

【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2区分

【発行日】平成18年3月23日(2006.3.23)

【公開番号】特開2000-200747(P2000-200747A)

【公開日】平成12年7月18日(2000.7.18)

【出願番号】特願平11-63256

【国際特許分類】

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

**G 0 2 F 1/37 (2006.01)**

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

**H 0 1 S 3/06 (2006.01)**

**H 0 1 S 3/10 (2006.01)**

**H 0 1 S 3/108 (2006.01)**

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 1 5 B

G 0 2 F 1/37

G 0 3 F 7/20 5 0 2

G 0 3 F 7/20 5 0 5

H 0 1 S 3/06 B

H 0 1 S 3/10 Z

H 0 1 S 3/108

H 0 1 L 21/30 5 1 6 D

【手続補正書】

【提出日】平成18年2月2日(2006.2.2)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

赤外域から可視域までの波長範囲内で単一波長のレーザー光を発生させる単一波長発振レーザーを有するレーザー光発生部と、

前記レーザー光発生部によって発生されたレーザー光を複数回増幅する複数のファイバー光増幅器を有する光増幅器と、

前記増幅されたレーザー光を複数の非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換する波長変換部とを備え、

単一波長の紫外光を発生することを特徴とするレーザー装置。

【請求項2】

前記単一波長発振レーザーは、前記発生させるレーザー光の発振波長を制御する発振波長制御手段を備えることを特徴とする請求項1に記載のレーザー装置。

【請求項3】

前記単一波長発振レーザーから発生されるレーザー光を複数に分岐する光分岐手段をさらに備え、前記光増幅器は、前記光分岐手段から発生される複数の分岐光をそれぞれ増幅することを特徴とする請求項1又は2に記載のレーザー装置。

【請求項4】

前記光分岐手段は、前記単一波長発振レーザーから発生されるレーザー光を複数に並列分岐するスプリッタを有するとともに、前記スプリッタの射出側には、互いに長さの異なるフ

ファイバーが設けられることを特徴とする請求項 3 に記載のレーザ装置。

【請求項 5】

前記互いに長さの異なるファイバーは、その出力端における前記複数の分岐光の遅延間隔が略一定間隔となるようにその長さがそれぞれ定められることを特徴とする請求項 4 に記載のレーザ装置。

【請求項 6】

前記互いに長さの異なるファイバーは、前記遅延間隔が、前記スプリッタに入射するレーザ光の繰り返し周波数と前記スプリッタにより並列分岐される分岐光路数との積の逆数となるようにその長さがそれぞれ定められることを特徴とする請求項 5 に記載のレーザ装置。

【請求項 7】

前記光分岐手段は、時分割光分岐手段 (Time Division Multiplexer) を有することを特徴とする請求項 3 に記載のレーザ装置。

【請求項 8】

前記光増幅器はその出力端におけるファイバー出力端部のコアがテーパ状に広がって形成されることを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 9】

前記光増幅器はその出力端におけるファイバー出力端部に前記増幅したレーザ光を透過する窓部材が設けられることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 10】

前記光増幅器は、エルビウム・ドープ・ファイバー光増幅器を有することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 11】

前記光増幅器は、エルビウムおよびイットリビウムをともにドープしたファイバー光増幅器を有することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 12】

前記単一波長発振レーザから発生されるレーザ光を複数に分岐する光分岐手段をさらに備え、前記光増幅器は、前記複数のファイバー光増幅器の 1 つと並列に設けられる光ファイバー増幅器を有し、該並列に設けられる複数のファイバー光増幅器によって前記光分岐手段から発生される複数の分岐光をそれぞれ増幅することを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 13】

前記光増幅器は、前記紫外光の出力、あるいは前記増幅した複数の分岐光の各出力を調整するために、前記並列に設けられる複数のファイバー光増幅器の各々の励起強度を制御するファイバー出力制御手段を有することを特徴とする請求項 12 に記載のレーザ装置。

【請求項 14】

前記光増幅器は、前記増幅した複数の分岐光をそれぞれ出力する複数のファイバー出力端が 1 つに束ねられる、もしくは複数の出力群に分けられ、かつ出力群毎に束ねられることを特徴とする請求項 12 又は 13 に記載のレーザ装置。

【請求項 15】

前記光増幅器は、前記複数のファイバー出力端の一部を束ねた第 1 の出力群と、前記第 1 の出力群を除いた残りのファイバー出力端を 1 つに束ねる、もしくは複数の出力群に略均等に分けて各々束ねた第 2 の出力群とを有することを特徴とする請求項 14 に記載のレーザ装置。

【請求項 16】

前記光増幅器は、前記複数のファイバー出力端が複数の出力群に分けられて各々束ねられ、前記出力群毎にそのファイバー出力端部に設けられ、前記増幅した各分岐光を透過する窓部材を有することを特徴とする請求項 14 又は 15 に記載のレーザ装置。

【請求項 17】

前記光増幅器は、前記複数のファイバー出力端が複数の出力群に分けられて各々束ねられ、前記波長変換部は前記出力群ごとに設けられることを特徴とする請求項14～16のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項18】

前記波長変換部の入力側には、前記光増幅器から射出されるレーザ光を前記非線形光学結晶に集光して入射させる集光光学素子を有することを特徴とする請求項1～17のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項19】

前記光増幅器は、前記増幅したレーザ光を出力する複数のファイバー出力端が複数の出力群に分けられて各々束ねられ、前記集光光学素子は、前記出力群ごとに設けられることを特徴とする請求項18に記載のレーザ装置。

【請求項20】

前記集光光学素子は、前記光増幅器の出力群ごとに束ねられた出力端部を、それぞれの出力群ごとにレンズとすることにより設けることを特徴とする請求項19に記載のレーザ装置。

【請求項21】

前記集光光学素子は、前記増幅したレーザ光を出力する前記光増幅器の複数のファイバー出力端にそれぞれ設けられることを特徴とする請求項18に記載のレーザ装置。

【請求項22】

前記集光光学素子は、前記光増幅器の複数のファイバー出力端部をそれぞれレンズとすることにより設けることを特徴とする請求項21に記載のレーザ装置。

【請求項23】

前記レーザ光発生部は、波長が1.5 μm付近の単一波長のレーザ光を発生し、  
前記波長変換部は、前記光増幅器から出力される前記波長1.5 μm付近の基本波を、8倍高調波又は10倍高調波の紫外光として発生させることを特徴とする請求項1～22のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項24】

前記単一波長発振レーザは、1.51 μm～1.59 μmの範囲内に発振波長を持つDFB半導体レーザもしくはファイバーレーザであり、  
前記波長変換部は、発生波長が189 nm～199 nmの範囲内である8倍高調波を発生することを特徴とする請求項23に記載のレーザ装置。

【請求項25】

前記単一波長発振レーザは、1.544 μm～1.552 μmの範囲内に発振波長を持つレーザ光を発生し、  
前記波長変換部は、発生波長がArFエキシマレーザの発振波長と略同一波長である193 nm～194 nmの範囲内の8倍高調波を発生することを特徴とする請求項23又は24に記載のレーザ装置。

【請求項26】

前記波長変換部は、前記基本波と、前記基本波の7倍高調波とから、和周波発生により前記基本波の8倍高調波を発生する第1の非線形光学結晶を有することを特徴とする請求項23～25のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項27】

前記波長変換部は、  
前記基本波から2次高調波発生により2倍高調波を発生する第2の非線形光学結晶と、  
前記基本波と前記2倍高調波とから和周波発生により前記基本波の3倍高調波を発生する第3の非線形光学結晶と、  
前記2倍高調波の2次高調波発生により前記基本波の4倍高調波を発生する第4の非線形光学結晶と、  
前記基本波の3倍高調波と前記基本波の4倍高調波とから和周波発生により前記基本波の7倍高調波を発生する第5の非線形光学結晶とを有することを特徴とする請求項26に

記載のレーザ装置。

【請求項 28】

前記第 1 ~ 第 4 の非線形光学結晶は  $\text{LiB}_3\text{O}_5$  (LBO) 結晶であり、

前記第 5 の非線形光学結晶は  $\text{BaB}_2\text{O}_4$  (BBO) 結晶もしくは  $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$  (CLBO) 結晶であることを特徴とする請求項 27 に記載のレーザ装置。

【請求項 29】

前記単一波長発振レーザは、 $1.51\ \mu\text{m} \sim 1.59\ \mu\text{m}$  の範囲内に発振波長を持つ DF B 半導体レーザもしくはファイバーレーザであり、

前記波長変換部は、発生波長が  $151\ \text{nm} \sim 159\ \text{nm}$  の範囲内である 10 倍高調波を発生することを特徴とする請求項 23 に記載のレーザ装置。

【請求項 30】

前記単一波長発振レーザは、 $1.57\ \mu\text{m} \sim 1.58\ \mu\text{m}$  の範囲内に発振波長を持つレーザ光を発生し、

前記波長変換部は、発生波長が  $F_2$  レーザの発振波長と略同一波長である  $157\ \text{nm} \sim 158\ \text{nm}$  の範囲内の 10 倍高調波を発生することを特徴とする請求項 23 又は 29 に記載のレーザ装置。

【請求項 31】

前記レーザ光発生部は、波長が  $1.1\ \mu\text{m}$  付近の単一波長のレーザ光を発生し、

前記波長変換部は、前記光増幅器から出力される前記波長  $1.1\ \mu\text{m}$  付近の基本波を、7 倍高調波の紫外光として発生させることを特徴とする請求項 1 ~ 22 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 32】

前記単一波長発振レーザは、 $1.03\ \mu\text{m} \sim 1.12\ \mu\text{m}$  の範囲内に発振波長を持つ DF B 半導体レーザもしくはファイバーレーザであり、

前記波長変換部は、発生波長が  $147\ \text{nm} \sim 160\ \text{nm}$  の範囲内である 7 倍高調波を発生することを特徴とする請求項 31 に記載のレーザ装置。

【請求項 33】

前記単一波長発振レーザは、 $1.099\ \mu\text{m} \sim 1.106\ \mu\text{m}$  の範囲内に発振波長を持つレーザ光を発生し、

前記波長変換部は、発生波長が  $F_2$  レーザの発振波長と略同一波長である  $157\ \text{nm} \sim 158\ \text{nm}$  の範囲内の 7 倍高調波を発生することを特徴とする請求項 31 又は 32 に記載のレーザ装置。

【請求項 34】

前記単一波長発振レーザは、イットリビウム・ドープ・ファイバーレーザであることを特徴とする請求項 31 ~ 33 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 35】

請求項 1 ~ 34 のいずれか一項に記載されるレーザ装置と、

前記レーザ装置から射出される紫外光の照射によって基板上にパターン像を形成する露光本体部とを備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 36】

前記露光本体部は、前記レーザ装置から射出される紫外光をマスク上に照射する照明光学系と、前記紫外光が照射されるマスクのパターン像を前記基板上に投影する投影光学系とを含むことを特徴とする請求項 35 に記載の露光装置。

【請求項 37】

前記光増幅器は、前記増幅したレーザ光を出力する複数のファイバー出力端が複数の出力群に分けられて各々束ねられ、

前記複数の出力群の少なくとも 1 つに対応して出力される紫外光を、前記露光装置のアライメント用光源として用いることを特徴とする請求項 35 又は 36 に記載の露光装置。

【請求項 38】

前記露光本体部は、前記パターン像を基板上に投影する投影光学系と、前記レーザ装置

から射出される紫外光を、前記投影光学系の物体面側又は像面側に配置されるマークパターンに照射するパターン検出系とを含むことを特徴とする請求項 35 ~ 37 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 39】

紫外光を用いて基板上にパターン像を転写する露光装置において、  
単一波長のレーザ光を射出するレーザ光発生部と、前記レーザ光を増幅する第 1 のファイバー光増幅器と、前記増幅されたレーザ光を複数に分岐する光分岐手段と、前記複数の分岐光をそれぞれ増幅する第 2 のファイバー光増幅器と、前記第 2 のファイバー光増幅器から射出されるレーザ光を紫外光に変換する波長変換部とを有するレーザ装置と、  
前記紫外光の照射によって前記基板上にパターン像を形成する露光本体部と、  
前記レーザ装置から射出される紫外光を前記露光本体部に伝送する伝送光学系とを備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 40】

前記レーザ光発生部は赤外光又は可視光を射出し、前記波長変換部は、前記赤外光又は可視光を、波長が 200 nm 以下の紫外光に変換することを特徴とする請求項 39 に記載の露光装置。

【請求項 41】

前記レーザ装置は前記複数の分岐光の可干渉性を低減する光学手段を有することを特徴とする請求項 39 又は 40 に記載の露光装置。

【請求項 42】

連続光を発生する光源と、  
前記連続光をパルス光に変換する光変調器と、  
前記パルス光を増幅する第 1 ファイバー光増幅器と、  
前記増幅されたパルス光を増幅する第 2 ファイバー光増幅器と、  
前記第 2 ファイバー光増幅器で増幅されたパルス光を紫外光に変換する波長変換部とを備えたことを特徴とするレーザ装置。

【請求項 43】

前記第 1 及び第 2 ファイバー光増幅器の少なくとも一方の入射側に光分岐手段を更に備え、前記光分岐手段で複数に分割されるパルス光がその後段に配置されるファイバー光増幅器に入射することを特徴とする請求項 42 に記載のレーザ装置。

【請求項 44】

前記分割された複数のパルス光をそれぞれ遅延させて前記光分岐手段の後段に配置されるファイバー光増幅器に入射させる遅延手段を更に備えたことを特徴とする請求項 43 に記載のレーザ装置。

【請求項 45】

前記第 2 ファイバー光増幅器は大モード径ファイバーであることを特徴とする請求項 42 ~ 44 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 46】

前記第 1 及び第 2 ファイバー光増幅器はそれぞれ石英ファイバー、シリケート系ファイバー、及びフッ化物系ファイバーのいずれか 1 つであることを特徴とする請求項 42 ~ 45 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 47】

前記連続光は赤外光、又は可視光であり、前記紫外光はその波長が 200 nm 以下であることを特徴とする請求項 42 ~ 46 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 48】

前記第 2 ファイバー光増幅器は ZBLAN ファイバーであることを特徴とする請求項 47 に記載のレーザ装置。

【請求項 49】

前記第 1 及び第 2 ファイバー光増幅器の間に配置される少なくとも 1 つの第 3 ファイバー光増幅器を更に備えたことを特徴とする請求項 42 ~ 48 のいずれか一項に記載のレー

ザ装置。

【請求項 5 0】

請求項 4 2 ~ 4 9 のいずれか一項に記載されたレーザ装置と、前記レーザ装置からパルス発振される紫外光をマスクに照射する照明光学系と、前記紫外光の発振、強度、及び波長の少なくとも一つを調整する調整装置とを備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 5 1】

前記調整装置は、前記光変調器に印加する制御パルスの発振と大きさを制御する第 1 制御器を有することを特徴とする請求項 5 0 に記載の露光装置。

【請求項 5 2】

前記調整装置は、前記第 1 及び第 2 ファイバー光増幅器の少なくとも一方の利得を制御する第 2 制御器を有することを特徴とする請求項 5 0 又は 5 1 に記載の露光装置。

【請求項 5 3】

前記調整装置は、前記光源の温度を制御する第 3 制御器を有することを特徴とする請求項 5 0 ~ 5 2 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 5 4】

前記マスクに形成されたマークを検出するアライメント系と、前記パルス発振される紫外光の少なくとも一部を前記アライメント系に導く伝送系とを更に備えたことを特徴とする請求項 5 0 ~ 5 3 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 5 5】

前記伝送系は、前記パルス発振される紫外光を前記照明光学系と前記アライメント系とにそれぞれ導く第 1 及び第 2 ファイバーを有することを特徴とする請求項 5 4 に記載の露光装置。

【請求項 5 6】

前記レーザ装置は前記波長変換部を複数有し、前記複数の波長変換部のうち第 1 波長変換部は、前記第 2 ファイバー光増幅器と前記第 1 ファイバーとの間、又は前記第 1 ファイバーと前記照明光学系との間に設けられることを特徴とする請求項 5 5 に記載の露光装置。

【請求項 5 7】

前記第 1 波長変換部は、前記第 1 ファイバーと前記照明光学系との間に設けられ、かつ前記照明光学系の少なくとも一部と一体に保持されることを特徴とする請求項 5 6 に記載の露光装置。

【請求項 5 8】

前記複数の波長変換部のうち第 2 波長変換部は、前記第 2 ファイバー光増幅器と前記第 2 ファイバーとの間、又は前記第 2 ファイバーと前記アライメント系との間に設けられることを特徴とする請求項 5 6 又は 5 7 に記載の露光装置。

【請求項 5 9】

前記第 2 波長変換部は、前記第 2 ファイバーと前記アライメント系との間に設けられ、かつ前記アライメント系の少なくとも一部と一体に保持されることを特徴とする請求項 5 8 に記載の露光装置。

【請求項 6 0】

前記マスクに形成されたパターンの少なくとも一部を基板上に投影する投影光学系と、前記パターンの全体を前記基板上に走査露光するために、前記投影光学系の投影倍率にほぼ応じた速度比で前記マスクと前記基板とを同期移動する駆動装置とを更に備えたことを特徴とする請求項 5 0 ~ 5 9 のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項 6 1】

光源から射出される連続光をパルス光に変換するとともに、前記パルス光を複数のファイバー光増幅器で複数回増幅し、該増幅されたパルス光を紫外光に波長変換し、前記紫外光をマスクに照射するとともに、前記マスクを介して前記紫外光で基板を露光することを特徴とする露光方法。

【請求項 6 2】

前記連続光はその波長が赤外域、又は可視域であり、前記紫外光はその波長が200nm以下であることを特徴とする請求項61に記載の露光方法。

【請求項63】

前記基板の露光に先立ち、前記紫外光の少なくとも一部を前記マスク上のマークに照射して、該マークの位置情報を検出することを特徴とする請求項62に記載の露光方法。

【請求項64】

前記光源の温度を調整して、前記紫外光の波長を制御することを特徴とする請求項62又は63に記載の露光方法。

【請求項65】

前記連続光を前記パルス光に変換する光変調器と、前記複数のファイバー光増幅器との少なくとも1つを制御して、前記紫外光の強度を調整することを特徴とする請求項62～64のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項66】

前記光変調器から発生される前記パルス光の繰り返し周波数を制御して、前記紫外光の発振間隔を調整することを特徴とする請求項65に記載の露光方法。

【請求項67】

前記光変調器と前記複数のファイバー光増幅器の1つとの間に配置され、前記パルス光を複数に時分割する時分割光分岐手段を制御して、前記紫外光の発振間隔を調整することを特徴とする請求項65又は66に記載の露光方法。

【請求項68】

請求項61～67のいずれか一項に記載された露光方法を用いて、前記基板上にデバイスパターンを転写する工程を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項69】

前記光変調器は、前記光源をその電流制御によってパルス発振させるとともに、前記光源から発振されるパルス光のパルス幅を光変調素子で小さくすることを特徴とする請求項42～49のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項70】

前記第2ファイバー光増幅器から出力されるパルス光の出力変動を補償するように、前記光源と前記光変調器との少なくとも一方を制御する制御装置を更に備えることを特徴とする請求項42～44のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項71】

前記調整装置は、前記光源をパルス発振させるために、前記光源の電流制御を行うことを特徴とする請求項50～60のいずれか一項に記載の露光装置。

【請求項72】

前記レーザ光発生部は、1.51～1.59μmの範囲内で単一波長のレーザ光をパルス発振することを特徴とする請求項1～22のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項73】

前記紫外光はその波長が200nm以下であることを特徴とする請求項72に記載のレーザ装置。

【請求項74】

前記波長変換部はNCPM(Non-Critical Phase Matching)で使用される非線形光学結晶を含むことを特徴とする請求項72又は73に記載のレーザ装置。

【請求項75】

前記波長変換部は温度制御される非線形光学結晶を含むことを特徴とする請求項72又は73に記載のレーザ装置。

【請求項76】

前記非線形光学結晶はその温度制御によって位相整合角が調整されることを特徴とする請求項75に記載のレーザ装置。

【請求項77】

前記複数の非線形光学結晶のうち光学的に最も下流に配置される非線形光学結晶の位相

整合角が調整されることを特徴とする請求項 7 6 に記載のレーザ装置。

【請求項 7 8】

前記単一波長発振レーザと前記波長変換部との間における光の波長幅の広がりを抑制する光学装置を更に備えることを特徴とする請求項 7 2 ~ 7 7 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 7 9】

前記光学装置はその少なくとも一部が前記単一波長発振レーザと前記波長変換部との間に配置されることを特徴とする請求項 7 8 に記載のレーザ装置。

【請求項 8 0】

前記光学装置の少なくとも一部は前記複数のファイバー光増幅器の間に配置されることを特徴とする請求項 7 9 に記載のレーザ装置。

【請求項 8 1】

前記光学装置は狭帯域フィルタ及びアイソレータの少なくとも一方を含むことを特徴とする請求項 7 8 ~ 8 0 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 8 2】

前記光学装置は、前記光増幅器のファイバー光増幅器のファイバー長の短縮により、そのファイバー光増幅器の非線形効果による前記波長幅の広がりを抑制することを特徴とする請求項 7 8 ~ 8 1 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 8 3】

前記複数のファイバー光増幅器のうち光学的に最も下流に配置されるファイバー光増幅器のファイバー長が短縮されることを特徴とする請求項 8 2 に記載のレーザ装置。

【請求項 8 4】

前記光増幅器はその少なくとも一部がユニットとして交換可能であることを特徴とする請求項 7 2 ~ 8 3 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 8 5】

前記レーザ光発生部は、前記単一波長発振レーザからパルス発振されるレーザ光のパルス幅を狭める光変調器を含むことを特徴とする請求項 7 2 ~ 8 4 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 8 6】

前記レーザ光発生部は、前記単一波長発振レーザから発生される連続光をパルス光に変換する光変調器を含むことを特徴とする請求項 7 2 ~ 8 4 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 8 7】

前記紫外光は、波長が 1 8 9 ~ 1 9 9 nm の範囲内の 8 倍高調波、又は波長が 1 5 1 ~ 1 5 9 nm の範囲内の 1 0 倍高調波であることを特徴とする請求項 7 2 ~ 8 6 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 8 8】

前記波長変換部は、前記増幅されたレーザ光を基本波とし、該基本波とその 7 倍高調波とから 8 倍高調波を生成して前記紫外光として発生することを特徴とする請求項 7 2 ~ 8 7 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 8 9】

前記レーザ光発生部と前記光増幅器との少なくとも一方に接続され、前記紫外光の発振特性を調整する調整装置を更に備えることを特徴とする請求項 7 2 ~ 8 8 のいずれか一項に記載のレーザ装置。

【請求項 9 0】

前記発振特性は、前記紫外光の強度、中心波長、波長幅、及び発振間隔の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする請求項 8 9 に記載のレーザ装置。

【請求項 9 1】

前記発振特性は、前記紫外光と、前記紫外光と波長が異なる光との少なくとも一方の検出によって得られる情報に基づいて調整されることを特徴とする請求項 8 9 又は 9 0 に記

載のレーザ装置。

【請求項 9 2】

請求項 7 2 ~ 9 1 のいずれか一項に記載のレーザ装置と、  
前記レーザ装置から発生される紫外光と物体に導く光学系とを備え、  
前記光学系を介して前記紫外光を前記物体に照射することを特徴とする光照射装置。

【請求項 9 3】

前記紫外光の照射によって、前記物体上のパターンの検出、前記物体の加工、あるいは  
前記物体へのパターン像の形成を行うことを特徴とする請求項 9 2 に記載の光照射装置。

【請求項 9 4】

前記物体は、デバイス製造工程で使用される基板であることを特徴とする請求項 9 2 又  
は 9 3 に記載の光照射装置。

【請求項 9 5】

請求項 7 2 ~ 9 1 のいずれか一項に記載のレーザ装置から紫外光を発生させるとともに  
、前記レーザ装置に接続される光学系を介して、前記紫外光を物体に照射することを特徴  
とする光照射方法。

【請求項 9 6】

前記紫外光の照射によって、前記物体上のパターンの検出、前記物体の加工、あるいは  
前記物体へのパターン像の形成を行うことを特徴とする請求項 9 5 に記載の光照射方法。

【請求項 9 7】

前記物体は、デバイス製造工程で使用される基板であることを特徴とする請求項 9 5 又  
は 9 6 に記載の光照射方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 0】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項 1 に係る発明のレーザ装置は、赤外域から可視域まで  
の波長範囲内で単一波長のレーザ光を発生させる単一波長発振レーザを有するレーザ光発  
生部と、このレーザ光発生部によって発生されたレーザ光を複数回増幅する複数のファイ  
バー光増幅器を有する光増幅器と、増幅されたレーザ光を複数の非線形光学結晶を用いて  
紫外光に波長変換する波長変換部とを備え、単一波長の紫外光を発生するように構成され  
る。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 1】

請求項 2 に係る発明のレーザ装置は、請求項 1 に記載のレーザ装置において、前記単一  
波長発振レーザに、前記発生させるレーザ光の発振波長を制御する発振波長制御手段を備  
えて構成される。

請求項 3 に係る発明のレーザ装置は、請求項 1 または 2 に記載のレーザ装置において、  
前記単一波長発振レーザから発生されるレーザ光を複数に分岐する光分岐手段をさらに備  
え、前記光増幅器は、光分岐手段から発生される複数の分岐光をそれぞれ増幅するよう  
に構成される。

請求項 4 に係る発明のレーザ装置は、請求項 3 に記載のレーザ装置において、前記光分  
岐手段は、前記単一波長発振レーザから発生されるレーザ光を複数に並列分岐するスプリ  
ッタを有するとともに、このスプリッタの射出側には、互いに長さの異なるファイバーが

設けられて構成される。

請求項 5 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 に記載のレーザ装置において、前記互いに長さの異なるファイバーは、その出力端における前記複数の分岐光の遅延間隔が略一定間隔となるようにその長さがそれぞれ定められて構成される。

請求項 6 に係る発明のレーザ装置は、請求項 5 に記載のレーザ装置において、前記互いに長さの異なるファイバーは、前記遅延間隔が前記スプリッタに入射するレーザ光の繰り返し周波数とスプリッタにより並列分岐される分岐光路数との積の逆数となるようにその長さがそれぞれ定められて構成される。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0022】

請求項 7 に係る発明のレーザ装置は、請求項 3 に記載のレーザ装置において、前記光分岐手段に、時分割光分岐手段 (Time Division Multiplexer) を有して構成される。

請求項 8 に係る発明のレーザ装置は、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、その出力端におけるファイバー出力端部のコアがテーパ状に広がって形成されることを特徴とする。

請求項 9 に係る発明のレーザ装置は、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、その出力端におけるファイバー出力端部に前記増幅したレーザ光を透過する窓部材が設けられて構成される。

請求項 10 に係る発明のレーザ装置は、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、エルビウム・ドープ・ファイバー光増幅器を有して構成される。

請求項 11 に係る発明のレーザ装置は、請求項 1 ~ 9 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、エルビウムおよびイットリビウムをともにドープしたファイバー光増幅器を有して構成される。

【手続補正 5】

【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】

請求項 12 に係る発明のレーザ装置は、請求項 1 ~ 11 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザから発生されるレーザ光を複数に分岐する光分岐手段をさらに備え、前記光増幅器は前記複数のファイバー光増幅器の 1 つと並列に設けられる光ファイバー増幅器を有し、該並列に設けられる複数のファイバー光増幅器によって上記光分岐手段から発生される複数の分岐光をそれぞれ増幅するように構成される。

請求項 13 に係る発明のレーザ装置は、請求項 12 に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、前記紫外光の出力、あるいは前記増幅した複数の分岐光の各出力を調整するために、前記並列に設けられる複数のファイバー光増幅器の各々の励起強度を制御するファイバー出力制御手段を有して構成される。

請求項 14 に係る発明のレーザ装置は、請求項 12 又は 13 に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、前記増幅した複数の分岐光をそれぞれ出力する複数のファイバー出力端が 1 つに束ねられる、もしくは複数の出力群に分けられ、かつ出力群毎に束ねられて構成される。

請求項 15 に係る発明のレーザ装置は、請求項 14 に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、前記複数のファイバー出力端の一部を束ねた第 1 の出力群と、この第 1 の出力群を除いた残りのファイバー出力端を 1 つに束ねる、もしくは複数の出力群に略均等に

分けて各々束ねた第2の出力群とを有することを特徴とする。

請求項16に係る発明のレーザ装置は、請求項14又は15に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、前記複数のファイバー出力端が複数の出力群に分けられて各々束ねられ、この出力群毎にそのファイバー出力端部に設けられ、前記増幅した各分岐光を透過する窓部材を有して構成される。

請求項17に係る発明のレーザ装置は、請求項14～16のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、前記複数のファイバー出力端が複数の出力群に分けられて各々束ねられ、前記波長変換部は出力群ごとに設けられることを特徴とする。

請求項18に係る発明のレーザ装置は、請求項14～16のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記波長変換部の入力側には、前記光増幅器から射出されるレーザ光を前記非線形光学結晶に集光して入射させる集光光学素子を有して構成される。

請求項19に係る発明のレーザ装置は、請求項18に記載のレーザ装置において、前記光増幅器は、前記増幅したレーザ光を出力する複数のファイバー出力端が複数の出力群に分けられて各々束ねられ、前記集光光学素子は、出力群ごとに設けられることを特徴とする。

請求項20に係る発明のレーザ装置は、請求項19に記載のレーザ装置において、前記集光光学素子は、前記光増幅器の出力群ごとに束ねられた出力端部を、それぞれの出力群ごとにレンズとすることにより設けることを特徴とする。

請求項21に係る発明のレーザ装置は、請求項18に記載のレーザ装置において、前記集光光学素子は、前記増幅したレーザ光を出力する前記光増幅器の複数のファイバー出力端にそれぞれ設けられることを特徴とする。

請求項22に係る発明のレーザ装置は、前記集光光学素子は、前記光増幅器の複数のファイバー出力端部をそれぞれレンズとすることにより設けることを特徴とする。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0024】

請求項23に係る発明のレーザ装置は、請求項1～22のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記レーザ光発生部は波長が1.5 $\mu$ m付近の単一波長のレーザ光を発生し、前記波長変換部は前記光増幅器から出力される前記波長1.5 $\mu$ m付近の基本波を8倍高調波又は10倍高調波の紫外光として発生させるように構成される。

請求項24に係る発明のレーザ装置は、請求項23に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザは1.51 $\mu$ m～1.59 $\mu$ mの範囲内に発振波長を持つDFB半導体レーザもしくはファイバーレーザであり、前記波長変換部は発生波長が189nm～199nmの範囲内である8倍高調波を発生するように構成される。

請求項25に係る発明のレーザ装置は、請求項23又は24に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザは1.544 $\mu$ m～1.552 $\mu$ mの範囲内に発振波長を持つレーザ光を発生し、前記波長変換部は発生波長がArFエキシマレーザの発振波長と略同一波長である193nm～194nmの範囲内の8倍高調波を発生するように構成される。

請求項26に係る発明のレーザ装置は、請求項23～25のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記波長変換部は、前記基本波とこの基本波の7倍高調波とから、和周波発生により基本波の8倍高調波を発生する第1の非線形光学結晶を有して構成される。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0025】

請求項27に係る発明のレーザ装置は、請求項26に記載のレーザ装置において、前記波長変換部は、前記基本波から2次高調波発生により2倍高調波を発生する第2の非線形光学結晶と、前記基本波と前記2倍高調波とから和周波発生により基本波の3倍高調波を発生する第3の非線形光学結晶と、前記2倍高調波の2次高調波発生により前記基本波の4倍高調波を発生する第4の非線形光学結晶と、前記基本波の3倍高調波と前記基本波の4倍高調波とから和周波発生により前記基本波の7倍高調波を発生する第5の非線形光学結晶とを有することを特徴とする。

請求項28に係る発明のレーザ装置は、請求項27に記載のレーザ装置において、前記第1～第4の非線形光学結晶は $\text{LiB}_3\text{O}_5$  (LBO)結晶であり、前記第5の非線形光学結晶は $\text{BaB}_2\text{O}_4$  (BBO)結晶もしくは $\text{CsLiB}_6\text{O}_{10}$  (CLBO)結晶であることを特徴とする。

## 【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正の内容】

## 【0026】

請求項29に係る発明のレーザ装置は、請求項23に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザは $1.51\mu\text{m} \sim 1.59\mu\text{m}$ の範囲内に発振波長を持つDFB半導体レーザもしくはファイバーレーザであり、前記波長変換部は発生波長が $151\text{nm} \sim 159\text{nm}$ の範囲内である10倍高調波を発生するように構成される。

請求項30に係る発明のレーザ装置は、請求項23又は29に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザは $1.57\mu\text{m} \sim 1.58\mu\text{m}$ の範囲内に発振波長を持つレーザ光を発生し、前記波長変換部は発生波長がF<sub>2</sub>レーザの発振波長と略同一波長である $157\text{nm} \sim 158\text{nm}$ の範囲内の10倍高調波を発生するように構成される。

請求項31に係る発明のレーザ装置は、請求項1～22のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記レーザ光発生部は波長が $1.1\mu\text{m}$ 付近の単一波長のレーザ光を発生し、前記波長変換部は前記光増幅器から出力される前記波長 $1.1\mu\text{m}$ 付近の基本波を、7倍高調波の紫外光として発生させるように構成される。

請求項32に係る発明のレーザ装置は、請求項31に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザは $1.03\mu\text{m} \sim 1.12\mu\text{m}$ の範囲内に発振波長を持つDFB半導体レーザもしくはファイバーレーザであり、前記波長変換部は発生波長が $147\text{nm} \sim 160\text{nm}$ の範囲内である7倍高調波を発生するように構成される。

請求項33に係る発明のレーザ装置は、請求項31又は32に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザは $1.099\mu\text{m} \sim 1.106\mu\text{m}$ の範囲内に発振波長を持つレーザ光を発生し、前記波長変換部は発生波長がF<sub>2</sub>レーザの発振波長と略同一波長である $157\text{nm} \sim 158\text{nm}$ の範囲内の7倍高調波を発生するように構成される。

請求項34に係る発明のレーザ装置は、請求項31～33のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザは、イットリビウム・ドープ・ファイバーレーザであることを特徴とする。

## 【手続補正9】

【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】

請求項35に係る発明は露光装置に関し、この露光装置は、請求項1～34のいずれか一項に記載されるレーザ装置と、前記レーザ装置から射出される紫外光の照射によって基板上にパターン像を形成する露光本体部とを備えて構成される。

請求項 3 6 に係る発明の露光装置は、請求項 3 5 に記載の露光装置において、前記露光本体部は、前記レーザ装置から射出される紫外光をマスク上に照射する照明光学系と、紫外光が照射されるマスクのパターン像を前記基板上に投影する投影光学系とを含んで構成される。

請求項 3 7 に係る発明の露光装置は、請求項 3 5 又は 3 6 に記載の露光装置において、前記光増幅器は、増幅したレーザ光を出力する複数のファイバー出力端が複数の出力群に分けられて各々束ねられ、これら複数の出力群の少なくとも 1 つに対応して出力される紫外光を、前記露光装置のアライメント用光源として用いることを特徴とする。

請求項 3 8 に係る発明の露光装置は、請求項 3 5 ~ 3 7 のいずれか一項に記載の露光装置において、前記露光本体部は、前記パターン像を基板上に投影する投影光学系と、前記レーザ装置から射出される紫外光を、前記投影光学系の物体面側又は像面側に配置されるマークパターンに照射するパターン検出系とを含むことを特徴とする。

【手続補正 1 0】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 8】

請求項 3 9 に係る発明の露光装置は、紫外光を用いて基板上にパターン像を転写する露光装置において、単一波長のレーザ光を射出するレーザ光発生部と、このレーザ光を増幅する第 1 のファイバー光増幅器と、増幅されたレーザ光を複数に分岐する光分岐手段と、複数の分岐光をそれぞれ増幅する第 2 のファイバー光増幅器と、この第 2 のファイバー光増幅器から射出されるレーザ光を紫外光に変換する波長変換部とを有するレーザ装置と、前記紫外光の照射によって基板上にパターン像を形成する露光本体部と、前記レーザ装置から射出される紫外光を前記露光本体部に伝送する伝送光学系とを備えて構成される。

請求項 4 0 に係る発明の露光装置は、請求項 3 9 に記載の露光装置において、前記レーザ光発生部は赤外光又は可視光を射出し、前記波長変換部は赤外光又は可視光を、波長が 2 0 0 nm 以下の紫外光に変換することを特徴とする。

請求項 4 1 に係る発明の露光装置は、請求項 3 9 又は 4 0 に記載の露光装置において、前記レーザ装置は前記複数の分岐光の可干渉性を低減する光学手段を有することを特徴とする。

【手続補正 1 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 9

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 2 9】

請求項 4 2 に係る発明のレーザ装置は、連続光を発生する光源と、連続光をパルス光に変換する光変調器と、パルス光を増幅する第 1 ファイバー光増幅器と、増幅されたパルス光を増幅する第 2 ファイバー光増幅器と、第 2 ファイバー光増幅器で増幅されたパルス光を紫外光に変換する波長変換部とを備えて構成される。

請求項 4 3 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 2 に記載のレーザ装置において、前記第 1 及び第 2 ファイバー光増幅器の少なくとも一方の入射側に光分岐手段を更に備え、前記光分岐手段で複数に分割されるパルス光がその後段に配置されるファイバー光増幅器に入射するように構成される。

請求項 4 4 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 3 に記載のレーザ装置において、前記分割された複数のパルス光をそれぞれ遅延させて前記光分岐手段の後段に配置されるファイバー光増幅器に入射させる遅延手段を更に備えて構成される。

請求項 4 5 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 2 ~ 4 4 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記第 2 ファイバー光増幅器が大モード径ファイバーであることを特徴

とする。

請求項 4 6 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 2 ~ 4 5 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記第 1 及び第 2 ファイバー光増幅器はそれぞれ石英ファイバー、シリケート系ファイバー、及びフッ化物系ファイバーのいずれか 1 つであることを特徴とする。

請求項 4 7 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 2 ~ 4 6 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記連続光は赤外光、又は可視光であり、前記紫外光はその波長が 2 0 0 n m 以下であることを特徴とする。

請求項 4 8 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 7 に記載のレーザ装置において、前記第 2 ファイバー光増幅器は Z B L A N ファイバーであることを特徴とする。

請求項 4 9 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 2 ~ 4 8 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記第 1 及び第 2 ファイバー光増幅器の間に配置される少なくとも 1 つの第 3 ファイバー光増幅器を更に備えて構成される。

【手続補正 1 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 0

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 0】

請求項 5 0 に係る発明の露光装置は、請求項 4 2 ~ 4 9 のいずれか一項に記載されたレーザ装置と、前記レーザ装置からパルス発振される紫外光をマスクに照射する照明光学系と、前記紫外光の発振、強度、及び波長の少なくとも 1 つを調整する調整装置とを備えて構成される。

請求項 5 1 に係る発明の露光装置は、請求項 5 0 に記載の露光装置において、前記調整装置は、前記光変調器に印加する制御パルスの発振と大きさを制御する第 1 制御器を有することを特徴とする。

請求項 5 2 に係る発明の露光装置は、請求項 5 0 又は 5 1 に記載の露光装置において、前記調整装置は、前記第 1 及び第 2 ファイバー光増幅器の少なくとも一方の利得を制御する第 2 制御器を有することを特徴とする。

請求項 5 3 に係る発明の露光装置は、請求項 5 0 ~ 5 2 のいずれか一項に記載の露光装置において、前記調整装置は、前記光源の温度を制御する第 3 制御器を有することを特徴とする。

請求項 5 4 に係る発明の露光装置は、請求項 5 0 ~ 5 3 のいずれか一項に記載の露光装置において、前記マスクに形成されたマークを検出するアライメント系と、前記パルス発振される紫外光の少なくとも一部を前記アライメント系に導く伝送系とを更に備えて構成される。

請求項 5 5 に係る発明の露光装置は、請求項 5 4 に記載の露光装置において、前記伝送系は、前記パルス発振される紫外光を前記照明光学系と前記アライメント系とにそれぞれ導く第 1 及び第 2 ファイバーを有することを特徴とする。

請求項 5 6 に係る発明の露光装置は、請求項 5 5 に記載の露光装置において、前記レーザ装置は前記波長変換部を複数有し、これら複数の波長変換部のうち第 1 波長変換部は、前記第 2 ファイバー光増幅器と前記第 1 ファイバーとの間、又は前記第 1 ファイバーと前記照明光学系との間に設けられることを特徴とする。

請求項 5 7 に係る発明の露光装置は、請求項 5 6 に記載の露光装置において、前記第 1 波長変換部は、前記第 1 ファイバーと前記照明光学系との間に設けられ、かつ前記照明光学系の少なくとも一部と一体に保持されることを特徴とする。

請求項 5 8 に係る発明の露光装置は、請求項 5 6 又は 5 7 に記載の露光装置において、前記複数の波長変換部のうち第 2 波長変換部は、前記第 2 ファイバー光増幅器と前記第 2 ファイバーとの間、又は前記第 2 ファイバーと前記アライメント系との間に設けられることを特徴とする。

請求項 5 9 に係る発明の露光装置は、請求項 5 8 に記載の露光装置において、前記第 2 波長変換部は、前記第 2 ファイバーと前記アライメント系との間に設けられ、かつ前記アライメント系の少なくとも一部と一体に保持されることを特徴とする。

請求項 6 0 に係る発明の露光装置は、請求項 5 0 ~ 5 9 のいずれか一項に記載の露光装置において、前記マスクに形成されたパターンの少なくとも一部を基板上に投影する投影光学系と、前記パターンの全体を前記基板上に走査露光するために、前記投影光学系の投影倍率にほぼ応じた速度比でマスクと基板とを同期移動する駆動装置とを更に備えて構成される。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 1

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 1】

請求項 6 1 に係る発明は露光方法に関し、この露光方法は、光源から射出される連続光をパルス光に変換するとともに、パルス光を複数のファイバー光増幅器で複数回増幅し、該増幅されたパルス光を紫外光に波長変換し、紫外光をマスクに照射するとともに、マスクを介して紫外光で基板を露光するように構成される。

請求項 6 2 に係る発明の露光方法は、請求項 6 1 に記載の露光方法において、前記連続光はその波長が赤外域、又は可視域であり、前記紫外光はその波長が 2 0 0 n m 以下であることを特徴とする。

請求項 6 3 に係る発明の露光方法は、請求項 6 2 に記載の露光方法において、前記基板の露光に先立ち、前記紫外光の少なくとも一部を前記マスク上のマークに照射して、該マークの位置情報を検出することを特徴とする。

請求項 6 4 に係る発明の露光方法は、請求項 6 2 又は 6 3 に記載の露光方法において、前記光源の温度を調整して、前記紫外光の波長を制御することを特徴とする。

請求項 6 5 に係る発明の露光方法は、請求項 6 2 ~ 6 4 のいずれか一項に記載の露光方法において、前記連続光を前記パルス光に変換する光変調器と、前記複数のファイバー光増幅器との少なくとも 1 つを制御して、前記紫外光の強度を調整することを特徴とする。

請求項 6 6 に係る発明の露光方法は、請求項 6 5 に記載の露光方法において、前記光変調器から発生される前記パルス光の繰り返し周波数を制御して、前記紫外光の発振間隔を調整することを特徴とする。

請求項 6 7 に係る発明の露光方法は、請求項 6 5 又は 6 6 に記載の露光方法において、前記光変調器と前記複数のファイバー光増幅器の 1 つとの間に配置され、前記パルス光を複数に時分割する時分割光分岐手段を制御して、前記紫外光の発振間隔を調整することを特徴とする。

請求項 6 8 に係る発明はデバイス製造方法に関し、請求項 6 1 ~ 6 7 のいずれか一項に記載された露光方法を用いて、前記基板上にデバイスパターンを転写する工程を含んで構成される。

【手続補正 1 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 3 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 2】

請求項 6 9 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 2 ~ 4 9 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光変調器は、前記光源をその電流制御によってパルス発振させるとともに、前記光源から発振されるパルス光のパルス幅を光変調素子で小さくするように構成される。

請求項 7 0 に係る発明のレーザ装置は、請求項 4 2 ~ 4 4 のいずれか一項に記載のレー

が装置において、前記第2ファイバー光増幅器から出力されるパルス光の出力変動を補償するように、前記光源と前記光変調器との少なくとも一方を制御する制御装置を更に備えて構成される。

請求項71に係る発明の露光装置は、請求項50～60のいずれか一項に記載の露光装置において、前記調整装置は、前記光源をパルス発振させるために、前記光源の電流制御を行うように構成される。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0033

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0033】

請求項72に係る発明のレーザ装置は、請求項1～22のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記レーザ光発生部は、 $1.51 \sim 1.59 \mu\text{m}$ の範囲内で単一波長のレーザ光をパルス発振することを特徴とする。

請求項73に係る発明のレーザ装置は、請求項72に記載のレーザ装置において、前記紫外光はその波長が $200 \text{ nm}$ 以下であることを特徴とする。

請求項74に係る発明のレーザ装置は、請求項72又は73に記載のレーザ装置において、前記波長変換部はNCPM (Non-Critical Phase Matching) で使用される非線形光学結晶を含むことを特徴とする。

請求項75に係る発明のレーザ装置は、請求項72又は73に記載のレーザ装置において、前記波長変換部は温度制御される非線形光学結晶を含むことを特徴とする。

請求項76に係る発明のレーザ装置は、請求項75に記載のレーザ装置において、前記非線形光学結晶はその温度制御によって位相整合角が調整されるように構成される。

請求項77に係る発明のレーザ装置は、請求項76に記載のレーザ装置において、前記複数の非線形光学結晶のうち光学的に最も下流に配置される非線形光学結晶の位相整合角が調整されるように構成される。

請求項78に係る発明のレーザ装置は、請求項72～77のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記単一波長発振レーザと前記波長変換部との間における光の波長幅の広がりを抑制する光学装置を更に備えて構成される。

【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

請求項79に係る発明のレーザ装置は、請求項78に記載のレーザ装置において、前記光学装置は、その少なくとも一部が前記単一波長発振レーザと前記波長変換部との間に配置されることを特徴とする。

請求項80に係る発明のレーザ装置は、請求項79に記載のレーザ装置において、前記光学装置の少なくとも一部は前記複数のファイバー光増幅器の間に配置されることを特徴とする。

請求項81に係る発明のレーザ装置は、請求項78～80のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光学装置は狭帯域フィルタ及びアイソレータの少なくとも一方を含んで構成される。

請求項82に係る発明のレーザ装置は、請求項78～81のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光学装置は、前記光増幅器のファイバー光増幅器のファイバー長の短縮により、そのファイバー光増幅器の非線形効果による前記波長幅の広がりを抑制するように構成される。

請求項83に係る発明のレーザ装置は、請求項82に記載のレーザ装置において、前記

複数のファイバー光増幅器のうち光学的に最も下流に配置されるファイバー光増幅器のファイバー長が短縮されることを特徴とする。

請求項 8 4 に係る発明のレーザ装置は、請求項 7 2 ~ 8 3 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記光増幅器はその少なくとも一部がユニットとして交換可能に構成されることを特徴とする。

【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 3 5

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 5】

請求項 8 5 に係る発明のレーザ装置は、請求項 7 2 ~ 8 4 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記レーザ光発生部は、前記単一波長発振レーザからパルス発振されるレーザ光のパルス幅を狭める光変調器を含んで構成される。

請求項 8 6 に係る発明のレーザ装置は、請求項 7 2 ~ 8 4 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記レーザ光発生部は、前記単一波長発振レーザから発生される連続光をパルス光に変換する光変調器を含んで構成される。

請求項 8 7 に係る発明のレーザ装置は、請求項 7 2 ~ 8 6 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記紫外光は、波長が 1 8 9 ~ 1 9 9 nm の範囲内の 8 倍高調波、又は波長が 1 5 1 ~ 1 5 9 nm の範囲内の 1 0 倍高調波であることを特徴とする。

請求項 8 8 に係る発明のレーザ装置は、請求項 7 2 ~ 8 7 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記波長変換部は、前記増幅されたレーザ光を基本波とし、該基本波とその 7 倍高調波とから 8 倍高調波を生成して前記紫外光として発生することを特徴とする。

請求項 8 9 に係る発明のレーザ装置は、請求項 7 2 ~ 8 8 のいずれか一項に記載のレーザ装置において、前記レーザ光発生部と前記光増幅器との少なくとも一方に接続され、前記紫外光の発振特性を調整する調整装置を更に備えて構成される。

請求項 9 0 に係る発明のレーザ装置は、請求項 8 9 に記載のレーザ装置において、前記発振特性は、前記紫外光の強度、中心波長、波長幅、及び発振間隔の少なくとも 1 つを含むことを特徴とする。

請求項 9 1 に係る発明のレーザ装置は、請求項 8 9 又は 9 0 に記載のレーザ装置において、前記発振特性は、前記紫外光と、前記紫外光と波長が異なる光との少なくとも一方の検出によって得られる情報に基づいて調整されることを特徴とする。

【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 3 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 3 6】

請求項 9 2 に係る発明は光照射装置に関し、請求項 7 2 ~ 9 1 のいずれか一項に記載のレーザ装置と、前記レーザ装置から発生される紫外光と物体に導く光学系とを備え、前記光学系を介して前記紫外光を前記物体に照射するように構成される。

請求項 9 3 に係る発明の光照射装置は、請求項 9 2 に記載の光照射装置において、前記紫外光の照射によって、前記物体上のパターンの検出、前記物体の加工、あるいは前記物体へのパターン像の形成を行うことを特徴とする。

請求項 9 4 に係る発明の光照射装置は、請求項 9 2 又は 9 3 に記載の光照射装置において、前記物体は、デバイス製造工程で使用される基板であることを特徴とする。

【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 3 7

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

請求項95に係る発明は光照射方法に関し、請求項72～91のいずれか一項に記載のレーザ装置から紫外光を発生させるとともに、前記レーザ装置に接続される光学系を介して、前記紫外光を物体に照射するように構成される。

請求項96に係る発明の光照射方法は、請求項95に記載の光照射方法において、前記紫外光の照射によって、前記物体上のパターンの検出、前記物体の加工、あるいは前記物体へのパターン像の形成を行うことを特徴とする。

請求項97に係る発明の光照射方法は、請求項95又は96に記載の光照射方法において、前記物体は、デバイス製造工程で使用される基板であることを特徴とする。