

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2017 年 4 月 6 日(06.04.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/057415 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/24 (2006.01) *G02F 1/33* (2006.01)
G02B 26/12 (2006.01) *G03F 7/20* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/078541
- (22) 国際出願日: 2016 年 9 月 27 日(27.09.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2015-189496 2015 年 9 月 28 日(28.09.2015) JP
- (71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION)
[JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番
3 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 加藤正紀(KATO Masaki); 〒1086290 東京
都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株式会社ニコン
内 Tokyo (JP). 中山修一(NAKAYAMA Shuichi); 〒
1086290 東京都港区港南二丁目 1 5 番 3 号 株
式会社ニコン内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 千葉剛宏, 外(CHIBA Yoshihiro et al.); 〒
1510053 東京都渋谷区代々木 2 丁目 1 番 1 号
新宿マインズタワー 1 6 階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN,
CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG,
ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,
PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK,
SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PATTERN RENDERING DEVICE AND PATTERN RENDERING METHOD

(54) 発明の名称: パターン描画装置およびパターン描画方法

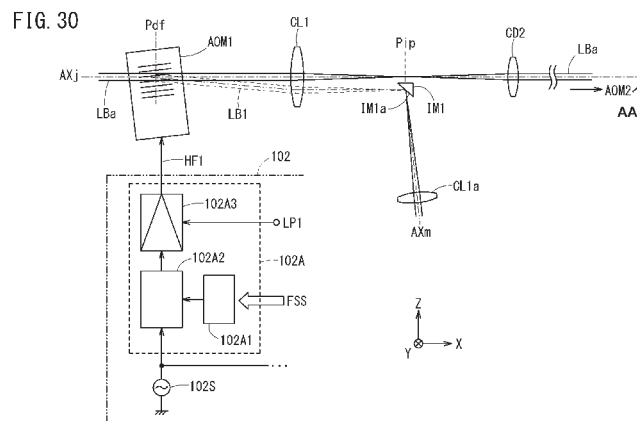


FIG. 30:
AA To AOM2

(57) Abstract: This pattern rendering device (EX), in which the intensity of a beam (LB) from a light source (LS) is modulated in accordance with pattern information and a pattern is formed on a substrate (P) by projecting the beam (LB) on the substrate (P) and scanning said beam (LB) in a main scanning direction, is provided with: a scanning device (14) in which, in order to scan the beam (LB) in the main scanning direction, a plurality of scanning units (Un) that include a deflection member (PM) that deflects the beam (LB) from the light source (LS) are arranged such that the scanning paths of the beam (LB) projected on the substrate (P) are offset from each other; and an electro-optical deflection device (BDU) that switches the beam (LB) from the light source (LS) to a deflected state or an undeflected state in order to supply the beam (LB) from the light source (LS) to the scanning units (Un) in a time division manner, and can adjust the deflection angle of the beam (LB) in order to shift the scanning path of the beam (LB) in a sub-scanning direction that intersects with the main scanning direction.

(57) 要約:

[続葉有]



光源（LS）からのビーム（LB）をパターン情報に応じて強度変調しつつ、ビーム（LB）を基板（P）上に投射して主走査方向に走査することで、基板（P）上にパターンを形成するパターン描画装置（EX）であって、ビーム（LB）の主走査方向への走査のために、光源（LS）からのビーム（LB）を偏向する偏向部材（PM）を含む複数の走査ユニット（Un）を、基板（P）上に投射されるビーム（LB）の走査軌跡が互いにずれるように配置した走査装置（14）と、光源（LS）からのビーム（LB）を複数の走査ユニット（Un）の各々に時分割で供給するために、光源（LS）からのビーム（LB）を偏向状態または非偏向状態に切り換えるとともに、ビーム（LB）の走査軌跡を主走査方向と交差した副走査方向にシフトさせるために、ビーム（LB）の偏向角の調整が可能な電気光学偏向装置（BDU）とを備える。

明 細 書

発明の名称： パターン描画装置およびパターン描画方法

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およびパターン描画方法に関する。

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、特開 2009-220489 号公報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。特開 2009-220489 号公報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、特開 2009-220489 号公報のように、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。

発明の概要

[0003] 本発明の第 1 の態様は、光源からのビームをパターン情報に応じて強度変調しつつ、前記ビームを基板上に投射して主走査方向に走査することで、前記基板上にパターンを形成するパターン描画装置であって、前記ビームの前記主走査方向への走査のために、前記光源からの前記ビームを偏向する偏向部材を含む複数の走査ユニットを、前記基板上に投射される前記ビームの走査軌跡が互いにずれるように配置した走査装置と、前記光源からの前記ビー

ムを前記複数の走査ユニットの各々に時分割で供給するために、前記光源からの前記ビームを偏向状態または非偏向状態に切り換えるとともに、前記ビームの走査軌跡を前記主走査方向と交差した副走査方向にシフトさせるために、前記ビームの偏向角の調整が可能な電気光学偏向装置と、を備える。

[0004] 本発明の第2の態様は、光源からのビームをパターン情報に応じて強度変調しつつ、前記ビームを基板上に投射して主走査方向に走査することで、前記基板上にパターンを形成するパターン描画方法であって、前記基板上に投射される前記ビームの走査軌跡が互いにずれるように配置された複数の走査ユニットの各々が、偏向部材を用いて前記光源からの前記ビームを前記主走査方向に走査することと、前記光源からの前記ビームを前記複数の走査ユニットの各々に時分割で供給するために、前記光源からの前記ビームを偏向状態または非偏向状態に切り換えるとともに、前記複数の走査ユニットの各々によって走査される前記ビームの走査軌跡を前記主走査方向と交差した副走査方向にシフトさせること、を含む。

[0005] 本発明の第3の態様は、パターン情報に応じて変調された描画ビームを基板に投射して主走査方向に走査すると共に、前記基板と前記描画ビームとを前記主走査方向と交差した副走査方向に相対移動させることで、前記基板上にパターンを形成するパターン描画装置であって、前記描画ビームを走査する走査部材を含む複数の走査ユニットを、前記描画ビームによる走査軌跡が互いにずれるように配置した走査装置と、前記描画ビームを生成する光源装置からのビームを前記複数の走査ユニットの各々に選択的に供給するための複数の第1電子光学部材を含むビーム切換装置と、前記主走査方向に走査される前記描画ビームの走査位置が前記副走査方向に変位するように、前記複数の走査ユニットの各々に入射する前記光源装置からの前記ビームを前記副走査方向に対応した向きに偏向させる第2電子光学部材を含むビーム偏向装置と、を備える。

図面の簡単な説明

[0006] [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。

[図22]図20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23]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を説明する図である。

[図24]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25]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、コリメータレンズ、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26]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27]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。

[図28]第3の実施の形態における光源装置のパルス光発生部内の波長変換部の構成を詳細に示す図である。

[図29]第3の実施の形態における光源装置から最初の選択用光学素子までのビームの光路を示す図である。

[図30]第3の実施の形態における選択用光学素子から次段の選択用光学素子までの光路と選択用光学素子のドライバ回路の構成を示す図である。

[図31]選択用光学素子の後の選択用のユニット側入射ミラーでのビーム選択とビームシフトの様子を説明する図である。

[図32]ポリゴンミラーから基板までのビームの振る舞いを説明する図である。

[図33]第3の実施の形態の変形例におけるタンデム方式の描画装置の概略構成の一部を表す図である。

[図34]第4の実施の形態によるビーム切換部内の1つの走査ユニットに対応して設けられたビーム切換部材の構成を示す図である。

[図35]図6または図24に示したビーム切換部を構成する選択用光学素子とユニット側入射ミラーとを、図34の構成に置き換えた構成を示す図である。

[図36]図35に示すビームシフター部の構成の一例を示す図である。

[図37]図37Aは、所定の厚みでプリズム状（三角形）に形成された透過性の結晶媒体の対向する平行な側面に電極が形成された電気光学素子を用いたビーム偏向部材の例を示す図、図37Bは、 $\text{KTaN}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$ 結晶による電気光学素子を用いたビーム偏向部材の例を示す図である。

発明を実施するための形態

[0007] 本発明の態様に係るパターン描画装置およびパターン描画方法について、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。

[0008] [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XYZ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。

[0009] 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）E X、処理装置（第4の処理装置）P R 3、および、処理装置（第5の処理装置）P R 4を経て、回収ロールF R 2に巻き取られるまでの例を示している。

[0010] 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。

[0011] 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。

[0012] 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。

[0013] 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。

[0014] 処理装置PR1は、供給ロールFR1から搬送されてきた基板Pを処理装置PR2に向けて所定の速度で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PR1は、基板Pの表面に感光性機能液を選択的または一様に塗布する。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PR2に向けて搬送される。

[0015] 処理装置PR2は、処理装置PR1から搬送されてきた基板Pを露光装置EX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PR2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ア、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PR1および処理装置PR2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。

[0016] ここで、この感光性機能液（層）の典型的なものはフォトレジスト（液状またはドライフィルム状）であるが、現像処理が不要な材料として、紫外線

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

[0017] 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。

[0018] 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E X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L B(パルスビーム)のスポット光S P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S Pの強度をパターンデータ(描画データ、パターン情報)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S Pの主走査とで、スポット光S P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E X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E X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。

[0019] 処理装置P R 3は、露光装置E Xから搬送されてきた基板Pを処理装置P R 4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P R 3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S P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。

[0020] なお、感光性機能層として感光性シランカップリング剤を用いる場合は、湿式処理の一種である液体(例えば、導電性インク等を含有した液体)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SPの照射部分と被照射部分の違いに応じて、基板P上に所定の材料（例えば、導電性インクまたはパラジウム等）が選択的に形成され、これがパターン層となる。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PR3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。

[0021] 処理装置PR4は、処理装置PR3から搬送されてきた基板Pを回収ロールFR2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PR4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。

[0022] なお、感光性機能層として感光性シランカップリング剤を用いた場合は、処理装置PR4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氣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PR4と回収ロールFR2との間に、エッチング処理を行う処理装置（湿式処理装置）PR5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）PR6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SPの照射部分と被照射部分の違いに応じて、基板P上に所定の材料（例えば、アルミニウム（Al）または銅（Cu）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PR5、PR6は、送られてきた基板Pを回収ロールFR2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PR1～PR4（必要に応じて処理装置PR5

、PR6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。

[0023] このようにして、各処理が施された基板Pは回収ロールFR2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FR2を供給ロールFR1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。

[0024] 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FR2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FR2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10cm～2m程度であり、長さ方向（長尺となる方向）の寸法が10m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。

[0025] 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（ペデスタル）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（光源）LS（LSa、LSb）と、ビーム切換部（電気光学偏向装置を含む）BDUと、露光ヘッド（走査装置）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。

[0026] 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。

[0027] 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AX_oに対して常に直交するように、基板Pの幅方向における位置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。

[0028] 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AX_oと、中心軸AX_oから一定半径の円筒状の外周面とを有する。回転ドラム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AX_oを中心に回転して基板Pを+X方向に搬送する。回転ドラム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AX_oの周りを回転するように環状のベアリングで支持されたシャフトSftが設けられている。このシャフトSftは、制御装置16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AX_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AX_oを含み、YZ平面と平行な平面を中心面Pocと呼ぶ。

[0029] 駆動ローラ(ニップローラ)R2、R3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。

[0030] 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 MHz 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。

[0031] 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、 $n = 1, 2, \dots, 6$) のうち2つの走査ユニット U_n に、2つの光源装置 LS (LSa 、 LSb) からのビーム LB (LBa 、 LBb) を入射させるとともに、ビーム LB (LBa 、 LBb) 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 BDU は、3つの走査ユニット $U_1 \sim U_3$ のうち1つの走査ユニット U_n に光源装置 LSa からのビーム LBa を入射させ、3つの走査ユニット $U_4 \sim U_6$ のうち1つの走査ユニット U_n に、光源装置 LSb からのビーム LBb を入射させる。また、ビーム切換部 BDU は、ビーム LBa が入射する走査ユニット U_n を走査ユニット $U_1 \sim U_3$ の中で切り換え、走査ビーム LBb が入射する走査ユニット U_n を走査ユニット $U_4 \sim U_6$ の中で切り換える。

[0032] ビーム切換部 BDU は、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n にビーム LB_n が入射するように、ビーム LBa 、 LBb 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 BDU は、走査ユニット $U_1 \sim U_3$ のうち、スポット光 SP の走査を行う1つの走査ユニット U_n に、光源装置 LSa からのビーム LBa を入射させる。同様に、ビーム切換部 BDU は、走査ユニット $U_4 \sim U_6$ のうち、スポット光 SP の走査を行う1つの走査ユニット U_n に、光源装置 LSb からのビーム LBb を入射させる。このビーム切換部 BDU については後で詳細に説明する。なお、走査ユニット $U_1 \sim U_3$ に関しては、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n が、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、の順番で切り換わり、走査ユニット $U_4 \sim U_6$ に関しては、スポット光 SP の走査を行う走査ユニット U_n が、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、の順番で切り換わるものとする。

[0033] 露光ヘッド14は、同一構成の複数の走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) を配列した、いわゆるマルチビーム型の露光ヘッドとなっている。露光ヘッド14は、回転ドラム DR の外周面 (円周面) で支持されている基板 P の一部分に、複数の走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) によってパターンを描画する。露光ヘッド14は、基板 P に対して電子デバイス用のパターン露光を繰り返し行うことから、パターンが露光される露光領域 (電子デバイス形成領域

）Wは、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（U₁～U₆）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（U₁～U₆）は、中心面P_{oc}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U₁、U₃、U₅は、中心面P_{oc}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U₂、U₄、U₆は、中心面P_{oc}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U₁、U₃、U₅と、偶数番の走査ユニットU₂、U₄、U₆とは、中心面P_{oc}に対して対称に設けられている。

[0034] 各走査ユニットU_n（U₁～U₆）は、光源装置LS（LS_a、LS_b）からのビームLBを基板Pの被照射面上でスポット光SPに収斂するように投射しつつ、そのスポット光SPを、回転するポリゴンミラーPM（図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（U₁～U₆）のポリゴンミラー（偏向部材）PMによって、基板Pの被照射面上でスポット光SPが1次元に走査される。このスポット光SPの走査によって、基板P上（基板Pの被照射面上）に、1ライン分のパターンが描画される直線的な描画ライン（走査線）SL_n（なお、n＝1、2、・・・、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。

[0035] 走査ユニットU₁は、スポット光SPを描画ラインSL₁に沿って走査し、同様に、走査ユニットU₂～U₆は、スポット光SPを描画ラインSL₂～SL₆に沿って走査する。複数の走査ユニットU_n（U₁～U₆）の描画ラインSL_n（SL₁～SL₆）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BDUを介して走査ユニットU_nに入射する光源装置LS（LS_a、LS_b）からのビームLBを、LB_nと表す場合がある。そして、走査ユニットU₁に入射するビームLB_n

をLB1で表し、同様に、走査ユニットU2～U6に入射するビームLBnをLB2～LB6で表す場合がある。この描画ラインSLn (SL1～SL6)は、走査ユニットUn (U1～U6)によって走査されるビームLBn (LB1～LB6)のスポット光SPの走査軌跡を示すものである。走査ユニットUnに入射するビームLBnは、所定の方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。

[0036] 図4に示すように、複数の走査ユニットUn (U1～U6)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Un (U1～U6)は、走査領域を分担している。これにより、各走査ユニットUn (U1～U6)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UnによるY方向の走査長 (描画ラインSLnの長さ)を20～60mm程度とすると、奇数番の走査ユニットU1、U3、U5の3個と、偶数番の走査ユニットU2、U4、U6の3個との計6個の走査ユニットUn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120～360mm程度まで広げている。各描画ラインSLn (SL1～SL6)の長さ (描画範囲の長さ)は、原則として同一とする。つまり、描画ラインSL1～SL6の各々に沿って走査されるビームLBnのスポット光SPの走査距離は、原則として同一とする。なお、露光領域Wの幅を広くしたい場合は、描画ラインSLn自体の長さを長くするか、Y方向に配置する走査ユニットUnの数を増やすことで対応することができる。

[0037] なお、実際の各描画ラインSLn (SL1～SL6)は、スポット光SPが被照射面上を実際に走査可能な最大の長さ (最大走査長)よりも僅かに短く設定される。例えば、主走査方向 (Y方向)の描画倍率が初期値 (倍率補正無し)の場合にパターン描画可能な描画ラインSLnの走査長を30mmとすると、スポット光SPの被照射面上での最大走査長は、描画ラインSLnの描画開始点 (走査開始点)側と描画終了点 (走査終了点)側の各々に0

、5 mm程度の余裕を持たせて、31 mm程度に設定されている。このように設定することによって、スポット光SPの最大走査長31 mmの範囲内で、30 mmの描画ラインSL_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SPの最大走査長は31 mm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。

[0038] 複数の描画ラインSL_n（SL1～SL6）は、中心面Pocを挟んで、回転ドラムDRの周方向に2列に千鳥配列で配置される。奇数番の描画ラインSL1、SL3、SL5は、中心面Pocに対して基板Pの搬送方向の上流側（-X方向側）の基板Pの被照射面上に位置する。偶数番の描画ラインSL2、SL4、SL6は、中心面Pocに対して基板Pの搬送方向の下流側（+X方向側）の基板Pの被照射面上に位置する。描画ラインSL1～SL6は、基板Pの幅方向、つまり、回転ドラムDRの中心軸AXoと略並行となっている。

[0039] 描画ラインSL1、SL3、SL5は、基板Pの幅方向（主走査方向）に沿って所定の間隔をあけて直線上に1列に配置されている。描画ラインSL2、SL4、SL6も同様に、基板Pの幅方向（主走査方向）に沿って所定の間隔をあけて直線上に1列に配置されている。このとき、描画ラインSL2は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインSL1と描画ラインSL3との間に配置される。同様に、描画ラインSL3は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインSL2と描画ラインSL4との間に配置されている。描画ラインSL4は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインSL3と描画ラインSL5との間に配置され、描画ラインSL5は、基板Pの幅方向に関して、描画ラインSL4と描画ラインSL6との間に配置されている。このように、複数の描画ラインSL_n（SL1～SL6）は、Y方向（主走査方向）に関して、互いにずれるように配置されている。

[0040] 奇数番の描画ラインSL1、SL3、SL5の各々に沿って走査されるビ

ームLB1、LB3、LB5のスポット光SPの主走査方向は、1次元の方向となっており、同じ方向となっている。偶数番の描画ラインSL2、SL4、SL6の各々に沿って走査されるビームLB2、LB4、LB6のスポット光SPの主走査方向は、1次元の方向となっており、同じ方向となっている。この描画ラインSL1、SL3、SL5に沿って走査されるビームLB1、LB3、LB5のスポット光SPの主走査方向と、描画ラインSL2、SL4、SL6に沿って走査されるビームLB2、LB4、LB6のスポット光SPの主走査方向とは互いに逆方向であってもよい。本第1の実施の形態では、描画ラインSL1、SL3、SL5に沿って走査されるビームLB1、LB3、LB5のスポット光SPの主走査方向は-Y方向である。また、描画ラインSL2、SL4、SL6に沿って走査されるビームLB2、LB4、LB6のスポット光SPの主走査方向は+Y方向である。これにより、描画ラインSL1、SL3、SL5の描画開始点側の端部と、描画ラインSL2、SL4、SL6の描画開始点側の端部とはY方向に関して隣接または一部重複する。また、描画ラインSL3、SL5の描画終了点側の端部と、描画ラインSL2、SL4の描画終了点側の端部とはY方向に関して隣接または一部重複する。Y方向に隣り合う描画ラインSLnの端部同士を一部重複させるように、各描画ラインSLnを配置する場合は、例えば、各描画ラインSLnの長さに対して、描画開始点、または描画終了点を含んでY方向に数%以下の範囲で重複させるとよい。なお、描画ラインSLnをY方向に継ぎ合わせるとは、描画ラインSLnの端部同士をY方向に関して隣接または一部重複させることを意味する。

[0041] なお、描画ラインSLnの副走査方向の幅（X方向の寸法）は、スポット光SPのサイズ（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 $3\mu\text{m}$ の場合は、描画ラインSLnの幅も $3\mu\text{m}$ 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SLn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SLn（例えば、描画

ラインSL1と描画ラインSL2)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。

[0042] 本第1の実施の形態の場合、光源装置LS(LSa、LSb)からのビームLB(LBa、LBb)がパルス光であるため、主走査の間に描画ラインSLn上に投射されるスポット光SPは、ビームLB(LBa、LBb)の発振周波数Fa(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)Vs、および、ビームLBの発振周波数Faによって設定される。スポット光SPの実効的なサイズ 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Vsおよび発振周波数Faが設定される。したがって、スポット光SPの主走査方向に沿った投射間隔は、 $\phi/8$ となる。そのため、副走査方向(描画ラインSLnと直交した方向)に関しても、描画ラインSLnに沿ったスポット光SPの1回の走査と、次の走査との間で、基板Pがスポット光SPの実効的なサイズ 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Vsの低下、ビームLBの発振周波数Faの増大、或いは基板Pの副走査方向の搬送速度Vtの低下等のいずれかによって、スポット光SPの主走査方向または副走査方向に関するオーバーラップ量を増加させればよい。スポット光SPの主走査方向の走査速度Vsは、ポリゴンミラーPMの回転数(回転速度Vp)に

比例して速くなる。

[0043] 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。

[0044] 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 $SL_1 \sim SL_6$ と中心軸 AX_o とを結ぶ線となっている。奇数番の走査ユニット U_1 、 U_3 、 U_5 の各々の照射中心軸 Le_1 、 Le_3 、 Le_5 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 U_2 、 U_4 、 U_6 の各々の照射中心軸 Le_2 、 Le_4 、 Le_6 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 Le_1 、 Le_3 、 Le_5 と照射中心軸 Le_2 、 Le_4 、 Le_6 とは、 XZ 平面において、中心面 Poc に対して角度が $\pm \theta_1$ となるように設定されている(図2参照)。

[0045] 図2に示した複数のアライメント顕微鏡 $AM1_m$ ($AM1_1 \sim AM1_4$)、 $AM2_m$ ($AM2_1 \sim AM2_4$) 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 MK_m ($MK_1 \sim MK_4$) 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 MK_m ($MK_1 \sim MK_4$) 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。

[0046] アライメント顕微鏡AM1m（AM11～AM14）、AM2m（AM21～AM24）は、アライメント用の照明光を基板Pに投射する光源と、基板Pの表面のアライメントマークMKmを含む局所領域（観察領域）Vw1m（Vw11～Vw14）、Vw2m（Vw21～Vw24）の拡大像を得る観察光学系（対物レンズを含む）と、その拡大像を基板Pが搬送方向に移動している間に、基板Pの搬送速度Vtに応じた高速シャッタで撮像するCCD、CMOS等の撮像素子とを有する。複数のアライメント顕微鏡AM1m（AM11～AM14）、AM2m（AM21～AM24）の各々が撮像した撮像信号（画像データ）は制御装置16に送られる。制御装置16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。

[0047] 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MK 1、MK 4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D_hで複数形成されている。アライメントマークMK 1は、基板Pの幅方向の-Y方向側に、アライメントマークMK 4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MK 1、MK 4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MK 2、MK 3は、アライメントマークMK 1とアライメントマークMK 4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MK 2、MK 3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MK 2は、基板Pの幅方向の-Y方向側に、アライメントマークMK 3は、基板Pの+Y方向側に形成されている。

[0048] 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MK 1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のアライメントマークMK_mとして利用してもよい。

[0049] 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） $Vw11$ 、 $Vw21$ 内に存在するアライメントマークMK1を撮像するように配置される。同様に、アライメント顕微鏡AM12～AM14、AM22～AM24は、対物レンズによる観察領域 $Vw12$ ～ $Vw14$ 、 $Vw22$ ～ $Vw24$ 内に存在するアライメントマークMK2～MK4を撮像するように配置される。したがって、複数のアライメント顕微鏡AM11～AM14、AM21～AM24は、複数のアライメントマークMK1～MK4の位置に対応して、基板Pの-Y方向側からAM11～AM14、AM21～AM24、の順で基板Pの幅方向に沿って設けられている。なお、図3においては、アライメント顕微鏡AM2m（AM21～AM24）の観察領域 $Vw2m$ （ $Vw21$ ～ $Vw24$ ）の図示を省略している。

[0050] 複数のアライメント顕微鏡AM1m（AM11～AM14）は、X方向に関して、露光位置（描画ラインSL1～SL6）と観察領域 $Vw1m$ （ $Vw11$ ～ $Vw14$ ）との距離が、露光領域WのX方向の長さよりも短くなるように設けられている。複数のアライメント顕微鏡AM2m（AM21～AM24）も同様に、X方向に関して、露光位置（描画ラインSL1～SL6）と観察領域 $Vw2m$ （ $Vw21$ ～ $Vw24$ ）との距離が、露光領域WのX方向の長さよりも短くなるように設けられている。なお、Y方向に設けられるアライメント顕微鏡AM1m、AM2mの数は、基板Pの幅方向に形成されるアライメントマークMKmの数に応じて変更可能である。また、各観察領域 $Vw1m$ （ $Vw11$ ～ $Vw14$ ）、 $Vw2m$ （ $Vw21$ ～ $Vw24$ ）の基板Pの被照射面上の大きさは、アライメントマークMK1～MK4の大きさやアライメント精度（位置計測精度）に応じて設定されるが、100～500 μ m角程度の大きさである。

[0051] 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SDa、SDbが設けられている。このスケール部SDa、SDbは、回転ドラムDRの外周面の周方向に一定のピッチ（例えば、20 μ m）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SDa、SDbは、中心軸AXo回りに回転ドラムDRと一体に回転する。スケール部SDa、SDbを読み取るスケール読取ヘッドとしての複数のエンコーダENja、ENjb（なお、j = 1、2、3、4）は、このスケール部SDa、SDbと対向するように設けられている（図2、図3参照）。なお、図3においては、エンコーダEN4a、EN4bの図示を省略している。

[0052] エンコーダENja、ENjbは、回転ドラムDRの回転角度位置を光学的に検出するものである。回転ドラムDRの-Y方向側の端部に設けられたスケール部SDaに対向して、4つのエンコーダENja（EN1a、EN2a、EN3a、EN4a）が設けられている。同様に、回転ドラムDRの+Y方向側の端部に設けられたスケール部SDbに対向して、4つのエンコーダENjb（EN1b、EN2b、EN3b、EN4b）が設けられている。

[0053] 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。

[0054] 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E

N 2 a、E N 2 bの計測用の光ビームのスケール部S D a、S D b上への投射位置（読取位置）と、中心軸A X oとを結ぶ線となっている。この設置方位線L x 2は、X Z平面において、照射中心軸L e 1、L e 3、L e 5と同角度位置となって重なっている。

[0055] エンコーダE N 3 a、E N 3 b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）に設けられており、設置方位線L x 3上に配置されている（図2、図3参照）。設置方位線L x 3は、X Z平面において、エンコーダE N 3 a、E N 3 bの計測用の光ビームのスケール部S D a、S D b上への投射位置（読取位置）と、中心軸A X oとを結ぶ線となっている。この設置方位線L x 3は、X Z平面において、照射中心軸L e 2、L e 4、L e 6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L x 2と設置方位線L x 3とは、X Z平面において、中心面P o cに対して角度が $\pm \theta 1$ となるように設定されている（図2参照）。

[0056] エンコーダE N 4 a、E N 4 bは、エンコーダE N 3 a、E N 3 b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L x 4上に配置されている（図2参照）。設置方位線L x 4は、X Z平面において、エンコーダE N 4 a、E N 4 bの計測用の光ビームのスケール部S D a、S D b上への投射位置（読取位置）と、中心軸A X oとを結ぶ線となっている。また、設置方位線L x 4は、X Z平面において、各アライメント顕微鏡A M 2 m（A M 2 1～A M 2 4）の観察領域V w 2 m（V w 2 1～V w 2 4）と中心軸A X o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A M 2 m（A M 2 1～A M 2 4）も設置方位線L x 4上に配置されている。この設置方位線L x 1と設置方位線L x 4とは、X Z平面において、中心面P o cに対して角度が $\pm \theta 2$ となるように設定されている（図2参照）。

[0057] 各エンコーダE N j a（E N 1 a～E N 4 a）、E N j b（E N 1 b～E N 4 b）は、スケール部S D a、S D b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 V_t 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 $EN_j a$ ($EN1a \sim EN4a$)、 $EN_j b$ ($EN1b \sim EN4b$) からの検出信号をそれぞれ個別にカウントする。

[0058] 具体的には、回転位置検出部 108 は、複数のカウンタ回路 $CN_j a$ ($CN1a \sim CN4a$)、 $CN_j b$ ($CN1b \sim CN4b$) を有する。カウンタ回路 $CN1a$ は、エンコーダ $EN1a$ 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。同様にして、カウンタ回路 $CN2a \sim CN4a$ 、 $CN2b \sim CN4b$ は、エンコーダ $EN2a \sim EN4a$ 、 $EN2b \sim EN4b$ からの検出信号をカウントする。この各カウンタ回路 $CN_j a$ ($CN1a \sim CN4a$)、 $CN_j b$ ($CN1b \sim CN4b$) は、各エンコーダ $EN_j a$ ($EN1a \sim EN4a$)、 $EN_j b$ ($EN1b \sim EN4b$) 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 $EN_j a$ 、 $EN_j b$ に対応するカウント値を 0 にリセットする。

[0059] 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 $L \times 1$ 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 $L \times 2$ 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 $L \times 3$ 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 $L \times 4$ 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のカウント値、カウンタ回路CN4a、CN4bのカウント値もそれぞれ同一となる。

[0060] 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。

[0061] 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L×1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L×2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L×3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L×4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。

[0062] 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。

[0063] 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SD a、SD b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SD a、SD b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S f tに同軸に取り付けることも可能である。その場合も、アッペ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。

[0064] 以上のことから、アライメント顕微鏡AM1 m（AM1 1～AM1 4）によって検出されたアライメントマークMK m（MK 1～MK 4）の基板P上の位置と、エンコーダEN 1 a、EN 1 bに基づくカウント値（カウンタ回路CN 1 a、CN 1 b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1 6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1 6は、アライメントマークMK m（MK 1～MK 4）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EN 1 a、EN 1 bに基づくカウント値を第1の値（例えば、1 0 0）とした場合は、エンコーダEN 2 a、EN 2 bに基づくカウント値が第1の値（例えば、1 0 0）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SL 1、SL 3、SL 5上に位置する。したがって、走査ユニットU 1、U 3、U 5は、エンコーダEN 2 a、EN 2 b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EN 3 a、EN 3 bに基づくカウント値が第1の値（例えば、1 0 0）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SL 2、SL 4、SL 6上に位置する。したがって、走査ユニットU 2、U 4、U 6は、エンコーダEN 3 a、EN 3 b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。

[0065] 通常は、テンション調整ローラRT 1、RT 2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 V_p 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。

[0066] 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。

[0067] 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U 1 についてのみ説明し、他の走査ユニットU n についてはその説明を省略する。また、図5においては、照射中心軸L e n (L e 1) と平行する方向をZ t 方向とし、Z t 方向と直交する平面上にあって、基板P が処理装置P R 2 から露光装置E X を経て処理装置P R 3 に向かう方向をX t 方向とし、Z t 方向と直交する平面上であって、X t 方向と直交する方向をY t 方向とする。つまり、図5のX t、Y t、Z t 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L e n (L e 1) と平行となるように回転させた3次元座標である。

[0068] 図5に示すように、走査ユニットU 1 内には、ビームL B 1 の入射位置から被照射面（基板P）までのビームL B 1 の進行方向に沿って、反射ミラーM 1 0、ビームエキスパンダーB E、反射ミラーM 1 1、偏光ビームスプリッタB S 1、反射ミラーM 1 2、シフト光学部材（平行平板）S R、偏向調整光学部材（プリズム）D P、フィールドアパーチャF A、反射ミラーM 1 3、 $\lambda/4$ 波長板Q W、シリンドリカルレンズC Y a、反射ミラーM 1 4、ポリゴンミラーP M、f θ レンズF T、反射ミラーM 1 5、シリンドリカルレンズC Y b が設けられる。さらに、走査ユニットU 1 内には、走査ユニットU 1 の描画開始可能タイミングを検出する原点センサ（原点検出器）O P 1 と、被照射面（基板P）からの反射光を偏光ビームスプリッタB S 1 を介して検出するための光学レンズ系G 1 0 および光検出器D T とが設けられる。

[0069] 走査ユニットU 1 に入射するビームL B 1 は、-Z t 方向に向けて進み、X t Y t 平面に対して45° 傾いた反射ミラーM 1 0 に入射する。この走査ユニットU 1 に入射するビームL B 1 の軸線は、照射中心軸L e 1 と同軸になるように反射ミラーM 1 0 に入射する。反射ミラーM 1 0 は、ビームL B 1 を走査ユニットU 1 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L B 1 を、X t 軸と平行に設定される光軸A X a に沿って、反射ミラーM 1 0 から-X t 方向に離れた反射ミラーM 1 1 に向けて-X t 方向に反射

する。したがって、光軸 $A X a$ は $X t Z t$ 平面と平行な面内で照射中心軸 $L e 1$ と直交する。反射ミラー $M 1 0$ で反射したビーム $L B 1$ は、光軸 $A X a$ に沿って配置されるビームエキスパンダー $B E$ を透過して反射ミラー $M 1 1$ に入射する。ビームエキスパンダー $B E$ は、透過するビーム $L B 1$ の径を拡大させる。ビームエキスパンダー $B E$ は、集光レンズ $B e 1$ と、集光レンズ $B e 1$ によって収斂された後に発散するビーム $L B 1$ を平行光にするコリメータレンズ $B e 2$ とを有する。

[0070] 反射ミラー $M 1 1$ は、 $Y t Z t$ 平面に対して 45° 傾いて配置され、入射したビーム $L B 1$ (光軸 $A X a$) を偏光ビームスプリッタ $B S 1$ に向けて $-Y t$ 方向に反射する。反射ミラー $M 1 1$ に対して $-Y t$ 方向に離れて設置されている偏光ビームスプリッタ $B S 1$ の偏光分離面は、 $Y t Z t$ 平面に対して 45° 傾いて配置され、 P 偏光のビームを反射し、 P 偏光と直交する方向に偏光した直線偏光 (S 偏光) のビームを透過するものである。走査ユニット $U 1$ に入射するビーム $L B 1$ は、 P 偏光のビームなので、偏光ビームスプリッタ $B S 1$ は、反射ミラー $M 1 1$ からのビーム $L B 1$ を $-X t$ 方向に反射して反射ミラー $M 1 2$ 側に導く。

[0071] 反射ミラー $M 1 2$ は、 $X t Y t$ 平面に対して 45° 傾いて配置され、入射したビーム $L B 1$ を、反射ミラー $M 1 2$ から $-Z t$ 方向に離れた反射ミラー $M 1 3$ に向けて $-Z t$ 方向に反射する。反射ミラー $M 1 2$ で反射されたビーム $L B 1$ は、 $Z t$ 軸と平行な光軸 $A X c$ に沿ってシフト光学部材 $S R$ 、偏向調整光学部材 $D P$ 、およびフィールドアパーチャ (視野絞り) $F A$ を通過して、反射ミラー $M 1 3$ に入射する。シフト光学部材 $S R$ は、ビーム $L B 1$ の進行方向 (光軸 $A X c$) と直交する平面 ($X t Y t$ 平面) 内において、ビーム $L B 1$ 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 $S R$ は、光軸 $A X c$ に沿って配置される 2 枚の石英の平行平板 $S r 1$ 、 $S r 2$ で構成され、平行平板 $S r 1$ は、 $X t$ 軸回りに傾斜可能であり、平行平板 $S r 2$ は、 $Y t$ 軸回りに傾斜可能である。この平行平板 $S r 1$ 、 $S r 2$ がそれぞれ、 $X t$ 軸、 $Y t$ 軸回りに傾斜することで、ビーム $L B 1$ の進行方向と直交す

る $X_t Y_t$ 平面において、ビーム $L B 1$ 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 $S r 1$ 、 $S r 2$ 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。

[0072] 偏向調整光学部材 $D P$ は、反射ミラー $M 1 2$ で反射されてシフト光学部材 $S R$ を通ってきたビーム $L B 1$ の光軸 $A X c$ 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 $D P$ は、光軸 $A X c$ に沿って配置される2つの楔状のプリズム $D p 1$ 、 $D p 2$ で構成され、プリズム $D p 1$ 、 $D p 2$ の各々は独立して光軸 $A X c$ を中心に 360° 回転可能に設けられている。2つのプリズム $D p 1$ 、 $D p 2$ の回転角度位置を調整することによって、反射ミラー $M 1 3$ に達するビーム $L B 1$ の軸線と光軸 $A X c$ との平行出し、または、基板 P の被照射面に達するビーム $L B 1$ の軸線と照射中心軸 $L e 1$ との平行出しが行われる。なお、2つのプリズム $D p 1$ 、 $D p 2$ によって偏向調整された後のビーム $L B 1$ は、ビーム $L B 1$ 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 $S R$ によって元に戻すことができる。このプリズム $D p 1$ 、 $D p 2$ 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。

[0073] このように、シフト光学部材 $S R$ と偏向調整光学部材 $D P$ とを通ったビーム $L B 1$ は、フィールドアパーチャ $F A$ の円形開口を透過して反射ミラー $M 1 3$ に達する。フィールドアパーチャ $F A$ の円形開口は、ビームエキスパンダー $B E$ で拡大されたビーム $L B 1$ 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 $F A$ 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 $S P$ の強度（輝度）を調整することができる。

[0074] 反射ミラー $M 1 3$ は、 $X_t Y_t$ 平面に対して 45° 傾いて配置され、入射したビーム $L B 1$ を反射ミラー $M 1 4$ に向けて $+X_t$ 方向に反射する。反射ミラー $M 1 3$ で反射したビーム $L B 1$ は、 $\lambda/4$ 波長板 $Q W$ およびシリンドリカルレンズ $C Y a$ を介して反射ミラー $M 1 4$ に入射する。反射ミラー $M 1 4$ は、入射したビーム $L B 1$ をポリゴンミラー（回転多面鏡、走査用偏向部

材) P Mに向けて反射する。ポリゴンミラーP Mは、入射したビームL B 1を、 X_t 軸と平行な光軸A X fを有する $f \theta$ レンズF Tに向けて $+X_t$ 方向側に反射する。ポリゴンミラーP Mは、ビームL B 1のスポット光S P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L B 1を $X_t Y_t$ 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P Mは、 Z_t 軸方向に延びる回転軸A X pと、回転軸A X pの周りに形成された複数の反射面R P(本実施の形態では反射面R Pの数 N_p を8とする)とを有する。回転軸A X pを中心にこのポリゴンミラーP Mを所定の回転方向に回転させることで反射面R Pに照射されるパルス状のビームL B 1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R PによってビームL B 1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L B 1のスポット光S Pを主走査方向(基板Pの幅方向、 Y_t 方向)に沿って走査することができる。

[0075] つまり、1つの反射面R Pによって、ビームL B 1のスポット光S P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P Mの1回転で、基板Pの被照射面上にスポット光S Pが走査される描画ラインS L 1の数は、最大で反射面R Pの数と同じ8本となる。ポリゴンミラーP M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)R M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S L 1の実効的な長さ(例えば、30 mm)は、このポリゴンミラーP Mによってスポット光S Pを走査することができる最大走査長(例えば、31 mm)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S L 1の中心点(照射中心軸L e 1が通る点)が設定されている。

[0076] シリンドリカルレンズC Y aは、ポリゴンミラーP Mによる主走査方向(回転方向)と直交する非走査方向(Z_t 方向)に関して、入射したビームL B 1をポリゴンミラーP Mの反射面R P上に収斂する。つまり、シリンドリカルレンズC Y aは、ビームL B 1を反射面R P上で $X_t Y_t$ 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 Y_t 方向と平行となっているシリンドリカルレンズ CY_a と、後述のシリンドリカルレンズ CY_b とによって、反射面 RP が Z_t 方向に対して傾いている場合（ X_tY_t 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 LB_1 （描画ライン SL_1 ）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 X_t 方向にずれることを抑制することができる。

[0077] X_t 軸方向に延びる光軸 AX_f を有する $f\theta$ レンズ（走査用レンズ系） FT は、ポリゴンミラー PM によって反射されたビーム LB_1 を、 X_tY_t 平面において、光軸 AX_f 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 LB_1 の $f\theta$ 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。 $f\theta$ レンズ FT は、反射ミラー $M15$ およびシリンドリカルレンズ CY_b を介して、その入射角 θ に比例した基板 P の被照射面上の像高位置にビーム LB_1 を投射する。焦点距離を f_o とし、像高位置を y とすると、 $f\theta$ レンズ FT は、 $y = f_o \times \theta$ 、の関係（歪曲収差）を満たすように設計されている。したがって、この $f\theta$ レンズ FT によって、ビーム LB_1 を Y_t 方向（ Y 方向）に正確に等速で走査することが可能になる。 $f\theta$ レンズ FT への入射角 θ が0度のときに、 $f\theta$ レンズ FT に入射したビーム LB_1 は、光軸 AX_f 上に沿って進む。

[0078] 反射ミラー $M15$ は、 $f\theta$ レンズ FT からのビーム LB_1 を、シリンドリカルレンズ CY_b を介して基板 P に向けて $-Z_t$ 方向に反射する。 $f\theta$ レンズ FT および母線が Y_t 方向と平行となっているシリンドリカルレンズ CY_b によって、基板 P に投射されるビーム LB_1 が基板 P の被照射面上で直径数 μm 程度（例えば、 $3\mu m$ ）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、 Y_t 方向に延びる描画ライン SL_1 によって1次元走査される。なお、 $f\theta$ レンズ FT の光軸 AX_f と照射中心軸 Le_1 とは、同一の平面上

にあり、その平面は $X_t Z_t$ 平面と平行である。したがって、光軸 $A X_f$ 上に進んだビーム $L B_1$ は、反射ミラー $M 15$ によって $-Z_t$ 方向に反射し、照射中心軸 $L e_1$ と同軸になって基板 P に投射される。本第1の実施の形態において、少なくとも $f \theta$ レンズ $F T$ は、ポリゴンミラー $P M$ によって偏向されたビーム $L B_1$ を基板 P の被照射面に投射する投射光学系として機能する。また、少なくとも反射部材（反射ミラー $M 11 \sim M 15$ ）および偏光ビームスプリッタ $B S_1$ は、反射ミラー $M 10$ から基板 P までのビーム $L B_1$ の光路を折り曲げる光路偏向部材として機能する。この光路偏向部材によって、反射ミラー $M 10$ に入射するビーム $L B_1$ の入射軸と照射中心軸 $L e_1$ とを略同軸にすることができる。 $X_t Z_t$ 平面に関して、走査ユニット U_1 内を通るビーム $L B_1$ は、略U字状またはコ字状の光路を通った後、 $-Z_t$ 方向に進んで基板 P に投射される。

[0079] 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 U_n ($U_1 \sim U_6$)によって、ビーム $L B_n$ ($L B_1 \sim L B_6$)のスポット光 $S P$ を主走査方向 (Y 方向)に一次元に走査することで、スポット光 $S P$ を基板 P の被照射面に相対的に2次元走査することができる。

[0080] なお、一例として、描画ライン $S L_n$ ($S L_1 \sim S L_6$)の実効的な長さを 30 mm とし、実効的なサイズ ϕ が $3\text{ }\mu\text{ m}$ のスポット光 $S P$ の $7/8$ ずつ、つまり、 $2.625 (= 3 \times 7/8)\text{ }\mu\text{ m}$ ずつ、オーバーラップさせながらスポット光 $S P$ を描画ライン $S L_n$ ($S L_1 \sim S L_6$)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 $S P$ は、 $0.375\text{ }\mu\text{ m}$ の間隔で照射される。したがって、1回の走査で照射されるスポット光 $S P$ の数は、 $80000 (= 30 [\text{ mm}] / 0.375 [\mu\text{ m}])$ 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 0.6048 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 $0.375\text{ }\mu\text{ m}$ 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_{px} は、約 $620\text{ }\mu\text{ sec} (= 0.375 [\mu\text{ m}] / 0.6048 [\text{ mm/sec}])$ となる。この時間差 T_{px}

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4.96 msec（＝8×620〔μsec〕）となるように設定される必要があるので、ポリゴンミラーPMの回転速度V_pは、毎秒約201.613回転（＝1／4.96〔msec〕）、すなわち、約12096.8 rpmに設定される。

[0081] 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fθ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、fθ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、α／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、fθ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SL_n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T_sは、T_s＝T_p×走査効率、となり、先の数値例の場合は、時間T_s、約206.666・・・μsec（＝620〔μsec〕／3）、となる。本第1の実施の形態における描画ラインSL_n（SL1～SL6）の実効的な走査長を30mmとするので、この描画ラインSL_nに沿ったスポット光SPの1走査の走査時間T_{sp}は、約200μsec（＝206.666・・・〔μsec〕×30〔mm〕／31〔mm〕）、となる。したがって、この時間T_{sp}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ので、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）F_aは、F_a≐80000回／200μsec＝400MHzとなる。

[0082] 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S Z 1を発生する。言い換えるならば、原点センサO P 1は、これからスポット光S Pの走査を行う反射面R Pの角度が所定の角度位置になったときに原点信号S Z 1を発生する。ポリゴンミラーP Mは、8つの反射面R Pを有するので、原点センサO P 1は、ポリゴンミラーP Mが1回転する期間で、8回原点信号S Z 1を出力することになる。この原点センサO P 1が発生した原点信号S Z 1は、制御装置16に送られる。原点センサO P 1が原点信号S Z 1を発生してから、遅延時間T d 1経過後にスポット光S Pの描画ラインS L 1に沿った走査が開始される。つまり、この原点信号S Z 1は、走査ユニットU 1によるスポット光S P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。

[0083] 原点センサO P 1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B g aを反射面R Pに対して射出するビーム送光系o p aと、反射面R Pで反射したレーザビームB g aの反射ビームB g bを受光して原点信号S Z 1を発生するビーム受光系o p bとを有する。ビーム送光系o p aは、図示しないが、レーザビームB g aを射出する光源と、光源が発光したレーザビームB g aを反射面R P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o p bは、図示しないが、受光した反射ビームB g b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R Pで反射した反射ビームB g b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o p aとビーム受光系o p bとは、ポリゴンミラーP Mの回転位置が、反射面R Pによるスポット光S P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o p aが射出したレーザビームB g aの反射ビームB g bをビーム受光系o p bが受光することができる位置に設けられている。なお、走査ユニットU 2～U 6に設けられている原点センサO P nをO P 2～O P 6で表し、原点センサO P 2～O P 6で発生する原点信号S Z nをS Z 2～S Z 6で表す。制御装置16は、この原点信号S Z n（S Z 1～S Z 6）に基づいて、どの走査ユニットU nがこれからスポット光S Pの走査を行うかを管理している。また、原点信

号S Z 2～S Z 6が発生してから、走査ユニットU 2～U 6による描画ラインS L 2～S L 6に沿ったスポット光S Pの走査を開始するまでの遅延時間T d nをT d 2～T d 6で表す場合がある。

[0084] 図5に示す光検出器D T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D R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D R上の部分は、ビームL B 1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D R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D Rの基準パターンが形成された領域に走査ユニットU 1からビームL B 1のスポット光S Pを照射すると、その反射光が、シリンドリカルレンズC Y b、反射ミラーM 1 5、f θ レンズF T、ポリゴンミラーP M、反射ミラーM 1 4、シリンドリカルレンズC Y a、 $\lambda/4$ 波長板Q W、反射ミラーM 1 3、フィールドアパーチャF A、偏向調整光学部材D P、シフト光学部材S R、および、反射ミラーM 1 2を通過して偏光ビームスプリッタB S 1に入射する。ここで、偏光ビームスプリッタB S 1と基板Pとの間、具体的には、反射ミラーM 1 3とシリンドリカルレンズC Y aとの間には、 $\lambda/4$ 波長板Q W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L B 1は、この $\lambda/4$ 波長板Q WによってP偏光から円偏光のビームL B 1に変換され、基板Pから偏光ビームスプリッタB S 1に入射する反射光は、この $\lambda/4$ 波長板Q W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B S 1を透過し、光学レンズ系G 1 0を介して光検出器D Tに入射する。

[0085] このとき、パルス状のビームL B 1が連続して走査ユニットU 1に入射される状態で、回転ドラムD Rを回転して走査ユニットU 1がスポット光S Pを走査することで、回転ドラムD Rの外周面には、スポット光S Pが2次元的に照射される。したがって、回転ドラムD Rに形成された基準パターンの

画像を光検出器D Tによって取得することができる。

[0086] 具体的には、光検出器D Tから出力される光電信号の強度変化を、ビームL B 1（スポット光S P）のパルス発光のためのクロック信号L T C（光源装置L Sで作られる）に応答して、デジタルサンプリングすることでY t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S L 1上における回転ドラムD Rの回転角度位置を計測するエンコーダE N 2 a、E N 2 bの計測値に応答して、副走査方向の一定距離（例えば、スポット光S Pのサイズ ϕ の $1/8$ ）ごとにY t方向の1次元の画像データをX t方向に並べることにより、回転ドラムD Rの表面の2次元の画像情報を所得する。制御装置1 6は、この取得した回転ドラムD R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S L 1の傾きを計測する。この描画ラインS L 1の傾きとは、各走査ユニットU n（U 1～U 6）間における相対的な傾きであってもよく、回転ドラムD Rの中心軸A X o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S L 2～S L 6の傾きも計測することができることはいうまでもない。

[0087] なお、複数の走査ユニットU n（U 1～U 6）は、複数の走査ユニットU n（U 1～U 6）の各々が照射中心軸L e n（L e 1～L e 6）回りに回転（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U n（U 1～U 6）が、照射中心軸L e n（L e 1～L e 6）回りに回転すると、各描画ラインS L n（S L 1～S L 6）も、基板Pの被照射面上で照射中心軸L e n（L e 1～L e 6）回りに回転する。したがって、各描画ラインS L n（S L 1～S L 6）は、Y方向に対して傾くことになる。各走査ユニットU n（U 1～U 6）が照射中心軸L e n（L e 1～L e 6）回りに回転した場合であっても、各走査ユニットU n（U 1～U 6）内を通過するビームL B n（L B 1～L B 6）と各走査ユニットU n（U 1～U 6）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U n（U 1～U 6）は、基板Pの被照射面上で回転した描画ラインS L n（S L 1～S L 6）に沿ってスポット光S Pを走

査することができる。この各走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) の照射中心軸 L_{en} ($L_{e1} \sim L_{e6}$) 回りの回転は、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。

[0088] そのため、制御装置16は、計測した各描画ライン SL_n の傾きにに応じて、走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) を照射中心軸 L_{en} ($L_{e1} \sim L_{e6}$) 回りに回転させることで、複数の描画ライン SL_n ($SL_1 \sim SL_6$) 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 $AM1_m$ 、 $AM2_m$ を用いて検出したアライメントマーク MK_m 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 U_n ($U_1 \sim U_6$) を照射中心軸 L_{en} ($L_{e1} \sim L_{e6}$) 回りに回転させることで、基板Pや露光領域Wの歪み（変形）に応じて各描画ライン SL_n をY方向に対して微少に傾斜させる。その際、本実施の形態においては、後で説明するように、各描画ライン SL_n 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）に応じて伸縮させるような制御、或いは、各描画ライン SL_n を個別に副走査方向（図5中の X_t 方向）に微少にシフトさせる制御が可能となっている。

[0089] なお、走査ユニット U_n の照射中心軸 L_{en} と、走査ユニット U_n が実際に回転する軸（回転中心軸）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 U_n を角度 θ_{sm} だけ回転させたときの実際の描画ライン SL_n の描画開始点（または描画終了点）と、照射中心軸 L_{en} と回転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 U_n を所定の角度 θ_{sm} だけ回転させたときの設計上の描画ライン SL_n の描画開始点（または描画終了点）との差分量が、スポット光SPの主走査方向に関して、所定の距離（例えば、スポット光SP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 LB_n の光軸が、走査ユニット U_n の回転中心

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。

[0090] 図6は、ビーム切換部BDUの構成図である。ビーム切換部BDUは、複数の選択用光学素子AOM_n（AOM1～AOM6）と、複数の集光レンズCD1～CD6と、複数の反射ミラーM1～M14と、複数のユニット側入射ミラーIM1～IM6と、複数のコリメータレンズCL1～CL6と、吸収体TR1、TR2とを有する。選択用光学素子AOM_n（AOM1～AOM6）は、ビームLB（LBa、LBb）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（AOM: Acousto-Optic Modulator）である。これらの光学的な部材（選択用光学素子AOM1～AOM6、集光レンズCD1～CD6、反射ミラーM1～M14、ユニット側入射ミラーIM1～IM6、コリメータレンズCL1～CL6、および、吸収体TR1、TR2）は、板状の支持部材IUBによって支持されている。この支持部材IUBは、複数の走査ユニットU_n（U1～U6）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IUBは、発熱源となる選択用光学素子AOM_n（AOM1～AOM6）と複数の走査ユニットU_n（U1～U6）との間を断熱する機能も備えている。

[0091] 光源装置LSaからビームLBaは、反射ミラーM1～M6によってその光路がつづらおり状に曲げられて、吸収体TR1まで導かれる。また、光源装置LSbからのビームLBbも同様に、反射ミラーM7～M14によってその光路がつづらおり状に曲げられて、吸収体TR2まで導かれる。以下、選択用光学素子AOM_n（AOM1～AOM6）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。

[0092] 光源装置LSaからのビームLBa（平行光束）は、Y軸と平行に+Y方向に進んで集光レンズCD1を通して反射ミラーM1に入射する。反射ミラーM1で-X方向に反射したビームLBaは、集光レンズCD1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AOM1をスト

レートに透過し、コリメータレンズCL 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LB aは、集光レンズCD 2を通った後に反射ミラーM 3で+ X方向に反射される。

[0093] 反射ミラーM 3で+ X方向に反射されたビームLB aは、集光レンズCD 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AOM 2をストレートに透過し、コリメータレンズCL 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LB aは、集光レンズCD 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LB aは、集光レンズCD 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AOM 3をストレートに透過し、コリメータレンズCL 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LB aは、吸収体TR 1に入射する。この吸収体TR 1は、ビームLB aの外部への漏れを抑制するためにビームLB aを吸収する光トラップである。

[0094] 光源装置LS bからのビームLB 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 1 3に入射し、反射ミラーM 1 3で+ X方向に反射したビームLB bは反射ミラーM 1 4で+ Y方向に反射される。反射ミラーM 1 4で+ Y方向に反射したビームLB bは、集光レンズCD 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LB bは、集光レンズCD 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AOM 4をストレートに透過し、コリメータレンズCL 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LB bは、集光レンズCD 5を通った後に反射ミラーM 9で- X方向に反射される。

[0095] 反射ミラーM 9で- X方向に反射されたビームLB bは、集光レンズCD 5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A

OM5をストレートに透過し、コリメータレンズ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、コリメータレンズ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。

[0096] 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とコリメータレンズ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とコリメータレンズ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。

[0097] 各選択用光学素子AOM_n（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LB_n)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AOM_n(AOM1～AOM6)の各々から1次回折光として射出されるビームLB_nをビームLB1～LB6とし、各選択用光学素子AOM_n(AOM1～AOM6)は、光源装置LS_a、LS_bからのビームLB(LB_a、LB_b)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AOM_n(AOM1～AOM6)の各々で偏向されたビームLB_n(LB1～LB6)は、元のビームLB(LB_a、LB_b)の強度よりは低下している。また、選択用光学素子AOM_n(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。

[0098] 図6に示すように、複数の選択用光学素子AOM_n(AOM1～AOM6)の各々は、偏向された1次回折光であるビームLB_n(LB1～LB6)を、入射するビームLB(LB_a、LB_b)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AOM_n(AOM1～AOM6)の各々から偏向して射出するビームLB_n(LB1～LB6)は、選択用光学素子AOM_n(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IUBに形成された開口部TH1～TH6の各々を通して、照射中心軸Le1～Le6に沿うように走査ユニットUn(U1～U6)の各々に入射する。

[0099] なお、選択用光学素子AOM_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LB(LB_a、LB_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AOM_nが入射したビームLB (LB_a、LB_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AOM_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LS (LS_a、LS_b) からのビームLBの偏光方向が設定(調整)される。

[0100] 各選択用光学素子AOM_n (AOM1～AOM6) 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AOM_n (AOM1～AOM6) は、制御装置16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LB (LB_a、LB_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AOM1は、制御装置16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LS_aからのビームLB_aを回折させずに透過する。したがって、選択用光学素子AOM1を透過したビームLB_aは、コリメータレンズCL1を透過して反射ミラーM2に入射する。一方、選択用光学素子AOM1は、制御装置16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LB_aを回折させてミラーIM1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AOM1がスイッチングする。ミラーIM1は、選択用光学素子AOM1によって回折された1次回折光であるビームLB1を選択して走査ユニットU1側に反射する。選択用のミラーIM1で反射したビームLB1は、支持部材IUBの開口部TH1を通して照射中心軸Le1に沿って走査ユニットU1に入射する。したがって、ミラーIM1は、反射したビームLB1の光軸が照射中心軸Le1と同軸となるように、入射したビームLB1を反射する。また、選択用光学素子AOM1がオンの状態のとき、選択用光学素子AOM1をストレートに透過するビームLBの0次光(入射ビームの20%程度の強度)は、その後のコリメータレンズCL1～CL3、集光レンズCD2～CD3、反射ミラーM2～M6、および、選択用光学素子AOM2～AOM3を透過して吸収体TR1に達する。

[0101] 同様に、選択用光学素子AOM2、AOM3は、制御装置16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LBa（0次光）を回折させずにコリメータレンズCL2、CL3側（反射ミラーM4、M6側）に透過する。一方、選択用光学素子AOM2、AOM3は、制御装置16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LBaの1次回折光であるビームLB2、LB3をミラーIM2、IM3に向かわせる。このミラーIM2、IM3は、選択用光学素子AOM2、AOM3によって回折されたビームLB2、LB3を走査ユニットU2、U3側に反射する。ミラーIM2、IM3で反射したビームLB2、LB3は、支持部材IUBの開口部TH2、TH3を通して照射中心軸Le2、Le3と同軸となって走査ユニットU2、U3に入射する。

[0102] このように、制御装置16は、選択用光学素子AOM1～AOM3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AOM1～AOM3のいずれか1つをスイッチングして、ビームLBaが後続の選択用光学素子AOM2、AOM3または吸収体TR1に向かうか、偏向されたビームLB1～LB3の1つが、対応する走査ユニットU1～U3に向かうかを切り換える。

[0103] また、選択用光学素子AOM4は、制御装置16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LSbからのビームLBbを回折させずにコリメータレンズCL4側（反射ミラーM8側）に透過する。一方、選択用光学素子AOM4は、制御装置16からの駆動信号が印加されてオンの状態ときは、入射したビームLBbの1次回折光であるビームLB4をミラーIM4に向かわせる。このミラーIM4は、選択用光学素子AOM4によって回折されたビームLB4を走査ユニットU4側に反射する。ミラーIM4で反射したビームLB4は、照射中心軸Le4と同軸となって、支持部材IUBの開口部TH4を通して走査ユニットU4に入射する。

[0104] 同様に、選択用光学素子AOM5、AOM6は、制御装置16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LBbを回折させずにコリメータレンズCL5、CL6側（反射ミラーM10、M12側）に透過する。一方、選択用光学素子AOM5、AOM6は、制御装置16からの駆動信号が印加されてオンの状態ときは、入射したビームLBbの1次回折光であるビームLB5、LB6をミラーIM5、IM6に向かわせる。このミラーIM5、IM6は、選択用光学素子AOM5、AOM6によって回折されたビームLB5、LB6を走査ユニットU5、U6側に反射する。ミラーIM5、IM6で反射したビームLB5、LB6は、照射中心軸Le5、Le6と同軸となって、支持部材IUBの開口部TH5、TH6の各々を通して走査ユニットU5、U6に入射する。

[0105] このように、制御装置16は、選択用光学素子AOM4～AOM6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AOM4～AOM6のいずれか1つをスイッチングして、ビームLBbが後続の選択用光学素子AOM5、AOM6または吸収体TR2に向かうか、偏向されたビームLB4～LB6の1つが、対応する走査ユニットU4～U6に向かうかを切り換える。

[0106] 以上のように、ビーム切換部BDUは、光源装置LSaからのビームLBa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AOMn（AOM1～AOM3）を備えることで、ビームLBaの光路を切り換えてビームLBn（LB1～LB3）が入射する走査ユニットUn（U1～U3）を1つ選択することができる。したがって、光源装置LSaからのビームLBaの1次回折光であるビームLBn（LB1～LB3）を、3つの走査ユニットUn（U1～U3）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U1にビームLB1を入射させたい場合は、制御装置16が、複数の選択用光学素子AOM1～AOM3のうち、選択用光学素子AOM1のみをオン状態にし、走査ユニットU3にビームLB3を入射させたい場合は、選択用光学素子AOM3のみをオン状態にすればよい。

[0107] 同様に、ビーム切換部BDUは、光源装置LSbからのビームLBb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 AOM_n ($AOM_4 \sim AOM_6$) を備えることで、ビーム LB_b の光路を切り換えてビーム LB_n ($LB_4 \sim LB_6$) が入射する走査ユニット U_n ($U_4 \sim U_6$) を 1 つ選択することができる。したがって、光源装置 LS_b からのビーム LB_b の 1 次回折光であるビーム LB_n ($LB_4 \sim LB_6$) を、3 つの走査ユニット U_n ($U_4 \sim U_6$) 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 LB_4 を入射させたい場合は、制御装置 16 が、複数の選択用光学素子 $AOM_4 \sim AOM_6$ のうち、選択用光学素子 AOM_4 のみをオン状態にし、走査ユニット U_6 にビーム LB_6 を入射させたい場合は、選択用光学素子 AOM_6 のみをオン状態にすればよい。

[0108] この複数の選択用光学素子 AOM_n ($AOM_1 \sim AOM_6$) は、複数の走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) 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 LB_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 $AOM_1 \sim AOM_3$ を、第 1 の光学素子モジュールと呼び、選択用光学素子 $AOM_4 \sim AOM_6$ 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 $AOM_1 \sim AOM_3$ に対応する走査ユニット $U_1 \sim U_3$ 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 $AOM_4 \sim AOM_6$ に対応する走査ユニット $U_4 \sim U_6$ 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 U_n 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 U_n 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。

[0109] 上述したように、本第 1 の実施の形態では、走査ユニット U_n 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 U_n 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LB_nは無駄となる。したがって、ある1つの走査ユニットU_n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U_nにビームLB_nを入射させることで、他の走査ユニットU_n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U_n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U_nにビームLB_n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U_n（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。

[0110] 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LB_n（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LS_aからのビームLB_a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LB_n（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LS_bからのビームLB_b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、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。

[0111] 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U_n（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AOM_n（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 LB_n ($LB_1 \sim LB_3$ 、 $LB_4 \sim LB_6$) が入射する走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_3$ 、 $U_4 \sim U_6$) 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 $U_1 \sim U_3$ 、 $U_4 \sim U_6$ のスポット光 SP の走査を行う順番が、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、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 AOM_n ($AOM_1 \sim AOM_3$ 、 $AOM_4 \sim AOM_6$) を、 $AOM_1 \rightarrow AOM_2 \rightarrow AOM_3$ 、 $AOM_4 \rightarrow AOM_5 \rightarrow AOM_6$ 、の順番でオンにスイッチングして、ビーム LB_n が入射する走査ユニット U_n を、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、の順番で切り換える。

[0112] 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。

[0113] 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1,20968

万の場合、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1.6129kHz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）に応答して数十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、相当に低い応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LB1～LB6（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AOM1～AOM6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LB1～LB6を分離するミラーIM1～IM6の配置が容易になる。

[0114] 図7は、光源装置（パルス光源装置、パルスレーザ装置）LSa（LSb）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LSa（LSb）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（波長変換素子という場合もある）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LSa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LSb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LSaからの画素シフトパルスBSCをBSCaで表し、光源装置LSbからの画素シフトパルスBSCをBSCbで表す場合がある。

[0115] 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、400MHz）で俊鋭（峻鋭）若しくは尖鋭のパルス状の種光（パルスビーム、ビーム）S1を発生し、DFB半導体レーザ素子（第2固体レーザ素子）32は、所定周波数である発振周波数 F_a （例えば、400MHz）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。D F B 半導体レーザ素子 3 0 が発生する種光 S 1 と、D F B 半導体レーザ素子 3 2 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、D F B 半導体レーザ素子 3 0 が発生する種光 S 1 の偏光状態を S 偏光とし、D F B 半導体レーザ素子 3 2 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。

[0116] 制御回路 2 2 は、信号発生部 2 2 a 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応答して種光 S 1、S 2 が発光するように D F B 半導体レーザ素子 3 0、3 2 を制御する。これにより、この D F B 半導体レーザ素子 3 0、3 2 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 2 2 は、制御装置 1 6 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 3 0、3 2 で発生した種光 S 1、S 2 は、偏光ビームスプリッタ 3 4 に導かれる。

[0117] 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 1 4 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 2 2 a 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 1 6 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 SL_n の最大走査長（例えば、 31 m ）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 SP 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 SL_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。

[0118] 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、DFB 半導体レーザ素子 30 が発生した種光 S_1 と、DFB 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、DFB 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、DFB 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。DFB 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。

[0119] 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（EOM: 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 SB_a （ SB_b ）のハイ／ロー状態に応答して、種光 S_1 、 S_2 の偏光状態を駆動回路 36a によって切り換えるものである。描画ビット列データ SB_a は、走査ユニット $U_1 \sim U_3$ 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 SB

bは、走査ユニットU4～U6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S1、S2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GHz程度のものを使うことができる。

[0120] 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S Pのサイズφに応じて設定される寸法P×y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S P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S P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S P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×y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。

[0121] 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S L_n（S L1～S L6）に対応するものである。したがって、1列分の画素の数は、基板Pの被照射面上での画素の寸法P×yと描画ラインS L_nの長さに応じて決まる。この1画素の寸法P×yは、スポット光S P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S Pの実効的なサイズφが3μmの場合は、1画素の寸法P×yは、3μm角程度以上に設定される。1列分の画素の論理情報に応じて、1本の描画ラインS L_n（S

L 1 ～ S L 6) に沿って基板 P に投射されるスポット光 S P 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 D L n と呼ぶ。つまり、パターンデータは、シリアルデータ D L 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 D L n を D L 1 で表し、同様に、走査ユニット U 2 ～ U 6 のパターンデータのシリアルデータ D L n を D L 2 ～ D L 6 で表す。

[0122] また、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) は、所定の順番でスポット光 S P 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 ～ U 3 (U 4 ～ U 6) のパターンデータのシリアルデータ D L 1 ～ D L 3 (D L 4 ～ D L 6) も、所定の順番で、光源装置 L S a (L S b) の駆動回路 3 6 a に出力される。この光源装置 L S a の駆動回路 3 6 a に順次出力されるシリアルデータ D L 1 ～ D L 3 を描画ビット列データ S B a と呼び、この光源装置 L S b の駆動回路 3 6 a に順次出力されるシリアルデータ D L 4 ～ D L 6 を描画ビット列データ S B b と呼ぶ。

[0123] 例えば、第 1 の走査モジュールにおいて、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U n の順番が、U 1 → U 2 → U 3、の場合は、まず、1 列分のシリアルデータ D L 1 が光源装置 L S a の駆動回路 3 6 a に出力され、続いて、1 列分のシリアルデータ D L 2 が光源装置 L S a の駆動回路 3 6 a に出力されるといった具合に、描画ビット列データ S B a を構成する 1 列分のシリアルデータ D L 1 ～ D L 3 が、D L 1 → D L 2 → D L 3、の順番で光源装置 L S a の駆動回路 3 6 a に出力される。その後、次の列のシリアルデータ D L 1 ～ D L 3 が、D L 1 → D L 2 → D L 3、の順番で描画ビット列データ S B a として光源装置 L S a の駆動回路 3 6 a 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 S P の走査を行う走査ユニット U n の順番が、U 4 → U 5 → U 6、の場合は、まず、1 列分のシリアルデータ D L 4 が光源装置 L S b の駆動回路 3 6 a に出力され、続いて、1 列分のシリアルデータ D L 5 が光源装置 L S b の駆動回路 3 6 a に出力されるといった具

合に、描画ビット列データ S B b を構成する 1 列分のシリアルデータ D L 4 ~ D L 6 が、D L 4 → D L 5 → D L 6、の順番で光源装置 L S b の駆動回路 3 6 a に出力される。その後、次の列のシリアルデータ D L 4 ~ D L 6 が、D L 4 → D L 5 → D L 6、の順番で描画ビット列データ S B b として光源装置 L S b の駆動回路 3 6 a に出力される。この光源装置 L S a (L S b) の駆動回路 3 6 a に描画ビット列データ S B a (S B b) を出力する具体的な構成については後で詳細に説明する。

[0124] 駆動回路 3 6 a 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 3 6 は種光 S 1、S 2 の偏光状態を変えずにそのまま偏光ビームスプリッタ 3 8 に導く。一方で、駆動回路 3 6 a 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 3 6 は入射した種光 S 1、S 2 の偏光状態を変えて、つまり、偏光方向を 9 0 度変えて偏光ビームスプリッタ 3 8 に導く。このように駆動回路 3 6 a が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 3 6 を駆動することによって、電気光学素子 3 6 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。

[0125] 偏光ビームスプリッタ 3 8 は、P 偏光の光を透過してレンズ素子 G L を介してコンバイナ 4 4 に導き、S 偏光の光を反射させて吸収体 4 0 に導くものである。この偏光ビームスプリッタ 3 8 を透過する光 (種光) をビーム L s e で表す。このパルス状のビーム L s e の発振周波数は F a となる。励起光源 4 2 は励起光を発生し、該発生した励起光は、光ファイバー 4 2 a を通ってコンバイナ 4 4 に導かれる。コンバイナ 4 4 は、偏光ビームスプリッタ 3 8 から照射されたビーム L s e と励起光とを合成して、ファイバー光増幅器 4 6 に出力する。ファイバー光増幅器 4 6 は、励起光によって励起されるレーザ媒質がドーピングされている。したがって、合成されたビーム L s e および励起光が伝送するファイバー光増幅器 4 6 内では、励起光によってレーザ媒

質が励起されることにより、種光としてのビームL s eが増幅される。ファイバー光増幅器46内にドープされるレーザ媒質としては、エルビウム（Er）、イッテルビウム（Yb）、ツリウム（Tm）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GL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。

[0126] 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：SHG）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：QPM）結晶であるPPLN（Periodically Poled LiNbO₃）結晶が好適に用いられる。なお、PPLT（Periodically Poled LiTaO₃）結晶等を用いることも可能である。

[0127] 波長変換光学素子（第2の波長変換光学素子）50は、波長変換光学素子48が変換した第2高調波（波長 $\lambda/2$ ）と、波長変換光学素子48によって変換されずに残留した種光（波長 λ ）との和周波発生（Sum Frequency Generation：SFG）により、波長が 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LB）となる。

[0128] 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SBa（SBb）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S1、S2の偏光状態を変えずにそのまま偏光ビームスプリッタ38に導く。そのため、偏光ビームスプリッタ38を透過するビームL s eは種光S2となる。したがって、光源装置LSa（LSb）から最終的に出力されるP偏光のLBa（LBb）は、DFB半導体レーザ素子32からの種光S2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LBa（LBb）は、パルスのピーク強度が低く、時間的にブロードな鈍った特性となる。ファイバー光増幅器46は、そのようなピーク強度が低い種光S2に対する増幅効率が低いため

、光源装置LSa (LSb) から射出されるビームLBa (LBb) 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LSa (LSb) はビームLBa (LBb) を射出していないのと同じ結果となる。つまり、基板Pに照射されるスポット光SPの強度は低レベルとなる。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S2由来の紫外域のビームLBa (LBb) 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SL1～SL6が、長時間、基板P上の同じ位置にある状態が続く場合（例えば、搬送系のトラブルによって基板Pが停止している場合等）は、光源装置LSa (LSb) のビームLBa (LBb) 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。

[0129] 一方、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SBa (SBb) 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）36は、入射した種光S1、S2の偏光状態を変えて偏光ビームスプリッタ38に導く。そのため、偏光ビームスプリッタ38を透過するビームLseは種光S1となる。したがって、光源装置LSa (LSb) から射出されるビームLBa (LBb) は、DFB半導体レーザ素子30からの種光S1に由来して生成されたものとなる。DFB半導体レーザ素子30からの種光S1はピーク強度が強いため、ファイバー光増幅器46によって効率的に増幅され、光源装置LSa (LSb) から出力されるP偏光のビームLBa (LBb) は、基板Pの露光に必要なエネルギーを持つ。つまり、基板Pに照射されるスポット光SPの強度は高レベルとなる。

[0130] このように、光源装置LSa (LSb) 内に、描画用光変調器としての電気光学素子36を設けたので、1つの電気光学素子（強度変調部）36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U1～U3（U4～U6）によって走査されるスポット光SP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LSa (LSb) から射出されるビームLBa (LBb) は、強度変調された描画ビームとなる。

[0131] ここで、本第1の実施の形態では、駆動回路36aに描画ビット列データSBa(DL1~DL3)、SBb(DL4~DL6)が印加されていない期間においても、光源装置LSa、LSbから種光S2に由来するビームLBa、LBbが射出されることになる。そのため、スポット光SPの走査が可能な最大走査長(例えば、31mm)以下の範囲内で描画ラインSLnの実効的な走査長(例えば、30mm)が設定されていたとしても、実際には、スポット光SP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SLn以外の位置に投射されるスポット光SP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SLnとは、各シリアルデータDL1~DL6によってスポット光SP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SLnに沿ったスポット光SPの走査期間と、シリアルデータDLn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。

[0132] なお、図7の構成において、DFB半導体レーザ素子32および偏光ビームスプリッタ34を省略して、DFB半導体レーザ素子30からの種光S1のみを、パターンデータ(描画ビット列データSBa、SBb、または、シリアルデータDLn)に基づく電気光学素子36の偏光状態の切り換えで、ファイバー光増幅器46にバースト波状に導光することも考えられる。しかしながら、この構成を採用すると、種光S1のファイバー光増幅器46への入射周期性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46にDFB半導体レーザ素子30からの種光S1が入射しない状態が続いた後に、ファイバー光増幅器46に種光S1が入射すると、入射直後の種光S1は通常するときよりも大きな増幅率で増幅され、ファイバー光増幅器46からは、規定以上の大きな強度を持つビームが発生するという問題がある。そこで、本第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。

[0133] 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SBa、SBb、または、シリアルデータDLn）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SBa（DL1～DL3）、SBb（DL4～DL6）、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Fa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LBnのスポット光SP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LBnのスポット光SPを照射しない（スポット光SP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LBn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。

[0134] ここで、光源装置LSa（LSb）は、スポット光SPの走査中に、基板Pの被照射面上の寸法P×yの1画素に対して、スポット光SP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LBa（LBb）を射出する。この光源装置LSa（LSb）から射出されるビームLBa（LBb）は、信号発生部22aが発生するクロ

ック信号LTCのクロックパルスに応答して発生する。したがって、寸法 $P \times y$ の1画素に対してスポット光SP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SP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、 $P \times y / (N \times V_s)$ 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LTC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SLnの長さを30mmとし、1回の走査時間 T_{sp} を200 μsec とすると、スポット光SPの走査速度 V_s は、150m/secとなる。そして、画素の寸法 $P \times y$ （ P_x および P_y ）がスポット光SPの実効的なサイズと同じ3 μm であって、Nが8個の場合は、基準周期 $T_a = 3 \mu m / (8 \times 150 m / sec) = 0.0025 \mu sec$ となり、その周波数 $F_a (= 1 / T_a)$ は、400MHzとなる。

[0135] 原則として、1画素に対してN（=8）個のスポット光SPが対応するので、クロック信号LTC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DL1～DL3（DL4～DL6）で構成され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SL1～SL3（SL4～SL6）の長さを局所的に倍率補正するために、各描画ラインSL1～SL3（SL4～SL6）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、 $N \pm m$ 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、「±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。

[0136] 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±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。

[0137] 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。

[0138] 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F_aのクロック信号(基準クロック信号)LT C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F_aでクロックパルス(クロック信号LT C)を発生(生成)する。したがって、この場合は、光源装置LS (LS a、LS b)は、パルス状のビームLB (LB a、LB b)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F_a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0.375μm間隔で照射されるようにポリゴンミラーPMの回転速度V_pが設定されているので、描画ラインSL_n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F_a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SL_n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F_a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SL_n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SL_n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P×y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F_a=400MHz)とするので、画素の寸法P×yは、スポット光SP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LT 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。

[0139] 補正画素指定部62は、各描画ラインSL_n (SL1~SL6)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） CMg_n （ $CMg_1 \sim CMg_6$ ）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） CMg_n の補正位置情報 N_v 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 SL_n （ $SL_1 \sim SL_6$ ）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 SL_n （ $SL_1 \sim SL_6$ ）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 SL_n （ $SL_1 \sim SL_6$ ）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。

[0140] 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 CMg_n （ $CMg_1 \sim CMg_6$ ）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 CMg_n （ $CMg_1 \sim CMg_6$ ）の倍率情報 SCA とに基づいて、シリアルデータ DL_n （ $DL_1 \sim DL_6$ ）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 SL_n （ $SL_1 \sim SL_6$ ）に沿ってスポット光 SP 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 CMg_n （ $CMg_1 \sim CMg_6$ ）の倍率情報 SCA 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 DL_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。

[0141] 詳しくは、送出タイミング切換部64は、描画ライン SL_n （ $SL_1 \sim SL_6$ ）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 SP が走査するタイミングでは、クロック信号 LTC のクロックパルス（スポッ

ト光SP)のN個が1画素に対応し、描画ラインSL_n(SL₁~SL₆)上の補正画素をスポット光SPが走査するタイミングでは、クロック信号LTCのクロックパルス(スポット光SP)のN±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DL_n(DL₁~DL₆)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SL_n(SL₁~SL₆)上の通常画素をスポット光SPが走査するタイミングでは、クロック信号LTC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SL_n(SL₁~SL₆)上の補正画素をスポット光SPが走査するタイミングでは、クロック信号LTCのクロックパルスがN±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DL_n(DL₁~DL₆)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「±m」の値は、局所倍率補正情報CMg_n(CMg₁~CMg₆)の一部である倍率情報SCAに基づいて決定される。

[0142] 補正画素指定部62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CMg_nの補正位置情報N_vを用いて、ビームLB_nが入射する走査ユニットU_nの描画ラインSL_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LB_nが入射する走査ユニットU_nの描画ラインSL_n上の補正画素と、ビームLB_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CMg_nの倍率情報SCAとに基づいて、ビームLB_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DL_nの各画素の論理情報の送出タイミングを切り換える。

[0143] 光源装置LSaの場合は、ビーム切換部BDUの第1の光学素子モジュール(AOM1~AOM3)によって光源装置LSaからのビームLBa(LB1~LB3)が、第1の走査モジュール(U1~U3)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LSa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。

[0144] 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。

- [0145] 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7 0 は、一致信号I d a を出力することで補正画素を指定している。一致信号I d a 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L B n のスポット光S P は、補正画素に投射される。第1 の分周カウンタ回路7 0 が出力した一致信号I d a は、遅延素子7 2 を介して第1 の分周カウンタ回路7 0 に入力される。第1 の分周カウンタ回路7 0 は、一致信号I d a 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 1 を補正位置情報（設定値）N v にプリセットする。これにより、描画ラインS L n 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N v の具体的な値

は、後で例示する。

[0146] この一致信号 $l d a$ は、遅延素子 74 を介して 1 パルスの設定信号 $S p p$ 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 $l d a$ 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 $L T C$ 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タ値 $C 1$ 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 のカウンタ値 $C 1$ を補正位置情報 $N v$ 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タ値 $C 1$ 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 $S p p$ を送出タイミング切換部 64 に出力することができる。

[0147] 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 $L T C$ のクロックパルス（スポット光 $S P$ ）を画素毎に区切るために、次の画素がクロック信号 $L T C$ 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 $C M g n$ の一部である倍率情報 $S C A$ （伸縮情報 $P O L$ と伸縮率情報 $R E C$ とからなる）が入力される。この伸縮情報 $P O L$ 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 $R E C$ 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 $N \pm m$ 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）が対応することはすでに述べた通りであり、倍率情報 $S C A$ は、この「 $\pm m$ 」を示す情報である。そして、「 $\pm m$ 」の極性「 $\pm$ 」が伸縮情報（極性情報） $P O L$ に対応し、「 m 」が伸縮率情報 $R E C$ に対応する。1 ビットの伸縮情報 $P O L$ 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SL_n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。

[0148] 1パルスの設定信号S_{pp}が発生していない期間(つまり、設定信号S_{pp}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S_{pp}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S_{pp}(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 $N \pm m(=8 \pm 1)$ 個のスポット光SP(クロック信号LTCのクロックパルス)が対応するため、プリセット部76は、1パルスの設定信号S_{pp}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「+」(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POL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。

[0149] 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_{pp}が入力されていない期間(つまり、設定信号S_{pp}の論理値が「0」の期間)は、伸縮情報POL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_{pp}(論理値は「1」)が入力されると、伸縮情報PO

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POL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POL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。

[0150] 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LTC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C2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をデクリメントする。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1パルスの一致信号ldb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LTC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ldbを出力する。この一致信号ldb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BSC（BSCa、BSCb）として出力される。この画素シフトパルスBSC（BSCa、BSCb）が発生すると、駆動回路36aに出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）が発生すると、行方向の次の画素の論理情報が駆動回路36aに入力される。画素シフトパルスBSCaが発生すると、光源装置LSaの駆動回路36aに入力されるシリアルデータDL1～DL3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BSCbが発生すると、光源装置LSbの駆動回路36aに入力されるシリアルデータDL4～DL6の画素の論理情報が行方向に1つシフトされる。

[0151] 第2の分周カウンタ回路78が出力した一致信号ldb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ldb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SPが通常画素を走査するタイミングでは、クロック信号LTC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SPが補正画素を走査するタイミングでは、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DLn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。

[0152] なお、遅延素子80、82は、入力された一致信号ldb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C2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C2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BSC（BSCa、BSCb）を信号発生部22aから出力することができる。

[0153] 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。

[0154] 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lda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。

[0155] 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 N_v は、 $1999 (=79960 / 40)$ 、となる。したがって、1 描画ライン SL_n で見ると、局所倍率補正がない場合の走査長（描画ライン SL_n の長さ）の初期値を 30 mm 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、 $15\text{ }\mu\text{m} (=3\text{ }\mu\text{m} \times 1 / 8 \times 40)$ だけ縮小されており、その倍率は、 $0.9995 (=29.985 / 30)$ 、すなわち -500 ppm 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 SL_n 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 N_v は、 $2001 (=80040 / 40)$ 、となる。したがって、1 描画ライン SL_n で見ると、局所倍率補正がない場合の走査長（描画ライン SL_n の長さ）の初期値を 30 mm 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、 $15\text{ }\mu\text{m} (=3\text{ }\mu\text{m} \times 1 / 8 \times 40)$ 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） F_a で発生しているので、描画ライン SL_n 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 $3\text{ }\mu\text{m}$ 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、 $0.375\text{ }\mu\text{m}$ 、となり、補正画素での 1 画素当りの伸縮量も、 $\pm 0.375\text{ }\mu\text{m}$ となる。

[0156] この局所倍率補正情報 CM_g_n ($CM_g_1 \sim CM_g_6$) の補正位置情報（設定値） N_v は、任意に変更することができ、描画ライン SL_n の倍率に応じて適宜設定される。例えば、描画ライン SL_n 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 N_v を設定してもよい。全体倍率補正情報 T

Mg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15μm（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～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を得られる。

[0157] また、伸縮率情報RECによってmを1に設定したが、mは、 $m < N$ の関係性を有する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。

[0158] 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SQ_n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SQ_n(SQ1~SQ6)は、対応する走査ユニットU_n(U1~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SQ_n(SQ1~SQ6)がハイの期間中だけ、対応する走査ユニットU_n(U1~U6)のスポット光SPが描画ラインSL_n(SL1~SL6)に沿って走査されつつ、シリアルデータDL_n(DL1~DL6)に基づいてその強度が変調される。

[0159] そのため、光源装置LS_aのゲート回路GT_aには、走査ユニットU1~U3に対応する3つの描画許可信号SQ1~SQ3が印加される。光源装置LS_aのゲート回路GT_aは、描画許可信号SQ1~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LS_bのゲート回路GT_aには、走査ユニットU4~U6に対応する3つの描画許可信号SQ4~SQ6が印加される。光源装置LS_bのゲート回路GT_aは、描画許可信号SQ4~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SL_n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DL_n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SQ_n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SL_n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。

[0160] 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(BSC_a、BSC_b)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DL_n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。なお、図 11 では、便宜上、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ビーム L B のスポット光 S P のサイズ ϕ を、画素の寸法 $P \times y$ 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 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 をデクリメントし、そのカウント値 C 2 が 0 になると一致信号 l d b (図示略) を出力する。この一致信号 l d b に応じて画素シフトパルス B S C (B S C a、B S C b) が出力される。この画素シフトパルス B S C (B S C a、B S C b) は、カウント値 C 2 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 B S C (B S C a、B S C b) に応じて、駆動回路 36 a に入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) が出力されると、次の行の画素の論理情報が駆動回路 36 a に出力されることになる。図 11 では、画素シフトパルス B S C (B S C a、B S C b) 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。

[0161] 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 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 をデクリメントし、そのカウント値 C 1 が 0 になると一致信号 l d a を出力する。この一致信号 l d a に応じて設定信号 S p p (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 l d a を出力した後、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 1 を補正位置情報 N v にプリセットする。

[0162] 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、次のクロック信号 L T C のクロックパルスの入力と同時に、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。このプリセット部 76 は、設定信号 S p p (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 S p p が発生して

いない期間（設定信号 S_{pp} 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 （ BSC_a 、 BSC_b ）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。

[0163] 一方で、設定信号 S_{pp} （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 C_1 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 （ BSC_a 、 BSC_b ）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 （ BSC_a 、 BSC_b ）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 C_1 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 C_2 のプリセット値は「7」に戻される。

[0164] 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。

[0165] 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Un (U1~U6)の原点センサOPn (OP1~OP6)が出力した原点信号SZn (SZ1~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。

[0166] ポリゴン駆動制御部100は、各走査ユニットUn (U1~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Un (U1~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Un (U1~U3、U4~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Un (U1~U3、U4~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Un (U1~U3、U4~U6)のポリゴンミラーPMの回転速度(回転数)Vp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Un (U1~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Un (U1~U6)のポリゴンミラーPMの回転速度Vpは、全て同一とする。

[0167] 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、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、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 $U_1 \sim U_3$ 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 $U_1 \sim U_3$ 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、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、の順番で行われる。したがって、この順番で、3つの走査ユニット $U_4 \sim U_6$ 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 $U_4 \sim U_6$ 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。

[0168] 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 U_1 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 U_2 の原点センサOP2からの原点信号SZ2が時間 T_s だけ遅れて発生するように、走査ユニット U_2 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 U_3 の原点センサOP3からの原点信号SZ3が $2 \times$ 時間 T_s だけ遅れて発生するように、走査ユニット U_3 のポリゴンミラーPMの回転位相を制御する。この時間 T_s 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 $206.666 \cdots \mu\text{sec}$ （ $= T_{px} \times 1 / 3 = 620 [\mu\text{sec}] / 3$ ）である。これにより、各走査ユニット $U_1 \sim U_3$ の各々のポリゴンミラーPMの回転角度位置の位相差が、 U_1 、 U_2 、 U_3 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 $U_1 \sim U_3$ は、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ の順番で、スポット光SPの走査を行うことができる。

[0169] 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 U_4 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。

[0170] 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Tp×（=3×Ts）となる。

[0171] 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LB nを入射させることができる。また、原点信号SZ nが発生した走査ユニットUnにビームLB n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 U_n にビーム LB_n を入射させることができる。なお、このオン時間 T_{on} は、時間 T_s 以下の時間である。

[0172] 第1の走査モジュールの3つの走査ユニット $U_1 \sim U_3$ で発生する原点信号 $SZ_1 \sim SZ_3$ は、時間 T_s 間隔で、 $SZ_1 \rightarrow SZ_2 \rightarrow SZ_3$ 、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 $AOM_1 \sim AOM_3$ には、時間 T_s 間隔で、 $AOM_1 \rightarrow AOM_2 \rightarrow AOM_3$ 、の順番で駆動信号（高周波信号） $HF_1 \sim HF_3$ がオン時間 T_{on} だけ印加される。したがって、第1の光学素子モジュール（ $AOM_1 \sim AOM_3$ ）は、光源装置 LS_a からのビーム LB_n （ $LB_1 \sim LB_3$ ）が入射する1つの走査ユニット U_n を時間 T_s 間隔で、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、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 U_n が時間 T_s 間隔で、 $U_1 \rightarrow U_2 \rightarrow U_3$ 、の順番で切り換わることになる。また、走査ユニット U_1 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（ $T_{px} = 3 \times T_s$ ）に、光源装置 LS_a からのビーム LB_n （ $LB_1 \sim LB_3$ ）を3つの走査ユニット U_n （ $U_1 \sim U_3$ ）のいずれか1つに順番に入射させることができる。

[0173] 同様に、第2の走査モジュールの3つの走査ユニット $U_4 \sim U_6$ で発生する原点信号 $SZ_4 \sim SZ_6$ は、時間 T_s 間隔で、 $SZ_4 \rightarrow SZ_5 \rightarrow SZ_6$ 、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 $AOM_4 \sim AOM_6$ には、時間 T_s 間隔で、 $AOM_4 \rightarrow AOM_5 \rightarrow AOM_6$ 、の順番で駆動信号（高周波信号） $HF_4 \sim HF_6$ がオン時間 T_{on} だけ印加される。したがって、第2の光学素子モジュール（ $AOM_4 \sim AOM_6$ ）は、光源装置 LS_b からのビーム LB_n （ $LB_4 \sim LB_6$ ）が入射する1つの走査ユニット U_n を時間 T_s 間隔で、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、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 U_n が時間 T_s 間隔で、 $U_4 \rightarrow U_5 \rightarrow U_6$ 、の順番で切り換わることになる。また、走査ユニット U_4 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（ $T_{px} = 3 \times T_s$ ）に、光源装置 LS_b からのビーム

LB_n ($LB_4 \sim LB_6$) を3つの走査ユニット U_n ($U_4 \sim U_6$) のいずれか1つに順番に入射させることができる。

[0174] 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 SZ_n ($SZ_1 \sim SZ_6$) が発生すると、図13に示すように、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} ）だけH（ハイ）になる複数の入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) を生成する。この複数の入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) は、対応する選択用光学素子 AOM_n ($AOM_1 \sim AOM_6$) 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 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) は、対応する走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) へのビーム LB_n ($LB_1 \sim LB_6$) 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 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) がH（ハイ）になっているオン時間 T_{on} だけ、対応する選択用光学素子 AOM_n ($AOM_1 \sim AOM_6$) に駆動信号（高周波信号） HF_n ($HF_1 \sim HF_6$) を印加して、対応する選択用光学素子 AOM_n 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 $LP_1 \sim LP_3$ がH（ハイ）になっている一定時間 T_{on} だけ、対応する選択用光学素子 $AOM_1 \sim AOM_3$ に駆動信号 $HF_1 \sim HF_3$ を印加する。これにより、光源装置 LS_a からのビーム $LB_1 \sim LB_3$ が、対応する走査ユニット $U_1 \sim U_3$ に入射する。また、選択素子駆動制御部102は、入射許可信号 $LP_4 \sim LP_6$ がH（ハイ）になっている一定時間 T_{on} だけ、対応する選択用光学素子 $AOM_4 \sim AOM_6$ に駆動信号（高周波信号） $HF_4 \sim HF_6$ を印加する。これにより、光源装置 LS_b からのビーム $LB_4 \sim LB_6$ が、対応する走査ユニット $U_4 \sim U_6$ に入射する。

[0175] 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 $AOM_1 \sim AOM_3$ に対応する入射許可信号 $LP_1 \sim LP_3$ は、H（ハイ）になる立ち上がりタイミングが、 $LP_1 \rightarrow LP_2 \rightarrow LP_3$ 、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 ($LB_1 \sim LB_3$)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。

[0176] 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 TM_g を記憶するとともに、全体倍率補正情報 TM_g 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 TM_g に応じた発振周波数 F_a のクロック信号 LTC を生成する。

[0177] 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） CM_{gn} を記憶するとともに、局所倍率補正情報 CM_{gn} 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 CM_{gn} 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 CM_g 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 CMg_n ($CMg_1 \sim CMg_6$) 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 CMg_n 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 CMg_n 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。

[0178] 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 CMg_n 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 CMg_n 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。

[0179] 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、描画データ出力部114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 S

Z_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（DL₄～DL₆）を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U₁～U₃の順番は、U₁→U₂→U₃、となっているので、描画データ出力部114は、DL₁→DL₂→DL₃、の順番で繰り返されるシリアルデータDL₁～DL₃を描画ビット列データSB_a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U₄～U₆の順番は、U₄→U₅→U₆、となっているので、描画データ出力部114は、DL₄→DL₅→DL₆、の順番で繰り返されるシリアルデータDL₄～DL₆を描画ビット列データSB_bとして出力する。

[0180] 図14を用いて、描画データ出力部114の構成について詳しく説明する。描画データ出力部114は、描画ビット列データSB_aを出力する第1データ出力部114aと、描画ビット列データSB_bを出力する第2データ出力部114bとを有する。第1データ出力部114aは、走査ユニットU₁～U₃（選択用光学素子AOM₁～AOM₃）の各々に対応した3つの生成回路GE₁、GE₂、GE₃と、3入力のORゲート部GT_{1m}とを有する。生成回路GE₁は、メモリ部BM₁、カウンタ部CON₁、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OSM₁を有する。生成回路GE₂は、メモリ部BM₂、カウンタ部CON₂、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OSM₂を有する。生成回路GE₃は、メモリ部BM₃、カウンタ部CON₃、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OSM₃を有する。第2データ出力部114bは、走査ユニットU₁～U₃（選択用光学素子AOM₁～AOM₃）の各々に対応した3つの生成回路GE₄、GE₅、GE₆と、3入力のORゲート部GT_{2m}とを有する。生成回路GE₄は、メモリ部BM₄、カウンタ部CON₄、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OSM₄を有する。生成

回路GE5は、メモリ部BM5、カウンタ部CON5、2入力のANDゲート部GT5a、GT5b、および、描画許可信号生成部OSM5を有する。生成回路GE6は、メモリ部BM6、カウンタ部CON6、2入力のANDゲート部GT6a、GT6b、および、描画許可信号生成部OSM6を有する。

[0181] 各描画許可信号生成部OSM_n (OSM1～OSM6)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 (OSM1～OSM6)は、対応する走査ユニットU_n (U1～U6)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 (SQ1～SQ6)を生成する。各描画許可信号生成部OSM_n (OSM1～OSM6)には、対応する走査ユニットU_n (U1～U6)の入射許可信号LP_n (LP1～LP6)が入力され、この入力された入射許可信号LP_n (LP1～LP6)に基づいて、描画許可信号SQ_n (SQ1～SQ6)を生成する。例えば、描画許可信号生成部OSM1には入射許可信号LP1が入力され、描画許可信号生成部OSM1は、この入力された入射許可信号LP1に基づいて描画許可信号SQ1を生成する。同様に、描画許可信号生成部OSM2～OSM6には入射許可信号LP2～LP6が入力され、描画許可信号生成部OSM2～OSM6は、この入力された入射許可信号LP2～LP6に基づいて描画許可信号SQ2～SQ6を生成する。この描画許可信号SQ_n (SQ1～SQ6)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 (U1～U6)のシリアルデータDL_n (DL1～DL6)が、駆動回路36aに出力される。

[0182] 図15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 (SZ1～SZ6)が発生すると、原点信号SZ_n (SZ1～SZ6)が発生してから一定時間(オン時間Ton)ハイ(H)になる入射許可信号LP_n (LP1～LP6)が生成される。なお、このオン時間Ton

n 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」になるのと同様またはその前に、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 経過した後に立ち上がり、且つ、入射許可信号 LP_3 がローになるのと同様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。

- [0183] 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 $CM_g n$ 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 $CM_g n$ によっ

てこの遅延時間 T_{dn} を決定してもよい。この遅延時間 T_{dn} ($T_{d1} \sim T_{d6}$)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 T_{dn} ($T_{d1} \sim T_{d6}$)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 T_{dn} ($T_{d1} \sim T_{d6}$)を決定する。

[0184] 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 T_d 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 T_{dn} を T_{da} で表している。つまり、描画ライン SL_{na} の中心点 p_a が最大走査長の中点 p_m にくるように、この遅延時間 T_{da} 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。

[0185] 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 T_{da} 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 SL_{na} に対して縮小されているため、描画ライン SL_{nb} の描画終了点は、描画ライン SL_{na} 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 SL_{nb} の中心点 p_b の位置は、最大走査長の描画ライン MSL_n の中点 p_m 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。

[0186] 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。

[0187] 図14の説明に戻り、各描画許可信号生成部OSMn（OSM1～OSM6）が生成した描画許可信号SQn（SQ1～SQ6）は、ANDゲート部GTnb（GT1b～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～GT6bの一方の入力端子には描画許可信号SQ2～SQ6が入力される。ANDゲート部GTnb（GT1b～GT6b）の他方の入力端子には、画素シフトパルスBSC（BSC

a、BSCb)が入力される。ANDゲート部GT1b~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~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~GT6b)は、図15に示すように、描画許可信号生成部OSMn (OSM1~OSM6)から入力される描画許可信号SQn (SQ1~SQ6)がハイの時間だけ、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~SQ3 (SQ4~SQ6)がハイの期間中に生成される。

[0188] 3つのANDゲート部GT1b~GT3b (GT4b~GT6b)には、3つの描画許可信号SQ1~SQ3 (SQ4~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~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~GT3bに入力される。同様にして、描画許可信号SQ4~SQ6がハイの期間中に、描画許可信号SQ4~SQ6に対応する走査ユニット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BSCbが3つのANDゲート部GT4b~GT6bに入力される。

[0189] 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BM_n(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DL_n(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(BSC_a、BSC_b)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SQ_n(SQ1～SQ6)がハイ(H)の時間中に、それに対応する走査ユニットU_n(U1～U6)のシリアルデータDL_n(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(BSC_a、BSC_b)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BSC_a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BSC_bに同期して出力される。

[0190] また、メモリ部BM_n(BM1～BM6)に記憶されたパターンデータのシリアルデータDL_n(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。

[0191] 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。

[0192] 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。同様にして、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。

[0193] 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→

U 3、の順番で、スポット光 S P 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。同様にして、O R ゲート部 G T 2 m は、D L 4 → D L 5 → D L 6、の順に繰り返し入力されたシリアルデータ D L n を描画ビット列データ S B b として光源装置 L S b の駆動回路 3 6 a 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 U 4 ~ U 6 は、U 4 → U 5 → U 6、の順番で、スポット光 S P 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。

[0194] なお、本第 1 の実施の形態では、走査ユニット U n (U 1 ~ U 6) 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 U n (U 1 ~ U 3、U 4 ~ U 6) のパターンデータの中から、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U n の順番 (U 1 → U 2 → U 3、U 4 → U 5 → U 6) にしたがって、シリアルデータ D L 1 ~ D L 3、D L 4 ~ D L 6 を出力するようにした。しかしながら、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U n 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 U n (U 1 ~ U 3、U 4 ~ U 6) のパターンデータの各シリアルデータ D L n (D L 1 ~ D L 3、D L 4 ~ D L 6) 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 U n (U 1 ~ U 3、U 4 ~ U 6) のパターンデータの各列のシリアルデータ D L n (D L 1 ~ D L 3、D L 4 ~ D L 6) を、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U n 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 D L n を描画許可信号 S Q n (S Q 1 ~ S Q 3、S Q 4 ~ S Q 6) に応じて、1 列目から順番に出力すればよい。

[0195] さて、図 1 2 に示した露光制御部 1 1 6 は、全体倍率設定部 1 1 0、局所倍率設定部 1 1 2、および、描画データ出力部 1 1 4 を制御するものである。露光制御部 1 1 6 には、マーク位置検出部 1 0 6 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 ~ M K 4) の位置情報と、回転位置検出部 1 0 8 が検出した設置方位線 L x 1 ~ L x 4 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。

[0196] 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。

[0197] 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CM

g 5 を光源装置 L S b の信号発生部 2 2 a に出力させる。これにより、光源装置 L S b の信号発生部 2 2 a は、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U 5 に対応するシリアルデータ D L 5 の画素をシフトさせる画素シフトパルス B S C b を、局所倍率補正情報 C M g 5 に応じて発生する。この画素シフトパルス B S C b に応じて、描画データ出力部 1 1 4 は、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U 5 のシリアルデータ D L 5 の各画素の論理情報を 1 画素ずつシフトさせていく。

[0198] その後、露光制御部 1 1 6 は、描画露光の開始位置が検出されたときの設置方位線 L x 1 上における回転ドラム D R の回転角度位置と、設置方位線 L x 3 上における回転角度位置（カウンタ回路 C N 3 a、C N 3 b 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 L x 3 上にある描画ライン S L 2、S L 4、S L 6 上まで搬送されたか否かを判断する。露光制御部 1 1 6 は、描画露光の開始位置が描画ライン S L 2、S L 4、S L 6 上まで搬送されたと判断すると、局所倍率設定部 1 1 2 および描画データ出力部 1 1 4 を制御して、さらに、走査ユニット U 2、U 4、U 6 にスポット光 S P の走査を開始させる。

[0199] この場合は、露光制御部 1 1 6 は、走査ユニット U 2 が描画露光を行うタイミングで、局所倍率設定部 1 1 2 に、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U 2 に対応する局所倍率補正情報 C M g 2 を光源装置 L S a の信号発生部 2 2 a に出力させる。これにより、光源装置 L S a の信号発生部 2 2 a は、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U 2 のシリアルデータ D L 2 の画素をシフトさせる画素シフトパルス B S C a を、局所倍率補正情報 C M g 2 に応じて発生する。この画素シフトパルス B S C a に応じて、描画データ出力部 1 1 4 は、スポット光 S P の走査を行う走査ユニット U 2 のシリアルデータ D L 2 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 1 1 6 は、走査ユニット U 4、U 6 が描画露光を行うタイミングで、局所倍率設定部 1 1 2 に、走査ユニット U 4、U 6 に対応する局所倍率補正情報 C M g 4、C M g 6 を光源装置 L S b の信号発生部 2 2 a 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BSCb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BSCb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。

[0200] 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に示すような入射許可信号LPn(LP1～LP6)が発生し、描画ラインSL1、SL3、SL5における描画露光の開始時点から描画ラインSL2、SL4、SL6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GT2a、GT4a、GT6aが開かれ、シリアルデータDL2、DL4、DL6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SL2、SL4、SL6上に達する前に、走査ユニットU2、U4、U6によるスポット光SPの走査によってパターンが描画されてしまう。

[0201] 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LPn(LP1～LP6)を、ANDゲート部GTna(GT1a～GT6a)および描画許可信号生成部OSMn(OSM1～OSM6)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GEN(GE1～GE6)毎に設けるのがよい。これにより、各生成回路GEN(GE1～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GT_n_a (GT_{1a}～GT_{6a}) および描画許可信号生成部OSM_n (OSM₁～OSM₆) に入射許可信号LP_n (LP₁～LP₆) が入力される。したがって、露光制御部116は、生成回路GE₂、GE₄、GE₆の選択ゲート回路を閉じ、生成回路GE₁、GE₃、GE₅の選択ゲート回路を開くことで、シリアルデータDL₂、DL₄、DL₆の出力を禁止することができる。また、この生成回路GE₂、GE₄、GE₆の選択ゲート回路を閉じることで、描画許可信号SQ₂、SQ₄、SQ₆が生成されることもない。したがって、生成回路GE₂、GE₄、GE₆の選択ゲート回路を閉じている間は、ゲート回路GT_a (図9参照) によって、シリアルデータDL₂、DL₄、DL₆の画素をシフトする画素シフトパルスBSC (BSC_a、BSC_b) の生成も禁止される。

[0202] なお、各生成回路GE_n (GE₁～GE₆) 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LS_a、LS_bの駆動回路36aに出力する描画ビット列データSB_a、SB_bのうち、シリアルデータDL₂、DL₄、DL₆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U₂、U₄、U₆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BM₂、BM₄、BM₆から出力されるシリアルデータDL₂、DL₄、DL₆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SL₂、SL₄、SL₆上に到達してから、シリアルデータDL₂、DL₄、DL₆の出力を開始し、シリアルデータDL₂、DL₄、DL₆の列方向へのシフトが行われる。

[0203] 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SL₁、SL₃、SL₅上に到達し、その後一定の時間をおいて、描画ラインSL₂、SL₄、SL₆上に達する。そのため、描画露光の終了位置が描画ラインSL₁、SL₃、SL₅に到達した後、描画ラインSL₂、SL₄、SL₆に到達するまでは、走査ユニットU₂、U₄、U₆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 GE 1、GE 3、GE 5 の選択ゲート回路を閉じ、生成回路 GE 2、GE 4、GE 6 の選択ゲート回路を開くことで、シリアルデータ DL 1、DL 3、DL 5 の出力を禁止することができる。また、この生成回路 GE 1、GE 3、GE 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 GT a によって、シリアルデータ DL 1、DL 3、DL 5 の画素をシフトする画素シフトパルス BSC (BSC a、BSC b) の生成も禁止される。なお、各生成回路 GE n (GE 1 ~ GE 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 LS a、LS b の駆動回路 36 a 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 DL 1、DL 3、DL 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。

[0204] 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 $L \times 1$ 、 $L \times 4$ 上におけるアライメントマーク MK m (MK 1 ~ MK 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 $L \times 1$ 、 $L \times 4$ 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 MK m (MK 1 ~ MK 4) 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 SL n 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 TM g および局所倍率補正情報 CM g 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 TM g および局所倍率補正情報 CM g 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 SL_n 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 U_n ($U_1 \sim U_6$) を照射中心軸 Le_n ($Le_1 \sim Le_6$) 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 U_n ($U_1 \sim U_6$) 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 TM_g および局所倍率補正情報 $CM_g n$ 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。

[0205] 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 S_1 、 S_2 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 SL_n 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 BM_n 、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 BM_n は、走査ユニット U_n 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、 $P \times y / (N \times Vs)$ 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 $P \times y$ 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応答してビーム 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 BM_n 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 DL_n 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 SL_n 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SL_n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SL_n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±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BM_n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。

[0206] 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、fθ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。

[0207] 露光装置EXは、複数の走査ユニットUn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Un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、複数の走査ユニットUn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。

[0208] 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）CMg_n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。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Un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Unの描画ラインSLn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SLn（走査ユニットUn）毎に、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。したがって、パターン露光の重ね合わせ精度が向上する。

[0209] 局所倍率補正情報CMgnは、描画ラインSLn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SLn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SLn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SLn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SLn（描画するパターン）を倍率補正（伸縮）させることができる。

[0210] 局所倍率補正情報CMgnは、描画ラインSLn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SLn（描画するパターン）を伸縮させることができる。

[0211] 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Un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Un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 ～ U_3 、 U_4 ～ 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。

[0212] 複数の選択用光学素子AOMn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LBn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。

[0213] 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LBa、LBb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AOMn（AOM1～AOM6）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 ～ 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AOMnの数がQの場合は、Q個の選択用光学素子AOMn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AOMn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）に等しく分けられればよい。

[0214] 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、八角形としたが（反射面 RP が 8 つ）としたが、六角形、七角形であってもよいし、九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（ $8 \text{面} \div 1/3$ ）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。

[0215] 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。

[0216] [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。

[0217] 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 $P \times y$ 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 F_a を $400 MHz$ 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、 $0.375 \mu m$ となる。したがって、補正画素は、主走査方向に関して、寸法 $P \times y$ が $3 \mu m$ の通常画素に対して、 $0.375 \mu m$ 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 $P \times y$ が $3 \mu m$ の通常画素に対して、補正画素は、 $0.75 \mu m$ だけ伸縮し、その割合は、 $25 (= 0.75 / 3) \%$ となる。

[0218] これに対して、1画素の寸法 $P \times y$ 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 F_a を $400 MHz$ の2倍である $800 MHz$ 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、 $0.1875 (3 \times 1 / 16) \mu m$ となる。したがって、補正画素は、主走査方向に関して、寸法 $P \times y$ が $3 \mu m$ の通常画素に対して、 $0.1875 \mu m$ 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 $P \times y$ が $3 \mu m$ 通常画素に対して、補正画素は、 $0.375 \mu m$ 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 F_a 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。

[0219] しかしながら、発振周波数 F_a 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 F_a (例えば、 800MHz) でパルス状の種光 S_1 、 S_2 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 F_a 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 F_b で発生したビーム L_B 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。

[0220] なお、本変形例では、描画ライン SL_n ($SL_1 \sim SL_6$) 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 SL_n ($SL_1 \sim SL_6$) 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 F_a) 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 SL_n に沿ったスポット光 SP の 1 回の走査に必要な時間 T_{sp} は、 $200 \mu\text{sec} (= 160000 [\text{回}] / 800 [\text{MHz}])$ となり、その走査速度 V_s 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 $T_{px} (= 620 \mu\text{sec})$ 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) V_t は、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 V_p は、上記第 1 の実施の形態と同じ、約 12096.8rpm とする。

[0221] 図 17 は、本変形例における光源装置 LS_a (LS_b) 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152a、152b、2つのパルス光発生部20 (以下、20a、20b)、ORゲート部 (クロック発生部) GX1、および、合成光学部材154を有する。

[0222] クロック信号発生部150は、スポット光SPの走査速度をVs、Nを2以上の整数とし、パルス光発生部20 (パルス光源部35) の数をMとしたとき、 $(P \times y \times M) / (N \times V_s)$ で決まる基準周期Tbを有するとともに、基準周期Tb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) CKを発生する。このMは、2以上の整数であってNより小さい整数である。本変形例では、1画素当りのクロックパルス (スポット光SP) の数Nは16、Mは2、 $P \times y$ は $3 \mu\text{m}$ 、Vsは 150 m/sec となるので、基準周期 $T_b = (3 \mu\text{m} \times 2) / (16 \times 150 \text{ m/sec}) = 0.0025 \mu\text{sec}$ となり、その周波数Fb ($1/T_c$) は、 400 MHz となる。また、クロック信号発生部150は、基準周期Tbの1/Mの補正時間ずつ位相を与えた複数 (M個) のクロック信号を発生することから、基準周期Tbの1/2補正時間ずつ位相を与えた2つのクロック信号CKを発生する。この2つのクロック信号CKをCKa、CKbで表す。つまり、本変形例のクロック信号発生部150は、互いに位相が半周期ずれた 400 MHz のクロック信号CKa、CKbを生成することになる。クロック信号発生部150が発生 (生成) したクロック信号CKaは、制御回路152aおよびORゲート部GX1に出力され、クロック信号CKbは、制御回路152bおよびORゲート部GX1に出力される。

[0223] 図18は、クロック信号発生部150の構成を示す図である。クロック信号発生部150は、クロック発生部60、ワンショットパルス発生器LC、2入力のANDゲート部GX2、GX3、および、NOTゲート部GX4を有する。上記第1の実施の形態でも説明したように、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Fc (周期 $T_c = 1/F_c$)

のクロック信号CKsを発生（生成）する。本変形例では、クロック発生部60は、全体倍率補正情報TMgを0とし、全体倍率補正情報TMgが0の場合に、発振周波数（発光周波数）Fcが800MHzのクロック信号CKsを生成するものとする。クロック発生部60が発生したクロック信号CKsは、ANDゲート部GX1、GX2の一方の入力端子およびワンショットパルス発生器LCにそれぞれ入力される。

[0224] ワンショットパルス発生器LCは、通常は論理値「0」の信号SDoを出力するが、クロック信号CKsのクロックパルスが発生すると、クロックパルスの立ち下がりから一定時間Tdpだけ論理値「1」の信号SDoを出力する。つまり、ワンショットパルス発生器LCは、クロック信号CKsのクロックパルスの立ち下がりに応じて一定時間Tdpだけ論理値を反転させる。時間Tdpは、 $T_c < T_{dp} < 2 \times T_c$ 、の関係に設定され、好ましくは、 $T_{dp} \div 1.5 \times T_c$ 、に設定される。ANDゲート部GX3の他方の入力端子には、この信号SDoが入力される。ANDゲート部GX2の他方の入力端子には、NOTゲート部GX4を介して信号SDoが入力される。つまり、ANDゲート部GX2には、信号SDoを反転させた信号が入力される。ANDゲート部GX2は、入力されたクロック信号CKsと信号SDoの値を反転した信号とに基づいて、クロック信号CKaを出力する。ANDゲート部GX3は、入力されたクロック信号CKsと信号SDoとに基づいて、クロック信号CKbを出力する。したがって、ANDゲート部GX2は、信号SDoの論理値が「0」のときだけ、入力されたクロック信号CKsのクロックパルスを出力し、ANDゲート部GX3は、信号SDoの論理値が「1」のときだけ、入力されたクロック信号CKsのクロックパルスを出力する。

[0225] 図19は、図18のクロック信号発生部150の動作を説明するタイミングチャートである。信号SDoの論理値が「0」（ロー）の状態、クロック信号CKsのクロックパルス（このクロックパルスを1番目のクロックパルスと呼ぶ）が発生すると、ANDゲート部GX3の出力信号（クロック信

号CKb)の値は「0」(ロー)となる。つまり、ANDゲート部GX3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SDoの論理値が「0」の場合は、NOTゲート部GX4によって信号SDoの値を反転させた値「1」がANDゲート部GX2に入力されるので、ANDゲート部GX2の出力信号(クロック信号CKa)の値は「1」となる。つまり、ANDゲート部GX2は、入力された1番目のクロックパルスを出力する。

[0226] 信号SDoの論理値「0」の状態、クロック信号CKs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LCは、そのクロックパルスの立ち下がりから一定時間Tdpだけ信号SDoの論理値を「1」にする。クロック信号CKsのクロックパルスは、時間Tdpより短い周期Tc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SDoの論理値は「1」のままとなる。したがって、ANDゲート部GX3は、入力された2番目のクロックパルスを出力し、ANDゲート部GX2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下がりから一定時間Tdp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SDoの論理は「0」となっている。したがって、ANDゲート部GX3は、入力された3番目のクロックパルスを出力せず、ANDゲート部GX2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、ANDゲート部GX2は、発振周波数Fcが800MHzのクロック信号CKsのクロックパルスを1つ置きに間引いたクロック信号CKaを生成し、ANDゲート部GX3は、クロック信号CKaに対して位相が半周期ずれるように、発振周波数Fcが800MHzのクロック信号CKsのクロックパルスを1つ置きに間引いたクロック信号CKbを生成する。つまり、クロック信号発生部150は、発振周波数Fcが800MHzのクロック信号CKs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CKa、CKb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400MHzとなる。

[0227] 制御回路152a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20aのパルス光源部35（具体的には、DFB半導体レーザ素子30、32）を制御する。これにより、パルス光発生部20aが射出するビームL B a 1（L B b 1）の周波数は400MHzとなる。制御回路152b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20bのパルス光源部35（具体的には、DFB半導体レーザ素子30、32）を制御する。これにより、パルス光発生部20bが射出するビームL B a 2（L B b 2）の周波数は400MHz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。

[0228] なお、本変形例では、各パルス光発生部20a、20bのDFB半導体レーザ素子30、32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20a、20bのDFB半導体レーザ素子30同士、および、DFB半導体レーザ素子32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20a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20b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20aのDFB半導体レーザ素子30が発光する種光S 1、および、パルス光発生部20bのDFB半導体レーザ素子32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20aのDFB半導体レーザ素子32が発光する種光S 2、および、パルス光発生部20bのDFB半導体レーザ素子30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20a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20b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20aの偏光ビームスプリッタ34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。

[0229] 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 $T_a = 1 / F_a$ ）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。

[0230] 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（ $= 1 / F_c$ ）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。

[0231] 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。

[0232] 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。

[0233] 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。

[0234] 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。

[0235] 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。

[0236] なお、ビーム $L B a 1$ ($L B b 1$)、 $L B a 2$ ($L B b 2$)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 $L B a 1$ ($L B b 1$)、 $L B a 2$ ($L B b 2$)の径を拡大させる拡大レンズ $G 20 a$ 、 $G 20 b$ と、拡大されたビーム $L B a 1$ ($L B b 1$)、 $L B a 2$ ($L B b 2$)を平行光にするコリメータレンズ $CL 20 a$ 、 $CL 20 b$ とを設けてもよい。また、参照符号 160 は、合成されたビーム $L B a$ ($L B b$)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 $L B a$ ($L B b$)がスポット光となるようにビーム $L B a$ ($L B b$)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 $L B a$ ($L B b$)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 $L B a$ ($L B b$)のビーム $L B a 1$ ($L B b 1$)とビーム $L B a 2$ ($L B b 2$)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 $L B a$ ($L B b$)の光軸位置(光路)から退避可能に構成される。

[0237] 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、 $0.1875\mu m$ 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 $P \times y$ は、 $1.5 (= 0.1875 \times 8)\mu m$ となる。したがって、この場合は、スポット光 SP のサイズ ϕ も寸法 $P \times y$ と同程度以下の大きさ、つまり、 $1.5\mu m$ 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。

[0238] 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) CK を発生すればよい。

[0239] [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 SP 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 SP (クロック信号 LTC のクロックパルス) の数を変更することで、描画ライン SL_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 SP (クロック信号 LTC 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 SP の投射間隔を変更させることで、描画ライン SL_n の走査長を伸縮させる。

[0240] なお、本第 2 の実施の形態においては、描画ライン SL_n ($SL_1 \sim SL_6$) の実効的な長さを 30 mm 、スポット光 SP のサイズ ϕ を $3\text{ }\mu\text{m}$ とし、原則として主走査方向におけるスポット光 SP の投射間隔をスポット光 SP のサイズ ϕ の $1/2$ 、つまり、 $1.5\text{ }\mu\text{m}$ とする。したがって、1 回の走査で照射されるスポット光 SP 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 SP の走査が $1.5\text{ }\mu\text{m}$ の間隔で行われるものとする。描画ライン SL_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_{px} は、約 $620\text{ }\mu\text{sec} (= 1.5 [\mu\text{m}] / 2.419 [\text{mm/sec}])$ となる。この時間差 T_{px} は、8 反射面 RP のポリゴンミラー PM 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 PM 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 PM 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12096.8rpmに設定される。

[0241] また、ポリゴンミラーPM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SL $_n$ 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 T_s は、 $T_s = T_p \times$ 走査効率、となり、先の数値例の場合は、時間 T_s は、約206.666 $\cdot\cdot\cdot\mu\text{sec}$ （620 $[\mu\text{sec}]$ / 3）、となる。描画ラインSL $_n$ （SL1～SL6）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30mmとするので、この描画ラインSL $_n$ に沿ったスポット光SPの1走査の走査時間 T_{sp} は、約200 μsec （=206.666 $\cdot\cdot\cdot$ $[\mu\text{sec}] \times 30$ $[\text{mm}]$ / 31 $[\text{mm}]$ ）、となる。したがって、描画ラインSL $_n$ が伸縮されない場合は、この時間 T_{sp} の間に、20000のスポット光SP（パルス光）を照射する必要があるので、光源装置LSからのビームLBの発光周波数（発振周波数） F_e は、 $F_e \div 20000$ $[\text{回}]$ / 200 $[\mu\text{sec}]$ = 100MHzとなる。また、スポット光SPの走査速度 V_s は、30 $[\text{mm}]$ / 200 $[\mu\text{sec}]$ = 150m/secとなる。なお、本第2の実施の形態では、1画素の寸法 $P \times y$ をスポット光SPの実効的なサイズ ϕ と同じ3 μm とし、1画素に対して2個のスポット光SP（クロック信号LTCのクロックパルス）が対応しているものとする。

[0242] 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。

[0243] 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 100 MHz 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、 $1/Fe = 1/100 [\text{MHz}] = 10 [\text{nsec}]$ となり、 $\phi/Vs = 3 [\mu\text{m}] / 150 [\text{mm/sec}] = 20 \text{ nsec}$ 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 ($= 10 [\text{nsec}] / 50$) 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。

[0244] 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 ($De01 \sim De49$) 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
($=1/T_e$)で発振するクロックパルスからなるクロック信号CK₀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=10nsec)でクロック信号CK₀を発生する。

[0245] クロック発生部60からのクロック信号(出力信号)CK₀は、直列に接続された複数の遅延回路De(D_{e01}~D_{e49})の初段(先頭)の遅延回路D_{e01}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(D_{e01}~D_{e49})は、入力信号であるクロック信号CK_pを一定時間($T_e/N=0.2nsec$)だけ遅延させて出力する。したがって、初段の遅延回路D_{e01}は、クロック発生部60が発生したクロック信号CK₀と同一の基準周期Te(10nsec)であり、且つ、クロック信号CK₀に対して0.2nsecの遅れを持ったクロック信号(出力信号)CK₁を出力する。同様に、2段目の遅延回路D_{e02}は、前段の遅延回路D_{e01}からのクロック信号(出力信号)CK₁と同一の基準周期Te(10nsec)であり、且つ、クロック信号CK₁に対して0.2nsecの遅れを持ったクロック信号(出力信号)CK₂を出力する。3段目以降の遅延回路D_{e03}~D_{e49}も同様に、前段の遅延回路D_{e02}~D_{e48}からのクロック信号(出力信号)CK₂~CK₄₈と同一の基準周期Te(10nsec)であり、且つ、クロック信号CK₂~CK₄₈に対して0.2nsecの遅れを持ったクロック信号(出力信号)CK₃~CK₄₉を出力する。

[0246] クロック信号CK₀~CK₄₉は、0.2nsec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CK₀は、クロック信号CK₄₉と同一の基準周期Te(10nsec)であり、且つ、クロック信号CK₄₉に対してさらに0.2nsec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CK₀は、実質的にクロック信号CK₄₉の各クロックパルスに対して0.2nsecの遅れたクロック信号と見做することができる。遅延回路D_{e01}~D_{e49}からのクロック信号CK₁~CK₄₉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。

[0247] 各遅延回路De (De01～De49)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In1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In2に、ハイ(論理値は1)の信号が印加されるANDゲート回路GT10によって構成される。このANDゲート回路GT10によって、入力信号(クロック信号CK_p)に対して0.2nsec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In1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In2に、ロー(論理値は0)の信号が印加されるORゲート回路GT11によって構成される。このORゲート回路GT11によって、入力信号(クロック信号CK_p)に対して0.2nsec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 (De01～De49)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。

[0248] 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 (CK₀～CK₄₉)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Fa (=1/Ta)は、原則としてクロック信号CK₀～CK₄₉の発振周波数Fe (=1/Te)、つまり、100MHz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Faは、原則として100MHzとなる。

[0249] 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LB_a (LB_b) 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±1}に切り換える。この切り換えるクロック信号CK_{p±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)CMg_n' (CMg₁' ~ 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。

[0250] 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0.2 nsec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0.2 nsec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CK₁₁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CK₁₂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CK₁₀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。

[0251] 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CMg_n'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 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 $CMgn'$ 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 CKp 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 CKp の位相がずれる方向を決定する。

[0252] 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 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 $CMgn'$ 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 CKp 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 CKp の位相がずれる方向を決定する。

[0253] 補正点指定部 202 は、各描画ライン SLn ($SL1 \sim SL6$) 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 SLn 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 SLn の主走査方向における倍率) に応じて、描画ライン SLn 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C P Pと補正点C P P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S L n（S L 1～S L 6）上に等間隔に離散的に配置される位置を補正点C P Pとして指定することができる。この補正点C P Pは、描画ラインS L nに沿って投射される隣り合う2つのスポット光S Pの投射位置（スポット光S Pの中心位置）の間に設定される。

[0254] 補正点指定部202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'を用いて補正点C P Pを指定する。光源装置L S aからのビームL B a（L B 1～L B 3）が走査ユニットU 1～U 3のいずれか1つに導かれるので、光源装置L S aの信号発生部22aの補正点指定部202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'に基づいて補正点C P Pを指定する。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の補正点指定部202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 n 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C P Pとして指定する。

[0255] また、光源装置L S bからのビームL B b（L B 4～L B 6）が走査ユニットU 4～U 6のいずれか1つに導かれるので、光源装置L S bの信号発生部22aの補正点指定部202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'に基づいて補正点C P Pを指定する。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の補正点指定部202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 n 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C P Pとして指定する。

[0256] 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20

2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～U3に対応する3つの描画許可信号SQ1～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～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～U6に対応する3つの描画許可信号SQ4～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～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。

[0257] 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ldc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ldcを出力する。この一致信号ldc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 C_3 を補正位置情報 N_v' にプリセットする。これにより、描画ライン SL_n 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 N_v' の具体的な値は、後で例示する。

[0258] シフトパルス出力部214は、一致信号 ldc が入力されるとシフトパルス CS をクロック切換部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 C_3 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 C_3 を0にしたクロックパルスに応じて発生したビーム LB_a (LB_b) 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 LB_a (LB_b) 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。

[0259] 上述したように、本第2の実施の形態では、1描画ライン SL_n 当り20000個のスポット光 SP を投射し、描画ライン SL_n 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 N_v' は、500となる。

[0260] 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 T_e ではあるが、その位相が $0.2nsec$ 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 $0.6nsec$ 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 $9.8nsec$ 位相が遅れたものとなっている。

[0261] 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) N_v' 分だけカウ

ントすると一致信号 ldc (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 ldc 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 T_e 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。

[0262] クロック切換部 204 は、シフトパルス CS の立ち上がりに応答して、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 $0.2nsec$ 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 の立ち上がりに応答して、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 $0.2nsec$ 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 $T_e (= 10nsec)$ に対して、 $0.2nsec$ 短い時間 ($9.8nsec$) 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 $T_e (= 10nsec)$ となる。

[0263] 逆に、伸縮情報 POL' が「1」の場合は、スポット光 SP が補正点 CPP

P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。

[0264] 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、 $0.03\text{ }\mu\text{m} (=1.5\text{ }[\mu\text{m}] \times (\pm 0.2\text{ }[\text{nsec}]) / 10\text{ }[\text{nsec}])$ 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。

[0265] 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。

[0266] 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。

[0267] 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 $P \times y$ 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 P_x で表し、主走査方向（Y方向）の長さを P_y 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C P Pを含む画素の寸法 $P \times y$ は、画素の長さ P_y が ΔP_y （ $=0.03 \mu\text{m}$ ）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C P Pを含む画素の寸法 $P \times y$ は、画素の長さ P_y が ΔP_y （ $=0.03 \mu\text{m}$ ）だけ伸びた状態となる。

[0268] なお、シリアルデータD L n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L T C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L S a（L S b）の駆動回路36aに出力するシリアルデータD L n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S P（クロック信号L T C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。

[0269] 以上のように、第2の実施の形態の露光装置E Xは、パルス光源部35からの種光S 1、S 2に応じて生成されるビームL B（L s e、L B a、L B b、L B n）のスポット光S P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S L nに沿ってスポット光S P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E X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 （ $CK_0 \sim CK_9$ ）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L T C）の各クロックパルスに応答してビームL B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。

[0270] 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。

[0271] 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）CMg_n′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。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U_nに対応した局所倍率補正情報CMg_n′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。

[0272] 局所倍率補正情報CMg_n′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。

[0273] 局所倍率補正情報CMg_n′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。

[0274] 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、 $q \times Te / N = q \times 0.2nsec$ 、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、 $q < N$ の関係性を有する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 $0.4nsec$ 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 $0.4nsec$ 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 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。

[0275] 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 SL_n の倍率に応じて適宜設定される。例えば、描画ライン SL_n 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 SL_n では補正位置情報 Nv' の値を一定としたが、1描画ライン SL_n 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 SL_n 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 C

P Pの間隔を不均一にすることができる。さらに、描画ラインS L nに沿ったビームL B n（スポット光S P）の1走査毎、或いはポリゴンミラーP Mの1回転毎に、描画ラインS L n上の補正画素の数は変えずに、補正画素（補正点C P P）の位置を異ならせるようにしてもよい。

[0276] [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。

[0277] （変形例1）上記各実施の形態（変形例も含む）では、光源装置L S a、L S b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S B a（シリアルデータD L 1～D L 3）、S B b（シリアルデータD L 4～D L 6）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A O Mを用いる。この描画用光学素子A O Mは、音響光学変調素子（A O M : Acousto-Optic Modulator）である。

[0278] 例えば、図24に示すように、ビーム切換部B D Uの選択用光学素子A O M 1～A O M 3のうち、光源装置L S aからのビームL B aが最初に入射する選択用光学素子A O M 1と光源装置L S aとの間に、描画用光学素子（強度変調部）A O M aを配置する。同様に、ビーム切換部B D Uの選択用光学素子A O M 4～A O M 6のうち、光源装置L S bからのビームL B bが最初に入射する選択用光学素子A O M 4と光源装置L S bとの間に、描画用光学素子（強度変調部）A O M bを配置する。この描画用光学素子A O M a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114 aから出力される描画ビット列データS B a（シリアルデータD L 1～D L 3）に応じてスイッチングされ、描画用光学素子A O M bは、第2データ出力部114 bから出力される描画ビット列データS B b（シリアルデータD L 4～D L 6）によってスイッチングされる。この描画用光学素子A O M a（A O M

b) 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が投射されないので、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。

[0279] また、描画用光学素子（強度変調部）AOMcn (AOMc1～AOMc6) を走査ユニットUn (U1～U6) 毎に設けてもよい。この場合は、描画用光学素子AOMcnは、各走査ユニットUn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Un (U1～U6) の描画用光学素子AOMcn (AOMc1～AOMc6) は、各シリアルデータDLn (DL1～DL6) に応じてスイッチングされる。走査ユニットU1内に設けられた描画用光学素子AOMc1は、シリアルデータDL1に応じてスイッチングされる。同様に、走査ユニットU2～U6内に設けられた描画用光学素子AOMc2～AOMc6は、シリアルデータDL2～DL6に応じてスイッチングされる。また、各走査ユニットUnの描画用光学素子AOMcnは、画素の論理情報が「0」の場合は、入射したビームLBn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LBn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LBn）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。

[0280] 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。

[0281] (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 Un 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 Un 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 DLn を用いて強度変調させる。

[0282] (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 Un の各々による描画ライン SLn 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 WO 2013/150677 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 U1、U3、U5 の各照射中心軸 Le1、Le3、Le5 と、偶数番の走査ユニット U2、U4、U6 の各照射中心軸 Le2、Le4、Le6 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 U1～U6 を配置すればよい。

[0283] (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 Un 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 LBn を 1 次元方向(図 5 では Zt 方向)に収斂する第 1 のシリンドリカルレンズ(トーリックレンズ)CYa と、ポリゴンミラー PM の 1 つの反射面で反射して、fθ レンズ FT を通ったビーム LBn を 1 次元方向(図 5 では Xt 方向)に収斂する第 2 のシリンドリカルレンズ(トーリックレンズ)CYb 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 SLn (スポット光 S

P)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のシリンドリカルレンズCYaの母線と直交する面内でみたとき、第1のシリンドリカルレンズCYa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のシリンドリカルレンズCYbの母線と直交した面内でみたとき、 f_θ レンズFTと第2のシリンドリカルレンズCYb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_θ 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のシリンドリカルレンズCYbの後側焦点の位置に基板Pの被照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。

[0284] 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 X_t 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に設定する。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。

[0285] 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 SL_n （スポット光 SP ）の副走査方向（ X_t 方向）への変動を抑制することができる。

[0286] 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 $AOM1$ 、コリメータレンズ $CL1$ 、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タレンズ $CL1$ に向かう。コリメータレンズ $CL1$ 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、コリメータレンズ $CL1$ 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。

[0287] 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、コリメータレンズ $CL1$ と同じようなコリメータレンズ $CL1'$ 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、コリメータレンズ $CL1'$ 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。コリメータレンズ $CL1'$ を通ったビーム L

B 1 は、図 5 の走査ユニット U 1 に入射し、第 1 のシリンドリカルレンズ C Y a、ポリゴンミラー P M、 $f \theta$ レンズ F T、および、反射ミラー M 1 5 等を経て、母線が Y t 方向に延びる第 2 のシリンドリカルレンズ C Y b に入射した後、基板 P 上の描画ライン S L 1 上にスポット光 S P として集光される。図 2 5 において、描画ライン S L 1 は Y t 方向に直線的に延びており、スポット光 S P は Y t 方向に走査される。ここで、第 2 のシリンドリカルレンズ C Y b が屈折力を呈する方向は X t 方向である。

[0288] 選択用光学素子 A O M 1 で偏向されるビーム L B 1 の偏向角 θ_{df} が、選択用光学素子 A O M 1 の温度変化により、 $\Delta \theta_{df}$ だけ変動すると、コリメータレンズ C L 1' から射出するビーム L B 1 は、横方向に平行移動（ドリフト）したビーム L B 1' となる。ドリフトしたビーム L B 1' は、 $f \theta$ レンズ F T から射出する際、本来の射出位置から X t 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 C Y b の屈折力により、ビーム L B 1' がスポット光 S P として集光する X t 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 A O M 1 の偏向位置 P d f 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 C Y b（または第 1 のシリンドリカルレンズ C Y a）の母線と直交する面（すなわち、図 2 5 中の X t Z t 面と平行な面）内において、選択用光学素子 A O M 1 の偏向位置 P d f とポリゴンミラー P M 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 A O M 1 によるビーム L B 1 の偏向方向（回折方向）が X t Z t 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 A O M 1 の温度変化に依存して偏向角 θ_{df} に変動が生じてても、それに起因した描画ライン S L 1（スポット光 S P）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 U 2 ~ U 6 のための選択用光学素子 A O M 2 ~ A O M 6 や描画用光学素子 A O M a、A O M b、或いは各走査ユニット U n 内に設けられる描画用光学素子 A O M c n（A O M c 1 ~ A O M c 6）においても、同様に設定される。

[0289] 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SL_n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U_n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응答して、半導体光源をパルス点灯させるようにしてもよい。

[0290] （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U_{a1}のガルバノミラーGMとf θ レンズFTとの平面配置を示す。f θ レンズFTの光軸AX_f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C_g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、回転中心軸C_g回りの振動の中立位置ではf θ レンズFTの光軸AX_f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 θ 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。

[0291] 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SP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SLn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。

[0292] (変形例6) 図27は、ポリゴンミラーPMやガルバノミラーGMのように、光源装置LSからのビームLB1を反射する反射面の角度を変えて、ビームLB1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LB1のスポット光SP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UR1の斜視図である。図27において、基板Pは直交座標系XYZのXY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UR1には、Z軸と平行に設定されるビーム送光系の光軸AXuに沿って入射するビームLB1(断面が円形の平行光束)を90度に折り曲げるミラーMR1、XY面と平行な光軸AXvを有し、ミラーMR1で反射されたビームLB1を光軸AXvに沿って同軸に入射する集光レンズG30、および、XY面と平行な光軸AXvをZ軸と平行な光軸AXwに折り曲げるミラーMR2とが設けられる。集光レンズG30は、入射したビームLB1を基板Pの表面(被照射面)にスポット光SP'として集光する。走査ユニットUR1の筐体は、ミラーMR1、MR2、集光レンズG30を一体に保持して、Z軸と平行な光軸AXuを中心軸としてXY

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。

[0293] 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 θ_u 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 θ_u 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。

[0294] 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盤を光軸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。

[0295] [第3の実施の形態]

次に、第3の実施の形態について説明する。なお、上記各実施の形態(変形例も含む)と同様の構成については同一の符号を付し、異なる箇所のみを

説明する。上記各実施の形態の変形例4として説明した図25の構成では、集光レンズCDとコリメータレンズ（コリメータレンズ）LCによる多数のリレー系によって、光源装置LSa（LSb）からのビームLBa（LBb）に複数のビームウェスト（集光点）を作り、そのビームウェストの位置の各々に選択用光学素子（音響光学変調素子）AOM1～AOM6を配置した。ビームLBa（LBb）のビームウェスト位置は、最終的に基板Pの表面（ビームLB1～LB6の各スポット光SP）と光学的に共役になるように設定されているため、選択用光学素子（音響光学変調素子）AOM1～AOM6の特性変化等によって偏向角に誤差が生じて、基板P上のスポット光SPが副走査方向（Xt方向）にドリフトすることが抑制される。そのため、走査ユニットUn毎に、スポット光SPによる描画ラインSLnを副走査方向（Xt方向）に画素寸法（数 μm ）程度の範囲で微調整する場合は、先の図5に示した走査ユニットUn内の平行平板Sr2を傾ければよい。さらに平行平板Sr2の傾斜を自動化するには、小型のピエゾモータや傾斜量のモニター系といった機構を設ければよい。

[0296] しかしながら、平行平板Sr2の傾斜を自動化しても、機械的な駆動であるために、例えばポリゴンミラーPMの1回転分の時間に対応した高い応答性を持った制御は難しい。そこで、第3の実施の形態では、先の各実施の形態や変形例による露光装置（描画装置）EXに設けられる図7のような光源装置LS（LSa、LSb）から各走査ユニットUnまでのビーム送光系（ビーム切換部BDU）の光学的な構成や配置を少し変更し、選択用光学素子（音響光学変調素子）AOM1～AOM6に、ビームのスイッチング機能とともに、スポット光SPの位置を副走査方向に微調整するシフト機能を兼用して持たせるようにする。以下、本第3の実施の形態の構成を図28～図32により説明する。

[0297] 図28は、先の図7に示した光源装置LSa（LSb）のパルス光発生部20内の波長変換部の構成を詳細に示す図、図29は光源装置LSa（LSb）から最初の選択用光学素子AOM1までのビームLBa（LBbは省略

）の光路を示す図、図30は、選択用光学素子AOM1から次段の選択用光学素子AOM2までの光路と選択用光学素子AOM1のドライバ回路の構成を示す図、図31は選択用光学素子AOM1の後の選択用のミラー（分岐反射鏡）IM1でのビーム選択とビームシフトの様子を説明する図、図32はポリゴンミラーPMから基板Pまでのビームの振る舞いを説明する図である。

[0298] 図28に示すように、光源装置LSa内のファイバー光増幅器46の射出端46aからは、増幅された種光Lseが小さな発散角（NA：開口数）で射出する。レンズ素子GL（GLa）は種光Lseが第1の波長変換素子48中でビームウェストとなるように集光する。したがって、第1の波長変換素子48で波長変換された1次の高調波ビームは発散性を持ってレンズ素子GL（GLb）に入射する。レンズ素子GLbは1次の高調波ビームが第2の波長変換素子50中でビームウェストとなるように集光する。第2の波長変換素子50で波長変換された2次の高調波ビームは発散性を持ってレンズ素子GL（GLc）に入射する。レンズ素子GLcは、2次の高調波ビームをほぼ平行な細いビームLBa（LBb）にして、光源装置LSaの射出窓20Hから射出するように配置される。射出窓20Hから射出するビームLBaの直径は数mm以下であり、好ましくは1mm程度である。このように、波長変換素子48、50の各々は、レンズ素子GLa、GLbによってファイバー光増幅器46の射出端46a（発光点）と光学的に共役になるように設定される。したがって、波長変換素子48、50の結晶特性の変動によって、生成される高調波ビームの進行方向がわずかに傾いた場合でも、射出窓20Hから射出するビームLBaの角度方向（方位）に関するドリフトが抑えられる。なお、図28では、レンズ素子GLcと射出窓20Hとを離して示してあるが、レンズ素子GLc自体を射出窓20Hの位置に配置してもよい。

[0299] 射出窓20Hから射出したビームLBaは、図29に示すように、2つの集光レンズCD0、CD1によるエキスパンダー系の光軸AXjに沿って進み

、ビーム径が $1/2$ 程度に縮小されたほぼ平行光束に変換されて1段目の選択用光学素子AOM1に入射する。射出窓20HからのビームLBaは集光レンズCD0と集光レンズCD1の間の集光位置Pepでビームウェストとなる。集光レンズCD1は、先の図6（または図24）中の集光レンズCD1として設けられる。さらに、選択用光学素子AOM1内のビームの偏向位置Pdf（回折点）は、集光レンズCD0、CD1によるエクspander系によって、射出窓20Hと光学的に共役になるように設定される。さらに、集光位置Pepは、図28中のファイバー光増幅器46の射出端46a、波長変換素子48、50の各々と光学的に共役になるように設定される。また、選択用光学素子AOM1のビームの偏向方向、すなわちスイッチング時に、入射したビームLBaの1次回折光として射出するビームLB1の回折方向は、Z方向（基板P上のスポット光SPを副走査方向にシフトさせる方向）に設定される。選択用光学素子AOM1を通るビームLBaは、例えば、ビーム径が約0.5mm程度の平行光束となっており、1次回折光として射出するビームLB1も、ビーム径が約0.5mm程度の平行光束になる。つまり、上記各実施の形態（変形例も含む）においては、選択用光学素子AOM1内でビームウェストとなるようにビームLBa（LBb）を収斂したが、本第3の実施の形態では、選択用光学素子AOM1を通るビームLBa（LBb）を、微小の径を有する平行光束とする。

[0300] 図30に示すように、選択用光学素子AOM1を透過したビームLBaと、スイッチング時に1次回折光として偏向されるビームLB1は、光軸AXjと同軸に配置されたコリメータレンズCL1（図6、または図24中のレンズCL1に相当）に共に入射する。選択用光学素子AOM1の偏向位置Pdfは、コリメータレンズCL1の前側焦点の位置に設定される。したがって、ビームLBaとビームLB1は、コリメータレンズ（集光レンズ）CL1の後側焦点の面Pipでそれぞれビームウェストとなるように収斂される。コリメータレンズCL1の光軸AXjに沿って進むビームLBaは、面Pipから発散した状態で図6（または図24）に示した集光レンズ（コンデ

ンサーレンズ) C D 2に入射し、再びビーム径が0.5 mm程度の平行光束となって、2段目の選択用光学素子A O M 2に入射する。2段目の選択用光学素子A O M 2の偏光位置P d fは、コリメータレンズC L 1と集光レンズC D 2とによるリレー系によって、選択用光学素子A O M 1の偏光位置P d fと共役関係に配置される。

[0301] 図6や図24に示した選択用のミラーI M 1は、本第3の実施の形態では、コリメータレンズC L 1と集光レンズC D 2の間の面P i pの近傍に配置される。面P i pでは、ビームL B a、L B 1が最も細いビームウェストとなってZ方向に分離するので、ミラーI M 1の反射面I M 1 aの配置が容易になる。選択用光学素子A O M 1の偏向位置P d fと面P i pとは、コリメータレンズC L 1によって瞳位置と像面の関係になっており、コリメータレンズC L 1からミラーI M 1の反射面I M 1 aに向かうビームL B 1の中心軸(主光線)は、ビームL B aの主光線(光軸A X j)と平行になる。ミラーI M 1の反射面I M 1 aで反射したビームL B 1は、集光レンズC D 2と同等のコリメータレンズC L 1 aによって平行光束に変換されて、図5に示した走査ユニットU 1のミラーM 1 0に向かう。なお、面P i pは、コリメータレンズC L 1と図29中の集光レンズC D 1とによって集光位置P e pと光学的に共役な関係になっている。したがって、面P i pは、図28のファイバー光増幅器46の射出端46 a、波長変換素子48、50の各々とも共役な関係になっている。つまり、面P i pは、レンズ素子G L a、G L b、G L c、集光レンズC D 0、C D 1、および、コリメータレンズC L 1から構成されるリレーレンズ系によって、ファイバー光増幅器46の射出端46 a、波長変換素子48、50の各々と共役に設定されている。

[0302] コリメータレンズC L 1 aの光軸A X mは、図5中の照射中心線L e 1と同軸に設定され、スイッチング時の選択用光学素子A O M 1によるビームL B 1の偏向角が規定角度(基準の設定角)のときに、ビームL B 1の中心線(主光線)が光軸A X mと同軸になるようにコリメータレンズC L 1 aに入射する。また、ミラーI M 1の反射面I M 1 aは、図30のように、ビーム

L B aの光路を遮らないようにビームL B 1のみを反射するとともに、反射面I M 1 aに達するビームL B 1がZ方向に僅かにシフトとした場合でもビームL B 1を確実に反射するような大きさに設定される。ただし、選択ミラーI M 1の反射面I M 1 aを面P i pの位置に配置した場合、反射面I M 1 a上にビームL B 1が集光したスポット光が作られるため、反射面I M 1 aが面P i pの位置から少しずれるようにミラーI M 1をX方向にずらして配置するのがよい。また、反射面I M 1 aには紫外線耐性の高い反射膜（誘電体多層膜）が形成されている。

[0303] 本第3の実施の形態では、先の図12に示した選択素子駆動制御部102内に、選択用光学素子AOM1にビームのスイッチング機能とシフト機能の両方を持たせるためのドライブ回路102Aが設けられる。ドライブ回路102Aは、選択用光学素子AOM1に印加すべき駆動信号HF1の周波数を基準周波数から変えるための補正信号FSSを受けて、基準周波数に対して補正すべき周波数に応じた補正高周波信号を生成する局部発振回路102A1と、基準発振器102Sで作られる安定な周波数の高周波信号と、局部発振回路102A1からの補正高周波信号とを周波数が加減算されるように合成する混合回路102A2と、混合回路102A2で周波数合成された高周波信号を、選択用光学素子AOM1の超音波振動子の駆動に適した振幅まで増幅した駆動信号HF1に変換する増幅回路102A3とで構成される。増幅回路102A3は、図12の選択素子駆動制御部102で生成される入射許可信号LP1に応答して、高周波の駆動信号HF1を高レベルと低レベル（または振幅ゼロ）に切り替えるスイッチング機能を備えている。したがって、駆動信号HF1が高レベルの振幅の間（信号LP1がHレベルの間）、選択用光学素子AOM1はビームL B aを偏向してビームL B 1を生成する。以上の図30のようなミラーI M 1とコリメータレンズC L 1 aの光学系とドライブ回路102Aは、他の選択用光学素子AOM2～AOM6の各々に対しても同様に設けられる。以上の構成において、局部発振回路102A1と混合回路102A2とは、補正信号FSSの値に応じて駆動信号HF1

の周波数を変化させる周波数変調回路として機能する。

[0304] このドライブ回路 102A において、補正信号 FSS が補正量ゼロを表す場合、増幅回路 102A3 から出力される駆動信号 HF1 の周波数は、選択用光学素子 AOM1 によるビーム LB1 の偏向角が規定角度（基準の設定角）になるような規定周波数に設定される。補正信号 FSS が補正量 $+\Delta F_s$ を表す場合は、選択用光学素子 AOM1 によるビーム LB1 の偏向角が規定角度に対して $\Delta\theta_\gamma$ だけ増加するように駆動信号 HF1 の周波数が補正される。補正信号 FSS が補正量 $-\Delta F_s$ を表す場合は、選択用光学素子 AOM1 によるビーム LB1 の偏向角が規定角度に対して $\Delta\theta_\gamma$ だけ減少するように駆動信号 HF1 の周波数が補正される。ビーム LB1 の偏向角が規定角度に対して $\pm\Delta\theta_\gamma$ 変化すると、ミラー IM1 の反射面 IM1a に入射するビーム LB1 の位置が僅かに Z 方向にシフトし、コリメータレンズ CL1a から射出するビーム LB1（平行光束）が光軸 AXm に対して僅かに傾いたものとなる。その様子を図 31 によりさらに説明する。

[0305] 図 31 は、選択用光学素子 AOM1 で偏向されるビーム LB1 のシフトの様子を誇張して示した光路図である。ビーム LB1 が選択用光学素子 AOM1 によって規定角度で偏向されている場合、ビーム LB1 の中心軸はコリメータレンズ CL1a の光軸 AXm と同軸になっている。このとき、コリメータレンズ CL1 から射出したビーム LB1 の中心軸は、元のビーム LBa の中心軸（光軸 AXj）から $-Z$ 方向に ΔSF_0 だけ離れている。その状態から、選択用光学素子 AOM1 を駆動する駆動信号 HF1 の周波数を、例えば ΔF_s だけ高くしたとすると、選択用光学素子 AOM1 でのビーム LB1 の偏向角が規定角度に対して $\Delta\theta_\gamma$ だけ増加し、ミラー IM1 に達するビーム LB1' の中心軸 AXm' は、光軸 AXj から $-Z$ 方向に ΔSF_1 だけ離れて位置する。このように、駆動信号 HF1 の周波数の ΔF_s の変化によって、ミラー IM1 に向かうビーム LB1' の中心軸 AXm' は、規定位置（光軸 AXm と同軸の位置）から、 $\Delta SF_1 - \Delta SF_0$ 、だけ $-Z$ 方向に横シフト（平行移動）する。

[0306] 光軸 AX_m 上には、面 Pip に相当する面 Pip' が存在し、その面 Pip' でビーム LB_1 (LB_1') はビームウェストとなるように集光される。面 Pip' からコリメータレンズ CL_{1a} に向かうビーム LB_1' の中心軸 AX_m' は光軸 AX_m と平行であり、面 Pip' をコリメータレンズ CL_{1a} の前側焦点の位置に設定することで、コリメータレンズ CL_{1a} から射出するビーム LB_1' は、光軸 AX_m に対して XZ 面内で僅かに傾いた平行光束に変換される。本第3の実施の形態では、面 Pip' が最終的に基板 P の表面（スポット光 SP ）と共役になるように、走査ユニット U_1 内のレンズ系（図5中のレンズ Be_1 、 Be_2 、シリンドリカルレンズ CY_a 、 CY_b 、 $f\theta$ レンズ TF ）が配置される。

[0307] 図32は、走査ユニット U_1 内のポリゴンミラー PM の1つの反射面 RP (RP_a) から基板 P までの光路を展開して Y_t 方向から見た図である。選択用光学素子 AOM_1 によって規定角度で偏向されたビーム LB_1 は、 X_tY_t 面と平行な面内でポリゴンミラー PM の反射面 RP_a に入射して反射される。反射面 RP_a に入射するビーム LB_1 は、 X_tZ_t 面内では、図5に示した第1のシリンドリカルレンズ CY_a により反射面 RP_a 上で Z_t 方向に収斂される。反射面 RP_a で反射したビーム LB_1 は、 $f\theta$ レンズ FT の光軸 AX_f を含む X_tY_t 面と平行な面内で、ポリゴンミラー PM の回転速度に応じて高速に偏向され、 $f\theta$ レンズ FT と第2のシリンドリカルレンズ CY_b とを介して、基板 P 上にスポット光 SP として集光される。スポット光 SP は図31では紙面と垂直な方向に1次元走査される。

[0308] 一方、図31のように、面 Pip' でビーム LB_1 に対して $\Delta SF_1 - \Delta SF_0$ だけ横シフトしたビーム LB_1' は、ポリゴンミラー PM の反射面 RP_a 上のビーム LB の照射位置に対して僅かに Z_t 方向にずれた位置に入射する。それによって、反射面 RP_a で反射したビーム LB_1' の光路は、 X_tZ_t 面内では、ビーム LB_1 の光路と僅かにずれた状態で、 $f\theta$ レンズ FT と第2のシリンドリカルレンズ CY_b とを通過して、基板 P 上にスポット光 SP' として集光される。ポリゴンミラー PM の反射面 RP_a は、光学的に

は $f\theta$ レンズ FT の瞳面に配置されるが、2つのシリンドリカルレンズ CY_a 、 CY_b による面倒れ補正の作用によって、図32の $X_t Z_t$ 面内では、反射面 RP_a と基板 P の表面とは共役関係になっている。したがって、ポリゴンミラー PM の反射面 RP_a 上に照射されるビーム LB_1 がビーム LB_1' のように Z_t 方向に僅かにシフトすると、基板 P 上のスポット光 SP はスポット光 SP' のように、副走査方向に ΔSF_p だけシフトする。

[0309] 以上の構成のように、選択用光学素子 AOM_1 の駆動信号 HF_1 の周波数を規定周波数から $\pm \Delta F_s$ だけ変化させることにより、スポット光 SP を副走査方向に $\pm \Delta SF_p$ だけシフトさせることができる。そのシフト量 ($|\Delta SF_p|$) は、選択用光学素子 AOM_1 自体の偏向角の最大範囲、ミラー IM_1 の反射面 IM_1a の大きさ、走査ユニット U_1 内のポリゴンミラー PM までの光学系 (リレー系) の倍率、ポリゴンミラー PM の反射面の Z_t 方向の幅、ポリゴンミラー PM から基板 P までの倍率 ($f\theta$ レンズ FT の倍率) 等による制限を受けるが、スポット光 SP の基板 P 上の実効的なサイズ (径) 程度、或いは描画データ上で定義される画素寸法 ($P \times y$) 程度の範囲に設定される。もちろん、それ以上のシフト量に設定してもよい。なお、選択用光学素子 AOM_1 および走査ユニット U_1 に関して説明したが、他の選択用光学素子 $AOM_2 \sim AOM_6$ および走査ユニット $U_2 \sim U_6$ に関しても同様である。

[0310] このように、本第3の実施の形態では、選択用光学素子 AOM_n ($AOM_1 \sim AOM_6$) を、入射許可信号 LP_n ($LP_1 \sim LP_6$) に応答したビームのスイッチング機能と、補正信号 FSS に応答したスポット光 SP のシフト機能とのために兼用できるので、各走査ユニット U_n ($U_1 \sim U_6$) にビームを供給するビーム送光系 (ビーム切換部 BDU) の構成が簡単になる。さらに、走査ユニット U_n 毎にビーム選択用とスポット光 SP のシフト用の音響光学変調素子 (AOM や AOD) を別々に設ける場合に比べて、発熱源を減らすことができ、露光装置 EX の温度安定性を高めることができる。特に、音響光学変調素子を駆動するドライブ回路 (IO_2A) は大きな発熱源

になるが、駆動信号HF1が50MHz以上の高周波であるため、音響光学変調素子の近くに配置される。ドライブ回路(102A)を冷却する機構を設けても、その数が多いと装置内の温度が短時間で上昇し易くなり、光学系(レンズやミラー)の温度変化による変動で、描画精度が低下する可能性がある。そのため、熱源となるドライブ回路、および音響光学変調素子は少ない方が望ましい。また、選択用光学素子AOMn(AOM1~AOM6)の各々が、温度変化の影響を受けて、入射ビームLBa(LBb)の1次回折光として偏向されるビームLBnの偏向角を変動させる場合、本第3の実施の形態では、図30のドライブ回路102Aに与える補正信号FSSの値を、温度変化に応じて調整するフィードバック制御系を設けることにより、偏向角の変動を容易に相殺することができる。

[0311] 本第3の実施の形態の選択用光学素子AOMnによるビームシフト機能は、複数の走査ユニットUnの各々からのビームLBnのスポット光SPnによる描画ラインSLnの位置を、高速に副走査方向に微調整できる。例えば、図30に示した選択用光学素子AOM1を入射許可信号LP1がHレベルになる度に、補正信号FSSによる補正量を変えるように制御すると、ポリゴンミラーPMの反射面毎、すなわち、スポット光SPの走査毎に、描画ラインSL1を副走査方向に画素サイズ(またはスポット光のサイズ)程度の範囲でシフトできる。そのため、隣接する走査ユニットUnの各々を、照射中心軸Le1~Le6の周りに微少回転させて各描画ラインSLnの傾きを調整した後、先の第1の実施の形態や第2の実施の形態のようにして描画倍率を補正することに加えて、第3の実施の形態のように描画ラインSLnを副走査方向にシフトさせることによって、各描画ラインSLnの端部におけるパターン描画時の継ぎの精度を高めることが可能となる。また、基板Pにすでに形成された下地パターンに対して、新たなパターンを重ね合わせて描画する際も、その重ね合わせの精度を高めることができる。

[0312] 以上の第3の実施の形態では、基板Pの表面(ビームLBnがスポット光SPとして集光する位置)と、図31中の面Pip'とは互いに共役な関係

に設定され、さらに面 Pip' (Pip) は、光源装置 LSa (LSb) 中の波長変換素子 48、50、ファイバー光増幅器 46 の射出端 46a の各々とも互いに共役な関係に設定されている。そのため、ポリゴンミラー PM の反射面の 1 つを一定の向きに静止させた状態にして、ビーム LBn を $f\theta$ レンズ FT とシリンドリカルレンズ CYb を介して基板 P の表面の 1 点にスポット光 SP として投射した場合、波長変換素子 48、50 の結晶特性の変化によって高調波ビームの進行方向が角度的にドリフトしても、その影響を受けることなく基板 P 上のスポット光 SP は静止している。このことは、スポット光 SP の主走査方向の走査開始位置、或いは原点信号 SD に応答した描画開始位置が、主走査方向にドリフトすることなく安定していることを意味する。したがって、長期的に安定した精度でパターン描画ができる。

[0313] [第 3 の実施の形態の変形例]

上記第 3 の実施の形態は、以下のような変形も可能である。上記各実施の形態やその変形例では、パターン描画領域（露光領域 W ）の Y 方向の幅をカバーするように、複数の走査ユニット Un ($U1 \sim U6$) の各々による描画ライン SLn ($SL1 \sim SL6$) が、主走査方向（ Y 方向）にずれて端部で継がれるように走査ユニット Un を配置した。しかしながら、例えば、特開 2014-160130 号公報に開示されているように、複数の描画ライン SLn （複数の走査ビーム）が副走査方向にずれて配置するようなタンデム方式の描画装置であっても、光学系の配置を変更することで、第 3 の実施形態と同様に、選択用光学素子 $AOMn$ をスイッチング機能とスポット光 SP （描画ライン SLn ）のシフト機能とに兼用させることができる。

[0314] 図 33 は、1 つのポリゴンミラー PM の異なる 2 つの反射面 RPa 、 RPb の各々に、描画パターン（描画するパターン）に応じて強度変調されたビーム $LB1$ 、 $LB2$ を投射し、反射面 RPa で反射されたビーム $LB1$ は、 X 軸と平行な光軸 $AXf1$ を有する第 1 の $f\theta$ レンズ FT （以下、 $FT1$ ）に入射させ、反射面 RPb で反射されたビーム $LB2$ は、 X 軸と平行な光軸 $AXf2$ を有する第 2 の $f\theta$ レンズ FT （以下、 $FT2$ ）に入射させるタン

デム方式の描画装置の概略構成の一部を表す図である。第1の $f\theta$ レンズFT1と第2の $f\theta$ レンズFT2は、図33では図示を省略したが、先の図5に示した $f\theta$ レンズFTのように配置され、第1、第2の各 $f\theta$ レンズFT1、FT2の後には、ミラーM15、第2のシリンドリカルレンズCYbが同様に設けられる。なお、説明を簡単にするため一部の構成の図示を省略し、その説明を省くこともある。

[0315] 先の図7に示した光源装置LSaからのビームLBaは、図28、図29に示した光学系を介して、ビーム径が0.5mm程度の平行光束となって最初の選択用光学素子（音響光学変調素子）AOM1に入射する。偏向状態にスイッチされた選択用光学素子AOM1によって1次回折光として偏向されたビームLB1は、図30で説明したようにコリメータレンズ（集光レンズ）CL1によって、ミラーIM1の付近にビームウェストとなって集光される。ミラーIM1で-Z方向に反射されたビームLB1は、図31のように配置されるコリメータレンズCL1aによって再び平行光束に変化され、ミラーM13（以下、M13a）で反射されて第1のシリンドリカルレンズCYa（以下、CYa1）に入射する。第1のシリンドリカルレンズCYa1でZ方向のみに収斂されるビームLB1は、Z軸と平行な回転中心AXpの回りに回転するポリゴンミラーPMの第1の反射面RPaに照射される。反射面RPaは、光軸AXf1を有する不図示の第1の $f\theta$ レンズ（走査用レンズ）FT1の瞳面に位置するように設定され、ビームLB1は基板P（被照射体）の表面にテレセントリックな状態を保って1次元走査される。

[0316] また、選択用光学素子AOM1が非偏向状態にスイッチされている場合、選択用光学素子AOM1に入射するビームLBaは、コリメータレンズ（集光レンズ）CL1の光軸（AXj）に沿って直進し、選択用のミラーIM1の上方空間でビームウェストとなって収斂した後、発散光束となってミラーM2で反射される。ミラーM2で反射されたビームLBaは、集光レンズCD2によって再び平行光束に変換され、ミラーM3で反射されて、2段目の選択用光学素子AOM2に入射する。ミラーM2、M3と集光レンズCD2

は、先の図6または図24に示したものと同一であり、選択用光学素子AOM1と選択用光学素子AOM2の各偏向位置P d fは、コリメータレンズ（集光レンズ）CL1と集光レンズCD2によるリレー系によって、共役関係に設定されている。

[0317] 偏向状態にスイッチされた選択用光学素子AOM2によって1次回折光として偏向されたビームLB2は、コリメータレンズ（集光レンズ）CL2によって、ミラーIM2の付近にビームウェストとなって集光される。ミラーIM2で-Z方向に反射されたビームLB2は、図31のように配置されるコリメータレンズCL2aによって再び平行光束に変化され、ミラーM13（以下、M13b）で反射されて第1のシリンドリカルレンズCYa（以下、CYa2）に入射する。第1のシリンドリカルレンズCYa2でZ方向のみに収斂されるビームLB2は、ポリゴンミラーPMの第2の反射面RPbに照射される。反射面RPbは、光軸AXf2を有する不図示の第2のf θ レンズ（走査用レンズ）FT2の瞳面に位置するように設定され、ビームLB2は基板P（被照射体）の表面にテレセントリックな状態を保って1次元走査される。選択用光学素子AOM1、AOM2の両方が非偏向状態の場合、選択用光学素子AOM2を透過したビームLBaは、集光レンズCD3によって再び平行光束に変換されて、2段目の選択用光学素子AOM2と共役関係に配置された3段目の選択用光学素子AOM3に向かう。

[0318] ここで、第1のf θ レンズFT1と、その後のミラーM15（以下、M15a）と第2のシリンドリカルレンズCYb（以下、CYb1）とを含めて第1の走査用光学系とし、第2のf θ レンズFT2と、その後のミラーM15（以下、M15b）と第2のシリンドリカルレンズCYb（以下、CYb2）とを含めて第2の走査用光学系とする。第1の走査用光学系からのビームLB1のスポット光による走査軌跡（描画ラインSL1）と、第2の走査用光学系からのビームLB2のスポット光による走査軌跡（描画ラインSL2）とは、図33中でX方向（副走査方向）にずらして配置される。

[0319] このような、タンデム型の描画装置では、第1の走査用光学系による描画

ラインSL1によって描画されるパターンと、第2の走査用光学系による描画ラインSL2によって描画されるパターンとを、基板P（被照射体）上の同じ露光領域W内で重ね合せて露光すること（2重露光）、或いは、基板Pの搬送方向（長尺方向）に離れた2つの露光領域Wの各々に露光することが可能となる。その場合、選択用光学素子AOM1に印加する駆動信号HF1、選択用光学素子AOM2に印加する駆動信号HF2のいずれか一方、または双方に周波数変調を与えることで、描画ラインSL1とSL2の搬送方向（副走査方向）の間隔距離を微調整でき、2重露光の際の重ね合せ精度を高めることができる。また、図33のような構成のビーム走査装置を、多色（RGB、CMY）のレーザビームプリンタ等に適用すれば、印刷された画像の色ずれを小さく抑えることも可能である。

[0320] 以上、本変形例では、光源装置LSaからのビームLBaを、2つ（複数）の選択用光学素子（音響光学変調素子）AOM1、AOM2に直列に通し、いずれか1つの選択用光学素子AOMnを偏向状態にスイッチングすることで、異なる角度方向からポリゴンミラーPMの反射面に向かう描画用のビーム（LBn）を選択的に切換えることができる。選択用光学素子AOM1、AOM2の各々の偏光状態／非偏向状態へのスイッチングのタイミングは自由に設定可能である。例えば、描画ラインSL1（第1の走査用光学系）のみによって基板P上にパターンを描画する場合は、入射許可信号LP1（図12、図30）をアクティブな状態（図13のように原点信号SZ1に 응답して、繰り返しHレベルを生成する状態）にし、入射許可信号LP2はLレベルを保つように制限すればよい。

[0321] [第4の実施の形態]

上記の第1～第3の実施の形態、およびそれらの各変形例では、光源装置LSa（LSb）からのビームLBa（LBb）を走査ユニットUn（U1～U6）のいずれかに選択的に供給するための選択用光学素子AOMn（AOM1～AOM6）を音響光学変調素子とした。すなわち、入射ビームに対して所定の回折角で偏向されて出力される1次回折光を描画用のビームLB

nとして走査ユニットU_nに供給しているが、選択用光学素子AOM_n（AOM₁～AOM₆）は、回折現象を使わない電気光学偏向部材であってもよい。

[0322] 図34は、第4の実施の形態によるビーム切換部BDU内の1つの走査ユニットU_nに対応して設けられたビーム切換部材の構成を示し、本実施の形態では、光源装置LS_a（LS_b）からのビームLB_a（LB_b）を入射する電気光学素子OS_nと、電気光学素子OS_nを透過したビームの偏光特性に応じて、ビームを透過または反射する偏光ビームスプリッタBS_nとが、先の図25に示した選択用光学素子AOM₁とユニット側入射ミラーIM₁との組み合わせ系、或いは、図30に示した選択用光学素子AOM₁、コリメータレンズCL₁、ユニット側入射ミラーIM₁の組み合わせ系の代わりに設けられる。

[0323] 図34において、光源装置LS_a（LS_b）から平行光束となって射出されるビームLB_a（LB_b）の進行方向をX軸と平行に設定したとき、電気光学素子OS_nに入射するビームLB_a（LB_b）をY方向に偏光した直線偏光とし、電気光学素子OS_nのY方向に対向した面に形成された電極E_{Jp}、E_{Jm}の間に数Kvの電圧を印加すると、電気光学素子OS_nを透過したビームは、入射時の偏光状態から90度回転してZ方向に偏光した直線偏光となって、偏光ビームスプリッタBS_nに入射する。電極E_{Jp}、E_{Jm}間に電圧を印加しない場合、電気光学素子OS_nを透過したビームは、入射時の偏光状態のままY方向に偏光した直線偏光となる。したがって、電極E_{Jp}、E_{Jm}間の電圧が零のオフ状態のとき、電気光学素子OS_nからのビームは、立方体状の偏光ビームスプリッタBS_nの偏光分割面psp（XY面とYZ面の各々に対して45度傾いた面）をそのまま透過する。電極E_{Jp}、E_{Jm}間に電圧が印加されるオン状態のとき、電気光学素子OS_nからのビームは偏光ビームスプリッタBS_nの偏光分割面pspで反射されて、描画データ（例えば図14中の描画ビット列データSB_a、SB_b）に応じて強度変調された描画用のビームLB_nとなって走査ユニットU_nに向かう

。電気光学素子OS_nは、印加される電界強度の1乗で屈折率が変化するポッケルス効果、または印加される電界強度の2乗で屈折率が変化するカー効果を呈する結晶媒体または非結晶媒体で構成される。また電気光学素子OS_nは、電界の代わりに磁界によって屈折率が変化するファラデー効果を呈する結晶媒体であってもよい。

[0324] 図35は、図6（または図24）に示したビーム切換部BDUを構成する選択用光学素子AOM1～AOM6とユニット側入射ミラーIM1～IM6とを、図34の構成に置き換えた変形例を示す。光源装置LSaから平行光束（ビーム径は1mm以下）として射出される直線偏光のビームLBaは、図25、図30に示したような音響光学変調素子、または音響光学偏向素子（AOD）を用いたビームシフター部SFTaを介して、電気光学素子OS1、偏光ビームスプリッタBS1、電気光学素子OS2、偏光ビームスプリッタBS2、電気光学素子OS3、偏光ビームスプリッタBS3の順に通った後、吸収体TR1に入射する。偏光ビームスプリッタBS1は、電気光学素子OS1に電界が印加されたとき、ビームLBaを描画用のビームLB1として走査ユニットU1に向けて反射する。同様に、偏光ビームスプリッタBS2は、電気光学素子OS2に電界が印加されたとき、ビームLBaを描画用のビームLB2として走査ユニットU2に向けて反射し、偏光ビームスプリッタBS3は、電気光学素子OS3に電界が印加されたとき、ビームLBaを描画用のビームLB3として走査ユニットU3に向けて反射する。図35では、電気光学素子OS1～OS3のうちの電気光学素子OS2のみに電界が印加され、ビームシフター部SFTaから射出されるビームLBaがビームLB2として走査ユニットU2のみに入射している。

[0325] 同様に、光源装置LSbから平行光束（ビーム径は1mm以下）として射出される直線偏光のビームLBbは、音響光学偏向素子（AOD）を用いたビームシフター部SFTbを介して、電気光学素子OS4、偏光ビームスプリッタBS4、電気光学素子OS5、偏光ビームスプリッタBS5、電気光学素子OS6、偏光ビームスプリッタBS6の順に通った後、吸収体TR2

に入射する。偏光ビームスプリッタBS4は、電気光学素子OS4に電界が印加されたとき、ビームLBbを描画用のビームLB4として走査ユニットU4に向けて反射し、偏光ビームスプリッタBS5は、電気光学素子OS5に電界が印加されたとき、ビームLBbを描画用のビームLB5として走査ユニットU5に向けて反射し、偏光ビームスプリッタBS6は、電気光学素子OS6に電界が印加されたとき、ビームLBbを描画用のビームLB6として走査ユニットU6に向けて反射する。図35では、電気光学素子OS4～OS6のうちの電気光学素子OS6のみに電界が印加され、ビームシフター部SFTbから射出されるビームLBbがビームLB6として走査ユニットU6のみに入射している。

[0326] ビームシフター部SFTa、SFTbは、一例として、音響光学偏向素子AODsを用いて図36のように構成される。音響光学偏向素子AODsは、図30に示されているドライブ回路102Aと同様のドライブ回路からの駆動信号HF_nによって駆動される。光源装置LSa（LSb）からの平行なビームLBa（LBb）は、焦点距離f₁のレンズCG1に光軸と同軸となって入射し、面puでビームウェストとなるように集光する。音響光学偏向素子AODsの偏向点は、面puの位置に配置される。駆動信号HF_nがオフの状態では、面puでビームウェストとなったビームLBa（LBb）は回折されることなく、面puから焦点距離f₂のレンズCG2に入射し、平行光束になってミラーOMで反射されて吸収体TR3に入射する。駆動信号HF_nが音響光学偏向素子AODsに印加されたオン状態のとき、音響光学偏向素子AODsは駆動信号HF_nの周波数に応じた回折角で偏向されたビームLBa（LBb）の1次回折光が生成される。その1次回折光は、ここでは偏向されたビームLBa（LBb）と呼ぶ。音響光学偏向素子AODsの偏向点は、レンズCG2の焦点距離f₂の位置である面puに配置されるので、レンズCG2から射出する偏向されたビームLBa（LBb）は、レンズCG2の光軸と平行な平行光束となって、図35の電気光学素子OS1、またはOS4に入射する。

[0327] 音響光学偏向素子AODsに印加される駆動信号HF_nの周波数を変えることにより、レンズCG2から射出するビームLB_a (LB_b)は、レンズCG2の光軸と平行な状態で、光軸と垂直な方向に位置シフトする。ビームLB_a (LB_b)の位置シフトの方向は、図34に示した電気光学素子OS_n (OS1またはOS4)の入射端面上でZ方向に対応し、シフト量は駆動信号HF_nの周波数の変化量に対応する。本実施の形態の場合、ビームシフター部SFT_aは3つの走査ユニットU1、U2、U3に対して共通に設けられ、ビームシフター部SFT_bは3つの走査ユニットU4、U5、U6に対して共通に設けられている。そのため、音響光学偏向素子AODsに印加される駆動信号HF_nの周波数は、図35の電気光学素子OS1～OS3のいずれか1つ、または電気光学素子OS4～OS6のいずれか1つがオン状態になるタイミングに同期して、オン状態となる電気光学素子OS_nに対応した走査ユニットU_nから射出されるビームLB_nに対して設定されるスポット光SPの副走査方向(X方向)へのシフト量 $\Delta S F p$ (図32参照)に対応するように変調(FM変調)される。これにより、電気光学素子OS1～OS3 (OS4～OS6)を通るビームLB_a (LB_b)が図34中でZ方向に平行にシフトし、偏光ビームスプリッタBS1～BS3 (BS4～BS6)で反射されたビームLB_n (LB1～LB6)は、図34中でX方向に平行シフトする。これにより、図32で説明したように、スポット光SPが副走査方向に $\Delta S F p$ だけシフトされる。なお、図36では、ビームLB_a (LB_b)が音響光学偏向素子AODsの偏向点でビームウェストに収斂するように構成したが、音響光学偏向素子AODsに通すビームLB_a (LB_b)を図30のように細い平行光束とし、図31のような状態で各走査ユニットU1～U6に振り分けられるビームLB_nを微少シフトさせる構成としてもよい。

[0328] 以上、本実施の形態では、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U1～U3 (U4～U6)のいずれか1つに選択的に振り分ける(スイッチングする)ために、偏向作用を持たない

電気光学素子OS1～OS3（OS4～OS6）を用いたので、スポット光SPを副走査方向にシフトさせるために、偏向作用を持つ音響光学偏向素子AODsによるビームシフター部SFTa（SFTb）が、光路上の電気光学素子OS1～OS3（OS4～OS6）の上流側に設けられる。このように構成すると、3つの走査ユニットU1～U3（U4～U6）の各々におけるスポット光SPの副走査方向への高速なシフト動作を、1つの音響光学偏向素子AODsによるビームシフター部SFTa（SFTb）で行うため、音響光学偏向素子やその駆動回路の数が低減でき、熱源を少なくすることができる。

[0329] 〔変形例〕

図37は、上記の各実施形態や変形例で使われた選択用光学素子AOM1～AOM6、AOMa、AOMbや音響光学偏向素子AODsの代わりに設けられ、回折作用によらないビーム偏向部材の一例を示す。図37Aは、所定の厚みでプリズム状（三角形）に形成された透過性の結晶媒体の対向する平行な側面（図37Aでは上下面）に電極EJp、EJmが形成された電気光学素子ODnを示す。結晶媒体は、化学組成として、KDP（ KH_2PO_4 ）、ADP（ $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ）、KD*P（ KD_2PO_4 ）、KDA（ KH_2AsO_4 ）、BaTiO₃、SrTiO₃、LiNbO₃、LiTaO₃等で表される材料である。電気光学素子ODnの一方の斜面から入射したビームLBa（LBb）は、電極EJp、EJm間の電界が零のときは、結晶媒体の初期の屈折率と空気の屈折率との差に応じて偏向されて、他方の斜面から射出する。電極EJp、EJm間に一定値以上の電界が印加されると、結晶媒体の屈折率が初期値から変化するため、入射したビームLBa（LBb）は、他方の斜面から初期の角度と異なる角度で射出するビームLBnとなる。このような電気光学素子ODnを用いても、光源装置LSa（LSb）からのビームLBa（LBb）を、走査ユニットU1～U6の各々に時分割でスイッチングして供給することができる。また、電気光学素子ODnに印加する電界強度を変えることで、射出するビームLBnの偏向角を微少に高速に変えられるの

で、電気光学素子ODnにスイッチング機能と共に、基板P上のスポット光SPを副走査方向に微少量シフトさせる機能を併せ持たせてもよい。さらに、図36のような単独のビームシフター部SFTa (SFTb)の音響光学偏向素子AODsの代わりに電気光学素子ODnを用いてもよい。

[0330] 図37Bは、例えば、特開2014-081575号公報、国際公開第公報WO2005/124398号パンフレットに開示されているようなKTN ($\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$) 結晶による電気光学素子KDnを用いたビーム偏向部材の例を示す。図37Bにおいて、電気光学素子KDnは、ビームLBa (LBb)の進行方向に沿って長い角柱状に形成された結晶媒体と、その結晶媒体を挟んで対向配置される電極EJp、EJmとで構成される。電気光学素子KDnは、一定の温度 (例えば40度台) に保たれるように、温調機能を有するケース内に収納される。電極EJp、EJm間の電界強度が零のとき、角柱状のKTN結晶媒体の一方の端面から入射したビームLBa (LBb)は、KTN結晶媒体内を直進して、他方の端面から射出する。電極EJp、EJm間に電界強度を印加すると、KTN結晶媒体内を通るビームLBa (LBb)が、電界の方向に偏向されて、他方の端面からビームLBnとして射出する。KTN結晶媒体も、電界の強度によって屈折率が変化する材料ではあるが、先に挙げた各種の結晶媒体と比べて、一桁ほど低い電界強度 (数百V) で大きな屈折率変化が得られる。そのため、電極EJp、EJm間に印加する電圧を変えると、電気光学素子KDnから射出するビームLBnの元のビームLBa (LBb)に対する偏向角を比較的に大きな範囲 (例えば、0度~5度) で、高速に調整できる。

[0331] このような電気光学素子KDnを用いても、光源装置LSa (LSb)からのビームLBa (LBb)を、走査ユニットU1~U6の各々に時分割でスイッチングして供給することができる。また、電気光学素子KDnに印加する電界強度を変えることで、射出するビームLBnの偏向角を高速に変えられるので、電気光学素子KDnにスイッチング機能と共に、基板P上のスポット光SPを副走査方向にシフトさせる機能を併せ持たせてもよい。さらに

、図36のような単独のビームシフター部SFTa（SFTb）の音響光学偏向素子AODsの代わりに電気光学素子KDnを用いてもよい。

請求の範囲

[請求項1] 光源からのビームをパターン情報に応じて強度変調しつつ、前記ビームを基板上に投射して主走査方向に走査することで、前記基板上にパターンを形成するパターン描画装置であって、

前記ビームの前記主走査方向への走査のために、前記光源からの前記ビームを偏向する偏向部材を含む複数の走査ユニットを、前記基板上に投射される前記ビームの走査軌跡が互いにずれるように配置した走査装置と、

前記光源からの前記ビームを前記複数の走査ユニットの各々に時分割で供給するために、前記光源からの前記ビームを偏向状態または非偏向状態に切り換えるとともに、前記ビームの走査軌跡を前記主走査方向と交差した副走査方向にシフトさせるために、前記ビームの偏向角の調整が可能な電気光学偏向装置と、

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、

前記電気光学偏向装置は、前記複数の走査ユニットの各々に対応して設けられた音響光学変調素子を含む、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、

前記音響光学変調素子が、前記ビームを偏向状態または非偏向状態に切り換えるように、高周波の駆動信号を前記音響光学変調素子に供給するとともに、前記偏向角を変えるために、前記駆動信号の周波数を可変にするドライブ回路を備える、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、

前記ドライブ回路は、前記偏向角を補正しない状態時においては、前記偏向角が規定角度となる規定周波数を前記音響光学変調素子に供給し、前記偏向角の補正時においては、前記偏向角の補正に応じて前記規定周波数から増減した周波数を前記音響光学変調素子に供給する、パターン描画装置。

- [請求項5] 請求項2～4のいずれか1項に記載のパターン描画装置であって、
 前記偏向部材は、前記音響光学変調素子で偏向された前記ビームを
 反射する複数の反射面を有する回転多面鏡であり、
 前記走査ユニットは、前記回転多面鏡で反射された前記ビームを入
 射し、前記ビームを集光したスポット光を前記基板上に投射する走査
 用レンズ系を含み、
 前記回転多面鏡の前記反射面は、前記走査用レンズ系の瞳位置に設
 定されている、パターン描画装置。
- [請求項6] 請求項2～5のいずれか1項に記載のパターン描画装置であって、
 前記音響光学変調素子で偏向された前記ビームを1次回折ビーム、
 前記音響光学変調素子で偏向されずに進む前記ビームを0次ビームと
 したとき、前記1次回折ビームと前記0次ビームをともに入射すると
 ともに、前記音響光学変調素子内に焦点位置が設定されている集光レ
 ンズと、
 前記集光レンズで集光される前記1次回折ビームの集光位置の近傍
 に配置され、前記1次回折ビームだけを前記走査ユニットに向けて反
 射する分岐反射鏡と、
 を備える、パターン描画装置。
- [請求項7] 請求項6に記載のパターン描画装置であって、
 前記走査ユニット内の前記1次回折ビームの光路中に配置される前
 記走査用レンズ系を含む複数のレンズによって、前記分岐反射鏡の近
 傍に設定される前記1次回折ビームの集光位置が、前記走査用レンズ
 系を介して前記基板と光学的に略共役となるように設定されている、
 パターン描画装置。
- [請求項8] 請求項6または7に記載のパターン描画装置であって、
 前記光源は、種光の波長を変換して前記ビームとして射出する波長
 変換素子を備えた高調波レーザ光源であり、
 前記分岐反射鏡の近傍に設定される前記1次回折ビームの集光位置

と前記波長変換素子とを光学的に略共役に設定するリレーレンズ系を備える、パターン描画装置。

[請求項9] 光源からのビームをパターン情報に応じて強度変調しつつ、前記ビームを基板上に投射して主走査方向に走査することで、前記基板上にパターンを形成するパターン描画方法であって、

前記基板上に投射される前記ビームの走査軌跡が互いにずれるように配置された複数の走査ユニットの各々が、偏向部材を用いて前記光源からの前記ビームを前記主走査方向に走査することと、

前記光源からの前記ビームを前記複数の走査ユニットの各々に時分割で供給するために、前記光源からの前記ビームを偏向状態または非偏向状態に切り換えるとともに、前記複数の走査ユニットの各々によって走査される前記ビームの走査軌跡を前記主走査方向と交差した副走査方向にシフトさせることと、

を含む、パターン描画方法。

[請求項10] パターン情報に応じて変調された描画ビームを基板に投射して主走査方向に走査すると共に、前記基板と前記描画ビームとを前記主走査方向と交差した副走査方向に相対移動させることで、前記基板上にパターンを形成するパターン描画装置であって、

前記描画ビームを走査する走査部材を含む複数の走査ユニットを、前記描画ビームによる走査軌跡が互いにずれるように配置した走査装置と、

前記描画ビームを生成する光源装置からのビームを前記複数の走査ユニットの各々に選択的に供給するための複数の第1電子光学部材を含むビーム切換装置と、

前記主走査方向に走査される前記描画ビームの走査位置が前記副走査方向に変位するように、前記複数の走査ユニットの各々に入射する前記光源装置からの前記ビームを前記副走査方向に対応した向きに偏向させる第2電子光学部材を含むビーム偏向装置と、

を備える、パターン描画装置。

[請求項11]

請求項10に記載のパターン描画装置であって、

前記複数の第1電子光学部材の各々は、前記光源装置からの前記ビームに対して透過性を有し、電界または磁界によって偏光状態を切り換える結晶媒体で構成されると共に、前記光源装置からの前記ビームを順番に通すように配置される、パターン描画装置。

[請求項12]

請求項11に記載のパターン描画装置であって、

前記ビーム切換装置は、前記第1電子光学部材を通った前記ビームを偏光状態に応じて透過または反射させる偏光ビームスプリッタを、前記複数の第1電子光学部材の各々に対応して備える、パターン描画装置。

[請求項13]

請求項12に記載のパターン描画装置であって、

前記第2電子光学部材は、駆動信号の周波数に応じて回折角を変えて前記光源装置からの前記ビームの偏向角を変える音響光学変調素子、または印加する電界強度に応じて屈折率を変えて前記光源装置からの前記ビームの偏向角を変える電気光学素子で構成される、パターン描画装置。

[請求項14]

請求項10に記載のパターン描画装置であって、

前記第1電子光学部材と前記第2電子光学部材の各々を、駆動信号の周波数に応じて回折角を変えて前記光源装置からの前記ビームの偏向角を変える音響光学変調素子とする、パターン描画装置。

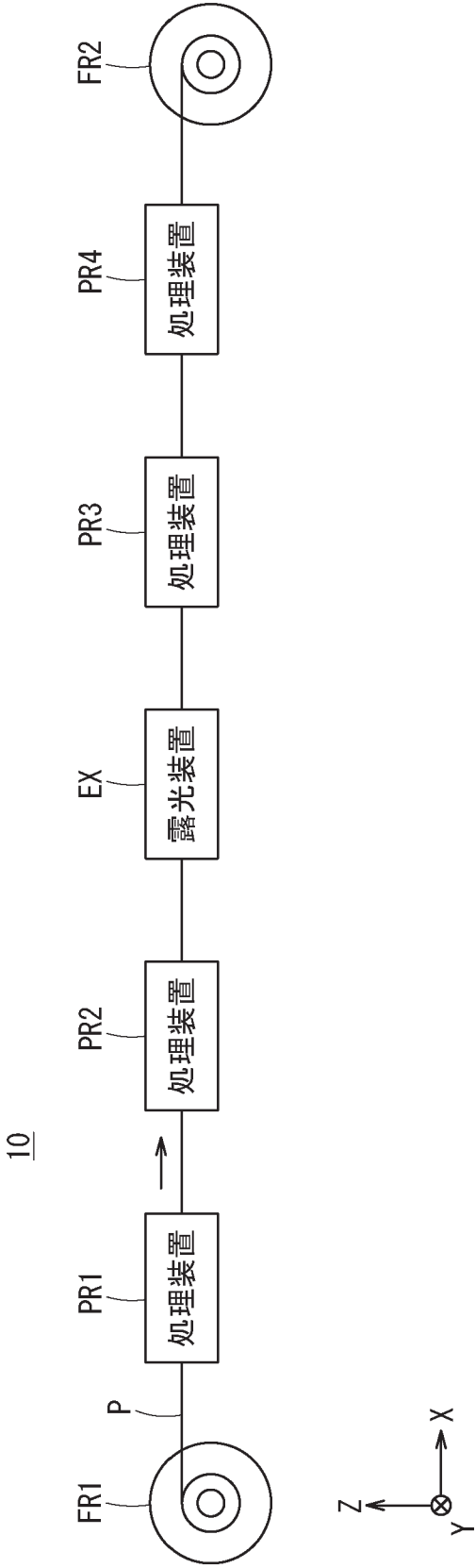
[請求項15]

請求項14に記載のパターン描画装置であって、

前記第1電子光学部材としての前記音響光学変調素子を、前記第2電子光学部材として兼用する、パターン描画装置。

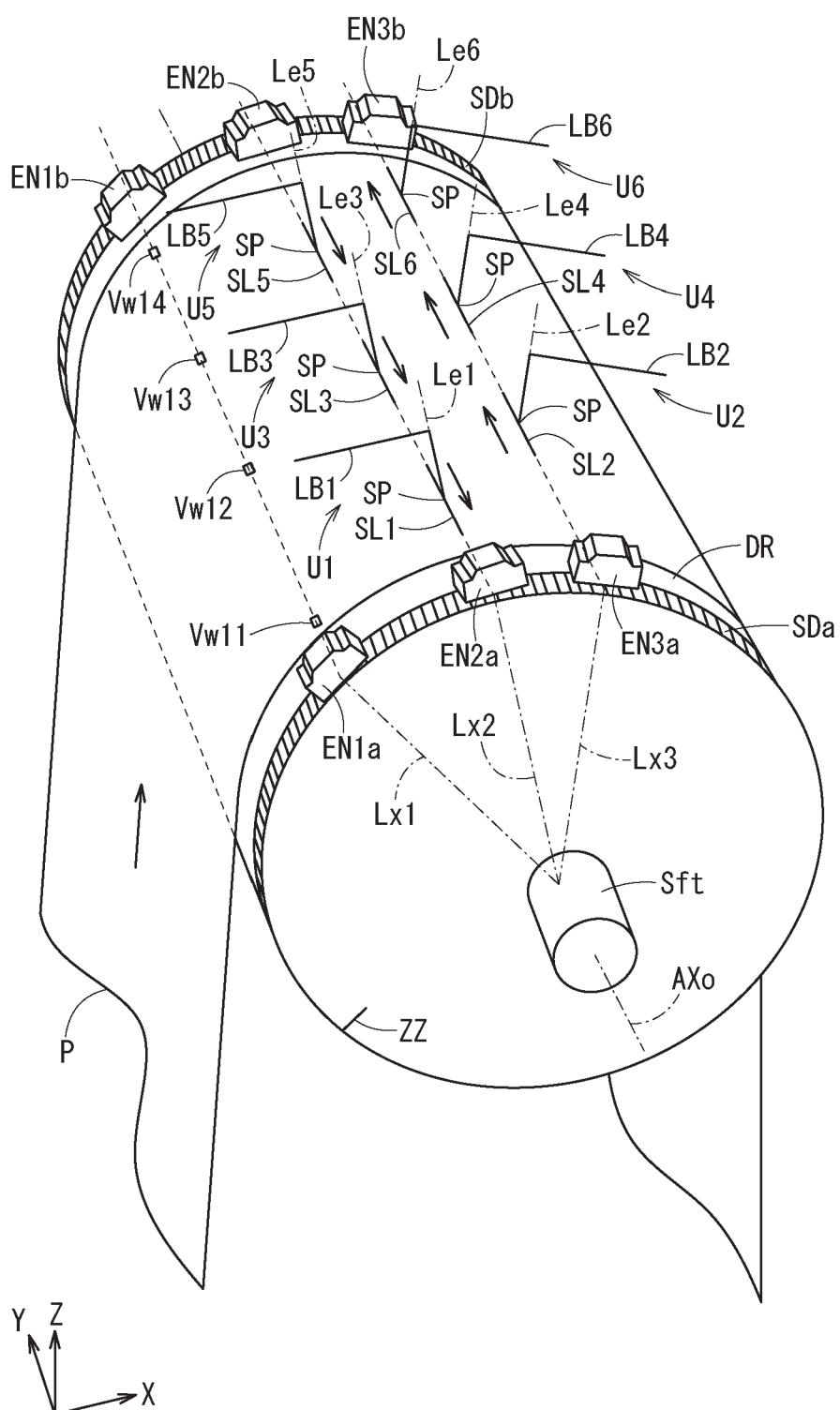
[図1]

FIG. 1



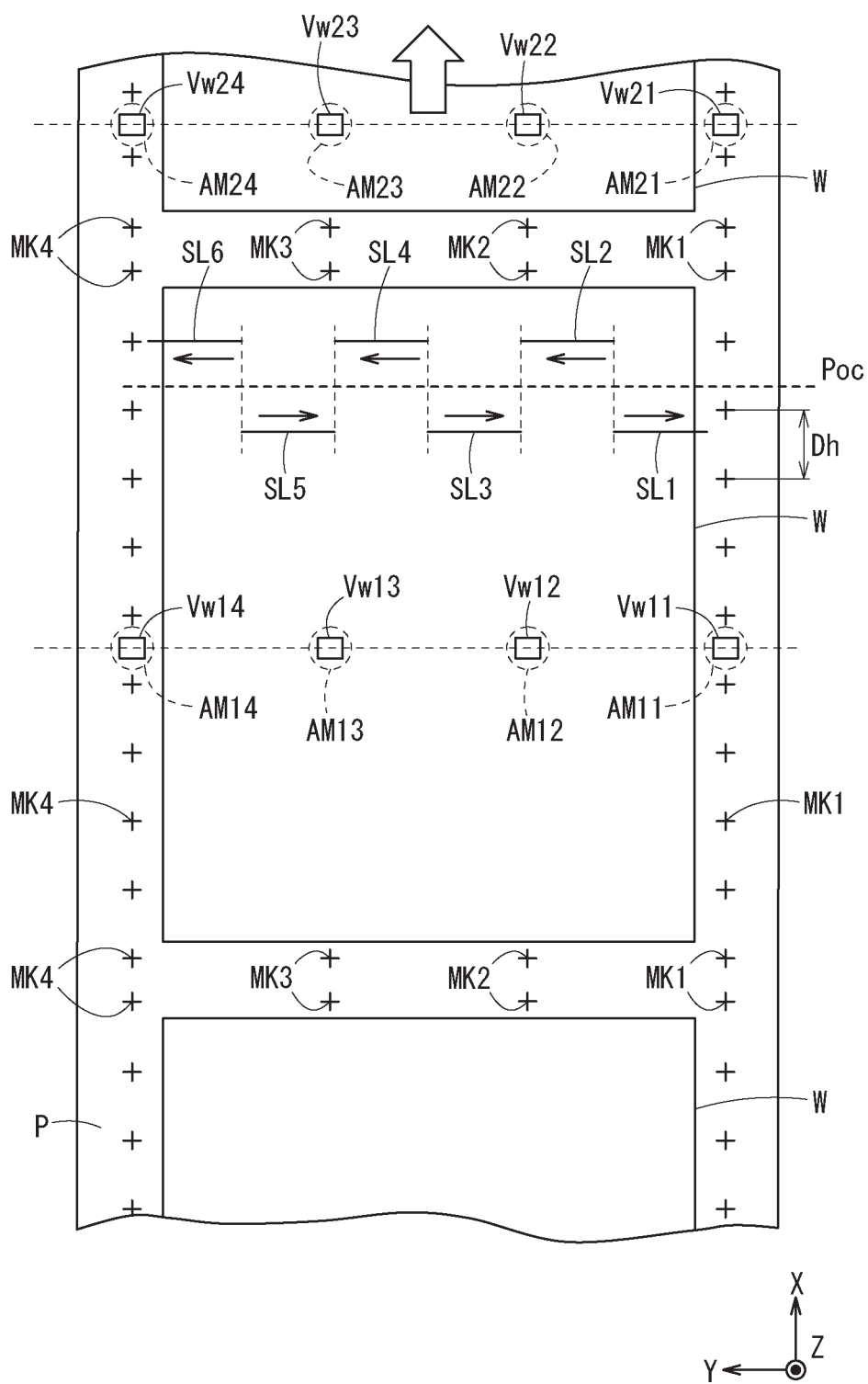
[図3]

FIG. 3

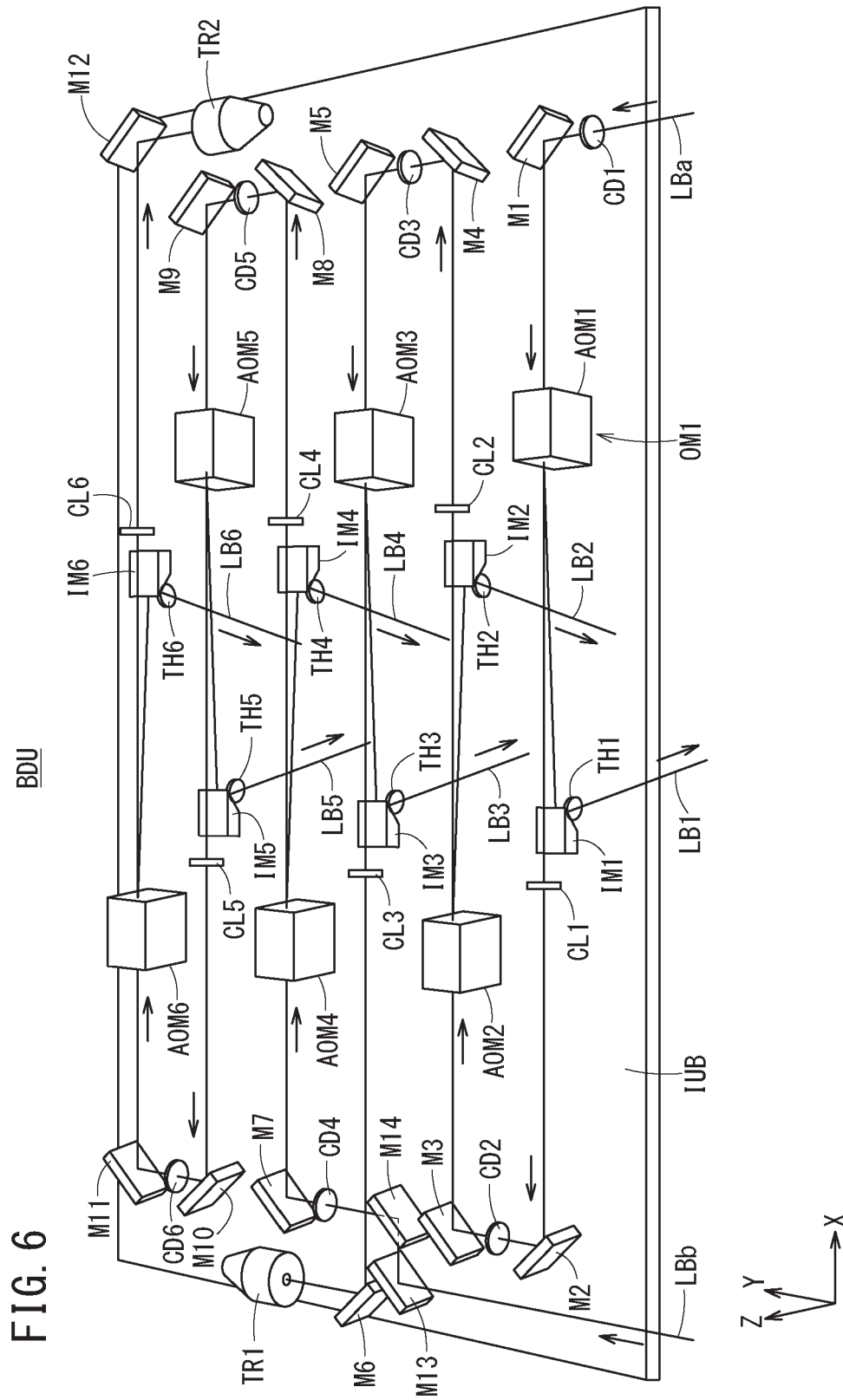


[図4]

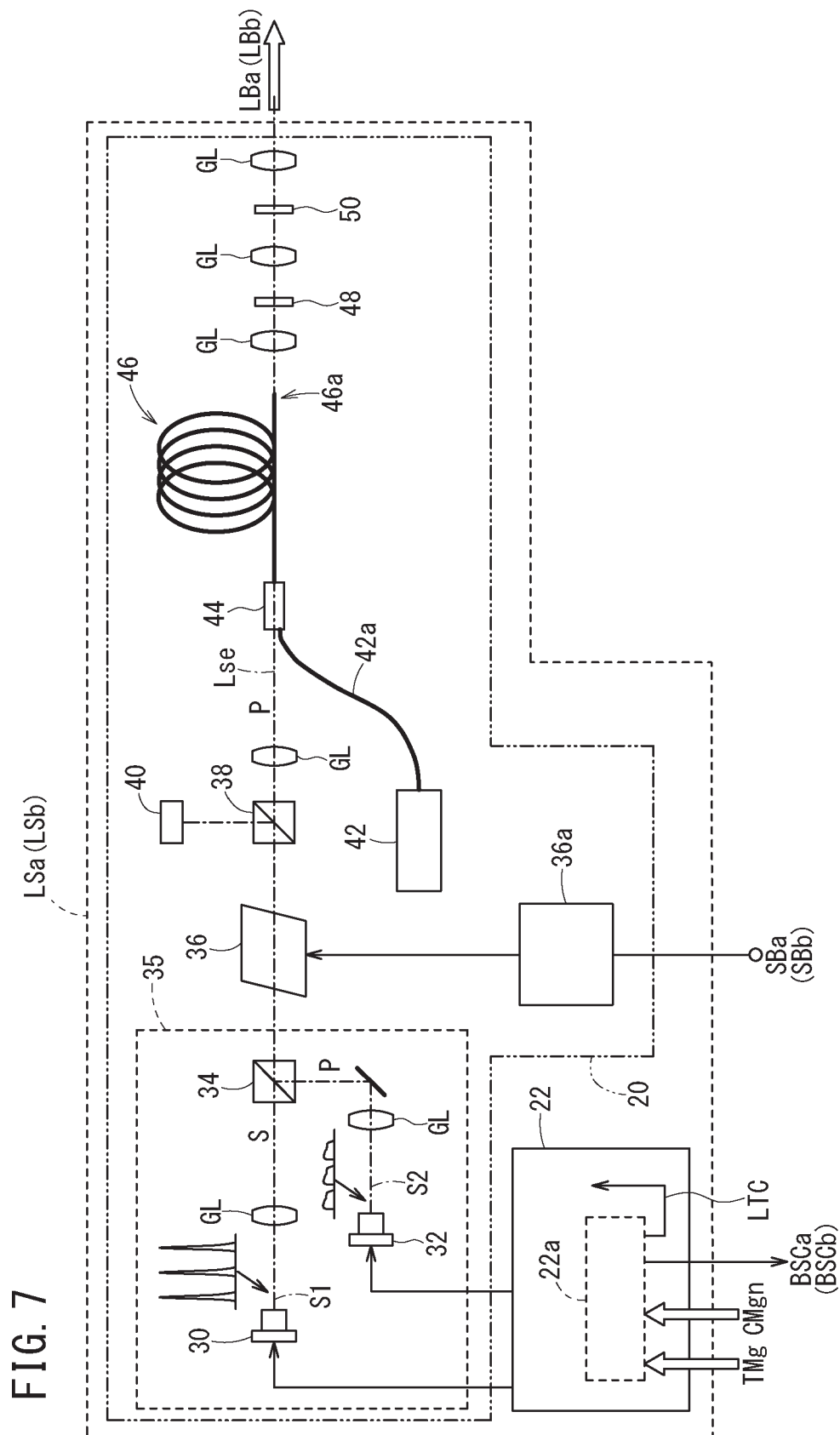
FIG. 4



[図6]

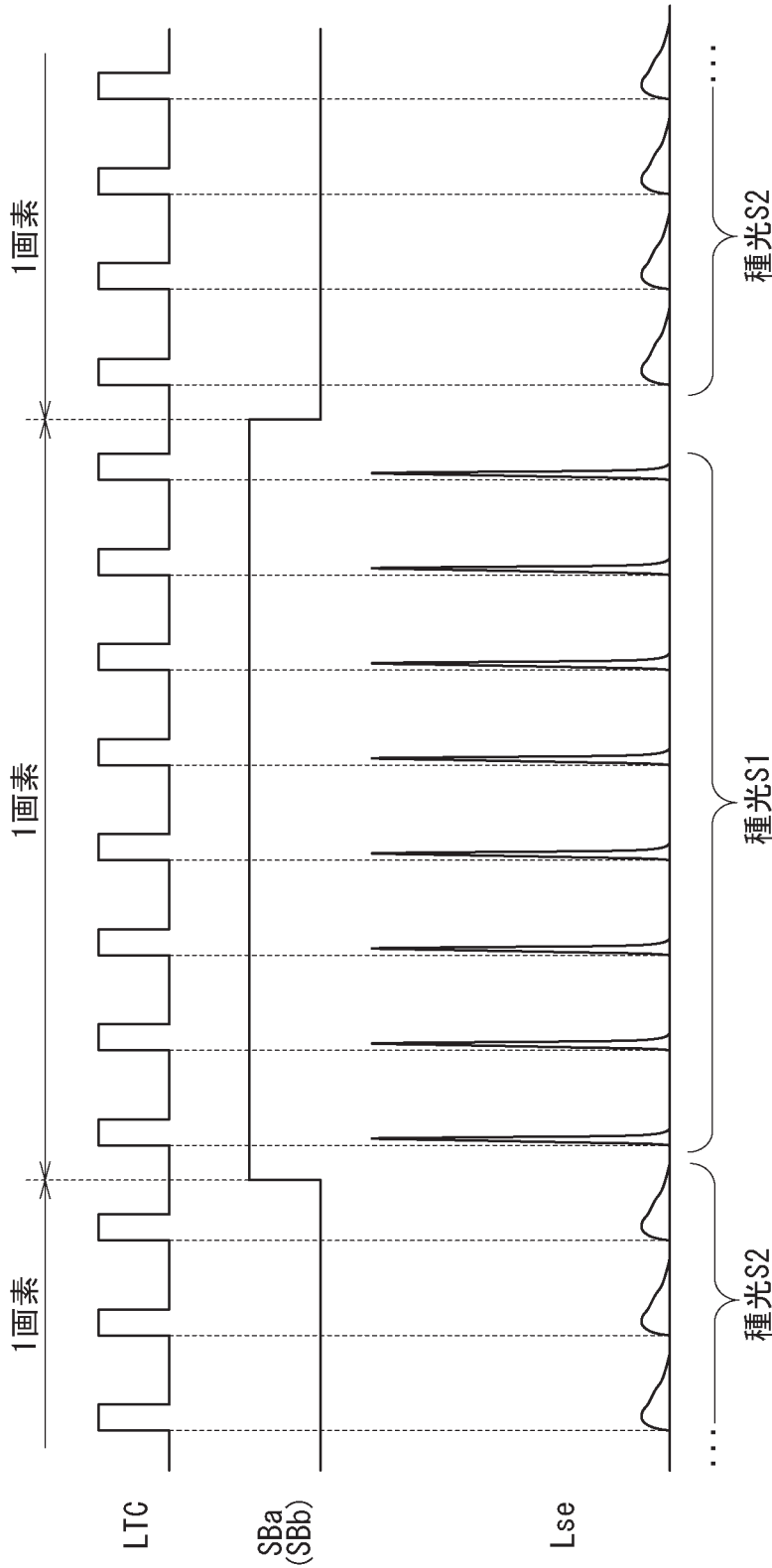


[図7]



[図8]

FIG. 8



[図9]

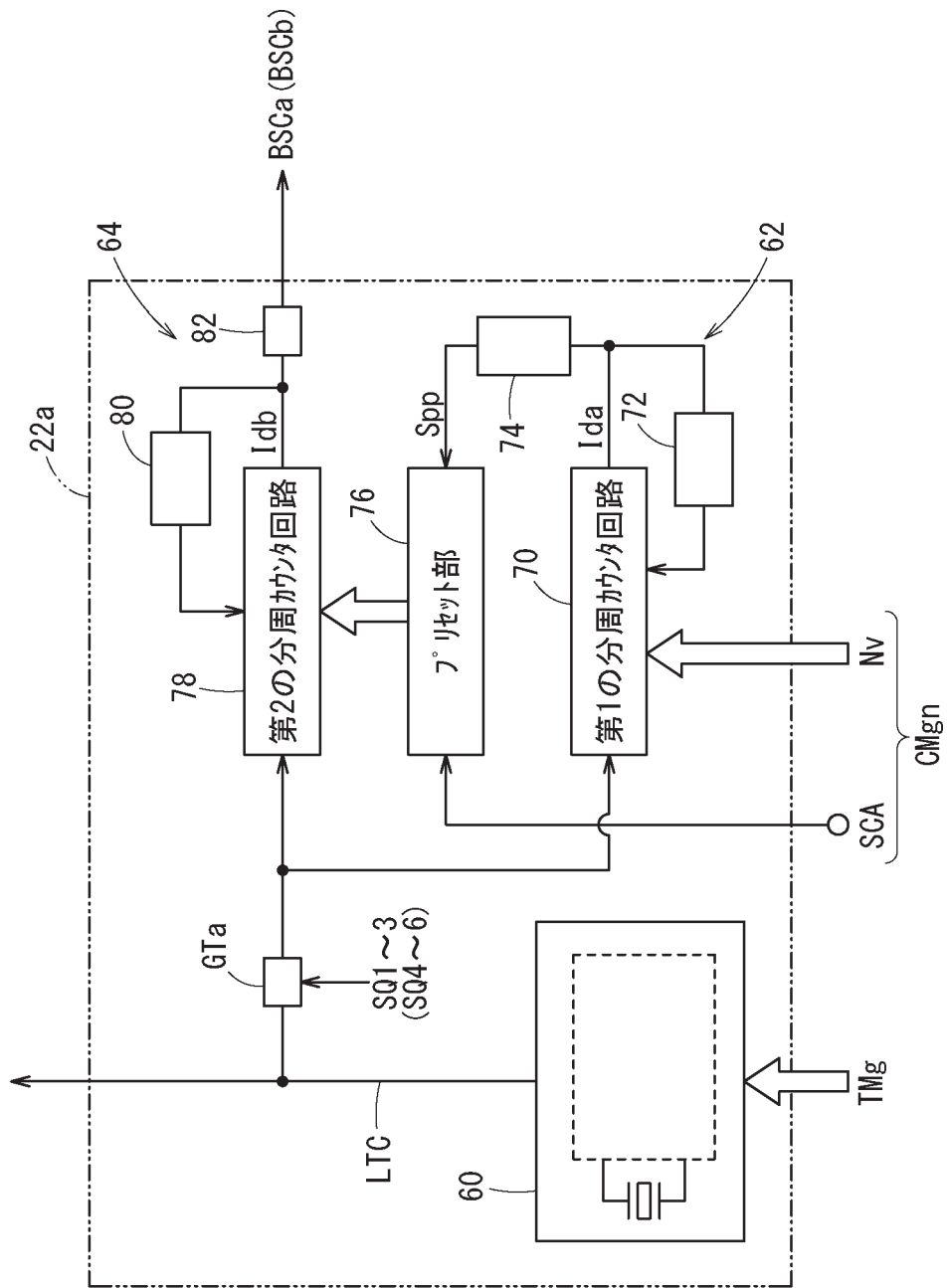


FIG. 9

[図10]

FIG. 10

		Spp	
		0	1
POL	0	7	6
	1	7	8

[図11]

FIG. 11

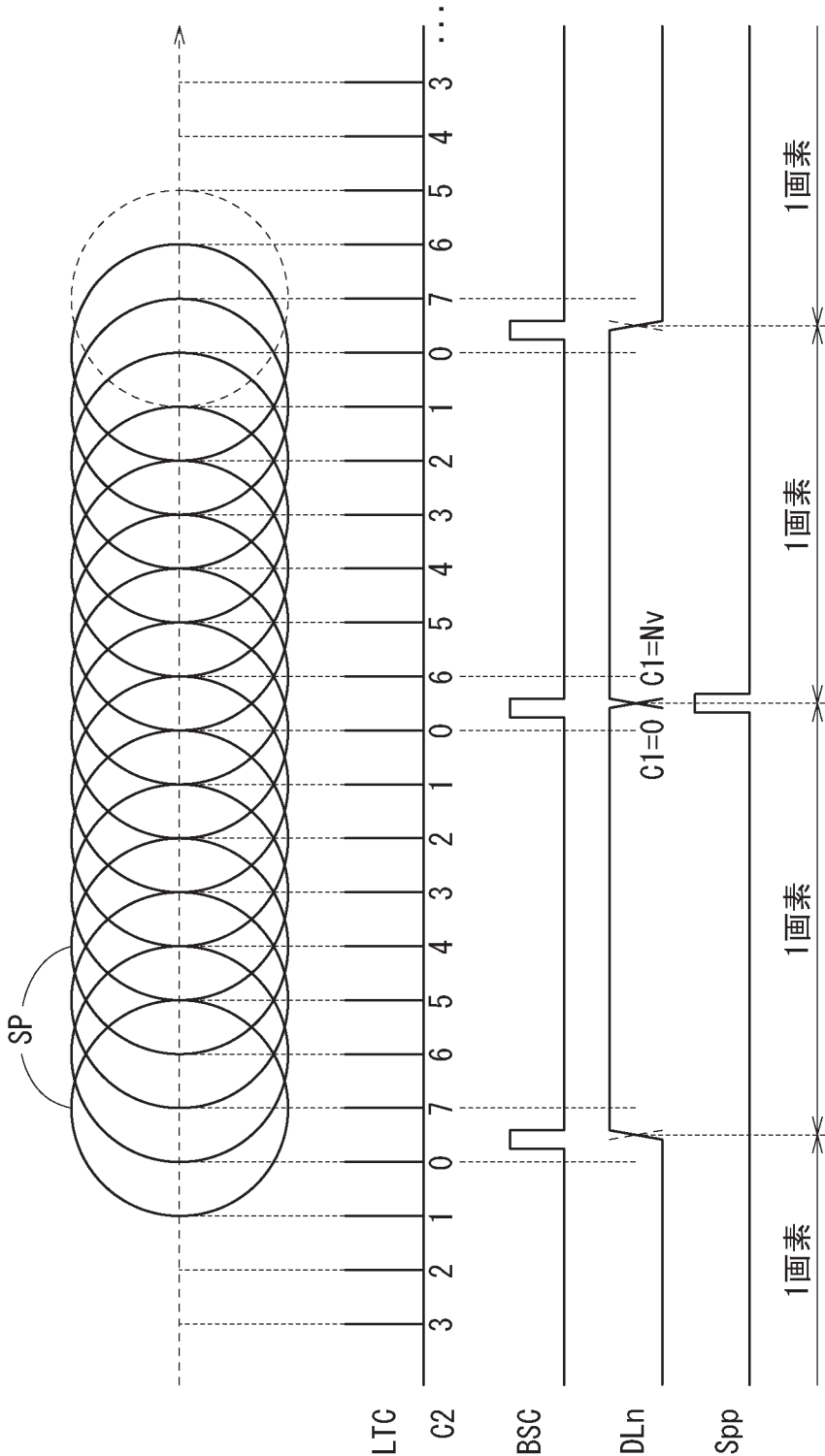
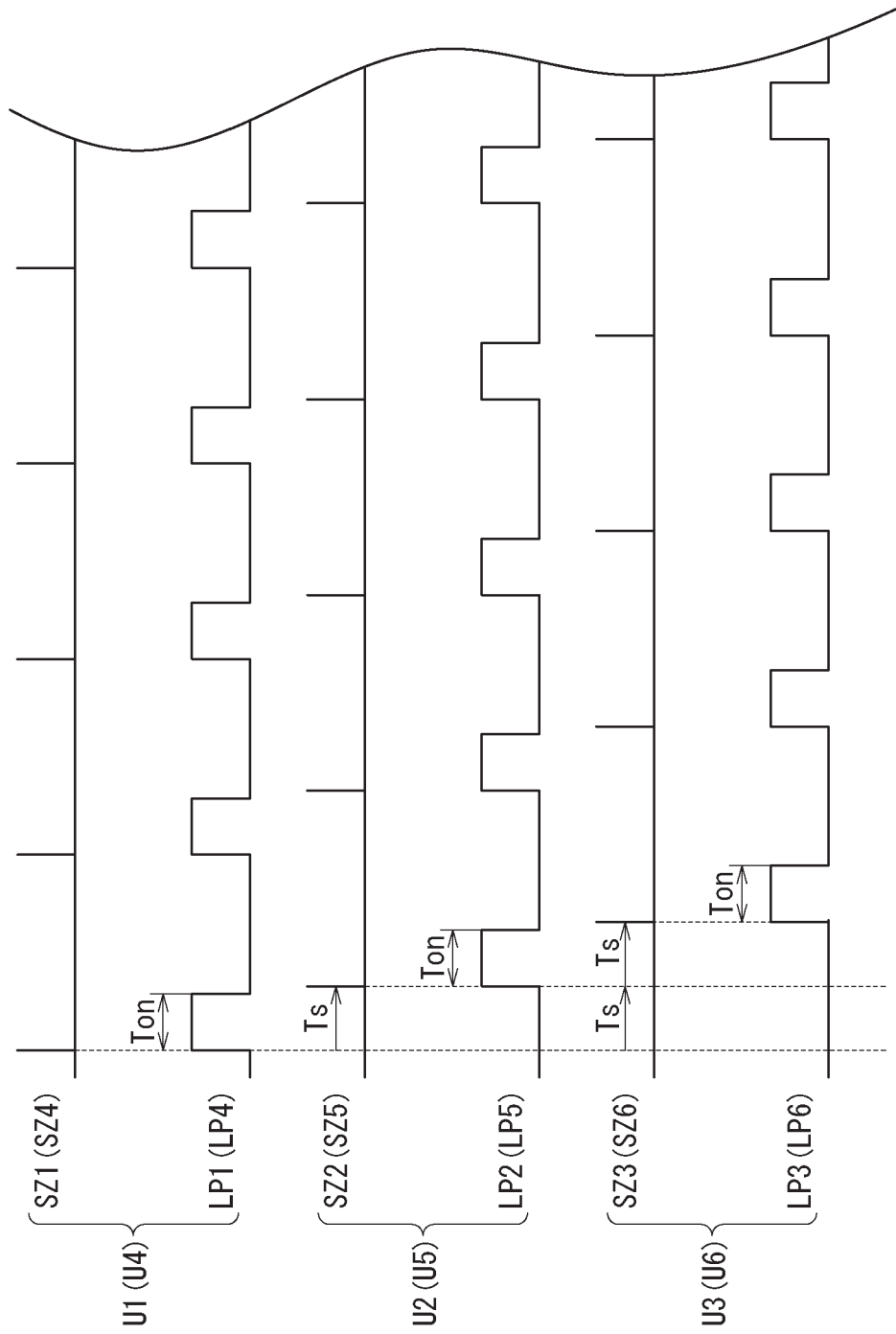
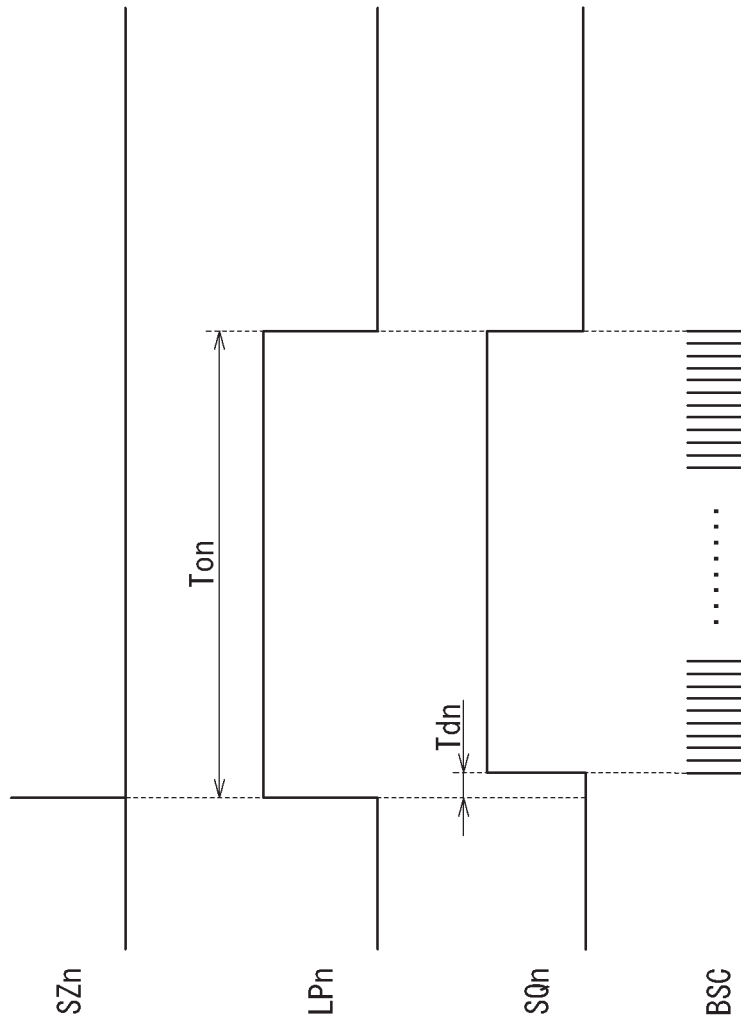


FIG. 13



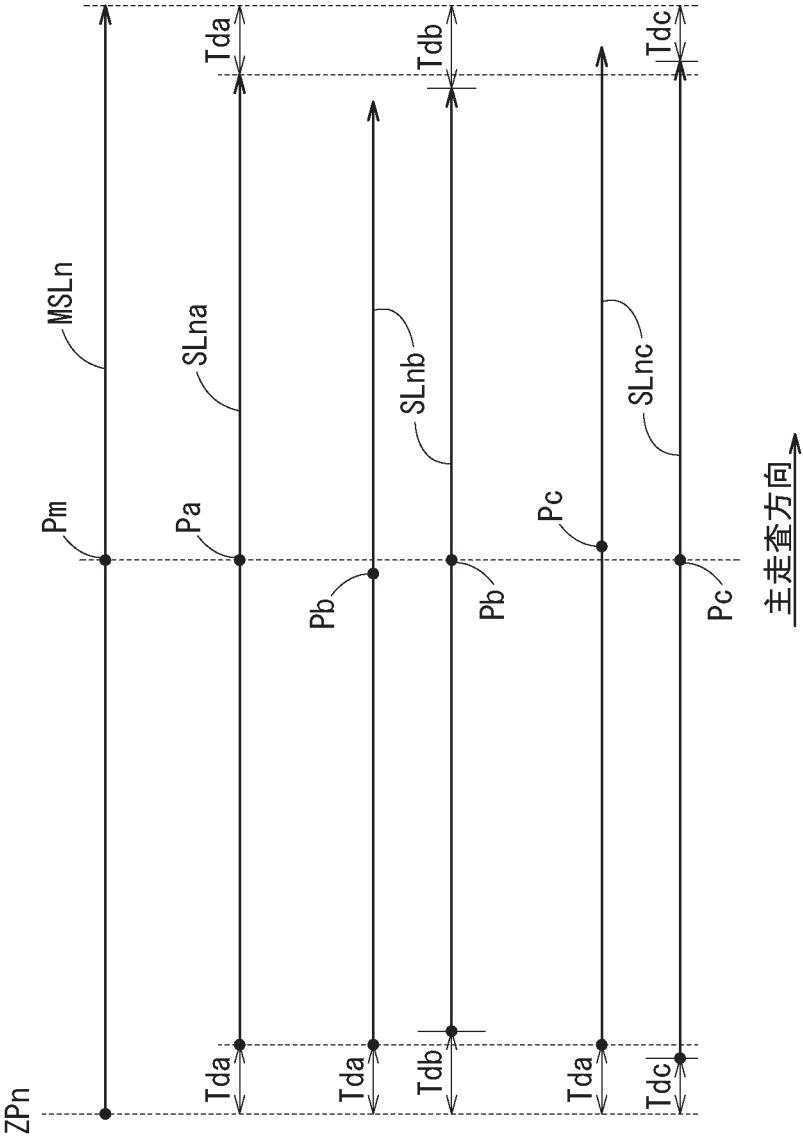
[図15]

FIG. 15

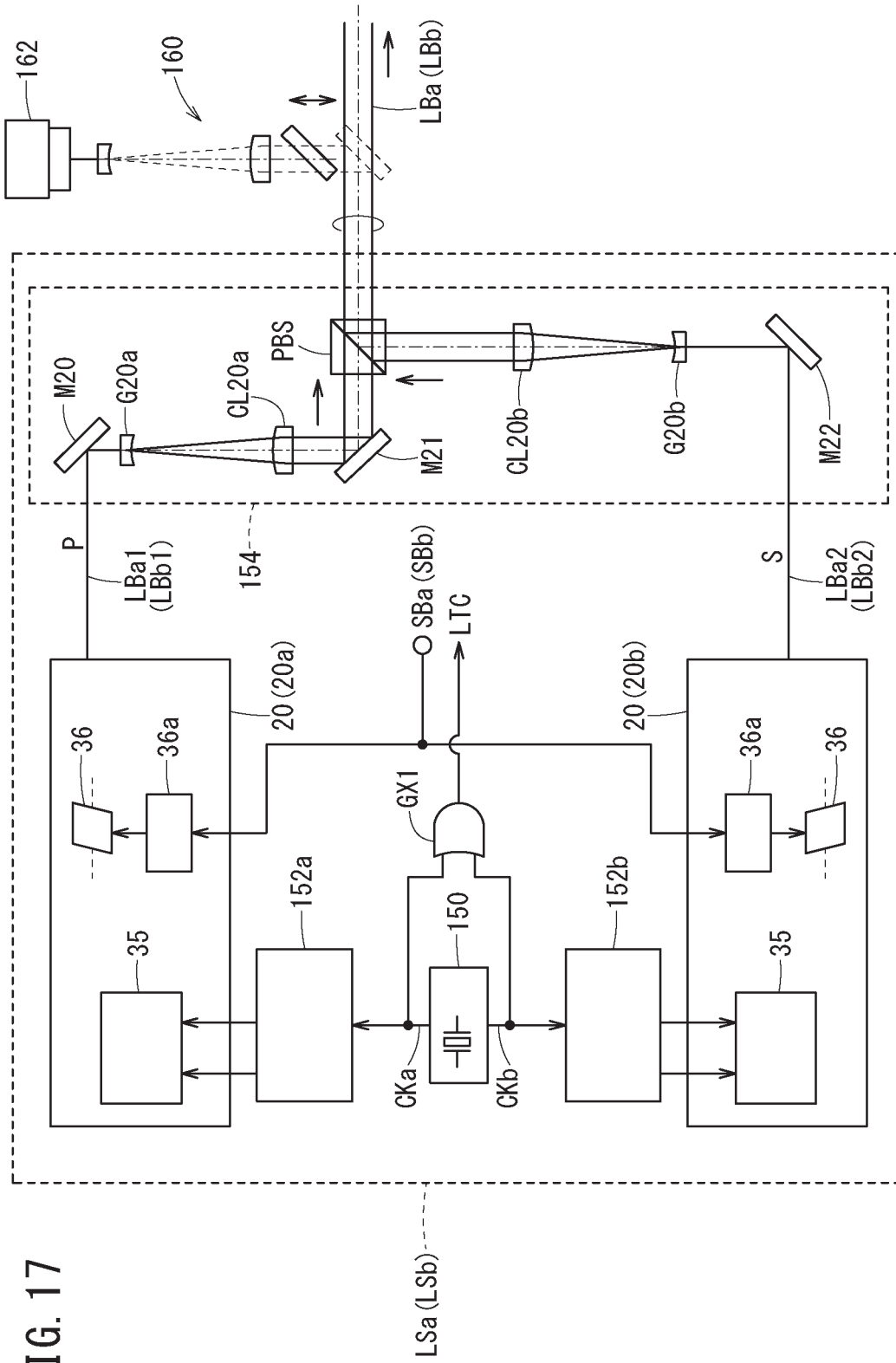


[図16]

FIG. 16

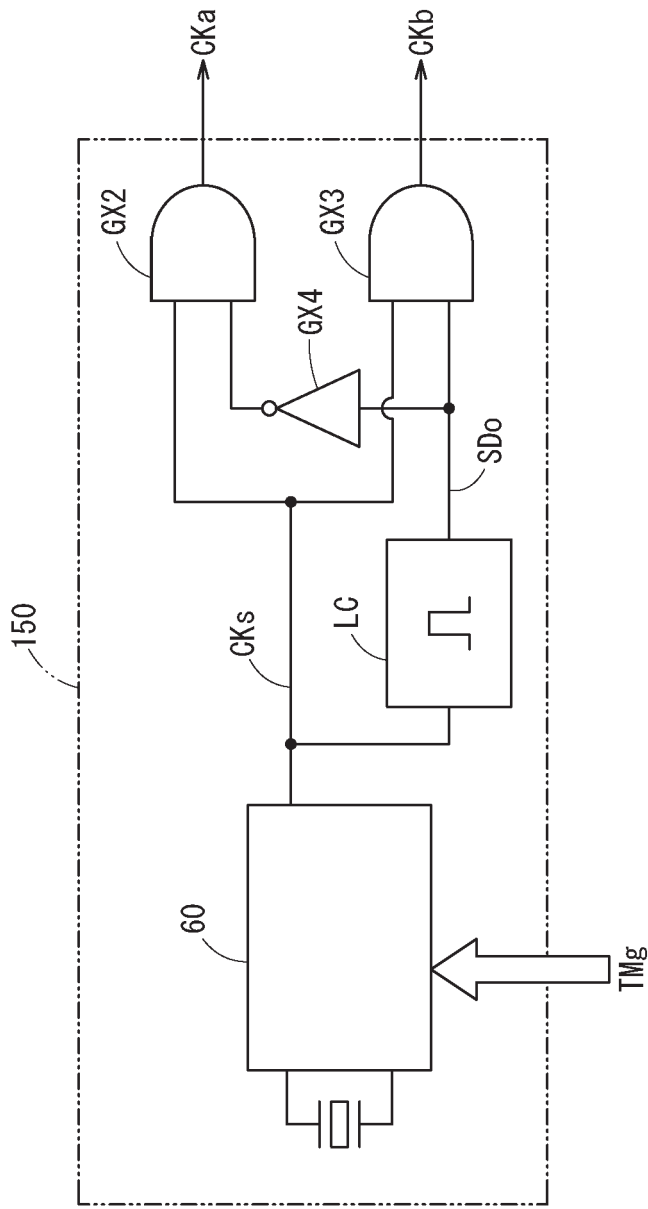


[図17]



[図18]

FIG. 18



[図19]

FIG. 19

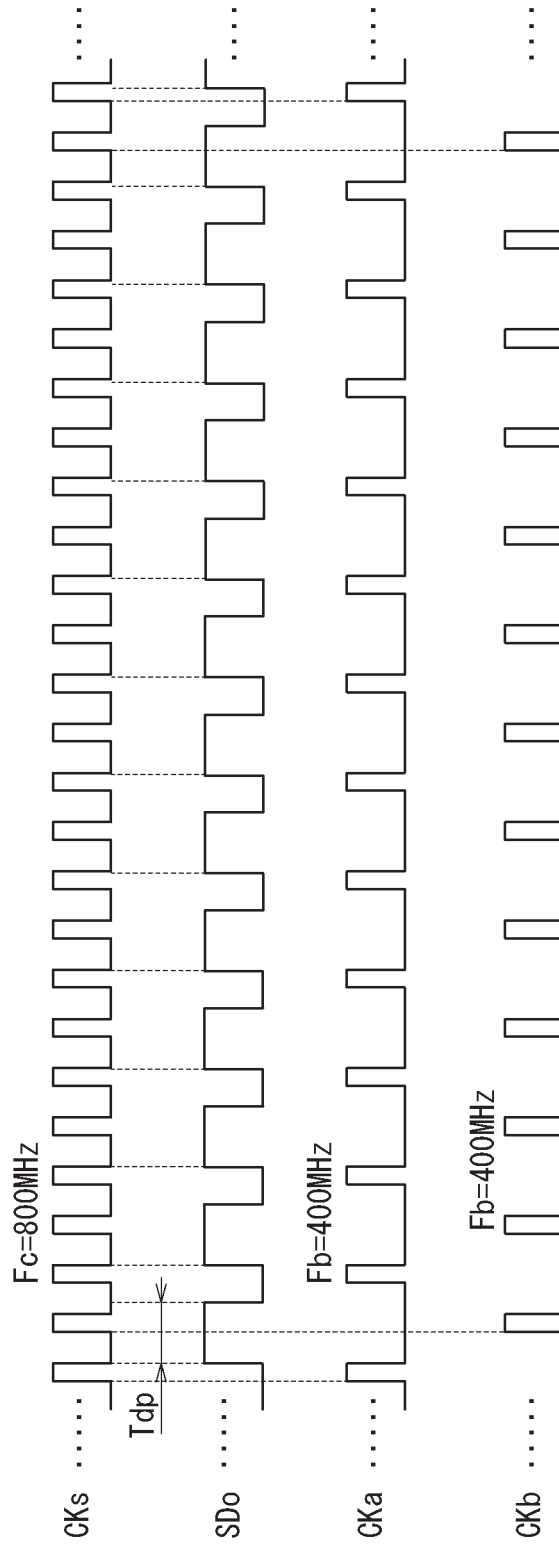
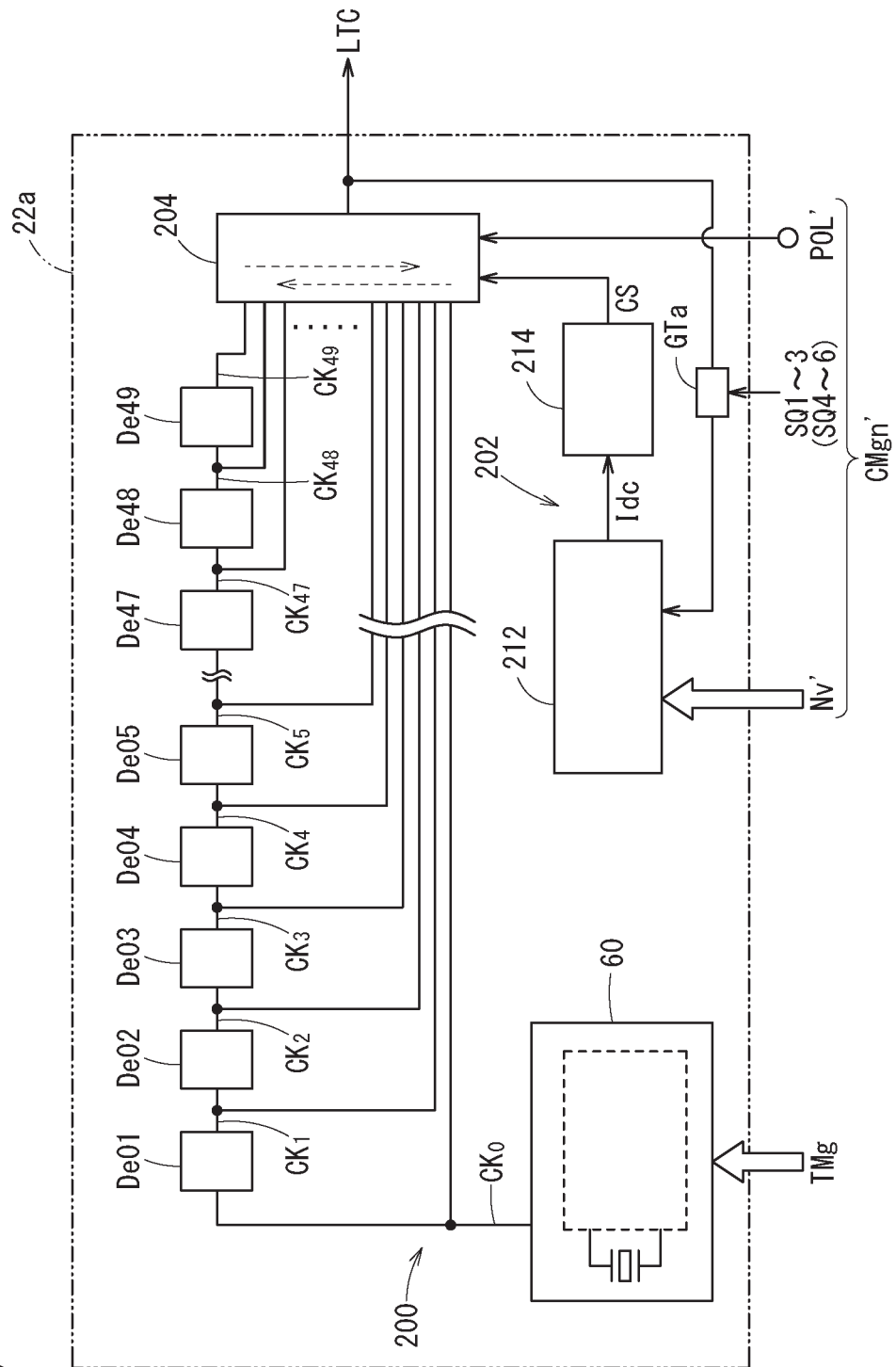


FIG. 20



[図21]

FIG. 21A

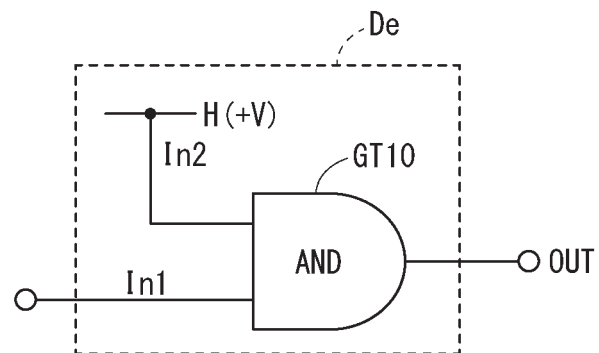
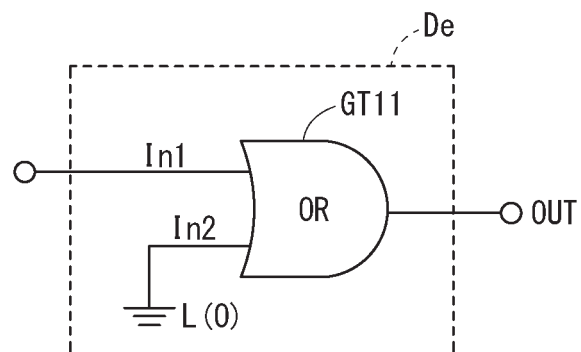


FIG. 21B



[図22]

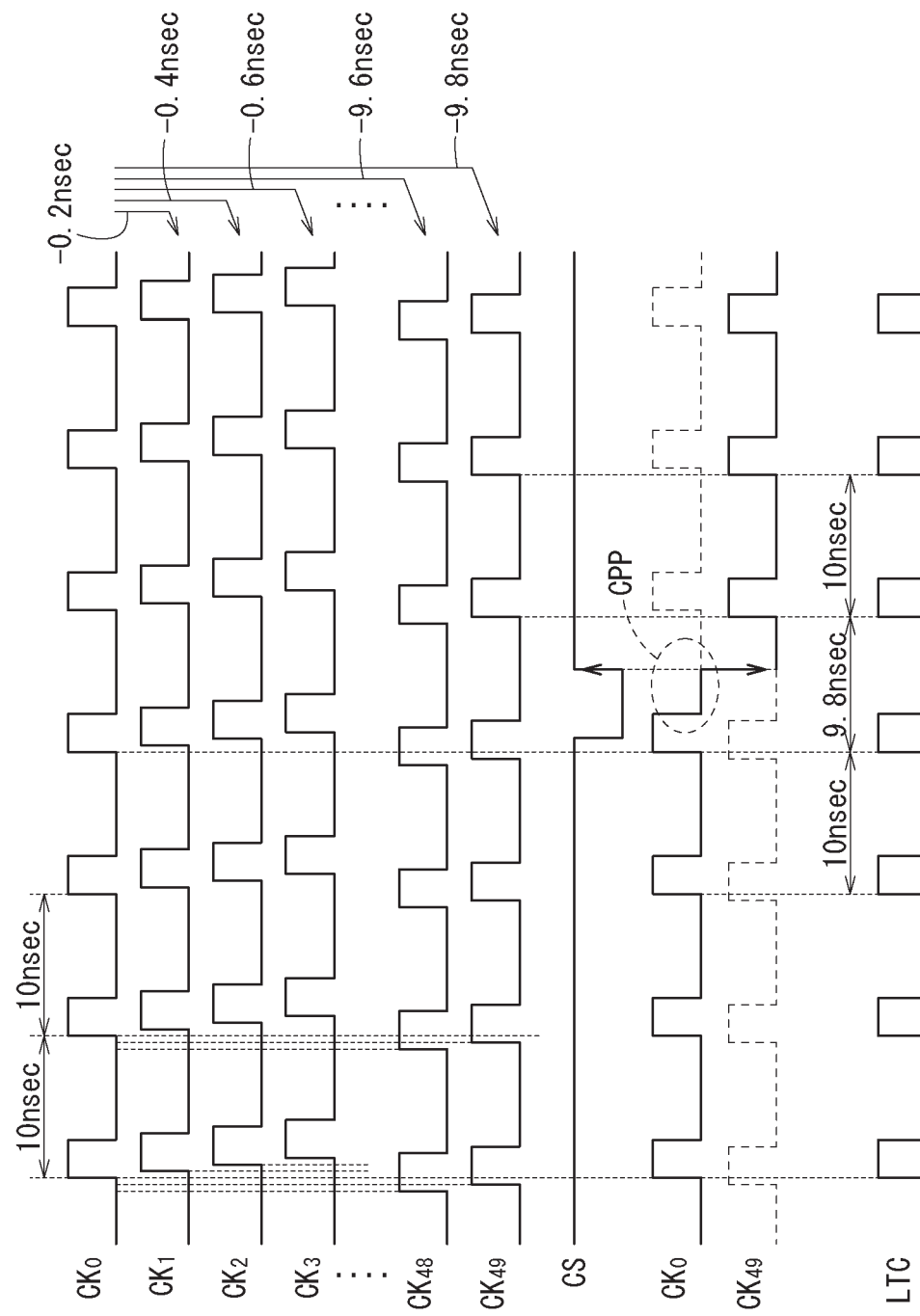


FIG. 22

[図23]

FIG. 23A

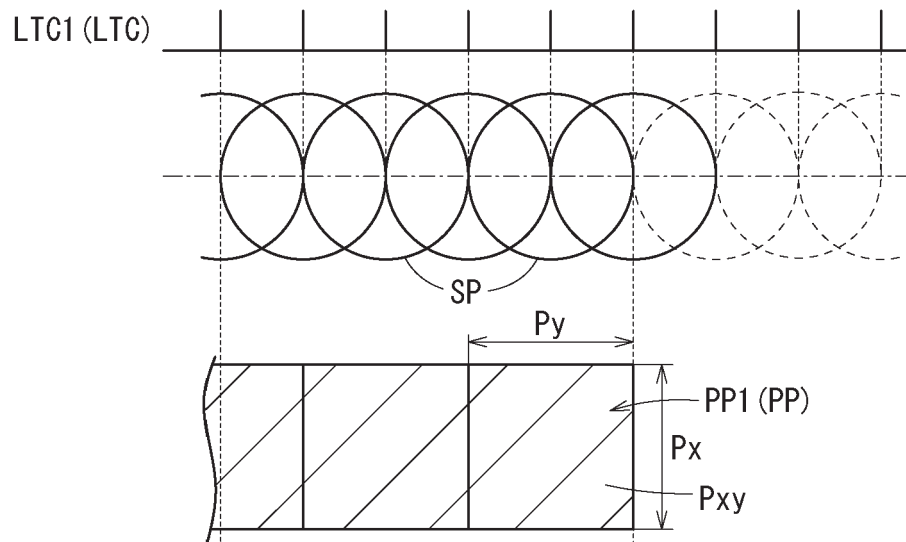
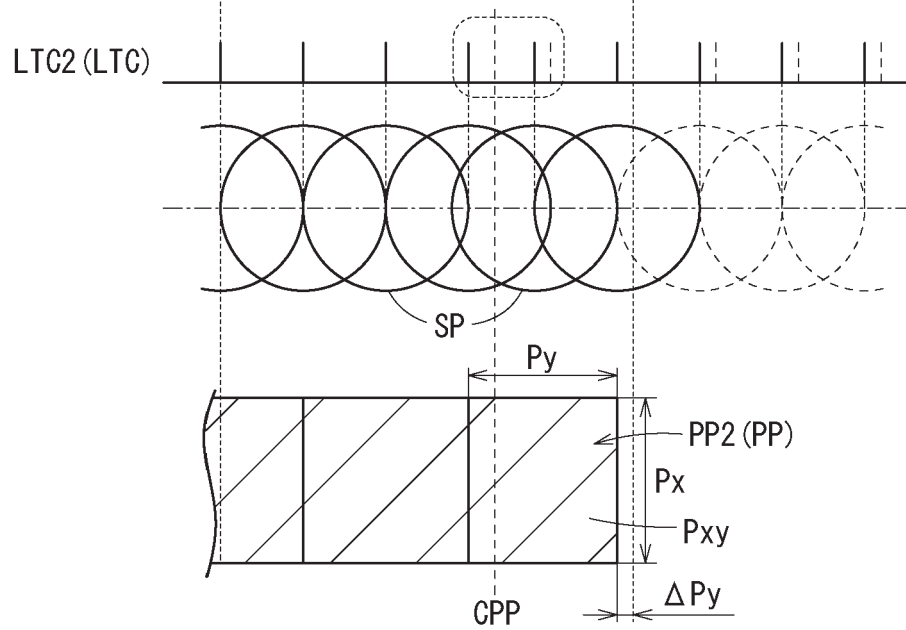
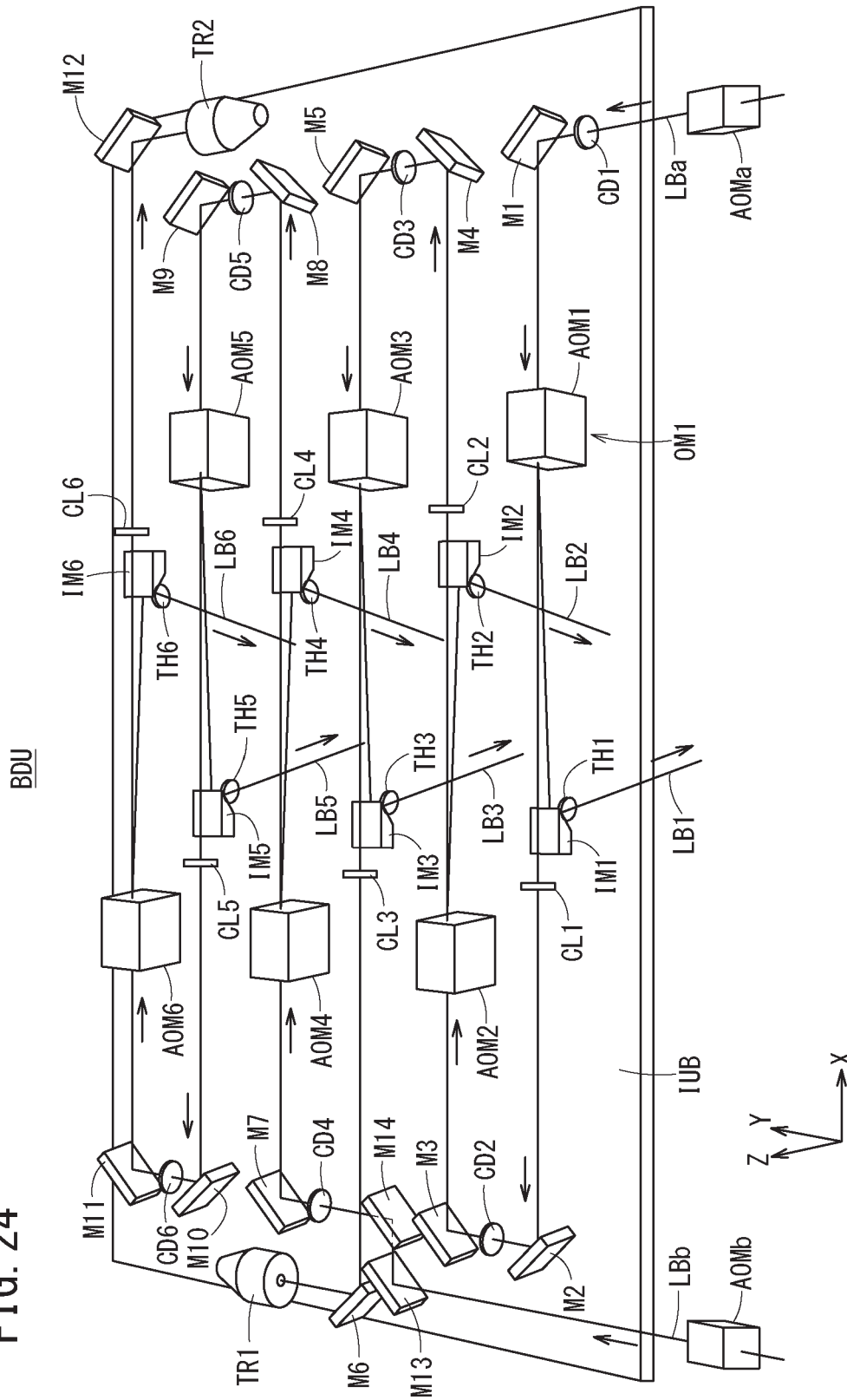


FIG. 23B

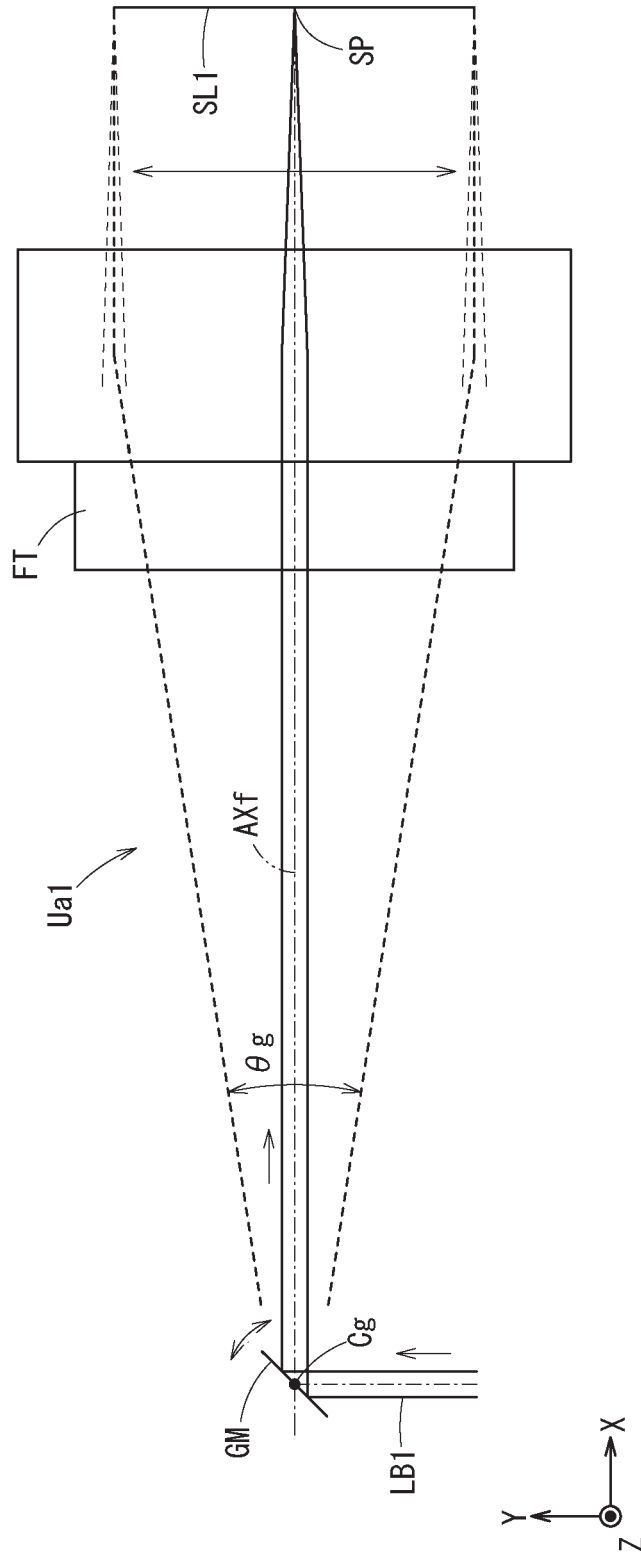


[図24]

FIG. 24

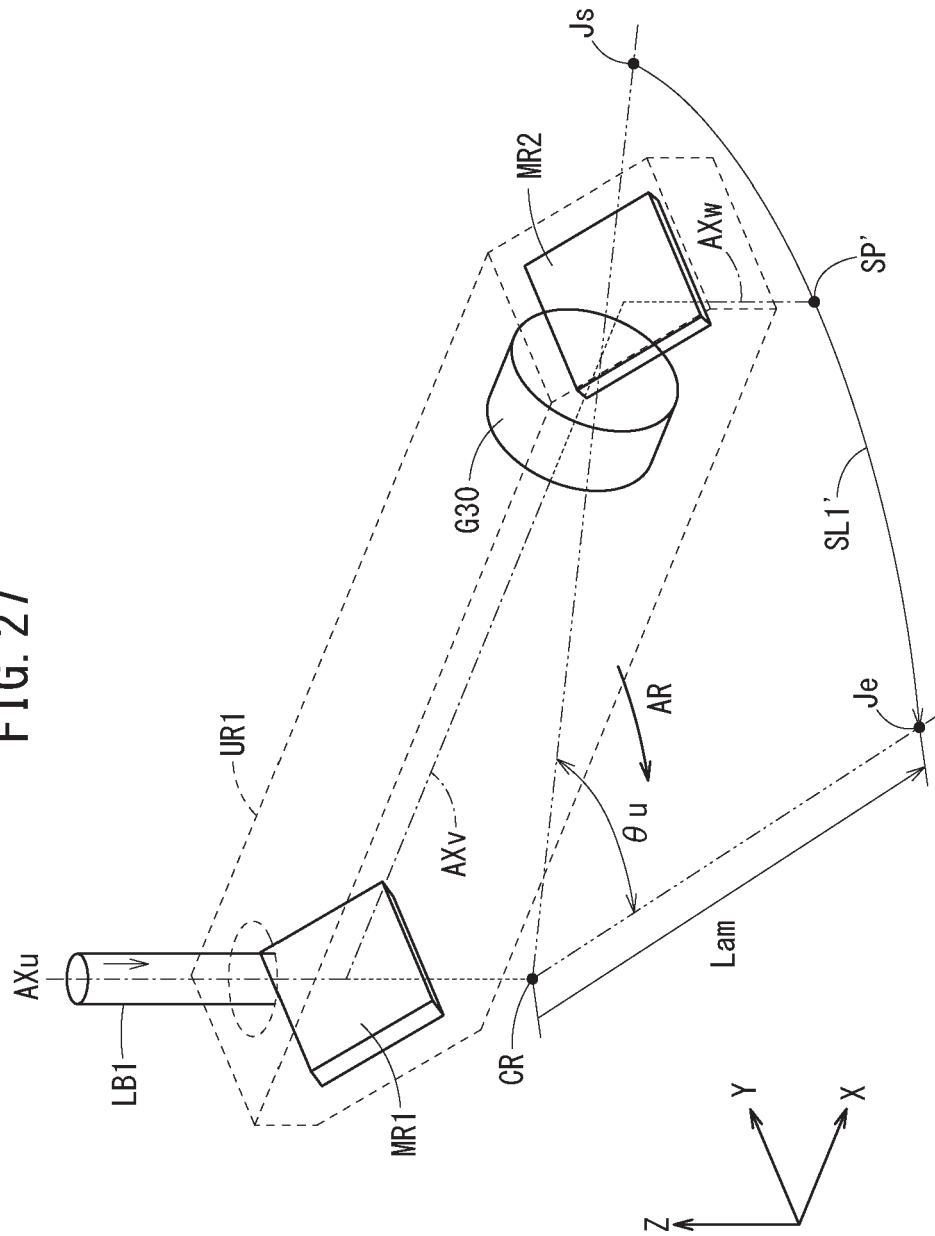


[図26]



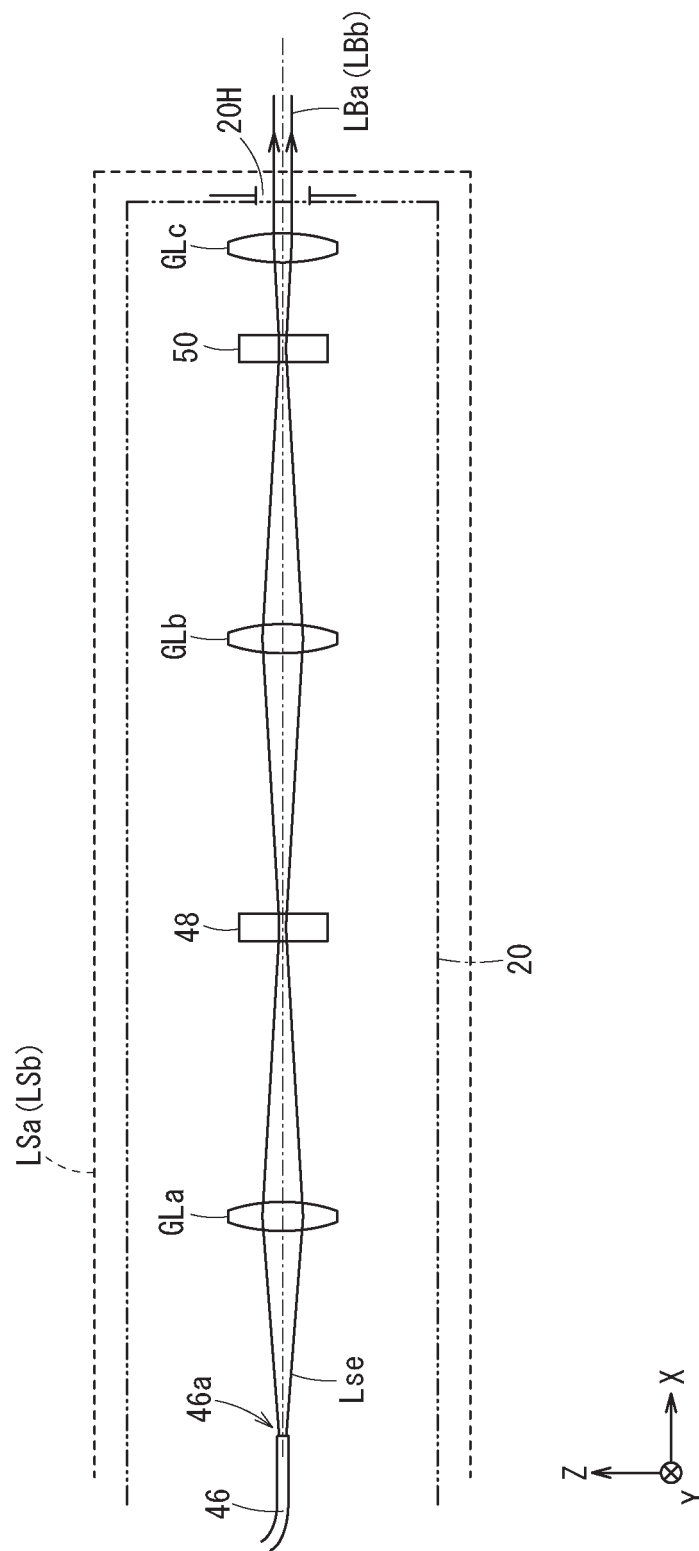
[図27]

FIG. 27



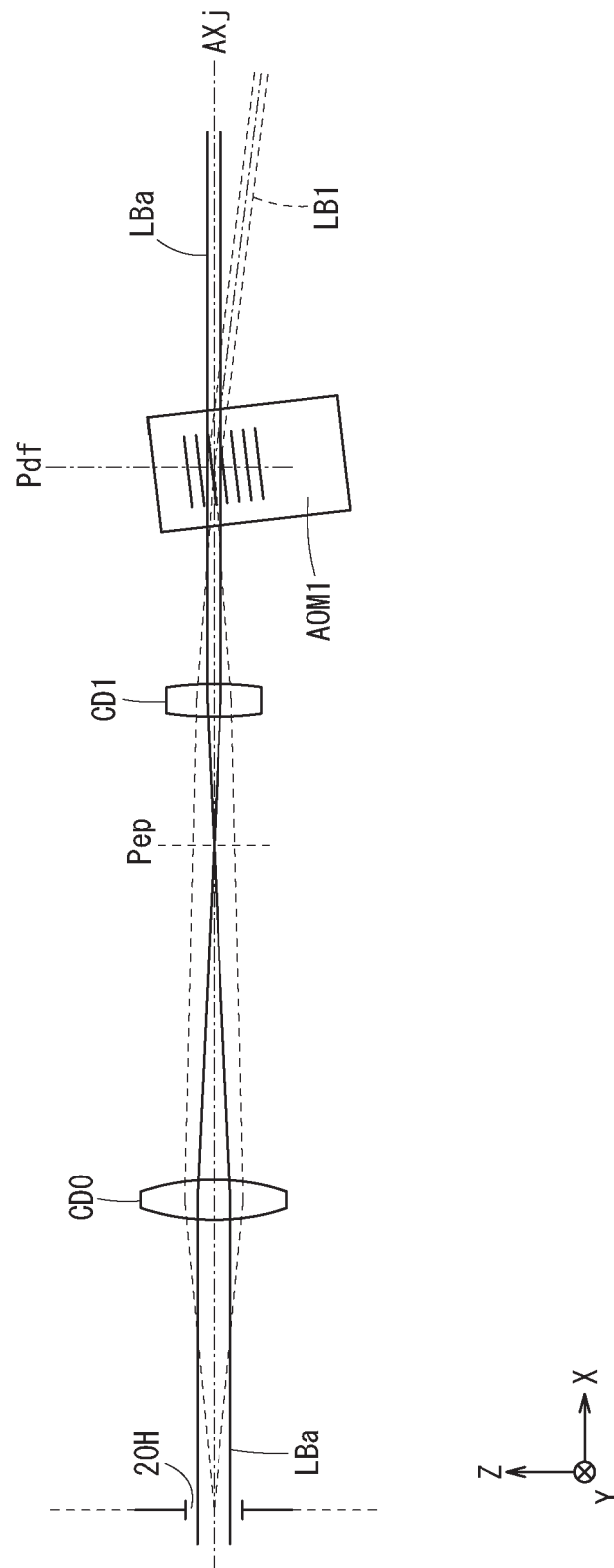
[図28]

FIG. 28

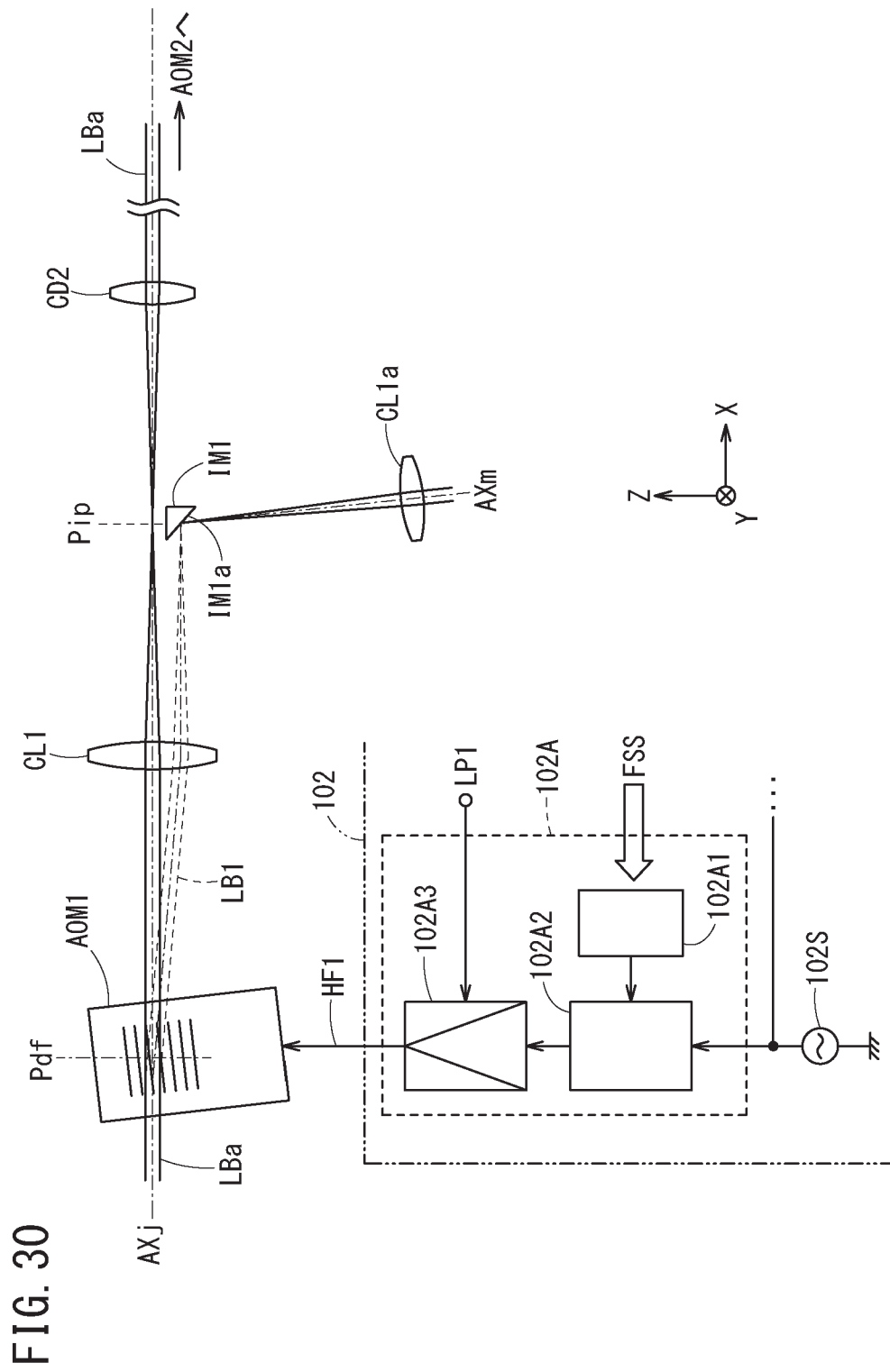


[図29]

FIG. 29

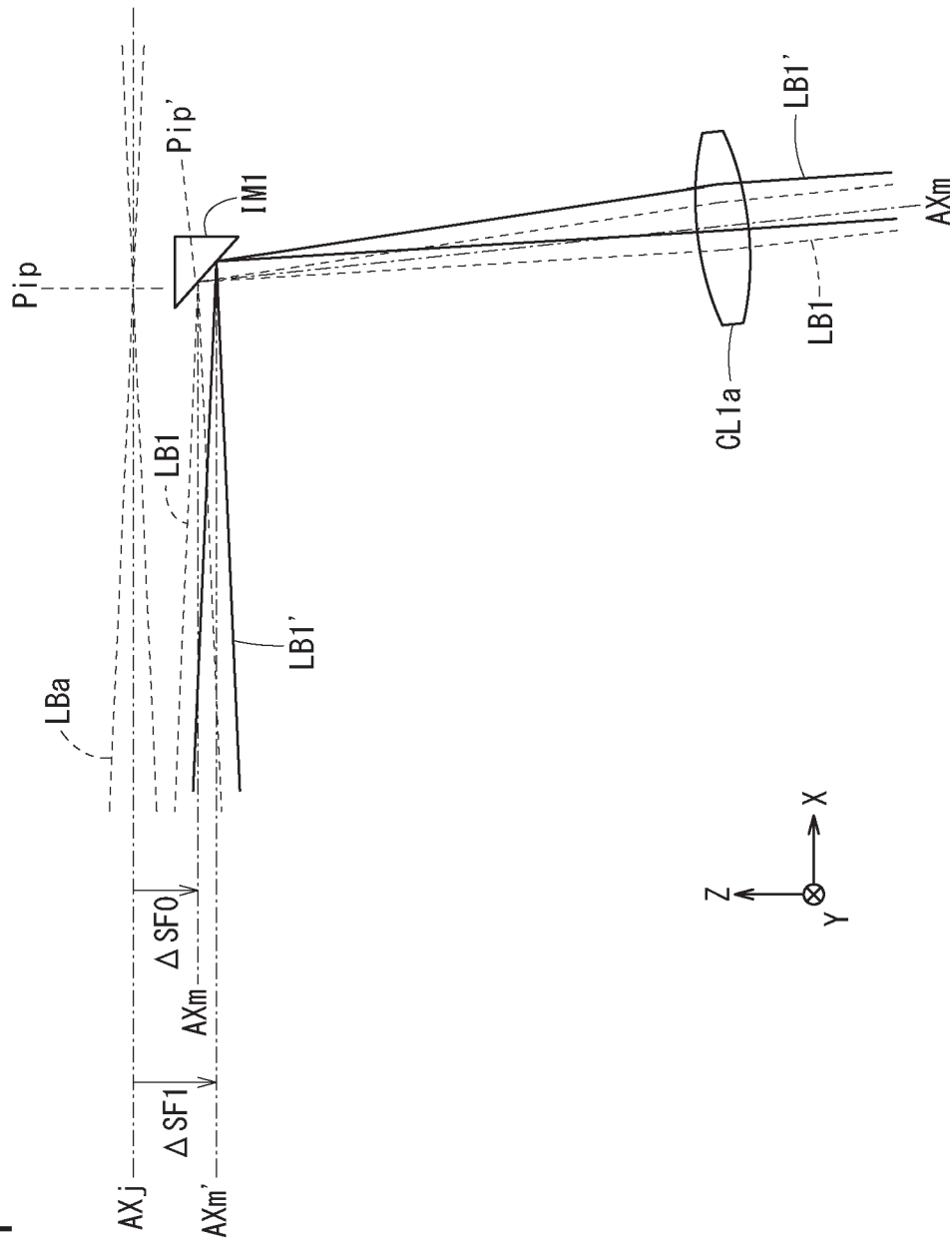


[図30]



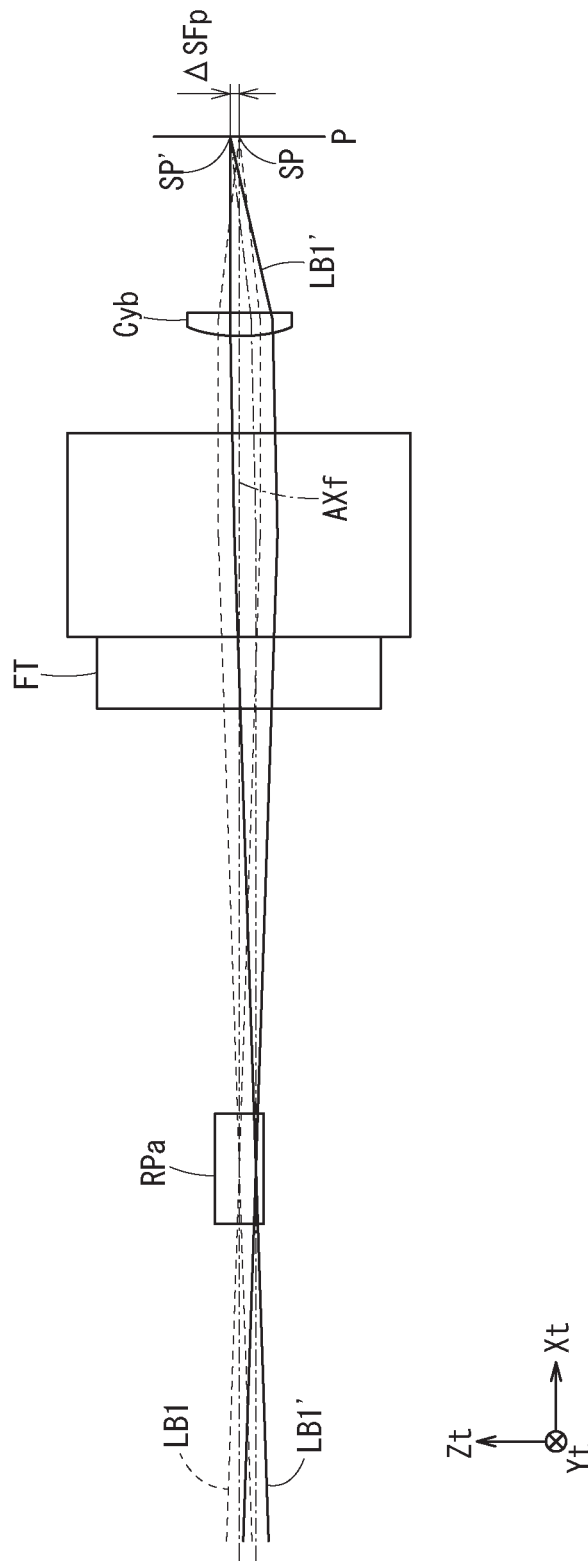
[図31]

FIG. 31

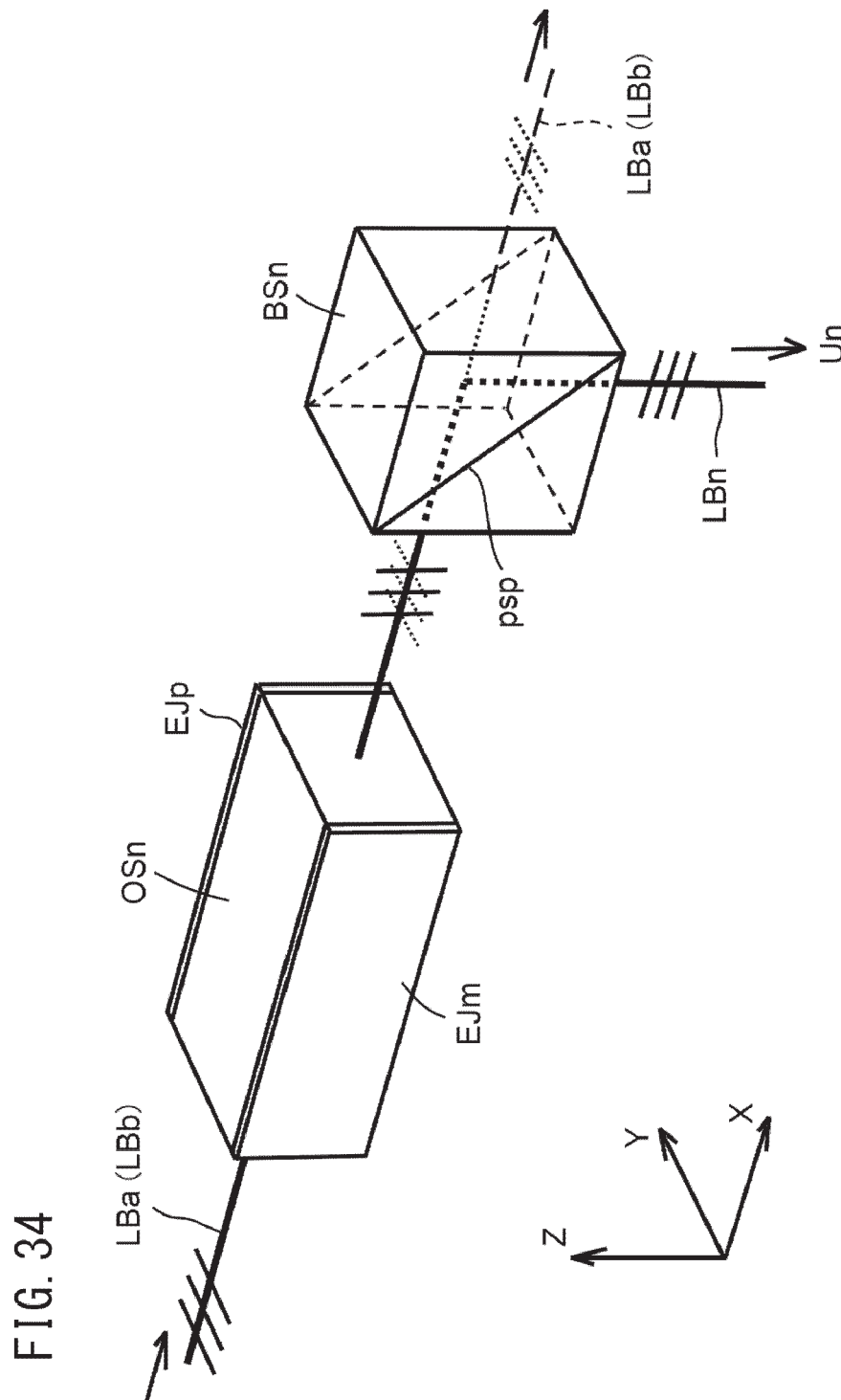


[図32]

FIG. 32

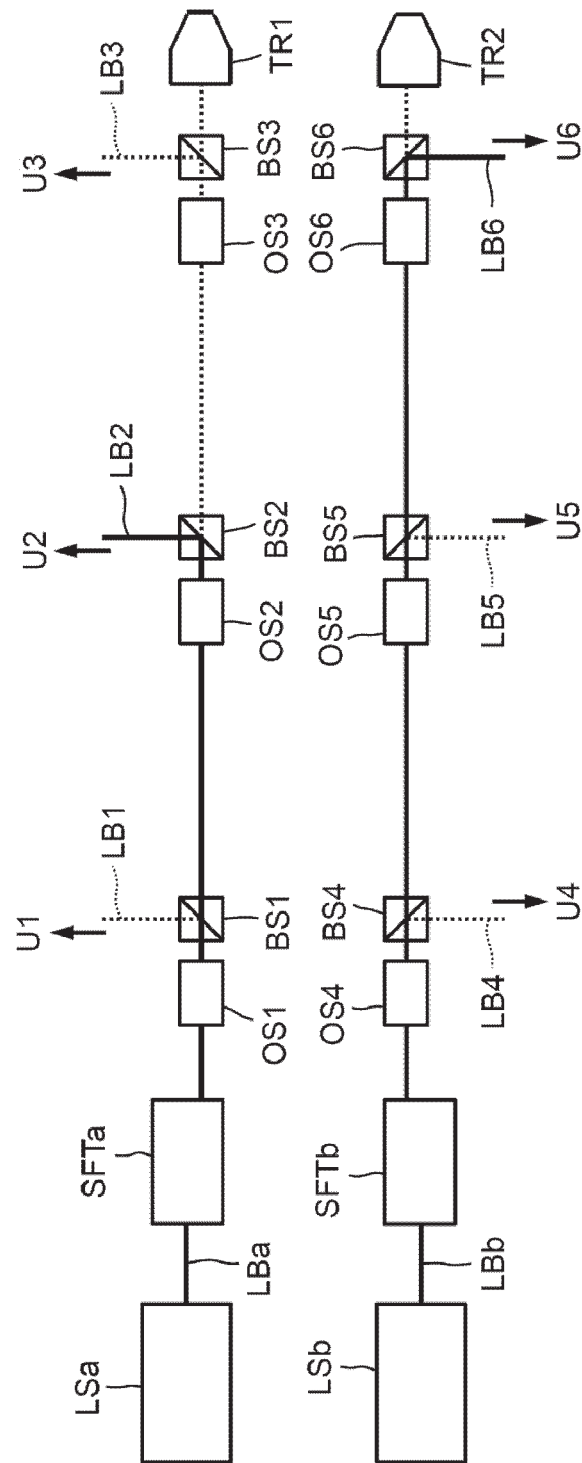


[図34]



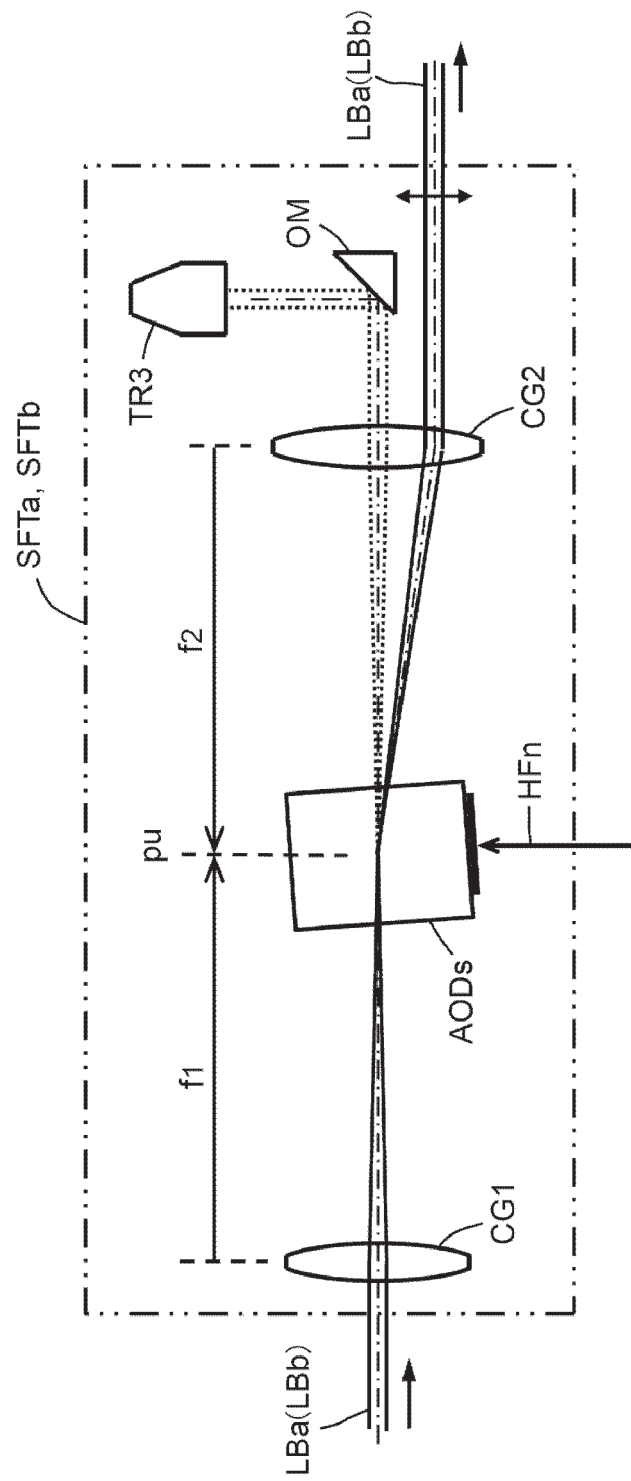
[図35]

FIG. 35



[図36]

FIG. 36



[図37]

FIG. 37B

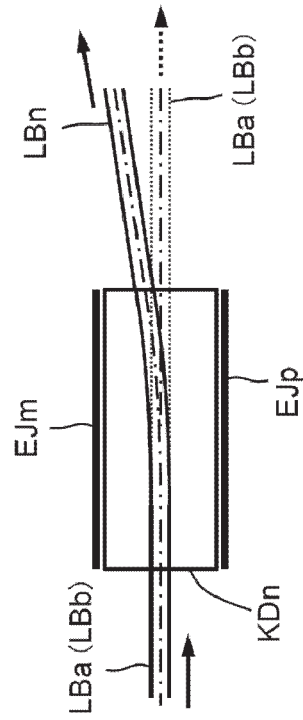
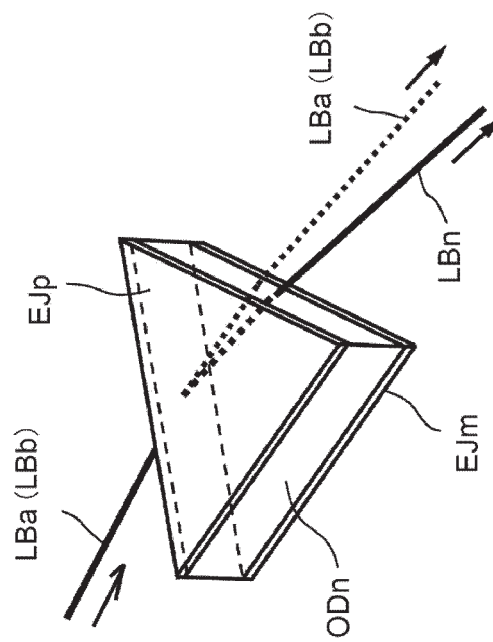


FIG. 37A



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078541

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/24(2006.01)i, G02B26/12(2006.01)i, G02F1/33(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G03F7/20-7/24, 9/00-9/02, G02B26/10-26/12, B23K26/00-26/70

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 01-237513 A (Dainippon Screen Mfg. Co., Ltd.), 22 September 1989 (22.09.1989), page 5, lower left column to page 6, upper right column; fig. 1 to 2, 7 & US 4946234 A column 7, line 1 to column 8, line 62 & EP 291035 A2 & DE 3853649 C	1-15
A	JP 2003-048093 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 18 February 2003 (18.02.2003), paragraphs [0063] to [0073]; fig. 5 to 6 (Family: none)	1-15

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

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

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

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

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

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

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 December 2016 (07.12.16)

Date of mailing of the international search report
20 December 2016 (20.12.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078541

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2000-263271 A (Hitachi Via Mechanics, Ltd.), 26 September 2000 (26.09.2000), paragraphs [0025] to [0049]; fig. 1 to 7 & US 6521866 B1 column 4, line 38 to column 7, line 15; fig. 1 to 7 & WO 2000/041839 A1 & EP 1095726 A1	1-15
A	JP 2003-053576 A (Sumitomo Heavy Industries, Ltd.), 26 February 2003 (26.02.2003), paragraphs [0013] to [0017]; fig. 4 to 5 (Family: none)	1-15
A	JP 10-142538 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 29 May 1998 (29.05.1998), paragraphs [0029] to [0030]; fig. 7 (Family: none)	1-15
A	JP 2015-145990 A (Nikon Corp.), 13 August 2015 (13.08.2015), entire text; all drawings (Family: none)	1-15
P,A	JP 2015-210437 A (Nikon Corp.), 24 November 2015 (24.11.2015), entire text; all drawings & WO 2015/166910 A1 & TW 201602636 A	1-15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G03F7/24(2006.01)i, G02B26/12(2006.01)i, G02F1/33(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G03F 7/20-7/24, 9/00-9/02, G02B 26/10-26/12, B23K 26/00-26/70

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 6 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 6 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 6 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 01-237513 A（大日本スクリーン製造株式会社）1989.09.22, 第5頁左下欄－第6頁右上欄、図1－2、7 & US 4946234 A, 第7欄1行目－第8欄62行目 & EP 291035 A2 & DE 3853649 C	1-15
A	JP 2003-048093 A（松下電器産業株式会社）2003.02.18, [0063]－[0073]段落、図5－6（ファミリーなし）	1-15

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 7 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査報告の発送日

2 0 . 1 2 . 2 0 1 6

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

松岡 智也

2 G

3 1 0 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 2 6

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-263271 A (日立ビアメカニクス株式会社) 2000.09.26, [0025] - [0049] 段落、図1-7 & US 6521866 B1, 第4欄38行目 - 第7欄15行目、図1-7 & WO 2000/041839 A1 & EP 1095726 A1	1-15
A	JP 2003-053576 A (住友重機械工業株式会社) 2003.02.26, [0013] - [0017] 段落、図4-5 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 10-142538 A (旭光学工業株式会社) 1998.05.29, [0029] - [0030] 段落、図7 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2015-145990 A (株式会社ニコン) 2015.08.13, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-15
P, A	JP 2015-210437 A (株式会社ニコン) 2015.11.24, 全文、全図 & WO 2015/166910 A1 & TW 201602636 A	1-15



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108139690 A

(43)申请公布日 2018.06.08

(21)申请号 201680056753.1

(22)申请日 2016.09.27

(30)优先权数据

2015-189496 2015.09.28 JP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.03.28

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/JP2016/078541 2016.09.27

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/057415 JA 2017.04.06

(71)申请人 株式会社尼康

地址 日本东京都

(72)发明人 加藤正纪 中山修一

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 王涛

(51)Int.Cl.

G03F 7/24(2006.01)

G02B 26/12(2006.01)

G02F 1/33(2006.01)

G03F 7/20(2006.01)

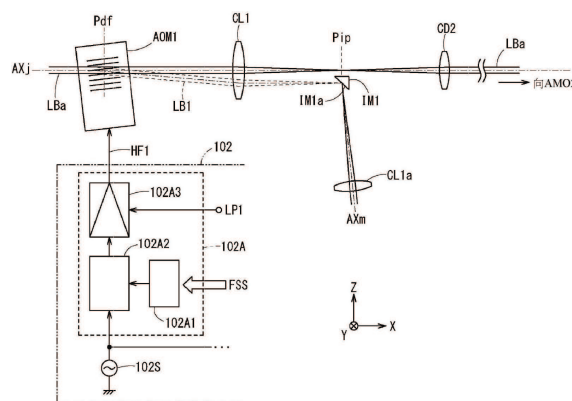
权利要求书2页 说明书72页 附图31页

(54)发明名称

图案描绘装置及图案描绘方法

(57)摘要

本发明是一种图案描绘装置(EX),其是一面将来自光源(LS)的射束(LB)根据图案信息进行强度调变,一面将射束(LB)投射至基板(P)上而于主扫描方向进行扫描,藉此于基板(P)上形成图案者,且具备:扫描装置(14),其是为了使射束(LB)于主扫描方向上扫描,而将包含使来自光源(LS)的射束(LB)偏向的偏向构件(PM)的多个扫描单元(Un),以投射至基板(P)上的射束(LB)的扫描轨迹相互错开的方式配置;及电光偏向装置(BDU),其是为了将来自光源(LS)的射束(LB)分时供给至多个扫描单元(Un)的各者,而将来自光源(LS)的射束(LB)切换为偏向状态或非偏向状态,并且为了使射束(LB)的扫描轨迹于主扫描方向交叉的副扫描方向移位,而可调整射束(LB)的偏向角。



1. 一种图案描绘装置,其是一面将来自光源的射束根据图案信息进行强度调变,一面将上述射束投射至基板上而于主扫描方向进行扫描,藉此于上述基板上形成图案者,且具备:

扫描装置,其是为了使上述射束于上述主扫描方向上扫描,而将包含使来自上述光源的上述射束偏向的偏向构件的多个扫描单元,以投射至上述基板上的上述射束的扫描轨迹相互错开的方式配置;及

电光偏向装置,其是为了将来自上述光源的上述射束分时供给至上述多个扫描单元的各者,而将来自上述光源的上述射束切换为偏向状态或非偏向状态,并且为了使上述射束的扫描轨迹于与上述主扫描方向交叉的副扫描方向移位,而可调整上述射束的偏向角。

2. 如权利要求1所述的图案描绘装置,其中

上述电光偏向装置包含对应于上述多个扫描单元的各者而设置的声光调变元件。

3. 如权利要求2所述的图案描绘装置,其中

上述声光调变元件具备驱动电路,该驱动电路是以将上述射束切换为偏向状态或非偏向状态的方式将高频的驱动信号供给至上述声光调变元件,并且为了改变上述偏向角,而使上述驱动信号的频率可变。

4. 如权利要求3所述的图案描绘装置,其中

上述驱动电路是于不修正上述偏向角的状态时,将上述偏向角成为规定角度的规定频率供给至上述声光调变元件,于上述偏向角的修正时,将根据上述偏向角的修正而自上述规定频率增减的频率供给至上述声光调变元件。

5. 如权利要求2至4中任一权利要求所述的图案描绘装置,其中偏向构件是具有将藉由上述声光调变元件而偏向的上述射束反射的多个反射面的旋转多面镜,

上述扫描单元包含扫描用透镜系统,该扫描用透镜系统将由上述旋转多面镜反射的上述射束入射,并将上述射束聚光而成的聚焦光投射至上述基板上,且

上述旋转多面镜的上述反射面设定于上述扫描用透镜系统的光瞳位置。

6. 如权利要求2至5中任一权利要求所述的图案描绘装置,其具备:

聚光透镜,其于将藉由上述声光调变元件而偏向的上述射束设为1次绕射射束,将未藉由上述声光调变元件偏向而行进的上述射束设为0次射束时,将上述1次绕射射束与上述0次射束一并入射,并且于上述声光调变元件内设定有焦点位置;及

分支反射镜,其配置于由上述聚光透镜聚光的上述1次绕射射束的聚光位置的附近,仅将上述1次绕射射束朝向上述扫描单元反射。

7. 如权利要求6所述的图案描绘装置,其中

藉由上述扫描单元内的上述1次绕射射束的光路中所配置的包含上述扫描用透镜系统的多个透镜,而将设定于上述分支反射镜的附近的上述1次绕射射束的聚光位置设定为经由上述扫描用透镜系统而与上述基板在光学上大致共轭。

8. 如权利要求6或7所述的图案描绘装置,其中光源是具备转换种子光的波长而将其作为上述射束射出的波长转换元件的谐波激光光源,且

该图案描绘装置具备中继透镜系统,该中继透镜系统将设定于上述分支反射镜的附近的上述1次绕射射束的聚光位置与上述波长转换元件设定为光学上大致共轭。

9. 一种图案描绘方法,其是一面将来自光源的射束根据图案信息进行强度调变,一面

将上述射束投射至基板上而于主扫描方向进行扫描,藉此于上述基板上形成图案者,且包括如下步骤:

以投射至上述基板上的上述射束的扫描轨迹相互错开的方式配置的多个扫描单元的各者,利用偏向构件使来自上述光源的上述射束于上述主扫描方向进行扫描;及

为了将来自上述光源的上述射束分时供给至上述多个扫描单元的各者,而将来自上述光源的上述射束切换为偏向状态或非偏向状态,并且使藉由上述多个扫描单元的各者而扫描的上述射束的扫描轨迹于与上述主扫描方向交叉的副扫描方向移位。

10. 一种图案描绘装置,其是将根据图案信息而调变的描绘射束投射至基板而于主扫描方向进行扫描,并且使上述基板与上述描绘射束于与上述主扫描方向交叉的副扫描方向相对移动,藉此于上述基板上形成图案者,且具备:

扫描装置,其将包含扫描上述描绘射束的扫描构件的多个扫描单元以上述描绘射束所形成的扫描轨迹相互错开的方式配置;

射束切换装置,其包含多个第1电子光学构件,第1电子光学构件用以将来自生成上述描绘射束的光源装置的射束选择性地供给至上述多个扫描单元的各者;及

射束偏向装置,其包含第2电子光学构件,该第2电子光学构件以于上述主扫描方向扫描的上述描绘射束的扫描位置向上述副扫描方向位移的方式,使入射至上述多个扫描单元的各者的来自上述光源装置的上述射束向对应于上述副扫描方向的朝向偏向。

11. 如权利要求10所述的图案描绘装置,其中

上述多个第1电子光学构件的各者是由对来自上述光源装置的上述射束具有透过性且根据电场或磁场而切换偏光状态的结晶介质所构成,并且以使来自上述光源装置的上述射束依序通过的方式配置。

12. 如权利要求11所述的图案描绘装置,其中

上述射束切换装置是对应于上述多个第1电子光学构件的各者而具备使通过上述第1电子光学构件的上述射束根据偏光状态而透过或反射的偏光分光器。

13. 如权利要求12所述的图案描绘装置,其中

上述第2电子光学构件是由根据驱动信号的频率改变绕射角以改变来自上述光源装置的上述射束的偏向角的声光调变元件、或者根据所施加的电场强度改变折射率以改变来自上述光源装置的上述射束的偏向角的电光元件所构成。

14. 如权利要求10所述的图案描绘装置,其中

将上述第1电子光学构件与上述第2电子光学构件的各者设为根据驱动信号的频率改变绕射角以改变来自上述光源装置的上述射束的偏向角的声光调变元件。

15. 如权利要求14所述的图案描绘装置,其中

将作为上述第1电子光学构件的上述声光调变元件兼用作上述第2电子光学构件。

图案描绘装置及图案描绘方法

技术领域

[0001] 本发明是关于一种扫描照射至被照射体上的聚焦光而描绘图案的图案描绘装置及图案描绘方法。

背景技术

[0002] 作为使用旋转多角镜的描绘装置,例如已知电子照片方式的图像形成装置,其是如日本特开2009-20489号公报揭示般,利用多角镜使来自激光二极管(LD)的射束反复偏向,并使偏向后的射束经由 $f\theta$ 透镜于感光体上扫描。日本特开2009-20489号公报所揭示的图像形成装置中,根据激光二极管(LD)的驱动电流的变化而预测包含激光二极管(LD)、旋转多角镜、及 $f\theta$ 透镜等的写入单元内的温度变化。而且,为了修正因温度变化而产生的 $f\theta$ 透镜的倍率误差(射束的主扫描方向的倍率误差),而变更响应图像信号对激光二极管(LD)进行点亮控制时成为基准的写入用的时脉信号的频率。然而,于应描绘的图像的图案为用于电子元件的图案的情形时,即便如日本特开2009-20489号公报般,仅藉由时脉信号的频率变更来修正倍率误差,亦无法细致地应对高精度的倍率修正。

发明内容

[0003] 本发明的第1态样是一种图案描绘装置,其是一面将来自光源的射束根据图案信息进行强度调变,一面将上述射束投射至基板上而于主扫描方向进行扫描,藉此于上述基板上形成图案者,且具备:扫描装置,其为了上述射束于上述主扫描方向上的扫描,将包含使来自上述光源的上述射束偏向的偏向构件的多个扫描单元以投射至上述基板上的上述射束的扫描轨迹相互错开的方式配置;及电光偏向装置,其能够为了将来自上述光源的上述射束分时供给至上述多个扫描单元的各者,而将来自上述光源的上述射束切换为偏向状态或非偏向状态,并且为了使上述射束的扫描轨迹于与上述主扫描方向交叉的副扫描方向移位,而调整上述射束的偏向角。

[0004] 本发明的第2态样是一种图案描绘方法,其是一面将来自光源的射束根据图案信息进行强度调变,一面将上述射束投射至基板上而于主扫描方向进行扫描,藉此于上述基板上形成图案者,且包括如下步骤:以投射至上述基板上的上述射束的扫描轨迹相互错开的方式配置的多个扫描单元的各者使用偏向构件将来自上述光源的上述射束于上述主扫描方向进行扫描;及为了将来自上述光源的上述射束分时供给至上述多个扫描单元的各者,而将来自上述光源的上述射束切换为偏向状态或非偏向状态,并且使藉由上述多个扫描单元的各者而扫描的上述射束的扫描轨迹于与上述主扫描方向交叉的副扫描方向移位。

[0005] 本发明的第3态样是一种图案描绘装置,其是根据图案信息而调变的描绘射束投射至基板而于主扫描方向进行扫描,并且使上述基板与上述描绘射束于与上述主扫描方向交叉的副扫描方向相对移动,藉此于上述基板上形成图案者,且具备:扫描装置,其将包含扫描上述描绘射束的扫描构件的多个扫描单元以上述描绘射束所形成的扫描轨迹相互错开的方式配置;射束切换装置,其包含多个第1电子光学构件,该等第1电子光学构件用以

将来自生成上述描绘射束的光源装置的射束选择性地供给至上述多个扫描单元的各者；及射束偏向装置，其包含第2电子光学构件，该第2电子光学构件以于上述主扫描方向扫描的上述描绘射束的扫描位置向上述副扫描方向位移的方式，使入射至上述多个扫描单元的各者的来自上述光源装置的上述射束向对应于上述副扫描方向的朝向偏向。

附图说明

[0006] 图1是表示第1实施形态的包含对基板实施曝光处理的曝光装置的元件制造系统的概略构成的图。

[0007] 图2是表示曝光装置的构成的构成图。

[0008] 图3是表示图2所示的于旋转筒卷绕有基板的状态的详细图。

[0009] 图4是表示于基板上扫描的聚焦光的描绘线及形成于基板上的对准标记的图。

[0010] 图5是表示图2所示的扫描单元的光学性构成的图。

[0011] 图6是表示图2所示的射束切换部的构成图。

[0012] 图7是表示图2所示的光源装置的构成的图。

[0013] 图8是表示图7所示的信号产生部所产生的时脉信号、描绘位元串数据、及自偏光分光器射出的射束的关系的时序图。

[0014] 图9是表示具有使修正像素伸缩的功能的图7所示的信号产生部的构成的图。

[0015] 图10是表示图9所示的预设部所输出的预设值的真值表的图。

[0016] 图11是表示图9所示的时脉产生部所产生的时脉信号的各时脉脉冲、第2分频计数器电路的计数值、像素移位脉冲的输出时序、输入至图7所示的驱动电路的串列数据的像素的逻辑信息的切换时序的时序图。

[0017] 图12是表示图2所示的曝光装置的电性构成的方块图。

[0018] 图13是表示自设置于各扫描单元的图5的原点感测器输出的原点信号及根据原点信号而由图12所示的选择元件驱动控制部生成的入射允许信号的时序图。

[0019] 图14是表示图12所示的描绘数据输出部的构成的图。

[0020] 图15是表示由图14所示的描绘允许信号生成部所生成的描绘允许信号及于描绘允许信号为高位准的期间中自图9的送出时序切换部输出的像素移位脉冲的时序图。

[0021] 图16是表示于最大扫描长度的范围内伸缩的描绘线的位置与延迟时间的关系的图。

[0022] 图17是表示第1实施形态的变形例中的光源装置的构成的图。

[0023] 图18是表示图17所示的时脉信号产生部的构成的图。

[0024] 图19是说明图18的时脉信号产生部的动作的时序图。

[0025] 图20是表示第2实施形态中的设置于光源装置的内部的信号产生部的构成的图。

[0026] 图21A是表示图20所示的延迟电路的构成的第1例的图，图21B是表示图20所示的延迟电路的构成的第2例的图。

[0027] 图22是表示自图20所示的信号产生部的各部输出的信号的时序图。

[0028] 图23A是说明未进行局部倍率修正的情形时所描绘的图案的图，图23B是说明按照图22所示的时序图进行局部倍率修正(缩小)的情形时所描绘的图案的图。

[0029] 图24是上述各实施形态的变形例1的说明图，且是代替根据上述各实施形态(亦包

含变形例)中所说明的图案数据调变聚焦光的强度的电光元件而使用描绘用光学元件的情形时的描绘用光学元件的配置例的图。

[0030] 图25是上述各实施形态的变形例4的说明图,且是模式性地表示上述各实施形态(亦包含变形例)中所说明的射束切换部中的聚光透镜、选择用光学元件、准直透镜、及单元侧入射镜的配置、与扫描单元内的第2柱面透镜的配置的关系的图。

[0031] 图26是上述各实施形态(亦包含变形例)的变形例5的说明图,且是表示代替多角镜而使用检流计镜的扫描单元的主要部分构成的图。

[0032] 图27是上述各实施形态(亦包含变形例)的变形例6的说明图,且是藉由机械性旋转机构而呈圆弧状地扫描聚焦光的方式的扫描单元的立体图。

[0033] 图28是详细地表示第3实施形态中的光源装置的脉冲光产生部内的波长转换部的构成的图。

[0034] 图29是表示第3实施形态中的自光源装置至最初的选择用光学元件为止的射束的光路的图。

[0035] 图30是表示第3实施形态中的自选择用光学元件至下一段的选择用光学元件为止的光路与选择用光学元件的驱动器电路的构成的图。

[0036] 图31是说明选择用光学元件之后的选择用的单元侧入射镜处的射束选择与射束移位的情况的图。

[0037] 图32是说明自多角镜至基板为止的射束的行为的图。

[0038] 图33是表示第3实施形态的变形例中的串选方式的描绘装置的概略构成的一部分的图。

[0039] 图34是表示第4实施形态中的射束切换部内的与1个扫描单元对应设置的的射束切换构件的构成的图。

[0040] 图35是表示将构成图6(或图24)所示的射束切换部的选择用光学元件与单元侧入射镜置换成图34的构成的构成的图。

[0041] 图36是表示图35所示的射束移位器部的构成的一例的图。

[0042] 图37A是表示使用于以特定的厚度形成为棱镜状(三角形)的透过性的结晶介质的对向的平行的侧面形成有电极的电光元件的射束偏向构件的例的图;

[0043] 图37B是表示使用基于KTN($\text{KTa}_{1-x}\text{Nb}_x\text{O}_3$)晶体的电光元件的射束偏向构件的例的图。

具体实施方式

[0044] 针对本发明的态样的图案描绘装置及图案描绘方法,举出较佳的实施形态,一面参照随附图式,一面于下文进行详细说明。再者,本发明的态样并不限于该等实施形态,亦包含添加有多种变更或改良者。亦即,以下所记载的构成要素中包含业者能够容易地设想者、实质上相同者,以下所记载的构成要素可适当组合。又,能够于不脱离本发明的主旨的范围内进行构成要素的各种省略、置换或变更。

[0045] [第1实施形态]

[0046] 图1是表示第1实施形态的包含对基板(被照射体)P实施曝光处理的曝光装置EX的元件制造系统10的概略构成的图。再者,于以下的说明中,只要未特别说明,则设定以重力

方向为Z方向的XYZ正交坐标系,并按照图中所示的箭头而说明X方向、Y方向、及Z方向。

[0047] 元件制造系统10是对基板P实施特定的处理(曝光处理等)而制造电子元件的系统(基板处理装置)。元件制造系统10是例如构筑有制造作为电子元件的可挠性显示器、膜状的触控面板、液晶显示面板用的膜状的彩色滤光片、可挠性配线、或可挠性感测器等的生产线的制造系统。以下,作为电子元件以可挠性显示器为前提进行说明。作为可挠性显示器,有例如有机EL显示器、液晶显示器等。元件制造系统10具有所谓的辊对辊(Roll To Roll)方式的构造,即,自将可挠性的片状的基板(薄片基板)P卷成辊状的供给辊FR1送出基板P,并对所送出的基板P连续地实施各种处理之后,利用回收辊FR2卷取各种处理后的基板P。基板P具有基板P的移动方向(搬送方向)成为长边方向(长条)且宽度方向成为短边方向(短条)的带状的形状。于第1实施形态中,示出至膜状的基板P至少经过处理装置(第1处理装置)PR1、处理装置(第2处理装置)PR2、曝光装置(第3处理装置)EX、处理装置(第4处理装置)PR3、及处理装置(第5处理装置)PR4而被卷取至回收辊FR2为止的例。

[0048] 再者,本第1实施形态中,X方向是于水平面内基板P自供给辊FR1朝向回收辊FR2的方向(搬送方向)。Y方向是于水平面内与X方向正交的方向,且是基板P的宽度方向(短尺寸方向)。Z方向是和X方向与Y方向正交的方向(上方向),且与重力起作用的方向平行。

[0049] 基板P使用例如树脂膜、或者由不锈钢等金属或合金构成的箔(膜)等。作为树脂膜的材质,可使用例如包含聚乙烯树脂、聚丙烯树脂、聚酯树脂、乙烯-乙烯酯共聚物树脂、聚氯乙烯树脂、纤维素树脂、聚酰胺树脂、聚酰亚胺树脂、聚碳酸酯树脂、聚苯乙烯树脂、及乙酸乙烯酯树脂中的至少1个以上者。又,基板P的厚度或刚性(杨氏模数)只要为如于通过元件制造系统10的搬送路径时基板P不会产生因屈曲形成的折痕或不可逆的皱褶的范围即可。作为基板P的母材,厚度为 $25\mu\text{m}$ ~ $200\mu\text{m}$ 左右的PET(聚对苯二甲酸乙二酯)或PEN(聚萘二甲酸乙二酯)等膜是较佳的薄片基板的典型。

[0050] 基板P存在于由处理装置PR1、处理装置PR2、曝光装置EX、处理装置PR3、及处理装置PR4所实施的各处理中受热的情形,故而较佳为选定热膨胀系数不太大的材质的基板P。例如,可藉由将无机填料混合于树脂膜而抑制热膨胀系数。无机填料可为例如氧化钛、氧化锌、氧化铝、或氧化硅等。又,基板P可为利用浮式法等制造的厚度 $100\mu\text{m}$ 左右的极薄玻璃的单层体,或亦可为于该极薄玻璃贴合上述树脂膜、箔等而成的积层体。

[0051] 且说,所谓基板P的可挠性(flexibility)是指即便对基板P施加自重程度的力亦不会剪切或断裂而能够使该基板P弯曲的性质。又,因自重程度的力而弯曲的性质亦包含于可挠性。又,根据基板P的材质、大小、厚度、成膜于基板P上的层构造、温度、或湿度等环境等,可挠性的程度会发生变化。总之,只要于在本第1实施形态的元件制造系统10内的搬送路径上所设置的各种搬送用滚筒、旋转筒等搬送方向转换用的构件确实地卷绕基板P的情形时,可不屈曲而带有折痕或破损(产生破碎或裂纹)地顺利搬送基板P,便可称为可挠性的范围。

[0052] 处理装置PR1是一面将自供给辊FR1搬送来的基板P朝向处理装置PR2以特定的速度于沿着长尺寸方向的搬送方向(+X方向)进行搬送、一面对基板P进行涂布处理的涂布装置。处理装置PR1于基板P的表面选择性地或均匀地涂布感光性功能液。表面涂布有该感光性功能液的基板P被朝向处理装置PR2搬送。

[0053] 处理装置PR2是一面将自处理装置PR1搬送来的基板P朝向曝光装置EX以特定的速

度于搬送方向(+X方向)进行搬送、一面对基板P进行干燥处理的干燥装置。处理装置PR2是藉由将热风或干燥空气等干燥用空气(暖风)吹送至基板P的表面的鼓风机、红外线光源、陶瓷加热器等而去除感光性功能液中所含的溶剂或水,而使感光性功能液干燥。藉此,于基板P的表面选择性地或均匀地形成成为感光性功能层(光感应层)的膜。再者,亦可藉由将干燥膜贴附于基板P的表面而于基板P的表面形成感光性功能层。于该情形时,只要代替处理装置PR1及处理装置PR2而设置将干燥膜贴附于基板P的贴附装置(处理装置)即可。

[0054] 此处,该感光性功能液(层)的典型性者是光阻剂(液状或干燥膜状),但作为不需要显影处理的材料,有受到紫外线的照射的部分的亲液拨液性被改质的感光性硅烷偶合剂(SAM)、或于受到紫外线的照射的部分显露镀覆还原基的感光性还原剂等。于作为感光性功能液(层)使用感光性硅烷偶合剂的情形时,基板P上的经紫外线曝光的图案部分自拨液性改质成亲液性。因此,藉由于成为亲液性的部分之上选择涂布含有导电性油墨(含有银或铜等导电性奈米粒子的油墨)或半导体材料的液体等,可形成成为构成薄膜电晶体(TFT)等的电极、半导体、绝缘或连接用的配线的图案层。于作为感光性功能液(层)使用感光性还原剂的情形时,于基板P上的经紫外线曝光的图案部分显露镀覆还原基。因此,曝光后,将基板P直接于含有钯离子等镀覆液中浸渍固定时间,藉此形成(析出)钯的图案层。此种镀覆处理是加成(additive)的制程,但此外,亦可以作为减成(subtractive)的制程的蚀刻处理为前提。于该情形时,被送至曝光装置EX的基板P亦可为将母材设为PET或PEN并于其表面全面或选择性地蒸镀铝(Al)或铜(Cu)等金属性薄膜,进而于其上积层光阻剂层而成者。本第1实施形态中,作为感光性功能液(层)使用感光性还原剂。

[0055] 曝光装置EX是一面将自处理装置PR2搬送来的基板P朝向处理装置PR3以特定的速度于搬送方向(+X方向)进行搬送、一面对基板P进行曝光处理的处理装置。曝光装置EX对基板P的表面(感光性功能层的表面,即感光面)照射与电子元件用的图案(例如,构成电子元件的TFT的电极或配线等的图案)相应的光图案。藉此,于感光性功能层形成与上述图案对应的潜像(改质部)。

[0056] 于本第1实施形态中,曝光装置EX是不使用遮罩的直接成像方式的曝光装置、所谓的光栅扫描方式的曝光装置(图案描绘装置)。曝光装置EX是一面将基板P向+X方向(副扫描的方向)搬送,一面将曝光用的脉冲状的射束LB(脉冲射束)的聚焦光SP于基板P的被照射面(感光面)上沿特定的扫描方向(Y方向)一维地扫描(主扫描),并且将聚焦光SP的强度根据图案数据(描绘数据、图案信息)高速地调变(接通/断开),对此于下文中进行详细说明。藉此,于基板P的被照射面描绘曝光与电子元件、电路或配线等的特定的图案相应的光图案。亦即,于基板P的副扫描、与聚焦光SP的主扫描中,聚焦光SP于基板P的被照射面上相对地二维扫描,而于基板P描绘曝光特定的图案。又,由于基板P是沿搬送方向(+X方向)搬送,故而藉由曝光装置EX曝光图案的曝光区域W沿着基板P的长尺寸方向隔开特定的间隔而设置有多个(参照图4)。由于在该曝光区域W形成电子元件,故而曝光区域W亦为元件形成区域。再者,由于电子元件是藉由多个图案层(形成有图案的层)重合而构成,故而亦可藉由曝光装置EX曝光与各层对应的图案。

[0057] 处理装置PR3是一面将自曝光装置EX搬送来的基板P朝向处理装置PR4以特定的速度于搬送方向(+X方向)进行搬送、一面对基板P进行湿式处理的湿式处理装置。本第1实施形态中,处理装置PR3对基板P进行作为湿式处理的一种的镀覆处理。亦即,将基板P在贮存

于处理槽的镀覆液中浸渍特定时间。藉此,于感光性功能层的表面析出(形成)与潜像相应的图案层。亦即,根据基板P的感光性功能层上的聚焦光SP的照射部分与非照射部分的差异,而于基板P上选择性地形成特定的材料(例如钼),而其成为图案层。

[0058] 再者,于作为感光性功能层使用感光性硅烷偶合剂的情形时,由处理装置PR3进行作为湿式处理的一种的液体(例如含有导电性油墨等液体)涂布处理或镀覆处理。即便于该情形时,亦于感光性功能层的表面形成与潜像相应的图案层。亦即,根据基板P的感光性功能层的聚焦光SP的照射部分与被照射部分的差异,于基板P上选择性地形成特定的材料(例如导电性油墨或钼等),而其成为图案层。又,于作为感光性功能层采用光阻剂的情形时,藉由处理装置PR3进行作为湿式处理的一种的显影处理。于该情形时,藉由该显影处理而将与潜像相应的图案形成于感光性功能层(光阻剂)。

[0059] 处理装置PR4是一面将自处理装置PR3搬送来的基板P朝向回收辊FR2以特定的速度于搬送方向(+X方向)进行搬送、一面对基板P进行清洗、干燥处理的清洗/干燥装置。处理装置PR4对经实施湿式处理的基板P进行利用纯水的清洗,其后于玻璃转移温度以下使其干燥至基板P的水分含有率成为特定值以下为止。

[0060] 再者,于作为感光性功能层使用感光性硅烷偶合剂的情形时,处理装置PR4亦可为对基板P进行退火处理与干燥处理的退火/干燥装置。退火处理是为了使所涂布的导电性油墨中含有的奈米粒子彼此的电性键结变得牢固,例如将来自闪光灯的高亮度的脉冲光照射至基板P。于作为感光性功能层采用光阻剂的情形时,亦可于处理装置PR4与回收辊FR2之间设置进行蚀刻处理的处理装置(湿式处理装置)PR5、与对经实施蚀刻处理的基板P进行清洗、干燥处理的处理装置(清洗/干燥装置)PR6。藉此,于作为感光性功能层采用光阻剂的情形时,藉由实施蚀刻处理,而于基板P形成图案层。亦即,根据基板P的感光性功能层的聚焦光SP的照射部分与被照射部分的差异,于基板P上选择性地形成特定的材料(例如铝(Al)或铜(Cu)等),而其成为图案层。处理装置PR5、PR6具有将送来的基板P朝向回收辊FR2而以特定的速度将基板P于搬送方向(+X方向)进行搬送的功能。多个处理装置PR1~PR4(视需要亦包含处理装置PR5、PR6)就将基板P向+X方向搬送的功能而言是作为基板搬送装置而构成。

[0061] 以如此的方式,经实施各处理的基板P由回收辊FR2回收。经过元件制造系统10的至少各处理而将1个图案层形成于基板P上。如上所述,电子元件是藉由多个图案层重合而构成,故而为了生成电子元件,必须使如图1所示的元件制造系统10的各处理经历至少2次。因此,可藉由将卷取有基板P的回收辊FR2作为供给辊FR1安装于另一元件制造系统10,而积层图案层。重复此种动作,而形成电子元件。处理后的基板P成为多个电子元件隔开特定的间隔沿着基板P的长尺寸方向相连的状态。亦即,基板P成为多倒角用的基板。

[0062] 回收有以电子元件相连的状态形成的基板P的回收辊FR2亦可安装于未图示的切割装置。安装有回收辊FR2的切割装置是藉由将处理后的基板P按每个电子元件(作为元件形成区域的曝光区域W)进行分割(切割)而使之成为多个单片的电子元件。基板P的尺寸是例如宽度方向(为短尺寸的方向)的尺寸为10cm~2m左右,长度方向(为长尺寸的方向)的尺寸为10m以上。再者,基板P的尺寸并不限定于上述的尺寸。

[0063] 图2是表示曝光装置EX的构成的构成图。曝光装置EX是收纳于调温室ECV内。该调温室ECV是藉由将内部保持为特定的温度、特定的湿度而抑制于内部被搬送的基板P的因温度引起的形状变化,并且被设定为考虑了基板P的吸湿性及伴随搬送而产生的静电的带电

等的湿度。调温室ECV是经由被动或主动的抗振单元SU1、SU2而配置于制造工厂的设置面E。抗振单元SU1、SU2减少来自设置面E的振动。该设置面E既可为工厂的地面本身,亦可为专用地设置于地面上以制造出水平面的设置基座(底座)上的面。曝光装置EX至少具备基板搬送机构12、同一构成的2个光源装置(光源)LS(LSa、LSb)、射束切换部(包含电光偏向装置)BDU、曝光头(扫描装置)14、控制装置16、多个对准显微镜AM1m、AM2m(再者,m=1、2、3、4)、及多个编码器ENja、ENjb(再者,j=1、2、3、4)。控制装置(控制部)16是控制曝光装置EX的各部者。该控制装置16包含电脑及记录有程式的记录媒体等,藉由该电脑执行程式而作为本第1实施形态的控制装置16发挥功能。

[0064] 基板搬送机构12是构成元件制造系统10的上述基板搬送装置的一部分者,将自处理装置PR2搬送的基板P于曝光装置EX内以特定的速度搬送之后,以特定的速度送出至处理装置PR3。藉由该基板搬送机构12,而规定了于曝光装置EX内被搬送的基板P的搬送路径。基板搬送机构12自基板P的搬送方向的上游侧(-X方向侧)起依序具有边缘位置控制器EPC、驱动滚筒R1、张力调整滚筒RT1、旋转筒(圆筒转筒)DR、张力调整滚筒RT2、驱动滚筒R2、及驱动滚筒R3。

[0065] 边缘位置控制器EPC调整自处理装置PR2搬送的基板P的宽度方向(Y方向且基板P的短尺寸方向)上的位置。亦即,边缘位置控制器EPC是以呈施加有特定的张力的状态被搬送的基板P的宽度方向的端部(边缘)的位置处于相对于目标位置为 $\pm$ 十数 μm ~数十 μm 左右的范围(容许范围)的方式,使基板P于宽度方向移动,而调整基板P于宽度方向上的位置。边缘位置控制器EPC具有供基板P以施加有特定的张力的状态架设的滚筒、及检测基板P的宽度方向的端部(边缘)的位置的未图示的边缘感测器(端部检测部)。边缘位置控制器EPC根据上述边缘感测器检测出的检测信号而使边缘位置控制器EPC的上述滚筒于Y方向移动,而调整基板P于宽度方向上的位置。驱动滚筒(夹压滚筒)R1一面保持自边缘位置控制器EPC搬送的基板P的正背两面,一面使基板P旋转,而将基板P朝向旋转筒DR搬送。再者,边缘位置控制器EPC亦可以卷绕至旋转筒DR的基板P的长尺寸方向相对于旋转筒DR的中心轴AXo始终正交的方式,适当调整基板P于宽度方向上的位置,并且以修正基板P于行进方向上的斜率误差的方式,适当调整边缘位置控制器EPC的上述滚筒的旋转轴与Y轴的平行度。

[0066] 旋转筒DR具有于Y方向延伸并且于与重力起作用的方向交叉的方向延伸的中心轴AXo、及自中心轴AXo固定半径的圆筒状的外周面。旋转筒DR一面沿着该外周面(圆周面)使基板P的一部分于长尺寸方向呈圆筒面状弯曲地予以支持(保持),一面以中心轴AXo为中心旋转而将基板P向+X方向搬送。旋转筒DR利用其外周面对被投射来自曝光头14的射束LB(聚焦光SP)的基板P上的区域(部分)予以支持。旋转筒DR自与供形成电子元件的面(形成有感光面的侧的面)为相反侧的面(背面)侧支持(密接保持)基板P。于旋转筒DR的Y方向的两侧,设置有以旋转筒DR绕中心轴AXo旋转的方式由环状的轴承支持的轴Sft。该轴Sft是藉由被赋予来自自由控制装置16控制的未图示的旋转驱动源(例如马达或减速机构等)的旋转转矩而绕中心轴AXo以固定的旋转速度旋转。再者,为方便起见,将包含中心轴AXo且与YZ平面平行的平面称为中心面Poc。

[0067] 驱动滚筒(夹压滚筒)R2、R3是沿着基板P的搬送方向(+X方向)隔开特定的间隔而配置,对曝光后的基板P赋予特定的松弛量(余量)。驱动滚筒R2、R3是与驱动滚筒R1同样地,一面保持基板P的正背两面,一面使基板P旋转,而将基板P朝向处理装置PR3搬送。张力调整

滚筒RT1、RT2是向-Z方向被施压,而对被卷绕至旋转筒DR且被支持的基板P于长尺寸方向赋予特定的张力。藉此,使施加于旋转筒DR的被赋予至基板P的长尺寸方向的张力稳定化为特定的范围内。控制装置16是藉由控制未图示的旋转驱动源(例如马达或减速机等)而使驱动滚筒R1~R3旋转。再者,驱动滚筒R1~R3的旋转轴、及张力调整滚筒RT1、RT2的旋转轴与旋转筒DR的中心轴AXo平行。

[0068] 光源装置LS(LSa、LSb)产生并射出脉冲状的射束(脉冲射束、脉冲光、激光)LB。该射束LB是于370nm以下的波长频带具有峰值波长的紫外线光,且将射束LB的发光频率(振荡频率、特定频率)设为Fa。光源装置LS(LSa、LSb)所射出的射束LB经由射束切换部BDU而入射至曝光头14。光源装置LS(LSa、LSb)按照控制装置16的控制而以发光频率Fa发出并射出射束LB。该光源装置LS(LSa、LSb)的构成于下文进行详细说明,第1实施形态中是使用光纤放大激光光源(谐波激光光源),其是由产生红外波长区域的脉冲光的半导体激光元件、光纤放大器、将经放大的红外波长区域的脉冲光转换为紫外波长区域的脉冲光的波长转换元件(谐波产生元件)等构成,能够获得振荡频率Fa为数百MHz且1脉冲光的发光时间为微微秒左右的高亮度的紫外线的脉冲光。再者,存在为了区分来自光源装置LSa的射束LB、与来自光源装置LSb的射束LB,而将来自光源装置LSa的射束LB以LBa表示且将来自光源装置LSb的射束LB以LBb表示的情形。

[0069] 射束切换部BDU使来自2个光源装置LS(LSa、LSb)的射束LB(LBa、LBb)入射至构成曝光头14的多个扫描单元Un(再者, $n=1,2,\dots,6$)中的2个扫描单元Un,并且将射束LB(LBa、LBb)入射的扫描单元Un进行切换。详细而言,射束切换部BDU使来自光源装置LSa的射束LBa入射至3个扫描单元U1~U3中的1个扫描单元Un,使来自光源装置LSb的射束LBb入射至3个扫描单元U4~U6中的1个扫描单元Un。又,射束切换部BDU将射束LBa入射的扫描单元Un于扫描单元U1~U3的中进行切换,将扫描射束LBb入射的扫描单元Un于扫描单元U4~U6的中进行切换。

[0070] 射束切换部BDU是以射束LBn入射至进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un的方式切换射束LBa、LBb入射的扫描单元Un。亦即,射束切换部BDU是使来自光源装置LSa的射束LBa入射至扫描单元U1~U3中的进行聚焦光SP的扫描的1个扫描单元Un。同样地,射束切换部BDU是使来自光源装置LSb的射束LBb入射至扫描单元U4~U6中的进行聚焦光SP的扫描的1个扫描单元Un。关于该射束切换部BDU在下文进行详细说明。再者,关于扫描单元U1~U3,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un依照U1→U2→U3的顺序切换,关于扫描单元U4~U6,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un依照U4→U5→U6的顺序切换。

[0071] 曝光头14成为将同一构成的多个扫描单元Un(U1~U6)排列而成的所谓的多射束型的曝光头。曝光头14藉由多个扫描单元Un(U1~U6)于由旋转筒DR的外周面(圆周面)支持的基板P的一部分描绘图案。曝光头14对基板P重复进行电子元件用的图案曝光,因此被曝光图案的曝光区域(电子元件形成区域)W沿着基板P的长尺寸方向隔开特定的间隔而设置有多个(参照图4)。多个扫描单元Un(U1~U6)是以特定的配置关系而配置。多个扫描单元Un(U1~U6)是隔着中心面Poc于基板P的搬送方向以2行呈错位排列而配置。第奇数号扫描单元U1、U3、U5是在相对于中心面Poc为基板P的搬送方向的上游侧(-X方向侧)且沿Y方向相隔特定的间隔而配置成1行。第偶数号扫描单元U2、U4、U6是在相对于中心面Poc为基板P的搬送方向的下游侧(+X方向侧),沿Y方向相隔特定的间隔而配置成1行。第奇数号扫描单元U1、

U3、U5、与第偶数号扫描单元U2、U4、U6相对于中心面Poc对称地设置。

[0072] 各扫描单元Un (U1~U6) 是一面将来自光源装置LS (LSa、LSb) 的射束LB以于基板P的被照射面上收敛成聚焦光SP的方式投射, 一面将该聚焦光SP藉由旋转的多角镜PM (参照图5) 一维地扫描。藉由该各扫描单元Un (U1~U6) 的多角镜 (偏向构件) PM, 聚焦光SP于基板P的被照射面上一维地扫描。藉由该聚焦光SP的扫描, 于基板P上 (基板P的被照射面上) 规定出描绘1行量的图案的直线性的描绘线 (扫描线) SLn (再者, $n=1, 2, \dots, 6$)。关于该扫描单元Un的构成, 于下文进行详细说明。

[0073] 扫描单元U1沿着描绘线SL1扫描聚焦光SP, 同样地, 扫描单元U2~U6沿着描绘线SL2~SL6扫描聚焦光SP。如图3、图4所示, 多个扫描单元Un (U1~U6) 的描绘线SLn (SL1~SL6) 被设定为于Y方向 (基板P的宽度方向、主扫描方向) 上接合而不相互分离。再者, 存在将经由射束切换部BDU入射至扫描单元Un的来自光源装置LS (LSa、LSb) 的射束LB表示为LBn的情形。而且, 存在将入射至扫描单元U1的射束LBn以LB1表示, 同样地, 将入射至扫描单元U2~U6的射束LBn以LB2~LB6表示的情形。该描绘线SLn (SL1~SL6) 是示出藉由扫描单元Un (U1~U6) 而扫描的射束LBn (LB1~LB6) 的聚焦光SP的扫描轨迹者。入射至扫描单元Un的射束LBn可为向特定的方向偏光后的直线偏光 (P偏光或S偏光) 的射束, 本第1实施形态中设为P偏光的射束。

[0074] 如图4所示, 以多个扫描单元Un (U1~U6) 全部覆盖曝光区域W的宽度方向的全部的方式, 各扫描单元Un (U1~U6) 分担扫描区域。藉此, 各扫描单元Un (U1~U6) 可于在基板P的宽度方向分割成的多个区域 (描绘范围) 分别描绘图案。例如, 若将1个扫描单元Un的Y方向的扫描长度 (描绘线SLn的长度) 设为20~60mm左右, 则藉由将第奇数号扫描单元U1、U3、U5的3个、与第偶数号扫描单元U2、U4、U6的3个的共计6个扫描单元Un于Y方向配置, 而将可描绘的Y方向的宽度扩宽至120~360mm左右。各描绘线SLn (SL1~SL6) 的长度 (描绘范围的长度) 原则上设为相同。亦即, 沿着描绘线SL1~SL6的各者扫描的射束LBn的聚焦光SP的扫描距离原则上设为相同。再者, 于欲扩宽曝光区域W的宽度的情形时, 可藉由延长描绘线SLn自身的长度或者增加于Y方向配置的扫描单元Un的数量来应对。

[0075] 再者, 实际的各描绘线SLn (SL1~SL6) 被设定为较聚焦光SP于被照射面上实际可扫描的最大的长度 (最大扫描长度) 略短。例如, 若将于主扫描方向 (Y方向) 的描绘倍率为初始值 (未修正倍率) 的情形时可描绘图案的描绘线SLn的扫描长度设为30mm, 则聚焦光SP于被照射面上的最大扫描长度是使描绘线SLn的描绘开始点 (扫描开始点) 侧与描绘结束点 (扫描结束点) 侧的各者具有0.5mm左右的余裕而被设定为31mm左右。藉由如此般设定, 可于聚焦光SP的最大扫描长度31mm的范围内, 将30mm的描绘线SLn的位置于主扫描方向进行微调, 或者对描绘倍率进行微调。聚焦光SP的最大扫描长度并不限定于31mm, 而是主要由扫描单元Un内的设置于多角镜 (旋转多角镜) PM之后的f₀透镜FT (参照图5) 的口径决定。

[0076] 多条描绘线SLn (SL1~SL6) 是隔着中心面Poc于旋转筒DR的圆周方向以2行呈错位排列而配置。第奇数号描绘线SL1、SL3、SL5位于相对于中心面Poc为基板P的搬送方向的上游侧 (-X方向侧) 的基板P的被照射面上。第偶数号描绘线SL2、SL4、SL6位于相对于中心面Poc为基板P的搬送方向的下游侧 (+X方向侧) 的基板P的被照射面上。描绘线SL1~SL6是与基板P的宽度方向、亦即旋转筒DR的中心轴AXo大致并行。

[0077] 描绘线SL1、SL3、SL5沿着基板P的宽度方向 (主扫描方向) 隔开特定的间隔而于直

线上排列成1行。描绘线SL2、SL4、SL6亦同样地,沿着基板P的宽度方向(主扫描方向)隔开特定的间隔而于直线上排列成1行。此时,描绘线SL2于基板P的宽度方向上配置于描绘线SL1与描绘线SL3之间。同样地,描绘线SL3于基板P的宽度方向上配置于描绘线SL2与描绘线SL4之间。描绘线SL4于基板P的宽度方向上配置于描绘线SL3与描绘线SL5之间,描绘线SL5于基板P的宽度方向上配置于描绘线SL4与描绘线SL6之间。如此,多条描绘线SLn (SL1~SL6) 于Y方向(主扫描方向)上以相互错开的方式配置。

[0078] 沿着第奇数号描绘线SL1、SL3、SL5的各者扫描的射束LB1、LB3、LB5的聚焦光SP的主扫描方向成为一维的方向,且成为同一方向。沿着第偶数号描绘线SL2、SL4、SL6的各者扫描的射束LB2、LB4、LB6的聚焦光SP的主扫描方向成为一维的方向,且成为同一方向。沿着该描绘线SL1、SL3、SL5扫描的射束LB1、LB3、LB5的聚焦光SP的主扫描方向、与沿着描绘线SL2、SL4、SL6扫描的射束LB2、LB4、LB6的聚焦光SP的主扫描方向亦可互为相反方向。本第1实施形态中,沿着描绘线SL1、SL3、SL5扫描的射束LB1、LB3、LB5的聚焦光SP的主扫描方向为-Y方向。又,沿着描绘线SL2、SL4、SL6扫描的射束LB2、LB4、LB6的聚焦光SP的主扫描方向为+Y方向。藉此,描绘线SL1、SL3、SL5的描绘开始点侧的端部、与描绘线SL2、SL4、SL6的描绘开始点侧的端部于Y方向上邻接或一部分重复。又,描绘线SL3、SL5的描绘结束点侧的端部、与描绘线SL2、SL4的描绘结束点侧的端部于Y方向上邻接或一部分重复。于以使在Y方向相邻的描绘线SLn的端部彼此一部分重复的方式配置各描绘线SLn的情形时,例如宜在相对于各描绘线SLn的长度而言包含描绘开始点、或描绘结束点在内于Y方向数%以下的范围内使之重复。再者,所谓将描绘线SLn于Y方向接合,意味着使描绘线SLn的端部彼此于Y方向上邻接或一部分重复。

[0079] 再者,描绘线SLn的副扫描方向的宽度(X方向的尺寸)是与聚焦光SP的大小(直径) Φ 相应的粗细度。例如,于聚焦光SP的大小(尺寸) Φ 为 $3\mu\text{m}$ 的情形时,描绘线SLn的宽度亦为 $3\mu\text{m}$ 。聚焦光SP亦可以重迭特定的长度(例如设为聚焦光SP的大小 Φ 的 $7/8$)的方式沿着描绘线SLn投射。又,于将在Y方向相邻的描绘线SLn(例如描绘线SL1与描绘线SL2)彼此相互连接的情形时亦以重迭特定的长度(例如聚焦光SP的大小 Φ 的 $7/8$)为宜。

[0080] 于本第1实施形态的情形时,来自光源装置LS (LSa、LSb) 的射束LB (LBa、LBb) 为脉冲光,因此于主扫描期间投射至描绘线SLn上的聚焦光SP根据射束LB (LBa、LBb) 的振荡频率Fa(例如400MHz)而离散。因此,必须使藉由射束LB的1脉冲光投射的聚焦光SP与藉由下一个1脉冲光投射的聚焦光SP于主扫描方向重迭。该重迭的量是根据聚焦光SP的大小 Φ 、聚焦光SP的扫描速度(主扫描的速度) V_s 、及射束LB的振荡频率Fa而设定。聚焦光SP的有效大小 Φ 是于聚焦光SP的强度分布以高斯分布近似的情形时由聚焦光SP的波峰强度的 $1/e^2$ (或 $1/2$)决定。本第1实施形态中,以聚焦光SP重迭相对于有效大小(尺寸) Φ 而言的 $\Phi \times 7/8$ 左右的方式,设定聚焦光SP的扫描速度 V_s 及振荡频率Fa。因此,聚焦光SP的沿着主扫描方向的投射间隔成为 $\Phi/8$ 。因此,较理想为,于副扫描方向(与描绘线SLn正交的方向)上亦设定为,于沿着描绘线SLn的聚焦光SP的1次扫描与下一次扫描之间,基板P移动聚焦光SP的有效大小 Φ 的大致 $1/8$ 的距离。又,于基板P上的感光性功能层的曝光量的设定可藉由射束LB(脉冲光)的峰值的调整而实现,但于在不提高射束LB的强度的状况下欲增大曝光量时,只要藉由聚焦光SP的主扫描方向的扫描速度 V_s 的降低、射束LB的振荡频率Fa的增大、或基板P的副扫描方向的搬送速度 V_t 的降低等任一种方法来增加聚焦光SP于主扫描方向或副扫描方向上

的重迭量即可。聚焦光SP的主扫描方向的扫描速度 V_s 是与多角镜PM的转数(旋转速度 V_p)成比例地变快。

[0081] 各扫描单元 U_n ($U_1 \sim U_6$) 是以于至少XZ平面内各射束 LB_n 朝向旋转筒DR的中心轴 AX_o 行进的方式将各射束 LB_n 朝向基板P照射。藉此,自各扫描单元 U_n ($U_1 \sim U_6$) 朝向基板P行进的射束 LB_n 的光路(射束中心轴)于XZ平面与基板P的被照射面的法线平行。又,各扫描单元 U_n ($U_1 \sim U_6$) 以照射于描绘线 SL_n ($SL_1 \sim SL_6$) 的射束 LB_n 于与YZ平面平行的面内相对于基板P的被照射面垂直的方式将射束 LB_n 朝向基板P照射。即,于被照射面上的聚焦光SP的主扫描方向上,投射至基板P的射束 LB_n ($LB_1 \sim LB_6$) 以远心的状态扫描。此处,将通过藉由各扫描单元 U_n ($U_1 \sim U_6$) 所规定的特定的描绘线 SL_n ($SL_1 \sim SL_6$) 的各中点且与基板P的被照射面垂直的线(或亦称为光轴)称为照射中心轴 Le_n ($Le_1 \sim Le_6$)。

[0082] 该各照射中心轴 Le_n ($Le_1 \sim Le_6$) 成为于XZ平面连结描绘线 $SL_1 \sim SL_6$ 与中心轴 AX_o 的线。第奇数号扫描单元 U_1 、 U_3 、 U_5 的各者的照射中心轴 Le_1 、 Le_3 、 Le_5 于XZ平面成为同一方向,第偶数号扫描单元 U_2 、 U_4 、 U_6 的各者的照射中心轴 Le_2 、 Le_4 、 Le_6 于XZ平面成为同一方向。又,照射中心轴 Le_1 、 Le_3 、 Le_5 与照射中心轴 Le_2 、 Le_4 、 Le_6 被设定为于XZ平面相对于中心面 P_{oc} 的角度成为 $\pm \theta_1$ (参照图2)。

[0083] 图2所示的多个对准显微镜 $AM1_m$ ($AM11 \sim AM14$)、 $AM2_m$ ($AM21 \sim AM24$) 是用以检测图4所示的形成于基板P的多个对准标记 MK_m ($MK1 \sim MK4$) 者,且沿Y方向设置有多个(本第1实施形态中为4个)。多个对准标记 MK_m ($MK1 \sim MK4$) 是用以使描绘于基板P的被照射面上的曝光区域W的特定的图案与基板P相对地对位(对准)的基准标记。多个对准显微镜 $AM1_m$ ($AM11 \sim AM14$)、 $AM2_m$ ($AM21 \sim AM24$) 是于由旋转筒DR的外周面(圆周面)所支持的基板P上检测多个对准标记 MK_m ($MK1 \sim MK4$)。多个对准显微镜 $AM1_m$ ($AM11 \sim AM14$) 设置于较来自曝光头14的射束 LB_n ($LB_1 \sim LB_6$) 的聚焦光SP所照射的基板P上的被照射区域(由描绘线 $SL_1 \sim SL_6$ 包围的区域)更靠基板P的搬送方向的上游侧(-X方向侧)。又,多个对准显微镜 $AM2_m$ ($AM21 \sim AM24$) 设置于较来自曝光头14的射束 LB_n ($LB_1 \sim LB_6$) 的聚焦光SP所照射的基板P上的被照射区域(由描绘线 $SL_1 \sim SL_6$ 包围的区域)更靠基板P的搬送方向的下游侧(+X方向侧)。

[0084] 对准显微镜 $AM1_m$ ($AM11 \sim AM14$)、 $AM2_m$ ($AM21 \sim AM24$) 具有:光源,其将对准用的照明光投射至基板P;观察光学系统(包含物镜),其获得基板P的表面的包含对准标记 MK_m 的局部区域(观察区域) $Vw1_m$ ($Vw11 \sim Vw14$)、 $Vw2_m$ ($Vw21 \sim Vw24$) 的放大像;及CCD、CMOS等摄像元件,其等在基板P于搬送方向移动期间,利用与基板P的搬送速度 V_t 相应的高速快门拍摄该放大像。多个对准显微镜 $AM1_m$ ($AM11 \sim AM14$)、 $AM2_m$ ($AM21 \sim AM24$) 的各者所拍摄的摄像信号(图像数据)被送至控制装置16。控制装置16的标记位置检测部106(参照图12)藉由进行该送来的多个摄像信号的图像解析,而检测基板P上的对准标记 MK_m ($MK1 \sim MK4$) 的位置(标记位置信息)。再者,对准用的照明光是相对于基板P上的感光性功能层基本不具有感度的波长区域的光、例如波长500~800nm左右的光。

[0085] 多个对准标记 $MK1 \sim MK4$ 设置于各曝光区域W的周围。对准标记 $MK1$ 、 $MK4$ 是于曝光区域W的基板P的宽度方向的两侧沿着基板P的长尺寸方向以固定的间隔 D_h 形成有多个。对准标记 $MK1$ 形成于基板P的宽度方向的-Y方向侧,对准标记 $MK4$ 形成于基板P的宽度方向的+Y方向侧。此种对准标记 $MK1$ 、 $MK4$ 配置成,于基板P未受到较大的张力或接受热制程而变形的状态下,于基板P的长尺寸方向(X方向)上成为同一位置。进而,对准标记 $MK2$ 、 $MK3$ 是于对准标

记MK1与对准标记MK4之间且曝光区域W的+X方向侧与-X方向侧的空白部沿着基板P的宽度方向(短尺寸方向)形成。对准标记MK2、MK3形成于曝光区域W与曝光区域W之间。对准标记MK2形成于基板P的宽度方向的-Y方向侧,对准标记MK3形成于基板P的+Y方向侧。

[0086] 进而,排列于基板P的-Y方向侧的端部的对准标记MK1与空白部的对准标记MK2的Y方向的间隔、空白部的对准标记MK2与对准标记MK3的Y方向的间隔、及排列于基板P的+Y方向侧的端部的对准标记MK4与空白部的对准标记MK3的Y方向的间隔均设定为相同距离。该等对准标记MK_m(MK1~MK4)可于第1层的图案层的形成时一并形成。例如,可于曝光第1层的图案时,于供曝光图案的曝光区域W的周围将对准标记用的图案亦一并曝光。再者,对准标记MK_m亦可形成于曝光区域W内。例如,可于曝光区域W内且沿着曝光区域W的轮廓而形成。又,亦可将形成于曝光区域W内的电子元件的图案中的特定位置的图案部分、或特定形状的部分用作对准标记MK_m。

[0087] 如图4所示,对准显微镜AM11、AM21是以拍摄存在于物镜的观察区域(检测区域)Vw11、Vw21内的对准标记MK1的方式配置。同样地,对准显微镜AM12~AM14、AM22~AM24是以拍摄存在于物镜的观察区域Vw12~Vw14、Vw22~Vw24内的对准标记MK2~MK4的方式配置。因此,多个对准显微镜AM11~AM14、AM21~AM24是与多个对准标记MK1~MK4的位置对应地,自基板P的-Y方向侧起依照AM11~AM14、AM21~AM24的顺序沿着基板P的宽度方向设置。再者,于图3中,省略了对准显微镜AM2_m(AM21~AM24)的观察区域Vw2_m(Vw21~Vw24)的图示。

[0088] 多个对准显微镜AM1_m(AM11~AM14)是设置成,于X方向上,曝光位置(描绘线SL1~SL6)与观察区域Vw1_m(Vw11~Vw14)的距离变得短于曝光区域W的X方向的长度。多个对准显微镜AM2_m(AM21~AM24)亦同样地设置成,于X方向上,曝光位置(描绘线SL1~SL6)与观察区域Vw2_m(Vw21~Vw24)的距离变得短于曝光区域W的X方向的长度。再者,于Y方向设置的对准显微镜AM1_m、AM2_m的数量可根据于基板P的宽度方向形成的对准标记MK_m的数量而变更。又,各观察区域Vw1_m(Vw11~Vw14)、Vw2_m(Vw21~Vw24)的基板P的被照射面上的大小是根据对准标记MK1~MK4的大小或对准精度(位置测量精度)而设定,为100~500μm见方左右的大小。

[0089] 如图3所示,于旋转筒DR的两端部,设置有遍及旋转筒DR的外周面的圆周方向的整体而形成环状的具有刻度的刻度尺部SDa、SDb。该刻度尺部SDa、SDb是于旋转筒DR的外周面的圆周方向以固定的间距(例如20μm)刻设有凹状或凸状的栅线的绕射光栅,且构成为增量型的刻度尺。该刻度尺部SDa、SDb绕中心轴AXo而与旋转筒DR一体地旋转。作为读取刻度尺部SDa、SDb的刻度尺读取头的多个编码器ENja、ENjb(再者,j=1、2、3、4)是以与该刻度尺部SDa、SDb对向的方式设置(参照图2、图3)。再者,于图3中,省略了编码器EN4a、EN4b的图示。

[0090] 编码器ENja、ENjb是光学性地检测旋转筒DR的旋转角度位置者。与设置于旋转筒DR的-Y方向侧的端部的刻度尺部SDa对向地,设置有4个编码器ENja(EN1a、EN2a、EN3a、EN4a)。同样地,与设置于旋转筒DR的+Y方向侧的端部的刻度尺部SDb对向地,设置有4个编码器ENjb(EN1b、EN2b、EN3b、EN4b)。

[0091] 编码器EN1a、EN1b是设置在相对于中心面Poc为基板P的搬送方向的上游侧(-X方向侧),且配置于设置方位线Lx1上(参照图2、图3)。设置方位线Lx1成为于XZ平面连结编码器EN1a、EN1b的测量用的光束的于刻度尺部SDa、SDb上的投射位置(读取位置)与中心轴AXo

的线。又,设置方位线Lx1成为于XZ平面连结各对准显微镜AM1m (AM11~AM14) 的观察区域Vw1m (Vw11~Vw14) 与中心轴AXo的线。亦即,多个对准显微镜AM1m (AM11~AM14) 亦配置于设置方位线Lx1上。

[0092] 编码器EN2a、EN2b是设置在相对于中心面Poc为基板P的搬送方向的上游侧(-X方向侧),且设置于较编码器EN1a、EN1b更靠基板P的搬送方向的下游侧(+X方向侧)。编码器EN2a、EN2b配置于设置方位线Lx2上(参照图2、图3)。设置方位线Lx2成为于XZ平面连结编码器EN2a、EN2b的测量用的光束的于刻度尺部SDa、SDb上的投射位置(读取位置)与中心轴AXo的线。该设置方位线Lx2是于XZ平面成为与照射中心轴Le1、Le3、Le5相同角度位置而与之重迭。

[0093] 编码器EN3a、EN3b是设置在相对于中心面Poc为基板P的搬送方向的下游侧(+X方向侧),且配置于设置方位线Lx3上(参照图2、图3)。设置方位线Lx3成为于XZ平面连结编码器EN3a、EN3b的测量用的光束的于刻度尺部SDa、SDb上的投射位置(读取位置)与中心轴AXo的线。该设置方位线Lx3于XZ平面成为与照射中心轴Le2、Le4、Le6相同角度位置而与之重迭。因此,设置方位线Lx2与设置方位线Lx3被设定为,于XZ平面,相对于中心面Poc的角度成为 $\pm\theta1$ (参照图2)。

[0094] 编码器EN4a、EN4b是设置于较编码器EN3a、EN3b更靠基板P的搬送方向的下游侧(+X方向侧),且配置于设置方位线Lx4上(参照图2)。设置方位线Lx4成为于XZ平面连结编码器EN4a、EN4b的测量用的光束的于刻度尺部SDa、SDb上的投射位置(读取位置)与中心轴AXo的线。又,设置方位线Lx4成为于XZ平面连结各对准显微镜AM2m (AM21~AM24) 的观察区域Vw2m (Vw21~Vw24) 与中心轴AXo的线。亦即,多个对准显微镜AM2m (AM21~AM24) 亦配置于设置方位线Lx4上。该设置方位线Lx1与设置方位线Lx4被设定为,于XZ平面,相对于中心面Poc的角度成为 $\pm\theta2$ (参照图2)。

[0095] 各编码器ENja (EN1a~EN4a)、ENjb (EN1b~EN4b) 是朝向刻度尺部SDa、SDb投射测量用的光束而光电检测其反射射束(绕射光),藉此将为脉冲信号的检测信号输出至控制装置16。控制装置16的旋转位置检测部108(参照图12)藉由将该检测信号(脉冲信号)计数,而以次微米的解析度测量旋转筒DR的旋转角度位置及角度变化。根据该旋转筒DR的角度变化,亦可测量基板P的搬送速度Vt。旋转位置检测部108将来自各编码器ENja (EN1a~EN4a)、ENjb (EN1b~EN4b) 的检测信号分别个别地计数。

[0096] 具体而言,旋转位置检测部108具有多个计数器电路CNja (CN1a~CN4a)、CNjb (CN1b~CN4b)。计数器电路CN1a将来自编码器EN1a的检测信号计数,计数器电路CN1b将来自编码器EN1b的检测信号计数。以同样的方式,计数器电路CN2a~CN4a、CN2b~CN4b将来自编码器EN2a~EN4a、EN2b~EN4b的检测信号计数。该各计数器电路CNja (CN1a~CN4a)、CNjb (CN1b~CN4b) 是当各编码器ENja (EN1a~EN4a)、ENjb (EN1b~EN4b) 检测出形成于刻度尺部SDa、SDb的圆周方向的一部分的图3所示的原点标记(原点图案)ZZ时,将与检测出原点标记ZZ的编码器ENja、ENjb对应的计数值重设为0。

[0097] 该计数器电路CN1a、CN1b的计数值的任一者或其平均值是作为设置方位线Lx1上的旋转筒DR的旋转角度位置而使用,计数器电路CN2a、CN2b的计数值的任一者或平均值是作为设置方位线Lx2上的旋转筒DR的旋转角度位置而使用。同样地,计数器电路CN3a、CN3b的计数值的任一者或平均值是作为设置方位线Lx3上的旋转筒DR的旋转角度位置而使用,

计数器电路CN4a、CN4b的计数值的任一者或其平均值是作为设置方位线Lx4上的旋转筒DR的旋转角度位置而使用。再者,因旋转筒DR的制造误差等而使旋转筒DR相对于中心轴AXo偏心地旋转的情形除外,原则上,计数器电路CN1a、CN1b的计数值相同。以同样的方式,计数器电路CN2a、CN2b的计数值亦相同,计数器电路CN3a、CN3b的计数值、计数器电路CN4a、CN4b的计数值亦分别相同。

[0098] 如上所述,对准显微镜AM1m (AM11~AM14) 与编码器EN1a、EN1b配置于设置方位线Lx1上,对准显微镜AM2m (AM21~AM24) 与编码器EN4a、EN4b配置于设置方位线Lx4上。因此,根据藉由标记位置检测部106对多个对准显微镜AM1m (AM11~AM14) 所拍摄的多个摄像信号的图像解析所进行的对准标记MKm (MK1~MK4) 的位置检测、与对准显微镜AM1m所拍摄的瞬间的旋转筒DR的旋转角度位置的信息(基于编码器EN1a、EN1b的计数值),可高精度地测量设置方位线Lx1上的基板P的位置。同样地,根据藉由标记位置检测部106对多个对准显微镜AM2m (AM21~AM24) 所拍摄的多个摄像信号的图像解析所进行的对准标记MKm (MK1~MK4) 的位置检测、与对准显微镜AM2m所拍摄的瞬间的旋转筒DR的旋转角度位置的信息(基于编码器EN4a、EN4b的计数值),可高精度地测量设置方位线Lx4上的基板P的位置。

[0099] 又,来自编码器EN1a、EN1b的检测信号的计数值、来自编码器EN2a、EN2b的检测信号的计数值、来自编码器EN3a、EN3b的检测信号的计数值、及来自编码器EN4a、EN4b的检测信号的计数值于各编码器ENja、ENjb检测出原点标记ZZ的瞬间被重设为零。因此,于将基于编码器EN1a、EN1b的计数值为第1值(例如100)时的卷绕至旋转筒DR的基板P的设置方位线Lx1上的位置设为第1位置的情形时,若基板P上的第1位置被搬送至设置方位线Lx2上的位置(描绘线SL1、SL3、SL5的位置),则基于编码器EN2a、EN2b计数值成为第1值(例如100)。同样地,若基板P上的第1位置被搬送至设置方位线Lx3上的位置(描绘线SL2、SL4、SL6的位置),则基于编码器EN3a、EN3b的检测信号的计数值成为第1值(例如100)。同样地,若基板P上的第1位置被搬送至设置方位线Lx4上的位置,则基于编码器EN4a、EN4b的检测信号的计数值成为第1值(例如100)。

[0100] 且说,基板P卷绕至旋转筒DR的较两端的刻度尺部SDa、Sdb更内侧。图2中,将刻度尺部SDa、Sdb的外周面的自中心轴AXo的半径设定得小于旋转筒DR的外周面的自中心轴AXo的半径。然而,亦可如图3所示,将刻度尺部SDa、Sdb的外周面以成为与卷绕至旋转筒DR的基板P的外周面同一面的方式设定。亦即,亦可以刻度尺部SDa、Sdb的外周面的自中心轴AXo的半径(距离)、与卷绕至旋转筒DR的基板P的外周面(被照射面)的自中心轴AXo的半径(距离)相同的方式予以设定。藉此,各编码器ENja (EN1a~EN4a)、ENjb (EN1b~EN4b) 可在与卷绕至旋转筒DR的基板P的被照射面相同径向的位置检测刻度尺部SDa、Sdb。因此,可减少因编码器ENja、ENjb所获得的测量位置与处理位置(描绘线SL1~SL6) 于旋转筒DR的径向上不同而产生的阿贝误差。

[0101] 但,由于作为被照射体的基板P的厚度会相差十数 μm ~数百 μm ,差异较大,故而难以使刻度尺部SDa、Sdb的外周面的半径、与卷绕至旋转筒DR的基板P的外周面的半径始终相同。因此,于图3所示的刻度尺部SDa、Sdb的情形时,其外周面(刻度尺面)的半径被设定为与旋转筒DR的外周面的半径一致。进而,亦可利用个别的圆盘构成刻度尺部SDa、Sdb,并将该圆盘(刻度尺圆盘)同轴地安装于旋转筒DR的轴Sft。于该情形时,亦以使刻度尺圆盘的外周面(刻度尺面)的半径与旋转筒DR的外周面的半径一致成阿贝误差处于容许值内的程度为

宜。

[0102] 由以上,根据由对准显微镜AM1m (AM11~AM14)检测出的对准标记MKm (MK1~MK4)的基板P上的位置、与基于编码器EN1a、EN1b的计数值(计数器电路CN1a、CN1b的计数值的任一者或平均值),而由控制装置16决定基板P的长尺寸方向(X方向)上的曝光区域W的描绘曝光的开始位置。再者,由于事先已知曝光区域W的X方向的长度,故而控制装置16每当检测特定个数的对准标记MKm (MK1~MK4)时便决定为描绘曝光的开始位置。而且,于将已决定曝光开始位置时的基于编码器EN1a、EN1b的计数值设为第1值(例如100)的情形时,若基于编码器EN2a、EN2b计数值成为第1值(例如100),则基板P的长尺寸方向上的曝光区域W的描绘曝光的开始位置位于描绘线SL1、SL3、SL5上。因此,扫描单元U1、U3、U5可根据编码器EN2a、EN2b的计数值开始聚焦光SP的扫描。又,若基于编码器EN3a、EN3b的计数值成为第1值(例如100),则基板P的长尺寸方向上的曝光区域W的描绘曝光的开始位置位于描绘线SL2、SL4、SL6上。因此,扫描单元U2、U4、U6可根据编码器EN3a、EN3b的计数值开始聚焦光SP的扫描。

[0103] 通常,藉由张力调整滚筒RT1、RT2对基板P于长尺寸方向赋予特定的张力,而使基板P一面与旋转筒DR密接,一面随着旋转筒DR的旋转而搬送。但,因旋转筒DR的旋转速度 V_p 较快,或张力调整滚筒RT1、RT2赋予至基板P的张力变得过低或变得过高等理由,而存在产生基板P相对于旋转筒DR的滑动的可能性。于未产生基板P相对于旋转筒DR的滑动的状态时,在基于编码器EN4a、4b的计数值成为与对准显微镜AM1m拍摄对准标记MKmA(某特定的对准标记MKm)的瞬间的基于编码器EN1a、EN1b的计数值(例如150)相同的值的情形时,藉由对准显微镜AM2m检测该对准标记MKmA。

[0104] 然而,于产生基板P相对于旋转筒DR的滑动的情形时,即便基于编码器EN4a、EN4b的计数值成为与对准显微镜AM1m拍摄对准标记MKmA的瞬间的基于编码器EN1a、EN1b的计数值(例如150)相同的值,亦无法藉由对准显微镜AM2m检测该对准标记MKmA。于该情形时,基于编码器EN4a、EN4b的计数值例如超过150之后藉由对准显微镜AM2m检测对准标记MKmA。因此,可根据对准显微镜AM1m拍摄对准标记MKmA的瞬间的基于编码器EN1a、EN1b的计数值、与对准显微镜AM2m拍摄对准标记MKmA的瞬间的编码器EN4a、EN4b的计数值,而求出相对于基板P的滑动量。如此,可藉由追加设置该对准显微镜AM2m及编码器EN4a、EN4b,测定基板P的滑动量。

[0105] 接下来,参照图5对扫描单元Un (U1~U6)的光学性构成进行说明。再者,各扫描单元Un (U1~U6)具有同一构成,因此仅对扫描单元U1进行说明,对于其他扫描单元Un省略其说明。又,于图5中,将与照射中心轴Len (Le1)平行的方向设为Zt方向,将位于与Zt方向正交的平面上且基板P自处理装置PR2经过曝光装置EX朝向处理装置PR3的方向设为Xt方向,将与Zt方向正交的平面上且与Xt方向正交的方向设为Yt方向。亦即,图5的Xt、Yt、Zt的三维座标是使图2的X、Y、Z的三维座标以Y轴为中心而以Z轴方向与照射中心轴Len (Le1)平行的方式旋转而成的三维座标。

[0106] 如图5所示,于扫描单元U1内,沿着自射束LB1的入射位置至被照射面(基板P)为止的射束LB1的行进方向而设置有反射镜M10、扩束器BE、反射镜M11、偏光分光器BS1、反射镜M12、移位光学构件(平行平板)SR、偏向调整光学构件(棱镜)DP、场孔径FA、反射镜M13、 $\lambda/4$ 波长板QW、柱面透镜CYa、反射镜M14、多角镜PM、 $f\theta$ 透镜FT、反射镜M15、柱面透镜CYb。进而,于扫描单元U1内,设置有检测扫描单元U1的可开始描绘的时点的原点感测器(原点检测器)

OP1、与用以经由偏光分光器BS1检测来自被照射面(基板P)的反射光的光学透镜系统G10及光检测器DT。

[0107] 入射至扫描单元U1的射束LB1朝向-Zt方向行进,入射至相对于XtYt平面倾斜 45° 的反射镜M10。以入射至该扫描单元U1的射束LB1的轴线与照射中心轴Le1同轴的方式入射至反射镜M10。反射镜M10作为使射束LB1入射至扫描单元U1的入射光学构件发挥功能,将所入射的射束LB1沿着与Xt轴平行地设定的光轴AXa且朝着向-Xt方向远离反射镜M10的反射镜M11沿-Xt方向反射。因此,光轴AXa于与XtZt平面平行的面内和照射中心轴Le1正交。反射镜M10所反射的射束LB1透过沿着光轴AXa配置的扩束器BE而入射至反射镜M11。扩束器BE使透过的射束LB1的直径扩大。扩束器BE具有聚光透镜Be1、及使藉由聚光透镜Be1而收敛之后发散的射束LB1成为平行光的准直透镜Be2。

[0108] 反射镜M11相对于YtZt平面倾斜 45° 地配置,将所入射的射束LB1(光轴AXa)朝向偏光分光器BS1沿-Yt方向反射。向-Yt方向远离反射镜M11而设置的偏光分光器BS1的偏振分光面是相对于YtZt平面倾斜 45° 地配置,反射P偏光的射束,使向与P偏光正交的方向偏光后的直线偏光(S偏光)的射束透过。由于入射至扫描单元U1的射束LB1为P偏光的射束,故而偏光分光器BS1将来自反射镜M11的射束LB1向-Xt方向反射而引导至反射镜M12侧。

[0109] 反射镜M12是相对于XtYt平面倾斜 45° 地配置,将所入射的射束LB1朝着向-Zt方向远离反射镜M12的反射镜M13沿-Zt方向反射。由反射镜M12反射的射束LB1沿着与Zt轴平行的光轴AXc通过移位光学构件SR、偏向调整光学构件DP、及场孔径(视场光阑)FA而入射至反射镜M13。移位光学构件SR于与射束LB1的行进方向(光轴AXc)正交的平面(XtYt平面)内二维地调整射束LB1的剖面内的中心位置。移位光学构件SR是由沿着光轴AXc配置的2片石英的平行平板Sr1、Sr2所构成,平行平板Sr1可绕Xt轴倾斜,平行平板Sr2可绕Yt轴倾斜。藉由该平行平板Sr1、Sr2分别绕Xt轴、Yt轴倾斜,于与射束LB1的行进方向正交的XtYt平面内,将射束LB1的中心位置二维地移位微小量。该平行平板Sr1、Sr2是于控制装置16的控制的下由未图示的致动器(驱动部)驱动。

[0110] 偏向调整光学构件DP是对由反射镜M12反射并通过移位光学构件SR而来的射束LB1的相对于光轴AXc的斜率进行微调者。偏向调整光学构件DP是由沿着光轴AXc配置的2个楔状的棱镜Dp1、Dp2所构成,棱镜Dp1、Dp2的各者是可独立地以光轴AXc为中心旋转 360° 地设置。藉由调整2个棱镜Dp1、Dp2的旋转角度位置,而进行到达至反射镜M13的射束LB1的轴线与光轴AXc的平行度校正、或到达至基板P的被照射面的射束LB1的轴线与照射中心轴Le1的平行度校正。再者,藉由2个棱镜Dp1、Dp2偏向调整后的射束LB1存在于与射束LB1的剖面平行的面内横向移位的情形,该横向移位可藉由上文的移位光学构件SR而恢复原位。该棱镜Dp1、Dp2是于控制装置16的控制的下由未图示的致动器(驱动部)驱动。

[0111] 如此,通过移位光学构件SR与偏向调整光学构件DP的射束LB1透过场孔径FA的圆形开口而到达至反射镜M13。场孔径FA的圆形开口是将经扩束器BE扩大后的射束LB1的剖面内的强度分布的周边部分截断的光阑。若将场孔径FA的圆形开口设为可调整口径的可变式虹彩光阑,则可调整聚焦光SP的强度(亮度)。

[0112] 反射镜M13是相对于XtYt平面倾斜 45° 地配置,将所入射的射束LB1朝向反射镜M14沿+Xt方向反射。反射镜M13所反射的射束LB1经由 $\lambda/4$ 波长板QW及柱面透镜CYa而入射至反射镜M14。反射镜M14将所入射的射束LB1朝向多角镜(旋转多面镜、扫描用偏向构件)PM反

射。多角镜PM将所入射的射束LB1朝向具有与Xt轴平行的光轴AXf的f θ 透镜FT而向+Xt方向侧反射。多角镜PM是为了将射束LB1的聚焦光SP于基板P的被照射面上进行扫描而将所入射的射束LB1于与XtYt平面平行的面内一维地偏向(反射)。具体而言,多角镜PM具有于Zt轴方向延伸的旋转轴AXp、及形成于旋转轴AXp的周围的多个反射面RP(本实施形态中将反射面RP的数量Np设为8)。可藉由使该多角镜PM以旋转轴AXp为中心沿特定的旋转方向旋转,而使照射至反射面RP的脉冲状的射束LB1的反射角连续地变化。藉此,藉由1个反射面RP使射束LB1的反射方向偏向,而可将照射至基板P的被照射面上的射束LB1的聚焦光SP沿主扫描方向(基板P的宽度方向、Yt方向)进行扫描。

[0113] 亦即,可藉由1个反射面RP将射束LB1的聚焦光SP沿主扫描方向进行扫描。因此,于多角镜PM的1旋转中,聚焦光SP于基板P的被照射面上扫描的描绘线SL1的数量最大为与反射面RP的数量相同的8条。多角镜PM是于控制装置16的控制的下藉由旋转驱动源(例如马达或减速机构等)RM而以固定的速度旋转。如上文所说明般,描绘线SL1的有效长度(例如30mm)被设定为可藉由该多角镜PM扫描聚焦光SP的最大扫描长度(例如31mm)以下的长度,且于初始设定(设计上)中,于最大扫描长度的中央设定有描绘线SL1的中心点(照射中心轴Le1通过的点)。

[0114] 柱面透镜CYa是于与基于多角镜PM的主扫描方向(旋转方向)正交的非扫描方向(Zt方向)上,将所入射的射束LB1收敛于多角镜PM的反射面RP上。亦即,柱面透镜CYa将射束LB1在反射面RP上收敛成于与XtYt平面平行的方向延伸的长条状(长椭圆状)。藉由母线与Yt方向平行的柱面透镜CYa及下述的柱面透镜CYb,即便为反射面RP相对于Zt方向倾斜的情形(反射面RP相对于XtYt平面的法线的斜率),亦可抑制其影响。例如,可抑制照射至基板P的被照射面上的射束LB1(描绘线SL1)的照射位置因多角镜PM的各反射面RP的各者的微小的斜率误差而向Xt方向偏移。

[0115] 具有于Xt轴方向延伸的光轴AXf的f θ 透镜(扫描用透镜系统)FT是将由多角镜PM反射的射束LB1于XtYt平面内以与光轴AXf平行的方式投射至反射镜M15的远心系统的扫描透镜。射束LB1向f θ 透镜FT的入射角 θ 根据多角镜PM的旋转角($\theta/2$)而变化。f θ 透镜FT经由反射镜M15及柱面透镜CYb将射束LB1投射至与该入射角 θ 成比例的基板P的被照射面上的像高位置。若将焦点距离设为fo,将像高位置设为y,则f θ 透镜FT被设计成满足 $y=fo \times \theta$ 的关系(畸变像差)。因此,藉由该f θ 透镜FT,可将射束LB1于Yt方向(Y方向)准确地以等速进行扫描。于向f θ 透镜FT的入射角 θ 为0度时,入射至f θ 透镜FT的射束LB1沿着光轴AXf上行进。

[0116] 反射镜M15将来自f θ 透镜FT的射束LB1经由柱面透镜CYb朝着基板P向-Zt方向反射。藉由f θ 透镜FT及母线与Yt方向平行的柱面透镜CYb,投射至基板P的射束LB1于基板P的被照射面上被收敛为直径数 μm 左右(例如3 μm)的微小的聚焦光SP。又,投射至基板P的被照射面上的聚焦光SP藉由多角镜PM而根据于Yt方向延伸的描绘线SL1一维扫描。再者,f θ 透镜FT的光轴AXf与照射中心轴Le1位于同一平面上,该平面与XtZt平面平行。因此,于光轴AXf上行进的射束LB1藉由反射镜M15向-Zt方向反射,成为与照射中心轴Le1同轴而投射至基板P。于本第1实施形态中,至少f θ 透镜FT作为将藉由多角镜PM偏向后的射束LB1投射至基板P的被照射面的投射光学系统发挥功能。又,至少反射构件(反射镜M11~M15)及偏光分光器BS1作为将自反射镜M10至基板P为止的射束LB1的光路弯折的光路偏向构件发挥功能。藉由该光路偏向构件,可使入射至反射镜M10的射束LB1的入射轴与照射中心轴Le1大致同轴。于

XtZt平面上,通过扫描单元U1内的射束LB1通过大致U字状或 $\cap$ 字状的光路之后向-Zt方向行进而投射至基板P。

[0117] 如此,于基板P沿X方向被搬送的状态下,藉由各扫描单元Un (U1~U6) 将射束LBn (LB1~LB6) 的聚焦光SP于主扫描方向(Y方向)一维地扫描,藉此可将聚焦光SP于基板P的被照射面相对地进行二维扫描。

[0118] 再者,作为一例,于将描绘线SLn (SL1~SL6) 的有效长度设为30mm,一面每次重迭有效大小 Φ 为3 μ m的聚焦光SP的7/8,亦即每次重迭2.625(=3 $\times$ 7/8) μ m,一面将聚焦光SP沿着描绘线SLn (SL1~SL6) 照射至基板P的被照射面上的情形时,聚焦光SP以0.375 μ m的间隔照射。因此,1次扫描所照射的聚焦光SP的数量成为80000(=30[mm]/0.375[μ m])。又,若将基板P的副扫描方向的进给速度(搬送速度)Vt设为0.6048mm/sec,于副扫描方向上亦将聚焦光SP的扫描以0.375 μ m的间隔进行,则沿着描绘线SLn的1次扫描开始(描绘开始)时点与下一扫描开始时点的时间差Tpx成为约620 μ sec(=0.375[μ m]/0.6048[mm/sec])。该时间差Tpx是8反射面RP的多角镜PM旋转1面(45度=360度/8)的时间。该情形时,必须以多角镜PM的1旋转的时间成为约4.96msec(=8 $\times$ 620[μ sec])的方式设定,因此多角镜PM的旋转速度Vp被设定为每秒约201.613旋转(=1/4.96[msec])、即约12096.8rpm。

[0119] 另一方面,多角镜PM的1反射面RP所反射的射束LB1有效地入射至f θ 透镜FT的最大入射角度(与聚焦光SP的最大扫描长度对应)是由f θ 透镜FT的焦点距离与最大扫描长度大致决定。作为一例,于8反射面RP的多角镜PM的情形时,在1反射面RP的旋转角度45度的中有助于实际扫描的旋转角度 α 的比率(扫描效率)以 α /45度表示。本第1实施形态中,由于将有助于实际扫描的旋转角度 α 设为15度,故而扫描效率成为1/3(=15度/45度),f θ 透镜FT的最大入射角成为30度(以光轴AXf为中心 $\pm$ 15度)。因此,将聚焦光SP扫描描绘线SLn的最大扫描长度(例如31mm)的程度所需要的时间Ts成为Ts=Tpx $\times$ 扫描效率,于上文的数值例的情形时,时间Ts成为约206.666 $\cdots\mu$ sec(=620[μ sec]/3)。由于将本第1实施形态中的描绘线SLn (SL1~SL6) 的有效扫描长度设为30mm,故而沿着该描绘线SLn的聚焦光SP的1扫描的扫描时间Tsp成为约200 μ sec(=206.666 $\cdots$ [μ sec] $\times$ 30[mm]/31[mm])。因此,于该时间Tsp的期间,必须照射80000的聚焦光SP(脉冲光),故而来自光源装置LS (LSa、LSb) 的射束LB的发光频率(振荡频率)Fa成为Fa $\doteq$ 80000次/200 μ sec=400MHz。

[0120] 图5所示的原点感测器OP1是当多角镜PM的反射面RP的旋转位置到达可开始利用反射面RP的聚焦光SP的扫描的特定位置时产生原点信号SZ1。换言之,原点感测器OP1是当接下来进行聚焦光SP的扫描的反射面RP的角度成为特定的角度位置时产生原点信号SZ1。由于多角镜PM具有8个反射面RP,故而原点感测器OP1于多角镜PM进行1旋转期间输出8次原点信号SZ1。该原点感测器OP1所产生的原点信号SZ1被送至控制装置16。自原点感测器OP1产生原点信号SZ1之后,经过延迟时间Td1后,开始聚焦光SP沿着描绘线SL1的扫描。亦即,该原点信号SZ1成为表示利用扫描单元U1的聚焦光SP的描绘开始时序(扫描开始时序)的信息。

[0121] 原点感测器OP1具有将对基板P的感光性功能层为非感光性的波长区域的激光射束Bga射出至反射面RP的射束送光系统opa、及接受于反射面RP反射的激光射束Bga的反射射束Bgb而产生原点信号SZ1的射束受光系统opb。虽未图示,但射束送光系统opa具有射出激光射束Bga的光源、及将光源所发出的激光射束Bga投射至反射面RP的光学构件(反射镜

或透镜等)。虽未图示,但射束受光系统opb具有包含接受所受到的反射射束Bgb而转换为电气信号的光电转换元件的受光部、及将反射面RP所反射的反射射束Bgb引导至上述受光部的光学构件(反射镜或透镜等)。射束送光系统opa与射束受光系统opb设置于如下位置,即:当多角镜PM的旋转位置到达利用反射面RP的聚焦光SP的扫描即将开始之前的特定位置时,射束受光系统opb可接受射束送光系统opa所射出的激光射束Bga的反射射束Bgb。再者,将设置于扫描单元U2~U6的原点感测器OPn以OP2~OP6表示,且将由原点感测器OP2~OP6产生的原点信号SZn以SZ2~SZ6表示。控制装置16是根据该原点信号SZn(SZ1~SZ6)而管理哪一扫描单元Un接下来进行聚焦光SP的扫描。又,存在将自产生原点信号SZ2~SZ6之后至开始沿着基于扫描单元U2~U6的描绘线SL2~SL6的聚焦光SP的扫描为止的延迟时间Tdn以Td2~Td6表示的情形。

[0122] 图5所示的光检测器DT具有将所入射的光进行光电转换的光电转换元件。于旋转筒DR的表面,形成有预先确定的基准图案。形成有该基准图案的旋转筒DR上的部分是由对于射束LB1的波长区域较低的反射率(10~50%)的原材料所构成,未形成有基准图案的旋转筒DR上的其他部分是由反射率为10%以下的材料或吸收光的材料所构成。因此,若于未卷绕有基板P的状态(或通过基板P的透明部的状态)下,自扫描单元U1对旋转筒DR的形成有基准图案的区域照射射束LB1的聚焦光SP,则其反射光通过柱面透镜CYb、反射镜M15、 $f\theta$ 透镜FT、多角镜PM、反射镜M14、柱面透镜CYa、 $\lambda/4$ 波长板QW、反射镜M13、场孔径FA、偏向调整光学构件DP、移位光学构件SR、及反射镜M12而入射至偏光分光器BS1。此处,于偏光分光器BS1与基板P之间、具体而言反射镜M13与柱面透镜CYa之间,设置有 $\lambda/4$ 波长板QW。藉此,照射至基板P的射束LB1藉由该 $\lambda/4$ 波长板QW而自P偏光转换为圆偏振光的射束LB1,自基板P入射至偏光分光器BS1的反射光藉由该 $\lambda/4$ 波长板QW而自圆偏振光转换为S偏光。因此,来自基板P的反射光透过偏光分光器BS1而经由光学透镜系统G10入射至光检测器DT。

[0123] 此时,于脉冲状的射束LB1连续地入射至扫描单元U1的状态下,将旋转筒DR旋转而由扫描单元U1扫描聚焦光SP,藉此,聚焦光SP二维地照射至旋转筒DR的外周面。因此,可藉由光检测器DT获取形成于旋转筒DR的基准图案的图像。

[0124] 具体而言,响应用于射束LB1(聚焦光SP)的脉冲发光的时脉信号LTC(由光源装置LS制作)而将自光检测器DT输出的光电信号的强度变化进行数位取样,藉此以Yt方向的一维的图像数据的形式获取。进而,响应测量描绘线SL1上的旋转筒DR的旋转角度位置的编码器EN2a、EN2b的测量值,每隔副扫描方向的固定距离(例如聚焦光SP的大小 Φ 的1/8)将Yt方向的一维的图像数据于Xt方向排列,藉此获得旋转筒DR的表面的二维的图像信息。控制装置16基于该获取的旋转筒DR的基准图案的二维的图像信息,而测量扫描单元U1的描绘线SL1的斜率。所谓该描绘线SL1的斜率,既可为各扫描单元Un(U1~U6)间的相对斜率,亦可为相对于旋转筒DR的中心轴AXo的斜率(绝对斜率)。再者,当然以同样的方式亦可测量各描绘线SL2~SL6的斜率。

[0125] 再者,多个扫描单元Un(U1~U6)是以多个扫描单元Un(U1~U6)的各者可绕照射中心轴Len(Le1~Le6)旋动(旋转)的方式保持于未图示的本体框架。若该各扫描单元Un(U1~U6)绕照射中心轴Len(Le1~Le6)旋动,则各描绘线SLn(SL1~SL6)亦于基板P的被照射面上绕照射中心轴Len(Le1~Le6)旋动。因此,各描绘线SLn(SL1~SL6)相对于Y方向倾斜。即便于各扫描单元Un(U1~U6)绕照射中心轴Len(Le1~Le6)旋动的情形时,通过各扫描单元Un

(U1~U6) 内的射束LBn (LB1~LB6) 与各扫描单元Un (U1~U6) 内的光学性构件的相对的位置关系亦不变。因此, 各扫描单元Un (U1~U6) 可沿着于基板P的被照射面上旋动的描绘线SLn (SL1~SL6) 扫描聚焦光SP。该各扫描单元Un (U1~U6) 的绕照射中心轴Len (Le1~Le6) 的旋动是于控制装置16的控制的下由未图示的致动器执行。

[0126] 因此, 控制装置16可藉由根据所测量出的各描绘线SLn的斜率使扫描单元Un (U1~U6) 绕照射中心轴Len (Le1~Le6) 旋动, 而保持多条描绘线SLn (SL1~SL6) 的平行状态。又, 在基于使用对准显微镜AM1m、AM2m检测出的对准标记MKm的位置而基板P或曝光区域W形变(变形) 的情形时, 有必要使所描绘的图案亦与之相应地发生形变。因此, 控制装置16是于判断基板P或曝光区域W形变(变形) 的情形时, 藉由使扫描单元Un (U1~U6) 绕照射中心轴Len (Le1~Le6) 旋动, 而与基板P或曝光区域W的形变(变形) 相应地使各描绘线SLn相对于Y方向略微地倾斜。此时, 于本实施形态中, 如下文所说明般, 可进行如使沿着各描绘线SLn描绘的图案按照所指定的倍率(例如ppm级) 伸缩的控制、或者使各描绘线SLn个别地于副扫描方向(图5中的Xt方向) 略微地移位地控制。

[0127] 再者, 即便扫描单元Un的照射中心轴Len、与扫描单元Un实际地旋动的轴(旋动中心轴) 不完全一致, 只要两者于特定的容许范围内同轴即可。该特定的容许范围被设定为, 使扫描单元Un旋动角度 θ_{sm} 时的实际的描绘线SLn的描绘开始点(或描绘结束点)、与假定照射中心轴Len与旋动中心轴完全时使扫描单元Un旋动特定的角度 θ_{sm} 时的设计上的描绘线SLn的描绘开始点(或描绘结束点) 的差分量于聚焦光SP的主扫描方向上成为特定的距离(例如, 聚焦光SP的大小 Φ) 以内。又, 即便实际入射至扫描单元Un的射束LBn的光轴与扫描单元Un的旋动中心轴不完全一致, 只要于上述特定的容许范围内同轴即可。

[0128] 图6是射束切换部BDU的构成图。射束切换部BDU具有多个选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6)、多个聚光透镜CD1~CD6、多个反射镜M1~M14、多个单元侧入射镜IM1~IM6、多个准直透镜CL1~CL6、及吸收体TR1、TR2。选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6) 是对射束LB (LBa、LBb) 具有透过性者, 且是由超音波信号驱动的声光调变元件(AOM: Acousto-Optic Modulator)。该等光学性构件(选择用光学元件AOM1~AOM6、聚光透镜CD1~CD6、反射镜M1~M14、单元侧入射镜IM1~IM6、准直透镜CL1~CL6、及吸收体TR1、TR2) 由板状的支持构件IUB支持。该支持构件IUB于多个扫描单元Un (U1~U6) 的上方(+Z方向侧) 自下方(-Z方向侧) 支持该等光学性构件。因此, 支持构件IUB亦具备将成为发热源的选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6) 与多个扫描单元Un (U1~U6) 的间隔热的功能。

[0129] 射束LBa自光源装置LSa藉由反射镜M1~M6而使其光路弯曲成曲折状地被引导至吸收体TR1。又, 来自光源装置LSb的射束LBb亦同样地, 藉由反射镜M7~M14而使其光路弯曲成曲折状地被引导至吸收体TR2。以下, 于选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6) 均为断开状态(未施加有超音波信号的状态) 的情形时, 进行详细叙述。

[0130] 来自光源装置LSa的射束LBa(平行射束) 是与Y轴平行地向+Y方向行进并通过聚光透镜CD1入射至反射镜M1。于反射镜M1向-X方向反射的射束LBa直接地透过配置于聚光透镜CD1的焦点位置(光束腰位置) 的第1选择用光学元件AOM1, 并藉由准直透镜CL1而再次形成成为平行射束, 到达反射镜M2。于反射镜M2向+Y方向反射的射束LBa在通过聚光透镜CD2之后由反射镜M3向+X方向反射。

[0131] 由反射镜M3向+X方向反射的射束LBa直接地透过配置于聚光透镜CD2的焦点位置

(光束腰位置)的第2选择用光学元件AOM2,藉由准直透镜CL2而再次形成为平行射束,到达反射镜M4。由反射镜M4向+Y方向反射的射束LBa在通过聚光透镜CD3之后由反射镜M5向-X方向反射。由反射镜M5向-X方向反射的射束LBa直接地透过配置于聚光透镜CD3的焦点位置(光束腰位置)的第3选择用光学元件AOM3,藉由准直透镜CL3而再次形成为平行射束,到达反射镜M6。于反射镜M6向+Y方向反射的射束LBa入射至吸收体TR1。该吸收体TR1是为了抑制射束LBa向外部的泄漏而吸收射束LBa的光阱。

[0132] 来自光源装置LSb的射束LBb(平行射束)是与Y轴平行地向+Y方向行进并入射至反射镜M13,于反射镜M13向+X方向反射的射束LBb由反射镜M14向+Y方向反射。于反射镜M14向+Y方向反射的射束LBb在通过聚光透镜CD4之后由反射镜M7向+X方向反射。由反射镜M7向+X方向反射的射束LBb直接地透过配置于聚光透镜CD4的焦点位置(光束腰位置)的第4选择用光学元件AOM4,藉由准直透镜CL4而再次形成为平行射束,到达反射镜M8。由反射镜M8向+Y方向反射的射束LBb在通过聚光透镜CD5之后由反射镜M9向-X方向反射。

[0133] 由反射镜M9向-X方向反射的射束LBb直接地透过配置于聚光透镜CD5的焦点位置(光束腰位置)的第5选择用光学元件AOM5,藉由准直透镜CL5而再次形成为平行射束,到达反射镜M10。由反射镜M10向+Y方向反射的射束LBb在通过聚光透镜CD6之后由反射镜M11向+X方向反射。由反射镜M11向+X方向反射的射束LBb直接地透过配置于聚光透镜CD6的焦点位置(光束腰位置)的第6选择用光学元件AOM6,藉由准直透镜CL6而再次形成为平行射束,到达反射镜M12。于反射镜M12向-Y方向反射的射束LBb入射至吸收体TR2。该吸收体TR2是为了抑制射束LBb向外部的泄漏而吸收射束LBb的光阱。

[0134] 如上所述,选择用光学元件AOM1~AOM3是以使来自光源装置LSa的射束LBa依序透过的方式沿着射束LBa的行进方向串联地配置。又,选择用光学元件AOM1~AOM3是以藉由聚光透镜CD1~CD3与准直透镜CL1~CL3而于各选择用光学元件AOM1~AOM3的内部形成射束LBa的光束腰的方式配置。藉此,使入射至选择用光学元件(声光调变元件)AOM1~AOM3的射束LBa的直径变小,提高了绕射效率,并且提高了响应性。同样地,选择用光学元件AOM4~AOM6是以使来自光源装置LSb的射束LBb依序透过的方式沿着射束LBb的行进方向串联地配置。又,选择用光学元件AOM4~AOM6是以藉由聚光透镜CD4~CD6与准直透镜CL4~CL6而于各选择用光学元件AOM4~AOM6的内部形成射束LBb的光束腰的方式配置。藉此,使入射至选择用光学元件(声光调变元件)AOM4~AOM6的射束LBb的直径变小,提高了绕射效率,并且提高了响应性。

[0135] 各选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)是当被施加超音波信号(高频信号)时便使入射的射束(0次光)LB(LBa、LBb)以与高频的频率相应的绕射角绕射后的一次绕射光作为射出射束(射束LBn)而产生。本第1实施形态中,将自多个选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)的各者作为一次绕射光射出的射束LBn设为射束LB1~LB6,各选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)是作为发挥将来自光源装置LSa、LSb的射束LB(LBa、LBb)的光路偏向的功能者来操作。但,实际的声光调变元件由于一次绕射光的产生效率为0次光的80%左右,故而藉由各选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)的各者而偏向的射束LBn(LB1~LB6)较原先的射束LB(LBa、LBb)的强度降低。又,选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)的任一个为接通状态时,未绕射而直行的0次光残存20%左右,但其最终会由吸收体TR1、TR2吸收。

[0136] 如图6所示,多个选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)的各者是以将作为经偏向的

一次绕射光的射束LB_n (LB1~LB6) 相对于入射的射束LB (LBa、LBb) 朝-Z方向偏向的方式设置。自选择用光学元件AOM_n (AOM1~AOM6) 的各者偏向而射出的射束LB_n (LB1~LB6) 投射至设置于与选择用光学元件AOM_n (AOM1~AOM6) 的各者隔开特定距离的位置的单元侧入射镜IM1~IM6, 于该处向-Z方向以与照射中心轴Le1~Le6同轴的方式反射。由单元侧入射镜IM1~IM6 (以下, 亦简称为镜IM1~IM6) 反射的射束LB1~LB6通过形成于支持构件IUB的开口部TH1~TH6的各者以沿着照射中心轴Le1~Le6的方式入射至扫描单元Un (U1~U6) 的各者。

[0137] 再者, 选择用光学元件AOM_n是藉由超音波而于透过构件中的特定方向产生折射率的周期性的疏密变化的绕射光栅, 因此于入射射束LB (LBa、LBb) 为直线偏光 (P偏光或S偏光) 的情形时, 其偏光方向与绕射光栅的周期方向是以一次绕射光的产生效率 (绕射效率) 变得最高的方式予以设定。如图6, 于各选择用光学元件AOM_n以使入射的射束LB (LBa、LBs) 向-Z方向绕射偏向的方式设置的情形时, 生成于选择用光学元件AOM_n内的绕射光栅的周期方向亦为-Z方向, 因此以与之匹配的方式设定 (调整) 来自光源装置LS (LSa、LSb) 的射束LB的偏光方向。

[0138] 各选择用光学元件AOM_n (AOM1~AOM6) 可使用构成、功能、作用等彼此相同者。多个选择用光学元件AOM_n (AOM1~AOM6) 是按照来自控制装置16的驱动信号 (高频信号) 的接通/断开, 而将使入射的射束LB (LBa、LBb) 绕射后的绕射光的产生接通/断开。例如, 选择用光学元件AOM1于未被施加来自控制装置16的驱动信号 (高频信号) 而为断开的状态时, 不使入射的来自光源装置LSa的射束LBa绕射而使其透过。因此, 透过选择用光学元件AOM1后的射束LBa透过准直透镜CL1入射至反射镜M2。另一方面, 选择用光学元件AOM1于被施加来自控制装置16的驱动信号 (高频信号) 而为接通的状态时, 使入射的射束LBa绕射而朝向镜IM1。亦即, 根据该驱动信号而将选择用光学元件AOM1开关。镜IM1选择作为藉由选择用光学元件AOM1而绕射的一次绕射光的射束LB1将其向扫描单元U1侧反射。于选择用的镜IM1反射的射束LB1通过支持构件IUB的开口部TH1沿着照射中心轴Le1入射至扫描单元U1。因此, 镜IM1是以所反射的射束LB1的光轴成为与照射中心轴Le1同轴的方式将所入射的射束LB1反射。又, 于选择用光学元件AOM1为接通的状态时, 直接地透过选择用光学元件AOM1的射束LB的0次光 (入射射束的20%左右的强度) 透过其后的准直透镜CL1~CL3、聚光透镜CD2~CD3、反射镜M2~M6、及选择用光学元件AOM2~AOM3而到达至吸收体TR1。

[0139] 同样地, 选择用光学元件AOM2、AOM3于未被施加来自控制装置16的驱动信号 (高频信号) 而为断开的状态时, 不使所入射的射束LBa (0次光) 绕射而使其向准直透镜CL2、CL3侧 (反射镜M4、M6侧) 透过。另一方面, 选择用光学元件AOM2、AOM3于被施加来自控制装置16的驱动信号而为接通的状态时, 使作为所入射的射束LBa的一次绕射光的射束LB2、LB3朝向镜IM2、IM3。该镜IM2、IM3将藉由选择用光学元件AOM2、AOM3而绕射的射束LB2、LB3向扫描单元U2、U3侧反射。于镜IM2、IM3反射的射束LB2、LB3通过支持构件IUB的开口部TH2、TH3而与照射中心轴Le2、Le3同轴地入射至扫描单元U2、U3。

[0140] 如此, 控制装置16藉由将应施加至选择用光学元件AOM1~AOM3的各者的驱动信号 (高频信号) 设为接通/断开 (高位准/低位准), 而将选择用光学元件AOM1~AOM3的任一个开关, 在射束LBa朝向后续的选择用光学元件AOM2、AOM3或吸收体TR1、或者经偏向的射束LB1~LB3的1个朝向相对应的扫描单元U1~U3该两者之间进行切换。

[0141] 又, 选择用光学元件AOM4于未被施加来自控制装置16的驱动信号 (高频信号) 而为

断开的状态时,不使入射的来自光源装置LSb的射束LBb绕射而使其向准直透镜CL4侧(反射镜M8侧)透过。另一方面,选择用光学元件AOM4于被施加来自控制装置16的驱动信号而为接通的状态时,使作为所入射的射束LBb的一次绕射光的射束LB4朝向镜IM4。该镜IM4将藉由选择用光学元件AOM4而绕射的射束LB4向扫描单元U4侧反射。于镜IM4反射的射束LB4变得与照射中心轴Le4同轴而通过支持构件IUB的开口部TH4入射至扫描单元U4。

[0142] 同样地,选择用光学元件AOM5、AOM6于未被施加来自控制装置16的驱动信号(高频信号)而为断开的状态时,不使所入射的射束LBb绕射而使其向准直透镜CL5、CL6侧(反射镜M10、M12侧)透过。另一方面,选择用光学元件AOM5、AOM6于被施加来自控制装置16的驱动信号而为接通的状态时,使作为所入射的射束LBb的一次绕射光的射束LB5、LB6朝向镜IM5、IM6。该镜IM5、IM6将藉由选择用光学元件AOM5、AOM6而绕射的射束LB5、LB6向扫描单元U5、U6侧反射。于镜IM5、IM6反射的射束LB5、LB6变得与照射中心轴Le5、Le6同轴而通过支持构件IUB的开口部TH5、TH6的各者入射至扫描单元U5、U6。

[0143] 如此,控制装置16藉由将应施加至选择用光学元件AOM4~AOM6的各者的驱动信号(高频信号)设为接通/断开(高位准/低位准),而将选择用光学元件AOM4~AOM6的任一个开关,在射束LBb朝向后继的选择用光学元件AOM5、AOM6或吸收体TR2、或者经偏向的射束LB4~LB6的1个朝向相对应的扫描单元U4~U6该两者之间进行切换。

[0144] 如上所述,射束切换部BDU藉由具备沿着来自光源装置LSa的射束LBa的行进方向而串联地配置的多个选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM3),可切换射束LBa的光路而选择射束LBn (LB1~LB3) 所入射的1个扫描单元Un (U1~U3)。因此,可使作为来自光源装置LSa的射束LBa的一次绕射光的射束LBn (LB1~LB3) 依序入射至3个扫描单元Un (U1~U3) 的各者。例如,于欲使射束LB1入射至扫描单元U1的情形时,控制装置16仅将多个选择用光学元件AOM1~AOM3中的选择用光学元件AOM1设为接通状态,于欲使射束LB3入射至扫描单元U3的情形时,仅将选择用光学元件AOM3设为接通状态即可。

[0145] 同样地,射束切换部BDU藉由具备沿着来自光源装置LSb的射束LBb的行进方向而串联地配置的多个选择用光学元件AOMn (AOM4~AOM6),可切换射束LBb的光路而选择射束LBn (LB4~LB6) 所入射的1个扫描单元Un (U4~U6)。因此,可使作为来自光源装置LSb的射束LBb的一次绕射光的射束LBn (LB4~LB6) 依序入射至3个扫描单元Un (U4~U6) 的各者。例如,于欲使射束LB4入射至扫描单元U4的情形时,控制装置16仅将多个选择用光学元件AOM4~AOM6中的选择用光学元件AOM4设为接通状态,于欲使射束LB6入射至扫描单元U6的情形时,仅将选择用光学元件AOM6设为接通状态即可。

[0146] 该多个选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6) 是与多个扫描单元Un (U1~U6) 对应地设置,切换是否使射束LBn入射至所对应的扫描单元Un。再者,本第1实施形态中,将选择用光学元件AOM1~AOM3称为第1光学元件模块,将选择用光学元件AOM4~AOM6称为第2光学元件模块。又,将与第1光学元件模块的选择用光学元件AOM1~AOM3对应的扫描单元U1~U3称为第1扫描模块,将与第2光学元件模块的选择用光学元件AOM4~AOM6对应的扫描单元U4~U6称为第2扫描模块。因此,于第1扫描模块的任一个扫描单元Un、与第2扫描模块的任一个扫描单元Un中,聚焦光SP的扫描并行地进行。

[0147] 如上所述,本第1实施形态中是有助于扫描单元Un的多角镜PM的实际扫描的旋转角度 α 设为15度,因此扫描效率成为1/3。因此,例如,于1个扫描单元Un旋转1反射面RP的

角度(45度)期间,可进行聚焦光SP的扫描的角度成为15度,于其以外的角度范围(30度),无法进行聚焦光SP的扫描,而于该期间入射至多角镜PM的射束LB_n变得无效。因此,于某一个扫描单元Un的多角镜PM的旋转角度成为无助于实际扫描的角度期间,藉由使射束LB_n入射至其以外的其他扫描单元Un,可藉由其他扫描单元Un的多角镜PM进行聚焦光SP的扫描。由于多角镜PM的扫描效率为1/3,故而于某一个扫描单元Un自扫描聚焦光SP至进行下一扫描之前的期间,可对其以外的2个扫描单元Un分配射束LB_n而进行聚焦光SP的扫描。因此,本第1实施形态是将多个扫描单元Un(U1~U6)分为2个群(扫描模块),将3个扫描单元U1~U3作为第1扫描模块,将3个扫描单元U4~U6作为第2扫描模块。

[0148] 藉此,例如于扫描单元U1的多角镜PM旋转45度(1反射面RP的相应量)期间,可使射束LB_n(LB1~LB3)依序入射至3个扫描单元U1~U3的任一个。因此,扫描单元U1~U3的各者可不使来自光源装置LSa的射束LB_a变得无效,而依序进行聚焦光SP的扫描。同样地,于扫描单元U4的多角镜PM旋转45度(1反射面RP的相应量)期间,可使射束LB_n(LB4~LB6)依序入射至3个扫描单元U4~U6的任一个。因此,扫描单元U4~U6可不使来自光源装置LSb的射束LB_b变得无效,而依序进行聚焦光SP的扫描。再者,于各扫描单元Un自开始聚焦光SP的扫描至开始下一扫描之前的期间,多角镜PM旋转恰好1反射面RP的角度(45度)。

[0149] 本第1实施形态中,由于各扫描模块的3个扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)的各者是依照特定的顺序进行聚焦光SP的扫描,故而与之对应地,控制装置16将各光学元件模块的3个选择用光学元件AOM_n(AOM1~AOM3、AOM4~AOM6)依照特定的顺序切换为接通,而依序切换射束LB_n(LB1~LB3、LB4~LB6)所入射的扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)。例如,于各扫描模块的3个扫描单元U1~U3、U4~U6进行聚焦光SP的扫描的顺序为U1→U2→U3、U4→U5→U6的情形时,控制装置16将各光学元件模块的3个选择用光学元件AOM_n(AOM1~AOM3、AOM4~AOM6)依照AOM1→AOM2→AOM3、AOM4→AOM5→AOM6、的顺序切换为接通,而将射束LB_n所入射的扫描单元Un依照U1→U2→U3、U4→U5→U6的顺序进行切换。

[0150] 再者,为了于多角镜PM旋转1反射面RP的角度(45度)期间,各扫描模块的3个扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)依序进行聚焦光SP的扫描,各扫描模块的3个扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)的各多角镜PM必须满足如下的条件而进行旋转。该条件是指必须以各扫描模块的3个扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)的各多角镜PM成为同一旋转速度V_p的方式进行同步控制,并且以各多角镜PM的旋转角度位置(各反射面RP的角度位置)成为特定的相位关系的方式进行同步控制。将各扫描模块的3个扫描单元Un的多角镜PM的旋转速度V_p相同地进行旋转称为同步旋转。

[0151] 射束切换部BDU的各选择用光学元件AOM_n(AOM1~AOM6)仅在基于扫描单元Un(U1~U6)的各者的多角镜PM的聚焦光SP的1次扫描期间之间成为接通状态即可。又,若将多角镜PM的反射面数设为N_p,将多角镜PM的旋转速度设为V_p(rpm),则与多角镜PM的反射面RP的1面的旋转角度对应的时间T_{px}成为 $T_{px} = 60 / (N_p \times V_p)$ [秒]。例如,于反射面数N_p为8,旋转速度V_p[rpm]为1.20968万的情形时,时间T_{px}成为约0.62毫秒。若其换算成频率,则为约1.6129kHz左右,此即意味着,为与用以响应图案数据(描绘数据)而将紫外区的波长的射束LB以数十MHz左右高速地调变的声光调变元件相比相当低的响应频率的声光调变元件即可。因此,可使用相对于入射的射束LB(0次光)偏向的射束LB1~LB6(一次绕射光)的绕射角较大者,相对于直接地通过选择用光学元件AOM1~AOM6的射束LB的行进路径,将经偏向的

射束LB1~LB6分离的镜IM1~IM6的配置变得容易。

[0152] 图7是表示光源装置(脉冲光源装置、脉冲激光装置)LSa(LSb)的构成的图。作为光纤激光装置的光源装置LSa(LSb)具备脉冲光产生部20与控制电路22。脉冲光产生部20具有DFB半导体激光元件30、32、偏光分光器34、作为描绘用光调变器的电光元件(强度调变部)36、该电光元件36的驱动电路36a、偏光分光器38、吸收体40、激发光源42、合并器44、光纤光放大器46、波长转换光学元件(亦有称作波长转换元件的情形)48、50、及多个透镜元件GL。控制电路22具有产生时脉信号LTC及像素移位脉冲BSC的信号产生部22a。再者,存在如下情形:为了区分自光源装置LSa的信号产生部22a输出的像素移位脉冲BSC与自光源装置LSb的信号产生部22a输出的像素移位脉冲BSC,而将来自光源装置LSa的像素移位脉冲BSC以BSCa表示,将来自光源装置LSb的像素移位脉冲BSC以BSCb表示。

[0153] DFB半导体激光元件(第1固体激光元件)30是以作为特定频率的振荡频率Fa(例如400MHz)产生陡峭(峻峭)或尖锐的脉冲状的种子光(脉冲射束、射束)S1,DFB半导体激光元件(第2固体激光元件)32是以作为特定频率的振荡频率Fa(例如400MHz)产生缓慢(时间上迟滞)的脉冲状的种子光(脉冲射束、射束)S2。DFB半导体激光元件30所产生的种子光S1与DFB半导体激光元件32所产生的种子光S2的发光时序同步。种子光S1、S2均是每1脉冲的能量大致相同,偏光状态互不相同,波峰强度是种子光S1较强。该种子光S1与种子光S2为直线偏光的光,其偏光方向相互正交。本第1实施形态中,将DFB半导体激光元件30所产生的种子光S1的偏光状态设为S偏光,将DFB半导体激光元件32所产生的种子光S2的偏光状态设为P偏光而进行说明。该种子光S1、S2为红外波长区域的光。

[0154] 控制电路22是以响应自信号产生部22a送来的时脉信号LTC的时脉脉冲而使种子光S1、S2发光的方式控制DFB半导体激光元件30、32。藉此,该DFB半导体激光元件30、32响应时脉信号LTC的各时脉脉冲(振荡频率Fa)而以特定频率(振荡频率)Fa发出种子光S1、S2。该控制电路22是由控制装置16控制。将该时脉信号LTC的时脉脉冲的周期($=1/Fa$)称为基准周期Ta。DFB半导体激光元件30、32中产生的种子光S1、S2被引导至偏光分光器34。

[0155] 再者,该成为基准时脉信号的时脉信号LTC是成为被供给至用以指定点阵图状的图案数据的存储电路中的列方向的位址的计数器部CONn(CON1~CON6)(参照图14)的各者的像素移位脉冲BSC(BSCa、BSCb)的基准者,详情见下文。又,对于信号产生部22a,自控制装置16输入用以进行基板P的被照射面上的描绘线SLn的整体倍率修正的整体倍率修正信息TMg、与用以进行描绘线SLn的局部倍率修正的局部倍率修正信息CMgn(CMg1~CMg6)。藉此,可对基板P的被照射面上的描绘线SLn的长度(扫描长度)进行微调整,该情形于下文进行详细说明。该描绘线SLn的伸缩(扫描长度的微调整)可于描绘线SLn的最大扫描长度(例如31mm)的范围内进行。再者,本第1实施形态中的所谓整体倍率修正,若简单说明,则是指如下修正:保持描绘数据上的1像素(1位元)中所包含的聚焦光的数量为固定的状态而将沿主扫描方向投射的聚焦光SP的投射间隔(亦即,聚焦光的振荡频率)均一地进行微调整,藉此一致地修正描绘线SLn整体的扫描方向的倍率。又,本第1实施形态中的所谓局部倍率修正,若简单说明,则是指如下修正:以位于设定在1描绘线上的离散的多个修正点的各者的1像素(1位元)为对象,使该修正点的像素中应包含的聚焦光的数量相对于邻接的另一像素中应包含的聚焦光的数量增减,藉此使描绘于基板上的各修正点处的像素的大小沿主扫描方向略微伸缩。

[0156] 偏光分光器34是使S偏光的光透过且反射P偏光的光者,将DFB半导体激光元件30所产生的种子光S1与DFB半导体激光元件32所产生的种子光S2引导至电光元件36。详细而言,偏光分光器34是藉由使DFB半导体激光元件30所产生的S偏光的种子光S1透过而将种子光S1引导至电光元件36。又,偏光分光器34是藉由反射DFB半导体激光元件32所产生的P偏光的种子光S2而将种子光S2引导至电光元件36。DFB半导体激光元件30、32、及偏光分光器34构成生成种子光S1、S2的脉冲光源部35。

[0157] 电光元件(强度调变部)36是对于种子光S1、S2具有透过性者,例如使用电光调变器(EOM:Electro-Optic Modulator)。电光元件36是响应描绘位元串数据SBa(SBb)的高位准/低位准状态而藉由驱动电路36a切换种子光S1、S2的偏光状态者。描绘位元串数据SBa是基于与扫描单元U1~U3的各者应曝光的图案相应的图案数据(位元图案)而生成者,描绘位元串数据SBb是基于与扫描单元U4~U6的各者应曝光的图案相应的图案数据(位元图案)而生成者。因此,描绘位元串数据SBa被输入至光源装置LSa的驱动电路36a,描绘位元串数据SBb被输入至光源装置LSb的驱动电路36a。由于来自DFB半导体激光元件30、DFB半导体激光元件32的各者的种子光S1、S2的波长区域较长,为800nm以上,故而作为电光元件36可使用偏光状态的切换响应性为GHz程度者。

[0158] 图案数据(描绘数据)是针对每个扫描单元Un而设置,且将藉由各扫描单元Un而描绘的图案按照根据聚焦光SP的大小 Φ 而设定的尺寸Pxy的像素进行分割,将多个像素的各者以与上述图案相应的逻辑信息(像素数据)表示者。亦即,该图案数据是由以将沿着聚焦光SP的主扫描方向(Y方向)的方向设为列方向且将沿着基板P的副搬送方向(X方向)的方向设为行方向的方式被二维分解的多个像素的逻辑信息所构成的点阵图数据。该像素的逻辑信息是「0」或「1」的1位元的数据。「0」的逻辑信息意味着将照射至基板P的聚焦光SP的强度设为低位准(非描绘),「1」的逻辑信息意味着将照射至基板P上的聚焦光SP的强度设为高位准(描绘)。再者,将像素的尺寸Pxy的主扫描方向(Y方向)的尺寸设为Py,将副扫描方向(X方向)的尺寸设为Px。

[0159] 图案数据的1行的像素的逻辑信息是对应于1条的描绘线SLn(SL1~SL6)者。因此,1行的像素的数量是根据基板P的被照射面上的像素的尺寸Pxy与描绘线SLn的长度而决定。该1像素的尺寸Pxy被设定为与聚焦光SP的大小 Φ 同等程度或其以上,例如于聚焦光SP的有效大小 Φ 为3 μ m的情形时,1像素的尺寸Pxy被设定为3 μ m见方程度以上。根据1行的像素的逻辑信息,而将沿着1条描绘线SLn(SL1~SL6)投射至基板P的聚焦光SP的强度进行调变。将该1行的像素的逻辑信息称为串列数据DLn。亦即,图案数据是串列数据DLn于行方向排列而成的点阵图数据。将扫描单元U1的图案数据的串列数据DLn以DL1表示,同样地,将扫描单元U2~U6的图案数据的串列数据DLn以DL2~DL6表示。

[0160] 又,扫描模块的3个扫描单元U1~U3(U4~U6)反复执行依照特定的顺序逐次进行聚焦光SP的扫描的动作,因此与之对应地,扫描模块的3个扫描单元U1~U3(U4~U6)的图案数据的串列数据DL1~DL3(DL4~DL6)亦依照特定的顺序被输出至光源装置LSa(LSb)的驱动电路36a。将依序输出至该光源装置LSa的驱动电路36a的串列数据DL1~DL3称为描绘位元串数据SBa,将依序输出至该光源装置LSb的驱动电路36a的串列数据DL4~DL6称为描绘位元串数据SBb。

[0161] 例如,于第1扫描模块中,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un的顺序为U1→U2→U3

的情形时,首先,1行的串列数据DL1被输出至光源装置LSa的驱动电路36a,继而,1行的串列数据DL2被输出至光源装置LSa的驱动电路36a等状态时,构成描绘位元串数据SBa的1行的串列数据DL1~DL3以DL1→DL2→DL3的顺序被输出至光源装置LSa的驱动电路36a。其后,下一行串列数据DL1~DL3以DL1→DL2→DL3的顺序作为描绘位元串数据SBa被输出至光源装置LSa的驱动电路36a。同样地,于第2扫描模块中,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un的顺序为U4→U5→U6的情形时,首先,1行的串列数据DL4被输出至光源装置LSb的驱动电路36a,继而,1行的串列数据DL5被输出至光源装置LSb的驱动电路36a等状态时,构成描绘位元串数据SBb的1行的串列数据DL4~DL6以DL4→DL5→DL6的顺序被输出至光源装置LSb的驱动电路36a。其后,下一行串列数据DL4~DL6以DL4→DL5→DL6的顺序作为描绘位元串数据SBb被输出至光源装置LSb的驱动电路36a。关于对该光源装置LSa (LSb) 的驱动电路36a输出描绘位元串数据SBa (SBb) 的具体构成,于下文进行详细说明。

[0162] 于输入至驱动电路36a的描绘位元串数据SBa (SBb) 的1像素的逻辑信息为低位准(「0」)状态时,电光元件36不改变种子光S1、S2的偏光状态而直接将其引导至偏光分光器38。另一方面,于输入至驱动电路36a的描绘位元串数据SBa (SBb) 的1像素的逻辑信息为高位准(「1」)状态时,电光元件36改变所入射的种子光S1、S2的偏光状态、亦即将偏光方向改变90度而将其引导至偏光分光器38。如此,驱动电路36a基于描绘位元串数据SBa (SBb) 而驱动电光元件36,藉此,电光元件36于描绘位元串数据SBa (SBb) 的像素的逻辑信息为高位准状态(「1」)时,将S偏光的种子光S1转换为P偏光的种子光S1,将P偏光的种子光S2转换为S偏光的种子光S2。

[0163] 偏光分光器38是使P偏光的光透过而经由透镜元件GL将其引导至合并器44,且使S偏光的光反射而将其引导至吸收体40者。将透过该偏光分光器38的光(种子光)以射束Lse表示。该脉冲状的射束Lse的振荡频率成为Fa。激发光源42产生激发光,该产生的激发光通过光纤42a而被引导至合并器44。合并器44将自偏光分光器38照射的射束Lse与激发光合成并输出至光纤光放大器46。光纤光放大器46掺杂有由激发光激发的激光介质。因此,于经合成的射束Lse及激发光传输的光纤光放大器46内,藉由激发光激发激光介质,藉此作为种子光的射束Lse放大。作为掺杂于光纤光放大器46内的激光介质,使用铒(Er)、镱(Yb)、铥(Tm)等稀土类元素。该经放大的射束Lse自光纤光放大器46的射出端46a伴有特定的发散角地放射,并藉由透镜元件GL收敛或准直而入射至波长转换光学元件48。

[0164] 波长转换光学元件(第1波长转换光学元件)48是藉由二次谐波产生(Second Harmonic Generation:SHG)而将所入射的射束Lse(波长 λ)转换为波长为 λ 的1/2的二次谐波。作为波长转换光学元件48,较佳地使用作为准相位匹配(Quasi Phase Matching:QPM)晶体的PPLN(Periodically Poled LiNbO₃)晶体。再者,亦可使用PPLT(Periodically Poled LiTaO₃)晶体等。

[0165] 波长转换光学元件(第2波长转换光学元件)50是藉由经波长转换光学元件48转换后的二次谐波(波长 $\lambda/2$)与未经波长转换光学元件48转换而残留的种子光(波长 λ)的和频产生(Sum Frequency Generation:SFG),而产生波长为 λ 的1/3的三次谐波。该三次谐波成为于370nm以下的波长频带(例如355nm)具有峰值波长的紫外线光(射束LB)。

[0166] 如图8所示,于施加至驱动电路36a的描绘位元串数据SBa (SBb) 的1像素的逻辑信息为低位准(「0」)的情形时,电光元件(强度调变部)36不改变所入射的种子光S1、S2的偏光

状态而直接将其引导至偏光分光器38。因此,透过偏光分光器38的射束Lse成为种子光S2。因此,自光源装置LSa (LSb) 最终输出的P偏光的LBa (LBb) 具有与来自DFB半导体激光元件32的种子光S2相同的振荡分布(时间特性)。即,于该情形时,射束LBa (LBb) 是脉冲的波峰强度较低而成为时间上迟滞的钝化特性。由于光纤光放大器46对于此种波峰强度较低的种子光S2的放大效率较低,故而自光源装置LSa (LSb) 射出的射束LBa (LBb) 成为无法放大至曝光所必需的能量的光。因此,就曝光的观点而言,实质上成为与光源装置LSa (LSb) 未射出射束LBa (LBb) 相同的结果。亦即,照射至基板P的聚焦光SP的强度成为低位准。但,于未进行图案的曝光期间(非曝光期间),源自种子光S2的紫外区的射束LBa (LBb) 虽强度微小但仍持续照射。因此,于描绘线SL1~SL6长时间在基板P上的同一位置持续某种状态的情形(例如,因搬送系统的故障而导致基板P停止的情形等)时,宜在光源装置LSa (LSb) 的射束LBa (LBb) 的射出窗(省略图示) 设置可动挡板,将射出窗关闭。

[0167] 另一方面,如图8所示,于施加至驱动电路36a的描绘位元串数据SBa (SBb) 的1像素的逻辑信息为高位准(「1」)的情形时,电光元件(强度调变部) 36改变所入射的种子光S1、S2的偏光状态而将其引导至偏光分光器38。因此,透过偏光分光器38的射束Lse成为种子光S1。因此,自光源装置LSa (LSb) 射出的射束LBa (LBb) 成为由来自DFB半导体激光元件30的种子光S1所生成者。由于来自DFB半导体激光元件30的种子光S1的波峰强度较强,故而藉由光纤光放大器46有效率地放大而自光源装置LSa (LSb) 输出的P偏光的射束LBa (LBb) 具有基板P的曝光所必需的能量。亦即,照射至基板P的聚焦光SP的强度成为高位准。

[0168] 如此,由于在光源装置LSa (LSb) 内设置有作为描绘用光调变器的电光元件36,故而可藉由控制1个电光元件(强度调变部) 36,而使藉由扫描模块的3个扫描单元U1~U3 (U4~U6) 扫描的聚焦光SP的强度根据应描绘的图案进行调变。因此,自光源装置LSa (LSb) 射出的射束LBa (LBb) 成为强度经调变的描绘射束。

[0169] 此处,本第1实施形态中,即便于驱动电路36a未被施加描绘位元串数据SBa (DL1~DL3)、SBb (DL4~DL6) 期间,亦自光源装置LSa、LSb射出源自种子光S2的射束LBa、LBb。因此,即便于可进行聚焦光SP的扫描的最大扫描长度(例如31mm) 以下的范围内设定描绘线SLn的有效扫描长度(例如30mm),实际上聚焦光SP仍遍及最大扫描长度的整个范围地沿主扫描方向进行扫描。但,投射至描绘线SLn以外的位置的聚焦光SP的强度为低位准。因此,本第1实施形态的所谓描绘线SLn是指根据各串列数据DL1~DL6而调变聚焦光SP的强度后所扫描的、亦即描绘的扫描线。因此,沿着描绘线SLn的聚焦光SP的扫描期间与串列数据DLn的各像素的逻辑信息输出期间大致相同。

[0170] 再者,亦可考虑在图7的构成中,省略DFB半导体激光元件32及偏光分光器34,仅将来自DFB半导体激光元件30的种子光S1利用基于图案数据(描绘位元串数据SBa、SBb、或串列数据DLn) 的电光元件36的偏光状态的切换而呈猝发波状地导光至光纤光放大器46。然而,若采用该构成,则种子光S1向光纤光放大器46的入射周期性会根据应描绘的图案而较大程度地紊乱。即,若于来自DFB半导体激光元件30的种子光S1不入射至光纤光放大器46的状态持续之后,种子光S1入射至光纤光放大器46,则刚入射后的种子光S1以较通常时更大的放大率放大,而存在自光纤光放大器46产生具有规定以上大小的强度的射束的问题。对此,本第1实施形态中,作为较佳的态样,于种子光S1不入射至光纤光放大器46期间,将来自DFB半导体激光元件32的种子光S2(波峰强度较低的迟滞的脉冲光) 入射至光纤光放大器

46,藉此解决了此种问题。

[0171] 又,虽是将电光元件36开关,但亦可基于图案数据(描绘位元串数据SBa、SBb、或串列数据DLn)而驱动DFB半导体激光元件30、32。于该情形时,该DFB半导体激光元件30、32作为描绘用光调变器(强度调变部)发挥功能。亦即,控制电路22基于描绘位元串数据SBa(DL1~DL3)、SBb(DL4~DL6)控制DFB半导体激光元件30、32,选择性(二者择一)地产生以特定频率Fa呈脉冲状振荡的种子光S1、S2。于该情形时,不需要偏光分光器34、38、电光元件36、及吸收体40,自DFB半导体激光元件30、32的任一者选择性地脉冲振荡的种子光S1、S2的一者直接入射至合并器44。此时,控制电路22以避免来自DFB半导体激光元件30的种子光S1与来自DFB半导体激光元件32的种子光S2同时入射至光纤光放大器46的方式控制各DFB半导体激光元件30、32的驱动。即,于对基板P照射各射束LBn的聚焦光SP的情形时,以仅种子光S1入射至光纤光放大器46的方式控制DFB半导体激光元件30。又,于不对基板P照射各射束LBn的聚焦光SP(使聚焦光SP的强度极低)的情形时,以仅种子光S2入射至光纤光放大器46的方式控制DFB半导体激光元件32。如此,是否对基板P照射射束LBn是根据像素的逻辑信息(高位准/低位准)来决定。又,该情形时的种子光S1、S2的偏光状态均为P偏光即可。

[0172] 此处,光源装置LSa(LSb)是于聚焦光SP的扫描中,以对于基板P的被照射面上的尺寸Pxy的1像素,聚焦光SP沿主扫描方向投射N个(本第1实施形态中,设为N=8)的方式,射出射束LBa(LBb)。自该光源装置LSa(LSb)射出的射束LBa(LBb)是响应信号产生部22a所产生的时脉信号LTC的时脉脉冲而产生。因此,为了对尺寸Pxy的1像素投射N个(N为2以上的整数)聚焦光SP,而于将主扫描方向上聚焦光SP相对于基板P的相对的扫描速度设为Vs时,信号产生部22a必须以由 $P_{xy}/(N \times V_s)$ 或 $P_y/(N \times V_s)$ 决定的基准周期Ta($=1/F_a$)产生时脉信号LTC的时脉脉冲。例如,若将有效描绘线SLn的长度设为30mm,将1次扫描时间Tsp设为200 μ sec,则聚焦光SP的扫描速度Vs成为150m/sec。而且,于像素的尺寸Pxy(Px及Py)为与聚焦光SP的有效大小相同的3 μ m且N为8个的情形时,基准周期Ta= $3\mu\text{m}/(8 \times 150\text{m/sec})=0.0025\mu\text{sec}$,该频率Fa($=1/T_a$)成为400MHz。

[0173] 原则上,对于1像素对应N(=8)个聚焦光SP,因此每当时脉信号LTC的时脉脉冲输出N个(8个)时,由输出至驱动电路36a的串列数据DL1~DL3(DL4~DL6)所构成的描绘位元串数据SBa(SBb)的像素的逻辑信息便向列方向移位1个。如图8所示,若自开始输出作为某像素的像素数据的逻辑信息(「1」)后输出8个时脉脉冲,则输出下一像素的逻辑信息的「0」。而且,为了对各描绘线SL1~SL3(SL4~SL6)的长度局部地进行倍率修正,对于在各描绘线SL1~SL3(SL4~SL6)上离散地呈等间隔配置的成为修正对象的像素(以下为修正像素),对应有N $\pm$ m个(m为具有 $m < N$ 的关系的1以上的整数)的聚焦光SP。因此,若对修正像素输出N $\pm$ m个时脉信号LTC的时脉脉冲,则输出至驱动电路36a的描绘位元串数据SBa(SBb)的像素的逻辑信息向列方向移位1个。例如,于N为8、m为1的情形时,对于修正像素投射7个或9个聚焦光SP。因此,修正像素于主扫描方向伸缩,结果,描绘线SL1~SL3(SL4~SL6)的各者整体性地伸缩。对于修正像素以外的非修正像素,投射8个聚焦光SP。该修正像素的指定及修正像素的主扫描方向上的伸缩率(倍率)是基于包含用以指定修正像素的修正位置信息Nv及表示修正像素于主扫描方向上的伸缩率(倍率)的倍率信息SCA的局部倍率修正信息(修正信息)CMgn而决定。再者,倍率信息SCA是表示「 $\pm m$ 」的值的值的信息。该局部倍率修正信息CMgn(CMg1~CMg6)针对每个扫描单元Un(U1~U6)而设置。

[0174] 本第1实施形态中,于不进行局部倍率修正的情形时,于每1描绘线SL_n沿主扫描方向扫描80000的聚焦光SP,每1像素的聚焦光SP为8个,因此每1描绘线SL_n的像素的数量(串列数据DL_n的逻辑信息的数量)为10000(=80000/8)。又,由于将「N」设为8,将「m」设为1,故而于进行局部倍率修正的情形时,对修正像素照射7个或9个(N±m个)聚焦光SP,而由于每1描绘线SL_n的像素的数量仍为10000,故而于1描绘线SL_n照射的聚焦光SP的数量变得多于或少于80000。例如,于伸长的情形时,对修正像素投射9个聚焦光SP,故而于每1描绘线SL_n存在40个修正像素的情形时,于1描绘线SL_n照射的聚焦光SP的数量成为80040。又,于缩小的情形时,对修正像素投射7个聚焦光SP,故而于每1描绘线SL_n存在40个修正像素的情形时,于1描绘线SL_n照射的聚焦光SP的数量成为79960。

[0175] 图9是表示具有使光源装置LSa(LSb)的修正像素伸缩的功能的信号产生部22a的构成的图。信号产生部22a具有时脉产生部(振荡器)60、修正像素指定部62、及送出时序切换部64。该时脉产生部60、修正像素指定部62、及送出时序切换部64等可藉由FPGA(Field Programmable Gate Array)汇集而构成。

[0176] 时脉产生部60使与整体倍率修正信息TM_g相应的振荡频率Fa的时脉信号(基准时脉信号)LTC振荡。本第1实施形态中,于整体倍率修正信息TM_g为0的情形时,时脉产生部60以400MHz的振荡频率Fa产生(生成)时脉脉冲(时脉信号LTC)。因此,于该情形时,光源装置LS(LSa、LSb)将脉冲状的射束LB(LBa、LBb)以400MHz射出。又,本第1实施形态中,于振荡频率Fa为400MHz时,以80000个聚焦光SP沿着主扫描方向以0.375μm间隔照射的方式设定多角镜PM的旋转速度V_p,因此描绘线SL_n的扫描长度成为30mm。若根据整体倍率修正信息TM_g而振荡频率Fa变得高于400MHz,则于基板P的被照射面上的聚焦光SP的主扫描方向的投射间隔变短,其结果为,描绘线SL_n变得短于30mm。相反地,若根据整体倍率修正信息TM_g而振荡频率Fa变得低于400MHz,则于基板P的被照射面上的聚焦光SP的扫描方向的投射间隔变长,其结果为,描绘线SL_n变得长于30mm。如此,可根据整体倍率修正信息TM_g而调整描绘线SL_n的整体倍率。基板P的被照射面上的像素的主扫描方向上的尺寸P_{xy}的长度根据该整体倍率修正信息TM_g而伸缩,但由于本第1实施形态中整体倍率修正信息TM_g是设为0(振荡频率Fa=400MHz),故而像素的尺寸P_{xy}成为与聚焦光SP的大小Φ相同程度。时脉产生部60所产生的时脉信号LTC被送至控制电路22,并且亦被送至修正像素指定部62及送出时序切换部64。

[0177] 修正像素指定部62是于沿着各描绘线SL_n(SL1~SL6)排列的多个像素的中,将配置于特定的位置的至少1个像素指定为修正像素者。修正像素指定部62是基于作为局部倍率修正信息(修正信息)CM_{gn}(CMg1~CMg6)的一部分的修正位置信息(设定值)N_v而指定修正像素。局部倍率修正信息(修正信息)CM_{gn}的修正位置信息N_v是用以根据沿着描绘线SL_n描绘的图案的描绘倍率(或描绘线SL_n的主扫描方向上的倍率)而对描绘线SL_n上的等间隔地离散的多个位置的各者指定修正像素的信息,且是表示修正像素与修正像素的距离间隔(等间隔)的信息。藉此,修正像素指定部62可将配置于描绘线SL_n(SL1~SL6)上的等间隔地离散的位置的多个像素指定为修正像素。沿各描绘线SL_n(SL1~SL6)排列的多个像素中的未被指定为修正像素的像素成为非修正像素,因此可谓,修正像素指定部62藉由指定修正像素而亦指定了非修正像素。再者,于「N±m」的「m」的值固定的情形时,应修正的描绘线SL_n(SL1~SL6)的伸缩率越大,则所指定的修正像素的数量越多。

[0178] 送出时序切换部(送出时序控制部)64根据修正像素指定部62基于局部倍率修正

信息CMgn (CMg1~CMg6) 的修正位置信息Nv而指定的修正像素、与局部倍率修正信息CMgn (CMg1~CMg6) 的倍率信息SCA,而对串列数据DLn (DL1~DL6) 的各像素的逻辑信息的送出时序进行控制(切换)。亦即,于沿着描绘线SLn (SL1~SL6) 扫描聚焦光SP的像素为修正像素的情形时,以修正像素基于局部倍率修正信息CMgn (CMg1~CMg6) 的倍率信息SCA而伸缩的方式,对送出(供给)至驱动电路36a的串列数据DLn的像素的逻辑信息(亦即,图案数据的列方向的每个像素的逻辑信息)的送出时序进行切换。

[0179] 详细而言,送出时序切换部64是以如下方式对送出至驱动电路36a的串列数据DLn (DL1~DL6) 的各像素的逻辑信息的送出时序进行切换,即:于聚焦光SP对描绘线SLn (SL1~SL6) 上的并非修正像素的像素(普通像素、非修正像素)进行扫描的时序,时脉信号LTC的时脉脉冲(聚焦光SP)的N个对应1像素,于聚焦光SP对描绘线SLn (SL1~SL6) 上的修正像素进行扫描的时序,时脉信号LTC的时脉脉冲(聚焦光SP)的 $N \pm m$ 个对应1像素。亦即,送出时序切换部64是以如下方式对送出至驱动电路36a的串列数据DLn (DL1~DL6) 的各像素的逻辑信息的送出时序进行切换(控制),即:于聚焦光SP对描绘线SLn (SL1~SL6) 上的普通像素进行扫描的时序,若时脉信号LTC的时脉脉冲产生N个,则下一像素的逻辑信息便输出至驱动电路36a,于聚焦光SP对描绘线SLn (SL1~SL6) 上的修正像素进行扫描的时序,若时脉信号LTC的时脉脉冲产生 $N \pm m$ 个,则下一像素的逻辑信息便输出至驱动电路36a。该 $[\pm m]$ 的值是基于作为局部倍率修正信息CMgn (CMg1~CMg6) 的一部分的倍率信息SCA而决定。

[0180] 修正像素指定部62是使用与藉由射束切换部BDU而射束LBn入射的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn的修正位置信息Nv,指定配置于射束LBn入射的扫描单元Un的描绘线SLn上的多个修正像素。送出时序切换部64是基于修正像素指定部62所指定的射束LBn入射的扫描单元Un的描绘线SLn上的修正像素、及与射束LBn入射的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn的倍率信息SCA,而对与射束LBn入射的扫描单元Un对应的串列数据DLn的各像素的逻辑信息的送出时序进行切换。

[0181] 光源装置LSa的情形时,藉由射束切换部BDU的第1光学元件模块(AOM1~AOM3)而将来自光源装置LSa的射束LBa (LB1~LB3) 引导至第1扫描模块(U1~U3) 的任一扫描单元Un。因此,光源装置LSa的信号产生部22a的修正像素指定部62基于与扫描单元U1~U3中的射束LBn入射的1个扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn的修正位置信息Nv而指定修正像素。又,光源装置LSa的信号产生部22a的送出时序切换部64是基于扫描单元U1~U3中的射束LBn入射的1个扫描单元Un的局部倍率修正信息CMgn的倍率信息SCA、与修正像素指定部62所指定的修正像素,对与射束LBn入射的1个扫描单元Un对应的串列数据DLn的每个像素的逻辑信息的送出时序进行切换。例如,于射束LB2入射至扫描单元U2的情形时,光源装置LSa的修正像素指定部62基于与扫描单元U2对应的局部倍率修正信息CMg2的修正位置信息Nv,将配置于描绘线SL2上的等间隔地离散的位置的多个像素指定为修正像素。而且,光源装置LSa的信号产生部22a的送出时序切换部64是基于修正像素指定部62所指定的描绘线SL2上的修正像素、与局部倍率修正信息CMg2的倍率信息SCA,对与扫描单元U2对应的串列数据DL2的各像素的逻辑信息的送出时序进行切换。

[0182] 又,光源装置LSb的情形时,藉由射束切换部BDU的第2光学元件模块(AOM4~AOM6)而将来自光源装置LSb的射束LBb (LB4~LB6) 引导至第2扫描模块(U4~U6) 的任一扫描单元Un。因此,光源装置LSb的信号产生部22a的修正像素指定部62是基于与扫描单元U4~U6

中的射束LB_n入射的1个扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CM_{gn}的修正位置信息N_v而指定修正像素。又,光源装置LS_b的信号产生部22a的送出时序切换部64是基于扫描单元U₄~U₆中的射束LB_n入射的1个扫描单元Un的局部倍率修正信息CM_{gn}的倍率信息SCA、与修正像素指定部62所指定的修正像素,对与射束LB_n入射的1个扫描单元Un对应的串列数据DL_n的每个像素的逻辑信息的送出时序进行切换。例如,于射束LB₆入射至扫描单元U₆的情形时,光源装置LS_b的修正像素指定部62基于与扫描单元U₆对应的局部倍率修正信息CM_{g6}的修正位置信息N_v,将配置于描绘线SL₆上的等间隔地离散的位置的多个像素指定为修正像素。而且,光源装置LS_b的送出时序切换部64是基于修正像素指定部62所指定的描绘线SL₆上的修正像素、与局部倍率修正信息CM_{g6}的倍率信息SCA,对与扫描单元U₆对应的串列数据DL₆的各像素的逻辑信息的送出时序进行切换。

[0183] 若对修正像素指定部62进行具体说明,则修正像素指定部62具有第1分频计数器电路70与延迟元件72、74。第1分频计数器电路70是减法计数器,被输入时脉信号LTC的时脉脉冲(基准时脉脉冲)。第1分频计数器电路70是计数值C1被预设为修正位置信息(设定值)N_v,每当被输入时脉信号LTC的时脉脉冲时便将计数值C1减量。第1分频计数器电路70是当计数值C1成为0时输出1脉冲的一致信号Ida。亦即,第1分频计数器电路70是当将时脉信号LTC的时脉脉冲计数相当于修正位置信息N_v的量时输出一致信号Ida。该一致信号Ida意味着后续1像素为修正像素,第1分频计数器电路70是藉由输出一致信号Ida而指定修正像素。当一致信号Ida被输出时,根据接下来产生的时脉脉冲而发光的射束LB_n的聚焦光SP便投射至修正像素。第1分频计数器电路70输出的一致信号Ida是经由延迟元件72而被输入至第1分频计数器电路70。第1分频计数器电路70当被输入一致信号Ida时便成为可预设的状态,当被新输入时脉信号LTC的时脉脉冲时便将计数值C1预设为修正位置信息(设定值)N_v。藉此,可沿着描绘线SL_n等间隔地指定多个修正像素。再者,修正位置信息N_v的具体值于下文中例示。

[0184] 该一致信号Ida是经由延迟元件74而作为1脉冲的设定信号S_{pp}被输出至送出时序切换部64。延迟元件72、74是将所输入的一致信号Ida延迟固定时间而输出者。延迟元件72、74的延迟时间(固定时间)是较时脉信号LTC的基准周期Ta短的时间。藉此,可于被输入时脉信号LTC的时脉脉冲而计数值C1成为0后,与下一时脉脉冲的输入同时将第1分频计数器电路70的计数值C1预设为修正位置信息N_v。又,可于被输入时脉信号LTC的时脉脉冲而计数值C1成为0后,在被输入下一时脉脉冲之前将设定信号S_{pp}输出至送出时序切换部64。

[0185] 若对送出时序切换部64进行具体说明,则送出时序切换部64具有预设部76、第2分频计数器电路78、及延迟元件80、82。对于预设部76,输出表示下一像素相当于时脉信号LTC的时脉脉冲(聚焦光SP)的几个的预设值以用于将连续产生的时脉信号LTC的时脉脉冲(聚焦光SP)按每个像素进行划分。对于该预设部76,输入作为局部倍率修正信息CM_{gn}的一部分的倍率信息SCA(由伸缩信息POL与伸缩率信息REC构成)。该伸缩信息POL是表示使修正像素伸长或缩小的信息,伸缩率信息REC是表示使修正像素相对于普通像素以多少比率伸长或伸缩的信息。相对于修正像素对应有N±m个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)是如上文所述,倍率信息SCA是表示该「±m」的信息。而且,「±m」的极性「±」对应于伸缩信息(极性信息)POL,「m」对应于伸缩率信息REC。于1位元的伸缩信息POL的值为高位准(逻辑值为「1」)的情形时是指极性「+」(使修正像素伸长),于低位准(逻辑值为「0」)的情形时是指极性「-」(使

修正像素缩小)。聚焦光SP的1次扫描期间中是输入同一倍率信息SCA。因此,1描绘线SLn上的所指定的修正像素全部以同一倍率伸长或缩小。再者,本第1实施形态中,根据伸缩率信息REC而设定为 $m=1$ 。

[0186] 于未产生1脉冲的设定信号Spp的期间(亦即,设定信号Spp的逻辑值为「0」的期间),于主扫描方向扫描的聚焦光SP所通过(扫描)的像素成为修正像素以外的普通的像素(普通像素)。因此,对于普通像素,相对于1像素对应有 $N(=8)$ 个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲),因此预设部76于未被输入1脉冲的设定信号Spp的期间,将「7」的预设值输出至第2分频计数器电路78。另一方面,若产生1脉冲的设定信号Spp(逻辑值为「1」),则聚焦光SP接下来通过(扫描)的像素为修正像素。因此,对于修正像素,相对于1像素对应有 $N \pm m(=8 \pm 1)$ 个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲),因此预设部76当被输入1脉冲的设定信号Spp时将 7 ± 1 的预设值输出至第2分频计数器电路78。例如,于伸缩信息POL为「+」(伸长)的情形时,预设部76输出「8」的预设值,于伸缩信息POL为「-」(缩小)的情形时,预设部76输出「6」的预设值。因此,本第1实施形态中的预设部76所输出的预设值的真值表是如图10般示出。

[0187] 亦即,如图10的真值表所示,预设部76于未被输入1脉冲的设定信号Spp的期间(亦即,设定信号Spp的逻辑值为「0」的期间),无关伸缩信息POL而将「7」的预设值输出至第2分频计数器电路78。又,预设部76当被输入1脉冲的设定信号Spp(逻辑值为「1」)时将与伸缩信息POL相应的预设值(「6」或「8」)输出至第2分频计数器电路78。预设部76于伸缩信息POL为「1」(伸长)的情形时,将「8」的预设值输出至第2分频计数器电路78,于伸缩信息POL为「0」(缩小)的情形时,将「6」的预设值输出至第2分频计数器电路78。

[0188] 第2分频计数器电路78是减法计数器,被输入时脉信号LTC的时脉脉冲。第2分频计数器电路78是计数值C2被预设为自预设部76输出的预设值,每当被输入时脉信号LTC的时脉脉冲时便将计数值C2减量。第2分频计数器电路78是当计数值C2成为0时输出1脉冲的一致信号Idb。亦即,第2分频计数器电路78是当将时脉信号LTC的时脉脉冲计数相当于预设值的量时输出一致信号Idb。该一致信号Idb是表示1像素的划分的信息,经由延迟元件82而作为像素移位脉冲BSC(BSCa、BSCb)输出。若产生该像素移位脉冲BSC(BSCa、BSCb),则输出至驱动电路36a的串列数据DLn的像素的逻辑信息便向列方向移位1个。亦即,若产生像素移位脉冲BSC(BSCa、BSCb),则列方向的下一像素的逻辑信息被输入至驱动电路36a。若产生像素移位脉冲BSCa,则输入至光源装置LSa的驱动电路36a的串列数据DL1~DL3的像素的逻辑信息向列方向移位1个,同样地,若产生像素移位脉冲BSCb,则输入至光源装置LSb的驱动电路36a的串列数据DL4~DL6的像素的逻辑信息向列方向移位1个。

[0189] 第2分频计数器电路78所输出的一致信号Idb是经由延迟元件80而被输入至第2分频计数器电路78。第2分频计数器电路78是当被输入一致信号Idb时便成为可预设的状态,当被新输入时脉信号LTC的时脉脉冲时便将计数值C2预设为自预设部76输出的预设值。藉此,能够以如下方式对串列数据DLn的各像素的逻辑信息的送出时序进行切换,即:于聚焦光SP扫描普通像素的时序,若时脉信号LTC的时脉脉冲产生8个,则输出下一像素的逻辑信息,于聚焦光SP扫描修正像素的时序,若时脉信号LTC的时脉脉冲产生7个或9个,则输出下一像素的逻辑信息。

[0190] 再者,延迟元件80、82是使所输入的一致信号Idb延迟固定时间而输出者,该延迟时间(固定时间)是较时脉信号LTC的基准周期Ta短的时间。藉此,可于被输入时脉信号LTC

的时脉脉冲而计数值C2成为0后,与下一时脉脉冲的输入同时将第2分频计数器电路78的计数值C2预设为自预设部76输出的预设值。又,可于被输入时脉信号LTC的时脉脉冲而计数值C2成为0后,在被输入下一时脉脉冲之前将像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb) 自信号产生部22a输出。

[0191] 如此,于时脉信号LTC的时脉脉冲输出相当于修正位置信息Nv的数量之前,亦即,于聚焦光SP通过修正像素之前,不产生1脉冲的设定信号Spp,因此第2分频计数器电路78当计数值C2成为0时预设为自预设部76输出的预设值「7」。因此,每当时脉信号LTC的时脉脉冲输出8个时,便自信号产生部22a输出像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb),被输入至驱动电路36a的串列数据DLn的像素的逻辑信息向列方向移位1个。因此,于在主扫描方向扫描的聚焦光SP通过非修正对象的像素(普通像素)的时序,对像素投射8个聚焦光SP。

[0192] 而且,每当时脉信号LTC的时脉脉冲输出相当于修正位置信息Nv的数量时,亦即,每当聚焦光SP通过修正像素时,与来自第1分频计数器电路70的一致信号Ida相应的1脉冲的设定信号Spp被输入至预设部76。因此,第2分频计数器电路78的计数值C2是每当时脉信号LTC的时脉脉冲输出相当于修正位置信息Nv的数量时,被预设为与自预设部76输出的伸缩信息POL相应的预设值(「6」或「8」)。因此,于伸缩信息POL为「0」的情形时,第2分频计数器电路78的计数值C2被预设为「6」的预设值,因此若时脉信号LTC的时脉脉冲被输出7个,则自信号产生部22a输出像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)。又,于伸缩信息POL为「1」的情形时,第2分频计数器电路78的计数值C2被预设为「8」的预设值,因此若时脉信号LTC的时脉脉冲被输出9个,则自信号产生部22a输出像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)。若该像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb) 被输出,则输入至驱动电路36a的串列数据DLn的像素的逻辑信息向列方向移位1个。因此,于在主扫描方向扫描的聚焦光SP通过修正像素的时序,对1像素投射7个或9个聚焦光SP。其结果为,可使于描绘线SLn上离散地呈等间隔(时脉信号LTC的时脉脉冲的Nv间隔)配置的修正像素伸缩。

[0193] 若将1描绘线SLn的像素的数量设为10000,于描绘线SLn上将修正像素的数量等间隔地配置40个,则修正像素以250像素间隔配置。于该情形时,修正对象以外的像素(普通像素)成为9960个。于修正像素的聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)的数量为7个的情形(伸缩信息POL为「0」的情形)时,于1描绘线SLn投射的聚焦光SP的数量成为79960(=80000-40、或者=9960×8+40×7),修正位置信息Nv成为1999(=79960/40)。因此,以1描绘线SLn来看,若将无局部倍率修正的情形时的扫描长度(描绘线SLn的长度)的初始值设为30mm,则藉由局部倍率修正而缩小后的扫描长度因未照射相当于40个的聚焦光SP而缩小了15μm(=3μm×1/8×40),其倍率成为0.9995(=29.985/30),即-500ppm。又,于修正像素的聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)的数量为9个的情形(伸缩信息POL为「1」的情形)时,于1描绘线SLn投射的聚焦光SP的数量成为80040(=80000+40、或者=9960×8+40×9),修正位置信息Nv成为2001(=80040/40)。因此,以1描绘线SLn来看,若将无局部倍率修正的情形时的扫描长度(描绘线SLn的长度)的初始值设为30mm,则藉由局部倍率修正而伸长后的扫描长度因多照射相当于40个的聚焦光SP而伸长了15μm(=3μm×1/8×40),其倍率成为1.0005(=30.015/30),即+500ppm。再者,如上所述,时脉信号LTC的时脉脉冲是无关局部倍率修正的有无而以特定频率(振荡频率)Fa产生,故而沿着描绘线SLn的聚焦光SP的投射间隔固定,本第1实施形态中,将聚焦光SP的大小Φ设为3μm,聚焦光SP沿着主扫描方向一面每次重迭7/8

一面投射。亦即,聚焦光SP的投射间隔成为聚焦光SP的大小 Φ 的 $1/8$ 即 $0.375\mu\text{m}$,修正像素中的每1像素的伸缩量亦成为 $\pm 0.375\mu\text{m}$ 。

[0194] 该局部倍率修正信息CMgn (CMg1~CMg6)的修正位置信息(设定值)Nv可任意地变更,可根据描绘线SLn的倍率而适当设定。例如,可以位于描绘线SLn上的修正像素成为1个的方式设定修正位置信息Nv。根据整体倍率修正信息TMg,亦可使描绘线SL伸缩,但局部倍率修正可进行细致的微小的倍率修正。例如,当振荡频率Fa为400MHz且将描绘线SLn的扫描长度(描绘范围)的初始值设为30mm时,于根据整体倍率修正信息TMg使描绘线SLn的扫描长度伸缩或伸长 $15\mu\text{m}$ (比率500ppm)的情形时,必须使振荡频率Fa变大或变小约0.2MHz(比率500ppm),该调整较为困难。又,即便可进行调整,亦是以固定的延迟(时间常数)而切换为调整后的振荡频率Fa,因此于该期间无法获得所需要的倍率。进而,于描绘倍率的修正比设定为500ppm以下、例如数ppm~数十ppm左右的情形时,相较于改变光源装置LSa (LSb)的振荡频率Fa的整体倍率修正方式,增减离散的修正像素中的聚焦光的数量的局部倍率修正方式能简单地解析度较高的修正。当然,若并用整体倍率修正方式与局部倍率修正方式的两者,则能够获得既应对较大的描绘倍率的修正比亦可进行高解析度的修正等优点。

[0195] 又,虽是根据伸缩率信息REC将m设定为1,但m只要为具有 $m < N$ 的关系的1以上的整数即可。进而,1描绘线SLn中是将修正位置信息Nv的值设为固定,但亦可于1描绘线SLn变更修正位置信息Nv。即便于该情形时,于描绘线SLn上的离散的位置指定多个修正像素亦不变,但藉由变更修正位置信息Nv,可使修正像素间的间隔变得不均一。进而,亦可于沿着描绘线SLn的射束的每1扫描、或多角镜PM的每1旋转时,不改变描绘线SLn上的修正像素的数量,而使修正像素的位置不同。

[0196] 再者,时脉产生部60所产生的时脉信号LTC的时脉脉冲是经由栅极电路GTa而被输入至修正像素指定部62的第1分频计数器电路70及送出时序切换部64的第2分频计数器电路78。该栅极电路GTa是于下述描绘允许信号SQn为高位准(逻辑值为1)的期间开启的栅极。亦即,第1分频计数器电路70及第2分频计数器电路78仅于描绘允许信号SQn为高位准的期间中将时脉信号LTC的时脉脉冲进行计数。该描绘允许信号SQn (SQ1~SQ6)是表示是否允许利用所对应的扫描单元Un (U1~U6)的聚焦光SP的扫描进行描绘的信号,且仅于高位准的期间中允许描绘。亦即,仅于该描绘允许信号SQn (SQ1~SQ6)为高位准的期间中,所对应的扫描单元Un (U1~U6)的聚焦光SP一面沿着描绘线SLn (SL1~SL6)扫描,一面基于串列数据DLn (DL1~DL6)而调变其强度。

[0197] 因此,于光源装置LSa的栅极电路GTa,被施加与扫描单元U1~U3对应的3个描绘允许信号SQ1~SQ3。光源装置LSa的栅极电路GTa于描绘允许信号SQ1~SQ3的任一者为高位准(H)的期间将所输入的时脉信号LTC的时脉脉冲输出。同样地,于光源装置LSb的栅极电路GTa,被施加与扫描单元U4~U6对应的3个描绘允许信号SQ4~SQ6。光源装置LSb的栅极电路GTa于描绘允许信号SQ4~SQ6的任一者为高位准(H)的期间将所输入的时脉信号LTC的时脉脉冲输出。如上所述,所谓描绘线SLn是指于聚焦光SP沿着主扫描方向而扫描的最大扫描长度的范围内根据串列数据DLn进行强度调变的范围。如此,仅于描绘允许信号SQn为高位准的期间中,将时脉信号LTC的时脉脉冲进行计数,藉此,第1分频计数器电路70可准确地指定位于描绘线SLn上的修正像素,第2分频计数器电路78可准确地划分位于描绘线SL上的像素。

[0198] 图11是表示时脉信号LTC的各时脉脉冲、第2分频计数器电路78的计数值C2、像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb) 的输出时序、输入至驱动电路36a的串列数据DLn的像素的逻辑信息的切换时序的时序图。再者,图11中,为方便起见,将响应时脉信号LTC的时脉脉冲而产生的射束LB的聚焦光SP的大小 Φ 显示为相对于像素的尺寸 P_{xy} 极小。如图11所示,第2分频计数器电路78是每当被输入时脉信号LTC的时脉脉冲时便将计数值C2减量,当该计数值C2成为0时输出一致信号Idb(省略图示)。与该一致信号Idb相应地输出像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)。该像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb) 是于自计数值C2成为0的时脉脉冲至输入下一时脉脉冲为止的期间输出。根据该像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb),输入至驱动电路36a的串列数据DLn的像素的逻辑信息向列方向移位1个。亦即,若像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb) 被输出,则下一列像素的逻辑信息被输出至驱动电路36a。图11中,示出根据像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb) 的输出而依照「0」→「1」→「1」→「0」的顺序切换像素的逻辑信息的例。

[0199] 虽未图示,但第1分频计数器电路70是每当被输入时脉信号LTC的时脉脉冲时便将计数值C1减量,当该计数值C1成为0时输出一致信号Ida。与该一致信号Ida相应地,设定信号Spp(值为「1」)产生并被输入至预设部76。第1分频计数器电路70是于输出一致信号Ida后,当被新输入时脉信号LTC的时脉脉冲时将计数值C1预设为修正位置信息Nv。

[0200] 第2分频计数器电路78是当计数值C2成为0时,与下一时脉信号LTC的时脉脉冲的输入同时将计数值C2预设为自预设部76输出的预设值。该预设部76是于未产生设定信号Spp(值为「1」)的情形时,输出「7」的预设值。因此,于未产生1脉冲的设定信号Spp的期间(设定信号Spp的逻辑值为「0」的期间),每当时脉信号LTC的时脉脉冲产生8个时,便自信号产生部22a输出像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)。因此,于未产生1脉冲的设定信号Spp的期间,对于1像素(普通像素)沿着主扫描方向投射8个聚焦光SP。

[0201] 另一方面,当设定信号Spp(值为「1」)被输入至预设部76时(当第1分频计数器电路70的计数值C1成为「0」时),来自预设部76的预设值成为与伸缩信息POL相应的值(「6」或「8」)。因此,当产生1脉冲的设定信号Spp(逻辑值为「1」)时,时脉信号LTC的时脉脉冲产生7个或9个之后,自信号产生部22a输出像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)。因此,当产生1脉冲的设定信号Spp时,对于1像素(修正像素)沿着主扫描方向投射7个或9个聚焦光SP。图11所示的例中,当产生设定信号Spp时预设值被设定为「6」,因此,当产生7个时脉脉冲时输出有像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)。其后,于第1分频计数器电路70的计数值C1再次成为0之前,设定信号Spp的逻辑值保持为「0」,因此第2分频计数器电路78的计数值C2的预设值回至「7」。

[0202] 再者,虽是将修正像素指定部62及送出时序切换部64设置于信号产生部22a的内部,但亦可将修正像素指定部62及送出时序切换部64设置于控制电路22的内部且信号产生部22a的外部,或亦可将修正像素指定部62及送出时序切换部64设置于控制电路22的外部。于该情形时,亦可将修正像素指定部62及送出时序切换部64设置于下述射束控制装置104的内部(例如,描绘数据输出部114的内部)。

[0203] 图12是表示曝光装置EX的电性构成的方块图。曝光装置EX的控制装置16具有多角镜驱动控制部100、选择元件驱动控制部102、射束控制装置104、标记位置检测部106、及旋转位置检测部108。再者,各扫描单元Un(U1~U6)的原点感测器OPn(OP1~OP6)所输出的原点信号SZn(SZ1~SZ6)被输入至多角镜驱动控制部100及选择元件驱动控制部102。再者,图12所示的例中,示出如下状态:来自光源装置LSa(LSb)的射束LBa(LBb)藉由选择用光学元

件AOM2 (AOM5) 而绕射,作为其一次绕射光的射束LB2 (LB5) 入射至扫描单元U2 (U5)。

[0204] 多角镜驱动控制部100驱动控制各扫描单元Un (U1~U6) 的多角镜PM的旋转。多角镜驱动控制部100具有驱动各扫描单元Un (U1~U6) 的多角镜PM的旋转驱动源(马达或减速机等)RM,藉由驱动控制该马达的旋转,而驱动控制多角镜PM的旋转。多角镜驱动控制部100是以各扫描模块的3个扫描单元Un (U1~U3、U4~U6) 的多角镜PM的旋转角度位置成为特定的相位关系的方式,使各扫描模块的3个扫描单元Un (U1~U3、U4~U6) 的多角镜PM的各者同步旋转。详细而言,多角镜驱动控制部100是以各扫描模块的3个扫描单元Un (U1~U3、U4~U6) 的多角镜PM的旋转速度(转数) V_p 彼此相同且旋转角度位置的相位每次偏移固定角度的方式,控制多个扫描单元Un (U1~U6) 的多角镜PM的旋转。再者,各扫描单元Un (U1~U6) 的多角镜PM的旋转速度 V_p 均设为相同。

[0205] 本第1实施形态中,如上所述,将有助于实际扫描的多角镜PM的旋转角度 α 设为15度,因此反射面RP为8个的八角形的多角镜PM的扫描效率成为1/3。第1扫描模块中,利用3个扫描单元Un的聚焦光SP的扫描依照U1→U2→U3的顺序进行。因此,以呈依照该顺序该3个扫描单元U1~U3的各者的多角镜PM的旋转角度位置的相位每次偏移15度的状态等速旋转的方式,扫描单元U1~U3的各者的多角镜PM由多角镜驱动控制部100同步控制。又,第2扫描模块中,利用3个扫描单元Un的聚焦光SP的扫描依照U4→U5→U6的顺序进行。因此,以呈依照该顺序3个扫描单元U4~U6的各者的多角镜PM的旋转角度位置的相位每次偏移15度的状态等速旋转的方式,扫描单元U4~U6的各者的多角镜PM由多角镜驱动控制部100同步控制。

[0206] 具体而言,如图13所示,多角镜驱动控制部100是例如关于第1扫描模块,将来自扫描单元U1的原点感测器OP1的原点信号SZ1作为基准,以来自扫描单元U2的原点感测器OP2的原点信号SZ2延迟时间 T_s 而产生的方式,控制扫描单元U2的多角镜PM的旋转相位。多角镜驱动控制部100是将原点信号SZ1作为基准,以来自扫描单元U3的原点感测器OP3的原点信号SZ3延迟 $2 \times$ 时间 T_s 而产生的方式,控制扫描单元U3的多角镜PM的旋转相位。该时间 T_s 是多角镜PM旋转15度的时间(聚焦光SP的最大扫描时间),本第1实施形态中,为约 $206.666 \cdots \mu\text{sec}$ ($=T_{px} \times 1/3 = 620[\mu\text{sec}]/3$)。藉此,各扫描单元U1~U3的各者的多角镜PM的旋转角度位置的相位差成为依照U1、U2、U3的顺序每次偏移15度的状态。因此,第1扫描模块的3个扫描单元U1~U3可依照U1→U2→U3的顺序进行聚焦光SP的扫描。

[0207] 关于第2扫描模块亦同样地,多角镜驱动控制部100例如将来自扫描单元U4的原点感测器OP4的原点信号SZ4作为基准,以来自扫描单元U5的原点感测器OP5的原点信号SZ5延迟时间 T_s 而产生的方式,控制扫描单元U5的多角镜PM的旋转相位。多角镜驱动控制部100是将原点信号SZ4作为基准,以来自扫描单元U6的原点感测器OP6的原点信号SZ6延迟 $2 \times$ 时间 T_s 而产生的方式,控制扫描单元U6的多角镜PM的旋转相位。藉此,各扫描单元U4~U6的各者的多角镜PM的旋转角度位置的相位成为依照U4、U5、U6的顺序每次偏移15度的状态。因此,第2扫描模块的3个扫描单元Un (U4~U6) 可依照U4→U5→U6的顺序进行聚焦光SP的扫描。

[0208] 选择元件驱动控制部(射束切换驱动控制部) 102控制射束切换部BDU的各光学元件模块的选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM3、AOM4~AOM6),自各扫描模块的1个扫描单元Un开始聚焦光SP的扫描后至开始下一扫描之前,将来自光源装置LS (LSa、LSb) 的射束LB (LBa、LBb) 依序分配至各扫描模块的3个扫描单元Un (U1~U3、U4~U6)。再者,自1个扫描单元Un开始聚焦光SP的扫描后至开始下一扫描之前,多角镜PM旋转45度,其时间间隔成为时间 T_{px}

($=3 \times T_s$)。

[0209] 具体而言,选择元件驱动控制部102是当产生原点信号SZn (SZ1~SZ6) 时,仅于自原点信号SZn产生后固定时间(接通时间Ton)内,对与产生有原点信号SZn (SZ1~SZ6) 的扫描单元Un (U1~U6) 对应的选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6) 施加驱动信号(高频信号)HF_n (HF1~HF6)。藉此,被施加有驱动信号(高频信号)HF_n的选择用光学元件AOMn仅于接通时间Ton内成为接通状态,可使射束LB_n入射至所对应的扫描单元Un。又,由于使射束LB_n入射至产生有原点信号SZn的扫描单元Un,故而能够使射束LB_n入射至可进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un。再者,该接通时间Ton为时间Ts以下的时间。

[0210] 第1扫描模块的3个扫描单元U1~U3中产生的原点信号SZ1~SZ3是以时间Ts间隔依照SZ1→SZ2→SZ3的顺序产生。因此,对于第1光学元件模块的各选择用光学元件AOM1~AOM3,以时间Ts间隔依照AOM1→AOM2→AOM3的顺序施加仅接通时间Ton的驱动信号(高频信号)HF1~HF3。因此,第1光学元件模块(AOM1~AOM3)可将来自光源装置LSa的射束LB_n (LB1~LB3) 入射的1个扫描单元Un以时间Ts间隔依照U1→U2→U3的顺序进行切换。藉此,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un以时间Ts间隔依照U1→U2→U3的顺序进行切换。又,可于自扫描单元U1开始聚焦光SP的扫描后至开始下一扫描之前的时间($T_{px}=3 \times T_s$)内,使来自光源装置LSa的射束LB_n (LB1~LB3) 依序入射至3个扫描单元Un (U1~U3) 的任一个。

[0211] 同样地,第2扫描模块的3个扫描单元U4~U6中产生的原点信号SZ4~SZ6是以时间Ts间隔依照SZ4→SZ5→SZ6的顺序产生。因此,对于第2光学元件模块的各选择用光学元件AOM4~AOM6,以时间Ts间隔依照AOM4→AOM5→AOM6的顺序施加仅接通时间Ton的驱动信号(高频信号)HF4~HF6。因此,第2光学元件模块(AOM4~AOM6)可将来自光源装置LSb的射束LB_n (LB4~LB6) 入射的1个扫描单元Un以时间Ts间隔依照U4→U5→U6的顺序进行切换。藉此,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un以时间Ts间隔依照U4→U5→U6的顺序进行切换。又,可于自扫描单元U4开始聚焦光SP的扫描后至开始下一扫描之前的时间($T_{px}=3 \times T_s$)内,使来自光源装置LSb的射束LB_n (LB4~LB6) 依序入射至3个扫描单元Un (U4~U6) 的任一个。

[0212] 若对选择元件驱动控制部102进而详细说明,则选择元件驱动控制部102是当产生原点信号SZn (SZ1~SZ6) 时,如图13所示生成仅于原点信号SZn (SZ1~SZ6) 产生后固定时间(接通时间Ton)内成为H(高位准)的多个入射允许信号LP_n (LP1~LP6)。该等多个入射允许信号LP_n (LP1~LP6) 是允许将所对应的选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6) 设为接通状态的信号。亦即,入射允许信号LP_n (LP1~LP6) 是允许射束LB_n (LB1~LB6) 向所对应的扫描单元Un (U1~U6) 入射的信号。而且,选择元件驱动控制部102是仅于入射允许信号LP_n (LP1~LP6) 成为H(高位准)的接通时间Ton内,对所对应的选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6) 施加驱动信号(高频信号)HF_n (HF1~HF6),而将所对应的选择用光学元件AOMn设为接通状态(产生一次绕射光的状态)。例如,选择元件驱动控制部102仅于入射允许信号LP1~LP3成为H(高位准)的固定时间Ton内,对所对应的选择用光学元件AOM1~AOM3施加驱动信号HF1~HF3。藉此,来自光源装置LSa的射束LB1~LB3入射至所对应的扫描单元U1~U3。又,选择元件驱动控制部102仅于入射允许信号LP4~LP6成为H(高位准)的固定时间Ton内,对所对应的选择用光学元件AOM4~AOM6施加驱动信号(高频信号)HF4~HF6。藉此,来自光源装置LSb的射束LB4~LB6入射至所对应的扫描单元U4~U6。

[0213] 如图13所示,与第1光学元件模块的3个选择用光学元件AOM1~AOM3对应的入射允

许信号LP1~LP3是成为H(高位准)的上升时序依照LP1→LP2→LP3的顺序以时间Ts为单位偏移,且,成为H(高位准)的接通时间Ton不会相互重复。因此,射束LBn(LB1~LB3)入射的扫描单元Un以时间Ts间隔依照U1→U2→U3的顺序进行切换。同样地,与第2光学元件模块的3个选择用光学元件AOM4~AOM6对应的入射允许信号LP4~LP6是成为H(高位准)的上升时序依照LP4→LP5→LP6的顺序以时间Ts为单位偏移,且,成为H(高位准)的接通时间Ton不会相互重复。因此,射束LBn(LB4~LB6)入射的扫描单元Un以时间Ts间隔依照U4→U5→U6的顺序进行切换。选择元件驱动控制部102将所生成的多个入射允许信号LPn(LP1~LP6)输出至射束控制装置104。

[0214] 射束控制装置(射束控制部)104是控制射束LB(LBa、LBb、LBn)的发光频率Fa、供射束LB的聚焦光SP描绘的描绘线SLn的倍率、及射束LB的强度调变者。射束控制装置104具备整体倍率设定部110、局部倍率设定部112、描绘数据输出部114、及曝光控制部116。整体倍率设定部(整体倍率修正信息存储部)110存储自曝光控制部116送来的整体倍率修正信息TMg,并且将整体倍率修正信息TMg输出至光源装置LS(LSa、LSb)的控制电路22的信号产生部22a。信号产生部22a的时脉产生部60生成与该整体倍率修正信息TMg相应的振荡频率Fa的时脉信号LTC。

[0215] 局部倍率设定部(局部倍率修正信息存储部、修正信息存储部)112存储自曝光控制部116送来的局部倍率修正信息(修正信息)CMgn,并且将局部倍率修正信息CMgn输出至光源装置LS(LSa、LSb)的控制电路22的信号产生部22a。基于该局部倍率修正信息CMgn,而指定(特定)描绘线SLn上的修正像素的位置,并决定其倍率。控制电路22的信号产生部22a根据基于该局部倍率修正信息CMg所决定的修正像素、及其倍率,而输出像素移位脉冲BSC(BSCa、BSCb)。再者,局部倍率设定部112存储自曝光控制部116送来的扫描单元Un(U1~U6)各自的局部倍率修正信息CMgn(CMg1~CMg6)。而且,局部倍率设定部112将与进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn输出至光源装置LS(LSa、LSb)的信号产生部22a。亦即,局部倍率设定部112将与产生有原点信号SZn(SZ1~SZ6)的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn输出至成为入射至该扫描单元Un的射束LBn的产生源的光源装置LSa(LSa、LSb)的信号产生部22a。

[0216] 例如,于产生有原点信号SZn的扫描单元Un(亦即,接下来进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un)为扫描单元U1~U3的任一者的情形时,局部倍率设定部112将与产生有原点信号SZn的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn输出至光源装置LSa的信号产生部22a。同样地,于产生有原点信号SZn的扫描单元Un为扫描单元U4~U6的任一者的情形时,局部倍率设定部112将与产生有原点信号SZn的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn输出至光源装置LSb的信号产生部22a。藉此,针对每个扫描模块,与进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)对应的像素移位脉冲BSC(BSCa、BSCb)自光源装置LS(LSa、LSb)的送出时序切换部64输出。藉此,可针对每条描绘线SLn个别地调整扫描长度。

[0217] 描绘数据输出部114将与第1扫描模块的3个扫描单元Un(U1~U3)中的产生有原点信号SZn的扫描单元Un(接下来进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un)对应的1行量的串列数据DLn作为描绘位元串数据SBa输出至光源装置LSa的驱动电路36a。又,描绘数据输出部114将与第2扫描模块的3个扫描单元Un(U4~U6)中的产生有原点信号SZn的扫描单元Un(接下来进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un)对应的1行量的串列数据DLn(DL4~DL6)作为描绘位

元串数据SBb输出至光源装置LSb的驱动电路36a。关于第1扫描模块,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U1~U3的顺序成为U1→U2→U3,因此描绘数据输出部114将依照DL1→DL2→DL3的顺序重复的串列数据DL1~DL3作为描绘位元串数据SBa输出。关于第2扫描模块,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U4~U6的顺序成为U4→U5→U6,因此描绘数据输出部114将依照DL4→DL5→DL6的顺序重复的串列数据DL4~DL6作为描绘位元串数据SBb输出。

[0218] 使用图14,对描绘数据输出部114的构成进行详细说明。描绘数据输出部114具有输出描绘位元串数据SBa的第1数据输出部114a、及输出描绘位元串数据SBb的第2数据输出部114b。第1数据输出部114a具有与扫描单元U1~U3(选择用光学元件AOM1~AOM3)的各者对应的3个生成电路GE1、GE2、GE3、及3输入的OR栅极部GT1m。生成电路GE1具有存储体部BM1、计数器部CON1、2输入的AND栅极部GT1a、GT1b、及描绘允许信号生成部OSM1。生成电路GE2具有存储体部BM2、计数器部CON2、2输入的AND栅极部GT2a、GT2b、及描绘允许信号生成部OSM2。生成电路GE3具有存储体部BM3、计数器部CON3、2输入的AND栅极部GT3a、GT3b、及描绘允许信号生成部OSM3。第2数据输出部114b具有与扫描单元U1~U3(选择用光学元件AOM1~AOM3)的各者对应的3个生成电路GE4、GE5、GE6、及3输入的OR栅极部GT2m。生成电路GE4具有存储体部BM4、计数器部CON4、2输入的AND栅极部GT4a、GT4b、及描绘允许信号生成部OSM4。生成电路GE5具有存储体部BM5、计数器部CON5、2输入的AND栅极部GT5a、GT5b、及描绘允许信号生成部OSM5。生成电路GE6具有存储体部BM6、计数器部CON6、2输入的AND栅极部GT6a、GT6b、及描绘允许信号生成部OSM6。

[0219] 各描绘允许信号生成部OSMn(OSM1~OSM6)是由单击多谐振荡器等构成。各描绘允许信号生成部OSMn(OSM1~OSM6)生成将利用所对应的扫描单元Un(U1~U6)的聚焦光SP的描绘开始时序进行调整的描绘允许信号SQn(SQ1~SQ6)。对于各描绘允许信号生成部OSMn(OSM1~OSM6)输入所对应的扫描单元Un(U1~U6)的入射允许信号LPn(LP1~LP6),基于该输入的入射允许信号LPn(LP1~LP6)而生成描绘允许信号SQn(SQ1~SQ6)。例如,对于描绘允许信号生成部OSM1输入有入射允许信号LP1,描绘允许信号生成部OSM1基于该输入的入射允许信号LP1而生成描绘允许信号SQ1。同样地,对于描绘允许信号生成部OSM2~OSM6输入有入射允许信号LP2~LP6,描绘允许信号生成部OSM2~OSM6基于该输入的入射允许信号LP2~LP6而生成描绘允许信号SQ2~SQ6。于该描绘允许信号SQn(SQ1~SQ6)成为高位准(H)的期间中,所对应的扫描单元Un(U1~U6)的串列数据DLn(DL1~DL6)被输出至驱动电路36a。

[0220] 图15是表示藉由描绘允许信号生成部OSMn而生成的描绘允许信号SQn及于描绘允许信号SQn为高位准(逻辑值为1)的期间中所输出的像素移位脉冲BSC的时序图。如上所述,当产生原点信号SZn(SZ1~SZ6)时,生成自原点信号SZn(SZ1~SZ6)产生后固定时间(接通时间Ton)内成为高位准(H)的入射允许信号LPn(LP1~LP6)。再者,该接通时间Ton当然是作为扫描单元Un的聚焦光SP的最大扫描时间的时间Ts以下的时间。描绘允许信号生成部OSMn(OSM1~OSM6)生成如下的描绘允许信号SQn(SQ1~SQ6):自入射允许信号LPn(LP1~LP6)成为高位准「1」后亦即自原点信号SZn(SZ1~SZ6)产生后经过延迟时间Tdn(Td1~Td6)之后上升,且,与入射允许信号LPn(LP1~LP6)成为低位准「0」同时或在其之前下降。例如,描绘允许信号生成部OSM3生成如下的描绘允许信号SQ3:自入射允许信号LP3成为高位准后经过延迟时间Td3之后上升,且,与入射允许信号LP3成为低位准同时或在其之前下降。该描绘允许

信号SQ1~SQ3是依照SQ1→SQ2→SQ3的顺序成为高位准(H),成为高位准(H)的时间不会相互重复。同样地,描绘允许信号SQ4~SQ6是依照SQ4→SQ5→SQ6的顺序成为高位准(H),成为高位准(H)的时间不会相互重复。于该描绘允许信号SQn(SQ1~SQ6)实际上成为高位准(H)的期间,允许于基板P的被照射面上进行聚焦光SP的描绘。

[0221] 藉由使该延迟时间Tdn变动,可使基板P上的描绘线SLn的位置沿主扫描方向(Y方向)移位。亦即,藉由缩短延迟时间Td,描绘线SLn的主扫描方向上的位置向描绘开始位置侧(与主扫描方向相反的侧)移位,藉由延长延迟时间Td,描绘线SLn的主扫描方向上的位置向描绘结束位置侧(主扫描方向侧)移位。该延迟时间Tdn原则上以描绘线SLn的中心点到达最大扫描长度(例如31mm)的中央(中点)的方式设定。因此,若于延迟时间Tdn保持固定的状态下,描绘线SLn的扫描长度根据整体倍率修正信息TMg及局部倍率修正信息CMgn的至少一者而伸缩,则描绘线SLn的中心点不会位于最大扫描长度的中央。因此,亦可根据整体倍率修正信息TMg及局部倍率修正信息CMgn而决定该延迟时间Tdn。藉由该延迟时间Tdn(Td1~Td6),可使各描绘线SLn(SL1~SL6)沿着主扫描方向个别地移位。曝光控制部116是基于整体倍率修正信息TMg及局部倍率修正信息CMgn而生成表示延迟时间Tdn(Td1~Td6)的延迟信息,并将所生成的延迟信息输出至描绘允许信号生成部OSMn(OSM1~OSM6)。描绘允许信号生成部OSMn(OSM1~OSM6)基于所输入的延迟信息而决定生成的描绘允许信号SQn(SQ1~SQ6)的延迟时间Tdn(Td1~Td6)。

[0222] 图16是表示于最大扫描长度的范围内伸缩的描绘线SLn的位置与延迟时间Td的关系的图。符号MSLn表示最大扫描长度的描绘线SLn。又,符号SLna表示未伸缩的初始值的描绘线SLn,将该情形时的延迟时间Tdn以Tda表示。亦即,以描绘线SLna的中心点pa到达最大扫描长度的中点pm的方式,将该延迟时间Tda设定为初始值。又,符号SLnb是表示将初始值的描绘线SLna藉由整体倍率修正或局部倍率修正而缩小时的描绘线SLn的符号,符号SLnc是表示将初始值的描绘线SLna藉由整体倍率修正或局部倍率修正而伸长时的描绘线SLn的符号。

[0223] 于将描绘线SLnb的延迟时间设为与描绘线SLna时相同的延迟时间Tda的情形时,描绘开始时序与描绘线SLna时相同。因此,描绘线SLnb的描绘开始点不会相对于描绘线SLna的描绘开始点沿主扫描方向移位。然而,若为该情形,则由于描绘线SLnb相对于描绘线SLna缩小,故而描绘线SLnb的描绘结束点较描绘线SLna的描绘结束点向描绘开始点侧偏移。因此,描绘线SLnb的中心点pb的位置较最大扫描长度的描绘线MSLn的中点pm的位置向描绘开始点侧偏移。因此,于描绘线SLnb的情形时,亦可基于描绘线SLnb的缩小率,以描绘线SLnb的中心点pb与描绘线MSLn的中点pm一致的方式决定延迟时间Tdb。该情形时的延迟时间Tdb变得长于延迟时间Tda,描绘线SLnb的描绘开始点成为较描绘线SLna的描绘开始点向描绘结束点侧(主扫描方向侧)移位的状态。

[0224] 又,于将描绘线SLnc的延迟时间设为与描绘线SLna时相同的延迟时间Tda的情形时,描绘开始时序与描绘线SLna时相同。因此,描绘线SLnc的描绘开始点不会相对于描绘线SLna的描绘开始点沿主扫描方向移位。然而,若为该情形,则由于描绘线SLnb相对于描绘线SLna伸长,故而描绘线SLnc的描绘结束点较描绘线SLna的描绘结束点向描绘结束点侧(主扫描方向侧)偏移。因此,描绘线SLnc的中心点pc的位置较最大扫描长度的描绘线MSLn的中点pm的位置向描绘结束点侧偏移。因此,于描绘线SLnc的情形时,亦可基于描绘线SLnc的伸

长率,以描绘线SLnc的中心点pc与描绘线MSLn的中点pm一致的方式决定延迟时间Tdc。该情形时的延迟时间Tdc变得短于延迟时间Tda,描绘线SLnc的描绘开始点成为较描绘线SLna的描绘开始点向描绘开始点侧(与主扫描方向相反的侧)移位的状态。

[0225] 返回至图14的说明,各描绘允许信号生成部OSMn (OSM1~OSM6)所生成的描绘允许信号SQn (SQ1~SQ6)被输入至AND栅极部GTnb (GT1b~GT6b)的一输入端子。详细而言,于AND栅极部GT1b的一输入端子,被输入有描绘允许信号SQ1,同样地,于AND栅极部GT2b~GT6b的一输入端子,被输入有描绘允许信号SQ2~SQ6。于AND栅极部GTnb (GT1b~GT6b)的另一输入端子,被输入有像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)。于AND栅极部GT1b~GT3b,被同时输入有来自光源装置LSa的信号产生部22a的像素移位脉冲BSCa,于AND栅极部GT4b~GT6b,被同时输入有来自光源装置LSb的信号产生部22a的像素移位脉冲BSCb。AND栅极部GTnb (GT1b~GT6b)是如图15所示,仅于自描绘允许信号生成部OSMn (OSM1~OSM6)输入的描绘允许信号SQn (SQ1~SQ6)为高位准的时间内将所输入的像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)输出。再者,藉由图9的栅极电路GTa,于描绘允许信号SQ1~SQ3 (SQ4~SQ6)为高位准的期间中生成像素移位脉冲BSCa (BSCb)。

[0226] 于3个AND栅极部GT1b~GT3b (GT4b~GT6b),被输入有使与3个描绘允许信号SQ1~SQ3 (SQ4~SQ6)中的成为高位准的描绘允许信号SQn对应的扫描单元Un的串列数据DLn的像素移位的像素移位脉冲BSCa (BSCb)。若详细说明,则于描绘允许信号SQ1为高位准的期间中,使与描绘允许信号SQ1对应的扫描单元U1的串列数据DL1的像素移位的像素移位脉冲BSCa被输入至3个AND栅极部GT1b~GT3b。又,于描绘允许信号SQ2、SQ3为高位准的期间中,使与描绘允许信号SQ2、SQ3对应的扫描单元U2、U3的串列数据DL2、DL3的像素移位的像素移位脉冲BSCa被输入至3个AND栅极部GT1b~GT3b。以同样的方式,于描绘允许信号SQ4~SQ6为高位准的期间中,使与描绘允许信号SQ4~SQ6对应的扫描单元U4~U6的串列数据DL4~DL6的像素移位的像素移位脉冲BSCb被输入至3个AND栅极部GT4b~GT6b。

[0227] 各存储体部(描绘数据存储部)BMn (BM1~BM6)是存储与所对应的扫描单元Un (U1~U6)应描绘曝光的图案相应的图案数据(点阵图)的存储体。计数器部CONn (CON1~CON6)是用以将存储体部BMn (BM1~BM6)中所存储的图案数据中的串列数据DLn (DL1~DL6)的各像素的逻辑信息于列方向以1像素为单位同步地输出至像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)的计数器。藉此,于描绘允许信号SQn (SQ1~SQ6)为高位准(H)的时间中,与之对应的扫描单元Un (U1~U6)的串列数据DLn (DL1~DL6)的各像素的逻辑信息于列方向以1像素为单位同步地输出至像素移位脉冲BSC (BSCa、BSCb)。例如,于描绘允许信号SQ1 (SQ2、SQ3)为高位准(H)的期间中,串列数据DL1 (DL2、DL3)的逻辑信息以1像素为单位同步地输出至像素移位脉冲BSCa。又,于描绘允许信号SQ4 (SQ5、SQ6)为高位准(H)的期间中,串列数据DL4 (DL5、DL6)的逻辑信息以1像素为单位同步地输出至像素移位脉冲BSCb。

[0228] 又,存储体部BMn (BM1~BM6)中所存储的图案数据的串列数据DLn (DL1~DL6)藉由未图示的位址计数器等而向行方向移位。亦即,藉由未图示的位址计数器读出的行是如第1行、第2行、第3行、…般移位。该移位是例如若为与扫描单元U1对应的存储体部BM1,则于将串列数据DL1输出结束之后,于与接下来进行扫描的扫描单元U2对应的入射允许信号LP2成为高位准(H)的时点(产生原点信号SZ2的时点)进行。存储体部BM2中所存储的图案数据的串列数据DL2的移位是于将串列数据DL2输出结束之后,于与接下来进行扫描的扫描单元U3

对应的入射允许信号LP3成为高位准(H)的时点(产生原点信号SZ3的时点)进行。又,存储体部BM3中所存储的图案数据的串列数据DL3的移位是于将串列数据DL3输出结束之后,于与接下来进行扫描的扫描单元U1对应的入射允许信号LP1成为高位准(H)的时点(产生原点信号SZ1的时点)进行。再者,第1扫描模块的3个扫描单元U1~U3是依照U1→U2→U3的顺序进行聚焦光SP的扫描。

[0229] 以同样的方式,存储体部BM4~BM6中所存储的图案数据的串列数据DL4~DL6的移位是于将串列数据DL4~DL6输出结束之后,于与接下来进行扫描的扫描单元U5、U6、U4对应的入射允许信号LP5、LP6、LP4成为高位准(H)的时点(产生原点信号SZ5、SZ6、SZ4的时点)进行。再者,第2扫描模块的3个扫描单元U4~U6是依照U4→U5→U6的顺序进行聚焦光SP的扫描。

[0230] 自存储体部BMn(BM1~BM6)输出的串列数据DLn(DL1~DL6)被输入至AND栅极部GTna(GT1a~GT6a)的一输入端子。于AND栅极部GTna(GT1a~GT6a)的另一输入端子,被输入有入射允许信号LPn(LP1~LP6)。因此,AND栅极部GTna(GT1a~GT6a)是于入射允许信号LPn(LP1~LP6)为高位准(H)的期间中(时间Ton中)输出串列数据DLn(DL1~DL6)。藉此,进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un的串列数据DLn被输出。藉此,串列数据DLn(DL1~DL3)自第1数据输出部114a的生成电路GE1~GE3依照DL1→DL2→DL3的顺序输出,而被输入至3输入的OR栅极部GT1m。以同样的方式,串列数据DLn(DL4~DL6)自第2数据输出部114b的生成电路GE4~GE6依照DL4→DL5→DL6的顺序输出,而被输入至3输入的OR栅极部GT2m。

[0231] OR栅极部GT1m将依照DL1→DL2→DL3的顺序被反复输入的串列数据DLn(DL1→DL2→DL3)作为描绘位元串数据SBa输出至光源装置LSa的驱动电路36a。藉此,第1扫描模块的3个扫描单元U1~U3可依照U1→U2→U3的顺序进行聚焦光SP的扫描,与此同时,将与图案数据相应的图案描绘曝光。以同样的方式,OR栅极部GT2m将依照DL4→DL5→DL6的顺序被反复输入的串列数据DLn作为描绘位元串数据SBb输出至光源装置LSb的驱动电路36a。藉此,第2扫描模块的3个扫描单元U4~U6可依照U4→U5→U6的顺序进行聚焦光SP的扫描,与此同时,将与图案数据相应的图案描绘曝光。

[0232] 再者,本第1实施形态中,针对每个扫描单元Un(U1~U6),准备图案数据,以扫描模块为单位,自3个扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)的图案数据的中,依照进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un的顺序(U1→U2→U3、U4→U5→U6)输出串列数据DL1~DL3、DL4~DL6。然而,由于进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un的顺序被预先决定,故而亦可针对每个扫描模块,准备将3个扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)的图案数据的各串列数据DLn(DL1~DL3、DL4~DL6)组合而成的1个图案数据。亦即,亦可针对每个扫描模块,构筑将3个扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)的图案数据的各行的串列数据DLn(DL1~DL3、DL4~DL6)依照进行聚焦光SP的扫描的扫描单元Un的顺序排列而成的1个图案数据。于该情形时,只要将针对每个扫描模块构筑的1个图案数据的串列数据DLn根据描绘允许信号SQn(SQ1~SQ3、SQ4~SQ6)自第1行依序输出即可。

[0233] 且说,图12所示的曝光控制部116是控制整体倍率设定部110、局部倍率设定部112、及描绘数据输出部114者。于曝光控制部116,被输入有标记位置检测部106检测出的设置方位线Lx1、Lx4上的对准标记MKm(MK1~MK4)的位置信息、与旋转位置检测部108检测出的设置方位线Lx1~Lx4上的旋转筒DR的旋转角度位置信息(基于计数器电路CN1a~CN4a、

CN1b~CN4b的计数值)。曝光控制部116基于设置方位线Lx1上的对准标记MKm(MK1~MK4)的位置信息、与设置方位线Lx1上的旋转筒DR的旋转角度位置(计数器电路CN1a、CN1b的计数值)而检测(决定)基板P的副扫描方向(X方向)上的曝光区域W的描绘曝光的开始位置。

[0234] 然后,曝光控制部116基于检测出描绘曝光的开始位置时的设置方位线Lx1上的旋转筒DR的旋转角度位置、与设置方位线Lx2上的旋转角度位置(基于计数器电路CN2a、CN2b的计数值),判断基板P的描绘曝光的开始位置是否被搬送至位于设置方位线Lx2上的描绘线SL1、SL3、SL5上。曝光控制部116当判断描绘曝光的开始位置被搬送至描绘线SL1、SL3、SL5上时控制局部倍率设定部112及描绘数据输出部114等,使扫描单元U1、U3、U5开始利用聚焦光SP的扫描进行的描绘。

[0235] 于该情形时,曝光控制部116是于扫描单元U1、U3进行描绘曝光的时序,使局部倍率设定部112将与进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U1、U3对应的局部倍率修正信息CMg1、CMg3输出至光源装置LSa的信号产生部22a。藉此,光源装置LSa的信号产生部22a根据局部倍率修正信息CMg1、CMg3而产生使进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U1、U3的串列数据DL1、DL3的像素移位的像素移位脉冲BSCa。根据该像素移位脉冲BSCa,描绘数据输出部114使与进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U1、U3对应的串列数据DL1、DL3的各像素的逻辑信息以1像素为单位不断移位。同样地,曝光控制部116于扫描单元U5进行描绘曝光的时序,使局部倍率设定部112将与扫描单元U5对应的局部倍率修正信息CMg5输出至光源装置LSb的信号产生部22a。藉此,光源装置LSb的信号产生部22a根据局部倍率修正信息CMg5而产生使与进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U5对应的串列数据DL5的像素移位的像素移位脉冲BSCb。根据该像素移位脉冲BSCb,描绘数据输出部114使进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U5的串列数据DL5的各像素的逻辑信息以1像素为单位不断移位。

[0236] 其后,曝光控制部116基于检测出描绘曝光的开始位置时的设置方位线Lx1上的旋转筒DR的旋转角度位置、与设置方位线Lx3上的旋转角度位置(计数器电路CN3a、CN3b的计数值),判断基板P的描绘曝光的开始位置是否被搬送至位于设置方位线Lx3上的描绘线SL2、SL4、SL6上。曝光控制部116当判断描绘曝光的开始位置被搬送至描绘线SL2、SL4、SL6上时控制局部倍率设定部112及描绘数据输出部114,进而,使扫描单元U2、U4、U6开始聚焦光SP的扫描。

[0237] 于该情形时,曝光控制部116于扫描单元U2进行描绘曝光的时序,使局部倍率设定部112将与进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U2对应的局部倍率修正信息CMg2输出至光源装置LSa的信号产生部22a。藉此,光源装置LSa的信号产生部22a根据局部倍率修正信息CMg2而产生使进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U2的串列数据DL2的像素移位的像素移位脉冲BSCa。根据该像素移位脉冲BSCa,描绘数据输出部114使进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U2的串列数据DL2的各像素的逻辑信息以1像素为单位不断移位。同样地,曝光控制部116于扫描单元U4、U6进行描绘曝光的时序,使局部倍率设定部112将与扫描单元U4、U6对应的局部倍率修正信息CMg4、CMg6输出至光源装置LSb的信号产生部22a。藉此,光源装置LSb的信号产生部22a根据局部倍率修正信息CMg4、CMg6而产生使进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U4、U6的串列数据DL4、DL6的像素移位的像素移位脉冲BSCb。根据该像素移位脉冲BSCb,描绘数据输出部114使进行聚焦光SP的扫描的扫描单元U4、U6的串列数据DL4、DL6的各像素的逻辑信息以1像素为单位不断移位。

[0238] 如由上文的图4可知,基板P是向+X方向被搬送,故而描绘线SL1、SL3、SL5的各者上的描绘曝光先行,基板P进而被搬送特定距离后进行描绘线SL2、SL4、SL6的各者上的描绘曝光。另一方面,第1扫描模块的3个扫描单元U1~U3的各多角镜PM、第2扫描模块的3个扫描单元U4~U6的各多角镜PM是具有特定的相位差地被旋转控制,因此原点信号SZ1~SZ3、SZ4~SZ6如图13所示般具有相当于时间Ts的相位差地持续产生。因此,产生如图13所示的入射允许信号LPn(LP1~LP6),于自描绘线SL1、SL3、SL5上的描绘曝光的开始时点至描绘线SL2、SL4、SL6上的描绘曝光的开始之前的期间,亦将图14中的AND栅极部GT2a、GT4a、GT6a开启,而输出串列数据DL2、DL4、DL6。因此,于曝光区域W的描绘曝光的开始位置到达至描绘线SL2、SL4、SL6上之前,便藉由利用扫描单元U2、U4、U6的聚焦光SP的扫描而描绘图案。

[0239] 因此,较佳为于图14的构成中,于每个生成电路GEn(GE1~GE6)设置选择栅极电路,该选择栅极电路是藉由曝光控制部116的控制而选择将入射允许信号LPn(LP1~LP6)输送或禁止输送至AND栅极部GTna(GT1a~GT6a)及描绘允许信号生成部OSMn(OSM1~OSM6)。藉此,仅于各生成电路GEn(GE1~GE6)的选择栅极电路开启的期间中,对AND栅极部GTna(GT1a~GT6a)及描绘允许信号生成部OSMn(OSM1~OSM6)输入有入射允许信号LPn(LP1~LP6)。因此,曝光控制部116可藉由关闭生成电路GE2、GE4、GE6的选择栅极电路且开启生成电路GE1、GE3、GE5的选择栅极电路,而禁止串列数据DL2、DL4、DL6的输出。又,藉由关闭该生成电路GE2、GE4、GE6的选择栅极电路,亦不会生成描绘允许信号SQ2、SQ4、SQ6。因此,于关闭生成电路GE2、GE4、GE6的选择栅极电路的期间,亦禁止藉由栅极电路GTa(参照图9)而生成使串列数据DL2、DL4、DL6的像素移位的像素移位脉冲BSC(BSCa、BSCb)。

[0240] 再者,于不在各生成电路GEn(GE1~GE6)设置选择栅极电路的情形时,曝光控制部116可藉由将输出至光源装置LSa、LSb的驱动电路36a的描绘位元串数据SBa、SBb中的、串列数据DL2、DL4、DL6所对应部分的像素的逻辑信息全部取消为「0」,而实质上取消利用扫描单元U2、U4、U6的描绘曝光。取消期间中,自存储体部BM2、BM4、BM6输出的串列数据DL2、DL4、DL6的行未移位而保持为第1行。然后,自曝光区域W的描绘曝光的开始位置到达至描绘线SL2、SL4、SL6上之后,开始串列数据DL2、DL4、DL6的输出,进行串列数据DL2、DL4、DL6向行方向的移位。

[0241] 同样地,曝光区域W的描绘曝光的结束位置先到达至描绘线SL1、SL3、SL5上,其后隔开固定的时间到达至描绘线SL2、SL4、SL6上。因此,描绘曝光的结束位置到达至描绘线SL1、SL3、SL5之后,且到达至描绘线SL2、SL4、SL6为止,仅利用扫描单元U2、U4、U6进行图案的描绘曝光。因此,曝光控制部116可藉由关闭生成电路GE1、GE3、GE5的选择栅极电路且开启生成电路GE2、GE4、GE6的选择栅极电路,而禁止串列数据DL1、DL3、DL5的输出。又,藉由关闭该生成电路GE1、GE3、GE5的选择栅极电路,亦禁止藉由图9所示的栅极电路GTa而生成使串列数据DL1、DL3、DL5的像素移位的像素移位脉冲BSC(BSCa、BSCb)。再者,于不在各生成电路GEn(GE1~GE6)设置选择栅极电路的情形时,曝光控制部116可藉由将输出至光源装置LSa、LSb的驱动电路36a的描绘位元串数据SBa、SBb中的、串列数据DL1、DL3、DL5所对应部分的像素的逻辑信息全部取消为「0」,而实质上取消利用扫描单元U1、U3、U5的描绘曝光。

[0242] 又,曝光控制部116基于标记位置检测部106检测出的设置方位线Lx1、Lx4上的对准标记MKm(MK1~MK4)的位置信息、与旋转位置检测部108检测出的设置方位线Lx1、Lx4上的旋转筒DR的旋转角度位置信息,而逐次运算基板P或曝光区域W的形变(变形)。例如,于基

板P于长尺寸方向受到较大的张力或接受热制程而变形的情形时,曝光区域W的形状亦发生形变(发生变形),对准标记MKm(MK1~MK4)的排列亦未成为如图4所示的矩形状,而成为形变的(变形的)状态。于基板P或曝光区域W发生形变的情形时,必须与之相应地变更各描绘线SLn的倍率,因此,曝光控制部116基于运算出的基板P或曝光区域W的形变,生成整体倍率修正信息TMg及局部倍率修正信息CMgn的至少一者。然后,该生成的整体倍率修正信息TMg及局部倍率修正信息CMgn的至少一者被输出至整体倍率设定部110或局部倍率设定部112。藉此,可提高重迭曝光的精度。又,曝光控制部116亦可根据基板P或曝光区域W的形变,而针对各描绘线SLn分别生成修正倾斜角信息。基于该生成的修正倾斜角信息,上文所述的上述致动器使各扫描单元Un(U1~U6)绕照射中心轴Len(Le1~Le6)旋动。藉此,重迭曝光的精度更加提高。曝光控制部116亦可每当藉由各扫描单元Un(U1~U6)进行聚焦光SP的扫描时,或者每当进行特定次数的聚焦光SP的扫描时,或者于基板P或曝光区域W的形变的倾向超出容许范围而变化时,再次生成整体倍率修正信息TMg及局部倍率修正信息CMgn的至少一者、与修正倾斜角信息。

[0243] 如上所述,第1实施形态的曝光装置EX是一面将藉由来自脉冲光源部35的种子光S1、S2而生成的射束LB(Lse、LBa、LBb、LBn)的聚焦光SP根据图案进行强度调变,一面使聚焦光SP沿着基板P上的描绘线SLn而相对地扫描,藉此于基板P上描绘图案。而且,曝光装置EX至少具备存储体部BMn、时脉产生部60、光源控制部、修正像素指定部62、及送出时序切换部64。如上所述,存储体部BMn是存储有藉由扫描单元Un的聚焦光SP的扫描而描绘的图案数据者。时脉产生部60生成如下的时脉信号LTC:具有由 $P_{xy}/(N \times V_s)$ 决定的基准周期Ta,于聚焦光SP的扫描中每1像素的尺寸 P_{xy} 具有N个时脉脉冲。光源控制部至少由控制电路22、电光元件36、驱动电路36a、及描绘数据输出部114构成。该光源控制部是以响应时脉信号LTC的时脉脉冲而产生射束LB的方式控制脉冲光源部35,并且基于自存储体部BMn依序送出的构成图案数据的串列数据DLn的每个像素的逻辑信息而将射束LB的强度进行调变。修正像素指定部62将于描绘线SLn上排列的多个像素的中配置在特定的位置的至少1个像素指定为修正像素。送出时序切换部64是以如下方式对像素的逻辑信息的自存储体部BMn的送出时序进行切换,即:于聚焦光SP对描绘线SLn上的修正像素以外的普通像素进行扫描的时序,时脉脉冲的N个对应1像素,于聚焦光SP对描绘线SLn上的修正像素进行扫描的时序,时脉脉冲的 $N \pm m$ 个对应1像素。因此,可细致地修正描绘线SLn(描绘的图案)的倍率,而可进行微米级的精密的重迭曝光。

[0244] 曝光装置EX具备多个扫描单元Un,该等扫描单元Un具有:多角镜PM,其将射束LB一维地偏向;及光学透镜构件(至少包含f θ 透镜FT及柱面透镜CYb),其将经多角镜PM偏向的射束LB入射而于基板P上聚光为聚焦光SP。曝光装置EX藉由自多个扫描单元Un的各者投射的聚焦光SP而于基板P上描绘图案。藉此,可简单地扩大曝光区域W的范围。

[0245] 曝光装置EX具备:多角镜驱动控制部100,其以多个扫描单元Un的各者的多角镜PM的旋转角度位置成为特定的相位关系的方式使多角镜PM的各者同步旋转;及射束切换部BDU,其将来自光源装置LSa(或LSb)的射束根据多角镜PM的旋转角度位置以依序引导至多个扫描单元Un中的任一个的方式进行切换。藉此,可于自1个扫描单元Un开始聚焦光SP的扫描后至开始下一扫描之前的期间,多个扫描单元Un的各者依序进行聚焦光SP的扫描。其结果为,可有效地活用射束LB。

[0246] 曝光装置EX具备将用以指定位于描绘线SLn上的多个像素中的成为修正对象的修正像素的局部倍率修正信息(修正信息)CMgn存储于多个扫描单元Un的各者的局部倍率设定部(修正信息存储部)112。修正像素指定部62是基于与藉由射束切换部BDU而导入有射束LB的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn,指定位于被导入有射束LB的扫描单元Un的描绘线SLn上的修正像素。藉此,可针对每个描绘线SLn(扫描单元Un),细致地修正描绘线SLn(描绘的图案)的倍率。因此,图案曝光的重迭精度提高。

[0247] 局部倍率修正信息CMgn包含修正位置信息Nv,该修正位置信息Nv用以按照沿描绘线SLn描绘的图案的描绘倍率而于描绘线SLn上的离散的多个位置的各者指定修正像素。修正像素指定部62基于修正位置信息Nv,而指定离散地位于描绘线SLn上的多个修正像素。送出时序切换部64是在位于描绘线SLn上的多个修正像素的各者,以相对于修正像素对应有 $N \pm m$ 个时脉信号LTC的时脉脉冲的方式,将逻辑信息的自存储体部BMn的送出时序进行切换。藉此,可无不均地使描绘线SLn(描绘的图案)进行倍率修正(伸缩)。

[0248] 局部倍率修正信息CMgn包含用以按照沿描绘线SLn描绘的图案的描绘倍率而设定上述的「 $\pm m$ 」的值的倍率信息SCA。藉此,可使描绘线SLn(描绘的图案)按照描绘倍率伸缩。

[0249] 射束切换部BDU具有多个选择用光学元件AOMn,该等选择用光学元件AOMn是沿着来自光源装置LSa(或LSb)的射束LB的行进方向而串联地配置,且切换射束LB的光路而选择射束LB所入射的1个扫描单元Un。因此,可使来自光源装置LSa(或LSb)的射束LB有效率地集中于应描绘曝光的1个扫描单元Un,从而获得较高的曝光量。例如,于将来自光源装置LSa(或LSb)的1个射束LB使用多个射束分光器振幅分割为3个,并将分割后的3个射束LB的各者经由根据串列数据DLn而调变的描绘用的声光调变元件(强度调变部)AOM引导至3个扫描单元Un的情形时,若将描绘用的声光调变元件中的射束强度的衰减设为20%,将各扫描单元Un内的射束强度的衰减设为30%,则在将原先的射束LB的强度设为100%时,1个扫描单元Un中的聚焦光SP的强度成为约18.67%。另一方面,如第1实施形态,于将来自光源装置LSa(或LSb)的射束LB藉由3个选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM3、AOM4~AOM6)而偏向,并将其入射至3个扫描单元Un(U1~U3、U4~U6)的任一个的情形时,于将选择用光学元件AOMn中的射束强度的衰减设为20%时,1个扫描单元Un中的聚焦光SP的强度成为原先的射束LB的强度的约56%。

[0250] 多个选择用光学元件AOMn是与多个扫描单元Un对应而设置,切换是否使射束LB入射至所对应的扫描单元Un。因此,可简单地选择多个扫描单元Un中的、射束LBn应入射的1个扫描单元Un。

[0251] 再者,本第1实施形态中,多角镜PM的扫描效率为 $1/3$,将分配有射束Lba、Lbb的扫描单元Un的数量设为3个,因此将6个选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)分为2个光学元件模块(2个组),与之对应地,将6个扫描单元Un(U1~U6)分为2个扫描模块(2个组)。然而,于多角镜PM的扫描效率为 $1/H$,扫描单元Un及选择用光学元件AOMn的数量为Q的情形时,将Q个选择用光学元件AOMn分为 Q/H 个光学元件模块(Q/H 的组)。而且,将Q个扫描单元Un分为 Q/H 的扫描模块即可。该情形时,较佳为使 Q/H 个光学元件模块(Q/H 的组)的各者所包含的选择用光学元件AOMn的数量相等,又,使 Q/H 个扫描模块(Q/H 的组)的各者所包含的扫描单元Un的数量亦相等。再者,该 Q/H 较佳为正数。亦即,Q较佳为H的倍数。例如,于多角镜PM的扫描效率为 $1/2$,扫描单元Un及选择用光学元件AOMn的数量为6个的情形时,只要将6个选择用光学

元件AOMn均等地分为3个光学元件模块(3个组),且将6个扫描单元Un均等地分为3个扫描模块(3个组)即可。

[0252] 又,上述第1实施形态中是将多角镜PM的形状设为八角形(反射面RP为8个),但亦可为六角形、七角形,或亦可为九角形以上。藉此,多角镜PM的扫描效率亦发生改变。一般而言,于多角形的形状的多角镜PM的反射面数 N_p 以外的条件(例如, $f\theta$ 透镜FT的口径或焦点距离等条件)相同的情形时,反射面数 N_p 越多,则多角镜PM的1反射面RP的扫描效率越大,反射面数越少,则多角镜PM的扫描效率越小。又,反射面数 N_p 越多,则多角镜PM的外形越接近于圆形,因此旋转中的风阻损失减少,而可使多角镜PM更高速地旋转。例如,如上文的例,于将8面的多角镜PM以未达1/3的扫描效率使用的情形时,亦可变为24面($8\text{面} \div 1/3$)的多角镜PM。但,于该情形时,为了将来自1个光源装置LSa(LSb)的射束LBa(LBb)分时分至3个扫描单元Un的各者,只要以如下方式控制3个扫描单元Un的各者的24面的多角镜PM即可:以成为同一角度相位的(原点信号以同一时序产生的)方式同步旋转,且每隔多角镜PM的2个反射面进行1次描绘。

[0253] 又,上述第1实施形态中,像素的尺寸 P_x 与尺寸 P_y 是设为相同长度(例如 $3\mu\text{m}$),但亦可使尺寸 P_x 与尺寸 P_y 的长度不同。关键在于,只要时脉产生部60生成具有由 $P_y/(N \times V_s)$ 决定的基准周期 T_a 且于聚焦光SP的扫描中每1像素的尺寸 P_y 具有 N 个时脉脉冲的时脉信号LTC即可。

[0254] [第1实施形态的变形例]

[0255] 上述第1实施形态亦可以如下方式变形。

[0256] 于上述第1实施形态中,相对于普通像素对应应有 $N(=8)$ 个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲),相对于修正像素对应应有 $N \pm m(=8 \pm 1)$ 个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)。又,由于将1像素的尺寸 P_{xy} 设为与聚焦光SP的大小 Φ 相同的 $3\mu\text{m}$ 且将时脉信号LTC的振荡频率 F_a 设为 400MHz ,故而沿主扫描方向扫描的聚焦光SP的投射间隔成为 $0.375\mu\text{m}$ 。因此,修正像素成为于主扫描方向上相对于尺寸 P_{xy} 为 $3\mu\text{m}$ 的普通像素伸缩 $0.375\mu\text{m}$ 后的大小。亦即,修正像素伸缩的比率成为 $12.5(=0.375/3)\%$ 。又,于根据倍率信息SCA而决定的「 $\pm m$ 」的值为「 ± 2 」的情形时,相对于尺寸 P_{xy} 为 $3\mu\text{m}$ 的普通像素,修正像素伸缩 $0.75\mu\text{m}$,其比率成为 $25(=0.75/3)\%$ 。

[0257] 相对于此,若将1像素的尺寸 P_{xy} 设为与聚焦光SP的大小 Φ 相同的 $3\mu\text{m}$,且将时脉信号LTC的振荡频率 F_a 设为 400MHz 的2倍即 800MHz ,则相对于普通像素对应应有16个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)。因此,若使根据倍率信息SCA而决定的「 $\pm m$ 」的值维持为「 ± 1 」,则相对于修正像素对应应有 16 ± 1 个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)。于该情形时,于主扫描方向扫描的聚焦光SP的投射间隔成为 $0.1875(3 \times 1/16)\mu\text{m}$ 。因此,修正像素于主扫描方向上相对于尺寸 P_{xy} 为 $3\mu\text{m}$ 的普通像素伸缩 $0.1875\mu\text{m}$,其比率成为 $6.25(=0.1875/3)\%$ 。又,于根据倍率信息SCA而决定的「 $\pm m$ 」的值为「 ± 2 」的情形时,相对于尺寸 P_{xy} 为 $3\mu\text{m}$ 普通像素,修正像素伸缩 $0.375\mu\text{m}$,其比率成为 12.5% 。因此,提高时脉信号LTC的振荡频率 F_a 可进行细致的倍率修正。

[0258] 然而,即便于将振荡频率 F_a 自 400MHz 提高的情形时,亦存在脉冲光产生部20的DFB半导体激光元件30、32无法以提高后的振荡频率 F_a (例如 800MHz)产生脉冲状的种子光S1、S2的情形。又,于使用能够以提高后的振荡频率 F_a 响应的DFB半导体激光元件30、32的情形

时,存在成本增高的问题。因此,本变形例中是藉由合成以400MHz的振荡频率Fb产生的射束LB而将聚焦光SP的频率设为800MHz。

[0259] 再者,本变形例中,将描绘线SLn (SL1~SL6)的有效长度设为30mm,一面将有效大小 ϕ 为3 μ m的聚焦光SP每次重迭15/16、亦即 $2.8125 (= 3 \times 15/16) \mu$ m,一面将聚焦光SP沿着描绘线SLn (SL1~SL6)照射至基板P上(基板P的被照射面上)。因此,聚焦光SP的投射间隔成为0.1875 μ m,1次扫描中照射的聚焦光SP的数量成为160000 ($= 30 [\text{mm}] / 0.1875 [\mu\text{m}]$)。又,由于将聚焦光SP的频率(振荡频率Fa)设为800MHz,且于1次扫描中照射160000次聚焦光SP,故而沿着描绘线SLn的聚焦光SP的1次扫描所需要的时间Tsp成为200 μ sec ($= 160000 [\text{次}] / 800 [\text{MHz}]$),其扫描速度Vs成为150m/sec ($= 30 [\text{mm}] / 200 [\mu\text{sec}]$)。又,于副扫描方向上,亦是若聚焦光SP的扫描以0.1875 μ m的间隔进行,则基板P必须每时间Tpx ($= 620 \mu\text{sec}$)行进0.1875 μ m,因此搬送速度(进给速度)Vt成为约0.3024mm/sec ($= 0.1875 [\mu\text{m}] / 620 [\mu\text{sec}]$)。再者,本变形例的多角镜PM的旋转速度Vp与上述第1实施形态相同,设为约12096.8rpm。

[0260] 图17是表示本变形例中的光源装置LSa (LSb)的构成的图。再者,对与上述第1实施形态相同的构成标附相同符号,仅对不同处进行说明。光源装置LSa (LSb)具有时脉信号产生部150、2个控制电路152a、152b、2个脉冲光产生部20 (以下为20a、20b)、OR栅极部(时脉产生部)GX1、及合成光学构件154。

[0261] 时脉信号产生部150产生多个(M个)时脉信号(第1时脉信号)CK,其等是于将聚焦光SP的扫描速度设为Vs,将N设为2以上的整数,且将脉冲光产生部20(脉冲光源部35)的数量设为M时,具有由 $(P_{xy} \times M) / (N \times V_s)$ 决定的基准周期Tb,并且每基准周期Tb的1/M的修正时间赋予相位。该M为2以上的整数且小于N的整数。本变形例中,由于每1像素的时脉脉冲(聚焦光SP)的数量N为16,M为2, P_{xy} 为3 μ m, V_s 为150m/sec,因此基准周期Tb $= (3 \mu\text{m} \times 2) / (16 \times 150 \text{m/sec}) = 0.0025 \mu\text{sec}$,其频率Fb ($1/T_c$)成为400MHz。又,时脉信号产生部150产生每基准周期Tb的1/M的修正时间赋予相位的多个(M个)时脉信号,因此产生每基准周期Tb的1/2修正时间赋予相位的2个时脉信号CK。将该2个时脉信号CK以CKa、CKb表示。亦即,本变形例的时脉信号产生部150生成相互间相位偏移半周期的400MHz的时脉信号CKa、CKb。时脉信号产生部150所产生(生成)的时脉信号CKa被输出至控制电路152a及OR栅极部GX1,时脉信号CKb被输出至控制电路152b及OR栅极部GX1。

[0262] 图18是表示时脉信号产生部150的构成的图。时脉信号产生部150具有时脉产生部60、单击脉冲产生器LC、2输入的AND栅极部GX2、GX3、及NOT栅极部GX4。如上述第1实施形态中亦说明般,时脉产生部60产生(生成)与整体倍率修正信息TMg相应的振荡频率Fc(周期Tc $= 1/F_c$)的时脉信号CKs。本变形例中,时脉产生部60是生成于将整体倍率修正信息TMg设为0且整体倍率修正信息TMg为0的情形时振荡频率(发光频率)Fc为800MHz的时脉信号CKs。时脉产生部60所产生的时脉信号CKs被分别输入至AND栅极部GX1、GX2的一输入端子及单击脉冲产生器LC。

[0263] 单击脉冲产生器LC通常是输出逻辑值「0」的信号SDo,但若产生时脉信号CKs的时脉脉冲,则仅于自时脉脉冲的下降起固定时间Tdp内输出逻辑值「1」的信号SDo。亦即,单击脉冲产生器LC是根据时脉信号CKs的时脉脉冲的下降而仅于固定时间Tdp内使逻辑值反转。时间Tdp被设定为Tc $< T_{dp} < 2 \times T_c$ 的关系,较佳为被设定为Tdp $\approx 1.5 \times T_c$ 。于AND栅极部GX3的另一输入端子,被输入有该信号SDo。于AND栅极部GX2的另一输入端子,经由NOT栅极部

GX4而被输入有信号SDo。亦即,于AND栅极部GX2,被输入有使信号SDo反转后的信号。AND栅极部GX2是基于所输入的时脉信号CKs与使信号SDo的值反转后的信号而输出时脉信号CKa。AND栅极部GX3是基于所输入的时脉信号CKs与信号SDo而输出时脉信号CKb。因此,AND栅极部GX2仅于信号SDo的逻辑值为「0」时将所输入的时脉信号CKs的时脉脉冲输出,AND栅极部GX3仅于信号SDo的逻辑值为「1」时将所输入的时脉信号CKs的时脉脉冲输出。

[0264] 图19是说明图18的时脉信号产生部150的动作的时序图。若于信号SDo的逻辑值为「0」(低位准)的状态下,产生时脉信号CKs的时脉脉冲(将该时脉脉冲称为第1个时脉脉冲),则AND栅极部GX3的输出信号(时脉信号CKb)的值成为「0」(低位准)。亦即,AND栅极部GX3不将所输入的第1个时脉脉冲输出。另一方面,于信号SDo的逻辑值为「0」的情形时,藉由NOT栅极部GX4将使信号SDo的值反转后的值「1」输入至AND栅极部GX2,因此AND栅极部GX2的输出信号(时脉信号CKa)的值成为「1」。亦即,AND栅极部GX2将所输入的第1个时脉脉冲输出。

[0265] 若于信号SDo的逻辑值「0」的状态下,产生时脉信号CKs的时脉脉冲,则单击脉冲产生器LC仅于自该时脉脉冲的下降起固定时间Tdp内将信号SDo的逻辑值设为「1」。由于时脉信号CKs的时脉脉冲是以较时间Tdp短的周期Tc产生,故而于产生下一个(第2个)时脉脉冲的时序,信号SDo的逻辑值仍为「1」。因此,AND栅极部GX3将所输入的第2个时脉脉冲输出,AND栅极部GX2不将第2个时脉脉冲输出。由于第3个时脉脉冲是于自第1个时脉脉冲的下降起经过固定时间Tdp之后产生,故而于产生第3个时脉脉冲的时序,信号SDo的逻辑成为「0」。因此,AND栅极部GX3不将所输入的第3个时脉脉冲输出,而AND栅极部GX2将所输入的第3个时脉脉冲输出。藉由重复此种动作,AND栅极部GX2生成将振荡频率Fc为800MHz的时脉信号CKs的时脉脉冲每隔1个予以减省的时脉信号CKa,AND栅极部GX3是以相对于时脉信号CKa相位偏移半周期的方式,生成将振荡频率Fc为800MHz的时脉信号CKs的时脉脉冲每隔1个予以减省的时脉信号CKb。亦即,时脉信号产生部150将振荡频率Fc为800MHz的时脉信号CKs分频为1/2,且生成了相互间相位偏移半周期的2个时脉信号CKa、CKb。因此,该时脉信号CKa、CKb的振荡频率(发光频率)Fb成为400MHz。

[0266] 控制电路152a是以响应时脉信号CKa的各时脉脉冲而发出种子光S1、S2的方式,控制脉冲光产生部20a的脉冲光源部35(具体而言为DFB半导体激光元件30、32)。藉此,脉冲光产生部20a射出的射束LBa1(LBb1)的频率成为400MHz。控制电路152b是以响应时脉信号CKb的各时脉脉冲而发出种子光S1、S2的方式,控制脉冲光产生部20b的脉冲光源部35(具体而言为DFB半导体激光元件30、32)。藉此,脉冲光产生部20b射出的射束LBa2(LBb2)的频率成为400MHz,且,射出时序的相位相对于射束LBa1(LBb1)偏移半周期。

[0267] 再者,本变形例中,各脉冲光产生部20a、20b的DFB半导体激光元件30、32发出的种子光S1、S2是相互间偏光方向正交的直线偏光的光,且,脉冲光产生部20a、20b的DFB半导体激光元件30彼此及DFB半导体激光元件32彼此亦是相互间偏光方向正交的直线偏光的光。藉此,自脉冲光产生部20a射出的射束LBa1(LBb1)与自脉冲光产生部20b射出的射束LBa2(LBb2)成为相互直行的直线偏光的光。本变形例中,脉冲光产生部20a的DFB半导体激光元件30发出的种子光S1及脉冲光产生部20b的DFB半导体激光元件32发出的种子光S2的偏光状态均成为S偏光。又,脉冲光产生部20a的DFB半导体激光元件32发出的种子光S2及脉冲光产生部20b的DFB半导体激光元件30发出的种子光S1的偏光状态均成为P偏光。因此,本变形

例中,脉冲光产生部20a射出的射束LBa1 (LBb1) 成为P偏光的光,脉冲光产生部20b射出的射束LBa2 (LBb2) 成为S偏光的光。再者,前提在于,脉冲光产生部20a的偏光分光器34使S偏光的光透过且反射P偏光的光,脉冲光产生部20b的偏光分光器34使P偏光的光透过且反射S偏光的光。又,前提在于,脉冲光产生部20a的偏光分光器38使P偏光的光透过且反射S偏光的光,脉冲光产生部20b的偏光分光器38使S偏光的光透过且反射P偏光的光。

[0268] OR栅极部GX1是将所输入的相位相互间偏移半周期的2个时脉信号CKa、CKb合成而生成(产生)1个时脉信号(基准时脉信号)LTC。藉此,时脉信号LTC的各时脉脉冲(基准时脉脉冲)以800MHz的振荡频率Fa(周期 $T_a = 1/F_a$)产生。再者,由于时脉信号LTC与时脉信号产生部150的时脉产生部60所产生的时脉信号CKs的频率及相位相同,故而亦可不设置OR栅极部GX1。于该情形时,只要将时脉产生部60所产生的时脉信号CKs用作时脉信号LTC即可。

[0269] 又,时脉信号产生部150亦可为具有时脉产生部60与可变延迟电路(省略图示)的构成。于该情形时,时脉产生部60是以400MHz的振荡频率Fc生成(产生)时脉信号CKs,并且上述可变延迟电路是使时脉信号CKs延迟时脉信号CKs的周期 $T_c (= 1/F_c)$ 的1/2。时脉信号产生部150将时脉产生部60所产生的时脉信号CKs作为时脉信号CKa输出至控制电路152a及OR栅极部GX1,并且将上述可变延迟电路使之延迟1/2周期 T_c 后的时脉信号CKs作为时脉信号CKb输出至控制电路152b及OR栅极部GX1。

[0270] 虽未图示,但该时脉信号LTC经由栅极电路GTa被输入至与图9所示为同一构成的修正像素指定部62及送出时序切换部64。本变形例中,基于该800MHz的时脉信号LTC,指定修正像素,决定描绘位元串数据SBa (SBb) 或串列数据DL1~DL3 (DL4~DL6) 的各像素的逻辑信息的送出时序、亦即使输出的逻辑信息的像素移位的时序、亦即像素移位脉冲SBCa (SBCb) 的输出时序。该修正像素指定部62及送出时序切换部64可设置于光源装置LSa (LSb) 的内部,亦可设置于光源装置LSa (LSb) 的外部。

[0271] 而且,根据自该送出时序切换部64输出的像素移位脉冲BSCa (BSCb) 依序输出的描绘位元串数据SBa (SBb) 或串列数据DL1~DL3 (DL4~DL6) 的各像素的逻辑信息被输出至光源装置LSa (LSb) 的脉冲光产生部20a、20b的驱动电路36a。因此,自脉冲光产生部20a、20b射出的射束LBa1 (LBb1) 、LBa2 (LBb2) 是其强度基于该描绘位元串数据SBa (SBb) 或串列数据DL1~DL3 (DL4~DL6) 而调变。又,所射出的射束LBa1 (LBb1) 、LBa2 (LBb2) 藉由合成光学构件154而合成为1个射束LBa (LBb) 。该射束LBa1 (LBb1) 与射束LBa2 (LBb2) 是振荡频率Fb为400MHz而相同,且相位偏移半周期,因此藉由合成光学构件154而合成800MHz的射束LBa (LBb) 。因此,该生成的振荡频率Fa(=800MHz)的射束LBa (LBb) 自光源装置LSa (LSb) 射出。

[0272] 合成光学构件154至少具有:偏光分光器PBS,其将脉冲光产生部20a所射出的P偏光的射束LBa1 (LBb1) 与脉冲光产生部20b所射出的S偏光的射束LBa2 (LBb2) 合成;镜M20、M21,其等将脉冲光产生部20a所射出的射束LBa1 (LBb1) 引导至偏光分光器PBS;及镜M22,其将脉冲光产生部20b所射出的射束LBa2 (LBb2) 引导至偏光分光器PBS。偏光分光器PBS具有使P偏光的光透过且反射S偏光的光的特性,因此使射束LBa1 (LBb1) 透过,且反射射束LBa2 (LBb2) 。此时,偏光分光器PBS的偏向分离面配置成,相对于与入射至偏光分光器PBS的射束LBa1 (LBb1) 的光轴正交的平面倾斜45度,且,相对于与入射至偏光分光器PBS的射束LBa2 (LBb2) 的光轴正交的平面倾斜45度。藉此,透过偏光分光器PBS的射束LBa1 (LBb1) 与于偏光分光器反射的射束LBa2 (LBb2) 成为同轴,因此射束LBa1 (LBb1) 与射束LBa2 (LBb2) 合成。

[0273] 再者,自光源装置LSa (LSb) 射出的射束LBa (LBb) 成为包含P偏光的射束LB1a (LB1b) 与S偏光的射束LB2a (LB2b) 者,因此亦可省略图5所示的扫描单元Un内的光学透镜系统G10、光检测器DT、及 $\lambda/4$ 波长板QW。于该情形时,变得无法检测描绘线SLn的斜率。又,于欲检测描绘线SLn的斜率的情形时,将射束LB1a (LB1b) 与射束LB2a (LB2b) 的偏向状态藉由偏光板等而均设为相同(例如,直线P偏光或圆偏振光)。而且,合成光学构件154以相互间成为同轴的方式合成该2个射束LB1a (LB1b)、射束LB2a (LB2b) 即可。

[0274] 如此,本变形例的曝光装置EX中,光源装置LSa (LSb) 是将由2个脉冲光产生部20 (20a、20b) 以400MHz发出的射束LBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2) 进行强度调变,并将该经强度调变的射束LBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2) 合成而作为射束LBa (LBb) 射出,因此与上述第1实施形态相比,可进而细致地修正描绘线SLn(描绘的图案)的倍率。

[0275] 再者,若射束LBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2) 的每单位面积的强度较强,则与之相应地,会于偏光分光器PBS等产生烧痕。因此,为了降低每单位面积的强度,亦可设置使射束LBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2) 的直径放大的放大透镜G20a、G20b、及使经放大的射束LBa1 (LBb1)、LBa2 (LBb2) 为平行光的准直透镜CL20a、CL20b。又,参照符号160是包含用以将经合成的射束LBa (LBb) 引导至射束轮廓分析仪162的反射镜等的光导光构件。该光导光构件160是以于射束轮廓分析仪162的测量面上射束LBa (LBb) 成为聚焦光的方式将射束LBa (LBb) 聚光(收敛)。射束轮廓分析仪162高精度地测量经聚光的射束LBa (LBb) 的聚焦光的二维的光强度分布。藉此,可精密地测量经合成的射束LBa (LBb) 的射束LBa1 (LBb1) 与射束LBa2 (LBb2) 的同轴性。该光导光构件160构成为可藉由反射镜的移动等而自射束LBa (LBb) 的光轴位置(光路)退避。

[0276] 又,本变形例中是相对于1像素对应有16个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲),但亦可相对于1像素对应有8个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)。若聚焦光SP的投射间隔与本变形例与同样地设为 $0.1875\mu\text{m}$,则8个聚焦光SP对应1像素,因此1像素的尺寸 P_{xy} 成为 $1.5(=0.1875 \times 8)\mu\text{m}$ 。因此,于该情形时,聚焦光SP的大小 Φ 亦设为与尺寸 P_{xy} 相同程度以下的大小、亦即 $1.5\mu\text{m}$ 以下。即便于该情形时,亦可获得与本变形例同样的效果,并且可减小像素的尺寸,因此可将图案的解像度、解析度飞跃性地精细化,从而可描绘曝光更高精细的图案。

[0277] 像素的尺寸 P_x 与尺寸 P_y 是设为相同长度(例如 $3\mu\text{m}$),但亦可使尺寸 P_x 与尺寸 P_y 的长度不同。关键在于,只要时脉信号产生部150产生具有由 $(P_y \times M) / (N \times V_s)$ 决定的基准周期 T_b 并且每基准周期 T_b 的 $1/M$ 的修正时间赋予相位的多个(M个)时脉信号(第1时脉信号)CK即可。

[0278] [第2实施形态]

[0279] 其次,对第2实施形态进行说明。上述第1实施形态(亦包含变形例)中,将主扫描方向上的聚焦光SP的投射间隔设为固定,藉由局部地变更修正像素的每1像素的聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)的数量,而使描绘线SLn的扫描长度伸缩。相对于此,本第2实施形态中,每1像素的聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)的数量全部设为相同,藉由局部地变更主扫描方向上的聚焦光SP的投射间隔,而使描绘线SLn的扫描长度伸缩。

[0280] 再者,于本第2实施形态中,将描绘线SLn(SL1~SL6)的有效长度设为30mm,将聚焦光SP的大小 Φ 设为 $3\mu\text{m}$,原则上将主扫描方向上的聚焦光SP的投射间隔设为聚焦光SP的大小

Φ 的1/2、亦即 $1.5\mu\text{m}$ 。因此,1次扫描中所照射的聚焦光SP的数量成为 $20000(=30[\text{mm}]/1.5[\mu\text{m}])$ 。又,若将基板P的副扫描方向的进给速度(搬送速度) V_t 设为 2.419mm/sec ,于副扫描方向上亦以 $1.5\mu\text{m}$ 的间隔进行聚焦光SP的扫描,则沿着描绘线SLn的1次扫描开始(描绘开始)时点与下一扫描开始时点的时间差 T_{px} 成为约 $620\mu\text{sec}(=1.5[\mu\text{m}]/2.419[\text{mm/sec}])$ 。该时间差 T_{px} 是8反射面RP的多角镜PM旋转1面($45^\circ=360^\circ/8$)的时间。于该情形时,必须以多角镜PM的1旋转的时间成为约 $4.96\text{msec}(=8\times 620[\mu\text{sec}])$ 的方式设定,因此多角镜PM的旋转速度 V_p 被设定为每秒约201.613旋转($=1/4.96[\text{msec}]$)、即约12096.8rpm。

[0281] 又,将多角镜PM的反射面的数量 N_p 设为8,将其扫描效率设为1/3。因此,将聚焦光SP扫描描绘线SLn的最大扫描长度(例如31mm)所需要的时间 T_s 成为 $T_s=T_{px}\times\text{扫描效率}$,于上文的数值例的情形时,时间 T_s 成为约 $206.666\cdots\mu\text{sec}(620[\mu\text{sec}]/3)$ 。由于将描绘线SLn(SL1~SL6)不伸缩的情形(倍率为1倍的情形)的有效扫描长度设为30mm,故而沿着该描绘线SLn的聚焦光SP的1扫描的扫描时间 T_{sp} 成为约 $200\mu\text{sec}(=206.666\cdots[\mu\text{sec}]\times 30[\text{mm}]/31[\text{mm}])$ 。因此,于描绘线SLn不伸缩的情形时,于该时间 T_{sp} 的期间,必须照射20000的聚焦光SP(脉冲光),因此来自光源装置LS的射束LB的发光频率(振荡频率) F_e 成为 $F_e=20000[\text{次}]/200[\mu\text{sec}]=100\text{MHz}$ 。又,聚焦光SP的扫描速度 V_s 成为 $30[\text{mm}]/200[\mu\text{sec}]=150\text{m/sec}$ 。再者,本第2实施形态中,将1像素的尺寸 P_{xy} 设为与聚焦光SP的有效大小 Φ 相同的 $3\mu\text{m}$,相对于1像素对应应有2个聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)。

[0282] 图20是表示第2实施形态中的设置于光源装置LSa(LSb)的内部的信号产生部22a的构成的图。再者,对于与上述第1实施形态(亦包含变形例)相同的构成标附相同符号,仅说明不同的部分。该信号产生部22a是与上述第1实施形态同样地,设置于控制电路22的内部,但亦可设置于控制电路22的外部。又,亦可于光源装置LSa(LSb)的外部设置该信号产生部22a。又,本第2实施形态中,自图12所示的局部倍率设定部112将具有修正位置信息 N_v' 与伸缩信息(极性信息) POL' 的局部倍率修正信息 CM_{gn}' 送至信号产生部22a。该局部倍率设定部112是针对每个扫描单元 $U_n(U_1\sim U_6)$ 而存储局部倍率修正信息 $CM_{gn}'(CM_{g1}'\sim CM_{g6}')$ 。局部倍率设定部112是与上述第1实施形态同样地,将与进行聚焦光SP的扫描的扫描单元 U_n 对应的局部倍率修正信息 CM_{gn}' 输出至光源装置LS(LSa、LSb)的信号产生部22a。再者,局部倍率修正信息 CM_{gn}' 是用以进行局部倍率修正的信息。

[0283] 信号产生部22a具有时脉信号产生部200、修正点指定部202、及时脉切换部204。该时脉信号产生部200、修正点指定部202、及时脉切换部204等可藉由FPGA(Field Programmable Gate Array)汇集而构成。时脉信号产生部200生成具有较由 Φ/V_s 决定的周期短的基准周期 T_e 并且每基准周期 T_e 的 $1/N$ 的修正时间赋予相位差的多个(N 个)时脉信号 $CK_p(p=0,1,2,\cdots,N-1)$ 。 Φ 是聚焦光SP的有效大小, V_s 是聚焦光SP相对于基板P的主扫描方向的相对速度。再者,于基准周期 T_e 较由 Φ/V_s 决定的周期长的情形时,沿主扫描方向照射的聚焦光SP隔开特定的间隔而离散地照射至基板P的被照射面上。相反地,于基准周期 T_e 较由 Φ/V_s 决定的周期短的情形时,聚焦光SP以于主扫描方向上相互重迭的方式照射至基板P的被照射面上。本第2实施形态中,原则上是以聚焦光SP每次重迭大小 Φ 的1/2的方式照射振荡频率 F_e 为100MHz的脉冲状的聚焦光SP,因此基准周期 T_e 成为 $1/F_e=1/100[\text{MHz}]=10[\text{nsec}]$,而成为小于 $\Phi/V_s=3[\mu\text{m}]/150[\text{mm/sec}]=20\text{ nsec}$ 的值。又,由于设为 $N=50$,故而时脉信号产生部200生成被赋予 $0.2\text{nsec}(=10[\text{nsec}]/50)$ 的相位差的50个时脉信号 $CK_0\sim CK_{49}$ 。

[0284] 具体而言,时脉信号产生部200具有时脉产生部(振荡器)60、与多个(N-1个)延迟电路De(De01~De49)。时脉产生部60产生由以与整体倍率修正信息TMg相应的振荡频率 $F_e (=1/T_e)$ 振荡的时脉脉冲构成的时脉信号CK₀。本第2实施形态中,将整体倍率修正信息TMg设为0,时脉产生部60以100MHz的振荡频率 F_e (基准周期 $T_e=10\text{nsec}$)产生时脉信号CK₀。

[0285] 来自时脉产生部60的时脉信号(输出信号)CK₀被输入至串联地连接的多个延迟电路De(De01~De49)的初段(开端)的延迟电路De0,并且被输入至时脉切换部204的第1个输入端子。该延迟电路De(De01~De049)使作为输入信号的时脉信号CK_p延迟固定时间($T_e/N=0.2\text{nsec}$)后输出。因此,初段的延迟电路De01将为与时脉产生部60所产生的时脉信号CK₀相同的基准周期 T_e (10nsec)且相对于时脉信号CK₀具有0.2nsec的延迟的时脉信号(输出信号)CK₁输出。同样地,第2段延迟电路De02将为与来自前段的延迟电路De01的时脉信号(输出信号)CK₁相同的基准周期 T_e (10nsec)且相对于时脉信号CK₁具有0.2nsec的延迟的时脉信号(输出信号)CK₂输出。第3段以后的延迟电路De03~De49亦同样地,将为与来自前段的延迟电路De02~De48的时脉信号(输出信号)CK₂~CK₄₈相同的基准周期 T_e (10nsec)且相对于时脉信号CK₂~CK₄₈具有0.2nsec的延迟的时脉信号(输出信号)CK₃~CK₄₉输出。

[0286] 时脉信号CK₀~CK₄₉是每0.2nsec被赋予相位差的信号,因此时脉信号CK₀成为呈与时脉信号CK₄₉相同的基准周期 T_e (10nsec)且相对于时脉信号CK₄₉进而具有0.2nsec的延迟的时脉信号、即恰好偏移1周期的信号。因此,时脉信号CK₀可视为实质上相对于时脉信号CK₄₉的各时脉脉冲延迟0.2nsec的时脉信号。来自延迟电路De01~De49的时脉信号CK₁~CK₄₉被输入至时脉切换部204的第2个~第50个输入端子。

[0287] 各延迟电路De(De01~De49)例如使用如图21A或图21B所示的栅极电路(逻辑电路)。图21A中是由一输入端子In1被输入有输入信号(时脉信号CK_p)且另一输入端子In2被施加有高位准(逻辑值为1)的信号的AND栅极电路GT10所构成。藉由该AND栅极电路GT10,将相对于输入信号(时脉信号CK_p)具有0.2nsec的延迟的输出信号(时脉信号CK_{p+1})输出。又,图21B中是由一输入端子In1被输入有输入信号(时脉信号CK_p)且另一输入端子In2被施加有低位准(逻辑值为0)的信号的OR栅极电路GT11所构成。藉由该OR栅极电路GT11,将相对于输入信号(时脉信号CK_p)具有0.2nsec的延迟的输出信号(时脉信号CK_{p+1})输出。如此,各延迟电路De(De01~De49)可藉由以多个电晶体组成的栅极电路(逻辑电路)而获得所需的延迟时间,或亦可为将1~2个电晶体连接而成的简单的构成。

[0288] 时脉切换部204是选择所输入的50个时脉信号CK_p(CK₀~CK₄₉)中的任一个时脉信号CK_p并将所选择的时脉信号CK_p作为时脉信号(基准时脉信号)LTC输出的多工器(选择电路)。因此,时脉信号LTC的振荡频率 $F_a (=1/T_a)$ 原则上与时脉信号CK₀~CK₄₉的振荡频率 $F_e (=1/T_e)$ 亦即100MHz相同。控制电路22是以响应自时脉切换部204输出的时脉信号LTC的各时脉脉冲而发出种子光S1、S2的方式控制DFB半导体激光元件30、32。因此,自光源装置LSa(LSb)射出的脉冲状的射束LBa(LBb)的振荡频率 F_a 原则上成为100MHz。

[0289] 时脉切换部204是于聚焦光SP通过位于扫描线上的特定的修正点CPP的时点将作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p、亦即因射束LBa(LBb)的产生而引起的时脉信号CK_p切换为相位差不同的另一时脉信号CK_p。时脉切换部204是于聚焦光SP通过修正点CPP的时点将选择作为时脉信号LTC的时脉信号CK_p切换为相对于当前选择作为时脉信号LTC的时脉信号CK_p具有0.2nsec的相位差的时脉信号CK_{p±1}。该切换时脉信号CK_{p±1}的相位差的方向、亦即相

位延迟0.2nsec的方向或相位提前0.2nsec的方向是根据作为局部倍率修正信息(修正信息)CMgn'(CMg1'~CMg6')的一部分的1位元的伸缩信息(极性信息)POL'而决定。

[0290] 于伸缩信息POL'为高位准「1」(伸长)的情形时,时脉切换部204选择相对于当前作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p相位延迟0.2nsec的时脉信号CK_{p+1}作为时脉信号LTC而输出。又,于伸缩信息POL'为低位准「0」(缩小)的情形时,时脉切换部204选择相对于当前作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p相位提前0.2nsec的时脉信号CK_{p-1}作为时脉信号LTC而输出。例如,时脉切换部204是在当前作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p为CK₁₁的情况下,于伸缩信息POL'为高位准(H)的情形时,将作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p切换为时脉信号CK₁₂,于伸缩信息POL'为低位准(L)的情形时,将作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p切换为时脉信号CK₁₀。于聚焦光SP的1次扫描期间中,输入同一伸缩信息POL'。

[0291] 时脉切换部204是使用与藉由射束切换部BDU而射束LB_n入射的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn'的伸缩信息POL'来决定作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p的相位偏移的方向(相位提前的方向或延迟的方向)。来自光源装置LSa的射束LB_a(LB1~LB3)被引导至扫描单元U1~U3的任一个。因此,光源装置LSa的信号产生部22a的时脉切换部204是基于与扫描单元U1~U3中的射束LB_n入射的1个扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn'的伸缩信息POL',而决定作为时脉信号LTC被输出的时脉信号CK_p的相位偏移的方向。例如,于射束LB₂入射至扫描单元U2的情形时,光源装置LSa的时脉切换部204基于与扫描单元U2对应的局部倍率修正信息CMg2'的伸缩信息POL',而决定作为时脉信号LTC被输出的时脉信号CK_p的相位偏移的方向。

[0292] 又,来自光源装置LSb的射束LB_b(LB4~LB6)被引导至扫描单元U4~U6的任一个。因此,光源装置LSb的信号产生部22a的时脉切换部204是基于与扫描单元U4~U6中的射束LB_n入射的1个扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn'的伸缩信息POL',而决定作为时脉信号LTC被输出的时脉信号CK_p的相位偏移的方向。例如,于射束LB₆入射至扫描单元U6的情形时,光源装置LSb的时脉切换部204基于与扫描单元U6对应的局部倍率修正信息CMg6'的伸缩信息POL',而决定作为时脉信号LTC被输出的时脉信号CK_p的相位偏移的方向。

[0293] 修正点指定部202将各描绘线SL_n(SL1~SL6)上的特定的点指定为修正点CPP。修正点指定部202是基于作为局部倍率修正信息(修正信息)CMgn'(CMg1'~CMg6')的一部分的用以指定修正点CPP的修正位置信息(设定值)N_v'而指定修正点CPP。该局部倍率修正信息CMgn'的修正位置信息N_v'是用以按照沿描绘线SL_n描绘的图案的描绘倍率(或描绘线SL_n的主扫描方向上的倍率)而于描绘线SL_n上的等间隔地离散的多个位置的各者指定修正点CPP的信息,且是表示修正点CPP与修正点CPP的距离间隔(等间隔)的信息。藉此,修正点指定部202可将于描绘线SL_n(SL1~SL6)上呈等间隔离散地配置的位置指定为修正点CPP。该修正点CPP被设定于沿描绘线SL_n投射的相邻2个聚焦光SP的投射位置(聚焦光SP的中心位置)之间。

[0294] 修正点指定部202是使用与藉由射束切换部BDU而射束LB_n入射的扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn'的修正位置信息N_v'来指定修正点CPP。由于来自光源装置LSa的射束LB_a(LB1~LB3)被引导至扫描单元U1~U3的任一个,故而光源装置LSa的信号产生部22a的修正点指定部202基于与扫描单元U1~U3中的射束LB_n入射的1个扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn'的修正位置信息N_v'而指定修正点CPP。例如,于射束LB₂入射至扫

描单元U2的情形时,光源装置LSa的修正点指定部202基于与扫描单元U2对应的局部倍率修正信息CMg2'的修正位置信息Nv',将于描绘线SLn2上呈等间隔离散地配置的多个位置指定为修正点CPP。

[0295] 又,由于来自光源装置LSb的射束LBb (LB4~LB6) 被引导至扫描单元U4~U6的任一个,故而光源装置LSb的信号产生部22a的修正点指定部202基于与扫描单元U4~U6中的射束LBn入射的1个扫描单元Un对应的局部倍率修正信息CMgn'的修正位置信息Nv'而指定修正点CPP。例如,于射束LB6入射至扫描单元U6的情形时,光源装置LSb的修正点指定部202基于与扫描单元U6对应的局部倍率修正信息CMg6'的修正位置信息Nv',将于描绘线SLn6上呈等间隔离散地配置的多个位置指定为修正点CPP。

[0296] 若对该修正点指定部202进行具体说明,则修正点指定部202具有分频计数器电路212与移位脉冲输出部214。分频计数器电路212是减法计数器,其被输入自时脉切换部204输出的时脉信号LTC的时脉脉冲(基准时脉脉冲)。自时脉切换部204输出的时脉信号LTC的时脉脉冲经由栅极电路GTa而被输入至分频计数器电路212。栅极电路GTa是上述第1实施形态中所说明的于描绘允许信号SQn为高位准(H)的期间开启的栅极。亦即,分频计数器电路212仅于描绘允许信号SQn为高位准的期间中将时脉信号LTC的时脉脉冲计数。于光源装置LSa的信号产生部22a的栅极电路GTa,被施加与扫描单元U1~U3对应的3个描绘允许信号SQ1~SQ3。因此,光源装置LSa的栅极电路GTa于描绘允许信号SQ1~SQ3的任一者为高位准(H)的期间将所输入的时脉信号LTC的时脉脉冲输出至分频计数器电路212。同样地,于光源装置LSb的信号产生部22a的栅极电路GTa,被施加与扫描单元U4~U6对应的3个描绘允许信号SQ4~SQ6。因此,光源装置LSb的栅极电路GTa于描绘允许信号SQ4~SQ6的任一者为高位准(H)的期间将所输入的时脉信号LTC的时脉脉冲输出至分频计数器电路212。

[0297] 分频计数器电路212是计数值C3被预设为修正位置信息(设定值)Nv',每当被输入时脉信号LTC的时脉脉冲时便将计数值C3减量。分频计数器电路212是当计数值C3成为0时,将1脉冲的一致信号Idc输出至移位脉冲输出部214。亦即,分频计数器电路212是当将时脉信号LTC的时脉脉冲计数相当于修正位置信息Nv'的量时输出一致信号Idc。该一致信号Idc是表示于下一时脉脉冲产生之前存在修正点CPP的信息。又,分频计数器电路212是于计数值C3成为0后,当被输入下一时脉脉冲时,将计数值C3预设为修正位置信息Nv'。藉此,可沿着描绘线SLn等间隔地指定多个修正点CPP。再者,修正位置信息Nv'的具体值于下文予以例示。

[0298] 移位脉冲输出部214是当被输入一致信号Idc时将移位脉冲CS输出至时脉切换部204。当产生该移位脉冲CS时,时脉切换部204切换作为时脉信号LTC输出的时脉信号CKp。该移位脉冲CS是表示修正点CPP的信息,且是于分频计数器电路212的计数值C3成为0后,下一时脉脉冲被输入之前产生。因此,于根据使分频计数器电路212的计数值C3为0的时脉脉冲而产生的射束LBa (LBb) 的聚焦光SP于基板P上的位置、与根据下一时脉脉冲而产生的射束LBa (LBb) 的聚焦光SP于基板P上的位置之间存在修正点CPP。

[0299] 如上所述,本第2实施形态中,若每1描绘线SLn投射20000个聚焦光SP,且于描绘线SLn上呈等间隔离散地配置40个修正点CPP,则以聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)的500个间隔配置修正点CPP。因此,修正位置信息Nv'成为500。

[0300] 图22是表示自图20所示的信号产生部22a的各部输出的信号的时序图。时脉信号

产生部200所产生的50个时脉信号CK₀~CK₄₉均成为虽为与时脉产生部60输出的时脉信号CK₀相同的周期Te、但其相位逐个延迟0.2nsec者。因此,例如,时脉信号CK₃成为相对于时脉信号CK₀相位延迟0.6nsec者,时脉信号CK₄₉成为相对于时脉信号CK₀相位延迟9.8nsec者。

[0301] 分频计数器电路212是当将自时脉切换部204输出的时脉信号LTC的时脉脉冲计数相当于修正位置信息(设定值)Nv'的量时输出一致信号Idc(省略图示),与之相应地,移位脉冲输出部214输出移位脉冲CS。移位脉冲输出部214通常是输出高位准(逻辑值为1)的信号,但却将当被输出一致信号Idc时便下降至低位准(逻辑值为0)且当经过时脉信号CK_p的基准周期Te的一半(半周期)的时间时便上升至高位准(逻辑值为1)的移位脉冲CS输出。藉此,该移位脉冲CS是于分频计数器电路212将时脉信号LTC的时脉脉冲计数相当于修正位置信息(设定值)Nv'的量后至被输入下一时脉脉冲之前上升。

[0302] 时脉切换部204响应移位脉冲CS的上升,将作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p自曾在移位脉冲CS即将产生之前输出的时脉信号CK_p切换为于与伸缩信息POL'相应的方向相位偏移0.2nsec的时脉信号CK_{p±1}。图22的例中,由于将曾在移位脉冲CS即将产生之前作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p设为CK₀,且将伸缩信息POL'设为「0」(缩小),故而响应移位脉冲CS的上升,而切换为时脉信号CK₄₉。如此,于伸缩信息POL'为「0」的情形时,每当聚焦光SP通过修正点CPP时(亦即,每当产生移位脉冲CS时),时脉切换部204以相位每次提前0.2nsec的方式切换作为时脉信号LTC输出的时脉信号CK_p。因此,被作为时脉信号LTC输出(选择)的时脉信号CK_p是依照CK₀→CK₄₉→CK₄₈→CK₄₇→…的顺序切换。于产生该移位脉冲CS的修正点CPP的位置,时脉信号LTC的周期成为相对于基准周期Te(=10nsec)短0.2nsec的时间(9.8nsec),其以后,至聚焦光SP通过下一修正点CPP之前(至产生下一移位脉冲CS之前),时脉信号LTC的周期成为基准周期Te(=10nsec)。

[0303] 相反地,于伸缩信息POL'为「1」的情形时,每当聚焦光SP通过修正点CPP时(亦即,每当产生移位脉冲CS时),时脉切换部204以相位每次延迟0.2nsec的方式切换作为时脉信号LTC而输出(选择)的时脉信号CK_p。因此,被作为时脉信号LTC输出(选择)的时脉信号CK_p是依照CK₀→CK₁→CK₂→CK₃→…的顺序切换。于产生该移位脉冲CS的修正点CPP的位置,时脉信号LTC的周期成为相对于基准周期Te(=10nsec)长0.2nsec的时间(10.2nsec),其以后,至聚焦光SP通过下一修正点CPP之前(至产生下一移位脉冲CS之前),时脉信号LTC的周期成为基准周期Te(=10nsec)。

[0304] 本第2实施形态中,由于有效大小Φ为3μm的聚焦光SP以每次重迭1.5μm的方式沿主扫描方向投射,故而修正点CPP处的时脉信号LTC的周期的修正时间(±0.2nsec)相当于0.03μm(=1.5[μm]×(±0.2[nsec]/10[nsec])),每1像素伸缩±0.03μm。因此,与上述第1实施形态(亦包含变形例)相比,可进行更细致的倍率修正。

[0305] 图23A是说明未进行局部倍率修正的情形时所描绘的图案PP的图,图23B是说明按照图22所示的时序图进行局部倍率修正(缩小)的情形时所描绘的图案PP的图。再者,将强度为高位准的聚焦光SP以实线表示,将强度为低位准或零的聚焦光SP以虚线表示。

[0306] 如图23A、图23B所示,藉由响应时脉信号LTC的各时脉脉冲而产生的聚焦光SP描绘图案PP。为了区分图23A与图23B的时脉信号LTC与图案PP,将图23A(未进行局部倍率修正的情形时)的时脉信号LTC、图案PP以LTC1、PP1表示,将图23B(已进行局部倍率修正的情形时)的时脉信号LTC、图案PP以LTC2、PP2表示。

[0307] 于未进行局部倍率修正的情形时,如图23A所示,所描绘的各像素的尺寸 P_{xy} 于主扫描方向上成为固定的长度。再者,将像素的副扫描方向(X方向)的长度以 P_x 表示,将主扫描方向(Y方向)的长度以 P_y 表示。若按照如图22所示的时序图进行局部倍率修正(缩小),则包含修正点CPP的像素的尺寸 P_{xy} 成为像素的长度 P_y 缩短 $\Delta P_y (=0.03\mu\text{m})$ 的状态。相反地,若进行伸长的局部倍率修正,则包含修正点CPP的像素的尺寸 P_{xy} 成为像素的长度 P_y 伸长 $\Delta P_y (=0.03\mu\text{m})$ 的状态。

[0308] 再者,虽对于串列数据 DL_n 的像素移位并未特别提及,但每当时脉信号LTC的时脉脉冲自时脉切换部204输出2个时,图12所示的描绘数据输出部114将输出至光源装置LSa(LSb)的驱动电路36a的串列数据 DL_n 的像素的逻辑信息于列方向移位1个。藉此,聚焦光SP(时脉信号LTC的时脉脉冲)的2个对应1像素。

[0309] 如上所述,第2实施形态的曝光装置EX是一面将与来自脉冲光源部35的种子光S1、S2相应地生成的射束LB(Lse、Lba、Lbb、Lbn)的聚焦光SP根据图案数据进行强度调变,一面使聚焦光SP沿着基板P上的描绘线 SL_n 而相对地扫描,藉此于基板P上描绘图案。曝光装置EX至少具备时脉信号产生部200、控制电路(光源控制部)22、及时脉切换部204。如上所述,时脉信号产生部200生成具有较由 ϕ/V_s 决定的周期短的基准周期 T_e (例如10nsec)并且每基准周期 T_e 的 $1/N$ 的修正时间(例如0.2nsec)赋予相位差的多个($N=50$ 个)时脉信号 CK_p ($CK_0 \sim CK_{49}$)。控制电路(光源控制部)22是以响应多个时脉信号 CK_p 中的任一个时脉信号 CK_p (时脉信号LTC)的各时脉脉冲而产生射束LB的方式控制脉冲光源部35。时脉切换部204于聚焦光SP通过在描绘线 SL_n 上指定的特定的修正点CPP的时点,将因射束LB的产生而引起的时脉信号 CK_p 、亦即作为时脉信号LTC输出的时脉信号 CK_p 切换为相位差不同的另一时脉信号 CK_p 。因此,可细致地修正描绘线 SL_n (描绘的图案)的倍率,从而可进行微米级的精密的重迭曝光。

[0310] 时脉切换部204是于聚焦光SP通过描绘线 SL_n 上的修正点CPP时,切换为相对于当前输入至控制电路22的时脉信号 CK_p 具有修正时间($\pm T_e/N=0.2\text{nsec}$)的相位差的时脉信号 CK_p 。藉此,可更细致地修正描绘线 SL_n (描绘的图案)的倍率。

[0311] 曝光装置EX具备将用以指定描绘线 SL_n 上的修正点CPP的局部倍率修正信息(修正信息)CMgn'存储于多个扫描单元 Un 的各者的局部倍率设定部(修正信息存储部)112。时脉切换部204是基于与藉由射束切换部BDU而被导入有射束LB的扫描单元 Un 对应的局部倍率修正信息CMgn'而切换时脉信号 CK_p 。藉此,可针对每个描绘线 SL_n (扫描单元 Un),细致地修正描绘线 SL_n (描绘的图案)的倍率。因此,图案曝光的重迭精度提高。

[0312] 局部倍率修正信息CMgn'包含用以按照沿描绘线 SL_n 描绘的图案的描绘倍率而于描绘线 SL_n 上的离散的多个位置的各者指定修正点CPP的修正位置信息 N_v' 。时脉切换部204是基于修正位置信息 N_v' 而于描绘线 SL_n 上的多个修正点CPP的各者切换时脉信号 CK_p 。藉此,可无不均地使描绘线 SL_n (描绘的图案)进行倍率修正(伸缩)。

[0313] 局部倍率修正信息CMgn'包含按照沿描绘线 SL_n 描绘的图案的描绘倍率而切换时脉信号 CK_p 为相对于当前输入至控制电路22的时脉信号 CK_p 相位延迟的方向或提前的方向的伸缩信息(极性信息)POL'。藉此,根据伸缩信息POL',可使描绘线 SL_n (描绘的图案)伸长或缩小。

[0314] 再者,时脉切换部204亦可将作为时脉信号LTC输出的时脉信号 CK_p 切换为相对于作为当前输出的时脉信号LTC而输出的时脉信号 CK_p 具有 $q \times T_e/N = q \times 0.2\text{nsec}$ 的相位差的

时脉信号 $CK_{p\pm q}$ 。其中, q 设为具有 $q < N$ 的关系的 1 以上的整数。因此, 例如, 于 q 为 2 的情形, 且作为当前输出的时脉信号 LTC 而输出的时脉信号 CK_p 为时脉信号 CK_{11} 的情形时, 当伸缩信息 POL' 为「1」时, 时脉切换部 204 切换为相对于时脉信号 CK_{11} 相位延迟 0.4nsec 的时脉信号 CK_{13} 。又, 于伸缩信息 POL' 为「1」的情形时, 时脉切换部 204 切换为相对于时脉信号 CK_{11} 相位提前 0.4nsec 的时脉信号 CK_9 。表示该「 q 」的值的作为伸缩率信息 REC' 而自局部倍率设定部 112 (参照图 12) 被输入至时脉切换部 204。该伸缩率信息 REC' 包含于局部倍率修正信息 CMgn' 的一部分。于聚焦光 SP 的 1 次扫描期间中, 输入同一伸缩率信息 REC'。

[0315] 该局部倍率修正信息 CMgn' (CMg1' ~ CMg6') 的修正位置信息 (设定值) N_v ' 可任意地变更, 可根据描绘线 SLn 的倍率而适当设定。例如, 亦可以位于描绘线 SLn 上的修正点 CPP 成为 1 个的方式设定修正位置信息 N_v '。又, 1 描绘线 SLn 中是将修正位置信息 N_v ' 的值设为固定, 但亦可于 1 描绘线 SLn 变更修正位置信息 N_v '。即便于该情形时, 于描绘线 SLn 上的离散的位置指定多个修正点 CPP 亦不变, 但藉由变更修正位置信息 N_v , 可使修正点 CPP 的间隔变得不均一。进而, 亦可于沿着描绘线 SLn 的射束 LBn (聚焦光 SP) 的每 1 扫描、或多角镜 PM 的每 1 旋转时, 不改变描绘线 SLn 上的修正像素的数量, 而使修正像素 (修正点 CPP) 的位置不同。

[0316] [第 1 及第 2 实施形态的变形例]

[0317] 上述各实施形态 (亦包含变形例) 亦可进行如下的变形。再者, 对于与上述各实施形态 (亦包含变形例) 相同的构成标附相同符号, 仅对不同处进行说明。

[0318] (变形例 1) 上述各实施形态 (亦包含变形例) 中, 使用描绘位元串数据 SBa (串列数据 DL1 ~ DL3)、SBb (串列数据 DL4 ~ DL6) 将设置于光源装置 LSa、LSb 的脉冲光产生部 20 的作为描绘用光调变器的电光元件 (强度调变部) 36 开关。然而, 变形例 1 中, 作为描绘用光调变器, 代替电光元件 36 而使用描绘用光学元件 AOM。该描绘用光学元件 AOM 为声光调变元件 (AOM: Acousto-Optic Modulator)。

[0319] 例如, 如图 24 所示, 于射束切换部 BDU 的选择用光学元件 AOM1 ~ AOM3 中的来自光源装置 LSa 的射束 LBa 最初入射的选择用光学元件 AOM1 与光源装置 LSa 之间, 配置描绘用光学元件 (强度调变部) AOMa。同样地, 于射束切换部 BDU 的选择用光学元件 AOM4 ~ AOM6 中的来自光源装置 LSb 的射束 LBb 最初入射的选择用光学元件 AOM4 与光源装置 LSb 之间, 配置描绘用光学元件 (强度调变部) AOMb。该描绘用光学元件 AOMa 是根据自图 14 所示的描绘数据输出部 114 的第 1 数据输出部 114a 输出的描绘位元串数据 SBa (串列数据 DL1 ~ DL3) 而开关, 描绘用光学元件 AOMb 是根据自第 2 数据输出部 114b 输出的描绘位元串数据 SBb (串列数据 DL4 ~ DL6) 而开关。该描绘用光学元件 AOMa (AOMb) 于像素的逻辑信息为「0」的情形时使所入射的射束 LBa (LBb) 透过并将其引导至未图示的吸收体, 于像素的逻辑信息为「1」的情形时产生使所入射的射束 LBa (LBb) 绕射后的一次绕射光。该产生的一次绕射光被引导至选择用光学元件 AOM1 (AOM4)。因此, 于像素的逻辑信息为「0」的情形时, 聚焦光 SP 未投射至基板 P 的被照射面上, 故而聚焦光 SP 的强度成为低位准 (零), 于像素的逻辑信息为「1」的情形时, 聚焦光 SP 的强度成为高位准。藉此, 可使藉由扫描单元 U1 ~ U3 (U4 ~ U6) 扫描的聚焦光 SP 的强度根据串列数据 DL1 ~ DL3 (DL4 ~ DL6) 而调变。即便于该情形时, 亦可获得与上述各实施形态等同样的效果。

[0320] 又, 亦可将描绘用光学元件 (强度调变部) AOMcn (AOMc1 ~ AOMc6) 设置于每个扫描单元 Un (U1 ~ U6)。于该情形时, 描绘用光学元件 AOMcn 可设置于各扫描单元 Un 的反射镜 M14

(参照图5)的近前。该各扫描单元Un (U1~U6)的描绘用光学元件AOMcn (AOMc1~AOMc6)是根据各串列数据DLn (DL1~DL6)而开关。设置于扫描单元U1内的描绘用光学元件AOMc1是根据串列数据DL1而开关。同样地,设置于扫描单元U2~U6内的描绘用光学元件AOMc2~AOMc6是根据串列数据DL2~DL6而开关。又,各扫描单元Un的描绘用光学元件AOMcn于像素的逻辑信息为「0」的情形时,将所入射的射束LBn引导至未图示的吸收体,于像素的逻辑信息为「1」的情形产生使所入射的射束LBn绕射后的一次绕射光。该产生的一次绕射光(射束LBn)被引导至反射镜M14而作为聚焦光SP投射至基板上。

[0321] 本变形例1中,于光源装置LSa (LSb)内,无须进行射束LB的强度调变,故而不需要DFB半导体激光元件32、偏光分光器34、38、电光元件36、及吸收体40。因此,DFB半导体激光元件30发出的种子光S1被直接引导至合并器44。

[0322] (变形例2)亦可将来自光源装置LS的射束LB的各者使用多个射束分光器而分割成3个或6个,并使分割成的3个或6个射束LB的各者入射至3个或6个扫描单元Un。于该情形时,使用串列数据DLn对入射至扫描单元Un的分割后的各个射束LB进行强度调变。

[0323] (变形例3)上述各实施形态(亦包含变形例)中,于使片状的基板P密接于旋转筒DR的外周面的状态下,于呈圆筒面状弯曲的基板P的表面利用多个扫描单元Un的各者而沿着描绘线SLn进行图案描绘。然而,例如,如国际公开第W02013/150677号手册所揭示,亦可为如将基板P一面呈平面状支持、一面于长尺寸方向进给并且进行曝光处理的构成。于该情形时,若基板P的表面被设定为与XY平面平行,则例如只要以图2、图3所示的第奇数号扫描单元U1、U3、U5的各照射中心轴Le1、Le3、Le5、与第偶数号扫描单元U2、U4、U6的各照射中心轴Le2、Le4、Le6在与XZ平面平行的面内观察时相互与Z轴平行且于X方向以固定的间隔存在的方式配置多个扫描单元U1~U6即可。

[0324] (变形例4)于以上的第1实施形态、第2实施形态、或该等各变形例中,各扫描单元Un是如图5所示,设置将朝向多角镜PM的反射面的射束LBn于一维方向(图5中为Zt方向)收敛的第1柱面透镜(复曲面透镜)CYa、及将于多角镜PM的1个反射面反射并通过f θ 透镜FT的射束LBn于一维方向(图5中为Xt方向)收敛的第2柱面透镜(复曲面透镜)CYb,藉此抑制了因多角镜PM的各反射面的略微的倾倒所导致的描绘线SLn(聚焦光SP)的向副扫描方向(Xt方向)的晃动。于该情形时,于与第1柱面透镜CYa的母线正交的面内观察时,第1柱面透镜CYa的后侧焦点是以成为多角镜PM的反射面的位置的方式设定。进而,于与第2柱面透镜CYb的母线正交的面内观察时,f θ 透镜FT与第2柱面透镜CYb的合成系统是以多角镜PM的反射面与基板P的被照射面成为光学上共轭的关系(成像关系)的方式设定。即,以多角镜PM的反射面于特定的公差范围内位于f θ 透镜FT的前侧焦点的位置或其附近的方式设定,且以基板P的被照射面于特定的焦点深度范围(Depth of Focus)内位于第2柱面透镜CYb的后侧焦点的位置的方式设定。

[0325] 进而,于此种关系的下,图6或图24的设置于射束切换部BDU中的选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6)或描绘用光学元件AOMa、AOMb、或者设置于各扫描单元Un内的描绘用光学元件AOMcn (AOMc1~AOMc6)将使入射射束(0次光)作为描绘用射束(一次绕射光)绕射的偏向位置设定为于与基板P上的描绘线SLn交叉的方向(X方向或Xt方向)上与基板P的被照射面、及多角镜PM的反射面的各者光学上共轭。即,利用该等光学元件AOM的描绘用射束(一次绕射光)的偏向方向被设定为在光学上对应于与柱面透镜CYb(或CYa)的母线的方向正交

(或交叉)的呈现折射力的方向。

[0326] 此种子光学元件AOM(声光调变元件)因藉由超音波振动而于内部生成绕射光栅的光学构件的温度而存在偏向角(绕射角)变动等问题。然而,藉由如上所述般将利用光学元件AOM的描绘用射束(一次绕射光)的偏向方向设定为与呈现第2柱面透镜CYb(或第1柱面透镜CYa)的折射力的方向吻合,可抑制由因光学元件AOM的温度变化产生的偏向角(绕射角)的变动所引起的描绘线SLn(聚焦光SP)向副扫描方向(Xt方向)的变动。

[0327] 参照图25对上述情形进行说明。图25是将图6或图24所示的射束切换部BDU中的聚光透镜(condenser lens)CD1、选择用光学元件AOM1、准直透镜CL1、及单元侧入射镜IM1的配置、与扫描单元U1内的第2柱面透镜CYb的配置的关系省略中途的光路而模式性地表示的图。入射至聚光透镜CD1的射束LBa是具有例如数mm直径的圆形剖面的平行射束,且藉由聚光透镜CD1而于后侧焦点的位置成为光束腰(最小径)的方式收敛。设定为,选择用光学元件AOM1的偏向位置Pdf到达至该光束腰的位置。于选择用光学元件AOM1为接通状态(入射允许信号LP1为H状态)时,于偏向位置Pdf,生成相对于入射的射束LBa使朝向改变偏向角(绕射角) θ_{df} 的射束(一次绕射光)LB1。于选择用光学元件AOM1为断开状态(入射允许信号LP1为L状态)时,不进行偏向位置Pdf处的射束LBa的绕射,因此射束LBa自偏向位置Pdf直接成为发散射束而射向准直透镜CL1。准直透镜CL1的前侧焦点的位置亦与选择用光学元件AOM1的偏向位置Pdf吻合,因此透过准直透镜CL1的射束LBa再次成为平行射束而射向下一段的聚光透镜CD2、选择用光学元件AOM2。

[0328] 藉由选择用光学元件AOM1而偏向(绕射)的射束LB1由单元侧入射镜IM1反射而射向扫描单元U1。上文的图6、图24中虽省略了图示,但于镜IM1的后方设置有如与准直透镜CL1相同的准直透镜CL1',使自选择用光学元件AOM1成为发散射束行进的射束LB1为平行射束。因此,准直透镜CL1'的前侧焦点的位置被设定为选择用光学元件AOM1的偏向位置Pdf。通过准直透镜CL1'的射束LB1入射至图5的扫描单元U1,并经过第1柱面透镜CYa、多角镜PM、 $f\theta$ 透镜FT、及反射镜M15等而入射至母线于Yt方向延伸的第2柱面透镜CYb之后,于基板P上的描绘线SL1上聚光为聚焦光SP。于图25中,描绘线SL1是于Yt方向呈直线延伸,聚焦光SP是于Yt方向扫描。此处,第2柱面透镜CYb呈现折射力的方向为Xt方向。

[0329] 若藉由选择用光学元件AOM1而偏向的射束LB1的偏向角 θ_{df} 因选择用光学元件AOM1的温度变化而变动 $\Delta\theta_{df}$,则自准直透镜CL1'射出的射束LB1成为于横向平行移动(漂移)的射束LB1'。漂移后的射束LB1'于自 $f\theta$ 透镜FT射出时是自本来的射出位置向Xt方向漂移而射出,但藉由第2柱面透镜CYb的折射力,射束LB1'聚光为聚焦光SP的Xt方向的位置相对于漂移前的位置基本不变。如此,将选择用光学元件AOM1的偏向位置Pdf与基板P的被照射面设定为光学上共轭的关系,于与第2柱面透镜CYb(或第1柱面透镜CYa)的母线正交的面(即,图25中的与XtZt面平行的面)内,将选择用光学元件AOM1的偏向位置Pdf与多角镜PM的反射面设定为光学上共轭的关系,而且将利用选择用光学元件AOM1的射束LB1的偏向方向(绕射方向)设定为位于与XtZt面平行的面内,藉此,即便依存于选择用光学元件AOM1的温度变化而使偏向角 θ_{df} 发生变动,亦可将因此引起的描绘线SL1(聚焦光SP)的位置变动抑制至可忽略的程度。如上所述的关系在用于其他扫描单元U2~U6的选择用光学元件AOM2~AOM6或描绘用光学元件AOMa、AOMb、或者设置于各扫描单元Un内的描绘用光学元件AOMcn(AOMc1~AOMc6)中亦同样地设定。

[0330] 且说,上文的第1实施形态(亦包含变形例)中,由于光源装置LS(LSa、LSb)为脉冲激光光源,故而以与于描绘线SLn上指定的1个修正像素对应的时脉信号LTC的脉冲数(聚焦光SP的脉冲数)和与其他非修正像素对应的时脉信号LTC的脉冲数不同的方式控制描绘数据(位元串)的读出,并响应该时脉信号LTC的脉冲,使来自光源装置LS(LSa、LSb)的射束LB脉冲发光。然而,于将光源装置LS(LSa、LSb)设为亦可连续发光的半导体激光光源、或发光二极管(LED)等半导体光源而设置于多个扫描单元Un的各者,且利用来自该半导体光源的射束直接生成聚焦光SP的情形时,亦可以于修正像素与其他像素(非修正像素)使半导体光源的发光时间略有差异的方式予以控制。于此种控制时,只要仅于上文的图8所示的描绘位元串数据SBa(SBb)为H位准的期间使半导体光源连续点亮即可。当然,亦可响应利用如图8中的时脉信号LTC与描绘位元串数据SBa(SBb)的逻辑积(AND)而获得的时脉脉冲,使半导体光源脉冲点亮。

[0331] (变形例5)以上的各实施形态或变形例中,利用多角镜PM进行聚焦光SP的主扫描方向的扫描,但亦可代替多角镜PM,而使用如图26所示的检流计镜(振动镜)GM。图26表示本变形例5的扫描单元Ua1的检流计镜GM与f θ 透镜FT的平面配置。f θ 透镜FT的光轴AXf是与正交坐标系XYZ的X轴平行地配置,检流计镜GM的旋转(振动)中心轴Cg是与Z轴与平行地配置。检流计镜GM的反射平面被设定为,与Z轴平行,并且于绕旋转中心轴Cg的振动的中立位置,相对于f θ 透镜FT的光轴AXf于XY面内成为45度的角度。通过射束送光系统入射至检流计镜GM的反射面的来自光源装置LS的射束LB1(根据描绘数据而经强度调变的剖面为圆形的平行射束)于该反射面向+X方向反射。由检流计镜GM反射的射束LB1是于特定的偏转角度 θ_g 的范围入射至f θ 透镜FT,且于基板P上的描绘线SL1聚光为聚焦光SP。

[0332] 于将检流计镜GM设为主扫描用的偏向构件的情形时,聚焦光SP的主扫描方向的扫描速度不固定,有时会在描绘线SL1的中央部与周边部产生少许速度差。其原因在于,会产生因检流计镜GM的往复振动引起的射束LB1的偏转角度的变化不会相对于时间轴成为线形的部分。此种聚焦光SP的速度不均表现为沿着主扫描方向的描绘图案的局部的描绘倍率误差、尤其于描绘线SLn的中央部与周边部的倍率误差。根据上文的第1实施形态、或第2实施形态,对于此种局部的倍率误差亦可容易地修正。

[0333] (变形例6)图27是代替如多角镜PM或检流计镜GM般改变反射来自光源装置LS的射束LB1的反射面的角度而将射束LB1于主扫描方向偏向扫描,而是藉由机械性旋转机构将射束LB1的聚焦光SP于被照射体(基板P)上呈圆弧状地扫描的方式的扫描单元UR1的立体图。于图27中,基板P是与正交坐标系XYZ的XY面平行地配置,且为了进行副扫描而于X方向以特定速度移动。于扫描单元UR1设置有:镜MR1,其将沿与Z轴平行地设定的射束送光系统的光轴AXu入射的射束LB1(剖面为圆形的平行射束)弯折成90度;聚光透镜G30,其将具有与XY面平行的光轴AXv且由镜MR1反射的射束LB1沿光轴AXv同轴地入射;及镜MR2,其将与XY面平行的光轴AXv弯折成与Z轴平行的光轴AXw。聚光透镜G30将所入射的射束LB1于基板P的表面(被照射面)聚光为聚焦光SP'。扫描单元UR1的壳体将镜MR1、MR2、聚光透镜G30保持为一体,且以与Z轴平行的光轴AXu为中心轴于与XY面平行的面内如箭头AR朝一方向以特定速度高速旋转。

[0334] 于被照射面上,若将与成为旋转中心轴的光轴AXu的延长线交叉的点设为旋转中心点CR,则藉由扫描单元UR1的旋转,聚焦光SP'沿着以自旋转中心点CR起长度Lam为半径的

圆进行扫描。该扫描单元UR1的构成中,聚焦光SP'可跨及半径 L_{am} 的圆上的360度而投射至被照射面。然而,实际上是考虑副扫描方向及半径 L_{am} 的圆的曲率,仅于扫描单元UR1处于固定的角度范围 θ_u 时,将根据描绘数据而经强度调变的聚焦光SP'投射至被照射面,并沿着与角度范围 θ_u 对应的圆弧状的描绘线SL1'描绘图案。本变形例的情形时,较佳为利用聚焦光SP'的圆弧状的描绘线SL1'的扫描开始点Js与扫描结束点Je的副扫描方向(X方向)的各位置一致。

[0335] 又,本变形例的情形时,由于描绘线SL1'并非与Y轴平行的直线,故而与描绘数据相应的聚焦光SP'的强度调变的控制(时序)是只要使圆弧状的描绘线SL1'重合于描绘数据的二维的像素映射上,并根据与聚焦光SP'的扫描位置(扫描单元UR1的旋转角度位置)相应的像素位元为描绘状态(「1」)或非描绘状态(「0」)而调变聚焦光SP'(射束LB1)的强度即可。为了即时精密地测量聚焦光SP'的扫描位置,于扫描单元UR1的壳体,较佳为与光轴AXu同轴地设置半径 L_{am} 左右的旋转编码器用的刻度尺圆盘。图27中,将扫描单元UR1的壳体以自光轴AXu(旋转中心点CR)沿径向延伸的角柱状示出,但为了减少旋转时的轴晃动等而获得稳定的旋转特性,较理想为设为具有保持镜MR1、MR2、聚光透镜G30的Z方向的厚度的圆盘状。

[0336] [第3实施形态]

[0337] 其次,对第3实施形态进行说明。再者,对于与上述各实施形态(亦包含变形例)相同的构成标附相同符号,仅对不同处进行说明。作为上述各实施形态的变形例4而说明的图25的构成中,藉由基于聚光透镜CD与准直透镜(准直透镜)LC的多个中继系统,于来自光源装置LSa(LSb)的射束LBa(LBb)制作多个光束腰(聚光点),于该光束腰的位置的各者配置有选择用光学元件(声光调变元件)AOM1~AOM6。射束LBa(LBb)的光束腰位置是以最终与基板P的表面(射束LB1~LB6的各聚焦光SP)光学上共轭的方式设定,因此即便因选择用光学元件(声光调变元件)AOM1~AOM6的特性变化等而使偏向角产生误差,亦可抑制基板P上的聚焦光SP于副扫描方向(Xt方向)漂移。因此,于针对每个扫描单元Un,将基于聚焦光SP的描绘线SLn沿副扫描方向(Xt方向)在像素尺寸(数 μm)程度的范围内微调的情形时,只要使上文的图5所示的扫描单元Un内的平行平板Sr2倾斜即可。进而,于使平行平板Sr2的倾斜自动化时,只要设置小型的压电马达或倾斜量的监控系统等机构即可。

[0338] 然而,即便使平行平板Sr2的倾斜自动化,但仍为机械性驱动,故而难以进行具有与例如多角镜PM的1旋转的时间对应的较高的响应性的控制。对此,第3实施形态中,将上文的各实施形态或变形例的设置于曝光装置(描绘装置)EX的如图7的光源装置LS(LSa、LSb)至各扫描单元Un的射束送光系统(射束切换部BDU)的光学性构成或配置稍微变更,使选择用光学元件(声光调变元件)AOM1~AOM6兼具射束的开关功能以及将聚焦光SP的位置于副扫描方向进行微调的移位功能。以下,藉由图28~图32来说明本第3实施形态的构成。

[0339] 图28是详细地表示上文的图7所示的光源装置LSa(LSb)的脉冲光产生部20内的波长转换部的构成的图,图29是表示自光源装置LSa(LSb)至最初的选择用光学元件AOM1为止的射束LBa(省略LBb)的光路的图,图30是表示自选择用光学元件AOM1至下一段选择用光学元件AOM2为止的光路与选择用光学元件AOM1的驱动器电路的构成的图,图31是说明选择用光学元件AOM1之后的选择用的镜(分支反射镜)IM1处的射束选择与射束移位的情况的图,图32是说明自多角镜PM至基板P为止的射束的行为的图。

[0340] 如图28所示,经放大的种子光Lse自光源装置LSa内的光纤光放大器46的射出端

46a以较小的发散角(NA:数值孔径)射出。透镜元件GL (GLa) 是以种子光Lse于第1波长转换元件48中成为光束腰的方式聚光。因此,藉由第1波长转换元件48而经波长转换的一次谐波射束具有发散性地入射至透镜元件GL (GLb)。透镜元件GLb是以一次谐波射束于第2波长转换元件50中成为光束腰的方式聚光。藉由第2波长转换元件50而经波长转换的二次谐波射束具有发散性地入射至透镜元件GL (GLc)。透镜元件GLc是以使二次谐波射束为大致平行的较细的射束LBa (LBb) 且自光源装置LSa的射出窗20H射出的方式配置。自射出窗20H射出的射束LBa的直径为数mm以下,较佳为1mm左右。如此,波长转换元件48、50的各者是以藉由透镜元件GLa、GLb而与光纤光放大器46的射出端46a(发光点)光学上共轭的方式设定。因此,即便于因波长转换元件48、50的结晶特性的变动而使所生成的谐波射束的行进方向略微倾斜的情形时,亦可抑制自射出窗20H射出的射束LBa的角度方向(方位)上的漂移。再者,图28中是将透镜元件GLc与射出窗20H相隔地示出,但亦可将透镜元件GLc自身配置于射出窗20H的位置。

[0341] 如图29所示,自射出窗20H射出的射束LBa沿着基于2个聚光透镜CD0、CD1的扩束器系统的光轴AXj行进,转换为射束直径缩小为1/2左右的大致平行射束而入射至第1段选择用光学元件AOM1。来自射出窗20H的射束LBa于聚光透镜CD0与聚光透镜CD1之间的聚光位置Pep成为光束腰。聚光透镜CD1是作为上文的图6(或图24)中的聚光透镜CD1而设置。进而,选择用光学元件AOM1内的射束的偏向位置Pdf(绕射点)是以藉由基于聚光透镜CD0、CD1的扩束器系统而与射出窗20H于光学上共轭的方式设定。进而,聚光位置Pep是以与图28中的光纤光放大器46的射出端46a、波长转换元件48、50的各者光学上共轭的方式设定。又,选择用光学元件AOM1的射束的偏向方向、即开关时作为所入射的射束LBa的一次绕射光射出的射束LB1的绕射方向被设定为Z方向(使基板P上的聚焦光SP于副扫描方向移位的方向)。通过选择用光学元件AOM1的射束LBa例如成为射束直径为约0.5mm左右的平行射束,作为一次绕射光射出的射束LB1亦成为射束直径为约0.5mm左右的平行射束。亦即,于上述各实施形态(亦包含变形例)中是以于选择用光学元件AOM1内成为光束腰的方式将射束LBa (LBb)收敛,但本第3实施形态中,将通过选择用光学元件AOM1的射束LBa (LBb) 设为具有微小直径的平行射束。

[0342] 如图30所示,透过选择用光学元件AOM1的射束LBa、与开关时作为一次绕射光而偏向的射束LB1均入射至与光轴AXj同轴地配置的准直透镜CL1(相当于图6、或图24中的透镜CL1)。选择用光学元件AOM1的偏向位置Pdf被设定为准直透镜CL1的前侧焦点的位置。因此,射束LBa与射束LB1以于准直透镜(聚光透镜)CL1的后侧焦点的面Pip分别成为光束腰的方式收敛。沿着准直透镜CL1的光轴AXj行进的射束LBa是以自面Pip发散的状态入射至图6(或图24)所示的聚光透镜(condenser lens)CD2,并再次成为射束直径为0.5mm左右的平行射束,而入射至第2段选择用光学元件AOM2。第2段选择用光学元件AOM2的偏光位置Pdf是藉由基于准直透镜CL1与聚光透镜CD2的中继系统而与选择用光学元件AOM1的偏光位置Pdf配置成共轭关系。

[0343] 图6或图24所示的选择用的镜IM1于本第3实施形态中是配置于准直透镜CL1与聚光透镜CD2之间的面Pip的附近。于面Pip,射束LBa、LB1成为最细的光束腰而于Z方向分离,因此镜IM1的反射面IM1a的配置变得容易。选择用光学元件AOM1的偏向位置Pdf与面Pip是藉由准直透镜CL1而成为光瞳位置与像面的关系,自准直透镜CL1射向镜IM1的反射面IM1a

的射束LB1的中心轴(主光线)变得与射束LBa的主光线(光轴AXj)平行。于镜IM1的反射面IM1a反射的射束LB1藉由与聚光透镜CD2同等的准直透镜CL1a而转换为平行射束,射向图5所示的扫描单元U1的镜M10。再者,面Pip是藉由准直透镜CL1与图29中的聚光透镜CD1而与聚光位置Pep成为光学上共轭的关系。因此,面Pip与图28的光纤光放大器46的射出端46a、波长转换元件48、50的各者亦为共轭的关系。亦即,面Pip是藉由以透镜元件GLa、GLb、GLc、聚光透镜CD0、CD1、及准直透镜CL1构成的中继透镜系统而与光纤光放大器46的射出端46a、波长转换元件48、50的各者共轭地设定。

[0344] 准直透镜CL1a的光轴AXm是与图5中的照射中心线Le1同轴地设定,且于基于开关时的选择用光学元件AOM1的射束LB1的偏向角为规定角度(基准的设定角)时,以射束LB1的中心线(主光线)成为与光轴AXm同轴的方式入射至准直透镜CL1a。又,镜IM1的反射面IM1a是如图30般设为如下大小,即:以不遮断射束LBa的光路的方式仅反射射束LB1,并且即便于到达至反射面IM1a的射束LB1于Z方向略微移位的情形时亦确实地反射射束LB1。但,于将选择镜IM1的反射面IM1a配置于面Pip的位置的情形时,制作出射束LB1于反射面IM1a上聚光而成的聚焦光,因此宜以反射面IM1a自面Pip的位置稍微偏移的方式将镜IM1于X方向错开配置。又,于反射面IM1a形成有紫外线耐性较高的反射膜(介电体多层膜)。

[0345] 本第3实施形态中,于上文的图12所示的选择元件驱动控制部102内,设置有用以使选择用光学元件AOM1具有射束的开关功能与移位功能的两者的驱动电路102A。驱动电路102A是由局部振荡电路102A1、混合电路102A2、及放大电路102A3所构成,该局部振荡电路102A1是接收用以将应施加至选择用光学元件AOM1的驱动信号HF1的频率自基准频率改变的修正信号FSS,而生成与应针对基准频率进行修正的频率相应的修正高频信号,该混合电路102A2是将由基准振荡器102S制作的稳定的频率的高频信号与来自局部振荡电路102A1的修正高频信号以频率进行加减运算的方式合成,该放大电路102A3是将于混合电路102A2中经频率合成的高频信号转换为放大至适于选择用光学元件AOM1的超音波振子的驱动的振幅的驱动信号HF1。放大电路102A3具备响应于图12的选择元件驱动控制部102中生成的入射允许信号LP1而将高频的驱动信号HF1切换为高位准与低位准(或振幅零)的开关功能。因此,于驱动信号HF1为高位准的振幅的期间(信号LP1为H位准期间),选择用光学元件AOM1将射束LBa偏向而生成射束LB1。如以上的图30的镜IM1与准直透镜CL1a的光学系统及驱动电路102A对于其他选择用光学元件AOM2~AOM6的各者亦同样地设置。于以上的构成中,局部振荡电路102A1与混合电路102A2作为根据修正信号FSS的值使驱动信号HF1的频率变化的频率调变电路发挥功能。

[0346] 于该驱动电路102A中,于修正信号FSS表示修正量零的情形时,自放大电路102A3的输出的驱动信号HF1的频率被设定为如基于选择用光学元件AOM1的射束LB1的偏向角成为规定角度(基准的设定角)的规定频率。于修正信号FSS表示修正量 $+\Delta F_s$ 的情形时,以基于选择用光学元件AOM1的射束LB1的偏向角相对于规定角度增加 $\Delta\theta\gamma$ 的方式修正驱动信号HF1的频率。于修正信号FSS表示修正量 $-\Delta F_s$ 的情形时,以基于选择用光学元件AOM1的射束LB1的偏向角相对于规定角度减少 $\Delta\theta\gamma$ 的方式修正驱动信号HF1的频率。若射束LB1的偏向角相对于规定角度变化 $\pm\Delta\theta\gamma$,则入射至镜IM1的反射面IM1a的射束LB1的位置略向Z方向移位,自准直透镜CL1a射出的射束LB1(平行射束)相对于光轴AXm略微倾斜。藉由图31对该情况进行进一步说明。

[0347] 图31是表示夸大地表示藉由选择用光学元件AOM1而偏向的射束LB1的移位的情况的光路图。于射束LB1藉由选择用光学元件AOM1而以规定角度偏向的情形时,射束LB1的中心轴成为与准直透镜CL1a的光轴AXm同轴。此时,自准直透镜CL1射出的射束LB1的中心轴是自原先的射束LBa的中心轴(光轴AXj)向-Z方向隔开 $\Delta SF0$ 。若自该状态将驱动选择用光学元件AOM1的驱动信号HF1的频率提高例如 ΔFs ,则选择用光学元件AOM1处的射束LB1的偏向角相对于规定角度增加 $\Delta \theta \gamma$,到达至镜IM1的射束LB1'的中心轴AXm'自光轴AXj向-Z方向隔开 $\Delta SF1$ 而存在。如此,根据驱动信号HF1的频率的 ΔFs 的变化,射向镜IM1的射束LB1'的中心轴AXm'自规定位置(与光轴AXm同轴的位置)向-Z方向横向移位(平行移动) $\Delta SF1 - \Delta SF0$ 。

[0348] 于光轴AXm上,存在相当于面Pip的面Pip',于该面Pip',射束LB1(LB1')以成为光束腰的方式聚光。自面Pip'射向准直透镜CL1a的射束LB1'的中心轴AXm'与光轴AXm平行,且藉由将面Pip'设定于准直透镜CL1a的前侧焦点的位置,而自准直透镜CL1a射出的射束LB1'转换为相对于光轴AXm于XZ面内略微倾斜的平行射束。本第3实施形态中,以面Pip'最终与基板P的表面(聚焦光SP)共轭的方式,配置扫描单元U1内的透镜系统(图5中的透镜Be1、Be2、柱面透镜CYa、CYb、f θ 透镜TF)。

[0349] 图32是将自扫描单元U1内的多角镜PM的1个反射面RP(RPa)至基板P为止的光路展开而自Yt方向观察的图。藉由选择用光学元件AOM1而以规定角度偏向的射束LB1于与XtYt面平行的面内入射至多角镜PM的反射面RPa而反射。入射至反射面RPa的射束LB1于XtZt面内是藉由图5所示的第1柱面透镜CYa而于反射面RPa上向Zt方向收敛。于反射面RPa反射的射束LB1于包含f θ 透镜FT的光轴AXf且与XtYt面平行的面内根据多角镜PM的旋转速度而高速地偏向,且经由f θ 透镜FT与第2柱面透镜CYb而于基板P上聚光为聚焦光SP。聚焦光SP于图31中是于与纸面垂直的方向一维扫描。

[0350] 另一方面,如图31般于面Pip'相对于射束LB1横向移位 $\Delta SF1 - \Delta SF0$ 后的射束LB1'入射至多角镜PM的反射面RPa上的相对于射束LB的照射位置略向Zt方向偏移的位置。藉此,于反射面RPa反射的射束LB1'的光路以于XtZt面内与射束LB1的光路略微偏移的状态通过f θ 透镜FT与第2柱面透镜CYb而于基板P上聚光为聚焦光SP'。多角镜PM的反射面RPa在光学上配置为f θ 透镜FT的光瞳面,藉由利用2个柱面透镜CYa、CYb的面倾斜修正的作用,而于图32的XtZt面内,反射面RPa与基板P的表面成为共轭关系。因此,若照射至多角镜PM的反射面RPa上的射束LB1如射束LB1'般向Zt方向略微移位,则基板P上的聚焦光SP如聚焦光SP'般于副扫描方向移位 ΔSFp 。

[0351] 如以上的构成,藉由使选择用光学元件AOM1的驱动信号HF1的频率自规定频率变化 $\pm \Delta Fs$,可使聚焦光SP于副扫描方向移位 $\pm \Delta SFp$ 。该移位量($|\Delta SFp|$)虽受到选择用光学元件AOM1自身的偏向角的最大范围、镜IM1的反射面IM1a的大小、扫描单元U1内的至多角镜PM为止的光学系统(中继系统)的倍率、多角镜PM的反射面的Zt方向的幅、自多角镜PM至基板P为止的倍率(f θ 透镜FT的倍率)等限制,但被设定为聚焦光SP的基板P上的有效大小(直径)程度、或于描绘数据上定义的像素尺寸(Pxy)程度的范围。当然,亦可设定为其以上的移位量。再者,虽是关于选择用光学元件AOM1及扫描单元U1进行了说明,但关于其他选择用光学元件AOM2~AOM6及扫描单元U2~U6亦同样。

[0352] 如此,本第3实施形态中,可将选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)兼用于响应入射

允许信号LPn (LP1~LP6) 的射束的开关功能、与响应修正信号FSS的聚焦光SP的移位功能, 因此对各扫描单元Un (U1~U6) 供给射束的射束送光系统 (射束切换部BDU) 的构成变得简单。进而, 与在每个扫描单元Un分别设置射束选择用与聚焦光SP的移位用的声光调变元件 (AOM或AOD) 的情形相比, 可减少发热源, 而可提高曝光装置EX的温度稳定性。尤其, 驱动声光调变元件的驱动电路 (102A) 成为较大的发热源, 但由于驱动信号HF1为50MHz以上的高频, 故而配置于声光调变元件的附近。即便设置冷却驱动电路 (102A) 的机构, 若其数量较多, 则装置内的温度亦易于短时间内上升, 从而有可能会因光学系统 (透镜或镜) 的基于温度变化的变动而导致描绘精度降低。因此, 较理想为成为热源的驱动电路、及声光调变元件较少。又, 于选择用光学元件AOMn (AOM1~AOM6) 的各者受温度变化的影响而使作为入射射束LBa (LBb) 的一次绕射光偏向的射束LBn的偏向角变动的情形时, 在本第3实施形态中, 可藉由设置将图30的赋予至驱动电路102A的修正信号FSS的值根据温度变化而调整的反馈控制系统, 而容易地抵消偏向角的变动。

[0353] 本第3实施形态的选择用光学元件AOMn的射束移位功能是可将来自多个扫描单元Un的各者的射束LBn的聚焦光SPn的描绘线SLn的位置高速地于副扫描方向进行微调整。例如, 若将图30所示的选择用光学元件AOM1以每当入射允许信号LP1成为H位准时便改变基于修正信号FSS的修正量的方式进行控制, 则可针对多角镜PM的每个反射面、即聚焦光SP的每次扫描, 使描绘线SL1于副扫描方向在像素大小 (或聚焦光的大小) 程度的范围内移位。因此, 使邻接的扫描单元Un的各者绕着照射中心轴Le1~Le6略微旋转而调整各描绘线SLn的斜率之后, 以如上文的第1实施形态或第2实施形态的方式修正描绘倍率, 此外如第3实施形态般使描绘线SLn于副扫描方向移位, 藉此可提高各描绘线SLn的端部的图案描绘时的连接的精度。又, 于相对于已形成在基板P的基底图案重迭描绘新的图案时, 亦可提高该重迭的精度。

[0354] 以上的第3实施形态中, 基板P的表面 (射束LBn聚光成为聚焦光SP的位置)、与图31中的面Pip' 是设定为相互共轭的关系, 进而, 面Pip' (Pip) 与光源装置LSa (LSb) 中的波长转换元件48、50、光纤光放大器46的射出端46a的各者亦设定为相互共轭的关系。因此, 于将多角镜PM的反射面的1个设定为向固定的朝向静止的状态, 并将射束LBn经由f θ 透镜FT与柱面透镜CYb而作为聚焦光SP投射至基板P的表面的1点的情形时, 即便因波长转换元件48、50的结晶特性的变化而使谐波射束的行进方向在角度上进行漂移, 亦不会受其影响, 而基板P上的聚焦光SP静止。该情形意味着, 聚焦光SP的主扫描方向的扫描开始位置、或响应原点信号SD的描绘开始位置稳定而不会于主扫描方向漂移。因此, 能够长时间以稳定的精度进行图案描绘。

[0355] [第3实施形态的变形例]

[0356] 上述第3实施形态亦可进行如下的变形。上述各实施形态或其变形例中, 以基于多个扫描单元Un (U1~U6) 的各者的描绘线SLn (SL1~SL6) 于主扫描方向 (Y方向) 偏移且于端部连接的方式配置扫描单元Un, 以便能够覆盖图案描绘区域 (曝光区域W) 的Y方向的宽度。然而, 例如, 如日本专利特开2014-160130号公报所揭示, 即便为如多条描绘线SLn (多个扫描射束) 于副扫描方向偏移而配置的串迭方式的描绘装置, 亦可藉由变更光学系统的配置, 而与第3实施形态同样地, 使选择用光学元件AOMn兼用作开关功能与聚焦光SP (描绘线SLn) 的移位功能。

[0357] 图33是表示如下的串迭方式的描绘装置的概略构成的一部分的图,该串迭方式的描绘装置是对1个多角镜PM的不同的2个反射面RPa、RPb的各者投射根据描绘图案(描绘的图案)而经强度调变的射束LB1、LB2,由反射面RPa反射的射束LB1入射至具有与X轴平行的光轴AXf1的第1f θ 透镜FT(以下为FT1),由反射面RPb反射的射束LB2入射至具有与X轴平行的光轴AXf2的第2f θ 透镜FT(以下为FT2)。第1f θ 透镜FT1与第2f θ 透镜FT2虽于图33中省略了图示,但如上文的图5所示的f θ 透镜FT般配置,于第1、第2各f θ 透镜FT1、FT2的后方,同样设置有镜M15、第2柱面透镜CYb。再者,有时亦会为简化说明而省略一部分的构成的图示,并省去其说明。

[0358] 上文的图7所示的来自光源装置LSa的射束LBa是经由图28、图29所示的光学系统成为射束直径为0.5mm左右的平行射束而入射至最初的选择用光学元件(声光调变元件)AOM1。藉由切换为偏向状态的选择用光学元件AOM1而作为一次绕射光偏向的射束LB1是如图30中所说明般,藉由准直透镜(聚光透镜)CL1而于镜IM1的附近成为光束腰而聚光。藉由镜IM1向-Z方向反射的射束LB1是藉由如图31般配置的准直透镜CL1a而再次变化为平行射束,由镜M13(以下为M13a)反射而入射至第1柱面透镜CYa(以下为CYa1)。藉由第1柱面透镜CYa1而仅于Z方向收敛的射束LB1被照射至绕与Z轴平行的旋转中心AXp旋转的多角镜PM的第1反射面RPa。反射面RPa被设定为位于具有光轴AXf1的未图示的第1f θ 透镜(扫描用透镜)FT1的光瞳面,射束LB1于基板P(被照射体)的表面保持远心的状态而进行一维扫描。

[0359] 又,于选择用光学元件AOM1切换为非偏向状态的情形时,入射至选择用光学元件AOM1的射束LBa沿着准直透镜(聚光透镜)CL1的光轴(AXj)直行,于选择用的镜IM1的上方空间成为光束腰而收敛之后,成为发散射束并由镜M2反射。由镜M2反射的射束LBa藉由聚光透镜CD2而再次转换为平行射束,由镜M3反射,并入射至第2段选择用光学元件AOM2。镜M2、M3与聚光透镜CD2是与上文的图6或图24所示者相同,选择用光学元件AOM1与选择用光学元件AOM2的各偏向位置Pdf是藉由基于准直透镜(聚光透镜)CL1与聚光透镜CD2的中继系统而设定为共轭关系。

[0360] 藉由切换为偏向状态的选择用光学元件AOM2而作为一次绕射光偏向的射束LB2是藉由准直透镜(聚光透镜)CL2而于镜IM2的附近成为光束腰而聚光。藉由镜IM2而向-Z方向反射的射束LB2是藉由如图31般配置的准直透镜CL2a而再次变化为平行射束,由镜M13(以下为M13b)反射而入射至第1柱面透镜CYa(以下为CYa2)。藉由第1柱面透镜CYa2而仅于Z方向收敛的射束LB2被照射至多角镜PM的第2反射面RPb。反射面RPb被设定为位于具有光轴AXf2的未图示的第2f θ 透镜(扫描用透镜)FT2的光瞳面,射束LB2于基板P(被照射体)的表面保持远心的状态而进行一维扫描。于选择用光学元件AOM1、AOM2的两者为非偏向状态的情形时,透过选择用光学元件AOM2的射束LBa藉由聚光透镜CD3而再次转换为平行射束,射向与第2段选择用光学元件AOM2配置成共轭关系的第3段选择用光学元件AOM3。

[0361] 此处,包含第1f θ 透镜FT1、及其后的镜M15(以下为M15a)与第2柱面透镜CYb(以下为CYb1)在内而设为第1扫描用光学系统,包含第2f θ 透镜FT2、及其后的镜M15(以下为M15b)与第2柱面透镜CYb(以下为CYb2)在内而设为第2扫描用光学系统。来自第1扫描用光学系统的射束LB1的聚焦光的扫描轨迹(描绘线SL1)、与来自第2扫描用光学系统的射束LB2的聚焦光的扫描轨迹(描绘线SL2)于图33中在X方向(副扫描方向)错开配置。

[0362] 此种串迭型的描绘装置中,可将藉由基于第1扫描用光学系统的描绘线SL1描绘的

图案、与藉由基于第2扫描用光学系统的描绘线SL2描绘的图案于基板P(被照射体)上的同一曝光区域W内重迭曝光(双重曝光),或者将其等于在基板P的搬送方向(长尺寸方向)相隔的2个曝光区域W的各者曝光。于该情形时,藉由对施加至选择用光学元件AOM1的驱动信号HF1、施加至选择用光学元件AOM2的驱动信号HF2的任一者或两者赋予频率调变,可将描绘线SL1与SL2的搬送方向(副扫描方向)的间隔距离进行微调,而可提高双重曝光时的重迭精度。又,若将如图33的构成的射束扫描装置应用于多色(RGB、CMY)的激光射束印表机等,则亦可将所印刷的图像的色偏差抑制为较小。

[0363] 以上,本变形例中,藉由将来自光源装置LSa的射束LBa串联地通过2个(多个)选择用光学元件(声光调变元件)AOM1、AOM2,将任一个选择用光学元件AOMn切换为偏向状态,而可选择性地切换自不同角度方向射向多角镜PM的反射面的描绘用的射束(LBn)。选择用光学元件AOM1、AOM2的各者的向偏光状态/非偏向状态的切换的时序可自由地设定。例如,于仅藉由描绘线SL1(第1扫描用光学系统)于基板P上描绘图案的情形时,只要以将入射允许信号LP1(图12、图30)设为主动的状态(如图13般响应原点信号SZ1而反复生成H位准的状态)且将入射允许信号LP2保持L位准的方式进行限制即可。

[0364] [第4实施形态]

[0365] 上述的第1~第3实施形态、及其等各变形例中,将用以将来自光源装置LSa(LSb)的射束LBa(LBb)选择性地供给至扫描单元Un(U1~U6)的任一者的选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)设为声光调变元件。即,虽是将相对于入射射束以特定的绕射角偏向而输出的一次绕射光作为描绘用的射束LBn供给至扫描单元Un,但选择用光学元件AOMn(AOM1~AOM6)亦可为不使用绕射现象的电光偏向构件。

[0366] 图34表示第4实施形态的射束切换部BDU内的与1个扫描单元Un对应设置的射束切换构件的构成,本实施形态中,设置入射来自光源装置LSa(LSb)的射束LBa(LBb)的电光元件OSn及根据透过电光元件OSn的射束的偏光特性而使射束透过或将其反射的偏光分光器BSn,以代替上文的图25所示的选择用光学元件AOM1与单元侧入射镜IM1的组合系统、或图30所示的选择用光学元件AOM1、准直透镜CL1、单元侧入射镜IM1的组合系统。

[0367] 于图34中,于将自光源装置LSa(LSb)成为平行射束而射出的射束LBa(LBb)的行进方向设定为与X轴平行时,若将入射至电光元件OSn的射束LBa(LBb)设为向Y方向偏光的直线偏光,对形成于电光元件OSn的在Y方向对向的面的电极EJp、EJm之间施加数Kv的电压,则透过电光元件OSn的射束成为自入射时的偏光状态旋转90度而向Z方向偏光的直线偏光,并入射至偏光分光器BSn。于不对电极EJp、EJm间施加电压的情形时,透过电光元件OSn的射束成为直接以入射时的偏光状态向Y方向偏光的直线偏光。因此,于电极EJp、EJm间的电压为零的断开状态时,来自电光元件OSn的射束直接透过立方体状的偏光分光器BSn的偏光分割面psp(相对于XY面与YZ面的各者倾斜45度的面)。于对电极EJp、EJm间施加电压的接通状态时,来自电光元件OSn的射束由偏光分光器BSn的偏光分割面psp反射,而成为根据描绘数据(例如图14中的描绘位元串数据SBa、SBb)经强度调变的描绘用的射束LBn而射向扫描单元Un。电光元件OSn是由呈现于被施加的电场强度的一次方时折射率变化的泡克耳斯效应、或于被施加的电场强度的二次方时折射率变化的克尔效应的结晶介质或非晶介质所构成。又,电光元件OSn亦可为呈现代替电场而因磁场使折射率变化的法拉第效应的结晶介质。

[0368] 图35表示将构成图6(或图24)所示的射束切换部BDU的选择用光学元件AOM1~

AOM6与单元侧入射镜IM1~IM6置换成图34的构成的变形例。自光源装置LSa作为平行射束(射束直径为1mm以下)射出的直线偏光的射束LBa是经由如图25、图30所示的声光调变元件、或使用声光偏向元件(AOD)的射束移位器部SFTa,依序通过电光元件OS1、偏光分光器BS1、电光元件OS2、偏光分光器BS2、电光元件OS3、偏光分光器BS3之后,入射至吸收体TR1。偏光分光器BS1是于对电光元件OS1施加有电场时,将射束LBa作为描绘用的射束LB1朝向扫描单元U1反射。同样地,偏光分光器BS2是于对电光元件OS2施加有电场时,将射束LBa作为描绘用的射束LB2朝向扫描单元U2反射,偏光分光器BS3是于对电光元件OS3施加有电场时,将射束LBa作为描绘用的射束LB3朝向扫描单元U3反射。图35中,仅对电光元件OS1~OS3中的电光元件OS2施加电场,自射束移位器部SFTa射出的射束LBa作为射束LB2仅入射至扫描单元U2。

[0369] 同样地,自光源装置LSb作为平行射束(射束直径为1mm以下)射出的直线偏光的射束LBb是经由使用声光偏向元件(AOD)的射束移位器部SFTb,依序通过电光元件OS4、偏光分光器BS4、电光元件OS5、偏光分光器BS5、电光元件OS6、偏光分光器BS6之后,入射至吸收体TR2。偏光分光器BS4是于对电光元件OS4施加有电场时,将射束LBb作为描绘用的射束LB4朝向扫描单元U4反射,偏光分光器BS5是于对电光元件OS5施加有电场时,将射束LBb作为描绘用的射束LB5朝向扫描单元U5反射,偏光分光器BS6是于对电光元件OS6施加有电场时,将射束LBb作为描绘用的射束LB6朝向扫描单元U6反射。图35中,仅对电光元件OS4~OS6中的电光元件OS6施加电场,自射束移位器部SFTb射出的射束LBb作为射束LB6仅入射至扫描单元U6。

[0370] 作为一例,射束移位器部SFTa、SFTb是使用声光偏向元件AODs而如图36般构成。声光偏向元件AODs是根据来自与图30所示的驱动电路102A同样的驱动电路的驱动信号HF_n而被驱动。来自光源装置LSa(LSb)的平行的射束LBa(LBb)是与光轴同轴而入射至焦点距离f₁的透镜CG1,且以于面pu成为光束腰的方式聚光。声光偏向元件AODs的偏向点配置于面pu的位置。于驱动信号HF_n为断开的状态下,于面pu成为光束腰的射束LBa(LBb)不会绕射,而是自面pu入射至焦点距离f₂的透镜CG2,成为平行射束而由镜OM反射并入射至吸收体TR3。于驱动信号HF_n施加至声光偏向元件AODs的接通状态时,声光偏向元件AODs生成以与驱动信号HF_n的频率相应的绕射角偏向的射束LBa(LBb)的一次绕射光。该一次绕射光于此处称为经偏向的射束LBa(LBb)。声光偏向元件AODs的偏向点配置于为透镜CG2的焦点距离f₂的位置的面pu,因此自透镜CG2射出的经偏向的射束LBa(LBb)成为与透镜CG2的光轴平行的平行射束,入射至图35的电光元件OS1、或OS4。

[0371] 藉由改变被施加至声光偏向元件AODs的驱动信号HF_n的频率,自透镜CG2射出的射束LBa(LBb)以与透镜CG2的光轴平行的状态于与光轴垂直的方向位置变换。射束LBa(LBb)的位置变换的方向于图34所示的电光元件OS_n(OS1或OS4)的入射端面上对应于Z方向,移位量对应于驱动信号HF_n的频率的变化量。本实施形态的情形时,射束移位器部SFTa相对于3个扫描单元U1、U2、U3共通地设置,射束移位器部SFTb相对于3个扫描单元U4、U5、U6共通地设置。因此,被施加至声光偏向元件AODs的驱动信号HF_n的频率是与图35的电光元件OS1~OS3的任一个、或电光元件OS4~OS6的任一个成为接通状态的时序同步地,以与自对应于成为接通状态的电光元件OS_n的扫描单元U_n射出的与射束LB_n对应设定的聚焦光SP的向副扫描方向(X方向)的移位量 ΔSF_p (参照图32)对应的方式进行调变(FM调变)。藉此,通过电光

元件OS1~OS3 (OS4~OS6) 的射束LBa (LBb) 在图34中于Z方向平行地移位, 由偏光分光器BS1~BS3 (BS4~BS6) 反射的射束LBn (LB1~LB6) 在图34中于X方向平行移位。藉此, 如图32中所说明, 聚焦光SP于副扫描方向移位 ΔSFp 。再者, 图36中, 射束LBa (LBb) 以于声光偏向元件AODs的偏向点收敛为光束腰的方式构成, 但亦可设为将穿过声光偏向元件AODs的射束LBa (LBb) 设为如图30般较细的平行射束, 且于如图31的状态下使分配至各扫描单元U1~U6的射束LBn略微移位的构成。

[0372] 以上, 本实施形态中, 为了将来自光源装置LSa (LSb) 的射束LBa (LBb) 选择性地分配 (切换) 至3个扫描单元U1~U3 (U4~U6) 的任一个, 而使用了不具有偏向作用的电光元件OS1~OS3 (OS4~OS6), 因此, 为了使聚焦光SP于副扫描方向移位, 将基于具有偏向作用的声光偏向元件AODs的射束移位器部SFTa (SFTb) 设置于光路上的电光元件OS1~OS3 (OS4~OS6) 的上游侧。若如此构成, 则将3个扫描单元U1~U3 (U4~U6) 的各者中的聚焦光SP的向副扫描方向的高速的移位动作利用基于1个声光偏向元件AODs的射束移位器部SFTa (SFTb) 来进行, 因此, 可减少声光偏向元件及其驱动电路的数量, 而可减少热源。

[0373] [变形例]

[0374] 图37表示代替于上述的各实施形态或变形例中使用的选择用光学元件AOM1~AOM6、AOMa、AOMb或声光偏向元件AODs而设置且不依靠绕射作用的射束偏向构件的一例。图37A表示于以特定的厚度形成为棱镜状 (三角形) 的透过性的结晶介质的对向的平行的侧面 (图37A中为上下表面) 形成有电极EJp、EJm的电光元件ODn。结晶介质是作为化学组成由KDP (KH_2PO_4)、ADP ($NH_4H_2PO_4$)、KD*P (KD_2PO_4)、KDA (KH_2AsO_4)、BaTiO₃、SrTiO₃、LiNbO₃、LiTaO₃等表示的材料。自电光元件ODn的一斜面入射的射束LBa (LBb) 是于电极EJp、EJm间的电场为零时, 根据结晶介质的初始的折射率与空气的折射率的差而偏向, 并自另一斜面射出。若对电极EJp、EJm间施加固定值以上的电场, 则结晶介质的折射率自初始值变化, 因此所入射的射束LBa (LBb) 成为自另一斜面以与初始的角度不同的角度射出的射束LBn。即便使用此种电光元件ODn, 亦可将来自光源装置LSa (LSb) 的射束LBa (LBb) 分时切换并供给至扫描单元U1~U6的各者。又, 藉由改变施加至电光元件ODn的电场强度, 使射出的射束LBn的偏向角略微高速地改变, 因此, 亦可使电光元件ODn兼具开关功能以及使基板P上的聚焦光SP于副扫描方向移位微量的功能。进而, 亦可代替如图36的单独的射束移位器部SFTa (SFTb) 的声光偏向元件AOMs而使用电光元件ODn。

[0375] 图37B表示例如日本特开2014-081575号公报、国际公开公报W02005/124398号手册所揭示的使用基于KTN ($KTa_{1-x}Nb_xO_3$) 晶体的电光元件KDn的射束偏向构件的例。于图37B中, 电光元件KDn是由沿着射束LBa (LBb) 的行进方向形成为较长的角柱状的结晶介质、与夹着该结晶介质而对向配置的电极EJp、EJm所构成。电光元件KDn是以保持为固定的温度 (例如40多度) 的方式收纳于具有调温功能的盒体内。于电极EJp、EJm间的电场强度为零时, 自角柱状的KTN结晶介质的一端面入射的射束LBa (LBb) 于KTN结晶介质内直行而自另一端面射出。若对电极EJp、EJm间施加电场强度, 则通过KTN结晶介质内的射束LBa (LBb) 于电场的方向偏向, 自另一端面作为射束LBn射出。KTN结晶介质亦是根据电场的强度而折射率变化的材料, 但与上文所列举的各种结晶介质相比, 可于低一位程度的电场强度 (数百V) 获得较大的折射率变化。因此, 若改变施加至电极EJp、EJm间的电压, 则可将自电光元件KDn射出的射束LBn的相对于原先的射束LBa (LBb) 的偏向角于相对较大的范围 (例如, 0度~5度) 内高

速地调整。

[0376] 即便使用此种电光元件KDn,亦可将来自光源装置LSa (LSb) 的射束LBa (LBb) 分时切换并供给至扫描单元U1~U6的各者。又,藉由改变施加至电光元件KDn的电场强度,使射出的射束LBn的偏向角高速地改变,因此,亦可使电光元件KDn兼具开关功能以及使基板P上的聚焦光SP于副扫描方向移位的功能。进而,亦可代替如图36的单独的射束移位器部SFTa (SFTb) 的声光偏向元件AOMs而使用电光元件KDn。

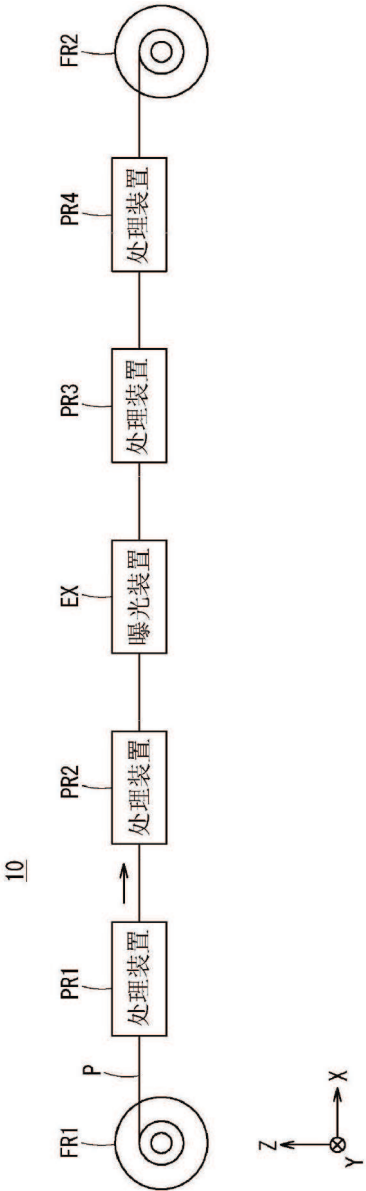


图1

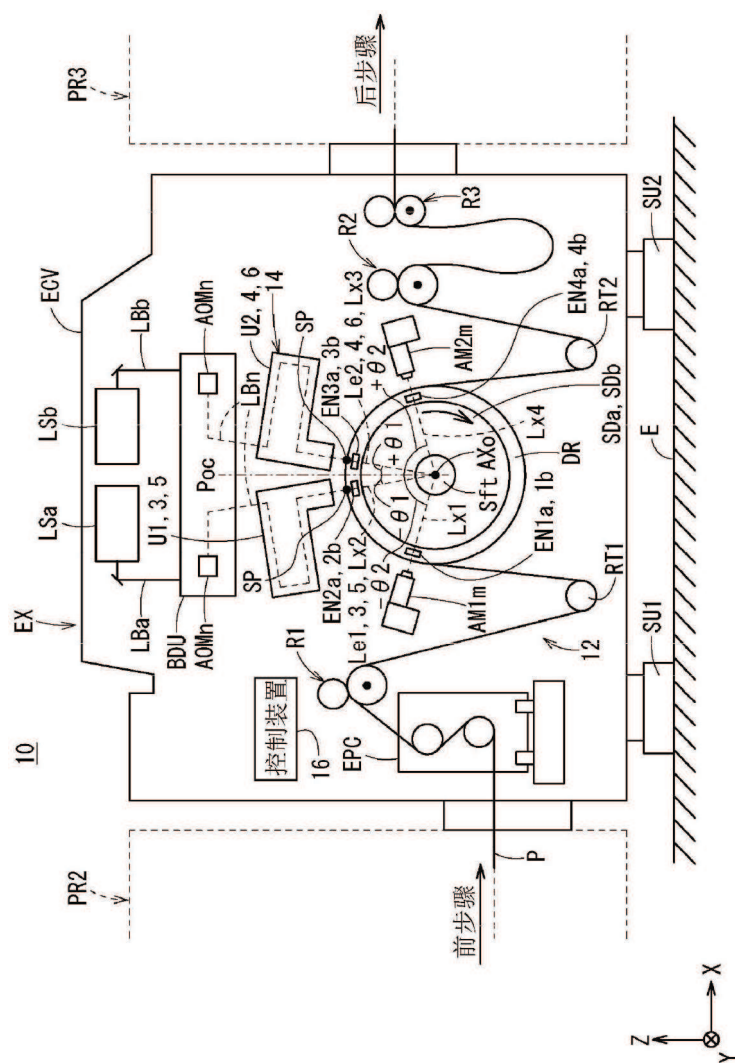


图2

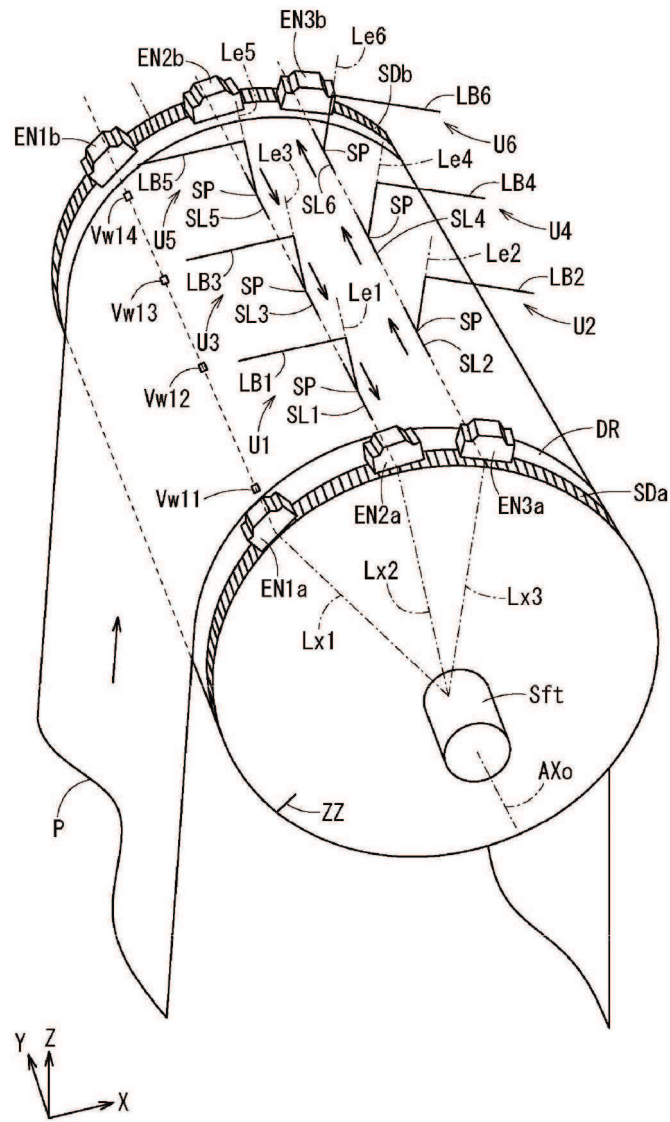


图3

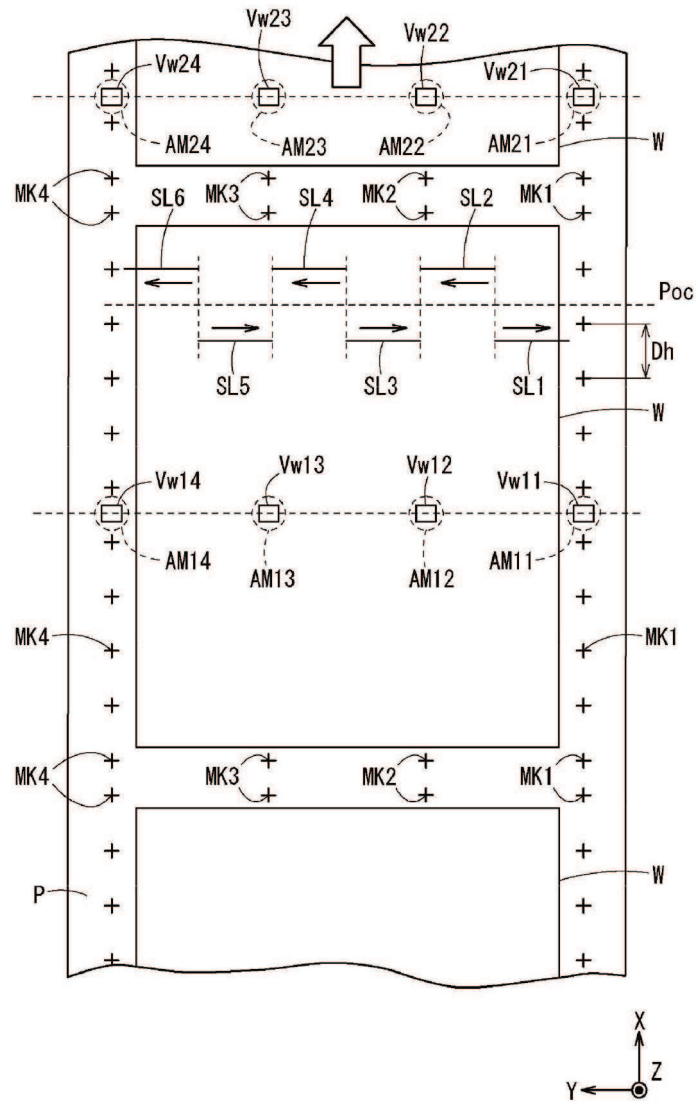


图4

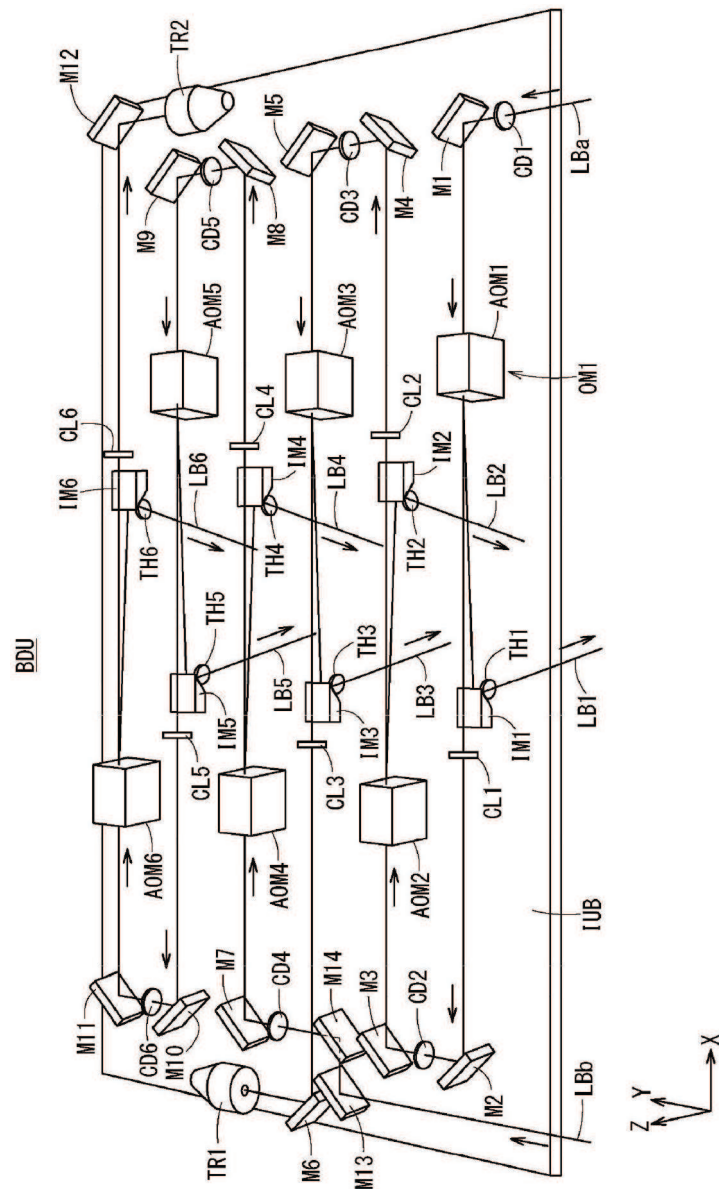


图6

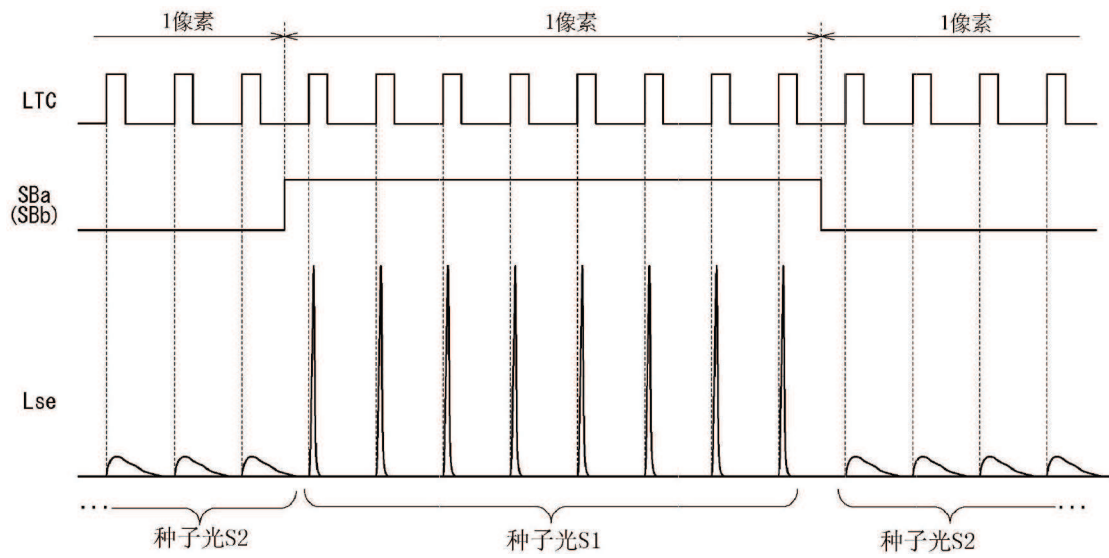


图8

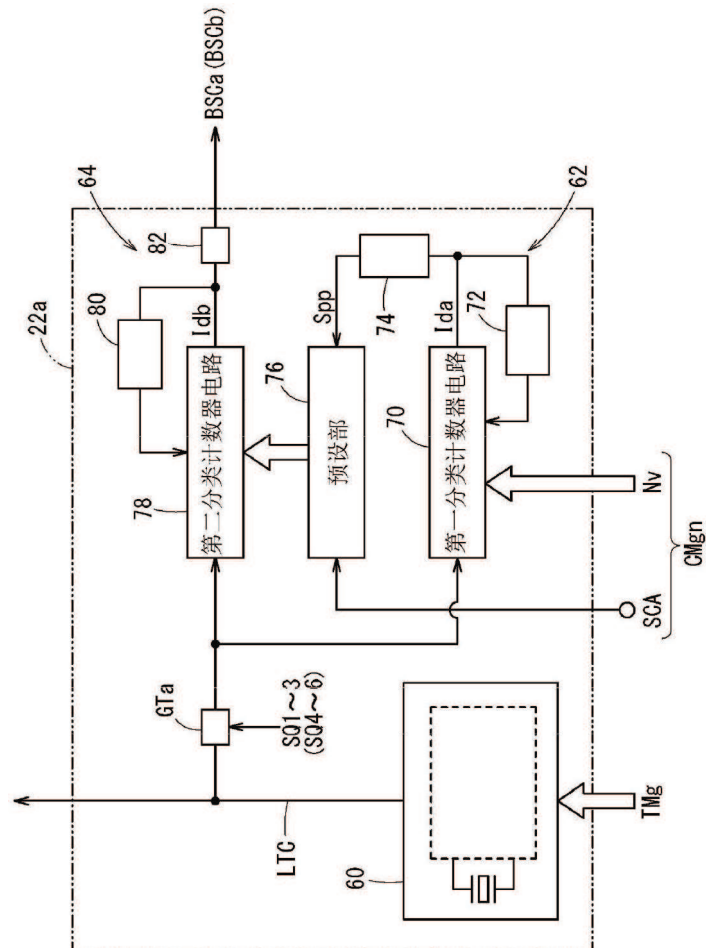


图9

		Spp	
		0	1
POL	0	7	6
	1	7	8

图10

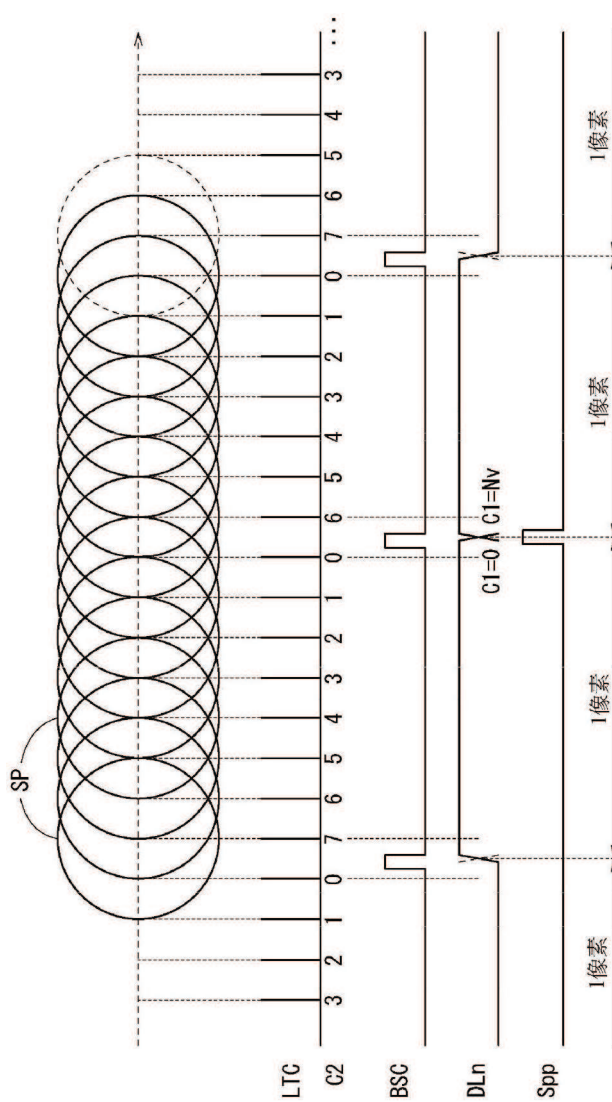


图11

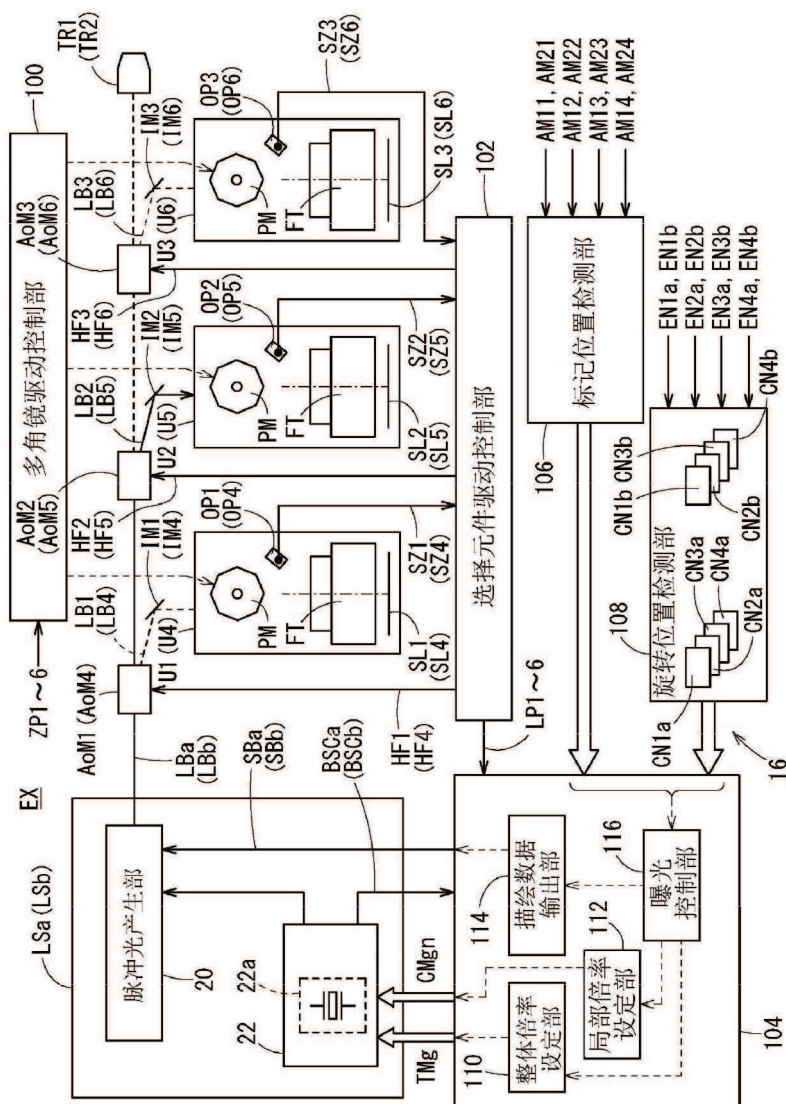


图12

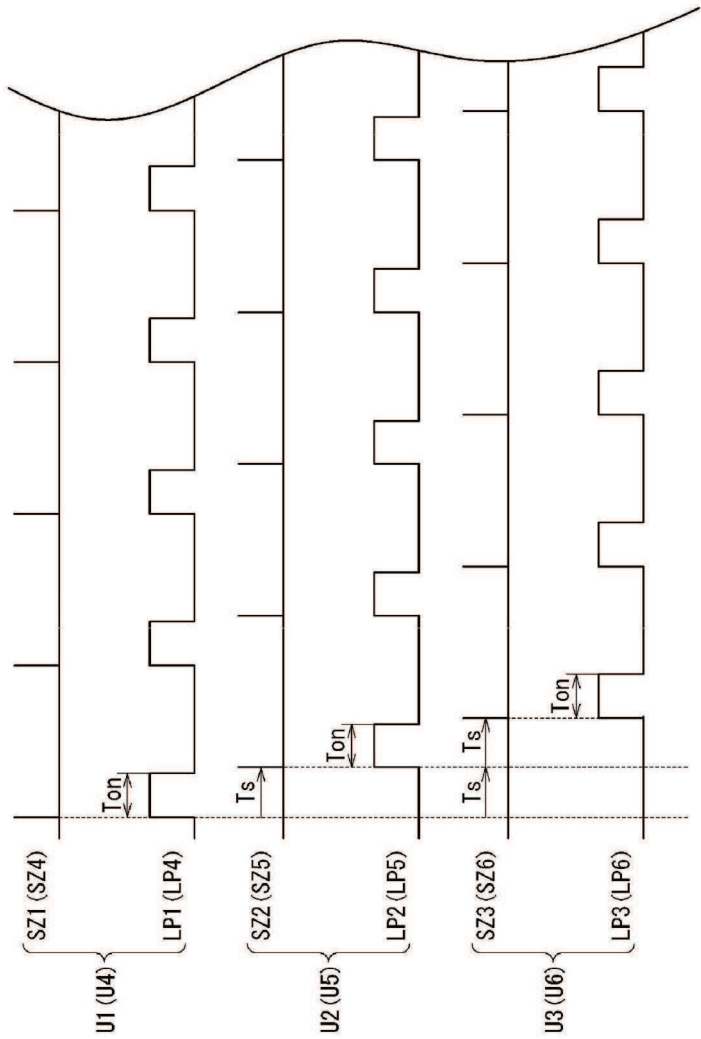


图13

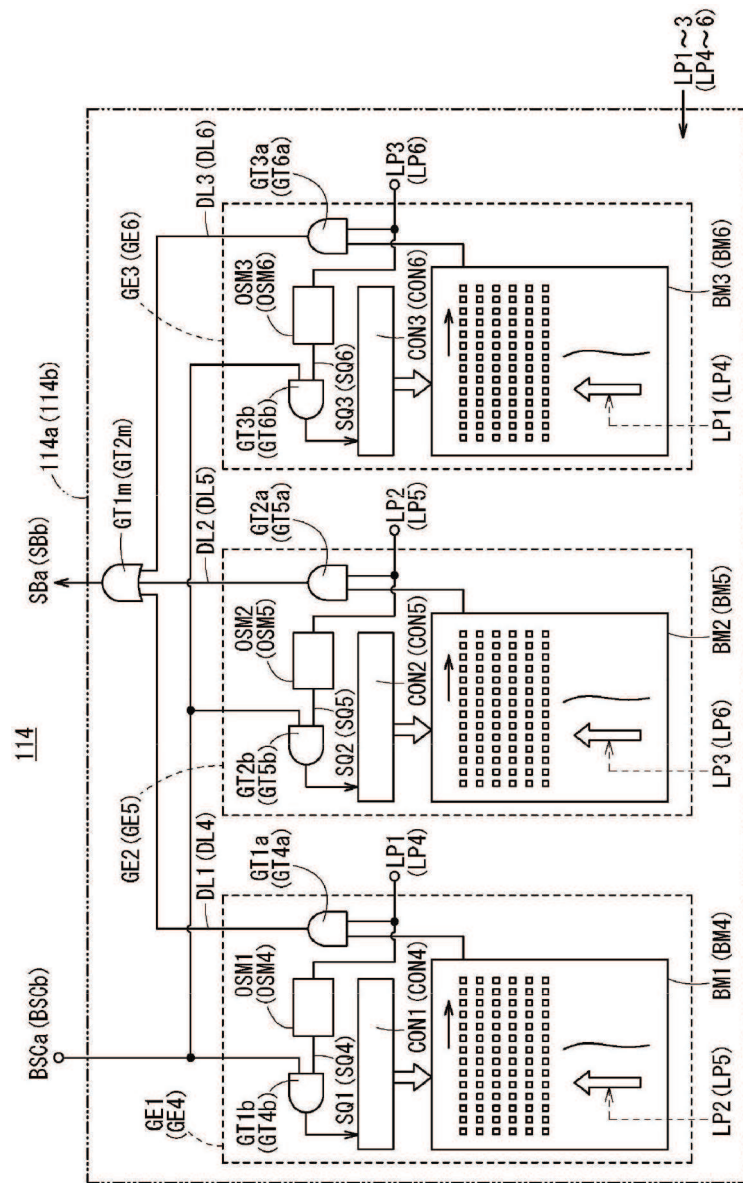


图14

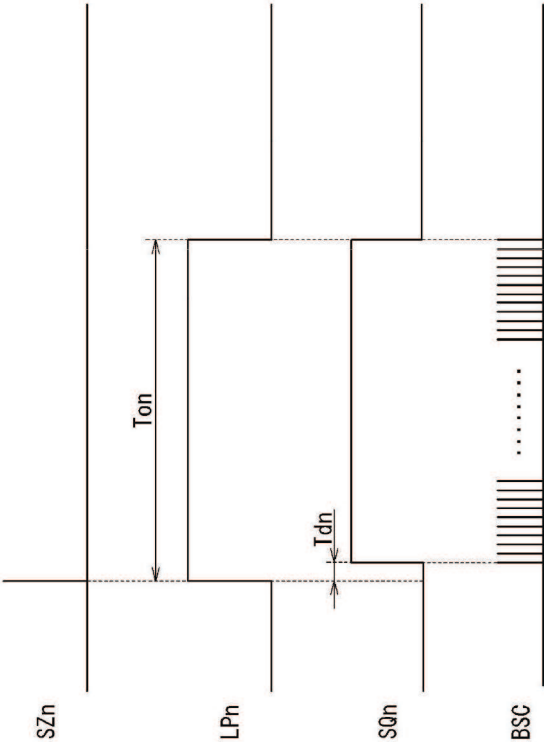


图15

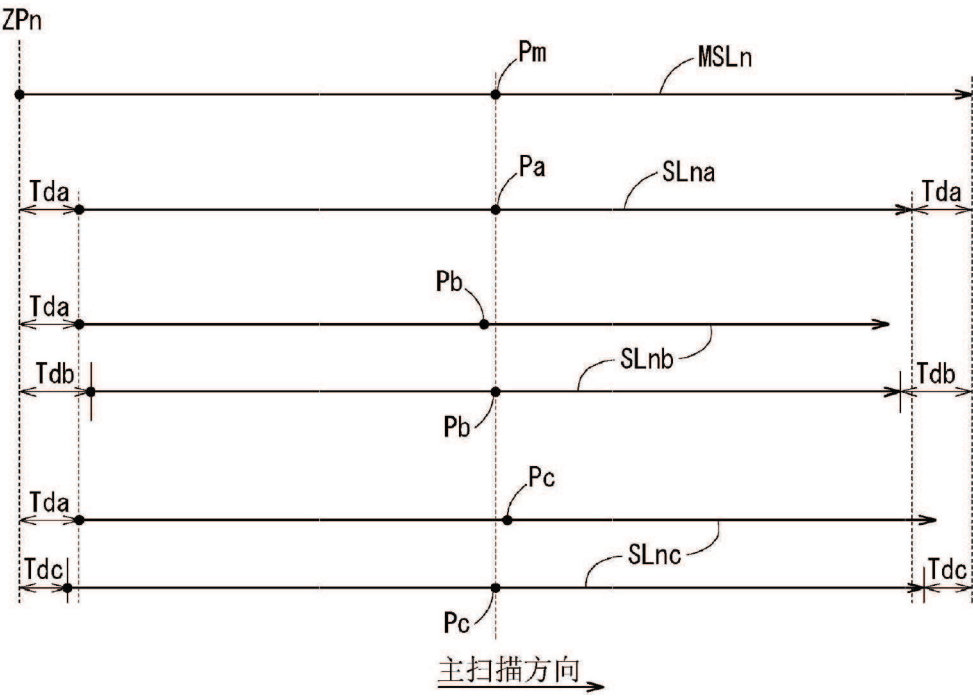


图16

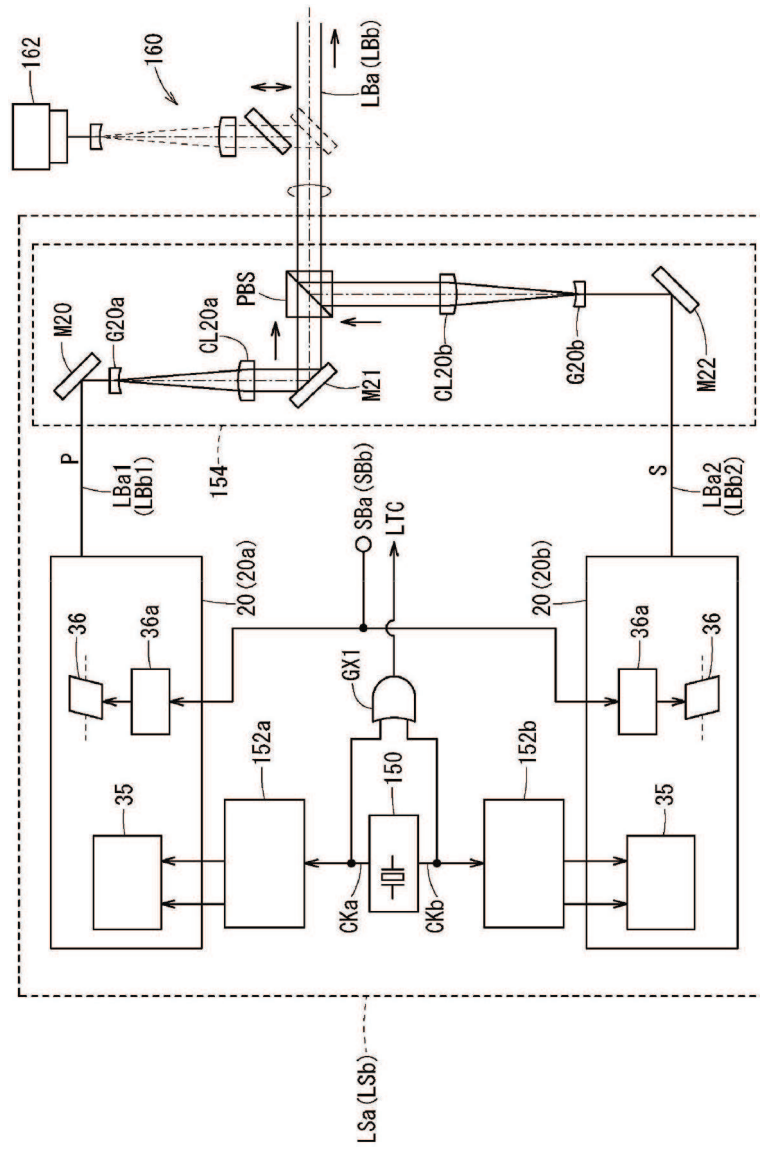


图17

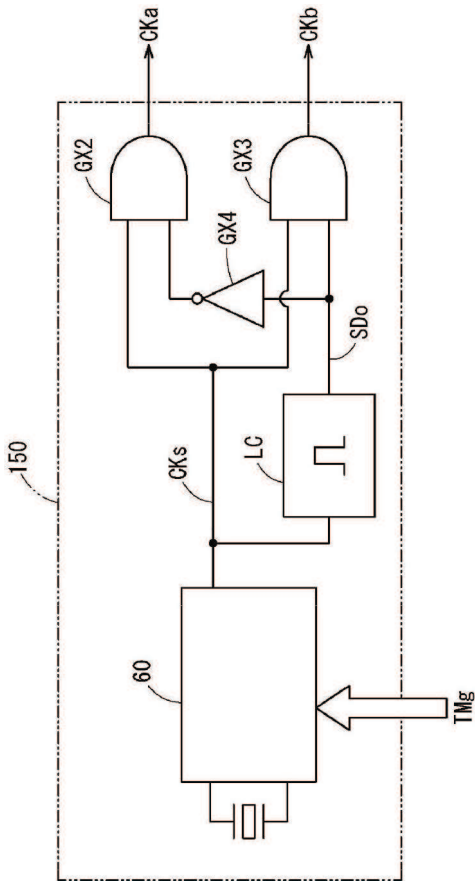


图18

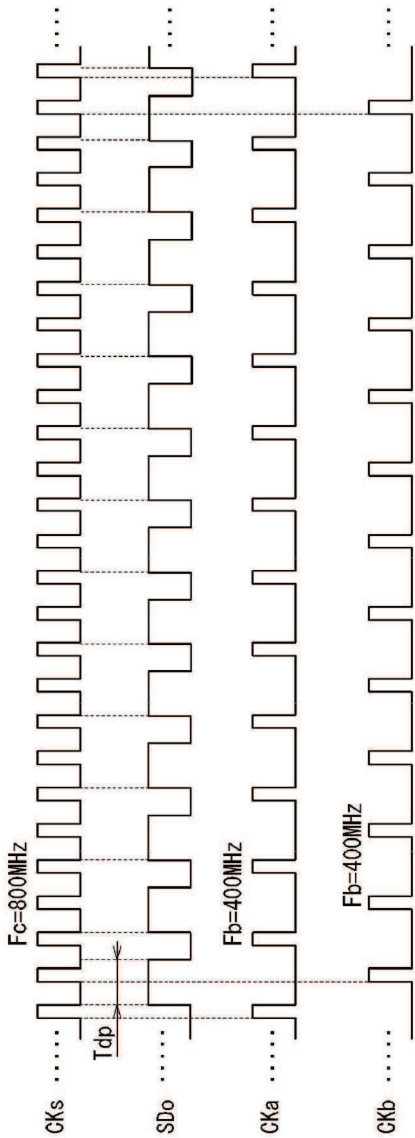


图19

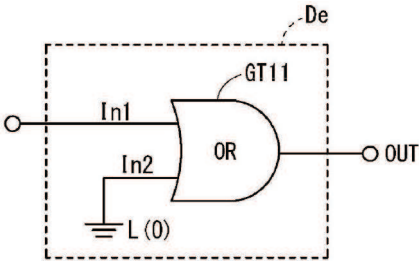


图21B

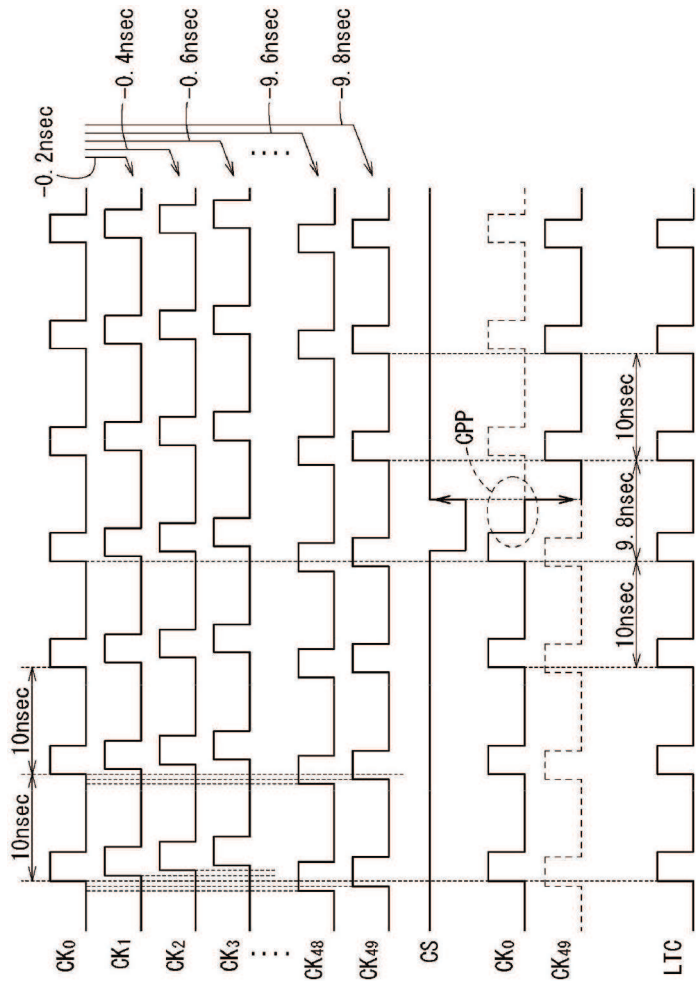


图22

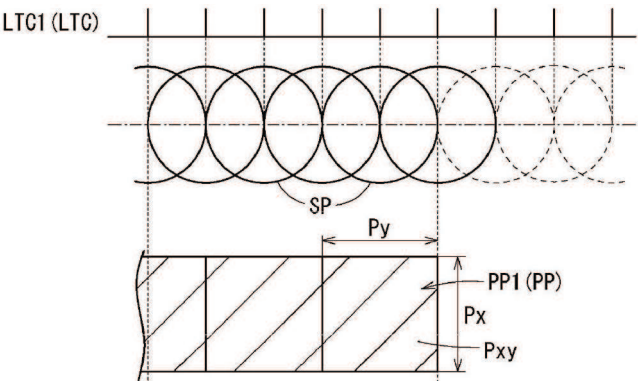


图 23A

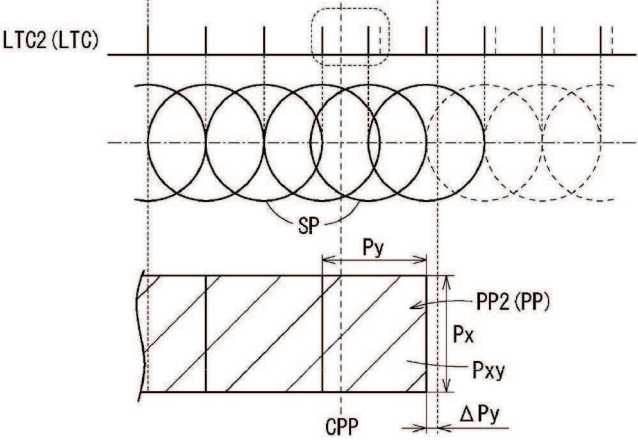


图 23B

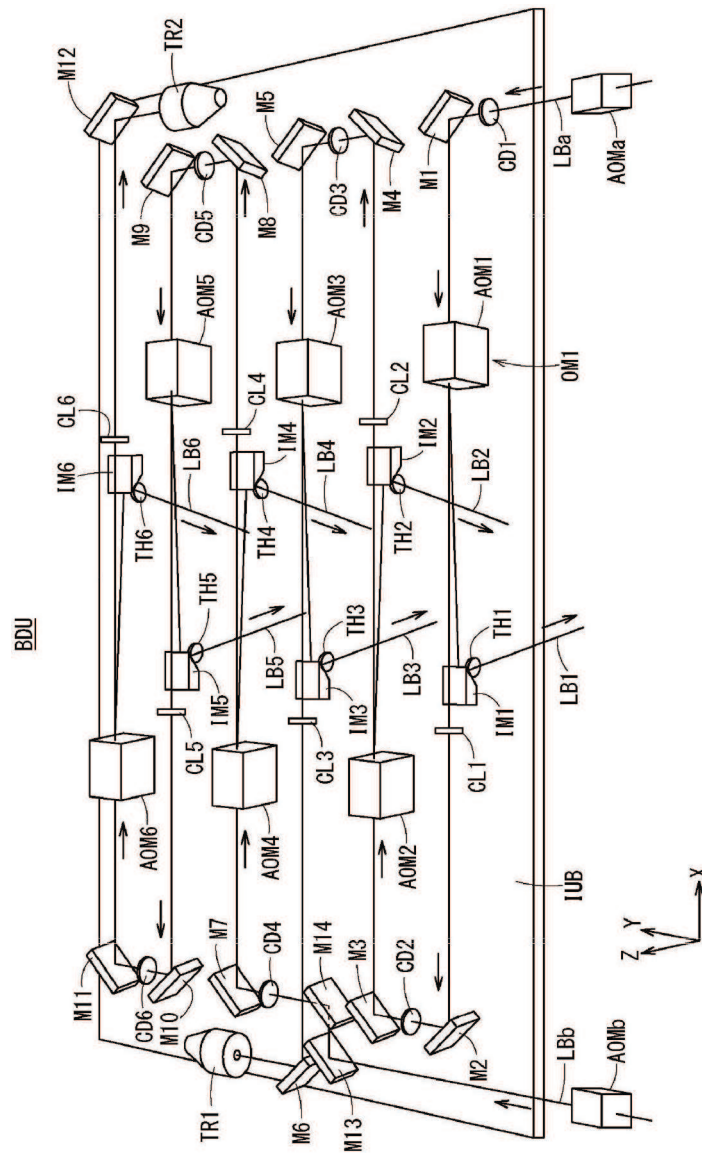


图24

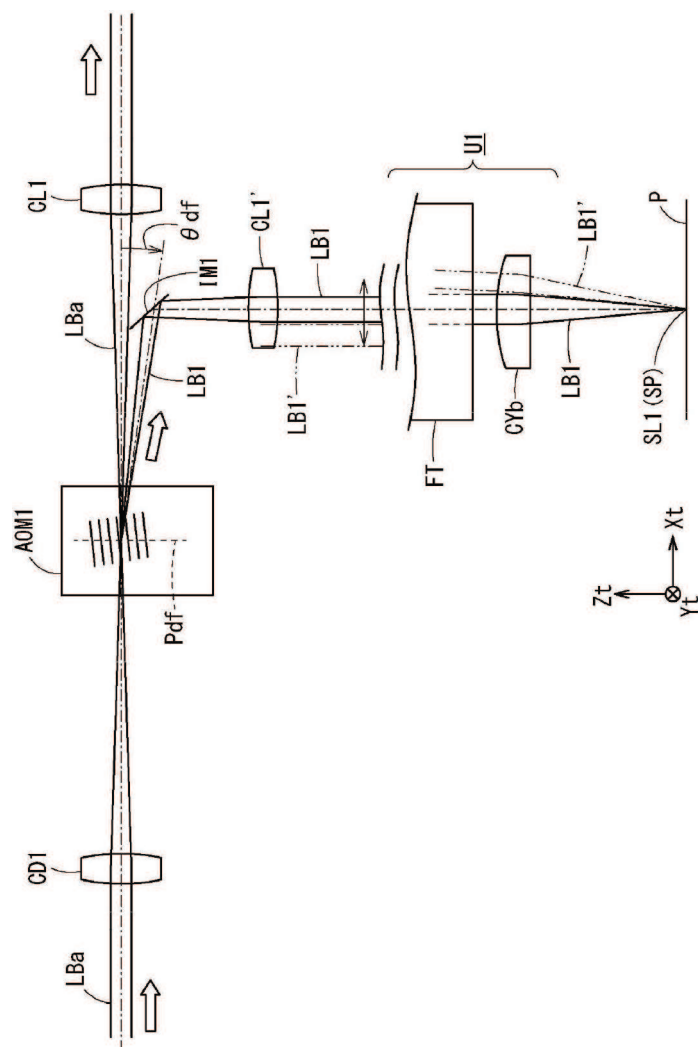


图25

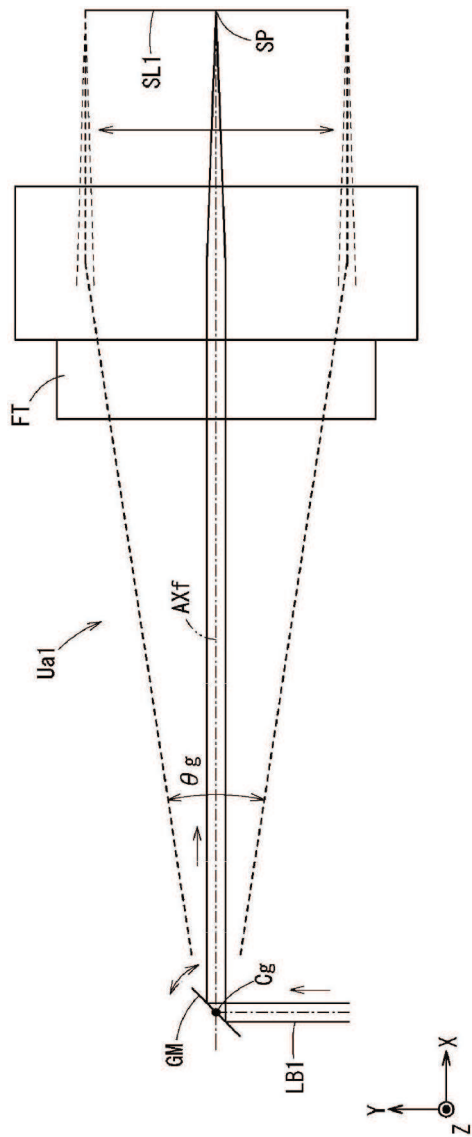


图26

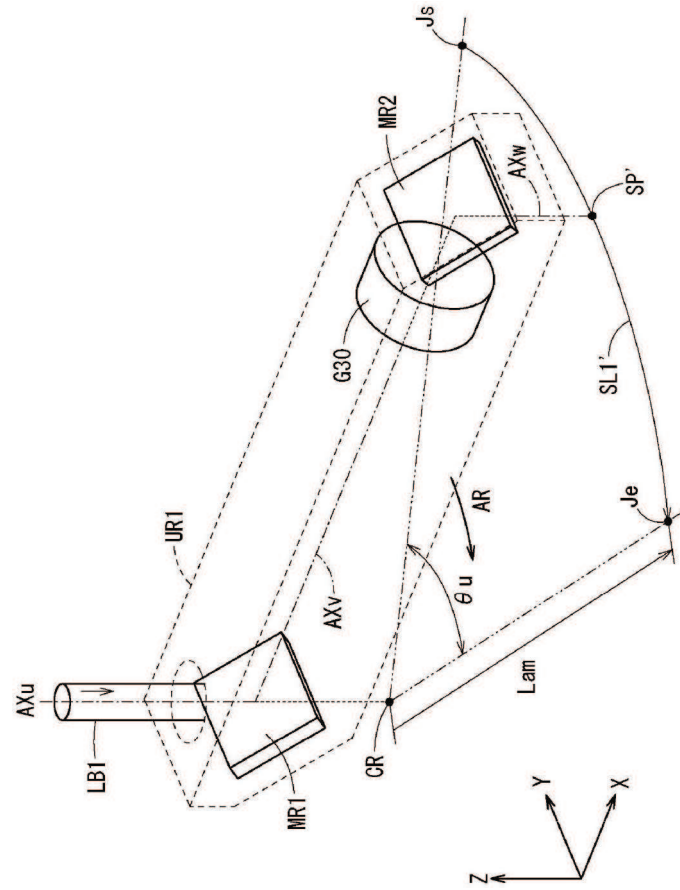


图27

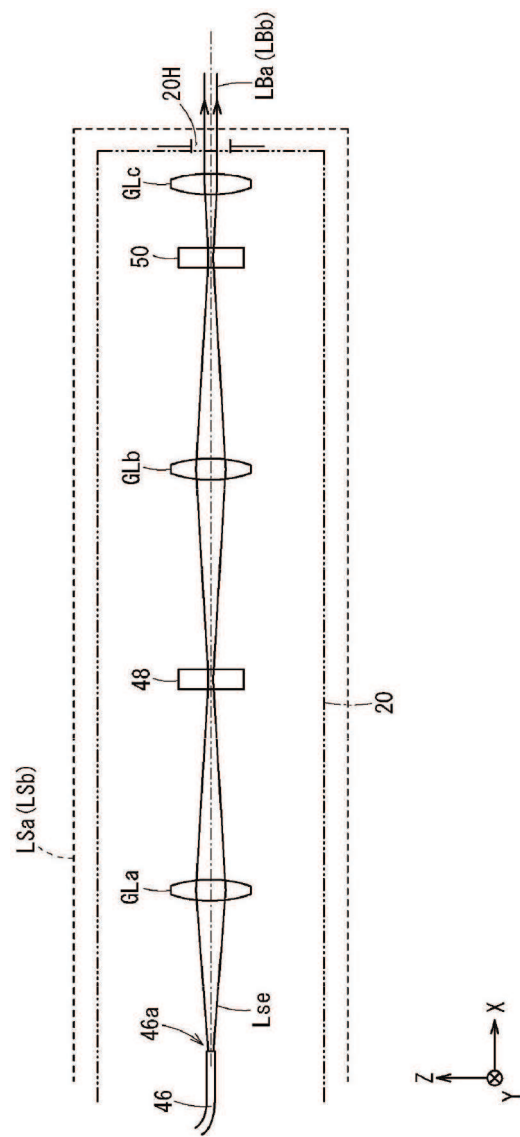


图28

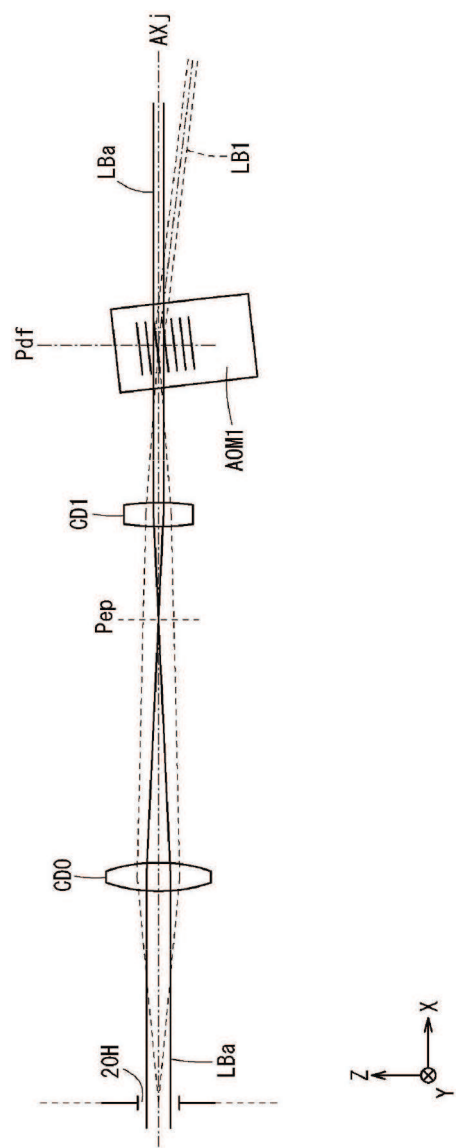


图29

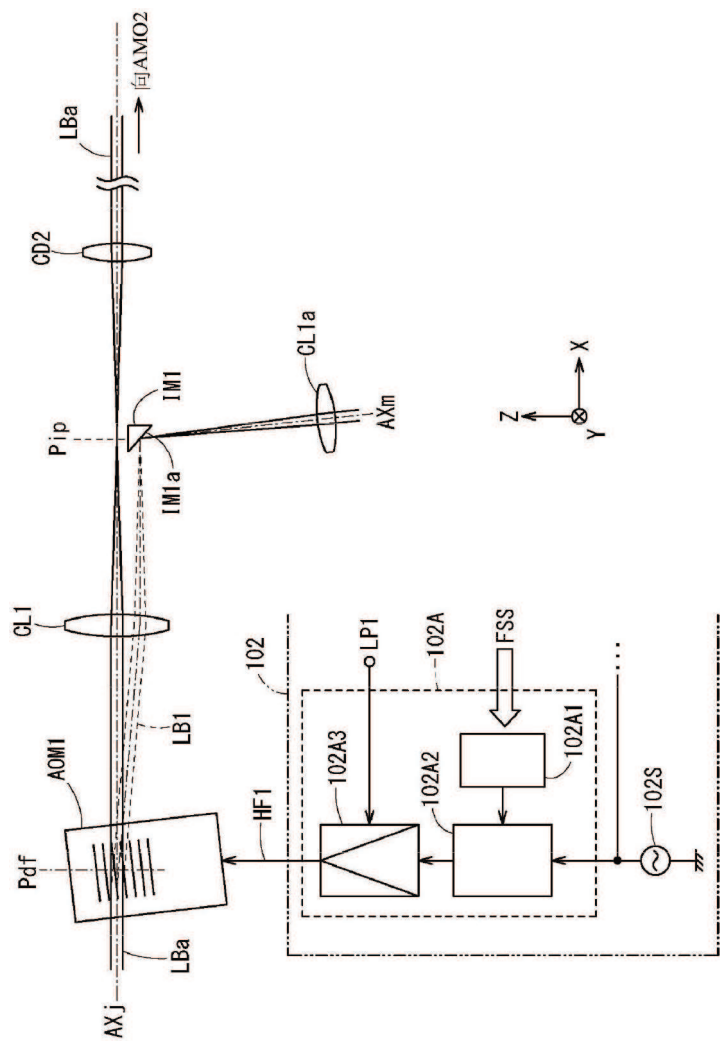


图30

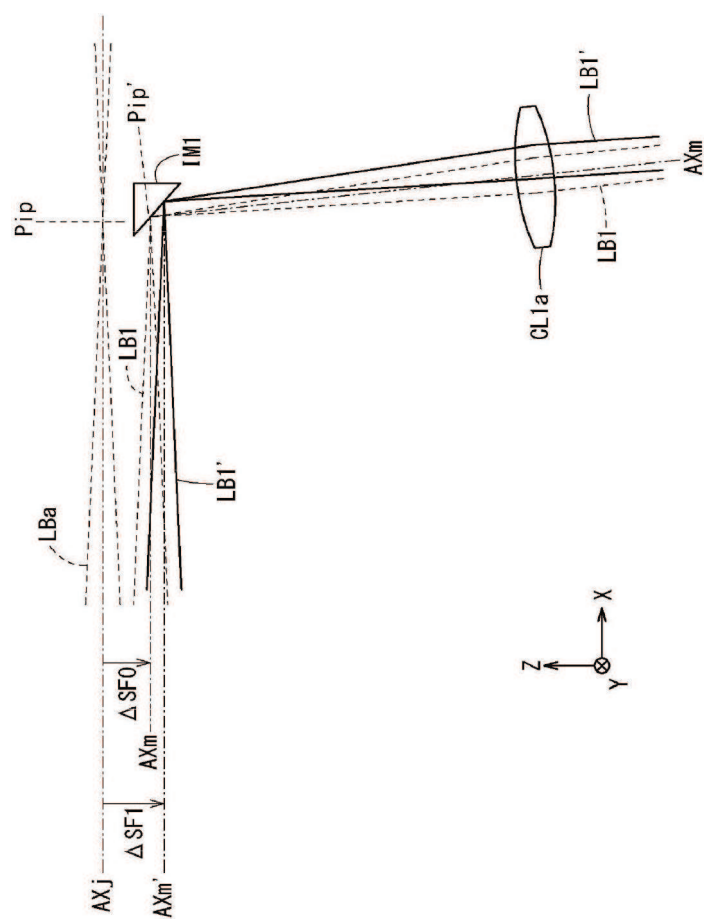


图31

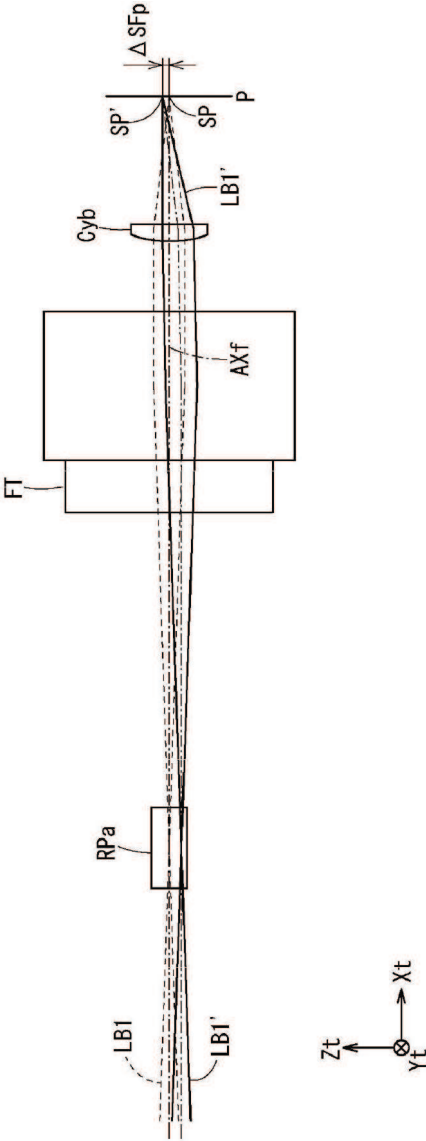


图32

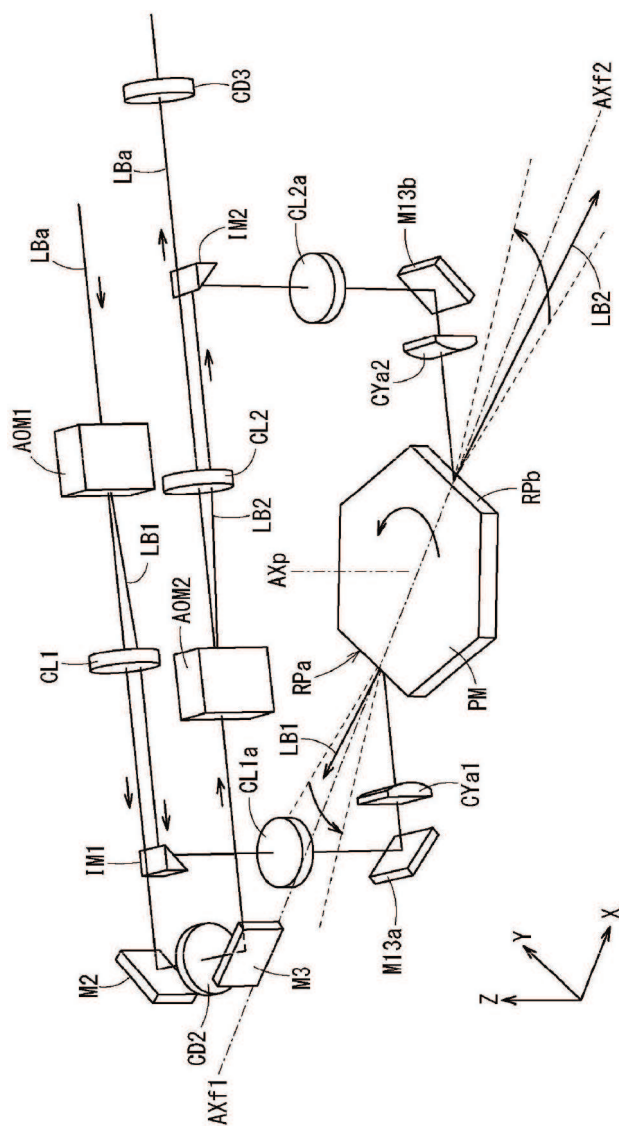


图33

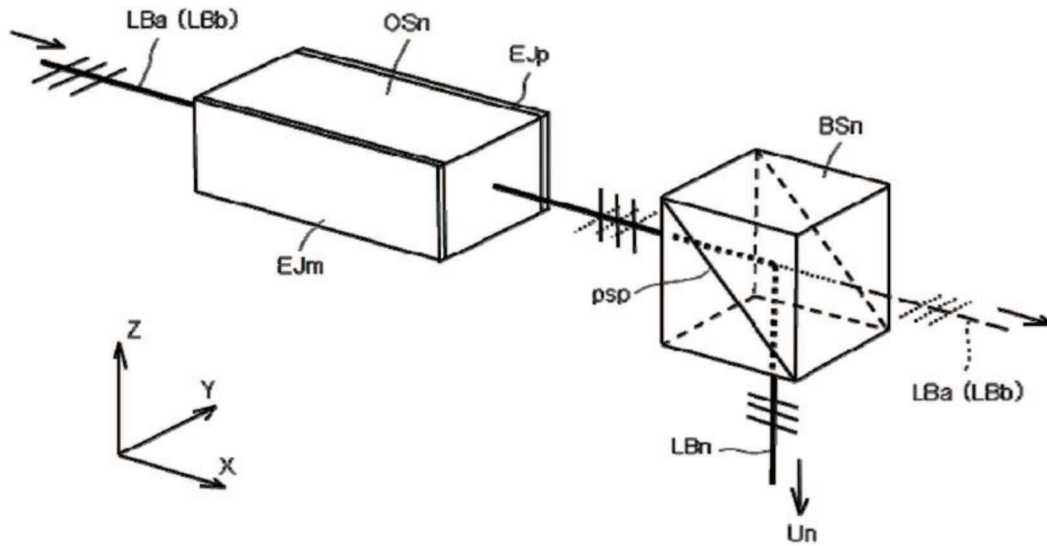


图34

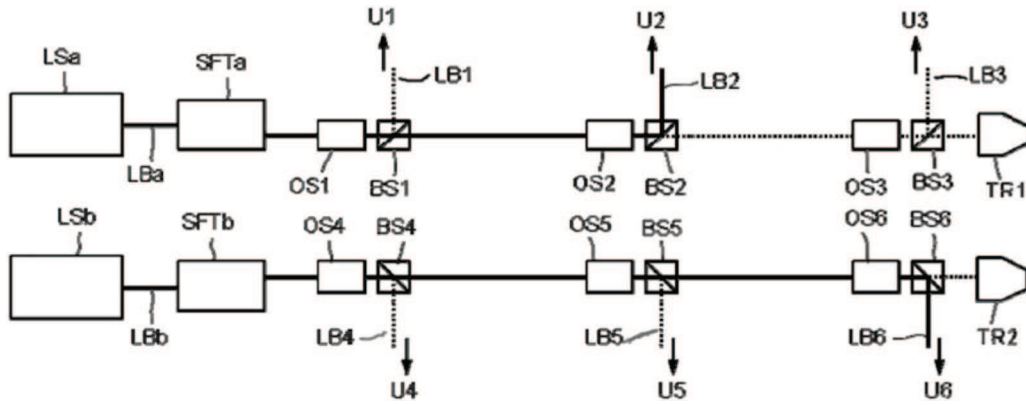


图35

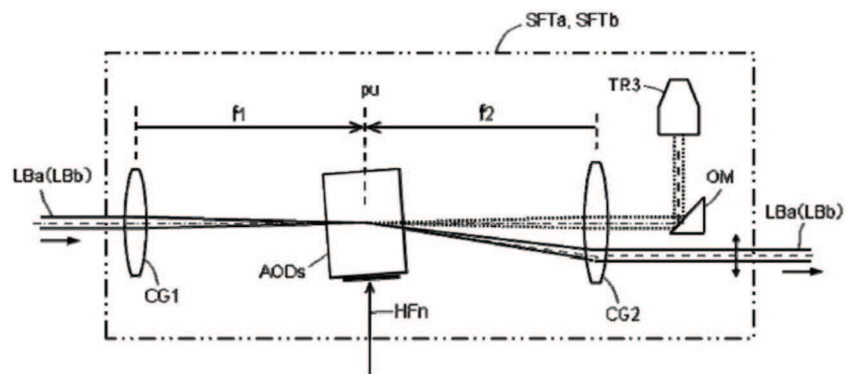


图36

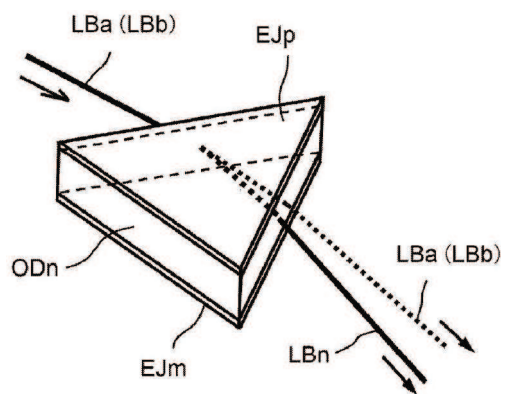


图37A

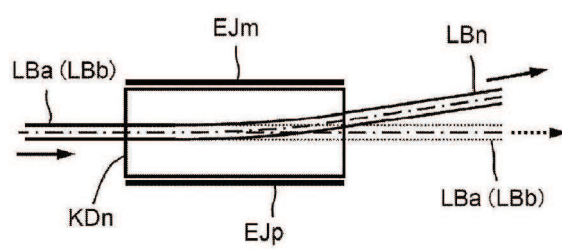


图37B