

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-58494

(P2017-58494A)

(43) 公開日 平成29年3月23日(2017.3.23)

(51) Int.Cl.		F I				テーマコード (参考)
G03F	7/20	(2006.01)	G03F	7/20	505	2C362
G02B	26/12	(2006.01)	G02B	26/12		2H045
B41J	2/47	(2006.01)	B41J	2/47	101M	2H197

審査請求 未請求 請求項の数 26 O L (全 91 頁)

(21) 出願番号	特願2015-182716 (P2015-182716)	(71) 出願人	000004112
(22) 出願日	平成27年9月16日 (2015.9.16)		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	100077665
			弁理士 千葉 剛宏
		(74) 代理人	100116676
			弁理士 宮寺 利幸
		(74) 代理人	100191134
			弁理士 千馬 隆之
		(74) 代理人	100149261
			弁理士 大内 秀治
		(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

最終頁に続く

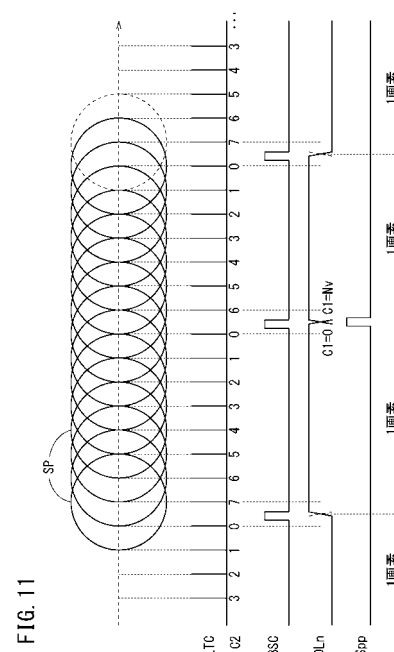
(54) 【発明の名称】 パターン描画装置、パターン描画方法、基板処理装置、および、デバイス製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 パルス光源部からのビームのスポット光を相対的に走査して、被照射体上にパターンを描画する描画装置において、高精度に倍率補正できる方法を提供する。

【解決手段】 スポット光SPの走査中に1画素当りN個のクロックパルスを生成し、クロックパルスにตอบสนองしてビームを発生するようにパルス光源部を制御するとともに、順次送出される描画データの画素毎の論理情報に基づいてスポット光の強度を変調し、主走査方向に沿って並ぶ複数の画素のうちで、特定の位置に配置される補正画素を前記スポット光が走査するタイミングでは、クロックパルスの $N \pm m$ 個が1画素に対応するように、画素毎の論理情報の送出タイミングを切り換える。

【選択図】 図11



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

パルス光源部からのパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に沿って前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上に前記パターンを描画するパターン描画装置であって、

前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記パターンを分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして記憶する描画データ記憶部と、

前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を 2 以上の整数としたとき、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個のクロックパルス生成するクロック発生部と、

前記クロックパルスにตอบสนองして前記パルスビームを発生するように前記パルス光源部を制御するとともに、前記描画データ記憶部から順次送出される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて前記パルスビームの前記スポット光の強度を変調する光源制御部と、

前記主走査方向に沿って並ぶ複数の前記画素のうちで、特定の位置に配置される少なくとも 1 つの前記画素を補正画素として指定する補正画素指定部と、

前記スポット光が前記補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスの N 個が 1 画素に対応し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスの $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する 1 以上の整数) が 1 画素に対応するように、前記画素の前記論理情報の前記描画データ記憶部からの送出タイミングを切り換える送出タイミング切換部と、

を備える、パターン描画装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のパターン描画装置であって、

前記スポット光の前記主走査方向への走査のために、前記パルスビームを 1 次元に偏向するポリゴンミラーと、前記ポリゴンミラーで偏向された前記パルスビームを入射して、前記被照射体上に前記スポット光として集光する光学レンズ部材とを有する走査ユニットを複数備え、

複数の前記走査ユニットの各々から投射される前記スポット光によって、前記被照射体上に前記パターンを描画する、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、

前記複数の走査ユニットの各々の前記ポリゴンミラーの回転角度位置が所定の位相関係となるように、前記ポリゴンミラーの各々を同期回転させるポリゴン駆動制御部と、

前記パルス光源部からの前記パルスビームを、前記ポリゴンミラーの回転角度位置に応じて、前記複数の走査ユニットのいずれか 1 つに順番に導くように切り換えるビーム切換部と、

を備える、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、

前記主走査方向に沿って位置する複数の前記画素のうち、補正対象となる前記補正画素を指定するための補正情報を、前記複数の走査ユニット毎に記憶する補正情報記憶部を備え、

前記補正画素指定部は、前記ビーム切換部によって前記パルスビームが導かれる前記走査ユニットに対応した前記補正情報に基づいて、前記パルスビームが導かれる前記走査ユニットによる描画範囲中に位置する前記補正画素を指定する、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、

前記補正情報は、前記描画範囲内で描画されるパターンの描画倍率に応じて、前記主走

10

20

30

40

50

査方向に沿った離散的な複数の位置の各々に前記補正画素を指定するための補正位置情報を含み、

前記補正画素指定部は、前記補正位置情報に基づいて、離散的に位置する複数の前記補正画素を指定し、

前記送出タイミング切換部は、前記複数の補正画素の各々に対して $N \pm m$ 個の前記クロックパルスが対応するように、前記論理情報の前記描画データ記憶部からの送出タイミングを切り換える、パターン描画装置。

【請求項 6】

請求項 4 または 5 に記載のパターン描画装置であって、

前記補正情報は、前記描画範囲内で描画されるパターンの描画倍率に応じて、前記 $\pm m$ の値を設定するための倍率情報を含む、パターン描画装置。

10

【請求項 7】

請求項 3 ～ 6 のいずれか 1 項に記載のパターン描画装置であって、

前記ビーム切換部は、前記パルス光源部からの前記パルスビームの進行方向に沿って直列に配置され、前記パルスビームの光路を切り換えて、前記パルスビームが入射する前記走査ユニットを 1 つ選択する複数の選択用光学素子を有する、パターン描画装置。

【請求項 8】

請求項 7 に記載のパターン描画装置であって、

前記複数の選択用光学素子の各々は、前記複数の走査ユニットの各々に対応して設けられ、対応する前記走査ユニットに前記パルスビームを入射させるか否かを切り換える、パターン描画装置。

20

【請求項 9】

パルス光源部からのパルスビームのスポット光を描画データに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に沿って前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画装置であって、

前記スポット光の寸法を ϕ 、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を 2 以上の整数としたとき、 ϕ/V_s で決まる周期よりも短い基準周期を有するとともに、前記基準周期の $1/N$ の補正時間ずつ位相差を与えた複数のクロック信号を生成するクロック信号発生部と、

前記複数のクロック信号のうちのいずれか 1 つの前記クロック信号の各クロックパルスに応答して前記パルスビームが発生するように前記パルス光源部を制御する光源制御部と、

30

前記スポット光が前記主走査方向の描画範囲内に指定される特定の補正点を通過するタイミングで、前記パルスビームが発生させるための前記クロック信号を前記位相差の異なる他の前記クロック信号に切り換えるクロック切換部と、

を備える、パターン描画装置。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のパターン描画装置であって、

前記クロック切換部は、前記スポット光が前記描画範囲内の前記補正点を通過する際に、前記光源制御部に現在入力している前記クロック信号に対して、前記補正時間の位相差を有する前記クロック信号に切り換える、パターン描画装置。

40

【請求項 11】

請求項 9 または 10 に記載のパターン描画装置であって、

前記スポット光の前記主走査方向に沿った走査のために、前記パルスビームを 1 次元に偏向するポリゴンミラーと、前記ポリゴンミラーで偏向された前記パルスビームを入射して、前記被照射体上に前記スポット光として集光する光学レンズ部材とを有する走査ユニットを複数備え、

複数の前記走査ユニットの各々から投射される前記スポット光によって、前記被照射体上に前記パターンを描画する、パターン描画装置。

【請求項 12】

50

請求項 1 1 に記載のパターン描画装置であって、

前記複数の走査ユニットの各々の前記ポリゴンミラーの回転角度位置が所定の位相関係となるように、前記ポリゴンミラーの各々を同期回転させるポリゴン駆動制御部と、

前記パルス光源部からの前記パルスビームを、前記ポリゴンミラーの回転角度位置に応じて、前記複数の走査ユニットのいずれか 1 つに順番に導くように切り換えるビーム切換部と、

を備える、パターン描画装置。

【請求項 1 3】

請求項 1 2 に記載のパターン描画装置であって、

前記スポット光の走査による前記描画範囲内で前記補正点を指定するための補正情報を、前記複数の走査ユニット毎に記憶する補正情報記憶部を備え、

10

前記クロック切換部は、前記ビーム切換部によって前記パルスビームが導かれる前記走査ユニットに対応した前記補正情報に基づいて前記クロック信号を切り換える、パターン描画装置。

【請求項 1 4】

請求項 1 3 に記載のパターン描画装置であって、

前記補正情報は、描画されるパターンの描画倍率に応じて、前記描画範囲内の離散的な複数の位置の各々に前記補正点を指定するための補正位置情報を含み、

前記クロック切換部は、前記補正位置情報に基づいて前記描画範囲内の複数の前記補正点の各々で前記クロック信号を切り換える、パターン描画装置。

20

【請求項 1 5】

請求項 1 3 または 1 4 に記載のパターン描画装置であって、

前記補正情報は、描画されるパターンの描画倍率に応じて、切り換える前記クロック信号が、前記光源制御部に現在入力している前記クロック信号に対して、位相が遅れる方向か進む方向かであるかの伸縮情報を含む、パターン描画装置。

【請求項 1 6】

請求項 1 2 ～ 1 5 のいずれか 1 項に記載のパターン描画装置であって、

前記ビーム切換部は、前記パルス光源部からの前記パルスビームの進行方向に沿って直列に配置され、前記パルスビームの光路を切り換えて、前記パルスビームが入射する前記走査ユニットを 1 つの選択する複数の選択用光学素子を有する、パターン描画装置。

30

【請求項 1 7】

請求項 1 6 に記載のパターン描画装置であって、

前記複数の選択用光学素子の各々は、前記複数の走査ユニットの各々に対応して設けられ、対応する前記走査ユニットに前記パルスビームを入射させるか否かを切り換える、パターン描画装置。

【請求項 1 8】

パルス光源部からのパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画装置であって、

前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして記憶する描画データ記憶部と、

40

前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を 2 以上の整数としたとき、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個のクロックパルスを生成するクロック発生部と、

前記クロックパルスに応答して前記パルス光源部が発生する前記パルスビームの前記スポット光を、前記描画データ記憶部から順次出力される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて強度変調させる強度変調部と、

前記スポット光が前記描画範囲内に設定される特定の補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスが N 個発生すると、次の前記画素の論理情報を

50

前記描画データ記憶部から出力し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスが $N \pm m$ 個（ m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数）発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力するように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを切り換える送出タイミング切換部と、

を備える、パターン描画装置。

【請求項19】

複数のパルス光源部からの複数のパルスビームを合成するとともに、前記複数のパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画装置であって、

前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして記憶する描画データ記憶部と、

前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数とし、 M を2以上であって N より小さい整数としたとき、 $(P \times y \times M) / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有するとともに、前記基準周期の $1/M$ の補正時間ずつ位相を与えた複数の第1クロック信号を発生するクロック信号発生部と、

$P \times y / (N \times V_s)$ で決まる周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個の基準クロックパルスを生成するクロック発生部と、

前記複数の第1クロック信号の各クロックパルスに応答して、前記複数のパルス光源部の各々から発生した前記複数のパルスビームを合成する合成光学部材と、

前記複数のパルス光源部が発生した前記複数のパルスビームの前記スポット光を、前記描画データ記憶部から順次出力される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて強度変調させる強度変調部と、

前記スポット光が前記描画範囲内で設定される特定の補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記基準クロックパルスが N 個発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記基準クロックパルスが $N \pm m$ 個（ m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数）発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力するように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを制御する送出タイミング制御部と、

を備える、パターン描画装置。

【請求項20】

請求項19に記載のパターン描画装置であって、

前記クロック発生部は、前記複数の第1クロック信号を合成することで、前記寸法 $P \times y$ 当り N 個の基準クロックパルスを生成する、パターン描画装置。

【請求項21】

請求項1～20のいずれか1項に記載のパターン描画装置と、

長尺の前記被照射体であるシート基板を所定方向に搬送する基板搬送装置と、

前記パターン描画装置によって前記シート基板の光感応層に描画された電子デバイス用のパターンに応じて、前記シート基板上に前記電子デバイス用のパターン層を形成するパターン層形成装置と、

を備える、基板処理装置。

【請求項22】

パルス光源部からのパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画方法であって、

前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で

10

20

30

40

50

表す描画データとして描画データ記憶部に記憶することと、

前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個のクロックパルスを生成することと、

前記クロックパルスに応答して前記パルスビームを発生するように前記パルス光源部を制御するとともに、前記描画データ記憶部から順次送出される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて前記パルスビームの前記スポット光の強度を変調することと、

前記スポット光が前記描画範囲内に設定された補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスの N 個が1画素に対応し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスの $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数)が1画素に対応するように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを制御することと、

を含む、パターン描画方法。

【請求項23】

パルス光源部からのパルスビームのスポット光を描画データに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画方法であって、

前記スポット光の寸法を ϕ 、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 ϕ / V_s で決まる周期よりも短い基準周期を有するとともに、前記基準周期の $1/N$ の補正時間ずつ位相差を与えた複数のクロック信号を生成することと、

前記複数のクロック信号のうちのいずれか1つの前記クロック信号の各クロックパルスに
20 応答して前記パルスビームが発生するように前記パルス光源部を制御することと、

前記スポット光の走査による描画範囲内に設定される特定の補正点を前記スポット光が通過するタイミングで、前記パルスビームを発生するための前記クロック信号を前記位相差の異なる他の前記クロック信号に切り換えることで、前記補正点におけるスポット光の
30 投射間隔を伸縮させることと、

を含む、パターン描画方法。

【請求項24】

パルス光源部からのパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画方法であって、

前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして描画データ記憶部に記憶することと、

前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個のクロックパルスを生成することと、

前記クロックパルスに
40 応答して前記パルス光源部が発生する前記パルスビームの前記スポット光を、前記描画データ記憶部から順次出力される前記描画データの
前記画素毎の前記論理情報に基づいて強度変調させることと、

前記スポット光が前記描画範囲内に設定された補正画素以外の通常画素を通過するタイミングでは、前記クロックパルスの N 個の発生によって、前記描画データ記憶部から次の前記画素の論理情報が出力され、前記スポット光が前記補正画素を通過するタイミングでは、前記クロックパルスの $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数)の発生によって、前記描画データ記憶部から次の前記画素の論理情報が出力されるように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを制御することと、

を含む、パターン描画方法。

【請求項25】

複数のパルス光源部からの複数のパルスビームを合成するとともに、前記複数のパルス

10

20

30

40

50

ビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画方法であって、

前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして描画データ記憶部に記憶することと、

前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を 2 以上の整数とし、 M を 2 以上であって N より小さい整数としたとき、 $(P \times y \times M) / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有するとともに、前記基準周期の $1/M$ の補正時間ずつ位相を与えた複数の第 1 クロック信号を発生することと、

10

$P \times y / (N \times V_s)$ で決まる周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当たり N 個の基準クロックパルスを生成することと、

前記複数の第 1 クロック信号の各クロックパルスに応答して、前記複数のパルス光源部の各々から発生した前記複数のパルスビームを合成することと、

前記複数のパルス光源部が発生した前記複数のパルスビームの前記スポット光を、前記描画データ記憶部から順次出力される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて強度変調させることと、

前記スポット光が前記描画範囲内で設定される特定の補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記基準クロックパルスが N 個発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記基準クロックパルスが $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する 1 以上の整数) 発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力するように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを制御することと、

20

を含む、パターン描画方法。

【請求項 26】

長尺の被照射体であるシート基板を所定の方向に搬送しつつ、請求項 22～25 のいずれか 1 項に記載のパターン描画方法によって、前記シート基板の光感応層に電子デバイス用のパターンを描画することと、

前記光感応層の前記スポット光の照射部分と非照射部分の違いに応じて、前記シート基板上に所定の材料を選択的に形成して、前記電子デバイス用のパターン層を形成することと、

30

を含む、デバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、被照射体上に照射されるスポット光を走査してパターンを描画するパターン描画装置、パターン描画方法、このパターン描画装置を用いてシート基板を処理する基板処理装置、および、このパターン描画方法を用いて電子デバイスを製造するデバイス製造方法に関する。

40

【背景技術】

【0002】

回転ポリゴンミラーを用いた描画装置として、例えば、下記特許文献 1 に開示されているように、レーザダイオード (LD) からのビームをポリゴンミラーで繰り返し偏向し、偏向されたビームを $f\theta$ レンズを介して感光体上で走査する電子写真方式の画像形成装置が知られている。特許文献 1 に開示された画像形成装置では、レーザダイオード (LD)、回転ポリゴンミラー、および、 $f\theta$ レンズ等を含む書き込みユニット内の温度変化をレーザダイオード (LD) の駆動電流の変化から予測する。そして、温度変化によって生じる $f\theta$ レンズの倍率誤差 (ビームの主走査方向の倍率誤差) を補正するために、画像信号に応答してレーザダイオード (LD) を点灯制御する際の基準となる書き込み用のクロッ

50

ク信号の周波数を変更している。しかしながら、描画すべき画像のパターンが、電子デバイスのためのパターンである場合は、特許文献1のように、クロック信号の周波数変更だけで倍率誤差を補正しても、高精度な倍率補正にきめ細かく対応できない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2009-220489号公報

【発明の概要】

【0004】

本発明の第1の態様は、パルス光源部からのパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に沿って前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上に前記パターンを描画するパターン描画装置であって、前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記パターンを分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして記憶する描画データ記憶部と、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個のクロックパルスを生成するクロック発生部と、前記クロックパルスにตอบสนองして前記パルスビームを発生するように前記パルス光源部を制御するとともに、前記描画データ記憶部から順次送出される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて前記パルスビームの前記スポット光の強度を変調する光源制御部と、前記主走査方向に沿って並ぶ複数の前記画素のうちで、特定の位置に配置される少なくとも1つの前記画素を補正画素として指定する補正画素指定部と、前記スポット光が前記補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスの N 個が1画素に対応し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスの $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数) が1画素に対応するように、前記画素の前記論理情報の前記描画データ記憶部からの送出タイミングを切り換える送出タイミング切換部と、を備える。

【0005】

本発明の第2の態様は、パルス光源部からのパルスビームのスポット光を描画データに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に沿って前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画装置であって、前記スポット光の寸法を ϕ 、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 ϕ / V_s で決まる周期よりも短い基準周期を有するとともに、前記基準周期の $1 / N$ の補正時間ずつ位相差を与えた複数のクロック信号を生成するクロック信号発生部と、前記複数のクロック信号のうちのいずれか1つの前記クロック信号の各クロックパルスにตอบสนองして前記パルスビームが発生するように前記パルス光源部を制御する光源制御部と、前記スポット光が前記主走査方向の描画範囲内に指定される特定の補正点を通るタイミングで、前記パルスビームを発生させるための前記クロック信号を前記位相差の異なる他の前記クロック信号に切り換えるクロック切換部と、を備える。

【0006】

本発明の第3の態様は、パルス光源部からのパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画装置であって、前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして記憶する描画データ記憶部と、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個のクロックパルスを生成するクロック発生部と、前記クロックパルスにตอบสนองして前記パルス光源部が発生する前記パルスビームの前記スポット光を、前記描画データ記憶部から順次出力される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基

づいて強度変調させる強度変調部と、前記スポット光が前記描画範囲内に設定される特定の補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスが N 個発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスが $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数)発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力するように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを切り換える送出タイミング切換部と、を備える。

【0007】

本発明の第4の態様は、複数のパルス光源部からの複数のパルスビームを合成するとともに、前記複数のパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画装置であって、前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして記憶する描画データ記憶部と、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数とし、 M を2以上であって N より小さい整数としたとき、 $(P \times y \times M) / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有するとともに、前記基準周期の $1/M$ の補正時間ずつ位相を与えた複数の第1クロック信号を発生するクロック信号発生部と、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個の基準クロックパルスを生成するクロック発生部と、前記複数の第1クロック信号の各クロックパルスに応答して、前記複数のパルス光源部の各々から発生した前記複数のパルスビームを合成する合成光学部材と、前記複数のパルス光源部が発生した前記複数のパルスビームの前記スポット光を、前記描画データ記憶部から順次出力される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて強度変調させる強度変調部と、前記スポット光が前記描画範囲内で設定される特定の補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記基準クロックパルスが N 個発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記基準クロックパルスが $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数)発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力するように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを制御する送出タイミング制御部と、を備える。

【0008】

本発明の第5の態様は、基板処理装置であって、前記第1の態様～前記第4の態様のうちいずれか1つのパターン描画装置と、長尺の前記被照射体であるシート基板を所定の方

【0009】

向に搬送する基板搬送装置と、前記パターン描画装置によって前記シート基板の光感応層に描画された電子デバイス用のパターンに応じて、前記シート基板上に前記電子デバイス用のパターン層を形成するパターン層形成装置と、を備える。

本発明の第6の態様は、パルス光源部からのパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画方法であって、前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして描画データ記憶部に記憶することと、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個のクロックパルスを生成することと、前記クロックパルスに

応答して前記パルスビームを発生するように前記パルス光源部を制御するとともに、前記描画データ記憶部から順次送出される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて前記パルスビームの前記スポット光の強度を変調することと、前記スポット光が前記描画範囲内に設定された補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記クロックパルスの N 個が1画素に対応し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイ

ミングでは、前記クロックパルスの $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数)が1画素に対応するように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを制御することと、を含む。

【0010】

本発明の第7の態様は、パルス光源部からのパルスビームのスポット光を描画データに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画方法であって、前記スポット光の寸法を ϕ 、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 ϕ/V_s で決まる周期よりも短い基準周期を有するとともに、前記基準周期の $1/N$ の補正時間ずつ位相差を与えた複数のクロック信号を生成することと、前記複数のクロック信号のうちのいずれか1つの前記クロック信号の各クロックパルスに応答して前記パルスビームが発生するように前記パルス光源部を制御することと、前記スポット光の走査による描画範囲内に設定される特定の補正点を前記スポット光が通過するタイミングで、前記パルスビームが発生するための前記クロック信号を前記位相差の異なる他の前記クロック信号に切り換えることで、前記補正点におけるスポット光の投射間隔を伸縮させることと、を含む。

10

【0011】

本発明の第8の態様は、パルス光源部からのパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画方法であって、前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして描画データ記憶部に記憶することと、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数としたとき、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個のクロックパルスを生成することと、前記クロックパルスに応答して前記パルス光源部が発生する前記パルスビームの前記スポット光を、前記描画データ記憶部から順次出力される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて強度変調させることと、前記スポット光が前記描画範囲内に設定された補正画素以外の通常画素を通過するタイミングでは、前記クロックパルスの N 個の発生によって、前記描画データ記憶部から次の前記画素の論理情報が出力され、前記スポット光が前記補正画素を通過するタイミングでは、前記クロックパルスの $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数)の発生によって、前記描画データ記憶部から次の前記画素の論理情報が出力されるように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを制御することと、を含む。

20

30

【0012】

本発明の第9の態様は、複数のパルス光源部からの複数のパルスビームを合成するとともに、前記複数のパルスビームのスポット光をパターンに応じて強度変調しつつ、被照射体上で主走査方向に前記スポット光を相対的に走査することにより、前記被照射体上にパターンを描画するパターン描画方法であって、前記スポット光の寸法に応じて設定される寸法 $P \times y$ の画素によって前記スポット光の走査による描画範囲を分割し、複数の前記画素の各々を前記パターンに応じた論理情報で表す描画データとして描画データ記憶部に記憶することと、前記スポット光の走査速度を V_s 、 N を2以上の整数とし、 M を2以上であって N より小さい整数としたとき、 $(P \times y \times M) / (N \times V_s)$ で決まる基準周期を有するとともに、前記基準周期の $1/M$ の補正時間ずつ位相を与えた複数の第1クロック信号を発生することと、 $P \times y / (N \times V_s)$ で決まる周期を有し、前記スポット光の走査中に前記寸法 $P \times y$ 当り N 個の基準クロックパルスを生成することと、前記複数の第1クロック信号の各クロックパルスに応答して、前記複数のパルス光源部の各々から発生した前記複数のパルスビームを合成することと、前記複数のパルス光源部が発生した前記複数のパルスビームの前記スポット光を、前記描画データ記憶部から順次出力される前記描画データの前記画素毎の前記論理情報に基づいて強度変調させることと、前記スポット光

40

50

が前記描画範囲内で設定される特定の補正画素以外の非補正画素を走査するタイミングでは、前記基準クロックパルスが N 個発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力し、前記スポット光が前記補正画素を走査するタイミングでは、前記基準クロックパルスが $N \pm m$ 個 (m は、 $m < N$ の関係を有する1以上の整数) 発生すると、次の前記画素の論理情報を前記描画データ記憶部から出力するように、前記描画データ記憶部からの前記画素毎の前記論理情報の送出タイミングを制御することと、を含む。

【0013】

本発明の第10の態様は、デバイス製造方法であって、長尺の被照射体であるシート基板を所定の方向に搬送しつつ、前記第6の態様～前記第9の態様のうちいずれか1つのパターン描画方法によって、前記シート基板の光感応層に電子デバイス用のパターンを描画することと、前記光感応層の前記スポット光の照射部分と非照射部分の違いに応じて、前記シート基板上に所定の材料を選択的に形成して、前記電子デバイス用のパターン層を形成することと、を含む。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】第1の実施の形態の基板に露光処理を施す露光装置を含むデバイス製造システムの概略構成を示す図である。

【図2】露光装置の構成を示す構成図である。

【図3】図2に示す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。

【図4】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5】図2に示す走査ユニットの光学的な構成を示す図である。

【図6】図2に示すビーム切換部の構成図である。

【図7】図2に示す光源装置の構成を示す図である。

【図8】図7に示す信号発生部が発生するクロック信号と描画ビット列データと偏光ビームスプリッタから射出されるビームとの関係を示すタイムチャートである。

【図9】補正画素を伸縮させる機能を有する図7に示す信号発生部の構成を示す図である。

【図10】図9に示すプリセット部が出力するプリセット値の真理値表を示す図である。

【図11】図9に示すクロック発生部が発生するクロック信号の各クロックパルス、第2の分周カウンタ回路のカウント値、画素シフトパルスの出力タイミング、図7に示す駆動回路に入力されるシリアルデータの画素の論理情報の切換タイミングを示すタイムチャートである。

【図12】図2に示す露光装置の電氣的な構成を示すブロック図である。

【図13】各走査ユニットに設けられた図5の原点センサから出力される原点信号および原点信号に応じて図12に示す選択素子駆動制御部が生成する入射許可信号を示すタイムチャートである。

【図14】図12に示す描画データ出力部の構成を示す図である。

【図15】図14に示す描画許可信号生成部によって生成される描画許可信号および描画許可信号がハイの期間中に図9の送出タイミング切換部から出力される画素シフトパルスを示すタイムチャートである。

【図16】最大走査長の範囲内で伸縮された描画ラインの位置と遅延時間との関係を示す図である。

【図17】第1の実施の形態の変形例における光源装置の構成を示す図である。

【図18】図17に示すクロック信号発生部の構成を示す図である。

【図19】図18のクロック信号発生部の動作を説明するタイミングチャートである。

【図20】第2の実施の形態における光源装置の内部に設けられる信号発生部の構成を示す図である。

【図21】図21Aは、図20に示す遅延回路の構成の第1例を示す図であり、図21Bは、図20に示す遅延回路の構成の第2例を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 2 2】図 2 0 に示す信号発生部の各部から出力される信号を示すタイムチャートである。

【図 2 3】図 2 3 A は、局所倍率補正が行われていない場合に描画されるパターンを説明する図であり、図 2 3 B は、図 2 2 に示すタイムチャートにしたがって局所倍率補正（縮小）が行われた場合に描画されるパターンを説明する図である。

【図 2 4】上記各実施の形態の変形例 1 の説明図であり、上記各実施の形態（変形例も含む）で説明したパターンデータに応じてスポット光の強度を変調する電気光学素子に代えて描画用光学素子を用いた場合の、描画用光学素子の配置例を示す図である。

【図 2 5】上記各実施の形態の変形例 4 の説明図であり、上記各実施の形態（変形例も含む）で説明したビーム切換部中の集光レンズ、選択用光学素子、コリメートレンズ、および、ユニット側入射ミラーの配置と、走査ユニット内の第 2 のシリンドリカルレンズの配置との関係を、模式的に示した図である。

【図 2 6】上記各実施の形態（変形例も含む）の変形例 5 の説明図であり、ポリゴンミラーの代わりにガルバノミラーを用いた走査ユニットの要部構成を示す図である。

【図 2 7】上記各実施の形態（変形例も含む）の変形例 6 の説明図であり、機械的な回転機構によってスポット光を円弧状に走査する方式の走査ユニットの斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明の態様に係るパターン描画装置、パターン描画方法、基板処理装置、および、デバイス製造方法について、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。

【0016】

〔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 EX を含むデバイス製造システム 10 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。

【0017】

デバイス製造システム 10 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 10 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 EL 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 10 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 FR1 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 FR2 で巻き取る、いわゆる、ロール・ツー・ロール（Roll To Roll）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。第 1 の実施の形態においては、フィルム状の基板 P が、少なくとも処理装置（第 1 の処理装置）PR1、処理装置（第 2 の処理装置）PR2、露光装置（第 3 の処理装置）EX、処理装置（第 4 の処理装置）PR3、および、処理装置（第 5 の処理装置）PR4 を経て、回収ロール FR2 に巻き取られるまでの例を示している。

【0018】

なお、本第 1 の実施の形態では、X 方向は、水平面内において、基板 P が供給ロール F

R 1 から回収ロール F R 2 に向かう方向（搬送方向）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、基板 P の幅方向（短尺方向）である。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。

【0019】

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 10 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 $25\ \mu\text{m}$ ~ $200\ \mu\text{m}$ 程度の PET（ポリエチレンテレフタレート）や PEN（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。

10

【0020】

基板 P は、処理装置 P R 1、処理装置 P R 2、露光装置 E X、処理装置 P R 3、および、処理装置 P R 4 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 $100\ \mu\text{m}$ 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。

20

【0021】

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。いずれにしても、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。

30

【0022】

処理装置 P R 1 は、供給ロール F R 1 から搬送されてきた基板 P を処理装置 P R 2 に向けて所定の速度で長尺方向に沿った搬送方向（+ X 方向）に搬送しつつ、基板 P に対して塗布処理を行う塗布装置である。処理装置 P R 1 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する。この感光性機能液が表面に塗布された基板 P は処理装置 P R 2 に向けて搬送される。

【0023】

処理装置 P R 2 は、処理装置 P R 1 から搬送されてきた基板 P を露光装置 E X 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 に対して乾燥処理を行う乾燥装置である。処理装置 P R 2 は、熱風またはドライエアー等の乾燥用エアー（温風）を基板 P の表面に吹き付けるブロー、赤外線光源、セラミックヒーター等によって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 P R 1 および処理装置 P R 2 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。

40

【0024】

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

50

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。本第1の実施の形態では、感光性機能液（層）として感光性還元剤が用いられる。

10

【0025】

露光装置EXは、処理装置PR2から搬送されてきた基板Pを処理装置PR3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。

20

【0026】

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露光装置（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+X方向（副走査の方向）に搬送しながら、露光用のパルス状のビームLB（パルスビーム）のスポット光SPを、基板Pの被照射面（感光面）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、搬送方向（+X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4参照）。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。なお、電子デバイスは、複数のパターン層（パターンが形成された層）が重ね合わされることで構成されるので、露光装置EXによって各層に対応したパターンが露光されるようにしてもよい。

30

【0027】

処理装置PR3は、露光装置EXから搬送されてきた基板Pを処理装置PR4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に対して湿式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PR3は、基板Pに対して湿式処理の一種であるメッキ処理を行う。つまり、基板Pを処理槽に貯蔵されたメッキ液に所定時間浸漬する。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、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。

40

【0028】

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

50

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 P R 3 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 S P 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。また、感光性機能層としてフォトレジストを採用する場合は、処理装置 P R 3 によって、湿式処理の一種である現像処理が行われる。この場合は、この現像処理によって、潜像に応じたパターンが感光性機能層（フォトレジスト）に形成される。

【0029】

処理装置 P R 4 は、処理装置 P R 3 から搬送されてきた基板 P を回収ロール F R 2 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 に対して洗浄・乾燥処理を行う洗浄・乾燥装置である。処理装置 P R 4 は、湿式処理が施された基板 P に対して純水による洗浄を行い、その後ガラス転移温度以下で、基板 P の水分含有率が所定値以下になるまで乾燥させる。

【0030】

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た場合は、処理装置 P R 4 は、基板 P に対してアニール処理と乾燥処理を行うアニール・乾燥装置であってもよい。アニール処理は、塗布された導電性インクに含まれるナノ粒子同士の電気的な結合を強固にするために、例えば、ストロボランプからの高輝度のパルス光を基板 P に照射する。感光性機能層としてフォトレジストを採用した場合は、処理装置 P R 4 と回収ロール F R 2 との間に、エッチング処理を行う処理装置（湿式処理装置） P R 5 と、エッチング処理が施された基板 P に対して洗浄・乾燥処理を行う処理装置（洗浄・乾燥装置） P R 6 とを設けてもよい。これにより、感光性機能層としてフォトレジストを採用した場合は、エッチング処理が施されることで、基板 P に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 S P 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、アルミニウム（A l）または銅（C u）等）が選択的に形成され、これがパターン層となる。処理装置 P R 5、P R 6 は、送られてきた基板 P を回収ロール F R 2 に向けて所定の速度で基板 P を搬送方向（+X 方向）に搬送する機能を有する。複数の処理装置 P R 1 ~ P R 4（必要に応じて処理装置 P R 5、P R 6 も含む）が、基板 P を +X 方向に搬送する機能は基板搬送装置として構成される。

【0031】

このようにして、各処理が施された基板 P は回収ロール F R 2 によって回収される。デバイス製造システム 10 の少なくとも各処理を経て、1 つのパターン層が基板 P 上に形成される。上述したように、電子デバイスは、複数のパターン層が重ね合わされることで構成されるので、電子デバイスを生成するために、図 1 に示すようなデバイス製造システム 10 の各処理を少なくとも 2 回は経なければならない。そのため、基板 P が巻き取られた回収ロール F R 2 を供給ロール F R 1 として別のデバイス製造システム 10 に装着することで、パターン層を積層することができる。そのような動作を繰り返して、電子デバイスが形成される。処理後の基板 P は、複数の電子デバイスが所定の間隔をあけて基板 P の長尺方向に沿って連なった状態となる。つまり、基板 P は、多面取り用の基板となっている。

【0032】

電子デバイスが連なった状態で形成された基板 P を回収した回収ロール F R 2 は、図示しないダイシング装置に装着されてもよい。回収ロール F R 2 が装着されたダイシング装置は、処理後の基板 P を電子デバイス（デバイス形成領域である露光領域 W）毎に分割（ダイシング）することで、複数の枚葉となった電子デバイスにする。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 c m ~ 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。

【0033】

図2は、露光装置EXの構成を示す構成図である。露光装置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設置面Eに配置される。防振ユニットSU1、SU2は、設置面Eからの振動を低減する。この設置面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、同一構成の2つの光源装置LS（LSa、LSb）と、ビーム切換部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。

10

【0034】

基板搬送機構12は、デバイス製造システム10の前記基板搬送装置の一部を構成するものであり、処理装置PR2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PR3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。

20

【0035】

エッジポジションコントローラEPCは、処理装置PR2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）における位置を調整する。つまり、エッジポジションコントローラEPCは、所定のテンションがかけられた状態で搬送されている基板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 $\pm$ 数十 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EPCは、所定のテンションがかけられた状態で基板Pが掛け渡されるローラと、基板Pの幅方向の端部（エッジ）の位置を検出する図示しないエッジセンサ（端部検出部）とを有する。エッジポジションコントローラEPCは、前記エッジセンサが検出した検出信号に基づいて、エッジポジションコントローラEPCの前記ローラをY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。駆動ローラ（ニップローラ）R1は、エッジポジションコントローラEPC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DRへ向けて搬送する。なお、エッジポジションコントローラEPCは、回転ドラムDRに巻き付く基板Pの長尺方向が、回転ドラムDRの中心軸AXo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と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EPC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。

30

40

【0036】

回転ドラムDR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AXoと、中心軸AXoから一定半径の円筒状の外周面とを有する。回転ドラムDR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AXo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DRは、露光ヘッド14からのビームLB（スポット光SP）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DRは、電子デバイスが形成される面（感光面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DRのY方向の両側には、回転ドラムDRが中心軸AXoの周りを回転

50

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。

【0037】

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 3 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。

【0038】

光源装置 L S（L S a、L S b）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、370 nm 以下の波長帯域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（L S a、L S b）が射出したビーム L B は、ビーム切換部 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（L S a、L S b）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（L S a、L S b）の構成は、後で詳細に説明するが、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、発振周波数 F a が数百 M H z で、1 パルス光の発光時間が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（高調波レーザ光源）を用いるものとする。なお、光源装置 L S a からのビーム L B と、光源装置 L S b からのビーム L B とを区別するために、光源装置 L S a からのビーム L B を L B a、光源装置 L S b からのビーム L B を L B b で表す場合がある。

【0039】

ビーム切換部 B D U は、露光ヘッド 1 4 を構成する複数の走査ユニット U n（なお、n = 1、2、・・・、6）のうち 2 つの走査ユニット U n に、2 つの光源装置 L S（L S a、L S b）からのビーム L B（L B a、L B b）を入射させるとともに、ビーム L B（L B a、L B b）が入射する走査ユニット U n を切り換える。詳しくは、ビーム切換部 B D U は、3 つの走査ユニット U 1 ~ U 3 のうち 1 つの走査ユニット U n に光源装置 L S a からのビーム L B a を入射させ、3 つの走査ユニット U 4 ~ U 6 のうち 1 つの走査ユニット U n に、光源装置 L S b からのビーム L B b を入射させる。また、ビーム切換部 B D U は、ビーム L B a が入射する走査ユニット U n を走査ユニット U 1 ~ U 3 の中で切り換え、走査ビーム L B b が入射する走査ユニット U n を走査ユニット U 4 ~ U 6 の中で切り換える。

【0040】

ビーム切換部 B D U は、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U n にビーム L B n が入射するように、ビーム L B a、L B b が入射する走査ユニット U n を切り換える。つまり、ビーム切換部 B D U は、走査ユニット U 1 ~ U 3 のうち、スポット光 S P の走査を行う 1 つの走査ユニット U n に、光源装置 L S a からのビーム L B a を入射させる。同様に、ビーム切換部 B D U は、走査ユニット U 4 ~ U 6 のうち、スポット光 S P の走査を行う 1 つの走査ユニット U n に、光源装置 L S b からのビーム L B b を入射させる。このビーム切換部 B D U については後で詳細に説明する。なお、走査ユニット U 1 ~ U 3 に関し

10

20

30

40

50

ては、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U n が、U 1 → U 2 → U 3、の順番で切り換わり、走査ユニット U 4 ~ U 6 に関しては、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U n が、U 4 → U 5 → U 6、の順番で切り換わるものとする。

【0041】

露光ヘッド 1 4 は、同一構成の複数の走査ユニット U n (U 1 ~ 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 1 4 は、回転ドラム D R 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 ~ U 6) によってパターンを描画する。露光ヘッド 1 4 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、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 (図 4 参照)。複数の走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) は、所定の配置関係で配置されている。複数の走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) は、中心面 P o c 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 P o c 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 P o c 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、中心面 P o c に対して対称に設けられている。

【0042】

各走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) は、光源装置 L S (L S a、L S b) からのビーム L B を基板 P の被照射面上でスポット光 S P に収斂するように投射しつつ、そのスポット光 S P を、回転するポリゴンミラー P M (図 5 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 ~ U 6) のポリゴンミラー P M によって、基板 P の被照射面上でスポット光 S P が 1 次元に走査される。このスポット光 S P 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) S L n (なお、n = 1、2、・・・、6) が規定される。この走査ユニット U n の構成については、後で詳しく説明する。

【0043】

走査ユニット U 1 は、スポット光 S P を描画ライン S L 1 に沿って走査し、同様に、走査ユニット U 2 ~ U 6 は、スポット光 S P を描画ライン S L 2 ~ S L 6 に沿って走査する。複数の走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) の描画ライン S L n (S L 1 ~ S L 6) は、図 3、図 4 に示すように、Y 方向 (基板 P の幅方向、主走査方向) に関して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、ビーム切換部 B D U を介して走査ユニット U n に入射する光源装置 L S (L S a、L S b) からのビーム L B を、L B n と表す場合がある。そして、走査ユニット U 1 に入射するビーム L B n を L B 1 で表し、同様に、走査ユニット U 2 ~ U 6 に入射するビーム L B n を L B 2 ~ L B 6 で表す場合がある。走査ユニット U n に入射するビーム L B 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) のビームであってもよく、本第 1 の実施の形態では、P 偏光のビームとする。

【0044】

図 4 に示すように、複数の走査ユニット U n (U 1 ~ 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、各走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) は、走査領域を分担している。これにより、各走査ユニット U n (U 1 ~ 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 S L n の長さ) を 20 ~ 60 mm 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 方向に配置することによって、描画可能な Y 方向の幅を 120 ~ 360 mm 程度まで広げている。各描画ライン S L n (S L 1 ~ S L 6) 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 S L 1 ~ S L 6 の各々に沿って走査されるビーム L B n のスポット光 S P の走査距離は、原

10

20

30

40

50

則として同一とする。なお、露光領域Wの幅を広くしたい場合は、描画ラインS L n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U nの数を増やすことで対応することができる。

【0045】

なお、実際の各描画ラインS L n (S L 1～S L 6)は、スポット光S P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S L nの走査長を30mmとすると、スポット光S Pの被照射面上での最大走査長は、描画ラインS L n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S Pの最大走査長31mmの範囲内で、30mmの描画ラインS L n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S P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U n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 θ レンズFT(図5参照)の口径によって決まる。

【0046】

複数の描画ラインS L n (S L 1～S L 6)は、中心面P o cを挟んで、回転ドラムD R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S L 1、S L 3、S L 5は、中心面P o c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S L 2、S L 4、S L 6は、中心面P o c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S L 1～S L 6は、基板Pの幅方向、つまり、回転ドラムD Rの中心軸A X oと略並行となっている。

【0047】

描画ラインS L 1、S L 3、S L 5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S L 2、S L 4、S L 6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S L 2は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインS L 1と描画ラインS L 3との間に配置される。同様に、描画ラインS L 3は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインS L 2と描画ラインS L 4との間に配置されている。描画ラインS L 4は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインS L 3と描画ラインS L 5との間に配置され、描画ラインS L 5は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインS L 4と描画ラインS L 6との間に配置されている。

【0048】

奇数番の描画ラインS L 1、S L 3、S L 5の各々に沿って走査されるビームL B 1、L B 3、L B 5のスポット光S P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S L 2、S L 4、S L 6の各々に沿って走査されるビームL B 2、L B 4、L B 6のスポット光S P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S L 1、S L 3、S L 5に沿って走査されるビームL B 1、L B 3、L B 5のスポット光S Pの主走査方向と、描画ラインS L 2、S L 4、S L 6に沿って走査されるビームL B 2、L B 4、L B 6のスポット光S P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S L 1、S L 3、S L 5に沿って走査されるビームL B 1、L B 3、L B 5のスポット光S Pの主走査方向は−Y方向である。また、描画ラインS L 2、S L 4、S L 6に沿って走査されるビームL B 2、L B 4、L B 6のスポット光S Pの主走査方向は+Y方向である。これにより、描画ラインS L 1、S L 3、S L 5の描画開始点側の端部と、描画ラインS L 2、S L 4、S L 6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S L 3、S L 5の描画終了点側の端部と、描画ラインS L 2、S L 4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S L nの端部同士を一部重複させるように、各描画ラインS L nを配置する場合は、

例えば、各描画ライン SL_n 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 SL_n を Y 方向に継ぎ合わせるとは、描画ライン SL_n 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。

【0049】

なお、描画ライン SL_n の副走査方向の幅（X 方向の寸法）は、スポット光 SP のサイズ（直径） ϕ に応じた太さである。例えば、スポット光 SP のサイズ（寸法） ϕ が $3\mu m$ の場合は、描画ライン SL_n の幅も $3\mu m$ となる。スポット光 SP は、所定の長さ（例えば、スポット光 SP のサイズ ϕ の $7/8$ とする）だけオーバーラップするように、描画ライン SL_n に沿って投射されてもよい。また、Y 方向に隣り合う描画ライン SL_n （例えば、描画ライン SL_1 と描画ライン SL_2 ）同士を互いに継ぐ場合も、所定の長さ（例えば、スポット光 SP のサイズ ϕ の $7/8$ ）だけオーバーラップさせるのがよい。

【0050】

本第 1 の実施の形態の場合、光源装置 LS （ LS_a 、 LS_b ）からのビーム LB （ LB_a 、 LB_b ）がパルス光であるため、主走査の間に描画ライン SL_n 上に投射されるスポット光 SP は、ビーム LB （ LB_a 、 LB_b ）の発振周波数 F_a （例えば、 $400MHz$ ）に応じて離散的になる。そのため、ビーム LB 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 ϕ 、スポット光 SP の走査速度（主走査の速度） V_s 、および、ビーム LB の発振周波数 F_a によって設定される。スポット光 SP の実効的なサイズ ϕ 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。本第 1 の実施の形態では、実効的なサイズ（寸法） ϕ に対して、 $\phi \times 7/8$ 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 V_s および発振周波数 F_a 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、 $\phi/8$ となる。そのため、副走査方向（描画ライン SL_n と直交した方向）に関して、描画ライン SL_n 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 ϕ の略 $1/8$ 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 V_s の低下、ビーム LB の発振周波数 F_a の増大、或いは基板 P の副走査方向の搬送速度 V_t 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 V_s は、ポリゴンミラー PM の回転数（回転速度 V_p ）に比例して速くなる。

【0051】

各走査ユニット U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）は、少なくとも XZ 平面において、各ビーム LB_n が回転ドラム DR の中心軸 AX_o に向かって進むように、各ビーム LB_n を基板 P に向けて照射する。これにより、各走査ユニット U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）から基板 P に向かって進むビーム LB_n 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 U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）は、描画ライン SL_n （ $SL_1 \sim SL_6$ ）に照射するビーム LB_n 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 LB_n 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 LB_n （ $LB_1 \sim LB_6$ ）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 U_n （ $U_1 \sim U_6$ ）によって規定される所定の描画ライン SL_n （ $SL_1 \sim SL_6$ ）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 Le_n （ $Le_1 \sim Le_6$ ）と呼ぶ。

【0052】

この各照射中心軸 Le_n （ $Le_1 \sim Le_6$ ）は、 XZ 平面において、描画ライン SL_1

～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±θ1となるように設定されている（図2参照）。

【0053】

図2に示した複数のアライメント顕微鏡AM1m（AM11～AM14）、AM2m（AM21～AM24）は、図4に示す基板Pに形成された複数のアライメントマーク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。

【0054】

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ーで撮像する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のマーク位置検出部106（図12参照）は、この送られてきた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。

【0055】

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。

【0056】

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

アライメントマークMK 2とのY方向の間隔、余白部のアライメントマークMK 2とアライメントマークMK 3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MK 4と余白部のアライメントマークMK 3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MK m (MK 1~MK 4)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MK m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MK mとして利用してもよい。

10

【0057】

アライメント顕微鏡AM 1 1、AM 2 1は、図4に示すように、対物レンズによる観察領域(検出領域)V w 1 1、V w 2 1内に存在するアライメントマークMK 1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AM 1 2~AM 1 4、AM 2 2~AM 2 4は、対物レンズによる観察領域V w 1 2~V w 1 4、V w 2 2~V w 2 4内に存在するアライメントマークMK 2~MK 4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AM 1 1~AM 1 4、AM 2 1~AM 2 4は、複数のアライメントマークMK 1~MK 4の位置に対応して、基板Pの-Y方向側からAM 1 1~AM 1 4、AM 2 1~AM 2 4、の順で基板Pの幅方向に沿って設けられている。なお、図3においては、アライメント顕微鏡AM 2 m (AM 2 1~AM 2 4)の観察領域V w 2 m (V w 2 1~V w 2 4)の図示を省略している。

20

【0058】

複数のアライメント顕微鏡AM 1 m (AM 1 1~AM 1 4)は、X方向に関して、露光位置(描画ラインSL 1~SL 6)と観察領域V w 1 m (V w 1 1~V w 1 4)との距離が、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AM 2 m (AM 2 1~AM 2 4)も同様に、X方向に関して、露光位置(描画ラインSL 1~SL 6)と観察領域V w 2 m (V w 2 1~V w 2 4)との距離が、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AM 1 m、AM 2 m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MK mの数に応じて変更可能である。また、各観察領域V w 1 m (V w 1 1~V w 1 4)、V w 2 m (V w 2 1~V w 2 4)の基板Pの被照射面上の大きさは、アライメントマークMK 1~MK 4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、100~500 μm角程度の大きさである。

30

【0059】

図3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SD a、SD bが設けられている。このスケール部SD a、SD b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、20 μm)で凹状または凸状の格子線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SD a、SD bは、中心軸AX o回りに回転ドラムDRと一体に回転する。スケール部SD a、SD b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EN j a、EN j b(なお、j = 1、2、3、4)は、このスケール部SD a、SD bと対向するように設けられている(図2、図3参照)。なお、図3においては、エンコーダEN 4 a、EN 4 bの図示を省略している。

40

【0060】

エンコーダEN j a、EN j b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SD aに対向して、4つのエンコーダEN j a (EN 1 a、EN 2 a、EN 3 a、EN 4 a)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SD bに対向して、4つのエンコーダEN j b (EN 1 b、EN 2 b、EN 3 b、EN 4 b)が設けられている。

50

【0061】

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2、図3参照）。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～AM14）の観察領域Vw1m（Vw11～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～AM14）も設置方位線Lx1上に配置されている。

【0062】

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2、図3参照）。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重なっている。

【0063】

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2、図3参照）。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 $\pm\theta1$ となるように設定されている（図2参照）。

【0064】

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2参照）。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～AM24）の観察領域Vw2m（Vw21～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～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 $\pm\theta2$ となるように設定されている（図2参照）。

【0065】

各エンコーダENja（EN1a～EN4a）、ENjb（EN1b～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）を光電検出することにより、パルス信号である検出信号を制御装置16に出力する。制御装置16の回転位置検出部108（図12参照）は、その検出信号（パルス信号）をカウントすることで、回転ドラムDRの回転角度位置および角度変化をサブミクロンの分解能で計測する。この回転ドラムDRの角度変化から、基板Pの搬送速度Vtも計測することができる。回転位置検出部108は、各エンコーダENja（EN1a～EN4a）、ENjb（EN1b～EN4b）からの検出信号をそれぞれ個別にカウントする。

【0066】

具体的には、回転位置検出部108は、複数のカウンタ回路CNja（CN1a～CN4a）、CNjb（CN1b～CN4b）を有する。カウンタ回路CN1aは、エンコー

10

20

30

40

50

ダEN1aからの検出信号をカウントし、カウンタ回路CN1bは、エンコーダEN1bからの検出信号をカウントする。同様に、カウンタ回路CN2a～CN4a、CN2b～CN4bは、エンコーダEN2a～EN4a、EN2b～EN4bからの検出信号をカウントする。この各カウンタ回路CNja(CN1a～CN4a)、CNjb(CN1b～CN4b)は、各エンコーダENja(EN1a～EN4a)、ENjb(EN1b～EN4b)がスケール部SDa、SDbの周方向の一部に形成された図3に示す原点マーク(原点パターン)ZZを検出すると、原点マークZZを検出したエンコーダENja、ENjbに対応するカウント値を0にリセットする。

【0067】

このカウンタ回路CN1a、CN1bのカウント値のいずれか一方若しくはその平均値は、設置方位線Lx1上における回転ドラムDRの回転角度位置として用いられ、カウンタ回路CN2a、CN2bのカウント値のいずれか一方若しくは平均値は、設置方位線Lx2上における回転ドラムDRの回転角度位置として用いられる。同様に、カウンタ回路CN3a、CN3bのカウント値のいずれか一方若しくは平均値は、設置方位線Lx3上における回転ドラムDRの回転角度位置として用いられ、カウンタ回路CN4a、CN4bのカウント値のいずれか一方若しくはその平均値は、設置方位線Lx4上における回転ドラムDRの回転角度位置として用いられる。なお、回転ドラムDRの製造誤差等によって回転ドラムDRが中心軸AXoに対して偏心して回転している場合を除き、原則として、カウンタ回路CN1a、CN1bのカウント値は同一となる。同様に、カウンタ回路CN2a、CN2bのカウント値も同一となり、カウンタ回路CN3a、CN3bのカ

10

20

【0068】

上述したように、アライメント顕微鏡AM1m(AM11～AM14)とエンコーダEN1a、EN1bとは、設置方位線Lx1上に配置され、アライメント顕微鏡AM2m(AM21～AM24)とエンコーダEN4a、EN4bとは、設置方位線Lx4上に配置されている。したがって、複数のアライメント顕微鏡AM1m(AM11～AM14)が撮像した複数の撮像信号のマーク位置検出部106の画像解析によるアライメントマークMKm(MK1～MK4)の位置検出と、アライメント顕微鏡AM1mが撮像した瞬間の回転ドラムDRの回転角度位置の情報(エンコーダEN1a、EN1bに基づくカウント値)とに基づいて、設置方位線Lx1上における基板Pの位置を高精度に計測することができる。同様に、複数のアライメント顕微鏡AM2m(AM21～AM24)が撮像した複数の撮像信号のマーク位置検出部106の画像解析によるアライメントマークMKm(MK1～MK4)の位置検出と、アライメント顕微鏡AM2mが撮像した瞬間の回転ドラムDRの回転角度位置の情報(エンコーダEN4a、EN4bに基づくカウント値)とに基づいて、設置方位線Lx4上における基板Pの位置を高精度に計測することができる。

30

【0069】

また、エンコーダEN1a、EN1bからの検出信号のカウント値と、エンコーダEN2a、EN2bからの検出信号のカウント値と、エンコーダEN3a、EN3bからの検出信号のカウント値と、エンコーダEN4a、EN4bからの検出信号のカウント値は、各エンコーダENja、ENjbが原点マークZZを検出した瞬間にゼロにリセットされる。そのため、エンコーダEN1a、EN1bに基づくカウント値が第1の値(例えば、100)のときの、回転ドラムDRに巻き付けられている基板Pの設置方位線Lx1上における位置を第1の位置とした場合に、基板P上の第1の位置が設置方位線Lx2上の位置(描画ラインSL1、SL3、SL5の位置)まで搬送されると、エンコーダEN2a、EN2bに基づくカウント値は第1の値(例えば、100)となる。同様に、基板P上の第1の位置が設置方位線Lx3上の位置(描画ラインSL2、SL4、SL6の位置)まで搬送されると、エンコーダEN3a、EN3bに基づく検出信号のカウント値は第1の値(例えば、100)となる。同様に、基板P上の第1の位置が設置方位線Lx4上の位置まで搬送されると、エンコーダEN4a、EN4bに基づく検出信号のカウント値は第1の値(例えば、100)となる。

40

50

【0070】

ところで、基板Pは、回転ドラムDRの両端のスケール部SDa、SDbより内側に巻き付けられている。図2では、スケール部SDa、SDbの外周面の中心軸AXoからの半径を、回転ドラムDRの外周面の中心軸AXoからの半径より小さく設定した。しかしながら、図3に示すように、スケール部SDa、SDbの外周面を、回転ドラムDRに巻き付けられた基板Pの外周面と同一面となるように設定してもよい。つまり、スケール部SDa、SDbの外周面の中心軸AXoからの半径（距離）と、回転ドラムDRに巻き付けられた基板Pの外周面（被照射面）の中心軸AXoからの半径（距離）とが同一となるように設定してもよい。これにより、各エンコーダENja（EN1a～EN4a）、ENjb（EN1b～EN4b）は、回転ドラムDRに巻き付いた基板Pの被照射面と同じ径方向の位置でスケール部SDa、SDbを検出することができる。したがって、エンコーダENja、ENjbによる計測位置と処理位置（描画ラインSL1～SL6）とが回転ドラムDRの径方向で異なることで生じるアップ誤差を小さくすることができる。

10

【0071】

ただし、被照射体としての基板Pの厚さは十数 μm ～数百 μm と大きく異なるため、スケール部SDa、SDbの外周面の半径と、回転ドラムDRに巻き付けられた基板Pの外周面の半径とを常に同一にすることは難しい。そのため、図3に示したスケール部SDa、SDbの場合、その外周面（スケール面）の半径は、回転ドラムDRの外周面の半径と一致するように設定される。さらに、スケール部SDa、SDbを個別の円盤で構成し、その円盤（スケール円盤）を回転ドラムDRのシャフトSftに同軸に取り付けることも可能である。その場合も、アップ誤差が許容値内に収まる程度に、スケール円盤の外周面（スケール面）の半径と回転ドラムDRの外周面の半径とを揃えておくのがよい。

20

【0072】

以上のことから、アライメント顕微鏡AM1m（AM11～AM14）によって検出されたアライメントマークMKm（MK1～MK4）の基板P上の位置と、エンコーダEN1a、EN1bに基づくカウント値（カウンタ回路CN1a、CN1bのカウント値のいずれか一方若しくは平均値）に基づいて、制御装置16によって基板Pの長尺方向（X方向）における露光領域Wの描画露光の開始位置が決定される。なお、露光領域WのX方向の長さは予め既知なので、制御装置16は、アライメントマークMKm（MK1～MK4）を所定個数検出する度に、描画露光の開始位置として決定する。そして、露光開始位置が決定された際のエンコーダEN1a、EN1bに基づくカウント値を第1の値（例えば、100）とした場合は、エンコーダEN2a、EN2bに基づくカウント値が第1の値（例えば、100）となると、基板Pの長尺方向における露光領域Wの描画露光の開始位置が描画ラインSL1、SL3、SL5上に位置する。したがって、走査ユニットU1、U3、U5は、エンコーダEN2a、EN2bのカウント値に基づいて、スポット光SPの走査を開始することができる。また、エンコーダEN3a、EN3bに基づくカウント値が第1の値（例えば、100）となると、基板Pの長尺方向における露光領域Wの描画露光の開始位置が描画ラインSL2、SL4、SL6上に位置する。したがって、走査ユニットU2、U4、U6は、エンコーダEN3a、EN3bのカウント値に基づいて、スポット光SPの走査を開始することができる。

30

40

【0073】

通常は、テンション調整ローラRT1、RT2が基板Pに長尺方向に所定のテンションを与えることで、基板Pは、回転ドラムDRに密着しながら、回転ドラムDRの回転と一緒に搬送される。しかし、回転ドラムDRの回転速度Vpが速かったり、テンション調整ローラRT1、RT2が基板Pに与えるテンションが低くなり過ぎたり、高くなり過ぎたりする等の理由により、基板Pの回転ドラムDRに対する滑りが発生する可能性がある。基板Pの回転ドラムDRに対する滑りが発生しない状態時においては、エンコーダEN4a、4bに基づくカウント値が、アライメントマークMKmA（ある特定のアライメントマークMKm）をアライメント顕微鏡AM1mが撮像した瞬間のエンコーダEN1a、EN1bに基づくカウント値（例えば、150）と同じ値になった場合は、アライメ

50

ント顕微鏡AM2mによって、このアライメントマークMKmAが検出される。

【0074】

しかしながら、基板Pの回転ドラムDRに対する滑りが発生している場合は、エンコーダEN4a、EN4bに基づくカウント値が、アライメントマークMKmAをアライメント顕微鏡AM1mが撮像した瞬間のエンコーダEN1a、EN1bに基づくカウント値（例えば、150）と同じ値となっても、アライメント顕微鏡AM2mによって、このアライメントマークMKmAが検出されない。この場合は、エンコーダEN4a、EN4bに基づくカウント値が、例えば、150を過ぎてから、アライメント顕微鏡AM2mによって、アライメントマークMKmAが検出されることになる。したがって、アライメントマークMKmAをアライメント顕微鏡AM1mが撮像した瞬間のエンコーダEN1a、EN1bに基づくカウント値と、アライメントマークMKmAをアライメント顕微鏡AM2mが撮像した瞬間のエンコーダEN4a、EN4bのカウント値とに基づいて、基板Pに対する滑り量を求めることができる。このように、このアライメント顕微鏡AM2mおよびエンコーダEN4a、EN4bを追加設置することで、基板Pの滑り量を測定することができる。

10

【0075】

次に、図5を参照して走査ユニットUn（U1～U6）の光学的な構成について説明する。なお、各走査ユニットUn（U1～U6）は、同一の構成を有することから、走査ユニットU1についてのみ説明し、他の走査ユニットUnについてはその説明を省略する。また、図5においては、照射中心軸Len（Le1）と平行する方向をZt方向とし、Zt方向と直交する平面上にあって、基板Pが処理装置PR2から露光装置EXを経て処理装置PR3に向かう方向をXt方向とし、Zt方向と直交する平面上であって、Xt方向と直交する方向をYt方向とする。つまり、図5のXt、Yt、Ztの3次元座標は、図2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Len（Le1）と平行となるように回転させた3次元座標である。

20

【0076】

図5に示すように、走査ユニットU1内には、ビームLB1の入射位置から被照射面（基板P）までのビームLB1の進行方向に沿って、反射ミラーM10、ビームエキスパンダーBE、反射ミラーM11、偏光ビームスプリッタBS1、反射ミラーM12、シフト光学部材（平行平板）SR、偏向調整光学部材（プリズム）DP、フィールドアパーチャFA、反射ミラーM13、λ/4波長板QW、シリンドリカルレンズCYa、反射ミラーM14、ポリゴンミラーPM、fθレンズFT、反射ミラーM15、シリンドリカルレンズCYbが設けられる。さらに、走査ユニットU1内には、走査ユニットU1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）OP1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BS1を介して検出するための光学レンズ系G10および光検出器DTとが設けられる。

30

【0077】

走査ユニットU1に入射するビームLB1は、-Zt方向に向けて進み、XtYt平面に対して45°傾いた反射ミラーM10に入射する。この走査ユニットU1に入射するビームLB1の軸線は、照射中心軸Le1と同軸になるように反射ミラーM10に入射する。反射ミラーM10は、ビームLB1を走査ユニットU1に入射させる入射光学部材として機能し、入射したビームLB1を、Xt軸と平行に設定される光軸AXaに沿って、反射ミラーM10から-Xt方向に離れた反射ミラーM11に向けて-Xt方向に反射する。したがって、光軸AXaはXtZt平面と平行な面内で照射中心軸Le1と直交する。反射ミラーM10で反射したビームLB1は、光軸AXaに沿って配置されるビームエキスパンダーBEを透過して反射ミラーM11に入射する。ビームエキスパンダーBEは、透過するビームLB1の径を拡大させる。ビームエキスパンダーBEは、集光レンズBe1と、集光レンズBe1によって収斂された後に発散するビームLB1を平行光にするコリメートレンズBe2とを有する。

40

【0078】

50

反射ミラーM11は、YtZt平面に対して45°傾いて配置され、入射したビームLB1（光軸AXa）を偏光ビームスプリッタBS1に向けて-Yt方向に反射する。反射ミラーM11に対して-Yt方向に離れて設置されている偏光ビームスプリッタBS1の偏光分離面は、YtZt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U1に入射するビームLB1は、P偏光のビームなので、偏光ビームスプリッタBS1は、反射ミラーM11からのビームLB1を-Xt方向に反射して反射ミラーM12側に導く。

【0079】

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に沿ってシフト光学部材SR、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、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。シフト光学部材SRは、光軸AXcに沿って配置される2枚の石英の平行平板Sr1、Sr2で構成され、平行平板Sr1は、Xt軸回りに傾斜可能であり、平行平板Sr2は、Yt軸回りに傾斜可能である。この平行平板Sr1、Sr2がそれぞれ、Xt軸、Yt軸回りに傾斜することで、ビームLB1の進行方向と直交するXtYt平面において、ビームLB1の中心の位置を2次元に微小量シフトする。この平行平板Sr1、Sr2は、制御装置16の制御の下、図示しないアクチュエータ（駆動部）によって駆動する。

【0080】

偏向調整光学部材DPは、反射ミラーM12で反射されてシフト光学部材SRを通過してきたビームLB1の光軸AXcに対する傾きを微調整するものである。偏向調整光学部材DPは、光軸AXcに沿って配置される2つの楔状のプリズムDp1、Dp2で構成され、プリズムDp1、Dp2の各々は独立して光軸AXcを中心に360°回転可能に設けられている。2つのプリズムDp1、Dp2の回転角度位置を調整することによって、反射ミラーM13に達するビーム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との平行出しが行われる。なお、2つのプリズムDp1、Dp2によって偏向調整された後のビームLB1は、ビームLB1の断面と平行な面内で横シフトしている場合があり、その横シフトは先のシフト光学部材SRによって元に戻すことができる。このプリズムDp1、Dp2は、制御装置16の制御の下、図示しないアクチュエータ（駆動部）によって駆動する。

【0081】

このように、シフト光学部材SRと偏向調整光学部材DPとを通ったビームLB1は、フィールドアパーチャFAの円形開口を透過して反射ミラーM13に達する。フィールドアパーチャFAの円形開口は、ビームエキスパンダーBEで拡大されたビームLB1の断面内の強度分布の裾野部分をカットする絞りである。フィールドアパーチャFAの円形開口を口径が調整可能な可変虹彩絞りにすると、スポット光SPの強度（輝度）を調整することができる。

【0082】

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fθ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。

【0083】

つまり、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。

【0084】

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。

【0085】

Xt軸方向に延びる光軸AXfを有するfθレンズFTは、ポリゴンミラーPMによって反射されたビームLB1を、XtYt平面において、光軸AXfと平行となるように反射ミラーM15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LB1のfθレンズFTへの入射角θは、ポリゴンミラーPMの回転角($\theta/2$)に応じて変わる。fθレンズFTは、反射ミラーM15およびシリンドリカルレンズCYb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LB1を投射する。焦点距離をfoとし、像高位置をyとすると、fθレンズFTは、 $y = fo \times \theta$ 、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fθレンズFTによって、ビームLB1をYt方向(Y方向)に正確に等速で走査することが可能になる。fθレンズFTへの入射角θが0度のときに、fθレンズFTに入射したビームLB1は、光軸AXf上に沿って進む。

【0086】

反射ミラーM15は、fθレンズFTからのビームLB1を、シリンドリカルレンズCYbを介して基板Pに向けて-Zt方向に反射する。fθレンズFTおよび母線がYt方向と平行となっているシリンドリカルレンズCYbによって、基板Pに投射されるビームLB1が基板Pの被照射面上で直径数μm程度(例えば、3μm)の微小なスポット光SP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SPは、ポリゴンミラーPMによって、Yt方向に延びる描画ラインSL1によって1次元走査される。なお、fθレンズFTの光軸AXfと照射中心軸Le1とは、同一の平面上にあり、その平面はXtZt平面と平行である。したがって、光軸AXf上に進んだビームLB1は、反射ミラーM15によって-Zt方向に反射し、照射中心軸Le1と同軸になって基板Pに投

10

20

30

40

50

射される。本第1の実施の形態において、少なくとも $f\theta$ レンズFTは、ポリゴンミラーPMによって偏向されたビームLB1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M11～M15）および偏光ビームスプリッタBS1は、反射ミラーM10から基板PまでのビームLB1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M10に入射するビームLB1の入射軸と照射中心軸Le1とを略同軸にすることができる。XtZt平面に関して、走査ユニットU1内を通るビームLB1は、略U字状またはコ字状の光路を通った後、-Zt方向に進んで基板Pに投射される。

【0087】

このように、基板PがX方向に搬送されている状態で、各走査ユニットUn（U1～U6）によって、ビームLBn（LB1～LB6）のスポット光SP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SPを基板Pの被照射面に相対的に2次元走査することができる。

【0088】

なお、一例として、描画ラインSLn（SL1～SL6）の実効的な長さを30mmとし、実効的なサイズ ϕ が3 μ mのスポット光SPの7/8ずつ、つまり、2.625（＝3×7/8） μ mずつ、オーバーラップさせながらスポット光SPを描画ラインSLn（SL1～SL6）に沿って基板Pの被照射面上に照射する場合は、スポット光SPは、0.375 μ 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SPの数は、80000（＝30[mm]/0.375[μ m]）となる。また、基板Pの副走査方向の送り速度（搬送速度）Vtを0.6048mm/secとし、副走査方向についてもスポット光SPの走査が0.375 μ mの間隔で行われるものとする、描画ラインSLn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Tpxは、約620 μ sec（＝0.375[μ m]/0.6048[mm/sec]）となる。この時間差Tpxは、8反射面RPのポリゴンミラーPMが1面分（45度＝360度/8）だけ回転する時間である。この場合、ポリゴンミラーPMの1回転の時間が、約4.96msec（＝8×620[μ sec]）となるように設定される必要がある、ポリゴンミラーPMの回転速度Vpは、毎秒約201.613回転（＝1/4.96[msec]）、すなわち、約12096.8rpmに設定される。

【0089】

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 $f\theta$ 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、 $f\theta$ レンズFTの焦点距離と最大走査長によっておおよそ決まってしまう。一例として、8反射面RP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 α の比率（走査効率）は、 $\alpha/45$ 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 α を15度とするので、走査効率は1/3（＝15度/45度）となり、 $f\theta$ レンズFTの最大入射角は30度（光軸AXfを中心として±15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、Ts＝Tpx×走査効率、となり、先の数値例の場合は、時間Ts、約206.666・・・ μ sec（＝620[μ 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 μ sec（＝206.666・・・[μ sec]×30[mm]/31[mm]）、となる。したがって、この時間Tspの間に、80000のスポット光SP（パルス光）を照射する必要がある、光源装置LS（LSa、LSb）からのビームLBの発光周波数（発振周波数）Faは、Fa＝80000回/200 μ sec＝400MHzとなる。

【0090】

図5に示す原点センサ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

10

20

30

40

50

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。

【0091】

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Bgb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。ビーム送光系opaは、図示しないが、レーザビームBgaを射出する光源と、光源が発光したレーザビームBgaを反射面RPに投射する光学部材（反射ミラーやレンズ等）とを有する。ビーム受光系opbは、図示しないが、受光した反射ビームBgbを受光して電気信号に変換する光電変換素子を含む受光部と、反射面RPで反射した反射ビームBgbを前記受光部に導く光学部材（反射ミラーやレンズ等）を有する。ビーム送光系opaとビーム受光系opbとは、ポリゴンミラーPMの回転位置が、反射面RPによるスポット光SPの走査が開始される直前の所定位置にきたときに、ビーム送光系opaが射出したレーザビームBgaの反射ビームBgbをビーム受光系opbが受光することができ、位置に設けられている。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。

【0092】

図5に示す光検出器DTは、入射した光を光電変換する光電変換素子を有する。回転ドラムDRの表面には、予め決められた基準パターンが形成されている。この基準パターンが形成された回転ドラムDR上の部分は、ビームLB1の波長域に対して低めの反射率（10～50%）の素材で構成され、基準パターンが形成されていない回転ドラムDR上の他の部分は、反射率が10%以下の材料または光を吸収する材料で構成される。そのため、基板Pが巻き付けられていない状態（または基板Pの透明部を通した状態）で、回転ドラムDR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、その反射光が、シリンドリカルレンズCYb、反射ミラーM15、fθレンズFT、ポリゴンミラーPM、反射ミラーM14、シリンドリカルレンズCYa、λ/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BS1に入射する。ここで、偏光ビームスプリッタBS1と基板Pとの間、具体的には、反射ミラーM13とシリンドリカルレンズCYaとの間には、λ/4波長板QWが設けられている。これにより、基板Pに照射されるビームLB1は、このλ/4波長板QWによってP偏光から円偏光のビームLB1に変換され、基板Pから偏光ビームスプリッタBS1に入射する反射光は、このλ/4波長板QWによって、円偏光からS偏光に変換される。したがって、基板Pからの反射光は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に入射する。

【0093】

このとき、パルス状のビームLB1が連続して走査ユニットU1に入射される状態で、回転ドラムDRを回転して走査ユニットU1がスポット光SPを走査することで、回転ドラムDRの外周面には、スポット光SPが2次元的に照射される。したがって、回転ドラ

10

20

30

40

50

ムDRに形成された基準パターンの画像を光検出器DTによって取得することができる。

【0094】

具体的には、光検出器DTから出力される光信号の強度変化を、ビームLB1（スポット光SP）のパルス発光のためのクロック信号LTC（光源装置LSで作られる）に
10 応答して、デジタルサンプリングすることでYt方向の1次元の画像データとして取得する。
さらに、描画ラインSL1上における回転ドラムDRの回転角度位置を計測するエン
コーダEN2a、EN2bの計測値に
20 応答して、副走査方向の一定距離（例えば、スポット光SPのサイズφの1/8）ごとにYt方向の1次元の画像データをXt方向に並べるこ
とにより、回転ドラムDRの表面の2次元の画像情報を所得する。制御装置16は、この
取得した回転ドラムDRの基準パターンの2次元の画像情報に基づいて、走査ユニットU
1の描画ラインSL1の傾きを計測する。この描画ラインSL1の傾きとは、各走査ユニ
ットUn（U1～U6）間における相対的な傾きであってもよく、回転ドラムDRの中心
軸AXoに対する傾き（絶対的な傾き）であってもよい。なお、同様にして、各描画ライ
ンSL2～SL6の傾きも計測することができることはいうまでもない。

【0095】

なお、複数の走査ユニットUn（U1～U6）は、複数の走査ユニットUn（U1～U
6）の各々が照射中心軸Len（Le1～Le6）回りに回動（回転）することができる
ように、図示しない本体フレームに保持されている。この各走査ユニットUn（U1～U
6）が、照射中心軸Len（Le1～Le6）回りに回動すると、各描画ラインSLn（
SL1～SL6）も、基板Pの被照射面上で照射中心軸Len（Le1～Le6）回りに
20 回動する。したがって、各描画ラインSLn（SL1～SL6）は、Y方向に対して傾く
ことになる。各走査ユニットUn（U1～U6）が照射中心軸Len（Le1～Le6）
回りに回動した場合であっても、各走査ユニットUn（U1～U6）内を通過するビーム
LBn（LB1～LB6）と各走査ユニットUn（U1～U6）内の光学的な部材との相
対的な位置関係は変わらない。したがって、各走査ユニットUn（U1～U6）は、基板
Pの被照射面上で回動した描画ラインSLn（SL1～SL6）に沿ってスポット光SP
を走査することができる。この各走査ユニットUn（U1～U6）の照射中心軸Len（
Le1～Le6）回りの回動は、制御装置16の制御の下、図示しないアクチュエータに
よって行われる。

【0096】

そのため、制御装置16は、計測した各描画ラインSLnの傾きに
30 応じて、走査ユニットUn（U1～U6）を照射中心軸Len（Le1～Le6）回りに回動させることで、
複数の描画ラインSLn（SL1～SL6）の平行状態を保つことができる。また、アラ
イメント顕微鏡AM1m、AM2mを用いて検出したアライメントマークMKmの位置に
基づいて、基板Pや露光領域Wが歪んでいる（変形している）場合は、それに応じて描画
するパターンも歪ませる必要性がある。そのため、制御装置16は、基板Pや露光領域W
が歪んでいる（変形している）と判断した場合は、走査ユニットUn（U1～U6）を照
射中心軸Len（Le1～Le6）回りに回動させることで、基板Pや露光領域Wの歪み
（変形）に応じて各描画ラインSLnをY方向に対して
40 微少に傾斜させる。その際、本実
施形態においては、後で説明するように、各描画ラインSLnに沿って描画されるパター
ンを、指定された倍率（例えば、ppmオーダー）に応じた伸縮させるような制御、或い
は、各描画ラインSLnを個別に副走査方向（図5中のXt方向）に微少にシフトさせる
制御が可能となっている。

【0097】

なお、走査ユニットUnの照射中心軸Lenと、走査ユニットUnが実際に回動する軸
（回動中心軸）とが完全に一致していなくても、所定の許容範囲内で両者が同軸であれば
よい。この所定の許容範囲は、走査ユニットUnを角度θsmだけ回動させたときの実際の
描画ラインSLnの描画開始点（または描画終了点）と、照射中心軸Lenと回動中心
軸とが完全に一致すると仮定したときに走査ユニットUnを所定の角度θsmだけ回動さ
せたときの設計上の描画ラインSLnの描画開始点（または描画終了点）との差分量が、
50

スポット光 S P の主走査方向に関して、所定の距離（例えば、スポット光 S P のサイズ ϕ ）以内となるように設定されている。また、走査ユニット U n に実際に入射するビーム L B n の光軸が、走査ユニット U n の回動中心軸と完全に一致してなくても、前記した所定の許容範囲内で同軸であればよい。

【0098】

図6は、ビーム切換部 B D U の構成図である。ビーム切換部 B D U は、複数の選択用光学素子 A O M n（A O M 1～A O M 6）と、複数の集光レンズ C D 1～C D 6と、複数の反射ミラー M 1～M 14と、複数のユニット側入射ミラー I M 1～I M 6と、複数のコリメートレンズ C L 1～C L 6と、吸収体 T R 1、T R 2とを有する。選択用光学素子 A O M n（A O M 1～A O M 6）は、ビーム L B（L B a、L B b）に対して透過性を有するものであり、超音波信号で駆動される音響光学変調素子（A O M：Acousto-Optic Modulator）である。これらの光学的な部材（選択用光学素子 A O M 1～A O M 6、集光レンズ C D 1～C D 6、反射ミラー M 1～M 14、ユニット側入射ミラー I M 1～I M 6、コリメートレンズ C L 1～C L 6、および、吸収体 T R 1、T R 2）は、板状の支持部材 I U B によって支持されている。この支持部材 I U B は、複数の走査ユニット U n（U 1～U 6）の上方（+Z方向側）で、これらの光学的な部材を下方（-Z方向側）から支持する。したがって、支持部材 I U B は、発熱源となる選択用光学素子 A O M n（A O M 1～A O M 6）と複数の走査ユニット U n（U 1～U 6）との間を断熱する機能も備えている。

【0099】

光源装置 L S a からビーム L B a は、反射ミラー M 1～M 6によってその光路がつづらおり状に曲げられて、吸収体 T R 1まで導かれる。また、光源装置 L S b からのビーム L B b も同様に、反射ミラー M 7～M 14によってその光路がつづらおり状に曲げられて、吸収体 T R 2まで導かれる。以下、選択用光学素子 A O M n（A O M 1～A O M 6）がいずれもオフ状態（超音波信号が印加されていない状態）の場合で、詳述する。

【0100】

光源装置 L S a からのビーム L B a（平行光束）は、Y軸と平行に+Y方向に進んで集光レンズ C D 1を通して反射ミラー M 1に入射する。反射ミラー M 1で-X方向に反射したビーム L B a は、集光レンズ C D 1の焦点位置（ビームウェスト位置）に配置された第1の選択用光学素子 A O M 1をストレートに透過し、コリメートレンズ C L 1によって再び平行光束にされて、反射ミラー M 2に至る。反射ミラー M 2で+Y方向に反射したビーム L B a は、集光レンズ C D 2を通った後に反射ミラー M 3で+X方向に反射される。

【0101】

反射ミラー M 3で+X方向に反射されたビーム L B a は、集光レンズ C D 2の焦点位置（ビームウェスト位置）に配置された第2の選択用光学素子 A O M 2をストレートに透過し、コリメートレンズ C L 2によって再び平行光束にされて、反射ミラー M 4に至る。反射ミラー M 4で+Y方向に反射されたビーム L B a は、集光レンズ C D 3を通った後に反射ミラー M 5で-X方向に反射される。反射ミラー M 5で-X方向に反射されたビーム L B a は、集光レンズ C D 3の焦点位置（ビームウェスト位置）に配置された第3の選択用光学素子 A O M 3をストレートに透過し、コリメートレンズ C L 3によって再び平行光束にされて、反射ミラー M 6に至る。反射ミラー M 6で+Y方向に反射したビーム L B a は、吸収体 T R 1に入射する。この吸収体 T R 1は、ビーム L B a の外部への漏れを抑制するためにビーム L B a を吸収する光トラップである。

【0102】

光源装置 L S b からのビーム L B b（平行光束）は、Y軸と平行に+Y方向に進んで反射ミラー M 13に入射し、反射ミラー M 13で+X方向に反射したビーム L B b は反射ミラー M 14で+Y方向に反射される。反射ミラー M 14で+Y方向に反射したビーム L B b は、集光レンズ C D 4を通った後に反射ミラー M 7で+X方向に反射される。反射ミラー M 7で+X方向に反射されたビーム L B b は、集光レンズ C D 4の焦点位置（ビームウェスト位置）に配置された第4の選択用光学素子 A O M 4をストレートに透過し、コリメートレンズ C L 4によって再び平行光束にされて、反射ミラー M 8に至る。反射ミラー M

8で+Y方向に反射されたビームLBbは、集光レンズCD5を通った後に反射ミラーM9で-X方向に反射される。

【0103】

反射ミラーM9で-X方向に反射されたビームLBbは、集光レンズCD5の焦点位置（ビームウェスト位置）に配置された第5の選択用光学素子AOM5をストレートに透過し、コリメートレンズCL5によって再び平行光束にされて、反射ミラーM10に至る。反射ミラーM10で+Y方向に反射されたビームLBbは、集光レンズCD6を通った後に反射ミラーM11で+X方向に反射される。反射ミラーM11で+X方向に反射されたビームLBbは、集光レンズCD6の焦点位置（ビームウェスト位置）に配置された第6の選択用光学素子AOM6をストレートに透過し、コリメートレンズCL6によって再び平行光束にされて、反射ミラーM12に至る。反射ミラーM12で-Y方向に反射したビームLBbは、吸収体TR2に入射する。この吸収体TR2は、ビームLBbの外部への漏れを抑制するためにビームLBbを吸収する光トラップである。

【0104】

以上のように、選択用光学素子AOM1～AOM3は、光源装置LSaからのビームLBaを順次透過するようにビームLBaの進行方向に沿って直列に配置される。また、選択用光学素子AOM1～AOM3は、集光レンズCD1～CD3とコリメートレンズCL1～CL3とによって、各選択用光学素子AOM1～AOM3の内部にビームLBaのビームウェストが形成されるように配置される。これにより、選択用光学素子（音響光学変調素子）AOM1～AOM3に入射するビームLBaの径を小さくして、回折効率を高くするとともに応答性を高めている。同様に、選択用光学素子AOM4～AOM6は、光源装置LSbからのビームLBbを順次透過するようにビームLBbの進行方向に沿って直列に配置される。また、選択用光学素子AOM4～AOM6は、集光レンズCD4～CD6とコリメートレンズCL4～CL6とによって、各選択用光学素子AOM4～AOM6の内部にビームLBbのビームウェストが形成されるように配置される。これにより、選択用光学素子（音響光学変調素子）AOM4～AOM6に入射するビームLBbの径を小さくして、回折効率を高くするとともに応答性を高めている。

【0105】

各選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）は、超音波信号（高周波信号）が印加されると、入射したビーム（0次光）LB（LBa、LBb）を、高周波の周波数に応じた回折角で回折させた1次回折光を射出ビーム（ビームLBn）として発生させるものである。本第1の実施の形態では、複数の選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）の各々から1次回折光として射出されるビームLBnをビームLB1～LB6とし、各選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）は、光源装置LSa、LSbからのビームLB（LBa、LBb）の光路を偏向する機能を奏するものとして扱う。ただし、実際の音響光学変調素子は、1次回折光の発生効率が0次光の80%程度であるため、各選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）の各々で偏向されたビームLBn（LB1～LB6）は、元のビームLB（LBa、LBb）の強度よりは低下している。また、選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）のいずれか1つがオン状態のとき、回折されずに直進する0次光が20%程度残存するが、それは最終的に吸収体TR1、TR2によって吸収される。

【0106】

図6に示すように、複数の選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）の各々は、偏向された1次回折光であるビームLBn（LB1～LB6）を、入射するビームLB（LBa、LBb）に対して-Z方向に偏向するように設置される。選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）の各々から偏向して射出するビームLBn（LB1～LB6）は、選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）の各々から所定距離だけ離れた位置に設けられたユニット側入射ミラーIM1～IM6に投射され、そこで-Z方向に照射中心軸Le1～Le6と同軸になるように反射される。ユニット側入射ミラーIM1～IM6（以下、単にミラーIM1～IM6とも呼ぶ）で反射されたビームLB1～LB6は、

支持部材 I U B に形成された開口部 T H 1 ~ T H 6 の各々を通して、照射中心軸 L e 1 ~ L e 6 に沿うように走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) の各々に入射する。

【0107】

なお、選択用光学素子 A O M n は、超音波によって透過部材中の所定方向に屈折率の周期的な粗密変化を生じさせる回折格子であるため、入射ビーム L B (L B a 、 L B b) が直線偏光 (P 偏光か S 偏光) である場合、その偏光方向と回折格子の周期方向とは、1 次回折光の発生効率 (回折効率) が最も高くなるように設定される。図 6 のように、各選択用光学素子 A O M n が入射したビーム L B (L B a 、 L B s) を - Z 方向に回折偏向するように設置される場合、選択用光学素子 A O M n 内に生成される回折格子の周期方向も - Z 方向であるので、それと整合するように光源装置 L S (L S a 、 L S b) からのビーム L B の偏光方向が設定 (調整) される。

10

【0108】

各選択用光学素子 A O M n (A O M 1 ~ A O M 6) の構成、機能、作用等は互いに同一のものを用いてもよい。複数の選択用光学素子 A O M n (A O M 1 ~ A O M 6) は、制御装置 1 6 からの駆動信号 (高周波信号) のオン / オフにしたがって、入射したビーム L B (L B a 、 L B b) を回折させた回折光の発生をオン / オフする。例えば、選択用光学素子 A O M 1 は、制御装置 1 6 からの駆動信号 (高周波信号) が印加されずにオフの状態のときは、入射した光源装置 L S a からのビーム L B a を回折させずに透過する。したがって、選択用光学素子 A O M 1 を透過したビーム L B a は、コリメートレンズ C L 1 を透過して反射ミラー M 2 に入射する。一方、選択用光学素子 A O M 1 は、制御装置 1 6 からの駆動信号 (高周波信号) が印加されてオンの状態のときは、入射したビーム L B a を回折させてミラー I M 1 に向かわせる。つまり、この駆動信号によって選択用光学素子 A O M 1 がスイッチングする。ミラー I M 1 は、選択用光学素子 A O M 1 によって回折された 1 次回折光であるビーム L B 1 を選択して走査ユニット U 1 側に反射する。選択用のミラー I M 1 で反射したビーム L B 1 は、支持部材 I U B の開口部 T H 1 を通って照射中心軸 L e 1 に沿って走査ユニット U 1 に入射する。したがって、ミラー I M 1 は、反射したビーム L B 1 の光軸が照射中心軸 L e 1 と同軸となるように、入射したビーム L B 1 を反射する。また、選択用光学素子 A O M 1 がオンの状態のとき、選択用光学素子 A O M 1 をストレートに透過するビーム L B の 0 次光 (入射ビームの 2 0 % 程度の強度) は、その後のコリメートレンズ C L 1 ~ C L 3 、集光レンズ C D 2 ~ C D 3 、反射ミラー M 2 ~ M 6 、および、選択用光学素子 A O M 2 ~ A O M 3 を透過して吸収体 T R 1 に達する。

20

30

【0109】

同様に、選択用光学素子 A O M 2 、 A O M 3 は、制御装置 1 6 からの駆動信号 (高周波信号) が印加されずにオフの状態のときは、入射したビーム L B a を回折させずにコリメートレンズ C L 2 、 C L 3 側 (反射ミラー M 4 、 M 6 側) に透過する。一方、選択用光学素子 A O M 2 、 A O M 3 は、制御装置 1 6 からの駆動信号が印加されてオンの状態のときは、入射したビーム L B a の 1 次回折光であるビーム L B 2 、 L B 3 をミラー I M 2 、 I M 3 に向かわせる。このミラー I M 2 、 I M 3 は、選択用光学素子 A O M 2 、 A O M 3 によって回折されたビーム L B 2 、 L B 3 を走査ユニット U 2 、 U 3 側に反射する。ミラー I M 2 、 I M 3 で反射したビーム L B 2 、 L B 3 は、支持部材 I U B の開口部 T H 2 、 T H 3 を通って照射中心軸 L e 2 、 L e 3 と同軸となって走査ユニット U 2 、 U 3 に入射する。

40

【0110】

このように、制御装置 1 6 は、選択用光学素子 A O M 1 ~ A O M 3 の各々に印加すべき駆動信号 (高周波信号) をオン / オフ (ハイ / ロー) にすることによって、選択用光学素子 A O M 1 ~ A O M 3 のいずれか 1 つをスイッチングして、ビーム L B a が後続の選択用光学素子 A O M 2 、 A O M 3 または吸収体 T R 1 に向かうか、偏向されたビーム L B 1 ~ L B 3 の 1 つが、対応する走査ユニット U 1 ~ U 3 に向かうかを切り換える。

【0111】

また、選択用光学素子 A O M 4 は、制御装置 1 6 からの駆動信号 (高周波信号) が印加

50

されずにオフの状態のときは、入射した光源装置 L S b からのビーム L B b を回折させずにコリメートレンズ C L 4 側（反射ミラー M 8 側）に透過する。一方、選択用光学素子 A O M 4 は、制御装置 1 6 からの駆動信号が印加されてオンの状態のときは、入射したビーム L B b の 1 次回折光であるビーム L B 4 をミラー I M 4 に向かわせる。このミラー I M 4 は、選択用光学素子 A O M 4 によって回折されたビーム L B 4 を走査ユニット U 4 側に反射する。ミラー I M 4 で反射したビーム L B 4 は、照射中心軸 L e 4 と同軸となって、支持部材 I U B の開口部 T H 4 を通って走査ユニット U 4 に入射する。

【0112】

同様に、選択用光学素子 A O M 5、A O M 6 は、制御装置 1 6 からの駆動信号（高周波信号）が印加されずにオフの状態のときは、入射したビーム L B b を回折させずにコリメートレンズ C L 5、C L 6 側（反射ミラー M 1 0、M 1 2 側）に透過する。一方、選択用光学素子 A O M 5、A O M 6 は、制御装置 1 6 からの駆動信号が印加されてオンの状態のときは、入射したビーム L B b の 1 次回折光であるビーム L B 5、L B 6 をミラー I M 5、I M 6 に向かわせる。このミラー I M 5、I M 6 は、選択用光学素子 A O M 5、A O M 6 によって回折されたビーム L B 5、L B 6 を走査ユニット U 5、U 6 側に反射する。ミラー I M 5、I M 6 で反射したビーム L B 5、L B 6 は、照射中心軸 L e 5、L e 6 と同軸となって、支持部材 I U B の開口部 T H 5、T H 6 の各々を通して走査ユニット U 5、U 6 に入射する。

【0113】

このように、制御装置 1 6 は、選択用光学素子 A O M 4 ~ A O M 6 の各々に印加すべき駆動信号（高周波信号）をオン／オフ（ハイ／ロー）にすることによって、選択用光学素子 A O M 4 ~ A O M 6 のいずれか 1 つをスイッチングして、ビーム L B b が後続の選択用光学素子 A O M 5、A O M 6 または吸収体 T R 2 に向かうか、偏向されたビーム L B 4 ~ L B 6 の 1 つが、対応する走査ユニット U 4 ~ U 6 に向かうかを切り換える。

【0114】

以上のように、ビーム切換部 B D U は、光源装置 L S a からのビーム L B a の進行方向に沿って直列に配置された複数の選択用光学素子 A O M n（A O M 1 ~ A O M 3）を備えることで、ビーム L B a の光路を切り換えてビーム L B n（L B 1 ~ L B 3）が入射する走査ユニット U n（U 1 ~ U 3）を 1 つ選択することができる。したがって、光源装置 L S a からのビーム L B a の 1 次回折光であるビーム L B n（L B 1 ~ L B 3）を、3 つの走査ユニット U n（U 1 ~ U 3）の各々に順番に入射させることができる。例えば、走査ユニット U 1 にビーム L B 1 を入射させたい場合は、制御装置 1 6 が、複数の選択用光学素子 A O M 1 ~ A O M 3 のうち、選択用光学素子 A O M 1 のみをオン状態にし、走査ユニット U 3 にビーム L B 3 を入射させたい場合は、選択用光学素子 A O M 3 のみをオン状態にすればよい。

【0115】

同様に、ビーム切換部 B D U は、光源装置 L S b からのビーム L B b の進行方向に沿って直列に配置された複数の選択用光学素子 A O M n（A O M 4 ~ A O M 6）を備えることで、ビーム L B b の光路を切り換えてビーム L B n（L B 4 ~ L B 6）が入射する走査ユニット U n（U 4 ~ U 6）を 1 つ選択することができる。したがって、光源装置 L S b からのビーム L B b の 1 次回折光であるビーム L B n（L B 4 ~ L B 6）を、3 つの走査ユニット U n（U 4 ~ U 6）の各々に順番に入射させることができる。例えば、走査ユニット U 4 にビーム L B 4 を入射させたい場合は、制御装置 1 6 が、複数の選択用光学素子 A O M 4 ~ A O M 6 のうち、選択用光学素子 A O M 4 のみをオン状態にし、走査ユニット U 6 にビーム L B 6 を入射させたい場合は、選択用光学素子 A O M 6 のみをオン状態にすればよい。

【0116】

この複数の選択用光学素子 A O M n（A O M 1 ~ A O M 6）は、複数の走査ユニット U n（U 1 ~ U 6）に対応して設けられ、対応する走査ユニット U n にビーム L B n を入射させるか否かを切り換えている。なお、本第 1 の実施の形態では、選択用光学素子 A O M

1～AOM3を、第1の光学素子モジュールと呼び、選択用光学素子AOM4～AOM6を、第2の光学素子モジュールと呼ぶ。また、第1の光学素子モジュールの選択用光学素子AOM1～AOM3に対応する走査ユニットU1～U3を第1の走査モジュールと呼び、第2の光学素子モジュールの選択用光学素子AOM4～AOM6に対応する走査ユニットU4～U6を第2の走査モジュールと呼ぶ。したがって、第1の走査モジュールのいずれか1つの走査ユニットUnと、第2の走査モジュールのいずれか1つの走査ユニットUnとで、スポット光SPの走査が並行して行われることになる。

【0117】

上述したように、本第1の実施の形態では、走査ユニットUnのポリゴンミラーPMの実走査に寄与する回転角度 α を15度とするので、走査効率は $1/3$ となる。したがって、例えば、1つの走査ユニットUnが1反射面RP分の角度(45度)回転する間に、スポット光SPの走査を行うことができる角度は15度となり、それ以外の角度範囲(30度)では、スポット光SPの走査を行うことはできず、その間にポリゴンミラーPMに入射するビームLbnは無駄となる。したがって、ある1つの走査ユニットUnのポリゴンミラーPMの回転角度が実走査に寄与しない角度となっている間に、それ以外の他の走査ユニットUnにビームLbnを入射させることで、他の走査ユニットUnのポリゴンミラーPMによってスポット光SPの走査を行わせる。ポリゴンミラーPMの走査効率は $1/3$ なので、ある1つの走査ユニットUnがスポット光SPを走査してから次の走査を行うまでの間に、それ以外の2つの走査ユニットUnにビームLbnを振り分けて、スポット光SPの走査を行うことが可能である。そのため、本第1の実施の形態は、複数の走査ユニットUn(U1～U6)を2つのグループ(走査モジュール)に分け、3つの走査ユニットU1～U3を第1の走査モジュールとし、3つの走査ユニットU4～U6を第2の走査モジュールとした。

【0118】

これにより、例えば、走査ユニットU1のポリゴンミラーPMが45度(1反射面RP分)回転する間に、ビームLbn(LB1～LB3)を3つの走査ユニットU1～U3のいずれか1つに順番に入射させることができる。したがって、走査ユニットU1～U3の各々は、光源装置LSaからのビームLbaを無駄にすることなく、順番にスポット光SPの走査を行うことができる。同様に、走査ユニットU4のポリゴンミラーPMが45度(1反射面RP分)回転する間に、ビームLbn(LB4～LB6)を3つの走査ユニットU4～U6のいずれか1つに順番に入射させることができる。したがって、走査ユニットU4～U6は、光源装置LSbからのビームLbbを無駄にすることなく、順番にスポット光SPの走査を行うことができる。なお、各走査ユニットUnがスポット光SPの走査を開始してから次の走査を開始するまでの間に、ポリゴンミラーPMは、丁度1反射面RP分の角度(45度)回転していることになる。

【0119】

本第1の実施の形態では、各走査モジュールの3つの走査ユニットUn(U1～U3、U4～U6)の各々は、所定の順番でスポット光SPの走査を行うので、これに対応して、制御装置16は、各光学素子モジュールの3つの選択用光学素子AOMn(AOM1～AOM3、AOM4～AOM6)を所定の順番でオンにスイッチングして、ビームLbn(LB1～LB3、LB4～LB6)が入射する走査ユニットUn(U1～U3、U4～U6)を順番に切り換える。例えば、各走査モジュールの3つの走査ユニットU1～U3、U4～U6のスポット光SPの走査を行う順番が、 $U1 \rightarrow U2 \rightarrow U3$ 、 $U4 \rightarrow U5 \rightarrow U6$ 、となっている場合は、制御装置16は、各光学素子モジュールの3つの選択用光学素子AOMn(AOM1～AOM3、AOM4～AOM6)を、 $AOM1 \rightarrow AOM2 \rightarrow AOM3$ 、 $AOM4 \rightarrow AOM5 \rightarrow AOM6$ 、の順番でオンにスイッチングして、ビームLbnが入射する走査ユニットUnを、 $U1 \rightarrow U2 \rightarrow U3$ 、 $U4 \rightarrow U5 \rightarrow U6$ 、の順番で切り換える。

【0120】

なお、ポリゴンミラーPMが1反射面RP分の角度(45度)回転する間に、各走査モ

10

20

30

40

50

ジュールの3つの走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_3$ 、 $U_4 \sim U_6$)が順番にスポット光 SP の走査を行うためには、各走査モジュールの3つの走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_3$ 、 $U_4 \sim U_6$)の各ポリゴンミラー PM が、次のような条件を満たして回転する必要がある。その条件とは、各走査モジュールの3つの走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_3$ 、 $U_4 \sim U_6$)の各ポリゴンミラー PM が、同一の回転速度 V_p となるように同期制御されるとともに、各ポリゴンミラー PM の回転角度位置(各反射面 RP の角度位置)が所定の位相関係となるように同期制御される必要がある。各走査モジュールの3つの走査ユニット U_n のポリゴンミラー PM の回転速度 V_p が同一で回転することを同期回転と呼ぶ。

【0121】

ビーム切換部 BDU の各選択用光学素子 AOM_n ($AOM_1 \sim AOM_6$)は、走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$)の各々のポリゴンミラー PM によるスポット光 SP の1回の走査期間の間だけ、オン状態となっていればよい。また、ポリゴンミラー PM の反射面数を N_p 、ポリゴンミラー PM の回転速度を V_p [rpm]とすると、ポリゴンミラー PM の反射面 RP の1面分の回転角度に対応した時間 T_{px} は、 $T_{px} = 60 / (N_p \times V_p)$ [秒]となる。例えば、反射面数 N_p が8、回転速度 V_p [rpm]が1,209,680の場合、時間 T_{px} は、約0.62ミリ秒となる。これは周波数に換算すると約1.6129 kHz程度であり、紫外域の波長のビーム LB をパターンデータ(描画データ)に应答して数十MHz程度で高速に変調するための音響光学変調素子に比べると、相対的に低い应答周波数の音響光学変調素子でよいことを意味する。そのため、入射するビーム LB (0次光)に対して偏向されるビーム $LB_1 \sim LB_6$ (1次回折光)の回折角が大きいものを使うことができ、選択用光学素子 $AOM_1 \sim AOM_6$ をストレートに通過するビーム LB の進路に対して、偏向されたビーム $LB_1 \sim LB_6$ を分離するミラー $IM_1 \sim IM_6$ の配置が容易になる。

【0122】

図7は、光源装置(パルス光源装置、パルスレーザ装置) LS_a (LS_b)の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_a (LS_b)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。なお、光源装置 LS_a の信号発生部22aから出力される画素シフトパルス BSC と、光源装置 LS_b の信号発生部22aから出力される画素シフトパルス BSC とを区別するため、光源装置 LS_a からの画素シフトパルス BSC を BSC_a で表し、光源装置 LS_b からの画素シフトパルス BSC を BSC_b で表す場合がある。

【0123】

DFB 半導体レーザ素子(第1固体レーザ素子)30は、所定周波数である発振周波数 F_a (例えば、400 MHz)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) S_1 を発生し、 DFB 半導体レーザ素子(第2固体レーザ素子)32は、所定周波数である発振周波数 F_a (例えば、400 MHz)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) S_2 を発生する。 DFB 半導体レーザ素子30が発生する種光 S_1 と、 DFB 半導体レーザ素子32が発生する種光 S_2 とは、発光タイミングが同期している。種光 S_1 、 S_2 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 S_1 の方が強い。この種光 S_1 と種光 S_2 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 S_1 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 S_2 の偏光状態を P 偏光として説明する。この種光 S_1 、 S_2 は、赤外波長域の光である。

【0124】

10

20

30

40

50

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 L T C のクロックパルスに응答して種光 S 1、S 2 が発光するように D F B 半導体レーザ素子 30、32 を制御する。これにより、この D F B 半導体レーザ素子 30、32 は、クロック信号 L T C の各クロックパルス（発振周波数 F a）に응答して、所定周波数（発振周波数）F a で種光 S 1、S 2 を発光する。この制御回路 22 は、制御装置 16 によって制御される。このクロック信号 L T C のクロックパルスの周期（ $= 1 / F a$ ）を、基準周期 T a と呼ぶ。D F B 半導体レーザ素子 30、32 で発生した種光 S 1、S 2 は、偏光ビームスプリッタ 34 に導かれる。

【0125】

なお、この基準クロック信号となるクロック信号 L T C は、詳しくは後述するが、ビットマップ状のパターンデータのメモリ回路中の行方向のアドレスを指定するためのカウンタ部 C O N n（C O N 1～C O N 6）（図 14 参照）の各々に供給される画素シフトパルス B S C（B S C a、B S C b）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 S L n の全体倍率補正を行うための全体倍率補正情報 T M g と、描画ライン S L n の局所倍率補正を行うための局所倍率補正情報 C M g n（C M g 1～C M g 6）とが制御装置 16 から入力される。後で詳しく説明するが、これにより、基板 P の被照射面上における描画ライン S L n の長さ（走査長）を微調整することができる。この描画ライン S L n の伸縮（走査長の微調整）は、描画ライン S L n 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、簡単に説明すると、描画データ上の 1 画素（1 ビット）に含まれるスポット光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 S P の投射間隔（つまり、スポット光の発振周波数）を一律に微調整することで、描画ライン S L n 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、簡単に説明すると、1 描画ライン上に設定される離散的な複数の補正点の各々に位置する 1 画素（1 ビット）を対象に、その補正点の画素に含まれるべきスポット光の数を、隣接する他の画素に含まれるべきスポット光の数に対して増減させることで、基板上に描画される各補正点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。

【0126】

偏光ビームスプリッタ 34 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 30 が発生した種光 S 1 と、D F B 半導体レーザ素子 32 が発生した種光 S 2 とを、電気光学素子 36 に導く。詳しくは、偏光ビームスプリッタ 34 は、D F B 半導体レーザ素子 30 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 36 に導く。また、偏光ビームスプリッタ 34 は、D F B 半導体レーザ素子 32 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 36 に導く。D F B 半導体レーザ素子 30、32、および、偏光ビームスプリッタ 34 は、種光 S 1、S 2 を生成するパルス光源部 35 を構成する。

【0127】

電気光学素子（強度変調部）36 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。電気光学素子 36 は、描画ビット列データ S B a（S B b）のハイ／ロー状態に응答して、種光 S 1、S 2 の偏光状態を駆動回路 36a によって切り換えるものである。描画ビット列データ S B a は、走査ユニット U 1～U 3 の各々が露光すべきパターンに応じたパターンデータ（ビットパターン）に基づいて生成されるものであり、描画ビット列データ S B b は、走査ユニット U 4～U 6 の各々が露光すべきパターンに応じたパターンデータ（ビットパターン）に基づいて生成されるものである。したがって、描画ビット列データ S B a は、光源装置 L S a の駆動回路 36a に入力され、描画ビット列データ S B b は、光源装置 L S b の駆動回路 36a に入力される。D F B 半導体レーザ素子 30、D F B 半導体レーザ素子 32 の各々からの種光 S 1、S 2 は波長域が 800nm 以上と長いため、電気光学素子 36 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。

【0128】

パターンデータ（描画データ）は、走査ユニット U_n 毎に設けられ、各走査ユニット U_n によって描画されるパターンを、スポット光 SP のサイズ ϕ に応じて設定される寸法 P_{xy} 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論理情報（画素データ）で表したものである。つまり、このパターンデータは、スポット光 SP の主走査方向（ Y 方向）に沿った方向を行方向とし、基板 P の副搬送方向（ 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で構成されているビットマップデータである。この画素の論理情報は、「0」または「1」の1ビットのデータである。「0」の論理情報は、基板 P に照射するスポット光 SP の強度を低レベル（非描画）にすることを意味し、「1」の論理情報は、基板 P 上に照射するスポット光 SP の強度を高レベル（描画）にすることを意味する。なお、画素の寸法 P_{xy} の主走査方向（ Y 方向）の寸法を P_y とし、副走査方向（ X 方向）の寸法を P_x とする。

10

【0129】

パターンデータの1列分の画素の論理情報は、1本分の描画ライン SL_n （ $SL_1 \sim SL_6$ ）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_{xy} 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_{xy} は、スポット光 SP のサイズ ϕ 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 ϕ が $3\mu m$ の場合は、1画素の寸法 P_{xy} は、 $3\mu m$ 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 （ $SL_1 \sim SL_6$ ）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をシリアルデータ DL_n と呼ぶ。つまり、パターンデータは、シリアルデータ 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 U_1 のパターンデータのシリアルデータ DL_n を DL_1 で表し、同様に、走査ユニット $U_2 \sim U_6$ のパターンデータのシリアルデータ DL_n を $DL_2 \sim DL_6$ で表す。

20

【0130】

また、走査モジュールの3つの走査ユニット $U_1 \sim U_3$ （ $U_4 \sim U_6$ ）は、所定の順番でスポット光 SP の走査を1回ずつ行う動作を繰り返すことから、それに対応して、走査モジュールの3つの走査ユニット $U_1 \sim U_3$ （ $U_4 \sim U_6$ ）のパターンデータのシリアルデータ $DL_1 \sim DL_3$ （ $DL_4 \sim DL_6$ ）も、所定の順番で、光源装置 LS_a （ LS_b ）の駆動回路36aに出力される。この光源装置 LS_a の駆動回路36aに順次出力されるシリアルデータ $DL_1 \sim DL_3$ を描画ビット列データ SB_a と呼び、この光源装置 LS_b の駆動回路36aに順次出力されるシリアルデータ $DL_4 \sim DL_6$ を描画ビット列データ SB_b と呼ぶ。

30

【0131】

例えば、第1の走査モジュールにおいて、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n の順番が、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、の場合は、まず、1列分のシリアルデータ DL_1 が光源装置 LS_a の駆動回路36aに出力され、続いて、1列分のシリアルデータ DL_2 が光源装置 LS_a の駆動回路36aに出力されるといった具合に、描画ビット列データ SB_a を構成する1列分のシリアルデータ $DL_1 \sim DL_3$ が、 $DL_1 \rightarrow DL_2 \rightarrow DL_3$ 、の順番で光源装置 LS_a の駆動回路36aに出力される。その後、次の列のシリアルデータ $DL_1 \sim DL_3$ が、 $DL_1 \rightarrow DL_2 \rightarrow DL_3$ 、の順番で描画ビット列データ SB_a として光源装置 LS_a の駆動回路36aに出力される。同様に、第2の走査モジュールにおいて、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n の順番が、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、の場合は、まず、1列分のシリアルデータ DL_4 が光源装置 LS_b の駆動回路36aに出力され、続いて、1列分のシリアルデータ DL_5 が光源装置 LS_b の駆動回路36aに出力されるといった具合に、描画ビット列データ SB_b を構成する1列分のシリアルデータ $DL_4 \sim DL_6$ が、 $DL_4 \rightarrow DL_5 \rightarrow DL_6$ 、の順番で光源装置 LS_b の駆動回路36aに出力される。その後、次の列のシリアルデータ $DL_4 \sim DL_6$ が、 $DL_4 \rightarrow DL_5 \rightarrow DL_6$ 、の順番で描画ビット列データ SB_b として光源装置 LS_b の駆動回路36aに出力される。この光源装置 LS_a （ LS_b ）の駆動回路36aに描画ビット列データ SB_a （ SB_b ）を出力

40

50

する具体的な構成については後で詳細に説明する。

【0132】

駆動回路36aに入力される描画ビット列データS B a (S B b)の1画素分の論理情報がロー(「0」)状態のとき、電気光学素子36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38に導く。一方で、駆動回路36aに入力される描画ビット列データS B a (S B b)の1画素分の論理情報がハイ(「1」)状態のとき、電気光学素子36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90度変えて偏光ビームスプリッタ38に導く。このように駆動回路36aが描画ビット列データS B a (S B b)に基づいて電気光学素子36を駆動することによって、電気光学素子36は、描画ビット列データS B a (S B b)の画素の論理情報がハイ状態(「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。

10

【0133】

偏光ビームスプリッタ38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44に導き、S偏光の光を反射させて吸収体40に導くものである。この偏光ビームスプリッタ38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42は励起光を発生し、該発生した励起光は、光ファイバー42aを通してコンバイナ44に導かれる。コンバイナ44は、偏光ビームスプリッタ38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46に出力する。ファイバー光増幅器46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46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46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)、トリウム(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46の射出端46a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48に入射する。

20

【0134】

波長変換光学素子(第1の波長変換光学素子)48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 λ)を、波長が λ の1/2の第2高調波に変換する。波長変換光学素子48として、疑似位相整合(Quasi Phase Matching: Q P M)結晶であるP P L N (Periodically Poled LiNbO₃)結晶が好適に用いられる。なお、P P L T (Periodically Poled LiTaO₃)結晶等を用いることも可能である。

30

【0135】

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: S F G)により、波長が λ の1/3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L B)となる。

40

【0136】

図8に示すように、駆動回路36aに印加する描画ビット列データS B a (S B b)の1画素分の論理情報がロー(「0」)の場合は、電気光学素子(強度変調部)36は、入射した種光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L s eは種光S 2となる。したがって、光源装置L S a (L S b)から最終的に出力されるP偏光のL B a (L B b)は、D F B半導体レーザ素子32からの種光S 2と同じ発振プロファイル(時間特性)を有する。すなわち、この場合は、ビームL B a (L B b)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S 2に対する増幅効率が低いため、光源装置L S a (L S b)から射出される

50

ビーム L B a (L B b) 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 L S a (L S b) はビーム L B a (L B b) 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 S P の強度は低レベルとなる。ただし、パターンの露光が行われない期間 (非露光期間) では、種光 S 2 由来の紫外域のビーム L B a (L B b) が僅かな強度であっても照射され続ける。そのため、描画ライン S L 1 ~ S L 6 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 L S a (L S b) のビーム L B a (L B b) 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。

【 0 1 3 7 】

一方、図 8 に示すように、駆動回路 3 6 a に印加する描画ビット列データ S B a (S B b) の 1 画素分の論理情報がハイ (「 1 」) の場合は、電気光学素子 (強度変調部) 3 6 は、入射した種光 S 1、S 2 の偏光状態を変えて偏光ビームスプリッタ 3 8 に導く。そのため、偏光ビームスプリッタ 3 8 を透過するビーム L s e は種光 S 1 となる。したがって、光源装置 L S a (L S b) から射出されるビーム L B a (L B b) は、D F B 半導体レーザ素子 3 0 からの種光 S 1 に由来して生成されたものとなる。D F B 半導体レーザ素子 3 0 からの種光 S 1 はピーク強度が強いため、ファイバー光増幅器 4 6 によって効率的に増幅され、光源装置 L S a (L S b) から出力される P 偏光のビーム L B a (L B b) 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 S P の強度は高レベルとなる。

【 0 1 3 8 】

このように、光源装置 L S a (L S b) 内に、描画用光変調器としての電気光学素子 3 6 を設けたので、1 つの電気光学素子 (強度変調部) 3 6 を制御することで、走査モジュールの 3 つの走査ユニット U 1 ~ U 3 (U 4 ~ U 6) によって走査されるスポット光 S P の強度を、描画すべきパターンに応じて変調させることができる。したがって、光源装置 L S a (L S b) から射出されるビーム L B a (L B b) は、強度変調された描画ビームとなる。

【 0 1 3 9 】

ここで、本第 1 の実施の形態では、駆動回路 3 6 a に描画ビット列データ S B a (D L 1 ~ D L 3)、S B b (D L 4 ~ D L 6) が印加されていない期間においても、光源装置 L S a、L S b から種光 S 2 に由来するビーム L B a、L B b が射出されることになる。そのため、スポット光 S P の走査が可能な最大走査長 (例えば、3 1 mm) 以下の範囲内で描画ライン S L n の実効的な走査長 (例えば、3 0 mm) が設定されていたとしても、実際には、スポット光 S P は、最大走査長の全範囲に亘って主走査方向に沿って走査される。ただし、描画ライン S L n 以外の位置に投射されるスポット光 S P の強度は低レベルである。したがって、本第 1 の実施の形態でいうところの描画ライン S L n とは、各シリアルデータ D L 1 ~ D L 6 によってスポット光 S P の強度が変調されて走査される、つまり、描画される走査線のことをいう。したがって、描画ライン S L n に沿ったスポット光 S P の走査期間と、シリアルデータ D L n の各画素の論理情報が出力される期間とは略同一である。

【 0 1 4 0 】

なお、図 7 の構成において、D F B 半導体レーザ素子 3 2 および偏光ビームスプリッタ 3 4 を省略して、D F B 半導体レーザ素子 3 0 からの種光 S 1 のみを、パターンデータ (描画ビット列データ S B a、S B b、または、シリアルデータ D L n) に基づく電気光学素子 3 6 の偏光状態の切り換えで、ファイバー光増幅器 4 6 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 S 1 のファイバー光増幅器 4 6 への入射周期性が描画すべきパターンに応じて大きく乱される。すなわち、ファイバー光増幅器 4 6 に D F B 半導体レーザ素子 3 0 からの種光 S 1 が入射しない状態が続いた後に、ファイバー光増幅器 4 6 に種光 S 1 が入射すると、入射直後の種光 S 1 は通常の時よりも大きな増幅率で増幅され、ファイバー光増幅器 4 6 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、本第1の実施の形態では、好ましい態様として、ファイバー光増幅器46に種光S1が入射しない期間に、DFB半導体レーザ素子32からの種光S2（ピーク強度が低い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、このような問題を解決している。

【0141】

また、電気光学素子36をスイッチングするようにしたが、パターンデータ（描画ビット列データS Ba、S B b、または、シリアルデータD L n）に基づいて、DFB半導体レーザ素子30、32を駆動するようにしてもよい。この場合は、このDFB半導体レーザ素子30、32が、描画用光変調器（強度変調部）として機能する。つまり、制御回路22は、描画ビット列データS Ba（D L 1～D L 3）、S B b（D L 4～D L 6）、に基づいて、DFB半導体レーザ素子30、32を制御して、所定周波数F aでパルス状に発振する種光S1、S2を選択的（択一的）に発生させる。この場合は、偏光ビームスプリッタ34、38、電気光学素子36、および吸収体40は不要となり、DFB半導体レーザ素子30、32のいずれか一方から選択的にパルス発振される種光S1、S2の一方が、直接コンバイナ44に入射する。このとき、制御回路22は、DFB半導体レーザ素子30からの種光S1と、DFB半導体レーザ素子32からの種光S2とが同時にファイバー光増幅器46に入射しないように、各DFB半導体レーザ素子30、32の駆動を制御する。すなわち、基板Pに各ビームL B nのスポット光S Pを照射する場合は、種光S1のみがファイバー光増幅器46に入射するようにDFB半導体レーザ素子30を制御する。また、基板Pに各ビームL B nのスポット光S Pを照射しない（スポット光S Pの強度を極めて低くする）場合には、種光S2のみがファイバー光増幅器46に入射するようにDFB半導体レーザ素子32を制御する。このように、基板PにビームL B nを照射するか否かは、画素の論理情報（ハイ／ロー）に基づいて決定される。また、この場合の種光S1、S2の偏光状態はともにP偏光でよい。

【0142】

ここで、光源装置L S a（L S b）は、スポット光S Pの走査中に、基板Pの被照射面上の寸法P x yの1画素に対して、スポット光S Pが主走査方向に沿ってN個（本第1の実施の形態では、N=8とする）投射されるように、ビームL B a（L B b）を射出する。この光源装置L S a（L S b）から射出されるビームL B a（L B b）は、信号発生部22aが発生するクロック信号L T Cのクロックパルスに応答して発生する。したがって、寸法P x yの1画素に対してスポット光S PをN個（Nは2以上の整数）投射するためには、主走査方向におけるスポット光S Pの基板Pに対する相対的な走査速度をV sとしたとき、信号発生部22aは、 $P x y / (N \times V s)$ または $P y / (N \times V s)$ で決まる基準周期T a（ $= 1 / F a$ ）でクロック信号L T Cのクロックパルスを発生する必要がある。例えば、実効的な描画ラインS L nの長さを30mmとし、1回の走査時間T s pを200μsecとすると、スポット光S Pの走査速度V sは、150m/secとなる。そして、画素の寸法P x y（P xおよびP y）がスポット光S Pの実効的なサイズと同じ3μmであって、Nが8個の場合は、基準周期T a = $3 \mu m / (8 \times 150 m / sec)$ = 0.0025μsecとなり、その周波数F a（ $= 1 / T a$ ）は、400MHzとなる。

【0143】

原則として、1画素に対してN（=8）個のスポット光S Pが対応するので、クロック信号L T CのクロックパルスがN個（8個）出力される度に、駆動回路36aに出力するシリアルデータD L 1～D L 3（D L 4～D L 6）で構成される描画ビット列データS B a（S B b）の画素の論理情報が行方向に1つシフトすることになる。図8に示すように、ある画素の画素データとして論理情報（「1」）が出力され始めてから8個のクロックパルスが出力されると、次の画素の論理情報である「0」が出力される。そして、各描画ラインS L 1～S L 3（S L 4～S L 6）の長さを局所的に倍率補正するために、各描画ラインS L 1～S L 3（S L 4～S L 6）上に離散的に等間隔に配置された補正対象となる画素（以下、補正画素）に対しては、N±m個（mは、m<Nの関係を有する1以上の

整数)のスポット光SPが対応する。そのため、補正画素に対しては、 $N \pm m$ 個のクロック信号LTCのクロックパルスが出力されると、駆動回路36aに出力する描画ビット列データSba(Sbb)の画素の論理情報が行方向に1つシフトする。例えば、Nが8、mが1の場合は、補正画素に対しては7個または9個のスポット光SPが投射される。したがって、補正画素が主走査方向に伸縮することになり、結果として描画ラインSL1~SL3(SL4~SL6)の各々が全体的に伸縮することになる。補正画素以外の非補正画素に対しては8個のスポット光SPが投射される。この補正画素の指定および補正画素の主走査方向における伸縮率(倍率)は、補正画素を指定するための補正位置情報Nvおよび補正画素の主走査方向における伸縮率(倍率)を示す倍率情報SCAを含む局所倍率補正情報(補正情報)CMgnに基づいて決定される。なお、倍率情報SCAは、「 $\pm m$ 」の値を示す情報である。この局所倍率補正情報CMgn(CMg1~CMg6)は、走査ユニットUn(U1~U6)毎に設けられている。

【0144】

本第1の実施の形態では、局所倍率補正を行わない場合は、1描画ラインSLn当り80000のスポット光SPが主走査方向に沿って走査され、1画素当りのスポット光SPは8個なので、1描画ラインSLn当りの画素の数(シリアルデータDLnの論理情報の数)は、10000($=80000/8$)、となる。また、「N」を8、「m」を1とするので、局所倍率補正を行う場合は、補正画素に7個または9個($N \pm m$ 個)のスポット光SPを照射することになるが、1描画ラインSLn当りの画素の数は10000のままなので、1描画ラインSLnで照射されるスポット光SPの数が80000より多くまたは少なくなる。例えば、伸長の場合は、補正画素に対して9つのスポット光SPを投射するので、1描画ラインSLn当り40個の補正画素が存在する場合は、1描画ラインSLnで照射されるスポット光SPの数は80040となる。また、縮小の場合は、補正画素に対して7つのスポット光SPを投射するので、1描画ラインSLn当り40個の補正画素が存在する場合は、1描画ラインSLnで照射されるスポット光SPの数は79960となる。

【0145】

図9は、光源装置LSa(LSb)の補正画素を伸縮させる機能を有する信号発生部22aの構成を示す図である。信号発生部22aは、クロック発生部(発振器)60と、補正画素指定部62と、送出タイミング切換部64とを有する。このクロック発生部60、補正画素指定部62、および、送出タイミング切換部64等は、FPGA(Field Programmable Gate Array)により集約して構成することができる。

【0146】

クロック発生部60は、全体倍率補正情報TMgに応じた発振周波数Faのクロック信号(基準クロック信号)LTCを発振する。本第1の実施の形態では、全体倍率補正情報TMgが0の場合に、クロック発生部60が400MHzの発振周波数Faでクロックパルス(クロック信号LTC)を発生(生成)する。したがって、この場合は、光源装置LS(LSa、LSb)は、パルス状のビームLB(LBa、LBb)を400MHzで射出する。また、本第1の実施の形態では、発振周波数Faが400MHzのときに、80000個のスポット光SPが主走査方向に沿って $0.375\mu\text{m}$ 間隔で照射されるようにポリゴンミラーPMの回転速度Vpが設定されているので、描画ラインSLnの走査長は30mmとなる。全体倍率補正情報TMgによって発振周波数Faが400MHzより高くなると、基板Pの被照射面上でのスポット光SPの主走査方向の投射間隔は短くなり、その結果描画ラインSLnが30mmより短くなる。逆に、全体倍率補正情報TMgによって発振周波数Faが400MHzより低くなると、基板Pの被照射面上でのスポット光SPの走査方向の投射間隔は長くなり、その結果描画ラインSLnが30mmより長くなる。このように、全体倍率補正情報TMgによって、描画ラインSLnの全体倍率を調整することができる。この全体倍率補正情報TMgに応じて基板Pの被照射面上における画素の主走査方向における寸法Pxyの長さは伸縮されるが、本第1の実施の形態では、全体倍率補正情報TMgは0(発振周波数Fa=400MHz)とするので、画素の寸法P

$x y$ は、スポット光 $S P$ のサイズ ϕ と同程度となる。クロック発生部 60 が発生したクロック信号 $L T C$ は、制御回路 22 に送られるとともに、補正画素指定部 62 および送出タイミング切換部 64 にも送られる。

【0147】

補正画素指定部 62 は、各描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) に沿って並ぶ複数の画素のうちで、特定の位置に配置される少なくとも 1 つの画素を補正画素として指定するものである。補正画素指定部 62 は、局所倍率補正情報（補正情報） $C M g n$ ($C M g 1 \sim C M g 6$) の一部である補正位置情報（設定値） $N v$ に基づいて補正画素を指定する。局所倍率補正情報（補正情報） $C M g n$ の補正位置情報 $N v$ は、描画ライン $S L n$ に沿って描画されるパターンの描画倍率（または描画ライン $S L n$ の主走査方向における倍率）に応じて、描画ライン $S L n$ 上の等間隔に離散的な複数の位置の各々に補正画素を指定するための情報であり、補正画素と補正画素との距離間隔（等間隔）を示す情報である。これにより、補正画素指定部 62 は、描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) 上の等間隔に離散的な位置に配置される複数の画素を補正画素として指定することができる。各描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) に沿って並ぶ複数の画素のうち、補正画素として指定されなかった画素は、非補正画素となるので、補正画素指定部 62 は、補正画素を指定することで、非補正画素も指定しているといえる。なお、「 $N \pm m$ 」の「 m 」の値が一定の場合は、補正すべき描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) の伸縮率が大きくなる程、指定される補正画素の数は多くなる。

【0148】

送出タイミング切換部（送出タイミング制御部）64 は、局所倍率補正情報 $C M g n$ ($C M g 1 \sim C M g 6$) の補正位置情報 $N v$ に基づいて補正画素指定部 62 が指定した補正画素と、局所倍率補正情報 $C M g n$ ($C M g 1 \sim C M g 6$) の倍率情報 $S C A$ とに基づいて、シリアルデータ $D L n$ ($D L 1 \sim D L 6$) の各画素の論理情報の送出タイミングを制御する（切り換える）。つまり、描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) に沿ってスポット光 $S P$ が走査される画素が補正画素の場合は、局所倍率補正情報 $C M g n$ ($C M g 1 \sim C M g 6$) の倍率情報 $S C A$ に基づいて補正画素が伸縮するように、駆動回路 36a に送出（供給）されるシリアルデータ $D L n$ の画素の論理情報（つまり、パターンデータの行方向の画素毎の論理情報）の送出タイミングを切り換える。

【0149】

詳しくは、送出タイミング切換部 64 は、描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) 上の補正画素でない画素（通常画素、非補正画素）をスポット光 $S P$ が走査するタイミングでは、クロック信号 $L T C$ のクロックパルス（スポット光 $S P$ ）の N 個が 1 画素に対応し、描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) 上の補正画素をスポット光 $S P$ が走査するタイミングでは、クロック信号 $L T C$ のクロックパルス（スポット光 $S P$ ）の $N \pm m$ 個が 1 画素に対応するように、駆動回路 36a に送出されるシリアルデータ $D L n$ ($D L 1 \sim D L 6$) の各画素の論理情報の送出タイミングを切り換える。つまり、送出タイミング切換部 64 は、描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) 上の通常画素をスポット光 $S P$ が走査するタイミングでは、クロック信号 $L T C$ のクロックパルスが N 個発生すると次の画素の論理情報が駆動回路 36a に出力され、描画ライン $S L n$ ($S L 1 \sim S L 6$) 上の補正画素をスポット光 $S P$ が走査するタイミングでは、クロック信号 $L T C$ のクロックパルスが $N \pm m$ 個発生すると次の画素の論理情報が駆動回路 36a に出力されるように、駆動回路 36a に送出されるシリアルデータ $D L n$ ($D L 1 \sim D L 6$) の各画素の論理情報の送出タイミングを切り換える（制御する）。この「 $\pm m$ 」の値は、局所倍率補正情報 $C M g n$ ($C M g 1 \sim C M g 6$) の一部である倍率情報 $S C A$ に基づいて決定される。

【0150】

補正画素指定部 62 は、ビーム切換部 $B D U$ によってビーム $L B n$ が入射する走査ユニット $U n$ に対応した局所倍率補正情報 $C M g n$ の補正位置情報 $N v$ を用いて、ビーム $L B n$ が入射する走査ユニット $U n$ の描画ライン $S L n$ 上に配置される複数の補正画素を指定する。送出タイミング切換部 64 は、補正画素指定部 62 が指定したビーム $L B n$ が入射

する走査ユニットU_nの描画ラインS L_n上の補正画素と、ビームL B_nが入射する走査ユニットU_nに対応する局所倍率補正情報C M g_nの倍率情報S C Aとに基づいて、ビームL B_nが入射する走査ユニットU_nに対応するシリアルデータD L_nの各画素の論理情報の送出タイミングを切り換える。

【0151】

光源装置L S aの場合は、ビーム切換部B D Uの第1の光学素子モジュール(A O M 1 ~ A O M 3)によって光源装置L S aからのビームL B a (L B 1 ~ L B 3)が、第1の走査モジュール(U 1 ~ U 3)のいずれか1つの走査ユニットU_nに導かれる。したがって、光源装置L S aの信号発生部2 2 aの補正画素指定部6 2は、走査ユニットU 1 ~ U 3のうち、ビームL B_nが入射する1つの走査ユニットU_nに対応する局所倍率補正情報C M g_nの補正位置情報N vに基づいて補正画素を指定する。また、光源装置L S aの信号発生部2 2 aの送出タイミング切換部6 4は、走査ユニットU 1 ~ U 3のうち、ビームL B_nが入射する1つの走査ユニットU_nの局所倍率補正情報C M g_nの倍率情報S C Aと、補正画素指定部6 2が指定した補正画素とに基づいて、ビームL B_nが入射する1つの走査ユニットU_nに対応するシリアルデータD L_nの画素毎の論理情報の送出タイミングを切り換える。例えば、走査ユニットU 2にビームL B 2が入射する場合は、光源装置L S aの補正画素指定部6 2は、走査ユニットU 2に対応した局所倍率補正情報C M g 2の補正位置情報N vに基づいて、描画ラインS L 2上の等間隔に離散的な位置に配置される複数の画素を補正画素として指定する。そして、光源装置L S aの信号発生部2 2 aの送出タイミング切換部6 4は、補正画素指定部6 2が指定した描画ラインS L 2上の補正画素と、局所倍率補正情報C M g 2の倍率情報S C Aとに基づいて、走査ユニットU 2に対応したシリアルデータD L 2の各画素の論理情報の送出タイミングを切り換える。

【0152】

また、光源装置L S bの場合は、ビーム切換部B D Uの第2の光学素子モジュール(A O M 4 ~ A O M 6)によって光源装置L S bからのビームL B b (L B 4 ~ L B 6)が、第2の走査モジュール(U 4 ~ U 6)のいずれか1つの走査ユニットU_nに導かれる。したがって、光源装置L S bの信号発生部2 2 aの補正画素指定部6 2は、走査ユニットU 4 ~ U 6のうち、ビームL B_nが入射する1つの走査ユニットU_nに対応する局所倍率補正情報C M g_nの補正位置情報N vに基づいて補正画素を指定する。また、光源装置L S bの信号発生部2 2 aの送出タイミング切換部6 4は、走査ユニットU 4 ~ U 6のうち、ビームL B_nが入射する1つの走査ユニットU_nの局所倍率補正情報C M g_nの倍率情報S C Aと、補正画素指定部6 2が指定した補正画素とに基づいて、ビームL B_nが入射する1つの走査ユニットU_nに対応するシリアルデータD L_nの画素毎の論理情報の送出タイミングを切り換える。例えば、走査ユニットU 6にビームL B 6が入射する場合は、光源装置L S bの補正画素指定部6 2は、走査ユニットU 6に対応した局所倍率補正情報C M g 6の補正位置情報N vに基づいて、描画ラインS L 6上の等間隔に離散的な位置に配置される複数の画素を補正画素として指定する。そして、光源装置L S bの送出タイミング切換部6 4は、補正画素指定部6 2が指定した描画ラインS L 6上の補正画素と、局所倍率補正情報C M g 6の倍率情報S C Aとに基づいて、走査ユニットU 6に対応したシリアルデータD L 6の各画素の論理情報の送出タイミングを切り換える。

【0153】

補正画素指定部6 2について具体的に説明すると、補正画素指定部6 2は、第1の分周カウンタ回路7 0と遅延素子7 2、7 4とを有する。第1の分周カウンタ回路7 0は、減算カウンタであり、クロック信号L T Cのクロックパルス(基準クロックパルス)が入力される。第1の分周カウンタ回路7 0は、カウント値C 1が補正位置情報(設定値)N vにプリセットされ、クロック信号L T Cのクロックパルスが入力される度にカウント値C 1をデクリメントする。第1の分周カウンタ回路7 0は、カウント値C 1が0になると1パルスの一致信号I d aを出力する。つまり、第1の分周カウンタ回路7 0は、クロック信号L T Cのクロックパルスを補正位置情報N v分だけカウントすると一致信号I d aを出力する。この一致信号I d aは、次の1画素が補正画素であることを意味しており、第

1の分周カウンタ回路70は、一致信号Idaを出力することで補正画素を指定している。一致信号Idaが出力されると、次に発生するクロックパルスに応じて発光したビームLBnのスポット光SPは、補正画素に投射される。第1の分周カウンタ回路70が出力した一致信号Idaは、遅延素子72を介して第1の分周カウンタ回路70に入力される。第1の分周カウンタ回路70は、一致信号Idaが入力されると、プリセット可能な状態になり、新たにクロック信号LTCのクロックパルスが入力されると、カウント値C1を補正位置情報(設定値)Nvにプリセットする。これにより、描画ラインSLnに沿って等間隔に補正画素を複数指定することができる。なお、補正位置情報Nvの具体的な値は、後で例示する。

【0154】

この一致信号Idaは、遅延素子74を介して1パルスの設定信号Sppとして、送出タイミング切換部64に出力される。遅延素子72、74は、入力された一致信号Idaを一定時間遅延させて出力するものである。遅延素子72、74の遅延時間(一定時間)は、クロック信号LTCの基準周期Taよりも短い時間である。そうすることで、クロック信号LTCのクロックパルスが入力されてカウント値C1が0になった後、次のクロックパルスの入力と同時に第1の分周カウンタ回路70のカウント値C1を補正位置情報Nvにプリセットすることができる。また、クロック信号LTCのクロックパルスが入力されてカウント値C1が0になった後、次のクロックパルスが入力される前に設定信号Sppを送出タイミング切換部64に出力することができる。

【0155】

送出タイミング切換部64について具体的に説明すると、送出タイミング切換部64は、プリセット部76、第2の分周カウンタ回路78、および、遅延素子80、82を有する。プリセット部76には、連続して発生するクロック信号LTCのクロックパルス(スポット光SP)を画素毎に区切るために、次の画素がクロック信号LTCのクロックパルス(スポット光SP)の何個分に相当するのかわを示すプリセット値を出力する。このプリセット部76には、局所倍率補正情報Cmgnの一部である倍率情報SCA(伸縮情報POLと伸縮率情報RECとからなる)が入力される。この伸縮情報POLは、補正画素を伸長させるか縮小させるかわを示す情報であり、伸縮率情報RECは、補正画素を通常画素に対してどのくらいの割合で伸長または伸縮させるかわを示す情報である。補正画素に対してはN±m個のスポット光SP(クロック信号LTCのクロックパルス)が対応することは既に述べた通りであり、倍率情報SCAは、この「±m」を示す情報である。そして、「±m」の極性「±」が伸縮情報(極性情報)POLに対応し、「m」が伸縮率情報RECに対応する。1ビットの伸縮情報POLの値がハイ(論理値が「1」)の場合は、極性「+」(補正画素を伸長すること)を意味し、ロー(論理値が「0」)の場合は、極性「-」(補正画素を縮小すること)を意味している。スポット光SPの1回の走査期間中は、同一の倍率情報SCAが入力される。したがって、1描画ラインSLn上の指定された補正画素は全て同一の倍率で伸長または縮小される。なお、本第1の実施の形態では、伸縮率情報RECによってm=1に設定されるものとする。

【0156】

1パルスの設定信号Sppが発生していない期間(つまり、設定信号Sppの論理値が「0」の期間)は、主走査方向に走査されているスポット光SPが通過(走査)する画素は、補正画素以外の通常の画素(通常画素)となる。したがって、通常画素に対しては、1画素に対してN(=8)個のスポット光SP(クロック信号LTCのクロックパルス)が対応するため、プリセット部76は、1パルスの設定信号Sppが入力されていない期間は、「7」のプリセット値を第2の分周カウンタ回路78に出力する。一方、1パルスの設定信号Spp(論理値が「1」)が発生すると、スポット光SPがこれから通過(走査)する画素は補正画素ということになる。したがって、補正画素に対しては、1画素に対してN±m(=8±1)個のスポット光SP(クロック信号LTCのクロックパルス)が対応するため、プリセット部76は、1パルスの設定信号Sppが入力されると、7±1のプリセット値を第2の分周カウンタ回路78に出力する。例えば、伸縮情報POLが

10

20

30

40

50

「+」（伸長）の場合は、プリセット部 76 は、「8」のプリセット値を出力し、伸縮情報 P O L が「-」（縮小）の場合は、プリセット部 76 は、「6」のプリセット値を出力する。したがって、本第 1 の実施の形態におけるプリセット部 76 が出力するプリセット値の真理値表は、図 10 のように示される。

【0157】

つまり、図 10 の真理値表に示すように、プリセット部 76 は、1 パルスの設定信号 S p p が入力されていない期間（つまり、設定信号 S p p の論理値が「0」の期間）は、伸縮情報 P O L にかかわらず「7」のプリセット値を第 2 の分周カウンタ回路 78 に出力する。また、プリセット部 76 は、1 パルスの設定信号 S p p（論理値は「1」）が入力されると、伸縮情報 P O L に応じたプリセット値（「6」または「8」）を第 2 の分周カウンタ回路 78 に出力する。プリセット部 76 は、伸縮情報 P O L が「1」（伸長）の場合は、「8」のプリセット値を第 2 の分周カウンタ回路 78 に出力し、伸縮情報 P O L が「0」（縮小）の場合は、「6」のプリセット値を第 2 の分周カウンタ回路 78 に出力する。

【0158】

第 2 の分周カウンタ回路 78 は、減算カウンタであり、クロック信号 L T C のクロックパルスが入力される。第 2 の分周カウンタ回路 78 は、カウント値 C 2 がプリセット部 76 から出力されたプリセット値にプリセットされ、クロック信号 L T C のクロックパルスが入力される度にカウント値 C 2 をデクリメントする。第 2 の分周カウンタ回路 78 は、カウント値 C 2 が 0 になると 1 パルスの一致信号 I d b を出力する。つまり、第 2 の分周カウンタ回路 78 は、クロック信号 L T C のクロックパルスをプリセット値分だけカウントすると一致信号 I d b を出力する。この一致信号 I d b は、1 画素の区切を示す情報であり、遅延素子 82 を介して画素シフトパルス B S C（B S C a、B S C b）として出力される。この画素シフトパルス B S C（B S C a、B S C b）が発生すると、駆動回路 36 a に出力されるシリアルデータ D L n の画素の論理情報が行方向に 1 つシフトされる。つまり、画素シフトパルス B S C（B S C a、B S C b）が発生すると、行方向の次の画素の論理情報が駆動回路 36 a に入力される。画素シフトパルス B S C a が発生すると、光源装置 L S a の駆動回路 36 a に入力されるシリアルデータ D L 1 ~ D L 3 の画素の論理情報が行方向に 1 つシフトされ、同様に、画素シフトパルス B S C b が発生すると、光源装置 L S b の駆動回路 36 a に入力されるシリアルデータ D L 4 ~ D L 6 の画素の論理情報が行方向に 1 つシフトされる。

【0159】

第 2 の分周カウンタ回路 78 が出力した一致信号 I d b は、遅延素子 80 を介して第 2 の分周カウンタ回路 78 に入力される。第 2 の分周カウンタ回路 78 は、一致信号 I d b が入力されると、プリセット可能な状態になり、新たにクロック信号 L T C のクロックパルスが入力されると、カウント値 C 2 をプリセット部 76 から出力されたプリセット値にプリセットする。これにより、スポット光 S P が通常画素を走査するタイミングでは、クロック信号 L T C のクロックパルスが 8 個発生すると、次の画素の論理情報が出力され、スポット光 S P が補正画素を走査するタイミングでは、クロック信号 L T C のクロックパルスが 7 個または 9 個発生すると、次の画素の論理情報が出力されるように、シリアルデータ D L n の各画素の論理情報の送出タイミングを切り換えることができる。

【0160】

なお、遅延素子 80、82 は、入力された一致信号 I d b を一定時間遅延させて出力するものであり、その遅延時間（一定時間）は、クロック信号 L T C の基準周期 T a よりも短い時間である。そうすることで、クロック信号 L T C のクロックパルスが入力されてカウント値 C 2 が 0 になった後、次のクロックパルスの入力と同時に第 2 の分周カウンタ回路 78 のカウント値 C 2 をプリセット部 76 から出力されたプリセット値にプリセットすることができる。また、クロック信号 L T C のクロックパルスが入力されてカウント値 C 2 が 0 になった後、次のクロックパルスが出力される前に画素シフトパルス B S C（B S C a、B S C b）を信号発生部 22 a から出力することができる。

【0161】

このように、クロック信号LTCのクロックパルスが補正位置情報Nv分の数だけ出力されるまでは、つまり、スポット光SPが補正画素を通過するまでは、1パルスの設定信号Sppが発生しないので、第2の分周カウンタ回路78は、カウント値C2が0になると、プリセット部76から出力されたプリセット値「7」にプリセットする。したがって、クロック信号LTCのクロックパルスが8個出力される度に、信号発生部22aから画素シフトパルスBSC（BSCa、BSCb）が出力されて、駆動回路36aに入力されるシリアルデータDLnの画素の論理情報が行方向に1つシフトされる。したがって、主走査方向に走査されているスポット光SPが補正対象でない画素（通常画素）を通過するタイミングでは、1画素に対して8つスポット光SPが投射されることになる。

10

【0162】

そして、クロック信号LTCのクロックパルスが補正位置情報Nv分の数だけ出力される度に、つまり、スポット光SPが補正画素を通過する度に、第1の分周カウンタ回路70からの一致信号Idaに応じた1パルスの設定信号Sppがプリセット部76に入力される。そのため、第2の分周カウンタ回路78のカウント値C2は、クロック信号LTCのクロックパルスが補正位置情報Nv分の数だけ出力される度に、プリセット部76から出力される伸縮情報POLに応じたプリセット値（「6」または「8」）にプリセットされる。したがって、伸縮情報POLが「0」の場合には、第2の分周カウンタ回路78のカウント値C2は「6」のプリセット値にプリセットされるので、クロック信号LTCのクロックパルスが7個出力されると、信号発生部22aから画素シフトパルスBSC（BSCa、BSCb）が出力される。また、伸縮情報POLが「1」の場合は、第2の分周カウンタ回路78のカウント値C2は「8」のプリセット値にプリセットされるので、クロック信号LTCのクロックパルスが9個出力されると、信号発生部22aから画素シフトパルスBSC（BSCa、BSCb）が出力される。この画素シフトパルスBSC（BSCa、BSCb）が出力されると、駆動回路36aに入力されるシリアルデータDLnの画素の論理情報が行方向に1つシフトされる。したがって、主走査方向に走査されているスポット光SPが補正画素を通過するタイミングでは、1画素に対して7つまたは9つのスポット光SPが投射されることになる。その結果、描画ラインSLn上に離散的に等間隔（クロック信号LTCのクロックパルスのNv間隔）に配置された補正画素を伸縮することができる。

20

30

【0163】

1描画ラインSLnの画素の数を10000とし、描画ラインSLn上に補正画素の数を等間隔に40個配置すると、250画素間隔で補正画素が配置されることになる。この場合は、補正対象以外の画素（通常画素）は、9960個となる。補正画素のスポット光SP（クロック信号LTCのクロックパルス）の数が7個の場合（伸縮情報POLが「0」の場合）、1描画ラインSLnで投射されるスポット光SPの数は、79960（ $= 80000 - 40$ 、若しくは、 $= 9960 \times 8 + 40 \times 7$ ）となり、補正位置情報Nvは、1999（ $= 79960 / 40$ ）、となる。したがって、1描画ラインSLnで見ると、局所倍率補正がない場合の走査長（描画ラインSLnの長さ）の初期値を30mmとすると、局所倍率補正によって縮小された走査長は、40個分だけスポット光SPが照射されていないので、 $15\mu\text{m}$ （ $= 3\mu\text{m} \times 1 / 8 \times 40$ ）だけ縮小されており、その倍率は、0.9995（ $= 29.985 / 30$ ）、すなわち -500ppm となる。また、補正画素のスポット光SP（クロック信号LTCのクロックパルス）の数が9個の場合（伸縮情報POLが「1」の場合）、1描画ラインSLnで投射されるスポット光SPの数は、80040（ $= 80000 + 40$ 、若しくは、 $= 9960 \times 8 + 40 \times 9$ ）となり、補正位置情報Nvは、2001（ $= 80040 / 40$ ）、となる。したがって、1描画ラインSLnで見ると、局所倍率補正がない場合の走査長（描画ラインSLnの長さ）の初期値を30mmとすると、局所倍率補正によって伸長された走査長は、40個分だけ余分にスポット光SPが照射されているので、 $15\mu\text{m}$ （ $= 3\mu\text{m} \times 1 / 8 \times 40$ ）だけ伸長されており、その倍率は、1.0005（ $= 30.015 / 30$ ）、すなわち $+500\text{ppm}$ とな

40

50

る。なお、上述したように、クロック信号 LTC のクロックパルスは、局所倍率補正の有無にかかわらず、所定周波数（発振周波数） Fa で発生しているので、描画ライン SLn に沿ったスポット光 SP の投射間隔は一定であり、本第 1 の実施の形態では、スポット光 SP のサイズ ϕ を $3\mu m$ とし、スポット光 SP は主走査方向に沿って $7/8$ ずつオーバーラップしながら投射されているものとする。つまり、スポット光 SP の投射間隔は、スポット光 SP のサイズ ϕ の $1/8$ である、 $0.375\mu m$ 、となり、補正画素での 1 画素当りの伸縮量も、 $\pm 0.375\mu m$ となる。

【0164】

この局所倍率補正情報 $CMgn$ ($CMg1 \sim CMg6$) の補正位置情報（設定値） Nv は、任意に変更することができ、描画ライン SLn の倍率に応じて適宜設定される。例えば、描画ライン SLn 上に位置する補正画素が 1 つとなるように、補正位置情報 Nv を設定してもよい。全体倍率補正情報 TMg によっても、描画ライン SL を伸縮させることはできるが、局所倍率補正の方がきめ細やかな微小な倍率補正を行うことができる。例えば、発振周波数 Fa が $400MHz$ で描画ライン SLn の走査長（描画範囲）の初期値を $30mm$ とした場合に、全体倍率補正情報 TMg によって描画ライン SLn の走査長を $15\mu m$ （比率 $500ppm$ ）だけ伸縮または伸長させる場合には、発振周波数 Fa を、約 $0.2MHz$ （比率 $500ppm$ ）だけ大きくまたは小さくしなければならず、その調整が難しい。また、調整することができたとしても、一定の遅れ（時定数）を持って調整後の発振周波数 Fa に切り換わるため、その間は、所望する倍率を得ることができない。さらに、描画倍率の補正比が $500ppm$ 以下、例えば数 $ppm \sim$ 数十 ppm 程度に設定される場合は、光源装置 LSa (LSb) の発振周波数 Fa を変える全体倍率補正方式よりも、離散的な補正画素でのスポット光の数を増減する局所倍率補正方式の方が、分解能が高い補正を簡単に行える。もちろん、全体倍率補正方式と局所倍率補正方式の両方を併用すれば、大きな描画倍率の補正比に対応しつつ高分解能な補正ができるといった利点が得られる。

【0165】

また、伸縮率情報 REC によって m を 1 に設定したが、 m は、 $m < N$ の関係を有する 1 以上の整数であればよい。さらに、1 描画ライン SLn では補正位置情報 Nv の値を一定としたが、1 描画ライン SLn で、補正位置情報 Nv を変更させてもよい。この場合であっても、描画ライン SLn 上の離散的な位置に複数の補正画素が指定されることには変わりはないが、補正位置情報 Nv を変更することで、補正画素間の間隔を不均一にすることができる。さらに、描画ライン SLn に沿ったビームの 1 走査毎、或いはポリゴンミラー PM の 1 回転毎に、描画ライン SLn 上の補正画素の数は変えずに、補正画素の位置を異ならせるようにしてもよい。

【0166】

なお、クロック発生部 60 が発生したクロック信号 LTC のクロックパルスは、ゲート回路 Gta を介して補正画素指定部 62 の第 1 の分周カウンタ回路 70 および送出タイミング切換部 64 の第 2 の分周カウンタ回路 78 に入力される。このゲート回路 Gta は、後述する描画許可信号 SQn がハイ（論理値は 1）の期間に開くゲートである。つまり、第 1 の分周カウンタ回路 70 および第 2 の分周カウンタ回路 78 は、描画許可信号 SQn がハイの期間中だけ、クロック信号 LTC のクロックパルスをカウントすることになる。この描画許可信号 SQn ($SQ1 \sim SQ6$) は、対応する走査ユニット Un ($U1 \sim U6$) のスポット光 SP の走査による描画を許可するか否かを示す信号であり、ハイの期間中だけ描画が許可される。つまり、この描画許可信号 SQn ($SQ1 \sim SQ6$) がハイの期間中だけ、対応する走査ユニット Un ($U1 \sim U6$) のスポット光 SP が描画ライン SLn ($SL1 \sim SL6$) に沿って走査されつつ、シリアルデータ DLn ($DL1 \sim DL6$) に基づいてその強度が変調される。

【0167】

そのため、光源装置 LSa のゲート回路 Gta には、走査ユニット $U1 \sim U3$ に対応する 3 つの描画許可信号 $SQ1 \sim SQ3$ が印加される。光源装置 LSa のゲート回路 Gta

は、描画許可信号 $SQ1 \sim SQ3$ のいずれかがハイ (H) の期間に入力されたクロック信号 LTC のクロックパルスを出力する。同様に、光源装置 LSb のゲート回路 GTa には、走査ユニット $U4 \sim U6$ に対応する 3 つの描画許可信号 $SQ4 \sim SQ6$ が印加される。光源装置 LSb のゲート回路 GTa は、描画許可信号 $SQ4 \sim SQ6$ のいずれかがハイ (H) の期間に入力されたクロック信号 LTC のクロックパルスを出力する。上述したように、描画ライン SLn とは、スポット光 SP が主走査方向に沿って走査される最大走査長の範囲内で、シリアルデータ DLn によって強度変調される範囲のことを意味している。このように、描画許可信号 SQn がハイの期間中だけ、クロック信号 LTC のクロックパルスをカウントすることで、第 1 の分周カウンタ回路 70 は、描画ライン SLn 上に位置する補正画素を正確に指定することができ、第 2 の分周カウンタ回路 78 は、描画ライン SL 上に位置する画素を正確に区切ることができる。

10

【0168】

図 11 は、クロック信号 LTC の各クロックパルス、第 2 の分周カウンタ回路 78 のカウント値 $C2$ 、画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) の出力タイミング、駆動回路 36a に入力されるシリアルデータ DLn の画素の論理情報の切替タイミングを示すタイムチャートである。なお、図 11 では、便宜上、クロック信号 LTC のクロックパルスに応答して発生するビーム LB のスポット光 SP のサイズ ϕ を、画素の寸法 Pxy に対して極めて小さく表示している。図 11 に示すように、第 2 の分周カウンタ回路 78 は、クロック信号 LTC のクロックパルスが入力される度にカウント値 $C2$ をデクリメントし、そのカウント値 $C2$ が 0 になると一致信号 Idb (図示略) を出力する。この一致信号 Idb に応じて画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) が出力される。この画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) は、カウント値 $C2$ が 0 になったクロックパルスから次のクロックパルスが入力されるまでの間に出力される。この画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) に応じて、駆動回路 36a に入力されるシリアルデータ DLn の画素の論理情報が行方向に 1 つシフトされる。つまり、画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) が出力されると、次の行の画素の論理情報が駆動回路 36a に出力されることになる。図 11 では、画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) の出力に応じて、「0」→「1」→「1」→「0」の順で画素の論理情報が切り換えられた例を示している。

20

【0169】

図示しないが、第 1 の分周カウンタ回路 70 は、クロック信号 LTC のクロックパルスが入力される度にカウント値 $C1$ をデクリメントし、そのカウント値 $C1$ が 0 になると一致信号 $I da$ を出力する。この一致信号 $I da$ に応じて設定信号 Spp (値は「1」) が発生し、プリセット部 76 に入力される。第 1 の分周カウンタ回路 70 は、一致信号 $I da$ を出力した後、新たにクロック信号 LTC のクロックパルスが入力されると、カウント値 $C1$ を補正位置情報 Nv にプリセットする。

30

【0170】

第 2 の分周カウンタ回路 78 は、カウント値 $C2$ が 0 になると、次のクロック信号 LTC のクロックパルスの入力と同時に、カウント値 $C2$ をプリセット部 76 から出力されたプリセット値にプリセットする。このプリセット部 76 は、設定信号 Spp (値が「1」) が発生していない場合は、「7」のプリセット値を出力する。そのため、1 パルスの設定信号 Spp が発生していない期間 (設定信号 Spp の論理値が「0」の期間) では、クロック信号 LTC のクロックパルスが 8 個発生する度に信号発生部 22a から画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) が出力される。したがって、1 パルスの設定信号 Spp が発生されていない期間では、1 画素 (通常画素) に対して 8 つのスポット光 SP が主走査方向に沿って投射されることになる。

40

【0171】

一方で、設定信号 Spp (値が「1」) がプリセット部 76 に入力されると (第 1 の分周カウンタ回路 70 のカウント値 $C1$ が「0」になると)、プリセット部 76 からのプリセット値は、伸縮情報 POL に応じた値 (「6」または「8」) となる。そのため、1 パ

50

ルスの設定信号 S_{pp} (論理値が「1」)が発生すると、クロック信号 LTC のクロックパルスが7個または9個発生したあと信号発生部22aから画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) が出力される。したがって、1パルスの設定信号 S_{pp} が発生すると、1画素(補正画素)に対して7つまたは9つのスポット光 SP が主走査方向に沿って投射されることになる。図11に示す例では、設定信号 S_{pp} が発生すると、プリセット値は「6」に設定されているので、クロックパルスが7個発生すると、画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) が出力されている。その後は、第1の分周カウンタ回路70のカウント値 $C1$ が再び0になるまでは、設定信号 S_{pp} の論理値は「0」のままなので、第2の分周カウンタ回路78のカウント値 $C2$ のプリセット値は「7」に戻される。

【0172】

なお、補正画素指定部62および送出タイミング切換部64を信号発生部22aの内部に設けるようにしたが、補正画素指定部62および送出タイミング切換部64を、制御回路22の内部であって、信号発生部22aの外に設けるようにしてもよいし、補正画素指定部62および送出タイミング切換部64を制御回路22の外に設けるようにしてもよい。この場合は、補正画素指定部62および送出タイミング切換部64を、後述するビーム制御装置104の内部(例えば、描画データ出力部114の内部)に設けるようにしてもよい。

【0173】

図12は、露光装置EXの電氣的な構成を示すブロック図である。露光装置EXの制御装置16は、ポリゴン駆動制御部100、選択素子駆動制御部102、ビーム制御装置104、マーク位置検出部106、および、回転位置検出部108を有する。なお、各走査ユニット U_n ($U1 \sim U6$) の原点センサ OP_n ($OP1 \sim OP6$) が出力した原点信号 SZ_n ($SZ1 \sim SZ6$) は、ポリゴン駆動制御部100および選択素子駆動制御部102に入力される。なお、図12に示す例では、光源装置 LSa (LSb) からのビーム LBa (LBb) が選択用光学素子 $AOM2$ ($AOM5$) によって回折され、その1次回折光であるビーム $LB2$ ($LB5$) が走査ユニット $U2$ ($U5$) に入射している状態を示している。

【0174】

ポリゴン駆動制御部100は、各走査ユニット U_n ($U1 \sim U6$) のポリゴンミラー PM の回転を駆動制御する。ポリゴン駆動制御部100は、各走査ユニット U_n ($U1 \sim U6$) のポリゴンミラー PM を駆動させる回転駆動源(モータや減速機等) RM を有し、このモータの回転を駆動制御することで、ポリゴンミラー PM の回転を駆動制御する。ポリゴン駆動制御部100は、各走査モジュールの3つの走査ユニット U_n ($U1 \sim U3$ 、 $U4 \sim U6$) のポリゴンミラー PM の回転角度位置が所定の位相関係となるように、各走査モジュールの3つの走査ユニット U_n ($U1 \sim U3$ 、 $U4 \sim U6$) のポリゴンミラー PM の各々を同期回転させる。詳しくは、ポリゴン駆動制御部100は、各走査モジュールの3つの走査ユニット U_n ($U1 \sim U3$ 、 $U4 \sim U6$) のポリゴンミラー PM の回転速度(回転数) V_p が互いに同一で、且つ、一定の角度分ずつ回転角度位置の位相がずれるように、複数の走査ユニット U_n ($U1 \sim U6$) のポリゴンミラー PM の回転を制御する。なお、各走査ユニット U_n ($U1 \sim U6$) のポリゴンミラー PM の回転速度 V_p は、全て同一とする。

【0175】

本第1の実施の形態では、上述したように、実走査に寄与するポリゴンミラー PM の回転角度 α を15度とするので、反射面 RP が8つの八角形のポリゴンミラー PM の走査効率は $1/3$ となる。第1の走査モジュールでは、3つの走査ユニット U_n によるスポット光 SP の走査が、 $U1 \rightarrow U2 \rightarrow U3$ 、の順番で行われる。したがって、この順番で、この3つの走査ユニット $U1 \sim U3$ の各々のポリゴンミラー PM の回転角度位置の位相が15度ずつずれた状態で等速回転するように、走査ユニット $U1 \sim U3$ の各々のポリゴンミラー PM がポリゴン駆動制御部100によって同期制御される。また、第2の走査モジュールでは、3つの走査ユニット U_n によるスポット光 SP の走査が、 $U4 \rightarrow U5 \rightarrow U6$ 、の

10

20

30

40

50

順番で行われる。したがって、この順番で、3つの走査ユニットU4～U6の各々のポリゴンミラーPMの回転角度位置の位相が15度ずつずれた状態で等速回転するように、走査ユニットU4～U6の各々のポリゴンミラーPMがポリゴン駆動制御部100によって同期制御される。

【0176】

具体的には、図13に示すように、ポリゴン駆動制御部100は、例えば、第1の走査モジュールに関しては、走査ユニットU1の原点センサOP1からの原点信号SZ1を基準にして、走査ユニットU2の原点センサOP2からの原点信号SZ2が時間Tsだけ遅れて発生するように、走査ユニットU2のポリゴンミラーPMの回転位相を制御する。ポリゴン駆動制御部100は、原点信号SZ1を基準にして、走査ユニットU3の原点センサOP3からの原点信号SZ3が2×時間Tsだけ遅れて発生するように、走査ユニットU3のポリゴンミラーPMの回転位相を制御する。この時間Tsは、ポリゴンミラーPMが15度回転する時間（スポット光SPの最大走査時間）であり、本第1の実施の形態では、約206.666・・・μsec（= $T_{px} \times 1 / 3 = 620 [\mu sec] / 3$ ）である。これにより、各走査ユニットU1～U3の各々のポリゴンミラーPMの回転角度位置の位相差が、U1、U2、U3の順番で15度ずつずれた状態となる。したがって、第1の走査モジュールの3つの走査ユニットU1～U3は、U1→U2→U3の順番で、スポット光SPの走査を行うことができる。

【0177】

第2の走査モジュールに関しても同様に、ポリゴン駆動制御部100は、例えば、走査ユニットU4の原点センサOP4からの原点信号SZ4を基準にして、走査ユニットU5の原点センサOP5からの原点信号SZ5が時間Tsだけ遅れて発生するように、走査ユニットU5のポリゴンミラーPMの回転位相を制御する。ポリゴン駆動制御部100は、原点信号SZ4を基準にして、走査ユニットU6の原点センサOP6からの原点信号SZ6が2×時間Tsだけ遅れて発生するように、走査ユニットU6のポリゴンミラーPMの回転位相を制御する。これにより、各走査ユニットU4～U6の各々のポリゴンミラーPMの回転角度位置の位相が、U4、U5、U6の順番で15度ずつずれた状態となる。したがって、第2の走査モジュールの3つの走査ユニットUn（U4～U6）は、U4→U5→U6の順番で、スポット光SPの走査を行うことができる。

【0178】

選択素子駆動制御部（ビーム切換駆動制御部）102は、ビーム切換部BDUの各光学素子モジュールの選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM3、AOM4～AOM6）を制御して、各走査モジュールの1つの走査ユニットUnがスポット光SPの走査を開始してから次の走査を開始するまでに、光源装置LS（LSa、LSb）からのビームLB（LBa、LBb）を、各走査モジュールの3つの走査ユニットUn（U1～U3、U4～U6）に順番に振り分ける。なお、1つの走査ユニットUnがスポット光SPの走査を開始してから次の走査を開始するまでに、ポリゴンミラーPMは45度回転しており、その時間間隔は、時間Tpx（= $3 \times Ts$ ）となる。

【0179】

具体的には、選択素子駆動制御部102は、原点信号SZn（SZ1～SZ6）が発生すると、原点信号SZnが発生してから一定時間（オン時間Ton）だけ、原点信号SZn（SZ1～SZ6）が発生した走査ユニットUn（U1～U6）に対応する選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）に駆動信号（高周波信号）HF n（HF1～HF6）を印加する。これにより、駆動信号（高周波信号）HF nが印加された選択用光学素子AOMnは、オン時間Tonだけオン状態となり、対応する走査ユニットUnにビームLBnを入射させることができる。また、原点信号SZnが発生した走査ユニットUnにビームLBnを入射させるので、スポット光SPの走査を行うことができる走査ユニットUnにビームLBnを入射させることができる。なお、このオン時間Tonは、時間Ts以下の時間である。

【0180】

第1の走査モジュールの3つの走査ユニットU1～U3で発生する原点信号SZ1～SZ3は、時間Ts間隔で、SZ1→SZ2→SZ3、の順で発生する。そのため、第1の光学素子モジュールの各選択用光学素子AOM1～AOM3には、時間Ts間隔で、AOM1→AOM2→AOM3、の順番で駆動信号（高周波信号）HF1～HF3がオン時間Tonだけ印加される。したがって、第1の光学素子モジュール（AOM1～AOM3）は、光源装置LSaからのビームLBn（LB1～LB3）が入射する1つの走査ユニットUnを時間Ts間隔で、U1→U2→U3、の順番で切り換えることができる。これにより、スポット光SPの走査を行う走査ユニットUnが時間Ts間隔で、U1→U2→U3、の順番で切り換わることになる。また、走査ユニットU1がスポット光SPの走査を開始してから次の走査を開始するまでの時間（Tpx=3×Ts）に、光源装置LSaからのビームLBn（LB1～LB3）を3つの走査ユニットUn（U1～U3）のいずれか1つに順番に入射させることができる。

【0181】

同様に、第2の走査モジュールの3つの走査ユニットU4～U6で発生する原点信号SZ4～SZ6は、時間Ts間隔で、SZ4→SZ5→SZ6、の順で発生する。そのため第2の光学素子モジュールの各選択用光学素子AOM4～AOM6には、時間Ts間隔で、AOM4→AOM5→AOM6、の順番で駆動信号（高周波信号）HF4～HF6がオン時間Tonだけ印加される。したがって、第2の光学素子モジュール（AOM4～AOM6）は、光源装置LSbからのビームLBn（LB4～LB6）が入射する1つの走査ユニットUnを時間Ts間隔で、U4→U5→U6、の順番で切り換えることができる。これにより、スポット光SPの走査を行う走査ユニットUnが時間Ts間隔で、U4→U5→U6、の順番で切り換わることになる。また、走査ユニットU4がスポット光SPの走査を開始してから次の走査を開始するまでの時間（Tpx=3×Ts）に、光源装置LSbからのビームLBn（LB4～LB6）を3つの走査ユニットUn（U4～U6）のいずれか1つに順番に入射させることができる。

【0182】

選択素子駆動制御部102についてさらに詳しく説明すると、選択素子駆動制御部102は、原点信号SZn（SZ1～SZ6）が発生すると、図13に示すように、原点信号SZn（SZ1～SZ6）が発生してから一定時間（オン時間Ton）だけH（ハイ）になる複数の入射許可信号LPn（LP1～LP6）を生成する。この複数の入射許可信号LPn（LP1～LP6）は、対応する選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）をオン状態にすることを許可する信号である。つまり、入射許可信号LPn（LP1～LP6）は、対応する走査ユニットUn（U1～U6）へのビームLBn（LB1～LB6）の入射を許可する信号である。そして、選択素子駆動制御部102は、入射許可信号LPn（LP1～LP6）がH（ハイ）になっているオン時間Tonだけ、対応する選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）に駆動信号（高周波信号）HFn（HF1～HF6）を印加して、対応する選択用光学素子AOMnをオン状態（1次回折光を発生する状態）にする。例えば、選択素子駆動制御部102は、入射許可信号LP1～LP3がH（ハイ）になっている一定時間Tonだけ、対応する選択用光学素子AOM1～AOM3に駆動信号HF1～HF3を印加する。これにより、光源装置LSaからのビームLB1～LB3が、対応する走査ユニットU1～U3に入射する。また、選択素子駆動制御部102は、入射許可信号LP4～LP6がH（ハイ）になっている一定時間Tonだけ、対応する選択用光学素子AOM4～AOM6に駆動信号（高周波信号）HF4～HF6を印加する。これにより、光源装置LSbからのビームLB4～LB6が、対応する走査ユニットU4～U6に入射する。

【0183】

図13に示すように、第1の光学素子モジュールの3つの選択用光学素子AOM1～AOM3に対応する入射許可信号LP1～LP3は、H（ハイ）になる立ち上がりタイミングが、LP1→LP2→LP3、の順で時間Tsずつずれており、且つ、H（ハイ）になるオン時間Tonが互いに重複することはない。したがって、ビームLBn（LB1～L

B 3) が入射する走査ユニット U_n は、時間 T_s 間隔で、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、の順で切り換わる。同様に、第 2 の光学素子モジュールの 3 つの選択用光学素子 $AOM_4 \sim AOM_6$ に対応する入射許可信号 $LP_4 \sim LP_6$ は、H (ハイ) になる立ち上がりタイミングが、 $LP_4 \rightarrow LP_5 \rightarrow LP_6$ 、の順で時間 T_s ずつずれており、且つ、H (ハイ) になるオン時間 T_{on} が互いに重複することはない。したがって、ビーム LB_n ($LB_4 \sim LB_6$) が入射する走査ユニット U_n は、時間 T_s 間隔で、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、の順で切り換わる。選択素子駆動制御部 102 は、生成した複数の入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) を、ビーム制御装置 104 に出力する。

【0184】

ビーム制御装置 (ビーム制御部) 104 は、ビーム LB (LB_a 、 LB_b 、 LB_n) の発光周波数 F_a 、ビーム LB のスポット光 SP が描画される描画ライン SL_n の倍率、および、ビーム LB の強度変調を制御するものである。ビーム制御装置 104 は、全体倍率設定部 110、局所倍率設定部 112、描画データ出力部 114、および、露光制御部 116 を備える。全体倍率設定部 (全体倍率補正情報記憶部) 110 は、露光制御部 116 から送られてきた全体倍率補正情報 TMG を記憶するとともに、全体倍率補正情報 TMG を光源装置 LS (LS_a 、 LS_b) の制御回路 22 の信号発生部 22a に出力する。信号発生部 22a のクロック発生部 60 は、この全体倍率補正情報 TMG に応じた発振周波数 F_a のクロック信号 LTC を生成する。

【0185】

局所倍率設定部 (局所倍率補正情報記憶部、補正情報記憶部) 112 は、露光制御部 116 から送られてきた局所倍率補正情報 (補正情報) $CMgn$ を記憶するとともに、局所倍率補正情報 $CMgn$ を光源装置 LS (LS_a 、 LS_b) の制御回路 22 の信号発生部 22a に出力する。この局所倍率補正情報 $CMgn$ に基づいて、描画ライン SL_n 上の補正画素の位置が指定 (特定) され、その倍率が決定される。制御回路 22 の信号発生部 22a は、この局所倍率補正情報 CMg に基づいて決定した補正画素、および、その倍率に応じて、画素シフトパルス BSC (BSC_a 、 BSC_b) を出力する。なお、局所倍率設定部 112 は、露光制御部 116 から送られてきた走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) 毎の局所倍率補正情報 $CMgn$ ($CMg_1 \sim CMg_6$) を記憶する。そして、局所倍率設定部 112 は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n に対応する局所倍率補正情報 $CMgn$ を光源装置 LS (LS_a 、 LS_b) の信号発生部 22a に出力する。つまり、局所倍率設定部 112 は、原点信号 SZ_n ($SZ_1 \sim SZ_6$) を発生した走査ユニット U_n に対応する局所倍率補正情報 $CMgn$ を、該走査ユニット U_n に入射するビーム LB_n の発生源となる光源装置 LS_a (LS_a 、 LS_b) の信号発生部 22a に出力する。

【0186】

例えば、原点信号 SZ_n を発生した走査ユニット U_n (つまり、これからスポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n) が、走査ユニット $U_1 \sim U_3$ のいずれかである場合は、局所倍率設定部 112 は、原点信号 SZ_n を発生した走査ユニット U_n に対応する局所倍率補正情報 $CMgn$ を、光源装置 LS_a の信号発生部 22a に出力する。同様に、原点信号 SZ_n を発生した走査ユニット U_n が、走査ユニット $U_4 \sim U_6$ のいずれかである場合は、局所倍率設定部 112 は、原点信号 SZ_n を発生した走査ユニット U_n に対応する局所倍率補正情報 $CMgn$ を、光源装置 LS_b の信号発生部 22a に出力する。これにより、走査モジュール毎に、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_3$ 、 $U_4 \sim U_6$) に対応する画素シフトパルス BSC (BSC_a 、 BSC_b) が、光源装置 LS (LS_a 、 LS_b) の送出タイミング切換部 64 から出力される。これにより、描画ライン SL_n 毎に個別に走査長を調整することができる。

【0187】

描画データ出力部 114 は、第 1 の走査モジュールの 3 つの走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_3$) のうち、原点信号 SZ_n を発生した走査ユニット U_n (これからスポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n) に対応する 1 列分のシリアルデータ DL_n を描画ビット列データ SBa として光源装置 LS_a の駆動回路 36a に出力する。また、描画データ出力

10

20

30

40

50

部 1 1 4 は、第 2 の走査モジュールの 3 つの走査ユニット U_n ($U_4 \sim U_6$) のうち、原点信号 SZ_n を発生した走査ユニット U_n (これからスポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n) に対応する 1 列分のシリアルデータ DL_n ($DL_4 \sim DL_6$) を描画ビット列データ SBb として光源装置 LSb の駆動回路 3 6 a に出力する。第 1 の走査モジュールに関しては、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット $U_1 \sim U_3$ の順番は、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、となっているので、描画データ出力部 1 1 4 は、 $DL_1 \rightarrow DL_2 \rightarrow DL_3$ 、の順番で繰り返されるシリアルデータ $DL_1 \sim DL_3$ を描画ビット列データ SBa として出力する。第 2 の走査モジュールに関しては、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット $U_4 \sim U_6$ の順番は、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、となっているので、描画データ出力部 1 1 4 は、 $DL_4 \rightarrow DL_5 \rightarrow DL_6$ 、の順番で繰り返されるシリアルデータ $DL_4 \sim DL_6$ を描画ビット列データ SBb として出力する。

10

【0188】

図 1 4 を用いて、描画データ出力部 1 1 4 の構成について詳しく説明する。描画データ出力部 1 1 4 は、描画ビット列データ SBa を出力する第 1 データ出力部 1 1 4 a と、描画ビット列データ SBb を出力する第 2 データ出力部 1 1 4 b とを有する。第 1 データ出力部 1 1 4 a は、走査ユニット $U_1 \sim U_3$ (選択用光学素子 $AOM_1 \sim AOM_3$) の各々に対応した 3 つの生成回路 GE_1 、 GE_2 、 GE_3 と、3 入力の OR ゲート部 GT_{1m} とを有する。生成回路 GE_1 は、メモリ部 BM_1 、カウンタ部 CON_1 、2 入力の AND ゲート部 GT_{1a} 、 GT_{1b} 、および、描画許可信号生成部 OSM_1 を有する。生成回路 GE_2 は、メモリ部 BM_2 、カウンタ部 CON_2 、2 入力の AND ゲート部 GT_{2a} 、 GT_{2b} 、および、描画許可信号生成部 OSM_2 を有する。生成回路 GE_3 は、メモリ部 BM_3 、カウンタ部 CON_3 、2 入力の AND ゲート部 GT_{3a} 、 GT_{3b} 、および、描画許可信号生成部 OSM_3 を有する。第 2 データ出力部 1 1 4 b は、走査ユニット $U_1 \sim U_3$ (選択用光学素子 $AOM_1 \sim AOM_3$) の各々に対応した 3 つの生成回路 GE_4 、 GE_5 、 GE_6 と、3 入力の OR ゲート部 GT_{2m} とを有する。生成回路 GE_4 は、メモリ部 BM_4 、カウンタ部 CON_4 、2 入力の AND ゲート部 GT_{4a} 、 GT_{4b} 、および、描画許可信号生成部 OSM_4 を有する。生成回路 GE_5 は、メモリ部 BM_5 、カウンタ部 CON_5 、2 入力の AND ゲート部 GT_{5a} 、 GT_{5b} 、および、描画許可信号生成部 OSM_5 を有する。生成回路 GE_6 は、メモリ部 BM_6 、カウンタ部 CON_6 、2 入力の AND ゲート部 GT_{6a} 、 GT_{6b} 、および、描画許可信号生成部 OSM_6 を有する。

20

30

【0189】

各描画許可信号生成部 OSM_n ($OSM_1 \sim OSM_6$) は、ワンショットマルチバイブレータ等によって構成されている。各描画許可信号生成部 OSM_n ($OSM_1 \sim OSM_6$) は、対応する走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) によるスポット光 SP の描画開始タイミングを調整する描画許可信号 SQ_n ($SQ_1 \sim SQ_6$) を生成する。各描画許可信号生成部 OSM_n ($OSM_1 \sim OSM_6$) には、対応する走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) の入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) が入力され、この入力された入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) に基づいて、描画許可信号 SQ_n ($SQ_1 \sim SQ_6$) を生成する。例えば、描画許可信号生成部 OSM_1 には入射許可信号 LP_1 が入力され、描画許可信号生成部 OSM_1 は、この入力された入射許可信号 LP_1 に基づいて描画許可信号 SQ_1 を生成する。同様に、描画許可信号生成部 $OSM_2 \sim OSM_6$ には入射許可信号 $LP_2 \sim LP_6$ が入力され、描画許可信号生成部 $OSM_2 \sim OSM_6$ は、この入力された入射許可信号 $LP_2 \sim LP_6$ に基づいて描画許可信号 $SQ_2 \sim SQ_6$ を生成する。この描画許可信号 SQ_n ($SQ_1 \sim SQ_6$) がハイ (H) になっている期間中に、対応する走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) のシリアルデータ DL_n ($DL_1 \sim DL_6$) が、駆動回路 3 6 a に出力される。

40

【0190】

図 1 5 は、描画許可信号生成部 OSM_n によって生成される描画許可信号 SQ_n および描画許可信号 SQ_n がハイ (論理値は 1) の期間中に出力される画素シフトパルス BSC を示すタイムチャートである。上述したように原点信号 SZ_n ($SZ_1 \sim SZ_6$) が発生

50

すると、原点信号 SZ_n ($SZ_1 \sim SZ_6$) が発生してから一定時間 (オン時間 T_{on}) ハイ (H) になる入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) が生成される。なお、このオン時間 T_{on} は、走査ユニット U_n のスポット光 SP の最大走査時間である時間 T_s 以下の時間であることはいうまでもない。描画許可信号生成部 OSM_n ($OSM_1 \sim OSM_6$) は、入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) がハイ「1」になってから、つまり、原点信号 SZ_n ($SZ_1 \sim SZ_6$) が発生してから遅延時間 Td_n ($Td_1 \sim Td_6$) 経過した後には立ち上がり、且つ、入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) がロー「0」になるのと同時またはその前に、立ち下がる描画許可信号 SQ_n ($SQ_1 \sim SQ_6$) を生成する。例えば、描画許可信号生成部 OSM_3 は、入射許可信号 LP_3 がハイになってから遅延時間 Td_3 経過した後には立ち上がり、且つ、入射許可信号 LP_3 がローになるのと同時またはその前に立ち下がる描画許可信号 SQ_3 を生成する。この描画許可信号 $SQ_1 \sim SQ_3$ は、 $SQ_1 \rightarrow SQ_2 \rightarrow SQ_3$ 、の順でハイ (H) になり、ハイ (H) になる時間が互いに重複することはない。同様に、描画許可信号 $SQ_4 \sim SQ_6$ が、 $SQ_4 \rightarrow SQ_5 \rightarrow SQ_6$ 、の順でハイ (H) になり、ハイ (H) になる時間が互いに重複することはない。この描画許可信号 SQ_n ($SQ_1 \sim SQ_6$) が実際にハイ (H) になっている期間で、基板 P の被照射面上にスポット光 SP の描画が許可される。

【0191】

この遅延時間 Td_n を変動させることで、基板 P 上における描画ライン SL_n の位置を主走査方向 (Y 方向) に沿ってシフトさせることができる。つまり、遅延時間 Td を短くすることによって、描画ライン SL_n の主走査方向における位置が、描画開始位置側 (主走査方向とは反対側) にシフトされ、遅延時間 Td を長くすることによって、描画ライン SL_n の主走査方向における位置が、描画終了位置側 (主走査方向側) にシフトされる。この遅延時間 Td_n は、原則として、描画ライン SL_n の中心点が最大走査長 (例えば、 31mm) の中央 (中点) にくるように設定される。したがって、遅延時間 Td_n が一定のままで、描画ライン SL_n の走査長が全体倍率補正情報 TM_g および局所倍率補正情報 CM_gn の少なくとも一方によって伸縮されると、描画ライン SL_n の中心点が最大走査長の中央に位置しなくなる。したがって、全体倍率補正情報 TM_g および局所倍率補正情報 CM_gn によってこの遅延時間 Td_n を決定してもよい。この遅延時間 Td_n ($Td_1 \sim Td_6$) によって、各描画ライン SL_n ($SL_1 \sim SL_6$) を主走査方向に沿って個別にシフトさせることができる。露光制御部 116 は、全体倍率補正情報 TM_g および局所倍率補正情報 CM_gn に基づいて遅延時間 Td_n ($Td_1 \sim Td_6$) を示す遅延情報を生成し、生成した遅延情報を描画許可信号生成部 OSM_n ($OSM_1 \sim OSM_6$) に出力する。描画許可信号生成部 OSM_n ($OSM_1 \sim OSM_6$) は、入力された遅延情報に基づいて、生成する描画許可信号 SQ_n ($SQ_1 \sim SQ_6$) の遅延時間 Td_n ($Td_1 \sim Td_6$) を決定する。

【0192】

図 16 は、最大走査長の範囲内で伸縮された描画ライン SL_n の位置と遅延時間 Td との関係を示す図である。符号 MSL_n は、最大走査長の描画ライン SL_n を示している。また、符号 SL_na は、伸縮されていない初期値の描画ライン SL_n を示し、この場合の遅延時間 Td_n を Tda で表している。つまり、描画ライン SL_na の中心点 pa が最大走査長の中点 pm にくるように、この遅延時間 Tda が初期値として設定されている。また、符号 SL_nb は、初期値の描画ライン SL_na を全体倍率補正または局所倍率補正によって縮小したときの描画ライン SL_n を示すものであり、符号 SL_nc は、初期値の描画ライン SL_na を全体倍率補正または局所倍率補正によって伸長したときの描画ライン SL_n を示すものである。

【0193】

描画ライン SL_nb の遅延時間を描画ライン SL_na のときと同じ遅延時間 Tda とした場合は、描画開始タイミングは、描画ライン SL_na のときと同一となる。したがって、描画ライン SL_nb の描画開始点が、描画ライン SL_na の描画開始点に対して主走査方向に沿ってシフトすることはない。しかしながら、この場合だと、描画ライン SL_nb

は描画ライン $SLna$ に対して縮小されているため、描画ライン $SLnb$ の描画終了点は、描画ライン $SLna$ の描画終了点より描画開始点側にずれてしまう。そのため、描画ライン $SLnb$ の中心点 pb の位置は、最大走査長の描画ライン $MSLn$ の中点 pm の位置より描画開始点側にずれてしまう。したがって、描画ライン $SLnb$ の場合は、描画ライン $SLnb$ の縮小率に基づいて、描画ライン $SLnb$ の中心点 pb が描画ライン $MSLn$ の中点 pm と一致するように遅延時間 Tdb を決定してもよい。この場合の遅延時間 Tdb は、遅延時間 Tda より長くなり、描画ライン $SLnb$ の描画開始点は、描画ライン $SLna$ の描画開始点より描画終了点側（主走査方向側）にシフトされた状態となる。

【0194】

また、描画ライン $SLnc$ の遅延時間を描画ライン $SLna$ のときと同じ遅延時間 Tda とした場合は、描画開始タイミングは、描画ライン $SLna$ のときと同一となる。したがって、描画ライン $SLnc$ の描画開始点が、描画ライン $SLna$ の描画開始点に対して主走査方向に沿ってシフトすることはない。しかしながら、この場合だと、描画ライン $SLnb$ は描画ライン $SLna$ に対して伸長されているため、描画ライン $SLnc$ の描画終了点は、描画ライン $SLna$ の描画終了点より描画終了点側（主走査方向側）にずれてしまう。そのため、描画ライン $SLnc$ の中心点 pc の位置は、最大走査長の描画ライン $MSLn$ の中点 pm の位置より描画終了点側にずれてしまう。したがって、描画ライン $SLnc$ の場合は、描画ライン $SLnc$ の伸長率に基づいて、描画ライン $SLnc$ の中心点 pc が描画ライン $MSLn$ の中点 pm と一致するように遅延時間 Tdc を決定してもよい。この場合の遅延時間 Tdc は、遅延時間 Tda より短くなり、描画ライン $SLnc$ の描画開始点は、描画ライン $SLna$ の描画開始点より描画開始点側（主走査方向とは反対側）にシフトされた状態となる。

【0195】

図14の説明に戻り、各描画許可信号生成部 $OSMn$ ($OSM1 \sim OSM6$) が生成した描画許可信号 SQn ($SQ1 \sim SQ6$) は、ANDゲート部 $GTnb$ ($GT1b \sim GT6b$) の一方の入力端子に入力される。詳しくは、ANDゲート部 $GT1b$ の一方の入力端子には、描画許可信号 $SQ1$ が入力され、同様に、ANDゲート部 $GT2b \sim GT6b$ の一方の入力端子には描画許可信号 $SQ2 \sim SQ6$ が入力される。ANDゲート部 $GTnb$ ($GT1b \sim GT6b$) の他方の入力端子には、画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) が入力される。ANDゲート部 $GT1b \sim GT3b$ には、光源装置 LSa の信号発生部22aからの画素シフトパルス $BSCa$ が同時に入力され、ANDゲート部 $GT4b \sim GT6b$ には、光源装置 LSb の信号発生部22aからの画素シフトパルス $BSCb$ が同時に入力される。ANDゲート部 $GTnb$ ($GT1b \sim GT6b$) は、図15に示すように、描画許可信号生成部 $OSMn$ ($OSM1 \sim OSM6$) から入力される描画許可信号 SQn ($SQ1 \sim SQ6$) がハイの期間だけ、入力された画素シフトパルス BSC ($BSCa$ 、 $BSCb$) を出力する。なお、図9のゲート回路 Gta によって、画素シフトパルス $BSCa$ ($BSCb$) は、描画許可信号 $SQ1 \sim SQ3$ ($SQ4 \sim SQ6$) がハイの期間中に生成される。

【0196】

3つのANDゲート部 $GT1b \sim GT3b$ ($GT4b \sim GT6b$) には、3つの描画許可信号 $SQ1 \sim SQ3$ ($SQ4 \sim SQ6$) のうち、ハイになっている描画許可信号 SQn に対応する走査ユニット Un のシリアルデータ DLn の画素をシフトさせる画素シフトパルス $BSCa$ ($BSCb$) が入力される。詳しく説明すると、描画許可信号 $SQ1$ がハイの期間中に、描画許可信号 $SQ1$ に対応する走査ユニット $U1$ のシリアルデータ $DL1$ の画素をシフトさせる画素シフトパルス $BSCa$ が3つのANDゲート部 $GT1b \sim GT3b$ に入力される。また、描画許可信号 $SQ2$ 、 $SQ3$ がハイの期間中に、描画許可信号 $SQ2$ 、 $SQ3$ に対応する走査ユニット $U2$ 、 $U3$ のシリアルデータ $DL2$ 、 $DL3$ の画素をシフトさせる画素シフトパルス $BSCa$ が3つのANDゲート部 $GT1b \sim GT3b$ に入力される。同様にして、描画許可信号 $SQ4 \sim SQ6$ がハイの期間中に、描画許可信号 $SQ4 \sim SQ6$ に対応する走査ユニット $U4 \sim U6$ のシリアルデータ $DL4 \sim DL6$ の画

10

20

30

40

50

素をシフトさせる画素シフトパルスBSCbが3つのANDゲート部GT4b～GT6bに入力される。

【0197】

各メモリ部（描画データ記憶部）BMn（BM1～BM6）は、対応する走査ユニットUn（U1～U6）が描画露光すべきパターンに応じたパターンデータ（ビットマップ）を記憶するメモリである。カウンタ部CONn（CON1～CON6）は、メモリ部BMn（BM1～BM6）に記憶されたパターンデータのうち、シリアルデータDLn（DL1～DL6）の各画素の論理情報を、行方向に1画素ずつ画素シフトパルスBSC（BSCa、BSCb）に同期して出力するためのカウンタである。これにより、描画許可信号SQn（SQ1～SQ6）がハイ（H）の時間中に、それに対応する走査ユニットUn（U1～U6）のシリアルデータDLn（DL1～DL6）の各画素の論理情報が、行方向に1画素ずつ画素シフトパルスBSC（BSCa、BSCb）に同期して出力されることになる。例えば、描画許可信号SQ1（SQ2、SQ3）がハイ（H）の期間中には、シリアルデータDL1（DL2、DL3）の論理情報が、1画素ずつ画素シフトパルスBSCaに同期して出力される。また、描画許可信号SQ4（SQ5、SQ6）がハイ（H）の期間中には、シリアルデータDL4（DL5、DL6）の論理情報が、1画素ずつ画素シフトパルスBSCbに同期して出力される。

【0198】

また、メモリ部BMn（BM1～BM6）に記憶されたパターンデータのシリアルデータDLn（DL1～DL6）は、不図示のアドレスカウンタ等によって列方向にシフトされる。つまり、不図示のアドレスカウンタによって読み出す列が、1列目、2列目、3列目、・・・、というようにシフトされる。そのシフトは、例えば、走査ユニットU1に対応するメモリ部BM1であればシリアルデータDL1を出力し終わった後で、次に走査を行う走査ユニットU2に対応した入射許可信号LP2がハイ（H）になったタイミング（原点信号SZ2が発生したタイミング）で行われる。メモリ部BM2に記憶されたパターンデータのシリアルデータDL2のシフトは、シリアルデータDL2を出力し終わった後で、次に走査を行う走査ユニットU3に対応した入射許可信号LP3がハイ（H）になったタイミング（原点信号SZ3が発生したタイミング）で行われる。また、メモリ部BM3に記憶されたパターンデータのシリアルデータDL3のシフトは、シリアルデータDL3を出力し終わった後で、次に走査を行う走査ユニットU1に対応した入射許可信号LP1がハイ（H）になったタイミング（原点信号SZ1が発生したタイミング）で行われる。なお、第1の走査モジュールの3つの走査ユニットU1～U3は、U1→U2→U3、の順でスポット光SPの走査を行うものとする。

【0199】

同様にして、メモリ部BM4～BM6に記憶されたパターンデータのシリアルデータDL4～DL6のシフトは、シリアルデータDL4～DL6を出力し終わった後で、次に走査を行う走査ユニットU5、U6、U4に対応した入射許可信号LP5、LP6、LP4がハイ（H）になったタイミング（原点信号SZ5、SZ6、SZ4が発生したタイミング）で行われる。なお、第2の走査モジュールの3つの走査ユニットU4～U6は、U4→U5→U6、の順でスポット光SPの走査を行うものとする。

【0200】

メモリ部BMn（BM1～BM6）から出力されるシリアルデータDLn（DL1～DL6）は、ANDゲート部GTna（GT1a～GT6a）の一方の入力端子に入力される。ANDゲート部GTna（GT1a～GT6a）の他方の入力端子には、入射許可信号LPn（LP1～LP6）が入力される。したがって、ANDゲート部GTna（GT1a～GT6a）は、入射許可信号LPn（LP1～LP6）がハイ（H）の期間中（時間Ton中）、シリアルデータDLn（DL1～DL6）を出力する。これにより、スポット光SPの走査を行う走査ユニットUnのシリアルデータDLnが出力されることになる。これにより、第1データ出力部114aの生成回路GE1～GE3から、シリアルデータDLn（DL1～DL3）が、DL1→DL2→DL3、の順で出力され、3入力の

ORゲート部GT1mに入力される。同様に、第2データ出力部114bの生成回路GE4～GE6から、シリアルデータDLn（DL4～DL6）が、DL4→DL5→DL6、の順で出力され、3入力のORゲート部GT2mに入力される。

【0201】

ORゲート部GT1mは、DL1→DL2→DL3、の順に繰り返し入力されたシリアルデータDLn（DL1→DL2→DL3）を描画ビット列データSBAとして光源装置LSaの駆動回路36aに出力する。これにより、第1の走査モジュールの3つの走査ユニットU1～U3は、U1→U2→U3、の順番で、スポット光SPの走査を行うと同時に、パターンデータに応じたパターンを描画露光することができる。同様に、ORゲート部GT2mは、DL4→DL5→DL6、の順に繰り返し入力されたシリアルデータDLnを描画ビット列データSBBとして光源装置LSbの駆動回路36aに出力する。これにより、第2の走査モジュールの3つの走査ユニットU4～U6は、U4→U5→U6、の順番で、スポット光SPの走査を行うと同時に、パターンデータに応じたパターンを描画露光することができる。

【0202】

なお、本第1の実施の形態では、走査ユニットUn（U1～U6）毎に、パターンデータを用意し、走査モジュール毎に、3つの走査ユニットUn（U1～U3、U4～U6）のパターンデータの中から、スポット光SPの走査を行う走査ユニットUnの順番（U1→U2→U3、U4→U5→U6）にしたがって、シリアルデータDL1～DL3、DL4～DL6を出力するようにした。しかしながら、スポット光SPの走査を行う走査ユニットUnの順番は予め決められているので、走査モジュール毎に、3つの走査ユニットUn（U1～U3、U4～U6）のパターンデータの各シリアルデータDLn（DL1～DL3、DL4～DL6）を組み合わせた1つのパターンデータを用意してもよい。つまり、走査モジュール毎に、3つの走査ユニットUn（U1～U3、U4～U6）のパターンデータの各列のシリアルデータDLn（DL1～DL3、DL4～DL6）を、スポット光SPの走査を行う走査ユニットUnの順番に応じて配列させた1つのパターンデータを構築するようにしてもよい。この場合は、走査モジュール毎に構築された1つのパターンデータのシリアルデータDLnを描画許可信号SQn（SQ1～SQ3、SQ4～SQ6）に応じて、1列目から順番に出力すればよい。

【0203】

さて、図12に示した露光制御部116は、全体倍率設定部110、局所倍率設定部112、および、描画データ出力部114を制御するものである。露光制御部116には、マーク位置検出部106が検出した設置方位線Lx1、Lx4上におけるアライメントマークMKm（MK1～MK4）の位置情報と、回転位置検出部108が検出した設置方位線Lx1～Lx4上における回転ドラムDRの回転角度位置情報（カウンタ回路CN1a～CN4a、CN1b～CN4bに基づくカウント値）とが入力される。露光制御部116は、設置方位線Lx1上におけるアライメントマークMKm（MK1～MK4）の位置情報と、設置方位線Lx1上における回転ドラムDRの回転角度位置（カウンタ回路CN1a、CN1bのカウント値）とに基づいて、基板Pの副走査方向（X方向）における露光領域Wの描画露光の開始位置を検出（決定）する。

【0204】

そして、露光制御部116は、描画露光の開始位置が検出されたときの設置方位線Lx1上における回転ドラムDRの回転角度位置と、設置方位線Lx2上における回転角度位置（カウンタ回路CN2a、CN2bに基づくカウント値）とに基づいて、基板Pの描画露光の開始位置が設置方位線Lx2上にある描画ラインSL1、SL3、SL5上まで搬送されたか否かを判断する。露光制御部116は、描画露光の開始位置が描画ラインSL1、SL3、SL5上まで搬送されたと判断すると、局所倍率設定部112および描画データ出力部114等を制御して、走査ユニットU1、U3、U5にスポット光SPの走査による描画を開始させる。

【0205】

10

20

30

40

50

この場合は、露光制御部 116 は、走査ユニット U1、U3 が描画露光を行うタイミングで、局所倍率設定部 112 にスポット光 SP の走査を行う走査ユニット U1、U3 に対応する局所倍率補正情報 CMg1、CMg3 を光源装置 LSa の信号発生部 22a に出力させる。これにより、光源装置 LSa の信号発生部 22a は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U1、U3 のシリアルデータ DL1、DL3 の画素をシフトさせる画素シフトパルス BSca を、局所倍率補正情報 CMg1、CMg3 に応じて発生する。この画素シフトパルス BSca に応じて、描画データ出力部 114 は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U1、U3 に対応するシリアルデータ DL1、DL3 の各画素の論理情報を 1 画素ずつシフトさせていく。同様に、露光制御部 116 は、走査ユニット U5 が描画露光を行うタイミングで、局所倍率設定部 112 に、走査ユニット U5 に対応する局所倍率補正情報 CMg5 を光源装置 LSb の信号発生部 22a に出力させる。これにより、光源装置 LSb の信号発生部 22a は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U5 に対応するシリアルデータ DL5 の画素をシフトさせる画素シフトパルス BSb を、局所倍率補正情報 CMg5 に応じて発生する。この画素シフトパルス BSb に応じて、描画データ出力部 114 は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U5 のシリアルデータ DL5 の各画素の論理情報を 1 画素ずつシフトさせていく。

10

【0206】

その後、露光制御部 116 は、描画露光の開始位置が検出されたときの設置方位線 Lx1 上における回転ドラム DR の回転角度位置と、設置方位線 Lx3 上における回転角度位置（カウンタ回路 CN3a、CN3b のカウント値）とに基づいて、基板 P の描画露光の開始位置が設置方位線 Lx3 上にある描画ライン SL2、SL4、SL6 上まで搬送されたか否かを判断する。露光制御部 116 は、描画露光の開始位置が描画ライン SL2、SL4、SL6 上まで搬送されたと判断すると、局所倍率設定部 112 および描画データ出力部 114 を制御して、さらに、走査ユニット U2、U4、U6 にスポット光 SP の走査を開始させる。

20

【0207】

この場合は、露光制御部 116 は、走査ユニット U2 が描画露光を行うタイミングで、局所倍率設定部 112 に、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U2 に対応する局所倍率補正情報 CMg2 を光源装置 LSa の信号発生部 22a に出力させる。これにより、光源装置 LSa の信号発生部 22a は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U2 のシリアルデータ DL2 の画素をシフトさせる画素シフトパルス BSca を、局所倍率補正情報 CMg2 に応じて発生する。この画素シフトパルス BSca に応じて、描画データ出力部 114 は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U2 のシリアルデータ DL2 の各画素の論理情報を 1 画素ずつシフトさせていく。同様に、露光制御部 116 は、走査ユニット U4、U6 が描画露光を行うタイミングで、局所倍率設定部 112 に、走査ユニット U4、U6 に対応する局所倍率補正情報 CMg4、CMg6 を光源装置 LSb の信号発生部 22a に出力させる。これにより、光源装置 LSb の信号発生部 22a は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U4、U6 のシリアルデータ DL4、DL6 の画素をシフトさせる画素シフトパルス BSb を、局所倍率補正情報 CMg4、CMg6 に応じて発生する。この画素シフトパルス BSb に応じて、描画データ出力部 114 は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U4、U6 のシリアルデータ DL4、DL6 の各画素の論理情報を 1 画素ずつシフトさせていく。

30

40

【0208】

先の図 4 から分かるように、基板 P は +X 方向に搬送されるので、描画ライン SL1、SL3、SL5 の各々における描画露光が先行し、基板 P が所定距離だけさらに搬送されてから、描画ライン SL2、SL4、SL6 の各々における描画露光が行われる。一方で、第 1 の走査モジュールの 3 つの走査ユニット U1～U3 の各ポリゴンミラー PM、第 2 の走査モジュールの 3 つの走査ユニット U4～U6 の各ポリゴンミラー PM は、所定の位相差を持って回転制御されているため、原点信号 SZ1～SZ3、SZ4～SZ6 は、図 13 に示すように、時間 Ts だけ位相差を持って発生し続ける。そのため、図 13 に示す

50

ような入射許可信号 $L P n$ ($L P 1 \sim L P 6$) が発生し、描画ライン $S L 1$ 、 $S L 3$ 、 $S L 5$ における描画露光の開始時点から描画ライン $S L 2$ 、 $S L 4$ 、 $S L 6$ における描画露光の開始直前までの間も、図 14 中の AND ゲート部 $G T 2 a$ 、 $G T 4 a$ 、 $G T 6 a$ が開かれ、シリアルデータ $D L 2$ 、 $D L 4$ 、 $D L 6$ が出力される。したがって、露光領域 W の描画露光の開始位置が描画ライン $S L 2$ 、 $S L 4$ 、 $S L 6$ 上に達する前に、走査ユニット $U 2$ 、 $U 4$ 、 $U 6$ によるスポット光 $S P$ の走査によってパターンが描画されてしまう。

【0209】

そこで、図 14 の構成において、露光制御部 116 の制御によって、入射許可信号 $L P n$ ($L P 1 \sim L P 6$) を、AND ゲート部 $G T n a$ ($G T 1 a \sim G T 6 a$) および描画許可信号生成部 $O S M n$ ($O S M 1 \sim O S M 6$) に送るか禁止するかを選択する選択ゲート回路を、生成回路 $G E n$ ($G E 1 \sim G E 6$) 毎に設けるのがよい。これにより、各生成回路 $G E n$ ($G E 1 \sim G E 6$) の選択ゲート回路が開かれている期間中だけ、AND ゲート部 $G T n a$ ($G T 1 a \sim G T 6 a$) および描画許可信号生成部 $O S M n$ ($O S M 1 \sim O S M 6$) に入射許可信号 $L P n$ ($L P 1 \sim L P 6$) が入力される。したがって、露光制御部 116 は、生成回路 $G E 2$ 、 $G E 4$ 、 $G E 6$ の選択ゲート回路を閉じ、生成回路 $G E 1$ 、 $G E 3$ 、 $G E 5$ の選択ゲート回路を開くことで、シリアルデータ $D L 2$ 、 $D L 4$ 、 $D L 6$ の出力を禁止することができる。また、この生成回路 $G E 2$ 、 $G E 4$ 、 $G E 6$ の選択ゲート回路を閉じることで、描画許可信号 $S Q 2$ 、 $S Q 4$ 、 $S Q 6$ が生成されることもない。したがって、生成回路 $G E 2$ 、 $G E 4$ 、 $G E 6$ の選択ゲート回路を閉じている間は、ゲート回路 $G T a$ (図 9 参照) によって、シリアルデータ $D L 2$ 、 $D L 4$ 、 $D L 6$ の画素をシフトする画素シフトパルス $B S C$ ($B S C a$ 、 $B S C b$) の生成も禁止される。

【0210】

なお、各生成回路 $G E n$ ($G E 1 \sim G E 6$) に選択ゲート回路を設けない場合は、露光制御部 116 は、光源装置 $L S a$ 、 $L S b$ の駆動回路 36a に出力する描画ビット列データ $S B a$ 、 $S B b$ のうち、シリアルデータ $D L 2$ 、 $D L 4$ 、 $D L 6$ に対応する部分の画素の論理情報を全て「0」にキャンセルすることで、実質的に走査ユニット $U 2$ 、 $U 4$ 、 $U 6$ による描画露光をキャンセルすることができる。キャンセル期間中は、メモリ部 $B M 2$ 、 $B M 4$ 、 $B M 6$ から出力されるシリアルデータ $D L 2$ 、 $D L 4$ 、 $D L 6$ の列は、シフトされず 1 列目のままである。そして、露光領域 W の描画露光の開始位置が描画ライン $S L 2$ 、 $S L 4$ 、 $S L 6$ 上に到達してから、シリアルデータ $D L 2$ 、 $D L 4$ 、 $D L 6$ の出力を開始し、シリアルデータ $D L 2$ 、 $D L 4$ 、 $D L 6$ の列方向へのシフトが行われる。

【0211】

同様に、露光領域 W の描画露光の終了位置は、先に描画ライン $S L 1$ 、 $S L 3$ 、 $S L 5$ 上に到達し、その後一定の時間をおいて、描画ライン $S L 2$ 、 $S L 4$ 、 $S L 6$ 上に達する。そのため、描画露光の終了位置が描画ライン $S L 1$ 、 $S L 3$ 、 $S L 5$ に到達した後、描画ライン $S L 2$ 、 $S L 4$ 、 $S L 6$ に到達するまでは、走査ユニット $U 2$ 、 $U 4$ 、 $U 6$ のみでパターンの描画露光を行うことになる。したがって、露光制御部 116 は、生成回路 $G E 1$ 、 $G E 3$ 、 $G E 5$ の選択ゲート回路を閉じ、生成回路 $G E 2$ 、 $G E 4$ 、 $G E 6$ の選択ゲート回路を開くことで、シリアルデータ $D L 1$ 、 $D L 3$ 、 $D L 5$ の出力を禁止することができる。また、この生成回路 $G E 1$ 、 $G E 3$ 、 $G E 5$ の選択ゲート回路を閉じることで、図 9 に示すゲート回路 $G T a$ によって、シリアルデータ $D L 1$ 、 $D L 3$ 、 $D L 5$ の画素をシフトする画素シフトパルス $B S C$ ($B S C a$ 、 $B S C b$) の生成も禁止される。なお、各生成回路 $G E n$ ($G E 1 \sim G E 6$) に選択ゲート回路を設けない場合は、露光制御部 116 は、光源装置 $L S a$ 、 $L S b$ の駆動回路 36a に出力する描画ビット列データ $S B a$ 、 $S B b$ のうち、シリアルデータ $D L 1$ 、 $D L 3$ 、 $D L 5$ に対応する部分の画素の論理情報を全て「0」にキャンセルすることで、実質的に走査ユニット $U 1$ 、 $U 3$ 、 $U 5$ による描画露光をキャンセルすることができる。

【0212】

また、露光制御部 116 は、マーク位置検出部 106 が検出した設置方位線 $L x 1$ 、 $L x 4$ 上におけるアライメントマーク $M K m$ ($M K 1 \sim M K 4$) の位置情報と、回転位置検

出部 108 が検出した設置方位線 $Lx1$ 、 $Lx4$ 上における回転ドラム DR の回転角度位置情報とに基づいて、基板 P または露光領域 W の歪み（変形）を逐次演算する。例えば、基板 P が長尺方向に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る場合は、露光領域 W の形状も歪み（変形し）、アライメントマーク MKm ($MK1 \sim MK4$) の配列も、図 4 に示すような矩形状にならず、歪んだ（変形した）状態になる。基板 P または露光領域 W が歪んだ場合は、それに応じて各描画ライン SLn の倍率を変更する必要があるので、露光制御部 116 は、演算した基板 P または露光領域 W の歪みに基づいて、全体倍率補正情報 $T Mg$ および局所倍率補正情報 $C Mg n$ の少なくとも一方を生成する。そして、この生成された全体倍率補正情報 $T Mg$ および局所倍率補正情報 $C Mg n$ の少なくとも一方は、全体倍率設定部 110 または局所倍率設定部 112 に出力される。これにより、重ね合わせ露光の精度を向上させることができる。また、露光制御部 116 は、基板 P または露光領域 W の歪みに応じて、各描画ライン SLn 毎に補正傾き角情報を生成してもよい。この生成された補正傾き角情報に基づいて、上述した前記アクチュエータが、各走査ユニット Un ($U1 \sim U6$) を照射中心軸 Len ($Le1 \sim Le6$) 回りに回転させる。これにより、重ね合わせ露光の精度がより向上する。露光制御部 116 は、各走査ユニット Un ($U1 \sim U6$) によってスポット光 SP の走査が行われる度、若しくは、スポット光 SP の走査が所定回数行われる度に、若しくは、基板 P または露光領域 W の歪みの傾向が許容範囲を超えて変わったときに、全体倍率補正情報 $T Mg$ および局所倍率補正情報 $C Mg n$ の少なくとも一方と、補正傾き角情報とを再び生成してもよい。

【0213】

以上のように、第 1 の実施の形態の露光装置 EX は、パルス光源部 35 からの種光 $S1$ 、 $S2$ によって生成されるビーム LB (Lse 、 Lba 、 Lbb 、 Lbn) のスポット光 SP をパターンに応じて強度変調しつつ、基板 P 上の描画ライン SLn に沿ってスポット光 SP を相対的に走査することにより、基板 P 上にパターンを描画する。そして、露光装置 EX は、メモリ部 BMn 、クロック発生部 60、光源制御部、補正画素指定部 62、および、送出タイミング切換部 64 を少なくとも備える。上述したように、メモリ部 BMn は、走査ユニット Un のスポット光 SP の走査によって描画されるパターンデータを記憶したものである。クロック発生部 60 は、 $Pxy / (N \times Vs)$ で決まる基準周期 Ta を有し、スポット光 SP の走査中に 1 画素の寸法 Pxy 当り N 個のクロックパルスを含むクロック信号 LTC を生成する。光源制御部は、少なくとも、制御回路 22 と、電気光学素子 36、駆動回路 36a、および、描画データ出力部 114 から構成される。この光源制御部は、クロック信号 LTC のクロックパルスにตอบสนองしてビーム LB を発生するようにパルス光源部 35 を制御するとともに、メモリ部 BMn から順次送出されるパターンデータを構成するシリアルデータ DLn の画素毎の論理情報に基づいてビーム LB の強度を変調する。補正画素指定部 62 は、描画ライン SLn 上に並ぶ複数の画素のうちで、特定の位置に配置される少なくとも 1 つの画素を補正画素として指定する。送出タイミング切換部 64 は、スポット光 SP が描画ライン SLn 上の補正画素以外の通常画素を走査するタイミングでは、クロックパルスの N 個が 1 画素に対応し、スポット光 SP が描画ライン SLn 上の補正画素を走査するタイミングでは、クロックパルスの $N \pm m$ 個が 1 画素に対応するように、画素の論理情報のメモリ部 BMn からの送出タイミングを切り換える。したがって、描画ライン SLn （描画するパターン）の倍率をきめ細やかに補正することができる、ミクロンオーダーでの精密な重ね合わせ露光を行うことができる。

【0214】

露光装置 EX は、ビーム LB を 1 次元に偏向するポリゴンミラー PM と、ポリゴンミラー PM で偏向されたビーム LB を入射して、基板 P 上にスポット光 SP として集光する光学レンズ部材（少なくとも、 $f\theta$ レンズ FT およびシリンドリカルレンズ CYb を含む）とを有する走査ユニット Un を複数備える。露光装置 EX は、複数の走査ユニット Un の各々から投射されるスポット光 SP によって、基板 P 上にパターンを描画する。これにより、露光領域 W の幅を簡単に広げることができる。

【0215】

露光装置 EX は、複数の走査ユニット U_n の各々のポリゴンミラー PM の回転角度位置が所定の位相関係となるように、ポリゴンミラー PM の各々を同期回転させるポリゴン駆動制御部 100 と、光源装置 LSa (または LSb) からのビームを、ポリゴンミラー PM の回転角度位置に応じて、複数の走査ユニット U_n のいずれか 1 つに順番に導くように切り換えるビーム切換部 BDU と、を備える。これにより、1 つの走査ユニット U_n がスポット光 SP の走査を開始してから次の走査を開始するまでの間に、複数の走査ユニット U_n の各々が順番にスポット光 SP の走査を行うことができる。その結果、ビーム LB を有効に活用することができる。

【0216】

露光装置 EX は、描画ライン SL_n 上に位置する複数の画素のうち、補正対象となる補正画素を指定するための局所倍率補正情報 (補正情報) $CMgn$ を、複数の走査ユニット U_n 毎に記憶する局所倍率設定部 (補正情報記憶部) 112 を備える。補正画素指定部 62 は、ビーム切換部 BDU によってビーム LB が導かれる走査ユニット U_n に対応した局所倍率補正情報 $CMgn$ に基づいて、ビーム LB が導かれる走査ユニット U_n の描画ライン SL_n 上に位置する補正画素を指定する。これにより、描画ライン SL_n (走査ユニット U_n) 毎に、描画ライン SL_n (描画するパターン) の倍率をきめ細やかに補正することができる。したがって、パターン露光の重ね合わせ精度が向上する。

【0217】

局所倍率補正情報 $CMgn$ は、描画ライン SL_n に沿って描画されるパターンの描画倍率に応じて描画ライン SL_n 上の離散的な複数の位置の各々に補正画素を指定するための補正位置情報 Nv を含む。補正画素指定部 62 は、補正位置情報 Nv に基づいて、描画ライン SL_n 上に離散的に位置する複数の補正画素を指定する。送出タイミング切換部 64 は、描画ライン SL_n 上に位置する複数の補正画素の各々で、補正画素に対して $N \pm m$ 個のクロック信号 LTC のクロックパルスが対応するように、論理情報のメモリ部 BMn からの送出タイミングを切り換える。これにより、ムラなく描画ライン SL_n (描画するパターン) を倍率補正 (伸縮) させることができる。

【0218】

局所倍率補正情報 $CMgn$ は、描画ライン SL_n に沿って描画されるパターンの描画倍率に応じて、前記した「 $\pm m$ 」の値を設定するための倍率情報 SCA を含む。これにより、描画倍率に応じて、描画ライン SL_n (描画するパターン) を伸縮させることができる。

【0219】

ビーム切換部 BDU は、光源装置 LSa (または LSb) からのビーム LB の進行方向に沿って直列に配置され、ビーム LB の光路を切り換えてビーム LB が入射する走査ユニット U_n を 1 つ選択する複数の選択用光学素子 AOMn を有する。したがって、描画露光すべき 1 つの走査ユニット U_n に対して光源装置 LSa (または LSb) からのビーム LB を効率的に集中させることができ、高い露光量が得られる。例えば、光源装置 LSa (または LSb) からの 1 つのビーム LB を複数のビームスプリッタを使って 3 つに振幅分割し、分割した 3 つのビーム LB の各々を、シリアルデータ DLn によって変調させる描画用の音響光学変調素子 (強度変調部) AOM を介して、3 つの走査ユニット U_n に導いた場合、描画用の音響光学変調素子でのビーム強度の減衰を 20%、各走査ユニット U_n 内でのビーム強度の減衰を 30% とすると、1 つの走査ユニット U_n におけるスポット光 SP の強度は、元のビーム LB の強度を 100% としたとき、約 18.67% となる。一方、第 1 の実施の形態のように、光源装置 LSa (または LSb) からのビーム LB を 3 つの選択用光学素子 AOMn (AOM1 ~ AOM3、AOM4 ~ AOM6) によって偏向させて、3 つの走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_3$ 、 $U_4 \sim U_6$) のいずれか 1 つに入射するようにした場合、選択用光学素子 AOMn でのビーム強度の減衰を 20% としたとき、1 つの走査ユニット U_n におけるスポット光 SP の強度は、元のビーム LB の強度の約 56% になる。

【0220】

10

20

30

40

50

複数の選択用光学素子 AOM_n は、複数の走査ユニット U_n に対応して設けられ、対応する走査ユニット U_n にビーム LB を入射させるか否かを切り換える。したがって、複数の走査ユニット U_n のうち、ビーム LB_n が入射すべき1つの走査ユニット U_n を簡単に選択できる。

【0221】

なお、本第1の実施の形態では、ポリゴンミラー PM の走査効率が $1/3$ 、ビーム LB_a 、 LB_b が振り分けられる走査ユニット U_n の数を3つとしたので、6つの選択用光学素子 AOM_n ($AOM_1 \sim AOM_6$) を2つの光学素子モジュール(2つの組)に分け、それに対応して6つの走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) を2つの走査モジュール(2つの組)に分けた。しかしながら、ポリゴンミラー PM の走査効率が $1/H$ 、走査ユニット U_n および選択用光学素子 AOM_n の数が Q の場合は、 Q 個の選択用光学素子 AOM_n を Q/H 個の光学素子モジュール(Q/H の組)に分ける。そして、 Q 個の走査ユニット U_n を Q/H の走査モジュールに分ければよい。この場合、 Q/H 個の光学素子モジュール(Q/H の組)の各々に含まれる選択用光学素子 AOM_n の数は等しく、また、 Q/H 個の走査モジュール(Q/H の組)の各々に含まれる走査ユニット U_n の数も等しくするのが好ましい。なお、この Q/H は、正数であることが好ましい。つまり、 Q は、 H の倍数であることが好ましい。例えば、ポリゴンミラー PM の走査効率が $1/2$ 、走査ユニット U_n および選択用光学素子 AOM_n の数が6つの場合は、6つの選択用光学素子 AOM_n を3つの光学素子モジュール(3つの組)に等しく分け、6つの走査ユニット U_n を3つの走査モジュール(3つの組)に等しく分ければよい。

【0222】

また、上記第1の実施の形態では、ポリゴンミラー PM の形状を、8角形としたが(反射面 RP が8つ)としたが、6角形、7角形であってもよいし、9角形以上であってもよい。これにより、ポリゴンミラー PM の走査効率も変わる。一般的に、多角形の形状のポリゴンミラー PM の反射面数 N_p 以外の条件(例えば、 $f\theta$ レンズ FT の口径や焦点距離等の条件)が同一の場合は、反射面数 N_p が多くなる程、ポリゴンミラー PM の1反射面 RP における走査効率は大きくなり、反射面数が少なくなる程、ポリゴンミラー PM の走査効率は小さくなる。また、反射面数 N_p が多くなる程、ポリゴンミラー PM の外形が円形に近づくので、回転中の風損が減り、ポリゴンミラー PM をより高速に回転させることができる。例えば、先の例のように、8面のポリゴンミラー PM を走査効率 $1/3$ 未満で使う場合、24面($8 \div 1/3$)のポリゴンミラー PM に変えることもできる。ただし、その場合は、1つの光源装置 LS_a (LS_b) からのビーム LB_a (LB_b) を3つの走査ユニット U_n の各々に時分割で振り分けるために、3つの走査ユニット U_n の各々の24面のポリゴンミラー PM は、同じ角度位相となる(原点信号が同一タイミングで発生する)ように同期回転させ、ポリゴンミラー PM の2つの反射面置きに1回の描画が行われるように制御すればよい。

【0223】

また、上記第1の実施の形態では、画素の寸法 P_x と寸法 P_y とは同じ長さ(例えば、 $3\mu m$)としたが、寸法 P_x と寸法 P_y との長さを異ならせてもよい。要は、クロック発生部60は、 $P_y/(N \times V_s)$ で決まる基準周期 T_a を有し、スポット光 SP の走査中に1画素の寸法 P_y 当り N 個のクロックパルスを含むクロック信号 LTC を生成すればよい。

【0224】

[第1の実施の形態の変形例]

上記第1の実施の形態は、以下のように変形してもよい。

【0225】

上記第1の実施の形態においては、通常画素に対して N ($=8$) 個のスポット光 SP (クロック信号 LTC のクロックパルス) が対応し、補正画素に対して $N \pm m$ ($=8 \pm 1$) 個のスポット光 SP (クロック信号 LTC のクロックパルス) が対応するようにした。また、1画素の寸法 P_{xy} を、スポット光 SP のサイズ ϕ と同じ $3\mu m$ とし、クロック信号

LTCの発振周波数Faを400MHzとしているので、主走査方向に沿って走査されるスポット光SPの投射間隔は、 $0.375\mu\text{m}$ となる。したがって、補正画素は、主走査方向に関して、寸法Pxyが $3\mu\text{m}$ の通常画素に対して、 $0.375\mu\text{m}$ だけ伸縮した大きさとなる。つまり、補正画素が伸縮する割合は、 $12.5(=0.375/3)\%$ となる。また、倍率情報SCAによって定められる「 $\pm m$ 」の値が、「 ± 2 」の場合は、寸法Pxyが $3\mu\text{m}$ の通常画素に対して、補正画素は、 $0.75\mu\text{m}$ だけ伸縮し、その割合は、 $25(=0.75/3)\%$ となる。

【0226】

これに対して、1画素の寸法Pxyを、スポット光SPのサイズφと同じ $3\mu\text{m}$ とし、クロック信号LTCの発振周波数Faを400MHzの2倍である800MHzにすると、通常画素に対して16個のスポット光SP（クロック信号LTCのクロックパルス）が対応することになる。したがって、倍率情報SCAによって定められる「 $\pm m$ 」の値を「 ± 1 」のままにすると、補正画素に対して 16 ± 1 個のスポット光SP（クロック信号LTCのクロックパルス）が対応する。この場合は、主走査方向に走査されるスポット光SPの投射間隔は、 $0.1875(3\times 1/16)\mu\text{m}$ となる。したがって、補正画素は、主走査方向に関して、寸法Pxyが $3\mu\text{m}$ の通常画素に対して、 $0.1875\mu\text{m}$ だけ伸縮し、その割合は、 $6.25(=0.1875/3)\%$ となる。また、倍率情報SCAによって定められる「 $\pm m$ 」の値が、「 ± 2 」の場合は、寸法Pxyが $3\mu\text{m}$ 通常画素に対して、補正画素は、 $0.375\mu\text{m}$ だけ伸縮し、その割合は、 12.5% となる。したがって、クロック信号LTCの発振周波数Faを高くした方が、きめ細やかな倍率補正を行うことができる。

【0227】

しかしながら、発振周波数Faを400MHzから高くした場合であっても、パルス光発生部20のDFB半導体レーザ素子30、32が高くした発振周波数Fa（例えば、800MHz）でパルス状の種光S1、S2を発生することができない場合がある。また、高くした発振周波数Faで応答することができるDFB半導体レーザ素子30、32を用いた場合は、コストが高くなるという問題がある。したがって、本変形例では、400MHzの発振周波数Fbで発生したビームLBを合成することで、スポット光SPの周波数を800MHzにするというものである。

【0228】

なお、本変形例では、描画ラインSLn（SL1～SL6）の実効的な長さを30mmとし、実効的なサイズφが $3\mu\text{m}$ のスポット光SPを、 $15/16$ ずつ、つまり、 $2.8125(=3\times 15/16)\mu\text{m}$ ずつ、オーバーラップさせながらスポット光SPを描画ラインSLn（SL1～SL6）に沿って基板P上（基板Pの被照射面上）に照射するものとする。したがって、スポット光SPの投射間隔は、 $0.1875\mu\text{m}$ となり、1回の走査で照射されるスポット光SPの数は、 $160000(=30[\text{mm}]/0.1875[\mu\text{m}])$ となる。また、スポット光SPの周波数（発振周波数Fa）を800MHzとし、1回の走査で、スポット光SPを160000回照射するので、描画ラインSLnに沿ったスポット光SPの1回の走査に必要な時間Tspは、 $200\mu\text{sec}(=160000[\text{回}]/800[\text{MHz}])$ となり、その走査速度Vsは、 $150\text{m/sec}(=30[\text{mm}]/200[\mu\text{sec}])$ となる。また、副走査方向についても、スポット光SPの走査が、 $0.1875\mu\text{m}$ の間隔で行われるものとする、時間Tpx（ $=620\mu\text{sec}$ ）当り $0.1875\mu\text{m}$ だけ基板Pが進む必要があることから、搬送速度（送り速度）Vtは、 $\text{約}0.3024\text{mm/sec}(=0.1875[\mu\text{m}]/620[\mu\text{sec}])$ となる。なお、本変形例のポリゴンミラーPMの回転速度Vpは、上記第1の実施の形態と同じ、 $\text{約}12096.8\text{rpm}$ とする。

【0229】

図17は、本変形例における光源装置LSa（LSb）の構成を示す図である。なお、上記第1の実施の形態と同一の構成については同様の符号を付し、異なる箇所のみを説明する。光源装置LSa（LSb）は、クロック信号発生部150、2つの制御回路152

10

20

30

40

50

N Dゲート部 G X 3 は、入力された 1 番目のクロックパルスを出力しない。一方で、信号 S D o の論理値が「0」の場合は、N O Tゲート部 G X 4 によって信号 S D o の値を反転させた値「1」が A N Dゲート部 G X 2 に入力されるので、A N Dゲート部 G X 2 の出力信号（クロック信号 C K a）の値は「1」となる。つまり、A N Dゲート部 G X 2 は、入力された 1 番目のクロックパルスを出力する。

【0234】

信号 S D o の論理値「0」の状態、クロック信号 C K s のクロックパルスが発生すると、ワンショットパルス発生器 L C は、そのクロックパルスの立ち上がりから一定時間 T d p だけ信号 S D o の論理値を「1」にする。クロック信号 C K s のクロックパルスは、時間 T d p より短い周期 T c で発生しているので、次の（2 番目の）クロックパルスが発生するタイミングでは、信号 S D o の論理値は「1」のままとなる。したがって、A N Dゲート部 G X 3 は、入力された 2 番目のクロックパルスを出力し、A N Dゲート部 G X 2 は、2 番目のクロックパルスを出力しない。3 番目のクロックパルスは、1 番目のクロックパルスの立ち上がりから一定時間 T d p が経過した後に発生するので、3 番目のクロックパルスが発生するタイミングでは、信号 S D o の論理値は「0」となっている。したがって、A N Dゲート部 G X 3 は、入力された 3 番目のクロックパルスを出力せず、A N Dゲート部 G X 2 は、入力された 3 番目のクロックパルスを出力する。このような動作の繰り返しにより、A N Dゲート部 G X 2 は、発振周波数 F c が 8 0 0 M H z のクロック信号 C K s のクロックパルスを 1 つ置きに間引いたクロック信号 C K a を生成し、A N Dゲート部 G X 3 は、クロック信号 C K a に対して位相が半周期ずれるように、発振周波数 F c が 8 0 0 M H z のクロック信号 C K s のクロックパルスを 1 つ置きに間引いたクロック信号 C K b を生成する。つまり、クロック信号発生部 1 5 0 は、発振周波数 F c が 8 0 0 M H z のクロック信号 C K s を $1/2$ に分周し、且つ、互いに位相が半周期ずれた 2 つのクロック信号 C K a、C K b を生成している。したがって、このクロック信号 C K a、C K b の発振周波数（発光周波数）F b は 4 0 0 M H z となる。

【0235】

制御回路 1 5 2 a は、クロック信号 C K a の各クロックパルスに応答して種光 S 1、S 2 を発光するように、パルス光発生部 2 0 a のパルス光源部 3 5（具体的には、D F B 半導体レーザ素子 3 0、3 2）を制御する。これにより、パルス光発生部 2 0 a が射出するビーム L B a 1（L B b 1）の周波数は 4 0 0 M H z となる。制御回路 1 5 2 b は、クロック信号 C K b の各クロックパルスに応答して種光 S 1、S 2 を発光するように、パルス光発生部 2 0 b のパルス光源部 3 5（具体的には、D F B 半導体レーザ素子 3 0、3 2）を制御する。これにより、パルス光発生部 2 0 b が射出するビーム L B a 2（L B b 2）の周波数は 4 0 0 M H z となり、且つ、ビーム L B a 1（L B b 1）に対して射出タイミングの位相が半周期ずれている。

【0236】

なお、本変形例では、各パルス光発生部 2 0 a、2 0 b の D F B 半導体レーザ素子 3 0、3 2 が発光する種光 S 1、S 2 は、互いに偏光方向が直行した直線偏光の光であり、且つ、パルス光発生部 2 0 a、2 0 b の D F B 半導体レーザ素子 3 0 同士、および、D F B 半導体レーザ素子 3 2 同士も、互いに偏光方向が直交した直線偏光の光である。これにより、パルス光発生部 2 0 a から射出されるビーム L B a 1（L B b 1）と、パルス光発生部 2 0 b から射出されるビーム L B a 2（L B b 2）とは、互いに直行する直線偏光の光となる。本変形例では、パルス光発生部 2 0 a の D F B 半導体レーザ素子 3 0 が発光する種光 S 1、および、パルス光発生部 2 0 b の D F B 半導体レーザ素子 3 2 が発光する種光 S 2 の偏光状態はともに S 偏光となる。また、パルス光発生部 2 0 a の D F B 半導体レーザ素子 3 2 が発光する種光 S 2、および、パルス光発生部 2 0 b の D F B 半導体レーザ素子 3 0 が発光する種光 S 1 の偏光状態はともに P 偏光となる。したがって、本変形例では、パルス光発生部 2 0 a が射出するビーム L B a 1（L B b 1）は P 偏光の光となり、パルス光発生部 2 0 b が射出するビーム L B a 2（L B b 2）は S 偏光の光となる。なお、パルス光発生部 2 0 a の偏光ビームスプリッタ 3 4 は、S 偏光の光を透過して P 偏光の光

を反射し、パルス光発生部 20b の偏光ビームスプリッタ 34 は、P 偏光の光を透過して S 偏光の光を反射することを前提とする。また、パルス光発生部 20a の偏光ビームスプリッタ 38 は、P 偏光の光を透過して S 偏光の光を反射し、パルス光発生部 20b の偏光ビームスプリッタ 38 は、S 偏光の光を透過して P 偏光の光を反射することを前提とする。

【0237】

OR ゲート部 GX1 は、入力された位相が互いに半周期ずれている 2 つのクロック信号 CKa、CKb を合成して 1 つのクロック信号（基準クロック信号）LTC を生成（発生）する。これにより、クロック信号 LTC の各クロックパルス（基準クロックパルス）は、800MHz の発振周波数 Fa（周期 Ta = 1 / Fa）で発生する。なお、クロック信号 LTC は、クロック信号発生部 150 のクロック発生部 60 が発生したクロック信号 CKs の周波数および位相と同一なので、OR ゲート部 GX1 を設けなくてもよい。この場合は、クロック発生部 60 が発生したクロック信号 CKs をクロック信号 LTC として用いればよい。

10

【0238】

また、クロック信号発生部 150 は、クロック発生部 60 と可変遅延回路（図示略）とを有する構成であってもよい。この場合は、クロック発生部 60 は、400MHz の発振周波数 Fc でクロック信号 CKs を生成（発生）するとともに、前記可変遅延回路は、クロック信号 CKs の周期 Tc（= 1 / Fc）の 1 / 2 だけクロック信号 CKs を遅延させる。クロック信号発生部 150 は、クロック発生部 60 が発生したクロック信号 CKs をクロック信号 CKa として制御回路 152a および OR ゲート部 GX1 に出力するとともに、前記可変遅延回路が 1 / 2 周期 Tc だけ遅延させたクロック信号 CKs をクロック信号 CKb として制御回路 152b および OR ゲート部 GX1 に出力する。

20

【0239】

このクロック信号 LTC は、図示しないが、図 9 で示したのと同構成の補正画素指定部 62 および送出タイミング切換部 64 にゲート回路 GTa を介して入力される。本変形例では、この 800MHz のクロック信号 LTC に基づいて、補正画素が指定され、描画ビット列データ Sba（Sbb）若しくはシリアルデータ DL1～DL3（DL4～DL6）の各画素の論理情報の送出タイミング、つまり、出力する論理情報の画素をシフトするタイミング、つまり、画素シフトパルス SBCa（SBCb）の出力タイミングが決定される。この補正画素指定部 62 および送出タイミング切換部 64 は、光源装置 Lsa（Lsb）の内部に設けられていてもよいし、光源装置 Lsa（Lsb）の外部に設けられていてもよい。

30

【0240】

そして、この送出タイミング切換部 64 から出力される画素シフトパルス BSCa（BSCb）にしたがって順次出力される描画ビット列データ Sba（Sbb）若しくはシリアルデータ DL1～DL3（DL4～DL6）の各画素の論理情報が、光源装置 Lsa（Lsb）のパルス光発生部 20a、20b の駆動回路 36a に出力される。したがって、パルス光発生部 20a、20b から射出されるビーム Lba1（Lbb1）、Lba2（Lbb2）は、この描画ビット列データ Sba（Sbb）若しくはシリアルデータ DL1～DL3（DL4～DL6）に基づいてその強度が変調される。また、射出されたビーム Lba1（Lbb1）、Lba2（Lbb2）は、合成光学部材 154 によって 1 つのビーム Lba（Lbb）に合成される。このビーム Lba1（Lbb1）とビーム Lba2（Lbb2）とは、発振周波数 Fb が 400MHz で同一であり、位相が半周期ずれていることから、合成光学部材 154 によって 800MHz のビーム Lba（Lbb）が生成されることになる。したがって、この生成された発振周波数 Fa（= 800MHz）のビーム Lba（Lbb）が光源装置 Lsa（Lsb）から射出される。

40

【0241】

合成光学部材 154 は、パルス光発生部 20a が射出した P 偏光のビーム Lba1（Lbb1）と、パルス光発生部 20b が射出した S 偏光のビーム Lba2（Lbb2）とを

50

合成する偏光ビームスプリッタPBSと、パルス光発生部20aが射出したビームLBa1 (LBb1)を偏光ビームスプリッタPBSに導くミラーM20、M21と、パルス光発生部20bが射出したビームLBa2 (LBb2)を偏光ビームスプリッタPBSに導くミラーM22とを少なくとも有する。偏光ビームスプリッタPBSは、P偏光の光を透過し、S偏光の光を反射する特性を有するので、ビームLBa1 (LBb1)を透過し、ビームLBa2 (LBb2)を反射する。このとき、偏光ビームスプリッタPBSの偏向分離面は、偏光ビームスプリッタPBSに入射するビームLBa1 (LBb1)の光軸と直交する平面に対して45度傾き、且つ、偏光ビームスプリッタPBSに入射するビームLBa2 (LBb2)の光軸と直交する平面に対して45度傾くように配置されている。これにより、偏光ビームスプリッタPBSを透過したビームLBa1 (LBb1)と、偏光ビームスプリッタで反射したビームLBa2 (LBb2)とが同軸となるので、ビームLBa1 (LBb1)とビームLBa2 (LBb2)とが合成される。

【0242】

なお、光源装置LSa (LSb)から射出されるビームLBa (LBb)は、P偏向のビームLB1a (LB1b)とS偏光のビームLB2a (LB2b)を含むものとなっているので、図5に示す走査ユニットUn内の光学レンズ系G10、光検出器DT、および、 $\lambda/4$ 波長板QWを省略してもよい。この場合は、描画ラインSLnの傾きを検出することができなくなる。また、描画ラインSLnの傾きを検出したい場合は、ビームLB1a (LB1b)と、ビームLB2a (LB2b)の偏向状態を、偏光板等によってともに同一（例えば、直線P偏向または円偏光）にする。そして、合成光学部材154は、互いに同軸となるようにこの2つのビームLB1a (LB1b)、ビームLB2a (LB2b)を合成すればよい。

【0243】

このように、本変形例の露光装置EXでは、光源装置LSa (LSb)は、2つのパルス光発生部20 (20a、20b)で、400MHzで発光したビームLBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2)を強度変調し、その強度変調されたビームLBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2)を合成してビームLBa (LBb)として射出するので、上記第1の実施の形態に比べ、さらに、描画ラインSLn (描画するパターン)の倍率をきめ細やかに補正することができる。

【0244】

なお、ビームLBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2)の単位面積当たりの強度が強いと、それに応じて偏光ビームスプリッタPBS等に焼けが生じてしまう。そのため、単位面積当たりの強度を下げるために、ビームLBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2)の径を拡大させる拡大レンズG20a、G20bと、拡大されたビームLBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2)を平行光にするコリメートレンズCL20a、CL20bとを設けてもよい。また、参照符号160は、合成されたビームLBa (LBb)をビームプロファイラー162に導くための反射鏡等を含む光導光部材である。この光導光部材160は、ビームプロファイラー162の計測面上でビームLBa (LBb)がスポット光となるようにビームLBa (LBb)を集光（収斂）する。ビームプロファイラー162は、集光したビームLBa (LBb)のスポット光の2次元的な光強度分布を高精度に計測する。これにより、合成されたビームLBa (LBb)のビームLBa1 (LBb1)とビームLBa2 (LBb2)との同軸性を精密に計測することができる。この光導光部材160は、反射鏡の移動等によってビームLBa (LBb)の光軸位置（光路）から退避可能に構成される。

【0245】

また、本変形例では、1画素に対して16個のスポット光SP（クロック信号LTCのクロックパルス）が対応するようにしたが、1画素に対して8個のスポット光SP（クロック信号LTCのクロックパルス）が対応するようにしてもよい。スポット光SPの投射間隔は、本変形例と同様に、 $0.1875\mu\text{m}$ とすると、8個のスポット光SPが1画素に対応するため、1画素の寸法Pxyは、 $1.5 (= 0.1875 \times 8)\mu\text{m}$ となる。し

たがって、この場合は、スポット光 S P のサイズ ϕ も寸法 P x y と同程度以下の大きさ、つまり、 $1.5 \mu\text{m}$ 以下とする。この場合であっても、本変形例と同様の効果を得ることができるとともに、画素の寸法を小さくすることができるので、パターンの解像度、分解能を飛躍的に細かくすることができ、より高精細なパターンを描画露光することができる。

【0246】

画素の寸法 P x と寸法 P y とは同じ長さ（例えば、 $3 \mu\text{m}$ ）としたが、寸法 P x と寸法 P y との長さを異ならせてもよい。要は、クロック信号発生部 150 は、 $(P_y \times M) / (N \times V_s)$ で決まる基準周期 T b を有するとともに、基準周期 T b の $1/M$ の補正時間ずつ位相を与えた複数 (M 個) のクロック信号 (第 1 クロック信号) C K を発生すればよい。

10

【0247】

〔第 2 の実施の形態〕

次に、第 2 の実施の形態について説明する。上記第 1 の実施の形態（変形例も含む）では、主走査方向におけるスポット光 S P の投射間隔を一定にし、局所的に補正画素の 1 画素当りのスポット光 S P（クロック信号 L T C のクロックパルス）の数を変更することで、描画ライン S L n の走査長を伸縮させた。これに対して、本第 2 の実施の形態では、1 画素当りのスポット光 S P（クロック信号 L T C のクロックパルス）の数は全て同じにし、局所的に主走査方向におけるスポット光 S P の投射間隔を変更させることで、描画ライン S L n の走査長を伸縮させる。

20

【0248】

なお、本第 2 の実施の形態においては、描画ライン S L n (S L 1 ~ S L 6) の実効的な長さを 30 mm 、スポット光 S P のサイズ ϕ を $3 \mu\text{m}$ とし、原則として主走査方向におけるスポット光 S P の投射間隔をスポット光 S P のサイズ ϕ の $1/2$ 、つまり、 $1.5 \mu\text{m}$ とする。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 2.419 mm/sec 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 T p x は、約 $620 \mu\text{sec} (= 1.5 [\mu\text{m}] / 2.419 [\text{mm/sec}])$ となる。この時間差 T p x 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、約 $4.96 \text{ msec} (= 8 \times 620 [\mu\text{sec}])$ 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、毎秒約 201.613 回転 ($= 1 / 4.96 [\text{msec}]$)、すなわち、約 12096.8 rpm に設定される。

30

【0249】

また、ポリゴンミラー P M の反射面の数 N p を 8 とし、その走査効率を $1/3$ とする。そのため、描画ライン S L n の最大走査長（例えば、 31 mm ）分だけスポット光 S P を走査するのに必要な時間 T s は、 $T_s = T_{p x} \times \text{走査効率}$ 、となり、先の数値例の場合は、時間 T s は、約 $206.666 \dots \mu\text{sec} (620 [\mu\text{sec}] / 3)$ 、となる。描画ライン S L n (S L 1 ~ S L 6) が伸縮されない場合（倍率が 1 倍の場合）の実効的な走査長を 30 mm とするので、この描画ライン S L n に沿ったスポット光 S P の 1 走査の走査時間 T s p は、約 $200 \mu\text{sec} (= 206.666 \dots [\mu\text{sec}] \times 30 [\text{mm}] / 31 [\text{mm}])$ 、となる。したがって、描画ライン S L n が伸縮されない場合は、この時間 T s p の間に、 20000 のスポット光 S P（パルス光）を照射する必要がある。光源装置 L S からのビーム L B の発光周波数（発振周波数）F e は、 $F_e = 20000 [\text{回}] / 200 [\mu\text{sec}] = 100 \text{ MHz}$ となる。また、スポット光 S P の走査速度 V s は、 $30 [\text{mm}] / 200 [\mu\text{sec}] = 150 \text{ m/sec}$ となる。なお、本第 2 の実施の形態では、1 画素の寸法 P x y をスポット光 S P の実効的なサイズ ϕ と同じ $3 \mu\text{m}$ とし、1 画素に対して 2 個のスポット光 S P（クロック信号 L T C のクロックパルス

40

50

）が対応しているものとする。

【0250】

図20は、第2の実施の形態における光源装置LSa（LSb）の内部に設けられる信号発生部22aの構成を示す図である。なお、上記第1の実施の形態（変形例も含む）と同様の構成については同様の符号を付し、異なる部分だけを説明する。この信号発生部22aは、上記第1の実施の形態と同様に、制御回路22の内部に設けられているが、制御回路22の外部に設けられていてもよい。また、光源装置LSa（LSb）の外部にこの信号発生部22aを設けてもよい。また、本第2の実施の形態では、図12に示す局所倍率設定部112から補正位置情報 Nv' と伸縮情報（極性情報） POL' とを有する局所倍率補正情報 $CMgn'$ が信号発生部22aに送られるものとする。この局所倍率設定部112は、走査ユニットUn（U1～U6）毎に、局所倍率補正情報 $CMgn'$ （ $CMg1' \sim CMg6'$ ）を記憶する。局所倍率設定部112は、上記第1の実施の形態と同様に、スポット光SPの走査を行う走査ユニットUnに対応する局所倍率補正情報 $CMgn'$ を光源装置LS（LSa、LSb）の信号発生部22aに出力する。なお、局所倍率補正情報 $CMgn'$ は、局所倍率補正を行うための情報である。

【0251】

信号発生部22aは、クロック信号発生部200、補正点指定部202、および、クロック切換部204を有する。このクロック信号発生部200、補正点指定部202、および、クロック切換部204等は、FPGA（Field Programmable Gate Array）により集約して構成することができる。クロック信号発生部200は、 ϕ/Vs 、で定まる周期よりも短い基準周期 Te を有するとともに、基準周期 Te の $1/N$ の補正時間ずつ位相差を与えた複数（ N 個）のクロック信号 CK_p （ $p=0, 1, 2, \dots, N-1$ ）を生成する。 ϕ は、スポット光SPの実効的なサイズであり、 Vs は、基板Pに対するスポット光SPの主走査方向の相対的な速度である。なお、基準周期 Te が、 ϕ/Vs で定まる周期よりも長い場合は、主走査方向に沿って照射されるスポット光SPが所定の間隔をあけて離散的に基板Pの被照射面上に照射されてしまう。逆に、基準周期 Te が、 ϕ/Vs で定まる周期よりも短い場合は、スポット光SPが主走査方向に関して互いに重なり合うように基板Pの被照射面上に照射される。本第2の実施の形態では、原則として、スポット光SPがサイズ ϕ の $1/2$ ずつオーバーラップするように発振周波数 Fe が100MHzのパルス状のスポット光SPを照射するので、基準周期 Te は、 $1/Fe = 1/100$ [MHz] = 10 [nsec] となり、 $\phi/Vs = 3$ [μm] / 150 [mm/sec] = 20 nsec より小さい値となる。また、 $N=50$ とするので、クロック信号発生部200は、 0.2 nsec (= 10 [nsec] / 50) の位相差が与えられた50個のクロック信号 $CK_0 \sim CK_{49}$ を生成する。

【0252】

具体的には、クロック信号発生部200は、クロック発生部（発振器）60と、複数（ $N-1$ 個）の遅延回路De（De01～De49）とを有する。クロック発生部60は、全体倍率補正情報TMgに応じた発振周波数 Fe （ $=1/Te$ ）で発振するクロックパルスからなるクロック信号 CK_0 を発生する。本第2の実施の形態では、全体倍率補正情報TMgを0とし、クロック発生部60は、100MHzの発振周波数 Fe （基準周期 $Te = 10$ nsec）でクロック信号 CK_0 を発生する。

【0253】

クロック発生部60からのクロック信号（出力信号） CK_0 は、直列に接続された複数の遅延回路De（De01～De49）の初段（先頭）の遅延回路De01に入力されるとともに、クロック切換部204の1番目の入力端子に入力される。この遅延回路De（De01～De49）は、入力信号であるクロック信号 CK_p を一定時間（ $Te/N = 0.2$ nsec）だけ遅延させて出力する。したがって、初段の遅延回路De01は、クロック発生部60が発生したクロック信号 CK_0 と同一の基準周期 Te （10 nsec）であり、且つ、クロック信号 CK_0 に対して0.2 nsecの遅れを持ったクロック信号（出力信号） CK_1 を出力する。同様に、2段目の遅延回路De02は、前段の遅延回路

De 01からのクロック信号（出力信号） CK_1 と同一の基準周期 T_e （ 10 nsec ）であり、且つ、クロック信号 CK_1 に対して 0.2 nsec の遅れを持ったクロック信号（出力信号） CK_2 を出力する。3段目以降の遅延回路De 03～De 49も同様に、前段の遅延回路De 02～De 48からのクロック信号（出力信号） $CK_2\sim CK_{48}$ と同一の基準周期 T_e （ 10 nsec ）であり、且つ、クロック信号 $CK_2\sim CK_{48}$ に対して 0.2 nsec の遅れを持ったクロック信号（出力信号） $CK_3\sim CK_{49}$ を出力する。

【0254】

クロック信号 $CK_0\sim CK_{49}$ は、 0.2 nsec ずつ位相差が与えられた信号であることから、クロック信号 CK_0 は、クロック信号 CK_{49} と同一の基準周期 T_e （ 10 nsec ）であり、且つ、クロック信号 CK_{49} に対してさらに 0.2 nsec の遅れを持ったクロック信号と、丁度1周期だけずれた信号となる。したがって、クロック信号 CK_0 は、実質的にクロック信号 CK_{49} の各クロックパルスに対して 0.2 nsec の遅れたクロック信号と見做すことができる。遅延回路De 01～De 49からのクロック信号 $CK_1\sim CK_{49}$ は、クロック切換部204の2番目～50番目の入力端子に入力される。

【0255】

各遅延回路De（De 01～De 49）は、例えば、図21Aまたは図21Bに示すようなゲート回路（論理回路）が使われる。図21Aでは、一方の入力端子In 1に入力信号（クロック信号 CK_p ）が入力され、他方の入力端子In 2に、ハイ（論理値は1）の信号が印加されるANDゲート回路GT 10によって構成される。このANDゲート回路GT 10によって、入力信号（クロック信号 CK_p ）に対して 0.2 nsec だけ遅れを持った出力信号（クロック信号 CK_{p+1} ）が出力される。また、図21Bでは、一方の入力端子In 1に入力信号（クロック信号 CK_p ）が入力され、他方の入力端子In 2に、ロー（論理値は0）の信号が印加されるORゲート回路GT 11によって構成される。このORゲート回路GT 11によって、入力信号（クロック信号 CK_p ）に対して 0.2 nsec だけ遅れを持った出力信号（クロック信号 CK_{p+1} ）が出力される。このように、各遅延回路De（De 01～De 49）は、複数のトランジスタで組まれるゲート回路（論理回路）によって所望の遅延時間を得るようにしてもよいし、1～2個のトランジスタを接続した簡単なものであってもよい。

【0256】

クロック切換部204は、入力された50個のクロック信号 CK_p （ $CK_0\sim CK_{49}$ ）のうち、いずれか1つのクロック信号 CK_p を選択し、選択したクロック信号 CK_p をクロック信号（基準クロック信号）LTCとして出力するマルチプレクサ（選択回路）である。したがって、クロック信号LTCの発振周波数 F_a （ $=1/T_a$ ）は、原則としてクロック信号 $CK_0\sim CK_{49}$ の発振周波数 F_e （ $=1/T_e$ ）、つまり、 100 MHz と同じになる。制御回路22は、クロック切換部204から出力されるクロック信号LTCの各クロックパルスに応答して種光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。したがって、光源装置LSa（LSb）から射出されるパルス状のビームLBa（LBb）の発振周波数 F_a は、原則として 100 MHz となる。

【0257】

クロック切換部204は、スポット光SPが走査線上に位置する特定の補正点CPPを通過するタイミングで、クロック信号LTCとして出力するクロック信号 CK_p 、つまり、ビームLBa（LBb）の発生に起因するクロック信号 CK_p を、位相差の異なる他のクロック信号 CK_p に切り換える。クロック切換部204は、スポット光SPが補正点CPPを通過するタイミングで、クロック信号LTCとして選択するクロック信号 CK_p を、クロック信号LTCとして現在選択しているクロック信号 CK_p に対して 0.2 nsec だけ位相差を有するクロック信号 $CK_{p\pm 1}$ に切り換える。この切り換えるクロック信号 $CK_{p\pm 1}$ の位相差の方向、つまり、位相が 0.2 nsec だけ遅れる方向か位相が 0.2 nsec だけ進む方向かは、局所倍率補正情報（補正情報） $CMgn'$ （ $CMg1'\sim CMg6'$ ）の一部である1ビットの伸縮情報（極性情報）POL'に応じて決定される。

【0258】

10

20

30

40

50

伸縮情報 POL' がハイ「1」（伸長）の場合は、クロック切換部 204 は、現在クロック信号 LTC として出力しているクロック信号 CK_p に対して $0.2nsec$ だけ位相が遅れたクロック信号 CK_{p+1} をクロック信号 LTC として選択して出力する。また、伸縮情報 POL' がロー「0」（縮小）の場合は、クロック切換部 204 は、現在クロック信号 LTC として出力しているクロック信号 CK_p に対して $0.2nsec$ だけ位相が進んだクロック信号 CK_{p-1} をクロック信号 LTC として選択して出力する。例えば、クロック切換部 204 は、現在クロック信号 LTC として出力しているクロック信号 CK_p が CK_{11} の場合において、伸縮情報 POL' がハイ（H）の場合は、クロック信号 LTC として出力するクロック信号 CK_p をクロック信号 CK_{12} に切り換え、伸縮情報 POL' がロー（L）の場合は、クロック信号 LTC として出力するクロック信号 CK_p をクロック信号 CK_{10} に切り換える。スポット光 SP の 1 回の走査期間中は、同一の伸縮情報 POL' が入力される。

【0259】

クロック切換部 204 は、ビーム切換部 BDU によってビーム LB_n が入射する走査ユニット U_n に対応した局所倍率補正情報 $CMgn'$ の伸縮情報 POL' を用いて、クロック信号 LTC として出力されるクロック信号 CK_p の位相がずれる方向（位相が進む方向か遅れる方向か）を決定する。光源装置 LSa からのビーム LBa ($LB1 \sim LB3$) は走査ユニット $U1 \sim U3$ のいずれか 1 つに導かれる。したがって、光源装置 LSa の信号発生部 22a のクロック切換部 204 は、走査ユニット $U1 \sim U3$ のうち、ビーム LB_n が入射する 1 つの走査ユニット U_n に対応する局所倍率補正情報 $CMgn'$ の伸縮情報 POL' に基づいて、クロック信号 LTC として出力されるクロック信号 CK_p の位相がずれる方向を決定する。例えば、走査ユニット $U2$ にビーム $LB2$ が入射する場合は、光源装置 LSa のクロック切換部 204 は、走査ユニット $U2$ に対応した局所倍率補正情報 $CMg2'$ の伸縮情報 POL' に基づいて、クロック信号 LTC として出力されるクロック信号 CK_p の位相がずれる方向を決定する。

【0260】

また、光源装置 LSb からのビーム LBb ($LB4 \sim LB6$) は走査ユニット $U4 \sim U6$ のいずれか 1 つに導かれる。したがって、光源装置 LSb の信号発生部 22a のクロック切換部 204 は、走査ユニット $U4 \sim U6$ のうち、ビーム LB_n が入射する 1 つの走査ユニット U_n に対応する局所倍率補正情報 $CMgn'$ の伸縮情報 POL' に基づいて、クロック信号 LTC として出力されるクロック信号 CK_p の位相がずれる方向を決定する。例えば、走査ユニット $U6$ にビーム $LB6$ が入射する場合は、光源装置 LSb のクロック切換部 204 は、走査ユニット $U6$ に対応した局所倍率補正情報 $CMg6'$ の伸縮情報 POL' に基づいて、クロック信号 LTC として出力されるクロック信号 CK_p の位相がずれる方向を決定する。

【0261】

補正点指定部 202 は、各描画ライン SL_n ($SL1 \sim SL6$) 上の特定の点を補正点 CPP として指定する。補正点指定部 202 は、局所倍率補正情報（補正情報） $CMgn'$ ($CMg1' \sim CMg6'$) の一部である補正点 CPP を指定するための補正位置情報（設定値） Nv' に基づいて補正点 CPP を指定する。この局所倍率補正情報 $CMgn'$ の補正位置情報 Nv' は、描画ライン SL_n に沿って描画されるパターンの描画倍率（または描画ライン SL_n の主走査方向における倍率）に応じて、描画ライン SL_n 上の等間隔に離散的な複数の位置の各々に補正点 CPP を指定するための情報であり、補正点 CPP と補正点 CPP との距離間隔（等間隔）を示す情報である。これにより、補正点指定部 202 は、描画ライン SL_n ($SL1 \sim SL6$) 上に等間隔に離散的に配置される位置を補正点 CPP として指定することができる。この補正点 CPP は、描画ライン SL_n に沿って投射される隣り合う 2 つのスポット光 SP の投射位置（スポット光 SP の中心位置）の間に設定される。

【0262】

補正点指定部 202 は、ビーム切換部 BDU によってビーム LB_n が入射する走査ユニ

10

20

30

40

50

ット U_n に対応した局所倍率補正情報 CMg_n' の補正位置情報 Nv' を用いて補正点 CPP を指定する。光源装置 LSa からのビーム LBa ($LB1 \sim LB3$) が走査ユニット $U1 \sim U3$ のいずれか 1 つに導かれるので、光源装置 LSa の信号発生部 22a の補正点指定部 202 は、走査ユニット $U1 \sim U3$ のうち、ビーム LBn が入射する 1 つの走査ユニット Un に対応する局所倍率補正情報 CMg_n' の補正位置情報 Nv' に基づいて補正点 CPP を指定する。例えば、走査ユニット $U2$ にビーム $LB2$ が入射する場合は、光源装置 LSa の補正点指定部 202 は、走査ユニット $U2$ に対応した局所倍率補正情報 CMg_2' の補正位置情報 Nv' に基づいて、描画ライン SLn_2 上に等間隔に離散的に配置される複数の位置を補正点 CPP として指定する。

【0263】

10

また、光源装置 LSb からのビーム LBb ($LB4 \sim LB6$) が走査ユニット $U4 \sim U6$ のいずれか 1 つに導かれるので、光源装置 LSb の信号発生部 22a の補正点指定部 202 は、走査ユニット $U4 \sim U6$ のうち、ビーム LBn が入射する 1 つの走査ユニット Un に対応する局所倍率補正情報 CMg_n' の補正位置情報 Nv' に基づいて補正点 CPP を指定する。例えば、走査ユニット $U6$ にビーム $LB6$ が入射する場合は、光源装置 LSb の補正点指定部 202 は、走査ユニット $U6$ に対応した局所倍率補正情報 CMg_6' の補正位置情報 Nv' に基づいて、描画ライン SLn_6 上に等間隔に離散的に配置される複数の位置を補正点 CPP として指定する。

【0264】

20

この補正点指定部 202 について具体的に説明すると、補正点指定部 202 は、分周カウンタ回路 212 とシフトパルス出力部 214 とを有する。分周カウンタ回路 212 は、減算カウンタであり、クロック切換部 204 から出力されるクロック信号 LTC のクロックパルス（基準クロックパルス）が入力される。クロック切換部 204 から出力されたクロック信号 LTC のクロックパルスは、ゲート回路 Gta を介して分周カウンタ回路 212 に入力される。ゲート回路 Gta は、上記第 1 の実施の形態で説明した描画許可信号 SQn がハイ（H）の期間に開くゲートである。つまり、分周カウンタ回路 212 は、描画許可信号 SQn がハイの期間中だけ、クロック信号 LTC のクロックパルスをカウントすることになる。光源装置 LSa の信号発生部 22a のゲート回路 Gta には、走査ユニット $U1 \sim U3$ に対応する 3 つの描画許可信号 $SQ1 \sim SQ3$ が印加される。したがって、光源装置 LSa のゲート回路 Gta は、描画許可信号 $SQ1 \sim SQ3$ のいずれかがハイ（H）の期間に入力されたクロック信号 LTC のクロックパルスを分周カウンタ回路 212 に出力する。同様に、光源装置 LSb の信号発生部 22a のゲート回路 Gta には、走査ユニット $U4 \sim U6$ に対応する 3 つの描画許可信号 $SQ4 \sim SQ6$ が印加される。したがって、光源装置 LSb のゲート回路 Gta は、描画許可信号 $SQ4 \sim SQ6$ のいずれかがハイ（H）の期間に入力されたクロック信号 LTC のクロックパルスを分周カウンタ回路 212 に出力する。

30

【0265】

分周カウンタ回路 212 は、カウント値 $C3$ が補正位置情報（設定値） Nv' にプリセットされ、クロック信号 LTC のクロックパルスが入力される度にカウント値 $C3$ をデクリメントする。分周カウンタ回路 212 は、カウント値 $C3$ が 0 になると 1 パルスの一致信号 Idc をシフトパルス出力部 214 に出力する。つまり、分周カウンタ回路 212 は、クロック信号 LTC のクロックパルスを補正位置情報 Nv' 分だけカウントすると一致信号 Idc を出力する。この一致信号 Idc は、次のクロックパルスが発生する前に補正点 CPP が存在することを示す情報である。また、分周カウンタ回路 212 は、カウント値 $C3$ が 0 になった後、次のクロックパルスが入力されると、カウント値 $C3$ を補正位置情報 Nv' にプリセットする。これにより、描画ライン SLn に沿って等間隔に補正点 CPP を複数指定することができる。なお、補正位置情報 Nv' の具体的な値は、後で例示する。

40

【0266】

シフトパルス出力部 214 は、一致信号 Idc が入力されるとシフトパルス CS をクロ

50

ック切換部 204 に出力する。このシフトパルス CS が発生すると、クロック切換部 204 は、クロック信号 LTC として出力するクロック信号 CK_p を切り換える。このシフトパルス CS は、補正点 CPP を示す情報であり、分周カウンタ回路 212 のカウント値 C3 が 0 になった後、次のクロックパルスが入力される前に発生する。したがって、分周カウンタ回路 212 のカウント値 C3 を 0 にしたクロックパルスに応じて発生したビーム LBa (LBb) のスポット光 SP の基板 P 上における位置と、次のクロックパルスに応じて発生したビーム LBa (LBb) のスポット光 SP の基板 P 上における位置との間に補正点 CPP は存在することになる。

【0267】

上述したように、本第 2 の実施の形態では、1 描画ライン SLn 当り 20000 個のスポット光 SP を投射し、描画ライン SLn 上に補正点 CPP を等間隔に離散的に 40 個配置すると、スポット光 SP (クロック信号 LTC のクロックパルス) の 500 個間隔で補正点 CPP が配置されることになる。したがって、補正位置情報 Nv' は、500 となる。

【0268】

図 22 は、図 20 に示す信号発生部 22a の各部から出力される信号を示すタイムチャートである。クロック信号発生部 200 が発生する 50 個のクロック信号 $CK_0 \sim CK_{49}$ は、いずれもクロック発生部 60 が出力するクロック信号 CK_0 と同じ周期 Te ではあるが、その位相が 0.2 nsec ずつ遅れたものとなっている。したがって、例えば、クロック信号 CK_3 は、クロック信号 CK_0 に対して 0.6 nsec 位相が遅れたものとなり、クロック信号 CK_{49} は、クロック信号 CK_0 に対して 9.8 nsec 位相が遅れたものとなっている。

【0269】

分周カウンタ回路 212 が、クロック切換部 204 から出力されるクロック信号 LTC のクロックパルスを補正位置情報 (設定値) Nv' 分だけカウントすると一致信号 Idc (図示略) を出力し、これに応じて、シフトパルス出力部 214 がシフトパルス CS を出力する。シフトパルス出力部 214 は、通常は、ハイ (論理値が 1) の信号を出力しているが、一致信号 Idc が出力されるとロー (論理値は 0) に立ち下がり、クロック信号 CK_p の基準周期 Te の半分 (半周期) の時間が経過するとハイ (論理値は 1) に立ち上がるシフトパルス CS を出力する。これにより、このシフトパルス CS は、分周カウンタ回路 212 がクロック信号 LTC のクロックパルスを補正位置情報 (設定値) Nv' 分だけカウントしてから、次のクロックパルスが入力される前に立ち上がる。

【0270】

クロック切換部 204 は、シフトパルス CS の立ち上がりに対応して、クロック信号 LTC として出力するクロック信号 CK_p を、シフトパルス CS が発生する直前まで出力していたクロック信号 CK_p から、伸縮情報 POL' に応じた方向に 0.2 nsec 位相がずれたクロック信号 $CK_{p \pm 1}$ に切り換える。図 22 の例では、シフトパルス CS が発生する直前までクロック信号 LTC として出力していたクロック信号 CK_p を CK_0 、伸縮情報 POL' を「0」(縮小)としているので、シフトパルス CS の立ち上がりに対応して、クロック信号 CK_{49} に切り換わっている。このように、伸縮情報 POL' が「0」の場合は、スポット光 SP が補正点 CPP を通過する度に (つまり、シフトパルス CS が発生する度に)、クロック切換部 204 は、位相が 0.2 nsec ずつ進むようにクロック信号 LTC として出力するクロック信号 CK_p を切り換える。したがって、クロック信号 LTC として出力 (選択) されるクロック信号 CK_p は、 $CK_0 \rightarrow CK_{49} \rightarrow CK_{48} \rightarrow CK_{47} \rightarrow \dots$ の順番で切り換わる。このシフトパルス CS が発生する補正点 CPP の位置では、クロック信号 LTC の周期が基準周期 Te (= 10 nsec) に対して、0.2 nsec 短い時間 (9.8 nsec) となり、それ以降は、スポット光 SP が次の補正点 CPP を通過するまで (次のシフトパルス CS が発生するまで)、クロック信号 LTC の周期は基準周期 Te (= 10 nsec) となる。

【0271】

10

20

30

40

50

逆に、伸縮情報 POL' が「1」の場合は、スポット光 SP が補正点 CPP を通過する度に（つまり、シフトパルス CS が発生する度に）、クロック切換部 204 は、位相が 0.2 nsec ずつ遅れるようにクロック信号 LTC として出力（選択）するクロック信号 CK_p を切り換える。したがって、クロック信号 LTC として出力（選択）されるクロック信号 CK_p は、 $CK_0 \rightarrow CK_1 \rightarrow CK_2 \rightarrow CK_3 \rightarrow \dots$ の順番で切り換わる。このシフトパルス CS が発生する補正点 CPP の位置では、クロック信号 LTC の周期が基準周期 $T_e (= 10\text{ nsec})$ に対して、 0.2 nsec 長い時間（ 10.2 nsec ）となり、それ以降は、スポット光 SP が次の補正点 CPP を通過するまで（次のシフトパルス CS が発生するまで）、クロック信号 LTC の周期は基準周期 $T_e (= 10\text{ nsec})$ となる。

10

【0272】

本第2の実施の形態では、実効的なサイズ ϕ が $3\text{ }\mu\text{m}$ のスポット光 SP が $1.5\text{ }\mu\text{m}$ ずつ重なるように主走査方向に沿って投射されるので、補正点 CPP におけるクロック信号 LTC の周期の補正時間（ $\pm 0.2\text{ nsec}$ ）は、 $0.03\text{ }\mu\text{m} (= 1.5 [\mu\text{m}] \times (\pm 0.2 [\text{nsec}] / 10 [\text{nsec}]))$ に相当し、1画素当り $\pm 0.03\text{ }\mu\text{m}$ 伸縮することになる。したがって、上記第1の実施の形態（変形例も含む）に比べ、よりきめ細やかな倍率補正が可能となる。

【0273】

図23Aは、局所倍率補正が行われていない場合に描画されるパターン PP を説明する図であり、図23Bは、図22に示すタイムチャートにしたがって局所倍率補正（縮小）が行われた場合に描画されるパターン PP を説明する図である。なお、強度が高レベルのスポット光 SP を実線で表し、強度が低レベルまたはゼロのスポット光 SP を破線で表している。

20

【0274】

図23A、図23Bに示すように、クロック信号 LTC の各クロックパルスに応答して発生したスポット光 SP によってパターン PP が描画される。図23Aと図23Bのクロック信号 LTC とパターン PP とを区別するため、図23A（局所倍率補正が行われていない場合）のクロック信号 LTC 、パターン PP を、 $LTC1$ 、 $PP1$ で表し、図23B（局所倍率補正が行われた場合）のクロック信号 LTC 、パターン PP を、 $LTC2$ 、 $PP2$ で表している。

30

【0275】

局所倍率補正が行われていない場合は、図23Aに示すように、描画される各画素の寸法 Pxy は、主走査方向において一定の長さとなる。なお、画素の副走査方向（ X 方向）の長さを Px で表し、主走査方向（ Y 方向）の長さを Py で表している。図22に示すようなタイムチャートにしたがって局所倍率補正（縮小）が行われると、補正点 CPP を含む画素の寸法 Pxy は、画素の長さ Py が $\Delta Py (= 0.03\text{ }\mu\text{m})$ だけ縮んだ状態となる。逆に、伸長の局所倍率補正が行われると、補正点 CPP を含む画素の寸法 Pxy は、画素の長さ Py が $\Delta Py (= 0.03\text{ }\mu\text{m})$ だけ伸びた状態となる。

【0276】

なお、シリアルデータ DLn の画素シフトについては特に触れなかったが、クロック切換部 204 からクロック信号 LTC のクロックパルスが2個出力される度に、図12に示す描画データ出力部 114 は、光源装置 LSa （ LSb ）の駆動回路 36a に出力するシリアルデータ DLn の画素の論理情報を行方向に1つシフトする。これにより、スポット光 SP （クロック信号 LTC のクロックパルス）の2個が1画素に対応することになる。

40

【0277】

以上のように、第2の実施の形態の露光装置 EX は、パルス光源部 35 からの種光 $S1$ 、 $S2$ に応じて生成されるビーム LB （ Lse 、 Lba 、 Lbb 、 Lbn ）のスポット光 SP をパターンデータに応じて強度変調しつつ、基板 P 上の描画ライン SLn に沿ってスポット光 SP を相対的に走査することにより、基板 P 上にパターンを描画する。露光装置 EX は、クロック信号発生部 200、制御回路（光源制御部）22、および、クロック切

50

換部 204 を少なくとも備える。上述したように、クロック信号発生部 200 は、 ϕ/V_s で決まる周期よりも短い基準周期 T_e (例えば、 10 nsec) を有するとともに、基準周期 T_e の $1/N$ の補正時間 (例えば、 0.2 nsec) ずつ位相差を与えた複数 ($N = 50$ 個) のクロック信号 CK_p ($CK_0 \sim CK_{49}$) を生成する。制御回路 (光源制御部) 22 は、複数のクロック信号 CK_p のうちいずれか 1 つのクロック信号 CK_p (クロック信号 LTC) の各クロックパルスに応答してビーム LB が発生するようにパルス光源部 35 を制御する。クロック切換部 204 は、スポット光 SP が描画ライン SL_n 上に指定される特定の補正点 CPP を通過するタイミングで、ビーム LB の発生に起因するクロック信号 CK_p 、つまり、クロック信号 LTC として出力されるクロック信号 CK_p を、位相差の異なる他のクロック信号 CK_p に切り換える。したがって、描画ライン SL_n (描画するパターン) の倍率をきめ細やかに補正することができ、ミクロンオーダーでの精密な重ね合わせ露光を行うことができる。

【0278】

クロック切換部 204 は、スポット光 SP が描画ライン SL_n 上の補正点 CPP を通過する際に、制御回路 22 に現在入力しているクロック信号 CK_p に対して、補正時間 ($\pm T_e/N = 0.2\text{ nsec}$) の位相差を有するクロック信号 CK_p に切り換える。これにより、描画ライン SL_n (描画するパターン) の倍率をよりきめ細やかに補正することができる。

【0279】

露光装置 EX は、描画ライン SL_n 上の補正点 CPP を指定するための局所倍率補正情報 (補正情報) $CMgn'$ を、複数の走査ユニット Un 毎に記憶する局所倍率設定部 (補正情報記憶部) 112 を備える。クロック切換部 204 は、ビーム切換部 BDU によってビーム LB が導かれる走査ユニット Un に対応した局所倍率補正情報 $CMgn'$ に基づいてクロック信号 CK_p を切り換える。これにより、描画ライン SL_n (走査ユニット Un) 毎に、描画ライン SL_n (描画するパターン) の倍率をきめ細やかに補正することができる。したがって、パターン露光の重ね合わせ精度が向上する。

【0280】

局所倍率補正情報 $CMgn'$ は、描画ライン SL_n に沿って描画されるパターンの描画倍率に応じて、描画ライン SL_n 上の離散的な複数の位置の各々に補正点 CPP を指定するための補正位置情報 Nv' を含む。クロック切換部 204 は、補正位置情報 Nv' に基づいて描画ライン SL_n 上の複数の補正点 CPP の各々でクロック信号 CK_p を切り換える。これにより、ムラなく描画ライン SL_n (描画するパターン) を倍率補正 (伸縮) させることができる。

【0281】

局所倍率補正情報 $CMgn'$ は、描画ライン SL_n に沿って描画されるパターンの描画倍率に応じて、切り換えるクロック信号 CK_p が、制御回路 22 に現在入力しているクロック信号 CK_p に対して、位相が遅れる方向か進む方向かであるかの伸縮情報 (極性情報) POL' を含む。これにより、伸縮情報 POL' に応じて、描画ライン SL_n (描画するパターン) を伸長または縮小させることができる。

【0282】

なお、クロック切換部 204 は、クロック信号 LTC として出力するクロック信号 CK_p を、現在出力しているクロック信号 LTC として出力しているクロック信号 CK_p に対して、 $q \times T_e/N = q \times 0.2\text{ nsec}$ 、だけ位相差を有するクロック信号 $CK_{p \pm q}$ に切り換えてもよい。ただし、 q は、 $q < N$ の関係を有する 1 以上の整数であるとする。したがって、例えば、 q が 2 の場合であって、現在出力しているクロック信号 LTC として出力しているクロック信号 CK_p がクロック信号 CK_{11} の場合であって、伸縮情報 POL' が「1」のときは、クロック切換部 204 は、クロック信号 CK_{11} に対して位相が 0.4 nsec だけ遅れたクロック信号 CK_{13} に切り換える。また、伸縮情報 POL' が「1」の場合は、クロック切換部 204 は、クロック信号 CK_{11} に対して位相が 0.4 nsec だけ進んだクロック信号 CK_9 に切り換える。この「 q 」の値を示す情報は、伸縮率情報

10

20

30

40

50

REC'として、局所倍率設定部112（図12参照）からクロック切換部204に入力される。この伸縮率情報REC'は、局所倍率補正情報CMgn'の一部に含まれる。スポット光SPの1回の走査期間中は、同一の伸縮率情報REC'が入力される。

【0283】

この局所倍率補正情報CMgn'（CMg1'～CMg6'）の補正位置情報（設定値）Nv'は、任意に変更することができ、描画ラインSLnの倍率に応じて適宜設定される。例えば、描画ラインSLn上に位置する補正点CPPが1つとなるように、補正位置情報Nv'を設定してもよい。また、1描画ラインSLnでは補正位置情報Nv'の値を一定としたが、1描画ラインSLnで、補正位置情報Nv'を変更させてもよい。この場合であっても、描画ラインSLn上の離散的な位置に複数の補正点CPPが指定されることには変わりはないが、補正位置情報Nv'を変更することで、補正点CPPの間隔を不均一にすることができる。さらに、描画ラインSLnに沿ったビームLBn（スポット光SP）の1走査毎、或いはポリゴンミラーPMの1回転毎に、描画ラインSLn上の補正画素の数は変えずに、補正画素（補正点CPP）の位置を異ならせるようにしてもよい。

【0284】

〔第1および第2の実施の形態の変形例〕

上記各実施の形態（変形例も含む）は、以下のような変形も可能である。なお、上記各実施の形態（変形例も含む）と同一の構成については同様の符号を付し、異なる箇所のみを説明する。

【0285】

（変形例1）上記各実施の形態（変形例も含む）では、光源装置LSa、LSbのパルス光発生部20に設けられた描画用光変調器としての電気光学素子（強度変調部）36を、描画ビット列データSba（シリアルデータDL1～DL3）、SBb（シリアルデータDL4～DL6）を用いてスイッチングするようにした。しかしながら、変形例1では、描画用光変調器として、電気光学素子36に代えて描画用光学素子AOMを用いる。この描画用光学素子AOMは、音響光学変調素子（AOM：Acousto-Optic Modulator）である。

【0286】

例えば、図24に示すように、ビーム切換部BDUの選択用光学素子AOM1～AOM3のうち、光源装置LSaからのビームLbaが最初に入射する選択用光学素子AOM1と光源装置LSaとの間に、描画用光学素子（強度変調部）AOMaを配置する。同様に、ビーム切換部BDUの選択用光学素子AOM4～AOM6のうち、光源装置LSbからのビームLbbが最初に入射する選択用光学素子AOM4と光源装置LSbとの間に、描画用光学素子（強度変調部）AOMbを配置する。この描画用光学素子AOMaは、図14に示した描画データ出力部114の第1データ出力部114aから出力される描画ビット列データSba（シリアルデータDL1～DL3）に応じてスイッチングされ、描画用光学素子AOMbは、第2データ出力部114bから出力される描画ビット列データSBb（シリアルデータDL4～DL6）によってスイッチングされる。この描画用光学素子AOMa（AOMb）は、画素の論理情報が「0」の場合は入射したビームLba（Lbb）を透過して図示しない吸収体に導き、画素の論理情報が「1」の場合は入射したビームLba（Lbb）を回折させた1次回折光を発生する。この発生した1次回折光が選択用光学素子AOM1（AOM4）に導かれる。したがって、画素の論理情報が「0」の場合は、基板Pの被照射面上にスポット光SPが投射されないで、スポット光SPの強度は低レベル（ゼロ）になり、画素の論理情報が「1」の場合は、スポット光SPの強度は高レベルになる。これにより、走査ユニットU1～U3（U4～U6）によって走査されるスポット光SPの強度をシリアルデータDL1～DL3（DL4～DL6）に応じて変調させることができる。この場合であっても、上記各実施の形態等と同様の効果を得ることができる。

【0287】

また、描画用光学素子（強度変調部）AOMcn（AOMc1～AOMc6）を走査ユ

ニット U_n ($U_1 \sim U_6$) 毎に設けてもよい。この場合は、描画用光学素子 $AOMc_n$ は、各走査ユニット U_n の反射ミラー $M14$ (図5参照) の手前に設けてもよい。この各走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) の描画用光学素子 $AOMc_n$ ($AOMc_1 \sim AOMc_6$) は、各シリアルデータ DL_n ($DL_1 \sim DL_6$) に応じてスイッチングされる。走査ユニット U_1 内に設けられた描画用光学素子 $AOMc_1$ は、シリアルデータ DL_1 に応じてスイッチングされる。同様に、走査ユニット $U_2 \sim U_6$ 内に設けられた描画用光学素子 $AOMc_2 \sim AOMc_6$ は、シリアルデータ $DL_2 \sim DL_6$ に応じてスイッチングされる。また、各走査ユニット U_n の描画用光学素子 $AOMc_n$ は、画素の論理情報が「0」の場合は、入射したビーム LB_n を図示しない吸収体に導き、画素の論理情報が「1」の場合は入射したビーム LB_n を回折させた1次回折光を発生する。この発生した1次回折光(ビーム LB_n) は、反射ミラー $M14$ に導かれてスポット光 SP として基板上に投射される。

10

【0288】

本変形例1では、光源装置 LSa (LSb) 内で、ビーム LB の強度変調を行う必要がないので、 DFB 半導体レーザ素子32、偏光ビームスプリッタ34、38、電気光学素子36、および、吸収体40は不要となる。したがって、 DFB 半導体レーザ素子30が発光した種光 $S1$ は、直接コンバイナ44に導かれる。

【0289】

(変形例2) 光源装置 LS からのビーム LB の各々を、複数のビームスプリッタを使って3つまたは6つに分割し、分割した3つまたは6のビーム LB の各々を、3つのまたは6つの走査ユニット U_n に入射させるようにしてもよい。この場合は、走査ユニット U_n に入射する分割後のそれぞれのビーム LB をシリアルデータ DL_n を用いて強度変調させる。

20

【0290】

(変形例3) 上記各実施の形態(変形例も含む)では、シート状の基板 P を回転ドラム DR の外周面に密接させた状態で、円筒面状に湾曲した基板 P の表面に、複数の走査ユニット U_n の各々による描画ライン SL_n に沿ったパターン描画を行うようにした。しかしながら、例えば、国際公開第 $WO2013/150677$ 号パンフレットに開示されているように、基板 P を平面状に支持しつつ長尺方向に送りながら露光処理するような構成であってもよい。この場合、基板 P の表面が XY 平面と平行に設定されるものとする、例えば、図2、図3に示した奇数番の走査ユニット U_1 、 U_3 、 U_5 の各照射中心軸 Le_1 、 Le_3 、 Le_5 と、偶数番の走査ユニット U_2 、 U_4 、 U_6 の各照射中心軸 Le_2 、 Le_4 、 Le_6 とが、 XZ 平面と平行な面内でみると互いに Z 軸と平行で、且つ、 X 方向に一定の間隔で位置するように、複数の走査ユニット $U_1 \sim U_6$ を配置すればよい。

30

【0291】

(変形例4) 以上の第1の実施の形態、第2の実施の形態、或いはそれらの各変形例において、各走査ユニット U_n は、図5に示したように、ポリゴンミラー PM の反射面に向かうビーム LB_n を1次元方向(図5では Z_t 方向)に収斂する第1のシリンダカルレンズ(トーリックレンズ) CY_a と、ポリゴンミラー PM の1つの反射面で反射して、 $f\theta$ レンズ FT を通ったビーム LB_n を1次元方向(図5では X_t 方向)に収斂する第2のシリンダカルレンズ(トーリックレンズ) CY_b とを設けることにより、ポリゴンミラー PM の各反射面の僅かな倒れによる描画ライン SL_n (スポット光 SP) の副走査方向(X_t 方向)へのブレを抑制している。この場合、第1のシリンダカルレンズ CY_a の母線と直交する面内でみたとき、第1のシリンダカルレンズ CY_a の後側焦点が、ポリゴンミラー PM の反射面の位置となるように設定される。さらに、第2のシリンダカルレンズ CY_b の母線と直交した面内でみたとき、 $f\theta$ レンズ FT と第2のシリンダカルレンズ CY_b との合成系は、ポリゴンミラー PM の反射面と基板 P の被照射面とが光学的に共役な関係(結像関係)となるように設定されている。すなわち、 $f\theta$ レンズ FT の前側焦点の位置またはその近傍にポリゴンミラー PM の反射面が所定の公差範囲内で位置するように設定され、第2のシリンダカルレンズ CY_b の後側焦点の位置に基板 P の被照

40

50

射面が所定の焦点深度範囲 (Depth of Focus) 内で位置するように設定される。

【0292】

さらに、このような関係の下で、図6または図24のビーム切換部BDU中に設けられる選択用光学素子AOMn (AOM1~AOM6) や描画用光学素子AOMa、AOMb、或いは各走査ユニットUn内に設けられる描画用光学素子AOMcn (AOMc1~AOMc6) が、入射ビーム(0次光)を描画用ビーム(1次回折光)として回折する偏向位置を、基板P上の描画ラインSLnと交差する方向(X方向またはXt方向)に関して、基板Pの被照射面、および、ポリゴンミラーPMの反射面の各々と光学的に共役を設定する。すなわち、それらの光学素子AOMによる描画用ビーム(1次回折光)の偏向方向が、光学的に、シリンドリカルレンズCYb (或いはCYa)の母線方向と直交(または交差)した屈折力を呈する方向に対応するように設定される。

10

【0293】

この種の光学素子AOM(音響光学変調素子)は、超音波振動により内部に回折格子を生成する光学部材の温度によって、偏向角(回折角)が変動するといった問題がある。しかしながら、上記のように、光学素子AOMによる描画用ビーム(1次回折光)の偏向方向を、第2のシリンドリカルレンズCYb (または第1のシリンドリカルレンズCYa)の屈折力を呈する方向に合せるように設定することにより、光学素子AOMの温度変化で生じる偏向角(回折角)の変動に起因した描画ラインSLn(スポット光SP)の副走査方向(Xt方向)への変動を抑制することができる。

20

【0294】

そのことを、図25を参照して説明する。図25は、図6または図24に示したビーム切換部BDU中の集光レンズ(コンデンサーレンズ)CD1、選択用光学素子AOM1、コリメートレンズCL1、および、ユニット側入射ミラーIM1の配置と、走査ユニットU1内の第2のシリンドリカルレンズCYbの配置との関係を、途中の光路を省略して模式的に示した図である。集光レンズCD1に入射するビームLBaは、例えば数mm径の円形断面を有する平行光束であり、集光レンズCD1によって後側焦点の位置でビームウェスト(最小径)となるように収斂される。そのビームウェストの位置に、選択用光学素子AOM1の偏向位置Pdfがくるように設定される。選択用光学素子AOM1がオン状態(入射許可信号LP1がH状態)のとき、偏向位置Pdfにおいて、入射するビームLBaに対して偏向角(回折角) θ_{df} だけ向きを変えたビーム(1次回折光)LB1が生成される。選択用光学素子AOM1がオフ状態(入射許可信号LP1がL状態)のとき、偏向位置PdfでのビームLBaの回折が行われなため、ビームLBaは、偏向位置Pdfからそのまま発散光束となってコリメートレンズCL1に向かう。コリメートレンズCL1の前側焦点の位置も、選択用光学素子AOM1の偏向位置Pdfに合されているため、コリメートレンズCL1を透過したビームLBaは、再び平行光束となって次段の集光レンズCD2、選択用光学素子AOM2に向かう。

30

【0295】

選択用光学素子AOM1で偏向(回折)されたビームLB1は、ユニット側入射ミラーIM1で反射されて、走査ユニットU1に向かう。先の図6、図24では図示を省略したが、ミラーIM1の後には、コリメートレンズCL1と同じようなコリメートレンズCL1'が設けられ、選択用光学素子AOM1から発散光束となって進むビームLB1を平行光束にする。そのため、コリメートレンズCL1'の前側焦点の位置は選択用光学素子AOM1の偏向位置Pdfに設定される。コリメートレンズCL1'を通ったビームLB1は、図5の走査ユニットU1に入射し、第1のシリンドリカルレンズCYa、ポリゴンミラーPM、f θ レンズFT、および、反射ミラーM15等を経て、母線がYt方向に延びる第2のシリンドリカルレンズCYbに入射した後、基板P上の描画ラインSL1上にスポット光SPとして集光される。図25において、描画ラインSL1はYt方向に直線的に延びており、スポット光SPはYt方向に走査される。ここで、第2のシリンドリカルレンズCYbが屈折力を呈する方向はXt方向である。

40

【0296】

50

選択用光学素子AOM1で偏向されるビームLB1の偏向角 θ_{df} が、選択用光学素子AOM1の温度変化により、 $\Delta\theta_{df}$ だけ変動すると、コリメートレンズCL1'から射出するビームLB1は、横方向に平行移動（ドリフト）したビームLB1'となる。ドリフトしたビームLB1'は、 $f\theta$ レンズFTから射出する際、本来の射出位置からXt方向にドリフトして射出するが、第2のシリンドリカルレンズCYbの屈折力により、ビームLB1'がスポット光SPとして集光するXt方向の位置は、ドリフト前の位置とほとんど変化しない。このように、選択用光学素子AOM1の偏向位置Pdfと基板Pの被照射面とを光学的に共役な関係に設定すること、第2のシリンドリカルレンズCYb（または第1のシリンドリカルレンズCYa）の母線と直交する面（すなわち、図25中のXtZt面と平行な面）内において、選択用光学素子AOM1の偏向位置PdfとポリゴンミラーPMの反射面とを光学的に共役な関係に設定すること、そして、選択用光学素子AOM1によるビームLB1の偏向方向（回折方向）がXtZt面と平行な面内にあるように設定することにより、選択用光学素子AOM1の温度変化に依存して偏向角 θ_{df} に変動が生じて、それに起因した描画ラインSL1（スポット光SP）の位置変動は無視できる程度に抑制される。以上のような関係は、他の走査ユニットU2～U6のための選択用光学素子AOM2～AOM6や描画用光学素子AOMa、AOMb、或いは各走査ユニットUn内に設けられる描画用光学素子AOMcn（AOMc1～AOMc6）においても、同様に設定される。

10

【0297】

ところで、先の第1の実施の形態（変形例も含む）では、光源装置LS（LSa、LSb）がパルスレーザ光源であったため、描画ラインSLn上に指定される1つの補正画素に対応するクロック信号LTCのパルス数（スポット光SPのパルス数）と、他の非補正画素に対応するクロック信号LTCのパルス数とが異なるように描画データ（ビット列）の読み出しを制御し、そのクロック信号LTCのパルスに応答して、光源装置LS（LSa、LSb）からのビームLBをパルス発光させた。しかしながら、光源装置LS（LSa、LSb）を、連続発光も可能な半導体レーザ光源、または、発光ダイオード（LED）等の半導体光源として、複数の走査ユニットUnの各々に設け、その半導体光源からのビームで直接スポット光SPを生成する場合は、補正画素と他の画素（非補正画素）とで半導体光源の発光時間を僅かに異ならせるように制御してもよい。そのような制御の際は、先の図8で示した描画ビット列データSba（Sbb）がHレベルの期間だけ半導体光源を連続点灯させるようにすればよい。もちろん、図8中のようなクロック信号LTCと描画ビット列データSba（Sbb）との論理積（AND）で得られるクロックパルスに

20

30

【0298】

（変形例5）以上の各実施の形態や変形例では、スポット光SPの主走査方向の走査をポリゴンミラーPMで行ったが、ポリゴンミラーPMの代わりに、図26に示すようなガルバノミラー（振動ミラー）GMを使うこともできる。図26は、本変形例5の走査ユニットUa1のガルバノミラーGMと $f\theta$ レンズFTとの平面配置を示す。 $f\theta$ レンズFTの光軸AXfは直交座標系XYZのX軸と平行に配置され、ガルバノミラーGMの回転（振動）中心軸Cgは、Z軸と平行に配置される。ガルバノミラーGMの反射平面は、Z軸と平行であるとともに、中心軸Cg回りの振動の中立位置では $f\theta$ レンズFTの光軸AXfに対してXY面内で45度の角度となるように設定されている。ビーム送光系を通してガルバノミラーGMの反射面に入射した光源装置LSからのビームLB1（描画データに応じて強度変調された断面が円形の平行光束）は、その反射面で+X方向に反射される。ガルバノミラーGMで反射されたビームLB1は、所定の振れ角度 θ_g の範囲で $f\theta$ レンズFTに入射し、基板P上の描画ラインSL1にスポット光SPとして集光される。

40

【0299】

ガルバノミラーGMを主走査用の偏向部材とする場合、スポット光SPの主走査方向の走査速度が一定とならず、描画ラインSL1の中央部と周辺部とで僅かに速度差が生じることがある。これは、ガルバノミラーGMの往復振動によるビームLB1の振れ角度の変

50

化が時間軸に対して線形にならない部分が生じるからである。そのようなスポット光 S P の速度ムラは、主走査方向に沿った描画パターンの部分的な描画倍率誤差、特に描画ライン S L n の中央部と周辺部での倍率誤差として現われる。先の第 1 の実施の形態、または第 2 の実施の形態によれば、そのような部分的な倍率誤差に対しても容易に補正することが可能である。

【0300】

(変形例 6) 図 27 は、ポリゴンミラー P M やガルバノミラー G M のように、光源装置 L S からのビーム L B 1 を反射する反射面の角度を変えて、ビーム L B 1 を主走査方向に偏向走査する代わりに、機械的な回転機構によって、ビーム L B 1 のスポット光 S P を被照射体 (基板 P) 上で円弧状に走査する方式の走査ユニット U R 1 の斜視図である。図 27 において、基板 P は直交座標系 X Y Z の X Y 面と平行に配置され、副走査のために X 方向に所定速度で移動する。走査ユニット U R 1 には、Z 軸と平行に設定されるビーム送光系の光軸 A X u に沿って入射するビーム L B 1 (断面が円形の平行光束) を 90 度に折り曲げるミラー M R 1、X Y 面と平行な光軸 A X v を有し、ミラー M R 1 で反射されたビーム L B 1 を光軸 A X v に沿って同軸に入射する集光レンズ G 30、および、X Y 面と平行な光軸 A X v を Z 軸と平行な光軸 A X w に折り曲げるミラー M R 2 とが設けられる。集光レンズ G 30 は、入射したビーム L B 1 を基板 P の表面 (被照射面) にスポット光 S P ' として集光する。走査ユニット U R 1 の筐体は、ミラー M R 1、M R 2、集光レンズ G 30 を一体に保持して、Z 軸と平行な光軸 A X u を中心軸として X Y 面と平行な面内で矢印 A R のように一方向に所定速度で高速回転する。

【0301】

被照射面上で、回転中心軸となる光軸 A X u の延長線と交差する点を回転中心点 C R とすると、走査ユニット U R 1 の回転によって、スポット光 S P ' は、回転中心点 C R から長さ L a m を半径とする円に沿って走査される。この走査ユニット U R 1 の構成では、スポット光 S P ' は、半径 L a m の円上の 360 度に渡って被照射面に投射可能である。しかしながら、実際には、副走査方向や半径 L a m の円の曲率を考慮して、走査ユニット U R 1 が一定の角度範囲 θu にあるときだけ、描画データに応じて強度変調されたスポット光 S P ' を被照射面に投射し、角度範囲 θu に対応した円弧状の描画ライン S L 1 ' に沿ってパターンを描画する。本変形例の場合、スポット光 S P ' による円弧状の描画ライン S L 1 ' の走査開始点 J s と走査終了点 J e との副走査方向 (X 方向) の各位置は、揃っているのが好ましい。

【0302】

また、本変形例の場合、描画ライン S L 1 ' が Y 軸と平行な直線ではないため、描画データに応じたスポット光 S P ' の強度変調の制御 (タイミング) は、描画データの 2 次元的な画素マップ上に、円弧状の描画ライン S L 1 ' を重ね合せて、スポット光 S P ' の走査位置 (走査ユニット U R 1 の回転角度位置) に応じた画素ビットが、描画状態 (「1」) か非描画状態 (「0」) かに応じて、スポット光 S P ' (ビーム L B 1) の強度を変調させればよい。スポット光 S P ' の走査位置をリアルタイムに精密に計測するために、走査ユニット U R 1 の筐体には、半径 L a m 程度のロータリーエンコーダ用のスケール円板を光軸 A X u と同軸に設けるのが好ましい。図 27 では、走査ユニット U R 1 の筐体を、光軸 A X u (回転中心点 C R) から径方向に延びる角柱状で示したが、回転時の軸ブレ等を低減し安定した回転特性を得るために、ミラー M R 1、M R 2、集光レンズ G 30 を保持する Z 方向の厚みを持った円盤状とするのが望ましい。

【符号の説明】

【0303】

- | | |
|----------------------|---------------------|
| 10 … デバイス製造システム | 12 … 基板搬送機構 |
| 14 … 露光ヘッド | 16 … 制御装置 |
| 20 … パルス光発生部 | 22、152a、152b … 制御回路 |
| 30、32 … DFB 半導体レーザ素子 | 34、38 … 偏光ビームスプリッタ |
| 35 … パルス光源部 | 36 … 電気光学素子 |

10

20

30

40

50

3 6 a … 駆動回路	4 2 … 励起光源	
4 4 … コンバイナ	4 6 … ファイバー光増幅器	
4 8、5 0 … 波長変換光学素子	6 0 … クロック発生部	
6 2 … 補正画素指定部	6 4 … 送出タイミング切換部	
7 0 … 第 1 の分周カウンタ回路	7 2、7 4、8 0、8 2 … 遅延素子	
7 6 … プリセット部	7 8 … 第 2 の分周カウンタ回路	
1 0 0 … ポリゴン駆動制御部	1 0 2 … 選択素子駆動制御部	
1 0 4 … ビーム制御装置	1 1 0 … 全体倍率設定部	
1 1 2 … 局所倍率設定部	1 1 4 … 描画データ出力部	
1 1 4 a … 第 1 データ出力部	1 1 4 b … 第 2 データ出力部	10
1 1 6 … 露光制御部	1 5 0、2 0 0 … クロック信号発生部	
1 5 4 … 合成光学部材	1 6 0 … 光導光部材	
1 6 2 … ビームプロファイラー	2 0 2 … 補正点指定部	
2 0 4 … クロック切換部	2 1 2 … 分周カウンタ回路	
2 1 4 … シフトパルス出力部		
A M 1 m、A M 1 1 ～ A M 1 4、A M 2 m、A M 2 1 ～ A M 2 4 … アライメント顕微鏡		
A O M a、A O M b、A O M c n、A O M c 1 ～ A O M c 6 … 描画用光学素子		
A O M n、A O M 1 ～ A O M 6 … 選択用光学素子		
A X o … 中心軸	B D U … ビーム切換部	
B M n、B M 1 ～ B M 6 … メモリ部		20
B S C、B S C a、B S C b … 画素シフトパルス		
C K a、C K b、C K s、C K _p 、L T C … クロック信号		
C M g n、C M g n' … 局所倍率補正情報	C Y a、C Y b … シリンドリカルレンズ	
D e 0 1 ～ D e 4 9 … 遅延回路	D L n、D L 1 ～ D L 6 … シリアルデータ	
D R … 回転ドラム		
E N j a、E N 1 a ～ E N 4 a、E N j b、E N 1 b ～ E N 4 b … エンコーダ		
E X … 露光装置	F T … f θ レンズ	
G T 1 m、G T 2 m、G X 1 … O R ゲート部		
L B、L B a、L B b、L B n、L s e、L B 1 ～ L B 6、L B 1' … ビーム		
L e n、L e 1 ～ L e 6 … 照射中心軸	L P n、L P 1 ～ L P 6 … 入射許可信号	30
L S、L S a、L S b … 光源装置	L x 1 ～ L x 4 … 設置方位線	
M K m、M K 1 ～ M K 4 … アライメントマーク		
N v、N v' … 補正位置情報	O P n、O P 1 ～ O P 6 … 原点センサ	
O S M n、O S M 1 ～ O S M 6 … 描画許可信号生成部		
P … 基板	P M … ポリゴンミラー	
P O L、P O L' … 伸縮情報	P R 1 ～ P R 4 … 処理装置	
P x y、 ϕ … 寸法	S B a、S B b … 描画ビット列データ	
S C A … 倍率情報	S D a、S D b … スケール部	
S L n、S L 1 ～ S L 6、S L 1' … 描画ライン		
S P、S P' … スポット光	S Q n、S Q 1 ～ S Q 6 … 描画許可信号	40
S Z n、S Z 1 ～ S Z 6 … 原点信号		
U n、U 1 ～ U 6、U a 1、U R 1 … 走査ユニット		
V s … 走査速度	W … 露光領域	

【図 1】

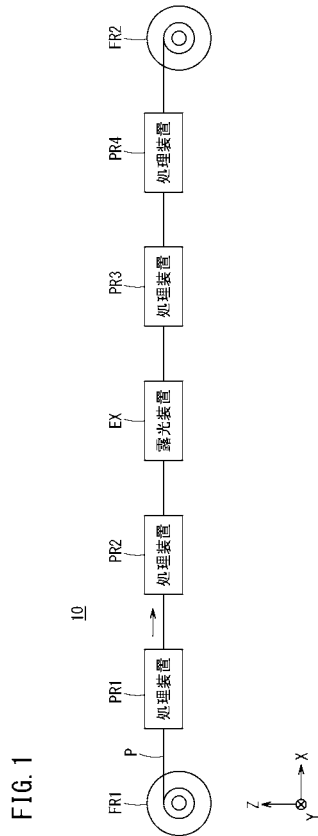


FIG. 1

【図 2】

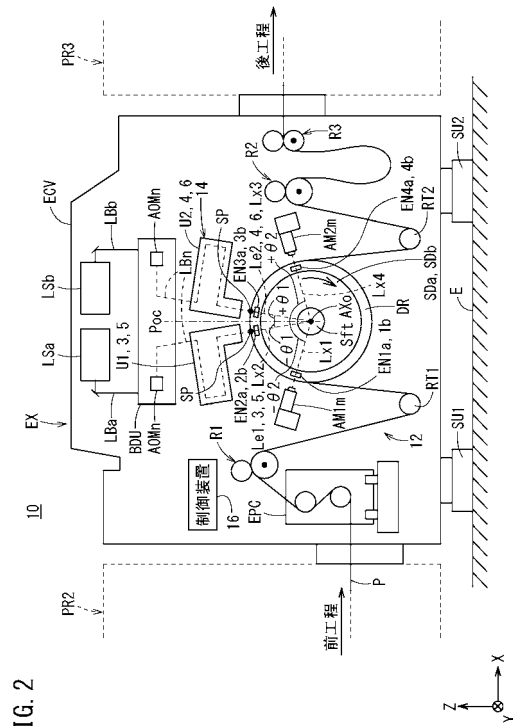
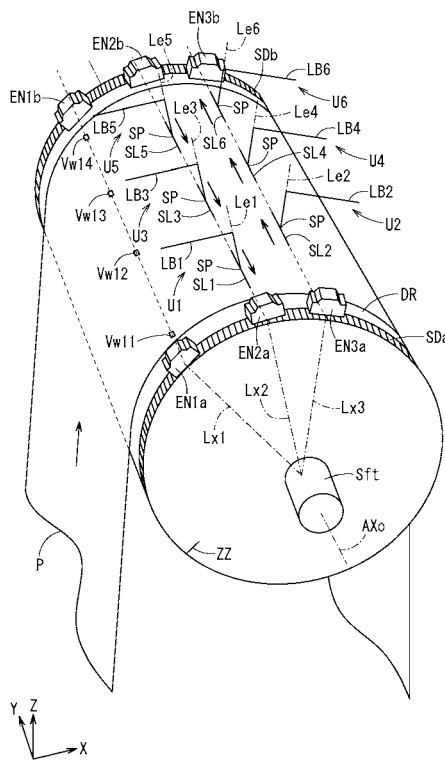


FIG. 2

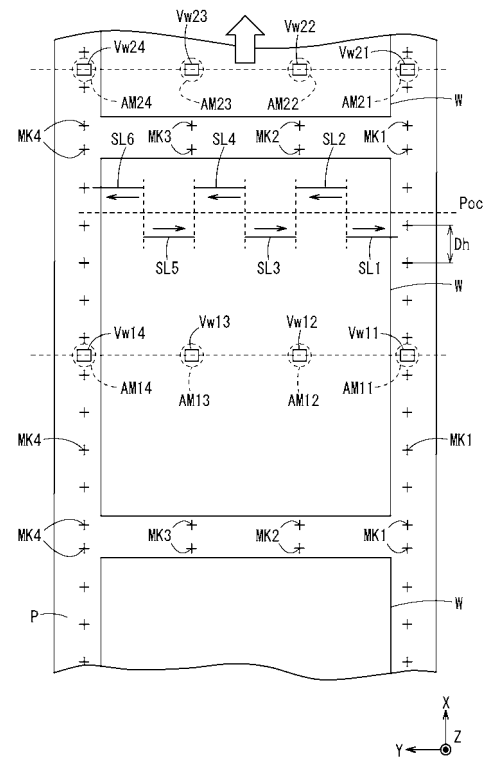
【図 3】

FIG. 3



【図 4】

FIG. 4



【 図 9 】

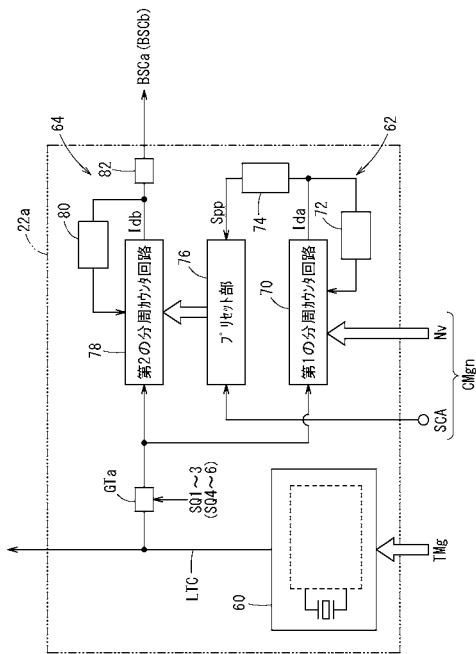


FIG. 9

【図 1 1】

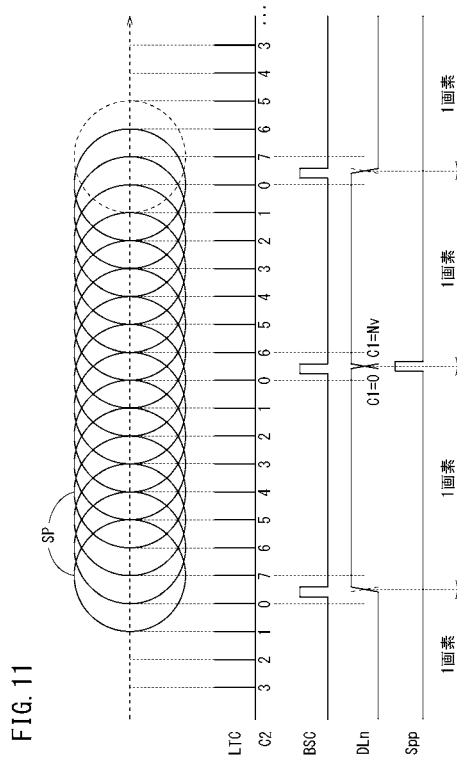


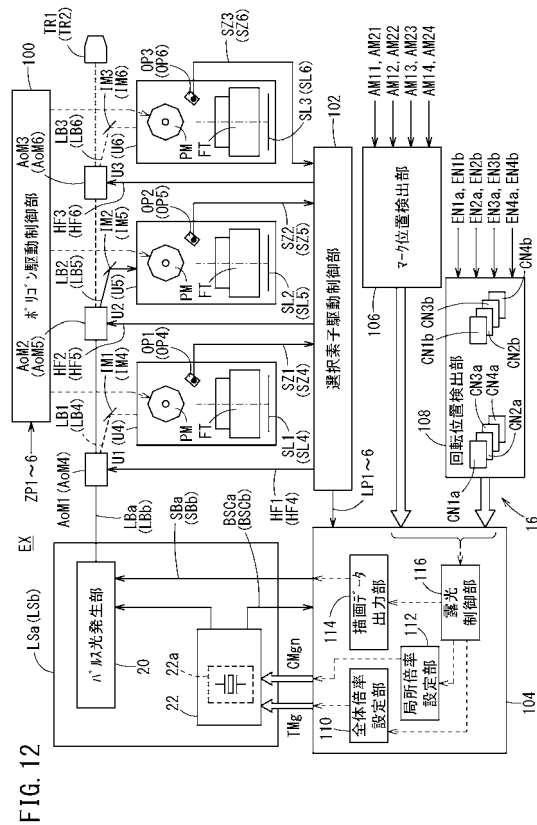
FIG. 11

【 図 1 0 】

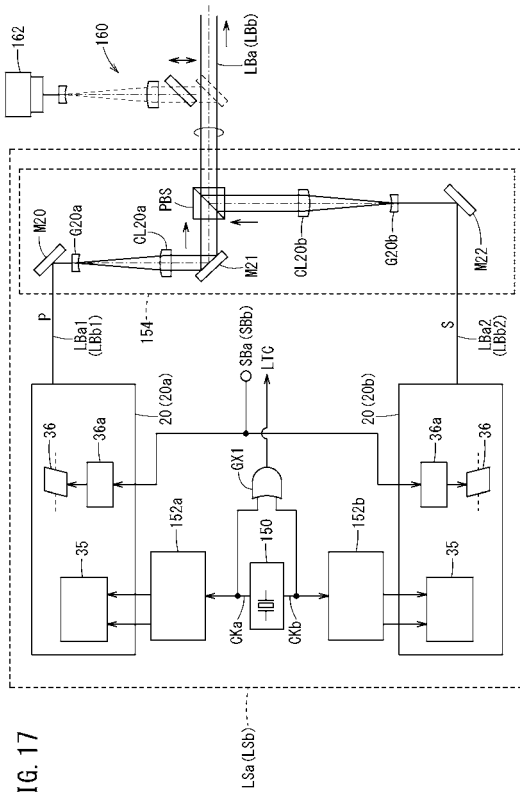
FIG. 10

		Spp	
		0	1
POL	0	7	6
	1	7	8

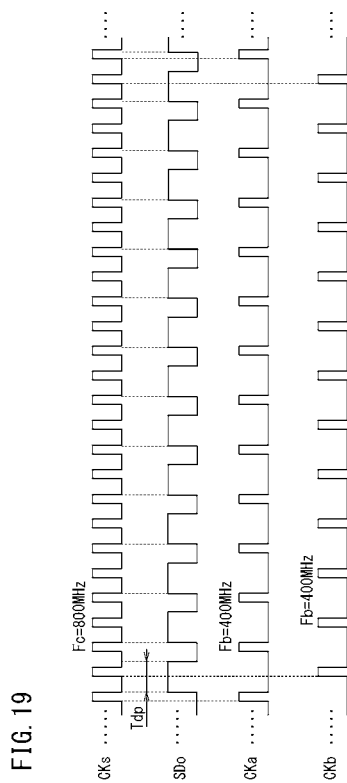
【图 1 2】



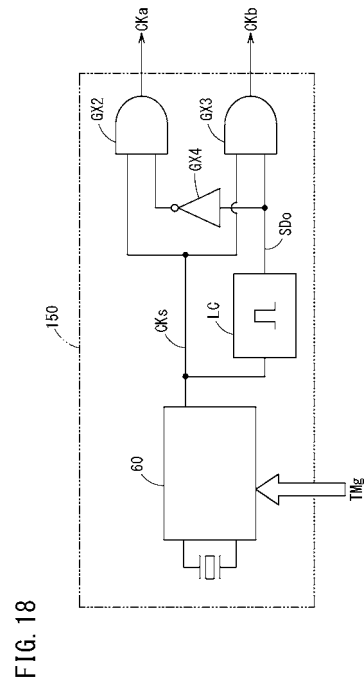
【図 17】



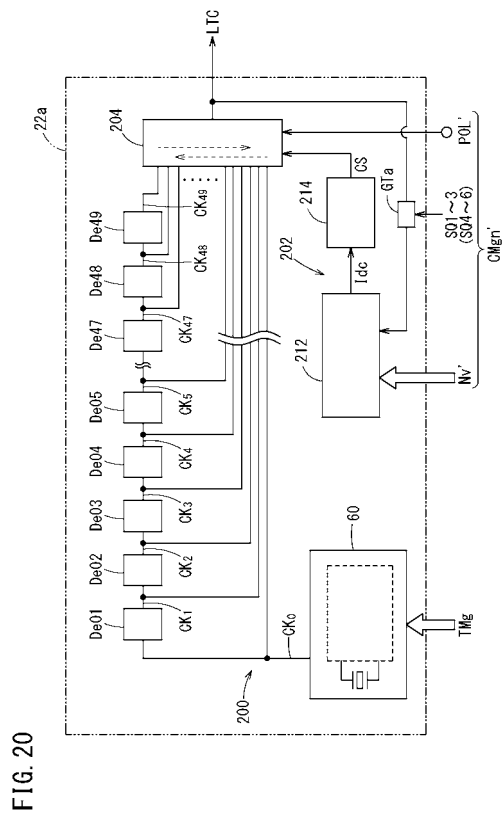
【 図 1 9 】



【 図 1 8 】



【 図 2 0 】



【図 2 1】

FIG. 21A

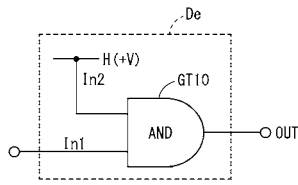
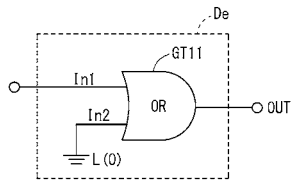


FIG. 21B



【図 2 2】

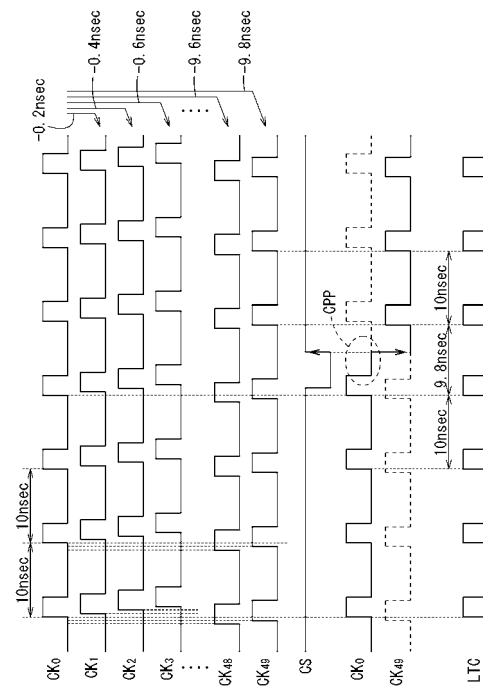


FIG. 22

【図 2 3】

FIG. 23A

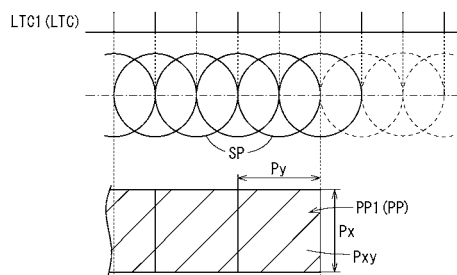
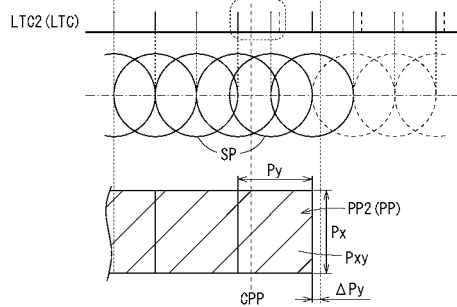


FIG. 23B



【図 2 4】

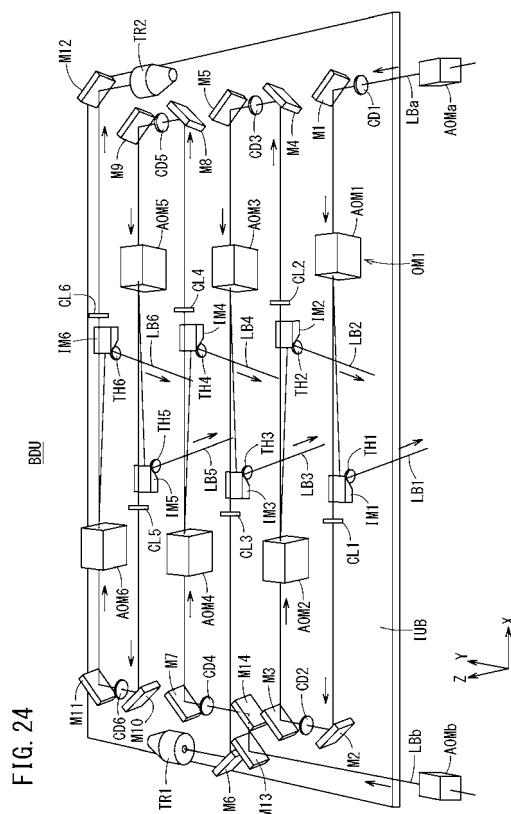


FIG. 24

フロントページの続き

(74)代理人 100180448

弁理士 関口 亨祐

(72)発明者 加藤 正紀

東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株式会社ニコン内

(72)発明者 稲葉 直人

東京都港区港南二丁目 1 5 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 1 5 番 3 号 株式会社ニコン内

(72)発明者 奈良 圭

東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株式会社ニコン内

F ターム(参考) 2C362 AA11 BA04 BA49 BB03 CB35 CB60 CB66

2H045 AA03 CA63 CA95 DA26

2H197 AA05 AA22 AA29 AA38 AA41 AA44 AA48 AB02 BA02 BA07

CA03 CA07 CA12 CB11 CD30 CD41 CD44 DB05 DB06 DC06

DC08 EA18 EB16 EB17 EB18 EB23 HA04 HA05 JA15