

(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
2015年11月5日(05.11.2015)



(10) 国際公開番号

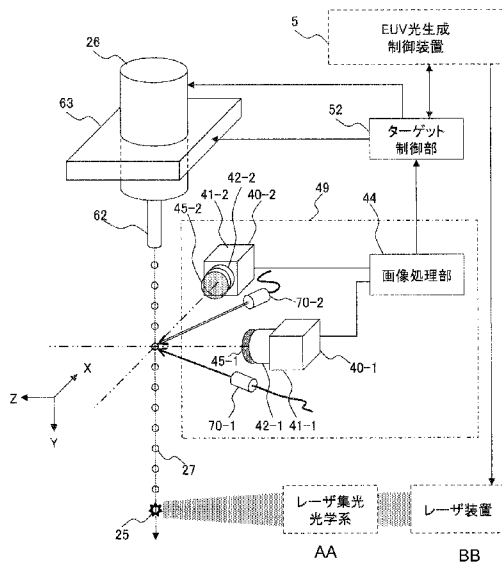
WO 2015/166524 A1

- (51) 国際特許分類:
H05G 2/00 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/061815
- (22) 国際出願日: 2014年4月28日(28.04.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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: 井町 尚義(IMACHI, Naoyoshi); 〒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). 若林 理(WAKABAYASHI, Osamu); 〒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: 特許業務法人藤央特許事務所(TOU-OU PATENT FIRM); 〒1050001 東京都港区虎ノ門一丁目16番4号アーバン虎ノ門ビル 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, 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, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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).

[続葉有]

(54) Title: EXTREME ULTRAVIOLET LIGHT GENERATION APPARATUS

(54) 発明の名称: 極端紫外光生成装置



- 5 EUV light generation control apparatus
44 Image processing unit
52 Target control unit
AA Laser condensing optical system
BB Laser apparatus

(57) Abstract: This extreme ultraviolet light generation apparatus may include: a target supply unit that supplies a target from a nozzle; a first illuminating apparatus, which outputs light having first characteristics, and which illuminates the target outputted from the nozzle; a second illuminating apparatus, which outputs light having second characteristics that are different from the first characteristics, and which illuminates the target outputted from the nozzle; a first image pickup apparatus that photographs the target illuminated with the light having the first characteristics; and a second image pickup apparatus that photographs the target illuminated with the light having the second characteristics.

(57) 要約: 極端紫外光生成装置は、ノズルから前記ターゲットを供給するターゲット供給部と、第1の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第1の照明装置と、前記第1の特性と異なる第2の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第2の照明装置と、前記第1の特性の光で照明されたターゲットを撮影する第1の撮像装置と、前記第2の特性の光で照明されたターゲットを撮影する第2の撮像装置と、を含んでもよい。

WO 2015/166524 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

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）光を生成するための装置と縮小投影反射光学系（reduced projection reflective 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、ターゲット材料にレーザ光を照射することによって生成されるプラズマを用いたLPP（Laser Produced Plasma）方式の装置と、放電によって生成されるプラズマを用いたDPP（Discharge Produced Plasma）方式の装置と、軌道放射光を用いたSR（Synchrotron Radiation）方式の装置との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：米国特許第7164144号

特許文献2：米国特許第7087914号

特許文献3：米国特許公開第2010／294958号

概要

[0005] 本開示の一例の極端紫外光生成装置は、ノズルからターゲットを供給するターゲット供給部と、第1の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第1の照明装置と、前記第1の特性と異なる第2の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第2

の照明装置と、前記第 1 の特性の光で照明されたターゲットを撮影する第 1 の撮像装置と、前記第 2 の特性の光で照明されたターゲットを撮影する第 2 の撮像装置と、を含んでもよい。

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 方式の 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、ターゲット軌道計測装置を含む極端紫外光生成装置の比較例を示す。

[図3]図 3 は、ターゲットの軌道を計測して、目標のプラズマ生成領域の中心点を軌道が通過するように制御する制御システムの実施形態を示す。

[図4]図 4 は、2 方向から光を照射されたターゲットの画像を示す。

[図5]図 5 は、互いに異なる波長の照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置の実施形態を示す。

[図6]図 6 は、互いに異なるタイミングで照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置の実施形態を示す。

[図7]図 7 は、照明装置及び撮像装置の動作タイミングを示す。

[図8]図 8 は、互いに異なる偏光の照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置の実施形態を示す。

実施形態

[0007] <内容>

1. 概要
2. 用語の説明
3. E U V 光生成システムの全体説明
4. ターゲット軌道計測装置を含む極端紫外光生成装置
5. 実施形態 1 : 互いに異なる波長の照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置

6. 実施形態2：互いに異なるタイミングで照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置

7. 実施形態3：互いに異なる偏波の光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置

[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. 概要

従来の軌道制御システムでは、ターゲットの軌道を計測する際に、2方向からターゲットに光を照射し、2方向からターゲットの軌道を計測していた。このため、二つの照明光によって照明されたターゲットの軌道の二つの画像が計測され、ターゲットの軌道の計測精度が悪化することがあり得た。

[0010] 本開示の一例の極端紫外光生成装置は、ノズルからターゲットを供給するターゲット供給部と、第1の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第1の照明装置と、前記第1の特性と異なる第2の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第2の照明装置と、前記第1の特性の光で照明されたターゲットを撮影する第1の撮像装置と、前記第2の特性の光で照明されたターゲットを撮影する第2の撮像装置と、を含んでもよい。

[0011] 二つの照明装置が互いに異なる特性の光をターゲットに照射して、二つの撮像装置が異なる特性の光を撮影して、ターゲットの軌道を計測するので、ターゲットの軌道の計測精度が改善され得る。

[0012] 2. 用語の説明

本開示において使用される用語を以下に説明する。ターゲットの「軌道」は、ターゲット供給装置から出力されたターゲットの実際の経路である。

[0013] 3. E U V 光生成システムの全体説明

3. 1 構成

図 1 に、例示的な L P P 方式の E U V 光生成システムの構成を概略的に示す。E U V 光生成装置 1 は、少なくとも一つのレーザ装置 3 と共に用いられてもよい。本願においては、E U V 光生成装置 1 及びレーザ装置 3 を含むシステムを、E U V 光生成システム 1 1 と称する。図 1 に示し、かつ、以下に詳細に説明するように、E U V 光生成装置 1 は、チャンバ 2、ターゲット供給部 2 6 を含んでもよい。

[0014] 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 2 6 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 2 6 から供給されるターゲットの材料は、スズ、テルビウム、ガドリニウム、リチウム、キセノン、又は、それらの内のいずれか二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。

[0015] チャンバ 2 の壁には、少なくとも一つの貫通孔が設けられてもよい。その貫通孔には、ウィンドウ 2 1 が設けられてもよく、ウィンドウ 2 1 をレーザ装置 3 から出力されるパルスレーザ光 3 2 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 E U V 光集光ミラー 2 3 が配置されてもよい。E U V 光集光ミラー 2 3 は、第 1 及び第 2 の焦点を有し得る。

[0016] E U V 光集光ミラー 2 3 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もよい。E U V 光集光ミラー 2 3 は、例えば、その第 1 の焦点がプラズマ生成領域 2 5 に位置し、その第 2 の焦点が中間集光点 (I F) 2 9 2 に位置するように配置されるのが好ましい。E U V 光集光ミラー 2 3 の中央部には貫通孔 2 4 が設けられていてもよく、貫通孔 2 4 をパルスレーザ光 3 3 が通過してもよい。

[0017] E U V 光生成装置 1 は、E U V 光生成制御部 5、ターゲットセンサ 4 等を含んでもよい。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 2 7 の存在、軌跡、位置、速度の少なくとも一つを検出するよう構成され

てもよい。ターゲット２７は、ドロップレット２７とも呼ばれ得る。

[0018] また、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光集光ミラー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。

[0019] 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器２８等を含んでもよい。レーザ光進行方向制御部３４は、レーザ光の進行方向を規定するための光学素子と、この光学素子の位置、姿勢等を調整するためのアクチュエータとを備えてもよい。

[0020] ３．２ 動作

図１を参照すると、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としてウィンドウ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、少なくとも一つのレーザ光経路に沿ってチャンバ２内を進み、レーザ光集光ミラー２２で反射されて、パルスレーザ光３３として少なくとも一つのターゲット２７に照射されてもよい。

[0021] ターゲット供給部２６は、ターゲット２７をチャンバ２内部のプラズマ生成領域２５に向けて吐出するよう構成されてもよい。ターゲット２７には、パルスレーザ光３３に含まれる少なくとも一つのパルスが照射されてもよい。パルスレーザ光が照射されたターゲット２７はプラズマ化し、そのプラズマから放射光２５１が放射され得る。

[0022] 放射光２５１に含まれるＥＵＶ光２５２は、ＥＵＶ光集光ミラー２３によって選択的に反射されてもよい。ＥＵＶ光集光ミラー２３によって反射されたＥＵＶ光２５２は、中間集光点２９２で集光され、露光装置６に出力されてもよい。なお、一つのターゲット２７に、パルスレーザ光３３に含まれる複数のパルスが照射されてもよい。

[0023] E U V 光生成制御部 5 は、E U V 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。E U V 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、E U V 光生成制御部 5 は、例えば、ターゲット 2 7 が供給されるタイミング、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。

[0024] さらに、E U V 光生成制御部 5 は、例えば、レーザ装置 3 の発光タイミングの制御、パルスレーザ光 3 2 の進行方向の制御及びパルスレーザ光 3 3 の集光位置の制御の内少なくとも一つを行う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。

[0025] 4. ターゲット軌道計測装置を含む極端紫外光生成装置の比較例

本開示は、ターゲットの軌道計測およびその制御装置を含む極端紫外光生成装置又は方法に関する。本開示の極端紫外光生成装置は、ターゲットの軌道を高精度に計測するターゲット軌道計測装置を含み、ターゲット軌道計測装置の検出結果に基づいて、ターゲットの軌道を制御してもよい。

[0026] 4. 1 構成

図 2 に、ターゲット軌道計測装置を含む極端紫外光生成装置の比較例を模式的に示す。

[0027] E U V 光生成装置 1 は、チャンバ 2 と、レーザ装置 3 と、ビームデリバリーシステム（レーザ光進行方向制御部）3 4 と、E U V 光生成制御部 5 と、ターゲット制御部 5 2 とを含んでもよい。

[0028] E U V チャンバ 2 は、ターゲット供給部 2 6 と、2 軸ステージ 6 3 と、ターゲット軌道計測装置 4 9 と、ウィンドウ 2 1 と、レーザ集光光学系 2 2 A と、プレート 8 3 と、プレート 8 2 と、E U V 光集光ミラーホルダ 8 1 と、E U V 光集光ミラー 2 3 と、ターゲット回収器 2 8 とを含んでもよい。

[0029] ターゲット軌道計測装置 4 9 は、少なくとも二つの照明装置 7 0 と、少なくとも二つの撮像装置 4 0 とを含んでもよい。なお、図 2 では、照明装置 7

0と撮像装置40とは、それぞれ一台のみを図示する。照明装置70は、光源71と、レンズ72と、ウィンドウ73とを含んでもよい。光源71は、例えば、ランプ、LED又はレーザ光源でもよい。レンズ72は、例えば、コリメータでもよい。

[0030] 撮像装置40は、イメージセンサ41と、転写光学系42と、ウィンドウ43とを含んでもよい。イメージセンサ41は、2次元のCCDセンサでもよい。ターゲットからの反射光がイメージセンサ41上に結像するように、転写光学系42とイメージセンサ41とを配置してもよい。

[0031] ターゲット供給部26は、X軸及びZ軸方向に移動する2軸ステージ63を介してチャンバ2に設置されてもよい。

[0032] 4. 2動作

ターゲット制御部52は、露光装置制御部61からEUV光生成制御部5を介して、目標となるプラズマ生成領域25の中心位置Ptを受信してもよい。レーザ集光光学系22Aは、不図示の3軸ステージ85がプレート83を移動することによって、レーザ光の集光点とPtが一致するように制御してもよい。

[0033] EUV光生成制御部5からターゲット制御部52にターゲットを出力するための出力信号が入力されてもよい。ターゲット制御部52は、EUV光生成制御部5からターゲット出力信号を受信すると、ターゲット供給部26を制御して、ノズル62からターゲット（ドロップレット）を出力させてもよい。出力したターゲットが、照明装置70の光によって照明されるとターゲットの像が転写光学系42によってイメージセンサ41上に結像し得る。ここで、イメージセンサ41の露光時間を所定時間まで長くしてもよい。イメージセンサ41の露光時間を長くした場合、ドロップレットが移動した軌道が撮像され得る。

[0034] 撮像装置40は、画像処理部44にターゲットの軌道計測信号を送信してもよい。画像処理部44は、二つのイメージセンサ41によって撮像されたターゲットの画像を画像処理してもよい。画像処理部44は、二つの画像処

理されたデータからターゲットの軌道を計算してもよい。このようにして、ターゲット軌道計測装置 49 はターゲットの軌道を計測してもよい。

[0035] ターゲット制御部 52 は、画像処理部 44 で計算されたターゲットの軌道に基づいて、ターゲットがプラズマの中心位置 P_t に到達するように、2 軸ステージ 63 に制御信号を送信し、ターゲット供給部 26 の位置を制御してもよい。具体的には、ターゲット制御部 52 は、二つの画像中のターゲットの軌道の目標位置からのズレ量を計算し、計算されたズレ量から 2 軸ステージ 63 の制御量を決定し、決定されたズレ量分だけ 2 軸ステージ 63 が移動するように制御信号を送信してもよい。

[0036] ターゲット供給部 26 からドロップレットが出力されるタイミングと同期して、発振トリガ信号が EUV 光生成制御部 5 からレーザ装置 3 に入力されると、レーザ装置 3 からパルスレーザ光が出力され得る。出力されたパルスレーザ光は、レーザ光進行方向制御部 34 を経由して、ウィンドウ 21 を通過して、EUV チャンバ 2 に入力され得る。レーザ集光光学系 22A によって、パルスレーザ光はプラズマ生成領域 25 に到達し、ドロップレット上に集光照射され得る。その結果、ドロップレットがプラズマ化して、EUV 光 252 が生成し得る。

[0037] 4. 3 課題

図 3 に、ターゲットの軌道を計測して、目標のプラズマ生成領域 25 の中心点を軌道が通過するように制御する制御システムの実施形態を示す。図 3 では、チャンバを省略し、制御システムのみを図示する。

[0038] ターゲット軌道計測装置 49 は、第 1 撮像装置 40-1 と、第 1 照明装置 70-1 と、第 2 撮像装置 40-2 と、第 2 照明装置 70-2 と、画像処理部 44 と、を含んでもよい。

[0039] 第 1 照明装置 70-1 は、光源 71-1 と、レンズ 72-1 と、ウィンドウ 73-1 とを含んでもよく、第 2 照明装置 70-2 は、光源 71-2 と、レンズ 72-2 と、ウィンドウ 73-2 とを含んでもよい。第 1 撮像装置 40-1 は、イメージセンサ 41-1 と、転写光学系 42-1 と、ウィンドウ

43-1とを含んでもよく、第2撮像装置40-2は、イメージセンサ41-2と、転写光学系42-2と、ウィンドウ43-2とを含んでもよい。

[0040] 第1照明装置70-1と第2照明装置70-2とは、ターゲットの軌道上で互いに交差するように2方向からそれぞれターゲットを照明するように配置してもよい。第1照明装置70-1による光の照射方向と第2照明装置70-2による光の照射方向とは、直交することが望ましいが、必ずしも直交しなくてもよい。また、第1照明装置70-1による光の照射方向と第2照明装置70-2による光の照射方向とは、ターゲットの軌道に垂直な平面上に含まれることが望ましいが、一方又は両方が当該平面からずれた方向からターゲットを照射してもよい。

[0041] 第1撮像装置40-1と第2撮像装置40-2とは、互いに直交しているZ軸方向とX軸方向からそれぞれターゲットを撮像するように配置してもよいが、直交しない方向から撮像してもよい。第1撮像装置40-1と第2撮像装置40-2とは、同じタイミングで同じターゲットを撮像する位置に配置すればよい。

[0042] 2軸ステージ63は、X軸とZ軸方向に直線的に移動するステージでもよい。なお、2軸ステージ63は、直交する2軸方向に直線的に移動するステージであることが望ましいが、異なる2方向に移動すれば、直交しない2方向に移動するものでもよい。

[0043] 第1撮像装置40-1と第2撮像装置40-2とは画像処理部44に接続されてもよい。画像処理部44とターゲット制御部52とは、画像処理部44から出力されるデータがターゲット制御部52に送信できるように接続されてもよい。

[0044] 次に、軌道制御システムの動作について説明する。

[0045] ターゲット供給部26からドロップレットが出力されると、複数のドロップレットが軌道上を移動し得る。この時、両撮像装置40-1、40-2の露光時間を、ドロップレットの像が撮像装置のイメージセンサ上を移動するのに要する時間よりも長く設定してもよい。露光時間を長く設定した場合

、撮影されたドロップレットの像は線状の画像となり得る。この線状の画像からターゲットの軌道を計測してもよい。

[0046] このように、従来の軌道制御システムでは、ターゲットの軌道を計測する際に、2方向からターゲットに光を照射し、2方向からターゲットの軌道を計測していた。この時、EUVチャンバ2のスペースの関係で、二つの照明光の方向が互いに直交する方向から照明できない場合があり得た。さらに、照明光と同じ方向からターゲットの軌道の画像を計測することができない場合があり得た。その結果、ターゲットの軌道の計測時に、二つの照明光によって照明されたターゲットの二つの軌道の画像が計測されることがあり得た。図4に、2方向から光を照射されたターゲット画像を示す。図4に示すように、2方向から光を照射されたターゲット画像では、第1の照明光の軌道の画像と、第2の照明光の画像が2重に撮影されるので、ターゲットの軌道の計測精度が悪化することがあり得た。

[0047] 5. 実施形態1：互いに異なる波長の照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置

5. 1 構成

図5に、互いに異なる波長の照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置49の実施形態を示す。

[0048] 以下、図3に示す実施形態と異なる点について主に説明し、図3に示す実施形態と同じ構成及び機能については、同じ符号を付し、それらの説明は省略する。

[0049] 第1照明装置70-1は、光源71-1と、レンズ72-1と、ウィンドウ73-1とを含んでもよく、第2照明装置70-2は、光源71-2と、レンズ72-2と、ウィンドウ73-2とを含んでもよい。第1撮像装置40-1は、イメージセンサ41-1と、転写光学系42-1と、ウィンドウ43-1と、フィルタ45-1とを含んでもよく、第2撮像装置40-2は、イメージセンサ41-2と、転写光学系42-2と、ウィンドウ43-2と、フィルタ45-2とを含んでもよい。

[0050] 第1照明装置70-1の光源71-1が第1の波長の光を出力する光源でもよく、第2照明装置70-2の光源71-2が第2の波長の光を出力する光源でもよい。例えば、第1照明装置70-1の光源71-1が450nm付近の波長の光を出力する発光ダイオード(LED)でもよく、第2照明装置70-2の光源71-2が660nm付近の波長の光を出力する発光ダイオードでもよい。

[0051] フィルタ45-1は、ターゲットの軌道とイメージセンサ41-1との間の光路上に配置されてもよい。フィルタ45-1は、第1の波長の光を通過するバンドパスフィルタでもよい。また、フィルタ45-2は、ターゲットの軌道からイメージセンサ41-2との間の光路上に配置されてもよい。フィルタ45-2は、第2の波長の光を通過するバンドパスフィルタでもよい。なお、イメージセンサ41-1、42-1が撮影した画像から第1又は第2の波長の光を演算処理によって抽出するバンドパスフィルタを用いてもよい。

[0052] 5. 2 動作

第1照明装置70-1から出力された第1の波長の光と、第2照明装置70-2から出力された第2の波長の光とは、軌道上のターゲットを照明し得る。

[0053] 第1撮像装置40-1は、フィルタ45-1を介して、第1の波長の光が照射されたターゲットの軌道の像を撮影し得る。一方、第2の波長の光は、フィルタ45-1によって高率で反射又は吸収され得る。第2撮像装置40-2は、フィルタ45-2を介して、第2の波長の光が照射されたターゲットの軌道の像を撮影し得る。一方、第1の波長の光は、フィルタ45-2によって高率で反射又は吸収され得る。

[0054] 5. 3 作用

第1実施形態では、二つの照明装置70-1及び70-2が互いに異なる波長の光をターゲットに照射して、二つの撮像装置40-1及び40-2に、それぞれの波長に対応するフィルタを配置して撮像しているので、各撮像

装置が一つの照明光の画像によってターゲットの軌道を撮像し得る。その結果、ターゲットの軌道計測の精度が改善され得る。

[0055] 6. 実施形態2：互いに異なるタイミングで照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置

6. 1 構成

図6に、互いに異なるタイミングで照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置49の実施形態を示す。

[0056] 以下、図3に示す実施形態と異なる点について主に説明し、図3に示す実施形態と同じ構成及び機能については、同じ符号を付し、それらの説明は省略する。

[0057] 第1撮像装置40-1及び第2撮像装置40-2は、シャッタを含んでもよい。シャッタは、CCDの電子シャッタ、メカニカルシャッタ、マルチチャンネルプレートを含むイメージインテンシファイアでもよい。

[0058] 画像処理部44と第1撮像装置40-1との間及び画像処理部44と第2撮像装置40-2との間のそれぞれに、シャッタの開閉信号を送信する制御信号線を設けてもよい。また、画像処理部44と第1照明装置70-1との間及び画像処理部44と第2照明装置70-2との間のそれぞれに、点灯信号を送信する制御信号線を設けてもよい。

[0059] 6. 2 動作

図7に、照明装置70-1、70-2及び撮像装置40-1、40-2の動作タイミングを示す。ここでは、照明装置70-1、70-2は、互いに重ならないタイミングで照明光をターゲットに照射しているが、互いに異なるタイミングであれば、部分的に重なっていてもよい。

[0060] 画像処理部44は、第1照明装置70-1が点灯するタイミングに合わせて、第1撮像装置40-1のシャッタを開けてもよい。第1撮像装置40-1のシャッタが開くタイミングで、軌道上のターゲットを照明し、ターゲットを撮影し、ターゲットの軌道を撮像し得る。ターゲットの撮影が終了するタイミングで、第1照明装置70-1を消灯し、第1撮像装置40-1のシ

シャッタを閉じてもよい。

[0061] 次に、画像処理部44は、第2照明装置70-2が点灯するタイミングに合わせて、第2撮像装置40-2のシャッタを開けてもよい。第2撮像装置40-2のシャッタが開くタイミングで、軌道上のターゲットを照明し、ターゲットを撮影し、ターゲットの軌道を撮像し得る。ターゲットの撮影が終了するタイミングで、第2照明装置70-2を消灯し、第2撮像装置40-2のシャッタを閉じてもよい。

[0062] 画像処理部44は、前述のように照明装置70-1、70-2及び撮像装置40-1、40-2が動作するように制御信号を送信してもよく、前述した二つのステップを繰り返して、ターゲットの軌道を撮像してもよい。

[0063] 6. 3 作用

第2実施形態では、照明装置70-1、70-2は、互いに異なるタイミングで照明光をターゲットに照射して、各撮像装置40-1、40-2は、各照明装置70-1、70-2の点灯タイミングと同期してターゲットの軌道を撮像するので、各撮像装置が一つの照明光の画像によってターゲットの軌道を撮像し得る。その結果、ターゲットの軌道計測の精度が改善され得る。

[0064] 7. 実施形態3：互いに異なる偏光の照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置

7. 1 構成

図8に、互いに異なる偏光の照明光を出力する照明装置を含むターゲット軌道計測装置49の実施形態を示す。

[0065] 以下、図3に示す実施形態と異なる点について主に説明し、図3に示す実施形態と同じ構成及び機能については、同じ符号を付し、それらの説明は省略する。

[0066] 第1照明装置70-1は、光源71-1と、レンズ72-1と、ウィンドウ73-1と、フィルタ74-1とを含んでもよく、第2照明装置70-2は、光源71-2と、レンズ72-2と、ウィンドウ73-2と、フィルタ

74-2とを含んでもよい。第1撮像装置40-1は、イメージセンサ41-1と、転写光学系42-1と、ウィンドウ43-1と、フィルタ45-1とを含んでもよく、第2撮像装置40-2は、イメージセンサ41-2と、転写光学系42-2と、ウィンドウ43-2と、フィルタ45-2とを含んでもよい。

[0067] 第1照明装置70-1の光源が第1の偏光の光を出力する光源でもよく、第2照明装置70-2の光源が第2の偏光の光を出力する光源でもよい。例えば、第1照明装置の光源71-1とターゲットの軌道との間の光路上に第1の偏光の光を透過する偏光フィルタ74-1を配置し、第1照明装置70-1が第1の偏光の光をターゲットに照射してもよい。また、第2照明装置の光源71-2とターゲットの軌道との間の光路上に第2の偏光と異なる偏光の光を透過する偏光フィルタ74-2を配置し、第2照明装置70-2が第2の偏光の光をターゲットに照射してもよい。第1の偏光と第2の偏光とは、 90° ($\pi/2$) 異なることが望ましいが、偏光フィルタで分光できればよい。

[0068] ターゲットの軌道とイメージセンサ41-1との間の光路上には、フィルタ45-1が配置されてもよい。フィルタ45-1は第1の偏光の光を通過させる偏光フィルタでもよい。また、ターゲットの軌道からイメージセンサ41-2との間の光路上には、フィルタ45-2が配置されてもよい。フィルタ45-2は第2の偏光の光を通過させる偏光フィルタでもよい。

[0069] 7. 2 動作

第1照明装置70-1とから出力された第1の偏光の光と、第2照明装置70-2とから出力された第2の偏光の光とは、軌道上のターゲットを照明し得る。

[0070] 第1撮像装置40-1は、フィルタ45-1を介して、第1の偏光の光が照射されたターゲットの軌道の像を撮影し得る。一方、第2の偏光の光は、フィルタ45-1によって高率で反射又は吸収され得る。第2撮像装置40-2は、フィルタ45-2を介して、第2の偏光の光が照射されたターゲッ

トの軌道の像を撮影し得る。一方、第1の偏光の光は、フィルタ45-2によって高率で反射又は吸収され得る。

[0071] 7. 3 作用

第3実施形態では、二つの照明装置70-1及び70-2が互いに異なる偏光の光をターゲットに照射して、二つの撮像装置40-1及び40-2に、それぞれの偏光に対応する偏光フィルタを配置して撮像しているので、各撮像装置が一つの照明光の画像によってターゲットの軌道を撮像し得る。その結果、ターゲットの軌道計測の精度が改善され得る。

[0072] 以上、実施形態を参照して本発明を説明したが、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、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。

[0073] ある実施形態の構成の一部を他の実施形態の構成に置き換え得る。ある実施形態の構成に他の実施形態の構成を加え得る。各実施形態の構成の一部について、削除、他の構成の追加、他の構成による置換をし得る。

[0074] 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

符号の説明

[0075] 1…EUV光生成装置、2…チャンバ、3…レーザ装置、4…ターゲットセンサ（ターゲット軌道計測装置）、5…EUV光生成制御部、6…露光装置、11…EUV光生成システム、21…ウィンドウ、32…パルスレーザ光、22…レーザ光集光ミラー、22A…レーザ集光光学系、23…EUV光集光ミラー、24…貫通孔、25…プラズマ生成領域、251…放射光、2

52…EUV光、26…ターゲット供給部、27…ターゲット、28…ターゲット回収器、29…接続部、291…壁、292…第2の焦点が中間集光点、32…パルスレーザ光、33…パルスレーザ光、34…ビームデリバリーシステム（レーザ光進行方向制御部）、40、40-1、40-2…撮像装置、41、41-1、41-2…イメージセンサ、42、42-1、42-2…転写光学系、43、43-1、43-2…ウィンドウ、44…画像処理部、45-1、45-2…フィルタ、52…ターゲット制御部、61…露光装置制御部、62…ノズル、63…2軸ステージ、70、70-1、70-2…照明装置、71、71-1、71-2…光源、72、72-1、72-2…レンズ、73、73-1、73-2…ウィンドウ、74-1、74-2…フィルタ、81…EUV光集光ミラーホルダ、82…プレート、83…プレート、85…3軸ステージ

請求の範囲

- [請求項1] プラズマ生成領域のターゲットにレーザ光を照射することによってプラズマ化してEUV光を生成する装置において、
- ノズルから前記ターゲットを供給するターゲット供給部と、
- 第1の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第1の照明装置と、
- 前記第1の特性と異なる第2の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第2の照明装置と、
- 前記第1の特性の光で照明されたターゲットを撮影する第1の撮像装置と、
- 前記第2の特性の光で照明されたターゲットを撮影する第2の撮像装置と、を備える極端紫外光生成装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の極端紫外光生成装置であって、
- 前記第1の撮像装置と前記第2の撮像装置とは、前記ターゲットの軌道を異なる方向から撮像する極端紫外光生成装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の極端紫外光生成装置であって、
- 前記第1の特性は、第1の波長であり、
- 前記第2の特性は、第2の波長である極端紫外光生成装置。
- [請求項4] 請求項3に記載の極端紫外光生成装置であって、
- 前記第1の撮像装置の撮像素子と前記ターゲットの軌道との間の光路上に、前記第1の波長の光を通過させるフィルタを配置し、
- 前記第2の撮像装置の撮像素子と前記ターゲットの軌道との間の光路上に、前記第2の波長の光を通過させるフィルタを配置する極端紫外光生成装置。
- [請求項5] 請求項1に記載の極端紫外光生成装置であって、
- 前記第1の特性は、出力の第1のタイミングであり、
- 前記第2の特性は、出力の第2のタイミングであり、
- 前記第1の撮像装置は、前記第1のタイミングで前記ターゲットを

撮影し、

前記第 2 の撮像装置は、前記第 2 のタイミングで前記ターゲットを撮影する極端紫外光生成装置。

[請求項6]

請求項 5 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記第 2 のタイミングは、前記第 1 のタイミングとは重ならない極端紫外光生成装置。

[請求項7]

請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記第 1 の特性は、第 1 の偏光であり、

前記第 2 の特性は、第 2 の偏光である極端紫外光生成装置。

補正された請求の範囲

[2015年8月19日 (19.08.2015) 国際事務局受理]

- [請求項 1] (補正後) プラズマ生成領域のターゲットにレーザ光を照射することによってプラズマ化してEUV光を生成する装置において、
 ノズルから前記ターゲットを供給するターゲット供給部と、
 第1の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第1の照明装置と、
 前記第1の特性と異なる第2の特性の光を出力して、前記ノズルから出力されたターゲットを照明する第2の照明装置と、
 前記第1の特性の光で照明されたターゲットからの反射光を撮影する第1の撮像装置と、
 前記第2の特性の光で照明されたターゲットからの反射光を撮影する第2の撮像装置と、を備える極端紫外光生成装置。
- [請求項 2] 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、
 前記第1の撮像装置と前記第2の撮像装置とは、前記ターゲットの軌道を異なる方向から撮像する極端紫外光生成装置。
- [請求項 3] 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、
 前記第1の特性は、第1の波長であり、
 前記第2の特性は、第2の波長である極端紫外光生成装置。
- [請求項 4] 請求項 3 に記載の極端紫外光生成装置であって、
 前記第1の撮像装置の撮像素子と前記ターゲットの軌道との間の光路上に、前記第1の波長の光を通過させるフィルタを配置し、
 前記第2の撮像装置の撮像素子と前記ターゲットの軌道との間の光路上に、前記第2の波長の光を通過させるフィルタを配置する極端紫外光生成装置。
- [請求項 5] (補正後) 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、
 前記第1の特性は、出力の第1のタイミングであり、
 前記第2の特性は、出力の第2のタイミングであり、
 前記第1の撮像装置は、前記第1のタイミングで前記ターゲットか

らの反射光を撮影し、

前記第 2 の撮像装置は、前記第 2 のタイミングで前記ターゲットからの反射光を撮影する極端紫外光生成装置。

[請求項 6] 請求項 5 に記載の極端紫外光生成装置であって、

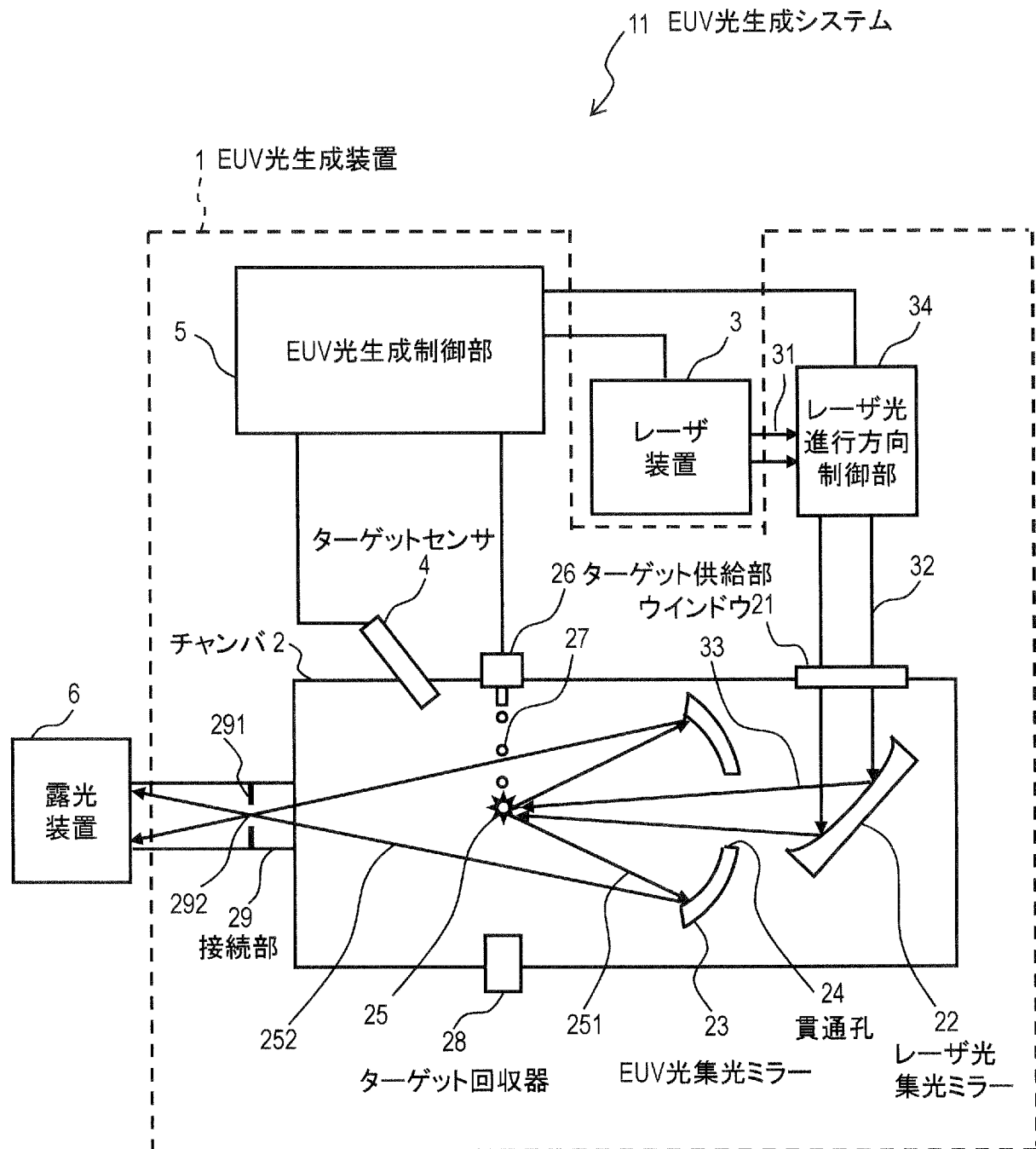
前記第 2 のタイミングは、前記第 1 のタイミングとは重ならない極端紫外光生成装置。

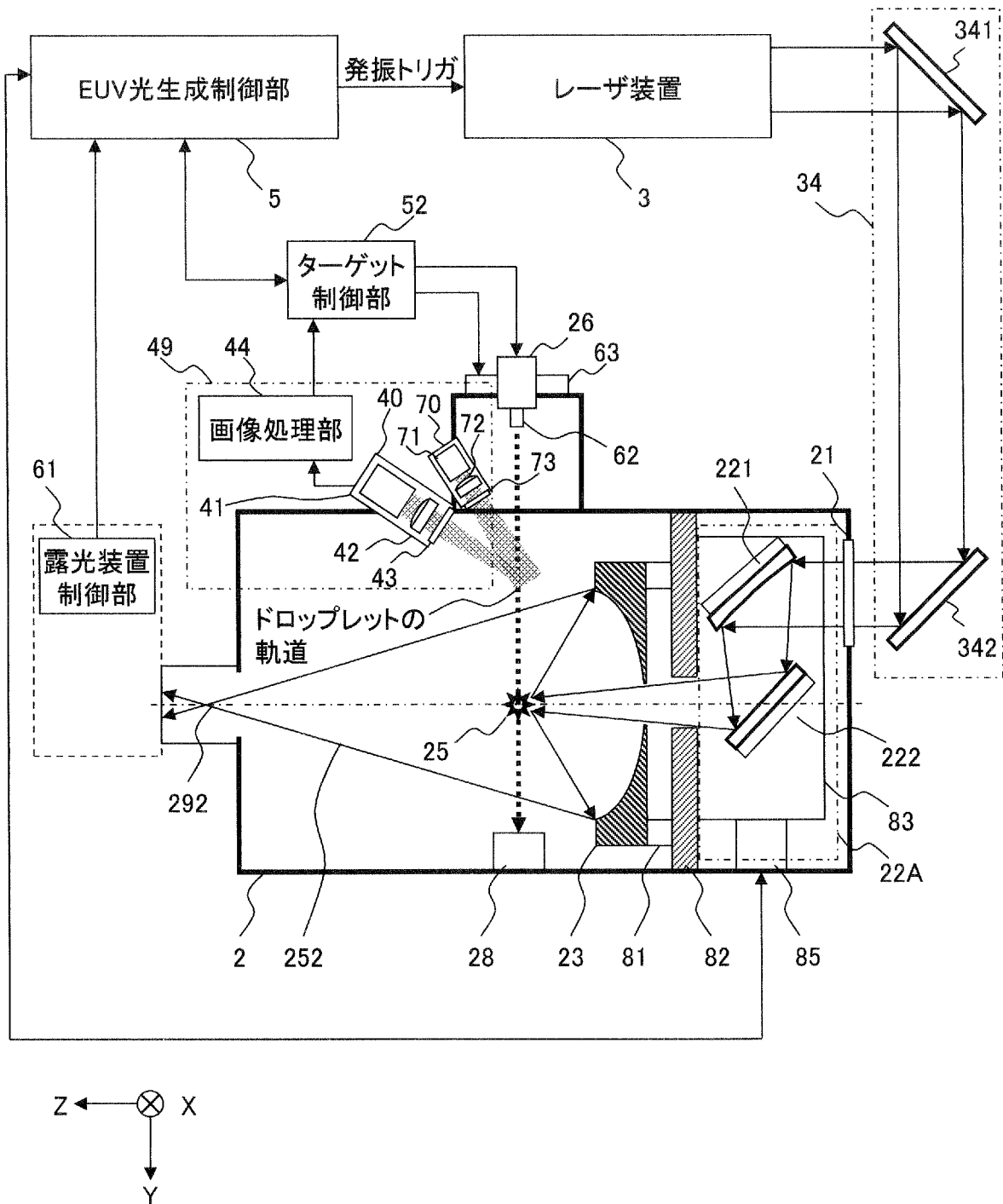
[請求項 7] 請求項 1 に記載の極端紫外光生成装置であって、

前記第 1 の特性は、第 1 の偏光であり、

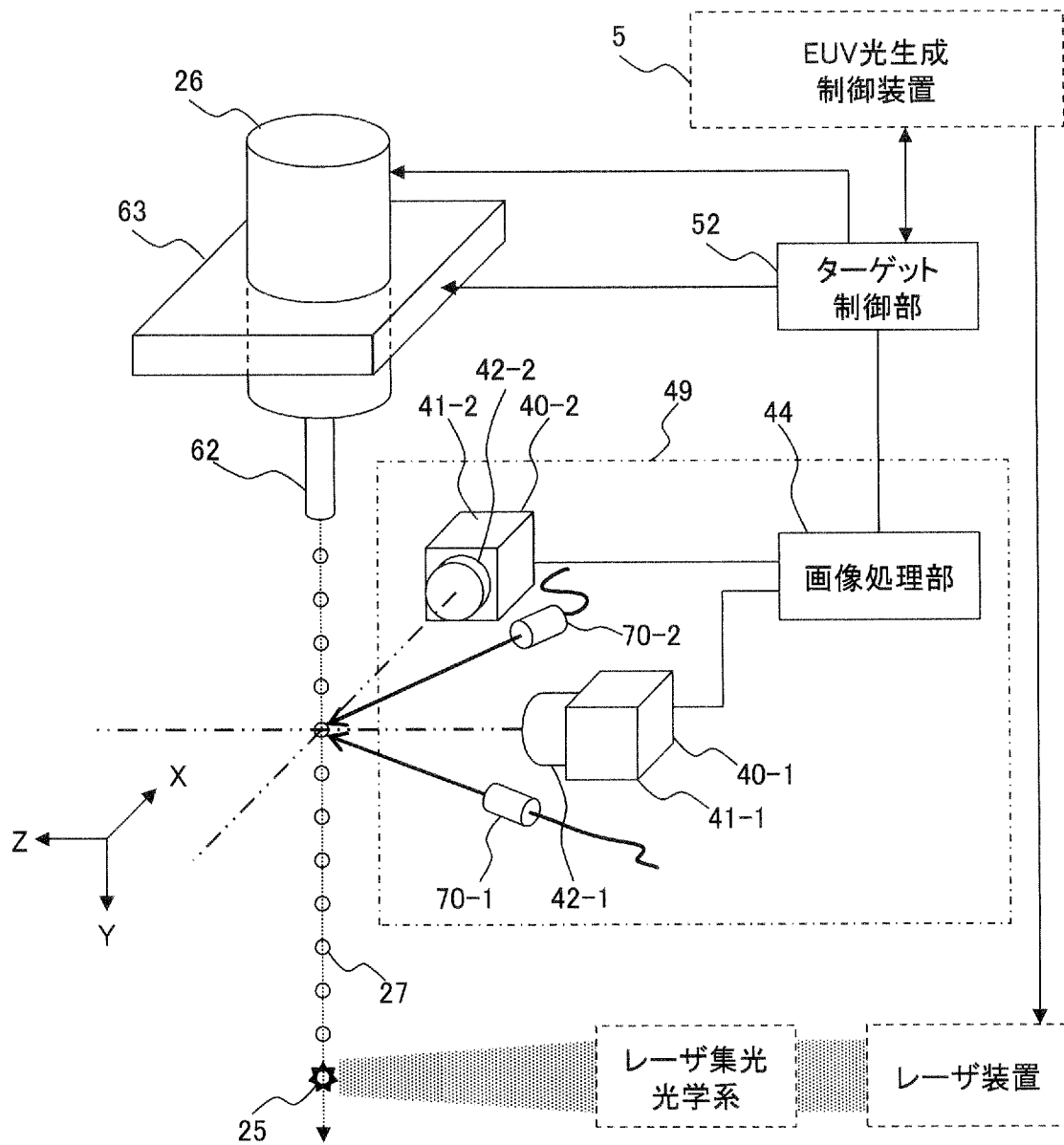
前記第 2 の特性は、第 2 の偏光である極端紫外光生成装置。

[図1]

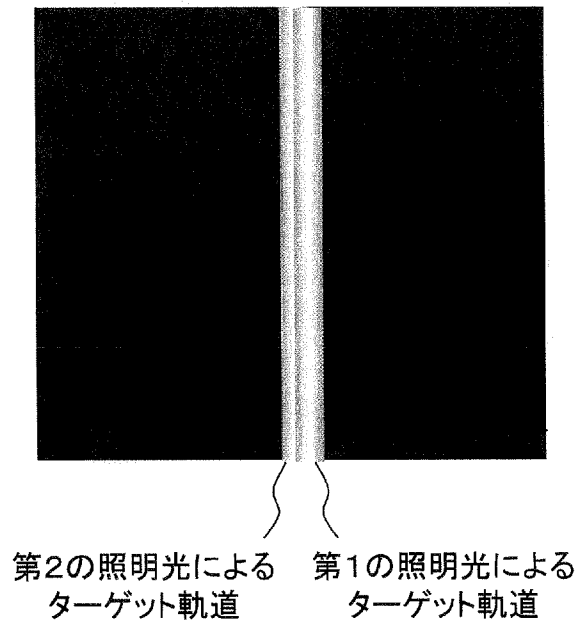




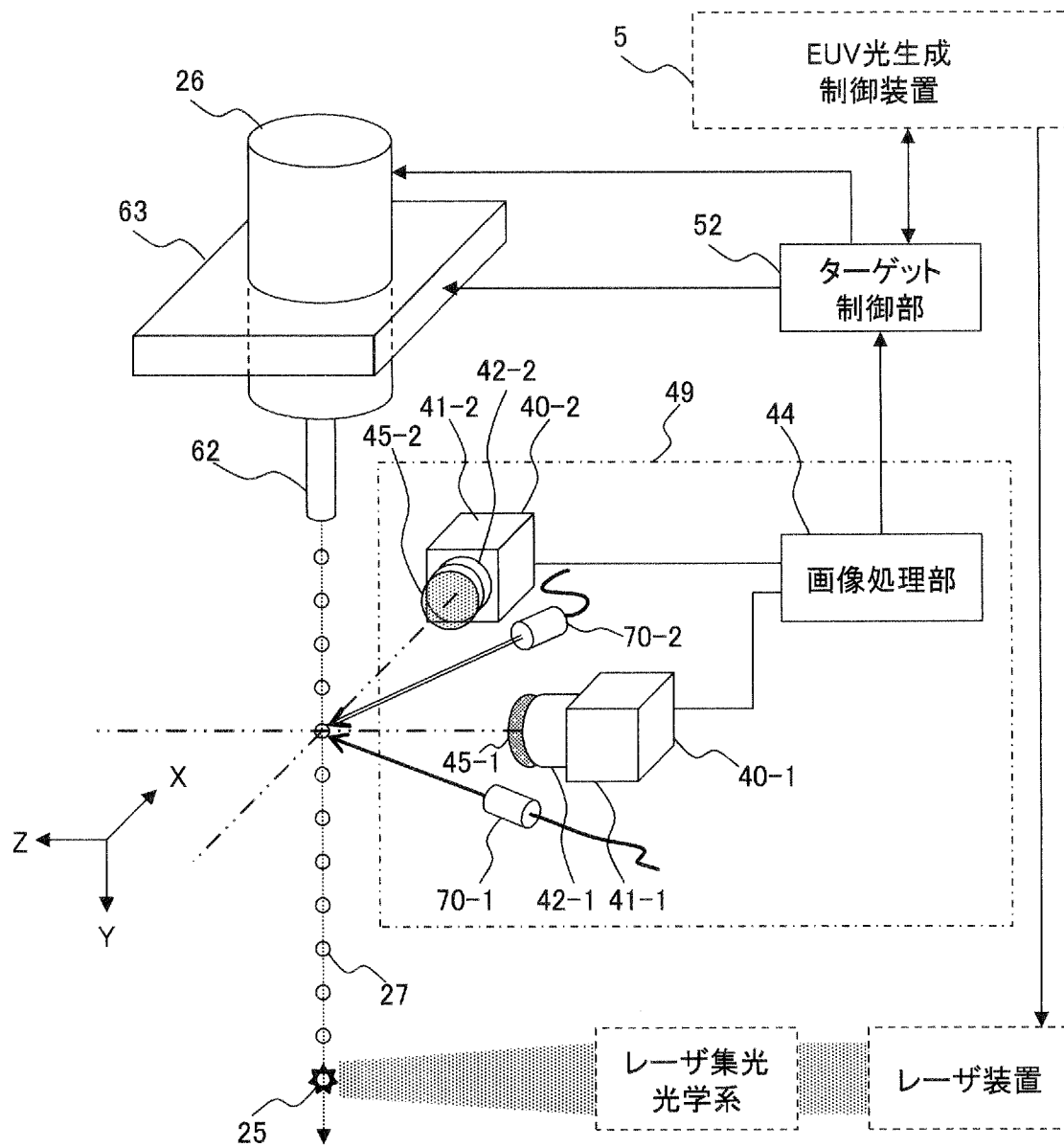
[図3]



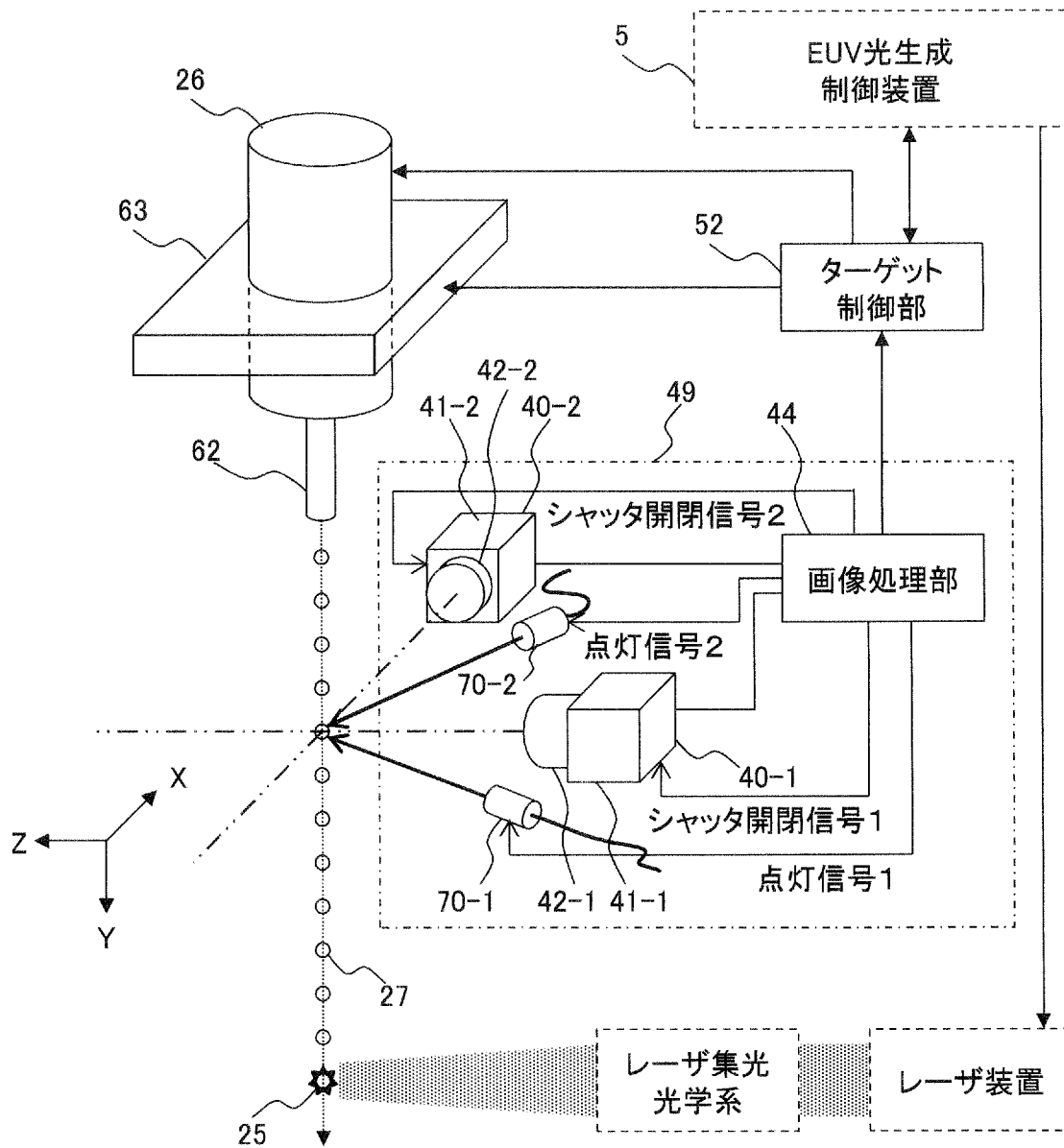
[図4]



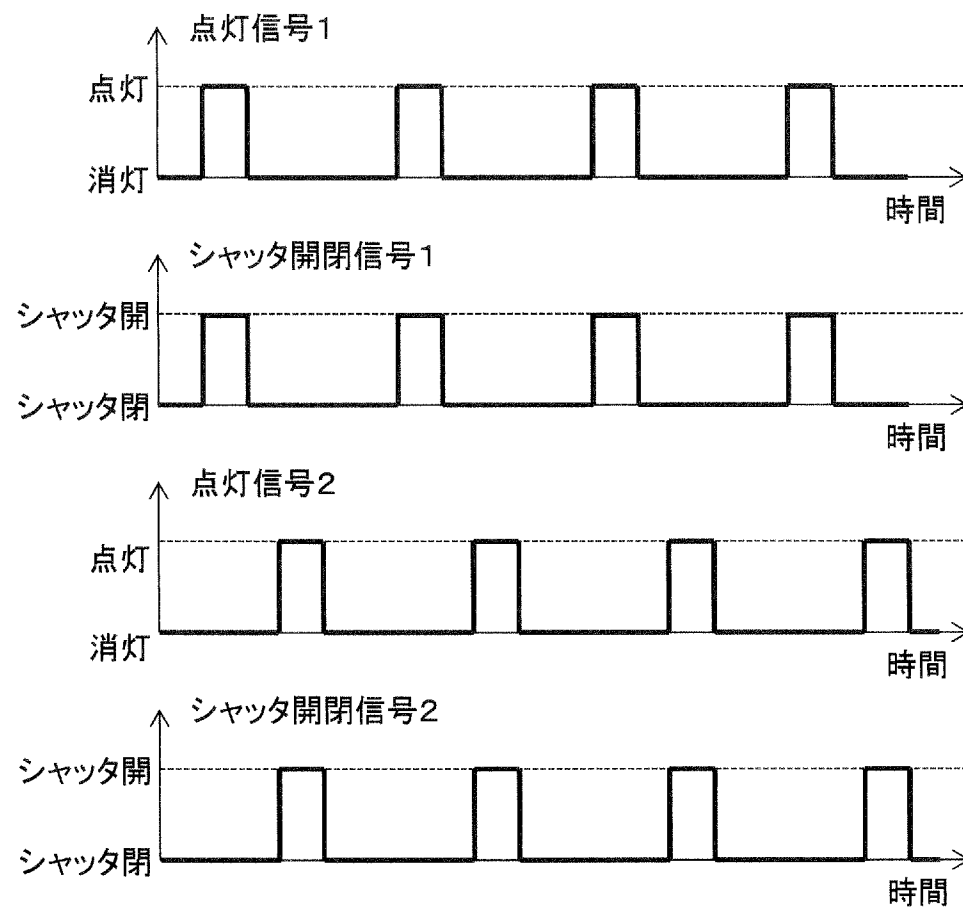
[図5]



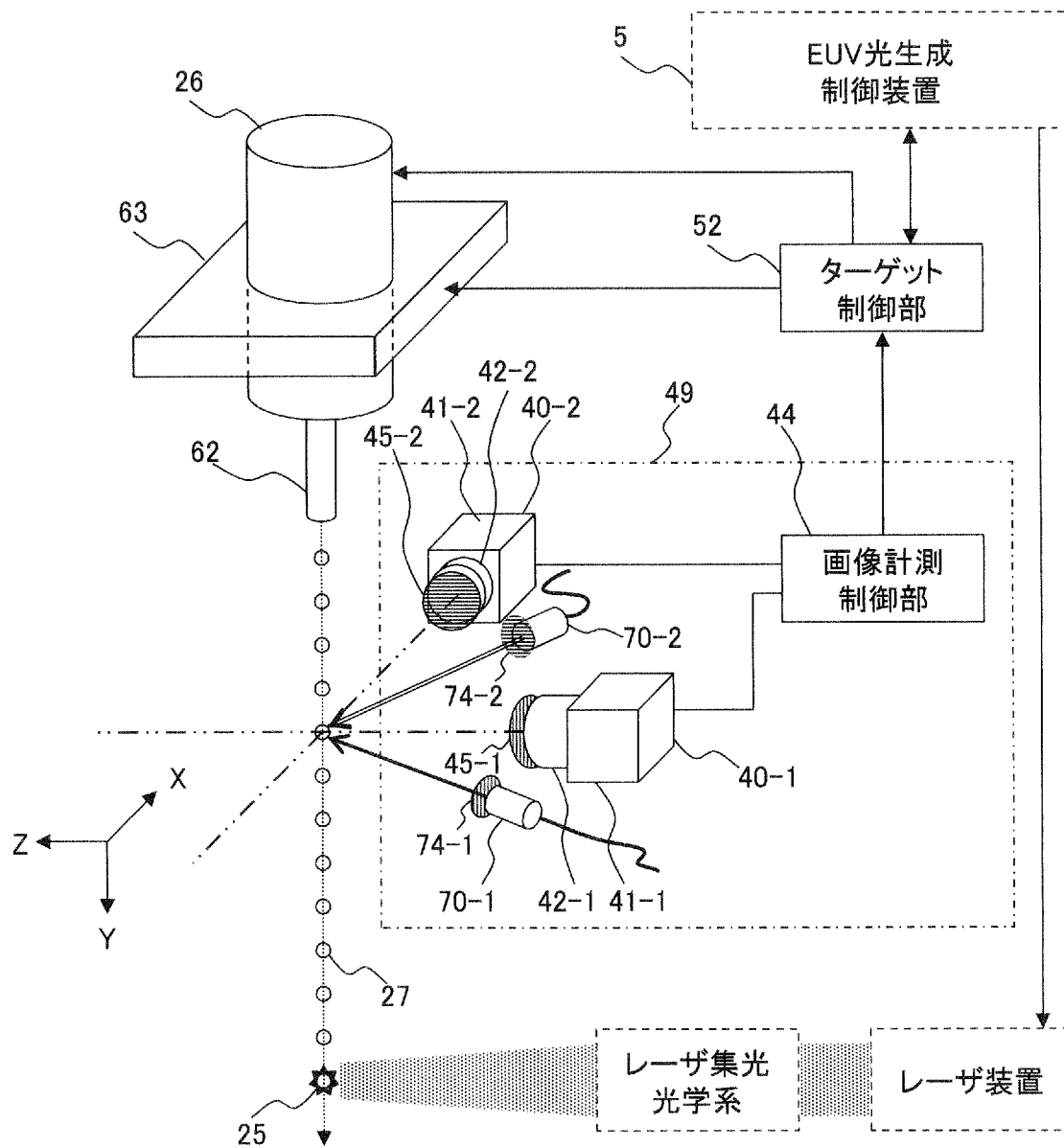
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/061815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05G2/00(2006.01)i, H01L21/027(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)

H05G2/00, H01L21/027

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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.
X A	WO 2013/161760 A1 (Gigaphoton Inc.), 31 October 2013 (31.10.2013), paragraphs [0114] to [0116]; fig. 2, 16 to 17 & US 2012/0307851 A1	1-2, 5-6 3-4, 7
A	JP 2004-303725 A (XTREME Technologies GmbH), 28 October 2004 (28.10.2004), entire text; all drawings & US 2004/0195529 A1 & DE 10314849 B	1-7
A	JP 2006-128157 A (Komatsu Ltd.), 18 May 2006 (18.05.2006), paragraphs [0128] to [0144]; fig. 32 to 37 (Family: none)	1-7



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

09 July, 2014 (09.07.14)

Date of mailing of the international search report

22 July, 2014 (22.07.14)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/061815

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 2010-103499 A (Komatsu Ltd.), 06 May 2010 (06.05.2010), paragraphs [0048] to [0052]; fig. 8 & US 2010/0090133 A1 & US 2012/0161040 A1 & US 2013/0256568 A1	1-7
A	JP 2005-310453 A (Canon Inc.), 04 November 2005 (04.11.2005), entire text; all drawings & US 2006/0192156 A1 & EP 1589792 A2	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H05G2/00(2006.01)i, H01L21/027(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. H05G2/00, H01L21/027			
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 4 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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	
X A	WO 2013/161760 A1（ギガフォトン株式会社） 2013.10.31, 段落[0114]-[0116], 第2, 16-17 図 & US 2012/0307851 A1	1-2, 5-6 3-4, 7	
A	JP 2004-303725 A（イクストリーメ テクノロジース ゲゼルシャ フト ミット ベシュレンクテル ハフツング） 2004.10.28, 全文, 全図 & US 2004/0195529 A1 & DE 10314849 B	1-7	
☒ 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 9 . 0 7 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 2 2 . 0 7 . 2 0 1 4	
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） 原 俊文 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 9 2	2 Q 4 0 7 8

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 2006-128157 A (株式会社小松製作所) 2006.05.18, 段落[0128]-[0144], 第 32-37 図 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2010-103499 A (株式会社小松製作所) 2010.05.06, 段落[0048]-[0052], 第 8 図 & US 2010/0090133 A1 & US 2012/0161040 A1 & US 2013/0256568 A1	1-7
A	JP 2005-310453 A (キャノン株式会社) 2005.11.04, 全文, 全図 & US 2006/0192156 A1 & EP 1589792 A2	1-7