

(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



(10) 国際公開番号

WO 2011/114889 A1

(43) 国際公開日

2011 年 9 月 22 日(22.09.2011)

PCT

(51) 国際特許分類:

H01L 21/027 (2006.01) H05G 2/00 (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2011/054762

(22) 国際出願日:

2011 年 3 月 2 日(02.03.2011)

(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 2010-064022 2010 年 3 月 19 日(19.03.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ウシオ電機株式会社 (USHIO DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒1008150 東京都千代田区大手町二丁目 6 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 山谷 大樹 (YAMATANI Daiki) [JP/JP]; 〒4120038 静岡県御殿場市駒門 1 丁目 9 0 番地ウシオ電機株式会社内 Shizuoka (JP).

(74) 代理人: 長澤俊一郎 (NAGASAWA Shunichirou); 〒1160013 東京都荒川区西日暮里四丁目 2 3 番 3 号きすなビル 4 階 4 A 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

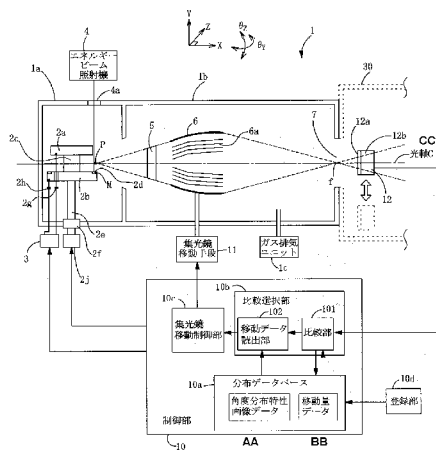
添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: EXTREME ULTRAVIOLET LIGHT SOURCE DEVICE AND LOCATION ADJUSTMENT METHOD FOR LIGHT FOCUSING OPTICAL MEANS

(54) 発明の名称: 極端紫外光光源装置および集光光学手段の位置調整方法

[図 1]



AA Angle distribution properties image data
BB Movement amount data
CC Light beam axis
1c Gas exhaust unit
4 Energy beam irradiator
10 Controller
10a Distribution database
10b Comparison selection unit
10c Light focusing mirror movement controller
10d Recording unit
11 Light focusing mirror movement means
101 Comparison unit
102 Movement data retrieval unit

(57) Abstract: Disclosed is an extreme ultraviolet light source device capable of adjusting the location of a light focusing mirror in order to achieve uniform angle distribution properties in a short period of time. Non-uniform angle distribution properties image data, and the movement direction and movement amount of the light focusing mirror required to adjust the non-uniform angle distribution properties to uniform angle distribution properties, are recorded in a distribution database (10a) in a controller (10). After obtaining the angle distribution image data from an angle distribution properties measurement apparatus (12), the angle distribution properties image data is compared to the images recorded in the distribution database (10a), and of the angle distribution properties image data, the image data is chosen that matches most closely with the obtained current angle distribution properties. Then, based on data retrieved for the movement direction and movement amount of the light focusing mirror (6) required for adjustment to the recorded uniform angle distribution properties that are associated with the chosen image data, the light focusing mirror (6) is moved by a light focusing mirror movement means (11).

(57) 要約: 極端紫外光光源装置において、均一な角度分布特性を得るための集光鏡の位置調整を、短時間で行うことができるようにすること。制御部 10 の分布データベース 10a に、不均一な角度分布特性画像データと、この不均一な角度分布特性を均一な角度分布特性にするための集光鏡の移動方向および移動量と登録しておく。角度分布特性測定器 12 により、角度分布画像データを取得したら、この角度分布特性画像データを、分布データベース 10a に登録された画像と比較し、角度分布特性画像データの中から取得した現在の角度分布特性と最もよく一致する画像データを選ぶ。そして、選出した画像データに対応づけて記憶されている、均一な角度分布特性にするための集光鏡 6 の移動方向および移動量のデータを読み出し、これに基づいて、集光鏡移動手段 11 により、集光鏡 6 を移動させる。

WO 2011/114889 A1

明 細 書

発明の名称：

極端紫外光光源装置および集光光学手段の位置調整方法

技術分野

[0001] 本発明は、極端紫外光を出射する極端紫外光光源装置に関し、特に、EUV光源装置のおよびEUV光源装置に設けられた集光光学手段（集光鏡）の位置の調整方法に関するものである。

背景技術

[0002] 半導体集積回路の微細化、高集積化につれて、露光用光源の短波長化が進められ、次世代の半導体露光用光源として、波長13～14nm、特に波長13.5nmの極端紫外光（以下、EUV（Extreme Ultra Violet）光ともいう）を放出する極端紫外光光源装置（以下、EUV光源装置ともいう）が開発されている（例えば特許文献1参照）。

図4は、特許文献1に示されるEUV光源装置を簡易的に説明するための図である。

同図に示すように、EUV光源装置は、放電容器であるチャンバ1を有する。チャンバ1内には、一对の円板状の放電電極2a、2bが収容される放電部1aと、ホイルトラップ5と集光鏡6とを収容するEUV集光部1bが設けられる。

一对の円盤状の電極2a、2bは、絶縁材2cを挟んで図4の紙面において上下に配置されている。紙面の下方に位置する放電電極2bには、モータ2jの回転軸2eが取り付けられている。放電電極2a、2bは、摺動子2g、2hを介してパルス電力供給部3に接続されている。

放電電極2bの周辺部には溝部2dが設けられ、この溝部2dに高温プラズマPを発生させるための固体の原料M（LiまたはSn）が配置されている。

1cは、放電部1a、EUV集光部1bを排気して、チャンバ1内を真空

状態にするためのガス排気ユニットである。

[0003] 上記のＥＵＶ光源装置においては、放電電極２ｂの溝部に配置された高温プラズマ用の原料に対し、エネルギービーム照射機４からエネルギービームを照射する。エネルギービームは例えばレーザビームであり、レーザ入射窓４ａを介して照射され、固体の原料が放電電極２ａと２ｂとの間で気化する。

この状態で、放電電極２ａと２ｂの間にパルス電力供給部３からパルス電力が供給されると、放電電極２ａのエッジ部分と放電電極２ｂのエッジ部分との間で放電が発生し、高温プラズマ原料ＭによるプラズマＰが形成され、放電時に流れる大電流により加熱励起され高温化し、この高温プラズマＰからＥＵＶ光が放射される。

放射されたＥＵＶ光は、ホイルトラップ５を介してＥＵＶ集光部１ｂに入射し、集光鏡６によって、集光鏡６の中間集光点ｆに集められ、ＥＵＶ光射出口７から出射し、ＥＵＶ光源装置に接続された点線で示した露光機３０に入射する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献１：国際公開第２００５／１０１９２４号パンフレット

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、このようなＥＵＶ光源装置においては、以下に説明するような実用上の問題があった。

ＥＵＶ光源装置を長時間にわたって点灯駆動した場合、プラズマＰと集光鏡６とのアライメントのずれが生じる。このため、中間集光点ｆ以降の、ＥＵＶ光の照度分布状態を示す角度分布特性が悪化し、角度分布特性が不均一（非対称）になることがある。角度分布特性が不均一になると、ＥＵＶ光を使った露光機において、被処理体に露光ムラが生じることがある。

角度分布特性が悪化して非対称になる原因は、例えば以下の２つの原因が考えられる。

（１）点灯駆動時間の経過とともに放電電極が磨耗していくことにより、放電電極間に形成されるプラズマの位置が、点灯初期の状態と比べて変動する。

（２）集光鏡６が、放電電極２a、２bやプラズマPから発せられる熱により高温状態になって、熱歪みを生じて変形する。

[0006] 以上のように、角度分布特性（中間集光点以降のEUV光の照度分布状態）は、上記集光鏡６（集光光学手段）のアライメント位置（所望の位置にEUV光が集光するように集光光学手段がセットされたときの集光光学手段の位置）からのずれの方向、大きさを等に対応しており、上記集光光学手段６がアライメント位置からずれるほど、上記角度分布特性は悪化する。

すなわち、角度分布特性を、不均一（非対称）なものから均一（対称）なものに修正するためには、角度分布特性を測定しながら、集光光学手段６の位置を、X軸方向（光軸C方向：図４左右方向）、Y軸方向（図４上下方向）、Z方向（図４手前奥方向）、 θ_z 方向（Z軸の周りの回転方向）、 θ_y （Y軸の周りの回転方向）に移動させて行う必要がある。

現状では、上記作業を、作業者が、集光点fの後にEUV光の角度分布測定器を挿入して、角度分布特性を測定しながら、集光鏡６の位置を微小移動させて行っている。角度分布特性変化と、集光鏡６の移動方向及び移動量との関係は、作業者の熟練により体得するものであり、均一な角度分布特性を得るための集光鏡６の位置調整作業に必要な時間は作業者によって異なり、場合によっては数時間という長時間が必要であった。

[0007] また、集光鏡６を新しいものに交換したときも、同様に角度分布特性を測定し、それが不均一であれば、均一になるように、集光鏡６の位置調整作業を行わなければならない。したがって、集光鏡６の交換とその位置調整にかかる時間も、長時間が必要な場合があった。

本発明は上記事情に鑑みなされたものであって、本発明の目的は、極端紫

外光光源装置の中間集光点以降における角度分布特性が悪化して不均一（非対称）になったとき、あるいは、集光鏡を交換した際等に、短時間で均一な角度分布特性を得るための集光鏡の位置調整を行うことができるようにすることである。

課題を解決するための手段

[0008] あらかじめ、ＥＵＶ光源装置の制御部に、集光光学手段（集光鏡）により反射された不均一な角度分布特性を示す画像データを、不均一な角度分布特性を均一な角度分布特性にするための集光光学手段の移動方向および移動量と対応させて、複数、登録しておく。

そして、角度分布特性測定器により、現状における角度分布特性を示す画像データ（角度分布特性画像データ）を取得したら、この角度分布特性画像データを、予め記憶されている複数の不均一な角度分布特性画像データと比較する。そして、その複数の不均一な角度分布特性画像データの中から、取得した測定した現在の角度分布特性と最もよく一致する画像データを選ぶ。

次に、選び出した画像データに対応づけて記憶されている、均一な角度分布特性にするための集光光学手段の移動方向および移動量のデータを読み出し、これに基づいて、集光光学手段を移動させる。

発明の効果

[0009] 本発明においては、以下の効果を得ることができる。

現状における角度分布特性画像データを取得し、あらかじめ登録しておいた、不均一な角度分布特性画像データと比較し、最もよく一致する画像データに対応づけた、不均一な角度分布特性を均一な角度分布特性にするための集光光学手段の移動方向および移動量を読み出し、これに基づいて集光光学手段を移動させるようにしたので、作業者の熟練の度合いによることなく、短時間で集光光学手段の位置を調整することができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1] 本発明の実施例のＥＵＶ光源装置の構成の概略を示す図である。

[図2] 本実施例の集光鏡の移動制御を説明する図である。

[図3]放電電極を備えないEUV光源装置に本発明を適用した場合の概略構成を示す図である。

[図4]EUV光源装置を説明する図である。

発明を実施するための形態

[0011] 図1は、本発明の実施例のEUV光源装置の構成の概略を示す図である。

EUV光源装置の構成は、前記図4に示したものと同様であり、放電電極2a、2bを収容する放電部1aと、ホイルトラップ5と集光鏡（集光光学手段）6とを収容するEUV集光部1bとにより構成されるチャンバ1を備える。

チャンバ1には、放電部1a、EUV集光部1bを排気して、チャンバ1内を真空状態にするためのガス排気ユニット1cが設けられている。

一対の円板状の放電電極2a、2bは、絶縁部材2cを挟んで対向するよう配置され、各々の中心が同軸上に配置されている。紙面において下方側に位置する放電電極2bには、モータ2jの回転軸2eが取り付けられている。

回転軸2eは、放電電極2aの中心と放電電極2bの中心とが回転軸2eの同軸上に位置している。回転軸2eは、メカニカルシール2fを介してチャンバ1内に導入される。

メカニカルシール2fは、チャンバ1内の減圧雰囲気を維持しつつ、回転軸2eの回転を許容する。

[0012] 放電電極2bの下方側には、例えばカーボンブラシ等で構成される摺動子2gおよび2hが設けられている。摺動子2gは、放電電極2bに設けられた貫通孔を介して放電電極2aと電氣的に接続される。摺動子2hは、放電電極2bと電氣的に接続されている。

パルス電力供給部3は、摺動子2g、2hを介して、それぞれ放電電極2a、2bにパルス電力を供給する。

円板状の放電電極2a、2bの周辺部は、エッジ形状に形成されている。

放電電極2bの溝部2dには、高温プラズマ生成用の液体または固体の原料Mが配置されている。原料Mは、例えば、スズ（Sn）、リチウム（Li）

)である。

パルス電力供給部 3 より放電電極 2 a、2 b に電力が供給されると、両電極のエッジ部分間で放電が発生する。放電が発生すると、放電電極 2 a、2 b の周辺部は放電により高温となるので、放電電極 2 a、2 b は、タングステン、モリブデン、タンタルなどの高融点金属からなる。

絶縁部材 2 c は、放電電極 2 a と 2 b の間の絶縁を確保するため、窒化珪素、窒化アルミニウム、ダイヤモンド等からなる。

[0013] チャンバ 1 には、原料 M に対してエネルギービームを照射して、原料 M を気化するためのエネルギービーム照射機 4 が設けられている。エネルギービーム照射機 4 から照射されるエネルギービームは、例えばレーザービームである。

放電電極 2 b の溝部 2 d に配置された高温プラズマ用の原料 M に対し、エネルギービーム照射機 4 からレーザー入射窓 4 a を介してレーザービームが照射される。これによって、固体の原料 M が放電電極 2 a と 2 b との間で気化する。

この状態で、放電電極 2 a と 2 b の間にパルス電力供給部 3 からパルス電力が供給されると、放電電極 2 a のエッジ部分と放電電極 2 b のエッジ部分との間で放電が発生し、高温プラズマ原料 M によるプラズマ P が形成され、放電時に流れる大電流により加熱励起され高温化し、この高温プラズマ P から E U V 光が放射される。

E U V 集光部 1 b に配置されたホイルトラップ 5 は、放電電極を構成する物質や高温プラズマ発生用の原料 M を基にして発生するデブリが、集光鏡 6 に向けて飛散することを抑制するために設けられている。

ホイルトラップ 5 は、放射状に伸びる複数の薄板により仕切られる複数の狭い空間が形成されている。

[0014] E U V 集光部 1 b に配置された集光鏡 6 は、高温プラズマから放射された波長 13.5 nm の E U V 光を反射するための光反射面 6 a が形成されている。

集光鏡 6 は、互いに接触することなく入れ子状に配置された複数の光反射面 6 a により構成されている。各光反射面 6 a は、Ni（ニッケル）などからなる平滑面を有する基体材料の反射面側に、Ru（ルテニウム）、Mo（モリブデン）、Rh（ロジウム）などの金属を緻密にコーティングすることにより、0-25 度の射入射角度の極端紫外光を良好に反射するように形成されている。

集光鏡 6 の各光反射面 6 a は、集光点 f が一致するように構成される。集光鏡 6 で集光した光は EUV 光出射口 7 から出射し、EUV 光源装置に接続された点線で示した露光機 30 に入射する。

また、EUV 光源装置は制御部 10 を備え、電極 2 a, 2 b を回転させるモータ 2 d や、電極 2 a, 2 b に電力を供給するパルス電力供給部 3 などの動作を制御するとともに、後述するように、測定した角度分布特性の画像データに基づき、集光鏡 6 の移動方向および移動量を得て、集光鏡移動手段 11 により集光鏡 6 を移動させる。

[0015] 集光点 f の後方には、集光点 f に集光した EUV 光の角度分布特性を測定する角度分布特性測定器 12 が設けられる。この角度分布特性測定器 12 には不図示の移動機構が取付けられており、角度分布特性測定時には、角度分布特性測定器 12 は光路内に挿入され（図中実線の位置）また、露光処理中には光路から退避される（図中点線の位置）。

角度分布特性測定器 12 は EUV 光を可視光に変換するシンチレータ 12 a と、このシンチレータ 12 a により変換された可視光を受光する CCD カメラ 12 b とを備える。

CCD カメラ 12 b は、入射した光を受光し、受像した光の照度分布を示す画像データを出力する。この画像データは、角度分布特性画像データとして制御部 10 に送られる。

集光鏡 6 には、集光鏡 6 を X 軸方向（光軸 C 方向：図 1 左右方向）、Y 軸方向（図 1 上下方向）、Z 方向（図 7 手前奥方向）、 θ_z 方向（Z 軸の周りの回転方向）、 θ_y （Y 軸の周りの回転方向）に移動させる集光鏡移動手段

１１が取り付けられており、その動作は制御部１０により制御される。

[0016] 制御部１０は、例えばプロセッサ等の処理装置と記憶部から構成することができ、前記したように電極２ａ、２ｂに電力を供給するパルス電力供給部３を制御するなど、ＥＵＶ光源装置の全体の動作を制御するとともに、本発明に係る、角度分布特性を均一にするための集光鏡６の移動制御をおこなう。

集光鏡６の移動制御をおこなうため、制御部１０は、分布データベース１０ａと、比較選択部１０ｂと、集光鏡移動制御部１０ｃを備える。また、上記分布データベース１０ａに画像データ等を登録するための登録部１０ｄが設けられる。

分布データベース１０ａは、制御部１０の記憶部に、複数の角度分布特性画像データと、該各画像データに対応させて集光鏡６を移動させるための移動データとを登録したものである。

比較選択部１０ｂは、比較部１０１と移動データ読出部１０２を備え、比較部１０１で前記角度分布特性測定器１２で取得した角度分布特性画像データと、上記分布データベース１０ａに格納された画像データを比較して、分布データベース１０ａ中の最も一致している画像データを検索し、移動データ読出部１０２で、この画像データに対応した移動データを読み出す。この移動データは集光鏡移動制御部１０ｃに送られ、集光鏡移動制御部１０ｃは、この移動データに基づき集光鏡移動手段１１を制御して、集光鏡６を移動させる。

[0017] 次に、本発明の、集光鏡の位置調整方法について、図１と図２を使って説明する。

図２は、本実施例の集光鏡の移動制御を説明する図であり、同図には、分布データベース１０ａに格納された画像データの一例と、集光鏡移動手段１１と、集光鏡６と、ＥＵＶ光の焦点位置に配置されたアパーチャ（ＥＵＶ光出射口７）と、シンチレータ１２ａとＣＣＤカメラ１２ｂから構成される角度分布特性測定器１２が示されている。

まず、集光鏡 6 の位置調整の前段階として、制御部 10 の分布データベース 10 a に、登録部 10 d から、集光鏡により反射された不均一な角度分布特性の画像データを、不均一な角度分布特性を均一な角度分布特性にするための集光鏡の移動方向および移動量と対応させて、複数登録（記憶）する。

具体的には、EUV 光が放射されている状態で角度分布特性測定器 12 を光路内に挿入し、角度分布特性測定器 12 から得られる画像データを見ながら、集光鏡移動手段 11 を動作させることにより、集光鏡 6 を移動させ、そのときの移動方向、移動量を、そのときの角度分布画像データとともに、分布データベースに登録する。

[0018] 図 2（a）は、角度分布特性測定器により測定された照度分布が略均一な角度分布特性画像データの一例である。同図において、白い部分が EUV 光の強度が強い部分であり、白から灰色、黒になるほど EUV 光の照度が弱くなる。同図では、EUV 光の強度が強い部分が円周上にほぼ均一に分布している。なお、同図において、EUV 光の強度が強い部分が 6 つの領域に分割されているが、これは集光鏡 6 の各反射面 6 a を支持する支持部材の影によるものである。

この状態で、集光鏡移動手段 11 により、集光鏡を、ある方向にある移動量（例えば X 方向に A mm）移動させる。角度分布特性が均一な状態から移動させるのであるから、角度分布特性測定器 12 より得られる角度分布特性画像データにおける照度分布は、例えば図 2 の（c）に示すように不均一なものとなる。

そして、制御部 10 の分布データベース 10 a に、この角度分布特性が不均一な画像データと、角度分布特性が均一な状態から X 方向に A mm 移動したという移動情報を対応させて記憶させる。

この角度分布特性の不均一な画像データに集光鏡 6 の移動情報を対応させて記憶させる作業は、制御部 10 に接続された登録部 10 d から行う。このようにして登録した画像データを、仮に画像データ 1 とする。

[0019] 続いて、集光鏡 6 を均一な角度分布特性が得られる状態（アライメント位

置)に戻し、今度は先ほどとは異なる方向に集光鏡を移動させ(例えば θ_y 方向にB度)、その位置での角度分布特性画像データを、角度分布特性が均一な状態から θ_y 方向にB度移動したという移動情報を対応させて記憶させる。これを画像データ2とする。

このようにして、できるだけ多くの、移動情報を対応させた不均一な角度分布特性画像データを、制御部10の分布データベース10aに登録(記憶)する。例えば、実際の装置においては、4000~5000の画像データを記憶する。

図2(b)は、このようにして制御部10の分布データベース10aに登録した、複数の不均一な角度分布特性を持つ画像データ例である。上記したように、各画像データには、角度分布特性が均一な状態からどの方向にどの程度移動させたかという移動方向と移動量のデータが対応して記憶されている。

[0020] このようにして複数の不均一な角度分布特性を持つ画像データの登録ができた段階で、集光鏡6の位置調整の作業を実施する。

例えば、集光鏡6を古いものから新しいものに交換して取り付けが終われば、EUV光を放射し、角度分布特性測定器12を光路内に挿入し、その状態での(現状での)角度分布特性を測定する。測定した角度分布特性画像データは制御部10に送られる。ここで、測定された画像データは、例えば図2(c)のようなものであったとする。

比較選択部10bの比較部101において、測定した画像データ(図2(c))と、分布データベース10aに記憶されている複数の不均一な角度分布特性を持つ画像データとを比較し、分布データベース10a(図2(b))の画像データ中から最も良く一致する画像データを選び出す。

[0021] この、分布データベース10aからの画像データの選択は、例えばパターンマッチングを使用することで行う。パターンマッチングは、登録された画像のパターンと、観察した画像のパターンの一致度を測定する手法として一般によく知られている。即ち、測定した画像データ(図2(c))に対して

、一致するスコアが最も高い画像データを選択する。

記憶している複数の不均一な角度分布特性を持つ画像データ図2（b）の中から、測定した画像データ図2（c）と最も良く一致する画像データを選び出したら、比較選択部10bの移動データ読出部102は、その画像データに対応して記憶されている移動情報を呼び出す。

呼び出した画像データには、上記したように集光鏡6の移動情報が対応して記憶されている。対応して記憶されている移動情報は、集光鏡6を均一な角度分布特性からどの方向にどのくらい移動させたのかという情報であり、図1に示すように紙面左右方向をX、紙面上下方向をY、紙面前後方向をZとし、Z軸回りの回転を θ_z 、Y軸回りの回転を θ_y とすると、X、Y、Z方向の移動量 ΔX 、 ΔY 、 ΔZ 、Z軸回りの回転量 $\Delta \theta_z$ 、Y軸回りの回転量を $\Delta \theta_y$ である。

[0022] したがって、対応して記憶されている位置情報に対して反対方向に集光鏡6を移動させれば、角度分布特性測定器12により測定される画像データは、均一な角度分布特性のもの近づくはずである。

例えば、測定した画像データが、上記の画像データ1として登録した画像に良く似ていれば、制御部10は、集光鏡移動手段11により集光鏡をX方向に $-A$ mm移動させる。また、測定した画像データが、上記の画像データ2として登録した画像に良く似ていれば、集光鏡を θ_y 方向に $-B$ 度移動させる。

このようにして集光鏡を移動させた後、再度、角度分布特性測定器12によりEUV光の角度分布特性を測定し、画像データを取得する。

そして、新たに取得した角度分布特性画像データを、再度、分布データベース10aの各画像データと比較し、最も良く一致する画像データを選び、上記と同様に、その画像データに対応した集光鏡6の移動情報に基づき、集光鏡6を移動する。

これを何度か繰り返すことにより、集光鏡6は、均一な角度分布特性が得られ位置に調整される。

このようなＥＵＶ光の角度分布特性の測定と集光鏡の位置調整は、１日１回程度（１億ショットごと程度）の頻度で行うことが望ましい。

[0023] 本実施例によれば、制御部１０にあらかじめ記憶された画像データと、その画像データに対応して記憶された集光鏡６の移動情報に基づき、自動的に集光鏡６の位置合せができるので、位置調整の作業は、作業者の熟練の度合いに依らず、２０秒から３０秒という短い時間で行うことができるようになった。

また、このように、記憶した画像との一致度を調べることは、次のような利点もある。

上記したように、集光鏡６は複数の反射面６ａを有するが、その反射面６ａのうち、特定の反射面の反射率が低下した場合、角度分布の一部だけが変わることになるが、目視ではそのことに気がつかないことがある。しかし、パターンマッチングのような記憶した画像との一致度（スコア）が低下するので、いち早く集光鏡６の不具合を発見することができる。

[0024] また、この集光鏡の位置調整は、ＥＵＶ光源装置においては、ホイルトラップ５が位置ずれを起こし、その位置ずれによりＥＵＶ光の角度特性が悪化した場合や、複数の反射面６ａを有する集光鏡６において、特定の反射面の反射率が低下することによりＥＵＶ光の角度特性が悪化した場合にも行うことができる。そのような場合、ＥＵＶ光の角度特性を初期状態のような均一なものに戻すことはできないが、できるだけ均一な状態に補正することができる。

[0025] 上記本実施例では、電極間の放電によりＥＵＶ光を放射するＥＵＶ光源装置の集光鏡の位置調整を例にして説明したが、本発明は、滴下される高温プラズマ生成用の原料に対して高出力のエネルギービームを照射してＥＵＶ光を放射するＥＵＶ光源装置の集光鏡の位置調整にも使用することができる。

図３に、放電電極を備えないＥＵＶ光源装置に本発明を適用した構成の概略を示す。

ＥＵＶ光源装置は、集光光学手段である集光鏡２１を収容するチャンバ１

を備える。集光鏡 21 は、高温プラズマから放射された波長 13.5 nm の EUV 光を反射し、その光を集光点 f に集光するための光反射面 21a が形成されている。

チャンバ 1 には、チャンバ 1 内を真空状態にするためのガス排気ユニット 1c が設けられている。

[0026] EUV 光源装置は、集光鏡 21 の光反射面 21a 側に、高温プラズマ生成用の液体または固体の原料 M を落下（滴下）して供給する原料供給手段 22 を備える。原料 M は、例えば、スズ（Sn）、リチウム（Li）である。

EUV 光源装置は、原料供給手段 22 により供給された原料 M に対して、非常に高いエネルギーのレーザビームを照射する高出力のレーザ装置 23 を備える。

原料供給手段により、集光鏡 21 の光反射面 21a 側に供給された高温プラズマ用の原料 M に対し、高出力のレーザ装置 23 からレーザ入射窓 23a を介して非常に高いエネルギーを有するレーザビームが照射される。これによって、原料 M が高温プラズマとなり、波長 13.5 nm の EUV 光を放射する。高温プラズマから放射された EUV 光は、集光鏡 21 の光反射面 21a により反射され、集光点 f に集光する。

[0027] 集光点 f の後方には、前述したように、集光点 f に集光した EUV 光の角度分布特性を測定する角度分布特性測定器 12 が設けられる。この角度分布特性測定器 12 は、前記したようにシンチレータ 12a と CCD カメラ 12b から構成され、角度分布特性測定時には光路内に挿入され（図中実線の位置）、露光処理中には光路から退避される（図中点線の位置）。

上記角度分布特性測定器 12 は照度分布を示す角度分布特性画像データを出力し、この画像データは制御部 10 に送られる。

集光鏡 21 には、集光鏡 6 を移動させる集光鏡移動手段 11 が取り付けられており、その動作は制御部 10 により制御される。

[0028] 制御部 10 は、前記したように分布データベース 10a と、比較選択部 10b と、集光鏡移動制御部 10c を備え、上記分布データベース 10a には

登録部 10d から画像データ等が登録される。

分布データベース 10a には、複数の角度分布特性画像データと、該各画像データに対応させて集光鏡 6 を移動させるための移動データとが登録され、比較選択部 10b は、比較部 101 において前記角度分布特性測定器 12 で取得した角度分布特性画像データと、上記分布データベース 10a に格納された画像データを比較して、分布データベース 10a 中の最も一致している画像データを検索し、その画像データに対応した移動データを移動データ読出部 102 で読み出す。この移動データは集光鏡移動制御部 10c に送られ、集光鏡移動制御部 10c は、この移動データに基づき集光鏡移動手段 11 を制御して、集光鏡 21 を移動させる。

符号の説明

[0029]	1	チャンバ
	1a	放電部
	1b	EUV 集光部
	2a, 2b	放電電極
	2c	絶縁部材
	3	パルス電力供給部
	4	エネルギービーム照射機
	5	ホイットラップ
	6	集光鏡
	10	制御部
	10a	分布データベース
	10b	比較選択部
	10c	集光鏡移動制御部
	11	集光鏡移動手段
	12	角度分布特性測定器
	12a	シンチレータ
	12b	CCD カメラ

2 1	集光鏡
2 2	原料供給手段
2 3	高出力のレーザ装置
3 0	露光機
C	光軸
M	原料
P	プラズマ

請求の範囲

[請求項1]

極端紫外光源と、該光源から放射された光を反射して集光する集光光学手段と、該集光光学手段を移動させる集光光学手段移動手段と、

上記集光光学手段により反射された光を受光し、照度分布の不均一度が上記集光光学手段のアライメント位置からのずれの方向、大きさを示す画像データである角度分布特性画像データを得る角度分布特性測定部と、

上記角度分布特性画像データに基づき、上記集光光学手段移動手段を制御して集光光学手段を移動させる制御部とを備え、

上記制御部は、

予め測定した照度分布が不均一な複数の角度分布特性画像データと、該角度分布特性画像データに対応させて、該不均一な照度分布の角度分布特性画像データが得られたときの集光光学手段の位置を、照度が均一な角度分布特性画像データが得られる位置に移動させるための移動方向および移動量とを記憶させた記憶部と、

上記角度分布特性測定部により測定された現在の角度分布特性画像データと、上記記憶部に記憶している複数の照度が不均一な角度分布特性画像データとを比較し、上記記憶している複数の角度分布特性画像データの中から、上記現在の角度分布特性画像データの角度分布特性と形状が最も良く一致する角度分布特性画像データを選択し、該選択した角度分布特性画像データに対応して記憶されている集光光学手段の移動方向および移動量を読みだす比較選択部と、

上記比較選択部により読みだされた角度分布特性画像データに対応して記憶されている集光光学手段の移動方向および移動量に基づき、前記集光光学手段移動手段を制御して集光光学手段を移動させる集光光学手段移動制御部とを有する

ことを特徴とする極端紫外光光源装置。

[請求項2]

極端紫外光源と、該光源から放射された光を反射して集光する集光

光学手段とを備えた極端紫外光光源装置の集光光学手段位置調整方法であって、

あらかじめ、照度分布が不均一な複数の角度分布特性画像データと、該角度分布特性画像データに対応させて、該不均一な照度分布の角度分布特性画像データが得られたときの集光光学手段の位置を、照度が均一な角度分布特性画像データが得られる位置に移動させるための移動方向および移動量とを取得する工程と、

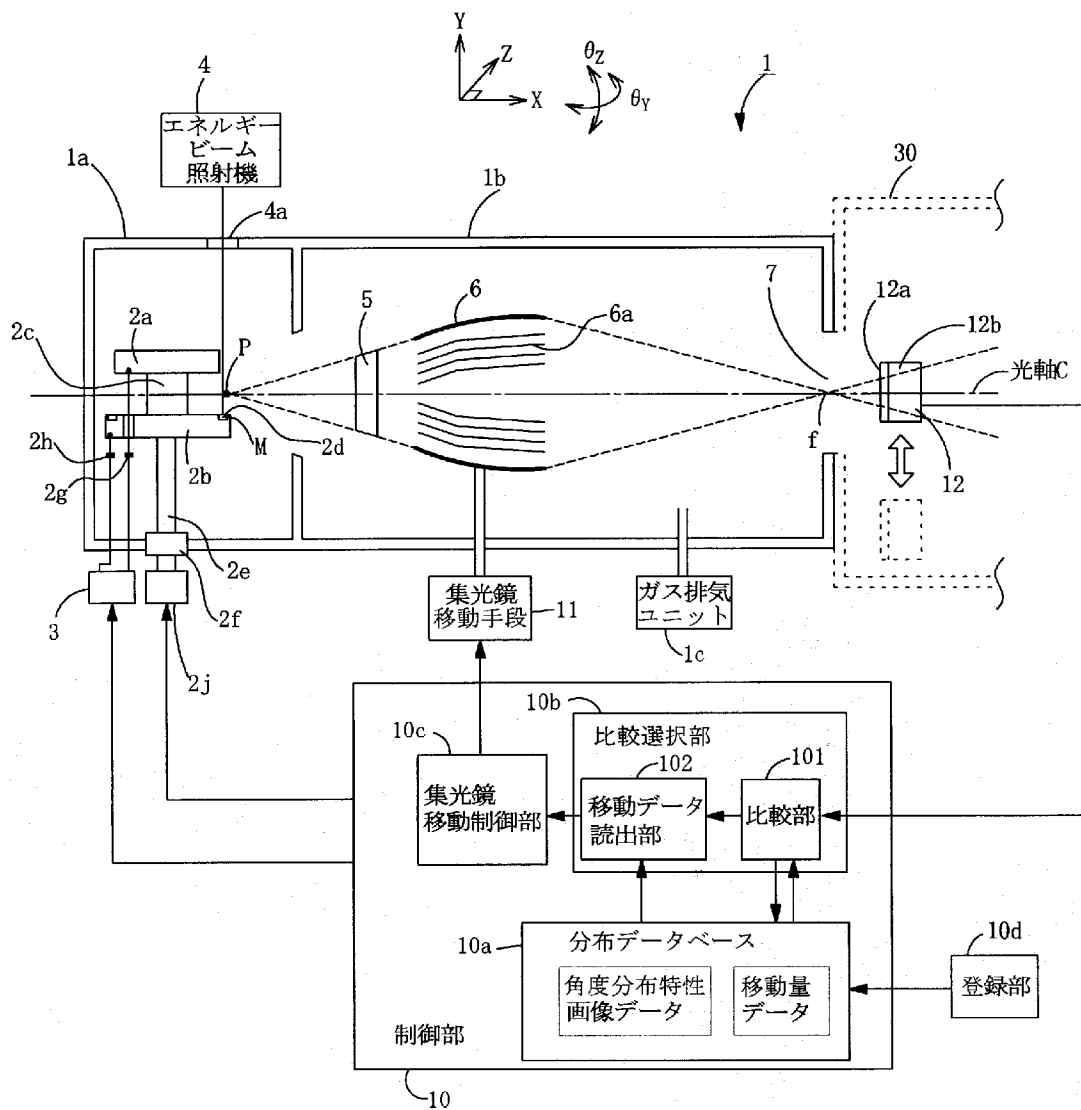
現在の角度分布特性を測定し角度分布特性画像データを取得する工程と、

上記取得した現在の角度分布特性画像データと、上記あらかじめ取得した複数の不均一な角度分布特性画像データとを比較し、上記複数の不均一な角度分布特性画像データの中から、上記現在の角度分布特性画像データと角度分布特性の形状が最も良く一致する角度分布特性画像データを選択する工程と、

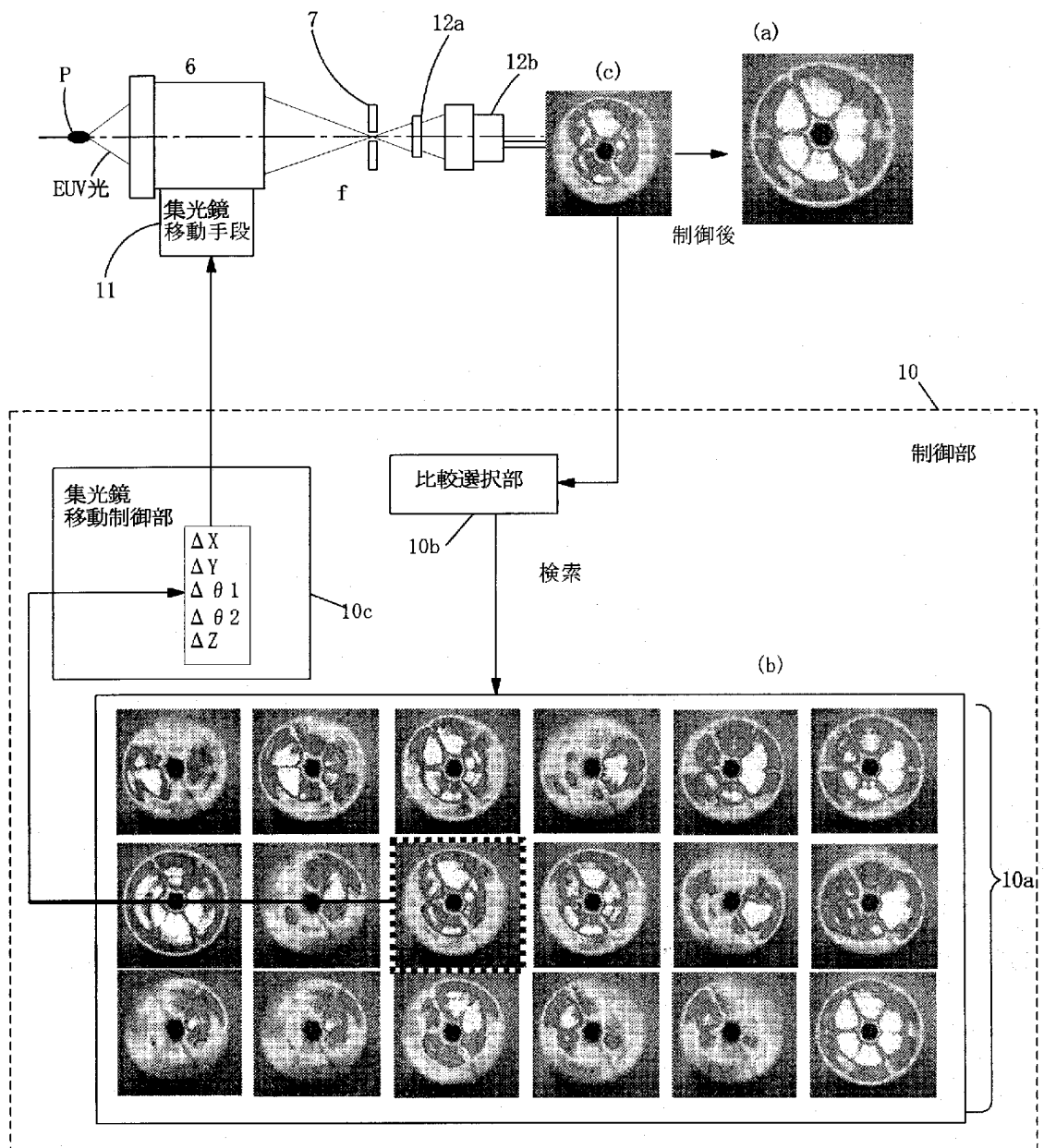
上記選択した角度分布特性画像データと対応する集光光学手段の移動方向及び移動量に基づき、上記集光光学手段を移動させる工程とを備える

ことを特徴とする光源装置の集光光学手段位置調整方法。

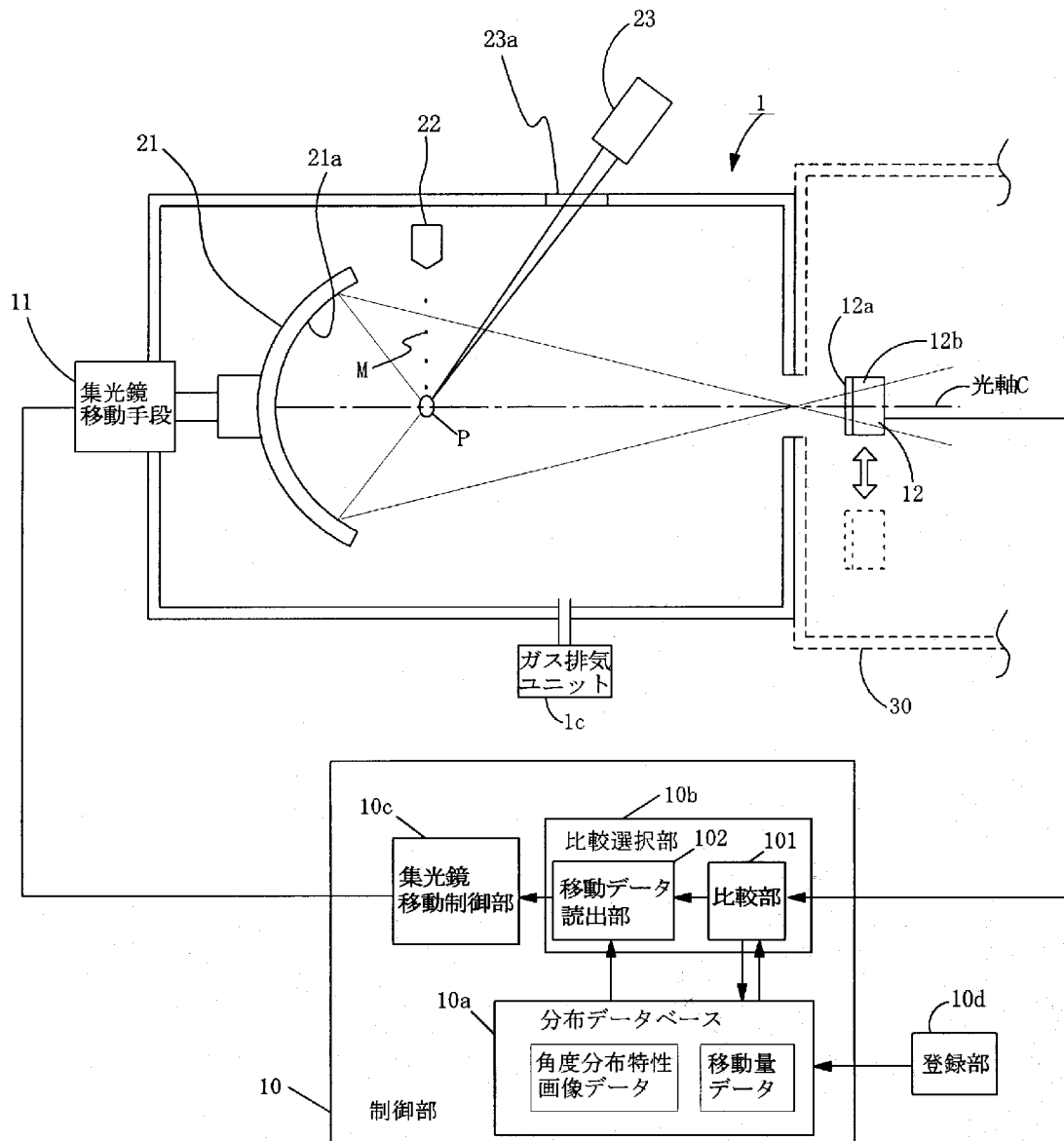
[図1]



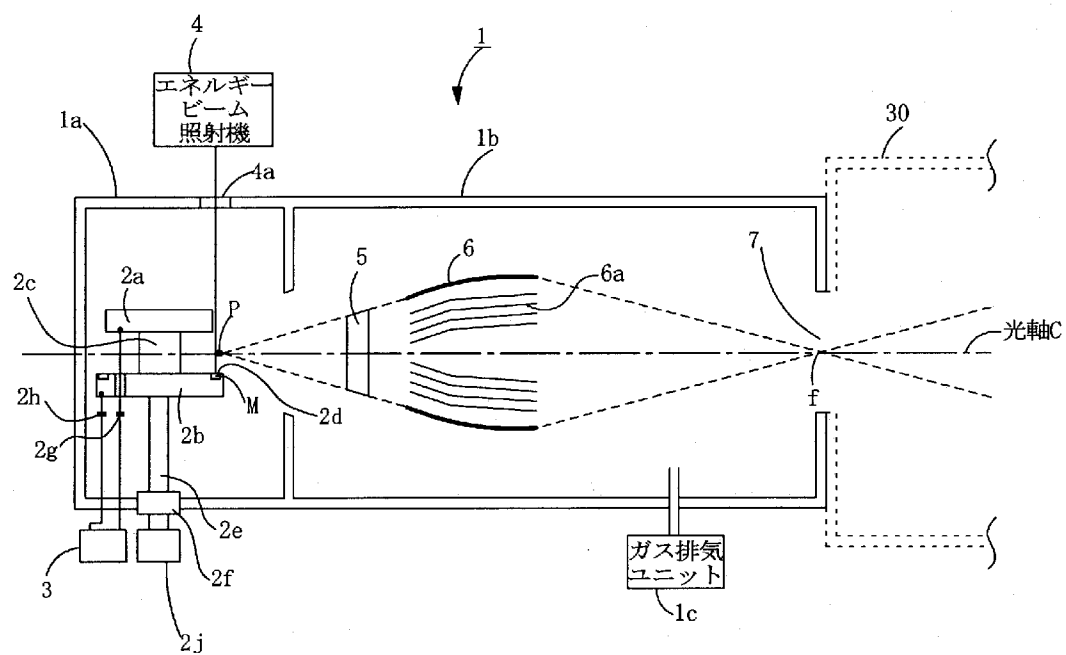
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/054762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/027(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H05G2/00(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, G03F7/20, H05G2/00

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X	JP 2007-142361 A (Canon Inc.), 07 June 2007 (07.06.2007), paragraphs [0004], [0016] to [0026], [0033] to [0036], [0062]; fig. 1 (Family: none)	1-2
A	JP 2006-128342 A (Canon Inc.), 18 May 2006 (18.05.2006), entire text; all drawings & US 2006/0091328 A1 & US 2009/0072167 A1	1-2
A	JP 2007-088267 A (Komatsu Ltd. et al.), 05 April 2007 (05.04.2007), entire text; all drawings (Family: none)	1-2

☐ 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
29 March, 2011 (29.03.11)

Date of mailing of the international search report
12 April, 2011 (12.04.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

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, G03F7/20 (2006.01)i, H05G2/00 (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, G03F7/20, H05G2/00

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 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
X	JP 2007-142361 A（キヤノン株式会社）2007.06.07, 段落 0004、0016～0026、0033～0036、0062 及び図 1 （ファミリーなし）	1-2
A	JP 2006-128342 A（キヤノン株式会社）2006.05.18, 全文、全図 & US 2006/0091328 A1 & US 2009/0072167 A1	1-2

☒ 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

2 9 . 0 3 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

1 2 . 0 4 . 2 0 1 1

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）

久保田 創

2 M

4 4 5 7

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
A	JP 2007-088267 A (株式会社小松製作所、外 1 名) 2007.04.05, 全文、全図 (ファミリーなし)	1-2