

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))

(57) 要約: パルス状のレーザー光を出射するレーザー装置(20)と、レーザー光の照射ターゲットとしてチャンバ内に供給されるターゲット物質を検出するターゲット検出装置と、極端紫外光を生成すべきバースト期間と、極端紫外光の生成を休止すべき休止期間とが繰り返されるバースト信号に基づいてレーザー装置を制御するコントローラ(200)と、を備え、コントローラ(200)は、休止期間にターゲット検出装置で検出されるターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合にはバースト期間にレーザー装置からチャンバ内に入射するレーザー光の強度を抑制させてもよい。

明 細 書

発明の名称：

極端紫外光生成装置及び極端紫外光生成装置の制御方法

技術分野

[0001] 本開示は、極端紫外光生成装置及び極端紫外光生成装置の制御方法に関する。

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、20nm以下の微細加工が要求されるようになる。このため、波長13nm程度の極端紫外（EUV：extreme ultraviolet）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] 極端紫外光生成装置としては、ターゲット物質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、軌道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：特開平11-312831号公報

特許文献2：特開2014-175474号公報

特許文献3：特開2015-015251号公報

概要

[0005] 本開示の一態様による極端紫外光生成装置は、パルス状のレーザ光を出射

するレーザ装置と、レーザ光の照射ターゲットとしてチャンバ内に供給されるターゲット物質を検出するターゲット検出装置と、極端紫外光を生成すべきバースト期間と、極端紫外光の生成を休止すべき休止期間とが繰り返されるバースト信号に基づいてレーザ装置を制御するコントローラと、を備え、コントローラは、休止期間にターゲット検出装置で検出されるターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合にはレーザ装置からチャンバ内に入射するレーザ光の強度を抑制させるようにしてもよい。

[0006] また、本開示の一態様による極端紫外光生成装置の制御方法は、極端紫外光を生成すべきバースト期間と、極端紫外光の生成を休止すべき休止期間とのうち、休止期間においてレーザ光の照射ターゲットとしてチャンバ内に供給されるターゲット物質を検出するステップと、ターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合、バースト期間にチャンバ内に入射するレーザ光の強度を抑制させるステップとを備えるようにしてもよい。

図面の簡単な説明

[0007] 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、極端紫外光生成装置の概略構成例を示す模式図である。

[図2]図2は、バースト信号を示す図である。

[図3]図3は、比較例における極端紫外光生成装置の一部の概略構成例を示す模式図である。

[図4]図4は、バースト動作におけるパルスレーザ光の生成に関するタイミングチャートである

[図5]図5は、実施形態1における極端紫外光生成装置の一部の概略構成例を示す模式図である。

[図6]図6は、実施形態1におけるコントローラの制御処理の手順を示すフローチャートである。

[図7]図7は、プリパルスレーザ光が照射されていないドロップレットが含まれる画像とその二値画像とを示す図である。

[図8]図8は、プリパルスレーザ光が照射されたドロップレットが含まれる画像とその二値画像とを示す図である。

[図9]図9は、実施形態2における極端紫外光生成装置の一部の概略構成例を示す模式図である。

[図10]図10は、実施形態2におけるコントローラの制御処理の手順を示すフローチャートである。

[図11]図11は、二値画像に含まれるドロップレットの他の計測例を示す図である。

実施形態

[0008] 1. 概要

2. 極端紫外光生成装置の説明

2. 1 全体構成

2. 2 動作

3. 比較例

3. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

3. 2 動作

3. 3 課題

4. 実施形態1

4. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

4. 2 動作

4. 3 作用・効果

5. 実施形態2

5. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

5. 2 動作

5. 3 作用・効果

6. 変形例

[0009] 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。

[0010] 1. 概要

本開示の実施形態は、極端紫外線（EUV : Extreme UltraViolet）と呼ばれる波長の光を生成する極端紫外光生成装置に関するものである。なお、以下本明細書では、極端紫外光は、EUV光と称する。

[0011] 2. 極端紫外光生成装置の説明

2. 1 全体構成

図1に示すように、本実施形態の極端紫外光生成装置1は、露光装置10と共に用いられる。露光装置10は、極端紫外光生成装置1で生成されるEUV光により半導体ウェハを露光する装置である。露光装置10は、極端紫外光生成装置1に対して、バースト信号S1を出力する。

[0012] バースト信号S1は、図2に示すように、EUV光を生成すべきバースト期間PR1と、EUV光の生成を休止すべき休止期間PR2とを指定する信号であり、当該バースト信号ではバースト期間PR1と休止期間PR2とが繰り返される。バーストパターンは、EUV光のエネルギー、繰り返し周波数、パルス数、バースト期間PR1の長さ、休止期間PR2の長さ、バースト数のうちいずれかまたは複数を含んだデータによって定義される。このバーストパターンは露光装置10で設定される。なお、バースト信号S1に基づく極端紫外光生成装置1の動作をバースト動作と称する場合がある。

[0013] 極端紫外光生成装置1は、被照射物であるターゲット物質に対して、バースト信号のバースト期間PR1にレーザ光を照射してターゲット物質をプラズマ化し、当該プラズマからEUV光を含む光を生成する。なお、ターゲット物質に対してプリパルスレーザ光を照射してターゲット物質を拡散させた後、当該拡散ターゲット物質に対してメインパルスレーザ光を照射して拡散ターゲット物質をプラズマ化する場合がある。この場合、レーザ光のエネル

ギーからEUV光のエネルギーへの変換効率（CE）が向上し得る。

[0014] 図1に示し、かつ、以下に詳細に説明するように、極端紫外光生成装置1は、チャンバ2、ターゲット供給部3を含んでいる。チャンバ2は、密閉可能な容器である。ターゲット供給部3は、ターゲット物質をドロップレットDLとしてチャンバ2の内部に供給するものであり、例えば、チャンバ2の壁を貫通するように取り付けられる。ターゲット供給部3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、キセノンのいずれか、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。

[0015] 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、その貫通孔は、ウインドウWによってふさがれている。ウインドウWは、チャンバ2の外部から伝搬してくる光を透過するものとされる。

[0016] チャンバ2の内部には、レーザ集光光学系4、ステージ5、ターゲット回収部6が含まれる。レーザ集光光学系4は、ウインドウWから入射するプリパルスレーザ光PL、メインパルスレーザ光MLをプラズマ生成領域ARに集光する光学系であり、ステージ5に取り付けられる。なお、レーザ集光光学系4は、例えば、軸外放物面ミラー及び平面ミラー等によって構成し得る。

[0017] ステージ5は、互いに直交するY軸、Z軸の2軸方向に移動し得るようにチャンバ2の内部に設けられている。また、ステージ5は、ステージ5に取り付けられるレーザ集光光学系4によって集光される集光位置をプラズマ生成領域AR内で変更し得る。なお、ステージ5は、Y軸、Z軸に加えて、これらY軸及びZ軸に直交するZ軸の3軸方向に移動し得るようにしてもよい。Z軸は、例えば、プラズマ生成領域ARで生成されるEUV光が露光装置10に向けて導出する方向とされる。

[0018] ターゲット回収部6は、チャンバ2の内部に供給されたドロップレットDLのうちプラズマ生成領域ARでプラズマ化されなかったドロップレットDLを回収するものである。このターゲット回収部6は、例えば、チャンバ2

のうちターゲット供給部3が取り付けられる壁とは反対側の壁であってドロップレットDLが進行する方向の延長線上に取り付けられる。

[0019] また、極端紫外光生成装置1は、レーザ装置20、反射ミラー21、ビームコンバイナ22を含んでいる。レーザ装置20、反射ミラー21、ビームコンバイナ22は、チャンバ2の外部に配置される。

[0020] レーザ装置20は、プリパルスレーザ装置20Aと、メインパルスレーザ装置20Bとを有している。プリパルスレーザ装置20Aは、所定のパルス幅のプリパルスレーザ光PLを出射するものとされる。例えば、プリパルスレーザ装置20Aは、Nd:YAGレーザ、或いは、Nd:YVO₄レーザ等の固体レーザ装置であってもよく、その高調波光を出射してもよい。また例えば、プリパルスレーザ装置20Aは、CO₂レーザ、或いは、エキシマレーザ等のガスレーザ装置であってもよい。また例えば、プリパルスレーザ装置20Aは、直線偏光のレーザ光を出射してもよい。なお、パルス幅は、100fs以上1ns未満のピコ秒パルス幅とされてもよく、1ns以上のナノ秒パルス幅とされてもよい。

[0021] メインパルスレーザ装置20Bは、所定のパルス幅のメインパルスレーザ光MLを出射するものとされる。例えば、メインパルスレーザ装置20Bは、プリパルスレーザ装置20Aとして例示したレーザ装置を適用し得る。メインパルスレーザ光MLは、プリパルスレーザ光PLの波長と異なっても良く、プリパルスレーザ光PLのパルス幅と異なってもよい。

[0022] 反射ミラー21は、プリパルスレーザ装置20Aから出射されるプリパルスレーザ光PLを高反射率で反射するミラーとされる。例えば、反射ミラー21は、平面状の誘電体多層膜や金属等によって構成し得る。

[0023] ビームコンバイナ22は、プリパルスレーザ光PLの光路軸とメインパルスレーザ光MLの光路軸とを略一致させるように配置される。ビームコンバイナ22は、例えば、メインパルスレーザ装置20Bから出射されるメインパルスレーザ光MLを透過し、反射ミラー21で反射したプリパルスレーザ光PLの光路軸をメインパルスレーザ光MLの光路軸と略一致させるように

反射するものとされる。

[0024] また、極端紫外光生成装置 1 は、ターゲット検出装置 30、コントローラ 40を含んでいる。ターゲット検出装置 30は、プラズマ生成領域 ARに進行するドロップレット DLを検出するドロップレット検出器 30Aと、プラズマ生成領域 ARを含む領域の画像を取得する画像取得器 30Bとを有している。

[0025] ドロップレット検出器 30Aは、例えば、チャンバ 2の内部に供給されるドロップレット DLの軌道 OTを挟んで対向される一対のウィンドウ W1, W2の一方側に配置される光源部 50と、当該ウィンドウ W1, W2の他方側に配置される受光部 60とで構成される。

[0026] 光源部 50は、例えば、容器 51と、その容器 51内に配置される CWレーザ 52及び照明光学系 53を含んでいる。この光源部 50は、CWレーザ 52から出射されるレーザ光を照明光学系 53によってドロップレット DLの軌道 OTのうち、プラズマ生成領域 ARよりもターゲット供給部 3側である所定の検出領域に集光する。

[0027] 受光部 60は、例えば、容器 61と、その容器 61内に配置される受光光学系 62及び光センサ 63を含んでいる。この受光部 60は、受光光学系 62によって検出領域の光を光センサ 63に導光し、当該検出領域をドロップレット DLが通過する際に生じる光の変化を検出する。この光の変化を示す DL通過信号 S2がドロップレット検出器 30Aからコントローラ 40に出力される。なお、コントローラ 40では、DL通過信号 S2に基づいて、ドロップレット DLが検出領域を通過したことが認識される。

[0028] 画像取得器 30Bは、例えば、ドロップレット DLの軌道 OT上のプラズマ生成領域 ARを挟んで対向される一対のウィンドウ W3, W4の一方側に配置される光源部 70と、当該ウィンドウ W3, W4の他方側に配置される受光部 80とで構成される。

[0029] 光源部 70は、例えば、容器 71と、その容器 71内に配置されるフラッシュランプ 72及び照明光学系 73を含んでいる。この光源部 70は、コン

トローラ 40 からフラッシュランプ 72 に供給される撮像タイミング信号 S3 に基づいてフラッシュランプ 72 を点灯し、フラッシュランプ 72 から出射される光を照明光学系 73 によってコリメート光としてプラズマ生成領域 AR に導光する。

[0030] 受光部 80 は、例えば、容器 81 と、その容器 81 内に配置される受光光学系 82、シャッタ 83 及びイメージセンサ 84 を含んでいる。この受光部 80 は、コントローラ 40 からシャッタ 83 に供給される撮像タイミング信号 S3 に基づいてシャッタ 83 を開放し、当該シャッタ 83 が開放しているときには受光光学系 82 によってプラズマ生成領域 AR の像をイメージセンサ 84 に結像する。また、受光部 80 は、イメージセンサ 84 に結像される像を画像信号 S4 としてコントローラ 40 に出力する。

[0031] コントローラ 40 は、極端紫外光生成装置 1 全体を統括的に制御するものであり、遅延回路 41、図示しない CPU（中央処理ユニット）等を主な構成要素として含んでいる。このコントローラ 40 には、露光装置 10 から供給されるバースト信号 S1 と、ドロップレット検出器 30A から供給される DL 通過信号 S2 と、画像取得器 30B から供給される画像信号 S4 とが入力される。

[0032] コントローラ 40 は、バースト信号 S1、DL 通過信号 S2、画像信号 S4 に基づいて、バースト期間においてプラズマ生成領域 AR にドロップレット DL が達したときにレーザ光が照射されるよう、ターゲット供給部 3、レーザ装置 20 及びターゲット検出装置 30 を適宜制御する。

[0033] 例えば、コントローラ 40 は、露光装置 10 から供給されるバースト信号 S1 をプリパルスレーザ装置 20A に出力する。これに加えてコントローラ 40 は、DL 通過信号 S2 を受けたときに第 1 発光トリガ信号 S10 を生成し、その第 1 発光トリガ信号 S10 を遅延回路 41 によって所定の遅延時間だけ遅延させた後にプリパルスレーザ装置 20A に出力する。この遅延時間は、ドロップレット検出器 30A の検出領域にあるドロップレット DL がプラズマ生成領域 AR に達する時間から、プリパルスレーザ装置 20A が第 1

発光トリガ信号 S 1 0 を受信してからプリパルスレーザ光 P L がプラズマ生成領域 A R に達するまでの時間を減算した時間とされる。プリパルスレーザ装置 2 0 A は、後述するように、バースト信号 S 1 によって通知されるバースト期間 P R 1 に第 1 発光トリガ信号 S 1 0 が入力されることでプリパルスレーザ光 P L を出射するよう構成される。したがって、コントローラ 4 0 は、バースト期間 P R 1 においてプラズマ生成領域 A R を通過するドロップレット D L にプリパルスレーザ光 P L が照射されるように、プリパルスレーザ装置 2 0 A を制御し得る。

[0034] また例えば、コントローラ 4 0 は、露光装置 1 0 から供給されるバースト信号 S 1 をメインパルスレーザ装置 2 0 B に出力する。これに加えてコントローラ 4 0 は、D L 通過信号 S 2 を受けたときに第 2 発光トリガ信号 S 2 0 を生成し、その第 2 発光トリガ信号 S 2 0 を遅延回路 4 1 によって所定の遅延時間だけ遅延させた後にメインパルスレーザ装置 2 0 B に出力する。この遅延時間は、第 1 発光トリガ信号 S 1 0 に設定される遅延時間よりも僅かに長い時間とされる。メインパルスレーザ装置 2 0 B は、バースト信号 S 1 によって通知されるバースト期間 P R 1 に第 2 発光トリガ信号 S 2 0 が入力されることでメインパルスレーザ光 M L を出射するよう構成される。したがって、コントローラ 4 0 は、プラズマ生成領域 A R を通過するドロップレット D L がプリパルスレーザ光 P L によって拡散した後、その拡散したドロップレット D L にメインパルスレーザ光 M L が照射されるように、メインパルスレーザ装置 2 0 B を制御し得る。

[0035] また例えば、コントローラ 4 0 は、D L 通過信号 S 2 を受けたときに撮像タイミング信号 S 3 を生成し、その撮像タイミング信号 S 3 を遅延回路 4 1 によって所定の遅延時間だけ遅延させた後にフラッシュランプ 7 2 およびシャッタ 8 3 に出力する。この遅延時間は、プラズマ生成領域 A R に存在するドロップレット D L にプリパルスレーザ光 P L が照射される直前あるいは直後のそれぞれに相当する時間、あるいは当該ドロップレット D L にメインパルスレーザ光 M L が照射された直後に相当する時点が撮像タイミングとなる

よう設定される。したがって、コントローラ40は、プラズマ生成領域ARに存在するドロップレットDLにプリパルスレーザ光PLが照射される直前あるいは直後それぞれの像を含む画像が取得されるように、画像取得器30Bを制御し得る。または、コントローラ40は、プラズマ生成領域ARに存在するドロップレットDLにメインパルスレーザ光MLが照射された直後の像を含む画像が取得されるように、画像取得器30Bを制御し得る。

[0036] なお、コントローラ40は、ドロップレットDLの出力タイミングや出力方向等が調整されるように、画像信号S4等に基づいてターゲット供給部3を制御するようにしてもよい。また、コントローラ40は、プリパルスレーザ光PL及びメインパルスレーザ光MLがプラズマ生成領域ARにおける所定の目標位置に照射されるように、画像信号S4等に基づいてステージ5を制御するようにしてもよい。さらに、上記の制御は単なる例示に過ぎず、当該制御以外の他の制御に置換されても他の制御が追加されてもよい。

[0037] 2. 2 動作

上記のように、プリパルスレーザ装置20Aにバースト信号S1及び第1発光トリガ信号S10が出力され、メインパルスレーザ装置20Bにバースト信号S1及び第2発光トリガ信号S20が出力される。この場合、バースト期間PR1においてプリパルスレーザ光PLとメインパルスレーザ光MLとが1パルス単位で交互に出射される。

[0038] プリパルスレーザ装置20Aから出射したプリパルスレーザ光PLは、反射ミラー21で反射される。反射ミラー21で反射されたプリパルスレーザ光PLは、ビームコンバイナ22で反射され、チャンバ2のウィンドウWからチャンバ2内に入射する。チャンバ2内に入射したプリパルスレーザ光PLは、レーザ集光光学系4によってプラズマ生成領域ARに進む。

[0039] ここで、第1発光トリガ信号S10は、ドロップレット検出器30Aの検出領域にあるドロップレットDLがプラズマ生成領域ARに達する時間から、プリパルスレーザ装置20Aからのプリパルスレーザ光PLがプラズマ生成領域ARに達する時間を減算した時間だけ遅延されている。このため、ド

ドロップレット検出器 30A の検出領域にあるドロップレット DL がプラズマ生成領域 AR に達したとき、ターゲット物質であるドロップレット DL に対してプリパルスレーザ光 PL が照射され、ドロップレット DL は拡散して拡散ターゲット物質となる。

[0040] 一方、メインパルスレーザ装置 20B から出射したメインパルスレーザ光 ML は、ビームコンバイナ 22 を透過する。ビームコンバイナ 22 を透過したメインパルスレーザ光 ML は、チャンバ 2 のウインドウ W からチャンバ 2 内に入射する。チャンバ 2 内に入射したメインパルスレーザ光 ML は、レーザ集光光学系 4 によってプラズマ生成領域 AR に進む。

[0041] ここで、第 2 発光トリガ信号 S20 は、第 1 発光トリガ信号 S10 に設定される遅延時間よりも僅かに長い時間分だけ遅延されている。このため、ドロップレット検出器 30A の検出領域にあるドロップレット DL がプラズマ生成領域 AR に達し、そのドロップレット DL がプリパルスレーザ光 PL によって拡散された後、拡散ターゲット物質であるドロップレット DL に対してメインパルスレーザ光 ML が照射される。メインパルスレーザ光 ML が照射された拡散ターゲット物質はプラズマ化し、そのプラズマから EUV 光を含む光が放射する。EUV 光は、図示しないコレクタミラーによって選択的に反射され、チャンバ 2 の外部の露光装置 10 に導光される。

[0042] 3. 比較例

3. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

次に、下記の実施形態の比較例として極端紫外光生成装置の一部の構成を説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略される。

[0043] 図 3 に示すように、比較例の極端紫外光生成装置におけるプリパルスレーザ装置 20A は、オシレータ 101、パルスピック 102、増幅器 103、光シャッタ 104 を含んでいる。なお、図 3 では、便宜上、反射ミラー 21、ビームコンバイナ 22、ウインドウ W 等が省略される。

[0044] オシレータ 101 は、コントローラ 40 によって駆動され、例えば繰り返

し周波数を20MHzとするレーザ光を生成する。このオシレータ101は、例えばモードロックレーザ等で構成し得る。

[0045] パルスピック102は、オシレータ101によって生成されるレーザ光の伝送路を開放又は遮断する光学素子であり、例えばEO素子と偏光子等で構成し得る。このパルスピック102は、例えば、コントローラ40から供給される第1発光トリガ信号S10に基づいて、DL通過信号S2に同期した20～100kHz程度の繰り返し周波数のレーザ光が出力されるように、レーザ光の伝送路を開放又は遮断する。

[0046] 増幅器103は、パルスピック102から出力されるレーザ光を増幅するものであり、例えば再生増幅器型のパワーアンプ等で構成し得る。

[0047] 光シャッタ104は、増幅器103から出力されるレーザ光の伝送路を開放又は遮断する光学素子であり、例えばEO素子と偏光子等で構成し得る。この光シャッタ104は、例えば、コントローラ40から供給されるバースト信号S1に基づいて、バースト期間PR1にレーザ光が出射されるように、レーザ光の伝送路を開放又は遮断する。

[0048] 3. 2 動作

図4に示すように、コントローラ40によってオシレータ101が駆動すると、オシレータ101は例えば繰り返し周波数を20MHzとするレーザ光を生成する(図4の(A))。このレーザ光は、パルスピック102によってDL通過信号S2(図4の(B))におおむね同期した20～100kHz程度の繰り返し周波数のレーザ光とされ(図4の(C))、増幅器103で増幅される。

[0049] 増幅されたレーザ光は、バースト信号S1のバースト期間PR1では(図4の(D))、光シャッタ104によってプリパルスレーザ光PLとしてチャンバ2に出射される(図4の(E))。一方、増幅されたレーザ光は、バースト信号S1の休止期間PR2では(図4の(D))、光シャッタ104によって遮断され、チャンバ2への伝送が抑制される(図4の(E))。このチャンバ2への伝送が抑制されるレーザ光は捨てパルスと称する。

[0050] このようにプリパルスレーザ装置20Aは、パルスピック102をおおむね一定の周期で動作させることで休止期間PR2であっても捨てパルスが発生させる。これによりプリパルスレーザ装置20Aは、一定の周期でオシレータ101のレーザゲインを消費させて、所定値付近にレーザゲインを維持し、レーザ出力のエネルギーを安定化させている。

[0051] 3. 3 課題

ところが、比較例のプリパルスレーザ装置20Aでは、光シャッタ104の故障等によって、バースト信号S1の休止期間PR2であるにもかかわらず光シャッタ104が開放してしまう場合がある（図4の（D）の破線で示す）。この場合、休止期間PR2であるにもかかわらず、捨てプリパルスのレーザ光がプリパルスレーザ装置20Aから出射してチャンバ2の内部に導かれ（図4の（E）の破線で示す）、プラズマ生成領域ARに存在するドロップレットDLに照射される。一方、休止期間PR2であるため、メインパルスレーザ装置20Bからメインパルスレーザ光MLは出射されない。

[0052] したがって、バースト信号S1の休止期間PR2であるにもかかわらず光シャッタ104が開放した場合には、ドロップレットDLがプリパルスレーザ光PLによって拡散するもののプラズマ化しないことになる。この結果、拡散したドロップレットDLがチャンバ2に配置されるウィンドウW、W1～W4やレーザ集光光学系4等に付着し、当該光学素子の反射率や透過率が変化するという不具合が生じ得る。このような不都合が生じると、EUV光の出力が低下する、あるいは、EUV光が生成されないといったことが懸念される。

[0053] そこで、以下の実施形態では、意図せず拡散したドロップレットDLに起因する光学素子の汚染を低減し得る極端紫外光生成装置が例示される。

[0054] 4. 実施形態1

4. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

次に、実施形態1として極端紫外光生成装置の一部の構成を説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、

特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0055] 図5に示すように、本実施形態の極端紫外光生成装置は、コントローラ200を備えている点で、上記比較例の極端紫外光生成装置と相違する。このコントローラ200には、露光装置10からバースト信号S1が入力され、画像取得器30Bから画像信号S4が入力される。

[0056] コントローラ200は、バースト信号S1及び画像信号S4に基づいて、プラズマ生成領域ARを休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあるか否かを判別し、当該拡散した状態にあると判断した場合にはオシレータ101を停止させる。

[0057] 4. 2 動作

図6に示すように、コントローラ200は、例えば、極端紫外光生成装置の電源の投入に応じて制御処理を開始し、ステップSP1に進む。

[0058] コントローラ200は、ステップSP1では、露光装置10から出力されるバースト信号S1に基づいてバースト期間PR1であるか休止期間PR2であるかを識別する。ここで、コントローラ200は、バースト期間PR1である場合には、休止期間PR2になるまで待機する。一方、コントローラ200は、休止期間PR2である場合には、ステップSP2に進む。

[0059] コントローラ200は、ステップSP2では、プラズマ生成領域ARを通過するドロップレットDLを撮像すべき撮像指令信号S201を生成し、これをコントローラ40に出力した後、ステップSP3に進む。なお、コントローラ40では、撮像指令信号S201に応じて、上記のように画像取得器30Bの制御が実行され、休止期間PR2にプラズマ生成領域ARを通過するドロップレットDLの像を含む画像信号S4が画像取得器30Bからコントローラ200に供給される。

[0060] コントローラ200は、ステップSP3では、画像取得器30Bから供給される画像信号S4を取得するまで待機し、当該画像信号S4を取得した場合には、ステップSP4に進む。

[0061] コントローラ200は、ステップSP4では、ステップSP3で画像信号

S 4 を取得した日時を含むログ信号を生成し、これを内部のメモリやコントローラ 200 の外部の記憶装置等に記憶した後、ステップ S P 5 に進む。なお、ログ信号は、例えば、プリパルスレーザ装置 20 A の光シャッタ 104 が故障した時期を推定する場合等に用いられる。また、ステップ S P 4 は省略されてもよい。

[0062] コントローラ 200 は、ステップ S P 5 では、ステップ S P 3 で取得した画像信号 S 4 に対して二値化処理を施し、その二値化処理結果として得られる二値画像に含まれるドロップレット D L の面積 S を計測した後、ステップ S P 6 に進む。

[0063] ところで、図 7 に例示するように、プラズマ生成領域 A R を通過するドロップレット D L にプリパルスレーザ光 P L が照射されていない場合、画像信号 S 4 に含まれるドロップレット D L は略円形になる。また、この画像信号 S 4 に対する二値化処理結果として得られる二値画像では、ドロップレット D L が黒色として示され、当該ドロップレット D L 以外の部分が白色として示される。一方、プラズマ生成領域 A R を通過するドロップレット D L にプリパルスレーザ光 P L が照射されている場合、ドロップレット D L はプリパルスレーザ光 P L の照射方向に半球状に拡散する。図 8 に例示するように、ドロップレット D L にプリパルスレーザ光 P L が照射されている場合、画像信号 S 4 に含まれるドロップレット D L は、略半円形状になる。また、この画像信号 S 4 に対する二値化処理結果として得られる二値画像では、撮像された最も外側に拡散するドロップレット D L の粒子を外縁としてその内部が黒色として示され、当該外縁の外部が白色として示される。

[0064] 図 7 と図 8 との対比からも分かるように、ステップ S P 3 で取得した画像信号 S 4 に対して二値化処理を施した場合、当該二値化処理を施さない場合に比べて、ドロップレット D L の輪郭（境界）は、拡散の有無にかかわらず鮮明に区別可能となる。したがって、コントローラ 200 は、ステップ S P 3 で取得した画像信号 S 4 に対して二値化処理を施すことで、ドロップレット D L の面積 S を正確に計測し得る。ただし、ステップ S P 3 で取得した画

像信号 S 4 に対して二値化処理を施すことは必須ではなく、他の画像処理によって当該画像信号 S 4 の画像に含まれるドロップレット D L の面積が計測されてもよい。

[0065] コントローラ 200 は、ステップ S P 6 では、ステップ S P 3 で記憶したログ情報に、ステップ S P 5 で計測したドロップレット D L の面積 S を加えた後、ステップ S P 7 に進む。なお、ステップ S P 6 は省略されてもよい。

[0066] コントローラ 200 は、ステップ S P 7 では、ステップ S P 5 で計測したドロップレット D L の面積 S と閾値 T とを比較する。図 7 と図 8 との対比からも分かるように、プラズマ生成領域 A R を通過するドロップレット D L にプリパルスレーザ光 P L が照射されている場合、ドロップレット D L に相当する黒色部分は、プリパルスレーザ光 P L が照射されていない場合に比べて大きくなる。

このため、閾値 T は、プリパルスレーザ光 P L が照射されていないときのドロップレット D L の面積として許容し得る最大値とされ、具体的には、画像信号 S 4 の画像に含まれる標準的なドロップレット D L の面積 S c に N 倍した値等とされる。なお、閾値 T は、例えばコントローラ 200 の内部のメモリ等に記憶されていてもよく、コントローラ 200 以外の他の記憶装置から読み出すようにしてもよい。

[0067] ステップ S P 5 で計測したドロップレット D L の面積 S が閾値 T 以下である場合、休止期間 P R 2 にプリパルスレーザ装置 20 A からプリパルスレーザ光 P L が出射されておらず、当該プリパルスレーザ装置 20 A の光シャッタ 104 が正常に動作していることを意味する。この場合、コントローラ 200 は、ステップ S P 1 に戻る。

[0068] 一方、ドロップレット D L の面積 S が閾値 T よりも大きい場合、休止期間 P R 2 にプリパルスレーザ装置 20 A からプリパルスレーザ光 P L が出射されており、当該プリパルスレーザ装置 20 A の光シャッタ 104 が故障した可能性が高いことを意味する。この場合、コントローラ 200 は、ステップ S P 8 に進む。

[0069] コントローラ200は、ステップSP8では、停止命令信号S202を生成し、これをオシレータ101に出力することでオシレータ101を停止させた後、ステップSP9に進む。オシレータ101が停止した場合、休止期間PR2にプリパルスレーザ装置20Aからプリパルスレーザ光PLが出射されないため、チャンバ2内に入射するプリパルスレーザ光PLの強度はゼロである。オシレータ101の停止は、休止期間PR2にプリパルスレーザ装置20Aから出射されるプリパルスレーザ光PLの強度を、ドロップレットDLに照射されても拡散しない程度に抑制することで代替可能である。例えば、オシレータ101を停止する代わりに、オシレータ101の励起電流を低下させてもよい。

[0070] コントローラ200は、ステップSP9では、光シャッタ104に異常を生じた可能性があることを示す通知信号を生成し、これを露光装置10に対して出力した後、制御処理を終了する。なお、コントローラ200は、露光装置10に代えて、又は、露光装置10に加えて、当該露光装置10以外の他の装置あるいはオペレータに、光シャッタ104に異常を生じた可能性があることを信号出力あるいは音声や画像等を用いて通知してもよい。

[0071] 4. 3 作用・効果

本実施形態の極端紫外光生成装置では、コントローラ200は、ターゲット検出装置30の画像取得器30Bで休止期間PR2に検出されるドロップレットDLの面積Sが閾値Tよりも大きい場合には、光源であるオシレータ101を停止させる。

[0072] 上記のように、ドロップレットDLの面積Sが閾値Tよりも大きい場合、休止期間PR2にプリパルスレーザ装置20Aからプリパルスレーザ光PLが出射されており、当該プリパルスレーザ装置20Aの光シャッタ104が故障した可能性が高い。

[0073] このような場合であっても、オシレータ101が停止されるため、休止期間PR2においてプリパルスレーザ装置20Aから出射されるプリパルスレーザ光PLがチャンバ2の内部に導光されることが抑制される。したがって

、拡散したドロップレットDLがチャンバ2に配置されるウインドウW、W1～W4やレーザ集光光学系4等に付着し続けることが回避される。このように本実施形態の極端紫外光生成装置は、光学素子の汚染を低減し得る。

[0074] 5. 実施形態2

5. 1 極端紫外光生成装置の一部の構成

次に、実施形態1として極端紫外光生成装置の一部の構成を説明する。なお、上記において説明した構成と同様の構成については同一の符号を付し、特に説明する場合を除き、重複する説明は省略する。

[0075] 図9に示すように、本実施形態の極端紫外光生成装置は、2次シャッタ250及びコントローラ300及び備えている点で、上記比較例の極端紫外光生成装置と相違する。2次シャッタ250は、光シャッタ104から出射されるレーザ光の伝送路を開放又は遮断するものであり、例えばEO素子と偏光子、AOM(Acoustic Optic Modulator)、機械式シャッタ等で構成し得る。この2次シャッタ250は、コントローラ300から供給される閉指令信号S251に応じて閉じ、当該コントローラ300から供給される開指令信号S252に応じて開く。

[0076] なお、本実施形態では、2次シャッタ250は、光シャッタ104とウインドウWとの間に配置されているが、例えば、ウインドウWとレーザ集光光学系4との間に配置されていてもよい。要するに、2次シャッタ250は、光シャッタ104から出射されるレーザ光の伝送路上に配置されていればよい。

[0077] コントローラ300は、上記実施形態1のコントローラ200と同様に、バースト信号S1及び画像信号S4に基づいて、プラズマ生成領域ARを休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあるか否かを判別する。また、コントローラ300は、上記実施形態1のコントローラ200と同様に、プラズマ生成領域ARを休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあると判断した場合には、オシレータ101を停止させる。なお、本実施形態の場合にあっては、オシレータ101を停止

させることは必須ではない。

[0078] コントローラ300は、プラズマ生成領域ARを休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあると判断した場合には、閉指令信号S251を生成し、これを2次シャッタ250に出力することで2次シャッタ250を閉じる。この点においてコントローラ300は、上記実施形態1のコントローラ200と相違する。2次シャッタ250がEO素子と偏光子を含んで構成される場合、2次シャッタ250を閉じても僅かな漏れ光が2次シャッタ250を透過してドロップレットDLに照射されてもよい。この際、漏れ光はドロップレットDLが拡散しない程度に抑制された強度であればよい。

[0079] 5. 2 動作

図10に示すように、本実施形態では、図6に示した上記実施形態1のステップSP8がステップSP100に変更される。コントローラ200は、ステップSP100では、停止命令信号S202をオシレータ101に出力することでオシレータ101を停止させるとともに、閉指令信号S251を2次シャッタ250に出力することで2次シャッタ250を閉じる。その後、コントローラ200は、ステップSP9に進む。なお、このステップSP100では、上記のようにオシレータ101が停止されなくてもよい。

[0080] 5. 3 作用・効果

本実施形態の極端紫外光生成装置では、コントローラ300は、画像取得器30Bで休止期間PR2に検出されるドロップレットDLの面積Sが閾値Tよりも大きい場合には、オシレータ101を停止させるとともに、2次シャッタ250を閉じる。

[0081] このため、上記実施形態1と同様に、休止期間PR2においてプリパルスレーザ装置20Aから出射されるプリパルスレーザ光PLがチャンバ2の内部に導光されることが抑制される。したがって、拡散したドロップレットDLがチャンバ2に配置されるウインドウW、W1～W4やレーザ集光光学系4等に付着し続けることが回避される。このように本実施形態の極端紫外光

生成装置においても光学素子の汚染を低減し得る。

[0082] なお、本実施形態では、コントローラ300が2次シャッタ250を閉じた以降に、バースト信号S1のバースト期間PR1に開指令信号S252を出力して2次シャッタ250を開け、休止期間PR2に閉指令信号S251を出力して2次シャッタ250を閉じてよい。このようにすれば、光シャッタ104が故障した場合であっても、2次シャッタ250が光シャッタ104に成り代わって引き続きバースト信号S1に基づいてバースト動作を実行することができる。したがって、光シャッタ104が故障した場合に直ちに極端紫外光生成装置を停止することが抑制され得る。

[0083] 6. 変形例

以上、上記実施形態が例として説明されたが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、上記実施形態を変更するようにしてもよい。

[0084] 例えば、上記実施形態1ではコントローラ40とコントローラ200とが別々にされ、上記実施形態2ではコントローラ40とコントローラ300とが別々にされた。しかしながら、コントローラ40とコントローラ200、または、コントローラ40とコントローラ300とが1つのコントローラとして構成されるようにしてもよい。

[0085] また上記実施形態では、プラズマ生成領域ARを休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあると判断する情報として、二値画像に含まれるドロップレットDLの面積Sが採用された。しかしながら、例えば、図11に示すように、二値画像に含まれるドロップレットDLの長さLが採用されてもよい。この長さLは、例えば、照射方向に直交する方向等の所定の方向において最も大きい長さとされる。また、長さLが閾値よりも大きい場合に休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあると判断される。この閾値は、例えば、プリパルスレーザ光PLが照射されていないときの二値画像に含まれるドロップレットDLの長さLとして許容し得る最大値とされる。このようにすれば、上記実施形態と同様に、二値画像に含まれるドロップレットDLの長さLに基づいて、プラズマ生成領

域ARを休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあるか否かが判断し得る。

二値画像に含まれるドロップレットDLの面積S又は長さLとの比較対象として閾値以外の情報が採用されてもよい。例えば、バースト期間PR1に画像取得器30Bで取得された画像信号S4の画像に含まれる、プリパルスレーザ光PLが照射される直前のドロップレットの面積S又は長さLを基準として、その基準よりもN倍した面積S又は長さLを比較対象として採用し得る。

[0086] 上記実施形態では、休止期間PR2において検出されるドロップレットDLの面積Sが閾値Tよりも大きい場合にオシレータ101が停止された。しかしながら、オシレータ101が停止されることに代えて、増幅器103が停止されてもよい。増幅器103が停止された場合、休止期間PR2においてプリパルスレーザ装置20Aから出射されるプリパルスレーザ光PLがチャンバ2の内部に導光されるが、当該プリパルスレーザ光PLは増幅されず、その強度が弱くなっている。また、プリパルスレーザ光PLは、増幅器103内の励起されていない媒質を通過することで減衰し得る。このため、プリパルスレーザ光PLがドロップレットDLに照射されたとしても、そのドロップレットDLが拡散することが抑制され、上記実施形態と同様に、拡散したドロップレットDLがチャンバ2に配置されるウインドウW、W1～W4やレーザ集光光学系4等に付着し続けることが回避される。

[0087] また上記実施形態では、プラズマ生成領域ARを休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあるか否かが判断する情報が、ターゲット検出装置30の画像取得器30Bから取得された。しかしながら、画像取得器30Bに代えて、ドロップレット検出器30Aが採用し得る。例えば、ドロップレット検出器30Aの光センサ63を軌道OTに沿って配置されるラインセンサとした場合、ラインセンサからドロップレットDLの長さLと同等の情報が得られる。したがって、プラズマ生成領域ARを休止期間PR2に通過するドロップレットDLが拡散した状態にあるか否かが判断し

得る。

[0088] このように本発明は、ターゲット検出装置 30 で休止期間 PR 2 に検出されるターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合に、レーザ装置 20 からチャンバ 2 内に入射するパルス状のレーザ光の強度を抑制させるコントローラを採用し得る。

[0089] 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や変形例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。

[0090] 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不定冠詞「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

[0091] 1・・・極端紫外光生成装置、2・・・チャンバ、3・・・ターゲット供給部、4・・・レーザ集光光学系、5・・・ステージ、6・・・ターゲット回収部、10・・・露光装置、20・・・レーザ装置、20A・・・プリパルスレーザ装置、20B・・・メインパルスレーザ装置、21・・・反射ミラー、22・・・ビームコンバイナ、30・・・ターゲット検出装置、30A・・・ドロップレット検出器、30B・・・画像取得器、40, 200, 300・・・コントローラ、250・・・2次シャッタ、DL・・・ドロップレット、ML・・・メインパルスレーザ光、PL・・・プリパルスレーザ光、PR1・・・バースト期間、PR2・・・休止期間、S1・・・バースト信号、S2・・・DL通過信号、S3・・・撮像タイミング信号、S4・・・画像信号、S10・・・第1発光トリガ信号、S20・・・第2発光トリガ信号、S201・・・撮像指令信号、S202・・・停止命令信号、S2

5 1 . . . 閉指令信号、S 2 5 2 . . . 開指令信号。

請求の範囲

- [請求項1] パルス状のレーザ光を出射するレーザ装置と、
 前記レーザ光の照射ターゲットとしてチャンバ内に供給されるターゲット物質を検出するターゲット検出装置と、
 極端紫外光を生成すべきバースト期間と、前記極端紫外光の生成を休止すべき休止期間とが繰り返されるバースト信号に基づいて前記レーザ装置を制御するコントローラと、
 を備え、
 前記コントローラは、前記休止期間に前記ターゲット検出装置で検出されるターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合には前記レーザ装置から前記チャンバ内に入射するレーザ光の強度を抑制させる
 極端紫外光生成装置。
- [請求項2] 前記レーザ装置は、前記レーザ光を生成するオシレータを含み、
 前記コントローラは、前記休止期間に前記ターゲット検出装置で検出されるターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合に前記オシレータを停止させる
 請求項1に記載の極端紫外光生成装置。
- [請求項3] 前記レーザ装置は、前記レーザ光を生成するオシレータと、前記オシレータによって生成されるレーザ光を増幅する増幅器と、前記増幅器から出力されるレーザ光の伝送路を開放又は遮断する光シャッタと、前記光シャッタから出射されるレーザ光の伝搬路上に配置される2次シャッタとを含み、
 前記コントローラは、前記休止期間に前記ターゲット検出装置で検出されるターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合には前記2次シャッタを閉じる
 請求項1に記載の極端紫外光生成装置。
- [請求項4] 前記コントローラは、前記2次シャッタを閉じた以降に、前記バー

スト信号に基づいて前記バースト期間に前記２次シャッタを開け、前記休止期間に前記２次シャッタを閉じる

請求項３に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項５] 前記レーザ装置は、前記レーザ光を生成するオシレータと、前記オシレータによって生成されるレーザ光を増幅する増幅器とを含み、

前記コントローラは、前記休止期間に前記ターゲット検出装置で検出されるターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合には前記増幅器を停止させる

請求項１に記載の極端紫外光生成装置。

[請求項６] 前記レーザ装置は、プリパルスレーザ装置と、メインパルスレーザ装置とを含み、

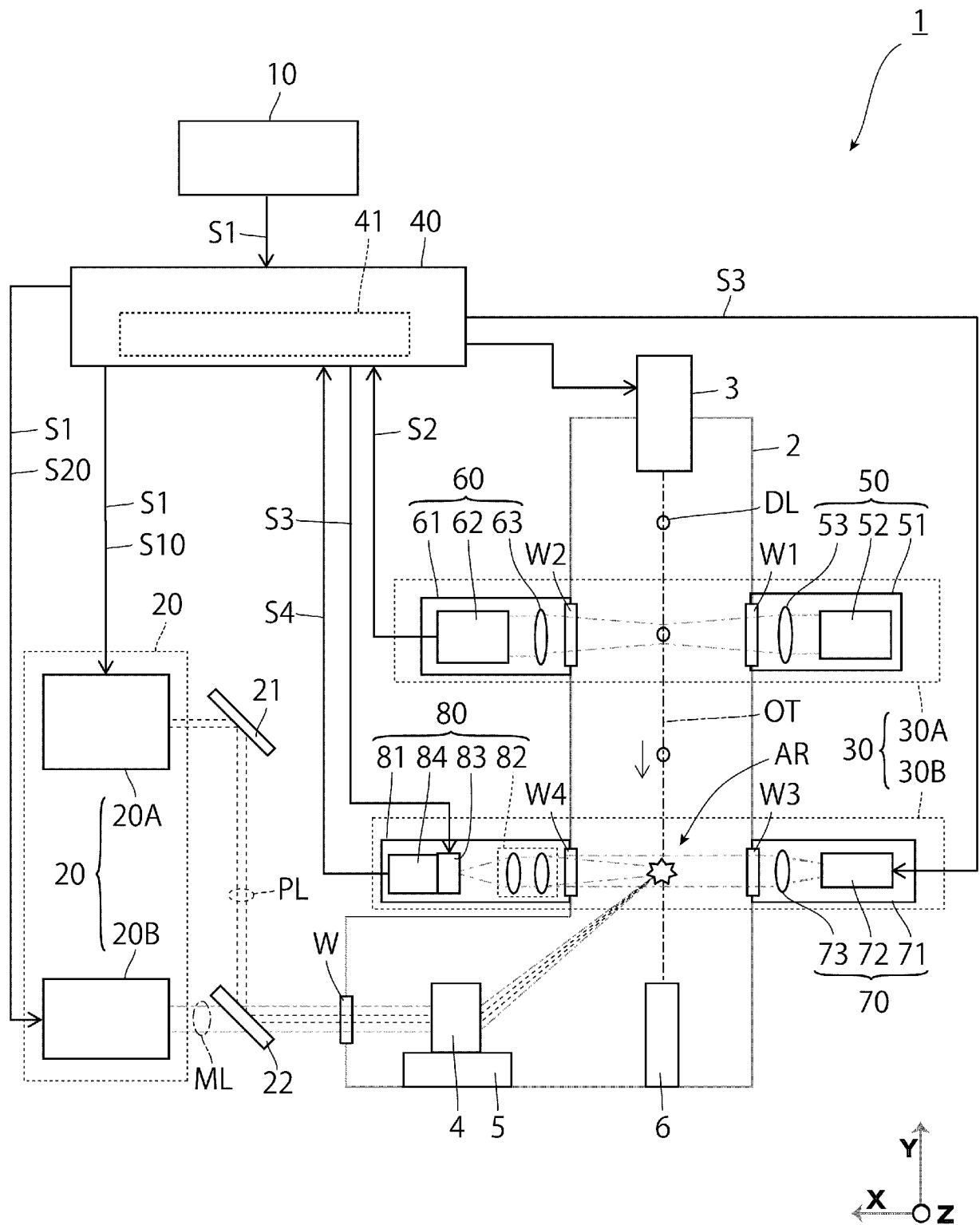
前記コントローラは、前記プリパルスレーザ装置から出射されるプリパルスレーザ光を前記チャンバ内に供給されるターゲット物質に照射した後に、前記メインパルスレーザ装置から出射されるメインパルスレーザ光を前記ターゲット物質に照射するように、前記レーザ装置を制御する

請求項１に記載の極端紫外光生成装置。

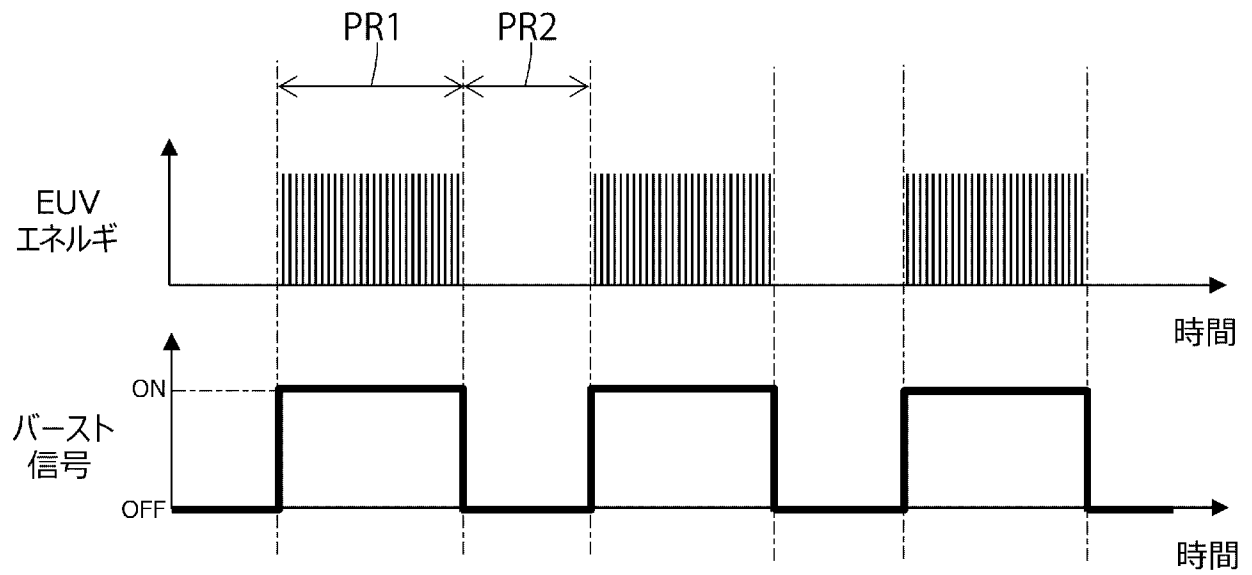
[請求項７] 極端紫外光を生成すべきバースト期間と、前記極端紫外光の生成を休止すべき休止期間とのうち、前記休止期間においてレーザ光の照射ターゲットとしてチャンバ内に供給されるターゲット物質を検出するステップと、

前記ターゲット物質の大きさが規定の大きさよりも大きい場合、前記チャンバ内に入射するレーザ光の強度を抑制させるステップとを備える極端紫外光生成装置の制御方法。

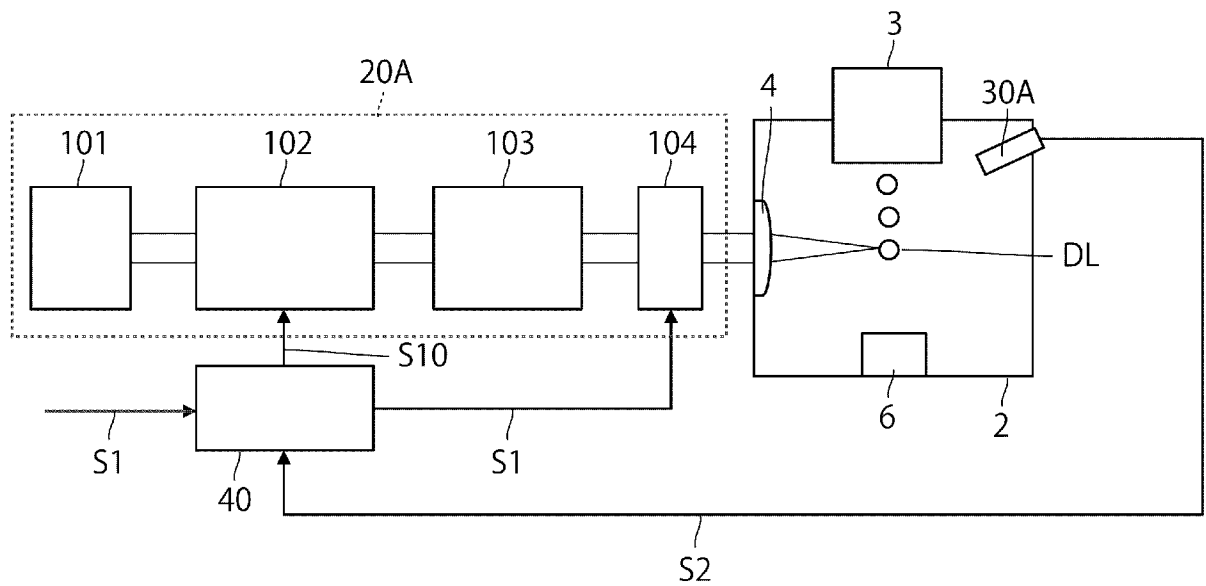
[図1]



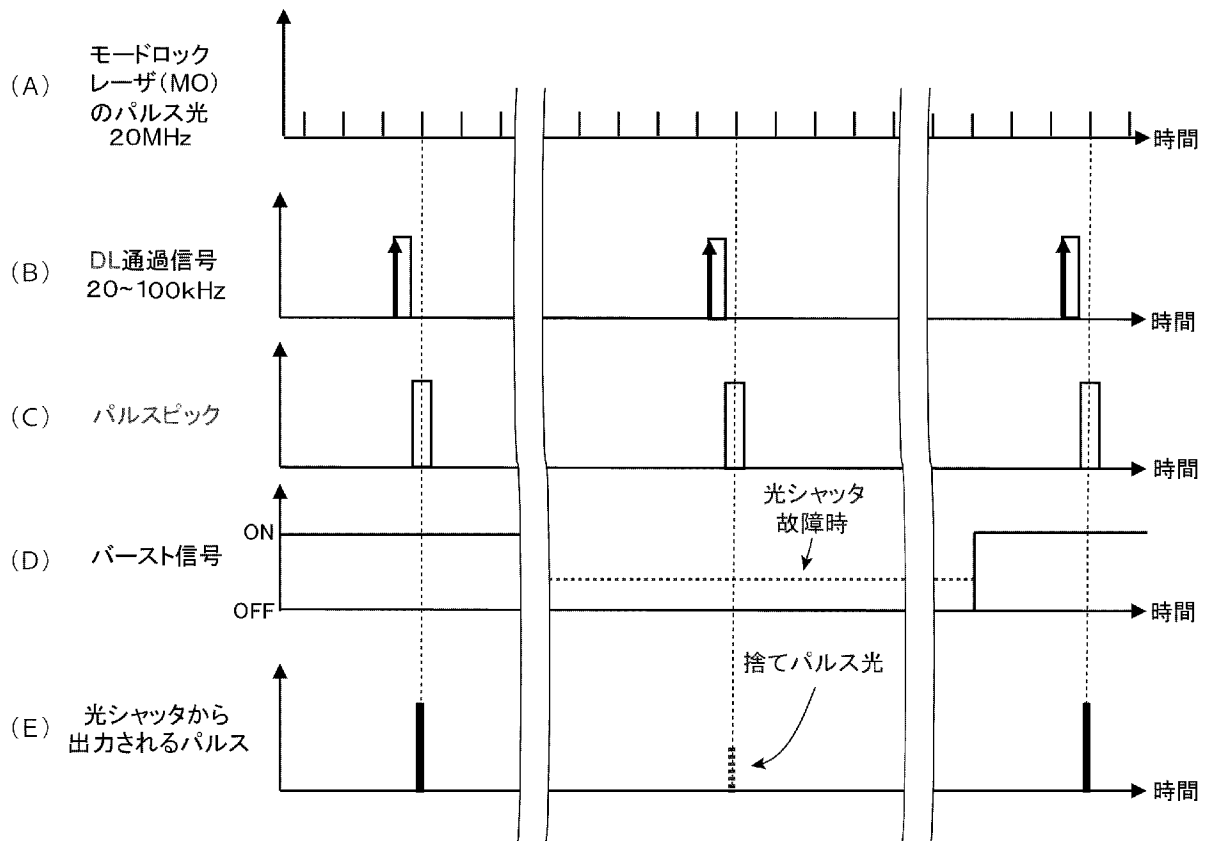
[図2]



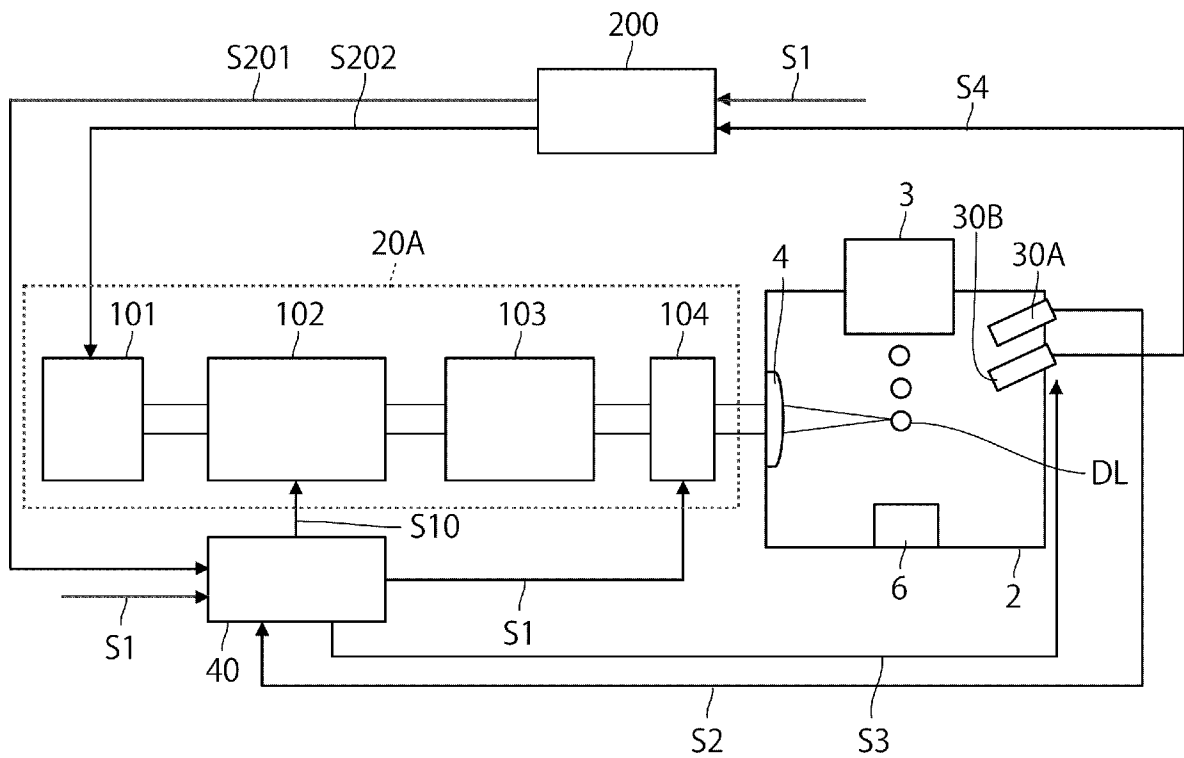
[図3]



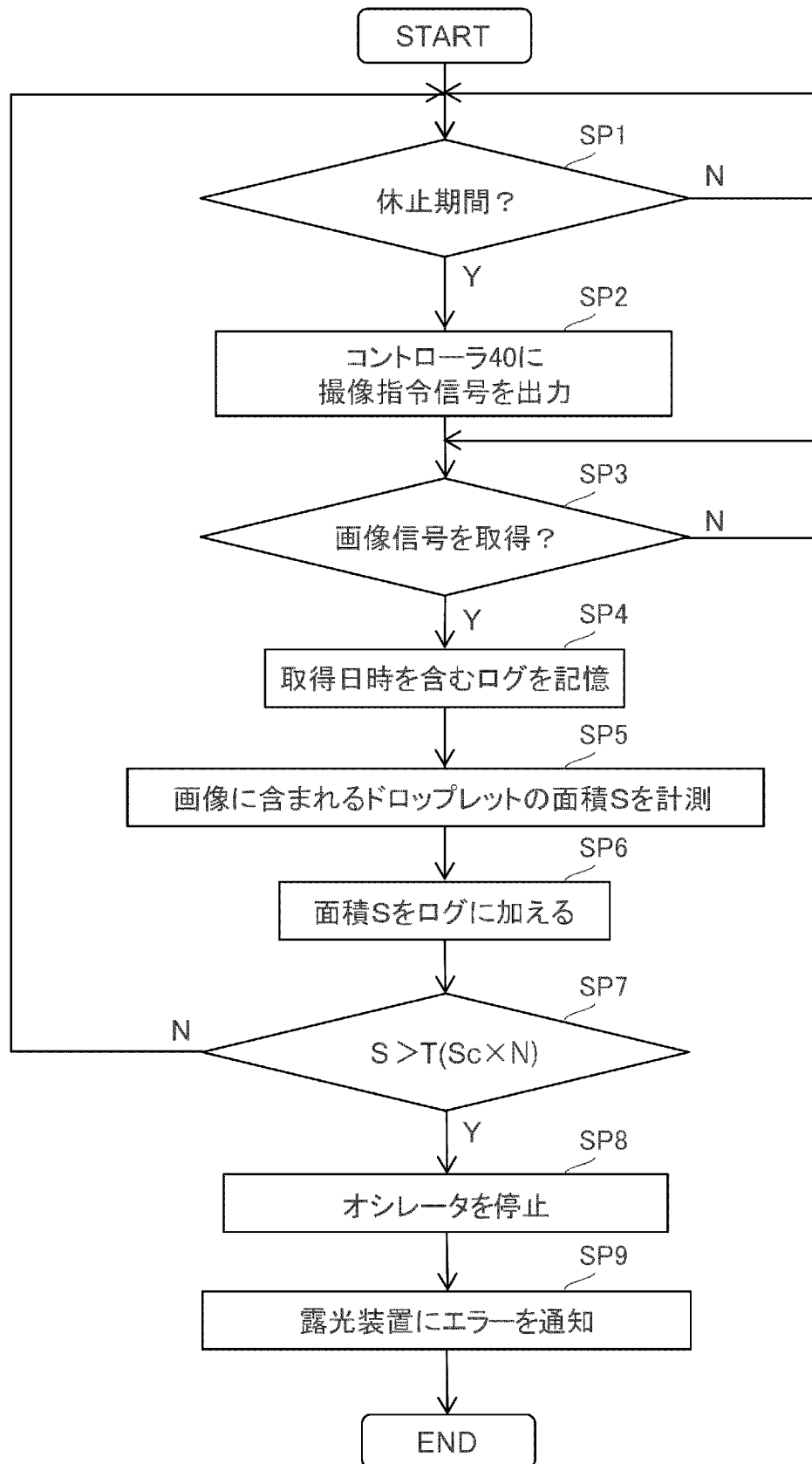
[図4]



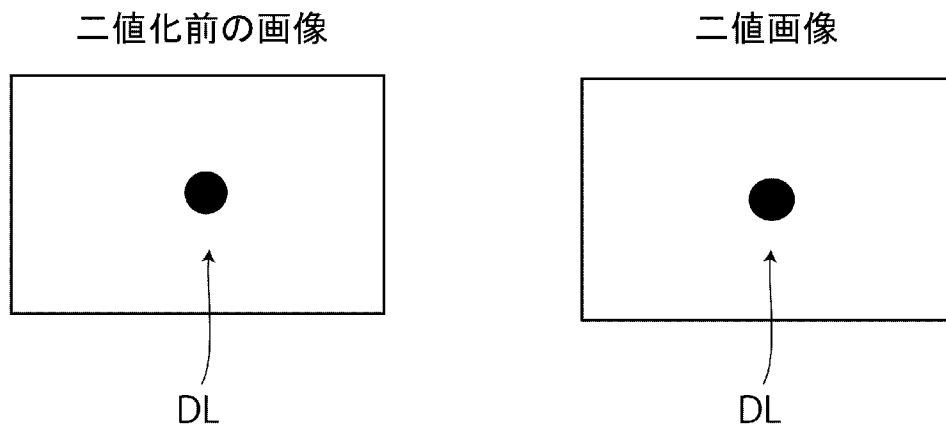
[図5]



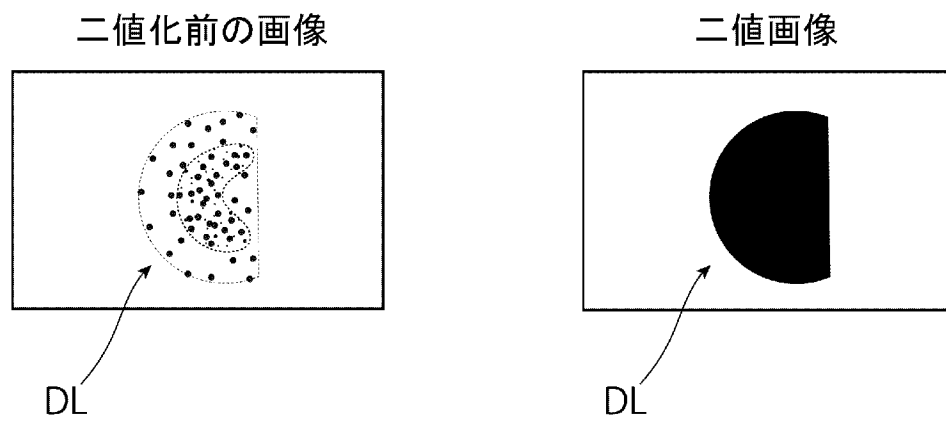
[図6]



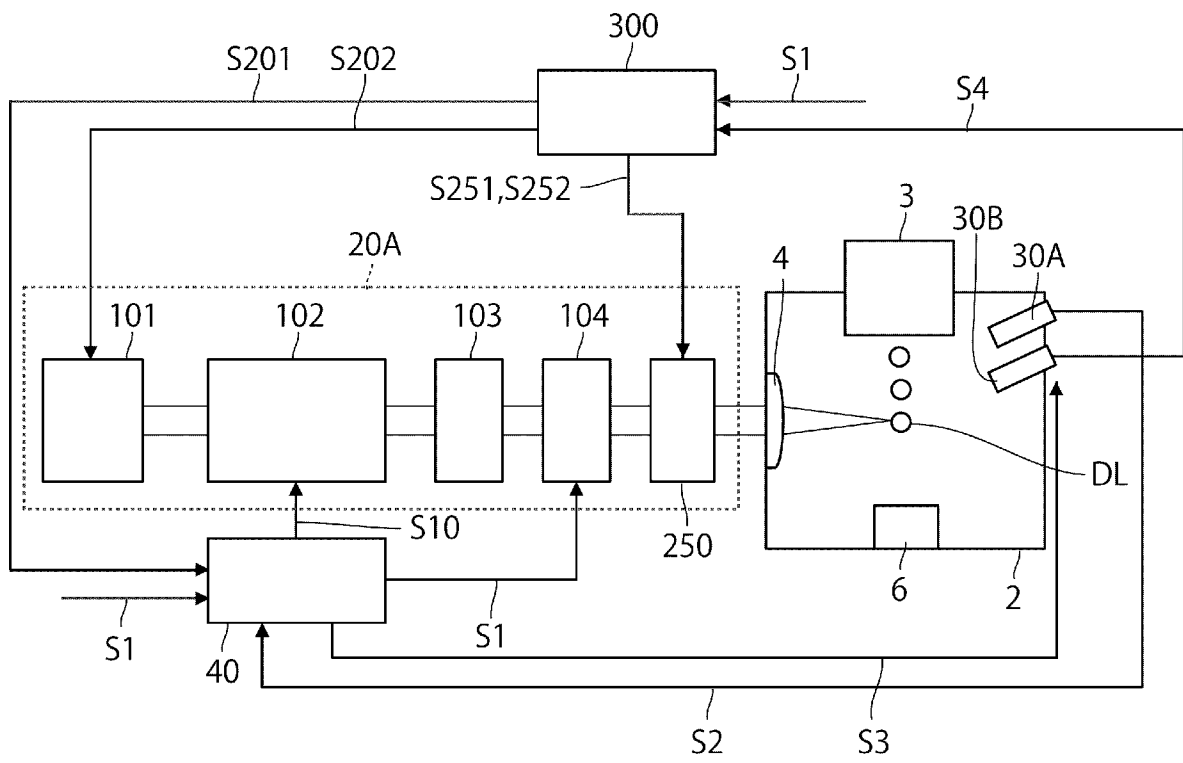
[図7]



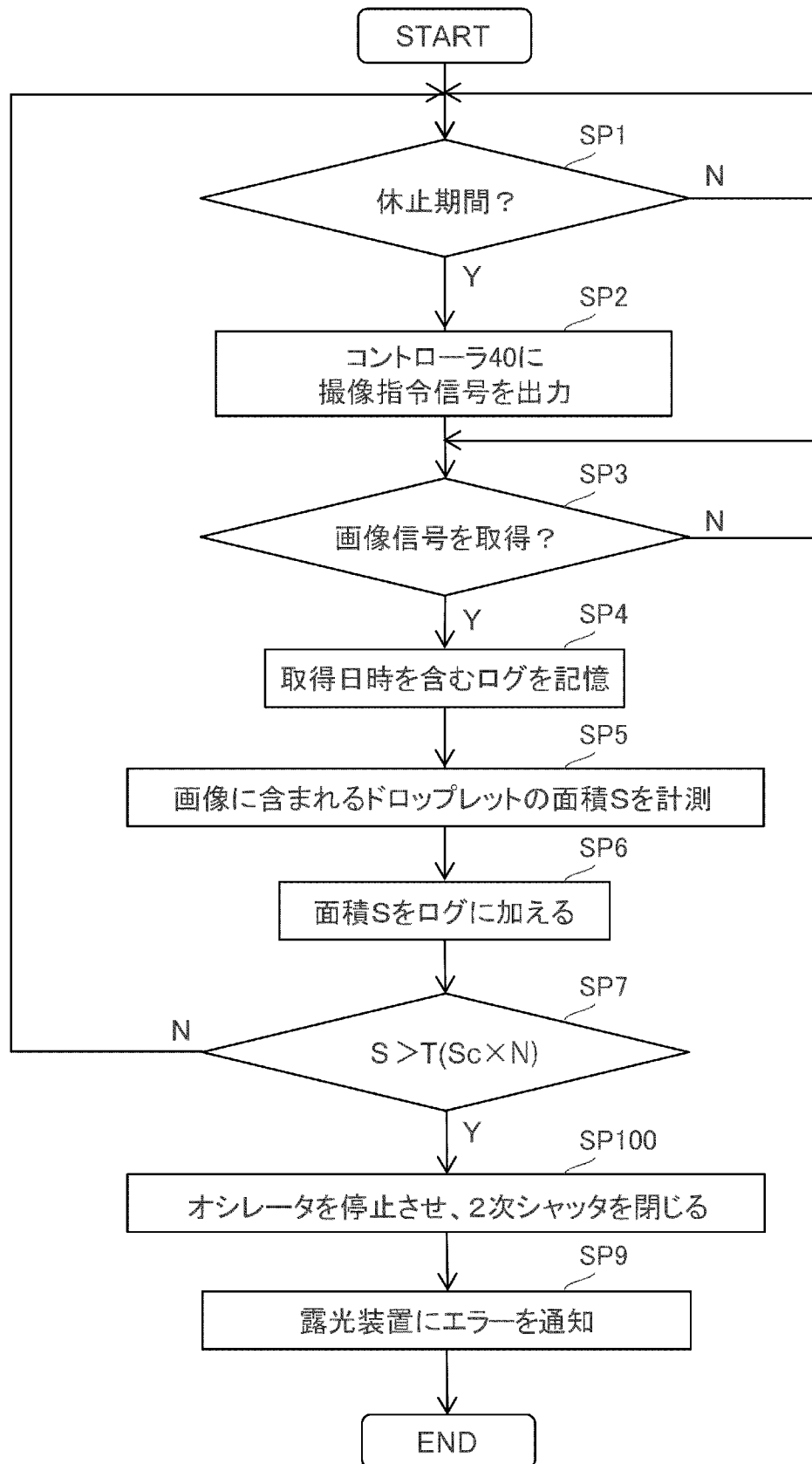
[図8]



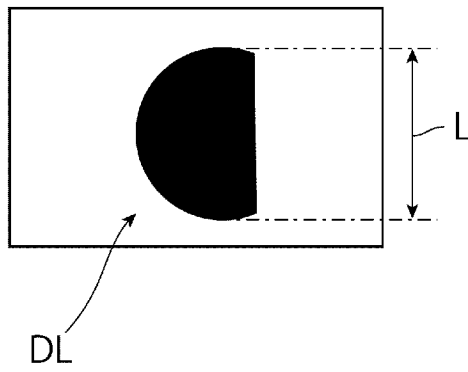
[図9]



[図10]



[図11]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/066017

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05G2/00(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

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.
Y A	JP 2014-78394 A (Gigaphoton Inc.), 01 May 2014 (01.05.2014), paragraphs [0016], [0042] to [0067], [0104] to [0112]; fig. 3 to 5, 11 & US 2014/0098830 A1 paragraphs [0035], [0066] to [0091], [0134] to [0143]; fig. 3 to 5, 11	1-2, 6-7 3-5
Y	JP 11-312831 A (NEC Corp.), 09 November 1999 (09.11.1999), paragraphs [0004] to [0009]; fig. 1 (Family: none)	1-2, 6-7

☒ 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
25 July 2016 (25.07.16)

Date of mailing of the international search report
02 August 2016 (02.08.16)

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/JP2016/066017

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2013-4258 A (Gigaphoton Inc.), 07 January 2013 (07.01.2013), paragraphs [0022] to [0023]; fig. 3 & US 2012/0243566 A1 paragraphs [0087] to [0088]; fig. 3	1-2, 6-7
Y	WO 2016/063409 A1 (Gigaphoton Inc.), 28 April 2016 (28.04.2016), paragraphs [0110] to [0120]; fig. 3, 5, 11 (Family: none)	1-2, 6-7
A	JP 2012-191171 A (Gigaphoton Inc.), 04 October 2012 (04.10.2012), entire text; all drawings & US 2013/0051412 A1	1-7
A	JP 2014-175474 A (Gigaphoton Inc.), 22 September 2014 (22.09.2014), entire text; all drawings & US 2014/0253716 A1	1-7
A	JP 2015-15251 A (Gigaphoton Inc.), 22 January 2015 (22.01.2015), entire text; all drawings & US 2012/0175533 A1	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H05G2/00 (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. H05G2/00

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	JP 2014-78394 A (ギガフォトン株式会社) 2014.05.01, 段落 [0016]、 [0042] - [0067]、[0104] - [0112]、図3-5、11 & US	1-2, 6-7
A	2014/0098830 A1 段落 [0035]、[0066] - [0091]、[0134] - [0143]、 図3-5、11	3-5
Y	JP 11-312831 A (日本電気株式会社) 1999.11.09, 段落 [0004] - [0009]、図1 (ファミリーなし)	1-2, 6-7

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

25.07.2016

国際調査報告の発送日

02.08.2016

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)

遠藤 直恵

2U

3701

電話番号 03-3581-1101 内線 3292

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
Y	JP 2013-4258 A (ギガフォトン株式会社) 2013.01.07, 段落 [0022] – [0023]、図 3 & US 2012/0243566 A1 段落 [0087] – [0088]、図 3	1-2, 6-7
Y	WO 2016/063409 A1 (ギガフォトン株式会社) 2016.04.28, 段落 [0110] – [0120]、図 3、5、11 (ファミリーなし)	1-2, 6-7
A	JP 2012-191171 A (ギガフォトン株式会社) 2012.10.04, 全文、全図 & US 2013/0051412 A1	1-7
A	JP 2014-175474 A (ギガフォトン株式会社) 2014.09.22, 全文、全図 & US 2014/0253716 A1	1-7
A	JP 2015-15251 A (ギガフォトン株式会社) 2015.01.22, 全文、全図 & US 2012/0175533 A1	1-7