

(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
2011 年 4 月 28 日(28.04.2011)

(10) 国際公開番号
WO 2011/048877 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/027 (2006.01) G02B 5/02 (2006.01)
B23K 26/06 (2006.01) G02B 19/00 (2006.01)
B23K 26/073 (2006.01) G03F 7/20 (2006.01)
G02B 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/065236
- (22) 国際出願日: 2010 年 9 月 6 日(06.09.2010)
- (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:
特願 2009-242948 2009 年 10 月 22 日(22.10.2009) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ブイ・テクノロジー(V TECHNOLOGY CO., LTD.) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 畑中 誠 (HATANAKA, Makoto) [JP/JP]; 〒2400005 神奈川県横浜市保土ヶ谷区神戸町 1 3 4 番地 株式会社 ブイ・テクノロジー内 Kanagawa (JP).
- (74) 代理人: 笹島 富二雄, 外(SASAJIMA, Fujio et al.); 〒1000014 東京都千代田区永田町 2 - 1 3 - 5 赤坂エイトワンビル 7 階 Tokyo (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, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

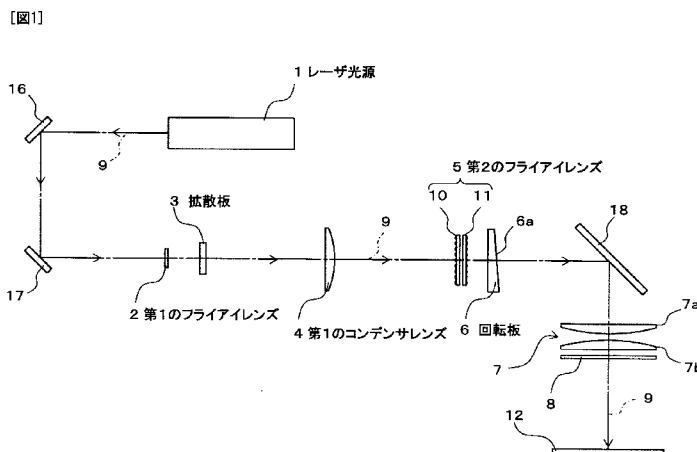
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

[続葉有]

(54) Title: LASER EXPOSURE DEVICE

(54) 発明の名称: レーザ露光装置



- 1... LASER LIGHT SOURCE
2... FIRST FLY-EYE LENS
3... DIFFUSER PLATE
4... FIRST CONDENSER LENS
5... SECOND FLY-EYE LENS
6... ROTATION PLATE

(57) Abstract: Disclosed is a laser exposure device provided with: a laser light source (1); a first fly-eye lens (2) which uniformizes the light intensity distribution within a plane orthogonal to a light axis (9), and also after temporarily focusing emitted light, radially diverges the focused light to thereby enlarge the cross-sectional shape of the laser light; a first condenser lens (4) which converts the laser light the cross-sectional shape of which is enlarged into parallel light; a second fly-eye lens (5) which uniformizes the light intensity distribution within an illumination region on a photomask (12) illuminated by the laser light; a diffuser plate (3) which is provided between the first fly-eye lens (2) and the first condenser lens (4) and diffuses the laser light; and a transparent rotation plate (6) which is provided on the laser light emission side of the second fly-eye lens (5), has a surface (6a) inclined with respect to the light axis (9), and rotates around the light axis (9). Consequently, it becomes possible to average interference fringes of the laser light, which are generated by the fly-eye lenses, and reduce the illumination unevenness of the laser light, thereby enabling

uniform exposure.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/048877 A1



本発明は、レーザ光源 1 と、光軸 9 に直交する面内の光の強度分布を均一化すると共に、射出光を一旦集光した後、放射状に発散させてレーザ光の断面形状を拡大する第 1 のフライアイレンズ 2 と、断面形状が拡大されたレーザ光を平行光にする第 1 のコンデンサレンズ 4 と、レーザ光により照明されるフォトマスク 12 上の照明領域内の光強度分布を均一化する第 2 のフライアイレンズ 5 と、第 1 のフライアイレンズ 2 と第 1 のコンデンサレンズ 4 との間に設けられ、レーザ光を拡散させる拡散板 3 と、第 2 のフライアイレンズ 5 のレーザ光の射出側に設けられ、その光軸 9 に対して傾いた面 6 a を有し、該光軸 9 を中心に回転する透明な回転板 6 と、を備えたものである。これにより、フライアイレンズにより生じるレーザ光の干渉縞を平均化すると共に、レーザ光の照度ムラを低減して均一な露光を可能にする。

明 細 書

発明の名称： レーザ露光装置

技術分野

[0001] 本発明は、レーザ光の光軸に略直交する面内に複数の集光レンズを並べて配置したフライアイレンズを備えて成るレーザ露光装置に関し、詳しくは、フライアイレンズにより生じるレーザ光の干渉縞を平均化すると共に、レーザ光の照度ムラを低減して均一な露光を可能にするレーザ露光装置に係るものである。

背景技術

[0002] 従来のレーザ露光装置は、レーザ光を被露光体に均一に照射させるために、レーザ光の径を拡大するビームエキスパンダ、及び径が拡大されたレーザ光の強度分布を均一化するためのフライアイレンズ等のオプティカルインテグレータ等が用いられている。更に、レーザ光のコヒーレンシー（可干渉性）によりフライアイレンズの透過光が干渉して発生する干渉縞を低減させるために、ビームエキスパンダとフライアイレンズとの間に光路差調整部材を設けたものがある（例えば、特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2004-12757号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかし、このような従来のレーザ露光装置においては、光路差調整部材がビームエキスパンダとフライアイレンズとの間だけに設けられているため、フライアイレンズの透過光による干渉縞を完全には除去することができず、僅かに残った干渉縞により被露光体上に照度ムラが発生して微細なパターンの形成を困難にしていた。

[0005] そこで、本発明は、このような問題点に対処し、フライアイレンズにより

生じるレーザ光の干渉縞を平均化すると共に、レーザ光の照度ムラを低減して均一な露光を可能にするレーザ露光装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するために、本発明によるレーザ露光装置は、レーザ光を放射するレーザ光源と、前記レーザ光源の光軸に略直交する面内に複数の単位レンズが配列され、前記光軸に直交する面内の光の強度分布を均一化すると共に、射出光を一旦集光した後、放射状に発散させてレーザ光の断面形状を拡大する第1のフライアイレンズと、前記第1のフライアイレンズを射出し断面形状が拡大されたレーザ光を平行光にするコンデンサレンズと、前記コンデンサレンズの光の進行方向下流側に設けられ、その光軸に略直交する面内に複数の単位レンズが配列されて、レーザ光により照明されるフォトマスク上の照明領域内の光強度分布を均一化する第2のフライアイレンズと、前記第1のフライアイレンズと前記コンデンサレンズとの間に設けられ、レーザ光を拡散させる拡散板と、前記第2のフライアイレンズのレーザ光の射出側に設けられ、その光軸に対して傾いた面を有し、該光軸を中心に回転する透明な回転板と、を備えたものである。

[0007] このような構成により、レーザ光源からレーザ光を放射し、このレーザ光源の光軸に略直交する面内に複数の単位レンズが配列され第1のフライアイレンズで上記光軸に直交する面内の光の強度分布を均一化すると共に、射出光を一旦集光した後、放射状に発散させてレーザ光の断面形状を拡大し、コンデンサレンズで第1のフライアイレンズを射出し断面形状が拡大されたレーザ光を平行光にし、このコンデンサレンズの光の進行方向下流側に設けられ、その光軸に略直交する面内に複数のレンズが配列された第2のフライアイレンズでレーザ光により照明されるフォトマスクの照明領域内の光強度分布を均一化する。この場合、第1のフライアイレンズとコンデンサレンズとの間に設けられた拡散板でレーザ光を拡散させて第2のフライアイレンズ上で発生するレーザ光の干渉縞を平均化し、第2のフライアイレンズのレーザ光の射出側に設けられ、その光軸に対して傾いた面を有する透明な回転板を

光軸を中心に回転してレーザ光によるフォトマスク上の照明領域を微動させてレーザ光の干渉縞をさらに均一化する。

[0008] また、前記第1のフライアイレンズの複数の単位レンズは、各単位レンズにより集光されるレーザ光が空気をプラズマ化しない程度にレーザ光のエネルギーを十分に分散可能なピッチで配列されている。これにより、第1のフライアイレンズの各単位レンズでレーザ光のエネルギーを十分に分散し、各単位レンズによりレーザ光が集光されても空気がプラズマ化するのを防止する。

[0009] さらに、前記拡散板は、表面に微細な凹凸パターンをランダムに形成したスリガラス状の板である。これにより、表面に微細な凹凸パターンをランダムに形成したスリガラス状の板でレーザ光の拡散角を所定値に制御する。

[0010] そして、前記第2のフライアイレンズは、平面内に複数の単位レンズを配列した一対のレンズアレイを対向して配置し、前記拡散板で拡散されて入射する拡散光の主光線を光軸に平行にして射出するように構成されたものである。これにより、平面内に複数の単位レンズを配列した一対のレンズアレイを対向して配置した第2のフライアイレンズで拡散板により拡散されて入射する拡散光の主光線を光軸に平行にして射出する。

[0011] また、前記回転板は、1回の露光が前記レーザ光の複数ショットによる多重露光である場合に、前記多重露光が開始されてから終了するまでに少なくとも1回転するようにされたものである。これにより、1回の露光がレーザ光の複数ショットによる多重露光である場合に、回転板を多重露光が開始されてから終了するまでに少なくとも1回転させてフォトマスク上のレーザ光の照度ムラを低減する。

[0012] さらに、前記回転板の光の進行方向下流側に前記フォトマスクに照射するレーザ光を平行光にする別のコンデンサレンズをさらに備え、該別のコンデンサレンズの射出側の面に近接して該面に異物が付着するのを防止する透明な保護板を着脱可能に設けたものである。これにより、回転板の光の進行方向下流側に備えた別のコンデンサレンズでフォトマスクに照射するレーザ光

を平行光にし、該別のコンデンサレンズの射出側の面に近接して着脱可能に設けた透明な保護板で別のコンデンサレンズの上記面に異物が付着するのを防止する。

発明の効果

- [0013] 請求項 1 に係るレーザ露光装置の発明によれば、フライアイレンズにより生じるレーザ光の干渉縞を平均化すると共に、レーザ光の照度ムラを低減してフォトマスクを均一に照明することができる。したがって、均一な露光を可能にして被露光体に微細なパターンの露光を容易に行なうことができる。また、第 1 のフライアイレンズは、レーザ光の強度分布の均一化機能とビーム径拡大機能の両方を有しているので、別にビームエキスパンダを備える必要が無く、部品点数を減らすことができる。
- [0014] また、請求項 2 に係る発明によれば、第 1 のフライアイレンズの各単位レンズでレーザ光のエネルギーを十分に分散し、各単位レンズによりレーザ光が集光されても空気がプラズマ化するのを防止して光利用効率を向上することができる。したがって、空気がプラズマ化するのを防止するために第 1 のフライアイレンズによるレーザ光の集光点近傍を真空雰囲気にする必要がないので、装置の構成を簡素化することができる。さらに、第 1 のフライアイレンズの各単位レンズの配列ピッチが一般に使用されているフライアイレンズの各単位レンズの配列ピッチに比べて略一桁小さい値となるため、レーザ光源から放射されるレーザ光のプロファイルが不均一なものであっても、上記第 1 のフライアイレンズにより均一化することができる。これにより、フォトマスク上の照度分布をより均一化することができる。
- [0015] さらに、請求項 3 に係る発明によれば、拡散板で拡散されるレーザ光の拡散角を所定値に制御することができる。したがって、レーザ光の拡散角を所定値に抑えながら第 1 のフライアイレンズの各単位レンズの射出光による干渉縞を平均化することができる。
- [0016] そして、請求項 4 に係る発明によれば、拡散板で拡散されたレーザ光を第 2 のフライアイレンズで絞ってフォトマスクに照射させることができ、レー

ザ光の利用効率を向上することができる。

[0017] また、請求項 5 に係る発明によれば、レーザ光の 1 ショット毎に干渉縞を移動してフォトマスク上の全照射領域を均一に照明することができる。

[0018] さらに、請求項 6 に係る発明によれば、例えば感光材のミストが別のコンデンサレンズの表面に付着してレンズを曇らせてしまうのを防止することができる。この場合、保護板を着脱可能に設けているので、保護板を容易に取り外して洗浄することができる。したがって、保護板を定期的に洗浄すれば、露光を常に一定の条件で実施することができ、露光を安定化することができる。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明によるレーザ露光装置の実施形態を示す正面図である。

[図2]上記レーザ露光装置に使用される第 2 のフライアイレンズの構成を示す要部拡大断面図である。

[図3]上記レーザ露光装置に使用される回転板の形状及びその機能を示す説明図である。

[図4]レーザ光のプロファイルを示す説明図であり、(a)はレーザ光源から放射されたレーザ光のプロファイルの一例を示し、(b)は第 1 のフライアイレンズで均一化されたプロファイルの例を示すものである。

発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の実施形態を添付図面に基づいて詳細に説明する。図 1 は本発明によるレーザ露光装置の実施形態を示す正面図である。このレーザ露光装置は、フォトマスクを介して被露光体にレーザ光を照射して露光するもので、レーザ光源 1 と、第 1 のフライアイレンズ 2 と、拡散板 3 と、第 1 のコンデンサレンズ 4 と、第 2 のフライアイレンズ 5 と、回転板 6 と、第 2 のコンデンサレンズ 7 と、保護板 8 とを備えて構成されている。

[0021] 上記レーザ光源 1 は、紫外線パルスレーザ発振器であり、エキシマレーザ又は YAG レーザ等を使用することができる。

[0022] 上記レーザ光源 1 のレーザ光の放射方向前方には、第 1 のフライアイレン

ズ2が設けられている。この第1のフライアイレンズ2は、レーザ光源1の光軸9に直交する面内の光強度分布を均一化すると共に、レーザ光を一旦集光した後、放射状に発散させてレーザ光の断面形状を拡大するビームエキスパンダの機能を果たすもので、レーザ光の光軸9に略直交する面内に複数の微小な単位レンズ（集光レンズ）を例えば約100 μm ～約300 μm ピッチで例えば100個×100個のマトリクス状に配列したものである。

[0023] レーザ光の進行方向にて上記第1のフライアイレンズ2の下流側には、拡散板3が設けられている。この拡散板3は、レーザ光を拡散させて第1のフライアイレンズ2の各単位レンズを射出した各レーザ光が後述の第2のフライアイレンズ5上で干渉して発生する干渉縞を平均化するもので、表面に5 μm 程度の微細な凹凸パターンをランダムに形成したスリガラス状の板である。これにより、レーザ光の拡散角を例えば1°程度に制御できるようになっている。なお、拡散板3の配設位置は、第1のフライアイレンズ2の後焦点位置と後述の第1のコンデンサレンズ4との間で任意に選択することができる。

[0024] レーザ光の進行方向にて上記拡散板3の下流側には、第1のコンデンサレンズ4が設けられている。この第1のコンデンサレンズ4は、第1のフライアイレンズ2を射出し、拡散板3で放射状に拡散されたレーザ光を平行光にするためのものであり、光の入射側が平らな平凸レンズで、その前焦点位置を第1のフライアイレンズ2の後焦点位置に略合致させて配置されている。

[0025] レーザ光の進行方向にて上記第1のコンデンサレンズ4の下流側には、第2のフライアイレンズ5が設けられている。この第2のフライアイレンズ5は、第1のコンデンサレンズ4の光軸9に略直交する面内に複数の単位レンズ（集光レンズ）が例えば数mmピッチでマトリクス状に配列されて、レーザ光により照明されるフォトマスク12の照明領域内の光強度分布を均一化するものであり、平面内に複数の単位レンズを配列した一対のレンズアレイを対向して配置し、拡散板3で拡散されて入射する拡散光の主光線を光軸9に平行にして射出するように構成されている。

[0026] 具体的には、第2のフライアイレンズ5は、図2に示すように、光進行方向の上流側に配置された第1のレンズアレイ10と下流側に配置された第2のレンズアレイ11とからなり、各レンズアレイ10、11の互いに対応する単位レンズ10a、11aの光軸を合致させた構成となっている。この場合、第2のレンズアレイ11の単位レンズ11aの前焦点位置は、第1のフライアイレンズ2の単位レンズ10aの曲面の略頂点位置に合致している。これにより、拡散板3で拡散されて第1のレンズアレイ10に入射する拡散光（レーザ光13）の主光線を第2のレンズアレイ11で光軸9に平行にして射出させることができる。したがって、拡散板3で拡散されたレーザ光13を第2のフライアイレンズ5で絞ってフォトマスク12に照射させることができ、レーザ光13の利用効率を向上することができる。

[0027] なお、第1及び第2のレンズアレイ10、11が同一のものである場合には、第1のレンズアレイ10の後焦点位置が第2のレンズアレイ11の単位レンズ11aの曲面の略頂点位置に合致するため、第1のレンズアレイ10で集光されたレーザ光13により第2のレンズアレイ11が損傷を受けるおそれがある。したがって、第1のレンズアレイ10の単位レンズ10aとしては、レーザ光13が第2のレンズアレイ11上に集光しないように、第2のレンズアレイ11の単位レンズ11aよりも焦点距離の長いもの又は短いものを選択するとよい。

[0028] レーザ光13の進行方向にて上記第2のフライアイレンズ5の下流側には、回転板6が設けられている。この回転板6は、フォトマスク12上のレーザ光13の照明領域14（図3（b）参照）を微動させ、第2のフライアイレンズ5の複数の単位レンズ11aを射出したレーザ光13の干渉により発生する干渉縞を平均化させて目立たなくさせるためのもので、光軸9に対して傾いた面6aを有し、該光軸9を中心に回転する透明な石英板からなるものである。

[0029] 具体的には、図3（a）に示すように、光の射出側の面6aが光軸9に直交する面に対して1°程度傾いて形成されたいわゆるウェッジ基板である。

これにより、回転板 6 に入射したレーザ光 1 3 は、射出側の傾斜した面 6 a で屈折されて射出し、フォトマスク 1 2 上のレーザ光 1 3 の照明領域（同図（b）に示す斜線を付した領域）1 4 の中心が照射領域 1 5（同図（b）に示す破線で囲まれた領域）の中心 O から側方にシフトする。したがって、この状態で回転板 6 を光軸 9 を中心に回転させると、レーザ光 1 3 の照明領域 1 4 が照射領域 1 5 の中心 O を軸として同図（b）に示す破線で囲まれた領域内を円運動するように移動し、照射領域 1 5 の全領域がレーザ光 1 3 によって照明される。なお、同図（b）に矢印を付して示す破線は、回転板 6 が 1 回転中に照明領域 1 4 の中心が描く軌跡である。

[0030] このとき、回転板 6 は、1 回の露光がレーザ光 1 3 の複数ショットによる多重露光である場合に、多重露光が開始されてから終了するまでに少なくとも 1 回転するように回転が制御される。これにより、フォトマスク 1 2 上の照射領域 1 5 がレーザ光 1 3 により過不足なく照明される。

[0031] レーザ光 1 3 の進行方向にて上記回転板 6 の下流側には、第 2 のコンデンサレンズ 7 が設けられている。この第 2 のコンデンサレンズ 7 は、第 2 のフライアイレンズ 5 を射出したレーザ光 1 3 を平行光にして、フォトマスク 1 2 に垂直に入射させるためのものであり、二枚の平凸レンズ 7 a, 7 b を組み合わせ構成され、その前焦点位置を第 2 のフライアイレンズ 5 の後焦点位置に略合致させて配置されている。

[0032] 上記第 2 のコンデンサレンズ 7 の射出側の面に近接して保護板 8 が着脱可能に設けられている。この保護板 8 は、例えば感光材のミスト等の異物が第 2 のコンデンサレンズ 7 の表面に付着してレンズを曇らせてしまうのを防止するためのものであり、透明な石英基板である。なお、図 1 において、符号 1 6, 1 7, 1 8 は、光路を折り曲げる平面反射ミラーである。

[0033] 次に、このように構成されたレーザ露光装置の動作について説明する。

レーザ光源 1 から放射されたレーザ光 1 3 は、二つの平面反射ミラー 1 6, 1 7 で反射されて、第 1 のフライアイレンズ 2 に入射する。そして、第 1 のフライアイレンズ 2 の微小な複数の単位レンズを射出した複数のレーザ光

13は、夫々各单位レンズの後焦点に集光した後、放射状に発散する。

[0034] この場合、第1のフライアイレンズ2の各单位レンズは、約 $100\mu\text{m}$ ～約 $300\mu\text{m}$ の微小ピッチでマトリクス状に配列されているため、レーザ光源1から放射されるレーザ光13のプロファイルが例えば図4(a)に示すように不均一なものであっても、第1のフライアイレンズ2を射出する際に混合されて同図(b)に示すように略均一化される。さらに、レーザ光13のエネルギーは、多数の微小な単位レンズによって分散されるため、レーザ光13が単位レンズによって集光されても空気がプラズマ化されることがない。したがって、プラズマ化した空気がレーザ光13を乱反射して、フォトマスク12に照射するレーザ光13の輝度を低下させるおそれがない。

[0035] 第1のフライアイレンズ2を射出し放射状に発散したレーザ光13は、表面に $5\mu\text{m}$ 程度の微細な凹凸パターンをランダムに形成したスリガラス状の板からなる拡散板3に入射する。この拡散板3では、入射したレーザ光13が拡散角を 1° 程度に制御されて拡散される。これにより、第1のフライアイレンズ2の各单位レンズを射出し、第2のフライアイレンズ5の入射側の面上で干渉するレーザ光13の干渉縞が平均化される。また、レーザ光13の拡散角が 1° 程度に制御されているため、レーザ光13の過度の発散が抑えられ、レーザ光源1から放射される略全てのレーザ光13をフォトマスク12の照明に有効に利用することができる。

[0036] 拡散板3を射出した放射状のレーザ光13は、第1のコンデンサレンズ4により平行光にされた後、第2のフライアイレンズ5に入射する。この第2のフライアイレンズ5において、拡散板3で拡散されて第1のレンズアレイ10の単位レンズ10aに入射する拡散光(レーザ光13)は、図2に示すように、その主光線が第2のレンズアレイ11の対応する単位レンズ11aによって光軸9に平行となるようにされる。これにより、拡散板3で拡散された拡散光が第2のフライアイレンズ5によって絞られ、フォトマスク12の照明に有効に利用される。

[0037] 第2のフライアイレンズ5を射出したレーザ光13は、回転板6に入射し

、図3（a）に示すように光軸9に対して傾斜して設けられた射出側の面6aで屈折された後、第2のコンデンサレンズ7によって平行光にされてフォトマスク12に略垂直に入射する。これにより、フォトマスク12上のレーザ光13の照明領域14は、同図（b）に示すように、その中心がフォトマスク12の照射領域15の中心Oから側方にシフトする。このとき、回転板6は、光軸9を中心にして回転しているため、レーザ光13の照明領域14が照射領域15の中心Oを軸として円運動するように移動する。これにより、照射領域15の全領域がレーザ光13により照明される。

[0038] なお、回転板6は、1回の露光がレーザ光13の複数ショットによる多重露光である場合に、多重露光が開始されてから終了するまでに少なくとも1回転するように回転が制御されるため、フォトマスク12上の照射領域15がレーザ光13により過不足なく照明される。

[0039] このようにして、第2のフライアイレンズ5の複数の単位レンズ11aを射出した各レーザ光13の干渉によりフォトマスク12上で発生する干渉縞を平均化して、目立たなくすることができる。したがって、フォトマスク12上の照射領域15の全域をレーザ光13で均一に照明することができ、被露光体上にフォトマスク12の微細なパターンを精度よく露光することができる。

[0040] なお、上記実施形態においては、第2のフライアイレンズ5を射出したレーザ光13を第2のコンデンサレンズ7により平行光にする場合について説明したが、本発明はこれに限られず、第2のコンデンサレンズ7に替えて平面反射ミラー18の位置にコリメーションミラーを配置してもよい。この場合、コリメーションミラーの前焦点位置を第2のフライアイレンズ5の後焦点位置に略合致させるとよい。

符号の説明

- [0041] 1…レーザ光源
2…第1のフライアイレンズ
3…拡散板

4…第1のコンデンサレンズ（コンデンサレンズ）

5…第2のフライアイレンズ

6…回転板

6 a…回転板の光軸に対して傾いた面

7…第2のコンデンサレンズ（別のコンデンサレンズ）

8…保護板

9…光軸

10…第1のレンズアレイ

10 a…第1のレンズアレイの単位レンズ

11…第2のレンズアレイ

11 a…第2のレンズアレイの単位レンズ

12…フォトマスク

13…レーザ光

請求の範囲

[請求項1]

レーザ光を放射するレーザ光源と、

前記レーザ光源の光軸に略直交する面内に複数の単位レンズが配列され、前記光軸に直交する面内の光の強度分布を均一化すると共に、射出光を一旦集光した後、放射状に発散させてレーザ光の断面形状を拡大する第1のフライアイレンズと、

前記第1のフライアイレンズを射出し断面形状が拡大されたレーザ光を平行光にするコンデンサレンズと、

前記コンデンサレンズの光の進行方向下流側に設けられ、その光軸に略直交する面内に複数の単位レンズが配列されて、レーザ光により照明されるフォトマスク上の照明領域内の光強度分布を均一化する第2のフライアイレンズと、

前記第1のフライアイレンズと前記コンデンサレンズとの間に設けられ、レーザ光を拡散させる拡散板と、

前記第2のフライアイレンズのレーザ光の射出側に設けられ、その光軸に対して傾いた面を有し、該光軸を中心に回転する透明な回転板と、

を備えたことを特徴とするレーザ露光装置。

[請求項2]

前記第1のフライアイレンズの複数の単位レンズは、各単位レンズにより集光されるレーザ光が空気をプラズマ化しない程度にレーザ光のエネルギーを十分に分散可能なピッチで配列されていることを特徴とする請求項1記載のレーザ露光装置。

[請求項3]

前記拡散板は、表面に微細な凹凸パターンをランダムに形成したスリガラス状の板であることを特徴とする請求項1記載のレーザ露光装置。

[請求項4]

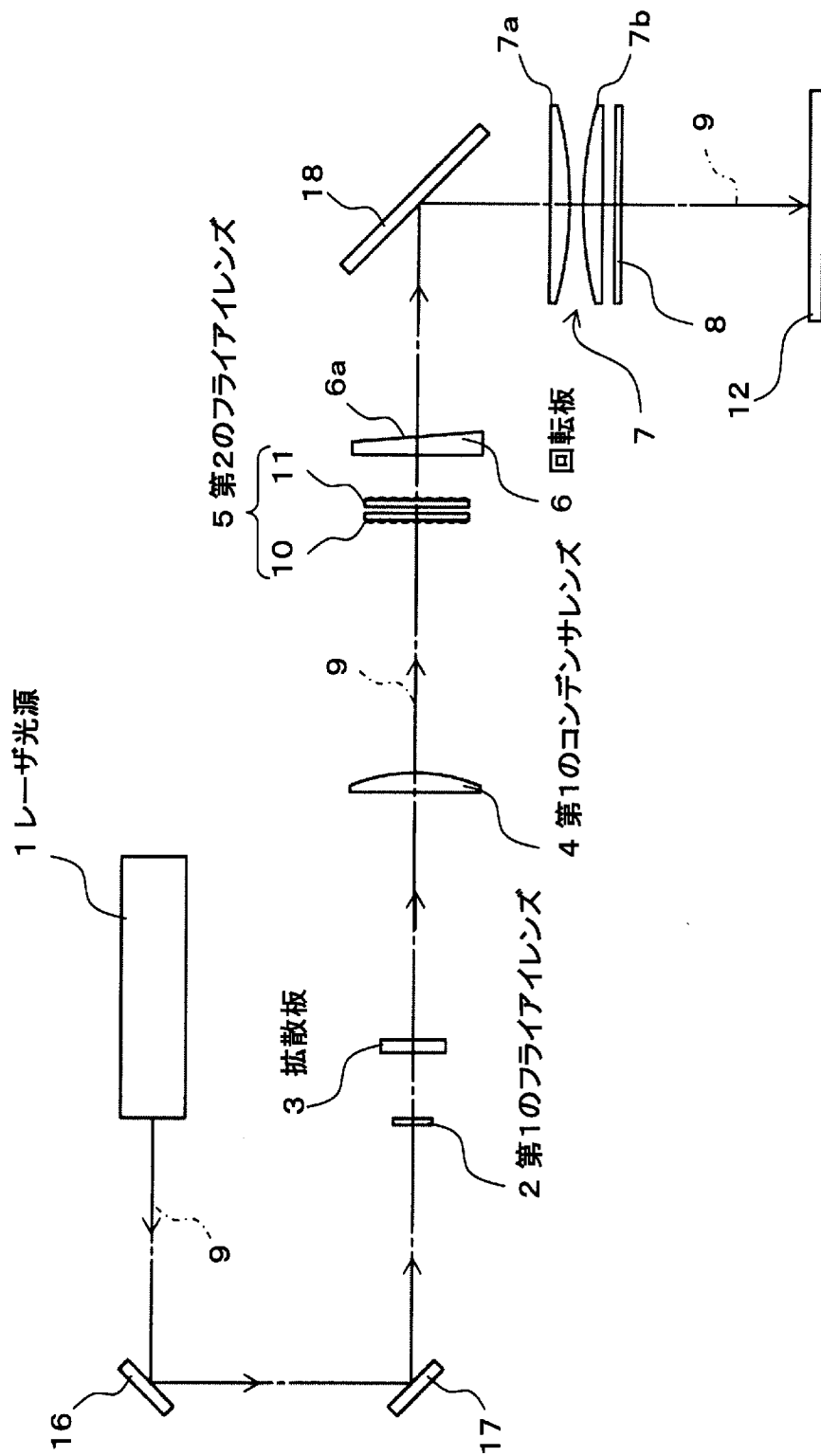
前記第2のフライアイレンズは、平面内に複数の単位レンズを配列した一対のレンズアレイを対向して配置し、前記拡散板で拡散されて入射する拡散光の主光線を光軸に平行にして射出するように構成され

たことを特徴とする請求項 1 記載のレーザ露光装置。

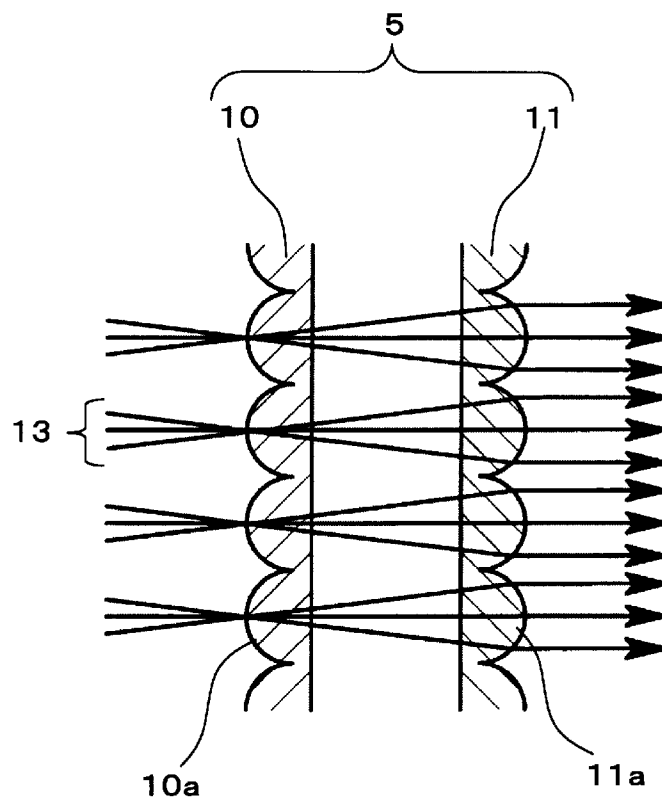
[請求項5] 前記回転板は、1 回の露光が前記レーザ光の複数ショットによる多重露光である場合に、前記多重露光が開始されてから終了するまでに少なくとも 1 回転するようにされたことを特徴とする請求項 1 記載のレーザ露光装置。

[請求項6] 前記回転板の光の進行方向下流側に前記フォトマスクに照射するレーザ光を平行光にする別のコンデンサレンズをさらに備え、該別のコンデンサレンズの射出側の面に近接して該面に異物が付着するのを防止する透明な保護板を着脱可能に設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載のレーザ露光装置。

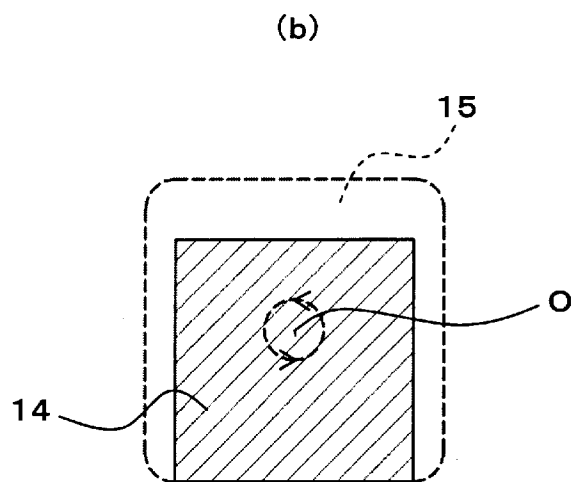
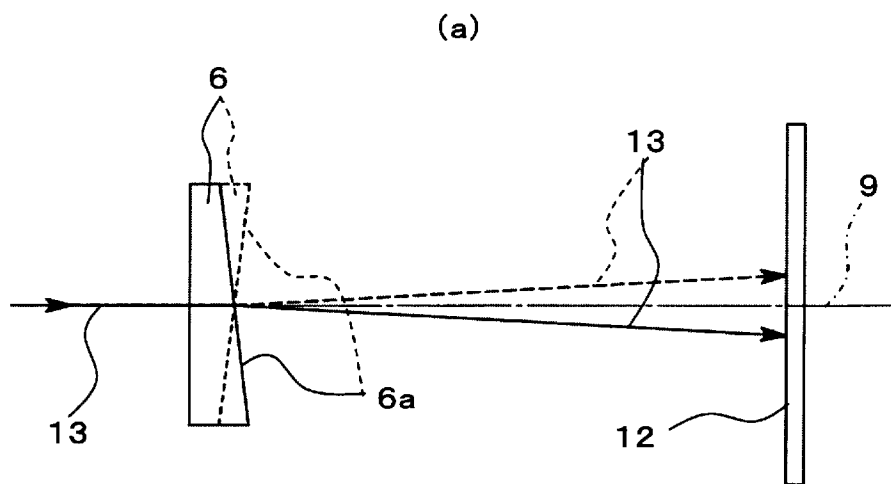
[図1]



[図2]

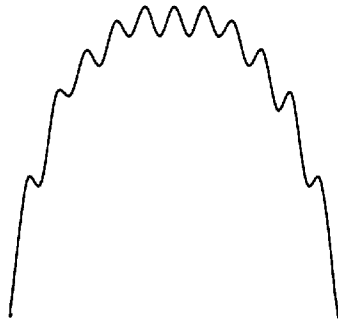


[図3]

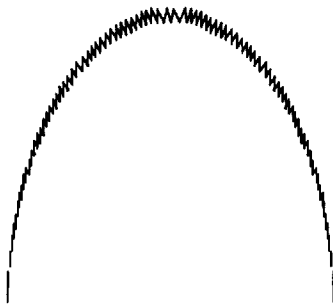


[図4]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/065236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/073(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B5/02(2006.01)i, G02B19/00(2006.01)i, G03F7/20(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)

H01L21/027, B23K26/06, B23K26/073, G02B3/00, G02B5/02, G02B19/00, G03F7/20

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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 2006-64380 A (Nikon Corp.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraphs [0020], [0031]; fig. 2 (Family: none)	1-6
Y	JP 3-180019 A (Mitsubishi Electric Corp.), 06 August 1991 (06.08.1991), page 2, lower left column, lines 10 to 15 (Family: none)	1-6
Y	JP 6-84759 A (Nikon Corp.), 25 March 1994 (25.03.1994), paragraph [0016] (Family: none)	1-6



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
13 October, 2010 (13.10.10)

Date of mailing of the international search report
26 October, 2010 (26.10.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/065236

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 2002-100561 A (Nikon Corp.), 05 April 2002 (05.04.2002), paragraph [0029] & US 2003/0025890 A1 & US 2004/0239904 A1 & TW 546699 B & KR 10-2001-0085493 A & SG 124257 A & SG 107560 A	1-6
Y	JP 2005-258306 A (Canon Inc.), 22 September 2005 (22.09.2005), paragraph [0012] (Family: none)	1-6
Y	JP 2005-317672 A (Nikon Corp.), 10 November 2005 (10.11.2005), paragraph [0053]; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	WO 2006/070580 A1 (Nikon Corp.), 06 July 2006 (06.07.2006), paragraphs [0034], [0044]; fig. 1, 2 & US 2008/0074631 A1 & US 7706072 B & EP 1837895 A1 & CN 101006553 A & KR 10-2007-0102653 A	2, 4
Y	JP 2009-182191 A (V Technology Co., Ltd.), 13 August 2009 (13.08.2009), paragraphs [0018], [0027]; fig. 1, 4 (Family: none)	4
A	JP 8-8168 A (Canon Inc.), 12 January 1996 (12.01.1996), entire text; all drawings & US 5621499 A	1-6
A	JP 2000-223405 A (Nikon Corp.), 11 August 2000 (11.08.2000), entire text; all drawings & US 6238063 B1	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/073(2006.01)i, G02B3/00(2006.01)i, G02B5/02(2006.01)i, G02B19/00(2006.01)i, G03F7/20(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 (I P C))

Int.Cl. H01L21/027, B23K26/06, B23K26/073, G02B3/00, G02B5/02, G02B19/00, G03F7/20

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 2006-64380 A (株式会社ニコン) 2006.03.09, 段落【0020】、【0031】、図2 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 3-180019 A (三菱電機株式会社) 1991.08.06, 第2頁左下欄第10-15行 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 6-84759 A (株式会社ニコン) 1994.03.25, 段落【0016】 (ファミリーなし)	1-6

☒ 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

1 3 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 6 . 1 0 . 2 0 1 0

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

赤尾 隼人

2 M

4 4 5 6

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 7 4

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 2002-100561 A (株式会社ニコン) 2002. 04. 05, 段落【0029】 & US 2003/0025890 A1 & US 2004/0239904 A1 & TW 546699 B & KR 10-2001-0085493 A & SG 124257 A & SG 107560 A	1-6
Y	JP 2005-258306 A (キヤノン株式会社) 2005. 09. 22, 段落【0012】 (ファミリーなし)	1-6
Y	JP 2005-317672 A (株式会社ニコン) 2005. 11. 10, 段落【0053】、 図1 (ファミリーなし)	1-6
Y	WO 2006/070580 A1 (株式会社ニコン) 2006. 07. 06, 段落[0034], [0044], 図1, 2 参照 & US 2008/0074631 A1 & US 7706072 B & EP 1837895 A1 & CN 101006553 A & KR 10-2007-0102653 A	2, 4
Y	JP 2009-182191 A (株式会社ブイ・テクノロジー) 2009. 08. 13, 段 落【0018】,【0027】、図1, 4 (ファミリーなし)	4
A	JP 8-8168 A (キヤノン株式会社) 1996. 01. 12, 全文, 全図 & US 5621499 A	1-6
A	JP 2000-223405 A (株式会社ニコン) 2000. 08. 11, 全文, 全図 & US 6238063 B1	1-6