

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 1 区分

【発行日】平成 19 年 5 月 31 日 (2007.5.31)

【公開番号】特開 2005-310453 (P2005-310453A)

【公開日】平成 17 年 11 月 4 日 (2005.11.4)

【年通号数】公開・登録公報 2005-043

【出願番号】特願 2004-123502 (P2004-123502)

【国際特許分類】

**H 0 5 G 2/00 (2006.01)**

**G 0 1 N 23/20 (2006.01)**

**G 0 3 F 7/20 (2006.01)**

**G 2 1 K 5/00 (2006.01)**

**G 2 1 K 5/02 (2006.01)**

**G 2 1 K 5/08 (2006.01)**

**H 0 5 H 1/24 (2006.01)**

**H 0 1 L 21/027 (2006.01)**

【F I】

H 0 5 G 1/00 K

G 0 1 N 23/20

G 0 3 F 7/20 5 0 3

G 0 3 F 7/20 5 2 1

G 2 1 K 5/00 Z

G 2 1 K 5/02 X

G 2 1 K 5/08 X

H 0 5 H 1/24

H 0 1 L 21/30 5 3 1 S

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 4 月 11 日 (2007.4.11)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ターゲットにレーザー光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源装置であって、

前記ターゲットの位置を検出する第 1 の検出手段と、

前記レーザー光の集光点の位置を調整する調整手段と、

前記第 1 の検出手段が検出する前記ターゲットの位置と前記レーザー光の集光点が一致するように、前記調整手段を制御する第 1 の制御部とを有することを特徴とする光源装置

。

【請求項 2】

前記プラズマから放射される光の集光点の位置を検出する第 2 の検出手段と、

前記プラズマから放射される光の集光点の位置を変動させる変動手段と、

前記第 2 の検出手段が検出する前記光の集光点の位置を、安定した強度の前記光が供給できる範囲内となるように、前記変動手段を制御する第 2 の制御部とを有することを特徴とする請求項 1 記載の光源装置。

**【請求項 3】**

前記第 1 の制御部と前記第 2 の制御部は、同一であることを特徴とする請求項 2 記載の光源装置。

**【請求項 4】**

前記調整手段は、前記レーザー光を集光する光学系と、

前記光学系を駆動する駆動機構とを有することを特徴とする請求項 1 記載の光源装置。

**【請求項 5】**

前記変動手段は、前記プラズマから放射される光を集光する集光ミラーと、

前記集光ミラーの位置及び姿勢を駆動する駆動機構とを有することを特徴とする請求項 1 記載の光源装置。

**【請求項 6】**

ターゲットにレーザー光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源装置であって、

前記ターゲットの位置が変動したときに、前記レーザー光の集光点が前記ターゲットの供給位置に照射されるように、前記レーザー光の集光点の位置を制御する手段を有する光源装置。

**【請求項 7】**

ターゲットにレーザー光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源装置であって、

前記ターゲットの位置変動によって前記光の発生位置が変動したときに、前記光の集光点の変動しないように、前記光を集光する集光ミラーの位置、姿勢及び形状の少なくとも一を制御する手段を有することを特徴とする光源装置。

**【請求項 8】**

前記ターゲットは、液滴であることを特徴とする請求項 1、6、7 のうちいずれか一項記載の光源装置。

**【請求項 9】**

前記光は、20nm以下の波長を有することを特徴とする請求項 1、6、7 のうちいずれか一項記載の光源装置。

**【請求項 10】**

ターゲットにレーザー光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方法であって、

前記ターゲットの位置を取得するステップと、

前記取得ステップで取得した前記ターゲットの位置に、前記レーザー光が集光するように、前記レーザー光の集光点を調整する光学系の駆動量を算出するステップと、

前記算出ステップで算出した駆動量に従って、前記光学系を駆動するステップとを有することを特徴とする光発生方法。

**【請求項 11】**

ターゲットにレーザー光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方法であって、

前記ターゲットの位置を取得するステップと、

前記取得ステップで取得した前記ターゲットの位置から前記プラズマの位置を算出する第 1 の算出ステップと、

前記第 1 の算出ステップで算出された前記プラズマの位置を基に、前記レーザー光の集光点が前記ターゲットの供給位置となるように、前記レーザー光の集光点の位置を変動させる集光ミラーの駆動量を算出する第 2 の算出ステップと、

前記算出ステップで算出した駆動量に従って、前記集光ミラーを駆動するステップとを有することを特徴とする光発生方法。

**【請求項 12】**

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 9 記載のうちいずれか一項記載の光源装置と、

前記光源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 13】

請求項 12 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を露光する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。

【請求項 14】

被測定体の反射率を測定する測定装置であって、  
請求項 1 乃至 9 記載のうちいずれか一項記載の光源装置と、  
前記光源装置から取り出された光を前記被測定体に照射する照射手段と、  
前記被測定体から反射した前記光を検出する検出手段とを有することを特徴とする測定装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0001

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0001】

本発明は、光源装置に係り、特に、半導体チップ、液晶パネル等の表示素子、磁気ヘッド等の検出素子、CCD等の撮像素子といった各種デバイス、マイクロメカニクスで用いる微細パターンの製造に用いられる露光装置に用いられる光源に関する。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。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0002

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0002】

フォトリソグラフィー技術を用いて半導体メモリ等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）に描画されたパターンを投影光学系によってウェハに投影して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。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0003

【補正方法】変更

【補正の内容】

【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ている。そして、超高压水銀ランプ（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。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0005

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0005】

EUV光源としては、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を照射し、発生したプラズマから放射される、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。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

このようなEUV光源は、上述したように、半導体製造においてその光源として注目されているが、一般に、EUV露光装置において、光学素子のアライメントが終了すると、それ以降の調整（例えば、EUV光の集光点の位置補正など）は行われていなかった。なお、EUV光源の調整として、単に、EUV光の発生位置を所定の位置に保つ提案はされている（例えば、特許文献1参照。）。かかる提案は、プラズマ（の発生位置）から発生するEUV光をピンホールカメラとCCDによって検知する。そして、ターゲットを供給する位置、若しくは、パルスレーザーを照射する位置（パルスレーザーの集光点の位置）を制御することで、EUV光の発生位置を制御している。

【特許文献1】特開2000-56099号公報

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

そこで、本発明は、ターゲットに対して最適な位置にレーザーを照射すると共に、発生する光の集光点の位置を所定の位置に維持し、優れた露光性能を有する露光装置を実現することを可能とする光源装置、当該光源装置を有する露光装置を提供する。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0011

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0011】

本発明の別の側面としての光源装置は、ターゲットにレーザー光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源装置であって、前記ターゲットの位置が変動したときに、前記レーザー光の集光点が前記ターゲットの供給の位置に照射されるように、前記レーザー光の集光点の位置を制御する手段を有する。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0014

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0014】

本発明の更に別の側面としての光発生方法は、ターゲットにレーザー光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方法であって、前記ターゲットの位置を取得するステップと、前記取得ステップで取得した前記ターゲットの位置から前記プラズマの位置を算出する第1の算出ステップと、前記第1の算出ステップで算出された前記プラズマの位置を基に、前記レーザー光の集光点が前記ターゲットの供給の位置となるように、前記レーザー光の集光点の位置を変動させる集光ミラーの駆動量を算出する第2の算出ステップと、前記算出ステップで算出した駆動量に従って、前記集光ミ

ラーを駆動するステップとを有することを特徴とする。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

本発明によれば、ターゲットに対して最適な位置にレーザーを照射すると共に、発生する光の集光点の位置を所定の位置に維持し、優れた露光性能を有する露光装置を実現する光源装置、当該光源装置を有する露光装置を提供することができる。

【手続補正 11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0023

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0023】

レーザー光源部 20 は、ターゲット T G に向けてレーザー光 L L を射出し、プラズマ P L を生成する。レーザー光 L L は、本実施形態では、パルスレーザーである。ターゲット T G (プラズマ P L) から放射される E U V 光 E L の平均強度を高くするためにはパルスレーザーの繰り返し周波数は高い方がよいため、レーザー光源部 20 は、通常数 k H z の繰り返し周波数で運転される。

【手続補正 12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0027

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0027】

変動手段 40 は、プラズマ P L から放射される E U V 光 E L の集光点 E C P の位置を変動させる機能を有し、集光ミラー 42 と、駆動装置 44 とを有する。プラズマ P L は、非常に高温であり、例えば、露光に適した E U V 光 E L を発生する。

【手続補正 13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

集光ミラー 42 は、例えば、反射面に光を強め合う作用を有する多層膜を設けた回転楕円形の多層膜ミラーからなる。20nm以下の波長を有する E U V 光 E L を反射することが可能な多層膜は、モリブデン (M o) 層とシリコン (S i) 層を交互に 20 層ほど積層した M o / S i 多層膜や、M o 層とベリリウム (B e) 層を交互に積層した M o / B e 多層膜等である。

【手続補正 14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

駆動装置 44 は、集光ミラー 42 の位置及び姿勢を駆動する機能を有する。駆動装置 44 が集光ミラー 42 の位置及び姿勢を駆動することで、集光ミラー 42 の焦点位置が変動し、その結果、E U V 光 E L の集光点 E C P の位置が変動する。なお、駆動装置 44 は、

集光ミラー 4 2 の形状（即ち、曲率や焦点位置）を変える機能を有してもよい。例えば、集光ミラー 4 2 を複数の板部材で構成し、かかる板部材を駆動装置 4 4 が駆動することで集光ミラー 4 2 の形状を変える。また、複数の異なる形状の集光ミラー 4 2 をターレットに配置し、かかるターレットを駆動装置 4 4 で駆動させて集光ミラー 4 2 を交換させることもできる。

【手続補正 1 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 3】

制御部 6 0 は、図示しない CPU、メモリを有し、光源装置 1 の動作を制御する。制御部 6 0 は、駆動機構 3 4、駆動装置 4 4、ターゲット検出手段 5 0 と電氣的に接続されている。制御部 6 0 は、本実施形態では、ターゲット検出手段 5 0 からの検出結果を基に、調整手段 3 0 を制御する。換言すれば、制御部 6 0 は、ターゲット検出手段 5 0 が検出するターゲット T G の位置とレーザー光 L L の集光点 L C P が一致するように、駆動機構 3 4 を介して、レーザー光 L L の集光点 L C P の位置を制御する。また、ターゲット T G が所定の位置 T S P からずれて供給された際、E U V 光 E L の集光点 L C P の位置がターゲット T G の供給位置に応じて変動する（プラズマ P L の生成される位置が変わるため）。そこで、制御部 6 0 は、集光点 E C P が所定の位置 E S P となるように、変動手段 4 0 を制御する。

【手続補正 1 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 4】

以下、ターゲット T G の位置とレーザー光 L L の集光点 L C P を一致させる制御について説明する。まず、ターゲット供給装置 1 0 から供給されるターゲット T G の位置をターゲット検出手段 5 0 で検出する。ターゲット検出手段 5 0 の検出したターゲット T G の位置に基づいて、制御部 6 0 は、駆動機構 3 4 を介してレーザー光学系 3 2 を駆動し、レーザー光 L L の集光点 L C P がターゲット T G の位置と一致するように調整する。

【手続補正 1 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 4 1】

図 4 は、E U V 光 E L の集光点 E C P の位置の補正について説明する図である。上述したように、ターゲット T G が供給される位置に応じてレーザー光 L L の集光点 L C P を変えると、それに応じてプラズマ P L が生成される位置も変わる。そして、図 4 ( a ) に示すように、E U V 光 E L の集光点 E C P が所定の位置 E S P からずれてしまう。そこで、制御部 6 0 に制御された駆動装置 4 4 を介して集光ミラー 4 2 の位置及び姿勢を変え、図 4 ( b ) に示すように、E U V 光 E L の集光点 E C P と所定の位置 E S P とのずれを補正する。

【手続補正 1 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 4 3

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【 0 0 4 3 】

算出された E U V 光 E L の発光位置の変動により、制御部 6 0 は、集光点 E C P の位置を所定の位置 E S P と一致させるために必要な集光ミラー 4 2 の駆動量を算出し、駆動装置 4 4 を介して集光ミラー 4 2 の位置及び姿勢を制御する。E U V 光 E L の発光点と集光点 E C P の位置の関係は、発光点と集光ミラー 4 2、集光点 E C P の位置関係を予め計測しておき、かかる計測結果に基づいて、集光ミラー 4 2 の駆動量を算出する。

## 【 手続補正 1 9 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 4 4

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 4 4 】

以上、説明したように、光源装置 1 によれば、ターゲット T G に対して常に一定の位置にレーザー光 L L を照射する（レーザー光 L L がターゲット T G に常に集光する）。なおかつ、発生する E U V 光 E L の集光点 E C P を所定の範囲内に制御することができるため、安定した位置及び強度の E U V 光 E L を発生することが可能となる。

## 【 手続補正 2 0 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 2

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 5 2 】

光源装置 1 の動作において、レーザー光源部 2 0 から射出されたレーザー光 L L は、レーザー光学系 3 2 で集光され、レーザー導入窓 L W からチャンバ C B 内へ導かれる。チャンバ C B に導入されたレーザー光 L L は、ターゲット供給装置 1 0 から供給されるターゲット T G に照射され、プラズマ P L を生成する。プラズマ P L から発生した E U V 光 E L は、集光ミラー 4 2 で集光され、例えば、後段の光学系に導かれる。このとき、光源装置 1 は、調整手段 3 0 及び変動手段 4 0 によって、ターゲット T G に対して最適な位置にレーザー光 L L を照射すると共に、発生する E U V 光 E L の集光点 E C P の位置を所定の位置に維持することができる。そのため、例えば、優れた露光性能を有する露光装置を実現することができる。

## 【 手続補正 2 1 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 5

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

## 【 0 0 5 5 】

本発明の露光装置 3 0 0 は、E U V 光（例えば、波長 1 3 . 4 n m）を用いて、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 3 2 0 に形成された回路パターンを被処理体 3 4 0 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。

## 【 手続補正 2 2 】

【 補正対象書類名 】 明細書

【 補正対象項目名 】 0 0 5 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0056】

ここで、図9を参照する。露光装置300は、照明装置310と、レチクル320を載置するレチクルステージ325と、投影光学系330と、被処理体340を載置するウェハステージ345と、アライメント検出機構350と、フォーカス位置検出機構360とを有する。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0065

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0065】

アライメント検出機構350は、レチクル320の位置と投影光学系330の光軸との位置関係、及び、被処理体340の位置と投影光学系330の光軸との位置関係を計測する。また、レチクル320の投影像が被処理体340の所定の位置に一致するようにレチクルステージ325及びウェハステージ345の位置と角度を設定する。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0071】

図12を参照するに、測定装置400は、レーザー光源部20で発生したレーザー光Lをレーザー光学系32で集光及び反射して、ターゲット供給装置10から供給されたターゲットTGに対して照射することでEUV光ELを発生する。EUV光ELは、集光ミラー42で集光され、前置鏡410及びスリット420を通過し、回折格子430で分光された後、スリット440で所望の波長のみが選択される。そして、後置鏡450で再び反射された後、被測定体OMに照射され、被測定体OMで反射された光の大きさを検出器460で検出する。測定装置400は、光源装置1を用いることにより、より高精度な反射率の測定を行うことが可能となる。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0074】

1	光源装置
10	ターゲット供給装置
20	レーザー光源部
30	調整手段
32	レーザー光学系
32a	平面ミラー
34	駆動機構
40	変動手段
42	集光ミラー
44	駆動装置
50	ターゲット検出手段
60	制御部
70	集光点検出手段



7 0 A	4 分割 センサ
7 2	ピンホール
7 4 a 乃至 7 4 d	センサ
8 0	制御部
3 0 0	露光装置
4 0 0	測定装置