

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-235959

(P2005-235959A)

(43) 公開日 平成17年9月2日(2005.9.2)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

H01L 21/027

G21K 5/00

G21K 5/02

G21K 5/08

H05G 2/00

F I

H01L 21/30

G21K 5/00

G21K 5/02

G21K 5/08

G21K 5/08

531S

A

X

X

Z

テーマコード (参考)

4C092

5F046

審査請求 未請求 請求項の数 24 O L (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-42142 (P2004-42142)

(22) 出願日 平成16年2月18日 (2004.2.18)

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(74) 代理人 100110412

弁理士 藤元 亮輔

(72) 発明者 正木 文太郎

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

(72) 発明者 三宅 明

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ

ヤノン株式会社内

Fターム(参考) 4C092 AA06 AA14 AA15 AA17 AB19

AC09 BD20

5F046 AA28 GC03 GC05

(54) 【発明の名称】 光発生装置及び露光装置

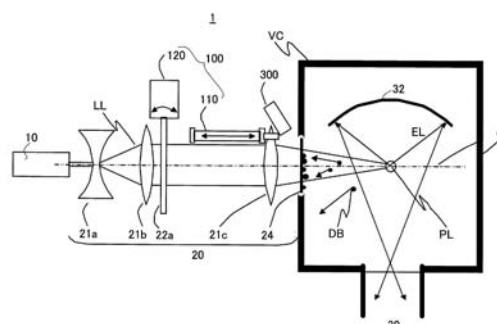
(57) 【要約】

【課題】 良好なデブリ除去を実現し、安定してEUV光を発生させることができる光発生装置及び露光装置を提供する。

【解決手段】 標的部材にレーザーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される光を取り出す光発生装置であって、前記レーザーを前記標的部材に導光する第1の光学系と、前記光を導光する第2の光学系と、前記プラズマを生成するための前記レーザーの集光条件を変化させると共に、当該レーザーを前記第1の光学系及び/又は前記第2の光学系に付着したデブリに照射する手段とを有することを特徴とする光発生装置を提供する。

【選択図】

図1



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

標的部材にレーザーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される光を取り出す光発生装置であって、

前記レーザーを前記標的部材に導光する第 1 の光学系と、

前記光を導光する第 2 の光学系と、

前記プラズマを生成するための前記レーザーの集光条件を変化させると共に、当該レーザーを前記第 1 の光学系及び / 又は前記第 2 の光学系に付着したデブリに照射する手段とを有することを特徴とする光発生装置。

**【請求項 2】**

真空中に置かれた標的部材に励起用レーザーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される光を取り出す光発生装置であって、

前記励起用レーザーを前記標的部材に導光する光学系と、

前記励起用レーザーとは異なるレーザーを前記光学系に付着したデブリに照射する照射機構とを有することを特徴とする光発生装置。

**【請求項 3】**

前記照射機構が照射する前記レーザーの集光条件を変化させる手段を更に有することを特徴とする請求項 2 記載の光発生装置。

**【請求項 4】**

前記集光条件は、前記レーザーのエネルギー密度、前記レーザーの波長、前記レーザーのパルス幅、前記レーザーの照射時間及びそれらの組み合わせの一であることを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の光発生装置。

**【請求項 5】**

前記手段は、前記第 1 の光学系を構成する光学部材の位置及び / 又は角度を変更する駆動機構を有することを特徴とする請求項 1 記載の光発生装置。

**【請求項 6】**

前記手段は、前記照射機構が照射する前記レーザーを前記デブリに導光する光学部材の位置及び角度を変更する駆動機構を有することを特徴とする請求項 3 記載の光発生装置。

**【請求項 7】**

前記手段は、前記レーザーの出力を変更することを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の光発生装置。

**【請求項 8】**

前記手段は、前記レーザーの位置及び / 又は角度を変更する駆動機構を有することを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の光発生装置。

**【請求項 9】**

前記手段は、前記レーザーの光路内に光学部材を挿入することを特徴とする請求項 1 又は 3 記載の光発生装置。

**【請求項 10】**

前記第 1 の光学系の前記デブリが付着した位置と前記第 2 の光学系との間に配置され、前記第 1 の光学系から除去される前記デブリが前記第 2 の光学系に付着することを防止する保護部材を有することを特徴とする請求項 1 記載の光発生装置。

**【請求項 11】**

前記保護部材は、駆動可能であることを特徴とする請求項 10 記載の光発生装置。

**【請求項 12】**

前記第 1 の光学系及び / 又は前記第 2 の光学系に付着した前記デブリの量を検出する検出手段を更に有することを特徴とする請求項 1 記載の光発生装置。

**【請求項 13】**

前記検出手段は、前記第 1 の光学系又は前記第 2 の光学系の温度変化を検出することにより前記デブリの量を検出することを特徴とする請求項 12 記載の光発生装置。

**【請求項 14】**

10

20

30

40

50

前記光学系に付着した前記デブリの量を検出する検出手段を更に有することを特徴とする請求項 2 記載の光発生装置。

【請求項 1 5】

前記検出手段は、前記光学系の温度変化を検出することにより前記デブリの量を検出することを特徴とする請求項 1 4 記載の光発生装置。

【請求項 1 6】

前記検出手段は、水晶振動子膜厚計であることを特徴とする請求項 1 2 又は 1 4 記載の光発生装置。

【請求項 1 7】

前記検出手段は、前記デブリで散乱する散乱光、前記デブリで反射する反射光、前記デブリを透過する透過光を検出することにより前記デブリの量を検出することを特徴とする請求項 1 2 又は 1 4 記載の光発生装置。 10

【請求項 1 8】

前記検出手段は、前記プラズマの大きさから前記デブリの量を検出することを特徴とする請求項 1 2 又は 1 4 記載の光発生装置。

【請求項 1 9】

前記検出手段は、前記プラズマから放射される前記光の強度から前記デブリの量を検出することを特徴とする請求項 1 2 又は 1 4 記載の光発生装置。

【請求項 2 0】

前記光は、20 nm 以下の波長を有することを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の光発生装置。 20

【請求項 2 1】

標的部材にレーザーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される 20 nm 以下の波長を有する光と共に生成されるデブリを除去する除去方法であって、

前記レーザーを前記標的部材に導光する光学系に付着する前記デブリの量を検出するステップと、

前記検出ステップで検出された前記デブリの量が所定の量よりも大きい場合に、前記レーザーの集光条件を変更するステップと、

前記変更ステップで前記集光条件が変更された前記レーザーを前記デブリが付着した位置に照射するステップとを有することを特徴とする除去方法。 30

【請求項 2 2】

標的部材にレーザーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される 20 nm 以下の波長を有する光と共に生成されるデブリを除去する除去方法であって、

前記レーザーの発光回数と前記レーザーを前記標的部材に導光する光学系に付着する前記デブリの量との関係を求めるステップと、

前記関係に基づいて、前記光学系に付着した前記デブリを除去するか判断するステップと、

前記判断ステップで前記光学系に付着した前記デブリを除去すると判断した場合に、前記レーザーの集光条件を変更するステップと、

前記変更ステップで変更した前記レーザーを前記光学系に付着した前記デブリに照射するステップとを有することを特徴とする除去方法。 40

【請求項 2 3】

レチクルに形成されたパターンを被処理体に露光する露光装置であって、

請求項 1 乃至 2 0 のうちいずれか一項記載の光発生装置と、

前記光発生装置から取り出された光を用いて前記レチクルを照明する光学系とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 記載の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、

露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、一般には、光発生装置に係り、特に、半導体製造における微細パターンを転写するための光源に関する。本発明は、X線や極端紫外線（EUV：Extreme Ultraviolet）光を光源として利用する露光装置に好適である。

## 【背景技術】

## 【0002】

フォトリソグラフィ（焼き付け）技術を用いて半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子を製造する際に、レチクル（又はマスク）に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する縮小投影露光装置が従来から使用されている。

## 【0003】

縮小投影露光装置で転写できる最小の寸法（解像度）は、露光に用いる光の波長に比例し、投影光学系の開口数（NA）に反比例する。従って、波長を短くすればするほど、解像度はよくなる。このため、近年の半導体素子の微細化への要求に伴い露光光の短波長化が進められ、超高圧水銀ランプ（i線（波長約365nm））、KrFエキシマレーザー（波長約248nm）、ArFエキシマレーザー（波長約193nm）と用いられる紫外線光の波長は短くなってきた。

## 【0004】

しかし、半導体素子は急速に微細化しており、紫外線光を用いたリソグラフィでは限界がある。そこで、0.1μm以下の非常に微細な回路パターンを効率よく転写するために、紫外線光よりも更に波長が短い、波長10nm乃至15nm程度の極端紫外線（EUV）光を用いた縮小投影露光装置（以下、「EUV露光装置」と称する。）が開発されている。EUV光源としては、例えば、真空容器中に置かれたターゲット材（金属薄膜、不活性ガス、液滴など）に高強度のパルスレーザー光を照射し、高温のプラズマを発生させ、かかるプラズマから放射される、例えば、波長13nm程度のEUV光を利用するレーザープラズマ光源が用いられる（例えば、特許文献1及び非特許文献2参照。）。

【特許文献1】特開2002-174700号公報

【非特許文献2】Richard H. Moyer et al., Proceeding of SPIE Vol. 4343 (2001) pp 249 - 254

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0005】

しかし、EUV光源の一方式であるレーザープラズマ光源は、EUV光と共にターゲット材からデブリと呼ばれる飛散粒子（例えば、ガス化したターゲット材、液化したターゲット材、イオン化したターゲット材など）を発生させてしまい、それが光学素子を汚染、損傷させ、反射率の低下を引き起こしてしまう。また、ターゲット材を供給する供給機構からもデブリ（飛散粒子）が放出される。

## 【0006】

デブリがパルスレーザー光をターゲット材に導光するレーザー光学系に付着すると、付着したデブリによってパルスレーザー光が散乱及び吸収されてしまう。従って、プラズマの生成に必要なエネルギーをターゲット材に供給することができず、安定してEUV光を発生させることができなくなってしまう。

## 【0007】

そこで、本発明は、良好なデブリ除去を実現し、安定してEUV光を発生させることができる光発生装置及び露光装置を提供することを例示的目的とする。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0008】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての光発生装置は、標的部材にレーザ

10

20

30

40

50

ーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される光を取り出す光発生装置であって、前記レーザーを前記標的部材に導光する第1の光学系と、前記光を導光する第2の光学系と、前記プラズマを生成するための前記レーザーの集光条件を変化させると共に、当該レーザーを前記第1の光学系及び/又は前記第2の光学系に付着したデブリに照射する手段とを有することを特徴とする。

【0009】

本発明の別の側面としての光発生装置は、真空中に置かれた標的部材に励起用レーザーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される光を取り出す光発生装置であって、前記励起用レーザーを前記標的部材に導光する光学系と、前記励起用レーザーとは異なるレーザーを前記光学系に付着したデブリに照射する照射機構とを有することを特徴とする。

10

【0010】

本発明の更に別の側面としての除去方法は、標的部材にレーザーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される20nm以下の波長を有する光と共に生成されるデブリを除去する除去方法であって、前記レーザーを前記標的部材に導光する光学系に付着する前記デブリの量を検出するステップと、前記検出ステップで検出された前記デブリの量が所定の量よりも大きい場合に、前記レーザーの集光条件を変更するステップと、前記変更ステップで前記集光条件が変更された前記レーザーを前記デブリが付着した位置に照射するステップとを有することを特徴とする。

【0011】

20

本発明の更に別の側面としての除去方法は、標的部材にレーザーを照射してプラズマを生成し、前記プラズマから放射される20nm以下の波長を有する光と共に生成されるデブリを除去する除去方法であって、前記レーザーの発光回数と前記レーザーを前記標的部材に導光する光学系に付着する前記デブリの量との関係を求めるステップと、前記関係に基づいて、前記光学系に付着した前記デブリを除去するか判断するステップと、前記判断ステップで前記光学系に付着した前記デブリを除去すると判断した場合に、前記レーザーの集光条件を変更するステップと、前記変更ステップで変更した前記レーザーを前記光学系に付着した前記デブリに照射するステップとを有することを特徴とする。

【0012】

本発明の更に別の側面としての露光装置は、レチクルに形成されたパターンを被処理体に露光する露光装置であって、上述の光発生装置と、前記光発生装置から取り出された光を用いて前記レチクルを照明する光学系とを有することを特徴とする。

30

【0013】

本発明の更に別の側面としてのデバイス製造方法は、上述の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とする。

【0014】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【発明の効果】

40

【0015】

本発明によれば、良好なデブリ除去を実現し、安定してEUV光を発生させることができる光発生装置及び露光装置を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。図1は、本発明の一側面としての光発生装置1の構成を示す概略ブロック図であって、EUV光ELを発生している状態を示す図である。図2及び図3は、本発明の一側面としての光発生装置1の構成を示す概略ブロック図であって、レーザー導入窓24に付着したデブリ

50

D B を除去している状態を示す図である。

【 0 0 1 7 】

光発生装置 1 は、標的部材（ターゲット）にレーザー光 L L を照射してプラズマ P L を生成し、かかるプラズマ P L から放射される E U V 光 E L を取り出す光発生装置である。光発生装置 1 は、ターゲットにレーザー光 L L を照射するレーザー光源部 1 0 と、レーザー光 L L をターゲットに導光する第 1 の光学系としてのレーザー光学系 2 0 と、E U V 光 E L を導光する第 2 の光学系としての E U V 光学系 3 0 と、集光条件変更手段 1 0 0 と、検出手段 3 0 0 とを有する。

【 0 0 1 8 】

図 1 を参照するに、レーザー光源部 1 0 から射出されたレーザー光 L L は、レーザー光学系 2 0 を介して集光され、ターゲットに照射される。ターゲットは、本実施形態では、銅の固体であるが、錫、アルミニウム等の他の金属でもよく、また、X e のガス、液滴、クラスタでもよい。ターゲットは、図示しないターゲット供給装置からレーザー光源部 1 0 のレーザー光 L L の発光に同期して断続的に供給される。

【 0 0 1 9 】

レーザー光 L L からのエネルギーによって、ターゲットから高温、高密度のプラズマ P L が生成され、かかるプラズマ P L から E U V 光 E L が発光される。E U V 光 E L は、集光ミラー 3 2 により集められ、後段の光学系（E U V 光学系 3 0 ）へ供給される。なお、本実施形態において、E U V 光 E L を集光する集光ミラー 3 2 は、E U V 光学系 3 0 を構成する一部とする。

【 0 0 2 0 】

レーザー光学系 2 0 は、レンズ、ミラー、平行平板ガラスなどから構成され、本実施形態では、レンズ 2 1 a 乃至 2 1 c 及び平行平板ガラス 2 2 a を有する。また、真空チャンバ V C の真空隔壁の一部として用いられ、レーザー光 L L を透過するレーザー導入窓 2 4 もレーザー光学系 2 0 に含まれる。

【 0 0 2 1 】

レーザー光学系 2 0 は、大気中又は真空中に設置されている。レーザー光学系 2 0 は、E U V 光 E L を効率よく取り出すために、レーザー光 L L をターゲット上でプラズマ P L の生成に必要、且つ、十分なスポットサイズ及びエネルギー密度となるようにする機能を有する。

【 0 0 2 2 】

プラズマ P L からは E U V 光 E L だけでなく、ターゲットからのデブリ、本実施形態では、銅のデブリ及び図示しないターゲット供給機構からのデブリ（以下、「デブリ D B 」で総括する。）が発生する。発生したデブリ D B は、レーザー導入窓 2 4 や集光ミラー 3 2 に徐々に付着、堆積する。

【 0 0 2 3 】

レーザー導入窓 2 4 に付着したデブリ D B は、プラズマ P L の生成時において、レーザー光 L L からエネルギーを得るが、レーザー光 L L はターゲット上又はその近傍で焦点を結ぶため、レーザー導入窓 2 4 上では広い照射領域となる。従って、プラズマ P L の生成時は、レーザー導入窓 2 4 上のレーザー光 L L の単位面積あたりのエネルギー密度は低く、デブリ D B に十分な量のエネルギーが供給されないため、レーザー導入窓 2 4 からの効果的な除去は望めない。

【 0 0 2 4 】

集光条件変更手段 1 0 0 は、レーザー光 L L の集光条件をプラズマ P L の生成時とは変え、レーザー導入窓 2 4 のデブリ付着面にレーザー光 L L を集光する。これにより、レーザー導入窓 2 4 に付着したデブリ D B にレーザー光 L L からのエネルギーが集中し、レーザー導入窓 2 4 から付着したデブリ D B を除去することが可能となる。

【 0 0 2 5 】

集光条件変更手段 1 0 0 は、例えば、レーザー光学系 2 0 のレンズ 2 1 a 乃至 2 1 c をレーザー光 L L の光軸 O に対して平行な方向に駆動する駆動機構、レーザー光学系 2 0 の

10

20

30

40

50

平行平板ガラス 22a をレーザー光 LL の光軸 O に対して傾ける駆動機構として具現化される。本実施形態では、集光条件変更手段 100 は、図 2 に示すように、レンズ 21c を光軸 O に対して平行に駆動する駆動機構 110、図 3 に示すように、平行平板ガラス 22a を光軸 O に対して傾ける駆動機構 120 である。

【0026】

駆動機構 110 は、レンズ 21c の位置を変えることでレーザー光 LL をレーザー導入窓 24 のデブリ付着面に集光させる機構を有し、駆動機構 120 は、平行平板ガラス 22a の角度を変えることによりレーザー導入窓 24 上でレーザー光 LL をスキャンさせる機能を有する。これにより、レーザー導入窓 24 全体において、付着したデブリ DB の除去を行うことができる。但し、レーザー導入窓 24 全体にレーザー光 LL をスキャンさせる必要はなく、EUV 光 EL の発光時にレーザー光 LL が透過する部分のデブリ DB を除去すればよい。

10

【0027】

レーザー導入窓 24 から除去したデブリ DB が集光ミラー 32 等に再付着する可能性がある場合には、図 4 に示すように、デブリ DB を吸着させるための保護部材 200 を用いる。保護部材 200 は、移動機構 210 によってデブリ DB が付着した位置（即ち、レーザー導入窓 24）とデブリ DB の再付着から保護したい光学素子との間に挿脱可能に配置されている。これにより、レーザー導入窓 24 からデブリ DB を除去する際には、レーザー導入窓 24 と保護する光学素子（本実施形態では、集光ミラー 32）との間に保護部材 200 を配置し、デブリ DB の除去が終了したら保護部材 200 を退避させることができる。保護部材 200 は、例えば、平面ガラスで構成される。ここで、図 4 は、除去したデブリ DB の再付着を防止する保護部材 200 を有する光発生装置 1 の構成を示す概略ブロック図である。

20

【0028】

また、図 5 に示すように、デブリ DB が付着しているレーザー導入窓 24 と集光ミラー 32 との間に保護壁 220 を設けた構成でもよい。保護壁 220 は、真空チャンバー VC の一部でもよい。ここで、図 5 は、除去したデブリ DB の再付着を防止する保護壁 220 を有する光発生装置 1 の構成を示す概略ブロック図である。

【0029】

また、図 6 に示すように、ミラー駆動機構 240 を有するミラー 230 を配置し、かかるミラー 230 をスキャンすることで集光ミラー 32 に再付着したデブリ DB を除去することも可能である。集光ミラー 32 のデブリ DB を除去する際にも、駆動機構 110 によりレーザー光学系 20 のレンズ 21c を動かし、即ち、集光条件変更手段 100 により集光条件を変え、集光ミラー 32 に付着したデブリ DB の除去に最適な集光条件とする。ミラー 230 のレーザー光 LL を反射する反射面は、平面とは限らず曲率を有してもよい。ここで、図 6 は、集光ミラー 32 に再付着したデブリ DB を除去するためのミラー 230 を有する光発生装置 1 の構成を示す概略ブロック図である。

30

【0030】

デブリ DB を除去する際のレーザー光 LL の集光条件、また、レーザー光源部 10 から射出されるレーザー光 LL のパラメータも EUV 光 EL の発生時と同等とは限らず、集光条件変更手段 100 により、それぞれデブリ DB の除去に最適化されていることが好ましい。

40

【0031】

デブリ DB の除去のために考慮するパラメータは、デブリ DB に照射されるレーザー光 LL のエネルギー密度、レーザー光 LL の波長、レーザー光 LL のパルス幅、デブリ DB へのレーザー光 LL の照射時間等である。また、レーザー光 LL の照射による光学素子（レーザー導入窓 24、集光ミラー 32 等）の損傷についても考慮する必要がある。例えば、レーザー光 LL のエネルギー密度が高すぎると光学素子の一点だけが短期間に加熱され、熱膨張によって変形したり周囲との温度差によってひびが生じたりすることが考えられる。

50

## 【 0 0 3 2 】

レーザー光 L L のエネルギー密度は、レーザー光源部 1 0 の出力を変化させることでも選択できるし、レーザー光 L L のスポットサイズを変化させることでも選択できる。レーザー光 L L のスポットサイズの変更は、レーザー光学系 2 0 の光学素子を動かすことでも可能であるし、レーザー光 L L の位置を動かしてもよい。レーザー光 L L の波長は、レーザー光源部 1 0 の基本波長、高調波の中から選択することができ、例えば、デブリ D B に吸収されやすいが光学素子に対しては透明である波長を選択する。レーザー光 L L のパルス幅は、レーザー光源部 1 0 のコントローラから変化させる。

## 【 0 0 3 3 】

デブリ D B の除去に最適な集光条件を求めるには、例えば、レーザー光 L L のエネルギー密度、レーザー光 L L の波長、レーザー光 L L のパルス幅をパラメータとし、デブリ D B の除去に必要な時間、光学素子の損傷を評価基準として最適な条件を求める。

## 【 0 0 3 4 】

レーザー光 L L の集光条件の変更は、レーザー光学系 2 0 のレンズ 2 1 a 乃至 2 1 c 以外の光学素子を動かすことでも可能であり、また、レーザー光 L L を光軸 O に平行な方向に前後させることでレーザー光 L L の集光条件を変えることができる。

## 【 0 0 3 5 】

また、本実施形態では、レーザー光学系 2 0 の平行平板ガラス 2 2 a の角度を変えることでレーザー導入窓 2 4 上でレーザー光 L L ( の照射位置 ) をスキャンさせているが、例えば、図 7 に示すように、レーザー光源駆動機構 1 2 によりレーザー光源部 1 0 を移動させることで、レーザー導入窓 2 4 上でレーザー光 L L の照射位置をスキャンさせてもよいし、レーザー光 L L の射出角度を変えることでスキャンさせてもよい。また、図 8 に示すように、レーザー光学系 2 0 にスキャンミラー 2 3 a とスキャンミラー 2 3 a をスキャンするスキャン機構 2 3 b を構成することで、レーザー導入窓 2 4 上でレーザー光 L L の照射位置をスキャンさせてもよい。ここで、図 7 は、レーザー光源駆動機構 1 2 を有する光発生装置 1 の構成を示す概略ブロック図である。図 8 は、スキャンミラー 2 3 a 及びスキャン機構 2 3 b が構成されたレーザー光学系 2 0 を有する光発生装置 1 の構成を示す概略ブロック図である。

## 【 0 0 3 6 】

なお、レーザー導入窓 2 4 に付着したデブリ D B の量は、検出手段 3 0 0 により検出される。レーザー導入窓 2 4 に付着、堆積したデブリ D B は、レーザー光 L L を散乱するため、検出手段 3 0 0 によりデブリ D B で散乱した散乱光を検出することで付着したデブリ D B の量を検出することができる。これにより、付着したデブリ D B の量が許容量を超えた際に、集光条件変更手段 1 0 0 によってレーザー光 L L の集光条件を変え、レーザー導入窓 2 4 のデブリ D B の付着面にレーザー光 L L を集光させることが可能となる。

## 【 0 0 3 7 】

検出手段 3 0 0 は、レーザー導入窓 2 4 の温度を検出する温度計でもよい。デブリ D B がレーザー導入窓 2 4 に付着すると、レーザー光 L L の一部を吸収するため温度上昇を引き起こす。レーザー導入窓 2 4 に付着するデブリ D B の量が増えると、レーザー光 L L の吸収量が増えて温度上昇も大きくなるため、レーザー導入窓の温度を検出することで付着したデブリ D B の量を検出することができる。これにより、レーザー導入窓 2 4 が予め定めた温度に達したらデブリ D B の除去を行う。

## 【 0 0 3 8 】

検出手段 3 0 0 は、図 1 3 に示すように、レーザー導入窓 2 4 に付着したデブリ D B の量を検出するための検出用レーザーを射出する検出用レーザー光源部 3 1 0 と、デブリ D B を透過した検出用レーザーを検出する検出部 3 1 2 から構成してもよい。デブリ D B が付着するとレーザー導入窓 2 4 の透過率が低下するため、デブリ D B が透過した検出用レーザーを検出することで付着したデブリ D B の量を検出することができる。これにより、レーザー導入窓 2 4 を透過する検出用レーザーが予め定めた透過率に達したらデブリ D B の除去を行うことができる。ここで、図 1 3 は、レーザー透過窓 2 4 に付着したデブリ D



Bを透過した透過光を検出する検出手段300を有する光発生装置1の構成を示す概略ブロック図である。

#### 【0039】

また、検出手段300は、図14に示すように、レーザー導入窓24に付着したデブリDBの量を検出するための検出用レーザーを射出する検出用レーザー光源部310と、デブリDBで反射した検出用レーザーを検出する検出部314から構成してもよい。デブリDBが付着するとレーザー導入窓24での反射光が増えるため、デブリDBで反射した検出用レーザーを検出することで付着したデブリDBの量を検出することができる。これにより、レーザー導入窓24で反射する検出用レーザーが予め定めた量に達したらデブリDBの除去を行うことができる。ここで、図14は、レーザー透過窓24に付着したデブリDBで反射した反射光を検出する検出手段300を有する光発生装置1の構成を示す概略ブロック図である。

10

#### 【0040】

検出手段300は、プラズマPLのサイズを検出する機構、例えば、ピンホールカメラで構成してもよい。レーザー導入窓24にデブリDBが付着すると、レーザー光LLが散乱されるため、ターゲット上でのスポットサイズが広がったり、プラズマPLのサイズが大きくなったりする。プラズマPLのサイズからレーザー導入窓24に付着したデブリDBの量を検出し、予め定めた量に達したらデブリDBの除去を行う。

#### 【0041】

検出手段300は、プラズマPLから放射される電磁波の強度及び波長を検出する機構、例えば、フィルタ付きのフォトダイオードで構成してもよい。レーザー導入窓24にデブリDBが付着すると、レーザー光LLが散乱及び吸収されるため、プラズマPLが十分に高温及び高密度化せず、放射される電磁波の強度及び波長が変化する。プラズマPLから放射される電磁波の強度及び波長からレーザー導入窓24に付着したデブリDBの量を検出し、予め定めた量に達したらデブリDBの除去を行う。

20

#### 【0042】

また、レーザー導入窓24から除去したデブリDBが集光ミラー32に付着する場合もあるため、図20に示すように、集光ミラー32の近傍に検出手段300を更に設けてもよい。かかる場合には、デブリDBによる散乱光を検出することは難しいため、検出手段300を水晶振動子膜厚計で構成し、付着したデブリDBの量を検出することが好ましい。勿論、水晶振動子膜厚計は、レーザー導入窓24に付着したデブリDBの量の検出にも用いることができる。デブリDBの飛散量に方向依存性がある場合は、水晶振動子膜厚計をレーザー導入窓24の近傍に配置する、又は、水晶振動子膜厚計の配置位置でのデブリDBの量とレーザー導入窓24でのデブリDBの量の対応を求めておくことが望ましい。ここで、図20は、集光ミラー32の近傍に検出手段300を配置した光発生装置1の構成を示す概略ブロック図である。

30

#### 【0043】

光発生装置1によれば、デブリDBの付着により低下したレーザー光学系20（即ち、レーザー導入窓24）及びEUV光学系30（即ち、集光ミラー32）の性能を回復させ、安定したEUV光を供給することが可能となる。本実施形態の光発生装置1と従来の光発生装置とのレーザー光LLのショット数とEUV光ELの光強度との関係を図9に示す。同図は、縦軸にEUV光の光強度を、横軸にレーザー光のショット数を採用している。図9を参照するに、レーザー光学系20（即ち、レーザー導入窓24）及びEUV光学系30（即ち、集光ミラー32）に付着したデブリDBを除去しない場合、レーザー光LLのショット数の増加に伴い、EUV光ELの光強度が低下するが、デブリDBを除去することでEUV光ELの光強度が回復していることがわかる。

40

#### 【0044】

集光条件変更手段100として、図10に示すように、デブリDBの除去の際に、プラズマPLの生成時とは異なる（即ち、プラズマPLの生成時には使用しない）光学部材150をレーザー光学系20に挿入することもある。光学部材150は、駆動機構155に

50

取り付けられており、レーザー光 L L の光路中に駆動される。ここで、図 10 は、レーザー光学系 20 に光学部材 150 を挿入した状態の光発生装置 1 を示す概略ブロック図である。

#### 【0045】

光学部材 150 は、例えば、シリンドリカルレンズであり、シリンドリカルレンズを挿入した場合、レーザー導入窓 24 上でのレーザー光 L L のスポット S P は、図 11 に示すように、矩形形状になり、一方向に関しては焦点を結んでいるため十分なエネルギーを有している。かかるスポット S P を、図 11 に示す矢印方向にスキャンすることでデブリ D B を除去する。ここで、図 11 は、光学部材 150 としてシリンドリカルレンズをレーザー光学系 20 に挿入した場合におけるレーザー導入窓 24 のレーザー光 L L のスポット S P の形状を示す図である。

10

#### 【0046】

レーザー光学系 20 の光路上に挿入する光学部材 150 は、シリンドリカルレンズに限らないことは言うまでもない。例えば、図 12 に示すように、反射ミラー 160 を、デブリ D B が付着したレーザー導入窓 24 とプラズマ P L を生成する位置（即ち、ターゲット供給位置）との間に挿入する。レーザー光 L L は、反射ミラー 160 で正反射し、デブリ D B が付着したレーザー導入窓 24 上で十分なエネルギー密度となるため、デブリ D B に十分なエネルギーを与えて除去することができる。この場合、デブリ D B が除去されるのは、レーザー導入窓 24 上の一点だけであるが、駆動機構 165 によって反射ミラー 160 の角度を変えてレーザー導入窓 24 上のレーザー光 L L のスポットをスキャンすること

20

#### 【0047】

レーザー光 L L の光路上に光学部材を挿入する場合にも、上述したように、デブリ D B を除去するために最適な条件（レーザー光 L L の波長、エネルギー密度、照射時間など）となっていることが好ましい。レーザー光 L L の光路上に光学部材を挿入する場合には、光学部材及びかかる光学部材の駆動機構が必要となるが、レーザー光学系 20 を動かさないため、プラズマ P L を生成する際の集光条件が維持される利点がある。

30

#### 【0048】

光発生装置 1 によれば、レーザー光学系 20 に付着したデブリ D B を、プラズマ P L を生成するためのレーザー光 L L で除去することができるので、安定して E U V 光を発生させることが可能となる。また、検出手段 300 によってデブリ D B の付着による光学素子の劣化の度合いを検出することができるため、最適なタイミングでデブリ D B の除去を行うことができる。

#### 【0049】

以下、図 15 及び図 16 を参照して、光発生装置 1 の変形例である光発生装置 2 について説明する。図 15 は、図 1 に示す光発生装置 1 の変形例である光発生装置 2 の構成を示す概略ブロック図である。

40

#### 【0050】

光発生装置 2 は、図 1 に示す光発生装置 1 と同様に、標的部材（ターゲット）にレーザー光 L L を照射してプラズマ P L を生成し、かかるプラズマ P L から放射される E U V 光 E L を取り出す光発生装置である。

#### 【0051】

図 15 を参照するに、レーザー光源部 10 から射出されたレーザー光 L L は、レーザー光学系 20 を介して集光され、ターゲットに照射される。レーザー光 L L からのエネルギーによって、ターゲットから高温、高密度のプラズマ P L が生成され、かかるプラズマ P L から E U V 光 E L が発光される。E U V 光 E L は、集光ミラー 32 により集められ、後段の光学系（E U V 光学系 30）へ供給される。また、プラズマ P L を生成するためのレ

50

ーザー光ＬＬとは異なるデブリ除去用のレーザー光ＤＬを照射する照射機構４００を有する。

【００５２】

照射機構４００は、レーザー光学系２０（特に、レーザー導入窓２４）に付着したデブリＤＢにレーザー光ＤＬを照射してデブリＤＢを除去する機能を有し、除去用レーザー光源部４１０と、除去用レーザー光学系４２０を有する。

【００５３】

除去用レーザー光源部４１０は、射出するレーザーＤＬの波長を任意に選択することが可能である。例えば、デブリＤＢに吸収されやすいが光学素子に対しては透明である波長を選択する。除去用レーザー光源部４１０は、複数でもよいし、一つでもよい。ターゲットからのデブリＤＢと図示しないターゲット供給機構からのデブリＤＢで吸収されやすい波長が異なる場合は、それぞれのデブリＤＢに吸収されやすい波長のレーザーＤＬを使用する。

10

【００５４】

除去用レーザー光学系４２０は、レンズ、ミラー、平行平板ガラスなどから構成される。図１５においては、除去用レーザー光源部４１０及び除去用レーザー光学系４２０は、真空中に配置されているが大気中に配置してもよい。

【００５５】

光発生装置２は、レーザー光学系２０（本実施形態では、平行平板ガラス２２ａ及びレーザー導入窓２４）に付着したデブリＤＢの量が許容量を超えた場合に、照射機構４００の除去用レーザー光源部４１０からレーザーＤＬをレーザー光学系２０に照射する。レーザー光学系２０に付着したデブリＤＢは、レーザーＤＬからのエネルギーにより除去される。除去用レーザー光源部４１０は、駆動機構４１２を有し、レーザー光学系２０の光学素子上でレーザー光ＤＬをスキャンすることができ、例えば、平行平板ガラス２２ａ及びレーザー導入窓２４全体に付着するデブリＤＢを除去することができる。なお、レーザー光ＤＬの集光条件は、必ずしもデブリＤＢを除去する光学素子上で集光されるわけではなく、デブリＤＢの除去に最適な集光条件にすることが好ましい。

20

【００５６】

本実施形態では、除去用レーザー光学系４２０に付着するデブリＤＢもあるため、レーザー光学系２０に付着したデブリＤＢを除去すると同様に除去する。図１６は、除去用レーザー光学系４２０の構成の一例を示す概略ブロック図である。除去用レーザー光学系４２０は、本実施形態では、平行平板ガラス４２１と、レンズ４２２乃至４２４から構成され、レーザー光ＤＬの集光条件を変更する集光条件変更手段５００として、平行平板ガラス４２１を図示しないレーザー光ＤＬの光軸に対して傾ける駆動機構５１０と、レンズ４２３を図示しないレーザー光ＤＬの光軸に平行な方向に駆動する駆動機構５２０が接続されている。レーザー光学系２０及び除去用レーザー光学系４２０に付着したデブリＤＢを除去する際には、平行平板ガラス４２１の角度やレンズ４２３を駆動し、レーザー光ＤＬの集光条件をデブリＤＢの除去に最適な条件に変更する。

30

【００５７】

また、集光条件変更手段５００は、レーザー光ＤＬの光路中に光学部材を挿入する機能を有し、除去用レーザー光学系４２０とは別の光学部材を挿入することでレーザー光ＤＬの集光条件を変更してもよい。検出手段３００は、レーザー光学系２０（レーザー導入窓２４）に付着するデブリＤＢだけでなく、図１６に示すように、除去用レーザー光学系４２０に付着するデブリＤＢの量を検出するようにも構成され、除去用レーザー光学系４２０の光学素子の温度、デブリＤＢでの反射光、散乱光、透過光などを検出する。

40

【００５８】

光発生装置２によれば、除去用レーザーＤＬでレーザー光学系２０のデブリＤＢを除去することができるので、安定してＥＵＶ光を発生させることができる。また、プラズマＰＬを生成するためのレーザー光ＬＬを使用しないためスループットを低下させることなくレーザー光学系２０に付着したデブリＤＢの除去が可能となる。

50

## 【0059】

なお、本実施形態の光発生装置1及び2は、検出手段300によってレーザー光学系20、EUV光学系30、除去用レーザー光学系420に付着したデブリDBの量を検出し、許容量を超えた際にデブリDBの除去を行っているが、必ずしも付着したデブリDBの量を検出せず、定期的にデブリDBの除去をすることで光学系の性能の低下を防止してもよい。デブリDBの除去を開始するタイミングは、適当な時間間隔で行われてもよいし、光発生装置2の場合には、常に除去用レーザーDLを発光させておいてもよい。デブリDBを除去する時間間隔は、実験又は理論的に予め求めておくことが望ましい。例えば、レーザー光LLの発光回数に対して付着するデブリDBの量との関係を予め求めておき、かかる関係に基づいてデブリDBを除去するか判断するようにしてもよい。常にデブリDBの除去を行う場合には、光学素子が除去用レーザー光DLによる温度上昇で熱変形しないように除去用レーザー光DLの波長は、レーザー光学系20に吸収されにくい波長であることが望ましい。

10

## 【0060】

以下、図17を参照して、本発明の光発生装置1又は2を適用した例示的な露光装置700について説明する。ここで、図17は、本発明の一側面としての露光装置700の構成を示す概略ブロック図である。

## 【0061】

本発明の露光装置700は、露光用の照明光としてEUV光(例えば、波長13.4nm)を用いて、例えば、ステップ・アンド・スキャン方式やステップ・アンド・リピート方式でレチクル720に形成された回路パターンを被処理体740に露光する投影露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクォーターミクロン以下のリソグラフィ工程に好適であり、以下、本実施形態ではステップ・アンド・スキャン方式の露光装置(「スキャナー」とも呼ばれる。)を例に説明する。ここで、「ステップ・アンド・スキャン方式」とは、レチクルに対してウェハを連続的にスキャン(走査)してレチクルパターンをウェハに露光すると共に、1ショットの露光終了後ウェハをステップ移動して、次の露光領域に移動する露光方法である。「ステップ・アンド・リピート方式」は、ウェハの一括露光ごとにウェハをステップ移動して次のショットの露光領域に移動する露光方法である。

20

## 【0062】

図17を参照するに、露光装置700は、照明装置710と、レチクル720を載置するレチクルステージ725と、投影光学系730と、被処理体740を載置するウェハステージ745と、アライメント検出機構750と、フォーカス位置検出機構760とを有する。

30

## 【0063】

照明装置710は、投影光学系730の円弧状の視野に対する円弧状のEUV光(例えば、波長13.4nm)によりレチクル720を照明する照明装置であって、光発生装置1と、照明光学系714とを有する。

## 【0064】

光発生装置1は、上述した通りのいかなる形態をも適用可能であり、ここでの詳細な説明は省略する。また、図17では、図1に示す光発生装置1を使用するが、かかる形態は例示的であり本発明はこれに限定されない。

40

## 【0065】

照明光学系714は、集光ミラー714a、オプティカルインテグレーター714bから構成される。集光ミラー714aは、レーザープラズマからほぼ等方的に放射されるEUV光を集める役割を果たす。オプティカルインテグレーター714bは、レチクル720を均一に所定の開口数で照明する役割を持っている。

## 【0066】

レチクル720は、反射型レチクルで、その上には転写されるべき回路パターン(又は像)が形成され、レチクルステージ725に支持及び駆動されている。レチクル720が

50

ら発せられた回折光は、投影光学系 730 で反射されて被処理体 740 上に投影される。レチクル 720 と被処理体 740 とは、光学的に共役の関係に配置される。露光装置 700 は、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置であるため、レチクル 720 と被処理体 740 を走査することによりレチクル 720 のパターンを被処理体 740 上に縮小投影する。

#### 【0067】

レチクルステージ 725 は、レチクル 720 を支持して図示しない移動機構に接続されている。レチクルステージ 725 は、当業界周知のいかなる構造をも適用することができる。図示しない移動機構は、リニアモーターなどで構成され、少なくとも X 方向にレチクルステージ 725 を駆動することでレチクル 720 を移動することができる。露光装置 700 は、レチクル 720 と被処理体 740 を同期した状態で走査する。

10

#### 【0068】

投影光学系 730 は、複数の反射ミラー（即ち、多層膜ミラー）730a を用いて、レチクル 720 面上のパターンを像面である被処理体 740 上に縮小投影する。複数のミラー 730a の枚数は、4 枚乃至 6 枚程度である。少ない枚数のミラーで広い露光領域を実現するには、光軸から一定の距離だけ離れた細い円弧状の領域（リングフィールド）だけを用いて、レチクル 720 と被処理体 740 を同時に走査して広い面積を転写する。投影光学系 730 の開口数（NA）は、0.2 乃至 0.3 程度である。

#### 【0069】

被処理体 740 は、本実施形態ではウェハであるが、液晶基板その他の被処理体を広く含む。被処理体 740 には、フォトリソグが塗布されている。

20

#### 【0070】

ウェハステージ 745 は、ウェハチャック 745a によって被処理体 740 を支持する。ウェハステージ 745 は、例えば、リニアモーターを利用して X Y Z 方向に被処理体 740 を移動する。レチクル 720 と被処理体 740 は同期して走査される。また、レチクルステージ 725 の位置とウェハステージ 745 の位置は、例えば、レーザー干渉計などにより監視され、両者は一定の速度比率で駆動される。

#### 【0071】

アライメント検出機構 750 は、レチクル 720 の位置と投影光学系 730 の光軸との位置関係、及び、被処理体 740 の位置と投影光学系 730 の光軸との位置関係を計測し、レチクル 720 の投影像が被処理体 740 の所定の位置に一致するようにレチクルステージ 725 及びウェハステージ 745 の位置と角度を設定する。

30

#### 【0072】

フォーカス位置検出機構 760 は、被処理体 740 面でフォーカス位置を計測し、ウェハステージ 745 の位置及び角度を制御することによって、露光中、常時被処理体 740 面を投影光学系 730 による結像位置に保つ。

#### 【0073】

露光において、照明装置 710 から射出された E U V 光はレチクル 720 を照明し、投影光学系 730 によりレチクル 720 面上のパターンを被処理体 740 面上に結像する。本実施形態において、像面は円弧状（リング状）の像面となり、レチクル 720 と被処理体 740 を縮小倍率比の速度比で走査することにより、レチクル 720 の全面を露光する。露光装置 700 に用いられる照明装置 710 が有する光発生装置 1 は、良好なデブリ除去を実現し、安定して E U V 光を発生させることができるため、高いスループットで経済性よくデバイス（半導体素子、LCD 素子、撮像素子（CCD など）、薄膜磁気ヘッドなど）を提供することができる。

40

#### 【0074】

次に、図 18 及び図 19 を参照して、上述の露光装置 700 を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図 18 は、デバイス（IC や L S I などの半導体チップ、LCD、CCD 等）の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ 1（回路設計）では、デバイスの回路設計を行う。ステッ

50

ブ 2 (マスク製作)では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ 3 (ウェハ製造)では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ 4 (ウェハプロセス)は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いてリソグラフィ技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ 5 (組み立て)は、後工程と呼ばれ、ステップ 4 によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程 (ダイシング、ボンディング)、パッケージング工程 (チップ封入)等の工程を含む。ステップ 6 (検査)では、ステップ 5 で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷 (ステップ 7)される。

【0075】

10

図 19 は、ステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ 11 (酸化)では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ 12 (CVD)では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ 13 (電極形成)では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ 14 (イオン打ち込み)では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ 15 (レジスト処理)では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ 16 (露光)では、露光装置 700 によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ 17 (現像)では、露光したウェハを現像する。ステップ 18 (エッチング)では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ 19 (レジスト剥離)では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施形態のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置 700 を使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

20

【0076】

以上、本発明の好ましい実施例について説明したが、本発明はこれらの実施例に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0077】

【図 1】本発明の一側面としての光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 2】本発明の一側面としての光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 3】本発明の一側面としての光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

30

【図 4】除去したデブリの再付着を防止する保護部材を有する光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 5】除去したデブリの再付着を防止する保護壁を有する光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 6】集光ミラーに再付着したデブリを除去するためのミラー 230 を有する光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 7】レーザー光源駆動機構を有する光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 8】スキャンミラー及びスキャン機構が構成されたレーザー光学系を有する光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 9】図 1 に示す光発生装置と従来の光発生装置とのレーザー光のショット数と EUV 光との光強度の関係を示すグラフである。

40

【図 10】レーザー光学系に光学部材を挿入した状態の光発生装置を示す概略ブロック図である。

【図 11】光学部材としてシリンドリカルレンズをレーザー光学系に挿入した場合におけるレーザー導入窓のレーザー光のスポットの形状を示す図である。

【図 12】レーザー光学系に反射ミラーを挿入した状態の光発生装置 1 を示す概略ブロック図である。

【図 13】レーザー透過窓に付着したデブリを透過した透過光を検出する検出手段を有する光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 14】レーザー透過窓に付着したデブリで反射した反射光を検出する検出手段を有す

50

る光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 15】図 1 に示す光発生装置の変形例である光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 16】図 15 に示す除去用レーザー光学系の構成の一例を示す概略ブロック図である。

【図 17】本発明の一側面としての露光装置の構成を示す概略ブロック図である。

【図 18】デバイス（ＩＣやＬＳＩなどの半導体チップ、ＬＣＤ、ＣＣＤ等）の製造を説明するためのフローチャートである。

【図 19】図 18 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

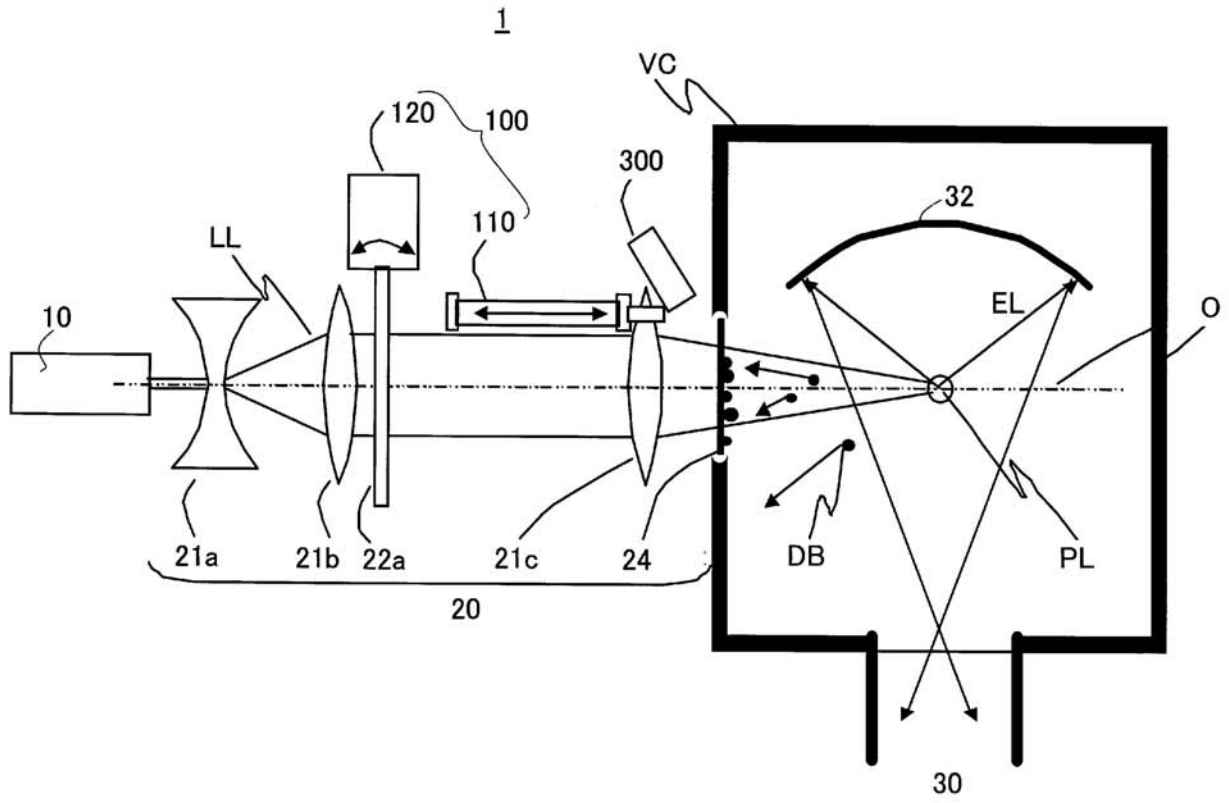
【図 20】集光ミラーの近傍に検出手段を配置した光発生装置の構成を示す概略ブロック図である。 10

【符号の説明】

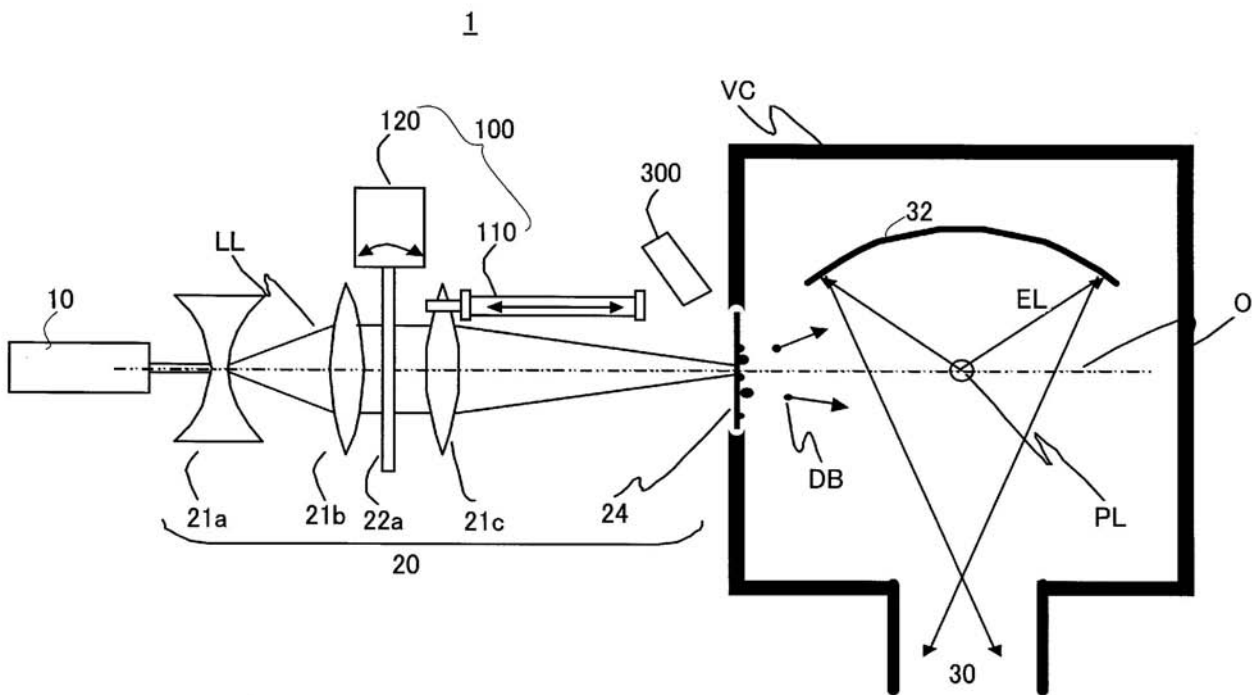
【 0 0 7 8 】

1 及び 2	光発生装置	
1 0	レーザー光源部	
2 0	レーザー光学系	
2 1 a 乃至 2 1 c	レンズ	
2 2 a	平行平板ガラス	
2 4	レーザー導入窓	
3 0	EUV 光学系	20
3 2	集光ミラー	
1 0 0	集光条件変更手段	
1 1 0 及び 1 2 0	駆動機構	
1 5 0	光学部材	
1 5 5	駆動機構	
1 6 0	反射ミラー	
1 6 5	駆動機構	
2 0 0	保護部材	
2 1 0	移動機構	
2 2 0	保護壁	30
2 3 0	ミラー	
2 4 0	ミラー駆動機構	
3 0 0	検出手段	
3 1 0	検出用レーザー光源部	
3 1 2 及び 3 1 4	検出部	
4 0 0	照射機構	
4 1 0	除去用レーザー光源部	
4 2 0	除去用レーザー光学系	
4 2 1	平行平板ガラス	
4 2 2 乃至 4 2 4	レンズ	40
5 0 0	集光条件変更手段	
5 1 0 及び 5 2 0	駆動機構	
7 0 0	露光装置	

【図 1】

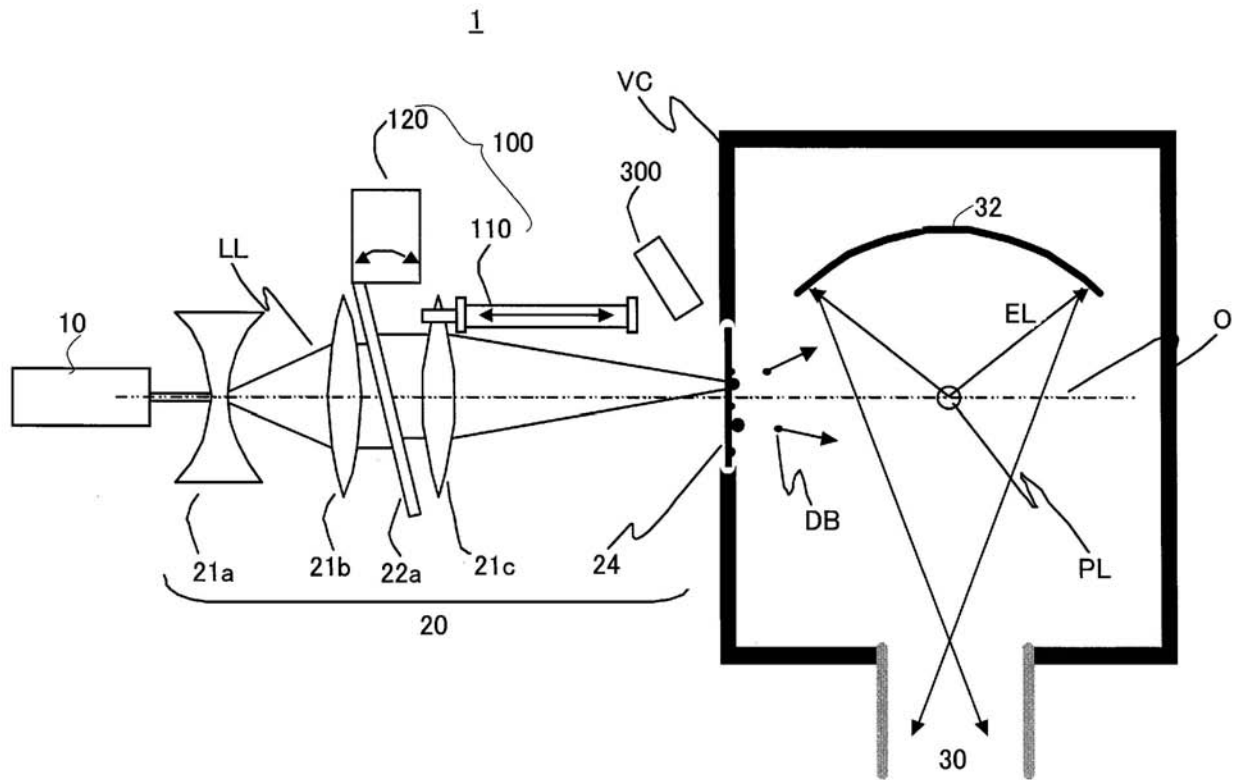


【図 2】

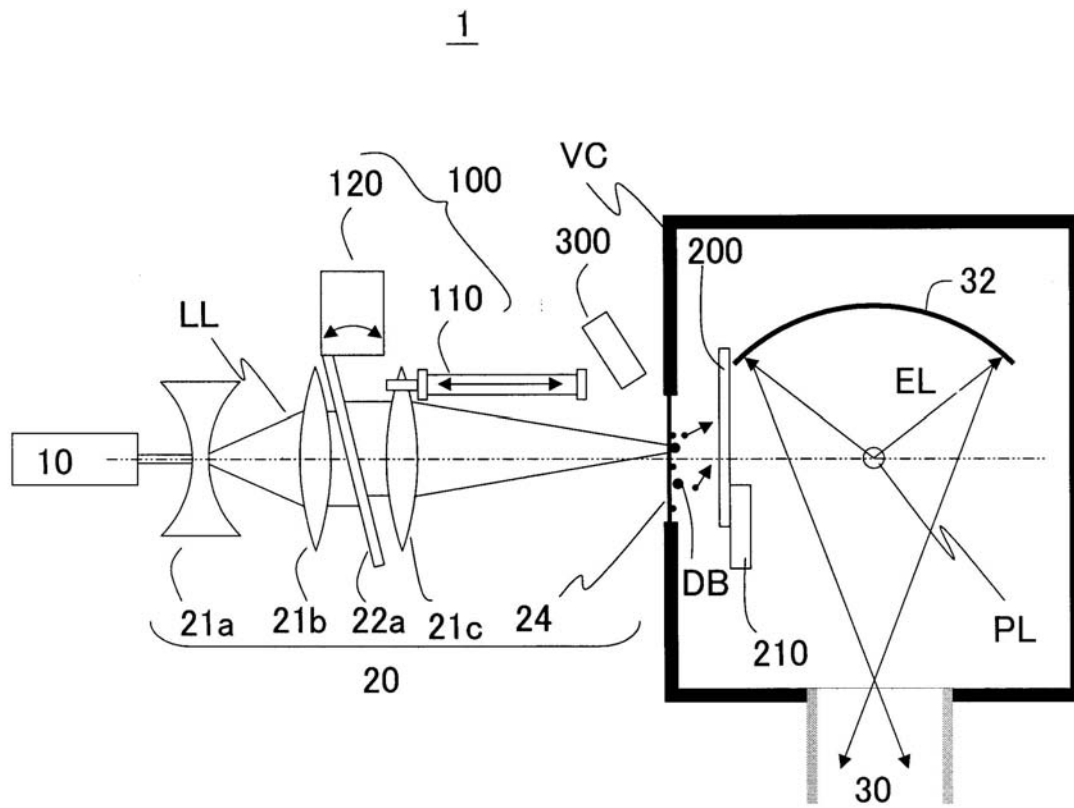




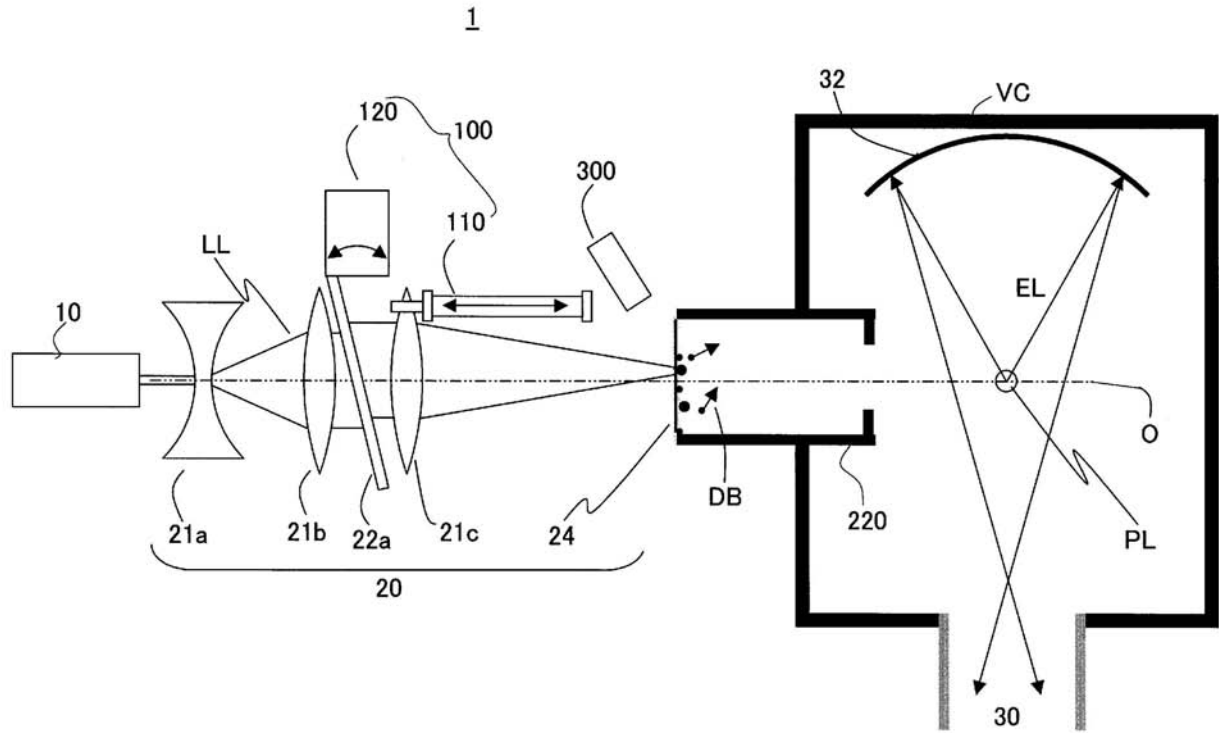
【図 3】



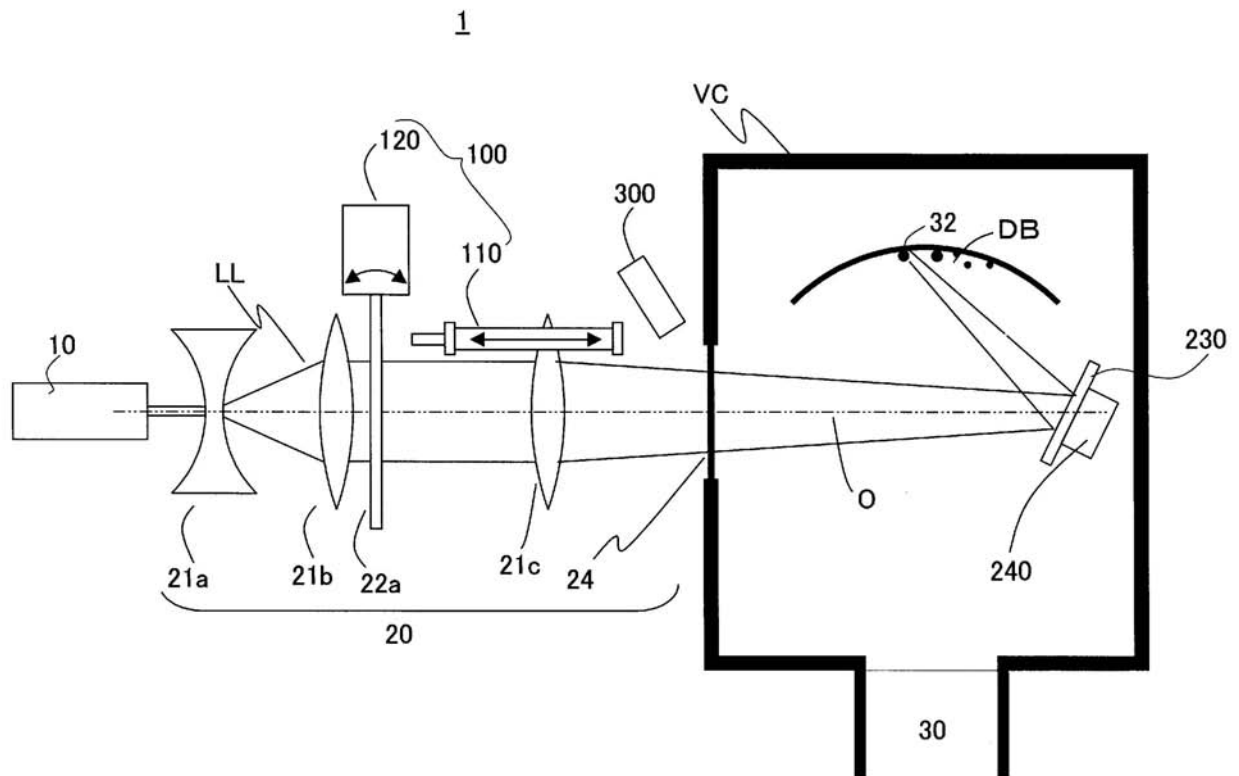
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【 図 7 】

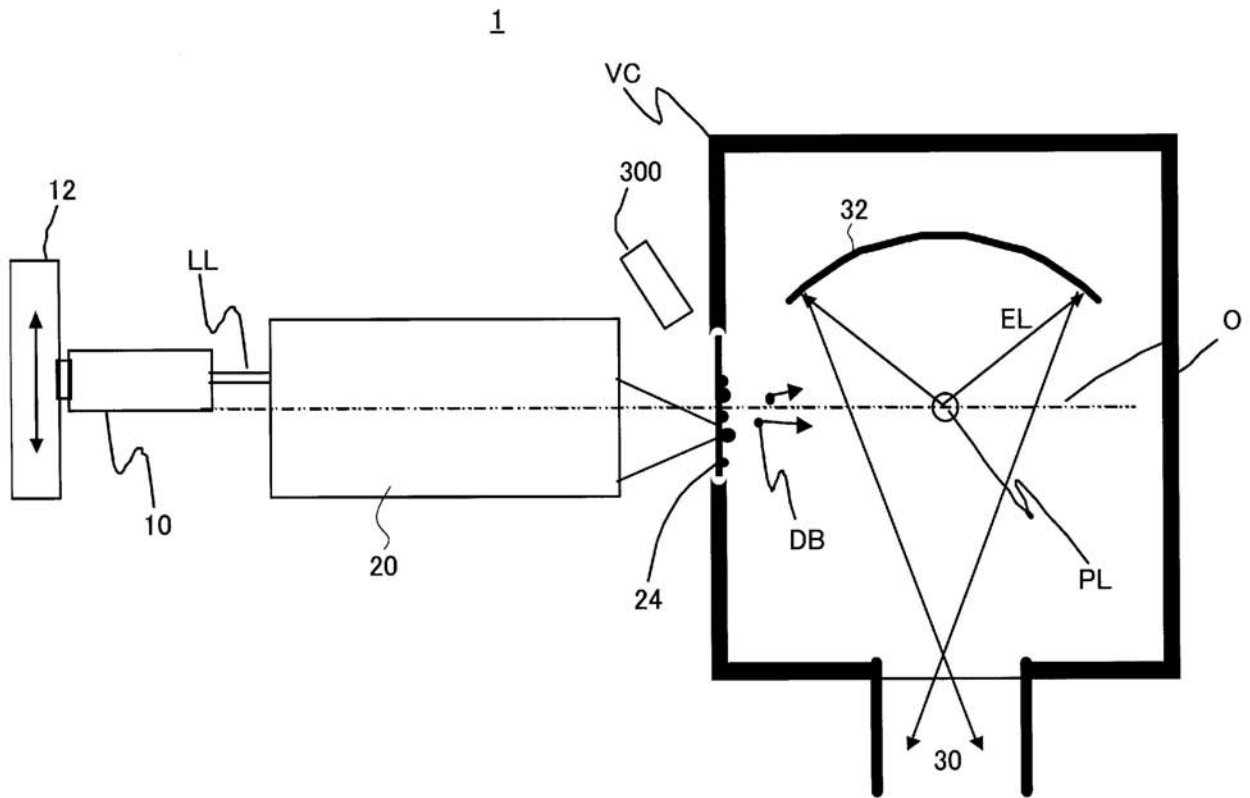
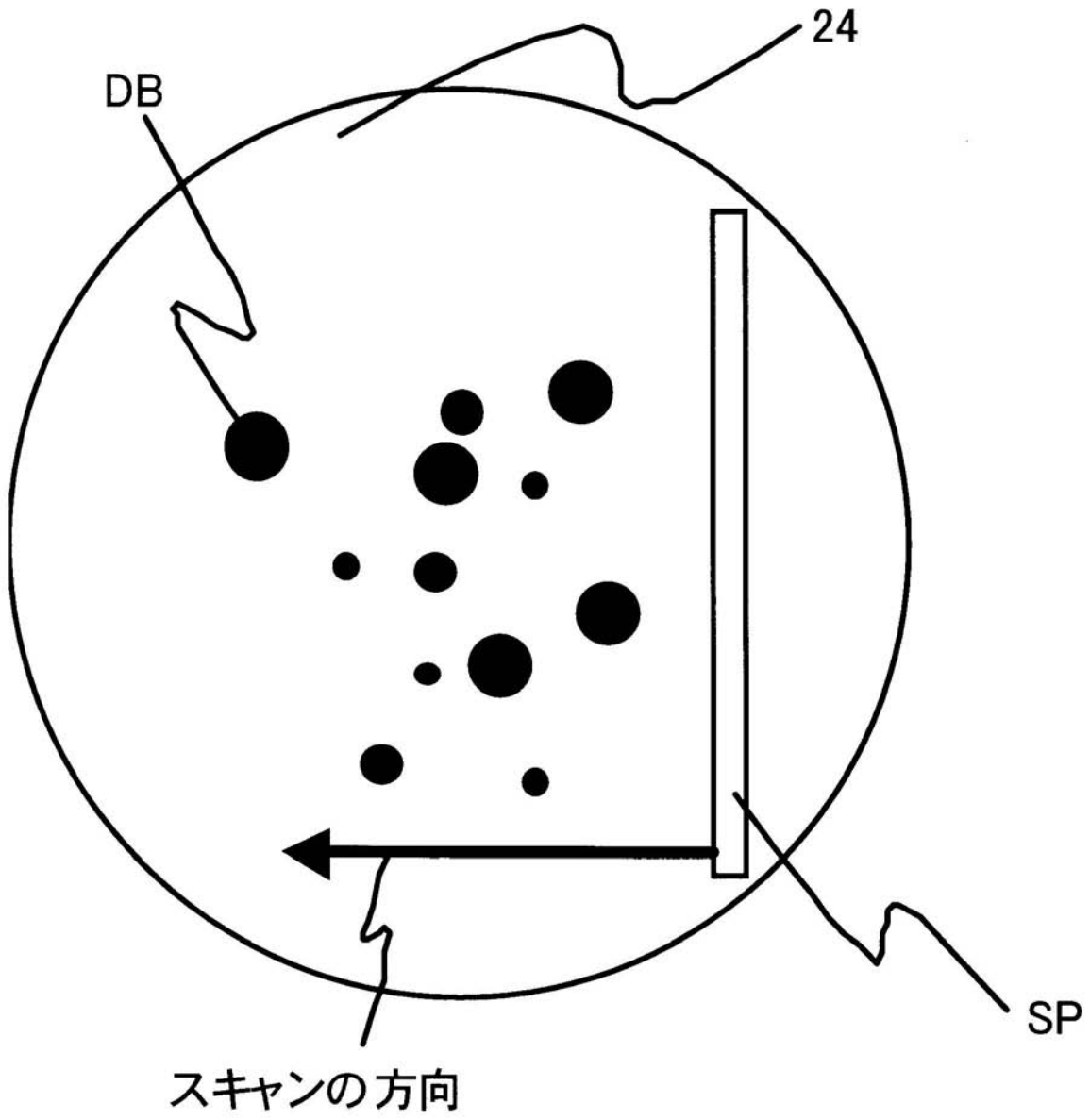


Figure 1 is a line graph showing the relationship between EUV light intensity [a.u.] (Y-axis) and the number of laser shots (X-axis). The Y-axis ranges from 0 to 1.0, and the X-axis ranges from 0 to 20,000. Two curves are plotted: a solid line labeled '本発明' (Invention) and a dashed line labeled '従来例' (Conventional Example). The 'Invention' curve shows a sawtooth pattern, where the intensity resets to 1.0 after each shot and then decays. The 'Conventional Example' curve shows a continuous, smooth decay from 1.0 to approximately 0.45 over 20,000 shots.

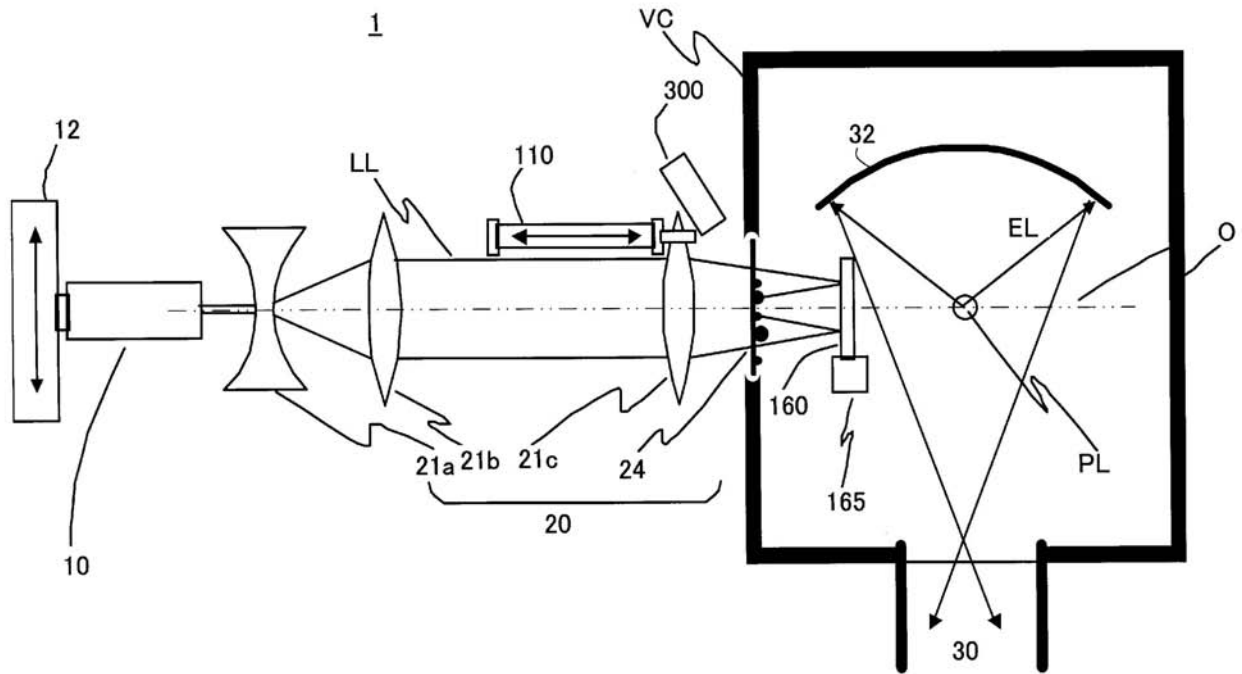
レーザーショット数 (Laser Shots)	本発明 EUV光強度 [a.u.] (Invention EUV Intensity [a.u.])	従来例 EUV光強度 [a.u.] (Conventional Example EUV Intensity [a.u.])
0	1.00	1.00
2,500	1.00 (after reset)	0.85
5,000	0.90 (after reset)	0.75
7,500	1.00 (after reset)	0.65
10,000	0.85 (after reset)	0.55
12,500	1.00 (after reset)	0.45
15,000	0.80 (after reset)	0.35
17,500	1.00 (after reset)	0.25
20,000	0.90 (after reset)	0.15



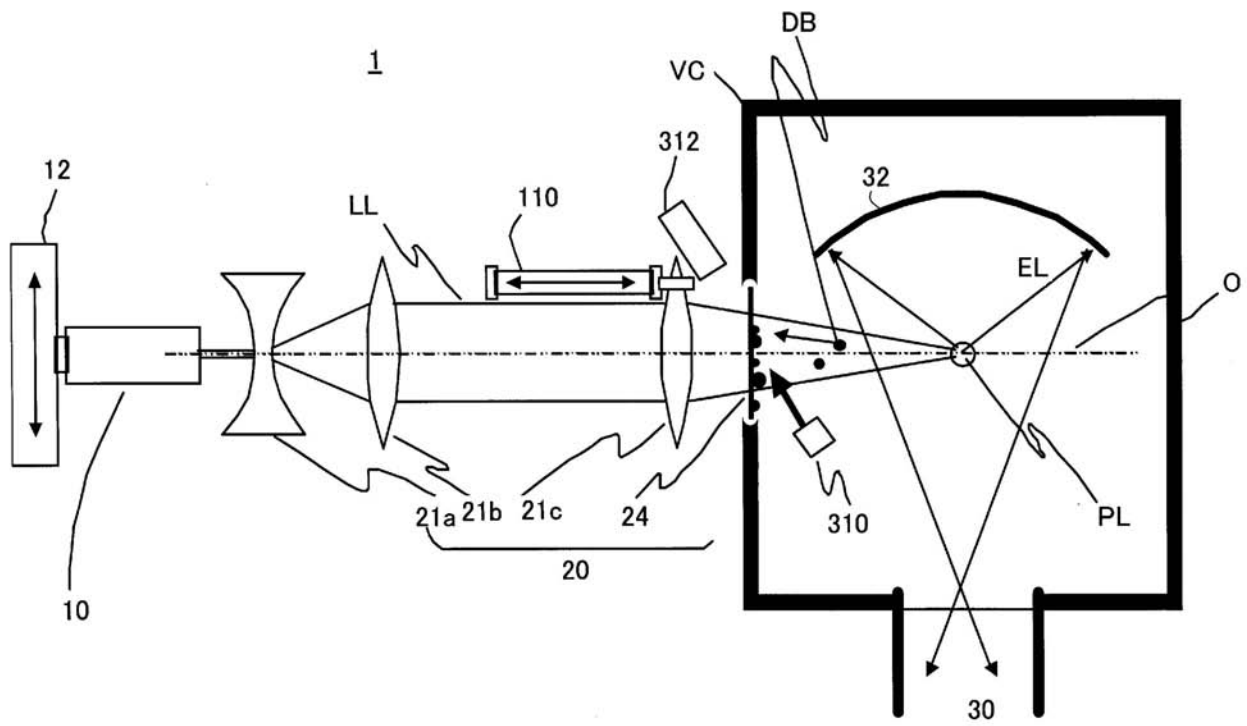
【図 11】



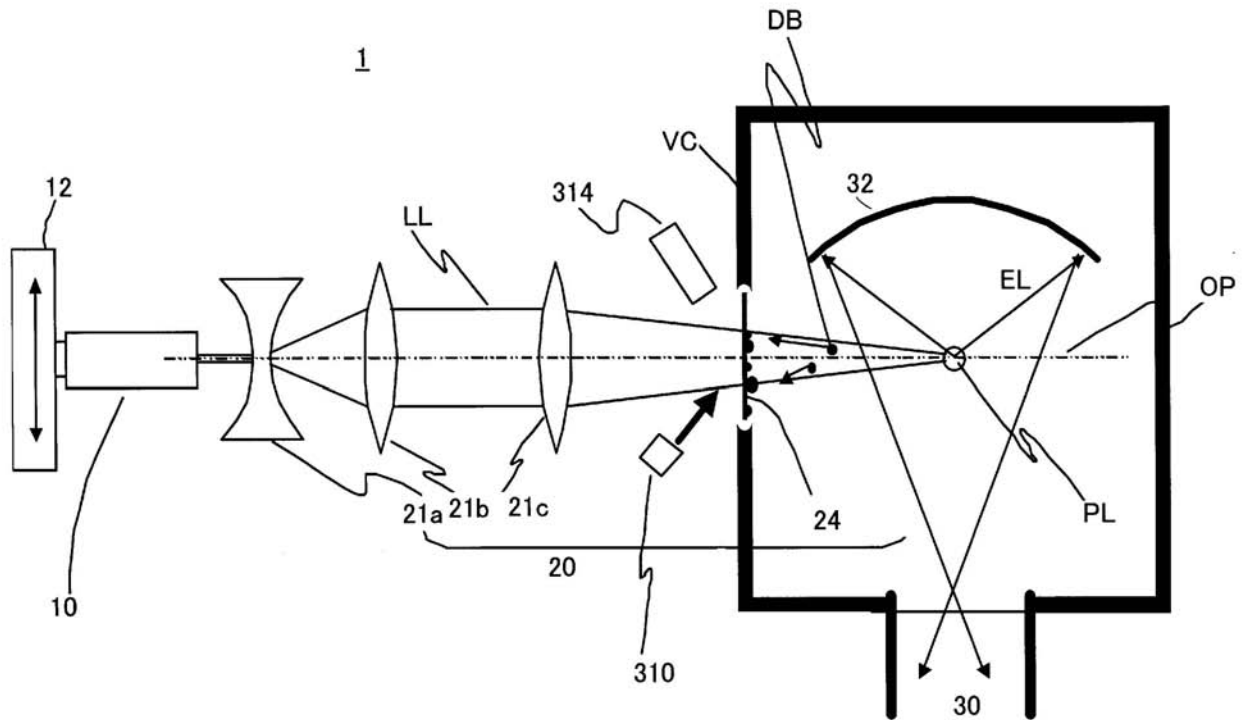
【図 1 2】



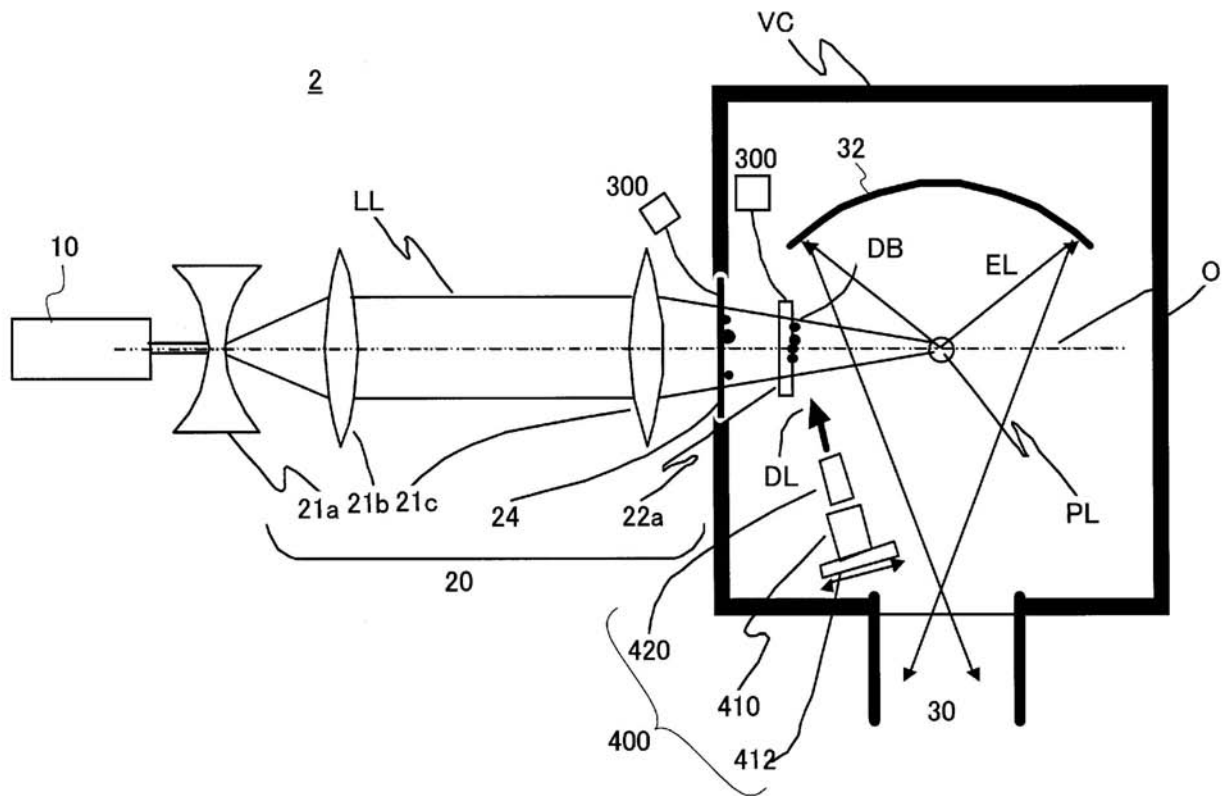
【図 1 3】



【図 14】



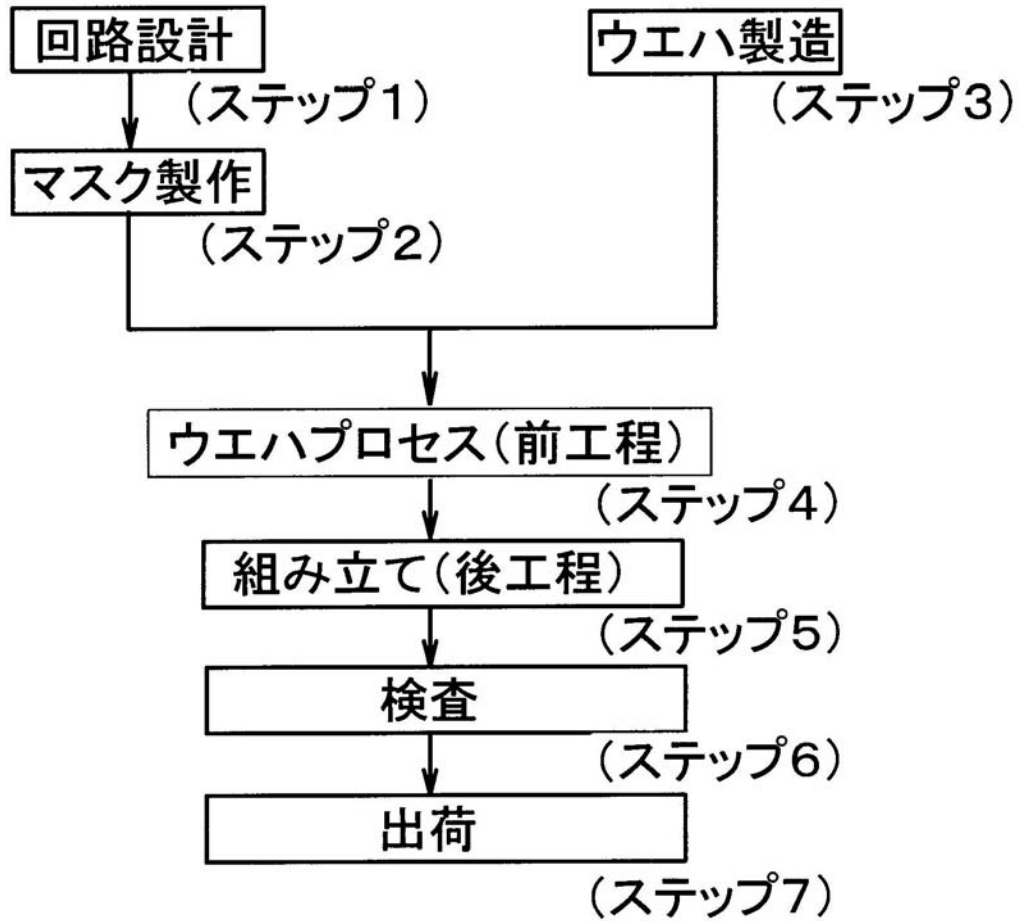
【図 15】



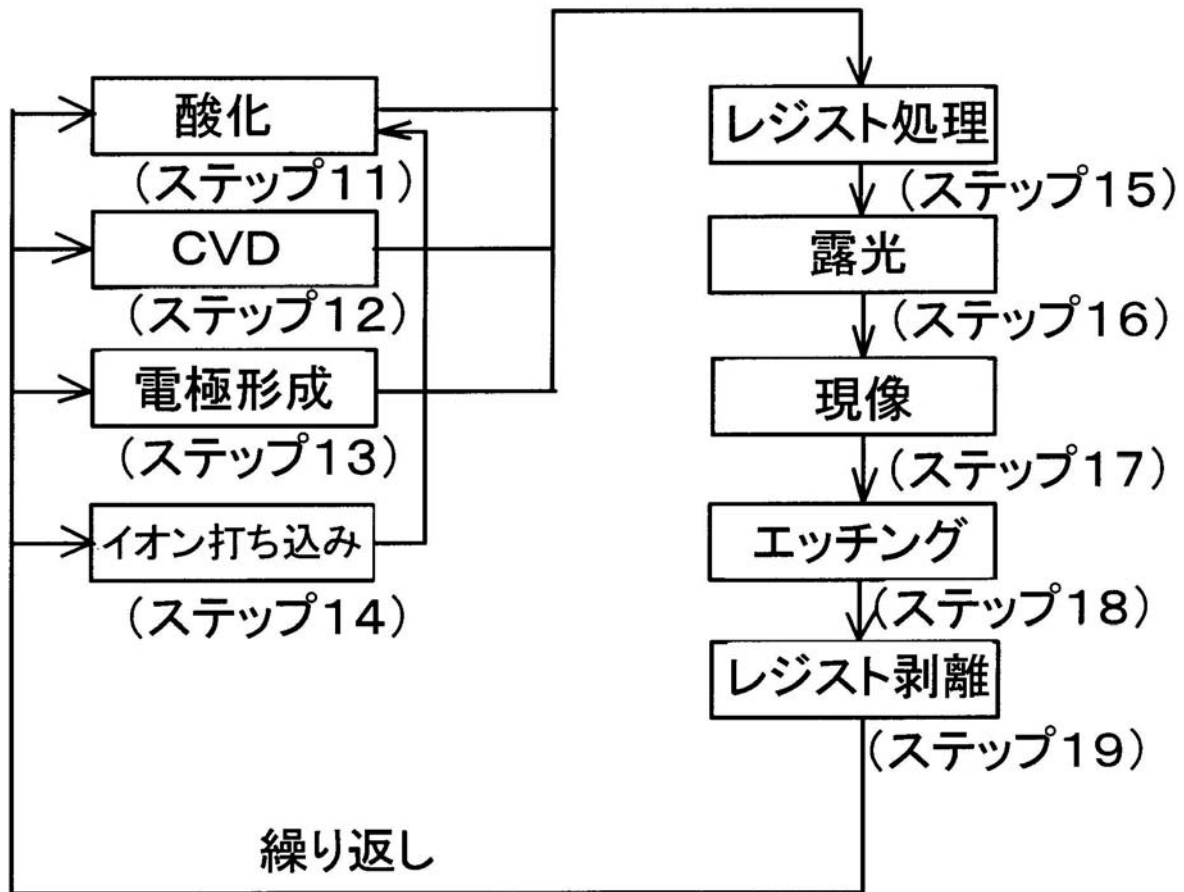




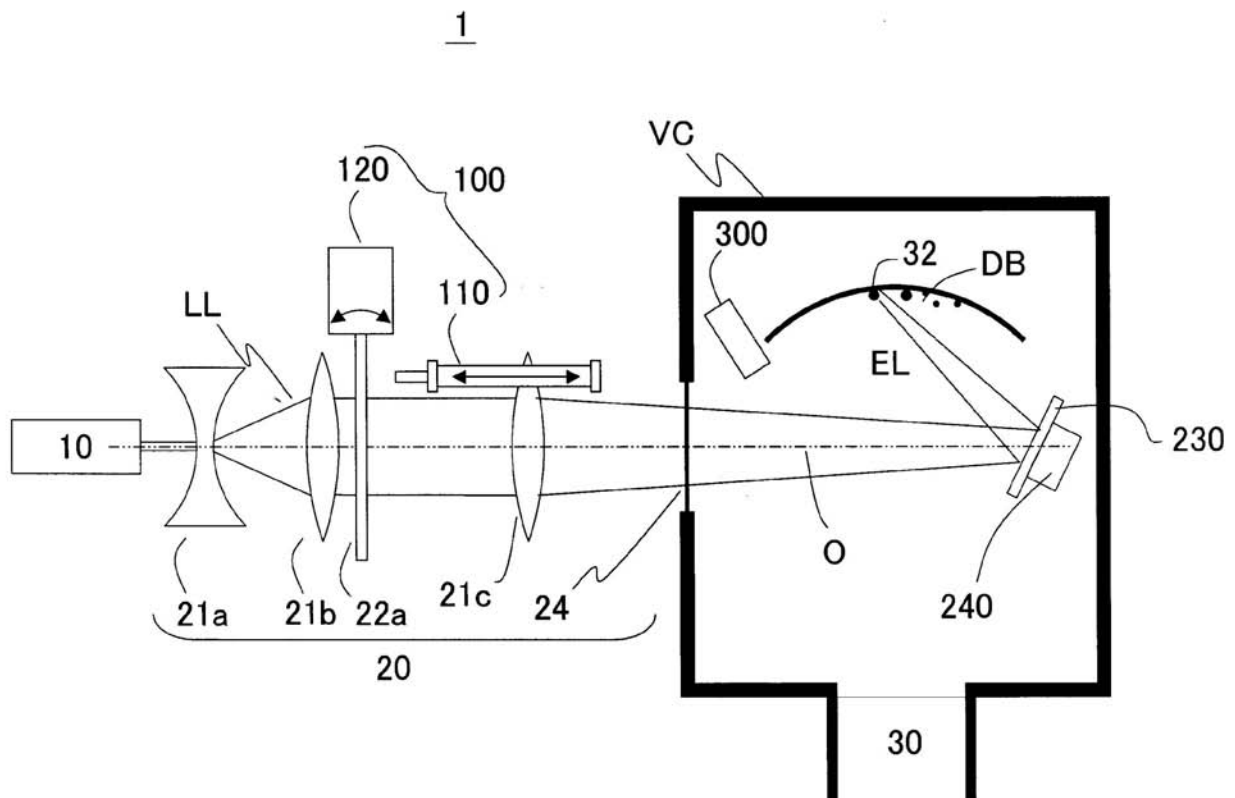
【図 18】



【図 19】



【図 20】



---

フロントページの続き(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 5 H 1/24

F I

H 0 5 H 1/24

H 0 1 L 21/30 5 0 3 G

H 0 5 G 1/00 K

テーマコード(参考)