

(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
2016 年 10 月 27 日(27.10.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/170972 A1

- (51) 国際特許分類:
H05G 2/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/061151
- (22) 国際出願日: 2016 年 4 月 5 日(05.04.2016)
- (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/JP2015/062433 2015 年 4 月 23 日(23.04.2015) 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 4 〇 〇 番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 佐藤 功一(SATOU Kouichi); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 数 隆之(YABU Takayuki); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 植野 能史(UENO Yoshifumi); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 細田 裕計(HOSODA Hirokazu); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田 4 〇 〇 番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP).
- (74) 代理人: 柳田 征史, 外(YANAGIDA Masashi et al.); 〒2220033 神奈川県横浜市港北区新横浜 3 ー

1 8 ー 3 新横浜 K S ビル 7 階 柳田国際特許事務所 Kanagawa (JP).

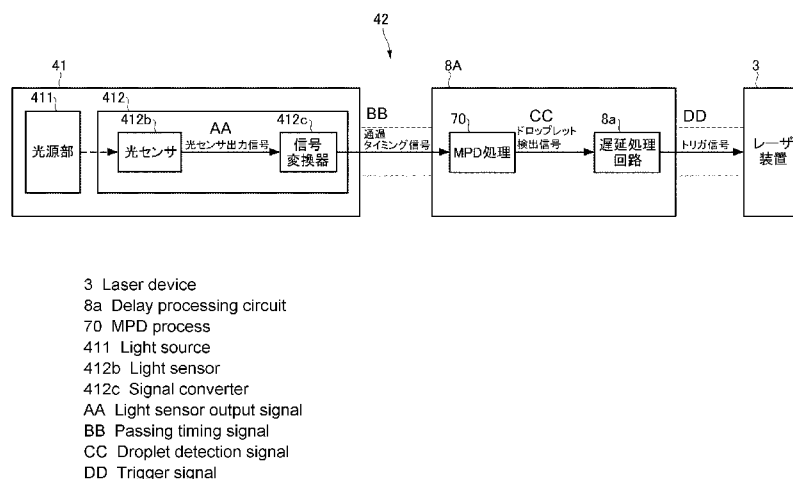
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: DROPLET DETECTOR AND EXTREME ULTRAVIOLET RADIATION GENERATOR

(54) 発明の名称: ドロップレット検出器及び極端紫外光生成装置



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to improve the stability of operation of an EUV radiation generator. This droplet detector may comprise a light source which irradiates illuminating light onto droplets which generate extreme ultraviolet radiation when laser light outputted within a chamber is irradiated thereupon; a light-receiving unit that receives illuminating light and detects variations in light intensity; and a timing determination circuit that outputs a droplet detection signal that indicates that a droplet has been detected at a predetermined position within the chamber, on the basis of first timing with which the light intensity of illuminating light irradiated onto the droplet decreases, and second timing with which the intensity of illuminating light increases.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/170972 A1



ＥＵＶ光生成装置の動作の安定性を向上させ得る。ドロップレット検出器は、チャンバ内に出力されレーザー光が照射されると極端紫外光が生成されるドロップレットに照明光を照射する光源部と、前記照明光を受光し光量の変化を検出する受光部と、１つの前記ドロップレットに照射された前記照明光の前記光量が低下する第１タイミングと前記照明光の前記光量が増加する第２タイミングとに基づいて、前記チャンバ内の所定位置で前記ドロップレットが検出されたことを示すドロップレット検出信号を出力するタイミング決定回路と、を備えてもよい。

明 細 書

発明の名称：ドロップレット検出器及び極端紫外光生成装置

技術分野

[0001] 本開示は、極端紫外（EUV）光を生成するための装置に関する。

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（EUV）光生成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：レーザ励起プラズマ）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：国際公開WO2014/042003号

概要

[0005] 本開示の1つの観点に係るドロップレット検出器は、チャンバ内に出力されレーザ光が照射されると極端紫外光が生成されるドロップレットに照明光を照射する光源部と、前記照明光を受光し光量の変化を検出する受光部と、1つの前記ドロップレットに照射された前記照明光の前記光量が低下する第1タイミングと前記照明光の前記光量が増加する第2タイミングとに基づいて、前記チャンバ内の所定位置で前記ドロップレットが検出されたことを示

すドロップレット検出信号を出力するタイミング決定回路と、を備えてもよい。

[0006] 本開示の1つの観点に係る極端紫外光生成装置は、内部の所定領域で極端紫外光が生成されるチャンバと、ドロップレットを前記所定領域に供給するターゲット供給部と、前記ターゲット供給部から前記所定領域までの間の所定位置で前記ドロップレットに照明光を照射する光源部と、前記照明光を受光し光量の変化を検出する受光部と、1つの前記ドロップレットに照射された前記照明光の前記光量が低下する第1タイミングと前記照明光の前記光量が増加する第2タイミングとに基づいて、前記所定位置で前記ドロップレットが検出されたことを示すドロップレット検出信号を出力するタイミング決定回路と、前記ドロップレット検出信号に基づいて、前記所定領域にレーザー光が出力されるようレーザー装置に信号を出力する制御部と、を備えてもよい。

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、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。

[図2]図2は、ドロップレット検出器を備えるEUV光生成装置の構成を示す。

[図3]図3は、図2に示された制御部における通過タイミング信号の入力及びトリガ信号の出力に係るタイムチャートを示す。

[図4]図4は、図2に示されたEUV光生成装置が備える通過タイミング信号系統の構成を説明するための図を示す。

[図5]図5は、図4に示された制御部における通過タイミング信号の入力及びトリガ信号の出力に係るタイムチャートを示す。

[図6]図6は、図2及び図4に示されたドロップレット検出器の光センサの受光面におけるドロップレットの射影像の例を示す。

[図7]図7は、図6に示されたドロップレットの射影像に基づく光センサ出力信号の例を示す。

[図8]図8は、図2及び図4に示されたドロップレット検出器の光センサの受光面におけるドロップレットの射影像の例を示す。

[図9]図9は、図8に示されたドロップレットの射影像に基づく光センサ出力信号の例を示す。

[図10]図10は、図2及び図4に示されたドロップレット検出器の光センサの受光面におけるドロップレットの射影像の例を示す。

[図11]図11は、図10に示されたドロップレットの射影像に基づく光センサ出力信号の例を示す。

[図12]図12は、図2及び図4に示されたドロップレット検出器の光源から出力された照明光が光センサに入力されるまでの光量の変動の例を示す。

[図13]図13は、図12に示されたドロップレット検出器における光量の変動の例を示す。

[図14]図14は、図12及び図13に示されたドロップレット検出器における光量の変動に基づく光センサ出力信号の例を示す。

[図15]図15は、第1実施形態におけるタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置の構成を説明するための図を示す。

[図16A]図16Aは、図15に示されたEUV光生成装置が備える通過タイミング信号系統の構成を説明するための図を示す。

[図16B]図16Bは、入力された通過タイミング信号に基づいてドロップレット検出信号を出力するタイミング決定回路を説明するための図を示す。

[図17]図17は、第1実施形態におけるEUV光生成装置の制御部における通過タイミング信号の入力に基づくトリガ信号の出力に係るタイムチャートを示す。

[図18]図18は、第1実施形態における制御部の遅延処理回路におけるドロップレット検出信号の生成に係るタイムチャートを示す。

[図19A]図19Aは、第1実施形態におけるドロップレットの移動距離とタイ

ミング決定回路及び遅延処理回路等における各遅延時間の設定内容等との時間関係を説明するための図を示す。

[図19B]図19Bは、第1実施形態における遅延時間TDの具体的な設定値の例を説明するための表を示す。

[図20]図20は、第2実施形態におけるEUV光生成装置が備えるタイミング決定回路の構成を説明するための図を示す。

[図21]図21は、第2実施形態のタイミング決定回路におけるドロップレット検出信号の生成に係るタイムチャートを示す。

[図22]図22は、第3実施形態におけるEUV光生成装置が備えるタイミング決定回路の構成を説明するための図を示す。

[図23]図23は、第3実施形態のタイミング決定回路におけるドロップレット検出信号の生成に係るタイムチャートを示す。

[図24]図24は、第4実施形態におけるEUV光生成装置が備えるドロップレット検出器における光センサの構成を説明するための図を示す。

[図25]図25は、図24に示されたドロップレット検出器の光センサの受光面におけるドロップレットの射影像の例を示す。

[図26]図26は、第4実施形態におけるEUV光生成装置の制御部におけるドロップレット検出信号の出力に係るタイムチャートを示す。

[図27]図27は、第5実施形態におけるEUV光生成装置が備えるドロップレット検出器及び制御部の構成を説明するための図を示す。

[図28]図28は、第5実施形態におけるEUV光生成装置の制御部におけるドロップレット検出信号の出力に係るタイムチャートを示す。

[図29]図29は、第6実施形態におけるEUV光生成装置が備えるドロップレット検出器における光センサの構成を説明するための図を示す。

[図30]図30は、第6実施形態におけるEUV光生成装置が備える通過タイミング信号系統の構成を説明するための図を示す。

[図31]図31は、第6実施形態におけるEUV光生成装置の制御部におけるドロップレット速度計測に係るタイムチャートを示す。

[図32]図32は、第7実施形態における圧力調節機構及びタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置の構成を説明するための図を示す。

[図33]図33は、図32に示されたEUV光生成装置が備える通過タイミング信号系統の構成を説明するための図を示す。

[図34]図34は、各制御部のハードウェア環境を示すブロック図を示す。

実施形態

[0008] <内容>

1. 概要
2. 用語の説明
3. EUV光生成システムの全体説明
 - 3.1 構成
 - 3.2 動作
4. ドロップレット検出器を備えるEUV光生成装置
 - 4.1 構成：全体
 - 4.2 動作：全体
 - 4.3 構成：ドロップレット検出器及び通過タイミング信号系統
 - 4.4 動作：ドロップレット検出器及び通過タイミング信号系統
5. 課題
6. 第1実施形態のタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置
 - 6.1 構成：全体
 - 6.2 構成：ドロップレット検出器及び通過タイミング信号系統
 - 6.3 動作：制御部
 - 6.4 動作：タイミング決定回路
 - 6.4.1 動作：通過中心時点算出処理
 - 6.4.2 動作：遅延時間TD算出処理
 - 6.4.3 動作：ドロップレット検出信号生成処理
 - 6.4.4 その他：遅延時間TDの具体例
 - 6.5 作用

7. 第2実施形態のタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置

7. 1 構成

7. 2 動作

8. 第3実施形態のタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置

8. 1 構成

8. 2 動作

9. 第4実施形態のドロップレット検出器及び光センサを備えるEUV光生成装置

9. 1 構成

9. 2 作用

10. 第5実施形態のドロップレット検出器及び制御部を備えるEUV光生成装置

10. 1 構成

10. 2 動作

11. 第6実施形態の通過タイミング信号系統を備えるEUV光生成装置

11. 1 構成

11. 2 動作

11. 3 作用

12. 第7実施形態の圧力調節機構及びタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置

12. 1 構成

12. 2 動作

12. 3 作用

13. 各制御部のハードウェア環境

[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]

本開示は、以下の実施形態を少なくとも開示し得る。

[0011] 本開示におけるドロップレット検出器 4 1 は、チャンバ 2 内に出力されレーザ光 3 3 が照射されると極端紫外光 2 5 1 が生成されるドロップレット 2 7 1 に照明光を照射する光源部 4 1 1 と、前記照明光を受光し光量の変化を検出する受光部 4 1 2 と、1つの前記ドロップレット 2 7 1 に照射された前記照明光の前記光量が低下する第 1 タイミングと前記照明光の前記光量が増加する第 2 タイミングとに基づいて、前記チャンバ 2 内の所定位置である検出点 P で前記ドロップレット 2 7 1 が検出されたことを示すドロップレット検出信号を出力するタイミング決定回路 7 0 または 7 1 または 7 2 を備えてもよい。

よって、本開示におけるドロップレット検出器 4 1 によれば、ドロップレット 2 7 1 の通過中心時点のタイミングに対して、レーザ装置 3 へトリガ信号が出力されるタイミングが、ドロップレット 2 7 1 の大小等にかかわらず、適正に設定され得る。

このため、プラズマ生成領域 2 5 において、パルスレーザ光 3 3 がドロップレット 2 7 1 に正確に集光されるとともに、照射され得る。

[0012] [2. 用語の説明]

「ターゲット」は、チャンバに導入されたレーザ光の被照射物である。ターゲットにレーザ光を照射することで、ターゲットをプラズマ化して E U V 光を放射させることができる。

「ドロップレット」は、チャンバ内へ供給されたターゲットの一形態である。

「プラズマ光」は、プラズマ化したターゲットから放射された放射光である。当該放射光には E U V 光が含まれている。

[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 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、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。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、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。

[0014] 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 2 1 が設けられてもよく、ウインドウ 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 集光ミラー 2 3 が配置されてもよい。E U V 集光ミラー 2 3 は、第 1 及び第 2 の焦点を有し得る。E U V 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いてもよい。E U V 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 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。

[0015] 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、軌道、位置、速度等を検出するよう構成されてもよい。

[0016] また、E U V 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 2 9 を含んでもよい。接続部 2 9 内部には、アパーチャ 2

93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293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。

[0017] 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、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。

[0018] [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1つのターゲット27に照射されてもよい。

[0019] 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に向けて出力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1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EUV光251が、他の波長の光の放射に伴って放射され得る。EUV光251は、EUV集光ミラー23によって選択的に反射されてもよい。EUV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、1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。

[0020] EUV光生成制御部5は、EUV光生成システム11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27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27が出

力されるタイミング制御及びターゲット 27 の出力方向等の制御の内の少なくとも 1 つを行ってもよい。更に、EUV 光生成制御部 5 は、例えば、レーザ装置 3 の発振タイミングの制御、パルスレーザ光 32 の進行方向の制御、パルスレーザ光 33 の集光位置の制御の内の少なくとも 1 つを行ってもよい。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。

[0021] [4. ドロップレット検出器を備える EUV 光生成装置]

[4. 1 構成：全体]

図 2 を用いて、ドロップレット検出器 41 を備える EUV 光生成装置 1 の構成について説明する。

図 2 では、EUV 光生成装置 1 のチャンバ 2 から露光装置 6 に向かって EUV 光 252 を導出させる方向を X 軸とする。Z 軸及び Y 軸は、X 軸に直交し、且つ、互いに直交する軸とする。以降の図面でも図 2 の座標軸と同様とする。

[0022] EUV 光生成装置 1 は、チャンバ 2 と、レーザ光進行方向制御部 34 と、露光装置 6 の露光装置制御部 61 から出力された信号が入力される EUV 光生成制御部 5 と、制御部 8 と、を含んでよい。

[0023] チャンバ 2 は、ターゲット供給部 26 と、ドロップレット検出器 41 と、ウィンドウ 21 と、レーザ光集光光学系 22a と、プレート 223 と、プレート 232 と、EUV 集光ミラーホルダ 231 と、EUV 集光ミラー 23 と、ターゲット回収部 28 と、を含んでよい。

[0024] ターゲット供給部 26 は、液体の錫 Sn 等であるターゲット物質を貯蔵するタンク 261 と、ターゲット物質が出力されるノズル孔 263 を含むノズル 262 と、ノズル 262 に設けられたピエゾ素子 264 と、タンク 261 に設けられたヒータ 265 と、を含んでよい。

[0025] 圧力調節機構 30 は、制御部 8 からの制御信号に基づいて、タンク 261 内のターゲット物質に加える圧力を調節してよい。

[0026] ドロップレット検出器 41 は、光源部 411 と、受光部 412 と、を含ん

でよい。

光源部 4 1 1 は、光源 4 1 1 a と、照明光学系 4 1 1 b と、を含んでよい。光源部 4 1 1 は、ターゲット供給部 2 6 とプラズマ生成領域 2 5 との間であるドロップレット検出点 P において、ドロップレット軌道 F に略沿って移動するドロップレット 2 7 1 に照明光を照射するように、配置されてよい。

照明光学系 4 1 1 b は、集光レンズと、ウィンドウと、を含んでよい。

受光部 4 1 2 は、受光光学系 4 1 2 a と、光センサ 4 1 2 b と、を含んでよい。受光部 4 1 2 は、ターゲット供給部 2 6 とプラズマ生成領域 2 5 との間であるドロップレット検出点 P において、光源部 4 1 1 から出力された照明光が入力されるように配置されてよい。

受光光学系 4 1 2 a は、集光レンズと、ウィンドウと、を含んでよい。

[0027] ここで、図 2 に示す通過タイミング信号系統 4 2 は、通過タイミング信号に係わる信号伝達系統であってよく、ドロップレット検出器 4 1 と、制御部 8 と、レーザ装置 3 と、これらを接続する信号線とを含んでよい。通過タイミング信号系統 4 2 については後述する。

[0028] レーザ光集光光学系 2 2 a は、高反射軸外放物面ミラー 2 2 1 と、高反射平面ミラー 2 2 2 と、を含んでよい。

高反射軸外放物面ミラー 2 2 1 及び高反射平面ミラー 2 2 2 は、ステージ 2 2 4 により移動が可能なプレート 2 2 3 に設けられてよい。

[0029] E U V 集光ミラー 2 3 は、E U V 集光ミラーホルダ 2 3 1 を介して、チャンバ 2 内のプレート 2 3 2 に設けられてよい。

[0030] レーザ光進行方向制御部 3 4 は、レーザ装置 3 から出力されたパルスレーザ光 3 1 をチャンバ 2 に向けて伝播させる高反射ミラー 3 4 1, 3 4 2 を含んでよい。

[0031] [4. 2 動作：全体]

図 3 を用いて、E U V 光生成装置 1 が備える制御部 8 の制御について、説明する。

図 3 に示す制御部 8 の制御において、図 1 及び図 2 に示した E U V 光生成

装置 1 と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

[0032] 図 3 は、図 2 に示した制御部 8 の制御に係るタイムチャートであって、ドロップレット検出器 4 1 におけるドロップレット 2 7 1 の検出に基づいて、パルスレーザ光 3 1 を出力させるためのトリガ信号をレーザ装置 3 へ出力する場合のタイムチャートである。

[0033] 先ず、制御部 8 は、EUV 光生成制御部 5 から出力されたドロップレット生成信号が入力されてよい。制御部 8 は、ドロップレット生成信号の入力に基づき、ターゲット供給部 2 6 におけるタンク 2 6 1 内のターゲット物質の温度が、ターゲット物質の融点である 2 3 2℃以上の 2 5 0～2 9 0℃の温度に加熱されるように、ヒータ 2 6 5 に制御信号を出力してよい。

[0034] 制御部 8 は、タンク 2 6 1 内のターゲット物質が、ジェット状にノズル孔 2 6 3 から所定の速度で出力されるように、タンク 2 6 1 内の圧力を調節する圧力調節機構 3 0 に制御信号を出力してよい。

[0035] 次に、制御部 8 は、ターゲット物質がノズル孔 2 6 3 からドロップレット状に出力されるように、ピエゾ素子 2 6 4 に所定の波形の電圧を供給するための信号を出力してよい。

その結果、ノズル孔 2 6 3 は、所定の波形の電圧の信号によるピエゾ素子 2 6 4 の動作により、振動し得る。

ターゲット供給部 2 6 は、ノズル孔 2 6 3 の振動により、ターゲット物質をドロップレット状に出力し得る。

[0036] ここで、ドロップレット検出器 4 1 において、光源部 4 1 1 から出力されたドロップレット 2 7 1 への照明光は、受光部 4 1 2 の光センサ 4 1 2 b に受光されてよい。

このため、光センサ 4 1 2 b において受光される光量は、光センサ出力信号として図 3 に示すように、ドロップレット 2 7 1 の検出点 P の通過により低下し得る。

[0037] 受光部 4 1 2 は、光量の変化に基づく光センサ出力信号に基づいて、当該光センサ出力信号が予め設定された電圧値である閾値を下回ったタイミング

で、図3に示すように、通過タイミング信号を生成してよい。受光部412は、生成された通過タイミング信号を制御部8へ出力してよい。

[0038] 制御部8は、図3に示すように、入力された通過タイミング信号に対して所定の遅延時間TLの経過後に、パルスレーザ光31を出力させるためのトリガ信号をレーザ装置3へ出力してよい。

[0039] レーザ装置3は、トリガ信号が入力されると、パルスレーザ光31を出力してよい。

パルスレーザ光31は、レーザ光進行方向制御部34及びウインドウ21を経由して、チャンバ2内に入力され得る。パルスレーザ光31は、レーザ光集光光学系22aにより集光され、プラズマ生成領域25に到達したドロップレット271に照射され得る。

[0040] [4.3 構成：ドロップレット検出器及び通過タイミング信号系統]

図4を用いて、EUV光生成装置1が備える通過タイミング信号系統42の構成について、説明する。

図4に示す通過タイミング信号系統42の構成において、図2に示した通過タイミング信号系統42と同一の構成については、説明を省略する。

[0041] 通過タイミング信号系統42は、図4に示すように、ドロップレット検出器41と、制御部8と、レーザ装置3と、これらを通信可能に接続する信号線とを含んでよい。

[0042] ドロップレット検出器41の受光部412は、光センサ412bからの光センサ出力信号が入力される信号変換器412cを含んでよい。

光センサ出力信号は、アナログの電圧信号であってよい。

[0043] 信号変換器412cは、入力された光センサ出力信号に基づいて生成された通過タイミング信号を、制御部8へ出力してよい。

[0044] 制御部8は、通過タイミング信号が入力されたタイミングに対して所定の時間遅延させて、トリガ信号をレーザ装置3に出力するための遅延処理回路8aを含んでよい。

[0045] [4.4 動作：ドロップレット検出器及び通過タイミング信号系統]

図5～図7を用いて、ドロップレット検出器41及び通過タイミング信号系統42の動作に関連する制御部8の具体的な制御について、説明する。

図5～図7に示す制御部8の制御において、図2及び図3に示したEUV光生成装置1と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

[0046] 図5は、図4に示した制御部8の制御に係るタイムチャートであって、ドロップレット検出器41からの通過タイミング信号の入力に基づいて、パルスレーザ光31を出力させるためのトリガ信号をレーザ装置3へ出力する場合のタイムチャートである。

[0047] 光センサ出力信号は、図5に示すように、ドロップレット271が検出点Pを通過することにより、光源部411からの照明光が遮られ、低下し得る。

[0048] 信号変換器412cは、光センサ出力信号を増幅してよい。信号変換器412cは、予め設定された閾値に基づき、光センサ出力信号を二値化された信号として変換してよい。信号変換器412cは、光センサ出力信号を二値化することで、デジタル信号である通過タイミング信号を生成してよい。

[0049] 制御部8は、通過タイミング信号が入力されるタイミングから予め定められた遅延時間TLを経過したタイミングで、トリガ信号を生成してよい。制御部8は、生成されたトリガ信号の幅を適宜変更してもよい。制御部8は、生成されたトリガ信号をレーザ装置3へ出力してよい。制御部8は、トリガ信号が出力されるタイミングを適宜遅延させてもよい。

[0050] ここで、光センサ412bの受光面に射影されるドロップレット271の射影像は、図6に示すように、ドロップレット271がドロップレット軌道Fに略沿って進行するに応じて、光センサ412bの受光面に占める割合を変化させ得る。

[0051] このため、図7に示すように、ドロップレット271の射影像が光センサ412bの受光面に占める割合を変化させるのに応じて、光センサ出力信号が示す信号波形は、ドロップレット271や受光面の形状を反映した波形を持って変化し得る。

[0052] [5. 課題]

ここで、ドロップレット 271 が進行するドロップレット軌道 F は、Z 軸方向に変動する場合があります。

ドロップレット軌道 F の Z 軸方向の変動により、光センサ 412b の受光面におけるドロップレット射影像のドロップレット射影軌道の軌道位置は、図 8 に示すように、当該受光面に対して変動し得る。

[0053] ここで、通常、ドロップレット 271 がドロップレット軌道 F に略沿って進行することで、光センサ 412b の受光面に占めるドロップレット射影像の面積の割合は、図 9 に示すように、ドロップレット 271 や受光面の形状を反映した波形を示して推移し得る。

[0054] しかし、光センサ 412b の受光面に対してドロップレット射影軌道の軌道位置が変動することにより、光センサ 412b の受光面に占めるドロップレット射影像の面積の割合は、図 9 に示すように、変動し得る。

[0055] 光センサ 412b の受光面に占めるドロップレット射影像の面積の割合が変動することにより、光センサ出力信号が示す信号波形の極値は、図 9 に示すように、変動し得る。

[0056] そして、光センサ出力信号が示す信号波形の極値が変動することにより、当該信号波形に対して一定の閾値を用いて取得される通過タイミング信号の幅は、図 9 に示すように、変動し得る。

[0057] また、ターゲット供給部 26 から出力されたドロップレット 271 のドロップレット径の大きさは、変動する場合があります。

あるいは、ドロップレット 271 が進行するドロップレット軌道 F は、X 軸方向に変動する場合があります。

[0058] ドロップレット径の変動ならびにドロップレット軌道 F の X 軸方向への変動により、光センサ 412b の受光面におけるドロップレット射影像の径は、図 10 に示すように、変動し得る。

[0059] 光センサ 412b の受光面に対してドロップレット射影像の径が変動することにより、光センサ 412b の受光面に占めるドロップレット射影像の面

積の割合は、変動し得る。

光センサ 4 1 2 b の受光面に占めるドロップレット射影像の面積の割合が変動することにより、図 1 1 に示すように、光センサ出力信号が示す信号波形の極値及び幅は、変動し得る。

[0060] そして、光センサ出力信号が示す信号波形の極値及び幅が変動することにより、当該信号波形に対して一定の閾値を用いて取得される通過タイミング信号の幅は、図 1 1 に示すように、変動し得る。

[0061] さらに、ドロップレット検出器 4 1 においては、光源 4 1 1 a の出力の変動、照明光学系 4 1 1 b 及び受光光学系 4 1 2 a の透過率の低下、光センサ 4 1 2 b の出力信号への変換効率の低下などの要因が発生し得る。

このため、図 1 2 及び図 1 3 に示すように、光センサ出力信号が低下し得る。

[0062] 光センサ 4 1 2 b からの光センサ出力信号が低下することにより、図 1 4 に示すように、光センサ出力信号が示す信号波形の極値は、変動し得る。

そして、光センサ出力信号が示す信号波形の極値が変動することにより、当該信号波形に対して一定の閾値を用いて取得される通過タイミング信号の幅は、図 1 4 に示すように、変動し得る。

[0063] その他、ターゲット供給部 2 6 から出力されたドロップレット 2 7 1 の速度は、任意に設定され得る。

あるいは、ターゲット供給部 2 6 から出力されたドロップレット 2 7 1 の速度は、変動する場合があります。

ドロップレット 2 7 1 の速度が変動する場合、図 9、図 1 1 及び図 1 4 に示される光センサ出力信号は、その信号波形の形が変動し得る。

[0064] そして、光センサ出力信号が示す信号波形の形が変動することにより、信号波形に対して一定の閾値を用いて取得される通過タイミング信号の幅は、変動し得る。

[0065] 以上の各種要因により、生成される通過タイミング信号の幅は、変動し得る。

より具体的に説明すると、図5に示すように、複数のドロップレット271を比較の対象とした際に、ドロップレット271の通過中心時点に対して、それぞれのドロップレット271の通過開始時点のタイミングが変動し得る。

つまり、ドロップレット271の通過中心時点に対して、光センサ出力信号の信号波形が閾値を下回るタイミングが変動し得る。

[0066] ここで、通過中心時点は、いずれのドロップレット271においても、通過開始時点から通過終了時点までの中心の時点のタイミングとして、一致してよい。

[0067] ここで、図3を用いて述べたように、制御部8は、通過タイミング信号が生成されるタイミングから予め定められた一定の遅延時間 T_L を経過したタイミングで、トリガ信号をレーザ装置3へ出力してよい。

[0068] しかし、図5に示すように、ドロップレット271毎に、通過中心時点に対して、光センサ出力信号の信号波形が閾値を下回るタイミングが変動し得る。

[0069] このため、プラズマ生成領域25において、ドロップレット271が到達するタイミングと、パルスレーザ光33が照射されるタイミングとが一致しないことが起こり得る。

[0070] この場合、プラズマ生成領域25において、パルスレーザ光33がプラズマ生成領域25に到達したドロップレット271に正確に集光及び照射させることができない。

この結果、ドロップレット271へのパルスレーザ光33の照射により発生するEUV光252の発光効率が低下もしくは変動し得る。

[0071] 以上の問題点から、検出点Pにおいてドロップレット271の通過を正確に検出するためには、ドロップレット271の通過中心時点を正確に検出することが必要となり得る。

しかし、光センサ出力信号の信号波形が閾値を下回るタイミングで生成される通過タイミング信号のみから、通過中心時点を特定することは困難であ

った。

[0072] [6. 第 1 実施形態のタイミング決定回路を備える E U V 光生成装置]

[6. 1 構成 : 全体]

図 1 5 を用いて、第 1 実施形態の E U V 光生成装置 1 が備えるタイミング決定回路 7 0 の構成について説明する。

ここで、図 1 5 は、タイミング決定回路 7 0 を備える E U V 光生成装置 1 の構成を説明するための図を示す。

[0073] 第 1 実施形態における E U V 光生成装置 1 は、図 2 に示された E U V 光生成装置 1 と異なり、タイミング決定回路 7 0 が設けられてよい。

第 1 実施形態の E U V 光生成装置 1 によれば、タイミング決定回路 7 0 を設けたことにより、ドロップレット 2 7 1 の通過中心時点のタイミングを適正に算出し得る。

このため、レーザ装置 3 へトリガ信号が出力されるタイミングが、ドロップレット 2 7 1 の大小等にかかわらず、適正に設定され得る。

[0074] 第 1 実施形態の E U V 光生成装置 1 におけるその他の構成は、図 2 に示した E U V 光生成装置 1 の構成と同様であってよい。

第 1 実施形態の E U V 光生成装置 1 の構成において、図 2 に示した E U V 光生成装置 1 と同様の構成については説明を省略する。

[0075] タイミング決定回路 7 0 は、図 1 5 に示すように、制御部 8 A 内に設けられてよい。

また、タイミング決定回路 7 0 は、通過タイミング信号系統 4 2 におけるドロップレット検出器 4 1 から制御部 8 A までの間のいずれかの位置に設けられてもよい。

[0076] ここで、タイミング決定回路 7 0 は、光センサ 4 1 2 b から出力される通過タイミング信号に基づいて、図 5 を用いて述べた通過中心時点算出する後述の通過中心時点算出処理を行ってよい。

そして、タイミング決定回路 7 0 は、算出された通過中心時点に対する所定の遅延時間 T D を算出する後述の遅延時間 T D 算出処理を行ってよい。

さらに、タイミング決定回路 70 は、算出された通過中心時点に対して所定の遅延時間経過後に後述のドロップレット検出信号を生成するドロップレット検出信号生成処理を行ってよい。

[0077] 以下、タイミング決定回路 70 における通過中心時点算出処理、遅延時間 TD 算出処理及びドロップレット検出信号生成処理をまとめて、MPD 処理 (Mid Point Delay 処理) という。また、適宜、図面においてタイミング決定回路 70 を「MPD」または「MPD 処理」と記載する。

[0078] 通過中心時点算出処理、遅延時間 TD 算出処理及びドロップレット検出信号生成処理を専用回路で実施する場合、タイミング決定回路 70 は、光センサ 412b の電子回路内、又は、通過タイミング信号系統 42 内、あるいは、制御部 8A の電子回路内に設けられてよい。

[0079] 通過中心時点算出処理、遅延時間 TD 算出処理及びドロップレット検出信号生成処理を論理機能で実施する場合、光センサ 412b の電子回路で使用する集積回路内、又は、制御部 8A の電子回路で使用する集積回路内に設けられてよい。

以下、タイミング決定回路 70 が制御部 8A 内に設けられた構成について、説明する。

[0080] [6. 2 構成：ドロップレット検出器及び通過タイミング信号系統]

図 16A 及び図 16B を用いて、第 1 実施形態の EUV 光生成装置 1 が備える通過タイミング信号系統 42 の構成について説明する。

ここで、図 16A は、EUV 光生成装置 1 が備える通過タイミング信号系統 42 の構成を説明するための図を示す。

図 16B は、入力された通過タイミング信号に基づいてドロップレット検出信号を出力するタイミング決定回路を説明するための図を示す。

[0081] 第 1 実施形態における制御部 8A は、図 4 に示した制御部 8 と異なり、タイミング決定回路 70 を含んでよい。

タイミング決定回路 70 は、遅延処理回路 8a の入力側に設けられてよい。

第1実施形態の通過タイミング信号系統42におけるその他の構成は、図4に示した構成と同様であってもよい。

第1実施形態の通過タイミング信号系統42の構成において、図4に示した同様の構成については説明を省略する。

[0082] タイミング決定回路70は、図16A及び図16Bに示すように、ドロップレット検出器41の受光部412から出力された通過タイミング信号が入力されてよい。

タイミング決定回路70は、入力された通過タイミング信号に基づいて、通過中心時点算出処理、遅延時間TD算出処理及びドロップレット検出信号生成処理を行う、MPD処理を行ってよい。

タイミング決定回路70は、生成されたドロップレット検出信号を遅延処理回路8aに出力してよい。

[0083] [6.3 動作：制御部]

図17を用いて、第1実施形態のEUV光生成装置1が備える制御部8Aの制御について、説明する。

図17に示す制御部8Aの制御において、図3及び図5に示したEUV光生成装置1と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

[0084] 図17は、第1実施形態に係る制御部8Aの制御に係るタイムチャートであって、ドロップレット検出器41からの通過タイミング信号の入力に基づく、トリガ信号の出力に係るタイムチャートである。

[0085] ここで、図17に示すように、以下、光センサ412bからの光センサ出力信号が閾値を下回ったタイミングを第1タイミングという。光センサ出力信号が閾値を上回ったタイミングを第2タイミングという。

このため、第1実施形態においては、第1タイミングは、図17に示すように、通過開始時点と見做してよい。

第2タイミングは、図17に示すように、通過終了時点と見做してよい。

また、通過開始時点から通過終了時点までの中間のタイミングを通過中心時点という。

[0086] 制御部 8 A の遅延処理回路 8 a は、タイミング決定回路 7 0 から出力された後述するドロップレット検出信号が入力されてよい。

遅延処理回路 8 a は、入力されたドロップレット検出信号に基づいて、当該ドロップレット検出信号が入力されたタイミングに対して、所定の遅延時間 T_S の経過後に、トリガ信号を生成してよい。

[0087] 図 1 7 に示すように、ドロップレット検出信号は、通過タイミング信号の生成タイミングの変動にかかわらず、各ドロップレット 2 7 1 の通過中心時点に基づいた信号となり得る。

[0088] [6 . 4 動作 : タイミング決定回路]

図 1 8 を用いて、第 1 実施形態の制御部 8 A が備えるタイミング決定回路 7 0 の制御について、説明する。

[0089] 図 1 8 は、第 1 実施形態に係る制御部 8 A のタイミング決定回路 7 0 の制御に係るタイムチャートであって、入力された通過タイミング信号に基づくドロップレット検出信号の生成に係るタイムチャートである。

[0090] [6 . 4 . 1 動作 : 通過中心時点算出処理]

ここで、図 1 8 を用いて、タイミング決定回路 7 0 における通過中心時点算出処理について説明する。

タイミング決定回路 7 0 は、ドロップレット検出器 4 1 から通過タイミング信号が入力されてよい。タイミング決定回路 7 0 は、入力された通過タイミング信号に基づいて、通過開始信号及び通過終了信号を生成してよい。

[0091] タイミング決定回路 7 0 は、生成された通過開始信号及び通過終了信号に基づいて、通過開始時点 (t_1) 及び通過終了時点 (t_2) を特定してよい。

[0092] タイミング決定回路 7 0 は、通過開始時点 (t_1) から通過終了時点 (t_2) までの間の時間 (W) の半分の時間 ($0.5W$) について、ドロップレット 2 7 1 の通過中心時点 (t_c) として特定してよい。

[0093] [6 . 4 . 2 動作 : 遅延時間 T_D 算出処理]

タイミング決定回路 7 0 は、通過開始時点 (t_1) から通過終了時点 (t

2) までの時間について、一定の速度で一定の値を積算する第1積算処理を行ってよい。

つまり、第1積算処理は、所定値を単位時間毎に積算する処理であってよい。

一定の値である所定値は、制御部8A内のメモリに記憶されておいてよい。一定の値である所定値は、ネットワーク等を介して制御部8Aに入力されてもよい。一定の値である所定値は、作業員等の手入力により制御部8Aに入力されてもよい。

[0094] より具体的には、タイミング決定回路70は、図18に示すように、通過開始時点(t_1)から通過終了時点(t_2)までの間の時間(W)、一定の速度で一定の値を積算して第1積算値(V)を算出してよい。

例えば、図18に示すような一次関数として、以下の関係式が成立し得る。

$$V = W \cdot \dots \dots \dots \text{(式1)}$$

[0095] 次に、タイミング決定回路70は、特定された通過終了時点(t_2)以降の時間について、第1積算処理のときと同様の一定の速度で、第1積算処理のときの2倍の値を積算する第2積算処理を行ってよい。

つまり、第2積算処理は、第1積算処理における所定値の2倍の値を単位時間毎に積算する処理であってよい。

[0096] より具体的には、タイミング決定回路70は、図18に示すように、通過終了時点(t_2)以降の時間(R)に、第1積算処理のときの2倍の値を積算して第2積算値(S)を算出してよい。

式1の例にならえば、図18に示すような一次関数として、以下の関係式が成立し得る。

$$S = 2R \cdot \dots \dots \dots \text{(式2)}$$

[0097] タイミング決定回路70は、第1積算処理により算出された第1積算値(V)と第2積算処理により算出された第2積算値(S)とを合計し、合計積算値(C)を算出してよい。

[0098] タイミング決定回路70は、第1積算処理を行った後に、第2積算処理を行ってよい。

タイミング決定回路 70 は、第 2 積算処理による第 2 積算値 (S) の算出を続けるとともに、関係式 (式 3) として以下に記載するように、合計積算値 (C) を算出し続けてよい。

$$C = V + S \dots\dots\dots (式3)$$

[0099] タイミング決定回路 70 は、算出される合計積算値 (C) が予め定められた所定の基準値を超えるまで第 2 積算値 (S) の算出を行ってよい。

ここで、所定の基準値は、制御部 8 A 内のメモリに記憶されておいてよい。
。所定の基準値は、ネットワーク等を介して制御部 8 A に入力されてもよい。
。所定の基準値は、作業員等の手入力により制御部 8 A に入力されてもよい。
。

[0100] タイミング決定回路 70 は、合計積算値 (C) が所定の基準値を超えた時点で、通過終了時点 (t2) 以降の時間の長さを特定してよい。

具体的には、図 18 に示すように、通過終了時点（ t_2 ）以降の時間（ R ）が特定されてよい。

[0101] ここで、図18に示すように、通過開始時点（ t_1 ）から通過終了時点（ t_2 ）までの間の時間（ W ）、通過終了時点（ t_2 ）以降の時間（ R ）には、以下の関係式が成立し得る。

$$W+R=0, \quad 5W+TD \cdots \cdots \cdots \text{(式4)}$$

つまり、通過中心時点（ t_c ）から、合計積算値（ C ）が所定の基準値を超えたと判定された時点までの時間（ T_D ）が特定され得る。

[0102] さらに、関係式(式4)に基づいて、以下の関係式が成立し得る。

$$TD=0, \quad 5W+R \cdots \cdots \cdots (\text{式} 5)$$

[0103] また、上記の式 1 と、式 2 と、式 3 と、式 5 と、に基づいて、以下の関係式が成立し得る。

$$C = V + S = W + 2R = 2 \times (0.5W + R) = 2TD \cdots (\text{式} 6)$$

[0104] 関係式(式6)に基づいて、以下の関係式が常に成立し得る。

$$C = 2TD \cdots \cdots \cdots (\text{式7})$$

[0105] このため、合計積算値（C）の所定の基準値を一定値に設定した場合、時間（TD）も一定値となり得る。

[0106] タイミング決定回路 70 は、算出された時間 (TD) を、図 17 において示された遅延時間 TD として特定してよい。

[0107] タイミング決定回路 70 は、算出された遅延時間 TD を制御部 8A 内のメモリ等に記憶してよい。

[0108] [6. 4. 3 動作：ドロップレット検出信号生成処理]

タイミング決定回路 70 は、通過開始時点 (t_1) から 0.5W 経過した通過中心時点 (t_c) より、さらに遅延時間 (TD) 経過したときのタイミングを特定し得る。

[0109] よって、タイミング決定回路70は、特定された遅延時間(TD)に基づいて、ドロップレット271の通過中心時点(t_c)に対して、当該遅延時間(TD)に相当する所定の遅延時間TDの経過後に、ドロップレット検出信号を生成してよい。

[0110] ここで、タイミング決定回路70は、図18に示すように、合計積算値(C)が所定の基準値を超えたと判定されたタイミングにおいて、ドロップレット検出信号を生成してもよい。

[0111] タイミング決定回路 70 は、ドロップレット検出信号を生成する際に、遅延時間 T D 算出処理を行うことなく、制御部 8 A 内のメモリ等に記憶されている遅延時間 T D に基づいて、当該遅延時間 T D の経過後に、ドロップレット検出信号を生成してもよい。

[0112] ここで、遅延時間 T_D は、通過開始時点 (t_1) から通過終了時点 (t_2) までの間の時間 (W) の半分の時間 ($0.5W$) であるため、図 18 に示すように、入力される通過タイミング信号の幅の大小にかかわらず、常に一定の時間 (T_D) となり得る。

[0113] このため、検出点Pを通過するドロップレット271の大小等の影響を受けることなく、ドロップレット271の通過中心時点（ t_c ）に対して、常

に、一定の時間（ＴＤ）経過後に、ドロップレット検出信号が生成され得る。

[0114] タイミング決定回路 70 における通過中心時点算出処理、遅延時間ＴＤ算出処理及びドロップレット検出信号生成処理は、受光部 412 からの通過タイミング信号が正負反転させて入力された場合であっても、上記と同様の効果を奏し得てよい。

また、タイミング決定回路 70 により生成されるドロップレット検出信号が正負反転されて出力された場合であっても、上記と同様の効果を奏し得る。

[0115] [6. 4. 4 その他：遅延時間ＴＤの具体例]

以下、タイミング決定回路 70 により算出及び設定される遅延時間ＴＤの具体例について、図 19 A 及び図 19 B を用いて、説明する。

図 19 A は、ドロップレットの移動距離ＹＭと、タイミング決定回路 70 及び遅延処理回路 8 a 等において発生し得る各遅延時間の設定内容等と、の時間関係を説明するための図を示す。

図 19 B は、遅延時間ＴＤの具体的な設定値の例を説明するための表を示す。

[0116] 遅延時間ＴＤの最小値については、以下の関係式が成立し得る。

$$T D > T W / 2 \dots\dots\dots (式 8)$$

ここで、ＴＷは、ドロップレット検出器 41 から入力される通過タイミング信号の信号幅を意味する。

[0117] 遅延時間ＴＤの最大値については、図 19 A に示すように、以下の関係式が成立し得る。

$$T D + T S < T M - T U = T M - (T P + T G + T L + T B) \dots\dots\dots (式 9)$$

ここで、ＴＳは、図 17 において示したように、任意に設定されるトリガ信号が生成されるまでの遅延時間を意味する。

ＴＭは、ドロップレット 271 がドロップレット検出器 41 により検出さ

れる検出点Pから、プラズマ生成領域25まで到達するまでに要する移動時間を意味する。

TMは、以下の関係式が成立し得る。

$$T_M = Y_M / V_M \dots \dots \dots (式10)$$

ここで、YMは、ドロップレット271の移動距離を意味する。

VMは、ドロップレット271の移動速度を意味する。

また、 T_U は、固有に発生し得る遅延時間を意味し、以下の T_P と、 T_G と、 T_L と、 T_B と、を含んでよい。

TPは、電気信号伝搬遅延時間を意味する。

TGは、信号処理遅延時間を意味する。

TLは、レーザ光発生遅延時間を意味する。

T Bは、レーザ光伝搬遅延時間を意味する。

[0118] 遅延時間 T D は、遅延時間 T S との対比において最小値に近い値に設定されてもよい。

各遅延時間の具体的な例を図 19B に示す。TP、TG、TL、TBは通過タイミング信号系統42に固有の定数となり得る。このため、TDは、TSをどの程度確保するかによって最大値と最小値とが定義され得る。ドロップレット271の移動速度が変更される等の系の変動に対して、TDを設定可能な最大値が変動し得る。これは、検出点Pからプラズマ生成領域25までの距離が変更される場合であっても同様であり得る。上述の様に、TDは合計積算値(C)の所定の基準値に依存し得る。合計積算値(C)の所定の基準値は、タイミング決定回路70によっては変更し時間及び手間を要する場合がある。そこでTDは一定に設定し、TSによって系の変動に対応するようにしてもよい。たとえばTSの変動幅を大きく確保するよう、予めTSを最大値に設定してもよい。この場合、TDは最小値に設定してもよい。またはTDはジッターを考慮して最小値に近い値に設定してもよい。図19Bの場合、TDは、たとえば 2.0×10^{-6} [sec] に設定されてよい。

[0119] [6. 5 作用]

第1実施形態のEUV光生成装置1によれば、ドロップレット271の通過中心時点のタイミングに対して、レーザ装置3へトリガ信号が出力されるタイミングが、ドロップレット271の大小等にかかわらず、適正に設定され得る。

[0120] このため、プラズマ生成領域25において、パルスレーザ光33がドロップレット271に正確に集光されるとともに、照射され得る。

よって、ドロップレット271へのパルスレーザ光33の照射により発生するEUV光251の発光効率が向上し得る。そして、ドロップレット271へパルスレーザ光33が照射される位置及びタイミングが正確になるため、デブリ等の低減を図ることが可能となり得る。

[0121] また、タイミング決定回路70における通過中心時点算出処理、遅延時間TD算出処理及びドロップレット検出信号生成処理は、カウンタもしくは積分器・加算器等、単純な回路要素で構成可能であるため、部品点数や論理数の増加を低減し得る。

このため、回路の複雑化による信頼性の低下を生じさせることなく、実現可能となり得る。

[0122] [7. 第2実施形態のタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置]

[7. 1 構成]

図20を用いて、第2実施形態のEUV光生成装置1が備えるタイミング決定回路71の構成について説明する。

ここで、図20は、第2実施形態のEUV光生成装置1が備えるタイミング決定回路71の構成を説明するための図を示す。

[0123] 第2実施形態のタイミング決定回路71は、図16Aに示した第1実施形態の制御部8A内のタイミング決定回路70として、汎用論理集積回路や個別半導体部品で構成した回路を用いてよい。

第2実施形態のタイミング決定回路71におけるその他の構成は、図16Aに示した第1実施形態のタイミング決定回路70の構成と同様であってよい。

第2実施形態のタイミング決定回路71の構成において、図16Aに示したタイミング決定回路70と同様の構成については、説明を省略する。

[0124] 第2実施形態におけるタイミング決定回路71は、第1実施形態と同様にMPD処理を行うため、図20に示すように、タイミング生成部71aと、カウンタ部71bと、比較部71cと、を含んでよい。

[0125] タイミング決定回路71は、論理要素としてのタイミング生成部71aと、カウンタ部71bと、比較部71cと、を実装したFPGA (Field Programmable Gate Array) などの集積回路を備えてもよい。

また、タイミング決定回路71は、論理要素としてのタイミング生成部71aと、カウンタ部71bと、比較部71cと、を実装したASIC (Application Specific Integrated Circuit) などの集積回路を備えてもよい。

[0126] [7.2 動作]

図21は、第2実施形態のタイミング決定回路71におけるMPD処理に基づいたドロップレット検出信号の生成に係るタイムチャートを示す。

図21に示すタイミング決定回路71の制御において、図17及び図18に示した第1実施形態のタイミング決定回路70と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

図21に示すタイミング決定回路71の制御において、図17及び図18に示したMPD処理と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

[0127] タイミング生成部71aは、入力パルス信号(IN)として、ドロップレット検出器41から通過タイミング信号が入力されてよい。

[0128] タイミング生成部71aは、入力パルス信号(IN)に基づいて、当該入力パルス信号(IN)である通過タイミング信号の変化が開始したタイミングを特定してよい。タイミング生成部71aは、特定された通過タイミング信号の変化の開始のタイミングに基づいて、通過開始信号(IN1)を生成してよい。タイミング生成部71aは、生成された通過開始信号(IN1)

をカウンタ部 7 1 b へ出力してよい。

[0129] タイミング生成部 7 1 a は、入力パルス信号 (I N) に基づいて、当該入力パルス信号 (I N) である通過タイミング信号の変化が終了したタイミングを特定してよい。タイミング生成部 7 1 a は、特定された通過タイミング信号の変化の終了のタイミングに基づいて、通過終了信号 (I N 2) を生成してよい。タイミング生成部 7 1 a は、生成された通過終了信号 (I N 2) をカウンタ部 7 1 b へ出力してよい。

[0130] カウンタ部 7 1 b は、入力された通過開始信号 (I N 1) に基づいて、当該通過開始信号 (I N 1) の入力開始されたタイミング (I N 1 = O N) から、一定の速度で一定の値を積算する第 1 積算処理を行ってよい。

つまり、第 1 積算処理は、所定値を単位時間毎に積算する処理であってよい。

一定の値である所定値は、制御部 8 A 内のメモリに記憶されておいてよい。一定の値である所定値は、ネットワーク等を介して制御部 8 A に入力されてもよい。一定の値である所定値は、作業員等の手入力により制御部 8 A に入力されてもよい。

[0131] カウンタ部 7 1 b は、入力された通過終了信号 (I N 2) に基づいて、当該通過終了信号 (I N 2) の入力開始されたタイミング (I N 2 = O N) から、第 1 積算処理のときと同様の一定の速度で、第 1 積算処理のときの 2 倍の値を積算する第 2 積算処理を行ってよい。

つまり、第 2 積算処理は、第 1 積算処理における所定値の 2 倍の値を単位時間毎に積算する処理であってよい。

[0132] カウンタ部 7 1 b は、第 1 積算処理により算出された第 1 積算値と第 2 積算処理により算出された第 2 積算値とを合計し、合計積算値 (C V) を算出してよい。カウンタ部 7 1 b は、算出された合計積算値 (C V) をデジタル信号として比較部 7 1 c へ出力してよい。

[0133] 比較部 7 1 c は、予め定められた所定の基準値 (C C) が入力されてよい。比較部 7 1 c は、入力された合計積算値 (C V) が基準値 (C C) を超え

たか否か比較してよい。

ここで、所定の基準値（CC）は、制御部8A内のメモリに記憶されていてよい。所定の基準値は、ネットワーク等を介して制御部8Aに入力されてもよい。所定の基準値は、作業員等の手入力により制御部8Aに入力されてもよい。

[0134] 比較部71cは、合計積算値（CV）が基準値（CC）を超過したと判定した場合に、その超過した時点を特定してよい。

タイミング決定回路71は、図17及び図18に示したMPD処理と同一の制御及び動作により、ドロップレット検出信号を遅延処理回路8aへ出力してよい。

[0135] また、比較部71cは、合計積算値（CV）が所定の基準値（CC）を超過したタイミングに基づいて、ドロップレット検出信号（OUT）を生成してもよい。そして、比較部71cは、ドロップレット検出信号を遅延処理回路8aへ出力してもよい。

[0136] なお、比較部71cは、合計積算値（CV）が基準値（CC）を超えたこと、又は、合計積算値（CV）が基準値（CC）に達していないことを、出力（OUT）してもよい。

[0137] タイミング決定回路71は、図20に示す論理要素の他に、積算処理の時間基準となるクロック回路と、積算値を0にするリセット回路と、それらの回路を制御する制御回路と、を含んでよい。

[0138] [8. 第3実施形態のタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置]

[8. 1 構成]

図22を用いて、第3実施形態のEUV光生成装置1が備えるタイミング決定回路72の構成について説明する。

ここで、図22は、第3実施形態のEUV光生成装置1が備えるタイミング決定回路72の構成を説明するための図を示す。

[0139] 第3実施形態のタイミング決定回路72は、図16Aに示した第1実施形態の制御部8A内のタイミング決定回路70として、オペアンプ等のアナロ

グ部品で構成した回路を用いてよい。

第3実施形態のタイミング決定回路72におけるその他の構成は、図16Aに示した第1実施形態のタイミング決定回路70の構成と同様であってよい。

第3実施形態のタイミング決定回路72の構成において、図16Aに示したタイミング決定回路70と同様の構成については、説明を省略する。

[0140] 第3実施形態におけるタイミング決定回路72は、第1実施形態と同様にMPD処理を行うため、図22に示すように、タイミング生成部72aと、加算器72bと、積分器72cと、比較器72dと、を含んでよい。

[0141] [8.2 動作]

図23は、第3実施形態のタイミング決定回路72におけるMPD処理に基づいたドロップレット検出信号の生成に係るタイムチャートを示す。

図23に示すタイミング決定回路72の制御において、図18に示した第1実施形態のタイミング決定回路70と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

図23に示すタイミング決定回路72の制御において、図17及び図18に示したMPD処理と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

[0142] タイミング生成部72aは、入力パルス信号(IN)として、ドロップレット検出器41から通過タイミング信号が入力されてよい。

[0143] タイミング生成部72aは、入力パルス信号(IN)に基づいて、当該入力パルス信号(IN)である通過タイミング信号の変化が開始したタイミングを特定してよい。タイミング生成部72aは、特定された通過タイミング信号の変化の開始のタイミングに基づいて、通過開始信号(IN1)を生成してよい。タイミング生成部72aは、生成された通過開始信号(IN1)を加算器72bへ出力してよい。

[0144] タイミング生成部72aは、入力パルス信号(IN)に基づいて、当該入力パルス信号(IN)である通過タイミング信号の変化が終了したタイミングを特定してよい。タイミング生成部72aは、特定された通過タイミング

信号の変化の終了のタイミングに基づいて、通過終了信号（IN2）を生成してよい。タイミング生成部72aは、生成された通過終了信号（IN2）を加算器72bへ出力してよい。

[0145] 加算器72bは、入力された通過開始信号（IN1）に基づいて、当該通過開始信号（IN1）の入力が開始されたタイミング（IN1=ON）から、一定の電圧信号（VA）を積分器72cへ出力してよい。

一定の所定値である電圧信号（VA）は、制御部8A内のメモリに記憶されておいてよい。一定の所定値である電圧信号は、ネットワーク等を介して制御部8Aに入力されてもよい。一定の所定値である電圧信号は、作業員等の手入力により制御部8Aに入力されてもよい。

[0146] 加算器72bは、入力された通過終了信号（IN2）に基づいて、当該通過終了信号（IN2）の入力が開始されたタイミング（IN2=ON）から、通過開始信号（IN1）の入力に基づいて出力した電圧信号に対して、2倍の電圧信号（VA）を出力してよい。

[0147] 積分器72cは、図23に示すように、入力された電圧信号（VA）を時間経過とともに積分してよい。

[0148] 積分器72cは、通過開始信号（IN1）の入力が開始されたタイミング（IN1=ON）から、一定の所定値である電圧信号（VA）を積分していく第1積算処理を行ってよい。

つまり、第1積算処理は、所定値である電圧信号（VA）を単位時間毎に積分する処理であってよい。

[0149] 積分器72cは、通過終了信号（IN2）の入力が開始されたタイミング（IN2=ON）から、所定値の2倍の値である電圧信号（VA）を積分していく第2積算処理を行ってよい。

つまり、第2積算処理は、第1積算処理における所定値の2倍の値を単位時間毎に積分する処理であってよい。

[0150] 積分器72cは、第1積算処理及び第2積算処理による合計の電圧信号（VA）の積分電圧値（CV）を電圧信号として比較器72dへ出力してよい

。

[0151] 比較器 7 2 d は、予め定められた所定の基準値 (C C) の信号が入力されてよい。比較器 7 2 d は、入力された積分電圧値 (C V) が基準値 (C C) を超えたか否か比較してよい。

所定の基準値 (C C) は、制御部 8 A 内のメモリ等に記憶されておいてよい。所定の基準値は、ネットワーク等を介して制御部 8 A に入力されてもよい。所定の基準値は、作業員等の手入力により制御部 8 A に入力されてもよい。

[0152] 比較器 7 2 d は、積分電圧値 (C V) が基準値 (C C) を超過したと判定した場合に、その超過した時点を特定してよい。

タイミング決定回路 7 2 は、図 1 7 及び図 1 8 に示した M P D 処理と同一の制御及び動作により、ドロップレット検出信号を遅延処理回路 8 a へ出力してよい。

[0153] また、比較器 7 2 d は、積分電圧値 (C V) が基準値 (C C) を超過したタイミングに基づいて、ドロップレット検出信号 (O U T) を生成してもよい。そして、比較器 7 2 d は、ドロップレット検出信号を遅延処理回路 8 a へ出力してもよい。

[0154] なお、比較器 7 2 d は、積分電圧値 (C V) が基準値 (C C) を超えたこと、又は、積分電圧値 (C V) が基準値 (C C) に達していないことを、出力してもよい。

[0155] タイミング決定回路 7 2 は、図 2 2 に示す回路要素の他に、基準値 (C C) を提示するデジタルーアナログ変換回路と、積分電圧値 (C V) を 0 にするリセット回路と、それらの回路を制御する制御回路と、を含んでよい。

[0156] [9. 第 4 実施形態のドロップレット検出器及び光センサを備える E U V 光生成装置]

[9. 1 構成]

図 2 4 を用いて、第 4 実施形態の E U V 光生成装置 1 が備えるドロップレット検出器 4 1 の光センサ 4 1 2 b a の構成について説明する。

ここで、図24は、EUV光生成装置1が備えるドロップレット検出器41における光センサ412baの構成を説明するための図を示す。

[0157] 第4実施形態における光センサ412baは、図2、図4、図15、図16Aに示した光センサ412bとして、多素子センサであるフォトダイオードアレイ(PDA: Photo Diode Array)が適用されてよい。

第4実施形態の光センサ412baにおけるその他の構成は、図2、図4、図15、図16Aに示した光センサ412bの構成と同様であってよい。

第4実施形態の光センサ412baの構成において、図2、図4、図15、図16Aに示した光センサ412bと同様の構成については説明を省略する。

[0158] 光センサ412baは、図24に示すように、多数の受光素子412ba-1等と、多数のコンパレータ412d-1等を含むコンパレータ412dと、論理結合回路412eと、閾値電圧発生器412fと、を備えてよい。

[0159] タイミング決定回路70または71または72は、図24に示すように、制御部8B内に設けられてよい。

[0160] 多数の受光素子412ba-1等は、照明光が入射されることにより、光センサ出力信号をコンパレータ412dに出力してよい。

多数のコンパレータ412d-1等は、閾値電圧発生器412fから、閾値電圧に係る信号が入力されてよい。多数のコンパレータ412d-1等は、多数の受光素子412ba-1等から、光センサ出力信号が入力されてよい。多数のコンパレータ412d-1等は、入力された閾値電圧に係る信号及び光センサ出力信号に基づいて、それぞれ個別通過タイミング信号を論理結合回路412eへ出力してよい。

[0161] 論理結合回路412eは、入力された多数の個別通過タイミング信号に基づいて、通過タイミング信号を制御部8B内のタイミング決定回路70または71または72へ出力してよい。

[0162] 第4実施形態において、タイミング決定回路70または71または72は

、論理結合回路 4 1 2 e から出力される通過タイミング信号が入力されるかぎり、制御部 8 B 内に限らず、光センサ 4 1 2 b a 内や、通過タイミング信号系統 4 2 内に配置されてもよい。

第 4 実施形態におけるタイミング決定回路 7 0 または 7 1 または 7 2 は、第 1 実施形態と同様に、通過タイミング信号の入力に基づいて、MPD 処理を行ってよい。

[0163] [9. 2 作用]

ここで、図 2 5 は、図 2 4 に示された光センサ 4 1 2 b a の受光面におけるドロップレット 2 7 1 の射影像の例を示す。

図 2 6 は、第 4 実施形態における E U V 光生成装置 1 の制御部 8 B におけるドロップレット検出に基づくドロップレット検出信号の出力に係るタイムチャートを示す。

[0164] 多素子センサの P D A である光センサ 4 1 2 b a において、当該光センサ 4 1 2 b a の受光面におけるドロップレット射影軌道は、各受光素子 4 1 2 b a - 1 等の受光面の中心付近を通過することがあり得る。

また、ドロップレット射影軌道は、図 2 5 に示すように、隣接する複数の受光素子 4 1 2 b a - 1 等の境界付近を通過することもあり得る。

[0165] ここで、図 2 6 の上段は、ドロップレット射影軌道が各受光素子 4 1 2 b a - 1 等の受光面の中心付近を通過する場合に、ドロップレット 2 7 1 の検出に基づいてドロップレット検出信号を生成するタイムチャートを示す。

図 2 6 の下段は、ドロップレット射影軌道が隣接する複数の受光素子 4 1 2 b a - 1 等の境界付近を通過する場合に、ドロップレット 2 7 1 の検出に基づいてドロップレット検出信号を生成するタイムチャートを示す。

また、図 2 6 の左側欄においては、複数の受光素子 4 1 2 b a - 1 等に対するドロップレット射影軌道の位置が示されてよい。

図 2 6 の中央欄においては、光センサ 4 1 2 b a に対して、タイミング決定回路 7 0 または 7 1 または 7 2 による MPD 処理を適用していない場合におけるタイムチャートが示されてよい。

図 26 の右側欄においては、光センサ 412ba に対して、タイミング決定回路 70 または 71 または 72 による MPD 処理が適用された場合におけるタイムチャートが示されてよい。

[0166] ここで、図 26 の左側欄上段から下段の状態に複数の受光素子に対するドロップレット射影軌道の位置が変動する場合、中央欄に示すように各受光素子 412ba-1 等により出力される通過タイミング信号のタイミングは、中央欄上段の状態から下段に示す状態に、変動し得る。

[0167] このため、通過タイミング信号の生成されるタイミングに基づいて、一定の遅延時間 TL の経過後にレーザ装置 3 ヘトリガ信号を出力した場合には、各ドロップレット 271 の通過中心時点に対するトリガ信号の出力タイミングが変動し得る。

[0168] よって、プラズマ生成領域 25 において、ドロップレット 271 が当該プラズマ生成領域 25 に到達するタイミングと、パルスレーザ光 33 が照射されるタイミングとが一致しないことが起こり得る。

[0169] しかし、光センサ 412ba にタイミング決定回路 70 または 71 または 72 を適用した場合には、図 26 の右側欄に示すように、複数の受光素子に対するドロップレット射影軌道位置の変動によらず、ドロップレット 271 の通過中心時点に対して、ドロップレット検出信号の生成されるタイミングが常に一定になり得る。

[0170] [10. 第 5 実施形態のドロップレット検出器及び制御部を備える EUV 光生成装置]

[10. 1 構成]

図 27 を用いて、第 5 実施形態における EUV 光生成装置 1 が備えるドロップレット検出器 41A 及び制御部 8C の構成について説明する。

ここで、図 27 は、EUV 光生成装置 1 が備えるドロップレット検出器 41A 及び制御部 8C の構成を説明するための図を示す。

[0171] 第 5 実施形態のドロップレット検出器 41A は、図 2 及び図 15 に示したドロップレット検出器 41 と異なり、ドロップレット検出器 41 における光

源部 4 1 1 及び受光部 4 1 2 が一体化された構成とされてよい。

図 2 7 に示した第 5 実施形態のドロップレット検出器 4 1 A は、図 2 及び図 1 5 に示した透過光検出型のドロップレット検出器 4 1 と異なり、ドロップレット 2 7 1 による反射光を検出する反射光検出型であってよい。

第 5 実施形態のドロップレット検出器 4 1 A は、図 2 及び図 1 5 に示したドロップレット検出器 4 1 と異なり、部分反射ミラー 4 1 2 j が設けられてよい。

第 5 実施形態のドロップレット検出器 4 1 A は、図 2 及び図 1 5 に示した受光部 4 1 2 内に、光源 4 1 2 i 及び照明光学系 4 1 2 h が配置されてよい。

第 5 実施形態のドロップレット検出器 4 1 A におけるその他の構成は、図 2 及び図 1 5 に示したドロップレット検出器 4 1 の構成と同様であってもよい。

第 5 実施形態のドロップレット検出器 4 1 A の構成において、図 2 及び図 1 5 に示したドロップレット検出器 4 1 の構成と同様の構成については、説明を省略する。

[0172] ドロップレット検出器 4 1 A は、図 2 7 に示すように、部分反射ミラー 4 1 2 j が備えられてよい。

ドロップレット検出器 4 1 A は、光センサ 4 1 2 b と、受光光学系 4 1 2 g と、部分反射ミラー 4 1 2 j と、光源 4 1 2 i と、照明光学系 4 1 2 h とを、不図示の同一の筐体内に備えてもよい。

[0173] 部分反射ミラー 4 1 2 j は、光源 4 1 2 i から出力された照明光を、照明光学系 4 1 2 h を介してドロップレット 2 7 1 に向けて反射してよい。

部分反射ミラー 4 1 2 j は、照明光を照射されたことによるドロップレット 2 7 1 からの反射光を受光光学系 4 1 2 g に透過させてよい。

ウィンドウ 4 1 2 k は、光源 4 1 2 i から出力された照明光を反射させるとともに、ドロップレット 2 7 1 からの反射光を透過させてよい。

[0174] 光センサ 4 1 2 b は、ドロップレット 2 7 1 からの反射光の受光に基づい

て、通過タイミング信号を生成してよい。光センサ412bは、生成された通過タイミング信号を制御部8Cへ出力してよい。

[0175] ここで、第5実施形態の制御部8Cは、図4に示した制御部8、図16Aに示した制御部8A及び図24に示した制御部8Bと異なり、極性反転回路8bが備えられてよい。

第5実施形態の制御部8Cにおけるその他の構成は、図4、図16A及び図24に示した制御部8、8A、8Bの構成と同様であってよい。

第5実施形態の制御部8Cの構成において、図4、図16A及び図24に示した制御部8、8A、8Bの構成と同様の構成については、説明を省略する。

[0176] 極性反転回路8bは、図27に示すように、光センサ412bから通過タイミング信号が入力されてよい。極性反転回路8bは、入力された通過タイミング信号を正負反転して、後述の極性反転信号を生成してよい。極性反転回路8bは、生成された極性反転信号をタイミング決定回路70または71または72へ出力してよい。

[0177] 第5実施形態におけるタイミング決定回路70または71または72は、第1実施形態と同様に、極性反転信号の入力に基づいて、MPD処理を行ってよい。

[0178] 第5実施形態において、タイミング決定回路70または71または72は、極性反転信号が入力されるかぎり、制御部8C内に限らず、光センサ412b内や、通過タイミング信号系統42内に配置されてもよい。

[0179] [10.2 動作]

図28を用いて、第5実施形態のEUV光生成装置1が備える制御部8Cの制御について、説明する。

図28に示す制御部8Cの制御において、図3、図5、図17及び図18に示したEUV光生成装置1と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

[0180] 図28は、第5実施形態に係る制御部8Cの制御に係るタイムチャートで

あって、ドロップレット 271 の検出に基づくドロップレット検出信号の出力に係るタイムチャートである。

図 28 に示すタイミング決定回路 70 または 71 または 72 の制御において、図 18 に示した第 1 実施形態のタイミング決定回路 70 と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

図 28 に示すタイミング決定回路 70 または 71 または 72 の制御において、図 17 及び図 18 に示した MPD 処理と同一の制御及び動作については、説明を省略する。

[0181] ここで、第 5 実施形態においては、第 1 実施形態の場合と同様に、光センサ 412b からの光センサ出力信号が閾値を下回ったタイミングを第 1 タイミングという。光センサ出力信号が閾値を上回ったタイミングを第 2 タイミングという。

このため、第 5 実施形態においては、第 1 タイミングは、図 28 に示すように、通過終了時点となってよい。

第 2 タイミングは、図 28 に示すように、通過開始時点となってよい。

[0182] 光センサ 412b は、光センサ出力信号の信号波形に基づいて、図 28 に示すように、図 3、図 5、図 17 及び図 18 に示した通過タイミング信号を正負反転させた通過タイミング信号を生成してよい。光センサ 412b は、生成された通過タイミング信号を極性反転回路 8b へ出力してよい。

[0183] 極性反転回路 8b は、図 28 に示すように、入力された通過タイミング信号を正負反転させた極性反転信号を生成してよい。極性反転回路 8b は、生成された極性反転信号をタイミング決定回路 70 または 71 または 72 へ出力してよい。

[0184] タイミング決定回路 70 または 71 または 72 は、入力された極性反転信号に基づいて、当該極性反転信号の通過中心時点を算出してよい。

タイミング決定回路 70 または 71 または 72 は、図 28 に示すように、算出された通過中心時点に対して、予め定められた一定の時間である遅延時間 TD の経過後に、ドロップレット検出信号を生成してよい。

[0185] ドロップレット検出信号は、図28に示すように、通過タイミング信号の入力が開始されたタイミングの変動にかかわらず、各ドロップレット271の通過中心時点に対して、生成されるタイミングを常に一致され得る。

[0186] [11. 第6実施形態の通過タイミング信号系統を備えるEUV光生成装置]

[11. 1 構成]

図29を用いて、第6実施形態のEUV光生成装置1が備えるドロップレット検出器41の光センサ412bbの構成について説明する。

ここで、図29は、第6実施形態におけるEUV光生成装置1が備えるドロップレット検出器41における光センサ412bbの構成を説明するための図を示す。

[0187] 第6実施形態における光センサ412bbは、図2、図4、図15、図16Aに示した光センサ412bとして、ドロップレット検出器41に適用されてよい。

[0188] 光センサ412bbは、図29に示すように、図24に示した多素子センサであるフォトダイオードアレイ412bb1、412bb2が、ドロップレット271が移動する方向に略一致するドロップレット射影軌道の方に複数並んで配置されてよい。フォトダイオードアレイ412bb1、412bb2は、光センサ412bb内に少なくとも2つあればよい。フォトダイオードアレイ412bb1、412bb2は、ドロップレット射影軌道の方に所定の間隔Dが設けられて配置されてよい。フォトダイオードアレイ412bb1、412bb2は、ドロップレット射影軌道に略直交する方向に略平行に配置されてよい。

フォトダイオードアレイ412bb1は、多数の受光素子412bb1-1等により構成されてよい。フォトダイオードアレイ412bb2は、多数の受光素子412bb2-1等により構成されてよい。

図29において、光源部411からの照明光が光センサ412bb上に照射される領域は、受光ビーム領域として示されてもよい。多数の受光素子4

1 2 b b 1 - 1, 4 1 2 b b 2 - 1 等は、受光ビーム領域内に略全てが配置されてよい。

[0189] 第6実施形態の光センサ4 1 2 b bにおけるその他の構成は、図2、図4、図15、図16Aに示した光センサ4 1 2 bの構成及び図24に示した光センサ4 1 2 b aと同様であってよい。

第6実施形態の光センサ4 1 2 b bの構成において、図2、図4、図15、図16Aに示した光センサ4 1 2 b及び図24に示した光センサ4 1 2 b aと同様の構成については説明を省略する。

[0190] 図30を用いて、第6実施形態のEUV光生成装置1が備える通過タイミング信号系統42の構成について説明する。

ここで、図30は、第6実施形態におけるEUV光生成装置1が備える通過タイミング信号系統42の構成を説明するための図を示す。

[0191] 第6実施形態におけるドロップレット検出器41は、図16Aに示したドロップレット検出器41と異なり、信号変換器412c1, 412c2を含んでよい。

第6実施形態における制御部8Aは、図16Aに示した制御部8Aと異なり、タイミング決定回路70A, 70B及び速度計測回路80を含んでよい。

[0192] 速度計測回路80は、タイミング決定回路70A, 70Bから入力されたドロップレット検出信号A, Bに基づいてドロップレット271の移動速度VM2を計測する速度計測処理を行ってもよい。

[0193] 速度計測処理を専用回路で実施する場合、速度計測回路80は、光センサ4 1 2 b bの電子回路内、又は、通過タイミング信号系統42内、あるいは、制御部8Aの電子回路内に設けられてよい。

[0194] 速度計測処理を論理機能で実施する場合、速度計測回路80は、光センサ4 1 2 b bの電子回路で使用する集積回路内、又は、制御部8Aの電子回路で使用する集積回路内に設けられてよい。

[0195] 第6実施形態の通過タイミング信号系統42におけるその他の構成は、図

16Aに示した構成と同様であってもよい。

第6実施形態の通過タイミング信号系統42の構成において、図16Aに示した同様の構成については説明を省略する。

[0196] [11.2 動作]

信号変換器412c1は、光センサ出力信号Aに基づいて生成された通過タイミング信号Aを、制御部8Aへ出力してよい。信号変換器412c2は、光センサ出力信号Bに基づいて生成された通過タイミング信号Bを、制御部8Aへ出力してよい。

[0197] 図31を用いて、第6実施形態の制御部8Aの動作について、説明する。

図31に示す制御部8Aの制御において、図17に示した制御部8Aと同一の制御及び動作については、説明を省略する。

[0198] ここで、図31は、第6実施形態におけるEUV光生成装置1の制御部8Aにおけるドロップレット速度計測に係るタイムチャートを示す。

[0199] タイミング決定回路70Aは、信号変換器412c1から出力された通過タイミング信号Aが入力されてよい。タイミング決定回路70Aは、図17及び図18に示したタイミング決定回路70と同様に、通過中心時点算出処理、遅延時間TD算出処理、及びドロップレット検出信号生成処理を含むMPD処理を行ってもよい。タイミング決定回路70Aは、MPD処理により、通過タイミング信号Aに基づきドロップレット検出信号Aを生成してよい。

タイミング決定回路70Aは、ドロップレット検出信号Aを遅延処理回路8aに出力してよい。タイミング決定回路70Aは、ドロップレット検出信号Aを速度計測回路80に出力してよい。

[0200] タイミング決定回路70Bは、信号変換器412c2から出力された通過タイミング信号Bが入力されてよい。タイミング決定回路70Bは、タイミング決定回路70Aと同様に、MPD処理を行い、通過タイミング信号Bに基づきドロップレット検出信号Bを生成してよい。

タイミング決定回路70Bは、ドロップレット検出信号Bを速度計測回路

８０に出力してよい。また、図示されていないが、タイミング決定回路７０Ｂは、ドロップレット検出信号Ｂを遅延処理回路８ａに出力してもよい。

[0201] 遅延処理回路８ａは、入力されたドロップレット検出信号Ａ，Ｂのいずれかに基づいて、当該ドロップレット検出信号Ａ，Ｂのいずれかが入力されたタイミングに対して、所定の遅延時間ＴＳの経過後に、トリガ信号を生成してよい。

[0202] 速度計測回路８０は、ドロップレット検出信号Ａ，Ｂの入力に基づいて、ドロップレット検出信号Ａ，Ｂの出力間隔 Δt を計測してよい。ここで、光センサ出力信号Ａ，Ｂを出力したフォトダイオードアレイ４１２ｂｂ１，４１２ｂｂ２の間隔Ｄが既知の値であるため、ドロップレット２７１の移動速度 $VM2$ は、以下の（式１１）により計測し得る。

$$VM2 = D / \Delta t \dots\dots\dots (式 11)$$

[0203] タイミング決定回路７０Ａ，Ｂは、計測されたドロップレット２７１の移動速度 $VM2$ を制御部８Ａ内のメモリ等に記憶してよい。

[0204] [１１．３ 作用]

第６実施形態のＥＵＶ光生成装置１によれば、フォトダイオードアレイ４１２ｂｂ１，４１２ｂｂ２を含む光センサ４１２ｂｂを備えることにより、ドロップレット２７１の移動速度 $VM2$ に追従して適切に光センサ出力信号Ａ，Ｂを出力し得る。また、第６実施形態のＥＵＶ光生成装置１によれば、ドロップレット射影軌道に沿って間隔Ｄが設けられて配置されているフォトダイオードアレイ４１２ｂｂ１，４１２ｂｂ２により複数位置におけるドロップレット検出信号Ａ，Ｂを生成し得る。

[0205] このため、第６実施形態のＥＵＶ光生成装置１によれば、速度計測回路８０がドロップレット検出信号Ａ，Ｂに基づいてドロップレット２７１の移動速度 $VM2$ を精度よく計測し得る。

よって、第６実施形態のＥＵＶ光生成装置１によれば、計測された移動速度 $VM2$ に基づきＥＵＶ光２５２の生成に関するパラメータを制御し得るため、ＥＵＶ光２５２のエネルギー安定性、プラズマ生成領域２５におけるＥＵ

V光252の位置安定性を高め得る。

[0206] [12. 第7実施形態の圧力調節機構及びタイミング決定回路を備えるEUV光生成装置]

[12. 1 構成]

図32を用いて、第7実施形態のEUV光生成装置1が備える圧力調節機構30の構成について説明する。

図32は、第7実施形態における圧力調節機構30及びタイミング決定回路70を備えるEUV光生成装置1の構成を説明するための図を示す。

[0207] 第7実施形態におけるEUV光生成装置1は、図15に示されたEUV光生成装置1と異なり、圧力計測部310が設けられてよい。

圧力計測部310は、圧力調節機構30からタンク261に至る配管の間に設けられてよい。圧力計測部310は、圧力センサのように圧力を計測し得る機構であればよい。圧力計測部310は、タンク261内の圧力を計測し、計測された圧力を圧力調節機構30に出力してもよい。

[0208] 圧力調節機構30は、タンク261内の圧力が制御部8からの制御信号に基づいて設定された値となるよう、圧力計測部310から出力された圧力の計測値に基づいてタンク261内の圧力を調節してもよい。

[0209] 第7実施形態におけるEUV光生成装置1は、ドロップレット検出器41の光源部411Cが、図15に示された光源部411と異なってもよい。光源部411Cは、光源411a及び照明光学系411bに加えて、光源411aから出力された光を伝播する光ファイバ411cと、伝播された光を出力する光出力部411dと、を含んでよい。

[0210] 図33を用いて、第7実施形態のEUV光生成装置1が備える通過タイミング信号系統42の構成について説明する。

図33は、図32に示されたEUV光生成装置1が備える通過タイミング信号系統42の構成を説明するための図を示す。

[0211] 第7実施形態におけるドロップレット検出器41は、図30に示したドロップレット検出器41と異なり、速度計測回路80が、遅延処理回路8a及

び圧力調節機構 30 のいずれか又は両方に接続されてもよい。

[0212] [12.2 動作]

速度計測回路 80 は、ドロップレット 271 の移動速度 $VM2$ に基づいて、遅延時間補正信号及び圧力補正信号のいずれか又は両方を算出してもよい。

[0213] ここで、遅延時間補正信号は、遅延処理回路 8a に設定されるドロップレット検出信号 A, B に付加される遅延時間 TS を補正するための補正值 ΔTS を与える信号であってよい。遅延時間 TS は、基準となるドロップレット 271 の移動速度である基準ドロップレット速度 $V0$ に基づいて設定されてもよい。

[0214] 速度計測回路 80 は、移動速度 $VM2$ 、基準ドロップレット速度 $V0$ 、及び検出点 P とプラズマ生成領域 25 との距離 L に基づいて、以下の (式 12) により補正值 ΔTS を算出してもよい。

$$\Delta TS = L \{ (1/VM2) - (1/V0) \} \cdots \cdots (\text{式 12})$$

[0215] ここで、圧力補正信号は、圧力調節機構 30 に設定されたタンク 261 内のターゲット 27 に加える圧力 PT の制御信号に補正值 ΔPT を与える信号であってよい。圧力 PT は、ドロップレット 271 の移動速度 $VM2$ が基準ドロップレット速度 $V0$ となるように設定されてもよい。また、距離 L は、EUV 光生成装置 1 の検出点 P とプラズマ生成領域 25 との実測値であっても EUV 光生成装置 1 を設計する際の設計値であってもよい。

速度計測回路 80 は、移動速度 $VM2$ と基準ドロップレット速度 $V0$ との差分に基づいて、補正值 ΔPT を算出してもよい。

[0216] 速度計測回路 80 は、補正值 ΔTS を含む遅延時間補正信号を遅延処理回路 8a に出力してもよい。速度計測回路 80 は、補正值 ΔPT を含む圧力補正信号を圧力調節機構 30 に出力してもよい。

[0217] 遅延処理回路 8a は、補正值 ΔTS に基づいて遅延時間 TS を補正してもよい。圧力調節機構 30 は、補正值 ΔPT に基づいて圧力 PT を補正してもよい。

[0218] [12.3 作用]

第7実施形態のEUV光生成装置1によれば、速度計測回路80により計測されたドロップレット271の移動速度VM2に基づいて、遅延処理回路8aに設定される遅延時間TSを補正し得る。また、第7実施形態のEUV光生成装置1によれば、速度計測回路80により計測されたドロップレット271の移動速度VM2に基づいて圧力調節機構30に設定される圧力PTを補正し得る。

よって、第7実施形態のEUV光生成装置1によれば、移動速度VM2に基づきEUV光252の生成に関するパラメータを制御し得るため、ドロップレット271へのパルスレーザ光33の照射精度を向上し得る。このため、第7実施形態のEUV光生成装置1によれば、EUV光252のエネルギー安定性、プラズマ生成領域25におけるEUV光252の位置安定性を高め得る。

[0219] [13. 各制御部のハードウェア環境]

当業者は、汎用コンピュータまたはプログラマブルコントローラにプログラムモジュールまたはソフトウェアアプリケーションを組み合わせ、ここに述べられる主題が実行されることを理解するだろう。一般的に、プログラムモジュールは、本開示に記載されるプロセスを実行できるルーチン、プログラム、コンポーネント、データストラクチャー等を含む。

[0220] 図34は、開示される主題の様々な側面が実行され得る例示的なハードウェア環境を示すブロック図である。図34の例示的なハードウェア環境100は、処理ユニット1000と、ストレージユニット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とを含んでもよいが、ハードウェア環境100の構成は、これに限定されない。

[0221] 処理ユニット1000は、中央処理ユニット(CPU)1001と、メモリ1002と、タイマ1003と、画像処理ユニット(GPU)1004と

を含んでもよい。メモリ1002は、ランダムアクセスメモリ（RAM）とリードオンリーメモリ（ROM）とを含んでもよい。CPU1001は、市販のプロセッサのいずれでもよい。デュアルマイクロプロセッサや他のマルチプロセッサアーキテクチャが、CPU1001として使用されてもよい。

[0222] 図34におけるこれらの構成物は、本開示において記載されるプロセスを実行するために、相互に接続されていてもよい。

[0223] 動作において、処理ユニット1000は、ストレージユニット1005に保存されたプログラムを読み込んで、実行してもよい、また、処理ユニット1000は、ストレージユニット1005からプログラムと一緒にデータを読み込んでもよい、また、処理ユニット1000は、ストレージユニット1005にデータを書き込んでもよい。CPU1001は、ストレージユニット1005から読み込んだプログラムを実行してもよい。メモリ1002は、CPU1001によって実行されるプログラムおよびCPU1001の動作に使用されるデータを、一時的に保管する作業領域であってもよい。タイマ1003は、時間間隔を計測して、プログラムの実行に従ってCPU1001に計測結果を出力してもよい。GPU1004は、ストレージユニット1005から読み込まれるプログラムに従って、画像データを処理し、処理結果をCPU1001に出力してもよい。

[0224] パラレルI/Oコントローラ1020は、EUV光生成制御部5、制御部8、制御部8A~C、タイミング決定回路70~72、速度計測回路80及びレーザ光進行方向制御部34等の、処理ユニット1000と通信可能なパラレルI/Oデバイスに接続されてもよく、処理ユニット1000とそれらパラレルI/Oデバイスとの間の通信を制御してもよい。シリアルI/Oコントローラ1030は、光源411a、光源部411C、光源412i、圧力調節機構30及びステージ224等の、処理ユニット1000と通信可能なシリアルI/Oデバイスに接続されてもよく、処理ユニット1000とそれらシリアルI/Oデバイスとの間の通信を制御してもよい。A/D、D/Aコンバータ1040は、アナログポートを介して、温度センサや圧力セン

サ、真空計各種センサ、ターゲットセンサ4、光センサ412b、光センサ412ba、光センサ412bb、圧力計測部310等のアナログデバイスに接続されてもよく、処理ユニット1000とそれらアナログデバイスとの間の通信を制御したり、通信内容のA/D、D/A変換を行ってもよい。

[0225] ユーザインターフェイス1010は、操作者が処理ユニット1000にプログラムの停止や、割込みルーチンの実行を指示できるように、処理ユニット1000によって実行されるプログラムの進捗を操作者に表示してもよい。

[0226] 例示的なハードウェア環境100は、本開示におけるEUV光生成制御部5、制御部8、制御部8A～C、タイミング決定回路70～72、速度計測回路80及びレーザ光進行方向制御部34の構成に適用されてもよい。当業者は、それらのコントローラが分散コンピューティング環境、すなわち、通信ネットワークを介して繋がっている処理ユニットによってタスクが実行される環境において実現されてもよいことを理解するだろう。本開示において、EUV光生成制御部5、制御部8、制御部8A～C、タイミング決定回路70～72、速度計測回路80及びレーザ光進行方向制御部34は、イーサネットやインターネットといった通信ネットワークを介して互いに接続されてもよい。分散コンピューティング環境において、プログラムモジュールは、ローカルおよびリモート両方のメモリストレージデバイスに保存されてもよい。

[0227] 上記で説明した実施形態は、変形例を含めて各実施形態同士で互いの技術を適用し得ることは、当業者には明らかであろう。

[0228] 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。

[0229] 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

[0230] 符号の説明

- 1 … E U V 光生成装置
- 2 … チャンバ
- 3 … レーザ装置
- 5 … E U V 光生成制御部
- 8、8 A ~ C … 制御部
- 2 5 … プラズマ生成領域
- 2 5 2 … E U V 光
- 2 6 … ターゲット供給部
- 2 7 1 … ドロップレット
- 3 0 … 圧力調節機構
- 3 1 0 … 圧力計測部
- 4 1 … ドロップレット検出器
- 4 1 1 … 光源部
- 4 1 2 … 受光部
- 4 1 2 b, 4 1 2 b a, 4 1 2 b b … 光センサ
- 7 0, 7 0 A, 7 0 B, 7 1, 7 2 … タイミング決定回路
- 8 0 … 速度計測回路
- F … ドロップレット軌道

請求の範囲

- [請求項1] チャンバ内に出力されレーザ光が照射されると極端紫外光が生成されるドロップレットに照明光を照射する光源部と、
- 前記照明光を受光し光量の変化を検出する受光部と、
- 1つの前記ドロップレットに照射された前記照明光の前記光量が低下する第1タイミングと前記照明光の前記光量が増加する第2タイミングとに基づいて、前記チャンバ内の所定位置で前記ドロップレットが検出されたことを示すドロップレット検出信号を出力するタイミング決定回路と、
- を備えるドロップレット検出器。
- [請求項2] 前記タイミング決定回路は、
- 前記光量が所定の閾値より低下したタイミングを検出することによって前記第1タイミングを特定すると共に、前記光量が前記閾値より増加したタイミングを検出することによって前記第2タイミングを特定し、
- 前記第1タイミングと前記第2タイミングとの間の時点から所定時間遅延したタイミングに前記ドロップレット検出信号を出力する
- 請求項1に記載のドロップレット検出器。
- [請求項3] 前記タイミング決定回路は、
- 前記光量が所定の閾値より低下したタイミングを検出することによって前記第1タイミングを特定すると共に、前記光量が前記閾値より増加したタイミングを検出することによって前記第2タイミングを特定し、
- 前記第1タイミングと前記第2タイミングとの中心時点を決
- 定し、
- 前記中心時点から所定時間遅延したタイミングに前記ドロップレット検出信号を出力する
- 請求項1に記載のドロップレット検出器。

[請求項4] 前記タイミング決定回路は、

前記第1タイミングと前記第2タイミングとのうちの一方のタイミングに基づいて所定値を単位時間毎に積算して第1積算値を算出すると共に、前記一方のタイミング後の他方のタイミングに基づいて前記所定値の2倍の値を単位時間毎に積算して第2積算値を算出し、

前記第1積算値及び前記第2積算値の合計積算値が所定の基準値に到達したタイミングを検出することによって前記中心時点から所定時間遅延したタイミングを特定する

請求項3に記載のドロップレット検出器。

[請求項5] 前記受光部は、フォトダイオードアレイを用いて構成されている

請求項4に記載のドロップレット検出器。

[請求項6] 前記ドロップレット検出信号に基づいて前記ドロップレットの移動速度を計測する速度計測回路を備え、

前記受光部は、前記ドロップレットが移動する方向に沿って間隔が設けられて配置された複数のフォトダイオードアレイを用いて構成され、

前記タイミング決定回路は、前記複数のフォトダイオードアレイ毎に前記ドロップレット検出信号を出力し、

前記速度計測回路は、前記複数のフォトダイオードアレイ毎に出力された複数の前記ドロップレット検出信号に基づいて前記移動速度を計測する、

請求項5に記載のドロップレット検出器。

[請求項7] 内部の所定領域で極端紫外光が生成されるチャンバと、

ドロップレットを前記所定領域に供給するターゲット供給部と、

前記ターゲット供給部から前記所定領域までの間の所定位置で前記ドロップレットに照明光を照射する光源部と、

前記照明光を受光し光量の変化を検出する受光部と、

1つの前記ドロップレットに照射された前記照明光の前記光量が低

下する第1タイミングと前記照明光の前記光量が増加する第2タイミングとに基づいて、前記所定位置で前記ドロップレットが検出されたことを示すドロップレット検出信号を出力するタイミング決定回路と、

前記ドロップレット検出信号に基づいて、前記所定領域にレーザ光が出力されるようレーザ装置に信号を出力する制御部と、

を備える極端紫外光生成装置。

[請求項8] 前記ドロップレット検出信号に基づいて前記ドロップレットの移動速度を計測する速度計測回路を備え、

前記受光部は、前記ドロップレットが移動する方向に沿って間隔が設けられて配置された複数のフォトダイオードアレイを用いて構成され、

前記タイミング決定回路は、前記複数のフォトダイオードアレイ毎に前記ドロップレット検出信号を出力し、

前記速度計測回路は、前記複数のフォトダイオードアレイ毎に出力された複数の前記ドロップレット検出信号に基づいて前記移動速度を計測する、

請求項7記載の極端紫外光生成装置。

[請求項9] 前記制御部は、前記ドロップレット検出信号に遅延時間を付加して前記信号を出力し、

前記速度計測回路は、

前記移動速度に基づいて前記遅延時間の補正値を算出し、

前記遅延時間の補正値を前記制御部に出力する、

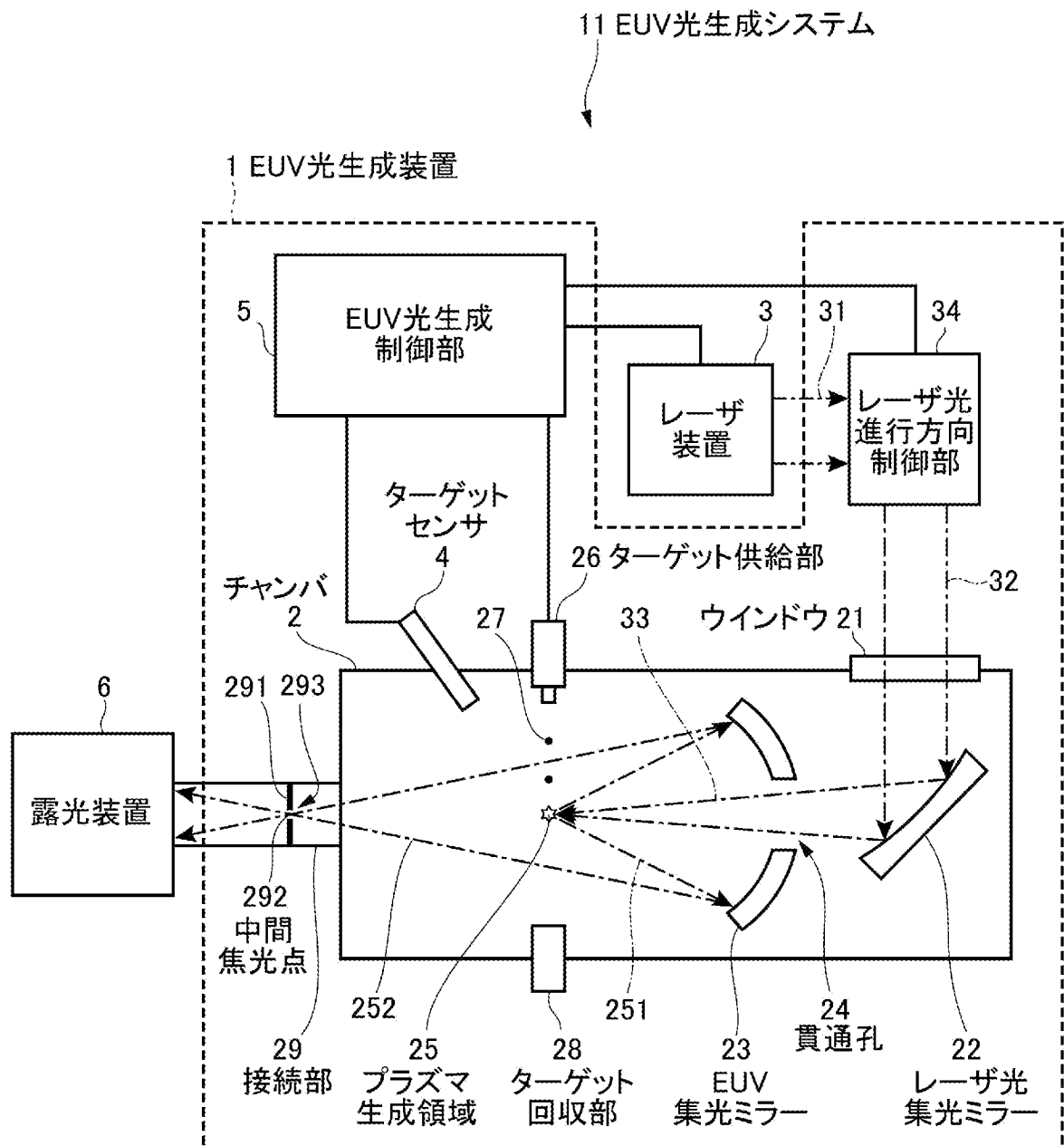
請求項8記載の極端紫外光生成装置。

[請求項10] 前記ターゲット供給部は、前記ドロップレットが供給される前のターゲット物質を貯蔵するタンクと、前記タンク内を所定の圧力に調節する圧力調節機構とを備え、

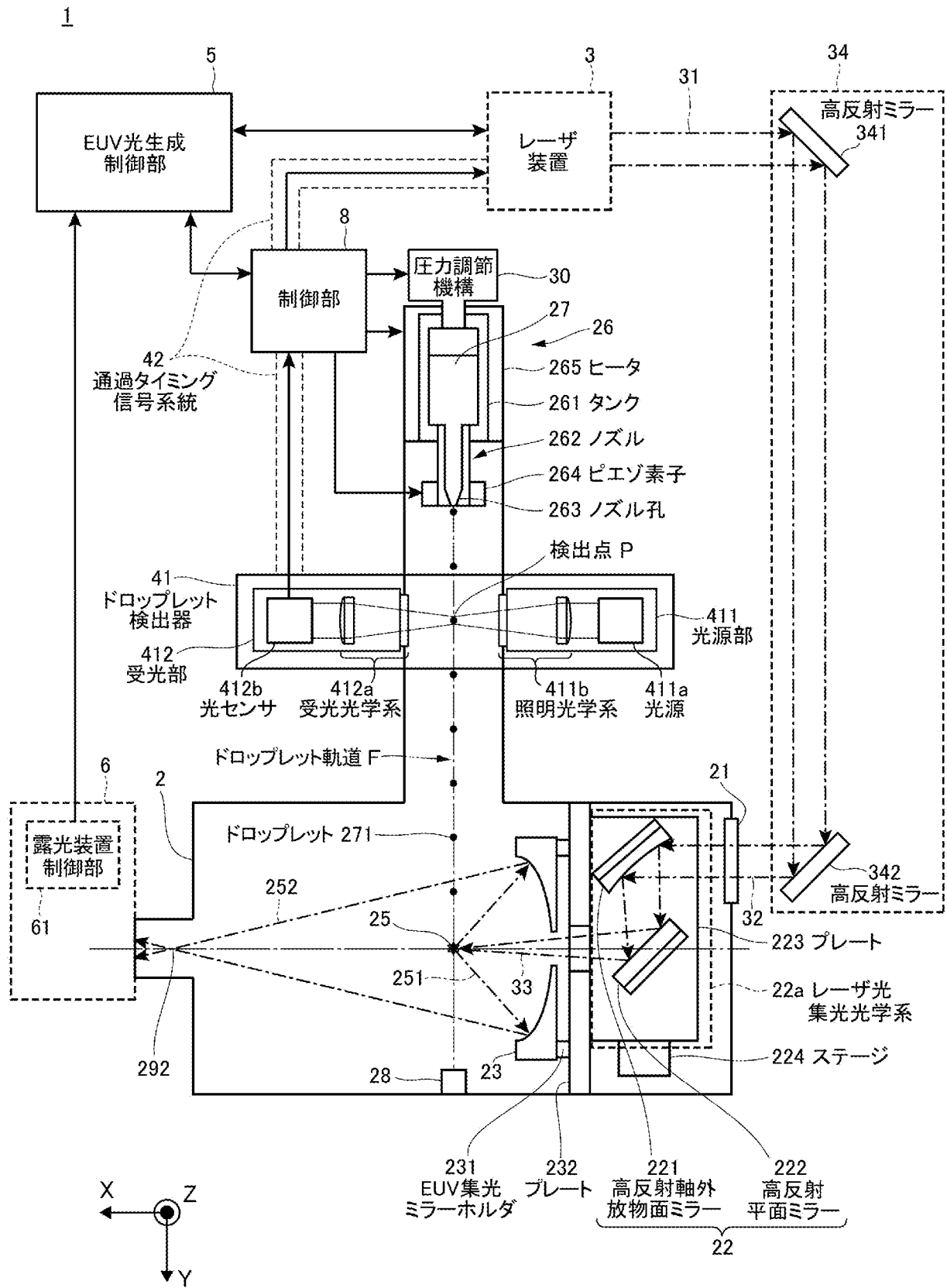
前記速度計測回路は、

前記移動速度に基づいて前記圧力の補正値を算出し、
前記圧力の補正値を前記圧力調節機構に出力する、
請求項 8 記載の極端紫外光生成装置。

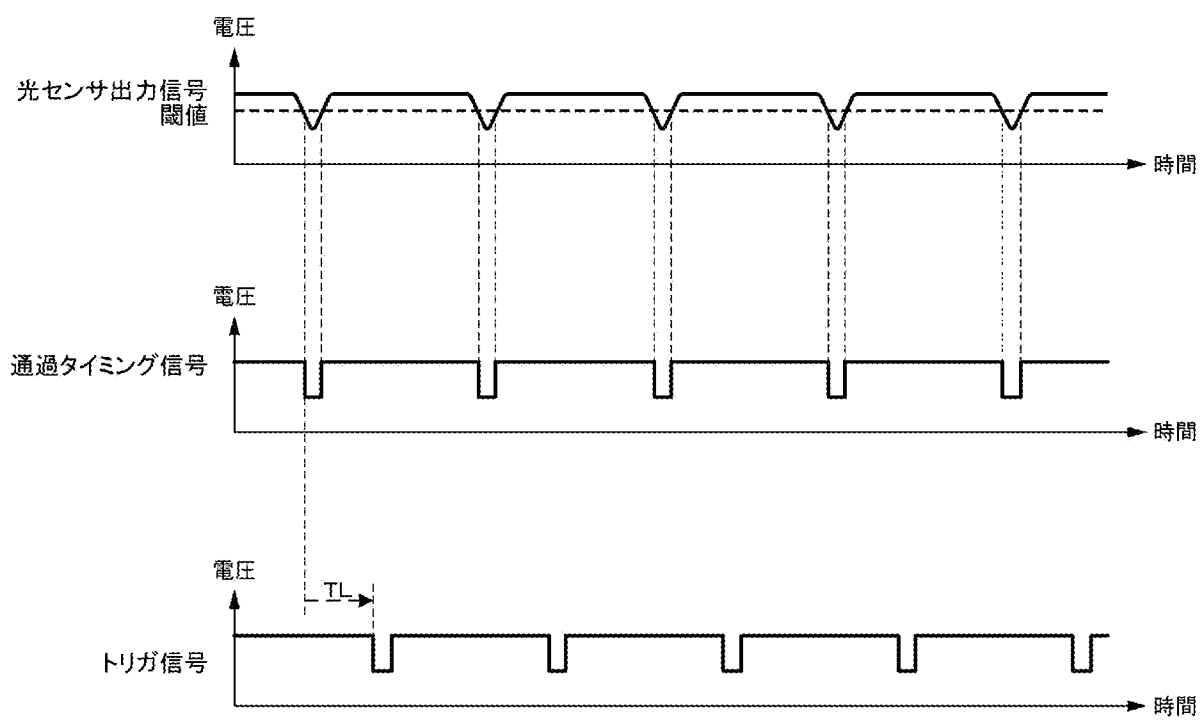
[図1]



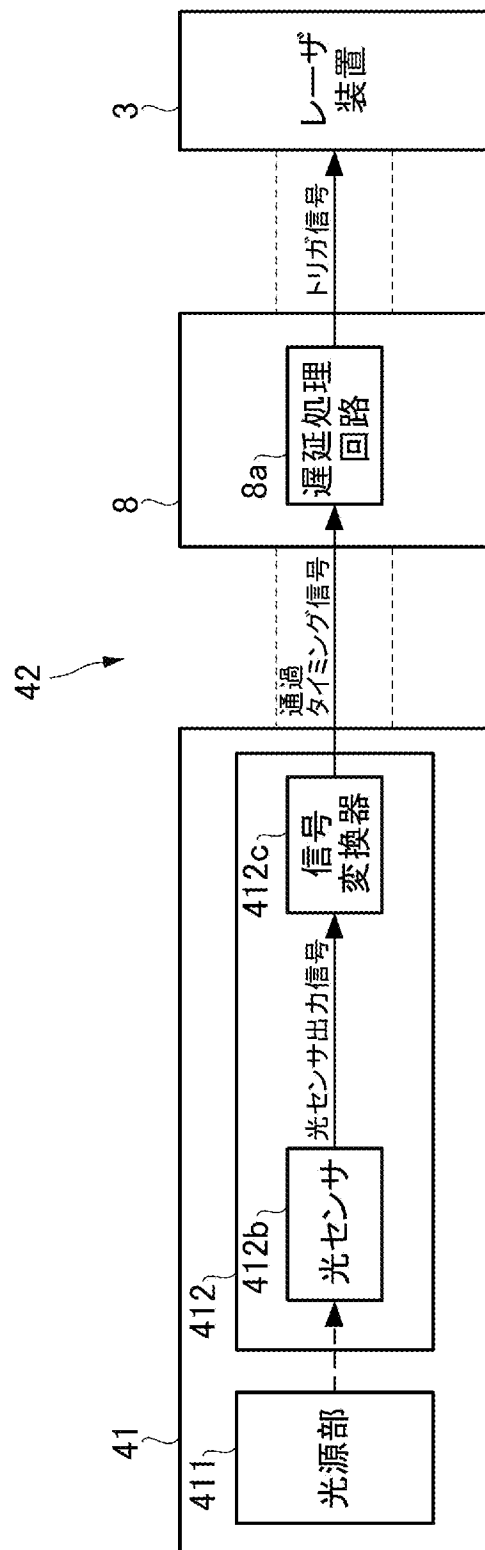
[図2]



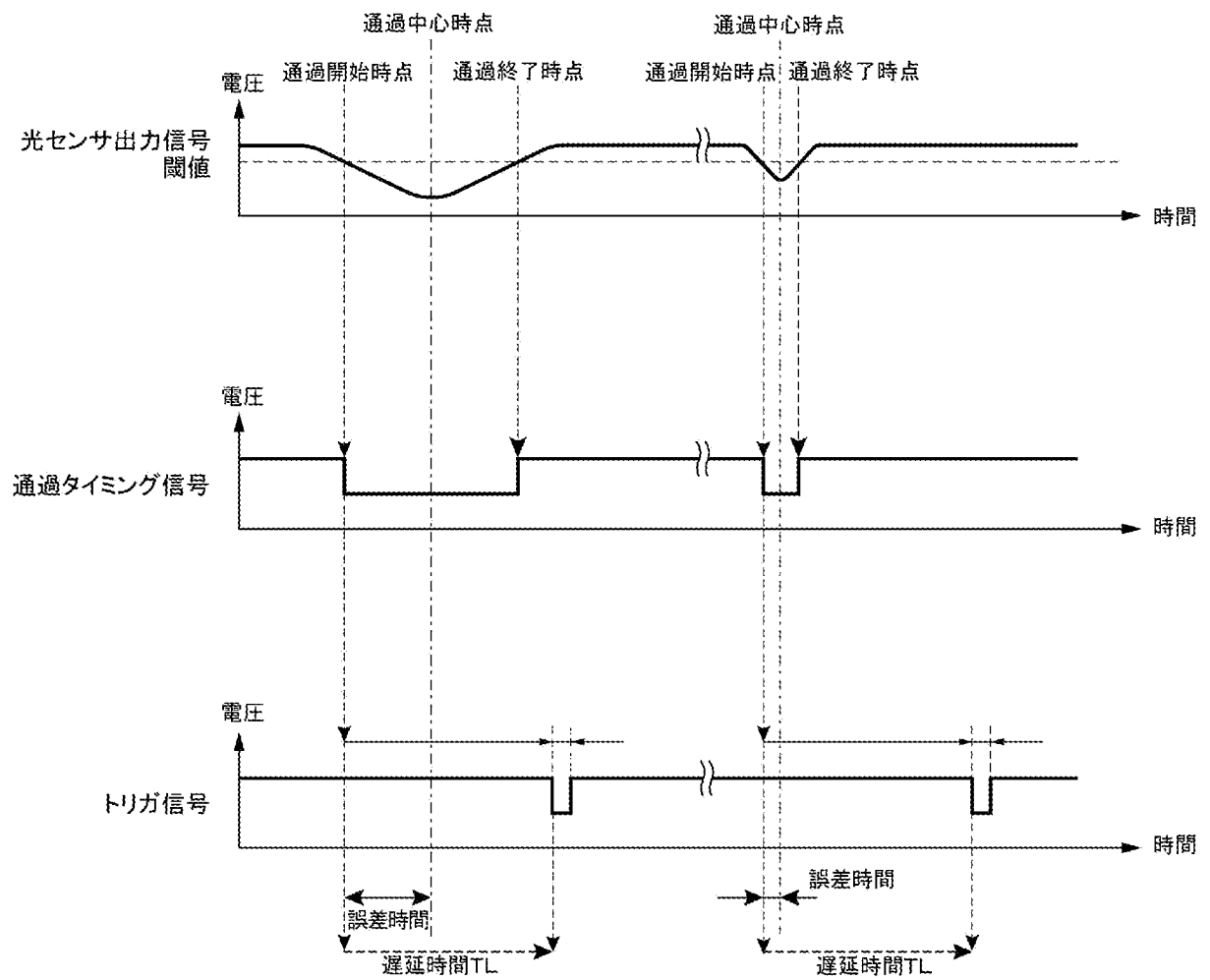
[図3]



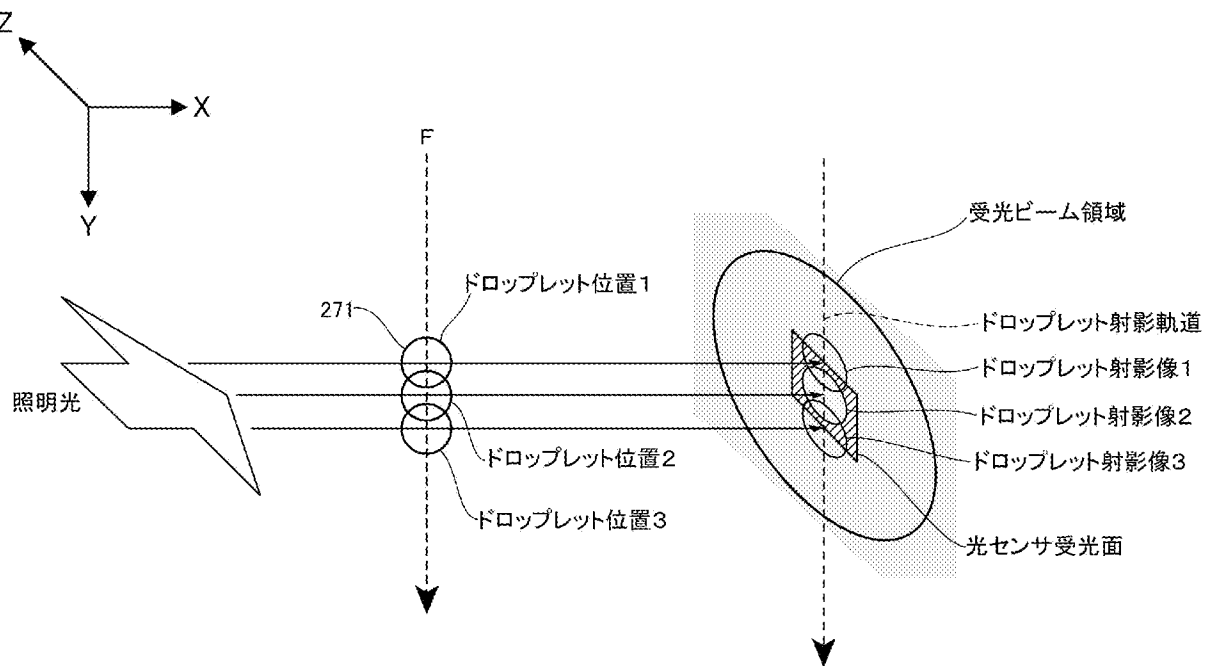
[図4]



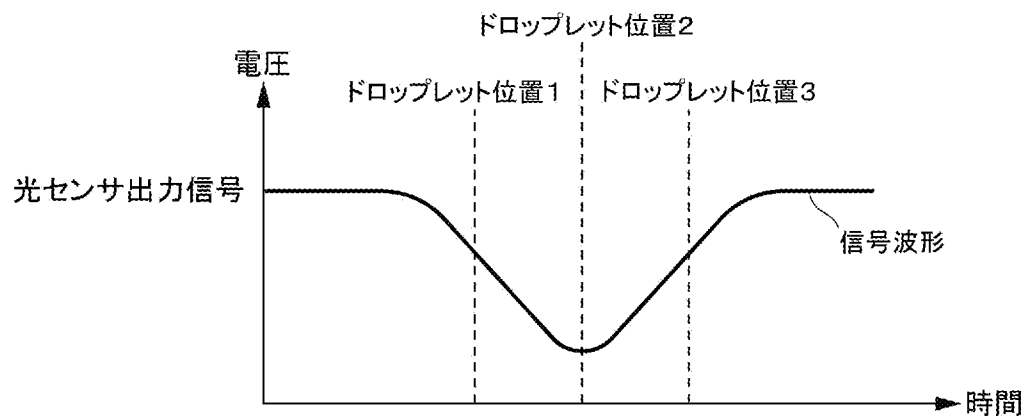
[図5]



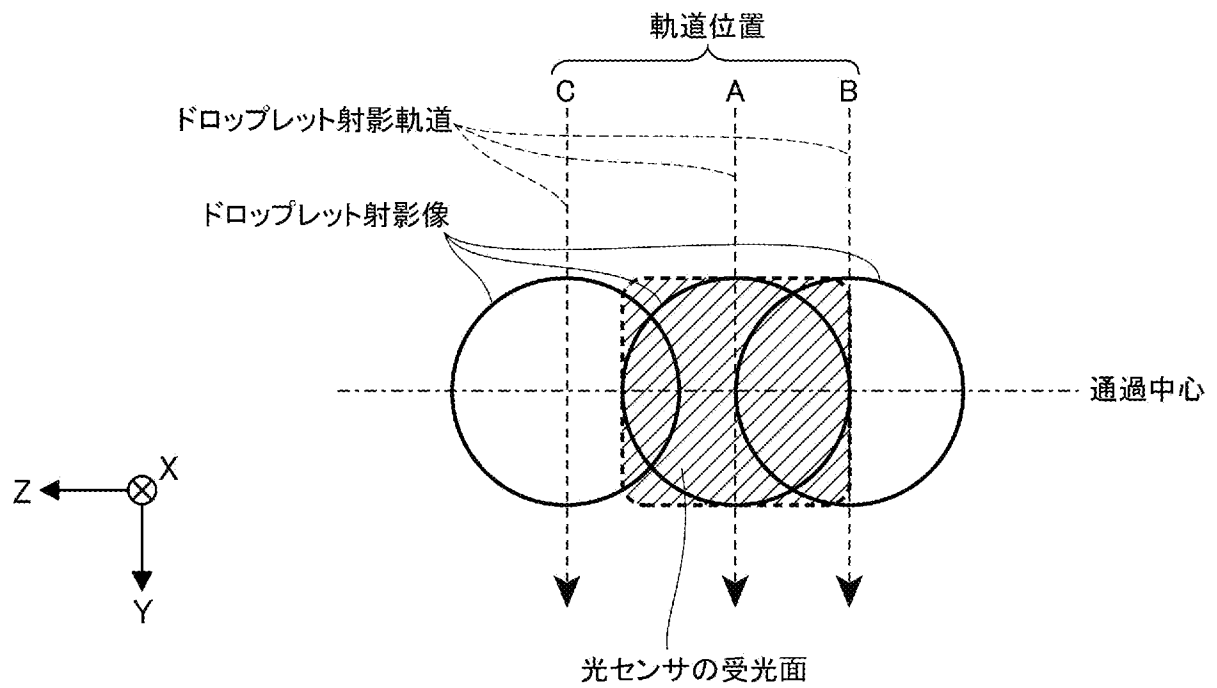
[図6]



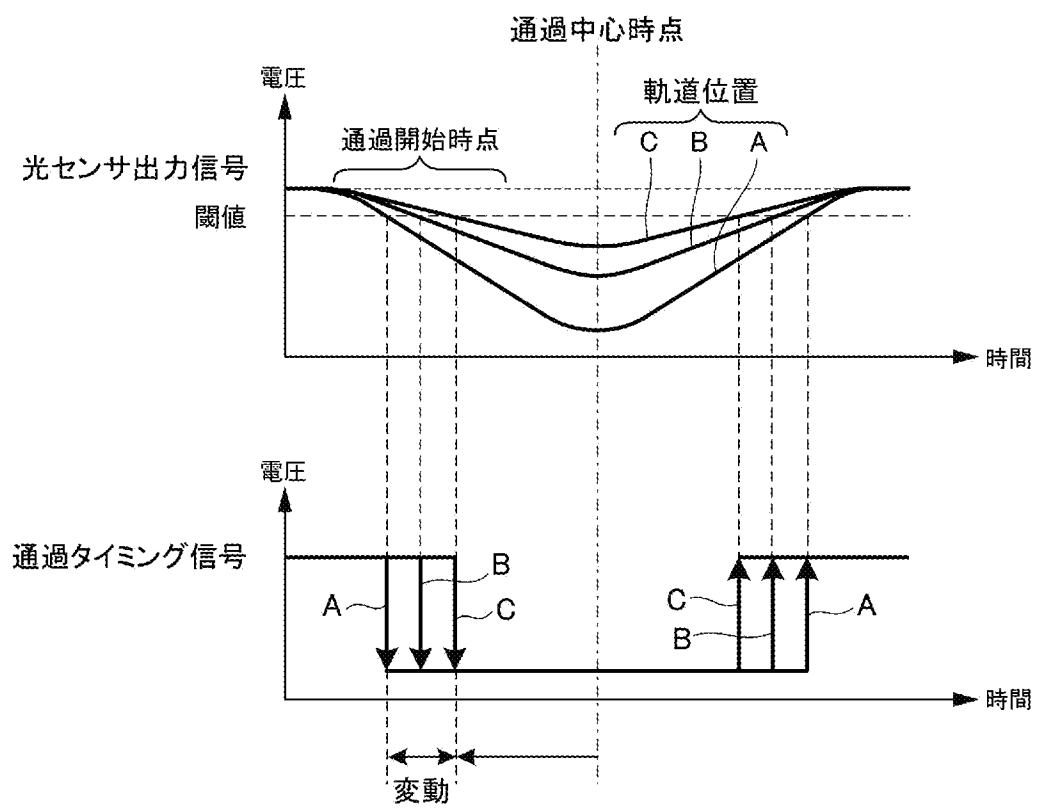
[図7]



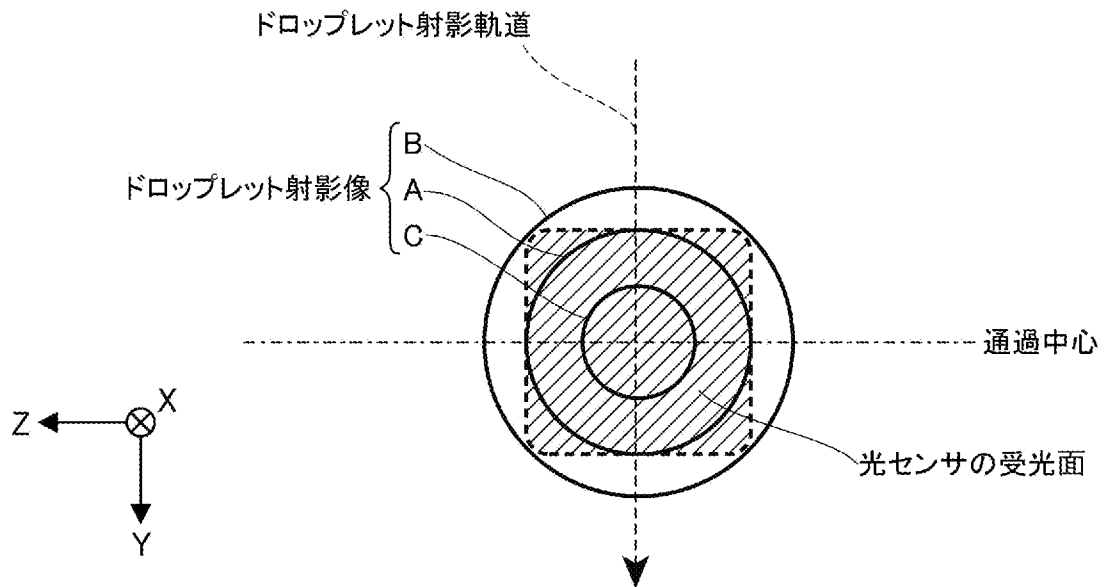
[図8]



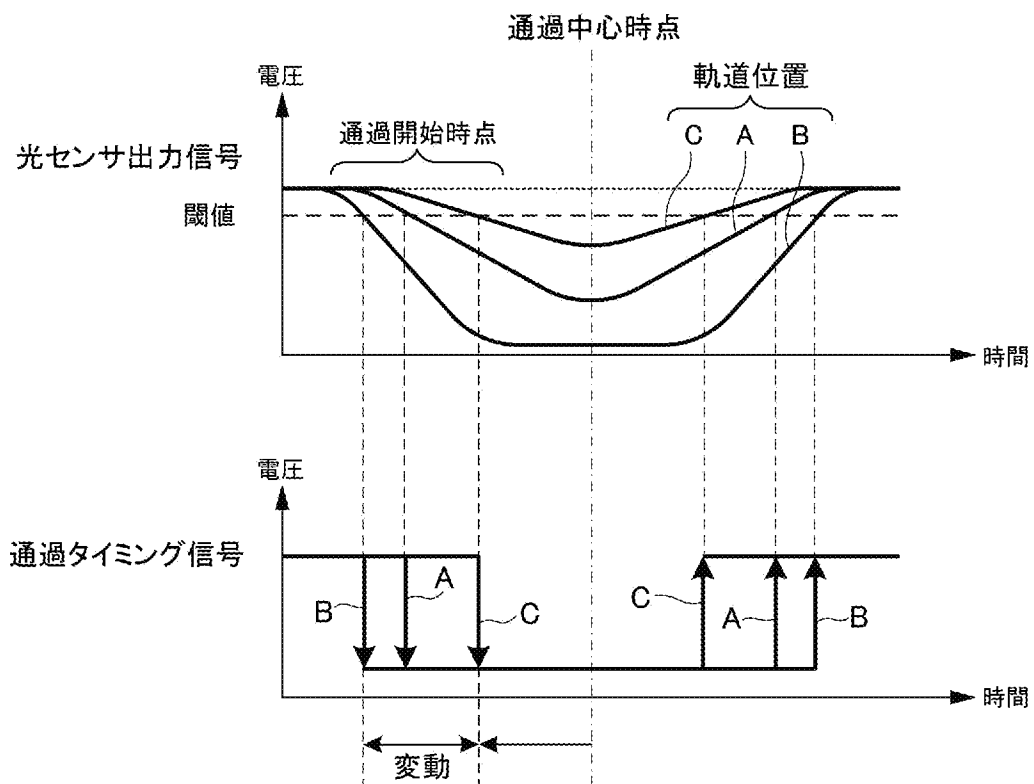
[図9]



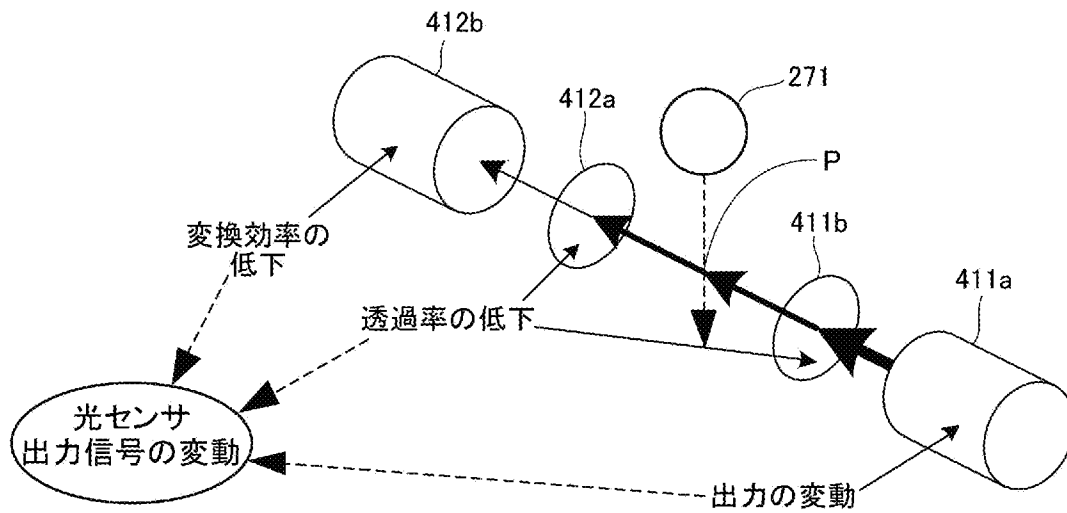
[図10]



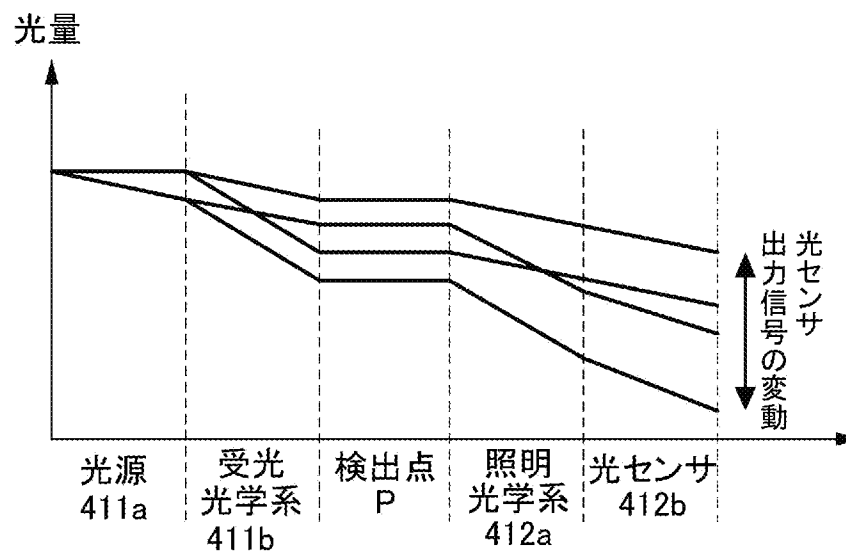
[図11]



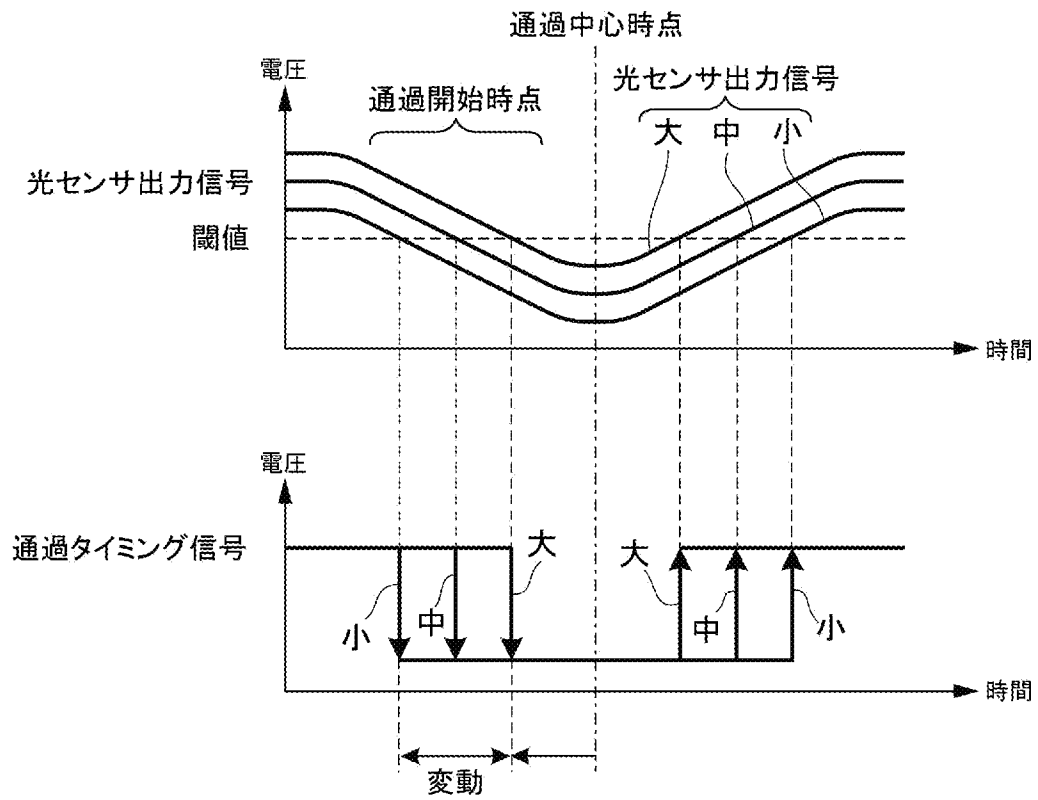
[図12]



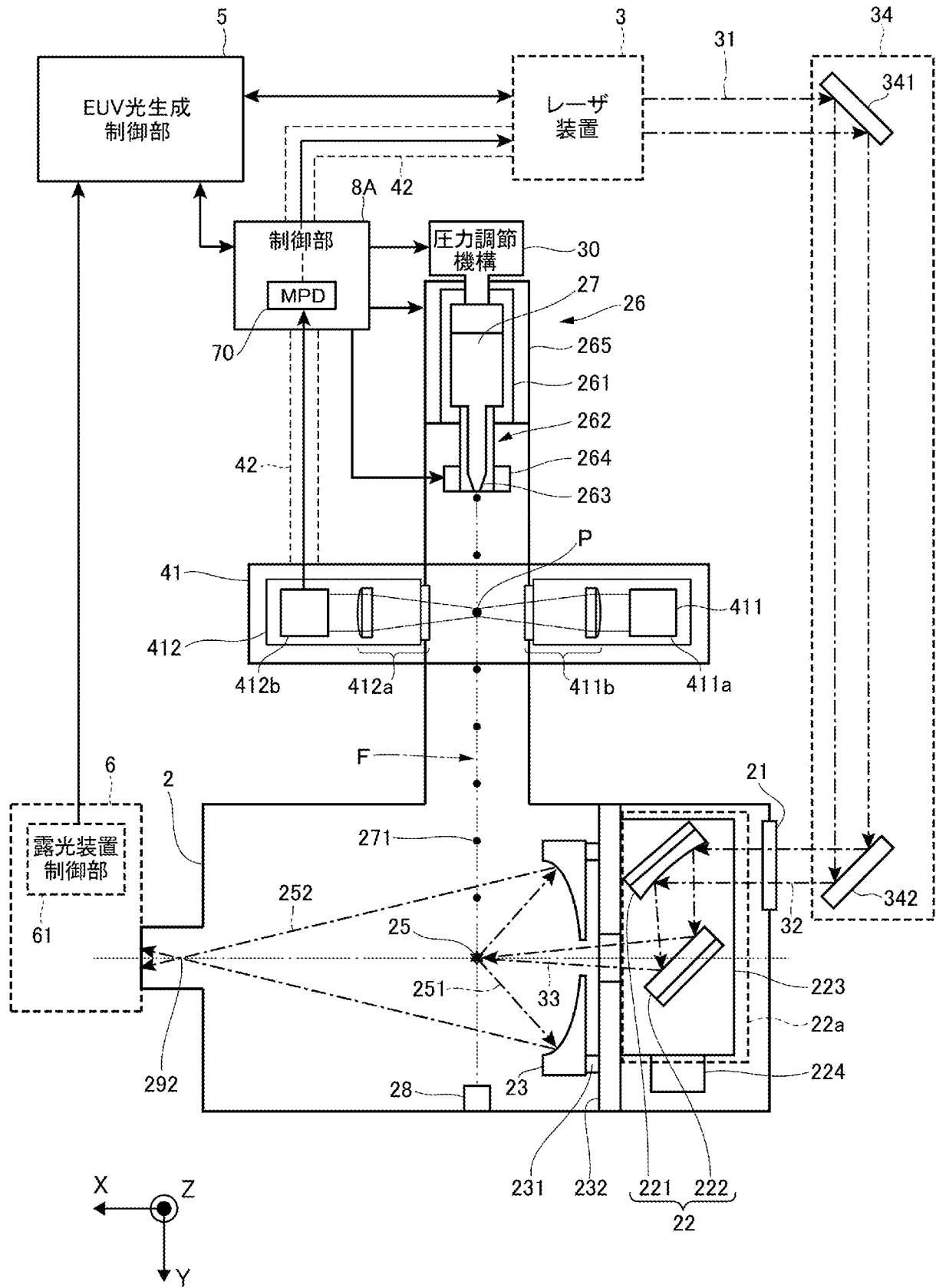
[図13]



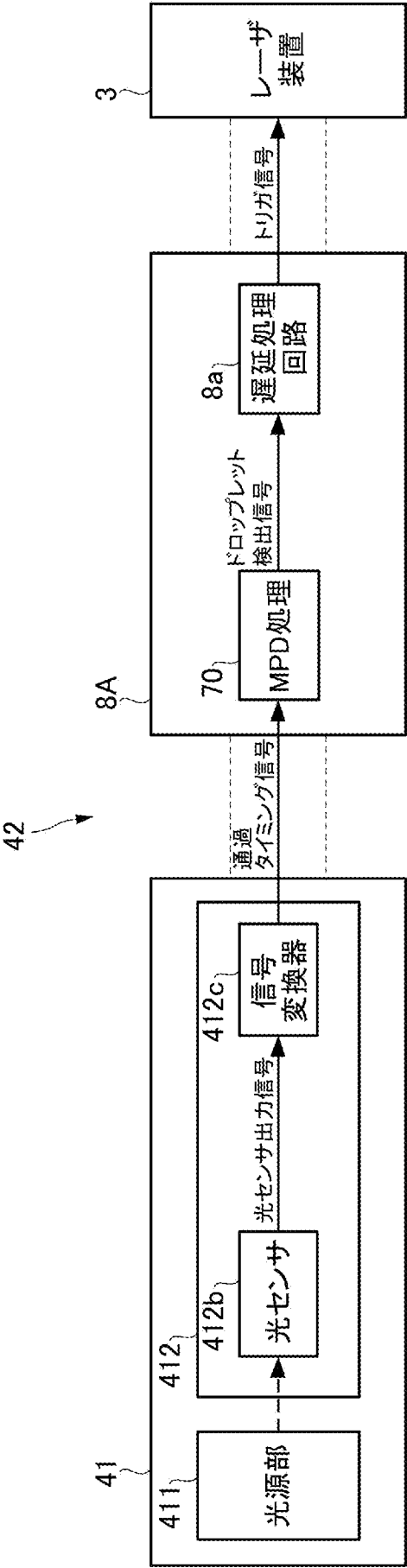
[図14]



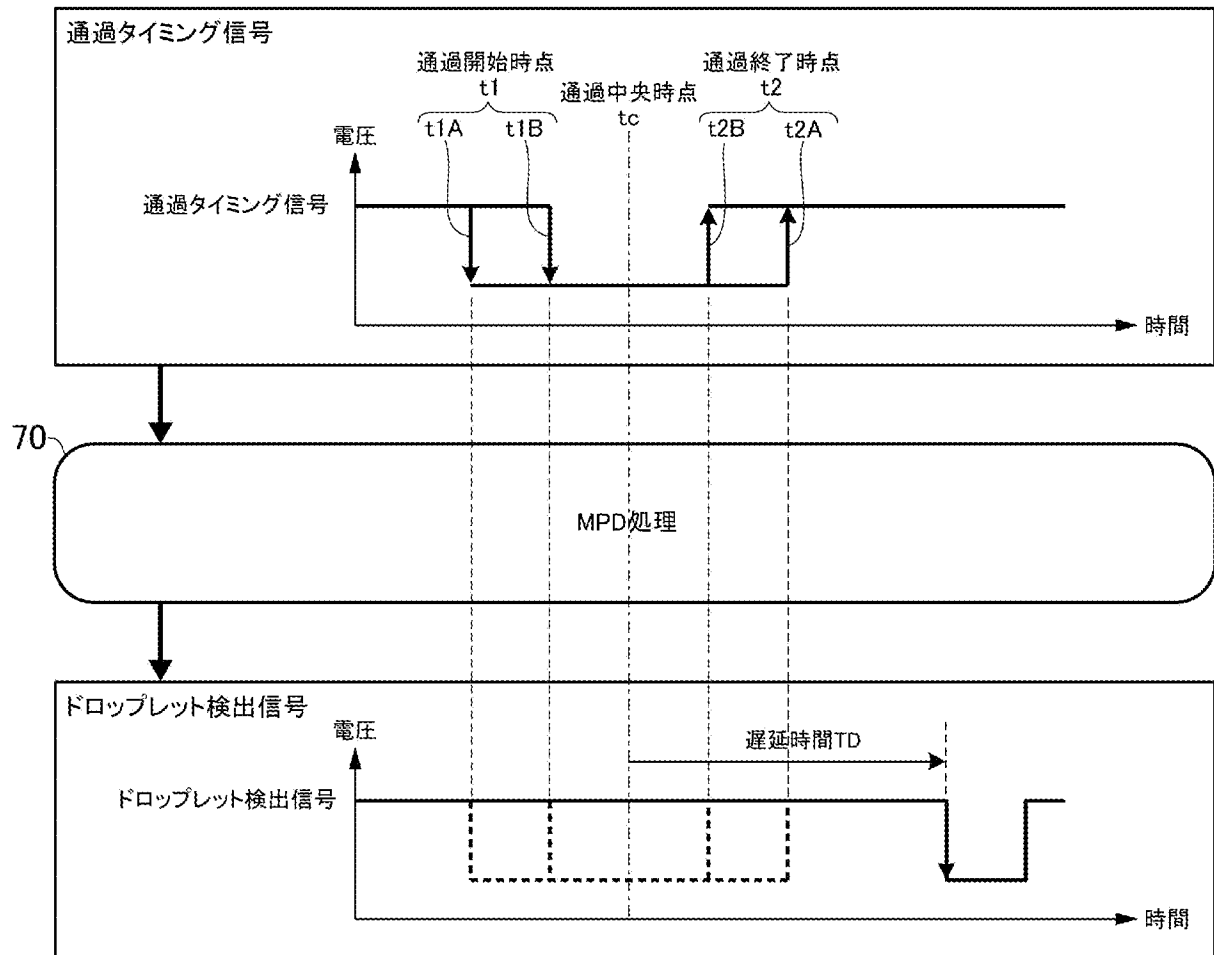
1



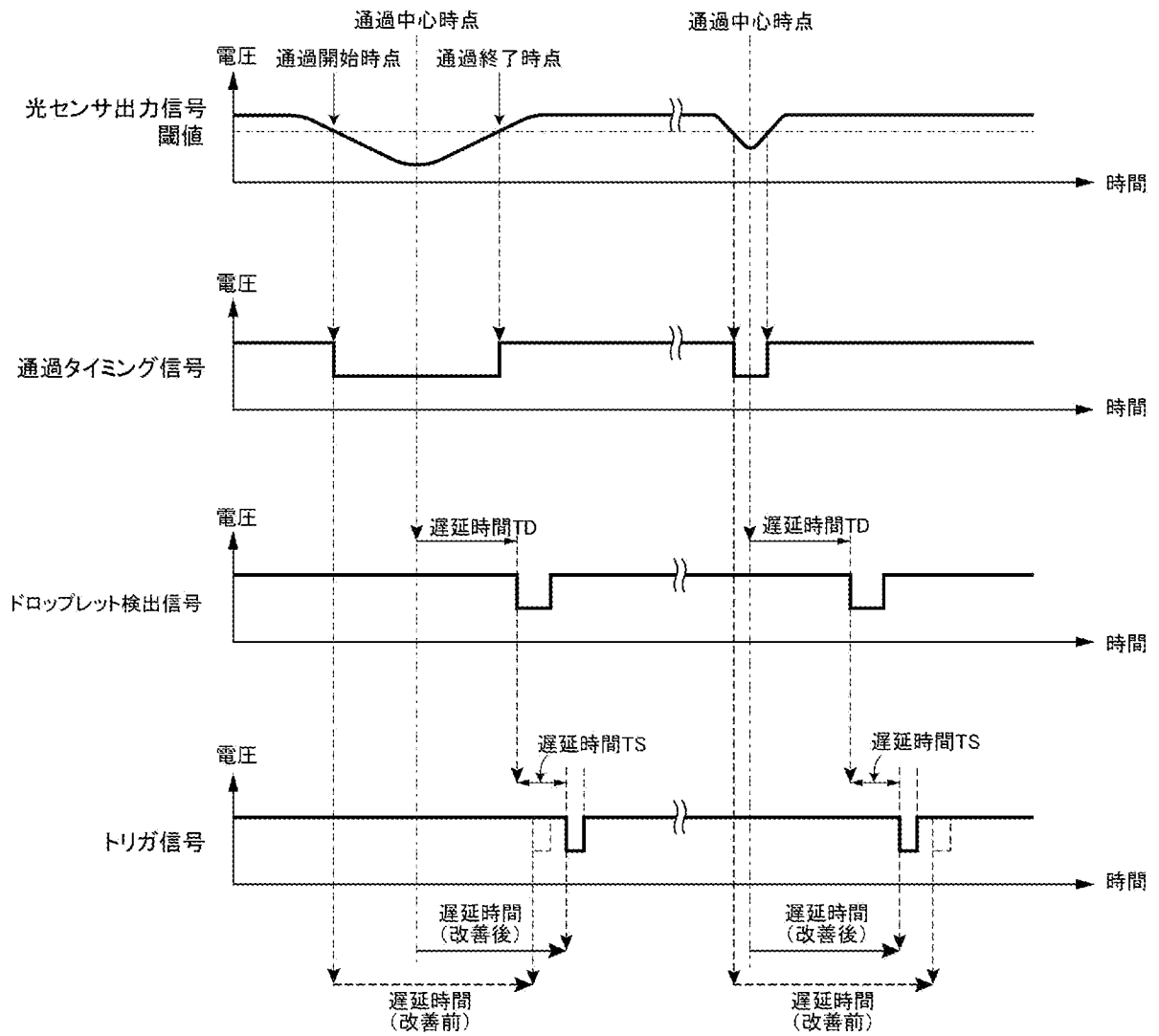
[図16A]



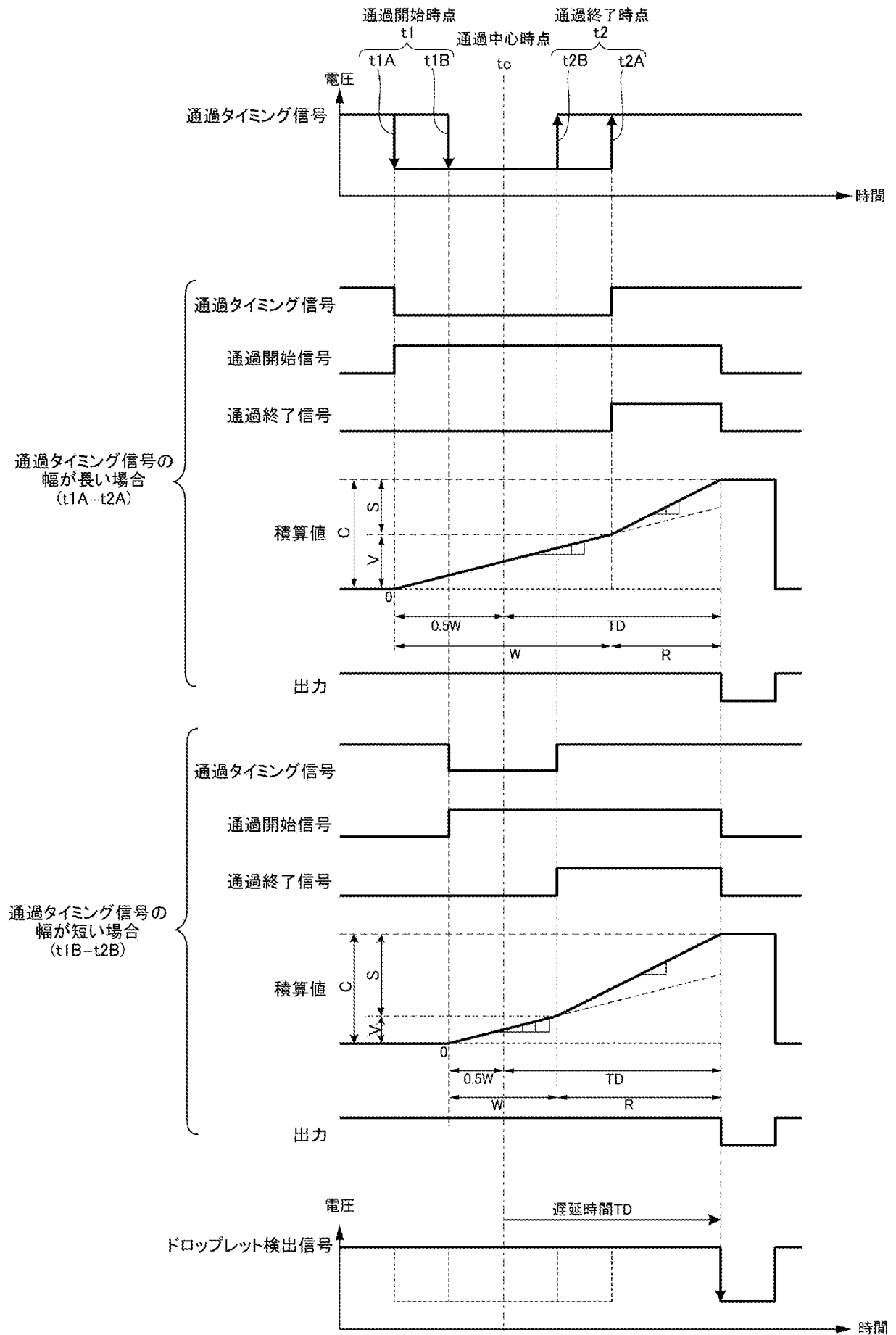
[図16B]



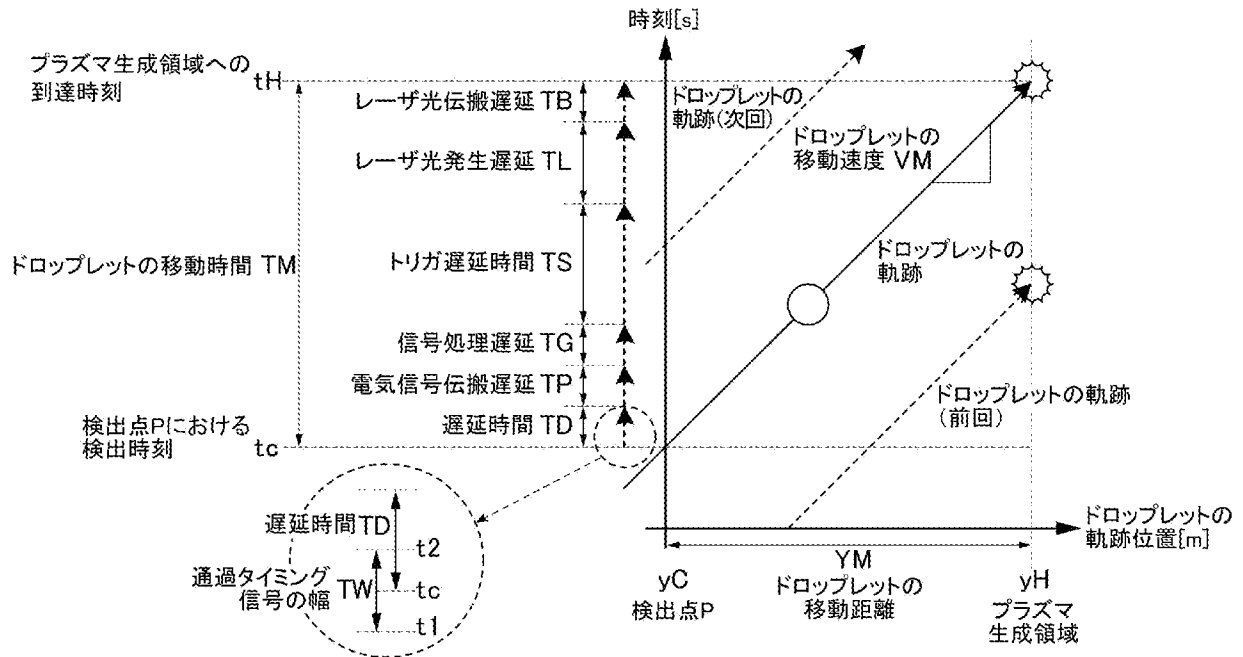
[図17]



[図18]



[図19A]



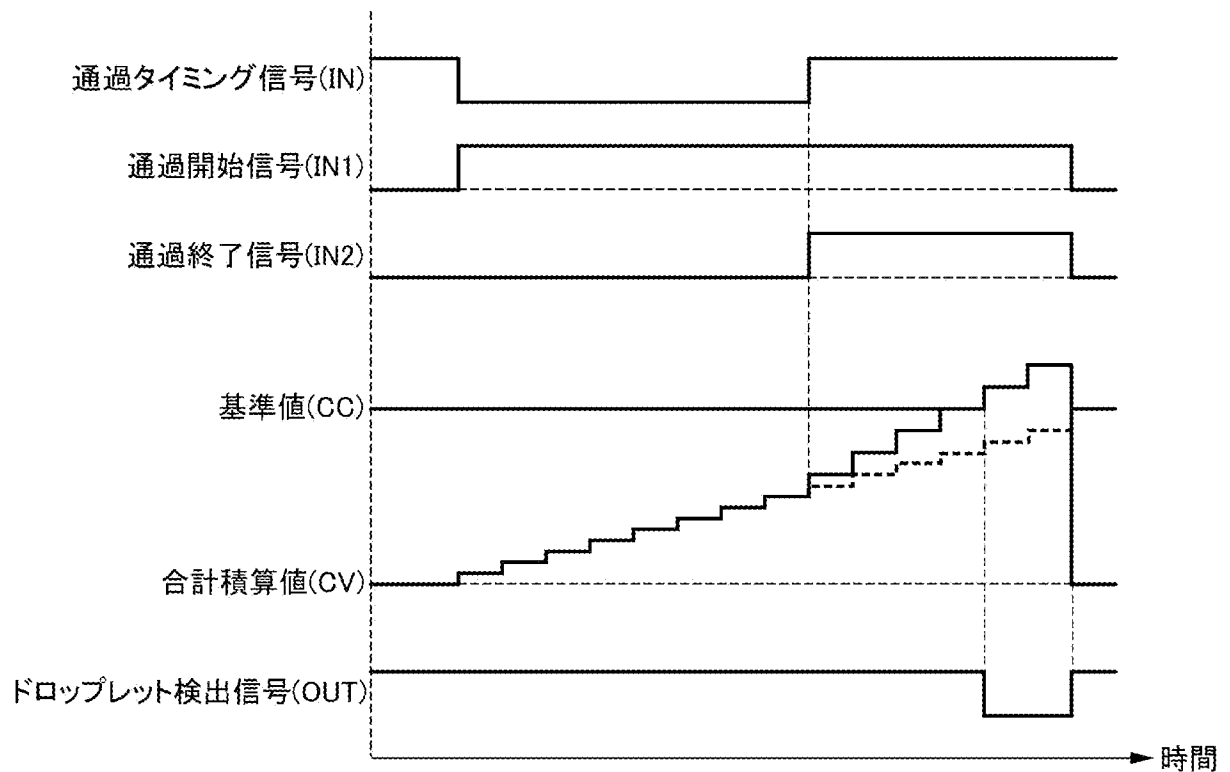
[図19B]

ドロップレットの移動速度[m/s]	V_M	50	100	120
ドロップレットの移動距離[m]	Y_M	2×10^{-3}		
ドロップレットの移動時間[sec]	T_M	40×10^{-6}	20×10^{-6}	17×10^{-6}
固有の遅延時間[sec]	T_U	15×10^{-6}		
遅延時間 T_D の最大値($T_S=0$)[sec]	$T_M - T_U$	25×10^{-6}	5×10^{-6}	2×10^{-6}
遅延時間 T_D の最小値[sec]	$T_W/2$	1.8×10^{-6}	$< 1.8 \times 10^{-6}$	$< 1.8 \times 10^{-6}$

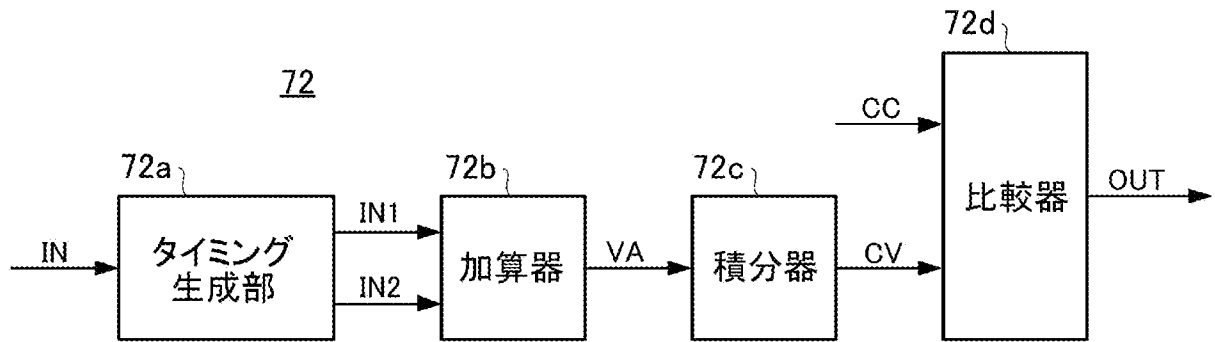
[図20]



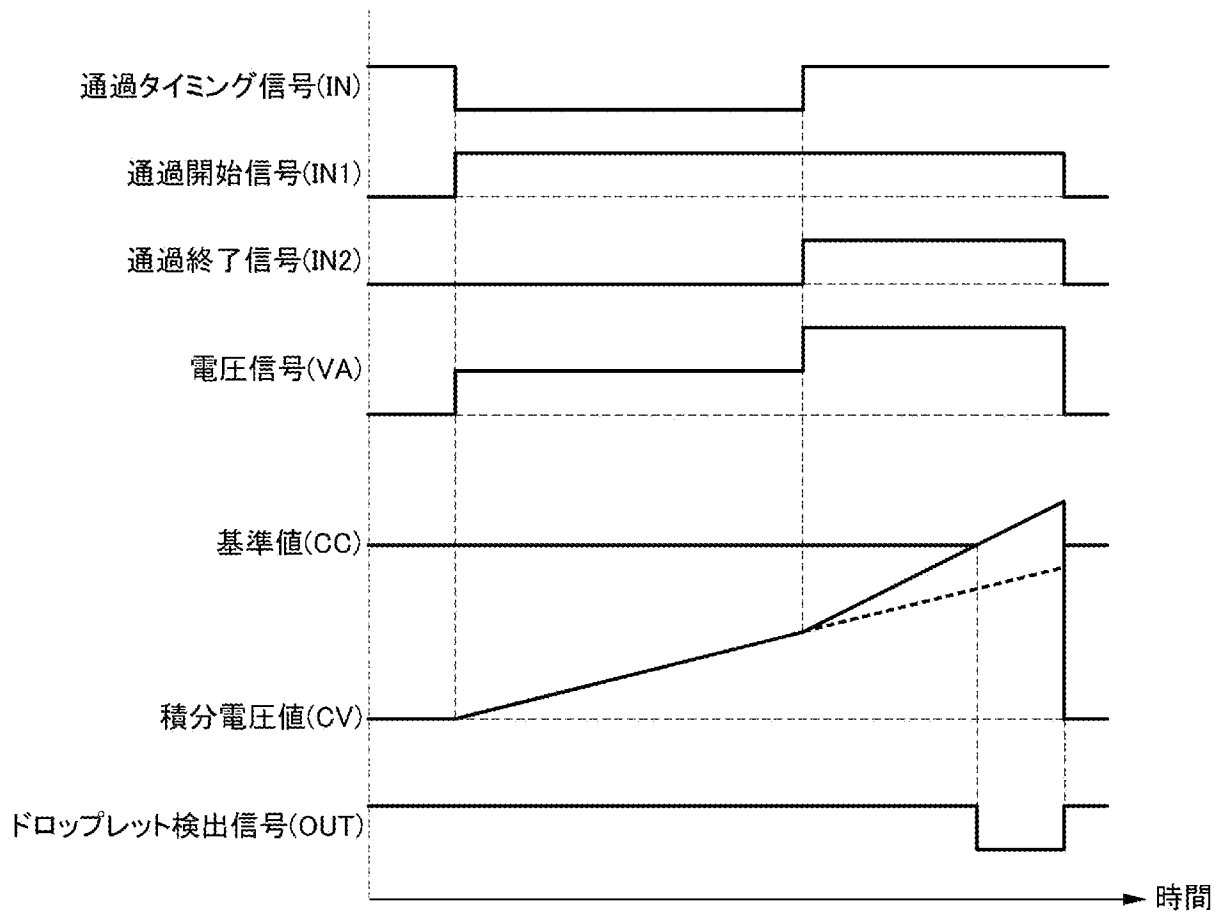
[図21]



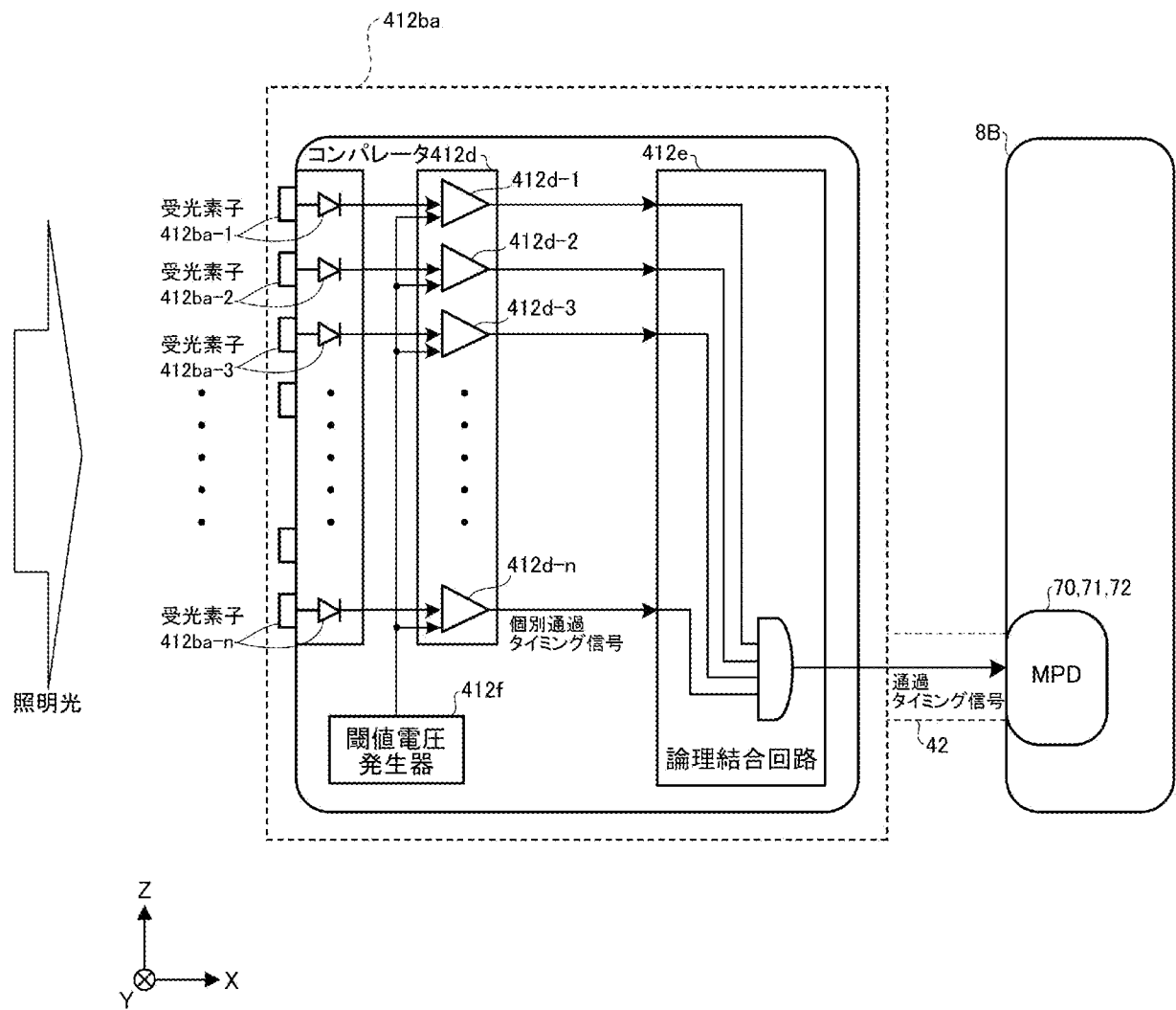
[図22]



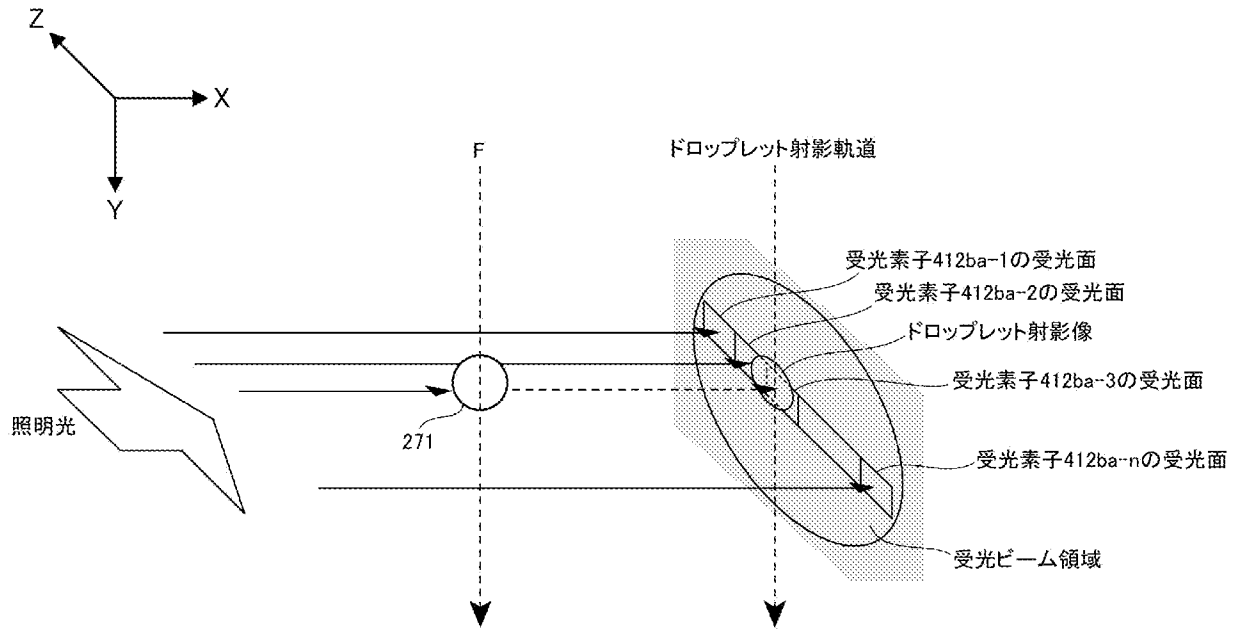
[図23]



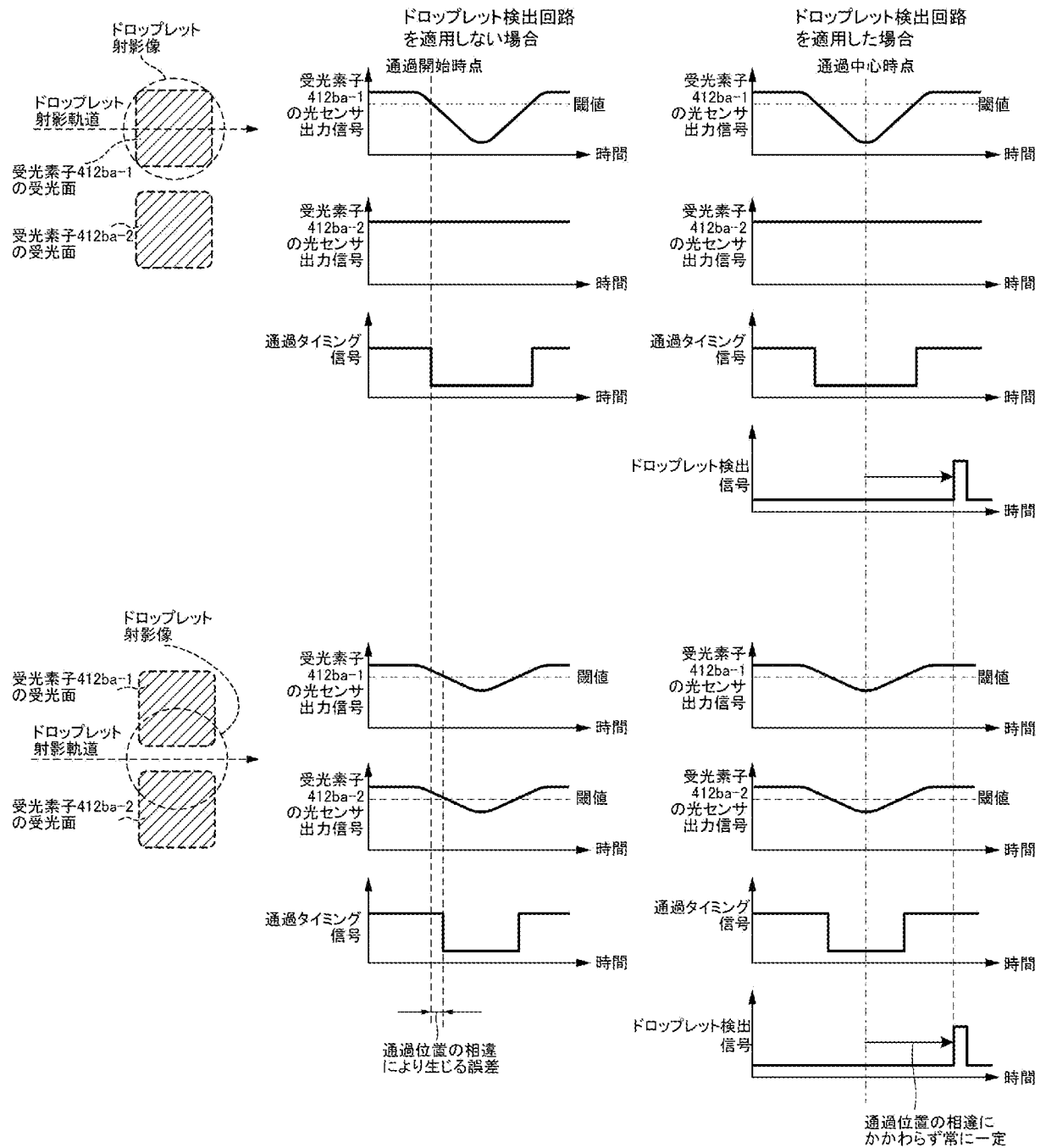
[図24]



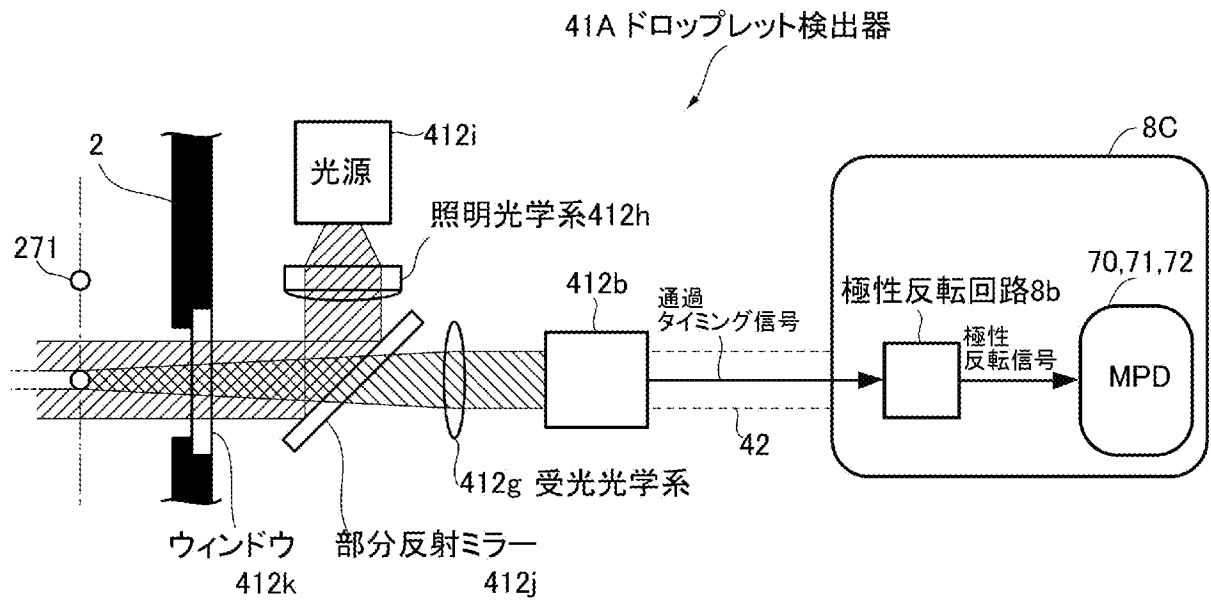
[図25]



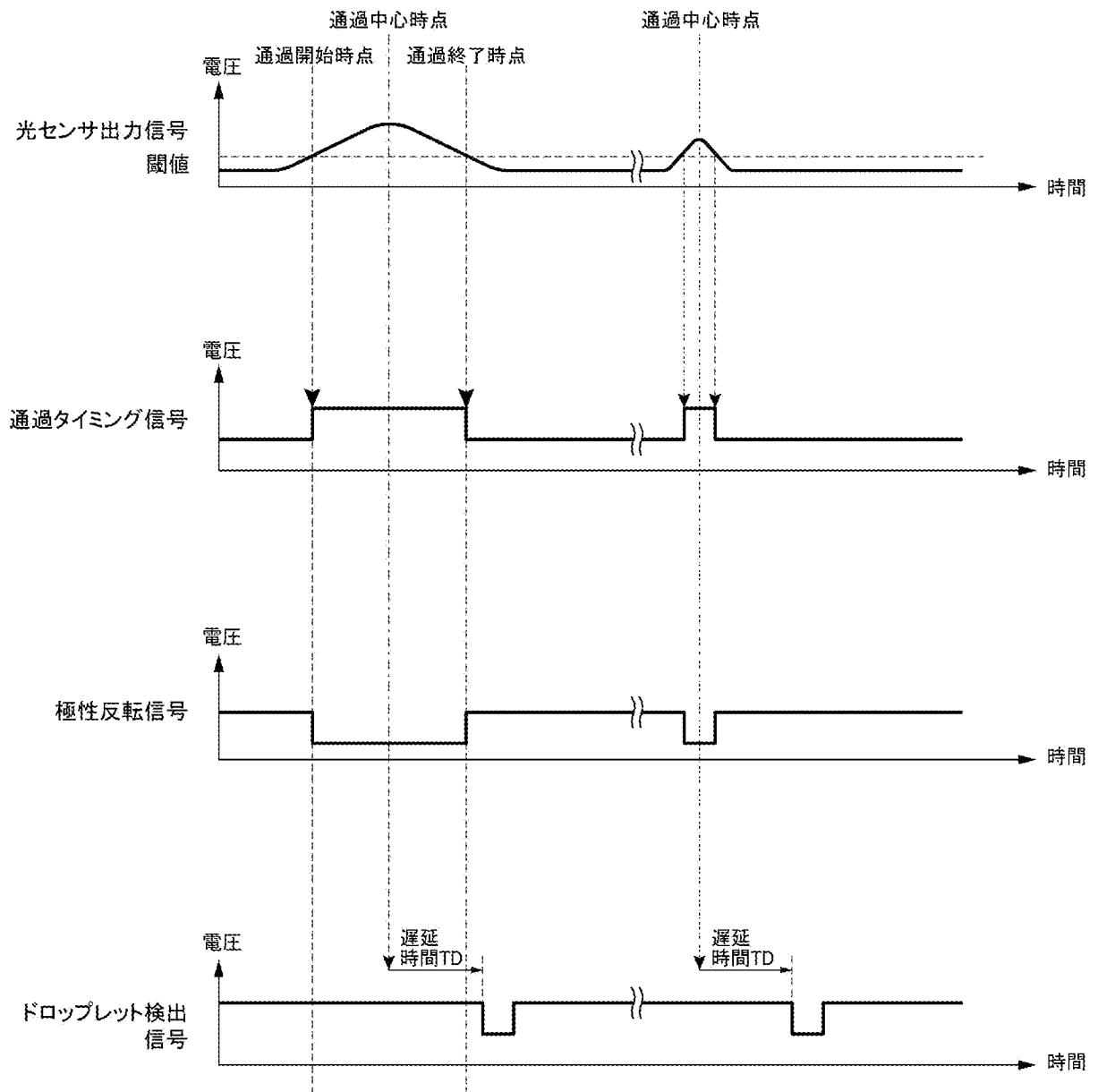
[図26]



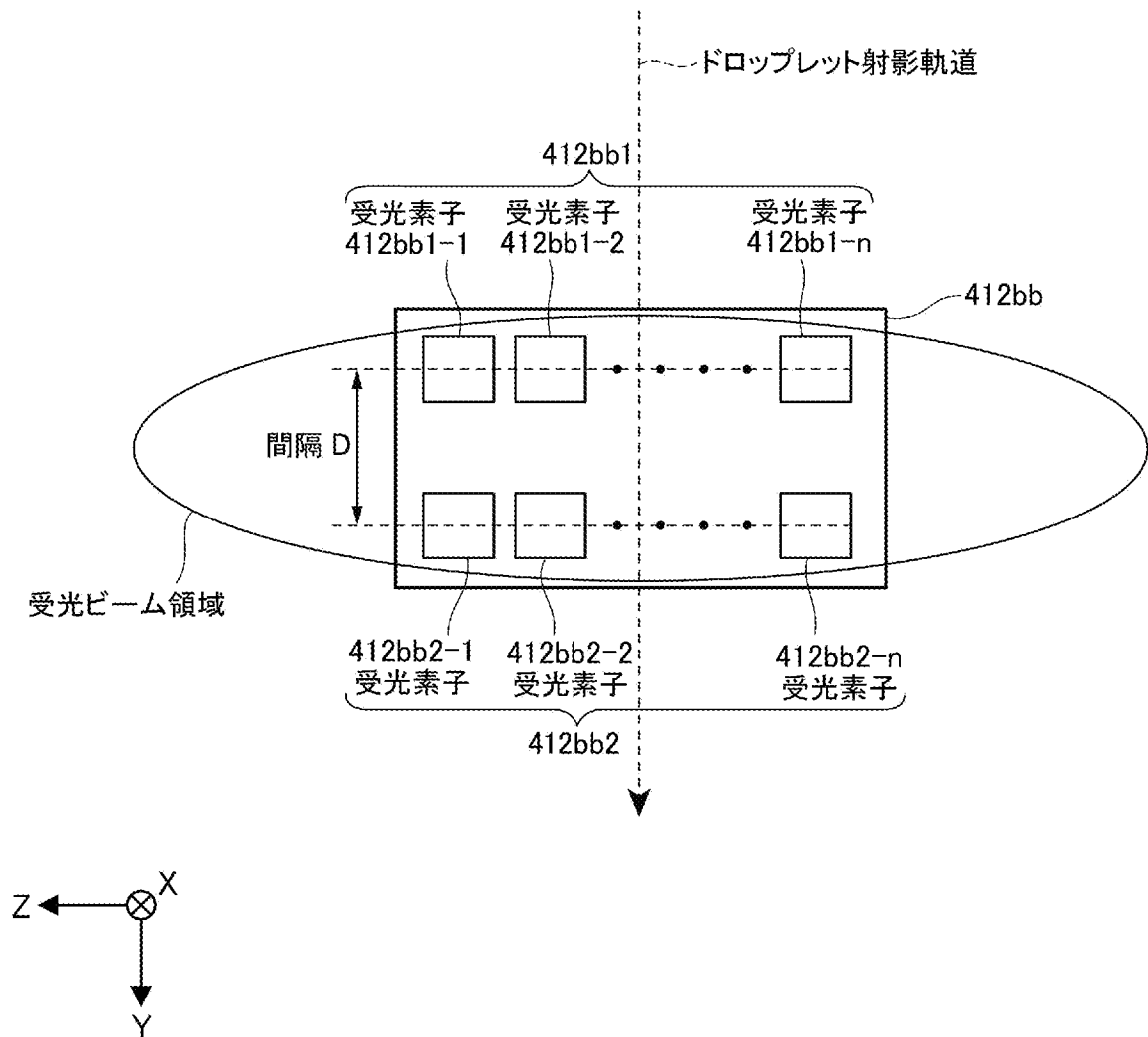
[図27]



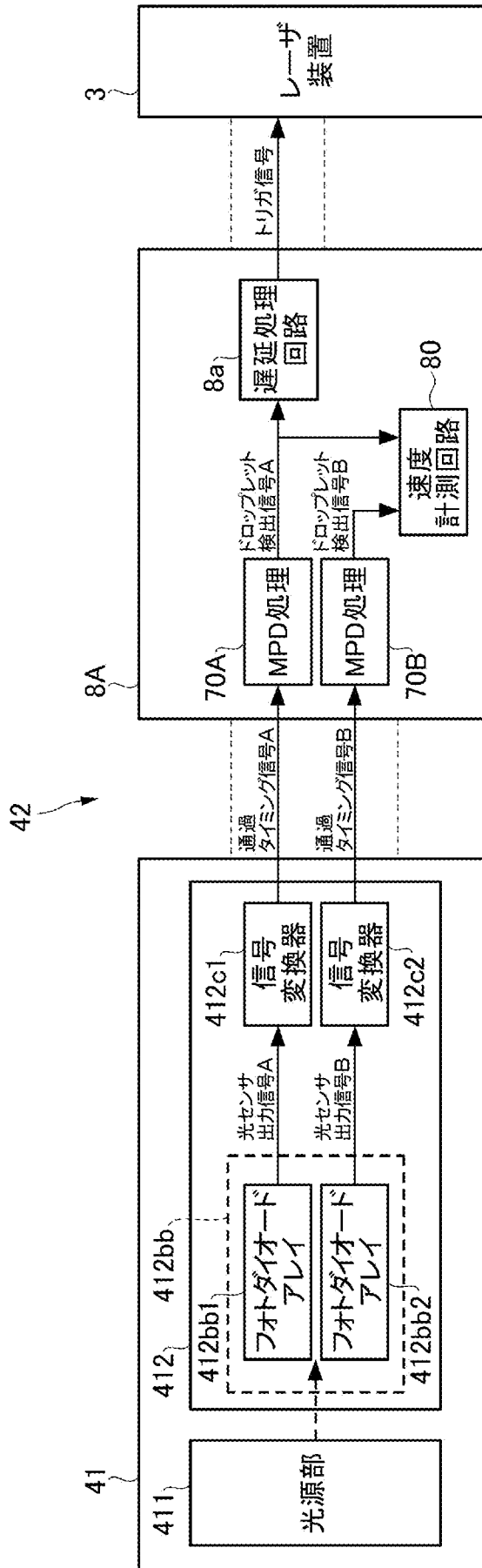
[図28]



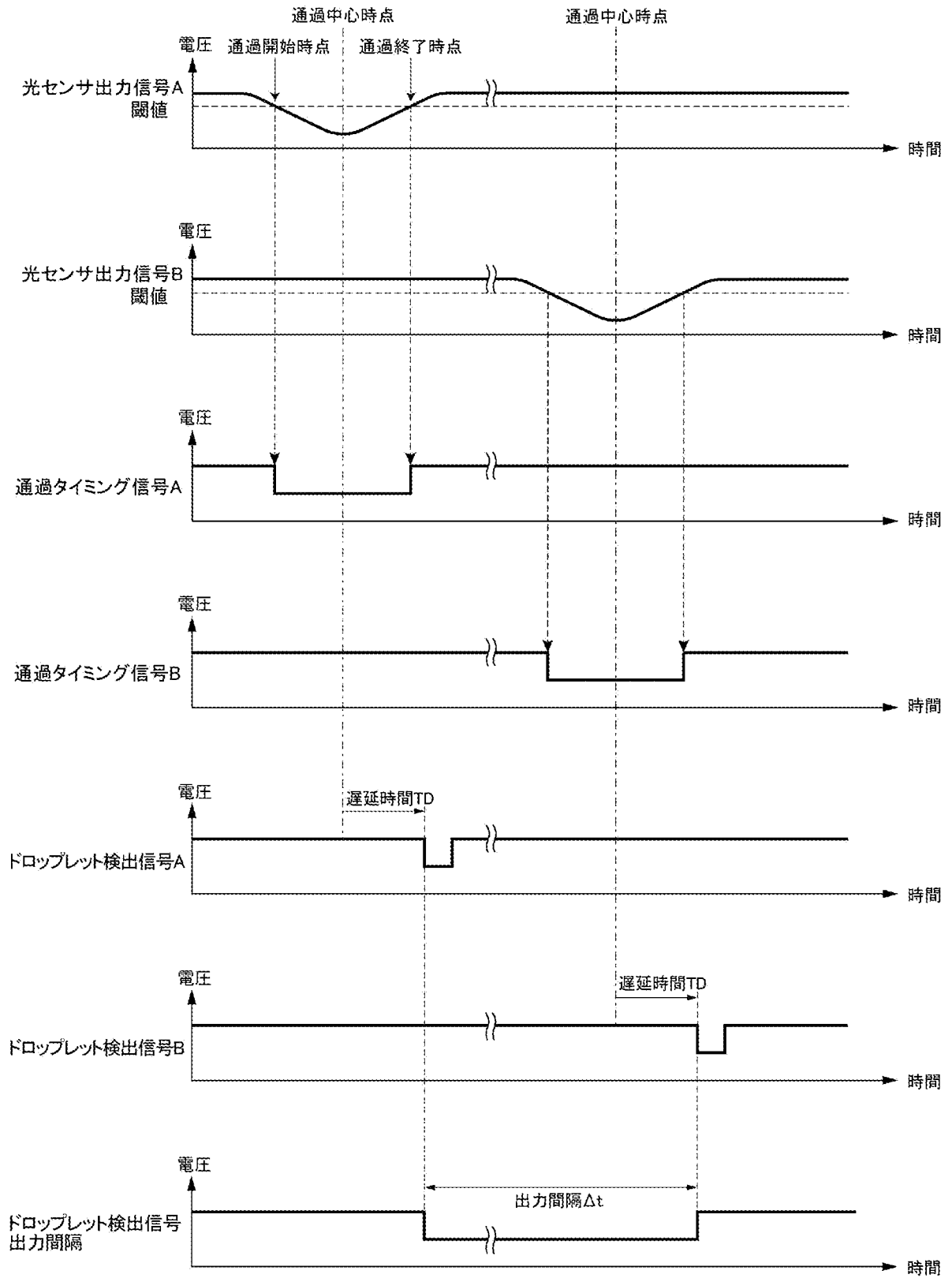
[図29]



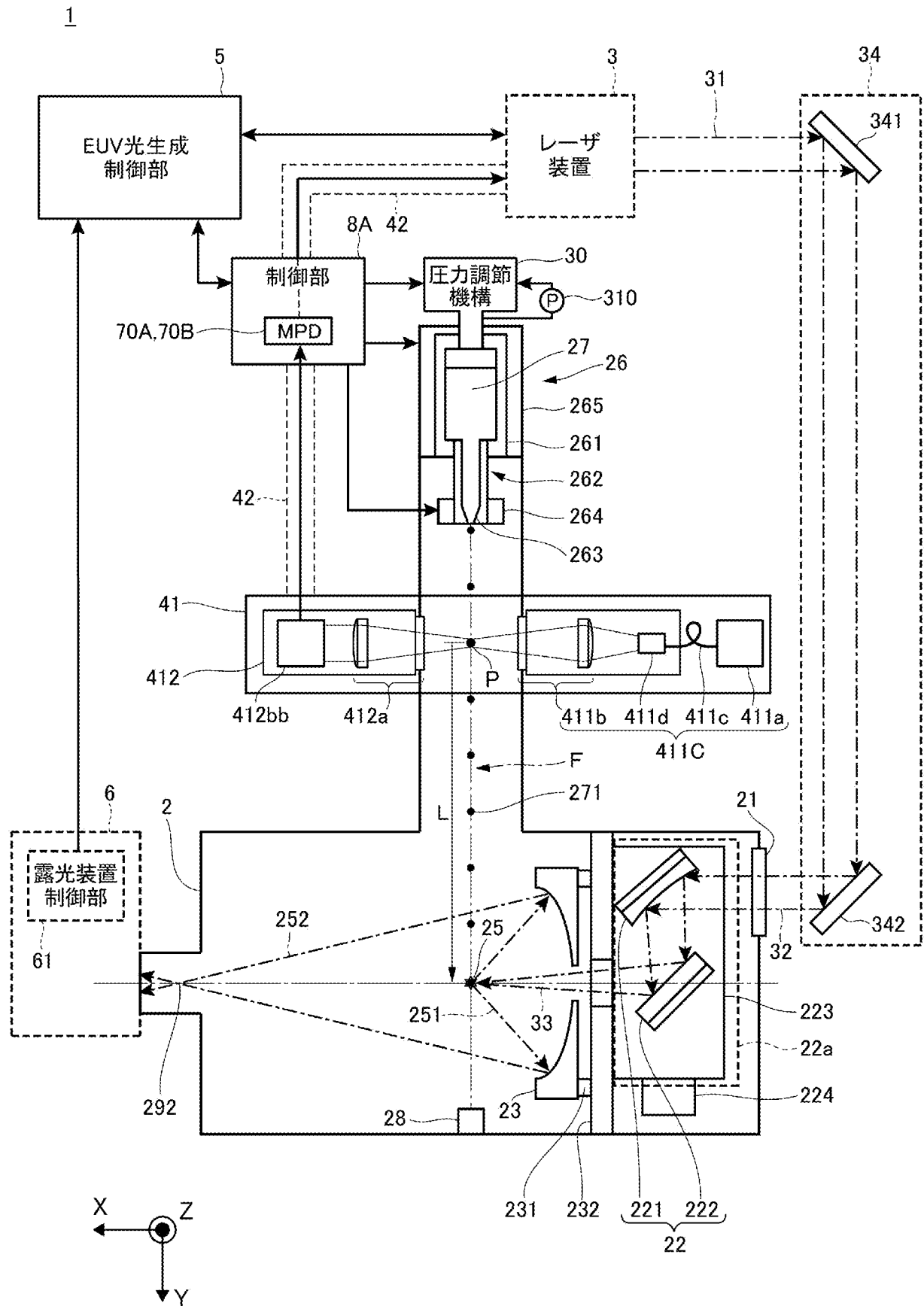
[図30]



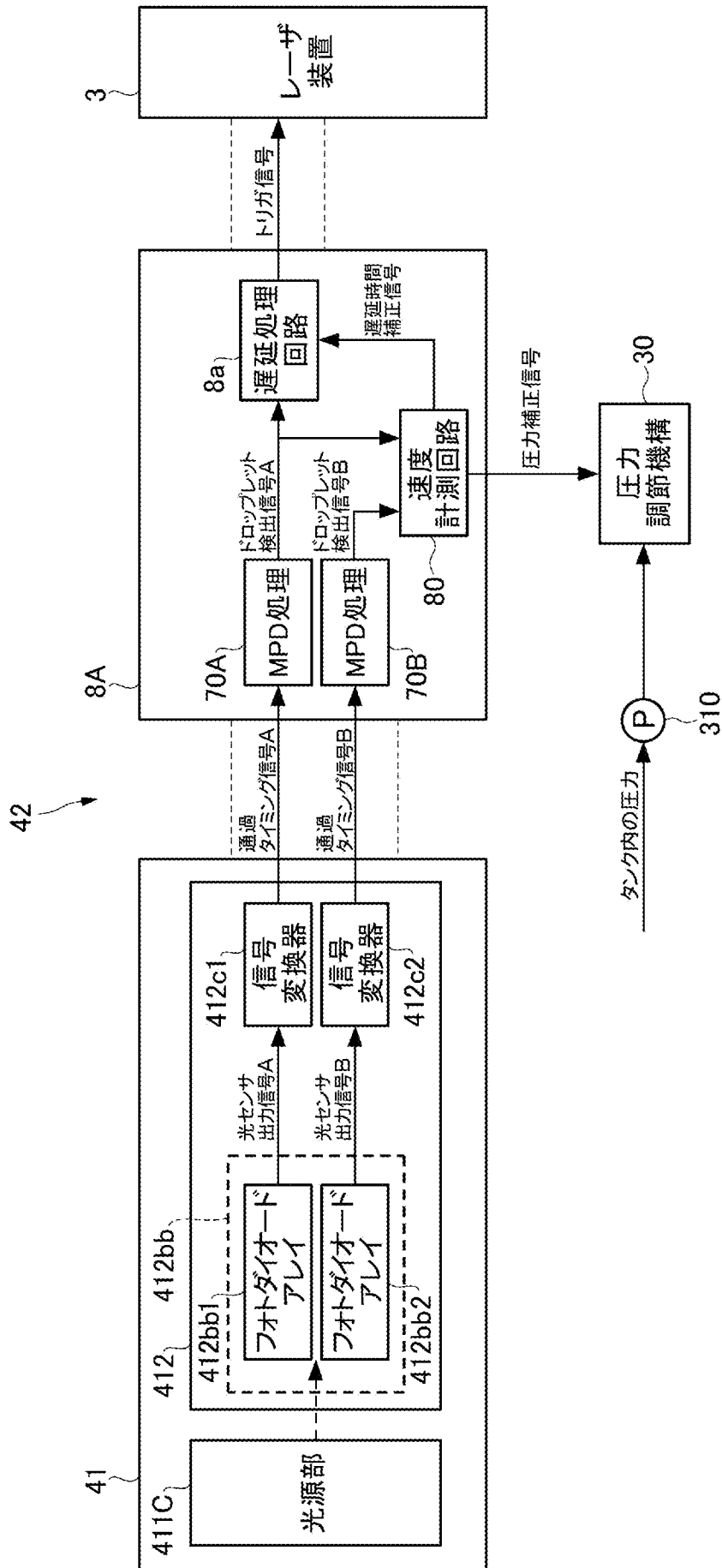
[図31]



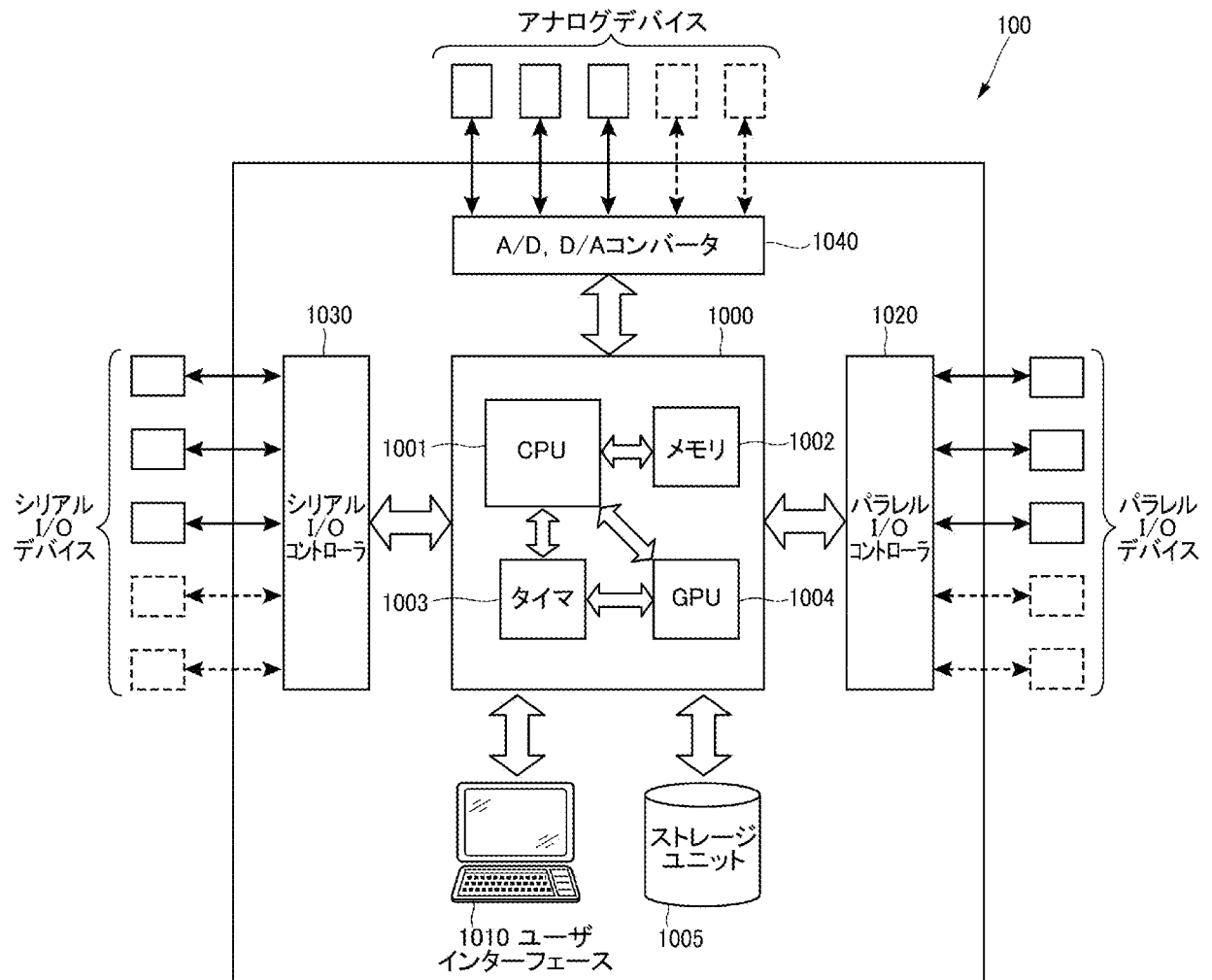
[図32]



[図33]



[図34]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/061151

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)

H05G1/00-2/00

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	JP 2014-235805 A (Gigaphoton Inc.), 15 December 2014 (15.12.2014), paragraphs [0018] to [0092], [0133] to [0153]; fig. 1 to 7, 12, 13 & US 2014/0353528 A1 paragraphs [0034] to [0104], [0145] to [0165]; fig. 1 to 7, 12, 13	1-10
Y	JP 2006-110774 A (Canon Inc.), 27 April 2006 (27.04.2006), paragraphs [0010] to [0028]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-10

☒ 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
01 June 2016 (01.06.16)

Date of mailing of the international search report
14 June 2016 (14.06.16)

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/JP2016/061151

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 2007-266234 A (Komatsu Ltd.), 11 October 2007 (11.10.2007), paragraphs [0038] to [0045]; fig. 7, 8 & US 2007/0228301 A1 paragraphs [0057] to [0067]; fig. 7, 8	6, 8-10
Y	WO 2014/189055 A1 (Gigaphoton Inc.), 27 November 2014 (27.11.2014), paragraphs [0069], [0158] to [0183]; fig. 5, 12 to 14 & US 2016/0037616 A1 paragraphs [0105], [0195] to [0222]; fig. 5, 12 to 14	10

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. H05G1/00-2/00

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 2014-235805 A（ギガフォトン株式会社）2014.12.15, 段落[0018]-[0092], [0133]-[0153], 第1-7, 12, 13 図 & US 2014/0353528 A1, paragraph[0034]-[0104], [0145]-[0165], Fig. 1-7, 12, 13	1-10
Y	JP 2006-110774 A（キヤノン株式会社）2006.04.27, 段落[0010]-[0028], 第1-6 図（ファミリーなし）	1-10

☒ 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

01.06.2016

国際調査報告の発送日

14.06.2016

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）

安田 明央

2U

9309

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 2007-266234 A (株式会社小松製作所) 2007. 10. 11, 段落[0038]-[0045], 第 7, 8 図 & US 2007/0228301 A1, paragraph[0057]-[0067], Fig. 7, 8	6, 8-10
Y	WO 2014/189055 A1 (ギガフォトン株式会社) 2014. 11. 27, 段落[0069], [0158]-[0183], 第 5, 12-14 図 & US 2016/0037616 A1, paragraph[0105], [0195]-[0222], Fig. 5, 12-14	10