(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2024-530617
(P2024-530617A)
(43)公表日　令和6年8月23日(2024.8.23)

(51)国際特許分類		FI			テーマコード（参考）
G03F	*7/20 (2006.01)*	G03F	7/20	503	2H197
H05G	*2/00 (2006.01)*	H05G	2/00	K	4C092

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全17頁）

(21)出願番号　特願2024-505253(P2024-505253)
(86)(22)出願日　令和4年7月27日(2022.7.27)
(85)翻訳文提出日　令和6年1月26日(2024.1.26)
(86)国際出願番号　PCT/EP2022/071088
(87)国際公開番号　WO2023/006821
(87)国際公開日　令和5年2月2日(2023.2.2)
(31)優先権主張番号　21188167.7
(32)優先日　令和3年7月28日(2021.7.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
欧州特許庁(EP)
(81)指定国・地域　AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,
最終頁に続く

(71)出願人　515041332
トルンプフ レーザーシステムズ フォー セミコンダクター マニュファクチャリング ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング
ＴＲＵＭＰＦ Ｌａｓｅｒｓｙｓｔｅｍｓ ｆｏｒ Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ ＧｍｂＨ
ドイツ連邦共和国 ディッツィンゲン ヨハン－マウス－シュトラーセ ２
Ｊｏｈａｎｎ－Ｍａｕｓ－Ｓｔｒ． ２，Ｄ－７１２５４ Ｄｉｔｚｉｎｇｅｎ，Ｇｅｒｍａｎｙ
(74)代理人　100114890
弁理士　アインゼル・フェリックス＝ラ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ターゲット平面に対して平行にまたはターゲット平面に一致して延在する像平面を有するフォーカシング装置

(57)【要約】
本発明は、特にＥＵＶ放射を生成するためのフォーカシング装置（１０）に関する。フォーカシング装置（１０）は、ターゲット平面（１４）上のターゲット材料（１２）への照射を行うように構成されている。フォーカシング装置（１０）は、少なくとも１つのビームフォーミング素子（２６，２８）を有しており、このビームフォーミング素子（２６，２８）の光軸（３０，３２）は、ターゲット平面（１４）に対して垂直に位置している。これにより、フォーカシング素子（２６，２８）のうちの少なくとも１つを通してガイドされるレーザービーム（１８，２０）の像平面が、ターゲット平面（１４）に対して平行に配向される。このようにすることで、ターゲット材料（１２）の効率的な照射が可能となる。少なくとも１つのレーザービーム（１８，２０）の歪のない完全な結像は、当該レーザービーム（１８，２０）の主軸線を、当該レーザービーム（１８，２０）がガイドされるフォーカシング素子（２６，２８）の光軸（３０，３２）に対してオフセットすることによって達成することができる。フォーカシング素子（２６，２８）のう

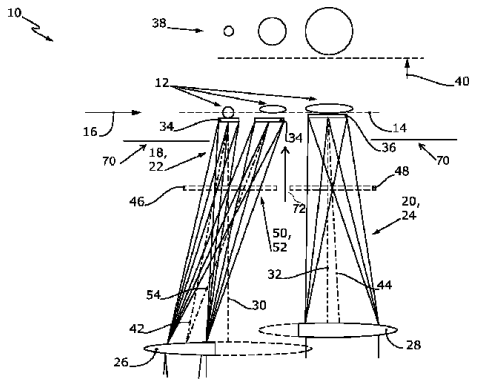


Fig. 2

【特許請求の範囲】
【請求項１】
目標領域（６２）内を移動する、ＥＵＶ放射を生成するためのターゲット材料（１２）上へ少なくとも２つのレーザービームをフォーカシングするフォーカシング装置（１０）であって、
ａ）前記目標領域（６２）内の第１の位置における前記ターゲット材料（１２）上へ第１のレーザービーム（１８）をフォーカシングする第１のフォーカシング素子（２６）と、
ｂ）前記目標領域（６２）内の第２の位置における前記ターゲット材料（１２）上へ第２のレーザービーム（２０）をフォーカシングする第２のフォーカシング素子（２８）と、
ｃ）前記ターゲット材料（１２）で生成されたＥＵＶ放射を反射させる反射光学素子（７０）と
を備えた、フォーカシング装置（１０）において、
ｄ）前記第１のフォーカシング素子（２６）の光軸（３０）および／または前記第２のフォーカシング素子（２８）の光軸（３２）が、前記反射光学素子（７０）の光軸（７２）に対してほぼ平行にまたは前記反射光学素子（７０）の光軸（７２）に一致して配向されている
ことを特徴とする、フォーカシング装置（１０）。
【請求項２】
前記フォーカシング装置は、
ｅ）前記第１のレーザービーム（１８）を、前記第１のフォーカシング素子（２６）の光軸（３０）に対してオフセットされたかつ／または傾斜した第１の主軸線（４２）に沿って、前記第１のフォーカシング素子（２６）と前記目標領域（６２）との間でガイドし、かつ／または
ｆ）前記第２のレーザービーム（２０）を、前記第２のフォーカシング素子（２８）の光軸（３２）に対してオフセットされたかつ／または傾斜した第２の主軸線（４４）に沿って、前記第２のフォーカシング素子（２８）と前記目標領域（６２）との間でガイドする
ように構成されている、請求項１記載のフォーカシング装置。
【請求項３】
第１のビームフォーミング素子（２６）が、自身の光軸（３０）に対して回転対称に構成されたフォーカシング素子のセクションの形態で形成されており、かつ／または
第２のビームフォーミング素子（２８）が、自身の光軸（３２）に対して回転対称に形成されたフォーカシング素子のセクションの形態で形成されている、
請求項２記載のフォーカシング装置。
【請求項４】
前記第１のフォーカシング素子（２６）の光軸（３０）および前記第２のフォーカシング素子（２８）の光軸（３２）は、前記反射光学素子（７０）の光軸（７２）に対してほぼ平行にもしくは前記反射光学素子（７０）の光軸（７２）に対して平行にもしくは前記反射光学素子（７０）の光軸（７２）に一致して配向されており、
前記第１のフォーカシング素子（２６）の光軸（３０）と前記第２のフォーカシング素子（２８）の光軸（３２）とは、相互に３ｍｍ未満だけオフセットされている、
請求項１から３までのいずれか１項記載のフォーカシング装置。
【請求項５】
第１のビームフォーミング素子（２６）がレンズまたはミラーの形態で形成されており、かつ／または
第２のビームフォーミング素子（２８）がレンズまたはミラーの形態で形成されている、
請求項１から４までのいずれか１項記載のフォーカシング装置。

【請求項６】
ビーム方向で見て前記第１のフォーカシング素子（２６）の下流にダブルミラー装置が配置されており、かつ／または
ビーム方向で見て前記第２のフォーカシング素子（２８）の下流にダブルミラー装置が配置されている、
請求項１から５までのいずれか１項記載のフォーカシング装置。
【請求項７】
前記フォーカシング装置は、第３のレーザービーム（５０）を、前記第１のレーザービーム（１８）の第１の主軸線（４２）に対して２°超の鋭角、特に４°超の鋭角を成す第３の主軸線（５４）に沿って、第１のビームフォーミング素子（２６）から前記目標領域（６２）へガイドするように構成されている、
請求項１から６までのいずれか１項記載のフォーカシング装置。
【請求項８】
真空チャンバ（６４）を備えたＥＵＶビーム生成装置（５５）であって、
前記真空チャンバ（６４）内の目標領域（６２）へ、ＥＵＶ放射を生成するために、ターゲット材料（１２）を導入することができ、
前記ＥＵＶビーム生成装置（５５）は、前記目標領域（６２）内を移動する前記ターゲット材料（１２）上へ少なくとも２つのレーザービームをフォーカシングする、請求項１から７までのいずれか１項記載のフォーカシング装置と、第１のレーザービーム（１８）を生成する第１のビーム源（５６）と、第２のレーザービーム（２０）を生成する第２のビーム源（５８）とを備えている、
ＥＵＶビーム生成装置（５５）。
【請求項９】
前記第１のレーザービーム（１８）は第１の波長を有し、前記第２のレーザービーム（２０）は前記第１の波長とは異なる第２の波長を有する、
請求項８記載のＥＵＶビーム生成装置。
【請求項１０】
前記第１の波長は５００ｎｍ～１２００ｎｍであり、前記第２の波長は８μｍ～１２μｍである、
請求項９記載のＥＵＶビーム生成装置。
【請求項１１】
前記第１のレーザービーム（１８）がパルス化されており、かつ／または前記第２のレーザービーム（２０）がパルス化されている、
請求項８から１０までのいずれか１項記載のＥＵＶビーム生成装置。
【請求項１２】
第３のレーザービーム（５０）を生成する第３のビーム源（６０）を備えた、請求項８から１１までのいずれか１項記載のＥＵＶビーム生成装置、ならびに請求項８記載のフォーカシング装置。
【請求項１３】
前記第３のレーザービーム（５０）が、パルス化されており、かつ／または前記第２のレーザービーム（２０）とは異なる波長および／または前記第２のレーザービーム（２０）とは異なる偏光を有している、
請求項１２記載のＥＵＶビーム生成装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
発明の背景
本発明は、目標領域内を移動する、ＥＵＶ（極端紫外線）放射を生成するための、好適にはリソグラフィのためのターゲット材料上へ少なくとも２つのレーザービームをフォーカシングするフォーカシング装置であって、

ａ）目標領域内の第１の位置におけるターゲット材料上へ第１のレーザービームをフォーカシングする第１のフォーカシング素子と、
ｂ）目標領域内の第２の位置におけるターゲット材料上へ第２のレーザービームをフォーカシングする第２のフォーカシング素子と、
ｃ）ターゲット材料で生成されたＥＵＶ放射を反射させる反射光学素子と
を備えた、フォーカシング装置に関する。

【０００２】

本発明はさらに、このようなフォーカシング装置を備えたＥＵＶビーム生成装置に関する。

【０００３】

このようなフォーカシング装置およびＥＵＶビーム生成装置は本出願人に知られている。ただし、これらは、内部の公開されていない従来技術であることもある。

【０００４】

別のフォーカシング装置またはＥＵＶビーム生成装置が、国際公開第２０１５／０３６０２４号および国際公開第２０１５／０３６０２５号から公知である。

【０００５】

これらのフォーカシング装置またはビーム生成装置における欠点は、目標領域内のそれぞれ異なる位置においてそれぞれ異なる方向から各レーザービームがターゲット材料へフォーカシングされることで、ターゲット照射の効率が低下することである。

【０００６】

発明の課題

したがって、本発明の課題は、ターゲット材料の著しく効率的な照射を可能にするフォーカシング装置およびＥＵＶビーム生成装置を提供することである。

【０００７】

発明の説明

この課題は、本発明により、請求項１記載のフォーカシング装置および請求項８記載のＥＵＶビーム生成装置によって解決される。各従属請求項には好ましい発展形態が示されている。

【０００８】

したがって、上記の課題は、

ｄ）第１のフォーカシング素子の光軸および／または第２のフォーカシング素子の光軸が、反射光学素子の光軸に対して特に±４°まで、好適には±２°まで平行にまたは反射光学素子の光軸に一致して配向されている
という特徴を有することを特徴とする、冒頭に言及したフォーカシング装置によって解決される。

【０００９】

これにより、第１のフォーカシング素子の像平面および／または第２のフォーカシング素子の像平面は、反射光学素子の光軸に対して垂直にもしくは反射光学素子の光軸に対してほぼ垂直に配向される。特に、ターゲット材料は、反射光学素子の光軸に対してほぼ垂直もしくは反射光学素子の光軸に対して垂直であり、ひいては２つのフォーカシング素子の像平面のうちの１つの像平面に対してほぼ平行であるかもしくはこの像平面に対して平行であるかもしくはこの像平面に一致する平面内を、移動することができる（ターゲット平面）。フォーカシング光学素子のうちの少なくとも１つの光学素子の光軸を反射光学素子の光軸に対してほぼ平行にもしくは反射光学素子の光軸に対して平行にもしくは反射光学素子の光軸に一致して配向することによって、ターゲット材料を特に効果的に照射することができる。

【００１０】

この場合、反射光学素子は、特に、ターゲット材料にレーザー放射を照射したときに放出されるＥＵＶ放射を反射させることに適している。反射光学素子は、例えば、回転楕円体の形態の反射面を有する近法線入射集光ミラーとして構成可能であり、ここで、反射光

学素子は、ターゲット材料に１つもしくは複数のレーザービームが照射される領域の近傍にまたはこの領域内に、第１の焦点を有する。

【００１１】

換言すれば、本発明により、２つのフォーカシング素子の少なくとも１つの光軸、好適には双方の光軸が、ターゲット材料の飛行方向または飛行軌道に対して垂直にもしくはほぼ垂直に配向され、ここで、ターゲット材料が目標領域内の第１の位置から第２の位置へと移動されることが提案される。この場合、第１のレーザービームをフォーカシング装置の第１のビーム路において目標領域へとガイドすることができ、第２のレーザービームをフォーカシング装置の第２のビーム路において目標領域へとガイドすることができる。この場合、第１のビーム路の主軸線および／または第２のビーム路の主軸線は、フォーカシング素子の光軸に対して平行にオフセットさせるかまたは傾斜させることができる。これに対して、「古典的な」結像の場合には、光軸は、レーザービームのビーム路の主軸線に対して同軸である。このため、近接場においてレーザービームを位置的に分離し、遠方場において重なり合わせるには、２つの光軸を相互に傾斜させなければならない。

【００１２】

好ましい一実施形態では、フォーカシング素子は、特に±４°まで、好適には±２°まで平行なまたは同一の光軸を有することができる。これにより、フォーカシング素子の双方に対して、ほぼ平行なもしくは平行なもしくは一致する像平面が生じる。これにより、ターゲット材料を特に効果的に照射することができる。

【００１３】

第１のフォーカシング素子は素子群の形態で構成可能である。これに代えてもしくはこれに加えて、第２のフォーカシング素子が素子群の形態で構成されてもよい。

【００１４】

第１のビーム路の主軸線は、好適には、第１のフォーカシング素子の光軸に対して非同軸に延在している。第２のビーム路の主軸線は、好適には、第２のフォーカシング素子の光軸に対して非同軸に延在している。

【００１５】

ビーム路の各主軸線は、フォーカシング素子の上流でコリメートされて共線とされてもよい。可能な代替の構成では、個々のコリメートされたレーザービームが相互に平行に位置しなくてもよい。

【００１６】

レーザービームの１つもしくは複数が各フォーカシング素子の上流のビーム路において斜めに結像される場合（例えば、レーザービームの伝搬方向に対して斜めに配向された光軸を有するコリメートレンズを通過する場合）、フォーカシング素子は、好適にはシャインプルーフの原理に従って、レーザービームのビーム路の主軸線に対して垂直な平面に対して相対的に傾斜し、これにより、像平面が、ターゲット材料が移動する平面において配向される。個々のコリメートされたレーザービームが相互に平行に位置しない場合であっても、フォーカシング素子、特にその主平面が、好適にはシャインプルーフの原理に従って、レーザービームのビーム路の主軸線に対して垂直な平面に対して相対的に傾斜し、これにより、ピント面が、ターゲット材料が移動する平面において配向される。

【００１７】

ターゲット材料は、好適にはスズ液滴の形態で形成されている。スズ液滴にレーザービームを照射することにより、ＥＵＶ放射を放出するプラズマを生成することができる。

【００１８】

さらに好ましくは、第１のビーム路の主軸線および／または第２のビーム路の主軸線が、各フォーカシング素子の光軸に対して、特に平行に、オフセットされる。これにより、一方のフォーカシング素子または双方のフォーカシング素子が各光軸に対して回転非対称に構成される。これにより、像平面における歪のない投影を得ることができる。例えば、横断面が円形の１つもしくは複数のレーザービームは、円形の投影を有することができる。

【００１９】
特に好ましくは、少なくとも１つのフォーカシング素子は、回転対称なフォーカシング素子のセクションの形態で形成されている。これにより、フォーカシング装置を構造的に特に簡単に構成することができ、ビーム路を比較的容易に計算することができる。
【００２０】
ビーム路の主軸線がオフセットされている場合、移動するターゲット材料は、２つのレーザービームによって時間的にオフセットされて照射されうる。換言すれば、２つのフォーカシング光学素子の光軸を相互に平行にシフトさせ、各光軸が各ターゲット材料を通るようにすることによって、移動するターゲット材料を、時間的に（ひいては位置的に）オフセットさせることができる。各フォーカシング素子の光軸は、好適には３ｍｍ未満、特に１ｍｍ未満だけ、相互にオフセットされている。
【００２１】
さらに好ましくは、少なくとも１つのフォーカシング素子、特に２つのビームフォーミング素子が、レンズまたはミラーの形態で形成可能である。ミラーの場合、特に、非軸放物面ミラー、または非軸放物面ミラーおよび非軸楕円ミラーの組み合わせを使用することができる。
【００２２】
第１のビームフォーミング素子および／または第２のビームフォーミング素子は、真空チャンバ内に配置することもできる。真空チャンバは、第１のレーザービームを真空チャンバ内へ入射させる第１のアパーチャおよび／または第２のレーザービームを真空チャンバ内へ入射させる第２のアパーチャを有することができる。
【００２３】
第１のビーム路および／または第２のビーム路には、偏向ミラー、特にダブルミラー装置を設けることができる。ダブルミラー装置は、著しい、好適には完全な非点収差の低減をもたらす（Seunghyuk Chang: Linear astigmatism of confocal off-axis reflective imaging systems with N-conic mirrors and its elimination; Journal of the Optical Society of America A, Vol.32, No.5/May 2015, p.852-859を参照されたい）。しかし、こうした配置構成では、結像されるレーザービームは、非点収差のない結像をもたらす理論上の光軸上をガイドされるのではなく、ターゲット平面に対して平行な像平面を有する出力側において傾斜した主軸線の所望の効果が得られるよう、入力側（コリメートされた入力ビーム）において理論上の光軸に対して平行にオフセットされた状態でガイドされる。これは、レンズ光学系の置換モデルにおいては、レーザービームのビーム路の主軸線の、レンズの光軸に対するシフトに相当する。ここで、出力側でのレーザービームのビーム路の主軸線の角度は、入力側でのレーザービームのビーム路の主軸線の距離のタンジェントを有効焦点長さＥＦＬで除算したものに相当する。
【００２４】
フォーカシング装置は、第３のレーザービームを目標領域へガイドするための第３のビーム路を有することができる。ターゲット材料は、当該経路上で、まず第１のレーザービームによって、続いて第３のレーザービームによって、さらに最後に第２のレーザービームによって照射されうる。第３のレーザービームは、第１のレーザービームに対して２°超の角度、特に４°超の角度で第１のフォーカシング素子へ入射しうる。これにより、第３のビーム路、ひいては第３のレーザービームも同様に、ターゲット材料が移動する平面に対してほぼ平行にもしくはこの平面に対して平行にもしくはこの平面に一致して延在する像平面を有する。第３のビーム路の主軸線、ひいては第３のレーザービームの主軸線は、特に第１のフォーカシング素子を通過した後、好適には第１のフォーカシング素子の光軸に対して非同軸に延在する。代替的に、第３のビーム路または別のビーム路が第３のフォーカシング素子を有することもでき、これにより、２つの第１のビーム路と同じ境界条件で位置的に分離された光軸を有することもできる。
【００２５】
本発明の課題はさらに、真空チャンバを備えたＥＵＶビーム生成装置であって、真空チ

ャンバ内の目標領域へ、ＥＵＶ放射を生成するために、ターゲット材料を導入することができ、当該ＥＵＶビーム生成装置が、本明細書において説明しているフォーカシング装置と、第１のレーザービームを生成する第１のビーム源と、第２のレーザービームを生成する第２のビーム源とを備えている、ＥＵＶビーム生成装置によって解決される。

【００２６】

各レーザービームの主軸線は、好適には、各レーザービームがガイドされる各ビーム路の主軸線に相当する。

【００２７】

レーザービームは、それぞれ異なる波長を有することができる。特に、第１のレーザービームは５００ｎｍ～１２００ｎｍの波長を有することができ、第２のレーザービームは８μｍ～１２μｍの波長を有することができる。第１の光学素子は、特に前述した波長のケースでは、好適には石英ガラス、ホウケイ酸クラウンガラス、サファイアガラスから成るレンズの形態で、またはアルミニウムもしくは炭化ケイ素もしくは銅から成るミラーの形態で、形成されている。第２の光学素子は、特に前述した波長のケースでは、好適にはセレン化亜鉛もしくは（人工）ダイヤモンドから成るレンズの形態で、または銅から成るミラーの形態で、形成されている。ここに挙げた材料は、良好な加工性および良好な冷却性を有しつつ、特に良好な光学特性を有する。

【００２８】

本発明の特に好ましい構成では、第１のレーザービームおよび／または第２のレーザービームはパルス化されている。これにより、とりわけ、ターゲット材料に導入されるエネルギ、ひいては放出されるＥＵＶ放射の出力を特に高くすることができる。

【００２９】

ＥＵＶビーム生成装置は、第３のレーザービームを生成する第３のビーム源を含んでいてよく、ここで、第３のレーザービームの主軸線は、好適には、第３のビーム路の主軸線に相当する。

【００３０】

第３のレーザービームをパルス化することもできる。パルス化された第３のレーザービームは、第１のレーザービームによるパルスと第２のレーザービームによるパルスとの間に中間パルスを生成するために、ターゲット材料上へ適用することができる。

【００３１】

本発明の別の利点は、説明および図面から得られる。同様に、上記および下記の特徴は、本発明によれば、それぞれ個別にもまたは複数の任意の組み合わせにおいても使用可能である。図示および説明する実施形態は、限定的な列記として理解されるべきではなく、むしろ本発明の説明のための例としての性格を有している。

【図面の簡単な説明】

【００３２】

【図１】従来技術によるフォーカシング装置を概略的に示す図である。

【図２】本発明によるフォーカシング装置の第１の実施形態を概略的に示す図である。

【図３】本発明によるＥＵＶビーム生成装置の一実施形態を概略的に示す図である。

【００３３】

発明および図面の詳細な説明

図１には、従来技術によるフォーカシング装置１０が示されている。これは、出願人に知られている先行技術ではあるが、必ずしも公開されているものではない。

【００３４】

フォーカシング装置１０は、ターゲット平面１４内で飛行方向１６へ移動するターゲット材料１２を有している。ターゲット材料１２は、第１のレーザービーム１８および第２のレーザービーム２０によって照射される。ターゲット材料１２を照射することにより、ＥＵＶ放射が発生し、このＥＵＶ放射が反射光学素子７０によって反射される。反射光学素子７０は、特にその第１の焦点および第２の焦点が位置している光軸７２を有する。特に、ターゲット材料１２は、ＥＵＶ放射が第１の焦点において発生し、反射光学素子７０

によって第２の焦点へとフォーカシングされるように照射される。ターゲット材料は、好適には、反射光学素子７０の光軸７２に対して垂直に延在するターゲット平面１４内を移動する。第１のレーザービーム１８は第１のビーム路２２においてガイドされ、第２のレーザービーム２０は第２のビーム路２４においてガイドされる。第１のビーム路２２には第１のフォーカシング素子２６が配置されている。第２のビーム路２４には第２のフォーカシング素子２８が配置されている。フォーカシング素子２６，２８は、それぞれフォーカシング光学素子の形態で形成されている。フォーカシング素子２６，２８は、それぞれ異なる焦点距離を有することができる。

【００３５】

フォーカシング素子２６，２８は、レーザービーム１８，２０のビーム路２２，２４の主軸線に対して同軸に延在する光軸３０，３２を有している。レーザービーム１８，２０は、その波長および／または偏光のために重畳不能である。したがって、光軸３０，３２は、相互にかつ反射光学素子７０の光軸７２に対して４°超の角度で位置している。これにより、像平面３４，３６もターゲット平面１４に対して４°超の角度で位置している。このことから、（飛行方向の平面で見たとき）ターゲット材料１２上でレーザービーム１８，２０の像３８の歪が生じる。ターゲット材料１２を視線方向４０で観察したとき、ターゲット材料１２が球形ではなく変形していると、例えば円形の横断面を有するレーザービーム１８，２０が楕円形に結像される。この場合の変形は、特に照射によって生じたものである。このため、ターゲット材料１２の効果的でない照射が行われる。

【００３６】

図２には、本発明によるフォーカシング装置１０の第１の実施形態が示されている。フォーカシング装置１０の構造は、以下で論じる相違点を除いては図１の知られているフォーカシング装置１０の構造に相応するので、繰り返しを避けるためにこうした構造については図１を参照されたい。

【００３７】

図２から見て取れるように、光軸３０，３２は、反射光学素子７０の光軸７２に対して平行に位置している。代替的に、２つの光軸３０，３２のうちの一方のみが反射光学素子７０の光軸７２に対して平行に位置していてもよい。これにより、１つもしくは複数のレーザービーム１８，２０の像平面３４，３６が、ターゲット材料の飛行軌道を含む平面に対して平行にもしくはこの平面に一致して延在する。像３８は歪を有さず、したがって効果的な照射を行うことができる。

【００３８】

さらに、本実施例では、レーザービーム１８，２０がフォーカシング素子２６，２８を通過した後にガイドされるビーム路２２，２４の主軸線４２，４４が光軸３０，３２に対してオフセットされる。代替的に、ビーム路２２，２４の主軸線４２，４４のうちの一方のみが各光軸３０，３２に対してオフセットされた状態で延在してもよい。フォーカシング素子２６，２８は、図２に破線で示されているように、好適には、その各光軸３０，３２に対して回転対称であるが、主軸線４２，４４に対しては回転非対称に形成されている。代替的に、フォーカシング素子２６，２８のうちの一方のみが好適には各光軸３０，３２に対して回転対称に形成され、主軸線４２，４４に対して回転非対称に形成されていてもよい。

【００３９】

フォーカシング素子２６，２８は、好適には、フォーカシング光学素子の形態で、特にそれぞれ集光レンズまたは集光ミラーとして形成されている。代替的に、フォーカシング素子２６，２８のうちの一方のみが、好適にはフォーカシング光学素子の形態で、特に集光レンズまたは集光ミラーの形態で形成されていてもよい。

【００４０】

一方または双方のビーム路２２，２４内に、図２では概略的にのみ示されている偏向ミラー４６，４８を配置することができる。このような偏向ミラー４６，４８は、本発明によれば、光学像に影響を与えない。偏向ミラー４６，４８は、それぞれ少なくとも対とし

て、すなわち、それぞれ少なくとも１つのダブルミラー装置（図示せず）の形態で設けることもできる。

【００４１】

図２による実施例では、ターゲット材料１２は、主軸線５４を有する第３のビーム路５２上をガイドされる第３のレーザービーム５０によって照射される。第３のビーム路５２は第１のビームフォーミング素子２６を通過する。第３のビーム路５２の主軸線５４は、第１のビーム路２２の主軸線４２に対して２°超の角度、特に４°超の角度を有している。

【００４２】

ターゲット材料１２は、レーザービーム１８，２０，５０により部分的に蒸発しうる。このため、ターゲット材料１２の移動は、多くの場合にほぼターゲット平面１４内でのみ実行可能である。ただし、ターゲット平面１４からのターゲット材料１２の飛行軌道の偏差は、図では概略的に誇張して示されている。

【００４３】

図３には、ＥＵＶビーム生成装置５５の一部としての本発明によるフォーカシング装置１０の第２の実施形態が示されている。フォーカシング装置１０の構造は、以下で論じる相違点を除いては図２のフォーカシング装置１０の知られている構造に相応するので、繰り返しを避けるためにこうした構造については図２を参照されたい。

【００４４】

図３に示されている第１のレーザービーム１８および任意選択手段としての第３のレーザービーム５０は、第１のフォーカシング素子２６の光軸３０に対して２°超の角度、特に４°超の角度で、ビームフォーミング素子２６へ入射する。ここで、第１のビーム路２２の主軸線４２および任意選択手段としての第３のビーム路５２の主軸線５４は、第１のフォーカシング素子２６において第１のフォーカシング素子２６の光軸３０と交差している。したがって、主軸線４２，５４は、第１のフォーカシング素子２６においては、第１のフォーカシング素子２６の光軸３０に対してオフセットされていない。これにより、像３８の僅かな歪（および遠方場におけるコマ収差）が生じる。しかし、当該実施形態においても、ビーム路２２，５２は、ターゲット材料の飛行軌道を含む平面内に、本発明による共通のもしくは平行な像平面を有する。

【００４５】

図３では、第１のレーザービーム１８を生成する第１のビーム源５６と、第２のレーザービーム２０を生成する第２のビーム源５８と、第３のレーザービーム５０を生成する任意選択手段としての第３のビーム源６０とが概略的に示されている。

【００４６】

図３ではさらに、ターゲット材料１２が真空チャンバ６４の目標領域６２に導入されていることが見て取れる。真空チャンバ６４は、第１のレーザービーム１８または第１のビーム路２２を入射させるための第１のアパーチャ６６を有することができる。任意選択手段としての第３のレーザービーム５０または第３のビーム路５２も、第１のアパーチャ６６を通して真空チャンバ６４内へ入射させることができる。これに代えてまたはこれに加えて、真空チャンバ６４は、第２のレーザービーム２０または第２のビーム路２４を入射させるための第２のアパーチャ６８を有することもできる。

【００４７】

図面の全ての図を一緒に参照してまとめると、本発明は、特にＥＵＶ放射を生成するためのフォーカシング装置１０に関する。フォーカシング装置１０は、ターゲット平面１４上のターゲット材料１２への照射を行うように構成されている。フォーカシング装置１０は、少なくとも１つのビームフォーミング素子２６，２８を有しており、その光軸３０，３２は、ターゲット平面１４に対して垂直に位置している。これにより、フォーカシング素子２６，２８のうちの１つを通過してガイドされるレーザービーム１８，２０によって、像平面がターゲット平面１４に対して平行に配向される。このことは、ターゲット材料１２の効率的な照射を可能にする。少なくとも１つのレーザービーム１８，２０の歪のな

い完全な結像は、当該レーザービーム１８，２０のビーム路の主軸線を、当該レーザービーム１８，２０がガイドされるフォーカシング素子２６，２８の光軸３０，３２に対してオフセットすることによって達成することができる。フォーカシング素子２６，２８のうちの一方によって、第３のレーザービーム５０を、ターゲット材料１２を中間照射するためにガイドすることができる。

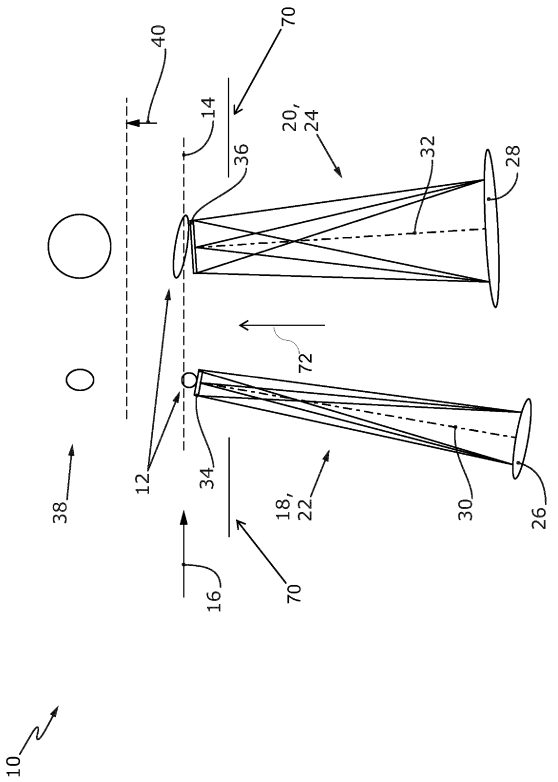
【符号の説明】

【００４８】

１０　フォーカシング装置
１２　ターゲット材料
１４　ターゲット平面
１６　飛行方向
１８　第１のレーザービーム
２０　第２のレーザービーム
２２　第１のビーム路
２４　第２のビーム路
２６　第１のフォーカシング素子
２８　第２のフォーカシング素子
３０　第１のフォーカシング素子２６の光軸
３２　第２のフォーカシング素子２８の光軸
３４　第１のフォーカシング素子２６のフォーカシング平面
３６　第２のフォーカシング素子２８のフォーカシング平面
３８　像
４０　視線方向
４２　第１のビーム路２２の主軸線
４４　第２のビーム路２４の主軸線
４６　偏向ミラー
４８　偏向ミラー
５０　第３のレーザービーム
５２　第３のビーム路
５４　第３のビーム路５２の主軸線
５５　ＥＵＶビーム生成装置
５６　第１のビーム源
５８　第２のビーム源
６０　第３のビーム源
６２　目標領域
６４　真空チャンバ
６６　真空チャンバ６２の第１のアパーチャ
６８　真空チャンバ６２の第２のアパーチャ
７０　反射光学素子
７２　反射光学素子７０の光軸

【図面】

【図１】



従来技術

【図２】

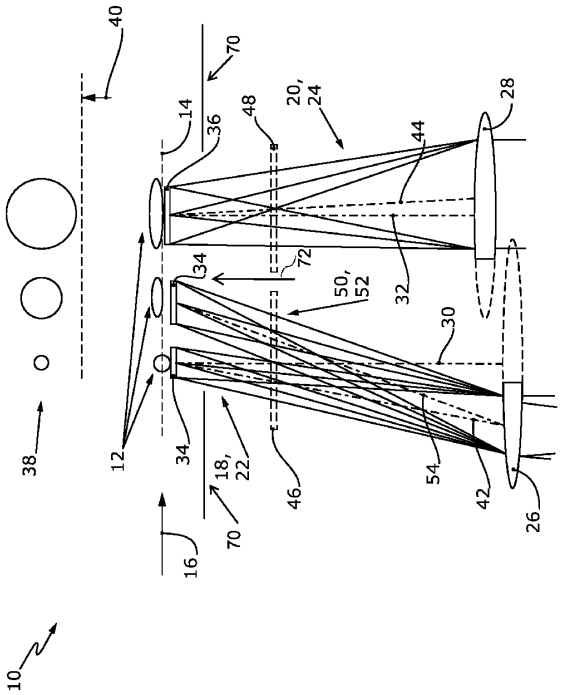


Fig. 2

【図３】

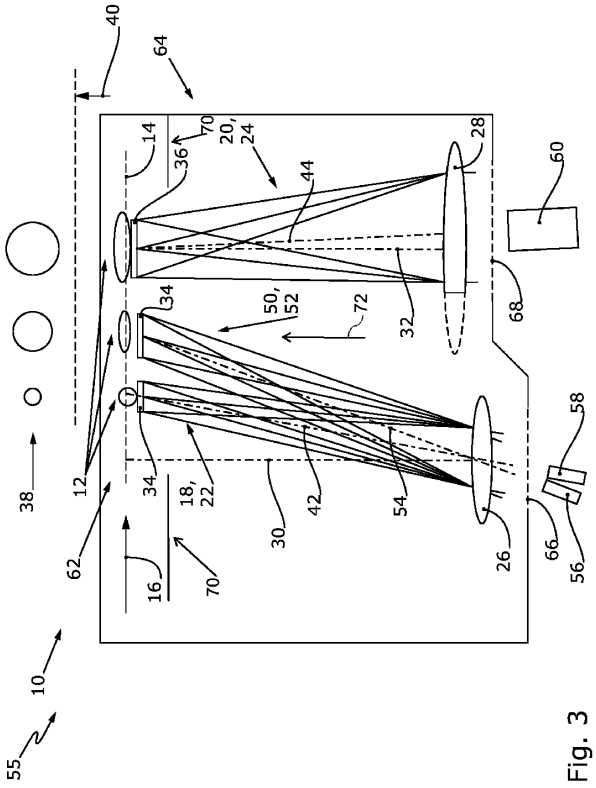


Fig. 3

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2022/071088

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01S 3/00(2006.01)i; ***H01S 3/23***(2006.01)i; ***H05G 2/00***(2006.01)i; ***H01S 3/105***(2006.01)i; ***G02B 19/00***(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)

H01S; G02B; H05G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2019192841 A1 (ASML NETHERLANDS BV [NL]) 10 October 2019 (2019-10-10) the whole document	1-13
X	US 2015043599 A1 (YANAGIDA TATSUYA [JP] ET AL) 12 February 2015 (2015-02-12) paragraphs [0070] - [0073]; figure 2	1,4,8-11,13
X A	US 2012307851 A1 (HORI TSUKASA [JP] ET AL) 06 December 2012 (2012-12-06) figures 10,18,38	1 and 2 3-13
A	US 2012241649 A1 (NISHIHARA KATSUNOBU [JP] ET AL) 27 September 2012 (2012-09-27) the whole document	1-13
A	JP 2009105006 A (UNIV OSAKA; LASER GIJUTSU SOGO KENKYUSHO) 14 May 2009 (2009-05-14) figure 2	1-13

☐ 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	Date of mailing of the international search report
24 October 2022	**31 October 2022**
Name and mailing address of the ISA/EP **European Patent Office** **p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk** **Netherlands** Telephone No. **(+31-70)340-2040** Facsimile No. **(+31-70)340-3016**	Authorized officer **Schindler, Martin** Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/EP2022/071088

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2019192841 A1	10 October 2019	CN 111955058 A	17 November 2020
		JP 2021517662 A	26 July 2021
		KR 20200138728 A	10 December 2020
		NL 2022769 A	09 October 2019
		TW 201945792 A	01 December 2019
		WO 2019192841 A1	10 October 2019
US 2015043599 A1	12 February 2015	JP 6134313 B2	24 May 2017
		JP WO2013161760 A1	24 December 2015
		TW 201403979 A	16 January 2014
		US 2015043599 A1	12 February 2015
		WO 2013161760 A1	31 October 2013
US 2012307851 A1	06 December 2012	US 2012307851 A1	06 December 2012
		US 2016128172 A1	05 May 2016
		US 2017019983 A1	19 January 2017
		US 2018110116 A1	19 April 2018
		US 2019037677 A1	31 January 2019
		US 2019141826 A1	09 May 2019
US 2012241649 A1	27 September 2012	JP 5758662 B2	05 August 2015
		JP 2012199201 A	18 October 2012
		US 2012241649 A1	27 September 2012
JP 2009105006 A	14 May 2009	JP 5458243 B2	02 April 2014
		JP 2009105006 A	14 May 2009

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/071088

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H01S3/00 H01S3/23 H05G2/00 H01S3/105 G02B19/00
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H01S G02B H05G

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2019/192841 A1 (ASML NETHERLANDS BV [NL]) 10. Oktober 2019 (2019-10-10) das ganze Dokument	1-13
X	US 2015/043599 A1 (YANAGIDA TATSUYA [JP] ET AL) 12. Februar 2015 (2015-02-12) Absätze [0070] - [0073]; Abbildung 2	1,4, 8-11,13
X	US 2012/307851 A1 (HORI TSUKASA [JP] ET AL) 6. Dezember 2012 (2012-12-06)	1,2
A	Abbildungen 10,18,38	3-13
A	US 2012/241649 A1 (NISHIHARA KATSUNOBU [JP] ET AL) 27. September 2012 (2012-09-27) das ganze Dokument	1-13

-/--

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen [X] Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung;; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
24. Oktober 2022	31/10/2022

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Schindler, Martin

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/071088

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	JP 2009 105006 A (UNIV OSAKA; LASER GIJUTSU SOGO KENKYUSHO) 14. Mai 2009 (2009-05-14) Abbildung 2 -----	1-13

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2022/071088

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2019192841 A1	10-10-2019	CN 111955058 A	17-11-2020
		JP 2021517662 A	26-07-2021
		KR 20200138728 A	10-12-2020
		NL 2022769 A	09-10-2019
		TW 201945792 A	01-12-2019
		WO 2019192841 A1	10-10-2019
US 2015043599 A1	12-02-2015	JP 6134313 B2	24-05-2017
		JP WO2013161760 A1	24-12-2015
		TW 201403979 A	16-01-2014
		US 2015043599 A1	12-02-2015
		WO 2013161760 A1	31-10-2013
US 2012307851 A1	06-12-2012	US 2012307851 A1	06-12-2012
		US 2016128172 A1	05-05-2016
		US 2017019983 A1	19-01-2017
		US 2018110116 A1	19-04-2018
		US 2019037677 A1	31-01-2019
		US 2019141826 A1	09-05-2019
US 2012241649 A1	27-09-2012	JP 5758662 B2	05-08-2015
		JP 2012199201 A	18-10-2012
		US 2012241649 A1	27-09-2012
JP 2009105006 A	14-05-2009	JP 5458243 B2	02-04-2014
		JP 2009105006 A	14-05-2009

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie) (April 2005)

フロントページの続き

MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,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,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

インハルト
(74)代理人 100098501
弁理士 森田 拓
(74)代理人 100116403
弁理士 前川 純一
(74)代理人 100134315
弁理士 永島 秀郎
(74)代理人 100162880
弁理士 上島 類
(72)発明者 ボリス レガート
ドイツ連邦共和国 シュトゥットガート ヘンフリングヴェーク 8

Ｆターム（参考） 2H197 CA10 GA05 GA24
4C092 AA06 AB10 AC09

【要約の続き】

ちの一方によって、第３のレーザービーム（５０）をターゲット材料（１２）の中間照射のためにガイドすることができる。