

(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
2017年8月31日(31.08.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/145385 A1

- (51) 国際特許分類:
G03F 7/20 (2006.01) **H05H 13/04** (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/055921
- (22) 国際出願日: 2016年2月26日(26.02.2016)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (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400番地 Tochigi (JP).
- (72) 発明者: 鈴木 章義(SUZUKI, Akiyoshi); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400番地 ギガフォトン株式会社内 Tochigi (JP). 若林 理(WAKABAYASHI, Osamu); 〒3238558 栃木県小山市大字横倉新田400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3-18-3 新横浜KS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.

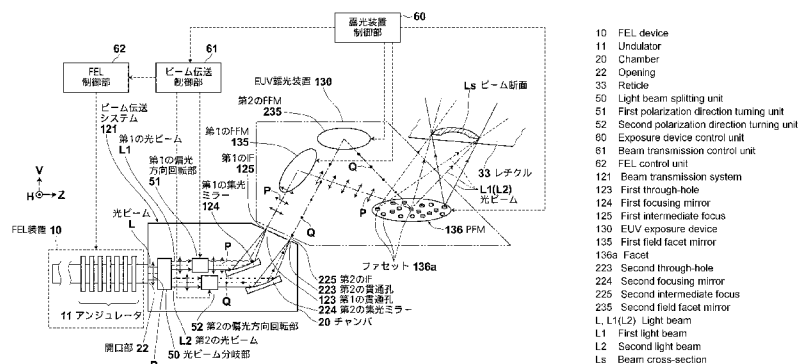
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, 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))
- 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

(54) Title: BEAM TRANSMISSION SYSTEM, EXPOSURE DEVICE, AND ILLUMINATION OPTICAL SYSTEM FOR EXPOSURE DEVICE

(54) 発明の名称: ビーム伝送システム、露光装置および露光装置の照明光学系



(57) Abstract: The present invention makes it possible to set the polarization direction of illumination light on the illumination surface of the exposure device more freely. This beam transmission system (121), which transmits a linearly polarized light beam (L) output from a free electron laser device (10) to an exposure device (130), includes a light beam splitting unit (50) that splits the light beam (L) into a first light beam (L1) and a second light beam (L2), and a first polarization direction turning unit (51) that causes the linear polarization direction of the first light beam (L1) to turn.

(57) 要約: 露光装置の照明面における照明光の偏光方向を、より自由に設定可能とする。自由電子レーザ装置(10)から出力される直線偏光した光ビーム(L)を露光装置(130)に伝送するビーム伝送システム(121)は、光ビーム(L)を第1の光ビーム(L1)と第2の光ビーム(L2)とに分岐する光ビーム分岐部(50)、および第1の光ビーム(L1)の直線偏光方向を回転させる第1の偏光方向回転部(51)を含む。

WO 2017/145385 A1

明 細 書

発明の名称：

ビーム伝送システム、露光装置および露光装置の照明光学系

技術分野

[0001] 本開示は、露光装置、露光装置の照明光学系および、露光装置に自由電子レーザ装置から露光用の光ビームを伝送するシステムに関する。

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、20 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20 nm以下の微細加工の要求に応えるべく、波長13.5 nmの極端紫外（EUV）光を生成する極端紫外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、ターゲット物質にパルスレーザ光を照射することによって生成されるプラズマが用いられるLPP（Laser Produced Plasma）式の装置と、放電によって生成されるプラズマが用いられるDPP（Discharge Produced Plasma）式の装置と、電子加速器から出力される電子を用いた自由電子レーザ（Free Electron Laser）装置の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：特表2015-525906号公報

特許文献2：特表2015-523720号公報

特許文献3：特表2012-533729号公報

特許文献4：特開2014-3290号公報

特許文献5：米国公開特許明細書第2015/0323874号

特許文献6：米国公開特許明細書第2015／0173163号

概要

- [0005] 本開示の一態様によるビーム伝送システムは、自由電子レーザ装置から出力される直線偏光した光ビームを露光装置に伝送するビーム伝送システムであって、光ビームを第1の光ビームと第2の光ビームとに分岐する光ビーム分岐部と、第1の光ビームの直線偏光方向を回転させる第1の偏光方向回転部とを備える。
- [0006] 本開示の別の態様によるビーム伝送システムは、自由電子レーザ装置から出力される直線偏光した光ビームを露光装置に伝送するビーム伝送システムであって、第1の光ビームを出力する第1の自由電子レーザ装置と、第2の光ビームを出力する第2の自由電子レーザ装置と、第1の光ビームの直線偏光方向を回転させる第1の偏光方向回転部とを備える。
- [0007] 一方、本開示の一態様による露光装置の照明光学系は、本開示の一態様による露光装置あるいは本開示の別の態様によるビーム伝送システムにより伝送された光ビームにより露光装置の照明面を照明する照明光学系であって、第1の光ビームが照射される第1の視野ファセットミラーと、第2の光ビームが照射される第2の視野ファセットミラーと、第1の視野ファセットミラーを経た第1の光ビームおよび、第2の視野ファセットミラーを経た第2の光ビームが照射される瞳ファセットミラーとを備える。

図面の簡単な説明

- [0008] 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、例示的なビーム伝送システムおよび、露光装置の照明光学系の構成を示す概略側面図である。
- [図2]図2は、図1に示した照明光学系の概略構成を示す斜視図である。
- [図3]図3は、照明光形状の一例を瞳ファセットミラーの状態によって説明する概略図である。
- [図4]図4は、照明光形状の別の例を瞳ファセットミラーの状態によって説明

する概略図である。

[図5]図5は、照明光形状のさらに別の例を瞳ファセットミラーの状態によって説明する概略図である。

[図6]図6は、比較例としてのビーム伝送システムおよび、露光装置の照明光学系の構成を示す概略図である。

[図7]図7は、照明光の形状および直線偏光方向の一例を、瞳ファセットミラーの状態によって説明する概略図である。

[図8]図8は、照明光の形状および直線偏光方向の別の例を、瞳ファセットミラーの状態によって説明する概略図である。

[図9]図9は、照明光の形状および直線偏光方向のさらに別の例を、瞳ファセットミラーの状態によって説明する概略図である。

[図10]図10は、照明光の形状および直線偏光方向の好ましい一例を、瞳ファセットミラーの状態によって説明する概略図である。

[図11]図11は、照明光の形状および直線偏光方向の好ましい別の例を、瞳ファセットミラーの状態によって説明する概略図である。

[図12]図12は、実施形態1に係るビーム伝送システムおよび、露光装置の照明光学系の構成を示す概略図である。

[図13]図13は、図12の構成に用いられた光ビーム分岐部の詳細構造を示す側面図である。

[図14]図14は、図12の構成に用いられた偏光方向回転部の詳細構造を示す側面図である。

[図15]図15は、図12の構成に用いられた偏光方向回転部の詳細構造を示す正面図である。

[図16]図16は、図15に示す偏光方向回転部の別の状態を示す正面図である。

[図17]図17は、実施形態2に係るビーム伝送システムおよび、露光装置の照明光学系の構成を示す概略図である。

[図18]図18は、図17の構成に用いられた光学パルスストレッチャの詳細

構造を示す側面図である。

[図19]図 19 は、実施形態 3 に係るビーム伝送システムおよび、露光装置の照明光学系の構成を示す概略図である。

[図20]図 20 は、図 19 の構成に用いられた光ビーム分岐部の詳細構造を示す側面図である。

[図21]図 21 は、図 20 に示す光ビーム分岐部の別の状態を示す側面図である。

[図22]図 22 は、実施形態 4 に係るビーム伝送システムおよび、露光装置の照明光学系の構成を示す概略図である。

[図23]図 23 は、実施形態 5 に係るビーム伝送システムおよび、露光装置の照明光学系の構成を示す概略図である。

[図24]図 24 は、光ビーム分岐部の変形例 1 を示す側面図である。

[図25]図 25 は、光ビーム分岐部の変形例 2 を示す側面図である。

[図26]図 26 は、光ビーム分岐部の変形例 2 を示す上面図である。

[図27]図 27 は、偏光方向回転部の変形例 1 を示す斜視図である。

[図28]図 28 は、図 27 の偏光方向回転部の別の状態を示す斜視図である。

実施形態

[0009] <目次>

1. EUV 露光装置とビーム伝送システムの全体説明

1. 1 構成

1. 2 動作

2. 比較例

2. 1 比較例の構成

2. 2 比較例の動作

2. 3 比較例の課題

3. 実施形態 1

3. 1 実施形態 1 の構成

3. 2 実施形態 1 の動作

- 3. 3 実施形態 1 の作用・効果
- 4. 実施形態 2
 - 4. 1 実施形態 2 の構成
 - 4. 2 実施形態 2 の動作
 - 4. 3 実施形態 2 の作用・効果
- 5. 実施形態 3
 - 5. 1 実施形態 3 の構成
 - 5. 2 実施形態 3 の動作
 - 5. 3 実施形態 3 の作用・効果
- 6. 実施形態 4
 - 6. 1 実施形態 4 の構成
 - 6. 2 実施形態 4 の動作
 - 6. 3 実施形態 4 の作用・効果
- 7. 実施形態 5
 - 7. 1 実施形態 5 の構成
 - 7. 2 実施形態 5 の動作
 - 7. 3 実施形態 5 の作用・効果
- 8. 光ビーム分岐部の変形例 1
 - 8. 1 光ビーム分岐部の変形例 1 の構成
 - 8. 2 光ビーム分岐部の変形例 1 の動作
 - 8. 3 光ビーム分岐部の変形例 1 の作用・効果
- 9. 光ビーム分岐部の変形例 2
 - 9. 1 光ビーム分岐部の変形例 2 の構成
 - 9. 2 光ビーム分岐部の変形例 2 の動作
- 10. 偏光方向回転部の変形例 1
 - 10. 1 偏光方向回転部の変形例 1 の構成
 - 10. 2 偏光方向回転部の変形例 1 の動作
 - 10. 3 偏光方向回転部の変形例 1 の作用・効果

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。

[0010] 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および動作の全てが本開示の構成およ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。

[0011] 1. E U V 露光装置とビーム伝送システムの全体説明

1. 1 構成

図1にE U V 露光装置と、このE U V 露光装置に自由電子レーザ (Free Electron Laser) 装置から露光用光ビームを伝送するビーム伝送システムを概略的に示す。なお、以下では自由電子レーザ装置をF E L 装置と称する。図1は、F E L 装置10を含むビーム伝送システム21、およびE U V 露光装置30の概略側面形状を示している。

[0012] 本開示では、F E L 装置10から出射する光ビームの進行方向がZ方向と定義される。また、F E L 装置10が載置される面に平行で、Z方向と直交する方向がH方向と定義される。そしてZ方向およびH方向に直交する方向がV方向と定義される。なお、F E L 装置10およびE U V 露光装置30の通常の使用状態下では、H方向が水平方向であり、V方向が鉛直方向である。

[0013] 図1に示されるようにF E L 装置10は、出力するパルスレーザ光の直線偏光方向を制御するアンジュレータ11を備えている。本実施形態のビーム伝送システム21によって伝送される光ビームLは、F E L 装置10が出力するパルスレーザ光である。

[0014] ビーム伝送システム21は、チャンバ20と、このチャンバ20に設けられた開口部22と、同じくチャンバ20に設けられた貫通孔23と、チャンバ20内に配置された集光ミラー24とを含む。

[0015] F E L 装置10から発せられた光ビームLは、開口部22を通過してチャンバ20内に入射する。この開口部22と、F E L 装置10の出力部とは、

Ｏリング等によってシールされるか、あるいは溶接されることが望ましい。
集光ミラー２４は、例えば軸外放物面ミラーである。この集光ミラー２４は、ＦＥＬ装置１０から発せられた光ビームＬが所定の入射角で入射するように配置されている。集光ミラー２４は、入射した光ビームＬが中間集光点（ＩＦ：Intermediate Focus）２５で集光してから、ＥＵＶ露光装置３０内に入射するように配置されている。以下では、上記中間集光点をＩＦと称し、図中でもそのように表記する。

[0016] 光ビームＬは、貫通孔２３を通過してチャンバ２０の外に出る。この貫通孔２３と、ＥＵＶ露光装置３０の光ビーム入力部とは、図示外のシール部材によってシールされることが望ましい。チャンバ２０内は、光ビームＬの減衰が抑制されるように、図示しない排気装置により排気されて、高真空状態に維持されることが望ましい。

[0017] ＥＵＶ露光装置３０は、照明光学系３１と、投影光学系３２と、レチクル３３と、ウエハ３４と、筐体３９とを含む。

[0018] 照明光学系３１は、視野ファセットミラー（ＦＦＭ：Field Facet Mirror）３５と、瞳ファセットミラー（ＰＦＭ：Pupil Facet Mirror）３６とを含む。以下では視野ファセットミラーをＦＦＭと称し、瞳ファセットミラーをＰＦＭと称し、図中でもそのように表記する。ＦＦＭ３５およびＰＦＭ３６は、光ビームＬを複数の光ビームＬに分割し、照明面であるレチクル３３上において、分割されたそれぞれの光ビームＬを複数のスリットに整形してこのレチクル３３を照明するように配置されている。またＦＦＭ３５およびＰＦＭ３６は、上記複数の光ビームＬが、レチクル３３に対して所定の角度分布を持つように配置されている。さらにＦＦＭ３５およびＰＦＭ３６は、上記複数のスリット同士がレチクル３３上で殆ど全て重なり合うように配置されている。

[0019] 投影光学系３２は、凹面ミラー３７および凹面ミラー３８を含む。これらの凹面ミラー３７および凹面ミラー３８は、照明されたレチクル３３の像をウエハ３４上に投影結像するように配置されている。

ここで、投影光学系 32 は、複数のミラーの組合せであって、さらに多くの凹面ミラーと凸面ミラーと、を含む構成であってもよい。

[0020] なお E U V 露光装置 30 は、照明光学系 31 および投影光学系 32 に対して、レチクル 33 およびウエハ 34 を同期走査させる図示外の走査機構を備えている。

[0021] 次に図 2 を参照して、照明光学系 31 について詳しく説明する。この照明光学系 31 は、FFM 35 および PFM 36 を含む。FFM 35 および PFM 36 は、シリコン基板等を用いて作製されたいわゆる MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) である。

[0022] FFM 35 は、複数のファセット (視野ファセット) 35a を有する。これらのファセット 35a は、一例として円弧形状とされた凹面の微小ミラーである。この微小ミラーであるファセット 35a の形状が、レチクル 33 を照射するスリットの形状となる。各ファセット 35a には、例えば静電力によってファセット 35a の角度を変化させる、図示外のアクチュエータが連結されている。

[0023] PFM 36 は、複数のファセット (瞳ファセット) 36a を有する。これらのファセット 36a は、一例として円形の凹面の微小ミラーである。各ファセット 36a には、例えば静電力によってファセット 36a の角度を変化させる、図示外のアクチュエータが連結されている。

[0024] ここで、FFM 35 は、各ファセット 35a 毎に、IF 25 の像を PFM 36 の対応する一つのファセット 36a に上結像する。PFM 36 は各ファセット 36a が反射した対応するファセット 35a の像をレチクル 33 上に重なり合って結像するように配置されている。

[0025] FFM 35 の各ファセット 35a、および PFM 36 の各ファセット 36a は、露光装置制御部 60 が上記アクチュエータの駆動を制御することにより、個別に角度が設定され得る。

[0026] 1. 2 動作

上述した図 1 の構成において、FEL 装置 10 から出力されたパルスレー

ザ光である光ビームLは、チャンバ20の中に入射する。この光ビームLは集光ミラー24に所定の角度で入射し、反射する。反射した光ビームLは、IF25で集光する。集光した光ビームLはチャンバ20の貫通孔23を通過して、EUV露光装置30の中に入射する。

[0027] EUV露光装置30内に入射した光ビームLは照明光学系31により、レチクル33上において、走査するスリット形状に整形される。レチクル33では、走査スリットの形状に整形された複数の光ビームLが殆ど全て重なり合って照明される。なお図2には、上記スリットの形状となった光ビームLの最終断面形状をL_sとして示してある。このようにFFM35によって各々がスリットの形状に整形された複数の光ビームLは、レチクル33に対して所定の角度分布を持つように変換され、PFM36によりレチクル33を均一な照度で照明する。

[0028] レチクル33を照明した複数の光ビームLはレチクル33で反射し、投影光学系32を介してウエハ34を照射する。それにより、レチクル33の照明された部分の像が、ウエハ34上のフォトレジストに転写結像される。

[0029] また、前述した走査機構により、照明光学系31および投影光学系32に対してレチクル33およびウエハ34が同期走査され、それにより、レチクル33の全体像がウエハ34上のフォトレジストに転写結像される。なおレチクル33の走査速度とウエハ34の走査速度は、投影光学系32の倍率に応じた比率に設定される。

[0030] 次に図2を参照して、照明光学系31のFFM35およびPFM36の動作について説明する。露光装置制御部60は、レチクル33のパターンに最適な照明光の形状を決定する。なお多くの場合、1つのウエハ34を露光するに当たり、複数のレチクル33が順次取り替え使用されるが、上記最適な照明光の形状は、1つのレチクル33毎に決定される。露光装置制御部60は、決定した照明光の形状が得られるように、FFM35の各ファセット35aの角度、およびPFM36の各ファセット36aの角度を制御する。この角度の制御は、前述したように各ファセット35aおよびファセット36

aに連結している各アクチュエータの駆動を制御することによってなされる。

[0031] ここで、上記照明光の形状例について図3～図5を参照して説明する。これらの図は、PFM36を用いて照明光の形状を概略的に示している。各図に示された大きい円はPFM36を示し、その中に示された24個の小円はPFM36のファセット36aを示している。24個のファセット36aのうち、白丸のファセット36aは、FFM35のファセット35aから分割された光ビーム光Lが入射するように、FFM35のファセット35aの角度が設定されている状態を示している。

一方、ハッチングが付されているファセット36aは、FFM35のファセット35aから分割された光ビーム光Lが届いていない状態を示している。光ビームLは、白丸で示すファセット36aの配置パターン通りの角度分布で、レチクル33を照明する。

[0032] 例えば、図3に示すように概略円環状に連なる複数のファセット36aで反射した光ビームLにより、レチクル33を照明する場合を考える。この場合、図2のIF25から拡がった光ビームLは、FFM35の複数のファセット35aに入射し、そこで反射する。こうして光ビームLは、複数のファセット35a毎に分割されてFFM35から出射する。これらの分割された光ビームLは、PFM36の複数のファセット36aのうち、上記概略円環状に連なる複数のファセット36aの各々に入射する。

[0033] 上記複数のファセット36aの各々で反射して複数の分割された光ビームLは、レチクル33を照明する。この際、レチクル33上で光ビームLにより、FFM35の円弧形状のファセット35aの像が殆ど重なって結像される。そこでレチクル33は、上記円弧形状をスリットとして、均一な照度で照明される。また、レチクル33は、上記概略円環状の角度分布で照明される。

[0034] その他、図4に示すパターンとなるように複数のファセット35aと複数のファセット36aの角度をそれぞれ設定すれば、左右に分かれた2極形状

の照明光形状を持った角度分布でレチクル 33 を照明することができる。さらには、図 5 に示すパターンとなるように複数の複数のファセット 35 a とファセット 36 a の角度をそれぞれ設定すれば、上下に分かれた 2 極形状の照明光形状を持った角度分布でレチクル 33 を照明することができる。

[0035] 2. 比較例

2. 1 比較例の構成

図 6 は、本発明に対する比較例であるビーム伝送システム 21 を示す概略図である。この図 6 の構成においては、図 1 に示した構成におけるのと同様に、FEL 装置 10 から 1 本の光ビーム L が出力される。この光ビーム L は、一方向、つまり図中に矢印 P で示す方向に直線偏光した光ビームである。

[0036] 2. 2 比較例の動作

比較例の構成によれば、図 1 に示した構成におけるのと同様に、光ビーム L が複数に分割される。そして分割された光ビーム L によって、レチクル 33 が照明される。この際、レチクル 33 を照明する複数の光ビーム L は、互いに同じ方向に直線偏光した状態となっている。

[0037] 2. 3 比較例の課題

EUV 露光装置においては、先に述べたように微細加工の要求に応えるべく、投影光学系の解像力を高めることが望まれている。その要求を満たすために、投影光学系の NA（開口数）を高めることが考えられる。しかし、投影光学系の NA を例えば 0.5 以上に大きくすると、結像光束がウエハ上のレジストに入射する角度が大きくなって、照明光の偏光の影響が無視できなくなる。例えば、波長が 13.5 nm の極端紫外光を用い、ハーフピッチが 10 nm 以下の 1 : 1 のライン・アンド・スペースを p 偏光で結像させると、光学像のコントラストは 20% 以上低下する。このコントラスト低下を防ぐには、レチクルのパターンに応じて、照明光の形状だけでなく、照明光の直線偏光方向も制御する必要がある。

[0038] しかし、図 6 に示す比較例の構成では、照明光の直線偏光方向は、FEL 装置 10 から出射した際の光ビーム L の直線偏光方向に応じて一方向に定ま

ってしまう。したがって比較例の構成では、照明光の直線偏光方向を、レチクルのパターンに応じて好ましい方向に設定することは困難となっている。

[0039] 以下、上述のことを、より具体的に説明する。図7、図8および図9はそれぞれ、照明光形状が先に説明した図3、図4および図5の形状とされる場合について、図6に示す比較例の構成で設定され得る照明光の直線偏光方向を示している。各図において直線偏光方向は、ファセット36a内に記載した矢印で示している。また、ファセット36aの並ぶ面内で、互いに直交するX方向およびY方向を考える。

[0040] 図7に示すように、概略円環状に連なる複数のファセット36aで反射した光ビームLにより、レチクル33を照明する場合を考える。この場合、直線偏光方向は、FEL装置10から出射した際の光ビームLの直線偏光方向に応じて定まるY方向のみとなる。

[0041] このような照明光形状とする場合、好ましい偏光照明として、円周方向の偏光照明が知られている。これは、照明光の形状を概略円環状や概略円形とする場合、直線偏光方向を概略円周に沿った方向に設定するものである。つまり図7に示す照明光形状の場合は、図10に示すように直線偏光方向を設定することが望まれる。しかし、図6に示す比較例の構成では、PFM36に入射する光を個別にそのような直線偏光方向の設定する機能がなく、偏光方向の制御が困難である。

[0042] また、図8に示すように、左右に分かれた2極形状の照明光形状でレチクル33を照明する場合を考える。なおこの照明光形状は、図7に示した照明光形状から、図8においてファセット36a同士の間引いた4本の長い矢印で示すように、4個のファセット35aの角度をそれぞれ設定し、4個のファセット36aの角度をそれぞれ設定することにより実現される。この場合も、直線偏光方向は、FEL装置10から出射した際の光ビームLの直線偏光方向に応じて定まるY方向となり、一応所望の円周方向に準じた照明を行うことが可能である。

[0043] 別の場合として図9に示すように、上下に分かれた2極形状の照明光形状

でレチクル33を照明する場合を考える。なおこの照明光形状は、図7に示した照明光形状から、図9においてファセット36a同士の間引いた4本の長い矢印で示すように、4個のファセット35aの角度をそれぞれ設定し、4個のファセット36aの角度をそれぞれ設定することにより実現される。この場合も、直線偏光方向は、FEL装置10から出射した際の光ビームLの直線偏光方向に応じて定まるY方向のみとなってしまう。

[0044] 図9に示すような照明光形状の場合、所望の円周方向に準じた照明を行うには、レチクル33のパターンによっては、図11に示すように直線偏光方向を全てX方向に設定することが望ましい。しかし、図6に示す比較例の構成では、そのような直線偏光方向の設定は困難である。

[0045] 3. 実施形態1

3. 1 実施形態1の構成

図12は、実施形態1に係るビーム伝送システム121およびEUV露光装置130の構成を概略的に示す一部破断側面図である。なおEUV露光装置130は、本発明による照明光学系を備えて構成されている。図12の構成において、図1および図6に示した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複した説明を省略する。

[0046] 以下、この実施形態1の構成の中で、図1および図6に示した構成と異なる部分について説明する。本実施形態1において、以下で説明する相違点以外の構成は、基本的に、図1および図6に示した構成と同様とすればよい。

[0047] 本実施形態のビーム伝送システム121は、FEL装置10から発せられた光ビームLを、EUV露光装置130まで伝送する。ビーム伝送システム121は、FEL装置10と、チャンバ20と、ビーム伝送制御部61とを含む。チャンバ20には、第1の貫通孔123および第2の貫通孔223が設けられている。またチャンバ20内には、第1の集光ミラー124および第2の集光ミラー224と、光ビーム分岐部50と、第1の偏光方向回転部51と、第2の偏光方向回転部52とが配置されている。

[0048] 上記光ビーム分岐部50は、FEL装置10から出力されてチャンバ20

内に入射した光ビームLを、第1の光ビームL1と第2の光ビームL2とに分岐する。この光ビーム分岐部50の詳細な構成については、後に詳しく説明する。

[0049] 第1の偏光方向回転部51は、第1の光ビームL1の光路に配され、この第1の光ビームL1の直線偏光方向を回転させ得る。第2の偏光方向回転部52は、第2の光ビームL2の光路に配され、この第2の光ビームL2の直線偏光方向を回転させ得る。

[0050] 第1の集光ミラー124は、第1の偏光方向回転部51を通過した第1の光ビームL1を集光する。この第1の集光ミラー124は、集光した第1の光ビームL1のIF（第1のIF）125が、第1の貫通孔123と略一致する位置に有るように配置されている。また第2の集光ミラー224は、第2の偏光方向回転部52を通過した第2の光ビームL2を集光する。この第2の集光ミラー224は、集光した第2の光ビームL2のIF（第2のIF）225が、第2の貫通孔223と略一致する位置に有るように配置されている。

[0051] ビーム伝送制御部61は、露光装置制御部60から送られるレチクル33に関する情報に基づいて、第1の偏光方向回転部51および第2の偏光方向回転部52の動作を制御する。

[0052] また、FEL装置10の動作を制御するFEL制御部62が設けられている。このFEL制御部62は、露光装置制御部60から送られる制御信号に基づいてFEL装置10の動作を制御する。こうして制御されるFEL装置10は、所定のタイミングで、パルスレーザ光である光ビームLを出力する。

[0053] EUV露光装置130は、図1に示した照明光学系31を構成する第1のFFM135および第2のFFM235を含む。これら第1のFFM135および第2のFFM235は、図1および図6に示したFFM35と基本的に同じ構成を有する。またEUV露光装置130は、図1に示した照明光学系31を構成するPFM136を含む。このPFM136は、図1および図

6に示したPFM36と同じ役割を果たすが、2つのFFMに対応しているため、まったく同一のPFMではない。なお、図12中で、PFM136の各ファセット（瞳ファセット）を136aで示す。

[0054] 第1のFFM135および第2のFFM235が有する複数のファセット35a（図12では図示せず。図2参照）の角度、およびPFM136が有する複数のファセット136aの角度は、露光装置制御部60によって制御される。これらのファセットの角度制御は、図2を参照して説明した、FFM35およびPFM36のファセットの角度制御と基本的に同じである。

[0055] 第1のFFM135、PFM136およびレチクル33の間の結像等に関する光学的関係、並びに、第2のFFM235、PFM136およびレチクル33の間の結像等に関する光学的関係は、図2を参照して説明したFFM35、PFM36およびレチクル33の間の光学的関係と基本的に同じである。

[0056] 次に図13を参照して、光ビーム分岐部50の具体的な構成について説明する。本実施形態において光ビーム分岐部50は、斜入射高反射ミラー50Mを含むものとされている。この斜入射高反射ミラー50Mは、例えばSiCやAlSi合金からなる基板を用いて形成される。この斜入射高反射ミラー50Mは、FEL装置10から出力された光ビームLの進行方向に対して斜めにして、光ビームLの略半分、つまり図中の下半分だけを反射するように配置される。それにより光ビームLは、反射した成分が第1の光ビームL1として、また反射しない成分が第2の光ビームL2として分岐される。

[0057] なお、斜入射高反射ミラー50Mに対する光ビームLの入射角 θ は、 $80^{\circ} \leq \theta < 90^{\circ}$ なる範囲内の値とすることが望ましく、 $87^{\circ} \leq \theta < 89.7^{\circ}$ なる範囲内の値とすることがさらに望ましい。

[0058] また斜入射高反射ミラー50Mは、光ビームLの照射を受けることによって高温になりやすいので、流れる冷却水によって冷却しながら使用することが望ましい。

[0059] ここで、上述のような斜入射高反射ミラー50Mを用いた場合、分岐した

後の第1の光ビームL1および第2の光ビームL2は、互いに角度をなして進行することになる。しかし図12においては、第1の光ビームL1および第2の光ビームL2を概略的に、互いに平行な方向に進行する状態に示している。

[0060] 次に図14～図16を参照して、偏光方向回転部51および52の具体的な構成について説明する。なお、それらの偏光方向回転部51および52は互いに同じ構成のものであるので、ここでは第1の光ビームL1が通るものとして偏光方向回転部を説明する。図14および図15はそれぞれ、この偏光方向回転部の側面図および正面図である。また図16は、図15とは異なる状態にある偏光方向回転部を示す正面図である。

[0061] この偏光方向回転部は、傾斜ステージ70と、この傾斜ステージ70に回転可能に保持された回転部材74とを含む。回転部材74は円柱状部材の一部を切り取った形のもので、その円柱の軸を中心として回転可能に傾斜ステージ70に保持されている。この回転部材74にはプレート75が固定され、このプレート75には第1ミラーホルダ76および第2ミラーホルダ77が固定されている。

[0062] 上記第1ミラーホルダ76は、第1の光ビームL1が進行する方向に対して傾斜した2つ傾斜面を有する。これらの傾斜面のうち、第1の光ビームL1の進行方向後方側の傾斜面には第1高反射ミラー71が保持され、第1の光ビームL1の進行方向前方側の傾斜面には第3高反射ミラー73が保持されている。一方、第2ミラーホルダ77には、上記第1高反射ミラー71および第3高反射ミラー73の方を向く状態にして、第2高反射ミラー72が保持されている。また傾斜ステージ70には、回転部材74を所望の角度回転させるモータ78が取り付けられている。このモータ78の駆動は、図12にも示したビーム伝送制御部61によって制御される。

[0063] 上記構成の偏光方向回転部は、第1の光ビームL1が上記回転部材74の回転中心上を進行して第1高反射ミラー71に入射するように配置される。入射した第1の光ビームL1は、第1高反射ミラー71、第2高反射ミラー

72および第3高反射ミラー73で順次反射する。

[0064] 3. 2 実施形態1の動作

図12の構成において、FEL装置10はパルスレーザ光である光ビームLを出力する。この光ビームLはアンジュレータ11により、直線偏光した光となる。この光ビームLは、開口部22からチャンバ20内に入射する。光ビーム分岐部50はこの光ビームLを、第1の光ビームL1と第2の光ビームL2とに分岐する。第1の光ビームL1は、第1の偏光方向回転部51に入射する。第2光ビームL2は、第2の偏光方向回転部52に入射する。

[0065] 第1の偏光方向回転部51は、一例として、入射した第1の光ビームL1の直線偏光方向はそのままにして、この第1の光ビームL1を通過させる。第1の偏光方向回転部51を通過した第1の光ビームL1は、第1の集光ミラー124において反射する。反射した第1の光ビームL1は、第1の貫通孔123を通過してチャンバ20の外に出射し、第1のIF125で集光した後、EUV露光装置130内に入射する。

[0066] 一方、第2の偏光方向回転部52は、一例として、入射した第2の光ビームL2の直線偏光方向を90°回転させて、この第2の光ビームL2を通過させる。第2の偏光方向回転部52を通過した第2の光ビームL2は、第2の集光ミラー224において反射する。反射した第2の光ビームL2は、第2の貫通孔223を通過してチャンバ20の外に出射し、第2のIF225で集光した後、EUV露光装置130内に入射する。

[0067] 図12において、第1の光ビームL1および第2の光ビームL2の、紙面に平行な直線偏光方向を矢印Pで示す。また、図12の紙面に垂直な直線偏光方向については、点Qで示す。この図12に示される通り、第2の偏光方向回転部52を通過した第2の光ビームL2の直線偏光方向は、第1の偏光方向回転部51を通過した第1の光ビームL1の直線偏光方向に対して、90°回転している。

[0068] ここで、第2の光ビームL2の回転について詳しく説明する。図15および図16に示す回転部材74の傾斜ステージ70に対する回転角度 ϕ を、図

15の状態にある場合において0（ゼロ）°と規定する。この図15の状態下では、第1高反射ミラー71に入射する前の第1の光ビームL1の直線偏光方向は、第3高反射ミラー73で反射した後もそのまま維持される。つまり回転角度 $\phi = 0^\circ$ の場合、光ビームL1の直線偏光方向は回転されない。

[0069] それに対して、回転部材74を回転角度 $\phi = 45^\circ$ として回転させると、図16に示す状態となる。つまりこの場合、第3高反射ミラー73で反射した第1の光ビームL1の直線偏光方向は、第1高反射ミラー71に入射する前の第1の光ビームL1の直線偏光方向に対して90°回転することになる。

[0070] EUV露光装置130内に入射した第1の光ビームL1は、第1のFFM135、PFM136で順次反射した後、レチクル33を照明する。なお図12ではレチクル33を図示していないので、図1を参照されたい。また、EUV露光装置130内に入射した第2の光ビームL2は、第2のFFM235、PFM136で順次反射した後、レチクル33を照明する。

[0071] なお、第1のFFM135、第2のFFM235、PFM136およびレチクル33の光学的な位置関係は、第1のFFM135に入射する第1の光ビームL1と、第2のFFM235に入射する第2の光ビームL2との間の直線偏光方向の関係が、レチクル33上でそのまま維持される位置関係とされている。

[0072] 第1のFFM135、第2のFFM235およびPFM136の各ファセットの角度が、1枚のレチクル33毎に制御されて、レチクル33を照明する光ビームL1およびL2の形状が制御され得ることは、先に述べた通りである。

[0073] また、レチクル33で反射した光ビームL1およびL2によりレチクルの像がウエハ上のフォトリジストに転写結像され、そして、レチクルおよびウエハの走査により、レチクルの全面像が上記フォトリジストに転写結像されることも、先に説明した通りである。

[0074] 以上、第1の光ビームL1の直線偏光方向は第1の偏光方向回転部51に

において回転されず、第2の光ビームL2の直線偏光方向が第2の偏光方向回転部52において90°回転される例を説明したが、直線偏光方向の回転制御はこれに限定されない。例えば、第1の光ビームL1と第2の光ビームL2の双方について直線偏光方向を90°回転させたり、さらには第1の光ビームL1と第2の光ビームL2の双方について直線偏光方向を回転しないようにしてもよい。さらに、直線偏光方向を回転させる角度も、90°以外の角度とされても構わない。

[0075] そのような直線偏光方向の回転制御は、逐次取り替えられる1枚のレチクル33毎に露光装置制御部60が出力する指示に基づいて、ビーム伝送制御部61が第1の偏光方向回転部51および第2の偏光方向回転部52の動作を制御することによってなされ得る。

[0076] 第1の光ビームL1および第2の光ビームL2の一方の直線偏光方向を90°回転させた場合、レチクル33上における2つの直線偏光方向は、互いに90°異なる状態となる。また、第1の光ビームL1および第2の光ビームL2の一方の直線偏光方向を回転させる角度を90°以外の角度とすれば、レチクル33上における2つの直線偏光方向を、90°以外の角度をなすように設定することも可能である。しかし一般にレチクル33のパターンは、多くのものが、互いに直交する縦線と横線からなるパターンである。そこで、レチクル33上において2つの直線偏光方向を設定する要求がある場合は、2つの直線偏光方向を互いに90°の角度をなすように設定したいことが圧倒的に多い。以上のことに鑑みれば、第1の光ビームL1および第2の光ビームL2がレチクル33上でなす偏光の角度を同一方向の0°以外に1通りにしか設定できない場合は、その角度を90°に設定することが好ましい。

[0077] 3. 3 実施形態1の作用・効果

以上説明した通り本実施形態においては、光ビーム分岐部50、第1の偏光方向回転部51および第2の偏光方向回転部52が設けられているので、第1の光ビームL1および第2の光ビームL2の一方、あるいは双方の偏光

方向を自由に変更することができる。それにより、レチクル 33 上において 2 つの直線偏光方向を自在に設定可能となる。

[0078] また、第 1 の FFM135、第 2 の FFM235 および PFM136 が有する複数のファセットの角度を制御することにより、レチクル 33 に対する照明光の形状も自在に設定可能となる。

[0079] そこで本実施形態においては、例えば図 10 に示したような照明光の形状および、照明光の直線偏光パターンも設定可能である。また、図 9 および図 11 に示したような照明光の形状を設定する場合に、照明光の直線偏光パターンを図 9 のように設定したり、最適ではなくても図 11 のように設定したりすることが可能となる。以上により、本実施形態によれば、露光装置の解像力を向上させることが可能になる。

[0080] 4. 実施形態 2

4. 1 実施形態 2 の構成

図 17 は、実施形態 2 に係るビーム伝送システム 221 および EUV 露光装置 130 の構成を概略的に示す一部破断側面図である。図 17 の構成において、図 12 に示した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複した説明を省略する。

[0081] この実施形態 2 のビーム伝送システム 221 は、実施形態 1 におけるビーム伝送システム 121 とは異なる構成を有する。すなわちビーム伝送システム 221 は、FEL 装置 10 と光ビーム分岐部 50 との間において、光ビーム L の光路に配された光学パルスストレッチャ 80 を含んでいる。この光学パルスストレッチャ 80 の詳細な構成を図 18 に示す。図示の通り光学パルスストレッチャ 80 は、反射型の第 1 グレーティング 85 と、同じく反射型の第 2 グレーティング 86 とを含む。第 1 グレーティング 85 と第 2 グレーティング 86 は、互いに略等しい溝ピッチを有する。

[0082] 第 1 グレーティング 85 は、光ビーム L が入射する位置において、光ビーム L の入射角が α 、回折角が β となる状態に配置されている。第 2 グレーティング 86 は、第 1 グレーティング 85 で反射回折した光ビーム L が入射す

る位置において、光ビームLの入射角が略 β 、回折角が略 α となる状態に配置されている。なお、上記入射角および回折角は、光ビームLの中心波長に対するものとする。

[0083] 4. 2 実施形態2の動作

FEL装置10から出力されるパルスレーザ光である光ビームLは、パルス幅が例えば0.1~0.2ps（ピコ秒）と短いため、不確定性原理によりスペクトル線幅は、広がり、単位時間当たりのエネルギーが極めて高くなる。上記グレーティング85および86で光ビームLを反射回折させると、光ビームLの長波長成分、短波長成分に対する回折角が異なることから、長波長成分の光路長が短くなる一方、短波長成分の光路長が長くなる。それにより、スペクトル線幅に応じて光ビームLのパルス幅が伸長される。

[0084] 4. 3 実施形態2の作用・効果

以上のようにしてビームLのパルス幅が伸長されると、パルスレーザ光である光ビームLの単位時間当たりのエネルギーが低下する。そこで、光学パルスストレッチャ80よりも後段の光学要素の反射面に使用される膜やウエハ上のレジストが、光ビームLによるアブレーションで損傷することを抑制できる。上記光学要素としては、例えば偏光方向回転部51および52、集光ミラー124、224、さらにはEUV露光装置130内の各種光学要素等が挙げられる。

[0085] 5. 実施形態3

5. 1 実施形態3の構成

図19は、実施形態3に係るビーム伝送システム321およびEUV露光装置130の構成を概略的に示す一部破断側面図である。図19の構成において、図12に示した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複した説明を省略する。

[0086] この実施形態3のビーム伝送システム321は、実施形態1におけるビーム伝送システム121とは異なる構成を有する。すなわちビーム伝送システム321は、光ビーム分岐部50において分岐された第1の光ビームL1お

よび第2の光ビームL2のうち、第2の光ビームL2の光路にだけ、偏光方向回転部52を備えている。この偏光方向回転部52としては、図12の構成において用いられた第2の偏光方向回転部52と同じものを用いることができる。

[0087] また本実施形態のビーム伝送システム321は、光ビーム分岐部50において分岐された第1の光ビームL1および第2の光ビームL2の光路にそれぞれ配置された、第1の光学パルスストレッチャ81および第2の光学パルスストレッチャ82を含んでいる。これらの光学パルスストレッチャ81および82としては、図18に示した光学パルスストレッチャ80と同様のものを用いることができる。

[0088] また本実施形態のビーム伝送システム321は、図12および図17に示した光ビーム分岐部50とは異なる構成の光ビーム分岐部90を含んでいる。この光ビーム分岐部90は、特に光ビームLの光路を選択する機能も有する。以下、図20および図21を参照して、光ビーム分岐部90について詳しく説明する。

[0089] この光ビーム分岐部90は、可動斜入射高反射ミラー90Mを含む。この可動斜入射高反射ミラー90Mは、ミラーとしての構成は、図13に示した斜入射高反射ミラー50Mと同等である。それに加えて光ビーム分岐部90は、可動斜入射高反射ミラー90Mの位置を変更する図示外のアクチュエータを含んでいる。

[0090] このアクチュエータにより駆動されて可動斜入射高反射ミラー90Mは、図20に実線で示す第1状態と、図20に破線で示す第2状態と、図21に示す第3状態とのうちのいずれかに設定され得る。上記第1状態は、光ビームLが全部入射するように配置された可動斜入射高反射ミラー90Mが、この光ビームLを全部反射させる状態である。上記第2状態は、可動斜入射高反射ミラー90Mが光ビームLの光路から退出した状態である。上記第3状態は、光ビームLの一部が入射するように配置された可動斜入射高反射ミラー90Mが、この光ビームLの一部を反射させる状態である。なお上記アク

チュエータの駆動は、手動のスイッチで制御されてもよいし、あるいはビーム伝送制御部 61 によって自動的に制御されてもよい。

[0091] 3. 2 実施形態 3 の動作

可動斜入射高反射ミラー 90M が上記第 1 状態に設定された場合、光ビーム L は全て反射されて、第 1 の光ビーム L1 としての光路を進行する。可動斜入射高反射ミラー 90M が上記第 2 状態に設定された場合、光ビーム L は可動斜入射高反射ミラー 90M で反射することなく、全てが第 2 の光ビーム L2 としての光路を進行する。可動斜入射高反射ミラー 90M が上記第 3 状態に設定された場合、光ビーム L は第 1 の光ビーム L1 と第 2 の光ビーム L2 とに分岐される。この場合も第 1 の光ビーム L1 は第 1 の光ビームとしての光路を進行し、第 2 の光ビーム L2 は第 2 の光ビームとしての光路を進行する。

[0092] 3. 3 実施形態 3 の作用・効果

この実施形態 3 のビーム伝送システム 321 は、偏光方向回転部 52 を 1 つだけ有するので、偏光方向回転部を 2 つ設ける場合と比べて装置の簡素化が可能となる。

[0093] この実施形態 3 によれば、第 1 の光ビーム L1 および第 2 の光ビーム L2 の各直線偏光方向をそれぞれ任意に変更することは困難である。しかし、先に述べた通り、一般にレチクル 33 のパターンは、多くのものが、互いに直交する縦線と横線からなるパターンである。そこで、例えば第 1 の光ビーム L1 の固定された直線偏光方向を、レチクル 33 上で上記縦線または横線が伸びる方向と平行に設定しておけば、直線偏光方向の設定において特に問題は生じない。なお、第 1 の光ビーム L1 の直線偏光方向を上記のように設定するには、具体的に、第 1 の光ビーム L1 の直線偏光方向がレチクル 33 の辺に対して平行あるいは直角となるようにすればよい。これは通常、レチクル 33 のパターンの縦線または横線が伸びる方向がレチクル 33 の辺と平行になっているからである。

[0094] また、偏光方向回転部 52 によって回転された第 2 の光ビーム L2 の直線

偏光方向は、固定である第1の光ビームL1の直線偏光方向に対して、レチクル33上で平行な方向、あるいは直交する方向に設定すればよい。

[0095] そして光ビーム分岐部90の光路選択機能により、第1の光ビームL1あるいは第2の光ビームL2だけがEUV露光装置130に伝送される状態と、双方の光ビームL1およびL2がEUV露光装置130に伝送される状態とを選択的に設定可能となる。

[0096] 6. 実施形態4

6. 1 実施形態4の構成

図22は、実施形態4に係るビーム伝送システム421およびEUV露光装置130の構成を概略的に示す一部破断側面図である。図22の構成において、図12に示した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複した説明を省略する。

[0097] この実施形態4のビーム伝送システム421は、実施形態1におけるビーム伝送システム121とは異なる構成を有する。すなわちビーム伝送システム421は、光ビーム分岐部50を備えていない。

[0098] そしてこの実施形態4では、2つのFEL装置つまり、第1のFEL装置110および第2のFEL装置210が設けられている。第1のFEL装置110はパルスレーザ光である第1の光ビームL1を出力する。第2のFEL装置210もパルスレーザ光である第2の光ビームL2を出力する。第2のFEL装置210は、出力する第2の光ビームL2が、第1のFEL装置110が出力する光ビームL1と平行に進行する状態に配置されている。

[0099] 第1の光ビームL1の光路には、この第1の光ビームL1の直線偏光方向を回転させる第1の偏光方向回転部51が配されている。また、第2の光ビームL2の光路には、この第2の光ビームL2の直線偏光方向を回転させる第2の偏光方向回転部52が配されている。

[0100] なお、このように第1のFEL装置110および第2のFEL装置210が設けられる場合も、図19に示した構成のように、第1の光ビームL1と第2の光ビームL2の一方だけの直線偏光方向を回転させるようにしてもよ

い。

[0101] 6. 2 実施形態4の動作

第1の光ビームL1および第2の光ビームL2はそれぞれ、第1の偏光方向回転部51、第2の偏光方向回転部52によって直線偏光方向が回転され得る。そして第1の光ビームL1および第2の光ビームL2は、図12の構成におけるのと同様に利用される。

[0102] 6. 3 実施形態4の作用・効果

本実施形態では、2台のFEL装置110および210を用いることにより、光ビーム分岐部が不要となっている。

[0103] 7. 実施形態5

7. 1 実施形態5の構成

図23は、実施形態5に係るビーム伝送システム521およびEUV露光装置130の構成を概略的に示す一部破断側面図である。図23の構成において、図22に示した構成要素と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、重複した説明を省略する。

[0104] この実施形態5のビーム伝送システム521は、実施形態4におけるビーム伝送システム421とは異なる構成を有する。すなわちビーム伝送システム521は、上記ビーム伝送システム421から第1の偏光方向回転部51および第2の偏光方向回転部52が省かれた構成となっている。

[0105] 7. 2 実施形態5の動作

第1のFEL装置110のアンジュレータ11を制御することにより、第1の光ビームL1の直線偏光方向は、レチクル33上において所望の方向となるように設定される。また第2のFEL装置210のアンジュレータ11を制御することにより、第2の光ビームL2の直線偏光方向は、レチクル33上において所望の方向となるように設定される。

[0106] 7. 3 実施形態5の作用・効果

本実施形態では、2台のFEL装置110および210を用いることにより、光ビーム分岐部が不要となっている。それに加えて、1つあるいは2つ

の偏光方向回転部も不要となっている。

[0107] 8. 光ビーム分岐部の変形例 1

8. 1 光ビーム分岐部の変形例 1 の構成

図 2 4 は、本発明のビーム伝送システムに用いられ得る光ビーム分岐部の変形例 1 を示す一部破断側面図である。この変形例 1 の光ビーム分岐部は、楔形状斜入射高反射ミラー 1 2 0 を含む。この楔形状斜入射高反射ミラー 1 2 0 の先端から分かれた 2 つの反射面、つまり図中の上側および下側の反射面には、Au や Ru 等の金属膜がコーティングされている。楔形状斜入射高反射ミラー 1 2 0 は光ビーム L の光路上において、鋭利な先端側から光ビーム L が入射するように配置される。

[0108] 8. 2 光ビーム分岐部の変形例 1 の動作

上記楔形状斜入射高反射ミラー 1 2 0 の先端側から入射した光ビーム L は、楔形状斜入射高反射ミラー 1 2 0 の図中上側および下側の反射面において反射する。こうして 2 方向に分岐して反射した光ビーム L は、それぞれ第 1 の光ビーム L 1、第 2 の光ビーム L 2 として進行する。

[0109] 8. 3 光ビーム分岐部の変形例 1 の作用・効果

上記楔形状斜入射高反射ミラー 1 2 0 を用いることにより、光ビーム分岐部の構成が簡素化される。

[0110] 9. 光ビーム分岐部の変形例 2

9. 1 光ビーム分岐部の変形例 2 の構成

図 2 5 および図 2 6 はそれぞれ、本発明のビーム伝送システムに用いられ得る光ビーム分岐部の変形例 2 を示す側面図および上面図である。この変形例 2 の光ビーム分岐部は、グレーティング 1 4 0 を含む。グレーティング 1 4 0 は所定の格子ピッチで溝加工された、例えば断面矩形の複数の回折格子を有する。これらの回折格子は、光ビーム L の 0 次光の発生が抑制される一方、+1 次と -1 次の回折光が強め合うような溝深さに形成されている。グレーティング 1 4 0 の回折面には、Mo/Si の多層膜、あるいは Au や Ru 等の金属膜がコーティングされている。グレーティング 1 4 0 は光ビーム

Lの光路上において、回折面に光ビームLが入射するように配置される。

[0111] 9. 2 光ビーム分岐部の変形例2の動作

上記グレーティング140の回折面に入射した光ビームLは、回折面において回折して、+1次光と-1次光とに分岐される。分岐された光ビームLは、それぞれ第1の光ビームL1、第2の光ビームL2として進行する。

[0112] 10. 偏光方向回転部の変形例1

10. 1 偏光方向回転部の変形例1の構成

図27は、本発明のビーム伝送システムに用いられ得る偏光方向回転部の変形例1を示す概略斜視図である。また図28は、この変形例1の違う状態を示す概略斜視図である。ここで、図27、図28に示す偏光方向回転部の状態をそれぞれ第1の状態、第2の状態と称する。なお図27および図28は、偏光方向回転部に第1の光ビームL1が入射するものとして示している。

[0113] この変形例1の偏光方向回転部は、第1高反射ミラー201、第2高反射ミラー202、第3高反射ミラー203、第4高反射ミラー204および第5高反射ミラー205を含む。さらにこの偏光方向回転部は、第1高反射ミラー201を搭載してこの第1高反射ミラー201の位置を変える第1リニアステージ301および、第5高反射ミラー205を搭載してこの第5高反射ミラー205の位置を変える第2リニアステージ302を含む。第1リニアステージ301および第2リニアステージ302は、本開示におけるミラー移動手段を構成する。これらの第1リニアステージ301および第2リニアステージ302の動作は、ビーム伝送制御部61によって制御される。

[0114] 第1高反射ミラー201は、第1の光ビームL1をV方向に反射させるように配置されている。第2高反射ミラー202は、第1の光ビームL1をH方向に反射させるように配置されている。第3高反射ミラー203は、第1の光ビームL1をZ方向に反射させるように配置されている。上記V方向、H方向およびZ方向が、本開示における第1の反射方向、第2の反射方向および第3の反射方向である。

[0115] 10. 2 偏光方向回転部の変形例1の動作

図27に示す偏光方向回転部の第1の状態において、第1の光ビームL1は、第1高反射ミラー201、第2高反射ミラー202および第3高反射ミラー203において順次反射する。すなわちこの状態では、第1リニアステージ301が第1の位置を取ることにより、第1高反射ミラー201が第1の光ビームL1の光路に挿入される。また第2リニアステージ302が第1の位置を取ることにより、第5高反射ミラー205が第1の光ビームL1の光路から外される。この状態においては、第1の光ビームL1が第2高反射ミラー202で反射することにより、第1の光ビームL1の直線偏光方向が90°回転する。

[0116] 一方、図28に示す偏光方向回転部の第2の状態において、第1の光ビームL1は、第4高反射ミラー204および第5高反射ミラー205において順次反射する。すなわちこの状態では、第1リニアステージ301が第2の位置を取ることにより、第1高反射ミラー201が第1の光ビームL1の光路から外される。また第2リニアステージ302が第2の位置を取ることにより、第5高反射ミラー205が第1の光ビームL1の光路に挿入される。この状態において、第1の光ビームL1の直線偏光方向は回転しない。

[0117] 10. 3 偏光方向回転部の変形例1の作用・効果

以上の通りにして、第1の光ビームL1の直線偏光方向を回転させない状態と、第1の光ビームL1の直線偏光方向を90°回転させる状態とを選択的に設定可能となる。

[0118] なお以上の説明は、制限ではなく単なる例示を意図したものである。したがって、添付の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。

[0119] 本明細書および添付の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」または「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、および添付の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」または「1またはそれ以上」を意味すると解釈されるべきである。

符号の説明

[0120]	1 0	F E L 装置
	1 1	アンジュレータ
	2 0	チャンバ
	2 1、1 2 1、2 2 1、3 2 1、4 2 1、5 2 1	ビーム伝送システム
	2 2	開口部
	2 3	貫通孔
	2 4	集光ミラー
	2 5	中間集光点 (I F : Intermediate Focus)
	3 0	E U V 露光装置
	3 1	照明光学系
	3 2	投影光学系
	3 3	レチクル
	3 4	ウエハ
	3 5	F F M : 視野ファセットミラー (F F M : Field Facet Mirror)
	3 5 a	視野ファセット
	3 6	P F M : 瞳ファセットミラー (P F M : Pupil Facet Mirror)
	3 6 a	瞳ファセット
	3 7	凹面ミラー
	3 8	凹面ミラー
	3 9	筐体
	5 0	光ビーム分岐部
	5 0 M	斜入射高反射ミラー
	5 1	第 1 の偏光方向回転部
	5 2	第 2 の偏光方向回転部

- 6 0 露光装置制御部
- 6 1 ビーム伝送制御部
- 6 2 F E L 制御部
- 7 0 傾斜ステージ
- 7 1 第 1 高反射ミラー
- 7 3 第 3 高反射ミラー
- 7 2 第 2 高反射ミラー
- 7 4 回転部材
- 7 5 プレート
- 7 6 第 1 ミラーホルダ
- 7 7 第 2 ミラーホルダ
- 7 8 モータ
- 8 0 光学パルスストレッチャ
- 8 5 第 1 グレーティング
- 8 6 第 2 グレーティング
- 9 0 偏光方向回転部
- 9 0 M 可動斜入射高反射ミラー
- 1 2 0 楔形状斜入射高反射ミラー
- 1 1 0 第 1 の F E L 装置
- 1 2 3 第 1 の貫通孔
- 1 2 4 第 1 の集光ミラー
- 1 2 5 第 1 の I F
- 1 3 0 E U V 露光装置
- 1 3 5 第 1 の F F M
- 1 3 6 P F M
- 1 3 6 a 瞳ファセット
- 1 4 0 グレーティング
- 2 0 1 第 1 高反射ミラー

202	第2高反射ミラー
203	第3高反射ミラー
204	第4高反射ミラー
205	第5高反射ミラー
210	第2のFEL装置
223	第2の貫通孔
224	第2の集光ミラー
225	第2のIF
235	第2のFFM
301	第1リニアステージ
302	第2リニアステージ
L	光ビーム
Ls	光ビームの断面形状
L1	第1の光ビーム
L2	第2の光ビーム
θ	入射角
ϕ	回転角度

請求の範囲

- [請求項1] 自由電子レーザー装置から出力される直線偏光した光ビームを露光装置に伝送するビーム伝送システムであって、
- 前記光ビームを第1の光ビームと第2の光ビームとに分岐する光ビーム分岐部と、
- 前記第1の光ビームの直線偏光方向を回転させる第1の偏光方向回転部と、
- を含むビーム伝送システム。
- [請求項2] 前記第2の光ビームの直線偏光方向を回転させる第2の偏光方向回転部をさらに含む請求項1記載のビーム伝送システム。
- [請求項3] 前記光ビーム分岐部は、前記光ビームが斜め入射する状態に配置されて、この光ビームの一部を反射させる斜入射高反射ミラーを含む請求項1記載のビーム伝送システム。
- [請求項4] 前記光ビーム分岐部は、配置位置が変更され得る可動斜入射高反射ミラーであって、前記光ビームが全部斜め入射する状態であってこの光ビームを全部反射させる第1状態と、前記光ビームの光路から退出した第2状態と、前記光ビームの一部が斜め入射する状態であってこの光ビームの一部を反射させる第3状態とのうちの1つを選択的に取り得る可動斜入射高反射ミラーを含む請求項1記載のビーム伝送システム。
- [請求項5] 前記光ビーム分岐部は、楔形状に形成されて楔形の先端から分かれた2つの反射面を有する楔形状斜入射高反射ミラーであって、前記2つの反射面においてそれぞれ前記光ビームを反射させる状態に配置された楔形状斜入射高反射ミラーを含む請求項1記載のビーム伝送システム。
- [請求項6] 前記光ビーム分岐部は、入射した前記光ビームLを回折させる回折面を有するグレーティングであって、回折した+1次回折光を前記第1の光ビームとし、回折した-1次回折光を前記第2の光ビームとす

るグレーティングを含む請求項 1 記載のビーム伝送システム。

[請求項7] 前記第 1 の偏光方向回転部は、前記露光装置の照明面上で、前記第 1 の光ビームの直線偏光方向が前記第 2 の光ビームの直線偏光方向に対して 90° の角度をなす状態に前記第 1 の光ビームの直線偏光方向を回転させる請求項 1 記載のビーム伝送システム。

[請求項8] 前記第 1 の偏光方向回転部および／または前記第 2 の偏光方向回転部は、前記光ビームを複数回反射させることによって前記光ビームの直線偏光方向を回転させる請求項 1 記載のビーム伝送システム。

[請求項9] 前記第 1 の偏光方向回転部および／または前記第 2 の偏光方向回転部は、

前記光ビームを反射させる第 1 高反射ミラーと、

前記第 1 高反射ミラーで反射した光ビームを反射させる第 2 高反射ミラーと、

前記第 2 高反射ミラーで反射した光ビームを反射させる第 3 高反射ミラーと、

前記第 1 高反射ミラー、第 2 高反射ミラーおよび第 3 高反射ミラーを保持して、回転中心の周りに回転する回転部材であって、前記回転中心上を前記第 1 高反射ミラーに入射する前の前記光ビームが進行する状態に配置された回転部材と、

を含む請求項 8 記載のビーム伝送システム。

[請求項10] 前記第 1 の偏光方向回転部および／または前記第 2 の偏光方向回転部は、

前記光ビームを第 1 の反射方向に反射させ得る第 1 高反射ミラーと、

前記第 1 高反射ミラーで反射した光ビームを、前記第 1 の反射方向と直交する第 2 の反射方向に反射させ得る第 2 高反射ミラーと、

前記第 2 高反射ミラーで反射した光ビームを、前記第 1 の反射方向および前記第 2 の反射方向と直交する第 3 の反射方向に反射させ得る

第3 高反射ミラーと、

前記第1 高反射ミラーを、この第1 高反射ミラー、前記第2 高反射ミラーおよび前記第3 高反射ミラーにおいて前記光ビームが順次反射する位置と、これらの順次反射が生じない位置との間で移動させるミラー移動手段と、

を含む請求項8 記載のビーム伝送システム。

[請求項11] 前記光ビーム、前記第1 の光ビームおよび前記第2 の光ビームの少なくとも1 つの光路に配された光学パルスストレッチャをさらに含む請求項1 記載のビーム伝送システム。

[請求項12] 請求項1 記載のビーム伝送システムにより伝送された光ビームにより露光装置の照明面を照明する照明光学系であって、

前記第1 の光ビームが照射される第1 の視野ファセットミラーと、

前記第2 の光ビームが照射される第2 の視野ファセットミラーと、

前記第1 の視野ファセットミラーを経た前記第1 の光ビームおよび、前記第2 の視野ファセットミラーを経た前記第2 の光ビームが照射される瞳ファセットミラーと、

を含む照明光学系。

[請求項13] 前記第1 の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第1 の光ビームの前記照明面上における直線偏光方向と、前記第2 の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第2 の光ビームの前記照明面上における直線偏光方向とが、互いに直交する請求項1 2 記載の照明光学系。

[請求項14] 前記第1 の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第1 の光ビームの前記照明面上における直線偏光方向と、前記第2 の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第2 の光ビームの前記照明面上における直線偏光方向とが、互いに平行である請求項1 2 記載の照明光学系。

[請求項15] 前記第1 の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを

経た第1の光ビームと、前記第2の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第2の光ビームの双方により前記照明面を照明する請求項12記載の照明光学系。

[請求項16] 前記第1の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第1の光ビームと、前記第2の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第2の光ビームの一方により前記照明面を照明する請求項12記載の照明光学系。

[請求項17] 前記照明面としてレチクルを照明する請求項12記載の照明光学系。

[請求項18] 自由電子レーザ装置から出力される直線偏光した光ビームを露光装置に伝送するビーム伝送システムであって、

第1の光ビームを出力する第1の自由電子レーザ装置と、

第2の光ビームを出力する第2の自由電子レーザ装置と、

前記第1の光ビームの直線偏光方向を回転させる第1の偏光方向回転部と、

を含むビーム伝送システム。

[請求項19] 前記第2の光ビームの直線偏光方向を回転させる第2の偏光方向回転部をさらに含む請求項7記載のビーム伝送システム。

[請求項20] 第1の視野ファセットミラーおよび第2の視野ファセットミラーと前2つの視野ファセットミラーを経た光を反射する瞳ファセットミラーと、

を持ち、前記第1の視野ファセットミラーに入射する光と前記第2の視野ファセットミラーにそれぞれ入射する光の偏光方向をそれぞれ独立に制御する制御部と、

を備える照明光学系を含む露光装置。

補正された請求の範囲
[2016年12月27日 (27.12.2016) 国際事務局受理]

【請求項 1】

自由電子レーザ装置から出力される直線偏光した光ビームを露光装置に伝送するビーム伝送システムであって、

前記光ビームを第1の光ビームと第2の光ビームとに分岐する光ビーム分岐部と、

前記第1の光ビームの直線偏光方向を回転させる第1の偏光方向回転部と、
を含むビーム伝送システム。

【請求項 2】

前記第2の光ビームの直線偏光方向を回転させる第2の偏光方向回転部をさらに含む請求項1記載のビーム伝送システム。

【請求項 3】

前記光ビーム分岐部は、前記光ビームが斜め入射する状態に配置されて、この光ビームの一部を反射させる斜入射高反射ミラーを含む請求項1記載のビーム伝送システム。

【請求項 4】

前記光ビーム分岐部は、配置位置が変更され得る可動斜入射高反射ミラーであって、前記光ビームが全部斜め入射する状態であってこの光ビームを全部反射させる第1状態と、前記光ビームの光路から退出した第2状態と、前記光ビームの一部が斜め入射する状態であってこの光ビームの一部を反射させる第3状態とのうちの1つを選択的に取り得る可動斜入射高反射ミラーを含む請求項1記載のビーム伝送システム。

【請求項 5】

前記光ビーム分岐部は、楔形状に形成されて楔形の先端から分かれた2つの反射面を有する楔形状斜入射高反射ミラーであって、前記2つの反射面においてそれぞれ前記光ビームを反射させる状態に配置された楔形状斜入射高反射ミラーを含む請求項1記載のビーム伝送システム。

【請求項 6】 (補正後)

前記光ビーム分岐部は、入射した前記光ビームを回折させる回折面を有するグレーティングであって、回折した+1次回折光を前記第1の光ビームとし、回折した-1次回折光を前記第2の光ビームとするグレーティングを含む請求項1記載のビーム伝送システム。

【請求項 7】

前記第1の偏光方向回転部は、前記露光装置の照明面上で、前記第1の光ビームの直線偏光方向が前記第2の光ビームの直線偏光方向に対して90°の角度をなす状態に前記第1の光ビームの直線偏光方向を回転させる請求項1記載のビーム伝送システム。

【請求項 8】 (補正後)

前記第1の偏光方向回転部は、前記光ビームを複数回反射させることによって前記光ビームの直線偏光方向を回転させる請求項1記載のビーム伝送システム。

【請求項 9】 (補正後)

前記第1の偏光方向回転部は、

前記光ビームを反射させる第1高反射ミラーと、

前記第1高反射ミラーで反射した光ビームを反射させる第2高反射ミラーと、

前記第2高反射ミラーで反射した光ビームを反射させる第3高反射ミラーと、

前記第1高反射ミラー、第2高反射ミラーおよび第3高反射ミラーを保持して、回転中心の周りに回転する回転部材であって、前記回転中心上を前記第1高反射ミラーに入射する前の前記光ビームが進行する状態に配置された回転部材と、
を含む請求項8記載のビーム伝送システム。

【請求項 10】 (補正後)

前記第1の偏光方向回転部は、

前記光ビームを第1の反射方向に反射させ得る第1高反射ミラーと、

前記第1高反射ミラーで反射した光ビームを、前記第1の反射方向と直交する第2の反射方向に反射させ得る第2高反射ミラーと、

前記第2高反射ミラーで反射した光ビームを、前記第1の反射方向および前記第2の反射方向と直交する第3の反射方向に反射させ得る第3高反射ミラーと、

前記第1高反射ミラーを、この第1高反射ミラー、前記第2高反射ミラーおよび前記第3高反射ミラーにおいて前記光ビームが順次反射する位置と、これらの順次反射が生じない位置との間で移動させるミラー移動手段と、
を含む請求項8記載のビーム伝送システム。

【請求項11】

前記光ビーム、前記第1の光ビームおよび前記第2の光ビームの少なくとも1つの光路に配された光学パルスストレッチャをさらに含む請求項1記載のビーム伝送システム。

【請求項12】

請求項1記載のビーム伝送システムにより伝送された光ビームにより露光装置の照明面を照明する照明光学系であって、

前記第1の光ビームが照射される第1の視野ファセットミラーと、

前記第2の光ビームが照射される第2の視野ファセットミラーと、

前記第1の視野ファセットミラーを経た前記第1の光ビームおよび、前記第2の視野ファセットミラーを経た前記第2の光ビームが照射される瞳ファセットミラーと、
を含む照明光学系。

【請求項13】

前記第1の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第1の光ビームの前記照明面上における直線偏光方向と、前記第2の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第2の光ビームの前記照明面上における直線偏光方向とが、互いに直交する請求項12記載の照明光学系。

【請求項14】

前記第1の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第1の光ビームの前記照明面上における直線偏光方向と、前記第2の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第2の光ビームの前記照明面上における直線偏光方向とが、互いに平行である請求項12記載の照明光学系。

【請求項15】

前記第1の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第1の光ビームと、前記第2の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第2の光ビームの双方により前記照明面を照明する請求項12記載の照明光学系。

【請求項16】

前記第1の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第1の光ビームと、前記第2の視野ファセットミラーおよび前記瞳ファセットミラーを経た第2の光ビームの一方により前記照明面を照明する請求項12記載の照明光学系。

【請求項17】

前記照明面としてレチクルを照明する請求項12記載の照明光学系。

【請求項18】

自由電子レーザ装置から出力される直線偏光した光ビームを露光装置に伝送するビーム伝送システムであって、

第1の光ビームを出力する第1の自由電子レーザ装置と、

第2の光ビームを出力する第2の自由電子レーザ装置と、

前記第1の光ビームの直線偏光方向を回転させる第1の偏光方向回転部と、
を含むビーム伝送システム。

【請求項19】（補正後）

前記第2の光ビームの直線偏光方向を回転させる第2の偏光方向回転部をさらに含む請求項18記載のビーム伝送システム。

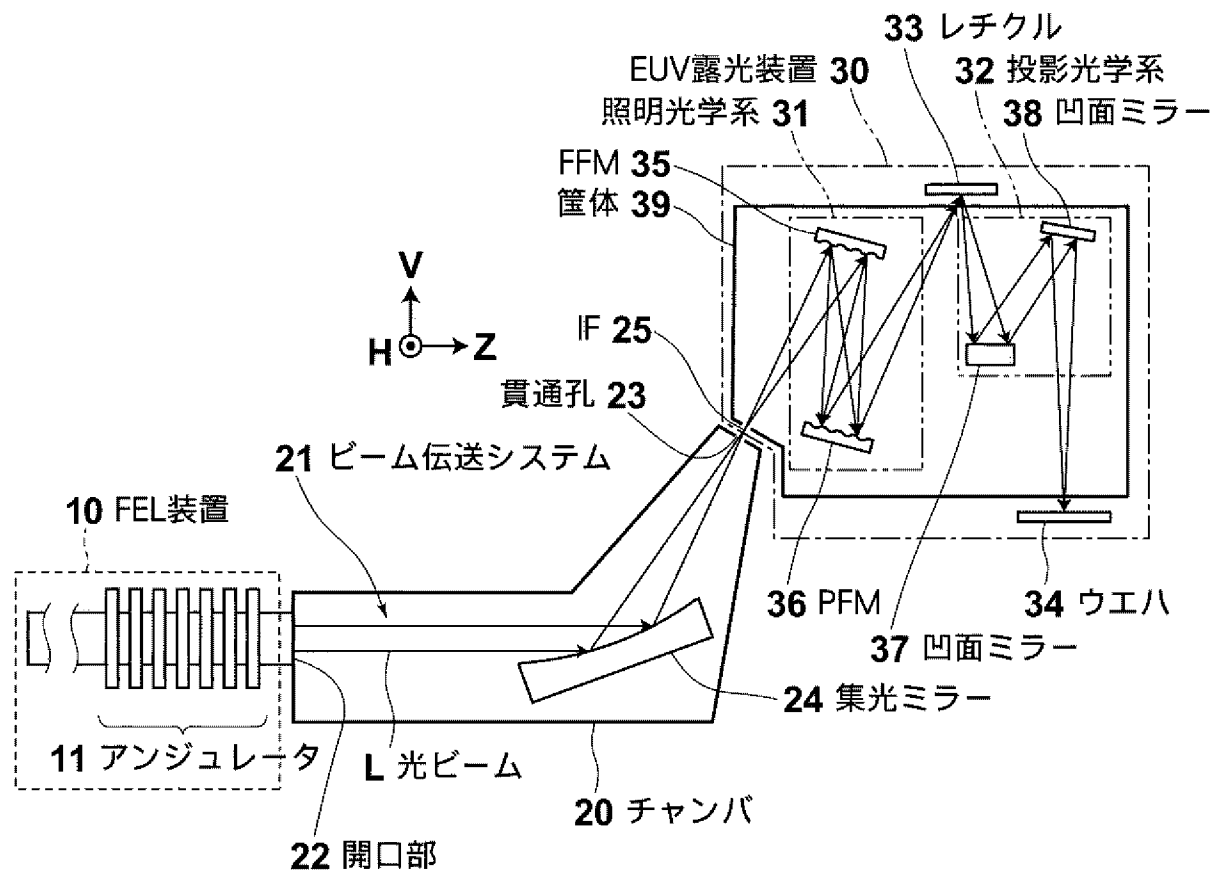
【請求項20】（補正後）

第1の視野ファセットミラーおよび第2の視野ファセットミラーと、

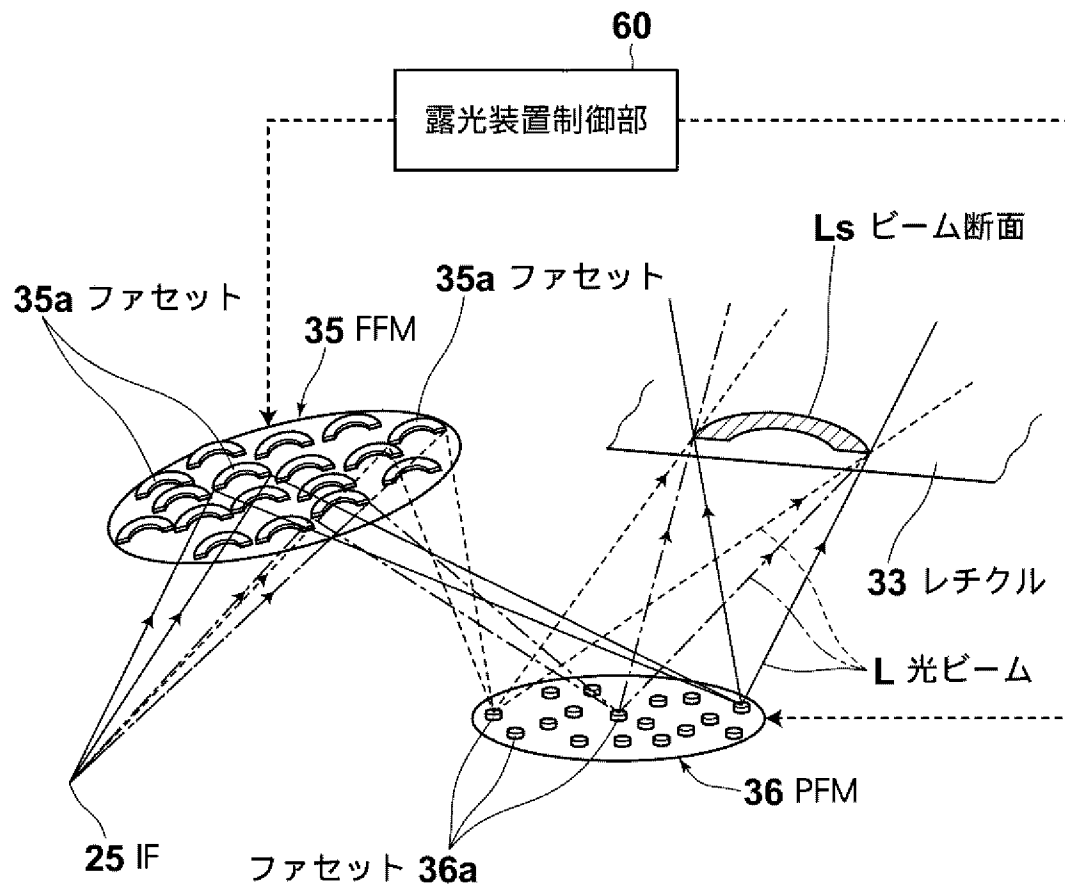
前記2つの視野ファセットミラーを経た光を反射する瞳ファセットミラーと、

前記第 1 の視野ファセットミラーに入射する光と前記第 2 の視野ファセットミラーにそれぞれ入射する光の偏光方向をそれぞれ独立に制御する制御部と、
を備える照明光学系を含む露光装置。

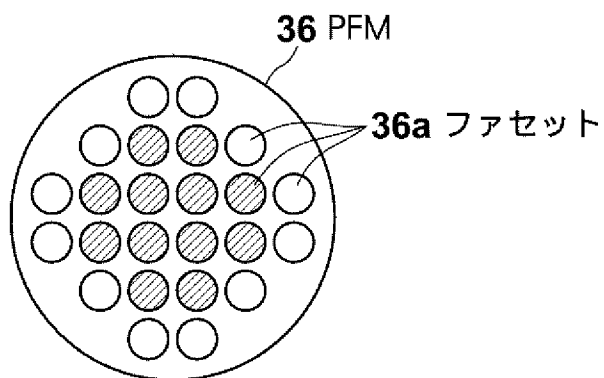
[図1]



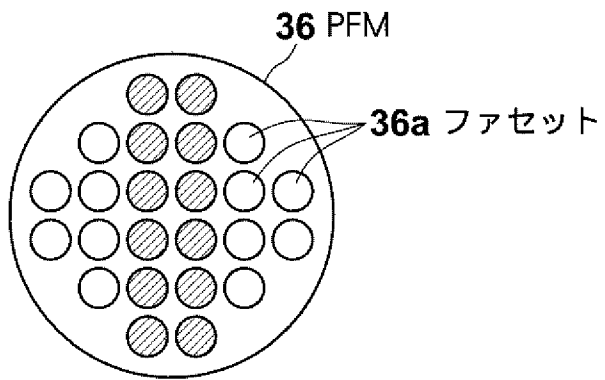
[図2]



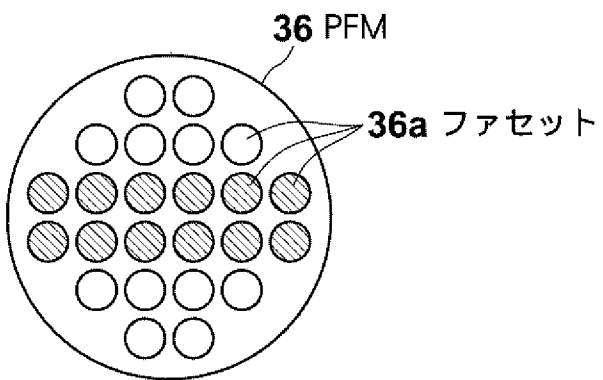
[図3]



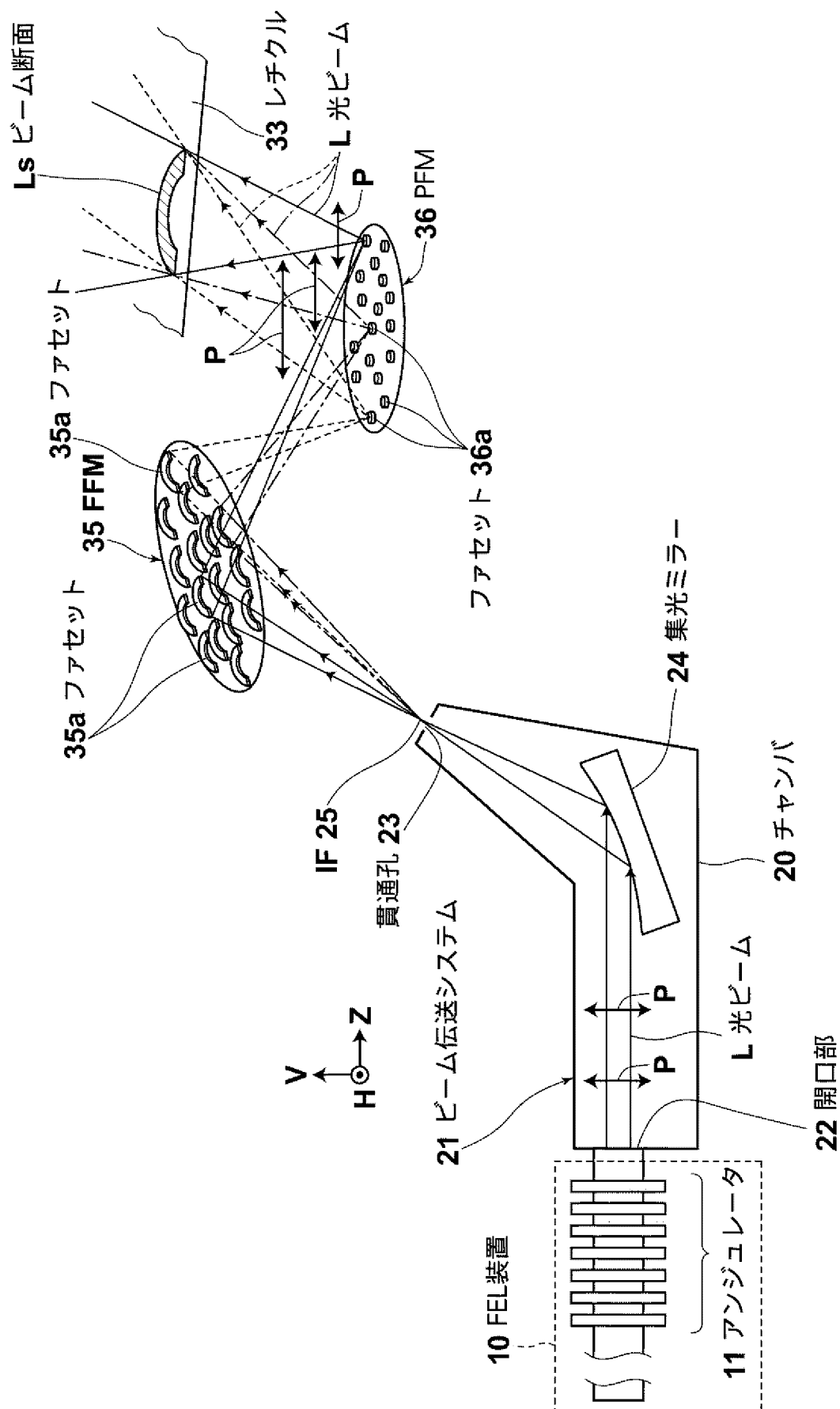
[図4]



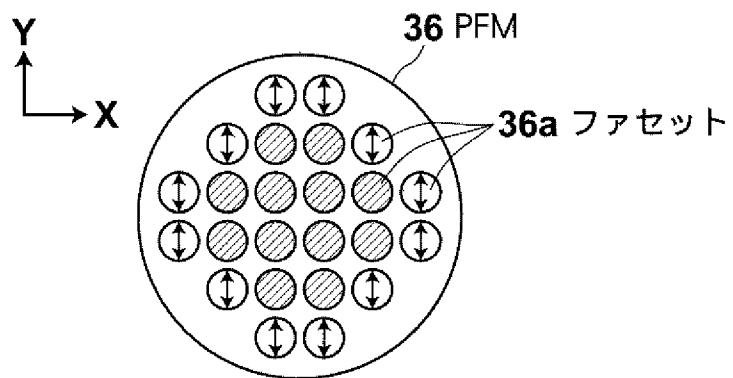
[図5]



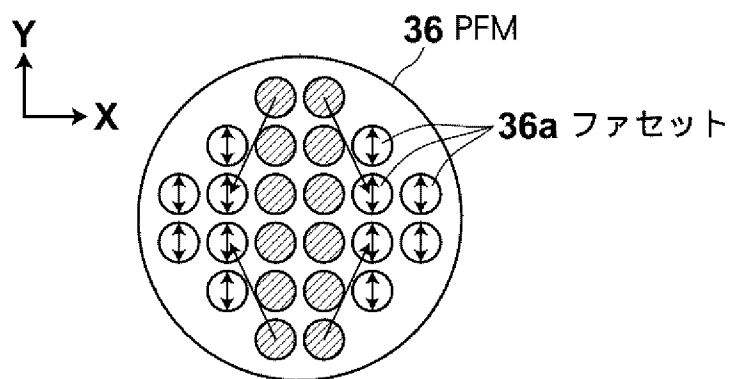
[図6]



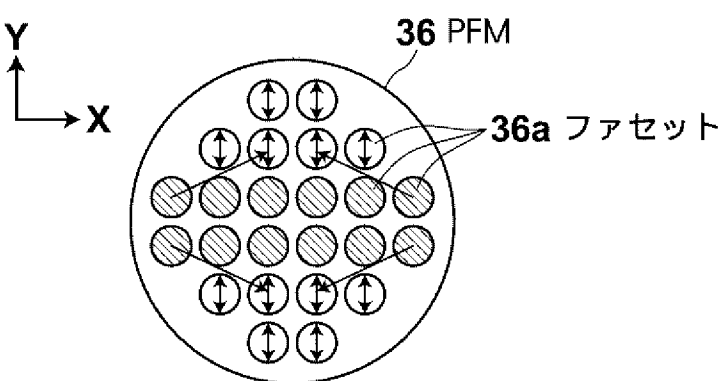
[図7]



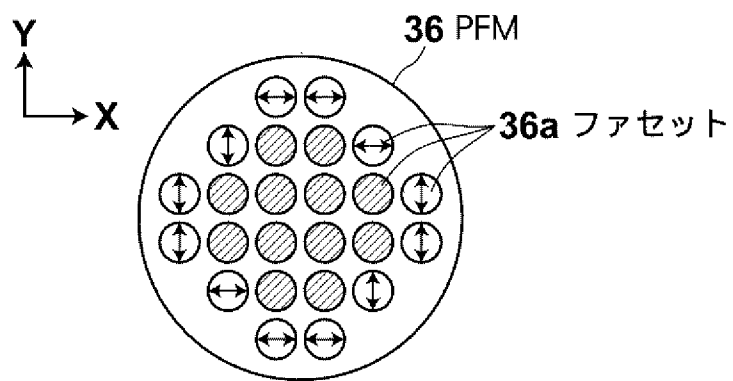
[図8]



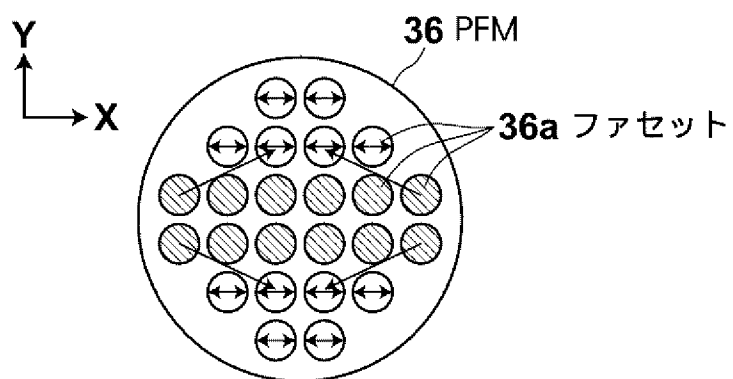
[図9]



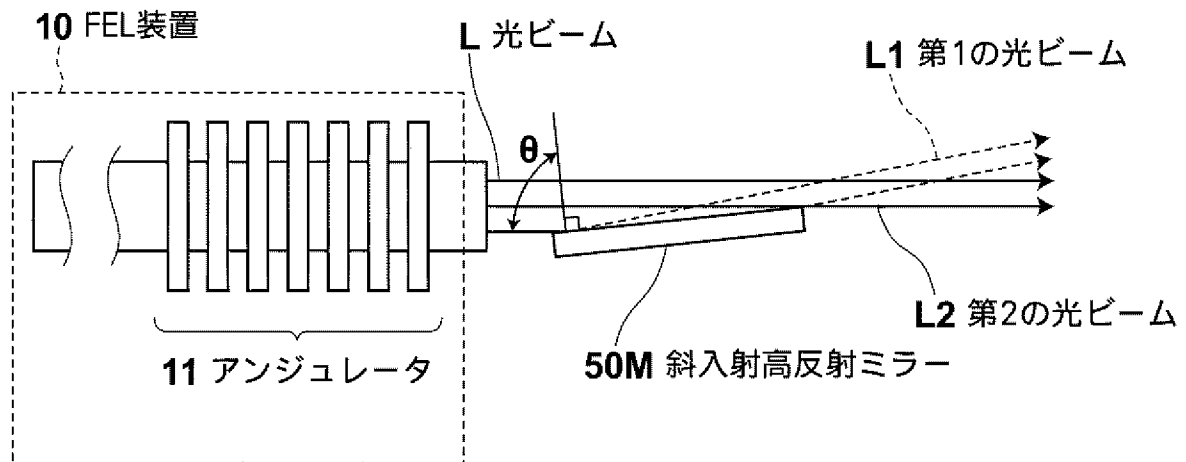
[図10]



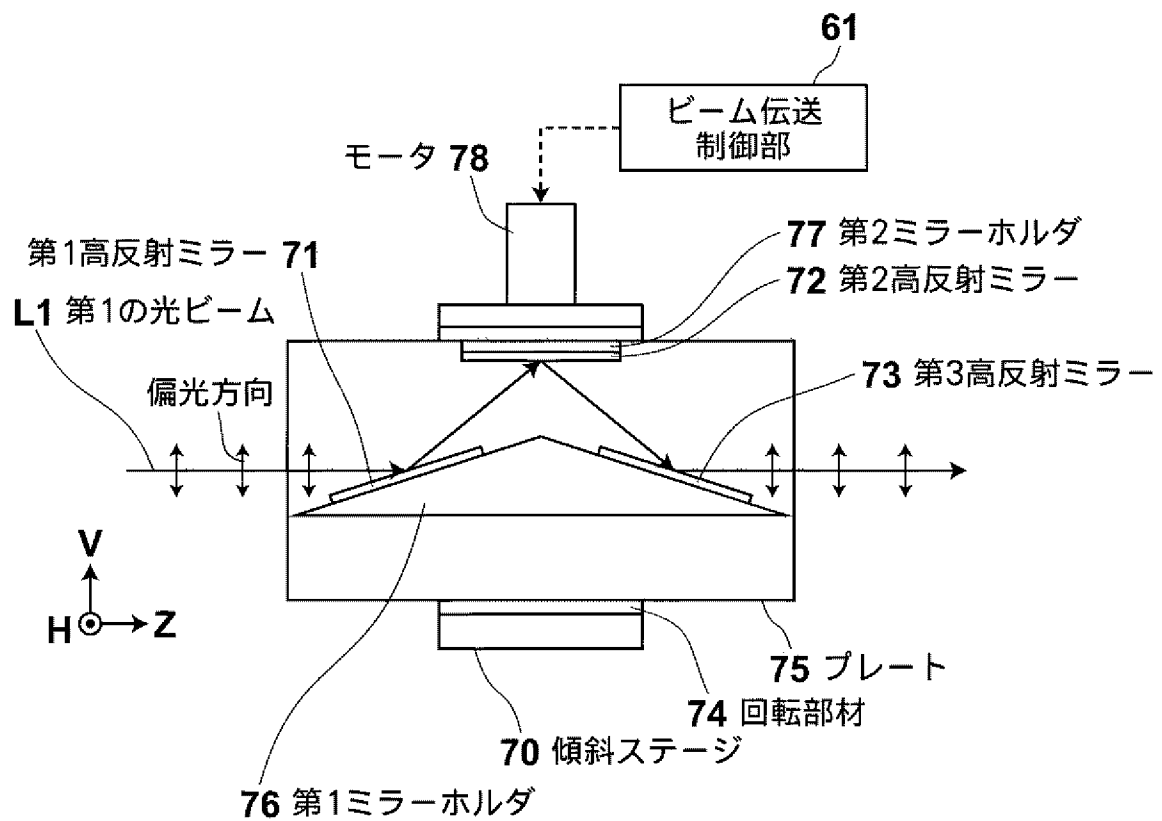
[図11]



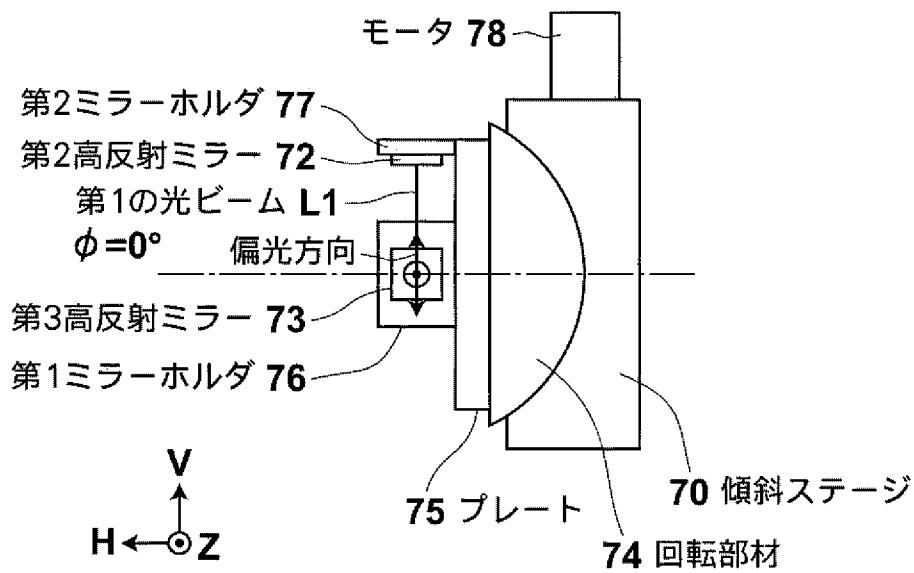
[図13]



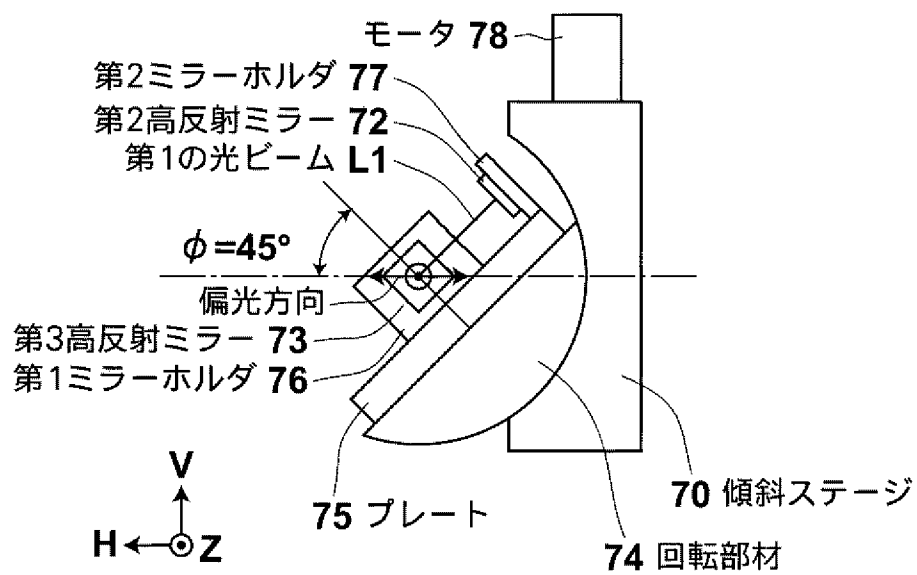
[図14]



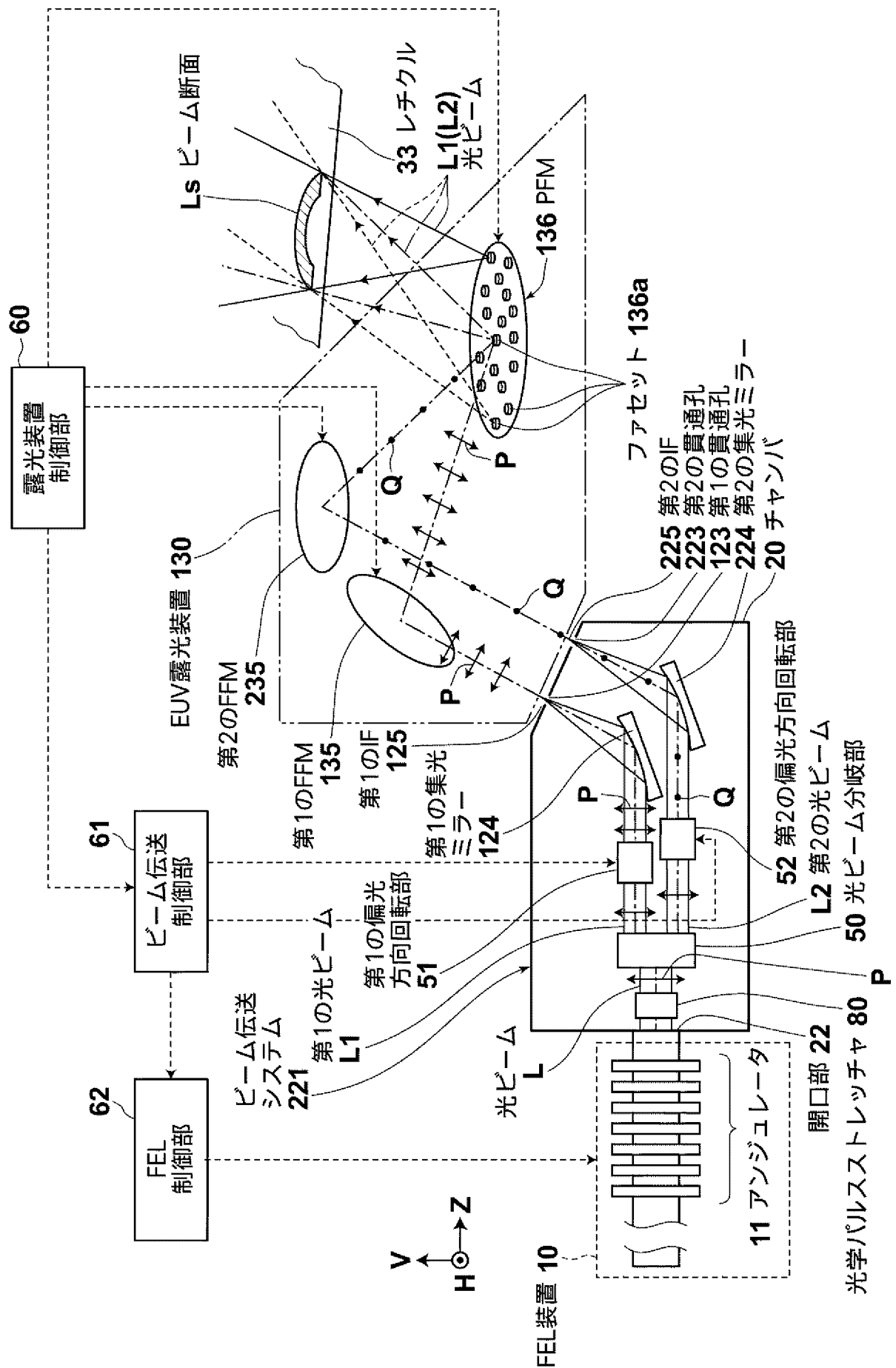
[図15]



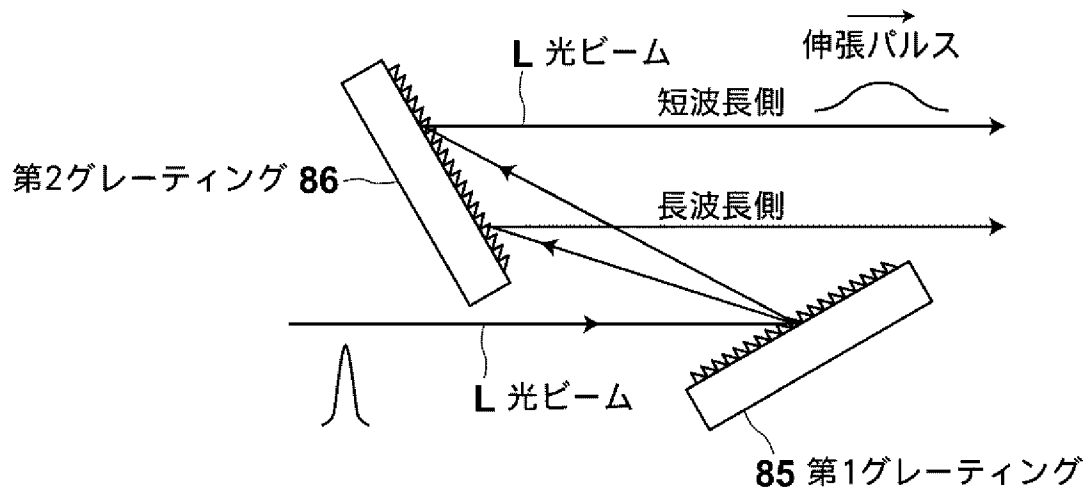
[図16]



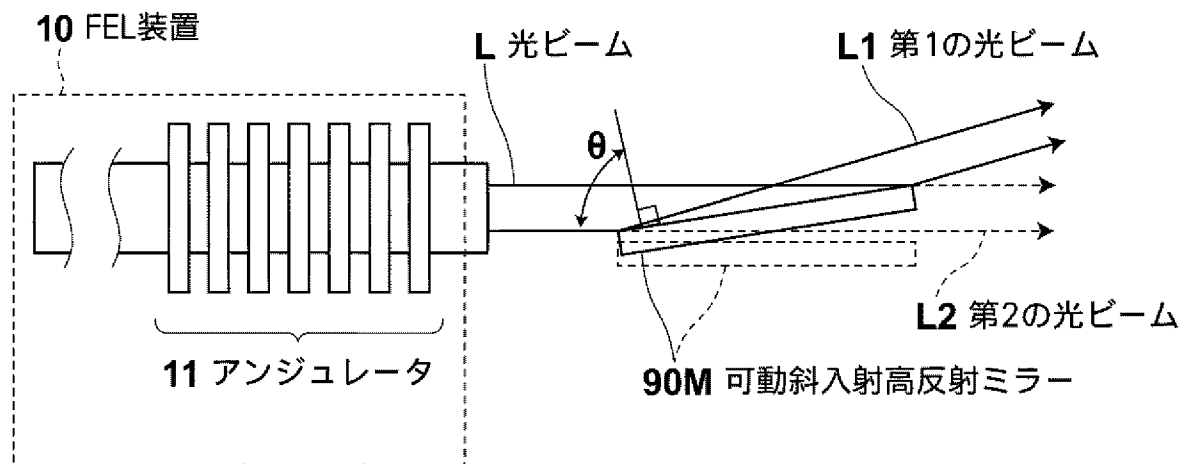
[図17]



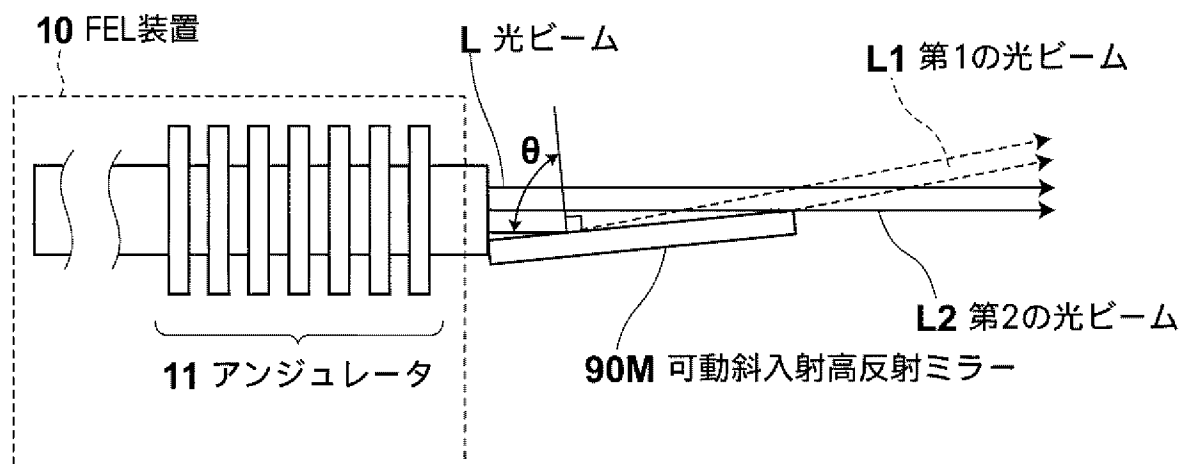
[図18]



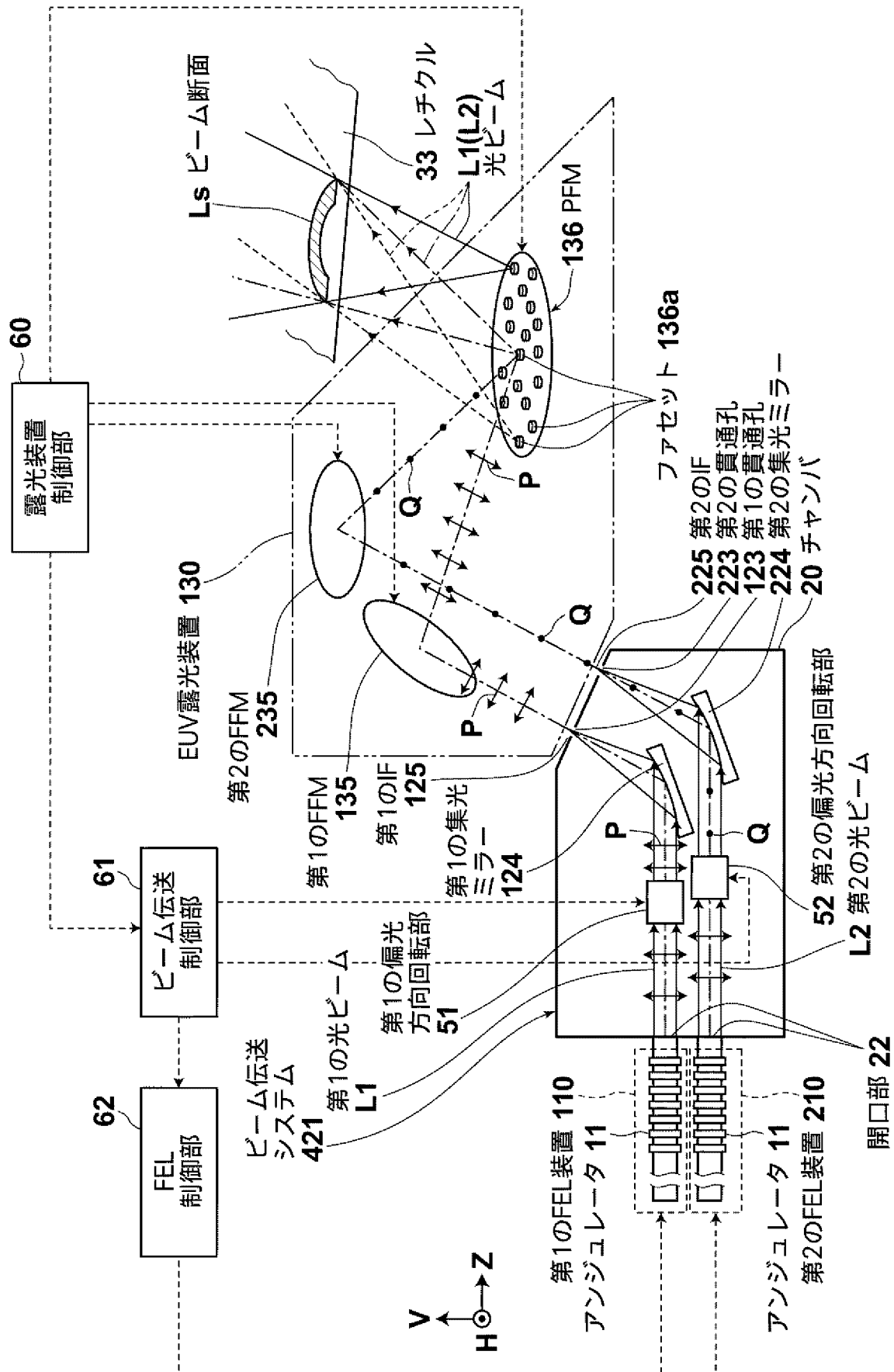
[図20]



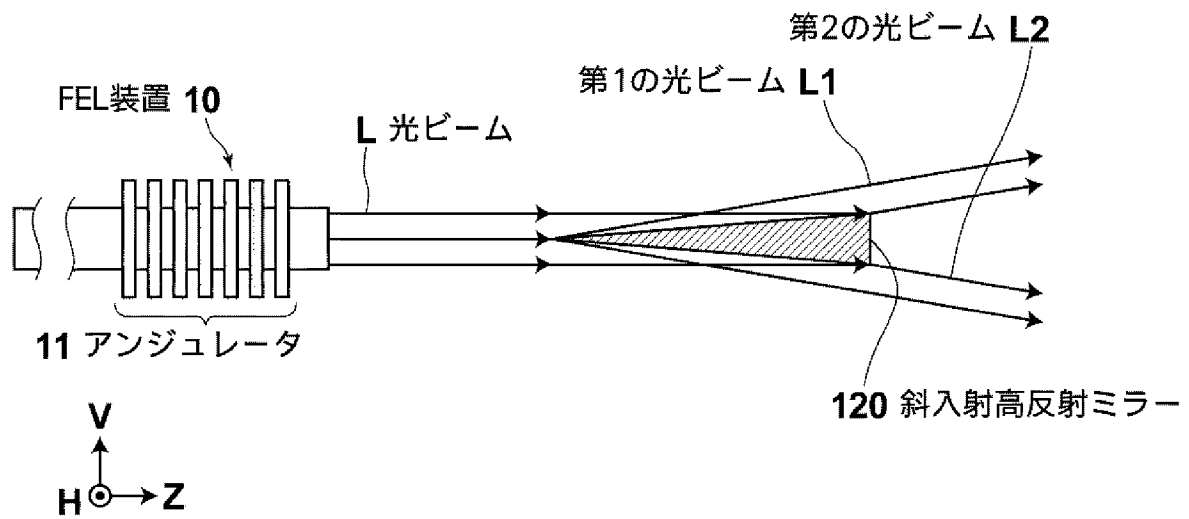
[図21]



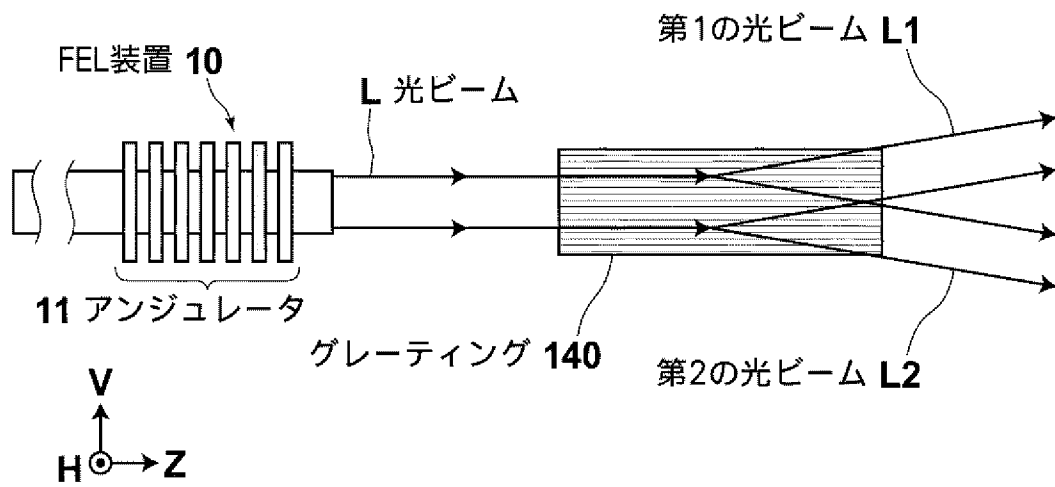
[図22]



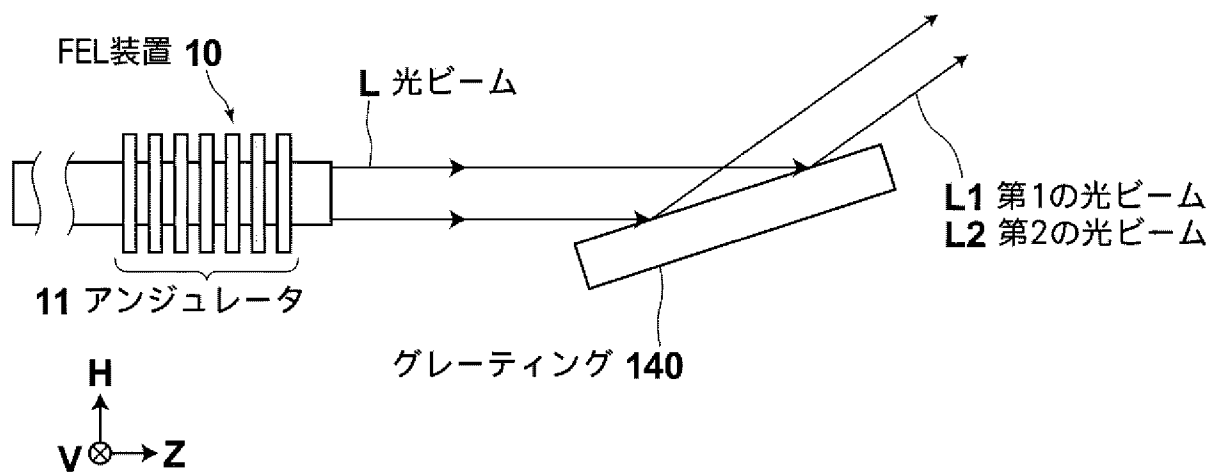
[図24]



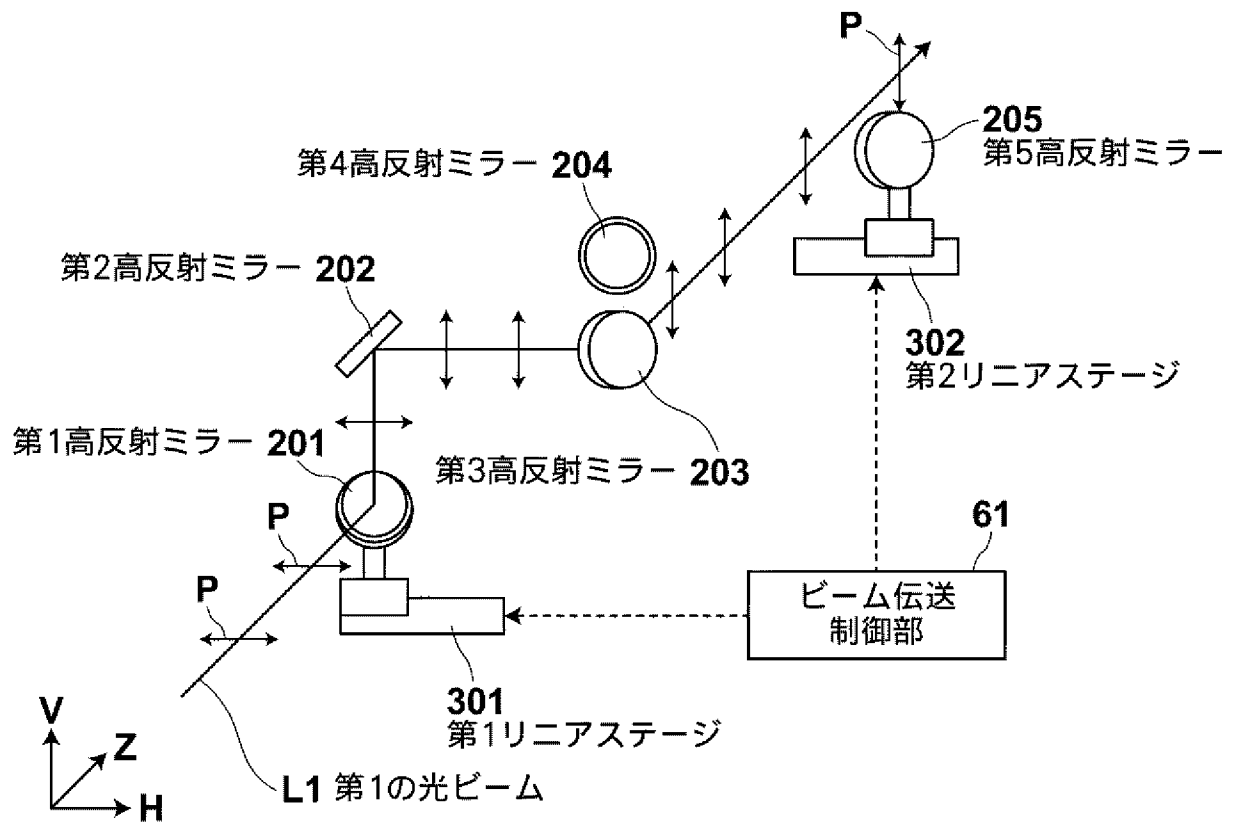
[図25]



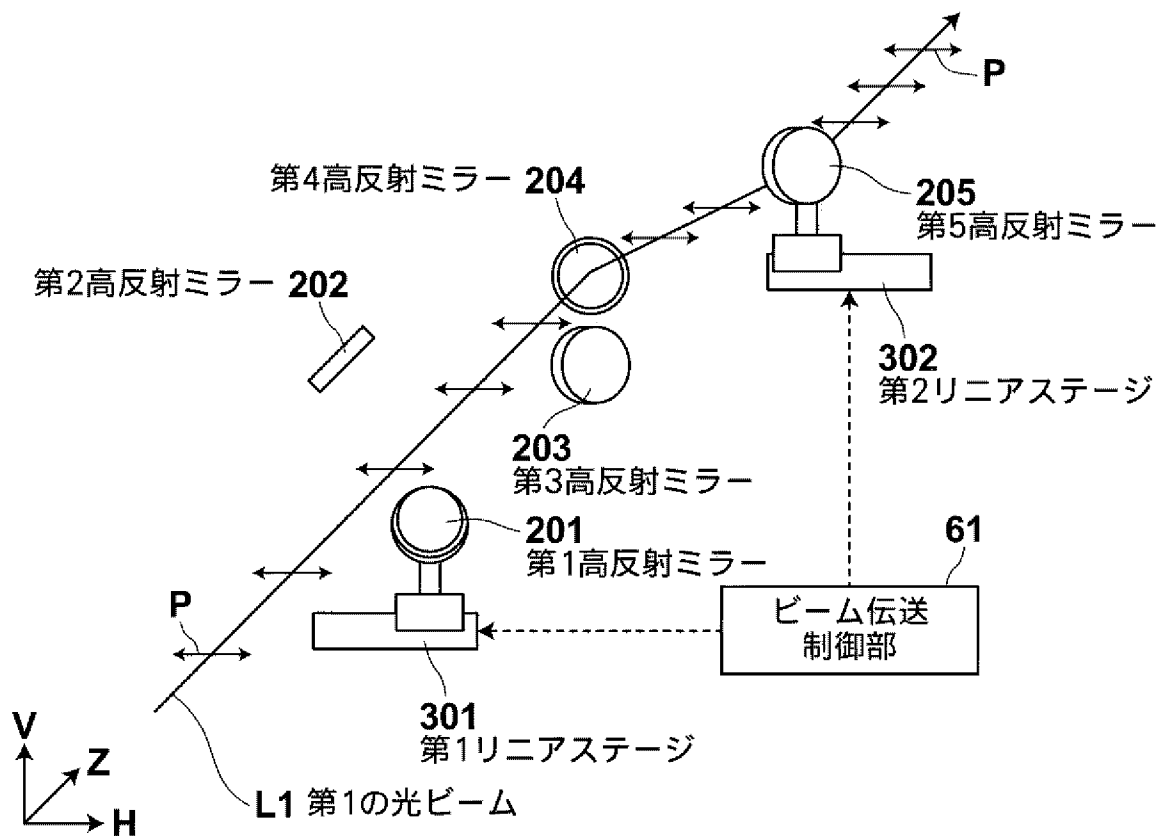
[図26]



[図27]



[図28]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055921

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G03F7/20(2006.01)i, H05H13/04(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)

G03F7/20, H05H13/04

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 2010-502003 A (Carl Zeiss SMT AG.), 21 January 2010 (21.01.2010), paragraphs [0002], [0012] to [0016]; fig. 1 to 2 & US 2009/0213356 A1 paragraphs [0021] to [0029]; fig. 1 to 2 & WO 2008/022680 A1 & DE 102006039655 A	1-20
Y	JP 2009-105396 A (Nikon Corp.), 14 May 2009 (14.05.2009), paragraphs [0070] to [0072]; fig. 9 & US 2009/0109417 A1 paragraphs [0098] to [0099]; fig. 9 & WO 2009/054541 A2 & EP 2273304 A1 & CN 101765799 A & KR 10-2010-0084559 A & TW 200935180 A & SG 185334 A & HK 1141591 A	1-20

☒ 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
11 May 2016 (11.05.16)

Date of mailing of the international search report
24 May 2016 (24.05.16)

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/JP2016/055921

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011/096453 A1 (Nikon Corp.), 11 August 2011 (11.08.2011), paragraphs [0015] to [0016], [0032] to [0033], [0039] to [0041]; fig. 3 & US 2012/0249989 A1 paragraphs [0021] to [0024], [0039] to [0040], [0047] to [0049]; fig. 3A to 3B & JP 5842615 B2 & KR 10-2012-0121878 A & TW 201300835 A	1-20
Y	JP 2012-142460 A (Canon Inc.), 26 July 2012 (26.07.2012), paragraphs [0002], [0008] to [0027]; fig. 1, 3 & US 2012/0170013 A1 paragraphs [0004], [0018] to [0037]; fig. 1, 3A to 3D & DE 102011090191 A & KR 10-2012-0079011 A & TW 201229560 A & NL 2008048 A	1-20
Y	JP 2015-534132 A (Carl Zeiss SMT GmbH), 26 November 2015 (26.11.2015), paragraphs [0020], [0045] to [0053]; fig. 3 & US 2015/0173163 A1 paragraphs [0022], [0047] to [0055]; fig. 3 & WO 2014/067812 A1 & DE 102012219936 A1 & TW 201423285 A & CN 104718500 A & KR 10-2015-0053958 A	1-20
Y	JP 2003-133212 A (Canon Inc.), 09 May 2003 (09.05.2003), paragraphs [0022] to [0023]; fig. 2 & US 2003/0081210 A1 paragraphs [0043] to [0044]; fig. 2 & EP 1306665 A2	1-20
Y A	JP 04-120717 A (NEC Corp.), 21 April 1992 (21.04.1992), page 2, upper right column, line 14 to lower right column, line 14; fig. 1, 2 (Family: none)	6 1-5, 7-20
Y A	JP 2015-511064 A (Carl Zeiss SMT GmbH), 13 April 2015 (13.04.2015), paragraphs [0008], [0050] to [0067]; fig. 1 to 3 & US 2014/0368803 A1 paragraphs [0006], [0074] to [0090]; fig. 1 to 3 & WO 2013/131834 A1 & DE 102012203716 A & CN 104246617 A & KR 10-2014-0141647 A	11 1-10, 12-20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/055921

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 05-114548 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 07 May 1993 (07.05.1993), paragraph [0006]; fig. 1 (Family: none)	18-20 1-17
Y A	JP 05-283320 A (Toshiba Corp.), 29 October 1993 (29.10.1993), paragraphs [0002] to [0008], [0020]; fig. 1, 14 (Family: none)	18-20 1-17
A	WO 2014/128010 A2 (Carl Zeiss SMT GmbH), 28 August 2014 (28.08.2014), entire text; all drawings & JP 2016-509259 A & US 2015/0323874 A1 & DE 102013202590 A & KR 10-2015-0120361 A & TW 201447499 A	1-20
A	JP 2005-303084 A (Nikon Corp.), 27 October 2005 (27.10.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-20
A	JP 2013-053850 A (Saitama Medical University), 21 March 2013 (21.03.2013), entire text; all drawings & US 2012/0281816 A1 entire text; all drawings & WO 2011/083727 A1	1-20
A	US 2006/0146384 A1 (Carl Zeiss SMT AG), 06 July 2006 (06.07.2006), entire text; all drawings & WO 2004/102230 A1 & WO 2004/102273 A2 & WO 2004/102224 A2 & DE 10322375 A & DE 10321598 A & DE 10322376 A & AU 2003264131 A	1-20
E, A	WO 2016/051518 A1 (Gigaphoton Inc.), 07 April 2016 (07.04.2016), entire text; all drawings (Family: none)	1-20

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G03F7/20(2006.01)i, H05H13/04(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. G03F7/20, H05H13/04

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 2010-502003 A（カール・ツァイス・エスエムティー・アーゲー） 2010.01.21, 段落0002, 0012-0016, 図1-2 & US 2009/0213356 A1, 段落0021-0029, 図1-2 & WO 2008/022680 A1 & DE 102006039655 A	1-20

☒ 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 | 「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 |
| 「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 | 「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 |
| 「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） | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 | 「&」 同一パテントファミリー文献 |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願 | |

国際調査を完了した日

11.05.2016

国際調査報告の発送日

24.05.2016

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）

佐野 浩樹

2G

4071

電話番号 03-3581-1101 内線 3226

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 2009-105396 A (株式会社ニコン) 2009.05.14, 段落 0 0 7 0 - 0 0 7 2, 図 9 & US 2009/0109417 A1, 段落 0 0 9 8 - 0 0 9 9, 図 9 & WO 2009/054541 A2 & EP 2273304 A1 & CN 101765799 A & KR 10-2010-0084559 A & TW 200935180 A & SG 185334 A & HK 1141591 A	1-20
Y	WO 2011/096453 A1 (株式会社ニコン) 2011.08.11, 段落 0 0 1 5 - 0 0 1 6, 0 0 3 2 - 0 0 3 3, 0 0 3 9 - 0 0 4 1, 図 3 & US 2012/0249989 A1, 段落 0 0 2 1 - 0 0 2 4, 0 0 3 9 - 0 0 4 0, 0 0 4 7 - 0 0 4 9, 図 3 A - 3 B & JP 5842615 B2 & KR 10-2012-0121878 A & TW 201300835 A	1-20
Y	JP 2012-142460 A (キヤノン株式会社) 2012.07.26, 段落 0 0 0 2, 0 0 0 8 - 0 0 2 7, 図 1, 3 & US 2012/0170013 A1, 段落 0 0 0 4, 0 0 1 8 - 0 0 3 7, 図 1, 3 A - 3 D & DE 102011090191 A & KR 10-2012-0079011 A & TW 201229560 A & NL 2008048 A	1-20
Y	JP 2015-534132 A (カール・ツァイス・エスエムティー・ゲーエム ベーハー) 2015.11.26, 段落 0 0 2 0, 0 0 4 5 - 0 0 5 3, 図 3 & US 2015/0173163 A1, 段落 0 0 2 2, 0 0 4 7 - 0 0 5 5, 図 3 & WO 2014/067812 A1 & DE 102012219936 A1 & TW 201423285 A & CN 104718500 A & KR 10-2015-0053958 A	1-20
Y	JP 2003-133212 A (キヤノン株式会社) 2003.05.09, 段落 0 0 2 2 - 0 0 2 3, 図 2 & US 2003/0081210 A1, 段落 0 0 4 3 - 0 0 4 4, 図 2 & EP 1306665 A2	1-20
Y A	JP 04-120717 A (日本電気株式会社) 1992.04.21, 第 2 頁右上欄第 1 4 行 - 右下欄第 1 4 行, 第 1 図, 第 2 図 (ファミリーなし)	6 1-5, 7-20

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 A	JP 2015-511064 A (カール・ツァイス・エスエムティー・ゲーエム ベーハー) 2015.04.13, 段落0008, 0050-0067, 図1-3 & US 2014/0368803 A1, 段落0006, 0074-0090, 図1-3 & WO 2013/131834 A1 & DE 102012203716 A & CN 104246617 A & KR 10-2014-0141647 A	11 1-10, 12-20
Y A	JP 05-114548 A (石川島播磨重工業株式会社) 1993.05.07, 段落0006, 図1 (ファミリーなし)	18-20 1-17
Y A	JP 05-283320 A (株式会社東芝) 1993.10.29, 段落0002-0008, 0020, 図1, 14 (ファミリーなし)	18-20 1-17
A	WO 2014/128010 A2 (CARL ZEISS SMT GMBH) 2014.08.28, 全文全図 & JP 2016-509259 A & US 2015/0323874 A1 & DE 102013202590 A & KR 10-2015-0120361 A & TW 201447499 A	1-20
A	JP 2005-303084 A (株式会社ニコン) 2005.10.27, 全文全図 (ファミリーなし)	1-20
A	JP 2013-053850 A (学校法人 埼玉医科大学) 2013.03.21, 全文全図 & US 2012/0281816 A1, 全文全図 & WO 2011/083727 A1	1-20
A	US 2006/0146384 A1 (CARL ZEISS SMT AG) 2006.07.06, 全文全図 & WO 2004/102230 A1 & WO 2004/102273 A2 & WO 2004/102224 A2 & DE 10322375 A & DE 10321598 A & DE 10322376 A & AU 2003264131 A	1-20
E, A	WO 2016/051518 A1 (ギガフォトン株式会社) 2016.04.07, 全文全図 (ファミリーなし)	1-20