

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6708217号
(P6708217)

(45) 発行日 令和2年6月10日 (2020.6.10)

(24) 登録日 令和2年5月25日 (2020.5.25)

(51) Int.Cl. F 1
G 0 3 F 7/20 (2006.01)
 G 0 3 F 7/20 5 0 1
 G 0 3 F 7/20 5 2 1

請求項の数 9 (全 40 頁)

(21) 出願番号	特願2017-556106 (P2017-556106)	(73) 特許権者	000004112
(86) (22) 出願日	平成28年12月14日 (2016.12.14)		株式会社ニコン
(86) 国際出願番号	PCT/JP2016/087262		東京都港区港南二丁目15番3号
(87) 国際公開番号	W02017/104717	(74) 代理人	100077665
(87) 国際公開日	平成29年6月22日 (2017.6.22)		弁理士 千葉 剛宏
審査請求日	令和1年7月23日 (2019.7.23)	(74) 代理人	100116676
(31) 優先権主張番号	特願2015-246298 (P2015-246298)		弁理士 宮寺 利幸
(32) 優先日	平成27年12月17日 (2015.12.17)	(74) 代理人	100191134
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100136548
			弁理士 仲宗根 康晴
		(74) 代理人	100136641
			弁理士 坂井 志郎
		(74) 代理人	100180448
			弁理士 関口 亨祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターン描画装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

描画データに基づいて変調される光ビームを基板上に投射する露光ヘッド部を有し、前記基板を副走査方向に移動させることによって、前記基板上に前記描画データに対応したパターンを描画するパターン描画装置であって、

前記基板を支持して前記副走査方向に移動させる移動機構と、

前記描画データで規定される画素の前記基板上での寸法よりも小さい分解能で、前記基板の移動量の変化を計測する計測機構と、

前記副走査方向に並ぶ複数の前記画素ごとの画素データを前記描画データとして記憶するとともに、前記計測機構で計測される前記基板の移動量に応じて画素データの読み出しアドレスが更新されるデータ記憶部と、

前記基板に描画すべき前記パターンの前記副走査方向に関する描画倍率の変更位置を前記計測機構で計測される前記移動量に対応して設定する倍率設定部と、

前記描画倍率の変更位置が、前記副走査方向に並ぶ複数の前記画素のうちの特定画素の前記副走査方向の途中に設定される場合は、前記副走査方向に関して前記特定画素の1つ手前の画素の描画が完了する位置を新変更位置として、前記計測機構で計測される前記移動量と前記画素の寸法との対応関係を補正して、前記描画倍率の次の変更位置までに前記データ記憶部から読み出される前記画素データのアドレスを設定する制御部と、

を備える、パターン描画装置。

【請求項 2】

10

20

請求項 1 に記載のパターン描画装置であって、

前記データ記憶部は、前記基板上に設定される露光領域内に描画すべきパターンを 2 次元の前記画素に分割し、前記副走査方向と交差する主走査方向に関して並ぶ 1 列分の画素の各々に対応した前記画素データを画素データ列として記憶するとともに、該画素データ列の複数を前記副走査方向に並ぶ画素に対応して記憶する、パターン描画装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載のパターン描画装置であって、

前記計測機構は、前記基板上に設定される前記画素の前記副走査方向の寸法の $1/k$ (ただし、 $k \geq 2$) の分解能で前記基板の移動量を計測するデジタルカウンタを備え、

前記制御部は、前記デジタルカウンタで計測される前記移動量と前記画素の寸法との対応関係を、前記倍率設定部で設定される前記描画倍率の変更位置で変更する、パターン描画装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載のパターン描画装置であって、

前記デジタルカウンタで計測される前記移動量に基づいて設定される前記変更位置を Xmn 、変更位置 Xmn で描画される前記画素データ列の前記副走査方向に関する番地を $XA2(n)$ 、前記変更位置 Xmn までの前記描画倍率の補正係数を $Mx(n-1)$ 、変更位置 Xmn の手前に設定された新変更位置を $Xm(n-1)'$ 、前記新変更位置 $Xm(n-1)'$ で描画された前記画素データ列の前記副走査方向に関する番地を $XA2(n-1)$ 、前記変更位置 Xmn を前記副走査方向に並ぶ前記画素の間の位置にずらした新変更位置を Xmn' としたとき、前記制御部は、

$$Xmn' = Xm(n-1)' + \{XA2(n) - XA2(n-1)\} \cdot Mx(n-1)$$

の演算によって求まる新たな変更位置 Xmn' から、前記描画倍率の補正係数を $Mx(n)$ に変更する、パターン描画装置。

【請求項 5】

請求項 4 に記載のパターン描画装置であって、

前記制御部は、前記描画倍率を未補正の場合は前記補正係数 Mx を $Mx = k$ に設定し、前記描画倍率を縮小にする場合は $Mx < k$ に設定し、前記描画倍率を拡大する場合は $Mx > k$ に設定する、パターン描画装置。

【請求項 6】

請求項 2 ～ 5 のいずれか一項に記載のパターン描画装置であって、

前記露光ヘッド部に供給される前記光ビームを生成する為に、所定周波数 Fa でパルス状に発振する紫外波長域のパルス光を生成するパルス光源装置と、

前記データ記憶部に記憶された前記画素データ列の各画素データの値に応じて、前記パルス光の強度を変調して前記光ビームを生成する変調器と、

を更に備える、パターン描画装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載のパターン描画装置であって、

前記露光ヘッド部は、前記光ビームの入射を複数の反射面の各々で順次反射させて前記主走査方向に走査する回転ポリゴンミラーと、前記回転ポリゴンミラーの各反射面で反射された前記光ビームを入射して前記基板上にスポット光として収束する為の f レンズと、前記回転ポリゴンミラーの各反射面が所定の角度位置になる度に、前記光ビームによる描画開始時点を表す原点パルス信号を発生する原点センサと、を有し、

前記制御部は、前記主走査方向に並ぶ 1 列分の画素に対応した前記画素データ列が、前記原点パルス信号の発生にตอบสนองして前記変調器に順次送出されるように前記データ記憶部を制御する、パターン描画装置。

【請求項 8】

請求項 3 ～ 5 のいずれか一項に記載のパターン描画装置であって、

前記基板は、前記副走査方向に長尺なフレキシブルなシート基板であり、

前記シート基板を前記副走査方向に移動させる為に、前記シート基板の長尺方向の一部を円筒状の外周面に倣って湾曲させて支持し、中心軸の回りに所定の回転速度で回転する回転ドラムを更に備え、

前記計測機構は、前記回転ドラムと一体に前記中心軸の回りに回転する環状のスケール部と、該スケール部に周方向に沿って形成された目盛を読み取るエンコーダヘッドとで構成され、

前記デジタルカウンタは、前記エンコーダヘッドからの信号に基づいて前記シート基板の移動量を計測する、パターン描画装置。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のパターン描画装置であって、

前記デジタルカウンタは、前記スケール部の周方向の 1 ヶ所に形成された原点位置を表す Z 相マークによってリセットされることなく、前記スケール部の前記目盛の変化を前記回転ドラムの 1 周分以上にわたって連続して計数する、パターン描画装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、基板等の被照射体上に描画データに基づいた光ビームを照射してパターンを描画するパターン描画装置に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、プリンタブル・エレクトロニックと称して、樹脂や極薄ガラスで構成されたフレキシブル（可撓性）な基板上に、凹版方式、凸版方式、シルク方式、または、インクジェット方式等の印刷法、或いはフレキシブルな基板上に塗布された感光層に紫外線の光パターンを投射する光パターンニング法によって、表示ディスプレイ等の電子デバイスを形成することが試みられている。電子デバイスとして、薄膜トランジスタ（TFT）、IC チップ、センサ素子、抵抗素子、コンデンサ素子等を含む回路パターン（単一の配線層、または多層配線層）の形成には、パターンの描画分解能が高く、高精度な位置決め精度が要求されるため、印刷法ではなく光パターンニング法を用いることが検討されている。

【0003】

特開 2004 - 272167 号公報には、所定の画素間ピッチ（画素寸法）で規定される描画データに応じて、レーザビームを基材上に照射するとともに、ビームと基材を相対的に 2 次元移動させて、基材上に TFT やカラーフィルター等のパターンを形成するパターン形成装置が開示されている。この特開 2004 - 272167 号公報のパターン形成装置では、基材（フレキシブル基材）上に形成された前工程パターンの周囲の複数ヶ所に形成されたアライメントマークの各位置を検出し、その結果に基づいて基材の伸縮（および変形）を求め、求めた伸縮（変形）に応じて描画データを補正することで、前工程パターンとの位置ずれを防止したパターン露光を行っている。その描画データの補正に際しては、基材上でビームを移動させる方向（主走査方向）と、基材を支持する移動ステージの移動方向（副走査方向）とに細分化された画素の寸法（画素ピッチ）を、基材の伸縮に応じて補正している。

【0004】

しかしながら、例えば、ロール・ツー・ロール方式で長尺の基材上に連続してパターンを形成する場合、基材の長尺方向の伸縮は一定ではなく、所々で変動することがある。すなわち、長尺の基材上に形成される 1 つの電子デバイスに対応したパターン形成領域（露光領域）の中であっても、副走査方向に関する伸縮が一定でないことがあり、基材上の 1 つのパターン形成領域にパターンを描画している途中でであっても、下地パターン（前工程パターン）との重ね合せ精度やトータルピッチ精度（パターン形成領域全長の寸法精度）を劣化させないためには、副走査方向に関する倍率補正をきめ細かく変える必要性が生じる。

【発明の概要】

【 0 0 0 5 】

本発明の第 1 の態様は、描画データに基づいて変調される光ビームを基板上に投射する露光ヘッド部を有し、前記基板を副走査方向に移動させることによって、前記基板上に前記描画データに対応したパターンを描画するパターン描画装置であって、前記基板を支持して前記副走査方向に移動させる移動機構と、前記描画データで規定される画素の前記基板上での寸法よりも小さい分解能で、前記基板の移動量の変化を計測する計測機構と、前記副走査方向に並ぶ複数の前記画素ごとの画素データを前記描画データとして記憶するとともに、前記計測機構で計測される前記基板の移動量に応じて画素データの読み出しアドレスが更新されるデータ記憶部と、前記基板に描画すべき前記パターンの前記副走査方向に関する描画倍率の変更位置を前記計測機構で計測される前記移動量に対応して設定する倍率設定部と、前記描画倍率の変更位置が、前記副走査方向に並ぶ複数の前記画素のうちの特定画素の前記副走査方向の途中に設定される場合は、前記副走査方向に関して前記特定画素の 1 つ手前の画素の描画が完了する位置を新変更位置として、前記計測機構で計測される前記移動量と前記画素の寸法との対応関係を補正して、前記描画倍率の次の変更位置までに前記データ記憶部から読み出される前記画素データのアドレスを設定する制御部と、を備える。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】第 1 の実施の形態による露光装置の全体構成を示す図である。

【図 2】図 1 に示す露光装置の回転ドラムに基板が巻き付けられた状態を示す詳細図である。

20

【図 3】基板上で走査されるスポット光の描画ライン、および基板上に形成されたアライメントマークを示す図である。

【図 4】図 1 に示す走査ユニットの光学的な構成を示す図である。

【図 5】図 1 に示すビーム分配部の構成を示す図である。

【図 6】図 1 に示す制御装置の概略構成を示すブロック図である。

【図 7】図 1 に示す光源装置の具体的な構成を示す図である。

【図 8】図 6 に示した描画コントロール部と描画データ記憶部とによって、基板の移動位置（移動量）に応じた描画データ（画素データ列）の読み出しのタイミングを説明する図である。

30

【図 9】図 9 A は、倍率補正を行わないときに、X アドレス値のインクリメント（1 番地の増加）が、移動量の 10 カウント分に対応している状態を示す図、図 9 B は、描画すべきパターンを縮小させるために、X アドレス値のインクリメント（1 番地の増加）が、移動量の 9 カウント分に対応している状態を示す図である。

【図 10】描画動作中の途中で異なる描画倍率に変更する際の制御について説明する図である。

【図 11】描画動作中の途中で異なる描画倍率に変更する際の制御について説明する図である。

【図 12】1 つの露光領域上に設定される倍率変更点の一例を説明する図である。

【図 13】図 6 に示した描画コントロール部によって実行される副走査方向の描画倍率補正のための演算シーケンスの変形例を説明するタイムチャートである。

40

【図 14】走査ユニットからの原点信号の発生タイミング、描画タイミング、および演算タイミングを時系列に表したタイムチャートである。

【図 15】図 14 で説明した制御を行うために、図 6 中の描画コントロール部と描画データ記憶部の各々に設けられる一部の回路構成の概略を説明するブロック図である。

【図 16】図 14、図 15 で説明した主走査方向（Y 方向）への描画パターンの位置シフトを、露光領域に対するパターンの描画動作中に連続して実行する場合の一例を示すチャート図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 0 】

50

本発明の態様に係るパターン描画装置について、好適な実施の形態を掲げ、添付の図面を参照しながら以下、詳細に説明する。なお、本発明の態様は、これらの実施の形態に限定されるものではなく、多様な変更または改良を加えたものも含まれる。つまり、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、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。

【 0 0 1 1 】

[第 1 の実施の形態]

図 1 は、第 1 の実施の形態の基板（被照射体）P に露光処理を施す露光装置（パターン描画装置）E X を含むデバイス製造システム 1 0 の概略構成を示す図である。なお、以下の説明においては、特に断わりのない限り、重力方向を Z 方向とする X Y Z 直交座標系を設定し、図に示す矢印にしたがって、X 方向、Y 方向、および Z 方向を説明する。

【 0 0 1 2 】

デバイス製造システム 1 0 は、基板 P に所定の処理（露光処理等）を施して、電子デバイスを製造するシステム（基板処理装置）である。デバイス製造システム 1 0 は、例えば、電子デバイスとしてのフレキシブル・ディスプレイ、フィルム状のタッチパネル、液晶表示パネル用のフィルム状のカラーフィルター、フレキシブル配線、または、フレキシブル・センサ等を製造する製造ラインが構築された製造システムである。以下、電子デバイスとしてフレキシブル・ディスプレイを前提として説明する。フレキシブル・ディスプレイとしては、例えば、有機 E L ディスプレイ、液晶ディスプレイ等がある。デバイス製造システム 1 0 は、可撓性のシート状の基板（シート基板）P をロール状に巻いた供給ロール（図示略）から基板 P が送出され、送出された基板 P に対して各種処理を連続的に施した後、各種処理後の基板 P を回収ロール（図示略）で巻き取る、いわゆる、ロール・ツー・ロール（R o l l T o R o l l ）方式の構造を有する。基板 P は、基板 P の移動方向（搬送方向）が長手方向（長尺）となり、幅方向が短手方向（短尺）となる帯状の形状を有する。本第 1 の実施の形態においては、フィルム状の基板 P が、前工程の処理装置（第 1 の処理装置）P R 1、露光装置 E X、後工程の処理装置（第 2 の処理装置）P R 2 を経て、連続的に処理される例を示している。

【 0 0 1 3 】

なお、本第 1 の実施の形態では、X 方向は、装置が設置される工場の床面 E と平行な水平面であって基板 P が搬送される方向とし、Y 方向は、水平面内において X 方向と直交する方向、つまり、基板 P の幅方向（短尺方向）とし、Z 方向は、X 方向と Y 方向とに直交する方向（上方向）であり、重力が働く方向と平行である。

【 0 0 1 4 】

基板 P は、例えば、樹脂フィルム、若しくは、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、および酢酸ビニル樹脂のうち、少なくとも 1 つ以上を含んだものを用いてもよい。また、基板 P の厚みや剛性（ヤング率）は、デバイス製造システム 1 0 の搬送路を通る際に、基板 P に座屈による折れ目や非可逆的なシワが生じないような範囲であればよい。基板 P の母材として、厚みが 2 5 μ m ~ 2 0 0 μ m 程度の P E T（ポリエチレンテレフタレート）や P E N（ポリエチレンナフタレート）等のフィルムは、好適なシート基板の典型である。

【 0 0 1 5 】

基板 P は、処理装置 P R 1 や処理装置 P R 2 で施される各処理において熱を受ける場合があるため、熱膨張係数が顕著に大きくない材質の基板 P を選定することが好ましい。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熱膨張係数を抑えることができる。無機フィラーは、例えば、酸化チタン、酸化亜鉛、アルミナ、または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 1 0 0 μ m 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。

【0016】

ところで、基板Pの可撓性(flexibility)とは、基板Pに自重程度の力を加えてもせん断したり破断したりすることはなく、その基板Pを撓めることが可能な性質をいう。また、自重程度の力によって屈曲する性質も可撓性に含まれる。また、基板Pの材質、大きさ、厚さ、基板P上に成膜される層構造、温度、または、湿度等の環境等に応じて、可撓性の程度は変わる。いずれにしろ、本第1の実施の形態によるデバイス製造システム10内の搬送路に設けられる各種の搬送用ローラ、回転ドラム等の搬送方向転換用の部材に基板Pを正しく巻き付けた場合に、座屈して折り目がついたり、破損(破れや割れが発生)したりせずに、基板Pを滑らかに搬送できれば、可撓性の範囲といえる。

10

【0017】

前工程用の処理装置PR1は、基板Pを所定の速度で長尺方向に沿って搬送しつつ、基板Pに対して塗布処理と乾燥処理を行う塗布装置である。処理装置PR1は、基板Pの表面に感光性機能液を選択的または一様に塗布した後に、感光性機能液に含まれる溶剤または水を除去して、感光性機能液を乾燥させる。これにより、基板Pの表面に感光性機能層(光感応層)となる膜が選択的または一様に形成される。なお、ドライフィルムを基板Pの表面に貼り付けることで、基板Pの表面に感光性機能層を形成してもよい。この場合は、処理装置PR1に代えて、ドライフィルムを基板Pに貼り付ける貼付装置(処理装置)を設ければよい。

20

【0018】

ここで、この感光性機能液(層)の典型的なものはフォトレジスト(液状またはドライフィルム状)であるが、現像処理が不要な材料として、紫外線の照射を受けた部分の親撥液性が改質される感光性シランカップリング剤(SAM)、或いは紫外線の照射を受けた部分にメッキ還元基が露呈する感光性還元剤等がある。感光性機能液(層)として感光性シランカップリング剤を用いる場合は、基板P上の紫外線で露光されたパターン部分が撥液性から親液性に改質される。そのため、親液性となった部分の上に導電性インク(銀や銅等の導電性ナノ粒子を含有するインク)または半導体材料を含有した液体等を選択塗布することで、薄膜トランジスタ(TFT)等を構成する電極、半導体、絶縁、或いは接続用の配線となるパターン層を形成することができる。感光性機能液(層)として、感光性還元剤を用いる場合は、基板P上の紫外線で露光されたパターン部分にメッキ還元基が露呈する。そのため、露光後、基板Pを直ちにパラジウムイオン等を含むメッキ液中に一定時間浸漬することで、パラジウムによるパターン層が形成(析出)される。このようなメッキ処理はアディティブ(additive)なプロセスであるが、その他、サブトラクティブ(subtractive)なプロセスとしてのエッチング処理を前提にしてもよい。その場合は、露光装置EXへ送られる基板Pは、母材をPETやPENとし、その表面にアルミニウム(Al)や銅(Cu)等の金属性薄膜を全面または選択的に蒸着し、さらにその上にフォトレジスト層を積層したものであってもよい。

30

【0019】

露光装置EXは、処理装置PR1から搬送されてきた基板Pを処理装置PR2に向けて所定の速度で搬送方向(+X方向)に搬送しつつ、基板Pに対して露光処理(パターン描画)を行う処理装置である。露光装置EXは、基板Pの表面(感光性機能層の表面、すなわち、感光面)に、電子デバイス用のパターン(例えば、電子デバイスを構成するTFTの電極や配線等のパターン)に応じた光パターンを照射する。これにより、感光性機能層に前記パターンに対応した潜像(改質部)が形成される。

40

【0020】

本第1の実施の形態においては、露光装置EXは、マスクを用いない直描方式の露光装置、いわゆるラスタースキャン方式のパターン描画装置である。後で詳細に説明するが、露光装置EXは、基板Pを長尺方向(副走査方向)に搬送しながら、露光用のパルス状のビーム(パルスビーム、光ビーム)LBのスポット光SPを、基板Pの被照射面(感光面

50

）上で所定の走査方向（Ｙ方向）に１次元に走査（主走査）しつつ、スポット光ＳＰの強度をパターンデータ（描画データ）に応じて高速に変調（オン／オフ）する。これにより、基板Ｐの被照射面に電子デバイス、回路または配線等の所定のパターンに応じた光パターンが描画露光される。つまり、基板Ｐの副走査と、スポット光ＳＰの主走査とで、スポット光ＳＰが基板Ｐの被照射面上で相対的に２次元走査されて、基板Ｐに所定のパターンが描画露光される。また、基板Ｐは、長尺方向に沿って搬送されているので、露光装置ＥＸによってパターンが露光される露光領域Ｗは、基板Ｐの長尺方向に沿って所定の間隔をあけて複数設けられることになる（図３参照）。この露光領域Ｗに電子デバイスが形成されるので、露光領域Ｗは、デバイス形成領域でもある。

【００２１】

後工程の処理装置ＰＲ２は、露光装置ＥＸから搬送されてきた基板Ｐを所定の速度で搬送しつつ、基板Ｐに対して湿式処理と乾燥処理を行う湿式処理装置である。本第１の実施の形態では、処理装置ＰＲ２は、基板Ｐに対して湿式処理の一種である現像処理またはメッキ処理を行う。そのため、処理装置ＰＲ２は、基板Ｐを所定時間だけ現像液に浸漬させる現像部、または基板Ｐを所定時間だけ無電解メッキ液に浸漬させるメッキ部と、基板Ｐを純水等で洗浄する洗浄部と、基板Ｐを乾燥させる乾燥部とを備える。これにより、感光性機能層の表面に潜像に応じたパターン層が析出（形成）される。つまり、基板Ｐの感光性機能層上のスポット光ＳＰの照射部分と非照射部分の違いに応じて、基板Ｐ上に所定の材料（例えば、レジスト、パラジウム）が選択的に形成され、これがパターン層となる。

【００２２】

なお、感光性機能層として感光性シランカップリング剤を用いる場合は、湿式処理の一種である液体（例えば、導電性インク等を含む液体）の塗布処理、またはメッキ処理が処理装置ＰＲ２によって行われる。この場合であっても、感光性機能層の表面に潜像に応じたパターン層が形成される。つまり、基板Ｐの感光性機能層のスポット光ＳＰの照射部分と被照射部分の違いに応じて、基板Ｐ上に所定の材料（例えば、導電性インクまたはパラジウム等）が選択的に形成され、これがパターン層となる。

【００２３】

さて、図１に示す露光装置（パターン描画装置）ＥＸは、温調チャンバーＥＣＶ内に格納されている。この温調チャンバーＥＣＶは、内部を所定の温度、所定の湿度に保つことで、内部において搬送される基板Ｐの温度による形状変化を抑制するとともに、基板Ｐの吸湿性や搬送に伴って発生する静電気の帯電等を考慮した湿度に設定される。温調チャンバーＥＣＶは、パッシブまたはアクティブな防振ユニットＳＵ１、ＳＵ２を介して製造工場の床面Ｅに配置される。防振ユニットＳＵ１、ＳＵ２は、床面Ｅからの振動を低減する。この床面Ｅは、工場の床面自体であってもよいし、水平面を出すために床面上に専用に設置される設置土台（ペDESTAL）上の面であってもよい。露光装置ＥＸは、基板搬送機構１２と、光源装置ＬＳと、ビーム分配部ＢＤＵと、露光ヘッド１４と、制御装置１６と、複数のアライメント顕微鏡ＡＭ１ｍ、ＡＭ２ｍ（なお、 $m = 1, 2, 3, 4$ ）と、複数のエンコーダヘッドＥＮｊａ、ＥＮｊｂ（なお、 $j = 1, 2, 3, 4$ ）とを少なくとも備えている。制御装置（制御部）１６は、露光装置ＥＸの各部を制御するものである。この制御装置１６は、コンピュータとプログラムが記録された記録媒体等を含み、該コンピュータがプログラムを実行することで、本第１の実施の形態の制御装置１６として機能する。

【００２４】

基板搬送機構（移動機構）１２は、デバイス製造システム１０の基板搬送装置の一部を構成するものであり、処理装置ＰＲ１から搬送される基板Ｐを、露光装置ＥＸ内で所定の速度で搬送した後、処理装置ＰＲ２に所定の速度で送り出す。この基板搬送機構１２によって、露光装置ＥＸ内で搬送される基板Ｐの搬送路が規定される。基板搬送機構１２は、基板Ｐの搬送方向の上流側（－Ｘ方向側）から順に、エッジポジションコントローラＥＰＣ、駆動ローラＲ１、テンション調整ローラＲＴ１、回転ドラム（円筒ドラム）ＤＲ、テンション調整ローラＲＴ２、駆動ローラＲ２、および、駆動ローラＲ３を有している。

【 0 0 2 5 】

エッジポジションコントローラ E P C は、処理装置 P R 1 から搬送される基板 P の幅方向（ Y 方向であって基板 P の短尺方向）における位置が、目標位置に対して \pm 十数 μm ~ 数十 μm 程度の範囲（許容範囲）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調整する。エッジポジションコントローラ E P C は、基板 P の幅方向の端部（エッジ）の位置を検出する不図示のエッジセンサからの検出信号に基づいて、エッジポジションコントローラ E P C のローラを Y 方向に微動させて、基板 P の幅方向における位置を調整する。駆動ローラ（ニップローラ） R 1 は、エッジポジションコントローラ E P C から搬送される基板 P の表裏両面を保持しながら回転し、基板 P を回転ドラム D R へ向けて搬送する。なお、エッジポジションコントローラ E P C は、回転ドラム D R に巻き付く基板 P の長尺方向が、回転ドラム D R の中心軸 A X o に対して常に直交するように、基板 P の幅方向における位置を適宜調整するとともに、基板 P の進行方向における傾き誤差を補正するように、エッジポジションコントローラ E P C の前記ローラの回転軸と Y 軸との平行度を適宜調整してもよい。

10

【 0 0 2 6 】

回転ドラム D R は、 Y 方向に延びるとともに重力が働く方向と交差した方向に延びた中心軸 A X o と、中心軸 A X o から一定半径の円筒状の外周面とを有する。回転ドラム D R は、この外周面（円周面）に倣って基板 P の一部を長尺方向に円筒面状に湾曲させて支持（保持）しつつ、中心軸 A X o を中心に回転して基板 P を + X 方向に搬送する。回転ドラム D R は、露光ヘッド 1 4 からのビーム L B（スポット光 S P）が投射される基板 P 上の領域（部分）をその外周面で支持する。回転ドラム D R は、電子デバイスが形成される面（感光層が形成された側の面）とは反対側の面（裏面）側から基板 P を支持（密着保持）する。回転ドラム D R の Y 方向の両側には、回転ドラム D R が中心軸 A X o の周りを回転するように環状のベアリングで支持されたシャフト S f t が設けられている。このシャフト S f t は、制御装置 1 6 によって制御される図示しない回転駆動源（例えば、モータや減速機構等）からの回転トルクが与えられることで中心軸 A X o 回りに一定の回転速度で回転する。なお、便宜的に、中心軸 A X o を含み、 Y Z 平面と平行な平面を中心面 P o c と呼ぶ。

20

【 0 0 2 7 】

駆動ローラ（ニップローラ） R 2、 R 3 は、基板 P の搬送方向（ + X 方向）に沿って所定の間隔を空けて配置されており、露光後の基板 P に所定の弛み（あそび）を与えている。駆動ローラ R 2、 R 3 は、駆動ローラ R 1 と同様に、基板 P の表裏両面を保持しながら回転し、基板 P を処理装置 P R 2 へ向けて搬送する。テンション調整ローラ R T 1、 R T 2 は、 - Z 方向に付勢されており、回転ドラム D R に巻き付けられて支持されている基板 P に長尺方向に所定のテンションを与えている。これにより、回転ドラム D R にかかる基板 P に付与される長尺方向のテンションを所定の範囲内に安定化させている。制御装置 1 6 は、図示しない回転駆動源（例えば、モータや減速機構等）を制御することで、駆動ローラ R 1 ~ R 3 を回転させる。なお、駆動ローラ R 1 ~ R 3 の回転軸、および、テンション調整ローラ R T 1、 R T 2 の回転軸は、回転ドラム D R の中心軸 A X o と平行している。

30

40

【 0 0 2 8 】

光源装置 L S は、パルス状のビーム（パルスビーム、パルス光、レーザ） L B を発生して射出する。このビーム L B は、 3 7 0 n m 以下の波長帯域の特定波長（例えば、 3 5 5 n m）にピーク波長を有する紫外線光であり、ビーム L B の発光周波数（発振周波数、所定周波数）を F a とする。光源装置 L S から射出されるビーム L B は、ビーム分配部 B D U を介して露光ヘッド 1 4 に入射する。光源装置 L S は、制御装置 1 6 の制御にしたがって、発光周波数 F a でビーム L B を発光して射出する。この光源装置 L S の構成は、後で詳細に説明するが、本第 1 の実施の形態では、赤外波長域のパルス光を発生する半導体レーザ素子、ファイバー増幅器、増幅された赤外波長域のパルス光を紫外波長域のパルス光に変換する波長変換素子（高調波発生素子）等で構成され、 1 0 0 M H z ~ 数百 M H z の

50

発振周波数 F_a でのパルス発光が可能で、1パルス光の発光時間が数ピコ秒～十数ピコ秒程度の高輝度な紫外線のパルス光が得られるファイバーアンプレーザ光源（高調波レーザー光源）を用いるものとする。

【0029】

ビーム分配部BDUは、露光ヘッド14を構成する複数の走査ユニット U_n （なお、 $n = 1, 2, \dots, 6$ ）の各々に光源装置LSからのビームLBを分配する複数のミラーやビームスプリッタと、各走査ユニット U_n に入射するビーム LB_n のそれぞれを描画データに応じて強度変調する描画用光学素子（AOM）等を有するが、詳しくは図5を参照して後述する。

【0030】

露光ヘッド（露光ヘッド部）14は、同一構成の複数の走査ユニット U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）を配列した、いわゆるマルチビーム型の露光ヘッドとなっている。露光ヘッド14は、回転ドラムDRの外周面（円周面）で支持されている基板Pの一部分に、複数の走査ユニット U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）によってパターンを描画する。露光ヘッド14は、基板Pに対して電子デバイス用のパターン露光を繰り返し行うことから、パターンが露光される露光領域（電子デバイス形成領域）Wは、図3のように、基板Pの長尺方向に沿って所定の間隔をあけて複数設けられている。複数の走査ユニット U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）は、中心面Pocを挟んで基板Pの搬送方向に2列に千鳥配列で配置される。奇数番の走査ユニット U_1 、 U_3 、 U_5 は、中心面Pocに対して基板Pの搬送方向の上流側（-X方向側）で、且つ、Y方向に沿って所定の間隔だけ離して1列に配置されている。偶数番の走査ユニット U_2 、 U_4 、 U_6 は、中心面Pocに対して基板Pの搬送方向の下流側（+X方向側）で、Y方向に沿って所定の間隔だけ離して1列に配置されている。奇数番の走査ユニット U_1 、 U_3 、 U_5 と、偶数番の走査ユニット U_2 、 U_4 、 U_6 とは、XZ面内でみると、中心面Pocに対して対称に設けられている。

【0031】

各走査ユニット U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）は、ビーム分配部BDUから供給されるビーム LB_n （ $n = 1 \sim 6$ ）を、基板Pの被照射面上でスポット光SPに収斂するように投射しつつ、そのスポット光SPを、回転するポリゴンミラーPM（図4参照）によって1次元に走査する。この各走査ユニット U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）のポリゴンミラーPMによって、基板Pの被照射面上でスポット光SPがY方向に1次元走査される。このスポット光SPの走査によって、基板P上（基板Pの被照射面上）に、1ライン分のパターンが描画される直線的な描画ライン（走査線） SL_n （なお、 $n = 1, 2, \dots, 6$ ）が規定される。

【0032】

走査ユニット U_1 は、スポット光SPを描画ライン SL_1 に沿って走査し、同様に、走査ユニット $U_2 \sim U_6$ は、スポット光SPを描画ライン $SL_2 \sim SL_6$ に沿って走査する。複数の走査ユニット $U_1 \sim U_6$ の各描画ライン $SL_1 \sim SL_6$ は、図2、図3に示すように、奇数番と偶数番の描画ライン SL_n は基板Pの長尺方向である副走査方向に分離しているが、Y方向（基板Pの幅方向、或いは主走査方向）に関しては互いに分離することなく、継ぎ合わされるように設定されている。なお、ビーム分配部BDUから射出するビーム LB_n において、走査ユニット U_1 に入射するビームを LB_1 で表し、同様に、走査ユニット $U_2 \sim U_6$ に入射するビーム LB_n を $LB_2 \sim LB_6$ で表す。走査ユニット U_n に入射するビーム LB_n は、所定の方向に偏光した直線偏光（P偏光またはS偏光）、或いは円偏光のビームであってもよい。

【0033】

図3に示すように、複数の走査ユニット $U_1 \sim U_6$ は全部で露光領域Wの幅方向の全てをカバーするように配置されている。これにより、各走査ユニット $U_1 \sim U_6$ は、基板Pの幅方向に分割された複数の領域（描画範囲）毎にパターンを描画することができる。例えば、1つの走査ユニット U_n によるY方向の走査長（描画ライン SL_n の長さ）を20～60mm程度とすると、奇数番の走査ユニット U_1 、 U_3 、 U_5 の3個と、偶数番の走査ユニット U_2 、 U_4 、 U_6 の3個との計6個の走査ユニット U_n をY方向に配置するこ

10

20

30

40

50

とによって、描画可能なY方向の幅を120～360mm程度まで広げている。各描画ラインSL1～SL6の長さ（描画範囲の長さ）は、原則として同一とする。つまり、描画ラインSL1～SL6の各々に沿って走査されるビームLBnのスポット光SPの走査距離は、原則として同一とする。なお、露光領域Wの幅（基板Pの幅）をさらに広くしたい場合は、描画ラインSLn自体の長さを長くするか、Y方向に配置する走査ユニットUnの数を増やすことで対応することができる。

【0034】

なお、実際の各描画ラインSLn（SL1～SL6）は、スポット光SPが被照射面上を実際に走査可能な最大の長さ（最大走査長）よりも僅かに短く設定される。例えば、主走査方向（Y方向）の描画倍率が初期値（倍率補正無し）の場合にパターン描画可能な描画ラインSLnの走査長を30mmとすると、スポット光SPの被照射面上での最大走査長は、描画ラインSLnの描画開始点（走査開始点）側と描画終了点（走査終了点）側の各々に0.5mm程度の余裕を持たせて、31mm程度に設定されている。このように設定することによって、スポット光SPの最大走査長31mmの範囲内で、30mmの描画ラインSLnの位置を主走査方向に微調整したり、描画倍率を微調整したりすることが可能となる。スポット光SPの最大走査長は31mmに限定されるものではなく、主に走査ユニットUn内のポリゴンミラー（回転ポリゴンミラー）PMの後に設けられるf レンズFT（図4参照）の口径等によって決まる。

【0035】

複数の描画ラインSL1～SL6は、中心面Pocを挟んで、回転ドラムDRの周方向に2列に千鳥配列で配置される。奇数番の描画ラインSL1、SL3、SL5は、中心面Pocに対して基板Pの搬送方向の上流側（-X方向側）の基板Pの被照射面上に位置する。偶数番の描画ラインSL2、SL4、SL6は、中心面Pocに対して基板Pの搬送方向の下流側（+X方向側）の基板Pの被照射面上に位置する。描画ラインSL1～SL6は、基板Pの幅方向、つまり、回転ドラムDRの中心軸AXoと略並行となっている。

【0036】

描画ラインSL1、SL3、SL5は、基板Pの幅方向（主走査方向）に沿って所定の間隔をあけて直線上に1列に配置されている。描画ラインSL2、SL4、SL6も同様に、基板Pの幅方向（主走査方向）に沿って所定の間隔をあけて直線上に1列に配置されている。このとき、描画ラインSL2は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインSL1と描画ラインSL3との間に配置される。同様に、描画ラインSL3は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインSL2と描画ラインSL4との間に配置されている。描画ラインSL4は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインSL3と描画ラインSL5との間に配置され、描画ラインSL5は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインSL4と描画ラインSL6との間に配置されている。

【0037】

奇数番の描画ラインSL1、SL3、SL5の各々に沿って走査されるビームLB1、LB3、LB5の各々によるスポット光SPの主走査方向は、1次元の方向となっており、同じ方向となっている。偶数番の描画ラインSL2、SL4、SL6の各々に沿って走査されるビームLB2、LB4、LB6の各々によるスポット光SPの主走査方向は、1次元の方向となっており、同じ方向となっている。この描画ラインSL1、SL3、SL5に沿って走査されるビームLB1、LB3、LB5のスポット光SPの主走査方向と、描画ラインSL2、SL4、SL6に沿って走査されるビームLB2、LB4、LB6のスポット光SPの主走査方向とは互いに逆方向であってもよい。本第1の実施の形態では、描画ラインSL1、SL3、SL5に沿って走査されるビームLB1、LB3、LB5のスポット光SPの主走査方向は-Y方向である。また、描画ラインSL2、SL4、SL6に沿って走査されるビームLB2、LB4、LB6のスポット光SPの主走査方向は+Y方向である。これにより、描画ラインSL1、SL3、SL5の描画開始点側の端部と、描画ラインSL2、SL4、SL6の描画開始点側の端部とはY方向に関して隣接または一部重複する。また、描画ラインSL3、SL5の描画終了点側の端部と、描画ライ

10

20

30

40

50

ンSL2、SL4の描画終了点側の端部とはY方向に関して隣接または一部重複する。Y方向に隣り合う描画ラインSLnの端部同士を一部重複させるように、各描画ラインSLnを配置する場合は、例えば、各描画ラインSLnの長さに対して、描画開始点、または描画終了点を含んでY方向に数%以下の範囲で重複させるとよい。なお、描画ラインSLnをY方向に継ぎ合わせるとは、描画ラインSLnの端部同士をY方向に関して隣接または一部重複させることを意味する。すなわち、互いにY方向に隣り合った2つの描画ラインSLnの各々によって描画されるパターン同士が、Y方向に継ぎ合わされて露光されることを意味する。

【0038】

なお、描画ラインSLnの副走査方向の幅(X方向の寸法)は、スポット光SPの基板P上での実効的なサイズ(直径)に応じた太さである。例えば、スポット光SPの実効的なサイズ(寸法)が $3\mu\text{m}$ の場合は、描画ラインSLnの幅も $3\mu\text{m}$ となる。また、本第1の実施の形態の場合、光源装置LSからのビームLBがパルス光であるため、主走査の間に描画ラインSLn上に投射されるスポット光SPは、ビームLBの発振周波数Fa(例えば、 100MHz)に応じて離散的になる。そのため、ビーム分配部BDUからのビームLBnの1パルス光によって投射されるスポット光SPと次の1パルス光によって投射されるスポット光SPとを、主走査方向にオーバーラップさせる必要がある。そのオーバーラップの量は、スポット光SPのサイズ、スポット光SPの走査速度(主走査の速度)Vs、および、ビームLBの発振周波数Faによって設定される。スポット光SPの実効的なサイズは、スポット光SPの強度分布がガウス分布で近似される場合、スポット光SPのピーク強度の $1/e^2$ (または $1/2$)で決まる。

【0039】

本第1の実施の形態では、実効的なサイズ(寸法)に対して、 $\times 1/2$ 程度スポット光SPがオーバーラップするように、スポット光SPの走査速度Vsおよび発振周波数Faが設定される。したがって、スポット光SPの主走査方向に沿った投射間隔は、 $1/2$ となる。そのため、副走査方向(描画ラインSLnと直交した方向)に関しても、描画ラインSLnに沿ったスポット光SPの1回の走査と、次の走査との間で、基板Pがスポット光SPの実効的なサイズの略 $1/2$ の距離だけ移動するように設定することが望ましい。また、基板P上の感光性機能層への露光量の設定は、ビームLB(パルス光)のピーク値の調整で可能であるが、ビームLBの強度を上げられない状況で露光量を増大させたい場合は、スポット光SPの主走査方向の走査速度Vsの低下、ビームLBの発振周波数Faの増大、或いは基板Pの副走査方向の搬送速度Vtの低下等のいずれかによって、スポット光SPの主走査方向または副走査方向に関するオーバーラップ量を増加させればよい。スポット光SPの主走査方向の走査速度Vsは、ポリゴンミラーPMの回転数(回転速度Vp)に比例して速くなる。

【0040】

各走査ユニットUn(U1~U6)は、少なくともXZ平面において、各ビームLBnが回転ドラムDRの中心軸Axoに向かって進むように、各ビームLBnを基板Pに向けて照射する。これにより、各走査ユニットUn(U1~U6)から基板Pに向かって進むビームLBnの光路(ビーム中心軸)は、XZ平面において、基板Pの被照射面の法線と平行となる。また、各走査ユニットUn(U1~U6)は、描画ラインSLn(SL1~SL6)に照射するビームLBnが、YZ平面と平行な面内では基板Pの被照射面に対して垂直となるように、ビームLBnを基板Pに向けて照射する。すなわち、被照射面でのスポット光SPの主走査方向に関して、基板Pに投射されるビームLBn(LB1~LB6)はテレセントリックな状態で走査される。ここで、各走査ユニットUn(U1~U6)によって規定される所定の描画ラインSLn(SL1~SL6)の各中点を通して基板Pの被照射面と垂直な線(または光軸とも呼ぶ)を、照射中心軸Len(Le1~Le6)と呼ぶ。

【0041】

この各照射中心軸Len(Le1~Le6)は、XZ平面において、描画ラインSL1

10

20

30

40

50

～SL6と中心軸AXoとを結ぶ線となっている。奇数番の走査ユニットU1、U3、U5の各々の照射中心軸Le1、Le3、Le5は、XZ平面において同じ方向となっており、偶数番の走査ユニットU2、U4、U6の各々の照射中心軸Le2、Le4、Le6は、XZ平面において同じ方向となっている。また、照射中心軸Le1、Le3、Le5と照射中心軸Le2、Le4、Le6とは、XZ平面において、中心面Pocに対して角度が ± 1 となるように設定されている(図1参照)。

【0042】

図1に示した複数のアライメント顕微鏡AM1m(AM11～AM14)、AM2m(AM21～AM24)は、図3に示す基板Pに形成された複数のアライメントマーク(マーク)MKm(MK1～MK4)を検出するためのものであり、Y方向に沿って複数(本第1の実施の形態では、4つ)設けられている。複数のアライメントマークMKm(MK1～MK4)は、基板Pの被照射面上の露光領域Wに描画される所定のパターンと、基板Pとを相対的に位置合わせする(アライメントする)ための基準マークである。複数のアライメント顕微鏡AM1m(AM11～AM14)、AM2m(AM21～AM24)は、回転ドラムDRの外周面(円周面)で支持されている基板P上で、複数のアライメントマークMKm(MK1～MK4)を検出する。複数のアライメント顕微鏡AM1m(AM11～AM14)は、露光ヘッド14からのビームLBn(LB1～LB6)のスポット光SPによる基板P上の被照射領域(描画ラインSL1～SL6で囲まれた領域)よりも基板Pの搬送方向の上流側(-X方向側)に設けられている。また、複数のアライメント顕微鏡AM2m(AM21～AM24)は、露光ヘッド14からビームLBn(LB1～LB6)のスポット光SPによる基板P上の被照射領域(描画ラインSL1～SL6で囲まれた領域)よりも基板Pの搬送方向の下流側(+X方向側)に設けられている。

【0043】

アライメント顕微鏡AM1m(AM11～AM14)、AM2m(AM21～AM24)は、アライメント用の照明光を基板Pに投射する光源と、基板Pの表面のアライメントマークMKmを含む局所領域(観察領域)Vw1m(Vw11～Vw14)、Vw2m(Vw21～Vw24)の拡大像を得る観察光学系(対物レンズを含む)と、その拡大像を基板Pが搬送方向に移動している間に、基板Pの搬送速度Vtに応じた高速シャッタで撮像するCCD、CMOS等の撮像素子とを有する。複数のアライメント顕微鏡AM1m(AM11～AM14)、AM2m(AM21～AM24)の各々が撮像した撮像信号(画像データ)は制御装置16に送られる。制御装置16にはマーク位置検出部が設けられ、複数の撮像信号の画像解析を行うことで、基板P上のアライメントマークMKm(MK1～MK4)の位置(マーク位置情報)を検出する。なお、アライメント用の照明光は、基板P上の感光性機能層に対してほとんど感度を持たない波長域の光、例えば、波長500～800nm程度の光である。

【0044】

複数のアライメントマークMK1～MK4は、各露光領域Wの周りに設けられている。アライメントマークMK1、MK4は、露光領域Wの基板Pの幅方向の両側に、基板Pの長尺方向に沿って一定の間隔Dhで複数形成されている。アライメントマークMK1は、基板Pの幅方向の-Y方向側に、アライメントマークMK4は、基板Pの幅方向の+Y方向側にそれぞれ形成されている。このようなアライメントマークMK1、MK4は、基板Pが大きなテンションを受けたり、熱プロセスを受けたりして変形していない状態では、基板Pの長尺方向(X方向)に関して同一位置になるように配置される。さらに、アライメントマークMK2、MK3は、アライメントマークMK1とアライメントマークMK4の間であって、露光領域Wの+X方向側と-X方向側との余白部に基板Pの幅方向(短尺方向)に沿って形成されている。アライメントマークMK2、MK3は、露光領域Wと露光領域Wとの間に形成されている。アライメントマークMK2は、基板Pの幅方向の-Y方向側に、アライメントマークMK3は、基板Pの+Y方向側に形成されている。

【0045】

さらに、基板Pの-Y方向側の端部に配列されるアライメントマークMK1と余白部の

10

20

30

40

50

アライメントマークMK2とのY方向の間隔、余白部のアライメントマークMK2とアライメントマークMK3のY方向の間隔、および基板Pの+Y方向側の端部に配列されるアライメントマークMK4と余白部のアライメントマークMK3とのY方向の間隔は、いずれも同じ距離に設定されている。これらのアライメントマークMKm(MK1~MK4)は、第1層のパターン層の形成の際に一緒に形成されてもよい。例えば、第1層のパターンを露光する際に、パターンが露光される露光領域Wの周りにアライメントマーク用のパターンも一緒に露光してもよい。なお、アライメントマークMKmは、露光領域W内に形成されてもよい。例えば、露光領域W内であって、露光領域Wの輪郭に沿って形成されてもよい。また、露光領域W内に形成される電子デバイスのパターン中の特定位置のパターン部分、或いは特定形状の部分をアライメントマークMKmとして利用してもよい。

10

【0046】

アライメント顕微鏡AM11、AM21は、図3に示すように、対物レンズによる観察領域(検出領域)Vw11、Vw21内に存在するアライメントマークMK1を撮像するように配置される。同様に、アライメント顕微鏡AM12~AM14、AM22~AM24は、対物レンズによる観察領域Vw12~Vw14、Vw22~Vw24内に存在するアライメントマークMK2~MK4を撮像するように配置される。したがって、複数のアライメント顕微鏡AM11~AM14、AM21~AM24は、複数のアライメントマークMK1~MK4の位置に対応して、基板Pの-Y方向側からAM11~AM14、AM21~AM24、の順で基板Pの幅方向に沿って設けられている。なお、図2においては、アライメント顕微鏡AM2m(AM21~AM24)の観察領域Vw2m(Vw21~Vw24)の図示を省略している。

20

【0047】

複数のアライメント顕微鏡AM1m(AM11~AM14)は、X方向に関して、露光位置(描画ラインSL1~SL6)と観察領域Vw1m(Vw11~Vw14)との長尺方向の距離が、露光領域WのX方向の長さよりも短くなるように設けられている。複数のアライメント顕微鏡AM2m(AM21~AM24)も同様に、X方向に関して、露光位置(描画ラインSL1~SL6)と観察領域Vw2m(Vw21~Vw24)との長尺方向の距離が、露光領域WのX方向の長さよりも短くなるように設けられている。なお、Y方向に設けられるアライメント顕微鏡AM1m、AM2mの数は、基板Pの幅方向に形成されるアライメントマークMKmの配置や数に応じて変更可能である。また、各観察領域Vw1m(Vw11~Vw14)、Vw2m(Vw21~Vw24)の基板Pの被照射面上の大きさは、アライメントマークMK1~MK4の大きさやアライメント精度(位置計測精度)に応じて設定されるが、100~500μm角程度の大きさである。

30

【0048】

図2に示すように、回転ドラムDRの両端部には、回転ドラムDRの外周面の周方向の全体に亘って環状に形成された目盛を有するスケール部SDa、SDbが設けられている。このスケール部SDa、SDbは、回転ドラムDRの外周面の周方向に一定のピッチ(例えば、20μm)で凹状または凸状の格子線(目盛)を刻設した回折格子であり、インクリメンタル型のスケールとして構成される。このスケール部SDa、SDbは、中心軸AXo回りに回転ドラムDRと一体に回転する。スケール部SDa、SDbを読み取るスケール読取ヘッドとしての複数のエンコーダヘッド(以下、単にエンコーダとも呼ぶ)ENja、ENjb(なお、j=1、2、3、4)は、このスケール部SDa、SDbと対向するように設けられている(図1、図2参照)。なお、図2においては、エンコーダEN4a、EN4bの図示を省略している。

40

【0049】

エンコーダENja、ENjbは、回転ドラムDRの回転角度位置を光学的に検出するものである。回転ドラムDRの-Y方向側の端部に設けられたスケール部SDaに対向して、4つのエンコーダENja(EN1a、EN2a、EN3a、EN4a)が設けられている。同様に、回転ドラムDRの+Y方向側の端部に設けられたスケール部SDbに対向して、4つのエンコーダENjb(EN1b、EN2b、EN3b、EN4b)が設け

50

られている。

【 0 0 5 0 】

エンコーダ $EN1a$ 、 $EN1b$ は、中心面 Poc に対して基板 P の搬送方向の上流側（ $-X$ 方向側）に設けられており、設置方位線 $Lx1$ 上に配置されている（図 1、図 2 参照）。設置方位線 $Lx1$ は、 XZ 平面において、エンコーダ $EN1a$ 、 $EN1b$ の計測用の光ビームのスケール部 SDa 、 SDb 上への投射位置（読取位置）と、中心軸 Axo とを結ぶ線となっている。また、設置方位線 $Lx1$ は、 XZ 平面において、各アライメント顕微鏡 $AM1m$ （ $AM11 \sim AM14$ ）の観察領域 $Vw1m$ （ $Vw11 \sim Vw14$ ）と中心軸 Axo とを結ぶ線となっている。つまり、複数のアライメント顕微鏡 $AM1m$ （ $AM11 \sim AM14$ ）も設置方位線 $Lx1$ 上に配置されている。

10

【 0 0 5 1 】

エンコーダ $EN2a$ 、 $EN2b$ は、中心面 Poc に対して基板 P の搬送方向の上流側（ $-X$ 方向側）に設けられており、且つ、エンコーダ $EN1a$ 、 $EN1b$ より基板 P の搬送方向の下流側（ $+X$ 方向側）に設けられている。エンコーダ $EN2a$ 、 $EN2b$ は、設置方位線 $Lx2$ 上に配置されている（図 1、図 2 参照）。設置方位線 $Lx2$ は、 XZ 平面において、エンコーダ $EN2a$ 、 $EN2b$ の計測用の光ビームのスケール部 SDa 、 SDb 上への投射位置（読取位置）と、中心軸 Axo とを結ぶ線となっている。この設置方位線 $Lx2$ は、 XZ 平面において、照射中心軸 $Le1$ 、 $Le3$ 、 $Le5$ と同角度位置となっており重なっている。

【 0 0 5 2 】

エンコーダ $EN3a$ 、 $EN3b$ は、中心面 Poc に対して基板 P の搬送方向の下流側（ $+X$ 方向側）に設けられており、設置方位線 $Lx3$ 上に配置されている（図 1、図 2 参照）。設置方位線 $Lx3$ は、 XZ 平面において、エンコーダ $EN3a$ 、 $EN3b$ の計測用の光ビームのスケール部 SDa 、 SDb 上への投射位置（読取位置）と、中心軸 Axo とを結ぶ線となっている。この設置方位線 $Lx3$ は、 XZ 平面において、照射中心軸 $Le2$ 、 $Le4$ 、 $Le6$ と同角度位置となっており重なっている。したがって、設置方位線 $Lx2$ と設置方位線 $Lx3$ とは、 XZ 平面において、中心面 Poc に対して角度が ± 1 となるように設定されている（図 1 参照）。

20

【 0 0 5 3 】

エンコーダ $EN4a$ 、 $EN4b$ は、エンコーダ $EN3a$ 、 $EN3b$ より基板 P の搬送方向の下流側（ $+X$ 方向側）に設けられており、設置方位線 $Lx4$ 上に配置されている（図 1 参照）。設置方位線 $Lx4$ は、 XZ 平面において、エンコーダ $EN4a$ 、 $EN4b$ の計測用の光ビームのスケール部 SDa 、 SDb 上への投射位置（読取位置）と、中心軸 Axo とを結ぶ線となっている。また、設置方位線 $Lx4$ は、 XZ 平面において、各アライメント顕微鏡 $AM2m$ （ $AM21 \sim AM24$ ）の観察領域 $Vw2m$ （ $Vw21 \sim Vw24$ ）と中心軸 Axo とを結ぶ線となっている。つまり、複数のアライメント顕微鏡 $AM2m$ （ $AM21 \sim AM24$ ）も設置方位線 $Lx4$ 上に配置されている。この設置方位線 $Lx1$ と設置方位線 $Lx4$ とは、 XZ 平面において、中心面 Poc に対して角度が ± 2 となるように設定されている。

30

【 0 0 5 4 】

各エンコーダ $ENja$ （ $EN1a \sim EN4a$ ）、 $ENjb$ （ $EN1b \sim EN4b$ ）は、スケール部 SDa 、 SDb に向けて計測用の光ビームを投射し、その反射光束（回折光）を光電検出した検出信号（2 相信号）を制御装置 16 に出力する。制御装置 16 内には、エンコーダごとの検出信号（2 相信号）を内挿処理してスケール部 SDa 、 SDb の格子の移動量をデジタル計数することで、回転ドラム DR の回転角度位置および角度変化、或いは基板 P の移動量をサブミクロンの分解能（設計上で設定される基板 P 上での画素寸法の数分の一以下の分解能）で計測する複数のカウンタ回路が設けられている。回転ドラム DR の角度変化からは、基板 P の搬送速度 Vt も計測することができる。エンコーダ $ENja$ （ $EN1a \sim EN4a$ ）、 $ENjb$ （ $EN1b \sim EN4b$ ）の各々に対応したカウンタ回路のカウント値（デジタル計数値）に基づいて、アライメントマーク MKm （ $MK1$

40

50

～ M K 4) の位置、基板 P 上の露光領域 W と各描画ライン S L n の副走査方向の位置関係等が特定できる。その他、そのカウンタ回路のカウント値 (デジタル計数値) に基づいて、基板 P 上に描画すべきパターンの描画データ (例えばビットマップデータ) を記憶するメモリ部の副走査方向に関するアドレス位置 (アクセス番地) も指定される。なお、スケール部 S D a (S D b) の周方向の 1 ヶ所には、図 2 に示すように周方向の原点位置を表す Z 相マーク Z Z が形成され、エンコーダ E N j a (E N 1 a ~ E N 4 a)、E N j b (E N 1 b ~ E N 4 b) の各々は、その Z 相マーク Z Z を検知したときに、対応したカウンタ回路の計数値を瞬時にゼロ (或いは一定値) にリセットしたのち、スケール部 S D a (S D b) の格子の移動量を計測し続ける。

【 0 0 5 5 】

10

次に、図 4 を参照して走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) の光学的な構成について説明する。なお、各走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) は、同一の構成を有することから、代表して走査ユニット U 1 についてのみ説明し、他の走査ユニット U n についてはその説明を省略する。また、図 4 においては、照射中心軸 L e n (L e 1) と平行する方向を Z t 方向とし、Z t 方向と直交する平面上にあって、基板 P が処理装置 P R 1 から露光装置 E X を経て処理装置 P R 2 に向かう方向を X t 方向とし、Z t 方向と直交する平面上であって、X t 方向と直交する方向を Y t 方向とする。つまり、図 4 の X t、Y t、Z t の 3 次元座標は、図 1 の X、Y、Z の 3 次元座標を、Y 軸を中心に Z 軸方向が照射中心軸 L e n (L e 1) と平行となるように回転させた 3 次元座標となる。

【 0 0 5 6 】

20

図 4 に示すように、走査ユニット U 1 内には、ビーム L B 1 の入射位置から被照射面 (基板 P) までのビーム L B 1 の進行方向に沿って、反射ミラー M 1 0、ビームエキスパンダー B E、反射ミラー M 1 1、偏光ビームスプリッタ B S 1、反射ミラー M 1 2、シフト光学部材 (平行平板) S R、偏向調整光学部材 (プリズム) D P、フィールドアパーチャ F A、反射ミラー M 1 3、 $\lambda/4$ 波長板 Q W、シリンドリカルレンズ C Y a、反射ミラー M 1 4、ポリゴンミラー P M、f レンズ F T、反射ミラー M 1 5、シリンドリカルレンズ C Y b が設けられる。さらに、走査ユニット U 1 内には、走査ユニット U 1 の描画開始可能タイミングを検出する原点センサ (原点検出器、検出センサ) O P 1 と、被照射面 (基板 P) からの反射光を偏光ビームスプリッタ B S 1 を介して検出するための光学レンズ系 G 1 0 および光検出器 D T とが設けられる。

【 0 0 5 7 】

30

走査ユニット U 1 に入射するビーム L B 1 は、- Z t 方向に向けて進み、X t Y t 平面に対して 45° 傾いた反射ミラー M 1 0 に入射する。この走査ユニット U 1 に入射するビーム L B 1 の軸線は、照射中心軸 L e 1 と同軸になるように反射ミラー M 1 0 に入射する。反射ミラー M 1 0 は、入射したビーム L B 1 を、X t 軸と平行に設定されるビームエキスパンダー B E の光軸 A X a に沿って、反射ミラー M 1 0 から - X t 方向に離れた反射ミラー M 1 1 に向けて - X t 方向に反射する。したがって、光軸 A X a は X t Z t 平面と平行な面内で照射中心軸 L e 1 と直交する。ビームエキスパンダー B E は、集光レンズ B e 1 と、集光レンズ B e 1 によって収斂された後に発散するビーム L B 1 を平行光にするコリメートレンズ B e 2 とを有し、ビーム L B 1 の径を拡大させる。

【 0 0 5 8 】

40

反射ミラー M 1 1 は、Y t Z t 平面に対して 45° 傾いて配置され、入射したビーム L B 1 (光軸 A X a) を偏光ビームスプリッタ B S 1 に向けて - Y t 方向に反射する。反射ミラー M 1 1 に対して - Y t 方向に離れて設置されている偏光ビームスプリッタ B S 1 の偏光分離面は、Y t Z t 平面に対して 45° 傾いて配置され、P 偏光のビームを反射し、P 偏光と直交する方向に偏光した直線偏光 (S 偏光) のビームを透過するものである。走査ユニット U 1 に入射するビーム L B 1 は、ここでは P 偏光のビームとするので、偏光ビームスプリッタ B S 1 は、反射ミラー M 1 1 からのビーム L B 1 を - X t 方向に反射して反射ミラー M 1 2 側に導く。

【 0 0 5 9 】

50

反射ミラーM12は、XtYt平面に対して45°傾いて配置され、入射したビームLB1を、反射ミラーM12から-Zt方向に離れた反射ミラーM13に向けて-Zt方向に反射する。反射ミラーM12で反射されたビームLB1は、Zt軸と平行な光軸AXcに沿って、2枚の石英の平行平板Sr1、Sr2で構成されるシフト光学部材SR、2つの楔状のプリズムDp1、Dp2で構成される偏向調整光学部材DP、およびフィールドアパーチャ（視野絞り）FAを通過して、反射ミラーM13に入射する。シフト光学部材SRは、平行平板Sr1、Sr2の各々を傾けることで、ビームLB1の進行方向（光軸AXc）と直交する平面（XtYt平面）内において、ビームLB1の断面内の中心位置を2次元的に調整する。偏向調整光学部材DPは、プリズムDp1、Dp2の各々を光軸AXcの回りに回転させることによって、ビームLB1の軸線と光軸AXcとの平行出し、または、基板Pの被照射面に達するビームLB1の軸線と照射中心軸Le1との平行出しが可能となっている。

10

【0060】

反射ミラーM13は、XtYt平面に対して45°傾いて配置され、入射したビームLB1を反射ミラーM14に向けて+Xt方向に反射する。反射ミラーM13で反射したビームLB1は、λ/4波長板QWおよびシリンドリカルレンズCYaを介して反射ミラーM14に入射する。反射ミラーM14は、入射したビームLB1をポリゴンミラー（回転多面鏡、走査用偏向部材）PMに向けて反射する。ポリゴンミラーPMは、入射したビームLB1を、Xt軸と平行な光軸AXfを有するf レンズFTに向けて+Xt方向側に反射する。ポリゴンミラーPMは、ビームLB1のスポット光SPを基板Pの被照射面上で走査するために、入射したビームLB1をXtYt平面と平行な面内で1次元に偏向（反射）する。具体的には、ポリゴンミラーPMは、Zt軸方向に延びる回転軸AXpと、回転軸AXpの周りに形成された複数の反射面RP（本実施の形態では反射面RPの数Npを8とする）とを有する。回転軸AXpを中心にこのポリゴンミラーPMを所定の回転方向に回転させることで反射面RPに照射されるパルス状のビームLB1の反射角を連続的に変化させることができる。これにより、1つの反射面RPによってビームLB1の反射方向が偏向され、基板Pの被照射面上に照射されるビームLB1のスポット光SPを主走査方向（基板Pの幅方向、Yt方向）に沿って走査することができる。

20

【0061】

すなわち、ポリゴンミラーPMの1つの反射面RPによって、ビームLB1のスポット光SPを主走査方向に沿って1回走査することができる。このため、ポリゴンミラーPMの1回転で、基板Pの被照射面上にスポット光SPが走査される描画ラインSL1の数は、最大で反射面RPの数と同じ8本となる。ポリゴンミラーPMは、制御装置16の制御の下、回転駆動源（例えば、モータや減速機構等）RMによって一定の速度で回転する。先に説明したように、描画ラインSL1の実効的な長さ（例えば、30mm）は、このポリゴンミラーPMによってスポット光SPを走査することができる最大走査長（例えば、31mm）以下の長さに設定されており、初期設定（設計上）では、最大走査長の中央に描画ラインSL1の中心点（照射中心軸Le1が通る点）が設定されている。

30

【0062】

シリンドリカルレンズCYaは、ポリゴンミラーPMによる主走査方向（回転方向）と直交する非走査方向（Zt方向）に関して、入射したビームLB1をポリゴンミラーPMの反射面RP上に収斂する。つまり、シリンドリカルレンズCYaは、ビームLB1を反射面RP上でXtYt平面と平行な方向に延びたスリット状（長楕円状）に収斂する。母線がYt方向と平行となっているシリンドリカルレンズCYaと、後述のシリンドリカルレンズCYbとによって、反射面RPがZt方向に対して傾いている場合（XtYt平面の法線に対する反射面RPの傾き）があっても、その影響を抑制することができる。例えば、基板Pの被照射面上に照射されるビームLB1（描画ラインSL1）の照射位置が、ポリゴンミラーPMの各反射面RP毎の僅かな傾き誤差によってXt方向にずれることを抑制することができる。

40

【0063】

50

X t 軸方向に延びる光軸 A X f を有する f レンズ F T は、ポリゴンミラー P M によって反射されたビーム L B 1 を、X t Y t 平面において、光軸 A X f と平行となるように反射ミラー M 1 5 に投射するテレセントリック系のスキャンレンズである。ビーム L B 1 の f レンズ F T への入射角 θ は、ポリゴンミラー P M の回転角 $(\phi / 2)$ に応じて変わる。f レンズ F T は、反射ミラー M 1 5 およびシリンダリカルレンズ C Y b を介して、その入射角 θ に比例した基板 P の被照射面上の像高位置にビーム L B 1 を投射する。焦点距離を f_o とし、像高位置を y とすると、f レンズ F T は、 $y = f_o \times \theta$ の関係（歪曲収差）を満たすように設計されている。したがって、この f レンズ F T によって、ビーム L B 1 を Y t 方向（Y 方向）に正確に等速で走査することが可能になる。f レンズ F T への入射角 θ が 0 度のときに、f レンズ F T に入射したビーム L B 1 は、光軸 A X f 上に沿って進む。

10

【0064】

反射ミラー M 1 5 は、f レンズ F T からのビーム L B 1 を、シリンダリカルレンズ C Y b を介して基板 P に向けて - Z t 方向に反射する。f レンズ F T および母線が Y t 方向と平行となっているシリンダリカルレンズ C Y b によって、基板 P に投射されるビーム L B 1 が基板 P の被照射面上で直径数 μm 程度（例えば、 $3\mu\text{m}$ ）の微小なスポット光 S P に収斂される。また、基板 P の被照射面上に投射されるスポット光 S P は、ポリゴンミラー P M によって、Y t 方向に延びる描画ライン S L 1 によって 1 次元走査される。なお、f レンズ F T の光軸 A X f と照射中心軸 L e 1 とは、同一の平面上にあり、その平面は X t Z t 平面と平行である。したがって、光軸 A X f 上に進んだビーム L B 1 は、反射ミラー M 1 5 によって - Z t 方向に反射し、照射中心軸 L e 1 と同軸になって基板 P に投射される。本第 1 の実施の形態において、少なくとも f レンズ F T は、ポリゴンミラー P M によって偏向されたビーム L B 1 を基板 P の被照射面に投射する投射光学系として機能する。また、少なくとも反射部材（反射ミラー M 1 1 ~ M 1 5）および偏光ビームスプリッタ B S 1 は、反射ミラー M 1 0 から基板 P までのビーム L B 1 の光路を折り曲げる光路偏向部材として機能する。この光路偏向部材によって、反射ミラー M 1 0 に入射するビーム L B 1 の入射軸と照射中心軸 L e 1 とを略同軸にすることができる。X t Z t 平面に関して、走査ユニット U 1 内を通るビーム L B 1 は、クランク状に折り曲げられた光路を通った後、- Z t 方向に進んで基板 P に投射される。

20

【0065】

このように、基板 P が副走査方向に搬送されている状態で、各走査ユニット U n（U 1 ~ U 6）によって、ビーム L B n（L B 1 ~ L B 6）のスポット光 S P を主走査方向（Y 方向）に一次元に走査することで、スポット光 S P を基板 P の被照射面に 2 次元走査することができる。

30

【0066】

なお、一例として、各描画ライン S L 1 ~ S L 6 の実効的な長さ（描画長）を 30mm とし、実効的なサイズ ϕ が $3\mu\text{m}$ のスポット光 S P の $1/2$ ずつ、つまり、 $1.5 (= 3 \times 1/2)\mu\text{m}$ ずつ、オーバーラップさせながらスポット光 S P を描画ライン S L n（S L 1 ~ S L 6）に沿って基板 P の被照射面上に照射する場合、パルス状のスポット光 S P は、 $1.5\mu\text{m}$ の間隔で照射される。したがって、1 回の走査で照射されるスポット光 S P の数は、 $20000 (= 30 [\text{mm}] / 1.5 [\mu\text{m}])$ となる。また、基板 P の副走査方向の送り速度（搬送速度） V_t を 2.42mm/s とし、副走査方向についてもスポット光 S P の走査が $1.5\mu\text{m}$ の間隔で行われるものとする、描画ライン S L n に沿った 1 回の走査開始（描画開始）時点と次の走査開始時点との時間差（周期） T_{px} は、 $\text{約 } 620\mu\text{sec} (= 1.5 [\mu\text{m}] / 2.42 [\text{mm/s}])$ となる。この時間差 T_{px} は、8 反射面 R P のポリゴンミラー P M が 1 面分（ $45\text{度} = 360\text{度} / 8$ ）だけ回転する時間である。この場合、ポリゴンミラー P M の 1 回転の時間が、 $\text{約 } 4.96\text{ms} (= 8 \times 620 [\mu\text{sec}])$ となるように設定される必要がある、ポリゴンミラー P M の回転速度 V_p は、 $\text{毎秒約 } 201.613\text{回転} (= 1 / 4.96 [\text{ms}])$ 、すなわち、 $\text{約 } 12096.8\text{rpm}$ に設定される。

40

50

【0067】

一方、ポリゴンミラーPMの1反射面RPで反射したビームLB1が有効にf レンズFTに入射する最大入射角度（スポット光SPの最大走査長に対応）は、f レンズFTの焦点距離と最大走査長によっておおそ決まってしまう。一例として、反射面RPが8つのポリゴンミラーPMの場合は、1反射面RP分の回転角度45度のうちで実走査に寄与する回転角度の比率（走査効率）は、 $\frac{1}{45}$ 度で表される。本第1の実施の形態では、実走査に寄与する回転角度を10度よりも大きく15度よりも小さい範囲とするので、走査効率は $\frac{1}{3}$ （ $=15\text{度}/45\text{度}$ ）となり、f レンズFTの最大入射角は30度（光軸AXfを中心として $\pm 15\text{度}$ ）となる。そのため、描画ラインSLnの最大走査長（例えば、31mm）分だけスポット光SPを走査するのに必要な時間Tsは、 $T_s = T_p \times \text{走査効率}$ 、となり、先の数値例の場合は、時間Ts、約206.666... μsec （ $=620[\mu\text{sec}]/3$ ）、となる。本第1の実施の形態における描画ラインSLn（SL1~SL6）の実効的な走査長を30mmとするので、この描画ラインSLnに沿ったスポット光SPの1走査の走査時間Tspは、約200 μsec （ $=206.666...[\mu\text{sec}] \times 30[\text{mm}]/31[\text{mm}]$ ）、となる。したがって、この時間Tspの間に、20000のスポット光SP（パルス光）を照射する必要があるので、光源装置LSからのビームLBの発光周波数（発振周波数）Faは、 $F_a = 20000\text{回}/200\mu\text{sec} = 100\text{MHz}$ となる。

【0068】

図4に示した原点センサOP1は、ポリゴンミラーPMの反射面RPの回転位置が、反射面RPによるスポット光SPの走査が開始可能な所定位置にくると原点信号SZ1を発生する。言い換えるならば、原点センサOP1は、これからスポット光SPの走査を行う反射面RPの角度が所定の角度位置になったときに原点信号SZ1を発生する。ポリゴンミラーPMは、8つの反射面RPを有するので、原点センサOP1は、ポリゴンミラーPMが1回転する期間で、8回原点信号SZ1を出力することになる。この原点センサOP1が発生した原点信号SZ1は、制御装置16に送られる。原点センサOP1が原点信号SZ1を発生してから、遅延時間Td1経過後にスポット光SPの描画ラインSL1に沿った走査が開始される。つまり、この原点信号SZ1は、走査ユニットU1によるスポット光SPの描画開始タイミング（走査開始タイミング）を示す情報となっている。原点センサOP1は、基板Pの感光性機能層に対して非感光性の波長域のレーザビームBgaを反射面RPに対して射出するビーム送光系opaと、反射面RPで反射したレーザビームBgaの反射ビームBg bを受光して原点信号SZ1を発生するビーム受光系opbとを有する。

【0069】

なお、走査ユニットU2~U6に設けられている原点センサOPnをOP2~OP6で表し、原点センサOP2~OP6で発生する原点信号SZnをSZ2~SZ6で表す。制御装置16は、これらの原点信号SZn（SZ1~SZ6）に基づいて、どの走査ユニットUnがこれからスポット光SPの走査を行うかを管理している。また、原点信号SZ2~SZ6が発生してから、走査ユニットU2~U6による描画ラインSL2~SL6に沿ったスポット光SPの走査を開始するまでの遅延時間TdnをTd2~Td6で表す場合がある。本実施の形態では、原点信号SZ1~SZ6を使って、各走査ユニットU1~U6のポリゴンミラーPMの回転速度を所定値に一致させる同期制御と、各ポリゴンミラーPMの回転角度位置（角度位相）を所定の関係に維持する同期制御とが行われる。

【0070】

図4に示す光検出器DTは、例えば、回転ドラムDRの表面に形成された基準パターン、或いは基板Pの特定位置に形成された基準パターンがスポット光SPによって走査されたときに発生する反射光の変化を光電変換する光電変換素子を有する。回転ドラムDRの基準パターン（或いは基板P上の基準パターン）が形成された領域に、走査ユニットU1からビームLB1のスポット光SPを照射すると、f レンズFTがテレセントリック系であることから、その反射光が、シリンドリカルレンズCYb、反射ミラーM15、f

10

20

30

40

50

レンズFT、ポリゴンミラーPM、反射ミラーM14、シリンダリカルレンズCYa、
 /4波長板QW、反射ミラーM13、フィールドアパーチャFA、偏向調整光学部材DP
 、シフト光学部材SR、および、反射ミラーM12を通過して偏光ビームスプリッタBS
 1に戻ってくる。 /4波長板QWの作用によって、基板Pに照射されるビームLB1は
 、P偏光から円偏光のビームLB1に変換され、回転ドラムDRの表面（或いは基板Pの
 表面）で反射されて、偏光ビームスプリッタBS1まで戻ってくる反射光は、 /4波長
 板QWによって円偏光からS偏光に変換され、偏光ビームスプリッタBS1を透過し、光
 学レンズ系G10を介して光検出器DTに達する。光検出器DTからの検出信号に基づい
 て計測される描画ラインSLnに対する基準パターンの位置情報によって、走査ユニット
 Unをキャリブレーションすることができる。

10

【0071】

図5は、ビーム分配部BDU内の構成をXY面内で見たと図である。ビーム分配部BDU
 は、複数の描画用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）と、複数のビームスプリッタ
 BSa～BSeと、複数の反射ミラーMR1～MR5と、複数の落射用の反射ミラーFM
 1～FM6とを有する。描画用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）は、光源装置LS
 からのビームLBを6つに分配した光路の各々に配置され、高周波の駆動信号に
 応答して入射ビームを回折させた1次回折光を、ビームLBn（LB1～LB6）として射出す
 る音響光学変調素子（AOM：Acousto-Optic Modulator）である。描画用光学素子AO
 Mn（AOM1～AOM6）の各々における1次回折光（ビームLB1～LB6）の回折
 方向はXZ面と平行な面内で-Z方向であり、各描画用光学素子AOMnがオン状態（1
 次回折光を発生する状態）のときに各描画用光学素子AOMnから射出されるビームLB
 n（LB1～LB6）は、反射面がXY面に対して傾斜した落射用の反射ミラーFM1～
 FM6の各々によって、対応する走査ユニットU1～U6（反射ミラーM10）に向けて
 -Z方向に反射される。

20

【0072】

光源装置LSからのビームLBはビームスプリッタBSaで2分割され、ビームスプリ
 ッタBSaを透過したビームは、反射ミラーMR1、MR2で反射された後、ビームスプリ
 ッタBSbで2分割される。ビームスプリッタBSbで反射したビームは、描画用光学
 素子AOM5に入射する。ビームスプリッタBSbを透過したビームは、ビームスプリッ
 タBScで2分割され、ビームスプリッタBScで反射したビームは、描画用光学素子A
 OM3に入射する。ビームスプリッタBScを透過したビームは、反射ミラーMR3で反
 射されて、描画用光学素子AOM1に入射する。同様に、ビームスプリッタBSaで反射
 されたビームは、反射ミラーMR4で反射された後、ビームスプリッタBSdで2分割さ
 れる。ビームスプリッタBSdで反射されたビームは、描画用光学素子AOM6に入射す
 る。ビームスプリッタBSdを透過したビームは、ビームスプリッタBSeで2分割され
 、ビームスプリッタBSeで反射されたビームは、描画用光学素子AOM4に入射する。
 ビームスプリッタBSeを透過したビームは、反射ミラーMR5で反射されて、描画用光
 学素子AOM2に入射する。

30

【0073】

以上のように、6つの描画用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）の各々に、光源
 装置LSからのビームLBが約1/6に振幅分割（強度分割）された状態でともに入射す
 る。描画用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）の各々に、描画データの画素毎のピ
 ットデータに応じて、高周波の駆動信号の印加をオン/オフすることによって、走査ユ
 ニットUn（U1～U6）の各々の描画ラインSLnに沿って走査されるスポット光SPの
 強度が変調される。これによって、描画データ（ビットマップ）に対応したパターンが、
 各走査ユニットUn（U1～U6）で同時に基板P上に描画される。描画データ（パター
 ンデータ）は、走査ユニットUn毎に設けられ、走査ユニットUnによって描画されるパ
 ターンを、スポット光SPのサイズに応じて設定される寸法の画素によって分割し、複
 数の画素の各々を前記パターンに応じた1ビットの論理情報（ビットデータ、画素デー
 タ）で表したものである。つまり、描画データは、スポット光SPの走査方向（主走査方向

40

50

、Y方向)に沿った方向を行方向とし、基板Pの搬送方向(副走査方向、X方向)に沿った方向を列方向とするように2次元に分解された複数の画素の論理情報(画素データ)で構成されているビットマップデータである。

【0074】

この描画データの1列分の画素の論理情報は、1本分の描画ラインSL_n(SL₁~SL₆)に対応するものである。したがって、1列分の画素の数は、基板Pの被照射面上での画素の寸法P×yと描画ラインSL_nの長さとはに応じて決まる。この1画素の寸法P×yは、スポット光SPのサイズと同程度、或いは、それ以上に設定され、例えば、スポット光SPの実効的なサイズが3μmの場合は、1画素の寸法P×yは、3μm角程度以上に設定される。1列分の画素の論理情報に応じて、1本の描画ラインSL_n(SL₁~SL₆)に沿って基板Pに投射されるスポット光SPの強度が変調される。この1列分の画素の論理情報(ビットデータ)を画素データ列DL_nと呼ぶ。つまり、描画データは、画素データ列DL_nが列方向に並んだビットマップデータである。走査ユニットU₁の描画データの画素データ列DL_nをDL₁で表し、同様に、走査ユニットU₂~U₆の描画データの画素データ列DL_nをDL₂~DL₆で表す。なお、画素のビットデータが「1」の場合は、基板P上に投射するスポット光SPの強度が高レベルになる、つまり、描画用光学素子AOM_nが1次回折光を発生することを意味する。また、「0」の場合は、基板P上に投射するスポット光SPの強度が低レベル(例えば、ゼロ)になる、つまり、描画用光学素子AOM_nが1次回折光を発生しないことを意味する。

【0075】

図6は、図1に示した制御装置16の主要な構成を示すブロック図であり、制御装置16は、描画動作全体を統括制御する描画コントロール部100と、走査ユニットU₁~U₆の各々の原点センサOP_nのビーム受光系opbからの原点信号SZ₁~SZ₆を入力して、ポリゴンミラーPMの回転用のモータRMを制御するポリゴンミラー駆動部102と、複数のアライメント顕微鏡AM_{1m}、AM_{2m}の各々で撮像されるアライメントマークMK₁~MK₄の画像を解析して、マーク位置情報を生成するアライメント部104と、複数のエンコーダEN_{1a}~EN_{4a}、EN_{1b}~EN_{4b}の各々からの検出信号(2相信号)に基づいて、スケール部SD_a、SD_bの周方向の移動量や移動位置をデジタル計数するとともに、スケール部SD_a、SD_b(或いは回転ドラムDR)の1回転毎にZ相マークZZによってゼロリセットされるエンコーダカウンタ部106と、走査ユニットU₁~U₆の各々で描画すべきパターンの描画データをビットマップ形式で記憶する描画データ記憶部108と、描画データ記憶部108から読み出される描画ラインSL₁~SL₆ごとの描画データ列(ビットストリーム信号)に応じて、走査ユニットU₁~U₆の各々に対応した描画用光学素子AOM₁~AOM₆を変調するAOM駆動部110と、回転ドラムDRの回転駆動モータを制御する駆動制御部112と、を備える。さらに、描画コントロール部100は、光源装置LSに対して描画倍率補正のための情報TM_g、CM_gを送るとともに、走査ユニットU₁~U₆の各々が基板Pをスポット光SPで走査するタイミングで光源装置LSがビームLBを射出するように制御する描画スイッチ信号SHTを、原点信号SZ₁~SZ₆の発生状況をモニターして生成する。

【0076】

本実施の形態では、光源装置LSのビームLBを発振周波数Fa(例えば100MHz)のパルス光とするが、そのために、光源装置LSは発振周波数Faのクロック信号LTCを生成する。クロック信号LTCの1クロックパルスは、ビームLBの1パルス発光に対応している。さらに光源装置LSは、スポット光SPが描画ラインSL_nに沿って走査されている間の特定の画素位置で、クロック信号LTCの周期を部分的に微調整する局所倍率補正部を備えている。なお、クロック信号LTCは、ポリゴンミラー駆動部102によるポリゴンミラーPMの回転速度の管理にも使われる。また、光源装置LSは、描画データ記憶部(データ記憶部)108がスポット光SPの1回の走査中にAOM駆動部110に送出する画素データ列DL_nを1画素のビットデータごとにシフトするための画素シフト信号(画素シフトパルス)BSCを生成する。

【0077】

図7は、光源装置（パルス光源装置、パルスレーザ装置）LSの具体的な構成を示す図である。ファイバーレーザ装置としての光源装置LSは、パルス光発生部20と、制御回路22とを備える。パルス光発生部20は、DFB半導体レーザ素子30、32、偏光ビームスプリッタ34、描画用光変調器としての電気光学素子（強度変調部）36、この電気光学素子36の駆動回路36a、偏光ビームスプリッタ38、吸収体40、励起光源42、コンバイナ44、ファイバー光増幅器46、波長変換光学素子48、50、および、複数のレンズ素子GLを有する。制御回路22は、クロック信号LTCおよび画素シフトパルスBSCを発生する信号発生部22aを有する。

【0078】

DFB半導体レーザ素子（第1固体レーザ素子）30は、クロック信号LTCにตอบสนองして、所定周波数である発振周波数Fa（例えば、100MHz）で鋭鋭若しくは尖鋭のパルス状の種光（パルスビーム、ビーム）S1を発生し、DFB半導体レーザ素子（第2固体レーザ素子）32は、クロック信号LTCにตอบสนองして、所定周波数である発振周波数Fa（例えば、100MHz）で緩慢（時間的にブロード）なパルス状の種光（パルスビーム、ビーム）S2を発生する。DFB半導体レーザ素子30が発生する種光S1と、DFB半導体レーザ素子32が発生する種光S2とは、発光タイミングが同期している。種光S1、S2は、ともに1パルス当たりのエネルギーは略同一であるが、偏光状態が互いに異なり、ピーク強度は種光S1の方が強い。この種光S1と種光S2とは、直線偏光の光であり、その偏光方向は互いに直交している。本第1の実施の形態では、DFB半導体レーザ素子30が発生する種光S1の偏光状態をS偏光とし、DFB半導体レーザ素子32が発生する種光S2の偏光状態をP偏光として説明する。この種光S1、S2は、赤外波長域の光である。

【0079】

制御回路22は、信号発生部22aから送られてきたクロック信号LTCのクロックパルスにตอบสนองして種光S1、S2が発光するようにDFB半導体レーザ素子30、32を制御する。これにより、このDFB半導体レーザ素子30、32は、クロック信号LTCの各クロックパルス（発振周波数Fa）にตอบสนองして、所定周波数（発振周波数）Faで同時に種光S1、S2を発光する。この制御回路22は、制御装置16中の描画コントロール部100によって制御される。このクロック信号LTCのクロックパルスの周期（ $= 1 / Fa$ ）を、基準周期Taと呼ぶ。DFB半導体レーザ素子30、32で発生した種光S1、S2は、偏光ビームスプリッタ34に導かれる。

【0080】

なお、この基準クロック信号となるクロック信号LTCは、詳しくは後述するが、描画データ記憶部108のビットマップ状の描画パターンデータを記憶するメモリ回路中の行方向（主走査方向）のアドレスを指定するためのアドレスカウンタ（レジスタ）に供給される画素シフトパルスBSCのベースとなるものである。また、信号発生部22aには、基板Pの被照射面上における描画ラインSLnの全体倍率補正を行うための全体倍率補正情報TMgと、描画ラインSLnの局所倍率補正を行うための局所倍率補正情報CMgとが、制御装置16中の描画コントロール部100から送られてくる。これにより、基板Pの被照射面上における描画ラインSLnの長さ（走査長）をppmオーダーから%オーダーに渡ってきめ細かく微調整することができる。この描画ラインSLnの伸縮（走査長の微調整）は、描画ラインSLnの最大走査長（例えば、31mm）の範囲内で行うことができる。なお、本第1の実施の形態での全体倍率補正とは、描画データ上の1画素（1ビット）に対応するスポット光SPの数は一定にしたまま、主走査方向に沿って投射されるスポット光SPの投射間隔（つまり、クロック信号LTCの周期）を一律に微調整することで、描画ラインSLn全体の走査方向の倍率を一様に補正するものである。また、本第1の実施の形態での局所倍率補正とは、1描画ライン上に設定される離散的な幾つかの補正点（画素位置）でのみ、主走査方向に沿って投射されるスポット光SPの投射間隔（つまり、クロック信号LTCの周期）を一時的に増減することで、その補正点に対応した基

10

20

30

40

50

板上での画素のサイズを主走査方向に僅かに伸縮させるものである。

【 0 0 8 1 】

偏光ビームスプリッタ 3 4 は、S 偏光の光を透過し、P 偏光の光を反射するものであり、D F B 半導体レーザ素子 3 0 が発生した種光 S 1 と、D F B 半導体レーザ素子 3 2 が発生した種光 S 2 とを、電気光学素子 3 6 に導く。すなわち、偏光ビームスプリッタ 3 4 は、D F B 半導体レーザ素子 3 0 が発生した S 偏光の種光 S 1 を透過することで種光 S 1 を電気光学素子 3 6 に導く。また、偏光ビームスプリッタ 3 4 は、D F B 半導体レーザ素子 3 2 が発生した P 偏光の種光 S 2 を反射することで種光 S 2 を電気光学素子 3 6 に導く。D F B 半導体レーザ素子 3 0、3 2、および、偏光ビームスプリッタ 3 4 は、種光 S 1、S 2 を生成するパルス光源部 3 5 を構成する。

10

【 0 0 8 2 】

電気光学素子（強度変調部）3 6 は、種光 S 1、S 2 に対して透過性を有するものであり、例えば、電気光学変調器（E O M : Electro-Optic Modulator）が用いられる。D F B 半導体レーザ素子 3 0、D F B 半導体レーザ素子 3 2 の各々からの種光 S 1、S 2 は波長域が 8 0 0 n m 以上と長いため、電気光学素子 3 6 として、偏光状態の切り換え応答性が G H z 程度のものを使うことができる。電気光学素子 3 6 は、描画スイッチ信号 S H T のハイ/ロー状態に応答して、種光 S 1、S 2 の偏光状態を駆動回路 3 6 a によって切り換えるものである。描画スイッチ信号 S H T は、走査ユニット U 1 ~ U 6 のいずれかが描画を開始する直前、または描画開始時に対して一定時間だけ手前の時間にハイ状態となり、走査ユニット U 1 ~ U 6 のいずれもが描画をしていない状態になるとロー状態になる。この描画スイッチ信号 S H T は、図 6 中の原点信号 S Z 1 ~ S Z 6 の発生状態を、ポリゴンミラー駆動部 1 0 2 を介してモニターする描画コントロール部 1 0 0 から送出される。

20

【 0 0 8 3 】

駆動回路 3 6 a に入力される描画スイッチ信号 S H T がロー（「 0 」）状態のとき、電気光学素子 3 6 は種光 S 1、S 2 の偏光状態を変えずにそのまま偏光ビームスプリッタ 3 8 に導く。逆に、駆動回路 3 6 a に入力される描画スイッチ信号 S H T がハイ（「 1 」）状態のときは、電気光学素子 3 6 は入射した種光 S 1、S 2 の偏光状態を変えて、つまり、偏光方向を 9 0 度変えて偏光ビームスプリッタ 3 8 に導く。このように駆動回路 3 6 a が電気光学素子 3 6 を駆動することによって、電気光学素子 3 6 は、描画スイッチ信号 S H T がハイ状態（「 1 」）のときは、S 偏光の種光 S 1 を P 偏光の種光 S 1 に変換し、P 偏光の種光 S 2 を S 偏光の種光 S 2 に変換する。

30

【 0 0 8 4 】

偏光ビームスプリッタ 3 8 は、P 偏光の光を透過してレンズ素子 G L を介してコンバイナ 4 4 に導き、S 偏光の光を反射させて吸収体 4 0 に導くものである。この偏光ビームスプリッタ 3 8 を透過する光（種光）をビーム L s e で表す。このパルス状のビーム L s e の発振周波数は F a となる。励起光源 4 2 は励起光を発生し、その励起光は光ファイバー 4 2 a を通ってコンバイナ 4 4 に導かれる。コンバイナ 4 4 は、偏光ビームスプリッタ 3 8 から照射されたビーム L s e と励起光とを合成して、ファイバー光増幅器 4 6 に出力する。ファイバー光増幅器 4 6 は、励起光によって励起されるレーザ媒質がドープされている。したがって、合成されたビーム L s e および励起光が伝送するファイバー光増幅器 4 6 内では、励起光によってレーザ媒質が励起されることにより、種光としてのビーム L s e が増幅される。ファイバー光増幅器 4 6 内にドープされるレーザ媒質としては、エルビウム（E r）、イッテルビウム（Y b）、ツリウム（T m）等の希土類元素が用いられる。この増幅されたビーム L s e は、ファイバー光増幅器 4 6 の射出端 4 6 a から所定の発散角を伴って放射され、レンズ素子 G L によって収斂またはコリメートされて波長変換光学素子 4 8 に入射する。

40

【 0 0 8 5 】

波長変換光学素子（第 1 の波長変換光学素子）4 8 は、第 2 高調波発生（Second Harmonic Generation : S H G）によって、入射したビーム L s e（波長）を、波長が の 1 / 2 の第 2 高調波に変換する。波長変換光学素子 4 8 として、疑似位相整合（Quasi Phas

50

e Matching: QPM) 結晶である PPLN (Periodically Poled LiNbO₃) 結晶が好適に用いられる。なお、PPLT (Periodically Poled LiTaO₃) 結晶等を用いることも可能である。

【0086】

波長変換光学素子 (第2の波長変換光学素子) 50は、波長変換光学素子48が変換した第2高調波 (波長 $\lambda/2$) と、波長変換光学素子48によって変換されずに残留した種光 (波長 λ) との和周波発生 (Sum Frequency Generation: SFG) により、波長が $\lambda/3$ の第3高調波を発生する。この第3高調波が、370nm以下の波長帯域 (例えば、355nm) にピーク波長を有する紫外線光 (ビームLB) となる。

【0087】

駆動回路36aに印加する描画スイッチ信号SHTがロー (「0」) の場合、電気光学素子 (強度変調部) 36は、入射した種光S1、S2の偏光状態を変えずにそのまま偏光ビームスプリッタ38に導く。そのため、偏光ビームスプリッタ38を透過するビームLseは種光S2となる。この場合、ビームLseはパルスのピーク強度が低く、時間的にブロードな鈍った特性となる。ファイバー光増幅器46は、そのようなピーク強度が低い種光S2に対する増幅効率が低いため、光源装置LSから射出されるビームLBは、露光に必要なエネルギーまで増幅されない光となる。したがって、露光という観点からみれば、実質的に光源装置LSはビームLBを射出していないのと同じ結果となる。つまり、基板Pに照射されるスポット光SPの強度は極めて低いレベルとなる。ただし、パターンの露光が行われない期間 (非描画期間) でも、種光S2由来の紫外域のビームLBが僅かな強度ではあるが、照射され続ける。そのため、描画ラインSL1~SL6が、長時間、基板P上の同じ位置にある状態が続く場合 (例えば、搬送系のトラブルによって基板Pが停止している場合等) は、光源装置LSのビームLBの射出窓 (図示略) に可動シャッタを設けて、射出窓を閉じるようにするとよい。

【0088】

一方、駆動回路36aに印加する描画スイッチ信号SHTがハイ (「1」) の場合、電気光学素子 (強度変調部) 36は、入射した種光S1、S2の偏光状態を変えて偏光ビームスプリッタ38に導く。そのため、偏光ビームスプリッタ38を透過するビームLseは、DFB半導体レーザ素子30からの種光S1に由来して生成されたものとなる。DFB半導体レーザ素子30からの種光S1はピーク強度が強いため、ファイバー光増幅器46によって効率的に増幅され、光源装置LSから出力されるP偏光のビームLBは、基板Pの露光に必要なエネルギーを持つ。つまり、基板Pに照射されるスポット光SPの強度は高レベルとなる。このように、光源装置LS内に、描画スイッチ信号SHTに応答する電気光学素子36を設けたので、ポリゴンミラーPMの回転中にスポット光SPの走査による描画動作を行っている期間中だけ、走査ユニットU1~U6にビームLB (LB1~LB6) を送出させることができる。

【0089】

なお、図7の構成において、DFB半導体レーザ素子32および偏光ビームスプリッタ34を省略して、DFB半導体レーザ素子30からの種光S1のみを電気光学素子36の偏光状態の切り換えで、ファイバー光増幅器46にバースト波状に導光することも考えられる。しかしながら、この構成を採用すると、種光S1のファイバー光増幅器46への入射周期性 (周波数Fa) が描画すべきパターンや描画ラインSLnに沿ったスポット光SPの走査周期 (ポリゴンミラーPMの各面でのビームLBnの反射周期) に応じて大きく乱される。すなわち、ファイバー光増幅器46にDFB半導体レーザ素子30からの種光S1が入射しない状態が続いた後に、ファイバー光増幅器46に種光S1が突然入射すると、入射直後の種光S1は通常するときよりも大きな増幅率で増幅され、ファイバー光増幅器46からは、規定以上の大きな強度を持つビームが発生するという問題がある。そこで、本実施の形態では、好ましい態様として、ファイバー光増幅器46に種光S1が入射しない期間は、DFB半導体レーザ素子32からの種光S2 (ピーク強度を低くした時間的にブロードなパルス光) をファイバー光増幅器46に入射することで、このような問題を

10

20

30

40

50

解決している。

【 0 0 9 0 】

図 8 は、図 6 に示した描画コントロール部 1 0 0 と描画データ記憶部 1 0 8 とによって、基板 P の移動位置（移動量）に応じた描画データ（画素データ列 D L n）の読み出しのタイミングを説明する図である。また、ここでは、走査ユニット U 1 による描画動作を代表して説明する。副走査方向（X スキャン方向）に関する描画倍率補正を行わない状態（倍率 = 1 . 0）の場合、走査ユニット U 1 に対応したエンコーダ E N 2 a（または E N 2 b）によって、エンコーダカウンタ部（デジタルカウンタ）1 0 6 で計数されるカウント値は、回転ドラム D R の回転位置、すなわち、基板 P の移動量（或いは移動位置）に対応しており、それを C X 2 とする。図 8 では、移動量 C X 2 を、エンコーダカウンタ部 1 0 6 内の対応するカウンタ回路に供給されるアップダウンパルスの並びで模式的に表す。移動量（移動位置）C X 2 の計測分解能は、ここではスポット光 S P の実効的な径サイズよりも小さくなるように設定される。本実施の形態では、描画データが主走査方向（Y スキャン方向）と副走査方向（X スキャン方向）とにマトリックス状に分割された画素単位を 1 ビットとするビットマップデータとして、描画データ記憶部（データ記憶部）1 0 8 に記憶されている。このエンコーダカウンタ部 1 0 6、スケール部 S D a、S D b、および、エンコーダ E N j a、E N j b は、計測機構を構成する。

【 0 0 9 1 】

描画データ上の 1 画素は、基板 P 上では、例えばスポット光 S P のサイズと同程度の 3 μ m 角に設定されるものとする。また、スポット光 S P は、主走査方向（Y スキャン方向）および副走査方向（X スキャン方向）に関して、スポット光 S P のサイズの 1 / 2 ずつオーバーラップして基板 P 上に投射されるので、主走査方向および副走査方向に沿って 2 つのスポット光 S P が 1 画素に対応する。したがって、エンコーダカウンタ部 1 0 6 で計数される基板 P の移動量 C X 2 の分解能が画素寸法の 1 / k（k は 2 以上が望ましい）であって、1 カウント当り 0 . 3 μ m の場合（1 / k の k が 1 0 の場合）、描画コントロール部 1 0 0（または描画データ記憶部 1 0 8）は、移動量 C X 2 の 1 0 カウント分ごとに、描画データ記憶部 1 0 8 のメモリに記憶された描画データの X スキャン方向の番地（X アドレス値）を 1 つずつインクリメントする信号 X A 2 を生成する。描画データ記憶部 1 0 8 は、この信号 X A 2 に応じて Y スキャン方向に並ぶ 1 列分の画素データ列 D L 1 にアクセスする。描画データ記憶部 1 0 8 は、さらに、クロック信号 L T C を 1 / 2 に分周した画素シフトパルス B S C に応答して、アクセスした 1 列の画素データ列 D L 1 の Y スキャン方向の番地（Y アドレス値）を指定して、対応する画素のビットデータ（「0」または「1」）を、A O M 駆動部 1 1 0 にシリアルに出力させる。図 8 のように、画素シフトパルス B S C の周期をクロック信号 L T C の周期の 2 倍とし、クロック信号 L T C の発振周波数 F a とポリゴンミラー P M の回転速度 V p とを同期させることによって、描画ライン S L 1 に沿って走査されるスポット光 S P をサイズの 1 / 2 でオーバーラップさせることができる。図 8 に示すスポット光 S P において、実線はパルス発光によって基板 P に達するスポット光 S P であり、破線は基板 P に照射されなかったパルス発光（スポット光 S P）を表しており、ここでは、X アドレス値が 1 の画素データ列 D L 1（0 0 0 1 1 . . .）を描画している場合を表す。

【 0 0 9 2 】

なお、以上の例示では、エンコーダカウンタ部 1 0 6 で計数される基板 P の移動量 C X 2 の分解能（1 カウント分の移動量）と画素寸法 P x y との比率 k は、説明を簡単にする為に整数（1 0）とした。しかしながら、スケール部 S D a、S D b の目盛（回折格子）のピッチやエンコーダヘッド E N j a、E N j b の構成によっては、計測分解能（1 カウント当りの移動量）と画素寸法 P x y との比率 k が整数にならないことがある。例えば、エンコーダシステムの実際の計測分解能が 0 . 3 1 2 μ m / カウントとなっている場合、設計上の画素寸法 P x y を 3 μ m 角とした場合、比率 k は、約 9 . 6 1 5 . . .（= 3 / 0 . 3 1 2）となる。この場合、図 9 A ~ 図 1 1 で説明した移動量 C X 2 として、1 0 カウント分が設計上の画素寸法 P x y とみなすと、実際の基板 P の移動量は 3 . 1 2 μ m と

なり、1画素当り約4% (= 0.12/3) の拡大誤差率になってしまう。したがって、その状態で副走査方向にパターン描画を続けていくと、副走査方向の描画倍率補正をなくとも、露光領域Wに描画されるパターンが全体的に4%だけ副走査方向に拡大されてしまう。これは、デジタル計数の際に生じるLSB(最下位ビット)未満の誤差の累積である。

【0093】

そこで、1つの対応策は、エンコーダカウンタ部106で計数される基板Pの移動量C×2のカウント値が、1画素当りの誤差率(設計上で想定した1カウント分の移動量に対する実際の1カウント分の移動量の比率)の逆数に対応した数だけ増加するたびに、1カウント分の丸め演算を行うことで、累積誤差を無くすることができる。例えば、上記の例示の場合、1画素当りの誤差率が+4%(0.04)である場合、エンコーダカウンタ部106で計数される基板Pの移動量C×2のカウント値が、誤差率の逆数である25(=1/0.04)カウントするたびに、次の1カウント分を計数しない、或いは25カウント目を計数しないようなインクリメントを行うアドレスカウンタを設ければよい。別の対応策としては、エンコーダカウンタ部106で計数される実際の1カウント分の移動量(例えば、0.312μm)に合せて、設計上の画素寸法P×yを設定する方法もある。この方法では、予め本実施形態の露光装置(パターン描画装置)EXを使用する際に用意する描画データの画素寸法P×yが、例えば、3.12μm角であるとして、パターンのCADデータをビットマップデータに変換すればよい。

【0094】

さて、描画コントロール部100は、図8に示すようにエンコーダカウンタ部106のカウント値に基づいて、計測される移動量(移動位置)C×2が、描画ラインSL1と露光領域Wの先端とが一致する副走査方向の描画開始位置Wstに一致すると、信号XA2の生成を開始し、Xアドレス値を順次インクリメントしていく。なお、描画コントロール部100は、描画開始位置Wstをゼロ点(スタート点)として移動量C×2をゼロから再計数して、Xアドレス値として生成するのが好ましい。さらに、基板Pの副走査方向の移動に伴って、描画ラインSL1に沿ったスポット光SPの走査は、副走査方向にピッチXPで繰り返される。標準的な露光モードでは、ピッチXPは、基板P上でスポット光SPの実効的なサイズ ϕ の1/2程度になるように設定されている。すなわち、1画素のXスキャン方向に関しても、2つ分のスポット光SPで描画されるように制御される。しかしながら、本実施の形態では、クロック信号LTCの発振周波数Fa(ビームLBのパルス発光周波数)と、ポリゴンミラーPMの回転速度とを変えずに、基板Pの移動速度を低下させることで、ピッチXPを $\phi/2$ よりも小さくして、1画素を3回以上の多数回の主走査で露光する多重露光モードにして、パターン露光時の露光量を増やすことができる。

【0095】

以上のようにして、通常の露光モード、或いは多重露光モードでは、描画データに基づいたパターンが基板Pの移動量C×2に応じて精密に描画される。しかしながら、基板Pの変形に対応して、描画すべきパターンを副走査方向にも伸縮させる必要が生じる。そこで、本実施の形態では、図9A、図9Bに示すように、エンコーダカウンタ部106で計数される基板Pの移動量C×2と、描画データ上のXスキャン方向の番地(Xアドレス値)との対応関係を、標準的な関係からずらすことによって、副走査方向に関する描画倍率補正を行う。図9Aは、倍率補正を行わないときに、Xアドレス値のインクリメント(1番地の増加)が、移動量C×2の10カウント分に対応している状態を示し、図9Bは、描画すべきパターンを縮小させるために、Xアドレス値のインクリメント(1番地の増加)が、移動量C×2の9カウント分に対応している状態を示す。この場合、基板P上に描画される1画素のX方向の寸法P×xは、設計上の画素寸法P×yが3μm角とすると、2.7μmに縮小される。したがって、Xアドレス値が10の位置までに基板P上に露光されたパターンは、倍率補正せずに露光されたパターンに対して、副走査方向に1画素分(3μm)だけ縮む。逆に、描画すべきパターンを拡大させる場合は、Xアドレス値のイン

10

20

30

40

50

クリメント（１番地の増加）が、移動量 $C \times 2$ の１１カウント分に対応するように制御すればよい。

【００９６】

以上のように、基板 P の移動量 $C \times 2$ が、設計上の画素の寸法 $P \times$ に至る前に X アドレス値をインクリメントするか、設計上の画素の寸法 $P \times$ を越えたら X アドレス値をインクリメントするか、を選択することで描画倍率を縮小または拡大に切り替えることができる。さらに、１画素の副走査方向に関する設計上の寸法 $P \times$ と移動量 $C \times 2$ との関係を基準状態から変えるタイミング（ X スキャン方向の画素位置）は、全ての X アドレス値で行う必要は無く、例えば、 X アドレス値が１０番まで進む間は、移動量 $C \times 2$ の１０カウント（基準状態）で X アドレス値をインクリメントし、 X アドレス値が１１番目になったときは、移動量 $C \times 2$ の９カウント（または１１カウント）で X アドレス値をインクリメントし、 X アドレス値が１２番目になったときは、再び移動量 $C \times 2$ の１０カウント（基準状態）で X アドレス値をインクリメントすることを、次の２０番目の X アドレス値まで続けるようにしてもよい。このような副走査方向の描画倍率の補正（％や μm ）は、基板 P の１つの露光領域 W 内で一律にするだけでは、良好な重ね合せ精度や継ぎ精度を確保できないことがあり、露光領域 W を副走査方向に露光している途中で、徐々に異なる倍率補正量に遷移させる必要が生じる。

【００９７】

図１０は、描画動作中の途中で異なる描画倍率に変更する際の制御について説明する図である。図１０において、倍率補正しない場合は、１画素が移動量 $C \times 2$ の１０カウントに対応しているものとし、描画開始位置 W_{st} から移動量 $C \times 2$ が９０カウント程度までの状態を示す。描画開始位置 W_{st} では、描画倍率が１．０倍（初期値）に設定されているものとし、移動量 $C \times 2$ が６５カウントになる位置に拡大の倍率変更点 X_{m1} が設定されているものとする。この倍率変更点 X_{m1} は、例えば、アライメント顕微鏡 $AM1m$ によって検出される基板 P 上の複数のアライメントマーク $MK1 \sim MK4$ の配列状態から推定されるものであり、描画コントロール部１００は、描画開始位置 W_{st} からの距離、すなわち、エンコーダカウンタ部１０６で計測される移動量 $C \times 2$ で倍率変更点 X_{m1} を管理している。しかしながら、図１０のように、倍率変更点 X_{m1} は X アドレス値の６番に対応した画素データ列 DLn を描画する期間であり、仮に倍率変更点 X_{m1} から直ちに描画倍率が補正されるように、倍率変更点 X_{m1} から移動量 $C \times 2$ を９カウント分または１１カウント分したら、 X アドレス値をインクリメントすると、 X アドレス値が６番目の画素データ列 DLn の描画（スポット走査）の途中で７番目の画素データ列 DLn に切り替わってしまい、６番目の画素データ列 DLn に対応する画素が中途半端に描画されたり、或いは欠落したりする。すなわち、副走査方向に関する画素（パターン）の連続性が損なわれることになる。副走査方向に関して、スポット光 SP のサイズの１／２でオーバーラップするように、１画素を２回のスポット走査で描画する場合、或いは、基板 P の搬送速度 V_t を低下させて、副走査方向に関して１画素を３回以上のスポット走査で描画して露光量を稼ぐ多重描画モードの場合であっても、倍率変更点 X_{m1} の X アドレス値内での位置によっては、当該 X アドレス値の画素データ列 DLn が欠落したり、露光量が不足した状態（断線の原因となり得る）になったりする。

【００９８】

そこで、本実施の形態では、図１０の下方に示すように、描画コントロール部（制御部）１００は、当初の倍率変更点 X_{m1} の直前に描画が正常に終わる５番目の X アドレス値と６番目の X アドレス値との境に位置する移動量 $C \times 2$ 上の位置 X_{m1}' （６０カウント目）を、計算上で新たな倍率変更点（新変更点）として設定する。そして基板 P の移動位置が位置 X_{m1}' になった時点から、描画データ記憶部１０８から読み出される６番目の X アドレス値の画素データ列 DLn は、移動量 $C \times 2$ が１１カウント進むごとに、図８に示した信号 $XA2$ （パルス）が発生して X アドレス値がインクリメントされる。以降、次の倍率変更点に至るまで、信号 $XA2$ の発生（ X アドレス値のインクリメント）は、移動量 $C \times 2$ が１１カウント分（縮小の場合は９カウント分）進むごとに行われる。そして、

移動量 $C \times 2$ 上で設定される次の倍率変更点でも、同様にして計算上で新たな倍率変更点（新変更点）が設定される。なお、ここでは、新変更点（位置 X_{m1}' ）を当初の倍率変更点 X_{m1} の手前の位置としたが、当初の倍率変更点 X_{m1} で描画される 6 番目の X アドレス値の画素データ列 $D L n$ は、5 番目の X アドレス値の画素データ列 $D L n$ と同じ倍率補正值で描画を行い、6 番目の X アドレス値の画素データ列 $D L n$ の描画が完了する 70 カウント目を、新変更点 X_{m1}' として設定することもできる。

【0099】

ここで、移動量 $C \times 2$ が零となる描画開始位置 $W s t$ で設定される倍率係数を $M x (0)$ 、移動量 $C \times 2$ 上での最初の倍率変更点（位置）を X_{m1} 、位置 X_{m1} 以降で設定される倍率係数を $M x (1)$ 、描画が行われている現在の画素データ列 $D L n$ の X アドレス値を $X A 2 (1)$ 、位置 X_{m1} を変更した移動量 $C \times 2$ 上での新変更点（位置）を X_{m1}' とする。さらに、倍率係数（補正係数） $M x (0)$ 、 $M x (1)$ は、例えば 1 画素当りに設定される移動量 $C \times 2$ のカウント数 9、10、11 のいずれかとする。また、新変更点 X_{m1}' の次に倍率補正が行われる新変更点（位置） X_{m2}' の算定のために設定される X アドレス値のオフセット値（前回の新変更点での X アドレス値）を $X A o$ とする。このように設定した場合、新変更点 X_{m1}' は以下の式（1）によって算定される。

$$X_{m1}' = W s t + \{ X A 2 (1) - X A o \} \cdot M x (0) \cdots (1)$$

【0100】

ここで、図 10 に示したように、描画開始位置 $W s t$ の移動量 $C \times 2$ はゼロ、描画が行われている現在の画素データ列 $D L n$ の X アドレス値 $X A 2 (1)$ は 6、オフセット値 $X A o$ はゼロ、倍率係数 $M x (0)$ は 10 カウントとなるので、新変更点 X_{m1}' は 60 カウント目となる。

【0101】

このように、新変更点 X_{m1}' で倍率係数が $M x (0)$ から $M x (1)$ に変更された後、 X アドレス値 $X A 2$ が移動量 $C \times 2$ の 11 カウント分ごとにインクリメントされて、 X アドレス値 $X A 2$ が 7 番、8 番、9 番・・・の順に画素データ列 $D L n$ が読み出されて、パターン描画が行われる。そして、図 11 に示すように、次の倍率変更点 X_{m2} が、例えば移動量 $C \times 2$ 上の 118 カウント目（11 番目の画素データ列 $D L n$ ）に指定され、倍率変更点 X_{m2} からは倍率係数 $M x (1)$ とは異なる倍率係数 $M x (2)$ に設定されているものとする。ここで、倍率係数 $M x (2)$ は、倍率補正を行わないための初期値の 10 カウントに設定され、描画が行われている現在の画素データ列 $D L n$ の X アドレス値を $X A 2 (2)$ とする。この場合、図 11 に示す新変更点 X_{m2}' は以下の式（2）によって算定される。

$$X_{m2}' = X_{m1}' + \{ X A 2 (2) - X A o \} \cdot M x (1) \cdots (2)$$

【0102】

ここで、図 11 に示したように、前回の新変更点 X_{m1}' は 60、描画が行われている現在の画素データ列 $D L n$ の X アドレス値 $X A 2 (2)$ は 11、オフセット値 $X A o$ （すなわち、前回の新変更点 X_{m1}' での X アドレス値 $X A 2 (1)$ ）は 6、倍率係数 $M x (1)$ は 11 カウントとなるので、新変更点 X_{m2}' は 115 カウント目として算定される。そして、 X アドレス値 $X A 2 (2)$ が 11 番の画素データ列 $D L n$ の描画は、移動量 $C \times 2$ が 10 カウント分進んだら X アドレス値をインクリメントして、次の番地（ここでは 12 番目）の描画データ列をアクセス（読み出し）するように制御する。なお、図 10、図 11 においては、新変更点（位置） X_{m1}' から新変更点 X_{m2}' までの X スキャン方向の画素を伸長する場合を例にしているが、縮小する場合は、移動量 $C \times 2$ が 9 カウント進むごとに、信号 $X A 2$ （パルス）が発生して X アドレス値をインクリメントすればよい。

【0103】

図 12 は、1 つの露光領域（パターン形成領域） W 上に設定される倍率変更点 X_{mn} の一例を説明する図であり、 $X Y Z$ 座標系上でみたとき、露光領域 W 内では + X 方向側を先端部（描画開始点 $W s t$ ）として、- X 方向に順次、アライメント顕微鏡 $A M 11 \sim A M$

10

20

30

40

50

14による複数のアライメントマークMK1～MK4の位置検出と、描画（露光）とが進行することになる。基板Pが+X方向に一定速度で移動していく間、アライメントマークMK1～MK4の位置検出の結果に基づいて、副走査方向（X方向）の倍率補正情報（倍率変更点 X_{mn} 、倍率係数 M_x 等）が逐次生成される。露光領域WのY方向の両側に配置されるアライメントマークMK1、MK4は、例えば、X方向に沿って設計上では10mm間隔で設けられる。アライメント顕微鏡AM11～AM14を使った倍率誤差の計測では、X方向に隣接して並ぶ少なくとも2つのアライメントマークMK1の間隔と、X方向に隣接して並ぶ少なくとも2つのアライメントマークMK4の間隔とが、エンコーダEN1a、EN1bの各々に対応したカウンタ回路での計数値に基づいて求められ、設計上の間隔（10mm）と比較され、倍率誤差（%、ppm）が求められる。

10

【0104】

図12では、露光領域Wの描画開始位置 W_{st} を、初期の倍率係数 $M_x(0)$ が設定される倍率変更点 X_{m0} とする。この種のフレキシブルな長尺の基板Pの場合、露光領域Wの描画開始位置 W_{st} 付近であっても、回転ドラムDRに支持される直前までの基板Pの搬送状態の変動によっては、副走査方向の倍率誤差が大きく発生することもある。そこで、初期の倍率係数 $M_x(0)$ を求めるために、アライメント顕微鏡AM11～AM14によって、露光領域Wの描画開始位置 W_{st} よりも前に配置されているアライメントマークMK1～MK4（余白部、または前の露光領域に付随して形成されたマーク）を検出し、描画コントロール部100は、その計測結果も加味して倍率変更点 X_{m0} （描画開始位置 W_{st} ）での倍率係数 $M_x(0)$ を算出する。

20

【0105】

その後、基板Pの+X方向への移動に伴って、アライメント顕微鏡AM11、AM14によるアライメントマークMK1、MK4の位置検出と倍率誤差の計測が逐次継続して実行され、その結果、描画コントロール部（倍率設定部、制御部）100は、初期の倍率係数 $M_x(0)$ を修正すべきと判断した場合は、修正すべき新たな倍率係数 $M_x(1)$ と倍率変更点 X_{m1} とを設定する。アライメント顕微鏡AM11、AM14によるアライメントマークMK1、MK4の位置検出と倍率誤差の計測が開始されてから、一定距離だけ基板Pが+X方向に移動した時点で、露光領域Wの描画開始点 W_{st} が奇数番の描画ラインSL1、SL3、SL5に達し、副走査方向に関して倍率係数 $M_x(0)$ でのパターン描画が行われ、さらにその後、露光領域Wの描画開始位置 W_{st} が偶数番の描画ラインSL2、SL4、SL6に達し、副走査方向に関して倍率係数 $M_x(0)$ でのパターン描画が行われる。

30

【0106】

このように、基板Pの+X方向への移動に伴って、逐次、副走査方向の倍率誤差が計測され、図12のように、例えば、倍率変更点 $X_{m2} \sim X_{m5}$ と倍率係数 $M_x(2) \sim M_x(5)$ とが順次設定されていく。図12では、説明のために、露光領域W内でX方向に6つの領域の各々に対して、倍率係数 $M_x(0) \sim M_x(5)$ と倍率変更点 $X_{m0} \sim X_{m5}$ を設定したが、例えば、アライメントマークMK1、MK4のX方向の間隔（例えば、10mm）ごと、或いは、その1/2（5mm）ごとに、倍率係数 $M_x(n)$ と倍率変更点 X_{mn} とを設定するようにしてもよい。このように、倍率変更点 X_{mn} を副走査方向に細かく設定する場合は、例えば、基板Pが+X方向に10mm（または5mm）移動する間は、倍率係数 $M_x(n)$ を拡大または縮小に設定し、引き続き基板Pが+X方向に10mm（または5mm）移動する間は、倍率係数 $M_x(n+1)$ を等倍（拡大も縮小も行わない）に設定することを繰り返すようにしてもよい。本実施の形態では、このように、副走査方向に関する基板Pの伸縮による倍率誤差に対して、きめ細かに描画倍率を補正することができ、重ね合せ精度を露光領域Wの全面で良好に維持することができる。

40

【0107】

〔変形例〕図13は、図6に示した描画コントロール部100によって実行される副走査方向の描画倍率補正のための演算シーケンスの変形例を説明する図（タイムチャート）で

50

ある。ここでも、代表して走査ユニットU1のための演算シーケンスについて説明するが、他の走査ユニットU2～U6でも同様のシーケンスが実行される。描画コントロール部100は、図13に示す2つの処理A、Bを逐次繰り返し実行する。処理Aは、走査ユニットU1から送られてくる原点信号SZ1（パルス信号）に応答して逐次実行され、処理Bは、原点信号SZ1（パルス信号）が発生する周期 T_{px} よりも短い周期 T_{pk} で生成されるタイミング信号（内部クロックパルス信号）SK1に応答して逐次実行される。ここでは、周期 T_{pk} が周期 T_{px} の $1/3$ 程度に設定されているものとする。処理Bのルーチン処理の最長処理時間は、周期 T_{pk} 内に収まるように設定される。

【0108】

原点信号SZ1の1パルスごとに実行される処理Aは、図10、図11で説明したような移動量CX2（基板Pの描画開始位置Wstからの移動距離）を取得するステップSA1と、移動量CX2に対応する描画データメモリ中のXアドレス値XA2(n)を算出して設定するステップSA2とを含む。信号SK1の1パルスごとに実行される処理Bは、移動量CX2を取得するステップSB1と、取得した移動量CX2（現在位置）が、図10、図11で説明したような次の倍率変更点Xmnを過ぎたか否かを判断するステップSB2と、CX2 Xmnのときに、先に説明したXアドレス値のオフセット値XAo、新変更点Xmn'を算出するとともに、次の倍率係数 $M_x(n)$ に変更するステップSB3とを含む。なお、ステップSA2でのXアドレス値XA2(n)の算出は、処理Aの実行時に設定されている倍率係数を $M_x(n-1)$ とすると、小数点以下を四捨五入または切り捨てした以下の整数計算、

$$XA2(n) = \{ CX2 - X_m(n-1)' \} / M_x(n-1) + XAo$$

により算定される。

【0109】

このように、原点信号SZ1の周期 T_{px} ごと、および、原点信号SZ1の周期 T_{px} よりも短い周期 T_{pk} ごとに処理A、Bを並列することによって、副走査方向の描画倍率の変更点Xmnにて、副走査方向の1画素分の描画が中途半端になったり、消失したりすることが無くなり、精密なパターン描画が行われる。

【0110】

[第2の実施の形態]

先の第1の実施の形態や変形例では、描画ラインSL1～SL6の各々に沿ったスポット光SPによる描画開始は、図4、図6に示した検出センサとしての原点センサOPn(OP1～OP6)の各々からの原点信号SZn(SZ1～SZ6)が発生してから、直ちに行うように設定されている。ただし、実際は、原点信号SZn(SZ1～SZ6)が発生してから、スポット光SPが基板P上で1mm～数mm程度走ってからパターンの描画が開始されるように、原点信号SZnの発生時点から所定の遅延時間 T_{ss} 後に描画開始を行う遅延回路（ハードウェアまたはソフトウェア）が設けられている。先に例示したように、描画ラインSLnに沿ったスポット光SPの1走査の走査時間 T_{sp} を約200 μsec とし、スポット光SPの基板P上での最大の走査長を32mm（実効的な描画範囲30mmの前後に1mmの付加範囲を設ける）とすると、スポット光SPの走査速度Vsは、160 $\mu m / \mu sec$ となる。したがって、遅延時間 T_{ss} を初期値に対して $\pm 1 \mu sec$ だけ変化させると、基板P上に描画されるパターンを主走査方向（Y方向）に $\pm 160 \mu m$ だけ位置シフトさせることができる。通常、原点信号SZnが発生してから、実際に描画開始されるまでの時間は、なるべく短く設定されるため、遅延時間 T_{ss} を初期値に対して減少させる場合は、原点信号SZnの発生時点から描画開始時点までのインターバル時間が短くなる。そのため、描画開始時点までに描画すべき画素データ列Dlnのメモリ中のアドレス値を計算したり、各種の補正值（倍率補正量、Y位置のシフト量等）を計算したりする時間が、そのインターバル時間よりも長くなる場合があり、描画されるパターンが部分的に欠如したりして、大きく乱れることがある。

【0111】

そこで本実施の形態では、図14に示すように、スポット光SPの1回の走査で描画す

べき画素データ列 DL_n の読み出し処理（アクセス番地の演算処理、画素データ列 DL_n の 1 列分をビット単位でシフトするレジスタ等に転送する処理）や補正演算等の準備処理を、実際にビーム LB_n のスポット光 SP で描画するタイミングで発生する原点信号 SZ_n のパルス（第 2 の検知信号）の 1 周期 T_{px} だけ手前で発生したパルス（第 1 の検知信号）にตอบสนองして、実行するようにする。図 14 は、走査ユニット U_1 からの原点信号 SZ_1 の発生タイミング、描画タイミング（実描画期間を表す信号 SE_1 ）、および演算タイミングを時系列に表したタイムチャートである。原点信号 SZ_1 のパルスは、ポリゴンミラー PM の連続した反射面 RPa 、 RPb 、 RPC 、 Rpd ・・・の順に、一定の周期 T_{px} で発生する。一般的な描画制御では、例えば、反射面 RPa （ $RPb \sim Rpd$ ・・・も同様）が描画可能な回転角度の直前の状態で発生する原点信号 SZ_1 の 1 つのパルスの発生時点から、所定の遅延時間 T_{ss} 後に、例えば 1 つの X アドレス値に対応した画素データ列 DL_{1a} に基づいた描画が行われる。すなわち、一般的な描画制御では、演算タイミング A で示すように、遅延時間 T_{ss} 内で描画すべき画素データ列 DL_{1a} のアクセス処理や演算処理を行う必要があった。

【0112】

なお、図 14 では、描画タイミング（信号 SE_1 ）として表す DL_{1a} 描画（画素データ列 DL_{1a} に基づく描画タイミング、以下同様）、 DL_{1b} 描画、 DL_{1c} 描画、・・・の各々が、ポリゴンミラー PM の反射面 RPa 、 RPb 、 RPC ・・・の順に行われるとした。しかしながら、 X アドレス値は、スポット光 SP の描画ライン SL_1 に沿った走査が 2 回、またはそれ以上の一定回数行われるとインクリメントされるため、ポリゴンミラー PM の連続した 2 つ以上の反射面 RPa 、 RPb 、 RPC ・・・で、同じ画素データ列 DL_1 を所定回数だけ繰り返し描画することになる。さらに、図 14 では、スポット光 SP の 1 回の走査で描画すべき画素データ列 DL_n の上記の準備処理を、実際にビーム LB_n のスポット光 SP で描画するタイミングで発生する原点信号 SZ_n のパルス（第 2 の検知信号）の 1 周期 T_{px} だけ手前で発生したパルス（第 1 の検知信号）にตอบสนองして実行するが、これは 1 周期 T_{px} だけ手前であることに限定されず、1 周期 T_{px} 以上の所定時間だけ手前の時点（例えば 2 周期以上の手前で発生した原点信号 SZ_n のパルス）であってもよい。どの程度手前の時点で準備処理を開始するかは、準備処理に要する時間に応じて設定される。

【0113】

本実施の形態では、図 14 の演算タイミング B に示すように、画素データ列 DL_1 のアクセス処理や演算処理を、原点信号 SZ_1 の 1 つのパルスにตอบสนองして先行実施し、原点信号 SZ_1 の次のパルスにตอบสนองして実際の描画を開始するようにする。このようにすると、画素データ列 DL_1 のアクセス処理や演算処理を行う時間を、最大で周期 T_{px} の時間まで確保することができ、画素データ列 DL_1 のアクセス処理や演算処理を確実に実行させることができる。さらに、演算タイミング A の場合は、画素データ列 DL_1 のアクセス処理のための最低限の時間を確保する必要性から、遅延時間 T_{ss} をそれ以下に短くすることができなかった。そのため、描画されるパターンを Y 方向に位置シフトできる範囲に制限が生じていたが、本実施の形態では、遅延時間 T_{ss} をゼロから設定することが可能となるので、描画されるパターンの Y 方向の位置シフトの範囲を大きく取ることができ、基板 P の幅方向の位置や歪みが大きい場合でも、良好な重ね合せ精度を得ることが可能となる。

【0114】

図 15 は、図 14 で説明した制御を行うために、図 6 中の描画コントロール部 100 と描画データ記憶部 108 の各々に設けられる一部の回路構成の概略を説明するブロック図である。ここでも、描画コントロール部 100 と描画データ記憶部 108 は、代表して走査ユニット U_1 に対応して設けられているものとし、描画データ記憶部 108 には、描画ライン SL_1 によって描画すべきパターンデータが記憶されているものとする。描画データ記憶部 108 は、 X アドレス値でアクセスされる主走査方向の 1 描画ライン分の画素データ列 DL_{1a} 、 DL_{1b} 、 DL_{1c} 、・・・を記憶するメモリ領域 108A0、108

A 1、108A2・・・と、描画コントロール部100から指定されるXアドレス値に応じて、メモリ領域108A0、108A1、108A2・・・（以下、総称して108Anとも呼ぶ）のいずれか1つを選択する選択部108Bと、メモリ領域108Anから選択された1つのメモリ領域からシリアルに出力される画素データ列DL1のビットデータと、先の図6、図7で説明した描画スイッチ信号SHTとを入力するアンドゲート部108Cと、メモリ領域108Anのうちの選択された1つのメモリ領域のYアドレス値を生成するYアドレスレジスタ108Dと、Yアドレスレジスタ108DにYアドレス値をインクリメントするための画素シフト信号（パルス信号）BSCを供給するアンドゲート部108Eとを備えている。なお、図15では、選択部108Bが、Xアドレス値の0番地に対応したメモリ領域108A0からの画素データ列DL1aをアンドゲート部108Cに印加し、その画素データ列DL1aのビットストリーム（シリアルな2値信号）を、図6中のAOM駆動部110を介して走査ユニットU1用の描画用光学素子AOM1に変調信号として供給している状態を示す。

10

【0115】

描画コントロール部100は、図6中のポリゴンミラー駆動部102を経由して、走査ユニットU1からの原点信号SZ1を入力する遅延時間生成部100Aを備える。遅延時間生成部100Aは、原点信号SZ1の1パルスが発生した時点から、指定される遅延時間Tssだけ経過した後、図14中に示したような信号SE1を出力する。その信号SE1は、描画データ記憶部108内のアンドゲート部108Eの一方の入力に送られ、アンドゲート部108Eの他方の入力に印加される画素シフト信号（パルス）BSCをYアドレスレジスタ108Dに通すか否かを高速に切換える。遅延時間生成部100Aの機能は、描画コントロール部100のCPUによるプログラム処理で実現してもよいし、FPGA（フィールド・プログラマブル・ゲート・アレー）によるハードウェアで実現してもよい。

20

【0116】

ここで、遅延時間生成部100Aに設定される遅延時間Tssは、原点信号SZ1が発生した時点からの遅延時間とするが、遅延時間生成部100A自体が一定の初期遅延時間Td0を生成するような構成にした場合は、遅延時間生成部100Aに設定される遅延時間Tss'を、 $Tss' = Tss - Td0$ としてもよい。

【0117】

以上の構成において、図14に示すような原点信号SZ1の1パルスが遅延時間生成部100Aに入力すると、遅延時間生成部100Aは、遅延時間Tss後にHレベルに立上り、描画ラインSL1に沿ったスポット光SPの1回の走査時間よりは少し長く、且つ原点信号SZ1がパルスを発生する周期Tpより短い時間が経過した時点でLレベルに降下する信号SE1を発生する。アンドゲート部108Eは、信号SE1がHレベルの間だけ、図8に示したような画素シフト信号（パルス信号）BSCをYアドレスレジスタ108Dに供給する。これによってYアドレスレジスタ108Dは、メモリ領域108A0内の番地を指定するためのYアドレス値を画素シフト信号BSCのパルスに应答して順次インクリメントしていく。図15の場合、Xアドレス値として指定される番地が0番地であるので、メモリ領域108A0内の番地0（ビット）から順番にシリアルに読み出される画素データ列DL1aは、アンドゲート部108Cを介してAOM駆動部110に送られ、描画ラインSL1に沿ったスポット光SPの走査中に、スポット光SPの強度が副走査方向の0番地（Xアドレス値が0）の画素データ列DL1aに応じて変調される。

30

40

【0118】

先に例示したように、描画ラインSLnに沿ったスポット光SPの1走査の走査時間Tspを約200μsec、スポット光SPの基板P上での最大の走査長を32mmとした場合、遅延時間Tssを±1μsec（1000ns）だけ変化させると、基板P上に描画されるパターンは主走査方向（Y方向）に±160μmだけ位置シフトする。実用上、位置シフトの調整分解能は、重ね合せ精度や描画するパターンの最小寸法（最小線幅）等との兼ね合いで決まる。例えば、最小寸法が15μm、重ね合せ精度が最小寸法の1

50

/5程度であるとして $\pm 3 \mu\text{m}$ の場合、位置シフトの調整分解能も $3 \mu\text{m}$ 程度が必要となる。したがって、遅延時間生成部100Aは、遅延時間 T_{ss} (または T_{ss}') を $18.75 \text{ nsec} (= 3 \mu\text{m} \times 1000 \text{ nsec} / 160 \mu\text{m})$ 以下の分解能で設定できる構成であればよく、例えば 9 nsec 台であればよい。遅延時間 T_{ss} (または T_{ss}') をクロックパルスで計時する場合、 107.25 MHz のクロック信号を作ると、そのクロック信号のパルス周期は 9.324 nsec となり、1クロックパルスの計数を基板P上での $1.5 \mu\text{m}$ の位置シフトに対応させることができる。

【0119】

図16は、図14、図15で説明した主走査方向(Y方向)への描画パターンの位置シフトを、露光領域Wに対するパターンの描画動作中に連続して実行する場合の一例を示すチャート図である。図16において、横軸は、露光領域Wの描画開始位置 W_{st} からの時間、またはX方向への移動位置を表す。移動量 $CX2$ (または $CX1$) は、ここではエンコード $EN2$ (または $EN1$) に対応したカウンタ回路によって描画開始位置 W_{st} からデジタル計数されるカウント値(1カウントが、例えば $0.3 \mu\text{m}$ に対応)の500までを表し、Xアドレス値は、移動量 $CX2$ の10カウント分で1番地分だけインクリメントされるものとする。Yシフト変更点 $XS0$ 、 $XS1$ 、 $XS2$ は、描画開始直前にアライメント顕微鏡 $AM11 \sim AM14$ によって検出されるアライメントマーク $MK1 \sim MK4$ の位置情報に基づいて、描画コントロール部100によって計算された露光領域W(下地パターン)の変形に対応するための位置シフトの変更点である。シフトレート $YS0$ 、 $YS1$ 、 $YS2$ は、相前後する2カ所のYシフト変更点 XS_n 、 XS_{n+1} の各々での位置シフト量の間を線形近似した位置シフトの変化率(傾き) 0 、 1 、 2 を表す。

【0120】

図16において、描画開始位置 W_{st} (時刻 $T \times 0$ 、位置 $X0$) では、露光領域WのY位置が設計上の初期位置(0)からY方向に $-YS0$ だけずれていたものとする。初期位置(0)は、遅延時間生成部100Aが、原点信号 $SZ1$ のパルスの発生から初期遅延時間 $Td0$ 後に信号 $SE1$ をHレベルに遷移したときに、基板P上に設定される主走査方向の描画開始点である。基板Pの副走査方向(X方向)の移動に伴って、アライメント顕微鏡 $AM11 \sim AM14$ とエンコード $EN1$ とが協働してアライメントマーク $MK1$ 、 $MK4$ の位置検出を逐次実行する。描画コントロール部100は、検出された複数のアライメントマーク $MK1$ 、 $MK4$ の検出位置に基づいて位置シフト量の計算を実行する。描画コントロール部100が、位置 $X1$ で露光領域WのY方向の位置シフトの傾向が変化していると判断すると、位置 $X1$ (時刻 $T \times 1$) での初期位置(0)からの位置シフト量 $+YS1$ と、描画開始位置 W_{st} である位置 $X0$ (時刻 $T \times 0$) での初期位置(0)からの位置シフト量 $-YS0$ との差分値を分子とし、位置 $X0$ から位置 $X1$ までの移動量 $CX2$ ($CX1$) のカウント値を分母としたシフトレート $YS0$ (変化率 0) を算出する。

【0121】

先の図3に示したように、アライメント顕微鏡 $AM11$ 、 $AM14$ の各検出領域 $Vw11$ 、 $Vw14$ の位置から、描画ライン $SL1$ 、 $SL3$ 、 $SL5$ の位置までの間には、基板Pの移動方向に関して複数のアライメントマーク $MK1$ 、 $MK4$ が形成されている。図3の場合、露光領域W内の描画すべき位置が描画ライン $SL1$ 、 $SL3$ 、 $SL5$ に達する前に、アライメント顕微鏡 $AM11$ 、 $AM14$ は、それぞれX方向に間隔 Dh で設けられた3ヶ所または4ヶ所のアライメントマーク $MK1$ 、 $MK4$ の各位置を検出することができる。したがって、それらの複数のアライメントマーク $MK1$ 、 $MK4$ の位置検出結果により、露光領域WのY方向の位置シフト量や位置シフトの変化率を、パターン描画の手前で求めることができる。

【0122】

以下、同様にして、基板Pの移動に伴って複数のアライメントマーク $MK1$ 、 $MK4$ の各々を逐次検出して、次の位置 $X2$ (時刻 $T \times 2$) で露光領域WのY方向の位置シフトの傾向が再び変化していると判断されると、位置 $X2$ での初期位置(0)からの位置シフト量 $+YS2$ と、直前の変化点である位置 $X1$ (時刻 $T \times 1$) での位置シフト量 $+YS1$ と

の差分値を分子とし、位置 X_1 から位置 X_2 までの移動量 CX_2 (CX_1) のカウント値を分母としたシフトレート YS_1 (変化率 1) を算出する。このようにして、露光領域 W の Y 方向の位置シフト量の変化を、副走査方向 (X 方向) の基板 P の移動量 CX_2 (CX_1) に対応させて近似して逐次求める。位置 X_0 、 X_1 、 X_2 の各々での位置シフト量 $-YS_0$ 、 $+YS_1$ 、 $+YS_2$ が求まり、シフトレート YS_0 、 $YS_1 \cdots$ が求まると、描画コントロール部 100 は、描画開始位置 Wst で位置シフト量 $-YS_0$ に対応した遅延時間 Tss_0 の値と、シフトレート YS_0 を遅延時間生成部 100A に設定する。遅延時間生成部 100A は、描画ライン SL_1 (SL_3 、 SL_5) と基板 P 上の描画開始位置 Wst とが一致した時点から、図 16 の場合は、遅延時間 Tss を初期値である Tss_0 からシフトレート YS_0 にしたがって、逐次、増加させていく。そして、基板 P が位置 X_1 まで移動したら、描画コントロール部 100 は、位置 X_1 での位置シフト量 $+YS_1$ に対応した遅延時間 Tss_1 の値を初期値として、シフトレート YS_1 を遅延時間生成部 100A に設定する。これにより、基板 P 上に位置 X_0 から露光されるパターンは、露光領域 W の Y 方向の位置シフトの傾向に倣うように原点信号 SZ_n に応答した描画開始タイミングに逐次補正されて描画される。

10

【0123】

以上のように、露光領域 W の主走査方向に関する位置シフトの傾向に応じて、副走査方向に画素単位 (またはスポット光 SP による 1 回の走査単位) で描画ライン SL_n 全体を Y 方向に高い分解能 (例えば、画素寸法の $1/2$ 程度) でシフトさせることができ、露光領域 W の全面で重ね合せ精度を大幅に向上させることができる。

20

【0124】

〔変形例 1〕以上のような露光領域 W の Y 方向の位置シフトの他に、露光領域 W の副走査方向の位置に応じて、露光領域 W の幅方向 (主走査方向) の寸法が十数 μm ~ 数百 μm の範囲で伸縮変化している場合もある。そのような露光領域 W の主走査方向に関する伸縮の傾向も、アライメント顕微鏡 AM_{11} 、 AM_{14} によるアライメントマーク $MK_1 \sim MK_4$ の位置検出によって推定できる。露光領域 W の主走査方向の伸縮に対する描画倍率補正は、図 6 や図 7 で説明したように、各描画ライン SL_n で描画されるパターンの主走査方向の寸法が微調整されるように、描画コントロール部 100 から光源装置 LS に対して描画倍率補正のための情報 Tmg 、 Cmg を送ることによって実行される。

【0125】

30

情報 Tmg 、 Cmg として光源装置 LS に設定される値を、基板 P の移動量 CX_2 に対応付けて逐次変えることで、露光領域 W の幅方向の寸法が長尺方向に関して非線形に変化しているような場合であっても、露光領域 W 内の全面で高い重ね合せ精度が得られる。さらに、先に説明した露光領域 W の副走査方向の伸縮変化に対する描画倍率補正と、露光領域 W の Y 方向の位置シフトに対する描画位置補正と、露光領域 W の幅方向の伸縮に対する描画倍率補正とのうちの少なくとも 2 つの補正を並行して実行することによって、露光領域 W 全体の非線形な変形に対しても、良好な重ね合せ精度でパターンを描画することができる。

【0126】

〔変形例 2〕第 1 の実施の形態と第 2 の実施の形態では、光源装置 LS からのビーム LB の発振周波数 Fa とスポット光 SP の走査速度 Vs とが、スポット光 SP の基板 P 上のサイズ の $1/2$ で主走査方向にオーバーラップするように設定し、画素単位がスポット光 SP の 2 つのスポットで描画されるように設定する。そして、さらに、描画倍率の補正の際には、特定の画素に対応する補正点で、主走査方向に連続する 2 つのスポット光 SP の間隔がごく僅かに伸縮するように、クロック信号 LTC のクロックパルスの周期を伸縮させた。しかしながら、光源装置 LS からのビーム LB の発振周波数 Fa を高め、画素単位を多数のスポット光 SP (パルス光) で描画するように制御し、描画倍率を補正するための補正点に位置する画素に対しては、スポット光 SP のパルス数を増減させるようにしてもよい。例えば、第 1 の実施の形態の光源装置 LS からのビーム LB を、 $100 MHz$ の 4 倍の $400 MHz$ で発振させ、描画倍率のための補正点以外に位置する画素 (通常

40

50

画素)に対して、主走査方向に関して1画素当たり8パルスのスポット光SPで描画し、補正点に位置する画素(補正画素)については、主走査方向に関して、縮小の場合は7パルス、拡大の場合は9パルスのスポット光SPで描画する。この場合、ビームLBをパルス発振させるクロック信号LTCは、周期を部分的に微調整することなく一定周期(400MHzの場合、周期は2.5ns)のままでよい。

【0127】

このように、1画素当たりのスポット光SPのパルス数を調整する主走査方向の描画倍率補正の場合、描画データ記憶部108に記憶された画像データ(画素データ列)のアクセスは、通常画素に関してはクロック信号LTCのクロックパルスを8カウントしたらメモリのYアドレス値を1つだけインクリメントし、補正画素に関してはクロック信号LTCのクロックパルスを7カウントまたは9カウントしたらメモリのYアドレス値を1だけインクリメントするだけでよい。このように、主走査方向に関して1画素当たりを標準で8パルスのスポット光SPで描画し、設計上の画素寸法P×yが3μm角の場合、通常画素は3μm角で描画され、補正画素は縮小時に主走査方向に関して約2.63μm(7/8×3μm)、拡大時に主走査方向に関して約3.38μm(9/8×3μm)で描画される。

【0128】

〔変形例3〕第1の実施の形態、第2の実施の形態では、いずれも、基板P上に投射されるスポット光SPをポリゴンミラーPMによって1次元走査する直描方式のマスクレス露光機を例示したが、例えば、特開2008-182115号公報に開示されているように、デジタルマイクロミラーデバイス(DMD)とマイクロレンズアレイとを用いて、パターンを描画するマスクレス露光機であってもよい。その場合、基板Pを副走査方向に精密に移動させる機構と、その移動量を画素寸法以下の分解能で計測するエンコーダや測長用干渉計等の計測システムとを備えていれば、第1の実施の形態で説明した副走査方向に関する描画倍率補正や第2の実施の形態で説明した主走査方向に関する描画位置のシフト補正を同様に実施することができる。DMDとマイクロレンズアレイとを含む露光ヘッド部を備えたマスクレス露光機の場合、DMDの多数の微小可動ミラーの各々で偏向される光ビームをマイクロレンズアレイの対応するレンズの各々に入射させるか否かを、描画データに基づいて高速に切換えることによって、基板P上に2次的に分布する多数のスポット光SPの強度を変調(オン/オフ)しつつ、基板Pを副走査方向に移動させてパターンを描画している。なお、第1の実施の形態、第2の実施の形態や各変形例1~3では、基板Pが副走査方向に移動するものとしたが、露光ヘッド側(走査ユニットUnの全体)を一定の距離に渡って副走査方向に所定速度で移動させてもよい。

【0129】

〔変形例4〕第1の実施の形態、第2の実施の形態では、図6に示したように、エンコーダカウンタ部106によって計数される回転ドラムDRの回転角度位置、すなわち基板Pの長尺方向の移動位置(或いは移動量)に基づいて、描画データ記憶部108に記憶されている走査ユニットU1~U6の各々に対応した描画データのアドレス値を、スポット光SPの走査のたびに指定して、データ読み出しを行い、描画ラインSL1~SL6の各々でパターン描画を行うようにした。しかしながら、先に説明したように、エンコーダカウンタ部106に設けられ、エンコーダENja(EN1a~EN4a)、ENjb(EN1b~EN4b)の各々からの2相信号を計数する各カウンタ回路は、Z相マークZZによってゼロリセットされる。そのため、描画データ記憶部108に記憶されている描画データのアドレス値をエンコーダカウンタ部106で計数された計数値(カウント値)によって直接生成すると、ゼロリセット時にアドレス値に大きな飛びが発生することがある。それを避ける為には、図3に示した基板P上の1つの露光領域Wに対して、走査ユニットU1~U6の各々が描画動作している間は、アドレス値がゼロリセットによって飛ばないように、例えば、描画コントロール部100内のマイクロプロセッサ(CPU)ユニットによるプログラム処理によって逐次監視し、ゼロリセットされる直前のカウンタ部106内のカウンタ回路の計数値をオフセット値としてラッチし、ゼロリセット後は、カウ

タ部 1 0 6 内のカウンタ回路で計数されるカウント値に、ラッチしたオフセット値を加算した値に基づいて、描画データ記憶部 1 0 8 に記憶されている描画データのアドレス値を生成すればよい。

【 0 1 3 0 】

その場合、描画コントロール部 1 0 0 内のマイクロプロセッサ (C P U) ユニットには、ラッチされたオフセット値と、その後にエンコーダカウンタ部 1 0 6 から送られてくるカウント値とを逐次加算して、描画データ記憶部 1 0 8 内のメモリの描画すべき描画データにアクセスする為のアドレスカウンタ (レジスタ) が設けられる。このアドレスカウンタは、結果的に、エンコーダスケール部 S D a (S D b) の Z 相マーク Z Z によってゼロリセットされないカウンタ回路として機能し、エンコーダカウンタ部 1 0 6 内の各カウンタ回路がゼロリセットされても、生成されるアドレス値の連続性を保つことができる。

10

【 0 1 3 1 】

ただし、描画コントロール部 1 0 0 内のマイクロプロセッサ (C P U) ユニットは、常にエンコーダカウンタ部 1 0 6 内の各カウンタ回路のゼロリセットの発生を監視し、ゼロリセット時にオフセット値をラッチし、エンコーダカウンタ部 1 0 6 からのカウント値とオフセット値との加算演算等を割込み処理で行うことになり、それらの一連の処理が割込み発生のタイミングによっては遅れたりする場合もある。そこで、エンコーダカウンタ部 1 0 6 内の各カウンタ回路と同等の構成で、Z 相マーク Z Z によってはリセットされない第 2 のカウンタ回路 (描画データ記憶部 1 0 8 内のメモリの為のアドレスカウンタとして機能する) を別に設ける。この第 2 のカウンタ回路は、回転ドラム D R の 1 周分以上、望ましくは数周分以上に渡って、スケール部 S D a (S D b) の格子目盛を計数するだけの桁数 (ビット数) を有する。第 2 のカウンタ回路 (複数) は、それぞれエンコーダ E N j a (E N 1 a ~ E N 4 a)、E N j b (E N 1 b ~ E N 4 b) の各々からの 2 相信号を計数するが、計数値のリセットは、各走査ユニット U 1 ~ U 6 が基板 P 上の露光領域 W の長尺方向に関する描画開始点の位置で、例えば原点信号 S Z n (S Z 1 ~ S Z 6) に応答して一度行われる。その際のリセット値は、例えば露光領域 W 内に描画されるパターンの描画データが記憶されるメモリの先頭アドレス値に対応したものにする。このように、第 2 のカウンタ回路 (複数) を設けることによって、描画コントロール部 1 0 0 内のマイクロプロセッサ (C P U) ユニットは、エンコーダカウンタ部 1 0 6 内の各カウンタ回路のゼロリセットに応答した割込み処理を行う必要がなくなり、描画データ記憶部 1 0 8 内のメモリからの描画データの読み出しが時間的にも連続して飛ぶことなく可能となる。なお、第 2 のカウンタ回路 (複数) は、各走査ユニット U 1 ~ U 6 の各々に対応して 6 つ設け、それぞれの第 2 のカウンタ回路が、対応する走査ユニット U 1 ~ U 6 からの原点信号 S Z 1 ~ S Z 6 のパルスを、露光領域 W の長尺方向に関する描画開始時点から計数して、描画データ記憶部 1 0 8 内のメモリの為のアドレス値を生成する構成にしてもよい。

20

30

【図 1】

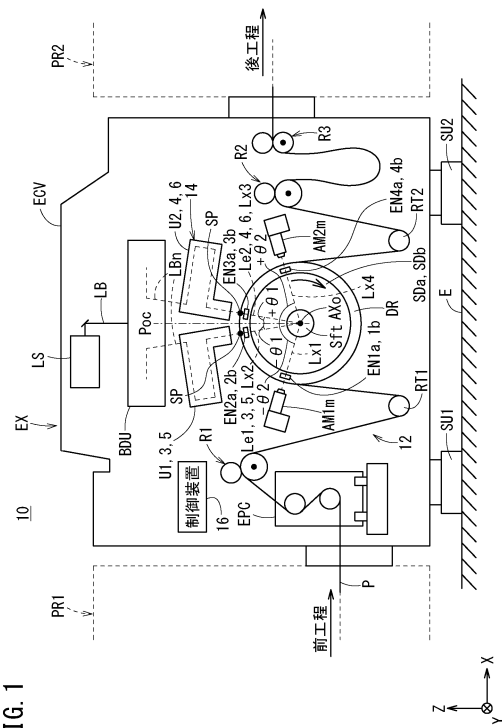
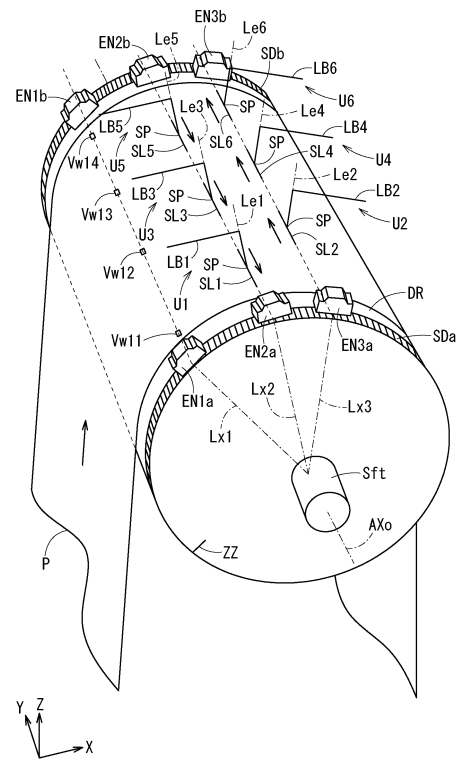


FIG. 1

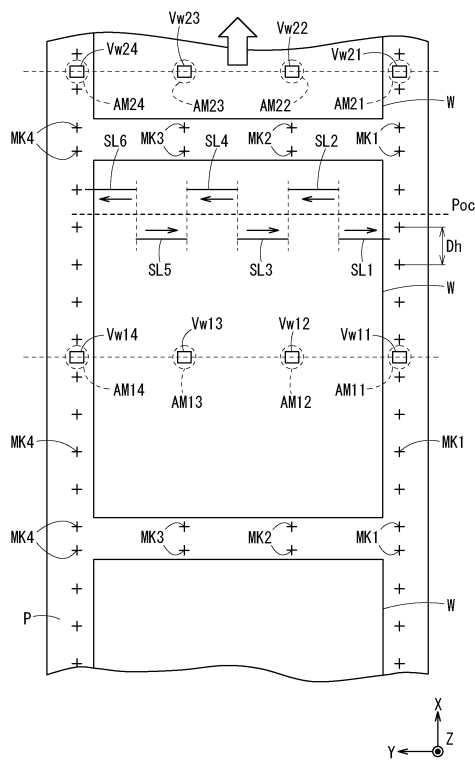
【図 2】

FIG. 2



【図 3】

FIG. 3



【図 4】

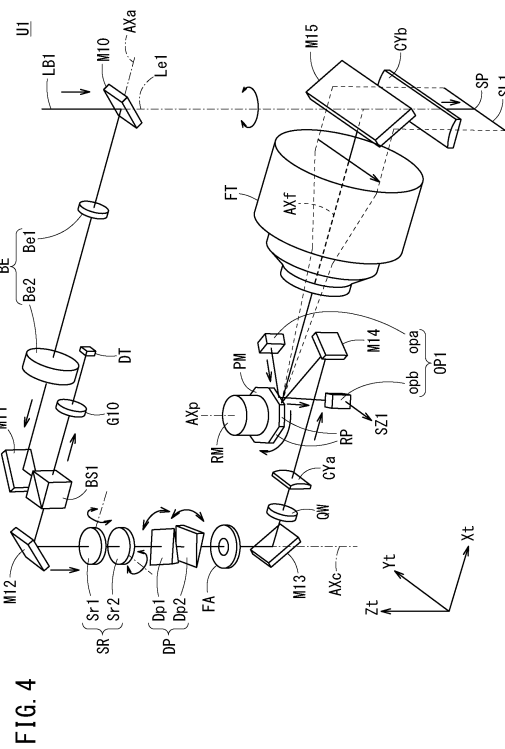


FIG. 4

【 図 5 】

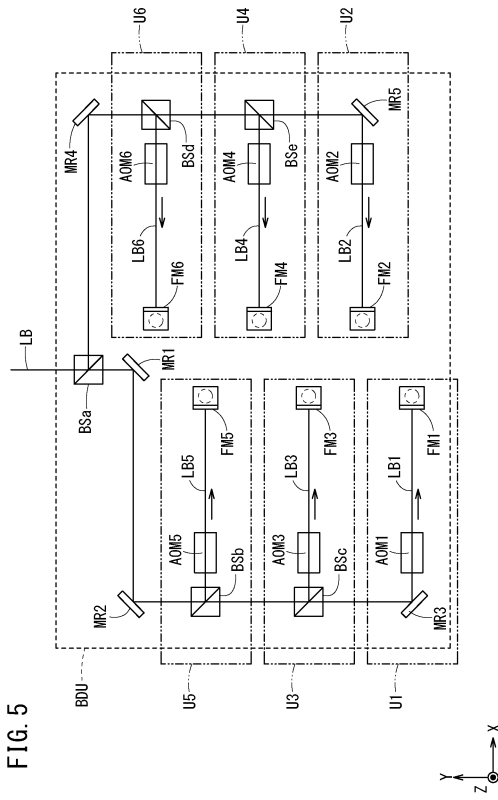


FIG. 5

【 図 7 】

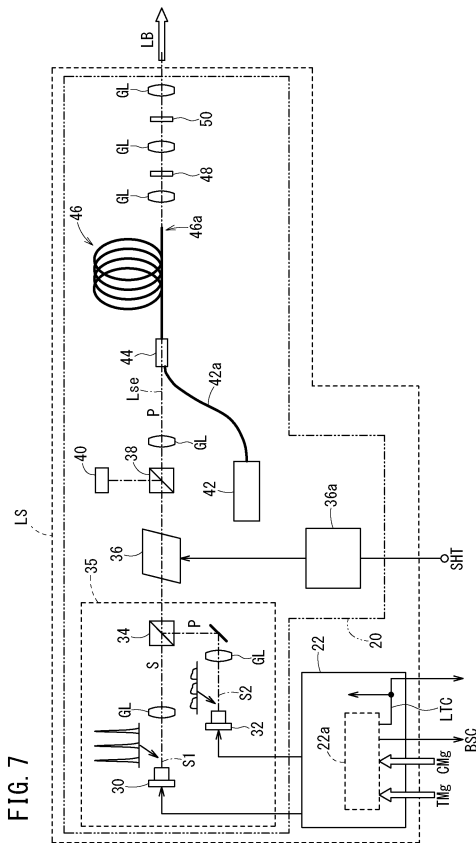


FIG. 7

【 図 6 】

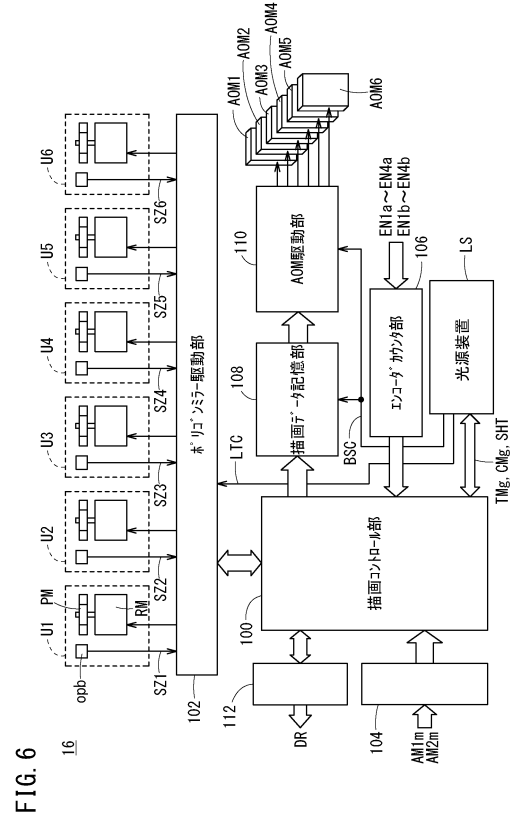


FIG. 6

【 図 8 】

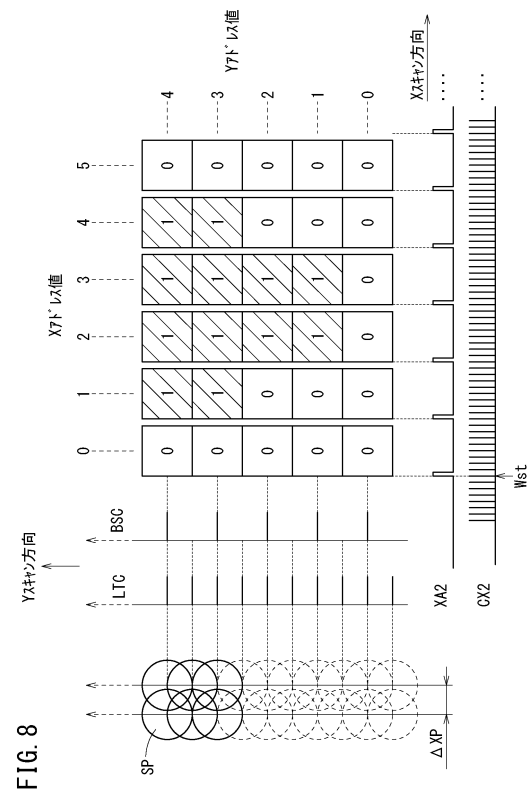
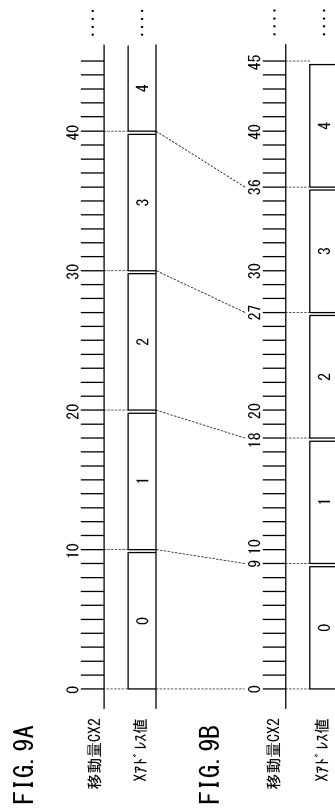
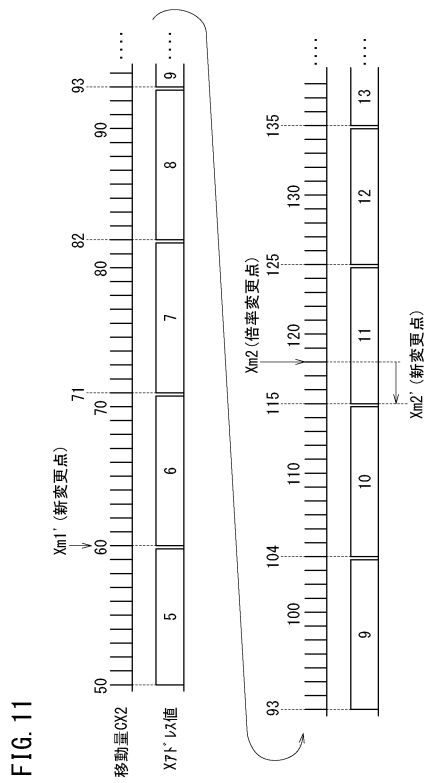


FIG. 8

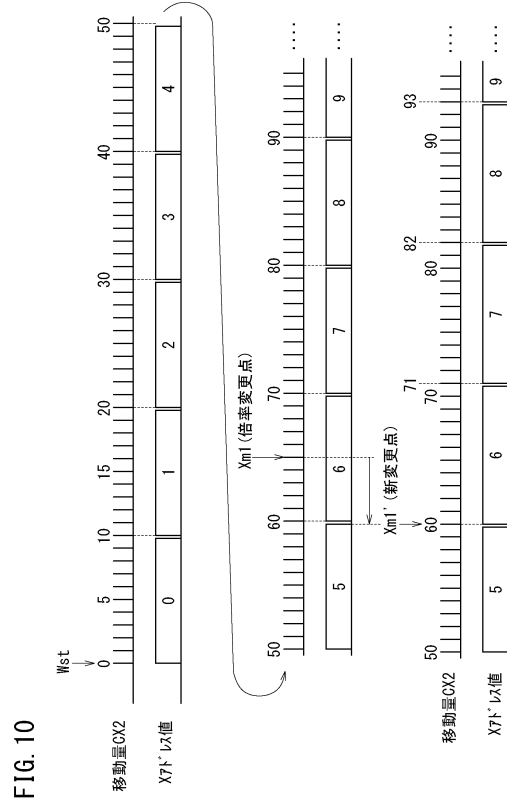
【 図 9 】



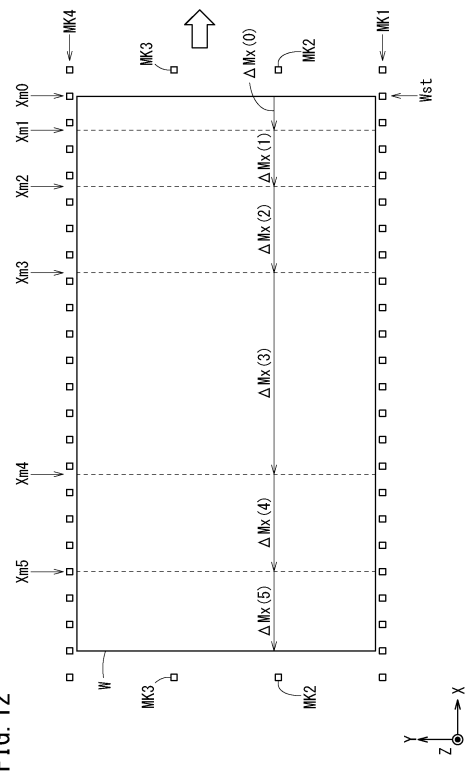
【 図 1 1 】



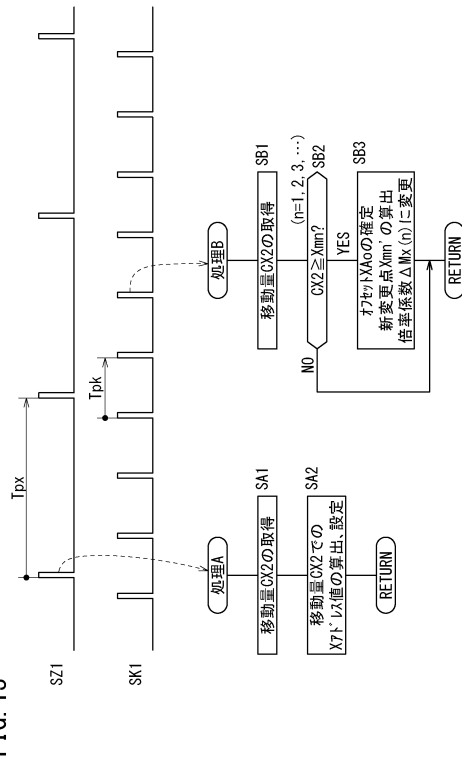
【 図 1 0 】



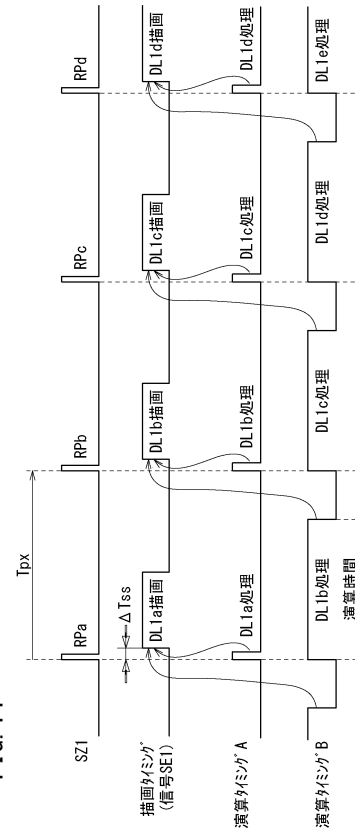
【圖 12】



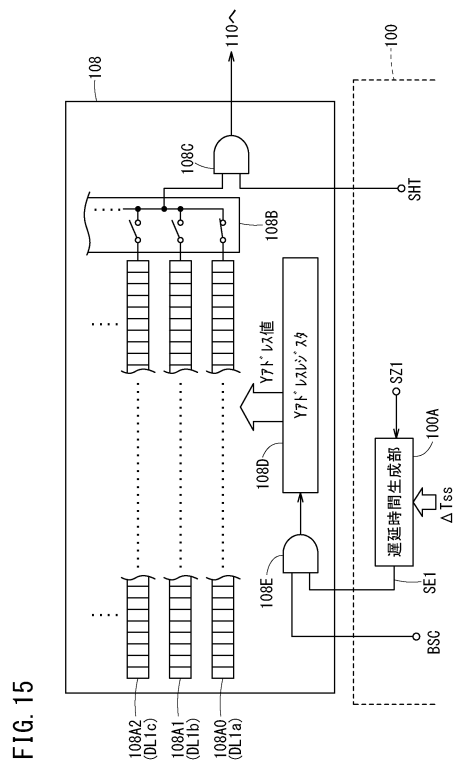
【 図 1 3 】



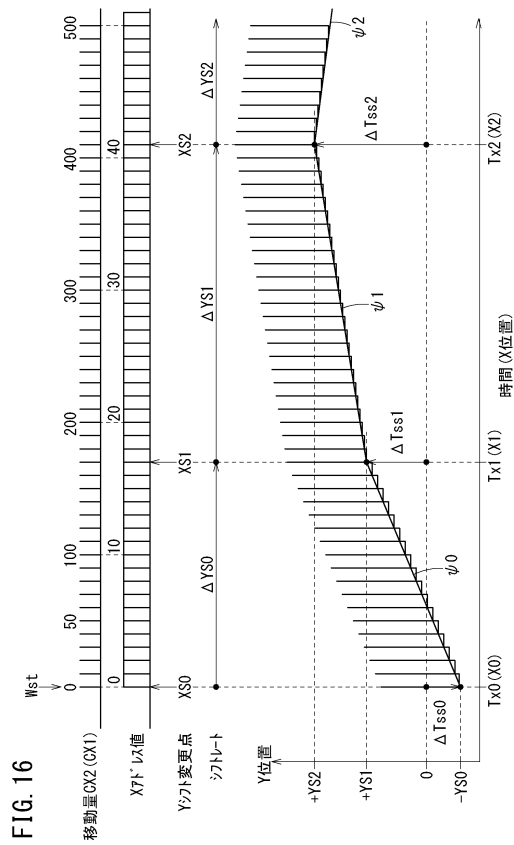
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 倉重 貴広
東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 渡辺 智行
東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内
- (72)発明者 加藤 正紀
東京都港区港南二丁目１５番３号 株式会社ニコン内

審査官 長谷 潮

- (56)参考文献 特開２００４－２７２１６７（ＪＰ，Ａ）
国際公開第２０１５／１５２２１７（ＷＯ，Ａ１）
特開２０１５－１４５９９０（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－２１９２４４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１５－２１０４３７（ＪＰ，Ａ）
特開２０１３－２００４６３（ＪＰ，Ａ）

- (58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０３Ｆ ７／２０－７／２４