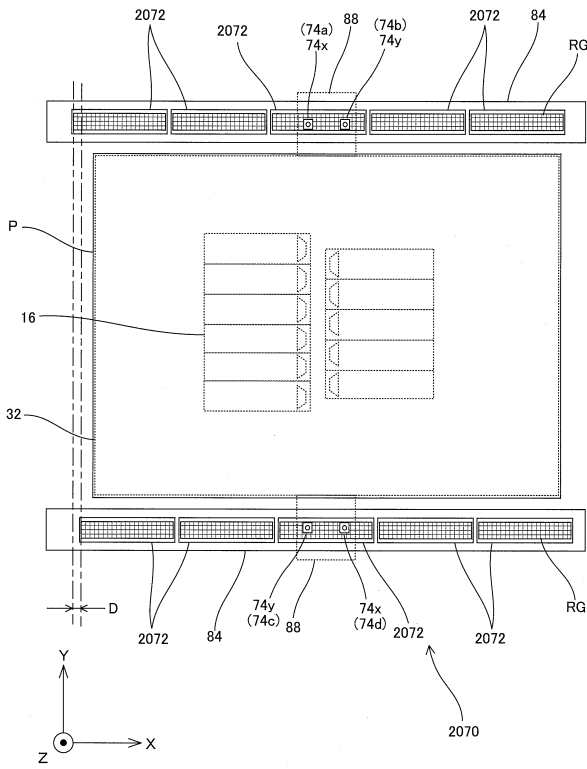
20

30

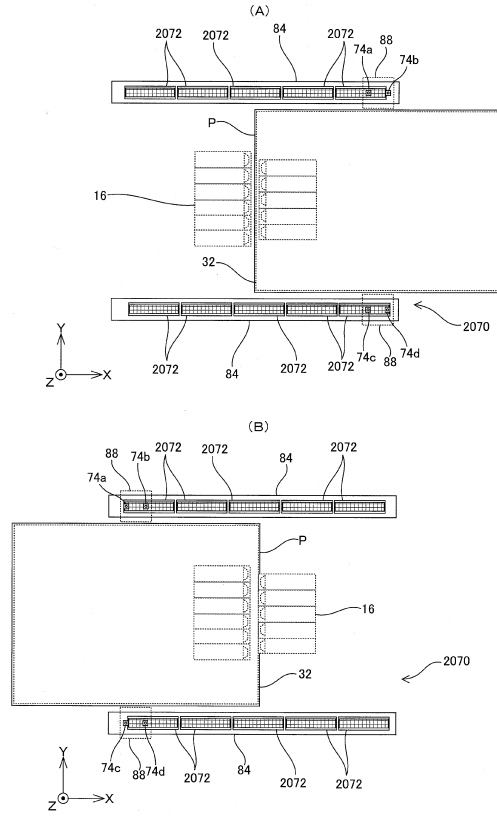
40

50

【 7 1 】



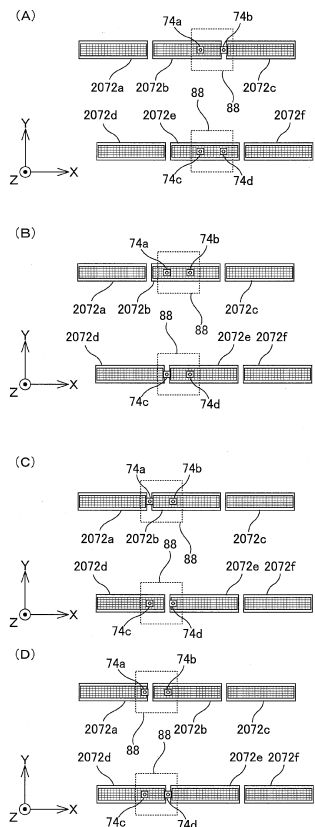
【 7 2 】



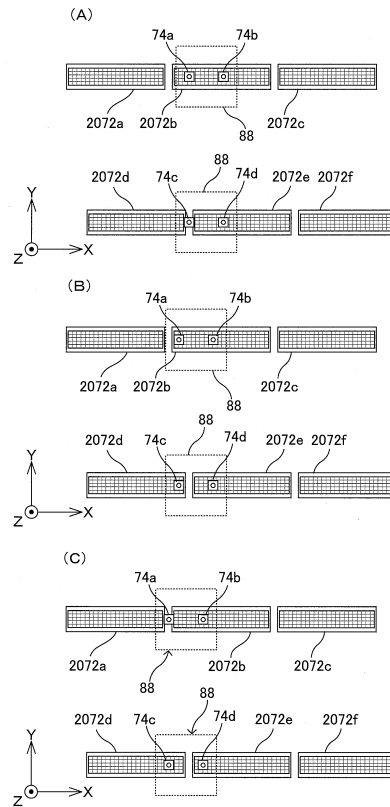
10

20

【 7 3 】



【 7 4 】

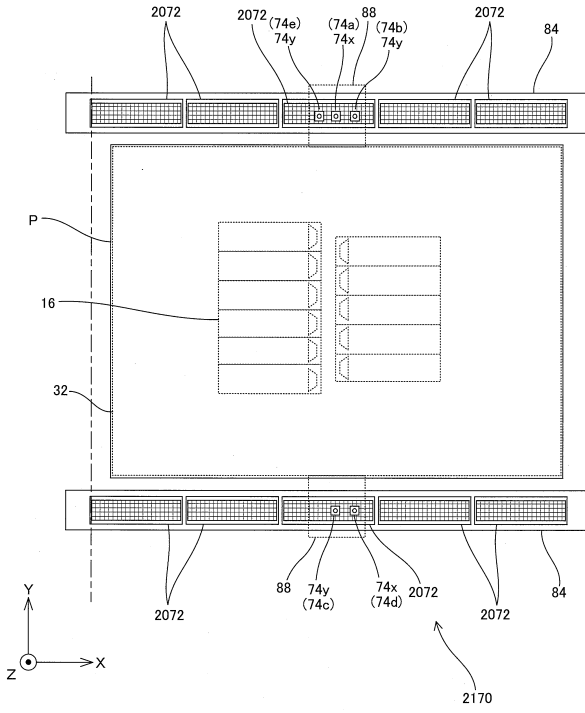


30

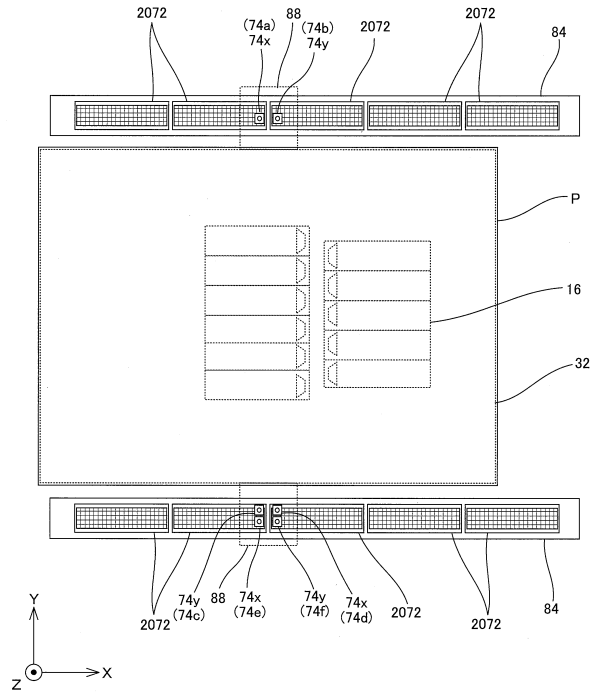
40

50

【 75 】



【 76 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 国際公開第2015/147319(WO,A1)
特開2010-050292(JP,A)
国際公開第2008/026742(WO,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20
G01B 11/00