

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6337486号
(P6337486)

(45) 発行日 平成30年6月6日(2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月18日(2018.5.18)

(51) Int.Cl.

F 1

G03F 7/24 (2006.01)

G03F 7/24

H01L 21/677 (2006.01)

H01L 21/68

G03F 1/00 (2012.01)

G03F 1/00

Z

A

Z

請求項の数 12 (全 38 頁)

(21) 出願番号

特願2014-18844 (P2014-18844)

(22) 出願日

平成26年2月3日(2014.2.3)

(65) 公開番号

特開2015-145971 (P2015-145971A)

(43) 公開日

平成27年8月13日(2015.8.13)

審査請求日

平成28年12月21日(2016.12.21)

(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

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明

(72) 発明者 渡辺 智行

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号

株式会社ニコン内

(72) 発明者 加藤 正紀

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号

株式会社ニコン内

(72) 発明者 鈴木 智也

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号

株式会社ニコン内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】基板処理装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

長尺方向に離散または連続して特定パターンが形成された可撓性を有する長尺の基板を処理する基板処理装置であって、

前記基板を前記長尺方向に搬送する搬送装置と、

所定の軸から一定半径で湾曲した曲面を有し、前記基板の前記長尺方向の一部分が巻き付けられて、前記基板が前記曲面に接し始める前記長尺方向の進入位置から前記基板が前記曲面から離れ始める前記長尺方向の離脱位置までの前記基板を支持する基板支持部材と、

前記軸からみて前記基板支持部材の周囲に配置され、前記曲面の周方向のうちの特定位置で前記曲面にある前記基板に処理を施す処理部と、

前記特定パターンを検出する第1検出プローブを含み、前記周方向に関して前記特定位置と前記進入位置側との間の前記基板支持部材の周囲に前記第1検出プローブが配置される第1パターン検出装置と、

前記周方向に関して前記第1検出プローブと異なる位置で前記特定パターンを検出する第2検出プローブを含み、前記特定位置と前記第1検出プローブの位置との間の前記軸回りの回転角度とほぼ同じ角度だけ、前記周方向に関して前記特定位置よりも前記離脱位置側に回転した前記基板支持部材の周囲の位置に、前記第2検出プローブが配置される第2パターン検出装置と、

前記特定パターンの前記第1検出プローブによる検出で求められる前記基板の前記軸方

10

20

向の変形量と、前記特定パターンの前記第2検出プローブによる検出で求められる前記基板の前記軸方向の変形量とが一致するように設定される前記進入位置及び前記離脱位置を通るように、前記搬送装置の一部として設けられて前記基板を案内するガイド部材と、を備える

基板処理装置。

【請求項2】

請求項1に記載の基板処理装置であって、
前記ガイド部材は、
前記基板の搬送経路の前記進入位置の上流側で前記基板にテンションを付与すると共に、前記進入位置を前記曲面の周方向に調整するように移動する第1ガイド部材を含む、
基板処理装置。 10

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の基板処理装置であって、
前記ガイド部材は、
前記基板の搬送経路の前記離脱位置の下流側で前記基板にテンションを付与すると共に、前記離脱位置を前記曲面の周方向に調整するように移動する第2ガイド部材を含む、
基板処理装置。 20

【請求項4】

請求項1から3のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
前記第1パターン検出装置の前記第1検出プローブは、前記軸方向に沿った複数の位置の各々に配置され、
前記第2パターン検出装置の前記第2検出プローブは、複数の前記第1検出プローブの前記軸方向の配置の間隔とほぼ同じ間隔で、前記軸方向に沿った複数の位置の各々に配置される、
基板処理装置。 30

【請求項5】

請求項1から4のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
前記処理部は、前記特定位置において前記基板にパターンを形成する為の露光光を照射する露光装置である、
基板処理装置。 30

【請求項6】

請求項5に記載の基板処理装置であって、
前記露光装置は、前記露光光によって前記基板に形成されるパターン像の位置をシフトする像シフト調整装置を備え、
前記像シフト調整装置は、前記第1パターン検出装置及び前記第2パターン検出装置により検出された前記特定パターンの変化に応じて、前記パターン像の位置を前記長尺方向又は前記軸方向にシフトする、
基板処理装置。 40

【請求項7】

請求項5又は請求項6に記載の基板処理装置であって、
前記露光装置は、前記露光光によって前記基板に形成されるパターン像の倍率を調整する倍率調整装置を備え、
前記倍率調整装置は、前記第1パターン検出装置及び前記第2パターン検出装置により検出された前記特定パターンの変化に応じて、前記パターン像の倍率を調整する、
基板処理装置。 50

【請求項8】

請求項1から7のいずれか一項に記載の基板処理装置であって、
前記基板支持部材は、
前記軸から一定半径の円筒面状の外周面を前記曲面として有して前記軸回りに回転する回転ドラムと、前記回転ドラムとともに前記軸回りに回転する読み取り可能な目盛が前記

周方向に沿って刻設されたスケール部とを含み、

さらに、前記軸からみて前記スケール部の周囲であって、前記第1検出プローブが設置される方位と同じ方位に配置されて、前記スケール部の目盛を読み取る第1エンコーダヘッドと、

前記軸からみて前記スケール部の周囲であって、前記第2検出プローブが設置される方位と同じ方位に配置されて、前記スケール部の目盛を読み取る第2エンコーダヘッドと、
を備える、

基板処理装置。

【請求項9】

請求項8に記載の基板処理装置であって、

前記第1パターン検出装置及び前記第2パターン検出装置は、

前記処理部が処理を停止した状態で、前記搬送装置及び前記回転ドラムの回転によって前記基板を前記長尺方向に所定の速度で移動させている間に、前記基板の前記特定パターンを検出する、

基板処理装置。

【請求項10】

請求項8に記載の基板処理装置であって、

前記第1パターン検出装置及び前記第2パターン検出装置は、

前記搬送装置及び前記回転ドラムの回転によって前記基板を前記長尺方向に所定の速度で移動させながら、前記処理部によって処理を施している間も、前記基板上の前記長尺方向に沿った前記特定パターンの一部を検出する、

基板処理装置。

【請求項11】

請求項8に記載の基板処理装置であって、

前記処理部は、

前記回転ドラムの周囲に配置され、前記曲面の周方向のうち前記特定位置で前記曲面にある前記基板に処理を施す第1処理部と、

前記回転ドラムの周囲に配置され、前記曲面の周方向のうち前記特定位置とは異なると共に、前記第1検出プローブの位置と前記第2検出プローブの位置との間に設定される第2の特定位置で、前記曲面にある前記基板に処理を施す第2処理部と、を含む、

基板処理装置。

【請求項12】

請求項8に記載の基板処理装置であって、

前記処理部は、

前記回転ドラムの周囲に配置され、前記曲面の周方向のうち前記第1検出プローブの位置と前記第2検出プローブの位置との間に設定される第1の特定位置で、前記曲面にある前記基板に処理を施す第1処理部と、

前記回転ドラムの周囲に配置され、前記曲面の周方向のうち前記第1検出プローブの位置と前記第2検出プローブの位置との間で、且つ前記第1の特定位置とは異なる第2の特定位置で、前記曲面にある前記基板に処理を施す第2処理部と、を含み、

前記特定位置は、前記曲面の周方向に関して前記第1の特定位置と前記第2の特定位置との間に設定される、

基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板支持部材によって所定の張力(テンション)を伴って支持される可撓性(フレキシブル)の基板に処理を施す基板処理装置及びデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

フォトリソグラフィ工程で用いられる露光装置において、円筒状又は円柱状のマスクを回転させつつ、基板（半導体ウェハ）上の数ショット分の長さに渡って基板を連続移動させて、円筒状マスクの外周に形成された数ショット分のパターンを基板上に走査露光する露光装置が知られている（例えば、特許文献1）。

【0003】

また、近年、高分子の樹脂性フィルムやプラスチックによるフレキシブルな薄い基板上に、液晶方式、有機EL方式等の表示パネルやカラーフィルターを製造する為に、ロール状に巻かれたフレキシブルな長尺フィルムを引き出して、そこに円筒マスクのパターンを連続して露光するロール・ツー・ロール（Roll-to-Roll）方式も提案されている（例えば、特許文献2）。

10

【0004】

上記特許文献1、2のような円筒状マスクを用いる露光装置に限らず、一般的な平板状マスクを用いる露光装置、或いはマスクレス方式の直描露光装置であっても、露光対象である基板が樹脂、プラスチック、或いは金属箔等の薄い基板である場合は、その物性上の特質から基板の伸縮が問題となる。従って、表示パネル等の電子デバイス用のパターンや、カラーフィルター用のパターンを、フレキシブルな薄い基板上に露光する場合、露光すべきパターン（マスクパターンの投影像や描画像等）と、基板との相対的な位置関係を精密に調整することが望まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0005】

【特許文献1】特開2008-076650号公報

【特許文献2】特開2011-221536号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記特許文献2のように、可撓性の基板を基板支持部材の支持面（曲面）に沿って支持した状態で長尺方向に送りながら処理を施す基板処理装置（露光装置）では、基板支持部材の支持面に支持された基板に緩みがある場合、即ち所定の張力（テンション）を与えない場合には、基板にしわが発生する可能性がある。

30

このため基板処理装置では、基板の搬送時に基板に一定の張力（テンション）がかかるよう制御される。しかしながら、基板に張力（テンション）がかかる場合、基板支持部材の支持面（曲面）上の処理位置の前後で、張力（テンション）の影響による基板の幅方向または長尺方向の変形（伸縮）が発生する可能性がある。そこで、可撓性の薄い基板を処理する基板処理装置では、基板の幅方向または長尺方向の変形、即ち2次元的な変形を考慮しつつ、処理の精度（パターンの転写精度、重ね合わせ精度等）を向上させることが要望されている。

【0007】

本発明の態様は、上記の事情に鑑みてなされたものであって、張力の影響による基板の幅方向または長尺方向の変形による処理精度の低下を抑制し、高精度な基板処理装置及びデバイス製造方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明の第1の態様に従えば、長尺方向に離散または連続して特定パターンが形成された可撓性を有する長尺の基板を処理する基板処理装置であって、前記基板を前記長尺方向に搬送する搬送装置と、所定の軸から一定半径で湾曲した曲面を有し、前記基板の前記長尺方向の一部分が巻き付けられて、前記基板が前記曲面に接し始める前記長尺方向の進入位置から前記基板が前記曲面から離れ始める前記長尺方向の離脱位置までの前記基板を支持する基板支持部材と、前記軸からみて前記基板支持部材の周囲に配置され、前記曲面の周方向のうちの特定位置で前記曲面にある前記基板に処理を施す処理部と、前記特定パタ

50

ーンを検出する第1検出プローブを含み、前記周方向に関して前記特定位置と前記進入位置側との間の前記基板支持部材の周囲に前記第1検出プローブが配置される第1パターン検出装置と、前記周方向に関して前記第1検出プローブと異なる位置で前記特定パターンを検出する第2検出プローブを含み、前記特定位置と前記第1検出プローブの位置との間の前記軸回りの回転角度とほぼ同じ角度だけ、前記周方向に関して前記特定位置よりも前記離脱位置側に回転した前記基板支持部材の周囲の位置に、前記第2検出プローブが配置される第2パターン検出装置と、前記特定パターンの前記第1検出プローブによる検出で求められる前記基板の前記軸方向の変形量と、前記特定パターンの前記第2検出プローブによる検出で求められる前記基板の前記軸方向の変形量とが一致するように設定される前記進入位置及び前記離脱位置を通るように、前記搬送装置の一部として設けられて前記基板を案内するガイド部材と、を備える基板処理装置が提供される。

【発明の効果】

【0011】

本発明の態様によれば、処理中に付与される張力の影響によるフレキシブル基板の変形による処理精度の低下、特に、基板上の処理（露光）領域の位置決め精度の低下を抑制し、高い位置決め精度を確保した基板処理装置及びデバイス製造方法を得ることができる。そのため、微細なパターンであってもフレキシブルな基板上に忠実に形成することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は、第1実施形態のデバイス製造システムの構成を示す図である。

【図2】図2は、第1実施形態に係る処理装置（露光装置）の全体構成を示す模式図である。

【図3】図3は、図2における照明領域及び投影領域の配置を示す模式図である。

【図4】図4は、図2の処理装置（露光装置）に適用される投影光学系の構成を示す模式図である。

【図5】図5は、図2の処理装置（露光装置）に適用される回転ドラムの斜視図である。

【図6】図6は、図2の処理装置（露光装置）に適用される検出プローブと読み取り装置との関係を説明するための斜視図である。

【図7】図7は、第1実施形態に係るスケール円盤SDを回転中心線AX2方向にみた、読み取り装置の位置を説明するための説明図である。

【図8】図8は、第1実施形態に係る基板の変形を説明する説明図である。

【図9】図9は、アライメントマークの一例を説明する説明図である図9は、アライメントマークの一例を説明する説明図である。

【図10】図10は、基板の変形によるアライメントマークの変化の一例を模式的に説明する説明図である。

【図11】図11は、投影像とアライメントマークとの位置ずれを模式的に説明する説明図である。

【図12】図12は、第1実施形態に係る処理装置（露光装置）の処理を補正する手順の一例を示すフローチャートである。

【図13】図13は、第2実施形態に係る処理装置（露光装置）のアライメントマークの検出手順の一例を示すフローチャートである。

【図14】図14は、アライメントマークの検出位置の一例を示す説明図である。

【図15】図15は、アライメントマークの検出位置の他の例を示す説明図である。

【図16】図16は、第3実施形態に係る処理装置（露光装置）に適用される回転ドラムの斜視図である。

【図17】図17は、第3実施形態に係るスケール円盤SDを回転中心線AX2方向にみた、読み取り装置の位置を説明するための説明図である。

【図18】図18は、基板の変形によるアライメントマークの変化の一例を模式的に説明する説明図である。

10

20

30

40

50

【図19】図19は、第3実施形態に係る処理装置（露光装置）の処理を補正する手順の一例を示すフローチャートである。

【図20】図20は、第4実施形態に係る処理装置（露光装置）の全体構成を示す模式図である。

【図21】図21は、第5実施形態に係る処理装置（露光装置）の全体構成を示す模式図である。

【図22】図22は、第6実施形態に係る処理装置（露光装置）の全体構成を示す模式図である。

【図23】図23は、円筒状のドラム部材に張力を与えて基板を巻き付けた場合の基板上の各点の変形量を求める為のモデル例を示す斜視図である。 10

【図24】図24は、図23のモデル例による基板の長尺方向（MD方向）の伸縮に伴う各点の変位量を、摩擦係数0.45としてシミュレーションした結果のグラフである。

【図25】図25は、図23のモデル例による基板の長尺方向（MD方向）の伸縮に伴う各点の変位量を、摩擦係数200でシミュレーションした結果のグラフである。

【図26】図26は、図23のモデル例による基板の短尺方向（TD方向）の伸縮に伴う各点の変位量を、摩擦係数0.45でシミュレーションした結果のグラフである。

【図27】図27は、図23のモデル例による基板の短尺方向（TD方向）の伸縮に伴う各点の変位量を、摩擦係数200でシミュレーションした結果のグラフである。

【図28】図28は、第1実施形態に係る処理装置（露光装置）を用いたデバイス製造方法を示すフローチャートである。 20

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。また、本発明の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換または変更を行うことができる。例えば、以下の実施形態では、電子デバイスとして、アクティブ・マトリックス形式の液晶或いはOLED（有機EL）によるフレキシブル・ディスプレイパネルを製造する場合として説明するがこれに限定されない。電子デバイスとしては、配線基板（フレキシブル・プリント基板）、光電素子のセルを多数配列したフレキシブルな太陽電池パネル等を製造することもできる。 30

【0014】

（第1実施形態）

第1実施形態による基板処理装置は、フレキシブルな基板上に表示パネル用のパターン（多数の画素部、画素電極、 TFT、バスライン等の各パターンを含む）を露光処理する露光装置である。また、露光装置は、露光後の基板に各種処理を施してデバイスを製造するデバイス製造システム（製造ライン）に組み込まれて使われる。そこで、先ず、デバイス製造システムについて説明する。

【0015】

<デバイス製造システム>

図1は、第1実施形態のデバイス製造システムの構成を示す図である。図1に示すデバイス製造システム1は、デバイスとしてのフレキシブル・ディスプレイを製造するライン（フレキシブル・ディスプレイ製造ライン）である。フレキシブル・ディスプレイとしては、例えば有機ELディスプレイ等がある。このデバイス製造システム1は、可撓性の基板Pをロール状に巻回した供給用ロールFR1から、該基板Pを送り出し、送り出された基板Pに対して各種処理を連続的に施した後、処理後の基板Pを可撓性のデバイスとして回収用ロールFR2に巻き取る、いわゆるロール・ツー・ロール（Roll-to-Roll）方式となっている。第1実施形態のデバイス製造システム1では、フィルム状のシートである基板Pが供給用ロールFR1から送り出され、供給用ロールFR1から送り出 40

10

20

30

40

50

された基板 P が、順次、n 台の処理装置 U 1、U 2、U 3、U 4、U 5、…U n を経て、回収用ロール F R 2 に巻き取られるまでの例を示している。先ず、デバイス製造システム 1 の処理対象となる基板 P について説明する。

【 0 0 1 6 】

基板 P の素材としては、例えば、プラスチック、樹脂フィルム、ステンレス鋼等の金属または合金からなる箔（フォイル）等が用いられる。樹脂フィルムの材質としては、例えば、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリエステル樹脂、エチレンビニル共重合体樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、セルロース樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリスチレン樹脂、酢酸ビニル樹脂のうち 1 または 2 以上を含んでいる。

10

【 0 0 1 7 】

基板 P は、例えば、基板 P に施される各種処理において受ける熱による変形量が実質的に無視できるように、熱膨張係数が顕著に大きくないものを選定することが望ましい。熱膨張係数は、例えば、無機フィラーを樹脂フィルムに混合することによって、プロセス温度等に応じた閾値よりも小さく設定されていてもよい。無機フィラーは、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、アルミナ、酸化ケイ素等でもよい。また、基板 P は、フロート法等で製造された厚さ 100 μm 程度の極薄ガラスの単層体であってもよいし、この極薄ガラスに上記の樹脂フィルム、箔等を貼り合わせた積層体であってもよい。

【 0 0 1 8 】

このように構成された基板 P は、ロール状に巻回されることで供給用ロール F R 1 となり、この供給用ロール F R 1 が、デバイス製造システム 1 に装着される。供給用ロール F R 1 が装着されたデバイス製造システム 1 は、1 個のデバイスを製造するための各種の処理を、供給用ロール F R 1 から送り出される基板 P に対して繰り返し実行する。このため、処理後の基板 P は、複数のデバイスが連なった状態となる。つまり、供給用ロール F R 1 から送り出される基板 P は、多面取り用の基板となっている。なお、基板 P は、予め所定の前処理によって、その表面を改質して活性化したもの、或いは、表面に精密パターンングのための微細な隔壁構造（凹凸構造）をインプリント法により形成したものでも良い。

20

【 0 0 1 9 】

処理後の基板 P は、ロール状に巻回されることで回収用ロール F R 2 として回収される。回収用ロール F R 2 は、図示しないダイシング装置に装着される。回収用ロール F R 2 が装着されたダイシング装置は、処理後の基板 P を、デバイスごとに分割（ダイシング）することで、複数個のデバイスにする。基板 P の寸法は、例えば、幅方向（短尺となる方向）の寸法が 10 cm ~ 2 m 程度であり、長さ方向（長尺となる方向）の寸法が 10 m 以上である。なお、基板 P の寸法は、上記した寸法に限定されない。

30

【 0 0 2 0 】

次に、図 1 を参照し、デバイス製造システム 1 について説明する。図 1 では、X 方向、Y 方向及び Z 方向が直交する直交座標系となっている。X 方向は、水平面内において供給用ロール F R 1 及び回収用ロール F R 2 を結ぶ方向であり、図 1 における左右方向である。Y 方向は、水平面内において X 方向に直交する方向であり、図 1 における前後方向である。Y 方向は、供給用ロール F R 1 及び回収用ロール F R 2 の軸方向となっている。Z 方向は、鉛直方向であり、図 1 における上下方向である。

40

【 0 0 2 1 】

デバイス製造システム 1 は、基板 P を供給する基板供給装置 2 と、基板供給装置 2 によって供給された基板 P に対して各種処理を施す処理装置 U 1 ~ U n と、処理装置 U 1 ~ U n によって処理が施された基板 P を回収する基板回収装置 4 と、デバイス製造システム 1 の各装置を制御する上位制御装置 5 とを備える。

【 0 0 2 2 】

基板供給装置 2 には、供給用ロール F R 1 が回転可能に装着される。基板供給装置 2 は、装着された供給用ロール F R 1 から基板 P を送り出す駆動ローラ D R 1 と、基板 P の幅

50

方向（Y方向）における位置を調整するエッジポジションコントローラEPC1とを有する。駆動ローラDR1は、基板Pの表裏両面を挟持しながら回転し、基板Pを供給用ロールFR1から回収用ロールFR2へ向かう搬送方向に送り出すことで、基板Pを処理装置U1～Unに供給する。このとき、エッジポジションコントローラEPC1は、基板Pの幅方向の端部（エッジ）における位置が、目標位置に対して±十数μm程度の範囲から±数十μm程度の範囲に収まるように、基板Pを幅方向に移動させて、基板Pの幅方向における位置を修正する。

【0023】

基板回収装置4には、回収用ロールFR2が回転可能に装着される。基板回収装置4は、処理後の基板Pを回収用ロールFR2側に引き寄せる駆動ローラDR2と、基板Pの幅方向（Y方向）における位置を調整するエッジポジションコントローラEPC2とを有する。基板回収装置4は、駆動ローラDR2により基板Pの表裏両面を挟持しながら回転し、基板Pを搬送方向に引き寄せると共に、回収用ロールFR2を回転させることで、基板Pを巻き上げる。このとき、エッジポジションコントローラEPC2は、エッジポジションコントローラEPC1と同様に構成され、基板Pの幅方向の端部（エッジ）が幅方向においてばらつかないように、基板Pの幅方向における位置を修正する。

【0024】

処理装置U1は、基板供給装置2から供給された基板Pの表面に感光性機能液を塗布する塗布装置である。感光性機能液としては、例えば、フォトレジスト、感光性シランカップリング材、UV硬化樹脂液等が用いられる。処理装置U1は、基板Pの搬送方向の上流側から順に、塗布機構Gp1と乾燥機構Gp2とが設けられている。塗布機構Gp1は、基板Pが巻き付けられる圧胴ローラR1と、圧胴ローラR1に対向する塗布ローラR2とを有する。塗布機構Gp1は、供給された基板Pを圧胴ローラR1に巻き付けた状態で、圧胴ローラR1及び塗布ローラR2により基板Pを挟持する。そして、塗布機構Gp1は、圧胴ローラR1及び塗布ローラR2を回転させることで、基板Pを搬送方向に移動させながら、塗布ローラR2により感光性機能液を塗布する。乾燥機構Gp2は、熱風またはドライエアー等の乾燥用エアーを吹き付け、感光性機能液に含まれる溶質（溶剤または水）を除去し、感光性機能液が塗布された基板Pを乾燥することで、基板P上に感光性機能層を形成する。

【0025】

処理装置U2は、基板Pの表面に形成された感光性機能層を安定にすべく、処理装置U1から搬送された基板Pを所定温度（例えば、数10～120程度）まで加熱する加熱装置である。処理装置U2は、基板Pの搬送方向の上流側から順に、加熱チャンバHA1と冷却チャンバHA2とが設けられている。加熱チャンバHA1は、その内部に複数のローラ及び複数のエア・ターンバーが設けられており、複数のローラ及び複数のエア・ターンバーは、基板Pの搬送経路を構成している。複数のローラは、基板Pの裏面に転接して設けられ、複数のエア・ターンバーは、基板Pの表面側に非接触状態で設けられる。複数のローラ及び複数のエア・ターンバーは、基板Pの搬送経路を長くすべく、蛇行状の搬送経路となる配置になっている。加熱チャンバHA1内を通る基板Pは、蛇行状の搬送経路に沿って搬送されながら所定温度まで加熱される。冷却チャンバHA2は、加熱チャンバHA1で加熱された基板Pの温度が、後工程（処理装置U3）の環境温度と揃うようすべく、基板Pを環境温度まで冷却する。冷却チャンバHA2は、その内部に複数のローラが設けられ、複数のローラは、加熱チャンバHA1と同様に、基板Pの搬送経路を長くすべく、蛇行状の搬送経路となる配置になっている。冷却チャンバHA2内を通る基板Pは、蛇行状の搬送経路に沿って搬送されながら冷却される。冷却チャンバHA2の搬送方向における下流側には、駆動ローラDR3が設けられ、駆動ローラDR3は、冷却チャンバHA2を通過した基板Pを挟持しながら回転することで、基板Pを処理装置U3へ向けて供給する。

【0026】

処理装置（基板処理装置）U3は、処理装置U2から供給された、表面に感光性機能層

10

20

30

40

50

が形成された基板（感光基板）Pに対して、ディスプレイパネル用の回路または配線等のパターンを投影露光する露光装置である。詳細は後述するが、処理装置U3は、透過型または反射型の円筒マスク（マスク）DMの外周面のパターン面に照明光束を照明し、円筒マスク（マスク）DM上の照明領域内に現れるパターンからの透過光または反射光を、投影光学系PLを介して基板Pに投影露光する。

処理装置U3は、処理装置U2から供給された基板Pを搬送方向の下流側に送る駆動ローラDR4と、基板Pの幅方向（Y方向）における位置を調整するエッジポジションコントローラEPCと、基板Pを通常時の搬送方向と逆方向に移動させたとき（逆搬送時）に基板Pにたるみを与えた状態で一定量滞留させる、バックバッファーパートBDLを備えている。
10

【0027】

バックバッファーパートBDLは、基板Pにたるみを与えた状態で、基板Pを搬送方向の上流側または下流側へ送る2組のニップ型の駆動ローラBDR1、BDR2を有している。駆動ローラDR4は、基板Pの表裏両面を挟持しながら回転し、基板Pを搬送方向の下流側に送り出す。その後、基板Pは、回転ドラムDR5の外周面の一部に円筒面状に支持されて、投影光学系PLの投影領域（露光位置）を通るように搬送される。エッジポジションコントローラEPCは、エッジポジションコントローラEPC1と同様に構成され、露光位置における基板Pの幅方向が目標位置となるように、基板Pの幅方向における位置を修正する。

【0028】

また、処理装置U3は、露光後の基板Pにたるみを与えた状態で、基板Pを搬送方向の下流側へ送る2組のニップ型の駆動ローラDR6、DR7を有するバッファーパートDLを備えている。2組の駆動ローラDR6、DR7は、基板Pの搬送方向に所定の間隔を空けて配置されている。駆動ローラDR6は、搬送される基板Pの上流側を挟持して回転し、駆動ローラDR7は、搬送される基板Pの下流側を挟持して回転することで、基板Pを処理装置U4へ向けて供給する。このとき、基板PがバッファーパートDLに一定の長さ分貯留されるため、駆動ローラDR6よりも搬送方向の下流側において生ずる搬送速度の変動吸収や、基板Pの逆搬送が可能となる。また、処理装置U3内には、マスクDMのマスクパターンの一部分の像と基板Pとを相対的に位置合せ（アライメント）するために、基板Pに予め形成されたアライメントマーク等を検出するアライメント顕微鏡AMG1、AMG2が設けられている。
20

【0029】

処理装置U4は、処理装置U3から搬送された露光後の基板Pに対して、湿式による現像処理、無電解メッキ処理等を行なう湿式処理装置である。処理装置U4は、その内部に、鉛直方向（Z方向）に階層化された3つの処理槽BT1、BT2、BT3と、基板Pを搬送する複数のローラと、を有する。複数のローラは、3つの処理槽BT1、BT2、BT3の内部を、基板Pが順に通過する搬送経路となるように配置される。処理槽BT3の搬送方向における下流側には、駆動ローラDR8が設けられ、駆動ローラDR8は、処理槽BT3を通過した基板Pを挟持しながら回転することで、基板Pを処理装置U5へ向けて供給する。
30

【0030】

図示は省略するが、処理装置U5は、処理装置U4から搬送された基板Pを乾燥させる乾燥装置である。処理装置U5は、処理装置U4において湿式処理された基板Pに付着する液体を除去すると共に、基板Pの水分含有量を所定の値に調整する。処理装置U5により乾燥された基板Pは、幾つかの処理装置を経て、処理装置Unに搬送される。そして、処理装置Unで処理された後、基板Pは、基板回収装置4の回収用ロールFR2に巻き上げられる。

【0031】

上位制御装置5は、基板供給装置2、基板回収装置4及び複数の処理装置U1～Unを統括制御する。上位制御装置5は、基板供給装置2及び基板回収装置4を制御して、基板
40

Pを基板供給装置2から基板回収装置4へ向けて搬送させる。また、上位制御装置5は、基板Pの搬送に同期させながら、複数の処理装置U1～Unを制御して、基板Pに対する各種処理を実行させる。

【0032】

<露光装置(基板処理装置)>

次に、第1実施形態の処理装置U3としての露光装置(基板処理装置)の構成について、図2から図4を参照して説明する。図2は、第1実施形態の露光装置(基板処理装置)の全体構成を示す図である。図3は、図2に示す露光装置の照明領域及び投影領域の配置を示す図である。図4は、図2に示す露光装置の照明光学系及び投影光学系の構成を示す図である。

10

【0033】

図2に示すように、処理装置U3は、露光装置(処理機構)EXと、搬送装置9とを含む。露光装置EXは、搬送装置9により基板P(シート、フィルム等)を供給されている。露光装置EXは、いわゆる走査露光装置であり、円筒マスクDMの回転と可撓性の基板Pの送り、すなわち図1中に示した回転ドラムDR5の回転とを同期駆動させつつ、円筒マスクDMに形成されているパターンの像を、投影倍率が等倍(×1)のマルチレンズ方式の投影光学系PL(PL1～PL6)を介して基板Pに投影する。なお、図2に示す露光装置EXは、XYZ直交座標系のY軸を、円筒マスクDMを構成する第1ドラム部材21の回転中心線AX1と平行に設定している。同様に、露光装置EXは、XYZ直交座標系のY軸を、回転ドラムDR5(以下、第2ドラム部材22とも呼ぶ)の回転中心線AX2と平行に設定している。

20

【0034】

図2に示すように、露光装置EXは、マスク保持装置12、照明機構IU、投影光学系PL及び制御装置14を備える。露光装置EXは、マスク保持装置12に保持された円筒マスクDMを回転移動させるとともに、搬送装置9によって基板Pを搬送する。照明機構IUは、円筒マスクDMのパターン面(外周面)の一部(照明領域IR)を、照明光束EL1によって均一な明るさで円筒マスクDMの内側から照明する。投影光学系PLは、円筒マスクDM上の照明領域IRにおけるパターンの像を、搬送装置9と回転ドラムDR5によって搬送されている基板Pの一部(投影領域PA)に投影する。これにより、円筒マスクDMの外周面に沿って配置された所定のパターン(マスクパターン)の像が基板P上に走査露光される。制御装置14は、露光装置EXの各部や搬送装置9を連携制御し、各部や搬送装置9に所定の動作を実行させる。

30

【0035】

なお、制御装置14は、上述したデバイス製造システムの複数の処理装置U1～Unを統括して制御する上位制御装置5の一部又は全部であってもよい。また、制御装置14は、上位制御装置5に制御され、上位制御装置5とは別の装置であってもよい。制御装置14は、例えば、コンピュータシステムを含む。コンピュータシステムは、例えば、CPU及び各種メモリーやOS、周辺機器等のハードウェアを含む。処理装置U3の各部の動作の過程は、プログラムの形式でコンピュータ読み取り可能な記録媒体の記憶部に記憶されており、このプログラムをコンピュータシステムが読み出して実行することによって、各種処理が行われる。コンピュータシステムは、インターネット或いはインターネットシステムに接続可能な場合、ホームページ提供環境(あるいは表示環境)も含む。また、コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、フレキシブルディスク、光磁気ディスク、ROM、CD-ROM等の可搬媒体、コンピュータシステムに内蔵されるハードディスク等の記憶装置を含む。コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、インターネット等のネットワークや電話回線等の通信回線を介してプログラムを送信する場合の通信線のように、短時間の間、動的にプログラムを保持するもの、その場合のサーバやクライアントとなるコンピュータシステム内部の揮発性メモリーのように、一定時間プログラムを保持しているものも含む。また、プログラムは、処理装置U3の機能の一部を実現するためのものでもよく、処理装置U3の機能をコンピュータシステムにすでに記録されているプログラムとの組み

40

50

合わせで実現できるものでもよい。上位制御装置 5 は、制御装置 1 4 と同様に、コンピュータシステムを利用して実現することができる。

【 0 0 3 6 】

図 2 に示すように、マスク保持装置 1 2 は、円筒マスク DM を保持する第 1 ドラム部材 2 1、第 1 ドラム部材 2 1 を支持するガイドローラ 2 3、制御装置 1 4 の制御指令により第 1 駆動部 2 6 が第 1 ドラム部材 2 1 を駆動する駆動ローラ 2 4 及び第 1 ドラム部材 2 1 の位置を検出する第 1 検出器 2 5 を備える。

【 0 0 3 7 】

第 1 ドラム部材 2 1 は、所定の軸となる回転中心線 AX 1 (以下、第 1 中心軸 AX 1 とも呼ぶ) から一定半径で湾曲した曲面を有する円筒部材であって、所定の軸の周りを回転する。第 1 ドラム部材 2 1 は、円筒マスク DM 上の照明領域 IR が配置される第 1 面 P 1 を形成する。本実施形態において、第 1 面 P 1 は、線分 (母線) をこの線分に平行な軸 (第 1 中心軸 AX 1) 周りに回転した面 (以下、円筒面という) を含む。円筒面は、例えば、円筒の外周面、円柱の外周面等である。第 1 ドラム部材 2 1 は、例えばガラスや石英等で構成され、一定の肉厚を有する円筒状であり、その外周面 (円筒面) が第 1 面 P 1 を形成する。すなわち、本実施形態において、円筒マスク DM 上の照明領域 IR は、回転中心線 AX 1 から一定の半径 r 1 を持つ円筒面状に湾曲している。このように、第 1 ドラム部材 2 1 は、所定の軸である回転中心線 AX 1 から一定半径で湾曲した曲面を有している。そして、第 1 ドラム部材 2 1 は、駆動ローラ 2 4 に駆動されて、所定の軸である回転中心線 AX 1 の周りを回転することができる。

10

20

【 0 0 3 8 】

円筒マスク DM は、例えば平坦性の良い短冊状の極薄ガラス板 (例えば厚さ 100 μm ~ 500 μm) の一方の面にクロム等の遮光層でパターンを形成した透過型の平面状シートマスクとして作成される。マスク保持装置 1 2 は、円筒マスク DM を第 1 ドラム部材 2 1 の外周面の曲面に倣って湾曲させ、この曲面に巻き付けた (貼り付けた) 状態で使用される。円筒マスク DM は、パターンが形成されていないパターン非形成領域を有し、パターン非形成領域において第 1 ドラム部材 2 1 に取付けられている。円筒マスク DM は、第 1 ドラム部材 2 1 に対してリリース可能である。

【 0 0 3 9 】

なお、円筒マスク DM を極薄ガラス板で構成し、その円筒マスク DM を透明円筒母材による第 1 ドラム部材 2 1 に巻き付ける代わりに、透明円筒母材による第 1 ドラム部材 2 1 の外周面に直接クロム等の遮光層によるマスクパターンを描画形成して一体化してもよい。この場合も、第 1 ドラム部材 2 1 が円筒マスク DM のパターンの支持部材として機能する。

30

【 0 0 4 0 】

第 1 検出器 2 5 は、第 1 ドラム部材 2 1 の回転位置を光学的に検出するもので、例えばロータリーエンコーダ等で構成される。第 1 検出器 2 5 は、検出した第 1 ドラム部材 2 1 の回転位置を示す情報、例えば、後述するエンコーダヘッドからの 2 相信号等を制御装置 1 4 に出力する。電動モーター等のアクチュエータを含む第 1 駆動部 2 6 は、制御装置 1 4 から入力される制御信号に従って、駆動ローラ 2 4 を回転させるためのトルク及び回転速度を調整する。制御装置 1 4 は、第 1 検出器 2 5 による検出結果に基づいて第 1 駆動部 2 6 を制御することによって、第 1 ドラム部材 2 1 の回転位置を制御する。そして、制御装置 1 4 は、第 1 ドラム部材 2 1 に保持されている円筒マスク DM の回転位置と回転速度の一方又は双方を制御する。

40

【 0 0 4 1 】

第 2 ドラム部材 2 2 は、所定の軸となる回転中心線 AX 2 (以下、第 2 中心軸 AX 2 とも呼ぶ) から一定半径で湾曲した曲面 (第 1 曲面) を有する円筒部材であって、所定の軸の周りを回転する回転ドラムである。第 2 ドラム部材 2 2 は、投影光学系 PL からの結像光束が投射される基板 P 上の投影領域 PA を含む一部分を円弧状 (円筒状) に支持する第 2 面 (支持面) P 2 を形成する。また、第 2 ドラム部材 2 2 は、電動モーター等のアクチ

50

ユエータを含む第2駆動部36から供給されるトルクによって回転する駆動ローラDR5である。

【0042】

このように、第2ドラム部材22は、駆動ローラDR5であるとともに、露光(処理)対象の基板Pを支持する基板支持部材(基板ステージ)を兼ねている。すなわち、第2ドラム部材22は、露光装置EXの一部であってもよい。そして、第2ドラム部材22は、第2ドラム部材22の回転中心線AX2(第2中心軸AX2)の周りに回転可能であり、基板Pは、第2ドラム部材22上の外周面(円筒面)に倣って円筒面状に湾曲し、湾曲した部分の一部に投影領域PAが配置される。

【0043】

本実施形態では、投影領域PAに達する結像光束EL2のうち、投影領域PAの各中心点を通る主光線は、図2に示すように、第2ドラム部材22の第2中心軸AX2からみて、中心面P3を挟んで周方向で角度θの位置にそれぞれ配置され第1特定位置PX1、第2特定位置PX2に到達する。そして、回転中心線AX2からみて、第1特定位置PX1と、第2特定位置PX2との間にある、特定位置PXは、第2ドラム部材22の曲面にある基板Pの平均的に露光された領域の中心となっている。

10

【0044】

搬送装置9は、駆動ローラDR4、第2ドラム部材22(駆動ローラDR5)、駆動ローラDR6を備えている。搬送装置9は、基板Pが、第1特定位置PX1、特定位置PX及び第2特定位置PX2を通過するように基板Pを搬送する搬送方向に、基板Pを移動させる。第2駆動部36は、制御装置14から出力される制御信号に従って、第2ドラム部材22を回転させるトルクを調整する。

20

【0045】

本実施形態において、搬送経路の上流から駆動ローラDR4へ搬送してきた基板Pは、駆動ローラDR4を経由して第1ガイド部材33に案内され、第2ドラム部材22へ搬送される。基板Pは、第2ドラム部材22の表面に支持され、第2ガイド部材33へ搬送される。第2ガイド部材33を経由した基板Pは、搬送経路の下流へ搬送される。なお、第2ドラム部材22(駆動ローラDR5)の回転中心線AX2と、駆動ローラDR4、DR6の各回転中心線とは、何れもY軸と平行になるように設定される。

30

【0046】

第2ドラム部材22の周囲には、基板Pが搬送される搬送方向を規制し、かつ基板Pを案内する第1ガイド部材32及び第2ガイド部材32が配置されている。第2ドラム部材22は、基板Pの一部分が巻き付けられて、基板Pが第2面P2の曲面に接し始める搬送方向の進入位置IAから基板Pが第2面P2の曲面から離れ始める搬送方向の離脱位置OAまでの基板Pを支持する。第1ガイド部材32及び第2ガイド部材32は、例えば、基板Pの搬送方向に移動することによって、搬送経路において基板Pに働くテンション等を調整する。また、第1ガイド部材32及び第2ガイド部材33は、例えば、基板Pの搬送方向に移動することによって、第2ドラム部材22の外周に巻き付く、上述した進入位置IA及び離脱位置OA等を調整することができる。なお、搬送装置9、第1ガイド部材32及び第2ガイド部材33は、投影光学系PLの投影領域PAに沿って基板Pを搬送可能であればよく、搬送装置9、第1ガイド部材32及び第2ガイド部材33の構成は適宜変更可能である。

40

【0047】

第2検出器35は、例えばロータリーエンコーダ等で構成され、第2ドラム部材22の回転位置を光学的に検出する。第2検出器35は、検出した第2ドラム部材22の回転位置を示す情報(例えば、後述するエンコーダヘッドEN1、EN2、EN3、EN4、EN5からの2相信号等)を制御装置14に出力する。制御装置14は、第2検出器35による検出結果に基づいて第2駆動部36を制御することによって、第2ドラム部材22の回転位置を制御し、第1ドラム部材21(円筒マスクDM)と第2ドラム部材22とを同期移動(同期回転)させる。なお、第2検出器35の詳細な構成については後述する。

50

【0048】

本実施形態の露光装置EXは、所謂、マルチレンズ方式の投影光学系PLを搭載することを想定した露光装置である。投影光学系PLは、円筒マスクDMのパターンにおける一部の像を投影する複数の投影モジュールを備える。例えば、図2では、中心面P3の左側に3つの投影モジュール(投影光学系)PL1、PL3、PL5がY方向に一定間隔で配置され、中心面P3の右側にも3つの投影モジュール(投影光学系)PL2、PL4、PL6がY方向に一定間隔で配置される。

【0049】

このようなマルチレンズ方式の露光装置EXでは、複数の投影モジュールPL1～PL6によって露光された領域(投影領域PA1～PA6)のY方向の端部を走査によって互いに重ね合わせることによって、所望のパターンの全体像を投影する。このような露光装置EXは、円筒マスクDM上のパターンのY方向サイズが大きくなり、必然的にY方向の幅が大きな基板Pを扱う必要性が生じた場合でも、投影モジュールPLと、投影モジュールPLに対応する照明機構IU側のモジュールとをY方向に増設するだけで良いので、容易にパネルサイズ(基板Pの幅)の大型化に対応できると言った利点がある。

10

【0050】

なお、露光装置EXは、マルチレンズ方式でなくてもよい。例えば、基板Pの幅方向の寸法がある程度小さい場合等に、露光装置EXは、1つの投影モジュールによってパターンの全幅の像を基板Pに投影してもよい。また、複数の投影モジュールPL1～PL6は、それぞれ、1個のデバイスに対応するパターンを投影してもよい。すなわち、露光装置EXは、複数個のデバイス用のパターンを、複数の投影モジュールによって並行して投影してもよい。

20

【0051】

本実施形態の照明機構IUは、光源装置13及び照明光学系を備える。照明光学系は、複数の投影モジュールPL1～PL6の各々に対応してY軸方向に並んだ複数(例えば6つ)の照明モジュールILを備える。光源装置13は、例えば水銀ランプ等のランプ光源、又はレーザーダイオード、発光ダイオード(LED)等の固体光源を含む。光源装置が射出する照明光は、例えばランプ光源から射出される輝線(g線、h線、i線)、KrFエキシマレーザ光(波長248nm)等の遠紫外光(DUV光)、ArFエキシマレーザ光(波長193nm)等である。光源装置から射出された照明光は、照度分布が均一化されて、例えば光ファイバー等の導光部材を介して、複数の照明モジュールILに振り分けられる。

30

【0052】

複数の照明モジュールILのそれぞれは、レンズ等の複数の光学部材を含む。本実施形態において、光源装置から射出して複数の照明モジュールILのいずれかを通る光を照明光束EL1と称する。複数の照明モジュールILのそれぞれは、例えばインテグレータ光学系、ロッドレンズ、フライアイレンズ等を含み、均一な照度分布の照明光束EL1によって照明領域IRを照明する。本実施形態において、複数の照明モジュールILは、円筒マスクDMの内側に配置されている。複数の照明モジュールILのそれぞれは、円筒マスクDMの内側から円筒マスクDMの外周面に形成されたマスクパターンの各照明領域IRを照明する。

40

【0053】

図3は、本実施形態における照明領域IR及び投影領域PAの配置を示す図である。なお、図3には、第1ドラム部材21に配置された円筒マスクDM上の照明領域IRを-Z側から見た平面図(図3中の左側の図)と、第2ドラム部材22に配置された基板P上の投影領域PAを+Z側から見た平面図(図3中の右側の図)とが図示されている。図3中の符号Xsは、第1ドラム部材21又は第2ドラム部材22の回転方向(移動方向)を示す。

【0054】

複数の照明モジュールILは、それぞれ、円筒マスクDM上の第1から第6照明領域I

50

R 1 ~ I R 6 を照明する。例えば、第 1 照明モジュール I L は、第 1 照明領域 I R 1 を照明し、第 2 照明モジュール I L は第 2 照明領域 I R 2 を照明する。

【 0 0 5 5 】

第 1 照明領域 I R 1 は、Y 方向に細長い台形状の領域として説明するが、投影光学系（投影モジュール）P L のように、中間像面を形成する構成の投影光学系の場合は、その中間像の位置に台形開口を有する視野絞り板を配置できるため、その台形開口を包含する長方形の領域としても良い。第 3 照明領域 I R 3 及び第 5 照明領域 I R 5 は、それぞれ、第 1 照明領域 I R 1 と同様の形状の領域であり、Y 軸方向に一定間隔を空けて配置されている。また、第 2 照明領域 I R 2 は、中心面 P 3 に関して第 1 照明領域 I R 1 と対称的な台形状（又は長方形）の領域である。第 4 照明領域 I R 4 及び第 6 照明領域 I R 6 は、それぞれ、第 2 照明領域 I R 2 と同様の形状の領域であり、Y 軸方向に一定間隔を空けて配置されている。10

【 0 0 5 6 】

図 3 に示すように、第 1 から第 6 照明領域 I R 1 ~ I R 6 のそれぞれは、第 1 面 P 1 の周方向に沿って見た場合に、隣り合う台形状の照明領域の斜辺部の三角部が重なるように（オーバーラップするように）配置されている。そのため、例えば、第 1 ドラム部材 2 1 の回転によって第 1 照明領域 I R 1 を通過する円筒マスク D M 上の第 1 領域 A 1 は、第 1 ドラム部材 2 1 の回転によって第 2 照明領域 I R 2 を通過する円筒マスク D M 上の第 2 領域 A 2 と一部重複する。20

【 0 0 5 7 】

本実施形態において、円筒マスク D M は、パターンが形成されているパターン形成領域 A 3 と、パターンが形成されていないパターン非形成領域 A 4 とを含む。そのパターン非形成領域 A 4 は、パターン形成領域 A 3 を枠状に囲むように配置されており、照明光束 E L 1 を遮光する特性を有する。円筒マスク D M のパターン形成領域 A 3 は、第 1 ドラム部材 2 1 の回転に伴って移動方向 X s に移動し、パターン形成領域 A 3 のうちの Y 軸方向の各部分領域は、第 1 から第 6 照明領域 I R 1 ~ I R 6 のいずれかを通過する。換言すると、第 1 から第 6 照明領域 I R 1 ~ I R 6 は、パターン形成領域 A 3 の Y 軸方向の全幅をカバーするように、配置されている。20

【 0 0 5 8 】

図 2 に示すように、Y 軸方向に並ぶ複数の投影モジュール P L 1 ~ P L 6 のそれぞれは、第 1 から第 6 照明モジュール I L のそれぞれと 1 対 1 で対応しており、対応する照明モジュールによって照明される照明領域 I R 内に現れる円筒マスク D M の部分的なパターンの像を、基板 P 上の各投影領域 P A に投影する。30

【 0 0 5 9 】

例えば、第 1 投影モジュール P L 1 は、第 1 照明モジュール I L に対応し、第 1 照明モジュール I L によって照明される第 1 照明領域 I R 1（図 3 参照）における円筒マスク D M のパターンの像を、基板 P 上の第 1 投影領域 P A 1 に投影する。第 3 投影モジュール P L 3、第 5 投影モジュール P L 5 は、それぞれ、第 3、第 5 照明モジュール I L と対応している。第 3 投影モジュール P L 3 及び第 5 投影モジュール P L 5 は、Y 軸方向から見ると、第 1 投影モジュール P L 1 と重なる位置に配置されている。40

【 0 0 6 0 】

また、第 2 投影モジュール P L 2 は、第 2 照明モジュール I L に対応し、第 2 照明モジュール I L によって照明される第 2 照明領域 I R 2（図 3 参照）における円筒マスク D M のパターンの像を、基板 P 上の第 2 投影領域 P A 2 に投影する。第 2 投影モジュール P L 2 は、Y 軸方向から見ると、第 1 投影モジュール P L 1 に対して中心面 P 3 を挟んで対称的な位置に配置されている。

【 0 0 6 1 】

第 4 投影モジュール P L 4、第 6 投影モジュール P L 6 は、それぞれ、第 4、第 6 照明モジュール I L と対応して配置され、第 4 投影モジュール P L 4 及び第 6 投影モジュール P L 6 は、Y 軸方向から見て、第 2 投影モジュール P L 2 と重なる位置に配置されている50

。

【 0 0 6 2 】

なお、本実施形態において、照明機構 I U の各照明モジュール I L から円筒マスク D M 上の各照明領域 I R 1 ~ I R 6 に達する光を照明光束 E L 1 とする。また、各照明領域 I R 1 ~ I R 6 中に現れる円筒マスク D M の部分パターンに応じた強度分布変調を受けて各投影モジュール P L 1 ~ P L 6 に入射して各投影領域 P A 1 ~ P A 6 に達する光を、結像光束 E L 2 とする。そして、各投影領域 P A 1 ~ P A 6 に達する結像光束 E L 2 のうち、投影領域 P A 1 ~ P A 6 の各中心点を通る主光線は、図 2 に示すように、第 2 ドラム部材 2 2 の第 2 中心軸 A X 2 からみて、中心面 P 3 を挟んで周方向で角度 の位置（特定位置）にそれぞれ配置される。

10

【 0 0 6 3 】

図 3 に示すように、第 1 照明領域 I R 1 におけるパターンの像は第 1 投影領域 P A 1 に投影され、第 3 照明領域 I R 3 におけるパターンの像は、第 3 投影領域 P A 3 に投影され、第 5 照明領域 I R 5 におけるパターンの像は、第 5 投影領域 P A 5 に投影される。本実施形態において、第 1 投影領域 P A 1 、第 3 投影領域 P A 3 及び第 5 投影領域 P A 5 は、Y 軸方向に一列に並ぶように配置される。

【 0 0 6 4 】

また、第 2 照明領域 I R 2 におけるパターンの像は、第 2 投影領域 P A 2 に投影される。本実施形態において、第 2 投影領域 P A 2 は、Y 軸方向から見て、中心面 P 3 に関して第 1 投影領域 P A 1 と対称的に配置される。また、第 4 照明領域 I R 4 におけるパターンの像は、第 4 投影領域 P A 4 に投影され、第 6 照明領域 I R 6 におけるパターンの像は、第 6 投影領域 P A 6 に投影される。本実施形態において、第 2 投影領域 P A 2 、第 4 投影領域 P A 4 及び第 6 投影領域 P A 6 は、Y 軸方向に一列に並ぶように配置される。

20

【 0 0 6 5 】

第 1 から第 6 投影領域 P A 1 ~ P A 6 のそれぞれは、第 2 面 P 2 の周方向に沿って見た場合に、第 2 中心軸 A X 2 に平行な方向において隣り合う投影領域（奇数番目と偶数番目）同士の端部（台形の三角部分）が重なるように配置されている。そのため、例えば、第 2 ドラム部材 2 2 の回転によって第 1 投影領域 P A 1 を通過する基板 P 上の第 3 領域 A 5 は、第 2 ドラム部材 2 2 の回転によって第 2 投影領域 P A 2 を通過する基板 P 上の第 4 領域 A 6 と一部重複する。第 1 投影領域 P A 1 と第 2 投影領域 P A 2 は、第 3 領域 A 5 と第 4 領域 A 6 が重複する領域での露光量が、重複しない領域の露光量と実質的に同じになるように、それぞれの形状等が設定されている。そして、第 1 ~ 第 6 投影領域 P A 1 ~ P A 6 は、基板 P 上に露光される露光領域 A 7 の Y 方向の全幅をカバーするように、配置されている。

30

【 0 0 6 6 】

次に、本実施形態の投影光学系 P L の詳細構成について図 4 を参照して説明する。なお、本実施形態において、第 2 投影モジュール P L 2 ~ 第 5 投影モジュール P L 5 のそれぞれは、第 1 投影モジュール P L 1 と同様の構成である。このため、投影光学系 P L を代表して、第 1 投影モジュール P L 1 の構成について説明し、第 2 投影モジュール P L 2 ~ 第 5 投影モジュール P L 5 のそれぞれの説明は省略する。

40

【 0 0 6 7 】

図 4 に示す第 1 投影モジュール P L 1 は、第 1 照明領域 I R 1 に配置された円筒マスク D M のパターンの像を中間像面 P 7 に結像する第 1 光学系 4 1 と、第 1 光学系 4 1 が形成した中間像の少なくとも一部を基板 P の第 1 投影領域 P A 1 に再結像する第 2 光学系 4 2 と、中間像が形成される中間像面 P 7 に配置された第 1 視野絞り 4 3 とを備える。

【 0 0 6 8 】

また、第 1 投影モジュール P L 1 は、フォーカス補正光学部材 4 4 、像シフト補正光学部材 4 5 、ローテーション補正機構 4 6 及び倍率補正用光学部材 4 7 を備えている。フォーカス補正光学部材 4 4 は、基板 P 上に形成されるマスクのパターン像（以下、投影像という）のフォーカス状態を微調整するフォーカス調整装置である。また、像シフト補正光

50

学部材 4 5 は、投影像を像面内で微少に横シフトさせるシフト調整装置である。倍率補正用光学部材 4 7 は、投影像の倍率を微少補正する倍率調整装置である。ローテーション補正機構 4 6 は、投影像を像面内で微少回転させるシフト調整装置である。

【 0 0 6 9 】

円筒マスク DM のパターンからの結像光束 EL 2 は、第 1 照明領域 IR 1 から法線方向 (D 1) に出射し、フォーカス補正光学部材 4 4 を通って像シフト補正光学部材 4 5 に入射する。像シフト補正光学部材 4 5 を透過した結像光束 EL 2 は、第 1 光学系 4 1 の要素である第 1 偏向部材 5 0 の第 1 反射面 (平面鏡) p 4 で反射され、第 1 レンズ群 5 1 を通って第 1 凹面鏡 5 2 (反射面 p 6) で反射され、再び第 1 レンズ群 5 1 を通って第 1 偏向部材 5 0 の第 2 反射面 (平面鏡) p 5 で反射されて、第 1 視野絞り 4 3 に入射する。第 1 視野絞り 4 3 を通った結像光束 EL 2 は、第 2 光学系 4 2 の要素である第 2 偏向部材 5 7 の第 3 反射面 (平面鏡) p 8 で反射され、第 2 レンズ群 5 8 を通って第 2 凹面鏡 5 9 で反射され、再び第 2 レンズ群 5 8 を通って第 2 偏向部材 5 7 の第 4 反射面 (平面鏡) p 9 で反射されて、倍率補正用光学部材 4 7 に入射する。倍率補正用光学部材 4 7 から出射した結像光束 EL 2 は、基板 P 上の第 1 投影領域 PA 1 に入射し、第 1 照明領域 IR 1 内に現れるパターンの像が第 1 投影領域 PA 1 に等倍 ($\times 1$) で投影される。
10

【 0 0 7 0 】

図 2 に示す円筒マスク DM の半径を半径 r 1 とし、第 2 ドラム部材 2 2 に巻き付いた基板 P の円筒状の表面の半径を半径 r 2 として、半径 r 1 と半径 r 2 とを等しくした場合、各投影モジュール PL 1 ~ PL 6 のマスク側における結像光束 EL 2 の主光線は、円筒マスク DM の中心軸線 AX 1 を通るように傾けられるが、その傾き角は、基板 P 側における結像光束 EL 2 の主光線の傾き角 (中心面 P 3 に対して $\pm \theta$) と同じになる。
20

【 0 0 7 1 】

第 2 偏向部材 5 7 の第 3 反射面 p 8 が第 2 光軸 AX 4 となす角度 3 は、第 1 偏向部材 5 0 の第 2 反射面 p 5 が第 1 光軸 AX 3 となす角度 2 と実質的に同じである。また、第 2 偏向部材 5 7 の第 4 反射面 p 9 が第 2 光軸 AX 4 となす角度 4 は、第 1 偏向部材 5 0 の第 1 反射面 p 4 が第 1 光軸 AX 3 となす角度 1 と実質的に同じである。上述した傾き角を与えるため、図 4 に示した第 1 偏向部材 5 0 の第 1 反射面 p 4 の第 1 光軸 AX 3 に対する角度 1 を 45° よりも 1 だけ小さくし、第 2 偏向部材 5 7 の第 4 反射面 p 9 の第 2 光軸 AX 4 に対する角度 4 を 45° よりも 4 だけ小さくする。
30 1 と 4 は、図 2 中に示した角度 に対しても、 $1 = 4 = / 2$ の関係に設定される。

【 0 0 7 2 】

図 5 は、図 2 の処理装置 (露光装置) に適用される回転ドラムの斜視図である。図 6 は、図 2 の処理装置 (露光装置) に適用される検出プローブと読み取り装置との関係を説明するための斜視図である。図 7 は、第 1 実施形態に係るスケール円盤 SD を回転中心線 AX 2 方向にみた、読み取り装置の位置を説明するための説明図である。なお、図 5 においては、便宜上、第 2 から第 4 投影領域 PA 2 ~ PA 4 のみを図示し、第 1、第 5、第 6 投影領域 PA 1、PA 5、PA 6 の図示を省略している。

【 0 0 7 3 】

図 2 に示す第 2 検出器 3 5 は、第 2 ドラム部材 2 2 の回転位置を光学的に検出するものであって、高真円度のスケール円盤 (スケール部材) SD と、読み取り装置であるエンコーダヘッド EN 1、EN 2、EN 3、EN 4、EN 5 を含む。
40

【 0 0 7 4 】

スケール円盤 SD は、第 2 ドラム部材 2 2 の回転軸 ST と直交する第 2 ドラム部材 2 2 の端部に固定されている。このため、スケール円盤 SD は、回転中心線 AX 2 回りに回転軸 ST と共に一体的に回転する。スケール円盤 SD の外周面には、スケール部 GP として例えば目盛 (格子) が刻設されている。スケール部 GP は、第 2 ドラム部材 2 2 が回転する周方向に沿って環状に配列され、かつ第 2 ドラム部材 2 2 とともに回転軸 ST (第 2 中心軸 AX 2) の周囲を回転する。エンコーダヘッド EN 1、EN 2、EN 3、EN 4、EN 5 は、回転軸 ST (第 2 中心軸 AX 2) からみてスケール部 GP の周囲に配置されてい
50

る。エンコーダヘッド E N 1、E N 2、E N 3、E N 4、E N 5 は、スケール部 G P と対向配置され、スケール部 G P を非接触で読み取ることができる。また、エンコーダヘッド E N 1、E N 2、E N 3、E N 4、E N 5 は、第 2 ドラム部材 2 2 の周方向の異なる位置に配置されている。

【 0 0 7 5 】

エンコーダヘッド E N 1、E N 2、E N 3、E N 4、E N 5 は、スケール部 G P の接線方向 (X Z 面内) の変位の変動に対して計測感度 (検出感度) を有する読み取り装置である。図 5 に示すように、エンコーダヘッド E N 1、E N 2、E N 3、E N 4、E N 5 の設置方位 (回転中心線 A X 2 を中心とした X Z 面内での角度方向) を設置方位線 L e 1、L e 2、L e 3、L e 4、L e 5 で表す場合、図 7 に示すように、設置方位線 L e 1、L e 2 が、中心面 P 3 に対して角度 $\pm \theta$ になるように、エンコーダヘッド E N 1、E N 2 が配置される。なお、本実施形態では、例えば角度 θ は 15° である。
10

【 0 0 7 6 】

図 4 に示す投影モジュール P L 1 ~ P L 6 は、基板 P を被処理物体とし、基板 P に光を照射する照射処理を施す露光装置 E X の処理部である。露光装置 E X は、基板 P に対して 2 つの結像光束 E L 2 の主光線が基板 P に入射する。投影モジュール P L 1、P L 3、P L 5 が第 1 処理部となり、投影モジュール P L 2、P L 4、P L 6 が第 2 処理部となり、基板 P に対して 2 つの結像光束 E L 2 の主光線が基板 P に入射するそれぞれの位置が基板 P に光を照射する照射処理を施す特定位置となる。特定位置は、第 2 ドラム部材 2 2 の第 2 中心軸 A X 2 からみて、第 2 ドラム部材 2 2 上の曲面の基板 P における、中心面 P 3 を挟んで周方向で角度 $\pm \theta$ の位置である。エンコーダヘッド E N 1 の設置方位線 L e 1 は、奇数番目の投影モジュール P L 1、P L 3、P L 5 の各投影領域 (投影視野) P A 1、P A 3、P A 5 の中心点を通る主光線の中心面 P 3 に対する傾き角 α と一致し、ヘッド E N 2 の設置方位線 L e 2 は、偶数番目の投影モジュール P L 2、P L 4、P L 6 の各投影領域 (投影視野) P A 2、P A 4、P A 6 の中心点を通る主光線の中心面 P 3 に対する傾き角 β と一致している。このため、エンコーダヘッド E N 1 は、第 1 特定位置 P X 1 と第 2 中心軸 A X 2 とを結ぶ方向に位置するスケール部 G P を読み取る読み取り装置となる。そして、エンコーダヘッド E N 2 は、第 2 特定位置 P X 2 と第 2 中心軸 A X 2 とを結ぶ方向に位置するスケール部 G P を読み取る読み取り装置となる。
20

【 0 0 7 7 】

エンコーダヘッド E N 4 は、基板 P の搬送方向の後方側、つまり露光位置 (投影領域) の手前に配置されており、基板 P の搬送方向の後方側に向かってエンコーダヘッド E N 1 の設置方位線 L e 1 を回転中心線 A X 2 の軸回りに回転した設置方位線 L e 4 上に設定される。また、エンコーダヘッド E N 5 は、基板 P の搬送方向の後方側に向かってエンコーダヘッド E N 1 の設置方位線 L e 1 を回転中心線 A X 2 の軸回りに回転した設置方位線 L e 5 上に設定される。
30

【 0 0 7 8 】

また、エンコーダヘッド E N 3 は、エンコーダヘッド E N 1、E N 2 に対して、回転中心線 A X 2 を挟んだ反対側に配置され、その設置方位線 L e 3 は中心面 P 3 上に設定されている。
40

【 0 0 7 9 】

スケール部材であるスケール円盤 S D は、低熱膨張の金属、ガラス、セラミックス等を母材とし、計測分解能を高めるために、なるべく大きな直径 (例えば直径 20 cm 以上) になるように作られる。図 5 では、第 2 ドラム部材 2 2 の直径に対してスケール円盤 S D の直径は小さく図示されているが、第 2 ドラム部材 2 2 の外周面のうち、基板 P が巻き付けられる外周面の直径と、スケール円盤 S D のスケール部 G P の直径とを揃える (ほぼ一致させる) ことで、所謂、計測アッベ誤差をさらに小さくすることができる。

【 0 0 8 0 】

スケール部 G P の周方向に刻設される目盛 (格子) の最小ピッチは、スケール円盤 S D を加工する目盛刻線装置等の性能によって制限されている。このため、スケール円盤 S D
50

の直径を大きくすれば、それに応じて最小ピッチに対応した角度計測分解能も高めることが出来る。

【0081】

スケール部GPを読み取るエンコーダヘッドEN1、EN2が配置される設置方位線Le1、Le2の方向を、回転中心線AX2からみたときに、基板Pに対して結像光束EL2の主光線が基板Pに入射する方向と同一にすることにより、例えば、回転軸STを支持する軸受(ペアリング)の僅かなガタ(2μm~3μm程度)によって第2ドラム部材22がX方向にシフトした場合でも、このシフトによって投影領域PA1~PA6内で発生し得る基板Pの搬送方向(Xs)に関する位置誤差を、エンコーダヘッドEN1、EN2によって高精度に計測することが可能となる。

10

【0082】

図6に示すように、第2ドラム部材22の曲面に支持される基板Pの一部分に、図2に示す投影光学系PLにより投影されたマスクパターンの一部分の像と基板Pとを相対的に位置合せ(アライメント)するために、基板Pに予め形成されたアライメントマーク等を検出するアライメント顕微鏡AMG1、AMG2が設けられている。アライメント顕微鏡AMG1、AMG2は、基板P上に離散又は連続して形成された特定パターンを検出するための検出プローブと、この検出プローブによる検出領域が、上述した特定位置よりも基板Pの搬送方向の後方側に設定されるように、第2ドラム部材22の周囲に配置されるパターン検出装置である。

【0083】

20

図6に示すように、アライメント顕微鏡AMG1、AMG2は、Y軸方向(基板Pの幅方向)に一列に並んだ複数(例えば4つ)の検出プローブを有している。アライメント顕微鏡AMG1、AMG2は、第2ドラム部材22のY軸方向の両側端の検出プローブで、基板Pの両端付近に形成されたアライメントマークを常時観察または検出することができる。そして、アライメント顕微鏡AMG1、AMG2は、第2ドラム部材22のY軸方向(基板Pの幅方向)の両側端以外の検出プローブで、例えば、基板P上に長尺方向に沿って複数形成される表示パネルのパターン形成領域の間の余白部等に形成されるアライメントマークを観察または検出することができる。

【0084】

30

図6及び図7に示すように、XZ面内かつ回転中心線AX2からみたときに、アライメント顕微鏡AMG1による基板Pの観察方向AM1(第2中心軸AX2に向かう)の検出中心と同一方向となるように、スケール部GPの径方向に設定される設置方位線Le4上に、エンコーダヘッドEN4が配置されている。また、XZ面内かつ回転中心線AX2からみたときに、アライメント顕微鏡AMG2による基板Pの観察方向AM2(回転中心線AX2に向かう)の検出中心と同一方向となるように、スケール部GPの径方向に設定される設置方位線Le5上に、エンコーダヘッドEN5が配置されている。このように、アライメント顕微鏡AMG1、AMG2の検出プローブが第2中心軸AX2からみて第2ドラム部材22の周囲に配置され、エンコーダヘッドEN4、EN5が配置された位置と第2中心軸AX2とを結ぶ方向(設置方位線Le4、Le5)が、第2中心軸AX2とアライメント顕微鏡AMG1、AMG2の検出領域とを結ぶ方向と一致するよう配置されている。なお、アライメント顕微鏡AMG1、AMG2及びエンコーダヘッドEN4、EN5が配置される回転中心線AX2周り方向の位置は、基板Pが第2ドラム部材22に接触し始める進入位置IAと、第2ドラム部材22から基板Pが外れる離脱位置OAとの間に設定される。そして、図2に示す特定位置PXは、図7に示す第2中心軸AX2からみた中心面P3の延長線上にあり、特定位置PXを第1検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG1が配置されている位置に第2中心軸AX2の軸回りに回転した角度とほぼ同じ角度だけ、第2中心軸AX2からみて特定位置PXよりも離脱位置OA側に回転した第2ドラム部材22の周囲の位置に、第2検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG2が配置される。

40

【0085】

50

進入位置 I A 及び離脱位置 O A は、搬送装置 9 が基板 P を搬送する搬送速度により変動する。例えば、搬送速度を増加する場合、基板 P が第 2 ドラム部材 2 2 の外周に巻き付く距離が長くなり、進入位置 I A と第 2 中心軸 A X 2 とを結ぶ線と離脱位置 O A と第 2 中心軸 A X 2 とを結ぶ線とのなす角は大きくなる。搬送速度を低減する場合、基板 P が第 2 ドラム部材 2 2 の外周に巻き付く距離が短くなり、進入位置 I A と第 2 中心軸 A X 2 とを結ぶ線と離脱位置 O A と第 2 中心軸 A X 2 とを結ぶ線とのなす角は小さくなる。

【 0 0 8 6 】

上述したアライメント顕微鏡 A M G 2 の観察方向 A M 2 は、基板 P の搬送方向の前方側、つまり露光位置（投影領域）の後方に配置されており、基板 P の Y 方向の端部付近に形成されたアライメントマーク（数十 μm ~ 数百 μm 角内の領域に形成）を、基板 P が所定速度で送られている状態で、撮像素子等により高速に画像検出するものであり、顕微鏡視野（撮像範囲）でマークの像を高速にサンプリングする。そのサンプリングが行なわれた瞬間に、エンコーダヘッド E N 5 によって逐次計測されるスケール円盤 S D の回転角度位置を記憶することにより、基板 P 上のアライメントマークのマーク位置と第 2 ドラム部材 2 2 の回転角度位置との対応関係が求められる。10

【 0 0 8 7 】

一方、上述したアライメント顕微鏡 A M G 1 の観察方向 A M 1 は、基板 P の搬送方向の後方側、つまり露光位置（投影領域）の前方に配置されており、基板 P の Y 方向の端部付近に形成されたアライメントマーク（数十 μm ~ 数百 μm 角内の領域に形成）の像を、アライメント顕微鏡 A M G 2 と同様に、撮像素子等により高速にサンプリングし、そのサンプリングの瞬間に、エンコーダヘッド E N 4 によって逐次計測されるスケール円盤 S D の回転角度位置を記憶することにより、基板 P 上のアライメントマークのマーク位置と第 2 ドラム部材 2 2 の回転角度位置との対応関係が求められる。20

【 0 0 8 8 】

アライメント顕微鏡 A M G 1 で検出したマークを、アライメント顕微鏡 A M G 2 で検出したときに、エンコーダヘッド E N 4 によって計測されて記憶された角度位置とエンコーダヘッド E N 5 によって計測されて記憶された角度位置との差分を、予め精密に較正されている 2 つのアライメント顕微鏡 A M G 1、A M G 2 の設置方位線 L e 4、L e 5 の開き角度と比較する。そして、前記開き角度が誤差を持っている場合は、進入位置 I A と離脱位置 O Aとの間で、基板 P が第 2 ドラム部材 2 2 上で僅かに滑っている可能性、または搬送方向（周方向）または第 2 中心軸 A X 2 と平行な方向（Y 軸方向）に伸縮している可能性がある。30

【 0 0 8 9 】

一般に、パターニング時の位置誤差は、基板 P 上に形成されるデバイスパターンの微細度や重ね合せ精度に応じて決まるが、例えば、下地のパターン層に対して 10 μm 幅の線条パターンを正確に重ね合せ露光するためには、その数分の一以下の誤差、即ち、基板 P 上の寸法に換算して、 $\pm 2 \mu\text{m}$ 程度の位置誤差しか許されないことになる。

【 0 0 9 0 】

このような高精度な計測を実現するためには、各アライメント顕微鏡 A M G 1、A M G 2 によるマーク画像の計測方向（X Z 面内における第 2 ドラム部材 2 2 の外周接線方向）と、各エンコーダヘッド E N 4、E N 5 の計測方向（X Z 面内でのスケール部 G P の外周接線方向）とを、許容角度誤差内で揃えておく必要がある。40

【 0 0 9 1 】

以上のように、アライメント顕微鏡 A M G 1、A M G 2 による基板 P 上のアライメントマークの計測方向（第 2 ドラム部材 2 2 の円周面の接線方向）と一致するように、エンコーダヘッド E N 4、E N 5 を配置している。このため、アライメント顕微鏡 A M G 1、A M G 2 による基板 P（マーク）の位置検出時（画像サンプリング時）に、第 2 ドラム部材 2 2（スケール円盤 S D）が、X Z 面内において設置方位線 L e 4 や L e 5 と直交した周方向（接線方向）にシフトした場合でも、第 2 ドラム部材 2 2 のシフトを加味した高精度な位置計測が可能となる。50

【0092】

第2中心軸AX2からみてスケール円盤SDのスケール部GPの周囲の5ヶ所に、エンコーダヘッドEN1～EN5が配置されているので、このうちの適当な2つ又は3つのエンコーダヘッドによる計測値の出力を組み合わせて演算処理することにより、スケール円盤SDのスケール部GPの真円度(形状歪み)、偏心誤差等を求めることが可能となる。

【0093】

図8は、第1実施形態に係る基板の変形を説明する説明図である。露光装置EXでは、第2ドラム部材22に接触した基板Pに緩みがある場合、基板Pにしわが発生する可能性がある。このため露光装置EXでは、基板Pの搬送時に基板に張力(テンション)がかかるようにしている。図8に示すように、基板Pに張力(テンション)がかかる場合、第2ドラム部材22の曲面に進入する前に、基板PのY方向の端部が弓状に湾曲し、張力(テンション)の影響による基板Pの幅方向の変形Pwが発生する可能性がある。図9は、アライメントマークの一例を説明図である。図8に示すアライメント顕微鏡AMG1は、第2ドラム部材22のY方向の両側端の検出プローブで、搬送方向に沿って図9に示す基板Pの両端付近に形成されたアライメントマークmaを常時観察または検出することができる。図9に示すように、基板Pは幅方向が同一の長尺のシートであることが多い。

10

【0094】

図8に示すように、基板Pに張力(テンション)がかかる場合、第2ドラム部材22の曲面に進入する進入位置(接触し始める位置)IAからアライメント顕微鏡AMG1の顕微鏡視野(撮像範囲)までの所定距離QLが、例えば、数cm程度であれば、基板Pの本来の幅PPに近づくことができる。このように、進入位置IAでは、基板Pに付与される張力(テンション)と第2ドラム部材22の外周面の摩擦係数等により基板Pに変形が生じている可能性があるが、進入位置IAから所定距離QL離れた位置であれば、基板Pと第2ドラム部材22とが密着し、基板Pにかかる張力(テンション)が均等にかかり、基板Pの変形が安定した状態に収まることになる。

20

【0095】

図10は、基板の変形によるアライメントマークの変化の一例を模式的に説明する説明図である。図11は、投影像とアライメントマークとの位置ずれを模式的に説明する説明図である。図12は、第1実施形態に係る処理装置(露光装置)の処理を補正する手順の一例を示すフローチャートである。図10に示すように、アライメント顕微鏡AMG1は、第1検出プローブとして、検出方向AM1にある顕微鏡視野(撮像範囲)mam1の範囲内でアライメントマークmaを検出する。同様に、アライメント顕微鏡AMG2は、第2検出プローブとして、検出方向AM2にある顕微鏡視野(撮像範囲)mam2の範囲内でアライメントマークmaを検出する。このようにアライメント顕微鏡AMG1及びアライメント顕微鏡AMG2は、図10に示す基板P上の特定パターンであるアライメントマークmaを検出する(ステップS11)。アライメント顕微鏡AMG1は、アライメントマークmaの撮像を制御装置14に出力し、制御装置14及びアライメント顕微鏡AMG1は、第1パターン検出装置として、アライメントマークmaを撮像データとして制御装置14の記憶部に記憶する。アライメント顕微鏡AMG2は、アライメントマークmaの撮像を制御装置14に出力し、制御装置14及びアライメント顕微鏡AMG2は、第2パターン検出装置として、アライメントマークmaを撮像データとして制御装置14の記憶部に記憶する。

30

【0096】

次に、エンコーダヘッドEN4の位置情報に紐付けて記憶部に記憶した、顕微鏡視野(撮像範囲)mam1のアライメントマークmaの撮像データと同じアライメントマークmaを、エンコーダヘッドEN5の位置情報から顕微鏡視野(撮像範囲)mam2で検出したアライメントマークmaとして検出し、撮像データ同士を比較する。例えば、制御装置14は、顕微鏡視野(撮像範囲)mam1のアライメントマークmaの撮像データから、基板Pの幅方向(Y方向)のアライメントマークmaの間隔WY1を演算する。そして、演算装置14は、顕微鏡視野(撮像範囲)mam1のアライメントマークmaの撮像データを比較する。

40

50

タと同じアライメントマーク m a を、エンコーダヘッド E N 5 の位置情報から顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 2 で検出し、撮像データから、基板 P の幅方向（Y 方向）のアライメントマーク m a の間隔 W Y 2 を演算する。間隔 W Y 2 と間隔 W Y 1との差が記憶部に予め記憶した許容値以内であり、基板 P の変形によるアライメントマーク m a の撮像データに変化がない場合（ステップ S 1 2、No）、制御装置 1 4 は、ステップ S 1 1 の処理を実行する。間隔 W Y 2 と間隔 W Y 1との差が記憶部に予め記憶した許容値を超えており、基板 P の変形によるアライメントマーク m a の撮像データに変化がある場合（ステップ S 1 2、Yes）、制御装置 1 4 は、ステップ S 1 3 に処理を進める。

【0097】

あるいは、エンコーダヘッド E N 4 の位置情報に紐付けて記憶部に記憶した、顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 1 のアライメントマーク m a の撮像データと同じアライメントマーク m a を、エンコーダヘッド E N 5 の位置情報から顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 2 で検出したアライメントマーク m a として検出し、撮像データ同士を比較する。ここで、アライメント顕微鏡 A M G 1 は、露光された投影像 m a s を検出できる。その為に、アライメント顕微鏡 A M G 1 は、例えば位相差顕微鏡または偏光顕微鏡とされる。位相差顕微鏡または偏光顕微鏡は、例えばレジスト材料が光を受けて材料の屈折率を変化させる場合、屈折率の変化をコントラストの差として検出し、現像前に露光状態を潜像として検出できる。この場合、図 1 1 に示す、アライメントマーク m a m と同じ形状の投影像を露光した場合、潜像形状の投影像 m a s もアライメントマーク m a m と相似の形状となる。この潜像形状の投影像 m a s とアライメントマーク m a との撮像データに変化がない場合（ステップ S 1 2、No）、制御装置 1 4 は、ステップ S 1 1 の処理を実行する。図 1 1 に示す、投影像 m a s とアライメントマーク m a との撮像データに変化 m s がある場合（ステップ S 1 2、Yes）、制御装置 1 4 は、ステップ S 1 3 に処理を進めるようにしてもよい。

【0098】

次に、露光装置 E X は、第 1 ガイド部材 3 2 及び第 2 ガイド部材 3 3 の位置を調整し、第 1 検出プローブであるアライメント顕微鏡 A M G 1 が検出したアライメントマーク m a （特定パターン）により求めた第 2 中心軸 A X 2 と平行な軸方向の基板 P の変形量と、第 2 検出プローブであるアライメント顕微鏡 A M G 2 が検出したアライメントマーク m a （特定パターン）により求めた前記軸方向の基板 P の変形量と、が一致するように進入位置 I A 及び離脱位置 O A を第 2 ドラム部材 2 2 の周囲に設定し、基板 P を案内する。露光装置 E X は、図 1 に示す E P C 、搬送装置 9 の搬送する搬送方向を調整してもよい。

【0099】

図 2 に示す特定位置 P X を第 1 検出プローブであるアライメント顕微鏡 A M G 1 が配置されている位置に第 2 中心軸 A X 2 の軸回りに回転した角度とほぼ同じ角度だけ、第 2 中心軸 A X 2 からみて特定位置 P X よりも離脱位置 O A 側に回転した前記基板支持部材の周囲の位置に、第 2 検出プローブであるアライメント顕微鏡 A M G 2 が配置されているので、アライメント顕微鏡 A M G 1 が検出したアライメントマーク m a （特定パターン）により求めた第 2 中心軸 A X 2 と平行な軸方向の基板 P の変形量と、アライメント顕微鏡 A M G 1 が検出したアライメントマーク m a （特定パターン）により求めた前記軸方向の基板 P の変形量とが一致すれば、第 2 ドラム部材 2 2 に巻き付いている基板 P は安定しているものと推定できる。このため、露光装置 E X は、第 1 特定位 P X 1 、特定位置 P X または第 2 特定位 P X 2 において、露光光を照射する処理を精密に行うことができる。

【0100】

露光装置 E X は、演算装置 1 4 が顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 1 のアライメントマーク m a の撮像データと同じアライメントマーク m a を、エンコーダヘッド E N 5 の位置情報から顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 2 で検出し、撮像データから、基板 P の幅方向（Y 方向）の変形量を演算できる。上述した像シフト調整装置は、基板 P の幅方向（Y 方向）の変形量に応じて、投影像の位置をシフトする、投影像の補正を行う（ステップ S 1 3）。または、露光装置 E X は、上述した倍率調整装置が、基板 P の幅方向（Y 方向）の変形

10

20

30

40

50

量に応じて、投影像の倍率を補正する、投影像の補正を行ってもよい。あるいは、露光装置EXは、上述した倍率調整装置及び像シフト調整装置が、基板Pの幅方向(Y方向)の変形量に応じて、投影像のシフト及び倍率を補正する、投影像の補正を行ってもよい。

【0101】

(第2実施形態)

次に、本発明に係る処理装置の第2実施形態について、図13、図14及び図15を参照して説明する。図13は、第2実施形態に係る処理装置(露光装置)のアライメントマークの検出手順の一例を示すフローチャートである。図14は、アライメントマークの検出位置の一例を示す説明図である。図15は、アライメントマークの検出位置の他の例を示す説明図である。この図において、第1実施形態の構成要素と同一の要素については同一符号を付し、その説明を省略する。露光装置EXは、露光を精度よく実行するために、上述した基板P上のアライメントマークmaをできるだけ多く検出し、多くの検出データを用いて投影像の補正を行うことが望ましい。しかしながら、演算装置14には、多くの検出データを用いて演算する演算負荷がかかることになる。上述したように、例えば、アライメント顕微鏡AMG1で検出した基板Pのアライメントマークmaが、搬送されて、図2に示す第1特定位置PX1に達するまでに、制御装置14は、投影像のシフト及び倍率の少なくとも1つを補正する、投影像の補正のための補正データを演算し終わり、像シフト調整装置及び倍率調整装置の少なくとも1つを制御する必要がある。このため、搬送装置9は、基板Pを搬送できる搬送速度を増加させると、制御装置14は、投影像のシフト及び倍率の少なくとも1つを補正するための補正データを演算し終わらない可能性がある。そこで、搬送装置9による基板Pの搬送速度を低下させる(同時に円筒マスクDMの回転速度も低下させる)場合、露光装置EXのスループットまたはデバイス製造システム1のスループットが低下する可能性がある。

10

20

【0102】

図13に示すように、制御装置14は、上述した処理部の基板Pに光を照射する照射処理を停止した状態とする(ステップS21)。次に、搬送装置9は、処理部が処理を停止した状態で基板Pを移動させ、バッファー部DLへ搬送する(ステップS22)。搬送装置9は、搬送速度を低速とし、第1パターン検出装置または第2パターン検出装置に多くのアライメントマークmaを検出可能にさせる時間を与える。次に、上述した少なくとも第1パターン検出装置が特定パターンであるアライメントマークmaを検出する。または、処理部にアライメントマークmaのみへの露光を行わせ第2パターン検出装置がアライメントマークmaへの露光のずれを検出してもよい。そして、制御装置14は、特定パターンであるアライメントマークmaを撮像データとして制御装置14の記憶部に記憶する(ステップS23)。このとき、制御装置14は、後述する一部のアライメントマークmaを取り込む場合に、取り込まなかったアライメントマークmaを補完する補正データを演算し、記憶部に保存しておく。

30

【0103】

次に、搬送装置9は、バッファー部DLからバックバッファー部BDLへ、処理部が処理を停止した状態で基板Pを移動させ、基板Pを逆移動させる(ステップS24)。搬送装置9は、上述したステップS22開始の位置である初期位置に基板が戻らない場合(ステップS25、No)、初期位置へ基板を逆移動させる処理(ステップS24)を継続する。搬送装置9は、基板Pが初期位置に戻った場合(ステップS25、Yes)、基板Pを処理装置U4へ向けて供給するように基板Pを移動する(ステップS26)。

40

【0104】

上述した第1パターン検出装置及び第2パターン検出装置は、搬送装置9が移動させた基板Pのアライメントマークmaの一部を検出する(ステップS27)。制御装置14は、上述した処理部の基板Pに光を照射する照射処理を開始する(ステップS28)。例えば、図14に示すように、検出したアライメントマークmaをma1、検出していないアライメントマークmaをma2とする場合、検出したアライメントマークma1は、検出していないアライメントマークma2を挟み、1つ飛ばしでアライメント顕微鏡AMG1

50

、 A M G 2 が検出している。

【 0 1 0 5 】

検出していないアライメントマーク m a 2 は、所定個数であればよく、例えば図 1 5 に示すように、搬送方向 に 4 つ並んでもよい。これにより、第 1 パターン検出装置及び第 2 パターン検出装置は、アライメントマーク m a の一部のみを取り込むのでデータ処理の負荷を間引くことができ、制御装置 1 4 の演算負荷を抑制することができる。制御装置 1 4 は、上述した補正データを用いて、処理部に処理をさせる。このため、搬送装置 9 が搬送速度を増加しても、アライメント顕微鏡 A M G 1 で検出した基板 P のアライメントマーク m a が、搬送されて、図 2 に示す第 1 特定位置 P X 1 に達するまでに、制御装置 1 4 は、投影像のシフト及び倍率の少なくとも 1 つを補正する、投影像の補正のための補正データを演算し終わることができる。制御装置 1 4 が上述した投影像の補正の演算をする時間を短縮し、処理することができる。その結果、基板搬送装置 9 は、基板 P の搬送速度を増加させ、露光装置 E X は、スループットを向上させることができる。
10

【 0 1 0 6 】

または、第 1 パターン検出装置及び第 2 パターン検出装置は、搬送装置 9 が移動させた基板 P のアライメントマーク m a の全部を検出する。制御装置 1 4 が、アライメントマーク m a を認識する画像処理をする場合、演算負荷がかかる。そこで、例えば、制御装置 1 4 が、図 1 4 に示すように、制御装置 1 4 が処理したアライメントマーク m a の検出データを m a 1 、制御装置 1 4 が画像処理していないアライメントマーク m a を m a 2 とする場合、制御装置 1 4 が画像処理したアライメントマーク m a 1 は、制御装置 1 4 が画像処理していないアライメントマーク m a 2 を挟み、1 つ飛ばしてアライメント顕微鏡 A M G 1 、 A M G 2 が検出している。制御装置 1 4 が画像処理していないアライメントマーク m a 2 は、所定個数であればよく、例えば図 1 5 に示すように、搬送方向 に 4 つ並んでもよい。これにより、第 1 パターン検出装置及び第 2 パターン検出装置は、アライメントマーク m a を検出するが、画像処理して取り込むデータ処理を間引く。その結果、露光装置 E X は、制御装置 1 4 の負荷を抑制することができる。このため、搬送装置 9 が搬送速度を増加しても、アライメント顕微鏡 A M G 1 で検出した基板 P のアライメントマーク m a が、搬送されて、図 2 に示す第 1 特定位置 P X 1 に達するまでに、制御装置 1 4 は、投影像のシフト及び倍率の少なくとも 1 つを補正する、投影像の補正のための補正データを演算し終わることができる。制御装置 1 4 が上述した投影像の補正の演算をする時間を短縮し、処理することができる。その結果、搬送装置 9 は、基板 P の搬送速度を増加させ、露光装置 E X は、スループットを向上させることができる。
20
30

【 0 1 0 7 】

なお、図 1 3 中のステップ S 2 5 、 S 2 6 では、基板 P を所定の搬送速度まで加速させる必要があり、その為の助走距離も含めて初期位置とする必要がある。また、基板 P の順方向 (+ 方向) への搬送中にアライメント顕微鏡 A M G 1 、又は A M G 2 によって検出すべきアライメントマーク m a を、例えば図 1 4 のように 1 つおきのアライメントマーク m a 1 とし、ステップ S 2 4 で基板 P が逆方向 (- 方向) に搬送される間は、未検出であったアライメントマーク m a 2 を順次検出するようにしても良い。その場合、基板 P の順方向 (+ 方向) 搬送中に、少なくとも 1 つのアライメントマーク m a 2 を先に検出すること、或いは、基板 P の逆方向 (- 方向) 搬送中に、少なくとも 1 つのアライメントマーク m a 1 をダブって検出することによって、基板 P の搬送を順方向から逆方向へ切り替えた際に生じうる基板 P と第 2 ドラム部材 2 2 との間のすべり誤差等の影響を補正することができる。
40

【 0 1 0 8 】

(第 3 実施形態)

次に、本発明に係る処理装置の第 3 実施形態について、図 1 6 から図 1 9 を参照して説明する。図 1 6 は、第 3 実施形態に係る処理装置（露光装置）に適用される回転ドラムの斜視図である。図 1 7 は、第 3 実施形態に係るスケール円盤 S D を回転中心線 A X 2 方向にみた、読み取り装置の位置を説明するための説明図である。図 1 8 は、基板の変形によ
50

るアライメントマークの変化の一例を模式的に説明する説明図である。図19は、第3実施形態に係る処理装置（露光装置）の処理を補正する手順の一例を示すフローチャートである。この図において、第1実施形態及び第2実施形態の構成要素と同一の要素については同一符号を付し、その説明を省略する。

【0109】

第1実施形と同様に、本実施形態でも露光装置EXは、第2ドラム部材22の曲面に支持される基板Pの一部分に、図2に示す投影光学系PLにより投影されたマスクパターンの一部の像と基板Pとを相対的に位置合せ（アライメント）するために、基板Pに予め形成されたアライメントマークmaを検出するアライメント顕微鏡AMG1、AMG2が設けられている。第3実施形態の露光装置EXは、後述するアライメント顕微鏡AMG3、AMG4をさらに備えている。10

【0110】

第1実施形と同様に、制御装置14は、第1ガイド部材32及び第2ガイド部材33の位置を調整し、第1検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG1が検出したアライメントマークma（特定パターン）により求めた第2中心軸AX2と平行な軸方向の基板Pの変形量と、第2検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG2が検出したアライメントマークma（特定パターン）により求めた前記軸方向の基板Pの変形量とが一致するように入位置IA及び離脱位置OAを第2ドラム部材22の周囲に設定し、基板Pを案内する。20

【0111】

図16に示すように、アライメント顕微鏡AMG3は、第2ドラム部材22の曲面に支持される基板Pの一部分に、図2に示す投影光学系PLにより投影されたマスクパターンの一部の像と基板Pとを相対的に位置合せ（アライメント）するために、基板Pに予め形成されたアライメントマークmaを検出するアライメント顕微鏡AMG1と同様のアライメント顕微鏡である。アライメント顕微鏡AMG3は、Y軸方向（基板Pの幅方向）に一列に並んだ複数（例えば4つ）の検出プローブを有している。アライメント顕微鏡AMG3は、第2ドラム部材22のY軸方向の両側端の検出プローブで、基板Pの両端附近に形成されたアライメントマークmaを常時観察または検出することができる。20

【0112】

エンコーダヘッドEN6は、基板Pの搬送方向の後方側、つまり露光位置（投影領域）の手前に配置されており、基板Pの搬送方向の後方側に向かってエンコーダヘッドEN4の設置方位線Le4を回転中心線AX2の軸回りに回転した設置方位線Le6上に設定される。また、XZ面内かつ回転中心線AX2からみたときに、アライメント顕微鏡AMG3による基板Pの観察方向AM3（回転中心線AX2に向かう）の検出中心と同一方向となるように、スケール部GPの径方向に設定される設置方位線Le6上に、エンコーダヘッドEN6が配置されている。30

【0113】

図17に示すように、アライメント顕微鏡AMG3の検出プローブが第2中心軸AX2からみて第2ドラム部材22の周囲に配置され、エンコーダヘッドEN6が配置された位置と第2中心軸AX2とを結ぶ方向（設置方位線Le6）が、第2中心軸AX2とアライメント顕微鏡AMG3の検出領域とを結ぶ方向と一致するよう配置されている。このため、XZ面内かつ回転中心線AX2からみたときに、アライメント顕微鏡AM3は、図2に示す進入位置IAとアライメント顕微鏡AMG1との間、かつ第2ドラム部材22の周囲に配置されている。40

【0114】

図2に示す第1特定位置PX1は、図17に示す第2中心軸AX2からみた設置方位線Le1（結像光束EL2の主光線の方位線）の延長線上にあり、第1特定位置PX1を第3検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG3が配置されている位置に第2中心軸AX2の軸回りに回転した角度1とほぼ同じ角度だけ、第2中心軸AX2からみて第1特定位置PX1よりも離脱位置OA側に回転した第2ドラム部材22の周囲の位置に、第250

検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG2が配置される。制御装置14は、第1ガイド部材32及び第2ガイド部材33の位置を調整し、第3検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG3が検出したアライメントマークma(特定パターン)により求めた第2中心軸AX2と平行な軸方向の基板Pの変形量と、第2検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG2が検出したアライメントマークma(特定パターン)により求めた前記軸方向の基板Pの変形量とが一致するように進入位置IA及び離脱位置OAを第2ドラム部材22の周囲に設定し、基板Pを案内してもよい。

【0115】

図16に示すエンコーダヘッドEN7は、基板Pの搬送方向の前方側、つまり露光位置(投影領域)の後方に配置されており、基板Pの搬送方向の前方側に向かってエンコーダヘッドEN5の設置方位線Le5を回転中心線AX2の軸回りに回転した設置方位線Le7上に設定される。また、露光装置EXは、上述したアライメント顕微鏡AMG3と同じ構成のアライメント顕微鏡AMG4(不図示)を備えている。図17に示すように、XZ面内かつ回転中心線AX2からみたときに、アライメント顕微鏡AMG4による基板Pの観察方向AM4(回転中心線AX2に向かう)の検出中心と同一方向となるように、スケール部GPの径方向に設定される設置方位線Le7上に、エンコーダヘッドEN7が配置されている。

【0116】

図2に示す第2特定位置PX2は、図17に示す第2中心軸AX2からみた設置方位線Le2(結像光束EL2の主光線の方位線)の延長線上にあり、第2特定位置PX2を第1検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG1が配置されている位置に第2中心軸AX2の軸回りに回転した角度 θ_2 とほぼ同じ角度だけ、第2中心軸AX2からみて第2特定位置PX2よりも離脱位置OA側に回転した第2ドラム部材22の周囲の位置に、第4検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG4が配置される。制御装置14は、第1ガイド部材32及び第2ガイド部材33の位置を調整し、第1検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG1が検出したアライメントマークma(特定パターン)により求めた第2中心軸AX2と平行な軸方向の基板Pの変形量と、第4検出プローブであるアライメント顕微鏡AMG4が検出したアライメントマークma(特定パターン)により求めた前記軸方向の基板Pの変形量とが一致するように進入位置IA及び離脱位置OAを第2ドラム部材22の周囲に設定し、基板Pを案内してもよい。

【0117】

例えば、アライメント顕微鏡AMG3は、アライメントマークmaの撮像を制御装置14に出力し、制御装置14及びアライメント顕微鏡AMG3は、第3パターン検出装置として、アライメントマークmaを撮像データとして制御装置14の記憶部に記憶する。アライメント顕微鏡AMG1は、アライメントマークmaの撮像を制御装置14に出力し、制御装置14及びアライメント顕微鏡AMG1は、第1パターン検出装置として、アライメントマークmaを撮像データとして制御装置14の記憶部に記憶する。このため、図17に示す、第2ドラム部材22の曲面に進入する進入位置IAからアライメント顕微鏡AMG1の顕微鏡視野(撮像範囲)ma_m1までの距離を所定距離QL1とし、アライメント顕微鏡AMG1からアライメント顕微鏡AMG3の顕微鏡視野(撮像範囲)ma_m3までの距離を所定距離QL2とした場合、進入位置IAからアライメント顕微鏡AMG1の顕微鏡視野(撮像範囲)ma_m1までの所定距離QL=QL1+QL2となる。そして、アライメント顕微鏡AMG1及びアライメント顕微鏡AMG3は、図17に示す基板P上の特定パターンであるアライメントマークmaを検出する(図19のステップS31)。

【0118】

次に、記憶部に記憶した、顕微鏡視野(撮像範囲)ma_m3のアライメントマークmaの撮像データと同じアライメントマークmaを、顕微鏡視野(撮像範囲)ma_m1で検出したアライメントマークmaと比較し撮像データ同士を比較する。例えば、制御装置14は、顕微鏡視野(撮像範囲)ma_m3のアライメントマークmaの撮像データから、基板Pの幅方向(Y方向)のアライメントマークmaの間隔WY3を演算する。なお、記憶部

10

20

30

40

50

に記憶した、顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 4 のアライメントマークm a の撮像データと同じアライメントマークm a を、顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 2 で検出したアライメントマークm a と比較し撮像データ同士を比較する。例えば、制御装置1 4 は、顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 4 のアライメントマークm a の撮像データから、基板P の幅方向（Y 方向）のアライメントマークm a の間隔W Y 4 を演算してもよい。そして、演算装置1 4 は、顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 3 のアライメントマークm a の撮像データと同じアライメントマークm a を、エンコーダヘッドE N 4 の位置情報から顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 1 で検出し、撮像データから、基板P の幅方向（Y 方向）のアライメントマークm a の間隔W Y 1 を演算する。間隔W Y 3 と間隔W Y 1 との差 m が記憶部に予め記憶した許容値以内であり、基板P の変形によるアライメントマークm a の撮像データに変化がない場合（図1 9 のステップS 3 2 が、N o ）、制御装置1 4 は、図1 9 のステップS 3 1 の処理を繰り返し実行する。間隔W Y 3 と間隔W Y 1 との差 m が記憶部に予め記憶した許容値を超えており、基板P の変形によるアライメントマークm a の撮像データに変化がある場合（図1 9 のステップS 3 2 が、Y e s ）、制御装置1 4 は、図1 9 のステップS 3 3 に処理を進める。
10

【0 1 1 9】

次に、露光装置E X は、第1ガイド部材3 2 及び第2ガイド部材3 3 の位置を調整し、第1検出プローブであるアライメント顕微鏡A M G 1 が検出したアライメントマークm a （特定パターン）により求めた第2中心軸A X 2 と平行な軸方向の基板P の変形量と、第2検出プローブであるアライメント顕微鏡A M G 2 が検出したアライメントマークm a （特定パターン）により求めた前記軸方向の基板P の変形量と、が一致するように進入位置I A 及び離脱位置O A を第2ドラム部材2 2 の周囲に設定し、基板P を案内する。例え
20
ば、制御装置1 4 は、基板P の幅方向における目標幅P P となるように、搬送装置9 を制御し、基板P の搬送方向の速度を遅くする。

【0 1 2 0】

なお、基板P の幅方向の寸法を微小に変える為には、基板P が第2ドラム部材2 2 の外周面に進入（密着）する手前で、基板P に幅方向の張力が付与されるようなローラ、例えば、回転軸方向について中央部の径が大きく（或いは小さく）、両端部側の径が小さい（或いは大きい）ローラ等を、例えば、図2中の回転ローラD R 4 として設けると良い。その他、基板P の幅方向の両端部の各々を、モータ駆動するニップローラで挟み込み、そのニップローラによる基板P の送り方向を、本来の送り方向（基板長尺方向）に対して斜めにすることによって、基板P の幅方向の両端部に共に外側に引っ張る力を与えて、基板P を拡幅する構成としても良い。
30

【0 1 2 1】

図2に示す特定位置P X を第1検出プローブであるアライメント顕微鏡A M G 1 が配置されている位置に第2中心軸A X 2 の軸回りに回転した角度とほぼ同じ角度だけ、第2中心軸A X 2 からみて特定位置P X よりも離脱位置O A 側に回転した前記基板支持部材の周囲の位置に、第2検出プローブであるアライメント顕微鏡A M G 2 が配置されているので、アライメント顕微鏡A M G 1 が検出したアライメントマークm a （特定パターン）により求めた第2中心軸A X 2 と平行な軸方向の基板P の変形量と、アライメント顕微鏡A M G 1 が検出したアライメントマークm a （特定パターン）により求めた前記軸方向の基板P の変形量とが一致すれば、第2ドラム部材2 2 に巻き付いている基板P は安定しているものと推定できる。このため、露光装置E X は、第1特定位置P X 1 、特定位置P X または第2特定位置P X 2 において、露光光を照射する処理を精密に行うことができる。
40

【0 1 2 2】

露光装置E X は、演算装置1 4 が顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 1 のアライメントマークm a の撮像データと同じアライメントマークm a を、エンコーダヘッドE N 5 の位置情報から顕微鏡視野（撮像範囲）m a m 2 で検出し、撮像データから、基板P の幅方向（Y 方向）の変形量を演算できる。上述した像シフト調整装置は、基板P の幅方向（Y 方向）の変形量に応じて、投影像の位置をシフトする、投影像の補正を行う（ステップS 1 3 ）
50

。または、露光装置 EX は、上述した倍率調整装置が、基板 P の幅方向 (Y 方向) の変形量に応じて、投影像の倍率を補正する、投影像の補正を行ってもよい。あるいは、露光装置 EX は、上述した倍率調整装置及び像シフト調整装置が、基板 P の幅方向 (Y 方向) の変形量に応じて、投影像のシフト及び倍率を補正する、投影像の補正を行ってもよい。

【 0 1 2 3 】

(第 4 実施形態)

次に、本発明に係る処理装置の第 4 実施形態について、図 2 0 を参照して説明する。図 2 0 は、第 4 実施形態に係る処理装置（露光装置）の全体構成を示す模式図である。この図において、第 1 実施形態の構成要素と同一の要素については同一符号を付し、その説明を省略する。露光装置 EX 2 は、光源から円筒マスク DM に照明される照明光束 EL 1 を出射する。
10

【 0 1 2 4 】

光源装置 1 3 の光源から出射された照明光束 EL 1 を照明モジュール IL に導き、照明光学系が複数設けられている場合、光源からの照明光束 EL 1 を複数に分離し、複数の照明光束 EL 1 を複数の照明モジュール IL に導く。

【 0 1 2 5 】

ここで、光源装置 1 3 から出射された照明光束 EL 1 は、偏光ビームスプリッタ SP 1 、 SP 2 に入射する。偏光ビームスプリッタ SP 1 、 SP 2 では、照明光束 EL 1 の分離によるエネルギーロスを抑制すべく、入射された照明光束 EL 1 が全て反射するような光束にすることが好ましい。ここで、偏光ビームスプリッタ SP 1 、 SP 2 は、 S 偏光の直線偏光となる光束を反射し、 P 偏光の直線偏光となる光束を透過する。このため、光源装置 1 3 は、偏光ビームスプリッタ SP 1 、 SP 2 に入射する照明光束 EL 1 が直線偏光 (S 偏光) の光束となる照明光束 EL 1 を第 1 ドラム部材 2 1 に出射する。これにより、光源装置 1 3 は、波長及び位相が揃った照明光束 EL 1 を出射する。
20

【 0 1 2 6 】

偏光ビームスプリッタ SP 1 、 SP 2 は、光源からの照明光束 EL 1 を反射する一方で、円筒マスク DM で反射された結像光束（投影光束） EL 2 を透過している。換言すれば、照明モジュール IL からの照明光束 EL 1 は、偏光ビームスプリッタ SP 1 、 SP 2 に反射光束として入射し、円筒マスク DM からの結像光束 EL 2 は、偏光ビームスプリッタ SP 1 、 SP 2 に透過光束として入射する。
30

【 0 1 2 7 】

このように処理部である照明モジュール IL は、被処理物体である円筒マスク DM 上の所定のパターン（マスクパターン）に照明光束 EL 1 を反射させる処理を行う。これにより、投影光学系 PL は、円筒マスク DM 上の照明領域 IR におけるパターンの像を、搬送装置 9 によって搬送されている基板 P の一部（投影領域 PA ）に投影することができる。露光装置 EX 2 は、円筒マスク DM で反射された投影光束により、第 1 特定位置 PX 1 、第 2 特定位置 PX 2 における基板 P に露光光を照射する処理をすることができる。

【 0 1 2 8 】

(第 5 実施形態)

次に、本発明に係る処理装置の第 5 実施形態について、図 2 1 を参照して説明する。図 2 1 は、第 5 実施形態に係る処理装置（露光装置）の全体構成を示す模式図である。この図において、第 1 実施形態の構成要素と同一の要素については同一符号を付し、その説明を省略する。露光装置 EX 3 は、ポリゴン走査ユニット PO 1 、 PO 2 を備え、ポリゴン走査ユニット PO が、例えば紫外線のレーザ光原から射出されたビームを AOM 等の変調器でパターンデータに応じて強度変調させたビームのスポット光を基板 P に向けて出射しつつ、そのスポット光を回転中心軸 AX 2 と平行な Y 方向に一次元走査するスポット走査型描画装置であっても良い。
40

【 0 1 2 9 】

このように、図 2 1 の露光装置 EX 3 は、円筒マスク DM がなくても第 1 特定位置 PX 1 、第 2 特定位置 PX 2 における基板 P に露光光（スポット光）を照射する処理をするこ
50

とができる。

【0130】

(第6実施形態)

次に、本発明に係る処理装置の第6実施形態について、図22を参照して説明する。図22は、第6実施形態に係る処理装置(露光装置)の全体構成を示す模式図である。この図において、第1実施形態の構成要素と同一の要素については同一符号を付し、その説明を省略する。

【0131】

露光装置EX4は、所謂プロキシミティ露光を基板Pに施す処理装置である。露光装置EX4は、円筒マスクDMと、第2ドラム部材22との隙間を微小に設定して、照明機構IUが直接基板Pに照明光束ELを照射し、非接触露光する。本実施形態において、第2ドラム部材22は、電動モーター等のアクチュエータを含む第2駆動部36から供給されるトルクによって回転する。第2駆動部36の回転方向と逆回りとなるように、例えば磁気歯車で連結された駆動ローラMGGが第1ドラム部材21を駆動する。第2駆動部36は、第2ドラム部材22を回転するとともに、駆動ローラMGGと第1ドラム部材21とを連れ回し、第1ドラム部材21(円筒マスクDM)と第2ドラム部材22とを同期移動(同期回転)させる。

【0132】

また、露光装置EX4は、円筒マスクDMまたは基板Pに照射される照明光束ILの主光線が基板Pに入射する特定位置で、スケール部の位置PX6を検出するエンコーダヘッドEN8を備えている。ここで、第2ドラム部材22の外周面のうち基板Pが巻き付けられる外周面の直径と、スケール円盤のスケール部の直径とを揃えているので、位置PX8は、第2中心軸AX2からみて上述した特定位置と一致する。そして、エンコーダヘッドEN4は、基板Pの搬送方向の後方側に向かってエンコーダヘッドEN5の設置方位線Le5を回転中心線AX2の軸回りに、ほぼ90°回転した設置方位線Le4上に設定される。

【0133】

本実施形態の露光装置EX4は、エンコーダヘッドEN5を第1読み取り装置とし、エンコーダヘッドEN4を第2読み取り装置とし、スケール部の読み取り出力から求めた、第2ドラム部材22の軸の位置と特定位置とを結び、かつ軸に直交する方向の変位の成分を、第1読み取り装置の読み取り出力で補正した処理を施すことができる。

【0134】

以上説明した第1から第6実施形態は、処理装置として露光装置を例示している。処理装置としては、露光装置に限らず、処理部がインクジェットのインク滴下装置により被処理物体である基板Pにパターンを印刷する装置であってもよい。または処理部は、検査装置であってもよい。

【0135】

(評価例)

ここで、基板Pが円筒状の第2ドラム部材22の外周面に一定角度で巻き付いている場合、基板Pが第2ドラム部材22と密着した部分での変形の程度を、図23に示したモデル例を用いてシミュレーションしてみる。図23において、第2ドラム部材22の回転中心軸AX2はY軸と平行とし、基板Pは第2ドラム部材22の外周面の上半分のほぼ180°に渡って巻き付けられているものとする。

【0136】

シミュレーションでは、基板Pの一端側を固定端、他端側を荷重端とし、荷重端に-Z方向の荷重(テンション)を一様に付与したときに、回転中心軸AX2の回りに回転可能な第2ドラム部材22の外周面上で、22.5度毎に設定した多数の点がどのように変位するかを求める。ここで、回転中心軸AX2と直交し、且つXZ面と平行な面内に、5本の線分 $_{-1}$ 、 $_{-2}$ 、 $_{+1}$ 、 $_{+2}$ を設定する。線分 $_{-1}$ はZ軸と平行であり、線分 $_{-1}$ は線分 $_{-1}$ に対して回転中心軸AX2の回りに-22.5°回転させたもの

10

20

30

40

50

であり、線分 $_{+1}$ は線分 $_0$ に対して回転中心軸 A X 2 の回りに + 22.5° 回転させたものである。さらに、線分 $_{-2}$ は線分 $_0$ に対して回転中心軸 A X 2 の回りに - 45° 回転させたものであり、線分 $_{+2}$ は線分 $_0$ に対して回転中心軸 A X 2 の回りに + 45° 回転させたものである。

【 0 1 3 7 】

また、基板 P 上の多数の対象点は、基板 P の幅方向（短尺方向であって Y 軸方向）の一端側の周方向の領域 Q A 上、他端側の周方向の領域 Q B 上、及び中央の周方向の領域 Q C 上の各々に対して、5 本の線分 $_0$ 、 $_{-1}$ 、 $_{-2}$ 、 $_{+1}$ 、 $_{+2}$ の各々に対応した計 15ヶ所に設定される。例えば、中央の周方向の領域 Q C 上で、線分 $_0$ の方向に位置する対象点は、Q C ($_0$) で表わされ、一端側の周方向の領域 Q A 上で、線分 $_{+1}$ の方向に位置する対象点は、Q A ($_{+1}$) で表わされる。
10

また、基板 P の長尺方向を M D 方向、短尺方向を T D 方向とし、T D 方向の正負は Y 軸の正負の方向と合わせる。

【 0 1 3 8 】

この図 23 のモデル例で、基板 P を厚さ 100 μm で 30 cm 幅の P E T とし、固定端は T D 方向に一様にクランプした状態で、他端の荷重端には M D 方向に一様な張力（テンション）を掛けるものとする。その張力の大きさに応じて基板 P は M D 方向に伸びる。基板 P の M D 方向の伸縮に関しては、第 2 ドラム部材 22 が回転自在に支持されている為、第 2 ドラム部材 22 の外周面と基板 P の裏面との摩擦係数の大きさに余り影響されずに自由に伸縮する。
20

【 0 1 3 9 】

図 24 は、摩擦係数 μ を 0.45 とした場合に、基板 P の領域 Q A 上の 5 つの対象点 Q A ($_{-2}$)、Q A ($_{-1}$)、Q A ($_0$)、Q A ($_{+1}$)、Q A ($_{+2}$)、領域 Q B 上の 5 つの対象点 Q B ($_{-2}$)、Q B ($_{-1}$)、Q B ($_0$)、Q B ($_{+1}$)、Q B ($_{+2}$)、及び、領域 Q C 上の 5 つの対象点 Q C ($_{-2}$)、Q C ($_{-1}$)、Q C ($_0$)、Q C ($_{+1}$)、Q C ($_{+2}$) の各々が、張力 (N) の変化に対して M D 方向にどの程度変位するかをシミュレーションで求めたグラフである。

【 0 1 4 0 】

また、図 25 は、摩擦係数 μ を 200 とした場合に、基板 P の領域 Q A 上の 5 つの対象点 Q A ($_{-2}$) ~ Q A ($_{+2}$)、領域 Q B 上の 5 つの対象点 Q B ($_{-2}$) ~ Q B ($_{+2}$)、及び、領域 Q C 上の 5 つの対象点 Q C ($_{-2}$) ~ Q C ($_{+2}$) の各々が、張力 (N) の変化 [横軸] に対して M D 方向にどの程度変位するか [縦軸] をシミュレーションで求めたグラフである。
30

【 0 1 4 1 】

摩擦係数の大小に殆ど影響されず、各対象点は、グラフ中で斜線部で示した線形範囲内の値となった。斜線部の範囲で、最も大きい傾きを示した線形変化は、3 つの領域 Q A、Q B、Q C の何れにおいても、線分 $_{+2}$ (+ 45°) の方向に位置する対象点 Q A ($_{+2}$)、Q B ($_{+2}$)、Q C ($_{+2}$) であった。また、斜線部の範囲で、最も小さい傾きを示した線形変化は、3 つの領域 Q A、Q B、Q C の何れにおいても、線分 $_{-2}$ (- 45°) の方向に位置する対象点 Q A ($_{-2}$)、Q B ($_{-2}$)、Q C ($_{-2}$) であった。
40

【 0 1 4 2 】

これに対して、基板 P の T D 方向の伸縮は、第 2 ドラム部材 22 の外周面と基板 P の裏面との摩擦係数の大きさに影響されて変化する。図 26 は、摩擦係数 μ を 0.45 とした場合に、領域 Q A 上の 5 つの対象点 Q A ($_{-2}$) ~ Q A ($_{+2}$)、領域 Q B 上の 5 つの対象点 Q B ($_{-2}$) ~ Q B ($_{+2}$)、及び、領域 Q C 上の 5 つの対象点 Q C ($_{-2}$) ~ Q C ($_{+2}$) の各々が、張力 (N) の変化に対して T D 方向にどの程度変位するかをシミュレーションで求めたグラフである。

【 0 1 4 3 】

また、図 27 は、摩擦係数 μ を 200 とした場合に、基板 P の領域 Q A 上の 5 つの対象
50

点 Q A (-₂) ~ Q A (+₂)、領域 Q B 上の 5 つの対象点 Q B (-₂) ~ Q B (+₂)、及び、領域 Q C 上の 5 つの対象点 Q C (-₂) ~ Q C (+₂) の各々が、張力 (N) の変化 [横軸] に対して T D 方向にどの程度変位するか [縦軸] をシミュレーションで求めたグラフである。

【 0 1 4 4 】

図 2 6、2 7 のグラフから判るように、基板 P の T D 方向の両側の領域 Q A、Q B は、張力の増大に伴って基板 P の中央の領域 Q C に向けて変位する。即ち、基板 P の T D 方向の幅が縮まる方向に変形する。その変形量は、第 2 ドラム部材 2 2 の外周面と基板 P の裏面との T D 方向の摩擦係数の大小に応じて変わる。摩擦係数を 0.45 とした場合、基板 P は第 2 ドラム部材 2 2 の外周面上で T D 方向に僅かにすべることができ、T D 方向の収縮は比較的大きくなる。10 それに対して、摩擦係数を 200 とした場合、基板 P は第 2 ドラム部材 2 2 の外周面上で T D 方向に殆どすべることができず、T D 方向の収縮は比較的小さくなる。

【 0 1 4 5 】

以上のことから、基板 P の裏面と第 2 ドラム部材 2 2 の外周面との間の摩擦の大小と、M D 方向の張力 (テンション) の大小とによって、基板 P の第 2 ドラム部材 2 2 の外周面と密着している部分の概略的な変形の傾向や変形量を事前に予測することも可能となる。もちろん、基板 P の材質やプロセスを受けたか否か等によって、基板 P の剛性や摩擦係数が変わるために、それらも加味することで、より実用的な変形予測が可能となる。

【 0 1 4 6 】

従って、第 1 検出プローブが検出した特定パターンにより求めた回転中心軸 A X 2 と平行な方向の基板 P の変形量と、第 2 検出プローブが検出した特定パターンにより求めた回転中心軸 A X と平行な方向の基板 P の変形量とが一致するように、進入位置及び離脱位置を設定した位置に基板 P を案内するガイド部材が設けられる場合、そのガイド部材は、基板 P の M D 方向の張力 (テンション) を調整するような搬送機構 (ニップ方式の駆動ローラの回転制御やテンション調整用の回転ローラ等を含む) としても良い。20

【 0 1 4 7 】

<デバイス製造方法>

次に、図 2 8 を参照して、デバイス製造方法について説明する。図 2 8 は、第 1 実施形態に係る処理装置 (露光装置) を用いたデバイス製造方法を示すフローチャートである。30

【 0 1 4 8 】

図 2 8 に示すデバイス製造方法では、まず、例えば有機 E L 等の自発光素子による表示パネルの機能・性能設計を行い、必要な回路パターンや配線パターンを C A D 等で設計する (ステップ S 2 0 1)。次いで、C A D 等で設計された各種レイヤー毎のパターンに基づいて、必要なレイヤー分の円筒マスク D M を製作する (ステップ S 2 0 2)。また、表示パネルの基材となる可撓性の基板 P (樹脂フィルム、金属箔膜、プラスチック等) が巻かれた供給用ロール F R 1 を準備しておく、基板 P の製造を行う (ステップ S 2 0 3)。なお、このステップ S 2 0 3 にて用意しておくロール状の基板 P は、必要に応じてその表面を改質したもの、下地層 (例えばインプリント方式による微小凹凸) を事前形成したもの、光感応性の機能膜や透明膜 (絶縁材料) を予めラミネートしたもの、でも良い。40

【 0 1 4 9 】

次いで、基板 P 上に表示パネルデバイスを構成する電極や配線、絶縁膜、T F T (薄膜半導体) 等によって構成されるバックプレーン層を形成すると共に、そのバックプレーンに積層されるように、有機 E L 等の自発光素子による発光層 (表示画素部) が形成される (ステップ S 2 0 4)。このステップ S 2 0 4 には、先の各実施形態で説明した露光装置 E X、E X 2、E X 3、E X 4 を用いて、フォトレジスト層を露光する従来のフォトリソグラフィ工程も含まれるが、フォトレジストの代わりに感光性シランカップリング材を塗布した基板 P をパターン露光して表面に親撥水性によるパターンを形成する露光工程、光感応性の触媒層をパターン露光し、無電解メッキ法によってニッケル、銅、金等の金属膜のパターン (配線、電極等) を形成する湿式工程、或いは、銀ナノ粒子を含有した導電性

インク等によってパターンを描画する印刷工程、等による処理も含まれる。

【0150】

次いで、ロール方式で長尺の基板P上に連続的に製造される表示パネルデバイス毎に、基板Pをダイシングしたり、各表示パネルデバイスの表面に、保護フィルム（対環境バリア層）やカラーフィルターシート等を貼り合せたりして、デバイスを組み立てる（ステップS205）。次いで、表示パネルデバイスが正常に機能するか、所望の性能や特性を満たしているかの検査工程が行なわれる（ステップS206）。以上のようにして、表示パネル（フレキシブル・ディスプレイ）を製造することができる。

【符号の説明】

【0151】

1 デバイス製造システム

10

2 基板供給装置

4 基板回収装置

5 上位制御装置

9 搬送装置

12 マスク保持装置

13 光源装置

14 制御装置

22 第2ドラム部材

D R 1 ~ D R 8 駆動ローラ

20

32 第1ガイド部材

33 第2ガイド部材

35 第2検出器

44 フォーカス補正光学部材

45 像シフト補正光学部材

46 ローテーション補正機構

47 倍率補正用光学部材

A M G 1、A M G 2、A M G 3 アライメント顕微鏡

D M 円筒マスク

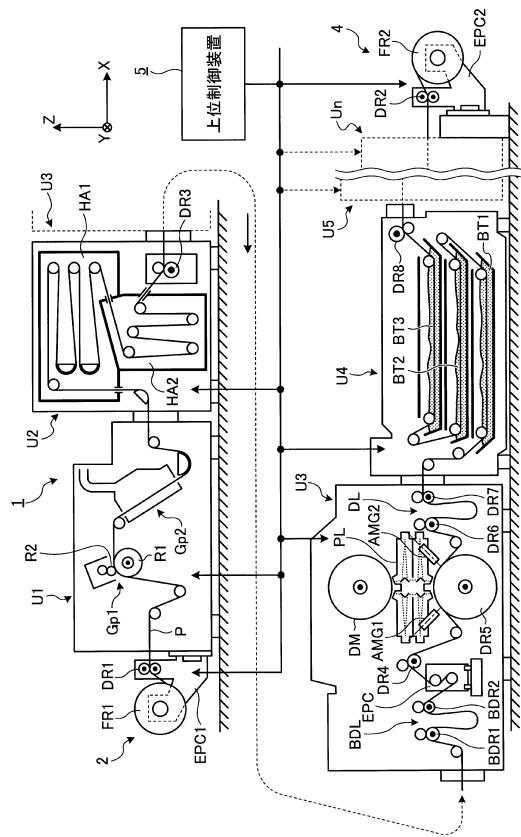
E N 1、E N 2、E N 3、E N 4、E N 5 エンコーダヘッド

30

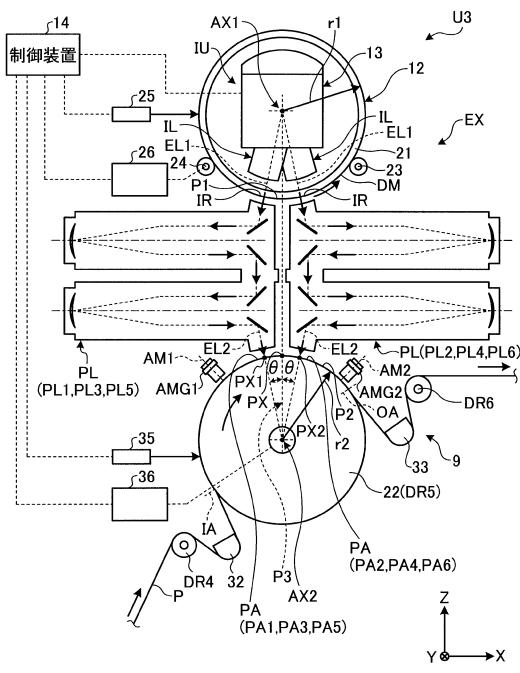
E X、E X 2、E X 3、E X 4 露光装置（基板処理装置）

P O 1、P O 2 ポリゴン走査ユニット

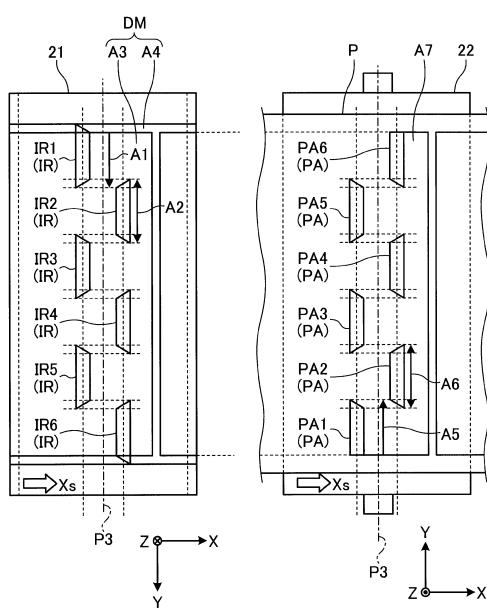
【図1】



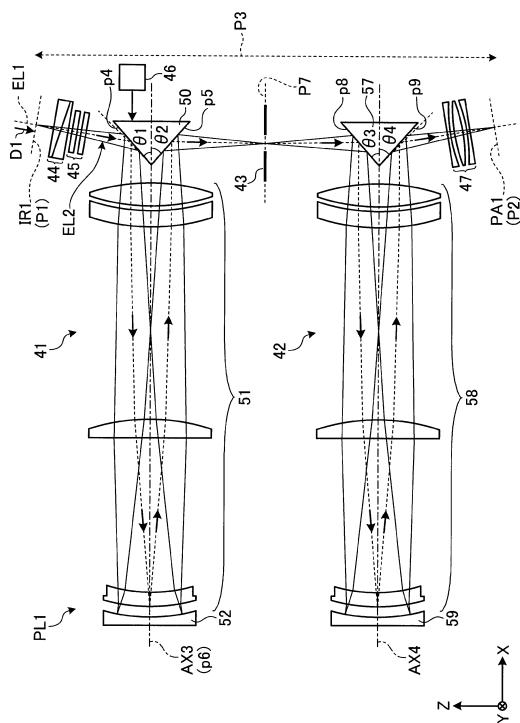
【図2】



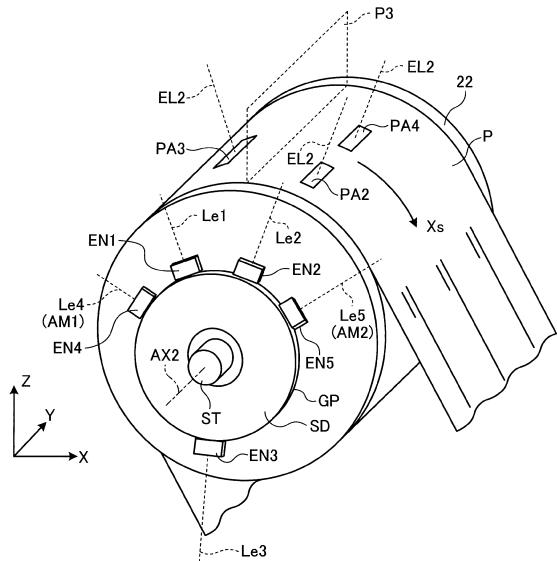
【図3】



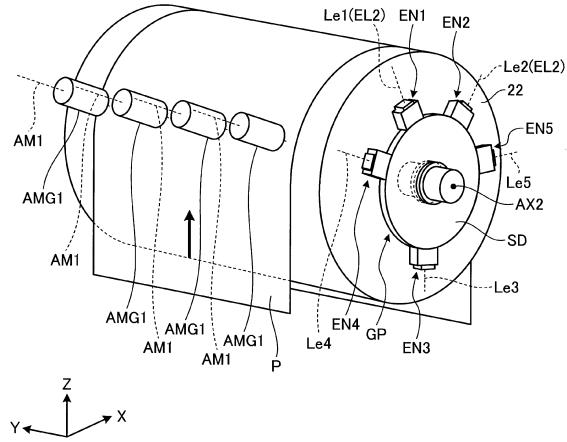
【図4】



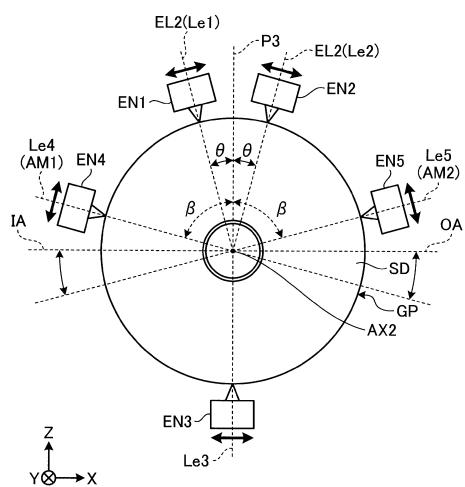
【図5】



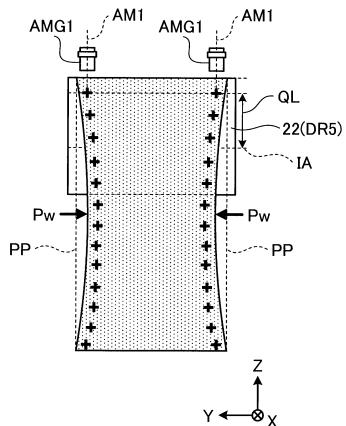
【図6】



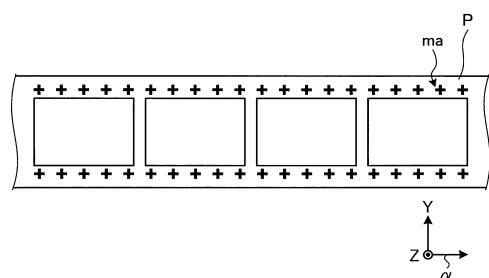
【図7】



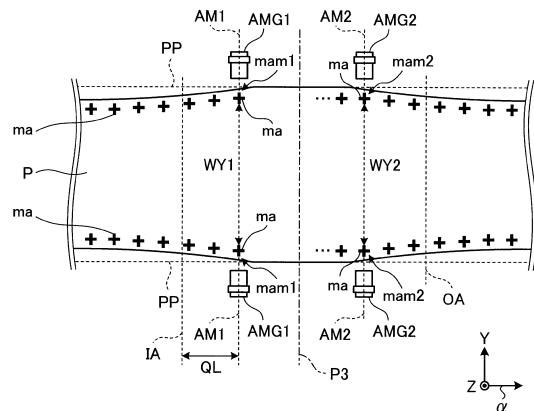
【図8】



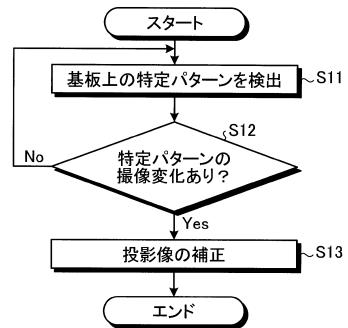
【図9】



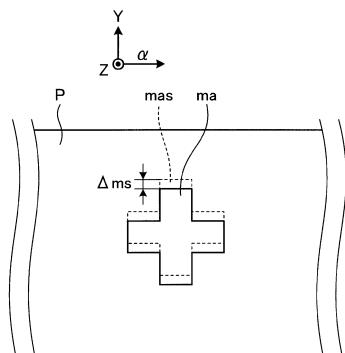
【図10】



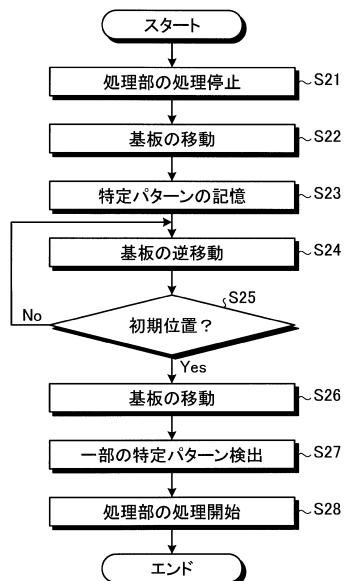
【図12】



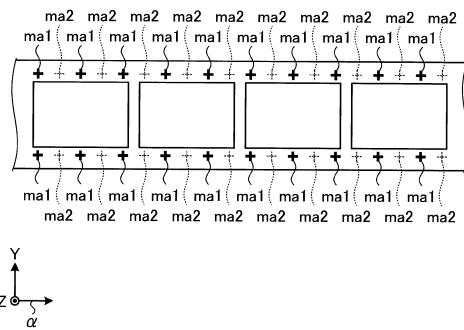
【図11】



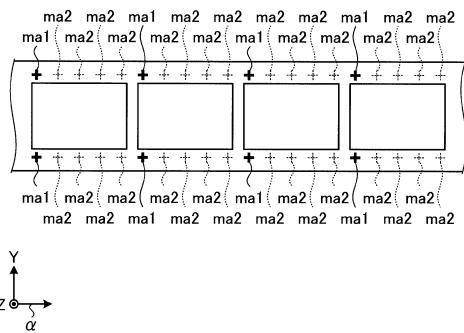
【図13】



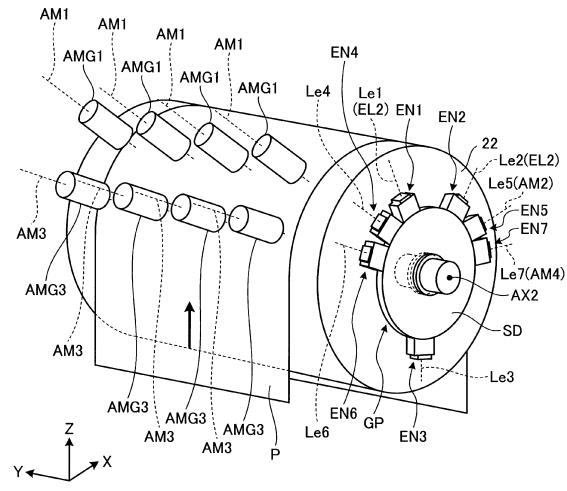
【図14】



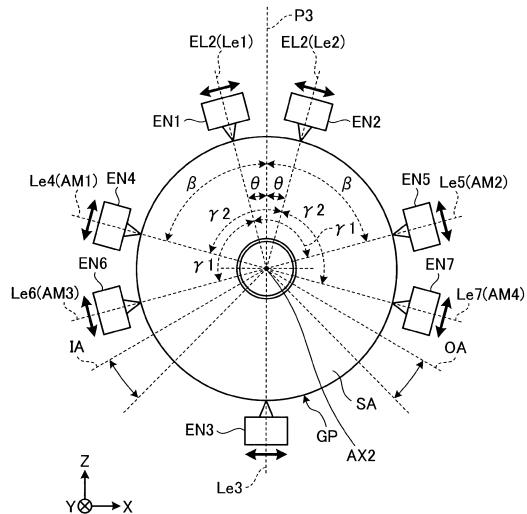
【図15】



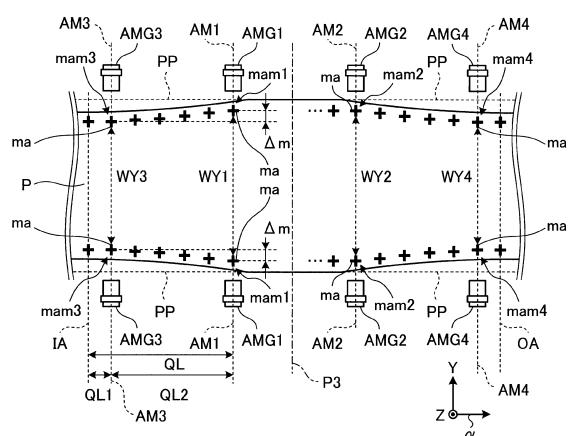
【図16】



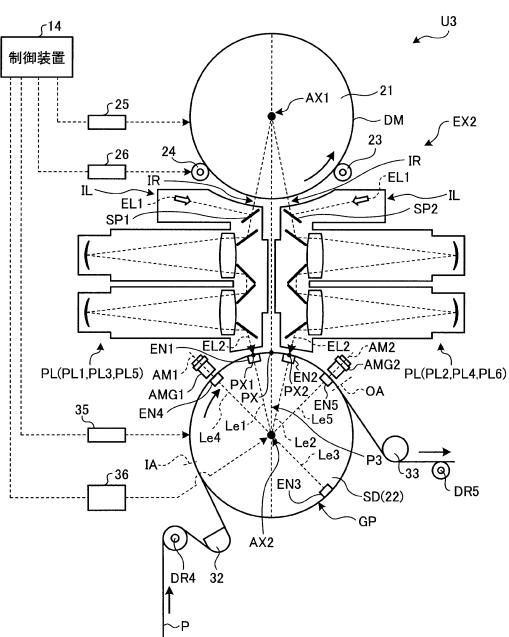
【図17】



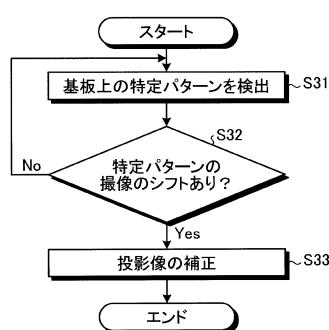
【図18】



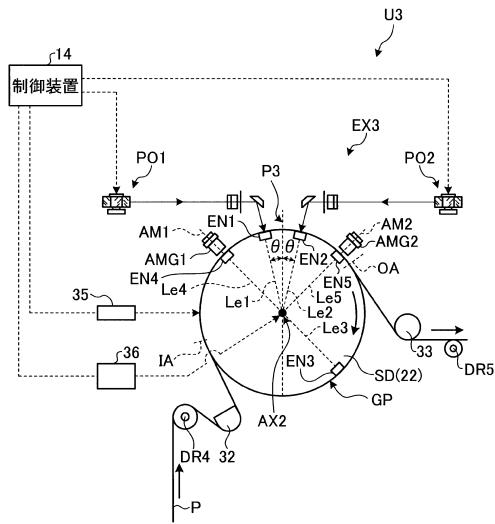
【図20】



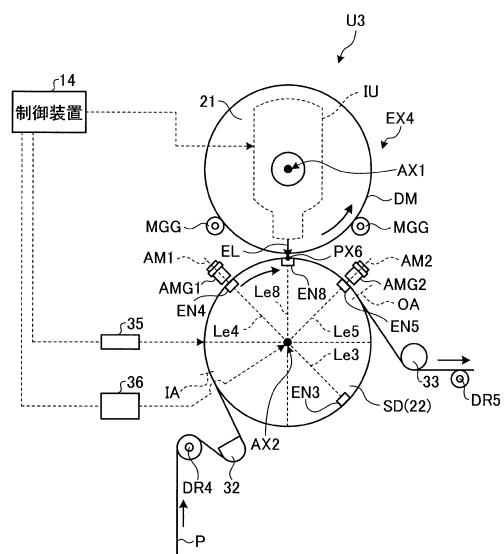
【図19】



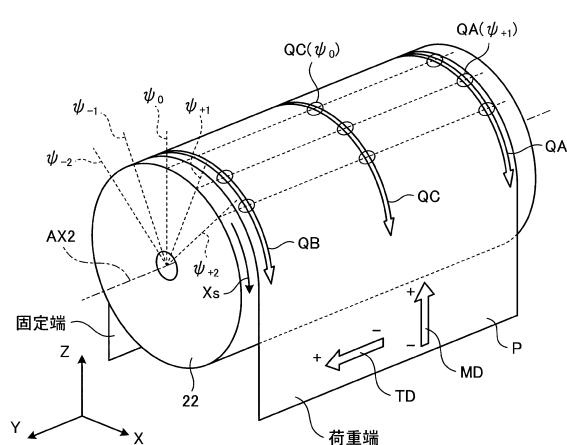
【図21】



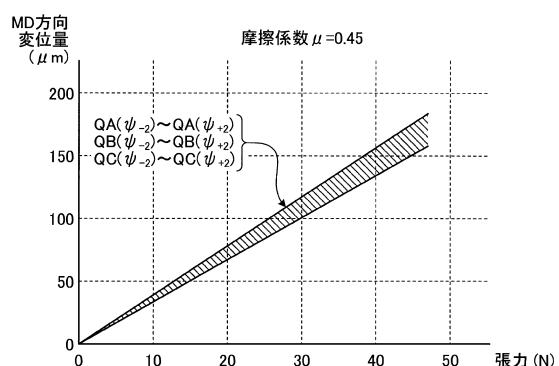
【図22】



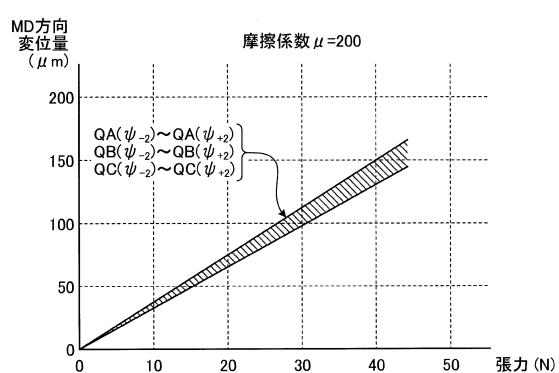
【図23】



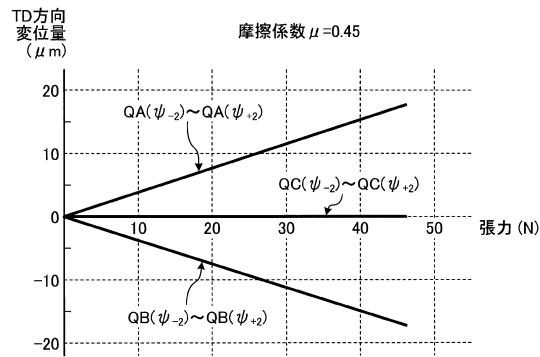
【図24】



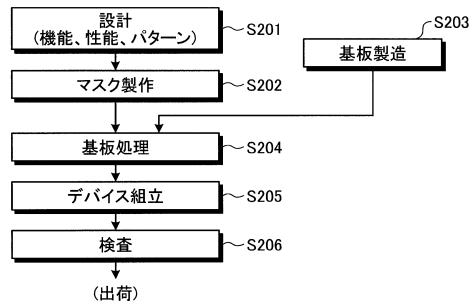
【図25】



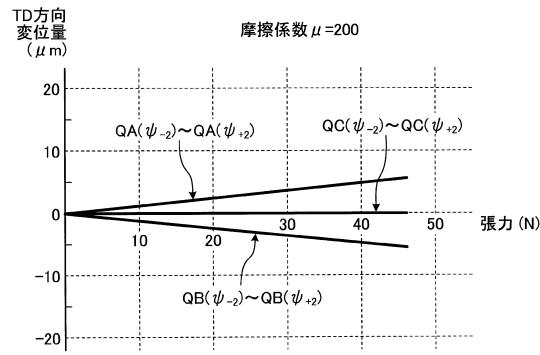
【図26】



【図28】



【図27】



フロントページの続き

(72)発明者 鬼頭 義昭

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 株式会社ニコン内

(72)発明者 堀 正和

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 株式会社ニコン内

(72)発明者 林田 洋祐

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 株式会社ニコン内

(72)発明者 小宮山 弘樹

東京都千代田区有楽町1丁目12番1号 株式会社ニコン内

審査官 新井 重雄

(56)参考文献 特開2013-200463(JP,A)

特開2008-098325(JP,A)

国際公開第2013/146184(WO,A1)

米国特許出願公開第2015/0241778(US,A1)

国際公開第2013/157356(WO,A1)

米国特許第06018383(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 7/24

G03F 1/00

H01L 21/677

H01L 21/027