

(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5月11日(11.05.2017)



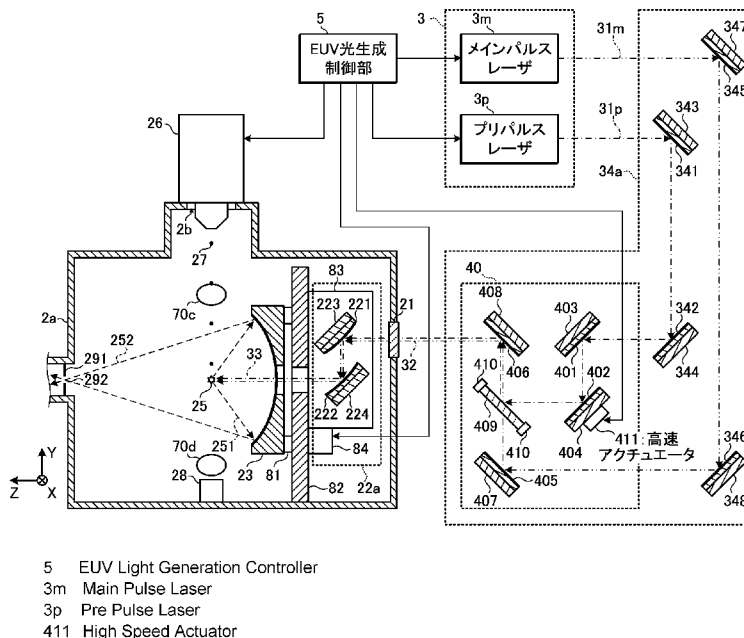
(10) 国際公開番号
WO 2017/077930 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/081825
- (22) 国際出願日: 2016年10月27日(27.10.2016)
- (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:
PCT/JP2015/080971 2015年11月3日(03.11.2015) JP
- (71) 出願人: ギガフォトン株式会社(GIGAPHOTON INC.) [JP/JP]; 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 藪 隆之(YABU Takayuki); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 阿部 保(ABE Tamotsu); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 宮尾 憲一(MIYAO Kenichi); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 阿部 徹(ABE Tooru); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 保坂 延寿(HOSAKA Nobuhisa); 〒1010025 東京都千代田区神田佐久間町3-22 神田SKビル4階 新井・橋本・保坂国際特許事務所 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, JP, 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

[続葉有]

(54) Title: EXTREME UV LIGHT GENERATOR

(54) 発明の名称: 極端紫外光生成装置



(57) Abstract: This extreme UV light generator may comprise: a chamber that has a window into which a first pulse laser beam and a second pulse laser beam enter; a mirror that reflects the first pulse laser beam; a first actuator that controls the position or posture of the mirror; a beam combiner that substantially matches the optical paths of the first pulse laser beam reflected by the mirror and the second pulse laser beam, for output; a reflection optical system that outputs the first pulse laser beam and the second pulse laser beam, output from the beam combiner, to a prescribed region; a second actuator that controls the position or posture of the reflection optical system; a plurality of sensors each of which outputs detection data for detecting the position of the optical path of the first pulse laser beam in the vicinity of the prescribed region; a controller that controls the first actuator on the basis of the detection data and controls the second actuator on the basis of a control value for the first actuator.

(57) 要約: 極端紫外光生成装置は、第1のパルスレーザー光と第2のパルスレーザー光とが入射するためのウインドウを有するチャンバと、第1のパルスレーザー光を反射するミラーと、ミラーの位置又は姿勢を制御する第1のアクチュエータと、ミラーによって反射された第1のパルスレーザー光と第2のパルスレーザー光との光路をほぼ一致させて出力するビームコンバイナと、ビームコンバイナから出力された第1のパルスレーザー光及び第2のパルスレーザー光を、所定の領域に向けて出力する反射光学系と、反射光学系の位置又は姿勢を制御する第2のアクチュエータと、第1のパルスレーザー光の所定の領域の近傍における光路位置を検出するための検出データをそれぞれ出力する複数のセンサと、検出データに基づいて、第1のアクチュエータを制御し、第1のアクチュエータの制御値に基づいて、第2のアクチュエータを制御するコントローラと、を備えてもよい。



WO 2017/077930 A1



ロツパ (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))

明 細 書

発明の名称： 極端紫外光生成装置

技術分野

[0001] 本開示は、極端紫外光生成装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、半導体プロセスの微細化に伴って、半導体プロセスの光リソグラフィにおける転写パターンの微細化が急速に進展している。次世代においては、70 nm～45 nmの微細加工、さらには32 nm以下の微細加工が要求されるようになる。このため、例えば32 nm以下の微細加工の要求に応えるべく、波長13 nm程度の極端紫外（EUV）光を生成する極端紫外光生成装置と縮小投影反射光学系(reduced projection reflection optics)とを組み合わせた露光装置の開発が期待されている。

[0003] EUV光生成装置としては、ターゲット物質にパルスレーザ光を照射することによって生成されるプラズマが用いられるLPP（Laser Produced Plasma）式の装置と、放電によって生成されるプラズマが用いられるDPP（Discharge Produced Plasma）式の装置と、シンクロトロン放射光が用いられるSR（Synchrotron Radiation）式の装置との3種類の装置が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許出願公開第2013／0043401号明細書

特許文献2：国際公開第2015／029137号

概要

[0005] 本開示の1つの観点に係る極端紫外光生成装置は、所定の領域においてターゲットに照射されて二次ターゲットを生成するための第1のパルスレーザ光と、所定の領域において二次ターゲットに照射されてプラズマを生成するための第2のパルスレーザ光と、が入射するためのウィンドウを有するチャ

ンバと、第 1 のパルスレーザ光を反射するミラーと、ミラーの位置又は姿勢を制御する第 1 のアクチュエータと、ミラーによって反射された第 1 のパルスレーザ光と、第 2 のパルスレーザ光と、の光路をほぼ一致させて出力するビームコンバイナと、ビームコンバイナから出力された第 1 のパルスレーザ光及び第 2 のパルスレーザ光を、所定の領域に向けて出力する反射光学系と、反射光学系の位置又は姿勢を制御する第 2 のアクチュエータと、第 1 のパルスレーザ光の所定の領域の近傍における光路位置を検出するための検出データをそれぞれ出力する複数のセンサと、検出データに基づいて、第 1 のアクチュエータを制御し、第 1 のアクチュエータの制御値に基づいて、第 2 のアクチュエータを制御するコントローラと、を備えてもよい。

図面の簡単な説明

[0006] 本開示のいくつかの実施形態を、単なる例として、添付の図面を参照して以下に説明する。

[図1]図 1 は、例示的な L P P 式の E U V 光生成システムの構成を概略的に示す。

[図2]図 2 は、本開示の比較例に係る E U V 光生成システムの構成を概略的に示す。

[図3]図 3 は、本開示の比較例に係る E U V 光生成システムの構成を概略的に示す。

[図4]図 4 A は、図 2 及び図 3 に示される E U V 光生成システムにおいてレーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 を制御しない場合の E U V 光のエネルギーの時間的な推移を示す。図 4 B は、図 4 A に示す場合のパルスレーザ光のプラズマ生成領域 2 5 の近傍における光路位置の時間的な推移を示す。

[図5]図 5 A は、図 2 及び図 3 に示される E U V 光生成システムにおいてレーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 を制御した場合の E U V 光のエネルギーの時間的な推移を示す。図 5 B は、図 5 A に示す場合のパルスレーザ光のプラズマ生成領域 2 5 の近傍における光路位置の時間的な推移を示す。

[図6]図 6 は、本開示の第 1 の実施形態に係る E U V 光生成システムの構成を

概略的に示す。

[図7]図7は、図6に示されるEUV光生成制御部5による光路調整の処理手順を示すフローチャートである。

[図8]図8は、第1の実施形態において光路調整をしない場合のプリパルスレーザー光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置の時間的な推移を示す。さらに図8は、高速アクチュエータ411による光路調整及びレーザー光集光光学系アクチュエータ84による光路調整に伴う光路位置および光路調整範囲の時間的な推移も示す。

[図9]図9Aは、図6に示されるEUV光生成システムにおいて高速アクチュエータ411及びレーザー光集光光学系アクチュエータ84を制御した場合のEUV光のエネルギーの時間的な推移を示す。図9Bは、図9Aに示す場合のプリパルスレーザー光のプラズマ生成領域25の近傍における光路位置の時間的な推移を示す。

[図10]図10は、本開示の第2の実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。

[図11]図11は、本開示の第3の実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。

[図12]図12A～図12Iは、プリパルスレーザー光を照射された直後のターゲットの画像に基づいてプリパルスレーザー光のプラズマ生成領域25の近傍における光路位置を算出する原理について説明する図である。

[図13]図13は、本開示の第4の実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。

[図14]図14は、本開示の第5の実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。

[図15]図15は、制御部の概略構成を示すブロック図である。

実施形態

[0007] <内容>

1. 極端紫外光生成システムの全体説明

1. 1 構成
1. 2 動作
2. 比較例に係る E U V 光生成装置
 2. 1 構成
 2. 1. 1 ターゲット供給部
 2. 1. 2 レーザ装置
 2. 1. 3 レーザ光進行方向制御部
 2. 1. 4 レーザ光集光光学系
 2. 1. 5 E U V 光センサ
 2. 2 動作
 2. 2. 1 ターゲットの出力
 2. 2. 2 プラズマの生成
 2. 2. 3 E U V 重心位置の検出
 2. 3 課題
3. 光路を調整可能なビームコンバイナモジュール
 3. 1 構成
 3. 2 動作及び作用
 3. 3 効果
4. 複数のアクチュエータを含むビームコンバイナモジュール
5. 複数のターゲットカメラを含む E U V 光生成装置
 5. 1 構成
 5. 2 動作
6. 1つのターゲットに2つのプリパルスレーザ光と1つのメインパルスレーザ光とを照射する E U V 光生成装置
 6. 1 構成
 6. 2 動作
 6. 3 効果
7. 2つのプリパルスレーザ光と1つのメインパルスレーザ光とを長距離伝

送するEUV光生成装置

7. 1 構成

7. 2 動作

7. 3 効果

8. 制御部の構成

[0008] 以下、本開示の実施形態について、図面を参照しながら詳しく説明する。以下に説明される実施形態は、本開示のいくつかの例を示すものであって、本開示の内容を限定するものではない。また、各実施形態で説明される構成及び動作の全てが本開示の構成及び動作として必須であるとは限らない。なお、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複する説明を省略する。

[0009] 1. 極端紫外光生成システムの全体説明

1. 1 構成

図1に、例示的なLPP式のEUV光生成システムの構成を概略的に示す。EUV光生成装置1は、少なくとも1つのレーザ装置3と共に用いられてもよい。本願においては、EUV光生成装置1及びレーザ装置3を含むシステムを、EUV光生成システム11と称する。図1に示し、かつ、以下に詳細に説明するように、EUV光生成装置1は、チャンバ2及びターゲット供給部26を含んでもよい。チャンバ2は、密閉可能であってもよい。ターゲット供給部26は、例えば、チャンバ2の壁を貫通するように取り付けられてもよい。ターゲット供給部26から供給されるターゲット物質の材料は、スズ、テルビウム、ガドリニウム、リチウム、又は、それらの内のいずれか2つ以上の組合せを含んでもよいが、これらに限定されない。

[0010] チャンバ2の壁には、少なくとも1つの貫通孔が設けられていてもよい。その貫通孔には、ウインドウ21が設けられてもよく、ウインドウ21をレーザ装置3から出力されるパルスレーザ光32が透過してもよい。チャンバ2の内部には、例えば、回転楕円面形状の反射面を有するEUV集光ミラー23が配置されてもよい。EUV集光ミラー23は、第1及び第2の焦点を

有し得る。EUV集光ミラー23の表面には、例えば、モリブデンとシリコンとが交互に積層された多層反射膜が形成されていてもよい。EUV集光ミラー23は、例えば、その第1の焦点がプラズマ生成領域25に位置し、その第2の焦点が中間集光点（IF）292に位置するように配置されるのが好ましい。EUV集光ミラー23の中央部には貫通孔24が設けられていてもよく、貫通孔24をパルスレーザ光33が通過してもよい。

[0011] EUV光生成装置1は、EUV光生成制御部5及びターゲットセンサ4をさらに含んでもよい。ターゲットセンサ4は、撮像機能を有してもよく、ターゲット27の存在、軌跡、位置、速度等を検出するよう構成されてもよい。

[0012] さらに、EUV光生成装置1は、チャンバ2の内部と露光装置6の内部とを連通させる接続部29を含んでもよい。接続部29内部には、アパーチャが形成された壁291が設けられてもよい。壁291は、そのアパーチャがEUV集光ミラー23の第2の焦点位置に位置するように配置されてもよい。

[0013] さらに、EUV光生成装置1は、レーザ光進行方向制御部34、レーザ光集光ミラー22、ターゲット27を回収するためのターゲット回収部28等を含んでもよい。レーザ光進行方向制御部34は、パルスレーザ光の進行方向を規定するための光学系と、この光学系の配置、姿勢等を調節するためのアクチュエータとを備えてもよい。

[0014] 1. 2 動作

図1を参照に、レーザ装置3から出力されたパルスレーザ光31は、レーザ光進行方向制御部34を経て、パルスレーザ光32としてウインドウ21を透過して、チャンバ2内に入射してもよい。パルスレーザ光32は、少なくとも1つのレーザ光路に沿ってチャンバ2内に進み、レーザ光集光ミラー22で反射されて、パルスレーザ光33としてターゲット27に照射されてもよい。

[0015] ターゲット供給部26は、ターゲット27をチャンバ2内のプラズマ生成

領域 2 5 に向けて出力するよう構成されてもよい。ターゲット 2 7 には、パルスレーザ光 3 3 に含まれる少なくとも 1 つのパルスが照射されてもよい。パルスレーザ光 3 3 が照射されたターゲット 2 7 はプラズマ化し、そのプラズマから放射光 2 5 1 が放射され得る。EUV 集光ミラー 2 3 は、放射光 2 5 1 に含まれる EUV 光を、他の波長域の光に比べて高い反射率で反射してもよい。EUV 集光ミラー 2 3 によって反射された EUV 光を含む反射光 2 5 2 は、中間集光点 2 9 2 で集光され、露光装置 6 に出力されてもよい。

[0016] EUV 光生成制御部 5 は、EUV 光生成システム 1 1 全体の制御を統括するよう構成されてもよい。EUV 光生成制御部 5 は、ターゲットセンサ 4 によって撮像されたターゲット 2 7 のイメージデータ等処理するよう構成されてもよい。また、EUV 光生成制御部 5 は、例えば、ターゲット 2 7 が出力されるタイミング、ターゲット 2 7 の出力方向等を制御するよう構成されてもよい。さらに、EUV 光生成制御部 5 は、例えば、レーザ装置 3 の発振タイミング、パルスレーザ光 3 2 の進行方向、パルスレーザ光 3 3 の集光位置等を制御するよう構成されてもよい。上述の様々な制御は単なる例示に過ぎず、必要に応じて他の制御が追加されてもよい。

[0017] 2. 比較例に係る EUV 光生成装置

2. 1 構成

図 2 及び図 3 は、本開示の比較例に係る EUV 光生成システムの構成を概略的に示す。図 2 及び図 3 に示されるように、EUV 光の出力方向を Z 方向としてもよい。ターゲットの出力方向と反対の方向を Y 方向としてもよい。Z 方向と Y 方向との両方に垂直な方向を X 方向としてもよい。図 2 は -X 方向の位置から X 方向に見た EUV 光生成システムを示す。図 3 は Z 方向の位置から -Z 方向に見た EUV 光生成システムを示す。座標系の定義はこれに限定されず、例えばターゲットの出力方向に対して Y 方向が傾いていてもよい。

[0018] 2. 1. 1 ターゲット供給部

ターゲット供給部 2 6 は、チャンバ 2 a の壁面に形成された貫通孔 2 b を

貫通するように配置されていてもよい。貫通孔 2 b の周囲のチャンバ 2 a の壁面と、ターゲット供給部 2 6 との間には、図示しないシール手段が配置されてもよい。シール手段により、貫通孔 2 b の周囲のチャンバ 2 a の壁面とターゲット供給部 2 6 との間が密閉されてもよい。

[0019] ターゲット供給部 2 6 は、熔融されたターゲットの材料を、内部に貯蔵してもよい。このターゲットの材料は、ターゲット供給部 2 6 の内部に供給される不活性ガスによって加圧されてもよい。ターゲット供給部 2 6 は、チャンバ 2 a の内部に位置する図示しない開口部を有してもよい。ターゲット供給部 2 6 の上記開口部付近に、図示しない加振装置が配置されてもよい。ターゲット供給部 2 6 は、EUV 光生成制御部 5 から出力される制御信号に従い、プラズマ生成領域 2 5 に向けてターゲット 2 7 を出力するように構成されてもよい。

[0020] 2. 1. 2 レーザ装置

レーザ装置 3 は、プリパルスレーザ 3 p と、メインパルスレーザ 3 m とを含んでもよい。プリパルスレーザ 3 p は、EUV 光生成制御部 5 から出力される制御信号に従い、プリパルスレーザ光 3 1 p を出力するように構成されてもよい。メインパルスレーザ 3 m は、EUV 光生成制御部 5 から出力される制御信号に従い、メインパルスレーザ光 3 1 m を出力するように構成されてもよい。プリパルスレーザ光 3 1 p の波長よりも、メインパルスレーザ光 3 1 m の波長が長くてもよい。プリパルスレーザ光 3 1 p のエネルギーよりも、メインパルスレーザ光 3 1 m のエネルギーが大きくてもよい。プリパルスレーザ光 3 1 p は、本開示における第 1 のパルスレーザ光に相当し得る。メインパルスレーザ光 3 1 m は、本開示における第 2 のパルスレーザ光に相当し得る。

[0021] 2. 1. 3 レーザ光進行方向制御部

チャンバ 2 a の外部に配置されたレーザ光進行方向制御部 3 4 a は、高反射ミラー 3 4 1 及び 3 4 2 を含んでもよい。高反射ミラー 3 4 1 及び 3 4 2 は、プリパルスレーザ 3 p から出力されるプリパルスレーザ光 3 1 p の光路

に配置されていてもよい。高反射ミラー３４１は、ホルダ３４３によって支持されていてもよい。高反射ミラー３４２は、ホルダ３４４によって支持されていてもよい。高反射ミラー３４１及び３４２は、プリパルスレーザ光３１ｐを順次反射するように構成されていてもよい。

[0022] レーザ光進行方向制御部３４ａは、さらに、高反射ミラー３４５及び３４６を含んでもよい。高反射ミラー３４５及び３４６は、メインパルスレーザ光３１ｍから出力されるメインパルスレーザ光３１ｍの光路に配置されていてもよい。高反射ミラー３４５は、ホルダ３４７によって支持されていてもよい。高反射ミラー３４６は、ホルダ３４８によって支持されていてもよい。高反射ミラー３４５及び３４６は、メインパルスレーザ光３１ｍを順次反射するように構成されていてもよい。

[0023] レーザ光進行方向制御部３４ａは、さらに、ビームコンバイナモジュール４０を含んでもよい。ビームコンバイナモジュール４０は、高反射ミラー４０５及び４０６と、ビームコンバイナ４０９とを含んでもよい。高反射ミラー４０５は、高反射ミラー３４６によって反射されたメインパルスレーザ光３１ｍの光路に配置されてもよい。高反射ミラー４０５は、ホルダ４０７によって支持されていてもよい。高反射ミラー４０５は、メインパルスレーザ光３１ｍを反射するように構成されてもよい。

[0024] ビームコンバイナ４０９は、高反射ミラー３４２によって反射されたプリパルスレーザ光３１ｐの光路と、高反射ミラー４０５によって反射されたメインパルスレーザ光３１ｍの光路とが交差する位置に配置されてもよい。光路が交差する位置とは、光路の中心軸が交差する場合に限られず、２つのレーザ光のビーム幅で規定される光路のそれぞれ少なくとも一部が交差する場合に、その交差する位置をいう。ビームコンバイナ４０９は、ホルダ４１０によって支持されていてもよい。ビームコンバイナ４０９は、プリパルスレーザ光３１ｐとメインパルスレーザ光３１ｍの光路の中心軸をほぼ一致させるように構成されてもよい。

[0025] 高反射ミラー４０６は、ビームコンバイナ４０９から出力されたプリパル

スレーザ光 3 1 p 及びメインパルスレーザ光 3 1 m の光路に配置されてもよい。高反射ミラー 4 0 6 は、ホルダ 4 0 8 によって支持されてもよい。高反射ミラー 4 0 6 は、プリパルスレーザ光 3 1 p 及びメインパルスレーザ光 3 1 m を、チャンバ 2 a の内部に向けて反射するように構成されてもよい。本明細書においては、高反射ミラー 4 0 6 によって反射されたプリパルスレーザ光 3 1 p 及び高反射ミラー 4 0 6 によって反射されたメインパルスレーザ光 3 1 m をまとめてパルスレーザ光 3 2 と称することがある。

[0026] 2. 1. 4 レーザ光集光光学系

チャンバ 2 a の内部には、レーザ光集光光学系 2 2 a と、EUV 集光ミラーホルダ 8 1 と、プレート 8 2 及びプレート 8 3 と、レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 とが設けられてもよい。

[0027] プレート 8 2 は、チャンバ 2 a に固定されてもよい。プレート 8 2 には、EUV 集光ミラーホルダ 8 1 を介して EUV 集光ミラー 2 3 が固定されてもよい。さらに、プレート 8 2 には、レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 を介して、プレート 8 3 が支持されてもよい。レーザ光集光光学系 2 2 a は、軸外放物面凸面ミラー 2 2 1 及び楕円面凹面ミラー 2 2 2 を含んでもよい。軸外放物面凸面ミラー 2 2 1 は、ホルダ 2 2 3 によって支持されてもよい。楕円面凹面ミラー 2 2 2 は、ホルダ 2 2 4 によって支持されてもよい。ホルダ 2 2 3 及び 2 2 4 は、プレート 8 3 に固定されてもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 は、EUV 光生成制御部 5 から出力される制御信号に従い、プレート 8 2 に対するプレート 8 3 の位置を変更可能であってもよい。

[0028] 軸外放物面凸面ミラー 2 2 1 は、回転放物面の凸面を反射面とするミラーであってもよい。軸外放物面凸面ミラー 2 2 1 は、回転放物面の軸が、軸外放物面凸面ミラー 2 2 1 に入射するパルスレーザ光 3 2 の光路の中心軸とほぼ平行となるように配置されてもよい。

[0029] 楕円面凹面ミラー 2 2 2 は、回転楕円面の凹面を反射面とするミラーであってもよい。楕円面凹面ミラー 2 2 2 は、第 1 の焦点と第 2 の焦点を有して

もよい。軸外放物面凸面ミラー２２１の焦点と、楕円面凹面ミラー２２２の第１の焦点とがほぼ一致するように、楕円面凹面ミラー２２２が配置されてもよい。楕円面凹面ミラー２２２の第２の焦点は、プラズマ生成領域２５に位置してもよい。

[0030] ２．１．５ ＥＵＶ光センサ

図３に示されるように、ＥＵＶ光センサ７０ｃ～７０ｅが、それぞれチャンバ２ａの壁面に取り付けられてもよい。

[0031] ＥＵＶ光センサ７０ｃ～７０ｅは、それぞれプラズマ生成領域２５に向けられていてもよい。ＥＵＶ光センサ７０ｃ及び７０ｄは、ＸＺ面に平行でプラズマ生成領域２５を通る仮想の平面を挟んで互いに鏡像となる位置に配置されていてもよい。ＥＵＶ光センサ７０ｄ及び７０ｅは、ＹＺ面に平行でプラズマ生成領域２５を通る仮想の平面を挟んで互いに鏡像となる位置に配置されていてもよい。

[0032] ＥＵＶ光センサ７０ｃは、エネルギー計測部７１ｃと、ＥＵＶ光透過フィルタ７２ｃと、筐体７３ｃと、を含んでもよい。エネルギー計測部７１ｃ及びＥＵＶ光透過フィルタ７２ｃが、筐体７３ｃに収容されてもよい。ＥＵＶ光センサ７０ｄ及び７０ｅの構成要素は、ＥＵＶ光センサ７０ｃの構成要素と同様でよい。但し、ＥＵＶ光センサ７０ｄの構成要素は、それぞれの符号の末尾を「ｄ」として図示され、ＥＵＶ光センサ７０ｅの構成要素は、それぞれの符号の末尾を「ｅ」として図示されている。

[0033] ２．２ 動作

２．２．１ ターゲットの出力

上述のターゲット供給部２６において、不活性ガスによって加圧されたターゲットの材料は、上記開口部を介して出力されてもよい。上述の加振装置によってターゲット供給部２６に振動が与えられることにより、ターゲットの材料は複数のドロップレットに分離されてもよい。それぞれのドロップレットが、ターゲット２７として、ターゲット供給部２６からプラズマ生成領域２５までの軌道に沿って移動してもよい。

[0034] 2. 2. 2 プラズマの生成

プリパルスレーザ3 pから出力されたプリパルスレーザ光3 1 p及びメインパルスレーザ3 mから出力されたメインパルスレーザ光3 1 mは、レーザ光進行方向制御部3 4 aを経て、パルスレーザ光3 2としてレーザ光集光光学系2 2 aに導かれてもよい。

[0035] パルスレーザ光3 2は、レーザ光集光光学系2 2 aに含まれる軸外放物面凸面ミラー2 2 1によって反射されることによりビーム拡大されてもよい。軸外放物面凸面ミラー2 2 1によって反射されたパルスレーザ光3 2は、楕円面凹面ミラー2 2 2によって反射され、パルスレーザ光3 3としてプラズマ生成領域2 5に集光されてもよい。パルスレーザ光3 3は、プリパルスレーザ光3 1 pとメインパルスレーザ光3 1 mとを含んでもよい。

[0036] 1つのターゲット2 7がプラズマ生成領域2 5に到達したタイミングで、プリパルスレーザ光3 1 pがターゲット2 7に照射されてもよい。プリパルスレーザ光3 1 pが照射されたターゲット2 7は膨張又は拡散して、二次ターゲットとなってもよい。二次ターゲットが所望の大きさに膨張又は拡散したタイミングで、メインパルスレーザ光3 1 mが二次ターゲットに照射されてもよい。メインパルスレーザ光3 1 mが照射された二次ターゲットはプラズマ化して、このプラズマからEUV光を含む放射光2 5 1が放射されてもよい。

[0037] 2. 2. 3 EUV重心位置の検出

EUV光センサ7 0 c～7 0 eの各々は、プラズマから放射されてEUV光センサ7 0 c～7 0 eの各々に到達するEUV光のエネルギーを検出してもよい。EUV光生成制御部5は、EUV光センサ7 0 c～7 0 eによって検出されたEUV光のエネルギーに基づいて、以下のようにEUV重心位置を算出してもよい。

[0038] なお、「重心」とは、力学の分野においては、物体の各部分に働く重力の合力の作用点を意味し得る。しかしながら本明細書中では、EUV重心位置は、レーザ光路位置を反映する指標の一つであって、レーザ光路位置を制御

するために用いられる情報の一つであってよい。具体的には、EUV重心位置は、プラズマから放射される光を含む電磁波を、各々異なる位置から観測する複数のセンサで観測して得られる複数の観測値から算出される空間的な位置であり得る。

[0039] EUV光センサ70c~70eの各々において検出されるEUV光のエネルギーは、EUV重心位置からEUV光センサ70c~70eの各々までの距離に応じて異なってもよい。例えば、EUV光センサ70c及び70dにおいて検出されるEUV光のエネルギーをそれぞれE1及びE2としたとき、エネルギーE1よりエネルギーE2が大きい場合は、EUV重心位置がEUV光センサ70cよりもEUV光センサ70dに近いとみなされてもよい。エネルギーE1とエネルギーE2との差が大きくなるほど、EUV重心位置からEUV光センサ70cまでの距離と、EUV重心位置からEUV光センサ70dまでの距離との差が大きいとみなされてもよい。

[0040] 従って、EUV光センサ70c及び70dにおいて検出されるEUV光のエネルギーE1及びE2の差に基づいて、Y方向のEUV重心位置が算出されてもよい。また、EUV光センサ70d及び70eにおいて検出されるEUV光のエネルギーE2及びE3の差に基づいて、X方向のEUV重心位置が算出されてもよい。例えば、プラズマのY方向の重心位置は、 $(E1 - E2) / (E1 + E2)$ の式で算出されてもよい。プラズマのX方向の重心位置は、 $(E2 - E3) / (E2 + E3)$ の式で算出されてもよい。

[0041] 2. 3 課題

図4Aは、図2及び図3に示されるEUV光生成システムにおいてレーザー光集光光学系アクチュエータ84を制御しない場合のEUV光のエネルギーの時間的な推移を示す。図4Bは、図4Aに示す場合のパルスレーザー光のプラズマ生成領域25の近傍における光路位置の時間的な推移を示す。パルスレーザー光のプラズマ生成領域25の近傍における光路位置は、上述のEUV重心位置の算出結果から推定されてもよい。また、この光路位置は、X方向の光路位置とY方向の光路位置とで表されてもよい。

[0042] 図4 Aに示されるように、EUV光生成システムは、露光装置からの制御信号に基づいて、高い繰り返し周波数でEUV光を出力するバースト期間と、複数のバースト期間の間でEUV光の出力を休止する休止期間と、を交互に繰り返してもよい。1つのバースト期間は、複数のチップ領域が含まれる半導体ウェハの、1つのチップ領域を露光する期間に相当してもよい。休止期間は、上記半導体ウェハの1つのチップ領域を露光可能な位置から、別のチップ領域を露光可能な位置となるように、図示しないウェハステージを駆動して半導体ウェハの位置を移動させる期間に相当してもよい。また、休止期間は、上記ウェハステージにセットされた半導体ウェハを別の半導体ウェハに交換する期間に相当してもよい。

[0043] 図2及び図3に示されるLPP方式のEUV光生成システムにおいて、レーザ光進行方向制御部34 aやレーザ光集光光学系22 a等に含まれる光学素子は、パルスレーザ光のエネルギーによって加熱され得る。光学素子は、加熱されると変形し、パルスレーザ光の光路を変化させ得る。図4 Bに示されるように、レーザ光集光光学系アクチュエータ84を制御しない場合には、パルスレーザ光のプラズマ生成領域25の近傍における光路位置が変化し、元の位置から次第に離れ得る。パルスレーザ光のプラズマ生成領域25の近傍における光路位置が変化すると、ターゲット27に対するパルスレーザ光の照射位置が変化し得る。これにより、プラズマが生成される位置が変化し、EUV重心位置も変化し得る。

[0044] パルスレーザ光のプラズマ生成領域25の近傍における光路位置が変化すると、ターゲット27に対する最適な照射状態とは異なった照射状態となり、図4 Aに示されるようにEUV光のエネルギーが低下し得る。光路位置が大幅にずれると、ターゲット27にパルスレーザ光が当たらなくなり、EUV光が生成されなくなるおそれもあり得る。そこで、光路位置をターゲット27に対する最適な位置とするように、パルスレーザ光の光路位置を制御することが望ましい。図2及び図3に示される比較例においては、EUV重心位置に基づいて、EUV重心位置が安定化するように、レーザ光集光光学系

アクチュエータ 84 を制御することにより、パルスレーザ光の光路位置が調節されてもよい。

[0045] 図 5 A は、図 2 及び図 3 に示される E U V 光生成システムにおいてレーザ光集光光学系アクチュエータ 84 を制御した場合の E U V 光のエネルギーの時間的な推移を示す。図 5 B は、図 5 A に示す場合のパルスレーザ光のプラズマ生成領域 25 の近傍における光路位置の時間的な推移を示す。

[0046] 図 5 B に示されるように、例えば休止期間ごとに、レーザ光集光光学系アクチュエータ 84 が制御されるようにしてもよい。これにより、バースト期間と休止期間とを多数繰り返しても、長期にわたって E U V 光のエネルギーを安定化させることができる。

[0047] しかしながら、この比較例においては、レーザ光集光光学系 22 a に含まれる光学素子を固定したプレート 83 全体を、レーザ光集光光学系アクチュエータ 84 によって動かし得る。レーザ光集光光学系 22 a に含まれる光学素子は、加熱による変形を抑制するための冷却装置、あるいは少なくともその一部である冷媒流路等が取り付けられ、比較的大きな重量を有し得る。このため、レーザ光集光光学系アクチュエータ 84 によってパルスレーザ光の光路を高速で移動させることは困難であり得る。特に、バースト期間内における光路位置の変動速度は、レーザ光集光光学系アクチュエータ 84 による光路位置の調整速度を大きく上回る場合があり得る。例えば、光学素子を固定したプレート 83 全体をレーザ光集光光学系アクチュエータ 84 で駆動する場合の共振周波数は 10 Hz 程度となり得る。また、この場合のレーザ光集光光学系アクチュエータ 84 応答速度は 100 ms 程度となり得る。これに対して、バースト期間内における光路位置は数 ms で変動し得る。

[0048] 従って、図 5 B に示されるように休止期間ごとにパルスレーザ光の光路を制御しても、各々のバースト期間内においてはパルスレーザ光の光路位置が変動し得る。このため、図 5 A に示されるように、各々のバースト期間内において E U V 光のエネルギーを安定化させることは困難であり得る。なお、ここでは休止期間ごとにパルスレーザ光の光路を制御する場合について図示

したが、バースト期間内においてパルスレーザ光の光路を制御する場合であっても同様に、パルスレーザ光の光路を高速で移動させることは困難であり得るので、同様の問題が生じ得る。

[0049] 以下に説明する実施形態においては、プリパルスレーザ光の光路に高速アクチュエータ付きの高反射ミラーを配置し、この高速アクチュエータを、EUV重心位置に基づいて制御してもよい。

[0050] 3. 光路を調整可能なビームコンバイナモジュール

3. 1 構成

図6は、本開示の第1の実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。第1の実施形態においては、ビームコンバイナ409によってメインパルスレーザ光31mの光路と結合される前のプリパルスレーザ光31pの光路に、高反射ミラー401及び高反射ミラー402が配置されてもよい。高反射ミラー401はホルダ403に支持されてもよい。高反射ミラー402はホルダ404に支持されてもよい。

[0051] 高反射ミラー402及びホルダ404は、高速アクチュエータ411によってその姿勢を変更可能であってもよい。高速アクチュエータ411を制御することにより、プリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置を調整可能であってもよい。高速アクチュエータ411は、EUV光生成制御部5によって制御されてもよい。高速アクチュエータ411は、本開示における第1のアクチュエータに相当し得る。上述のレーザ光集光光学系アクチュエータ84は、本開示における第2のアクチュエータに相当し得る。

他の点については、図2及び図3を参照しながら説明した比較例の構成と同様でよい。

[0052] 3. 2 動作及び作用

レーザ光集光光学系22aによるプリパルスレーザ光31pの集光径は、レーザ光集光光学系22aによるメインパルスレーザ光31mの集光径より小さくてよい。従って、プリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25

の近傍における光路位置の精度を高めることは、メインパルスレーザ光 3 1 m のプラズマ生成領域 2 5 の近傍における光路位置の精度を高めることよりも、EUV 光のエネルギーの安定化に寄与しやすい。

[0053] また、プリパルスレーザ光 3 1 p のエネルギーは、メインパルスレーザ光 3 1 m のエネルギーよりも小さくてよい。従って、プリパルスレーザ光 3 1 p の光路に配置された高反射ミラー 4 0 2 及びホルダ 4 0 4 には、冷却装置を取り付けなくてもよい。これにより、高反射ミラー 4 0 2 及びホルダ 4 0 4 の重量が小さくて済み、共振周波数が高くなり得る。従って、高速アクチュエータ 4 1 1 の応答速度を早くすることができる。高反射ミラー 4 0 2 及びホルダ 4 0 4 が取り付けられた高速アクチュエータ 4 1 1 の共振周波数は、例えば 1 k H z 程度でもよい。この場合、高速アクチュエータ 4 1 1 の応答速度は 0. 5 m S 以上 1 0 m S 以下でよい。さらには 1 m S 以上 3 m S 以下でもよい。

[0054] レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 の応答速度は、高速アクチュエータ 4 1 1 の応答速度より遅くてもよい。一方、レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 による光路調整範囲は、高速アクチュエータ 4 1 1 による光路調整範囲より大きくてもよい。従って、高速アクチュエータ 4 1 1 によってプリパルスレーザ光 3 1 p のプラズマ生成領域 2 5 の近傍における光路位置を高速で調整しつつ、レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 を低速で調整してもよい。これにより、高速アクチュエータ 4 1 1 による光路調整範囲よりも広い範囲でプリパルスレーザ光 3 1 p のプラズマ生成領域 2 5 の近傍における光路位置を調整し得る。具体的な処理の手順は、図 7 のフローチャートを参照しながら説明する。

[0055] 図 7 は、図 6 に示される EUV 光生成制御部 5 による光路調整の処理手順を示すフローチャートである。EUV 光生成制御部 5 は、以下の処理により、高速アクチュエータ 4 1 1 及びレーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 を制御してもよい。

[0056] まず、S 1 0 1 において、EUV 光生成制御部 5 は、幾つかのパラメータ

を初期設定してもよい。例えば、EUV光生成制御部5は、EUV光センサ70c~70eによる検出データの取得回数n1の値を、1に設定してもよい。また、EUV光生成制御部5は、高速アクチュエータ411の駆動回数n2の値を、1に設定してもよい。

[0057] 次に、S102において、EUV光生成制御部5は、EUV光センサ70c~70eによりそれぞれ検出されたエネルギーのデータを取得してもよい。EUV光生成制御部5は、EUV光センサ70c~70eによりそれぞれ検出されたエネルギーのデータを、データの取得回数n1の値と対応付けて、記憶装置に記憶させてもよい。記憶装置は、後述のメモリ1002であってもよい。

[0058] 次に、S103において、EUV光生成制御部5は、データの取得回数n1の値に1を加えて、データの取得回数n1の値を更新してもよい。

[0059] 次に、S104において、EUV光生成制御部5は、データの取得回数n1の値が所定の値N1を超えたか否かを判定してもよい。所定の値N1は、EUV光のエネルギーの平均値を算出するためのエネルギーの取得回数であってもよい。データの取得回数n1の値が所定の値N1を超えていない場合（S104：NO）、EUV光生成制御部5は、処理を上述のS102に戻してエネルギーデータの取得等の処理を繰り返してもよい。データの取得回数n1の値が所定の値N1を超えた場合（S104：YES）、EUV光生成制御部5は、処理をS105に進めてもよい。

[0060] S105において、EUV光生成制御部5は、EUV光センサ70c、70d、70eにそれぞれ対応する平均エネルギーE1、E2、E3の値を計算してもよい。この計算は、EUV光センサ70c、70d、70eによりそれぞれ計測されたN1回分のエネルギーのデータに基づいて行われてもよい。

[0061] 次に、S106において、EUV光生成制御部5は、平均エネルギーE1、E2、E3の値に基づいて、EUV重心位置を計算してもよい。EUV重心位置は、X方向の重心位置Cent_xと、Y方向の重心位置Cent_yとで

表されてもよい。EUV重心位置 $Cent_x$ 及び $Cent_y$ は、以下のように計算されてもよい。

$$Cent_x = (E2 - E3) / (E2 + E3)$$

$$Cent_y = (E1 - E2) / (E1 + E2)$$

[0062] 次に、S107において、EUV光生成制御部5は、EUV重心位置 $Cent_x$ 及び $Cent_y$ の値と、EUV重心の目標位置 $Cent_{targetX}$ 及び $Cent_{targetY}$ と、に基づいて、高速アクチュエータ411に与える制御信号の設定値を計算してもよい。高速アクチュエータ411に与える制御信号の設定値は、X方向の設定値 SV_x と、Y方向の設定値 SV_y とを含んでもよい。X方向の設定値 SV_x は、以下のように計算されてもよい。

$$\Delta_x = Cent_{targetX} - Cent_x$$

$$SV_x = Kp_x \times \Delta_x + Ki_x \times I_x(\Delta_x)$$

ここで、 Δ_x は、EUV重心の目標位置 $Cent_{targetX}$ とEUV重心位置 $Cent_x$ との偏差であってもよい。設定値 SV_x は、PI制御において制御対象に入力される設定値であって、比例ゲイン Kp_x と偏差 Δ_x との積に、積分ゲイン Ki_x と積分項 $I_x(\Delta_x)$ との積を加算したものでもよい。

[0063] Y方向の設定値 SV_y も、X方向の設定値 SV_x と同様に、以下のように算出されてもよい。但し、添え字のXはすべてYに入れ替わってもよい。

$$\Delta_y = Cent_{targetY} - Cent_y$$

$$SV_y = Kp_y \times \Delta_y + Ki_y \times I_y(\Delta_y)$$

[0064] さらに、EUV光生成制御部5は、高速アクチュエータ411に与える制御信号の設定値 SV_x 及び SV_y に基づいて、高速アクチュエータ411の位置を計算してもよい。高速アクチュエータ411の位置は、X方向の位置 M_x と、Y方向の位置 M_y とで表されてもよい。高速アクチュエータ411の位置 M_x 及び M_y は、以下のように計算されてもよい。

$$M_x = M_x + SV_x \times \alpha_x$$

$$M_y = M_y + SV_y \times \alpha_y$$

ここで、 α_x 及び α_y の各々は、高速アクチュエータ411の特性パラメータ

であってもよい。

[0065] E U V 光生成制御部 5 は、高速アクチュエータ 4 1 1 の位置 M_x 及び M_y を、高速アクチュエータ 4 1 1 の駆動回数 n_2 の値と対応付けて、記憶装置に記憶させてもよい。記憶装置は、後述のメモリ 1 0 0 2 であってもよい。

[0066] 次に、S 1 0 8 において、E U V 光生成制御部 5 は、設定値 $S V_x$ 及び $S V_y$ を用いて高速アクチュエータ 4 1 1 に制御信号を送信してもよい。

次に、S 1 0 9 において、E U V 光生成制御部 5 は、データの取得回数 n_1 の値を 1 に戻してもよい。また、E U V 光生成制御部 5 は、高速アクチュエータ 4 1 1 の駆動回数 n_2 の値に 1 を加えて、高速アクチュエータ 4 1 1 の駆動回数 n_2 の値を更新してもよい。

[0067] 次に、S 1 1 0 において、E U V 光生成制御部 5 は、高速アクチュエータ 4 1 1 の駆動回数 n_2 の値が所定の値 N_2 を超えたか否かを判定してもよい。所定の値 N_2 は、高速アクチュエータ 4 1 1 の平均位置を算出するための高速アクチュエータ 4 1 1 の駆動回数であってもよい。高速アクチュエータ 4 1 1 の駆動回数 n_2 の値が所定の値 N_2 を超えていない場合 (S 1 1 0 : N O)、E U V 光生成制御部 5 は、処理を上述の S 1 0 2 に戻して、エネルギーデータの取得及び高速アクチュエータ 4 1 1 の駆動等の処理を繰り返してもよい。高速アクチュエータ 4 1 1 の駆動回数 n_2 の値が所定の値 N_2 を超えた場合 (S 1 1 0 : Y E S)、E U V 光生成制御部 5 は、処理を S 1 1 1 に進めてもよい。

[0068] S 1 1 1 において、E U V 光生成制御部 5 は、レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 に与える制御信号の設定値を計算してもよい。以下に説明するように、レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 に与える制御信号の設定値は、直接的に E U V 重心位置に基づいて算出されなくてもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 に与える制御信号の設定値は、高速アクチュエータ 4 1 1 の制御値に基づいて算出されてもよい。

[0069] レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 に与える制御信号の設定値は、高速アクチュエータ 4 1 1 の可動範囲の中心位置 $S_{targetX}$ 及び $S_{targetY}$ と

、S107において計算されたN2回分の高速アクチュエータ411の位置 M_x 及び M_y と、に基づいて算出されてもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ84に与える制御信号の設定値は、X方向の設定値 sv_x と、Y方向の設定値 sv_y とを含んでもよい。X方向の設定値 sv_x は、以下のように計算されてもよい。

$$\Delta_x = S_{targetX} - Average(M_x)$$

$$sv_x = k_{p_x} \times \Delta_x + k_{i_x} \times i_x(\Delta_x)$$

ここで、 Δ_x は、高速アクチュエータ411の可動範囲の中心位置 $S_{targetX}$ と、高速アクチュエータ411のN2回分の平均位置 $Average(M_x)$ と、の偏差であってもよい。設定値 sv_x は、例えばPI制御において制御対象に入力される設定値であって、比例ゲイン k_{p_x} と偏差 Δ_x との積に、積分ゲイン k_{i_x} と積分項 $i_x(\Delta_x)$ との積を加算したものでもよい。

[0070] 以上のように制御信号の設定値 sv_x を算出することにより、高速アクチュエータ411の可動範囲の中心位置 $S_{targetX}$ と、高速アクチュエータ411のN2回分の平均位置 $Average(M_x)$ と、の偏差 Δ_x を、0に近づけることができる。

[0071] Y方向の設定値 sv_y も、X方向の設定値 sv_x と同様に、以下のように算出されてもよい。但し、添え字のxはすべてyに入れ替わってもよい。

$$\Delta_y = S_{targetY} - Average(M_y)$$

$$sv_y = k_{p_y} \times \Delta_y + k_{i_y} \times i_y(\Delta_y)$$

[0072] さらに、EUV光生成制御部5は、レーザ光集光光学系アクチュエータ84に与える制御信号の設定値 sv_x 及び設定値 sv_y に基づいて、レーザ光集光光学系アクチュエータ84の位置を計算してもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ84の位置は、X方向の位置 S_x と、Y方向の位置 S_y とで表されてもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ84の位置 S_x 及び S_y は、以下のように計算されてもよい。

$$S_x = S_x + sv_x \times \alpha_x$$

$$S_y = S_y + sv_y \times \alpha_y$$

ここで、 α_x 及び α_y の各々は、レーザ光集光光学系アクチュエータ84の特性パラメータであってもよい。

[0073] 次に、S112において、EUV光生成制御部5は、設定値 $s v_x$ 及び $s v_y$ を用いてレーザ光集光光学系アクチュエータ84に制御信号を送信してもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ84に制御信号を送信すると、レーザ光集光光学系アクチュエータ84の駆動が開始されてもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ84の駆動は、高速アクチュエータ411の駆動に比べて低速であってもよい。

[0074] S112の後、EUV光生成制御部5は、処理を上述のS101に戻してもよい。これにより、EUV光生成制御部5は、高速アクチュエータ411の駆動回数 $n2$ の値を1に戻して、上述の処理を繰り返してもよい。なお、上述のS112においてレーザ光集光光学系アクチュエータ84に制御信号が送信された後、レーザ光集光光学系アクチュエータ84の駆動が終了する前に、新たに計測されるEUV光のエネルギーに基づいて高速アクチュエータ411が制御されてもよい。従って、レーザ光集光光学系アクチュエータ84を駆動しても、EUV重心位置が目標位置 $Cent_{targetX}$ 及び $Cent_{targetY}$ から大幅にずれてしまうわけではない。

[0075] 3.3 効果

図8は、第1の実施形態において光路調整をしない場合のプリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置の時間的な推移を示す。さらに図8は、高速アクチュエータ411による光路調整及びレーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整に伴う光路位置および光路調整範囲の時間的な推移も示す。図8においては、X方向の光路位置とX方向の光路調整のみを例示的に示している。X方向の光路位置は、EUV重心の目標位置を0として、EUV重心の目標位置から光路位置までのX方向の位置で示している。

[0076] 図8の時刻 $T=0$ において、光路調整をしない場合のプリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置が0であると仮定す

る。EUV光を生成しながら時間が経過すると、光学素子の加熱により、光路位置が時間とともに変動し得る。そこで、EUVエネルギーデータをN1回取得するごとに、高速アクチュエータ411による光路調整が行われてもよい。高速アクチュエータ411による光路調整が、破線の矢印で示されている。破線の矢印は、高速アクチュエータ411による光路調整タイミングを示してもよい。高速アクチュエータ411による光路調整は、光路位置の変動にほぼ対応して、高い頻度及び高い精度で行うことができてよい。但し、高速アクチュエータ411の光路調整範囲は、比較的狭くてもよい。高速アクチュエータ411は、図8における折れ線Lと折れ線Hとの間でのみ、光路調整が可能であってもよい。

[0077] さらに、高速アクチュエータ411をN2回駆動するごとに、レーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整が行われてもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整が、一点鎖線の矢印で示されている。一点鎖線の矢印は、レーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整タイミングを示してもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整は、低い頻度でもよく、低速度でもよい。従って、レーザ光集光光学系アクチュエータ84が一回駆動されている間に、高速アクチュエータ411が複数回駆動されることがあってもよい。レーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整が行われた場合には、レーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整分を差し引いて、高速アクチュエータ411による光路調整をすればよい。従って、高速アクチュエータ411の制御量が小さくて済むようになる。また、レーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整が行われた場合には、折れ線Lと折れ線Hとで示される高速アクチュエータ411の光路調整範囲がシフトし得る。これにより、EUV重心の目標位置が、高速アクチュエータ411の光路調整範囲に含まれるように維持することができてよい。さらに、高速アクチュエータ411による光路調整範囲が狭くても、レーザ光集光光学系アクチュエータ84による光路調整と併せることにより、広範囲の光路調整が可能となる。

[0078] 図9Aは、図6に示されるEUV光生成システムにおいて高速アクチュエータ411及びレーザ光集光光学系アクチュエータ84を制御した場合のEUV光のエネルギーの時間的な推移を示す。図9Bは、図9Aに示す場合のプリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置の時間的な推移を示す。

[0079] 図5A及び図5Bを参照しながら説明したように、比較例においてはバースト期間内におけるEUV光のエネルギーの安定化が困難であった。これに対し、図9A及び図9Bに示されるように、第1の実施形態によればプリパルスレーザ光31pの光路位置及びEUV光のエネルギーの安定化が可能となり得る。なお、レーザ光集光光学系アクチュエータ84の制御は、休止期間中に限らず、バースト期間においても可能である。

[0080] ここでは1つのターゲット27に1つのプリパルスレーザ光と1つのメインパルスレーザ光とを照射する場合について説明したが、本開示はこれに限定されない。1つのターゲット27に2つ以上のプリパルスレーザ光と1つのメインパルスレーザ光とを照射する場合に、例えば最初のプリパルスレーザ光の光路に高速アクチュエータを配置し、上述と同様の制御を行うことにより、同様の効果を奏し得る。1つのターゲット27に2つのプリパルスレーザ光と1つのメインパルスレーザ光とを照射する場合について、図13及び図14を参照しながら後述する。

[0081] 4. 複数のアクチュエータを含むビームコンバイナモジュール

図10は、本開示の第2の実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。第2の実施形態において、ビームコンバイナ409によって結合された後のメインパルスレーザ光31m及びプリパルスレーザ光31pの光路に配置された高反射ミラー406及びホルダ408は、ミラーアクチュエータ412によってその姿勢を変更可能であってもよい。ミラーアクチュエータ412を制御することにより、メインパルスレーザ光31m及びプリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置を調整可能であってもよい。ミラーアクチュエータ412は、EUV光生成制

御部 5 によって制御されてもよい。ミラーアクチュエータ 4 1 2 は、本開示における第 2 のアクチュエータに相当し得る。第 1 の実施形態における第 2 のアクチュエータであるレーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 は、第 2 の実施形態においては設けられなくてもよい。

他の点については、図 6 を参照しながら説明した第 1 の実施形態の構成と同様でよい。

[0082] 第 2 の実施形態において、ミラーアクチュエータ 4 1 2 に対して、第 1 の実施形態におけるレーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 と同様の制御が行われてもよい。

第 2 の実施形態によれば、上述の第 1 の実施形態の効果と同様の効果を奏し得る。

[0083] 5. 複数のターゲットカメラを含む E U V 光生成装置

5. 1 構成

図 1 1 は、本開示の第 3 の実施形態に係る E U V 光生成システムの構成を概略的に示す。第 3 の実施形態においては、ターゲットカメラ 8 0 c 及び 8 0 d が設けられていてもよい。ターゲットカメラ 8 0 c 及び 8 0 d は、図 3 を参照しながら説明した E U V 光センサ 7 0 c 及び 7 0 d とそれぞれほぼ同等の位置に配置されていてもよい。チャンバ 2 a の壁面には、ターゲットカメラ 8 0 c 及び 8 0 d が取り付けられる位置に、それぞれウィンドウ 2 1 c 及び 2 1 d が配置されていてもよい。ターゲットカメラ 8 0 c は、イメージセンサ 7 4 c と、転写光学系 7 5 c と、筐体 7 3 c と、を含んでもよい。イメージセンサ 7 4 c 及び転写光学系 7 5 c が、筐体 7 3 c に収容されてもよい。筐体 7 3 c には、図示しない高速シャッタがさらに収容されていてもよい。ターゲットカメラ 8 0 d の構成要素は、ターゲットカメラ 8 0 c の構成要素と同様でよい。但し、ターゲットカメラ 8 0 d の構成要素は、それぞれの符号の末尾を「d」として図示されている。

[0084] チャンバ 2 a 内には、ターゲットを撮影するために、図示しない光源が設けられていてもよい。第 1 の実施形態における E U V 光センサ 7 0 c ~ 7 0

eは、第3の実施形態においては設けられなくてもよい。

なお、図11においては、X方向、Y方向、Z方向の他に、XY面内で互いに垂直なC方向とD方向とが定義されてもよい。C方向はターゲットカメラ80cの撮影方向に相当し、D方向はターゲットカメラ80dの撮影方向に相当し得る。

[0085] 5. 2 動作

ターゲットカメラ80c及び80dは、プリパルスレーザ光31pを照射された直後のターゲットを撮影してもよい。EUV光生成制御部5は、プリパルスレーザ光31pを照射された直後でメインパルスレーザ光31mが照射される前のターゲットの画像に基づいて、プリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置を算出してもよい。あるいは、ターゲットカメラ80c及び80dは、ターゲット27にプリパルスレーザ光31p及びメインパルスレーザ光31mが照射されることにより生成されたプラズマを撮影してもよい。EUV光生成制御部5は、プラズマの画像に基づいて、EUV重心位置を算出してもよい。

[0086] 図12A～図12Iは、プリパルスレーザ光31pを照射された直後のターゲットの画像に基づいてプリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置を算出する原理について説明する図である。図12A～図12Cは、プリパルスレーザ光31pが球状のターゲット27の中心よりもC方向寄りにずれてターゲット27に照射された場合の、ターゲットカメラ80dによる画像を示す。図12D～図12Fは、プリパルスレーザ光31pが球状のターゲット27のほぼ中心に照射された場合の、ターゲットカメラ80dによる画像を示す。図12G～図12Iは、プリパルスレーザ光31pが球状のターゲット27の中心よりもC方向寄りにずれてターゲット27に照射された場合の、ターゲットカメラ80dによる画像を示す。また、図12A、12D、12Gは、プリパルスレーザ光31pが照射されているターゲットの画像を示す。図12B、12E、12Hは、プリパルスレーザ光31pの照射によってドーム状に拡散したターゲットの外形画

像を示す。図12C、12F、12Iは、それぞれ図12B、12E、12Hの画像における拡散ターゲットの拡大画像を示す。

[0087] プリパルスレーザ光31pが-Z側からZ方向に向けてターゲット27に照射されると、ターゲット27の-Z方向寄りの面において急激なレーザアブレーションが生じ、ターゲットが粉々に破壊されてドーム状に拡散し得る。ドーム状に拡散したターゲットの外形画像は、Z方向寄りの曲線部分Fと、-Z方向寄りのほぼ直線の部分Bとを含み得る。

[0088] 図12D～図12Fに示されるように、プリパルスレーザ光31pがターゲット27のほぼ中心に照射された場合には、ドーム状に拡散したターゲットの外形画像は、Z軸に対してほぼ対称であり、上述のほぼ直線の部分BはZ方向とほぼ垂直であってもよい。

図12A～図12Cに示されるように、プリパルスレーザ光31pがターゲット27の中心よりもC方向寄りにずれてターゲット27に照射された場合には、上述のほぼ直線の部分Bは、Z方向と垂直な角度よりも、時計回りにわずかにずれた傾きを有していてもよい。なお、C軸におけるプリパルスレーザ光31pとターゲット27中心とのずれ量を ΔC 、Z軸に対する部分Bの角度を θ としてもよい。

図12G～図12Iに示されるように、プリパルスレーザ光31pがターゲット27の中心よりも-C方向寄りにずれてターゲット27に照射された場合には、上述のほぼ直線の部分Bは、Z方向と垂直な角度よりも、反時計回りにわずかにずれた傾きを有していてもよい。

[0089] そこで、プリパルスレーザ光31pのずれ量 ΔC と上述のほぼ直線の部分Bの傾き θ との関係を予め計測しておき、実際に撮像される画像データと比較することにより、プリパルスレーザ光31pのプラズマ生成領域25の近傍における光路位置が算出されてもよい。

他の点については、上述の第1の実施形態又は第2の実施形態と同様でよい。

[0090] 6. 1つのターゲットに2つのプリパルスレーザ光と1つのメインパルスレ

ーザ光とを照射するEUV光生成装置

6. 1 構成

図13は、本開示の第4の実施形態に係るEUV光生成システムの構成を概略的に示す。第4の実施形態においては、レーザ装置3が、第1のプリパルスレーザ3fpと、第2のプリパルスレーザ3spと、メインパルスレーザ3mとを含んでもよい。

[0091] 第1のプリパルスレーザ3fpは、EUV光生成制御部5から出力される制御信号に従い、第1のプリパルスレーザ光31fpを出力するように構成されてもよい。第2のプリパルスレーザ3spは、EUV光生成制御部5から出力される制御信号に従い、第2のプリパルスレーザ光31spを出力するように構成されてもよい。

第1のプリパルスレーザ光31fpは、本開示における第1のパルスレーザ光に相当し得る。第2のプリパルスレーザ光31sp及びメインパルスレーザ光31mは、本開示における複数の第2のパルスレーザ光に相当し得る。

[0092] レーザ光進行方向制御部34aは、高反射ミラー349を含んでもよい。レーザ光進行方向制御部34aに含まれるビームコンバイナモジュール40は、ビームコンバイナ413を含んでもよい。

[0093] 高反射ミラー349は、第1のプリパルスレーザ3fpから出力される第1のプリパルスレーザ光31fpの光路に配置されていてもよい。高反射ミラー349は、ホルダ350によって支持されていてもよい。高反射ミラー349によって反射された第1のプリパルスレーザ光31fpの光路に、高反射ミラー402が配置されていてもよい。高反射ミラー402は、高速アクチュエータ411によってその姿勢を変更可能であってもよい。

[0094] 第2のプリパルスレーザ3spから出力される第2のプリパルスレーザ光31spの光路に、高反射ミラー341が配置されていてもよい。高反射ミラー341によって反射された第2のプリパルスレーザ光31spの光路に、高反射ミラー342が配置されていてもよい。高反射ミラー342によっ

て反射された第2のプリパルスレーザ光31spの光路に、高反射ミラー401が配置されていてもよい。

[0095] ビームコンバイナ413は、高反射ミラー402によって反射された第1のプリパルスレーザ光31fpの光路と、高反射ミラー401によって反射された第2のプリパルスレーザ光31spの光路とが交差する位置に配置されてもよい。ビームコンバイナ413は、ホルダ414によって支持されていてもよい。

[0096] ビームコンバイナ413は、偏光ビームスプリッタで構成されていてもよい。第1のプリパルスレーザ光31fpの偏光方向及び第2のプリパルスレーザ光31spの偏光方向は、ビームコンバイナ413の表面において略垂直であってもよい。ビームコンバイナ413は、第1のプリパルスレーザ光31fpを高い透過率で透過させ、第2のプリパルスレーザ光31spを高い反射率で反射するように構成されていてもよい。ビームコンバイナ413は、第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路の中心軸をほぼ一致させるように構成されていてもよい。

[0097] ビームコンバイナ409は、ビームコンバイナ413から出射した第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路と、高反射ミラー405によって反射されたメインパルスレーザ光31mの光路とが交差する位置に配置されてもよい。

[0098] ビームコンバイナ409は、ダイクロイックミラーで構成されていてもよい。第1のプリパルスレーザ光31fpの波長及び第2のプリパルスレーザ光31spの波長は、略同一であってもよい。第1のプリパルスレーザ光31fpの波長及び第2のプリパルスレーザ光31spの波長よりも、メインパルスレーザ光31mの波長が長くてもよい。ビームコンバイナ409は、第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spを高い反射率で反射し、メインパルスレーザ光31mを高い透過率で透過させるように構成されていてもよい。ビームコンバイナ409は、第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路の中

心軸と、メインパルスレーザ光 3 1 m の光路の中心軸とをほぼ一致させるように構成されていてもよい。

[0099] ビームコンバイナ 4 1 3 は、本開示における第 1 のビームコンバイナに相当し得る。ビームコンバイナ 4 0 9 は、本開示における第 2 のビームコンバイナに相当し得る。

[0100] レーザ光進行方向制御部 3 4 a から出射する第 1 のプリパルスレーザ光 3 1 f p、第 2 のプリパルスレーザ光 3 1 s p、及びメインパルスレーザ光 3 1 m の光路に、レーザ光集光光学系 2 2 a が配置されてもよい。レーザ光集光光学系 2 2 a は、レーザ光集光光学系アクチュエータ 8 4 によってその位置を変更可能であってもよい。

他の点については、図 6 を参照しながら説明した第 1 の実施形態の構成と同様でよい。

[0101] 6. 2 動作

第 1 のプリパルスレーザ光 3 1 f p、第 2 のプリパルスレーザ光 3 1 s p、及びメインパルスレーザ光 3 1 m は、レーザ光進行方向制御部 3 4 a 及びレーザ光集光光学系 2 2 a を経て、パルスレーザ光 3 3 としてプラズマ生成領域 2 5 に集光されてもよい。

[0102] レーザ光集光光学系 2 2 a による第 1 のプリパルスレーザ光 3 1 f p の集光径は、レーザ光集光光学系 2 2 a による第 2 のプリパルスレーザ光 3 1 s p の集光径及びレーザ光集光光学系 2 2 a によるメインパルスレーザ光 3 1 m の集光径より小さくてもよい。レーザ光集光光学系 2 2 a による第 2 のプリパルスレーザ光 3 1 s p の集光径は、レーザ光集光光学系 2 2 a によるメインパルスレーザ光 3 1 m の集光径と略同一でもよい。

[0103] 第 1 のプリパルスレーザ光 3 1 f p のエネルギー及び第 2 のプリパルスレーザ光 3 1 s p のエネルギーよりも、メインパルスレーザ光 3 1 m のエネルギーが大きくてもよい。第 1 のプリパルスレーザ光 3 1 f p のパルス時間幅は、第 2 のプリパルスレーザ光 3 1 s p のパルス時間幅及びメインパルスレーザ光 3 1 m のパルス時間幅より短くてもよい。

[0104] 1つのターゲット27がプラズマ生成領域25に到達したタイミングで、第1のプリパルスレーザ光31fpがターゲット27に照射されてもよい。第1のプリパルスレーザ光31fpが照射されたターゲット27は膨張又は拡散して、二次ターゲットとなってもよい。二次ターゲットが所望の大きさに膨張又は拡散したタイミングで、第2のプリパルスレーザ光31spが二次ターゲットに照射されてもよい。第2のプリパルスレーザ光31spが照射される前の二次ターゲットよりも、第2のプリパルスレーザ光31spが照射された後の二次ターゲットの方が、二次ターゲットを構成する微粒子が分散した空間内における微粒子の偏りが小さくてもよい。その後、メインパルスレーザ光31mが二次ターゲットに照射されてもよい。メインパルスレーザ光31mが照射された二次ターゲットはプラズマ化して、このプラズマからEUV光を含む放射光251が放射されてもよい。

[0105] 第1の実施形態と同様に、高速アクチュエータ411に対する制御及びレーザ光集光光学系アクチュエータ84に対する制御が行われてもよい。

あるいは、第2の実施形態と同様に、レーザ光集光光学系アクチュエータ84に対する制御の代わりにミラーアクチュエータ412に対する制御が行われてもよい。

あるいは、第3の実施形態と同様に、EUV光センサ70c~70eによる検出データに基づく制御の代わりに、ターゲットカメラ80c及び80dによる画像データに基づく制御が行われてもよい。画像データに基づく制御は、第2のプリパルスレーザ光31spが二次ターゲットに照射される前の当該二次ターゲットを撮像した画像データに基づく制御であってもよい。あるいは、画像データに基づく制御は、第2のプリパルスレーザ光31spが二次ターゲットに照射された後、メインパルスレーザ光31mが照射される前の当該二次ターゲットを撮像した画像データに基づく制御であってもよい。

[0106] 6. 3 効果

第4の実施形態においては、1つのターゲット27に第1のプリパルスレ

ーザ光 31 f p と、第 2 のプリパルスレーザ光 31 s p と、メインパルスレーザ光 m p とが照射される。第 1 のプリパルスレーザ光 31 f p の光路に、高速アクチュエータ 411 によって姿勢制御される高反射ミラー 402 が配置されている。これにより、第 1 のプリパルスレーザ光 31 f p のプラズマ生成領域 25 の近傍における光路位置の精度を高めることができる。

[0107] 第 1 のプリパルスレーザ光 31 f p の集光径は、第 2 のプリパルスレーザ光 31 s p の集光径及びメインパルスレーザ光 31 m の集光径より小さくてもよい。従って、第 1 のプリパルスレーザ光 31 f p のプラズマ生成領域 25 の近傍における光路位置の精度を高めることにより、EUV 光のエネルギーを安定化することができる。

[0108] 1 つのターゲット 27 に 3 つのプリパルスレーザ光と 1 つのメインパルスレーザ光とを照射する場合においても、同様でよい。この場合、3 つのプリパルスレーザ光のうちで最初にターゲット 27 に照射されて二次ターゲットを生成する第 1 のプリパルスレーザ光が、本開示における第 1 のパルスレーザ光に相当し得る。二次ターゲットに照射される第 2 のプリパルスレーザ光、第 3 のプリパルスレーザ光及びメインパルスレーザ光が、本開示における複数の第 2 のパルスレーザ光に相当し得る。

[0109] 7. 2 つのプリパルスレーザ光と 1 つのメインパルスレーザ光とを長距離伝送する EUV 光生成装置

7. 1 構成

図 14 は、本開示の第 5 の実施形態に係る EUV 光生成システムの構成を概略的に示す。第 5 の実施形態においては、レーザ光進行方向制御部 34 a が、ビームコンバイナ 351 を含んでもよい。レーザ光進行方向制御部 34 a に含まれるビームコンバイナモジュール 40 は、ビームスプリッタ 415 を含んでもよい。

[0110] 第 1 のプリパルスレーザ 3 f p から出力された第 1 のプリパルスレーザ光 31 f p の光路に、高反射ミラー 349 が配置されていてもよい。高反射ミラー 349 及びこれを支持するホルダ 350 は、アクチュエータ 359 によ

って姿勢を変更可能であってもよい。

ビームコンバイナ351は、高反射ミラー349によって反射された第1のプリパルスレーザ光31fpの光路と、第2のプリパルスレーザ3spから出力された第2のプリパルスレーザ光31spの光路とが交差する位置に配置されてもよい。ビームコンバイナ351は、ホルダ352によって支持されていてもよい。

[0111] ビームコンバイナ351は、偏光ビームスプリッタで構成されていてもよい。第1のプリパルスレーザ光31fpの偏光方向及び第2のプリパルスレーザ光31spの偏光方向は、ビームコンバイナ351の表面において略垂直であってもよい。ビームコンバイナ351は、第1のプリパルスレーザ光31fpを高い反射率で反射し、第2のプリパルスレーザ光31spを高い透過率で透過させるように構成されていてもよい。ビームコンバイナ351は、第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路の中心軸をほぼ一致させるように構成されていてもよい。

ビームコンバイナ351は、本開示における第3のビームコンバイナに相当し得る。

[0112] 図示しない光センサが、ビームコンバイナ351から出射した第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路の任意の位置に配置されてもよい。この光センサが、ビームコンバイナ351から出射する第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spのビームポジション及びポインティングを検出してもよい。この光センサの出力に基づいて、ビームコンバイナ351から出射する第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路の中心軸をほぼ一致させた状態が維持されるように、アクチュエータ359が制御されてもよい。

[0113] ビームコンバイナ351から出射した第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路に、高反射ミラー341が配置されていてもよい。高反射ミラー341及びこれを支持するホルダ343

は、アクチュエータ 353 によって姿勢を変更可能であってもよい。

[0114] 図示しない光センサが、高反射ミラー 341 によって反射された第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp の光路の任意の位置に配置されてもよい。この光センサが、高反射ミラー 341 によって反射された第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp のビームポジション及びポインティングを検出してもよい。この光センサの出力に基づいて、第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp が高反射ミラー 342 の所望位置に入射するように、アクチュエータ 353 が制御されてもよい。

[0115] 高反射ミラー 341 によって反射された第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp の光路に、高反射ミラー 342 が配置されていてもよい。高反射ミラー 342 及びこれを支持するホルダ 344 は、アクチュエータ 354 によって姿勢を変更可能であってもよい。

[0116] 図示しない光センサが、高反射ミラー 342 によって反射された第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp の光路の任意の位置に配置されてもよい。この光センサが、高反射ミラー 342 によって反射された第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp のビームポジション及びポインティングを検出してもよい。この光センサの出力に基づいて、第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp がビームコンバイナモジュール 40 の所望位置に入射するように、アクチュエータ 354 が制御されてもよい。

[0117] 高反射ミラー 341 と高反射ミラー 342 との間の第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp の光路は、数十メートルの長さを有する場合があります。高反射ミラー 341 と高反射ミラー 342 との間の第 1 のプリパルスレーザ光 31fp 及び第 2 のプリパルスレーザ光 31sp の光路には、図示しない複数の高反射ミラーが配置されていてもよい。

[0118] 高反射ミラー 345 及びこれを支持するホルダ 347 は、アクチュエータ

357によって姿勢を変更可能であってもよい。

図示しない光センサが、高反射ミラー345によって反射されたメインパルスレーザ光31mの光路の任意の位置に配置されてもよい。この光センサが、高反射ミラー345によって反射されたメインパルスレーザ光31mのビームポジション及びポインティングを検出してもよい。この光センサの出力に基づいて、メインパルスレーザ光31mが高反射ミラー346の所望位置に入射するように、アクチュエータ357が制御されてもよい。

[0119] 高反射ミラー346及びこれを支持するホルダ348は、アクチュエータ358によって姿勢を変更可能であってもよい。

図示しない光センサが、高反射ミラー346によって反射されたメインパルスレーザ光31mの光路の任意の位置に配置されてもよい。この光センサが、高反射ミラー346によって反射されたメインパルスレーザ光31mのビームポジション及びポインティングを検出してもよい。この光センサの出力に基づいて、メインパルスレーザ光31mがビームコンバイナモジュール40の所望位置に入射するように、アクチュエータ358が制御されてもよい。

[0120] 高反射ミラー345と高反射ミラー346との間のメインパルスレーザ光31mの光路は、数十メートルの長さを有する場合があります。高反射ミラー345と高反射ミラー346との間のメインパルスレーザ光31mの光路には、図示しない複数の高反射ミラーが配置されていてもよい。

[0121] 上述のアクチュエータ359、353、354、357、358は、EUV光生成制御部5によって制御されてもよい。これらのアクチュエータを制御するためのデータを取得する上述の光センサは、ビームコンバイナモジュール40に配置されていてもよい。

[0122] ビームスプリッタ415は、高反射ミラー342によって反射された第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路に配置されていてもよい。ビームスプリッタ415は、ホルダ416によって支持されていてもよい。ビームスプリッタ415は、偏光ビームスプリ

ッタで構成されていてもよい。ビームスプリッタ415は、第1のプリパルスレーザ光31fpを高い反射率で反射することにより第1のプリパルスレーザ光31fpを第1の光路に沿って出射させるように構成されていてもよい。ビームスプリッタ415は、第2のプリパルスレーザ光31spを高い透過率で透過させることにより第2のプリパルスレーザ光31spを第2の光路に沿って出射させるように構成されていてもよい。

[0123] ビームスプリッタ415によって反射された第1のプリパルスレーザ光31fpの第1の光路に、高反射ミラー402が配置されていてもよい。

ビームスプリッタ415を透過した第2のプリパルスレーザ光31spの第2の光路に、高反射ミラー401が配置されていてもよい。

高反射ミラー402によって反射された第1のプリパルスレーザ光31fpの光路と、高反射ミラー401によって反射された第2のプリパルスレーザ光31spの光路とが交差する位置に、ビームコンバイナ413が配置されてもよい。

他の点については、図13を参照しながら説明した第4の実施形態の構成と同様でよい。

[0124] 7. 2 動作

ビームコンバイナ351によって光路の中心軸をほぼ一致させられた第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spは、高反射ミラー341及び高反射ミラー342を経て、ビームスプリッタ415に入射してもよい。

[0125] ビームスプリッタ415は、第1のプリパルスレーザ光31fpの光路と第2のプリパルスレーザ光31spの光路とを分離させてもよい。ビームスプリッタ415から出射した第1のプリパルスレーザ光31fpは、高速アクチュエータ411によって姿勢制御される高反射ミラー402によって反射されてもよい。ビームコンバイナ413が、第1のプリパルスレーザ光31fp及び第2のプリパルスレーザ光31spの光路の中心軸を、再びほぼ一致させてもよい。

他の点については、第４の実施形態の動作と同様でよい。

[0126] ７．３ 効果

第５の実施形態においては、高反射ミラー３４１から高反射ミラー３４２までの光学素子を第１のプリパルスレーザ光３１ｆｐ及び第２のプリパルスレーザ光３１ｓｐで共用化することができる。光学素子の共用化は、第１のプリパルスレーザ光３１ｆｐ及び第２のプリパルスレーザ光３１ｓｐの波長がほぼ同一である場合に特に好ましい。光学素子の共用化により、第１のプリパルスレーザ光３１ｆｐ及び第２のプリパルスレーザ光３１ｓｐを長距離伝送する場合に、ミラー及びその他の部品点数を大幅に削減することができる。

[0127] また、第５の実施形態においては、アクチュエータ３５３及び３５４により、第１のプリパルスレーザ光３１ｆｐ及び第２のプリパルスレーザ光３１ｓｐの光軸制御を行っている。これにより、ビームコンバイナモジュール４０の手前までの第１のプリパルスレーザ光３１ｆｐ及び第２のプリパルスレーザ光３１ｓｐの光軸制御を共通化し、制御を簡略化することができる。

[0128] また、ビームスプリッタ４１５が第１のプリパルスレーザ光３１ｆｐの光路と第２のプリパルスレーザ光３１ｓｐの光路とを分離させることにより、第１のプリパルスレーザ光３１ｆｐの光路位置を、高速アクチュエータ４１１によって精度よく制御することができる。また、ビームコンバイナ４１３が第１のプリパルスレーザ光３１ｆｐ及び第２のプリパルスレーザ光３１ｓｐの光路の中心軸を再びほぼ一致させることにより、これらのプリパルスレーザ光をプラズマ生成領域２５の近傍に集光することができる。

[0129] ８．制御部の構成

図１５は、制御部の概略構成を示すブロック図である。

上述した実施の形態におけるＥＵＶ光生成制御部５等の制御部は、コンピュータやプログラマブルコントローラ等汎用の制御機器によって構成されてもよい。例えば、以下のように構成されてもよい。

[0130] （構成）

制御部は、処理部１０００と、処理部１０００に接続される、ストレージメモリ１００５と、ユーザインターフェイス１０１０と、パラレルＩ／Ｏコントローラ１０２０と、シリアルＩ／Ｏコントローラ１０３０と、Ａ／Ｄ、Ｄ／Ａコンバータ１０４０とによって構成されてもよい。また、処理部１０００は、ＣＰＵ１００１と、ＣＰＵ１００１に接続された、メモリ１００２と、タイマー１００３と、ＧＰＵ１００４とから構成されてもよい。

[0131] (動作)

処理部１０００は、ストレージメモリ１００５に記憶されたプログラムを読み出してもよい。また、処理部１０００は、読み出したプログラムを実行したり、プログラムの実行に従ってストレージメモリ１００５からデータを読み出したり、ストレージメモリ１００５にデータを記憶させたりしてもよい。

[0132] パラレルＩ／Ｏコントローラ１０２０は、パラレルＩ／Ｏポートを介して通信可能な機器１０２１～１０２ｘに接続されてもよい。パラレルＩ／Ｏコントローラ１０２０は、処理部１０００がプログラムを実行する過程で行うパラレルＩ／Ｏポートを介した、デジタル信号による通信を制御してもよい。

[0133] シリアルＩ／Ｏコントローラ１０３０は、シリアルＩ／Ｏポートを介して通信可能な機器１０３１～１０３ｘに接続されてもよい。シリアルＩ／Ｏコントローラ１０３０は、処理部１０００がプログラムを実行する過程で行うシリアルＩ／Ｏポートを介した、デジタル信号による通信を制御してもよい。

[0134] Ａ／Ｄ、Ｄ／Ａコンバータ１０４０は、アナログポートを介して通信可能な機器１０４１～１０４ｘに接続されてもよい。Ａ／Ｄ、Ｄ／Ａコンバータ１０４０は、処理部１０００がプログラムを実行する過程で行うアナログポートを介した、アナログ信号による通信を制御してもよい。

[0135] ユーザインターフェイス１０１０は、オペレータが処理部１０００によるプログラムの実行過程を表示したり、オペレータによるプログラム実行の中止や割り込み処理を処理部１０００に行わせたりするよう構成されてもよい。

。

[0136] 処理部1000のCPU1001はプログラムの演算処理を行ってもよい。メモリ1002は、CPU1001がプログラムを実行する過程で、プログラムの一時記憶や、演算過程でのデータの一時記憶を行ってもよい。タイマー1003は、時刻や経過時間を計測し、プログラムの実行に従ってCPU1001に時刻や経過時間を出力してもよい。GPU1004は、処理部1000に画像データが入力された際、プログラムの実行に従って画像データを処理し、その結果をCPU1001に出力してもよい。

[0137] パラレルI/Oコントローラ1020に接続される、パラレルI/Oポートを介して通信可能な機器1021～102xは、レーザ装置3、露光装置6、他の制御部等であってもよい。

シリアルI/Oコントローラ1030に接続される、シリアルI/Oポートを介して通信可能な機器1031～103xは、ターゲット供給部26、レーザ光集光光学系アクチュエータ84、高速アクチュエータ411等であってもよい。

A/D、D/Aコンバータ1040に接続される、アナログポートを介して通信可能な機器1041～104xは、EUV光センサ70c～70e等の各種センサであってもよい。

以上のように構成されることで、制御部は各実施形態に示された動作を実現可能であってもよい。

[0138] 上記の説明は、制限ではなく単なる例示を意図したものである。従って、添付の特許請求の範囲を逸脱することなく本開示の実施形態に変更を加えることができることは、当業者には明らかであろう。

[0139] 本明細書及び添付の特許請求の範囲全体で使用される用語は、「限定的でない」用語と解釈されるべきである。例えば、「含む」又は「含まれる」という用語は、「含まれるものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。「有する」という用語は、「有するものとして記載されたものに限定されない」と解釈されるべきである。また、本明細書及び添付

の特許請求の範囲に記載される修飾句「１つの」は、「少なくとも１つ」又は「１又はそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。

請求の範囲

- [請求項1] 所定の領域においてターゲットに照射されて二次ターゲットを生成するための第1のパルスレーザ光と、前記所定の領域において前記二次ターゲットに照射されてプラズマを生成するための第2のパルスレーザ光と、が入射するためのウインドウを有するチャンバと、
前記第1のパルスレーザ光を反射するミラーと、
前記ミラーの位置又は姿勢を制御する第1のアクチュエータと、
前記ミラーによって反射された前記第1のパルスレーザ光と、前記第2のパルスレーザ光と、の光路をほぼ一致させて出力するビームコンバイナと、
前記ビームコンバイナから出力された前記第1のパルスレーザ光及び前記第2のパルスレーザ光を、前記所定の領域に向けて出力する反射光学系と、
前記反射光学系の位置又は姿勢を制御する第2のアクチュエータと、
前記第1のパルスレーザ光の前記所定の領域の近傍における光路位置を検出するための検出データをそれぞれ出力する複数のセンサと、
前記検出データに基づいて、前記第1のアクチュエータを制御し、前記第1のアクチュエータの制御値に基づいて、前記第2のアクチュエータを制御するコントローラと、
を備える極端紫外光生成装置。
- [請求項2] 前記複数のセンサは、前記第1のパルスレーザ光の前記所定の領域の近傍における光路軸と垂直な1つの平面内に配置された、
請求項1記載の極端紫外光生成装置。
- [請求項3] 前記複数のセンサは、前記プラズマから放出される光をそれぞれ受光して前記検出データをそれぞれ出力する、
請求項1記載の極端紫外光生成装置。
- [請求項4] 前記複数のセンサは、前記二次ターゲットをそれぞれ撮像して前記

検出データをそれぞれ出力する、

請求項 1 記載の極端紫外光生成装置。

[請求項5] 前記反射光学系は、前記第 1 のパルスレーザ光及び前記第 2 のパルスレーザ光を、前記所定の領域に集光する光学系である、
請求項 1 記載の極端紫外光生成装置。

[請求項6] 前記コントローラは、前記第 1 のアクチュエータを、前記第 2 のアクチュエータよりも高い頻度で制御する、
請求項 1 記載の極端紫外光生成装置。

[請求項7] 前記第 1 のアクチュエータの応答速度は、前記第 2 のアクチュエータの応答速度よりも早い、
請求項 1 記載の極端紫外光生成装置。

[請求項8] 前記第 1 のアクチュエータによる光路調整範囲よりも、前記第 2 のアクチュエータによる光路調整範囲が広い、
請求項 1 記載の極端紫外光生成装置。

[請求項9] 所定の領域においてターゲットに照射されて二次ターゲットを生成するための第 1 のパルスレーザ光と、前記所定の領域において前記二次ターゲットに照射されてプラズマを生成するための複数の第 2 のパルスレーザ光と、が入射するためのウインドウを有するチャンバと、
前記第 1 のパルスレーザ光を反射するミラーと、
前記ミラーの位置又は姿勢を制御する第 1 のアクチュエータと、
前記ミラーによって反射された前記第 1 のパルスレーザ光と、前記複数の第 2 のパルスレーザ光と、の光路をほぼ一致させて出力する少なくとも 1 つのビームコンバイナと、
前記ビームコンバイナから出力された前記第 1 のパルスレーザ光及び前記複数の第 2 のパルスレーザ光を、前記所定の領域に向けて出力する反射光学系と、
前記反射光学系の位置又は姿勢を制御する第 2 のアクチュエータと、

前記第 1 のパルスレーザ光の前記所定の領域の近傍における光路位置を検出するための検出データをそれぞれ出力する複数のセンサと、
前記検出データに基づいて、前記第 1 のアクチュエータを制御し、
前記第 1 のアクチュエータの制御値に基づいて、前記第 2 のアクチュエータを制御するコントローラと、
を備える極端紫外光生成装置。

[請求項10]

前記第 1 のパルスレーザ光は、第 1 のプリパルスレーザ光を含み、
前記複数の第 2 のパルスレーザ光は、第 2 のプリパルスレーザ光とメインパルスレーザ光とを含み、
前記第 2 のプリパルスレーザ光は、前記二次ターゲットに照射され、
前記メインパルスレーザ光は、前記第 2 のプリパルスレーザ光が前記二次ターゲットに照射された後に前記二次ターゲットに照射される、
請求項 9 記載の極端紫外光生成装置。

[請求項11]

前記少なくとも 1 つのビームコンバイナは、
前記ミラーによって反射された前記第 1 のプリパルスレーザ光と、
前記第 2 のプリパルスレーザ光と、の光路をほぼ一致させて出力する第 1 のビームコンバイナと、
前記第 1 のビームコンバイナから出力された前記第 1 のプリパルスレーザ光と、前記第 1 のビームコンバイナから出力された前記第 2 のプリパルスレーザ光と、前記メインパルスレーザ光と、の光路をほぼ一致させて出力する第 2 のビームコンバイナと、
を含む、請求項 10 記載の極端紫外光生成装置。

[請求項12]

前記第 1 のプリパルスレーザ光と、前記第 2 のプリパルスレーザ光と、の光路をほぼ一致させて出力する第 3 のビームコンバイナと、
前記第 3 のビームコンバイナから出力された前記第 1 のプリパルスレーザ光を前記ミラーへの第 1 の光路に沿って出力し、前記第 3 のビ

ームコンバイナから出力された前記第2のプリパルスレーザ光を前記第1のビームコンバイナへの第2の光路に沿って出力するビームスプリッタと、

をさらに備える、請求項1記載の極端紫外光生成装置。

[請求項13] 前記複数のセンサは、前記第2のプリパルスレーザ光が前記二次ターゲットに照射される前の前記二次ターゲットをそれぞれ撮像して前記検出データをそれぞれ出力する、
請求項10記載の極端紫外光生成装置。

[請求項14] 前記複数のセンサは、前記第2のプリパルスレーザ光が前記二次ターゲットに照射された後の前記二次ターゲットをそれぞれ撮像して前記検出データをそれぞれ出力する、
請求項10記載の極端紫外光生成装置。

[請求項15] 前記複数のセンサは、前記第1のパルスレーザ光の前記所定の領域の近傍における光路軸と垂直な1つの平面内に配置された、
請求項9記載の極端紫外光生成装置。

[請求項16] 前記複数のセンサは、前記プラズマから放出される光をそれぞれ受光して前記検出データをそれぞれ出力する、
請求項9記載の極端紫外光生成装置。

[請求項17] 前記反射光学系は、前記第1のパルスレーザ光及び前記複数の第2のパルスレーザ光を、前記所定の領域に集光する光学系である、
請求項9記載の極端紫外光生成装置。

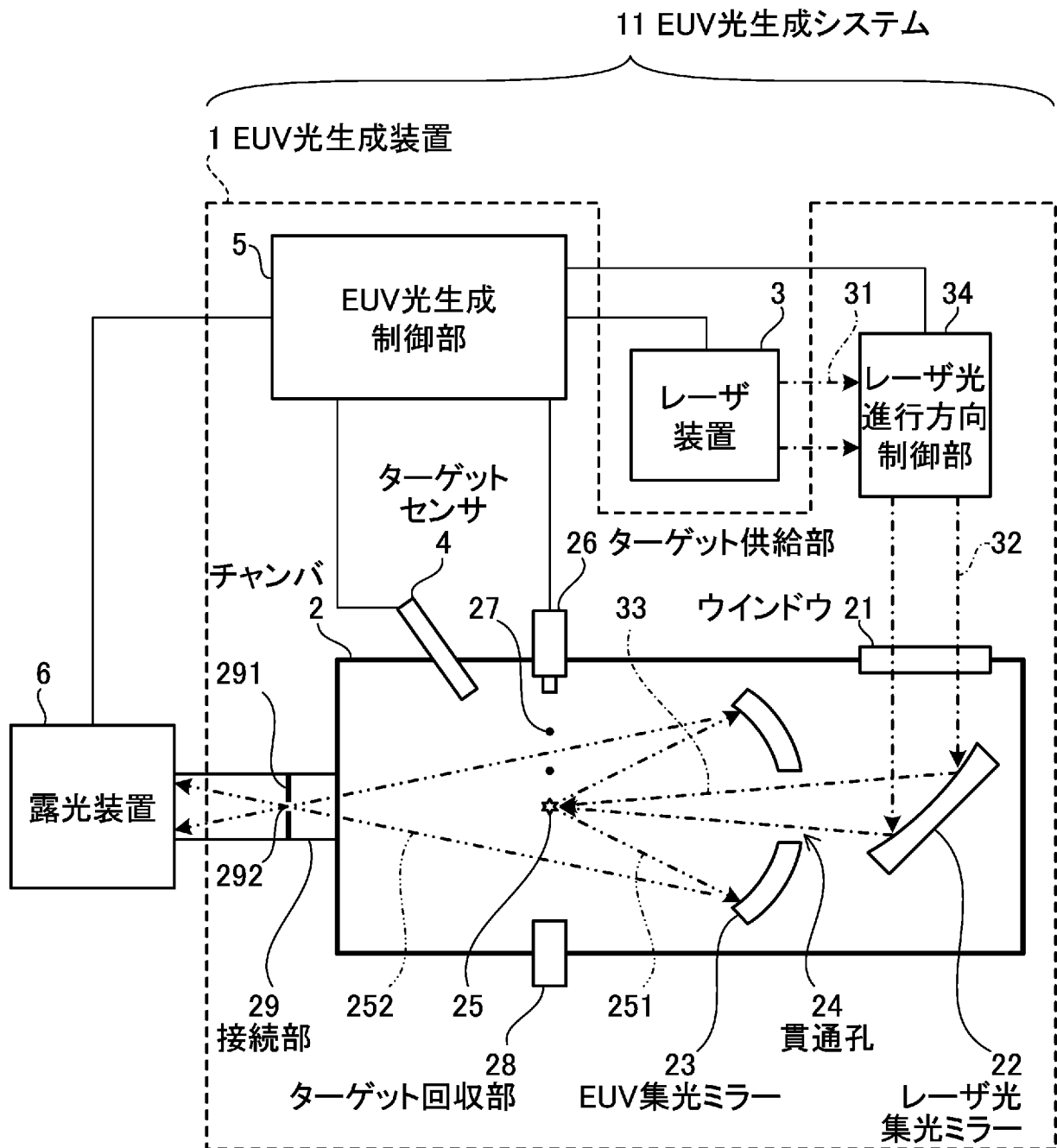
[請求項18] 前記コントローラは、前記第1のアクチュエータを、前記第2のアクチュエータよりも高い頻度で制御する、
請求項9記載の極端紫外光生成装置。

[請求項19] 前記第1のアクチュエータの応答速度は、前記第2のアクチュエータの応答速度よりも早い、
請求項9記載の極端紫外光生成装置。

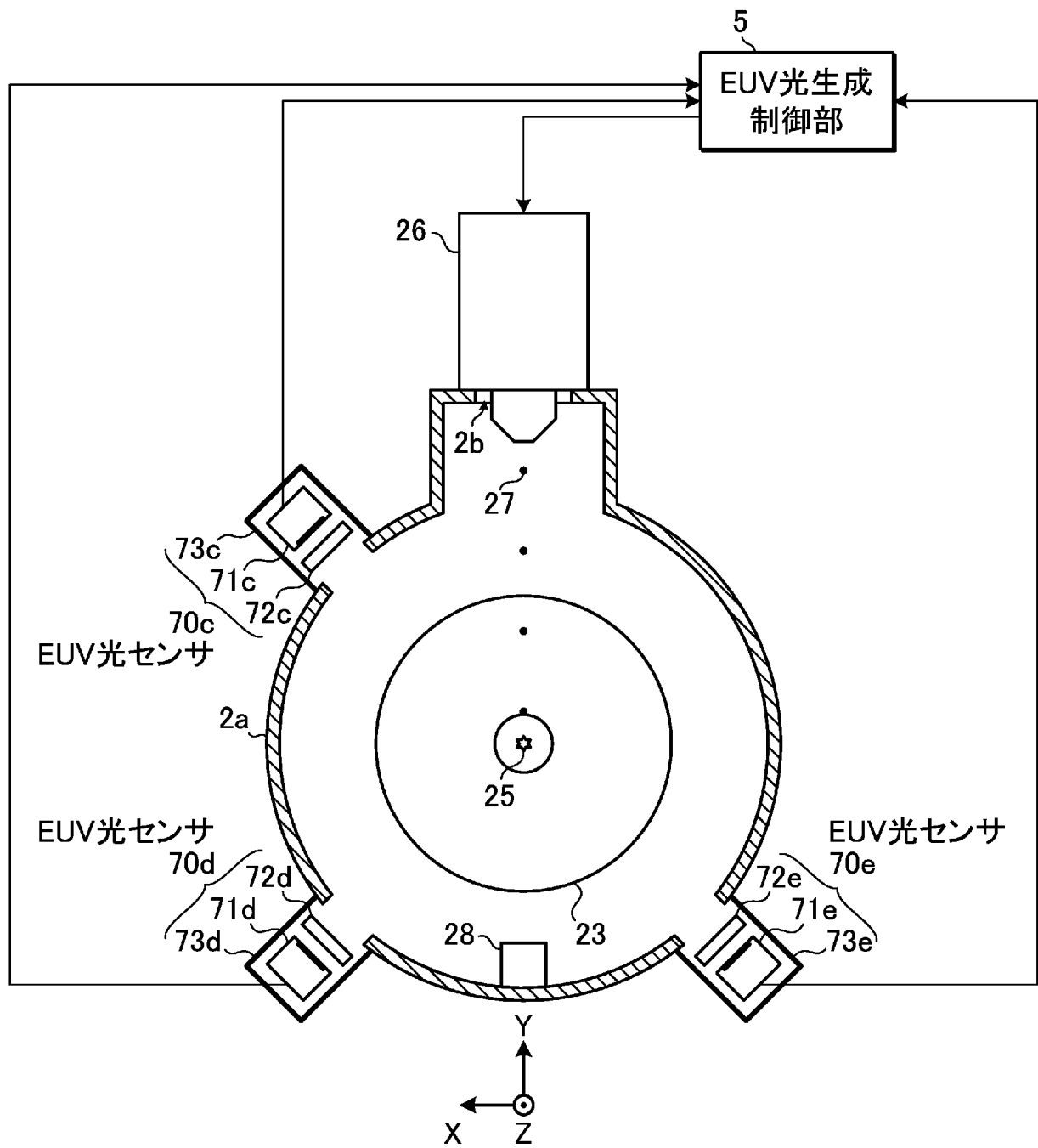
[請求項20] 前記第1のアクチュエータによる光路調整範囲よりも、前記第2の

アクチュエータによる光路調整範囲が広い、
請求項 9 記載の極端紫外光生成装置。

[図1]



[図3]



[図4]

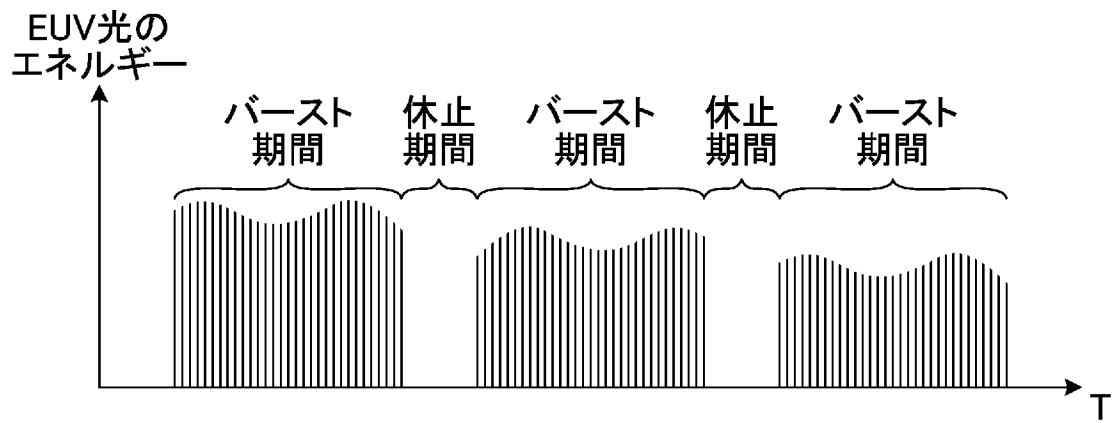


図4A

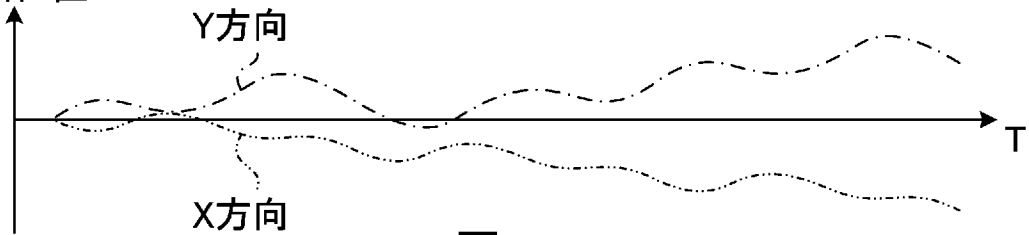
パルスレーザー光の
光路位置

図4B

[図5]

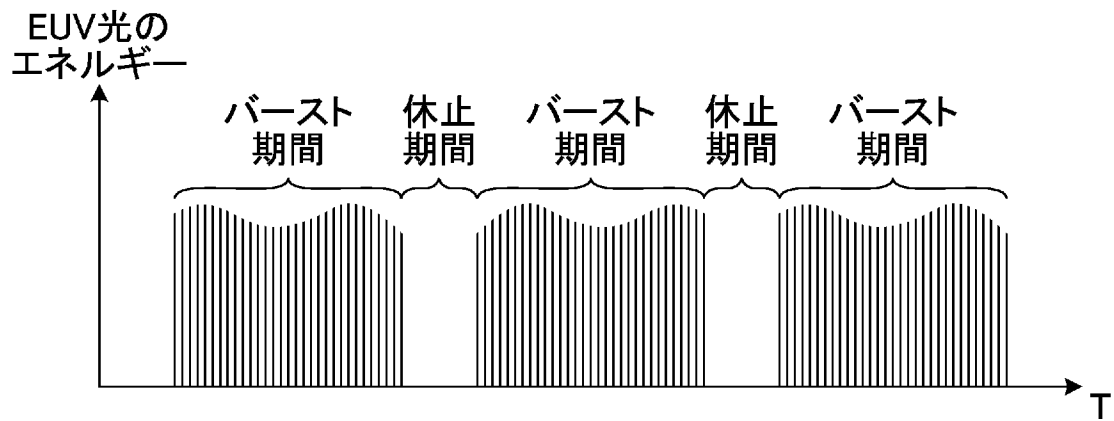


図5A

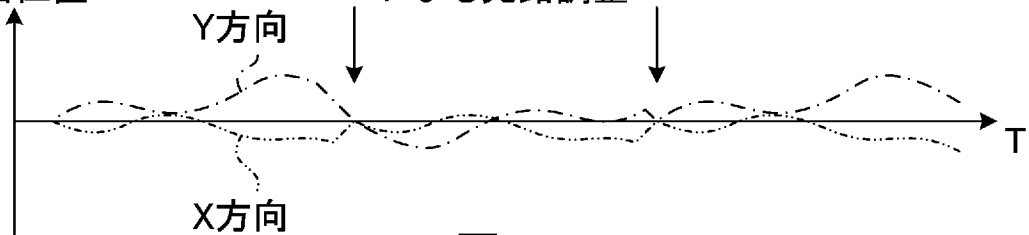
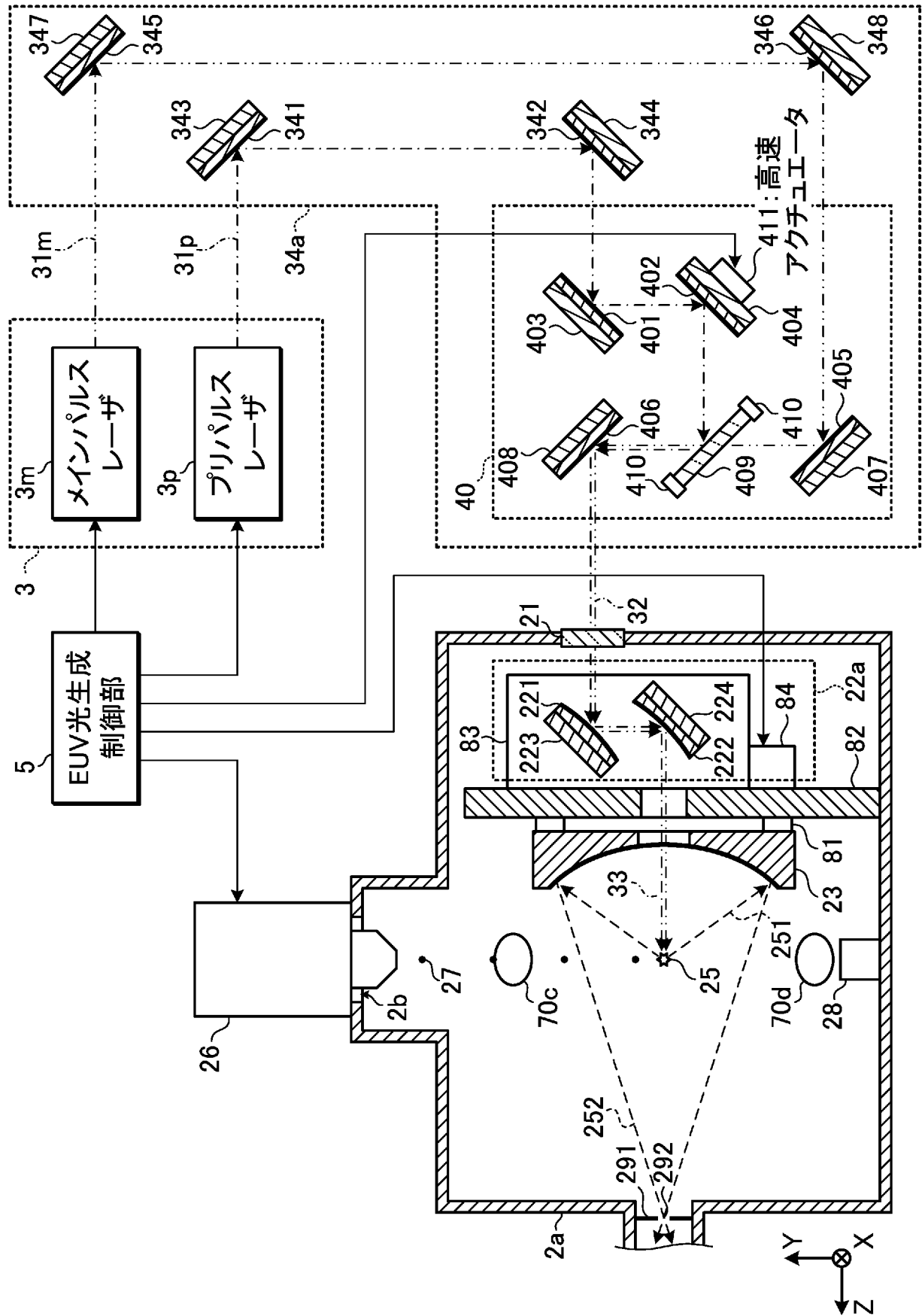
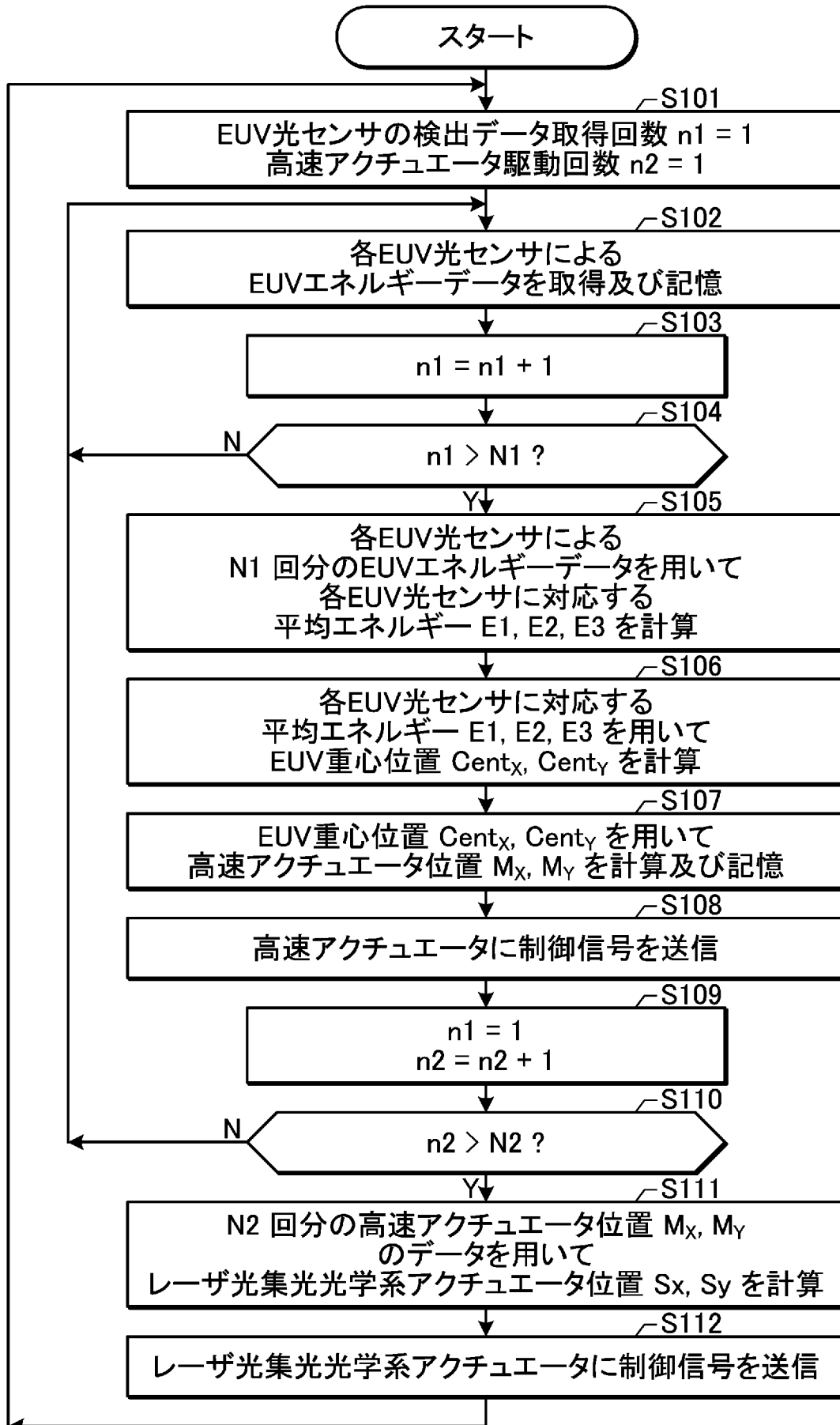
パルスレーザー光の
光路位置レーザー集光光学系アクチュエータ
による光路調整

図5B

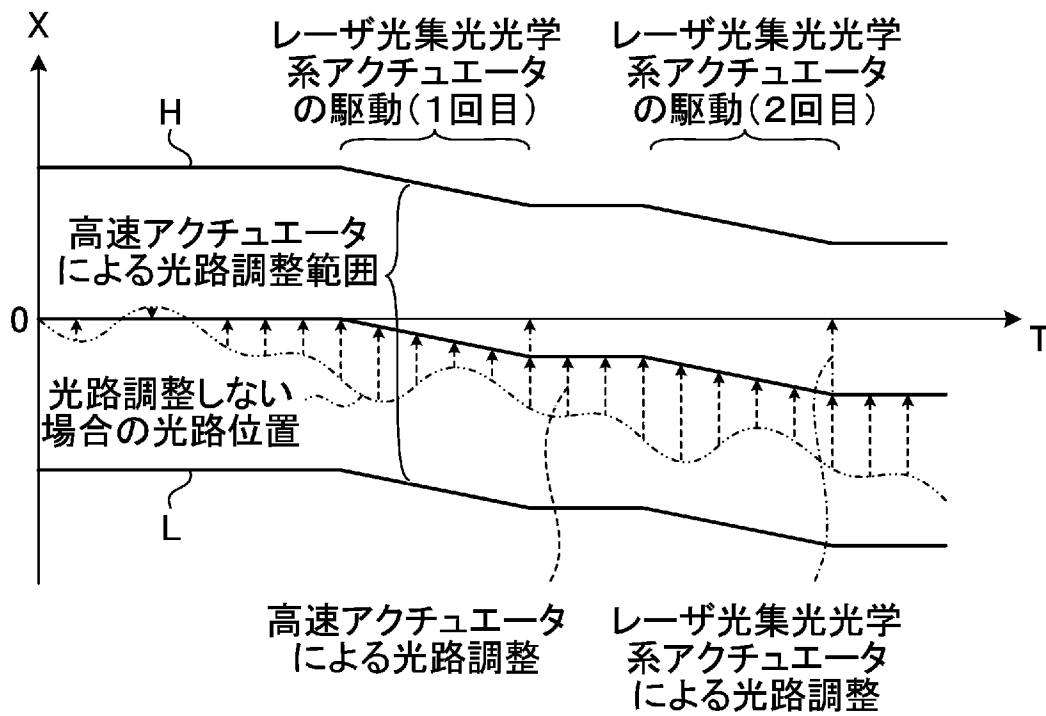
[図6]



[図7]



[図8]



[図9]

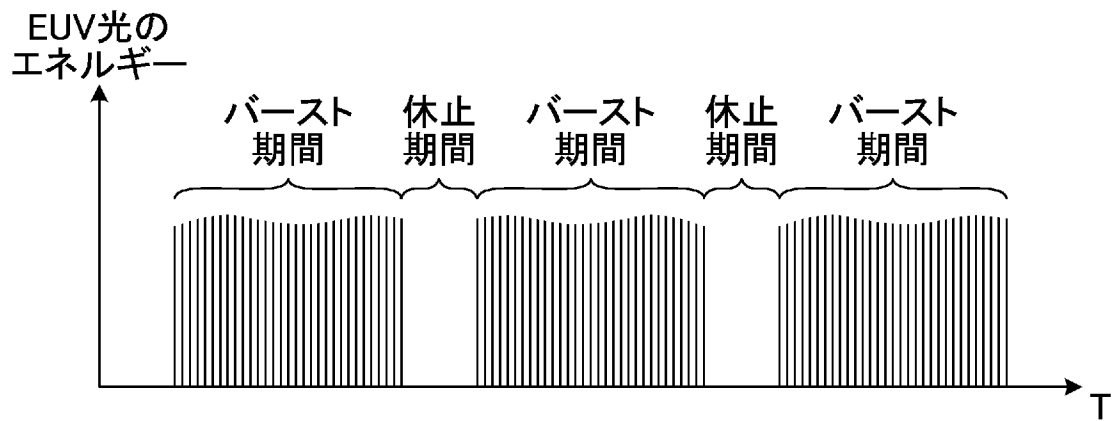


図9A

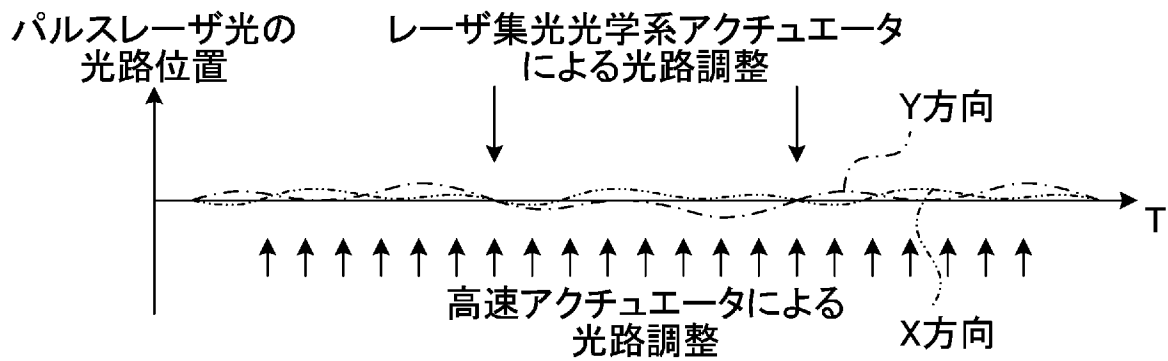
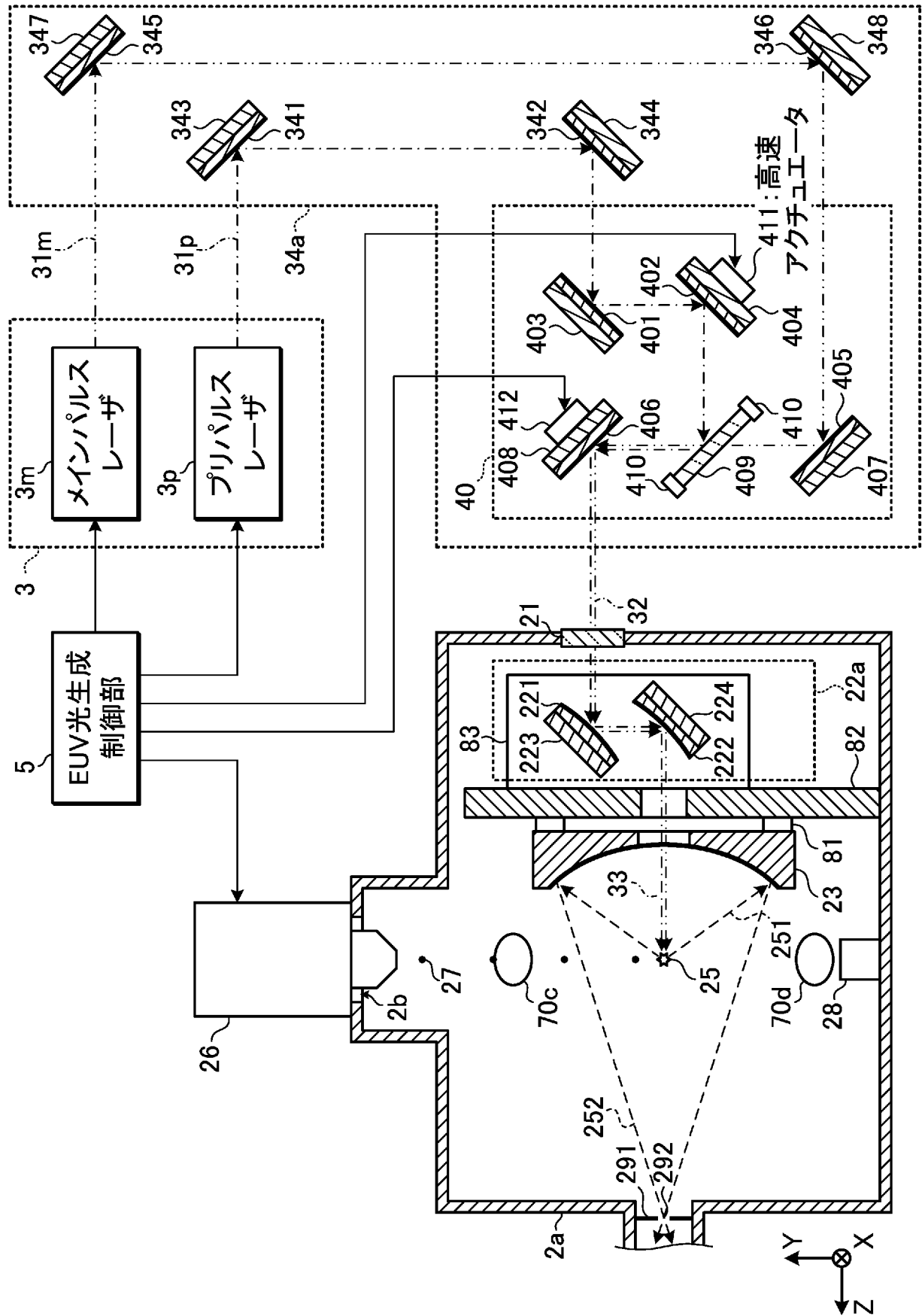
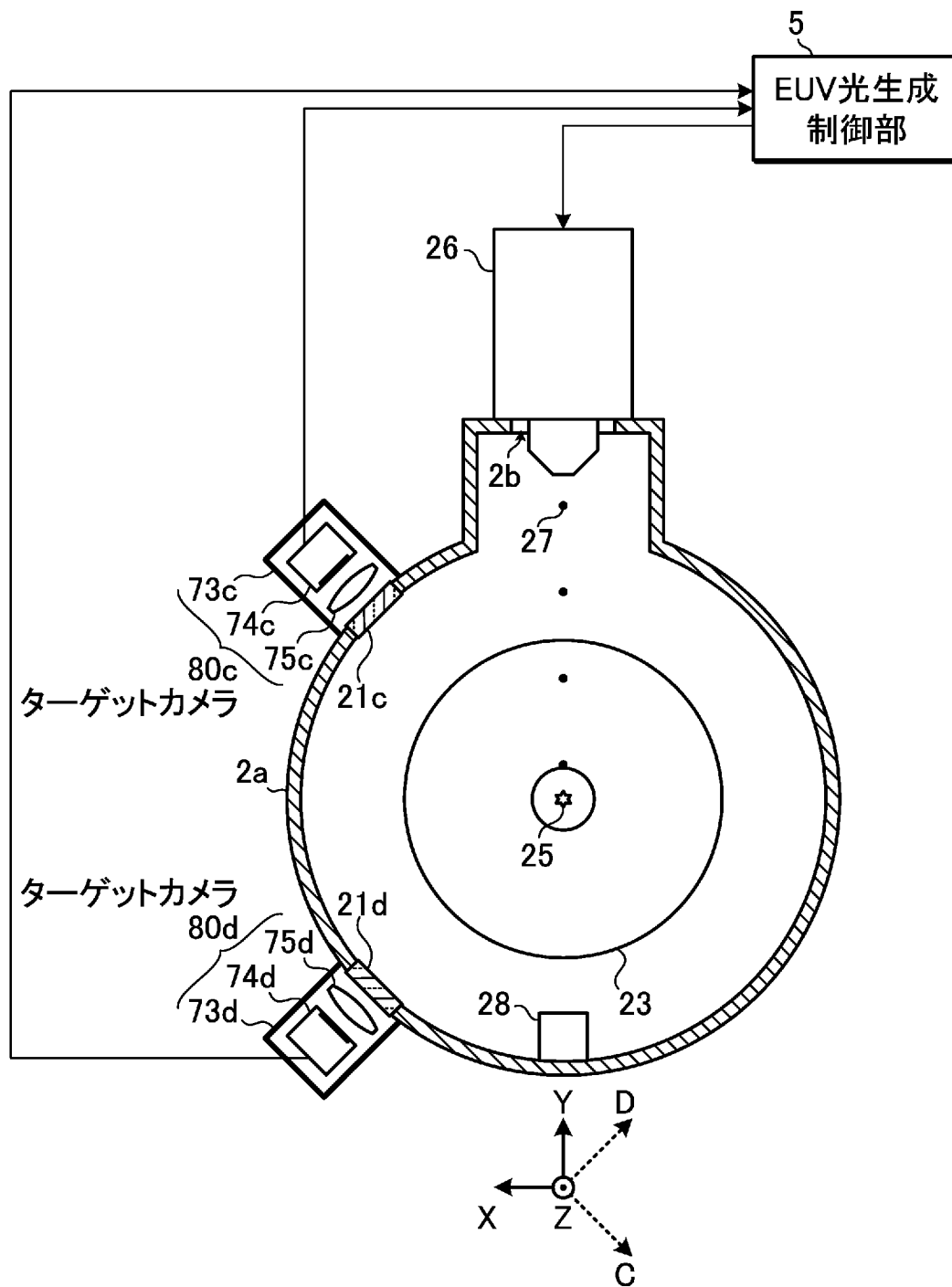


図9B

〔圖10〕



[図11]



[図12]

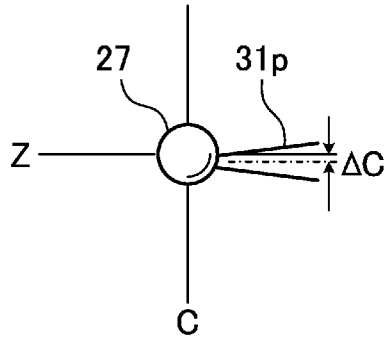


図12A

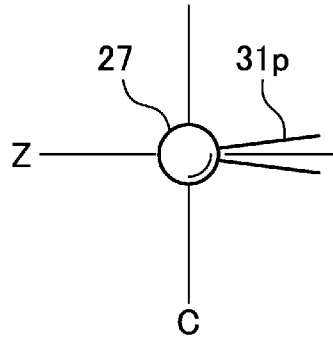


図12D

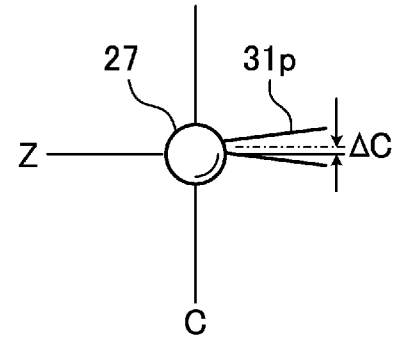


図12G

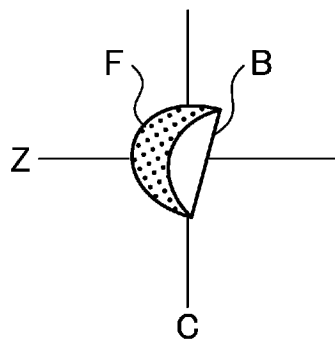


図12B

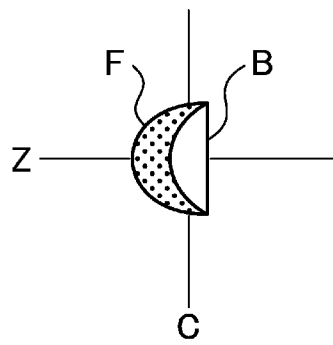


図12E

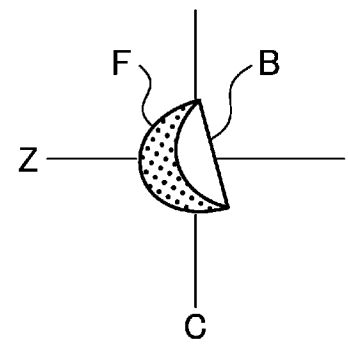


図12H

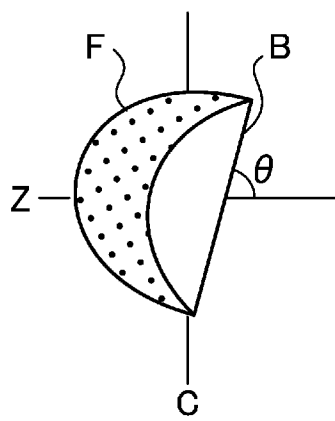


図12C

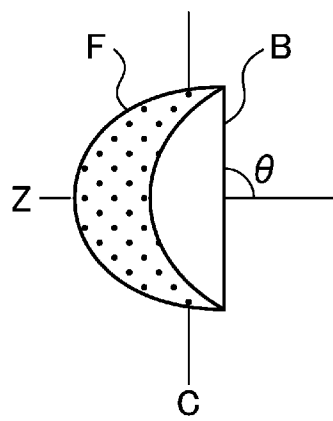


図12F

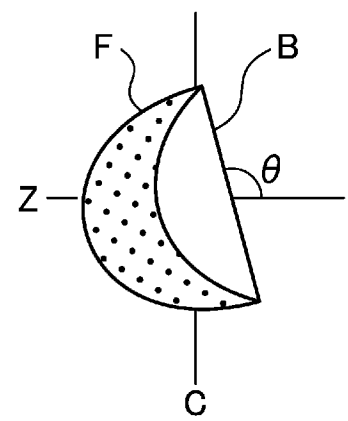
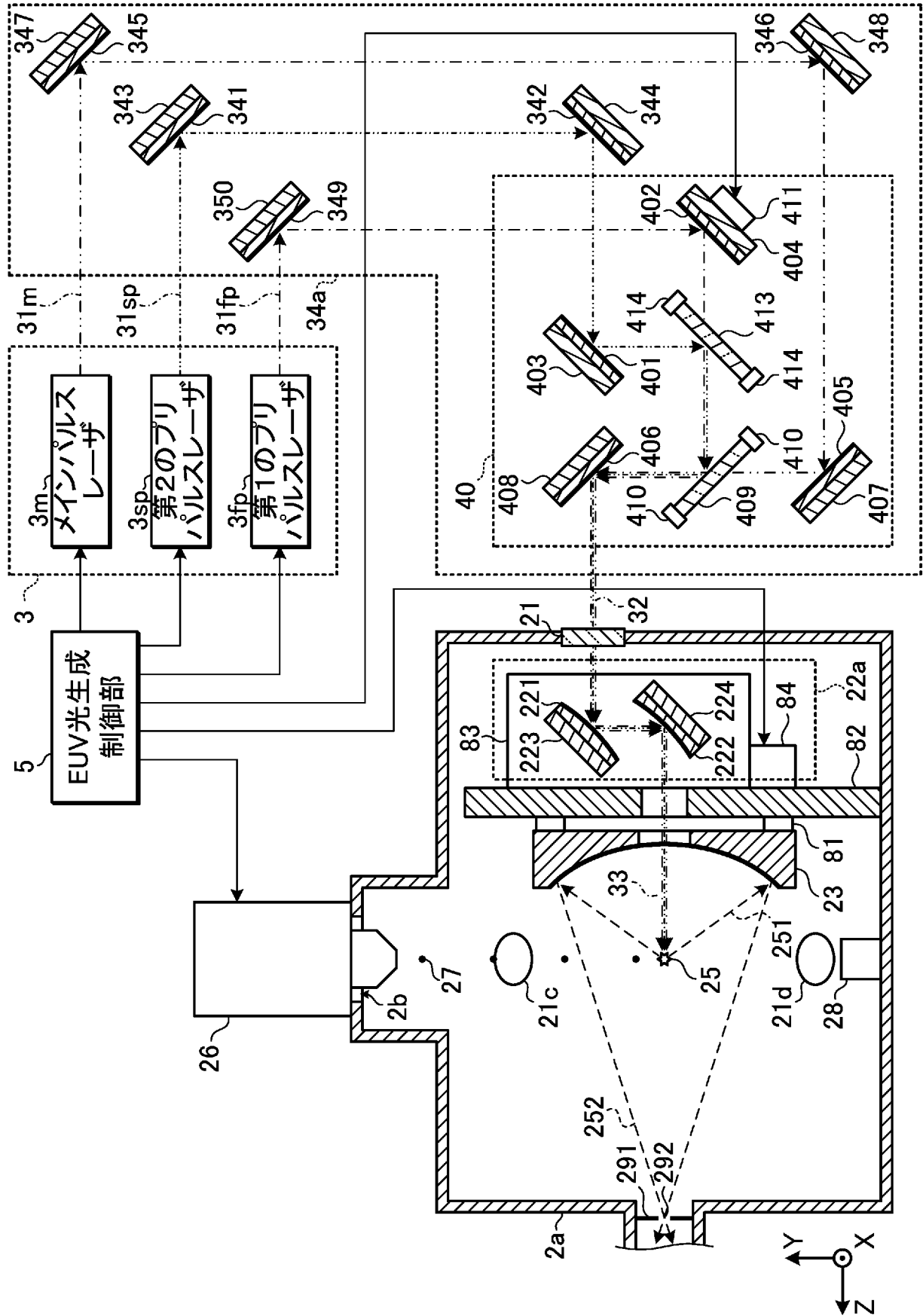
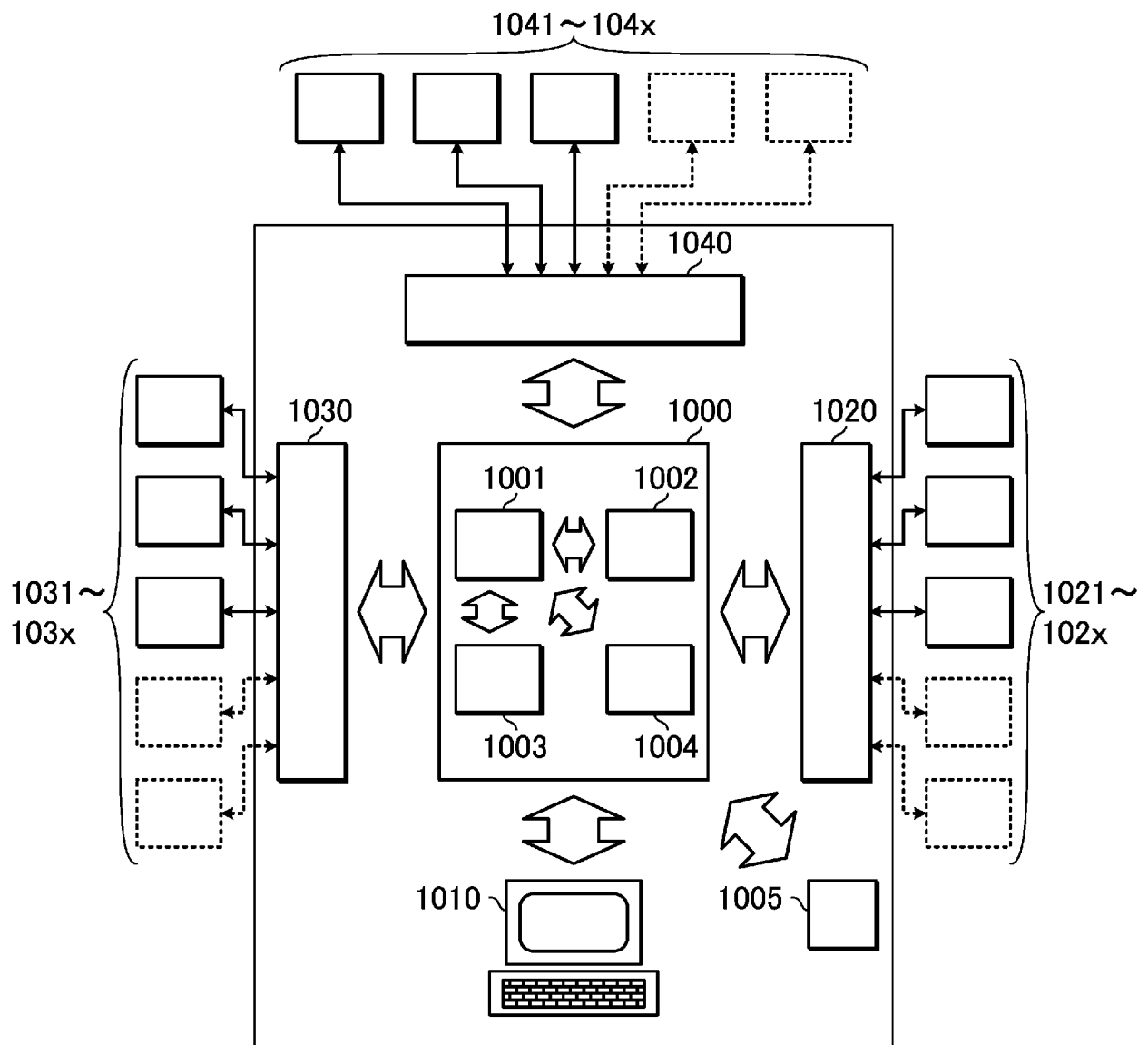


図12I

[図13]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/081825

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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	WO 2015/029137 A1 (Gigaphoton Inc.), 05 March 2015 (05.03.2015), paragraphs [0020] to [0112]; fig. 1 to 16 & US 2016/0135276 A1 paragraphs [0062] to [0181]; fig. 1 to 16	1-20
A	JP 2015-15251 A (Gigaphoton Inc.), 22 January 2015 (22.01.2015), paragraphs [0067] to [0094]; fig. 12, 21 to 32 & US 2012/0175533 A1 paragraphs [0116] to [0143]; fig. 12, 21 to 32 & WO 2011/013779 A1 & JP 5612579 B2	1-20

☒ 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
10 January 2017 (10.01.17)

Date of mailing of the international search report
24 January 2017 (24.01.17)

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/JP2016/081825

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 2014-534559 A (ASML Netherlands B.V.), 18 December 2014 (18.12.2014), paragraphs [0100] to [0114]; fig. 3 to 6 & US 2015/0261095 A1 paragraphs [0113] to [0127]; fig. 3 to 6 & WO 2013/050212 A1 & NL 2009426 A & TW 001319759 A & KR 10-2014-0071490 A & CN 103843463 A	1-20
A	JP 2013-69655 A (Gigaphoton Inc.), 18 April 2013 (18.04.2013), paragraphs [0053] to [0084]; fig. 6 to 8 & US 2013/0105713 A1 paragraphs [0069] to [0097]; fig. 6 to 8 & WO 2012/133720 A1 & TW 001306668 A & KR 10-2014-0043067 A	1-20
A	JP 2012-199512 A (Gigaphoton Inc.), 18 October 2012 (18.10.2012), paragraphs [0072] to [0087]; fig. 14 & US 2012/0228525 A1 paragraphs [0111] to [0126]; fig. 14	1-20
A	JP 2012-134447 A (Komatsu Ltd.), 12 July 2012 (12.07.2012), paragraphs [0013] to [0033]; fig. 1 to 3 & US 2013/0015319 A1 paragraphs [0077] to [0100]; fig. 1 to 3 & WO 2012/073087 A1	1-20

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 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 (IPC))

Int.Cl. G03F7/20

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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	WO 2015/029137 A1 (ギガフォトン株式会社) 2015.03.05, [0020]-[0112], 図1-図16 & US 2016/0135276 A1, [0062]-[0181], 図1-図16	1-20
A	JP 2015-15251 A (ギガフォトン株式会社) 2015.01.22, [0067]-[0094], 図12, 図21-図32 & US 2012/0175533 A1, [0116]-[0143], 図12, 図21-図32 & WO 2011/013779 A1 & JP 5612579 B2	1-20

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

10.01.2017

国際調査報告の発送日

24.01.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

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)

植木 隆和

2G

3706

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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 2014-534559 A (エーエスエムエル ネザーランズ ビー. ブイ.) 2014. 12. 18, [0 1 0 0]-[0 1 1 4], 図 3 - 図 6 & US 2015/0261095 A1, [0 1 1 3]-[0 1 2 7], 図 3 - 図 6 & WO 2013/050212 A1 & NL 2009426 A & TW 001319759 A & KR 10-2014-0071490 A & CN 103843463 A	1-20
A	JP 2013-69655 A (ギガフォトン株式会社) 2013. 04. 18, [0 0 5 3]-[0 0 8 4], 図 6 - 図 8 & US 2013/0105713 A1, [0 0 6 9]-[0 0 9 7], 図 6 - 図 8 & WO 2012/133720 A1 & TW 001306668 A & KR 10-2014-0043067 A	1-20
A	JP 2012-199512 A (ギガフォトン株式会社) 2012. 10. 18, [0 0 7 2]-[0 0 8 7], 図 1 4 & US 2012/0228525 A1, [0 1 1 1]-[0 1 2 6], 図 1 4	1-20
A	JP 2012-134447 A (株式会社小松製作所) 2012. 07. 12, [0 0 1 3]-[0 0 3 3], 図 1 - 図 3 & US 2013/0015319 A1, [0 0 7 7]-[0 1 0 0], 図 1 - 図 3 & WO 2012/073087 A1	1-20